

---

# 石川県衛生公害研究所年報

第 2 3 号

(昭和60年度)

---



1 9 8 6

石川県衛生公害研究所

長 崎 県  
衛生公害研究所

62.3.16

受付

---

---

# 石川県衛生公害研究所年報

第 2 3 号

(昭和 60 年度)

---

---



1 9 8 6

石川県衛生公害研究所

## は し が き

石川県衛生公害研究所で昭和60年度中に行なった事業実績の概要、及び調査研究の結果を取りまとめて、年報の第23号として発行いたしました。御一覽いただき、御意見、御批判を賜わればまことに幸いですし、また資料として御利用頂けるようでしたら大変嬉しく存じます。

衛生公害研究所は、県の保健・環境行政を進めるに当って必要な業務についての、科学的、技術的中核として位置付けられていますので、県政の課題、従って社会の変化に応じて、その業務内容を見直し、施設設備を更新して行けるよう努力する必要がありますし、この場合、単に変化への追従だけでなく、むしろこれを予見し、先験的な立場で対処すること、未経験の課題に取り組み、あるいは新しい技術を導入すること等に積極的であることが求められています。

近年わが国では、科学技術の進歩、高度技術の社会への浸透と共に、産業構造の転換が、大きな必然的とも言える流れになっていますし、本格的な長寿社会の到来と同時に、情報化も加速度的に進んでいます。これらの事から、保健・環境分野でも新たな政策課題を生じ、この解決のための新しい技術的手法の導入や開発が必要となって来ます。また、これまでも変化し、今後も変化して行くであろうと考えられる保健・環境ニーズを的確に把握することの重要性は、これからもますます高くなるものと考えられますが、このための地域情報システムの整備・確立は今後の課題とされています。

要するに、これからの問題が数多くあり、私共の業務にも新たな展開が求められているということですが、このうち、科学技術の進歩に着目して、地方衛生研究所の在り方を再検討するため、全国協議会として、厚生科学研究費補助金を得て、「先端技術導入に伴う地方衛生研究所強化に関する研究」を、昭和60、61年度にわたって行っていますが、このことは、以上の様な認識が全国的なものであることを示しているものと思われれます。

私共も、この様な認識に基づいて、新しい試みも可能な限り行なう様努めているつもりです。もちろん、極めてささやかな努力でしかありませんので、一年一年を区切って見ると、それほど大きな変化は見えて来ませんが、こういう努力を着実に積重ねて行くことが大事ではないかと考えています。ここ数年同じ事ですが、行財政環境が非常に厳しく、いわゆる行革も進行中でありますので、お金や人手をどんどんつぎ込んで言うわけにはいかないのは当然で、分析機器の整備一つにしても、慎重な検討、審査を経て決定される状況になっています。だから仕方がないと言うのではなく、これら一定の枠の中であっても、職員の一人一人が、自己革新、自己開発に努めながら、組織全体としての成長を図っていくこと、自律的な内発のための努力も必要であると考えています。

これまで私共の業務について、種々御指導、御協力を頂きました各位に厚く御礼申し上げますと共に、今後もこれまで以上の御援助、御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

昭和61年12月

石川県衛生公害研究所長 石田 宗 治

## 歴代所長

国重 正 敬 (昭和24. 1. 1~26. 9.24)  
(衛生部長兼務)

杉野 為 治 (昭和26. 9.25~27. 2. 8)  
(衛生部長兼務)

伊藤 利 一 (昭和27. 2. 9~29. 4.30)

河原 勲 (昭和29. 5. 1~30. 1.25)

杉野 為 治 (昭和30. 1.26~30. 3.11)  
(衛生部長兼務)

森上 勤 造 (昭和30. 3.12~30. 8.31)  
(衛生部長兼務)

野口 俊 介 (昭和30. 9. 1~30.12.31)

森上 勤 造 (昭和31. 1. 1~31. 1.31)  
(衛生部長兼務)

村本 潔 (昭和31. 2. 1~35. 3.31)

森上 勤 造 (昭和35. 4. 1~36. 6.19)  
(厚生部長兼務)

大島 喜久男 (昭和36. 6.20~37. 3.31)

三根 晴 雄 (昭和37. 4. 1~52.12.15)

酒井 義 昭 (昭和52.12.16~53. 3.31)  
(厚生部長兼務)

河野 俊 一 (昭和53. 4. 1~54. 3.31)

酒井 義 昭 (昭和54. 4. 1~54.11. 9)  
(厚生部長兼務)

石田 宗 治 (昭和54.11.10~56. 3.31)  
(厚生部長兼務)

石田 宗 治 (昭和56. 4. 1~ )  
(県参事兼務)

## 沿 革

- 1 もと石川県衛生試験所と称し県庁構内にあり、県警察部ついで内政部に属し、薬品試験、細菌検査の業務を行う。
- 2 昭和23年1月、県衛生部設置に伴う機構改革により、衛生試験所は薬務課、細菌検査所は予防課所管となる。
- 3 昭和24年1月、衛生試験所を衛生研究所と改称し、医務課の所管、細菌検査所は公衆保健課の所管となる。
- 4 昭和27年4月、細菌検査所を衛生研究所に統合、衛生課の所管となり、衛生技術に関する細菌学的、化学的調査研究、試験検査、指導訓練を総合的に行うこととなる。
- 5 昭和32年2月、県厚生部設置に伴う機構改革により厚生部衛生課の所管となる。
- 6 昭和38年6月、機構改革により医務薬務課の所管となり、同時に内部組織として、庶務課、微生物課、理化学課の3課をおく。
- 7 昭和38年7月、金沢市芳斉2丁目に新庁舎落成、移転する。
- 8 昭和41年4月、環境衛生、公害など生活環境面における業務範囲の拡大と業務量の増加のため内部組織を改組、生活環境課を新設、庶務、微生物、化学、生活環境課の4課制となる。
- 9 昭和45年8月、公害、食品関係等業務増大に対する執行体制強化のため内部組織を改組、総務課、公害部、微生物部、食品薬品部の1課3部制となる。
- 10 昭和45年12月、増大した公害、食品関係業務の処理と設備近代化のため、金沢市三馬2丁目に新庁舎を建築、移転開所する。
- 11 昭和46年10月、公害関係業務の増大により名称を衛生公害研究所と改称する。
- 12 昭和48年3月、日本育英会貸与金の返還を免除される職をおく研究所としての指定を受ける。
- 13 昭和48年12月、大気監視センター設置に伴い、大気汚染、騒音、振動及び悪臭に関する業務を同センターに移管する。
- 14 昭和49年4月、内部組織の公害部を環境部と改称する。
- 15 昭和51年4月、大気監視センターを合併し、内部組織を管理部（庶務課）、環境部（企画調査科、大気科、水質科、生活環境科）、微生物部（細菌科、臨床病理科）、食品薬品部（食品科、薬品科）の4部1課8科制となる。
- 16 昭和53年4月、内部組織の微生物部の臨床病理科をウイルス科と改称し、食品薬品部の食品科、薬品科の2科を食品第一科、食品第二科及び薬品科の3科制として、4部1課9科制となる。
- 17 昭和57年4月、内部組織の一部を改組、環境部の企画調査科を部外に情報室とし、大気科を大気科と監視科として、4部1課1室9科制となる。
- 18 昭和58年4月、内部組織の一部を改組、科制を廃止し、4部1課1室制となる。

# 目 次

## (概 要)

関 係 法 規 .....	(1)
組 織 .....	(2)
施 設 .....	(5)
行 事 記 録 .....	(7)
情 報 室 事 業 概 況 .....	(17)
環 境 部 事 業 概 況 .....	(20)
微 生 物 部 事 業 概 況 .....	(29)
食 品 薬 品 部 事 業 概 況 .....	(42)

## (報 文)

地球観測衛星ランドサット画像データを利用した土地利用適性評価手法の開発 (第5報) —ランドサットTMデータを用いた「住宅地利用可能性評価図」の作成—	竹野 裕治ほか … (48)
都市の生活環境に係る快適概念の提起 (第5報) —住み良さ構成条件を指標とした環境の特性づけの試み—	酒井 道則ほか … (71)
住民意識からみた金沢市の都市用水環境の現況と望ましい在り方について	英 俊彦ほか … (115)
手取川ダムにおける水質汚濁機構に関する研究 (第7報) —ダム貯水池における濁水長期化について—	吉田 守孝ほか … (131)
閉鎖性水域における水質汚濁機構 (第7報) —河北潟の水塊構造と富栄養化状態について—	澤田 道和ほか … (142)
ダム湖における濁水の流入・動態機構の解明 (第3報) —河川水質シミュレーションとその自動化—	道下 博之ほか … (163)
水質環境測定分析におけるクロスチェック分析 (第2報) —カドミウム・鉛・銅・亜鉛について—	東 浩一ほか … (169)
GC/MSを用いた環境汚染化学物質の測定	石田 喜明ほか … (181)
付着藻類及び浮遊流入藻による河川水質の評価手法の研究 (第1報) —付着藻類の基物による相違—	北野 肇一ほか … (191)
悪臭評価手法に関する研究 (第2報) —三点比較式臭袋法の運用について—	堀 秀明ほか … (202)
石川県における酸性雨調査 (第3報) —1mmごとの降水成分の統計解析—	北村 守次ほか … (207)
環境放射能の挙動に関する調査研究 (第7報) —石川県における <sup>210</sup> Pb濃度レベルについて—	小森 正樹ほか … (223)

環境放射能の挙動に関する調査研究（第8報）

—海産生物試料の重金属濃度の違いについて—	中谷 光ほか	…(227)
痛風及び高尿酸血症に関する調査研究	石田 宗治ほか	…(235)
小児上気道疾患からのウイルス分離		
—1985年の成績—	木村 晋亮ほか	…(245)
輸入チーズの天然ワックス並びにタール色素の分析	鈴木 裕ほか	…(256)
食品中の栄養成分について		
—ミネラル、脂質及び脂肪酸について—	岸原 聡ほか	…(264)
水田除草剤の水系での消長と魚鳥への残留	塚林 裕ほか	…(279)
生薬の品質評価に関する研究	小川 清ほか	…(286)
カドミウム汚染地域住民の尿中重金属濃度の過去10年間の経年変動について	矢田 峰子ほか	…(293)

(資 料)

石川県における降水成分調査結果（昭和60年度）	北村 守次ほか	…(300)
$\beta$ 線吸収法による浮遊粒子状物質測定機の精度の検討	山原 敏	…(308)
石川県におけるフオールアウト調査結果（昭和60年度）	中谷 光ほか	…(318)
石川県における河川でのコレラ菌定点観測（昭和60年度の成績）	芹川 俊彦ほか	…(326)
<i>Salmonella itami</i> による集団感染症の発生	芹川 俊彦ほか	…(329)
石川県におけるインフルエンザの流行（昭和60年度）	木村 晋亮ほか	…(332)
石川県におけるインフルエンザの流行予測・定点観測調査の成績（昭和60年度）	梶 哲夫ほか	…(340)
石川県産豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況（昭和60年度の成績）	梶 哲夫ほか	…(342)
コクサッキーA群11型ウイルス（CA-11）の流行（第2報）		
—1病院新生児室でのCA-11様ウイルスの流行とその血清学的確認—	木村 晋亮ほか	…(346)

## 関 係 法 規

### 地方衛生研究所設置要綱 (厚生省発衛第173号) (昭和51年9月10日)

#### 1 設置の目的

地方衛生研究所は、公衆衛生の向上を図るため、都道府県又は指定都市における衛生行政の科学、技術的中核として、関係行政部局と緊密な連携のもとに、調査研究、試験検査、研修指導及び公衆衛生情報の解析、提供を行うことを目的とする。

- (9) 放射能に関する試験検査
- (10) 病理学的検査
- (11) 生理学的検査
- (12) 生化学的検査
- (13) 毒性学的検査
- (14) その他必要な試験検査

#### 2 業 務

地方衛生研究所は、次の業務を行うものとする。

##### 1 調査研究

- (1) 疾病予防に関する調査研究
- (2) 環境保健に関する調査研究
- (3) 生活環境施設に関する調査研究
- (4) 食品・医薬品等・家庭用品及び栄養に関する調査研究
- (5) 健康事象に関する疫学的調査研究
- (6) 試験検査方法に関する研究
- (7) その他必要な調査研究

なお、これらの業務のうちで、広域的に調査研究を行う必要のあるものについては、地方衛生研究所相互間及び関連する試験研究機関との協力を強化し積極的に推進するものとする。

##### 2 試験検査

- (1) 衛生微生物に関する試験検査
- (2) 衛生動物に関する試験検査
- (3) 水・空気等に関する試験検査
- (4) 廃棄物に関する試験検査
- (5) 食品・食品添加物等に関する試験検査
- (6) 毒物・劇物及び医薬品等に関する試験検査
- (7) 家庭用品に関する試験検査
- (8) 温泉に関する試験検査

#### 3 研修指導

- (1) 保健所の職員、市町村の衛生関係職員等の技術面における研修指導
- (2) 衛生に関する試験検査機関等に対する技術的指導

#### 4 公衆衛生情報の解析提供

- (1) 試験検査に関する情報の収集、解析
- (2) 公衆衛生に関する文献、資料の収集、解析
- (3) 衛生関係部局等への公衆衛生情報の提供

#### 3 行政各部局との関係

- 1 地方衛生研究所の運営にあたっては、必要に応じ、関係各部局と協議し、相互に密接な連携を保つものとする。
- 2 地方衛生研究所は、かい（靡）とし、その人事、予算等に関する総括的事項についての連絡調整は衛生主管部局において行うものとする。

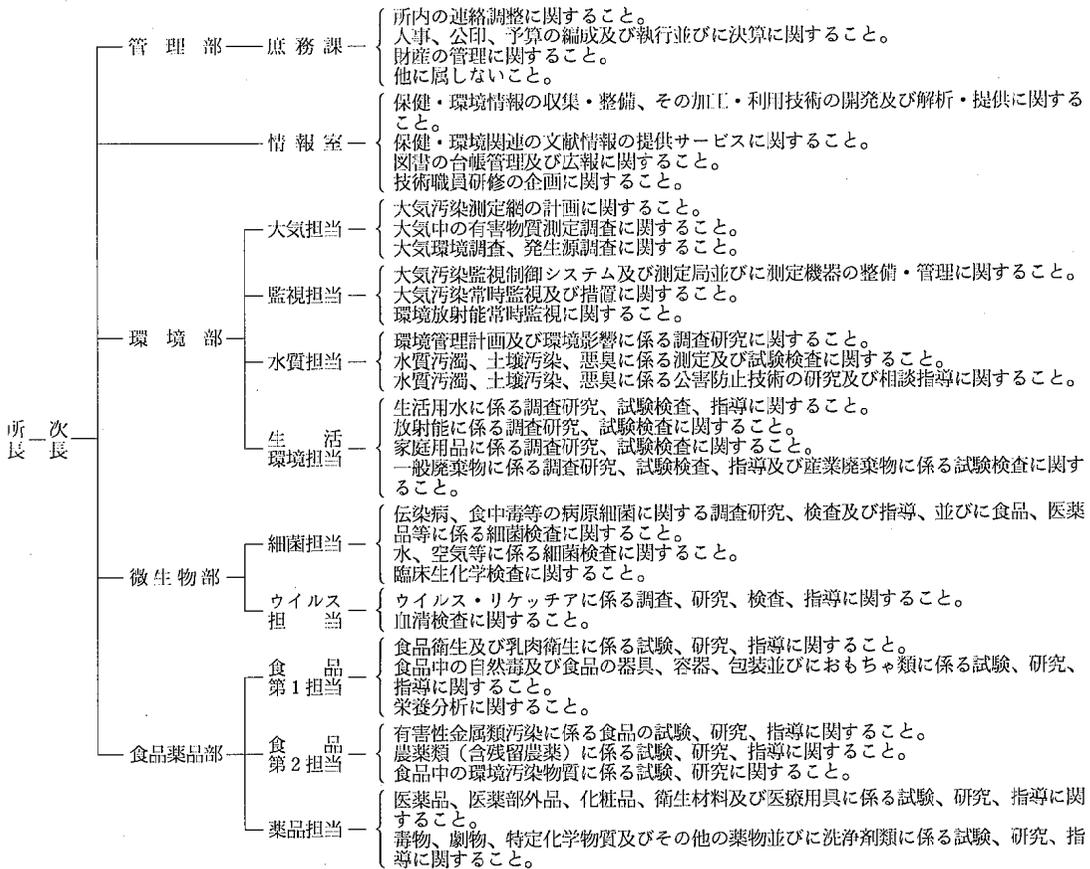
#### 4 業務推進の方策

- 1 地方衛生研究所には、2に掲げる業務の実施に必要な人員及び施設、設備を備えるものとする。
- 2 地方衛生研究所は、その目的にかんがみ、国内留学、海外留学に配慮するなど、職員の知識技能向上を図るとともに科学技術の進歩に即応した施設・設備を備えるものとする。

### 石 川 県 組 織 規 則 (抜萃) (昭和139年4月1日規則第23号公布) (昭和158年4月1日規則第23号改正)

機関の名称	位 置	内 部 組 織	分 掌 事 務	
石川県衛生 公害研究所	金沢市三馬 2丁目251 番地	管理 部	庶 務 課	所内の事務の連絡調整に関すること。
		情 報 室		保健環境情報の調査、検討及び収集整備に関すること。
		環 境 部		1 環境汚染の防止に関する監視、調査、研究、試験及び指導に関すること。 2 生活環境に関する衛生上の調査、研究、試験及び指導に関すること。
		微 生 物 部		1 病原微生物に関する衛生上の研究、検査及び指導に関すること。 2 臨床生化学及び医動物に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。
		食 品 薬 品 部		1 食品類に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。 2 医薬品類に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。

## 機 構 ・ 組 織



## 職 員 の 配 置

(昭和60. 4. 1)

職 名	現員	管 理 部				環 境 部				微 生 物 部			食 品 薬 品 部				
		管理職	庶務課	情報室		大気担当	監視担当	水質担当	生活環境担当	計	細菌担当	ウイルス担当	計	食品第1担当	食品第2担当	薬品担当	計
所次長	1	1															
部長	2	2															
部室長	4(2)	4(2)															
主任	1			1													
研究員	2						1	1	2								
主幹	1				1				1								
課長	1		1														
専門研究員	12			2	1	1	2	1	5	1	1	2	1	1	1	3	
研究員	8					1	3	2	6				1		1	2	
主事	3		3														
技師	15			2	2	1	2	2	7	1	1	2	2	2		4	
“(運)”	3		3														
“(技)”	5					1	2	1	4	1		1					
小嘱託	58(2)	7(2)	7	5	4	4	10	7	25	3	2	5	4	3	2	9	
臨時	2		1						1								
時	2		1														
合 計	62(2)	7(2)	10	5	4	5	10	7	26	3	2	5	4	3	2	9	

(注) ( )内は兼務職員数で内書である。

事 務 分 掌

(昭和60. 4. 1)

職 名	氏 名	担 当 事 務
所 長 (原参事兼務)	石 田 宗 治	所 統 括
次 長 (事 務)	直 地 純 夫	所 長 補 佐
" (技 術)	大 場 邦 弘	"
管 理 部 部 長	(兼) 直 地 純 夫	部 の 総 括
庶 務 課 課 長	荒 木 宏 子	課 の 総 括
" 主 事	野 本 貴 美	会 計 事 務、 諸 給 与
" "	長 谷 川 紀 美	収 入、 旅 費、 窓 口 事 務
" 臨 時 職 員	林 谷 新 孝	予 算 経 理、 財 産 管 理
" 技 師	和 田 新 孝	予 算 経 理、 物 品 の 出 納
" "	水 野 吉 浩	公 用 車 の 運 転
" "	橋 本 政 登	"
" 嘱 託	清 水 豊 治	"
" "	千 場 善 治	庁 務
" "	吉 村 恭 子	"
情 報 室 室 長	田 嶋 隆 俊	室 の 総 括
專 門 研 究 員	竹 野 裕 治	環 境 ・ 保 健 情 報 の 収 集、
" "	酒 井 道 則	解 析、 提 供 及 び 利 用 技 術
技 師	水 上 依 乃	の 開 発
" "	英 俊 彦	"
環 境 部 部 長	(兼) 大 場 邦 弘	部 の 総 括
大 気 担 当 主 幹	桐 元 俊 武	大 気 担 当 の 総 括
專 門 研 究 員	北 村 守 次	大 気 汚 染 の 測 定 と 監 視
技 師	密 田 淳 夫	"
" "	織 田 敏 郎	"
監 視 担 当 專 門 研 究 員	前 川 龍 介	監 視 担 当 の 総 括
研 究 員	平 原 哲 宣	大 気 汚 染 監 視 制 御 シ ス テ ム
技 師	山 原 敏 敏	及 び 測 定 局 並 び に 測 定
技 師 (技 能 員)	湯 浅 道 世	機 器 の 整 備 管 理
臨 時 職 員	宮 本 優 子	環 境 放 射 能 常 時 監 視
水 質 担 当 主 任 研 究 員	矢 鋪 満 雄	事 務 補 助
專 門 研 究 員	北 野 肇 一	水 質 担 当 の 総 括
" "	東 浩 一	水 質、 土 壤、 悪 臭 試 験
研 究 員	堀 澤 田 秀 朗	"
" "	澤 田 道 和	"
" "	吉 田 守 孝	"
技 師	石 田 喜 博	"
" "	道 下 博 之	"
技 師 (技 能 員)	本 田 和 子	"
" "	西 登 志 美	"
生 活 環 境 担 当 主 任 研 究 員	加 藤 充 哉	生 活 環 境 担 当 の 総 括
專 門 研 究 員	小 森 正 樹	放 射 能 に 係 る 調 査 研 究
研 究 員	矢 田 峰 子	環 境 試 験
" "	西 川 孝 藏	"
技 師	龜 井 孝 と	"
" "	中 谷 光 美	"
技 師 (技 能 員)	河 端 芳	"

職 名	氏 名	担 当 事 務
微生物部 部長 細菌担当 専門研究員 技師 技師(技能員) ウイルス担当 専門研究員 技師	木 村 晋 亮	部の総括
	芹 川 俊 彦	細菌担当の総括
	松 田 晴 夫	臨床検査
	志 茂 た み	検査準備
食品薬品部 部長 食品第1担当 専門研究員 研究員 技師 " 食品第2担当 専門研究員 技師 " 薬品担当 専門研究員 研究員	梶 哲 夫	ウイルス担当の総括
	尾 西 一	血清、ウイルス検査
	細 坪 久 人	部の総括
	岸 原 聡	食品第1担当の総括
	泉 広 栄	栄養分析試験
	鈴 木 裕 子	食品試験
	笹 木 紀 子	食品用容器等の試験
	塚 林 裕 子	食品第2担当の総括
	四 月 朔 日 富 司 子	有害性金属汚染試験
	玉 井 徹	残留農薬試験
	小 川 清 恵	薬品担当の総括
	勝 田 幸 恵	毒物、PCB試験 医薬品試験

職 員 の 異 動

(昭和60. 4. 1~61. 3.31)

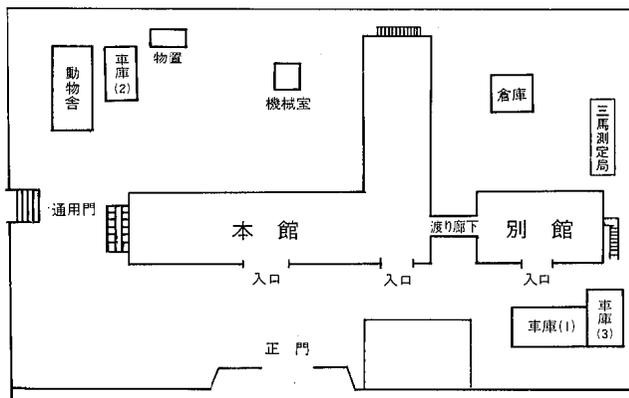
年月日	氏 名	新	旧	備 考
60. 4. 1	宅 崎 仁 芳	衛生総務課医事専門員	衛生公害研究所庶務課主査	転 出
"	砺 波 信 一	津幡保健所 技師	" 技師	"
"	下 川 千 賀 子	中央病院 技師	" 技師	"
"	吉 田 守 孝	衛生公害研究所研究員	衛生総務課技師	転 入
"	鈴 木 裕 子	" 技師	総合看護専門学校技師	"
"	笹 木 紀 子	" 技師	山代保健所技師	"
"	志 茂 た み	" 技師(技能員)	監理課技師(技能員)	"
"	和 田 孝 志	" 臨時職員		
60.10. 1	和 田 孝 志	衛生公害研究所主事	衛生公害研究所臨時職員	新 採

# 施 設

## 庁 舎 概 要

竣 工	昭和45年11月30日		
所 在 地	金沢市三馬2丁目251番地		
敷地面積	7,695.19 m <sup>2</sup>		
建物概要	本 館	鉄筋コンクリート造陸屋根3階建(塔屋付)	延 3,400.27 m <sup>2</sup>
	内 訳	1階	1,406.76 m <sup>2</sup>
		2階	1,405.06 m <sup>2</sup>
		3階	555.10 m <sup>2</sup>
		塔屋	33.35 m <sup>2</sup>
附属建物			延 308.74 m <sup>2</sup>
	動物舎(コンクリートブロック造陸屋根平屋建)	59.11 m <sup>2</sup>	
	物 置(コンクリートブロック造スレート葺平屋建)	4.86 m <sup>2</sup>	
	機械室(コンクリートブロック造陸屋根平屋建)	8.73 m <sup>2</sup>	
	倉 庫(軽量鉄骨プレハブ造鉄板葺平屋建)	79.38 m <sup>2</sup>	
	車 庫(1)(鉄骨造スレート葺平屋建)	61.56 m <sup>2</sup>	
	車 庫(2)(鉄骨造鉄板葺平屋建)	32.40 m <sup>2</sup>	
	車 庫(3)(鉄骨造鉄板葺平屋建)	62.70 m <sup>2</sup>	
合 計			延 3,709.01 m <sup>2</sup>

## 構 内 配 置 図



土地  
建物  
庁舎外

敷地面積	七尾測定局	35.00 m <sup>2</sup>
建物概要	測定局(大聖寺測定局ほか14局、宝達中継局ほか1局)延 315.95 m <sup>2</sup>	
	環境放射能測定局(辰口測定局ほか1局)延 30.00 m <sup>2</sup>	



## 行 事 記 録

## 〔学会発表〕

弱毒風疹生ワクチン接種後における血清中IgM及びIgG抗体の推移：木村晋亮，尾西 一，梶 哲夫，佐藤俊則，中島 実，長 道雄，杉浦幸一，干場 勉，朝本明弘，矢吹朗彦（第59回日本感染症学会総会，昭和60年5月11日，那覇市）

栄螺の放射能について一個体差と核種濃度一：中谷光，小森正樹（日本保健物理学会第20回研究発表会，昭和60年5月14日，京都市）

東海北陸地方での無菌性髄膜炎と上気道感染症の病因ウイルスの同定：萩原昭夫，天野浩子，吉井孝夫，松永泰子，尾西 一，梶 哲夫，木村晋亮（衛生微生物技術協議会第6回研究会，昭和60年6月7日，大阪市）

ラドン終末娘核種<sup>210</sup>Pbの環境試料レベルと挙動：小森正樹（第5回ラドントロン研究専門委員会，昭和60年9月5日，中津川市）

低沸点有機塩素化合物による用水，河川水の汚染について：矢田峰子，亀井とし，西川孝蔵，加藤充哉（第22回全国衛生化学技術協議会年会，昭和60年10月9日，名古屋市）

血清尿酸正常値に関する一考案：石田宗治，松田晴夫（第44回日本公衆衛生学会総会，昭和60年10月17日，富山市）

東海北陸地区における高尿酸血症の発生率について：浅田恒夫，松田 漸，早川清子，石井謙治，水野 寿，橋爪 清，藤尾昭定，松田晴夫，石田宗治，城石和子，田中朋子，植竹久雄（第44回日本公衆衛生学会総会，昭和60年10月17日，富山市）

新生児室内で流行したコクサッキーA群11型ウイルス感染症：高田彦彦，山田 燦，木村晋亮，梶 哲夫，尾西 一（第28回日本感染症学会中日本地方会総会，昭和60年10月26日，岐阜市）

小学校におけるサルモネラ感染症の発生：石川清一，高野明子，三井信晴，四月朔日直，藤原秀範，東出信行，清水 進，芹川俊彦，木村晋亮（第13回北陸公衆衛生学会，昭和60年11月6日，金沢市）

Glioblastoma由来118MGC細胞における風疹ウイルスの増殖—cAMPとdexamethasone添加の影響—：尾西 一，梶 哲夫，木村晋亮，小倉 勤，佐藤 博，波田野基一（第22回日本細菌学会中部支部総会，昭和60年11月15日，新潟県豊浦町）

石川県における放射能調査：中谷 光，西川孝蔵，小森正樹，加藤充哉（第27回環境放射能調査研究発表会，昭和60年12月4日，千葉市）

ランドサット衛生TMデータを用いた環境類型区分図及び住・工混在影響度評価図の試作：竹野裕治，田嶋隆俊（第12回環境保全・公害防止研究発表会，昭和60年12月5日，東京都）

住民意識による“親しまれる用水としての条件”について—金沢市を例として—：英 俊彦，田嶋隆俊（第12回環境保全・公害防止研究発表会，昭和60年12月5日，東京都）

住民意識からみた“住み良さ構成条件の環境評価指標性”について：酒井道則，水上依乃，田嶋隆俊（第12回環境保全・公害防止研究発表会，昭和60年12月5日，東京都）

手取川ダムの富栄養化度の現況：堀 秀朗，矢鋪満雄（第12回環境保全・公害防止研究発表会，昭和60年12月6日，東京都）

水質・底質中の1—アミノ—2—メチルアントラキノン，1,4—ジアミノアントラキノンの分析法について：石田喜朗，道下博之，矢鋪満雄（第3回環境科学セミナー，昭和61年2月26日，所沢市）

GC/MSによる水質・底質モニタリング調査結果について：北海道公害防止研究所，新潟県衛生公害研究所，長野県衛生公害研究所，石川県衛生公害研究所，大阪府公害監視センター，兵庫県公害研究所，岡山県環境保健センター，鹿児島県環境センター，大阪市環境科学研究所，京都市公害センター（第3回環境科学セミナー，昭和61年2月27日，所沢市）

B型インフルエンザ流行時のワクチン効果の検討：吉田清三，山田 燦，木村晋亮，梶 哲夫（昭和60年度厚生省予防接種研究班会議総会，昭和61年3月29日，東京都）

〔報告書〕

石川県環境部環境管理課：生活関連物質に関する調査結果報告書，17ページ，昭和60年4月（食品薬品部食品第2担当）

石川県：昭和59年度科学技術庁委託調査研究成果報告書，地形情報に関する研究—土地利用状況調査法（土地利用適性評価の検討），57ページ，昭和60年5月（情報室）

石川県環境部：昭和59年度石川県水質測定結果報告書，227ページ，昭和60年7月（環境部水質担当）

石川県環境部：昭和59年度環境放射能調査報告書，48ページ，昭和60年8月（環境部生活環境担当）

石川県環境部環境管理課・石川県衛生公害研究所：昭和59年度環境大気調査報告書，285ページ，昭和60年10月（環境部監視・大気担当）

石川県環境部：スパイクタイヤによる粉じん調査結果報告書，60ページ，昭和60年12月（環境部大気担当）

石川県環境部：閉鎖性水域水質保全調査報告書—柴山潟，55ページ，昭和60年12月（環境部水質担当）

石川県：昭和59年度人造湖環境保全調査報告書，119ページ，昭和61年2月（環境部水質担当）

石川県：GC/MSを用いた水質・底質モニタリング準備調査結果報告書，28ページ，昭和61年3月（環境部水質担当）

石川県：昭和60年度化学物質環境調査結果報告書，32ページ，昭和61年3月（環境部水質担当）

石川県：水生環境把握手法基礎調査報告書，71ページ，昭和61年3月（環境部水質担当）

石川県：第3回自然環境保全基礎調査，湖沼調査報告書，45ページ，昭和60年（環境部水質担当）

山口ダム湖水質研究グループ：山口ダム湖水質調査報告書，31ページ，昭和61年3月（環境部生活環境担当）

環境庁環境保健調査室：昭和60年度生物指標環境汚染測定調査報告書，44ページ，昭和61年3月（食品薬品部食品第2・薬品担当）

環境中の油汚染に関する調査結果報告書，9ページ，昭和61年3月（食品薬品部食品第2担当）

環境中の残留化学物質に関する調査結果報告書，36ページ，昭和61年3月（食品薬品部食品第2担当）

環境庁環境保健部保健調査室：昭和59年度化学物質分析法開発調査報告書，299ページ，昭和60年5月（環境部水質担当）

講師派遣

60/ 4～10	金沢大学薬学部（公害）	石田所長・田嶋室長
60/ 4～	石川県立金沢女子専門学校（食品化学）	大場次長
61/ 3	石川県総合看護専門学校（微生物学）	木村部長
60/ 4～10	石川県総合看護専門学校（細菌及び消毒法）	梶専門研究員，尾西技師
60/ 4～ 7	石川県立金沢女子専門学校（食品化学実験）	鈴木技師
61/ 3	石川県総合看護専門学校（薬理概論）	鈴木技師
60/ 5～ 9	石川県総合看護専門学校（保健統計）	前川専門研究員
60/ 6～12	北陸学院短期大学（応用微生物学）	芹川専門研究員
60/10～	石川県総合看護専門学校（公衆衛生）	鈴木技師
61/ 3		
60/11～		
61/ 1		

研修受入

60/ 4～	石川県警察本部刑事部鑑識課	
61/ 3	（農業，医薬品，食品添加物の分析技術修得）	技師1名
60/ 5.13～	加賀製紙株式会社	
60/ 6.14	（水質一般項目の測定技術修得）	技術見習1名

見学

60/ 7.22	石川県総合看護専門学校	40名
60/ 9.20	金沢工業高等専門学校	45名
60/10.14	中国衛生技術官	2名
60/10.14	1日所長	2名
60/10.15	石川県総合看護専門学校	34名
60/11.29	金沢大学医療技術短期大学部	34名

# 予 算 ・ 決 算

## 昭 和 6 0 年 度 予 算 概 要

経費 区分	事 業 名	予算額	財 源 内 容				事 業 内 容	
			国庫支出金		特定財源			一般財源
			補助率	金額	負担率	金額		
		千円		千円		千円		
職員 職員 一般	(衛生公害研究所) 衛生公害研究所費	413,104		18,936		21,464 (手数料) 4,846	372,704	
	1 衛生公害研究所職員 費	315,343	10/10	12,559		(雑入) 2,353	297,938	防疫職員 4人 衛生公害研究所職員 53人
	2 運 営 費	48,951					46,598	非常勤職員 2人 管理運営費 45,936千円
	3 調 査 研 究 費	5,122					5,122	ウイルス性呼吸器疾患病因研 究費 426千円 水系の総合的管理モデル開発 調査費 1,018千円 生薬及び漢方製剤の品質評価 方法に関する研究費 160千円 水質汚濁機構のモデル化に関 する研究費 146千円 生活排水の処理法に関する研 究費 282千円 農薬等新化学物質による水系 及び食品汚染に関する研究費 527千円 新型食中毒菌に関する研究費 185千円 山中塗及び輪島塗合成樹脂製 食器等に関する研究費 172千円 都市環境総合評価手法開発調 査費 907千円 保健情報管理利用手法の電算 化モデル設計調査費 117千円 環境放射性物質の挙動に関す る調査費 388千円 食品(麦類)の赤カビ汚染調 査費 330千円 大気中未規制有害物質基礎調 査費 168千円 水道水中における有機塩素化 合物調査費 296千円
	"	4 試 験 検 査 費	10,537			(手数料) 10,537		臨床病理学的検査 11,628件 食品、医薬品試験 178件 環境試験 1,651件
	国補 一般	5 放 射 能 調 査 費	2,121	10/10	2,121	(受託料) (雑収入)		科学技術庁受託調査
	"	6 受 託 調 査 費	3,728			3,728		建設省受託調査
	"	7 技 術 職 員 研 修 指 導 対 策費	1,846				1,846	技術職員研修、技術情報の整 備
	単独 一般	8 設 備 整 備 費	15,232				15,232	高速液体クロマトグラフほか 12点
	単独	9 施 設 整 備 費	5,968				5,968	電話設備改修工事等
	国補	10 人 工 衛 星 デ ー タ の 利用手法等調査費	3,136	10/10	3,136			科学技術庁受託研究
"	11 水 生 態 環 境 把 握 手 法 調査費	1,120	10/10	1,120			環境庁受託調査	
不特定	(不特定収入)	—			(使用料) 1,164	△ 1,164	庁舎使用料 1,164円	

昭和60年度歳入

款	項	目	節	予算額又は 目標額	収入額	予算対 比増減	
使用料及び 手数料	使用料	総務使用料	総務管理 使用料	1,227,860	1,211,809	△ 16,051	
				1,164,060	1,164,060	—	
				1,164,060	1,164,060	—	
				1,164,060	1,164,060	—	
	手数料	衛生手数料	公衆衛生 手数料	63,800	47,749	△ 16,051	
				63,800	47,749	△ 16,051	
				63,800	47,749	△ 16,051	
				37,000	37,182	182	
				37,000	37,182	182	
	財産収入	財産売払収入	物品売払収入	不用品	37,000	37,182	182
					37,000	37,182	182
					37,000	37,182	182
	諸収入	受託事業収入	環境調査受託 事業収入	環境調査 受託事業	6,281,600	6,211,446	△ 70,154
3,907,600					3,907,600	—	
3,907,600					3,907,600	—	
雑収入		雑収入	保険料被保険 者負担金 雑収入	2,374,000	2,303,846	△ 70,154	
				2,374,000	2,303,846	△ 70,154	
				20,000	24,081	4,081	
				2,354,000	2,279,765	△ 74,235	
計				7,546,460	7,460,437	△ 86,023	
〔証紙収入調〕							
使用料及び 手数料	手数料	衛生手数料	公衆衛生 手数料	15,319,200	16,358,620	1,039,420	
				15,319,200	16,358,620	1,039,420	
				15,319,200	16,358,620	1,039,420	
				15,319,200	16,358,620	1,039,420	
計				15,319,200	16,358,620	1,039,420	
合 計				22,865,660	23,819,057	953,397	

昭和60年度歳出

款	項	目	節	予算額 (配当額)	執行額	残額			
衛生費	公衆衛生費	衛生公所 研 究 所 費		413,104,000 <sup>1)</sup>	411,658,428 <sup>1)</sup>	1,445,572 <sup>1)</sup>			
				413,104,000	411,658,428	1,445,572			
				413,104,000	411,658,428	1,445,572			
			報酬	2,757,000	2,756,800	200			
			給料	169,259,000	169,258,363	637			
			職員手当等	104,203,000	102,962,758	1,240,242			
			共済費	42,139,000	42,137,108	1,892			
			賃金	2,029,000	2,027,950	1,050			
			報償費	717,000	711,420	5,580			
			旅費	6,671,000	6,648,601	22,399			
			需用費	52,108,000	52,103,940	4,060			
			役務費	2,240,000	2,223,852	16,148			
			委託料	7,120,000	7,079,700	40,300			
			使用料及び 賃借料	1,786,000	1,784,650	1,350			
			工事請負費 備品購入費 及び 公課	5,452,000 16,280,000 297,000 46,000	5,412,000 16,210,686 295,300 45,300	40,000 69,314 1,700 700			
			計				413,104,000	411,658,428	1,445,572
款	項	目	節	転配当額	執行額	残額			
総務費	総務管理費	一般管理費		2,527,671	2,527,671	0			
				2,527,671	2,527,671	0			
				1,791,311	1,791,311	0			
			賃金	1,791,311	1,791,311	0			
			人事管理費	101,000	101,000	0			
			旅費	101,000	101,000	0			
			諸費	635,360	635,360	0			
			報償費	360,000	360,000	0			
			旅費	35,360	35,360	0			
			交際費	240,000	240,000	0			
			衛生費	公衆衛生費	公衆衛生費 総務費		198,650,237	198,650,237	0
							4,097,470	4,097,470	0
							2,342,000	2,342,000	0
						賃金	210,000	210,000	0
						旅費	94,000	94,000	0
						需用費	2,038,000	2,038,000	0
予防費	1,663,820	1,663,820				0			
賃金	250,000	250,000				0			
報償費	56,400	56,400				0			
旅費	252,420	252,420				0			
需用費	1,096,000	1,096,000				0			
役務費	9,000	9,000				0			

款	項	目	節	転記当額	執行額	残額
		母子保健費		2,130 <sup>1)</sup>	2,130 <sup>1)</sup>	0 <sup>1)</sup>
			旅 費	2,130	2,130	0
		老人保健費		50,000	50,000	0
			需 用 費	50,000	50,000	0
		健康づくり 推進費		39,520	39,520	0
			旅 費	39,520	39,520	0
	環境衛生費			6,023,720	6,023,720	0
		食品衛生費 食指導		5,504,520	5,504,520	0
			賃 金	84,000	84,000	0
			旅 費	87,520	87,520	0
			需 用 費	5,333,000	5,333,000	0
		環境衛生費 指 導		519,200	519,200	0
			旅 費	183,600	183,600	0
			需 用 費	335,600	335,600	0
	医薬費			901,800	901,800	0
		医薬総務費		453,980	453,980	0
			旅 費	258,980	258,980	0
			委 託 料	195,000	195,000	0
		薬務費		447,820	447,820	0
			旅 費	47,820	47,820	0
			需 用 費	400,000	400,000	0
	公害環境費			187,627,247	187,627,247	0
		環境管理費 企 画		10,452,837	10,452,837	0
			賃 金	546,000	546,000	0
			報 償 費	106,800	106,800	0
			旅 費	1,032,000	1,032,000	0
			需 用 費	4,453,000	4,453,000	0
			役 務 費	578,000	578,000	0
			委 託 料	2,427,400	2,427,400	0
			使 用 料 及 び 料	1,230,000	1,230,000	0
			賃 借 及 び 料	1,230,000	1,230,000	0
			備 品 購 入 費	46,000	46,000	0
			各 種 負 担 金	33,637	33,637	0
		公害防止費 公 指 導		177,174,410	177,174,410	0
			賃 金	1,900,000	1,900,000	0
			報 償 費	133,000	133,000	0
			旅 費	2,928,000	2,928,000	0
			需 用 費	47,281,000	47,281,000	0
			役 務 費	1,497,000	1,497,000	0
			委 託 料	38,011,750	38,011,750	0
			使 用 料 及 び 料	58,370,000	58,370,000	0
			賃 借 及 び 料	58,370,000	58,370,000	0
			工 事 請 負 費	262,860	262,860	0
			備 品 購 入 費	26,690,000	26,690,000	0
			公 課 費	100,800	100,800	0
農林水産業費				2,035,500	2,035,500	0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残 額
土 木 費	農 地 費	農地総務費		1,088,700 <sup>[1]</sup>	1,088,700 <sup>[1]</sup>	0 <sup>[1]</sup>
			賃 金	555,000	555,000	0
			旅 費	132,000	132,000	0
			需 用 費	24,000	24,000	0
			役 務 費	392,000	392,000	0
				7,000	7,000	0
			土 地 改 良 費	533,700	533,700	0
			賃 金	148,500	148,500	0
			旅 費	84,000	84,000	0
			需 用 費	301,200	301,200	0
	林 業 費	造 林 費		325,000	325,000	0
			賃 金	325,000	325,000	0
			需 用 費	165,000	165,000	0
	水 産 業 費	水産業総務費		621,800	621,800	0
			賃 金	554,000	554,000	0
			旅 費	140,000	140,000	0
			需 用 費	34,000	34,000	0
				380,000	380,000	0
			漁 港 管 理 費	33,900	33,900	0
			需 用 費	33,900	33,900	0
			漁 港 建 設 費	33,900	33,900	0
			需 用 費	33,900	33,900	0
			河 川 海 岸 費	河川総合費 河川整備費		6,880,700
	賃 金	3,876,000			3,876,000	0
	旅 費	3,558,000			3,558,000	0
	需 用 費	198,000			198,000	0
		113,000			113,000	0
	需 用 費	3,247,000			3,247,000	0
		318,000			318,000	0
	需 用 費	298,000			298,000	0
	役 務 費	20,000			20,000	0
	港 湾 費	港湾管理費 港湾改良費				950,700
			賃 金	758,500	758,500	0
旅 費			758,500	758,500	0	
需 用 費			192,200	192,200	0	
			192,200	192,200	0	
需 用 費			192,200	192,200	0	
特 別 河 川 等 整 備 費	特別河川等費		2,054,000	2,054,000	0	
		賃 金	2,054,000	2,054,000	0	
		需 用 費	225,000	225,000	0	
		役 務 費	1,801,000	1,801,000	0	
			28,000	28,000	0	
計				210,094,108	210,094,108	0
合 計				623,198,108	621,752,536	1,445,572

昭和60年度主要購入備品 (500,000円以上)

物 品 名	規 格	数 量	取 得 価 格	備 考
全自動高速冷却遠心機	トミー精工製 RS 18TV	1台	1,048,000	
ガスクロマトグラフ	島津製作所製 GC 7AGPrFFP	1式	3,950,000	
分光光度計	” UV 160	1式	2,130,000	
高速液体クロマトグラフ	” LC 6Aシステム	1式	6,190,000	
非メタン炭化水素自動測定機	柳本製作所製 AG 203型	1台	4,100,000	
一酸化炭素自動測定機	堀場製作所製 APMA 3000型	1台	4,200,000	
微風向風速計	光進電気工業製 MV 110PC	5台	5,575,000	
窒素酸化物自動測定機	電気化学計器製 GPH 74M	1台	2,330,000	
オキシダント自動測定機	” GXH 72M	1台	2,250,000	
二酸化硫黄自動測定機	” GRH 76M	1台	2,790,000	
重油中硫黄分分析装置	理学電機工業製 サルファーX	1式	3,468,000	
合 計			38,031,000	

昭和60年度施設整備

事 業 名	事 業 費	備 考
電話設備改修工事	2,118,000	債務負担行為 62年4月完成予定
本館暖房用ボイラー取替工事	1,650,000	
ドラフトチャンバー排風機改修工事	1,460,000	
石川県環境監視制御システム設置整備工事	121,000,000	
合 計	126,228,000	

## 試 験 検 査 件 数

### 1 昭和60年中 種類別依頼者別検体件数

(厚生省報告例第13)

種 別	区 分	依 頼 に よ る も の					自 ら 行 う もの
		保 健 室 (検査室)	保健所以外 の行政機関	医療施設	学校及び 事業所	そ の 他	
細 菌 検 査 (1)		282	—	10	—	—	625
ウイルス・リケッチア等検査 (2)		1,696	—	14,081	—	—	12,051
病原微生物の動物試験 (3)		—	—	—	—	—	—
原 虫 ・ 寄 生 虫 等 (4)		—	—	—	—	—	—
結 核 (5)		—	—	79	—	—	—
性 病 (6)		—	—	—	—	—	—
食 中 毒 (7)		47	—	—	—	—	5
臨 床 検 査 (8)		—	349	—	—	—	746
食 品 検 査 (9)		20	—	—	17	37	907
水 質 検 査 (10)		—	43	—	239	—	288
廃 棄 物 関 係 検 査 (11)		—	—	—	3	—	74
公 害 関 係 検 査 (12)		—	9,649	—	4	—	34,637
一 般 環 境 (13)		—	—	—	33	1	—
放 射 能 (14)		—	—	—	—	—	679
温泉(鉱泉)泉質検査 (15)		—	3	—	8	10	—
家 庭 用 品 検 査 (16)		34	—	—	10	1	52
薬 品 (17)		—	—	6	4	2	75
栄 養 (18)		—	—	—	1	1	12
そ の 他 (19)		—	—	—	3	—	—
計		2,079	10,044	14,176	322	52	50,151



## 情報室事業概況

コンピュータが地方公共団体に初めて導入されてから26年になるが、現在では、すべての都道府県と、市町村の95.5%がコンピュータを何らかの方法で利用している。その利用形態は、コンピュータの性能や情報処理技術の向上、通信技術などの飛躍的な発展によって、オンラインシステム、データベースシステム、漢字情報処理システムなどの活用、更にはOA化といったように、高度化・多様化してきている。行政情報のコンピュータによる処理・加工、利用、提供の実現に当たっては様々な問題が指摘されているが、いずれにしても望ましいシステムの形としては、誰でもが、必要な情報を、必要な時に、何処でも、簡便な方法で活用できるシステムづくりを目標とすべきであろう。

本県においては、本年度、保健情報処理のシステム化の一環として、2つの保健所に多機能パソコンが配備された。今後、計画どおりに各保健所に配備され、県庁とのオンライン化が実現すれば、全国初のネットワーク・システムとなり、その効率的・効果的利用によって、本県における保健情報の処理・加工・検索等の飛躍的な迅速化・自動化、保健情報利用の高度化が可能となることが期待される。

衛生行政・環境行政部門における科学技術の中核機関としての当研究所においても、行政部門の情報整備に係るニーズの増大、昭和51年9月の厚生事務次官通知「地方衛生研究所の強化について」の実現化（公衆衛生情報の解析・提供）、近い将来に到来する高度情報化社会等々への適切な対応に努めているところである。当情報室では、昭和57年4月の発足以来、“衛生行政や環境行政のニーズに応じて、政策課題の発見や地域問題の解決に情報面から効率的かつ効果的に対処するため、その基礎となる諸情報の収集・整備、総合化・体系化並びに提供を行うとともに、情報整備や利用技術の基盤強化を図っていく”ことを業務遂行の基本理念として、保健情報（ここでは、単に疫学情報というだけでなく、保健科学の分野をはじめ、社会科学や人文科学の分野を含めた広範囲の情報）や環境情報の収集整備、利用技術の開発とその標準化、解析と提供などに取り組んできた。

その結果、本年度までに、衛生行政に関連した成果としては、人口動態統計、成年健康調査データ、老人保健事業調査データ等々の電算処理の標準化があり、

また、環境行政に関連した成果としては、快適環境に関する住民意識データの収集整備、国土数値情報の収集整備とその利用、人工衛星データ利用技術の蓄積等々を挙げることができ、全体として情報整備の基盤強化を図ることができた。

先にも述べたように、保健所にもパソコンが整備され、保健情報整備のネットワーク化が推進されつつある今日、そこで必要な情報技術について、当情報室が先見的・例示的なケーススタディを更に蓄積し、誰でもが・必要な情報を・必要な時に・何処でも・簡便な方法で活用できるシステムづくりに向けて、適切な対応ができるように自らの技術向上を更に図っていく必要がある。

以下に、本年度事業の実施状況を述べる。

(室長：田嶋)

### 1 調査研究

#### 1・1 「水系の総合的管理モデル開発調査」(継続)

都市における水辺環境の適正な管理モデル検討の基礎資料を得るため、都市用水を対象に、用水環境の現況、用水の利用内容、用水の望ましい在り方等について住民意識調査を実施し、都市住民が持っている用水観の包括的な把握を試みた。

本年度(事業最終年度)において実施した研究内容は、次のとおりである(別項記載)。

##### (1) 調査用水路

金沢市内を貫流する鞍月用水、大野庄用水、泉用水、小橋用水、旭・田井用水、源太郎川、雀谷川の7水系

##### (2) 住民意識調査の対象と客体

調査用水路周辺(ほぼ100m内)の世帯を対象として、住宅明細図から有意抽出した1,842世帯を客体とした。

##### (3) 住民意識調査の内容

- ア 用水路の存在、用水名を知っているか否か
- イ 用水路の利用内容
- ウ 用水への親しみ度
- エ 不都合や支障の有無、内容とその程度
- オ 用水環境の現況評価
- カ 用水存続に対する賛否
- キ 親しまれる用水の条件
- ク 用水整備のニーズ

ケ その他回答者の属性

(担当：英)

1・2 「都市環境総合評価手法開発調査」(継続)

都市の住み良さ構成条件群の中から環境評価指標性の高い条件を用いて、住民意識から見た住み良さの特性づけと、客観データに基づいた住み良さの特性づけを行い、両者の結果を相互に対比照合するなどによって、住民の実感に合った環境評価の手法開発を試みた。

本年度(事業最終年度)において実施した研究内容は、次のとおりである(別項記載)。

(1) 調査地域

金沢市の国勢統計区30地区の中から、人口集中度、土地利用等環境特性の異なる13地区を調査対象とした。

(2) 住民意識調査

ア 調査の対象と客体

調査地域の世帯を対象とし、各地区の総世帯数から同比率で抽出した世帯数(100~200世帯)を客体とした(総客体数：1,865世帯)。

イ 調査内容

- (ア) 生活環境全体に対する満足度
- (イ) 住み良さ構成条件別に見た環境実現度(調査地区について、金沢市全体について)
- (ウ) 住み良さ構成領域の重要度
- (エ) 住み良さ構成領域別に見た環境満足度
- (オ) その他回答者の属性

(3) 客観データによる環境評価

ア 環境評価指標の計測と尺度化

イ 指標値の標準化と環境の特性づけ

(担当：酒井、水上)

なお、1・1及び1・2の調査研究を実施するに当たって、次の学識経験者等で構成する「都市環境研究懇談会」を設置し、それぞれの専門的立場から助言を得た(年1回開催)。

木羽 敏泰	金沢工業大学学長
矢ヶ崎孝雄	金沢大学名誉教授
山村 勝郎	金沢大学経済学部教授
岡田 晃	金沢大学医学部教授
水野 一郎	金沢工業大学教授
島村 昇	金沢工業大学教授
清水 忠	金沢経済同友会常任幹事
山岸 政雄	金沢美術工芸大学教授
川上 光彦	金沢大学工学部助教授
里見 信生	金沢大学理学部講師

1・3 「保健情報管理・利用手法の電算化モデル設計調査」(継続)

保健関連業務の効率化・迅速化・自動化、保健情報利用の体系化・総合化・高度化の具体例をモデルとして提示するため、本年度(事業最終年度)は、次の内容を実施した。

(1) 保健関連データの電算処理の標準化

- ア 環境保健調査
  - イ 医療費調査
- (2) 保健情報高度利用手法の検討
- ア 地図化・グラフ化手法の検討
  - イ 多変量統計解析手法の汎用化

(担当：酒井、英、田嶋)

## 2 行政依頼事業

本年度において、行政部門から依頼されて実施した情報整備、処理・加工・解析、提供等の業務の主なもの、次のとおりである。

- (1) 人口動態統計(衛生総務課)
- (2) 老人保健事業調査(公衆衛生課)
- ア 歯科疾患実態調査
- イ 医療費推移状況調査
- (3) 成年健康調査(公衆衛生課)
- (4) 環境保健基礎調査(公衆衛生課)
- (5) その他(保健所からの個別的依頼)

(担当：酒井、英、田嶋)

## 3 受託事業

3・1 「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究：土地利用状況調査法—土地利用適性評価の検討」(継続、科学技術庁研究調整局宇宙開発課)

ランドサット5号のTMデータから作成した土地被覆分類データ(建設省国土地理院が作成を分担)を基本データにして、地域開発・保全基礎図作成手法の開発を試みるとともに、その発展的利用として、土地利用計画策定手法のモデルを検討した。

本年度(事業最終年度)において実施した研究内容は、次のとおりである(別項記載)。

- (1) 地域開発・保全基礎図作成手法の検討
- ア 土地被覆分類データの収集・精度点検
- イ 法的規制データなど土地利用関連データの整備と、それらの土地利用適性評価のための加工(分級基準の設定など)
- ウ 土地利用選好度調査(住民意識調査)
- エ 地域開発・保全基礎図の試作
- (ア) 土地被覆類型区分図

- (イ) 宅地化適性分級評価図(土地利用間の整合性からみた住宅地化適性評価図, 自然条件への適合性からみた住宅地化適性評価図及び開発に対する法的規制からみた土地分級評価図から作成)
- (ウ) 現行土地利用保全分級評価図(自然性や環境保全からみた土地保全評価図, 水資源保全評価図及び保全に対する法的規制からみた土地分級評価図から作成)
- (エ) 住宅利用可能性評価図(上記の(ア), (イ), (ウ)から作成)
- オ 地域開発・保全基礎図の行政上の利用性の検討(具体的な利用面など)
- (2) 土地利用計画策定手法のモデルの検討
- ア 土地利用計画の構成内容の検討
- イ 土地利用計画策定基本フロー・策定手順の検討と人工衛星データの利用性の検討
- なお, 本受託研究を実施するに当たって, 次の学識者等で構成する「人工衛星データの地域計画適用検討

会」を設置し, それぞれの専門的立場から助言を得た(年1回開催)。

木羽 敏泰	金沢工業大学学長
上野 季夫	金沢工業大学教授
中島 巖	(社)日本林業技術協会主任研究員
川田 剛之	金沢工業大学教授
五味 武臣	金沢大学教育学部助教授
村上 昌幸	富士通株式会社金沢支店長
斎藤 晴彦	石川県環境部環境管理課長
板坂 三郎	石川県環境部自然保護課長
小川登美夫	石川県企画開発部企画課長
市井 勇	石川県企画開発部開発調整課長
松田 正	石川県土木部都市計画課長
脇坂 聿雄	石川県農業試験場長
島田 幸男	石川県林業試験場長
浅井 孝雄	石川県白山自然保護センター所長
	(担当: 竹野, 田嶋)

## 環境部事業概況

現在の環境保全対策をみると、二つの新しい流れがある。一つは国際化への問題であり、一つはバイオテクノロジー、エレクトロニクス、新素材等の先端技術にみられる科学技術の進展に伴うものである。

国際化の問題として酸性雨のように国境を越えた広域的なもの、大気中の炭酸ガス濃度の上昇や熱帯林の減少等があげられ、地球的規模で発生し、環境保全に対する認識も世界的に高まっている。我々一地方の公害研として正直なところさほど深刻ではないにしろ、一つの地方、一つの国レベルのみでなく国際レベルでの視野と対応の必要性を痛切に感じ、また、考えているところである。

もう一つの流れとしての科学技術の進歩と環境の問題であるが、それらは経済社会の発展に直接つながるとともに産業構造を変化させ、その都度環境に何等かの影響を及ぼし住民の生活に不安を与えるものである。新科学技術の発展が高度経済成長を支えてきた一方で、生産活動の急激な高度化、大規模化と都市化の進展が、新たな環境負荷をもたらすとは皮肉なものである。我々は一地方の公害研ではあるが、地方特性とニーズを考えながらこれらの流れを常に念頭に入れなければならない。環境庁の言うとおり、21世紀に向けて、長期的展望のもと、総合的、計画的に環境保全を考えねばならない。しかし、問題はそれだけではない。大気汚染でのNO<sub>x</sub>の問題は一向に良くならず、良くなる見込みもないとの言も聞くし、その他化学物質、生活排水等々次々と未解決の、また新しい公害問題がでてきており、これらは直接現在の生活に結びつく問題でもあり、かかわりは大きく複雑である。この様な問題について、地域の実情を正しくみながら我々の調査研究の方向の転換と質の向上をはからねばならない。

本年度各担当事業を以下に記述する。

(部長：大場)

### 1 大気担当

現在の大気汚染環境行政における重点課題は「未規制物質対策」、「窒素酸化物対策」、「粒子状物質対策」、「自動車排ガス対策」が上げられ、更に将来の課題として、化学物質の有害性についての調査研究が挙げられる。国が実施した疫学調査でも粉じん、窒素酸化物と住民の呼吸器疾患との関係が指摘されており、水銀、

ダイオキシン、アスベスト、ニトロピレン等の未規制物質問題、スパイクタイヤ道路粉じん問題にみられるように、今後の大気汚染は、多様化、広域化、複合化していくものと考えられ、本県の実状を踏まえ、業務の転換、新設を検討すべきと考えている。

本県の大気汚染状況は、常時監視結果によればここ数年大きな変化もなくほぼ横ばい状態となっているが、幹線道路近傍の窒素酸化物濃度は注意していく必要があると考えられる。

また、測定技術の向上、調査研究の推進を期して、「酸性雨調査」に関連して「大気中NO<sub>x</sub>と各種pH水溶液との化学平衡（気液平衡）」の課題について、金沢大学に技術協力を依頼し、いくつかの知見を得て業務に活用した。(担当：桐元)

#### 1・1 調査研究

「大気中未規制有害物質基礎調査」を継続し、バナジウム、ニッケル、ニトロピレンにつき調査を実施した。

#### 1・2 行政試験

本担当で昭和60年度に実施した行政試験の内訳を表1に示す。

環境監視を目的に、簡易測定法による硫黄酸化物の測定（二酸化鉛法）を県下42地点で継続したが、前年度と比べ全体として特に大きな変化はなかった。羽咋市内の苦情対象工場周辺12地点で簡易測定法（石灰懸濁濁紙法）によるフッ素化合物調査を継続した。年平均最高値、月間最高値はそれぞれ、68、247 μg/100 cm<sup>2</sup>LTP/月と昭和59年度に比しやや高い値となっているが、最高濃度地点の昭和54年度から60年度にかけての測定結果を用いクラスター分析を実施した結果、58、59、60の各年度の平均濃度レベルにはあまり差はみられない。志賀町の瓦工場周辺において自動測定機により環境大気中のフッ素化合物のモニタリングを続行してきたが、測定値が測定限界以下と低く、61年3月をもって測定を終了した。大気中重金属等については、金沢市内3地点において調査を継続した。前年度と比べ特に大きな変化はなかった。

大気汚染防止法に基づく固定発生源監視を目的に、行政依頼試験として、前年度改善勧告したもの、変更設置届けされたもの、C重油使用施設計23施設を対象に、排ガス中の硫黄酸化物、窒素酸化物、ばいじん、

表 1 行政試験の内容

事業名	対象	件数	項目数	試験内容	
大気汚染防止環境調査	硫黄酸化物(二酸化鉛法)	県下全域	504	504	環境大気中の硫黄酸化物
	フッ素化合物(石灰懸濁 濾紙法)	羽 昨 市	144	144	環境大気中のフッ素化合物
	浮遊粉じん(重 金 属)	金沢市内	60	660	環境大気中の重金属調査
大気特定施設監視調査	ば い 煙 検 査	県下全域	対象23施設	67	固定発生源排ガス中の硫黄酸 化物,窒素酸化物,ばいじん等
	燃 料 油 試 験		15	15	硫 黄 分 含 有 率
酸 性 雨 調 査	吉野谷村 辰 口 町 金沢市内	555	6,105	清浄地域を対象に降水中の pH, EC, 各種項目を調査 し, 県内の酸性雨発生機構 を解明	

また立入時に採取した重油中の硫黄分についても検査を実施し、排出基準適合状況を確認した。

「酸性雨調査」については昭和58年度に引き続き、2回目の環境庁委託調査として吉野谷村、辰口町、県単独調査として金沢市内(県衛生公害研究所)以上計3地点で実施した。1週間降雨、1mm降雨(金沢市内のみ)のデータを蓄積し、新たな解析、過去に得られた知見の充実を調査目的とした(別項掲載)。

移動測定車による随時環境調査は光化学スモッグ調査の一環として、金沢市については「全国高等学校総合体育大会」の関連で、羽昨市については汚染機構解明を目的に、測定局未設置地域の環境濃度把握として柳田村で各1回ずつ計3地点、3回実施した。

### 1・3 一般依頼試験

山中町に所在する漆器製造工場を対象に、水洗ブース使用による有機溶剤の作業環境濃度低減効果を確認するため、トルエン、キシレンを指標物質として、工場内外の大気中濃度を測定した。調査件数20、項目数は40である。

### 1・4 環境庁委託調査

各試験・検査機関における分析精度の維持と向上を目的に毎年環境庁が提供共通試料による委託調査として実施している「環境測定分析統一精度管理調査」に参加し、廃棄物焼却炉由来の電気集じん器捕集ダスト中の金属項目について調査報告した。調査結果の近畿・東海・北陸ブロック検討会議を全国公害研協議会主催のもとに石川県が開催し、環境庁担当職員、分析検討委員、関係府県・政令市機関職員が参加した。「酸性雨調査」については1・2前述のとおり。

## 2 監視担当

監視担当の業務は、大気の汚染を常時監視し(大気汚染防止法第22条)、大気の汚染が著しくなり、人の健康又は生活環境に係る被害の生ずるおそれのある場合として政令で定める場合(いわゆる「緊急時」)に所要の措置を講ずる(同法第23条)とともに、大気汚染の状況を公表する(同法第24条)という一連の業務を関係部局と連携して担っている。

このため、測定機器の整備・更新、データ収集システムの充実、大気汚染の緊急時監視体制の整備、環境大気調査報告書の作成等の業務を行うほか、大気汚染発生源情報の収集・解析、測定機器の精度評価、一般県民にわかりやすい大気汚染状況の表示システムの検討等調査研究に類する業務も遂行している。

以下、昭和60年度における大気汚染の状況及び監視担当で行った事業の概要について述べる。

(担当：前川)

### 2・1 大気汚染の状況

本県の大気汚染の状況は、ここ数年横ばい傾向が続いており、大きな問題は発生していない。

環境基準の長期的評価による適合状況を過去3年間について示すと表2のとおりであり、昭和60年度については、光化学オキシダントを除き、すべての局で環境基準を達成していた。

なお、短期的には、二酸化硫黄については、1時間値が0.1ppmを超えたのは、金沢市の西南部測定局で1回、七尾市の石崎測定局で5回あり、浮遊粒子状物質については、1時間値で0.2mg/m<sup>3</sup>を超えたのは、三馬測定局で1回、美川測定局で2回、小松測定局で

表 2 環境基準適合状況 (長期的評価による)

測定局種別	市町村	項目年度 測定局	二酸化硫黄			二酸化窒素			一酸化炭素			光化学オキシダント			浮遊粒子状物質			
			58	59	60	58	59	60	58	59	60	58	59	60	58	59	60	
			環境大気測定局	金 沢	三 馬	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○
* 金沢港	(○)	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)				(●)	(●)	(●)			(□)	
大 樋	○	○			□											□	○	
広 坂	○	○			○	○	○	○				●	●	●				
米 泉	○	○			○	○	○	○				●	●	●				
大気総合	○	○			○	○	○	○				●	●	●	○	○	○	
瓢 箪	○	○			○	○	○	○				●	●	●				
大 浦	○	○			○													
西 部	○	○			○	○	○	○				●	●	●				
西 南 部	○	○			○	○	○	○				●	●	●				
額	○	○		○														
小立野	○	○		○	○	○	○				●	●	●					
七 尾	七 尾	○		○	○	○	○	○				●	●	●	○	●	○	
	石 崎	○		○	○	○	○	○										
小 松	小 松	○		○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○	
	加 賀	大 聖 寺		○	○	○	○	○	○				●	●	●			
局		山 代		○	○	○	□	○	○									
	羽 咋	羽 咋		○	○	○	○	○	○				●	●	●			
	松 任	松 任		○	○	○	○	○	○				●	●	●			
	根 上	根 上		○	○	○	○	○	○				●	●	●			
	美 川	美 川	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○	
	津 幡	津 幡	○	○	○	○	○	○				●	●	●		□	○	
	高 松	高 松	○	○	○													
	内 灘	内 灘	○	○	○	○	○	○				●	●	●				
鳥 屋	鳥 屋	○	○	○														
自動車排出ガス測定局	金 沢	香 林 坊				◎	◎	△	○	○	□							
		六 枚				◎	◎	◎	○	○	○					□	○	
		橋 場				○	○	○	○	○	○							
		武蔵総合				◎	◎	◎	○	○	○							
		鳴 和				○	○	○	○	○	○							
		片 町				◎	●	◎	○	○	○							
	野 町				◎	◎	◎	○	○	○								
	小 松	小 松							○	○	○							
加 賀	大 聖 寺							○	○	○								
野々市	野々市							○	○	○								

注) 1 記号は下記のとおりである。(ただし、光化学オキシダントは測定時間による区別はしない。)

○：環境基準適合 (測定時間 6,000 時間以上)    □：環境基準適合 (測定時間 6,000 時間未満)

●： " 不適合 ( " )    ■： " 不適合 ( " )

2 \* 印の金沢港測定局は、環境基準の適合されない工業専用地域に所在するので ( ) で示した。

3 二酸化窒素の環境基準 0.04 ppm~0.06 ppm のゾーン内にあるものを◎及び△印で示した。

◎：ゾーン内 (測定時間 6,000 時間以上)    △：ゾーン内 (測定時間 6,000 時間未満)

表 3 県内における測定局及び機器設置状況 (昭和61年3月31日現在)

種別	設置主体	測定局名	設置機器		二酸化硫黄	浮遊粉じん	浮遊粒子状物質	窒素酸化物	オキシダント	一酸化炭素	炭化水素	フッ素化合物	風向・風速	気温・湿度	日射量	降水量	テレメータ化局			
環境 大気 測定局	石川県	穴七鳥志羽	水尾屋賀咋	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○		
			高津内	松幡灘	○	○	○	○	○		○			○					○	○
		三米広大金沢	馬泉坂樋港	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎		◎	○	○	○	○	○	○
			松美根小大山聖	任川上松寺代	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○
	県計	19	17	10	7	14	13	1	2	1	17	3	3	3	15					
	金沢市	大瓢大西小	気総合	○	○	○	○	◎					○	○	○	○	○	○	○	
			瓢南額立	○	○	○	○	○						○					○	
			西野	○	○	○	○	○						○					○	
	七尾市	石崎	○	○		○							○							
	市計	8	8	8	1	6	5	-	-	-	8	1	1	1	7					
計	27	25	18	8	20	18	1	2	1	25	4	4	4	22						
自動車排出ガス測定局	石川県	香六橋野小大	林坊枚場市松寺		○	○	○		○	○			○				○	○		
			武蔵総合																	
	武蔵総合																			
	市計	4	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4					
計	10	-	1	1	7	-	10	1	-	-	-	1	-	6						
移動局	石川県	大気測定車	○		○	○	○	○	○			○								
総計	38	26	19	10	28	19	12	4	1	26	5	4	4	28						

注) ●印は昭和60年度に新規整備したもの、◎印は昭和60年度に更新整備したもの。

5回、七尾測定局で1回、六枚測定局で5回あった。二酸化窒素では、1時間値の日平均値が0.06ppmを超えたのは六枚測定局で1回あった。

オキシダントの環境基準の不適合は、過去数年同じ現象であるが、幸い昭和60年度においても緊急時に至る予報、注意法を発令する濃度の出現はなかった。

(担当：山原、湯浅)

### 2・2 大気汚染常時監視網の整備

昭和61年3月末現在の本県の大気汚染測定局及び測定機器の設置状況(市設置分を含む)を表3に示す。

昭和60年度の測定機器整備としては、二酸化硫黄-β線式浮遊粒子状物質自動測定機1台(金沢港)、窒素酸化物自動測定機1台(美川)、オキシダント自動測定機1台(美川)、一酸化炭素自動測定機1台(三馬)、炭化水素自動測定機1台(三馬)、風向・風速計5台(七尾、三馬、広坂、美川、小松)の計10台の測定機の更新を行った。測定局の移動としては、香林坊測定局は都市再開発事業の関連で、昭和60年8月に局舎を取り壊したため、60年7月から測定を中断しているが、61年度中には測定を再開する予定である。また、志賀、大樋、大聖寺(自動車排出ガス測定局)は、当初の観測目的を達成した(志賀測定局)、あるいは、現状濃度に大きな問題がみられないことから、昭和60年度をもって観測を中止することとした。

なお、浮遊粒子状物質の測定に関しては、昭和58年度から順次β線吸収法による測定機に切り替えてきているが、この測定機についての精度面からの検討を行った(別項掲載)。(担当：山原)

### 2・3 石川県環境監視制御システムの整備

環境監視制御システムは、大気汚染監視システムを含め、更に関連業務の遂行を円滑にするため、FACOM-M340Rをホストコンピュータとして位置づけ、環境情報の収集・解析といった業務の多目的利用に供しているが、昭和60年2月までに骨格となる機器の整備は終えており、昭和60年度においては、昭和62年4月完成を目途として、大気汚染の表示システムの改善及び大気汚染監視網の内無線系の機器更新を内容とした事業を外部発注した。(担当：平)

## 3 水質担当

県内の公共用水域の水質汚濁は一部において依然として深刻な状態にある。特に閉鎖性水域としての天然湖沼においては富栄養化の進捗が見える。そして、汚濁度のバロメーターとなるCODの流域での汚濁発生源は、家庭からの生活雑排水に由来するものが7割を

も占めており、湖沼の水質保全には生活雑排水対策の推進が不可欠である。

先に湖沼への窒素とリンの排水規制を盛り込んだ水質汚濁防止法施行令の一部が改正されたのに伴い、県内では河北潟などの5つの天然湖が窒素・リン、また手取川ダムなどの7つの人造湖がリンだけの排水基準(日排水量50m<sup>3</sup>以上の特定事業場106が対象)の適用を受けることとなった(7月15日施行)。

さらに、10月から能登地区を対象とした「上乗せ排水基準」が施行され、これで昭和47年の犀川・浅野川水系を皮切りとした上乗せ排水基準は県内全域に適用されることとなった。

委託事業としては、全公研の共同研究(福岡、兵庫、三重、茨城、石川の5県)である「水生態環境把握手法調査」に参加し、水生生物を用いた水環境の総合指標化に関する研究に取り組むことができた。

また、石川県では河北潟の水質浄化を進めるため、宇ノ気町・津幡町・金沢市の3市町7地区をモデル地区とした生活雑排水対策推進実施要領に基づく実践活動が家庭排水の処理に関する住民の意識向上を図ることを目的に実施され、当所は水質分析を担当した。

今年度、本県で発生した水質汚濁関連の事件は、①梅雨期の波状的な大雨の後遺症として本県の最大の水ガメであり、有効貯水量1億9千万トンの手取川ダムにおいて問題化した高濁水の長期滞留現象②七尾西湾での養殖カキの大量死滅問題であるが、どれも難解であり長期間にわたる今後の調査にまたねばならない。

なお、新たな問題点は、近年、海岸部のやせ細りが全国的規模で進行している中で、本県でも自然海岸の割合が総延長の3分の1にもなっているということである。このやせ細り現象に対する緩和あるいは防止対策確立のための調査に早急に着手する必要がある。

設備については、分光光度計を更新したほか、悪臭用試料捕集装置(4台)と高速液体クロマトグラフが整備された。(担当：矢鋪)

### 3・1 調査研究

前年に引き続き「水質汚濁機構のモデル化に関する研究」、「生活排水の処理法に関する研究」、「農薬等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」を継続したほか、行政試験データを基礎として「手取川ダムにおける水質汚濁機構」、「閉鎖性水域における水質汚濁機構」、「ダム湖における濁水の流入・動態機構の解明」、「水質環境測定分析におけるクロスチェック分析」、「GC/MSを用いた環境汚染物質の測定について」、「付着藻類による河川水質の評価手法の検討」、

「悪臭評価手法に関する研究」(以上別項掲載)等について検討した。

### 3・2 試験検査

昭和60年度に実施した試験検査総数は5,734検体, 56,971項目, 前年度比は検体で60.1%, 項目でも41.9%増といずれも大幅に増加した。

これを行政, 受託, 依頼試験別にみると, 行政試験が4,981検体 (86.9%), 受託試験731検体 (12.7%), 依頼試験22検体 (0.4%)と, 例年どおりそのほとんどが行政試験であった (表4)。

#### 3・2・1 行政試験

行政試験の内訳は表5に示した。これらのうち新規事業は, 湖沼水質保全特別措置法 (昭和59年7月制定) を受けて河北潟を皮切りに始まった「閉鎖性水域水質保全調査」と能登原子力発電所の建設に係る環境影響評価の事前調査としての「能登原子力地点の環境調査」, そして, 全国の面積1ha以上の天然湖沼のほぼ全部 (480湖沼) を対象として, 環境庁の委託により自然保護課からの依頼で実施した「湖沼調査」, 浅野川中流域の小橋堰堤地点の堰水の異臭苦情に係る原因調査としての「浅野川の汚濁水調査」, 犀川上流域で建設が予定されている辰巳ダムに関する環境影響評価のための事前調査としての「辰巳ダム建設に係る環境調査」である。

また, 県環境部は昭和60年度に地下水保全対策の一環として手取川扇状地域における地下水位の変動をコンピューターで計算するとともに地下水の将来需要予測も可能な地下水安全揚水量積算プログラムを開発・導入した。このうち, 当所は計算パラメータ設定等, 地下水位算出及び地下水位表示モデル等のプログラム作成に協力した。

なお, 環境庁から県環境管理課経由の「化学物質環境汚染実態調査」については, 前年度の分析法開発調査とGC/MS水質・底質モニタリング準備調査に加えて, 今年度から環境調査を手懸け, 化学物質の環境安

全性総点検のための基礎的資料の提供に協力した。

#### 3・2・2 受託試験

昭和60年度の委託契約締結による受託事業は3件であった (表6)。

##### (1) 手取川流域地下水水質試験

建設省 (北陸地方建設局金沢工事事務所) の受託事業で昭和51年度から継続している。松任市寄新保区内に設置されている観測井において, 月1回の通年水質監視が目的である。

##### (2) 手取川ダム濁水調査

建設省では, 今年度の梅雨期における波状的な大雨の後遺症として問題となった, 手取川ダムにおける高濁水の長期滞留現象の原因究明調査の一環として, ダム及びその下流域の24地点で昭和60年12月から61年3月までの間, 毎週1回水質調査を実施することとなり, これの分析業務を当所が受託した。

##### (3) 水生環境把握手法調査

近年の汚濁源や汚濁質の多様化様相に加えて, 環境水質を水生系としての一体的・総合的ないし複合的・多面的に把握するためのアプローチが必要視されるに至り, 理化学的指標一辺倒に依存した水質評価法に限界が見えてきた。また, このような複合且つ多様化した汚濁現象のための評価指標として, 水生生物を併用することの有効性が指摘されている。

そこで, 今年度からの4カ年間, 福岡県, 兵庫県, 三重県, 茨城県そして石川県の5つの地公研の共同研究 (初めての試み) の形で本研究が実施されることとなった。そして, 各県が分担して理化学的指標と生物指標の一元化を図り, 水生環境の有用で, 適正な総合指標化のための基礎的な検討を行った。

#### 3・2・3 依頼試験

一般依頼試験件数は検体数22と前年度比で37.1%の減少で, ここ数年間は経年的に漸減傾向にある (表7)。

表 4 試 験 検 査 件 数

種 別	行政試験		受託試験		一般依頼試験		計	
	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
水 質 汚 濁	4,780	48,857	681	5,729	11	51	5,472	54,637
土 壌 汚 染	115	1,407	50	422	11	39	176	1,863
悪 臭	86	466	0	0	0	0	86	466
計	4,981	50,730	731	6,151	22	90	5,734	56,971

表 5 行 政 試 験 の 内 訳

事業名		対象	検体数	項目数	試験内容	依頼者	
水 質 汚 濁	水質常時 監視調査	環境調査	県下11水域	878	4,277	一般項目,健康項目, 特殊項目	環境管理課
		排水調査	特定事業場	324	2,192	〃	〃
		苦情調査	県下全域	71	500	〃	〃
		カドミウム排出源調査	梯川, 手取川流域	105	358	〃	〃
	上乗せ排水基準設定調査	能登半島	161	1,069	一般項目, 特殊項目	〃	
	閉鎖性水域水質保全調査	河北潟	739	17,599	〃	〃	
	人造湖環境保全対策調査	手取川水系	651	8,985	〃	〃	
	電源立地環境調査	七尾南湾	80	800	〃	〃	
	能登原子力地点の環境調査	志賀町	24	408	〃	〃	
	生活雑排水対策推進事業 に伴う調査	津幡町, 宇ノ気町	329	3,011	〃	〃	
	化学物質環境汚染実態調査	犀川, 能登半島沿岸海域	5	11	〃	〃	
	湖沼調査	柴山潟, 木場潟, 河北潟, 邑知潟, 赤浦潟	20	360	〃	自然保護課	
	犀川ダム等貯水池水質調査	犀川ダム, 内川ダム, 赤瀬 ダム, 我谷ダム	310	1,990	〃	河川課	
	土 壌 汚 染	浅野川の汚濁水調査	浅野川	12	150	〃	〃
辰巳ダム建設に係る環境調査		犀川	925	6,076	〃	〃	
水質広域管理計画調査		農業用水(加賀市, 美川 町, 松任市, 野々市町, 鶴 来町, 金沢市, 内灘町, 宇ノ気町, 鹿西町)	41	304	〃	耕地建設課	
大日川ダム水質調査		大日川ダム	75	437	〃	〃	
松くい虫防除安全確認調査		中島町, 穴水町	30	30	特殊項目	造林課	
小計			4,780	48,857			
常時監視調査		加賀市	2	3	健康項目, 特殊項目	環境管理課	
カドミウム排出源調査		梯川, 手取川流域	6	42	一般項目,健康項目, 特殊項目	〃	
閉鎖性水域水質保全調査		河北潟	47	839	〃	〃	
人造湖環境保全対策調査		手取川水系	36	348	〃	〃	
化学物質環境汚染実態調査	犀川	3	9	特殊項目	〃		
浅野川の汚濁水調査	浅野川	1	6	一般項目, 特殊項目	河川課		
辰巳ダム建設に係る環境調査	犀川	7	42	健康項目, 特殊項目	〃		
松くい虫防除安全確認調査	中島町	3	3	特殊項目	造林課		
海洋汚染防止法に係る 浚渫土壌調査	金沢港, 七尾湾, 福浦港, 富来漁港, 宇出津港	10	115	健康項目, 特殊項目	港湾課		
小計		115	1,407				
悪 臭	悪臭基準設定調査	門前町, 柳田村	8	48	悪臭防止法既規制 対象8物質	環境管理課	
	悪臭防止対策調査	加賀市, 小松市, 根上町, 寺井町, 美川町, 辰口町, 松任市, 鶴来町, 志雄町, 鹿島町, 七尾市, 志賀町, 田鶴浜町, 富来町, 穴水町	53	304	〃	〃	
	悪臭評価試験法	加賀市, 小松市, 寺井町, 根上町, 美川町, 七尾市, 穴水町	25	114	三点比較式臭袋法	〃	
	小計		86	466			
合 計			4,981	50,730			

表6 受託試験の内訳

事業名	検体数	項目数	試験内容	委託者
手取川流域地下水水質調査	8	144	一般項目, 特殊項目	建設省
手取川ダム濁水調査	環境水	566	〃	〃
	土壌	36	352	
水生環境把握手法に関する研究	環境水	107	〃	環境庁
	土壌	14	70	
計	731	6,151		

表7 一般依頼試験の内訳

試験の種類	検体数	項目数	試験内容
水質汚濁	環境水	3	31 一般項目, 健康項目, 特殊項目
	事業場排水	8	20 〃
土壌試験	11	39	〃
計	22	90	

#### 4 生活環境担当

近年、我が国の湖沼においては富栄養化の進行が著しく、ダム湖や湖沼を水源とする水道での異臭味やろ過障害の被害が発生している。湖沼の富栄養化に関しては、昭和57年12月に湖沼の全窒素・全りんに係る環境基準が設定されたが、更に、湖沼の富栄養化を防止するため、昭和60年5月17日水質汚濁防止法施行令が改正され、窒素及びリンの排水基準と検定方法が設定された。これに伴い、昭和60年6月17日厚生省生活衛生局水道環境部長通達が改正され、ダム湖や湖沼等水源

の水質監視が強化されることになった。一方、地下水を原水とする水道では、トリクロロエチレン等による汚染がここ数年来問題とされるなど、水道原水の水質悪化が心配される。

科学技術庁から受託の放射能調査に関し、モニタリングポストが更新された。

なお、9月12、13日に地方衛生研究所東海北陸支部環境保健部会を金沢市で開催した。会議出席者は29人で議題も特別講演を含めて11題が討議され盛況であった。(担当: 加藤)

##### 4・1 調査研究

「農業等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」では、水田土壌と水道原水に含まれる除草剤とその分解中間体について分析法を検討し、その動向を調査した。「環境放射能の挙動に関する調査研究」では、サザエにみられる<sup>210</sup>Pbの生体濃縮について、海水、海藻、サザエ、タイのフードチェーンの観点から検討し、これらの海洋試料に含まれる重金属についても調査を行った(別項掲載)。「水道水中における有機塩素化合物調査」では、有機塩素化合物による地下水汚染が明らかとなった3市の高濃度井戸の追跡調査を実施し、用水、河川水の汚染状況も調査した。また、「カドミウム汚染地域住民の尿中重金属の経年変動について」では、小松市梯川流域住民健康調査で得られた10年間のデータを解析し考察した(別項掲載)。

表8 昭和60年度試験検査件数

種別	行政試験	依頼試験	計
飲料水	142 <sup>件</sup>	131 <sup>件</sup>	273 <sup>件</sup>
一般廃棄物	61	183	244
産業廃棄物	22	4	26
温泉	-	18	18
空気	-	7	7
プール水	-	26	26
生体影響	349	-	349
家庭用品	47	44	91
放射能	678	-	678
計	1,299	413	1,712

表 9 行政試験の内訳

事業名	対象	検体数	試験内容	依頼先
既設水道水源水質実態調査	ダム湖水	26 <sup>件</sup>	BOD, N, Pほか	環境衛生課
行啓関係水道水質調査	水道水	10	pH, Fe, 細菌ほか	"
地下水汚染調査	地下水等	42	低沸点有機塩素化合物ほか	環境管理課
手取川河口地域における地下水質変動調査	地下水	59	pH, EC, 塩素イオンほか	"
手取川第3ダムにおける悪臭等苦情調査	ダム湖水	5	臭気, BOD, CODほか	"
産業廃棄物処理業者実態調査	排水, 焼却灰	5	Cd, Pb, CNほか	"
一般廃棄物処理施設排水等調査	"	49	pH, BOD, P, Nほか	"
公共下水道終末処理場の維持管理状況調査	放流水, 汚泥	12	"	"
有害物質に係る産業廃棄物排出事業所実態調査	汚泥	17	Cd, Pb, CNほか	"
小松市梯川流域住民健康調査	尿, 血液	349	Cd, Pb, Caほか	公衆衛生課
家庭用品収去試験	衣類, 洗剤等	47	HCHOほか	環境管理課
石川県における環境放射能調査	} 食品, 雨水 } 指標植物等	137	全β線, 全γ線, 核種分析	"
昭和60年度放射能測定調査		541	"	科学技術庁
計		1,299		

表 10 一般依頼試験の内訳

試験項目	試験内容	検体数	
水質試験	飲料水	全項目試験	15 <sup>件</sup>
		低沸点有機塩素化合物	53
		その他*	63
	生活排水	183	
	温泉	小分析	6
中分析		12	
環境試験	空気試験	7	
	プール水試験	26	
産業廃棄物	汚泥中重金属溶出試験	4	
家庭用品	衣料品中ホルムアルデヒド, デイルドリン等	44	
計		413	

\*ナトリウム, カルシウム等

#### 4・2 試験検査

昭和60年度に実施した試験検査は表8に示すように行政試験1,299件(75.9%), 一般依頼試験413件(24.1%), 総数1,712件であった。これらの試験内容は表9及び表10に示した。行政試験のうち「飲料水への農薬汚染影響調査」は3カ年の継続調査を終了し, 新たに「手取川河口地域における地下水質変動調査」を開始した。これは根上町に設置されている地下水観測井で昭和58年8月頃から塩素イオンの増加が認められ塩水化が危惧されているため, 周辺の井戸をも含めて水質分析を行うものである。一般依頼試験の内容は例年と同様であった。

## 微生物部事業概況

伝染病の発生が少なくなって久しいが、その防疫対策も発生時対策よりは平常時対策へ、また対象もいわゆる伝染病ばかりでなく広く感染症全体へも目が向けられてきている。そしてその感染症対策にしても、急性よりは慢性や難治性疾患へと力点は移行してきている。厚生省の機構にしても、行政改革と相まって、本年度から難病、結核、感染症は1つの課で取り扱われることになった。確かに厚生行政の力点も疾病予防から健康保護・増進に移りつつある。しかしいわゆる伝染病の国内での発生は減ったものの、感染症そのものの発生は減っていない。むしろ近年は国際交流の頻繁化、迅速化に伴って、コレラ、赤痢等の輸入伝染病、これらと症状がまぎらわしいNAGヒブリオ、腸炎ヒブリオ、病原大腸菌等による下痢症、A型肝炎、原虫性疾患等の輸入感染症、更にはラッサ熱等の国際伝染病の持ち込みの危険性は増々高まってきている。また一時消えたかにみえた恙虫病の再燃も問題である。一方では、これまで県が単独で取り上げてきたB型肝炎対策も、本年度から国レベルで対応されることになった。そしてこれまで対岸の火事と傍観していた先天性免疫不全症候群(AIDS)も我が国に飛び火してきており、国も新しい対応を迫られている。また近年はいわゆる性病の範囲を越えて、広くAIDSも含めた性行為感染症(STD)に対しても何らかの手を打たねばならない段階に来ている。また食中毒を取り上げても、対策は講じられてはいるものの発生数は決して減っておらず、むしろ大型化、広域化してきており、加えてその病因を、従来の自然毒、細菌ばかりでなく、ウイ

ルスにも求めねばならないこともある。このようにこと対感染症対策に限っても、その対象は従来とは比べものにならない程多種多彩になってきており、我々もそれに充分対応できるような体制を講じておかねばならない一方、感染症以外にも目を向けねばならない状況下にある。

本年度微生物部で行った調査研究としては、細菌関係では、「新型食中毒菌に関する研究」で毒素原性大腸菌の自然界における分布調査を行った。臨床関係では、昨年度に引き続き厚生省科学研究費補助金を受けて地研東海北陸支部が行った「痛風及び高尿酸血症に関する調査研究」(主任研究者:松田 漸福井県衛生研究所長)に参画し、成果を日本公衆衛生学会で発表した。またウイルス関係では、昭和47年から継続して実施している「小児のウイルス性呼吸器疾患の病因研究」を本年も金沢赤十字病院と共同で取り組んだ。また我が国初とされたコクサッキーA群11型の流行についても血清学的な裏付けを行い、日本感染症学会中日本地方会で発表した。ほかには神経細胞での風疹ウイルスの増殖にも興味を持ち、その得られた成果を日本細菌学会中部支部総会で発表した。

行政検査としては、公衆衛生課事業では、厚生省委託の感染症サーベイランス調査、日本脳炎及びインフルエンザの流行予測調査のほか、河川におけるコレラ菌定点観測、B型肝炎予防対策、梯川流域住民健康調査を引き続き行ったほか、伝染病や不明疾患の集団発生に際しては、細菌やウイルス等の病原体の検出並びに血清学的究明を行った。環境衛生課事業では、恒例

表1 微生物部試験検査件数

担当	検査名	行政検査	依頼検査	計
細菌	細菌検査	2,524 (+ 49%)	259 (- 26%)	2,783 (+ 36%)
	臨床検査	342 (- 22%)	—	342 (- 22%)
	小計	2,866 (+ 35%)	259 (- 26%)	3,125 (+ 26%)
ウイルス	ウイルス検査	3,408 (+ 15%)	11,564 (+ 4%)	14,972 (+ 6%)
	血清検査	0 (- 100%)	0	0 (- 100%)
	小計	3,408 (+ 15%)	11,564 (+ 4%)	14,972 (+ 6%)
微生物部	計	6,274 (+ 23%)	11,823 (+ 3%)	18,097 (+ 9%)

表2 医療機関での病原菌検出状況

病原細菌	昭和60年			昭和61年									計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
<i>Escherichia coli</i> (Total)*	14	17	37	23	30	21	14	14	20	16	22	27	255
<i>EIEC</i>	(1)		(2)	(6)	(1)			(1)			(1)	(6)	(18)
<i>EPEC</i>	(13)	(16)	(35)	(17)	(29)	(21)	(14)	(13)	(19)	(16)	(21)	(21)	(235)
others		(1)							(1)				(2)
<i>Shigella</i> (Total)				1							1	1	3
<i>Shigella boydii</i> (unknown)				(1)									(1)
<i>Shigella sonnei</i>										(1)	(1)		(2)
<i>Salmonella typhi</i>		1											1
<i>Salmonella paratyphi B</i>	1	2		1	2		1						7
Other salmonella O4(B)	2	1	14	9	10	6	3		1	1		2	49
O7(C1, C4)		1	6	3	11	4	3	2	4		2		36
O8(C2, C3)	3	3	1	2	5	4							18
O9(D1)	1	4	3	2	3	2							15
O9, 46(D2)			1										1
O3, 10(E1, E2, E3)						3		1					4
unknown					1	2							3
<i>Yersinia enterocolitica</i>	3	2	2	3	4	2	3	1	1	1		3	25
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>							13						13
<i>Vibrio cholerae non O-1</i>					1								1
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>			2	36	35	21	10				6	7	104
<i>Campylobacter jejuni</i>										6	7	9	22
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	12	18	56	38	23	22	19	24	17	5	1	2	237
<i>Staphylococcus aureus</i> *	45	61	53	76	61	72	26	7	9	17	12	16	455
<i>Clostridium perfringens</i> *												1	1
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	10	6	5	17	8	13	11	8	5	8	8	9	108
<i>Neisseria meningitidis</i>								1					1
<i>Streptococcus, A</i>	106	98	87	67	40	27	65	98	101	77	134	168	1,068
" <i>B</i>	126	118	134	123	118	128	125	141	116	134	127	120	1,510
" <i>C</i>				3	1	3	1				2	1	11
" <i>G</i>	3	1	1	2	6	5	4	4		4	3	1	34
"  unknown	7	5	4	2	3	1	2	1	1		2	1	29
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	213	173	195	153	127	99	150	138	181	117	115	159	1,820
<i>Plesiomonas shigelloides</i>			1		2	1							4
<i>Vibrio fluvialis</i>				1	1	1							3
<i>Vibrio alginolyticus</i>					1	3							4
<i>Aeromonas hydrophila</i>											1	2	3
<i>Aeromonas hydrophila/sobria</i>		2	3	7	5	3	1	2	1				24
<i>Haemophilus influenzae</i>	143	139	154	115	88	63	81	121	99	88	109	107	1,307
<i>Haemophilus parainfluenzae</i>					13								13
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	98	125	157	194	253	202	173	140	113	132	118	118	1,823
<i>Klebsiella oxytoca</i>	29	38	40	25	46	29	18	26	32	22	10	20	335
<i>Branhamella catarrhalis</i>		1	2	1			2	2		1	4		13
<i>Bacteroides fragilis group</i>		2											2
<i>Escherichia coli</i> (Alkalescens-Dispar)					1								1
<i>Clostridium difficile</i>									1				1
計	816	818	958	904	899	750	712	731	702	629	678	767	9,364

\* 下痢症由来

医療機関：病院6カ所，検査センター4カ所

の食品一斉取締りのほか、輸入食品、県産養殖かきの衛生確保、畜水産食品中の残留抗生物質などの検査を実施した。また食中毒発生時に分離された起因菌の精査も行った。環境管理課関係では、河川水、海水、排水、ダム湖水、放流水の細菌検査を実施したが、本年度は昨年度に比し約 2 倍の件数増となり、細菌検査全体に占める割合も 55% と半分以上となった。

依頼検査については、細菌検査は年々少なくなっている一方で、ウイルス検査、中でもウイルス血清反応は毎年若干の伸びを示している。

本年度微生物部が扱った試験検査件数は表 1 に示したとおりで、前年に比し、行政検査 23% 増、依頼検査 3% 増、全体では 9% 増であった。検査別では、細菌検査、ウイルス検査は増加したが、臨床検査と血清検査は減少した。(部長：木村)

### 1 細菌担当

細菌担当では、伝染病や食中毒に係る病原細菌に関する調査・研究・検査のほか、食品、医薬品、水、空気等に係る細菌検査を行っている一方、臨床生化学的な調査・研究も実施している。

本年度実施した行政・依頼試験件数は表 1 に示したとおりで、うち細菌検査は前年度比 36% 増の 2,783 件、臨床検査は 22% 減の 342 件であった。

調査研究や試験検査の内容については後述するが、そのほかに担当では、昭和 57 年度から県内の医療機関の協力を得て病原細菌の情報を収集している。本年

度も県内 6 病院、4 検査センターで検出された情報を収集し、病原微生物検出情報として国立予防衛生研究所へ提供するとともに、関係機関へも配布した。月別検出状況を表 2 に示した。(担当：芹川)

#### 1・1 調査研究

##### (1) 「新型食中毒菌に関する研究」(継続)

昭和 58 年度本県において初めて 4 事例の発生が確認された毒素原性大腸菌について、県内における分布調査を実施している。本年度は本菌の環境における分布状況を調査するため、河川水、海水、ダム湖水、井戸水等から多数の大腸菌を分離・同定した。今後、これらの分離菌株について易熱性及び耐熱性エンテロトキシン産生能を検討し、本菌の同定試験を行うとともに、更に種々の検体から本菌の分離を試み、本菌の感染源や感染経路を追求する予定である。(担当：芹川)

##### (2) 「痛風及び高尿酸血症に関する調査研究」

(継続)

昨年に引き続き、本県における成年健康調査時の 20 歳男子 121 人及び女子 128 人を対象に、血清尿酸値を測定した結果、男子は  $6.20 \pm 1.24 \text{mg/dl}$ 、女子は  $4.27 \pm 0.89 \text{mg/dl}$  の値を得た。男子で  $7 \text{mg/dl}$  以上の者が高頻度 (22.3%) にみられたことから、高尿酸血症とみなされる人が多数存在する可能性が示唆された。また、尿酸値と肥満、血圧及びコレステロール値との相関を調べた結果、男子では尿酸値と肥満で相関が認められ、女子では尿酸値とコレステロール値の間で相関がみられた。なお、尿酸値と血圧の相関は男女共に認

表 3 細菌行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
伝染病発生時検査	伝染病病原菌分離・同定	116	公衆衛生課、保健所
食中毒発生時検査	食中毒起因菌分離・同定	234	環境衛生課、保健所
食品一斉取締り	規格試験(細菌検査)	95	環境衛生課
輸入食品一斉取締り	コレラ菌・食中毒起因菌分離	14	〃
食肉等の残留抗生物質検査	生物学的検定	320	〃
かき貝の衛生確保	貝の細菌数、大腸菌数	20	〃
〃	養殖海水の大腸菌群数	36	〃
コレラ菌定点観測	コレラ菌、NAG ビブリオ、腸炎ビブリオ、サルモネラの分離・同定	288	公衆衛生課
感染症サーベイランス	感染症起因菌の分離・同定	11	〃
河川水、海水、排水等検査	大腸菌群数	1,123	環境管理課、保健所
ダム湖水検査	〃	248	環境管理課、河川課
放流水検査	〃	8	環境管理課
飲料水検査	一般細菌数、大腸菌群	11	環境衛生課
計		2,524	

められなかった。詳細は別項に掲載した。

(担当：松田)

1・2 細菌検査

1・2・1 行政検査

行政検査2,524件の内訳を表3に示した。このうち、病原細菌検査が361件(14%)、食品の細菌検査が129件(5%)、食肉、鶏卵等の残留抗生物質検査が320件(13%)、コレラ菌定点観測が288件(11%)、水の細菌検査が1,426件(56%)であった。なお、水の細菌検査は前年度の約2倍に急増したため、今年度は本検査の占める比重が増大し、大きな負担となった。

〔伝染病〕

腸チフス・パラチフス：本年度石川県で発生した腸チフス患者は1人、パラチフス患者は7人で、これらの患者からの分離菌株は性状などを担当で精査した後、国立予防衛生研究所へ送付しフェージ型別を依頼した。その結果、チフス菌はE1型であり、パラチフスB菌(β-酒石酸利用性陽性株)は1型3株、3a型1株、3b型1株、Dundee型1株、型別不能1株であった。

コレラ：東南アジアからの帰航者で検疫所から健康監視の通報があった5人について、コレラ菌のほか、赤痢菌、チフス菌などの伝染病病原菌、及び食中毒起因菌について検索を行ったがいずれも陰性であった。

〔食中毒〕

本年度石川県で発生し届け出された食中毒は20件(患者数609人、死者1人)で、そのうち16件が細菌性食中毒と推定されている(その他の4件はフグ毒による中毒2件とキノコ毒による中毒2件)。保健所で行われた起因菌の検索では腸炎ビブリオによるもの10件、

表4 食中毒検体から分離された腸炎ビブリオの型別成績

事例	菌株数	血清型, 株数(由来)	神奈川現象
1	3	O4:K8 2株(便)	+
		O4:K63 1株(便)	+
2	4	O4:K8 2株(便)	+
		O4:K34 1株(食品)	-
		O5:K型別不能 1株(食品)	-
3	15	O4:K8 7株(便)	+
		O4:K63 6株(便)	+
		O4:K34 1株(便)	-
		O5:K型別不能 1株(便)	-
4	1	O4:K8 1株(便)	+
5	6	O4:K10 6株(便)	+

サルモネラによるもの2件、黄色ブドウ球菌によるもの1件、カンピロバクターによるもの1件、病因不明のもの2件であった。当担当には食中毒及びその疑いのある事例の糞便、飲料水、食品等や保健所で分離された菌株など234検体が送付された。これらについて分離・同定並びに血清型別、エンテロトキシン産生試験などを実施した。その結果、1事例の食中毒から分離された黄色ブドウ球菌4株は、コアグラセ型VI型、エンテロトキシン型C型であり、また他の事例から分離されたサルモネラ1株は *S. typhimurium* であった。また腸炎ビブリオについての型別成績は表4に示した。

本年5月に加賀市の1小学校において、*Salmonella itami* に起因する集団腹痛の発生(学童612人中162人発病、罹患率25.2%)があった。詳細については別項に掲載した。

〔食品一斉取締り〕

環境衛生課事業の食品一斉取締りのうち、担当当で

表5 食品一斉取締り(細菌検査)の内訳

事業名	内容食品	件数 (不適件数)	不適項目
魚肉ねり製品等 一斉取締り	魚肉ねり製品	7	-
	食肉製品	1	-
清涼飲料水等 一斉取締り	ラクトアイス	2	-
	水菓	2	-
	乳酸菌飲料	1	-
	はっ酵乳	1	-
夏期食品 一斉取締り	魚肉ねり製品	14 (1)	大腸菌群
	冷凍食品	7	-
	食肉製品	6 (1)	大腸菌群
	清涼飲料水	4	-
	水雪	2	-
	鯨肉製品	1	-
	レトルト食品	1	-
	はっ酵乳	1	-
	チーズ	1	-
	年末食品 一斉取締り	魚肉ねり製品	22
生かき		6 (1)	大腸菌
冷凍食品		6	-
食肉製品		4	-
レトルト食品		2	-
清涼飲料水		2	-
鯨肉製品		1	-
ジャム	1	-	
計		95 (3)	

表 6 感染症サーベイランス細菌検査の内訳

対象疾患	検査件数	起因菌分離件数	
溶連菌感染症	10	7	溶連菌A群7 (T3: 2株, T12: 2株, T22: 2株, T型別不能: 1株)
その他の感染性下痢症	1	0	
計	11	7	

表 7 溶連菌感染症の細菌検査成績

月	性別	年齢	細菌検査	
			咽頭ぬぐい液	
5月	女	4	A群 (T-3)	
"	男	5	A群 (T-12)	
"	"	13	A群 (T型別不能)	
6月	女	9	—	
"	男	10	A群 (T-12)	
10月	女	9	A群 (T-3)	
11月	"	5	A群 (T-22)	
"	男	8	A群 (T-22)	
1月	女	8	—	
3月	"	6	—	

表 8 細菌依頼検査の内訳

検査内容	件数	備考
結核菌培養検査	66	喀痰66
細菌分離・同定	3	喀痰2, 菌株1
食品・薬品の細菌検査	36	饅頭12, ハム9 きな粉2, 保存血液6 漢方薬2, その他5
水の細菌検査	148	放流水98, プール水26 飲料水24
空気中の微生物測定	6	落下細菌6
計	259	

実施した細菌検査の内訳は表5に示したとおりである。これら95検体のうち、不適とされた食品は3検体あり、魚肉ねり製品1検体と食肉製品1検体が大腸菌群、生食用生かき1検体が大腸菌数で規格に不適であった。

〔輸入食品一斉取締り〕

主として東南アジア産のエビ12件、タイ産のアジとキス各1件の計14件について、細菌数、大腸菌群数、コレラ菌、NAGビブリオ、腸炎ビブリオ、サルモネラ、病原大腸菌、黄色ブドウ球菌の検索を実施した。その結果、エビ2検体から細菌数が $10^6/g$ 以上、また別のエビ1検体から大腸菌群数が $10^6/g$ 以上検出された。また、エビ1検体から腸炎ビブリオ(O1:K型別不能)が、アジ1検体から黄色ブドウ球菌が分離された。

〔食肉等の残留抗生物質検査〕

食肉51件(牛肉20, 豚肉18, 鶏肉12, 馬肉1), 鶏卵20件, 養殖ウナギ5件, 養殖ハマチ4件の計80件について、ペニシリン, カナマイシン, ストレプトマイシン, クロラムフェニコールの4抗生物質のバイオアッセイによる定量を行った。その結果、いずれの検体からも残留抗生物質は検出されなかった。検査方法は厚生省環境衛生局乳肉衛生課編の畜水産物中の残留抗生

物質検査法によった。

〔コレラ菌定点観測〕

公衆衛生課事業として、1月、2月を除いた毎月1回、県内12定点の河川水及び海水について、コレラ菌、NAGビブリオ、腸炎ビブリオ、サルモネラの検索を実施した。その結果、9月に1定点でコレラ菌(エルトル小川型)が1回のみ分離されたが、菌数は極めて少なく、人への感染の危険性はないと考えられた。また、NAGビブリオはすべての定点から冬期を除いて高率に分離され、腸炎ビブリオも夏期~秋期に多く分離された。サルモネラは計8回検出され、そのうち*S. typhimurium*が3回分離された。詳細は別項に記載した。

〔感染症サーベイランス〕

公衆衛生課事業として昭和56年から実施しており、本年度担当に送付された検体11件(鼻咽頭ぬぐい液1件, 糞便1件, 菌株9件)について細菌検査を行った。対象疾患, 検査成績等は表6のとおりで、溶連菌感染症から溶血レンサ球菌7株(すべてA群)を分離した。なお、その検査成績の詳細は表7に示したとおりで、分離されたA群レンサ球菌のT型別は、3型2株, 12型2株, 22型2株, 型別不能1株であった。

1・2・1 依頼検査

依頼検査259件の内訳を表8に示した。依頼検査の57%にあたる148件は市町村や企業などからの水の細菌検査依頼で、これらにつき一般細菌数、大腸菌群の検査を実施した。ほかには、医療機関等からの依頼により、結核菌培養、細菌の分離・同定、食品や医薬品の細菌検査、空中細菌の測定等を行った。

1・3 臨床検査

臨床検査342件はすべて公衆衛生課の行政検査で、依頼による検査はなかった。

〔梯川流域住民健康調査〕

小松市梯川流域のカドミウム汚染地域住民を対象に

した昭和49、50年度のスクリーニング調査及び昭和51年度環境庁委託調査で腎尿管機能に障害が認められた人について、毎年その経過観察のための調査（継続管理検診）を実施している。本年度の健康調査の対象者は、汚染地区227人及び対象地区7人の計234人であるが、このうち86人（36.8%）が受診した（表9）。また24時間尿のみを提出した人が84人（35.9%）あった。

本年度実施した検査項目を表10に示したが、当担当では、24時間尿検査15項目中9項目、2時間尿検査13項目中7項目、血液検査16項目中9項目の検査を担当した。また、1分間尿量、体表面積、クレアチニンクリアランス値、リンクリアランス値、 $\beta_2$ ミクログロ

表9 昭和60年度梯川流域住民健康調査（管理検診）受診状況

地区番号	町名	対象者数(男・女)	受診者数(男・女)	24時間尿提出者	%TRP 80 未満 2時間尿
01	金平	29 (14・15)	9 (7・2)	23 (12・11)	8
02	金野	14 (4・10)	3 (1・2)	12 (4・8)	2
03	五国寺	4 (1・3)	2 (1・1)	4 (1・3)	2
04	軽海	20 (8・12)	8 (4・4)	15 (6・9)	7
05	白江	24 (10・14)	10 (4・6)	17 (6・11)	4
06	若杉	14 (6・8)	9 (3・6)	11 (5・6)	5
08	花坂	6 (1・5)	3 (1・2)	6 (1・5)	3
09	中海	11 (7・4)	5 (3・2)	10 (6・4)	5
10	荒木田	7 (1・6)	5 (1・4)	7 (1・6)	5
11	佐々木	9 (4・5)	3 (2・1)	7 (3・4)	2
12	八幡	12 (5・7)	3 (2・1)	8 (4・4)	3
13	漆	10 (3・7)	7 (3・4)	7 (3・4)	5
14	打越	9 (4・5)	1 (1・0)	5 (3・2)	1
15	吉竹	11 (3・8)	3 (0・3)	5 (0・5)	3
16	清六	2 (0・2)	0	1 (0・1)	—
17	園	8 (5・3)	3 (0・3)	3 (0・3)	2
18	上小松	6 (1・5)	0	1 (0・1)	—
19	下牧丸ノ内	3 (1・2)	1 (1・0)	3 (1・2)	1
21	鶴ヶ島	1 (0・1)	0	0	—
22	沖	6 (5・1)	1 (0・1)	4 (3・1)	1
23	金屋	2 (0・2)	1 (0・1)	2 (0・2)	1
31	沢	5 (3・2)	4 (3・1)	5 (3・2)	4
32	不動島	3 (1・2)	1 (0・1)	2 (0・2)	1
33	北浅井	11 (2・9)	2 (0・2)	7 (2・5)	1
汚染地区計		227 (89・138)	84 (37・47)	165 (64・101)	66
51	波佐谷	3 (2・1)	1 (1・0)	3 (2・1)	1
52	二ツ梨	4 (2・2)	1 (1・0)	2 (2・0)	0
対象地区計		7 (4・3)	2 (2・0)	5 (4・1)	1
計		234 (93・141)	86 (39・47)	170 (68・102)	67

表10 梯川流域住民健康調査 (管理検診) の内訳

検 体	検 体 数	検 査 項 目
24時間尿	170	尿量 <sup>1)</sup> , 比重, 糖, 蛋白, クレアチニン, 無機リン, 総アミノ窒素, 低分子蛋白 (RBP, $\beta_2$ ミクログロブリン, リゾチーム), 重金属 (Cd, Pb, Cu, Zn) <sup>2)</sup> , カルシウム <sup>2)</sup>
2時間尿	86	尿量 <sup>1)</sup> , 比重, 糖, 蛋白, クレアチニン, 無機リン, 総アミノ窒素, カルシウム <sup>2)</sup> , 電解質 (Na, K, Cl) <sup>3)</sup> , 細菌培養 <sup>1)</sup> (菌数 $10^5$ /ml 以上の場合は同定を行う) (追加項目) $\beta_2$ ミクログロブリン (EIA法),
血 液	86	ヘマトクリット <sup>1)</sup> , ヘモグロビン <sup>1)</sup> , 赤血球数 <sup>1)</sup> , (血清) 糖, 蛋白, アルブミン, クレアチニン, 無機リン, 尿素窒素, アルカリホスファターゼ, カルシウム <sup>2)</sup> , 電解質 (Na, K, Cl) <sup>3)</sup> (追加項目) $\beta_2$ ミクログロブリン (EIA法), $\alpha_1$ ミクログロブリン (EIA法)
計	342	(計算項目) 1分間尿量, 体表面積, クリアランス値 (Ccr, Cp, $C_{\beta_2m}$ ), 再吸収率 (%TRP, %TR $\beta_2m$ ), 各成分のクレアチニン補正值, 各成分1日の排泄量

- 1) 小松保健所で実施した。
- 2) 環境部生活環境担当で測定した。
- 3) 金沢医科大学で測定した。

ブリンクリアランス値, リン再吸収率,  $\beta_2$ ミクログロブリン再吸収率, 各成分のクレアチニン補正值, 各成分の1日の排泄量についての計算も併せて行った。その結果, %TRP80未満の人が2時間尿で67人(77.9%)いた。

なお, これらの調査方法, 検査方法は, 昭和51年度環境庁委託調査の基準に準じて行った。本年度実施した件数は, 尿256検体, 血液86検体, 延べ2,906項目である。

## 2 ウイルス担当

ウイルス担当では, 感染症病原体のうち, ウイルス, クラミジア, リケッチアに関する調査・研究・検査並びに細菌の血清反応検査を実施している。しかし, 人員, 施設の関係で実施できない検査もあり, 例えば近年全国的に患者数が増加傾向にあるツツガムシ病リケッチアの検出や下痢症関連の電子顕微鏡を用いた病原体の検出などがそうである。

昭和60年度に実施した試験検査件数は表1に示したとおりで, 前年度比6%増の14,972件で, 日本脳炎流行予測調査の対象地区に加賀地区が加えられたことなどの行政検査件数の増加により件数増となっている。

調査研究, 行政検査, 依頼検査の概要については後述するが, 本年度の特徴としては集団下痢症の発生が2回ありその検査を実施したことである。(担当: 梶)

### 2・1 調査研究

#### (1) 「小児のウイルス性呼吸器疾患の病因研究」 (継続)

小児のいわゆる「かぜ」の病因ウイルスを検出し, その流行状況を把握する目的で, 昭和47年度から金沢赤十字病院小児科と共同で継続して実施している。昭和60年1月から12月までの1年間に採取されたかぜ患児咽頭ぬぐい液は590件で, うち224件から235株のウイルスを分離した(陽性率38.0%)。分離ウイルス株のうち, 月に5株以上分離され流行があったと推定されたのは, インフルエンザB型(1~2月), コクサッキーB5型(5~6月), パラインフルエンザ3型(6~7月), コクサッキーB2型(7~8月), エコー6型(8~11月), アデノ5型(9月), インフルエンザA(H3)型(12月)の計7種類のウイルスであった。詳細は別項に掲載した。

(担当: 木村・梶・尾西)

#### (2) 「コクサッキーA11型と推定されるウイルスの流行(1983年)の解析」(継続)

我が国で初の報告と思われるコクサッキーA11型ウイルスと推定されるウイルスを, 1983年の七尾市内の1病院で発生した新生児の発疹性疾患の流行例から分離し, 昨年度はその流行時の状況等を報告した。今回は, これに関連し採血された血清中の中和抗体価を測定した。その結果, 有意な上昇例をみとめ, この流行の原因が本ウイルスであることを確認した。詳細は別項に掲載した。(担当: 木村)

(3) 「日本脳炎流行予測調査」(厚生省委託事業)

(継続)

7月から9月の3カ月間、各旬ごとに計8回の調査を行った。本年の検査対象地区は、能登地区と加賀地区の2地区に増え、検査豚頭数も昨年倍の320頭となった。調査事項は、豚血中の日本脳炎HI抗体価測定及びその抗体の2ME感受性試験である。

本年の石川県産豚のHI抗体保有率の推移では、能登・加賀両地区共に8月上旬から上昇傾向をみせ、能登地区は9月に入ってプラトー、加賀地区では8月下旬をピークとしたパターンを示した。このことは本年石川県に日本脳炎ウイルスが入ってきた時期が8月上旬であることを示し、この時期以降少なくとも8月中は日本脳炎ウイルスが盛んに活動していたと考えられ、2ME感受性試験でもこれが裏付けられている。

患者の発生は、本年も8月下旬に豚のHI抗体保有率が両地区共50%を越え、汚染推定地区となったことから充分予測されたことではあるが、2年ぶり2人の患者発生があった。いずれも9月中旬以後の発病であった。詳細は別項に掲載した。(担当: 梶)

(4) 「インフルエンザ流行予測調査」(厚生省委託事業)・「インフルエンザ定点観測調査」(公衆衛生課事業)(継続)

本年度の調査対象予定地区は、前年同様、加賀、能登、金沢の3地区であったが、検体が採取され送付を

受けたのは金沢地区の2医療機関からのみであった。得られた検体は、咽頭ぬぐい液171件、血清47人分(対血清24件、単一血清23件)で、咽頭ぬぐい液からはウイルス分離を、対血清はHI抗体価測定による血清学的診断を行い、インフルエンザ患者の確認を行った。ウイルスの初分離は11月下旬で、以後1月初めまでA(H3)型のウイルスを16株分離した。また、対血清の検査では、11月下旬に患者を確認したのを初めに、2月上旬までA(H3)型感染患者を12人確認した。いずれの検査結果からも、本年度流行のウイルス型がA(H3)型であること、11月から2月にかけて流行し、ピークが12月にあったことが示された。ただ対血清検体中、2月上旬の1件がA(H1)型にも上昇していたことから、A(H1)型ウイルスの散発的流行の存在も示唆された。詳細は別項に掲載した。

(担当: 梶・尾西・木村)

2・2 ウイルス検査

2・2・1 行政調査

行政検査件数は3,408件で、前年度に比し15%の増であった。その理由は、日本脳炎流行予測調査における調査地区の増や、集団かせ以外に下痢症の発生があったためである。その内訳は表11に示した。

[感染症サーベイランス](継続)

厚生省委託の事業で、対象疾患は18、うちウイルス検査対象は9疾患である。検査は、対象疾患に該当す

表11 ウイルス行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
日本脳炎流行予測(感染源)調査	豚血中日本脳炎 HI 抗体価測定	443	厚生省・公衆衛生課
感染症サーベイランス	ウイルス分離	24	" "
	ロタウイルス抗原検出(RPHA)	1	
インフルエンザ流行予測(感染源)調査	ウイルス分離	72	" "
	インフルエンザ HI 抗体価測定	432	
インフルエンザ定点観測(感染源)調査	ウイルス分離	99	公衆衛生課
	HI 抗体価測定	65	
伝染病発生時調査	ウイルス分離	67	" 保健所
	ロタウイルス抗原検出(RPHA)	6	
	ウイルス抗体価測定	572	
血清肝炎予防対策調査	HBs抗原・抗体定性試験	1,353	" "
	HBs抗原定量確認試験	138	
	HBe抗原・抗体検出試験	136	
計		3,408	

表12 感染症サーベイランスのウイルス検査成績

疾患番号	対象疾患名(採取月)	検査人数(陽性者数)	検体数(陽性数)	分離株数(型)
2	風 疹 (4月)	1 (0)	4 (0)	0
9	その他の感染性下痢症 (2月)	1 (0)	1 (0)	0
14	咽頭結膜熱 (9月)	1 (1)	2 (2)	2 (アデノ4型)
17	無菌性髄膜炎(6月・7月・9月)	5 (2)	5 (2)	2 (コクサッキーB5型) エコー6型
18	脳脊髄炎(9月・1月)	2 (0)	4 (0)	0
19	その他(脳炎)(7月)	1 (0)	1 (0)	0
"	"(溶血性尿毒症候群)(7月)	1 (0)	2 (0)	0
"	"(発疹・マヒ・ケイレン)(10月)	1 (0)	1 (0)	0
"	"(インフルエンザ)(11月)	2 (1)	2 (1)	2 (インフルエンザA(H3)型) 単純ヘルペス1型
"	"(脳炎・肝炎)(12月)	1 (0)	2 (0)	0
計 6疾患		16 (4)	24 (5)	

る患者が検査定点(16医療機関)を受診した際に採取された検体からウイルス検出を行うことになっている。本年度得られた検体の内訳を検査成績とともに表12に示した。検査疾患数は昨年度より少なくなった(7疾患→6疾患)が、検査人数、検体数はそれぞれ若干増加(12人→16人、20件→24件)し、中でも無菌性髄膜炎患者の検体の増加(2件→5件)が目につく。これは、本年度県内で無菌性髄膜炎の流行があり、そのための増であると考えられることもできる。検査方法は、ウイルス分離(5~6分離系使用)と下痢症の糞便検体のRPHA法によるロタウイルス抗原検出の2方法を用いた。分離されたウイルスは、咽頭結膜熱患者検体からアデノ4型(1人2件中2件が陽性)、無菌性髄膜炎患者検体(5人5件)からエコー6型ウイルスとコクサッキーB群5型ウイルスがそれぞれ1件ずつ分離された。また、疾患名でその他に分類される患者検体中、インフルエンザの疑いの患者検体2件のうち1件から単純ヘルペスとインフルエンザA(H3)型のウイルスの2種が分離された。

【集団かぜ】

本年度の集団かぜは、初発が11月中旬(金沢市)、ピークが12月中旬、1月以降は急速に発生数が減少する例年より1カ月半程度早い時期にずれた特異的なパターンであった。発生施設数は91施設、患者数は20,608人で、前年度の約%、昭和57年度とほぼ同じ規模の流行であった。検査は、10施設52人の患者検体について、

咽頭ぬぐい液からのウイルス分離と対血清のHI抗体価測定を実施した。ウイルス分離検査では52件中2件(分離率4%)からインフルエンザA(H3)型ウイルスが分離されたのみであったが、対血清検査では52件中35件(67%)がA(H3)型の抗原(分離株を含め5種類を使用)に有意上昇を示し、今回の流行がインフルエンザA(H3)型のウイルスによるものであることが判明した。なお、対血清検査でA(H1)型抗原にも上昇した例が初発施設の患者に1人あったが、感染によるのかワクチン接種によるのかは不明である。分離ウイルス株の抗原性は、対血清による分析から、ワクチン株とは若干異なっていると思われる。詳細は別項に掲載した。

【下痢性疾患】

本年度集団発生した下痢性疾患は2件で、1つは5月中旬に羽咋保健所管内で発生し、残る1つは9月中旬に金沢市で発生した。羽咋のケースでは、医療機関に下痢性疾患の患者が多数受診したことから判明したもので、ウイルス分離(咽頭ぬぐい液9件、糞便6件)、ロタウイルス抗原検出(RPHA)(糞便6件)、血清学的検査8項目(対血清8件、単一血清1件)の検査を行ったが、いずれも有意な成績を得られず、原因は不明に終わった。金沢市のケースは、1施設で下痢患者が多発し、その調査を依頼されたもので、7項目の血清学的検査を単一血清について実施したが、この場合も疑わしいものはなく、原因不明となった。このよう

表13 HBs 抗原・抗体検査成績（津幡保健所管内分）

対 象 者	検査者数	HBs 抗体陽性者数（陽性率）	HBs 抗原陽性者数（陽性率）
妊 婦	561 人	63 人（11.2%）	8 人（1.4%）
成年健康調査受診者	男	362 人	15 人（4.1%）
	女	430 人	16 人（3.7%）
計	1,353 人	94 人（6.9%）	21 人（1.6%）

表14 HBs 抗原陽性者の HBe 抗原・抗体検査成績

検査課保健所	検査対象者数	HBe抗体陽性者数	HBe抗原陽性者数	HBs抗原陰性者数 <sup>1)</sup>	判定保留者数 <sup>2)</sup>
小 松	81 人	52 人	25 人	1 人	3 (1)人
七 尾	20	12	7	1	0
輪 島	16	12	4	0	0
(衛生公害研究所)	21	11	9	0	1
計	138 人	87 人	45 人	2 人	4 (1)人

1) HBs 抗原確認試験で陰性となった人数

2) EIA 法で HBe 抗原・抗体が共に陰性もしくは一方が疑陽性となった例で、RIA法による再確認検査を実施した。（ ）内数は血清量不足のため RIA法検査が実施できなかった人数の再掲である。

に下痢症関係では、従来から当所で実施している検査では不明となるケースが多く、超遠心器と電子顕微鏡との組み合わせによる検査が少なくとも追加される必要がある。

〔B型肝炎予防対策調査〕

本事業の主目的は、垂直感染による新生児のHBウイルスキャリア化防止にある。検査は、HBs抗原・抗体のスクリーニング調査を検査課保健所で実施し（津幡保健所管内分は当所で実施）、HBs抗原陽性者についてはHBe抗原・抗体検査をEIA法により当所で実施している。また、EIA法で判定保留となった検体は、国立金沢病院に送付しRIA法による確認検査を依頼している。HBs抗原・抗体検査の成績は表13に示したとおりで、対象者1,353人中、HBs抗体陽性者は94人、HBs抗原陽性者は21人であった。またEIA法によるHBe抗原・抗体検査成績は表14に示したとおりで、各検査課保健所等から送付された138人の結果は、HBe抗体陽性者87人、HBe抗原陽性者45人、確認試験によるHBs抗原陰性者2人、HBe抗原・抗体が共に陰性もしくは一方が疑陽性の判定保留者4人であった。判定保留例中血清不足で検査が出来なかった1人を除く3人のRIA法による再確認試験の成績を表15

表15 HBe 抗原・抗体判定保留例の RIA 法検査成績

EIA 法検査成績		RIA 法検査成績	
HBe 抗原(-)	HBe 抗体(-)	HBe 抗原(-)	HBe 抗体(±)
〃 (-)	〃 (-)	〃 (-)	〃 (-)
〃 (-)	〃 (-)	〃 (-)	〃 (-)

表16 一般依頼によるウイルス分離検査の検体別件数とその成績

検 体 名	検体数	分離陽性数（ウイルス型）
脊 髄 液	20	4（コクサッキーB5型2株、 単純ヘルペス1型2株）
血 液	10	0
膾 ぬ ぐ い 液	4	2（単純ヘルペス2型）
尿	3	0
咽 頭 ぬ ぐ い 液	2	1（アデノ6型）
糞 便	2	1（ロタウイルス抗原検出）
胸 水	1	0
計	42	8

に示した。その結果EIA法でHBe抗原・抗体共に陰性の3人のうちの1人がRIA法でHBe抗原(-), HBe抗体(±)となった。他の2人は共に陰性であった。

2・2・2 依頼検査

依頼検査は、本年度11,564件(前年比4%増)あり、

その内訳はウイルス分離が42件(前年比17%増)、ウイルス血清反応が11,522件(前年比4%増)であった。

[ウイルス分離]

ウイルス分離依頼の検体別内訳を、検査成績と併せて表16に示した。昨年度は検体の約4割を占めた産婦

表17 ウイルス血清反応の月別・項目別依頼件数

検査項目	昭和60年									昭和61年			計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
インフルエンザA(HI)	27	29	29	29	29	25	30	35	70	35	15	23	376
"    B( )	28	29	32	28	29	24	29	35	68	32	13	20	367
パラインフルエンザ1(HI)	29	28	30	29	29	24	30	30	33	14	14	23	213
"    2( )	29	28	30	25	29	24	30	30	35	15	14	23	312
"    3( )	29	28	30	25	29	25	30	30	35	15	14	23	313
"    4( )	28	28	30	24	29	21	27	30	34	14	14	23	302
ムンプス(HI)	26	16	24	27	38	20	22	30	36	18	17	33	307
麻疹    疹(HI)	24	10	14	20	33	22	17	23	24	12	11	27	237
"    (CF)	17	8	11	17	28	18	12	24	23	7	13	23	201
風疹    疹(HI)	121	135	139	144	133	109	131	139	127	148	118	129	1,573
"    (CF)	21	24	26	19	27	21	18	34	30	15	22	27	284
日本脳炎(HI)	20	4	6	12	20	16	13	23	14	5	7	12	152
アデノ3(CF)	21	25	24	21	29	24	32	29	26	15	8	15	269
単純疱疹(CF)	130	156	150	169	143	140	155	156	142	154	140	126	1,761
水痘・带状疱疹( )	30	24	29	32	38	22	25	34	35	13	15	29	326
サイトメガロ( )	129	155	146	166	137	139	156	153	135	153	136	116	1,721
R        S(CF)	8	11	13	16	16	17	15	18	12	5	7	9	147
ポリオ1(CF)	15	8	11	10	14	16	12	21	12	5	6	8	138
"    2( )	15	5	11	10	14	16	12	21	12	5	6	8	135
"    3( )	15	5	11	10	14	16	12	21	12	5	6	8	135
コクサッキーA4(CF)	31	25	26	32	37	27	26	30	34	15	13	17	323
"    A9( )	31	23	37	30	35	26	26	30	34	15	13	18	318
コクサッキーB2(CF)	31	28	36	32	36	26	29	29	35	16	15	17	330
"    B3( )	31	26	36	27	36	26	28	29	34	16	14	17	320
"    B4( )	31	25	36	27	36	26	28	29	35	17	15	17	322
"    B5( )	31	26	36	27	36	25	29	29	34	17	14	18	322
エコー3(CF)	29	25	32	27	35	26	27	26	33	14	10	16	300
"    4( )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
"    6( )	29	22	32	30	33	25	25	26	32	13	10	16	293
"    9( )	29	22	31	26	33	25	25	26	32	12	10	16	287
マイコプラズマ(CF)	31	30	29	29	36	24	28	33	22	9	15	18	304
計 (有料件数の再掲)	1,066 (1,066)	1,008 (1,008)	1,137 (1,137)	1,120 (1,120)	1,211 (1,211)	995 (995)	1,079 (1,079)	1,203 (1,203)	1,240 (818)	829 (694)	725 (563)	876 (626)	12,489 (11,522)

表18 病原微生物検出情報報告分の月別・ウイルス別検出状況（昭和60年）

検出ウイルス型	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
コクサッキー A 16								1	1				2
” B 1											1		1
” B 2				2		2	9	11	1				25
” B 3				1								2	3
” B 5		1	2	2	5	5	5	3	1	1			25
エコー 1											1		1
” 6						1		4	6	8	8	4	31
” 9	1												1
” 22							1						1
ポリオ 1			3										3
” 2			1										1
” 3					2	1							3
インフルエンザA(H3)											5	13	18
” B	16	18	2	2									38
パラインフルエンザ 1		2							2	2		1	7
” 3						7	11	3	3				24
” 4						2			1	1			4
R S	1											1	2
ムンプス							1	1					2
ロタ		1										1	2
アデノ 1		1		2		2	1				1	4	11
” 2				2	4			1			1	2	10
” 3				1		1		2	1				5
” 4			1						2	2			5
” 5									8	2			10
” 6										1		1	2
” 13												1	1
単純ヘルペス 1				1	2	2					10		15
” 2	3	2	3	1	2	1	4	2	2	1	1	1	23
B型肝炎	1	1	1		1	3	2	4	21	5	1	1	41
計	22	26	13	14	16	27	34	32	49	23	29	32	317

人科から髄ぐい液が大幅に減少し（16件→4件）、代わりに脊髄液の増加（9件→20件）が目立っている。ウイルスが分離された例は、脊髄液4件（コクサッキーB5型2株、単純ヘルペス1型2株）、髄ぐい液2件（単純ヘルペス2株）及び咽頭髄ぐい液1件（アデノ6型1株）で、ほかに糞便1件からRPHA法でロタウイルス抗原が検出されている。

〔ウイルス血清反応〕

ウイルス血清反応として、HI試験10項目、CF試験21項目、併せて31項目の検査を行った。検査別依頼件数の割合は、HI試験が34%、CF試験が66%で、最も依頼件数の多かった項目は、単純ヘルペス1型（CF）1,761件、次いでサイトメガロ（CF）1,721件、風疹（HI）1,573件であった（表17）。

2・2・3 その他

地方衛生研究所と国立予防衛生研究所が中心となっ

て運営している衛生微生物技術協議会が厚生省科学研究費を受けて1980年から実施した病原微生物検出情報の収集と還元は、引き続き国立予防衛生研究所の業務として継続されることになった。報告は病原微生物検出報告書(書式1)個票に必要事項をマークし報告す

るもので、昭和60年1月～12月にウイルスを分離もしくは検出し報告した数を表18に示した(昭和60年度報告分)。

### 2・3 血清検査

本年度は該当がなかった。

## 食品薬品部事業概況

我が国の社会経済は、バイオテクノロジー、電子機器、新素材、情報通信、宇宙・航空などの先端技術開発力と高度の応用技術、並びに強い経済力と社会の安定性等に対する国際的評価の高まりとともに大きく変容している。

円は強い通貨として、国際通貨への道を歩みはじめている。しかし、輸出主導型の経済は貿易摩擦により、輸出入均衡型へ変換を迫られ、円高や輸入自由化の進行とともに輸入が加速されている。

食品については、各国からの農畜水産物をはじめ、多種多様な食品の輸入が近年著しく増加している。しかし、食品輸入については、食品衛生にかかる規制の相違が各国間にあり、我が国の食品衛生法の規定に合致しないものも見られる。このようなことから、国際規格制定の必要性が指摘されているところであるが、当面の輸入食品の安全性を確保するため、食品添加物、農薬残留、食品規格などの検査体制の強化がますます重要となってきている。

先般、ワインにジエチレングリコールを混和し、味覚的に高級ワインに似せた悪徳商品の輸入毒ワインが流通し問題となったが、これは一つの警鐘として記憶すべきであり、われわれとしては輸入食品の安全性に懸念を抱かざるをえない。

食品に使用されている化学的合成品の添加物については、消費者の不安感や添加物の表示義務品目の拡大等を反映して使用が減少しているが、一方では表示義務のない天然添加物の使用が急増し実態把握の困難な事例も見られるので、食品の安全性確保の上から分析法の検討など、更に調査研究を推進したい。

プラスチック素材の開発が進展し、用途も拡大しているが、食品用プラスチック製器具・容器包装について樹脂ごとの個別規制の強化を進める必要がある。

食中毒の関係では、麦類のトリコテセン系トキシンなどのカビ毒汚染調査、有毒プランクトンによる貝類の毒化調査、石川県沿岸のふぐの種類、部位、季節ごとのふぐ毒調査、ヒスタミン産生菌による魚介加工品等のヒスタミン含量調査など、より一層モニタリングを強化し、食中毒未然発生防止に努めるべきである。

農薬、畜水産医薬品、その他の環境汚染化学物質の食品残留、生物汚染に関する調査研究を強化し、人の健康被害及び健康影響を回避しなければならない。

医薬品関係では、県内において製造され、或いは流通する医薬品等について、品質、有効性などの確保を図るため試験検査を強化するとともに、より一層調査研究を推進する必要がある。

当部はこのような現状を踏まえて種々の調査研究、試験検査を行っている。

調査研究として、地方衛生研究所全国協議会の共同研究である「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」、「山中塗及び輪島塗合成樹脂製食品容器の材質に関する研究」、「各種食品中の微量亜硫酸の残留量」、「農薬等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」、「麦類の赤カビ汚染に関する調査研究」並びに「生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究」などを実施した。

行政試験としては、食品衛生や医薬品などの一斉取締りに伴う「収去試験」、「畜産食品の残留抗菌性物質試験」、「麻ひ性及び下痢性貝毒調査」、食品中の「残留農薬、水銀、PCB、カドミウム試験」、水産生物についての石油汚染や除草剤の残留に関する「化学物質環境汚染調査」、環境庁委託の「化学物質環境汚染実態調査（生物モニタリング調査）」などを実施した。

一般依頼試験件数は食品関係試験41件、医薬品等の試験5件の計46件で食品関係試験の増加が目立った。  
(部長：細坪)

### 1 食品第1担当

本担当では食品、食品添加物、食品の器具及び容器包装、畜産食品中の残留抗菌性物質並びに麻ひ性、下痢性貝毒関係の調査研究、試験検査を実施している。

調査研究では、昭和57年度から継続して行っている「山中塗及び輪島塗合成樹脂製食品等に関する研究」及び「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」（地方衛生研究所全国協議会）について検討した。また、昨年度に引き続き、通気蒸留法による食品中微量亜硫酸分析の残留実態調査を実施した。

試験検査関係ではその大部分が行政試験であり、例年どおりの各種食品及び製造業の一斉取締り等に係る収去検査、七尾湾におけるカキ養殖に係る麻ひ性、下痢性貝毒調査及び畜産食品中の残留抗菌性物質検査が主体であった。また、昨年度毒入りワインと騒がれ、社会問題化した輸入ワイン中のジエチレングリコール

試験, 食中毒に係るフグの毒性試験, 輸入チーズの被膜剤中の着色料, ワックスの同定確認試験, ビスケットの異物試験, 緑茶の合成着色料試験等を行った。一般依頼検査は前年度と比べ, 件数, 項目数ともに増加した。(担当: 岸原)

### 1・1 調査研究

#### (1)「山中塗及び輪島塗合成樹脂製食器等に関する研究」(継続)

食品用合成樹脂製容器等は食品衛生法の規格により規制されているが, 厚生省では現行規格より一層厳しい「日本食品用プラスチック容器・包装等規格案」を提示し, その安全確保を図ろうとしている。これに対応するため, この規格案に準じた調査研究を実施し, 今後の県下における山中塗及び輪島塗産業界育成に資することとした。今年度は, ABS樹脂についてのメタアクリル酸メチルモノマー試験を実施し, 材質中に210~1,510ppmのモノマーを検出した。しかし, 各種溶媒への移行・溶出は認められなかった。

(担当: 泉, 鈴木, 笹木, 岸原)

#### (2)「通気蒸留法による食品中亜硫酸の残留実態調査」

前年度に行った検討により確立した方法を用いて, 各種食品中の亜硫酸の残留実態調査を行った。

(担当: 泉, 鈴木, 笹木, 岸原)

#### (3)「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」(地方衛生研究所全国協議会受託)

近年, 日常食品中の栄養成分と各種疾患との間には高い関係のあることが示唆されているが, これらに関する研究の基礎資料に供する目的で, 昭和57年度より地域ごとの栄養成分の摂取量調査が行われてきている。今年度は, 穀類中の食物繊維の分析法の検討を行い, その含量を測定した(別項掲載)。

### 1・2 試験検査

#### 1・2・1 行政試験

行政試験753件(1,819項目)の内訳は表1のとおりである。

##### 〔食品衛生一斉取締りに伴う試験〕

厚生省通知に基づく全国一斉食品衛生取締りによる食品の試験は, 例年どおり夏期(7~8月)及び年末(12月)の2回実施した。この件数251件のうち, 違反件数は生めんの品質保持剤の過剰使用が1件あっただけで, 前年度よりもさらに少なかった。

また, 春秋2回の観光行楽地を対象とした土産食品の試験や今年度新たに実施した, みそ・しょうゆ製造業のほか, 各種食品製造業を対象とした一斉取締り試

験, 更には合成樹脂製山中塗漆器類や九谷焼陶磁器を対象とした規格試験等を実施した。その結果, 食品添加物についてはしょうゆのサッカリンナトリウムの過剰使用が1件あったほか, 食品容器材質試験のカドミウム含量, 溶出試験の過マンガン酸カリウム消費量の規格基準違反が各々1件ずつあった。その他, チーズ, 菓子, 柑橘類などの輸入食品の食品添加物試験を実施したが, 違反例はみられなかった。

##### 〔畜産食品中残留抗菌性物質試験〕

昨年に引き続き, 県内の食肉処理業者, 食肉販売店から収去した鶏肉22件, 鶏卵10件の計32件について, クロピドールの残留分析を実施し, 鶏卵1検体からクロピドールを検出した。

##### 〔麻ひ性及び下痢性貝毒調査〕

今年度は, 七尾西湾のかき貝45件について調査を行った。その結果, 麻ひ性貝毒調査(32件)において, 9月の検体の中で厚生省の指導基準である4MUを超えるものが1件あった。下痢性貝毒調査(13件)ではいずれの検体からも毒性は認められなかった。

##### 〔重要貝類毒化点検調査〕

石川県水産課は, 水産庁委託事業として石川県産貝類の毒化現象の実態を把握し, その発生機構を解明するため, 沿岸海域(能都, 中島, 富来の各地区)における貝毒調査, 採水プランクトン調査及び環境調査を行っている。当所は, 今年度からこれらの調査のうち, 貝毒調査に参加することになり初年度としてムラサキイガイ47件(麻ひ性貝毒25件, 下痢性貝毒22件)の調査を行った。

##### 〔その他の行政試験〕

食品衛生苦情相談に伴う有症苦情食品及び不良食品の試験として, 冷凍むきえびの漂白剤定量, ふぐ(加工品, 筋肉部及び皮)の毒性検査, ビスケットの異物(油塊)検査, カップラーメンのカビ, 油脂の変敗試験, 緑茶の着色料定性を実施した。また, オランダ製チーズの被膜剤から法定外着色料を検出したほか, 昨年度「毒入りワイン」として社会問題化した輸入ワイン(25件)を検査し, そのうち2件から最高3.27g/lのジエチレングリコールを検出した。その後ジエチレングリコールの混入が懸念された国産ワイン(10件)からも1件について検出した。その他, 白山自然保護センターから白山山系に生息する野生ニホンザルの冬季食物調査の一環として, 各種の植物の樹皮, 葉, 根, 実等についての栄養成分調査依頼があり, 水分及び総窒素の定量を行った。

全体で64件(85項目)と, 昨年と比較して大幅に増

表 1 食品第 1 担当行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数 (項目数)	不適合数及び内容
夏期食品一斉取締り	ぬか漬, つくだ煮, 菓子他	保, 漂, 甘, 発着, 酸, 品	151 (387)	<sup>1</sup> 生めん, 品質保持剤の過量使用
年末食品一斉取締り	魚肉ねり製品, 魚介加工品, もち他	保, 漂, 甘, 発着, 酸, 品	100 (238)	
春, 秋の観光行楽地の食品衛生一斉取締り	かまぼこ, 魚介加工品, しょうゆ漬他	保, 漂, 甘, 着酸, 品	131 (364)	
魚肉ねり製品, 食肉製品製造業の一斉取締り	かまぼこ, ちくわ, ロースハム他	保, 着, 甘, 発	30 (98)	
清涼飲料水製造業の一斉取締り	オレンジジュース, パインジュース他	保, 着	3 (6)	
輸入食品収去試験	チーズ, 菓子, パナナ, レモン他	保, 漂, 甘, 着酸, 防	30 (61)	
陶磁器等の収去試験	九谷焼食器等	規格試験, 日陶連試験	15 (75)	
みそ, しょうゆ製造業の一斉取締り	みそ, しょうゆ	保, 甘	17 (29)	<sup>1</sup> しょうゆ, サッカリンナトリウム過量使用
合成樹脂製食品用器具・容器包装並びにおもちゃの収去試験	山中塗食器, うつし絵, 折り紙	規格試験	88 (352)	<sup>2</sup> 食品容器材質試験のカドミウム含量, 溶出試験のKMnO <sub>4</sub> 消費量の規格基準違反
畜産食品中の残留抗菌性物質試験	鶏肉, 鶏卵	クロピドール	32 (32)	<sup>1</sup> 鶏卵より検出
食用二枚貝における麻痺性及び下痢性貝毒調査	かき貝	毒性試験	45 (45)	
麻痺性貝毒			32 (32)	<sup>1</sup> 4 MU/g以上検出
下痢性貝毒			13 (13)	
重要貝類毒化点検調査	ムラサキガイ	毒性試験	47 (47)	
麻痺性貝毒			25 (25)	
下痢性貝毒			22 (22)	
その他の行政試験	冷凍むきえび	漂白剤	2 (2)	
	ふぐ (一夜干, 筋肉部, 皮)	毒性試験	5 (5)	<sup>2</sup> 筋肉部, 皮から 10 MU/g以上検出
	ニホンザル食物	栄養分析	12 (24)	
	輸入チーズ	着	1 (1)	<sup>1</sup> 法定外着色料検出
	ビスケット	異物 (油塊)	1 (6)	
	ワイン	ジェチレングリコール	35 (35)	<sup>3</sup> ワイン中に検出
	カップラーメン	カビ, 酸価, 過酸化物質	2 (6)	
	緑茶	着	6 (6)	<sup>1</sup> 浸出液から青色 1 号, 黄色 4 号検出
計			753 (1,819)	13

保: 保存料, 漂: 漂白料, 甘: 甘味料, 発: 発色剤, 着: 着色料, 酸: 酸化防止剤, 品: 品質保持剤, 防: 防ばい剤

加した。

1・2・2 依頼試験

一般からの依頼試験は38件(92項目)であり、前年度と比べ、件数、項目数共に増加した。内訳はハム、酢卵、ワインなどの食品の栄養成分、食品添加物試験が24件、合成樹脂製容器、塗料、接着剤などの食品衛生法規格試験が14件であった(表2)。

表2 食品第1担当依頼試験の内訳

種 目	試 験 内 容	件 数 (項目数)
食品, 食品添加物, 器具若しくは容器 包装又は乳若しくは 乳製品の試験	食品試験	24 (46)
	{ 食品添加物	13 (30)
	{ 成分分析	11 (16)
	容器包装等規格試験	14 (46)
	{ 容器	2 (11)
{ 樹脂片	6 (19)	
{ 塗料・接着剤	6 (16)	
計		38 (92)

2 食品第2担当

本担当は主として環境汚染物質の食品への影響について調査研究を行っている。野菜や果実中の残留農薬、米中の重金属含有量調査、人為的に環境中に排出される環境残留の恐れのある化学物質についての分析法の研究や生物モニタリング等がその主なものである。その外では、自然毒の一つである赤カビ産生のマイコトキシンの研究があげられる。また、昭和54年度から参加している「FAO/WHO合同食品飼料モニタリング計画」事業には、60年度に当所で行った416件に及ぶ食

品汚染物質の分析値の集計カードを作成して国立衛生試験所に提出した。(担当:塚林)

2・1 調査研究

(1)「農薬等新化学物質による水系及び食品汚染に関する研究」(継続)

農薬の主たるものである殺虫剤・殺菌剤のうち、環境残留や健康被害の恐れのある物質については、食品衛生法等で基準が設けられており、調査研究も広く行われてきた。しかし、近年著しく普及し、使用量も、殺虫・殺菌剤に匹敵すると言われている除草剤については、低毒性・速分解性の物質が多く、環境中での挙動も未解明の部分が多い。昭和58年度から本事業において、県内で使用されている除草剤の主成分である、CNP、シメトリン、ベンチオカーブ、モリネートについて、それぞれ、水、土壌、動・植物試料の分析方法を検討してきたが、今年度はこれらの除草剤の環境中・生体中での残留状況を調査した。

(担当:塚林, 四月朔日, 玉井)

(2)「麦類の赤カビ汚染に関する調査研究」(継続)

赤カビ病菌(フザリウム属)が穀類に寄生すると、単に農作物を減収させるにとどまらず、家畜や人間が摂取すれば赤カビの有毒代謝物であるトリコテセン系マイコトキシンにより、下痢や嘔吐等食中毒を起こすことがある。マイコトキシンのうち、デオキシニバレノール、ニバレノールについては、昨年厚生科学研究で提示された統一分析法と、従来本担当で行ってきた分析法の比較検討を行い、外に、フザレノン-X、ジアセトオキシシルペノール、T-2トキシンを加えた5種のトリコテセンによる大麦の汚染実態について調査を行った。(担当:塚林, 四月朔日, 玉井)

表3 食品第2担当行政試験の内訳

事 業 名	対 象	試 験 内 訳	検体数	試験項目数	依 頼 先
果実, 野菜の残留農薬調査	野菜, 果実	残留農薬に係る規格試験	26	269	環境管理課
化学物質環境汚染実態調査	ムラサキイガイ	BHC, DDT, 塩素化ベンゼン, その他	5	100	〃
化学物質環境汚染調査	石油汚染	パラフィン類, ピレン類, その他	6	132	〃
	生活関連物質	魚, 水, 底質土	CNP, ベンチオカーブ, シメトリン, モリネート	6	24
梯川流域産米カドミウム濃度調査	昭和60年度農協倉庫収納米	Cdに係る米の規格試験	25	25	〃
計			68	550	

## 2・2 試験検査

### 2・2・1 行政試験

行政試験68件（550項目）の内訳は表3に示す。すべて環境管理課依頼のものである。

〔食品中の残留農薬〕：果実・野菜等農作物の残留農薬調査については、食品及び環境の汚染防止の一環として昭和44年度から継続して実施されてきた。今年度は21品目26検体の果実、野菜を対象に、有機塩素剤（BHC、DDT等9種類）、有機リン剤（パラチオン、マラチオン等12種類）等について延べ269項目の調査を行った。結果は基準を超えたものはなかった。

〔米のカドミウム〕：小松市梯川流域の一部については「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律」に基づき、昭和50年以降農用地土壌汚染対策地域に指定され順次水田に対する排土・客土等の公害防除特別土地改良事業が実施されてきた。当該地域の産米については食品としての安全性を確保するため毎年食品衛生法に基づくカドミウム規格試験を行ってきたが、昭和60年度は、土地改良事業が完了した「完了地域」12件、今後予定の「対策対象地域」12件、完了後のカドミウム濃度の経過観察を行っている「動向調査地域」1件の25件の産米について行った。最高値は対策地域での0.68ppm、最低値は、完了地域、動向調査地域での0.02ppmであった。食品衛生法の規格基準であるカドミウム濃度1.0ppmを上回ったものは58年来3年連続して、該当がなかった。

〔化学物質環境汚染調査〕：この事業は環境中の残留化学物質について、生物を指標として、定性・定量的に検索し、今後進行すると思われる化学物質による環境汚染の未然防止を図ることを目的としている。昭和56年度から昭和58年度にかけては、石油由来物質を対象として石油汚染の調査方法を検討した。今年度はこの結果をもとに、珠洲沖、七尾湾で、ムラサキイガイを生物指標として、生息水域の海水、底質土と共にパラフィン類や、芳香族化合物の含有量を調査し、石油汚染状況を判定した。また、59年度からは、淡水域での魚類へい死に着目し、春期に集中的に使用される除草剤との関係について調査を始めた。柴山渦のフナを春期、秋期に採取し、除草剤の残留状況を検討したところ、除草剤のうち、比較的分解が遅く、脂溶性であるCNPについて、春期に生物濃縮が進行することが判明した。

〔化学物質環境汚染実態調査（生物モニタリング調査）〕：化学物質の環境における安全性点検調査の一環として、魚介類を指標に化学物質の環境濃度の推移・

汚染レベルの把握等を行う調査が環境庁保健調査室で企画され、昭和53年度から開始された。当所では昭和57年度から珠洲沖で採取のムラサキイガイを対象に、本担当と薬品担当とで分析を分担しているが、本担当では農薬、塩素化ベンゼン類、リン酸トリブチルを延べ100項目分析した。その結果、ディルドリンについて1件0.001ppm検出されたほかは、すべて検出限界値0.001ppmを下回った。

### 2・2・2 依頼試験

今年度は、牛乳・インスタントラーメン中のパラコート、血液中のディブテックスの3件7項目の農薬分析を行った。

## 3 薬品担当

本担当では主として、医薬品・医薬部外品等の医薬品関係及び毒劇物・特定化学物質等の化学物質関係の試験、研究を実施している。

本年度の業務内容は、化学物質関係ではモニタリング的要素が強いため、前年度と大筋では変化がなかったが、医薬品関係では内外の情勢により若干の変化がみられた。例えば本年度で3年目の調査研究「生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究」では、期せずして「医療用漢方エキス製剤の取扱いについて」（昭和60年5月31日、薬審第2第120号）が出され、我々のこれまでの研究成果でも明らかとなったとおり、現在の漢方エキス製剤の品質には問題が多く、大幅な見直しが必要とされるに至った。その結果、今後の漢方エキス製剤は現在のものよりも品質が一層向上して、古来から服用されてきた湯剤により近いものになってくることが予想されるが、今後とも、有効性、安全性、均一性を兼ねそなえた真の医薬品として位置づけられるよう、更に基礎的研究が必要とされる。また、行政試験では、当県の医薬品産業が大手点眼剤メーカーの工場進出により、ようやく100億円産業に到達したこともあり、市販医薬品等一斉取締りにおいては県内メーカーの監督、指導、育成に重点を置き、積極的に試験を行った。更に、県民の医薬品に対する関心が高くなったのか、2件の医薬品の品質苦情に係る試験を実施したのも、本年度の特筆すべき点である。

また、設備については、高速液体クロマトグラフの検出器としてフォトダイオードアレイが導入され、物質の同定や測定条件検索の迅速化に威力を発揮している。

以下に本年度実施した試験・研究等の概要を記す。

（担当：小川）

表4 薬品担当行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数	項目数	依頼先
市販医薬品等一斉取締り	点眼剤, 漢方製剤 生薬製剤等	定量試験 崩壊試験等	64	234	衛生総務課
医薬品の品質苦情に係る試験	軟膏剤, 生薬製剤	定量試験 確認試験	2	41	"
食品中水銀汚染調査	魚介類	総水銀	14	14	環境管理課
食品中PCB汚染調査	"	PCB	14	14	"
化学物質環境汚染実態調査	ムラサキイガイ	PCB, クロルデン 類等	5	55	"
計			99	358	

### 3・1 調査研究

#### 「生薬及び漢方製剤の品質評価方法に関する研究」

前述のように「医療用漢方エキス製剤の取扱いについて」により、現在、流通している漢方エキス製剤は品質の見直しが求められ、早ければ昭和61年度中にも新しい製剤が市場に出回ることとなった。見直しの最も大きな点は、標準湯剤との同等性を示すことであり、その結果、指標成分の定量が義務づけられ製品にも規格値が設定されることとなる。しかし、そのためには当然、原料から最終製品までの一貫した品質管理が必要となるが、一番基になる原料生薬の品質評価については現在の薬局方では一部を除き、ほとんど成分含量の規格が定められておらず、すべてメーカー任せとなっている。そこで今年度は、前年度までの製剤を中心に品質評価方法の開発から視点を変え、原点に戻って、最も繁用される甘草を例にとり、サンプリング方法をも含めた原料生薬の品質評価方法について検討を行った。(別項掲載) (担当: 小川, 勝田)

### 3・2 試験検査

#### 3・2・1 行政試験

本年度実施した行政試験の内訳は表4に示したとおりである。

#### 〔市販医薬品等一斉取締り〕

本年度は点眼剤, 漢方製剤, 生薬製剤, 抗生物質等県内で製造された品目を中心に64件につき、製造承認書等に基づく規格試験を行った。その結果、不良品は発見されなかったものの、規格又は試験方法に問題があるものが7件、製造承認書に規格及び試験方法の記載のないものが2件(うち、社内規格のないもの1件)

もあり、まだまだ医薬品の監視指導が不十分であることが明らかとなった。

#### 〔医薬品の品質苦情に係る試験〕

成分含量に疑問のあった合成副腎皮質ホルモン剤の軟膏剤及び味に異常のあった生薬製剤の2件について試験を行ったが、両者とも違反となる事実は認められなかった。このうち、生薬製剤については処方内容が複雑で、天然物中心のため、その原因究明は非常に困難であった。

#### 〔食品中の水銀汚染調査〕

魚介類9種14検体(県内産12検体, 県外産2検体)について実施した。その結果、すべて暫定的規制値(0.4ppm)を下回り、14検体中12検体が0.1ppm以下であった。

#### 〔食品中のPCB汚染調査〕

上記水銀汚染調査と同一の14検体について試験を実施した。その結果、すべて暫定的規制値(遠洋沖合魚: 0.5ppm, 内湾内海魚: 3.0ppm)を大きく下回っており、14検体中3検体が0.01ppm未満であった。

〔化学物質環境汚染実態調査(生物モニタリング調査)〕

本年度で4年目の環境庁委託事業で、食品第2担当と分担して実施している。検体は当県産のムラサキイガイで、当担当では前年と同様、PCB, クロルデン類等11項目につき試験を行った。

#### 3・2・2 依頼試験

5件12項目で、内訳は医薬品3件, 洗浄剤1件, 食品包装用原紙1件であった。

〔報 文〕

## 地球観測衛星ランドサット画像データを利用した 土地利用適性評価手法の開発（第5報）

— ランドサットTMデータを用いた「住宅地利用可能性評価図」の作成 —

石川県衛生公害研究所情報室 竹野 裕治・田嶋 隆俊・英 俊彦  
酒井 道則・水上 依乃

### 1 はじめに

この研究は、科学技術庁が科学技術振興調整費によって推進している「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」の1研究課題として、昭和56年度から石川県が科学技術庁の委託を受けて実施してきたものである<sup>1) 10)</sup>。その研究題目は「土地利用適性評価の検討」で、人工衛星データを活用し、土地利用と自然的特性との適合性や土地利用間の相互適応性など、土地利用適性を客観的に評価する技術手法の開発を試み、土地利用の適正化施策に資することをねらいとしている。また、研究の進め方は、建設省国土地理院と協力して実施することとし、国土地理院は人工衛星データからの土地被覆分類データ作成を分担し、石川県はそのデータを基本データとして、土地利用適性評価手法の開発を分担した。

56～58年度（第Ⅰ期）には、ランドサットMSSデータを用い、これを解析して得た土地被覆分類データを基本データとして、主として“土地被覆・自然条件に対する適合性”に着目した土地利用適性の評価を試みた。そのケーススタディとして、宅地開発適性地評価図と水資源保全評価図を試作した<sup>1) 10)</sup>。

59～60年度（第Ⅱ期）では、MSSデータよりも地上分解能が高い等の特性を持つTMデータを用い、これを解析して得た土地被覆分類データを基本データと

して、主として“土地利用相互間の適応性（社会的な整合性）”に着目した土地利用適性の評価を行い、更に、その結果と第Ⅰ期の結果とを総合化して「住宅地利用可能性評価図」を試作するなど、土地利用適性評価手法の高度化・体系化・標準化を試みた<sup>11) 10)</sup>。

本報告は、この研究の最終年度に当たる60年度に実施した内容のうち、「住宅地利用可能性評価図」の試作結果とその行政上の利用性について述べたものである。

### 2 研究の内容及び方法

#### 2・1 研究の対象地域

対象地域は、5万分の1・地形図「金沢」（建設省国土地理院発行）の地域範囲とした。この地域は、石川県のほぼ中央に位置し、県庁所在都市である金沢市を中心に、松任市、野々市町、津幡町及び内灘町の2市3町にまたがり、その陸域面積は約270km<sup>2</sup>である。

#### 2・2 研究内容の概要

59～60年度（第Ⅱ期）において実施した研究内容の概要を図1に示した。

ランドサットTMデータから作成した土地被覆分類データとその他の土地利用関連データを用いて、“土地被覆の種類区分”、“土地利用相互間の整合性からみた住宅地化適性の評価”及び“土地被覆の自然性や環境保全力からみた土地保全性の評価”を計量的に

Studies on the Assessment of Suitability for Land Use in Ishikawa Prefecture Using LANDSAT DATA. 5. Drawing up the Evaluating Map of the Housing Land-use Possibility Using TM-data of LANDSAT. by Yuhji TAKENO, Takatoshi TAJIMA, Toshihiko HANABUSA, Michinori SAKAI and Yorino MIZUKAMI (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

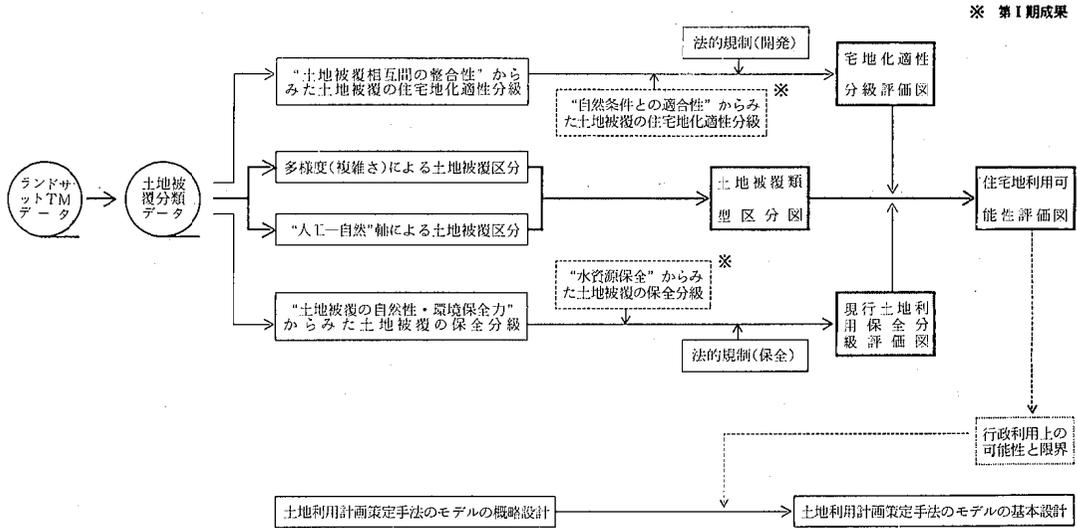


図 1 研究全体の流れ

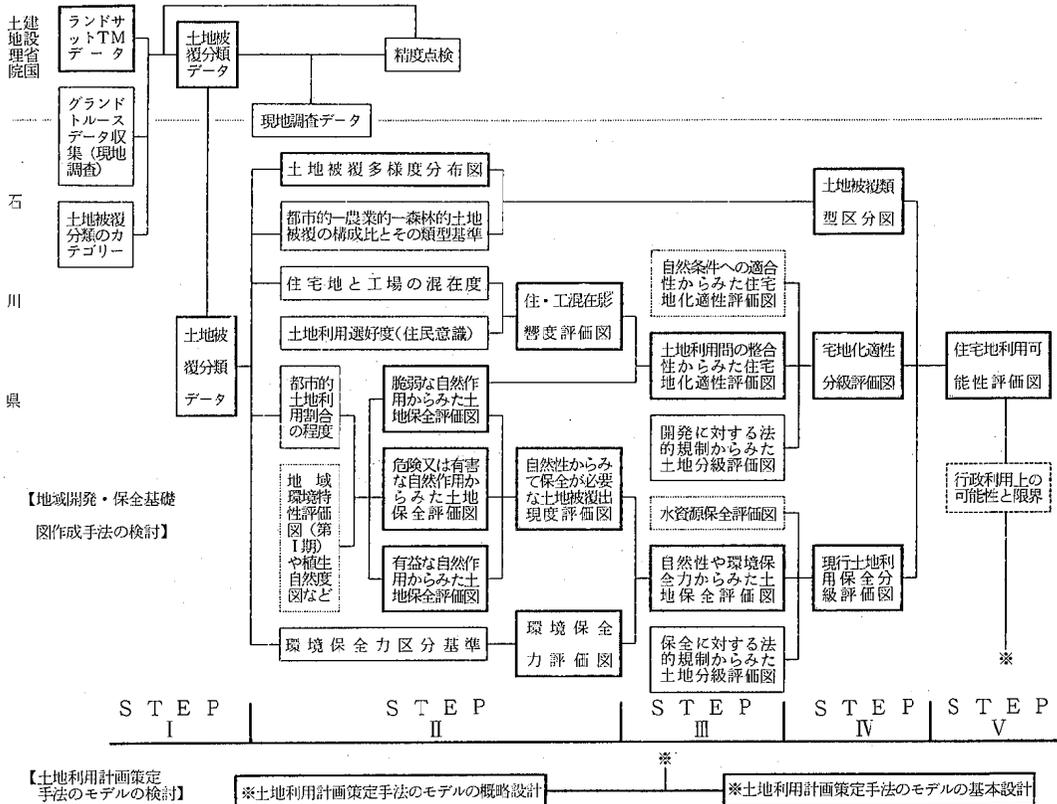


図 2 実施方法の流れ



表1 土地被覆分類カテゴリー

第一次分類	第二次分類	第三次分類	第一次分類	第二次分類	第三次分類
高密市街地	高密市街地	高密市街地	ゴルフ場	ゴルフ場・草地・芝地	ゴルフ場・草地・芝地
中密市街地	中密市街地	中密市街地	草地		
低密市街地	低密市街地	低密市街地	芝地		
一般住宅地			公園緑地	公園緑地	
工場	工場	工場	グミ林	グミ林	グミ林
コンクリート建造物	コンクリート構造物	コンクリート構造物	荒地	荒地	荒地
中・高層コンクリート建造物			ニセアカシア林	ニセアカシア林	ニセアカシア林
防波堤			貯木場	(削除)	(削除)
その他の建造物	温室	温室	杉植林地	杉林	杉林
	鉄製構造物	鉄製構造物	杉林		
	トタン屋根構造物	トタン屋根構造物	黒松林	黒松林	黒松林
道路	道路, 駐車場	道路, 駐車場	赤松林	赤松林	赤松林
高速道路			ハイ松林	ハイ松林	ハイ松林
駐車場			ブナ林	ブナ林	ブナ林
鉄道	鉄道	(削除)	アオモリトド松林	アオモリトド松林	アオモリトド松林
水田	水田	水田	ダケカンバ林	ダケカンバ林	ダケカンバ林
麦畑	畑地	畑地	その他の樹林	広葉樹林	広葉樹林
その他の畑地			その他の樹林	針葉樹林	(削除)
果樹園	果樹園	果樹園	混交林	混交林	混交林
ハウス果樹園	ハウス園芸地	(削除)	寺社林		
竹林	竹林	竹林	伐採跡地	伐採跡地	伐採跡地
客土水田	裸地	裸地	崩壊地	崩壊地	(削除)
グラウンド			海	海	海
造成地			海域以外の水域	海域以外の水域	海域以外の水域
砂地	砂地	砂地			レンコン田(新設)
砂レキ地	砂レキ地	砂レキ地			

表 2 収集・整備した土地利用関連データ (TMデータを除く)

データ名	縮尺	発行所及び作成年
植生図	1 / 50,000	環境庁 1984年
風致地区 都市計画区域 都市計画公園及び緑地	1 / 25,000 or 1 / 50,000	当該の市町村の資料 1985年
鳥獣保護区	1 / 100,000	石川県 1984年
国立・国定・県立公園 自然環境保全地域 名勝, 天然記念物	1 / 50,000	石川県 1983年
急傾斜地崩壊危険地域 災害危険区域 宅地造成工事規制区域 砂防指定地 地すべり防止区域 河川区	1 / 50,000	石川県 1978年
保安林	1 / 100,000	石川県 1984年
農業振興地域 森林地域	1 / 50,000	石川県 1983年
地すべりが生じやすい地域 崩壊・崖くずれが生じやすい地域 水の保全上重要な植生が存在する地域 土地の保全上重要な植生が存在する地域 水資源保全評価図	100mメッシュ	(第I期成果)

表 3 法的規制の強さの基本的な分級カテゴリー

分級	細分級とその内容
A 開発禁止	A 1 : 防災上からみた開発禁止 A 2 : 自然の保全上からみた開発禁止 A 3 : 文化財保護上からみた開発禁止
B 条件付開発禁止	B 1 : 防災上の障害又は必要がなくなるまで原則として開発禁止 B 2 : 自然保護上の障害又は必要がなくなるまで原則として開発禁止 B 3 : その他土地資源保全上の理由による原則的開発禁止
C 開発制限	C 1 : 防災上の特別の条件を付ける C 2 : 自然保護上の特別の条件を付ける C 3 : その他土地資源保全上の特別の条件を付ける
D 開発目的限定	D u : 宅地開発を促進する D a : 農地開発を促進する D f : 森林開発を促進する D r : レクリエーション施設用地開発を促進する

このデータの精度に関して、国土地理院が詳細な点検を行うこととなっているが、先の地上調査データと照合して、おおまかに点検すると、

- ① 新たに設定した項目の“レンコン田”が精度良く判別され、このことによって未判別部分が少なくなった、
- ② “道路・駐車場”，“荒地”の判別精度がより高くなっており、分類図が精緻になった、

ことが特徴となっている。

3・2 土地利用関連データの磁気テープ化

この研究で用いる基礎データとして、表2に掲げた既存の土地利用関連データを収集し、メッシュデータ化(250m単位)及び磁気テープ化を行った。

3・3 法的規制データ

(1) 法的規制の強さの分級

土地利用に関連した各種の法的規制の強さを

表 4 法的規制からみた住宅地開発適合度基準

法区分	法 指 定 区 域	法 令 お よ び 条 例 名	法的規制の強さの分級 カテゴリー	住宅地開発 適合度基準 (注)
保よ自然 護文保 関化全 係財お	風致地区	都市計画法、県条例	C 2	2
	鳥獣保護区	鳥獣保護法および狩猟に関する法律	C 2	2
	国立、国定、県立公園		該当なし	
	自然環境保全地域 名勝、天然記念物	文化財保護法	A 3	1
防 災 関 係	急傾斜地崩壊危険地域	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	A 1	1
	災害危険区域	建築基準法、県条例	A 1	1
	宅地造成工事規制区域	宅地造成等規制法	C 1	2
	保安林	森林法	A 1	1
	砂防指定地	砂防法	A 1	1
	地すべり防止区域 河川区域	地すべり等防止法 河川法	A 1 A 1	1 1
開 発 関 係	都市計画区域 市街化区域	都市計画法 建築基準法	Du	
	第1種住居専用地域			5
	第2種住居専用地域			5
	住居地域			5
	近隣商業地域			5
	商業地域			4
	準工業地域			4
	工業地域		4	
	工業専用地域		2	
	市街化調整区域	都市計画法	C 3	3
係	農業振興地域 農用地区域	農業振興地域の整備に関する法律	Da (C 3)	3
	森林地域 地域森林計画対象民有林	森林法	Df (C 3)	3
	都市計画公園および緑地	都市計画法	Dr (C 3)	2

注) 分級基準の意味

- 1 : 住宅地開発を原則として禁止する地域
- 2 : 主として防災上及び自然保護上から住宅地開発を制限する地域
- 3 : 主として土地資源保全上から住宅地開発を制限する地域
- 4 : 住宅地開発を認めるが、工業及び商業を優先する地域
- 5 : 住宅地開発を優先する地域

- A：開発禁止
- B：条件付開発禁止
- C：開発制限
- D：開発目的限定

の4つのカテゴリーに大きく分け、更に、表3のように、それぞれのカテゴリーを3～4に細区分した。

(2) 法的規制からみた住宅地開発適合度基準の設定  
表3のカテゴリーに基づいて、法的規制からみた住宅地開発適合度基準を表4のように設定した。この基準を用いて、個々に得た規制状況図をオーバー・レイし、後述(p.57)の「開発に対する法的規制からみた土地分級評価図」(図13)を作成した。

この場合に、表4の法区分のうち、開発関係の法指定地域が重複するときは、表5の基準を適用した。また、2つ以上の法的規制が重なる場合には、基準の最も厳しいものを優先してオーバー・レイした。

(3) 法的規制からみた土地保全適合度基準の設定  
上と同様にして、土地保全適合度基準を表6のように設定し、また、後述(p.62)の「保全に対する法的規制からみた土地分級評価図」(図22)を作成した。

この場合に、表6の法区分のうち、開発関係の法指定地域が重複するときは、表7の基準を適用した。また、2つ以上の法的規制が重なる場合には、基準の最も厳しいものを優先してオーバー・レイした。

### 3・4 住民の土地利用選好度に関するデータ

“土地利用相互間の整合性からみた住宅地化適性の評価”を具体化する第一段階として、地域住民の土地利用に関する意識を的確に把握し、それに基づいて、利用目的からみて好ましくない土地被覆の組み合わせ等を明らかにしておかねばならない。

表5 法指定地域が重複した場合の適合度基準 (住宅地開発)

区 分		都市地域		農業地域	森林地域
		市街化区域	市街化調整区域	農用地区域	地域森林計画林
都市地域	市街化区域		*	*	*
	市街化調整区域	*		3	2
農業地域	農用地区域	*	3		2
森林地域	地域森林計画林	*	2	2	

\*：制度上、一部の例外を除いて重複のないもの。

このようなことから、59年度は包括的な土地利用選好度調査を行い<sup>10)</sup>、60年度は住・工混在に視点をあてた土地利用選好度調査を行った。

60年度調査の主な内容は、1つは、59年度と同じく住・工混在影響係数を算出する基礎データとするもの(距離別選好度)、他の1つは、日常生活の中で工場から受けている様々な影響の内容とその程度に関する意識を把握するもの、とした。

調査地区は、土地被覆分類によって工場が抽出された地域のうち、工場のまとまり具合や土地利用構成などからみて、工場の影響を何らかの形で受けていると推測される地区とした。

## 4 土地利用適性評価の結果

### 4・1 土地被覆類型区分図

#### (1) 作成手順

この区分図は、図3の作成手順に従って作成した。

#### (2) 解析結果

まず、土地被覆多様度の計量化モデル<sup>11)12)</sup>を表8に、また、これを用いて図4の多様度分布図を作成した。

次に、表9の土地被覆類型区分基準<sup>11)13)</sup>を用いて図5の類型区分図を作成し、これと写真2に示した59年度作成の類型区分図とを対比してみたが、両者の間にはほとんど差がみられなかった。

### 4・2 宅地化適性分級評価図

#### (1) 作成手順

この評価図は、図6の作成手順に従って作成した。

#### (2) 解析・評価結果

##### ア 土地利用間の整合性からみた住宅地化適性評価図

“土地利用間の整合性”の視点を、

- ① 利用目的からみて好ましくない土地被覆の組み合わせ
- ② 自然性からみて好ましくない土地被覆の組み合わせ

とし、前者の視点については住宅地と工場の混在をケーススタディに、また、後者については脆弱な自然作用、危険又は有害な自然作用、及び有益な自然作用を対象とした(ただし、このSTEPでは、脆弱な自然作用のみを入力対象とした)。

##### イ 住・工混在影響度評価図

まず、工場の分布状況を把握するため、土地被覆分類データから図7の工場構成比率分布図を作成した。

次に、3・4で得た土地利用選好度データを用いて、表10の住・工混在影響係数<sup>11)13)</sup>を算出した。この影響

表 6 法的規制からみた土地保全適合度基準

法区分	法 指 定 区 域	法 令 お よ び 条 例 名	法的規制の強さの分級 カテゴリー	環 境 保 全 適合度基準 (注)
保よ自然 護び自然 関文化保 係全 財お	風致地区	都市計画法、県条例	C 2	4
	鳥獣保護区	鳥獣保護法および狩猟に関する法律	C 2	4
	国立、国定、県立公園		該当なし	
	自然環境保全地域 名勝、天然記念物	文化財保護法	A 3	5
防 災 関 係	急傾斜地崩壊危険地域	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	A 1	5
	災害危険区域	建築基準法、県条例	A 1	5
	宅地造成工事規制区域	宅地造成等規制法	C 1	4
	保安林	森林法	A 1	5
	砂防指定地	砂防法	A 1	5
	地すべり防止区域 河川区域	地すべり等防止法 河川法	A 1 A 1	5 5
開 発 関 係	都市計画区域 市街化区域	都市計画法 建築基準法	Du	
	第1種住居専用地域			1
	第2種住居専用地域			1
	住居地域			1
	近隣商業地域			1
	商業地域			1
	準工業地域			1
	工業地域			1
	工業専用地域		1	
	市街化調整区域	都市計画法	C 3	2
係	農業振興地域 農用地区域	農業振興地域の整備に関する法律	Da (C 3)	3
	森林地域 地域森林計画対象民有林	森林法	Df (C 3)	3
	都市計画公園および緑地	都市計画法	Dr (C 3)	4

注) 分級基準の意味

- 1 : 住宅地開発を優先する地域
- 2 : 農林業以外の土地資源保全上から住宅地開発を制限する地域
- 3 : 農林業の資源保全上から住宅地開発を制限する地域
- 4 : 主として防災上又は自然保護上から住宅地開発を制限する地域
- 5 : 防災上又は自然保護上もしくは文化財保護上から住宅地開発を原則として禁止する地域

係数の値は、59年度の値と比較してA法、B法とも距離が遠くなるほど小さくなっている。

表10の4種の影響係数を60年度に得た土地被覆分類データと59年度のそれにそれぞれ適用し、計8種類の住・工混在影響度評価図を作成したほかに、これをブロック図としても表した。

その一例として、表10の第1欄のR値を写真1の土地被覆分類データに適用した結果を図8に、また、そ

の地域範囲から土地利用選好度調査対象地区を抜き出してブロック図としたものを図9(1)に示した。

また、土地利用選好度データのうち、日常生活の中で工場から受けている様々な影響の内容とその程度に関する意識データを用いて、その影響の程度を数量化し、それを250mメッシュごとに集計した。その結果を基準化したものを“より直接的な住民意識に基づく影響度”として、図9(2)の影響度分布図を作成した。

表7 法指定地域が重複した場合の適合度基準 (土地保全)

区分		都市地域		農業地域	森林地域
		市街化区域	市街化調整区域	農用地区域	地域森林計画林
都市地域	市街化区域		*	*	*
	市街化調整区域	*		3	4
農業地域	農用地区域	*	3		4
森林地域	地域森林計画林	*	4	4	

\* : 制度上、一部の例外を除いて重複のないもの。

表8 土地被覆多様度の概念

多様度： $H' = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$   
 ただし、 $P_i$  : 分類カテゴリー $i$ の構成比  
 $n$  : 分類カテゴリー数

多様度指数： $V = H' / H'_{max}$   
 ただし、 $H'_{max}$  : 理論上の最大値

上述の8種類の住・工混在影響度と、ここでのより直接的な住民意識に基づく影響度との間でスピアマンの順位相関係数を求めた結果、表11のとおりとなり、いずれも危険率<0.1%で有意な相関が得られた。

(イ) 脆弱な自然作用からみた土地保全性評価図

この評価図は、表12の第1欄に掲げた6区分の植生

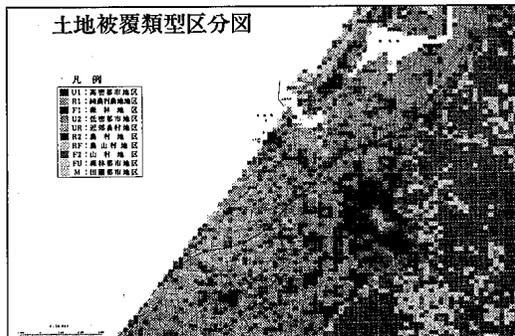


写真2

自然度(現存植生図から読み取り)と、土地被覆分類データからの都市的土地被覆割合と組み合わせ、同表に示した評価ランク付けを行って作成した。その結果を図10に示した。

(ウ) 土地利用間の整合性からみた住宅地化適性評価図

この評価図は、(ア)の住・工混在影響度評価図と、(イ)

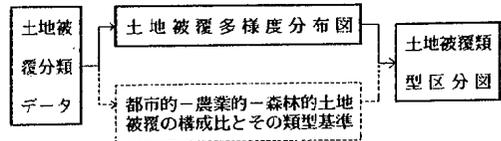


図3 土地被覆類型区分図の作成手順

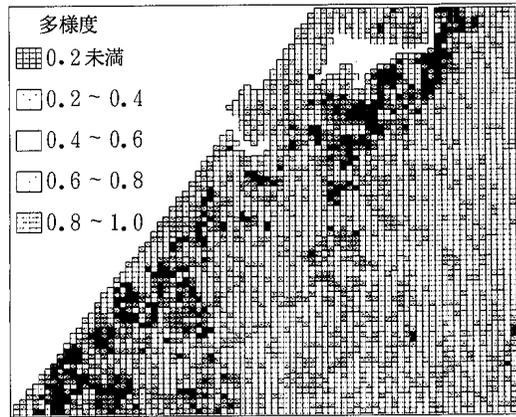


図4 土地被覆多様度分布図【昭和60年度作成】

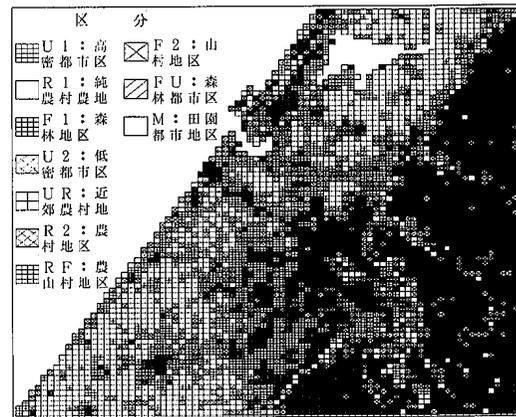


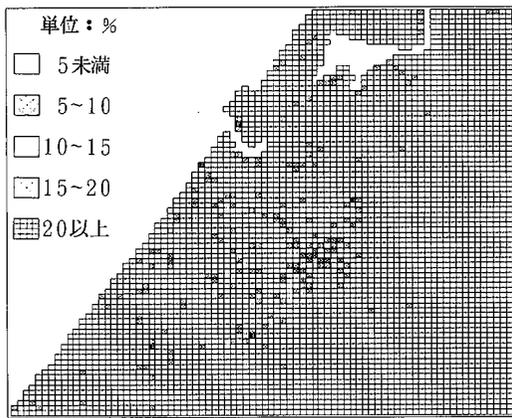
図5 土地被覆類型区分図



表 10 住・工混在影響係数

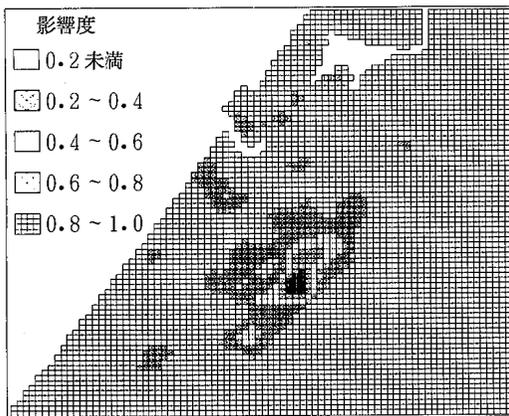
住宅と工場との間の、望ましくない、又は気になる距離区分	60年度意識調査結果による影響係数		59年度意識調査結果による影響係数	
	R (A法)	R' (B法)	R'' (A法)	R''' (B法)
100 m	0.90	1.00	0.98	1.00
250 m	0.78	0.90	0.96	0.98
500 m	0.59	0.78	0.86	0.96
1 km	0.31	0.59	0.59	0.86
2 km	0.00	0.31	0.00	0.58

注) A法:影響係数=1.00 - 累積比率  
 (近距離からの累積比率)  
 B法:影響係数=累積比率  
 (遠距離からの累積比率)



(1984年8月14日TMデータ)

図7 工場構成比率分布図



(1984年8月14日TMデータ)

図8 住・工混在影響度評価図

4・4 現行土地利用保全分級評価図

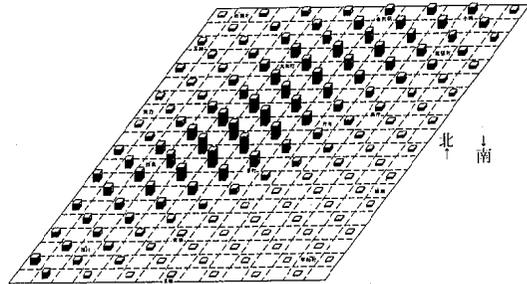
(1) 作成手順

この評価図は、図14の作成手順に従って作成した。

(2) 解析・評価結果

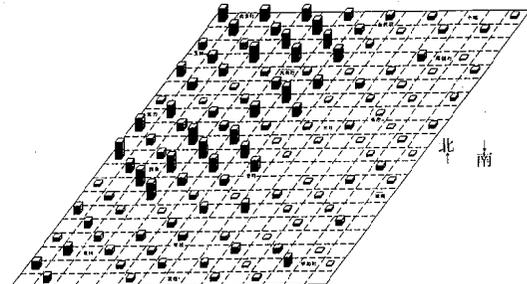
ア 自然性や環境保全力からみた土地保全評価図

(ア) 自然性からみて保全が必要な土地被覆出現度評価図



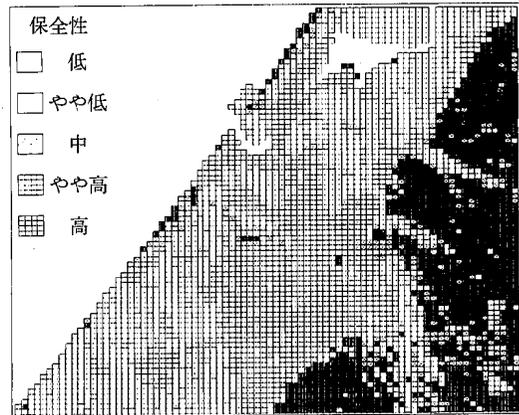
西---東

図9(1) 住・工混在影響度



西---東

図9(2) 住民意識による影響度



(TMデータ・その他データ)

図10 脆弱な自然作用からみた土地保全性評価図

表 11 住・工混在影響度の順位相関係数

回答人数 (対象メッシュ数)	60 年度作成の分類図				59 年度作成の分類図			
	R	R'	R''	R'''	R	R'	R''	R'''
5人以上 ( 121 )	0.305	0.324	0.304	0.323	0.334	0.351	0.332	0.356
6人以上 ( 80 )	0.368	0.340	0.377	0.354	0.399	0.376	0.411	0.386
7人以上 ( 44 )	0.452	0.435	0.471	0.462	0.493	0.502	0.514	0.505

注) 回答人数の最大値は 10 人である。

表 12 脆弱な自然作用からみた土地保全性評価ランキング

植生自然度区分	都市的土地被覆の割合		
	高	中	低
I	1	1	2
II	1	2	3
III	2	3	4
IV	2	3	4
V	3	4	5
VI	4	5	5

注) 脆弱な自然作用からみた土地保全性評価ランク

- 1 : 保全性 低            4 : 保全性 やや高  
 2 : " やや低            5 : " 高  
 3 : " 中

表 14 宅地化適性評価の重み付け

入力した評価図	重み	持ち点
土地利用間の整合性からみた住宅地化適性評価図	1	1~5
自然条件への適合性からみた住宅地化適性評価図	1	0~5
開発に対する法的規制からみた土地分級評価図	1	1~5

表 13 土地利用間の整合性からみた住宅地化適性評価ランキング

		脆弱な自然作用からみた土地保全性				
		低	やや低	中	やや高	高
住・工混在影響度	低	5	4	3	2	1
	やや低	4	3	2	1	1
	中	3	2	1	1	1
	やや高	2	1	1	1	1
	高	1	1	1	1	1

注) 土地利用間の整合性からみた住宅地化適性の評価ランク

- 1 : 適性 低            4 : 適性 やや高  
 2 : " やや低            5 : " 高  
 3 : " 中

表 15 宅地化適性評価ランキング

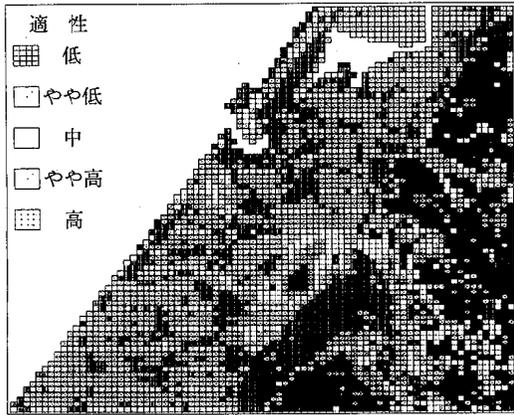
オーバー・レイ後の合計点数	宅地化適性分級の評価ランク
3 以下	低
4 ~ 6	やや低
7 ~ 9	中
10 ~ 12	やや高
13 以上	高

表 16 有益な自然作用からみた土地保全性評価ランキング

		水の保全からみた植生の重要度					評価なし
		高	やや高	中	やや低	低	
み土地の保全から 植生の重要度	高	5	5	5	4	4	3
	やや高	5	5	4	4	3	2
	中	5	4	4	3	2	2
	やや低	4	4	3	2	2	1
	低	4	3	2	2	1	1
	評価なし	3	2	2	1	1	1

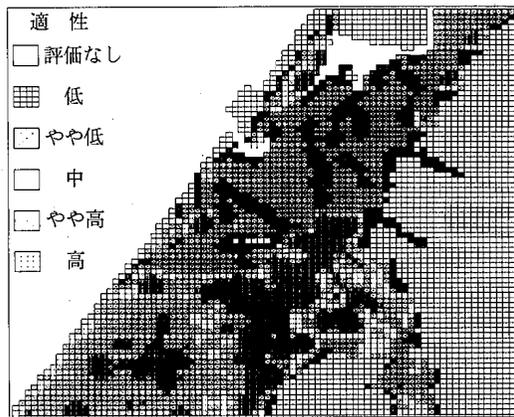
注) 有益な自然作用からみた土地の保全性評価ランク

- 1 : 低  
 2 : やや低  
 3 : 中  
 4 : やや高  
 5 : 高



(TMデータ・その他データ)

図11 土地利用間の整合性からみた住宅地化適性評価図



(第1期成果)

図12 自然条件への適合性からみた住宅地化適性評価図

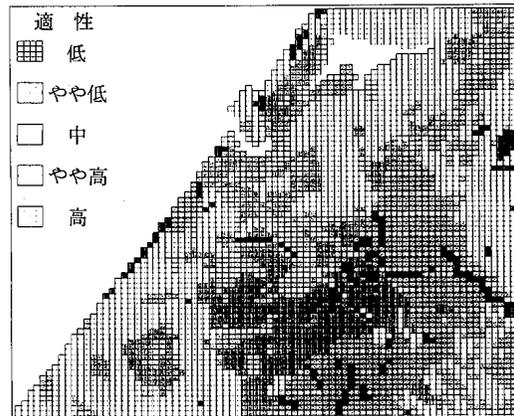


図13 開発に対する法的規制からみた土地分級評価図

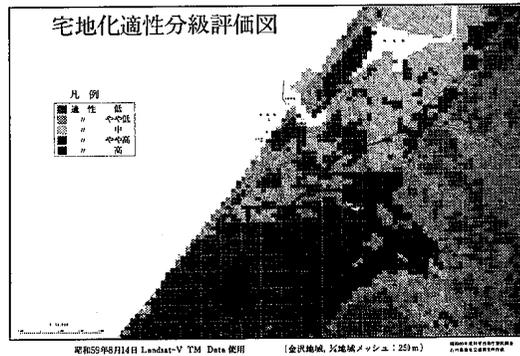


写真 3

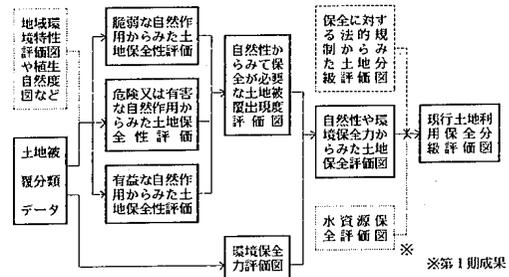
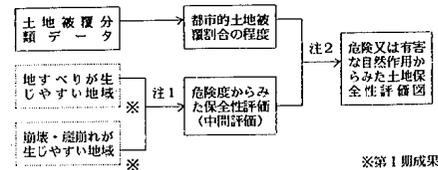


図14 現行土地利用保全分級評価図作成手順



注1)

		地すべりの危険度					危険度からみた保全性ランキング
		高	やや高	中	やや低	低	
崩壊・崖崩れの危険度	高	5	5	5	4	4	3
	やや高	5	5	4	4	3	2
	中	5	4	4	3	2	2
	やや低	4	4	3	2	2	1
	低	4	3	2	2	1	1
		3	2	2	1	1	1

注2)

		都市的土地被覆割合の程度			危険又は有害な自然作用からみた土地保全性評価ランキング
		高	中	低	
注1の保全性ランク	1 (高)	V	V	IV	I: 保全性 低
	2 (やや高)	V	IV	III	II: " やや低
	3 (中)	IV	III	II	III: " 中
	4 (やや低)	III	II	I	IV: " やや高
	5 (低)	II	I	I	V: " 高

図15 危険又は有害な自然作用からみた土地保全性評価図作成フロー

このSTEPでの“自然性”の視点、脆弱な自然作用の内容については、4・2(2)で既述したとおりで、危険又は有害な自然作用として“都市的土地被覆割合一地主り又は崩壊・崖崩れの危険性”の組み合わせ、また、有益な自然作用として“水の保全、土地の保全からみた植生の重要度”を取り上げた。

- a 脆弱な自然作用からみた土地保全評価図  
前出のとおり ( 図10 )。
- b 危険又は有害な自然作用からみた土地保全性評価図  
この評価図は、第 I 期に得た“地主りが生じやすい地域”と“崩壊・崖崩れが生じやすい地域”の解析・評価結果に、土地被覆分類データからの都市的土地被覆割合を図15の手順で組み合わせ、同図の注に掲げた評価ランク付けを行って作成した。その結果を図16に示した。
- c 有益な自然作用からみた土地保全評価図  
この評価図は、第 I 期に得た“水の保全上重要な植生が存在する地域”と“土地の保全上重要な植生が存在する地域”の解析・評価結果を組み合わせ、表16の評価ランク付けを行って作成した。その結果を図17に示した。
- d 自然性からみて保全が必要な土地被覆出現度評価図

この評価図は、 a, b, c でそれぞれ得られた評価図を表17の重み付けで組み合わせ、表18の評価ランク付けを行って作成した。その結果を図18

表 17 自然性からみて保全が必要な土地被覆出現度評価の重み付け

入力した評価図	重み
脆弱な自然作用からみた土地保全性評価図	1
危険な自然作用からみた土地保全性評価図	1
有益な自然作用からみた土地保全性評価図	1

表 18 自然性からみて保全が必要な土地被覆出現度評価ランキング

オーバー・レイ後の合計点数	自然性からみた保全の必要性の評価ランキング
5 以下	低
6 ~ 7	やや低
8 ~ 10	中
11 ~ 12	やや高
13 以上	高



(TMデータ・その他データ)

図16 危険又は有害な自然作用からみた土地保全性評価図

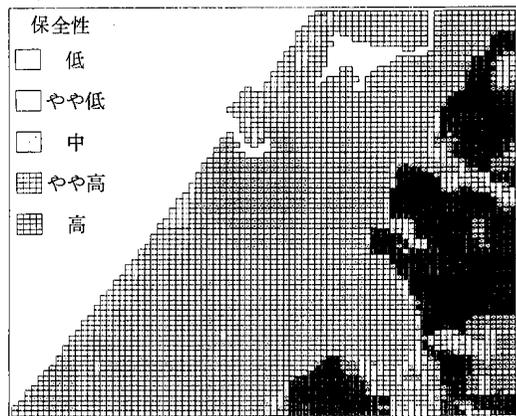
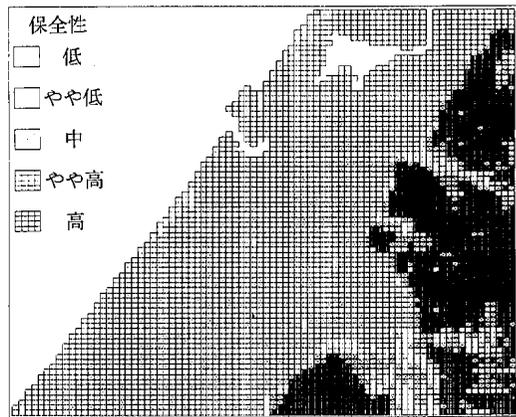


図17 有益な自然作用からみた土地保全性評価図



(TMデータ・その他データ)

図18 自然性からみて保全が必要な土地被覆出現度評価図

に示した。

(イ) 環境保全力評価図

a 環境保全力の概念とその評価基準

都市における緑被地は、大気汚染や騒音、気象などを緩和する機能、また、それが存在することによって景観に区切りを与え、安らぎ感をもたらす修景的機能、更に防災的機能などを持っている。このような緑被地が有する様々な機能を一体としてとらえ、それをここでは“環境保全力”とした。

環境保全力の区分とその内容については、土地被覆や土地被覆タイプの出現状況を考慮して、表19のように、最も緑豊かな森林的土地利用がみられる地域を頂点に、人工構造物が高密度にみられる市街地までを5段階に区分した。

また、各区分の評価基準は、土地被覆分類データから読み取り可能な緑被率と構造物被覆率を評価因子として、表20のように設定した。

b 環境保全力評価図

この評価図は、表20の評価基準を用いて、土地被覆分類データから作成した。その結果を図19に示した。

(ウ) 自然性や環境保全力からみた土地保全分級評価図

この評価図は、(ア)の「自然性からみて保全が必要な土地被覆出現度評価図」と、(イ)の「環境保全力評価図」とを組み合わせ、表21の評価ランク付けを行って作成した。その結果を図20に示した。

イ 水資源保全評価図

これは第I期に試作したもので<sup>3)10)</sup>、図21に示した。

ウ 保全に対する法的規制からみた土地分級評価図 3・3で既述したとおりで、図22の結果を得た。

エ 現行土地利用保全分級評価図

この評価図は、アの「自然性や環境保全力からみた土地保全評価図」、イの「水資源保全評価図」及びウの「保全に対する法的規制からみた土地分級評価図」を表22の重み付けで組み合わせ、表23の評価ランク付

表 19 環境保全力の区分とその内容（定義）

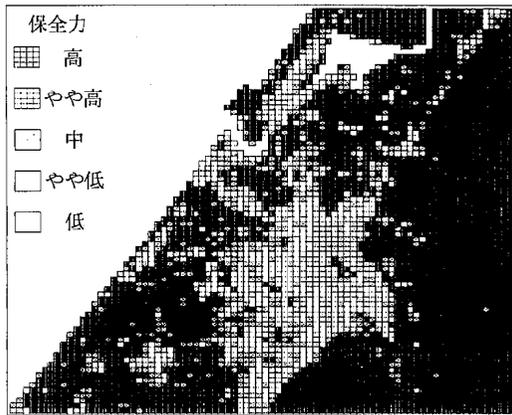
環境保全力区分	内 容 （定 義）	具 体 例
環境寄与地 ①	豊かな自然環境が保持され、旺盛な環境保全力があって、環境に寄与していると思われる地域	森林に覆われているなど、豊富な植物量が存在する地域
環境保全力均衡地 ②	環境保全力と人間活動等による環境利用との間に、ある程度のバランスが保たれていると思われる地域	田園地帯
環境保全力軟化地 ③	自然環境の減少や人為活動の増大に伴い植物量が縮小し、環境保全力が軟弱化していると思われる地域	都市化等の進展が著しく、農耕地、自然地の破壊が進んでいる地域
都市化環境地 ④	自然環境が少なく、人為活動が旺盛なため環境利用が増大し、比較的環境保全力に欠けていると思われる地域	人工構造物に覆われて都市化された地域
高密度都市域 ⑤	高密度化のため、自然環境が著しく減少し、ほとんど保全力に欠けているうえに、環境汚染源をもつ地域	人工構造物が高密度化し、緑被率が著しく低い地域

表 20 環境保全力評価ランキング

緑被率(%)	構造物被覆率(%)				
	0～10	10～40	40～60	60～80	80～100
60～100 樹木率/緑被率>50	①	②	③	④	⑤
60～100	②	②	③	④	⑤
30～60	③	③	④	④	⑤
10～30	③	③	④	④	⑤
0～10	③	③	④	⑤	⑤

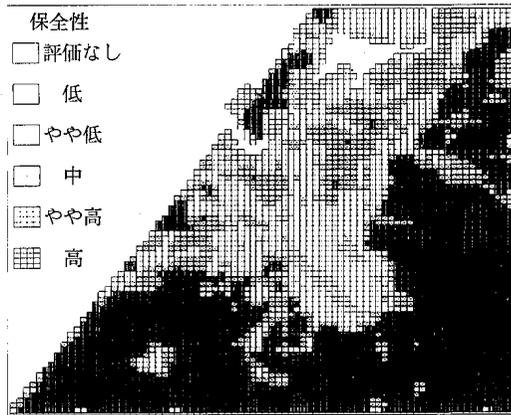
注) 環境保全力の評価ランク

- ①：高
- ②：やや高
- ③：中
- ④：やや低
- ⑤：低



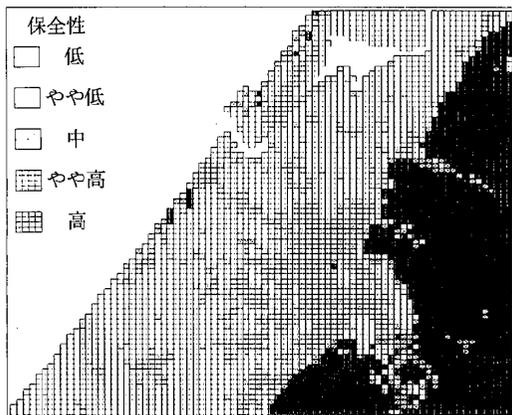
(1984年8月14日TMデータ)

図19 環境保全力評価図



(第1期成果)

図21 水資源保安全性評価図



(TMデータ・その他データ)

図20 自然性や環境保全力からみた土地保安全分級評価図

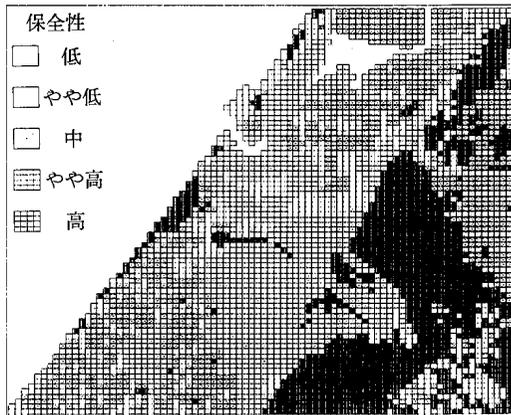


図22 保全に対する法的規制からみた土地分級評価図

表21 自然性や環境保全力からみた土地保安全分級評価ランキング

		環境保全力				
		低	やや低	中	やや高	高
自然性や環境保全力からみた土地保安全分級	低	1	1	2	2	3
	やや低	1	2	2	3	4
	中	2	2	3	4	4
	やや高	2	3	4	4	5
	高	3	4	4	5	5

注) 自然性や環境保全力からみた土地の保安全性評価ランク

- 1 : 保安全性 低                      4 : 保安全性 やや高
- 2 : " やや低                      5 : " 高
- 3 : " 中

けを行って作成した。その結果を写真4に示した。

4・5 住宅地利用可能性評価図

(1) 作成手順

この評価図は、図23の作成手順に従って作成した。

(2) 解析・評価結果

手順に従って作成した結果を写真5に示した。この結果から土地被覆類型区分の高密度都市地区(U1.)を既成市街地として除いたものを写真6に示した。

これらの結果に掲げた“住宅地利用可能性”とは、当該の土地が、自然条件への適合性、土地利用間の整合性(ここでは住・工混在や自然性という視点からの整合性)及び法的規制からみて、将来の住宅地利用という目的や用途に対して持っている現在のポテンシャルの大きさを相対的に表したもので、利用可能性が高

表 22 現行土地利用保全分級評価の重み付け

入力した評価図	重み	持ち点
自然性や環境保全力からみた土地保全分級評価図	1	1～5
水資源保全評価図	1	0～5
開発に対する法的規制からみた土地分級評価図	1	1～5

表 23 現行土地利用保全分級評価ランキング

オーバー・レイ後の合計点数	土地利用保全分級の評価ランク
3以下	低
4～6	やや低
7～9	中
10～12	やや高
13以上	高

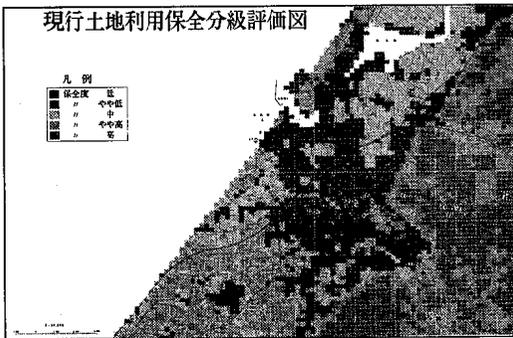


写真 4

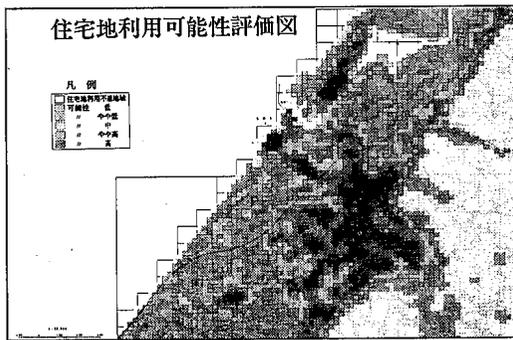


写真 5

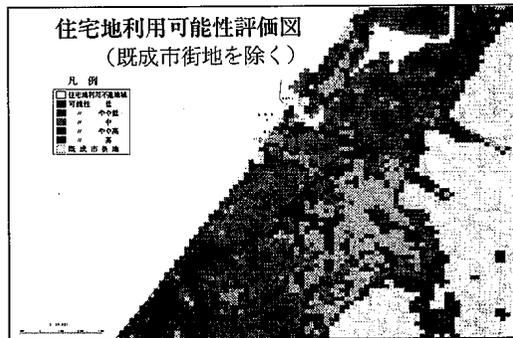
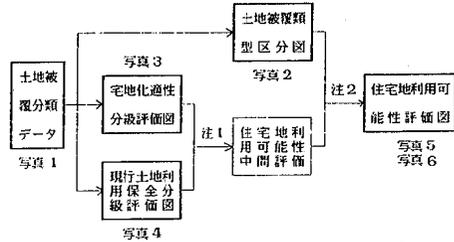


写真 6



注 1)

		現行土地利用の保全性				
		低	やや低	中	やや高	高
宅地化適性	低	住宅地利用不適地域				
	やや低	住宅地利用不適地域				
	中	5	4	3	3	
	やや高	5	5	4	3	3
	高	5	5	4	4	3

住宅地利用不適地域：現行土地利用保全の必要性が高く、住宅地利用の限界条件が存在する地域、もしくは何れかの要因が存在する地域  
 評価ランク 3：住宅地利用が可能であるが、現行土地利用の保全に留意すべき地域  
 // 4：住宅地利用に対して制限が比較的に少ない地域  
 // 5：住宅地利用に対して制限が少ない地域

注 2)

土地被覆類型区分	住宅地利用可能性中間評価の評価ランク		
	3	4	5
U1：高密度都市地区	やや高	高	高
U2：低密度都市地区	中	やや高	高
UR：近郊農村地区	やや低	中	やや高
R2：農村地区	やや低	中	中
FU：森林都市地区	やや低	中	中
M：田園都市地区	やや低	中	中
R1：純農村農地地区	低	やや低	中
RF：農山村地区	低	やや低	中
F2：山村地区	低	やや低	中
F1：森林地区	低	低	やや低

利用可能性 (高)：住宅地利用に対して十分に適した土地環境条件を現在備えている地域  
 // (やや高)：住宅地利用に対して適した土地環境条件を現在ある程度備えている地域  
 // (中)：住宅地利用に対する土地環境条件を現在備えているが、更に人為によるあるいは自然のプロセスによる形成力の存在を要する地域  
 // (やや低)：住宅地利用に対する土地環境条件をあまり備えておらず、人為による又は自然のプロセスによる土地環境条件の形成を要する地域  
 // (低)：住宅地利用に対する土地環境条件を備えておらず、人為による又は自然のプロセスによる土地環境条件の十分な形成を要する地域

図 23 住宅地利用可能性評価図作成フロー

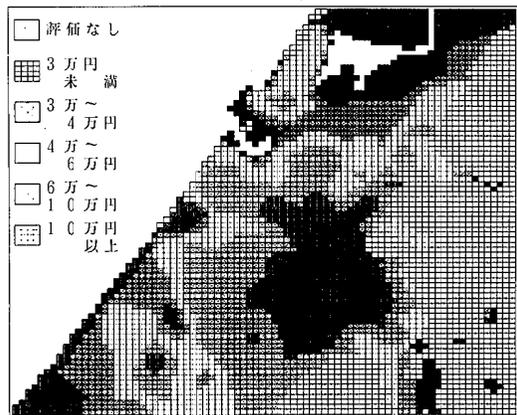
い地域とは住宅地利用としての土地環境条件が備わっていて、制約となる条件が他地域より少ない地域であり、一方、利用可能性が低い地域は住宅地利用としての土地環境条件が備わっておらず、また、制約となる条件も他地域より多く、今後人為あるいは自然のプロセスによる形成力の介入を必要とする地域である。

(3) 住宅地利用の可能性と地価との対応

地価は、土地需要、交通条件等の社会的条件、自然条件などを包括した土地属性の1つである。土地利用適性の評価においては、土地需要という要因を全く考慮に入れていないが、ここで得た住宅地利用可能性と地価との間には何らかの相互関連性があるべきだと考え、両者の対応を検討した。

まず、昭和59年の「地価公示」及び「地価調査」による地価データを用いて、対象地域全体の地価分布をメッシュ単位(250m)で計量化し、それを図24の地価分布図として表した。

この分布図と住宅地利用可能性評価図(写真5)とをメッシュ単位で対比し、利用可能性の評価ランクご



(単位:円/平方メートル)

図24 地価分布図

表24 住宅地利用可能性と地価との関連

(単位:円)

利用可能性	平均地価	最低地価	最高地価
低	41,000	7,500	430,000
やや低	46,000	9,800	490,000
中	61,000	9,300	510,000
やや高	87,000	8,600	530,000
高	150,000	7,500	580,000

との平均地価、最低地価、最高地価を算出した結果、表24のとおりとなった。

住宅地利用可能性が高いと評価された地区では平均地価も他地区に比べて高く、利用可能性が低い地区では平均地価も低いというように、住宅地利用可能性と地価との間には正の相関がみられ、このことから、評価結果は地価という側面からみて、それなりの妥当性を持っていると言える。

5 住宅地利用可能性評価図等の行政上の利用性について

土地被覆類型区分図、宅地化適性分級評価図、現行土地利用保全分級評価図及び住宅地利用可能性評価図の4種類の評価図について、それらの行政上の利用性を検証するために、対象地域内の行政区(県及び金沢市・松任市・野々市町・内灘町の2市2町)の環境・農林・土木・開発等の部門の22機関を対象として、表25の調査票(調査票には4種類の評価図を添付)によるアンケート調査を実施した。

回答があった機関は16機関(全体の73%)で、その集計結果を表26に掲げた。

(1) 評価結果の妥当性

“おおむね現状を表していると思われる”の回答が最も高いのは現行土地利用保全分級評価図の75%で、次いで、住宅地利用可能性評価図の53%であった。これに対して、“まったく現状とあっていない”の回答は土地被覆類型区分図や宅地化適性分級評価図の高々6~7%程度で、現行土地利用保全分級評価図や住宅地利用可能性評価図では0%であった。

“一部の地区で現状とあわないところが見られる”の回答は、土地被覆類型区分図の63%が最も高かったが、そこでの“あわない”と指摘された具体的地区の多くは、金沢市の市街地内の、しかも、土地被覆類型区分図(写真2, p.56)の“田園都市地区”もしくは“農山村地区”と評価した地区であった。これは土地被覆分類に誤りがあると言うよりも、土地被覆類型区分の名称が現況のイメージとピッタリしないことによるものと考えられる。

(2) 評価図の行政上の利用性

4種類の評価図について、“このままで利用できる面がある”の回答はおおよそ20~30%の範囲であった。また、“もう少し加工すれば利用できる面がある”の回答は、宅地化適性分級評価図の25%を除けば、ほぼ50%程度であり、これら2つの尺度を合わせると、何らかの形で“利用できる”とする回答は70%程度で

表 25 行政上の利用性調査票

<p>1 「土地被覆類型区分図」について</p> <p>イ. 10 類型の区分で評価してありますが、その評価結果は、</p> <p>① おおむね現状を表していると思われる。</p> <p>② 一部の地区で現状とあわないところが見られる。</p> <p>③ まったく現状とあっていない。</p> <p>②の場合、現状とあっていないと思われる地区はどのあたりですか。地図上におおよそのエリアなどを記入して下さい。</p> <p>ロ. 行政面での利用性については、</p> <p>① このままで利用できる面がある。</p> <p>② もう少し加工すれば利用できる面がある。</p> <p>③ 利用できる面は少ない。</p> <p>①, ②の場合、どのような面での利用が考えられますか。都市計画、環境保全など具体的に記入下さい。</p> <p>( )</p>	<p>② 一部の地区で現状とあわないところが見られる。</p> <p>③ まったく現状とあっていない。</p> <p>②の場合、現状とあっていないと思われる地区はどのあたりですか。地図上におおむねのエリアなどを記入して下さい。</p> <p>ロ. 行政面での利用性については、</p> <p>① このままで利用できる面がある。</p> <p>② もう少し加工すれば利用できる面がある。</p> <p>③ 利用できる面は少ない。</p> <p>①, ②の場合、どのような面での利用が考えられますか。都市計画、環境保全など具体的に記入下さい。</p> <p>( )</p>
<p>2 「宅地化適性分級評価図」について</p> <p>イ. 5 段階にわけて評価してありますが、その評価結果は、</p> <p>① おおむね現状を表していると思われる。</p> <p>② 一部の地区で現状とあわないところが見られる。</p> <p>③ まったく現状とあっていない。</p> <p>②の場合、現状とあっていないと思われる地区はどのあたりですか。地図上におおよそのエリアなどを記入して下さい。</p> <p>ロ. 行政面での利用性については、</p> <p>① このままで利用できる面がある。</p> <p>② もう少し加工すれば利用できる面がある。</p> <p>③ 利用できる面は少ない。</p> <p>①, ②の場合、どのような面での利用が考えられますか。都市計画、環境保全など具体的に記入下さい。</p> <p>( )</p>	<p>4 「住宅地利用可能性評価図」について</p> <p>イ. 既成市街地を除いて 5 段階にわけて評価してありますが、その評価結果は、</p> <p>① おおむね現状を表していると思われる。</p> <p>② 一部の地区で現状とあわないところが見られる。</p> <p>③ まったく現状とあっていない。</p> <p>②の場合、現状とあっていないと思われる地区はどのあたりですか。地図上におおよそのエリアなどを記入して下さい。</p> <p>ロ. 行政面での利用性については、</p> <p>① このままで利用できる面がある。</p> <p>② もう少し加工すれば利用できる面がある。</p> <p>③ 利用できる面は少ない。</p> <p>①, ②の場合、どのような面での利用が考えられますか。都市計画、環境保全など具体的に記入下さい。</p> <p>( )</p>
<p>3 「現行土地利用保全分級評価図」について</p> <p>イ. 5 段階にわけて評価してありますが、その評価結果は、</p> <p>① おおむね現状を表していると思われる。</p>	<p>5 4 種類の評価結果及び使用したデータ等について、ご意見、お気づきの点等ございましたら、ご記入下さい。</p> <p>( )</p>

表 26 行政上の利用性等に関する回答の集計結果

項目	評価図	尺 度	回答率 (%)
評価結果の妥当性について	土地被覆類型区分図	おおむね現状を表している	31
		一部の地区で現状とあわないところが見られる	63
		まったく現状とあっていない	6
	宅地化適性分級評価図	おおむね現状を表している	50
		一部の地区で現状とあわないところが見られる	43
		まったく現状とあっていない	7
	現行土地利用保土図全地分利評価図	おおむね現状を表している	75
		一部の地区で現状とあわないところが見られる	25
		まったく現状とあっていない	0
	住宅可能地区利用評価図	おおむね現状を表している	53
		一部の地区で現状とあわないところが見られる	47
		まったく現状とあっていない	0
行政面での利用性について	土地被覆類型区分図	このままで利用できる	19
		もう少し加工すれば利用できる	50
		利用できる面は少ない	31
	宅地化適性分級評価図	このままで利用できる	31
		もう少し加工すれば利用できる	25
		利用できる面は少ない	44
	現行土地利用保土図全地分利評価図	このままで利用できる	27
		もう少し加工すれば利用できる	47
		利用できる面は少ない	26
	住宅可能地区利用評価図	このままで利用できる	19
		もう少し加工すれば利用できる	50
		利用できる面は少ない	31

あった。

一方、“利用できる面は少ない”の回答は、宅地化適性分級評価図の44%が最も高く、他の評価図ではおよそ25~30%の範囲であった。

何らかの形で利用できる具体的な面としては、表27の項目が指摘された。

(3) その他の意見・要望

調査票に記載された自由な意見・要望をまとめると次のとおりであった。

- 土地被覆類型区分の区分項目が多すぎる。UR, R2, RFの区別がつきにくい。FUとMも

あまり意味がない。

- 評価尺度の5段階は複雑であり、3段階程度でよい。
- 対象地域を小さくし、市町村レベルで利用できる精度を確保する。
- 評価図の名称が分かりにくく、もう少し直感的に理解できる名称を付けたい。
- 各種データの基礎数値の方が、多様な利用を考える場合、利用価値がある。
- 全県レベルのものがあるとよい。
- 河北潟干拓地、都市公園事業地内、兼六園な

表 27 評価図の行政での具体的な利用面

評価図	具体的な利用面
土地被覆類型区分図	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土地利用現況の把握</li> <li>○ 都市計画における「土地利用基本構想」の基礎図</li> <li>○ 都市計画における線引きの基礎資料</li> <li>○ 都市計画における用途地域指定の基礎資料</li> <li>○ 公園緑地整備計画策定の基礎資料</li> <li>○ 環境管理計画におけるゾーニング</li> <li>○ 防災計画策定の基礎資料</li> </ul>
宅地化適性分級評価図	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土地利用現況の把握</li> <li>○ 都市計画における「土地利用基本構想」の参考資料</li> <li>○ 都市計画における線引きの基礎資料</li> <li>○ 都市計画における用途地域指定の基礎資料</li> <li>○ 都市的整備の可能性の判断資料</li> </ul>
現行土地利用保全分級評価図	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土地利用現況の把握</li> <li>○ 都市計画における「土地利用基本構想」の参考資料</li> <li>○ 都市計画における線引きの基礎資料</li> <li>○ 都市計画における用途地域指定の基礎資料</li> <li>○ 農振地域の区分と保全度の判別</li> <li>○ 石川県土地対策指導要綱の審査</li> <li>○ 環境保全計画策定の基礎資料</li> </ul>
住宅地利用可能性評価図	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 土地利用現況の把握</li> <li>○ 都市計画における「土地利用基本構想」の参考資料</li> <li>○ 都市計画における線引きの基礎資料</li> <li>○ 都市計画における用途地域指定の基礎資料</li> <li>○ 農振地域の区分と保全度の判別</li> <li>○ 石川県土地対策指導要綱の審査</li> <li>○ 公共施設配置計画策定の基礎資料</li> </ul>

どは除外要件が明らかなので、評価対象外として扱うべきである。

- 宅地化適性の判定基準についてコンセンサスが得られることが利用上の大きな要因になる。
- 高次に加工されたデータは、そこまで至る過程や基準が明らかにされていないと、誤解を招いたり、評価がバラバラになる。したがって、基本データや途中段階の結果をできるだけ多く提示する方がよい。
- 宅地化適性、土地利用保全、住宅地利用可能性の定義をもう少し明確にし、評価区分を理解しやすいようにする。
- 法的規制の取り扱いが不十分である。
- 自然系環境を評価軸とした分級評価は基本構想段階の基礎図となり得る。しかし、人工系の評価との組み合わせによる分級評価には、計画

課題からのアプローチも必要で、利用には再構築を要する。

- 都市計画及び農振計画との整合性がない。
- 250mメッシュによる情報分析は、例えば、中部圏といった広域的な分析には有効であるが、金沢都市圏内での分析には必ずしも有効ではないと思われる。

## 6 考 察

### 6・1 土地被覆分類データについて

(1) TMデータの利用により、MSSデータによるものよりも判別精度の高い土地被覆分類データが得られ、今後更に精度向上が図られれば、土地被覆状況の精緻な把握が可能となると考えられる。

(2) 人工衛星データを解析して得られる地表面データは“土地被覆”状況(地表面の形態)で、“土地利

用” 状況 (土地の利用目的・用途) ではない, という限界がある。

“土地利用” 状況の把握に近づけるための判別手法の開発や分類カテゴリーの適正化等を検討する必要がある。

### 6・2 土地利用適性評価の結果について

(1) 得られた諸結果は, 現地を熟知している人々の実感によく合っているが, その精度や妥当性を更に詳細に, 多角的に検証する必要がある。また, 評価手法体系の中に, 検証のための適切なフィードバック・ループを準備しておく必要がある。

(2) 解析・評価結果の行政上の利用可能性もかなり高いことが明らかになったが, より具体面での実利用には, 更に評価精度の向上を図るとともに, 評価の各段階で用いる基準や尺度の客観化とその標準化を図る必要がある。

(3) 土地利用適性評価では, 土地被覆データとその他の環境データとを様々な組み合わせながら解析・評価を繰り返すこととなるが, この場合に, データの精度を統一することや, 作業の各段階で得られる結果の意味付けを明確にすること等が必要である。

(4) MSSデータであれ, TMデータであれ, 本来的に有している限界があるので, 例えば, 行政計画策定の基礎資料に利用することを目的とする場合は, その計画の熟度や地域スケール等を予めよく検討し, それに応じたデータ処理・加工を行うことで, 結果の利用性がより高められると考えられる。

(5) 第 I 期及び第 II 期を通じて開発を試みた評価手法全体を更に体系化し, 標準化する必要がある。

## 7 ま と め

ランドサットTMデータを用いて, 石川県域 (対象地域: 金沢地域) の土地被覆分類データを作成し (建設省国土地理院が分担), これを基本データとして, 土地利用適性の評価を試みた。

建設省国土地理院から得た土地被覆分類データ (分類項目: 34項目) は, MSSデータによるよりも判別精度が高く, また, 土地被覆分類図としてもより精緻であった。

石川県は, この分類データを用いて, 以下に述べる成果を得た。

(1) 土地被覆類型区分概念とその計量化モデル (生態学という種多様性の概念に, 人間と自然のかかわりの程度を組み合わせ, 計量化したモデル) を設定し, これを用いて「土地被覆類型区分図」を試作した。

(2) 土地利用相互間の整合性からみた住宅地化適性評価の概念とその計量化モデル (地域住民の土地利用選好度に基づいて, 好ましくない土地被覆の組み合わせとその程度を入力する 1 つとするモデル) を設定し, これを用いて「宅地化適性分級評価図」を試作した。

(3) 土地被覆が有する自然性や環境保全力からみた土地保全の必要性を評価する概念とその計量化モデル (脆弱・危険・有益な自然作用の大きさや, 緑被率と構造物被覆率の組み合わせによる環境保全力を入力とするモデル) を設定し, これを用いて「現行土地利用保全分級評価図」を試作した。

(4) (1)の土地被覆類型区分図, (2)の宅地化適性分級評価図及び(3)の現行土地利用保全分級評価図を同じ重み付けで重ね合わせて総合化し, 今後の住宅地利用に適した土地環境条件をどの程度備えているかのポテンシャルを相対的・段階的・即地的に表した「住宅地利用可能性評価図」を試作した。

(5) 以上の 4 種類の評価図について, その行政上の利用性を行政実務担当者に対するアンケート調査で検証した結果, “利用できる” とする回答がほぼ 70% であり, また, その具体的利用面として, 「都市計画における線引き」, 「土地対策指導要綱の審査」等々が指摘された。

おわりに, この研究の進め方, 成果の評価等について多くの御意見・御助言をいただいた下記の方々に感謝の意を表します。

木羽 敏泰	金沢工業大学長
上野 季夫	金沢工業大学教授
中島 巖	財団法人林業技術協会主任研究員
川田 剛之	金沢工業大学教授
五味 武臣	金沢大学教育学部助教授
村上 昌幸	富士通株式会社金沢支店長
斎藤 晴彦	石川県環境部環境管理課長
板坂 三郎	石川県環境部自然保護課長
小川登美夫	石川県企画開発部企画課長
市井 勇	石川県企画開発部開発調整課長
松田 正	石川県土木部都市計画課長
脇坂 隼雄	石川県農業試験場長
島田 幸男	石川県林業試験場長
浅井 孝雄	石川県白山自然保護センター所長

## 文 献

- 1) 石川県: 昭和56年度科学技術庁委託調査研究成果報告書, 地形情報に関する研究—土地利用状

- 況調査法一, 73p (昭和57年3月)
- 2) 石川県: 昭和57年度科学技術庁委託調査研究成果報告書, 地形情報に関する研究—土地利用状況調査法 (土地利用適性評価の検討), 91p (昭和58年6月)
  - 3) 石川県: 昭和58年度科学技術庁委託調査研究成果報告書, 地形情報に関する研究—土地利用状況調査法 (土地利用適性評価の検討), 99p (昭和59年6月)
  - 4) 科学技術庁研究調整局宇宙開発課: 昭和56年度科学技術振興調整費「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」—研究成果集一, 95p (昭和57年9月)
  - 5) 科学技術庁研究調整局宇宙開発課: 昭和57年度科学技術振興調整費「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」—研究成果集一, 104p (昭和58年9月)
  - 6) 科学技術庁研究調整局: 昭和56~58年度科学技術振興調整費, リモートセンシング技術の利用実証に関する研究 (第I期) 成果報告集, 286p (昭和60年2月)
  - 7) 建設省国土地理院: 国土地理院技術資料, C・1 No.134, 衛星データによる土地利用判読手法の高度化に関する研究, 46p (昭和59年3月)
  - 8) 田嶋隆俊, 吉田 弘, 戸田修史郎, 前川龍介: 石川衛公害研年報, 19, 86—106 (1982)
  - 9) 吉田 弘, 平 哲宣, 田嶋隆俊: 同上, 20, 92—110 (1983)
  - 10) 田嶋隆俊, 吉田 弘, 平 哲宣: 同上, 21, 51—92 (1984)
  - 11) 石川県: 昭和59年度科学技術庁委託調査研究成果報告書, 土地利用状況調査法—土地利用適性評価の検討, 70p (昭和60年5月)
  - 12) 科学技術庁研究調整局宇宙開発課: 昭和59年度科学技術振興調整費「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」—研究成果集一, 85p (昭和60年9月)
  - 13) 竹野裕治, 英 俊彦, 酒井道則, 水上依乃, 田嶋隆俊: 石川衛公害研年報, 22, 45—57 (1985)
  - 14) 竹野裕治, 英 俊彦, 酒井道則, 水上依乃, 田嶋隆俊: 同上, 22, 238—255 (1985)

〔報 文〕

## 都市の生活環境に係る快適概念の提起(第5報)

—— 住み良さ構成条件を指標とした環境の特性づけの試み ——

石川県衛生公害研究所情報室 酒井 道則・田嶋 隆俊・水上 依乃  
竹野 裕治・英 俊彦

## 1 はじめに

経済社会の発展・成熟化に伴い、国民の価値観は多様化・高度化し、生活環境に対するニーズも「生活の便利さ」を追い求めることから、「安らぎや潤いをもたらす快適で魅力のある環境」を創ることへと変化してきており、環境の快適さの確保に着目した都市計画や町づくりの試みが全国的に行われている<sup>1)</sup>。

石川県における快適環境づくりの最近の動きの主なものとして、「辰口町快適環境整備計画、水と緑と太陽の町—アメニティ・タウンをめざして」(辰口町)<sup>2)</sup>、「金沢市アメニティ・タウン計画、清流と緑の映える伝統のまち金沢」(金沢市)<sup>3)</sup>がモデル計画として策定されたことや、またこうした動きを受けて、県では、「快適環境づくりのための多様な取り組みに一定の方向を与えるとともに、地域の環境特性を活かした快適環境づくりを全県的に普及、推進する」ことをねらいとした「快適環境整備計画策定マニュアル—快適な環境づくりをめざして—」<sup>4)</sup>を作成し、市町村が快適環境整備計画を策定する際の指針、あるいは、個別の快適環境づくり事業を実施する際の資料とするよう働きかけていることを挙げることができる。

我々は、従来、こうした快適環境整備のための様々な計画策定や施策の実施に当たって必要となる共通認識、すなわち、「環境の快適さ、あるいは住み良さとは具体的には何を意味するのか」といった問題や、「環境の快適さは何で示すことができ(指標の問題)」、

また、それはどんな方法で計測し、評価できるのか(快適環境の特性づけや評価の問題)」ということに取り組み、これまでに環境の快適さの概念とその構造、快適さ(住み良さ)を構成する様々な条件の環境指標性について1つのモデルや考え方を提示した<sup>5)~8)</sup>。

今回、我々の一連の取り組みにおける一応のしめくりとして、高い指標性が得られた住み良さ構成条件を用いて、住民が生活環境に対して抱いている実現度や満足度等を調査し、いわゆる主観データによる環境の特性づけを試みた。また、環境にかかわる種々の客観データを収集・加工し、これを用いて環境の住み良さ評価を試み、上の主観データから得た結果との相互関連性を検討した。この報告は、それらの結果について述べたものである。

## 2 調査の内容と方法

## 2・1 調査地域

金沢市の国勢統計区(30地区)のうち、その環境類型の違いに着目して選んだ、図1の中央3地区(地区番号:01, 02, 03)、南部5地区(同:09, 10, 11, 12, 13)、駅西2地区(同:21, 22)、港周辺3地区(同:19, 20, 23)の計13地区を対象とした。これらの地区の概況を表1に示した。

## 2・2 住み良さに関する住民意識調査(主観データの収集)

## (1) 調査対象と客体

調査対象は世帯とし、その客体数の大きさは、母集

Institution of the Concept of Amenity Concerning with Living Environment in Cities. 5. A Trial Concerning with Characterization of Environment by Using Amenity-Constituents as Environmental Indices. by Michinori SAKAI, Takatoshi TAJIMA, Yorino MIZUKAMI Yuji TAKENO and Toshihiko HANABUSA (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 地区の概況 (昭和60年度データ)

統計区分	中央地区			南部地区			駅西地区			港周辺地区			備考	
	01	02	03	09	10	11	12	13	21	22	19	20		23
人口	8,314	12,152	10,667	14,750	10,261	10,653	12,244	11,058	12,124	9,199	18,383	17,385	16,063	
面積 (km <sup>2</sup> )	1.20	1.20	1.10	4.40	1.30	1.20	1.60	1.40	4.80	2.20	8.70	5.80	10.60	
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	6,928.3	10,126.7	9,697.3	3,352.3	7,893.1	8,877.5	7,652.5	7,898.6	2,525.8	4,181.4	2,113.0	2,997.4	1,515.4	
世帯数	3,256	4,689	3,675	5,631	3,519	3,659	5,070	3,965	4,127	3,284	5,325	5,171	4,927	
商店及び 事業所数	3,144	846	1,555	154	156	329	1,114	337	735	637	611	507	800	(昭和56年7月現在)

(2) 地区別概況

統計区分	中央地区		南部地区		駅西地区		港周辺地区		調査地区合計	金沢市全域	備考
	01・02・03	09・10・11・12・13	21・22	19・20・23							
人口	31,133	58,966	21,323	51,831	163,253	430,480					
面積 (km <sup>2</sup> )	3.5	9.9	7.0	15.1	35.5	468.09					
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	8,895.1	5,956.2	3,046.1	3,432.5	4,598.7	860.6					
世帯数	11,620	21,844	7,411	15,423	56,298	141,065					
商店及び 事業所数	5,545	2,090	1,372	1,918	10,925	45,831					(昭和56年7月現在)

表 2 生活環境の住み良さに関する調査票

問 1 あなたは、現在お住まいの地区（町内を中心に、およそ小学校区の範囲）の生活環境に満足しておられますか、それとも不満ですか。

- 1 満足している。
- 2 やや満足している。
- 3 どちらとも言えない。
- 4 やや不満である。
- 5 不満である。
- 6 わからない。

問 2 それでは、その地区の現在の生活環境は、およそ 5 年前とくらべて、良くなったと思われませんか、それとも悪くなったと思われませんか。

- 1 良くなった。
- 2 やや良くなった。
- 3 どちらとも言えない。
- 4 やや悪くなった。
- 5 悪くなった。
- 6 わからない。

問 3 さて、生活環境の「住み良さ」の内容を大きく 13 の領域に分け、さらにそれぞれについて具体的でわかりやすい項目を下に掲げてみました。これらの項目の一つひとつについて、あなたは、その地区の、又は金沢市全体の現在の生活環境をごらんになった場合に、どの程度実現されていると思われませんか。

右の 1～6 までの中から、あなたのお気持ちに最も近い番号に○をつけてください。

	あなたの地区では						金沢市全体では					
	十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない
(1) <u>伝統や歴史性が残されていること</u>												
○ 歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っていること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 古くからの美しい町並みが残っていること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 昔から親しまれた神社や寺の林、屋敷林などが残っていること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(2) <u>人の心の健康や社会の健全さが保たれていること</u>												
○ プライバシー（私生活を守る権利）が侵害されないこと	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ 犯罪が少ないこと	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 風紀がみだれていないこと	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
(3) <u>物質的に豊かであること</u>												
○ 幼稚園・学校などの教育施設が整っていること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 商店の数や種類が多く、品物も豊富であること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(4) <u>不公正や不平等がないこと</u>												
○ 地区内の行事や、町会の運営が、公平に行われること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ いろいろな行政サービスが公平に受けられること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

	あなたの地区では						金沢市全体では					
	十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない
(5) <u>町の美しさを損ねるものがないこと</u>												
○ 町の中に看板や広告物がはんらんしていないこと	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ ゴミや空かんなどが道路や空地に散乱していないこと	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 近くの川や用水の水が汚れていないこと	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
(6) <u>災害が発生する恐れがなく、安全であること</u>												
○ 子どもやお年寄りでも車におびやかされずに道を歩けること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(7) <u>町にあたたかさや連帯感があること</u>												
○ 祭や運動会などの行事が盛んで、住民も積極的に参加すること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ 公民館や集会場などが整っていて、利用もしやすいこと	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ 隣近所の人づきあいが良く、なごやかであること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
(8) <u>水や緑などの自然とふれあうことができること</u>												
○ 気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 小鳥のさえずりを聞けるような林や森が近くにあること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
(9) <u>人の体の健康や社会の保健衛生が保たれていること</u>												
○ 医療施設が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ ゴミや下水が衛生的に処理されていること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ 空気や水の汚れ、騒音、悪臭などの公害がないこと	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(10) <u>空間的にゆったりしていて、余裕があること</u>												
○ 子どもが安心して遊べる場所が家のまわりにあること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ 庭などがあって、まわりの家々が密集していないこと	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
(11) <u>便利であること</u>												
○ 通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 道路の除雪や融雪がゆきとどいていること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
○ 保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くにあること	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(12) <u>文化的・創造的な活動の場や機会があること</u>												
○ 図書館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと	※	※	※	※	※	※	1	2	3	4	5	6
○ 生涯を通じて教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(13) <u>町に活気や活力があること</u>												
○ 高齢者ととともに、青壮年層の人々も定住していること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※
○ 地区内で様々なサークル活動や行事が盛んであること	1	2	3	4	5	6	※	※	※	※	※	※

問4 では次に、上で掲げた生活環境の住み良さの13の領域について、あなたは、その地区の現在の、あるいはこれからの生活環境にとって、どれが重要だと思われますか。

特に重要だと思われるものを5つ選んで○をつけてください。

- 1 伝統や歴史性が残されていること
- 2 人の心の健康や社会の健全さが保たれていること
- 3 物質的に豊かであること
- 4 不公正や不平等がないこと
- 5 町の美しさを損ねるものがないこと
- 6 災害が発生する恐れがなく、安全であること
- 7 町にあたたかさや連帯感があること
- 8 水や緑などの自然とふれあうことができること
- 9 人の体の健康や社会の保健衛生が保たれていること
- 10 空間的にゆったりしていて、余裕があること
- 11 便利であること
- 12 文化的・創造的な活動の場や機会があること
- 13 町に活気や活力があること

問5 これらの13の領域について、あなたは、その地区の現在の生活環境をごらんになった場合に、満足しておられますか、それとも不満ですか。

一つひとつの領域について、右の1～6までの中から、あなたのお気持ちに最も近いものに○をつけてください。

	満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない
(1) 伝統や歴史性が残されていること	1	2	3	4	5	6
(2) 人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	1	2	3	4	5	6
(3) 物質的に豊かであること	1	2	3	4	5	6
(4) 不公正や不平等がないこと	1	2	3	4	5	6
(5) 町の美しさを損ねるものがないこと	1	2	3	4	5	6
(6) 災害が発生する恐れがなく、安全であること	1	2	3	4	5	6
(7) 町にあたたかさや連帯感があること	1	2	3	4	5	6
(8) 水や緑などの自然とふれあうことができること	1	2	3	4	5	6
(9) 人の体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	1	2	3	4	5	6
(10) 空間的にゆったりしていて、余裕があること	1	2	3	4	5	6
(11) 便利であること	1	2	3	4	5	6
(12) 文化的・創造的な活動の場や機会があること	1	2	3	4	5	6
(13) 町に活気や活力があること	1	2	3	4	5	6

☆☆ ご意見をおうかがいするのはこれで終わりですが、統計的な分析をするために、最後にあなたご自身のことについてお聞かせください。

問6 あなたの年齢をお聞かせください。

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| 1 20歳未満  | 2 20～29歳 | 3 30～39歳 | 4 40～49歳 |
| 5 50～59歳 | 6 60歳以上  |          |          |

問7 あなたの性別をお聞かせください。

- |     |     |
|-----|-----|
| 1 男 | 2 女 |
|-----|-----|

問8 あなたは、現在お住まいの地区に何年ぐらい住んでおられますか。

- |         |         |          |           |
|---------|---------|----------|-----------|
| 1 2年未満  | 2 2年～4年 | 3 5年～10年 | 4 11年～20年 |
| 5 20年以上 | 6 わからない |          |           |

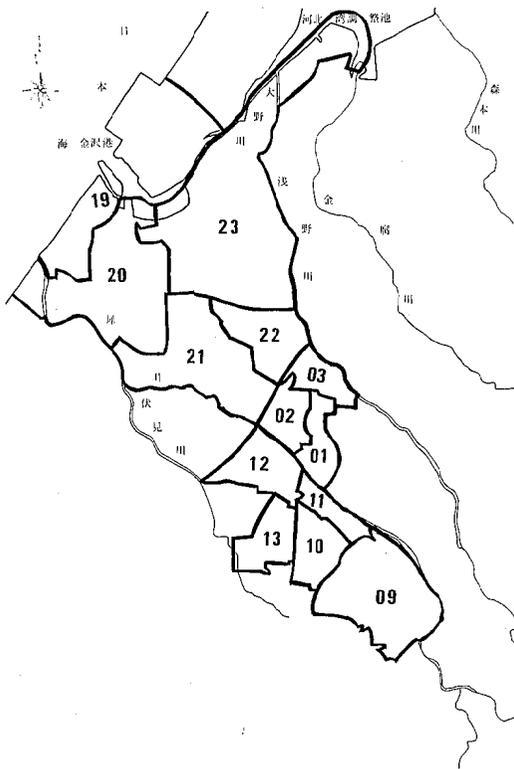


図1 調査地域位置図

団についての推定の信頼係数を95%として、これに回収率を80%と見積もり、調査地域全体の世帯総数から算定した1,865世帯とした。

地区単位の客体抽出は、上の総客体数を13地区のそれぞれの世帯数に比例させて地区配分し、表5の配分数を住宅明細図から無作為に抽出した。

調査の実際の回答者としては、特に世帯主と限定しないで、調査票配付時に在宅していた人やその他の世帯構成員でもよいとした。

(2) 意識調査票

調査票を表2に掲げた。

問1では現在の生活環境全体の満足度を、問2では5年前と比較した生活環境の質の変化を問うた。これは、昭和59年度に主として町会長を対象に行った「環境構成条件の指標性等に関する意識調査」(以下、前回調査という)<sup>9)</sup>でも掲げた設問で、一般住民を対象にした今回の調査と差があるか否かをみるためのものでもある。

問3・問4・問5は本調査のメインの設問で、実現度・重要度・満足度を調査し、それぞれの度合の高さ

とその組み合わせから、生活環境の特性づけや評価を試みようとするものである。

問3では、住み良さの構成領域(13領域)について、それぞれの具体的な条件を2~3項目づつ掲げ、合計32条件の居住地周辺における実現度を6段階で問うた。また、これらの条件のうち、居住地周辺の状況のみでは判断が困難な条件、すなわち、より広域的観点からも判断することが望ましいと考えられる19の条件については、金沢市全体での実現度も併せて問うた。問3での具体的な条件は、前回調査において、住み良さの構成領域ごとに指標性の高かった条件から優先的に2~3項目を選択し、また、選択した条件間の相互関連性も考慮して全体的に整理したものである。

問4では、住み良さを構成する13領域について、その重要度を問うた。今回は、13領域から5領域を選択して回答してもらい、その選択割合で重要度を判断する方式をとった(前回調査は、各領域ごとにその重要度を5段階で直接的に回答する方式)。

問5では、上の13領域に対する満足度を6段階で問うた。

問6・問7・問8では、回答者の属性を問うた。

(3) 実施時期と実施方法

昭和60年7月~10月に留置調査法で実施した。留置期間は約1週間とした。

2・3 客観データの収集・加工及び住み良さの客観評価手法

(1) 環境評価の指標

ここでは、2・2の②で述べた住民意識調査票の設問3に掲げた住み良さを構成する13領域・32条件を環境評価の指標とした。

(2) 計量化に用いた客観データ(基礎データ)

ア データの収集・加工

指標を計測して、変数値又はパラメータとして把握するための基礎データについては、できるだけ多くの既存データを収集し、すべて数値化した。

これらのデータは、元の単位のままのほかに、調査地区間の面積の違いや人口規模の違い等によって生ずる影響を除くために、その面積や人口で割ったり、構成比で示すなどの一次的な加工を施した。また、例えば教育、文化、医療など、住民の日常生活行動からみて、住居周辺の環境のほかに、より広域的な環境状況も考慮することが適切と考えられる指標群にかかわる客観データについては、調査地区を250m区画にメッシュ化し、各メッシュから教育、文化等の施設までの距離を求め、その距離に反比例したスコアを当該メッ

表3 客観評価に用いた指標

次 元	住み良さ領域	指 標 (住み良さ条件)	デ ー タ 名	調査年	単 位
(1) 人間の生存 基礎関連	災害が発生する恐れがなく、安全であること	地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること 子どもやお年寄りでも車におびやかさず歩道を歩けること	第一、第二種住宅専用、住宅地域面積/km <sup>2</sup> 低密市街地割合	58 59	km <sup>2</sup>
	人の体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	空気が水の汚れ、騒音、悪臭などの公害がないこと	スポーツ施設 (距離評価点) 各種公園施設数 (距離評価点) 総合病院 (距離評価点)	60 60 60	
	人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	医療施設が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること 犯罪が少ないこと 風紀がみだれていないこと	準工業、工業地域面積/km <sup>2</sup> DID面積/1,000人	58 58	km <sup>2</sup> km <sup>2</sup>
	物質的に豊かであること	幼稚園・学校などの教育施設が整っていること 商店の数や種類が多く、品物も豊富であること	保育所、幼稚園等教育施設数/km <sup>2</sup> 商店数/km <sup>2</sup>	60 57	
	便利であること	通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと 保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くに 道路の除雪や融雪がゆきとどいていること	バス運行回数 保育所、幼稚園、生活関連施設数/km <sup>2</sup> 市内総除雪道路延べ延長/m バス停 (距離評価点)	60 60 60 60	m
	不公正や不平等がないこと	いろいろな行政サービスが公平に受けられること	保育所、幼稚園 (距離評価点) 中学校 (距離評価点) 市役所、出張所 (距離評価点)	60 60 60	
	町に活気や活力があること	高齢者とともに、青壮年層の人も定住していること	人口 (15歳以上) 割合	60	
	町にたたかかさや連帯感があること	公民館や集会場などが整っていて、利用もしやすいこと 祭や運動会などの行事が盛んで、住民も積極的に参加すること	集会施設数/1,000人 人口 (15歳以上) 割合	60 60	
	空間的にゆとりがあり、余裕があること	庭などがあって、まわりの家々が密集していないこと 子どもが安心して遊べる場所が家のまわりにあること	第一、第二種住宅専用、住居地域面積/1,000人 オープン地割合	58 59	km <sup>2</sup>
	伝統や歴史性が残されていること	歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っていること 昔から親しまれた神社や寺の林、屋敷林などが残っていること	歴史的遺産、史跡数/km <sup>2</sup> 神社、寺院数/km <sup>2</sup> 歴史的史跡、遺産 (距離評価点)	60 60 60	
(3) 人間の感性 関連	水や緑などの自然とふれあうことができること	気候に自然を楽しめるような散策路や公園があること	稲市公園面積 (県、市)/km <sup>2</sup> 各種公園施設数/1,000人	60 60	ha
	町の美しさを損ねるものがないこと	町の中に看板や広告物のはらんしていないこと	事業所数/km <sup>2</sup> 中、高層構造物割合 公害特定施設数/km <sup>2</sup>	57 60 59	
	文化的・創造的な活動の場や機会があること	生涯を通じて教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと 図書館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと	公民館 (距離評価点) 文化施設 (距離評価点)	60 60	

シュに与え、調査地区単位で合計スコアを算出するという加工を行った。

また、緑地割合、中高層建造物割合（高密市街地割合）、低密市街地割合は、地球観測衛星ランドサットのTMデータから作成した土地被覆分類データから求めた。

イ 加工データの取捨選択

収集し、加工したデータ群の中から、指標を客観的に説明するに適切なデータを選択するために、先の住民意識調査で得た住み良さ領域ごとの満足度とこれら

のデータとの相関分析を行った。そして、相関性の低かったデータをまず無条件で除外した。また、相関性が高くても、指標の意味・内容との直接的な関連性を解釈し難いものはとりあえず省いた。

このようにして選択した客観データ群を表3に、また、これらのデータと意識調査による満足度との相互関連性を相関係数で表したものを表4に掲げた。

(3) 住み良さ領域ごとの個別評価点の算出方法

まず、指標に対して用いる変数値は、データにより様々な単位で計測されているので、次式により、各デー

表4 領域毎の満足度と客観データとの相関係数

住み良さ領域	客観データ	相関係数(注)
災害が発生する恐れがなく、安全であること	第一、第二種住居専用、住居地域面積/km <sup>2</sup>	0.7720
	低密市街地割合	0.8546
人の体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	スポーツ施設（距離評価点）	0.7470
	各種公園施設数（距離評価点）	0.7789
	総合病院（距離評価点）	0.7722
人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	準工業、工業地域面積/km <sup>2</sup>	-0.7113
	DID面積/1,000人	-0.8928
物質的に豊かであること	保育所、幼稚園等教育施設数/km <sup>2</sup>	0.7790
	商店数/km <sup>2</sup>	0.6125
便利であること	バス運行回数	0.7386
	保育所、幼稚園、生活関連施設数/km <sup>2</sup>	0.7663
	市内総除雪道路延べ延長/m	0.8531
	バス停（距離評価点）	0.8247
不公正や不平等がないこと	保育所、幼稚園（距離評価点）	0.5870
	中学校（距離評価点）	0.6154
	市役所、出張所	0.5223
町に活気や活力があること	人口（15歳以上）割合	0.6564
町にあたたかさや連帯感があること	集会施設数/1,000人	0.4020
	人口（15歳以上）割合	0.5541
空間的にゆったりしていて、余裕があること	第一、第二種住居専用、住居地域面積/1,000人	0.8181
	オープン地割合	0.8857
伝統や歴史性が残されていること	歴史的遺産、史跡数/km <sup>2</sup>	0.8287
	神社、寺院数/km <sup>2</sup>	0.6642
	歴史的史跡、遺産（距離評価点）	0.7889
水や緑などの自然とふれあうことができること	都市公園面積（県、市）/km <sup>2</sup>	0.4205
	各種公園施設数/1,000人	0.6618
町の美しさを損ねるものがないこと	事業所数/km <sup>2</sup>	-0.5869
	中、高層構造物割合	-0.6852
	公害特定施設数/km <sup>2</sup>	-0.7585
文化的・創造的な活動の場や機会があること	公民館（距離評価点）	0.7335
	文化施設（距離評価点）	0.8392

注) 住み良さ領域の満足度と客観データ値との相関係数

を正規化した。

$$V_i = (X - \bar{X}) / \sigma$$

Xはデータの変数値、 $\bar{X}$ は調査地域全体の平均値、 $\sigma$ は標準偏差である。標準偏差の正負の符号については、表4に掲げた相関係数が正の場合には正の符号を、負の場合には負の符号を付けた。

更に、この正規化した値(V)を用い、次式により、住み良さ領域ごとの個別評価点を算出した。

$$V = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n w_i \times v_i \right) \quad (n=1\sim3)$$

Vは住み良さ領域の個別評価点、Wは住み良さ領域内における各条件(指標)の重み(前回の住民意識調査で得た領域別指標性指数)<sup>9)</sup>である。

#### (4) 地区別総合評価点の算出

多くの要素が相互に関連しあって構成されている生活環境をより包括的、総合的に評価するため、表3の第1欄に示した3つの次元ごとの評価点を次式により算出し、更に、これらの評価点を合計して地区ごとの総合評価点とした。

$$V'_j = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n W_{ij} \times V_{ij} \right) \quad (n=3\sim6, j=1\sim3)$$

総合評価点 ( $V_0$ ) =  $V'_1 + V'_2 + V'_3$

$V'_j$ はjなる次元の評価点、 $V_{ij}$ はjなる次元に含まれるi領域の個別評価点、 $W_{ij}$ は13領域全体におけるi領域の重み(後述する重要度指数)である。

### 3 調査結果と考察

#### 3・1 住民意識調査の結果

##### (1) 回収率と回答者の属性

###### ア 回収率

地区別回収率は表5に掲げたとおりで、全体としては83.2%で、地区別では最高が南部地区09(92.5%)で、最低が港周辺地区23(66.7%)であった。

回答はすべて有効回答であった。

###### イ 回答者の属性

回答者の属性を表6(1)~(5)に示した。

性別では、全体として男性が40.6%、女性が56.3%で(回答なし、3.2%)、やや女性が多かった。これを地区別にみると、男性が最も多かったのは中央地区01(48.6%)で、一方、女性が最も多かったのは駅西地区21(66.0%)であった。また、これを年齢別にみると、男性では60歳以上の年齢層が最も多く(35.2%)次いで50歳代(24.1%)であり、女性では30歳代の年齢層が最も多く(32.2%)、次いで40歳代(22.2%)であった。

表5 調査票配付数と回収率

地区名	地区番号	配付数	回収数	回収率(%)
中央地区	01	133	111	83.5
	02	154	135	87.7
	03	127	102	80.3
	小計	414	348	84.1
南部地区	09	146	135	92.5
	10	125	98	78.4
	11	131	108	82.4
	12	180	137	76.1
	13	127	109	85.8
	小計	709	587	82.8
駅西地区	21	131	103	78.6
	22	133	120	90.2
	小計	264	223	84.5
港周辺地区	19	171	148	86.5
	20	154	142	92.2
	23	153	102	66.7
	小計	478	392	82.0
合計		1,865	1,552	83.2

年齢別では、全体として20歳未満が0.8%、20歳代が7.3%、30歳代が24.9%、40歳代が20.7%、50歳代が21.5%、60歳以上が22.7%(回答なし2.1%)で、20歳未満と20歳代を別にすれば、各年代間で大きな差は見られなかった。これを地区別にみると、30歳代までの年齢層が最も多かったのは港周辺3地区(平均値で41.7%、以下同じ)、次いで駅西2地区(39.4%)、南部5地区(29.9%)、中央3地区(22.5%)の順であり、逆に、60歳以上の年齢層が最も多かったのは中央3地区(34.5%)で、次いで南部5地区(22.6%)、駅西2地区(20.2%)、港周辺3地区(14.6%)の順であった。また、40歳代及び50歳代の年齢層が最も多かったのは南部5地区(45.0%)で、次いで港周辺3地区(41.6%)、中央3地区(41.3%)、駅西2地区(38.5%)の順であった。

居住歴別では、全体として2年未満が5.0%、2~4年が8.8%、5~10年が17.8%、11~20年が22.4%、20年以上が43.8%であり、11年以上でみると、その割

表 6 対象者の属性

(1) 地区別・性別			(2) 地区別・年齢別									
合計	合計		性別回答なし	合計		20歳未満	20-29歳	30-39歳	40-49歳	50-59歳	60歳以上	年齢回答なし
	男	女		男	女							
合計	100.0%	87.3%	4.9%	100.5%	0.8%	1.4%	1.4%	3.8%	2.1%	3.3%	3.5%	3.3%
01	100.1%	48.5%	2.7%	100.1%	0.9%	0.9%	0.9%	15.1%	1.9%	2.8%	4.9%	2.1%
中央地区	100.3%	37.5%	3.6%	100.3%	—	5.9%	8.9%	23.6%	2.1%	2.7%	3.0%	1.8%
02	100.2%	43.4%	3.6%	100.2%	—	7.9%	6.9%	14.5%	1.6%	2.7%	4.1%	2.5%
03	100.3%	34.4%	2.3%	100.3%	0.1%	8.9%	1.2%	34.5%	2.8%	1.7%	2.9%	2.0%
09	100.8%	37.3%	2.6%	100.8%	—	5.1%	5.1%	17.4%	2.0%	2.8%	2.6%	2.0%
10	100.8%	42.4%	4.6%	100.8%	—	7.5%	6.5%	18.9%	2.4%	2.2%	2.9%	3.4%
11	100.8%	41.5%	2.9%	100.8%	0.1%	5.8%	5.8%	23.4%	2.9%	1.9%	1.5%	2.5%
12	100.7%	40.4%	3.7%	100.7%	3.4%	2.3%	2.3%	22.6%	2.4%	2.7%	1.9%	2.8%
13	100.9%	46.6%	5.6%	100.9%	—	10.1%	10.1%	37.9%	18.4%	19.4%	13.6%	—
21	100.3%	42.5%	5.6%	100.3%	1.7%	6.9%	6.9%	21.5%	2.7%	16.7%	2.3%	4.2%
22	100.3%	50.7%	3.4%	100.3%	0.7%	9.7%	9.7%	26.3%	25.3%	23.6%	12.1%	2.8%
19	100.4%	36.5%	3.5%	100.4%	1.2%	18.3%	18.3%	31.4%	15.2%	16.7%	15.2%	1.4%
20	100.4%	42.4%	5.3%	100.4%	—	3.5%	3.5%	33.3%	21.2%	22.3%	15.1%	2.3%
23	100.0%	46.3%	3.4%	100.0%	—	—	—	—	—	—	—	—

(3) 地区別・居住歴別			(2) 地区別・年齢別									
合計	合計		性別回答なし	合計		2年未満	2-4年	5-10年	11-20年	20年以上	居住歴回答なし	
	男	女		男	女							
合計	100.0%	87.3%	4.9%	100.5%	0.8%	1.4%	1.4%	3.8%	2.1%	3.3%	3.5%	
01	100.1%	48.5%	2.7%	100.1%	0.9%	0.9%	0.9%	15.1%	1.9%	2.8%	4.9%	
中央地区	100.3%	37.5%	3.6%	100.3%	—	5.9%	8.9%	23.6%	2.1%	2.7%	3.0%	
02	100.2%	43.4%	3.6%	100.2%	—	7.9%	6.9%	14.5%	1.6%	2.7%	4.1%	
03	100.3%	34.4%	2.3%	100.3%	0.1%	8.9%	1.2%	34.5%	2.8%	1.7%	2.9%	
09	100.8%	37.3%	2.6%	100.8%	—	5.1%	5.1%	17.4%	2.0%	2.8%	2.6%	
10	100.8%	42.4%	4.6%	100.8%	—	7.5%	6.5%	18.9%	2.4%	2.2%	2.9%	
11	100.8%	41.5%	2.9%	100.8%	0.1%	5.8%	5.8%	23.4%	2.9%	1.9%	1.5%	
12	100.7%	40.4%	3.7%	100.7%	3.4%	2.3%	2.3%	22.6%	2.4%	2.7%	1.9%	
13	100.9%	46.6%	5.6%	100.9%	—	10.1%	10.1%	37.9%	18.4%	19.4%	13.6%	
21	100.3%	42.5%	5.6%	100.3%	1.7%	6.9%	6.9%	21.5%	2.7%	16.7%	2.3%	
22	100.3%	50.7%	3.4%	100.3%	0.7%	9.7%	9.7%	26.3%	25.3%	23.6%	12.1%	
19	100.4%	36.5%	3.5%	100.4%	1.2%	18.3%	18.3%	31.4%	15.2%	16.7%	15.2%	
20	100.4%	42.4%	5.3%	100.4%	—	3.5%	3.5%	33.3%	21.2%	22.3%	15.1%	
23	100.0%	46.3%	3.4%	100.0%	—	—	—	—	—	—	—	

表6のつづき

(4) 性別・年齢別

	合計	20歳未満	20-29歳	30-39歳	40-49歳	50-59歳	60歳以上	年齢回答なし
合計	100.0%	0.8%	7.3%	24.9%	20.7%	21.5%	22.7%	2.1%
男	100.0%	0.5%	3.8%	16.3%	20.0%	24.1%	35.2%	-
女	100.0%	1.0%	10.3%	32.2%	22.2%	19.9%	14.3%	-
性別回答なし	100.0%	-	-	4.1%	2.0%	14.3%	12.2%	67.3%

(5) 年齢別・居住歴別

	合計	2年未満	2-4年	5-10年	11-20年	20年以上	わからない	居住歴回答なし
合計	100.0%	5.0%	8.8%	17.8%	22.4%	43.8%	0.1%	2.1%
20歳未満	100.0%	16.7%	16.7%	8.3%	50.0%	8.3%	-	-
20-29歳	100.0%	25.4%	26.3%	17.5%	7.9%	22.8%	-	-
30-39歳	100.0%	5.7%	14.2%	37.0%	25.6%	17.1%	0.3%	-
40-49歳	100.0%	4.0%	6.5%	16.5%	32.4%	40.5%	-	-
50-59歳	100.0%	2.7%	3.3%	10.8%	24.9%	58.3%	-	-
60歳以上	100.0%	0.6%	5.1%	6.5%	13.3%	74.2%	0.3%	-
年齢回答なし	100.0%	-	-	-	-	-	-	100.0%

合は66.2%であった。また、これを年齢別に見ると、年齢が高くなるにつれて居住歴も長くなっている傾向があった。居住歴20年以上の割合を地区別で見ると、最高は中央3地区(69.1%)で、次いで南部5地区(41.5%)、駅西2地区(35.8%)、港周辺3地区(30.6%)の順であった。

(2) 意識調査の集計・解析結果

ア 生活環境の満足度(問1)

生活環境の満足度を調査地域全体で見ると、「満足している」が32.9%、「やや満足している」が37.4%で、「満足」とする人は70.3%であった。これに対して、「不満である」が4.4%、「やや不満である」が13.0%で、「不満」とする人は17.4%であった(「どちらとも言えない」は10.5%)。

地区別では、図2に示したとおり、「満足」とする人は中央地区03(83.3%)が最高で、港周辺地区23(55.9%)が最低であった。これを地区平均で見ると、中央3地区(75.9%)、南部5地区(75.2%)が高く次いで駅西2地区(66.5%)、港周辺3地区(60.8%)の順であった。

性別では満足度に差は見られなかったが、年齢別では年齢が高くなるほど、また、居住歴別では居住歴が長くなるほど、それぞれ満足度も高くなる傾向が見られた。

イ 生活環境の良否の動向(問2)

5年前に比べて生活環境が良くなったかどうかを調

査地域全体で見ると、「良くなった」が17.4%、「やや良くなった」が27.5%で、「良くなった」とする人は44.9%であった。これに対して、「悪くなった」が4.3%、「やや悪くなった」が9.9%で、「悪くなった」とする人は14.2%であった(「どちらとも言えない」は32.4%)。

地区別では、図3に示したとおり、「良くなった」とする人は港周辺地区20(61.1%)が最高で、中央地区01(22.5%)が最低であった。これを地区平均で見ると、港周辺3地区(54.1%)が最高で、次いで駅西2地区(48.6%)、南部5地区(47.3%)、中央3地区(28.9%)の順であり、中央地区の3地区はいずれも「どちらとも言えない」とする人の割合が最も高く、「良くなった」とする人と「悪くなった」とする人の差が小さく、特に中央地区01では後者が前者を上回る等、他地区に比べて住民の意識はかなり異なっていた。

性別では特に男女差は見られなかったが、年齢別では「良くなった」の割合が年齢が高くなるほどやや高くなる傾向が見られ、また、居住歴別では「悪くなった」の割合が居住歴が長くなるほど高くなる傾向が見られた。

ウ 住み良さ構成条件の実現度(問3)

(ア) 地区別実現度の状況

住み良さ構成条件ごとに、地区別実現度を表7(1)~(31)に掲げた。

住み良さを構成する31条件についての実現度を調査

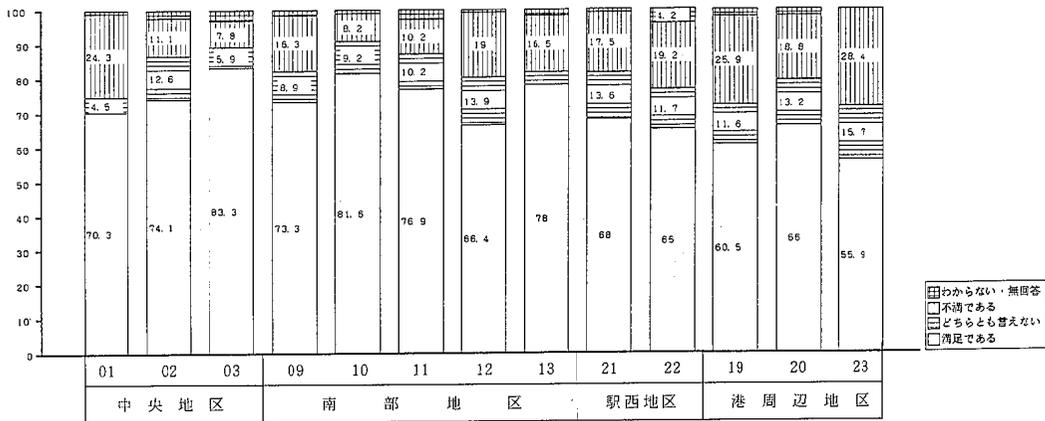


図2 現在の生活環境に対する満足度

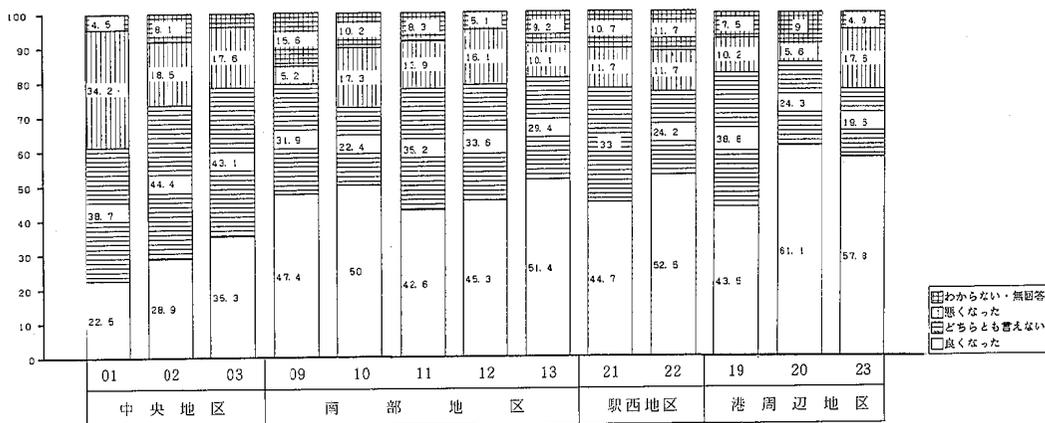


図3 5年前と比較した場合の生活環境の良否の動向

地域全体でみると、「実現されている」の割合（「十分実現されている」＋「かなり実現されている」）が「実現されていない」の割合（「ほとんど実現されていない」＋「あまり実現されていない」）を上回ったのは、31条件中21条件（67.7％）で、このうち、実現度の高かった主な条件を掲げれば（（ ）内は「実現されている」割合）。

- ① 保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くにあること（74.5％）
- ② 幼稚園・学校などの教育施設が整っていること（72.2％）
- ③ 通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと（69.8％）

④ 医療施設が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること（66.6％）

⑤ 商店の数や種類が多く、品物も豊富であること（59.5％）

など、環境の利便性、物質的な豊かさに関するものであった。

これとは逆に、「実現されていない」とする割合が「実現されている」のそれを上回った条件は、31条件中10条件（32.3％）で、このうち、非実現度の高かった主な条件を掲げれば（（ ）内は「実現されていない」割合）。

- ① 道路の除雪や融雪が行き届いていること（51.0％）

表7 対象者が居住している地区の「住み良さ」項目の実現度

(1)	合計	歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っている(地区)								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	3.9%	20.7%	23.7%	11.9%	12.6%	20.6%	6.6%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	5.4%	37.8%	17.1%	15.3%	9.0%	4.5%	10.8%
		02	100.0%	4.4%	29.6%	28.9%	11.9%	7.4%	12.6%	5.2%
		03	100.0%	3.9%	28.4%	27.5%	10.8%	12.7%	6.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	5.2%	15.6%	25.2%	8.1%	14.8%	25.2%	5.9%
		10	100.0%	2.0%	22.4%	21.4%	10.2%	10.2%	28.6%	5.1%
		11	100.0%	8.3%	31.5%	26.9%	7.4%	7.4%	13.0%	5.6%
		12	100.0%	4.4%	16.1%	22.6%	14.6%	13.9%	21.9%	6.6%
	駅西地区	21	100.0%	2.9%	9.7%	26.2%	8.7%	18.4%	28.2%	5.8%
		22	100.0%	4.2%	16.7%	20.0%	11.7%	10.8%	29.2%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	2.0%	27.7%	29.7%	14.2%	10.8%	10.1%	5.4%
		20	100.0%	4.2%	18.8%	19.4%	11.1%	14.6%	29.2%	2.8%
		23	100.0%	-	5.9%	17.6%	8.8%	20.6%	36.3%	10.8%

(2)	合計	古からの美しい町並みが残っている(地区)								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	2.3%	15.4%	25.3%	15.6%	20.5%	13.7%	7.3%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	2.7%	20.7%	22.5%	24.3%	20.7%	4.5%	4.5%
		02	100.0%	3.0%	25.2%	24.4%	19.3%	15.6%	5.9%	6.7%
		03	100.0%	4.9%	21.6%	22.5%	16.7%	20.6%	2.9%	10.8%
	南部地区	09	100.0%	2.2%	7.4%	28.9%	8.1%	25.9%	21.5%	5.9%
		10	100.0%	1.0%	28.6%	24.5%	15.3%	15.3%	12.2%	3.1%
		11	100.0%	2.8%	31.5%	32.4%	13.9%	7.4%	3.7%	8.3%
		12	100.0%	2.2%	16.8%	20.4%	17.5%	18.2%	15.3%	9.5%
	駅西地区	21	100.0%	0.9%	8.3%	25.7%	18.3%	21.1%	18.3%	7.3%
		22	100.0%	1.9%	9.7%	19.4%	16.5%	27.2%	16.5%	8.7%
	港周辺地区	19	100.0%	3.3%	10.0%	20.0%	10.8%	27.5%	18.3%	10.0%
		20	100.0%	1.4%	10.8%	35.1%	18.2%	18.2%	9.5%	6.8%
		23	100.0%	2.8%	10.4%	26.4%	12.5%	22.9%	20.8%	4.2%
		23	100.0%	-	2.9%	22.5%	11.8%	25.5%	27.5%	9.8%

(3)	合計	昔から親しまれた神社や寺の林、屋敷林などが残されている(地区)								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	7.4%	30.4%	18.0%	11.9%	11.8%	12.6%	7.9%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	5.4%	27.0%	18.9%	16.2%	9.0%	7.2%	
		02	100.0%	5.2%	32.6%	14.8%	14.8%	13.3%	11.1%	8.1%
		03	100.0%	4.9%	30.4%	20.6%	16.7%	14.7%	3.9%	8.8%
	南部地区	09	100.0%	8.1%	20.7%	17.8%	9.6%	12.6%	20.7%	10.4%
		10	100.0%	8.2%	30.6%	21.4%	11.2%	11.2%	11.2%	6.1%
		11	100.0%	12.0%	41.7%	20.4%	8.3%	6.5%	5.6%	5.6%
		12	100.0%	7.3%	26.3%	25.5%	8.8%	9.5%	8.8%	13.9%
	駅西地区	21	100.0%	2.8%	22.9%	14.7%	20.2%	12.8%	19.3%	7.3%
		22	100.0%	7.8%	26.2%	16.5%	11.7%	13.6%	15.5%	8.7%
	港周辺地区	19	100.0%	6.7%	26.7%	14.2%	11.7%	14.2%	19.2%	7.5%
		20	100.0%	11.5%	39.2%	16.2%	10.1%	10.1%	7.4%	5.4%
		23	100.0%	9.0%	37.5%	18.8%	9.0%	8.3%	11.8%	5.6%
		23	100.0%	5.9%	31.4%	14.7%	7.8%	11.8%	20.6%	7.8%

表7のつづき

(4)	合計	プライバシー（私生活を守る権利）が侵害されない（地区）								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	10.0%	34.5%	27.4%	9.9%	4.3%	5.9%	8.1%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	7.2%	36.0%	21.6%	12.6%	4.5%	5.4%	12.6%
		02	100.0%	8.9%	34.1%	30.4%	8.5%	3.0%	7.4%	7.4%
		03	100.0%	10.3%	40.2%	24.5%	6.9%	2.9%	5.9%	8.8%
	南部地区	09	100.0%	12.6%	42.2%	19.3%	14.8%	2.2%	3.0%	5.9%
		10	100.0%	18.4%	34.7%	17.3%	10.2%	7.1%	5.1%	7.1%
		11	100.0%	8.3%	29.6%	31.5%	12.0%	1.9%	6.5%	10.2%
		12	100.0%	9.5%	26.3%	34.3%	11.7%	5.8%	6.6%	5.8%
		13	100.0%	11.0%	29.4%	35.8%	9.2%	2.8%	2.8%	9.2%
	駅西地区	21	100.0%	10.7%	30.1%	28.2%	9.7%	5.8%	8.7%	6.8%
		22	100.0%	11.7%	33.3%	26.7%	8.3%	4.2%	6.7%	9.2%
	港周辺地区	19	100.0%	5.4%	36.5%	32.4%	8.1%	7.4%	4.1%	6.1%
		20	100.0%	9.7%	40.3%	25.7%	5.6%	3.5%	6.9%	8.3%
		23	100.0%	7.8%	34.3%	25.5%	10.8%	3.9%	7.8%	9.8%

(5)	合計	犯罪が少ない（地区）								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	15.0%	38.2%	21.5%	9.7%	3.2%	7.2%	5.3%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	16.2%	40.5%	22.5%	9.9%	1.8%	2.7%	6.3%
		02	100.0%	13.3%	36.3%	23.0%	11.9%	1.5%	10.4%	3.7%
		03	100.0%	18.6%	51.0%	11.8%	5.9%	2.0%	4.9%	5.9%
	南部地区	09	100.0%	18.5%	42.2%	17.8%	5.2%	2.2%	8.1%	5.9%
		10	100.0%	23.5%	43.9%	14.3%	4.1%	2.0%	8.2%	4.1%
		11	100.0%	14.8%	50.0%	20.4%	1.9%	-	5.6%	7.4%
		12	100.0%	8.8%	21.9%	23.4%	19.7%	13.9%	8.8%	3.6%
		13	100.0%	17.4%	45.9%	15.6%	5.5%	1.8%	10.1%	3.7%
	駅西地区	21	100.0%	15.5%	32.0%	26.2%	9.7%	1.0%	10.7%	4.9%
		22	100.0%	13.3%	26.7%	30.8%	12.5%	3.3%	6.7%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	12.2%	41.9%	23.0%	10.8%	4.7%	4.1%	3.4%
		20	100.0%	11.8%	35.4%	23.6%	14.6%	1.4%	7.6%	5.6%
		23	100.0%	15.7%	34.3%	23.5%	8.8%	3.9%	4.9%	8.8%

(6)	合計	風紀が乱れていない（地区）								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	11.3%	35.1%	23.5%	11.7%	4.9%	5.9%	7.6%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	9.9%	27.0%	19.8%	18.9%	10.8%	2.7%	10.8%
		02	100.0%	8.9%	33.3%	24.4%	10.4%	3.7%	9.6%	9.6%
		03	100.0%	14.7%	44.1%	20.6%	7.8%	3.9%	2.0%	6.9%
	南部地区	09	100.0%	14.8%	40.7%	19.3%	8.9%	1.5%	8.1%	6.7%
		10	100.0%	23.5%	38.8%	18.4%	6.1%	4.1%	6.1%	3.1%
		11	100.0%	9.3%	41.7%	25.0%	10.2%	0.9%	1.9%	11.1%
		12	100.0%	5.1%	15.3%	28.5%	26.3%	14.6%	5.8%	4.4%
		13	100.0%	10.1%	45.9%	20.2%	8.3%	1.8%	5.5%	8.3%
	駅西地区	21	100.0%	16.5%	35.0%	27.2%	11.7%	1.9%	4.9%	2.9%
		22	100.0%	12.5%	28.3%	28.3%	10.0%	2.5%	8.3%	10.0%
	港周辺地区	19	100.0%	9.5%	37.8%	22.3%	12.2%	6.1%	6.1%	6.1%
		20	100.0%	6.9%	36.8%	25.0%	11.1%	4.2%	6.3%	9.7%
		23	100.0%	9.8%	36.3%	24.5%	6.9%	5.9%	7.8%	8.8%

表 7 のつづき

(7)		合 計	幼稚園・学校などの教育施設が整っている (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	23.7%	48.5%	10.8%	6.8%	2.0%	4.1%	4.1%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	25.2%	46.8%	12.6%	3.6%	1.8%	7.2%	2.7%
		02	100.0%	28.9%	44.4%	11.1%	5.2%	2.2%	3.0%	5.2%
		03	100.0%	27.5%	52.0%	7.8%	3.9%	1.0%	2.9%	4.9%
	南部地区	09	100.0%	21.5%	40.0%	14.8%	9.6%	1.5%	7.4%	5.2%
		10	100.0%	46.9%	40.8%	3.1%	4.1%	—	1.0%	4.1%
		11	100.0%	28.7%	47.2%	6.5%	6.5%	0.9%	3.7%	6.5%
		12	100.0%	19.7%	51.1%	13.9%	3.6%	2.2%	5.8%	3.6%
		13	100.0%	22.9%	47.7%	9.2%	7.3%	2.8%	5.5%	4.6%
	駅西地区	21	100.0%	22.3%	36.9%	18.4%	12.6%	1.9%	4.9%	2.9%
		22	100.0%	18.3%	52.5%	12.5%	3.3%	1.7%	5.0%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	14.9%	54.7%	10.8%	12.2%	3.4%	2.0%	2.0%
		20	100.0%	21.5%	59.7%	7.6%	6.9%	2.1%	0.7%	1.4%
		23	100.0%	16.7%	52.0%	9.8%	7.8%	3.9%	4.9%	4.9%

(8)		合 計	商店の数や種類が多く、品物も豊富である (地区)					わからない	回答なし	
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	22.6%	36.9%	14.8%	13.1%	7.3%	1.7%	3.6%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	51.4%	36.0%	6.3%	—	1.8%	0.9%	3.6%
		02	100.0%	25.9%	37.8%	12.6%	13.3%	4.4%	3.0%	3.0%
		03	100.0%	38.2%	42.2%	6.9%	4.9%	1.0%	—	6.9%
	南部地区	09	100.0%	17.8%	34.8%	16.3%	18.5%	8.9%	0.7%	3.0%
		10	100.0%	21.4%	42.9%	15.3%	13.3%	4.1%	—	3.1%
		11	100.0%	18.5%	30.6%	22.2%	16.7%	5.6%	—	6.5%
		12	100.0%	38.0%	42.3%	8.0%	4.4%	3.6%	2.2%	1.5%
		13	100.0%	18.3%	38.5%	18.3%	10.1%	6.4%	2.8%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	18.4%	35.0%	17.5%	9.7%	15.5%	1.9%	1.9%
		22	100.0%	10.8%	36.7%	15.8%	20.8%	7.5%	3.3%	5.0%
	港周辺地区	19	100.0%	10.8%	36.5%	18.2%	23.0%	7.4%	2.0%	2.0%
		20	100.0%	17.4%	36.1%	20.1%	12.5%	11.1%	0.7%	2.1%
		23	100.0%	9.8%	30.4%	12.7%	19.6%	18.6%	3.9%	4.9%

(9)		合 計	地区内の行事や町会の運営が公平に行われる (地区)					わからない	回答なし	
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	12.6%	38.2%	23.3%	10.8%	4.1%	7.5%	3.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	21.6%	41.4%	19.8%	9.0%	1.8%	4.5%	1.8%
		02	100.0%	15.6%	45.2%	22.2%	6.7%	2.2%	5.9%	2.2%
		03	100.0%	16.7%	38.2%	24.5%	11.8%	1.0%	1.0%	6.9%
	南部地区	09	100.0%	11.9%	42.2%	22.2%	9.6%	0.7%	9.6%	3.7%
		10	100.0%	11.2%	37.8%	17.3%	14.3%	7.1%	10.2%	2.0%
		11	100.0%	11.1%	44.4%	24.1%	8.3%	2.8%	2.8%	6.5%
		12	100.0%	13.9%	35.0%	27.0%	8.0%	5.8%	9.5%	0.7%
		13	100.0%	12.8%	40.4%	19.3%	10.1%	2.8%	9.2%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	9.7%	32.0%	29.1%	12.6%	5.8%	8.7%	1.9%
		22	100.0%	15.0%	32.5%	20.0%	14.2%	5.0%	7.5%	5.8%
	港周辺地区	19	100.0%	8.1%	36.5%	23.0%	12.2%	6.8%	10.8%	2.7%
		20	100.0%	7.6%	33.3%	28.5%	11.8%	6.9%	10.4%	1.4%
		23	100.0%	9.8%	38.2%	24.5%	13.7%	3.9%	4.9%	4.9%

表7のつづき

(10)		合計	いろいろな行政サービスが公平に受けられる(地区)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	7.5%	31.1%	29.1%	10.6%	4.1%	10.8%	6.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	14.4%	42.3%	22.5%	4.5%	3.6%	7.2%	5.4%
		02	100.0%	8.9%	41.5%	24.4%	5.2%	3.7%	11.1%	5.2%
		03	100.0%	9.8%	35.3%	27.5%	7.8%	3.9%	5.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	8.9%	27.4%	34.8%	7.4%	1.5%	14.1%	5.9%
		10	100.0%	7.1%	40.8%	24.5%	10.2%	5.1%	11.2%	1.0%
		11	100.0%	4.6%	33.1%	31.5%	6.5%	1.9%	10.2%	9.3%
		12	100.0%	9.5%	24.8%	32.8%	13.1%	4.4%	10.2%	5.1%
		13	100.0%	7.3%	37.6%	17.4%	8.3%	2.8%	17.4%	9.2%
	駅西地区	21	100.0%	5.8%	23.2%	29.1%	11.7%	5.8%	11.7%	7.8%
		22	100.0%	9.2%	23.7%	33.3%	11.7%	2.5%	9.2%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	4.7%	21.6%	37.2%	16.9%	6.1%	7.4%	6.1%
		20	100.0%	5.6%	20.8%	31.9%	18.8%	4.2%	11.8%	6.9%
		23	100.0%	2.0%	29.4%	25.5%	11.8%	8.8%	12.7%	9.8%

(11)		合計	町の中に看板や広告物が氾濫していない(地区)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	10.9%	42.5%	20.0%	14.0%	5.8%	2.0%	4.7%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	11.7%	21.6%	27.9%	20.7%	12.6%	-	5.4%
		02	100.0%	8.9%	45.2%	20.0%	13.3%	5.2%	2.2%	5.2%
		03	100.0%	5.9%	45.1%	19.6%	16.7%	4.9%	2.0%	5.9%
	南部地区	09	100.0%	17.0%	42.2%	20.0%	11.9%	3.0%	1.5%	4.4%
		10	100.0%	14.3%	53.1%	10.2%	13.3%	6.1%	-	3.1%
		11	100.0%	10.2%	47.2%	13.9%	17.6%	2.8%	0.9%	7.4%
		12	100.0%	5.8%	38.0%	22.6%	15.3%	10.2%	3.6%	4.4%
		13	100.0%	11.9%	42.2%	22.9%	12.8%	3.7%	2.8%	3.7%
	駅西地区	21	100.0%	12.6%	42.7%	17.5%	16.5%	3.9%	4.9%	1.9%
		22	100.0%	13.3%	38.3%	22.5%	8.3%	6.7%	3.3%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	6.1%	47.3%	24.3%	12.8%	5.4%	0.7%	3.4%
		20	100.0%	10.4%	41.7%	20.8%	13.9%	6.3%	3.5%	3.5%
		23	100.0%	15.7%	50.0%	13.7%	10.8%	3.9%	-	5.9%

(12)		合計	ゴミや空かんなどが道路や空地に散乱していない(地区)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	6.2%	33.0%	16.0%	27.1%	12.3%	0.8%	4.6%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	9.9%	31.5%	18.9%	28.8%	8.1%	-	2.7%
		02	100.0%	5.9%	45.9%	17.0%	21.5%	5.2%	-	4.4%
		03	100.0%	7.8%	42.2%	19.6%	18.6%	5.9%	-	5.9%
	南部地区	09	100.0%	8.1%	39.3%	14.1%	23.7%	9.6%	1.5%	3.7%
		10	100.0%	6.1%	36.7%	14.3%	28.6%	12.2%	-	2.0%
		11	100.0%	11.1%	35.2%	13.0%	20.4%	12.0%	-	8.3%
		12	100.0%	2.2%	29.2%	15.3%	29.9%	19.0%	1.5%	2.9%
		13	100.0%	3.7%	36.7%	18.3%	23.9%	8.3%	2.8%	6.4%
	駅西地区	21	100.0%	7.8%	28.2%	13.6%	32.0%	13.6%	1.9%	2.9%
		22	100.0%	4.2%	22.5%	15.0%	31.7%	17.5%	1.7%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	4.1%	33.1%	18.9%	21.6%	17.6%	-	4.7%
		20	100.0%	4.9%	22.9%	16.7%	33.3%	18.8%	0.7%	2.8%
		23	100.0%	6.9%	26.5%	11.8%	40.2%	7.8%	1.0%	5.9%

表 7 の つづ き

(13)		合 計	近くの川や用水の水が汚れていない (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	5.2%	28.2%	18.6%	22.1%	14.1%	4.7%	7.1%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	10.8%	36.9%	17.1%	14.4%	7.2%	5.4%	8.1%
		02	100.0%	5.9%	48.9%	17.0%	11.9%	2.2%	3.0%	11.1%
		03	100.0%	7.8%	37.3%	19.6%	13.7%	5.9%	7.8%	7.8%
	南部地区	09	100.0%	10.4%	35.6%	20.7%	19.3%	5.2%	4.4%	4.4%
		10	100.0%	8.2%	30.6%	24.5%	14.3%	12.2%	5.1%	5.1%
		11	100.0%	4.6%	45.4%	13.9%	16.7%	4.6%	3.7%	11.1%
		12	100.0%	1.5%	25.5%	17.5%	28.5%	19.0%	1.5%	6.6%
		13	100.0%	4.6%	24.8%	21.1%	19.3%	11.0%	10.1%	9.2%
		駅西地区	21	100.0%	4.9%	22.3%	17.5%	28.2%	20.4%	3.9%
	22		100.0%	3.3%	24.2%	14.2%	23.3%	18.3%	6.7%	10.0%
	港周辺地区	19	100.0%	2.0%	12.2%	25.7%	31.8%	21.6%	2.0%	4.7%
		20	100.0%	2.8%	10.4%	16.7%	31.9%	27.8%	6.9%	3.5%
		23	100.0%	2.9%	17.6%	15.7%	28.4%	24.5%	2.0%	8.8%

(14)		合 計	子供やお年寄りでも車に頼みかたず道を通る (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	4.8%	22.0%	19.4%	30.2%	18.7%	1.1%	3.9%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	5.4%	18.9%	15.3%	31.5%	24.3%	1.8%	2.7%
		02	100.0%	3.7%	19.3%	20.0%	26.7%	25.2%	1.5%	3.7%
		03	100.0%	2.9%	19.6%	21.6%	29.4%	22.5%	-	3.9%
	南部地区	09	100.0%	11.1%	31.1%	14.1%	28.1%	8.9%	1.5%	5.2%
		10	100.0%	7.1%	29.6%	17.3%	24.5%	18.4%	-	3.1%
		11	100.0%	4.6%	19.4%	21.3%	30.6%	15.7%	0.9%	7.4%
		12	100.0%	2.9%	12.4%	19.7%	34.3%	27.0%	2.2%	1.5%
		13	100.0%	6.4%	26.6%	20.2%	27.5%	14.7%	-	4.6%
		駅西地区	21	100.0%	1.9%	28.2%	22.3%	23.3%	20.4%	1.0%
	22		100.0%	9.2%	25.0%	14.2%	24.2%	19.2%	1.7%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	1.4%	17.6%	27.0%	35.1%	15.5%	1.4%	2.0%
		20	100.0%	4.2%	18.1%	21.5%	35.4%	16.7%	1.4%	2.8%
		23	100.0%	2.0%	24.5%	15.7%	38.2%	14.7%	-	4.9%

(15)		合 計	地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしている (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	3.5%	11.9%	29.8%	16.7%	16.5%	16.8%	4.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	4.5%	15.3%	29.7%	18.0%	12.6%	15.3%	4.5%
		02	100.0%	4.4%	12.6%	31.9%	14.1%	17.8%	12.6%	6.7%
		03	100.0%	2.9%	13.7%	32.4%	17.6%	17.6%	10.8%	4.9%
	南部地区	09	100.0%	3.0%	11.9%	35.6%	9.6%	11.1%	23.0%	5.9%
		10	100.0%	6.1%	11.2%	37.8%	12.2%	10.2%	20.4%	2.0%
		11	100.0%	2.8%	14.8%	29.6%	14.8%	15.7%	13.9%	8.3%
		12	100.0%	3.6%	13.1%	25.5%	16.1%	22.6%	15.3%	3.6%
		13	100.0%	7.3%	9.2%	27.5%	22.0%	11.9%	14.7%	7.3%
		駅西地区	21	100.0%	1.0%	13.6%	25.2%	15.5%	17.5%	24.3%
	22		100.0%	4.2%	9.2%	25.0%	14.2%	20.0%	20.0%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	2.7%	9.5%	31.8%	19.6%	17.6%	15.5%	3.4%
		20	100.0%	2.8%	12.5%	30.6%	18.1%	17.4%	17.4%	1.4%
		23	100.0%	-	8.8%	24.5%	26.5%	20.6%	14.7%	4.9%

表7のつづき

(16)		合計	祭りや運動会などの行事が盛んで、住民も積極的に参加する(地区)							
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし	
合計		100.0%	8.3%	29.3%	23.7%	19.6%	10.4%	4.1%	4.5%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	12.5%	27.9%	23.4%	18.9%	9.9%	2.7%	4.5%
		02	100.0%	6.7%	37.0%	25.9%	16.3%	8.9%	1.5%	3.7%
		03	100.0%	4.9%	34.3%	21.6%	21.6%	10.8%	1.0%	5.9%
	南部地区	09	100.0%	5.9%	26.7%	29.6%	17.0%	9.6%	3.7%	7.4%
		10	100.0%	4.1%	11.2%	24.5%	29.6%	21.4%	7.1%	2.0%
		11	100.0%	10.2%	25.9%	25.9%	17.6%	9.3%	2.8%	8.3%
		12	100.0%	10.9%	36.5%	19.0%	19.7%	6.6%	4.4%	2.9%
		13	100.0%	3.7%	19.3%	30.3%	19.3%	13.8%	9.2%	4.6%
		駅西地区	21	100.0%	6.8%	26.2%	21.4%	25.2%	14.6%	4.9%
	22		100.0%	11.7%	24.2%	20.8%	20.8%	10.0%	5.0%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	8.8%	43.9%	23.0%	11.5%	6.1%	4.1%	2.7%
		20	100.0%	8.3%	25.7%	21.5%	25.0%	10.4%	5.6%	3.5%
		23	100.0%	12.7%	34.3%	21.6%	15.7%	8.8%	2.0%	4.9%

(17)		合計	公民館や集会場などが整っていて、利用もしやすい(地区)							
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし	
合計		100.0%	11.7%	37.1%	21.0%	12.8%	9.0%	4.1%	4.2%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	7.2%	35.1%	31.5%	12.6%	4.5%	2.7%	6.3%
		02	100.0%	10.4%	47.4%	20.0%	12.6%	5.2%	1.5%	3.0%
		03	100.0%	13.7%	47.1%	18.6%	10.8%	3.9%	1.0%	4.9%
	南部地区	09	100.0%	16.3%	34.8%	20.7%	12.6%	3.7%	5.9%	5.2%
		10	100.0%	10.2%	35.7%	20.4%	15.3%	13.3%	4.1%	1.0%
		11	100.0%	12.0%	36.1%	18.5%	13.9%	8.3%	1.9%	9.3%
		12	100.0%	17.5%	40.1%	20.4%	7.3%	7.3%	4.4%	2.9%
		13	100.0%	5.5%	24.8%	22.9%	19.3%	14.7%	8.3%	4.6%
		駅西地区	21	100.0%	9.7%	35.9%	20.4%	14.6%	12.6%	6.8%
	22		100.0%	6.7%	21.7%	28.3%	20.0%	12.5%	4.2%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	18.2%	45.9%	15.5%	8.8%	5.4%	3.4%	2.7%
		20	100.0%	12.5%	37.5%	20.1%	9.7%	10.4%	6.3%	3.5%
		23	100.0%	6.9%	36.3%	16.7%	12.7%	19.6%	2.9%	4.9%

(18)		合計	隣近所の人づきあいが良く、なごやかである(地区)							
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし	
合計		100.0%	11.6%	40.5%	28.5%	8.6%	4.6%	2.4%	3.7%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	13.5%	39.6%	28.8%	11.7%	2.7%	—	3.6%
		02	100.0%	10.4%	54.1%	25.2%	4.4%	1.5%	1.5%	3.0%
		03	100.0%	13.7%	40.2%	28.4%	8.8%	4.9%	—	3.9%
	南部地区	09	100.0%	8.9%	31.9%	36.3%	11.1%	3.0%	3.0%	5.9%
		10	100.0%	9.2%	33.7%	35.7%	10.2%	6.1%	4.1%	1.0%
		11	100.0%	10.2%	43.5%	25.0%	6.5%	3.7%	0.9%	10.2%
		12	100.0%	17.5%	33.6%	27.7%	6.6%	8.0%	4.4%	2.2%
		13	100.0%	7.3%	42.2%	29.4%	9.2%	5.5%	2.8%	3.7%
		駅西地区	21	100.0%	12.6%	37.9%	30.1%	8.7%	6.8%	2.9%
	22		100.0%	11.7%	40.8%	20.8%	9.2%	4.2%	7.5%	5.8%
	港周辺地区	19	100.0%	10.1%	48.0%	24.3%	8.8%	6.1%	0.7%	2.0%
		20	100.0%	12.5%	40.3%	29.2%	9.0%	4.2%	2.1%	2.8%
		23	100.0%	12.7%	37.3%	31.4%	8.8%	3.9%	2.0%	3.9%

表 7 のつづき

(19)		合 計	庭などがあって、周りの家々が密集していない(地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	8.4%	26.2%	19.7%	16.6%	22.4%	2.1%	4.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	4.5%	11.7%	19.8%	17.1%	41.4%	2.7%	2.7%
		02	100.0%	3.0%	20.7%	20.7%	17.0%	31.9%	3.0%	3.7%
		03	100.0%	2.0%	7.8%	21.6%	16.7%	42.2%	3.9%	5.9%
	南部地区	09	100.0%	15.6%	37.0%	17.0%	11.9%	10.4%	0.7%	7.4%
		10	100.0%	16.3%	36.7%	18.4%	12.2%	13.3%	-	3.1%
		11	100.0%	2.8%	18.5%	18.5%	25.0%	26.9%	-	8.3%
		12	100.0%	5.8%	19.0%	17.5%	20.4%	32.8%	1.5%	2.9%
		13	100.0%	11.9%	30.3%	22.0%	14.7%	14.7%	1.8%	4.6%
	駅西地区	21	100.0%	15.5%	23.3%	21.4%	19.4%	14.6%	1.9%	3.9%
		22	100.0%	9.2%	23.3%	20.8%	15.0%	20.8%	3.3%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	5.4%	33.1%	18.9%	21.6%	15.5%	2.7%	2.7%
		20	100.0%	9.7%	35.4%	20.8%	11.8%	13.9%	3.5%	4.9%
		23	100.0%	8.8%	39.2%	18.6%	11.8%	15.7%	1.0%	4.9%

(20)		合 計	通勤・通学、買い物などの交通の便がよい(地区)					わからない	回答なし	
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	28.9%	40.9%	11.7%	9.8%	5.0%	0.4%	3.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	57.7%	36.9%	1.8%	0.9%	-	-	2.7%
		02	100.0%	40.0%	43.7%	8.9%	3.7%	1.5%	-	2.2%
		03	100.0%	43.1%	51.0%	2.0%	-	-	-	3.9%
	南部地区	09	100.0%	23.7%	34.8%	9.6%	17.8%	8.9%	-	5.2%
		10	100.0%	31.6%	49.0%	7.1%	7.1%	2.0%	-	3.1%
		11	100.0%	33.3%	45.4%	7.4%	3.7%	1.9%	-	8.3%
		12	100.0%	35.8%	40.9%	9.5%	10.9%	1.5%	-	1.5%
		13	100.0%	41.3%	44.0%	3.7%	3.7%	2.8%	-	4.6%
	駅西地区	21	100.0%	19.4%	43.7%	13.6%	14.6%	7.8%	1.0%	-
		22	100.0%	18.3%	39.2%	20.0%	8.3%	6.7%	0.8%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	12.2%	33.1%	22.3%	19.6%	10.1%	-	2.7%
		20	100.0%	14.6%	39.6%	19.4%	13.9%	9.0%	2.8%	0.7%
		23	100.0%	12.7%	35.3%	20.6%	17.6%	9.8%	-	3.9%

(21)		合 計	道路の除雪や消雪が行き届いている(地区)					わからない	回答なし	
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	6.6%	18.9%	17.8%	26.2%	24.8%	1.4%	4.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	16.2%	26.1%	15.3%	25.2%	14.4%	0.9%	1.8%
		02	100.0%	3.0%	19.3%	23.7%	27.4%	20.7%	-	5.9%
		03	100.0%	11.8%	19.6%	20.6%	21.6%	20.6%	1.0%	4.9%
	南部地区	09	100.0%	7.4%	17.0%	18.5%	31.1%	18.5%	2.2%	5.2%
		10	100.0%	2.0%	21.4%	20.4%	19.4%	33.7%	-	3.1%
		11	100.0%	11.1%	18.5%	13.0%	25.0%	21.3%	0.9%	10.2%
		12	100.0%	4.4%	24.1%	16.1%	24.8%	27.0%	0.7%	2.9%
		13	100.0%	6.4%	18.3%	17.4%	29.4%	21.1%	1.8%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	7.8%	20.4%	14.6%	22.3%	31.1%	1.0%	2.9%
		22	100.0%	5.8%	15.8%	18.3%	21.7%	28.3%	3.3%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	4.7%	20.9%	18.2%	27.7%	23.6%	1.4%	3.4%
		20	100.0%	4.2%	14.6%	18.1%	29.2%	29.9%	3.5%	0.7%
		23	100.0%	2.9%	9.8%	15.7%	32.4%	34.3%	-	4.9%

表7のつづき

(22)	合計	保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くにある(地区)								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	32.9%	41.6%	9.7%	6.8%	3.5%	0.7%	4.8%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	58.6%	36.0%	1.8%	0.9%	—	2.7%	
		02	100.0%	44.4%	43.7%	5.9%	2.2%	—	3.7%	
		03	100.0%	52.0%	40.2%	3.9%	—	—	3.9%	
	南部地区	09	100.0%	26.7%	31.1%	11.9%	12.6%	9.6%	1.5%	6.7%
		10	100.0%	40.8%	45.9%	4.1%	5.1%	1.0%	—	3.1%
		11	100.0%	38.9%	40.7%	9.3%	2.8%	—	—	8.3%
		12	100.0%	38.0%	40.1%	8.0%	5.8%	2.9%	0.7%	4.4%
		13	100.0%	35.8%	42.2%	11.0%	3.7%	0.9%	0.9%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	17.5%	43.7%	13.6%	14.6%	6.8%	1.0%	2.9%
		22	100.0%	22.5%	46.7%	13.3%	7.5%	—	0.8%	9.2%
	港周辺地区	19	100.0%	24.3%	48.0%	14.2%	6.8%	2.7%	1.4%	2.7%
		20	100.0%	22.9%	43.1%	10.4%	11.1%	7.6%	2.1%	2.8%
		23	100.0%	8.8%	39.2%	16.7%	14.7%	13.7%	—	6.9%

(23)	合計	生涯を通じて教養を高め、趣味を広げられる機会が多い(地区)								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	6.4%	23.3%	26.9%	13.1%	11.5%	9.3%	9.5%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	17.1%	41.4%	20.7%	3.6%	3.6%	3.6%	9.9%
		02	100.0%	10.4%	34.1%	25.9%	6.7%	3.0%	11.1%	8.9%
		03	100.0%	6.9%	28.4%	27.5%	11.8%	9.8%	7.8%	7.8%
	南部地区	09	100.0%	8.1%	25.2%	27.4%	7.4%	8.1%	8.9%	14.8%
		10	100.0%	8.2%	37.8%	26.5%	7.1%	5.1%	7.1%	8.2%
		11	100.0%	5.6%	32.4%	31.5%	7.4%	5.6%	3.7%	13.9%
		12	100.0%	8.0%	21.2%	21.2%	16.8%	16.8%	8.8%	7.3%
		13	100.0%	3.7%	23.9%	31.2%	11.0%	9.2%	7.3%	13.8%
	駅西地区	21	100.0%	5.8%	11.7%	25.2%	16.5%	15.5%	17.5%	7.8%
		22	100.0%	5.0%	19.2%	24.2%	13.3%	15.0%	12.5%	10.8%
	港周辺地区	19	100.0%	2.7%	13.5%	31.8%	21.6%	12.8%	12.2%	5.4%
		20	100.0%	2.1%	9.7%	29.2%	22.2%	17.4%	11.8%	7.6%
		23	100.0%	1.0%	10.8%	26.5%	20.6%	26.5%	6.9%	7.8%

(24)	合計	高齢者と共に、若壮年の人々が定住している(地区)								
		十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない	回答なし		
合計	100.0%	9.3%	35.8%	27.5%	8.8%	4.9%	8.6%	5.1%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	11.7%	34.2%	23.4%	12.6%	9.9%	3.6%	4.5%
		02	100.0%	5.9%	38.5%	26.7%	12.6%	3.7%	7.4%	5.2%
		03	100.0%	4.9%	44.1%	24.5%	14.7%	3.9%	2.0%	5.9%
	南部地区	09	100.0%	11.9%	31.1%	29.6%	7.4%	3.7%	10.4%	5.9%
		10	100.0%	5.1%	35.7%	29.6%	10.2%	9.2%	8.2%	2.0%
		11	100.0%	12.0%	38.9%	25.0%	7.4%	3.7%	4.6%	8.3%
		12	100.0%	10.9%	25.5%	36.5%	7.3%	5.8%	9.5%	4.4%
		13	100.0%	10.1%	31.2%	27.5%	10.1%	2.8%	11.0%	7.3%
	駅西地区	21	100.0%	10.7%	27.2%	30.1%	10.7%	2.9%	13.6%	4.9%
		22	100.0%	11.7%	32.5%	22.5%	8.3%	2.5%	16.7%	5.8%
	港周辺地区	19	100.0%	4.7%	39.2%	29.7%	7.4%	6.1%	8.8%	4.1%
		20	100.0%	9.0%	40.3%	26.4%	3.5%	6.3%	11.8%	2.8%
		23	100.0%	13.7%	48.0%	23.5%	3.9%	2.9%	2.0%	5.9%

表 7 の つづ き

(25)		合 計	気軽に自然を楽しめるような散策路や公園がある (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	12.4%	33.3%	13.8%	16.6%	18.0%	1.5%	4.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	25.2%	42.3%	12.6%	6.3%	9.0%	0.9%	3.6%
		02	100.0%	21.5%	51.1%	11.1%	8.1%	3.0%	1.5%	3.7%
		03	100.0%	4.9%	26.5%	10.8%	18.6%	31.4%	2.9%	4.9%
	南部地区	09	100.0%	19.3%	48.9%	13.3%	5.9%	5.2%	2.2%	5.2%
		10	100.0%	12.2%	49.0%	12.2%	13.3%	10.2%	1.0%	2.0%
		11	100.0%	13.9%	20.4%	16.7%	21.3%	19.4%	-	8.3%
		12	100.0%	8.0%	27.7%	12.4%	16.1%	32.1%	1.5%	2.2%
		13	100.0%	13.8%	31.2%	11.9%	16.5%	15.6%	3.7%	7.3%
	駅西地区	21	100.0%	3.9%	19.4%	13.6%	23.3%	35.0%	1.0%	3.9%
		22	100.0%	16.7%	27.5%	10.8%	22.5%	14.2%	1.7%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	8.1%	34.5%	20.9%	23.0%	10.8%	-	2.7%
		20	100.0%	8.3%	29.2%	17.4%	20.1%	19.4%	3.5%	2.1%
		23	100.0%	2.9%	19.6%	12.7%	21.6%	36.3%	1.0%	5.9%

(26)		合 計	小鳥のさえずりを聞けるような林や森が近くにある (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	10.3%	22.3%	14.2%	17.1%	27.0%	3.7%	5.3%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	10.8%	24.3%	17.1%	15.3%	23.4%	2.7%	6.3%
		02	100.0%	8.1%	23.0%	16.3%	21.5%	20.7%	6.7%	3.7%
		03	100.0%	2.9%	17.6%	20.5%	10.8%	37.3%	2.9%	7.8%
	南部地区	09	100.0%	27.4%	40.0%	8.9%	3.9%	5.2%	3.0%	6.7%
		10	100.0%	14.3%	34.7%	13.3%	16.3%	17.3%	2.0%	2.0%
		11	100.0%	10.2%	23.1%	17.6%	13.0%	24.1%	1.9%	10.2%
		12	100.0%	8.0%	10.9%	11.7%	19.0%	40.1%	5.1%	5.1%
		13	100.0%	7.3%	19.3%	15.6%	24.8%	22.9%	4.6%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	3.9%	14.6%	16.5%	19.4%	42.7%	1.0%	1.9%
		22	100.0%	6.7%	15.0%	13.3%	21.7%	29.2%	5.8%	8.3%
	港周辺地区	19	100.0%	12.8%	36.5%	12.8%	19.6%	13.5%	2.0%	2.7%
		20	100.0%	9.0%	18.1%	11.8%	17.4%	33.3%	6.3%	4.2%
		23	100.0%	8.8%	7.8%	11.8%	13.7%	49.0%	2.9%	5.9%

(27)		合 計	医療施設が整っていて、診断や治療がいつでも受けられる (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない			
合 計		100.0%	20.9%	45.7%	14.0%	8.4%	4.3%	2.2%	4.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	34.2%	46.8%	9.0%	3.6%	0.9%	1.8%	3.6%
		02	100.0%	24.4%	56.3%	8.9%	3.0%	1.5%	2.2%	3.7%
		03	100.0%	28.4%	56.9%	6.9%	1.0%	1.0%	-	5.9%
	南部地区	09	100.0%	26.7%	45.2%	11.9%	6.7%	0.7%	2.2%	6.7%
		10	100.0%	33.7%	45.9%	12.2%	3.1%	3.1%	1.0%	1.0%
		11	100.0%	25.0%	48.1%	13.0%	3.7%	0.9%	0.9%	8.3%
		12	100.0%	16.1%	48.2%	19.0%	9.5%	2.2%	2.9%	2.2%
		13	100.0%	21.1%	52.3%	14.7%	4.6%	0.9%	1.8%	4.6%
	駅西地区	21	100.0%	12.6%	43.7%	14.6%	13.6%	7.8%	3.9%	2.9%
		22	100.0%	12.5%	45.8%	19.2%	9.2%	2.5%	5.0%	5.8%
	港周辺地区	19	100.0%	10.8%	31.8%	20.3%	18.9%	13.5%	1.4%	3.4%
		20	100.0%	18.1%	43.8%	16.0%	9.7%	6.3%	2.8%	3.5%
		23	100.0%	12.7%	32.4%	13.7%	19.6%	12.7%	2.0%	6.9%

表7のつづき

(28)		合計	ゴミや下水が衛生的に処理されている (地区)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	16.2%	38.1%	14.3%	13.2%	11.4%	1.7%	5.0%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	27.9%	53.2%	7.2%	2.7%	3.6%	—	5.4%
		02	100.0%	27.4%	55.6%	7.4%	3.0%	—	1.5%	5.2%
		03	100.0%	31.4%	49.0%	12.7%	1.0%	1.0%	—	4.9%
	南部地区	09	100.0%	16.3%	34.1%	18.5%	16.3%	5.9%	2.2%	6.7%
		10	100.0%	26.5%	43.9%	12.2%	13.3%	2.0%	—	2.0%
		11	100.0%	13.9%	50.9%	11.1%	8.3%	7.4%	—	8.3%
		12	100.0%	21.2%	49.6%	12.4%	8.8%	2.9%	1.5%	3.6%
		13	100.0%	22.9%	49.5%	9.2%	6.4%	1.8%	3.7%	6.4%
	駅西地区	21	100.0%	5.8%	19.4%	15.5%	22.3%	27.2%	5.8%	2.9%
		22	100.0%	12.5%	37.5%	11.7%	12.5%	15.0%	3.3%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	2.7%	20.9%	21.6%	23.6%	27.0%	0.7%	3.4%
		20	100.0%	3.5%	15.7%	25.0%	24.3%	25.0%	2.8%	2.8%
		23	100.0%	4.9%	20.6%	16.7%	25.5%	25.5%	1.0%	5.9%

(29)		合計	空気や水の汚れ、騒音、悪臭などの公害がない (地区)					わからない	回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	9.7%	34.1%	21.5%	16.7%	10.8%	1.7%	5.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	12.6%	22.5%	23.4%	22.5%	11.7%	—	7.2%
		02	100.0%	9.6%	50.4%	19.3%	11.1%	5.2%	0.7%	3.7%
		03	100.0%	11.8%	36.3%	18.6%	10.8%	15.7%	1.0%	5.9%
	南部地区	09	100.0%	23.0%	35.6%	17.8%	11.9%	3.7%	0.7%	7.4%
		10	100.0%	11.2%	45.9%	18.4%	10.2%	12.2%	—	2.0%
		11	100.0%	10.2%	41.7%	17.6%	14.8%	7.4%	—	8.3%
		12	100.0%	5.8%	25.5%	27.0%	24.1%	10.2%	3.6%	3.6%
		13	100.0%	15.6%	47.7%	14.7%	7.3%	3.7%	4.6%	6.4%
	駅西地区	21	100.0%	7.8%	24.3%	22.3%	17.5%	21.4%	2.9%	2.9%
		22	100.0%	5.0%	25.0%	23.3%	20.8%	15.0%	1.7%	9.2%
	港周辺地区	19	100.0%	4.7%	33.8%	18.9%	19.6%	18.2%	2.0%	2.7%
		20	100.0%	5.6%	29.2%	29.9%	18.8%	8.3%	3.5%	4.9%
		23	100.0%	3.9%	27.5%	26.5%	25.5%	9.8%	—	6.9%

(30)		合計	子供が安心して遊べる場所が家の周りにある (地区)					わからない	回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	10.5%	24.0%	14.3%	21.1%	24.0%	1.3%	4.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	7.2%	13.5%	14.4%	28.8%	30.6%	1.8%	3.6%
		02	100.0%	12.6%	27.4%	14.1%	19.3%	23.7%	0.7%	2.2%
		03	100.0%	3.9%	10.8%	15.7%	22.5%	37.3%	2.9%	6.9%
	南部地区	09	100.0%	24.4%	43.7%	5.9%	11.1%	4.4%	1.5%	8.9%
		10	100.0%	20.4%	37.8%	16.3%	16.3%	6.1%	1.0%	2.0%
		11	100.0%	9.3%	16.7%	18.5%	17.6%	28.7%	0.9%	8.3%
		12	100.0%	4.4%	13.1%	13.9%	26.3%	36.5%	1.5%	4.4%
		13	100.0%	12.8%	21.1%	15.6%	20.2%	22.9%	0.9%	6.4%
	駅西地区	21	100.0%	3.9%	21.4%	12.6%	22.3%	37.9%	1.0%	1.0%
		22	100.0%	11.7%	18.3%	11.7%	25.0%	23.3%	2.5%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	8.1%	32.4%	16.9%	21.6%	16.2%	1.4%	3.4%
		20	100.0%	7.6%	27.8%	14.6%	21.5%	25.0%	0.7%	2.8%
		23	100.0%	9.8%	22.5%	17.6%	21.6%	23.5%	—	4.9%

表 7 の つづ き

(3)	合 計	地区内で様々なサークル活動や行事が盛んである (地区)							回答なし	
		十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言え ない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない	わからない			
合 計	100.0%	4.7%	21.9%	28.6%	17.4%	13.1%	9.8%	4.4%		
因勢統計区名	中央地区	01	100.0%	4.5%	23.4%	34.2%	18.0%	9.9%	5.4%	4.5%
		02	100.0%	3.0%	18.5%	30.4%	19.3%	13.3%	8.9%	6.7%
		03	100.0%	6.9%	25.5%	30.4%	17.6%	11.8%	3.9%	3.9%
	南部地区	09	100.0%	6.7%	17.8%	35.6%	13.3%	9.6%	11.1%	5.9%
		10	100.0%	3.1%	18.4%	26.5%	17.3%	18.4%	13.3%	3.1%
		11	100.0%	6.5%	21.3%	34.3%	13.0%	9.3%	7.4%	8.3%
		12	100.0%	7.3%	25.5%	26.3%	12.4%	18.2%	7.3%	2.9%
		13	100.0%	1.8%	17.4%	27.5%	21.1%	11.9%	14.7%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	1.9%	17.5%	20.4%	24.3%	19.4%	14.6%	1.9%
		22	100.0%	3.3%	18.3%	23.3%	20.8%	13.3%	14.2%	6.7%
	港周辺地区	19	100.0%	4.1%	33.1%	29.1%	12.8%	11.5%	7.4%	2.0%
		20	100.0%	7.6%	17.4%	28.5%	18.8%	14.6%	11.1%	2.1%
		23	100.0%	2.9%	29.4%	23.5%	20.6%	9.8%	8.8%	4.9%

表 8 数量化した「住み良さの実現度」(条件, 地区別)

項 目	地 区												
	中央 地区 01	中央 地区 02	中 央 地 区 03	南 部 地 区 09	南 部 地 区 10	南 部 地 区 11	南 部 地 区 12	南 部 地 区 13	駅 西 地 区 21	駅 西 地 区 22	港 周 辺 地 区 19	港 周 辺 地 区 20	港 周 辺 地 区 23
歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っていること	0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.3	-0.2	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.4
古くからの美しい町並みが残っていること	-0.4	-0.2	-0.3	-0.5	-0.2	0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6
昔から親しまれた神社や寺の林、屋敷林などが残っていること	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1
プライバシー (私生活を守る権利) が侵害されないこと	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	0.5	0.3
犯罪が少ないこと	0.6	0.5	0.8	0.7	0.9	0.8	-0.1	0.7	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5
風紀がみだれていないこと	0.1	0.3	0.6	0.6	0.7	0.5	-0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4
幼稚園・学校などの教育施設が整っていること	0.9	0.9	1.0	0.7	1.3	1.0	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.9	0.7
商店の数や種類が多く、品物も豊富であること	1.4	0.7	1.1	0.3	0.6	0.4	1.1	0.5	0.3	0.2	0.2	0.4	-0.1
地区内の行事や町会の運営が公平に行われること	0.7	0.7	0.6	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4
いろいろな行政サービスが公平に受けられること	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0
町の中に看板や広告物をはらんでいないこと	0.0	0.4	0.3	0.6	0.6	0.4	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6
ゴミや空きなどが道路や空地に散乱していないこと	0.1	0.3	0.3	0.1	0.0	0.1	-0.3	0.0	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2
近くの川や用水の水が汚れていないこと	0.3	0.4	0.3	0.3	0.1	0.3	-0.4	-0.1	-0.4	-0.3	-0.6	-0.7	-0.5
子供やお年寄りでも車におびやかされずに道を歩けること	-0.5	-0.5	-0.5	0.1	-0.2	-0.3	-0.7	-0.2	-0.3	-0.2	-0.5	-0.4	-0.4
地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.6
祭や運動会などの行事が盛んで、住民も積極的に参加すること	0.1	0.2	0.0	0.0	-0.5	0.1	0.3	-0.2	-0.1	0.1	-0.4	0.0	0.3
公民館や集会場などが整っていて、利用しやすいこと	0.3	0.5	0.6	0.5	0.1	0.3	0.5	-0.1	0.2	-0.1	0.6	0.3	0.0
隣近政の人づきあいが良く、なごやかであること	0.5	0.7	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
気軽に自然を楽しむような散策路や公園があること	0.7	0.8	-0.5	0.7	0.4	-0.1	-0.4	0.1	-0.7	0.1	0.1	-0.1	-0.7
小島のさえずりを聞けるような林や森が近くにあること	-0.2	-0.2	-0.6	0.8	0.1	-0.2	-0.7	-0.4	-0.8	-0.5	0.2	-0.5	-0.9
医療施設が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること	1.1	1.0	1.1	0.9	1.0	0.9	0.7	0.9	0.4	0.6	0.1	0.6	0.1
ゴミや下水が衛生的に処理されていること	1.0	1.1	1.1	0.4	0.8	0.6	0.8	0.9	-0.5	0.2	-0.5	-0.5	-0.5
空気や水の汚れ、騒音、悪臭などの公害がないこと	0.0	0.5	0.2	0.6	0.3	0.3	-0.1	0.6	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	-0.1
子供が安心して遊べる場所が家のまわりにあること	-0.6	-0.1	-0.8	0.7	0.5	-0.4	-0.8	-0.2	-0.7	-0.3	-0.1	-0.3	-0.3
庭などがあって、まわりの家々が密集していないこと	-0.8	-0.5	-0.9	0.4	0.3	-0.5	-0.6	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.1
通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと	1.5	1.2	1.4	0.5	1.0	1.0	1.0	1.2	0.5	0.5	0.2	0.4	0.2
道路の除雪や融雪がゆきとどいていること	0.0	0.4	-0.2	-0.4	-0.6	-0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.7	-0.9
保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くにること	1.5	1.3	1.4	0.5	1.2	1.2	1.0	0.7	0.5	0.8	0.8	0.6	0.1
図書館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすいこと	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
生涯を通じて教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと	0.6	0.4	0.1	0.2	0.4	0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.3	-0.4	0.6
高齢者とともに、若壮年層の人々も定住していること	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.7
地区内で様々なサークル活動や行事が盛んであること	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.1	-0.2	-0.4	-0.2	0.1	-0.2	0.0
合 計 ス コ ア (注1)	9.9	11.6	8.4	10.5	10.1	9.0	2.0	6.5	-0.6	0.9	1.8	1.4	-0.6
実 現 度 相 対 指 数 (注2)	0.95	1.34	0.63	1.08	0.99	0.76	-0.74	0.22	-1.29	-0.93	-0.73	-0.87	-1.29

(注1) 調査地域全体の平均スコアは5.45である。  
 (注2) 各地区の合計スコアを平均0.0、標準偏差1の正規分布に標準化したものである。

- ② 子供やお年寄りでも車におびやかされずに道を歩けること (48.9%)
- ③ 子供が安心して遊べる場所が家のまわりにあること (45.1%)
- ④ 小鳥のさえずりを聞けるような林や森が近くにあること (44.1%)
- ⑤ ゴミや空かんなどが道路や空地に散乱していないこと (39.4%)

など、環境の安全性や自然性に関するものであった。次に、この実現度を地区相互間で、あるいは条件相互間で計量的に比較するために、次の6段階の評価尺度に対して、尺度間は等間隔であるとの仮定の下に、以下のようにスコアを与え、これにそれぞれの尺度の

十分実現されている	.....	+ 2
かなり実現されている	.....	+ 1
どちらとも言えない	.....	± 0
あまり実現されていない	.....	- 1
ほとんど実現されていない	.....	- 2
わからない	.....	± 0

選択率を乗じて数量化し、地区別・住み良さ条件別のスコアを算出した。その結果を表8に掲げた。表の最下行に掲げた実現度相対指数は、地区別の合計スコアを全体の平均値が0.0、標準偏差が1.0になるように基準化したものである。

また、スコアの出現度数分布は図4のとおりで、最も出現度数が高かったのは、①0.2～①0.4の範囲であ

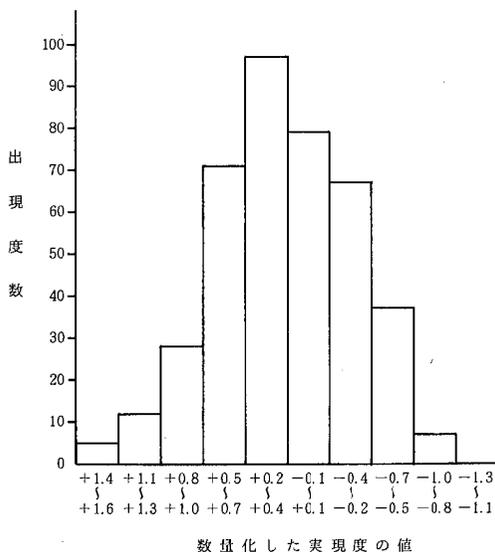


図4 数量化した実現度数分布

った。

まず、表8を地区別に見ると、スコアの合計点の最高は中央地区02 (+11.6)で、次いで南部地区09 (+10.5) 南部地区10 (+10.1)の順であり、最低は駅西地区21、港周辺地区23 (いずれも、-0.6)である。また、スコアが負となった条件の出現率の最高は南部地区12 (16条件, 51.6%), 最低は南部地区09 (4条件, 12.9%)であった。

条件別に見ると、負のスコアが多く出現した条件は、先に非実現度の高かった条件として述べたとほぼ同じく、環境の安全性や自然性、あるいは歴史性に関する条件であった。

(イ) 金沢市全体として見た実現度

設問3で提示した住み良さ31条件の中で、回答者の住居周辺の状況のみでは判断が困難なもの、あるいはそのような方法で判断することが不適切なもの、すなわち、より広域的観点からも判断することが望ましいと考えられる19の条件群について、金沢市全体での実現度を併せて問うた結果を表9(①)~(⑨)に掲げた。そして、この結果に対して、先の(ア)で述べたような数量化操作を行ったものを表10に掲げた。

表8と表10とを対比すると、住み良さ条件群のうち、例えば、「地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること」等の安全性に関する条件を見ると、両表の結果とも負のスコアになっており、回答者が居住する地区にあっても、また、金沢市全体で見ても、それらの条件の実現度は低いと意識されていることが分かる。これに対して、「歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っていること」等の伝統・歴史性に関する条件を見ると、回答者の住居周辺では負のスコアの出現率が高いのに比べて、金沢市全体に対する見方ではすべて正のスコアの出現となっている。

さて、表10に掲げた条件について、表8の値から表10の値を引いて得られた値が正で大きければ大きいほど、市全体よりも住居周辺の実現度が高いと意識されており、逆に、負で大きければ大きいほど、市全体に比べて住居周辺の実現度は低いと意識されていると解釈できる。表11はそれを示したものである。

この表を地区別に見ると、スコアの合計が正で最高は中央地区02で、次いで中央地区01であり、合計が負で最高は港周辺地区23である。ここで掲げた住み良さ条件についてみる限り、中央地区3地区の住民は住居周辺地区の住み良さ実現度が全体的に見ても高いと認識しており、これとは対比的に、駅西地区2地区や港周辺地区3地区の住民はまだまだ実現度は低いと認識

表 9 各地区からみた、市全体の「住み良さ」実現度

(1)		合 計	歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っている (市全体)							
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない	わからない	回答なし	
合 計		100.0%	9.7%	59.3%	11.7%	5.3%	1.3%	5.4%	7.3%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	8.1%	60.4%	10.8%	7.2%	1.8%	0.9%	10.8%
		02	100.0%	8.9%	62.2%	11.1%	5.2%	2.2%	5.2%	5.2%
		03	100.0%	3.9%	61.8%	14.7%	4.9%	—	4.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	9.6%	60.7%	10.4%	5.2%	1.5%	6.7%	5.9%
		10	100.0%	12.2%	62.2%	7.1%	5.1%	4.1%	3.1%	6.1%
		11	100.0%	11.1%	60.2%	13.9%	3.7%	0.9%	1.9%	8.3%
		12	100.0%	7.3%	58.4%	12.4%	6.6%	0.7%	7.3%	7.3%
		13	100.0%	8.3%	55.0%	17.4%	8.3%	0.9%	4.6%	5.5%
		21	100.0%	11.7%	60.2%	8.7%	5.8%	1.0%	4.9%	7.8%
	駅西地区	22	100.0%	15.0%	50.8%	10.8%	3.3%	—	9.2%	10.8%
		19	100.0%	10.8%	57.4%	13.5%	4.1%	1.4%	7.4%	5.4%
	港周辺地区	20	100.0%	11.1%	60.4%	11.1%	4.9%	2.1%	6.3%	4.2%
		23	100.0%	7.8%	62.7%	8.8%	4.9%	—	5.9%	9.8%

(2)		合 計	古くからの美しい町並みが残っている (市全体)							
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない	わからない	回答なし	
合 計		100.0%	7.6%	49.2%	17.7%	10.8%	2.7%	4.3%	7.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	3.6%	41.4%	26.1%	18.9%	1.8%	—	8.1%
		02	100.0%	9.6%	45.2%	17.8%	13.3%	3.7%	6.7%	3.7%
		03	100.0%	4.9%	44.1%	20.6%	11.8%	3.9%	2.9%	11.8%
	南部地区	09	100.0%	8.9%	51.1%	17.0%	6.7%	2.2%	5.9%	8.1%
		10	100.0%	8.2%	52.0%	18.4%	11.2%	4.1%	1.0%	5.1%
		11	100.0%	5.6%	49.1%	23.1%	9.3%	2.8%	1.9%	8.3%
		12	100.0%	7.3%	50.4%	18.2%	9.5%	1.5%	4.4%	8.8%
		13	100.0%	6.4%	46.8%	16.5%	12.8%	5.5%	4.6%	7.3%
		21	100.0%	4.9%	56.3%	15.5%	6.8%	2.9%	3.9%	9.7%
	駅西地区	22	100.0%	12.5%	45.0%	13.3%	10.0%	2.5%	5.0%	11.7%
		19	100.0%	10.1%	47.3%	18.9%	10.8%	—	6.8%	6.1%
	港周辺地区	20	100.0%	6.9%	56.3%	12.5%	8.3%	4.2%	5.6%	6.3%
		23	100.0%	7.8%	53.9%	12.7%	12.7%	1.0%	3.9%	7.8%

(3)		合 計	昔から親しまれた神社や寺の林、屋敷林などが残されている (市全体)							
			十分実現されて いる	かなり実現され ている	どちらとも言 えない	あまり実現され ていない	ほとんど実現さ れていない	わからない	回答なし	
合 計		100.0%	9.3%	48.6%	16.8%	8.1%	1.5%	6.1%	9.5%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	5.4%	40.5%	21.6%	12.6%	2.7%	5.4%	11.7%
		02	100.0%	12.6%	39.3%	14.1%	16.3%	3.0%	6.7%	8.1%
		03	100.0%	8.8%	45.1%	19.6%	7.8%	3.9%	4.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	10.4%	48.9%	14.8%	5.9%	—	8.9%	11.1%
		10	100.0%	12.2%	53.1%	10.2%	9.2%	4.1%	3.1%	8.2%
		11	100.0%	8.3%	52.8%	15.7%	9.3%	0.9%	1.9%	11.1%
		12	100.0%	8.0%	50.4%	18.2%	6.6%	—	5.8%	10.9%
		13	100.0%	4.6%	39.4%	22.0%	12.8%	1.8%	8.3%	11.0%
		21	100.0%	9.7%	55.3%	18.4%	2.9%	1.9%	2.9%	8.7%
	駅西地区	22	100.0%	13.3%	47.5%	14.2%	5.8%	2.5%	6.7%	10.0%
		19	100.0%	11.5%	47.3%	18.9%	6.8%	0.7%	6.1%	8.8%
	港周辺地区	20	100.0%	8.3%	55.6%	16.7%	3.5%	—	9.0%	6.9%
		23	100.0%	6.9%	57.8%	13.7%	5.9%	—	7.8%	7.8%

表9のつづき

(4)		合計	犯罪が少ない(市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	3.8%	26.6%	32.3%	12.0%	2.4%	8.5%	14.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	3.6%	35.1%	27.0%	13.5%	0.9%	1.8%	18.0%
		02	100.0%	4.4%	28.9%	30.4%	10.4%	0.7%	10.4%	14.8%
		03	100.0%	4.9%	33.3%	32.4%	3.9%	1.0%	5.9%	18.6%
	南部地区	09	100.0%	6.7%	30.4%	25.9%	15.6%	1.5%	10.4%	9.6%
		10	100.0%	6.1%	31.6%	35.7%	10.2%	1.0%	8.2%	7.1%
		11	100.0%	2.8%	29.6%	32.4%	9.3%	3.7%	7.4%	14.8%
		12	100.0%	3.6%	16.8%	29.9%	18.2%	3.6%	9.5%	18.2%
		13	100.0%	1.8%	29.4%	33.9%	10.1%	4.6%	9.2%	11.0%
	駅西地区	21	100.0%	1.0%	24.3%	35.9%	8.7%	3.9%	13.6%	12.6%
		22	100.0%	1.7%	17.5%	33.3%	15.8%	1.7%	10.0%	19.2%
	港周辺地区	19	100.0%	4.1%	23.6%	33.8%	14.2%	4.1%	6.8%	13.5%
		20	100.0%	3.5%	25.7%	33.3%	12.5%	2.8%	6.9%	15.3%
		23	100.0%	4.9%	23.5%	38.2%	8.8%	1.0%	10.8%	12.7%

(5)		合計	幼稚園・学校などの教育施設が整っている(市全体)					わからない	回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	17.5%	51.0%	11.0%	3.3%	0.6%	6.6%	10.1%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	18.9%	50.5%	13.5%	2.7%	0.9%	7.2%	6.3%
		02	100.0%	23.7%	45.2%	11.9%	1.5%	0.7%	7.4%	9.6%
		03	100.0%	19.6%	51.0%	7.8%	3.9%	-	3.9%	13.7%
	南部地区	09	100.0%	14.8%	43.7%	14.8%	4.4%	-	11.9%	10.4%
		10	100.0%	27.6%	55.1%	3.1%	2.0%	2.0%	3.1%	7.1%
		11	100.0%	21.3%	46.3%	7.4%	4.6%	-	5.6%	14.8%
		12	100.0%	18.2%	49.6%	11.7%	2.9%	0.7%	5.1%	11.7%
		13	100.0%	15.6%	55.0%	12.8%	2.8%	0.9%	8.3%	4.6%
	駅西地区	21	100.0%	15.5%	48.5%	10.7%	6.8%	-	4.9%	13.6%
		22	100.0%	13.3%	54.2%	9.2%	0.8%	-	7.5%	15.0%
	港周辺地区	19	100.0%	12.8%	56.8%	12.2%	4.7%	0.7%	4.1%	8.8%
		20	100.0%	14.6%	55.6%	11.8%	2.1%	0.7%	7.6%	7.6%
		23	100.0%	13.7%	51.0%	13.7%	3.9%	1.0%	8.8%	7.8%

(6)		合計	商店の数や種類が多く、品物も豊富である(市全体)					わからない	回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	25.3%	49.1%	10.6%	3.0%	0.5%	2.8%	8.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	31.5%	48.6%	11.7%	0.9%	-	0.9%	6.3%
		02	100.0%	28.1%	43.7%	12.6%	1.5%	2.2%	3.0%	8.9%
		03	100.0%	30.4%	49.0%	2.9%	2.9%	-	2.9%	11.8%
	南部地区	09	100.0%	24.4%	44.4%	16.3%	5.2%	-	2.2%	7.4%
		10	100.0%	27.6%	43.9%	13.3%	5.1%	2.0%	1.0%	7.1%
		11	100.0%	22.2%	50.0%	10.2%	1.9%	1.9%	2.8%	11.1%
		12	100.0%	39.4%	34.3%	10.2%	1.5%	0.7%	2.9%	10.9%
		13	100.0%	14.7%	56.9%	11.9%	4.6%	-	3.7%	8.3%
	駅西地区	21	100.0%	22.3%	51.5%	9.7%	4.9%	-	2.9%	8.7%
		22	100.0%	22.5%	50.0%	10.0%	3.3%	-	2.5%	11.7%
	港周辺地区	19	100.0%	19.6%	56.8%	6.8%	4.7%	-	4.1%	8.1%
		20	100.0%	22.9%	53.5%	13.2%	0.7%	-	2.8%	6.9%
		23	100.0%	21.5%	57.8%	6.9%	2.0%	-	4.9%	6.9%

表9のつづき

(7)		合計	いろいろな行政サービスが公平に受けられる(市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	6.1%	31.4%	25.8%	8.2%	2.8%	13.3%	12.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	9.9%	41.4%	20.7%	7.2%	0.9%	6.3%	13.5%
		02	100.0%	5.9%	39.3%	27.4%	3.0%	2.2%	13.3%	8.9%
		03	100.0%	8.8%	29.4%	30.4%	5.9%	2.9%	8.8%	13.7%
	南部地区	09	100.0%	8.9%	24.4%	28.1%	5.2%	2.2%	17.0%	14.1%
		10	100.0%	6.1%	37.8%	22.4%	5.1%	2.0%	14.3%	12.2%
		11	100.0%	7.4%	32.4%	24.1%	8.3%	-	10.2%	17.6%
		12	100.0%	6.6%	27.7%	23.4%	13.1%	2.9%	13.9%	12.4%
		13	100.0%	6.4%	33.9%	22.0%	6.4%	1.8%	19.3%	10.1%
		21	100.0%	6.8%	26.2%	26.2%	3.9%	7.8%	15.5%	13.6%
	駅西地区	22	100.0%	4.2%	31.7%	25.8%	5.8%	1.7%	12.5%	18.3%
		19	100.0%	2.7%	31.8%	25.0%	14.9%	6.1%	8.8%	10.8%
	港周辺地区	20	100.0%	4.2%	23.6%	31.3%	13.9%	2.1%	17.4%	7.6%
		23	100.0%	2.0%	32.4%	26.5%	9.8%	2.9%	15.7%	10.8%

(8)		合計	町の中に看板や広告物が氾濫していない(市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	2.4%	21.6%	27.1%	25.0%	9.2%	4.1%	9.5%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	4.5%	15.3%	30.6%	27.0%	6.3%	1.8%	14.4%
		02	100.0%	4.4%	26.7%	25.9%	22.2%	8.9%	5.2%	6.7%
		03	100.0%	2.9%	29.4%	18.6%	20.6%	9.8%	7.8%	10.8%
	南部地区	09	100.0%	3.0%	18.5%	31.9%	28.9%	6.7%	2.2%	8.9%
		10	100.0%	1.0%	27.6%	22.4%	30.6%	9.2%	3.1%	6.1%
		11	100.0%	1.9%	24.1%	31.5%	23.1%	7.4%	0.9%	11.1%
		12	100.0%	0.7%	21.9%	16.1%	29.2%	12.4%	5.8%	13.9%
		13	100.0%	1.8%	18.3%	31.2%	22.9%	10.1%	3.7%	11.0%
		21	100.0%	1.0%	25.2%	26.2%	28.2%	5.8%	5.8%	7.8%
	駅西地区	22	100.0%	1.7%	20.8%	30.8%	23.3%	5.8%	5.0%	12.5%
		19	100.0%	1.4%	18.9%	29.7%	28.4%	11.5%	2.7%	7.4%
	港周辺地区	20	100.0%	3.5%	16.7%	29.9%	25.7%	11.8%	6.9%	5.6%
		23	100.0%	3.9%	21.6%	26.5%	26.5%	12.7%	1.0%	7.8%

(9)		合計	ゴミや空きなどが道路や空地に散乱していない(市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	2.1%	23.4%	21.7%	29.4%	10.8%	3.2%	9.3%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	3.6%	23.4%	27.9%	27.0%	5.4%	1.8%	10.8%
		02	100.0%	3.7%	31.1%	19.3%	29.6%	5.2%	5.9%	5.2%
		03	100.0%	2.9%	31.4%	26.5%	19.6%	7.8%	2.9%	8.8%
	南部地区	09	100.0%	2.2%	22.2%	24.4%	29.6%	8.9%	3.7%	8.9%
		10	100.0%	1.0%	25.5%	20.4%	34.7%	10.2%	2.0%	6.1%
		11	100.0%	2.8%	24.1%	20.4%	27.8%	14.8%	-	10.2%
		12	100.0%	-	25.5%	16.8%	30.7%	12.4%	2.2%	12.4%
		13	100.0%	0.9%	18.3%	24.8%	26.6%	11.0%	2.8%	15.6%
		21	100.0%	-	18.4%	19.4%	37.9%	7.8%	5.8%	10.7%
	駅西地区	22	100.0%	3.3%	17.5%	21.7%	29.2%	12.5%	3.3%	12.5%
		19	100.0%	2.0%	21.6%	22.3%	27.7%	16.2%	3.4%	6.8%
	港周辺地区	20	100.0%	1.4%	17.4%	20.8%	32.6%	16.0%	4.9%	6.9%
		23	100.0%	3.9%	29.4%	18.6%	29.4%	9.8%	1.0%	7.8%

表9のつづき

(10)		合計	子供やお年寄りでも車に背かされずに道を歩ける (市全体)						回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない		
合計		100.0%	1.6%	14.5%	26.7%	30.5%	14.7%	3.4%	8.5%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	0.9%	14.4%	27.0%	29.7%	17.1%	2.7%	8.1%
		02	100.0%	2.2%	17.8%	22.2%	28.1%	18.5%	4.4%	6.7%
		03	100.0%	-	12.7%	31.4%	29.4%	15.7%	1.0%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	3.0%	10.4%	27.4%	31.1%	12.6%	4.4%	11.1%
		10	100.0%	2.0%	9.2%	30.6%	29.6%	19.4%	2.0%	7.1%
		11	100.0%	-	16.7%	25.0%	26.9%	16.7%	2.8%	12.0%
		12	100.0%	0.7%	14.6%	27.7%	27.7%	16.8%	2.2%	10.2%
		13	100.0%	3.7%	11.9%	22.9%	36.7%	11.9%	4.6%	8.3%
	駅西地区	21	100.0%	-	14.6%	28.2%	28.2%	13.6%	6.8%	8.7%
		22	100.0%	4.2%	10.8%	28.3%	27.5%	12.5%	4.2%	12.5%
	港周辺地区	19	100.0%	1.4%	15.5%	28.4%	31.8%	13.5%	2.7%	6.1%
		20	100.0%	1.4%	16.7%	26.4%	32.6%	14.6%	3.5%	4.9%
		23	100.0%	1.0%	22.5%	22.5%	38.2%	7.8%	2.0%	5.9%

(11)		合計	地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしている (市全体)						回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない		
合計		100.0%	1.4%	13.2%	29.4%	16.6%	12.0%	18.0%	9.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	1.8%	13.5%	31.5%	18.0%	7.2%	16.2%	11.7%
		02	100.0%	2.2%	15.6%	30.4%	13.3%	12.6%	17.0%	8.9%
		03	100.0%	1.0%	14.7%	30.4%	15.7%	15.7%	13.7%	8.8%
	南部地区	09	100.0%	-	11.9%	31.9%	13.3%	11.1%	21.5%	10.4%
		10	100.0%	1.0%	15.3%	28.6%	15.3%	11.2%	23.5%	5.1%
		11	100.0%	-	18.5%	31.5%	9.3%	13.9%	14.8%	12.0%
		12	100.0%	0.7%	15.3%	20.4%	17.5%	16.8%	18.2%	10.9%
		13	100.0%	1.8%	13.8%	26.6%	20.2%	9.2%	17.4%	11.0%
	駅西地区	21	100.0%	-	8.7%	30.1%	16.5%	8.7%	23.3%	12.6%
		22	100.0%	2.5%	11.7%	29.2%	15.0%	11.7%	15.8%	14.2%
	港周辺地区	19	100.0%	1.4%	10.1%	31.1%	20.9%	13.5%	16.2%	6.8%
		20	100.0%	4.2%	11.8%	29.2%	19.4%	11.8%	19.4%	4.2%
		23	100.0%	-	11.8%	32.4%	20.6%	11.8%	16.7%	6.9%

(12)		合計	気軽に自然を楽しむような散策路や公園がある (市全体)						回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない		
合計		100.0%	9.3%	49.0%	16.2%	7.0%	2.8%	3.0%	12.7%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	14.4%	59.5%	10.8%	2.7%	4.5%	1.8%	15.3%
		02	100.0%	14.1%	54.8%	12.6%	4.4%	2.2%	1.5%	10.4%
		03	100.0%	9.8%	41.2%	21.6%	8.8%	3.9%	2.0%	12.7%
	南部地区	09	100.0%	15.6%	54.1%	11.9%	5.9%	0.7%	0.7%	11.1%
		10	100.0%	4.1%	61.2%	11.2%	6.1%	5.1%	3.1%	9.2%
		11	100.0%	7.4%	49.1%	17.6%	7.4%	2.8%	-	15.7%
		12	100.0%	8.8%	40.1%	22.6%	5.1%	4.4%	3.6%	15.3%
		13	100.0%	9.2%	53.2%	14.7%	6.4%	3.7%	3.7%	9.2%
	駅西地区	21	100.0%	4.9%	52.4%	16.5%	7.8%	1.0%	5.8%	11.7%
		22	100.0%	12.5%	41.7%	10.8%	9.2%	0.8%	4.2%	20.8%
	港周辺地区	19	100.0%	6.8%	44.6%	18.2%	8.1%	2.0%	6.1%	14.2%
		20	100.0%	5.6%	45.8%	22.2%	12.5%	0.7%	4.2%	9.0%
		23	100.0%	5.9%	52.9%	17.6%	5.9%	5.9%	2.0%	9.8%

表9のつづき

(13)		合計	医療施設が整って、診断や治療がいつでも受けられる(市全体)						回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない		
合計		100.0%	19.9%	47.7%	12.7%	3.5%	0.8%	3.7%	11.6%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	28.8%	37.8%	12.6%	3.6%	—	4.5%	12.6%
		02	100.0%	25.2%	45.9%	11.9%	0.7%	1.5%	5.2%	9.6%
		03	100.0%	16.7%	59.8%	7.8%	2.0%	1.0%	2.0%	10.8%
	南部地区	09	100.0%	25.9%	43.7%	11.1%	3.7%	0.7%	3.7%	11.1%
		10	100.0%	24.5%	49.0%	5.1%	3.1%	3.1%	5.1%	10.2%
		11	100.0%	25.9%	43.5%	11.1%	0.9%	0.9%	1.9%	15.7%
		12	100.0%	16.1%	52.6%	8.8%	3.6%	1.5%	3.6%	13.9%
		13	100.0%	22.0%	54.1%	8.3%	3.7%	—	3.7%	8.3%
		21	100.0%	10.7%	47.6%	19.4%	6.8%	1.0%	3.9%	10.7%
	駅西地区	22	100.0%	15.0%	48.3%	12.5%	2.5%	—	5.0%	16.7%
		19	100.0%	11.5%	45.9%	23.0%	5.4%	—	4.1%	10.1%
	港周辺地区	20	100.0%	18.1%	47.2%	16.0%	4.9%	—	3.5%	10.4%
		23	100.0%	20.6%	46.1%	13.7%	4.9%	2.0%	2.0%	10.8%

(14)		合計	空気や水の汚、騒音、悪臭などの公害がない(市全体)						回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない		
合計		100.0%	3.0%	24.7%	28.9%	12.5%	4.5%	5.9%	20.4%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	5.4%	14.4%	28.8%	14.4%	5.4%	3.6%	27.9%
		02	100.0%	5.2%	31.9%	31.1%	9.6%	2.2%	4.4%	15.6%
		03	100.0%	3.9%	27.5%	28.4%	11.8%	5.9%	6.9%	15.7%
	南部地区	09	100.0%	3.7%	32.6%	23.0%	9.6%	3.7%	5.2%	22.2%
		10	100.0%	2.0%	30.6%	24.5%	11.2%	8.2%	4.1%	19.4%
		11	100.0%	5.6%	27.8%	27.8%	11.1%	2.8%	—	25.0%
		12	100.0%	2.9%	21.2%	24.8%	19.0%	2.9%	5.8%	23.4%
		13	100.0%	4.6%	33.0%	29.4%	7.3%	2.8%	9.2%	13.8%
		21	100.0%	—	21.4%	29.1%	9.7%	7.8%	7.8%	24.3%
	駅西地区	22	100.0%	0.8%	20.8%	30.8%	12.5%	3.3%	8.3%	23.3%
		19	100.0%	1.4%	16.9%	32.4%	15.5%	5.4%	9.5%	18.9%
	港周辺地区	20	100.0%	2.8%	17.4%	32.6%	16.0%	4.2%	8.3%	18.8%
		23	100.0%	1.0%	30.4%	31.4%	11.8%	5.9%	2.0%	17.6%

(15)		合計	通勤・通学、買い物などの交通の便がよい(市全体)						回答なし	
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない	わからない		
合計		100.0%	13.3%	40.3%	20.7%	5.1%	1.0%	5.3%	14.2%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	18.9%	43.2%	16.2%	1.8%	—	2.7%	17.1%
		02	100.0%	17.8%	42.2%	20.7%	2.2%	1.5%	5.2%	10.4%
		03	100.0%	13.7%	44.1%	18.6%	2.0%	1.0%	3.9%	16.7%
	南部地区	09	100.0%	10.4%	38.5%	24.4%	4.4%	0.7%	6.7%	14.8%
		10	100.0%	17.3%	41.8%	18.4%	5.1%	2.0%	4.1%	11.2%
		11	100.0%	14.8%	43.5%	16.7%	3.7%	0.9%	2.8%	17.6%
		12	100.0%	16.1%	43.1%	13.9%	5.1%	1.5%	3.6%	16.8%
		13	100.0%	16.5%	33.0%	20.2%	5.5%	1.8%	5.5%	17.4%
		21	100.0%	6.8%	36.9%	23.3%	6.8%	—	9.7%	16.5%
	駅西地区	22	100.0%	10.0%	45.0%	18.3%	4.2%	—	8.3%	14.2%
		19	100.0%	10.8%	32.4%	20.9%	8.1%	2.7%	9.5%	15.5%
	港周辺地区	20	100.0%	9.0%	39.6%	31.3%	6.3%	—	4.9%	9.0%
		23	100.0%	11.8%	42.2%	24.5%	10.8%	1.0%	1.0%	8.8%

表9のつづき

(16)		合計	道路の除雪や消雪が行き届いている (市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	4.4%	27.7%	27.4%	15.8%	6.7%	4.8%	13.2%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	4.5%	30.6%	27.0%	14.4%	6.3%	2.7%	14.4%
		02	100.0%	3.7%	25.9%	25.9%	16.3%	8.1%	5.2%	14.8%
		03	100.0%	6.9%	22.5%	31.4%	12.7%	12.7%	3.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	6.7%	23.2%	29.6%	12.6%	5.2%	6.7%	14.1%
		10	100.0%	1.0%	28.6%	34.7%	14.3%	9.2%	3.1%	9.2%
		11	100.0%	3.7%	31.5%	24.1%	11.1%	8.3%	3.7%	17.6%
		12	100.0%	3.6%	25.5%	21.9%	22.6%	5.8%	3.6%	16.8%
		13	100.0%	3.7%	24.8%	22.9%	19.3%	7.3%	7.3%	14.7%
	駅西地区	21	100.0%	5.8%	32.0%	25.2%	11.7%	4.9%	6.8%	13.6%
		22	100.0%	5.0%	25.8%	30.8%	12.5%	5.8%	5.0%	15.0%
	港周辺地区	19	100.0%	5.4%	25.7%	27.0%	18.2%	4.1%	4.7%	14.9%
		20	100.0%	3.5%	32.6%	26.4%	17.4%	5.6%	7.6%	6.9%
		23	100.0%	2.9%	30.4%	32.4%	19.6%	5.9%	-	8.8%

(17)		合計	保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くにある (市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	16.3%	41.1%	17.5%	2.3%	0.6%	6.4%	15.9%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	22.5%	36.0%	15.3%	1.8%	-	7.2%	17.1%
		02	100.0%	22.2%	41.5%	14.8%	0.7%	-	5.2%	15.6%
		03	100.0%	17.6%	50.0%	13.7%	1.0%	-	3.9%	13.7%
	南部地区	09	100.0%	11.1%	40.0%	18.5%	3.7%	-	10.4%	16.3%
		10	100.0%	19.4%	49.0%	13.3%	1.0%	2.0%	2.0%	13.3%
		11	100.0%	22.2%	36.1%	23.1%	0.9%	-	-	17.6%
		12	100.0%	21.2%	40.9%	10.2%	4.4%	0.7%	3.6%	19.0%
		13	100.0%	14.7%	33.0%	22.9%	1.8%	0.9%	8.3%	18.3%
	駅西地区	21	100.0%	12.6%	42.7%	15.5%	3.9%	1.9%	6.8%	16.5%
		22	100.0%	10.0%	43.3%	20.0%	0.8%	-	10.0%	15.8%
	港周辺地区	19	100.0%	12.8%	37.8%	18.9%	2.7%	-	8.8%	18.9%
		20	100.0%	16.0%	41.7%	20.1%	3.5%	-	6.9%	11.8%
		23	100.0%	9.8%	45.1%	20.6%	2.0%	2.9%	7.8%	11.8%

(18)		合計	図書館、文化会館などの文化施設が整っていて、利用しやすい (市全体)						わからない	回答なし
			十分実現されている	かなり実現されている	どちらとも言えない	あまり実現されていない	ほとんど実現されていない			
合計		100.0%	14.0%	40.2%	18.9%	6.1%	2.9%	6.2%	11.7%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	24.3%	47.7%	9.0%	1.8%	-	2.7%	14.4%
		02	100.0%	24.4%	51.1%	9.6%	2.2%	1.5%	3.0%	8.1%
		03	100.0%	21.6%	37.3%	19.6%	3.3%	1.0%	2.0%	14.7%
	南部地区	09	100.0%	16.3%	36.3%	16.3%	5.9%	0.7%	7.4%	17.0%
		10	100.0%	13.3%	43.9%	18.4%	9.2%	4.1%	4.1%	7.1%
		11	100.0%	17.6%	39.8%	16.7%	7.4%	1.9%	-	16.7%
		12	100.0%	12.4%	40.9%	14.6%	9.5%	4.4%	7.3%	10.9%
		13	100.0%	8.3%	43.1%	20.2%	6.4%	2.8%	5.5%	13.8%
	駅西地区	21	100.0%	11.7%	35.0%	22.3%	8.7%	2.9%	11.7%	7.8%
		22	100.0%	10.8%	37.5%	19.2%	6.7%	1.7%	7.5%	16.7%
	港周辺地区	19	100.0%	7.4%	37.2%	23.6%	4.7%	4.1%	13.5%	9.5%
		20	100.0%	6.3%	33.3%	28.5%	7.6%	6.9%	7.6%	9.7%
		23	100.0%	9.8%	41.2%	28.4%	4.9%	4.9%	4.9%	5.9%



表11 地区の「住み良さ」実現度と市全体のそれとの差

項目	地区													平均
	中央地区01	中央地区02	中央地区03	南部地区09	南部地区10	南部地区11	南部地区12	南部地区13	駅地区21	駅地区22	港周辺地区19	港周辺地区20	港周辺地区23	
歴史的な建造物、遺跡、記念物などが残っていること	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.4	-0.9	-1.1	-1.0	-0.8	-0.7	-0.8	-1.1	-0.8
古くからの美しい町並みが残っていること	-0.9	-0.7	-0.8	-1.0	-0.6	-0.4	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.9	-1.1	-0.9
昔から親しまれた神社や寺の林、屋敷林などが残っていること	-0.7	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.1	-0.4	-0.7	-0.5	-0.6	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5
犯罪が少ないこと	0.4	0.3	0.6	0.5	0.7	0.6	-0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4
幼稚園・学校などの教育施設が整っていること	0.1	0.1	0.2	-0.1	0.5	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.1	-0.1	0.0
商店の数や種類が多く、品物も豊富であること	0.4	-0.3	0.2	-0.6	-0.3	-0.6	0.1	-0.4	-0.6	-0.7	-0.8	-0.6	-1.0	-0.4
いろいろな行政サービスが公平に受けられること	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.1	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	0.0
町の中に看板や広告物がかんらんしていないこと	0.2	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.3	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.8	0.6
ゴミや空きなどが道路や空地に散乱していないこと	0.3	0.5	0.5	0.4	0.2	0.4	-0.1	0.3	0.1	-0.1	0.1	-0.2	0.1	0.2
子供やお年寄りでも車におびやかされずに道を歩けること	-0.1	-0.1	-0.1	0.5	0.2	0.1	-0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1
地震、水害、火災などの災害に対する対策がしっかりしていること	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.2	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.3	-0.1
気軽に自然を楽しめるような散策路や公園があること	0.1	0.3	-1.0	0.2	-0.2	-0.7	-0.9	-0.4	-1.2	-0.4	-0.5	-0.7	-1.2	-0.5
医療施設が整っていて、診断や治療がいつでも受けられること	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	-0.2	0.1	-0.4	-0.3	-0.8	-0.2	-0.7	-0.1
空気や水の汚れ、騒音、悪臭などの公害がないこと	-0.1	0.4	0.1	0.5	0.2	0.2	-0.2	0.5	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	-0.2	0.1
通勤・通学、買い物などの交通の便が良いこと	0.9	0.6	0.8	-0.1	0.4	0.4	0.4	0.6	-0.1	-0.1	-0.4	-0.2	-0.4	0.2
道路の除雪や融雪がゆきとどいていること	0.0	0.4	-0.3	-0.4	-0.7	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	-0.9	-0.4
保育所・幼稚園、郵便局、銀行、商店などが近くにあること	0.8	0.6	0.7	-0.2	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.2	0.1	0.1	-0.1	-0.6	0.2
生涯を通じて教養を高め、趣味を広げられる機会が多いこと	0.3	0.1	-0.3	-0.2	0.0	-0.1	-0.5	-0.3	-0.6	-0.5	-0.6	-0.8	0.2	-0.3
合計スコア	1.8	2.1	1.0	-0.8	0.8	0.4	-4.3	-1.5	-5.9	-4.4	-5.3	-5.1	-6.9	-

していることがうかがわれる。

また、条件別では、歴史性、安全性、自然性、町の活気に関する条件が全体として負のスコアとなっている。

エ 住み良さ構成領域の重要度（問4）

住み良さを構成する13領域の重要性の選好度調査結果を表12(1)～(4)に掲げた。また、表13には、各領域の選好度を全体の平均選好度で基準化したものを重要度指数として、その順位と併せて掲げた。なお、同表の第2欄には前回調査の結果も参考のため掲げた。

住み良さ構成領域の重要度とその順位を見ると、今回の調査でも全体としては、人間の生存にかかわる基本的次元に含まれる安全性や保健性などの領域の重要度が最も高く評価され、次いで人間の社会的活動にかかわる次元に含まれる利便性や連帯感などの領域、その次に人間の主として感性にかかわる次元に含まれる領域という順に評価されている。従って、ここにおいても住み良さ構成領域の多次的、多重的な構造がみられた。

この重要度に関しては、今回調査と前回調査とは回答方式が異なるため、その順位で見ると、「町に活気や活力があること」（6位の差）、「伝統や歴史性が残されていること」、「水や緑などの自然とふれあうことができること」、「文化的・創造的な活動の場や機会があること」（いずれも4位の差）といった領域につ

いて差が見られたが、図5に示したように、今回調査と前回調査の重要度指数の相関は極めて高かった（これは、順位で見た相関関係についても同様であった）。

さて、重要度の順位構造は、性別、居住歴別では顕著な違いはないが、年齢別では、「物質的に豊かであること」の領域が若年層で順位がやや高く、30歳代、40歳代で最も順位が下がり、50歳代、60歳代でまた少し上がるような傾向が、また、「伝統や歴史性が残されていること」の領域が加齢に従って順位が上がるような傾向が見られた。一方、地区別では、「便利であること」、「空間的にゆったりしていて、余裕があるこ

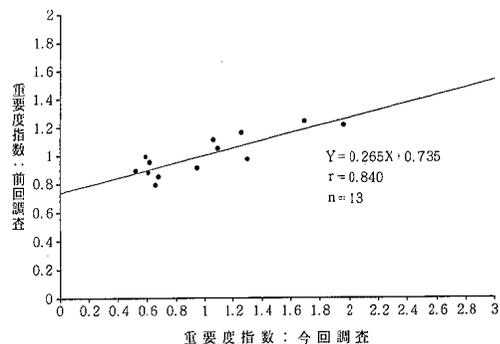


図5 重要度指数の今回調査値と前回調査値との相関



表13 「住み良さ」領域の重要度指数

領 域	城	
	今回調査 (順位)	前回調査 (順位)
(1) 伝統や歴史性が残されていること	0.66 (9)	0.79 (13)
(2) 人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	1.96 (1)	1.21 (2)
(3) 物質的に豊かであること	0.52 (13)	0.89 (10)
(4) 不公正や不平等がないこと	1.06 (6)	1.11 (4)
(5) 町の美しさを損ねるものがないこと	0.62 (10)	0.95 (8)
(6) 災害が発生する恐れがなく、安全であること	1.60 (2)	1.24 (1)
(7) 町にあたたかさや連帯感があること	1.09 (5)	1.05 (5)
(8) 水や緑などの自然とふれあうことができること	1.30 (3)	0.97 (7)
(9) 人の身体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	1.25 (4)	1.16 (3)
(10) 空間的にゆったりしていて、余裕があること	0.61 (11)	0.88 (11)
(11) 便利であること	0.95 (7)	0.91 (9)
(12) 文化的・創造的な活動の場や機会があること	0.68 (8)	0.85 (12)
(13) 町に活気や活力があること	0.59 (12)	0.99 (6)

(注) 今回調査の重要度指数は、各領域の選択率を全体の平均選択率で基準化したものである。

と、「伝統や歴史性が残されていること」、「文化的・創造的な活動の場や機会があること」など、人間の社会活動にかかわる領域や感性にかかわる領域について、それぞれの地区におけるこれらの領域の実現度の高低により重要度順位にバラツキが見られた。

オ 住み良さ構成領域の満足度 (問5)

ア 領域別・地区別満足度

住み良さ構成領域ごとに、その調査地区別満足度を表14(1)~(3)に掲げた。

まず、13領域の満足度を調査地域全体で見ると、13領域中の12領域で、「満足である」割合(「満足である」+「やや満足である」)が「不満である」割合(「不満である」+「やや不足である」)を上回っており、このうち、「満足である」割合が50%以上であった領域は(( )内は「満足である」割合)。

- ① 便利であること (60.9%)
- ② 物質的に豊かであること (55.7%)
- ③ 水や緑などの自然とふれあうことができること (52.5%)

の3領域であった。

これとは逆に、「不満である」割合が「満足である」割合を上回った領域は「町に活気や活力があること」のみであった。ちなみに、「不満である」割合の高い順に、その領域を掲げると(( )内は「不満である」割合)。

- ① 空間的にゆったりしていて、余裕があること (28.8%)
- ② 文化的・創造的な活動の場や機会があること (26.6%)
- ③ 町の美しさを損ねるものがないこと (25.9%)
- ④ 町に活気や活力があること (25.8%)

などの領域である。

また、(2)のウケで行ったと同様に、6段階の評価尺度に対して以下のようにスコアを与え、これにそれぞれ

- 満足である ..... + 2
- やや満足である ..... + 1
- どちらでもない ..... ± 0
- やや不満である ..... - 1
- 不満である ..... - 2
- わからない ..... ± 0

れの尺度の選択率を乗じて数量化し、地区別・住み良さ領域別のスコアを算出した結果を表15に掲げた。表の最下行に掲げた満足度相対指数は、地区別の合計スコアを全体の平均値が0.0、標準偏差が1.0になるように基準化したものである。

また、スコアの出現度数分布は図6のとおりで、最も出現度数が高かったのは、⊕0.2~⊕0.4の範囲であった。

まず、地区別に見ると、スコアの合計点の最高は中央地区02(+5.1)で、次いで南部地区10(+4.6)、南部地区11(+4.5)の順であり、最低は港周辺地区23(+1.0)であった。また、スコアが負となった領域の出現率の最高は南部地区12(4領域, 30.8%)で、これは実現度の場合と同じであった。しかし、スコアの合計が負になる地区は満足度の場合には見られず、

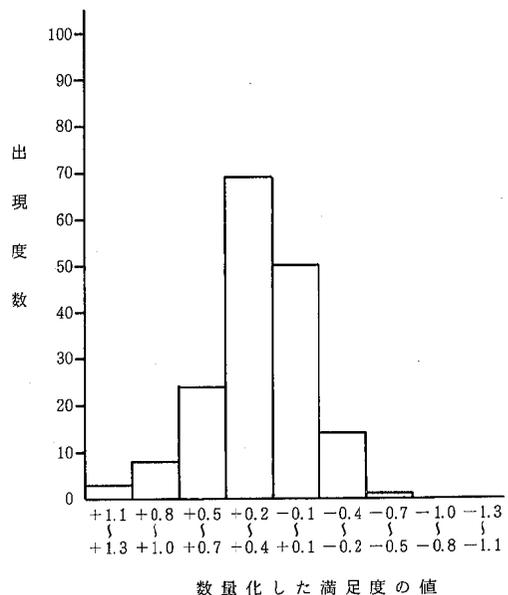


図6 数量化した満足度の出現度数分布

表14 「住み良さ」領域の満足度

(1)	合計	伝統や歴史性が残されている								
		満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない	回答なし		
合計	100.0%	10.1%	31.2%	28.7%	8.1%	3.1%	11.9%	6.9%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	16.2%	39.6%	19.8%	7.2%	3.6%	4.5%	9.0%
		02	100.0%	11.9%	40.0%	24.4%	7.4%	3.0%	6.7%	6.7%
		03	100.0%	10.8%	32.4%	32.4%	6.9%	5.9%	2.0%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	10.4%	25.2%	30.4%	5.2%	2.2%	17.0%	9.6%
		10	100.0%	10.2%	35.7%	22.4%	9.2%	2.0%	16.3%	4.1%
		11	100.0%	18.5%	47.2%	16.7%	1.9%	2.8%	4.6%	8.3%
		12	100.0%	11.7%	27.0%	34.3%	8.8%	2.2%	10.2%	5.8%
		13	100.0%	4.6%	30.3%	32.1%	10.1%	2.8%	13.8%	6.4%
	駅西地区	21	100.0%	7.8%	20.4%	33.0%	14.6%	1.9%	16.5%	4.9%
		22	100.0%	7.5%	20.8%	29.2%	10.8%	2.5%	20.8%	8.3%
	港周辺地区	19	100.0%	8.8%	35.1%	27.0%	10.1%	4.7%	9.5%	4.7%
		20	100.0%	9.0%	30.6%	31.9%	6.9%	2.8%	13.2%	5.6%
		23	100.0%	2.9%	20.6%	39.2%	6.9%	3.9%	19.6%	6.9%

(2)	合計	人の心の健康や社会の健全さが保たれている								
		満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない	回答なし		
合計	100.0%	5.4%	36.5%	25.2%	14.2%	4.9%	6.8%	6.9%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	7.2%	41.4%	22.5%	18.9%	1.8%	1.8%	6.3%
		02	100.0%	5.2%	39.3%	28.9%	8.1%	5.2%	5.9%	7.4%
		03	100.0%	8.8%	38.2%	22.5%	11.8%	5.9%	2.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	5.9%	38.5%	28.9%	8.9%	2.2%	8.1%	7.4%
		10	100.0%	5.1%	39.8%	22.4%	16.3%	6.1%	7.1%	3.1%
		11	100.0%	6.5%	38.9%	26.9%	11.1%	4.6%	2.8%	9.3%
		12	100.0%	5.1%	30.7%	24.1%	17.5%	7.3%	6.6%	8.8%
		13	100.0%	3.7%	40.4%	25.7%	13.8%	3.7%	6.4%	6.4%
	駅西地区	21	100.0%	3.9%	29.1%	19.4%	24.3%	5.8%	11.7%	4.9%
		22	100.0%	7.5%	27.5%	27.5%	12.5%	5.0%	11.7%	8.3%
	港周辺地区	19	100.0%	4.1%	33.1%	27.7%	14.9%	7.4%	7.4%	5.4%
		20	100.0%	4.9%	36.8%	27.1%	13.9%	2.1%	9.7%	5.6%
		23	100.0%	2.9%	44.1%	19.6%	15.7%	6.9%	3.9%	6.9%

(3)	合計	物質的に豊かである								
		満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない	回答なし		
合計	100.0%	15.3%	40.4%	23.6%	7.3%	1.8%	4.0%	7.5%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	25.2%	37.8%	24.3%	3.6%	0.9%	7.2%	
		02	100.0%	25.2%	39.3%	20.7%	2.2%	1.5%	3.0%	8.1%
		03	100.0%	18.6%	43.1%	20.6%	4.9%	-	2.0%	10.8%
	南部地区	09	100.0%	12.6%	35.6%	27.4%	10.4%	1.5%	3.0%	9.6%
		10	100.0%	15.3%	41.8%	24.5%	4.1%	3.1%	4.1%	7.1%
		11	100.0%	16.7%	40.7%	24.1%	5.6%	1.9%	1.9%	9.3%
		12	100.0%	14.6%	45.3%	18.2%	7.3%	0.7%	7.3%	6.6%
		13	100.0%	10.1%	48.6%	19.3%	4.6%	2.8%	4.6%	10.1%
	駅西地区	21	100.0%	12.6%	36.9%	27.2%	10.7%	1.0%	5.8%	4.9%
		22	100.0%	16.7%	31.7%	26.7%	6.7%	0.8%	8.3%	9.2%
	港周辺地区	19	100.0%	10.1%	39.9%	29.7%	8.1%	4.1%	3.4%	4.7%
		20	100.0%	14.6%	43.8%	16.7%	13.9%	2.1%	4.2%	4.9%
		23	100.0%	6.9%	41.2%	29.4%	10.8%	2.9%	2.9%	5.9%

表14のつづき

(4)		合計	不公正や不平等がない							
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない	回答なし	
合計		100.0%	5.7%	24.3%	33.1%	13.9%	5.9%	9.1%	8.8%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	10.8%	19.8%	30.6%	20.7%	3.6%	5.4%	9.0%
		02	100.0%	6.7%	30.4%	29.6%	10.4%	3.0%	8.1%	11.9%
		03	100.0%	5.9%	20.6%	40.2%	6.9%	7.8%	4.9%	13.7%
	南部地区	09	100.0%	6.7%	20.7%	37.0%	9.5%	4.4%	10.4%	11.1%
		10	100.0%	10.2%	30.6%	29.6%	8.2%	9.2%	7.1%	5.1%
		11	100.0%	4.6%	25.9%	38.0%	8.3%	6.5%	4.6%	12.0%
		12	100.0%	5.1%	19.0%	31.4%	17.5%	6.6%	9.5%	10.9%
		13	100.0%	6.4%	28.4%	37.6%	6.4%	2.8%	9.2%	9.2%
	駅西地区	21	100.0%	5.8%	20.4%	32.0%	19.4%	6.8%	10.7%	3.9%
		22	100.0%	5.8%	21.7%	31.7%	9.2%	5.8%	17.5%	8.3%
	港周辺地区	19	100.0%	2.7%	25.7%	33.1%	15.5%	9.5%	8.8%	4.7%
		20	100.0%	3.5%	29.9%	28.5%	14.5%	6.3%	11.1%	6.3%
		23	100.0%	2.0%	21.6%	33.3%	21.3%	3.9%	8.8%	8.8%

(5)		合計	町の美しさを損ねるものがない							
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない	回答なし	
合計		100.0%	7.3%	28.5%	25.2%	19.1%	5.8%	4.6%	8.5%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	3.6%	21.6%	27.9%	26.1%	9.0%	0.9%	10.8%
		02	100.0%	6.7%	34.8%	26.7%	15.6%	4.4%	2.2%	9.6%
		03	100.0%	10.8%	28.4%	19.6%	18.6%	5.9%	6.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	11.1%	26.7%	26.7%	17.8%	4.4%	3.7%	9.6%
		10	100.0%	9.2%	36.7%	21.4%	18.4%	5.1%	5.1%	4.1%
		11	100.0%	11.1%	25.9%	22.2%	21.3%	4.6%	1.9%	13.0%
		12	100.0%	2.9%	13.1%	32.8%	22.6%	13.1%	6.6%	8.8%
		13	100.0%	4.6%	35.8%	30.3%	9.2%	4.6%	4.6%	11.0%
	駅西地区	21	100.0%	8.7%	30.1%	18.4%	26.2%	5.8%	5.8%	2.9%
		22	100.0%	8.3%	23.3%	25.8%	16.7%	10.0%	5.8%	10.0%
	港周辺地区	19	100.0%	5.4%	30.4%	23.6%	18.9%	7.4%	6.8%	7.4%
		20	100.0%	6.3%	34.7%	26.4%	15.3%	6.9%	4.2%	6.3%
		23	100.0%	8.8%	30.4%	21.6%	23.5%	3.9%	4.9%	6.9%

(6)		合計	災害が発生する恐れがなく、安全である							
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない	回答なし	
合計		100.0%	11.0%	30.8%	24.3%	13.3%	5.7%	7.3%	6.7%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	9.9%	24.3%	31.5%	14.4%	9.9%	3.6%	6.3%
		02	100.0%	11.1%	25.2%	28.9%	13.3%	8.1%	4.4%	8.9%
		03	100.0%	9.8%	28.4%	27.5%	9.8%	3.8%	4.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	13.3%	31.9%	23.0%	14.1%	2.2%	6.7%	8.9%
		10	100.0%	10.2%	50.0%	17.3%	7.1%	2.0%	10.2%	3.1%
		11	100.0%	15.7%	28.7%	19.4%	15.7%	4.6%	5.6%	10.2%
		12	100.0%	10.9%	24.8%	23.4%	16.8%	9.5%	9.5%	5.1%
		13	100.0%	14.7%	33.9%	26.6%	9.2%	7.3%	2.8%	5.5%
	駅西地区	21	100.0%	12.6%	34.0%	20.4%	11.7%	4.9%	11.7%	4.9%
		22	100.0%	10.0%	30.8%	20.0%	14.2%	3.3%	12.5%	9.2%
	港周辺地区	19	100.0%	8.1%	26.4%	30.4%	12.2%	10.1%	7.4%	5.4%
		20	100.0%	9.0%	31.9%	22.9%	15.3%	5.3%	9.0%	5.6%
		23	100.0%	7.8%	36.3%	21.6%	16.7%	7.8%	5.9%	3.9%

表14のつづき

(7)		合計	町に暖かさや連帯感がある						わからない	回答なし
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である			
合計		100.0%	7.4%	29.1%	30.2%	15.5%	5.8%	5.0%	7.0%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	8.1%	29.7%	29.7%	19.8%	3.6%	0.9%	8.1%
		02	100.0%	9.6%	33.3%	25.9%	17.0%	3.7%	3.0%	7.4%
		03	100.0%	7.8%	29.4%	29.4%	13.7%	6.9%	2.0%	10.8%
	南部地区	09	100.0%	3.7%	19.3%	39.3%	17.0%	3.0%	8.1%	9.6%
		10	100.0%	8.2%	23.5%	35.7%	15.3%	5.1%	7.1%	5.1%
		11	100.0%	10.2%	31.5%	24.1%	19.4%	2.8%	2.8%	9.3%
		12	100.0%	10.9%	28.5%	25.5%	15.3%	5.8%	8.0%	5.8%
	駅西地区	13	100.0%	4.6%	28.4%	35.8%	12.8%	8.3%	2.8%	7.3%
		21	100.0%	3.9%	33.0%	24.3%	13.6%	10.7%	9.7%	4.9%
	港周辺地区	22	100.0%	10.8%	30.8%	23.3%	11.7%	8.3%	7.5%	7.5%
		19	100.0%	8.8%	25.0%	35.1%	13.5%	6.8%	4.7%	6.1%
		20	100.0%	4.2%	34.0%	33.3%	14.6%	4.9%	4.2%	4.9%
		23	100.0%	4.9%	33.3%	28.4%	18.6%	6.9%	2.9%	4.9%

(8)		合計	水や緑などの自然とふれあうことができる						わからない	回答なし
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である			
合計		100.0%	14.3%	38.2%	16.9%	14.4%	7.5%	1.4%	7.3%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	18.9%	40.5%	13.5%	12.6%	5.4%	-	9.0%
		02	100.0%	18.5%	40.7%	20.0%	8.9%	4.4%	0.7%	6.7%
		03	100.0%	10.8%	25.5%	19.6%	19.6%	11.8%	1.0%	11.8%
	南部地区	09	100.0%	28.1%	43.0%	11.9%	3.7%	4.4%	-	8.9%
		10	100.0%	13.3%	51.0%	12.2%	12.2%	4.1%	2.0%	5.1%
		11	100.0%	13.9%	34.3%	20.4%	10.2%	11.1%	-	10.2%
		12	100.0%	9.5%	40.1%	11.7%	19.0%	10.9%	0.7%	8.0%
	駅西地区	13	100.0%	7.3%	33.9%	22.9%	20.2%	5.5%	2.8%	7.3%
		21	100.0%	7.8%	35.9%	21.4%	15.5%	11.7%	3.9%	3.9%
	港周辺地区	22	100.0%	10.0%	33.3%	13.3%	23.3%	9.2%	3.3%	7.5%
		19	100.0%	15.5%	48.0%	16.9%	9.5%	4.1%	-	6.1%
		20	100.0%	14.6%	34.7%	20.8%	17.4%	4.9%	3.5%	4.2%
		23	100.0%	13.7%	31.4%	16.7%	18.6%	12.7%	-	6.9%

(9)		合計	人の体の健康や社会の衛生さが保たれている						わからない	回答なし
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である			
合計		100.0%	9.3%	39.2%	25.0%	11.3%	3.2%	4.5%	7.5%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	12.6%	44.1%	22.5%	9.0%	2.7%	-	9.0%
		02	100.0%	11.9%	54.8%	17.8%	2.2%	1.5%	5.2%	6.7%
		03	100.0%	11.8%	39.2%	26.5%	7.8%	2.9%	2.0%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	11.9%	39.3%	24.4%	7.4%	2.2%	4.4%	10.4%
		10	100.0%	10.2%	55.1%	16.3%	8.2%	1.0%	4.1%	5.1%
		11	100.0%	9.3%	47.2%	24.1%	3.7%	2.8%	2.8%	10.2%
		12	100.0%	9.5%	32.1%	32.8%	10.2%	4.4%	3.6%	7.3%
	駅西地区	13	100.0%	11.0%	43.1%	24.8%	6.4%	0.9%	4.6%	9.2%
		21	100.0%	4.9%	28.2%	27.2%	17.5%	6.8%	10.7%	4.9%
	港周辺地区	22	100.0%	10.8%	32.5%	20.8%	16.7%	5.8%	6.7%	6.7%
		19	100.0%	6.1%	31.1%	32.4%	16.2%	6.8%	3.4%	4.1%
		20	100.0%	5.6%	41.0%	25.0%	14.6%	-	6.9%	6.9%
		23	100.0%	5.9%	22.5%	27.5%	28.4%	2.9%	3.9%	8.8%

表14のつづき

(10)		合計	空間的にゆったりしていて、余裕がある						わからない	回答なし
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である			
合計		100.0%	8.5%	27.4%	23.6%	17.5%	11.3%	3.6%	3.1%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	5.4%	11.7%	32.4%	19.8%	18.9%	0.9%	10.8%
		02	100.0%	8.1%	19.3%	23.0%	16.3%	17.0%	6.7%	9.6%
		03	100.0%	4.9%	20.6%	23.5%	22.5%	17.6%	2.0%	8.8%
	南部地区	09	100.0%	11.9%	33.3%	17.0%	15.6%	8.1%	3.7%	10.4%
		10	100.0%	12.2%	31.6%	24.5%	16.3%	8.2%	2.0%	5.1%
		11	100.0%	2.8%	27.8%	28.7%	15.7%	13.0%	0.9%	11.1%
		12	100.0%	7.3%	22.6%	23.4%	21.9%	15.3%	3.6%	5.8%
		13	100.0%	11.0%	22.9%	28.4%	13.8%	11.9%	1.8%	10.1%
	駅西地区	21	100.0%	9.7%	31.1%	22.3%	17.5%	9.7%	5.8%	3.9%
		22	100.0%	12.5%	23.3%	23.3%	19.2%	10.0%	4.2%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	8.1%	34.5%	22.3%	16.2%	8.1%	5.4%	5.4%
		20	100.0%	9.0%	36.1%	20.1%	15.3%	6.3%	5.6%	7.6%
		23	100.0%	6.9%	39.2%	21.6%	17.6%	3.9%	2.0%	8.8%

(11)		合計	便利である						わからない	回答なし
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である			
合計		100.0%	23.1%	37.8%	13.3%	9.9%	7.9%	1.1%	7.0%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	43.2%	36.0%	11.7%	-	0.9%	-	8.1%
		02	100.0%	38.5%	38.5%	8.1%	4.4%	2.2%	1.5%	6.7%
		03	100.0%	41.2%	35.3%	9.8%	2.9%	1.0%	2.0%	7.8%
	南部地区	09	100.0%	17.0%	35.6%	8.1%	14.8%	16.3%	-	8.1%
		10	100.0%	22.4%	42.9%	15.3%	6.1%	6.1%	-	7.1%
		11	100.0%	27.8%	43.5%	14.8%	4.6%	1.9%	-	7.4%
		12	100.0%	24.1%	48.2%	10.2%	5.1%	2.2%	1.5%	8.8%
		13	100.0%	24.8%	45.9%	12.8%	3.7%	3.7%	0.9%	8.3%
	駅西地区	21	100.0%	11.7%	43.7%	12.6%	15.5%	9.7%	2.9%	3.9%
		22	100.0%	18.3%	35.0%	15.0%	11.7%	10.8%	1.7%	7.5%
	港周辺地区	19	100.0%	10.8%	28.4%	18.2%	18.2%	16.2%	2.0%	6.1%
		20	100.0%	16.7%	31.9%	17.4%	15.3%	11.8%	1.4%	5.6%
		23	100.0%	6.9%	30.4%	18.6%	23.5%	15.7%	-	4.9%

(12)		合計	文化的・創造的な活動の場や機会がある						わからない	回答なし
			満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である			
合計		100.0%	7.0%	21.4%	28.5%	16.4%	10.2%	8.7%	7.9%	
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	18.0%	32.4%	24.3%	9.0%	3.6%	3.6%	9.0%
		02	100.0%	14.1%	30.4%	26.7%	9.6%	4.4%	5.9%	8.9%
		03	100.0%	7.8%	35.3%	28.4%	9.8%	4.9%	2.9%	10.8%
	南部地区	09	100.0%	4.4%	21.5%	29.6%	15.6%	7.4%	13.3%	8.1%
		10	100.0%	6.1%	30.6%	29.6%	12.2%	8.2%	8.2%	5.1%
		11	100.0%	8.3%	29.6%	31.5%	13.0%	5.6%	3.7%	8.3%
		12	100.0%	6.6%	14.6%	27.7%	23.4%	10.2%	10.2%	7.3%
		13	100.0%	2.8%	24.8%	30.3%	19.3%	4.6%	6.4%	11.9%
	駅西地区	21	100.0%	3.9%	12.6%	26.2%	19.4%	18.4%	12.6%	6.8%
		22	100.0%	6.7%	13.3%	29.2%	18.3%	15.0%	9.2%	8.3%
	港周辺地区	19	100.0%	5.4%	14.9%	31.8%	18.2%	12.2%	10.8%	6.8%
		20	100.0%	4.9%	11.8%	29.9%	20.1%	16.0%	11.8%	5.6%
		23	100.0%	1.0%	12.7%	23.5%	23.5%	21.6%	11.8%	5.9%

表14のつづき

(13)	合計	町に活気や活力がある							回答なし	
		満足である	やや満足である	どちらでもない	やや不満である	不満である	わからない			
合計	100.0%	3.6%	17.6%	37.6%	17.5%	8.3%	7.5%	7.8%		
国勢統計区名	中央地区	01	100.0%	7.2%	23.4%	34.2%	16.2%	5.4%	2.7%	10.8%
		02	100.0%	2.2%	20.0%	28.1%	24.4%	11.9%	5.2%	8.1%
		03	100.0%	3.9%	21.6%	36.3%	14.7%	8.8%	4.9%	9.8%
	南部地区	09	100.0%	5.2%	12.6%	46.7%	11.1%	5.2%	8.9%	10.4%
		10	100.0%	5.1%	11.2%	44.9%	21.4%	4.1%	7.1%	6.1%
		11	100.0%	1.9%	18.5%	38.0%	14.8%	9.3%	6.5%	11.1%
		12	100.0%	2.9%	23.4%	29.9%	17.5%	11.7%	8.8%	5.8%
		13	100.0%	5.5%	14.7%	37.6%	17.4%	3.7%	10.1%	11.0%
	駅西地区	21	100.0%	1.0%	17.5%	40.8%	15.5%	10.7%	10.7%	3.9%
		22	100.0%	3.3%	15.8%	35.0%	15.8%	10.8%	10.8%	8.3%
	港周辺地区	19	100.0%	2.7%	12.2%	41.2%	19.6%	12.8%	6.1%	5.4%
		20	100.0%	3.5%	20.1%	37.5%	18.8%	5.6%	9.7%	4.9%
		23	100.0%	2.9%	17.6%	41.2%	19.6%	5.9%	5.9%	6.9%

表15 数量化した「住み良さ」領域の満足度

領域	中央地区01	中央地区02	中央地区03	南部地区09	南部地区10	南部地区11	南部地区12	南部地区13	駅西地区21	駅西地区22	港周辺地区19	港周辺地区20	港周辺地区23	平均
(1) 伝統や歴史性が残されていること	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4
(2) 人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
(3) 物質的に豊かであること	0.8	0.8	0.8	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.6
(4) 不公平や不平等がないこと	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
(5) 町の美しさを損ねるものがないこと	-0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	-0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1
(6) 災害が発生する恐れがなく、安全であること	0.1	0.2	0.2	0.4	0.6	0.4	0.1	0.4	0.4	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3
(7) 町にあたたかさや連帯感があること	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
(8) 水や緑などの自然とふれあうことができること	0.5	0.6	0.0	0.9	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.4	0.1	0.4
(9) 人の身体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	0.5	0.7	0.5	0.5	0.7	0.6	0.3	0.6	0.1	0.3	0.1	0.4	0.0	0.4
(10) 空間的にゆったりしていて、余裕があること	-0.4	-0.1	-0.3	0.3	0.2	-0.1	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.0
(11) 便利であること	1.2	1.1	1.1	0.2	0.7	0.9	0.9	0.8	0.3	0.4	0.0	0.3	-0.1	0.6
(12) 文化的・創造的な活動の場や機会があること	0.5	0.4	0.3	0.0	0.1	0.2	-0.2	0.0	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	0.0
(13) 町に活気や活力があること	0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	-0.2	-0.3	0.0	-0.1	-0.1
合計 スコア	4.3	5.1	3.7	4.0	4.6	4.5	2.1	3.9	1.3	2.1	1.6	3.0	1.0	3.17
満足度相対指数	0.81	1.39	0.38	1.26	1.03	0.96	-0.77	0.52	-1.34	-0.77	-1.13	-0.12	-1.56	0.0

実現度の場合と異なっている。

領域別に見ると、負のスコアが多く出現した領域は、先に「不満である」割合が高かった領域として述べたとほぼ同じく、「町に活気や活力があること」(負のスコアの出現率61.3%)、「文化的・創造的な活動の場や機会があること」(同46.2%)、「空間的にゆったりしていて、余裕があること」(同38.5%)であった。

### 3.2 客観データによる環境評価結果

2.3で述べた方法によって算出した、住み良さを構成する領域別・地区別の評価点、次元別・地区別の評価点、地区総合評価点及び住み良さ相対指数を表16に示した。

評価点の出現度数分布は図7のとおりで、最も出現

度数の高かったのは、 $\ominus 0.755 \sim \ominus 0.055$ の範囲であった。

住み良さ相対指数は、前述の実現度相対指数や満足度相対指数と同様な方法で、各地区の総合評価点を基準化したものである。この値が高ければ高いほど、他の地区に比べて相対的に住み良い環境にあると言えるものであり、最高が南部地区10(+1.64)で、次いで南部地区11(+1.50)、中央地区02(+0.92)の順であり、最低は駅西地区21(-1.27)であった。

### 3.3 住み良さ実現度の類型区分の試み

表8で各地区の住み良さ構成条件の実現を見たわけであるが、例えば、負のスコアの出現数が多くても、それよりも大きな正のスコアが1つないし2つあると、

表16 統計区別評価点

領域別評価点		中央地区			南部地区					聖西地区		港周辺地区		
次元	領域	01	02	03	09	10	11	12	13	21	22	19	20	23
人間の生存基盤関連	災害が発生する恐れがなく、安全である	-1.69	-2.08	-2.05	0.26	4.22	1.44	-2.11	3.32	-0.35	1.02	-0.93	-0.71	-0.31
	人の体の健康や社会の衛生性が保たれている	-0.50	1.60	1.30	-1.30	2.12	1.68	-0.02	1.50	-1.27	-0.49	-1.41	-1.46	-1.72
	人の心の健康や社会の健全性が保たれている	0.04	0.65	1.59	2.17	0.88	1.58	-3.55	0.31	-3.17	-3.04	0.91	0.37	1.24
人間の社会的活動関連	物質的に豊かである	1.56	0.89	0.76	-0.49	0.25	0.23	-0.22	-0.20	-0.59	-0.36	-0.60	-0.57	-0.65
	便利である	2.37	0.97	1.23	-1.30	0.61	0.78	0.47	0.41	-1.04	-0.21	-1.49	-1.40	-1.40
	不公正や不平等がない	0.01	1.64	0.90	-1.43	1.69	1.78	0.45	1.13	-1.21	-0.59	-1.24	-1.38	-1.64
	町にあたたかさや連帯感がある	0.77	0.56	1.47	-1.35	-1.10	2.00	0.07	-0.03	-0.21	-0.42	-0.39	-1.17	-0.19
	町に活気や活力がある	1.31	0.86	1.03	-1.16	-0.79	0.67	0.39	0.24	-0.33	-0.13	-0.41	-1.12	-0.55
	空間的にゆったりしていて、余裕がある	-0.71	-0.94	-0.97	0.81	0.12	-0.28	-0.81	0.08	0.28	0.15	0.48	0.80	0.97
人間の感性関連	伝統や歴史性が残されている	0.67	0.79	0.87	-0.62	-0.18	1.53	0.03	-0.27	-0.55	-0.46	-0.56	-0.60	-0.64
	水や緑などの自然とふれあうことができる	1.94	2.46	-1.78	0.68	2.09	-0.86	-0.73	-1.50	-0.50	-1.67	0.90	-0.96	0.33
	町の爽しさを損ねるものがない	-1.01	-0.35	-0.57	0.74	0.38	0.33	-1.01	0.30	0.18	-0.35	0.40	0.50	0.45
	文化的・創造的な活動の場や機会がある	0.29	1.36	0.63	-0.80	0.39	0.98	0.34	0.19	-0.59	-0.35	-0.76	-0.79	-0.88
次元別評価点		01	02	03	09	10	11	12	13	21	22	19	20	23
	人間の生存基盤に関連する条件	-0.72	0.05	0.27	0.37	2.40	1.57	-1.90	1.71	-1.59	-0.84	-0.47	-0.60	-0.26
	人間の社会的活動に関連する条件	0.88	0.66	0.74	-0.82	0.13	0.86	0.05	0.25	-0.51	-0.26	-0.61	-0.80	-0.57
	人間の感性に関連する条件	0.47	1.06	-0.21	-0.00	0.67	0.49	-0.34	-0.42	-0.36	-0.71	-0.01	-0.46	-0.18
	総合評価点	0.64	1.79	0.80	-0.44	3.21	2.93	-2.18	1.54	-2.48	-1.81	-1.09	-1.87	-1.02
	住み良さ相対指数	0.33	0.92	0.41	-0.23	1.64	1.50	-1.11	0.79	-1.27	-0.93	-0.56	-0.96	-0.53

合計で正の値になるといったことが生じて（これと逆のこともある）、スコアの合計の符号とその大きさだけで地区の実現度を評価していいものかといった問題がある。

そこでここでは、表8の最下行に示した実現度相対

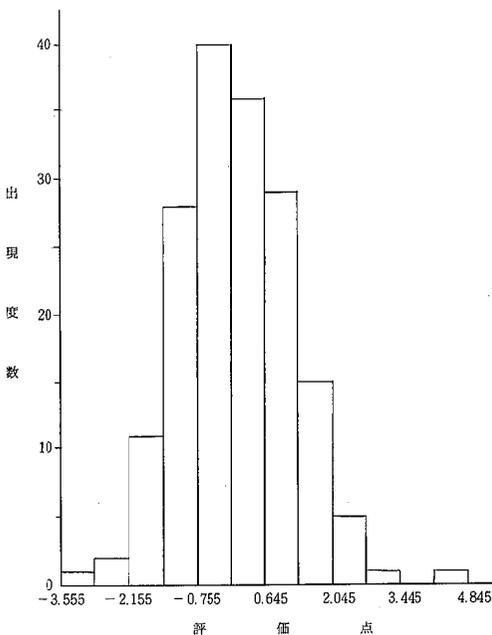


図7 評価点の出現度数分布

指数と、スコアが負であった条件の出現率をその全体の平均出現率で標準化し、指数化したもの（マイナス評価点の出現度相対指数）とを組み合わせる“住み良さ実現度類型区分”を設定し、これによって、それぞれの地区の住み良さ実現度を評価してみた。

まず、実現度相対指数と出現度相対指数について、その平均値 ( $\bar{X}$ ) と標準偏差 ( $\sigma$ ) を用いて次のように3階級に区分し、その組み合わせにより、表17に掲

$$\text{階級 1 : } (\bar{X} + \frac{1}{2}\sigma) \text{以上}$$

$$\text{階級 2 : } (\bar{X} - \frac{1}{2}\sigma) \text{以上} (\bar{X} + \frac{1}{2}\sigma) \text{未満}$$

$$\text{階級 3 : } (\bar{X} - \frac{1}{2}\sigma) \text{未満}$$

げた住み良さ実現度類型区分の基準を設定した。そして、その類型区分の内容を同表の脚注のように意味づけした。

この基準によって各地区を類型化した結果を同表に併せて掲げた。類型Ⅰには5地区、類型Ⅱには1地区、類型Ⅳには2地区、類型Ⅴには5地区が該当し、類型Ⅲに該当する地区はなかった。

類型Ⅰの中央地区01, 02, 南部地区09, 10, 11は、環境の安全性や空間的なゆとり、歴史性、町の活気等に十分とは言えない面があるものの、利便性や物質的な豊かさ、保健衛生といった面がよく確保されており、住み良さ実現度は非常に高いと意識されている地区で

表17 住民意識からみた住み良さの実現度類型区分

		マイナス評価点の出現度相対指数		
		0.81 未満	0.81 以上 1.19 未満	1.19 以上
実現度相対指数	0.50 以上	I : 中央地区 01 中央地区 02 南部地区 09 南部地区 10 南部地区 11	II : 中央地区 03	III
	-0.50 以上 0.50 未満	II	III	IV : 南部地区 13
	-0.50 未満	III	IV : 港周辺地区 19	V : 南部地区 12 駅西地区 21 駅西地区 22 港周辺地区 20 港周辺地区 23

注) 類型 I : 住み良さ実現度が非常に高いと意識されている地区  
 類型 II : 住み良さ実現度がかかなり高いと意識されている地区  
 類型 III : 住み良さ実現度は十分でないが、まず良いと意識されている地区  
 類型 IV : 住み良さ実現度がかかなり低いと意識されている地区  
 類型 V : 住み良さ実現度が非常に低いと意識されている地区

ある。類型 II の中央地区03は、環境の安全性や空間的なゆとり、自然性、歴史性にやや欠けている面があるが、利便性や物質的な豊かさ、保健衛生といった面がよく確保されており、住み良さは全体としてかなり高いと意識されている地区である。類型IVの南部地区13、港周辺地区19は、環境の安全性、自然性、保健衛生、歴史性、町の活気・連帯感等にやや欠けるなど、マイナス面が多く、住み良さの実現度は全体としてかなり低いと意識されている地区である。類型Vの南部地区12、駅西地区21、22、港周辺地区20、23は、利便性や物質的な豊かさは確保されているが、環境の安全性や自然性、保健衛生、空間的なゆとり、歴史性、町の活気等に欠けるなど、マイナス面が多く、住み良さは全体として非常に低いと意識されている地区である。

3・4 実現度と満足度の相互関連性

住民の環境に対する満足度は、環境の実現度が高ければ高いほど、高くなると考えられる。そこで、表8に掲げた実現度相対指数と表15に掲げた満足度相対指数との相互関連性を見ると、図8のとおり、極めて高い相関関係(相関係数0.961)にあることが分かった(有意水準0.1%)。

3・5 客観データによる住み良さ相対指数と実現度相対指数及び満足度相対指数の相互関連性

まず、表16に掲げた客観データによる住み良さ相対指数と表8の実現度相対指数との間には、図9に示したとおり、相関係数0.817で、また、住み良さ相対指数と表15の満足度相対指数との間には、図10に示したとおり、相関係数0.818で、それぞれ高い相関関係があった(有意水準0.1%)。

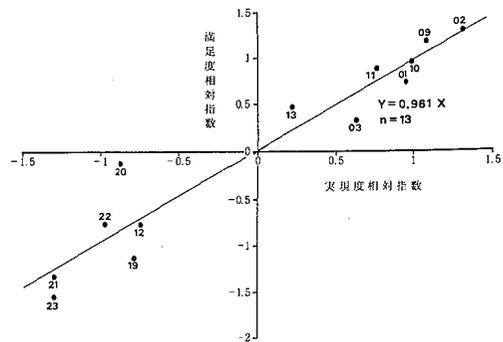


図8 実現度と満足度との相関

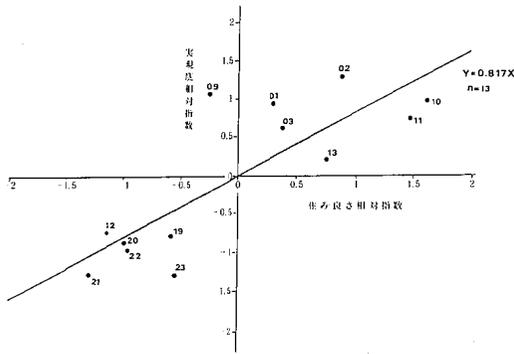


図9 住み良さ相対指数と実現度相対指数との相関

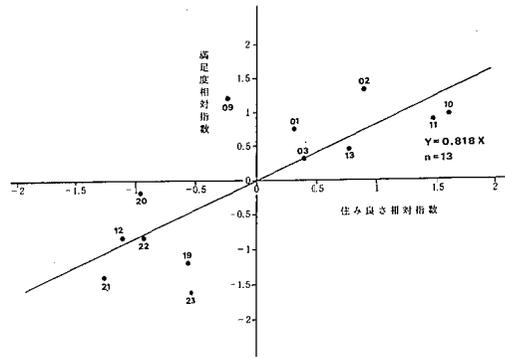


図10 住み良さ相対指数と満足度相対指数との相関

また、住み良さ構成領域ごとの個別評価点と領域別満足度との相互関連性については、13領域のうち、「不公正や不平等がないこと」、「町にたたかきや連帯感があること」、「町に活気や活力があること」の3領域が他の領域と比べて相関性が低かったほかは、いずれの領域も高い相関性（相関係数0.72～0.92）があった。

以上のことから、今回試みた客観データによる環境の特性づけの手法は一応評価できるものであるが、住民意識をよりの確に反映できるような指標の選択とその計測、計量化を更に検討していく必要がある。

### 3・6 住み良さ構成領域の重要度、実現度、満足度の相互関連性からみた環境特性

住み良さ構成領域の重要度、実現度、満足度の相互関連性から各地区の環境特性を把握するために、まず、表8に示した住み良さ構成条件別・地区別の実現度を領域別・地区別に集約した。集約の方法は、領域ごと

に平均値を求めた。その結果を表18に掲げた。

次に、表13の重要度、表18の実現度及び表15の満足度を、それらの平均値と標準偏差（σ）を用いて、下記の基準により高・中・低に相対区分した。

平均値 +  $\frac{1}{2}$ σ を超えるもの …………… 高

平均値 ±  $\frac{1}{2}$ σ の範囲内のもの …………… 中

平均値 -  $\frac{1}{2}$ σ 未満のもの …………… 低

この基準によると、重要度、実現度及び満足度の区分値は、それぞれ次のようになる。

重要度：1.23 < X …………… 高

0.77 ≤ X ≤ 1.23 …………… 中

X < 0.77 …………… 低

但し、Xは表13の値

実現度：0.36 < Y …………… 高

表18 数量化した「住み良さの実現度」（領域、地区別）

領域	中央地区01	中央地区02	中央地区03	南部地区09	南部地区10	南部地区11	南部地区12	南部地区13	駅西地区21	駅西地区22	港周辺地区19	港周辺地区20	港周辺地区23
① 伝統や歴史性が残されていること	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.3	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	-0.1	-0.3
② 人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7	0.5	-0.1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.9
③ 物質的に豊かであること	1.1	0.8	1.1	0.5	1.0	0.7	0.9	0.7	0.5	0.5	0.4	0.6	0.3
④ 不公正や不平等がないこと	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2
⑤ 町の美しさを損ねるものがないこと	0.1	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	-0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	0.0
⑥ 災害が発生する恐れがなく、安全であること	-0.3	-0.4	-0.4	0.0	-0.1	-0.3	-0.6	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
⑦ 町にたたかきや連帯感があること	0.3	0.4	0.4	0.3	0.0	0.3	0.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2
⑧ 水や緑などの自然とふれあうことができること	0.3	0.3	-0.5	0.7	0.3	-0.1	-0.5	-0.1	-0.7	-0.2	0.1	-0.3	-0.8
⑨ 人の身体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7	0.6	0.4	0.8	-0.1	0.2	-0.2	0.0	-0.1
⑩ 空間的にゆったりしていて、余裕があること	-0.7	-0.3	-0.8	0.5	0.4	-0.5	-0.7	0.0	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
⑪ 便利であること	1.0	1.0	0.9	0.2	0.5	0.6	0.5	0.5	0.2	0.3	0.2	0.1	-0.2
⑫ 文化的・創造的な活動の場や機会があること	0.6	0.4	0.1	0.2	0.4	0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.3	-0.4	0.6
⑬ 町に活気や活力があること	0.1	0.0	0.1	0.2	-0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.3

$-0.04 \leq Y \leq 0.36$  ..... 中  
 $Y < -0.04$  ..... 低  
 但し、Yは表18の値  
 満足度： $0.39 < Z$  ..... 高  
 $0.09 \leq Z \leq 0.39$  ..... 中  
 $Z < 0.09$  ..... 低  
 但し、Zは表15の値

これらの相対区分の組み合わせの出現状況を表19に掲げた。このうち、特に着目すべき環境特性（表では☆、○、●、★、の記号で示した）について、その概略を述べれば次のようである。

「物質的に豊かであること」の領域は、全体として実現度も満足度も高く、望ましい状況にある領域と言える。「便利であること」や「人の身体の健康や社会

表19 住み良さ領域の「重要度・実現度・満足度」相互関連性からみた環境特性

住み良さ領域	重要度	中央地区			南部地区						駅西地区		港周辺地区													
		01	02	03	09	10	11	12	13	21	22	19	20	23												
		実現度	満足度	実現度	満足度	実現度	満足度	実現度	満足度	実現度	満足度	実現度	満足度	実現度	満足度	実現度	満足度									
(1) 伝統や歴史性が残されていること	低	低	高	中	高	低	中	低	中	中	中	中	高	低	中	低	中	中								
(2) 人の心の健康や社会の健全さが保たれていること	高	中	中	高	中	高	中	高	高	中	高	中	低	低	高	中	高	低	中	高	中					
(3) 物質的に豊かであること	低	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	中	高	高	中	中				
(4) 不公正や不平等がないこと	中	高	中	高	中	高	中	中	中	高	中	中	低	高	中	中	低	中	中	低	中	低				
(5) 町の美しさを損ねるものがないこと	低	中	低	高	中	中	中	中	中	中	中	低	低	中	中	低	低	低	低	低	中	中	中			
(6) 災害が発生する恐れがなく、安全であること	高	低	中	低	中	低	中	中	低	高	低	中	低	低	中	低	中	低	低	低	中	低	中			
(7) 町にあたたかさや連帯感があること	中	中	中	高	中	高	中	中	低	中	中	中	中	高	中	中	低	中	中	中	中	中	低			
(8) 水や緑などの自然とふれあうことができること	高	中	高	中	高	低	低	高	高	中	高	低	中	低	中	低	低	低	低	中	高	低	中	低	低	
(9) 人の身体の健康や社会の保健衛生が保たれていること	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	低	低	中	中	低	低	中	中	低	低	
(10) 空間的にゆったりしていて、余裕があること	低	低	低	低	低	低	高	中	高	中	低	低	低	低	中	低	低	低	低	低	中	低	中	低	中	
(11) 便利であること	中	高	高	高	高	高	中	中	高	高	高	高	高	高	高	中	中	中	中	中	中	低	中	中	低	低
(12) 文化的・創造的な活動の場や機会があること	低	高	高	高	高	中	中	中	低	高	中	中	中	低	低	中	低	低	低	低	低	低	低	低	高	低
(13) 町に活気や活力があること	低	中	中	中	低	中	低	中	低	低	中	低	中	低	中	低	中	低	中	低	中	低	中	低	低	

(注) 記号 意味する内容  
 ☆ ..... 当該領域の重要度・実現度・満足度がいずれも高いので、当該領域に係る環境の質の悪化をまねかないように配慮すべき地区  
 ○ ..... 当該領域の重要度は中又は低であるが、実現度・満足度がいずれも高く、当該領域に係る環境の質の悪化をまねかないように配慮すべき地区  
 ● ..... 当該領域の重要度は高いが、実現度が中で、満足度も低又は中であるので、当該領域に係る環境の質の向上を積極的に図るべき地区  
 ★ ..... 当該領域の重要度は高いが、実現度が低く、従って満足度も低又は中であるので、当該領域に係る環境の質の向上をより積極的に図るべき地区

の保健衛生が保たれていること」の領域は、都市中心部と周辺部とで差がみられ、特に後者の領域については都市周辺部で環境の質の向上が強く望まれていると言える。また、「災害が発生する恐れがなく、安全であること」や「水や緑などの自然とふれあうことができること」の領域は、全体的に好ましい状況にあるとは言えず、より積極的にこれらの環境の質の向上を図っていくことが強く望まれていると言える。その他の領域については、全体として、それぞれの領域の質を維持増進に配慮していくことが望まれていると言えるであろう。

### 5 ま と め

住み良さを構成する領域・条件を指標として、その重要度、実現度、満足度にかかる住民意識を把握し、また、それぞれを数量化し、その相互関連性を解析することによって、生活環境の特性づけを試みた。また、環境に関する各種の客観データを収集・加工し、これを用いて、住み良さの観点からの環境評価を試みた。更に、こうして得た、環境に関する主観量と客観量との関連性も検討した。

その結果、住み良さ構成領域の重要度に関しては、そこに順位構造が見られ、既に我々が明らかにした多层次的・多重的構造になっていることが今回も検証された。

住民の生活環境に対する実現度意識と満足度意識とは高い相関関係にあり、これらを用いて環境の特性づけが可能であることが明らかとなった。

客観データによる環境評価の結果と住民意識による環境評価の間には高い相関関係が得られ、ここで試みた評価手法の有用性が確認された。

以上のように、我々が今回提示した「住み良さ構成領域・条件」を指標として環境の特性づけ・評価を行うことが十分可能であることが分かった。

おわりに、この調査研究を実施するに当たって、調査内容、調査の進め方、調査結果の評価等について多くの御助言をいただいた下記の方々に感謝の意を表します。

岡田 晃	金沢大学医学部教授
川上 光彦	金沢大学工学部助教授
木羽 敏泰	金沢工業大学学長
里見 信生	金沢大学理学部講師
島村 昇	金沢工業大学教授
清水 忠	金沢経済同友会常任幹事
水野 一郎	金沢工業大学教授
矢ヶ崎孝雄	金沢大学名誉教授
山岸 政雄	金沢美術工芸大学教授
山村 勝郎	金沢大学経済学部教授

(五十音順)

### 文 献

- 1) 環境庁：昭和60年版、環境白書、大蔵省印刷局、東京（昭和60年5月）
- 2) 石川県辰口町：辰口町快適環境整備計画、緑と水と太陽の町—アメニティ・タウンをめざして（昭和60年3月）
- 3) 石川県金沢市：金沢市アメニティ・タウン計画、清流と緑の映える伝統のまち金沢（昭和61年3月）
- 4) 石川県環境部：快適環境整備計画策定マニュアル—快適な環境づくりを目指して—（昭和61年3月）
- 5) 田嶋隆俊：石川衛公害研年報，19，51—59（1982）
- 6) 田嶋隆俊，平 哲宣：同上，22，58—67（1985）
- 7) 田嶋隆俊，平 哲宣：同上，22，68—77（1985）
- 8) 酒井道則，水上依乃，竹野裕治，英 俊彦，田嶋隆俊：同上，22，78—97（1985）
- 9) 石川県：昭和59年度科学技術庁委託調査研究成果報告書，土地利用状況調査法—土地利用適性評価の検討（昭和60年5月）

〔報 文〕

## 住民意識からみた、金沢市の都市用水 環境の現況と望ましい在り方について

石川県衛生公害研究所情報室

英 俊 彦・田嶋 隆俊・竹野 裕治  
酒井 道則・水上 依乃

### 1 はじめに

都市の中に見られる用水環境は、今日、身近な自然が減少しつつある中で、“潤い”や“安らぎ”を求め得る貴重な都市空間として再認識され、こうした水辺環境を有する都市では、快適環境形成の観点からより一層の環境保全に努めている<sup>1)2)</sup>。

伝統的・歴史的都市「金沢」の市内を網目のように貫流する56の用水路は、古くから様々な場で、かつ、多面的に市民の日常生活と深くかかわりながら今日に至っている<sup>3)4)</sup>。しかし、細街路が至る所に見られるなどの道路事情を抱える都市構造や、近年の都市化の著しい進展等から見て、用水の存在そのもの、あるいはその効用や弊害、更にはその望ましい在り方などに関して、市民の意識・ニーズは時代とともに変化し、多様化してきているのではないと思われる。

我々は既に、金沢における親しめる用水像を探るために、市民の意識を基にした景観分析・評価の客観化手法の開発を試み、好ましい用水景観のイメージを明らかにした<sup>5)</sup>。しかしながら、金沢市民が、こうした景観の問題も含めて用水環境の現状をどのように評価しているのか、また、日常生活の中での用水との具体的なかかわりを通して、どのような意義を認めているのか、更に、用水一般の望ましい姿としていかなるイメージを抱いているのかなど、これらを包括的に把握した調査は極めて少なく、特に、用水がもたらす弊害面を明らかにした調査は見当たらない。

この報告は、金沢市内を貫流する代表的ないくつか

の用水について、用水路周辺の市民を対象に、用水環境の状況、親しみ度、不都合度、用水存続の是非、用水利用の内容、親しみを持てる用水としての条件、用水整備に対するニーズ等に関する意識調査を実施し、金沢市民の都市用水に対する現状認識を明らかにすると同時に、それを背景として市民が抱いている“望ましい用水とは何か”と言う用水のあるべき論について考察を試みたものである。

### 2 調査の内容と方法

#### 2・1 調査した用水路と調査地区区分

対象とした用水路は、金沢市においてその規模・知名度等から見て代表的であること、居住地区を貫流していること、全面的に暗渠化されていないこと等を抽出条件として、56の用水路のうち、図1に示した鞍月用水、大野庄用水など7水系を選択した。

また、それぞれの用水路の上流～下流までの周辺状況(住居の密集度合、土地利用など)から、調査地区を表1のように区分した。

#### 2・2 意識調査の対象者

調査の対象は、用水路から直線距離でおよそ100m内にある世帯とし、その客体は、表1の流域地区当たり200世帯を目安に、住宅明細図を用いて、用水路からの距離別に(隣接、50m内、100m内など)、しかも、用水路に近接する程密となるように有意抽出した。

抽出した総客体数は1,842世帯で、用水路別客体数は表3の配付数として掲げたとおりである。

なお、実際の回答者としては、特に世帯主と限定せ

On the Present State and Desirable Image of the Urban Water-course Environment in Kanazawa on the basis of the Inhabitants Consciousness. by Toshihiko HANABUSA, Takatoshi TAJIMA, Yuhji TAKENO, Michinori SAKAI and Yorino MIZUKAMI (Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

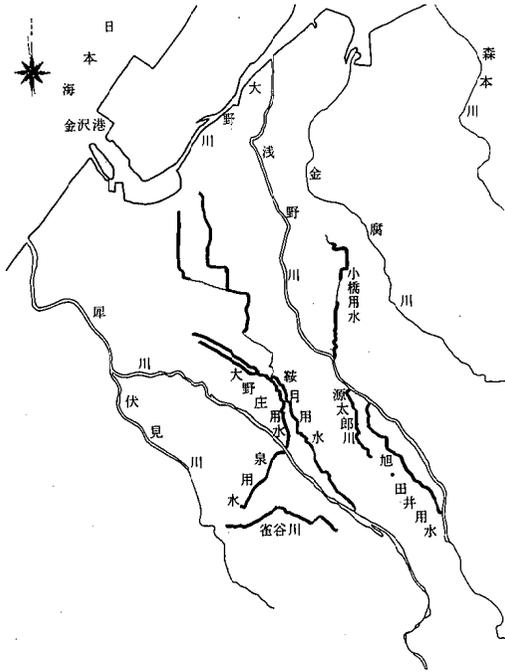


図1 調査した用水路とその区間

ず、成人ならばその世帯の誰でもよいとした。

2・3 意識調査票

調査票は表2に掲げたとおりで、設問数は全体で14問90項目とし、用水の現状、利用状況等に関して8問39項目、これからの都市用水の在り方に関して、暗渠化の是非、親しみを有する用水としての条件、今後の用水整備に対するニーズ等3問48項目、回答者の属性3問3項目の構成とした。

2・4 実施時期と実施方法

昭和60年6月～7月にかけて訪問配付し、回収は郵

送方式で行った。

3 結果と考察

3・1 アンケートの回収率

調査票の回収率は表3のとおりで、全体の有効回答率は63.2%であった。

3・2 アンケート回答者の属性

(1) 性・年齢

性別では男55.7%、女43.2%と男の方がやや多く、年齢別では50歳以上が58.3%で、回答者は全体として高齢層側にやや偏った。

また、性・年齢を併せて見ると、図2(1)のとおり、男では60歳以上が最も多く、年代が若くなるほど少なかった。女では各年代ともほぼ均等であった。

(2) 居住年数

居住年数別では、図2(2)のとおり、20年以上が58.9%で最も多く、次いで10～15年の12.4%であった。

(3) 用水からの距離

建物(又は敷地)と接している、用水との間に道路があるといった、いわゆる用水沿いの回答者が57.0%と多かったが、これは、客体を用水に近接する程密に有意抽出したことによる。

(4) 用水の存在を知っているか否か

回答者の96.5%が知っていた。

(5) 用水名を知っているか否か

回答者の75.3%が知っていた。「知らない」の割合を地区別に見ると、市街地周辺地区の回答者が最も高く、次いで旧市街地周辺地区、近郊農村地区、旧市街地区の順となり、地域間に差が見られ、また、用水別では、図3のとおり、旭・田井用水が最も高く、次いで小橋用水、雀谷川、泉用水等の順であった。

用水名を知っているか否かは回答者の年齢や居住年数に依存し、年齢が高くなる程、また、居住年数が長くなる程、「知っている」の割合が高くなる傾向が見られた。

(6) 暗渠化の状況

暗渠化の状況(但し、意識の上での状況)に関しては、住居周辺には“暗渠部なし”とする人が73.6%であったが、これは、できるだけ暗渠化されていない用水を用水路図から対象として選んだことによる。

3・3 住民意識の集計結果

(1) 用水の現状認識

ア 用水環境の現況(問8)

結果は表4に掲げたとおりで、以下に用水別、項目別に特性を述べる。

表1 調査対象用水路と地域区分

用水名	流域地区	地域区分
被月用水	(上流域) 城南2丁目(取水口)～香林坊交差点	旧市街地
	(中流域) 香林坊交差点～六枝交差点	
	(下流域) 西念町	
大野庄用水	(上流域) 南新保・直江・近岡・戸水・大友	旧市街地周辺地区
	(中流域) 片町2丁目(取水口)～芳斉2丁目	
	(下流域) 昭和町・三枝町・中橋町	
泉用水	橋沢・藤江用水流域	旧市街地周辺地区
	木曳川流域	
	千石町(取水口)～泉2丁目	
小橋用水	(上流域) 小橋町(取水口)～乙丸橋	近郊農村地区
	(下流域) 高橋・田中	
旭・田井用水	旭町1丁目(取水口)～材木町(放流口)	旧市街地周辺地区
源太郎川	石引3丁目～橋場町(放流口)	旧市街地周辺地区
雀谷川	若草町～有松2丁目	

表 2 用水環境に関する調査票

昭和60年6月  
石川 県

1 用水の形状、利用状況などについて

問 1 あなたは、お住まいの近くに用水があることを知っておられますか。

- 1 知っている → 問 2 からの質問にお答えください。
- 2 知らない

問 2 あなたは、その用水の名前を知っておられますか。

- 1 知っている
- 2 知らない

問 3 その用途とあなたのお住まいとの位置関係や距離についておたずねします。

該当するものの番号に1つだけ○をつけてください。

- 1 建物（又は敷地）の正面と接している
- 2 建物（又は敷地）の横又は裏と接している
- 3 建物（又は敷地）と用水との間に道路がある
- 4 直線では50メートル以内にある
- 5 直線では100メートル以内にある
- 6 直線では100メートル以上離れている

問 4 その用水は、あなたが自領地にする範囲で、晴きよ（コンクリートなどでアタがたがされている状態）にな

- 1 ほとんどが晴きよになっている
- 2 かなりの部分が晴きよになっている
- 3 とところどころ晴きよになっている（橋を除く）
- 4 晴きよになっていない（橋を除く）
- 5 わからない

問 5 あなたは、日常生活上、その用水をどのように利用されていますか。

該当するものの番号にいくつでも○をつけてください。

- 1 防火用水として
- 2 糞をかけた、家の出入口として
- 3 子どもの水遊び場として
- 4 農業用水として
- 5 冬の雪すて場として
- 6 糞や晴きよの部分を経車場や物置場として
- 7 家庭からの雑排水の放流先として
- 8 水のある風景を観賞する場として
- 9 隣家との境界やゆとり空間として
- 10 用水沿いを日頃の散歩道の一部として
- 11 洗濯などの生活雑用水として
- 12 用水沿いを夏の夕涼み場として
- 13 金たぐのやすらぎが求められる場として
- 14 金たぐらしい情緒を楽しむ場所として
- 15 特ら利用していない
- 16 わからない
- 17 その他（あれば具体的に記入ください）

記入欄

問 6 あなたは、日頃、その用水ほどの程度親しみをもっておられますか。

- 1 非常に親しみをもっている
- 2 かなり親しみをもっている
- 3 どちらとも言えない
- 4 あまり親しみをもっていない
- 5 ほとんど親しみをもっていない
- 6 わからない

問 7 あなたは、お住まいの近くに用水があることによって、日頃、不都合を感じたり、支障があったりすることおられますか。

- 1 かなりある
- 2 ややある
- 3 どちらとも言えない
- 4 あまりない
- 5 ほとんどない
- 6 わからない

問 8 次に、あなたのお住まいの近くにある用水やそのまわりの現状についておたずねします。

下に掲げた項目の一つひとつについてお答えください。

- (1) 用水に水がありますか。
  - 1 いつもある
  - 2 時々ある
  - 3 ないことが多い
  - 4 わからない
- (2) その水の流れるはどうですか。
  - 1 よく流れている
  - 2 時々よどんでいる
  - 3 よどんでいることが多い
  - 4 わからない
- (3) その水の汚れはどうですか。
  - 1 かなりきれい
  - 2 ややきれい
  - 3 ややきたない
  - 4 かなりきたない
- (4) 夜など、水の流れる音が気になることがありますか。
  - 1 よくある
  - 2 時々ある
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (5) ゴミなどが散乱していることがありますか。
  - 1 よくある
  - 2 時々ある
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (6) 悪臭がすることがありますか。
  - 1 よくある
  - 2 時々ある
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (7) 用水沿いに看板や広告物がありますか。
  - 1 よくある
  - 2 時々ある
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (8) 用水で魚を飼ったり、そのまわりでホタルを飼ったりすることがありますか。
  - 1 よくある
  - 2 時々ある
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (9) 用水沿いに樹木や花あるいは土垣がありますか。
  - 1 かなりある
  - 2 あるが少ない
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (10) 子どもが水遊びできることがありますか。
  - 1 ある
  - 2 ない
  - 3 わからない
- (11) 子どもやお年寄りにとって、用水やそのまわりは安全になっていますか。
  - 1 十分になっている
  - 2 なっていないが十分でない
  - 3 ほとんどなっていない
  - 4 わからない
- (12) 車におびやかされず、用水沿いを散歩できることがありますか。
  - 1 かなりある
  - 2 あるが少ない
  - 3 ほとんどない
  - 4 わからない
- (13) 大雨の時、道路や側溝の水の排水路として役に立っていますか。
  - 1 役に立っている
  - 2 役に立っていない
  - 3 わからない
- (14) 用水やそのまわりが人工的で、味気ないと思われませんか。
  - 1 思う
  - 2 少しは思う
  - 3 ほとんど思わない
  - 4 わからない

- 12 人工的な美しさだけでなく、自然の美しさがおそわわっていること
  - 13 悪臭がしたり、ゴミが散乱したりしていないこと
  - 14 車の面影が残されていること
  - 15 暗きよになっていないこと
- 座りに、あなたのお住まいの近くの用水を流していくとした場合に、あなたは、その用水の整備などに  
関して、今後どのようなことを期待されますか。

問11

- 1 用水の清掃を定期的に行うこと
- 2 暗きよにしてしまうこと
- 3 子どもやお年寄りにとって安全であるようにすること
- 4 冬の雪で場所として利用できるようにすること
- 5 水が流れやすいようにすること
- 6 水と親しめるような場所を設けること
- 7 看板や広告物をとり除くこと
- 8 用水沿いを歩行者専用道とすること
- 9 暗きよをやめて、もとの姿にもどすこと
- 10 魚やホタルが見られるようにすること
- 11 防火用水として利用できるようにすること
- 12 日常生活上の雑用水として利用できるようにすること
- 13 用水沿いに樹木や花を植えること
- 14 大雨の時、排水路として役立つようにすること
- 15 水をいつも流しておく
- 16 用水をとりまき景色に、うるおいやおちつきがあること
- 17 橋やサクなどの形・色を用水とピッチリさせること

問12

- 1 20歳未満
  - 2 20～29歳
  - 3 30～39歳
  - 4 40～49歳
  - 5 50～59歳
  - 6 60歳以上
- あなたの性別をお聞かせください。
- 1 男
  - 2 女

問13

- 1 5年未満
- 2 5～10年
- 3 10～15年
- 4 15～20年
- 5 20年以上

問14

あなたは、現在の場所に何年くらいお住まいですか。

- (表2のつづき)
- 09 用水やそのまわりに昔の面影が残っていて、おもむきがあると思われませんか。
  - 1 思う
  - 2 少しは思う
  - 3 ほんとと思わない
  - 4 わからない
- 09 用水とそまわりの景色がピッチリしていると思われませんか。
  - 1 思う
  - 2 少しは思う
  - 3 ほんとと思わない
  - 4 わからない

問9

これからの用水のあり方について、日常生活上いろいろと役に立ち、また一方では不都合を感じさせたりすることがありますが、あなたは、お住まいの近くの用水が、これからもあった方がよいと思われませんか、それともない方がよいと思われませんか。

- 1 まったく埋めてしまっ、ない方がよい
- 2 暗きよにするなら、あってもよい
- 3 暗きよにしない状態で、あった方がよい
- 4 わからない

問9の2

- 「埋めてしまう」ことと「暗きよにする」こととの理由をお聞かせください。
- 該当するものの番号をいくつでも○をつけてください。
- 1 子どもやお年寄りにとって危険であるから
  - 2 暗きよにするることによって、駐車場や物置場として利用できるから
  - 3 悪臭がしたり、ゴミが散乱したりして、衛生状態が悪いから
  - 4 水の流れる音がうるさく、気ざわりだから
  - 5 水の汚れがひどいから
  - 6 看板や広告物のみだりに立って、見苦しくなるから
  - 7 道路がせまいので、歩道や遊歩道の幅に利用した方がよいと思うから
  - 8 水がほとんど流れていないから
  - 9 雑草が生い茂ったままで、管理が悪いから
  - 10 水を流すだけの用水になっていて、風情がほとんどないから
  - 11 家の中が湿っぽくなるから
  - 12 何の役にも立っていないと思うから
  - 13 これと言った理由はない
  - 14 その他(あれば具体的に記入ください)

記入欄

問10

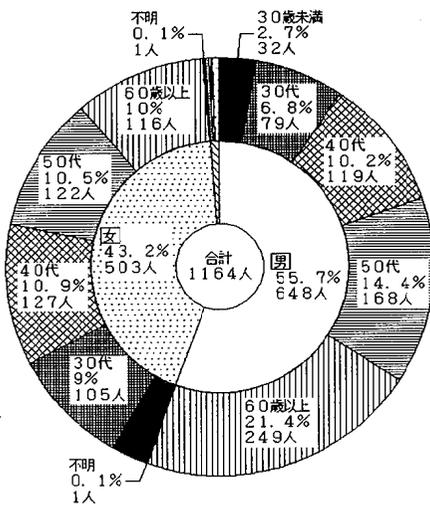
それは、市区によって「親しむ」を持てる用水」としての条件を一般的に考えた場合に、あなたは、どのような条件を重要だとお考えになりますか。

- 下にいくつかの条件を掲げてみましたが、この中から、特に重要だと思われるものにも○をつけてください。
- 1 「金沢らしさ」のシンボルの一つとなっていること
  - 2 水がきれいなこと
  - 3 用水沿いに樹木や花、あるいは生垣を見ることができること
  - 4 子どもたちが水遊びできるようなっていること
  - 5 魚やホタルを見ることができること
  - 6 水がいつも流れていること
  - 7 用水のまわりに見苦しい看板や広告物がないこと
  - 8 子どもやお年寄りにとって安全になっていること
  - 9 用水沿いに歩行者専用道があること
  - 10 橋やサクなどの形・色などが用水とピッチリしていること
  - 11 水辺までおどり、水とふれあえるようになっていること

表3 用水路別アンケート配布・回収結果

用水路名(区域)	配布数(世帯)	回収数(世帯)	回収率(%)
(上流域)	201	128	63.7
鞍月用水	200	120	60.0
(下流域)	130	77	59.2
大野庄用水	214	167	78.0
(上流域)	156	86	55.1
泉用水	206	141	68.4
小橋用水	160	88	55.0
旭・日井用水	180	112	62.2
新太郎川	185	123	66.5
笹谷川	210	122	58.1
合計	1,842	1,164	63.2

(1) 性・年齢



(2) 居住年数

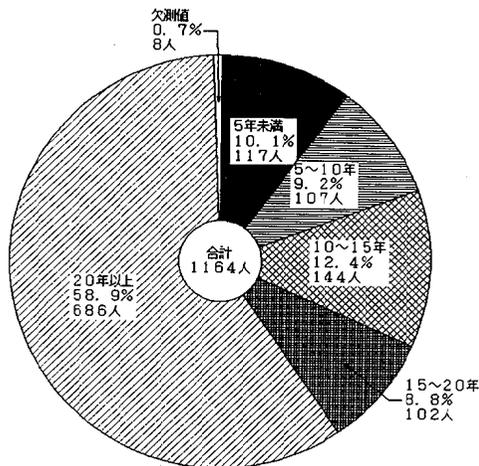


図2 回答者の属性

(ア) 用水別特性

a 鞍月用水

流れはよどみ無く、水も比較的きれいであるが、水の無いことが時々ある。ゴミなどの散乱が見られるものの、悪臭がすることは少ない。用水沿いには樹木や生け垣があまり見られず、また、魚やホタルを見ることもあまり無いなど、水辺としての自然性に欠ける。また、用水と親しめる場所がほとんど無い。安全性は十分ではない。見苦しい看板などはほとんど見られないが、周囲の景観との調和に欠ける。

b 大野庄用水

流れはよどみ無く、水も比較的きれいであるが、水の無いことが時々ある。ゴミなどの散乱が見られるものの、悪臭がすることは少ない。用水沿いに見苦しい看板などが無く、昔の面影も残っていて趣があるが、周囲の景観との調和がやや足りない。また、魚やホタルを見ることも時々あるが、樹木や生け垣はまだ少ないなど、水辺としての自然性がやや足りない。用水と親しめる場所がほとんど無い。安全性は十分でない。

c 泉用水

流れはよどみの無い方であるが、水は汚い方で、無いことも時々ある。ゴミなどの散乱が見られるが、悪臭がすることは少ない。用水沿いに樹木や生け垣を見ることは少なく、また、魚やホタルを見ることも無いなど、水辺としての自然性に欠ける。用水と親しめる場所がほとんど無い。また、安全性はほとんど確保されていない。用水沿いに見苦しい看板などがほとんどないが、周囲の景観との調和に欠ける。

d 小橋用水

流れはよどみ無く、水も比較的きれいであるが、無

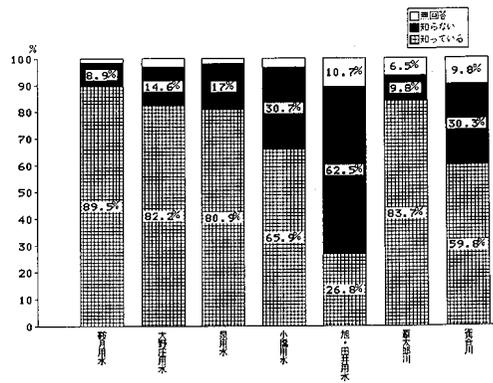


図3 用水名を知っているか

表 4 用水環境の現状 (用水路別)

項目	用水路				用水路							
	大野用水 100.0%	庄泉用水 100.0%	小繰用水 100.0%	越・田井 用水 100.0%	大野用水 100.0%	庄泉用水 100.0%	小繰用水 100.0%	越・田井 用水 100.0%				
① 水の汚濁	いつももある	43.1	23.3	43.3	34.1	53.6	71.5	82.0	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	時々ある	47.4	62.8	50.4	56.8	23.9	14.6	4.9	28.7	28.7	28.7	28.7
② 水の流れ	よく流れている	60.0	67.2	53.2	59.1	44.6	54.5	70.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	時々よどんでいる	23.7	19.8	29.1	27.3	24.1	29.3	10.7	3.3	3.3	3.3	3.3
③ 水の清れ	よくきれい	21.2	28.5	12.8	18.2	18.8	4.1	15.6	17.2	17.2	17.2	17.2
	ややきれい	36.0	36.0	28.4	38.6	25.0	28.5	27.0	1.6	1.6	1.6	1.6
④ 水の音が気になる	時々ある	4.3	12.3	7.1	5.7	4.5	7.3	13.9	5.7	5.7	5.7	5.7
	ほとんどない	84.6	77.9	83.0	80.7	74.1	75.6	66.4	3.3	3.3	3.3	3.3
⑤ ゴミなどの散乱	よくある	6.2	4.3	3.5	6.8	8.9	9.8	4.1	17.2	17.2	17.2	17.2
	時々ある	19.4	23.7	33.3	14.8	16.1	26.0	23.0	6.3	6.3	6.3	6.3
⑥ 悪臭がする	ほとんどない	24.9	28.9	20.6	28.4	28.8	18.7	17.2	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	6.5	1.2	1.4	8.0	4.5	4.1	3.3	1.6	1.6	1.6	1.6
⑦ 臭い香ばしい香ばしい	よくある	4.6	4.7	14.2	3.4	1.8	6.5	3.3	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	21.8	25.3	21.3	22.7	20.5	34.1	27.9	1.6	1.6	1.6	1.6
⑧ 魚やホタルを見る	ほとんどない	62.5	62.1	51.1	58.0	55.4	39.0	52.5	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	8.0	6.3	9.2	8.0	11.6	12.2	5.7	1.6	1.6	1.6	1.6
⑨ 周囲の景色とピットリしている	よくある	3.4	2.4	4.3	—	0.9	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	9.5	7.5	9.2	2.3	—	1.6	5.7	1.6	1.6	1.6	1.6
⑩ 周囲の景色とピットリしている	ほとんどない	77.5	79.4	75.9	86.4	77.7	74.8	81.1	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	5.8	5.1	6.4	5.7	10.7	11.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
⑪ 周囲の景色とピットリしている	よくある	4.3	9.5	2.1	26.1	1.8	—	—	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	20.0	36.3	5.0	31.8	14.3	1.6	3.3	1.6	1.6	1.6	1.6
⑫ 周囲の景色とピットリしている	ほとんどない	65.2	48.2	87.9	31.8	67.0	85.4	86.9	1.6	1.6	1.6	1.6
	時々ある	8.6	2.8	2.1	6.8	6.3	6.5	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6

項目	用水路				用水路							
	大野用水 100.0%	庄泉用水 100.0%	小繰用水 100.0%	越・田井 用水 100.0%	大野用水 100.0%	庄泉用水 100.0%	小繰用水 100.0%	越・田井 用水 100.0%				
⑬ 臭い香ばしい香ばしい	かなりある	12.9	20.2	7.1	12.5	19.6	20.3	15.6	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	あるが少ない	27.4	33.6	17.7	23.9	18.8	26.0	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7
⑭ 臭い香ばしい香ばしい	ほとんどない	52.9	42.7	67.4	52.3	44.6	40.7	44.3	4.9	4.9	4.9	4.9
	わからない	3.4	1.2	2.8	6.8	5.4	4.9	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
⑮ 子どもが水遊びできる場所	ある	3.4	3.6	3.5	14.8	4.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ない	92.0	91.7	92.9	73.9	75.9	86.2	83.6	3.3	3.3	3.3	3.3
⑯ 子ども・お年寄り安全	わからない	3.4	2.8	1.4	6.8	6.3	4.1	3.3	1.6	1.6	1.6	1.6
	十分になっている	25.2	16.6	14.2	26.1	8.0	23.6	21.3	1.6	1.6	1.6	1.6
⑰ 子ども・お年寄り安全	なっているが十分でない	44.3	51.0	34.0	47.7	18.8	37.4	45.9	1.6	1.6	1.6	1.6
	ほとんどない	24.0	26.9	46.1	18.2	56.3	17.9	17.2	1.6	1.6	1.6	1.6
⑱ 車は肩かされずには散策できる	わからない	4.6	3.2	1.4	3.4	5.4	13.8	5.7	1.6	1.6	1.6	1.6
	かなりある	8.6	9.5	9.9	15.9	10.7	3.3	17.2	1.6	1.6	1.6	1.6
⑲ 大雨の時、排水路として役に立っている	あるが少ない	24.6	21.3	11.3	31.8	17.9	4.1	24.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	ほとんどない	58.2	61.3	69.5	39.8	51.8	74.8	40.2	1.6	1.6	1.6	1.6
⑳ 人工的すぎて味気ない	わからない	5.5	4.0	3.5	6.8	6.3	8.1	7.4	1.6	1.6	1.6	1.6
	役に立っている	63.1	52.6	68.1	75.0	65.2	65.9	73.8	1.6	1.6	1.6	1.6
㉑ 昔の面影が残っている	役に立っていない	13.5	12.6	16.3	8.0	8.9	13.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	わからない	20.6	31.6	12.1	12.5	15.2	13.0	14.8	1.6	1.6	1.6	1.6
㉒ 周囲の景色とピットリしている	思う	22.8	11.5	15.6	15.9	11.6	12.2	18.0	1.6	1.6	1.6	1.6
	少しは思う	28.0	27.7	21.3	27.3	13.4	16.3	27.9	1.6	1.6	1.6	1.6
㉓ 周囲の景色とピットリしている	ほとんど思わない	39.1	45.8	44.0	37.5	47.3	46.3	39.3	1.6	1.6	1.6	1.6
	わからない	7.7	10.3	9.9	12.5	17.0	17.1	4.9	1.6	1.6	1.6	1.6
㉔ 周囲の景色とピットリしている	思う	7.7	16.2	4.3	3.4	5.4	5.7	2.5	1.6	1.6	1.6	1.6
	少しは思う	35.7	36.8	25.5	28.4	21.4	21.1	18.0	1.6	1.6	1.6	1.6
㉕ 周囲の景色とピットリしている	ほとんど思わない	51.7	37.5	56.7	56.8	51.8	58.5	65.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	わからない	3.4	6.3	7.1	6.8	9.8	8.9	4.1	1.6	1.6	1.6	1.6
㉖ 周囲の景色とピットリしている	思う	5.5	14.2	2.8	2.3	4.5	3.3	4.1	1.6	1.6	1.6	1.6
	少しは思う	30.5	32.4	19.9	35.2	25.9	24.4	26.2	1.6	1.6	1.6	1.6
㉗ 周囲の景色とピットリしている	ほとんど思わない	56.9	42.3	61.0	45.5	46.4	59.3	51.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	わからない	5.5	8.3	9.9	11.4	12.5	6.5	9.0	1.6	1.6	1.6	1.6

いことが時々ある。ゴミなどの散乱が見られるが、悪臭がすることは少ない。魚やホタルを見るがよくあるが、樹木や生け垣を見ることはあまり無く、水辺としての自然性にやや欠けるところがある。また、安全性は十分ではない。用水沿いに見苦しい看板などがほとんどないが、周囲の景観との調和にやや欠けるところがある。

e 旭・田井用水

水はいつもあり、よどみや汚れも比較的少ない方である。ゴミなどの散乱が見られるものの、悪臭がすることは少ない。用水沿いには樹木や生け垣があまり見られず、また、魚やホタルを見ることもほとんど無いなど、水辺としての自然性に欠ける。安全性はほとんど確保されていない。用水沿いに見苦しい看板などがほとんどないが、周囲の景観との調和にやや欠けるところがある。

f 源太郎川

水はいつもあり、よどみ無く流れていることが多いが、汚れている。ゴミなどの散乱が見られ、悪臭も時々する。用水沿いに樹木や生け垣が見られるものの、魚やホタルを見ることはほとんど無いなど、水辺としての自然性に欠けるところがある。安全性は十分でない。用水沿いに見苦しい看板などがほとんどないが、周囲の景観との調和に欠ける。

g 雀谷川

水はいつもあり、よどみ無く流れていることが多いが、汚れている。ゴミなどの散乱が見られるものの、悪臭がすることは少ない。用水沿いには樹木や生け垣があまり見られず、また、魚やホタルを見ることもほとんど無いなど、水辺としての自然性に欠ける。安全性は十分でない。用水沿いに見苦しい看板などがほとんどないが、周囲の景観との調和に欠ける。

(i) 項目別の特性

全体的に見て、プラス評価(良好な方に評価)が高かった項目は水の流れによどみが無いこと、水の美しさ、水の音の静かさ、悪臭が少ないこと、見苦しい看板や広告物が無いこと、大雨の際の排水機能、人工的すぎて味気ないとは思わないことの7項目であった。

これに対して、マイナス評価(悪い方に評価)が高かった項目は水の無いこと、ゴミの散乱、魚やホタルが見られないこと、樹木・花・生け垣が見られないこと、子供の水遊び場が無いこと、子供やお年寄りにとって安全でないこと、車に脅かされずに散策できる場所が無いこと、趣が無いこと、周りの景色が調和していないことの9項目であった。

イ 用水に対する親しみ度(問6)

親しみ度は、図4のとおり、大野庄用水が最も高く、次いで鞍月用水、小橋用水等の順であった。

全体としては、“親しみを持っている”とする人は46.4%，“親しみを持っていない”とする人は25.6%であった。また、「用水名を知っているか否か」と親しみ度との間には有意の相関関係が見られ、知っている人の方が親しみ有りとする割合が高かった(危険率<0.1%)。地区別では、旧市街地区と近郊農村地区で親しみ度が高かった。これは、前者の地区では用水とのかかわりの長さ、後者では農業用水として実利用、ということによるのであろう。

また、親しみ度は回答者の年齢や居住年数に依存する傾向がみられ、年齢が高くなる程、また、居住年数が長くなる程、“親しみを持っている”とする割合が高かった。

ウ 用水の存在による不都合度(問7)

住居の近くに用水があることによる不都合や支障の

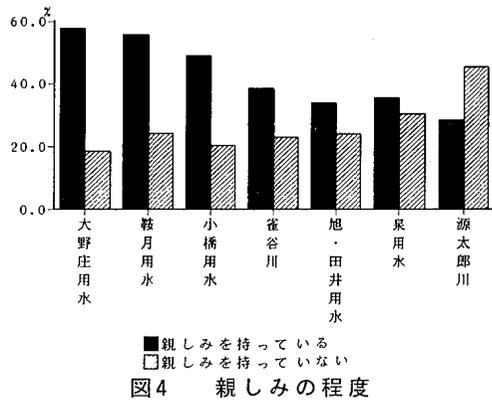


図4 親しみの程度

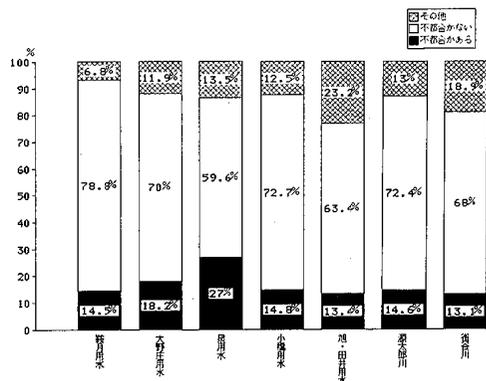


図5 不都合・支障の程度

有無とその程度は、図5のとおり、泉用水で“不都合がある”が他の用水に比べてやや高かったほかは、用水間で大きな差は見られず、全体として、“不都合がある”とする人は16.6%，“不都合がない”とする人は70.8%であった。地区別では、市街地周辺地区で“不都合がある”がやや高かったほかは、地区間で大きな差は見られなかった。

また、先の親しみの有無と不都合の有無との関連性を見ると、当然のことながら、不都合のある人ほど親しみが少ないと言った有意の相関関係があった（危険率<0.1%）。

不都合度は、また、回答者の年齢や居住年数にやや依存する傾向が見られ、年齢が高くなる程、また、居住年数が長くなる程、“不都合がない”割合が高かった。

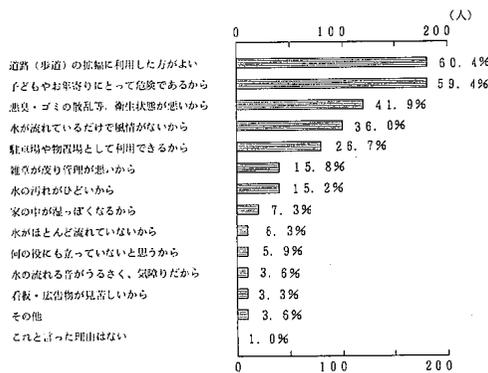


図6 用水無用又は暗渠化賛成の理由

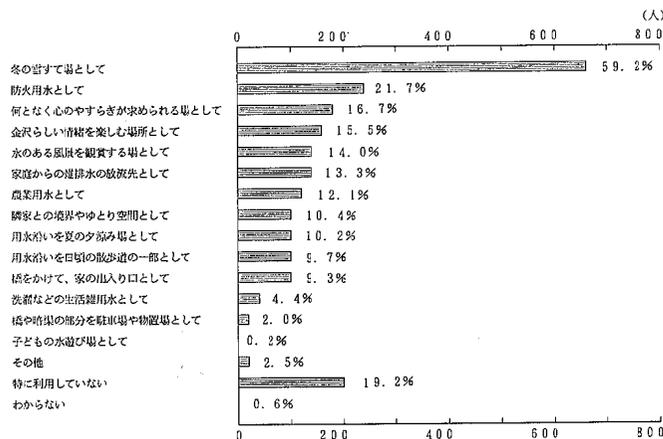


図7 用水利用の内容

なお、今回の調査では、不都合・支障の内容を直接問わなかったが、“不都合がある”人と“ない”人の問8（用水環境の現状、16項目）に対する応答の違いからその内容を推測すると、水の汚れ、ゴミなどの散乱、悪臭、安全でないこと、といった項目を不都合の内容として挙げるができる。

エ 用水の存続・暗渠化の是非とその理由

(ア) 用水の存続・暗渠化の是非（問9）

用水の存続（暗渠化の是非も含めて）について、全体で見ると、「まったく埋めてしまって、ない方がよい」（無用派）は2.0%、「暗渠にするなら、あってもよい」（存続・暗渠化賛成派）は18.6%、「暗渠にしない状態で、あった方がよい」（存続・暗渠化反対派）は61.8%であった（「わからない」は4.0%）。

用水別では、“無用派”と“存続・暗渠化賛成派”を合わせた割合は泉用水の37.6%（“存続・暗渠化反対派”は41.8%）が最も高く、次いで鞍月用水の23.4%（同、64.9%）等であった。

(イ) 用水無用又は暗渠化賛成の理由（問9の2）

用水無用又は暗渠化賛成の主な理由として、図6に示したように、

- ① 道路（歩道）の拡幅に利用した方がよいから
- ② 子供やお年寄りにとって危険であるから
- ③ 悪臭・ゴミの散乱など衛生状態が悪いから
- ④ 水が流れているだけで風情がないから
- ⑤ 駐車場や物置場として利用できるから

など、空間的ゆとり、安全性、衛生状態等に関する項目が挙げられた。

(2) 用水利用の内容（問5）

用水利用の内容を調査用水全体でみると、図7に示したとおりで、利用内容の上位5項目は、

- ① 冬の雪捨て場として
- ② 防火用水として
- ③ 何となく心の安らぎが求められる場として
- ④ 金沢らしい情緒を楽しむ場所として
- ⑤ 水のある風景を觀賞する場として

の順で、このうち、雪捨て場としての利用が他の利用項目に比して圧倒的に高いのは、豪雪地域にある都市の市民生活を反映したものである。

また、地区別に見ると、表5に掲げ

たように、雪捨て場としての利用を別にすれば、都市中心部から都市郊外に行くにつれ、環境機能面での利用から実利用へと変化していることが分かった。

更に、17項目の利用内容を因子分析すると、表6に掲げたように、利用内容を説明する第1因子は「金沢

らしい情緒を楽しむ場所」など「情緒性」としてまとめられるような項目で、また、第2因子は「冬の雪すて場」など「実利用性」としてまとめられるような

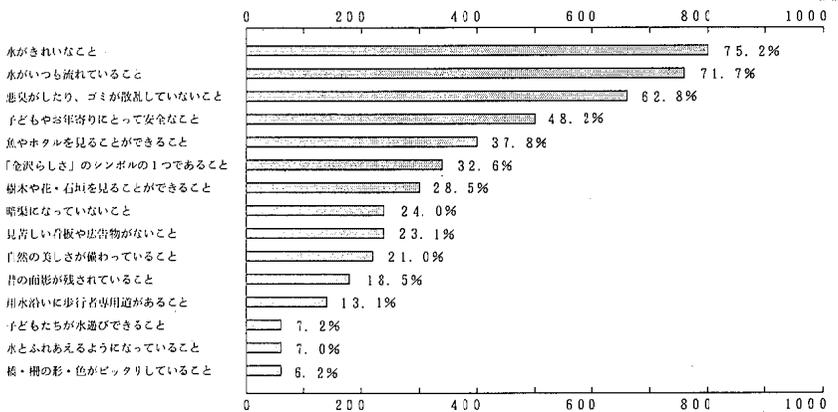
表5 地域別利用状況

順位	旧市街地区	旧市街地周辺地区	市街地周辺地区	近郊農村地区
1位	○冬の雪すて場として	○冬の雪すて場として	○冬の雪すて場として	○農業用水として
2位	○金沢らしい情緒を楽しむ場所として	○防火用水として	○家庭からの雑排水の放流先として	○冬の雪すて場として
3位	○何となく心安がる場として	○何となく心安がる場として	○防火用水として	○家庭からの雑排水の放流先として
4位	○水のある風景を眺める場として	○隣家との境界やゆとり空間として	○農業用水として	○隣家との境界やゆとり空間として
5位	○防火用水として	○隣家から、子どもの出入り口として	○隣家との境界やゆとり空間として	○隣家との境界やゆとり空間として

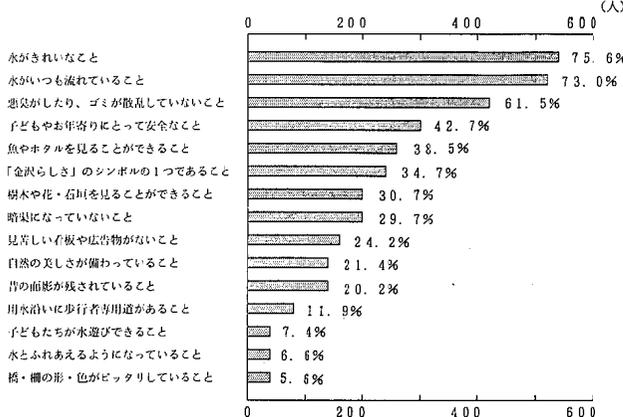
表6 因子負荷行列 (バリマックス回転後)

	因子1	因子2
★冬の雪すて場として	0.950336	★ 0.582826
★防火用水として	0.232973	★ 0.328485
★何となく心安がる場として	★ 0.623256	★ 0.089551
★金沢らしい情緒を楽しむ場所として	★ 0.721997	★ 0.037559
★水のある風景を眺める場として	★ 0.656745	★ 0.060769
★家庭からの雑排水の放流先として	- 0.127749	★ 0.384871
★農業用水として	- 0.022062	★ 0.380914
隣家との境界やゆとり空間として	0.123153	★ 0.165555
★用水沿いを夏の夕涼み場として	★ 0.432621	★ 0.195927
★用水沿いを日頃の散歩道として	★ 0.407189	★ 0.112783
橋を横たえて、家の出入口として	0.050819	★ 0.218999
★洗濯などの生活雑用水として	- 0.075121	★ 0.292956
橋や暗渠の部分に駐車場や物置場として	0.006889	★ 0.089147
子どもの水遊び場として	0.030502	- 0.011535
その他	0.501499	★ 0.059871
特に利用していない	- 0.216009	- 0.682491
わからない	- 0.065508	★ 0.025436
	【情緒性】	【実利用性】

(1) 全体



(2) 用水持続・暗渠化反対派



(3) 用水無用派+用水持続・暗渠化賛成派

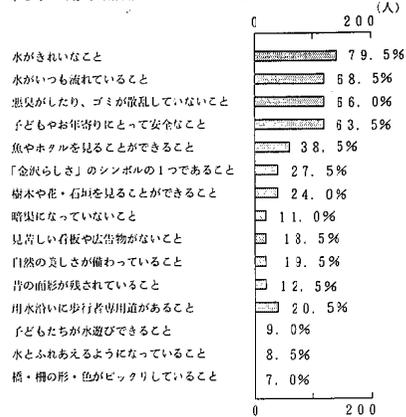


図8 “親しみを持てる用水”の条件

項目で構成されていることが明らかとなった。

(3) 親しみを持てる用水の条件 (問10)

親しみを持てる用水の条件として指摘された条件群は、調査用水全体でみると、図8(1)に示したとおりである。

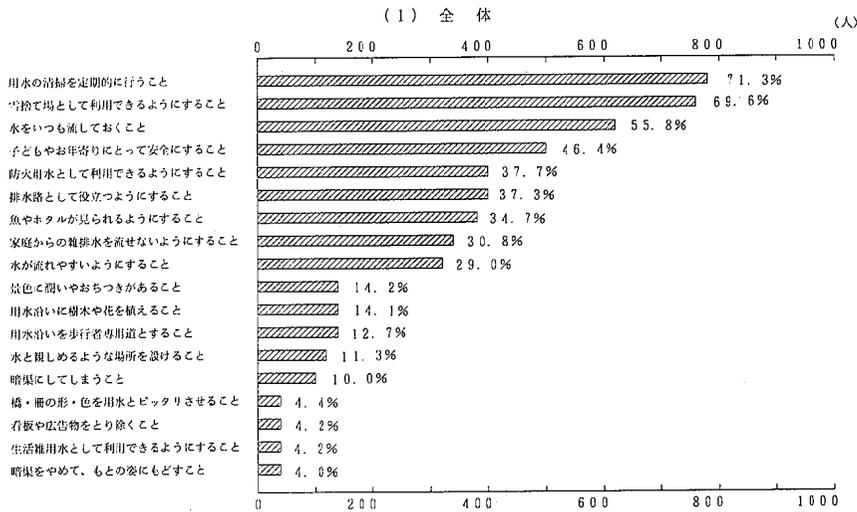
上位に指摘された条件は (ほぼ5割以上の人が指摘した条件)、

- ① 水がきれいなこと
- ② 水がいつも流れていること
- ③ 悪臭がなくゴミも散乱していないこと

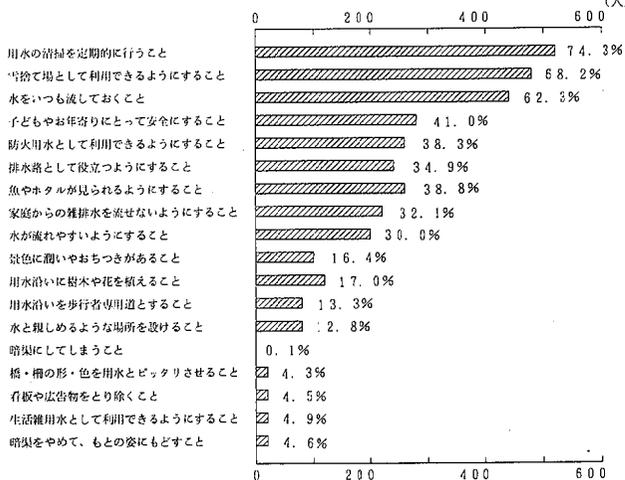
④ 子供やお年寄りにとって安全なこと  
であり、中位の条件は (ほぼ2割~4割の人が指摘した条件)、

- ⑤ 魚やホタルを見ることができること
- ⑥ 金沢らしさのシンボルの1つであること
- ⑦ 樹木・花・生け垣を見ることができること
- ⑧ 暗渠になっていないこと
- ⑨ 見苦しい看板や広告物がないこと

であり、下位の条件は (ほぼ2割までの人が指摘した条件)、



(2) 用水存続・暗渠化反対派 (人)



(3) 用水無用派+用水存続・暗渠化賛成派 (人)

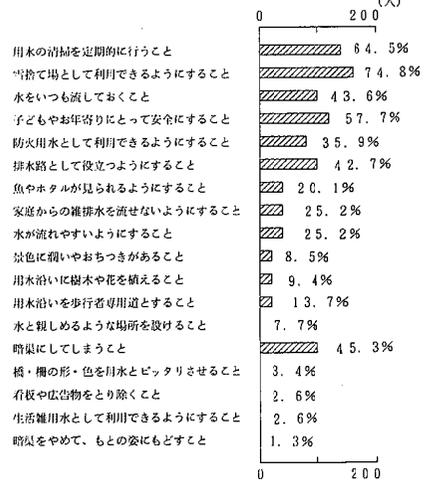


図9 用水整備に対するニーズ

- ⑩ 自然の美しさが備わっていること
- ⑪ 昔の面影が残されていること
- ⑫ 用水沿いに歩行者専用道があること
- ⑬ 子供たちが水遊びができること
- ⑭ 水と触れ合えるようになっていること
- ⑮ 橋や柵の形・色がピットリしていること

であった。

また、これを用水存続に対する意見の相違で見ると、図 8 (2) 及び(3)のとおり、用水存続・暗渠化反対派が指摘した条件とその順位は、図 8(1)の全体のパターンと同じであり、また、〔用水無用派+用水存続・暗渠化賛成派〕との間では、「暗渠になっていないこと」と「用水沿いに歩行者専用道があること」の 2 項目について 4 位の開き、「見苦しい看板や広告物がないこと」と「自然の美しさが備わっていること」の 2 項目について 1 位の開きが見られた程度で、これらはいずれも中位又は下位に指摘された条件であり、基本的なパターンに差異はなかった。

(4) 用水整備に対するニーズ (問11)

今後における用水整備のニーズ内容は、調査用水全体でみると、図 9 (1) に示したとおりである。

ほぼ 5 割以上の人が指摘し、ニーズが高いと言える項目は、

- ① 用水の清掃を定期的に行うこと
- ② 雪捨て場として利用できるようにすること
- ③ 水をいつも流しておくこと
- ④ 子供やお年寄りにとって安全にすること

などであった。

これとは逆に、ニーズの低い項目は、橋や柵の形・色の調和、看板・広告物の除去、生活雑用水としての利用、暗渠の開渠化であった (暗渠の開渠化については、住居付近に暗渠部ありとする回答者は 2 割程度であったことから、ニーズが低かったと思われる)。

これらのニーズの内容を用水存続に対する意見の違いで見ると、図 9 (2) 及び(3) に示したように、「暗渠ににしてしまうこと」の順位が大きく異なるのは当然として、「魚やホタルが見られるようにすること」の順位にやや開きが見られたほかは、それぞれのニーズ項目間で 1～2 位程度の開きが見られる程度であった。また、ニーズの内容とその順位のパターンは、用水別・地区別、あるいは回答者の年齢別・居住年数別でみても、基本的に差異はなかった。

3・4 市民意識にみる用水の現状認識

(1) 用水環境の計量的な総合評価

金沢市民が用水環境の現状をどのように見ているか

表 7 用水環境の総合評価のための評価軸とその項目

評価軸	項 目
保 全	(1) 水があるか
	(2) 水の流れ方はどうか
	(3) 水の汚れはどうか
	(5) ゴミなどが散乱しているか
	(6) 悪臭がするか
	(8) 魚やホタルを見ることがあるか
	(14) 人工的すぎて味気ないと思うか
	(7) 看板や広告物がある、見苦しいと思うか
親 水	(9) 樹木・花や生け垣があるか
	(10) 子供が水遊びできる場所があるか
	(15) 昔の面影が残っていて趣があると思うか
	(16) まわりの景色がピットリしていると思うか
安 全	(4) 水の流れる音が気になるか
	(11) 用水のまわりは安全か
	(12) 散策できる場所があるか
	(13) 排水路として役立っているか

注) 項目の番号は、調査票問 8 の項目番号に相当

については、その概略を用水別、項目別の特性として既述したが、ここでは、用水環境の質を保全、親水、安全の 3 つの評価軸で計量的に、かつ、総合的に特性づけてみた。

まず、現状に関する既述の 16 項目を表 7 に掲げたように区分し、それぞれの評価軸に対応させた。次に、各項目に対する回答を数量化した後、この評価軸ごとに集約化して、それぞれを保全度、親水度、安全度とした。具体的には、項目の尺度に対して、例えば次のように得点を与え (各尺度間は等間隔と仮定)、これ

かなりきれい	……………	+ 2
ややきれい	……………	+ 1
ややきたない	……………	- 1
かなりきたない	……………	- 2
わからない	……………	± 0

に回答比率を乗じて数量化し、評価軸ごとに合計し、その項目数で除して得た平均得点を“…度”とした。このようにして得た結果を三角図で表現し、そのうち用水別の結果を図 10 に示した。

保全度・親水度・安全度の総合平均点が最も高くてた用水は小橋用水 (0.67) で、次いで雀谷川 (0.59)、大野庄用水 (0.55) の順であり、最も低くてたのは泉用水 (0.37) であった。また、これら 3 つの評価軸間でそれぞれの平均得点が比較的高く、かつ、バランスがとれていたのは小橋用水と雀谷川であった。

各評価軸の値を用水相互間で見ると、保全度が最も高いのは小橋用水 (最も低いのは泉用水)、親水度が最も高いのは大野庄用水 (最も低いのは泉用水)、安全度が最も高いのは小橋用水 (最も低いのは旭・田井

用水)であった。

地区別では、保全度や親水度は旧市街地区で高く、安全度は近郊農村地区で高かった。また、旧市街地区や旧市街地周辺地区、市街地周辺地区では安全度が保全度や親水度に比べて低く、近郊農村地区では保全度が親水度や安全度に比べて低かった。

(2) 親しみ度・不都合度の生起要因

用水に対する親しみや、用水があることによる不都合は、用水環境の現状認識や日常生活の中での利用内容などによって異なると考えられる。そこで次に、これらの相互関連性を考察してみた。

ア 用水環境の現況との関連性

用水環境の評価内容(項目)と親しみの有無、又は不都合の有無との相互関連性を表8の第1欄と第2欄に概略的に示した。

「美しい水がよどみ無く流れ、いやな臭いもしない用水。そして、魚やホタル、まわりの樹木や生け垣、あるいは昔の面影を車に脅かされること無く観賞できる用水」ほど、市民の親しみが高いと言える。

一方、「水がよどみ、汚く、ゴミが散乱して悪臭があり、水の流れる音も気になるような用水。まわりには樹木や生け垣もなくて自然性に乏しく、景色もなんとなくちぐはぐな用水。しかも、子供やお年寄りにとって安全でなく、また、雨が降っても排水路として役に立たないような用水」ほど、市民はその存在を不都合と思っているようである。

イ 用水の利用内容との関連性

用水の利用内容と親しみの有無、又は不都合の有無との相互関連性をみたのが表9である。

まず、利用内容と親しみの有無との相互関連性について考察すると、用水を何らかの形で利用している場合には(但し、「子供の水遊び場として」の利用に関しては、当該の利用をしているとした回答者が全体のうちの2人に過ぎなかったため、ここでは考察から除いた。)、いずれの利用内容についても7割以上の人が用水に対して親しみを持っており、逆に、特に利用していないと回答した人や、わからないと回答した人の

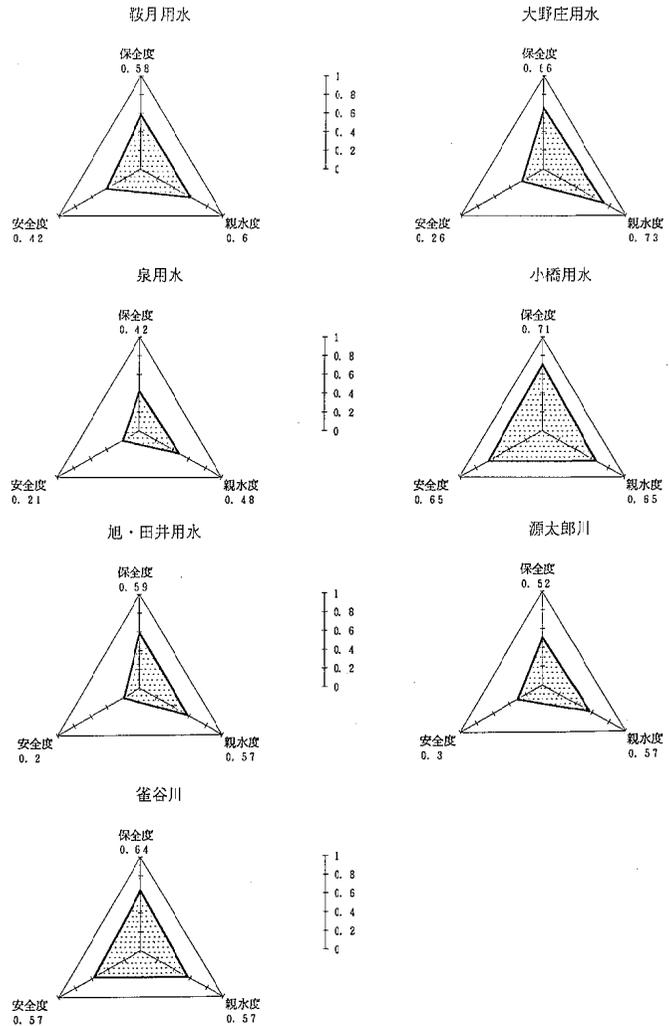


図10 用水環境の総合評価(用水路別)

表8 用水環境の現況と親しみ度・不都合度・用水の存続の是非との関係

◎……有意の相関関係あり(危険率<0.1%)

	親しみの有無	不都合の有無	増悪化の是非
水の有無			
水の流れ方の良し悪し	◎		◎
水の臭しさ(汚れ)	◎	◎	◎
水の流れる音		◎	
ゴミ等の散乱		◎	
臭・臭	◎	◎	◎
見苦しい看板や広告物の存在			
魚やホタルが見れること	◎		
樹木・花・生垣の存在	◎	◎	◎
水遊びできる場所の存在			
子供・お年寄りに対する安全性		◎	
車に脅かされずに散策できること	◎		◎
大雨の時、排水路として役立つこと	◎	◎	◎
人工的すぎて味気ないこと			
昔の面影が残っていて趣きがあること	◎		◎
周囲の景色とマッチしていること	◎	◎	◎

表9 用水の利用内容と親しみの有無・不都合の有無との関連性

	合計	親しみ有	親しみ無
防火用水として	100.0%	88.9%	11.1%
橋をかけて、家の出入り口として	100.0	83.1	16.9
子どもの水遊び場として	100.0	---	100.0
農業用水として	100.0	88.4	13.6
冬の雪捨て場として	100.0	71.5	28.5
橋や暗渠の部分を駐車場や物置場として	100.0	77.8	22.2
家庭からの雑排水の放流先として	100.0	71.2	28.8
水のある風景を観賞する場として	100.0	95.7	4.3
隣家との境界やゆとり空間として	100.0	83.5	16.5
用水沿いを日頃の散歩道の一部として	100.0	92.2	7.8
洗濯などの生活雑排水として	100.0	77.5	22.5
用水沿いを夏の夕涼み場として	100.0	95.0	5.0
何となく心のやすらぎが求められる場として	100.0	98.2	1.8
金沢らしい情緒を楽しむ場所として	100.0	95.4	4.6
特に利用していない	100.0	21.1	78.9
わからない	100.0	25.0	75.0
その他	100.0	90.9	9.1

	合計	不都合有	不都合無
防火用水として	100.0%	16.4%	83.6%
橋をかけて、家の出入り口として	100.0	23.2	76.8
子どもの水遊び場として	100.0	50.0	50.0
農業用水として	100.0	19.8	80.2
冬の雪捨て場として	100.0	18.5	81.5
橋や暗渠の部分を駐車場や物置場として	100.0	10.0	90.0
家庭からの雑排水の放流先として	100.0	20.0	80.0
水のある風景を観賞する場として	100.0	6.3	93.8
隣家との境界やゆとり空間として	100.0	22.6	77.4
用水沿いを日頃の散歩道の一部として	100.0	10.2	89.8
洗濯などの生活雑排水として	100.0	21.4	78.6
用水沿いを夏の夕涼み場として	100.0	13.6	86.4
何となく心のやすらぎが求められる場として	100.0	9.4	90.6
金沢らしい情緒を楽しむ場所として	100.0	11.4	88.6
特に利用していない	100.0	20.5	79.5
わからない	100.0	20.0	80.0
その他	100.0	16.0	84.0

7割以上が親しみを持っていないことが明らかとなった。また、利用している場合であっても、「何となく心の安らぎが求められる場として」や「水のある風景を観賞する場として」の利用に「親しみ有り」の割合が特に高く、一方、「親しみ無し」の方では、「家庭からの雑排水の放流先として」や「冬の雪捨て場として」の利用が他の利用に比べて、その割合がやや高かった。

このように、用水に対する親しみ度は、利用している場合には、その内容を問わず高いことが明らかとなったが、利用内容が実利的である場合には、親しみ度は低下する傾向も見られた。

次に、利用内容と不都合の有無との相互関連性について考察すると、利用の有無及びその内容にかかわらず、「不都合無し」とする人が7割以上であった(但し、「子供の水遊び場として」の利用に関しては、上述したと同じ取り扱いとする。。「不都合有り」では、「橋をかけて、家の出入り口として」や「隣家との境界やゆとり空間として」の利用が他の利用に比べて、その割合がやや高い程度であった。

(3) 用水暗渠化の是非の背景要因

用水の暗渠化に関しては、大部分の市民(61.8%)が反対であることを既に述べたが、では、どのような状態の用水ならば暗渠化するのもしやむを得ないと考えているのか、あるいは、どのような利用をしている場合に暗渠化を望んでいるのか、を用水環境の現状認識や日常生活の中での利用内容などとの相互関連性から考察した。

ア 用水環境の現況との関連性

用水環境の評価内容(項目)と用水暗渠化の是非との相互関連性を表8の第3欄に概略的に示した。

「水がよどみ、汚く、いやな臭いがする用水。そして、まわりには樹木や生け垣もなく、昔の面影があるわけでもなく、また、景色もなんとなくちぐはぐな用水。散策しようとしても常に車に脅かされ、また、雨が降っても排水路としても役立たないような用水」ほど、暗渠化してもよいと市民は考えているようである。

イ 用水の利用内容との関連性

用水の利用内容と暗渠化の是非との相互関連性をみたのが表10である。

用水を何らかの形で利用している場合には(但し、「子供の水遊び場として」の利用に関しては、前述したと同じ取り扱いとする。)、いずれの利用内容についても7割以上の方が用水暗渠化に反対している。特に利用していない人でも、その6割がやはり暗渠化に反対している。何らかの利用をしていて暗渠化に賛成と言う人は、現実に「橋や暗渠の部分を駐車場や物置場として」利用している場合や、「家庭からの雑排水の放流先として」利用している場合に、他の利用に比べて、その割合がやや高い程度であった。

3・5 市民意識にみる用水一般のあるべき論

(1) 利用内容からみた用水の意義

表10 用水の利用内容と暗渠化の是非との関連性

	合計	暗渠化賛成	暗渠化反対
防火用水として	100.0%	19.5%	80.5%
橋をかけて、家の出入り口として	100.0	20.9	79.1
子どもの水遊び場として	100.0	50.0	50.0
農業用水として	100.0	19.3	80.7
冬の雪捨て場として	100.0	22.4	77.6
橋や暗渠の部分を駐車場や物置場として	100.0	26.3	73.7
家庭からの雑排水の放流先として	100.0	25.8	74.2
水のある風景を観賞する場として	100.0	7.5	92.5
隣家との境界やゆとり空間として	100.0	17.9	82.1
用水沿いを日頃の散歩道の一部として	100.0	13.0	87.0
洗濯などの生活雑排水として	100.0	25.0	75.0
用水沿いを夏の夕涼み場として	100.0	17.0	83.0
何となく心のやすらぎが求められる場として	100.0	7.9	92.1
金沢らしい情緒を楽しむ場所として	100.0	7.8	92.2
特に利用していない	100.0	37.6	62.4
わからない	100.0	25.0	75.0
その他	100.0	16.0	84.0

先にも述べたように、市民と用水のかかわり方の顕著な一面は、雪国の都市である故の「冬の雪捨て場」としての利用に見ることができた。そこでの用水の意義は、用水を利用することによって生ずる効用にあると言える。このことは、利用率が2位である「防火用水」としての利用にも当てはまり、更には「家庭からの雑排水の放流先」（下水としての利用）、「農業用水」等としての利用についてもしかりである。

しかしながら、このような利用面とは別に、「何となく心の安らぎが求められる場」として、あるいは、「金沢らしい情緒を楽しむ場」、「水のある風景を觀賞する場」としての利用率が比較的高かったことに、むしろ、これからの都市用水の在り方・意義を見い出すことが必要と考えられる。

都市用水には、「利用による効用」と同時に、もっと多面的な、用水がそこに存在すること自体に期待される“存在効用”がある。指摘された「夏の夕涼みの場」、「散策の場」としての利用もその例である。身近な自然が都市化の進展等によって失われつつある今日、現在ある用水は、それが正にそこに存在することで、市民が“潤い”と“安らぎ”を求め得る貴重な空間を形成していると言える。そして、その用水が市民に更に親しまれるものとなるためには、既に指摘された“親しみを持てる用水の条件”を満たしていくことが必要である。

## (2) 親しまれる用水の概念構造

親しみを持てる用水の条件として指摘された条件群とその順位は、設問形式からみても、一般的な観点から指摘されたものであり、回答者の性・年齢・居住年数・居住地区とも依存性が見られないことから、時と場所を共有している市民の一般的・普遍的な用水観が如実に示されたものと言ってよいであろう。

そこで、『親しまれる用水とは何か』という概念について考察すると、「きれいな水が常に流れていて、しかも、周りが衛生的で、安全であること」を基本的条件とし、その上に、水・緑・生物等の自然性、…らしさのシンボル性といった“潤い”や“安らぎ”を求められる条件があり、更にその上に、美しさ、面影、水との触れ合い、形・色彩の調和といった“人間の感性”にかかわる条件が位置しているというように、そこには多层次的・多重的な構造が推察できる。

このことは、我々が既に明らかにした“環境の快適さ”の概念構造<sup>6)</sup>と相通ずるものであり、今後の水辺環境保全施策を検討する際に留意すべき問題である。

## (3) 用水の利用内容や親しみを持てる条件と、今後の整備に対するニーズとの関連

用水の利用内容に応じてどのようなニーズが生じているのか、利用内容とニーズの相互関連性をみると、表11に掲げたとおりである。

「用水の清掃を定期的に行うこと」、「雪捨て場として利用できるようにすること」及び「水をいつも流しておくこと」の3項目の要望は、用水の利用内容のいかににかかわらず過半数以上の人が指摘している。

このほか、「子供やお年寄りにとって安全にすること」の要望は、用水沿いを日頃の散歩道として利用している人はもとより、特にかかわりを持っていない人にも多い。また、「水と親しめるような場所を設けること」、「用水沿いに樹木や花を植えること」、「用水をとりまく景色に潤いや落ち着きがあること」など用水の自然性や情緒を高めることに関連した項目の要望は、用水を何となく心の安らぎが求められる場として、金沢らしい情緒を楽しむ場所として、あるいは、水のある風景を觀賞する場として利用している人々に多い。

次に、親しみを持てる用水の条件と、用水整備に対するニーズの内容との関連性をみると、先に述べたと同様に、「用水の清掃を定期的に行うこと」、「雪捨て場として利用できるようにすること」の2項目の要望は、親しみを持てる用水の条件のいかににかかわらず6割以上の人が指摘している。「水をいつも流しておくこと」の項目も、親しみを持てる条件として指摘された、子供たちが水遊びできること、橋・柵の形・色がピッタリしていることを除けば、ほぼ過半数の人が要望している。

また、用水の自然性や情緒を高める整備への要望は、親しみを持てる用水の条件のうち、樹木や花、生け垣を見ることができること、自然の美しさが備わっていること、昔の面影が残されていること、水とふれあえるようになっていくことなどの条件を指摘した人に多い。

このように、今後の用水整備に対する市民のニーズには、それぞれの用水環境の現況を背景として、その利用内容のいかにを問わず、用水に対する親しみを全体としてより高めるために整備していくべき基本的な条件と、用水との具体的なかかわりの内容に応じて、そこで必要となる機能を維持・増進し、親しみをより高めていくための整備条件とが指摘されていることが明らかとなった。

表11 用水の利用内容と整備に対するニーズとの関連性

用水の利用内容	合計	用水の利用内容と整備に対するニーズとの関連性									
		魚やホタルが見られること	防火用水として利用できること	生活雑用水として利用できること	用水が利用できること	用水が利用できること	排水路として役立つこと	水が流れやすいようにすること	水と親しめるような場所を設けること	看板や広告物を取り除くこと	用水沿いを歩行者専用道とすること
防火用水として	100.0%	42.9%	63.9%	4.7%	14.6%	31.8%	61.4%	11.6%	6.9%	29.6%	6.9%
橋をかけて、家の出入口として	100.0%	37.4	39.4	6.1	23.2	31.3	58.6	14.1	4.0	40.4	4.0
子ども水遊び場として	100.0%	—	100.0	—	—	50.0	—	—	—	—	—
農業用水として	100.0%	45.8	60.3	9.2	6.9	43.5	52.7	9.9	1.5	27.5	50.0
冬の雪すて場として	100.0%	34.6	38.1	5.3	12.9	36.6	57.7	12.7	5.2	27.2	27.2
橋や暗渠の部分を駐車場や物置場として	100.0%	40.0	15.0	5.0	25.0	10.0	65.0	15.0	5.0	40.0	40.0
家庭からの雑排水の放流先として	100.0%	38.6	41.4	10.7	11.4	48.6	54.3	13.6	3.6	12.1	12.1
水のある風景を觀賞する場として	100.0%	41.6	38.9	3.4	24.2	28.9	71.1	24.2	10.7	30.2	30.2
水のある風景やゆとり空間として	100.0%	39.3	41.1	5.4	16.1	37.5	61.6	14.3	4.5	31.3	31.3
隣家との境界やゆとり空間として	100.0%	44.6	39.6	5.0	23.8	34.7	56.4	21.8	9.9	32.7	32.7
用水沿いを日頃の散歩道の一部として	100.0%	42.2	42.2	24.4	8.9	44.4	57.8	6.7	2.2	15.6	15.6
洗濯などの生活雑用水として	100.0%	47.7	42.2	7.3	19.3	33.0	64.2	13.8	8.3	23.9	23.9
用水沿いを夏の夕涼み場として	100.0%	39.0	37.4	6.6	23.6	30.2	65.4	22.5	7.1	33.5	33.5
何となく心のやすらぎが求められる場として	100.0%	36.3	38.7	2.4	26.2	21.4	64.3	26.2	11.9	35.1	35.1
金沢らしい情緒を楽しむ場所として	100.0%	34.5	30.0	2.0	14.8	37.9	47.3	17.7	2.0	33.0	33.0
特に利用していない	100.0%	50.0	33.3	—	—	50.0	16.7	—	—	50.0	50.0
わからない	100.0%	26.9	38.5	11.5	7.7	30.8	76.9	3.8	3.8	42.3	42.3
その他	100.0%	69.2	—	46.2	76.9	26.9	7.7	—	—	11.5	7.7

#### 4 ま と め

伝統的・歴史的都市「金沢」の市内を貫流する都市用水を対象に住民意識調査を実施した。

その結果、金沢市民が用水環境の現状をどのように評価しているのか、また、日常生活の中での具体的なかわり（利用）を通して、用水に対してどの程度の意義を見出しているのか、更には、用水一般のあるべき姿をどのようにイメージしているかなど、市民が日頃持っている用水観を明らかにすることができた。

現在の用水が市民に更に親しまれるものとなり、快適環境形成の素材としてその質（価値）がより高められていくためには、まず、安全性や水の美しさなど都市用水として備えるべき基本的条件を十分に確保し、その土台の上に自然性やシンボル性といった“潤い”や“安らぎ”をもたらす要素を、更に水との触れ合いなど“人間の感性”にかかわる要素を付加していく整備が必要である。

おわりに、本意識調査の方法、結果の評価等について、多くの御意見・御助言をいただいた下記の方々に感謝の意を表します。

岡田 晃	金沢大学医学部教授
川上 光彦	金沢大学工学部助教授
木羽 敏泰	金沢工業大学学長
里見 信生	金沢大学理学部講師

島村 昇	金沢工業大学教授
清水 忠	金沢経済同友会常任幹事
水野 一郎	金沢工業大学教授
矢ヶ崎孝雄	金沢大学名誉教授
山岸 政雄	金沢美術工芸大学教授
山村 勝郎	金沢大学経済学部教授

（五十音順）

#### 文 献

- 1) 環境庁水質保全局：全国水辺環境保全対策事例調査結果（概要）（昭和57年8月）
- 2) 磯村英一監修，坂田朝雄編集：人間都市への復権—文化とアメニティの再生—，p469—489，ぎょうせい，東京（昭和57年6月）
- 3) 金沢経済同友会都市問題委員会：金沢の用水，p15，金沢経済同友会，金沢（1979）
- 4) 渡辺一二：生きている水路，p164，東海大学出版会，東京（1984）
- 5) 英 俊彦，竹野裕治，酒井道則，水上依乃，田嶋隆俊：石川衛公害研年報，22，310—315（1985）
- 6) 田嶋隆俊，平 哲宣：同上，22，58—67（1985）
- 7) 酒井道則，水上依乃，竹野裕治，英 俊彦，田嶋隆俊：同上，22，78—97（1985）
- 8) 田嶋隆俊，酒井道則，水上依乃，竹野裕治，英俊彦：同上，23，71—114（1986）

〔報 文〕

# 手取川ダムにおける水質汚濁機構に関する研究 (第7報)

—— ダム貯水池における濁水長期化について ——

吉田 守孝・矢鋪 満雄・北野 肇一  
東 浩一・澤田 道和・堀 秀朗  
石田 喜朗・道下 博之・本田 和子  
西 登志美

石川県衛生公害研究所環境部

## 1 はじめに

手取川ダム貯水池は、昭和54年6月に完成した県内最大規模の人造湖であり、治水機能のほか、その水は発電用、上水及び工業用水に供給されるなど、多目的ダムとして県民の日常生活に大いに寄与している。一方、ダム貯水池の建設に伴う水質の「冷水化」「濁水長期化」「富栄養化」による利水障害及びダム湖下流域の漁業や農業等に対する悪影響が憂慮されている。特に、手取川ダムは北陸地方でも有数の豪雪地域にあり、この地域の年間降水量が3,000mmを越えることや、集水域の地質が壮年期相や老年期相である上、地形勾配が大きく河川は急流であることなどから、ダムへの流入河川は、僅かの降雨で濁水状態となり、濁水の発生しやすい貯水池と言える。

そこで本報では、昭和60年の6月から7月にかけて発生した梅雨期の豪雨によるダム貯水池の濁水長期化に着目し、定常調査及び濁水時調査結果からその原因について若干の考察を加えた。

## 2 調査の地点と方法

調査地点(図1)及び調査方法は前報<sup>1)</sup>と同様である。ただし、ダム湖内のB地点は、A地点に近く、その水質も類似していたので、昭和60年度は省いた。ま

た、濁水調査は、濁水の始まった7月2日から開始し、11月19日まで実施した。

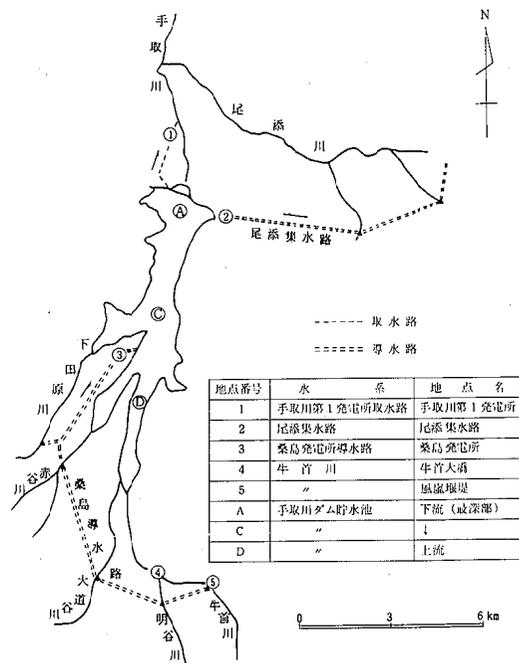


図1 手取川ダム貯水池と水質調査地点

Water Pollution Mechanism in Tedori-gawa Dam. 7. Research on Long-term Turbidity Water in Dam Reservoirs. by Moritaka YOSHIDA, Michio YASHIKI, Kei-ichi KITANO, Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Michikazu SAWADA, Yoshiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

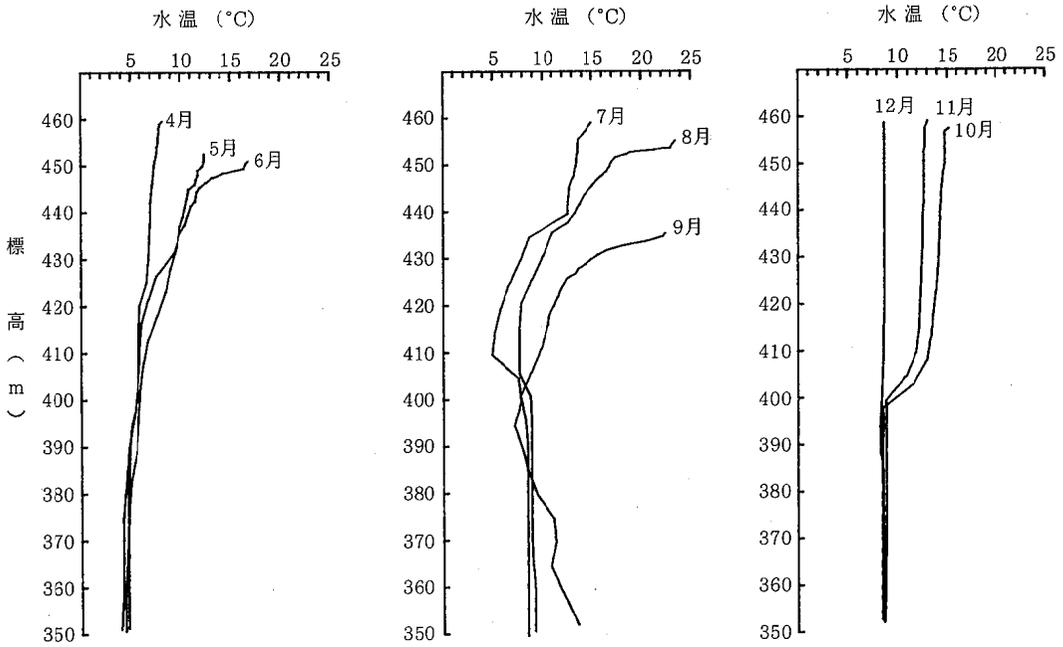


図2 湖内A地点における水温鉛直分布の経時変化

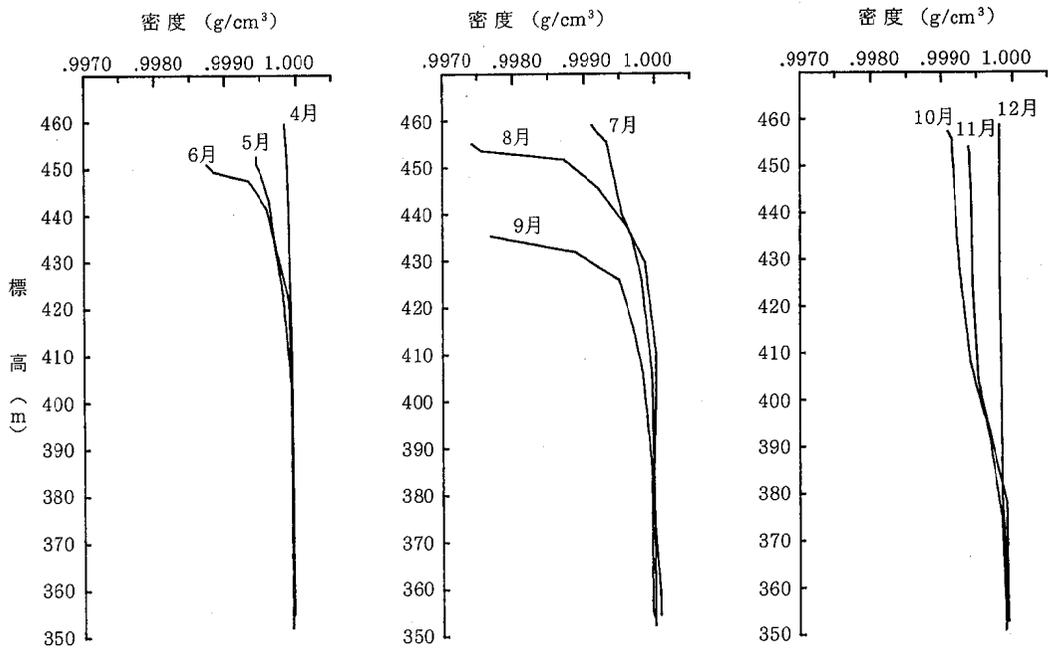


図3 湖内A地点における密度鉛直分布の経時変化

### 3 調査結果と考察

#### 3.1 定常調査

##### (1) 水温鉛直分布

手取川ダム貯水池の水温鉛直構造の周年遷移については、過去の調査結果<sup>2)</sup>から、①冬季停滞期には逆列成層が形成されていること、②夏季停滞期の水温成層は5月頃から発達し始め、7～8月に完成すること、③秋季循環期は9～10月頃から始まるが、発電用取水口位置が表層(水深5m付近)から深層(標高390m付近)に切り替わる時期と重なるため、10～12月には、この取水口付近に明瞭な変水層が形成され、上下の等温層に分断された2重構造となることなどが明らかになっている。昭和60年も6月までは例年どおりの水温鉛直分布を示したが、7月には大規模な濁水流入があり湖内A、C各点で底層の水温が異常に上昇し、A地点では13.6°C(6月より8.9°C上昇)の水温が観測された(図2)。

また10月には例年どおり秋季変水層が形成されたが、60年では12月まで深層取水をしていなかったこと(電源開発K.K.手取川第一発電事務所)、取水の影響が比較的少ないと考えられるC地点での水温鉛直分布がA地点のそれと類似すること、変水層の位置が例年一定していないことから(図4)、秋季変水層は深層取水の有無にかかわらず形成される。すなわち、平均気温が低下し昼夜の気温差が大きくなると表層から熱対流による鉛直流動がおり、一様混合層を形成する。そして、この層は気温低下とともに徐々に厚さを増し、その過程で秋季2重構造が形成されるものと推測される。また、混合層は密度不安定のため、層の発達に伴い、混合層とほぼ同じ水温の流入水は混合層の最下部まで侵入し、変水層をより明瞭にするものと考えられる。過去5年間における10月の水温鉛直分布からは、混合層の水温は14～16°Cでほぼ一定であり、そのため、底層の水温が上昇した56、60年には、混合層と底層との水温差が減少し、変水層が形成されなかったり、形成されても規模の小さいことが分かった(図4)。

##### (2) 密度鉛直分布

ダム貯水池における成層の安定度は湖水の密度の鉛直分布により左右され、分布が直線に近い程不安定である。よって、

流入濁水がどのような挙動を示すかは、湖水密度の鉛直分布と密度流としての濁水との相互関連によって決まる。つまり、湖水密度鉛直分布を把握することは、濁水の挙動及び長期貯留の原因を調査するうえで必要不可欠である。

そこで、水温のみを考慮した水の密度を $\rho$ (g/cm<sup>3</sup>)懸濁物質の密度を $\rho_s$ (g/cm<sup>3</sup>)、そして懸濁物質量をC(g/l)とすると濁水又は湖水の密度 $\rho'$ は次式で与えられる<sup>3)4)</sup>。

$$\rho' = \rho + \frac{C}{1000} \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)$$

なおここでは、懸濁物質の密度は、底質の密度とほぼ同一と仮定して、 $\rho_s = 2.74 \text{g/cm}^3$ とした。

図2、3はダム貯水池のA地点の水温鉛直分布と上式から計算した濁度鉛直分布の季節変化を表したものである。これによると、濁水流入の少なかった4～6月の受熱期は、ほとんど水温のみにより密度分布が形成され、表層の水温上昇とともに密度が減少して安定期に移行していくことが分かる。しかし、洪水の発生した7月では、水温及び密度の両鉛直分布とも密度流としての濁水の影響を強く受け、表層付近の密度は6月からは逆に増大し密度躍層が消失した。これは表層への濁水流入を示すものである。また、底層での水温上昇は高濁水の侵入を示すものである。次に、受熱期の最盛期の8～9月になると、表層付近の密度は急激

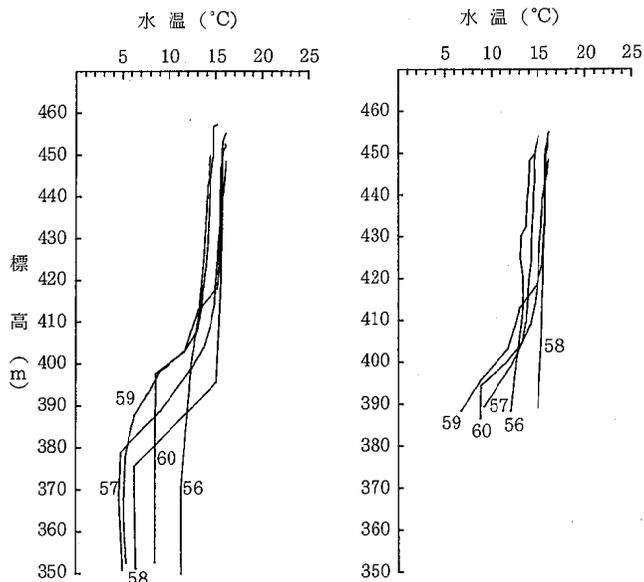


図4 湖内A、C各地点における秋季(10月)水温躍層の経年変化

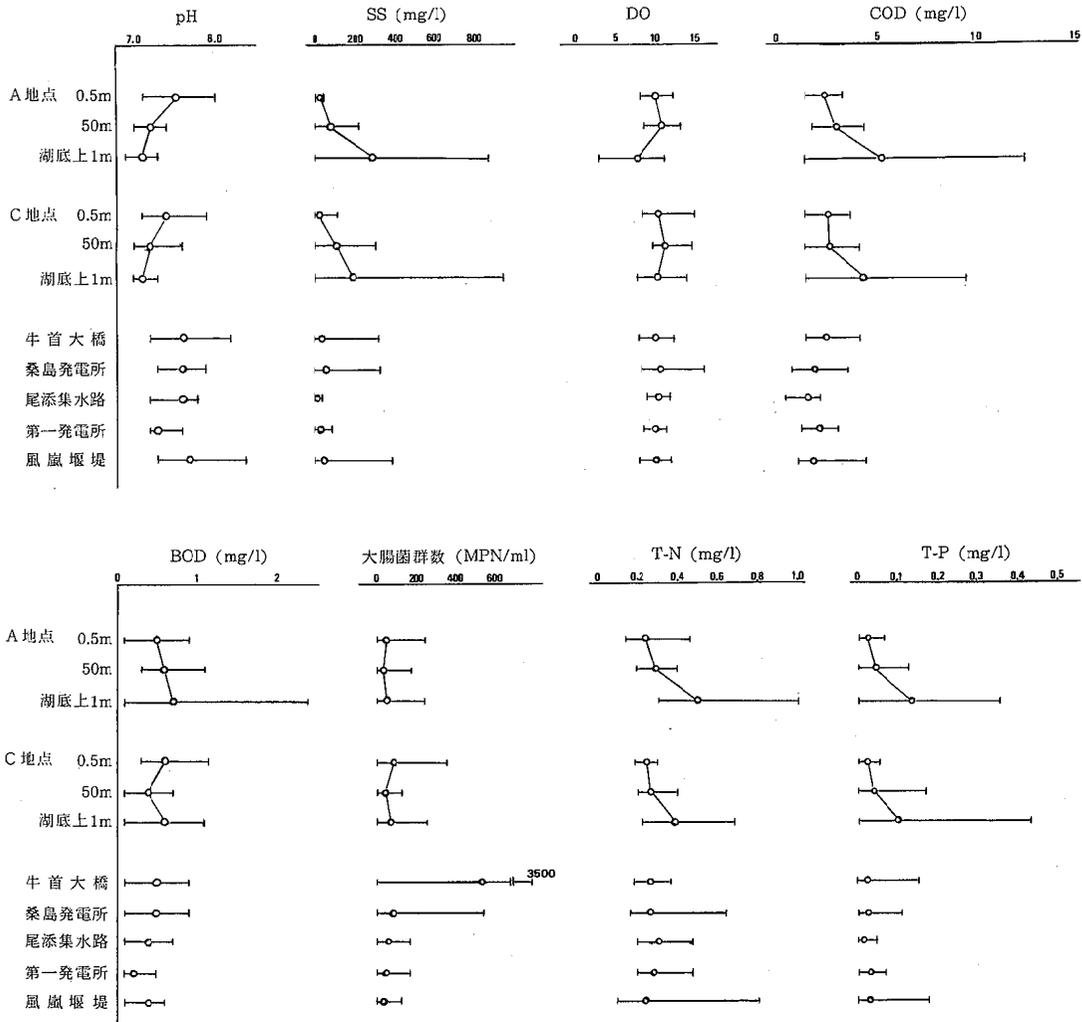


図5 昭和60年度手取川ダム貯水池及び流出入河川の水質

に減少し、水深約30mぐらまで密度傾斜が認められ、10～11月の循環期になると水温の低下とともに密度差が減少し、12月には水温及び密度とも鉛直分布が一樣となった。

(3) 濁質関連物質の調査結果

図5は、昭和60年における定常水質調査結果の最小値、最大値及び平均値を表したものである。ダム貯水池において、pH、DO、大腸菌群数を除いた他の項目の分析値が底層にいくほど上昇している。これについては、濁水流入後（7～9月の定常調査）の濁度との相関係数が、SSでは0.99、CODでは0.95、T-Nでは0.69、T-Pでは0.98と高いことから、濁水流入によ

る濁質の増大が強く影響しているものと推測される（図6）。特に濁度とT-Pの相関は高く、磷の存在形態の大部分が懸濁態である<sup>2)</sup>ことを考えると、濁水による底泥への磷の蓄積が懸念される。手取川ダムにおける藻類一次生産は少ないと報告されているが<sup>3)</sup>、底泥からの栄養塩の溶出が起り得ること<sup>6)</sup>、そして栄養塩が懸濁態であっても40～60%は藻類に摂取される可能性のあること<sup>7)</sup>を考え合わせると、富栄養化を阻止する意味でも濁水対策を講じなければならない。

3・2 濁水調査

(1) 濁水分析結果

昭和60年度は、6月下旬から7月上旬にかけて梅雨

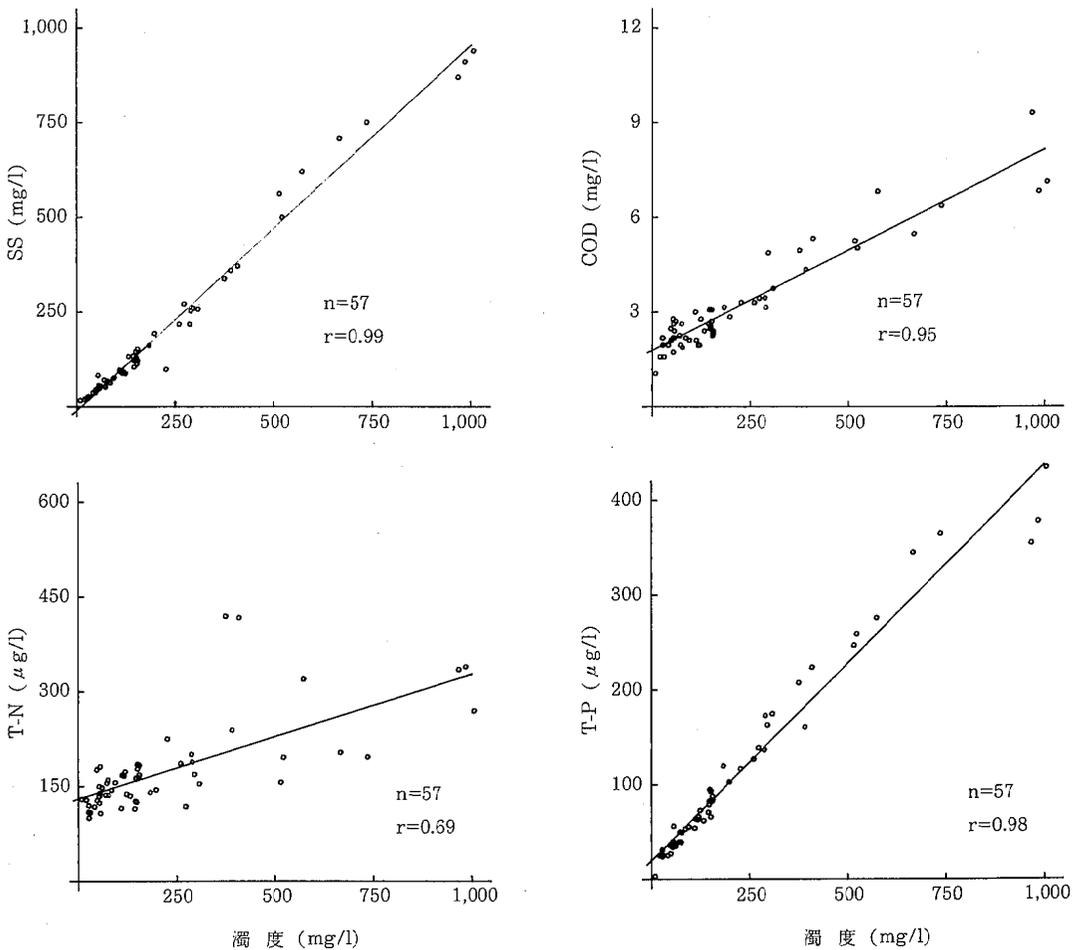


図6 濁水時における濁度とSS, COD, T-N及びT-Pとの関係(ダム湖)

前線に伴う豪雨があり、金沢では梅雨期間中の総雨量が25年に1度といわれる715mmを記録した。手取川ダムにおいても760mm(6月18日~7月13日)を越える降雨があり、牛首川等の流入河川では高濁水が発生し、多量の濁質がダム貯水池に流入した。濁水調査期間中に、ダム貯水池の濁水化現象について3つのパターンを捉えることができた(図7)。

第1は7月初旬の比較的濁水規模の小さい時で濁度ピークはA, C各地点とも表層(水深10~20m)にあり、濁度最大値はC地点の84.0mg/lであった。第2は7月中旬の濁水の最大規模の時で、濁度ピークは表層と底層にみられ、それぞれの濁度最大値は402mg/lと1,392mg/lであった。第3は10月中旬以降の濁水鎮静化期で、表層の濁度ピークはA, C各地点とも消失し

た。しかし底層では、C地点での濁度が減少しつつあるものの、A地点では依然として240~459mg/lと高濃度であった。

(2) 濁質分析結果

画像解析による粒径組成分析は、観察度数が粒子数で求められるため、濁質の土性を知るためには重量換算する必要がある。そこで粒径階級の級心値を求め、その3乗値に粒子度数を乗じて相対重量値及び相対重量比を計算した。これに濁質ではSS量(mg/l)を、また、沈降物質については日・ $\text{m}^2$ 当たりの沈降量( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ )を乗じて概算的に粒径別SS量と粒径別沈降量を求めた。また、濁質や沈降物質の各粒径分布の経時別、地点別比較を行うため、まず濁質や沈降物質の粒径分布がどのような分布式に当てはまるかを検

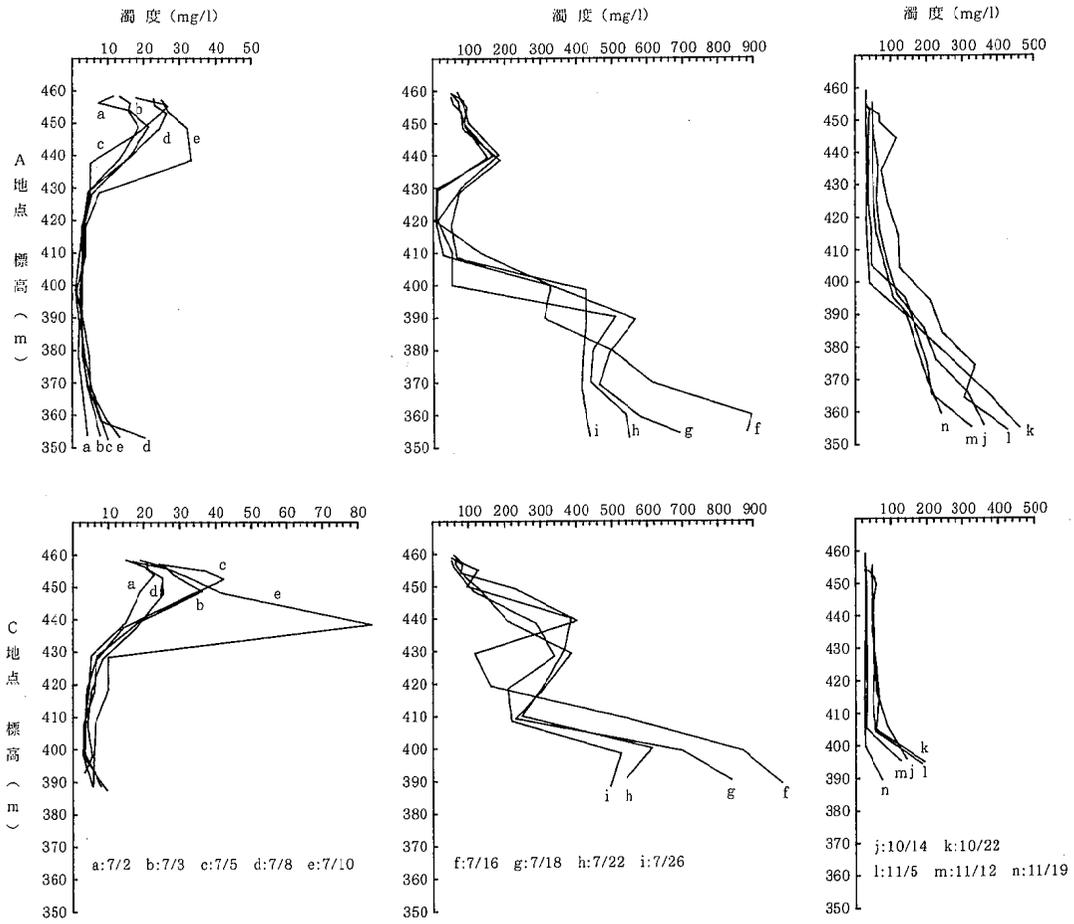


図7 濁水時における濁度鉛直分布

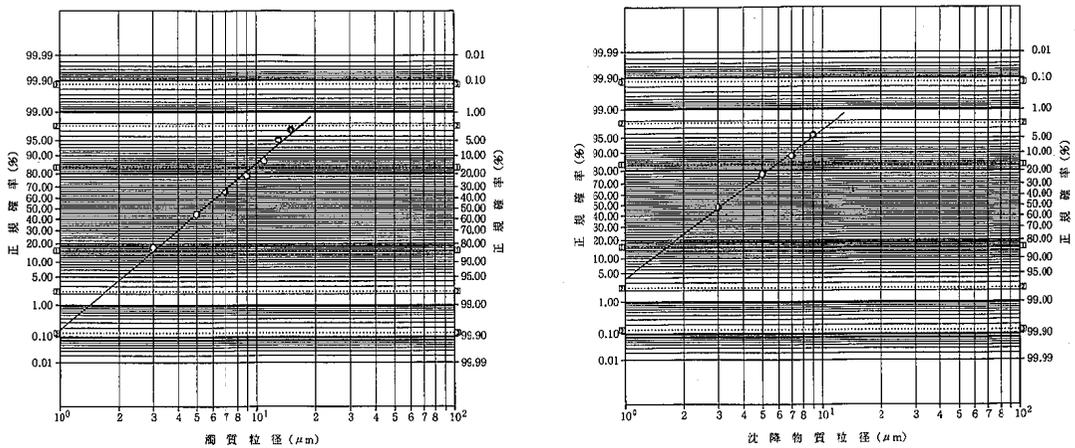


図8 粒径組成の正規分布

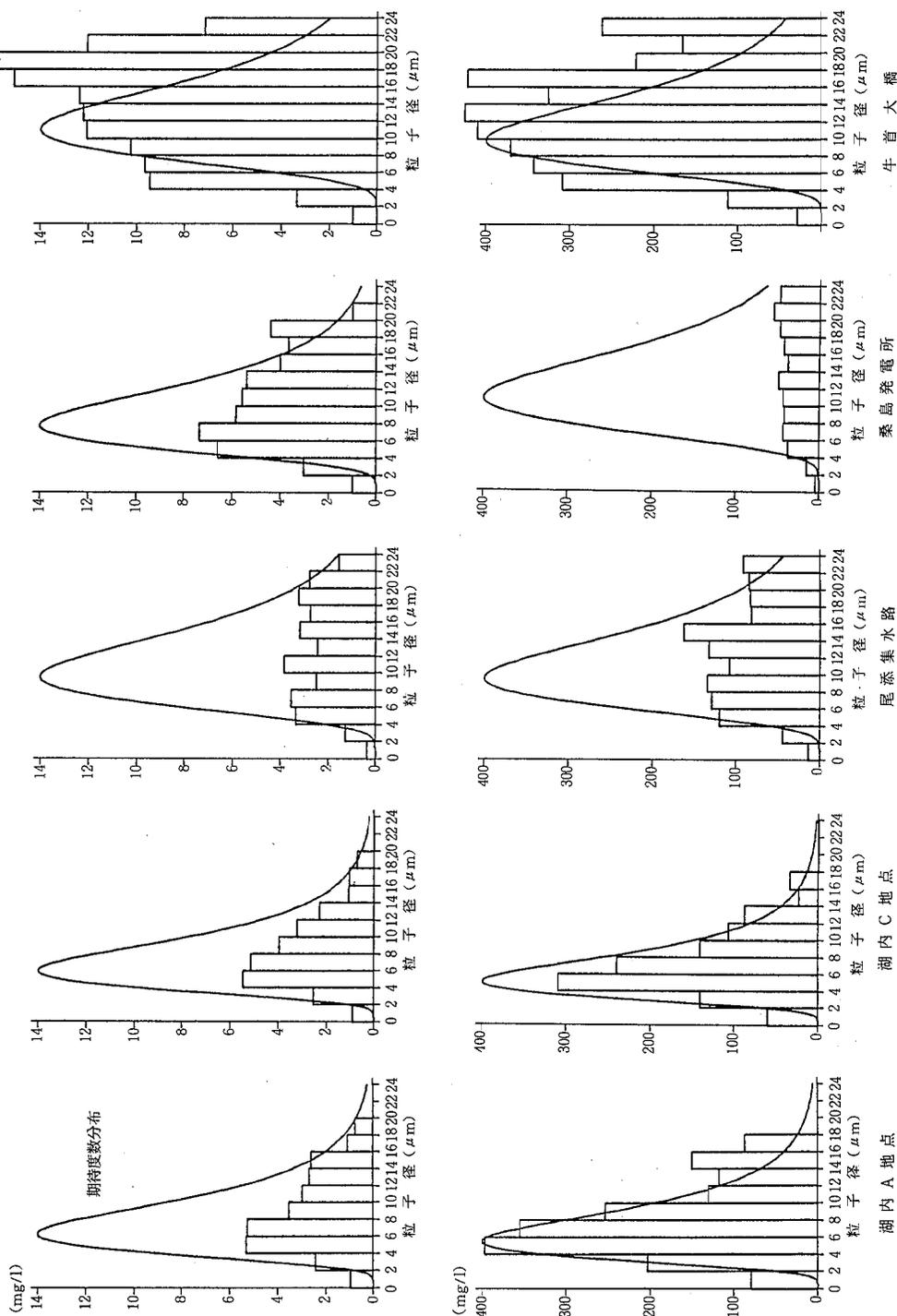


図 9 濁質の粒径組成分析結果

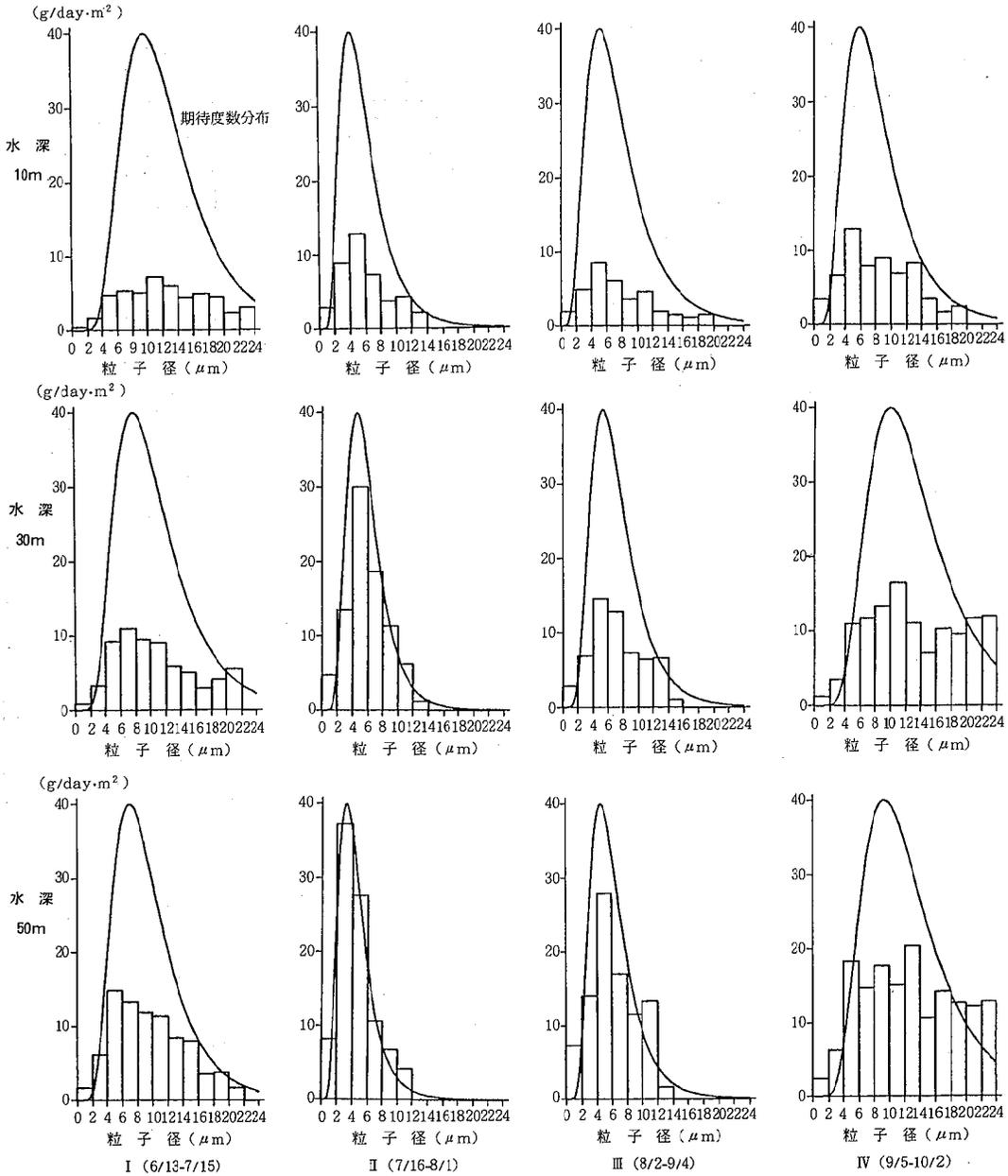


図10 沈 降 物 質 の 粒 径 組 成 分 析 結 果

討した。一般に粉粒体の粒径分布は対数正規分布に従うと言われている<sup>9)</sup>ので、対数確率紙を用いて検討した。その結果、ダム湖内の濁質と沈降物質は共に粒子径の対数と実測残留率から求めた出現確率が直線となり、それぞれの粒径分布は対数正規分布に従うこと

が分かった(図8)。そこで、次式<sup>9)</sup>による対数正規分布の確率密度関数から期待度数分布を求め、濁質及び沈降物質の粒径分布の比較を、それぞれ、地点(水深)及び経時別に行った(図9, 10)。

$$g(x) = \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$0 < x < \infty$

$\mu$  は平均値,  $\sigma$  は標準偏差を示す

ア 濁質の粒径組成

ダム湖と流入河川5地点で、洪水初期の7月2日と高濁水流入後の7月12日に2回分析を行った。ダム湖における濁質採取は、濁度ピークのある水深とし、洪水初期では水深20m、濁水流入後では湖底上1mとした。

ダム湖内の濁質粒径分布が対数正規分布に当てはまることは図9からも推定できるが、地点による分布の差はなく、高濁水流入後に若干、分布が小粒径側にシフトしている程度であった。一方、流入河川の濁質の場合は、粒径分布が湖内のそれと比較して、粒子径の大きな方へシフトし、分布が粒径に対し一様であり、かつ洪水初期と高濁水流入後における濁質の粒径分布に差は認められなかった。以上のことからダム湖では、C地点より下流ならば、地点、水深によらず粒径組成の変化はほぼ同じと推測される。また標準偏差  $\sigma$  の減少から、流入河川で発生した比較的大きな径の粒子は湖内C地点に到達するまでに沈降し、残った粒子は均一化し、大部分が10  $\mu$ m以下のシルト質から粘土質の懸濁物質として存在することが推測される。

イ 沈降物質の粒径組成

沈降物質については、ダム湖内A地点の水深10、30、50mの各部位で4月から12月まで、ほぼ1か月ごとに10回採取しているが、粒径組成分析については、濁水流入前後の6月中旬から10月初旬にかけて4回実施した(図10)。濁水流入前から高濁水流入時にあたる6月中旬から7月中旬にかけての沈降物質の粒径組成分布(I)では、15  $\mu$ m以上の比較的大きな粒子の存在が認められた。これは、I(6/13-7/15)の調査時期が洪水発生時を捕捉していることから、粒子径の大きな濁質成分が、まずこの期間に沈降したものと推測される。これに対して、濁水流入後の7月中旬から9月初旬にかけての沈降物質の粒径組成(II、III)はいずれも、対数正規分布を示し、各水深とも6  $\mu$ m以下の微粒子が多く認められた。このことは、II(7/16-8/1)、III(8/2-9/4)における沈降物質の粒径分布がダム湖内の濁質粒径分布とほぼ一致することからも、流入濁質成分のうち懸濁物質となった粒子が沈降したものと推測される。また、9月上旬から10月上旬にかけての沈降物質の粒径組成分布(IV)は、水深

30、50mで粒径の大きい方へシフトする傾向にあるが、9月は水位が低下し、水深30、50mが高濁部分にあったことが原因と推測される。

3.3 濁水貯留について

昭和60年の洪水は、牛首川でSS濃度3,397mg/lを観測するなどかなり規模の大きなものであった。手取川ダム流域では、56年にも記録的な豪雨が発生し、これで、湛水以来2度の大洪水を経験したことになる。しかし56年と60年とでは濁水の挙動は異っており、56年洪水では濁水による下流域への影響は、60年ほど顕著ではなかった。そこで、56年と60年のダム貯水池の濁水状況を比較検討しながら、濁水長期貯留の原因について、若干の考察を行った。

(1) 降雨及び流入量状況<sup>(10)(11)</sup>

56、60年とも濁水化現象は梅雨期に発生しているので、この時期の降雨パターンを比較検討した。56年は6月下旬に10日間程の降雨があり、次いで7月1~2

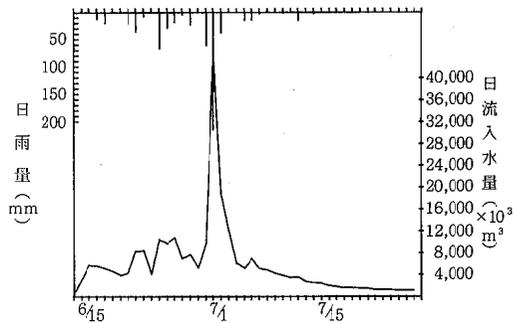


図11 昭和56年梅雨期における手取川ダムの雨量及び流入量の変化

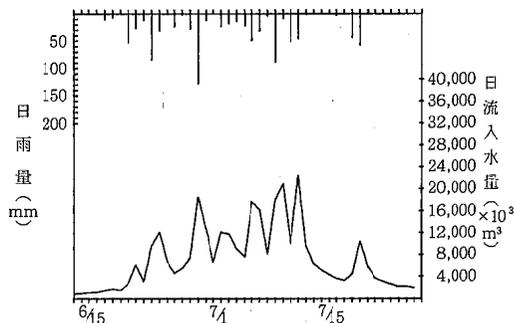


図12 昭和60年梅雨期における手取川ダムの雨量及び流入量の変化

日にかけて記録的な集中豪雨が発生し、その後は7月下旬まで少ないといった降雨パターンであった(図11)。一方、60年は56年と同様に6月下旬に10日間程の降雨があったが、その後も2週間程降雨が断続的に続き、その間に100mm/dayを越す豪雨が2回あるといった降雨パターンであった(図12)。この影響を受けて、流入量状況も56年と60年とに大きな違いが現れた。56年では、500万~1,000万 $m^3/day$ の流入が10日間続いた後、7月2日には一気に4,000万 $m^3/day$ を越える流入があり、その後は急速に流入量が減少した。この間流入量1,500万 $m^3/day$ を越えた日は2回のみであった(図11)。これに対し、60年では、同流入量を越えた日が6回あり、波状的な流入ピークを呈していた(図12)。

(2) 濁水流入状況

56年では4,000万 $m^3/day$ を越える濁水流入のあった4日後に調査を実施している。これによると、表層の濁度は、C地点で最大55mg/l程度であったが、底層に向かうに従って指数的に上昇し、最大430mg/lを観測している。また、ダムサイトに近いA地点でも、

表層で濁度に若干の上昇がみられたものの、水深70mより深い部位で急激に上昇し、1,500mg/lに達した。一方、60年の調査結果では、上述のように、流入河川水の濁度が比較的小さい場合は、A、Cの各地点とも表層のみが同程度に濁り、高濁水の流入直後では各地点とも表層及び底層に大きな濁度ピークが観測された。なお、濁水流入部位に近いC地点では、A地点と比較して表層の濁度が高く、A地点よりも早く全層に濁水が広がる傾向を示した。

以上の結果から、6月から7月のダム湖は成層化し安定の状態にあるため、湖水の密度鉛直分布と濁水の密度との関係により決定される濁水の挙動は、表層または底層密度流となると考えられる。つまり、 $3 \cdot 1(2)$ の密度計算式より、濁水の水温を $15^\circ C$ とすると密度が約1.00となるためには、懸濁物質量が約1,400mg/l必要であるから、比較的小規模の洪水の場合は、濁水は密度差により、水温の低い底層(密度約1.00)に侵入することなく、表層密度流となってダム貯水池内を水平移動するものと考えられる。A地点とC地点の表層の濁度に差がみられないのも、水平移動の結果

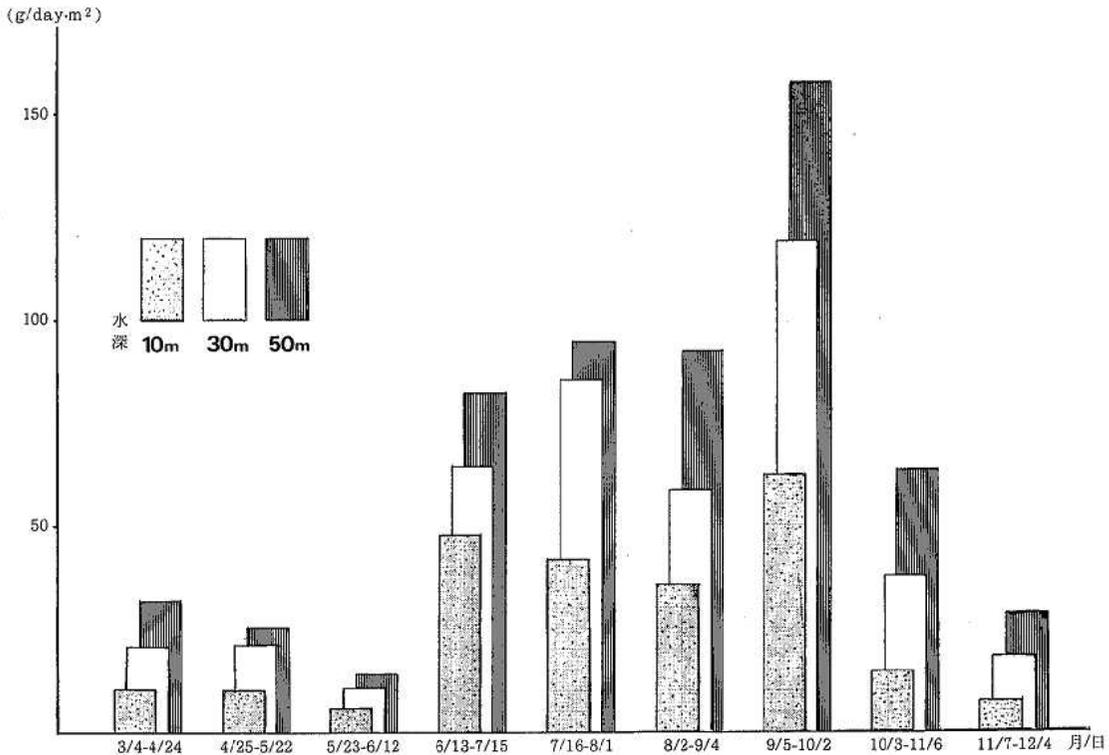


図13 湖内A地点における深度別沈降量の経時変化

であると推測される。これに対して、高濁質を伴った規模の大きな洪水の場合は、濁水密度が1.00以上となり、成層の有無に関係なく高密度の底層流となって底層に侵入するものと考えられる。昭和56年の濁水は、この底層密度流に該当し、表層の濁度はあまり高くないため、表層取水を行う限り、濁水による下流域への影響は少ないものであった。60年については、56年と同様に高濁水流入による底層密度流は発生したが、流入規模の大小による波状的な濁水流入であったため、底層密度流とともに、表層密度流が交互に発生し、表層にも底層にも濁度ピークを出現させたと推測される。また、この表層の濃度は9月になってもA、C各地点とも150mg/l以上あり、濁水長期滞留の様相を呈し、下流域への濁水の影響が続いた。この原因としては、(1)先の濁質粒径組成分析の結果、濁質の土質は、大部分が10 $\mu$ m以下のシルト質であることから、粒子の沈降が遅く、また、湖内が成層化しているため、密度躍層上に濁質が長期にわたって懸濁した、(2)この濁質は、表層取水により徐々に流出し減少するはずであるが、例年のない高濁水の発生によりダム湖上流の表層が高濁度状態となり、そこから濁質が徐々に水平移流し、下流域では継続的濁水状態が続いた、(3)密度躍層が小さくなる10月に入ると濁質の沈降は加速されるが、循環による、底層の高濁部分からの濁質巻き上げ現象により、湖水全体が濁水状態となり、12月になっても表層(水深0.5m)の濁度は30.1mg/lと高かったことが考えられる。なお、A地点における沈降量調査では、56年と比較して水深10mでは85%、30mでは46%、50mでは84%の増加が観測された(いずれも沈降量の日平均の比較)。これらの結果は、60年洪水では56年と比較して、濁質の量が多かったこと及び表層部に多量の濁質が流入したことを裏付けている。また、沈降量の季節変化は図13のとおりであるが、濁水流入により6月中旬より沈降量が増加し、11月には4月の状態に戻っている。9月の沈降量の増加は粒径組成のところで示したとおり、水位低下により沈降物質採取部位が高濁水深となったことがその原因と考えられる。

#### 4 ま と め

昭和60年洪水による手取川ダム貯水池の濁水長期化現象について、昭和56年洪水時のそれと比較検討を行い、その原因についての考察を行った。その要約は以下のとおりである。

(1) 粒径組成分析の結果、濁質の土質は10 $\mu$ m以下

のシルト質であることから、粒子の沈降速度はかなり遅いと推測される。

(2) 受熱期に発生する洪水では、ダム貯水池が成層安定化しているため、濁質は密度差により底層には沈降せず表層に懸濁した。

(3) 60年の洪水では、波状的な降雨によりダム貯水池に多量の濁質が流入し、表層においても高濁度状態になった。

(4) ダムサイトで表層取水を行ったが、高濁度状態にあるダム湖上流域の表層からの濁質補充があり、下流域の濁水鎮静化が妨げられたと推測される。

(5) 循環期になれば、密度躍層が小さくなり、濁質の沈降は加速されると考えられるが、循環対流による巻き上げ現象により、再度表層が濁水化したと推測される。

#### 文 献

- 1) 堀 秀朗, 矢鋪満雄, 東 浩一, 竹野裕治, 安江実, 砺波信一, 石田喜朗, 本田和子, 西 登志美: 石川県衛公害研年報, 21, 126—133 (1984)
- 2) 石川県環境部: 昭和59年度人造湖環境保全調査報告書 (1985)
- 3) 電力中央研究所: 貯水池水質の調査と解析 (1982)
- 4) 大谷守正, 八嶽 功: 陸水学雑誌, 44, 206—214 (1983)
- 5) 堀 秀朗, 矢鋪満雄, 矢田峰子, 東 浩一, 竹野裕治, 砺波信一, 石田喜朗, 本田和子, 西登志美: 石川県衛公害研年報, 20, 138—143 (1983)
- 6) 細見正明, 須藤隆一: 第20回水質汚濁学会講演要旨集, 138—139 (1986)
- 7) 橋 治国, 森口朗彦, 井上隆信, 今岡孝之: 衛生工学研究論文集, 22, 151—161 (1986)
- 8) 大山義年: 化学工学II, p4—7, 岩波書店, 東京 (1963)
- 9) 岸根卓郎: 統計学, p272—279, 養賢堂, 東京 (1966)
- 10) 建設省北陸地方建設局金沢工事事務所手取川ダム管理支所: 昭和56年手取川ダム管理日報 (1981)
- 11) 同上: 昭和60年手取川ダム管理日報 (1985)

〔報 文〕

## 閉鎖性水域における水質汚濁機構（第7報）

— 河北潟の水塊構造と富栄養化状態について —

石川県衛生公害研究所環境部

澤田 道和・矢鋪 満雄・北野 肇一  
東 浩一・堀 秀朗・石田 喜朗  
吉田 守孝・道下 博之・本田 和子  
西 登志美

### 1 はじめに

河北潟は、金沢市の北部に位置する海跡湖で調和型の富栄養湖に分類される<sup>1)</sup>。湖には大小約30の河川・水路が流入しており、その流域面積は273km<sup>2</sup>になる。湖は調整池・承水路・大根布放水路の3つの水塊に分類でき<sup>2)</sup>、調整池の湖水面積6.05km<sup>2</sup>、平均水深2.2m、最大6.0m、貯水量1,340m<sup>3</sup>、平均滞留時間12日<sup>3)</sup>と、底泥や流入河川水の影響を受けやすい浅い湖沼といえる。

昭和38年に着工された国営干拓事業は昭和60年完工され、干拓地周辺では稲作、干拓地内では酪農やそ菜・麦類・飼料等の栽培が営まれている。湖の役割は除々に変化しているものの、湖周辺には湖水を農業用水として供給するための揚水機場や、排水対策のため新設された排水機場が点在しており、洪水調節と農業用水としての役割は昔以上に重要性を増しつつある。しかし、湖水の総窒素は農業用水基準（1.0mg/l以下）をやや超える年平均1.01mg/l、総リンは0.097mg/l<sup>4)</sup>のオーダーで推移しており、このような富栄養化状態が更に進行すると、農業用水としての利水も危うくなると懸念され始めている。

今回の調査は、河北潟の富栄養化状態を詳細に把握することにより、窒素・リンの環境基準を当てはめ、

水域の水質保全を図るという目的に沿って実施した。その結果、流入水質と負荷量についての水量変動特性や季節変動特性、湖水栄養塩の挙動、湖の水塊構造等について若干の知見を得たので報告する。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査定点

湖沼内調査定点は、湖の深度や形状を考慮して昭和57年調査（前回調査）と同じA～Pまでの16定点とした。流入河川は、新設の金沢及び津幡排水機場を加えた大小25河川、流出河川は大野川と揚水機場の4河川とした（図1）。

#### 2・2 調査内容と期間

##### (1) 水質調査

表1に示した昭和60年4月から昭和61年2月までの期間に合計10回調査を実施した。しかし、61年1月は湖水の凍結等の天候の都合により湖沼調査ができなかった。

##### (2) 底質調査

底泥からの栄養塩類の回帰には季節的变化があることに着目して<sup>5)</sup>、表1に示した時期と定点においてエクマンバージ式採泥器により表層底泥を採取し、含有量を知るため全量試験を、また溶出形態を知るため溶出試験をそれぞれ行った。

Water Pollution Mechanism in Closed Water Area. 7. The Structure of the Water and Eutrophication in Lake, Kahoku-gata. by Michikazu SAWADA, Michio YASHIKI, Kei-ichi KITANO, Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Yoshiaki ISHIDA, Moritaka YOSHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

(3) 沈降量調査

水質調査時に併せて計9回湖のQ点水深約1.5mの所で円筒型採取容器(直径10cm, 深さ20cm, 4個)を設置して行った。

3 調査結果

3・1 気象調査

環境因子としての気象は湖内環境に対して直接影響を及ぼすだけでなく、むしろ流入水質や汚濁量の変動という形で間接的にも大きな影響力を及ぼす。そこで、石川県気象月報及び年報より金沢気象台の降水量について調査した<sup>6)</sup>。

昭和60年度の気象は、多雨、大雨、干天、大雪と変化に富み、異常気象であったといえる。特に梅雨期間(6/8~7/15)の総降水量は717mmと統計開始(1941年)以来第4位の大雨・長雨であった。一方7月下旬から9月上旬にかけて46日間も猛暑・干天の真夏日(日最高気温30°C以上)が続き、8月の降水量は4.5mm, 平均気温は28.9°Cと記録を更新した。また9月の降水量403mm, 11月538mm, 12月472mmと多雨月がみられ、1月には昭和56年豪雨以来の大雪

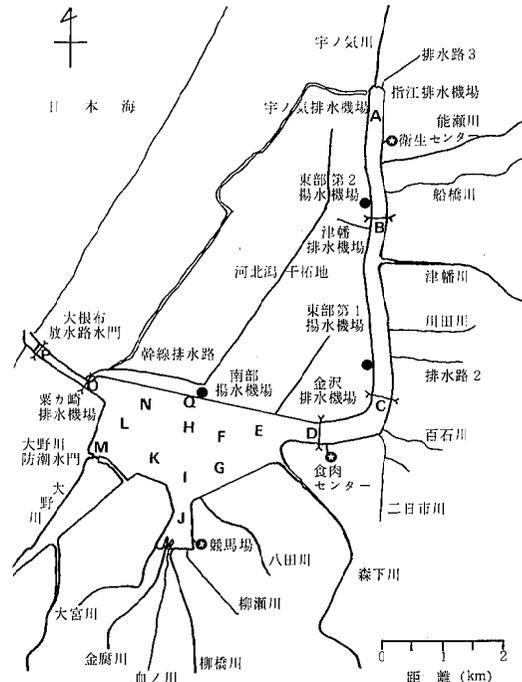


図1 調査定点

表1 調査規模の概要

調査の種類		回数	調査時期	調査定点	調査項目
水質調査	湖表層	10	昭和60年 4/18, 5/15, 6/17, 7/17, 8/20, 9/26, 10/23, 11/27, 12/12, 昭和61年 2/7	A ~ P 16点	〔生物生産関連項目〕 pH, アルカリ度, DO, COD(溶存態・懸濁態), BOD, (TOC, クロロフィル-a) 〔栄養塩類関連項目〕
	水深度別	4	昭和60年 6/17, 8/20, 11/27 昭和61年 2/7	C, E, G, H J, L, M, O 8点	T-N(溶存態・懸濁態), NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, Org-N T-P(溶存態・懸濁態), PO <sub>4</sub> -P, Org-P, SiO <sub>2</sub>
	河川水	10	昭和60年 4/18, 5/15, 6/17, 7/17, 8/20, 9/26, 10/23, 11/27, 12/12, 昭和61年 1/16	流入 25点 流出 4点	〔無機塩類関連項目〕 SO <sub>4</sub> , Cl, Na, K, Ca, Mg, EC 〔その他〕水温, SS(濁度), 透視度(透明度), 大腸菌群数, T-Fe, T-Mn
底質調査	溶出試験	4	昭和60年 6/17, 8/20, 10/23, 12/12	湖水深度別調査と同じ 8点	COD, T-N(NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N), T-P(PO <sub>4</sub> -P), Na, K, Ca, Mg
	全量試験	1	昭和60年10/23		COD, ケルダール態-N, T-P, Fe, Mn, 強熱減量, 含水率
沈降量調査		9	昭和60年 5/15~昭和61年 2/7	Q 1点	沈降量, 強熱減量

注 水質調査の ( ) 項目は湖水調査のみ行った。  
水質調査の ~~~~~ 項目は深度別調査時のみ行った。  
底質調査の ( ) 項目は 10/23 調査分のみ行った。

と低温の日が続いた。

昭和57年から60年までを比べると、60年は全年降水量が3,300mmと57年の1.4倍に当たり最大で(表2)、また、400mmを越える降水月が3回もみられた(他は57年12月のみ)<sup>7)</sup>。調査日間の降水量を平均日降水量として月別に比較すると、7月>12・11・1・10・9月>5・4月>6月>8月の順になる(表3)。

### 3・2 水理調査

#### (1) 流出入河川

調査対象とした25の流入河川は①森下川・宇ノ気川のように直接湖に流入するもの(4河川)、②津幡川・能瀬川のように中流に水門があり、水門点検時の10月以外は常に貯水され、農業用水として使われるもの(2河川)、③大宮川・柳瀬川のように河口に水門があり、湖へポンプ排水されるもの(12河川・水路)、④内灘(幹線排水路)及び津幡排水機場のように干拓地から湖へポンプ排水するもの(4水路)⑤排水を直接湖に排出する特定事業場(3水路)に分けられる。②・③の河川は洪水調節と農業用水を確保する機能を持っており、河北潟周辺は低地であることから、これら河川の果たす役割は重要である。しかし、水門により河川水が長期に亘り滞留するため水質が悪化するというマイナス面も併せ持っている。

調査時の流入水量の平均値(以下平均流入水量と略す)は、前回調査の約1.3倍に当たる139万m<sup>3</sup>/日であり、降水量の倍率1.4にはほぼ等しい。平均流入水量の河川別比率(%)は、森下川28.1>津幡川18.5>幹線排水路8.5=宇ノ気川8.3>大宮川7.7……とほぼ流域面積の大きい順になり、これらの5河川で平均流入水の72%にもなる(図2)。月別の流量は図3に示すように11月(299万m<sup>3</sup>/日、総流入水量の21.5%)、7月(202万m<sup>3</sup>/日、14.5%)に多く、6月(56万m<sup>3</sup>/日、0.4%)、8月(41万m<sup>3</sup>/日、0.3%)に少ないなど降水量の変動に追従した季節的変動が激しい。異常渇水時である。8月の河川別流量比率(%)は、大宮川23.1>柳瀬川15.1>宇ノ気川11.3>二日市川8.5>幹線排水路7.9>金腐川7.2と、市街地域を貴流してくる河川の比率が大きくなり、この時期に流入水に対する生活排水の混入割合が相対的に上がることが示唆される。

森下川における昭和51年から60年までの水位流量統計量から10年間の渇水位、低水位、平水位、豊水位の平均流量と年平均流量を算出すると、それぞれ2.0万m<sup>3</sup>/日、14.2万m<sup>3</sup>/日、30.4万m<sup>3</sup>/日、55.2万m<sup>3</sup>/日、44.6万m<sup>3</sup>/日となる。今回の森下川における流量の実

月は低水位(16.8万m<sup>3</sup>/日)、1・4月は平水位(約30万m<sup>3</sup>/日)、10・9月は平水位～豊水位(約40万m<sup>3</sup>/日)、12月は豊水位(53.5万m<sup>3</sup>/日)、7・11月は豊水位以上(75.3万m<sup>3</sup>/日、104.3万m<sup>3</sup>/日)に相当する。なお実測の困難な幹線排水路、西部承水路等の排水機場の排水については、月間のポンプ稼働時間から

表2 暦年降水量

(単位: mm)

月	昭和57年	昭和58年	昭和59年	昭和60年
全年	2,420	3,060	2,300	3,300
7月	116	582	225	372
8月	225	75.5	99.0	4.5

(石川県気象年報より)

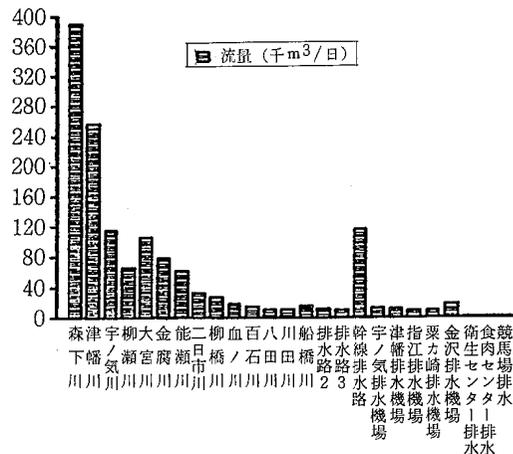


図2 定点別河川流量

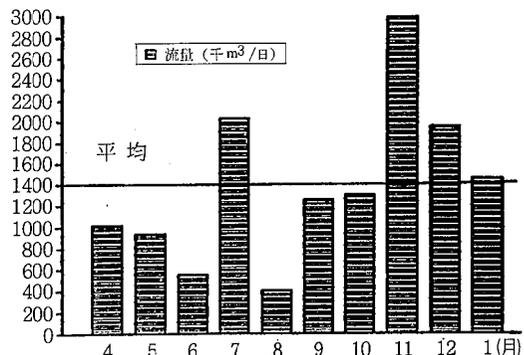


図3 月別河川流量

表 3 水 理 調 査 結 果

項 目	昭和60年		昭和61年		11月		10月		9月		8月		7月		6月		5月		昭和60年		平均
	4/1~4/18	4/19~5/15	5/16~6/17	6/18~7/17	7/18~8/20	8/21~9/26	9/27~10/23	10/24~11/27	11/28~12/12	12/13~1/16	1/17~2/19	2/20~3/17	3/18~4/15	4/16~5/13	5/14~6/11	6/12~7/9	7/10~8/7	8/8~9/5	9/6~10/3	10/4~11/1	
平均降水量 (mm/日)	5.3	6.4	3.6	23.6	0.4	9.2	10.9	15.0	16.2	12.9	10.4										
湖水位 (m)	0.23	0.27	0.29	0.47	0.37	0.39	0.39	0.46	0.39	0.32	0.6										
貯水量 (万m <sup>3</sup> )	1,480	1,500	1,520	1,620	1,560	1,580	1,580	1,620	1,580	1,530	1,560										
流入河川流量 (万m <sup>3</sup> /日)	102	94	56	202	41	126	131	299	195	146	139										
平均滯留時間 (日)	14.5	16.0	27.1	8.0	38.0	12.5	12.1	5.4	8.1	10.5	11.2										

表 4 河川水質 (加重平均) と負荷量

(単位: 水質 mg/l, 負荷量 kg/日)

項 目	水質 (月)		負荷量 (月)		項 目	水質 (月)		負荷量 (月)		
	最小	最大	最小	最大		最小	最大	最小	最大	
COD	4.4 (2)	8.3 (6)	2,930 (8)	16,900(11)	PO <sub>4</sub> -P	0.11 (7)	0.61 (8)	220 (7)	732 (2)	
	5.6	5.6	7,590			平均	0.32	0.32	434	
	2.0(10)	5.9 (8)	2,400 (8)	7,450(11)		Org-P	0.35 (4)	0.96 (9)	230 (8)	2,090(11)
2.7	2.7	3,710		平均	0.63		0.63	854		
11.0 (2)	47.6(11)	7,270 (8)	142,000(11)	T-P	0.25(12)		2.39 (6)	406 (8)	2,990(11)	
27.4	27.4	37,500			平均	0.61	0.61	838		
16.7 (6)	25.2 (9)	8,010 (8)	64,600(11)		SO <sub>4</sub>	1.06(10)	3.27 (6)	765 (8)	4,580 (7)	
22.1	22.1	30,200		平均		1.57	1.57	2,140		
				最小		17.4 (5)	17.4 (5)	7,350 (8)	75,400 (9)	
				最大	61.8 (9)	61.8 (9)	75,400 (9)	35,200		
				平均	25.7	25.7	35,200			

算出した。

流出河川として、大野川と3か所の揚水機場がある。大根布放水路水門は洪水時の6・7・11・12月に最大9日間開放され湖水が海へ直接流出された。しかし、この流量の把握が困難なため流入水量から揚水量を差し引いた量がすべて大野川から流出するものと仮定した。揚水量は、比較的多い8・9月でも0.9万m<sup>3</sup>/日、0.8万m<sup>3</sup>/日と少なく、流出量の99.7%以上が大野川から流出することになる。なお、揚水量も月間のポンプ稼働時間から算出した。

(2) 湖の貯水量と滞留時間

湖の管理水位は、4～10月の灌漑期が標高0.30m、11～3月の非灌漑期が標高0.20mと規定されている。また、表3に示した水利結果から平均水位(正午)が、0.23(4月)～0.47m(7月)に分布し、これらの平均水位に対応した湖の平均貯水量は湖盆図より1,480(4月)～1,620万m<sup>3</sup>(7月・11月)と推計される。その結果、湖の平均貯水量(1,560万m<sup>3</sup>)を平均流入水量(139万m<sup>3</sup>/日)で除して求めた平均滞留時間は約11日となり、前回調査の約12日とほぼ同じ値であった。同様にして求めた月ごとの滞留時間は流入水量の違いを反映して5.4(11月)～38.4(8月)と大きく変動する。

3・3 水質調査

(1) 流入河川

河川水質は、人為汚濁以外に降雨や晴天期間、水温などの気象条件の違いや河床付着藻類現存量の増減というような水量と季節の変化などにも影響を受けている。そこで、水質や負荷量に対する河川の流域特性、水利特性と季節特性に着目することにした。

河川ごとの流入水質から水量を重みとした加重平均濃度を求めると表4、図4になる。

COD〔水質〕1月と4月を除き常に湖沼環境基準B類型(5mg/l以下)を超える流入水が湖へ入っており、湖水質の(平均6.7mg/l)の環境基準不適合の一大要因になっていると思われる。また、図5に示すように経月変動は、流量の増減と逆の変動傾向がみられる。調査地点別では、流量の少ない特定事業場や生活排水的役割の強い河川が高濃度(某浄化センター、食肉センター、粟ヶ崎排水機場、柳瀬川)、流量の多い前述の5河川が低濃度である(表5)。この5河川の中でも幹線排水路が7.7mg/lと森下川の2倍で、干拓地排水の汚濁が大きい。〔負荷量〕前回調査の約1.2倍にあたる7,590kg/日である(図7-1)。図5に示したように水量の増す11月に最大、減る8月に最小と

流量の増減に追従して負荷量も変化する。また、河川別でも流量の多い森下川、津幡川、幹線排水路、宇ノ気川が多く、柳瀬川を含めるとこれらで全体の67%になる。異常渇水時の8月は、柳瀬川、宇ノ気川、大宮川といった市街地を流れる河川や幹線排水路の比率が大きい(表5)。

BOD〔水質〕水量との関係や高濃度地点はCODと同様の傾向を示す。環境基準類型指定水域における75%値は、金腐川2.5mg/l(下流C類型5mg/l以下)、森下川2.3mg/l・宇ノ気川9.3mg/l・津幡川2.1mg/l(共に下流B類型3mg/l以下)、能瀬川1.9mg/l(下流A類型2mg/l以下)で、宇ノ気川だけが環境基準を満足していない。〔負荷量〕CODの1/2に当たる3,710kg/日で、4・6・8・9・10月は2,400～2,800kg/日で8月の流量の約3倍以内の水量月においてほぼ同じ負

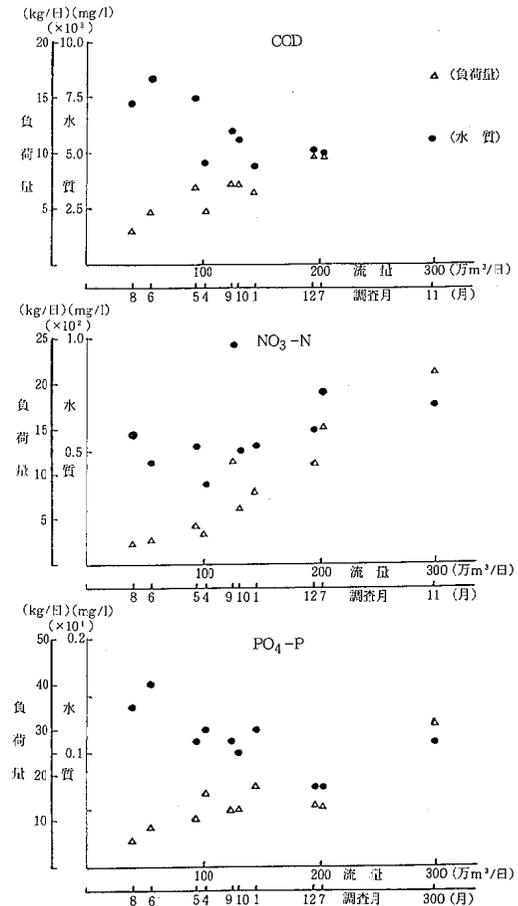


図5 河川流量と水質(加重平均)及び負荷量

表 5 流入河川別水質, 負荷量と流量

河川名	C O D				T - N				T - P				流 量	
	8 月		平 均		8 月		平 均		8 月		平 均		8 月(比)	平均(比)
	水質	負荷量(比)	水質	負荷量(比)	水質	負荷量(比)	水質	負荷量(比)	水質	負荷量(比)	水質	負荷量(比)		
幹線排水路	10.9	352 (12.0)	7.7	905 (11.9)	2.772	90 (11.7)	2.545	300 (14.0)	0.203	7 (8.0)	0.181	22 (10.6)	32.2 (7.9)	117.5 (8.5)
大宮川	4.1	386 (13.1)	4.4	473 (6.2)	1.148	108 (14.1)	1.439	154 (7.2)	0.111	11 (12.7)	0.114	13 (6.1)	93.9 (23.1)	106.8 (7.7)
金腐川	4.7	139 (4.7)	5.9	468 (6.2)	1.240	37 (4.8)	1.691	135 (6.3)	0.058	2 (2.1)	0.119	10 (4.7)	29.4 (7.2)	79.8 (5.7)
血ノ川	9.6	77 (2.6)	8.5	157 (2.1)	0.810	7 (0.8)	2.190	41 (1.9)	0.221	2 (2.1)	0.164	3 (1.5)	7.9 (2.0)	18.5 (1.3)
柳橋川	8.1	31 (1.0)	6.5	183 (2.4)	1.948	8 (0.9)	3.398	96 (4.4)	0.163	1 (0.7)	0.177	5 (2.5)	3.7 (0.9)	28.0 (2.0)
柳瀬川	8.2	503 (17.2)	12.0	806 (10.6)	2.420	149 (19.4)	2.442	165 (7.7)	0.191	12 (14.3)	0.256	18 (8.6)	61.3 (15.1)	67.2 (4.8)
競馬場排水	5.4	2 (0.0)	7.4	2 (0.0)	19.9	6 (0.7)	21.7	6 (0.3)	0.641	1 (0.2)	0.571	1 (0.1)	0.3 (0.1)	0.3 (0.0)
八田川	6.5	10 (0.3)	7.7	93 (1.2)	1.104	2 (0.2)	1.923	24 (1.1)	0.185	1 (0.3)	0.206	3 (1.2)	1.5 (0.4)	12.0 (0.9)
森下川	4.9	50 (1.7)	3.8	1,498 (19.7)	2.026	21 (2.7)	1.076	421 (19.7)	0.063	1 (0.8)	0.082	33 (16.0)	10.2 (2.5)	391.3 (28.1)
二日市川	5.4	187 (6.4)	7.1	238 (3.1)	1.015	36 (4.6)	1.240	42 (2.0)	0.160	6 (6.7)	0.230	8 (3.9)	34.6 (8.5)	33.7 (2.4)
食肉センター排水	20.3	9 (0.3)	19.8	9 (0.1)	9.485	5 (0.5)	23.5	11 (0.5)	6.314	3 (3.3)	2.768	2 (0.6)	0.4 (0.1)	0.4 (0.0)
百石川	7.7	163 (5.6)	7.7	118 (1.6)	1.084	23 (3.0)	1.415	22 (1.0)	0.208	5 (5.4)	0.279	5 (2.1)	21.2 (5.2)	15.3 (1.1)
排水路 2	7.4	13 (0.4)	8.5	109 (1.4)	1.554	3 (0.4)	1.653	22 (1.0)	0.218	1 (0.5)	0.258	4 (1.6)	1.7 (0.4)	12.8 (0.9)
川田川	8.3	81 (2.8)	8.1	94 (1.2)	2.224	22 (2.8)	2.048	24 (1.1)	0.208	2 (2.5)	0.804	10 (4.6)	9.8 (2.4)	11.5 (0.8)
津幡川	7.7	134 (4.6)	4.4	1,124 (14.8)	1.000	18 (2.3)	1.001	257 (12.0)	0.056	1 (1.2)	0.098	25 (12.5)	17.4 (4.3)	256.7 (18.5)
船橋川	15.8	179 (6.1)	7.1	113 (1.5)	1.534	18 (2.3)	0.928	15 (0.7)	0.131	2 (1.8)	0.099	2 (0.8)	11.3 (2.8)	15.8 (1.1)
能瀬川	9.7	2 (0.1)	4.0	249 (3.3)	1.446	1 (0.0)	0.646	41 (1.9)	0.098	0 (0.0)	0.065	4 (2.0)	0.2 (0.0)	62.2 (4.5)
浄化センター排水	14.1	24 (0.8)	26.3	44 (0.6)	25.3	42 (5.4)	65.9	109 (5.1)	4.198	7 (8.4)	6.727	11 (5.5)	1.6 (0.4)	1.6 (0.1)
排水路 3	—	(—)	7.9	88 (1.2)	—	(—)	1.262	15 (0.7)	(—)	(—)	0.201	3 (1.1)	(—)	11.1 (0.8)
宇ノ気川	8.5	390 (13.3)	6.5	756 (10.0)	2.756	127 (16.5)	1.896	219 (10.2)	0.385	18 (21.5)	0.263	31 (15.1)	45.8 (11.3)	115.4 (8.3)
西部承水路	10.6	5 (0.2)	7.1	97 (1.3)	20.6	9 (1.2)	2.641	36 (1.7)	0.120	1 (0.1)	0.204	3 (1.4)	0.4 (0.1)	13.6 (1.0)
指江排水機場	10.1	47 (1.6)	8.1	82 (1.1)	1.130	6 (0.7)	1.248	13 (0.6)	0.093	1 (0.5)	0.193	2 (1.0)	4.6 (1.1)	10.1 (0.7)
粟ヶ崎排水機場	17.0	78 (2.7)	12.4	115 (1.5)	6.314	29 (3.8)	3.270	31 (1.4)	1.030	5 (5.7)	0.423	4 (1.9)	4.6 (1.1)	10.1 (0.7)
津幡排水機場	6.5	79 (2.7)	5.0	89 (1.2)	0.828	10 (1.3)	1.132	21 (0.9)	0.085	1 (1.3)	0.095	2 (0.8)	12.1 (3.0)	17.9 (1.3)
金沢排水機場	8.3	1 (0.0)	9.3	157 (2.1)	1.344	1 (0.0)	1.947	33 (1.5)	0.050	0 (0.0)	0.127	3 (1.1)	0.1 (0.0)	12.9 (0.9)
平均(水質) 合計(負荷量, 流量)	7.2	2,932 (100.0)	5.6	7,591 (100.0)	1.88	766 (100.0)	1.57	2,140 (100.0)	0.202	83 (100.0)	0.147	201 (100.0)	406.2 (100.0)	1,390.2 (100.0)

(単位: 水質 mg/l, 負荷量 kg/日(比%), 流量 km<sup>3</sup>/日(比%))

荷量といえる。河川別では柳瀬川 (18.9%)、宇ノ気川 (15.9%) が高い比率でCODと異なる。

SS〔水質〕7月37.3mg/l、11月47.6mg/lと流量が増す時期に高濃度となり、CODやBODと異なる。〔負荷量〕前回調査と比べて流量の倍率約1.3と同じ倍率に当たる37,500kg/日で、森下川、津幡川の2河川だけで47.8%にも達する。

T-N〔水質〕常に湖沼環境基準V (1.0mg/l以下) を超える流入水が湖に入っており湖水濃度を高める要因になっている。なお10~1月にかけて1.06~1.30

mg/lの低濃度、6~8月に1.88~3.27mg/lと水量の増す7月でも高濃度という季節変動特性がみられる。河川別では、柳橋川が採水点のすぐ上流に木越団地コミュニティプラントがあるためか3.40mg/lと高濃度なのが目立つ。〔負荷量〕前回調査の約1.3倍の2,140kg/日で、CODとほぼ同様に水量の増減に追従するが、4月から徐々に増し、7月にピークとなる季節変化もうかがえる (図7-2)。河川別では、森下川 (19.7%) と幹線排水路 (14.0%) が高比率が目立つ。単位湖面積当たりのN負荷量として算出すると霞ヶ浦

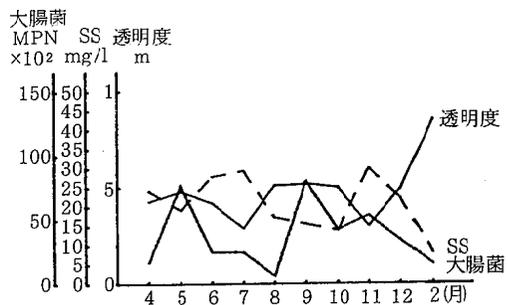
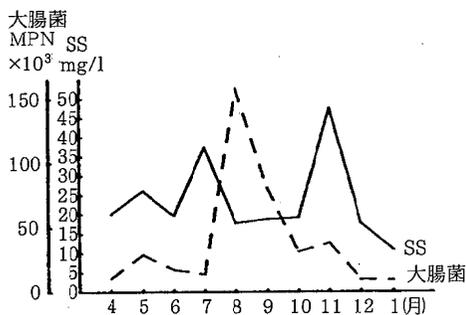
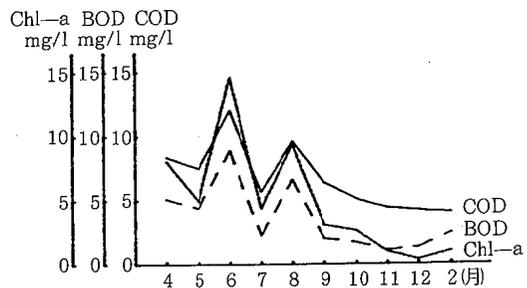
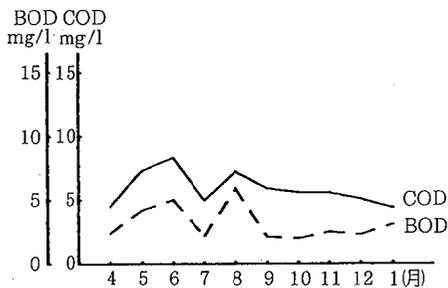
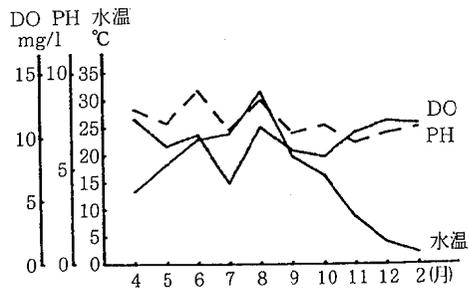
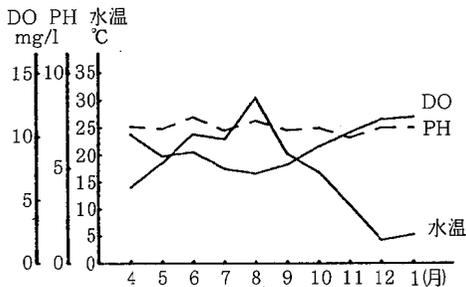


図4-1 河川水質 (加重平均その1)

図6-1 湖水質 (表層平均その1)

の6.9倍に相当する129g/m<sup>2</sup>/年になり、諏訪湖 (127g/m<sup>2</sup>/年) 並の値となった<sup>8)</sup>。

NO<sub>3</sub>-N [水質] 6月は0.45mg/lと4月に次いで低く、9月に最大のピークをなし、流量の多い11・7・12月でも0.59~0.76mg/lと高濃度である。また、3特定事業場に次いで幹線排水路、西部承水路の干拓地排水が森下川や津幡川の約3倍にあたる高濃度 (平均1.3mg/l) である。〔負荷量〕T-Nの約4割を占め、

CODと同様、流量の増減に追従して推移し、森下川と幹線排水路の比率が高い。

NH<sub>4</sub>-N [水質] 経月変動はBODと同様流量が増すほど低濃度で、NO<sub>3</sub>-Nと異なる傾向を示し、水量の多い森下川では0.09mg/lにすぎない。〔負荷量〕T-Nの約2割を占め、6~10月はほぼ一定量の240kg/日、11~5月は530~730kg/日に増すという季節的な特徴がみられる。河川別ではT-Nの負荷量の多い森下川の

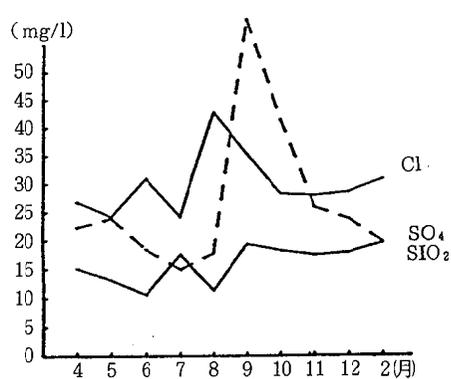
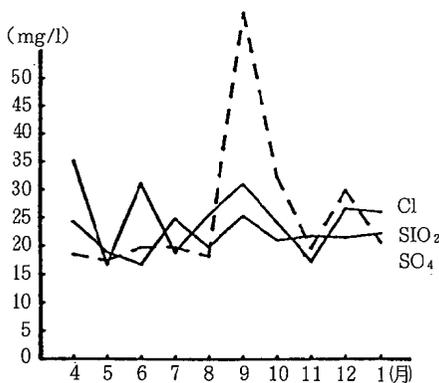
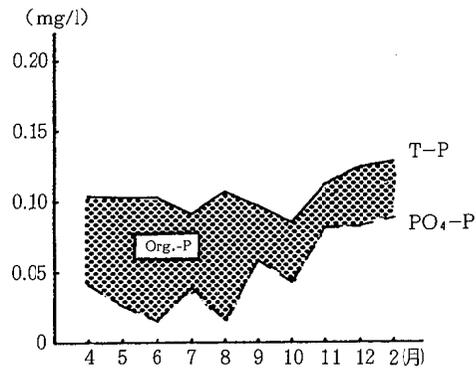
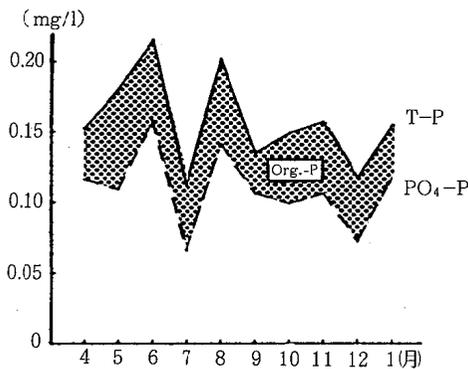
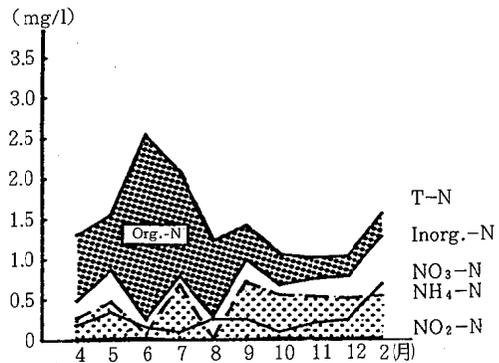
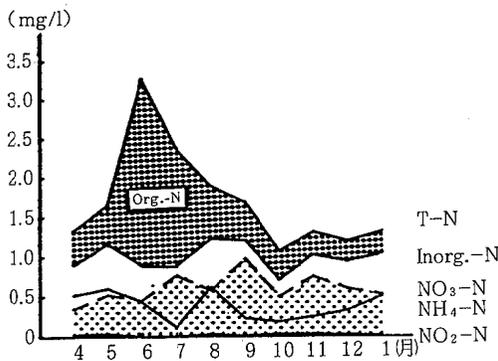
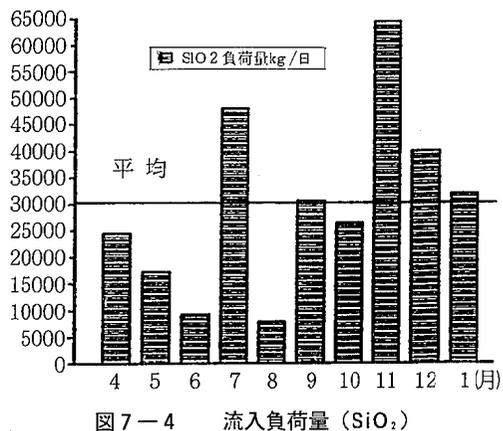
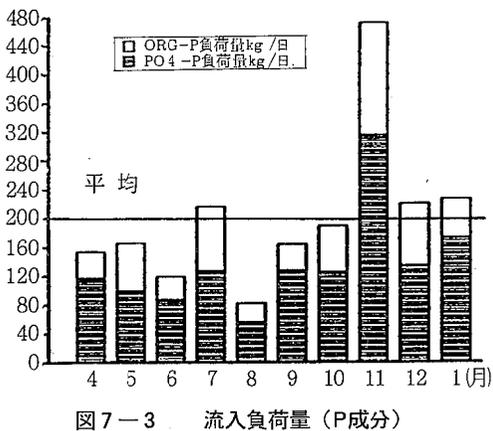
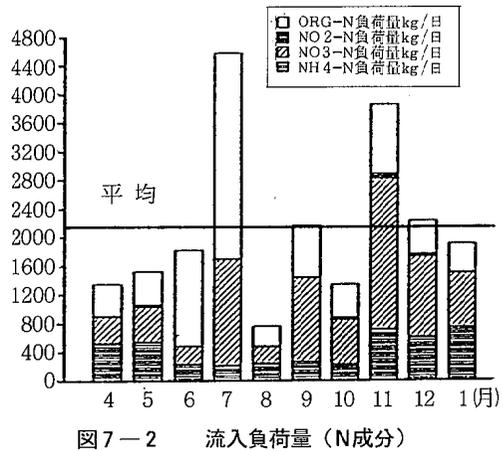
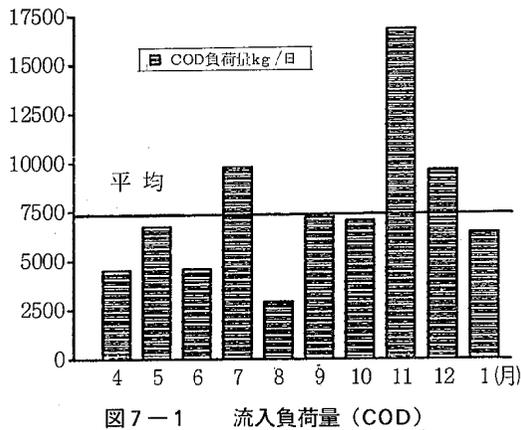


図 4-2 河川水質 (加重平均その2)

図 6-2 湖水質 (表層平均その2)



比率が下がり、某浄化センター(17.0%)が高く、次いで柳瀬川(16.2%)、宇ノ気川(15.1%)、幹線排水路(9.4%)の順である。

Org-N〔水質〕6月2.39mg/lと最大、次いで7月1.48mg/lのピークなし1月に向けて徐々に低濃度になる傾向がみられる。〔負荷量〕NO<sub>3</sub>-Nとはほぼ同量の838kg/日である。6月に河床で付着藻類が増殖し、その剥離によるためか6・7月に1,330kg/日、2,880kg/日と増し、12～5月にかけてほぼ一定量の約440kg/日に減るとい季節変化がみられる。またNO<sub>3</sub>-Nと同様の河川が高比率である。

T-P〔水質〕経月変動パターンを見ると、T-Nは6月を最大のピークとするほぼ1山型であるのに対して、T-Pは6・8月に0.2mg/lを超える高濃度、7・12月に約0.11mg/lの低濃度というノコギリ状の変動パターンである。測定結果から、T-Nと同様に湖沼環境基準

V型(0.1mg/l以下)を超える水が常時湖に流入していることになる。また流量との関係は、CODやBODと同様な傾向がみられ、幹線排水路と宇ノ気が森下川(0.082mg/l)の2～3倍も高濃度なのが目立つ。〔負荷量〕前回調査の約3/5にあたる201kg/日に減少しており、COD・T-N等の項目が水量比1.4に近い1.2～1.3倍の増加傾向にあることと趣を異にしている。これはリンに対する河川の自浄作用が大きいことと併せて合成洗剤の低リン化や無リン化<sup>9)</sup>、洗剤の適正使用などの行政側の生活排水対策としての啓蒙普及活動の成果によるものであろう。しかし、単位湖面積当たりのP負荷量を算出すると諏訪湖や霞ヶ浦(9.1g/m<sup>2</sup>/年、2.7g/m<sup>2</sup>/年)<sup>9)</sup>より多い12.1g/m<sup>2</sup>/年で、今後更に低減対策を推進する必要がある。また流量との関係はCODと同様である。

PO<sub>4</sub>-P〔水質〕流量の減る6・8月に高濃度(0.158

mg/l, 0.141mg/l), 流量が増す7月に低濃度(0.066 mg/l) というように流量との関係がCODやT-Pと同様の傾向を示す。また水量の多い前述の河川のうち、宇ノ気川、幹線排水路が森下川の2~4倍の高濃度(0.202mg/l, 0.118mg/l)である。〔負荷量〕T-Pの約7割にも達し、11月に最大のピーク、8月に最小のピークをなすが、それ以外の月はほぼ一定量の約130 kg/日である。また宇ノ気川が目立って高く17.0%の比率である。

Org-P〔水質〕5・6・8月に高濃度で、最大値に対する最小値の変動比はOrg-N(約10倍)より小さい2.4倍程度である。〔負荷量〕T-Pの約3割を占め、流量との関係はCOD, NO<sub>3</sub>-Nと同様である。また森下川、津幡川が15~20%と高い比率である。

SiO<sub>2</sub>〔水質〕SSのように流量の多い月にやや高くなる傾向があり、干拓地排水(28.0mg/l)や森下川(26.5mg/l)が高濃度という特徴がある。〔負荷量〕流量の増減変動に連動しており、森下川、津幡川が52.6%も占める。

SO<sub>4</sub>〔水質〕9月の鋭利な高濃度のピークを頂点に、冬にむけて徐々に低下し、SiO<sub>2</sub>と同様に干拓地排水が高濃度という季節変動特性と流域特性がみられる。〔負荷量〕9~12月にかけて40,900(10月)~75,400kg/日(9月)と高負荷、6・8月は11,000kg/日、7,400kg/日の低負荷という季節変動特性があり、干拓地排水の負荷量比率が43.0%にも達する。このように干拓地排水が高濃度でかつ負荷量が多いのは、干拓地が干潟であってその土壌が干拓前の海水を含んだ湖底泥から構成されていることに起因するためであろうか。

## (2) 流出河川

流出負荷量は各項目とも揚水機場からのものは極めて少なく、100%近くが大野川からの流出となる。CODの流出負荷量は流入負荷量とほぼ同じ7,400kg/日であるが、T-N・T-Pは1,900kg/日、145kg/日で湖内で沈澱等により減少するため流入負荷より少なく、その結果湖内での残留率がそれぞれ11%, 28%になる。なお、これらの残留率は諏訪湖(25%, 20%)の値に近く、霞ヶ浦(64%, 74%)と比べると小さい。

月別では、CODが湖内での生物生産活動によるためか4~9月にかけて流入より流出負荷量の方が増加している。一方、T-Nは8・10月を除き、またT-Pは常に流出負荷量が流入負荷量より減っており、底泥からの栄養塩の回帰よりも沈降による減少の方が支配的な様相である。

## (3) 湖水質

### (3.1) 表層水質

表層水の測定結果を、年平均水質、季節別水質及び定点近傍水域水平水質として以下に示す(表6, 図6)。

#### ア 年平均水質

CODは6.7mg/l(75%値8.4mg/l), SSは20.7mg/lでそれぞれ湖沼環境基準B類型(5mg/l以下, 15mg/l以下)を、T-Nは1.48mg/l, T-Pも0.105mg/lとV類型を共に超える汚濁状態にある。流入河川の加重平均水質(以下河川水質と略す)に対する比をみると、CODは1.2と湖内で生産傾向(4~9月), T-Nは0.94と消費傾向(2月を除く調査時), T-Pも0.72と消費傾向(12月を除く調査時)がうかがわれる。

#### イ 季節別水質

4月は6・8月と同様にpH, COD, BODに高いピークがみられる。湖水質と河川水質との差が湖内で生産されたとすると、4月の湖水はCOD3.9mg/l(4月>6月>8月), BOD2.7mg/l(6月>4月>8月)も高く、この生産は春の訪れとともに日射量が増し水温も上昇するため、冬期(12~2月)に蓄えられた高濃度の栄養塩が利用されて生物生産が急速に進むためであろう<sup>10)</sup>。

5月は、調査の前日が大雨(39.0mm), 当日も気温14.9°C, うす曇りという天候のため、生産層が晴天の時よりも薄くなったためか、COD, クロロフィルaは4月より低濃度である。そのため、流入水の影響でNH<sub>4</sub>-N・NO<sub>3</sub>-Nは生物生産の盛んな月より高濃度を維持している。

6・8月は降水量が極度に少なく、図6-1に示したように、COD, BOD, クロロフィルaが高濃度のピークをなし、河川水質に対する比もCOD1.45, 1.33, BOD1.78, 1.12といずれも湖内で生産傾向がうかがわれる。植物プランクトンは一般にNO<sub>3</sub>-NよりNH<sub>4</sub>-Nを優先的に利用するといわれているが<sup>11)</sup>, そのようなNH<sub>4</sub>-Nの傾向はうかがえず<sup>12)</sup>, NO<sub>3</sub>-N・PO<sub>4</sub>-P・SiO<sub>2</sub>の栄養塩が図5-2に示したように低濃度で、NO<sub>3</sub>-NとPO<sub>4</sub>-P濃度が河川水質の約1/10, SiO<sub>2</sub>が2/3に減少している。逆に有機態N, 有機態P濃度(懸濁態が約88~99%)が増すというN・Pの形態変化がみられる。この現象は、植物プランクトンが光合成により有機物質を生産して増殖する際に、これら栄養塩を吸収するために生じるもので、H点表層のVSS(有機性SS)が図8に示したように6・8月に10~1月の平均値(2.2mg/l)の約4倍にも達することからもうかがい知ることができる。これらの結果、6・8月にpH9.1, 8.6, DO飽和率122%, 146%, クロロ

表6 湖 水 質 (16定点の表層平均)

項 目	平均水質(月)	項 目	平均水質(月)	項 目	平均水質(月)
水 温 (°C)	最小 2.1 (2) 最大 31.6 (8) 平均 16.1	Na (mg/l)	最小 17.2 (11) 最大 22.2 (6) 平均 20.3	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	最小 0.10 (7,10) 最大 0.69 (2) 平均 0.26
pH	最小 6.4 (11) 最大 9.1 (6) 平均 7.5	K (mg/l)	最小 1.7 (2) 最大 3.6 (6) 平均 2.7	NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	最小 0.00 (7) 最大 0.03 (5, 2) 平均 0.02
EC (μS/cm)	最小 149 (4) 最大 307 (9) 平均 219	Ca (mg/l)	最小 7.7 (11) 最大 11.5 (2) 平均 9.6	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	最小 0.03 (8) 最大 0.72 (9) 平均 0.44
透 明 度 (m)	最小 0.29 (7) 最大 0.85 (2) 平均 0.48	Mg (mg/l)	最小 4.7 (11) 最大 6.2 (2) 平均 5.5	無 機 態 -N (mg/l)	最小 0.25 (6) 最大 1.28 (2) 平均 0.72
SS (mg/l)	最小 8.0 (2) 最大 30.0 (11) 平均 20.7	Cl (mg/l)	最小 24.2 (5, 7) 最大 42.8 (8) 平均 30.0	有 機 態 -N (mg/l)	最小 0.24 (12) 最大 2.19 (6) 平均 0.75
DO (mg/l)	最小 6.4 (7) 最大 11.4 (4) 平均 9.9	SO <sub>4</sub> (mg/l)	最小 15.0 (7) 最大 59.6 (9) 平均 26.8	懸 濁 態 -N (mg/l)	最小 0.05 (10) 最大 2.05 (6) 平均 0.56
DO 飽 和 率 (%)	最小 83 (2) 最大 146 (8) 平均 102	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	最小 10.6 (6) 最大 19.6 (2) 平均 16.1	溶 存 態 -N (mg/l)	最小 0.49 (6) 最大 1.36 (2) 平均 0.92
-COD (mg/l)	最小 4.0 (2) 最大 12.0 (6) 平均 6.7	T-Fe (mg/l)	最小 0.52 (6) 最大 1.73 (11) 平均 1.02	T-N (mg/l)	最小 1.02 (11) 最大 2.54 (6) 平均 1.48
懸 濁 態 -COD (mg/l)	最小 0.9 (11) 最大 6.0 (6) 平均 2.5	T-Mn (mg/l)	最小 0.05 (6) 最大 0.28 (2) 平均 0.14	PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	最小 0.015 (6, 8) 最大 0.088 (2) 平均 0.049
溶 存 態 COD (mg/l)	最小 2.8 (2) 最大 6.0 (6) 平均 4.3	ク ロ ロ フ ィ ル a (μg/l)	最小 1.5 (12) 最大 116 (6) 平均 40.3	有 機 態 -P (mg/l)	最小 0.031 (11) 最大 0.092 (8) 平均 0.057
BOD (mg/l)	最小 1.1 (11) 最大 8.9 (6) 平均 3.6	総ククロ フィル (μg/l)	最小 3.6 (12) 最大 146 (6) 平均 53.5	懸 濁 態 -P (mg/l)	最小 0.045 (9) 最大 0.099 (12) 平均 0.076
TOC (mg/l)	最小 1.3 (10) 最大 6.0 (6) 平均 2.9	大 腸 菌 数 (MPN/ 100ml)	最小 600 (8) 最大 8,000 (9) 平均 3,700	T-P (mg/l)	最小 0.091 (7) 最大 0.128 (2) 平均 0.105

フィルa116 μg/l, 69.6 μg/lの高濃度ピークを呈する。

7月の調査日は梅雨明けの直後であり、湖水COD・BOD (5.7mg/l, 2.3mg/l) は河川水質 (5.0mg/l, 2.2mg/l) と似ており、10~1月並に低濃度である。

同様にT-P・Org-Pも低濃度、T-N・NO<sub>3</sub>-Nは高濃度である。クロロフィルaは平均 (40.3 μg/l) の3/5倍にあたる23.3 μg/lで、湖内の生物生産はさほど活発ではない。一方、SSは流入濁質分により29.4mg/l

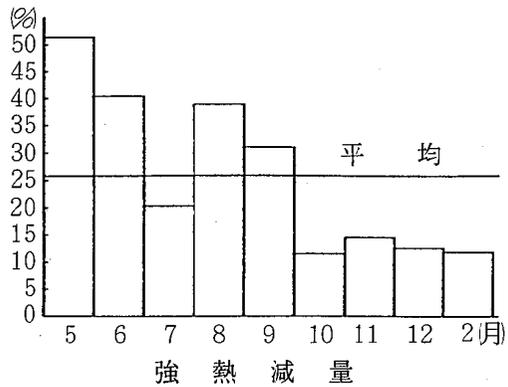
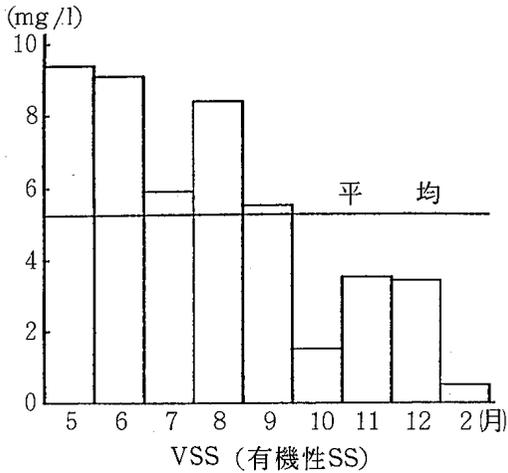


図8 表層SS中の成分(H点)

と11月に次いで高く、透明度(0.3m)を悪化させる原因となっている。

9・10月は、水温が8月の31.6°Cから9月19.9°C、10月16.4°Cと10~15°Cも下がり、湖の水生生物に対する環境の激変が想定される。BODも8月の1/3~1/4の濃度になり、生産された有機性懸濁物質の分解が生じているのであろうか、溶解性リンが増し懸濁態PはT-Pの46~60%に減っている。9月は幹線排水路を通じて干拓地から高濃度の無機性物質(SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Cl, SiO<sub>2</sub>)が流入するため湖水の塩類は高濃度で、特にSO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>-N(59.6mg/l, 0.72mg/l)が最大である。この現象は8月の猛暑・干天という気象にも影響され、9月の降雨により土壌還元された酪農団地の牛糞や干拓地土壌そのものから溶出するためであろう。またSO<sub>4</sub>が影響する範囲は、大根布放水路のO点(118mg/l)から湖南大橋のC点

(30.4mg/l)まで広範囲に及んでいる。SO<sub>4</sub>は湖底泥に蓄積され、無酸素状態になればH<sub>2</sub>Sに形態が変わるので湖内環境を保全する上でSO<sub>4</sub>の動向にも注目する必要がある。

11・12月は7月に次ぐ多雨月で、また平均風速も2.6m/s, 2.4m/sと夏期(6~8月, 1.7m/s)より強く、底泥の舞い上がりによる湖水質の悪化(底泥による生産)が予想される。しかし湖水のCOD(それぞれ4.4mg/l, 4.2mg/l)は河川水質(5.6mg/l, 5.1mg/l)の約8割、BODも同様に約5割の濃度である。これは湖内で流入SS由来のCOD・BODが沈降等により減少するためであろう。湖水質が流入水質より高濃度となるのは、12月のPO<sub>4</sub>-P(0.082mg/l, 河川水質の1.14倍)のみであり、底泥の舞い上がりは無機塩の溶出に関与するものの、その影響は余り大きくないのであろうか。なおこの時期は、湖のNO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-Pが高濃度で、6・8月のような植物プランクトンの吸収による低濃度化現象がうかがえず、生物生産はほとんど行われていないようだ。

2月は、水温2.1°C・透明度0.85mと調査期間内で最も低温でかつ澄み渡っていた。しかし、設置した浮子がJ→I, H→K方向に吹送流によって移動しており、底泥も巻き込んだ複雑な流況により湖水が攪乱される様子がうかがわれる。11・12月と同様に有機性の関連項目(COD, BOD, Org-N, Org-P)が低濃度、逆に無機性のもの(NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Cl, SiO<sub>2</sub>)が最大もしくはそれに次ぐ高濃度と、無機性物質に富んだ水塊を形成している。

ウ 定点近傍水域水平水質

高濃度の上位点は、COD・NH<sub>4</sub>-N・PO<sub>4</sub>-PとT-PがA>B>J, T-NがA>P>O, NO<sub>3</sub>-NがP>A=O, BODがJ>G>A, 大腸菌群数がA>J>Oとなる。汚濁した河川水の流入水域(A:宇ノ気川, B:某浄化センター, J:柳瀬川, 大宮川, 金鷹川等, OとP:幹線排水路)が高濃度を示し、流量が多く比較的清澄な河川水の流入水域(C:津幡川, DとE:森下川)が低濃度で、河川水に余り影響されない水域はF~I点, K~N点である。SSは湖の流出部に位置するK~O点が平均値を超える約24mg/lの高濃度水域になっている。これは湖内生産物の残渣や有機性の懸濁粒子が流出部まで運搬されることや、幹線排水路の水質によるためであろう。クロロフィルaは、湖内でも特に閉鎖性になりやすいA・B・P点(99.7μg/l, 71.8μg/l, 58.1μg/l)が高濃度になっている。

(3 2) 深度別水質

水質に対する水深による影響として、水中照度の減衰、底泥からの栄養塩の溶出、及び水温躍層と混合状態等が考えられる。そこで、表1に示したように、水深1メートルごとに深度別水質調査を実施した。

湖の最深点J近傍水域の水質変化をみることにする。この水域には6河川が流入しており、大宮川、金腐川、と柳瀬川の水がこの水域の水質を主に左右させており、CODや栄養塩の流入負荷量は、湖に流入する総量の約23~38%の比率である。水温、pHとDOに着目すると、6月は水深2~5m、8月は1~3mの間に変水層がみられ夏期停滞期、11月は変水層が認められず秋季循環期、2月は2~4mの間に変水層がやや認められ冬季停滞期の様相をなす(図9)。調査特別に16項目(水温、SS、DO飽和率、COD、BOD、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、Org-N、T-N、PO<sub>4</sub>-P、Org-P、T-P、Cl、SO<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>)を用いてクラスター分析を行うと、6月の表層、中層、底層がそれぞれ0~2.5m、2.5m~4.5m、4.5m~5m、8月が0~1.5m、1.5~4.5m、4.5m~5mの3層に区分できる。なお、循環期の11月や2月についてあえて区分すると、外気温によるためか表層厚が薄くなり、11月が0~0.5m、0.5~4.5m、4.5~5.0m、2月が0~0.5m、0.5~3.5m、3.5m以上になる。これら3層の湖水質と流入河川水質について比較してみると以下のようなものである。

6月は表層から底層に向けて水温(23.2~19.8°C)、pH(9.1~7.2)、DO(10.6~1.8mg/l)が低くなる。特に表層のDOは生物生産活動によりDO飽和率126%と好気状態に富み、底層は20%と水の循環がなく、細菌による有機物の分解や底泥から栄養塩が溶出するためかDOが不足している。逆にT-N、T-P、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pは共に深度が下がるにつれて高濃度になる傾向がみられ、底層ではT-Nを除いていずれも河川水質に対する比がT-P1.6、NH<sub>4</sub>-N2.0、PO<sub>4</sub>-P1.1と底泥からNH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pの溶出が富み、表層ではT-N0.6、T-P0.8、NH<sub>4</sub>-NとPO<sub>4</sub>-P0.2と植物プランクトンの吸収により減っている。表層から底層のCOD・Org-P濃度は、この水域に流入する河川水質(それぞれ6.1mg/l、0.033mg/l)の約1.6~2.3倍、2.3~3.5倍にもなり、全層において有機物質の生産がうかがわれる(底層>表層>中層)。

8月は水温・pH・DOやT-P・PO<sub>4</sub>-Pの挙動が6月と同様であるが、T-N、Org-Nは表層が高濃度で次いで底層、中層の順になり異なる。表層のNO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P(0.01mg/l、0.015mg/l)が6月と同様に低濃度であるが、NH<sub>4</sub>-Nが6月の約10倍濃度(0.29mg

l)でしかも河川水質の0.6倍と6月(0.15)ほど消費が盛んでない。

11月は表層と底層の濃度差がDO、pH、T-N、NH<sub>4</sub>-Nについては小さく全層ほぼ均一である。一方、T-P、PO<sub>4</sub>-Pは底層(0.221mg/l、0.164mg/l)が表層の約2倍で、かつ河川水質の約1.2倍と底泥からPO<sub>4</sub>-Pの溶出が盛んなことがうかがえる。

2月は11月と同様に表層と底層の水温、pH、DO、COD、BOD、NO<sub>3</sub>-Nの濃度差が小さく、全層ほぼ均一な水質で、11月のように特に底層が高濃度となる項目は見いだせない。逆にT-N、NH<sub>4</sub>-N、T-P、Org-P、SiO<sub>2</sub>は底層より表層が高濃度で、これは河川水質の影響によるためであろう。

### 3・4 底質調査

表1に示した8定点の溶出試験<sup>13)</sup>の結果は、表7-1のように乾泥当たりCOD363(12月)~1,140μg/g(8月)、T-N85.0(12月)~150μg/g(8月)、T-P19.9(10月≒12月)~30.7μg/g(8月)で、それぞれ8月に溶出濃度が最大、12月に最小である。強熱減量は8.7(12月)~11.0%(10月)で、最大となる月

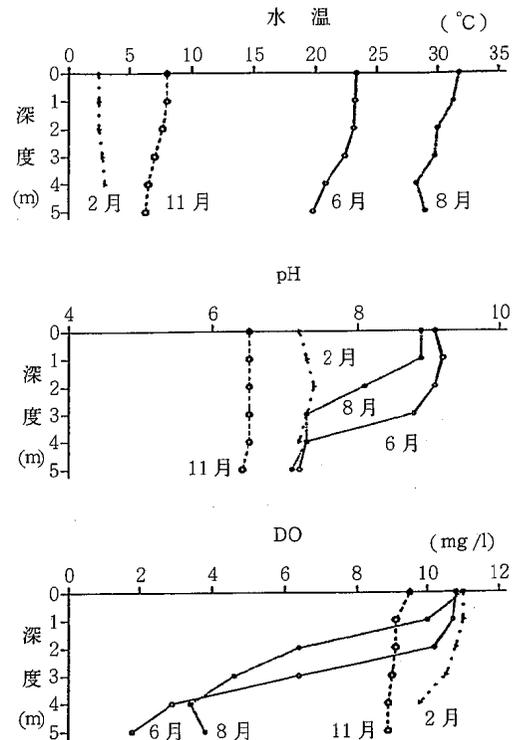


図9 水質の鉛直分布 (J点)

表7-1 底質調査結果(月別, その1)

調査時期		昭和60年	8月	10月	12月	調査時期		昭和60年	8月	10月	12月	
項目		6月				項目		6月				
溶出試験	pH	最小	5.6 (H)	6.4 (L)	6.3 (C)	6.6 (C)	溶出試験	最小	80.3 (C)	400 (E)	120 (C)	66.7 (C)
		最大	7.1 (O)	6.8 (C)	7.1 (O)	7.3 (O)		COD 最大	2000 (J)	2400 (J)	1140 (J)	520 (J)
		平均	6.6	6.6 (J)	6.6	6.9		( $\mu\text{g/g}$ ) 平均	813	1140	683	363
	EC ( $\mu\text{S/cm}$ )	最小	18.6 (C)	21.4 (E)	11.9 (C)	7.2 (C)	溶出試験	最小	27.0 (C)	89.7 (E)	31.0 (C)	6.0 (C)
		最大	219 (H)	195 (J)	254 (J)	101 (O)		T-N 最大	265 (J)	305 (J)	224 (J)	188 (J)
	Na ( $\mu\text{g/g}$ )	平均	120	82.9	87.2	45.5	溶出試験	( $\mu\text{g/g}$ ) 平均	106	150	105	85.0
最小		35.7 (C)	65.7 (E)	28.7 (C)	27.7 (C)	試験		最小	0.5 (H)	8.8 (C)	1.9 (C)	0.7 (C)
K ( $\mu\text{g/g}$ )	最大	1100 (J)	807 (J)	1200 (O)	483 (O)		全量試験	T-P 最大	52.2 (J)	54.9 (J)	45.4 (J)	35.7 (J)
	平均	410	357	367	224	( $\mu\text{g/g}$ ) 平均		21.3	30.7	19.9	20.5	
Ca ( $\mu\text{g/g}$ )	最小	22.7 (C)	40.7 (E)	13.3 (C)	4.0 (C)	全量試験	最小	24.1 (C)	40.7 (C)	22.4 (C)	19.5 (C)	
	最大	134 (M)	145 (M)	136 (O)	118 (L)		含水率 最大	69.3 (O)	39.9 (O)	68.3 (O)	69.3 (O)	
Mg ( $\mu\text{g/g}$ )	平均	100	116	88.3	67.0	強熱減量試験	(%) 平均	54.7	56.8	53.3	46.5	
	最小	13.3 (C)	26.0 (E)	3.3 (C)	6.0 (C)		最小	1.54 (C)	5.78 (C)	1.98 (C)	1.60 (C)	
Mg ( $\mu\text{g/g}$ )	最大	314 (H)	128 (L)	84.0 (O)	126 (L)	強熱減量試験	最大	13.9 (O)	13.3 (O)	15.5 (O)	14.0 (O)	
	平均	110	84.7	55.3	72.0		(%) 平均	10.4	10.4	11.0	8.7	
Mg ( $\mu\text{g/g}$ )	最小	13.7 (C)	45.3 (E)	7.0 (C)	4.0 (C)	(注)「底質調査方法とその解説(昭和50年)」に準じた。 ( )内は調査定点を示す。						
	最大	297 (L)	262 (L)	184 (M)	249 (L)							
平均	174	173	107	114								

表7-2 底質調査結果(10月定点別, その2)

調査定点		C	E	G	H	J	L	M	O
溶出試験	COD ( $\mu\text{g/g}$ )	120	294	695	615	1,140	788	855	962
	NH <sub>4</sub> -N ( $\mu\text{g/g}$ )	3.9	13.3	56.2	17.8	107	32.4	17.3	60.8
	NO <sub>2</sub> -N ( $\mu\text{g/g}$ )	0.4	1.3	2.4	2.4	3.2	2.5	2.8	2.1
	NO <sub>3</sub> -N ( $\mu\text{g/g}$ )	0.5	0.1	0.1	1.1	0.3	1.4	0.7	0.2
	Kj-N ( $\mu\text{g/g}$ )	30.0	54.7	108	65.1	220	104	87.1	146
	T-N ( $\mu\text{g/g}$ )	30.9	56.2	112	68.6	224	108	90.6	148
	PO <sub>4</sub> -P ( $\mu\text{g/g}$ )	0.5	6.6	13.1	10.5	32.9	13.8	17.1	20.1
	T-P ( $\mu\text{g/g}$ )	1.9	10.9	17.7	14.7	45.4	19.2	22.1	27.1
	T-Fe ( $\mu\text{g/g}$ )	23.6	39.2	34.9	42.3	60.9	10.3	15.8	13.7
T-Mn ( $\mu\text{g/g}$ )	1.1	1.2	3.6	2.1	5.5	5.9	2.3	9.4	
全量試験	COD (%)	0.17	2.56	3.51	3.03	4.65	3.47	2.43	4.73
	F-硫化物 ( $\mu\text{g/g}$ )	0.50	10.5	62.8	5.91	91.0	57.5	25.9	109
	T-硫化物 ( $\mu\text{g/g}$ )	4.03	32.2	117	95.4	125	156	88.0	428
	Kj-N ( $\mu\text{g/g}$ )	126	1,050	2,530	1,560	1,560	1,670	1,310	2,320
	T-P ( $\mu\text{g/g}$ )	441	523	816	573	1,260	747	764	1,100
	Fe (%)	2.48	3.56	4.37	4.15	4.95	4.62	4.13	4.91
Mn ( $\mu\text{g/g}$ )	482	614	887	754	869	869	796	838	

が遅れる。COD、T-N、T-Pと強熱減量は共にJ・O・G・L点の凹地に高濃度のピークが現れ、またC～O点の流況方向に従い徐々に高濃度になる傾向がみられる(図10)。T-N/T-Pは10月(5.3) > 6月(5.0) = 8月(4.9)とほぼ5前後であるが、12月はT-Nの溶出濃度が85.0 μg/gと低いためか4.1と小さい。

10月の底泥について行った全量試験と溶出試験からCOD、ケルダール態-N、T-Pに関しては凹地のJ・O・G・L点が高濃度であり、凹地が溶出潜在能力と、溶出濃度が共に高いことが分かる(表7-2)。T-硫化物も同様で、特にO地点は428 μg/gと高く、幹線排水路から流入するSO<sub>4</sub>が還元されるためであろう。一方、Na・K・Caは湖奥部にあたるC・E点に全量濃度が高いものの、溶出濃度は30 μg/gとほとんど難溶性物質からなっており、それに反して海岸に近いO・L・M点に高い溶出濃度と溶出率がみられる。底泥からのN溶出形態はO・G・Jの凹地でNH<sub>4</sub>-NがT-Nの約47%、Org-Nが約51%、NO<sub>2</sub>-Nが約2%、その他の定点でそれぞれ約23%、約74%、約3%であり、NO<sub>3</sub>-Nの溶出がほとんどみられず、また、NH<sub>4</sub>-Nが平地から凹地にかけて溶出比率が増し、Org-Nの比率に近づく傾向がうかがえる。Pの溶出形態は湖奥部の砂質地帯であるC・E点を除くと、PO<sub>4</sub>-PがT-Pの約70~77%に達し、特に凹地からの溶出割合が大きいという傾向はみられない<sup>10)</sup>。

3.5 沈降水量調査

湖の物質循環、特に栄養塩の沈降及び回帰やこれらの季節変化を把握することが湖の富栄養化を知る上で重要である。今回は季節によって、沈降性物質の量と構成成分の違いを捕えることを目的として、Q点において沈降水量調査を行った。沈降水量は30.8(5月)~2,180g/m<sup>2</sup>/日(12月)と変動幅が広く、強熱減量を有機物質量とみなすと、5~9月までは沈降物質中の

有機物の割合が増し(平均強熱減量11.4%)、12・1月は砂質分がほとんどで有機物の割合が減り(1.8%)、季節により沈降水量と構成成分が異なっている(図11)。流入河川SSがすべて湖内で沈降すると仮定してもその推積量は6.2g/m<sup>2</sup>/日であり、流入SS以外に生物生産による残査や風による底泥の舞い上がりなどの移動に伴い沈降性物質が増す様子がうかがわれる。

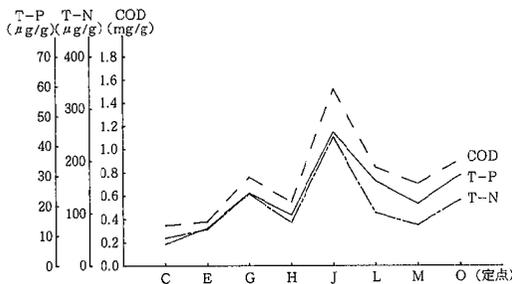
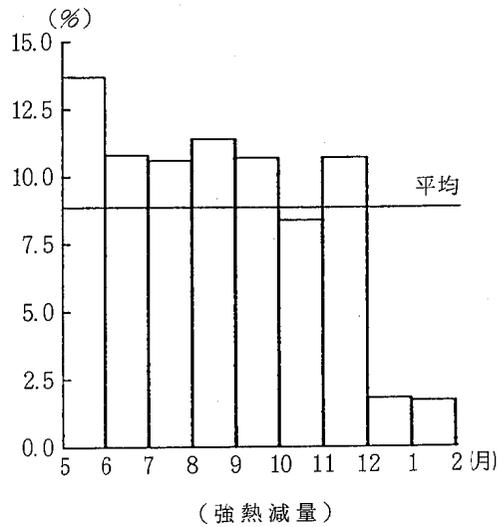
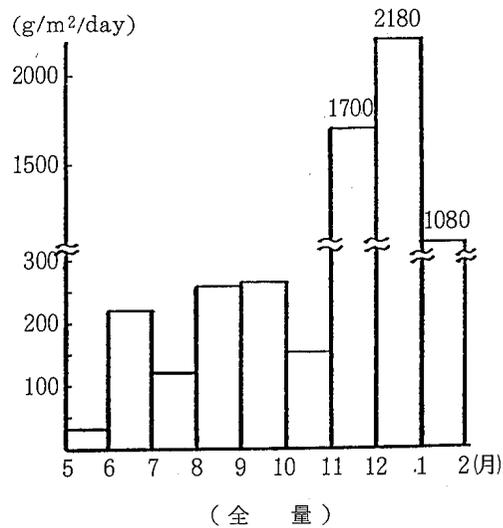


図10 底質の溶出量(定点別平均値)



(強熱減量)



(全量)

図11 沈降水量

## 4 考 察

### 4・1 表層と底層水質の特異性及び栄養塩の挙動

表層水質(0~0.5m)は、生産や流入水質に、底層水質(底泥から上へ0.5m)は、底泥の舞い上がりや溶出による影響が大きいという仮定の下に図12のように水塊を分けて6・8・11・2月の8定点平均水質と河川水質を比較した(図13)。CODは、調査期間を通じて表層と底層の濃度差が小さい。しかし、6・8月の表層は、河川水質よりも高く、生物生産による増加がうかがえ、逆に11・12月の底層は表層より高く底泥の寄与がうかがえるものに河川水質より低い。T-N、NO<sub>3</sub>-Nの濃度は、底層が表層よりも大体高く、河川水質よりは低い。2月のNH<sub>4</sub>-Nだけが、両層とも河川水質より0.17mg/l高いことから、底泥からNH<sub>4</sub>-Nの溶出がうかがわれる。しかし、T-P・PO<sub>4</sub>-Pは常に底層が表層より高いものの河川水質より低い。このような結果から、N・Pは底層が底泥からの溶出によって表層よりやや高いという程度であり、湖水質は流入水質に影響を受け易いようだ。

植物プランクトンの体組成と密接な関係を示すT-N/T-Pは6月表層(26)、底層(20)と高く、次いで2月(表層、底層共13) > 8月(同じく10) > 11月(同じく8)の順で2月が8月よりも大きい。懸濁態のN/Pが6月表層(26) > 6月底層(18) > 8月(同じく9) > 2月(同じく2)、11月(同じく1)の順であることから、2・11月の懸濁態物質が主に無機濁質物から構成され、6・8月に植物プランクトン(体組成N/P 10~25)<sup>19)</sup>が豊富であることが分かる。生物生産の盛んな6・8月における栄養塩の挙動は表8のようになる。流入水質は8月にPO<sub>4</sub>-Pが6月よりやや低濃度、逆にNO<sub>3</sub>-N、SiO<sub>2</sub>は高濃度である。湖の表層水質は6・8月共PO<sub>4</sub>-P、SiO<sub>2</sub>がほぼ同じ濃度で、NO<sub>3</sub>-Nが6月の約1/6の0.01mg/lに減っている。これらの現象からすると、6月は植物プランクトンの増殖に対してNよりPが、8月はNがそれぞれ制限的な因子になっているのであろうか。

### 4・2 湖内の水塊構造

#### (1) 湖心(H点)

湖心のH点において、月ごとに湖水質の類似性をみるため19項目(水温、SS、DO飽加率、COD、BOD、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、Org-N、Sol-TN、T-N、PO<sub>4</sub>-P、Org-P、Sol-TP、T-P、Cl、SO<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>、クロロフィルa)を用いてクラスター分析を行うと、図14のデンドログラムが得られた。その結果、生物生

産の活発な4・6・8月、降水量が多く河川水質に類似している7月、秋季の9・10月、調査日が近接していた11・12月とその他5・2月の5グループに集約される。

#### (2) 表層の水平分布

湖沼の表層における季節変化を把握するため、7月(豊水月)、8月(渇水月)を夏期、12月を冬期の代表として、表層水質の類似性をみるため16項目(深度別水質調査の際と同じ項目)を用いてクラスター分析を行った。得られたデンドログラムより類似性の高いと判断される水域を分割すると図15のようになる。

7月はK水域がCl(135mg/l、月平均24.2mg/l)、SO<sub>4</sub>(29.7mg/l、15.0mg/l)等の塩類濃度の高い水塊になっている。これは6月の大野川において、海水のそ上が認められていることからこの水塊が取り残されたのであろうか(K水域の8~12倍の値)。O・P水域も幹線排水路により高塩類の水塊となっている。A水域、C・E・F水域とM水域がNH<sub>4</sub>-N(0.16~0.42mg/l、月平均0.10mg/l)の高濃度水域、G~JとLの水域は逆に低濃度(0.00~0.01mg/l)水域になっている。またA水域とI・J水域はT-P(それぞれ0.125mg/l、0.109mg/l、月平均0.091mg/l)が河川水質(0.181mg/l、0.134mg/l)の影響で高濃度である。

8月はA水域がCOD15.4mg/l、BOD11.6mg/lとこの水域に流入する河川水質(10.1mg/l、9.4mg/l)よりも高濃度で、しかもクロロフィルa146μg/lと生物生産の盛んな水域である。また、生物生産の水域でありながらNH<sub>4</sub>-Nが宇ノ気川(1.33mg/l)の影響であろうか1.07mg/lの高濃度を維持しているのが目立つ。O・P水域は7月と同様である。C・D・E水域は底泥が砂質でもあり、T-N(0.90mg/l)、T-P(0.079mg/l)がこの水域に流入する河川水質(T-N1.22mg/l、総流入河川加重平均1.88mg/l、T-P0.189mg/l、0.202mg/l)より低濃度、またクロロフィルaも41.7μg/lの低濃度というように栄養塩と生物生産の低い水域である。G・I・J水域がNH<sub>4</sub>-N0.30mg/l(平均値、以下同様)、T-P0.125mg/lとJ水域に流入する河川水質(0.48mg/l、0.134mg/l)の影響で高濃度になり、COD(10.3mg/l)、クロロフィルa(109μg/l)も高くA水域に次いで生物生産の活発な水域になっている。

12月はA・B水域とG・J水域のSSが14.3~16.0mg/l(22.3mg/l)と河川水質(20.0mg/l、14.3mg/l)の影響により低濃度で、更にO・P水域を加えたこれら河川流入部水域においては、NH<sub>4</sub>-N(0.27~0.43

mg/l), T-N (1.07~1.63mg/l) が逆に高濃度である。O・P水域は7・8月と同様に塩類が高濃度である。

このような結果から、A・B水域、G・I・J水域、

P水域は高濃度の栄養塩の流入により生物生産の盛んな水域、C・D・E水域は河川水質が比較的清澈なため栄養塩が低濃度で生物生産の劣る水域、O・P水域は幹線排水路により塩類が高濃度の水域、F・H・K

表 8 栄養塩関連項目

項 目	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	クロロフィルa μg/l	NO <sub>3</sub> -N PO <sub>4</sub> -P	T-N T-P
湖 水 6月	0.13	0.06	0.013	11.6	105.0	4.6	26
(表層) 8月	0.20	0.01	0.015	11.5	68.4	0.7	10
河 川 水 6月	0.43 (241)	0.45 (247)	0.158 (87.8)	16.7 (9,270)	—	2.8	15
8月	0.61 (246)	0.57 (231)	0.141 (57.2)	19.7 (8,010)	—	4.0	9

注 湖水質は8定点の平均値、河川水質は加重平均値である。  
( ) 内の数値は負荷量 (kg/日) である。

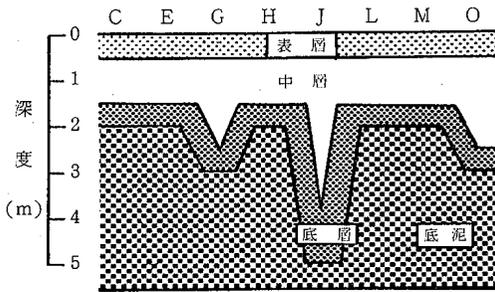


図12 水塊模式図

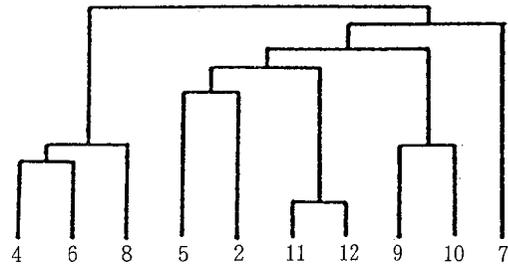


図14 湖水質の類似性 (月別・H点)

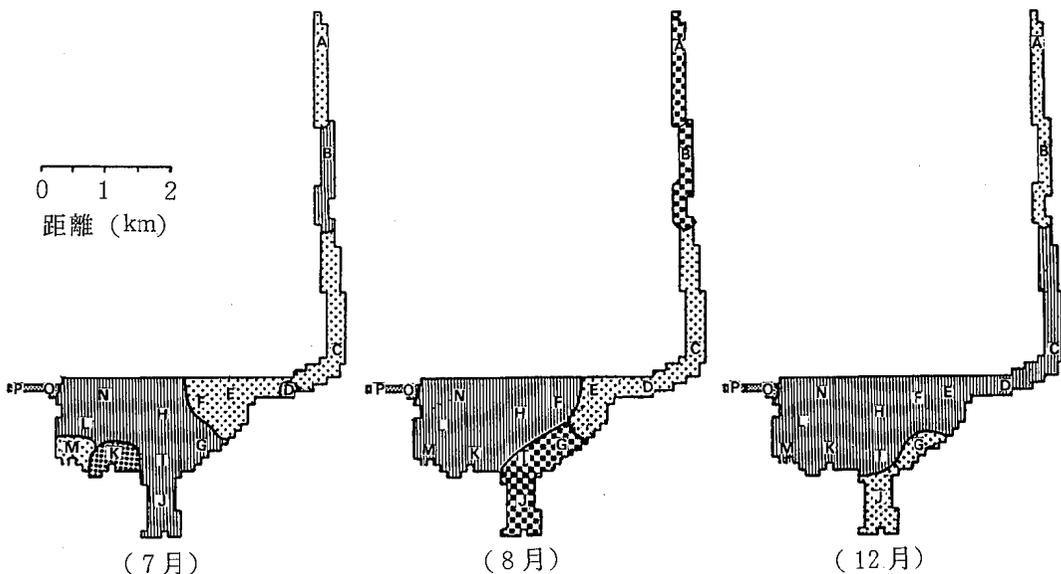


図15 表層水の類似性

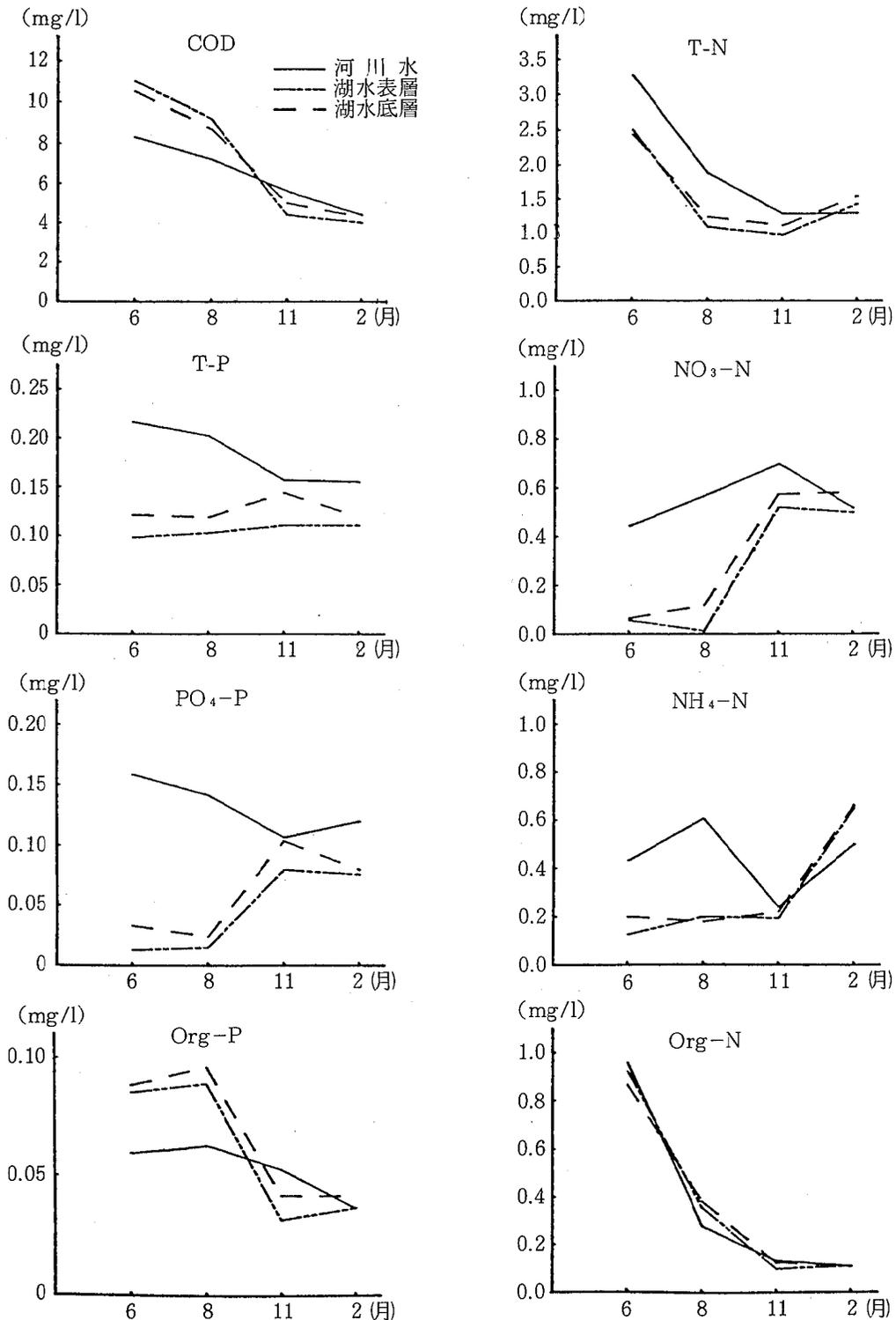


図13 湖水質と河川水質 (加重平均)

～N水域はこれらの混合緩衝水域とみなせるだろう。

#### 4・3 環境監視基準点の適正

湖沼の環境監視基準点は湖心のH点、補助点はG・O点と定められている。COD・T-N・T-Pについて3監視点と16定点の表層平均値を比較した(図16)。月別にみると、H点はCODが平均値とよく一致しているようであるが、T-NとT-Pがやや低めになっている。年平均では、H点と16定点の平均値がCOD6.5mg/l、6.7mg/l、T-N1.27mg/l、1.48mg/l、T-P0.095mg/l、0.105mg/lとよく似ている。3監視点の値と16定点の平均値について、平均値の差の検定<sup>6)</sup>をすると、O点のT-Pを除いていずれも有意な差が認められず、

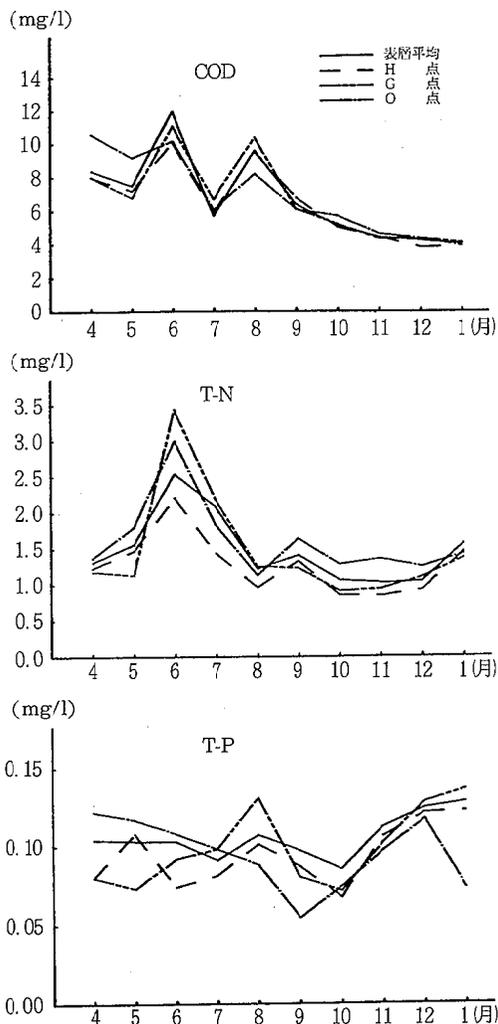


図16 湖の表層水質

またパターン類似率<sup>17)</sup>も0.97以上と類似性が高かった。環境基準の評価はCODが日間平均の75%値、T-N・T-Pが年間平均値であることから、3監視点とも環境監視基準点、補助地点として適正であるといえるが、O点は幹線排水路水質の影響を受けやすく特にT-Pが少し問題となるようだ。

#### 4・4 富栄養化度

湖の栄養状態はこれまで Thienemann, Numann, 吉村らによって栄養塩濃度等の多数の項目の知見をあつめて総合的に判断して分類されてきたが、煩雑で連続的な湖の富栄養化現象を正確に表すことができないという欠点があった。そこでCarlson (1977) は比較的簡単に測定できる透明度を基準として、湖沼を0から100の範囲で表すことのできる富栄養化状態指標 (Trophic State Index) を提唱した<sup>18)</sup>。この方法は大規模により我が国の調和型湖沼に適応が十分可能であり<sup>19)</sup>また藻類量を直接的に表せるクロロフィルaを用いた修正カルソン指標 (TSM) が勝っていることを提示している。そこで修正カルソン指数を用いて河北潟の7・8・12月と期間平均における富栄養化度を判定すると、それぞれTSM (Chl) 58, 70, 29, 55, TSM (SD) 87, 76, 77, 78, TSM (TP) 68, 69, 72, 69となる。河北潟は滞留時間が約11日と短く濁質物等の流入に影響を受けやすく、透明度より求めるTSM (SD) は好ましくないようだ。クロロフィルaも降水量や季節により影響を受けるため、TSM (Chl) は夏期(6～8月)の平均的な降水がみられる時期にその適用を限るべきであろう。そこで季節を通じてこの富栄養化状態及び潜在状態の評価をする場合、T-Pより求めるTSM (TP) がふさわしいようだ。TSM (TP) は年間を通じて約70とほぼ一定で霞ヶ浦(63, 湖心部)と諏訪湖(76)<sup>20)</sup>の中間に位置し、湖水は *Microcystis aeruginosa* の増殖による“アオコ”の発生現象が生じていても不思議でない富栄養状態にあるといえる。算出した富栄養化度を“富栄養化状態指数と関連する水質項目との関係”という表に照合すると、湖水はクロロフィルa 64 μg/l (実測値8月 69.6 μg/l, 平均40.3 μg/l), T-P 0.110mg/l (0.107 mg/l, 0.105mg/l), T-N 1.2mg/l (1.22mg/l, 1.48 mg/l), COD 7.1mg/l (9.6mg/l, 6.7mg/l) と予測され、8月のCODを除き現状の水質をよく表わしている。しかし、TSM (TP) の基本となるクロロフィルaとT-Pの自然対数値についての直線関係は、1977年から1980年の夏季を中心とした調和型の24か所の湖沼について求められたもので、河北潟の場合、6月と

8月の表層でこの直線関係が有意水準5% (相関係数0.68, 0.81) でやや認められるものの、季節を通じては直線関係が認められない(0.20)。そこで夏季以外については $TSL_m$  (TP)を潜在的な値とみなす程度にとどめたほうがよいであろう。

#### 4・5 汚濁進行状況

昭和50年度(7・10月)、昭和57年度(6・8・10・12月)と昭和60年度(4月～61年2月)に河北潟周辺の水質調査を実施してきた。これらの調査結果を踏まえて、湖の経年的な汚濁進行状況を判断するにしても、湖水が季節的な変化をするばかりでなく、年単位の気温、降水量といった気象によっても左右されるため難しい。そこで、昭和57年度と60年度調査に共通する6・8・10・12月の4回の平均値から年度間の推移をみると、CODが昭和57年度7.7mg/l、昭和60年度7.7mg/lと横ばい傾向、T-Nが1.22mg/l、1.46mg/lとやや微増傾向、T-Pが0.122mg/l、0.105mg/lと減少傾向にあることが分かる。

大野川防潮水門は、昭和54年10月から海水のそ上を防止し湖水を淡水化するため稼働している。湖の流出口に位置するM点の0～2mの平均水質をみると、昭和50年度のCa、Mg、Cl比は海水の1:3.2:47.4<sup>4)</sup>に近かったが、徐々に塩濃度が低下し、57年度は1:1.5:13.5、60年度は1:0.53:4.7である。また昭和60年度の塩濃度は50年度に対してCa約1/6、Mg約1/30、Cl約1/50で、流入河川のMg/Caが0.47(1月)～0.51(8月)であることから、湖は流入河川水並に淡水化されてしまったといえる。一方、水門により汚濁物質が系外へ流出するのが阻害され、水質の汚濁が更に進むことが懸念される。しかし、CODの環境監視結果(昭和52年～60年度)<sup>20)</sup>から、昭和52年から54年にかけて4.8～6.1mg/lと増加傾向であったのが、昭和55年から60年までは5.6～6.1mg/lとほぼ横ばいで、住民や行政の努力によりCODについては汚濁がそれほど進行していないようだ。

## 5 ま と め

昭和60年4月から昭和61年2月までの、河北潟流域調査より、以下の結果を得た。

(1) 湖の平均的な滞留時間は約11日と短く、降水量の増減によって5.4日(11月)～38.0日(8月)に変化した。

(2) 流入河川には流域特性が認められた。干拓地を貫流する幹線排水路は、 $NO_3-N$ 、 $PO_4-P$ の栄養塩や、 $SO_4$ 、 $SiO_2$ 、Cl等の無機塩濃度が高く、それらの負

荷量も多かった。粟ヶ崎排水機場、柳瀬川はCOD、BOD、 $NH_4-N$ が、宇ノ気川は $NH_4-N$ 、 $PO_4-P$ がそれぞれ高濃度で、またそれらの負荷量も多かった。森下川、津幡川は水質が低濃度であるが、流量が豊かなため $NH_4-N$ を除く他の項目については負荷量が高かった。

(3) 流入河川のT-N、Org-Nの水質は6～8月に、Org-Pは5・6・8月に、 $SO_4$ は9月にそれぞれ高濃度という季節変動特性があった。SS、 $SiO_2$ の水質は流量の増減変化に追随し、COD、BOD、 $NH_4-N$ 、T-P、 $PO_4-P$ は流量が増すほど低濃度になるという流量の増減と逆の変動特性がみられた。

(4) 流入河川の負荷量はT-N(7月に多量)、 $NH_4-N$ (11～5月に多量、6～11月に少量)、Org-N(7月に多量、12～5月に少量)、 $SO_4$ (9～12月に多量)に季節変動特性が、COD、SS、 $NO_3-N$ 、T-P、Org-P、 $SiO_2$ に流量の増減変化に追随する流量特性がみられた。 $PO_4-P$ は6・8月と11月を除くと約130kg/日とほぼ一定であった。

(5) 単位面積当たりのN・Pの負荷量は129g/m<sup>2</sup>/年、12.1g/m<sup>2</sup>/年になり霞ヶ浦(18.8g/m<sup>2</sup>/年、2.7g/m<sup>2</sup>/年)の約4.5～7倍であった。

(6) 平均流入水量は139万m<sup>3</sup>/日で前回の調査の約1.4倍、CODの負荷量は7,590kg/日で1.2倍、T-Nは2,140kg/日で1.3倍それぞれ増えていた。しかし、逆にT-Pの負荷量は減少し約0.6倍の201kg/日であった。

(7) T-Nの流入負荷量のうち $NO_3-N$ とOrg-Nのものがそれぞれ40%、 $NH_4-N$ が20%の比率であった。T-Pは $PO_4-P$ が70%、Org-Pが30%であった。

(8) 湖水は2月の $NH_4-N$ のみが、底泥の舞上がり原因で高濃度になっていると思われるが、それ以外は湖水の滞留時間が短いため、底泥より河川水質により強く支配されているようだ。特に河川流入水域のA・B・J・O・P点の栄養塩が高濃度であった。

(9) 6・8月の湖水表層は $NO_3-N$ 、 $PO_4-P$ 、 $SiO_2$ が著しく低濃度になり、植物プランクトンによる生物生産が盛んで、有機性物質が増加した。6月はP( $PO_4-P$ )、8月はN( $NO_3-N$ )が植物プランクトンの増殖制限因子であるようだ。

(10) 2月の湖水は有機性物質が減り、 $NH_4-N$ 、 $PO_4-P$ 等の無機性物質が増加した。

(11) 湖の表層水質から、栄養塩の流入が多く生物生産の盛んな水域(A・B水域、G・I・J水域、P水域)、栄養塩の流入が少なく生物生産の劣る水域(C～E水域)、塩類濃度の高い水域(O・P水域)とそれらの混

合水域 (F・H・K～N) に表層水塊を区分できる。

(2) 防潮水門により現状の湖水は河川並に淡水化された。湖の汚濁はさほど進行していないが (COD), 今後, N・Pの動向や推積量に注目していく必要がある。

## 文 献

- 1) 山岸 宏, 沖野外輝夫: 湖沼の汚染, P12, P41, 築地書館, 東京 (1974)
- 2) 矢鋪満雄, 石田喜明, 砺波信一: 全国公害研究会誌, 9, 83—92 (1984)
- 3) 石川県環境部: 閉鎖性水域水質保全調査報告書 (河北潟) (1983)
- 4) 石川県: 昭和59年度石川県水質測定結果報告書 (1985)
- 5) 相崎守宏, 大槻 晃, 河合崇欣, 福島武彦, 細見正明, 村岡浩爾: 国立公害研究所研究報告, 6, 105—114 (1979)
- 6) 日本気象協会北陸センター: 石川県気象月報 (昭和60年3月～昭和61年2月)
- 7) 日本気象協会北陸センター: 石川県気象年報 (昭和57年～昭和60年)
- 8) 国包章一: 用水と排水, 27, 884—891 (1985)
- 9) 松村 隆: 公害と対策, 16, 833—837 (1980)
- 10) 有賀祐勝: 水界植物群落の物質生産Ⅱ (植物プランクトン), P39—63, 共立出版, 東京 (1977)
- 11) T・R・パーソンズ, 高橋正征: 生物海洋学, P94—103, 三省堂, 東京 (1977)
- 12) 大槻 晃, 相崎守宏: 国立公害研究所研究報告, 6, 95—103 (1979)
- 13) 環境庁水質保全局水質管理課: 底質調査方法とその解説 (1975)
- 14) 浮田正夫, 中西 弘, 天谷満徳: 用水と排水, 17, 1392—1401 (1975)
- 15) 日本水質汚濁研究協会: 湖沼環境調査指針, 221—243, 公害対策技術同友会, 東京 (1982)
- 16) 岸根卓郎: 理論応用統計学, P403—408, 養賢堂, 東京 (1977)
- 17) 中村幸四郎, 金野 正: 初等線形代数学, P52, 学術図書, 東京 (1965)
- 18) 相崎守宏, 大槻 晃, 福島武彦, 細見正明, 村岡浩爾: 国立公害研究所研究報告, 23, 13—31 (1981)
- 19) 大槻 晃, 相崎守宏, 河合崇欣, 福島武彦: 同上誌, 23, 3—12 (1981)
- 20) 石川県: 石川県水質測定結果報告書 (1977—1985)

〔報 文〕

## ダム湖における濁水の流入・動態機構の解明(第3報)

— 河川水質シミュレーションとその自動化 —

道下 博之・矢鋪 満雄・北野 肇一  
東 浩一・澤田 道和・堀 秀朗  
吉田 守孝・石田 喜朗・本田 和子  
西 登志美

石川県衛生公害研究所環境部

## 1 はじめに

河川における汚濁物質の流出機構を解明することは、湖沼やダム湖の富栄養問題や濁水問題の解決にとって重要である。

汚濁物質の流出機構をモデル化するに当たっては、あらゆる気象状況や流域特性に対応できる汎用性の高いモデルの構築が要求される。しかし、河川における水質は複雑な変化態様をとるため、人為的な水質変化のほとんどない山地河川においてさえも、このようなモデルは確立されるに至っていない。

本報では、前報<sup>1)2)</sup>に引き続いて河川水質を降水に伴ったものとして捉え、タンクモデル法<sup>3)</sup>を用いて汚濁物質の流出機構をモデル化し、流量・水質シミュレーションを試みた。また、シミュレーションにおけるタンクパラメータは、自動化を行って決定した。

## 2 解析方法

一般に、降水量から河川流量を予測する技法としてはタンクモデルが実用的なモデルとして広く用いられている。また、河川水質を予測する手法としては流量-水質指数曲線を用いる試み<sup>4)</sup>がなされているが、この方法では初期流出時のファースト・フラッシュ現象などの流量に連動しない水質変化に対応できないという

問題がある。

そこで、流量予測モデルとしてのタンクモデルを用いて、降水量から直接に河川水質を予測することを試みた。また、タンクモデルの難点であったモデルの中の多数のパラメータをいかに決定するかについては、コンピュータによる繰り返し計算(自動化)を行って決定した<sup>5)</sup>。

従って、ここでのシミュレーションモデルは降水量・気温から流量を予測する流量タンクモデルと降水量・気温から水質を予測する水質タンクモデルに分けられる。

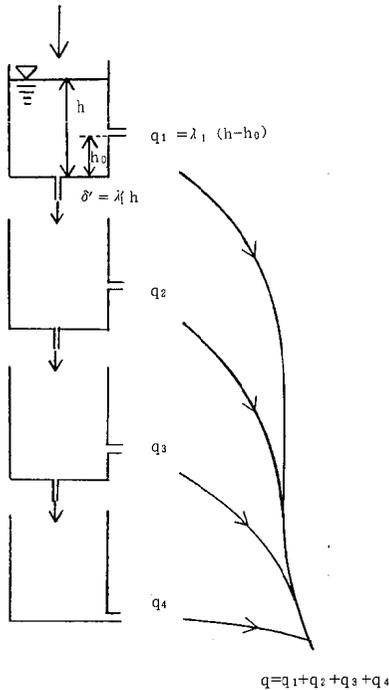
## 2.1 流量タンクモデル

タンクモデル法は流域をいくつかのタンクに置き換えて降水量を流量に変換するものである。ここでのモデルは、図1に示すように側面と底面に1個の流出孔を持つタンクを縦に直列に配置した直列貯留型モデルとした。横の孔からの流出は河道への流出を、下の孔からの流出は深層への浸透を示しており、時間降水量・気温から時間ごとの流量を算出するものである。また、蒸発散については上段のタンクから気温に応じて時間蒸発量を差し引くものとして取り扱った。

流量計算のタンクパラメータは、各タンクにおける測面の流出孔の高さ、各孔の比例定数と初期貯留高に分けられる。

---

Inflow and Movement Mechanism of Muddy Water in Dammed Lake. 3. Simulation of Water Quality in Rivers and Its Automation. by Hiroyuki MICHISHITA, Michio YASHIKI, Kei-ichi KITANO, Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Michikazu SAWADA, Moritaka YOSHIDA, Yoshiaki ISHIDA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)



q : 流出量,  $\delta'$  : 浸透量, h : 貯留高,  
 $h_0$  : 側面の流出孔の高さ  
 $\lambda_1$  : 側面の孔の比例定数  
 $\lambda'_1$  : 底面の孔の比例定数

図1 直列貯留型タンクモデル

自動化をするにあたっては、実測値との適合性を評価する必要がある。その基準として、実測流量を4つの段階(レベル範囲)に分割し、それぞれの段階における実測流量の総和と推定流量の総和の比(RQ(I), I=1, 2, 3, 4)を用いた。この時、段階は流量の多い方をI=1とし、少ない方をI=4とした。また、各タンクからの流出は、ほぼ指数関数的に減少することから、各段階における減衰の対数をとったものの比(RD(I), I=1, 2, 3, 4)を用いた。そして、各段におけるRQ(I), RD(I)とも1に近づくように繰り返し計算を行って収束させた。

$$RQ(I) = \frac{\sum_j Q_c(j)}{\sum_j Q_o(j)}$$

$$RD(I) = \frac{\sum_j \log \frac{Q_c(j)}{Q_c(j+1)}}{\sum_j \log \frac{Q_o(j)}{Q_o(j+1)}}$$

RQ(I), RD(I) : 自動化における流量の評価基準  
 $Q_o(j)$  : j時の実測流量  
 $Q_c(j)$  : j時の推定流量  
 I = 1, 2, 3, 4

各段におけるRQとRDが1.05~0.95の間に入った時点で収束したものとみなした。

### 2.2 水質タンクモデル

タンクモデルを用いた水質予測の例としては、前報での浅野川のSSについての報告があるが<sup>1)</sup>、ここでは、そのモデルを基に新たなパラメータを設定して濁度・SS・COD・BOD・T-N・T-Pについて流出機構をモデル化した。

降水時の濁水化は最上段のタンクから順に、貯留高に応じて起こると仮定した。また、濁水の沈静は経時的に各々のタンクで一定の割合で起こるものとして取り扱った。これによって、タンク最上段からの濁水の発生は初期流出時のファースト・フラッシュ現象に対応し、最下段からの濁水の発生は定常水質(平水時水質)を示すこととなる。

従って、水質タンクパラメータとしては、各タンクの水質上昇定数、水質下降定数を設定した。

自動化をするにあたっての評価基準としては、流量タンクモデルと同様にRQとRDの概念を用いることとした。段階区分は、最上段を含めた全タンクに貯留高がある場合I=1, 2段目以下に貯留高がある場合I=2, 3段目以下に貯留高がある場合I=3, 最下段のみに貯留高がある場合I=4とした。そして、各段のRQ(I), RD(I)が出来るだけ1に近づくように繰り返し計算を行った。

表1 流量タンクパラメータ

		高さ (mm)	係数 (/日)
タンク1	初期貯留	0.0	
	側面の流出孔	15.0	0.06088
	底面の浸透孔		0.63614
タンク2	初期貯留	0.0	
	側面の流出孔	60.0	0.01536
	底面の浸透孔		0.08063
タンク3	初期貯留	0.0	
	側面の流出孔	15.0	0.00442
	底面の浸透孔		0.01162
タンク4	初期貯留	1227.5	
	側面の流出孔	0.0	0.00300
	底面の浸透孔		0.00000

表2 気象・流域パラメータ

日平均蒸発量	0.6 (mm/日)
流域面積	6.1 (km <sup>2</sup> )

表 3 気温, 降水量, 流量とタンク貯留高

年.月.日.時	気温 (°C)	雨量 (mm/h)	実測流量 (m <sup>3</sup> /s)	推定流量 (m <sup>3</sup> /s)	貯留高 (mm)			
					タンク 1	タンク 2	タンク 3	タンク 4
昭和60								
9.15 15	23.5	0.0	0.26	0.25	0.00	0.82	4.57	1182.63
9.15 16	23.0	0.0	0.26	0.25	0.00	0.76	1.83	1179.10
9.15 17	22.9	0.0	0.26	0.25	0.00	0.71	1.86	1172.83
9.15 18	22.4	0.0	0.26	0.25	0.00	0.66	1.89	1166.64
9.15 19	22.1	0.0	0.26	0.25	0.00	0.61	1.92	1160.51
9.15 20	21.2	0.0	0.26	0.25	0.00	0.57	1.94	1154.50
9.15 21	20.9	0.0	0.26	0.25	0.00	0.53	1.96	1148.54
9.15 22	20.7	0.0	0.26	0.25	0.00	0.49	1.98	1142.63
9.15 23	20.4	0.0	0.26	0.24	0.00	0.45	1.99	1136.77
9.15 24	19.3	0.0	0.26	0.24	0.00	0.42	2.01	1131.06
9.16 1	19.1	1.0	0.26	0.24	22.85	13.33	2.95	1127.70
9.16 2	18.7	2.0	0.26	0.24	56.38	44.28	6.10	1124.37
9.16 3	18.8	3.0	0.30	0.24	93.17	93.84	12.79	1121.11
9.16 4	18.3	8.0	0.33	0.27	227.23	215.17	28.14	1118.00
9.16 5	18.3	7.0	0.54	0.39	254.36	341.17	52.35	1115.12
9.16 6	17.8	3.0	0.80	0.57	168.75	407.62	81.01	1112.51
9.16 7	17.8	5.0	0.92	1.20	184.09	476.89	114.27	1110.21
9.16 8	18.3	5.0	1.17	1.46	189.91	543.36	151.87	1108.26
9.16 9	18.4	6.0	1.37	1.22	216.12	618.81	194.39	1106.70
9.16 10	18.9	3.0	1.59	1.37	154.09	652.50	238.77	1105.54
9.16 11	19.0	2.0	1.71	1.48	106.43	656.25	282.83	1104.79
9.16 12	19.4	1.0	1.59	1.67	64.22	635.77	324.83	1104.42
9.16 13	19.4	1.0	1.48	1.49	48.12	607.98	364.28	1104.41
9.16 14	19.7	0.0	1.37	1.33	16.78	564.90	400.11	1104.72
9.16 15	19.9	0.0	1.17	1.17	4.80	518.84	432.15	1105.33
9.16 16	20.8	0.0	0.98	1.09	2.08	472.80	460.46	1106.19
9.16 17	20.2	0.0	0.92	0.93	0.90	430.21	485.33	1107.27
9.16 18	19.9	0.0	0.80	0.88	0.39	391.13	507.07	1108.54
9.16 19	19.8	0.0	0.75	0.84	0.17	355.37	525.94	1109.99
9.16 20	19.5	0.0	0.75	0.80	0.07	322.74	542.22	1111.57
9.16 21	19.7	0.0	0.69	0.76	0.03	292.94	556.15	1113.28
9.16 22	19.4	0.0	0.69	0.72	0.01	265.79	567.93	1115.09
9.16 23	19.1	0.0	0.64	0.69	0.01	241.07	577.79	1116.98
9.16 24	19.4	0.0	0.64	0.66	0.00	218.48	585.89	1118.95
9.17 1	19.0	0.0	0.59	0.64	0.00	197.93	592.40	1120.96
9.17 2	19.2	0.0	0.59	0.61	0.00	179.17	597.48	1123.02
9.17 3	18.8	0.0	0.54	0.59	0.00	162.10	601.27	1125.10
9.17 4	18.3	0.0	0.54	0.57	0.00	146.60	603.89	1127.20
9.17 5	18.2	0.0	0.50	0.55	0.00	132.48	605.46	1129.31
9.17 6	18.0	0.0	0.50	0.53	0.00	119.62	606.09	1131.41
9.17 7	19.2	0.0	0.50	0.51	0.00	107.75	605.86	1133.51
9.17 8	20.7	0.0	0.50	0.50	0.00	96.75	604.84	1135.60
9.17 9	22.2	0.0	0.50	0.48	0.00	86.54	603.10	1137.66
9.17 10	22.9	0.0	0.50	0.47	0.00	77.14	600.70	1139.69

$$RQ(I) = \frac{\sum_j C_c(j)}{\sum_j C_o(j)}$$

$$RD(I) = \frac{\sum_j \log \frac{C_c(j)}{C_c(j+1)}}{\sum_j \log \frac{C_o(j)}{C_o(j+1)}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} RQ(I), RD(I) : \text{自動化における流量の評価基準} \\ C_o(j) : j\text{時の実測水質} \\ C_c(j) : j\text{時の推定水質} \\ I = 1, 2, 3, 4 \end{array} \right.$

なお、水質の実測値には時間ごとの値を用いることが望ましいが、欠測の場合は前報で報告した補間法による内挿値を用いることとした<sup>2)</sup>。

### 3 解析方法の適用例

流量及び水質は昭和60年9月14日から18日までの5日間、犀川上流・相合谷橋で調査した実測値を用いた。水質調査項目は、濁度・SS・COD・BOD・T-N・T-Pの6項目であり、自動採水器を用いて1～3時間間隔で採水したものである。流量は水位計による時間ごとのデータを水位—流量曲線により変換したものである。また、降水量・気温は金沢気象台の観測値を用いた。

#### 3・1 流量シミュレーション

表1に自動化によって求められた流量タンクパラメータを、表2に気象パラメータと流域パラメータが示されている。そして、以上のパラメータによる解析結果を表3に示した。

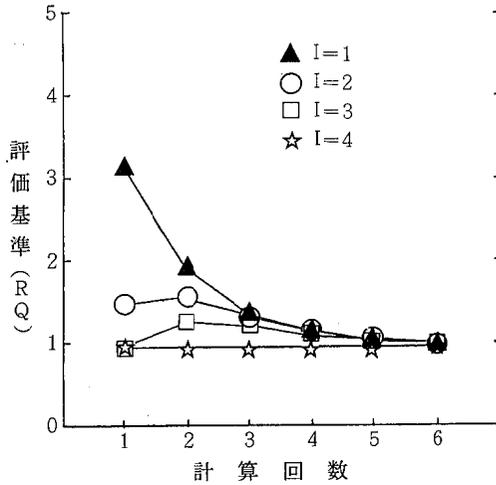


図2 自動化における収束状況 (流量)

解析により得られた推定値と観測値とは、よく対応しているとみれよう。

また、自動化における評価基準 (RQ) の収束状況を図2に示した。どの段階も1に近づくように徐々に収束して行くのがよく分かる。

なお、ここでは、実測値において降水の始まりから流量の立ち上がりまで3時間の時間遅れ (Time-Lag) が観測された。そこで、このTime-Lagを流域特性値として位置づけ、解析に供した。

表 4 水質タンクパラメータ

	濁 度		S S		C O D	
	上昇定数	下降定数	上昇定数	下降定数	上昇定数	下降定数
タンク 1	0.19380	0.20699	0.32603	0.20197	0.09133	0.22163
タンク 2	0.41745	0.12820	0.56415	0.09479	0.15675	0.17320
タンク 3	0.43094	0.16692	0.38473	0.15009	0.18314	0.20472
タンク 4	0.70047	0.00000	0.86227	0.00000	0.58877	0.00000
時間遅れ	0 時間		0 時間		2 時間	

	B O D		T - N		T - P	
	上昇定数	下降定数	上昇定数	下降定数	上昇定数	下降定数
タンク 1	0.00329	0.11619	0.00993	0.40704	0.00115	0.30628
タンク 2	0.02427	0.00481	0.94444	0.06786	0.00072	0.78525
タンク 3	0.11097	0.00000	0.00000	0.38845	0.00000	0.00000
タンク 4	0.04802	0.00000	0.08456	0.00000	0.00553	0.00000
時間遅れ	2 時間		2 時間		2 時間	

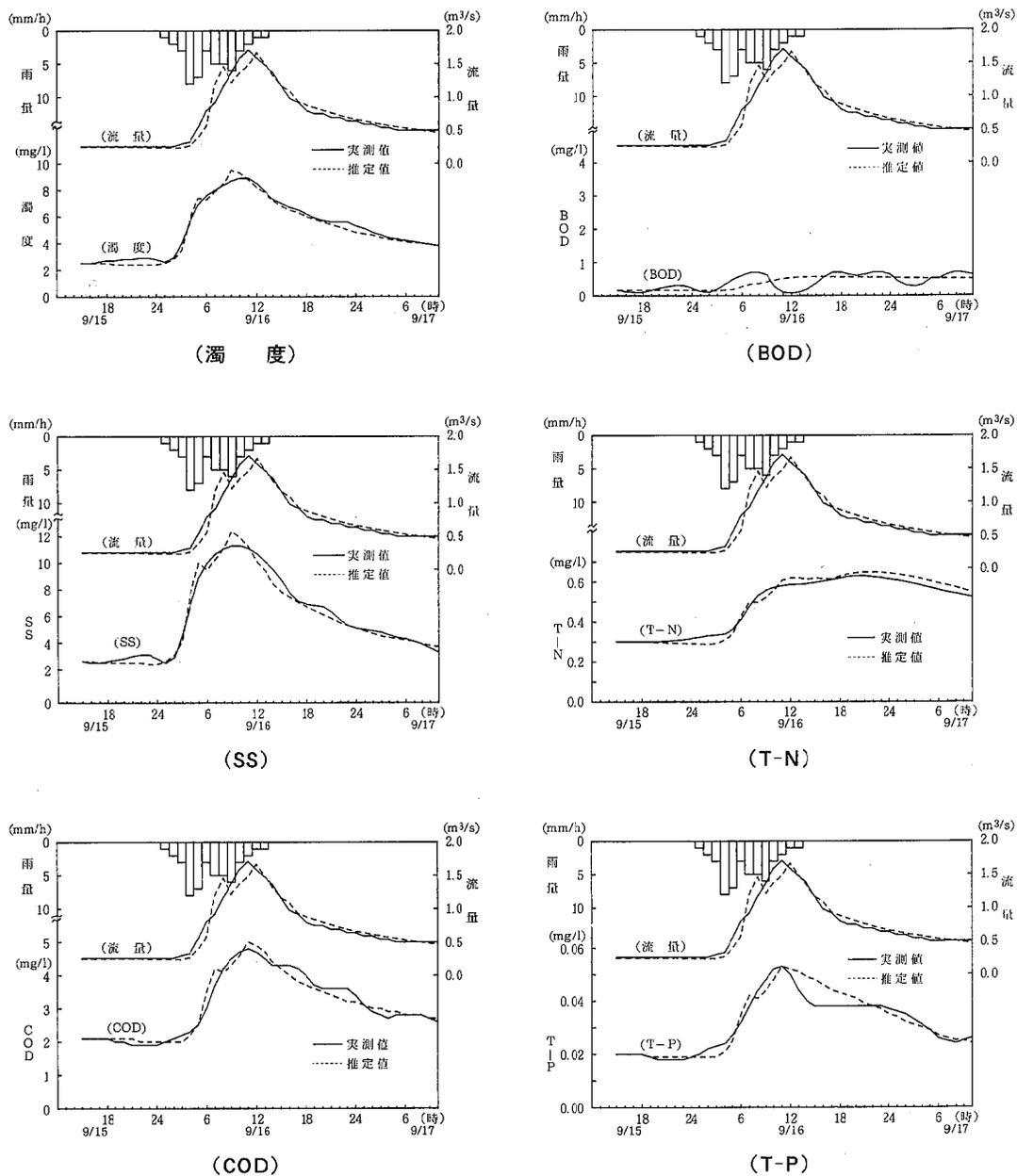


図3 シミュレーション結果

### 3・2 水質シミュレーション

犀川における水質変化を降水に随伴したものと捉え、タンクモデルに独自のパラメータを設定して自動化法により、水質タンクパラメータ及び濁度・SS・COD・BOD・T-N・T-Pの6項目についてシミュレーションした結果を表4、図3に示した。

濁度・SSを除く項目について2時間のTime Lagを考慮することで収束が速まった。

BODを除く5項目は、各項目とも実測値と推定値がよく一致していることから、これらの水質変動は流量に随伴した変動であることが分かる。すなわち、濁度・SS・COD・T-N・T-Pの5項目は、降水量に連

動した変化態様が鮮明である。

しかし、BODについてみると実測値との適合性が乏しい。これは、濃度が極めて低く実測値に絶対的な誤差が大きいこともあるが、自然性の高い地域の河川BODは降水に連動した変化を示さないことを示唆している。

以上は、山地河川での1例であるが、BODを除けば、流量、水質共に実測値と推定値がよく一致していることから適用性の高いモデルであると言える。

しかし、このモデルは、降水量データを基本としているため、降水量データが流域全体の平均的な値を示していなかったり、局地的な降水には対応できないという問題点がある。従って、このモデルを用いるにあたっては、対象流域における出来るだけ多くの地点での降水量データを集めることが必要となる。

今後更に検証を重ねてモデルの精度の向上を図るとともに、これらの水質項目以外の成分について、また、生活排水が流入し、ファースト・フラッシュの著しい都市河川について、シミュレーションの適用を検討したい。

#### 4 ま と め

本報では、タンクモデル法を用いて、気温・降水量データを基に、流量及び水質の予測シミュレーションを行った。従来、流量計算におけるタンクパラメータの決定には長年の経験と長時間の試行錯誤の繰り返しが必要であったが、自動化を行うことにより、迅速にかつ高精度にフィッティングが可能となった。また、水

質も流量と同様にタンク貯留高に応じて変化するとして扱うことによって、実測値にフィッティングが可能であった。

一般的に、山地河川における水質予測には流量一負荷量曲線が用いられており、水質は実測流量データを基に予測されている。しかし、このタンクモデルを用いることにより、流量実測データを介さなくても気温・降水量データから、流量はもちろんのこと、かなり高い精度で水質も予測することが可能となった。

この解析方法を石川県を代表する河川である犀川の上流域に適用したところ流量・水質とも、ほぼ高精度にフィッティングされ、モデルの妥当性が裏付けられた。

水質調査項目のうち濁度・SS・COD・T-N・T-Pの5項目の変化態様は降水に随伴したものと捉えられるが、BODは降水に連動した変動を示さないことが分かった。

#### 文 献

- 1) 矢鋪満雄, 矢田峰子, 竹野裕治, 東 浩一, 小川清, 平 哲宣, 石田喜朗, 本田和子, 西 登志美 : 石川衛公害研年報, 18, 257—261 (1981)
- 2) 道下博之, 矢鋪満雄 : 石川衛公害研年報, 22, 161—168 (1985)
- 3) 菅原正巳 : 流出解析法, 共立出版, 東京 (1972)
- 4) 浅野富夫, 馬場洋二, 伊藤雄二, 綿貫克彦 : 水理講演会論文集, 24, 173—178 (1980)
- 5) 菅原正巳 : 続・流出解析法, 共立出版, 東京 (1979)

〔報 文〕

## 水質環境測定分析におけるクロスチェック分析(第2報)

— カドミウム・鉛・銅・亜鉛について —

東 浩一・矢鋪満雄・北野肇一  
堀 秀朗・澤田道和・吉田守孝  
石田喜朗・道下博之・本田和子  
西 登志美

石川県衛生公害研究所環境部

## 1 はじめに

環境測定分析の結果は環境保全施策や公害防止技術の基礎的資料を提出するものであり、常に分析の信頼性や厳正さが求められている。また、環境汚染物質の存在形態や環境中での特性を解明しようとするれば、調査項目や調査規模も大きくなり、必然的に分析処理量が増大することとなる。このような測定需要の増加に伴い、環境測定分析は公的な分析機関のみに止まらず、民間の分析機関も含めた多数の機関で分担して実施されるようになってきた。

分析や試験において、同一(あるいは同一と思われる)試料についての結果は、測定感度の限界未満で生ずるバラツキはもとより、分析操作や使用機器、分析者の技術水準、試料の保存状態の違いなどによる不一致がしばしば生じ、また、機関数が多くなればなるほど、結果の整合性が問題とされる事例も生じてくる。

これらの問題点を解決するために、複数の機関で共通の試料を統一的に分析し、分析方法上の問題点や測定精度を調査して信頼性を確保し、分析者の技術の向上を図ることが必要とは言うまでもない。

本報告は石川県内の環境測定機関が協力して実施している「水質環境測定分析統一精度管理調査」のうち、

原子吸光法を用いて行うカドミウム、鉛、銅、亜鉛の4分析項目についてのクロスチェック結果を取りまとめたものである。

## 2 参加分析機関

クロスチェック分析に参加した分析機関は、環境水質分析を行っている県内の16機関のうち官公立及び民間の14機関である。

## 3 調査の内容

## 3・1 分析項目

分析項目はカドミウム(Cd)、鉛(Pb)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)である。

## 3・2 試料の調製、保存

共通試料は分析対象成分がそれぞれ所定の期待濃度となるように脱イオン蒸留水に溶解し、調製した。また、試料は模擬工場排水を想定し、マトリックスとしてカルシウム、アルミニウム、カリウム、鉄、リン酸、洗剤(DBS)を共存させた。なお保存性向上のため、試料を0.1N硝酸溶液とした(表1)。調査期間としての45日間にわたって成分濃度の経時変化を調べたが変化は認められなかった。

## 3・3 分析方法

Interlaboratory Comparison of Analytical Measured Values in Water and It's Statistical Analysis. 2. Cadmium, Lead, Copper, and Zinc Measurements in Water. by Koh-ichi HIGASHI, Michio YASHIKI, Kei-ichi KITANO, Syuhroh HORI, Michikazu SAWADA, Moritaka YOSHIDA, Yoshiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表1 試料の概要

期待濃度	妨害物質	液性
Cd 0.56mg/l	Ca <sup>2+</sup> 1g/l	0.1 N HNO <sub>3</sub>
Pb 10.0 mg/l	Al <sup>3+</sup> 0.1g/l	
Cu 2.0 mg/l	K <sup>+</sup> 1g/l	
Zn 1.0 mg/l	Fe <sup>3+</sup> 10mg/l	
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 2.4 g/l	
	洗剤(DBS) 10mg/l	

分析方法として工場排水試験方法<sup>1)</sup>に採用されている原子吸光法を指定した。前処理には分析対象成分の一括処理を前提に、硝酸・過塩素酸の混酸による分解方法を採用した。また、定量法として、分解液を直接原子吸光噴霧する方法（以下直接噴霧法という）と、酢酸ブチルに抽出して溶媒を原子吸光噴霧する方法（以下溶媒抽出法という）の2方法を採用した（図1）。溶媒抽出法を採用した機関は11機関であった。指定方法以外に、直接噴霧法で前処理の混酸量を半量に減じた方法と溶媒抽出法で抽出溶媒を揮散後、混酸で分解し、水溶液を原子吸光噴霧する方法による結果も報告された。これらの任意方法については、前者を直接噴霧法、後者を溶媒抽出法として扱った。

試料の分析回数は各機関内のバラツキの程度が検討できるように3回の平行分析とした。

## 4 結果と考察

### 4.1 分析結果と分布

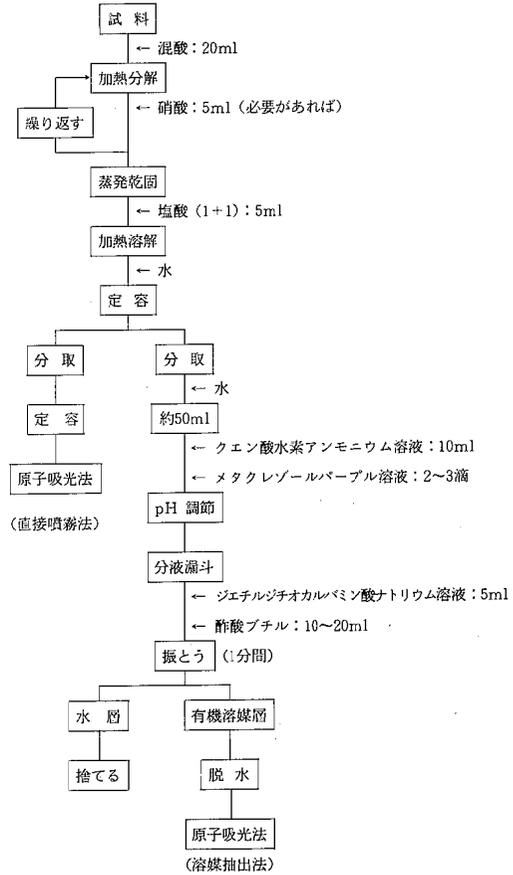


図1 指定方法の分析フロー

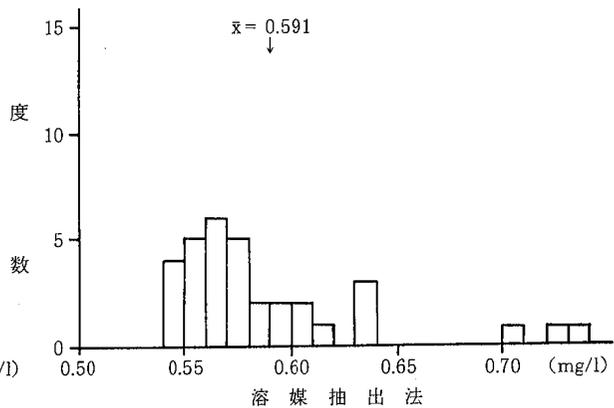
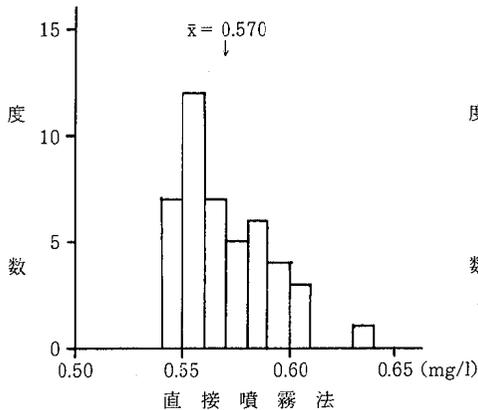


図2 カドミウムの度数分布

クロスチェック分析の分析測定条件及び分析結果を表 2～表 5 に示した。表中の不一致率は検量線を直線とした場合の検量線作成データの不一致の程度を 0～100 までにパーセント化したもので、0 に近づくほど検量線の直線性やバラツキが小さくなり、分析測定条

件の安定性が増すと考えられる。不一致率の評価基準としては分析対象成分の信頼有効桁数、3 桁が保証されるように 1% とした。

(1) カドミウム

度数分布を見ると (図 2), 直接噴霧法, 溶媒抽出

表 2 クロスチェック分析結果 (Cd)

No	前処理条件		原子吸光光度計		検量線の不一致率 (%)		分析結果 (mg/l)			
	加熱装置	硝酸の追加量	ランプの種類	BG補正	直接噴霧法	溶媒抽出法	平均値		範囲	
							直接噴霧法	溶媒抽出法	直接噴霧法	溶媒抽出法
1	砂	浴 5ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	重水素(2波長)	0.7	0.8	0.560	0.568	0.009	0.017
2	ホットプレート	10ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	なし	1.4	0.3	0.587	0.566	0.010	0.028
3	ホットプレート	5ml	複合(Cd,Cu)	なし	0.2	4.3	0.600	0.602	0.013	0.026
6	砂	浴 0ml	単元素	偏光ゼーマン	1.1	1.0	0.552	0.631	0.000	0.000
7	ホットプレート	0ml	単元素	なし	1.0	—	0.584	—	0.015	—
8	砂	浴 0ml	単元素	なし	0.0	—	0.583	—	0.008	—
9	電熱器	5ml	単元素	重水素(単光路)	0.5	—	0.551	—	0.004	—
10	ホットプレート	0ml	単元素	なし	0.2	0.2	0.581	0.570	0.005	0.007
11	ホットプレート	5ml	単元素	なし	0.6	—	0.575	—	0.030*	—
12	電熱器	5ml	単元素	重水素(単光路)	0.2	2.7	0.552	0.724*	0.005	0.030
13	ホットプレート	10ml	単元素	重水素(複光路)	0.3	1.8	0.559	0.591	0.014	0.039
14	電熱器	0ml	単元素	重水素(単光路)	0.7	1.2	0.556	0.583	0.002	0.038
15	砂	浴 5ml	単元素	重水素(単光路)	0.6	0.3	0.542	0.550	0.000	0.012
16	電熱器	10ml	単元素	なし	1.7	0.5	0.555	0.552	0.022	0.005
116	電熱器	0ml	単元素	なし	4.7	—	0.611	—	0.036*	—
111	ホットプレート	5ml	単元素	なし	—	0.8	—	0.569	—	0.014

注) BG補正: バックグラウンド補正, No.116 と 111: No.16 と 11 の任意の方法, 以下同じ

注) 不一致率:  $U = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (P_i - A_i)^2} / \sqrt{\frac{1}{n} \sum P_i^2 + \frac{1}{n} \sum A_i^2} \times 100$  ( $P_i$ : 推定値,  $A_i$ : 測定値), 以下同じ

注) \*: 異常値, 平均値では, Grubbs の方法による棄却限界値 ( $\alpha = 0.025$ ) を, 範囲では, 標準偏差の 3 倍を越えたもの 以下同じ

表 3 クロスチェック分析結果 (Pb)

No	前処理条件		原子吸光光度計		検量線の不一致率 (%)		分析結果 (mg/l)			
	加熱装置	硝酸の追加量	ランプの種類	BG補正	直接噴霧法	溶媒抽出法	平均値		範囲	
							直接噴霧法	溶媒抽出法	直接噴霧法	溶媒抽出法
1	砂	浴 5ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	重水素(2波長)	0.7	0.8	10.46	10.07	0.069	0.222
2	ホットプレート	10ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	なし	0.0	1.2	10.33	9.27	0.200	0.140
3	ホットプレート	5ml	単元素	なし	0.2	0.6	10.50	10.87	0.000	0.100
6	砂	浴 0ml	単元素	偏光ゼーマン	1.1	0.8	9.69	11.63	0.380	0.400
7	ホットプレート	0ml	単元素	なし	2.3	—	10.83	—	0.110	—
8	砂	浴 0ml	単元素	なし	0.8	—	10.13	—	0.100	—
9	電熱器	5ml	単元素	重水素(単光路)	0.6	—	9.94	—	0.150	—
10	ホットプレート	0ml	単元素	なし	0.3	1.9	10.57	10.37	0.100	0.100
11	ホットプレート	5ml	複合(Pb,Cu,Zn)	なし	0.2	—	10.83	—	0.100	—
12	電熱器	5ml	単元素	重水素(単光路)	0.2	0.9	9.89	10.83	0.240	0.200
13	ホットプレート	10ml	単元素	重水素(複光路)	1.2	2.7	10.10	10.36	0.000	0.620
14	電熱器	0ml	単元素	重水素(単光路)	0.7	1.1	10.06	10.33	0.230	0.500
15	砂	浴 5ml	単元素	重水素(単光路)	1.9	0.8	9.58	9.51	0.330	0.260
16	電熱器	10ml	単元素	なし	0.8	0.8	9.97	9.94	0.000	0.300
116	電熱器	0ml	単元素	なし	1.4	—	10.57	—	0.600*	—
111	ホットプレート	5ml	複合(Pb,Cu,Zn)	なし	—	0.6	—	10.01	—	0.140

表4 クロステック分析結果 (Cu)

No	前処理条件		原子吸光度計		検量線の不一致率(%)			分析結果 (mg/l)			
	加熱装置	硝酸の追加量	ランプの種類	BG補正	直接噴霧法	溶媒抽出法	平均値	直接噴霧法	溶媒抽出法	直接噴霧法	溶媒抽出法
1	砂	浴 5ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	重水素(2波長)	0.1	0.7	2.049	2.028	0.000	0.074	
2	ホットプレート	10ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	なし	1.4	0.4	2.047	1.947	0.010	0.030	
3	ホットプレート	5ml	複合(Cd,Cu)	なし	0.3	6.0	2.157	2.150	0.040	0.000	
6	砂	浴 0ml	単元素	偏光ゼーマン	0.9	1.3	1.970	2.140	0.100	0.160*	
7	ホットプレート	0ml	単元素	なし	2.1	—	2.080	—	0.020	—	
8	砂	浴 0ml	単元素	なし	0.2	—	2.010	—	0.030	—	
9	電熱器	5ml	単元素	重水素(単光路)	0.0	—	1.983	—	0.030	—	
10	ホットプレート	0ml	単元素	なし	0.4	0.7	2.017	1.993	0.010	0.010	
11	ホットプレート	5ml	複合(Pb,Cu,Zn)	なし	0.7	—	1.943	—	0.010	—	
12	電熱器	5ml	複合(Cu,Zn)	重水素(単光路)	0.1	0.3	1.910	1.973	0.040	0.070	
13	ホットプレート	10ml	単元素	重水素(複光路)	0.3	1.0	2.023	1.990	0.040	0.050	
14	電熱器	0ml	単元素	重水素(単光路)	0.1	0.0	1.963	2.060	0.030	0.020	
15	砂	浴 5ml	単元素	重水素(単光路)	0.5	0.4	1.937	1.903	0.040	0.040	
16	電熱器	10ml	単元素	なし	2.6	1.4	2.720*	2.543*	0.150*	0.010	
111	ホットプレート	5ml	複合(Pb,Cu,Zn)	なし	—	1.7	—	1.817	—	0.070	

表5 クロステック分析結果 (Zn)

No	前処理条件		原子吸光度計		検量線の不一致率(%)			分析結果 (mg/l)			
	加熱装置	硝酸の追加量	ランプの種類	BG補正	直接噴霧法	溶媒抽出法	平均値	直接噴霧法	溶媒抽出法	直接噴霧法	溶媒抽出法
1	砂	浴 5ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	重水素(2波長)	2.1	1.9	1.007	1.020	0.012	0.060	
2	ホットプレート	10ml	複合(Cd,Pb,Cu,Zn)	なし	1.0	1.4	1.040	0.999	0.020	0.115	
3	ホットプレート	5ml	単元素	なし	1.4	10.4	1.063	0.907	0.010	0.070	
6	砂	浴 0ml	単元素	偏光ゼーマン	3.3	6.7	0.915	0.830	0.022	0.027	
7	ホットプレート	0ml	単元素	なし	2.3	—	1.031	—	0.009	—	
8	砂	浴 0ml	単元素	なし	7.6	—	1.190	—	0.070	—	
9	電熱器	5ml	単元素	重水素(単光路)	0.1	—	1.037	—	0.010	—	
10	ホットプレート	0ml	単元素	なし	0.3	0.9	0.923	0.928	0.008	0.010	
11	ホットプレート	5ml	複合(Pb,Cu,Zn)	なし	0.2	—	0.991	—	0.015	—	
12	電熱器	5ml	複合(Cu,Zn)	重水素(単光路)	0.3	0.6	1.023	1.080	0.020	0.090	
13	ホットプレート	10ml	単元素	重水素(複光路)	4.2	3.3	1.047	0.917	0.030	0.189*	
14	電熱器	0ml	単元素	重水素(単光路)	0.8	8.2	1.033	1.063	0.030	0.020	
15	砂	浴 5ml	単元素	重水素(単光路)	1.3	0.4	0.874	1.053	0.137*	0.102	
16	電熱器	10ml	単元素	なし	1.4	0.3	0.898	0.831	0.016	0.010	
116	電熱器	0ml	単元素	なし	1.4	—	0.858	—	0.068	—	
111	ホットプレート	5ml	複合(Pb,Cu,Zn)	なし	—	0.4	—	1.090	—	0.000	

法共に最頻値に対し高値側で正規分布を乱す度数が認められ、特に溶媒抽出法の0.7mg/l以上の3つの度数が飛び離れている。これらはNo.12の結果であり、異常値の判定方法として一般に用いられているGrubbsの方法の両側確率5%<sup>2)</sup>で異常値と判定された。No.12は検量線の不一致率が2.7%と高値であり(表2)、分析測定条件の不安定さをうかがわせる。

(2) 鉛

直接噴霧法、溶媒抽出法共にその度数分布における度数の集中点が判然とせず、範囲の端側でもかなりの度数が認められる(図3)。Grubbsの方法による異常値の検討では、度数分布で飛び離れていそうな結果が見られるものの(溶媒抽出法の11.5mg/l以上の3つの度数)、異常値と判定される結果は認められなかった。

(3) 銅

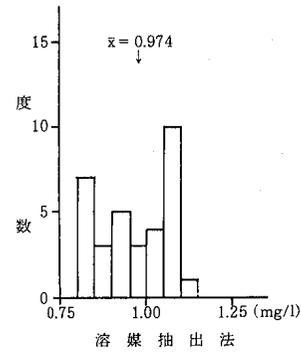
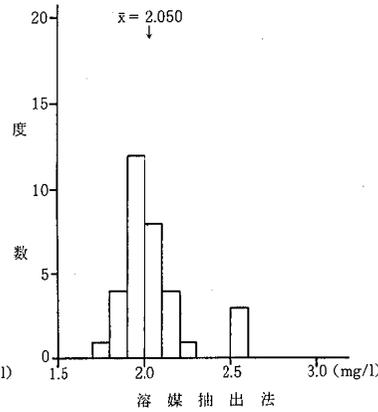
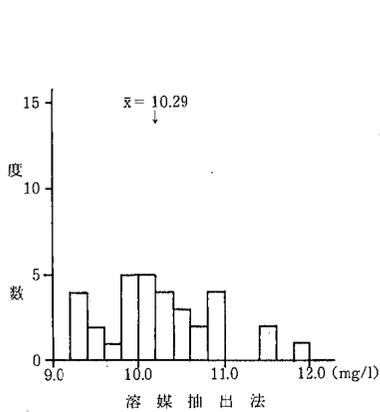
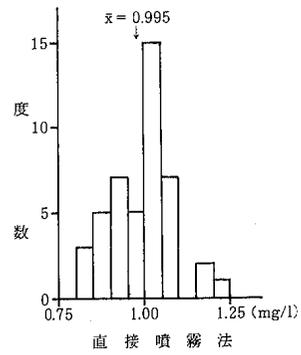
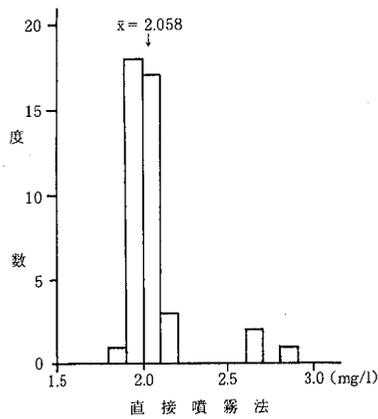
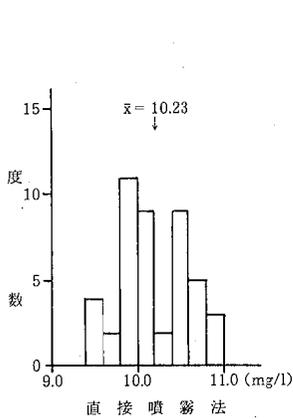


図 3 鉛の度数分布

図 4 銅の度数分布

図 5 亜鉛の度数分布

度数分布を見ると ( 図 4 ) , 直接噴霧法, 溶媒抽出法共に高値側の飛び離れた 3 つの度数以外はほぼ正規分布に近い分布となった。高値側の飛び離れた 3 つの度数はいずれも No.16 の結果であり, Grubbs の方法で異常値と判定された。No.16 の分析測定条件における検量線の不一致率は, 直接噴霧法 2.7%, 溶媒抽出法 1.4% と高値で分析測定条件の不安定さが示唆されるが ( 表 4 ) , 分析値の飛び離れ具合からみて, 標準液の濃度にも問題があったのではないかとと思われる。

(4) 亜鉛

直接噴霧法の度数分布は最頻値でほぼ左右対称な分布となったが, 平均値に対し級間隔が広く, バラツキが大きいことを示す結果となった ( 図 5 ) 。溶媒抽出法の度数分布は度数の集中点が判然とせず, 範囲の端側でもかなりの度数が認められ, 正規分布との一致性に乏しい ( 図 5 ) 。いずれも Grubbs の方法による異常値は認められなかった。

4・2 同一の機関における分析値の変動の検討

1 つの機関の分析値の範囲と全機関の範囲の平均値との隔りが確率的には極めてまれにしか起こらない, 標準偏差の 3 倍 ( 上方管理限界 ) を越えるか否かにより, 変動の大きさ ( 異常値の判定 ) を評価した<sup>3)</sup>。

カドミウムでは, 直接噴霧法の No.11, 116 が異常値と判定された ( 表 2 ) 。No.11 については分解液の 1 つに沈殿が生じたことが, No.116 については検量線の不一致率が 4.7% と高値であり, 原子吸光測定条件の不安定さが原因と思われる。

鉛では, 直接噴霧法で No.116 がカドミウムと同様異常値と判定され, 検量線の不一致率が 1.4% と高値である ( 表 3 ) 。

銅では, 直接噴霧法の No.16 が, 溶媒抽出法で No.6 が異常値と判定された ( 表 4 ) 。No.16 については検量線の不一致率が 2.6% と高値であり, 原子吸光測定条件の不安定さが, No.6 については直接噴霧法の

表 6—1 分析精度 (Cd)

分析方法		分析精度 (mg/l)	変動係数 (%)
直接噴霧法	室内精度	0.006	1.0
	室間精度	0.018	3.2
	室間準精度	0.018	3.1
溶媒抽出法	室内精度	0.012	2.1
	室間精度	0.025	4.3
	室間準精度	0.024	4.1

表 6—2 分析精度 (Pb)

分析方法		分析精度 (mg/l)	変動係数 (%)
直接噴霧法	室内精度	0.103	1.0
	室間精度	0.393	3.9
	室間準精度	0.388	3.8
溶媒抽出法	室内精度	0.170	1.7
	室間精度	0.659	6.4
	室間準精度	0.652	6.3

表 6—3 分析精度 (Cu)

分析方法		分析精度 (mg/l)	変動係数 (%)
直接噴霧法	室内精度	0.021	1.0
	室間精度	0.067	3.3
	室間準精度	0.066	3.3
溶媒抽出法	室内精度	0.025	1.2
	室間精度	0.095	4.8
	室間準精度	0.093	4.7

表 6—4 分析精度 (Zn)

分析方法		分析精度 (mg/l)	変動係数 (%)
直接噴霧法	室内精度	0.016	1.6
	室間精度	0.085	8.4
	室間準精度	0.084	8.4
溶媒抽出法	室内精度	0.033	3.4
	室間精度	0.100	10.2
	室間準精度	0.098	10.0

範囲も比較的大きいこと、3個の平行分析のうち2個目がいずれの定量法でも高値となっていることから、前処理におけるバラツキが影響していると思われる。

亜鉛では、直接噴霧法でNo.15、溶媒抽出法でNo.13が異常値と判定された(表5)。No.15、13共検量線の不一致率が1.3%、3.3%と1%を越え、分析測定条件の不安定さをうかがわせるが、亜鉛の場合、直接噴霧法で15例中10例、溶媒抽出法で11例中6例と多数が検量線の不一致率1%を越えており、異常値の出現要因は明確ではない。

#### 4・3 分析精度

指定方法による分析結果のバラツキの程度や信頼有効桁数を推定するため、分析・試験の許容差通則<sup>2)</sup>に準拠し、クロスチェック分析結果に1元配置の分散分析を施し、同一機関内の精度として室内精度、各機関の最終値(平均値)の精度として室間精度、異なる機関間で室内精度を含まない精度として室間準精度を算出した。この場合の各精度はそれぞれの不偏分散の平方根に該当する。各精度の算出に当たっては、異常値を除外値扱いとした。

分析項目ごとの直接噴霧法、溶媒抽出法の各分析精度を表6に示した。いずれの分析項目、分析方法においても室内精度に対して室間準精度が高値となり、測

定機関が異なることによって、分析結果のバラツキが大きくなることが示された。直接噴霧法、溶媒抽出法とでは、分析操作が複雑である溶媒抽出法の分析結果のバラツキが大きい。変動係数により各分析項目の結果のバラツキの程度を比較すると、亜鉛の分析結果のバラツキが大きい。亜鉛は環境中や試薬中に比較的多量に存在する一方、原子吸光法で高感度に測定が可能であることに起因しているものと思われる。また、鉛の溶媒抽出法の室間準精度が室内精度に比して高値となった。鉛は抽出速度が遅い項目といわれており<sup>1)</sup>、各機関での抽出条件の違いを敏感に反映した結果と思われる。各分析項目の信頼有効桁数は、室内精度は変動係数の3.31倍、室間精度は変動係数の2.77倍(範囲の95%上方管理限界値)を用いて推定した<sup>2)</sup>。室内精度は亜鉛の溶媒抽出法で1~2桁が、また、亜鉛の溶媒抽出法以外の方法では2桁が得られた。室間精度はカドミウム、鉛、銅の直接噴霧法とカドミウム、銅の溶媒抽出法で1~2桁が得られ、亜鉛の直接噴霧法と鉛、亜鉛の溶媒抽出法では1桁が得られた。

#### 4・4 分析方法が1つの場合の分析測定条件の違いによる検討

分析フローのそれぞれの段階における分析測定条件の違いにより各機関の分析結果を分類し、平均値、室

内精度, 室間精度, 室間準精度について, 1対1で有意差検定を行った<sup>2)</sup>。平均値間における有意差の有無としては「2組の母平均の差の検定」の手法により, (t, 0.05)を有意差の判定基準とした。この場合, 2組の母集団で等分散の条件が満たされない時はWelchの方法によった。室内精度, 室間精度, 室間準精度における有意差の有無として, 比較する精度の比に対し,

(F, 0.025)を有意差の判定基準とした。有意差検定にあたっては異常値を除外した。

(1) 直接噴霧法

直接噴霧法における分析測定条件の検討結果を表7に示した。

加熱装置に電熱器とホットプレートを用いた機関間で, カドミウム, 鉛において平均値と室間精度とで有

表7-1 分析測定条件の検討 (Cd: 直接噴霧法)

区	分	機関数	平均値(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂浴	4	0.559			0.6			3.1	*	3.1			
	2 ホットプレート	5		0.582	*		1.1			2.5	*		2.4	
	3 電熱器	4			0.554			1.1		0.5				—
硝酸	1 追加 0ml	6	0.569			0.8		*	2.6			2.6		
	2 追加 5ml	4		0.561			0.7	*		4.6			4.6	
	3 追加 10ml	3			0.568			1.5			3.0			2.9
ランプ	1 複合ランプ	3	0.582			1.0			3.5			3.4		
	2 単元素ランプ	10		0.562			1.0			2.7			2.6	
BG補正	1 BG補正あり	7	0.553	*		0.7	*		1.1			1.0		
	2 BG補正なし	6		0.582			1.2			2.4			2.3	
検量線	1 U 1%未満	9	0.565			0.8	*		3.3			3.3		
	2 U 1%以上	4		0.570			1.3			3.2			3.1	

注) 室内精度, 室間精度, 室間準精度: 変動係数 U: 不一致率 以下同じ

注) \*: 平均値 (t, 0.05), または室内精度, 室間精度, 室間準精度 (F, 0.025) で有意差あり 以下同じ

表7-2 分析測定条件の検討 (Pb: 直接噴霧法)

区	分	機関数	平均値(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂浴	4	9.965	*		1.5	*		4.1	*	4.0			
	2 ホットプレート	6		10.527	*		0.6			2.7	*		2.7	
	3 電熱器	4			9.962			1.0		0.7				0.5
硝酸	1 追加 0ml	6	10.288			1.1			4.0			3.9		
	2 追加 5ml	5		10.147			1.1			5.0			5.0	
	3 追加 10ml	3			10.134			1.0			1.8			1.8
ランプ	1 複合ランプ	3	10.542			0.7			2.5			2.4		
	2 単元素ランプ	11		10.113			1.1			3.8			3.7	
BG補正	1 BG補正あり	7	9.958	*		1.3	*		2.9			2.8		
	2 BG補正なし	7		10.452			0.6			3.2			3.1	
検量線	1 U 1%未満	10	10.268			0.8	*		3.1			3.1		
	2 U 1%以上	4		10.048			1.5			5.6			5.6	

表 7—3 分析測定条件の検討 (Cu: 直接噴霧法)

区 分	機関数	平均值(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂 浴	4	1.991			1.5		2.5		2.3			
	2 ホットプレート	6		2.044			0.7		3.5		3.5		
	3 電 熱 器	3			1.952			0.9		1.9			1.9
硝 酸	1 追 加 0ml	6	2.015			1.1		2.2		2.1			
	2 追 加 5ml	5		1.986			0.9		5.0		5.0		
	3 追 加 10ml	2			2.035			0.8		0.8			0.7
ラ ンプ	1 複 合 ランプ	5	2.021			0.7		4.8		4.8			
	2 単 元 素 ランプ	8		1.998			1.2		2.2		2.1		
BG 補正	1 BG 補正 あり	7	1.977			1.3	*	2.4		2.3			
	2 BG 補正 なし	6		2.042			0.6		3.5		3.5		
検 線 量	1 U 1%未満	11	1.997			1.1		3.4		3.3			
	2 U 1%以上	2		2.063			0.4		1.2		1.1		

表 7—4 分析測定条件の検討 (Zn: 直接噴霧法)

区 分	機関数	平均值(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂 浴	3	1.037			2.2	*	13.5		13.5			
	2 ホットプレート	6		1.021			0.9	*	5.4		5.3		
	3 電 熱 器	5			0.964			1.9		8.3			8.2
硝 酸	1 追 加 0ml	7	0.998			2.1	*	11.2		11.1			
	2 追 加 5ml	4		1.021			0.8		3.0		3.0		
	3 追 加 10ml	3			0.995			1.2		8.4			8.4
ラ ンプ	1 複 合 ランプ	4	1.015			0.9	*	2.1	*	2.0	*		
	2 単 元 素 ランプ	10		0.999			1.8		10.1		10.0		
BG 補正	1 BG 補正 あり	6	1.005			1.2		4.7		4.6			
	2 BG 補正 なし	8		1.003			1.9		10.8		10.7		
検 線 量	1 U 1%未満	5	0.995			1.0	*	4.4		4.4			
	2 U 1%以上	9		1.009			1.9		10.2		10.1		

意差があり、電熱器の方が低値でバラツキが少なかった。電熱器による加熱は、ビーカー底部のみの加熱であることや温度調節が難しく急激な加熱となり易いことなどから、分解が不完全となり、結果が偏ることが示唆される。

硝酸の追加量では、カドミウムの10ml、亜鉛の0mlの室内精度が高値となった。原因としては、カドミウムで3機関中2機関が検量線の不一致率1%を越えていること(表2)、亜鉛で6機関中3機関が検量

線の不一致率2%を越えていること(表5)による原子吸光測定条件の不安定さがうかがわれる。

原子吸光光度計のランプの種類では、亜鉛の単元素ランプの室内精度、室間精度、室間準精度が複合ランプに比して高値となった。単元素ランプの10機関中4機関が検量線の不一致率2%を越えている(表5)。

原子吸光光度計のバックグラウンド補正の有無によって比較をすると、カドミウム、鉛でバックグラウンド補正を行わなかった機関の平均値が高値となった。原子

表 8-1 分析測定条件の検討 (Cd: 溶媒抽出法)

区 分	機関数	平均値(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂 浴	3	0.583			1.2		7.3			7.3		
	2 ホットプレート	5		0.579			2.3		2.9			2.5	
	3 電 熱 器	2			0.567		2.4			3.9			3.6
硝 酸	1 追 加 0 ml	4	0.588			1.9		5.0			4.9		
	2 追 加 5 ml	3		0.572			1.7		4.7			4.6	
	3 追 加 10 ml	3			0.570		2.6			3.5			3.1
ラ ンプ	1 複 合 ランプ	3	0.579			2.2		3.5			3.2		
	2 単 元 素 ランプ	7		0.577			2.0		4.9			4.7	
BG 補正	1 BG補正 あり	5	0.585			2.4		5.2			5.0		
	2 BG補正 なし	5		0.571			1.7		3.3			3.1	
検 量 線	1 U 1%未満	6	0.562	*		1.5	*	1.6			1.3		
	2 U 1%以上	4		0.602			2.6		3.5			3.2	

表 8-2 分析測定条件の検討 (Pb: 溶媒抽出法)

区 分	機関数	平均値(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂 浴	3	10.407			1.7		10.6			10.5		
	2 ホットプレート	5		10.174			1.6		5.8			5.8	
	3 電 熱 器	3			10.369		1.8		4.3			4.2	
硝 酸	1 追 加 0 ml	4	10.602			1.7		6.6			6.5		
	2 追 加 5 ml	4		10.306			1.0		6.4			6.4	
	3 追 加 10 ml	3			9.856		2.2		5.6			5.5	
ラ ンプ	1 複 合 ランプ	3	9.783			0.9		4.6			4.6		
	2 単 元 素 ランプ	8		10.481			1.8		6.1			6.0	
BG 補正	1 BG補正 あり	6	10.458			2.0	*	6.9			6.8		
	2 BG補正 なし	5		10.090			0.9		5.8			5.8	
検 量 線	1 U 1%未満	7	10.410			1.3		7.0			7.0		
	2 U 1%以上	4		10.082			2.1		5.4			5.3	

吸光測定におけるハロゲン化アルカリの干渉はよく知られており、共通試料中のカルシウムやカリウム塩(表1)によるバックグラウンド値の上昇による正の妨害と思われる。

検量線の不一致率1%を基準として比較すると、カドミウム、鉛、亜鉛の室内精度で有意差が認められ、検量線がばらつくか、直線領域が狭い機関の室内精度は高値となることを示している。

(2) 溶媒抽出法

溶媒抽出法における分析測定条件の検討結果を表8に示した。

各分析項目共分析測定条件の違いによる有意差の出現個数は直接噴霧法と比べて少なかった。溶媒抽出法は抽出操作の過程で目的成分のみを分離するため、原子吸光度計の違いや干渉を除去できること、溶媒抽出法による分析精度が高値であるため、分析測定条件の違いによる差が隠れてしまったことなどが考えられる。

表 8—3 分析測定条件の検討 (Cu: 溶媒抽出法)

区	分	機関数	平均值(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂 浴	2	1.966			1.6			4.5			4.4		
	2 ホットプレート	5		1.979				1.1		6.0			6.0	
	3 電 熱 器	2			2.017				1.3		3.0			3.0
硝 酸	1 追 加 0ml	3	2.027			1.1			1.6			1.5		
	2 追 加 5ml	4		1.961				1.4		7.2			7.2	
	3 追 加 10ml	2			1.968				1.1		1.6			1.4
ラ ンプ	1 複 合 ランプ	5	1.983			1.5			6.1			6.1		
	2 単 元 素 ランプ	4		1.987				0.9		3.2			3.2	
BG 補正	1 BG補正 あり	5	1.991			1.4			3.0			2.9		
	2 BG補正 なし	4		1.977				1.0		7.0			6.9	
検 量 線	1 U 1%未満	5	2.000			1.2			2.2	*		2.1		
	2 U 1%以上	4		1.965				1.3		7.2			7.2	

表 8—4 分析測定条件の検討 (Zn: 溶媒抽出法)

区	分	機関数	平均值(mg/l)			室内精度(%)			室間精度(%)			室間準精度(%)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
加熱装置	1 砂 浴	3	0.967			3.7			12.5			12.3		
	2 ホットプレート	4		0.981				3.5		8.4			8.2	
	3 電 熱 器	3			0.991				2.8		14.1			14.0
硝 酸	1 追 加 0ml	4	0.960			1.9	*	*	10.8			10.8		
	2 追 加 5ml	4		1.032				3.8		8.3			8.0	
	3 追 加 10ml	2			0.915				4.5		13.0			12.7
ラ ンプ	1 複 合 ランプ	4	1.047			3.8			4.3			3.7		
	2 単 元 素 ランプ	6		0.935				2.9		11.0			10.9	
BG 補正	1 BG補正 あり	5	1.009			3.4			10.2			10.0		
	2 BG補正 なし	5		0.951				3.3		10.3			10.2	
検 量 線	1 U 1%未満	5	0.996			3.1			11.3			11.2		
	2 U 1%以上	5		0.964				3.6		9.8			9.6	

検量線の不一致率が1%以上の機関では、カドミウムの平均值と室内精度、銅の室間精度に高値の有意差が認められ、分析測定条件の不安定さによる影響がうかがわれる。

ほかに鉛のバックグラウンド補正ありと亜鉛の硝酸の追加量5ml及び10mlの室内精度が有意に高値であった。

#### 4・5 直接噴霧法と溶媒抽出法

排水基準に係る環境庁告示法は、カドミウム、鉛に

ついては、溶媒抽出法を必ず行うこととなっている。しかし、溶媒抽出法は操作上の熟練と抽出条件の一定化が必要であり、直接噴霧法に対しバラツキも大きくなる。このため、クロスチェック分析の目的の1つに、直接噴霧法と溶媒抽出法の結果に差があるか否か、またその差が試料のマトリックスによる妨害であれば、直接噴霧法でバックグラウンド補正付の原子吸光度計を用いれば差はなくなるのかという問題を付加した。すなわち、前処理後の分解液を同一の機関が直接噴霧

表9-1 分析方法の検討 (Cd)

区 分	機関数	平均値 (mg/l)		有意差		
		直接噴霧法	溶媒抽出法	分析方法	機 関 交互作用	
全 体	9	0.566	0.579	*	*	
ランプ	複合ランプ	3	0.582	0.579	*	
	単元素ランプ	6	0.558	0.579	*	*
BG補正	BG補正あり	5	0.554	0.585	*	*
	BG補正なし	4	0.581	0.572	*	
検量線	U 1%未満	3	0.561	0.563	*	*
	U 1%以上	6	0.568	0.587	*	*

注) \*: F, 0.05 で有意差あり 以下同じ

表9-2 分析方法の検討 (Pb)

区 分	機関数	平均値 (mg/l)		有意差		
		直接噴霧法	溶媒抽出法	分析方法	機 関 交互作用	
全 体	11	10.18	10.29	*	*	
ランプ	複合ランプ	3	10.54	9.78	*	*
	単元素ランプ	8	10.04	10.48	*	*
BG補正	BG補正あり	6	10.00	10.42	*	*
	BG補正なし	5	10.44	10.09	*	*
検量線	U 1%未満	4	10.42	10.45	*	*
	U 1%以上	7	10.04	10.20	*	*

表9-3 分析方法の検討 (Cu)

区 分	機関数	平均値 (mg/l)		有意差		
		直接噴霧法	溶媒抽出法	分析方法	機 関 交互作用	
全 体	9	2.005	1.985	*	*	
ランプ	複合ランプ	5	2.021	1.983	*	*
	単元素ランプ	4	1.985	1.987	*	*
BG補正	BG補正あり	5	1.976	1.991	*	*
	BG補正なし	4	2.041	1.977	*	*
検量線	U 1%未満	5	1.975	1.992	*	*
	U 1%以上	4	2.042	1.976	*	*

表9-4 分析方法の検討 (Zn)

区 分	機関数	平均値 (mg/l)		有意差		
		直接噴霧法	溶媒抽出法	分析方法	機 関 交互作用	
全 体	9	0.988	0.972	*	*	
ランプ	複合ランプ	4	1.015	1.047	*	*
	単元素ランプ	5	0.958	0.917	*	*
BG補正	BG補正あり	4	0.994	0.998	*	*
	BG補正なし	5	0.983	0.951	*	*
検量線	U 1%未満	3	0.979	1.033	*	*
	U 1%以上	6	0.993	0.941	*	*

法と溶媒抽出法でそれぞれ3回の平行分析を行う方法を採用した(図1)。この実験計画は、分析方法を母数因子、機関を変量因子とした繰り返しのある2元配置混合模型の分析<sup>6)</sup>に該当し、母数に関する主効果検定(分析方法の有意差検定)は繰り返し該差に機関の母集団のバラツキを考慮しても、それ以上に分析方法による差があるか否かの検定になる。

異常値を除外した後の全体及び原子吸光測定での条件の違いで分類した分析結果による有意差検定結果を平均値と併せて表9に示した。

分析方法の違いによる有意差はいずれの分析項目、測定条件においても認められなかった。一方、機関に関する主効果や分析方法と機関に関する交互作用は、ほとんどすべてのケースで有意差が認められた。交互作用が有意となることは、機関により直接噴霧法と溶媒抽出法の大小関係が逆転することを示しており、分析操作や装置などの規定の不明確さに起因していると思われる。これらのことから、分析方法の違いが結果の特性に影響しないというより、むしろ機関の違いによる主効果が大きいために、分析方法の違いによる主効果が隠されたと思われる。

## 5 ま と め

石川県内の官公立と民間の14環境測定分析機関で行った水中のカドミウム、鉛、銅、亜鉛についてのクロスチェック分析結果の概要は以下のとおりである。

(1) 統計的に異常値と判定された機関の割合はカドミウム12%、鉛4%、銅16%、亜鉛8%であった。異常値の出現要因としては、検量線のバラツキや直線性、前処理時におけるバラツキなど分析測定条件の不安定性や標準液の濃度の問題が挙げられる。

(2) 各分析項目の信頼有効桁数は、室内精度におい

て亜鉛の溶媒抽出法で1~2桁、それ以外の直接噴霧法、溶媒抽出法で2桁が保証された。また、室間精度においてカドミウム、鉛、銅の直接噴霧法とカドミウム、銅の溶媒抽出法で1~2桁、亜鉛の直接噴霧法と鉛、亜鉛の溶媒抽出法で1桁が保証された。分析項目としては亜鉛が、また分析方法としては溶媒抽出法が他と比較して低精度となった。

(3) 直接噴霧法では、カドミウム、鉛でバックグラウンド補正の有無により分析結果に有意差が認められ、バックグラウンド補正なしの方が高値となった。

(4) 溶媒抽出法では、分析測定条件の違いによる有意差はほとんど認められなかった。これは、抽出効果による妨害物質の除去のほか、分析精度の低下による有意差の判定値の上昇に起因すると思われる。

(5) 検量線のバラツキや直線性の欠如は分析結果の整合性や精度の低下をよく反映している。

(6) 直接噴霧法と溶媒抽出法との分析方法の違いによる結果を比較すると、いずれの分析項目とも機関によるバラツキの大きさに隠れて、有意差は認められなかった。

## 文 献

- 1) 日本規格協会：工場排水試験方法 (JIS K0102) (1985)
- 2) 同上：分析・試験の許容差通則 (JIS Z 8042) (1974)
- 3) 同上：管理図法 (JIS Z 9021) (1954)
- 4) 日本環境測定分析協会：環境測定分析法注解第3巻, p234 (1985)
- 5) 広津千尋：統計的データ解析, p131—137, 日本規格協会, 東京 (1983)

〔報 文〕

## GC/MSを用いた環境汚染化学物質の測定

石川県衛生公害研究所環境部 石田 喜朗・道下 博之・矢鋪 満雄

## 1 はじめに

近年、塩素系溶剤による地下水汚染の問題が生じたり、廃棄物の焼却過程で生成するダイオキシンや、半導体製造工場で使用される有害化学物質など新たなタイプの物質による環境汚染の可能性が指摘されている。これらの環境汚染とその人体影響を未然に防止するためには、化学物質の環境モニタリング体制を確立することが急務である。しかし、これらの化学物質は多成分で、かつ、微量であるため、その同定・定量は容易ではない。

ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)は、環境中に存在する各種化学物質を検出・同定するに際して、とりわけ未知物質の検索や多数の標的物質を一括分析するに際して、他に類を見ない高い性能を有している<sup>1)</sup>。そこで、昭和59、60年度の2カ年にわたり、GC/MSを用いた環境中の化学物質の検索や一括分析の実施を前提としたGC/MSシステムの精度管理及び定量性について検討した。

なお、本研究は環境庁委託研究として実施したものの一部である。

## 2 調査の概要

## 2・1 GC/MSシステムの精度管理

GC/MSによる分析はGC(ガスクロマトグラフ)による分離分析機能とMS(質量分析)による定量確認機能との結合である。さらに、大量のデータの記憶・処理が可能なコンピューターを接続することにより多成分の一括分析、検索が可能となる。

コンピューター化ガスクロマトグラフ質量分析(GC/MS/COM, 以下システムと略称する)により、

マススペクトルが適切に測定され、データの品質保証が得られるためのシステムの評価基準(又は操作基準)の内容は以下に示すとおりである。

## (1) スペクトルによるシステムの評価

3種の標準化合物DFTPP(Decafluorotriphenylphosphine), Octadecanol, HCB(Hexachlorobenzene)をGC/MSに導入し、マススペクトルのパターンチェック、イオン源チェック及び分解能チェックを行う。

## (2) DFTPPを用いたシステム感度評価

DFTPPを用いて正確なマススペクトルが得られる最少物質質量すなわちマススペクトルの検出限界を求める。

## 2・2 標準物質(難揮発性物質)によるトレーニング

標準物質(41物質)について以下の項目を検討した。

- (1) 実試料(水質、底質)への添加回収実験
- (2) PTRI(昇温保持指標)の測定
- (3) 測定スペクトルの検索効率の評価

## 2・3 改訂したマニュアル(案)の検討

環境庁の提示したマニュアル(案)に必要な改訂を行い、これに基づいて、特定化学物質及び精密環境調査対象物質の22物質について、実試料への添加回収実験及び検出限界値の測定を行った。

## 3 調査結果と考察

## 3・1 システムの評価

GC/MSの機種及び操作条件を下記に示す。

機種[GC/MS] GC/MS-6020(島津)  
磁場型, 単収束  
[COM] PAC-500M(島津)

Measurement of complex chemical constituents in Environmental Samples by Gas Chromatography—Mass Spectrometry (GC/MS) by Yoshiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, and Michio YASHIKI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

本体記憶容量 : 64KB  
 外部記憶容量 : 256 × 2 KB

[GC条件]

カラム : 2% Silicone OV-17  
 クロモソルブW 2m × 2.8mm  
 ガラスカラム (AW-DMCS)  
 温度 : カラム 80-260°C (5°C/min)  
 注入口 270°C

[MS条件 : MC (マスキロマトグラム)]

EI : 70eV

スキャンスピード : m/z50~500 (4 sec)

セパレータ温度 : 265°C

イオン源温度 : 250°C

以上の条件でDFTPPをGC/MSに導入し、得られた相対イオン強度及び判定基準を表1, 表2に、またそのマススペクトル図を図1に示した。

当所のGC/MSは、全体のパターンとしては、ほぼ理論値どおりであるが、m/z51の相対イオン強度のみ理論値(40-70% of mass 198)に比べて、27.9%と低くなる傾向がみられた。

また、Octadecanol によるイオン源チェックでは、

- 1) Base peak がm/z43又は55であるか、
- 2) m/z252 (M-18), m/z224 [M-(HO, HC=CH)] が検出されるか、の2点について検討した。その結果を図2のマススペクトル図に示したが、1), 2) についてそのピークを確認した。

HCBによる分解能チェック項目については、各イオンの相対強度が理論値とほぼ一致した(図3, 表3)。

次に、DFTPPの導入量を変え、次式によりR値を求めた。

$$R = \text{DFTPP} / \text{BACKGD}$$

DFTPPはm/z127, 198, 255, 275, 442, 443の相対イオン強度の和

BACKGDはDFTPP以外のピークで相対強度の大きいものから6本を選んでその和をとったもの

R=5は全スペクトル中に占める全バックグラウンドイオンの割合が10%以下に対応し、R値が5を与える導入量が検出限界値となる。

当所の島津GC/MSシステムでの検出限界値は3ngであった(図4)。他の機関の装置での検出限界値は

表1 DFTPP (50 ng導入) を用いたイオンの相対強度

M/Z (質量数)	relative ion abundance (%)			50 ng range
	1	2	3	
50	3.0	4.3	3.7	1.3
51	15.5	21.5	20.1	6.0
63	22.8	26.5	22.3	4.2
74	0.5	0.5	1.8	1.3
75	2.1	3.1	4.1	2.0
77	20.4	28.6	23.0	8.2
93	1.6	0.9	1.4	0.7
99	0.9	2.1	0.8	1.3
107	4.4	4.7	4.0	0.7
110	14.6	16.7	14.4	2.3
117	2.7	3.3	3.8	1.1
127	23.4	25.1	24.5	1.7
129	8.3	8.7	9.7	1.4
167	1.5	1.8	1.8	0.3
185	4.7	6.1	4.7	1.4
198	67.5	70.2	71.6	4.1
199	4.0	4.8	4.9	0.9
206	11.8	12.4	12.3	0.5
217	2.5	2.7	3.0	0.5
221	4.4	3.7	4.5	0.7
224	5.4	6.4	5.8	1.0
244	7.2	5.3	5.5	1.7
255	22.5	24.2	24.0	1.7
256	3.4	4.2	3.6	0.8
274	3.0	3.7	3.6	0.7
275	19.4	19.6	20.6	1.1
276	2.6	3.3	3.0	0.7
296	2.6	2.9	2.5	0.4
423	5.2	4.9	5.1	0.3
442	100.0	100.0	100.0	0.0
443	19.4	17.9	18.9	1.5

表2 評価基準 (DFTPP)

M/Z	Ion Abundance Criteria
51	40-70% of mass 198
68	Less than 2% of mass 69
70	Less than 2% of mass 69
127	35-60% of mass 198
197	Less than 1% of mass 198
198	Greater than 50% of mass 442
199	5-9% of mass 198
275	20-45% of mass 198
441	Less than mass 443
442	Base Peak. 100% relative abundance
443	17-23% of mass 442

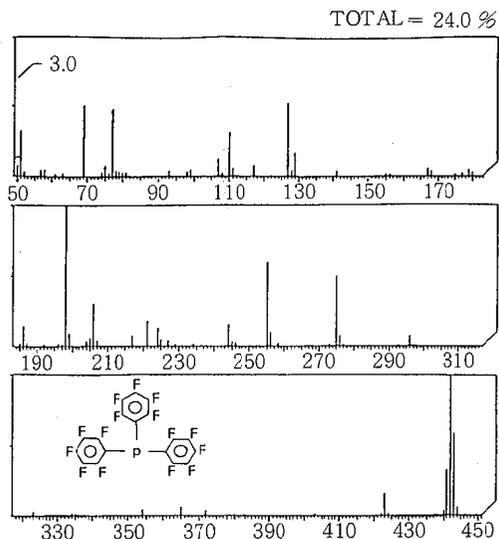


図1 DFTPPのマススペクトル

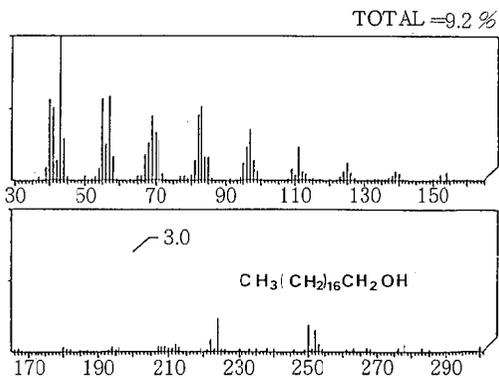


図2 オクタデカノールのマススペクトル

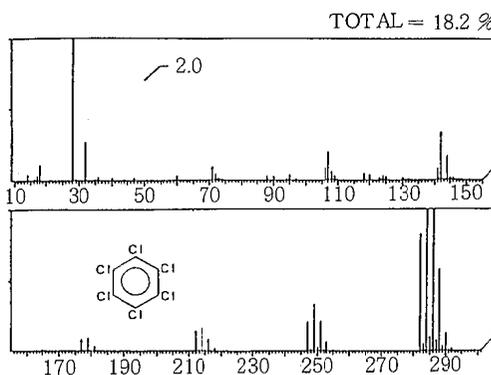


図3 HCBのマススペクトル

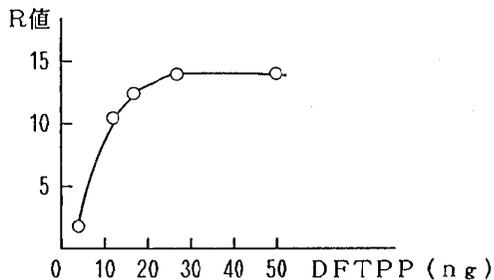


図4 DFTPPによる検出限界値の決定

2~45ng<sup>2)</sup>であり、当所GC/MSでの3ngは検出限界値としてはかなり低い方に属している。

3・2 添加回収実験結果

マニュアル案(図5)に基づいて、金沢市犀川下流の普正寺橋地点で採取した水質、底質試料に標準41物質を水質で0.5ppb、底質で10ppbになるように添加し、

表3 HCBによる分解能チェック

Cl Number	6		5			4			3			2		1				
	M/Z	r,a,理論値	r,a,測定値															
	282	464	507	247	612	586	212	766	772	177	1,000	1,000	142	1,000	1,000	107	1,000	1,000
	284	1,000	1,000	249	1,000	1,000	214	1,000	1,000	179	979	974	144	653	592	109	326	307
	286	741	775	251	652	652	216	489	517	181	319	325	146	106	85			
	288	322	326	253	212	211												
	290	79	80															

M/Z : 質量数  
r,a, : 相対イオン強度

表 4 標準 41 物質の回収率と検索結果

No.	物質名	水質 回収率 (%)	質 分 画 No.	底質 回収率 (%)	底質 分 画 No.	S.I.	検索 順位
1	p-クロロフェノール	41	酸性	32	強酸性	0.80	①
2	2,4-ジクロロトルエン	18	中性- 1	17	中性- 1	0.54	①
3	4-クロル-2-メチルアニリン	115	アルカリ性	33	アルカリ性		-
4	p-クロルニトロベンゼン	11	中性- 2				-
5	p-ニトロアニソール	107	中性- 3	112	中性- 3		×
6	2,4-ジクロルアニリン	26	中性- 2	137 42	アルカリ性 中性- 2		- ×
7	ジメチルフタレート	37	中性- 3	76	中性- 4	0.79	①
8	ジフェニールエーテル	43	中性- 3				-
9	α-ニトロナフタレン	33 61	中性- 3 中性- 2	16	中性- 2		×
10	4-クロル-2-ニトロアニリン	69	中性- 3				-
11	p-ターフェニル	83	中性- 1	9 24	中性- 2 中性- 3	0.74 0.79	① ①
12	o-クロルトルエン	20	中性- 1	21	中性- 2		×
13	ジエチルフタレート	72	中性- 3	19	中性- 3	0.70	①
14	2,3-ジニトロトルエン	61	中性- 1				-
15	m-ジニトロベンゼン	52	中性- 2				-
16	ビフェニル	63	中性- 1	60	中性- 1	0.55	①
17	r-BHC	9	中性- 2				-
18	α-ナフチルアミン	48	中性- 2				-
19	ペンタクロルベンゼン	54	中性- 1				-
20	p-tert-オクチルフェノール	74	中性- 2	81	中性- 2	0.82	①
21	アントラセン	7	中性- 2	30	中性- 2		×
22	p-ジクロルベンゼン	15	中性- 1	52	中性- 1	0.54	①
23	o-ジクロルベンゼン	17	中性- 1	22	中性- 1		×
24	p-ジイソプロピルベンゼン	22	中性- 1	22	中性- 1		×
25	1,2,4-トリクロルベンゼン	28	中性- 1				-
26	2,3-キシリジン	5	アルカリ性				-
27	2,4,5-トリクロルフェノール	55	酸性	37	強酸性	0.66	①
28	2,4-ジクロルニトロベンゼン	23	中性- 1				-
29	4,4-ジメチルビフェニル	97	中性- 1	7 8	中性- 1 中性- 2		- -
30	ジフェニールアミン	78	中性- 2	21	中性- 2		-
31	トリブチルホスフェイト	180	中性- 5				-
32	m-ジブロモベンゼン	28	中性- 1	33	中性- 1		-
33	m-ニトロトルエン	16	中性- 2				-
34	α-メチルナフタレン	33	中性- 1	59	中性- 1		-
35	1,2,3,4-テトラクロルベンゼン	40	中性- 1	27	中性- 1		-
36	ペンタクロルニトロベンゼン	75	中性- 1				-
37	ジ-n-ブチルフタレート	∞	all	∞	all	0.88	①
38	ジエチルビフェニル	160	中性- 1				-
39	ジイソプロピルナフタレン	81	中性- 1	120	中性- 1	0.58	①
40	トリエチルビフェニル	111	中性- 1				-
41	トリフェニルホスフェイト	110	中性- 3	43	中性- 2		×

注) 添加濃度は各物質共、水質 0.5 ppb, 底質 10 ppbである。  
底質については Similarity Index法で検索を行った。

- ：検索可
- ×：検索不可
- ：検索せず



表 5 標準 11 物質の検索結果

スペクトルNo. 物質名	標準底質			検索結果				PTRI	備考
	添加濃度	回収率 (%)	分画No.	SI 法 SI 検索	PBM 法 K K% C% 検索順位				
(a) p-クロロフェール	500 ppm	100.8	強酸性	0.89 ①	108	88	0 ①	1372	
(b) 2,4-ジクロロトルエン	500 ppm	41.6	中性- 1	0.89 ①	110	81	8 ③	1231	
(c) 4-クロル-2-メチルアニリン	500 ppm	64.5 34.8	アルカリ性 中性- 1	0.93 ①	118	84	2 ①	1498	
(d) p-クロルニトロベンゼン	500 ppm	97.1	中性- 1	0.87 ①	-	-	- ×	1435	
(e) p-ニトロアニソール	500 ppm	66.8 17.3	中性- 1 中性- 2	0.70 ①	122	95	0 ①	1628	
(f) 2,4-ジクロルアニリン	500 ppm	5.7 45.3 17.1	アルカリ性 中性- 1 中性- 2	0.80 ①	84	63	6 ①	1521	
(g) ジメチルフタレート	500 ppm	96.5	中性- 3	0.95 ①	79	72	12 ①	1702	
(h) ジフェニルエーテル	500 ppm	46.6	中性- 1	0.87 ①	91	73	28 ①	1568	
(i) α-ニトロナフタレン	500 ppm	95.3	中性- 1	0.82 ①	99	78	22 ①	1862	
(j) 4-クロル-2-ニトロアニリン	500 ppm	77.2 11.0	中性- 3 中性- 4	0.90 ①	121	84	21 ①	1880	
(k) p-ターフェニル	500 ppm	96.0	中性- 1	0.95 ①	65	58	13 ③	2489	

注) ○: 検索可  
×: 検索不可

表 6 S.I法による検索結果例

```

.....PTRI Search 10:30:29 84/11/16 Sample Data <=MYFILE.....
*** PARAMETERS PTRI Window: +-25 S.I. Threshold: .5
*** Sample Data <<FIL-A001>> PTRI=1372 7 Peaks by Biemann
46 32 64 137 65 318 100 106 102 41 1281000 130 327
+++ Entry 18 Data by PTRI ==> 2 Data Selected by S.I. !!!
No. S.I. PTRI Base Over Mol Ions Charactoristic Low Ions Charactoristic High
1 0.89 1372 128 0 1 < 3 39 63 65 3 100 128 130
2 0.86 1370 128 0 1 < 3 39 63 65 3 100 128 130

No. MW
1 128 C6H5CLO PHENOL,4-CHLORO-
2 128 C6H5CLO PHENOL,4-CHLORO-
    
```

NIES-MSLSシステム<sup>4)</sup>などがある。表5にS.I法、PBM法による検索結果とPTRI値の測定結果を示した。

また、表6に、1例としてp-クロロフェノールの

S.I法による検索結果を示した。PTRI値を代入し PTRI window を±25の範囲で設定し検索を行ったところ、S.I値が0.89 (≤1.00) とかなり高い一致度となった。しかし、前述の実試料(底質)に41物質をそ

それぞれ10ppbの低濃度となるように添加した場合、検索できたのは41物質中わずか11物質であった。このことは、検出限界ぎりぎりの濃度では、底質のマトリックスの影響が強く、鮮明なピークが得られないため検索が不可能となる場合が多いことを示している。

3・4 マニュアル(案)の改訂

マニュアル(案)に基づいて、検討を行った結果、以下の問題点が指摘された。

(1) 抽出溶媒にはマニュアル(案)では疎水性溶媒のジクロロメタンを使用しているが、親水性溶媒(アセトン等)を用いた方がよい。

(2) 「シリカゲルカラムクロマト分画を行うための試料は、フラスコ中の試料にシリカゲル200mgを加え、溶媒を除去したのち、試料をまぶしたシリカゲルをクロマト管に上積する。」(マニュアル案)となっているが、この操作ではシリカゲルを完全に上積することができず、これがむしろ回収率の低下の原因ともなるので省いた方がよい。

(3) 1検体につき弱酸性、強酸性、アルカリ性、及び中性1~6の計9つの画分を分画し、かつ、各画分をGC/MSにより定量・検索を行うのはかなり煩雑である。また、中性画分5、6には、ほとんどの場合、特異なピークが検出されないので中性画分を3画分程度にまとめたり、弱酸性と強酸性を酸性画分に一括するなど、分画の簡略化を行う必要がある。

(4) 中性画分の第1画分に多量に溶出してくる炭化水素の分離及び硫黄の除去についての検討。

これらの問題点について、1) 底質の抽出溶媒はアセトンを用いる。2) シリカゲル200mgは用いない。3) 弱酸性、強酸性画分は酸性画分として一本化し中性画分は4画分にする。4) 炭化水素の分離についてはアセトニトリル分配、硫黄の除去についてはTBA・SO<sub>2</sub>試薬を用いる。

以上の4点について改良を加え、図6に示す分析法を設定した。

3・5 GC/MSを用いた一括定量分析の検討

昭和61年度から実施される「GC/MSを用いた水質、底質モニタリング調査」にむけて、未知物質の検索よりも、むしろ標的物質の一括分析に重点を置くという考えから新たに22物質を選定し、改訂されたマニュアル(案)に基づき一括分析の検討を行った。表7に示す対象22物質は、環境庁が実施している「化学物質環境安全性総点検調査」における生物モニタリング調査及び精密環境調査の対象物質の中から選定された物質である。

GC/MSを用いた定量分析には、感度の面から通常はSIM (Selected Ion Monitor) 法が用いられているが、当所のGC/MSでは設定チャンネル数が限られているのでMC (マスクロマトグラフ) 法を用いることにした。実際のモニタリング調査では各物質の検出限界値が統一されている必要がある。そこで、当所のGC/MSの装置としての検出限界値及び実試料に標準物質を添加することにより、その繰り返し実験結果から求める検出限界値について検討を行った。装置の検出限界推定値は22物質のS/N=3の値を基に、その10倍量をGC/MSに注入し4回の繰り返し実験を行い、その結果に(1)式を適用して計算した。結果は表7に示した。

また、各物質の検出限界推定値は装置の検出限界値の5~10倍量を犀川河口より採取した水質及び底質(水質1l, 底質50g)に添加し、図6に示したフローチャートに従って、4回の繰り返し実験より求めた。その結果と各物質の回収率を表8、表9に示した。検出限界値(DL)=t(n-1, 0.02) Sc(1)

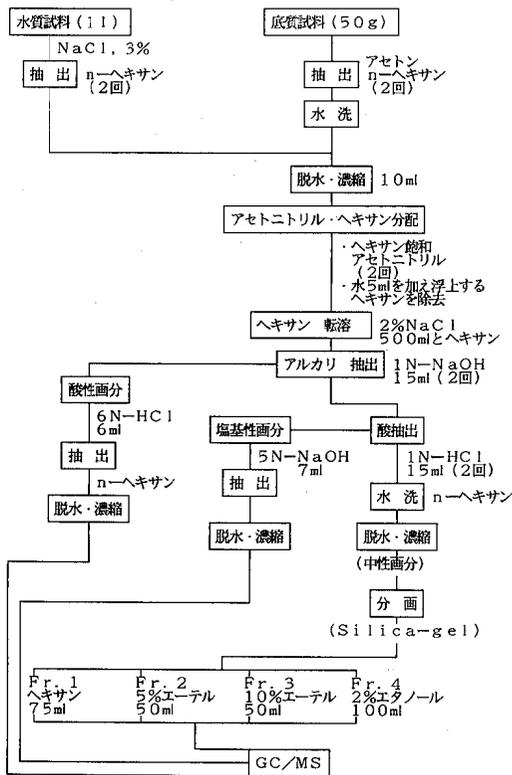


図6 改訂したマニュアル(案)の分析フローチャート

表 7 装置の検出限界及び信頼限界

物質名	PTRI	m/z	検出限界 (ng)	95%信頼限界 (ng)
1 o-ジクロロベンゼン	1156	146	0.54	0.31 ~ 2.02
2 m-ジクロロベンゼン	1118	146	0.65	0.37 ~ 2.43
3 p-ジクロロベンゼン	1131	146	0.58	0.33 ~ 2.16
4 BHT	1631	205	0.52	0.30 ~ 1.94
5 HCB	1881	284	0.66	0.38 ~ 2.46
6 α-HCH	1907	181	0.96	0.55 ~ 3.60
7 β-HCH	2063	181	1.32	0.75 ~ 4.93
8 o-ターフェニル	2123	230	0.23	0.13 ~ 0.87
9 m-ターフェニル	2410	230	0.27	0.15 ~ 0.99
10 p-ターフェニル	2451	230	0.41	0.24 ~ 1.54
11 オキシクロルデン	2222	185	1.45	0.83 ~ 5.40
12 trans-クロルデン	2292	373	1.52	0.86 ~ 5.66
13 cis-クロルデン	2326	373	1.28	0.73 ~ 4.76
14 trans-ノナクロル	2311	407	0.79	0.45 ~ 2.94
15 cis-ノナクロル	2480	407	0.93	0.53 ~ 3.47
16 ディルドリン	2385	79	1.73	0.99 ~ 6.45
17 p,p-DDE	2399	318	0.37	0.21 ~ 1.38
18 p,p-DDD	2516	235	0.33	0.19 ~ 1.24
19 p,p-DDT	2571	235	0.23	0.13 ~ 0.85
20 N-フェニル-1-ナフチルアミン	2443	219	1.85	1.05 ~ 6.88
21 N-フェニル-2-ナフチルアミン	2542	219	0.53	0.30 ~ 1.98
22 ヘキサクロロフェン	2902	189	3.48	1.98 ~ 12.96

表 8 水質試料への添加回収実験結果

物質名	添加量 (μg)	濃度 (μg/l)	回収率 (%)	C.V. (%)	検出限界 (μg/l)	95%信頼限界 (μg/l)
1 o-ジクロロベンゼン	0.3	0.3	5	117	0.08	0.04 ~ 0.28
2 m-ジクロロベンゼン	0.3	0.3	6	121	0.10	0.05 ~ 0.36
3 p-ジクロロベンゼン	0.7	0.7	7	39	0.09	0.05 ~ 0.33
4 BHT	0.2	0.2	21	20	0.04	0.02 ~ 0.14
5 HCB	0.5	0.5	18	32	0.13	0.08 ~ 0.49
6 α-HCH	0.8	0.8	37	15	0.20	0.11 ~ 0.73
7 β-HCH	1.4	1.4	70	9	0.42	0.24 ~ 1.56
8 o-ターフェニル	0.4	0.4	62	16	0.18	0.10 ~ 0.68
9 m-ターフェニル	0.6	0.6	73	21	0.41	0.23 ~ 1.51
10 p-ターフェニル	0.6	0.6	72	17	0.33	0.19 ~ 1.22
11 オキシクロルデン	3.0	3.0	65	8	0.70	0.40 ~ 2.61
12 trans-クロルデン	1.4	1.4	66	6	0.26	0.15 ~ 0.98
13 cis-クロルデン	1.8	1.8	64	5	0.29	0.16 ~ 1.07
14 trans-ノナクロル	2.6	2.6	68	9	0.71	0.41 ~ 2.66
15 cis-ノナクロル	1.8	1.8	76	9	0.54	0.31 ~ 2.02
16 ディルドリン	1.2	1.2	65	2	0.07	0.04 ~ 0.28
17 p,p-DDE	0.5	0.5	70	6	0.09	0.05 ~ 0.34
18 p,p-DDD	0.5	0.5	91	6	0.13	0.08 ~ 0.49
19 p,p-DDT	0.6	0.6	90	18	0.45	0.26 ~ 1.69
20 N-フェニル-1-ナフチルアミン	1.0	1.0	1	67	0.04	0.02 ~ 0.15
21 N-フェニル-2-ナフチルアミン	0.6	0.6	15	95	0.38	0.22 ~ 1.42
22 ヘキサクロロフェン	2.8	2.8	23	43	1.23	0.70 ~ 4.60

(試料採取地点：犀川河口)

表9 底質試料への添加回収実験結果

物質名	添加量 μg	濃度 (ng/g)	回収率 (%)	C.V. (%)	検出限界 (ng)	95%信頼限界 (ng/g)
1 o-ジクロロベンゼン	0.3	6	9	28	0.64	0.36 ~ 2.37
2 m-ジクロロベンゼン	0.3	6	7	38	0.71	0.41 ~ 2.66
3 p-ジクロロベンゼン	0.7	14	7	33	1.77	1.01 ~ 6.61
4 BHT	0.2	4	10	149	2.68	1.53 ~ 10.01
5 HCB	0.5	10	32	16	2.32	1.32 ~ 8.66
6 α-HCH	0.8	16	49	11	3.91	2.23 ~ 14.57
7 β-HCH	1.4	28	42	11	5.75	3.28 ~ 21.44
8 o-ターフェニル	0.4	8	60	10	2.12	1.21 ~ 7.90
9 m-ターフェニル	0.6	12	67	14	5.17	2.95 ~ 19.29
10 p-ターフェニル	0.6	12	60	13	4.23	2.41 ~ 15.78
11 オキシクロルデン	3.0	60	61	11	17.89	10.20 ~ 66.72
12 trans-クロルデン	1.4	28	76	14	15.07	8.59 ~ 56.22
13 cis-クロルデン	1.8	36	72	3	4.10	2.34 ~ 15.29
14 trans-ノナクロル	2.6	52	71	7	11.86	7.33 ~ 47.95
15 cis-ノナクロル	1.8	36	71	5	5.60	3.19 ~ 20.90
16 デイルドリン	1.2	24	64	17	11.82	6.74 ~ 44.08
17 p,p-DDE	0.5	10	67	9	2.77	1.58 ~ 10.33
18 p,p-DDD	0.5	10	79	11	4.14	2.36 ~ 15.44
19 p,p-DDT	0.6	12	58	5	1.56	0.89 ~ 5.83
20 N-フェニル-1-ナフチルアミン	1.0	20	1	36	42.25	24.08 ~ 157.58
21 N-フェニル-2-ナフチルアミン	0.6	12	4	27	0.75	0.43 ~ 2.79
22 ヘキサクロロフェン	2.8	56	11	51	14.65	8.35 ~ 54.63

(試料採取地点: 犀川河口)

なお、n=4のときのDLの95%信頼区間は次式より求めた。

$$LCL \quad DL=0.57 \times DL$$

$$UCL \quad DL=3.73 \times DL$$

## (1) 装置感度

ヘキサクロロフェンのメチル化物の検出限界値が3.48ngと高く、以下N-フェニル-1-ナフチルアミン、デイルドリン、trans-クロルデン、オキシクロルデン、β-HCH、cis-クロルデンが1ngより大きいほかは、残り15物質はすべて1ng未満であった(表7)。

## (2) 各物質の回収率と検出限界値の決定

水質試料に添加した場合、o, m, p-ジクロロベンゼンの3物質とN-フェニル-1-ナフチルアミンの回収率が10%未満と極端に悪い。ジクロロベンゼン類についてはKD濃縮時(減圧)の損失と考えられ、常圧KD濃縮を行うことにより40~50%程度回収率が上がることを確認している。N-フェニル-1-ナフチルアミンについては、N-フェニル-2-ナフチルアミンも同様の低回収率(15%)となっていることから、ナフチルアミン類は本前処理法になじまないものと思われる。

また、BHT(21%)の低回収率の原因としては低濃度標準液の溶液中での分解が考えられる。

回収率が60%を超える物質は22物質中13物質であり、変動係数も13物質については20%未満であった。上記13物質の検出限界値は0.07~0.71 μg/lであった(表8)。

一方、底質試料に添加した場合もジクロロベンゼン類とBHTが水質試料と同様に回収率が低かった。

また、回収率が60%以上で変動係数が20%未満の物質は22物質中、ターフェニル類、クロルデン類、P,P-DDE、P,P-DDD、P,P-DDT、デイルドリンの12物質であった。なお、これら12物質の検出限界値は2.1~17.9ng/gであった。

昭和61年度から開始される〔GC/MSを用いた水質・底質モニタリング〕の検出限界目標値は水質0.5ppb、底質ppb 1桁程度を目安にしている。

今回の添加回収実験から求めた検出限界値は、水質試料の場合はほぼクリアしているが、底質試料についてはppb 2桁の物質もかなり見受けられた。

添加回収実験では添加量が多くなれば検出限界値が高くなる傾向があることから、検出限界値がppb 2桁程度の物質は添加した試料中に目的物質があらかじめ存在していたとも考えられる。

#### 4 ま と め

(1) システムの精度管理チェック結果から、当所のGC/MSシステムの検出限界値は3 ngであった。

(2) 標準物質を試料に添加し検索効率の評価を行った結果、高濃度の場合は効率よく検索できるが、低濃度の場合は検索に耐えうるスペクトルを得ることができなかった。

(3) 昭和61年度のモニタリング調査に向けて、未知物質の検索よりも多成分の一括分析に重点をおいてマニュアル(案)の改訂を行った。

(4) 改訂したマニュアル(案)に基づき22物質の一括分析を行った結果、N-フェニル-1-ナフチルアミン、フェニル-2-ナフチルアミンの2物質は回収率が極端

に低く、ナフチルアミン類は本前処理法になじまないことが分かった。

#### 文 献

- 1) 環境庁環境保健部保健調査室編：GC/MSを用いた環境中の化学物質検索マニュアル(案)―水質・底質編―(第2分冊・解説)(1984)
- 2) 環境庁環境保健部保健調査室編：第2回環境科学セミナー講演要旨集(1985)
- 3) 榭元慶子, 山本 武：大阪市環境科学研所報, 47, 1—23 (1985)
- 4) 溝口次夫, 安原昭夫, 伊藤裕康, 新藤純子：国立公害研究所, R-86—86, GC/MSスペクトルの検索システムに関する研究, 8—19 (1986)

[報 文]

## 付着藻類及び浮遊流下藻による河川水質の 評価手法の研究(第1報)

——付着藻類の基物による相違——

北野 肇一・矢鋪 満雄・東 浩一  
堀 秀朗・澤田 道和・吉田 守孝  
石田 喜朗・道下 博之・本田 和子  
西 登志美

石川県衛生公害研究所環境部

### 1 はじめに

河川の水質把握には、従来から理化学的測定値による評価が多く行われているが、理化学的測定値は水質環境を総合的に捉えられないなどの性格を有するとされ、その理化学的特性を補うとともに、また、近年の住民の親水性志向の高まりと相まって生物指標による表示がなされるようになってきたことに伴い、生物指標による水質評価手法の標準化が重要な研究課題となった。

本研究は、河川について付着藻類及び浮遊流下藻の出現態様を指標化して水質評価を試みようとするものである。本年度は、付着基物及び調査地点等採取条件を主に検討した。また、生物指標と理化学的測定項目との関係についての検討も試みた。なお、この研究は、昭和60年度「水生環境把握手法に関する研究」として環境庁が全国公害研究所協議会に委託したもので本県が受託して実施したものの一部である。

### 2 調査河川の概要及び調査地点

調査対象河川は、石川県金沢市内を貫流する県内の代表的な都市河川である浅野川及び犀川の2河川とし

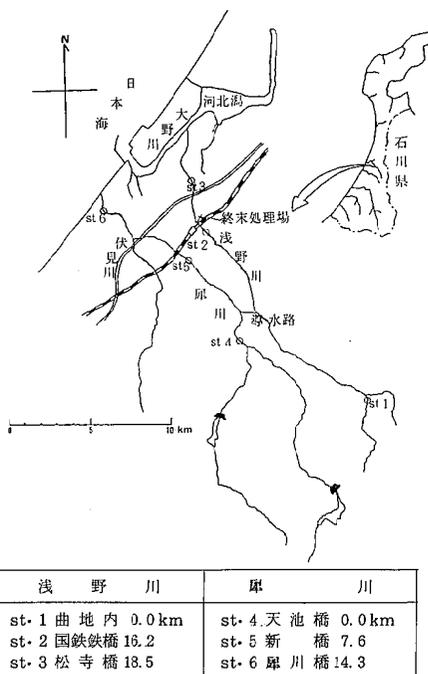


図1 調査地点

Studies on Biological Water Quality Estimation Method Based on Epilithic and Planktonic Diatoms Assemblage in Rivers. 1. Dependence of Diatoms Assemblage on Materials Like Stones, Artificial Substrates in Rivers. by kei-ichi KITANO, Michio YASHIKI, Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Michikazu SAWADA, Moritaka YOSHIDA, Yosiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

た。浅野川は、大野川に流入する全長約28km、流域面積約80km<sup>2</sup>の2級河川である。流入汚濁源で大きいものとして日処理量約69,000m<sup>3</sup>の金沢市公共下水処理場があるが、主たる汚濁源は生活排水である。犀川は、最上流部にダムをもち、中流部では鞍月用水、大野庄用水等へ農業用水約40万m<sup>3</sup>/日の取水が行われており、また、下流部では、農業排水、生活排水を集めた支川伏見川等を合流し、直接日本海に注ぐ全長約40km、流域面積約250km<sup>2</sup>の2級河川である。

両河川とも汚濁負荷の大きい金沢市街地を流下していることから、市街地を中流の調査地点とし、上流側を上流の調査地点、下流側を下流の調査地点とした。付着珪藻は各河川の上流、中流、下流の3地点（浅野川ではSt. 1, St. 2, St. 3, 犀川ではSt. 4, St. 5, St. 6）、また、浮遊流下藻は上流と下流（St. 1, St. 3とSt. 4, St. 6）で採取した（図1）。

### 3 調査方法

#### (1) 調査時期

各調査時期は表1のとおりである。なお、人工基物〔塩化ビニール板（10×10cm<sup>2</sup>）、コンクリートブロック（以下ブロックという）〕の付着藻類については、犀川の3地点において11月20日に基物を設置して12月13日に採集・調査し、浮遊流下藻は浅野川で11月の1回、犀川で10月と1月に2回調査した。

#### (2) 採取方法

付着藻類については、各地点の水深約30cmの平瀬で表面が平らで、その面が水面とほぼ平行な河床礫を選び、表面と裏面（礫の側面）に付着している藻類群集を採集した。人工基物の塩化ビニール板をブロックの上面に銅線で固定し、平瀬付近の河床に流れと平行に設置した。

浮遊流下藻については、プランクトンネット（口径30cm, NXX13）を使用して流れに直角にネットを張

り採集した。

#### (3) 試料の処理と同定

付着藻類及び浮遊流下藻中の珪藻を分類・同定するため、各試料を硫酸と過マンガン酸カリウムによって酸処理後水洗し、Caedax（Merck社製）又はマウントメディア（微生物プレパラート作成用）を用いて永久プレパラートを作成した。

珪藻類の同定には2,000倍の顕微鏡写真を撮り、渡辺・上條らが1973年に石川県の浅野川、犀川で実施した調査結果の写真を主な参考文献<sup>1)~10)</sup>とした。

個体数は、各試料のプレパラートを1,500倍で検鏡し、約400個体を計数して、珪藻群集内の相対頻度を求めた。なお、人工基物の付着藻類の検鏡に当たっては、1,500倍の視野における優占種の個体数を数え、5視野分を集計した。

#### (4) 理化学的水質、底質の測定

理化学的測定項目は、水質については、pH, BOD, T-Nなど33項目、底質については、粒径組成、強熱減量、CODの3項目とし、その測定方法は、環境庁告示又はJISK0102の方法に従った。

#### (5) 生物学的水質判定法

本研究で用いた生物学的水質判定法<sup>8), 9)</sup>は以下のとおりである。

##### ① 珪藻群集の種組成に基づく有機汚濁指数一渡辺らの方法

DAI-po(Diatom Assemblage Index to organic water pollution)

$$DIA-po = 100 - (\sum Si + 0.5 \sum Ej)$$

∑Si : 有機汚濁に耐性をもつ珪藻種(Saprophilous taxa)の相対頻度(%)の和

∑Ej : 有機汚濁に耐性をもつが、清浄な水域にもよく出現する珪藻種(Eurysaprobic taxa)の相対頻度(%)の和

なお、Saprophilous taxaとEurysaprobic taxaについては、渡辺(1983)が提示したものをを用いた。

##### ② 珪藻群集の種組成に基づく河川の汚濁総合評価点一渡辺らの方法

RPI<sub>b</sub> (River Pollution Index)

$$RPI_b = \frac{S}{L}$$

S : 縦軸を流路長、横軸をDAI-po値とした地図を作成し、DAI-po値をプロットした2地点を結ぶ折線で囲まれた面積(km×DAI-po)

L : 流路長(km)

表1 調査時期

調査年月日	天候	付着藻類		備考
		礫表面	人工基物裏面	
60. 8.10, 12	晴のちくもり	○	○	11月20日に人工基物を設置
9.27, 28	晴	○		
10. 9	"	○		
11.20	くもり一時晴	○		
12.13	くもり時々雪	○	○	
61. 1.22	雪	○		

表 2-1 優占種と汚濁階級別出現率 (礫の表面)

浅野川

調査地	調査点	全出現 taxa数	優占種		汚濁階級別出現率(%)				
			種名	出現率(%)	os	$\beta$ -ms	$\alpha$ -ms	ps	不明
8月	st. 1	28	<i>Cymbella ventricosa</i>	26.6	61.5	16.8	3.0	10.2	8.5
	st. 2	21	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	40.9	37.6	51.2	0.7	6.9	3.6
	st. 3	20	<i>Ni. palea</i>	53.7	19.8	13.8	0.3	62.7	3.4
9月	st. 1	32	<i>Achnanthes japonica</i>	15.5	53.7	14.8	8.4	7.4	15.8
	st. 2	23	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	22.4	45.0	25.1	18.0	8.7	3.1
	st. 3	29	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	26.5	13.0	33.6	17.2	34.2	2.0
10月	st. 1	33	<i>Achnanthes crenulata</i>	19.3	68.8	7.9	6.9	8.1	8.3
	st. 2	27	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	38.5	43.0	42.5	0.7	8.0	5.8
	st. 3	27	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	44.4	22.2	49.7	8.1	19.2	0.8
11月	st. 1	24	<i>Achnanthes japonica</i>	23.9	69.6	9.2	6.9	12.4	2.0
	st. 2	26	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	47.7	26.6	55.4	5.7	2.5	9.9
	st. 3	26	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	33.0	22.2	43.5	7.8	20.6	5.9
12月	st. 1	31	<i>Nitzschia dissipata</i>	36.4	70.1	13.3	3.4	5.2	8.0
	st. 2	29	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	56.4	23.2	65.5	0.0	2.8	8.5
	st. 3	23	<i>Navicula heufleri</i>	30.8	57.6	22.2	1.3	8.9	10.0
1月	st. 1	29	<i>Nitzschia dissipata</i>	20.4	82.0	13.7	0.5	2.7	1.1
	st. 2	23	<i>Navicula viridula</i>	46.7	78.0	12.3	0.7	4.4	4.6
	st. 3	28	<i>Nitzschia dissipata</i>	32.4	53.5	20.3	2.9	11.6	11.6

注) os: 貧腐水性,  $\beta$ -ms:  $\beta$ -中腐水性,  $\alpha$ -ms:  $\alpha$ -中腐水性, ps: 強腐水性

表 2-2 優占種と汚濁階級別出現率 (礫の表面)

犀川

調査地	調査点	全出現 taxa数	優占種		汚濁階級別出現率(%)				
			種名	出現率(%)	os	$\beta$ -ms	$\alpha$ -ms	ps	不明
8月	st. 4	27	<i>Cymbella sinuata</i>	25.8	59.0	15.7	22.3	0.8	2.1
	st. 5	29	<i>Achnanthes japonica</i>	18.4	55.5	28.9	3.8	10.0	1.7
	st. 6	17	<i>Navicula neoventricosa</i>	44.4	4.9	60.8	14.6	11.5	8.2
9月	st. 4	37	<i>Achnanthes japonica</i>	16.3	55.1	18.3	4.6	18.6	3.4
	st. 5	35	<i>Cymbella turgidula</i>	10.0	55.6	11.1	8.3	13.7	11.3
	st. 6	28	<i>Nitzschia amphibia</i>	28.2	22.6	41.5	19.4	14.1	2.4
10月	st. 4	29	<i>Nitzschia paleacea</i>	19.3	59.8	27.6	3.9	7.1	1.6
	st. 5	31	<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i>	18.4	68.4	13.2	5.7	10.5	2.1
	st. 6	21	<i>Navicula mutica</i>	46.6	24.4	24.7	46.4	4.4	0.0
11月	st. 4	38	<i>Navicula neoventricosa</i>	31.2	50.3	39.5	4.0	4.0	2.2
	st. 5	35	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	13.3	47.2	27.2	6.9	14.0	4.7
	st. 6	34	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	17.0	47.4	36.1	2.3	10.5	3.8
12月	st. 4	28	<i>Achnanthes japonica</i>	24.8	85.6	10.3	2.7	1.5	0.0
	st. 5	33	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	18.2	59.1	26.5	2.9	10.4	1.1
	st. 6	32	<i>Ni. dissipata</i>	30.2	71.6	14.5	2.0	8.5	3.5
1月	st. 4	26	<i>Cymbella ventricosa</i>	34.5	80.5	8.8	3.5	0.3	7.0
	st. 5	25	<i>Navicula viridula</i>	34.7	86.6	8.8	0.0	3.7	0.9
	st. 6	32	<i>Nitzschia dissipata</i>	25.7	70.4	17.3	3.1	6.1	3.1

③ 汚濁指数—Pantle・Buck の方法

PI (Pollution Index)

$$PI = \frac{\sum(s \cdot h)}{\sum h}$$

s : 各珪藻類の汚濁階級指数

h : 出現多少度 (1~3), 1 偶在, 2.多い,

3.すこぶる多い。

4 結果と考察

(1) 礫の表面の付着珪藻

全出現 taxa 数は浅野川では78taxa (21属), 犀川では78taxa (19属)であり, taxa 数は両河川とも同数であるが, 属数では浅野川の方が2属多い。

優占種及び汚濁階級別出現率等は表2のとおりである。全出現 taxa 数は17~38の範囲にあるが, 地点別, 調査時期別における優占種(相対頻度の最も高い taxa, 以下同じ)に相違がみられる。例えば, 浅野川のSt. 2で1月を除く他の調査時期には汚濁耐性でβ-中腐水性である *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla* が優占種で出現し調査時期による変化が少ないのに対し, 犀川のSt. 4では優占種が調査時期により異なり, 広適応性でβ-中腐水性である *Cymbella ventricosa*,

*Cy. sinuata*, *Achnanthes japonica*, *Nitzschia paleacea* などと変化している。汚濁階級別出現率は, St. 1, St. 4及びSt. 5ではいずれも貧腐水性の出現率が高く安定しているのに対し, 他の地点は調査時期に伴い出現率が不安定である。

DAI-po値等の生物指標<sup>13)</sup>を表3-1, 3-2に示した。浅野川において, DAI-po値は8月から10月に上流から下流にかけて漸次小さい値となっている。10月, 11月及び12月の調査時期のRPI<sub>b</sub>値は40~45で, DAI-po値に基づく汚染地図(図2)の形も似ていることからこれらの時期の河川は同程度の汚濁状況であったものと考えられる。汚濁指数による水質判定では, 1月のSt. 1が貧腐水性に相当する以外はすべての地点と調査時期において1.5~2.5の範囲にあり, β-中腐水性水域とみなされる。一方, 犀川においては, 上流(St. 4)と下流(St. 6)のDAI-po値の差は小さく, 8月と10月のように上流の方が下流の値より小さい時期も見受けられる。RPI<sub>b</sub>値はどの時期も浅野川より犀川の方が大きいことから, 犀川は浅野川より水質汚濁の小さい期間が長いと考えられる。8月から12月までのRPI<sub>b</sub>値は53~61の範囲で大きな差がないが, 汚染地図(図2)の形は各調査時期により異なっている。

表3-1 DAI-po値等の生物指標(礫の表面)  
浅野川

調査地	調査点	DAI-po 渡辺らの方法	RPI <sub>b</sub> 渡辺らの方法	汚濁指数(PI) Pantle・Buck 法
8月	st. 1	54	34	1.9 β-ms
	st. 2	19		1.7 β-ms
	st. 3	19		2.2 β-ms
9月	st. 1	68	56	1.9 β-ms
	st. 2	49		2.2 β-ms
	st. 3	36		2.3 β-ms
10月	st. 1	70	45	1.8 β-ms
	st. 2	27		1.9 β-ms
	st. 3	26		2.0 β-ms
11月	st. 1	58	42	1.7 β-ms
	st. 2	30		1.7 β-ms
	st. 3	31		2.4 β-ms
12月	st. 1	56	40	1.7 β-ms
	st. 2	26		1.6 β-ms
	st. 3	39		2.0 β-ms
1月	st. 1	64	68	1.5 os
	st. 2	71		1.8 β-ms
	st. 3	54		2.1 β-ms

表3-2 DAI-po値等の生物指標(礫の表面)  
犀川

調査地	調査点	DAI-po 渡辺らの方法	RPI <sub>b</sub> 渡辺らの方法	汚濁指数(PI) Pantle・Buck 法
8月	st. 4	62	62	1.7 β-ms
	st. 5	55		1.7 β-ms
	st. 6	77		2.3 β-ms
9月	st. 4	58	59	1.8 β-ms
	st. 5	65		1.9 β-ms
	st. 6	47		2.2 β-ms
10月	st. 4	57	59	1.7 β-ms
	st. 5	59		1.8 β-ms
	st. 6	65		1.9 β-ms
11月	st. 4	71	53	1.7 β-ms
	st. 5	49		1.9 β-ms
	st. 6	42		2.0 β-ms
12月	st. 4	64	53	1.4 os
	st. 5	47		1.7 β-ms
	st. 6	54		1.8 β-ms
1月	st. 4	71	72	1.5 os
	st. 5	78		1.4 os
	st. 6	62		1.9 β-ms

る。汚濁指数による水質判定では、12月と1月のSt. 4が貧腐水性に相当する以外はβ-中腐水性とみなされる。

川では12月に実施したが、裏面で観察した主要な付着藻類を表4に示した。また、優占種と汚濁階級別出現率を表5に示した。

(2) 礫の表面と裏面による付着珪藻の違い

各地点の出現 taxa 数はSt. 5を除き礫の裏面の方が表面より多い。

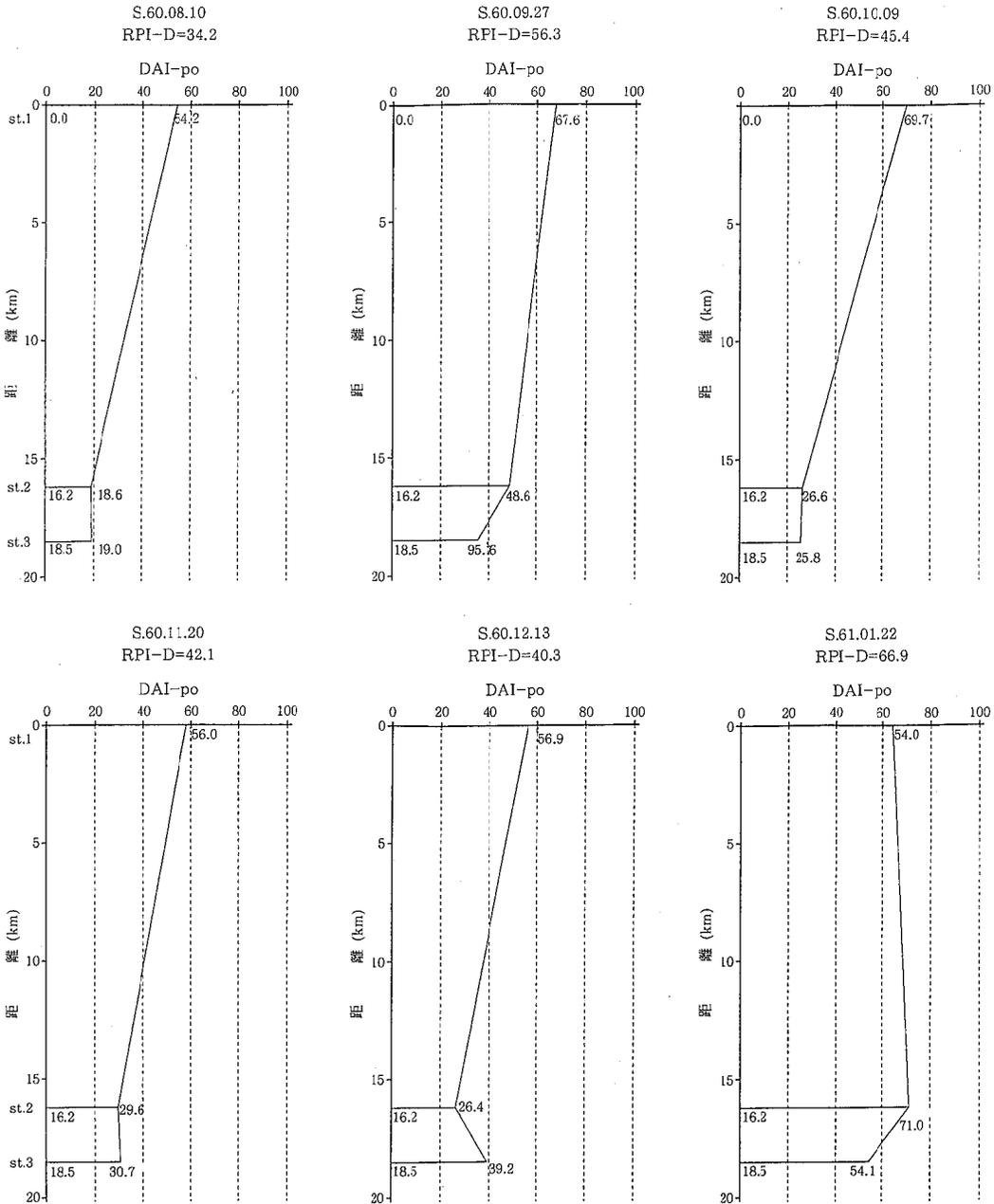


図 2-1

DAI-po 値に基づく汚染地図 (浅野川)

浅野川においては、礫の表面でβ-中腐水性の *Cymbella ventricosa*, *Navicula heufleri*, *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla* 等が多く見られるのに対し、裏面では、強腐水性の *Nitzschia palea*, *Navicula pupula*, *Gomphonema parvulum* が

表面より多いのが特徴的である。

犀川では礫の表面と裏面との出現 taxa に大きな相違はなく、β-中腐水性の *Melosira varians*, *Nitzschia dissipata*, *Achnanthes japonica*, *Navicula viridula*, *Cymbella ventricosa* が比較

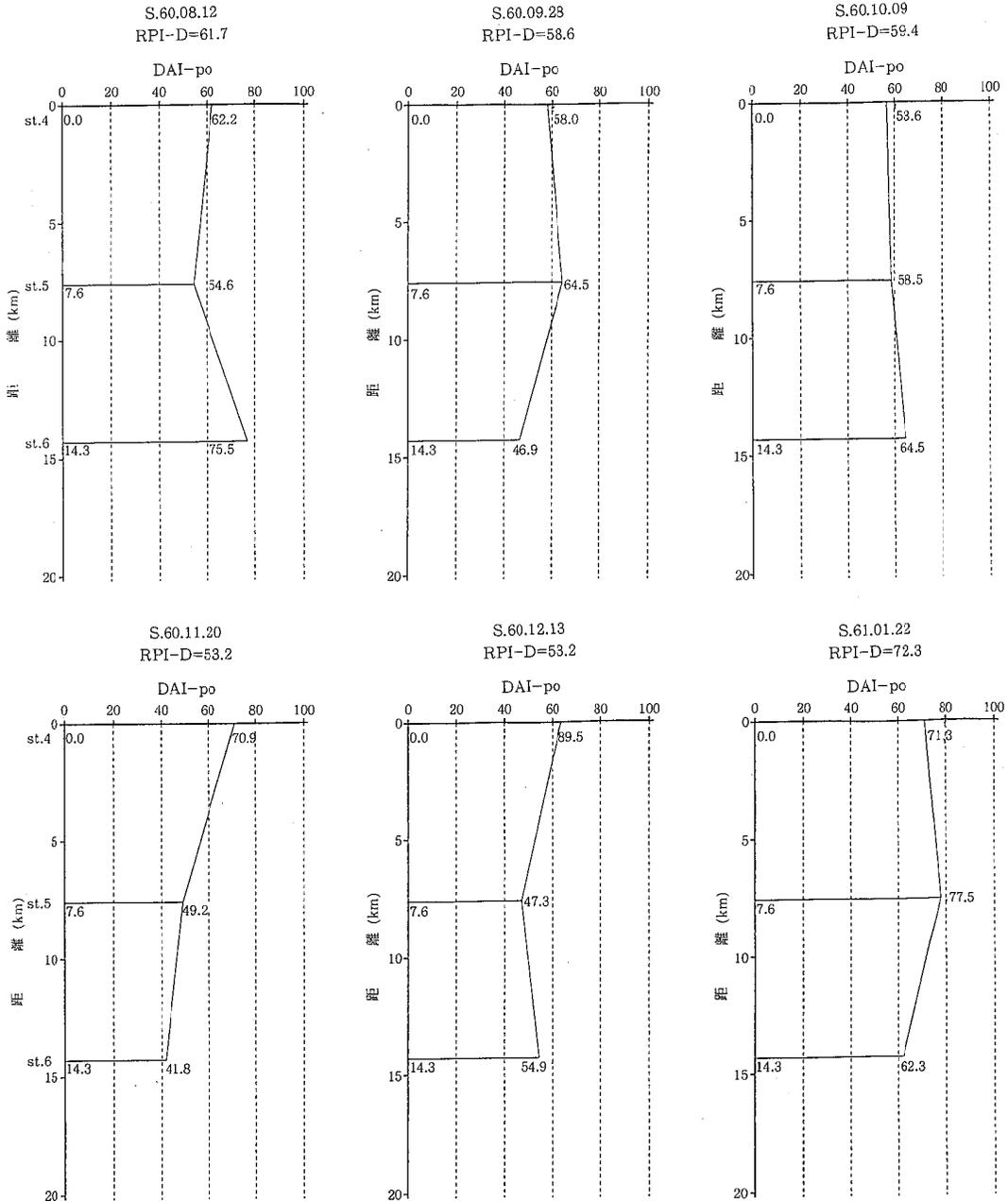


図2—2

DAI-po 値に基づく汚染地図(犀川)

表 4 礫の表面及び裏面の主要な珪藻類

珪藻類	浅野川 (8月)						犀川 (12月)					
	礫の表面			礫の裏面			礫の表面			礫の裏面		
	st.1	st.2	st.3	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.4	st.5	st.6
<i>Melosira varians</i>										+	+	
<i>Synedra ulna</i>					+					+		
<i>Sy. ulna</i> var. <i>ramesi</i>							+					
<i>Achnanthes japonica</i>	+			+		+	+	+	+		+	
<i>Ac. lanceolata</i>				+								
<i>Navicula heufleri</i>		+	+		+	+						+
<i>Na. pupula</i>						+						
<i>Na. viridula</i>							+	+	+		+	-
<i>Cymbella ventricosa</i>	+			+			+	+	+	+	+	-
<i>Gomphonema parvulum</i>						+						
<i>Go. tetrastigmatum</i>							+			+		
<i>Nitzschia amphibia</i>												+
<i>Ni. dissipata</i>							+	+	+	+	+	+
<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>		+	C		+			+	+			+
<i>Ni. linearis</i>												+
<i>Ni. palea</i>	+	+		+	+	+		+	+			+
<i>Ni. paleacea</i>			+		+							

注) 相対頻度別区分: 5 ~ 10% +, 10 ~ 20% ++, 20 ~ 30% +++, 30 ~ 40% ++++, 40 ~ 50% +++++, 50%以上 C

表 5 優占種と汚濁階級別出現率 (礫の裏面)

調査地点	全出現 taxa数	優占種		汚濁階級別出現率 (%)					
		種名	出現率 (%)	os	$\beta$ -ms	$\alpha$ -ms	ps	不明	
浅野川	8 st. 1	36	<i>Nitzschia palea</i>	14.5	50.0	12.6	3.8	26.2	7.4
	8 st. 2	28	<i>Navicula heufleri</i>	39.4	46.0	22.9	1.9	24.1	5.1
	8 st. 3	26	<i>Nitzschia palea</i>	33.9	19.4	10.2	3.4	63.8	3.2
犀川	12 st. 4	30	<i>Melosira varians</i>	19.4	69.0	18.4	7.7	2.6	2.3
	12 st. 5	31	<i>Navicula viridura</i>	21.1	81.6	7.9	3.1	6.1	1.3
	12 st. 6	36	<i>Nitzschia dissipata</i>	20.3	54.3	26.6	5.9	11.6	1.6

的が多い。犀川で礫の表面と裏面の汚濁階級に大きな違いがみられなかった原因としては、調査時期が河川流量の多い時期で流速もあり、礫の表面と裏面とでは水質に差があまりなかったことによるとも考えられる。

調査地点別の汚濁階級別出現率をみると、St. 5を除いた5地点とも礫の裏面の汚濁階級が表面のそれよりも高い汚濁階級となっている。このことから礫の表面と裏面とでは付着珪藻の種類が異なり、裏面の方がより汚濁階級の高い種が多く出現し易いことが確認される。調査地点における流れの水質判定を目的とするならば、礫の裏面の珪藻類を含めた試料によって判定した場合、礫の表面の珪藻類による判定より汚濁の

高い結果となる。したがって、渡辺ら<sup>2)</sup>も指摘しているように礫の表面の珪藻類から水質判定するのが望ましいといえる。

礫の裏面と表面におけるDAI-po, RPI<sub>b</sub>, 汚濁指数を表3, 6に示した。

DAI-po値では、礫の裏面の方が表面より小さい値となる地点はSt. 1, St. 4, St. 6であり上述の結果を裏打ちしているが、対して礫の裏面が表面より大きい値となる地点はSt. 2, St. 3, St. 5である。DAI-po値に基づいた河川の汚濁総合評価点RPI<sub>b</sub>値は、礫の表面と裏面とではほぼ等値となっている。汚濁指数は、6地点すべて礫の裏面の方が表面より大き

表 6 DAI-po 値等の生物指標 (礫の裏面)

調地	査点	DAI-po 渡辺らの方法	RPI <sub>D</sub> 渡辺らの方法	汚濁指数 (PI) Pantle・Buck法
浅野川	8 St.1	51	34	2.0 β-ms
	St.2	20		2.1 β-ms
	月 St.3	28		2.5 α-ms
犀川	12 St.4	53	55	1.8 β-ms
	St.5	62		1.7 β-ms
	月 St.6	43		2.1 β-ms

い値を示しており、礫の裏面の汚濁階級が高いことを示唆している。

(3) 生物指標

礫の表面における DAI-po, PI の生物指標と, BOD, 流速等の理化学的測定項目との相関関係について検討し, その結果を表 7 に表わした。なお, 使用したデータは, 8 月から 1 月までの調査時期で各河川の 3 地点 (上流, 中流, 下流) で実施したものである。

浅野川では, DAI-po と Na, SO<sub>4</sub> との間に P < 0.01 で高い相関関係が認められ, また, P < 0.05 で EC, NO<sub>3</sub>-N, K, Cl も相関関係が認められる。PI は, NO<sub>3</sub>-N との間に P < 0.01 で高い相関関係があり, また, T-N, K についても相関関係が認められる。犀川における理化学的水質項目は DAI-po との間に相関関係は認められないが, PI との間に相関関係が高い項目が多く, 水温, pH, EC, M アルカリ度, COD, NO<sub>3</sub>-N, Or-N, T-N, PO<sub>4</sub>-P, T-P, Na, K, SO<sub>4</sub>, 陰イオン界面活性剤の 14 項目で特に高い関係 (P < 0.01) にある。河川によって相関関係の出方が異なり, 浅野川では DAI-po と関係する理化学的測定項目が多いのに対し, 犀川では PI と関係する項目が特に多い。DAI-po は両河川に共通して高い相関関係のある理化学的測定項目は認められないが, PI においては NO<sub>3</sub>-N, T-N, K の 3 項目が両河川に共通して高い相関関係があることが注目される。

なお, 今回の調査で DAI-po と BOD との相関関係が認められなく, DAI-po と理化学的測定項目との関係について今後さらに検討を要すると考える。

(4) 人工基物の違いによる付着珪藻

顕微鏡 1,500 倍の 1 視野中における優占種の個体数 (平均) は, 塩化ビニール板 (平滑面), 塩化ビニール板 (粗面), ブロックのうち塩化ビニール板 (平滑面) が最も少なかった (表 8)。これは, 平滑な塩化ビニール板では流れにより藻類が剥離し易く, 熟度が低くなるためであろう。

優占種をみると, St. 4 で塩化ビニール板 (平滑面), 塩化ビニール板 (粗面), ブロックとも *Cymbella ventricosa* であるが, 礫の表面では *Achnanthes japonica*, 礫の裏面では *Melosira varians* が優占種となっており, 人工基物と礫とは異なっている。St. 5 では, 塩化ビニール板 (平滑面) とブロックは *Nitzschia dissipata*, 塩化ビニール板 (粗面) は

表 7 理化学的水質項目及び DAI-po と PI との相関係数

項目	浅野川		犀川	
	DAI-po	PI	DAI-po	PI
水 温	-0.468	0.368	-0.023	0.633***
PH	-0.431	-0.215	-0.113	-0.639***
EC	-0.493*	0.430	0.384	0.591***
SS	0.220	-0.286	-0.108	0.236
濁 度	0.354	-0.407	-0.083	0.270
M アルカリ度	-0.428	0.364	0.287	0.603***
COD	-0.116	0.175	0.164	0.622***
BCD	0.016	0.173	0.100	0.491*
NH <sub>4</sub> -N	-0.261	0.375	0.264	0.551**
NO <sub>2</sub> -N	-0.070	0.453	-0.257	0.286
NO <sub>3</sub> -N	-0.520*	0.705***	0.211	0.666***
Or-N	-0.156	0.422	0.177	0.598***
T-N	-0.324	0.583**	0.222	0.622***
PO <sub>4</sub> -P	0.106	-0.061	0.065	0.713***
Or-P	-0.014	0.234	-0.076	0.228
T-P	0.094	-0.012	0.011	0.635***
Na	-0.591***	0.416	0.372	0.623***
K	-0.502*	0.497*	0.299	0.659***
総 硬 度	-0.313	0.287	0.399	0.413
Cl	-0.474*	0.372	0.409	0.565**
SO <sub>4</sub>	-0.603***	0.445	0.337	0.641***
陰イオン 界面活性剤	-0.010	0.035	0.136	0.670***
クロロフィル-a	-0.392	0.198	0.422	0.318
総クロロフィル	-0.311	0.185	-0.058	0.450
採 取 水 深	-0.011	0.053	0.267	0.101
流 速	0.239	-0.450	-0.238	-0.400
DAI-po	1.000	-0.275	1.000	-0.279
PI	-	1.000	-	1.000

注 1) 測定回数は, いずれの河川とも 18 回である。  
 2) \* は P < 0.05, \*\* は P < 0.02, \*\*\* は P < 0.01 で相関関係が認められたもの。

表8 人工基物の違いによる優占種

調査地点	塩化ビニール板(平滑面)		塩化ビニール板(粗面)		ブ ロ ッ ク	
	優 占 種	個体数	優 占 種	個体数	優 占 種	個体数
st.4 天 池 橋	<i>Cymbella ventricosa</i>	18	<i>Cymbella ventricosa</i>	31	<i>Cymbella ventricosa</i>	29
	"	17	"	34	"	30
	"	24	"	31	"	31
	<i>Nitzschia dissipata</i>	22	"	39	"	30
	"	21	"	34	"	31
	平 均	20	平 均	34	平 均	30
st.5 新 橋	<i>Nitzschia dissipata</i>	7	<i>Nitzschia dissipata</i> ( <i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i> )	27	<i>Nitzschia dissipata</i>	39
	"	10	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	25	"	38
	"	9	<i>Cymbella ventricosa</i>	29	"	41
	"	8	<i>Nitzschia dissipata</i>	23	"	36
	"	7	<i>Cymbella ventricosa</i>	24	"	40
		平 均	8	平 均	26	平 均
st.6 犀 川 橋	<i>Nitzschia dissipata</i>	12	<i>Nitzschia dissipata</i>	26	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	30
	"	13	"	31	<i>Navicula heufleri</i>	21
	"	15	"	32	<i>Ni. dissipata</i>	27
	"	12	"	32	"	29
	"	12	<i>Ni. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	31	<i>Na. heufleri</i>	32
	平 均	13	平 均	30	平 均	28

表9 浮遊流下藻の汚濁階級別出現率

調査地点	全出現 taxa数	汚濁階級別出現率(%)					
		os	$\beta$ -ms	$\gamma$ -ms	ps	不明	
浅野川	11月 St.1	28	46.6	20.5	11.0	12.3	9.6
	St.3	29	40.4	28.4	12.8	10.1	8.3
犀川	10月 St.4	37	64.8	15.4	4.9	7.1	7.7
	St.6	38	49.3	17.2	3.4	18.2	11.8
川	1月 St.4	29	85.2	11.2	0.5	2.0	1.0
	St.6	28	54.8	15.3	4.8	19.4	5.7

表10 DAI-po 値等の生物指標(浮遊流下藻)

調査地点	DAI-po 渡辺らの方法	RPI <sub>D</sub> 渡辺らの方法	汚濁指数(PI) Pantle・Buck法	
			$\beta$ -ms	os
浅野川	11月 St.1	60	53	1.9 $\beta$ -ms
	St.3	45		2.0 $\beta$ -ms
犀川	10月 St.4	57	56	1.8 $\beta$ -ms
	St.6	54		1.8 $\beta$ -ms
川	1月 St.4	58	55	1.5 os
	St.6	52		1.9 $\beta$ -ms

*Cymbella ventricosa*, *Nitzschia dissipata*, *Ni. frustulum* var. *perpusilla*, 礫の表面は *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla*, 礫の裏面は *Navicula viridula* と付着基物によって優占種が異なっている。St. 6では、塩化ビニール板(平滑面), 塩化ビニール板(粗面), 礫の表面, 裏面のいずれも *Nitzschia dissipata* が優占種であり, ブロックだけが *Nitzschia dissipata* 又は *Navicula heufleri* となっている。このように付着基物によって珪藻類の優占種が異なるので, 人工基物を使用する場合には材質に注意を払う

必要があると言える。

(5) 浮遊流下藻中の珪藻類

汚濁階級別出現率を表9, DAI-po値等の生物指標を表10に示した。

流下藻中と礫の表面に共通した taxa 数は, 11月の St. 1, St. 3で16 taxa, 10月の St. 4で20 taxa, St. 6で15 taxa, 1月の St. 4で17 taxa, St. 6で20 taxaとなり, 流下藻中の30~60%の taxa は調査地点の礫の表面と異なる taxa で占められていた。汚濁階級別ではいずれの地点においても貧腐水性の出現率

が高い。DAI-po値は3回の調査時期とも上流の値が下流のそれに比べて大きい。汚濁指数は、1月のSt. 4が貧腐水性であるほかはβ-中腐水性に相当し、礫の表面での汚濁指数による分類と同一になる。生物指標の値に上流と下流の間に大きな差がみられない。今後、プランクトンネットの種類を変えることによって、上流と下流の違いの有無、その内容をより明らかにしたい。

(6) 理化学的水質と底質

BOD等主な項目の平均値及び最小値, 最大値は表11のとおりである。BODの平均値についてみると、浅野川のSt. 1では0.4mg/l, St. 2では4.1mg/l, St. 3では6.4mg/lであり、また、犀川のSt. 4では0.5mg/l, St. 5では1.1mg/l, St. 6では3.5mg/lである。理化学的性状による汚濁階級区分については公的に承認されたものはないが、BODで2.5mg/l以下を貧腐水性水域、2.5~5mg/lをβ-中腐水性水域、5~10mg/l

をα-中腐水性水域、10mg/l以上を強腐水性水域とした場合、St. 1, St. 4, St. 5が貧腐水性水域、St. 2, St. 6がβ中腐水性水域、St. 3がα-中腐水性水域に相当することになる。

各地点における底質の粒径組成は表12のとおりである。粒度試験に用いた試料は細礫以下に相当する部分とし、標準網ふるい4,760μmでふるい分けた。浅野川及び犀川の下流地点(St. 3, St. 6)の底質は、50%粒径が700μm前後、2000μm通過重量百分率が97~98%と大きく細砂が主体となっている。全調査地点の強熱減量は1.4~2.5%, CODは646~5,830mg/lの範囲にあるが、犀川の天池橋 St. 4は強熱減量、CODとも大きい値となっているのが注目される。

5 ま と め

石川県金沢市内を貫流する浅野川及び犀川を対象として付着珪藻及び浮遊流下藻を採集するにあたっての

表11 理 化 学 的 水 質 測 定 結 果

調査地点		pH	EC(μS/cm)	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	SS(mg/l)	T-N(mg/l)
浅野川	st. 1 曲地内	6.6~7.7 (7.11)	59.4~77.8 (66.7)	0.1~0.7 (0.38)	1.1~3.8 (2.24)	0.8~609.3 (102.1)	0.38~1.43 (0.56)
	st. 2 国鉄鉄橋	6.7~8.9 (7.65)	80.1~167.0 (122.2)	0.7~15.7 (4.11)	2.1~10.1 (4.80)	3.2~292.0 (21.2)	0.58~3.44 (1.20)
	st. 3 松寺橋	6.7~7.4 (7.16)	92.9~328.0 (161.3)	1.7~12.7 (6.42)	3.8~8.2 (5.94)	3.8~160.5 (29.8)	1.79~9.93 (4.39)
犀川	st. 4 天池橋	6.9~7.6 (7.35)	69.7~100.0 (79.7)	0.3~1.2 (0.53)	1.0~3.7 (2.12)	1.6~19.6 (8.8)	0.34~0.65 (0.48)
	st. 5 新橋	6.9~8.4 (7.54)	70.3~100.0 (82.7)	0.5~2.4 (1.08)	1.6~4.5 (2.62)	3.0~46.4 (15.2)	0.39~0.82 (0.55)
	st. 6 犀川橋	6.8~7.5 (7.19)	85.4~3,180.0 (470.1)	1.3~5.9 (3.49)	3.5~8.8 (5.90)	7.4~112.0 (26.1)	1.01~3.04 (1.78)
調査地点		T-P(mg/l)	Chl-a(μg/l)	大腸菌群数 (MPN/100 ml)	水温(°C)	流速(m/sec)	
浅野川	st. 1 曲地内	0.032~0.828 (0.185)	0.0~2.2 (0.75)	6.8×10 <sup>1</sup> ~1.3×10 <sup>3</sup> (3.28×10 <sup>2</sup> )	2.0~22.8 (10.28)	0.279~0.839 (0.589)	
	st. 2 国鉄鉄橋	0.052~0.440 (0.163)	0.6~4.9 (1.58)	1.1×10 <sup>3</sup> ~5.4×10 <sup>5</sup> (8.90×10 <sup>4</sup> )	3.7~30.5 (12.56)	0.591~0.863 (0.695)	
	st. 3 松寺橋	0.146~0.431 (0.287)	0.2~9.9 (2.24)	3.3×10 <sup>3</sup> ~3.5×10 <sup>5</sup> (8.34×10 <sup>4</sup> )	4.5~31.5 (13.19)	0.055~0.630 (0.316)	
犀川	st. 4 天池橋	0.014~0.100 (0.044)	0.8~2.8 (1.68)	7.8×10 <sup>2</sup> ~5.4×10 <sup>3</sup> (2.54×10 <sup>3</sup> )	3.4~15.9 (9.05)	0.144~0.995 (0.578)	
	st. 5 新橋	0.024~0.121 (0.061)	1.1~6.1 (2.80)	4.9×10 <sup>3</sup> ~2.2×10 <sup>4</sup> (1.01×10 <sup>4</sup> )	2.5~21.4 (10.33)	0.461~1.365 (0.851)	
	st. 6 犀川橋	0.098~0.342 (0.213)	1.4~7.4 (3.09)	3.3×10 <sup>3</sup> ~5.4×10 <sup>4</sup> (2.50×10 <sup>4</sup> )	4.0~25.9 (11.67)	0.0~0.806 (0.221)	

表 12 底 質

河川	調 査 地 点	50%粒径 ( $\mu\text{m}$ )	通 過 重 量 百 分 率			強熱減量 (%)	COD ( $\text{mg/l}$ )
			2,000 $\mu\text{m}$	500 $\mu\text{m}$	105 $\mu\text{m}$		
浅野川	st. 1 曲地内	1,230	80.9	16.2	0.7	1.4	646
	st. 2 国鉄橋	1,430	72.1	17.1	1.1	1.6	1,300
	st. 3 松寺橋	750	97.4	19.2	0.9	1.4	898
犀川	st. 4 天池橋	1,730	59.6	14.2	2.1	2.5	5,830
	st. 5 新橋	1,690	57.4	15.3	0.8	1.7	1,760
	st. 6 犀川橋	680	98.0	27.7	3.0	1.7	1,660

注 1) 標準網ふるい 4,760  $\mu\text{m}$  を通過した部分を粒度試験に用いた。

注 2) 強熱減量及び COD の測定にあたっては、500  $\mu\text{m}$  のふるいを通過した部分を用いた。

問題点を検討し、併せて、生物指標と理化学的水質項目との関係についての検討を試みた。

1) 礫の表面における珪藻群集の種組成に基づく有機汚濁指数 (DAI-po) を指標として、河川の汚濁総合評価点 (RPI<sub>b</sub>) を求め、汚染地図を作成したところ、調査対象河川の汚染状況をより客観的に把握することができた。

2) 礫の表面と裏面では、裏面の方が汚濁階級の高い珪藻種が出現する傾向が強く、水質判定結果が理化学的評価と相反することが多いことから、生物学的水質判定を行う場合には、礫の表面の珪藻類により行うのが適切であることが判った。

3) 生物指標 DAI-po は調査した両河川に共通して相関関係のある理化学的測定項目は認められなかったが、PI は NO<sub>3</sub>-N, T-N, K の 3 項目が共通して正の高い相関関係が認められた。

4) 人工基物として塩化ビニール板 (平滑面又は粗面) 及びコンクリートブロックを用いたところ、各基物によって優占種が異なり、人工基物を使用するに当たっては、材質の選定に注意する必要があることが判った。

5) 浮遊流下藻については各河川の上流と下流の 2 地点で採取したが、生物指標値に上流と下流との差はほとんど認められなかった。従って、浮遊流下藻の採取方法についてさらに検討を行う必要がある。

終わりに、今回の研究を実施するに当たり多大な御協力をいただいた石川県立小松明峰高等学校長墨田勉彰氏に深謝致します。

文 献

1) Cleve-Euler, A., K. Sven. Vet. Akad.

Handl., II 1, 1—155, III 3, 1—143; IV 5, 1—240; V 4, 1—217 (1951—1955)

2) Hustedt, F.: Bacillariophyta (Diatomeae), (A. Pascher ed.), Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas, 1—466. Gustav Fischer, Jena (1930)

3) 福島 博, 木村 努, 小林艶子: 横浜市立大紀要, 生物学編, 3(2), 1—155 (1973)

4) Patrich, R., Reimer, C. W.: The diatoms of the United States, 1—788, Philadelphia (1966)

5) 日本の水をきれいにする会: 水生生物相調査解析結果報告書 (1980)

6) 福島 博: 横浜市立大学論叢 第22巻, 自然科学系列第2号 (1971)

7) 上条裕規, 渡辺仁治: 日本水処理生物学会誌10, 32—38 (1984)

8) Sumita M., Watanabe T.: Jap. J. Limnol. 44, 329—340 (1983)

9) 渡辺仁治, 墨田勉彰: 昭和57年科学研究費補助金〔総合研究(A)〕研究結果報告書, 336—341 (1982)

10) 渡辺仁治, 根来健一郎, 福島 博, 小松 弘, 浅井一視, 後藤敏一, 小松艶子, 真山茂樹, 南雲 保, 伯耆晶子, 藤平 緑: 日本科学振興財団事業報告書, 336—341 (1983)

11) 木元新作: 動物群集研究法 I—多様性と種類組成生態学研究法講座, p147—151, 共立出版, 東京 (1976)

〔報 文〕

## 悪臭評価手法に関する研究 (第2報)

— 三点比較式臭袋法の運用について —

堀 秀 朗・矢 鋪 満 雄・北 野 肇 一  
東 浩 一・澤 田 道 和・吉 田 守 孝  
石 田 喜 朗・道 下 博 之・本 田 和 子  
西 登 志 美

石川県衛生公害研究所環境部

## 1 はじめに

悪臭苦情に対し、現行法の悪臭物質濃度による規制では、即応性や分析結果が住民感覚と合わない場合が多い等の問題があり、その解決に十分な対処がなされない場合が多いので、近年、官能試験の利用が検討されている。悪臭評価に対し、官能試験は比較的簡便な手段ではあるが、問題となるのは官能試験（ここでは三点比較式臭袋法）から算出される臭気濃度の精度である。普通、臭気濃度のもつ不安定性については主として次の二つの要因が考えられる。一つは希釈臭気が閾値に達したかどうかを正解率（または正解個数）で判定しているが、正解率に占める偶然性（臭いを感知していないのに正答すること）の確率（0.33）が高いためであり、二つ目は選ばれたパネルの閾値平均値が必ずしも母平均値と一致しないこと、すなわちパネルの構成の違いによる閾値平均値の変動のためと考えられる。西田<sup>1)</sup>は、偶然の正解を出来るだけ排除し、正解率の信頼区間を狭める新計算方法を提示した。西田らはまた同時に、従来の環境測定の方法で、正解率0.58のときを閾濃度とすると、計算結果（臭気濃度等）は抽出パネルのパラッキの諸影響を受け易いと指摘している。そこで、本報では不安定要因の1つであるパネルの構成の違いの影響を小さくする方法について、

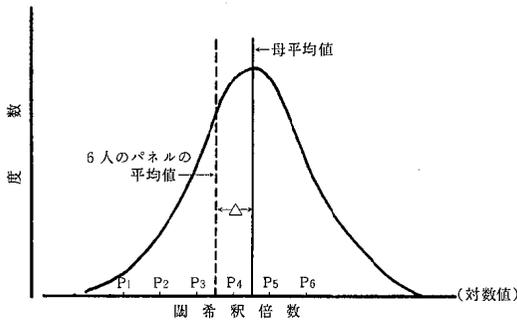
昭和59・60年度に石川県で実施したパネル選定試験結果をもとにしたパネルの嗅力分布から、若干の検討をしたので報告する。

## 2 材料と方法

## 2・1 パネルの偏りの補正

ある臭気に対する個人の閾希釈倍数が、何等かの分布をする集団の中で、どの部分の閾希釈倍数で当該臭気の評価するかを約束として決めておくことは当然である。そこで計算のし易さや統計的意味の分かりやすさから、母平均値を分布の代表値として評価点にするのが普通である。そうすると、三点比較式臭袋法によって算出される希釈倍数も母平均値で評価したと見なされるのが望ましいわけである。西田らが指摘したように閾希釈倍数の分布が対数正規分布に従うものとするれば、評価点を正解率0.67にした場合は6人のパネルの閾希釈倍数の幾何平均値が、6人の閾希釈倍数の分散に関係なく、臭気評価の判断基準となっていることを示すのに対し、正解率0.58の場合は、6人の閾希釈倍数の分散の影響が加味され、臭気の判断基準がパネル構成によって不定となり、評価基準の意味が曖昧になると推測されている。ここでは正解率0.67の場合について考えると、任意の6人の幾何平均値と母平均値との関係は図1のようになる。ここでパネルの偏りと言っ

Studies on the Estimation for Intensity of Offensive Odor. 2. A Corrective Application of Triangle Oder Bag Test by Syuhroh HORI, Michio YASHIKI, Kei-ichi KITANO, Koh-ichi HIGASHI, Michikazu SAWADA, Moritaka YOSHIDA, Yoshiaki ISHIDA, Hiroyuki MICHISHITA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)



(P<sub>1</sub>~P<sub>6</sub>は仮に設定した6人の) パネルの各関希積倍数値

図1 パネルの関希積倍数分布

ているのはΔのことで、多くの場合Δは小さく無視できる量と考えられているが、パネルの構成によってはこの部分の大きさが無視できない場合が当然ありえるので、この部分の大きさを推算して補正をすれば臭気評価の精度が向上すると考えた。そしてΔは全パネルの関希積倍数の分布が予め把握できていれば容易に求めることができることになる。

2.2 閾値指数分布と関希積倍数分布

パネル選定試験の閾値濃度はパネルの嗅力を示すのに対し、三点比較式臭袋法の関希積倍数は臭気の濃度を示すようにそれぞれ表わすものが異なっており、その用いられ方に相違はある。しかし両者とも人間の嗅力に依存した尺度であり、また閾値濃度もスケールは臭気の濃度に対応していると考えられる。このことから、関希積倍数の対数値の差は閾値指数(閾値濃度逆数の対数値、後出2・3)の差と同じことを表現していることになる。即ち、両分布は同じであり、ある臭

気に対する嗅力分布となっている。

2.3 石川県パネルの閾値指数分布

昭和59年に5市4町(加賀市、小松市、根上町、寺井町、美川町、羽咋市、鳥屋町、七尾市、珠洲市)と衛生公害研究所で実施した被験者214人とこれに昭和60年に実施した穴水町等の被験者30人を併せた244人に対しパネル選定試験を実施した。そのうち臭気に対する官能レベルの低いものを排除する意味で、メチルシクロペンテノン、イソ吉草酸、スカトールの3基準臭全てについてパネル選定基準に合格した192名を考慮の対象とし、その閾値濃度のデータを下式のように(水素イオン濃度をpHで表わすように)変換した形で表現した(表1)。

$$A_{ij} = -\log_{10} (T_{ij})$$

但し T<sub>ij</sub>はパネルiのj成分の閾値濃度

A<sub>ij</sub>はパネルiのj成分の閾値指数

3基準臭に対する閾値指数分布とその基本統計量を図2、表1に示した。分布の形状をみると、3者3様でその違いは歴然としており、1つの基準臭の閾値指数分布をもって他の基準臭等各種の臭気に対応する一般性のある嗅力分布と見なすことは無理だと容易に判断できた。

2.4 主成分分析

3基準臭の分布の形は異なっても、臭気に関する何等かの共通部分が匿されていることもあるので、主成分分析により、嗅力に関する一般性のある成分があるか、あればそれはどんな意味をもつか探ってみた。192名の基準合格者パネルについて3基準臭の閾値指数を変数として主成分分析をすると表2に示した結果が得られた。第1主成分をみると、3つの基準臭に対する閾値指数が高くなるほど大きく、反対に低くなるほど小さくなる量である。即ち、3基準臭の閾値指数

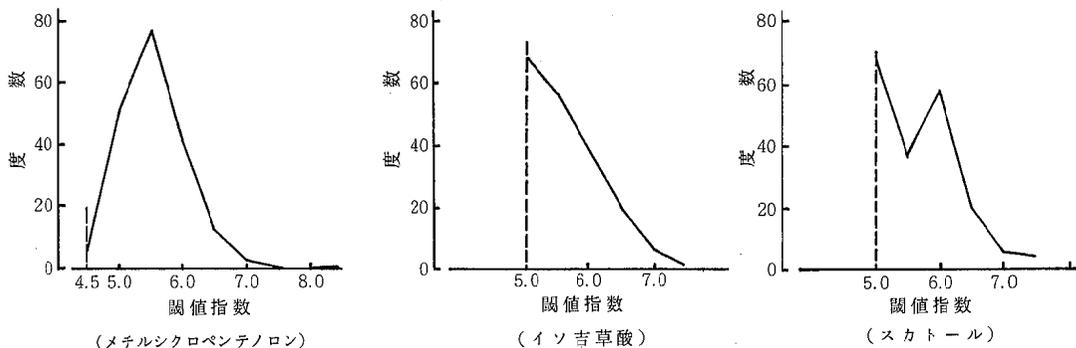


図2 3基準臭の閾値指数分布

表1 パネル選定試験結果(合格者)

閾値指数						閾値指数						閾値指数					
パネル番号	メチルシクロペンテンノロン	イソ吉草酸	ソカトル	閾値平均	偏差	パネル番号	メチルシクロペンテンノロン	イソ吉草酸	ソカトル	閾値平均	偏差	パネル番号	メチルシクロペンテンノロン	イソ吉草酸	ソカトル	閾値平均	偏差
1	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	66	5.5	5.5	5.5	5.50	0.10	131	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27
2	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	67	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	132	6.0	6.5	5.0	5.83	-0.23
3	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	68	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	133	6.5	6.0	6.0	6.17	-0.56
4	5.5	7.0	5.5	6.00	-0.40	69	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	134	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44
5	6.0	5.5	5.0	5.50	0.10	70	6.0	6.5	5.0	5.83	-0.23	135	5.0	6.0	5.5	5.50	0.10
6	6.0	5.0	5.0	5.33	0.27	71	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	136	5.5	6.5	5.5	5.83	-0.23
7	5.5	6.0	5.5	5.67	-0.06	72	7.0	7.5	6.0	6.83	-1.23	137	5.5	5.5	5.5	5.50	0.10
8	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	73	6.0	6.5	6.0	6.17	-0.56	138	6.0	5.5	6.0	5.83	-0.23
9	5.0	6.0	6.0	5.67	-0.06	74	5.5	5.5	6.5	5.83	-0.23	139	6.0	6.5	6.0	6.17	-0.56
10	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	75	5.0	5.5	5.0	5.17	0.44	140	6.0	5.5	5.5	5.67	-0.06
11	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	76	6.5	6.0	6.0	6.17	-0.56	141	6.0	6.5	6.0	6.17	-0.56
12	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	77	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	142	6.5	7.0	7.0	6.83	-1.23
13	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	78	5.5	6.0	5.0	5.50	0.10	143	5.5	6.5	6.5	6.17	-0.56
14	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	79	6.0	5.0	5.5	5.50	0.10	144	7.0	6.0	5.5	6.17	-0.56
15	6.5	5.5	6.5	6.17	-0.56	80	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	145	6.0	5.5	6.0	5.83	-0.23
16	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	81	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	146	5.0	6.5	6.0	5.83	-0.23
17	5.5	5.0	5.5	5.33	0.27	82	5.5	6.0	6.0	5.83	-0.23	147	5.5	6.0	6.0	5.83	-0.23
18	5.0	5.0	6.5	5.50	0.10	83	6.0	5.0	5.5	5.50	0.10	148	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44
19	6.0	5.0	5.0	5.33	0.27	84	6.0	5.5	5.0	5.50	0.10	149	5.0	5.5	5.5	5.33	0.27
20	6.0	6.5	6.5	6.33	-0.73	85	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	150	6.0	6.0	6.5	6.17	-0.56
21	5.0	5.5	6.0	5.50	0.10	86	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	151	6.0	5.5	6.5	6.00	-0.40
22	6.0	5.5	5.0	5.50	0.10	87	5.0	5.5	5.5	5.67	-0.06	152	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10
23	6.5	6.0	6.0	6.17	-0.56	88	4.5	5.0	5.0	4.83	0.77	153	6.0	6.5	5.0	5.83	-0.23
24	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	89	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	154	6.0	5.0	5.0	5.33	0.27
25	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	90	6.0	6.0	5.5	5.83	-0.23	155	6.0	6.5	6.5	6.33	-0.73
26	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	91	6.5	5.0	6.5	6.00	-0.40	156	5.0	6.0	5.0	5.33	0.27
27	6.5	5.5	5.0	5.67	-0.06	92	5.0	5.5	5.0	5.17	0.44	157	5.5	6.5	6.5	6.17	-0.56
28	6.0	7.0	5.0	6.00	-0.40	93	6.0	6.5	5.0	5.83	-0.23	158	5.5	6.0	5.5	5.67	-0.06
29	4.5	5.0	5.5	5.00	0.60	94	5.0	7.0	6.0	6.00	-0.40	159	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60
30	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	95	7.0	6.0	5.5	6.17	-0.56	160	5.0	5.0	5.5	5.17	0.44
31	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	96	5.5	5.5	5.5	5.50	0.10	161	6.0	5.5	5.5	5.67	-0.06
32	5.5	5.0	5.5	5.33	0.27	97	5.0	6.0	5.0	5.33	0.27	162	6.0	6.0	6.0	6.00	-0.40
33	6.0	5.5	6.0	5.83	-0.23	98	5.5	6.0	5.0	5.50	0.10	163	5.5	6.0	5.0	5.50	0.10
34	6.5	5.5	5.0	5.67	-0.06	99	5.0	5.5	5.5	5.33	0.27	164	5.0	5.5	5.0	5.17	0.44
35	5.5	6.0	5.5	5.67	-0.06	100	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	165	5.0	6.0	5.5	5.50	0.10
36	6.0	6.0	5.5	5.83	-0.23	101	5.0	6.0	6.0	5.67	-0.06	166	5.5	6.5	6.0	6.00	-0.40
37	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	102	6.5	5.5	5.5	5.83	-0.23	167	5.0	6.0	5.5	5.50	0.10
38	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	103	4.5	5.0	5.5	5.00	0.60	168	6.0	5.0	7.0	6.00	-0.40
39	5.0	6.0	5.0	5.33	0.27	104	5.0	6.0	6.5	5.83	-0.23	169	6.0	6.5	7.0	6.50	-0.90
40	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	105	5.0	6.0	5.0	5.33	0.27	170	6.5	5.5	7.5	6.50	-0.90
41	6.0	6.0	5.0	5.67	-0.06	106	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	171	4.5	5.0	6.0	5.17	0.44
42	5.0	5.5	6.0	5.50	0.10	107	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	172	6.0	7.0	7.5	6.83	-1.23
43	6.0	5.5	5.0	5.50	0.10	108	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	173	5.5	6.0	7.0	6.17	-0.56
44	5.5	7.0	5.5	6.00	-0.40	109	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	174	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60
45	5.5	7.0	6.0	6.17	-0.56	110	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	175	5.0	5.5	6.5	5.67	-0.06
46	5.0	6.5	5.0	5.50	0.10	111	5.0	6.5	5.5	5.67	-0.06	176	5.0	6.0	6.0	5.67	-0.06
47	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	112	5.0	5.0	5.5	5.17	0.44	177	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10
48	5.5	7.5	6.5	6.50	-0.90	113	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	178	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10
49	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	114	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	179	5.5	5.0	6.5	5.67	-0.06
50	6.0	5.5	6.0	5.83	-0.23	115	5.0	5.0	5.5	5.17	0.44	180	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10
51	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	116	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10	181	4.5	5.0	5.5	5.00	0.60
52	5.5	6.5	6.5	6.17	-0.56	117	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44	182	6.0	6.0	7.5	6.50	-0.90
53	5.0	5.5	5.0	5.17	0.44	118	6.0	6.5	6.5	6.33	-0.73	183	5.5	6.0	6.0	5.83	-0.23
54	6.5	5.0	5.0	5.50	0.10	119	5.0	5.0	6.0	5.33	0.27	184	6.0	6.0	7.0	6.33	-0.73
55	6.0	5.5	6.0	5.83	-0.23	120	6.5	5.0	6.5	6.00	-0.40	185	5.0	5.0	7.0	5.67	-0.06
56	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	121	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	186	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10
57	4.5	5.0	5.0	4.83	0.77	122	6.5	6.0	6.5	6.33	-0.73	187	5.0	5.5	6.0	5.50	0.10
58	5.5	5.0	5.5	5.33	0.27	123	5.0	5.5	5.5	5.33	0.27	188	5.0	5.5	5.0	5.17	0.44
59	6.0	6.0	6.0	6.00	-0.40	124	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	189	5.0	6.0	6.0	5.67	-0.06
60	5.0	5.0	5.0	5.00	0.60	125	6.0	5.0	5.5	5.50	0.10	190	5.5	5.0	6.0	5.50	0.10
61	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27	126	5.0	5.0	6.0	5.33	0.27	191	5.5	6.0	6.5	6.00	-0.40
62	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	127	5.5	5.5	6.0	5.67	-0.06	192	5.5	6.5	7.5	6.50	-0.90
63	5.0	5.5	5.5	5.33	0.27	128	5.5	5.0	5.0	5.17	0.44						
64	6.0	5.5	6.0	5.83	-0.23	129	8.5	5.5	5.5	6.50	-0.90						
65	5.0	6.0	6.0	5.67	-0.06	130	5.5	5.5	5.0	5.33	0.27						
												最小値	4.5	5.0	5.0		
												最大値	8.5	7.5	7.5		
												平均値	5.55	5.60	5.66	5.60	

表2 3基準臭閾値指数の主成分分析結果

	固有ベクトル		
	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>
メチルシクロペンテノロン	0.407	0.508	0.759
イソ吉草酸	0.609	0.469	-0.640
スカトール	0.681	-0.723	0.119
固有値	0.538	0.274	0.243
寄与率	51.0%	26.0%	23.0%
累積寄与率	51.0%	77.0%	100.0%

の平均値が高いものほど大きな値となる量である。従って、3基準臭系における混合臭総体に対し、感受性が高いか、低いかの判断を第1主成分ですることができる。第2主成分はスカトールに関し、他の2基準臭と相対的にその特異的な感受性を現わす量といえる。第3主成分はメチルシクロペンテノロンとイソ吉草酸のどちらに対する感受性が高いかの目安になる量と考えられる。

2・5 嗅力分布

個人が集団の中で嗅力に関し、どこに位置するかは臭気の種類によって違うのは当然としても、少数の特異的な場合は別として、臭気の種類によってその位置偏差の変動(バラツキ)はやはり何等かの分布をしていると考えられ、個人の間で一定の臭気に対する感応分布の分散に差がないと仮定すれば、一般に、単純に各種臭気に対する嗅力の位置を平均するだけで個人の嗅力の代表値が得られることを示唆している。この値は主成分分析によって得られた第1主成分が示す意味に対応するものであり、第1主成分の寄与率は51.0%であることを考慮すれば、あながち的外れな代表値でもないと考えられる。この代表値(平均値)を個人の平均嗅力、そして集団の分布を平均嗅力分布と仮称する。そして6人の平均嗅力の平均値の分散は個人の平均嗅力の分散と同じになることが期待されるので、嗅力分布における6人の平均値が占める位置の精度は個人の平均嗅力の分散に依存していると考えられる。また、この分布のスケールは閾値指数のスケールと同じである。従って、6人のパネルの偏りを示す△の値は表1に示した平均嗅力の偏差を平均することで容易に求められる。すなわち

$$\Delta = (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6) / 6$$

但し、 $\delta_i$ はパネルiの平均閾値指数の偏差である。

3 結果と考察

補正の効果を検証するため、昭和59年度悪臭評価試験結果から臭気濃度が正解率0.58で評価して10以上になる試料について機器分析から得られる推定臭気濃度(最大値)の対数値との相関と得られる回帰式の有意性を①正解率0.58、②正解率0.67、③正解率0.67+パネルの偏り補正の3種の方法で算出した結果(図3、表3)と比較してみた。図表より明らかなようにパネルの偏りを補正した③番の方法で臭気を評価した場合の相関性が高く、この場合だけが有意水準5%で回帰式が有意であるとの結果が得られた。

確かに正解率を0.58から0.67に替えるだけで当初の推測どおり相関性は高まったかのように見えるが、回帰式の有意性を認めるに到らなかった。これは正解率を0.67にすると、閾値積倍数が10近傍の試料の場合、10未満と算出されたのを10としたせいかもしれない。正解率0.67ではこの様に評価できない試料が増える不都合な面が生じる。この様な場合、パネルの偏りの補正があることで精度が高まっているように見えることは、閾値指数分布において任意の6人のパネルの平均値は母平均値の±10%の範囲に94%が収まる<sup>2)</sup>とは言ってもできるならパネルの偏りの補正をしたほうが良いことを示唆していると思われる。

表3 悪臭評価3方法の比較

試料番号	機器分析結果からの推定臭気濃度の対数値(X)	三点比較式臭袋法による閾値積倍数の対数値(Y)		
		① 正解率0.58	② 正解率0.67	③ 正解率0.67+補正
1	1.28	1.82	1.61	1.57
2	2.13	2.35	2.00	1.96
3	1.08	1.51	1.18	1.14
4	1.28	1.11	1.00	0.96
5	0.76	1.60	1.00	0.83
6	1.34	1.52	1.28	1.11
7	0.48	1.95	1.71	1.43
8	0.43	1.23	1.00	0.83
9	2.09	1.72	1.54	1.62
10	1.00	1.26	1.00	0.91
X, Yの相関係数(r)		0.450	0.530	0.701
回帰直線の検定(分散比)		2.029	3.130	7.742

(注) F(1, 8; 0.05) = 5.318

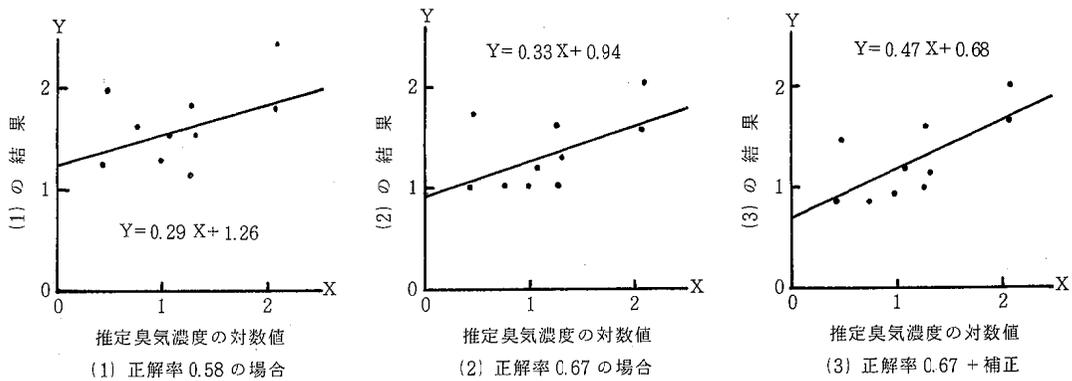


図3 3種の悪臭評価方法と推定臭気濃度の対数値との相関散布図

パネルの偏りの補正の効果があるということは、逆に3基準臭の閾値指数の平均値による嗅力分布において、6人のパネルの平均値が母平均値に対して精度良くこの抽出パネルの偏りを表わしていることを裏付けている。従って、悪臭評価に際して地域のパネル候補母集団の嗅力分布が明らかになっている中で、三点比較式臭袋法を実施するとき、6人のパネルを選ぶ基準として6人のパネルの閾値指数平均値が母平均値に最も近い組合せを選んでやれば、結果の補正をすることなく精度の高いものが得られる。そして、このような6人の組合せが得られない場合に結果の補正をすることを考えても良いのではないと思われる。

#### 4 ま と め

(1) 官能試験において精度があがらない要因に正解率やパネル構成等の問題があり、精度を上げる方法として、ここではパネルの偏りに注目して、これを嗅力分布の母平均値に近付けるよう補正することを考えた。

(2) 基準臭の閾値指数分布が嗅力分布と同じ意味もっていること、3基準臭の主成分分析から51%の寄与率の第1主成分として、臭気に対する嗅覚の共通部分の概念を持つものが得られたことから、3基準臭の

閾値指数平均値を一般性のあると思われる嗅力分布とした。

(3) 6人のパネルの偏りを示す $\Delta$ の値を平均嗅力の偏差を平均することで求めた。すなわち

$$\Delta = (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6) / 6$$

但し  $\delta_i$  はパネル  $i$  の平均閾値指数の偏差である。

(4) パネルの偏りの補正効果を機器分析による推定臭気濃度の対数値との相関で検証すると、補正しない場合に比し、高い相関係数が得られ、有意水準5%で有意な回帰式が得られた。このことから、補正の効果は無視できないと考えられた。

(5) 三点比較式臭袋法を実施するとき、6人のパネルを選ぶ基準として6人のパネルの閾値指数平均値が母平均値に最も近い組合せを選んでやれば、結果の補正をすることなく精度の高いものが得られる。

#### 文 献

- 1) 西田耕之助, 柳橋泰生, 山川正信: 環境技術—三点比較式臭袋法による臭気濃度の算出, 15, 331—336 (1986)
- 2) 悪臭公害研究会編: 悪臭と官能試験, p193—240, (1980)

〔報 文〕

# 石川県における酸性雨調査(第3報)

— 1mmごとの降水成分の統計解析 —

石川県衛生公害研究所環境部 北村 守次・織田 敏郎・桐元 俊武

(本報告の一部は、第27回大気汚染学会において発表した。昭和61年11月16日、京都市)

## 1 はじめに

酸性雨に関する調査は近年全国各地で実施されており、初期雨水と後続雨水とに分割して調査解析を行うことが有用であることが松本ら<sup>1)・2)</sup>によって報告されている。一方、全国の降水成分に関しては、冬季に日本海側で硫酸イオン等の濃度が高くなり、海塩粒子による寄与分を差し引いてもなお、この傾向が強いことが加藤ら<sup>3)</sup>及び土器屋ら<sup>4)</sup>により報告されているが、この原因についてはまだ明らかではない。

本県では、昭和58年度から1週間降水について調査を開始し、その結果は既に報告した<sup>5)・6)</sup>が、昭和59年度からは、降水の性状を更に詳しく調べ、各種降水成分の由来を究明し、雨水酸性化の原因究明のための基礎資料を得るために、1mmごとの分割降雨についても調査を開始した。

ここでは、昭和59年度と60年度に実施した1mmごとの分割降雨についての調査結果と、統計解析により得られた知見とを報告する。

## 2 調査方法

### 2・1 調査地点

三馬測定点(金沢市三馬2丁目, 石川県衛生公害研究所屋上)

### 2・2 降雨採取方法

(株)小笠原計器製作所製R-500型酸性雨自動採取

装置(図1参照)を使用して、1降雨全体(以下「1降雨」という)と、降雨の1mm目から5mm目までを1mmごとに分割し、6mm以降を一括したもの(以下「1mm降雨」という)とを採取した。

1降雨は、降り始めから降り終わりまでを口径200mmφのロートでポリ瓶に採取し、1mm降雨は口径354mmφのロートで1~5mm目をガラス瓶に、6mm以降をポリ瓶に採取し、原則として降雨終了3時間後に回収した。3時間以内に再び降雨があった場合

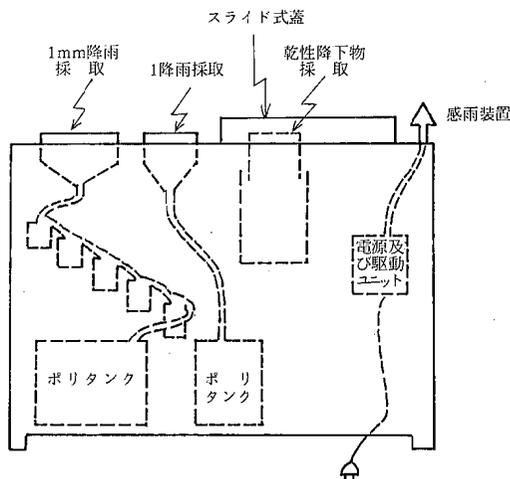


図1 酸性雨自動採取装置

Acid Precipitation Survey in Ishikawa Prefecture. 3. Statistical Analysis of Ionic Components in Rain Waters collected by Volumetric Fractional Sampling each 1mm Rain Fall. by Moritsugu KITAMURA, Toshirou ODA, and Toshitake KIRIMOTO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表1 調査項目及び測定方法

測定項目	測定方法
pH	ガラス電極法
EC	導電率法
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	イオンクロマトグラフ法
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"
Cl <sup>-</sup>	"
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	インドフェノール法
Ca <sup>2+</sup>	原子吸光法
Mg <sup>2+</sup>	"
K <sup>+</sup>	炎光度法
Na <sup>+</sup>	"
Fe <sup>3+</sup>	フレイムレス原子吸光法

は連続した降雨とみなした。

なお、1降雨の場合は降水量1mm以下について、また、1mm降雨は降水量がおよそ0.1mm未満については分析を行わず、採取雨量の少ないものについては分析可能な項目のみを測定した。

2・3 調査項目及び測定方法

降雨は、回収後直ちにメンブランフィルター（孔径0.8μm）で濾過後、表1に示す項目及び方法で測定を行った。

2・4 統計解析方法

（株）富士通製統計データ処理パッケージANALYST V10を用い、FACOM M-340Rを使用して統計解析を行った。結果の判定に際しては、奥野らの多変量解析法<sup>9)</sup>を参照した。

2・5 調査期間

昭和59年6月27日から61年3月31日まで。ただし、昭和59年12月25日から60年3月4日までと、60年12月17日から61年3月19日までは、積雪のため採取装置が作動しないので採取を休止した。

3 調査結果

3・1 調査期間中の降雨

調査期間（延べ16か月間）中、降水量1mmを超える降雨（1降雨及び1mm降雨の両方の分析に供したものは116回、6mm以上の降雨は79回で、1降雨の平均降水量は35mmであった。このほか、降水量1mm未満の降雨（1mm降雨の1mm目のみの分析に供したものが33回あった。（以上、いずれも採取雨量から換算した降水量である。）

なお、年間降水量は昭和59年度が2,180mm、60年

度が3,380mm、平年値は2,650mmであった。（以上は金沢地方気象台調べの降水量である）

3・2 1降雨のpHについて

1降雨のpH測定結果を表2に、pHの出現ヒストグラムを図2に示した。出現頻度をみると、最頻階級はpH4.7~4.8で、これを中心として両側に分布しているが、pH6.3~6.6に離れた群が存在した。

次に降水量とpHの関係を図3に示した。降水量が少ない場合は、3.9~6.6の範囲に広く分布しているが、降水量が多くなるに従って一定値に収束しており、これは玉置ら<sup>10)</sup>の報告と一致している。なお、三馬の1降雨における収束値はおおよそpH4.8であった。

1降雨全体でpH4未満となった降雨は、1mm以上の降雨で1回（昭和59年9月3日、pH3.9、降水量1.3mm）だけであった。

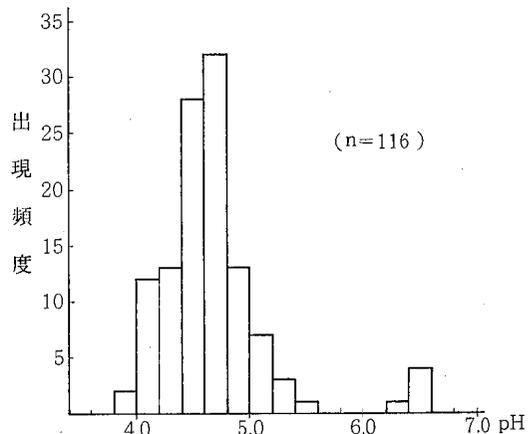


図2 1降雨のpH出現頻度ヒストグラム

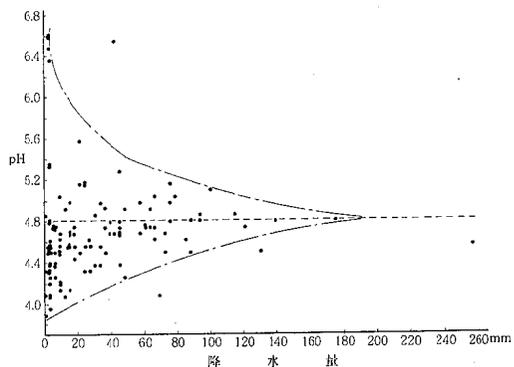


図3 pHと降水量との関係（1降雨）

表 2 1 降雨及び 1 mm 降雨の降水成分濃度

項目(単位)	区分	1降雨	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm以降
pH	平均値	4.55	4.25	4.40	4.47	4.54	4.57	4.64
	最高値	6.6	6.8	6.9	6.5	6.3	5.6	6.4
	最低値	3.9	3.4	3.8	3.8	3.9	3.8	4.0
EC (μS/cm)	平均値	39.0	67.0	38.2	30.3	27.2	24.5	29.5
	最高値	217	494	228	185	132	97.0	148
	最低値	4.3	8.1	4.4	2.9	2.1	1.9	3.4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μg/ml)	平均値	3.32	6.49	3.48	2.64	2.35	2.16	2.18
	最高値	20.9	86.6	18.7	16.8	12.6	12.6	10.3
	最低値	0.34	0.38	0.24	0.23	0.12	0.09	0.27
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μg/ml)	平均値	2.72	5.61	3.01	2.37	2.08	1.90	1.57
	最高値	16.1	76.0	14.3	13.5	12.3	12.4	9.81
	最低値	0.32	ND	0.21	0.21	0.11	0.08	0.25
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μg/ml)	平均値	1.31	3.35	1.75	1.27	1.07	0.94	0.67
	最高値	6.86	10.3	7.77	8.82	7.56	5.78	4.97
	最低値	0.13	0.13	0.25	0.16	0.06	0.06	0.07
Cl <sup>-</sup> (μg/ml)	平均値	4.37	6.20	2.57	1.92	1.97	1.75	3.73
	最高値	35.1	75.6	39.6	29.3	20.0	20.2	33.4
	最低値	0.09	0.30	0.11	0.05	0.04	0.04	0.04
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μg/ml)	平均値	0.48	0.99	0.54	0.43	0.38	0.32	0.29
	最高値	2.84	4.27	2.75	3.82	3.51	1.57	2.65
	最低値	0.04	0.15	0.04	0.04	ND	0.01	0.01
Ca <sup>2+</sup> (μg/ml)	平均値	0.39	1.01	0.39	0.25	0.21	0.20	0.19
	最高値	3.76	23.0	4.61	2.25	1.26	2.49	1.36
	最低値	0.02	0.07	0.04	ND	0.03	ND	ND
ExCa <sup>2+</sup> (μg/ml)	平均値	0.30	0.90	0.34	0.21	0.17	0.17	0.12
	最高値	3.03	21.4	4.47	1.90	1.17	2.46	0.99
	最低値	ND						
Mg <sup>2+</sup> (μg/ml)	平均値	0.32	0.47	0.21	0.15	0.15	0.13	0.26
	最高値	3.19	6.69	3.53	2.49	1.45	1.47	2.43
	最低値	ND	0.023	0.008	ND	ND	ND	ND
K <sup>+</sup> (μg/ml)	平均値	0.14	0.24	0.13	0.10	0.10	0.09	0.11
	最高値	1.15	2.45	1.11	0.95	0.61	0.52	0.75
	最低値	ND	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	ND
Na <sup>+</sup> (μg/ml)	平均値	2.40	3.12	1.45	1.09	1.13	0.99	2.04
	最高値	19.1	42.2	22.4	16.5	11.0	11.3	17.9
	最低値	0.03	0.10	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02
Fe <sup>3+</sup> (μg/ml)	平均値	0.018	0.050	0.018	0.012	0.009	0.010	0.008
	最高値	0.24	1.49	0.13	0.12	0.095	0.060	0.067
	最低値	ND						
測定数		116	149	111	97	93	80	79

(注1) pHの平均は、水素イオン濃度に換算したものを平均した後にpHに換算して求めた。

(注2) 1降雨の降水量は、平均35 mm(範囲1 mm~258 mm)である。

このほか、1 mm未満の降雨では、pH 4 未満が2回（昭和59年7月2日、pH3.8、降水量0.2mm；60年5月22日、pH3.9、降水量0.1mm）あった。これらはいずれも5月末から9月初めの夏季に出現した。

3・3 1 mm降雨のpHについて

1 mm降雨のpHの各降雨順ごとの出現頻度ヒストグラムを図4に、また、測定結果を表2及び図5に示した。各段階ごとの最頻階級は、1 mm目が4.3~4.4、2 mm目と5 mm目が4.5~4.6、3、4 mm目と6 mm以降は4.7~4.8で、おおむね降雨順に従って増加の傾向にあり、pHの平均値は1 mm目から6 mm以降にかけて単調増加の傾向であった。

1 mm降雨の中でpH3.5以下の低pH値は、昭和59年7月4日（pH3.4）、60年4月14日（pH3.5）、9月25日（pH3.5）の3回出現したが、いずれも1 mm目においてであった。

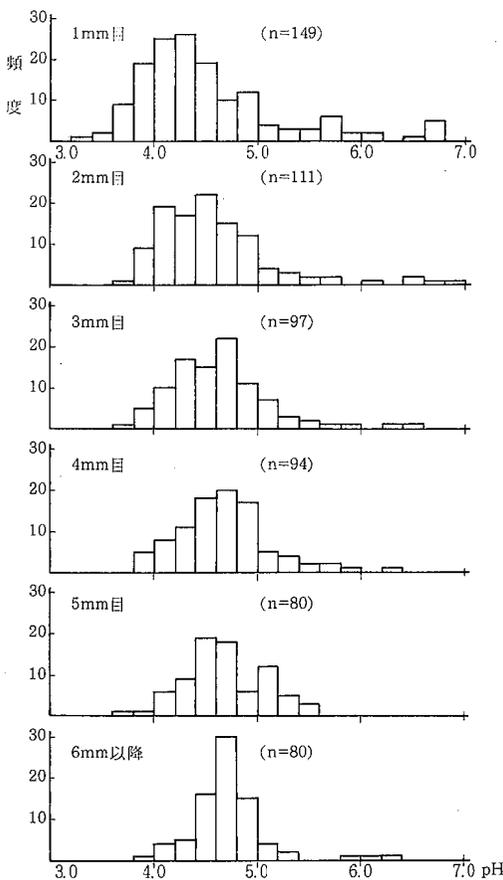


図4 1 mm降雨の各段階におけるpH出現頻度

表3 1 mm目から6 mm以降にかけてのpHの変化

変化の状態		例数(%)	
上昇	単調に上昇	14 (13%)	36 (32%)
	変動しながら上昇	22 (20%)	
低下	単調に低下	17 (15%)	25 (23%)
	変動しながら低下	8 (7%)	
初め上昇 後に低下		24 (22%)	
初め低下 後に上昇		13 (12%)	
一定の傾向がなく変動		11 (10%)	
変動しない		2 (2%)	
合計		111 (100%)	

個々の降雨についての1 mm目から6 mm以降へのpHの変化の状況は表3のとおりで、降雨順に従って上昇するものが最も多かった。1 mm目と2 mm目とを比較すると、上昇するものが59例（53%）、低下するものが39例（35%）、変化しないものが13例（12%）であった。

3・4 1 降雨及び1 mm降雨の降水成分濃度

1 降雨及び1 mm降雨の降水成分濃度を表2に、1 mm降雨の降雨順別降水成分濃度変化を図5に、また、降水が6 mm以上あった場合のみの変化を図6に示した。主な起源が人為（陸上）起源と推定される硝酸、アンモニウム、鉄、過剰カルシウム（過剰量の算出法については前報<sup>7)</sup>参照）の各イオンは指数関数的に減少する傾向があるのに対して、海塩起源と推定される塩素、ナトリウム、マグネシウム、カリウムの各イオンと電導度は1 mm目から3 mm目にかけて減少のあと、5 mm目から6 mm以降にかけて増加する傾向があった。過剰硫酸イオンは、最初減少の後、横ばいであった。

4 統計解析及び考察

前報<sup>7)</sup>で報告したように、石川県においては冬季の北西季節風が強い時期には海塩粒子の影響を強く受けることが分かっている。ここでは、これらを更に詳しく調べるため、降雨原因を表4に示した4つの型に分類して解析及び考察を行った。

本節では、降雨原因の違いによる降雨の性状の差と、初期降雨と後続降雨の性状の差を明らかにすることを目的として検討を進めた。

なお、初期降雨と後続降雨の区分については、松本

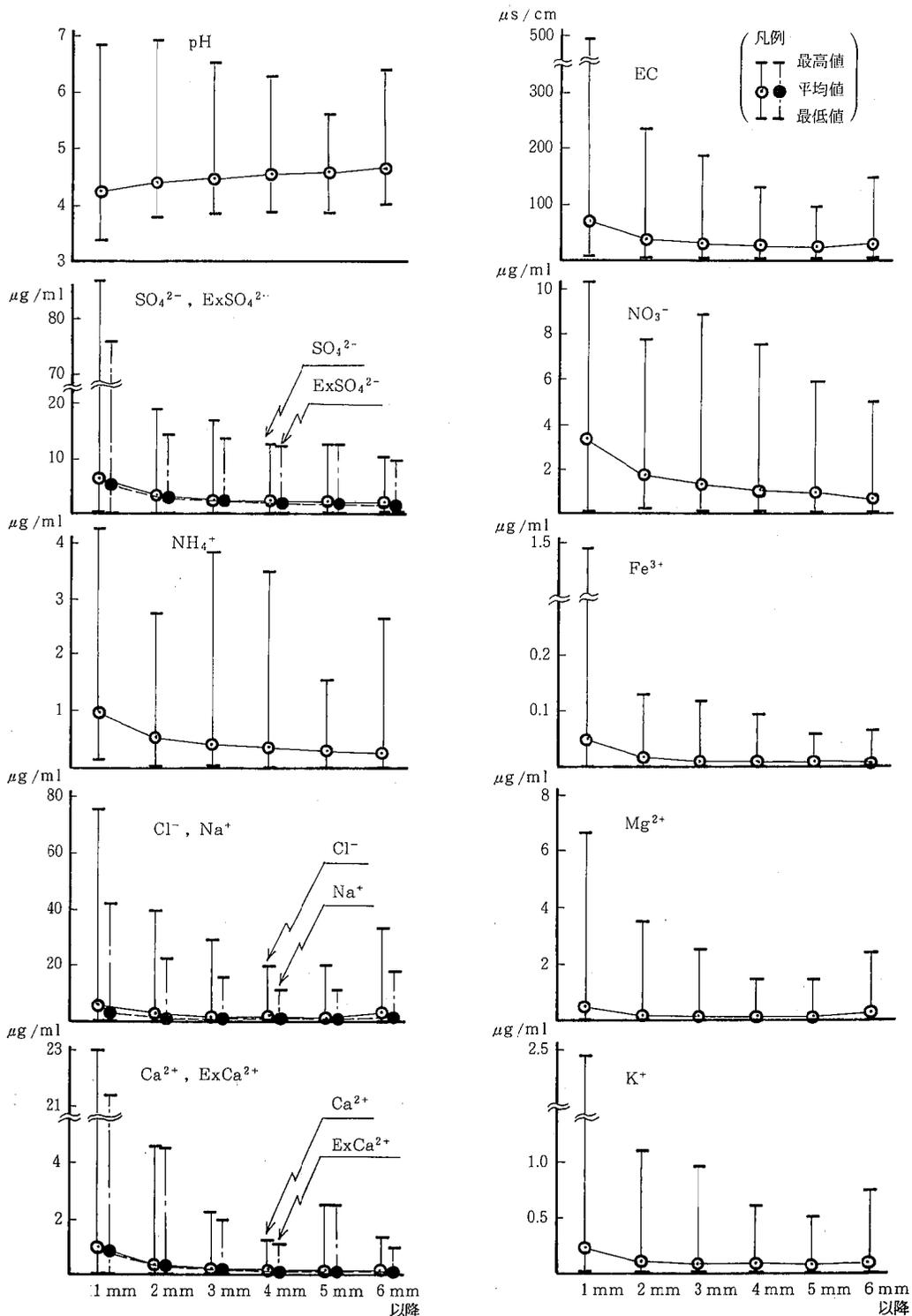


図5 1mm 降雨の降水成分濃度変化

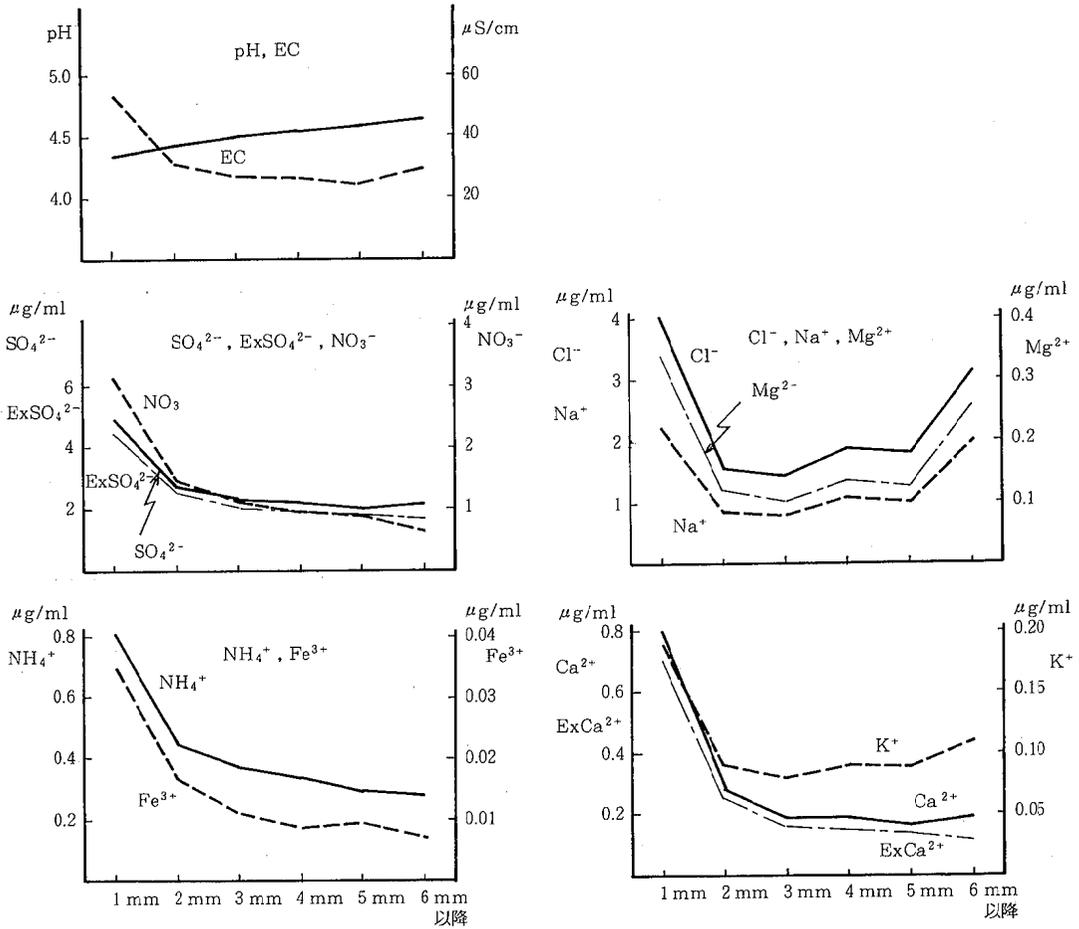


図6 1 mm降雨の降水成分濃度変化 (6 mm以上の降雨について)

表4 降水原因の分類

型名	降水原因	特徴	主な季節	観測数
A. 移動性前線型	(1) 日本海低気圧又は東シナ海低気圧に伴う前線の通過による降水 (2) 気圧の谷の通過による降水	降り始め、降り終りが周期的で、広域にわたって降ることが多い	春、秋	80降雨
B. 停滞前線型	(1) 梅雨前線による降水 (2) 秋雨前線による降水	霧雨から集中豪雨まで幅が広い	梅雨期 秋霖期	31降雨
C. 大気不安定型	(1) 発達した積乱雲により大気が不安定となったための降水 (2) 上空寒気流入により大気が不安定となったための降水 (3) 台風の影響による降水	場所によって異なるにわが雨が強く、降水量が比較的少ない	夏、秋	21降雨
D. 西高東低型	西高東低型の気圧配置による降水	1降雨が長く続き、降水量が多い	冬	17降雨

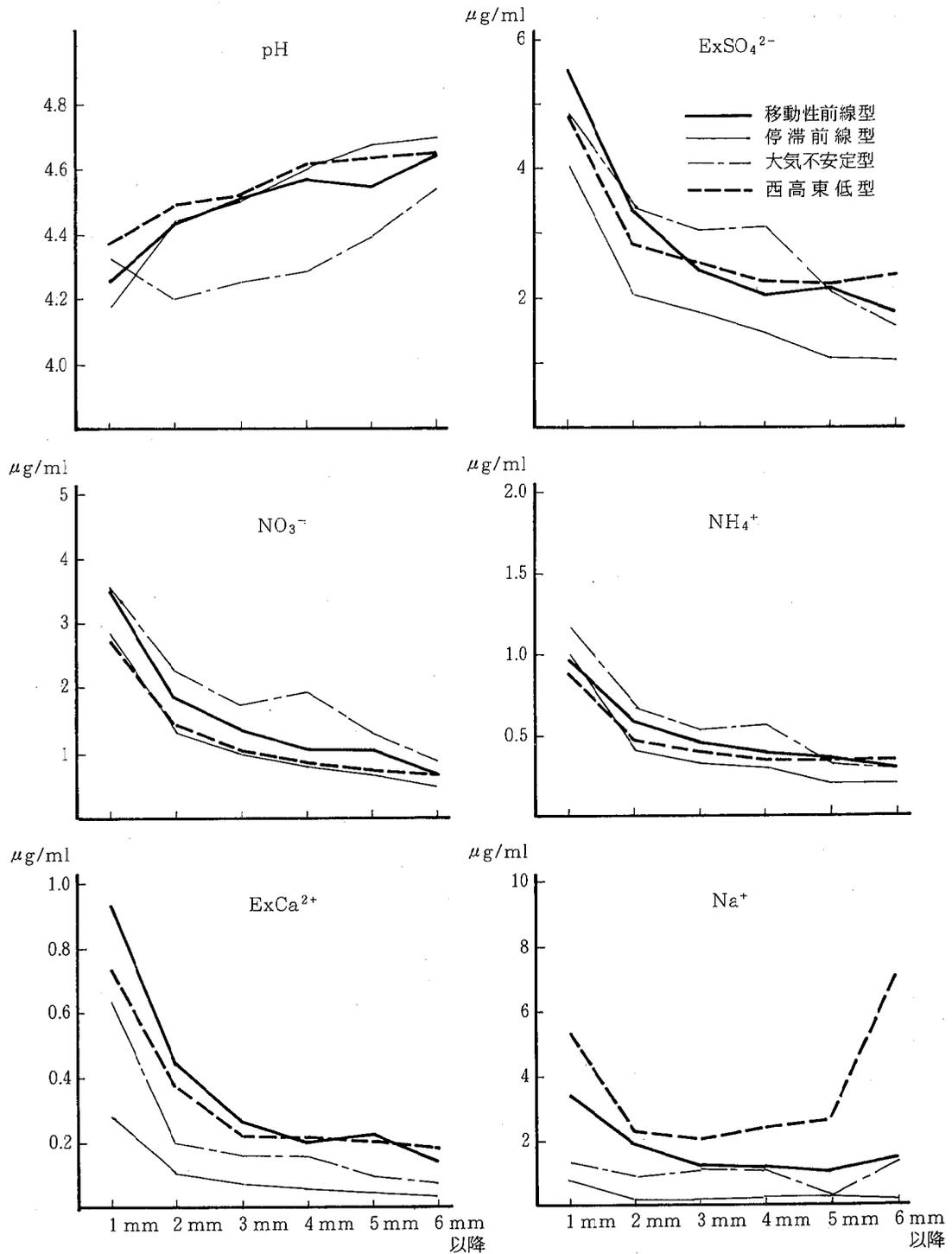


図7 降雨原因別にみた1mm降雨のpH及び降水成分濃度変化

表 5-1 1mm降雨の項目間濃度相関 (降雨原因別: 移動性前線型, 停滞前線型)  
(移動性前線型, n=323~330)

停滞	移動	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>			0.51 *	0.59 *	0.14	0.43 *	-0.02	0.18	0.24 *	0.17	0.63 *	0.56 *
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0.88 *		0.87 *	0.46 *	0.90 *	0.76 *	0.54 *	0.71 *	0.47 *	0.77 *	0.80 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.79 *	0.83 *		0.31 *	0.84 *	0.68 *	0.42 *	0.59 *	0.34 *	0.81 *	0.70 *
Cl <sup>-</sup>		0.51 *	0.57 *	0.55 *		0.37 *	0.28 *	0.99 *	0.90 *	1.00 *	0.33 *	0.85 *
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.58 *	0.84 *	0.78 *	0.37 *		0.61 *	0.46 *	0.64 *	0.40 *	0.71 *	0.69 *
ExCa <sup>2+</sup>		0.48 *	0.67 *	0.73 *	0.46 *	0.57 *		0.38 *	0.54 *	0.30 *	0.45 *	0.46 *
Mg <sup>2+</sup>		0.49 *	0.61 *	0.65 *	0.96 *	0.42 *	0.62 *		0.94 *	0.99 *	0.40 *	0.87 *
K <sup>+</sup>		0.55 *	0.70 *	0.69 *	0.81 *	0.58 *	0.64 *	0.85 *		0.91 *	0.52 *	0.90 *
Na <sup>+</sup>		0.40 *	0.49 *	0.49 *	0.98 *	0.31 *	0.43 *	0.96 *	0.81 *		0.33 *	0.84 *
Fe <sup>3+</sup>		0.11	0.84 *	0.40 *	0.13	0.46 *	0.67 *	0.66 *	0.69 *	0.55 *		0.70 *
EC		0.96 *	0.95 *	0.87 *	0.67 *	0.73 *	0.63 *	0.68 *	0.73 *	0.58 *	0.22	

(停滞前線型, n=121~124)

\*有意水準0.1%で有意

表 5-2 1mm降雨の項目間濃度相関 (降雨原因別: 大気不安定型, 西高東低型)  
(大気不安定型, n=69~72)

冬	不安定	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>			0.72 *	0.66 *	0.14	0.45 *	-0.06	0.13	0.21	0.14	0.50 *	0.79 *
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0.01		0.88 *	0.48 *	0.87 *	0.57 *	0.55 *	0.70 *	0.47 *	0.78 *	0.93 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.51 *	0.69 *		0.29	0.85 *	0.60 *	0.36	0.58 *	0.29	0.76 *	0.82 *
Cl <sup>-</sup>		0.04	0.83 *	0.59 *		0.31	0.29	0.98 *	0.86 *	1.00 *	0.29	0.64 *
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.44 *	0.43 *	0.80 *	0.50 *		0.79 *	0.42 *	0.62 *	0.31	0.76 *	0.73 *
ExCa <sup>2+</sup>		-0.14	0.98 *	0.60 *	0.78 *	0.31		0.41 *	0.58 *	0.28	0.54 *	0.39 *
Mg <sup>2+</sup>		-0.02	0.89 *	0.63 *	0.99 *	0.49 *	0.85 *		0.91 *	0.98 *	0.37	0.66 *
K <sup>+</sup>		-0.02	0.91 *	0.65 *	0.97 *	0.56 *	0.87 *	0.99 *		0.86 *	0.54 *	0.75 *
Na <sup>+</sup>		-0.01	0.84 *	0.58 *	1.00 *	0.48 *	0.80 *	0.99 *	0.98 *		0.28	0.66 *
Fe <sup>3+</sup>		0.56 *	0.47 *	0.84 *	0.45 *	0.86 *	0.36	0.47 *	0.51 *	0.45 *		0.69 *
EC		0.21	0.92 *	0.75 *	0.96 *	0.59 *	0.86 *	0.97 *	0.97 *	0.96 *	0.60 *	

(西高東低型, n=73~75)

\*有意水準0.1%で有意

表 5-3 1mm降雨の項目間濃度相関 (降雨順別 (西高東低型を除く); 1mm目, 2mm目)  
(1mm目, n=116~123)

2mm	1mm	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>			0.39 *	0.45 *	0.00	0.15	-0.26	0.02	-0.00	0.04	0.13	0.53 *
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0.49 *		0.77 *	0.33 *	0.77 *	0.67 *	0.41 *	0.56 *	0.34 *	0.64 *	0.73 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.64 *	0.85 *		0.10	0.65 *	0.58 *	0.26	0.40 *	0.16	0.31 *	0.52 *
Cl <sup>-</sup>		0.06	0.49 *	0.34 *		0.09	0.21	0.98 *	0.87 *	1.00 *	0.01	0.82 *
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.46 *	0.90 *	0.87 *	0.48 *		0.48 *	0.20	0.36 *	0.12	0.34 *	0.40 *
ExCa <sup>2+</sup>		-0.11	0.73 *	0.57 *	0.33 *	0.63 *		0.34 *	0.48 *	0.23	0.31 *	0.31 *
Mg <sup>2+</sup>		0.06	0.56 *	0.41 *	0.99 *	0.54 *	0.42 *		0.92 *	0.99 *	0.27	0.79 *
K <sup>+</sup>		0.09	0.68 *	0.55 *	0.92 *	0.71 *	0.57 *	0.94 *		0.88 *	0.37 *	0.77 *
Na <sup>+</sup>		0.06	0.50 *	0.36 *	1.00 *	0.51 *	0.36 *	0.99 *	0.93 *		0.18	0.77 *
Fe <sup>3+</sup>		0.56 *	0.75 *	0.71 *	0.41 *	0.68 *	0.36 *	0.47 *	0.48 *	0.41 *		0.17
EC		0.56 *	0.82 *	0.76 *	0.81 *	0.79 *	0.46 *	0.83 *	0.87 *	0.84 *	0.70 *	

(2mm目, n=97~99)

\*有意水準0.1%で有意

表5-4 1mm降雨の項目間濃度相関(降雨順別(西高東低型を除く); 3mm, 4mm目)  
(3mm目, n=85)

3mm 4mm	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>		0.74 *	0.79 *	0.23	0.69 *	0.13	0.25	0.33 *	0.22	0.80 *	0.74 *
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.81 *		0.92 *	0.64 *	0.93 *	0.69 *	0.68 *	0.81 *	0.64 *	0.89 *	0.93 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.87 *	0.89 *		0.52 *	0.92 *	0.56 *	0.57 *	0.71 *	0.53 *	0.87 *	0.88 *
Cl <sup>-</sup>	0.24	0.44 *	0.28		0.56 *	0.63 *	0.99 *	0.94 *	1.00 *	0.61 *	0.80 *
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.72 *	0.92 *	0.90 *	0.31		0.60 *	0.60 *	0.74 *	0.56 *	0.90 *	0.86 *
ExCa <sup>2+</sup>	0.23	0.69 *	0.54 *	0.39 *	0.60 *		0.67 *	0.74 *	0.64 *	0.66 *	0.61 *
Mg <sup>2+</sup>	0.27	0.51 *	0.35	0.99 *	0.39 *	0.45 *		0.95 *	1.00 *	0.66 *	0.82 *
K <sup>+</sup>	0.44 *	0.74 *	0.58 *	0.89 *	0.64 *	0.64 *	0.92 *		0.95 *	0.79 *	0.89 *
Na <sup>+</sup>	0.25	0.46 *	0.30	1.00 *	0.33	0.40 *	0.99 *	0.90 *		0.82 *	0.80 *
Fe <sup>3+</sup>	0.70 *	0.92 *	0.86 *	0.39 *	0.88 *	0.72 *	0.46 *	0.70 *	0.40 *		0.84 *
EC	0.78 *	0.88 *	0.79 *	0.77 *	0.75 *	0.53 *	0.80 *	0.89 *	0.78 *	0.78 *	

(4mm目, n=80~82)

\*有意水準0.1%で有意

表5-5 1mm降雨の項目間濃度相関(降雨順別(西高東低型を除く); 5mm目, 6mm以降)  
(5mm目, n=69~70)

5mm 6mm	H <sup>+</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>		0.69 *	0.84 *	0.31	0.70 *	0.16	0.31	0.45 *	0.30	0.64 *	0.81 *
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.66 *		0.86 *	0.46 *	0.91 *	0.78 *	0.56 *	0.74 *	0.46 *	0.78 *	0.85 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.65 *	0.89 *		0.38	0.91 *	0.51 *	0.45 *	0.64 *	0.38	0.76 *	0.83 *
Cl <sup>-</sup>	0.06	0.31	0.17		0.46 *	0.22	0.98 *	0.89 *	1.00 *	0.37	0.76 *
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.51 *	0.90 *	0.92 *	0.20		0.61 *	0.53 *	0.72 *	0.46 *	0.74 *	0.83 *
ExCa <sup>2+</sup>	0.09	0.70 *	0.58 *	0.12	0.62 *		0.40 *	0.53 *	0.23	0.52 *	0.43 *
Mg <sup>2+</sup>	0.05	0.35	0.20	1.00 *	0.24	0.18		0.94 *	0.98 *	0.44 *	0.79 *
K <sup>+</sup>	0.15	0.51 *	0.35	0.96 *	0.40 *	0.29	0.97 *		0.90 *	0.61 *	0.87 *
Na <sup>+</sup>	0.04	0.32	0.17	1.00 *	0.21	0.14	1.00 *	0.96 *		0.37	0.76 *
Fe <sup>3+</sup>	0.42 *	0.81 *	0.76 *	0.34	0.79 *	0.63 *	0.38	0.50 *	0.35		0.70 *
EC	0.42 *	0.64 *	0.50 *	0.91 *	0.50 *	0.29	0.92 *	0.95 *	0.91 *	0.56 *	

(6mm以降, n=68)

\*有意水準0.1%で有意

ら<sup>1)-3)</sup>により1~5mmと6mm以降で区分することが提唱されているが、ここでは変化の過程を順次追うため、原則として1mmごとに別々に検討した。従って初期降雨と後続降雨とは一般的な呼称で、具体的な数字の区切りはない。

#### 4・1 降雨原因別にみた1mm降雨のpH及び降水成分濃度変化

降雨原因別にみた1mm降雨のpH及び主な降水成分の濃度変化を図7に示した。

pHは1mm目では移動性前線型(以下「移動型」という)と停滞前線型(以下「停滞型」という)が、2mm目以降は大気不安定型(以下「不安定型」という)が相対的に低く、西高東低型(以下「冬型」という)には低pHはみられなかった。

降雨原因ごとの個別の傾向としては、停滞型は全体に降水成分濃度が低いこと、不安定型はpH及び降水成分濃度が単調に変化しておらず、後続雨水のpHが低いこと、冬型では6mm以降で海塩起源成分が非常に高くなり、これとともに過剰硫酸イオン濃度も若干上昇することが挙げられる。

なお、冬型で、昭和61年3月22日の降雨(降水量0.8mm)については、冬型全体の濃度レベルから大きく外れるため、図7からは除外した。

#### 4・2 項目間濃度相関

表5-1及び5-2に1mm降雨についての降雨原因別項目間濃度相関マトリックスを示した。水素イオン濃度と他の降水成分の濃度相関をみると、春~秋季の移動型、停滞型及び不安定型ではいずれも過剰硫酸、

硝酸、アンモニウムの各イオンと有意水準0.1%で相関があるのに対して、冬型では硝酸とアンモニウムイオンとは相関があるが、過剰硫酸イオンとの間には相関がみられなかった。また、春～秋季の3型では人為(陸上)起源成分(過剰硫酸、硝酸、アンモニウム、過剰カルシウム、鉄の各イオン)相互間と海塩起源成分(塩素、マグネシウム、カリウム、ナトリウムの各イオン)相互間にそれぞれ強い相関があるのに対して、冬型では過剰硫酸イオンと過剰カルシウムイオンは海塩起源成分と強い相関があった。これらの原因については、後に主成分分析結果と併せて考察する。

次に、初期降雨と後続降雨の違いをみるため、降雨順別の項目間濃度相関を表5-3～5-5に示した。2mm目以降では水素イオン濃度とは、過剰硫酸、硝酸、アンモニウム及び鉄の各イオンとの間に相関がみられるが、1mm目では過剰硫酸、硝酸イオンと相関がみられるだけで、相関係数も2mm目以降に比べて

低かった。これは、1mm目には様々な成分が種々の原因により混入することによりpHが大きく変わるため、単一の成分との相関が低くなることによると考えられる。2mm目以降では、4mm目まで相関が次第に高くなり、それ以降は再び低下したが、相関のある項目等には違いがなく、2mm目から6mm以降までに明確な差は認められなかった。

4・3 重回帰分析

雨水中の水素イオン濃度と各イオン成分との関係から雨水のpHを低下させる原因物質を推定するため、降水成分9項目(硫酸イオンとカルシウムイオンについては過剰量)を独立変数、水素イオン濃度を従属変数として重回帰分析を行った。

表6に1降雨、1mm降雨全体及び降雨原因別、降雨順別の重回帰分析で得られた重回帰式を、表7には重相関係数、寄与率と、各変数の説明量の大小を知るための標準偏回帰係数を示した。なお、変数選択は前

表 6 降雨原因別及び降雨順別の重回帰式

区 分		重 回 帰 式	データ数
降 雨 原 因 別	移動性前線型	$[H^+] = 1.60 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.64 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 4.60 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 5.41 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 3.46 \times 10^{-2} [K^+] + 8.10 \times 10^{-3}$	323
	停滞前線型	$[H^+] = 1.94 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.56 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.93 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 8.83 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 12.2 \times 10^{-2} [K^+] + 7.07 \times 10^{-3}$	121
	大気不安定型	$[H^+] = 1.98 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 0.664 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 2.27 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 4.49 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 11.5 \times 10^{-2} [K^+] + 8.97 \times 10^{-3}$	69
	西高東低型	$[H^+] = 1.14 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 0.791 \times 10^{-2} [NO_3^-] + 0.221 \times 10^{-2} [Cl^-] - 2.96 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 3.66 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 13.9 \times 10^{-2} [K^+] + 5.52 \times 10^{-1} [Fe^{3+}] + 15.29 \times 10^{-3}$	73
降 雨 順 別	1mm目	$[H^+] = 1.68 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.41 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.78 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 5.19 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 5.04 \times 10^{-2} [K^+] + 5.00 \times 10^{-3}$	116
	2 "	$[H^+] = 1.51 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.61 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 4.31 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 5.00 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 3.28 \times 10^{-2} [K^+] + 8.82 \times 10^{-3}$	97
	3 "	$[H^+] = 1.70 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.16 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 2.82 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 5.92 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 6.75 \times 10^{-2} [K^+] + 9.99 \times 10^{-3}$	85
	4 "	$[H^+] = 1.68 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.58 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.92 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 7.16 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 3.60 \times 10^{-2} [K^+] + 7.10 \times 10^{-3}$	79
	5 "	$[H^+] = 1.88 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.50 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 4.46 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 6.93 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 5.54 \times 10^{-2} [K^+] + 6.99 \times 10^{-3}$	69
	6mm以降	$[H^+] = 2.07 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.52 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 5.21 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 7.96 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 4.13 \times 10^{-2} [K^+] - 6.77 \times 10^{-3}$	68
1mm降雨	$[H^+] = 1.62 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.46 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.79 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 5.32 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 4.68 \times 10^{-2} [K^+] - 7.55 \times 10^{-3}$	514	
1降雨	$[H^+] = 1.66 \times 10^{-2} [ExSO_4^{2-}] + 1.18 \times 10^{-2} [NO_3^-] - 3.55 \times 10^{-2} [NH_4^+] - 5.78 \times 10^{-2} [ExCa^{2+}] - 3.93 \times 10^{-2} [K^+] + 7.06 \times 10^{-3}$	102	

(注1) 各成分の濃度単位は  $\mu g/ml$  である。

(注2) 降雨順別、1mm降雨及び1降雨については、西高東低型を除外した結果である。

表 7 得られた重回帰式の重回帰係数, 寄与率及び標準偏回帰係数

区 分		自由度調整済 重回帰係数 (R*)	寄与率 (R* <sup>2</sup> )	標 準 偏 回 帰 係 数						
				ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
降 雨 原 因 別	移動性前線型	0.94	0.88	+1.4	+0.88		-0.78	-1.1	-0.18	
	停滞前線型	0.98	0.96	+1.2	+0.63		-0.57	-0.34	-0.15	
	大気不安定型	0.97	0.94	+1.3	+0.30		-0.37	-0.48	-0.39	
	西高東低型	0.91	0.83	+3.9	+0.53	+0.88	-0.44	-3.6	-1.6	+0.40
降 雨 順 別	1mm目	0.93	0.86	+1.1	+0.61		-0.53	-0.99	-0.19	
	2 "	0.95	0.90	+1.3	+0.72		-0.70	-0.96	-0.18	
	3 "	0.94	0.89	+1.4	+0.52		-0.49	-0.60	-0.28	
	4 "	0.98	0.96	+1.3	+0.70		-0.68	-0.53	-0.14	
	5 "	0.97	0.94	+1.5	+0.61		-0.57	-0.89	-0.18	
	6mm以降	0.94	0.88	+1.7	+0.60		-0.99	-0.74	-0.30	
1mm降雨		0.95	0.89	+1.3	+0.73		-0.62	-0.91	-0.20	
1 降 雨		0.96	0.92	+1.8	+0.64		-0.75	-1.3	-0.30	

報<sup>1)</sup>に示した方法によった。

この結果、いずれの場合にもおおむね、過剰硫酸、硝酸、アンモニウム、過剰カルシウム及びカリウムの各イオンではほぼ水素イオン濃度が説明でき、pHを低下させる成分は前2者、それを打ち消す成分は後3者であることが分かった。また、重相関係数は0.91~0.98で、得られた重回帰式で水素イオン濃度の変動のほぼ83%~96%を説明できることが分かった。

降雨原因別では、冬型で上記の項目のほかに塩素、鉄の両イオンも関与し、他の型と標準偏回帰係数が全く異なっているが、他の3型についてはよく似た結果が得られた。標準偏回帰係数の大小を比較すると、pHを低下させる因子としては全型で過剰硫酸イオンの方が硝酸イオンよりも強く、それを打ち消す因子は、移動型では過剰カルシウム>アンモニウム>カリウム、停滞型ではアンモニウム>過剰カルシウム>カリウム、不安定型では過剰カルシウム>カリウム≒アンモニウムの各イオンの順であった。

降雨順別にみると、pHを低下させる因子としては全順で過剰硫酸イオンの方が硝酸イオンよりも強く働き、これを打ち消す因子としては、初期降雨では過剰カルシウム>アンモニウム>カリウム、後続降雨ではアンモニウム>過剰カルシウム>カリウムの各イオンという傾向がみられた。

#### 4・4 主成分分析

降水成分濃度の相関関係を用い、雨水の特性を明確にするために主成分分析を適用した例としては、仙台

における北村ら<sup>10)</sup>の報告及び奈良における松本ら<sup>3)</sup>の報告があり、本県でも1週間降水について前報<sup>7)</sup>で報告したが、降雨原因による違いを明らかにし、その特性を一層明確にするため、1mm降雨について降雨原因別に主成分分析を試みた。

結果は表8に示したとおりで、いずれの降雨原因についても、前報<sup>7)</sup>の1週間降水における場合と同様に第1主成分は総合的汚染度を示す因子、第2主成分は人為(陸上)起源か海塩起源かの発生源寄与を示す因子、第3主成分(移動型と不安定型についてのみ)はpHを支配する因子であった。

各降水成分の、第1、第2主成分(z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>)についての因子負荷量をプロットすると、図8に示したように、春~秋の3型では、過剰硫酸、硝酸、アンモニウム、鉄、過剰カルシウム及び水素の各イオンが人為(陸上)起源の群に、塩素、マグネシウム、カリウム、ナトリウムの各イオンが海塩起源の群に入るのに対して、冬型では過剰硫酸及び過剰カルシウムイオンが海塩起源成分と同一の群に含まれた。これは、相関の項での結果と同様であり、このことは、石川県における冬季の過剰硫酸イオンは、本県及び近隣の大気汚染に由来するものではなく、海塩と共に運ばれて来るものが主流を占めていることを示唆している。

次に、降雨順による雨水の性状の違いをみるため、第1、第2主成分の平均スコア散布図を図9に示した。各降雨原因別にその特性をみると、移動型と停滞型では降雨順に従って総合的汚染度、人為汚染寄与度が共

に単調減少傾向にあるのに対して、冬型では人為汚染寄与度は単調減少傾向であるが、総合的汚染度は初期に減少した後、4mm目以降に増加する傾向があった。不安定型には総合的汚染度、人為汚染寄与度共に一定の傾向はみられなかった。第2主成分である発生源寄与度の面からみると、不安定型以外については1mm

目から3mm目までが人為汚染寄与が優勢で、4mm目以降は海塩寄与が優勢であった。

次に、初期降雨と後続降雨で各降水成分の由来するところに違いがないかどうかをみるために、降雨順別に主成分分析を試みた。なお、ここでは成分の寄与の傾向が異なる冬型を除いて検討した。結果は、図10の

表 8 降水成分の主成分分析結果

	移動性前線型 (n=322)							停滞前線型 (n=121)						
	固有ベクトル			因子負荷量			各変数に対する寄与率 $v_i(z_1 \sim z_3)$	固有ベクトル			因子負荷量			各変数に対する寄与率 $v_i(z_1 \sim z_2)$
	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_1$	$z_2$	$z_3$		$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_1$	$z_2$	$z_3$	
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.36	0.24	-0.14	0.89	0.36	-0.14	94.4 %	0.34	0.29	-0.15	0.89	0.36	93.1 %	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.33	0.34	-0.03	0.81	0.51	-0.04	91.8	0.33	0.24	0.03	0.88	0.30	86.3	
Cl <sup>-</sup>	0.31	-0.42	0.14	0.76	-0.63	0.15	99.4	0.32	-0.41	-0.18	0.83	-0.52	95.7	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.34	0.25	-0.10	0.83	0.37	-0.11	83.9	0.28	0.37	0.16	0.73	0.47	75.1	
ExCa <sup>2+</sup>	0.27	0.15	-0.65	0.65	0.22	-0.68	93.6	0.29	0.14	0.74	0.75	0.17	59.8	
Mg <sup>2+</sup>	0.34	-0.37	0.06	0.82	-0.56	0.06	99.2	0.33	-0.37	0.08	0.87	-0.46	97.6	
K <sup>+</sup>	0.37	-0.23	-0.04	0.91	-0.35	-0.04	96.0	0.34	-0.19	0.15	0.88	-0.24	83.8	
Na <sup>+</sup>	0.31	-0.42	0.12	0.77	-0.63	0.12	99.7	0.30	-0.49	-0.08	0.78	-0.61	98.2	
Fe <sup>3+</sup>	0.31	0.29	0.21	0.76	0.44	0.21	81.3	0.33	0.15	-0.14	0.88	0.19	80.8	
H <sup>+</sup>	0.18	0.34	0.68	0.43	0.50	0.71	93.9	0.30	0.30	-0.56	0.79	0.37	76.0	
固有値				6.01	2.24	1.08					6.91	1.56 (0.57)		
寄与率				%	%	%					%	%		
累積寄与率				60.1	22.4	10.8					69.1	15.6		
				%	%	%					%	%		
				60.1	82.5	93.3					69.1	84.6		
	大気不安定型 (n=69)							西高東低型 (n=73)						
	固有ベクトル			因子負荷量			各変数に対する寄与率 $v_i(z_1 \sim z_3)$	固有ベクトル			因子負荷量			各変数に対する寄与率 $v_i(z_1 \sim z_3)$
	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_1$	$z_2$	$z_3$		$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_1$	$z_2$	$z_3$	
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.37	0.22	0.15	0.91	0.34	0.16	96.4 %	0.36	-0.13	0.10	0.93	-0.19	89.5 %	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.33	0.32	0.03	0.82	0.48	0.04	90.2	0.31	0.34	-0.03	0.79	0.50	88.5	
Cl <sup>-</sup>	0.30	-0.43	0.12	0.74	-0.65	0.13	99.0	0.36	-0.17	0.13	0.93	-0.25	92.6	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.34	0.28	-0.24	0.83	0.42	0.26	93.5	0.25	0.42	-0.57	0.65	0.61	79.6	
ExCa <sup>2+</sup>	0.27	0.12	-0.65	0.66	0.18	-0.69	95.4	0.34	-0.22	0.04	0.88	-0.32	86.8	
Mg <sup>2+</sup>	0.33	-0.38	0.04	0.81	-0.57	0.04	98.7	0.37	-0.17	0.10	0.96	-0.25	97.6	
K <sup>+</sup>	0.37	-0.22	-0.07	0.91	-0.33	0.07	94.1	0.37	-0.14	0.02	0.97	-0.21	98.4	
Na <sup>+</sup>	0.30	-0.44	0.13	0.74	-0.65	0.14	99.6	0.36	-0.17	0.12	0.93	-0.25	93.3	
Fe <sup>3+</sup>	0.31	0.29	-0.01	0.76	0.43	-0.01	76.0	0.26	0.46	-0.23	0.67	0.67	89.4	
H <sup>+</sup>	0.20	0.32	0.67	0.48	0.48	0.72	97.2	0.05	0.57	0.76	0.14	0.84	72.1	
固有値				6.02	2.25	1.13					6.73	2.15 (0.47)		
寄与率				%	%	%					%	%		
累積寄与率				60.2	22.5	11.3					67.3	21.5		
				%	%	%					%	%		
				60.2	82.7	94.0					67.3	88.8		

(注) 主成分の抽出条件として最小固有値=1とした。

因子負荷量プロットにみられるように、1mm目から6mm以降まではほぼ同じ結果となり、初期降雨と後続降雨による差異は認められなかった。このことから、初期降雨と後続降雨とは、総合的汚染度と発生源寄与の割合は変化するものの、それぞれの降水成分の由来するところに違いはないと考えられる。

4・5 硫酸イオン及びカルシウムイオンの過剰量の算出について

以上の検討に用いた硫酸イオン及びカルシウムイオンの過剰量は、ナトリウムイオンがすべて海塩起源であると仮定して、降雨のナトリウムイオン濃度と、海水中の硫酸及びカルシウムイオンとナトリウムイオンとの比を用いて算出した。この仮定に問題がないかどうかを調べるため、降雨中の各成分イオンとナトリウムイオンの比について検討を加え、また、マグネシウムイオンを用いて過剰量を算出してナトリウムイオン基準の場合との比較をした。

降雨中の各成分イオンとナトリウムイオンの当量比は表9に示すとおりで、海水の成分比(表10)と比較すると、塩素/ナトリウム比は、1mm目と6mm以降及び停滞型でやや高く、4、5mm目でやや低いものの平均で1.21と海水の比である1.17に非常に近い値となっており、また、マグネシウム/ナトリウム比は海水の比より平均で10%高い程度で、本県においてはこの3項目は大部分が海塩起源と言える。

次に、ナトリウムイオンとマグネシウムイオンを用いて算出した過剰量の対比を表11に示したが、降雨原因別でも降雨順別でもほぼ一致した値となった。

また、マグネシウムイオンを基準とした過剰量を用いて4.4で述べた主成分分析を試みた結果でも、ナトリウムイオンを基準とした場合と全

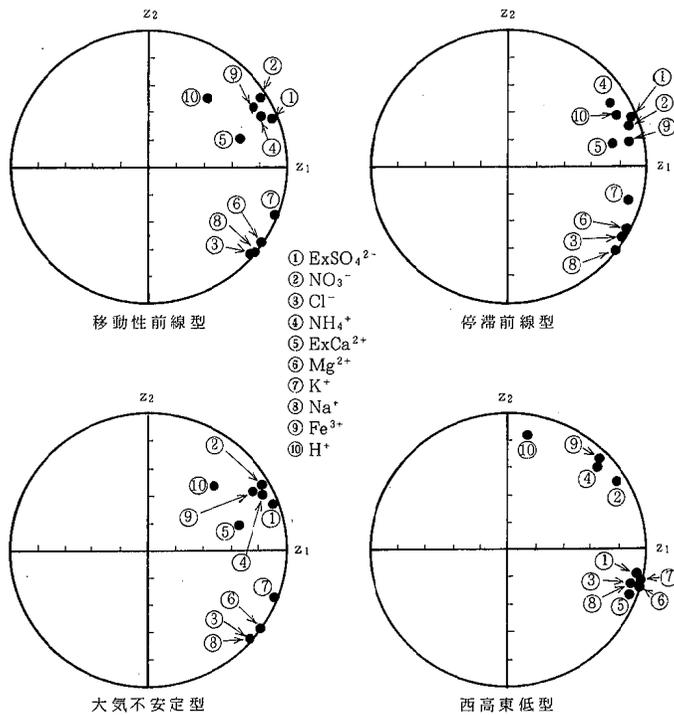


図8 主成分分析の因子負荷量 (z<sub>1</sub>-z<sub>2</sub>について)

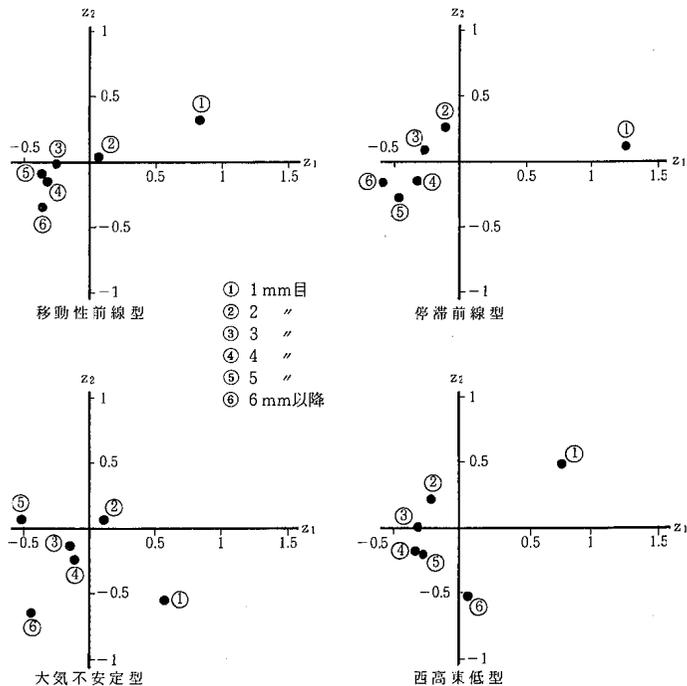


図9 降雨順ごとの平均スコア散布図 (z<sub>1</sub>-z<sub>2</sub>について)

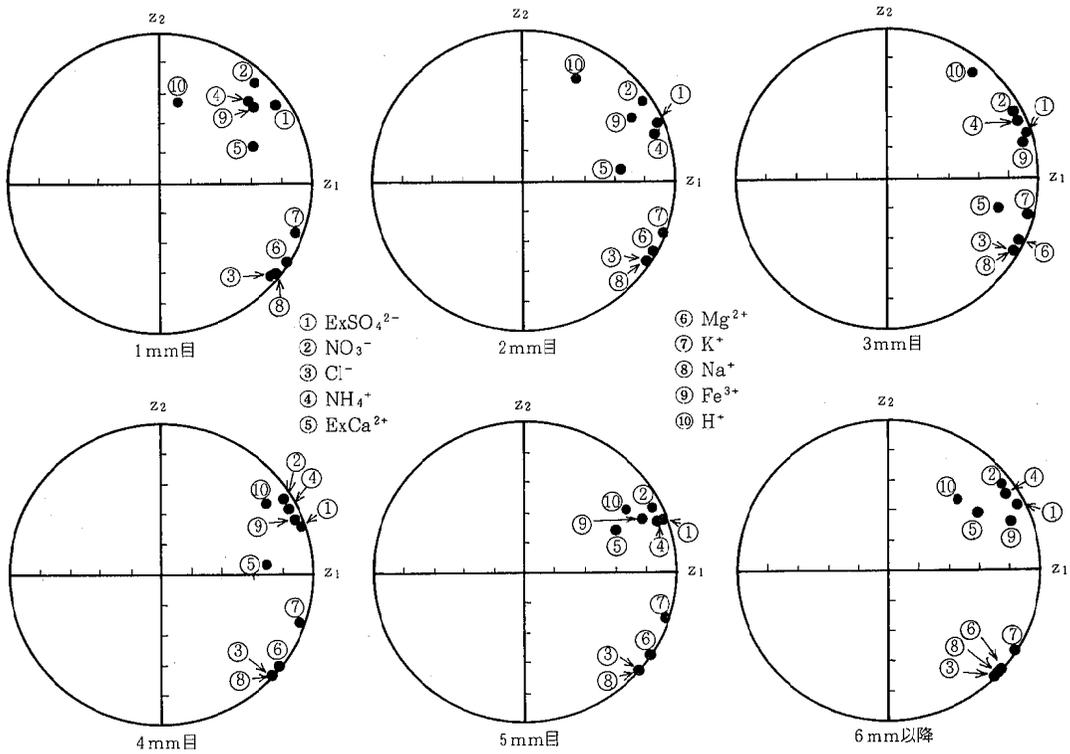


図10 降雨順別の主成分分析による因子負荷量 ( $z_1-z_2$ について)

表 9 1mm降雨成分のナトリウムイオンに対する当量比

区分 項目	1mm 降雨の 平均値	降 雨 順 別						降 雨 原 因 別			
		1mm目	2mm目	3mm目	4mm目	5mm目	6mm 以 降	移動性 前線型	停 滞 前線型	大 気 不安定型	西 高 東 低型
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.32	2.98	3.22	3.42	3.21	3.34	4.03	2.76	5.64	4.32	1.03
Cl <sup>-</sup>	1.21	1.30	1.23	1.21	1.08	1.08	1.28	1.15	1.42	1.18	1.13
Ca <sup>2+</sup>	0.68	0.81	0.71	0.62	0.61	0.68	0.56	0.69	0.71	0.95	0.32
Mg <sup>2+</sup>	0.25	0.33	0.28	0.24	0.21	0.21	0.20	0.27	0.19	0.25	0.26
K <sup>+</sup>	0.12	0.09	0.11	0.13	0.14	0.14	0.11	0.11	0.18	0.14	0.05

く同様の結果が得られた。

以上の結果、現在得られている分析結果の中では、ナトリウムイオンを基準として過剰量を算出することは妥当であると思われる。しかし、輸送過程においてナトリウム、マグネシウム、塩素イオン等のロスが生じていないか、あるいは硫酸、カルシウムイオン等が輸送過程においてイオンの交換等により相対的に濃縮されていないか、等について今後検討を進める必要がある。

表 10 海水成分のナトリウムイオンに対する当量比 (注)

項 目	当 量 比
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.120
Cl <sup>-</sup>	1.17
Ca <sup>2+</sup>	0.0434
Mg <sup>2+</sup>	0.228
K <sup>+</sup>	0.0211

(注) 海洋観測指針 (気象庁編)<sup>12)</sup> の組成 (%) より算出した。

表 11 ナトリウムイオン、マグネシウムイオンを基準とした場合の過剰量比較

(単位:  $\mu\text{g/ml}$ )

項目	区分 算出 法	1mm 降雨の 平均値	降 雨 順 別						降 雨 原 因 別			
			1mm目	2mm目	3mm目	4mm目	5mm目	6mm 以 降	移動性 前線型	停 滯 前線型	大 気 不安定型	西 高 東 低型
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na 基準	3.01 (100)	5.60 (100)	3.01 (100)	2.37 (100)	2.08 (100)	1.90 (100)	1.67 (100)	3.09 (100)	2.04 (100)	3.34 (100)	3.92 (100)
	Mg 基準	2.95 (98)	5.42 (97)	3.01 (100)	2.33 (98)	2.06 (99)	1.88 (99)	1.64 (98)	3.01 (97)	2.04 (100)	3.40 (102)	3.80 (97)
ExCa <sup>2+</sup>	Na 基準	0.36 (100)	0.90 (100)	0.34 (100)	0.21 (100)	0.17 (100)	0.17 (100)	0.12 (100)	0.41 (100)	0.11 (100)	0.29 (100)	0.63 (100)
	Mg 基準	0.35 (97)	0.87 (97)	0.33 (97)	0.20 (95)	0.16 (94)	0.16 (94)	0.12 (100)	0.40 (98)	0.11 (100)	0.28 (97)	0.61 (97)

(注) 数字は1mm降雨の単純平均値。( )内はナトリウム基準を100とした指数。

#### 4・6 本県の降水の特性

以上のことから、本県における降水の特性は次のとおりであるといえる。すなわち、①低pHが出現しやすいのは5～9月にかけての夏季を中心とした時期の降水量の少ない降雨である。②1降雨の中でのpHの変化は、初期ほど低いものが多く、降雨順に従って上昇する場合が多い。③降水成分濃度は、海塩起源のものを除いて降雨順に従って指数関数的に減少し、海塩起源成分は冬季の後続降雨において急激に上昇する傾向がある。④海塩寄与分を除いた過剰硫酸イオン濃度が冬季に高くなるが、pHは低下せず、主成分分析の結果から、本県及び近隣の大気汚染によるものではないと考えられる。

なお、④については、その起源を究明するに当たっては、海塩粒子が輸送される過程でのロスや濃縮等のメカニズムを解明し、より精度の高い過剰量の算出法がないか検討すること、よりグローバルなスケールでの大気汚染物質の輸送について検討することが必要である。

### 5 ま と め

石川県における降水について、昭和59年6月から61年3月にかけて、1mm降雨の成分調査を行い、この測定値について統計解析を行った結果、以下のことが判明した。

(1) 1降雨のpHの平均値は4.6、範囲は3.9～6.0、階級別最頻値は4.7～4.8の区間であり、低pH値は夏季の降水量の少ない降雨に出現した。

(2) 1mmごとの分割降雨では、1mm目にpH3.4

の降雨があり、これも夏季に出現した。

(3) 降雨順に従って、pHは上昇するものが多く、降水成分濃度は海塩起源成分を除いて指数関数的に減少した。

(4) 水素イオン濃度は、過剰硫酸、硝酸、アンモニウムイオンと相関が認められた。

(5) 重回帰分析の結果、pHを低下させる因子は、影響の大きい順に過剰硫酸イオンと硝酸イオン、これを打ち消す因子は過剰カルシウム、アンモニウム及びカリウムイオンであり、初期降雨では過剰カルシウムイオンが、後続降雨ではアンモニウムイオンが支配的であることが明らかになった。

(6) 主成分分析の結果、10項目の降水成分は総合的汚染度を示す因子、発生源寄与を示す因子、pHに関する因子の3主成分に総合され、10項目の降水成分が持つ情報のおよそ90%を説明できた。

(7) 過剰硫酸イオン及び過剰カルシウムイオンは、春～秋季には他の人為(陸上)起源成分と同一の挙動を示すが、冬季には海塩起源成分と同一の挙動を示したことから、冬季における過剰硫酸イオンの増加は、本県及び近隣の大気汚染によるものではなく、海塩と共に運ばれて来るものによると推定される。

(8) 過剰量の算出の基準としてナトリウムイオンを用いることは現時点では妥当であるが、輸送過程における各成分のロス及び濃縮について検討する必要があると思われる。

### 文 献

- 1) 松本光弘, 市川 博, 市村國俊, 上田栄次, 板

- 野龍光：全国公害研究会誌， 8， 17—26 (1983)
- 2) 松本光弘， 板野龍光：大氣汚染学会誌， 18， 595—605 (1983)
  - 3) 松本光弘， 板野龍光：同上誌， 20， 12—22 (1985)
  - 4) 加藤健二， 福崎紀夫， 漆山佳雄， 中野雅夫：第26回大氣汚染学会講演要旨集， 331 (1985)
  - 5) 土器屋由紀子， 葛城幸雄：同上誌， 330 (1985)
  - 6) 北村守次， 桐元俊武， 三井信晴：石川衛公害研年報， 21， 94—109 (1984)
  - 7) 北村守次， 織田敏郎， 桐元俊武：同上誌， 22， 98—113 (1985)
  - 8) 北村守次， 織田敏郎， 桐元俊武：同上誌， 23， 300—307 (1986)
  - 9) 奥野忠一， 久米 均， 芳賀敏郎， 吉沢 正：多変量解析法， 日科技連， 東京 (1976)
  - 10) 玉置元則， 平木隆年：環境技術， 15， 2 (1986)
  - 11) 北村洋子， 小泉俊一， 加藤愛子， 安部睦夫， 森泰明， 幕田豊二郎， 加賀谷秀樹：宮城県公害技術センター報告， 8， 40—64 (1979)
  - 12) 日本海洋学会：海洋観測指針 (気象庁編)， p145， 日本海洋学会， 東京 (1970)

〔報 文〕

## 環境放射能の挙動に関する調査研究 (第 7 報)

— 石川県における  $^{210}\text{Pb}$  濃度レベルについて —

石川県衛生公害研究所環境部 小森 正樹・中谷 光

### 1 はじめに

海産生物中の  $^{210}\text{Pb}$  の測定は体内被ばく線量評価上の基礎的問題として、古くは科学技術庁放射線医学総合研究所が行っており、また、最近では両評価のため日本近海の高産生物について金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設が行っている。石川県では海産生物の放射能調査を昭和53年から始めたが、 $^{210}\text{Pb}$  のデータはほとんど持っていない状況である。前報<sup>1)</sup>では、 $^{210}\text{Pb}$  に関する陸上試料を中心にその分布量やレベル変化を探り、陸上試料間の移動に関する検討を進めた。本年度は、 $^{210}\text{Pb}$  に関する海洋試料の基礎データの収集を目的とし、本県における海産物の  $^{210}\text{Pb}$  等のレベル状況についてとりまとめた。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査地点と試料

調査は昭和59年3月から昭和60年5月にかけて、羽咋郡富来町、志賀町において採取された海水、海底土、ホンダワラ、サザエ、タイ、ヒラメ、メバル類について測定を行った。

#### 2・2 測定方法

試料の前処理方法は、海藻、魚介類については前報<sup>1)</sup>で示した農産物処理方法に準拠し、海底土については陸土と同様の方法で行った。海水の  $^{210}\text{Pb}$  測定前処理は水酸化鉄共沈法、また、他の核種については、科学技術庁編「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための前処理法」(1982)に基づいて行った。

測定機並びに検出方法は前報<sup>1)</sup>に示した機器並びに

方法によって行った。

### 3 結果と考察

#### 3・1 海産生物試料

海産生物試料として用いた魚介藻類の測定結果を表 1~5 に示した。このうち魚類については表 3~5 にかけて、岩礁を主な住とするもの、沿岸海域の底にいるもの、海岸近くから底層にかけて移動しながらもほぼ地域海域に定住しているものと分けて示した。

海藻としては、ホンダワラを選定した。これは、時

表 1 ホンダワラ中の  $^{210}\text{Pb}$ 、 $^7\text{Be}$  分析結果 (海藻)

単位: pCi/新鮮重量 100 g

試料名	採取地	採取 月日	核 種 濃 度			
			$^7\text{Be}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{40}\text{K}$
ホンダワラ	富来町	59. 3. 19	19 (1)	0.26 (4)	2.7(4)	571(6)
		59. 5. 30	15.1(9)	—	14.4(2.0)	737(7)
	風戸	59. 9. 7	—	—	1.0(2.1)	656(6)
		60. 5. 8	19 (1)	0.19 (5)	7.7(2.4)	710(5)
ホンダワラ	富来町	59. 3. 19	23 (1)	0.20 (4)	8.8(1.6)	543(5)
		59. 5. 30	15 (1)	0.31 (9)	14.7(9.1)	500(6)
	富来	59. 9. 7	—	—	0.2(2.1)	667(6)
		60. 5. 8	26 (2)	—	13 (4)	507(7)
ホンダワラ	富来町	59. 3. 19	30 (6)	0.51(13)	14.9(1.7)	515(5)
		59. 5. 30	22 (1)	—	14.8(2.3)	494(7)
	福浦	59. 9. 7	6.9(1.4)	0.40(11)	5.5(2.3)	627(5)
		60. 5. 8	19 (1)	0.43 (5)	8.6(2.2)	614(6)
ホンダワラ	志賀町	59. 3. 19	27 (1)	0.49 (8)	16 (1)	479(6)
		59. 5. 30	23 (1)	0.29 (9)	19 (3)	601(7)
	赤住	59. 9. 7	5.4(1.0)	—	9.3(2.2)	610(7)
		60. 5. 8	17.4(8)	—	8.7(1.2)	531(5)
ホンダワラ	志賀町	59. 3. 19	44 (1)	—	30 (2)	474(6)
		59. 5. 30	26 (2)	—	18 (2)	636(6)
	百浦	59. 9. 7	—	0.45 (9)	4 (2)	654(7)
		60. 5. 8	33 (2)	0.38 (5)	13 (1)	585(6)

注 ( ) は量小桁の誤差, — は検出せず。

Behaviour of Environmental Radioactivity. 7. Survey of  $^{210}\text{Pb}$  in Marine Products in Ishikawa Prefecture. by Masaki KOMORI and Mitsuru NAKATANI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

期的に長く採取され、分布が広く、過去の測定ではほぼ海藻中に含まれる放射能濃度のレベルを代表するものである。ホンダワラの濃度は(表1)、採取地点や採取時期によってレベルが異なるが、約0~30pCi/生100gの範囲にある。この値を金沢大のデータ<sup>2)</sup>と比較すると Piri-hiba 331dpm/kg (14.9pCi/100g), Umi-torano-o 220dpm/kg (9.9pCi/100g), ワカメ 0.9pCi/100g等であり、ほぼ値として同程度であった。貝としては、広く分布しているサザエを対象としたが、これは、海藻一貝一魚の捕食関係に基づく<sup>210</sup>Pbの食物連鎖を検討する目的も含めて行ったものである。サザエは餌として数%程度しかホンダワラを利用しないともいわれているが、上述したようにホンダワラは海藻濃度の指標的位置にあるので、3者の関係を検討するために用いた。サザエの<sup>210</sup>Pb濃度は表2に示すように部位によって大きく異なっており、筋肉では約1.4~9.3pCi/生100gであるのに対し、内臓では150~308pCi/生100gと約30~60倍濃度が高く、<sup>210</sup>Pbが部位によって選択濃縮されていることが分かった。この値は極めて高く、金沢大のデータ<sup>2)</sup>にある巻貝類のシライトマキの内臓の値642dpm/kg (28.9pCi/100g)と比較しても1桁違う結果である。参考までに<sup>7</sup>Be、

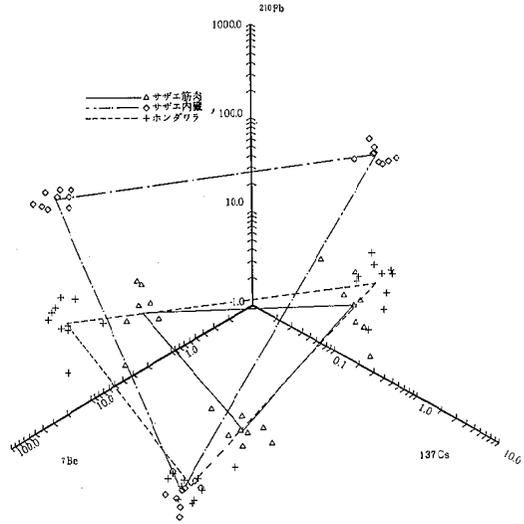


図1 サザエ、ホンダワラ中の<sup>210</sup>Pb、<sup>137</sup>Cs、<sup>7</sup>Be濃度の相互関係(軸上の単位pCi/生100g)

<sup>137</sup>Csの値を比較すると、<sup>7</sup>Beは<sup>210</sup>Pb程ではないが同様に内臓に濃縮されている結果となっている。また、<sup>137</sup>Csでは多少内臓が高い傾向にあるものの、レベルは筋肉と同程度で組織全体に分布していることが分かる。図1にサザエの各部位とホンダワラに含まれた<sup>210</sup>Pb、<sup>137</sup>Cs、<sup>7</sup>Be濃度の相互関係を比較した結果を示した。サザエの筋肉とホンダワラとはバラツキながらも比較的同じ場所にプロットされており、また、筋肉と内臓とは異なることが分かる。また、それぞれのプロットとの中心点(平均値となる)を結び合わせると三角形が出

表2 サザエ中の<sup>210</sup>Pb、<sup>7</sup>Be分析結果(貝)

		単位: pCi/新鮮重量 100 g					
試料名	採取地名	採取月日	部位	核種濃度			
				<sup>7</sup> Be	<sup>137</sup> Cs	<sup>210</sup> Pb	<sup>40</sup> K
サザエ	富来町	59. 4.16	筋肉	2.3(2)	0.07(2)	8 (1)	183(5)
			内臓	21 (1)	—	222 (6)	193(6)
	西浦漁協	60. 5.25	筋肉	—	0.17(2)	3.8 (9)	217(7)
			内臓	25 (1)	0.32(5)	232 (5)	218(6)
サザエ	富来町	59. 6.29	筋肉	2.6(2)	0.18(4)	9.3 (9)	200(5)
			内臓	23 (1)	0.32(7)	266 (15)	184(5)
	西海漁協	60. 5.23	筋肉	1.6(4)	—	5.0 (7)	228(6)
			内臓	35 (1)	0.28(5)	308 (9)	224(6)
サザエ	富来町	59. 9.20	筋肉	—	—	3.6 (7)	180(5)
			内臓	18 (1)	0.40(7)	197 (11)	149(5)
	福浦漁協	59. 5.29	筋肉	1.4(4)	0.23(5)	2.7 (7)	202(6)
			内臓	28 (2)	—	196 (4)	210(6)
			筋肉	2.5(6)	0.21(4)	5 (2)	232(9)
			内臓	39 (3)	0.47(9)	229 (5)	246(8)
サザエ	志賀町	59. 5.18	筋肉	1.8(3)	0.13(2)	4.5 (7)	164(6)
			内臓	18 (3)	0.18(3)	150 (8)	158(7)
	志賀漁協	59. 9. 5	筋肉	1.6(3)	—	3.5 (8)	207(9)
			内臓	16.6(5)	0.31(4)	225 (8)	183(7)
			筋肉	1.4(2)	0.18(2)	2.7 (8)	218(8)
			内臓	33 (1)	0.36(4)	196 (5)	221(9)
サザエ	志賀町	59.10. 2	筋肉	3.7(5)	0.27(6)	1.4 (4)	219(8)
			内臓	37 (2)	—	232 (12)	197(6)
	高浜漁協	60. 5.23	筋肉	3.5(4)	0.17(4)	4.0 (6)	216(7)
			内臓	50 (1)	0.59(4)	276 (10)	241(9)

注 ( ) は最小桁の誤差、—は検出せず。

表3 魚類中の<sup>210</sup>Pb、<sup>7</sup>Be分析結果(岩礁定住魚類)

		単位: pCi/新鮮重量 100 g					
試料名	採取地名	採取月日	部位	核種濃度			
				<sup>137</sup> Cs	<sup>210</sup> Pb	<sup>40</sup> K	
タイ	富来町 西浦漁協	59. 6.23	筋肉	0.62 (5)	3.3(4)	284(15)	
			タイ	富来町 西海漁協	59. 5.26	筋肉	0.95 (6)
小鯛	富来町 福浦漁協	59. 9.20	筋肉	0.45 (6)	1.6(1.3)	309 (3)	
			内臓	0.73(19)	30 (3)	210 (4)	
タイ	志賀町 高浜漁協	59. 5.22	筋肉	1.10 (6)	8.1(6)	295(24)	
			59.10. 2	筋肉	0.79 (6)	1.4(5)	321 (9)
				内臓	—	26.9(4.5)	211 (9)
タイ	志賀町 志賀漁協	59. 5. 9	筋肉	0.93 (3)	3.9(7)	305(10)	
			59. 9. 5	筋肉	0.66 (5)	1.5(6)	317 (8)
			59. 9. 5	内臓	0.44(12)	15.7(1.9)	143 (5)
			60. 5.24	筋肉	0.70 (3)	1.3(7)	316 (6)
			60. 5.24	内臓	0.61 (9)	46.3(1.7)	260 (9)

注 ( ) は最小桁の誤差、—は検出せず。

来上がるが、ホンダワラとサザエの筋肉の形は似ているが、内臓は全く異っている。形の相似性はとりもなおさず濃度組成の各成分比が近似していることを示しており、ホンダワラの組成がサザエの筋肉組成に反映されやすいことが分かる。サザエの内臓では、これらの成分がサザエ固有の代謝系に入るため、独自のパターンを示すものと考えられる。

次に魚類の  $^{210}\text{Pb}$ 濃度をみると、筋肉部分で、タイが1.4~8.1pCi/生100g、ヒラメが0.72~3.6pCi/生100g、ハチメが、0.65~3.4pCi/100g、内臓部分ではそれぞれ、15.7~46.8, 0.4~10.3, 5.6~7.3pCi/生100gとなっており、中でもタイの内臓が高い値を示した。この値を同じ金沢でのデータ<sup>2)</sup>と比較すると、キチジの69pCi/生100gの値があり、筋肉より内臓が

高い傾向を示している。タイが一般的に高い値を示すのは、食物連鎖の関係で、タイが高い濃度を示すサザエを餌とする関係にあるためと思われる。しかし、濃度関係は、サザエがホンダワラの濃度に対し1桁高くなるのに対し、タイは高くなっていない。これについては、タイの  $^{210}\text{Pb}$ に対する代謝系がサザエとは違っていることや、餌が必しもサザエだけではないことによるものと思われるが、いずれにしても、ホンダワラ-サザエ-タイの  $^{210}\text{Pb}$ に関する食物連鎖が成立してい

表 4 魚類中の  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^7\text{Be}$ 分析結果 (底もの: 沿岸の底に定住性を示す魚種)

単位: pCi/新鮮重量 100 g

試料名	採取地名	採取月日	部位	核 種 濃 度		
				$^{137}\text{Cs}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{40}\text{K}$
ヒラメ	富来町 西浦漁協	59. 4.16	筋肉	0.98(6)	3.6 (0.8)	332 (3)
			内臓	—	—	—
ヒラメ	富来町 西海漁協	59. 5.26	筋肉	0.86(4)	0.48(0.58)	322 (9)
			内臓	—	—	—
ヒラメ	志賀町 高浜漁協	59. 3.26	筋肉	0.78(4)	—	295 (1)
			筋肉	0.91(6)	0.63(0.41)	311 (8)
			筋肉	0.43(3)	0.72(0.26)	301 (8)
			内臓	—	10.3 (1.8)	161(59)
ヒラメ	志賀町 志賀漁協	59. 5. 9	筋肉	0.79(4)	0.43(0.38)	301 (8)
			筋肉	0.44(4)	1.6 (0.8)	290 (7)
			内臓	—	0.4 (0.4)	171 (7)

注 ( ) は最小桁の誤差, — は検出せず, 空白は測定せず。

表 5 魚類中の  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^7\text{Be}$ 分析結果 (沿岸から底層に分布する半定住性魚類: めばる類)

単位: pCi/新鮮重量 100 g

試料名	採取地名	採取月日	部 位	核 種 濃 度		
				$^{137}\text{Cs}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{40}\text{K}$
黒ばちめ	志賀町 志賀漁協	59. 5.24	筋肉	1.20 (7)	3.4 (9)	281 (5)
			内臓	0.48(13)	5.6 (20)	132 (4)
茶ばちめ	富来町 西浦漁協	59. 6.23	筋肉	0.97 (5)	1.6 (7)	250(20)
			筋肉	1.12(11)	—	303 (4)
			内臓	0.88(13)	7.3 (18)	151 (5)
黒ばちめ	富来町 福浦漁協	59. 4.16	筋肉	1.1 (1)	1.3 (5)	261 (2)
			筋肉	0.95(40)	0.65(28)	257 (2)
柳ばちめ	富来町 西海漁協	60. 5.23	筋肉	1.26 (7)	3.3 (4)	282 (4)
			内臓	0.63 (5)	5.6 (13)	101 (3)

注 ( ) は最小桁の誤差, — は検出せず。

表 6 海水中の  $^{210}\text{Pb}$ 分析結果

単位: pCi/l

試料名	採取地点	採取月日	$^{210}\text{Pb}$	$^{137}\text{Cs}$
赤 住	八幡神社沿岸 緯度 37° 2' 9" 経度 136° 42' 13"	60. 5. 8	0.16±0.25	0.11 ±0.01
赤住		60. 7.12	0.07±0.09	0.096±0.014
赤住沖				

表 7 海底土中の  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^7\text{Be}$  分析結果

単位: pCi/g 乾土

試料名	採取地点	採取月日	核 種 濃 度					
			$^7\text{Be}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{210}\text{Pb}$	U 系列	Th 系列	$^{40}\text{K}$
富 来 湾	緯度 37° 7' 70" 経度 136° 41' 91"	59. 3.15	—	—	1.0(2)	0.30(3)	0.40(4)	12.9(2)
		59. 6.20	—	—	1.3(4)	0.23(2)	0.34(3)	13.6(4)
		59.11.22	—	—	1.9(2)	0.31(2)	0.48(3)	14.3(4)
赤 住 鉄 塔 沖	緯度 37° 2' 6" 経度 136° 42' 55"	59. 3.15	0.42 (9)	—	2.6(5)	0.40(4)	0.64(6)	15.5(3)
		59. 6.20	0.22 (4)	0.025(7)	3.1(4)	0.41(3)	0.66(6)	15.5(5)
		59.11.22	—	0.029(8)	2.3(3)	0.38(2)	0.62(3)	15.1(4)
赤 住	緯度 37° 2' 9"	58. 6. 3	—	0.039(7)	—	0.46(2)	0.70(3)	17 (1)
		59. 3.15	0.23 (8)	0.019(4)	3.1(2)	0.41(3)	0.67(6)	15.7(2)
赤 住 沖	経度 136° 42' 13"	59. 6.20	0.35(10)	0.030(5)	3.1(3)	0.40(2)	0.60(3)	14.9(4)
		59.11.22	—	0.030(5)	3.9(3)	0.38(2)	0.62(4)	15.9(4)

注 ( ) は最小桁の誤差, — は検出せず, 空白は測定せず。

るものと考えられる。

### 3・2 海水, 海底土

海水, 海底土の<sup>210</sup>Pb測定結果を表6, 7に示した。海水のデータは誤差が極めて大きいため, 参考値程度でしか評価されないが, 北太平洋の表層海水値<sup>3)</sup>26~10dpm/100l (0.12~0.05pCi/l)の範囲にあった。海底土は地域海域によって異なるが, 富来湾で1.0~1.9 pCi/g乾土, 赤住海域では2.3~3.9pCi/g乾土で赤住の方がやや高い値を示した。いずれの値も同時に測定されたU系列の値よりも高く, 放射平衡には達していない。<sup>210</sup>Pbの海への移行経路は大気中の<sup>210</sup>Pbが降下する分と, 海水や海底土に含まれるラドンが崩壊して生成される部分とがあるが, 海底土の放射平衡分より多い分は, 底質生物の濃縮や海水からの沈着による増加ではないかと思われる。海底土, 海水と上述の海産生物の濃度との関係は分からない面も多く今後の課題である。

## 4 ま と め

海産生物, 海水, 海底土中に含まれる<sup>210</sup>Pb濃度の

調査を行った。この結果, 海藻(ホンダワラ)のレベルは, 0~30pCi/生100g, 貝(サザエ)の筋肉は1.4~9.3, 内臓は150~308pCi/100gであり, 魚類(タイ, ヒラメ, メバル類)の筋肉は0.65~8.1, 内臓は0.4~46.8pCi/生100gであり, 海水は参考値ながら0.07~0.16pCi/l, 海底土は1.0~3.9pCi/g乾土であった。このうち, サザエの内臓は他の試料に比べて1~2桁濃度レベルが高かった。捕食関係(ホンダワラ-サザエ-タイ)から見た<sup>210</sup>Pbの食物連鎖はほぼ成立しているものと思われた。

## 文 献

- 1) 小森正樹, 中谷 光: 石川衛公研年報, 22, 178-182 (1985)
- 2) 金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設: 昭和56年度研究概要・年次報告 (1982)
- 3) Tsunogai, S. and Harada, K.: Isotope Marine Chemistry, p165-191 Uchida Rokakudo, TOKYO (1980)

[報 文]

# 環境放射能の挙動に関する調査研究(第8報)

— 海産生物試料の重金属濃度の違いについて —

石川県衛生公害研究所環境部 中谷 光・小森 正樹

## 1 はじめに

現在のように数多くの原子力施設が日本各地の沿岸で建設稼働される状況にあつては、海産生物中の放射性核種の濃度レベルの把握は重要な課題であり、原子力発電所立地計画が進んでいる本県にあつても例外ではない。環境放射線モニタリング指針<sup>1)</sup>で示される海洋試料の摂取による体内被曝線量評価関連の核種としては<sup>51</sup>Cr、<sup>55</sup>Fe、<sup>60</sup>Co等があり、食物連鎖の観点からその濃縮性が注目されている。一方、海産生物に含まれる重金属の中には上述の核種の安定同位体が存在し、海産生物の代謝系において同一の挙動をとることが予想される。そこで施設から放出が予想される核種の挙動やレベルに関して予察的検討を行うための基礎資料を得るため、原子力発電所立地計画海域を中心に採取される海産生物中の重金属の濃度レベルや分布状況を調査し、その結果に基づいて生物間や組織部位ごとの濃縮性の違いや、また、生物の捕食関係からみた重金属濃度の関係等について検討するとともに、海産生物と元素との親和性についての知見を得るために、重金属がイオンを作るときの電子殻構造からみた重金属のグループ分けと、地球化学の親石元素(Ca, Sr, Mn, Cr等)、親銅元素(Cu, Zn, Cd, Pb等)、親鉄元素(Fe, Co等)といった元素のグループ分け<sup>2)</sup>とがほぼ一致することから、地球化学的に検討も進めてみた。なお、地域差についてはデータ数が不足していることから検討を行わなかった。

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点と試料

調査は昭和60年5月から10月にかけて、図1に示した調査地点で採取されたホンダワラ、サザエ、タイ類、ヒラメ、アカガレイ、メバル類、メギス、ブリ、イカ、タコを試料とした。

### 2.2 測定方法

採取した試料はコンポジットとして取扱い、ホンダワラは根茎を除き、サザエは筋肉と内臓に、魚類は可能な限り組織部位別にえら、筋肉、内臓に分別し、放射性核種測定の前処理と同じく、それぞれを500°Cで灰化処理を行い、更にこの灰化試料を濃硝酸と過塩素酸で酸分解後水浴で蒸発乾固し、これを塩酸に溶解し

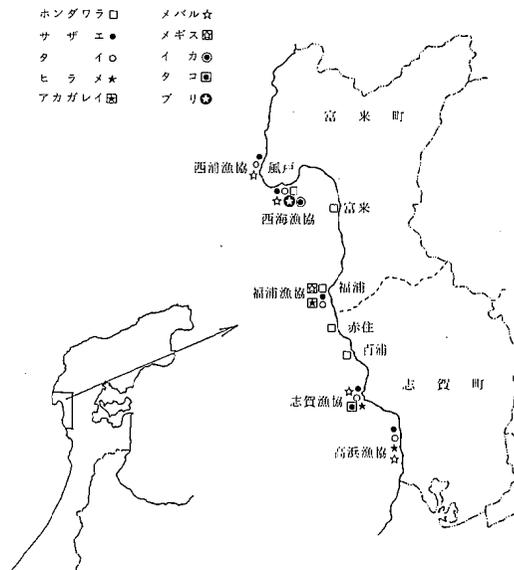


図1 試料採取地点地図

Behaviour of Environmental Radioactivity. 8. Heavy Metal Contents in Marine Products. by Mitsuru NAKATANI and Masaki KOMORI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

て測定試料とした。Feについては原子吸光光度法により、Ca, Sr, Crについては発光分光光度法により測定した。Cu, Zn, Cd, Mn, Co, Pbについては試料溶液から除鉄後DDTC—MIBK抽出し、原子吸光光度法により測定した。なお、機器分析にはAA—640—01 (島津製) とICAP—575MARK II (日本ジャーレルアッシュ製) を使用した。

### 3 結 果

調査した試料を生物の系統分類により、ホンダワラは褐藻類、サザエ (貝類)、イカ・タコ (頭足類) は軟体動物に、タイ類その他は魚類に分け、この分類に従って、それぞれの測定結果を表1～3に示した。ただし、重金属濃度は灰分率から湿重重当りの濃度に換算した。

#### 3・1 ホンダワラ (褐藻類) 中の重金属

ホンダワラの重金属濃度を表1に示した。重金属濃度はCa>Sr>Fe>Mn>Zn>Cu≈Cr>Cd≈Pbの順で高かった。地球化学的にみれば、ホンダワラはCa, Sr, Mn, Crの親元素濃度が高い傾向を示す。また、体内被曝線量評価関連核種とその安定同位体の重金属の濃度レベルは、Srが110～250ppm (平均200ppm)、Feが57～200ppm (120ppm)、Mnが5.1～44ppm (19ppm)、Crが0.24～1.6ppm (0.72ppm) でCoは検出されなかった。

#### 3・2 軟体動物中の重金属

##### (1) サザエ (貝類)

表2—1に結果を示した。これによればサザエの各重金属濃度はCrを除いては一般に筋肉より内臓に高い傾向を示し、内臓ではCa>Fe>Zn>Sr≥Cu>Mn≥Cd≥Cr≈Pb>Coの順であり、筋肉ではCa>Fe>Zn>Cu≥Sr>Cr>Mn>Pb>Cdの順であった。重金属の濃度レベルは、内臓でFeが1,300～2,400ppm (2,000ppm) と高く、Srが9.6～42ppm (33ppm)、Mnが3.7～11ppm (6.2ppm)、Coが0.016～0.32ppm (0.17ppm)、Crが筋肉で1.0～8.9ppm (3.6ppm) であり、親鉄元素のCoは筋肉に検出されなかったが内臓に検出された。

##### (2) イカ・タコ (頭足類)

表2—2に結果を示した。各重金属濃度の高さはイカでは内臓がCa>Cu>Fe>Zn>Cd>Sr>Cr>Mn>Pb>Coの順であり、筋肉ではCa>Fe>Zn>Cu>Sr>Cr>Cd>Pb>Mn>Coの順であった。タコでは内臓がCa≈Cu>Zn>Fe>Cd>Sr>Cr>Mn>Co>Pbの順であり、筋肉ではCa≈Fe>Zn>Cu>Mn≈Cr>Sr>Pb>Cd>Coの順であった。内臓でFeは89～130ppm (110ppm)、Srは3.7～3.9ppm (3.8ppm)、Crは1.6～2.4ppm (2.0ppm)、Mnは0.83～1.8ppm (1.3ppm)、Coは0.057～0.45ppm (0.25ppm) であり、Fe, Sr, Cr, Mn濃度は筋肉より内臓に数倍高いかほぼ等倍なのに対し、内臓のCoは筋肉の数十倍高い濃度であった。また、親銅元素のCu濃度は内臓

表1 ホンダワラの重金属分析

採取地点	採取年月日	重 金 属 濃 度 (湿重量当たりの ppm)									
		Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
志賀町百浦	昭和 60. 5. 8	0.65	7.1	0.092	44	83	0.50		0.062	2,900	240
志賀町赤住	60. 5. 8	0.44	3.5	0.066	14	84	0.45		0.060	1,800	110
富来町福浦	60. 5. 8	0.69	5.6	0.083	16	81	0.41		0.053	2,900	250
富来町富来	60. 5. 8	0.70	3.5	0.094	6.3	150	0.86		0.056	3,100	250
富来町風戸	60. 5. 8	0.52	3.7	0.042	11	57	0.59		0.050	3,200	220
志賀町百浦	60. 9. 10	0.65	3.2	0.083	25	180	0.81		0.23	5,100	220
志賀町赤住	60. 9. 10	0.54	2.0	0.15	9.7	73	1.1		0.13	2,700	200
富来町福浦	60. 9. 10	0.61	2.7	0.085	22	180	0.67		0.15	1,900	160
富来町富来	60. 9. 10	0.70	3.0	0.22	36	200	1.6		0.18	2,900	200
富来町風戸	60. 9. 10	0.61	1.8	0.073	5.1	66	0.24		0.078	3,100	140
平均		0.61 (0.44～ 0.70)	3.6 (1.8～ 7.1)	0.099 (0.073～ 0.22)	19 (5.1～ 44)	120 (57～ 200)	0.72 (0.24～ 1.6)		0.10 (0.050～ 0.23)	3,000 (1,800～ 5,100)	200 (110～ 250)

空欄は検出限界以下

表 2-1 サザエの重金属分析

採取地点	部位	採取 年月日	重 金 属 濃 度 ( 湿重量当たりの ppm )									
			Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
志賀町 高浜漁協	筋肉	昭和 60. 5.23	4.6	28	0.024	1.7	130	2.7		0.10	570	4.7
志賀町 志賀漁協	筋肉	60. 5.21	5.4	27	0.022	1.4	130	3.8		0.091	800	5.8
富来町 福浦漁協	筋肉	60. 5.25	5.6	26	0.021	1.5	180	5.0		0.094	450	4.3
富来町 西海漁協	筋肉	60. 5.23	6.8	28	0.028	1.8	180	13		0.11	600	5.0
富来町 西浦漁協	筋肉	60. 5.25	4.7	26	0.024	1.6	190	3.9		0.077	610	4.7
志賀町 志賀漁協	筋肉	60.10. 4	5.1	24	0.030	1.0	99	3.9		0.070	570	4.2
富来町 福浦漁協	筋肉	60. 9.18	5.6	18	0.020	1.3	160	2.8		0.060	860	4.7
富来町 西浦漁協	筋肉	60. 9.18	7.9	29	0.044	0.69	130	2.2		0.042	760	4.8
志賀町 高浜漁協	内臓	60. 5.23	8.7	44	4.3	11	2,400	2.3	0.32	4.0	3,300	32
志賀町 志賀漁協	内臓	60. 5.21	11	51	3.8	7.0	2,400	4.1	0.26	3.5	3,700	39
富来町 福浦漁協	内臓	60. 5.25	9.5	55	3.8	6.9	2,100	5.5	0.27	3.1	3,300	41
富来町 西海漁協	内臓	60. 5.23	13	55	5.6	5.5	1,800	8.9	0.24	3.1	4,200	42
富来町 西浦漁協	内臓	60. 5.25	10	56	5.4	5.7	1,800	1.0	0.19	2.8	4,100	37
志賀町 志賀漁協	内臓	60.10. 4	20	76	11	4.0	2,400	4.4	0.026	4.1	1,200	9.6
富来町 福浦漁協	内臓	60. 9.18	13	53	4.5	5.9	1,300	1.3	0.051	2.6	4,200	36
富来町 西浦漁協	内臓	60. 9.18	19	87	9.4	3.7	1,800	1.6	0.016	2.0	3,900	27
筋肉の平均			5.7 (4.6~7.9)	26 (18~28)	0.027 (0.020~ 0.044)	1.4 (0.69~ 1.8)	150 (99~180)	4.7 (2.2~13)		0.081 (0.042~ 0.11)	650 (450~ 860)	4.8 (4.2~5.3)
内臓の平均			13 (8.7~20)	60 (44~87)	5.0 (3.8~11)	6.2 (3.7~11)	2,000 (1,300~ 2,400)	3.6 (1.0~8.9)	0.17 (0.016~ 0.32)	3.2 (2.0~4.1)	3,500 (1,200~ 4,000)	33 (9.6~42)

空欄は検出限界以下

表 2-2 イカ・タコの重金属分析

採取地点	種 類	部 位	採 取 年月日	重 金 属 濃 度 ( 湿重量当たり ppm )									
				Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
富来町 西海漁協	スルメイカ	筋肉	昭和 60. 7. 8	5.1	14	0.050	0.018	23	0.64	0.0018	0.028	100	0.81
志賀町 志賀漁協	マダコ	筋肉	60. 9.18	5.3	15	0.027	2.4	160	2.4	0.013	0.076	160	1.9
富来町 西海漁協	スルメイカ	内臓	60. 7. 8	130	47	20	0.83	89	1.6	0.057	0.33	440	3.9
志賀町 志賀漁協	マダコ	内臓	60. 9.18	270	150	8.0	1.8	130	2.4	0.45	0.23	270	3.7
筋肉の平均				5.2 (5.1~ 5.3)	15 (14~15)	0.039 (0.027~ 0.050)	1.2 (0.018~ 2.4)	92 (23~ 160)	1.5 (0.64~ 2.4)	0.0074 (0.0018~ 0.013)	0.052 (0.028~ 0.076)	130 (100~ 160)	1.4 (0.81~ 1.9)
内臓の平均				200 (130~ 270)	99 (47~ 150)	14 (8.0~ 20)	1.3 (0.83~ 1.8)	110 (89~ 130)	2.0 (1.6~ 2.4)	0.25 (0.057~ 0.45)	0.28 (0.23~ 0.33)	360 (270~ 440)	3.8 (3.7~ 3.9)

では筋肉と異なってZn濃度より数倍高かった。

3・3 魚類中の重金属

魚は生息地域による食性の違いがみられるほか、住みかとしては沿岸海域と外洋域に大別され、沿岸海域は更に岩礁帯域と砂泥帯域に分けることができる。従って魚類をその生育環境からみて大きく沿岸海域定住性魚類と回遊性魚類に分け、沿岸海域定住性魚類を更に岩礁定住性魚類、底層定住性魚類、沿岸から底層に分布する半定住性魚類に分けることができる。こうして試料とした魚類をその生育環境別に整理して、重金属

濃度との関係を検討してみた。

沿岸海域定住性魚類については、まず、岩礁定住性魚類のタイ類の結果を表3-1に示した。タイ類ではMn, Ca, Srの濃度は筋肉、内臓よりえらに高く、他の元素は内臓に高い傾向を示し、その高さはえらではCa>Fe>Sr>Zn>Mn>Cr>Cu>Pb>Cdの順であり、内臓ではCa>Fe>Zn≈Sr>Cu≈Mn>Cr>Cd≈Pbの順であり、筋肉ではCa>Fe≈Sr>Zn>Mn≈Cr>Cu>Pb>Cdの順であった。また、えらではCa, Srが、えらと内臓ではZn, Mn, Fe, Crが、

表3-1 タイ類の重金属分析

採取地点	種類	部位	採取年月日	重金属濃度 (湿重量当たりの ppm)									平均体長 (cm)	
				Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca		Sr
志賀町 高浜漁協	キダイ (ベンダイ)	えら	昭和 60. 5.23	1.0	22	0.031	7.3	73	0.77		0.050	18,000	46	—
志賀町 志賀漁協	マダイ	えら	60. 5.24	0.57	17	0.013	8.0	79	1.5		0.16	22,000	66	—
富来町 西海漁協	マダイ	えら	60. 5.23	0.37	20	0.023	7.4	52	0.96		0.073	24,000	75	—
志賀町 高浜漁協	キダイ (ベンダイ)	筋肉	60. 5.23	0.34	4.8	0.0021	0.47	9.0	0.51		0.037	6,900	13	—
志賀町 志賀漁協	マダイ	筋肉	60. 5.24	0.19	4.4	0.0027	0.73	7.4	0.53		0.033	7,400	17	—
富来町 西海漁協	マダイ	筋肉	60. 5.23	0.16	6.7	0.0022	0.56	8.3	0.83		0.032	4,100	13	—
志賀町 高浜漁協	マダイ	筋肉	60. 9.18	0.36	5.9	0.0058	0.82	21	1.8		0.021	5,300	14	30
志賀町 志賀漁協	マダイ	筋肉	60. 9.18	0.30	6.6	0.0012	1.1	37	1.3		0.030	5,000	15	25
富来町 福浦漁協	マダイ	筋肉	60. 9.18	0.33	8.4	0.0014	1.7	12	0.21		0.045	5,800	15	12
富来町 西海漁協	マダイ	筋肉	60.10. 4	0.17	6.0	0.0011	1.9	20	0.22		0.023	5,000	20	—
富来町 西浦漁協	マダイ	筋肉	60.10. 1	0.35	6.4	0.0020	0.60	13	1.3		0.029	6,300	14	34
志賀町 高浜漁協	キダイ (ベンダイ)	内臓	60. 5.23	4.8	35	0.37	2.9	130	1.2		0.15	3,500	25	—
志賀町 志賀漁協	マダイ	内臓	60. 5.24	3.3	34	0.39	9.9	510	1.8		0.36	5,400	39	—
志賀町 高浜漁協	マダイ	内臓	60. 9.18	2.4	21	0.33	8.0	170	2.2		0.097	22,000	100	30
志賀町 志賀漁協	マダイ	内臓	60. 9.18	3.5	19	0.15	9.9	200	1.4		0.21	8,000	62	25
富来町 福浦漁協	マダイ	内臓	60. 9.18	2.9	17	0.085	2.1	64	1.4		0.20	1,500	5.6	12
富来町 西浦漁協	マダイ	内臓	60.10. 1	2.9	30	0.93	2.1	160	0.52		0.34	380	3.0	34
えらの平均				0.65 (0.37~ 1.0)	20 (17~22)	0.022 (0.013~ 0.031)	7.6 (7.3~ 8.0)	68 (52~79)	1.1 (0.77~ 1.5)		0.094 (0.050~ 0.16)	21,000 (18,000~ 24,000)	62 (46~75)	
筋肉の平均				0.28 (0.16~ 0.36)	5.6 (4.4~ 8.4)	0.0023 (0.0011~ 0.0058)	0.99 (0.47~ 1.9)	16 (7.4~ 37)	0.84 (0.21~ 1.8)		0.031 (0.021~ 0.045)	5,700 (4,100~ 7,400)	15 (13~20)	
内臓の平均				3.3 (2.4~ 4.8)	26 (17~35)	0.38 (0.085~ 0.93)	5.8 (2.1~ 9.9)	150 (64~ 510)	1.4 (0.52~ 2.2)		0.23 (0.097~ 0.36)	6,800 (380~ 22,000)	39 (3~100)	

空欄は検出限界以下

内臓ではCu, Cd, Pbが高濃度を示しやすい傾向が見られた。

底層定住性魚類のヒラメ、アカガレイでは、表3-2に示すように、Mn, Ca, Srの濃度は筋肉、内臓よりえらに高く、他の元素は内臓に高い傾向が見られ、その高さはえらではCa>Fe>Sr≥Zn>Mn>Cr>Cuの順であり、内臓ではCa>Fe>Zn≥Sr>Cu>Mn>Cr>Cd>Pbの順であり、筋肉ではCa>Fe≥Zn>Sr>Mn>Cr>Cu>Pb>Cdの順であった。また、えらではMn, Ca, Srが、えらと内臓ではZn, Feが、内臓ではCu, Cd, Pb, Crが高濃度を示しやすい傾向が見られた。

沿岸から底層に分布する半定住性魚類のメバル類やメギスでは、表3-3に示すように、Zn, Pb, Ca, Srの濃度は筋肉、内臓よりえらに高く、他の元素は内臓に高い傾向が見られ、その高さはえらではCa>Fe>Sr>Zn>Cu≈Mn>Cr>Pb>Cdの順であり、内臓ではCa>Fe>Sr>Zn>Cu≈Mn>Cr>Pb>Cdの順であり、筋肉ではCa>Fe≥Sr>Zn>Cr>Cu>

Mn>Pb>Cdの順であった。また、えらではCa, Srが、えらと内臓ではZn, Mn, Fe, Pbが、内臓ではCu, Cd, Crが高濃度を示しやすい傾向が見られた。

回遊性魚類のブリでの結果は、表3-4に示すように、Ca, Srの濃度は内臓より筋肉に高い傾向を示したが、Ca, Srを除いては筋肉より内臓に高い傾向を示し、その高さは内臓がFe>Ca>Zn>Cu>Cr>Mn>Sr>Pb>Cdの順であり、筋肉ではCa>Fe>Zn>Sr>Cr>Cu>Mn>Cdの順であった。えらについては調べなかった。

魚類での大きな特徴は、えらではMn, Ca, Srの親石元素が、内臓ではCu, Zn, Cd, Pbの親銅元素が高濃度を示しやすい傾向が見られ、その各重金属濃度の高さは、えらがCa>Fe>Sr>Zn>Cr≥Mn≥Cu>Pb>Cdの傾向、内臓ではCa>Fe>Zn≥Sr≥Cu≥Mn≥Cr>Cd≥Pbの傾向、筋肉ではCa>Fe>Sr≥Zn>Cr≥Mn≥Cu>Pb>Cdの傾向であった。内臓でFeが33~510ppm (130ppm), Srが0.24~100ppm (19ppm), Crが0.52~9.1ppm (2.8ppm), Mn

表 3-2 ヒラメ、アカガレイの重金属分析

採取地点	種 類	部 位	採 取 年月日	重 金 属 濃 度 (湿重量当たりの ppm)									
				Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
志賀町 志賀漁協	ヒラメ	えら	昭和 60. 5.24	0.43	29		11	32	0.59			14,000	29
富来町 福浦漁協	アカガレイ	えら	60. 6. 7	0.55	20	0.015	8.6	98	1.3			9,500	37
志賀町 高浜漁協	ヒラメ	筋肉	60. 5.28	0.20	5.2	0.00091	1.1	7.7	0.83		0.0098	1,200	2.7
志賀町 志賀漁協	ヒラメ	筋肉	60. 5.24	0.37	6.6	0.00099	0.81	11	0.80		0.014	1,900	2.2
富来町 福浦漁協	アカガレイ	筋肉	60. 6. 7	0.20	6.4	0.00028	1.7	6.4	0.31			1,900	5.0
志賀町 志賀漁協	ヒラメ	筋肉	60. 9.18	0.38	7.3	0.0043	1.9	17	0.89		0.012	2,900	7.2
志賀町 高浜漁協	ヒラメ	内臓	60. 5.28	4.7	33	0.18	2.2	64	1.0		0.037	3,500	9.8
志賀町 志賀漁協	ヒラメ	内臓	60. 5.24	4.6	34	0.16	0.99	46	1.4		0.036	480	1.5
富来町 福浦漁協	アカガレイ	内臓	60. 6. 7	4.7	24	0.26	2.9	320	9.1		0.076	7,300	44
志賀町 志賀漁協	ヒラメ	内臓	60. 9.18	4.3	19	0.11	2.3	79	1.3		0.069	4,900	15
えらの平均				0.49 (0.43~0.55)	25 (20~29)	0.008 (~0.015)	9.8 (8.6~11)	65 (32~98)	0.95 (0.59~1.3)			12,000 (9,500~14,000)	33 (29~37)
筋肉の平均				0.29 (0.20~0.38)	6.4 (5.2~7.3)	0.0016 (0.00028~0.0043)	1.4 (0.81~1.9)	11 (6.4~17)	0.71 (0.31~0.89)		0.0090 (~0.014)	2,000 (1,200~2,900)	4.3 (2.2~7.2)
内臓の平均				4.6 (4.3~4.7)	28 (19~33)	0.18 (0.11~0.26)	2.1 (0.99~2.3)	130 (46~320)	3.2 (1.0~9.1)		0.055 (0.036~0.076)	4,000 (480~7,300)	18 (1.5~44)

空欄は検出限界以下

表3-3 メバル類、メギスの重金属分析

採取地点	種 類	部 位	採 取 年月日	重 金 属 濃 度 (湿重量当たりのppm)									
				Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
志賀町 高浜漁協	ヤナギメバル (ヤナギバチメ)	えら	60. 5.28	0.61	30	0.052	0.64	36	0.52		0.092	13,000	31
富来町 西海漁協	ヤナギメバル (ヤナギバチメ)	えら	60. 5.23	0.97	37	0.047	1.1	72	0.56		0.61	17,000	39
富来町 西浦漁協	タケノコメバル (チャバチメ)	えら	60. 5.28	0.92	28	0.015	0.49	60	0.53		0.037	6,400	58
志賀町 高浜漁協	ヤナギメバル (ヤナギバチメ)	筋肉	60. 5.28	0.28	7.6	0.0060	0.068	15	1.4		0.023	6,500	16
志賀町 志賀漁協	ク ロ ソ イ (ソイバチメ)	筋肉	60. 5.24	0.51	9.7	0.015	0.091	19	1.3		0.12	2,700	12
志賀町 志賀漁協	タケノコメバル (チャバチメ)	筋肉	60. 5.24	0.31	7.1	0.0043	0.060	13	0.74		0.033	2,300	12
富来町 福浦漁協	メ ギ ス	筋肉	60. 5.24	0.68	7.6	0.011	0.091	15	0.78		0.014	1,000	2.0
富来町 西海漁協	ヤナギメバル (ヤナギバチメ)	筋肉	60. 5.23	0.37	6.9	0.014	0.059	11	0.58		0.034	3,500	8.3
富来町 西浦漁協	タケノコメバル (チャバチメ)	筋肉	60. 5.28	0.24	6.5	0.0041	0.083	16	2.7		0.027	2,700	11
志賀町 高浜漁協	ヤナギメバル (ヤナギバチメ)	内臓	60. 5.28	2.1	17	0.32	0.60	94	1.1		0.10	300	2.2
志賀町 志賀漁協	ク ロ ソ イ (ソイバチメ)	内臓	60. 5.24	4.1	17	0.56	0.78	96	1.1		0.28	920	10
志賀町 志賀漁協	タケノコメバル (チャバチメ)	内臓	60. 5.24	2.8	20	0.12	1.3	97	2.0		0.47	1,700	15
富来町 福浦漁協	メ ギ ス	内臓	60. 5.24	6.4	19	0.13	0.91	33	1.0		0.045	460	3.7
富来町 西海漁協	ヤナギメバル (ヤナギバチメ)	内臓	60. 5.23	2.7	17	0.28	0.65	87	3.6		0.12	280	1.7
富来町 西浦漁協	タケノコメバル (チャバチメ)	内臓	60. 5.28	5.9	23	0.23	2.3	180	1.1		0.048	6,000	59
えらの平均				0.83 (0.61~ 0.97)	32 (23~37)	0.038 (0.015~ 0.052)	0.74 (0.49~ 1.1)	56 (36~72)	0.54 (0.52~ 0.56)		0.25 (0.037~ 0.61)	12,000 (6,400~ 17,000)	43 (31~58)
筋肉の平均				0.40 (0.24~ 0.68)	7.6 (6.5~ 9.7)	0.0091 (0.0041~ 0.017)	0.075 (0.059~ 0.091)	15 (11~19)	1.3 (0.58~ 2.7)		0.042 (0.014~ 0.12)	3,100 (1,000~ 6,500)	10 (2.0~16)
内臓の平均				4.0 (2.1~ 6.4)	19 (17~23)	0.27 (0.12~ 0.56)	1.1 (0.60~ 2.3)	98 (33~ 180)	1.7 (1.0~ 3.6)		0.18 (0.045~ 0.47)	1,600 (280~ 6,000)	15 (1.7~59)

空欄は検出限界以下

表3-4 ブリの重金属分析

採取地点	種 類	部 位	採 取 年月日	重 金 属 濃 度 (湿重量当たりのppm)									
				Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
富来町 西海漁協	ブ リ (フクラギ)	筋肉	昭和 60.10. 4	0.99	11	0.0022	0.12	18	1.1			1,700	4.2
富来町 西海漁協	ブ リ (フクラギ)	内臓	60.10. 4	2.8	23	0.12	1.2	110	2.5		0.16	61	0.24

空欄は検出限界以下

が0.69~9.9ppm(2.3ppm)であり、Coは検出されなかった。生育環境からみた魚種間で比較すると、一般的に親石元素濃度は岩礁定住性魚類、底層定住性魚類、半定住性魚類、回遊性魚類の順に低くなり、親銅元素濃度は親石元素濃度と反対にこの順に高くなる傾

向を示した。

#### 4 考 察

褐藻類(ホンダワラ)、軟体動物、魚類中の各重金属濃度の平均値を表4に示す。

表4 海産生物の分類別重金属分析

海産生物の分類	部位	重金属濃度 (湿重量当たりのppm)									
		Cu	Zn	Cd	Mn	Fe	Cr	Co	Pb	Ca	Sr
褐藻類 (ホンダワラ)	全体	0.61 (0.44~0.70)	3.6 (1.8~7.1)	0.099 (0.073~0.22)	19 (5.1~44)	120 (57~200)	0.72 (0.24~1.6)		0.10 (0.050~0.23)	3,000 (1,800~5,100)	200 (110~250)
軟体動物	筋肉	5.4 (4.6~7.9)	18 (14~28)	0.035 (0.020~0.050)	1.3 (0.018~2.4)	110 (23~180)	2.6 (0.64~13)	0.0049 (~0.013)	0.062 (0.028~0.11)	300 (100~860)	2.5 (0.81~5.8)
軟体動物	内臓	140 (8.7~270)	86 (44~150)	11 (3.8~20)	2.9 (0.83~11)	740 (89~2,000)	2.5 (1.0~8.9)	0.23 (0.016~0.45)	1.3 (0.23~4.1)	1,400 (270~4,200)	14 (3.7~42)
魚類	えら	0.62 (0.37~1.0)	25 (17~37)	0.019 (~0.052)	7.0 (0.49~11)	64 (32~98)	0.94 (0.52~1.5)		0.063 (~0.61)	14,000 (6,400~24,000)	43 (29~75)
魚類	筋肉	0.47 (0.20~0.99)	7.4 (4.4~11)	0.0044 (0.00028~0.017)	0.71 (0.059~1.9)	14 (6.4~37)	0.86 (0.21~2.7)		0.918 (~0.12)	2,600 (1,000~6,500)	7.0 (2.0~20)
魚類	内臓	4.2 (2.1~6.4)	23 (17~35)	0.22 (0.085~0.93)	2.3 (0.60~9.9)	130 (33~510)	2.8 (0.52~9.1)		0.13 (0.036~0.36)	3,200 (61~22,000)	19 (0.24~100)

空欄は検出限界以下

ホンダワラは生物間で比較すると、親石元素濃度が高く、特にMn, Sr濃度が高い結果となっている。これについては山本<sup>3)</sup>や上田ら<sup>4)</sup>が海藻中のSr濃度を調べ、緑藻や紅藻に比べて褐藻に著しいSr親和性のあることを報告しており、本結果も同様であった。

表2-1と表4に示すサザエと褐藻類、魚類の各重金属濃度を比較すると、サザエでは親銅元素や親鉄元素の濃度が高い傾向があり、特にサザエの内臓のFeは1,300~2,400ppm、Pbが2.0~4.1ppmで他の生物の数十倍も高い結果を示している。また、サザエは表2-2に示したイカ、タコよりMn, Cr, Ca, Sr等の親石元素の濃度が高く、それぞれ数倍から数十倍高くなっている。これにはサザエの餌の一部がホンダワラであるといわれている<sup>5)</sup>ことも関係していると思われる。また、イカ、タコの内臓は他の生物と異なってCu濃度がZn濃度より高い特徴を示しているが、重金属の全般的な傾向はサザエと類似していた。表4に示すサザエ、イカ、タコの軟体動物の内臓は褐藻類や魚類と比較して親銅元素や親鉄元素の濃度が高いこと、また、Coは軟体動物からしか検出されなかったことが特徴と言える。

魚類は生育環境で分けた魚種間で重金属濃度に差がみられ、岩礁定住性魚類は他の魚類に比べて親石元素やFe, Pbの濃度が高い傾向を示しているが、これはタイ類が特にFe, Pb等を多く含むサザエを貝殻ごと

餌とする<sup>7)</sup>ことから考えて、他の魚種より高い傾向を示したものと思われる。また、表3-1に示したタイ類の中でも平均体長が小さいのと大きいのとで各重金属濃度を比較すると、筋肉ではあまり差がないが、内臓では小さい方のCd, Fe濃度が低い傾向が見られた。これはほんの1例にすぎないが、魚の成長と重金属濃度との間に何らかの関係があることが予想される<sup>8)</sup>。回遊性魚類についてみると、ブリの筋肉中のCu, Zn濃度が沿岸海域定住性魚類の筋肉より高い傾向を見せた。勝木らが同じ回遊性のカツオ中の重金属を調べ、Cu, Zn濃度は筋肉の中でも背肉より血合肉に高いことを報告しており<sup>10)</sup>、回遊魚は沿岸魚より運動量が多くて血合肉が発達しているため、Cu, Zn濃度が沿岸魚より高くなっていると思われる。これら魚類の各重金属濃度を褐藻類や軟体動物と比較すると、表4に示したように、えらのCa, Sr, Mn濃度が相対的に高いが、筋肉、内臓ではCa, Sr, Mn濃度は褐藻類より低いか同程度で、軟体動物より高いか同程度のレベルにあり、Cr濃度はそれらと同程度か低い傾向にあり、Fe, Cu, Zn, Cd, Pb濃度は褐藻類より高いか同程度で、軟体動物より低いか同程度のレベルにある。

以上から親銅元素や親鉄元素の濃度は、軟体動物、魚類、褐藻類の順で低くなり、親石元素濃度の大きさはこれとは反対に褐藻類、魚類、軟体動物の順で低くなる傾向にある。

## 5 ま と め

海産生物を地球化学の元素分類で比較すると、親銅元素や親鉄元素の濃度順位は軟体動物>魚類>褐藻類の傾向であり、親石元素の濃度順位は褐藻類>魚類>軟体動物の傾向であった。魚類についてはその生育環境条件でみた場合、親銅元素の濃度順位は回遊性魚類>半定住性魚類>底層定住性魚類>岩礁定住性魚類の傾向であり、親石元素の濃度順位はこれとは反対に岩礁定住性魚類>底層定住性魚類>半定住性魚類>回遊性魚類の傾向であった。また、魚類の組織部位については親銅元素の濃度順位は内臓>えら>筋肉の傾向であり、親石元素の濃度順位はえら>内臓>筋肉の傾向であった。

海産生物の個別的な特徴として、(1)ホンダワラ(褐藻類)のMn, Sr濃度は海産生物の中では高い、(2)サザエ(貝類)の内臓はFe, Pb濃度が高い、また、Cr濃度は内臓より筋肉に高い、(3)イカ、タコ(頭足類)の内臓は、Cu, Zn, Cd, Co濃度が高い、また、貝類、魚類と異なり、内臓でCu濃度がZn濃度より高い、(4)魚類の各重金属濃度は魚種による違いよりも組織部位による違いが大きい、等のことが分かった。

## 文 献

- 1) 環境放射線モニタリング中央評価専門部会, 原子力安全委員会 (1983)
- 2) 玉虫文一他: 理化学辞典, p662—666, 岩波書店, 東京 (1981)
- 3) 山本俊夫: 海洋科学, 1, 226—231 (1969)
- 4) Ueda, T., Y. Suzuki, and R. Nakamura: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 39, 1253—1262 (1973)
- 5) 日本水産資源保護協会: 月報No.222 (1982)
- 6) 波部忠重, 小管貞男: 標準原色図鑑全集, 第3巻貝, p18, 保育社, 東京 (1967)
- 7) 清原稔治: 標準原色図鑑全集, 第4巻魚, p67—68, 保育社, 東京 (1966)
- 8) Honda, K., R. Tatsukawa, and T. Fujiyama: Agr. Biol. Chem., 46, 3011 (1982)
- 9) 安田和夫, 勝木康隆, 上田 工, 直井家寿太: 東京都衛研年報, 28—1, 121—126 (1977)
- 10) 勝木康隆, 安田和夫, 上田 工, 木村康夫: 同上, 26, 196—199 (1975)

〔報 文〕

## 痛風および高尿酸血症に関する調査研究

石川県衛生公害研究所所長 石田 宗治  
 石川県衛生公害研究所微生物部 松田 晴夫

### 1 はじめに

痛風は、欧米では古来より発症率の比較的高い疾患であるが、本邦ではまれな疾患とされてきた。痛風の発症原因として尿酸ナトリウムの組織沈着が考えられており、また、痛風患者には高尿酸血症を有する者が多いとされている<sup>1)</sup>。

我が国においても、食生活の欧米化や診断技術の進歩等により、近年痛風が漸増しているといわれ<sup>2)3)</sup>、しかも、痛風患者の若年化傾向がみられるとされている<sup>3)</sup>ことから、我々は昭和59年に石川県内の受療率の変化を調べ、併せて血清尿酸値の分布調査を行った。また、昭和60年には血清尿酸値とコレステロール、肥満度及び血圧等の関連及び血清尿酸値の正常範囲を検討するため、医療施設で設定されている正常値についても調査した。

本報告は、昭和59・60年度厚生科学研究費補助金(医療研究事業)による「痛風および高尿酸血症に関する調査研究」(主任研究者：松田 漸福井県衛生研究所長)のうち、石川県が分担研究した結果<sup>4)5)</sup>をまとめたものである。

### 2 対象と方法

#### 2・1 痛風受療率

痛風受療率は、石川県国民健康保険連合会のまとめた昭和55～57年の疾病障害状況表及び昭和59年度診療件数調査資料から求めた。調査対象は各年度の6月国民健康保険審査分で、主病名のみが集計されたものである。

#### 2・2 血清尿酸値測定対象

(1) 昭和59年度は、石川県小松、津幡、七尾保健所

管内の各種の健康調査事業に受診した672人(男247, 女425)の血清の分与を受け対象とした。その内訳は、成年健康調査<sup>6)</sup>の受診者の一部(小松、津幡保健所)及び総合保健基礎調査(田鶴浜町)、成人病検診(津幡町)、循環器検診(内灘町)の受診者である(図1, 表1)。

(2) 昭和60年度は、小松保健所の成年健康調査<sup>7)</sup>の受診者の一部189人(男94, 女95)及び田鶴浜町の22～38歳を対象とした総合保健基礎調査を受診した60人(男27, 女33)の計249人(男121, 女128)が対象で、その血清尿酸値(SUA)、血清総コレステロール

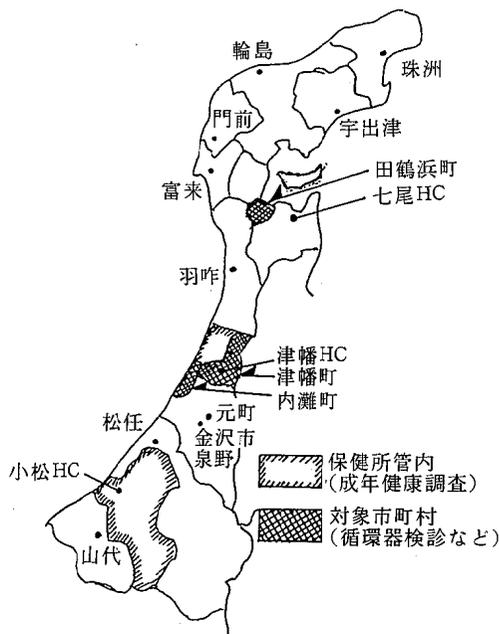


図1 調査対象地域と保健所所在地

表 1 性別事業別濃度区分別表 (血清尿酸, ウリカーゼ法, 昭和59年)

事業別	津幡町					計 (男)	%	田鶴浜町					計 (女)	%
	HC	HC	内灘町	内灘町	田鶴浜町			HC	HC	津幡町	内灘町	田鶴浜町		
年齢範囲	20	20	40~79	40~69	20~39			20	20	40~79	30~79	20~39		
濃度区分 (mg/dl)	~0.9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.2
	1.0~1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.5~1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.0~2.4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.2
	2.5~2.9	0	0	0	0	0	0	3	7	1	0	2	13	3.1
	3.0~3.4	0	0	1	0	0	1	3	20	6	3	2	34	8.0
	3.5~3.9	1	0	1	0	0	2	15	34	3	4	5	61	14.4
	4.0~4.4	3	4	0	0	1	8	23	57	9	5	6	100	23.5
	4.5~4.9	8	9	3	0	2	22	18	55	12	4	7	96	22.6
	5.0~5.4	10	13	4	3	2	32	18	38	4	9	1	70	16.5
	5.5~5.9	16	17	2	4	4	43	10	14	0	5	0	29	6.8
	6.0~6.4	22	16	4	3	5	50	0	7	1	2	1	11	2.6
	6.5~6.9	13	10	1	1	3	28	2	1	0	1	0	4	0.9
	7.0~7.4	13	12	2	0	0	27	2	0	1	0	0	3	0.7
	7.5~7.9	7	7	3	0	1	18	0	0	0	2	0	2	0.5
8.0~8.4	3	2	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	
8.5~8.9	2	2	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	
9.0~9.4	2	2	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	
9.5~	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
計	100	94	22	11	20	247	100.0	95	234	37	35	24	425	100.0

(TCH)を測定したほか、身長、体重及び血圧の値を使用した。身長と体重から、箕輪の標準体重表<sup>8)9)</sup>を用い、肥満度(%)=(体重実測値-標準体重)÷標準体重×100を求め、7区分<sup>9)</sup>した。血圧は最大血圧(SBP)と最小血圧(DBP)をmmHg単位で、SUAとTCHはmg/dlで表記した。女では、1人がSBP、DBP、TCHを測定しなかったため、一部127人で集計した。

2・3 血清尿酸の測定方法

(1) 血清尿酸値の測定は、すべてウリカーゼ法による試薬キット(和光純薬, 尿酸B・test Wako)を用い、マニュアルに従って測定した。血清のサンプリングは島津DIP-1を、試薬分注はエッペンドルフ4780連続分注器を、吸光度測定は島津CL-720(波長550nm, フローセル)を使用した。分与を受けた血清試料は、尿酸測定時まで-20°Cに凍結保存した。一部は血清分離後冷蔵保存し、翌日測定した。

(2) 標準液はキット添付のものをを用い、これを基準として検量線を作成した。精度管理には、既知検体(Wako-I凍結乾燥管理血清)と未知濃度人血清の測

定に併せて、モニターI(M-I)、モニターII(M-II)の凍結管理血清と正常人血清についても測定することにより万全を期した。

2・4 医療施設の正常値

施設正常値については、日常的に行われている全国的な精度管理事業である国際試薬のQuality Assurance Program(QAP)1984年9月の月報から、ウリカーゼ法を採用している271施設の値を参考とした。また、石川県医師会が行った昭和57、58年度臨床検査精度管理調査結果報告書の値も参考とした。

2・5 統計計算

基本統計値として平均値±標準偏差を求めた。平均値の差の検定は、等分散においてはStudentのt-testを、異分散においてはWelchのt-testを使い、p<0.05で有意とした。

3 結 果

3・1 痛風受療率

国民健康保険加入者の痛風患者の割合(痛風受療率)は昭和55年度(0.025%)から年々増加し、昭和57年

表2 痛風年度別受療率

年 度		昭和 55	56	57
痛風受療件数	金沢市	45	45	53
	加賀市	3	3	7
	その他	57	73	80
	石川県	105	121	140
診療件数	237,576	237,551	243,228	
被保険者数	419,208	415,430	413,872	
受診率%	56.67	57.18	58.77	
痛風割合%	0.044	0.051	0.058	
受診率%	0.025	0.029	0.034	

石川県国保連合会疾病障害状況表より抜粋  
診療件数は6月審査分

受診率 = 診療件数 ÷ 被保険者数 × 100

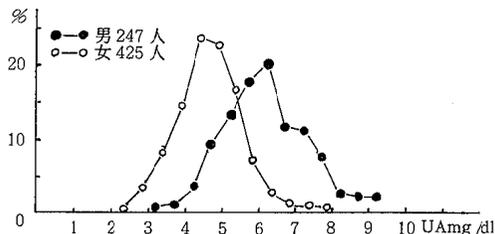
痛風割合 = 痛風受療件数 ÷ 診療件数 × 100

受療率 = 痛風受療件数 ÷ 被保険者数 × 100

度には0.034%となった(表2)。更に昭和59年度には、0.042%(金沢市と加賀市を除く)となっており、性別では男が0.082%で全患者の95%を占め、そのうち30歳未満の患者が4人いた。女はすべて50歳以上である(表3)。

3・2 血清尿酸値(SUA)の測定結果

(1) 昭和59年度の調査対象者672人のSUAは、男6.21±1.13mg/dl(247人)、女4.52±0.87mg/dl(425人)であった。その性別分布を図2に、事業対象別分布を表1に示した。平均値では男が女より1.7mg/dl高値(p<0.001)を示した。1961年の国際リウマチ学会での痛風の診断基準<sup>10)</sup>を基に、男7.0mg/dl以上、女6mg/dl以上を高尿酸血症とすると、全体で男61人(24.7%)、女20人(4.7%)が高尿酸血症となり、低尿酸血症と考えられる2.0mg/dl以下の者<sup>11)</sup>は、女



注 男女の例数の差が大きいのので、縦軸は%表示とした

図2 血清尿酸値の性別分布(石川県 昭和59年)

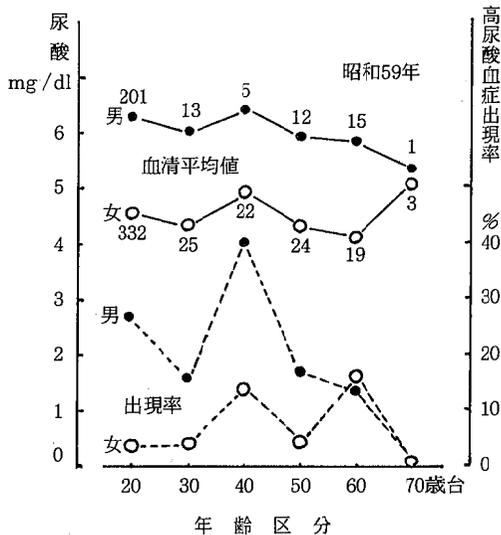
表3 痛風性年齢階級別受療件数・受療率

年 齢	男	女	受療率%
0~	2	0	0.007
10~	1	0	0.003
20~	1	0	0.005
30~	11	0	0.038
40~	28	0	0.093
50~	20	2	0.056
60~	32	2	0.091
70~	7	1	0.023
計	0102	5	0.042
被保険者	124,203	130,562	254,765
受診率%	0.082	0.004	0.042

石川県国保連合会59年資料(金沢市、加賀市を除いた数)より計算

受診率 = 痛風診療件数 ÷ 被保険者数 × 100

で1人(0.2%)のみであった。年齢区分別平均値と高尿酸血症出現率をみると(図3)、40歳台が高値を示しているが、対象人数も少なく、中には循環器の異常を訴える者も多かったことから、必ずしも一般的な出現率とは考えにくい。また最も数の多かった20歳の男女についてみると、男6.27±1.12mg/dl(194人)、



男247人、女425人、図中の数字は人数を示す  
高尿酸血症は、男7mg/dl以上、女6mg/dl以上

図3 年齢区分別尿酸平均値、高尿酸血症出現率

表 4 成年健康調査 (20歳) 尿酸値と高尿酸血症 (昭和59年度)

保 健 所	男			女		
	N	$\bar{X} \pm SD$	P (%)	N	$\bar{X} \pm SD$	P (%)
津 幡 小 松	100	6.28±1.12	27(27.0)	95	4.58±0.89	4 (4.2)
	94	6.26±1.13	25(26.6)	234	4.48±0.81	8 (3.4)
合 計	194	6.27±1.12	52(26.8)	329	4.51±0.83	12 (3.6)

P : 高尿酸血症 (男 7 mg/dl 以上, 女 6 mg/dl 以上)

表 5 性 別 基 本 統 計 値 (昭和60年)

性	例数	年齢	身長	体重	SBP	DBP	TCH	SUA	肥満度
男	121	22.8	169.1	61.0	124.5	72.1	161.3	6.20	2.3
		5.6	6.4	7.6	11.8	10.0	32.3	1.24	11.8
女	128	23.4	156.8	50.9	110.9	66.7	172.4	4.27	- 1.5
		6.2	5.0	5.8	10.9	8.4	42.8	0.89	10.5

注 上段は平均値, 下段は標準偏差

女のSBP, DBP, TCH のデータは 127 人で集計

)で結んだ 2 群間の平均値は  $p < 0.05$  で有意

W は Welch の t-test, S は student の t-test で検定

表 6 性 別 年 齢 区 分 別 血 清 尿 酸 値 (昭和60年)

性	年齢区分	N	$\bar{X} \pm SD$	P 1 (%)	P 2 (%)
男	20	94	6.27 ± 1.00	21 (22.3)	8 (8.5)
	21 ~ 30	8	5.85 ± 1.33	2 (25.0)	0
	31 ~ 38	19	5.97 ± 2.06	4 (21.1)	2 (10.5)
	男 計	121	6.20 ± 1.24	27 (22.3)	10 (8.3)
女	20	95	4.34 ± 0.77	3 (3.2)	1 (1.1)
	21 ~ 30	6	4.52 ± 0.83	0	0
	31 ~ 38	27	3.97 ± 1.23	3 (11.1)	1 (5.3)
	女 計	128	4.27 ± 0.89	6 (4.7)	2 (1.6)

P 1 : 高尿酸血症 (男 7 mg / dl 以上, 女 6 mg / dl 以上)

P 2 : 高尿酸血症 (男 8 mg / dl 以上, 女 7 mg / dl 以上)

女4.51±0.83mg/dl (329人)で(表4), 男女共分布はほぼ正規分布を示した。高尿酸血症の出現率は男26.8%, 女3.6%で, 男女共2保健所間に平均値の差は認められなかった<sup>12)</sup>。

(2) 昭和60年度調査対象者の血清尿酸値は, 男6.20±1.24mg/dl (121人), 女4.27±0.89mg/dl (128人)であり, 尿酸のほか, 身長, 体重, SBP, DBP, TCH, SUA, 肥満度の平均値にはいずれも性差が有意に認められた(表5)。また, 性別年齢区別の尿酸の平均値及び高尿酸血症を呈した者の出現率(表6)をみると, 男女共加齢による尿酸の有意な上昇を認め

なかった。このことから, 以下の集計には年齢区分を設けなかった。尿酸の濃度分布は男女共昨年と同じく正規分布を示した(図4)。またTCHは高値に尾を引く対数正規分布型の分布を示した(図5)。次に, 各項目間の相関(表7)をみると, 尿酸は男では体重及び肥満度と, 女ではTCHと有意の相関を認めたが, 年齢, 身長, SBP, DBPとは男女共相関が認められなかった。また, 血圧区分と尿酸との間にも関係は特に認められなかった(表8)。箕輪の肥満度との関係では, 肥満のI, II群に尿酸の上昇が有意に認められた(表9)。なお, るいそう, 正常, 肥満の3群に分

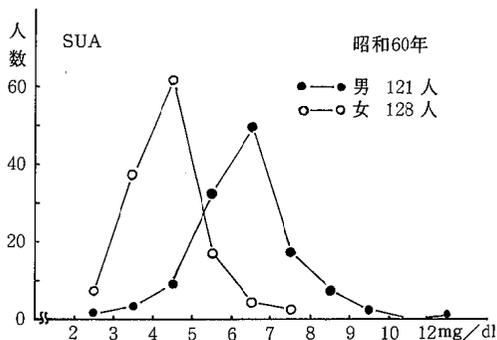


図4 血清尿酸 (SUA) 値の分布

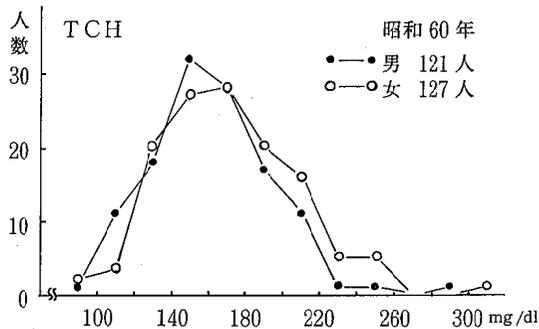


図5 血清総コレステロール (TCH) 値の分布

表7 相 関 表 (昭和60年)

項目	年 齢	身 長	体 重	SBP	DBP	TCH	SUA	肥満度
年 齢	1.000 1.000							
身 長	-0.339 <sup>c</sup> -0.288 <sup>b</sup>	1.000 1.000						
体 重	-0.003 0.120	0.420 <sup>c</sup> 0.385 <sup>c</sup>	1.000 1.000					
SBP	0.096 0.156	0.069 0.027	0.290 <sup>b</sup> 0.209 <sup>a</sup>	1.000 1.000				
DBP	0.182 <sup>a</sup> 0.288 <sup>b</sup>	0.087 0.053	0.183 <sup>a</sup> 0.227 <sup>a</sup>	0.530 <sup>c</sup> 0.471 <sup>c</sup>	1.000 1.000			
TCH	0.034 <sup>b</sup> -0.230 <sup>b</sup>	-0.047 -0.052	0.212 <sup>a</sup> -0.008	0.073 0.071	0.201 <sup>a</sup> -0.052	1.000 1.000		
SUA	-0.093 -0.135	0.020 0.040	0.205 <sup>a</sup> 0.078	0.082 -0.005	0.129 0.005	0.114 <sup>b</sup> 0.233 <sup>b</sup>	1.000 1.000	
肥満度	0.193 <sup>a</sup> 0.287 <sup>b</sup>	-0.149 -0.112	0.833 <sup>c</sup> 0.872 <sup>c</sup>	0.269 <sup>b</sup> 0.212 <sup>a</sup>	0.149 <sup>a</sup> 0.217 <sup>a</sup>	0.262 <sup>b</sup> 0.018	0.214 <sup>a</sup> 0.064	1.000 1.000

注 上段は男121人, 下段は女127人を示す  
 a: p < 0.05. b: p < 0.01. c: p < 0.001.  
 女のSBP, DBP, TCHのデータは127人で集計

表8 最大血圧 (SBP) 区分別基本統計値 (男)

SBP 区分	例数	身長	体重	DBP	TCH	SUA	肥満度
正 常 ~ 139	110	168.9 6.4	60.5 7.4	71.1 9.4	160.1 31.5	6.14 1.25	1.6 11.2
境 界 域 140 ~ 159	10	170.9 5.4	66.5 5.7	80.6 9.9	178.6 37.4	6.80 1.08	9.7 16.1
高 血 圧 160 ~	1	174.0	68.0	95.	120.	6.4	-15.

注 上段は平均値, 下段は標準偏差  
 )で結んだ2群間の平均値は, p < 0.05で有意  
 女は1人の境界域を除く126人が正常であったので集計しなかった

表 9 箕輪の肥満区分別基本統計値 (性別)

肥満区分	男	身長	体重	SBP	DBP	TCH	SUA
-25以下 (るいそうⅢ)	1	166.0	40.2	110.	64.	158.	7.0
-24~-20 (るいそうⅡ)	1	164.4	44.0	120.	74.	129.	5.9
-19~-10 (るいそうⅠ)	14	171.8 4.8	53.4 3.4	123.0 12.5	73.7 8.8	158.0 28.9	6.26 1.04
-9~9 (正 常)	75	169.2 6.1	59.5 5.0	124.1 11.9	71.0 10.3	156.5 30.8	5.92 1.03
10~19 (肥 満Ⅰ)	19	168.5 8.1	68.0 5.8	124.4 10.7	72.1 8.3	164.5 31.2	6.51 1.50
20~24 (肥 満Ⅱ)	8	167.3 7.2	71.8 5.9	130.3 7.2	78.0 10.6	193.6 35.7	7.64 1.86
25以上 (肥 満Ⅲ)	3	169.1 1.2	75.1 0.2	132.0 24.6	76.7 15.3	202.0 27.2	6.80 0.59

肥満区分	女	身長	体重	SBP	DBP	TCH	SUA
-25以下 (るいそうⅢ)	0	—	—	—	—	—	—
-24~-20 (るいそうⅡ)	4	159.4 3.8	41.9 2.1	108.0 9.5	58.0 5.9	212.8 43.7	4.55 0.42
-19~-10 (るいそうⅠ)	21*	156.1 6.1	44.3 3.1	110.8 9.4	64.6 9.2	159.2 32.7	4.05 0.87
-9~9 (正 常)	87	157.0 4.7	51.3 3.6	110.2 11.3	67.1 8.2	171.8 33.8	4.28 0.84
10~19 (肥 満Ⅰ)	13	154.6 5.6	57.4 3.0	114.8 11.0	69.8 8.1	184.9 88.0	4.34 1.30
20~24 (肥 満Ⅱ)	2	160.3 1.8	65.1 1.3	121.0 9.9	71.5 2.1	156.5 16.3	4.85 1.63
25以上 (肥 満Ⅲ)	1	155.9	76.0	112.	58.	192.	5.0

注 上段は平均値, 下段は標準偏差  
SBP, DBP, TCH は, 20例で計算  
)で結んだ2群間の平均値は,  $p < 0.05$  で有意

けると, 尿酸はそれぞれ男 $6.28 \pm 0.99$ mg/dl,  $5.92 \pm 1.03$ mg/dl,  $6.84 \pm 1.58$ mg/dl, 女 $4.13 \pm 0.83$ mg/dl,  $4.28 \pm 0.84$ mg/dl,  $4.45 \pm 1.26$ mg/dlとなり, 男の肥満群のみ有意に尿酸の上昇が認められた。

昭和59, 60年度の被検者全員の尿酸値は, 男368人 $6.21 \pm 1.17$ mg/dl, 女553人 $4.46 \pm 0.88$ mg/dlであり, 高尿酸血症を呈する者は, 男88人 (23.9%), 女26人 (4.7%)であった。また, 20歳では男288人 $6.27 \pm 1.08$ mg/dl, 女424人 $4.47 \pm 0.82$ mg/dlで, 高尿酸血症はそれぞれ, 73人 (25.3%), 15人 (3.5%)にみられた。

### 3.3 医療施設の正常値

ウリカーゼ法を採用している全国271施設の正常値は, 下限値が $1.5 \sim 4.5$ mg/dl, 上限値が $5.0 \sim 10.0$ mg

/dl (図6)で, 正常値の幅(上限値と下限値の差)は $2.0 \sim 7.0$  ( $4.4 \pm 0.8$ ) mg/dlとかなり広範囲に分散していた。M-I X, M-II Xの管理血清の各施設における1カ月の連続測定の前平均値は, M-I Xが $5.22 \pm 0.30$ mg/dl, M-II Xが $8.83 \pm 0.47$ mg/dlに分布しており(図6), 各施設のM-I XとM-II Xの差は $2.39 \sim 4.67$  ( $3.6 \pm 0.30$ ) mg/dlであった。

次に, 石川県医師会の精度管理調査で得られた各参加施設が現在使用中の正常値(PNR)と, 外来患者検体約800件の値を基に計算した臨床参考値(CRR)の関係を図7に示した。PNRは下限値 $1.5 \sim 3.4$ mg/dl, 上限値 $6.0 \sim 8.5$ mg/dlで, PNRの幅(上限値と下限値の差)は $3.0 \sim 6.5$  ( $4.51 \pm 0.81$ ) mg/dl, CRRは, 下限値 $1.02 \sim 3.24$ mg/dl, 上限値 $6.26 \sim 9.62$ mg/dlで,

CRRの幅は3.72~6.66 (5.35±0.72 (mg/dlであった。このようにPNRに比べCRRが高い値をとる傾向がみられ、上限値で平均1 mg/dl高くなっている。また、PNRの幅よりCRRの幅が広がったものが80%

あり、中にはCRRがPNRの幅の2倍の施設もあった。昭和58年度にウリカーゼ法を採用した28施設のPNRと外部精度管理検体SA 1, SA 3の測定結果は図8のようで、これらのPNRは下限値1.0~3.4mg/dl, 上限値5.2~8.5mg/dlでその幅は3.0~6.5 (4.65±0.91) mg/dlであった。SA 1は、2.4~3.7mg/dlでSA 3は7.8~10.3mg/dlにあり、SA 3とSA 1の差は3.0~6.5 (6.27±0.51) mg/dlであった。

#### 4 考 察

医療施設の正常値に関する調査(271施設)では、その上限値、下限値共、施設によってかなりの差がみられ(図6)、これらの施設の正常値幅も2.0~7.0 (平均4.4) mg/dlとバラツキがみられた。また、同一管理血清による測定結果でも、測定値による分布よりも正常値の分布の方が幅広がった(図6)。近年、臨床検査技師会、医師会等の外部精度管理事業が活発に行われるようになった一方で、施設内の内部精度管理も積極的に行われている。測定機器の精度の向上とも相まって、測定系における再現性は向上してきている。その結果、管理血清の測定値のバラツキは少なくなってきたが、正常値の設定に測定系と全く異なる基準を導入している施設もあり、施設によるバラツキは大きい。尿酸の測定方法について、加賀美(1978)<sup>2)</sup>

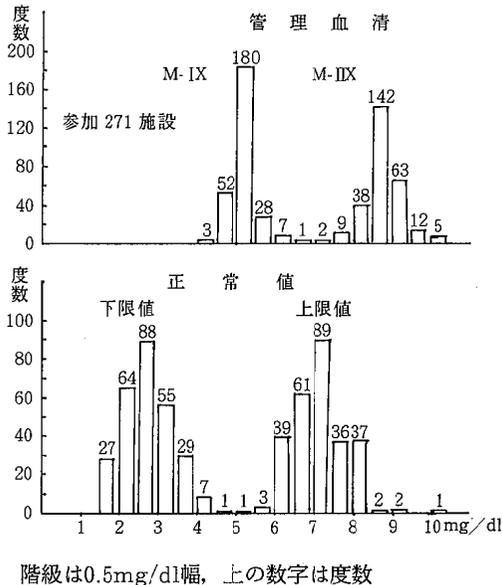
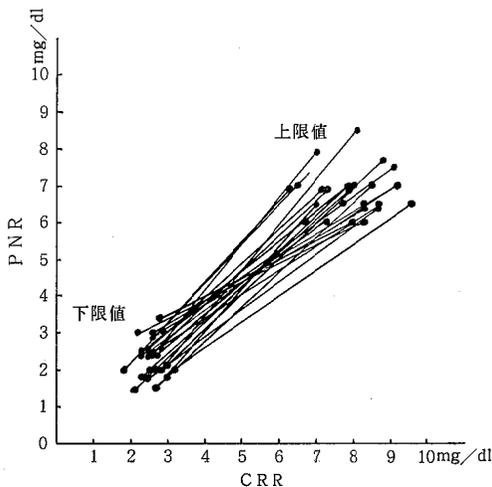
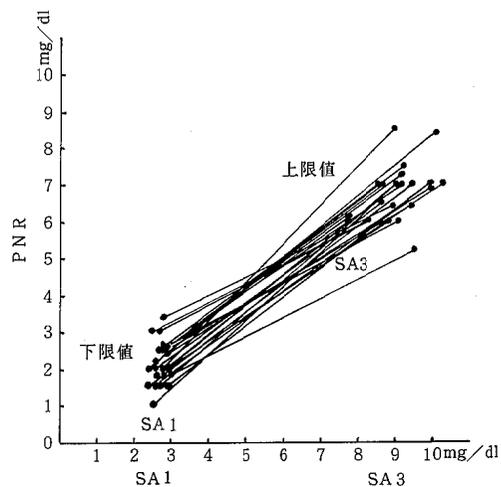


図6 正常値と管理血清値の分布 (QAP.1984.9 ウリカーゼ法)



PNR : 現在使用中の正常値 (Present Normal Range)  
CRR : 外来患者 800 検体から計算で求めた臨床参考値 (Clinical Reference Range)

図7 尿酸 PNR と CRR (石川県昭和57年, 30施設)



PNR : 現在使用中の正常値 (ウリカーゼペルオキシダーゼ法)  
SA 1 : 管理血清低値 (未知濃度)  
SA 3 : 管理血清高値 (未知濃度)

図8 尿酸 PNR と未知検体測定結果 (石川県昭和58年, 28施設)

は134施設中57%がリンタンングステン酸法を、残り43%がウリカーゼ法を用いていたとしている。1984年9月のQAP月報による調べでは、348施設中78%がウリカーゼ法を採用していた。リンタンングステン酸法は、ウリカーゼ法より0.5~1.0mg/dl、高値を示すとされている<sup>2)</sup>。県内30施設のPNRとCRRの関係(図7)をみると、CRRがPNRに比べ平均1mg/dl高くなっている。このことは正常値設定をCRRによつた場合、対象集団の尿酸の値は若干高値となる。また、PNRの幅よりも、CRRの幅が広がった施設が80%、中にはCRRの幅がPNRの幅の2倍にもなる施設もあった。また、これらの施設での管理血清の測定値によるバラツキは、低濃度では比較的小さく、高濃度ではやや大きかったが、PNRの設定によるCRRの特別な傾向はみられなかった。県内施設によるPNRとCRRとの差の原因としては、PNR設定に際し、キットの参考値や文献引用がかなり多く、試薬の切り替えによる適切な対応が必ずしも取られていないことが挙げられる。

施設間のバラツキが同一測定方法でもかなり大きいこともあって、測定方法による系統誤差が一定の値となるとは考えにくい。影山は試薬キット別に測定原理から問題の整理を試みている<sup>19)</sup>。また、尿酸研究会では、各施設における正常値の設定にもバラツキがあるため、現在、血清尿酸値正常領域決定のための小委員会を設けて、測定方法、血清尿酸正常値等を多方面から検討中である<sup>10)</sup>。

今回の調査では20歳成人を主な対象としたが、20歳男288人では $6.27 \pm 1.08$ mg/dl、女424人では $4.47 \pm 0.82$ mg/dlで、男7mg/dl以上、女6mg/dl以上としたときの高尿酸血症は男73人(25.3%)、女15人(3.5%)にみられ、また、小松、津幡両保健所間の平均値の差(表5)や年度間による平均値及び高尿酸血症の出現率の差は認められなかった。

痛風は、血漿中の尿酸ナトリウムが過飽和となり、組織内で結晶化することにより繰り返される急性関節炎発作を主な臨床症状とする疾患の総称である<sup>15)</sup>。痛風患者の平均血清尿酸値は、正常者群の平均値より4.2mg/dl高値であり、うち96.1%が高尿酸血症を呈している<sup>1)</sup>。尿酸の溶解度は、Van Slykeの理論に基づくと、pH7.4の体液中では、その98%がモノナトリウム塩の形で存在し、37°Cの体温での濃度は約6.4mg/dlであり、血漿中ではその約5%がアルブミンと結合しており、血漿中の尿酸は7mg/dl以上は過飽和となる<sup>11)</sup>。国際リウマチ学会、男7mg/dl以上、女6mg/dlを高尿酸血症としている<sup>10)</sup>ので、今回我々

もこの基準を用いた。赤岡<sup>16)</sup>は尿酸の正常値を男4.0~7.0mg/dl、女3.0~5.5mg/dlとし、男女共7mg/dl以上を高尿酸血症としている。一方、清水らは<sup>17)</sup>、蛋白液中の尿酸ナトリウム溶解度測定で、Van Slykeらの血漿における尿酸の理論的溶解度6.4mg/dlよりも高い溶解度が得られたことから、尿酸の正常値上限は7mg/dlを超えたとしている。最近、西岡は尿酸の正常値として、男3.0~7.5mg/dl、女2.6~6.0mg/dlを提案し、また、高値側境界値として、男7.5~8.0mg/dl、女6.0~7.5mg/dlを採用した<sup>18)</sup>。その理由は、平均1.3mg/dlの生理的変動を認めたことと、臨床症状の一致を上げている。Wellach<sup>19)</sup>は、男4.0~8.5mg/dl、女3.0~7.5mg/dlを採用している。今回の対象は20歳がほとんどであることから、必ずしも適当な集団とは言えないが、男女共正規分布を示し、 $\bar{x} \pm 2s_0$ をとると、男3.9~8.6mg/dl、女2.7~6.2mgとなった。血清尿酸値は、疾病による上昇のほかに、食事の影響もかなり大きく関与すると考えられており、蛋白質や核蛋白質の過剰摂取が問題となる。厚生省国民栄養調査成績によれば、本邦における戦後の動物性蛋白質摂取量は、昭和30年には戦前の状態になり、昭和47年以降は1人1日当たり80gという高水準のまま横ばい状態を維持している<sup>20)</sup>。このことから、現在より約20年以前から血清尿酸値の上昇が始まった可能性が考えられる。本邦の過去の文献の正常値に比べ、現在みられる文献正常値、PNR、CRRの上限値はほとんどがVan Slykeの理論的飽和度を超過している。中には正常上限値として、ほぼ90%が痛風になる<sup>15)</sup>といわれる9.0mg/dlを超える値を使っている施設もある。

各医療施設の正常値にはかなりのバラツキが認められ、施設の内部精度管理はもちろんのこと、外部精度管理及び施設で使用している正常値に対する認識も新たに今後今後の検査に取り組む必要がある。CRRの幅がPNRの幅の2倍になる施設もあり(図7)、外部精度管理が単なる数字合わせに終ることのないようにするとともに、繰り返し各施設のPNR、CRRを確認し、Total Quality Controlが良好に維持されているかどうかのチェックが必要と思われる。しかし、尿酸の正常値の設定には、分布を基準に決めるべきではない<sup>2)</sup>とという意見もあり、高尿酸血症の定義にしてもまだ十分意見の統一がなされていない等現状にも問題が多い。

循環器疾患、高血圧患者も血清尿酸値が高くなる<sup>12)</sup>と言われている。今回の主な対象である成年健康調査の受診者では、WHO血圧区分による高血圧者は毎年

約1%,境界領域を含めても約8%(うち男が82%)で<sup>61)</sup>,今回の受診者の割合をみても特に変化はみられていない(表8)。また,今回の調査では,尿酸と血圧との間には有意な関係は認められなかった(表7,表8)。

城石ら<sup>22)</sup>は,壮年期以後肥満度が大きくなると尿酸も高くなる傾向を認めている。徳永ら<sup>23)</sup>は,肥満による尿酸の上昇の原因には,過食とそれに伴うプリン体の過剰摂取による尿酸合成の亢進及び腎尿管における尿酸排泄障害が考えられるとしている。一方,米山<sup>24)</sup>は,昭和45年以降20歳男女の身長は毎年伸び続けているが,体重は男では増し続けてはいるもの女では昭和50年以降変化がなく,比体重の増加が男のみに認められるとしている。我々は男が箕輪の肥満区分での正常群に比し肥満群で有意に血清尿酸が高値であることを認めたが,このような傾向は女では認められなかった(表9)。

痛風患者数は,昭和39年の調査では,全国で1,836例(人口百万対18.97人),うち石川県では6例(人口百万対6.1人)とされている<sup>25)</sup>。今回石川県国民健康保険連合会で調べた痛風受療者数(率)は,昭和55年105人(0.025%),昭和57年140人(0.034%)と年々増加の傾向にあり(表2),昭和59年も107人(0.042%)(金沢市と加賀市を除く)(表3)と,この20年間に痛風の受療者数は10倍以上に増加したことになる。西岡らは,痛風の発症率を男で0.46%<sup>1)</sup>としており,これからすると,石川県では約2,300人の痛風患者がいると推定されることになる。

今回の調査で,石川県においても毎年痛風と診断される患者数は確実に増加しており,保健機関としても痛風予防対策を考えるべき時期に来ていると考えられる。特に,痛風予備軍ともいうべき高尿酸血症が,20歳男で25.3%と非常に高率であることが問題である。また,過食による肥満が,痛風を引き起こす大きなファクターとなる可能性があることから,予防対策の第1歩としては,肥満予防が重要となるだろう。血清尿酸の上昇には,運動や精神的ストレスの影響もあるとされており,今後これらの面についても検討を加える必要があると考える。

## 5 ま と め

(1) 今回の調査で,血清尿酸値は男368人,6.21±1.17mg/dl,女553人,4.46±0.88mg/dlで,男7mg/dl以上,女6mg/dl以上の高尿酸血症は男88人(23.9%),女26人(4.7%)にみられた。

(2) 国民健康保険加入者の受療率は,昭和55年の0.025%から,昭和59年の0.042%と年々増加しており,性別では男0.082%と,男が全患者の95%を占めていた。

(3) 痛風予備軍とも考えられる高尿酸血症の予防対策としては,肥満予防が第1であると考えられる。

(4) 血清尿酸値測定の精度管理は向上してきているが,まだ施設間にバラツキがある。また,各施設正常値(PNR)のバラツキも大きく,測定方法を含め多角的に血清尿酸正常値を検討する必要がある。

最後に,終始懇切に御指導いただいた金沢大学医学部衛生学講座橋本和夫教授に深謝するとともに,快く文献を提供していただいた同第二内科学講座東福要平先生並びに本調査に御協力いただいた七尾保健所,津幡保健所,小松保健所の関係各位に謝意を表します。

## 文 献

- 1) 西岡久寿樹, 広瀬和彦, 御巫清允: リウマチ, 14, 95—105 (1974)
- 2) 加賀美年秀: 総合臨床, 27, 2125—2132 (1978)
- 3) 藤森 新, 赤岡家雄: 日本臨床, No.496, 999—1004 (1983)
- 4) 石田宗治, 松田晴夫: 昭和59年度厚生科学研究費補助金「痛風および高尿酸血症に関する調査」研究報告(1985)
- 5) 石田宗治, 松田晴夫: 昭和60年度同上調査報告(1986)
- 6) 石川県厚生部公衆衛生課: 成年健康調査結果, 昭和59年度(1984)
- 7) 同上, 昭和60年度(1985)
- 8) 箕輪真一, 高橋ひろ内, 黛 なつ, 宮下弘子: 日本医事新報, No.1988, 24—28 (1962)
- 9) 箕輪真一, 小川正行: 公衆衛生, 49, 428—434 (1985)
- 10) 小酒井 望監修: 病気と検査, p124—125, 第一出版, 東京(1975)
- 11) 西岡久寿樹, 御巫清允, 中山年正: 日本臨床, No.453, 563—572 (1980)
- 12) 石田宗治, 松田晴夫: 日本公衛誌, 32(10) 592 (1985)
- 13) 影山信雄尿酸, 7, 225—234 (1983)
- 14) 血清尿酸値正常領域決定のための小委員会: 尿酸, 8, Suppl. (1984)
- 15) 赤岡家雄, 中村 徹, 西岡久寿樹, 米沢博編:

- 目でみる高尿酸血症, 医薬の門社, 東京 (1984)
- 16) 赤岡家雄: 正常値 第3版, p112—115, 医学書院, 東京 (1983)
- 17) 清水 徹, 松繁 洋, 徳田 一, 西川美年子: 尿酸, 7, 123—129 (1983)
- 18) 西岡久寿樹: 日本臨床, No.532, 247—250 (1985)
- 19) Wallach, J.: Interpretation of Diagnostic Tests, 4th Ed., Little Brown, Boston (1986)
- 20) 遠藤引良: 公衆衛生情報, 14, 408—412(1980)
- 21) 東福要平, 黒田満彦, 竹田亮祐: リウマチ, 17, 298—303 (1977)
- 22) 城石和子, 田中明子, 植竹久雄, 西川朱美, 南部厚子, 平田久美子, 飯田恭子: 日本公衛誌, 32 (10), 595 (1985)
- 23) 徳永勝人, 松沢佑次: 臨床検査, 29, 1542—1546 (1985)
- 24) 米山たつ, 西 正美, 高崎秀雄, 石田宗治, 英俊彦: 同上, 32 (10), 218 (1985)
- 25) 吉村 隆: 日本臨床, No.378, 612—619(1974)

〔報 文〕

## 小児上気道疾患からのウイルス分離

— 1985年の成績 —

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・梶 哲夫・尾西 一  
 金沢赤十字病院小児科 中村 英夫

## 1 ま え が き

昭和54年度に微生物検査情報システムに関する研究が厚生科学研究費を受けて発足し、その事業の成果として病原微生物検出情報が1980年3月から月報として取りまとめられ関係機関に配布されるようになった。それから6年、そのウイルス検出情報によって、日本国内でのウイルスの動向をかなり正確に把握できるまでに至った。そしてこの情報は感染症サーベイランスの患者動向と相まって、その疾患の病因ウイルスの推移を知る上でかなり重要な位置を占めている。さて、患者定点からの報告はコンピューター網の整備により、収集も還元も週単位になることになったが、分離ウイルス情報の方は相変わらず遅々として約半年の遅れで、完全に retrospective である。

近年、ウイルス感染症の迅速診断が望まれ、この目的のため、モノクローナル抗体を用いた免疫蛍光抗体法が一部ウイルスで実用化されているほか、新しく組織を用いた in situ hybridization, 或いは患部ぬぐい液や滲出液からの核酸抽出後行う hybridization などが行われるようになってきており、これらの方法によれば2～3日中にウイルス型まで同定して検出することが可能という。もっとも今すぐすべてのウイルスに適用されるわけではないが、ウイルス検査も細菌検査なみになる日は近いものと思われる。一方で血清学的診断でも特異IgM抗体の検出により、早くで確実な診断が可能になる。ともあれ、種々疾患からの病因ウイルスのウイルス学的血清学的検出が早まれば、そ

れだけ治療面でも疫学面でも、その価値は高まることが予想される。

一方、昭和58年度に発足した衛生微生物検査におけるレファレンスシステムの研究の一環として、エンテロウイルスレファレンスシステムが発足し、東海北陸ブロックでは愛知県衛生研究所がセンターとなり、種々な業務を行っている。その一つにウイルス情報の交換がある。これは支部内でのエンテロウイルスの分離状況をプロトコールによって互いに交換し合うもので、昭和60年10月から軌道に乗ったものであるが、この情報を見ると、これまでエンテロウイルスの流行について持っていた知識を交換しなければならないのではと思っている。

まず、エンテロウイルスの場合、ある型でもかなり多彩な疾患像を呈することから、対象疾患が何であれ、その分離状況からウイルス型の流行の推移を把握できると考えていた。ところが同じ型のウイルスでも、ある年にはよく髄膜炎を起こすのに、ある年には余り起こさず、といて流行していないかという上気道炎からはよく分離されるといった現象が伺えるようになった。そうすると、ある特定の疾患のみを対象としてウイルス分離を行っている場合、正確なウイルスの自然界での動態を把握できない恐れがあることになる。

次に、エンテロウイルスの場合、日本のある地方での流行はほぼ時期をずらせば他の地方でみられることから、ある年の主流行型は広く日本一円に散布されるものと考えていた。今ウイルス検出月報での数字が多い型を流行型とした場合、その型が我々の調査では全

Virus Isolation from Children Suffering from Respiratory Diseases in Ishikawa Prefecture, 1985. by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Hideo NAKAMURA\* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment, and Department of Pediatrics, Kanazawa Red Cross Hospital\*)

表 1 かぜ患児の年齢別・性別ウイルス分離状況 (1985)

年 齢	患児数(男・女)	分離陽性者数	陽性率%	分離株数	分離率%
0	111 (68・43)	37 (19・18)	33 (28・42)	39 (20・19)	35 (29・44)
1	106 (60・46)	42 (29・13)	40 (48・28)	45 (31・14)	42 (52・30)
2	87 (51・36)	36 (22・14)	41 (43・39)	41 (24・17)	47 (47・47)
3	83 (47・36)	37 (19・18)	45 (40・50)	37 (19・18)	45 (40・50)
4	68 (34・34)	29 (16・13)	43 (47・38)	29 (16・13)	43 (47・38)
5	37 (24・13)	14 (9・5)	38 (38・38)	14 (9・5)	38 (38・38)
6	23 (11・12)	8 (4・4)	35 (36・33)	9 (5・4)	39 (45・33)
7	23 (15・8)	10 (7・3)	43 (47・38)	10 (7・3)	43 (47・38)
8	13 (9・4)	2 (1・1)	15 (11・25)	2 (1・1)	15 (11・25)
9	14 (6・8)	2 (0・2)	14 (0・25)	2 (0・2)	14 (0・25)
10	9 (5・4)	3 (1・2)	33 (20・50)	3 (1・2)	33 (20・50)
11	9 (3・6)	1 (0・1)	11 (0・17)	1 (0・1)	11 (0・17)
12	2 (2・0)	1 (1・—)	50 (50・—)	1 (1・—)	50 (50・—)
13	2 (2・0)	0	—	0	—
14	3 (1・2)	2 (0・2)	67 (0・100)	2 (0・2)	67 (0・100)
0～6	515 (295・220)	203 (118・85)	39.4 (40.0・38.6)	214 (124・90)	41.6 (42.0・40.9)
7～12	70 (40・30)	19 (10・9)	27 (25・30)	19 (10・9)	27 (25・30)
13～15	5 (3・2)	2 (0・2)	40 (0・100)	2 (0・2)	40 (0・100)
計	590 (338・252)	224 (128・96)	38.0 (37.9・38.1)	235 (134・101)	39.8 (39.6・40.1)

く分離されなかったり、逆に他では余り分離されないのに分離されたりすることがあるのに気付く。前者の場合、我々の対象とするかぜ患児からは分離されないのか、或いは全国的に多数検出されているようにみえても、それはそれぞれの地域での局地的流行の集積なのかではないかなど考えさせる。これは情報交換のデータからもうかがえ、検出数は、ある1地域のみでの発生、或いはある施設での発生によるものであっても、必ずしもその地方一帯に広く散布されているのではなさそうであることが分かる。とすると、これからは時間的、地域的動態もキャッチしなければならないことになるが、それには組織だったシステムでの研究が必要となる。

以上の理想には程遠いが、本年も呼吸器系ウイルスの動向を知る目的で、引き続き金沢赤十字病院と共同して、かぜ患児からのウイルス分離を行った。以下に1985年に得られた成績を述べる。

## 2 材料と方法

ウイルス分離に供した咽頭スワブは、1985年1月～12月に金沢赤十字病院小児科外来に受診したかぜ患児から採取されたもので、週1回、原則として火曜日に採取した。対象人数は週あたり10人である。採取後の

咽頭スワブには保存液を加え-80℃に凍結した。接種に際しては、解凍後前処理して分注し、再び-80℃に保存したものをを用いた。本年は延べ51週にわたり、590人から検体を採取した。

ウイルス分離には、例年用いている4細胞系(2代

表 2 過去におけるかぜ患児からのウイルス分離状況

年	検体数	分離株数	分離率	分離型数
1972	179	35	19.6%	6
1973	412	89	21.6	17
1974	498	62	12.4	14
1975	487	101	20.7	17
1976	499	95	19.0	13
1977	607	111	18.3	15
1978	656	78	11.7	20
1979	527	117	22.2	21
1980	504	165	32.7	22
1981	496	145	29.2	23
1982	517	111	21.5	20
1983	518	164	31.7	23
1984	516	146	28.3	25
1985	590	235	39.8	29

アフリカミドリザル腎 (AGMK), VERO, HEp-2, MDCK) と孵化鶏卵のほか, CMK-S1 細胞を年間を通じて使用した。これら細胞の増殖・維持の条件, 分離確認の方法, 観察日数, 分離ウイルスの力価測定, 同定の方法等については既述のとおりである<sup>1)2)</sup>。同定に用いた抗血清は国立予防衛生研究所分与のシュミットプール血清及びデンカ生研発売のエンテロプール血清及び単味血清並びにイタリアイスムニット社発売の

単味血清である。

### 3 成績と考察

本年咽頭スワブを採取したかせ患児590人の年齢別性別内訳を表1に示した。年齢別では0歳児が最も多く111人, 19%, 次いで1歳児106人, 2歳児87人, 3歳児83人と加齢とともに少なくなる傾向を示した。0~6歳の乳幼児は515人で全体の87.3%と大部分を占

表 3 分離ウイルスとかせ患児の年齢

分離ウイルス	年						齡						計 (男・女)		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	14
Ad-1	2	1	2	3	1		1				1				11 (5・6)
2	3	1	2	2		2									10 (6・4)
3	1	2		1		1									5 (3・2)
4	1				1			2							4 (3・1)
5	3	3	5	2	1										14 (9・5)
6						1									1 (1・0)
10		1													1 (1・0)
13		1													1 (1・0)
I-A3	2		6		2	1				1				2	14 (7・7)
B	2	3	6	3	7	1	2	4	2	1	1	1			33 (19・14)
PI-1	2		1	3											6 (5・1)
3	4	10	3	4	2	1									24 (17・7)
4			1	1	2										4 (2・2)
Mumps		1			1										2 (2・0)
RS	1	1													2 (1・1)
P-1	1	1	1												3 (3・0)
2			1												1 (1・0)
3	1	2													3 (1・2)
CB-1				1											1 (0・1)
2	3	2	6	5	4	1	2						1		24 (13・11)
3	1														1 (0・1)
5	4	4	2	2	2	4	1	1		1					21 (11・10)
E-1		1													1 (0・1)
6	6	9	2	6	3	4		1							31 (13・18)
9			1												1 (1・0)
22	1														1 (0・1)
CA-16		1		1											2 (2・0)
未同定	1														1 (1・0)
HS-1			2	1	3	1		1							8 (3・5)
2		1		2				1							4 (3・1)
分離株数	39	45	41	37	29	14	9	10	2	2	3	1	1	2	235 (134・101)

めており、7～12歳の小学生は70人11.9%、中学生はわずかに5人0.8%にしか過ぎなかった。なお、性別構成は男338人57.3%、女252人42.7%であった。

3・1 年齢別ウイルス分離状況

かぜ患児590人の咽頭スワブからウイルス分離を行い、うち224人(男128人、女96人)から235株(男134株、女101株)を分離した。分離陽性者数の被検患児数に対する割合(陽性率)は38.0%(男37.9%、女38.1%)、また分離株数の検体数に対する比率(分離率)は39.8%(男39.6%、女40.1%)であった。各年齢別に対象人員10人以上(0～9歳)での分離陽性者数をみると、1歳が最も多く42人、次いで0歳と3歳の37人、2歳の36人、4歳の29人、5歳の14人、7歳の10人であった。陽性率は3歳が45%と最も高く、次いで4歳と7歳の43%、以下2歳41%、1歳40%、5歳38%、6歳35%で、0歳児は33%と0～7歳児の中では最も陽性率が低かった。分離株数や分離率もほぼ同じ傾向を示しており、分離株が最も多かったのは1歳児の45株、次いで2歳児41株、0歳児39株、3歳児37株、また分離率では、2歳47%が最も多く、以下3歳45%、4歳と7歳43%、1歳42%、6歳39%、5歳38%、0歳35%であった。年齢層別では、0～6歳が224人中203人と90.3%を占め、分離株数でも235株中214株91.1%を占めた。また7～12歳では19人、17株、13～15歳ではわずかに2人2株であった。

本年は被検者数が一昨年518人、昨年516人よりは多く、従って分離陽性者数、分離株数も一昨年150人164株、昨年136人146株に比し224人235株と多くなっている。また陽性率(分離率)も、一昨年29.0%(31.7%)、昨年26.4%(28.3%)に比し38.0%(39.8%)と大幅に増加した。表2に過去14年間におけるかぜ患児からのウイルス分離状況を示したが、分離株数、分離率、分離型数とも本年が最も多かった。特に分離率はほぼ40%であり、この原因については、比較的大きな流行があってウイルスがまとまって分離されたことにもよろうが、今一つは従来用いてきた保存液に牛胎児血清を加えたことがウイルス不活化防止に有用だったのでないかとも考えている。いずれにせよ、来年以降の傾向をみれば明らかとなる。

3・2 分離ウイルスと患児の年齢

年齢別に分離ウイルスを一覧したのが表3である。分離されたウイルスは、アデノウイルス(Ad-1～6、10、13)が8型47株、インフルエンザウイルス(I-A3、B)が2型47株、パラインフルエンザウイルス(PI-1、3、4)が3型34株、ムンプスウイルス2株、RSウ

イルス2株、ポリオウイルス(P-1～3)が3型7株、コクサッキーA群ウイルス(CA-16)が1型2株、コクサッキーB群ウイルス(CB-1～3、5)が4型47株、エコーウイルス(E-1、6、9、22)が4型34株、未同定エンテロウイルス1株、単純ヘルペスウイルス(HS-1、2)が2型12株の計30型235株である。

これら分離株のうち、0～6歳の乳幼児からは30型すべてを含む214株が分離されているのに対し、7歳以上ではわずかに9型21株しか分離されなかった。7歳以上で多かったのはI-Bの9株、次いでI-A3の3株、Ad-4とCB-5の2株、他は各型1株であった。インフルエンザは集団かぜ由来、またCB-2、CB-5、E-6は乳幼児層での流行に伴って感染したもので、Ad-1、4、HS-1、2は散发例からの分離である。

0～6歳児でのウイルス分離状況を見ると、7歳以上でも多く分離されたインフルエンザを除くと、散发例にしる多数分離された例にしる、大部分が4歳までに集中しており、5歳以上での分離例は、その大部分はより小さい年齢層での流行の延長線上にあるように思える。

3・3 月別ウイルス分離状況

かぜ患児からの月別ウイルス分離状況を表4に示した。月あたりの検体数は40～65で、月平均49.2検体、分離陽性検体数は月あたり7～26検体、平均18.7検体、陽性率は月別では16～63%に分布し、平均38.0%であった。分離株数は月あたり9～27、月平均19.6株、分離率は月別20～65%、平均39.8%であった。このうち分

表4 かぜ患児からの月別ウイルス分離状況(1985)

月	検体数	分離陽性数	陽性率	分離株数	分離率
1月	46	13	28%	13	28%
2月	43	21	49	21	49
3月	45	7	16	9	20
4月	65	14	22	14	22
5月	51	14	27	14	27
6月	54	21	39	23	43
7月	55	26	47	27	49
8月	41	23	56	25	61
9月	40	25	63	26	65
10月	57	20	35	20	35
11月	46	17	37	17	37
12月	47	23	49	26	55
計	590	224	38.0%	235	39.8%

離率が高かったのは、9月の65%、8月の61%、12月の55%、低かったのは、3月の20%、4月の22%、5月の27%であった。

これら患児から分離されたウイルスの月別内訳を表5に示した。

アデノウイルスは8型分離されているが、Ad-1～5はここ数年毎年分離されており、Ad-4も常在化したようである。Ad-6は頻度は低いものの常在型であ

る。Ad-10は昨年初めて分離されたが、本年も1株分離された。またAd-13はこの調査では初めての分離である。

インフルエンザウイルスは、1～4月の流行時にはI-Bが、11月から12月にかけての流行ではI-A(H3)型のA香港型が分離されている。パラインフルエンザウイルスは常在型であるが、うち毎年分離されるのは1型と3型である。本年はPI-1, 3, 4の3型が分

表 5 かぜ患児から分離されたウイルスの月別内訳 (1985)

分離ウイルス	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
Ad-1		1		2		2	1				1	4	11
2				2		1		1			1	2	10
3				1	4			2	1				5
4			1						1	2			4
5									8*	4		2	14*
6										1			1
10										1			1
13												1	1
I-A3											3	11*	14*
B	11*	18*	2	2									33*
PI-1		1							2	2		1	6
3						7*	11*	3	3				24*
4						2			1	1			4
Mumps							1	1					2
RS	1											1	2
P-1			3										3
2			1										1
3					2	1							3
CB-1											1		1
2				2		2	9*	10*	1				24*
3				1									1
5		1	2	2	5*	5*	3	1	1	1			21*
E-1									1				1
6						1		5*	5*	8*	8*	4	31*
9	1												1
22							1						1
CA-16								1	1				2
未 同 定									1				1
HS-1				1	2	2					3		8
2				1	1		1	1					4
分離株数	13	21	9	14	14	23	27	25	26	20	17	26	235

\* 1カ月に5株以上分離され、流行があったことが示唆される。

離され、中でもPI-3は夏期に流行があったと思われる。ムンプス、RSの両ウイルスも常在型で、前者は年間を通じて流行するが、分離数が少ないのは対象をかぜ患児としているためで、耳下腺炎も含めれば数は多くなろう。後者のRSは主として冬期に流行するが、12月と1月に2株分離されたのみである。このウイルスは凍結によって力価が激減するので、凍結前に接種

する努力をしないと分離率を高めることは出来ない。  
エンテロウイルスでは、ポリオはすべてワクチン接種時に合わせて分離されており、ワクチン由来株と思われる。コクサッキーA群はCA-16が2株のみ分離されたにとどまったが、これは使用細胞の感受性が悪いためであって、低番号のウイルスは常在型とされている。コクサッキーB群は夏期を中心に分離され、本年

表 6 かぜ患児から分離されたウイルスの分離系別感受性

分離ウイルス	VERO細胞	MDCK細胞	HEp-2細胞	AGMK細胞	9日卵	計	感受性率
Ad-1	5 45%	%	11(6) 100%	%	%	11(6)	100%
2	6 60		10(4) "			10(4)	"
3	5 100		5 "			5	"
4	4 100		4 "			4	"
5	7 50		14(7) "	2 14		14(7)	"
6	1 100		1 "			1	"
10	1 100		1 "			1	"
13	1 100		1 "			1	"
I-A3	14(2) 100	5 36			12 86	14(2)	100%
B	2(1) 6	18(4) 55		20(6) 61	18(4) 55	33(15)	"
PI-1	6(6) 100					6(6)	100%
3	24(3) 100	20 83	4 17	13 54		24(3)	"
4	4(4) 100					4(4)	"
Mumps	2 100		1 50	2 100		2	"
RS			2(2) 100			2(2)	"
P-1	2 67		3(1) 100	2 67		3(1)	100%
2	1 100		1 100	1 100		1	"
3	1 33		1 33	1 33		3(2)*	33%
CB-1	1 100		1 100	1 100		1	100%
2	16 67		19(2) 79	12(5) 50		24(7)	"
3	1 100		1 100	1 100		1	"
5	16 76		19(3) 90	10(2) 48		21(5)	"
E-1						1(1)*	0%
6	1 3		24(19) 77	11(7) 35		31(26)	100%
9				1(1) 100		1(1)	"
22						1(1)*	0%
CA-16				1(1) 33		2(1)*	50%
未同定						1(1)*	0%
HS-1	1 13		8(5) 100	3 38		8(5)	100%
2	1 25		2 50	2 50		4(1)*	75%
分離株数	123(16) 52.3%	43(4) 18.3%	133(49) 56.6%	83(22) 35.3%	30(4) 12.8%	235(102)	97.0%

( ) 内数字は1分離系でのみ分離された数の再掲である。

\* CMK-S1細胞で分離された。

はCB-1, 2, 3, 5の4型が分離された。そしてCB-2は7月8月を中心に、CB-5は5月6月を中心に流行したと思われ、このグループでは、これまでの例からすると、流行の翌年は閑期に入り、分離されないかもしくは散発例が出るに過ぎない傾向を示す。エコーは比較的長い周期でもって流行を繰り返すようである。本年はE-6が8月から12月にかけて30株も分離され流行があったと思われる。他のE-1, 9, 22は各1株のみで、うちE-22は昨年1株分離されている。

単純ヘルペスウイルスも常在型で、一旦感染すると終生体内に潜伏する。これら分離例は初感染時なのか再活性化時なのかは不明である。

以上のうち、1カ月に5株以上分離され、流行があったことが示唆されたウイルスは、Ad-5(9月)、I-A3(12月)、I-B(1, 2月)、PI-3(6, 7月)、CB-2(7, 8月)、CB-5(5, 6月)、E-6(8~11月)の7型である。

3・4 分離系列のウイルス感受性

これまででもウイルス分離に常用しているVERO, MDCK, HEp-2, AGMKの4細胞系と孵化鶏卵の5系によるウイルス分離状況を表6に示した。それぞれの分離系で分離された株数は123, 43, 133, 83, 30株で、全分離株数に対する比率は52.3%, 18.3%, 56.6%, 35.3%, 12.8%であった。これら分離株のうち、上記5系中の1系のみで分離された株は102株43.4%あり、分離系別ではそれぞれ16, 4, 49, 22, 4株である。そのほかには新しく用いたCMK-S1細胞で7株あった。

ウイルス別に分離系の感受性をみると、アデノは分離された8型47株すべてがHEp-2で分離されたほか、VEROでも8型30株63%が分離された。インフルエンザはA(H3)型はVEROで14株100%、9日卵では12株86%分離されたのに対し、MDCKではわずか5株36%分離されたにとどまった。またB型は33株中、MDCKと9日卵で各18株58%、AGMKで20株61%とそれぞれ6割程度分離されているが、VEROでは2株6%しか分離できなかった。パラインフルエンザは3型34株すべてがVEROで分離され高い感受性を示したほか、PI-3がMDCK, AGMK, HEp-2でも分離された。ムンプスは例数は少ないが全例VEROとAGMKで、RSは全数がHEp-2で分離された。ポリオではP-1, 2が4株中4株がHEp-2で、3株がVEROとAGMKで分離されたが、P-3に対しては上記3細胞では3株中1株しか分離されず低い感受性しか示さなかった。コクサッキーA群はCA-16が2株の

み分離されているが、うち1株はAGMKで採れた。コクサッキーB群は4型47株のうち、4型ともHEp-2, VERO, AGMKの各細胞で40株85%、34株72%、24株51%に分離され、うち2型12株26%はHEp-2もしくはAGMKのみで分離された。エコーは4型34株中、前記3細胞系では2型(E-6, 9)32株が分離されたが、細胞系別ではHEp-2で24株71%、AGMKで12株35%、VEROでは1株3%のみであった。他の2型(E-1, 22)はCMK-S1細胞でのみ各1株分離されたものである。単純ヘルペスについては2型12株中HEp-2で10株83%、AGMKで5株42%、VEROで2株17%に分離された。

表 7 CMK-S1細胞で分離されたウイルス

分離ウイルス	総分離株数	CMK-S1細胞	
		分離株数(単独)	感受性率
Ad-1	11	4	36%
2	10	5	50
3	5		0
4	4		0
5	14	5	36
6	1		0
10	1		0
13	1		0
I-A3	14		0
B	33		0
PI-1	6		0
3	24	1	4
4	4		0
Mumps	2	2	100
RS	2		0
P-1	3	2	67
2	1	1	100
3	3	3(2)	100
CB-1	1	1	100
2	24	20	83
3	1	1	100
5	21	18	86
E-1	1	1(1)	100
6	31	2	6
9	1	1	100
22	1	1(1)	100
CA-16	2	2(1)	100
未同定	1	1(1)	100
HS-1	8	2	25
2	4	3(1)	75
計	235	76(7)	32.3%

ウイルス別に1系のみで分離された株数を示すと、アデノ17株 (HEp-2), インフルエンザ17株 (AGMK, MDCK, 9日卵, VERO), パラインフルエンザ13株 (VERO), RS 2株 (HEp-2), ポリオ3株中1株 (HEp-2), コクサッキーA群2株中1株 (AGMK), コクサッキーB群12株 (AGMK, HEp-2), エコー29株中27株 (HEp-2, AGMK), 単純ヘルペス6株中5株 (HEp-2) であった。

ウイルス感受性を分離系別にその75%以上が分離されたウイルスを上げると、VEROではAd-3, 4, 6, 10, 13, I-A3, PI-1, 3, 4, Mumps, P-2, CB-1, 3, 5の15型, MDCKではPI-3のみ, HEp-2ではAd-1~6, 10, 13, RS, P-1, 2, CB-1~3, 5, E-6, HS-1の17型, AGMKではMumps, P-2, CB-1, 3, E-9の5型, 9日卵ではI-A3のみであった。

3・5 CMK-S1細胞の試用と分離ウイルス

CMK-S1細胞を本年の調査に年間を通じて試用した。その結果、全分離株数235株中76株, 32.3%が分離された (表7)。分離型別では、Ad-1, 2, 5が14株, PI-3が1株, Mumpsが2株, P-1~3が3株, CA-16が2株, CB-1~3, 5が40株, E-1, 6, 9, 22が5株, 未同定エンテロが1株, HS-1, 2が5株であった。このうちCMK-S1のみで分離されたのが6型7株あり, 内訳はP-3が2株, CA-16, E-1, 22, 未同定エンテロ, HS-2が各1株である。分離率が75%以上だったウイルス型は, Mumps, P-2, 3, CA-16, CB-1, 3, 5, E-1, 9, 22, 未同定エンテロ, HS-2の13型に及び, 特にコクサッキーB群に

表8 同一検体から複数のウイルスが分離された例

分離月	性別	年(月)齢	分離ウイルス	
3月	男	2	P-1	P-2
"	男	(10)	I-B*	P-1
6月	女	1	PI-3*	P-3
"	男	1	PI-3*	CB-5*
7月	男	1	PI-3*	CB-2*
8月	女	2	PI-3*	CB-2*
"	女	(10)	E-6*	CB-2*
9月	女	2	PI-3*	Ad-5*
12月	女	2	I-A3*	Ad-2
"	男	2	I-A3*	Ad-1
"	男	6	I-A3*	Ad-1

\*分離当時流行があったと考えられるウイルス

は高い感受性を示したほか, エコーでも他の常用分離系では分離できなかった散発型がこの系で分離された。

3・6 同一検体から2種のウイルスが分離された例

同一検体から2種のウイルスが分離された重感染例は11例あり, 表8に示した。分離例は年間を通じてあり, 性別では男6人, 女5人, 年齢は0~6歳に分布

表9 かせ患児から分離されたウイルスと患児の臨床症状

分ウイルス	分離数	上気道炎	発熱 (平均体温)	下気道炎	髄膜炎	胃腸炎	水疱疹	口内炎	へギル膜	結核	
Ad-1	11	11	11(38.6)			2					
	2	10	10(38.6)	1							
	3	5	5(38.7)								
	4	4	4(39.2)							1	
	5	14	14(38.5)			1	1				
	6	1	1(37.7)								
	10	1	1(39.4)								
	13	1	1(37.8)								
	I-A3	14	14	14(38.7)			1				
		33	33	33(38.6)			1				
PI-1	6	6	6(38.8)								
	3	24	24(38.4)								
	4	4	4(37.9)								
	2	2	2(38.4)								
Mumps	2	2	2(38.4)								
	2	2	2(38.4)								
P-1	3	3	3(38.7)								
	2	1	1(37.6)								
	3	3	3(38.8)								
CB-1	1	1	1(38.2)								
	2	24	24(38.2)			2				1	
	3	1	1(38.0)							1	
	5	21	20(38.4)			1	1	1		1	
E-1	1	1	1(38.6)								
	6	31	30(38.5)			5	1				
	9	1	1(39.4)								
	22	1	1(38.0)								
CA-16	2	2	2(37.6)							1	
	1	1	1(37.2)								
HS-1	8	8	7(38.2)			1	1	1			
	2	4	4(39.1)							2	
計	235	234	226(38.5)	1	1	13	4	1	4	1	3

している。分離ウイルスは、Ad-1, 2, 5が各2, 1, 1株, I-A3, Bが各3, 1株, PI-3が5株, P-1, 2, 3が各2, 1, 1株, CB-2, 5が各3, 1株, E-6が1株の計12型22株である。このうちP-1~3は生ワクチン由来, Ad-1, 2を除く他のウイルス型は、検体採取当時流行があったと予想されており、複数のウイルス型が流行している際には重感染の頻度も高いことが予想される。

3・7 ウイルス分離陽性かぜ患児の臨床症状

分離ウイルス別の患児の臨床症状を表9に示した。かぜ患児235例中上気道疾患があったのは234例99.6%, 37°C以上の発熱は226例96.2%にみられた。発熱者の平均最高体温は38.5°Cで、ウイルス別で平均が39°C以上と高かったのは、Ad-4, 10, E-9, HS-2であった。その他の症状では、胃腸炎が13例(Ad-1, 5, I-A3, B, CB-2, 5, E-6) 5.5%, 発疹が4例(Ad-5, CB-5, E-6, HS-1) 1.7%, 口内炎が4例(CA-16, HS-1, 2) 1.7%, 結膜炎が3例(Ad-4, CB-2, 3) 1.3%, 下気道炎(Ad-2), 髄膜炎(CB-5), 水疱(HS-1), ヘルパンギーナ(CB-5)が各1例, 0.4%にみられた。

3・8 1985年に小児から分離されたウイルス

これらかぜ患児から分離された235株に加えて、他の調査等で対象者が15歳以下の小児から分離された24株を加え、30型259株を年齢層別に示したのが表10である。加えられたウイルスは、サーベイランスの咽頭結膜熱からAd-4(2株), 感染性下痢症からE-6(1株)とRota(2株), 無菌性髄膜炎からCB-2, CB-5, E-6, HS-1が各1株, 集団かぜの検査からI-A3(4株), I-B(5株), CB-3(2株), HS-1(4株)で、サーベイランスでの陽性者はいずれも0~6歳, 集団かぜ患児はすべて7~15歳である。

3・9 過去5年間に小児から分離されたウイルスの消長

1981年から1985年の5年間に小児から分離されたウイルスのうち、ポリオ, 単純ヘルペス, ロタ, 未同定のウイルスを除いた、アデノ, インフルエンザ, パラインフルエンザ, ムンプス, RS, コクサッキーA群, B群, エコー, エンテロの各ウイルス42型の推移を示したのが表11である。アデノは常在型であり, Ad-1, 2, 5は毎年, Ad-3, 4, 6も1~2年の閉期をはさんで分離されている。Ad-8は比較的長い閉期があり, Ad-10, 11, 13は散発的にある程度の閉期をはさんで分離される。インフルエンザはA(H1), A(H3), が交互に2~3年おきに流行し, これは全国的規模で

表10 小児から分離されたウイルスの年齢層別内訳

分離ウイルス	0~6歳	7~12歳	13~15歳	計
Ad-1	10	1		11
2	10			10
3	5			5
4	4(2)	2		6(2)
5	14			14
6	2(1)			2(1)
10	1			1
13	1			1
I-A3	11	4(3)	3(1)	18(4)
B	24	13(4)	1(1)	38(5)
PI-1	6			6
3	24			24
4	4			4
Mumps	2			2
RS	2			2
P-1	3			3
2	1			1
3	3			3
CB-1	1			1
2	24(1)	1		25(1)
3	1		2(2)	3(2)
5	20(1)	2		22(1)
E-1	1			1
6	31(1)	1		32(1)
9	1			1
22	1			1
CA-16	2			2
未同定	1			1
HS-1	8(1)	4(3)	1(1)	13(5)
2	3	1		4
Rota	2(2)			2(2)
検出株数	223(9)	29(10)	7(5)	259(24)

( ) 内数字はかぜ患児以外からの再掲

起きる。パラインフルエンザは常在型であるが, PI-1, 3は毎年分離されるのに対し, PI-2, 4は閉期がある。ムンプス, RSは常在タイプと思われるが, この成績は実態を示してはいない。コクサッキーA群も細胞感受性からしてやはり実態を示しているもので

表11 過去5年間に小児から分離されたウイルスの消長

分離ウイルス	1981	1982	1983	1984	1985
Ad- 1	2	3	1	6	11
2	2	10	9	7	10
3	21*		13	7	5
4	29*	1		3	6
5	15*	4	4	5	14*
6	14	5			2
8	2				
10			1	1	1
11	1		6	2	
13					1
I-A 1	18*			19*	
A 3	2	13*	32**		18**
B	2	17*		1	38**
PI- 1	3	9	4	20**	6
2	8		22**		
3	12*	10*	21**	14*	24**
4		5			4
Mumps		2			2
RS		1		1	2
CA- 4			1		
9		1		9	
11			17*		
16		6*	2	5	2
CB- 1					1
2	7				25**
3		17**	2	2	3
4	1		14*		
5			1	5	22*
E- 1					1
3				9*	
6					32*
9			5		1
11	18*	1		5	
12		1			
14	1		1	1	
15	10	2			
16			4		
19		2			
22			7	1	1
23			1		
25			1		
E-71			2	3	

\* 1カ月に5株以上分離された例

\*\* 1カ月に10株以上分離された例

はないが、CA-11はこの年流行があったと思われ、またCA-16やE-71は同時にあるいは交互に流行している。コクサッキーB群は比較的短い閉期をはさんで流行しており、中でもCB-2, 3, 4, 5は交互に主流型となって、流行後は閉期に入るサイクル流行を繰り返している。これに対しエコーは比較発長い閉期をはさんで分離される。しかしこの傾向は多数分離された型についてはその消長をたどることは出来るが、年に1~2株しか分離されない型については、本当に散発的に流行しているのか、我々が用いている細胞の感受性あるいは対象疾患に問題があるのか定かではなく、実態の究明には血清疫学的解析が必要となってくる。またこの5年間、少なくともE-18, E-30の大きな流行が他で報告されているが<sup>3)</sup>、石川県では全く分離されておらず、従来エンテロウイルスの流行はかなり広域にわたって流行するとされていたが、一見全国規模で流行しているようには見えても、実は常在タイプで局地性が高く、限られた地域内でサイクル流行している可能性もある。

#### 4 ま と め

昭和60年1月~12月の1年間、金沢赤十字病院小児科外来に受診したかぜ患児590人の咽頭スワブからウイルス分離を行い、224人から235株のウイルスを分離した。この分離率39.8%はこの調査始って以来最高であった。

(1) 年齢層別では、0~6歳の乳幼児515人のうち203人から214株、7~12歳の小学生70人中19人から19株、13~15歳の中学生5人中2人から2株のウイルスが分離された。

(2) 分離ウイルスは未同定1株を除き29型あった。内訳はアデノ(Ad-1~6, 10, 13)47株、インフルエンザ(I-A 3, B)47株、パラインフルエンザ(PI-1, 3, 4)34株、ムンプス2株、RS2株、ポリオ(P-1~3)7株、コクサッキーA群(CA-16)2株、コクサッキーB群(CB-1~3, 5)47株、エコー(E-1, 6, 9, 22)34株、単純ヘルペス(HS-1, 2)12株である。

(3) 1カ月に2株以上分離されたウイルスとその分離月を示すと、Ad-1(4, 6, 12), Ad-3(5, 8), Ad-4(10), Ad-5(9, 10, 12), I-A 3(11, 12), I-B(1~4), PI-1(9, 10), PI-3(6~9), PI-4(6), P-1(3), P-3(5), CB-2(4, 6~8), CB-5(3~7), E-6(8~12), HS-1(5, 6, 11)である。このうち1カ月に5株以上分離され流行が示唆されたウイルスとしては、Ad-5(9), I-A 3(12), I-B

(1, 2), PI-3 (6, 7), CB-2 (7, 8), CB-5 (5, 6), E-6 (8~11) が上げられる。

(4) 分離系別では、VEROで123株52.3%, MDCKで43株18.3%, HEp-2で133株56.6%, AGMKで83株35.3%, 9日卵で30株12.8%, CMK-S1では76株32.3%が分離された。このうち分離系別に75%以上が分離されたウイルスを上げると、VEROではAd-3, 4, 6, 10, 13, I-A 3, PI-1~4, Mumps, P-2, CB-1, 3, 5, MDCKではPI-3, HEp-2ではAd-1~6, 10, 13, RS, P-1, 2, CB-1~3, 5, E-6, HS-1, AGMKではMumps, P-2, CB-1, 3, E-9, 9日卵では、I-A 3, CMK-S1ではMumps, P-2, 3, CA-16, CB-1~3, 5, E-1, 9, 22, HS-2であった。またウイルス群別に75%以上分離された分離系をみると、アデノはVERO, HEp-2, インフルエンザは最も多かったのが9日卵(64%), パラインフルエンザはVERO, ムンプスはVERO, AGMK, CMK-S1, RSはHEp-2, ポリオはCMK-S1, コクサッキーAはCMK-S1, コクサッキーBはHEp-2,

CMK-S1, エコーはHEp-2, 単純ヘルペスはHEp-2でよく分離された。

(5) ウイルスが分離された患者224人の臨床症状をみると、上気道炎が223人99.6%, 発熱が215人96.0% (平均体温38.5°C) にみられた。その他では、胃腸炎が13人, 発疹, 口内炎が各4人, 結膜炎が3人, 下気道炎, 髄膜炎, 水疱, ヘルパンギーナが各1人にみられた。また1検体から2種のウイルスが分離された重感染例が10人にみられた。

## 文 献

- 1) 梶 哲夫, 尾西 一, 木村晋亮: 石川衛公害研年報, 13, 160-170 (1976)
- 2) 木村晋亮, 梶 哲夫, 尾西 一: 同上誌, 15, 122-129 (1978), 16, 209-215 (1979)
- 3) 国立予防衛生研究所・厚生省健康医療局結核難病感染症課感染症対策室編: 病原微生物検出情報, No. 1~No.76 (1980~1985)

〔報 文〕

## 輸入チーズの天然ワックス並びにタール色素の分析

石川県衛生公害研究所食品薬品部 鈴木 裕・笹木 紀子・泉 広栄  
 岸原 聡  
 石川県生活科学センター検査課 大西 孝司・柴野 昭

## 1 はじめに

近年の生活水準の向上に伴い、日本人の食生活は著しく多様化するとともに、食品産業における技術革新と相まって加工食品の急激な普及が見られている。また、食品の国際流通の増大により加工食品をはじめとする輸入量が増加しているなど、我が国の食料事情は著しい変容を遂げてきている。昭和59年の食品等の輸入量は約36万件、約2200万トンに達しており、国内で消費される食品の約40%を占めている<sup>1)2)</sup>。これらの輸入食品については、食品衛生規制の相違から、我が国の食品衛生法に合致しないものが一部にみられ、輸入食品の流通上の一つの障壁となっている。しかしながら、食品の安全性確保の上から不良輸入食品の流通は看過できない問題である。

輸入食品の監視業務は、全国19海空港の検疫所において食品衛生監視員が行っているが、検査率は毎年輸入件数の5~6%と低いのが実情である。

石川県においても昭和54年度から各種輸入食品の検査を行っている。今回、近年の食生活の中で欠かすことができなくなっているチーズのうち、市販のオランダ製チーズについての被膜剤(ワックス部分)の検討を行い、着色料及びワックス成分の同定確認、定量分析を行った。

## 2 実験方法

## 2・1 試料

市販のオランダ製チーズ4検体(ナチュラルチーズ)

で、2検体は赤色のワックス、1検体は茶色のワックス、残りの1検体は黄色のワックスが被膜剤として使用されていた(各々検体A, B, C及びDとする)。

## 2・2 標準品

固形パラフィン(融点56~58°C, 58~60°C及び68~70°C)、さらしみつろう、みつろう、カルナバろう1号及び木ろう(白)は関東化学㈱、黄マイクロクリスタリンワックス及び糠ワックスは山桂産業㈱、キャンデリラワックス、マイクロクリスタリンワックス及びセレンシは国立衛生試験所大阪支所からの供与品、食用タール色素の食用赤色3号は三栄化学工業㈱、赤色202号(別名リゾールルピンBCA、ブリリアントカルミン6B, CI-15850)は東京化成㈱製を用いた。

## 2・3 試薬

n-エイコサン(C-20)、n-トリアコンタン(C-30)、n-ヘントリアコンタン(C-31)、n-ヘプタコサン(C-27)、定量用混合試料(C-20~C-38)はガスクロ工業㈱製、フロリジルはフロリジン社製、その他の試薬は和光純薬㈱製特級品を用いた。

## 2・4 装置及び測定条件

(1) 薄層クロマトグラフ(以下TLC)用プレート: 着色料の定性用としては、スポットフィルム(2.5×10cm, シリカゲルf, 蛍光剤入, 東京化成工業㈱製)、ワックスの定性用としては、キーゼルゲル60F<sub>254</sub>(5×10cm, メルク社製)を用いた。展開溶媒は各々結果の項に記載したとおりである。

(2) 液体クロマトグラフ(以下HPLC): 島津LC-4A型を用いた。分析条件は結果の項に記載した

Analysis of Natural Waxes and Tar Dyes in Imported Cheeses. by Yutaka SUZUKI, Noriko SASAKI, Hiroe IZUMI, and Satoshi KISHIHARA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), Takashi OHNISHI and Akira SHIBANO (Section of Inspection, Ishikawa Consumer Center)

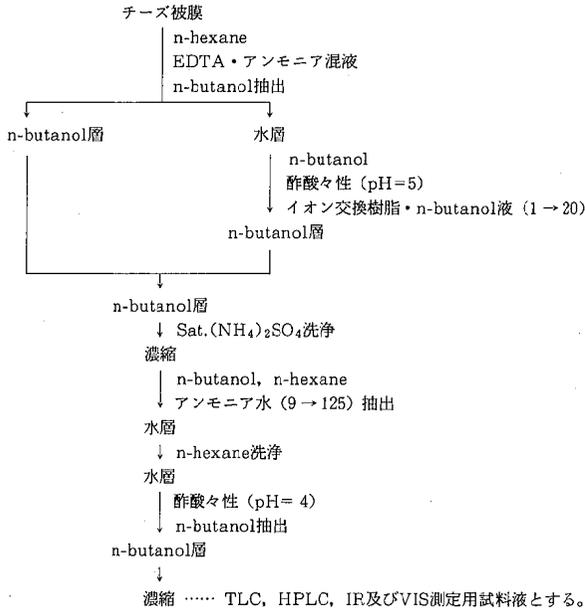


図 1 チーズ被膜からの着色料の抽出法

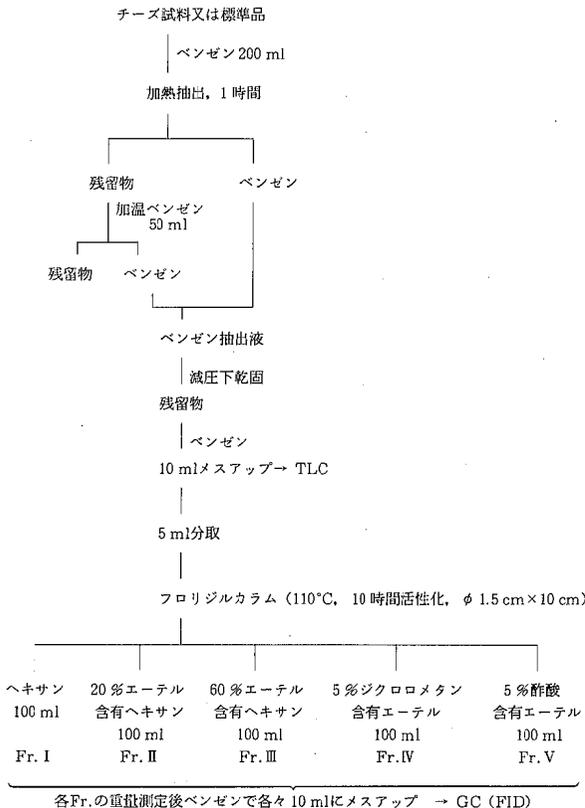
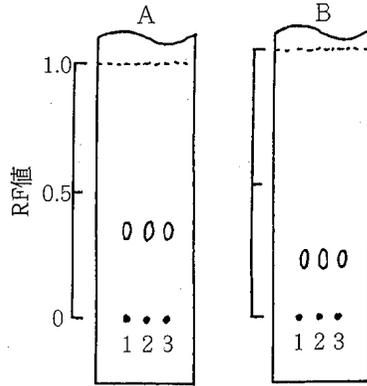


図 2 チーズ被膜からのワックスの抽出法

とおりである。

(3) ガスクロマトグラフ (以下GC) :  
島津GC-7AG (FID)を用いた。分析  
条件は結果の項に記載したとおりである。

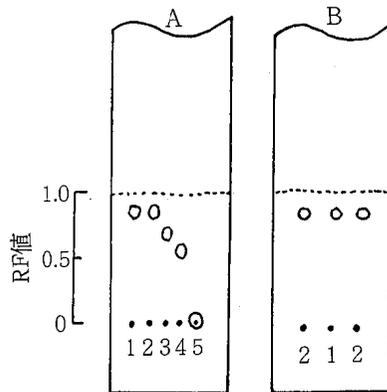


展開溶媒

- A n-ブタノール-MEK-1%  
アンモニア水-水 (4:2:1:1)
- B MEK-水-氷酢酸  
(200:10:1)

薄層板

- A, B シリカゲル
- 1 赤色 202 号標準品
- 2 1, 3 混合液
- 3 検体A (チーズ被膜)



展開溶媒

- A, B MEK-水 (20:1)

薄層板

- A, B シリカゲル
- 1 検体B (チーズ被膜)
- 2 食用赤色 3号標準品
- 3 食用赤色 104号標準品
- 4 食用赤色 105号標準品
- 5 食用赤色 106号標準品

図 3 チーズ被膜から抽出した着色料のTLC

(4) 可視部吸収スペクトル (以下VIS) 測定装置：日本分光UVIDEC-505型デジタル分光光度計を用いた。

(5) 赤外吸収スペクトル (以下IR) 測定装置：日本分光FT/IR-3型フーリエ変換赤外分光光度計を用いた。

2・5 分析方法

(1) チーズ被膜の着色料の抽出

チーズ被膜からの着色料の分析法<sup>3)4)</sup>の概要を図1に示す。

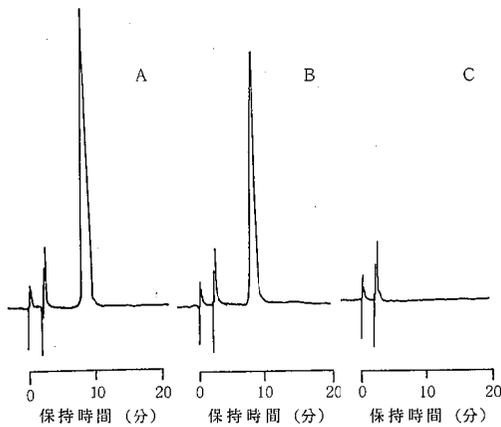
(2) チーズ被膜のワックスの抽出

チーズ被膜からのワックスの抽出は、外海らの方法<sup>5)~8)</sup>によった。概要は図2に示したとおりである。

3 結 果

3・1 着色料の同定

チーズ被膜から抽出した着色料については、TLC



装置：島津LC-4 A  
 カラム：Zorbax ODS  
 移動相：0.01Mリン酸二アンモニウム (pH3) - アセトニトリル (7:3)  
 流速：1.0 ml/min  
 カラム温度：40°C  
 検出波長：254 nm  
 感度：0.08 AUFS  
 注入量：5 μl

- A 赤色 202 号標準品
- B 検体A (チーズ被膜)
- C n-ブタノール (対照溶媒)

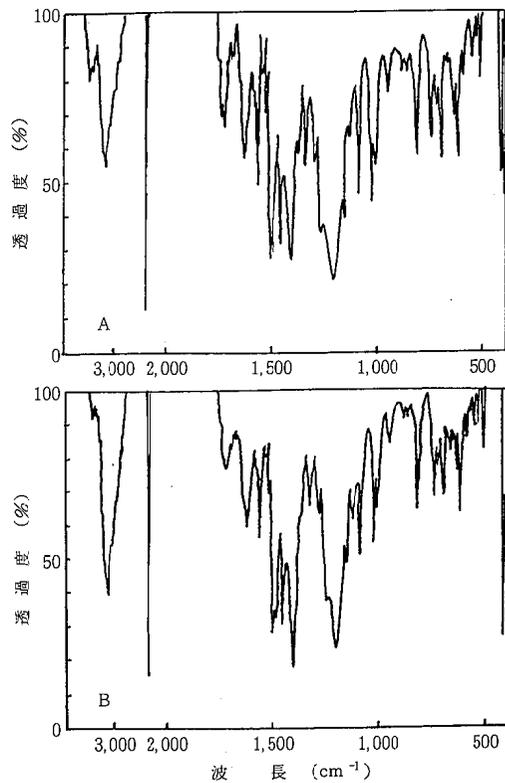
図4 赤色202号標準品及び検体A (チーズ被膜) から抽出した着色料の HPLC

により検体Aには赤色202号が、検体Bには赤色3号が各々使用されているものと推定された (図3)。このことを更に確認するため、赤色202号については、HPLC及びIR、赤色3号についてはVISにより各々同定した (図4~6)。なお、検体C、Dからはタール色素は検出されなかった。

3・2 ワックス成分の同定

ワックス標準品及び検体A~Dの被膜剤の薄層クロマトグラフィーを図7に示した。Iの溶媒系でスポット全体を把握し、IIの溶媒系で非極性物質を、またIIIの溶媒系で極性物質をそれぞれ定性した。

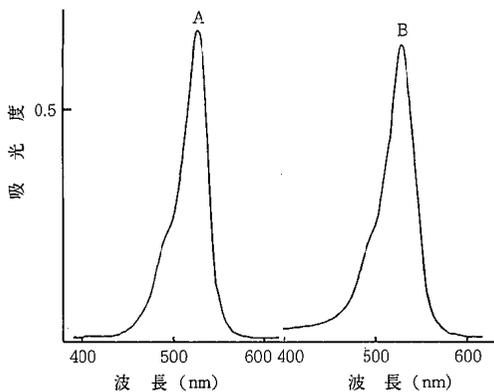
固形パラフィンは炭化水素、またキャンデリラワッ



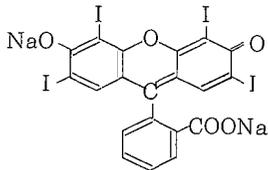
A 赤色 202 号標準品, B 検体A (チーズ被膜)



図5 赤色202号標準品及び検体A (チーズ被膜) から抽出した着色料の IR



A 食用赤色 3 号標準品



B 検体B (チーズ被膜)

図 6

食用赤色 3 号標準品及び検体B (チーズ被膜) から抽出した着色料のVIS (共に0.02N 酢酸アンモニウム溶液)

展開溶媒

- A n-ヘキサン-エチルエーテル-氷酢酸 (85:15:1)
- B n-ヘキサン-エチルエーテル-氷酢酸 (90:10:1)
- C n-ヘキサン-エチルエーテル-氷酢酸 (50:50:1)

薄層板

A, B, C キーゼルゲル 60 F<sub>254</sub>

- 1 n-トリアコンタン
- 2 ステアリン酸
- 3 エイコサノール
- 4 モノステアリン
- 5 トリステアリン
- 6 ジステアリン
- 7 固形パラフィン (融点 56 ~ 58°C)
- 8 キャンデリラワックス
- 9 さらしみつろう
- 10 糠ワックス
- 11 検体A (チーズ被膜)
- 12 検体B (チーズ被膜)
- 13 検体C (チーズ被膜)
- 14 検体D (チーズ被膜)

クス, さらしみつろう及び糠ワックスは炭化水素とエステル類が主成分であった。検体A~Dにおいては, いずれの溶媒系でも固形パラフィンと同じ位置にスポットを認め, 主成分が炭化水素を主体とするワックスであることが推定された。また, 検体A~Dにおいて, ごく少量みられるスポットはトリグリセライド, 高級アルコール等と考えられた。検体Dにはステアリン酸をはじめとした脂肪酸も含まれていた。これらのことを更に確認するため, 次のカラムクロマトグラフィーによる成分の分画及びGCを用いたピークパターン分析による定性, 定量を行なった。

ワックス標準品及び検体A~Dをフロリジルカラム

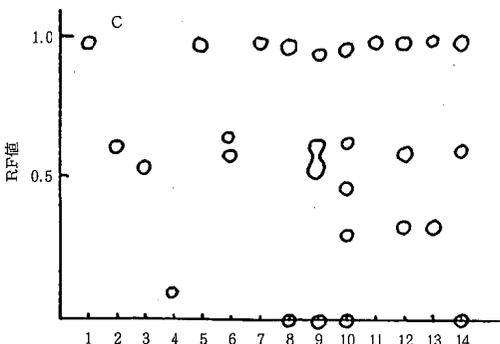
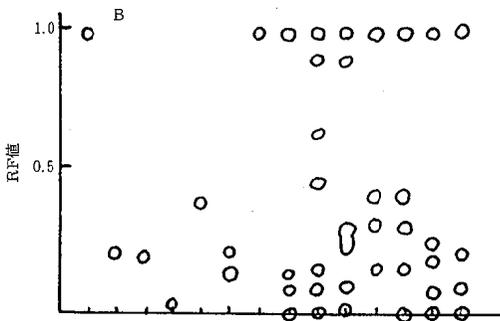
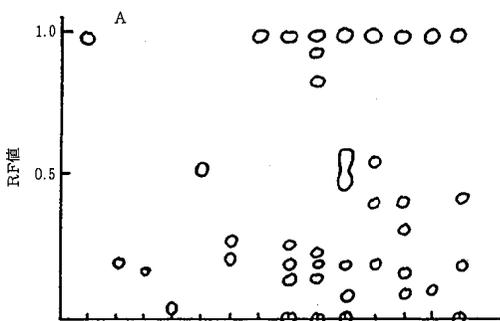


図 7

各種ワックス標準品及びチーズ被膜のTLC

表 1 重量法によるワックス測定結果

(%)

試料	フラクション I (R)	同 II (RCOOR')	同 III (TG, ROH)	同 IV (MG, DG)	同 V (FA)	計
固形パラフィン (融点56 ~ 58°C)	100.0	0	0	0	0	100.0
さらしみつろう	12.5	43.0	22.4	6.5	14.5	98.9
カルナバろう	0	20.1	10.5	23.4	45.3	99.3
キャンドリラワックス	41.0	19.3	14.5	7.8	13.3	95.9
検体 A	93.6	2.0	8.3	2.4	0	106.3
" B	81.4	1.1	7.5	0.8	5.9	96.7
" C	93.8	0.7	0	0.9	5.9	101.3
" D	61.3	0.8	5.8	0	22.5	90.4

( ) 内は主成分を表わす, R:炭化水素, RCOOR':ワックスエステル, TG:トリグリセリド  
 ROH:高級アルコール, MG:モノグリセリド, DG:ジグリセリド  
 FA:脂肪酸

表 2 ガスクロマトグラフィーによるフラクション I のワックス測定結果

検体	測定値 (%) <sup>1)</sup>	
	総ピーク高法 <sup>2)</sup>	1 ピーク高法 <sup>3)</sup>
固形パラフィン	91.2 <sup>4)</sup> , 86.8 <sup>5)</sup>	86.8 <sup>4)</sup> , 86.3 <sup>5)</sup>
さらしみつろう	87.2	84.0
カルナバろう	0	0
キャンドリラワックス	95.1	93.9
検体 A	46.4	44.2
" B	42.5	40.4
" C	37.8	35.9
" D	45.6	43.4

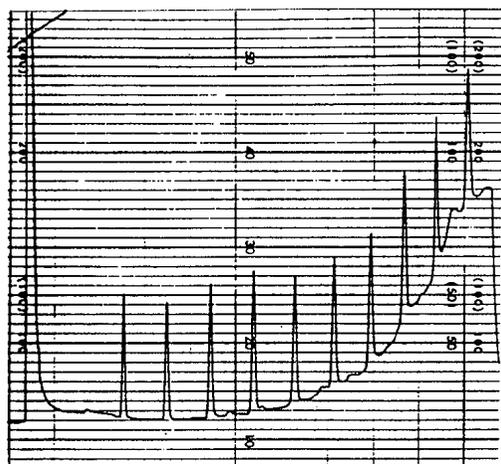
- 1) フラクション I 中における炭化水素の割合
- 2) 炭化水素定量用混合試料より計算
- 3) C-30 より計算
- 4) 融点 56 ~ 58°C
- 5) " 58 ~ 60°C

で分画し、溶媒留去後重量を測定し、各分画の重量比を求めた (表 1)。固形パラフィンではフラクション I にすべてが、さらしみつろうではフラクション II に 43% が、他の分画に残りが分布していた。ワックス総量の回収率は 90~106% とほぼ定量的であった。検体の場合、A~C ではフラクション I (炭化水素) に 80~90%、D では約 60% が溶出されていた。D では TLC から予想されたように脂肪酸が約 20% 含まれていた。これらのフラクション I の GC パターンを図 8 に示した。固形パラフィンでは C<sub>20</sub>~C<sub>25</sub>、さらしみつろうは C<sub>21</sub>~C<sub>25</sub>、キャンドリラワックスは C<sub>28</sub>~C<sub>33</sub> の炭素数の

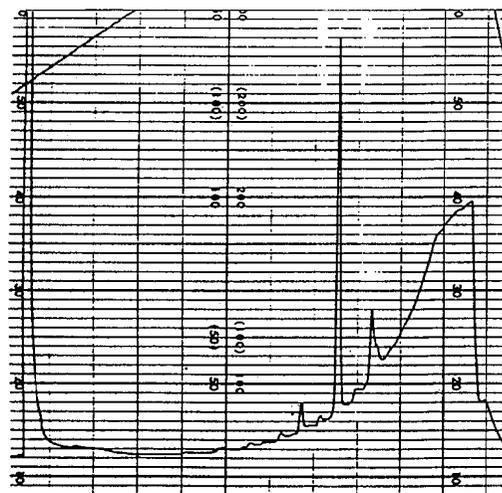
炭化水素が主成分であり、それぞれに特徴的なパターンを示していた。また、マイクロクリスタリンワックスはイソパラフィンを主成分とする高分子量のものが多いため、C<sub>28</sub>~C<sub>35</sub> の高さは低いが幅の広いブロードなパターンを、セレシンはパラフィンとよく似たパターンを示していた。

検体の GC パターンは、いずれも固形パラフィンのパターンと酷似していた。また、伊藤らにより、糠ワックス、カルナバろう、木ろうではフラクション I に溶出してこないと報告されていることなどから、今回のチーズ被膜のワックスはパラフィン系ワックスと同定した。

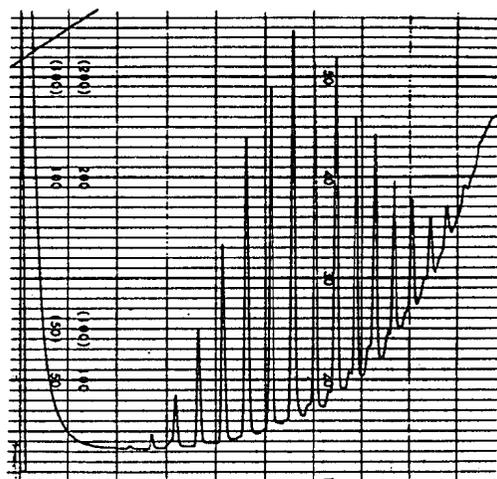
更に、炭化水素単品 (C-20, C-27, C-30 及び C-31) 及び炭化水素定量用混合試料 (C-20~C-38) を用いて、構成炭化水素の炭素数の同定 (定性) 及び定量を試みた。計算法としては総ピーク高法と 1 ピーク高法の 2 つの方法を用いた。得られた結果は表 2 のとおりであり計算法による値の差はほとんどみられなかった。標準品として用いた固形パラフィンは 86~91% が飽和炭化水素から成ることが判明した (重量分析結果では 100%) が、検体 A の被膜剤については、重量分布比から求めた時には 94% が飽和炭化水素であると推定されたにもかかわらず、GC による定量結果では 46% と約半分の値であった。これは、炭化水素のみが溶出されてくるはずのフラクション I に、未知の物質、例えばイソパラフィン類、あるいは芳香族炭化水素類等のガスクロマトグラム上に現れてこない物質が混入しているためであると思われ、これらの物質の検索については今後検討が必要である。



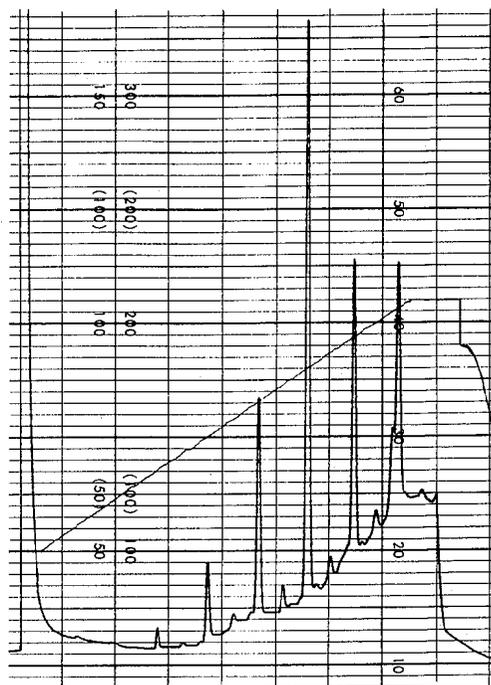
(I) 定量用混合試料



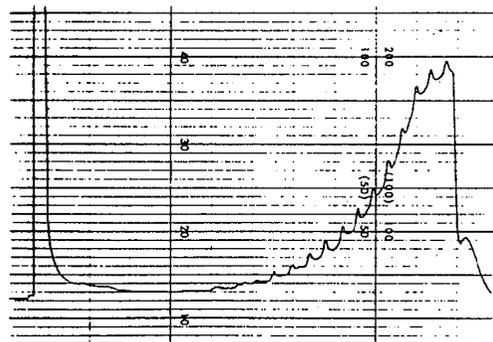
(IV) キャンデリラワックス



(II) 固形パラフィン (m.p. 56~58°C)



(V) さらしみつろう

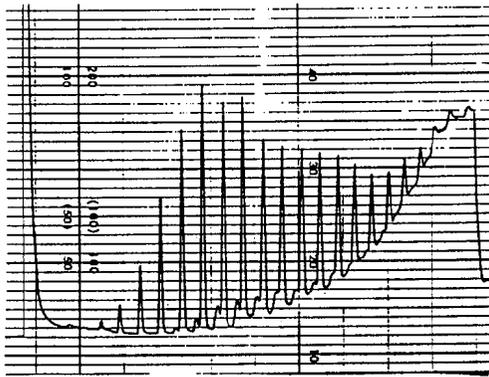


(III) マイクロクリスタリンワックス

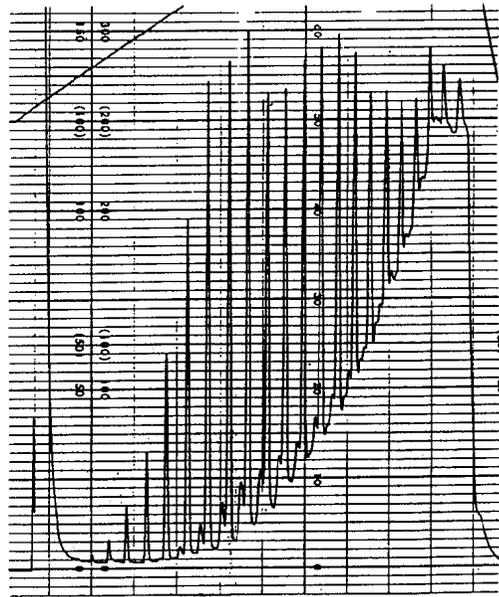
GC条件

( カラム: 2%OV-1/Gas Chrom Q )  
 ( キャリアーガス: N<sub>2</sub> 50ml/min )  
 ( カラム温度: 180°C  $\xrightarrow{8^\circ\text{C}/\text{min}}$  330°C )  
 ( 注入口温度: 340°C )

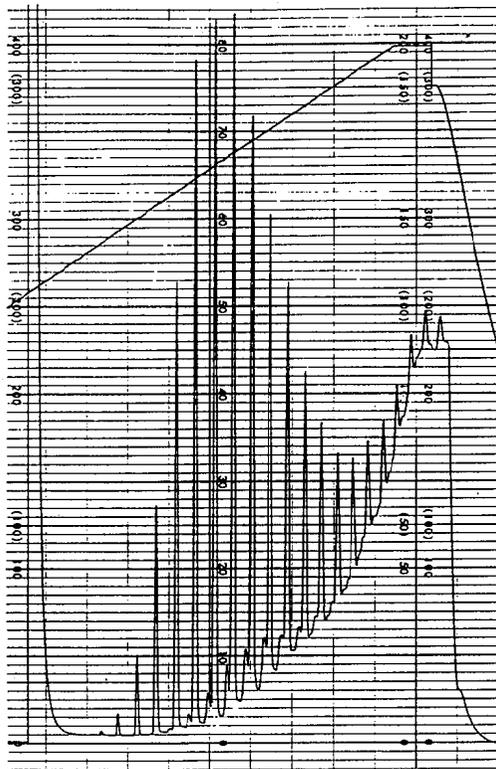
図 8 各種ワックス標準品及び検体A~D (チーズ被膜から抽出) のフラクションIのGCパターン



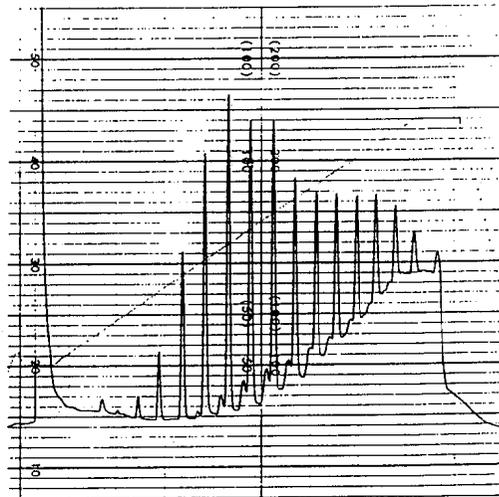
(VI) 検体 A



(VIII) 検体 C



(VII) 検体 B



(IX) 検体 D

図 8 の つづ き

#### 4 考 察

今回、オランダ製の輸入ナチュラルチーズの被膜剤から、日本では使用してはならないとされている赤色202号を検出した。我が国において製造される加工食品に対しては、食品衛生法により11種のタルル色素以

外の使用は禁止されており<sup>9)</sup>、輸入食品に対しても同様の規制基準が適用されている。

赤色202号は、赤色201号（リソールルピンB）のCa塩であり、FAO/WHOではBリスト（合同食品添加物専門家委員会での評価が済んでいないものの技術的な面での確認がなされているものが収載されている）

にあげられており、EC加盟国のほかに非加盟国のスイス等においてチーズの被膜剤の着色用としての使用が許可されている<sup>10)11)</sup>。しかし、我が国では食品に対しての使用は禁止しているが、医薬品に対しては外用医薬品、部外品及び化粧品にのみ使用を認め、内服薬に対しては認めていない<sup>12)</sup>。

今回の場合、チーズ被膜の解釈は食品であるが可食部ではなく、また器具、容器包装でもないものとして行政上取扱うこととされた。

ワックスにはキャンデリラワックス、カルナバろう、糠ワックス、木ろう等の植物性ワックス、みつろう等の動物性ワックス、固形パラフィン等の鉱物性ワックスがあり、これら天然ワックスは生鮮野菜や果実の被膜剤、チューインガムの基礎剤、カステラ、キャンデー、チョコレート等菓子類の防湿剤として広く用いられているが<sup>13)~15)</sup>、食品に対しての規制がない<sup>16)</sup>ためか、食品中の分析例はほとんどなく、わずかに海外<sup>6)</sup>によりチューインガム、チョコレート等からの報告があるにすぎない。

チーズ被膜剤としてのワックスを分析した報告例は今のところほとんど見当たらないが、今回の分析例から主成分はパラフィン系炭化水素であることが確認された。これらチーズの被膜は社会通念上からも食品(可食部)とは考えられないことなどから、法の規制が及ばないものと推察されるが、ここに使用されている着色料がチーズ本体部へ移行して行くことも考えられ、今後この点について更に検討してゆく必要があるものと思われる。

## 5 ま と め

今回、オランダ製の輸入チーズの被膜剤に使用されている赤色系着色料及び被膜剤の成分を分析し、次の結果を得た。

1. TLCにより1種の検体から食用赤色3号を、別の1検体から食用外タール色素である赤色202号(リソールルピンBCA)を検出し、HPLC、IR及びVISにより同定した。
2. 被膜剤の主成分であるワックスについて、TLC、GCによる同定を行い、鉱物性のパラフィン系炭化水素が主成分であることを確認した。一部の検体においては、ステアリン酸等の脂肪酸も含まれていた。
3. GCによるピークパターン分析により測定したパラフィン系炭化水素の含量は40~45%であった。

なお、本報告をまとめるにあたり貴重な標準品を恵与いただいた国立衛生試験所大阪支所、伊藤誉志男食品部長、貴重な御助言を賜わった国立衛生試験所、神蔵美枝子食品部室長、国民生活センター、天野立爾商商品テスト部長に深謝致します。

## 文 献

- 1) 厚生統計協会編：国民衛生の動向・厚生への指標臨時増刊，32，264—274（1985）
- 2) 全国生活衛生主管課長会議資料：食品衛生研究，36，23—42（1986）
- 3) 厚生省環境衛生局食品化学課編：食品中の食品添加物分析法，講談社，東京（1982）
- 4) 日本薬学会編：衛生試験法注解，金原出版，東京（1980）
- 5) 外海泰秀，辻 澄子，伊藤誉志男，原田基夫：食衛誌，26，160—168（1985）
- 6) 外海泰秀，辻 澄子，伊藤誉志男，原田基夫：食衛誌，26，196—202（1985）
- 7) 辻 澄子，外海泰秀，伊藤誉志男，原田基夫：粧技誌，19，79—89（1985）
- 8) 厚生省生活衛生局食品化学課編：食品中の天然食品添加物分析法試案（1985）
- 9) 石館守三監修：第四版食品添加物公定書解説書，広川書店，東京（1979）
- 10) 国民生活センター編：海外生活情報—世界の食品添加物（その1）—（1981）
- 11) 国民生活センター編：海外生活情報—世界の食品添加物（その2）—（1982）
- 12) 日本公定書協会編：化粧品原料基準第二版注解，薬事日報社，東京（1984）
- 13) 厚生省環境衛生局食品化学課編：日本における天然食品添加物—昭和52~53年度実態調査結果から—（1979）
- 14) 厚生省環境衛生局食品化学課編：日本の天然添加物リスト—厚生省食品化学課指導，日本食品添加物協会および日本香料工業会調査結果から—（1983）
- 15) 厚生省食品衛生課長通達：被膜剤に石油製品ワックスを添加することについて（昭和36年8月10日，環食第74号）
- 16) 藤井清次，慶田雅洋：解説食品添加物，光生館，東京（1979）

〔報 文〕

## 食品中の栄養成分について

— ミネラル、脂質及び脂肪酸について —

石川県衛生公害研究所食品薬品部  
石川県立中央病院

岸原 聡・泉 広栄  
鈴木 裕・笹木 紀子  
神崎 英彰・下川千賀子

### 1 はじめに

厚生省の「昭和59年簡易生命表」及び「人口動態統計」によれば、日本人の平均寿命は男性74.54歳、女性80.18歳と共に世界第1位を誇っている<sup>1)</sup>。しかし、死因順位をみた場合、第1位が「悪性新生物」、2位が「心疾患」、3位が、「脳血管疾患」と食生活に密接な関係があるとされている成人病が占めており<sup>1)</sup>、石川県でも同様の傾向がみられている<sup>2)</sup>。石川県内における県民栄養摂取状況の把握には、県内各保健所において実施されている調査結果等が用いられているが、それによれば全般的に良好な状態にあるとされている

が、カルシウムや鉄はわずかに不足傾向を示しており、世帯・地域間における格差も大きくなっている<sup>2)</sup>。

昭和57年度から地方衛生研究所全国協議会が実施している「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」は、地域ごとに食品の成分を分析し、それぞれの地域における栄養摂取量を明らかにするとともに、成人病疾患との関係を検討し、今後の栄養指導の参考に供する目的で行われてきたものであり、当研究所もその調査の一部を分担してきた<sup>3)</sup>。

今回、4カ年にわたり行ってきた調査研究結果をまとめたので、その概要を報告する。

表1 実施年度、対象試料及び試験項目

実施年度	対 象 試 料	検 体 数 (データ数)	試 験 項 目
昭和 57	食パン、豆腐、みそ、しょうゆ、たくあん漬	各1 (1)	水分、Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl
58	精白米、はくさい、牛乳卵、ちくわ、コロケ	各5~6 (1)	水分、Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, P, ビタミンB <sub>1</sub> (精白米のみ)
59	食品群 I ~ VII <sup>注)</sup>	各群1 (1)	脂質、コレステロール、脂肪酸組成 (10種)
60	大豆、小麦粉、粉末やさい (ほうれんそう)	各3 (1)	可溶性繊維、不溶性繊維、ヘミセルロース、セルロース、リグニン

注) 第I群 魚介類                      第IV群 乳類                      第VII群 菓子類  
第II群 肉、卵類                    第V群 豆類  
第III群 油脂類                      第VI群 穀類、種実類

About Nutritious Component in Foods—About Mineral, Fat and Fatty Acid— by Satoshi KISHIHARA, Hiroe IZUMI, Yutaka SUZUKI, and Noriko SASAKI (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), Hideaki KANZAKI and Chigako SHIMOKAWA (Ishikawa Prefecture Central Hospital)

表2 日常食品中のコレステロール含量並びに脂肪酸組成調査(昭和59年度)

食品群別		対象食品	1日摂取量(g)	調 理 法	
I 魚 介 類	生 魚	まぐろ類	まぐろ	3.4	(1) 生食するものはそのまま (2) 焼魚: 切身またはそのままを、金網上で可食状態に至る迄焼く (3) 煮魚: 切身またはそのままを、2~3倍量の沸騰水中で可食状態に達するまで煮る。煮汁はすてる
		たい, かれい類	1種選択 <sup>1)</sup>	15.8	
		あじ, いわし類	2種選択 <sup>2)</sup>	11.9	
		さけ, ます	さけ	4.7	
		その他生魚	2種選択	18.1	
	いか, たこ, かに	1種選択	13.1		
	魚(塩蔵)	1種選択	10.2		
II 肉 ・ 卵 類	魚介(生干し・乾物)	1種選択	4.7	(4) 牛・豚・鶏その他の肉を別々にひき肉とし、それぞれの摂取比で混合し、1試料とする。これをハンバーグ状に成形し、アルミホイルに包み、ホットプレート上で片面数分ずつ焼く、浸出した脂肪は除く (5) ゆで卵とし、白身と黄身を均一に混合する	
	魚介かん詰	1種選択	1.5		
	魚介練製品	2種選択	14.4		
	魚肉 ハム・ソーセージ	1種選択	1.1		
	牛 肉	焼肉用	10.0		
	豚 肉	焼肉用	26.0		
鶏 肉	もも肉(皮付)	10.7			
III 油 脂 類	その他の肉	ひつじ肉又は馬肉	0.8	(6) 10倍量の沸騰水中で3分間ゆがき、煮汁はすてる	
	ハム・ソーセージ	プレスハム及びウィンナー	7.5		
	卵 類	鶏 卵	37.3		
	バ タ ー	バ タ ー	1.1		
	マ ー ガ リ ン	マ ー ガ リ ン	1.3		
	植 物 油	サ ラ ダ 油	9.6		
IV 乳 類	マヨネーズ類	マヨネーズ	3.9	(7) 水で3回洗米ののち、電気釜で炊く	
	牛 乳	市 乳	108.6		
	チ ー ズ	プロセスチーズ	1.3		
V 豆 類	その他乳製品	アイスクリーム	3.8	(8) 10倍量の沸騰水中で1分間ゆでる。ゆで汁はすてる (9) 10倍量の沸騰水中で可食状態にいたるまでゆでる(ゆで汁はすてる) (10) メーカー指定の方法による	
	大豆・大豆製品	味 噌	み そ		20.1
		豆 腐	と う ふ		29.5
		豆腐加工品	油 揚		9.5
VI 穀 類 ・ 種 実 類	大豆製品	納 豆	7.6	(7) 水で3回洗米ののち、電気釜で炊く	
	米	精 白 米	240.4		
	小 麦 類	パ ン	食 パ ン		37.8
		菓 子 パ ン	1種選択		3.9
		生めん・ゆでめん	ゆでうどん		24.1
		乾めん・マカロニ	1種選択		2.1
即席めん		インスタントラーメン	3.6		
種 実 類	1種選択	1.0			
VII 菓 子 類	せんべい類	1種選択	3.7	(8) 10倍量の沸騰水中で1分間ゆでる。ゆで汁はすてる (9) 10倍量の沸騰水中で可食状態にいたるまでゆでる(ゆで汁はすてる) (10) メーカー指定の方法による	
	カステラ・ケーキ類	カ ス テ ラ	3.9		
	ビスケット類	ビ ス ケ ッ ト	1.7		
	その他の菓子類	2種選択	13.3		
合 計			716.6		

## 2 実験方法

### 2・1 実施年度、試料及び試験項目

これらについての概要は、表1～表2に示した。昭和57年度は、高血圧、心疾患、代謝異常、貧血等の各種疾患と高い相関性を有するとされる<sup>13)14)</sup>、ナトリウム、カルシウム、鉄等のミネラル及び微量必須元素について調査が行われた。対象食品は、国民が摂取している一般的な食品のうち、地域特性が強く、かつ、人体への塩分やカルシウム寄与率の高い食パン、豆腐、みそ、しょうゆ、たくあん漬の5食品であった。同様に昭和58年度は、利用度の高い精白米、はくさい、牛乳、鶏卵、ちくわ、コロッケの6食品を対象食品とした。昭和59年度は、近年、中高年層に増加している脳血管疾患、心疾患等の循環器系疾患とつながりが深いとされている<sup>8)9)</sup>コレステロール及び各種脂肪酸について調査が行われた。昭和60年度は、種々の生理活性が最近注目されてきているが<sup>8)10)</sup>、その分析法が現在まだ確立されていない食物繊維を取り上げ、地方衛生研究所全国協議会から配布された大豆粉末、小麦粉、乾燥野菜粉末（ほうれん草）について、分析法の検討を行うとともに、その含有量調査を行った。

### 2・2 実験方法<sup>11)12)</sup>

- (1) 水分：精白米は常圧135°C、はくさいは常圧60°C、牛乳及び鶏卵は常圧98°C、ちくわ及びコロッケは常圧105°C乾燥法により測定した。
- (2) Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, P及びビタミンB<sub>1</sub>については、概要を図1に示した。
- (3) 脂質、脂肪酸及びコレステロールについては、各々図2、図3にその概要を示した。ガスクロマトグラフィーの条件は右記のとおりである。
- (4) 食物繊維：酵素的食物繊維定量法（Asp法）及

	コレステロール	脂 肪 酸
機 種	島津GC-7A (FID)	同 左
カ ラ ム	2% Silicon OV-17 in Gas Chrom Q (φ3mm×2m)	5% Advance DS in Chromosorb W (φ3mm×2.1m) 及び 5% Shinchrom E71 in Chromosorb W (φ3mm×3.1m)
キャリヤーガス	He (48ml/min)	N <sub>2</sub> (50 ml/min及び 47 ml/min)
カ ラ ム 温 度	260°	180°及び220°
注 入 口 温 度	300°	220°及び250°

びSouthgate法の2つの方法を比較検討した。この際、用いるろ過剤の種類、ろ過時間、灰化及び乾燥時間、非消化性蛋白の含量等についても種々の検討を行った。

## 3 結 果

### 3・1 昭和57年度の分析結果（表3、図4）

まず、食パンについての石川県のデータをみた場合、Caが全国平均値の50%、Feが70%と低かった。豆腐では、Naが60%と低かったが、Feは130%と高かった。みそのNaは80%、しょうゆのNaは90%と各々わずかながら全国平均値より低かった。一般に、みそのNa及びCl含有量は東高西低型といわれ、西の地域へゆくほど低くなる傾向がみられる。今回の結果でも、全般的にはその傾向がみられたが、東海・北陸地区だけは九州に次いでNa及びClともに2番目に低い値であった。たくあん漬のNa及びClは、各々120%及び140%と高かった。しょうゆ及びたくあん漬のFeについても各々110%及び190%と高い傾向を示した。

四訂成分表値と全国平均値を比較した場合には、豆腐のCaが高め、みそのCa及びFeは低めであった(図4)。

測定項目名	分 析 方 法		備 考
	(試料量)	分解方法 — 精製方法など (測定方法)	
Na, K	衛生試験法準拠により試験溶液調製	Na 5890Å, K 7665Å	Na: K添加 K: Na "
Ca, Mg	(試料) — 乾式 (500°C) 【炎光度法】	【原子吸光法】 Ca 4227Å, Mg 2852Å	
Fe	( " ) — " ( " ) — 塩化ランタン添加	[ " ] Fe 2483Å	
Cu, Mn	( " ) — " ( " ) — オキシソール抽出	[ " ] Cu 3247Å, Mn 2795Å	
Zn	( " ) — " ( " ) — DDTC — MIBK抽出	[ " ] Zn 2138Å	
P	( " ) — 湿式 (HClO <sub>4</sub> — HNO <sub>3</sub> )	【モリブデン酸法】 880nm	
ビタミンB <sub>1</sub>	プロムシアンによる	【チオクローム蛍光法】 Ex 375nm, Em 420nm	

図1 食品中Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, P, ビタミンB<sub>1</sub>の分析方法

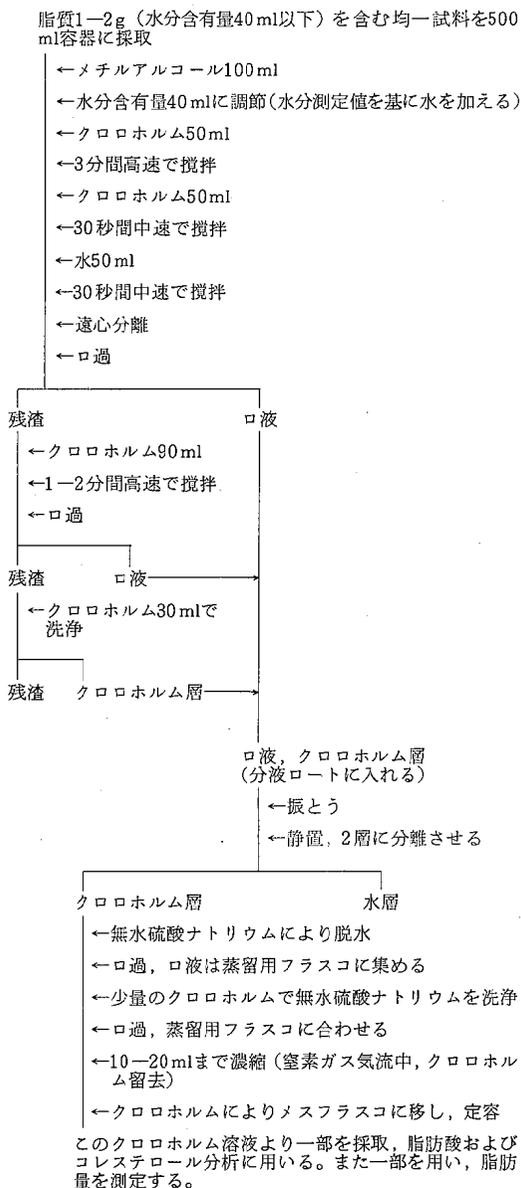


図2—1 I, II, III, V, VI, VII群の脂質の抽出

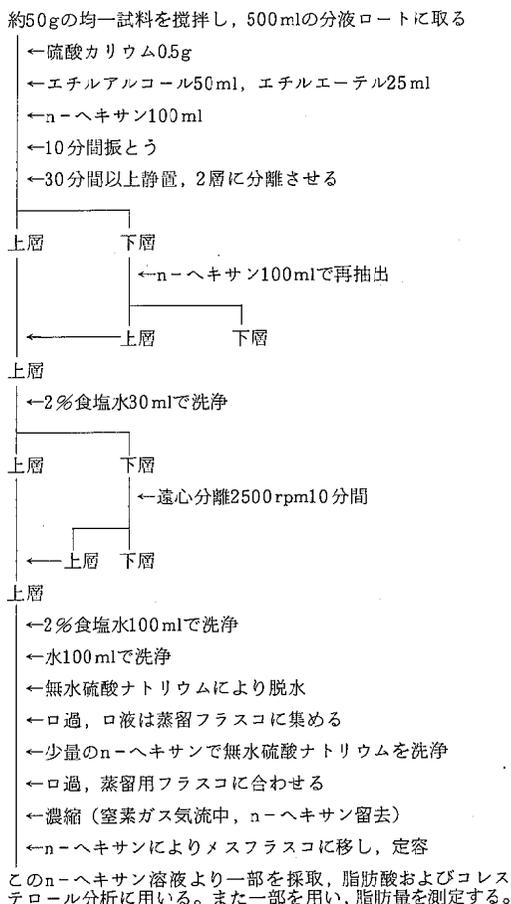


図2—2 IV群(乳類)の脂質の抽出

図2 脂質抽出方法

3・2 昭和58年度の分析結果(表4)

精白米については, 石川県はK, Mg, Fe, Znが全国平均値の70—80%と低めであった。はくさいのNaは約2倍の含量を示したが, Feは60%と低かった。牛乳のCuは70%, Feは50%と低かった。特にFeの場合,

は, 四訂成分表に比べて低く, 所要量計算時には考慮を要するものと思われた。鶏卵のミネラル含量は, ほぼ全国平均値並みであった。ちくわのFeは50%, Cuは60%と低かったが, Pは約2倍の含量を示し, Ca/Pは0.2と理想とされる1—2よりかなり低かった。

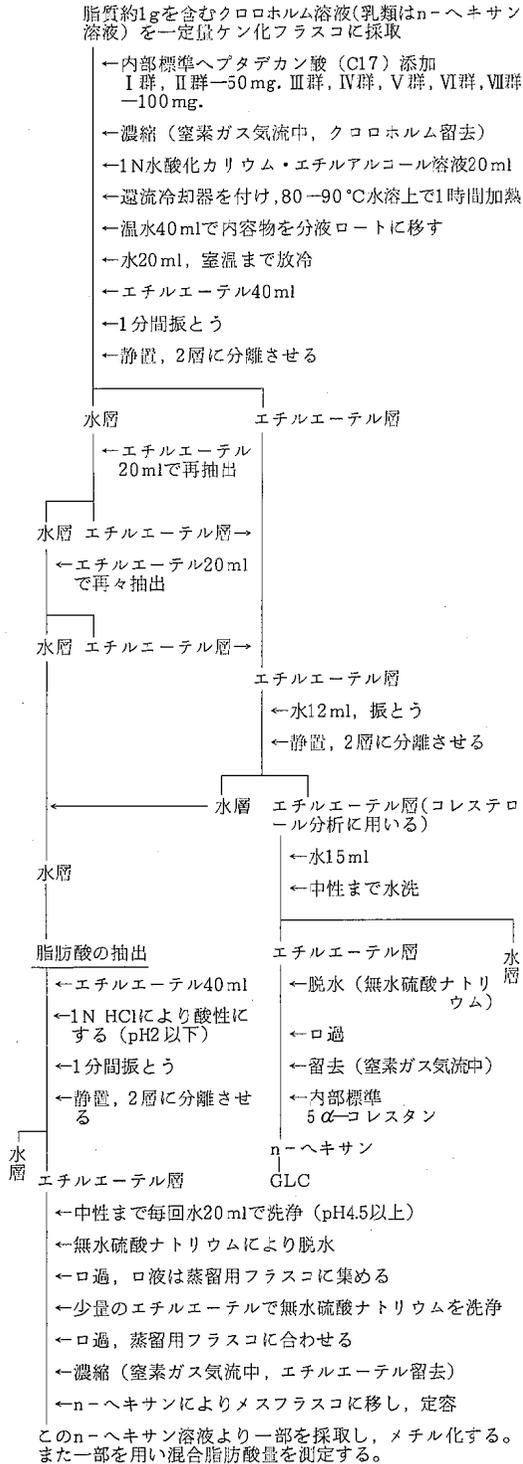


図3 脂肪酸及びコレステロール分析法

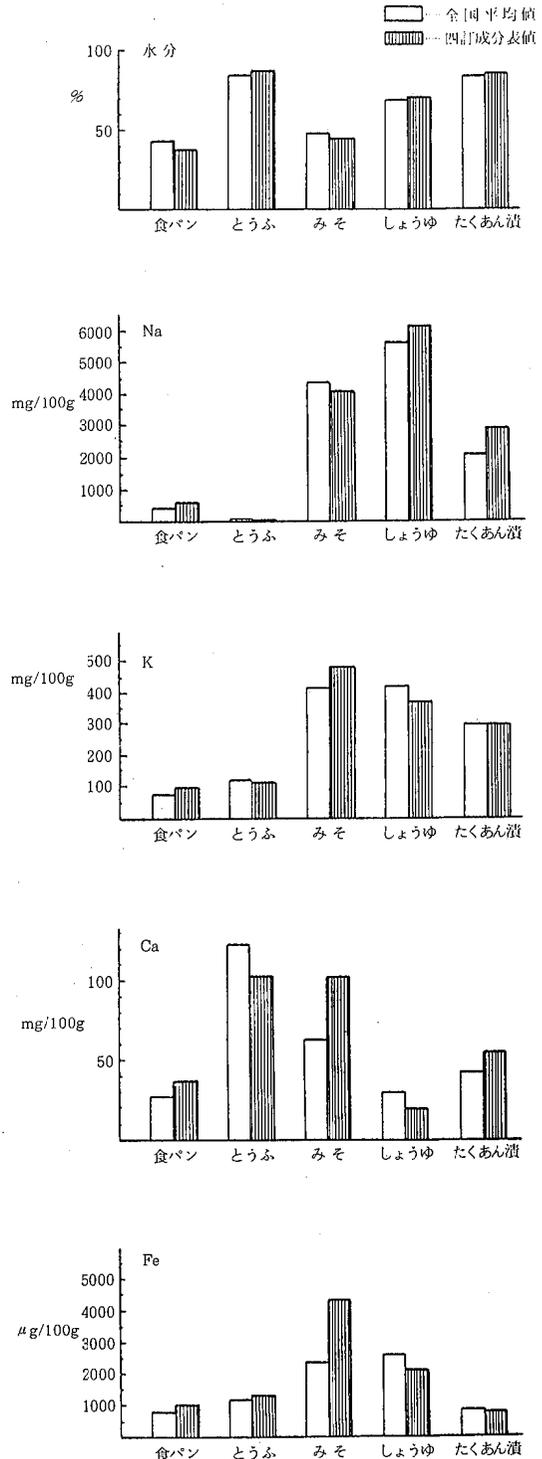


図4 全国平均値と四訂成分表値との比較

表3 昭和57年度の分析結果

試料	地区(検体数)	分析結果 (水分: %, Na・K・Ca・Mg・Cl: mg %) (Fe: μg %, 平均値±標準偏差)						
		水分	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cl
食パン	全 国(108)	42.2±3.7	458±74.2	87.3±29.9	28.2±13.9	19.2±5.4	809±307	957±359
	東海・北陸(11)	42.1±1.4	478±59	76.2± 7.0	20.7± 6.6	17.0±2.1	650±113	—
	石川 県(1)	42.9	458	71.6	12.8	16.1	576	—
	成分表	38.0	520	95	36	8 <sup>1)</sup>	1,000	996 <sup>2)</sup>
豆腐	全 国(107)	86.4±6.0	7.70± 7.9	118±42.2	122±64.4	31.8±13.0	1,130±290	10.8±16.4
	東海・北陸(12)	87.5±1.4	11.6±13.7	103±27.5	93.9±36.7	31.7±12.6	1,006±240	19± 4.1
	石川 県(1)	85.4	4.5	89.3	106	25.7	1,510	—
	成分表	86.8	3	85	120	31 <sup>1)</sup>	1,400	/
みそ	全 国(113)	48.4±5.9	4,430±789	412±185	62.3±21.0	66.0±30.5	2,360±1,120	7,050±1,240
	東海・北陸(11)	47.4±2.1	4,090±367	760±312	83.0±24.0	89.6±26.8	3,230±1,530	6,640± 775
	石川 県(1)	44.9	3,500	397	52.9	58.9	1,830	6,650
	成分表	45.4	4,900	380	100	59 <sup>1)</sup>	4,000	/
しょうゆ	全 国(112)	69.1±2.9	5,720±858	422±108	30.2±15.9	67.9±23.5	2,550±1,090	8,920±884
	東海・北陸(11)	67.1±6.2	5,460±372	516±194	25.4± 4.2	68.2±18.2	2,510± 650	8,830±347
	石川 県(1)	66.8	5,070	435	29.6	70.4	2,840	8,350
	成分表	70.9	6,400	330	18	42 <sup>1)</sup>	2,100	/
たくあん漬	全 国(102)	83.4±6.7	2,160±897	301±129	43.7±21.0	24.3±16.1	887±722	3,310±1,350
	東海・北陸(11)	85.1±5.90	2,040±965	292±116	38.7±17.2	23.0±13.5	788±611	3,155±1,960
	石川 県(1)	81.2	2,510	329	50.5	29.9	1,720	4,670
	成分表	81.5	2,800	300	55	/	800	/

—: 実施せず, /: 未記載; <sup>1)</sup> 文献21より, <sup>2)</sup> 文献22より

コロッケのFeは50%と低かったが, Caは120%, Cuは140%と高い傾向を示した。

3・3 昭和59年度の分析結果(表5~8, 図5~8)

昭和59年度は, 脂肪性食品を主体として, 各種食品を7群に大別し, マーケットで購入した後, 国民栄養調査成績に記載の全国地域ブロック別1人1日あたりの食品群別摂取量から求めた1日摂取量を基礎データとして分析試料を調整した。つまり, 国民栄養調査食品群別表の食品の種類をもとにして, 表2に従ってそれぞれ対象となる食品を選定した。次に, 食品群別摂取量表から, 北陸ブロックの各食品の1日摂取量を求め, 1日摂取量の10~20倍の数量をマーケットで購入し, それぞれの1日摂取量の5倍(ただしIV群は3倍, VII群は10倍)の可食部を秤取した。調理を要する食品は, 定められた調理法で行い, 調理前後の重量変化を記録し, 群ごとに合わせ, 均一に混合した。

なお, 各群ごとの食品の選択については, 各担当衛生(公害)研究所にまかされていたため, その種類や

採取量が異なることから, データにもその差が表われるものと思われる。

今回の結果では, 脂質含量は全国平均値に比較してI群で約60%と低かったが, VII群では130%とやや高かった。コレステロール含量は, I群で300%, III群で150%と高かったが, VII群では50%と低かった。脂肪酸含量では, III群が50%, I群が60%, VII群が70%と低く, その他の群も全国平均値以下であった。

1日摂取量については, 脂質で全国平均値の約90%, コレステロールではやや高めの110%, 総脂肪酸では60%とかなり低めの値を得た。

脂質, コレステロール, 脂肪酸の食品群別1日摂取量の全国平均値を図5~図8に示した。脂質はIII及びII群から, コレステロールはII及びI群から, 総脂肪酸はIII及びII群から主に摂取していた。

3・4 昭和60年度の分析結果(表9~11)

昭和60年度は, 食物繊維分析法の検討が研究内容の中心となった。分析試料及び方法は前述のとおりであ

表 4 昭和 58 年 度 結 果

試料	地区 (検体数)	分析結果 (水分: %, Na・K・Ca・Mg・Cl・P: mg %, Fe・Cu・Mn・Zn) ビタミンB <sub>1</sub> : μg %, 平均値±標準偏差											
		水分	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cl	Cu	Mn	Zn	P	VB <sub>1</sub>
精米	全 国(227)	14.2±1.1	1.5±0.7	85.9±16.5	4.5±1.5	29.6±6.3	328±130	5.5±5.0	210±50	954±156	1,480±199	115±18	113±37
	東海・北陸 (30)	14.3±1.3	1.0±0.3	89.1±14.1	4.5±0.8	32.6±6.2	287±135	3.9±5.5	215±37	1,051±192	1,432±152	111± 1	110±30
石川 県 (5)	石川 県 (5)	15.1	1.7	68.2	4.2	22.4	222	—	186	955	1,150	110	85.1
	石川 県 (5)	15.5	2	110	6	31 <sup>1)</sup>	500	27.0 <sup>2)</sup>	190 <sup>1)</sup>	760 <sup>1)</sup>	1,200 <sup>1)</sup>	140	120
はくさ い	全 国(231)	95.1±0.9	7.0±2.8	222±35	36.9±9.2	10.0±2.1	269±57	22.5±8.1	31.0±11.8	119±34	196±40	34.5±6.0	△
	東海・北陸 (28)	94.2±1.0	6.7±3.4	244±27	34.2±7.2	10.8±2.0	262±74	32.5±2.1	34.1± 4.6	144±27	215±19	36.3±2.8	△
石川 県 (5)	石川 県 (5)	93.6	13.6	197	34.0	8.9	173	—	37.9	115	244	35.0	△
	石川 県 (5)	95.9	5	230	35	12 <sup>1)</sup>	400	—	40 <sup>1)</sup>	130 <sup>1)</sup>	200	36	△
牛 乳	全 国(241)	88.2±0.4	46.9± 7.0	138±27	104±10	10.5±1.1	42.7±23.0	98.9±22.3	7.5±4.5	4.5±2.2	356±44	88.5±7.2	△
	東海・北陸 (29)	88.1±0.1	45.4±12.2	139±23	107± 7	11.0±1.0	25.5± 7.3	80.7±20.8	9.7±4.7	3.6±0.4	351±13	87.2±3.7	△
石川 県 (5)	石川 県 (5)	88.2	55.5	123	99.0	9.2	22.6	—	5.1	4.1	358	83.7	△
	石川 県 (5)	88.7	50	150	100	10 <sup>1)</sup>	100	98 <sup>2)</sup>	10	10	300	90	△
鶏 卵	全 国(227)	75.2±0.5	135±20	134±23	51.7±11.2	11.8±1.5	1,780±340	96.3±96.9	59.3±11.8	24.4±5.6	1,250±186	190±20	△
	東海・北陸 (30)	75.4±0.6	137±14	120±29	50.4± 5.8	12.1±1.1	1,730±280	12.2±14.4	58.6± 3.4	28.1±2.6	1,210± 80	193± 1	△
石川 県 (5)	石川 県 (5)	75.7	128	118	50.3	10.4	1,420	—	59.1	23.7	1,270	193	△
	石川 県 (5)	74.7	130	120	55	9 <sup>1)</sup>	1,800	159 <sup>2)</sup>	50 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	1,600 <sup>1)</sup>	200	△
ち ぢ	全 国(231)	69.9±2.2	941±141	82.0±24.3	35.7±17.5	15.1±2.5	444±158	1,240±105	47.3±16.7	44.3±18.2	299±60	93.2±12.7	△
	東海・北陸 (28)	69.5±1.2	975± 82	90.7±25.1	45.5±18.6	15.9±2.2	371±104	1,300± 0	33.7±15.6	47.4±16.5	270±17	95.6±26.1	△
石川 県 (5)	石川 県 (5)	68.6	924	71.4	41.8	13.1	239	—	30.4	39.1	277	194	△
	石川 県 (5)	69.1	1,000	95	15	12 <sup>1)</sup>	2,000	—	60	60	600	110	△
コ ロ ッ ケ	全 国(241)	53.7±3.0	347± 62	307±50	14.1±3.9	22.1±3.0	888±248	499±94	97.8±24.9	218±59	469±87	64.0±10.5	△
	東海・北陸 (29)	51.2±1.8	352± 66	308±42	14.5±2.6	23.5±1.6	827±217	414±37	114±15	265±34	492±72	74.3± 6.1	△
石川 県 (5)	石川 県 (5)	54.6	349	271	17.5	22.1	453	—	132	250	498	67.3	△
	石川 県 (5)	65.7	380	360	28	—	800	—	—	—	—	65	△

—: 実施せず, /: 未記載; <sup>1)</sup> 文献21による, <sup>2)</sup> 文献22による。  
成分表データは, 食パンは市販用, 豆腐はもめん豆腐, みそは淡色みそ, しょうゆはうすくちしょうゆ, 牛乳は普通牛乳, ちくわは焼ちくわ, コロケは冷凍品の値である。

表5 昭和59年度の分析結果(1)  
— 食品群別脂質及びコレステロール分析結果 —

地区 (検体数)	項目	食品群 (脂質:%, 脂肪酸:mg/脂質100mg) (コレステロール:μg/脂質100mg)						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
全国 (50)	脂質	6.3±1.7	14.1±2.7	87.7±4.2	3.6±0.4	5.9±1.1	0.7±0.1	11.7±3.6
	脂肪酸	70.1±11.1	76.5±12.5	85.7±8.8	73.4±7.8	79.9±10.0	73.0±12.2	75.4±11.8
	コレステロール	1,156±561	1,232±409	43.1±21.2	313±53	3.1±4.1	42.3±29.1	233±166
東海・北陸 (5)	脂質	4.7±0.7	14.6±4.6	89.2±3.4	3.7±0.4	5.4±0.8	0.6±0.1	12.5±2.8
	脂肪酸	58.3±9.9	77.2±6.6	89.6±3.5	67.9±5.4	79.1±8.5	71.0±9.3	73.1±15.9
	コレステロール	1,438±239	1,205±202	52.0±20.5	283±48	0.9±0.8	40.6±30.5	113±80
石川県 (1)	脂質	3.6	13.8	91.1	3.8	5.2	0.7	15.5
	脂肪酸	44.7	70.3	45.7	66.2	73.6	61.8	50.0
	コレステロール	3,489	1,256	63	283	nd	44	127

表6 昭和59年度の分析結果(2)  
— 食品群別脂質及びコレステロール一日摂取量 —

地区 (検体数)	項目	食品群 (脂質及び脂肪酸:g/日) (コレステロール:mg/日)							合計
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
全国 (50)	脂質	4.9±1.6	13.4±2.9	15.8±1.3	4.5±0.6	4.2±0.9	4.4±1.3	3.1±0.9	50.5±4.9
	脂肪酸	3.3±1.4	10.1±3.2	13.5±1.9	3.2±0.6	3.3±1.0	3.1±1.2	2.3±0.8	39.8±6.6
	コレステロール	55.1±24.7	162±49	6.8±3.4	13.9±2.7	0.1±0.1	1.9±1.4	6.8±4.1	247±69
東海・北陸 (5)	脂質	3.9±0.9	12.8±1.6	14.9±0.6	4.5±0.4	3.6±0.6	4.2±1.0	3.3±0.3	47.1±3.4
	脂肪酸	2.4±0.9	10.0±1.9	13.6±1.0	3.1±0.4	2.9±0.6	3.0±0.9	2.4±0.5	35.9±6.6
	コレステロール	66.6±21.5	153±20	7.8±3.1	12.7±1.5	tr	1.7±1.1	3.8±2.8	246±23
石川県 (1)	脂質	3.0	10.4	14.5	4.3	3.5	4.3	3.5	43.4
	脂肪酸	1.3	7.3	6.6	2.8	2.6	2.6	1.8	25.0
	コレステロール	104.1	130.0	9.1	12.1	0	1.9	4.5	261.7

る。

当所では、まずろ過剤の検討、次いで灰化時間及び乾燥時間の検討、最後に非消化性蛋白測定に用いる酵素の検討を行った。

ろ過剤の検討については、ろ過が最も困難であった大豆粉末を検体に用い、ガラスフィルター1G2(直径30mm)をろ過器として検討を行った。ろ過剤として、アスベスト(Merck)1.0g、ガラス繊維ろ紙GA

200(東洋ろ紙)、セライト545(和光純薬工業)1.0g、ハイフろスーパーセル(和光純薬工業)1.0gの4種を選び、酵素法の不溶性繊維及び可溶性繊維画分の分離時間と各繊維量を調べた。その結果、ハイフろスーパーセルは目詰まりを、ガラス繊維ろ紙は不溶性繊維量のロスを各々生ずるし、セライト545はろ過に長時間を要することなどから、4種のろ過剤の中ではアスベストが最良であると考えられた。

表7 昭和59年度の分析結果(3)  
一食品群別脂脂肪酸分析結果一

群	地区(検体数)	ミリスチン酸	パルチン酸	パルミトリン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸	アラキドン酸	エイコサペンタエン酸	ドコサヘキサエン酸	その他	合計
		C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:4	C20:5	C22:6		
I	全 国 (48)	3.5±0.8	13.6±2.6	4.6±1.0	3.3±0.8	14.5±3.7	3.8±2.3	2.3±2.3	1.8±2.0	5.6±1.6	8.4±2.5	8.6±8.1	70.1±11.1
	東海・北陸 (5)	3.2±0.8	13.1±2.4	4.2±0.9	3.2±0.7	13.8±4.1	3.1±1.3	0.1±0.3	0.6±1.0	5.3±1.4	8.6±1.5	4.9±5.9	58.3± 9.9
	石川 県 (1)	2.0	9.1	3.0	2.3	8.1	5.0	0.7	2.4	3.8	8.3	0	44.7
II	全 国 (48)	0.9±0.3	19.0±3.1	3.3±0.8	7.8±1.8	33.4±6.2	8.7±1.9	0.6±0.3	0.4±0.2	0.1±0.2	0.4±0.3	1.6±2.8	76.5±12.5
	東海・北陸 (5)	0.8±0.1	19.5±1.9	3.2±0.4	8.3±0.7	32.6±3.6	9.7±0.7	0.5±0.1	0.5±0.3	0.3±0.5	0.6±0.5	0.9±0.7	77.2± 6.6
	石川 県 (1)	0.7	18.0	2.5	8.3	27.0	9.2	0.3	0.6	1.2	1.5	1.6	70.3
III	全 国 (48)	0.8±1.1	8.6±1.3	0.3±0.1	2.9±0.7	36.0±5.8	29.2±5.5	5.9±1.9	0.1±0.1	tr	tr	1.7±2.5	85.7± 8.8
	東海・北陸 (4)	0.7±0.1	8.5±0.4	0.3±0.0	3.3±0.2	38.0±0.9	30.8±2.3	7.5±0.7	tr	nd	tr	0.4±0.5	89.6± 3.5
	石川 県 (1)	0.4	4.3	0.2	1.4	20.4	15.4	3.4	nd	nd	nd	0.2	45.7
IV	全 国 (49)	8.8±0.9	23.4±2.8	1.8±0.6	9.3±1.6	20.8±2.6	2.2±1.5	0.7±0.4	tr	tr	tr	5.9±6.1	73.4± 7.8
	東海・北陸 (5)	8.4±0.9	22.7±2.2	2.0±0.2	9.4±1.3	21.2±1.5	2.3±0.2	0.8±0.3	tr	tr	tr	1.3±1.5	67.9± 5.4
	石川 県 (1)	8.9	23.0	2.2	8.8	20.1	2.2	0.2	nd	nd	nd	0.8	66.2
V	全 国 (48)	0.1±0.2	9.1±1.4	tr	3.4±0.5	19.7±3.8	39.5±5.6	6.6±1.1	tr	tr	tr	1.2±2.1	79.9±10.0
	東海・北陸 (5)	tr	8.9±0.9	tr	3.3±0.4	18.7±1.9	40.9±4.6	6.9±1.1	tr	tr	nd	0.4±0.7	79.1± 8.5
	石川 県 (1)	tr	7.8	nd	2.7	18.2	39.2	5.7	nd	nd	nd	tr	73.6
VI	全 国 (49)	1.5±0.6	15.5±3.6	1.2±0.8	3.8±3.0	24.8±5.9	21.0±5.2	1.4±0.9	0.1±0.2	tr	tr	3.5±4.5	73.0±12.2
	東海・北陸 (5)	1.7±0.2	15.5±2.4	1.7±0.6	3.8±0.5	24.4±3.0	20.7±2.4	0.9±0.5	0.1±0.2	tr	nd	2.4±2.5	71.0± 9.3
	石川 県 (1)	1.5	14.0	0.7	3.1	23.3	18.1	1.0	tr	nd	nd	0.1	61.8
VII	全 国 (49)	1.7±0.9	18.9±3.6	0.9±0.6	14.2±7.4	26.8±5.0	8.7±6.8	1.1±0.9	0.1±0.2	tr	tr	2.6±3.3	75.4±11.8
	東海・北陸 (5)	1.6±1.5	19.5±4.7	0.7±0.7	17.3±3.7	26.4±5.6	5.6±2.3	0.9±0.4	tr	tr	tr	0.7±0.5	73.1±15.9
	石川 県 (1)	1.0	11.5	0.6	11.7	19.7	3.9	0.7	nd	nd	nd	0.9	50.0

表 8 昭和 59 年度の分析結果 (4)  
— 食品群別脂肪酸一日摂取量 —

群	地区 (検体数)	ミリスチン酸	パルミチン酸	パルミトレン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸	アラドン酸	エイコサペンタエン酸	ドコサヘキサエン酸	その他	合計
I	全 国 (50)	0.2±0.1	0.6±0.3	0.2±0.1	0.2±0.1	0.7±0.4	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.3±0.1	0.4±0.2	0.4±0.0	3.3±1.4
	東海・北陸 (5)	0.1±0.1	0.5±0.2	0.2±0.1	0.1±0.0	0.5±0.2	0.1±0.1	tr	<0.05	0.2±0.1	0.3±0.1	0.2±0.2	2.4±0.9
	石川 県 (1)	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	<0.05	0.1	0.1	0.3	nd	1.3
II	全 国 (49)	0.1±0.1	2.5±0.8	0.4±0.2	1.0±0.4	4.4±1.5	1.1±0.4	0.1±0.1	0.1±0.0	<0.05	<0.05	0.2±0.4	10.1±3.2
	東海・北陸 (5)	0.1±0.0	2.5±0.5	0.4±0.1	1.1±0.2	4.2±0.9	1.3±0.3	0.1±0.0	0.1±0.0	<0.05	0.1±0.1	0.1±0.1	10.0±1.9
	石川 県 (1)	0.1	1.8	0.3	0.9	2.8	1.0	<0.05	0.1	0.1	0.2	0.2	7.3
III	全 国 (49)	0.1±0.2	1.4±0.3	0.1	0.5±0.1	5.7±1.1	4.6±0.9	0.9±0.3	<0.05	tr	tr	0.3±0.4	13.5±1.9
	東海・北陸 (4)	0.1±0.0	1.3±0.1	<0.05	0.5±0.1	5.7±0.3	4.7±0.6	1.1±0.1	<0.05	nd	tr	0.1±0.1	13.6±1.0
	石川 県 (1)	0.1	0.6	<0.05	0.2	3.0	2.2	0.5	nd	nd	nd	<0.05	6.6
IV	全 国 (50)	0.4±0.1	1.0±0.2	0.1±0.0	0.4±0.1	0.9±0.2	0.1±0.1	<0.05	tr	tr	tr	0.3±0.3	3.2±0.6
	東海・北陸 (5)	0.4±0.1	1.0±0.1	0.1±0.0	0.4±0.1	1.0±0.1	0.1±0.0	<0.05	tr	tr	tr	0.1±0.1	3.1±0.4
	石川 県 (1)	0.4	1.0	0.1	0.4	0.9	0.1	tr	nd	nd	nd	<0.05	2.8
V	全 国 (50)	tr	0.4±0.1	tr	0.1±0.0	0.8±0.3	1.6±0.5	0.3±0.1	tr	tr	tr	0.1±0.1	3.3±1.0
	東海・北陸 (5)	tr	0.3±0.1	tr	0.1±0.0	0.7±0.1	1.5±0.3	0.3±0.1	tr	tr	nd	<0.05	2.9±0.6
	石川 県 (1)	tr	0.3	nd	0.1	0.6	1.4	0.2	nd	nd	nd	tr	2.6
VI	全 国 (48)	0.1±0.0	0.7±0.3	0.1±0.0	0.2±0.1	1.1±0.5	0.9±0.4	0.1±0.0	tr	tr	tr	0.2±0.2	3.1±1.2
	東海・北陸 (5)	0.1±0.0	0.7±0.3	0.1±0.0	0.2±0.0	1.0±0.3	0.9±0.3	<0.05	tr	tr	nd	0.1±0.1	3.0±0.9
	石川 県 (1)	0.1	0.6	<0.05	0.1	1.0	0.8	<0.05	tr	nd	nd	tr	2.6
VII	全 国 (50)	0.1±0.0	0.6±0.2	<0.05	0.4±0.3	0.8±0.3	0.2±0.2	<0.05	tr	tr	tr	0.1±0.1	2.3±0.8
	東海・北陸 (5)	0.1±0.1	0.6±0.2	<0.05	0.6±0.1	0.9±0.2	0.2±0.1	<0.05	tr	tr	tr	<0.05	2.4±0.5
	石川 県 (1)	<0.05	0.4	<0.05	0.4	0.7	0.1	<0.05	nd	nd	nd	<0.05	1.8

(g)

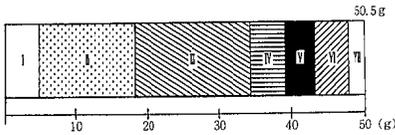


図5 脂質の食品群別一日摂取量 (g)

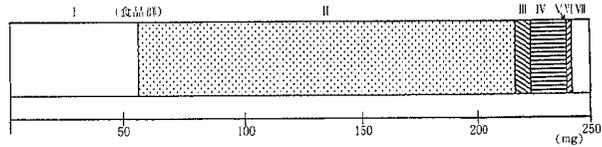


図6 コレステロールの食品群別一日摂取量 (mg)

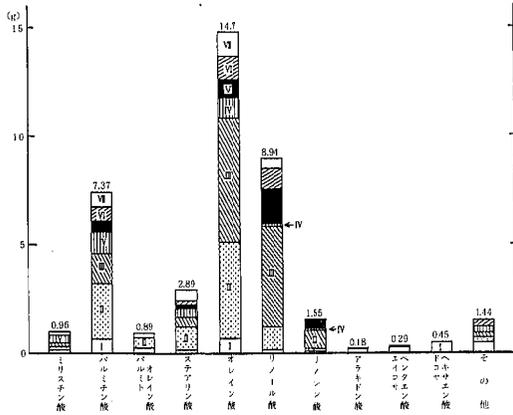


図7 脂肪酸の食品群別一日摂取量 (g)

灰化時間及び乾燥時間の検討には、キナコ(市販品)を用い、酵素法に記載の方法に従って不溶性繊維を分取し、105°Cで乾燥後、550°Cで灰化し、灰化時間と残渣重量(容器重量込み)の変化を調べた。その結果、5~20時間の範囲内に測定すれば良いと考えられた。乾燥時間についても2~18時間までの範囲内で検討した結果、4時間から18時間までの幅を持たせても良いと思われた。

非消化性蛋白の測定に用いる酵素の検討には、検体として蛋白含量の最も多い大豆粉末を使用した。ろ過器にはガラスフィルター1G2、ろ過剤にはアスベストを使用し、酵素法により不溶性繊維及び可溶性繊維を得た。得られた画分をケルダール分解して蛋白量を

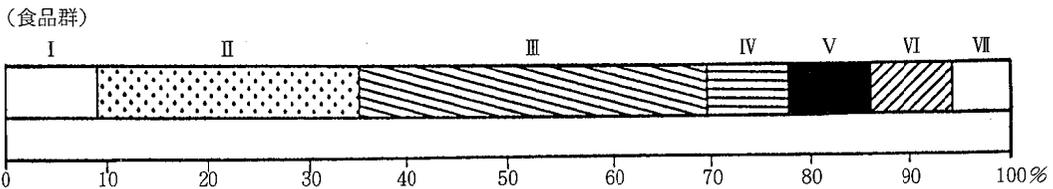


図8 脂肪酸一日摂取量の食品群別比率 (%)

表9 酵素の比較結果

酵 素	反 応 条 件				検 体 No.	非 消 化 性 蛋 白 (%)			平 均 値
	使用量 (mg)	温 度 (°C)	pH	時 間 (分)		不 溶 性 繊 維 部	可 溶 性 繊 維 部	計	
ペプシン (MERCK)	100	40	1.6	60	No.1	2.5	2.5	5.0	5.2
					No.2	3.1	3.4	6.5	
					No.3	2.5	1.6	4.1	
プロテアーゼ (from PAPAYA, SIGMA)	5	60	7.5	30	No.1	8.4	2.2	10.6	10.3
					No.2	8.3	1.8	10.1	
					No.3	8.6	1.5	10.1	
アクチナーゼE (科研製薬)	30	50	7.5	60	No.1	3.1	1.6	4.7	5.3
					No.2	1.9	2.8	4.7	
					No.3	3.7	2.8	6.5	

表10 酵素的食物繊維分析法による分析結果 (%)

サンプル番号	不溶性繊維	可溶性繊維	総繊維量
1) 大豆粉末	19.7	5.6	25.3
	22.9	4.4	27.3
	20.1	4.8	24.9
平均値	—	—	25.8
2) 小麦粉	0.9	0.9	1.8
	1.6	0.9	2.5
	0.9	1.6	2.5
平均値	—	—	2.3
3) 乾燥野菜粉末	24.3	6.0	30.3
	24.8	6.1	30.9
	26.1	6.2	32.3
平均値	—	—	31.2

注) ガラスフィルター1G2及びアスベスト1.0gを用い、ろ過した。

求めた。次にペプシン、プロテアーゼ、アクチナーゼEの3種の酵素を用いて表9に記載の条件で反応させ、同様の方法で蛋白量を調べた。その結果、通常の酵素法の場合、検体重量に対して約5%の非消化性蛋白が食物繊維画分に混入していることが判明した。これは食物繊維画分の約20%に相当する。なお、用いる酵素のうちプロテアーゼは分解効率が悪かった。

以上の検討結果を踏まえた上で、配布された3種の試料を分析した結果が表10(酵素法)及び表11(Southgate法)である。両法による測定値を比較すると、酵素法では大豆粉末及び乾燥野菜粉末が約10%高く、逆にSouthgate法では小麦粉が約3%高かった。現在までのところ、食物繊維の概念自身ははっきりしていないだけに、測定値が分析法によって違ってくるのはやむをえないと思われるが、非消化性蛋白に関する検討結果から酵素法による総繊維量の約20%は非消化性蛋白であると考えられるとすると、真の繊維量は大豆粉末では約20%となり、Southgate法による値に近くなって来る。また、乾燥野菜粉末でも同様に約25

表11 Southgate法による分析結果

サンプル番号	食物繊維(%)	ろ過の方法
1) 大豆粉末	16.5	遠心分離(3,000 rpm, 10分間)後、ガラスフィルター1G2(ろ過板直径30 mm), アスベスト1.0g使用
	16.2	同上
	17.6	同上
平均値	16.8	—
2) 小麦粉	5.2	遠心分離(3,000 rpm, 10分間)後、ガラスフィルター1G2(ろ過板直径30 mm), アスベスト1.0g使用
	5.3	同上
	4.4	同上
平均値	5.0	—
3) 乾燥野菜粉末	20.9	遠心分離(3,000 rpm, 10分間)後、ガラスフィルター1G2(ろ過板直径30 mm), アスベスト1.0g使用
	22.5	同上
	20.3	同上
平均値	21.2	—

%となり、まだ若干高いものの、より近い値になってくる。小麦粉については、食物繊維含量が他の2試料よりも小さく、仮に酵素法による測定値の中に非消化性蛋白が含まれていたとしても、真の繊維量は2%前後であり、Southgate法による値である5%と大きな差はみられないと思われた。

#### 4 考 察

日本人の健康状態は、医学の進歩及び公衆衛生の発展により著しい改善をみたが、個々にみた場合、まだ種々の問題をかかえているのが現状である<sup>15) - 18)</sup>。石川県厚生部「衛生統計年報(昭和59年)」によれば<sup>20)</sup>、石川県民の死因は第1位が悪性新生物、2位が心疾患、3位が脳血管疾患、以下肺炎及び気管支炎と続き、全国統計結果と同じ傾向を示しているが、死因別死亡率はいずれの疾患においても全国平均値よりも高くなっている。この原因としては、石川県の年齢構成が全国よりも高齢化していることが考えられるが、その他に食生活にも問題があるものと思われ、今後地域における食生活指導等を通じた成人病予防対策の普及、徹底が望まれてきている。

今回、このような背景から実施された本調査研究に対して、当研究所は昭和57年度から参加し、県内産もしくは県内で市販されている各種食品中のミネラル及び微量必須元素、脂質・コレステロール・脂肪酸類の含有量並びに1日摂取量の調査を行ってきた。その結果、一部の食品においては全国平均値あるいは食品成分表等<sup>20) - 22)</sup>に比べ高値を示すものや、逆に低値を示すものがみられたが、ほぼ全国平均値と同様の結果を得ることができた。一部で差が出た原因としては、対象とした食品の生育環境、種類、加工方法等数多くの因子が影響してきたためであろうと考えられる。

我が国の食品中の各種必須微量元素含有量については種々報告されており<sup>6) 7) 11)</sup>、Ca, Feについては1日所要量が定められ、Naについては厚生省により適正摂取量が示されている<sup>18)</sup>。また、近年Ca, Mgなどは心疾患に対して防衛的に働くことが報告され、疾病との関係が明らかになってきつつある<sup>23)</sup>。

脂肪については、その摂取量の増加が、2次的に血液中のコレステロール、中性脂肪等の増加を招き、心疾患、動脈硬化さらには一部の悪性腫瘍の一因になるとされてきた<sup>8) 9)</sup>。しかし、コレステロールは血管の防護あるいはホルモン生成の前駆体としての重要な役割もあり、摂取量の低下が脳卒中を引きおこすともいわれている。一方、脂質中の脂肪酸の中で不飽和脂

肪酸の役割は重要で、中でもリノール酸、リノレン酸等のポリ不飽和脂肪酸は、正常な発育と機能維持に必要であり、生体内で合成できないところから必須脂肪酸と呼ばれている。また、摂取P/S比を上昇させると総コレステロール及びLDL-コレステロールは減少し、逆にHDL-コレステロール/LDL-コレステロール比が上昇するため、高脂血症の改善並びに血栓症の予防に役立つと報告されている<sup>8)</sup>。

最近、魚類を多食するエスキモー人に心筋梗塞や脳血栓症が少ないことから、エイコサペンタエン酸(EPA)等の不飽和脂肪酸の役割が注目されてきている。つまり、従来から疫学的にみてグリーンランドに住むエスキモー人には、心筋梗塞症、脳梗塞症、糖尿病が極端に少なく、一方、血小板凝集能が低く出血しやすい体質であることが知られていた。しかし、同じエスキモー人でもデンマークに移住した人は、デンマーク人と同じく動脈硬化性疾患が多くみられることが知られ、遺伝的素因、体質もさることながら、食事に関係が深いものとされている<sup>9)</sup>。

エスキモー人の食習慣は、その主食の大部分が魚肉とアザラシの肉によるものであり、これらの肉の中には、動物の肉に多く含まれているアラキドン酸の代わりにEPAが多量に含まれている。アラキドン酸が血小板凝集能を高める作用を有するプロスタグランジンF<sub>2α</sub>やトロンボキサンチンA<sub>2</sub>(TXA<sub>2</sub>)産生の材料となるのに反し、逆にEPAはアラキドン酸と競合的に作用して、このようなTXA<sub>2</sub>産生を抑制したり、血小板凝集能を低下させるプロスタグランジンE<sub>2</sub>を生成することが最近知られてきた<sup>8)</sup>。このことは従来の疫学的な調査結果を理論的に裏付けたものと思われ、今後の食生活を考えるうえで大きな意味をもつものであると思われる<sup>24) 25)</sup>。

今回の調査結果では、石川県における1日摂取量は脂質で43.4gと全国平均値である50.5gの約90%、コレステロールは262mgと全国平均値の247mgよりやや高め110%、脂肪酸は25.0gと全国平均値である39.8gの60%とかなり低めの値を得た。日本人の栄養所要量によれば、成人男子の脂肪所要量は60~70g(エネルギー比率約25%)とされているが<sup>18)</sup>、今回の石川県のデータ及び全国平均値はともにそれよりもやや低い値であった。コレステロールは1日300mg以下が望ましいとされているが、今回の値はそれにかなうものであった。

脂質、コレステロール、脂肪酸の食品群別1日摂取量の全国平均値をみた場合、脂質はⅢ群及びⅡ群から

各々31%及び27%, コレステロールはⅡ群及びⅠ群から各々66%及び22%, 総脂肪酸はⅢ群及びⅡ群から各々34%及び25%の割合で摂取していた。総脂肪酸摂取量39.8gは, 脂質摂取量50.5gの約80%を占めており, 飽和脂肪酸量(S), 不飽和脂肪酸量(M)及びポリ不飽和脂肪酸量(P)は各々11.2g, 15.6g及び11.4gであった。

石川県の場合, 脂質はⅢ群及びⅡ群から各々33%及び24%, コレステロールはⅡ群及びⅠ群から各々50%及び40%摂取しており, 全国平均値と異なる傾向がみられた。S, M及びPは各々7.8g, 9.7g及び7.3gであり, 全体的に低めであったが, P/S比は0.94で全国平均値の1.02に近い値を示し, 望ましいとされている1.0~2.0の範囲にほぼ入っていた。

しかし, 最近の日本人の食生活は, エネルギーの取り過ぎや脂肪摂取量の増加等の栄養摂取バランス崩壊による西欧化現象がみられ, 地域差, 個人差などを含め栄養摂取のアンバランスが, 今後いろいろと問題になってくるのが考えられる。したがって, 今後とも成人病の予防, 健康づくりの目的で理想的な栄養バランスのとれた食生活の指導, 普及の徹底が重要であると考えられる<sup>20)</sup>。

今回, 調査の対象とした各種食品は, 石川県内において生産もしくは市販されていたものであるが, 県内の食品を代表するものではない。したがって, 今回の調査結果だけから, 県民の一般的な栄養摂取量等について評価することは, 早計であると思われ, 今後はより多くの試料についての成分調査が必要であろうし, 現在まだその所要量すら不明である成分についても, その実態調査を進めてゆくことが必要であろうと思われる。

## 5 ま と め

全国地方衛生研究所全国協議会が昭和57年度から行ってきた「日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究」に参加し, 昭和57年度は地域特性が強い豆腐など一般的な食品5種について, 昭和58年度は市場性及び利用度の高い精白米など6種の食品について各々ミネラル及び微量必須元素含量を調査した。さらに昭和59年度には, 日常の脂肪性食品を7つの群に分け, これら中に含まれる脂質, コレステロール及び脂肪酸の含量を調査した。結果を要約すると次のとおりである。

1) 食品中のミネラル及び微量必須元素含量に関しては, 石川県の測定結果は主にFe, Na, Cu等において全国平均値と異なっていた。

2) 脂肪酸含量は, Ⅰ群で全国平均値より低く, Ⅶ群で逆にやや高かった。コレステロール含量は, Ⅰ及びⅢ群で高かったが, Ⅶ群では低かった。脂肪酸含量は, 各群において全国平均値より低かった。

3) 脂質及びコレステロールの1日摂取量は, ほぼ全国平均値並みであったが, 脂肪酸の1日摂取量は低めであった。

4) 食物繊維に関しては, 大豆等3種の試料を用いて酵素法及びSouthgate法についての検討を行った。

## 文 献

- 1) 厚生統計協会編: 厚生指標, 臨時増刊, 国民衛生の動向, 32(9)(1985)
- 2) 石川県厚生部: 公衆衛生のしおり, 昭和60年度版(1985)
- 3) 地方衛生研究所全国協議会: 日本国民の栄養摂取量の地域差に関する研究, (Ⅰ)~(Ⅲ), 昭和57~59年度(1983)~(1985)
- 4) 佐々木直亮, 菊地亮也: 食塩と栄養, 第一出版, 東京(1982)
- 5) 藤田敏郎: 食塩と高血圧, ライフサイエンス, 東京(1984)
- 6) Underwood, E.J.: 微量元素—栄養と毒性—(日本化学会訳編), 丸善, 東京(1978)
- 7) 鈴木継美, 井村伸正, 鈴木庄亮編: 中毒学と栄養学—その方法論的接点—, p1—36, 篠原出版, 東京(1978)
- 8) 今田喬士編: 臨床栄養, 64(6), 臨時増刊号—臨床栄養学 最近の進歩・話題, 医歯薬出版, 東京(1984)
- 9) 金田尚志, 植田伸夫編: 過酸化脂質実験法, p216—227, 医歯薬出版, 東京(1984)
- 10) 印南 敏, 桐山修八編: 食物繊維, 第一出版, 東京(1982)
- 11) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解, 金原出版, 東京(1980)
- 12) 厚生省環境衛生局監修: 食品衛生検査指針(Ⅰ), 日本食品衛生協会編, 東京(1973)
- 13) 日本食品工業学会編: 食品分析法, 光琳, 東京(1982)
- 14) 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治共著: 全食品分析法, 柴田書店(1972)
- 15) 阿部達夫: 臨床栄養, 66, 29~35(1985)
- 16) 大國真彦: 同誌, 62, 433~438(1983)
- 17) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編: 昭和60年

- 版国民栄養の現状，昭和58年国民栄養調査成績，第一出版，東京（1985）
- 18) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編：第三次改定日本人の栄養所要量，第一出版，東京（1985）
  - 19) 石川県厚生部：衛生統計年報，昭和59年，p14—21（1986）
  - 20) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品標準成分表（1982）
  - 21) 食品成分研究会編：食品の食物繊維，無機質，コレステロール，脂肪酸含量表，医歯薬出版，東京（1985）
  - 22) McCance, R. A. and Widdowson, E. M. : 食品の無機質含量表（佐々木理喜子訳），第一出版，東京（1978）
  - 23) 山本俊一：疫学，p218—220，文光堂，東京（1983）
  - 24) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：健康づくりのための食生活指針，解説と指導要領，第一出版，東京（1985）
  - 25) 日本医師会編：日本医師会雑誌，96（1），特集 プロスタグランジンの臨床（1986）

[報 文]

## 水田除草剤の水系での消長と魚鳥への残留

石川県衛生公害研究所食品薬品部 塚林 裕・四月朔日 富司子・玉井 徹

### 1 はじめに

水稲栽培の省力化に伴い、除草剤の使用は、昭和30年代から40年代にかけて急激に伸び、現在では薬剤による除草は定着している。除草剤は一般的に速分解性、低毒性のものが多いと言われ、環境を汚染する可能性も低いと考えられていた。しかし田植前後の使用時に淡水魚や野鳥の弊死が数多く報告され除草剤による環境汚染との因果関係が懸念されるようになった。そこ

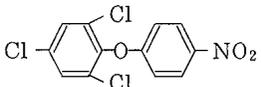
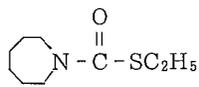
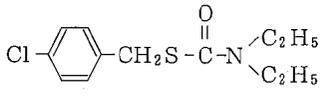
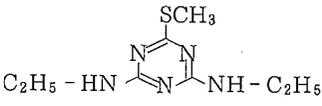
で、現在本県で使用されている除草剤の主要成分であるクロルニトロフェン(以下CNPとする)、モリネート、シメトリン、ベンチオカーブ(表1参照)について、環境中での消長と、魚・野鳥の体内残留濃度を調査した。

### 2 実験方法

#### 2.1 試料

環境試料は、当衛生公害研究所近くの小河川の上流

表 1 除草剤の主要成分

薬 剤 名	構 造 式	溶 解 度	毒 性
C N P		水 0.25 ppm 四塩化炭素 16%	マウスLD <sub>50</sub> 11,800 mg/kg コイトL <sub>m</sub> > 40 ppm
モリネート		水 800 ppm 有機溶媒可溶	マウスLD <sub>50</sub> 795 mg/kg コイトL <sub>m</sub> 34 ppm
ベンチオカーブ		水 30 ppm 有機溶媒易溶	マウスLD <sub>50</sub> 2,745 mg/kg コイトL <sub>m</sub> 3.6 ppm
シメトリン		水 450 ppm 有機溶媒可溶	マウスLD <sub>50</sub> 535 mg/kg コイトL <sub>m</sub> 25 ppm

Fates of Paddy Herbicides in Watercourse and Residues in Fishes and Birds. by Hiro TSUKABAYASHI, Fujiko WATANUGI, and Tohru TAMAI (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

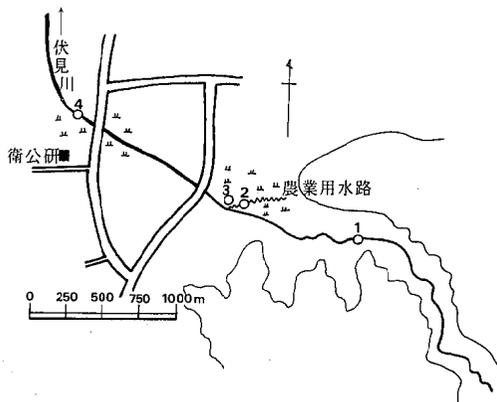


図1 環境試料採取地点

地点と、この河川から取水している農業用水路で、水と底質土を採取した(図1)。除草剤施用後の期間にあたる5月26日から6月23日(1986年)にかけて、7日ごとに1度実施した。水は3リットルに採水し、上澄をとり、底質土は5Aろ紙で水切りをした。

生物試料は、1985年5月と11月に採取したフナと、1986年5月に採取したメバル、タイを選び、また1985年5月と6月に傷病鳥として野鳥園に持ち込まれた後死亡したサギも調査対象とした。それぞれの組織、臓器を摘出し、分析するまで凍結保存した。分析時に細切して用いた。

### 2・2 試薬及び標準品

- (1) CNP, ベンチオカーブ, シメトリン標準品: 和光純薬工業(株)製 残留農薬試験用
- (2) モリネート標準品: 八洲化学工業(株)より提供された標準品
- (3) 有機溶媒, 無水硫酸ナトリウム: 和光純薬工業(株)製 残留農薬試験用
- (4) フロリジル: 和光純薬工業(株) フロリジルPRを130°Cで3時間活性化したもの
- (5) 硝酸銀フロリジル: 硝酸銀5gを蒸留水5mlに溶解し、アセトン25mlを加え混和後130°Cで3時間活性化したフロリジル50gに注いでよく混合した後、ロータリーエバポレーターでアセトンを完全に留去したもの。
- (6) 硝酸銀: 和光純薬工業(株)製 特級

### 2・3 装置

- (1) CNP  
ガスクロマトグラフ: 島津GC-7AG型

- 検出器: ECD ( $^{63}\text{Ni}$  10mCi)
- 分離管: 内径3mm, 長さ2m, ガラス製
- 充てん剤: 5% DC-200/Chromosorb W(HP)  
100~120メッシュ
- ガス: キャリヤーガス ( $\text{N}_2$ ), 60ml/min
- 温度: 注入口及び検出器 250°C  
カラム 200°C
- (2) モリネート, シメトリン, ベンチオカーブ  
ガスクロマトグラフ: 島津GC-7AG型
- 検出器: FTD
- 分離管: 内径3mm, 長さ1.5m, ガラス製
- 充てん剤: 10% DC-200/Gas Chrom Q  
60~80メッシュ
- ガス: キャリヤーガス ( $\text{He}$ ), 50ml/min  
フレイムガス ( $\text{H}_2$ ), 0.5kg/cm<sup>2</sup>  
(Air), 0.5kg/cm<sup>2</sup>
- 温度: 注入口及び検出器 250°C  
カラム 200°C(シメトリン, ベンチオカーブ), 185°C(モリネート)

### 2・4 試料溶液の調製

(1) CNP, モリネート: 試料水は500mlをn-ヘキサン50mlで3回抽出した後、無水硫酸ナトリウムで脱水し、1mlに濃縮した。底質土、生物試料は石川らの方法<sup>1))</sup>に準拠した。底質土は30g、生物試料は可食部等は20g、臓器で重量の少ない場合は全量を遠沈管中で細切し、アセトニトリル30mlを加えて振とう抽出した。遠心分離後(2000rpm, 10分)アセトニトリル層を分液漏斗に移す。残渣にアセトニトリルを30ml加えて2回抽出を繰り返し、合わせたアセトニトリル層に蒸留水150ml, 無水硫酸ナトリウム3gを加え、n-ヘキサン50mlに3回転溶した。n-ヘキサン抽出液を、無水硫酸ナトリウムで脱水した後5mlに濃縮した。内径1.5cmのカラムに硝酸銀フロリジル3gを湿式充てんし、無水硫酸ナトリウム5gを積層して、上記n-ヘキサン濃縮液を負荷した。まず2%酢酸エチル含有n-ヘキサン100mlで溶出し、これを5mlに濃縮してCNP試験溶液とした。生体試料ではここで再度アセトニトリル分配を行い、脂質を除去したものもあった。次に10%酢酸エチル含有n-ヘキサン100mlで溶出し、CNP測定後の先の検液と合わせて3mlに濃縮し、モリネート用検液とした。回収率は、CNPでは水、底質土、生物試料(フナ肉)でそれぞれ、93%, 77%, 80%であった。

(2) シメトリン, ベンチオカーブ: 試料水は500mlをジクロロメタン75mlで2回抽出した。ジクロロメ

タン層は、無水硫酸ナトリウムで脱水し、溶媒を減圧留去した後n-ヘキサンで2.5mlにメスアップした。底質土は20gをアセトン150mlで2回抽出する。遠心分離後(2000rpm, 10分)アセトン層を50mlに濃縮し、分液漏斗に移し5%食塩水200mlを加え、ジクロロメタン100mlで2回抽出する。ジクロロメタン抽出液は無水硫酸ナトリウムで脱水し減圧留去後、n-ヘキサンで5mlにメスアップする。内径1.5cmのカラムにフロリジル10gを湿式充てんし、n-ヘキサン濃縮液を負荷して、30%アセトン含有n-ヘキサン100mlで溶出する。溶出後5mlに濃縮し試料溶液とした。回収率は、シメトリンでは水、底質土でそれぞれ100%、92%、ベンチオカーブではそれぞれ、99%、102%であった。

### 3 結果及び考察

#### 3・1 除草剤成分の河川、用水への流出状況

(1) CNP: 調査地点における除草剤の消長は表2、表3、図2に示したとおりである。流域に水田がほとんどなく、除草剤の流入も少ないと考えられる河川上流部のNo.1地点では、水中のCNP濃度は0.011ppb

から0.005ppbと、低濃度ながら減少傾向が見られた。また、この河川から取水し、水田に流入流出をくり返している農業用水のNo.2地点では0.137ppbから0.021ppbと、No.1地点に比較して高いレベルでの減衰過程が観察され、用水流下過程にある水田でCNPが使用されたことを示唆している。

検体採取日に、No.2地点を取水口とする水田から排水が流出している場合は、これを取水しNo.3地点としたが、5月26日は0.059ppb、6月23日は0.010ppbとなつて、No.2地点の0.137ppb、0.021ppbに比較し水田通過に伴いCNP濃度が半減していた。当水田ではCNP含有除草剤を使用していなかったのかもしれない。また河川No.1地点より約2km下流地点をNo.4地点として、この区間で農業排水とともに排出される、CNPを調べた。河川水中のCNPは0.016ppbから0.001ppbと減少傾向を示していたが、No.1地点での濃度と大きな差はなく、周辺水田でのCNP使用があまり多くなかったと推定される。水採取地点の底質土中のCNP濃度は、No.1地点では0.014ppmから0.009ppbと水中濃度と同様にわずかづつ減少した。

表2 河川・用水中の除草剤濃度 (ppb)

地 点	No.	採 取 日	C N P	モリネート	シメトリン	ベンチオカーブ
伏見川上流	1	5月26日	0.011	nd	nd	nd
		6月2日	0.007	0.2	nd	nd
		6月9日	0.007	0.1	nd	nd
		6月16日	0.004	nd	nd	nd
		6月23日	0.005	nd	nd	nd
農業用水路 (水田取入口)	2	5月26日	0.137	12.6	7.5	3.9
		6月2日	0.100	1.3	1.4	nd
		6月9日	0.067	1.1	0.9	nd
		6月16日	0.056	0.5	0.3	nd
		6月23日	0.021	0.2	tr	nd
水田流出水	3	5月26日	0.059	153.1	80.3	tr
		6月2日	—	—	—	—
		6月9日	—	—	—	—
		6月16日	—	—	—	—
		6月23日	0.010	0.5	0.7	nd
伏見川上流点 から2km下 流地点	4	5月26日	0.016	1.6	1.2	0.9
		6月2日	0.014	2.3	2.4	nd
		6月9日	0.005	0.5	0.3	0.4
		6月16日	0.001	0.2	0.5	nd
		6月23日	0.002	0.2	tr	nd
検 出 限 界			0.001	0.1	0.3	0.4

No. 2 地点でも0.174ppmから0.040ppmと減少している。2 地点の水中濃度と底質土中濃度にはおよそ1:1,000の関係が見られる。No. 4 地点の底質土中濃度が上流部のNo. 1 地点より低いのは、この地点の底質土が粒度が粗くて有機質の少ない小砂利状のもので吸着能が低いと考えられる(表4参照)。CNPは水に溶けにくく、粒剤を散布すると土壤表面に沈着し大部分は微生物によりニトロ基が還元されてCNP-アミノ体(CNP-NH<sub>2</sub>)となり、土壌中の有機質等と強く結合する<sup>3)</sup>。CNPとして流出するのは施用量の約1.5%という報告もあり<sup>4)</sup>、水に可溶性他の3成分とは異なる挙動をしているようである。

(2) モリネート、シメトリン、ベンチオカーブ: モリネートは、No. 1 地点の水からは検出限界に近い値が見られたが、底質土からは検出されなかった。農業用水路では、水から採水初日に12.6ppbと高い検出があったが、7日後には1.3ppb、28日後には0.2ppbと急激に低下した。底質土でも同様に、0.092ppmから0.011ppmに減少している。CNPに比べ消失速度がかなり速いと推定されるが、これは施用量の20%以上が

施用後1週間で水田排水と共に排出されるといわれるほど<sup>4)</sup>モリネートが水に溶けやすく、水中への溶出が底質土中濃度をさらに低下させる要因となるためであろう。No. 3 地点の水田流出水は5月26日では153.1ppbを示し、底質土は1.01ppmとなった。取入口であるNo. 2 地点の、それぞれ12.6ppb、0.092ppmに対し、約10倍の濃度である。この水田で、モリネートを含有除草剤が使用されたことを示唆している。但し1か月後の6月23日には、排水水濃度は0.5ppb、底質土では検出限界以下に下がり、ここでも消失速度の速さが確認された。No. 4 地点の河川水でも、モリネートはNo. 2 地点に近い濃度で検出され、上流のNo. 1 地点よりも明らかに高く、流域水田でモリネート含有除草剤が使用されていることが明らかである。

シメトリンもモリネートとほぼ同様の挙動を示している。No. 3 地点の水田排水水、底質土中濃度もNo. 2 地点のそれぞれの濃度より約10倍高い値となっているので、当水田への散布除草剤は、モリネート、シメトリンの混合剤ではないかと考えられる。

ベンチオカーブは農業用水路No. 2 地点の底質土中

表3 河川・用水における底質土の除草剤濃度 (乾泥当り, ppm)

地 点	No.	採 取 日	C N P	モリネート	シメトリン	ベンチオカーブ
伏見川上流	1	5月26日	0.014	nd	nd	nd
		6月2日	0.012	nd	nd	nd
		6月9日	0.013	nd	nd	nd
		6月16日	0.007	nd	nd	nd
		6月23日	0.009	nd	nd	nd
農業用水路 (水田取入口)	2	5月26日	0.174	0.092	0.32	0.19
		6月2日	0.092	0.041	0.09	0.14
		6月9日	0.092	nd	0.13	nd
		6月16日	0.116	0.049	0.15	0.20
		6月23日	0.040	0.011	0.05	0.09
水田流出水	3	5月26日	0.169	1.01	1.24	0.20
		6月2日	—	—	—	—
		6月9日	—	—	—	—
		6月16日	—	—	—	—
		6月23日	0.070	nd	0.70	nd
伏見川上流点 から2km下 流地点	4	5月26日	0.007	0.003	tr	nd
		6月2日	0.007	nd	nd	nd
		6月9日	0.007	nd	nd	nd
		6月16日	0.003	nd	nd	nd
		6月23日	0.002	0.053	nd	nd
検 出 限 界			0.001	0.003	0.07	0.07

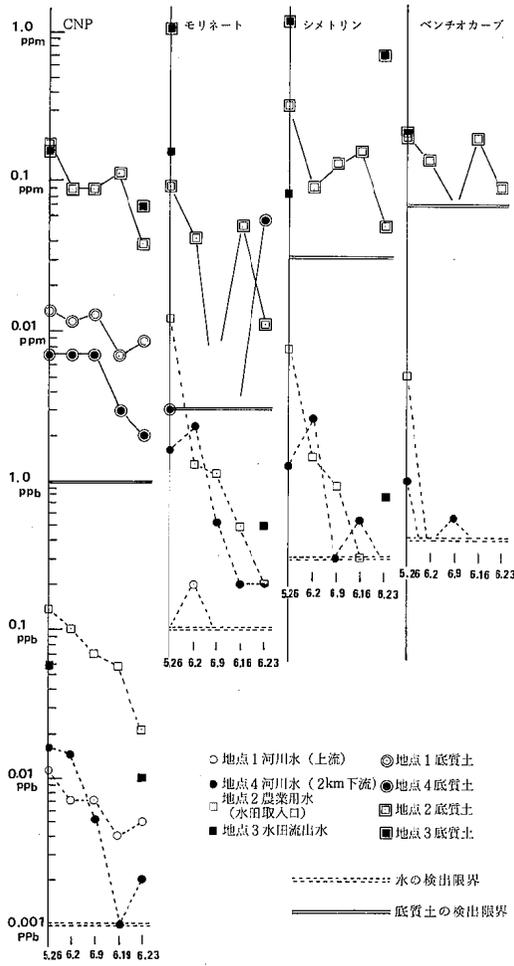


図2 除草剤の流出状況

から0.19ppmから0.09ppmへと漸減傾向で検出されたが、他からは、ほとんど検出されなかった。

シメトリン及びモリネートの場合、水中濃度と底質土中濃度はおよそ1:100の関係にあった。No. 2地点の農業用水路のデータと比較すると、底質土中濃度は、CNP及びモリネート、シメトリン、ベンチオカーブは共に0.01~0.1ppmの範囲に入るが、水中濃度では、CNPが0.01~0.1ppbの範囲の低いレベルで検出され、他の物質はおよそ0.1~10ppbの間にあった。

3・2 除草剤成分の魚鳥への残留

(1) 魚：環境中でよく検出されたCNP、モリネートについて生物中の残留状況を調べた(表5参照)。

CNPはその脂溶性の故に生物への残留がこれまで

にも指摘されてきた<sup>5)6)</sup>。石川県南部に位置し、流域に水田を約480ha持つS濁りに生息するフナについて、除草剤施用時期である5月と非施用時期である11月を比較した。可食部(肉)で5月は0.15~1.50ppm、11月では0.01ppm以下となり、明らかに春期に高い結果となった。この傾向は他の組織中濃度でも一致した。

5月のフナでは組織中でのCNP濃度の分布状況も明瞭に現れた。フナはプランクトンや底生藻類、昆虫等を餌とする。5月採取のNo.①の個体では、腸のCNP含有量が組織中で最高値となっており、摂取した餌の影響によるものと推定される。

魚類は水中に生息し、鰓は多量の環境水に接触している。鰓を介した環境水からの魚体内の物質の出入は著しく大きいものであり、陸上哺乳動物との大きな相違点である。淡水魚類の鰓はかなり大きな有機化合物も容易に通し、吸収された化合物の大部分は鰓を通じて再び排出されるといわれている<sup>7)</sup>。5月のフナの鰓のCNP含有量は、0.52~6.26ppmと他の組織に比較して高い。今回の分析結果では、眼球からも高い濃度が現れているが、これは鰓を通った血液は脳に上行し、

表4 河川・用水における底質土の含水率・熱灼減量

(%)

地点	No	採取日	含水率	熱灼減量
伏見川上流	1	5月26日	42.2	5.4
		6月2日	41.7	4.6
		6月9日	45.6	6.8
		6月16日	39.4	5.9
		6月23日	46.8	7.5
農業用水路(水田取入口)	2	5月26日	27.1	3.4
		6月2日	27.3	3.2
		6月9日	25.1	3.4
		6月16日	31.1	4.2
		6月23日	20.9	2.9
水田流出水	3	5月26日	52.2	7.2
		6月2日	—	—
		6月9日	—	—
		6月16日	—	—
		6月23日	36.1	6.7
伏見川上流点から2km下流地点	4	5月26日	29.4	2.6
		6月2日	24.0	3.4
		6月9日	30.5	2.9
		6月16日	11.7	1.9
		6月23日	19.3	2.8

表5 魚類中のCNP残留 (湿重量当り ppm)

検体名	採取月	体長 (cm)	体重 (g)	肉	鰓	眼球	心臓	腸	肝臓	胆嚢	浮袋	精巣	卵巣	採取場所
フナ①	1985. 5	29.5	654	0.33	2.99	0.63	0.99	10.03	1.30	0.25	0.20	—	0.53	S 潟
②	"	29.5	675	0.31	2.22	2.98	—	0.50	1.64	0.43	0.35	—	1.01	"
③	"	24.0	412	0.20	1.25	0.98	0.59	0.62	0.31	—	0.34	0.48	—	"
④	"	25.5	504	1.50	6.26	15.62	1.57	7.50	1.96	—	1.91	—	1.51	"
⑤	"	26.0	517	0.15	0.52	2.25	0.62	1.91	2.05	0.50	0.17	—	2.27	"
⑥	"	26.5	505	0.41	1.95	2.10	0.24	0.23	0.52	0.26	0.37	—	0.98	"
フナ1	1985.11	23.5	244	tr	tr	0.01	tr	0.01	—	tr	tr	—	tr	"
2	"	24.0	247	tr	0.01	0.02	tr	tr	—	tr	tr	tr	—	"
3	"	23.0	233	0.01	0.04	0.06	tr	0.03	0.04	0.01	0.01	0.02	—	"
4	"	24.0	200	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	—	"
メバル	1986. 5	18.5	185	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	—	—	W市沖
マダイ	"	32.0	1052	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	—	"

検出限界 0.01 ppm

表6 サギのCNP残留 (湿重量当り ppm)

検体名	採取月	肉(胸肉)	心臓	胃	腸	肝臓	腎臓	胃壁脂肪
チュウサギ	1985.5	47.7	45.5	57.0	56.0	173	496	—
アオサギ①	1985.6	26.0	4.2	3.4	7.5	4.7	—	478
②	"	64.5	91.0	93.0	34.8	134	112	—

検出限界 0.01 ppm

肝臓に至ることから、このとき經由する眼球に蓄積するのかも知れない。11月、他の組織からCNPがほとんど検出されなくなっても、まだ眼球から検出されていることは興味深い。眼球を除けば1次汚染部位である腸、鰓の次に肝臓や卵巣での残留値が高いがその代謝機能や脂肪含量の多さによるものであろう。

同日採取したS潟の水は、5月で0.015ppb、11月では検出限界以下であった。S潟のフナのCNP残留度は、除草剤施用時期で環境水にもCNPが認められる5月には高く、11月には低くなることが判明した。

5月に採取した近海魚であるメバル、マダイについてもCNPの影響を調べてみたが、検出されなかった。モリネートは、フナ、メバル、マダイの各組織から検出されなかった。

(2) 鳥：水生生物では、季節的にCNP濃縮の可能性が明らかになったが、食物連鎖の最上位を占める食魚性の鳥にも、濃縮の可能性は高いと考えられる。5、6月中の傷病鳥で死因は不明であるサギについて各組織中のCNP分布を表6に示す。平常な状態、あるいは

は冬期のサギの分析が行えなかったので比較できないが、CNPの体内残留はS潟のフナより高い結果となった。鳥の場合CNPの吸収は、鰓がないので餌から消化器を通じてのみ行われる。チュウサギ、アオサギ②では代謝・排泄器官である肝臓、腎臓で他の臓器に比べて高いCNP残留が観察された。またアオサギ①は胃壁に脂肪が付着してここから、CNPが高濃度に検出され、脂溶性がより顕著に現れた。

モリネートは全ての検体より検出されなかった。

#### 4 ま と め

現在、本県で使用されている水田除草剤の主要成分であるCNP、モリネート、シメトリン、ベンチオカーブについて環境中の消長と生物残留状況を調査した。

その結果

(1) 除草剤使用直後の6月の環境中からは、4成分のすべてが検出され、水田から水系へ排出されていることを確認した。

(2) S潟に生息するフナからは春には高く秋には低

くCNPが検出された。また生体濃度は、環境水中濃度よりも高いことが明らかになった。モニタリングは検出されなかった。

農薬施用時期である5月の近海海水魚からは、CNPは検出されなかった。

(3) 傷病鳥であるサギからは、CNPはフナよりも高い濃度で検出され、食物連鎖による生物濃縮の可能性も考えられる。

今回の調査ではCNPのみが生体から検出された。環境濃度、生物濃度とも、除草剤施用時期には高いが、その後漸減し、1年周期で増減を繰り返しているようである。CNPは、かつて環境残留が問題となったBHCやDDT等に比較すると残留期間は短い、経年的な蓄積傾向については、今後さらに調査を進めたい。フィールドを固定して、環境試料、生物試料の長期的な観察が必要である。

最後に、貴重な試料を提供していただいた、石川県野鳥園の松田衛園長に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 石川 潔, 鈴木 滋, 佐藤信俊, 高槻圭悟, 堺 敬一: 食衛誌, 22, 56—59 (1981)
- 2) 佐藤信俊, 鈴木 滋, 加茂 えり子, 高槻圭悟, 牛沢 勇, 堺 敬一: 食衛誌, 23, 456—461 (1982)
- 3) Yamada T.: J. Pesticide Sci., 8, 33—39 (1983)
- 4) 渡辺貞夫, 渡辺重信, 伊藤和敏: 日本農薬学会誌, 9, 33—38 (1984)
- 5) 山岸達典: 生態化学, 4(2), 11—20 (1981)
- 6) Watanabe S., Watanabe S., Ito K.: J. Pesticide Sci., 8, 47—53 (1983)
- 7) 関沢泰治: 生態化学, 1, 13—28 (1978)

〔報 文〕

# 生薬の品質評価に関する研究

石川県衛生公害研究所食品薬品部 小川 清・勝田 幸恵

## 1 はじめに

我々はこれまでに漢方エキス製剤（以下エキス製剤）の化学的品質評価方法を開発する目的で、種々の生薬成分についての定量法を検討し、併せてエキス製剤中の成分含量実態調査を行ってきた<sup>1)・5)</sup>。

また、先般、厚生科学研究事業の一環として行われた「漢方エキス製剤の規格基準作成に関する研究（昭和57—59年）」の報告が出され、これを受けて、厚生省から「医療用漢方エキス製剤の取扱いについて（昭和60年5月31日、薬審2第120号）」が通知されたが、我々の実態調査でも明らかとなったように、現在のエキス製剤の品質には問題が多く、大幅な品質の見直しが要求されることとなった。本通知により、今後新たに承認されるエキス製剤は伝統的服用方法である湯剤との同等性を確保するため、原則として1処方あたり異なる2生薬について、各々の指標となる成分（以下指標成分）の定量を行い、最終製品中の指標成分含量が標準湯剤中の指標成分含量の70%以上になるような含量規格値の設定が義務づけられ、より厳密な品質管理が求められることとなった。しかし、このような最終製品の一定の力価の確保のためには、まず原料の品質評価を行い、適切な品質のものを使用することが必要となる。ところが、エキス製剤の原料である生薬は個々の品質のバラツキが大きく、形状が不揃いな天然物であるため、製剤用に購入される数kg—数t単位の生薬は勿論のこと、我々が行政試験や実験用に用いる500g程度の小包装の生薬でさえも、母集団の平均的成分含量等を正確に把握することは非常に困難である。そこで今回、我々は漢方処方中、出現率第1位の甘草を取り上げ、グリチルリチン（以下GA）及びエキス含量を指標として、生薬の品質評価を行うにあたり最

も重要であるにもかかわらず、従来ほとんど検討されていない母集団からの分析用試料のサンプリング方法を中心に検討を行った。

## 2 実験の部

### 2・1 試料

- ・市販小分け包装甘草（切断生薬）……北陸薬剤工業㈱
- ・東北甘草（全形生薬）……栃本天海堂

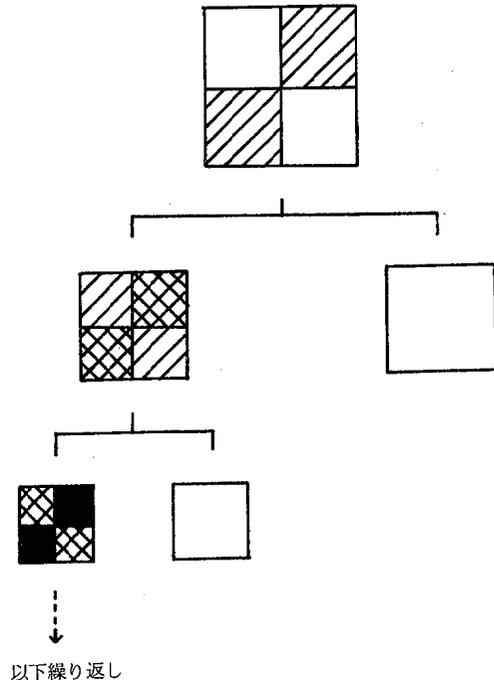


図1 4 分 法

Studies on the Evaluation of Crude Drugs. Evaluation of Glycyrrhizae Radix. by Kiyoshi OGAWA and Yukie KATSUTA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

・エキス製剤用甘草 (切断生薬) ……A社

2・2 分析用試料のサンプリング

切断生薬はよくかき混ぜた後、また、全形生薬は細かく切断した後、よくかき混ぜ、日本薬局方解説書 (以下解説書) 生薬試験法の項に記載の 4 分法 (図 1) を繰り返し、目的とする試料量を採取した。

2・3 分析用試料の調製

2・2で得た試料を小型卓上粉碎機 (アイカM20型) で細かく粉碎した後、上質紙上に薄く広げ、平均した部分をとり分析用試料とした。

2・4 GA定量用試料溶液の調製

2・3の試料100mgを精秤し、50%エタノール20.0mlを加え、室温で30分間振とう抽出後、遠心分離して得られた上澄み液を試料溶液とした。

2・5 希エタノールエキス含量の定量

薬局方の希エタノールエキス定量法に準じた。但し、乾燥減量による補正は行わなかった。

2・6 GAの定量法

前法<sup>3)</sup>に示した条件を用い、高速液体クロマトグラフ (以下HPLC) 法で測定した。

3 結果及び考察

3・1 甘草中のGA定量法及び分析用試料の調製法の検討

先に、エキス製剤からのGAの抽出は50%エタノールを用いた室温振とう 1 回抽出で充分であることを報告したが<sup>3)</sup>、この方法が甘草にも適用できるか否かの

検討を行った。甘草はエキス製剤とは異なり、粉碎器で粉末化しても完全に均一な粉末とはならず、細かい繊維及び皮部の一部 (以下繊維部) がかなり残るため、この段階での試料の不均一性により分析値に変動を生じる可能性がある。そこで均一な試料を得るため、200メッシュのふるいでふるって微粉末をとり、これを用いて抽出条件の検討を行った。その結果、2・4の条件が適当であり、表 1 に示すとおり、繰り返しによる変動も小さく、また、図 2 に示すようにGA抽出量も試料の分取量に比例し、しかも表 2 に示すように添加回収実験でも良好な回収率を示した。従って、甘草微粉末からのGAの抽出は本条件で充分であることが明らかとなった。次に、繊維部を含めた甘草について検討した。甘草を完全に微粉末化することは困難なので、目のより粗い32メッシュのふるいでふるって、繊維部と粉末部に分け、各々の部分についてGA含量を測定してみた。その結果は表 3 に示すとおりで、繊維部は粉末部に比べ、繰り返しによる変動はやや大きいものの、図 3 に示すように分取量を変えての定量結果も良好で、繊維部、粉末部とも秤量時のサンプリングによる誤差は小さく、GAの抽出は完全に行われていることが明らかとなった。しかし、ここで繊維部と粉末部ではGA含量に 2 倍近い差が認められ、しかも形状が異なることから、全体のGA含量測定には、これらを混ぜてサンプリングを行うよりも、別々に定量して加重平均値を求めたほうが正確なGA含量が求めら

表 1 微粉末からのGAの抽出

GA 含量 (%)	
n = 5	3.81
	3.79
	3.83
	3.82
	3.80
平均値	3.81
c v (%)	0.4

表 2 添加回収実験

GA 添加量 (mg)	GA 含量 測定値 (mg)	回収率 (%)
0	3.81	—
1.0	4.76	95.0
2.0	5.85	102.2

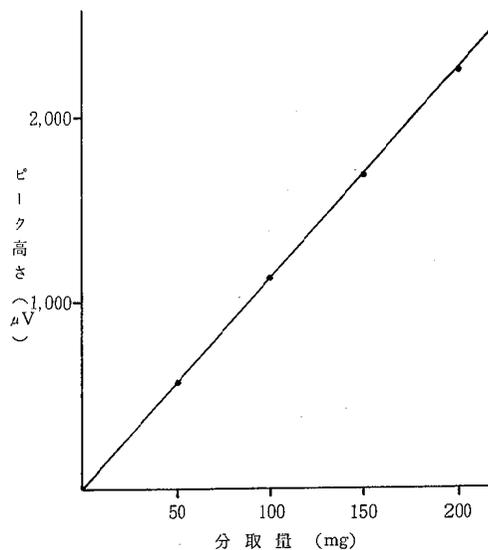


図 2 微粉末からの抽出効率

表3 繊維部と粉末部のGA含量測定結果

	GA含量(%)	
	繊維部	粉末部
n = 5	1.65	3.28
	1.74	3.29
	1.66	3.28
	1.74	3.31
	1.75	3.30
平均値	1.71	3.29
cv (%)	2.9	0.4

表4 ふるいでふるわない粉末甘草からのGAの抽出

	GA含量(%)
n = 5	3.10
	3.09
	3.16
	3.11
	3.14
平均値	3.12
cv (%)	0.9

れるようにも思えたが、操作が複雑になりかえって誤差が大きくなることも予想された。そこで次に、粉末化した後、ふるいを通さず、全体をよくかき混ぜ、上質紙上に薄く広げて平均した部分をとり試験を行ってみた。その結果、5検体についてそれぞれ5連で試験を行った1例を表4に示したが、いずれの検体の変動係数も1%前後と、非常に再現性のよい結果が得られ、試料採取時におけるサンプリング誤差が小さかった。そこで、以後、分析用試料の調製は、繊維部と粉末部を分けずに行うこととした。

3・2 分析用試料のサンプリング方法の検討

粉末化した甘草中のGA定量については前述のとおり充分可能となったが、次に、その前段階の母集団を代表する分析用試料のサンプリング方法が問題となってくる。理論上は母集団をすべて粉末化して均一にかき混ぜ試料を調製すれば真の値を知ることが可能であるが、多量の試料や、切断生葉の形で使われる湯剤用試料についてはこのような方法は実際には不可能である。甘草の1回の分析に必要な試料量はGA定量及び薬局方の確認試験、乾燥減量、灰分、酸不溶性灰分、エキス含量を含めても7-14g程度と少なく、しかも通常、実験室で用いられる粉砕器はせいぜい一度に数十

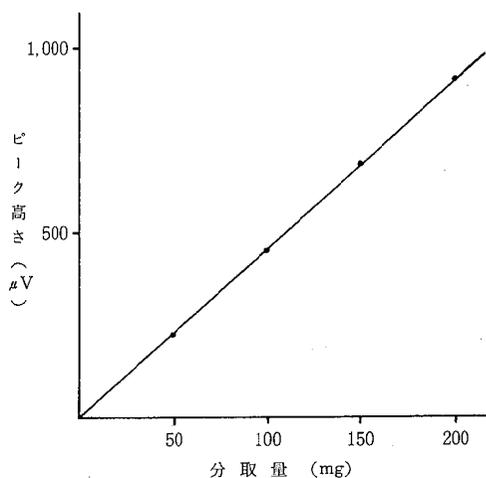


図3 繊維部からの抽出効率

g程度しか処理できないこともあり、できるだけ実験室スケールで可能な量まで減ずることが必要となる。一方、この分析用試料のサンプリング方法について、薬局方及び解説書では「切断生葉では多量の場合は多箇所から500g-数kgを抜き取り、また、小分け包装品は袋から全部を取り出し、更に4分法で50-250gを採取して試料とする」また、「甘草のように非常に長い全形生葉の場合は5箇以上(500g以上)採取し試料とする。大型袋詰めの場合は1袋から数箇所ずつを抜き取り、これを一旦粗く刻んで4分法で500g以上を採取し試料とする」と記載されている。また、「比較的少量の粉末を調製することは操作上困難であるので、ここで得られた試料を更に4分法によって適当量(30-100g)に減じて、これを粉末に調製する便法が一般に用いられている」とも記載されている。そこで、我々はこれらの方法を参考にしながら、GA及びエキス含量を指標として、切断生葉及び全形生葉からの母集団を代表する分析用試料のサンプリング方法について検討を行った。

3・2・1 市販小分け包装甘草(切断生葉)からのサンプリング

本品は皮付き甘草の輪切り品で直径5-35mm、厚さ3-4mmの粉末を含まない500g包装品である。この480gをよくかき混ぜ4分法によりいくつかの約30gと約60g相当分に分け含量測定を行った。その結果を表5に示すが、採取量は30g相当分ではバラツキが大きい、60g相当分では理論値より10%程度多いもののバラツキは少なくなる。しかし、これは本品が切断

表5 切断生薬の含量測定結果

	採取量 (g)	繊維部の 割合(%)	GA含量 (%)	エキス 含量(%)
30g 相当分 (n=6)	25.7	7.8	2.85	27.2
	27.5	9.2	3.05	26.8
	34.3	12.2	3.02	27.2
	29.3	11.0	3.12	27.0
	23.7	9.5	3.19	28.1
	35.7	10.5	2.93	26.7
平均値 cv(%)	29.4	10.0	3.03	27.2
	16.2	15.3	4.1	1.8
60g 相当分 (n=4)	67.8	14.7	3.11	27.0
	65.7	15.9	3.15	26.8
	64.1	16.0	3.09	27.7
	67.1	17.3	2.99	27.2
平均値 cv(%)	66.2	16.0	3.09	27.2
	2.5	6.7	2.2	1.4

表6 全形生薬1本ごとの含量測定結果

No.	GA含量 (%)	エキス含量 (%)
1	3.75	36.8
2	4.24	36.4
3	3.80	37.5
4	6.31	41.6
5	3.60	32.0
6	3.36	39.7
7	1.72	26.6
平均値 cv(%)	3.83	35.8
	35.5	14.1

表7 全形生薬の含量測定結果

	分取本数 (本)	GA含量 (%)	エキス含量 (%)
n=3	5	3.59	35.9
		4.39	35.3
		3.91	36.9
平均値 cv(%)		3.96	36.0
		10.2	2.2
n=3	10	4.24	36.7
		4.35	36.4
		3.99	38.8
平均値 cv(%)		4.19	37.3
		4.4	3.5

が粗く大きさが不統一なため、この程度は仕方がないと考えられる。また、粉末化後の32メッシュふるいを通らない繊維部の割合をみると60g相当分の方が明らかに30g相当分より多い。しかし、これは30g相当分でも採取量の多いものが繊維も多いことから、同じ粉砕器で同時間粉砕したための量の多寡による粉砕効率の差によって生じたもので、試料の本質によるものではないと推定される。一方、エキス含量は両者とも変動が小さく、定量値もよく一致しているが、GA含量については、平均値は一致するものの、30g相当分ではやや変動が大きく、1回のサンプリングで全体値を求めるのは危険である。これに対し、60g相当分ではGA及びエキス含量を指標とする限り、充分、母集団を代表するサンプリングが行われている。以上のことから、およそ60gをサンプリングすれば全体の含量を把握できることが明らかとなった。しかし、4分法による採取量は母集団の量により決定され、常に一定の量をとることが出来ないため、以後50g程度をめどにサンプリングを行うこととしたが、この点については更に後述する。

### 3・2・2 全形生薬からのサンプリング

栃本天海堂より購入した東北甘草1kgを試料に用いた。本品は直径10-14mmで、長さ約35cmに切り揃えた全形生薬である。まず、全体の品質評価を行う前に1本ごとの品質を調べてみた。その結果は表6に示す通りで、最低値と最高値はGA含量では約4倍、エキス含量では約1.5倍の差がみられ、同一産地でとれた甘草でも品質に相当の違いがみられる。そこで次に、無作為に5本(約100g)及び10本(約200g)をとり、細かく刻んで4分法で約50gに減じ測定を行った。その結果を表7に示すが、エキス含量では両者共比較的バラツキが小さいものの、GA含量では5本をとった時のバラツキが非常に大きい。また、これらすべての測定値から加重平均で母集団の平均含量を計算すると、GA含量は4.11%、エキス含量は36.9%となり、10本をサンプリングし、連数を増せば、かなりの精度で全体の含量を把握することが可能となろう。しかし、我々が用いた少量の単位ならともかく、現実的には、エキス製剤用に買い付けた数百kg—数tの生薬の品質を正確に把握することは到底不可能で、出来るだけ箇所から多数の試料を抜きとって大体の含量を把握しておき、最終的にはすべてを刻んだ後、そこから再びサンプリングして調べるしか方法はないと思われる。

### 3・2・3 エキス製剤用切断生薬からのサンプリング

表8 エキス製剤用大型袋詰切断生薬の部位別含量測定結果

部 位	9メッシュを ふるいを通ら ない部分(%)	GA含量 (%)	エキス含量 (%)
1 隅	70.2	3.12	31.0
2 〃	76.8	3.27	31.8
3 中央	66.8	3.27	32.2
4 隅	70.3	3.19	31.6
5 〃	71.4	3.11	31.6
平均値	71.1	3.19	31.6
cv (%)	5.1	2.4	1.4

表9 製剤用切断生薬の袋別含量測定結果

袋 (No.)	GA含量 (%)	エキス含量 (%)
1	2.92	31.1
2	3.24	32.0
3	2.92	31.9
4	2.94	31.1
5	2.92	31.7
平均値	2.99	31.6
cv (%)	4.7	1.4

これまでは、1ロットが少量のものについて検討を行ってきたが、エキス製剤用の原料甘草では一度に大量に買い付けられ、切断されて大型の袋に小分けされるので、この段階での品質を的確に把握しておかないと、最終製品中の含量にバラツキが生じ、医薬品として必須の力価の均一性が失われてしまう。そこで、実際のエキス製剤用甘草を用いて、その品質の実態を調査することとした。ここで用いた甘草は粉末状態のものを含む最大4mm角程度に切断されたもので、全体的にはかなり細かく、1ロット1,800kgで1袋に約12kgずつ小分けされている。そこで、先ず1袋の中の均一性、既ち部位による品質の違いを調べてみた。サンプリングは袋の4隅及び中央の計5箇所から約100gをとり、それぞれ4分法で約50gに減じ粉末化して測定を行った。その結果は表8に示すとおりで、部位による変動はGA及びエキス含量共小さく、ほぼ均一で、切断の大きさの偏りによる含量への影響もみられなかった。そこで次に、同一ロットの他の袋のそれぞれ1箇所からサンプリングし、袋ごとの品質を調べてみた。その結果は表9に示すように、エキス含量ではバラツキが小さいものの、GA含量でややバラツキが

大きい。しかし、これはNo.2の袋がかけ離れた値を示しているため、その他の4袋は同品質であった。しかし、3・2・2で述べたように、本来、甘草1本ごとでは含量のバラツキが大きいかかわらず、ここで用いた切断生薬は部位別、袋間において含量にそれほど大きな差がなかったことは、このメーカーが甘草を切断した後、混合機を用いて約500kgずつ混合してから袋詰めしているためと考えられ、No.1及びNo.3-5の甘草は同じ容器で混合された同一ロットで、No.2及び先の袋は別のロットであったと推定される。ともかく、この程度の細かい切断生薬では切断後、よく混合することにより、全体が均一になり、1袋全体からの4分法等、繁雑な操作なしで、量、数共少ないサンプリングで全体を代表させることが可能と考えられる。

3・2・4 モデル混合処方によるサンプリング方法の検証

3・2・1で切断生薬からのサンプリング量は約50g

表10 モデル混合処方

混合量 (g)	GA含量 (%)	エキス含量 (%)
147.6	4.35	36.4
155.5	3.99	38.8
46.4	2.94	31.1
45.3	3.24	32.0
27.8	3.12	31.0
加重平均値	3.86	35.9

表11 モデル混合処方の含量測定結果

	採取量 (g)	GA含量 (%)	エキス含量 (%)
n=4	26.5	4.07	36.6
	26.3	4.05	36.8
	26.0	4.26	37.5
	25.0	3.88	37.0
平均値	26.0	4.07	37.0
cv (%)	2.6	3.8	1.0
n=4	54.4	3.97	36.9
	54.0	3.99	36.0
	49.2	3.85	36.4
	46.2	3.89	36.3
平均値	51.0	3.93	36.4
cv (%)	7.8	1.7	1.0

表12 エキス含量用試料溶液を用いてのGA含量測定結果

GA含量(%)		
2.79(2.85)	3.43(3.60)	3.09(3.24)
3.07(3.05)	3.31(3.36)	2.87(2.92)
3.04(3.02)	1.62(1.72)	2.80(2.94)
3.09(3.12)	3.39(3.59)	2.78(2.92)
3.18(3.19)	4.26(4.39)	3.97(4.07)
2.93(2.93)	3.74(3.91)	4.00(4.05)
3.10(3.11)	4.18(4.24)	4.15(4.26)
3.08(3.15)	4.23(4.35)	3.91(3.88)
3.08(3.09)	3.85(3.99)	3.97(3.97)
2.93(2.99)	3.07(3.12)	3.91(3.99)
3.68(3.75)	3.23(3.27)	3.89(3.85)
4.18(4.24)	3.16(3.19)	3.97(3.89)
3.66(3.80)	3.05(3.11)	3.14(3.27)
6.20(6.31)	2.81(2.92)	

( ) : GA定量用試料溶液を用いてのGA含量測定結果

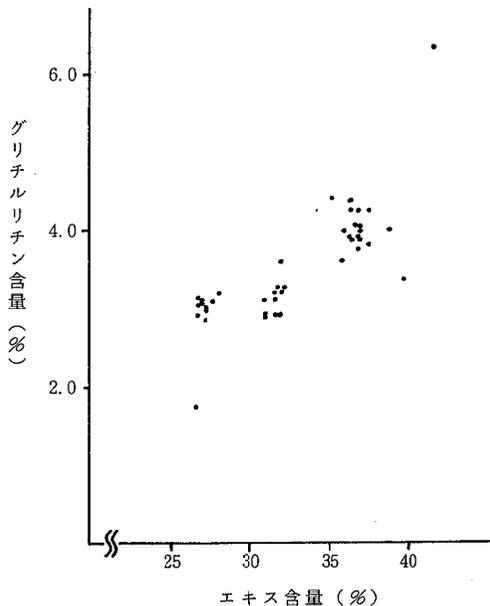


図4 GA含量とエキス含量の関係

度と設定したが、ここで、これまでの試験に用いた含量の異なるいくつかの切断生薬を混合し、4分法の精度をもう一度検証してみた。試料は表10に示すものをよく混合し、4分法で25g及び50g相当分をとり定量を行った。その結果を表11に示したが、GA含量及び

エキス含量とも、50g相当分の方が理論値とよく一致し変動も小さい。従って、少ないサンプリング数で正確な値を求めるには、やはり、50g程度のサンプリング量が必要であることが検証された。

### 3・3 エキス含量測定用試料溶液を用いてのGAの定量

これまで、GA及びエキス含量測定用には、それぞれ別々の試料溶液を調製してきたが、甘草のエキス含量は希エタノールエキスで、我々がGAの抽出に用いたものと同一溶媒のため、エキス含量用の試料溶液をGA定量用に兼用できないかを検討してみた。試験方法はエキス含量用の試料溶液の一部を50%エタノールで5倍に希釈しHPLCに注入し、GAを測定した。その結果を表12に示すが、エキス含量用試料溶液を用いてのGA含量測定値=0.981×GA定量用試料溶液を用いてのGA含量測定値 (n=41, 相関係数0.996), の関係がみられ、エキス含量用試料溶液を用いた方が定量値が低くなる傾向にあるが、実質的にはほとんど問題なく、ルーチンに多検体を処理する場合、1試料液で2項目が測定でき、省力化が可能であることが明らかとなった。また、今回の実験に用いた種々の甘草のエキス含量とGA含量の関係は図4に示すように、全体的にはエキス含量の多いものほどGA含量も高い傾向がみられた。今回のエキス含量は乾燥減量の補正を行っていないので、実際のエキス含量はこれらの値よりやや高めとなるが、この図からみても明らかなように、局方規定のエキス含量25%以上を満足する甘草でも、そのGA含量のバラツキは非常に大きい。

以上、サンプリング方法を中心に、甘草の品質評価方法について検討を行ったが、ここで得られた手法はあくまで、甘草についてのみ適用されるもので、その他のエキス製剤の原料に用いられる種々の生薬については、個々の品質にバラツキの大きいもの、切断や粉末化しにくいもの、経時変化しやすいものなどが想定されるので、それぞれの生薬に応じた品質評価方法の確立が必要であると考えられる。それが可能となって初めて、エキス製剤の均一性が保証され、次の有効性、安全性の評価へのステップとなると考えられ、今後もこの点を踏まえて、更に他の生薬についても検討を行っていききたい。

## 4 ま と め

漢方処方原料生薬の中で最も繁用されている甘草について、GA及びエキス含量を指標として、母集団からの分析用試料のサンプリング方法を中心に、品質

評価方法の検討を行い、次の結果を得た。

(1) 甘草からのGAの抽出は、粉末化した後、繊維部と粉末部を分けることなく、50%エタノール室温振とう抽出で定量的に行われる。

(2) 切断生薬からの分析用試料のサンプリングは4分法で約50gをめどに行えば、ほぼ母集団を代表できる。

(3) 全形生薬からの分析用試料のサンプリングは、1本ごとのバラツキが大きいため困難で、最終的にはすべてを切断後、サンプリングするしか方法はない。

(4) エキス製剤用の比較的細かい切断生薬では、全形生薬を切断した際、よく混合して小分けすることによって、量、数共、少ないサンプリングで母集団を代表させることが可能と考えられる。

(5) 甘草では希エタノールエキス含量測定用の試料液を用いて、GAが定量可能である。

本研究を行うにあたり、エキス製剤用の甘草を供与して頂きましたA社に深く感謝致します。

## 文 献

- 1) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明, 館 雪雄, 山崎正寿, 多留淳文: 石川衛公害研年報, 20, 209—214 (1983)
- 2) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明, 館 雪雄, 多留淳文: 同上誌, 20, 215—222 (1983)
- 3) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明, 館 雪雄, 山崎正寿, 多留淳文: 同上誌, 21, 204—211 (1984)
- 4) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明: 同上誌, 21, 212—221 (1984)
- 5) 小川 清, 勝田幸恵, 北山信明: 同上誌, 22, 230—237 (1985)

〔報 文〕

## カドミウム汚染地域住民の尿中重金属濃度の 過去10年間の経年変動について

石川県衛生公害研究所環境部 矢田 峯子・加藤 充哉

### 1 はじめに

小松市を流れる梯川の上流域では17世紀末から採鉱が行われ、最盛期(昭和35年頃)には年間20万トンもの銅(以下Cu)、鉄、亜鉛(以下Zn)、鉛(以下Pb)などの粗鉱が生産されていたが、昭和46年に閉山した。このような鉱山操業に伴い、梯川中流から下流にかけての水田土壌に重金属汚染が発生し、一部で稲作被害を生じた<sup>1)</sup>。石川県ではこの土壌汚染問題に対処するため、昭和49年に環境保健調査委員会を発足させ、住民の健康調査と保健対策を実施してきた。

昭和49・50年度にこの地域の50歳以上の住民を対象に健康調査<sup>2)</sup>を行い、カドミウム(以下Cd)による腎尿細管機能障害が疑われた人について51年度から年1回の経過観察を行ってきた。そのうち、尿中Cd、Cu、Zn、Pb濃度の5年間の経年変動については既に報告した<sup>3)</sup>。その後、昭和56・57年度に行った健康再調査に基づき対象者を拡大して調査を継続してきたが、昭和60年度までの10年間におけるこれら重金属濃度の変動と傾向について更に検討を加えた。

### 2 対象と方法

腎尿細管機能異常により要健康管理対象者となった86人のうち初年度に24時間尿を採取できたのは72人であった。しかし、対象者が高齢であるため死亡により年々減少し、昭和57年度当初の対象者は66人となり、その上不参者も多く受検者は年ごとに減少してきた。農用地土壌汚染防止対策による汚染地域の拡大と、汚染地域内の新しく50歳以上になった住民も加えた健康

再調査を実施した結果、新たに150余人の要健康管理対象者を把握し、昭和58年度以降従来からの要健康管理対象者に加えて調査が継続された。

スクリーニング基準の1つであるレチノール結合蛋白(RBP:尿中低分子蛋白)の陽性率は、加齢に伴って高率となる上、特に女性の70歳以上では高率となるため<sup>4)</sup>、対象者の大部分は女性であり、男性は少ない。そこで男女差の比較・検討は本報では行わなかった。

試料は24時間尿を用いたが、昭和57年度のみは早朝尿である。尿中重金属の測定は前報<sup>3)</sup>によった。

### 3 結果と考察

#### 3・1 尿中重金属の測定結果

表1は10年間の調査結果である。一番試料数の多い58年度のCd、Cu、Znの濃度分布を図示した(図1)。これらは対数正規型と判断されるので、3金属については幾何平均値(G.M.)で以下の検討をした。

受検者の平均年齢はすべての年度で70歳を越えている。昭和52・57年度にわずかに低年齢化しているのは、高齢者の死亡によると考えられる。また、58年度は、健康再調査によって新しく50歳以上の要健康管理対象者が大幅に増えたこともあって4.8才程若年化している。

各年度の受検者全体の平均を○…○で、また、過去10年間に10回のうち6回以上受検した49人(男性:13人、女性:36人)の平均を●—●で図示した。図中、昭和57年度のデータは早朝尿によるものなので、参考のため掲げたが結ばなかった。

表2に既報の尿中重金属結果を抜すいし、本調査結

Secular Change of Heavy Metal Concentration in Urine from Inhabitants in Cadmium Contaminated Area during the Past Ten Years. by Mineko YATA and Mitsuya KATO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 尿 中 重 金 属 測 定 結 果

年 度	S.51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
試 料	24時間尿	"	"	"	"	"	早朝尿	24時間尿	"	"	
N	72	66	60	58	59	51	51	237	184	165	
male	17	17	16	15	16	16	15	104	68	63	
female	55	49	44	43	43	35	36	133	116	102	
av. of age	72.8	72.5	73.0	74.7	75.3	76.3	75.9	71.1	73.2	74.5	
Cd μg/l	G.M.	8.1	7.7	8.8	7.3	7.3	7.0	5.9	5.9	6.0	5.5
	S.D.	1.9	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.8
	max.	39.1	35.4	24.6	23.4	30.6	21.6	20.2	42.6	26.9	23.0
	min.	0.8	1.8	1.7	1.8	1.1	0.5	1.4	1.1	0.7	0.6
Cu μg/l	G.M.	48.3	40.1	44.1	47.1	52.5	46.3	37.3	26.7	27.7	28.5
	S.D.	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	2.0	1.8	1.8	1.8
	max.	172	141	191	136	166	144	113	490	134	168
	min.	9.1	12.8	9.6	12.9	18.9	18.9	5.4	8.0	7.8	9.7
Zn mg/l	G.M.	0.21	0.17	0.18	0.19	0.22	0.18	0.24	0.22	0.22	0.24
	S.D.	1.7	1.7	1.8	1.9	1.7	1.8	1.8	2.0	1.8	1.8
	max.	1.20	0.78	1.11	0.65	0.89	0.50	0.92	1.03	1.53	1.02
	min.	0.08	0.05	0.05	<0.01	0.08	0.06	0.07	0.02	0.04	0.06
Pb μg/l	max.	35	40	13	20	12	< 10	< 10	25	< 10	< 10

果と比較した。

(1) Cd

城石らは、Cd汚染がないと思われる地区の50歳以

上の健康人の値として3.7 μg/l (n=144, すべて女性, ただし早朝尿による)を報告している<sup>8)</sup>。

本調査の昭和51年度から55年度までの値 (8.8~7.3 μg/l)は、小林<sup>6),7)</sup>や城石ら<sup>9)</sup>の神通川流域 (イタイイタイ病 (以下イ病) 発生地) の住民の7.1, 6.4 μg/lの値よりも高い。このことは、小林のイ病患者の尿中Cd濃度 (7.2 μg/l) が同容疑者 (10.1 μg/l) より低く、城石らのイ病要観察者のそれ (5.2 μg/l) が発生地区住民 (6.4 μg/l) より低い結果となっているのと同様に、尿中Cd濃度はそのままCd暴露影響の程度の指標となり得ないことを示唆していると思われる。したがって、図2においてCdは両グラフ共に減少傾向が顕著であるが、このことからCd暴露影響の減少と解釈することは早計であり、小林は、Cd汚染地におけるCd暴露の程度を尿中Cd濃度より知るためには、腎尿細管障害のない人々について検討すべきであると指摘している<sup>9)</sup>ことから、今回の結果からCd暴露の変化を評価することはできない。

(2) Cu

Cd汚染地においては尿中Cdと同様に尿中Cuの排泄も増加することが報告されている。非汚染地の対照者の尿中Cu濃度は表2より12 μg/l前後と判断される。

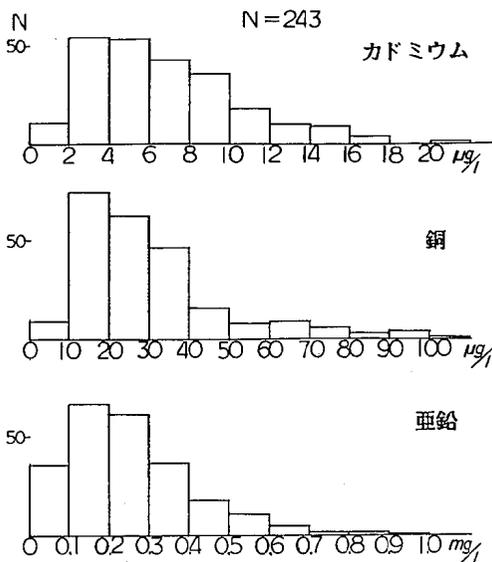


図 1 尿中重金属濃度の分布

表2 尿中重金属濃度の比較

地 域	試 料	年 代	性 別	調 査 時 期	文 献			
					本 調 査 結 果	森 本 ら <sup>5)</sup>	小 林 <sup>6),7)</sup>	城 石 ら <sup>8)</sup>
石 川 県 梯 川 流 域	24 時 間 尿	50 歳 以 上	男・女 性	昭 和 51~60 年	岐 阜 市	富 山 県 神 通 川 流 域	富 山 県 神 通 川 流 域	イ 病 要 観 : 24 時 間 尿 住 民・対 照 : 早 朝 尿
					60 歳 以 上 男・女 性 昭 和 49・50 年	70 歳 以 上 女 性	50 歳 以 上 女 性 昭 和 59 年	
Cd μg/l	イ 病 患 者 イ 病 容 疑 者 汚 染 地 区 住 民 対 照 者	} 5.5~8.8			7.2(14) 10.1(14) 7.1(13) 5.2(4)	} 5.2(29) 6.4(74) 3.7(144)		
			男 : 1.7(29) 女 : 2.2(23)					
Cu μg/l	イ 病 患 者 イ 病 容 疑 者 汚 染 地 区 住 民 対 照 者	} 26.7~52.5			90.1(14) 102.8(14) 29.7(13) 22.4(4)	} 59.5(29) 32.4(74) 11.8(144)		
			男 : 11.7(29) 女 : 12.3(23)					
Zn mg/l	イ 病 患 者 イ 病 容 疑 者 汚 染 地 区 住 民 対 照 者	} 0.17~0.24			0.21(14) 0.19(13) 0.28(13) 0.39(4)	} 0.089(29) 0.154(74) 0.242(144)		

( ) 内の数字は試料数を示す。

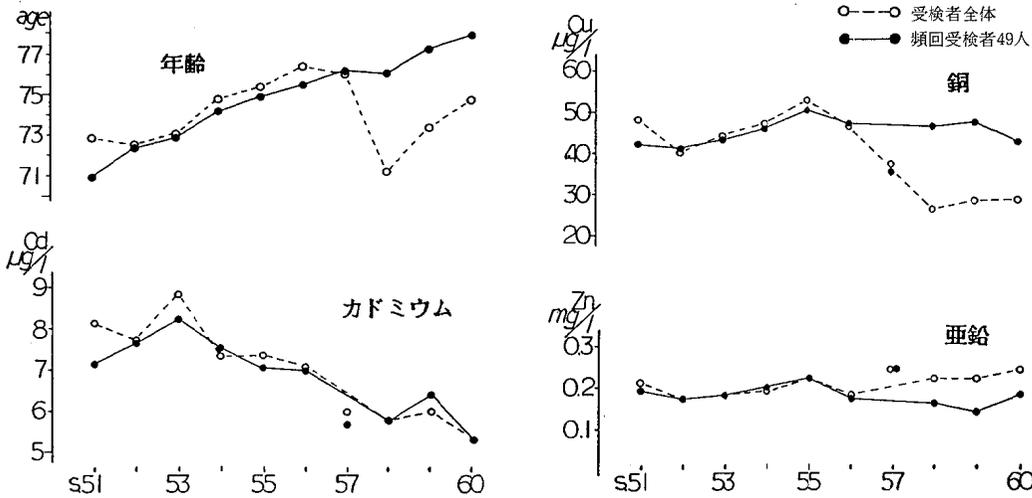


図2 受検者の平均年齢及び尿中重金属濃度(幾何平均)の経年変動

Cu汚染も存在する本調査地域の住民の尿中Cu平均濃度は26.7~52.5 μg/lであった。一方、Cu汚染の存在しない神通川流域のイ病患者と同容疑者について小林は90.1, 102.8 μg/lを、城石らは59.5 μg/lを報告し

ており、これらの数値は本調査地域の年度平均値の最高52.5 μg/l (昭和55年度) より高い。このことは、河野らが、Cd汚染と同時にCu汚染も存在する梯川流域においても飲食物から摂取されるCu量は多くなかつ

たと報告している<sup>10)</sup>ことから、尿中Cu排泄増加はCu汚染直接の影響ではなく、Cdによる腎尿細管障害に基づくものであると判断される。

また、図2・Cuにおいて、58年度以降受検者全体と頻回受検者49人の平均値が大きな差を示している。河野らが報告している<sup>10)</sup>ように、カドミウム汚染地区住民の尿中Cu排泄は臨床検査項目の中で低分子蛋白等の腎尿細管機能障害と最も強く関連することから、両者の差は対象の健康状態に何らかの違いがあるのではないかと疑われる。

(3) Zn

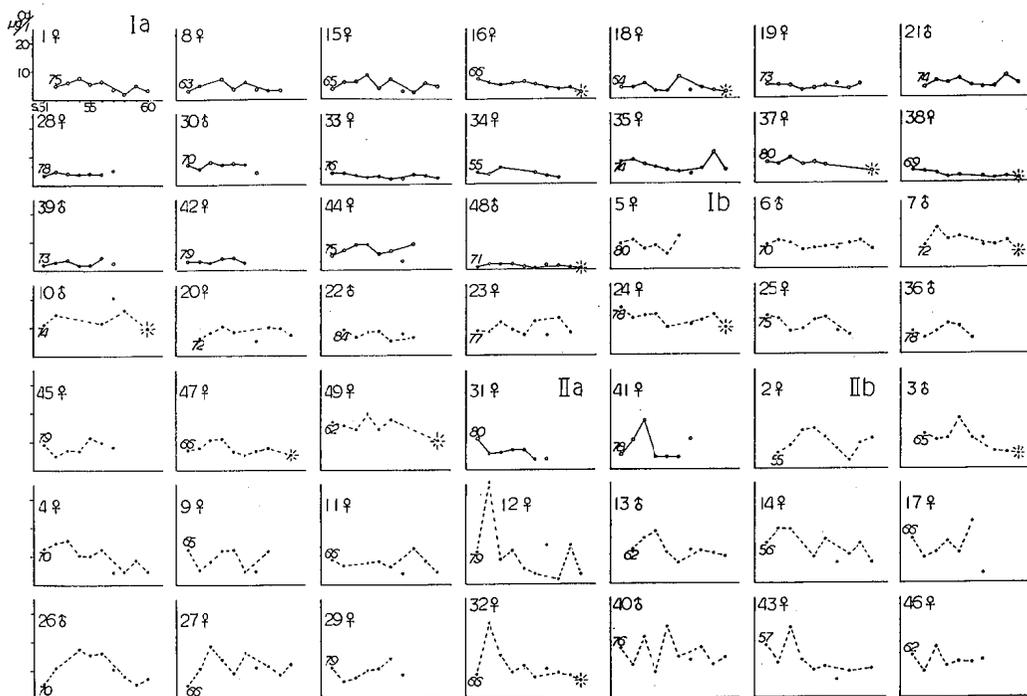
小林は、尿中Zn濃度は、I病患者は対照より有意差ではないが低い値であったことに注目し、ZnはCuとは異なる代謝をすると示唆している<sup>7)</sup>。城石らは対照に比べて発生地区住民が低く、I病要観察者はさらに低値を示したと報告している<sup>9)</sup>。

本調査結果は10年間を通して、城石らの発生地区住民と対照者の間に位置している。経年変動は、昭和58年度以降受検者全体は上昇傾向が見られるのに対し、

頻回受検者は60年度もなお0.20mg/l以下に止り、大きな変化は見られない。

Cuにおいて両グラフ間に明らかな差を示し、Znにおいても逆転した形で差をみとめた。この両グラフの対象群の相違点は、1つには健康調査時の年齢であり、それはひいては汚染米の摂食年数である。一方、腎尿細管障害の発現年齢に関して、小林は、汚染地居住年数とβ<sub>2</sub>-ミクログロブリン陽性率間にはprobit回帰直線が求められ、その直線性は否定されない<sup>9)</sup>として、両群の差は汚染地居住年数、汚染米摂食年数と考えることができる。実際に、Cu・Zn両グラフは両対象群の平均年齢の推移を反映していると見ることができる(図2)。

受検者中10回すべて受検した人は、男性3人、女性9人の計12人いたが、統計的解析するにはあまりにも数少ないため、ここでは6回以上受検した49人について検討を加えたが、10回すべて受検した12人の尿中重金属の平均値でも、図2の頻回受検者と同じく、Cdについては減少傾向、Cu・Znについては横ばい傾向



折れ線グラフの頭の数字は観察開始年齢を示す。  
 ○—○ 平均濃度の低いもの (Ia, IIa)  
 ●---● 平均濃度の高いもの (Ib, IIb)  
 ☀ 昭和60年度に最低値を示すもの

図3 尿中カドミウム濃度の推移

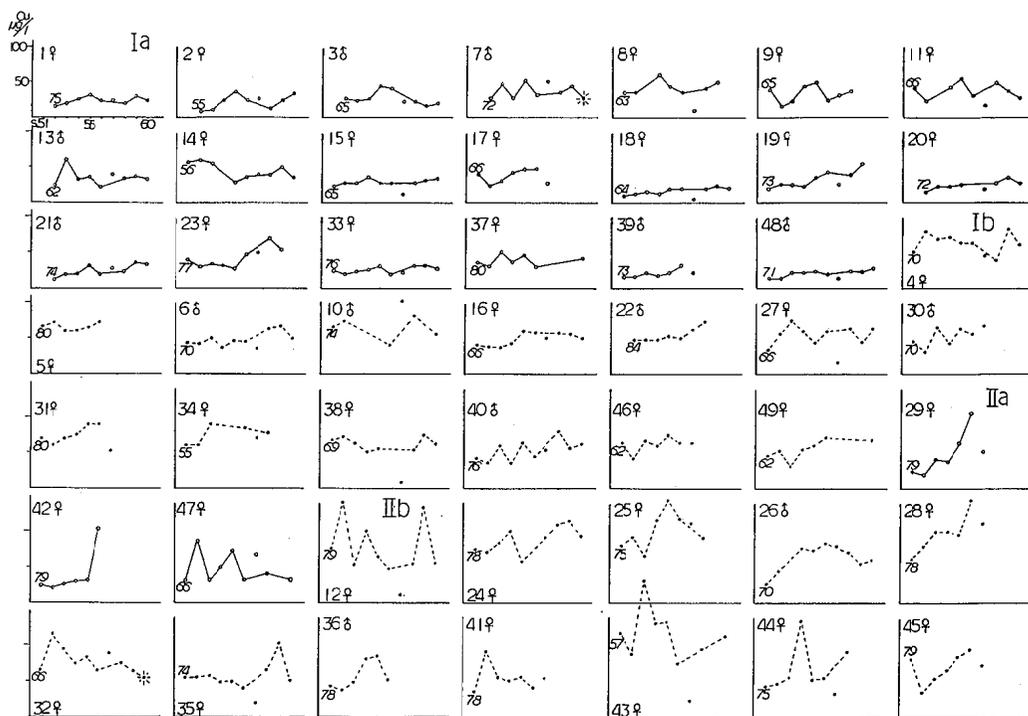


図 4 尿 中 銅 濃 度 の 推 移

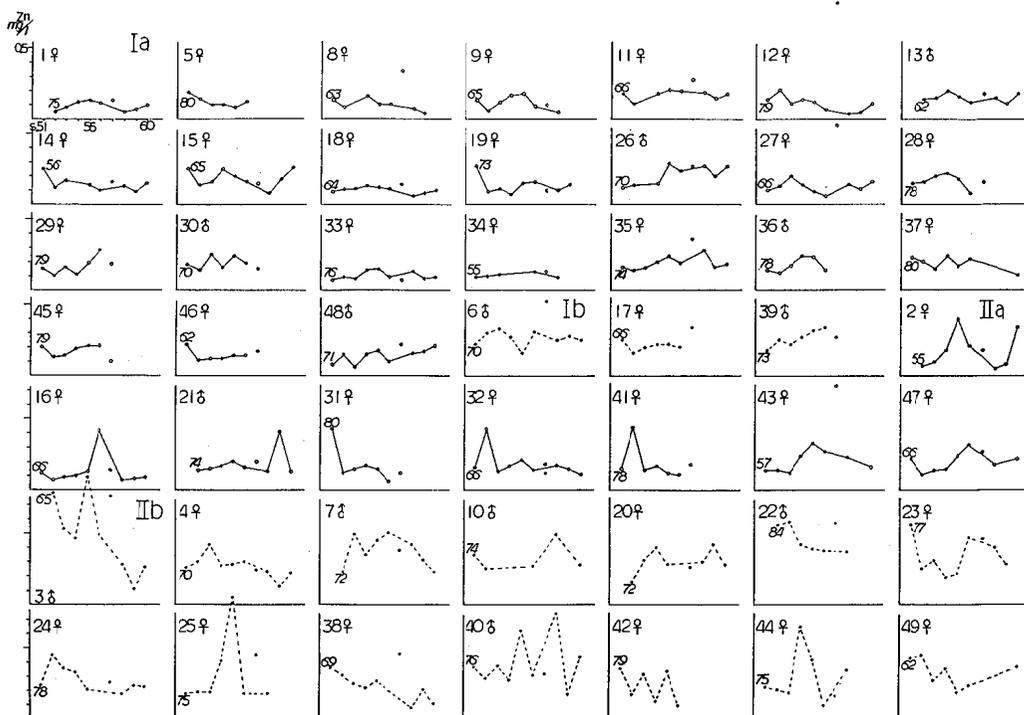


図 5 尿 中 亜 鉛 濃 度 の 推 移

を示した。

(4) Pb

重金属の測定は4金属同時抽出測定を行っているので、Pbに対する感度は悪く、そのため、検出限界を10 $\mu$ g/lとしている。そこで表1には最高値のみを記したが、同一者において高値が繰り返されるという傾向はなかった。

3・2 尿中重金属の推移

10年間、10回の尿中重金属測定に6回以上参加した49人について、濃度の推移を図3 (Cd)・図4 (Cu)・図5 (Zn) に示した。その濃度変動は様々であるが、一定の傾向性を見出す目的で、変動と平均値の大きさから表3に従って区分してみた。区分の基準値 (Cd : 7  $\mu$ g/l, Cu : 45  $\mu$ g/l, Zn : 0.2mg/l) は本調査におけるそれぞれの金属の平均濃度を参考に設定した値である。

Cdは、濃度変動 (最高値 (以下max.) と最低値 (以下min.) の差) が7  $\mu$ g/l以内でかつ幾何平均値が7  $\mu$ g/l以下というIaに区分されたのが18例 (37%)、変動は7  $\mu$ g/l以内だが平均濃度が7  $\mu$ g/lを超えるIbが13例 (26%)、変動は7  $\mu$ g/lを超えるが平均濃度は7  $\mu$ g/l以下 (IIa) が2例 (4%)、変動も平均濃度も7  $\mu$ g/lを超えるIIbが16例 (33%) という分布となった (図6)。また、CuはCdに似た分布を示し、

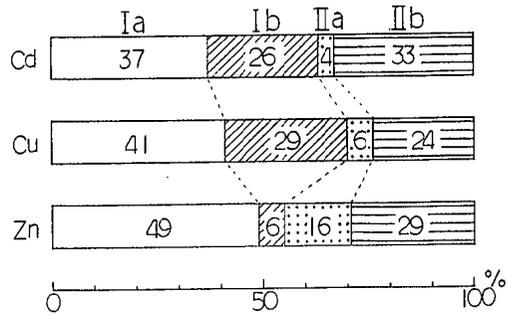


図6 尿中重金属別類型区分の比率

ZnはCdやCuのIbとIIaの分布比率を置き換えたような分布を示した。平均値の高低にかかわらず変動の小さい区分・Iは、Cdが63%、Cuが70%、Znが55%であった。以上の結果から、一般には尿中重金属濃度は変動が大きく、回数の多い測定が要求されると言われているが、本調査結果においては、個々人の尿中重金属濃度の変動は大半 (55~70%) の場合本調査地域住民の平均濃度の値以内におさまったと言える。

一方、濃度変動の大きい例は、CdはNo.12 (図3) において33.8  $\mu$ g/lの最大変動を観察し、max./min.=22であった。CuはNo.43 (図4) において114  $\mu$ g/lの最大変動とmax./min.=2.5を、ZnはNo.3 (図5) において0.78mg/lの最大変動とmax./min.=8.1、PbはNo.43においておよそ40  $\mu$ g/lの最大変動を観察した (表4)。max./min.はCd>Zn>Cuであった。また、最大変動を示した個人はCuとPbにおいて共通であったが同一試料ではなかった。

最終年度 (昭和60年度) に過去10年間の測定値の最低値を示した人はCdで12人、Cuで2人であり、図3・図4に示した。城石らは富山県のイ病要観察者67名の尿中Cd 8年間の継続調査で、その推移を(1)ほとんど変化のないもの、(2)変化に一定の傾向が見られるもの、(3)1つの傾向があるが、ある時期に変化するもの、に大別し、更にその特徴から5つの型に分類し、その中で増加傾向にあるものとして2例、減少傾向にあるものとして17例 (25%) あった<sup>12)</sup>、と報告している。図3で同様に減少傾向にあるものを11人 (22%) 挙げることができた。

57年度の早朝尿の濃度が他の年度の24時間尿の濃度に比して目立ってかけはなれている例がZn (図5) において著しかった (No.12, No.27, No.43) こと、尿の種類が同一でない場合にもデータ同士を比較するために、今後、クレアチニン補正 ( $\mu$ g/g-クレアチニ

表3 尿中重金属濃度の変動と平均の区分基準

- I : 濃度変動の小さいもの (最大値-最小値 $\leq$ A)
- Ia : 平均濃度の低いもの (平均値 $\leq$ A)
- Ib : 平均濃度の高いもの (平均値 $>$ A)
- II : 濃度変動の大きいもの (最大値-最小値 $>$ A)
- IIa : 平均濃度の低いもの (平均値 $\leq$ A)
- IIb : 平均濃度の高いもの (平均値 $>$ A)

Aの値としてカドミウム、銅、亜鉛についてそれぞれ7  $\mu$ g/l, 45  $\mu$ g/l, 0.2 mg/lとした。

表4 尿中重金属濃度の経年最大変動幅 (個人測定値)

重金属	試料番号 (類型区分)	変動幅	max/min
Cd	No. 12 (IIb)	33.8 $\mu$ g/l	22
Cu	No. 43 (IIb)	114 $\mu$ g/l	2.5
Zn	No. 3 (IIb)	0.78mg/l	8.1
Pb	No. 43	< 40 $\mu$ g/l	

ン)や1日排泄量( $\mu\text{g/day}$ )との関係をさらに検討したいと考えている。

#### 4 ま と め

昭和51年度から60年度の10年間にわたって実施された「梯川流域住民健康調査」のうち、要経過観察者の尿中重金属測定結果をとりまとめ、次のことが明らかになった。

(1) カドミウムについては、受検者全体の平均値、頻回受検者の平均値、個人の測定値の推移において、尿中濃度の減少が顕著に観察された。

(2) 銅と亜鉛の尿中濃度の推移には大きな変化は見られなかった。

(3) 個人の測定値における最大の変動は、カドミウムで $34\mu\text{g/l}$ 、銅で $110\mu\text{g/l}$ 、亜鉛で $0.8\text{mg/l}$ であった。

#### 文 献

- 1) 石川県公害環境白書, 昭和48年度版, 181—187
- 2) 石川県環境白書, 昭和51年度版, 243—249
- 3) 加藤充哉: 石川衛公研年報, 18, 335—344 (1981)
- 4) 河野俊一, 酒井義昭, 飯田成美, 西 正美, 東野重孝, 稲木公彦, 松田晴夫, 加藤充哉: イタイタイ病に関する総合的研究総会研究会資料, 47—55, (財)日本公衆衛生協会, 東京 (1976)
- 5) 森本隆司, 今井準三, 中屋謙一: 日本公衛誌, 26, 665—670 (1976)
- 6) 小林悦子: 金医大誌, 6, 119—122 (1981)
- 7) 小林悦子: 金医大誌, 6, 123—126 (1981)
- 8) 新村哲夫, 城石和子, 植竹久雄: イタイタイ病及び慢性カドミウム中毒に係わる総合会議資料, 100—103 (財)日本公衆衛生協会, 東京 (1986)
- 9) 小林悦子: 日本公衛誌, 29, 201—207 (1982)
- 10) 河野俊一, 大村外志隆, 中川秀昭, 梅 博久, 西 正美, 松尾羊待郎: 環境保健レポート, No.46, 248—255 (1980)
- 11) 河野俊一, 大村外志隆, 能川浩二, 加藤充哉, 松田晴夫: 日本公衛誌, 26, 758 (1979)
- 12) 城石和子, 岩田 隆, 山本松三: イタイタイ病及びカドミウム中毒に関する総合的研究班昭和55年度研究総会資料, 210—214 (財)日本公衆衛生協会, 東京 (1981)

〔資 料〕

# 石川県における降水成分調査結果

(昭和60年度)

石川県衛生公害研究所環境部 北村 守次・織田 敏郎・桐元 俊武

## 1 はじめに

降水中に存在する各種汚染物質の調査、測定を行うことによって、雨の組成、イオンバランス等を明らかにし、酸性雨発生機構解明の基礎資料を得るため、本県では昭和58年度から降水成分調査を実施している。ここでは、1週間分の降水を1試料としたものについての昭和60年度の調査結果を報告する。

## 2 調査方法

### 2・1 調査地点

三馬測定点(金沢市三馬2丁目, 石川県衛生公害研究所屋上)

### 2・2 降水採取方法

昭和58, 59年度調査<sup>1)2)</sup>に同じ。

### 2・3 調査項目及び測定方法

昭和59年度調査<sup>2)</sup>に同じ。

### 2・4 調査期間

昭和60年4月2日から昭和61年3月31日まで。

## 3 調査結果と考察

### 3・1 pH及び降水成分濃度

階級別pH出現頻度ヒストグラムを図1に示した。pHの最頻階級は4.6~5.0で、分布形態とともに前年度と変化がなかった。

次に、降水成分分析結果を表1に、同じく月変化グラフを図2に示した。月別の傾向としては、降水量が少ない8月にpHが低く、硫酸、硝酸、アンモニウム、カルシウムの各イオン濃度及び電導度が高いこと、北西季節風が強まる11月から3月にかけてpHがやや低

くなり、塩素、マグネシウム、ナトリウム、カリウムイオン等専ら海塩寄与と推定される成分の濃度と電導度が顕著に上昇し、このほか硫酸、カルシウム、鉄イオンの濃度も上昇している。

硫酸イオン及びカルシウムイオンの過剰量についてみると、両イオンとも全体量と過剰量は良く似たパターンの変化を示し、過剰硫酸イオンは1~3月に濃度が高いのに対して、過剰カルシウムイオンは3, 4月に高くなる傾向がある。

### 3・2 降水成分のイオンバランス

降水成分のイオンバランス及び各イオンの当量百分率を表2に、当量百分率の月変化グラフを図3に示した。塩素、マグネシウム、ナトリウムイオンの割合が10~3月に、カルシウムイオンが3~6月に高くなる

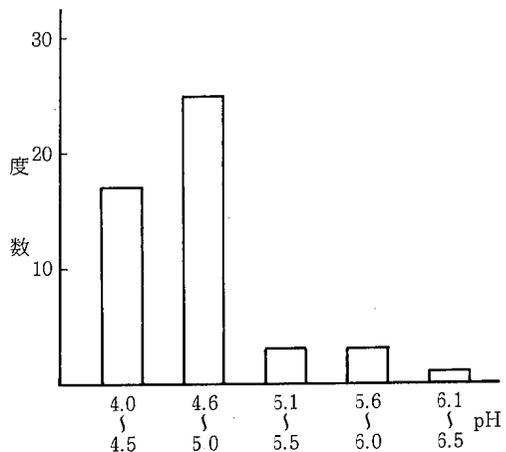


図1 pH出現頻度ヒストグラム

Survey of Ionic Components in Rain Water in Ishikawa Prefecture, 1985. by Moritsugu KITAMURA, Toshirou ODA, and Toshitake KIRIMOTO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表1 降水成分分析結果

試料番号	採取年月日	1) 降水量		pH	EC (25°C/5cm)	2) 採取雨量													3) ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		4) ExCa <sup>2+</sup>	
		(mm)	(ml)			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μg/ml)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μg/ml)	Cl <sup>-</sup> (μg/ml)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μg/ml)	Ca <sup>2+</sup> (μg/ml)	Mg <sup>2+</sup> (μg/ml)	K <sup>+</sup> (μg/ml)	Na <sup>+</sup> (μg/ml)	Fe <sup>3+</sup> (μg/ml)	H <sup>+</sup> (μg/ml)	(μg/ml)	(%)	(μg/ml)	Ca <sup>2+</sup> (%)			
昭和																						
1	50.3.31~4. 8	20.0	420	5.8	11.6	1.54	0.46	1.02	0.26	0.41	0.089	0.08	0.53	ND	1.58×10 <sup>-3</sup>	1.41	91	0.39	95			
2	4. 8~ 4.15	53.5	1,030	4.9	21.9	2.71	1.77	1.38	0.38	0.50	0.14	0.08	0.78	ND	12.6	2.51	93	0.47	94			
3	4.15~ 4.22	22.0	510	4.7	18.3	2.25	0.86	0.73	0.41	0.19	0.053	0.06	0.45	0.014	19.5	2.14	95	0.17	91			
4	4.22~ 4.30	29.5	620	5.8	20.0	2.86	1.39	1.87	0.44	0.65	0.16	0.08	1.08	0.012	1.55	2.59	91	0.61	94			
5	4.30~ 5. 7	65.0	1,340	4.7	17.2	2.26	0.77	0.39	0.27	0.32	0.041	0.07	0.22	0.005	20.0	2.20	98	0.31	97			
6	5. 7~ 5.13	16.5	300	4.5	19.6	1.97	0.53	0.44	0.16	0.08	0.021	0.02	0.23	0.007	33.1	1.91	97	0.07	89			
7	5.13~ 5.20	78.0	1,720	4.9	11.0	1.21	0.81	0.35	0.25	0.11	0.024	0.04	0.23	ND	11.5	1.15	95	0.10	92			
8	5.20~ 5.27	72.0	1,640	4.6	16.1	1.56	0.59	0.33	0.19	0.09	0.017	0.02	0.11	0.006	24.0	1.53	93	0.09	95			
9	5.27~ 6. 3	6.5	80	4.3	83.0	10.9	7.40	5.15	1.97	2.06	0.53	0.39	3.61	0.079	52.5	9.99	92	1.92	93			
10	6. 3~ 6.10	3.5	50	4.8	35.9	5.15	4.58	1.24	1.08	1.48	0.16	0.27	0.65	0.042	16.2	4.99	97	1.46	98			
11	6.10~ 6.17	5.5	25	4.5	114	16.8	11.1	3.19	2.38	4.50	1.03	0.67	4.15	0.12	30.9	15.8	94	4.34	97			
12	6.17~ 6.24	85.5	1,840	4.8	12.3	1.40	0.70	0.22	0.21	0.14	0.018	0.03	0.13	ND	15.9	1.37	98	0.14	97			
13	6.24~ 7. 1	302.5	6,790	4.8	10.3	0.90	0.34	0.25	0.07	0.04	0.007	0.01	0.11	ND	16.2	0.87	97	0.04	90			
14	7. 1~ 7. 8	142.5	2,910	4.9	10.4	1.03	0.44	0.26	0.16	0.06	0.010	0.01	0.13	ND	13.5	1.00	97	0.06	92			
15	7. 8~ 7.15	177.5	4,300	5.0	9.8	1.15	0.49	0.37	0.28	0.04	0.018	0.02	0.23	ND	11.2	1.09	95	0.03	78			
16	7.15~ 7.22	11.0	320	4.1	50.0	5.25	2.33	0.82	0.60	0.29	0.060	0.11	0.47	0.040	75.9	5.13	98	0.27	94			
17	7.22~ 7.29	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
18	7.29~ 8. 5	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
19	8. 5~ 8.12	3.0	20	4.3	66.2	7.75	4.90	2.82	—	—	—	—	—	—	47.9	—	—	—	—			
20	8.12~ 8.19	1.0	120	5.8	20.5	2.57	2.55	1.01	0.38	0.96	0.15	0.25	0.58	0.013	1.55	2.42	94	0.94	98			
21	8.19~ 8.26	0.5	1,110	4.2	42.5	4.17	2.99	0.57	0.78	0.22	0.045	0.07	0.32	0.016	63.1	4.09	98	0.21	95			
22	8.26~ 9. 2	1.0	67	5.4	58.2	5.21	3.03	9.07	0.71	1.21	0.70	0.43	5.00	0.018	3.80	3.86	76	1.02	84			
23	9. 2~ 9. 9	92.5	1,920	4.9	9.6	0.89	0.30	0.33	0.11	0.09	0.023	0.02	0.20	ND	11.5	0.84	94	0.08	92			
24	9. 9~ 9.17	129.0	2,530	5.1	9.5	0.84	0.38	0.38	0.19	0.06	0.027	0.02	0.23	ND	8.51	0.78	93	0.05	85			
25	9.17~ 9.24	93.5	2,020	4.6	18.6	1.78	0.83	0.56	0.31	0.08	0.036	0.02	0.31	0.005	24.6	1.70	96	0.07	85			
26	9.24~ 9.30	87.5	1,760	4.8	10.2	0.82	0.53	0.13	0.12	0.06	0.009	ND	0.10	ND	16.2	0.79	97	0.06	94			
27	9.30~10. 7	66.5	1,410	4.9	49.6	2.49	0.67	10.0	0.23	0.24	0.63	0.22	5.31	ND	12.6	1.16	47	0.04	16			
28	10. 7~10.14	111.5	2,530	5.0	16.8	1.10	0.26	2.34	0.09	0.11	0.15	0.05	1.40	ND	9.55	0.75	68	0.06	52			
29	10.14~10.21	42.0	880	4.8	15.6	1.36	0.50	1.02	0.19	0.10	0.073	0.04	0.57	ND	15.5	1.22	90	0.08	78			
30	10.21~10.28	27.5	490	4.7	70.1	7.33	2.82	9.87	1.00	0.99	0.73	0.32	5.46	0.025	20.0	5.96	81	0.78	79			
31	10.28~11. 5	51.5	1,100	4.8	46.4	2.82	0.72	8.30	0.36	0.25	0.53	0.19	4.56	0.006	15.9	1.68	59	0.08	31			
32	11. 5~11.11	107.0	2,150	4.6	65.0	3.83	0.88	11.4	0.37	0.26	0.72	0.28	6.28	0.006	27.5	2.25	59	0.02	8			
33	11.11~11.18	258.5	7,010	4.6	81.3	3.99	0.53	16.1	0.21	0.29	0.10	0.34	8.64	0.012	27.5	1.82	46	0	0			
34	11.18~11.25	66.5	1,380	4.6	70.1	3.52	0.47	13.9	0.22	0.27	0.86	0.29	7.63	ND	23.4	1.60	46	0	0			
35	11.25~12. 2	134.0	3,350	4.5	54.2	3.48	0.79	8.08	0.32	0.32	0.52	0.20	4.56	0.013	30.2	2.34	67	0.15	46			
36	12. 2~12. 9	52.5	1,270	4.9	55.6	4.56	0.97	9.90	0.36	0.66	0.66	0.24	5.31	0.008	13.2	3.23	71	0.46	69			
37	12. 9~12.16	175.5	4,690	4.7	48.1	2.94	0.53	8.86	0.17	0.27	0.58	0.20	4.56	0.005	19.1	1.80	61	0.10	36			
38	12.16~12.23	126.5	3,900	4.5	54.6	3.30	1.25	8.95	0.33	0.34	0.57	0.22	4.42	0.016	30.2	2.19	66	0.17	51			
39	12.23~61.1.6	128.5	5,040	4.5	129	8.13	1.33	26.7	0.50	0.89	1.82	0.61	14.4	0.020	29.5	4.57	56	0.34	39			
40	61.1.6~ 1.13	87.0	2,590	4.4	74.0	3.98	1.58	12.7	0.32	0.40	0.88	0.34	6.87	0.012	36.3	2.26	57	0.14	35			
41	1.13~ 1.20	39.0	1,610	4.3	89.8	5.80	1.45	14.2	0.53	0.49	0.98	0.40	7.60	0.017	47.9	3.89	67	0.20	41			
42	1.20~ 1.27	102.0	2,500	4.5	41.1	2.94	0.63	5.09	0.27	0.23	0.32	0.13	2.73	0.007	33.9	2.25	77	0.13	55			
43	1.27~ 2. 3	40.0	1,040	4.6	63.2	5.79	2.26	10.1	0.71	0.90	0.74	0.30	5.50	0.019	24.6	4.41	76	0.69	77			
44	2. 3~ 2.10	53.5	1,480	4.5	47.4	3.13	0.61	7.12	0.29	0.27	0.48	0.22	3.89	0.010	28.8	2.15	69	0.12	45			
45	2.10~ 2.17	27.5	1,450	4.5	54.6	4.93	1.59	6.54	0.72	0.60	0.50	0.29	3.58	0.030	28.8	4.03	82	0.46	77			
46	2.17~ 2.24	36.5	2,710	4.5	51.4	3.52	1.68	6.80	0.35	0.43	0.47	0.23	3.74	0.019	31.6	2.58	73	0.29	67			
47	2.24~ 3. 3	50.5	1,820	4.4	115	7.14	1.54	21.0	0.59	0.69	1.69	0.55	11.9	0.025	42.7	4.15	58	0.24	35			
48	3. 3~ 3.10	7.0	570	5.4	205	13.6	4.72	44.2	1.64	2.15	3.42	1.23	25.0	0.069	3.98	7.33	54	1.20	56			
49	3.10~ 3.17	8.5	230	6.3	46.9	6.83	2.92	4.93	0.44	2.00	0.49	0.21	2.99	0.016	0.54	6.08	89	1.89	94			
50	3.17~ 3.24	65.0	1,730	4.7	30.2	2.69	0.97	3.71	0.26	0.42	0.26	0.10	1.91	0.010	18.6	2.21	82	0.35	83			
51	3.24~ 3.31	15.0	330	4.2	68.3	8.77	4.97	3.01	1.80	1.29	0.35	0.25	1.62	0.051	57.5	8.36	95	1.23	95			
最 高 値		302.5	7,010	6.3	205	16.8	11.1	44.2	2.38	4.50	3.42	1.23	25.0	0.12	75.9×10 <sup>-3</sup>	15.8	98	4.34	98			
最 低 値		0.0	0	4.1	9.5	0.82	0.26	0.13	0.07	0.04	0.007	ND	0.10	ND	0.54×10 <sup>-3</sup>	0.75	46	0	0			
平 均 値 <sup>5)</sup>		66.3	1,770	4.64	46.6	3.15	0.92	7.46	0.31	0.32	0.52	0.19	4.03	0.009	23.0×10 <sup>-3</sup>	2.14	81	0.17	71			

注) 降水量は金沢地方気象台調べのデータを集計した。

2) 採取雨量は18cmφ口径当たり換算値である。また、採取雨量0は平均から除外した。

3) ExSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 海塩寄りのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を除いた過剰SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量, すなわち [ExSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] = [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] - 0.251 [Na<sup>+</sup>] (海塩中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Na<sup>+</sup> = 0.251<sup>3)</sup>)

4) ExCa<sup>2+</sup>: 海塩寄りのCa<sup>2+</sup>を除いた過剰Ca<sup>2+</sup>量, すなわち [ExCa<sup>2+</sup>] = [Ca<sup>2+</sup>] - 0.038 [Na<sup>+</sup>] (海塩中のCa<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> = 0.038<sup>3)</sup>)

5) pHの平均値は、水素イオン濃度に換算した上での採取雨量重み付き算術平均値、降水量、採取雨量及びSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>とCa<sup>2+</sup>の過剰率は単純平均値、その他の項目は採取雨量重み付き算術平均値である。

6) ND: K<sup>+</sup> 0.01 μg/ml, Fe<sup>3+</sup> 0.005 μg/ml. —: 試料なし。

表 2 降水成分のイオンバランス及び各イオンの当量百分率

試料No.	採取年月日	項 目	Cl <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Anion合計	Cation合計	合 計
1	昭60. 3.31 ~ 4. 8	32 (23)	29 (21)	1.6 (1.1)	14 (11)	20 (15)	7.3 (5.3)	2.1 (1.5)	23 (17)	0 (0)	68 (50)	69 (50)	137 (100)
2	4. 8 ~ 4.15	56 (25)	39 (17)	13 (5.4)	21 (9.2)	28 (11)	12 (5.0)	2.1 (0.9)	34 (15)	0 (0)	124 (64)	108 (46)	230 (100)
3	4.15 ~ 4.22	47 (25)	21 (13)	19 (12)	23 (14)	9.5 (6.0)	4.4 (2.7)	1.5 (0.6)	20 (12)	0.8 (0.5)	81 (51)	78 (49)	159 (100)
4	4.22 ~ 4.30	60 (23)	53 (21)	1.5 (0.6)	24 (9.5)	32 (13)	13 (5.1)	2.1 (0.8)	47 (18)	0.3 (0.2)	135 (56)	121 (47)	256 (100)
5	4.30 ~ 5. 7	47 (35)	11 (8.1)	20 (15)	15 (12)	16 (12)	3.4 (2.5)	1.8 (1.3)	9.6 (7.0)	0.6 (0.3)	70 (52)	66 (48)	136 (100)
6	5. 7 ~ 5.13	41 (34)	8.6 (7.1)	12 (10)	33 (27)	4.0 (3.3)	1.7 (1.4)	0.5 (0.4)	10 (8.3)	0.4 (0.3)	62 (52)	54 (48)	120 (100)
7	5.13 ~ 5.20	25 (27)	13 (14)	11 (12)	14 (15)	5.5 (6.0)	2.0 (2.1)	1.0 (1.1)	10 (11)	0 (0)	48 (52)	44 (48)	92 (100)
8	5.20 ~ 5.27	32 (33)	9.3 (9.6)	24 (25)	11 (11)	4.5 (4.6)	1.4 (1.4)	0.5 (0.5)	4.8 (4.9)	0.3 (0.3)	51 (53)	46 (47)	97 (100)
9	5.27 ~ 6. 3	227 (23)	145 (15)	52 (5.4)	109 (11)	103 (11)	44 (4.5)	10 (1.0)	157 (16)	4.2 (0.4)	492 (51)	479 (49)	971 (100)
10	6. 3 ~ 6.10	107 (26)	74 (18)	16 (3.9)	60 (14)	74 (18)	13 (3.2)	6.9 (1.7)	28 (6.8)	2.3 (0.5)	216 (52)	200 (48)	417 (100)
11	6.10 ~ 6.17	350 (24)	179 (13)	31 (2.1)	132 (9.2)	225 (16)	85 (5.9)	17 (1.2)	181 (13)	6.4 (0.4)	676 (47)	676 (47)	1,486 (100)
12	6.17 ~ 6.24	28 (33)	11 (13)	16 (18)	12 (13)	7.0 (7.9)	1.5 (1.7)	0.8 (0.9)	5.7 (6.4)	0 (0)	70 (53)	42 (48)	112 (100)
13	6.24 ~ 7. 1	19 (32)	7.1 (12)	16 (27)	3.9 (6.6)	2.0 (3.4)	0.5 (1.0)	0.3 (0.4)	4.8 (8.1)	0 (0)	31 (53)	28 (47)	59 (100)
14	7. 1 ~ 7. 8	21 (32)	7.3 (11)	13 (20)	8.9 (13)	3.0 (4.4)	0.8 (1.2)	0.3 (0.4)	5.7 (8.3)	0 (0)	36 (53)	32 (47)	68 (100)
15	7. 8 ~ 7.15	24 (29)	10 (13)	11 (13)	16 (19)	2.0 (2.4)	1.5 (1.8)	0.5 (0.6)	10 (12)	0 (0)	42 (51)	41 (49)	83 (100)
16	7.15 ~ 7.22	109 (34)	38 (12)	75 (23)	33 (10)	14 (4.5)	4.9 (1.5)	2.8 (0.9)	20 (6.3)	2.2 (0.7)	170 (53)	153 (47)	323 (100)
17	7.22 ~ 7.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	7.29 ~ 8. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	8. 5 ~ 8.12	161 (—)	80 (—)	48 (—)	—	—	—	—	—	—	320 (—)	—	—
20	8.12 ~ 8.19	54 (23)	28 (12)	1.5 (0.6)	21 (8.8)	48 (20)	12 (5.2)	6.4 (2.7)	25 (11)	0.7 (0.3)	123 (52)	115 (48)	238 (100)
21	8.19 ~ 8.26	87 (30)	48 (17)	63 (22)	43 (15)	11 (3.8)	3.7 (1.3)	1.8 (0.6)	14 (4.8)	0.9 (0.3)	151 (52)	137 (48)	288 (100)
22	8.26 ~ 9. 1	108 (14)	49 (6.1)	38 (3.2)	39 (4.9)	60 (7.5)	58 (7.2)	11 (1.4)	217 (27)	1.0 (0.1)	413 (51)	391 (48)	804 (100)
23	9. 2 ~ 9. 9	19 (28)	4.8 (7.4)	11 (17)	6.1 (9.3)	4.5 (6.8)	1.9 (2.9)	0.5 (0.8)	8.7 (13)	0 (0)	33 (50)	33 (50)	66 (100)
24	9. 9 ~ 9.17	17 (25)	6.1 (8.9)	11 (16)	8.5 (12)	3.0 (4.3)	2.2 (3.2)	0.5 (0.7)	10 (15)	0 (0)	34 (50)	35 (50)	69 (100)
25	9.17 ~ 9.24	37 (28)	13 (10)	24 (19)	17 (13)	4.0 (3.1)	3.0 (2.3)	0.5 (0.4)	13 (11)	0 (0)	66 (51)	63 (49)	129 (100)
26	9.24 ~ 9.30	17 (28)	8.6 (14)	16 (27)	6.7 (11)	3.9 (3.0)	0.1 (1.2)	0 (0)	4.4 (7.2)	0 (0)	29 (49)	31 (51)	60 (100)
27	9.30 ~ 10. 7	52 (12)	13 (1.6)	282 (42)	13 (1.9)	12 (1.8)	52 (7.7)	5.6 (0.8)	231 (35)	0 (0)	345 (51)	326 (49)	670 (100)
28	10. 7 ~ 10.14	23 (12)	4.2 (2.2)	66 (35)	5.0 (2.7)	5.5 (2.9)	12 (6.6)	1.3 (0.7)	61 (33)	0 (0)	93 (50)	94 (50)	188 (100)
29	10.14 ~ 10.21	28 (22)	8.1 (6.3)	29 (23)	15 (12)	11 (8.2)	6.0 (4.7)	1.0 (0.8)	25 (19)	0 (0)	65 (51)	63 (49)	128 (100)
30	10.21 ~ 10.28	153 (17)	45 (5.0)	278 (31)	20 (2.2)	49 (5.4)	60 (6.6)	8.2 (0.9)	237 (26)	1.3 (0.1)	477 (52)	432 (48)	908 (100)
31	10.28 ~ 11. 5	59 (8.8)	12 (1.9)	324 (39)	16 (2.6)	20 (3.3)	12 (2.1)	44 (7.3)	198 (33)	0.3 (0.1)	304 (51)	295 (49)	600 (100)
32	11. 5 ~ 11.11	80 (9.8)	14 (1.7)	322 (39)	27 (3.4)	21 (2.5)	1.6 (1.6)	59 (7.3)	273 (34)	0.3 (0.0)	416 (51)	401 (49)	816 (100)
33	11.11 ~ 11.18	83 (7.8)	8.6 (0.6)	454 (43)	27 (2.6)	12 (1.1)	1.4 (1.4)	83 (7.8)	376 (33)	0.6 (0.1)	546 (51)	522 (49)	1,068 (100)
34	11.18 ~ 11.25	73 (7.9)	7.6 (0.8)	392 (42)	23 (2.5)	12 (1.3)	1.3 (1.4)	71 (7.6)	332 (36)	0 (0)	473 (51)	459 (48)	932 (100)
35	11.25 ~ 12. 2	72 (12)	13 (2.0)	228 (37)	30 (4.8)	18 (2.8)	16 (2.6)	43 (6.9)	198 (32)	0.7 (0.1)	313 (50)	311 (50)	624 (100)
36	12. 2 ~ 12. 9	95 (13)	16 (2.1)	279 (37)	13 (1.8)	20 (2.7)	33 (4.4)	54 (7.3)	231 (31)	0.4 (0.1)	390 (52)	358 (48)	748 (100)
37	12. 9 ~ 12.16	61 (10)	8.6 (1.4)	250 (41)	19 (3.1)	9.4 (1.5)	2.2 (4.8)	5.1 (8.8)	198 (32)	0.3 (0.0)	320 (52)	283 (48)	613 (100)
38	12.16 ~ 12.23	69 (11)	20 (3.1)	252 (39)	30 (4.6)	18 (2.8)	47 (7.2)	5.6 (0.9)	192 (30)	0.9 (0.1)	341 (52)	311 (48)	652 (100)
39	昭61. 1. 6 ~ 1.17	93 (9.3)	21 (1.2)	753 (41)	29 (1.6)	28 (1.5)	44 (2.4)	150 (8.1)	626 (34)	1.1 (0.1)	945 (51)	884 (48)	1,829 (100)
40	1. 6 ~ 1.13	83 (9.0)	25 (2.8)	358 (39)	36 (3.9)	18 (1.9)	2.2 (7.9)	8.7 (9.9)	289 (32)	0.6 (0.1)	467 (51)	454 (48)	921 (100)
41	1.13 ~ 1.20	121 (11)	23 (2.2)	401 (38)	48 (4.4)	29 (2.7)	81 (7.5)	10 (1.0)	331 (31)	0.9 (0.1)	545 (51)	524 (48)	1,068 (100)
42	1.20 ~ 1.27	61 (14)	10 (2.4)	144 (34)	34 (7.9)	15 (3.7)	26 (6.2)	3.3 (3.8)	119 (28)	0.4 (0.1)	215 (51)	209 (45)	424 (100)
43	1.27 ~ 2. 3	121 (14)	36 (4.2)	285 (33)	24 (2.8)	39 (4.6)	45 (5.2)	61 (7.1)	239 (28)	1.0 (0.1)	442 (51)	417 (45)	859 (100)
44	2. 3 ~ 2.10	65 (12)	9.8 (1.8)	301 (37)	29 (5.2)	16 (2.9)	40 (7.2)	5.6 (1.0)	169 (31)	0.5 (0.1)	276 (50)	273 (50)	549 (100)
45	2.10 ~ 2.17	103 (17)	26 (4.2)	184 (30)	29 (4.6)	40 (6.5)	30 (4.9)	7.4 (1.2)	156 (25)	1.6 (0.3)	313 (51)	304 (49)	617 (100)
46	2.17 ~ 2.24	73 (13)	27 (4.7)	192 (34)	31 (5.5)	19 (3.4)	39 (6.8)	5.9 (1.0)	163 (28)	1.0 (0.2)	292 (51)	281 (49)	573 (100)
47	2.24 ~ 3. 3	149 (9.6)	26 (1.7)	592 (38)	42 (2.7)	33 (2.1)	139 (9.0)	14 (0.9)	518 (33)	1.3 (0.1)	767 (50)	782 (50)	1,549 (100)
48	3. 3 ~ 3.10	283 (8.8)	76 (2.4)	1,247 (39)	40 (0.1)	91 (2.8)	107 (3.3)	281 (8.8)	31 (1.0)	0.87 (3.4)	1,606 (50)	1,606 (50)	3,212 (100)
49	3.10 ~ 3.17	142 (23)	47 (7.5)	139 (22)	0.5 (0.1)	24 (3.9)	100 (16)	40 (6.4)	130 (21)	0.9 (0.1)	328 (52)	301 (48)	629 (100)
50	3.17 ~ 3.24	166 (17)	16 (4.6)	105 (31)	18 (5.5)	14 (4.3)	21 (6.2)	2.6 (8.0)	83 (25)	0.5 (0.2)	176 (52)	161 (48)	338 (100)
51	3.24 ~ 3.31	183 (27)	80 (12)	85 (13)	57 (8.4)	100 (15)	64 (9.5)	29 (4.3)	70 (10)	2.7 (0.4)	348 (51)	330 (49)	677 (100)
平均		値 D	65.7 (11.6)	14.9 (2.6)	210 (36.9)	22.8 (4.0)	17.0 (3.0)	15.9 (2.8)	41.5 (7.3)	0.48 (0.08)	291 (51.2)	278 (48.8)	569 (100)

注1) 平均値欄の当量濃度は、採取雨量重み付き算術平均値、( )内は平均値の百分率である。

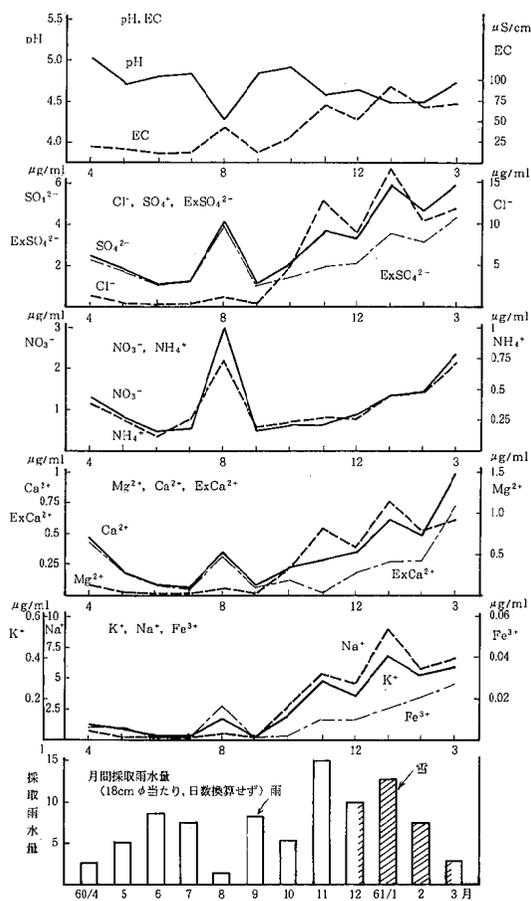


図2 降水成分濃度月変化グラフ

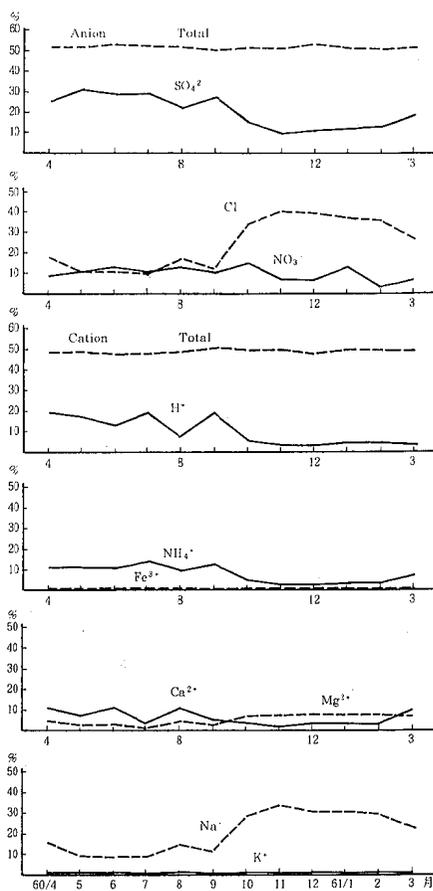


図3 当量百分率月変化グラフ

表 3-1 降水成分の項目間濃度相関 (年間)

(n = 48 ~ 49)

	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>													
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.34												
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.36	—											
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.31	0.88*	0.96*										
Cl <sup>-</sup>	0.03	0.58*	0.30	0.18									
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.34	0.90*	0.95*	0.95*	0.31								
Ca <sup>2+</sup>	0.04	0.90*	0.93*	0.93*	0.33	0.86*							
ExCa <sup>2+</sup>	0.03	0.81*	0.91*	0.94*	0.12	0.84*	—						
Mg <sup>2+</sup>	0.04	0.70*	0.42Δ	0.32	0.99*	0.43Δ	0.46Δ	0.25					
K <sup>+</sup>	0.09	0.84*	0.63*	0.57*	0.90*	0.64*	0.67*	0.49*	0.95*				
Na <sup>+</sup>	0.04	0.61*	0.31	0.20	1.00*	0.32	0.34	0.13	0.99*	0.91*			
Fe <sup>3+</sup>	0.37Δ	0.92*	0.95*	0.95*	0.34	0.95*	0.89*	0.86*	0.46Δ	0.67*	0.35		
EC	0.29	0.84*	0.62*	0.52*	0.92*	0.61*	0.59*	0.40Δ	0.95*	0.96*	0.93*	0.64*	

\*有意水準 0.1% 有意  
Δ " " 1%

表 3—2 降水成分の項目間濃度相関 (春～秋季\冬季)

(n= 18)

冬 春～秋	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ex SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	EC
H <sup>+</sup>		-0.29	-0.22	-0.32	-0.33	-0.38	-0.46	-0.48	-0.32	-0.32	-0.33	-0.29	-0.24
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.46 <sup>Δ</sup>		—	0.88*	0.94*	0.91*	0.96*	0.83*	0.96*	0.97*	0.94*	0.89*	0.96*
ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.46	—		0.89*	0.78*	0.93*	0.94*	0.91*	0.82*	0.86*	0.78*	0.90*	0.84*
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.44	0.97*	0.97*		0.75*	0.95*	0.94*	0.92*	0.80*	0.85*	0.76*	0.94*	0.80*
Cl <sup>-</sup>	-0.02	0.61*	0.54 <sup>Δ</sup>	0.54 <sup>Δ</sup>		0.77*	0.86*	0.63 <sup>Δ</sup>	0.99*	0.98*	1.00*	0.78*	0.99*
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.50 <sup>Δ</sup>	0.95*	0.95*	0.96*	0.50 <sup>Δ</sup>		0.95*	0.92*	0.82*	0.88*	0.79*	0.95*	0.82*
Ca <sup>2+</sup>	0.13	0.93*	0.93*	0.94*	0.58*	0.85*		—	0.89*	0.92*	0.87*	0.92*	0.88*
ExCa <sup>2+</sup>	0.14	0.93*	0.93*	0.94*	0.53 <sup>Δ</sup>	0.85*	—		0.68 <sup>Δ</sup>	0.74*	0.64 <sup>Δ</sup>	0.87*	0.67 <sup>Δ</sup>
Mg <sup>2+</sup>	0.04	0.81*	0.75*	0.73*	0.95*	0.70*	0.80*	0.77*		0.99*	1.00*	0.82*	0.99*
K <sup>+</sup>	0.15	0.90*	0.87*	0.89*	0.78*	0.84*	0.91*	0.89*	0.92*		0.98*	0.88*	0.99*
Na <sup>+</sup>	-0.02	0.63*	0.55 <sup>Δ</sup>	0.52 <sup>Δ</sup>	0.99*	0.51 <sup>Δ</sup>	0.58*	0.53 <sup>Δ</sup>	0.94*	0.78*		0.79*	0.99*
Fe <sup>3+</sup>	0.50 <sup>Δ</sup>	0.95*	0.97*	0.97*	0.46	0.95*	0.89*	0.90*	0.68*	0.84*	0.46 <sup>Δ</sup>		0.82*
EC	0.50 <sup>Δ</sup>	0.96*	0.93*	0.90*	0.75*	0.90*	0.84*	0.82*	0.89*	0.91*	0.78*	0.89*	

(n= 30～31)

\*有意水準0.1%で有意  
Δ " " 1%

傾向は前年度と同様であった。

3・3 項目間濃度相関

表3—1～2に年間及び季節別(春～秋季と冬季)の項目間濃度相関を示した。水素イオン濃度と他の項目との相関をみると、強い相関のあるものは認められず、春～秋季には硫酸、アンモニウム、鉄の各イオン及び電導度と弱い相関があったが、冬季には相関のあるものはなかった。各項目間で非常に強い相関があるのは、塩素、マグネシウム、ナトリウムイオンと電導度相互間の組合せと、過剰硫酸、硝酸、アンモニウム、カルシウム、鉄イオン相互間の組合せであった。

また、pHと各イオンの当量百分率との相関をみると、表4に示すように年間及び春～秋季にはカルシウムイオンと正の相関があった。

なお、季節の区分は、北西季節風の影響を強く受けるために硫酸イオンとカルシウムイオンの海塩寄与の割合が共に連続して20%を超えた11月5日～3月10日を冬季とし、それ以外を春～秋季とした。

3・4 湿性及び乾性降下物各イオンの降下量

湿性及び乾性降下物各イオンの月別降下量を表5に示した。湿性降下物は過剰カルシウムイオンを除いて11～2月に、乾性降下物と湿性の過剰カルシウムイオンは12～3月にピークを持ち、湿性、乾性降下物とも冬季に降下量が圧倒的に多かった。湿性、乾性を併せた年間の降下量は、多い順に塩素>ナトリウム>硫酸>過剰硫酸>硝酸>マグネシウム>カルシウム>アンモニウム>カリウム>アルミニウム>鉄>過剰カルシウム>水素>マンガンの各イオンとなっており、また、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、カリウム、鉄について湿性/乾性比をみると、それぞれ概ね500, 15, 12, 5, 0.05となっており、鉄以外は湿性によるものの方が圧倒的に多かった。

3・5 季節間及び降雨と降雪との差

以上で述べたように、冬季と春～秋季で降水成分濃度が大きく異なること、冬季には多量の降雪があることから、季節間及び雨と雪の差をみるため、それぞれについて湿性降下物の成分濃度と降下量について平均

表 4 pHと各イオンの当量百分率との相関

項目	区分	年 間	春～秋季	冬 季
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0.05	-0.35	-0.19
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		0.10	-0.21	-0.07
Cl <sup>-</sup>		-0.07	0.33	0.16
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0.05	-0.31	0.00
Ca <sup>2+</sup>		0.54*	0.48 <sup>Δ</sup>	0.22
Mg <sup>2+</sup>		0.05	0.44	0.30
K <sup>+</sup>		0.33	0.38	-0.04
Na <sup>+</sup>		-0.05	0.36	0.23
Fe <sup>3+</sup>		-0.26	-0.40	-0.08

\*有意水準0.1%で有意  
Δ " " 1%

表 5 湿性及び乾性降下物降下量 (30日当たり換算) (単位: mg/m<sup>2</sup>/30day)<sup>2)</sup>

項目 区分 年月	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	ExCa <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	乾性 降下物 総量
	湿性	湿性	湿性	湿性	湿性	湿性	湿性 乾性 合計	湿性	湿性 乾性 合計	湿性 乾性 合計	湿性 乾性 合計	湿性 乾性 合計	乾性	乾性	
昭和 60. 4	270	250	140	140	1.0	41	50 4.6 55	47	13 12 25	8.3 12 20	81 2.5 84	0.61 51 51	0.81	54	1,800
5	310	300	140	74	3.4	44	32 1.4 34	31	5.8 5.6 11	7.8 6.6 14	41 1.9 43	0.84 37 38	0.58	37	1,200
6	390	380	170	100	5.9	41	30 1.9 32	28	4.8 3.3 8.2	6.4 3.3 9.7	47 0.91 48	0.21 17 17	0.45	19	720
7	410	390	170	110	4.7	78	19 4.1 23	16	5.3 2.0 7.3	6.3 2.4 8.7	64 0.07 64	0.54 13 13	0.22	13	670
8	180	170	130	48	2.4	32	15 5.6 20	14	3.9 3.4 7.2	4.6 4.2 8.8	26 0.65 26	0.69 26 27	0.48	30	980
9	370	350	170	120	5.1	64	25 1.9 27	22	8.5 2.4 11	5.5 3.1 8.6	75 1.1 76	0.43 14 14	0.25	16	530
10	470	320	140	1,100	2.8	51	50 4.4 55	27	71 6.6 78	27 7.4 34	600 2.2 600	0.52 30 31	0.40	33	870
11	1,900	990	330	6,500	14	140	150 5.4 150	11	410 11 420	140 11 150	3,500 0.93 3,500	5.0 41 46	0.60	45	1,200
12	1,800	1,200	480	5,000	13	140	190 9.0 200	96	320 23 350	120 23 140	2,500 2.8 2,500	5.4 68 73	1.0	89	2,100
昭和 61. 1	2,100	1,300	480	6,000	12	160	220 5.4 230	97	410 22 430	150 24 170	3,200 4.8 3,200	5.5 86 92	1.1	100	3,000
2	1,400	990	450	3,200	10	150	160 8.5 160	87	240 19 260	100 21 120	1,800 4.2 1,800	6.5 89 95	1.2	100	2,900
3	700	500	280	1,400	2.3	87	120 23 140	87	110 30 140	42 25 67	790 6.1 790	3.2 130 130	2.1	130	4,600
年間 1)	10,700	7,290	3,140	25,400	78.4	1,040	1,080 73.8 1,160	561	1,720 141 1,860	652 144 796	13,700 28.6 13,800	30.3 606 637	9.18	675	20,800

注1) 年間降下量は、日数補正しない月間降下量を合計した値である。従って30日当たり換算値の合計とは一致しない。

2) 年間値の単位: mg/m<sup>2</sup>/year

表 6 季節間及び降雨と降雪の平均値の差  
(濃度単位:  $\mu\text{g/ml}$ , 降水量単位:  $\text{mg/m}^2/\text{week}$ )

		季節間の差				降雨と降雪との差			
		春～秋季	冬季	冬/春～秋比	有意差	降雨	降雪	降雪/降雨比	有意差
降 水 成 分 濃 度	pH	4.87	4.61	—	○	4.83	4.57	—	
	EC	32.1	75.1	2.3	○	37.2	84.6	2.3	○
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.66	4.86	1.33		3.65	5.66	1.55	
	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.20	3.03	0.95		2.99	3.62	1.21	
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.04	1.31	1.55		1.79	1.70	0.95	
	Cl <sup>-</sup>	2.35	13.3	5.7	○	3.93	14.9	3.8	○
	H <sup>+</sup>	0.022	0.028	1.28		0.022	0.031	1.42	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.52	0.46	0.88		0.48	0.57	1.19	
	Ca <sup>2+</sup>	0.63	0.54	0.86		0.57	0.67	1.18	
	ExCa <sup>2+</sup>	0.58	0.26	0.46		0.49	0.36	0.74	
	Mg <sup>2+</sup>	0.20	0.93	4.6	○	0.30	1.08	3.7	○
	K <sup>+</sup>	0.13	0.35	2.6	○	0.15	0.41	2.7	○
	Na <sup>+</sup>	1.30	7.29	5.6	○	2.18	8.15	3.7	○
	Fe <sup>3+</sup>	0.016	0.016	1.02		0.014	0.022	1.55	
湿 性 降 下 物 降 下 量	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	87.2	447	5.1	○	149	462	3.1	○
	ExSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	81.0	270	3.3	○	110	292	2.6	○
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	39.4	106	2.7	○	46.0	126	2.7	○
	Cl <sup>-</sup>	62.2	1,300	21	○	306	1,250	4.1	
	H <sup>+</sup>	0.87	2.85	3.3	○	0.012	0.029	2.3	○
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	13.0	36.3	2.8	○	16.2	40.5	2.5	○
	Ca <sup>2+</sup>	9.26	44.7	4.8	○	14.3	50.2	3.5	○
	ExCa <sup>2+</sup>	7.92	18.0	2.3	○	7.87	24.5	3.1	○
	Mg <sup>2+</sup>	6.08	87.9	14	○	21.6	87.7	4.1	○
	K <sup>+</sup>	2.52	32.0	13	○	7.89	32.7	4.1	○
	Na <sup>+</sup>	35.3	704	20	○	170	677	4.0	
	Fe <sup>3+</sup>	0.18	1.38	7.7	○	0.34	1.62	4.8	○
	データ数	30～31	18			37～38	11		

- 注 1) この表に限っては、数値はpHも含めてすべて単純平均であり、有意差の検定も単純平均で検討した。  
 2) 降水量は、日数補正しない週当たり降水量を平均した。従って一部に6日間、8日間及び14日間の降水量が含まれている。  
 3) 有意差の欄で、○印は有意水準5%で有意差あり、空欄は有意差なしである。

値の差の検定を行った。これらの結果を表6に示した。

降水量では、季節間に全項目で、降雨と降雪には塩素とナトリウムイオン以外の項目で有意差があった。成分濃度では、降雨と降雪には海塩起源と推定される塩素、マグネシウム、ナトリウム、カリウムイオン及び電導度で有意差があり、季節間にはこれらのほかにpHでも有意差があった。それぞれの項目について比をみると、季節間の差の方が降雨と降雪との差よりも顕著であった。

#### 4 ま と め

昭和60年度の三馬測定点における通年の1週間降水成分調査で以下のことが分かった。

pHは4.1～6.3の範囲で平均4.6であり、冬季にやや低かった。

水素イオン濃度は春～秋季に硫酸、アンモニウム、鉄の各イオンと弱い相関があったが、冬季には相関のあるものはなかった。

pHとイオン中のカルシウムの当量百分率との間には年間を通じて相関があった。

降水成分濃度は、過剰硫酸イオンが冬季に高いのに対して、過剰カルシウムイオンが春季に高かった。

降水量は、北西季節風が強まる11月から3月にかけて海塩起源成分を中心として非常に多くなり、降水量が年間 $1,000\text{mg}/\text{m}^2$ を超えるものは、多い順に塩素、ナトリウム、硫酸、過剰硫酸、硝酸、マグネシウム、カルシウム、アンモニウムの各イオンであった。

## 文 献

- 1) 北村守次, 桐元俊武, 三井信晴: 石川衛公害研年報, **21**, 94-109 (1984)
- 2) 北村守次, 織田敏郎, 桐元俊武: 同上誌, **22**, 98-113 (1985)
- 3) 日本海洋学会: 海洋観測指針(気象庁編), p145, 日本海洋学会, 東京(1970)

[資 料]

## β線吸収法による浮遊粒子状物質測定機の精度の検討

石川県衛生公害研究所環境部 山原 敏

### 1 はじめに

浮遊粒子状物質濃度の測定方法については、従来から光散乱法による粉じん計が用いられているが、この方法では、原理的に相対濃度を測定しているため、環境基準の適合性を評価する場合には、標準測定法による測定値に基づく測定値の校正（F値換算）が必要である。しかし、このF値換算については種々問題点が指摘されている<sup>1)~3)</sup>。その後、新たに原理的には重量濃度を直接測定することができるβ線吸収法や圧電天秤法を利用した測定機が開発され、昭和56年6月、匡においてもこれらの方法が浮遊粒子状物質の測定法として採用されるに至った。

本県においても、昭和58年からβ線吸収法測定機を大気汚染常時監視測定機として採用し、光散乱法測定機との切り換えを図っているが、本県のように低濃度地域での測定精度にどのような問題があるか十分把握されておらず、また、メーカーも数社あることから、切り換えの際に1年目は光散乱法も併用しながら、精度面での調査を実施してきた。それらについて若干の

知見が得られたので報告する。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査地点及び調査期間

調査地点及び調査期間は表1のとおりである。

#### 2・2 測定機器

今回の調査に当たっては、表2に示した機器を対象とした。

#### 2・3 調査内容及び測定方法

##### (1) 標準測定法との比較

各調査地点において標準測定法となるローボリュームエアサンプラー（以下、L.V法という）とβ線吸収法、光散乱法の並行測定を実施し、それらの相互比較を行った。

なお、L.V法は、本県の濃度レベルが低いことから約1カ月間単位の測定とし、恒温室において一定時間放置後、秤量した。

また、光散乱法における重量濃度への換算係数F値は、過去におけるF値（L.V法の重量濃度/光散乱法測定値）の12カ月移動幾何平均により求めた。

表1 調査地点及び調査期間

調査地点	用途地域	所在地	調査期間		
			L. V	SPM	SP
三馬	住	金沢市三馬2丁目	59.4~61.3	59.4~61.3	59.4~60.4
美川	未	石川県美川町湊町	同上	同上	同上
七尾	住	七尾市松本町	同上	同上	同上
小松	準工	小松市園町	同上	同上	同上
広坂	風致	金沢市広坂2丁目	60.4~61.3	60.4~61.3	—
津幡	住	河北郡津幡町加賀爪	同上	同上	—

L.V：ローボリュームエアサンプラー SPM：β線吸収法 SP：光散乱法

Examination of the Accuracy of the Measurement of SPM Mass Monitors Applied β-Ray Adsorption. by Satoshi YAMAHARA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 2 測 定 機 器

測定機器	型 式	設 置 地 点	備 考
ローボリュームエアサンプラー	サイクロン式ローボリュームエアサンプラー FKS (新宅機械)	三馬, 美川, 小松, 七尾	使用汚紙 住友AF07P 110 φ
	多段式ローボリュームエアサンプラー L-20 (柴田化学工業)	三馬, 広坂, 津幡, 七尾	使用汚紙 ミリポアAP-20 55 φ
β線吸収法	BAM-101 (柴田化学工業)	三馬, 美川, 七尾	
	RTG-102 (アロカ)	小松	
	DUB-12 (電気化学工業)	広坂, 津幡	
光散乱法	AP-632 (柴田化学工業)	三馬, 美川, 小松, 七尾	

(2) 標準測定機による測定値の比較

β線吸収法測定機同士の測定値比較のため、標準測定機と仮定したBAM-101 1台を使用し各調査地点において並行測定を行った。

(3) ゼロドリフト試験

β線吸収法測定機のゼロ点の安定性をみるため昭和60年7月から1カ月ごとに15~20時間程度サンプリング口ろ紙(ミリポアAP20 55φ)を装着したホルダー

を接続し、その時の1時間値を測定した。

3 調査結果と考察

3・1 標準測定法との比較

図1-1~3は、縦軸にL.V法と他の測定法との測定値の差をとり、月別にプロットしたものである。β線吸収法との比較では、同一機種である三馬, 美川, 七尾のパラッキが大きく、差の変動に夏期, 冬期に季

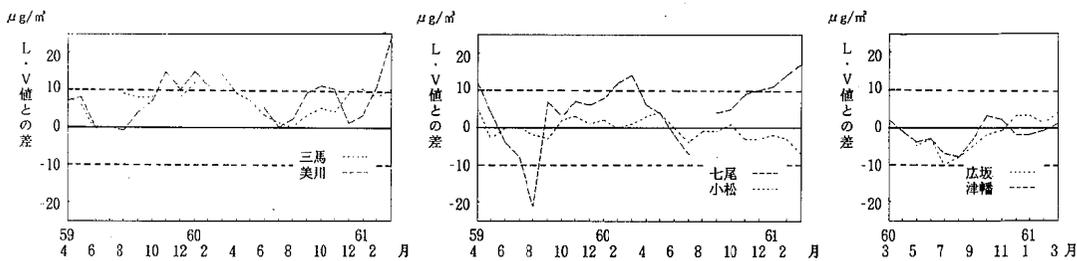


図 1-1 標準測定法とβ線吸収法の測定値の差

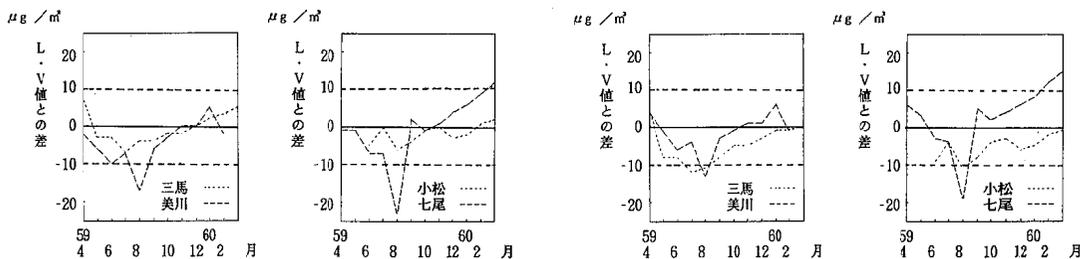
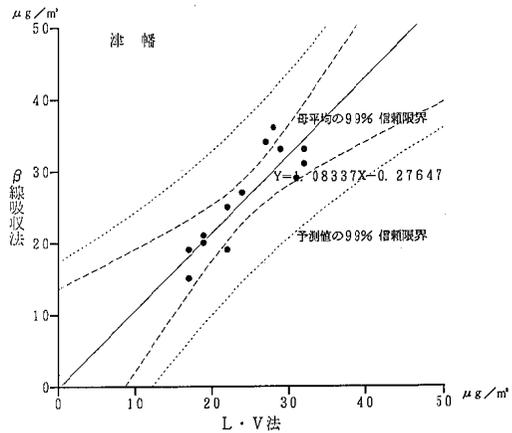
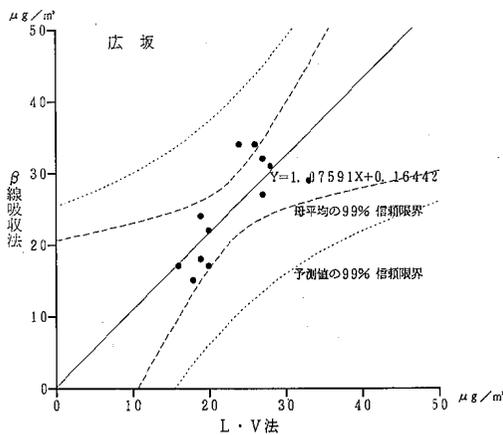
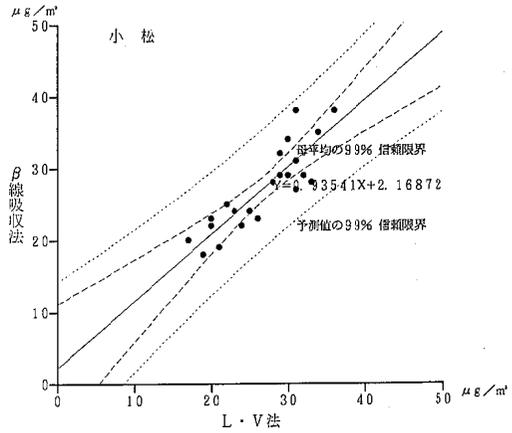
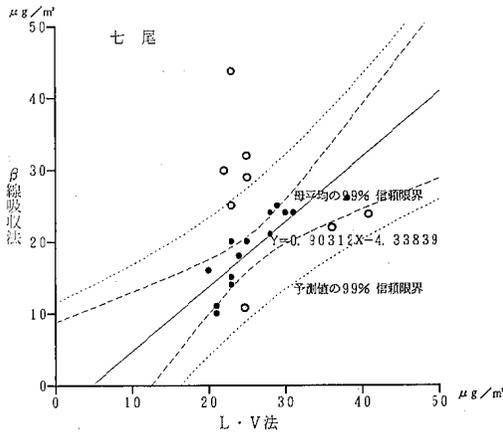
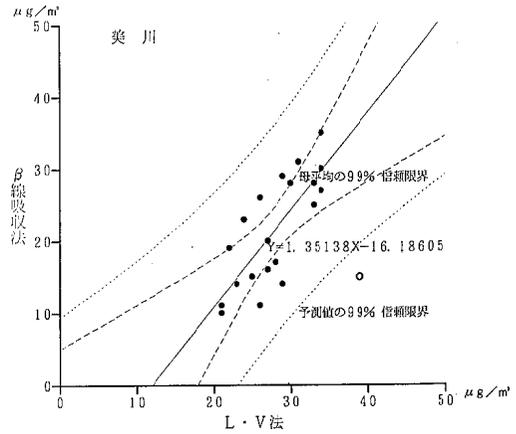
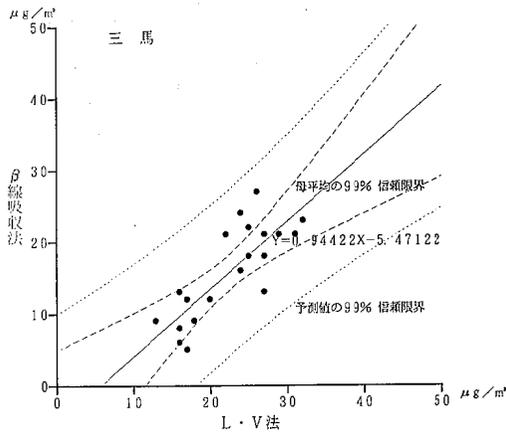


図 1-2 標準測定法と光散乱法の測定値の差

図 1-3 標準測定法と光散乱法 (F 値換算) の測定値の差



注) 図中の○印は処理時に除外した値を示す。

図2—1 標準測定法とβ線吸収法の測定値による散布図



表 4 標準測定法と他の測定法による値の平均値の差の検定結果

表 4-1 三 馬 単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

統計値	L.V-SPM		L.V-SP		L.V-SPF	
	L.V	SPM	L.V	SP	L.V	SPF
データ数	24	21	12	12	12	12
平均	22.1	15.6	23.3	28.1	23.3	24.8
分散	28.9	43.6	26.1	50.4	26.1	42.3
標準偏差	5.4	6.6	5.1	7.1	5.1	6.5
最大	32	27	32	43	32	36
最小	13	5	16	18	16	15
t 値	3.65**		-1.88		-0.63	

表 4-2 美 川 単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

統計値	L.V-SPM		L.V-SP		L.V-SPF	
	L.V	SPM	L.V	SP	L.V	SPF
データ数	21	24	11	12	11	12
平均	28.4	22.2	29.7	31.1	29.7	33.8
分散	24.2	60.6	12.8	48.6	12.8	66.0
標準偏差	4.9	7.8	3.6	7.0	3.6	8.1
最大	39	35	34	47	34	51
最小	21	10	25	20	25	21
t 値	3.24**		-0.59		-1.56	

表 4-3 七 尾 単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

統計値	L.V-SPM		L.V-SP		L.V-SPF	
	L.V	SPM	L.V	SP	L.V	SPF
データ数	14	14	7	7	7	7
平均	26.0	19.1	28.0	23.1	28.0	26.6
分散	24.6	27.8	29.3	32.1	29.3	52.3
標準偏差	5.0	5.3	5.4	5.7	5.4	7.2
最大	38	26	38	32	38	39
最小	20	10	23	15	23	17
t 値	3.54**		1.64		0.42	

表 4-4 小 松 単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

統計値	L.V-SPM		L.V-SP		L.V-SPF	
	L.V	SPM	L.V	SP	L.V	SPF
データ数	24	24	12	10	12	10
平均	27.1	27.5	27.9	32.6	27.9	30.1
分散	27.8	32.3	23.2	46.9	23.2	46.1
標準偏差	5.3	5.7	4.8	6.9	4.8	6.8
最大	36	38	36	47	36	42
最小	17	18	19	25	19	22
t 値	-0.26		-1.88		-0.88	

表 4-5 広坂、津幡 単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

統計値	広 坂		津 幡	
	L.V	SPM	L.V	SPM
データ数	13	12	13	13
平均	23.6	25.0	24.5	26.3
分散	27.9	50.4	31.6	48.1
標準偏差	5.3	7.1	5.6	6.9
最大	33	34	32	36
最小	16	15	17	15
t 値	-0.56		-0.71	

\*\* 有意水準 1%

L.V: ローボリュームエアサンプラー

SP: 光散乱法

SPM:  $\beta$ 線吸収法

SPF: 光散乱法 (F値換算)

節的傾向がみられ、また、ほとんどの月でL.V値が大きくなっている。これに対しその他の地点ではL.V値の $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にとどまっている。光散乱法との比較でも、1年間の測定ではあるが、夏期には光散乱法が高く、冬期には逆の傾向がみられた。この原因として、粉じんの粒度分布、組成、湿度等の影響が考えられる。

次に、L.V法と他の測定法との相関・回帰分析の結

果を表3に、その散布図を図2-1・2に示した。 $\beta$ 線吸収法とは、すべてのデータを用いると相関係数が0.203~0.878となるが、その内の美川の60年3月と七尾の59、60年度の6~8月、2月及び3月の値を除外して処理すると、それぞれ0.743、0.849と他の調査地点と同程度の相関がみられることから、これらの測定値には何らかの異常があったと考えられ、表3にはこれらの測定値を除外したものを掲げ、又、以下の

表 5  $\beta$ 線吸収法と光散乱法の測定値による相関・回帰分析結果 (昭和59年度日平均値)

対象年月	三 馬			美 川			小 松			七 尾						
	n	r	a	b	n	r	a	b	n	r	a	b				
59. 4	30	0.908	0.645 (0.725)	1.020	30	0.939	0.794 (0.661)	0.682	20	0.912	1.037 (1.140)	0.693	30	0.982	0.826 (0.682)	0.853
5	31	0.957	0.685 (0.806)	-2.119	31	0.938	0.827 (0.719)	-1.092	22	0.818	0.860 (0.945)	3.271	31	0.965	0.928 (0.793)	1.185
6	27	0.981	0.781 (0.919)	0.239	27	0.978	0.785 (0.707)	1.387	23	0.945	0.883 (0.992)	-1.851	26	0.945	0.822 (0.728)	5.957
7	15	0.828	0.725 (0.873)	-7.554	31	0.949	0.777 (0.707)	2.884	24	0.881	0.649 (0.729)	6.822	31	0.969	1.041 (0.921)	2.795
8	30	0.989	0.530 (0.631)	-0.240	29	0.981	0.667 (0.618)	3.942	30	0.977	0.681 (0.765)	5.818	29	0.994	0.961 (0.881)	4.861
9	30	0.975	0.557 (0.648)	-1.621	30	0.964	0.734 (0.678)	3.416	24	0.960	0.719 (0.799)	5.550	30	0.983	0.804 (0.718)	3.287
10	24	0.973	0.608 (0.707)	-4.394	28	0.937	0.798 (0.753)	-2.193	28	0.957	0.831 (0.923)	-1.048	28	0.989	0.870 (0.777)	1.715
11	19	0.778	0.596 (0.693)	-3.600	30	0.876	0.749 (0.713)	-6.125	25	0.948	0.965 (1.060)	-6.154	30	0.987	0.837 (0.747)	1.483
12	26	0.967	0.662 (0.776)	-5.273	31	0.963	0.921 (0.869)	-6.609	28	0.962	0.811 (0.911)	-2.889	31	0.979	0.933 (0.841)	1.479
60. 1	31	0.935	0.634 (0.746)	-6.421	31	0.905	0.843 (0.795)	-6.499	31	0.813	0.906 (1.018)	-4.550	31	0.942	0.964 (0.845)	-0.337
2	18	0.948	0.505 (0.594)	-5.685	24	0.902	0.566 (0.555)	0.746	24	0.950	1.328 (1.476)	-11.532	25	0.968	1.01 (0.887)	-2.001
3	27	0.799	0.649 (0.782)	-4.204	24	0.949	0.753 (0.738)	0.672	29	0.801	1.106 (1.243)	-5.732	19	0.849	0.867 (0.761)	3.290
年 間	308	0.907 (0.911)	0.667 (0.788)	-4.051 (-4.208)	346	0.936 (0.943)	0.811 (0.733)	-2.355 (-1.973)	308	0.900 (0.902)	0.863 (0.988)	-0.476 (-0.637)	341	0.970 (0.960)	0.943 (0.826)	0.997 (1.115)

n : データ数 (日平均値)    r : 相関係数  
 回帰式  $Y = aX + b$     Y : SPM ( $\beta$ 線)    X : SP (光散乱)    a : 傾き    b : 切片  
 斜 ( ) 内は光散乱法 (F 値換算) との場合の値を示す。

解析・評価も同様に処理した。また、回帰式の傾きについては美川を除いて0.9~1.1の範囲であるが、美川では1.352、切片も $-16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と大きいことから低濃度域で $\beta$ 線吸収法の測定値が大幅に低くでていることを示している。なお、相関係数の有意性検定では有意水準1%ですべて有意であった。標準測定法と光散乱法とでは、相関係数が0.714~0.934と比較の高い相関がみられ、回帰式は美川を除いて良好で、美川では傾きが1.551、切片が $-15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と共に大きく、 $\beta$ 線吸収法との場合と同じく、低濃度域で光散乱法の測定値が低くなる傾向を示している。また、F値換算した光散乱法との場合も大差のない結果が得られたが、美川、七尾では傾き、切片ともやや大きくなった。

表4—1~5は調査地点別のL.V法と他の測定法による値の平均値の差の検定を行った結果である。 $\beta$ 線

吸収法とでは、三馬、美川及び七尾で平均値に有意な差がみられたが、その他の地点、その他の測定法とでは平均値に有意な差はみられなかった。

3・2  $\beta$ 線吸収法と光散乱法の関係

表5に昭和59年度の測定値(日平均値)を使用して月別に相関・回帰分析を行った結果を、図3にその年間の散布図を示した。

相関係数は、年間についてみるといずれの場所でも0.9以上と非常に高い相関がみられ、また、月別でも最も低くて三馬の0.778(11月)で、ほとんどの月において0.9以上と相関が高く、相関係数の有意性検定では有意水準1%ですべて有意であった。回帰式については、年間で見ると三馬で傾きが0.667と小さく、切片が $-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とそれほど大きくないことから、粉じん濃度が高濃度になるほど光散乱法に対し $\beta$ 線吸

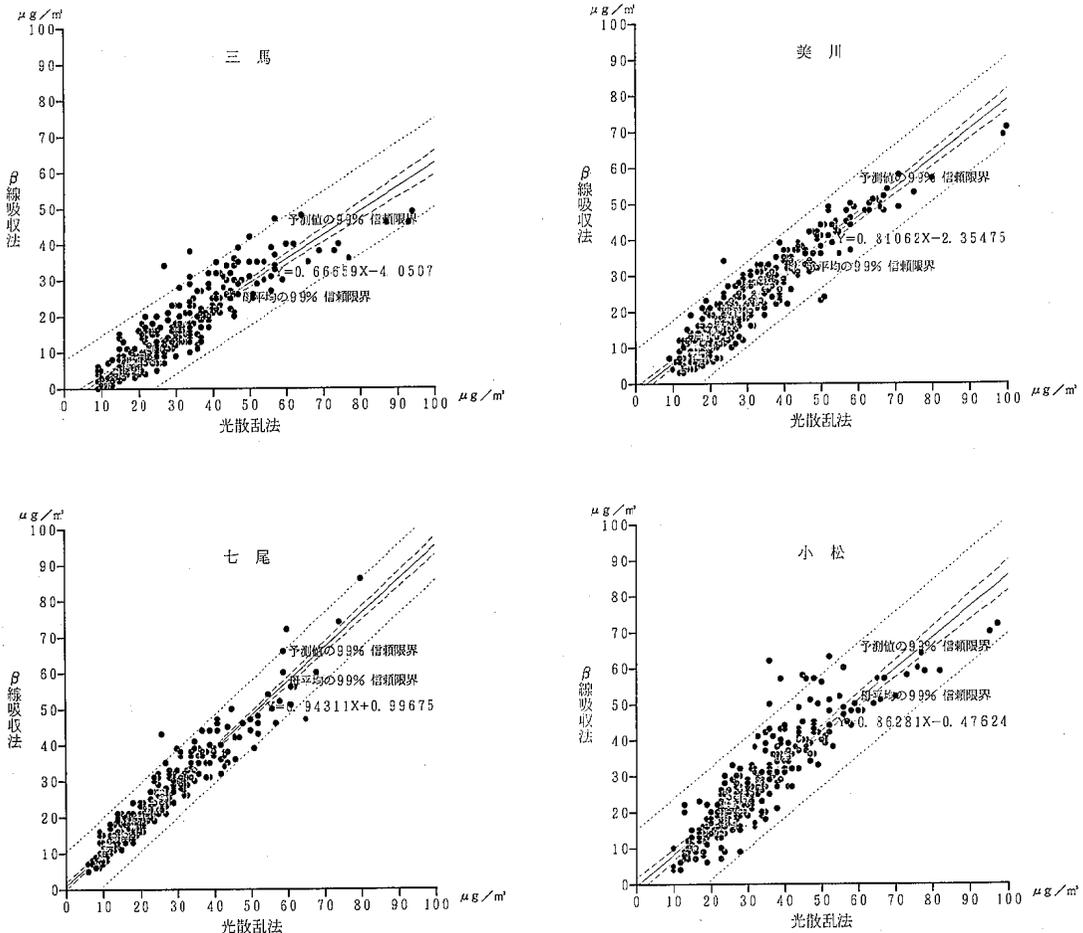


図3  $\beta$ 線吸収法と光散乱法の測定値による散布図

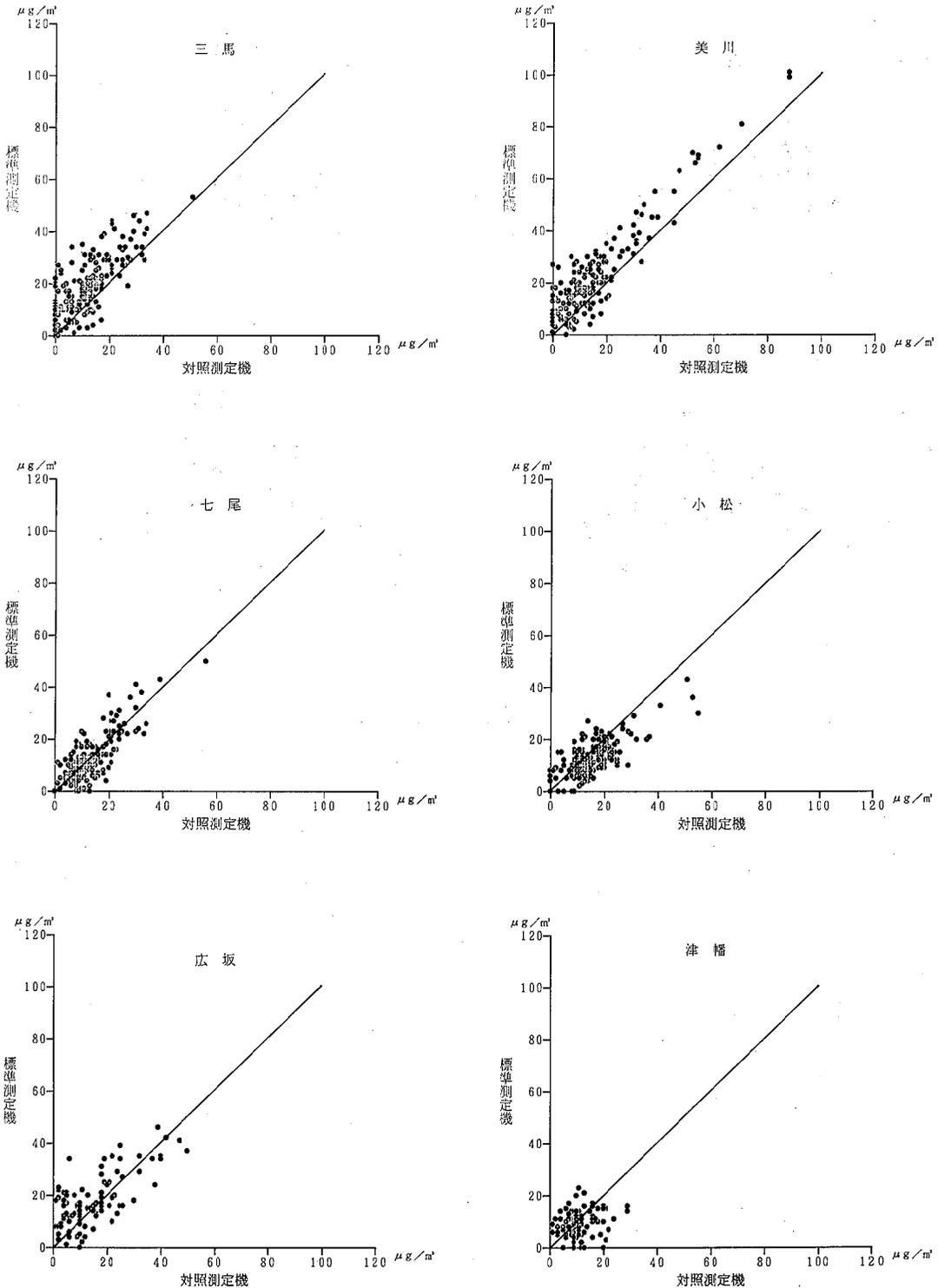


図 4 標準測定機と対象測定機の測定値による散布図



収法測定値が低くなる傾向を示した。この傾向は美川、小松でもいえるが、傾きは0.822、0.863とそれほど小さくなく、七尾では傾き、切片とも良好であった。また、月別については傾き、切片ともかなり変化していた。

### 3・3 標準測定機による測定値の比較

図4に標準測定機と対象測定機の測定値による散布図を示した。この調査時期の濃度は低く、濃度範囲も狭いことから良い結果が得られなかった地点もあるが、相関係数は0.208～0.922であり、全体的に低濃度域のバラツキが大きいように思われた。

### 3・4 ゼロドリフト試験

ゼロドリフト試験の結果を表6に、その1時間値の分布を負の値も表示でき、デジタル出力することのできる地点についてのみ図5に示した。平均値については負の値を表示できない広坂、津幡で $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、他の地点では $-1 \sim 0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と良い結果を示したが、1時間値では、最大値に $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値に $-17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と大きな値が見られ、分布範囲も広いことから、測定時の1時間値は相当ばらついていると思われる。

## 4 ま と め

$\beta$ 線吸収法の誤差要因には、 $\beta$ 線源の持つ統計的なバラツキによる誤差、吸収係数 $K$ の決定時に生ずる機械的誤差、ろ紙送り誤差がある<sup>4)</sup>。このうちの $\beta$ 線源の持つ統計的なバラツキによる誤差は大きい、使用できる線源の強さが法律上制限されることから、これ以上の精度を上げることは難しいといわれる。本県での調査結果からもみられるように、ゼロドリフト値の出現範囲が広く、測定値も相当にばらつく原因の一端はこれによるとと思われる。

次に、ろ紙送り誤差についてであるが、これによるブランク値の異常が一部の機種でみられ、機械的精度の向上と使用するろ紙の均一性の確保が必要である。また、長期間の稼働に際しては、吸引ポンプの寿命が保守管理上で問題となるが、現在のところ1～1.5年程度が使用限度であり、長期に安定したポンプの開発が望まれる。

上述の誤差要因のほかにも、配管系の影響、湿度の影響も考えられるが、その程度についてははっきりしていない<sup>5)6)</sup>また、七尾、美川でみられたような異常値の出現原因は不明である。

以上のように、 $\beta$ 線吸収法測定機にはなお解決すべき点があり、本県のように低濃度地域の観測には精度的にやや問題があるように思われるが、調査結果からL.V値との対応は一部地点を除けば良好な直線関係がみられ、現在示されている測定精度の判断基準<sup>7)</sup>である「L.V値と測定値との差が $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、又は、 $\pm 10\%$ の範囲内」にほぼ入り、ゼロドリフト値も「15～20時間の測定を行い、その算術平均値の絶対値が $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以内」に通常時では入っていたことから一応の精度を確保していると判断できた。なお、常時測定においては機種による機差も問題となるが、標準測定機による並行測定結果をみるかぎり、低濃度時での測定値のバラツキが相当みられ、機差も機種によっては大きくなるように思われた。

光散乱法については、F値が湿度、粒度、組成による影響により、地域的、時間的変動があるとされているが、調査結果からみるかぎりL.V値と良好な直線関係がみられた。

## 文 献

- 1) 平野耕一郎：横浜市公害研所報，2，169—175（1978）
- 2) 野上祐作，野頭 憲，石井邦彦，藤沢甲子雄：岡山県環境保健センター年報，2，67—70（1978）
- 3) 野上祐作，福井温三，石井邦彦，大崎絃一：同上誌，3，76—78（1979）
- 4) 朝来野国彦，石黒辰吉：東京都公害研究所年報，30—33（1980）
- 5) 石井邦彦，野上祐作，福井温三：岡山県環境保健センター年報，3，79—87（1979）
- 6) 野上祐作，福井温三，石井邦彦，大崎絃一：同上誌，4，55—58（1980）
- 7) 環境庁大気保全局編：環境大気常時監視マニュアル（改訂版）（1986）

〔資 料〕

## 石川県におけるフォールアウト調査結果

(昭和60年度)

石川県衛生公害研究所環境部 中谷 光・河端 芳美・小森 正樹

### 1 はじめに

昭和60年度の科学技術庁委託放射能調査の概要について述べる。

### 2 調査方法

#### 2・1 調査試料

調査試料は定時採取の降水、大型水盤による降下物(1カ月ごと)、陸水、土壌、農畜産物、海産生物、日常食及び空間線量率である。

#### 2・2 測定方法

全β測定は科学技術庁編「全ベータ放射能測定法」(1976)に基づき、測定器は低バックグラウンド自動測定装置LBC-452U(アロカ製)を使用した。牛乳中ヨウ素131は3"φ×3"NaI(Tl)検出器(マイクロン製)及び波高分析器(ナイグ製)並びにmark IIデータ処理解析システム(ソード製)を使用し、同編「放射性ヨウ素分析法」(1977)、「NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」(1974)に基づいて測定した。また、空間線量率の測定にはTCS-121型シンチレーションサーベイメータ(アロカ製)とモニタリングポスト(アロカ製)を使用した。

### 3 調査結果とまとめ

#### 3・1 降水・降下物

表1に示すように調査期間(昭和60年4月1日～昭和61年3月31日)における定時試料採取回数は141回で放射能レベルは前年どおり0.00～8.08mCi/km<sup>2</sup>と平常値の範囲内であった。年間降水量は3,438mmと前年より1,258mm多く、年間降下量も115.7mCi/km<sup>2</sup>

と前年より13.1mCi/km<sup>2</sup>高かった。また、表2に示すように月間降下量は冬期に高かった。なお、表1、表2の中で、計数誤差の3倍を下回る値については検出されずと記した。

#### 3・2 各種試料

表3に示すように陸水(上水)、農畜産物、海産生物、日常食はいずれも平常値の範囲内であった。

#### 3・3 牛乳中のヨウ素131

表4に示すようにいずれも検出限界(30pCi/l)以下であった。

#### 3・4 空間線量率

表5に示すようにサーベイメータによる空間線量率は6.7～8.8μR/hであり、年間の平均値は8.6μR/hであった。また、表6に示すようにモニタリングポストによる空間線量率は9.5～30.0cpsであり、年間の平均値は15.3cpsであった。月別にみると1月に最も低かった。

---

Survey Data of Fall-out in Ishikawa Prefecture, 1985. by Mitsuru NAKATANI, Yoshimi KAWABATA, and Masaki KOMORI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 1 雨 水 (1)

採水地：金沢市三馬(石川県衛生公害研究所屋上)  
 採水時刻：降水ごとに午前9時  
 採水後測定までの時間：6時間

試料番号	採水期間 年.月.日 ~月.日	降水量 mm	供試量 ml	試料計数率(除BKG)			降水量 (6時 間更 正值) mCi/ km <sup>2</sup>	試料番号	採水期間 年.月.日 ~月.日	降水量 mm	供試量 ml	試料計数率(除BKG)			降水量 (6時 間更 正值) mCi/ km <sup>2</sup>
				6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l	6時間 更正值 pCi/l						6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l	6時間 更正值 pCi/l	
1	昭和50年 3.30~4.1	2.5	100	73.5	53.3	98.9	0.25	36	8.12~8.13	1.0	100	51.0	0.5	63.6	0.06
2	4.3~4.4	12.5	"	9.8	6.3	*	*	37	8.22~8.23	0.5	"	60.3	19.3	74.7	0.04
3	4.4~4.5	6.0	"	27.8	16.0	*	*	38	8.31~9.2	1.0	"	117	3.8	143	0.14
4	4.11~4.12	38.5	"	11.5	0.5	*	*	39	9.7~9.9	92.5	"	13.0	0.0	*	*
5	4.12~4.13	5.0	"	13.5	0.0	*	*	40	9.10~9.11	42.0	"	28.8	28.5	*	*
6	4.15~4.16	17.0	"	11.3	13.5	*	*	41	9.11~9.12	39.5	"	29.5	1.3	*	*
7	4.19~4.20	13.5	"	1.0	0.0	*	*	42	9.14~9.17	47.5	"	6.3	0.0	*	*
8	4.22~4.23	5.5	"	25.8	3.5	*	*	43	9.17~9.18	8.0	"	64.8	16.5	81.5	0.65
9	4.25~4.27	21.0	"	61.3	21.3	76.1	1.60	44	9.18~9.19	15.0	"	0.0	0.0	*	*
10	5.4~5.7	57.5	"	28.0	18.5	*	*	45	9.19~9.20	15.5	"	55.3	9.8	70.0	1.09
11	5.7~5.8	24.0	"	20.3	0.3	*	*	46	9.21~9.24	55.0	"	8.5	9.3	*	*
12	5.13~5.14	29.5	"	37.7	15.0	47.5	1.40	47	9.24~9.25	5.5	"	8.3	0.0	*	*
13	5.14~5.15	17.5	"	31.8	8.3	40.0	0.70	48	9.28~9.30	62.5	"	0.0	0.0	*	*
14	5.18~5.20	31.5	"	18.5	10.8	*	*	49	10.1~10.2	11.5	"	39.8	10.5	51.0	0.59
15	5.20~5.21	48.0	"	7.8	15.0	*	*	50	10.5~10.7	54.5	"	11.8	3.5	*	*
16	5.24~5.25	21.0	"	15.5	17.0	*	*	51	10.7~10.8	23.5	"	31.5	14.5	42.0	0.99
17	6.1~6.3	6.5	"	148	37.5	185	1.20	52	10.12~10.14	87.0	"	10.0	0.0	*	*
18	6.7~6.8	3.0	"	79.5	52.5	100	0.30	53	10.16~10.17	40.0	"	37.3	15.3	47.3	1.89
19	6.18~6.19	3.5	"	42.5	8.8	55.0	0.19	54	10.21~10.22	1.0	"	67.5	40.0	86.1	0.09
20	6.21~6.22	58.0	"	21.5	9.0	*	*	55	10.22~10.23	11.0	"	115	35.0	142	1.56
21	6.22~6.24	20.5	"	37.3	7.0	47.5	0.98	56	10.23~10.24	8.5	"	199	40.5	251	2.13
22	6.24~6.25	103.0	"	40.0	0.0	51.0	0.53	57	10.24~10.25	7.0	"	132	73.0	166	1.16
23	6.25~6.26	10.0	"	31.8	5.5	41.1	0.41	58	10.29~10.30	7.0	"	6.8	14.8	*	*
24	6.27~6.28	12.0	"	0.0	0.0	*	*	59	11.1~11.2	43.0	"	30.0	22.0	10.1	0.44
25	6.29~7.1	179.5	"	36.0	19.5	45.0	8.08	60	11.7~11.8	25.0	"	25.5	7.3	*	*
26	7.3~7.4	48.5	"	7.5	0.0	*	*	61	11.8~11.9	14.0	"	45.5	15.0	57.8	0.81
27	7.4~7.5	25.0	"	22.8	7.5	*	*	62	11.9~11.11	67.0	"	50.3	14.3	63.0	4.22
28	7.5~7.6	27.5	"	54.0	0.3	67.7	1.86	63	11.11~11.12	45.5	"	54.5	0.0	68.3	3.11
29	7.6~7.8	41.5	"	21.0	0.0	*	*	64	11.12~11.13	53.0	"	50.5	14.0	63.1	3.34
30	7.8~7.9	27.0	"	24.3	0.0	*	*	65	11.13~11.14	39.5	"	29.8	18.5	*	*
31	7.9~7.10	2.0	"	54.8	7.5	68.8	0.14	66	11.14~11.15	63.0	"	21.8	14.5	*	*
32	7.10~7.11	77.0	"	11.5	0.0	*	*	67	11.15~11.16	21.5	"	52.2	26.3	66.2	1.42
33	7.12~7.13	53.5	"	45.0	0.0	59.9	3.20	68	11.16~11.18	35.0	"	119	7.3	163	5.69
34	7.13~7.15	18.0	"	99.0	18.3	125	2.25	69	11.18~11.19	29.5	"	23.8	20.3	*	*
35	7.20~7.22	8.5	"	91.3	23.3	114	0.97	70	11.23~11.25	32.0	"	34.5	16.3	43.6	1.40

\* 検出されず

表 1 雨 水 (2)

試料番号	採水期間 年. 月. 日 ~ 月. 日	降水量 mm	供試量 ml	試料計数率(除BKG)			降水量 (6時 間更 正值) mCi/ km <sup>2</sup>	試料番号	採水期間 年. 月. 日 ~ 月. 日	降水量 mm	供試量 ml	試料計数率(除BKG)			降水量 (6時 間更 正值) mCi/ km <sup>2</sup>
				6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l	6時間 更正值 pCi/l						6時間 更正值 cpm/l	72時間 更正值 cpm/l	6時間 更正值 pCi/l	
71	昭和60年 11.25~11.26	16.0	100	44.0	15.1	56.4	0.90	107	昭和61年 1.20~ 1.21	2.5	100	67.5	45.5	90.4	0.23
72	11.26~11.27	13.0	"	36.3	10.3	47.6	0.62	108	1.21~ 1.22	8.5	"	39.3	54.3	51.7	0.44
73	11.28~11.29	7.5	"	44.5	32.3	60.4	0.45	109	1.22~ 1.23	13.5	"	65.0	41.3	87.2	1.18
74	11.29~11.30	19.5	"	28.3	27.3	*	*	110	1.23~ 1.24	23.5	"	76.0	32.8	97.7	2.29
75	11.30~12. 2	59.0	"	65.0	17.8	80.5	4.75	111	1.24~ 1.25	13.5	"	63.0	29.0	78.5	1.06
76	12. 2~12. 3	27.5	"	68.3	12.3	84.4	2.32	112	1.25~ 1.27	38.0	"	44.5	24.3	57.4	2.18
77	12. 4~12. 5	14.0	"	60.0	37.5	75.5	1.06	113	1.27~ 1.28	12.5	"	88.3	43.0	111	1.38
78	12. 6~12. 7	5.0	"	66.8	19.0	86.6	0.43	114	1.28~ 1.29	7.0	"	90.8	53.0	116	0.82
79	12. 7~12. 9	25.5	"	27.3	22.5	*	*	115	1.31~ 2. 1	3.0	"	78.0	53.3	102	0.31
80	12. 9~12.10	27.0	"	24.0	0.0	*	*	116	2. 1~ 2. 3	19.0	"	203	48.8	270	5.13
81	12.10~12.11	13.0	"	33.3	17.8	40.1	0.52	117	2. 3~ 2. 4	17.0	"	51.3	18.0	63.9	1.09
82	12.11~12.12	22.0	"	1.8	0.0	*	*	118	2. 4~ 2. 5	6.5	"	59.5	41.5	74.3	0.48
83	12.12~12.13	24.0	"	26.3	0.0	*	*	119	2. 5~ 2. 6	17.0	"	35.0	28.5	43.6	0.74
84	12.13~12.14	23.5	"	79.5	42.8	106	2.48	120	2. 6~ 2. 7	2.5	"	53.8	26.5	67.8	0.17
85	12.15~12.16	17.5	"	6.3	13.8	*	*	121	2. 8~ 2.10	11.0	"	57.0	48.0	73.3	0.81
86	12.16~12.17	35.5	"	18.8	7.3	*	*	122	2.13~ 2.14	7.0	"	76.5	23.3	98.4	0.69
87	12.17~12.18	19.0	"	10.8	8.0	*	*	123	2.15~ 2.17	14.5	"	58.3	57.8	83.0	1.20
88	12.18~12.19	20.5	"	53.0	21.8	64.3	1.32	124	2.18~ 2.19	17.5	"	17.3	12.5	22.4	0.39
89	12.19~12.20	38.0	"	24.0	15.0	*	*	125	2.19~ 2.20	3.0	"	30.8	35.0	39.4	0.12
90	12.22~12.23	13.0	"	18.8	19.0	*	*	126	2.20~ 2.21	2.0	"	64.0	51.8	83.0	0.17
91	12.23~12.24	20.0	"	47.3	34.0	60.7	1.21	127	2.21~ 2.22	5.5	"	63.5	79.3	80.9	0.44
92	12.24~12.25	2.0	90	63.9	56.9	85.4	0.17	128	2.22~ 2.24	8.5	"	109	64.8	142	1.21
93	12.25~12.26	15.0	100	52.0	40.0	65.9	0.99	129	2.24~ 2.25	8.0	"	95.0	34.0	125	1.00
94	12.26~12.27	3.5	"	96.3	54.5	123	0.43	130	2.25~ 2.26	4.5	"	86.0	48.3	108	0.49
95	昭和61年 1. 3~ 1. 4	3.0	"	62.5	54.5	79.3	0.24	131	2.27~ 2.28	25.5	"	88.3	44.0	113	2.88
96	1. 4~ 1. 6	52.5	"	60.0	27.5	75.8	3.98	132	2.28~ 3. 1	7.5	"	31.5	14.8	40.3	0.30
97	1. 6~ 1. 7	9.0	"	54.5	30.3	69.0	0.62	133	3. 1~ 3. 3	5.0	"	113	81.5	142	0.71
98	1. 7~ 1. 8	5.0	"	103	29.8	127	0.63	134	3. 5~ 3. 6	7.0	"	135	45.0	173	1.21
99	1. 8~ 1. 9	6.5	"	92.8	40.5	121	0.78	135	3.11~ 3.12	2.5	"	48.3	41.3	60.9	0.15
100	1. 9~ 1.10	19.0	"	43.8	19.0	54.3	1.03	136	3.14~ 3.15	5.5	"	17.3	1.0	*	*
101	1.10~ 1.11	36.0	"	20.8	27.0	*	*	137	3.18~ 3.19	1.5	90	57.2	27.3	76.3	0.11
102	1.11~ 1.13	14.0	"	48.8	35.5	63.5	0.89	138	3.19~ 3.20	11.5	100	41.0	15.0	50.9	0.59
103	1.13~ 1.14	13.0	"	67.8	53.3	82.0	1.07	139	3.22~ 3.24	51.0	"	8.5	0.0	*	*
104	1.14~ 1.16	4.0	"	57.0	62.5	74.3	0.30	140	3.28~ 3.29	5.5	"	25.3	14.5	*	*
105	1.16~ 1.17	11.0	"	58.8	41.5	73.8	0.81	141	3.29~ 3.31	9.0	"	150	60.8	194	1.75
106	1.17~ 1.18	11.0	"	79.0	56.0	95.4	1.05								

\* 検出されず

表 2 降 下 物 (大型水盤による1カ月ごと)

試料番号	採取期間		降水量 mm	供試量 ml	測定 年月日	試料計数率 (除BKG) cpm/l	月間 降下量 mCi/ km <sup>2</sup>
	月日~月日	日数					
FR-1	昭和60年 4.1~4.30	29	124.0	100	昭和 60.4.30	22.0±10.6	検出 されず
FR-2	4.30~6.3	34	238.5	"	60.6.3	6.3±9.7	"
FR-3	6.3~6.29	26	217.0	"	60.6.29	19.0±10.0	"
FR-4	6.29~7.31	32	552.0	"	60.7.31	8.8±9.0	"
FR-5	7.31~8.31	31	4.5	"	60.8.31	20.3±9.7	"
FR-6	8.31~9.30	30	403.5	"	60.9.30	14.5±9.6	"
FR-7	9.30~10.31	31	256.0	"	60.10.31	21.0±9.5	"
FR-8	10.31~11.29	29	529.5	"	60.11.29	25.3±9.7	"
FR-9	11.29~12.28	29	494.0	"	60.12.28	32.0±10.2	20.4
FR-10	昭和61年 12.28~1.31	34	334.0	"	61.1.31	43.5±10.0	18.5
FR-11	1.31~2.28	28	177.5	"	61.2.28	34.3±10.4	7.8
FR-12	2.28~3.31	31	107.0	"	61.3.31	44.0±10.1	6.1

表 3 各 種 試 料

試料番号	採取年月日	試料名	採取地点	試料計数率 (除BKG)	放射能濃度 (含K)
FG-1	昭和 60.6.15	上水 (蛇口水)	金沢市馬 三	0.53±0.88 cpm/l	検出されず
FG-2	60.12.23	"	"	0.48±0.94 cpm/l	"
FM-1	60.8.8	牛乳	羽咋郡 水町	60.0±1.9 cpm/500mg灰	1,120pCi/l
FM-2	61.2.12	"	"	61.4±2.0 cpm/500mg灰	1,170pCi/l
FC-1	60.9.12	精米	金沢市馬 三	58.8±3.7 cpm/500mg灰	0.97pCi/g生
FV-1	60.11.18	大根	"	107.7±2.5 cpm/500mg灰	1.27pCi/g生
FV-2	60.12.2	ハウレン草	"	102.9±2.5 cpm/500mg灰	3.55pCi/g生
FF-1	60.4.11	ワカメ	羽咋郡 富来町	71.4±2.1 cpm/500mg灰	2.80pCi/g生
FF-2	60.7.31	サザエ	"	46.3±1.8 cpm/500mg灰	3.30pCi/g生
FF-3	60.10.4	フクラギ	"	63.9±2.0 cpm/500mg灰	2.70pCi/g生
FS-1	60.7.24	土 (0~5cm)	金沢市 末町	8.3±0.3 cpm/g乾土	20.9pCi/g乾土
FS-2	60.7.24	" (5~20cm)	"	7.4±0.3 cpm/g乾土	18.8pCi/g乾土
FD-1	60.6.12 ~6.18	日常食	金沢市 及び 野々市町	34.5±1.6 cpm/500mg灰	0.93pCi/g生
FD-2	60.11.28 ~12.3	"	"	35.6±1.6 cpm/500mg灰	0.91pCi/g生

表 4 牛乳中のヨウ素-131

試料番号	採取年月日	採取地点	供試量 l	ヨウ素-131	
				計数率 cpm/l	放射能濃度 pCi/l
FMI-1	昭和 60.5.24	羽咋郡	1.7	0.32	2.2±1.6
FMI-2	60.7.19	"	"	0.35	2.4±1.2
FMI-3	60.9.9	郡	"	0.63	4.3±1.6
FMI-4	60.11.15	押水町	"	0.35	2.4±1.6
FMI-5	61.1.28	"	"	0.64	4.4±1.6
FMI-6	61.3.20	"	"	0.53	3.6±1.6

表 5 サーベイメータによる  
空間線量率

測定番号	測定年月日時	測定場所	天候	空間線量率 μR/h
A-1	昭和 60.4.19 16:00	金沢市三馬 当所構内	晴	8.7
A-2	60.5.22 13:50	"	"	7.7
A-3	60.6.25 13:10	"	曇	8.2
A-4	60.7.19 14:05	"	晴	8.1
A-5	60.8.8 13:40	"	曇	8.3
A-6	60.9.17 13:00	"	"	7.8
A-7	60.10.14 13:35	"	晴	8.7
A-8	60.11.21 13:10	"	"	7.9
A-9	60.12.18 13:50	"	曇	6.7
A-10	61.1.16 13:15	"	晴	7.1
A-11	61.2.22 11:30	"	"	7.9
A-12	61.3.17 14:20	"	曇	8.8
A-13	60.7.24 9:30	金沢市末町 浄水場	晴	7.8

表 6

モニタリングポストによる空間線量率(1)

昭和60年 4 月 分

5 月 分

6 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
4. 1	月	晴	15.0	14.0	14.4
2	火	〃	15.0	14.0	14.5
3	水	〃	16.5	14.0	14.8
4	木	雨	16.5	14.5	15.2
5	金	曇	15.0	14.0	14.6
6	土	快晴	15.0	14.0	14.7
7	日	曇	16.0	14.5	15.3
8	月	〃	16.0	14.5	15.1
9	火	快晴	16.5	14.5	15.2
10	水	〃	16.5	14.5	15.4
11	木	曇	17.5	14.5	16.0
12	金	雨	17.5	14.5	15.9
13	土	曇	17.5	14.5	15.5
14	日	〃	16.5	14.5	15.3
15	月	雨	16.0	15.0	15.5
16	火	曇	15.0	14.5	14.7
17	水	快晴	15.5	14.5	14.8
18	木	曇	15.0	14.0	14.8
19	金	うす曇	15.5	14.5	15.0
20	土	晴	20.0	14.0	15.5
21	日	うす曇	16.0	14.5	15.1
22	月	快晴	16.5	14.5	15.1
23	火	曇	16.5	14.5	15.2
24	水	〃	16.5	14.0	15.0
25	木	晴	15.5	14.0	15.0
26	金	〃	18.0	14.5	15.5
27	土	曇	19.5	14.0	15.8
28	日	快晴	15.0	14.5	14.7
29	月	〃	15.5	14.5	14.8
30	火	〃	15.5	14.5	15.1

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
5. 1	水	快晴	15.5	14.0	14.9
2	木	〃	16.0	14.5	15.1
3	金	うす曇	16.0	14.5	15.4
4	土	快晴	16.0	14.5	15.2
5	日	晴	15.5	14.5	15.0
6	月	雨	17.5	15.0	16.3
7	火	〃	19.5	15.5	17.3
8	水	晴	15.5	14.0	14.6
9	木	〃	15.5	14.5	15.0
10	金	うす曇	16.0	14.5	15.4
11	土	快晴	16.0	14.5	15.1
12	日	〃	16.0	15.0	15.2
13	月	曇	17.5	14.0	15.5
14	火	雨	18.5	14.5	17.1
15	水	曇	15.0	14.5	14.8
16	木	快晴	15.5	14.0	14.6
17	金	晴	15.5	14.0	14.9
18	土	うす曇	16.0	14.5	15.1
19	日	〃	16.5	14.5	15.3
20	月	雨	19.5	15.0	17.5
21	火	曇	16.5	14.5	15.3
22	水	〃	15.5	14.5	14.7
23	木	晴	15.5	14.5	15.0
24	金	うす曇	16.5	14.5	15.4
25	土	雨	18.0	14.5	15.8
26	日	曇	15.5	14.0	14.9
27	月	うす曇	16.0	14.0	15.1
28	火	曇	16.5	14.5	15.4
29	水	雨	15.0	14.0	14.7
30	木	晴	15.0	14.0	14.6
31	金	うす曇	16.0	14.5	15.0

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
6. 1	土	曇	16.5	14.5	15.2
2	日	うす曇	15.5	14.5	15.1
3	月	晴	19.0	14.5	15.5
4	火	〃	16.5	14.0	15.2
5	水	曇	15.5	14.0	14.9
6	木	快晴	16.0	14.5	15.1
7	金	うす曇	16.5	14.5	15.5
8	土	雨	16.5	14.0	15.4
9	日	曇	16.0	14.5	15.1
10	月	〃	16.0	14.5	15.1
11	火	〃	16.5	14.5	15.4
12	水	〃	16.5	14.5	15.2
13	木	〃	16.0	14.0	15.0
14	金	〃	16.0	14.5	15.1
15	土	〃	15.5	14.5	15.1
16	日	うす曇	16.0	14.5	15.3
17	月	〃	16.5	14.5	15.3
18	火	〃	16.5	14.5	15.6
19	水	曇	16.5	14.5	15.6
20	木	〃	15.5	14.5	15.1
21	金	うす曇	16.5	14.5	15.7
22	土	雨	19.5	14.0	16.4
23	日	曇	16.0	14.5	15.1
24	月	雨	18.0	15.0	16.3
25	火	〃	17.5	14.5	15.6
26	水	〃	17.0	14.5	15.1
27	木	うす曇	15.5	14.5	15.0
28	金	雨	16.5	14.5	15.4
29	土	うす曇	21.5	14.5	16.0
30	日	曇	21.0	14.5	16.5

表 6 モニタリングポストによる空間線量率(2)

7 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
7. 1	月	雨	20.0	14.5	16.4
2	火	曇	16.5	14.5	15.5
3	水	〃	18.5	15.0	16.6
4	木	雨	17.0	14.5	15.9
5	金	〃	18.5	14.5	16.0
6	土	〃	17.5	15.0	15.8
7	日	曇	17.5	14.5	16.1
8	月	雨	20.0	14.5	15.8
9	火	快晴	15.5	14.5	15.0
10	水	雨	19.5	15.0	16.3
11	木	曇	23.5	14.5	16.9
12	金	〃	16.5	15.0	15.6
13	土	雨	27.5	14.5	18.6
14	日	〃	18.5	14.5	15.7
15	月	晴	16.0	14.5	15.2
16	火	曇	16.5	15.0	15.6
17	水	晴	16.5	15.0	15.7
18	木	曇	16.0	14.5	15.4
19	金	雨	18.0	15.0	15.9
20	土	曇	17.0	15.0	15.9
21	日	雨	18.5	14.5	15.7
22	月	うす曇	16.5	14.5	15.4
23	火	晴	16.5	14.0	15.4
24	水	快晴	16.5	14.5	15.3
25	木	〃	16.5	14.5	15.7
26	金	〃	16.5	15.0	15.6
27	土	〃	16.5	14.5	15.3
28	日	〃	16.0	14.0	15.3
29	月	〃	16.5	15.0	15.5
30	火	〃	16.5	15.0	15.6
31	水	晴	17.0	14.5	15.7

8 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
8. 1	木	快晴	16.5	15.5	15.9
2	金	〃	17.0	15.0	16.0
3	土	晴	16.5	14.5	15.6
4	日	うす曇	16.5	15.0	15.6
5	月	快晴	16.5	15.0	15.7
6	火	曇	16.0	15.0	15.5
7	水	晴	16.0	14.5	15.5
8	木	〃	16.0	15.0	15.4
9	金	快晴	15.5	14.5	15.3
10	土	晴	16.0	14.5	15.4
11	日	〃	16.5	15.0	15.5
12	月	曇	16.0	15.0	15.5
13	火	〃	16.5	15.0	15.8
14	水	晴	16.5	15.0	15.5
15	木	快晴	16.5	14.5	15.7
16	金	晴	16.5	15.0	15.6
17	土	快晴	16.0	14.5	15.5
18	日	〃	16.5	15.0	15.6
19	月	〃	16.0	15.0	15.5
20	火	晴	16.5	15.0	15.6
21	水	〃	16.5	15.0	15.7
22	木	〃	22.5	15.0	16.2
23	金	〃	16.5	14.5	15.6
24	土	曇	16.5	15.0	15.7
25	日	晴	17.0	15.0	15.8
26	月	快晴	16.5	15.0	15.9
27	火	晴	16.5	15.0	15.8
28	水	快晴	17.0	15.0	15.7
29	木	〃	17.0	15.5	16.0
30	金	〃	17.0	14.5	15.6
31	土	晴	17.0	14.5	15.8

9 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
9. 1	日	うす曇	15.5	14.5	15.3
2	月	雨	16.0	14.5	15.2
3	火	晴	17.0	15.0	15.9
4	水	曇	16.0	14.5	15.6
5	木	晴	16.5	15.0	15.5
6	金	快晴	16.5	15.0	15.7
7	土	曇	17.0	15.0	15.9
8	日	晴	15.5	15.0	15.3
9	月	曇	16.0	15.0	15.5
10	火	〃	16.5	15.0	15.8
11	水	雨	21.5	15.5	17.6
12	木	曇	16.0	15.0	15.5
13	金	晴	16.5	15.0	15.5
14	土	〃	15.5	15.0	15.3
15	日	曇	16.5	14.5	15.6
16	月	雨	20.0	15.0	17.2
17	火	曇	16.0	14.5	15.3
18	水	〃	18.0	15.0	15.9
19	木	雨	17.5	15.0	16.1
20	金	曇	17.5	15.0	15.7
21	土	晴	16.5	15.0	15.5
22	日	曇	18.0	15.0	16.1
23	月	雨	17.5	15.0	16.0
24	火	〃	18.5	15.5	16.6
25	水	曇	16.5	14.5	15.6
26	木	晴	16.0	15.0	15.4
27	金	〃	16.0	15.0	15.4
28	土	曇	18.5	15.5	16.9
29	日	雨	18.5	15.0	16.3
30	月	晴	15.5	14.5	15.2

表 6 モニタリングポストによる空間線量率(3)

10 月 分

11 月 分

12 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
10.1	火	晴	20.5	15.0	15.9
2	水	〃	16.5	15.0	15.4
3	木	快晴	16.5	15.0	15.3
4	金	曇	16.0	15.0	15.5
5	土	〃	16.5	15.0	15.6
6	日	〃	19.0	14.5	16.0
7	月	〃	19.5	15.0	16.8
8	火	〃	16.0	14.5	15.3
9	水	晴	16.0	14.5	15.2
10	木	〃	16.0	15.0	15.4
11	金	雨	17.0	15.0	16.0
12	土	曇	欠	欠	欠
13	日	〃	測	測	測
14	月	〃	16.0	15.0	15.4
15	火	うす曇	16.5	14.5	15.3
16	水	曇	19.0	15.0	15.8
17	木	〃	21.0	14.5	16.8
18	金	〃	15.5	13.5	14.9
19	土	〃	16.5	14.5	15.3
20	日	晴	16.0	14.5	15.1
21	月	〃	15.5	14.5	15.1
22	火	雨	17.5	15.0	15.5
23	水	曇	18.5	15.0	15.8
24	木	雨	21.0	15.0	16.4
25	金	〃	16.5	14.5	15.3
26	土	曇	16.0	14.5	15.5
27	日	晴	16.0	14.5	15.1
28	月	〃	16.0	15.0	15.5
29	火	雨	17.0	14.5	15.5
30	水	〃	16.5	15.0	15.7
31	木	曇	16.0	15.0	15.3

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
11.1	金	雨	20.5	15.0	16.1
2	土	曇	20.0	14.0	15.7
3	日	快晴	15.5	14.5	15.0
4	月	〃	16.0	14.5	15.2
5	火	晴	15.5	14.5	15.0
6	水	曇	16.5	14.5	15.5
7	木	〃	17.5	15.0	15.6
8	金	雨	17.0	15.0	15.8
9	土	曇	16.0	14.5	15.3
10	日	雨	22.0	14.5	17.9
11	月	〃	22.5	15.0	18.9
12	火	〃	24.0	15.0	19.6
13	水	〃	28.5	16.0	22.0
14	木	〃	20.0	15.0	16.9
15	金	〃	21.5	15.5	17.6
16	土	〃	18.5	14.5	15.7
17	日	曇	21.0	14.5	17.3
18	月	雨	20.0	15.0	17.1
19	火	晴	22.0	15.0	17.0
20	水	うす曇	15.5	14.5	15.0
21	木	曇	16.0	14.5	15.1
22	金	晴	17.0	14.5	15.4
23	土	曇	22.5	15.0	16.3
24	日	〃	18.5	15.0	16.3
25	月	雨	20.5	15.0	18.1
26	火	〃	20.0	15.5	17.0
27	水	晴	16.0	14.5	15.2
28	木	曇	20.0	14.5	15.9
29	金	雨	20.5	14.5	17.2
30	土	〃	20.0	14.5	17.5

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
12.1	日	晴	23.0	14.5	16.7
2	月	曇	23.5	15.5	18.4
3	火	雨	16.5	14.5	15.4
4	水	晴	19.0	14.5	15.7
5	木	〃	20.0	14.5	15.7
6	金	うす曇	18.5	14.5	15.5
7	土	〃	15.5	14.5	15.2
8	日	曇	19.5	15.0	16.1
9	月	雪	25.0	15.0	17.6
10	火	〃	21.5	14.5	17.9
11	水	〃	19.0	13.5	15.6
12	木	曇	18.5	13.5	15.3
13	金	雨	22.0	13.5	16.2
14	土	〃	24.5	14.5	18.9
15	日	晴	21.0	14.5	18.0
16	月	曇	20.0	13.5	15.9
17	火	雪	17.5	12.0	14.4
18	水	〃	14.5	10.5	12.1
19	木	霰	19.0	12.5	16.1
20	金	曇	19.0	10.5	13.2
21	土	雪	12.5	11.0	11.5
22	日	曇	13.5	11.5	12.7
23	月	雨	24.5	12.5	15.0
24	火	曇	30.0	13.0	15.1
25	水	〃	18.5	13.0	14.6
26	木	〃	15.0	14.0	14.6
27	金	〃	19.5	14.0	15.1
28	土	〃	15.5	14.0	14.6
29	日	快晴	16.0	14.0	14.9
30	月	晴	17.0	14.5	15.2
31	火	雨	22.0	15.0	16.0

表 6 モニタリングポストによる空間線量率(4)

昭和61年 1 月 分

2 月 分

3 月 分

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
1. 1	水	雨	18.0	14.5	15.9
2	木	雪	21.5	14.5	16.5
3	金	曇	15.0	13.5	14.1
4	土	雨	19.5	13.5	16.5
5	日	雪	19.0	13.5	15.1
6	月	〃	18.0	12.5	14.4
7	火	曇	19.0	12.0	13.5
8	水	晴	19.5	13.0	15.3
9	木	〃	17.5	13.0	14.6
10	金	雪	18.0	13.5	15.3
11	土	〃	16.5	10.0	12.6
12	日	曇	13.0	9.5	10.8
13	月	〃	17.0	10.0	11.5
14	火	〃	13.5	10.5	11.4
15	水	晴	11.5	10.0	10.6
16	木	〃	13.5	10.5	11.5
17	金	雨	15.0	11.0	12.8
18	土	〃	13.0	11.5	12.5
19	日	快晴	14.0	12.0	13.0
20	月	〃	14.5	12.5	13.4
21	火	うす曇	16.5	13.0	14.1
22	水	曇	17.0	12.5	13.9
23	木	雪	17.5	12.5	13.8
24	金	〃	17.0	12.0	13.9
25	土	霰	16.0	11.0	12.7
26	日	雪	16.0	12.0	13.7
27	月	〃	15.5	11.5	12.6
28	火	〃	14.5	10.0	11.7
29	水	晴	10.5	9.5	10.2
30	木	うす曇	11.5	9.5	10.4
31	金	曇	12.0	10.5	11.5

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
2. 1	土	雪	16.0	11.0	12.2
2	日	曇	16.5	11.0	12.5
3	月	霰	23.0	11.5	14.4
4	火	曇	20.0	11.0	13.5
5	水	雪	17.5	10.5	13.0
6	木	〃	13.0	10.0	11.2
7	金	晴	12.0	10.5	11.1
8	土	〃	14.0	10.5	11.8
9	日	曇	16.5	11.0	12.7
10	月	雪	12.0	10.5	11.2
11	火	晴	12.0	10.5	11.4
12	水	〃	13.5	11.5	11.8
13	木	曇	15.0	11.0	12.2
14	金	雨	14.0	12.5	13.0
15	土	〃	19.0	13.0	15.8
16	日	晴	15.0	12.0	13.4
17	月	〃	14.0	12.0	12.8
18	火	曇	16.5	13.0	14.1
19	水	〃	15.0	12.0	13.7
20	木	雪	14.5	13.0	13.7
21	金	〃	17.5	13.5	14.7
22	土	晴	16.0	13.5	14.2
23	日	曇	19.5	13.0	14.4
24	月	雪	18.0	13.0	14.9
25	火	〃	16.5	13.0	14.5
26	水	曇	15.0	12.5	13.6
27	木	霰	18.5	13.5	15.9
28	金	雪	17.5	13.0	15.0

日	曜日	天候	空間線量率		
			上値 cps	下値 cps	平均 cps
3. 1	土	曇	19.0	12.5	14.1
2	日	快晴	16.0	13.5	14.0
3	月	雪	18.5	12.5	14.5
4	火	快晴	14.5	13.0	13.7
5	水	雨	17.5	13.0	15.0
6	木	曇	17.5	14.5	15.3
7	金	晴	16.0	15.0	15.5
8	土	快晴	17.0	15.0	15.7
9	日	〃	16.5	15.5	15.8
10	月	曇	17.0	15.0	16.0
11	火	雨	20.5	15.5	16.6
12	水	晴	17.5	15.5	16.3
13	木	快晴	17.0	16.0	16.4
14	金	雨	18.5	16.5	17.1
15	土	晴	18.0	16.0	17.2
16	日	曇	18.0	16.0	17.0
17	月	雪	17.5	16.0	16.7
18	火	曇	17.5	15.5	16.5
19	水	雨	21.5	16.0	18.1
20	木	曇	17.0	15.5	16.3
21	金	〃	17.0	15.5	16.5
22	土	うす曇	18.0	16.0	16.8
23	日	雨	20.0	16.5	18.3
24	月	曇	20.0	15.5	16.9
25	火	晴	17.0	15.5	16.3
26	水	快晴	18.0	16.0	16.6
27	木	〃	17.5	16.0	16.6
28	金	雨	19.0	16.0	17.6
29	土	曇	18.0	16.5	17.1
30	日	うす曇	19.0	16.5	17.3
31	月	曇	17.5	16.0	16.4

〔資 料〕

## 石川県における河川でのコレラ菌定点観測

(昭和60年度の成績)

石川県衛生公害研究所微生物部 芹川 俊彦・志茂 たみ・木村 晋亮

## 1 はじめに

本県では、昭和55年度以降公衆衛生課事業としてコレラ菌定点観測を実施している。本事業の目的は、コレラ菌による汚染状況を監視することにより、コレラの潜在流行の把握及び汚染源の探求を行い、食品、飲料水等への汚染を防止することにある。本年度も例年通り、コレラ菌、NAGビブリオ（コレラ菌非O1型及びビブリオ・ミックス）、腸炎ビブリオ、サルモネラを検査対象に、県下12カ所の河川及び港湾に設けた定点で、4月から翌年3月にかけて延べ10回採水し検索を行ったので、その結果を報告する。

## 2 検査方法

検水からのコレラ菌、NAGビブリオ、腸炎ビブリオの分離及び同定は、「コレラ菌検査の手引き」<sup>1)2)</sup>に準じて行い、検水900mlについて検索した。詳細は前報<sup>3)</sup>に記載したとおりである。

サルモネラの検索には、SBGスルファ培地を用い、検水200mlを増菌した後、DHL寒天培地で分離培養を行った。

## 3 検査結果及び考察

本年度は12定点から10回、延べ120検体について検索を行った。その結果、9月10日に倉部川下流の倉部大橋から採取した河川水からエルトルコレラ菌小川型が分離された。そこで、9月15日と18日に再び同じ場所を含む倉部川中・下流域の他の20地点からも河川水22検体及び底泥6検体を採取して検索したが、コレ

ラ菌は分離されなかった。しかし、NAGビブリオはほとんどの地点から分離された。以上の結果、分離されたコレラ菌の汚染源、汚染経路については全く不明であったが、本菌が検出されたのは9月10日の1回だけであり、その後は全く検出されていないことから、その汚染の程度は極くわずかで、菌数は極めて少ないと思われた。また、全国の河川や港湾からコレラ菌が検出されているが<sup>4) 6)</sup>、その汚染が誘因でコレラが発生したという報告はなく、本件の場合もコレラ菌による感染の危惧は全くないと考えられた。なお、昭和56年5月14日に大野川の機具橋から、エルトルコレラ菌小川型が検出された事例<sup>7)</sup>があるが、この時も検出されたのは1回のみで、汚染源は究明出来なかった。

NAGビブリオは、12定点すべてから検出され（表1）、しかも毎年冬期以外は高率に分離されている。本菌の存在する場所にコレラ菌がいても不思議ではないといわれている<sup>8)</sup>ことから、今後もコレラ菌の汚染状況を監視することは重要であると思われる。

腸炎ビブリオは、12定点のうち河口に近く海水の混入がある7定点から、夏期～秋期に多く検出された（表2）。定点別では、金沢港で10回のうち8回、御坂川で7回、大野川で5回、犀川、輪島川で4回、本菌が検出された。分離菌株34株の血清型については、特に多数を占めるものはなく、また22株（65%）が区抗原型別不能であった。

サルモネラは、120検体中8検体（6.7%）から分離され（表3）、毎年検出率が低下している（昭和56年度20%、昭和57年度13%、昭和58年度8%、昭和59年度7.5%）。これは、下水道の整備やし尿浄化槽の排水

Epidemiological Survey of *Vibrio cholerae* at Some Fixed Points of River in Ishikawa Prefecture, from April 1985 to March 1986. by Toshihiko SERIKAWA, Tami SHIMO, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表1 定点からのNAGビブリオ検出状況

定点	採水場所	採水時期(月)										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	
1	大聖寺川(塩屋大橋)	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	
2	新堀川(汐見橋)	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	
3	梯川(住吉橋)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
4	倉部川(倉部大橋)	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	
5	犀川(普正寺橋)	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	
6	金沢港(水産埠頭)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	
7	大野川(機具橋)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	浅野川(松寺橋)	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	
9	伏見川(伏見川橋)	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	
10	津幡川(水門下)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	
11	御苅川(慶応橋)	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	
12	輪島川(いろは橋)	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	

\* エルトールコレラ菌小川型も同時に分離された。

表2 定点からの腸炎ビブリオ検出状況 ( ) 抗原型

定点	採取場所	採水時期(月)										
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	
1	大聖寺川	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	
2	新堀川	-	-	(O11:K不能)	-	(O5:K30)	-	(O5:K不能)	-	-	-	
3	梯川	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	
4	倉部川	-	-	-	-	-	-	(O2:K28)(O5:K不能)(O5:K不能)	-	-	-	
5	犀川	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	
6	金沢港	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
7	大野川	-	(O1:K不能)	(O4:K34)	(O1:K26)	(O4:K42)	(O4:K42)	(O3:K48)	(O4:K不能)	(O4:K不能)	-	
8	浅野川	-	-	(O1:K不能)	-	(O2:K28)	(O4:K不能)	(O11:K不能)	(O5:K不能)	-	-	
9	伏見川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	津幡川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	御苅川	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	
12	輪島川	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	
			(O6:K不能)		(O5:K不能)	(O1:K不能)	(O5:K68)					

K不能: K抗原型別不能

規制の強化によるためであろう。分離された菌株の菌型は、*S. typhimurium* が3株と多かった。また、定点別では、大聖寺川、伏見川から10回中2回、本菌が分離された。

の採取に御協力いただいた県公衆衛生課、輪島保健所の関係各位に記して深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 昭和54年2月19日衛情第8号 厚生省公衆衛生局保健情報課長通知、「コレラ菌検査の手引」(I)

おわりに、本調査成績をまとめるにあたって、検体

表3 定点からのサルモネラ検出状況 ( ) 菌型

定 点	採水場所	採 水 時 期 (月)									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	3
1	大聖寺川	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2	新堀川	(S.thompson)(S.typhimurium)		-	-	-	-	-	-	-	
3	梯川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	倉部川	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
5	犀川	-	-	-	-	-	(S.typhimurium)	-	-	-	
6	金沢港	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
7	大野川	-	+	-	-	-	-	-	-	(S.typhimurium)	
8	浅野川	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
9	伏見川	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
10	津幡川	(S.paratyphi B)	-	-	-	-	(S.anatum)	-	-	-	
11	御袂川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	輪島川	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

- 2) 昭和54年4月20日衛情第22号 同上課長通知, 「コレラ菌検査の手引」(Ⅱ), (Ⅲ) —18 (1980)
- 3) 芹川俊彦, 木村晋亮: 石川衛公害研年報, 18, 413—415 (1981)
- 4) 小張一峰: 公衆衛生, 43, 852—854 (1979)
- 5) 金井興美: 病原微生物検出情報月報, No. 8, 17
- 6) 厚生省資料: 国内におけるコレラ発生状況 (昭和52年~昭和54年) (昭和55年)
- 7) 芹川俊彦, 尾西 一, 水上依乃, 木村晋亮: 石川衛公害研年報, 19, 328—331 (1982)
- 8) 坂崎利一: 総合臨床, 28, 1336—1337 (1979)

[資 料]

### Salmonella itami による集団感染症の発生

石川県衛生公害研究所微生物部 芹川 俊彦・木村 晋亮  
 石川 清一・高野 明子・三井 信晴  
 石川県山代保健所 四月朔日直行・藤原 秀範・東出 信行  
 清水 進

#### 1 はじめに

昭和60年5月、石川県加賀市のK小学校で、*Salmonella itami*による集団感染症が発生した。*S. itami*は、我が国では昭和54年に初めて渡航者から分離された<sup>1)</sup>菌型であるが、これまでに食中毒等の集団発生事例は報告されていない。即ち、本事例は我が国における初めての本菌による集団感染症と思われるので、その発生概況及び検査結果について報告する。

#### 2 発生状況

昭和60年5月22日、公立加賀中央病院の医師から、食中毒と思われる患者が多数来院した、との連絡が山代保健所に入り、直ちに関係職員による疫学調査が開始された。その結果、病院で診察を受けた患者15人はすべて加賀市内のK小学校の学童で、患者の臨床症状や、15人中2人からサルモネラが分離されたことから、サルモネラによる食中毒の疑いがあることが半明した。

K小学校での検病調査の結果、在校生643人(学童612人、教職員31人)中162人(発病率25.2%)がなんらかの症状を呈していた。なお、有症者は学童に限られ、教職員の中には全く認められなかった。また、患者の発生は、初発が5月14日、その後日ごとに増加し、5月20日の37人をピークを以て以後減少し、5月23日に終息した(図1)。なお、患者は全学年の全学級に及ん

でおり(表1)、また、患者162人の性別内訳は男子82人、女子80人で、性差は認められなかった。

#### 3 臨床症状

患者の症状は、腹痛(93.8%)、下痢(48.1%)、発

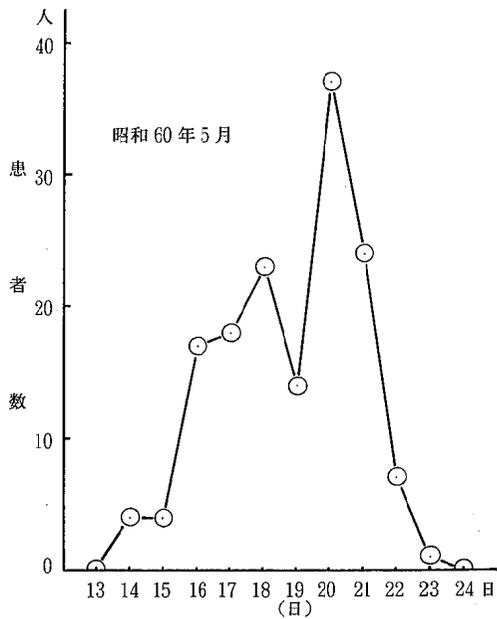


図1 日別患者発生状況

A Mass Outbreak of *Salmonella itami* Infections. by Toshihiko SERIKAWA, Nobuaki KIMURA, Seiichi ISHIKAWA\*, Akiko TAKANO\*, Nobuharu MITSUI\*, Naoyuki WATANUGI\*, Hidenori FUJIWARA\*, Nobuyuki HIGASHIDE\*, and Susumu SHIMIZU\* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; and Yamashiro Health Center, Ishikawa\*)

表1 学年(学級)別有症者数とサルモネラ検出者数

組 学年	1 組	2 組	3 組	計
1 年	2 (5)	4 (6)	—	6 (11)
2 年	5 (6)	7 (5)	6 (4)	18 (15)
3 年	7 (8)	15 (5)	9 (8)	31 (21)
4 年	18 (3)	12 (3)	23 (7)	53 (13)
5 年	7 (6)	9 (4)	9 (2)	25 (12)
6 年	15 (4)	11 (3)	3 (2)	29 (9)
計				162 (81)

( ) はサルモネラ検出者数を示す

表2 患者の臨床症状

症 状	発 現 率 %
腹 痛	93.8
下 痢	48.1
1 ~ 5 回	73.1
6 ~ 9 回	14.1
10 回 以上	12.8
発 熱	26.5
37°以上 38°未滿	44.2
38°以上 39°未滿	32.6
39° 以 上	23.2
嘔 気	21.0
嘔 吐	9.3

表3 サルモネラの検出状況

供 試 材 料	検 体 数	陽 性 数
糞 便	643	81*
学 童	612	81
教 職 員	31	0
食 品 (給 食)	6	0
ふ き と り	18	0
水 道 水	3	0
カメの飼育水槽水	3	1**
その他のペットの飼育水槽水	12	0
カメを捕獲した用水路の水	1	1*

\*すべて *S. itami* であった。

\*\* *S. potsdam* であった。

熱(26.5%)及び嘔気(21.0%)等で、下痢は水様便1~5回が最も多く73%、6~9回が14%、10回以上が13%であった。発熱は37°C台44%、38°C台33%、39°C台23%であった(表2)。また、嘔吐は9.3%にみられたが、ほとんど1回程度であった。患者の発症から回復までの期間は約4~5日で、入院した者はいなかった。

#### 4 細菌学的検査

##### 1・1 検査材料

検査材料はK小学校の全在校者の糞便643件、食品(5月20日~22日の給食で検食として残存していたもの)6件、給食室内のふきとり18件、水道水3件、ゼニガメの飼育水槽水3件及びザリガニ、フナ、メダカ等のペットの飼育水槽水12件である。また、教室で飼育していたゼニガメを捕獲した用水路の水1件についても検索を行った。

##### 1・2 検査成績

これら検査材料について、食中毒起因菌及び伝染病病原菌の検索を行った結果、学童の糞便612件中81件からサルモネラを検出した(表3)。なお、サルモネラを検出した81人のうち、数人は無症状の保菌者であった。また、教室で飼育していたゼニガメの水槽水3件中1件、及び用水路の水1件からもサルモネラを分離した。しかし、その他の検査材料からは既知の病原菌は全く検出されなかった。

糞便及び用水路から分離されたサルモネラ82株の性状は、表4に示すとおりであり、血清型別の結果、いずれもO抗原は9、H抗原は1相が1、<sub>Z13</sub>、2相が1、5を示し、*S. itami*と同定された。一方、水槽水から分離されたサルモネラ1株の菌型は、*S. potsdam*であった。

*S. itami*が検出された学童81人については約1カ月後に再検査を実施したが、2人からは本菌が再び検出された。また、用水路については約半年後に再調査を実施したが、本菌は検出されなかった。

#### 5 考 察

石川県において、過去に*S. itami*のヒト及び環境からの分離例はない。また、我が国では本菌による集団発生事例の報告はないので、本事例が最初の報告例であると思われる。

本事例は、当初給食によるサルモネラ食中毒ではないかとの疑いで疫学調査が実施された。しかし、在校者が同一の給食を摂取しているにもかかわらず、患者

表 4 患者及び用水路から分離した菌株の性状

生化学的 性 状	イ ン ド - ル	-
	V P	-
	ク エ ン 酸 (シ モ ン ズ)	+
	H <sub>2</sub> S (T S I)	+
	リジン・デカルボキシラーゼ	+
	オルニチン・デカルボキシラーゼ	+
	アルギニン・ジヒドロラーゼ	+
	ウ レ ア - ゼ	-
	マ ロ ン 酸	-
	O N P G	-
	K C N 培 地 での 発 育	-
	乳 糖	-
白 糖	-	
サ リ シ ン	-	
ズ ル シ ッ ト	+	
ア ラ ビ ノ - ス	+	
血清学的 性 状	O 抗 原	
	O 9 (D 1)	
	H 抗 原	
	1 相 : 1, Z <sub>13</sub>	
2 相 : 1, 5		
菌 型	<i>Salmonella itami</i>	

がすべて学童のみで、教職員の中には全く有症者がいなかったこと、患者が発生する前の検査が既に残存せず、検査が実施できなかったこと、マスターテーブルでも原因食品が特定できなかったことから、食中毒とは断定できなかったものである。

一方、調査の途次、情操教育の一環として教室内でゼニガメ、ザリガニ等の小動物を飼育していることが判明したので、感染源としてこれらのペットを疑い、飼育水槽水の検査を実施した。その結果ゼニガメの飼育水槽水 1 件から *S. potsdam* が分離されたが、*S. itami* は検出されなかった。カメの中にはサルモネラを高濃度に保菌しているものがあり、それによる感染症が報告されている<sup>2)3)</sup>。そこで、本事例もカメが感染源ではないかとの疑いから、アンケート調査を実施し、有症者・非有症者とカメに触った人・触らない人との相関関係をみた結果、 $\chi^2$ 検定値は12.8(p<0.001)となり、カメが感染源であることが示唆された。また、飼育していたゼニガメの生息地(用水路)からも *S. itami* が検出されたことから、カメが本菌を保菌していたとも考えられる。しかし、検査したカメの飼育水

槽水からは *S. itami* は検出されなかった。この点に関しては、本事件が発生して間もなく、教室で飼育していたカメ等が学校側で意図的に廃棄されたため、水槽水の十分な検査はできておらず、従って、本菌が汚染していた可能性を全く否定することはできない。また、カメに触っていない人も多数発症しているが、患者の発生状況からすると学童間で2次感染が起きたことも充分考えられる。全学年に患者が発生したのは、清掃時間に1年生から6年生までの混成班で掃除を行うため、その際カメから感染したのではないかと推測される。

以上、本事例の感染源及び感染経路については確証が得られなかったが、カメを介して感染した疑いが極めて濃いと思われる事例であった。

## 6 ま と め

昭和60年5月14日、加賀市で発生した、我が国初の *S. itami* による集団感染症の発生概要及び検査成績は次のとおりである。

(1) 患者はK小学校の学童612人中162人で、教職員31人の中に有症者はいなかった。また、患者発生の初発から終息までの日数は10日間で、2次感染が疑われた。なお、患者は全学年の全学級に認められ、著しい偏りはみられなかった。臨床症状は腹痛、下痢が主で、発熱、嘔気及び嘔吐を訴える者もみられた。

(2) 在校者全員の糞便、検食、ふきとり、水道水、カメ等ペットの飼育水槽水及びカメを捕獲した用水路の水について菌検索を行った結果、糞便643件中81件及び用水路の水1件から、*S. itami* が検出された。

(3) 本事例の感染源及び感染経路については解明することができなかったが、疫学調査と細菌検査の結果から、カメを介して感染を受けたのではないかと推測される。

## 文 献

- 1) Sakazaki, R., Tamura, K., Abe, H., Ogawa, Y., and Miyata, Y. : Japan. J. Med. Sci. Biol., **34**, 179-180 (1981)
- 2) Lamm, S. H., Taylor, A., Jr., Gangarosa, E. J., Anderson, H. W., Young, W., Clark, M. H., and Bruce, A. R. : Am. J. Epidemiol., **95**, 511-517 (1972)
- 3) 中森純三, 宮崎佳都夫, 西尾隆昌, 辻徹太郎, 松尾権一, 小玉 大, 土井秀之, 田村和満, 坂崎利一: 臨床と細菌, **3**, 88-94 (1976)

〔資 料〕

## 石川県におけるインフルエンザの流行

(昭和60年度)

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・梶 哲夫・尾 西 一  
 石川県厚生部公衆衛生課 川谷内隆一

## 1 昭和60年11月～昭和61年1月におきた集団かぜ

## 1・1 流行の状況

昭和60年には、1月から3月にかけてB型インフルエンザウイルスによる集団かぜの流行があり、1月16日から3月15日の2カ月間に、学校関係施設の約4割にあたる167施設で、在籍94,879人中31,861人が罹患、5,364人が欠席した。罹患率は33.6%、欠席率は16.8%、発生施設での措置の内訳は、休校2、学年閉鎖31、学級閉鎖46、授業打切73であった。

次いで、昭和60年11月18日、津幡保健所管内河北郡内灘町向栗崎小学校（在籍925人）において、集団かぜが発生した。患者数は294人、うち欠席者65人、主症状は38°C前後の発熱と頭痛で、5年と6年の8クラスで授業打切が行われた。ちなみにこの学校では、11月15日に第1回目のインフルエンザ臨時予防接種が行われたばかりで、925人中775人（接種率83.8%）が接種を受けた。

その後集団かぜは引き続き発生することなく、次の発生は11月29日に、加賀地区2校、能登地区2校で起きた。これ以降はほぼ全県的な発生がみられるようになった。

初発校の向栗崎小学校では、発生報告のあった翌日に、6年生5人から咽頭スワブと血液が採取され、ウイルス分離及びHI抗体価の測定を行った。ウイルス分離では、5人中2人から単純ヘルペスウイルス1型が分離されたものの、目指すインフルエンザウイルス

は分離されなかった。また、HI抗体価測定では、12月2日に採血された回復期血清と対にして行った結果から、ようやく全員がA(H3)型インフルエンザに罹患していることが証明できた。

ウイルス分離による確認は、11月29日に発生をみた4校のうちの1校（小將町中学校）の生徒5人中1人から分離されたウイルス株がA(H3)型インフルエンザウイルスであると同定したのが初である。4校からは延べ21人の対血清の送付もあった。ところが初発校と異なり、ワクチン株を用いたHI抗体価測定では、4校中3校の4人が有意上昇を示したに過ぎず、後日行ったサーベイランス由来の分離株（内灘町大根布南小学校6年女子由来）を抗原とした検査で、ようやく4校11人の罹患が確認できた。

このように、本年今季の集団かぜの検査では、例年に比し、ウイルス分離率も極めて低い一方、抗体価測定でも抗体の有意上昇数や上昇差が少なかった。

今季石川県における流行は、11月末から12月、そして正月休みをはさんで1月にかけて流行したが、主流行期は12月で、1月の発生は極めて少なかった。本年度における初発は昭和60年11月18日、終発は昭和61年1月28日の七尾保健所管内鹿島郡田鶴浜町金ヶ崎小学校（115人中41人）であった。この間72日間にわたり、延べ91施設で、在籍55,025人中20,608人が罹患し、3,076人が欠席した。罹患率は37.5%、欠席率は14.9%であった。また、発生率是对全施設で22.1%、対全在籍者で12.2%に相当するものであった。措置があった施設は91校中77校で、内訳は休校2、学年閉鎖12、

A Prevalence of Influenza in Ishikawa Prefecture from November 1985 to January 1986.  
 by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Ryuichi KAMIYACHI\* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; and Section of Public Health, Department of Health and Welfare, Ishikawa Prefecture\*)

学級閉鎖25, 授業打切38で, 昨年に比して, 施設数で5割強, 患者数で6割強, 欠席者で6割弱の発生であった。なお, 罹患率, 欠席率は, 昨年度の流行とほぼ同じであった。

昭和60年11月18日の初発から昭和61年1月28日の終発までの日別及び週別の集団かぜ患者の発生状況を表1に示した。集団かぜは正月の冬期休暇前5週間と休暇後の3週間の8週にわたっており, 日別の発生ピー

表1 昭和60年11月~昭和61年1月に発生した集団かぜの日別発生状況

月日	発生施設	累計	患者数	累計	週間発生数*
昭和60					
11.18	1	1	294	294	1: 294 (65)
11.29	4	5	1,199	1,493	6: 2,202 (221)
11.30	2	7	1,003	2,496	
12.2	2	9	733	3,229	
12.3	5	14	1,587	4,816	
12.4	1	15	459	5,275	15: 3,834 (546)
12.5	5	20	715	5,990	
12.6	1	21	173	6,163	
12.7	1	22	167	6,330	
12.9	8	30	3,431	9,761	
12.10	3	33	617	10,378	
12.11	6	39	1,373	11,751	36: 9,987 (1,420)
12.12	6	45	1,355	13,106	
12.13	8	53	1,949	15,055	
12.14	5	58	1,262	16,317	
12.16	7	65	1,135	17,452	
12.17	8	73	1,421	18,873	
12.18	3	76	163	19,036	26: 3,707 (732)
12.19	6	82	767	19,803	
12.20	1	83	77	19,880	
12.21	1	84	144	20,024	
昭和61					
1.13	1	85	138	20,162	3: 301 (58)
1.16	1	86	69	20,231	
1.18	1	87	94	20,325	
1.20	1	88	110	20,435	
1.21	1	89	46	20,481	3: 242 (46)
1.25	1	90	86	20,567	
1.28	1	91	41	20,608	1: 41 (8)

\*施設数: 患者数(欠席者数)で示す。

クは, 施設数では12月9日, 13日, 17日に, 患者数では12月9日にみられた。1日1,000人以上の発生は, 11月29日から12月17日にかけての19日間にみられたのみで, 正月明けの1月に入ってからは最も多い日でも1日138人と, 正月前に比し著しく少ないのが特徴的であった。週別でみると, 発生第4週(12月9日~14日)にピークがあり, 36施設9,987人と最も多く, 次いで前と後の週が各々15施設3,834人, 26施設3,707人と多かった。これに対し1月に入っては週あたり3施設301人が最も多い週であるに過ぎず, 今季の集団かぜの主流行期は11月下旬から12月中旬の1カ月と考えてよい。

学校関係施設での集団かぜの流行を市町村別にみると, 今季は石川県下8市37町6村のうち5市16町1村から発生の報告があった。ちなみに昨年度は8市22町1村である。このうち, 昭和58年度と59年度の両年度発生がなかったのが4町5村, 59年度と60年度とになかったのが4町4村あり, 次に挙げる3町4村は3年間続けて集団かぜの発生が報告されていない。それは能美郡根上町, 川北町, 河北郡七塚町, 石川郡阿内村, 吉野谷村, 白峰村, 鳳至郡柳田村である。

1・2 ウイルス学的・血清学的試験成績

集団かぜの発生があった91校のうち, 金沢市元町保健所を除く9保健所から, 11月に5校26人, 12月に4校20人, 1月に1校6人の延べ10校52人の咽頭スワブと対血清の送付があった(表2)。

インフルエンザウイルスの分離には, 例年と同じく孵化鶏卵及びMDCK, VERO, AGMKの各細胞を用いた。しかし今季は特に分離が悪いのが目立ち, わずかに10校52人中2校2人から2株(卵とVERO細胞とで1株, 卵のみで1株)のA(H3)型インフルエンザウイルスが分離されたに過ぎない。分離率は3.8%であった。ただ今季は例年と異なり, インフルエンザウイルス以外のウイルスが3校4人から分離された。内訳は2校3人からの単純ヘルペスウイルス1型(HS-1)と1校1人からのコクサッキーB群ウイルス3型(CB-3)である。この4人については, 後述のHI抗体価測定結果から, HS-1分離の1校2人とCB-3分離の1校1人の3人はA(H3)型インフルエンザウイルスに罹患したことが血清学的に判明し, 混合感染もしくは重感染があったと思われる。また, 残りのHS-1分離の1校1人はインフルエンザ罹患は否定されている。

一方, 対血清のHI抗体価測定は当初ワクチン株であるA(H1N1)型のA/Bangkok/10/83,

表 2 昭和60年11月～昭和61年1月に発生した集団かぜのウイルス学的・血清学的成績

管轄保健所	発生施設	発生日	検体採取日	ウイルス分離(型)	対血清抗体価測定	確認数
津幡	内灘町 向粟ヶ崎小	11.18	11.19	0(2)*/5(HS-1)	5/5(A3)	5/5
羽咋	富来町 富来中	11.29	11.29	0(1)*/6(HS-1)	2/6(A3)	2/6
金沢泉野	金沢市 小將町中	"	"	1/5(A3)	3/5(A3)	3/5
小松	小松市 小松第一小	"	11.30	0/5	3/5(A3)	3/5
七尾	鳥屋町 鳥屋小	"	"	0/5	3/5(A3)	3/5
松任	尾口村 尾口小・中	12.3	12.5	0(1)*/5(CB-3)	4/5(A3)	4/5
津幡	高松町 高松中	12.4	"	0/5	1/5(A3)	1/5
山代	山中町 河南小	12.5	"	1/5(A3)	5/5(A3)	5/5
宇出津	能都町 宇出津小	12.16	12.16	0/5	5/5(A3)	5/5
珠洲	珠洲市 三崎中	1.20	1.20	0/6	5/6(A3)	5/6
計	10校			2/52(3.8%)	36/52(69.2%)	36/52(69.2%)

\* ( ) 内数字はインフルエンザ以外のウイルスが分離されたことを示す。略記は本文参照。

A(H3N2)型のA/Philippines/2/82, B型のB/USSR/100/83の3株を用いて行った。その結果、A(H3)型のA/Philippines株に対し9校22人が回復期において4倍以上の有意なHI抗体価上昇を示した。ただ、中に1例、A(H3)型とA(H1)型に同時上昇した例があった。(この例は初発校の向粟崎小学校6年女子で、A(H1)型のA/Bangkok株に対し、急性期1:128から回復期1:512と4倍の上昇がみられた。他の株では、A/Philippines株に対し128-1024, B/USSRには256-512であった。この生徒は11月13日にワクチンを接種し、11月16日に発病、急性期血清は11月19日に、回復期血清は12月2日に採血している。しかし、A(H1)型に上昇がみられたのは5人中1人のみで、他の4人もすべてワクチン接種を受けていること、採血日も同じなことから、予防接種の影響を否定できないまでも、一方では混合感染の否定も出来ない例であった。)その後12月に定点観測調査で分離した株の中から、小学生由来のA/石川/6/85(H3), A/石川/13/85(H3), 中学生由来のA/石川/12/85(H3), 老人由来のA/石川/17/85(H3)の4株を抗原としてHI試験を行い、10校52人中10校36人(69.2%)の罹患を確認した。

以上の結果、血清学的には52人中36人が確認されたものの、ウイルス学的には2人からインフルエンザウイルスが分離されたにとどまり、血清学的に罹患が確認された数に対する割合では、一昨年(A(H1)型)流行時の4/50, 8.0%, 昨年(B型)流行時の5/40, 12.5%に比し、2/36, 5.5%と3年のうちでは最低であっ

た。このインフルエンザウイルス分離率は、我々が行っている一般かぜ患児を対象とした集団かぜ流行時の分離率が、一昨年度15/71, 21.1%, 昨年度29/89, 32.6%, 本年度16/102, 15.7%であったのに比しても遙かに低い数字である。この原因が採取の対象にあるのか、あるいは検体の採取方法、保存、搬送に問題があるのか、今後検討を要する点である。

今季の集団かぜの患者対血清のHI試験によって罹患が確認されたのは52人中36人、69%であったが、用いた抗原別に、ワクチン株1株、分離株5株に対する有意上昇数を施設別に一覧して表3に示した。これによると、ワクチン株のA/Philippinesでは36人中22人、61%の確認にとどまったほか、ワクチン株とは抗原にずれがある本年度初期の分離株のA/山形/96/85(H3N2)でも28人78%が確認されたに過ぎなかった。それに対し今季石川県での流行に際し分離されたA/石川の4株を用いると、33~29人、92~81%と高い確認率が得られ、このことはこれら分離株とワクチン株との間には抗原的に差異があることが示唆された。しかし分離株ととも、単一の抗原で36人全部を確認できた株はなく、このことは流行しているウイルスの抗原性が必ずしも同一ではなく、その結果として罹患した個々の人の免疫応答にも差が生じたと考えられる。

次に、10校52人の対血清の平均HI抗体価を施設別に2の指数で示した。ワクチン株A/Bangkok(H1N1), A/Philippines(H3N2), B/USSRの3株と分離株のA/山形(H3N2)株に対する平均HI抗体価を表4に、石川県での流行に際し分離さ

れたA/石川(H3)の4株に対するそれを表5に示した。急性期における平均HI抗体価はA(H1)型ワクチン株では7.4~9.0に分布し平均8.1±0.9, A(H3)型ワクチン株では6.4~8.7で平均7.6±1.3, B型ワクチン株では7.2~8.2で平均7.7±1.0であった。一方分離株では, A/山形が7.5~9.3, 平均8.1±1.2と高い価を示したのに対し, 石川県での分離株は, A/石川/6で5.8~9.3, 平均6.5±1.2, A/石川/12で6.0~8.0,

平均7.2±1.3, A/石川/13で6.6~8.2, 平均7.3±1.2, A/石川/17で6.4~8.2, 平均7.4±1.2と低い価を示した。集団防禦のレベルが7~8であることを考えると, ワクチン株ではほぼそのレベルを維持していると考えてよいが, 石川県での分離株に対しては平均で6.5~7.4とワクチン株より低い価を示した。この表から, とりわけA/石川/6/85株はワクチン株や他の分離株とは抗原的に差があるように思われる。

表3 昭和60年11月~昭和61年1月に発生した集団かぜの抗原別 HI 抗体価有意上昇数の比較

発生施設	人数	確認数	ワクチン株	分離株	分離株	分離株	分離株	分離株
			A/Philip/2/82 (H3 N2)	A/山形/96/85 (H3 N2)	A/石川/6/85 (H3)	A/石川/12/85 (H3)	A/石川/13/85 (H3)	A/石川/17/85 (H3)
向粟崎小	5	5	5/5	5/5	5/5	5/5	4/5	4/5
富来中	6	2	1/2	1/2	2/2	1/2	2/2	2/2
小将町中	5	3	1/3	2/3	3/3	3/3	3/3	3/3
小松第一小	5	3	0/3	3/3	3/3	3/3	2/3	3/3
鳥屋小	5	3	2/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
尾口小・中	5	4	2/4	2/4	4/4	2/4	3/4	3/4
高松中	5	1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	1/1
河南小	5	5	3/5	4/5	5/5	4/5	5/5	3/5
宇出津小	5	5	5/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
三崎中	6	5	2/5	3/5	3/5	3/5	3/5	5/5
計	52	36	22/36	28/36	33/36	29/36	29/36	31/36
率		69%	61%	78%	92%	81%	81%	86%

表4 昭和60年11月~昭和61年1月に発生した集団かぜ患者対血清のワクチン株に対する平均 HI 抗体価 (2<sup>次</sup>)

発生施設	人数	ワクチン株A(H1 N1)	ワクチン株A(H3 N2)	ワクチン株 B	分離株A(H3 N2)
		A/Bangkok/10/83 急一回(上昇) 判定*	A/Philippines/2/82 急一回(上昇) 判定	B/USSR/100/83 急一回(上昇) 判定	A/山形/96/85 急一回(上昇) 判定
向粟崎小	5	7.8—8.4(0.6)	7.0—9.4(2.4) ±	8.0—8.2(0.2)	7.8—10.6(2.8) +
富来中	6	7.8—7.8(0)	8.7—9.3(0.6) —	7.7—7.7(0)	9.3—10.3(1.0) —
小将町中	5	8.4—8.2(—)	7.2—9.0(1.8) ±	8.0—8.0(0)	8.2—9.8(1.6) ±
小松第一小	5	7.8—7.6(—)	8.2—8.8(0.6) —	7.6—7.6(0)	9.0—10.0(1.0) —
鳥屋小	5	7.4—7.4(0)	7.4—8.8(1.4) —	7.8—7.8(0)	7.6—9.2(1.6) ±
尾口小・中	5	8.8—8.8(0)	8.2—9.4(1.2) —	7.2—7.2(0)	8.0—9.4(1.4) —
高松中	5	9.0—9.0(0)	8.2—8.8(0.6) —	8.2—8.2(0)	8.6—9.2(0.6) —
河南小	5	7.8—7.8(0)	7.4—9.6(2.2) ±	7.4—7.4(0)	8.0—10.2(2.2) ±
宇出津小	5	7.8—7.8(0)	6.4—10.2(3.8) +	8.2—8.2(0)	7.6—10.4(2.8) +
三崎中	6	8.0—8.0(0)	7.3—9.3(2.0) ±	7.3—7.3(0)	7.5—9.8(2.3) ±
平均HI抗体価 (急回)		8.1 ± 0.9 (0)	7.6 ± 1.3 (1.7) ±	7.7 ± 1.0 (0.1) —	8.1 ± 1.2 (1.8) ±
		8.1 ± 0.9	9.3 ± 1.1	7.8 ± 1.0	9.9 ± 1.2

\* 平均 HI 抗体価の上昇が2.5以上を+, 2.5未満1.5以上を±, 1.5未満を-とした。

表 5 昭和60年11月～昭和61年1月に発生した集団かぜ患者対血清の分離株に対する平均 HI 抗体価 (2<sup>n</sup>)

発生施設	人数	分離株 A (H3) A/石川/ 6 / 85		分離株 A (H3) A/石川/ 12 / 85		分離株 A (H3) A/石川/ 13 / 85		分離株 A (H3) A/石川/ 17 / 85	
		急一回(上昇) 判定*	判定	急一回(上昇) 判定	判定	急一回(上昇) 判定	判定	急一回(上昇) 判定	判定
向粟崎小	5	6.0—8.6 (2.6)	+	7.2—9.8 (2.6)	+	6.8—8.8 (2.0)	±	6.4—8.8 (2.4)	±
富来中	6	7.3—8.3 (1.0)	-	8.8—9.5 (0.7)	-	8.2—9.0 (0.8)	-	7.2—8.0 (0.8)	-
小将町中	5	5.6—8.0 (2.4)	±	7.0—9.4 (2.4)	±	6.5—8.8 (2.2)	±	6.8—8.8 (2.0)	±
小松第一小	5	6.8—8.2 (1.4)	-	8.0—9.4 (1.4)	-	7.8—8.8 (1.0)	-	8.2—9.6 (1.4)	-
鳥屋小	5	6.4—8.4 (2.0)	±	7.0—8.8 (1.8)	±	7.3—9.4 (1.6)	±	8.0—9.6 (1.6)	±
尾口小・中	5	6.8—8.8 (2.0)	±	7.4—8.8 (1.4)	-	7.2—8.8 (1.6)	±	7.8—9.6 (1.8)	±
高松中	5	7.2—8.0 (0.8)	-	7.2—8.0 (0.8)	-	7.6—8.2 (0.6)	-	8.2—9.0 (0.8)	-
河南小	5	6.2—8.6 (2.4)	±	6.4—8.6 (2.2)	±	7.2—9.4 (2.2)	±	7.6—10.0 (2.4)	±
宇出津小	5	6.4—9.0 (2.6)	+	6.6—9.6 (3.0)	+	6.6—9.4 (2.8)	+	7.4—10.4 (2.8)	+
三崎中	6	5.8—8.5 (2.7)	+	6.0—8.5 (2.5)	+	6.7—9.2 (2.5)	+	6.8—9.8 (3.0)	+
平均HI抗体価 (急回)		6.5 ± 1.2 (1.9) ± 8.4 ± 1.1	±	7.2 ± 1.3 (1.8) ± 9.0 ± 1.3	±	7.3 ± 1.2 (1.7) ± 9.0 ± 1.1	±	7.4 ± 1.2 (1.9) ± 9.3 ± 1.1	±

表 6 集団かぜ検体採取者のワクチン接種別臨床症状

発生施設	ワクチン接種人数	確認患者数	せき	上気道炎	関節痛	37°以上の発熱	平均最高体温	嘔吐	下痢	腹痛	頭痛	症状持続日数	家族内感染
向粟崎小	50	5	4	0	1	1	36.6°C	0	0	0	0	5.4日	4
富来中	33	0	1	2	1	1	37.1	1	1	1	0	6.3	1
小将町中	23	2	2	2	1	2	38.8	0	1	0	1	4.5	1
小松第一小	43	3	4	3	0	4	38.3	1	2	1	2	5.0	1
鳥屋小	10	3	4	3	0	4	38.0	0	0	0	4	4.3	2
尾口小・中	45	3	3	4	3	5	39.0	0	0	2	3	5.4	4
高松中	41	3	3	3	2	4	39.1	1	1	1	2	5.5	4
河南小	50	1	1	0	0	1	38.5	0	1	0	1	7.0	1
宇出津小	50	5	5	0	0	5	36.6	0	0	0	5	4.2	3
三崎小	33	2	1	1	0	2	38.3	1	0	1	1	3.4	0
計 (平均)	3319	2412	2613	1214	66	2319	(37.7±0.9) (38.5±0.5) (P<0.001)	44	36	45	1411	(4.4±1.1) (5.2±1.3) (P<0.05)	1510
%	63.5 36.5	72.7 63.2	78.8 68.4	36.4 73.7	18.2 31.6	69.7 100.0		12.1 21.1	9.1 31.6	12.1 26.3			45.5 52.6

一方、平均HI抗体価の上昇で罹患状況を見ると、2.5以上の (+) がワクチン株でわずかに 1 校、分離株ではA/山形、A/石川/13、A/石川/17で 2 校、A/石川/6とA/石川/12で 3 校、また、1.5未満の (-) はワクチン株で 5 校、分離株ではA/山形とA/石川/12で 4 校、A/石川/6、A/石川/13、A/石川/17で 3 校あった。このように平均HI抗体価の上昇差でも、ワクチン株は分離株に比し流行の確認施設数が少ない上、非流行施設数は多いといった差がみられ、抗原のずれが示唆された。そして回復期の平均HI抗体価から、中でもA/石川/6/85株がワクチン株や他の分離株とは差があることがうかがわれた。

1・3 ワクチン接種の有無と臨床症状

検体提出があった52人について、ワクチン接種の有無別に罹患確認数、臨床症状、症状の持続日数、家族内感染の有無について一覧したのが表 6 である。52人のうち 1 回以上のワクチン接種者は33人、63.5%で、施設別では 3 校が全例接種、1 校が全例非接種、他は相半ばしていた。ちなみに、今季昭和60年秋の石川県におけるインフルエンザ臨時予防接種率は、小学生で86.2%、中学生で76.8%、高校生で28.6%であった。臨床症状では発熱が最も多く42人、81%に、次いでせき39人、75%、上気道炎26人、50%、頭痛25人、48%で、関節痛・筋肉痛は12人、23%にみられたにとどまった。有熱者の平均最高体温は38.1°C、症状の持続日数は平均4.7日、家族内感染は25人、48%にみられた。そこでこれら症状等について、ワクチン接種の有無による差があるかどうかについて差の検定を行った。その結果、例数は少ないが、0.1%の有意水準で、37°C以上の発熱が接種者で少ないこと、また、その平均最高体温も非接種者では38.5±0.5°Cであるのに対し、

接種者では37.7±0.9°Cと低いことが示された。また、1%の危険率で上気道炎が接種群で少ないこと、また、症状の持続日数が接種群で平均4.4±1.1日であるのに対し非接種群では5.2±1.3日であったが、これも5%で有意差があった。このほかの項目では両群間に差はみられなかった。

1・4 分離株の交差HI試験による抗原分析

集団かぜ患者血清のHI抗体価測定に用いたA(H3)型インフルエンザウイルス抗原である、ワクチン株A/Philippines (卵継代)、分離株A/山形 (卵継代)、A/石川 (MDCK継代) 4 株を抗原とし、日本インフルエンザセンターから分与された抗A(H3N2)型抗血清との間で、交差HI試験を行った。使用した抗血清はA/愛知/2/68 (ニワトリ)、A/新潟/102/81 (フェレット)、A/石川/7/82(フェレット)、A/石川/7/82 (フェレット)、A/Philippines/2/82 (フェレット)、A/山形/96/85 (フェレット) の 5 種である。その成績を表 7 に示した。A/石川の 4 株のうち、A/石川/6とA/石川/12はA/山形タイプ、他のA/石川/13とA/石川/17は更に変異が進んだタイプと見なされる。一方、卵分離・継代株については抗原分析のため国立予防衛生研究所へ送付した。表 8 がその結果の一部である。ここでは石川県で分離された株のうち 6 株についての成績が載せられているが、これからすると、分離株はすべてA/山形/96/85型とより変異の進んだとみられるA/山梨/497/85型との中間に位置づけられる。

今季の日本における分離株の国立予防衛生研究所による抗原分析結果からは、流行株の大部分がA/山形型か更に変異の進んだA/山梨型とのことで、石川県の場合も例外ではなかったと推定される。しかしともあれ、これら流行株はいずれにせよワクチン株との間

表 7 集団かぜ患者対血清の HI 抗体価測定に使用した A (H3)型インフルエンザウイルス分離株の抗原性

抗 原	抗 血 清				
	A/愛知/2/68 (H3N2)	A/新潟/102/81 (H3N2)	A/石川/7/82 (H3N2)	A/Philip/2/82 (H3N2)	A/山形/96/85 (H3N2)
[表示ホモ力価]	[16384]	[4096]	[8192]	[2048]	[2048]
A/Philippines/2/82 (H3N2)	64	512	512	2048	4096
A/山形/96/85 (H3N2)	128	256	512	2048	2048
A/石川/6/85 (H3)	64	256	512	2048	2048
A/石川/12/85 (H3)	64	128	256	2048	1024
A/石川/13/85 (H3)	64	128	256	512	1024
A/石川/17/85 (H3)	64	128	256	512	1024

表 8 Hemagglutination inhibition reactions of Influenza A(H3N2) egg strains (1985)

Antigens	Ferret sera			
	A/Bangkok/1/79	A/Philippines/2/82	A/Oita/3/83	A/Yamagata/96/85
A/Bangkok/1/79	2048	2048	512	1024
A/Philippines/2/82	512	2048	512	2048
A/Oita/3/83	128	512	512	2048
A/Yamagata/96/85	64	256	256	2048
A/Yamanashi/497/85	< 32	64	128	256
A/Ishikawa/1/85*	< 32	256	256	1024
A/Ishikawa/2/85**	< 32	128	128	1024
A/Ishikawa/3/85	< 32	128	128	512
A/Ishikawa/6/85	< 32	256	256	1024
A/Ishikawa/13/85	< 32	64	64	512
A/Ishikawa/16/85	32	128	128	512

\* 河内小分離株

\*\* 小將町中分離株

(国立予防衛生研究所日本インフルエンザセンター資料)

表 9 石川県における集団かぜの発生状況 (昭和43~60年度)

年 度	初 発 年 月 日	終 発 年 月 日	期 間 (日)	発 生 施 設 数	休 校 数	学 年 閉 鎖 校 数	学 級 閉 鎖 校 数	授 業 打 切 校 数	在 籍 者 数	患 者 数	罹 患 率 (%)	流 行 型
昭和43	43.11.25	~ 44. 2.17	85	86					36,605	14,115	39.8	B・A(H3)
44	44.11.27	~ 45. 2.17	83	37					12,399	7,217	58.2	A(H3)
45	46. 2. 4	~ 46. 4.13	69	9					7,449	1,981	26.6	B・A(H3)
46	47. 1.28	~ 47. 2.28	32	14					10,973	6,183	56.3	A(H3)
47	48. 1.29	~ 48. 3.17	48	10	2	0	6		4,872	476	9.8	A(H3)
48	48. 5.28	~ 48. 7.19	53	95	25	48			52,412	12,852	24.5	B
"	48.11.10	~ 49. 2.22	105	99	6	6	13		52,052	23,740	45.6	B・A(H3)
49	49.11.26	~ 50. 3.17	112	21	10	5	6	0	5,512	2,412	43.8	A(H3)
50	50.12.16	~ 51. 2.16	63	219	22	18	30	57	100,944	34,018	33.7	A(H3)
51	51. 4.26		1	1	0	0	0	0	156	53	34.0	B
"	52. 1.12	~ 52. 3.14	54	266	28	27	82	31	114,209	63,611	55.7	B
52	53. 1.12	~ 53. 3.17	65	169	10	29	58		102,595	54,379	53.0	A(H3)・A(H1)
53	53. 5.16		1	1	0	0	1	0	235	132	56.2	A(H1)
54	54. 4.12	~ 54. 6. 1	51	37	7	14	2	8	14,018	5,566	39.7	A(H1)
"	55. 1.14	~ 55. 3.18	65	118	14	27	39	24	57,243	24,559	42.9	A(H1)・A(H3)・B
55	56. 2. 9	~ 56. 3.16	36	32	2	8	3	16	17,346	7,956	45.9	A(H1)・A(H3)
56	56.12. 1	~ 57. 3.10	100	228	22	59	67	57	112,766	61,919	54.9	B
57	57. 4.15	~ 57. 5.27	43	8	2	3	1	2	2,187	1,111	50.8	A(H3)
"	58. 1.17	~ 58. 3. 9	52	78	1	6	20	44	40,372	20,841	51.6	A(H3)
58	58.12.22	~ 59. 3. 9	79	160	13	32	35	55	78,655	29,065	37.0	A(H1)
59	60. 1.16	~ 60. 3.16	60	167	2	31	46	73	94,879	31,861	33.6	B
60	60.11.18	~ 61. 1.28	72	91	2	12	25	38	55,025	20,608	37.5	A(H3)

(公衆衛生課資料に基づく)

にはかなりな抗原のずれが生じていることは確かである。これらのことから来季のA(H3)型ワクチン株は中間型のA/福岡/C29/85(H3N2)株と決められている。

#### 1・5 過去における石川県での集団かぜの発生

日本で初めてA(H3)型ウイルスが流行した昭和43年度(1968/69年)から本年度(1985/86年)までの石川県における集団かぜの発生状況を表9に示した。これまではいわゆる抗原循環説に基づいて、A型インフルエンザでは、 $A_0 \rightarrow A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3$ というサイクルが常識とされ、表中昭和53年1~3月の流行ではA(H3)型の流行の後を追ってA(H1)型の流行が起き、世代の交代があったかに見えた。少なくともこの時点までは再びA(H1)型のeraに入ったと考えられた。しかし、2年後の昭和55年1~3月の流行ではA(H1)型の流行に混ってA(H3)型の流行がみられ、単に生き残りとか出戻りとかいうよりインフルエンザウイルスの生態そのものの考え方にも影響を及ぼした流行となった。以後はA(H1)型とA(H3)型とB型とが交互に、また、相混って流行を繰り返している。また、予防接種に用いるワクチンも3つの株を混じたものとなっている。

日本における今季のインフルエンザ様集団かぜの発生は、昭和60年10月15日、東京都で起きたのが初発で、昭和60年末までの全国での患者数は過去10年間で最も多いものであった(厚生省発表)。しかし、年が明けてからは予想に反して発生は極端に少なく、結果的には昨シーズンの6割弱の発生にとどまった。流行例は

すべてA(H3)型のいわゆるA香港型であった。来シーズンの主流行型については未知であるが、情報によれば、アメリカ、東南アジアでは今シーズンはB型が主流行型であるとか、また、一方日本では、3月から4月にかけて関東地方を中心とした集団発生例や散发例からA(H1)型のいわゆるAソ連型が分離されている。この分離株は現行ワクチン株のA/Bangkok/10/83株とはかなりずれがあるため、国立予防衛生研究所では分離株のA/山形/120/86(H1N1)株を急拠ワクチン株に加え、秋以降の流行に備える体制をとっている。

## 2 ま と め

昭和60年度における石川県での集団かぜの発生は、初発が昭和60年11月18日、終発が昭和61年1月28日、期間72日間で、発生のピークは12月9日、この間91施設(在籍55,025人)で20,608人の患者発生があり、うち77施設で措置がとられた。罹患率は37.5%、流行型はA(H3)型であった。流行期間の11月中旬から1月中旬にかけて、10校52人からインフルエンザウイルス分離用咽頭スワブ及びHI抗体価測定用対血清の採取が行われ、検査を行った結果、2校2人から2株のA(H3)型ウイルスが分離され、一方血清学的には10校36人のA(H3)型ウイルスによる罹患を確認できた。分離株の抗原分析結果からすると、本県での流行株は今季日本での流行の主流株と同じとみられ、ワクチン株とはかなり抗原的差異があることが示された。

〔資 料〕

## 石川県におけるインフルエンザ流行予測・定点観測調査の成績

(昭和60年度)

石川県衛生公害研究所微生物部 梶 哲夫・尾西 一・木村 晋亮

### 1 はじめに

インフルエンザの毎年の流行は、このウイルスに抗原変異が生ずるため、事前に流行株を察知し、それをワクチンに使用することで流行の阻止が可能と考えられている。しかし、現実これを成功させるにはワクチン化までの期間等を考慮すると制約が多い。だが、大規模な流行の発生以前に散发患者を発見し、その原因ウイルスを検出することは、防疫対策上有用と考えられている。本調査はこのような目的で、厚生省委託の「インフルエンザ流行予測感染源調査」に県公衆衛生課事業の「インフルエンザ定点観測調査」を上乗せして実施しているものである。

### 2 調査方法

調査は年間を通じて行い、表1に示す県下3地区4医療機関に受診するインフルエンザ様患者を対象としている。調査事項は、咽頭ぬぐい液からのウイルス分離と対血清のHI抗体価測定で、厚生省の伝染病流行予測調査検査術式(昭和53年)に準拠して行った。分離系には、卵、AGMK、VERO、MDCKの4分離

系を用い、HI試験の抗原としては、ワクチン株のA/Bangkok/10/83(H1N1)、A/Philippines/2/82(H3N2)、B/USSR/100/83のほか日本インフルエンザセンター分与キット中のA/山形/96/85(H3N2)及び分離株(A/石川/6/85、A/石川/12/85、A/石川/13/85)(いずれもH3型)の計7抗原を用いた。

### 3 調査成績と考察

#### 3・1 ウイルス分離

本年度採取された咽頭ぬぐい液は金沢地区からのみで、他の地区からは送付がなかった。得られた171件の検体からの月別ウイルス分離状況を表2に示した。本年度のウイルス分離陽性月は、11月、12月、1月の3カ月で、計16株のA(H3)型ウイルスが分離され、その時期及び流行型は集団かぜのそれとは完全に一致していた。このことは、本年度のインフルエンザの流行が11月から1月の3カ月間であったこと、流行のピークが12月であったことを示している。一方、流行の予知という面では、本年度は集団かぜの発生に先立ってウイルスを検出することは出来なかった。

表1 インフルエンザ流行予測・定点観測調査地区と検査予定件数

調査地区	実施協力医療機関	咽頭ぬぐい液(ウイルス分離)	血清(HI抗体価測定)
金 沢	鳴 和 総 合 病 院	40 件	140 件
	金 沢 赤 十 字 病 院	100	0
小 松	市 立 小 松 総 合 病 院	30	80
七 尾	薫 仙 会 恵 寿 病 院	30	80
計		200 件	300 件

Epidemiological Survey for Influenza in Ishikawa Prefecture from April 1985 to March 1986. by Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA(Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

表 2 インフルエンザ流行予測・定点観測調査成績

採取時期	ウイルス分離			HI 抗体価測定		
	検体数	陽性分離数	型別	対件血清数	陽性数	型別
昭和60年 4月	15	0	—	0	—	—
5月	10	0	—	0	—	—
6月	10	0	—	0	—	—
7月	11	0	—	0	—	—
8月	10	0	—	0	—	—
9月	10	0	—	0	—	—
10月	11	0	—	0	—	—
11月	15	3	A (H3)	2	1	A (H3)
12月	44	11	A (H3)	14	8	A (H3)
昭和61年 1月	14	2	A (H3)	5	2	A (H3)
2月	11	0	—	2	1*	A (H3)
3月	10	0	—	1	0	—
計	171	16	A (H3)	24	12	A (H3)

\* A (H1) 型にも 4 倍上昇した例

3・2 HI抗体価の測定

本年度得られた対血清件数は24件で、予定150件の16%にしか過ぎない。採血された月は11月から3月までの5カ月間で、いずれも金沢地区からのみ、他地区からは送付はなかった。これらの検査成績は表2のようである。対血清のHI抗体価測定による罹患陽性者は、11月から2月までの4カ月間に12人あり、分離成績と同じく、陽性者は12月に最も多かった。また、昨年度にもみられた現象であるが、流行末期の2月にA(H3)型有意上昇例で、A(H1)型にも4倍の上昇を示した例があった。これはA(H3)型ウイルスによる主流行の中でA(H1)型ウイルスの小規模流行があった可能性も示唆される例で、ちなみに昭和61年4月から5月にかけては全国各地で小規模なA(H1)

型ウイルスによる流行がみられた。

表3に急性期血清の各ウイルス抗原別HI抗体分布を、回復期血清の得られなかった患者血清23件と併せて参考までに示した。1:1024以上の高HI抗体価を示した例は、A(H1)型に2例、A(H3)型に2例あり、B型にはなかった。

本年度の調査成績をまとめるに当たって、毎年度痛感することであるが、予定された件数の採取が極めて困難で、果たしてこの調査の目的が全うできているかどうかという点である。国の流行予測調査は4~6月と10~3月の9カ月間で、1カ月8人、延べ72人を調査しなければならないことになっているが、これは集団かぜ患児も対象としても可とのことから、どうにかその体裁を保っている。しかし、上乘せの定点観測調査(7月~3月、ウイルス分離128人、抗体価測定78人)となるとなんととも心もとなく、なんらかの対策を講ずる必要がある。感染症サーベイランスの検査定点でも言えることであるが、先ず出来るだけこの事業に興味をもって下さる医師と医療機関を探すべきである。そして私見ではあるが、その際、金沢市とその周辺、能登、加賀と地区割りして数を割り当てるよりはむしろ地区はどこであれ、とにかく数を確保するよう努力すべきである。患者誰も治れば医療機関には行かないものである。特に対血清採取の場合、回復期の採血はとりわけ困難を伴う。これはただ石川県ばかりではなく他も同じような立場にあるが、乳児院、養護施設、老人ホーム等を対象にしてこの調査を実施しているところもある。ともあれ来年度以降の調査に当たっては、少しずつにせよなんらかの手を打ち、より効果的な調査結果が得られるよう協議していききたいものである。

おわりに、この調査に多大な御協力をいただいた県公衆衛生課並びに鳴和総合病院、金沢赤十字病院の関係各位に対して、記して感謝の意を表したい。

表 3 急性期血清のインフルエンザ各型に対する HI 抗体の分布

抗 原	HI 抗 体 価									
	≤ 16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	
A/Bangkok/10/83 (H1N1)	16	7	9	4	6	3	2	0	0	
A/Philippines/2/82 (H3N2)	24	3	6	8	3	2	0	1	0	
A/山形/96/85 (H3N2)	19	5	6	6	6	3	1	0	1	
A/石川/6/85 (H3)	27	7	7	3	1	1	1	0	0	
A/石川/12/85 (H3)	19	7	3	9	5	2	1	0	1	
A/石川/13/85 (H3)	19	5	4	8	6	3	0	2	0	
B/USSR/100/83	25	8	7	5	1	1	0	0	0	

[資 料]

# 石川県産豚の血中日本脳炎 HI 抗体保有状況

(昭和60年度の成績)

石川県衛生公害研究所微生物部 梶 哲夫・尾西 一・木村 晋亮

## 1 ま え が き

ヒトにおける日本脳炎の流行に先立って、ブタ間に流行があることが知られている。したがって、ブタでの日本脳炎流行を探知することにより、ヒトにおける流行の危険度を知ることができる。

本調査はこのような観点に立って、昭和41年から厚生省の伝染病流行予測事業として実施しているものである。以下に本年度石川県において得られた感染源調査(屠場豚の血中日本脳炎HI抗体保有調査)の結果について述べる。

## 2 調 査 方 法

調査要領は、厚生省の昭和60年度伝染病流行予測事業実施要領によった。

### 2・1 調査時期

昭和60年7月中旬から9月下旬の3ヵ月8旬で、毎旬1回計8回の調査を行った。

### 2・2 客体と地区の選定

前年同様、石川県産豚の集まる屠畜場として、能登地区の奥能登広域圏牛肉処理場(輪島保健所管内)を選定したほか、本年度は昭和55年以来5年ぶりに加賀地区の小松屠畜場(小松保健所管内)も選び、調査を実施した。採血予定頭数は、各地区1旬当たり20頭とし、屠畜場へ送られてくる豚を客体とした。客体の選定にあたっては、豚の種類・性別は問わず、前年の流行期を経っていない生後5~8ヵ月の豚を対象とした。調査対象の加賀地区160頭、能登地区160頭の飼育地別内訳を表1に示した。

## 2・3 調査事項

屠場豚の血清中の日本脳炎ウイルスJaGAr #01株に対するHI抗体価を測定したほか、HI抗体価1:40以上の検体については2-メルカプトエタノール(2ME)処理を行った。検査方法は、厚生省の伝染病流行予測調査検査術式(日本脳炎)(1979)に準拠した。

## 3 調査成績と考察

### 3・1 豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況

本年における能登と加賀両地区での豚血中日本脳炎

表1 昭和60年度調査屠場豚の飼育地別内訳

飼 育 地			調 査 頭 数
(能 登 地 区)			
鹿 島 郡			64 頭
羽 咋 郡			47
鳳 至 郡			23
珠 洲 郡			10
七 尾 市			10
輪 島 市			6
小 計			160
(加 賀 地 区)			
小 松 市			80
能 美 郡			55
加 賀 市			25
小 計			160
計			320 頭

Serological Survey of HI-Antibodies against Japanese Encephalitis Virus in Swine Bred in Ishikawa Prefecture, 1985. by Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

HI抗体保有状況を、それぞれ表 2、表 3 に示した。

能登地区についてみると(表 2)、本年最初に日本脳炎ウイルス感染陽性豚(HI抗体価 1:10以上)が出現したのは調査開始時の7月中旬(1頭)で、以後調査終了時の9月下旬まで、7月下旬を除き毎回6~20頭の陽性豚が出現した。この状況はほぼ昨年と同様の傾向で、本年も比較的高い汚染状況にあったと推測される。また、HI抗体保有率が上昇したのもほぼ昨年同様の8月上旬からであり、9月上旬以降は100%を維持した。

加賀地区では(表 3)、最初の陽性豚は8月上旬に出現したが、能登地区より2旬遅れであった。以後8月中旬を除き毎回5~15頭の陽性豚の出現があり、出現旬はほぼ能登地区と同じであったが、保有率の最高は75%(8月下旬)と能登地区の100%(9月上旬~

下旬)より低く、かつ、ピーク時以降は下降傾向を示し、能登地区とは異なる様相を示した。このことは加賀地区における日本脳炎ウイルスによる汚染が能登地区より少なく、また、一過性であった可能性を示唆している。

3・2 2ME感受性抗体保有状況

新鮮感染の有無の指標である2ME感受性IgM抗体の検査成績を、地区別に表 4 に示した。

能登地区における2ME感受性抗体保有豚の最初の出現は8月上旬に1頭あり、出現期間は8月に限って計3頭あり、他の月にはなく、昨年の4旬14頭より少なかった。それにもかかわらず、HI抗体保有率が9月上旬以降100%となったことは8月中にかなりブタ間で日本脳炎の流行があったこと、また、それ以降は流行が急速に減少したことが示唆される。しかし、検

表 2 屠場豚血中日本脳炎 HI 抗体保有状況 (昭和60年・能登地区)

月 旬	採血月日	検査頭数	JaGAr # 01 株に対する HI 抗体価							陽性頭数 <sup>1)</sup> (陽性率) <sup>2)</sup>	2ME感受性抗体保有頭数 <sup>3)</sup>		
			<10	10	20	40	80	160	320			640	1280
7月 中旬	7. 8	20	19					1			1 ( 5%)	0	
" 下旬	7.23	20	20								0	—	
8月 月上旬	8. 5	20	14	2	1	1	1(1)	1			6 (30%)	1	
" 中旬	8.14	20	13	2	2		2(1)			1	7 (35%)	1	
" 下旬	8.26	20	3	1	1	1	6(1)	7		1	17 (85%)	1	
9月 月上旬	9. 3	20					9	8	3		20 (100%)	0	
" 中旬	9.10~11	20					3	7	8	1	1	20 (100%)	0
" 下旬	9.24~27	20					3	8	8	1		20 (100%)	0

1) HI抗体価 1:10以上の頭数

2) 陽性頭数 ÷ 検査頭数 × 100

3) 2ME処理でHI抗体価が1/8以下に低下した頭数で、その分布は表中抗体価欄に( )内数字で示した。

表 3 屠場豚血中日本脳炎 HI 抗体保有状況 (昭和60年・加賀地区)

月 旬	採血月日	検査頭数	JaGAr # 01 株に対する HI 抗体価								陽性頭数 <sup>1)</sup> (陽性率) <sup>2)</sup>	2ME感受性抗体保有頭数 <sup>3)</sup>	
			<10	10	20	40	80	160	320	640			1280
7月 中旬	7.11~12	20	20									0 (0%)	—
" 下旬	7.23~24	20	20									0 (0%)	—
8月 月上旬	8. 6~ 7	20	17				3(3)					3 (15%)	3
" 中旬	8.12~13	20	20									0 (0%)	—
" 下旬	8.27~28	20	5					7	4	2	2	15 (75%)	0
9月 月上旬	9. 4~ 5	20	15					4			1	5 (25%)	0
" 中旬	9.19~20	20	10					5	4	1		10 (50%)	0
" 下旬	9.25~26	20	14					4	1	1		6 (30%)	0

1) ~ 3) 表 2 参照

表 4 屠場豚血中日本脳炎 2 ME 感受性 HI 抗体 の 分布 (昭和60年)

地区	月 旬	検査頭数	2ME感受性検査対象頭数 <sup>1)</sup>	2ME感受性					2ME感受性抗体保有頭数 <sup>2)</sup> (2ME感受性率) <sup>3)</sup>
				(-)		(±)	( + )		
				2ME処理低下倍数					
1	2	4	8	16					
能 登	7 月 中 旬	20	1	1					0 ( 0 % )
	“ 下 旬	20	0						—
	8 月 上 旬	20	4		1	2	1		1 ( 25 % )
	“ 中 旬	20	3		1	1		1	1 ( 33 % )
	“ 下 旬	20	16	3	11	1		1	1 ( 6 % )
	9 月 上 旬	20	20	9	10	1			0 ( 0 % )
	“ 中 旬	20	20	12	8				0 ( 0 % )
“ 下 旬	20	20	14	6				0 ( 0 % )	
加 賀	7 月 中 旬	20	0						—
	“ 下 旬	20	0						—
	8 月 上 旬	20	3				2	1	3 (100 %)
	“ 中 旬	20	0						—
	“ 下 旬	20	15	1	11	3			0 ( 0 % )
	9 月 上 旬	20	5	5					0 ( 0 % )
	“ 中 旬	20	10	1	9				0 ( 0 % )
“ 下 旬	20	6	2	4				0 ( 0 % )	

- 1) HI 抗体価 1 : 40 以上の頭数
- 2) 2 ME 感受性抗体(+)の頭数
- 3) 2 ME 感受性抗体(+)の頭数 ÷ 2 ME 感受性検査対象頭数 × 100

査はある地域の豚20頭のみを対象としているため、他の地域での流行の可能性は留保されている。

加賀地区における 2 ME感受性抗体保有豚の出現は 8月上旬のみに 3頭あり、他の旬ではみられなかった。しかし、仮にIgM抗体を保有している可能性がある 2 ME処理によるHI抗体価の低下が 1 / 4 ( 2 ME感受性±) の豚を考慮しても、8月上旬と下旬に新鮮感染があったのみと推定され、このことは加賀地区でも能登地区同様、ブタでの日本脳炎流行時期は8月と考えてよい。

3・3 患者の発生

上述のように、本年は能登地区でも加賀地区でも8月上旬にHI抗体保有率が50%ラインを越え(能登地区85%, 加賀地区75%), 石川県は日本脳炎汚染推定地区の指定を受け、患者発生の可能性が示唆された。この危惧は現実となり、9月15日に奥能登で第1号患者の発生がみられ、更に続いて10月13日にも河北郡で第2号の患者の発生があった。第1号患者は始め疑似として届け出されたが、約1カ月後に採血された血清のHI抗体価 1 : 320 ( 2 ME処理後 1 : 160), CF抗体

価 1 : 16からすれば真性患者と判定できる。第2号患者は血清と髄液が共に対して採取されており、有意上昇が認められた(血清HI抗体価 1 : 20→ 1 : 160, 髄液HI抗体価 1 : 2→ 1 : 16) ことから確認患者となった例で、この例は当所で実施している一般依頼検査の成績から発見されたものである。

3・4 流行予測調査における汚染指標の推移と患者の発生

本調査は、昭和40年以降引き続いて毎年能登地区で実施されている。しかし、加賀地区では毎年実施されていないこと、また、日本脳炎患者の発生が能登地区に偏っていることなどから、能登地区の調査成績を基にして日本脳炎ウイルス汚染指標の推移と患者の発生について調べた(表5)。汚染指標としては、新鮮感染指標の 2 ME感受性抗体保有豚の初出現期、HI抗体保有率の上昇期及び汚染地区指定の目安となるHI抗体保有率が初めて50%ラインを越えた時期を用いた(現行の 2 ME感受性試験は昭和42年から実施されている)。

2 ME感受性抗体保有豚の初出現の時期は、昭和42

表 5 能登地区における日本脳炎ウイルス汚染指標の推移

年	2ME感受性抗体保有率初出現週	HI抗体保有率の上昇開始週	HI抗体保有率が50%を越えた週	確認患者が最初に発生した週	発生患者数
昭和40年	ND*	27	33	33	4
41年	ND	31	33	34	3
42年	29	29	32	33	2
43年	32	32	35	36	1
44年	33	32	34	—	0
45年	32	37	—	—	0
46年	36	36	40 以降	—	0
47年	37	36	—	—	0
48年	36	36	38	37	1
49年	—	—	—	—	0
50年	35	34	—	—	0
51年	37	35	—	—	0
52年	—	—	—	—	0
53年	32	32	32	38	2
54年	35	35	36	36	1
55年	33	33	38	—	0
56年	37	34	39	—	0
57年	29	29	33	37	1
58年	33	33	35	38	1
59年	31	31	35	—	0
60年	31	32	34	38	2

\*実施せず

年が第29週（7月中旬）と最も早く、以後43～45年には3～4週、46～48年には7～8週遅れ49年には全くみられなくなった。しかし、その後はやや早く出現するようになり、昭和57年には再び第29週（7月中旬）となったが、ここ数年は第31週から第33週（7月下旬

～8月中旬）に初出現がみられている。

HI抗体保有率の上昇期では、昭和40年の第27週（7月上旬）が最も早く、その推移の傾向は2ME感受性抗体の場合と類似したパターンを示している。

HI抗体保有率が50%を初めて越えた週の比較では、昭和40年から44年までは第32週から第35週（8月上旬～下旬）にあったが、昭和45年から52年までの8年間では50%を越えたのは昭和46、48年の2年のみで、時期も遅れていた（昭和46年は翌年2月、昭和48年が9月中旬の第38週）。しかし、昭和53年には再び50%を越えるようになったが、以後昭和56年にかけては、年々時期の遅まりがみられた。でも昭和57年からは再び早まり、以後本年までは第33週から第35週（8月中旬～下旬）と、昭和40年代前半に似た時期になってきている。

これら3つの指標の推移は、本県における日本脳炎ウイルスによる汚染が、流行年である昭和40年代前半には高い度合であったのが、同年代後半から昭和50年代始めにかけて次第に低下していったこと、また、近年には再び流行年と同じレベルにまで戻ってきていることを示している。

一方、患者発生との関連では、いずれの指標も早い時期でみられた年には大概患者が発生している一方で、9月以降の遅くに出現した年でも患者の発生がみられる年もあることから、一応これらの指標の出現期を日本脳炎患者の発生の恐れが生じた時期と考え、県民に注意を促す必要があると考える。

おわりに、本成績をまとめるにあたって、多大な御協力をいただいた県公衆衛生課並びに輪島・小松両保健所の関係各位に対し、記して感謝の意を表する。

〔資 料〕

コクサッキーA群11型ウイルス (CA-11) の流行 (第2報)

1 病院新生児室でのCA-11様ウイルスの流行とその血清学的確認

石川県衛生公害研究所微生物部 木村 晋亮・梶 哲夫・尾西 一  
 金沢医科大学病院小児科 山田 燦

(本報告の要旨は、第28回日本感染症学会中日本地方会総会で発表した。昭和60年10月26日、岐阜市)

1 ま え が き

1983年8月に七尾市内の1病院新生児室で発熱後発疹を伴う疾患の流行があるとの通報が保健所にあり、患児9人から咽頭スワブ及び直腸スワブが採取された。これら送付検体についてウイルス分離を行ったところ、エコーウイルス9型 (E-9) と同定されたウイルスのほかに、手持ちの血清でアデノウイルス12型 (Ad-12) と同定されるウイルスが5株分離された。また、これとは別に、同じようなウイルスは我々が行っているかぜ患児を対象とした調査でも7月から9月にかけて

10株、また、サーベイランス定点の髄膜炎患児からも同時期に2株分離された。これらウイルスは国立予防衛生研究所から分与されたシュミットプール血清では中和されないがRNA型ウイルスと目されたため、1984年12月に、1984年7月～8月にかぜ患児から分離された同様なウイルス株5株と共に、同定のため国立予防衛生研究所ウイルス中央検査部へ送付した。

国立予防衛生研究所では、送付株のうち3株について免疫抗血清を作製し、エンテロウイルス標準株を用いての交差中和試験を実施した。その結果、1983年に分離された17株のうち、かぜ患児由来の3株とサーベ

表 1 未同定ウイルスの交差中和試験成績

抗血清	CA-11	ウ イ ル ス No. 771	ス No. 797	No. 860
抗 CA-11	1,280	320	< 20	< 20
抗 No. 771	< 20	1,024	< 20	< 20
抗 No. 797	< 20	128	2,048	< 20
抗 No. 860	< 20	< 20	< 20	1,024
同定結果		CA-11	CA-11様	E-11
	No. 771型 (CA-11)	No. 765, No. 770, No. 773, No. 795		以上 5株
	No. 797型 (CA-11様)	No. 774, No. 777, No. 778, No. 779, No. 780, No. 781, No. 782, No. 783, No. 784, No. 789, No. 791		以上 12株

(国立予防衛生研究所資料による)

Probably First Epidemic of Coxackie A Virus Type 11 in Japan. 2. An Outbreak of CA 11 Like Virus Infections in a Nursery and Serological Confirmation. by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Tsubara YAMADA\* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; and Department of Pediatrics, Kanazawa Medical University Hospital\*)

イランスの髄膜炎患児由来の 2 株はコクサッキー A 群ウイルス 11 型 ( CA-11 ) , 新生児室での流行に際して患児から分離された 5 株とかぜ患児由来の残り 7 株は CA-11 類似株 ( CA-11 様 ) と同定された。また、1984 年にかぜ患児から分離された 5 株はエコーウイルス 11 型 ( E-11 ) と同定された<sup>1)</sup> ( 表 1 ) 。

新生児室での流行に際しては、初発患者から E-9 が分離されたこと、5 株分離されたウイルスが、当初誤って Ad-12 と同定されたこともあって、血清学的な確認には、分離された E-9 による中和試験と市販 E-9 抗原を用いた CF 試験及び Ad-3 市販抗原による CF 試験を実施した。しかし、いずれの抗原でも回復期に有意な上昇がみられた例はなく、対血清による血清学的な裏付けは全く出来なかった。今回、新生児室で患児から分離されたウイルスが CA-11 様であるとのことから、分離された CA-11 及び CA-11 様ウイルス株を用い、当時採血された保存血清について、改めて中和試験を実施した。

## 2 新生児室での流行からの CA-11 様ウイルス分離

1983 年 8 月 17 日、七尾市内の 1 病院産科で、2 日前に男児を出産した母親が発熱後発疹の症状を示し、その後出生した男児も 3 日後の 8 月 20 日に発熱、22 日に発疹と、母親と同じ症状の経過をたどり、この患児がいた新生児室に当時在室した新生児全員が 8 月 24 日から 26 日にかけて発症した<sup>2)</sup>。この新生児室での発熱後発疹の流行はその後に出生した新生児にもみられたので、8 月 30 日になり、ウイルス分離用咽頭スワブ及び直腸スワブと抗体価測定用の急性期血清を採取した。対象は、新生児 9 人、母親 ( 有症 ) 1 人、同 ( 無症 ) 1 人、看護職員 ( 有症 ) 2 人、同 ( 無症 ) 8 人の計 21 人である。

これら対象からのウイルス分離成績を表 2 に示した。咽頭スワブでは、21 人中 3 人から AGMK 細胞で E-9 が分離された。直腸スワブでは、患児 9 人中 5 人から HEp-2 細胞で CA-11 様株が、そしてこのうちの 1 人からは AGMK 細胞で E-9 も分離された。これら新生児から分離された CA-11 様株のうち、今回の患児血清の中和抗体価測定には、患児番号 15m の直腸スワブから分離された No.782 株を中和用ウイルスとして用いた。

表 2 新生児室患児と関係者からのウイルス分離状況

患 児 番 号	発熱月日	発疹月日	ウイルス分離成績		分離株とその株番号
			咽頭ぬぐい液	直腸ぬぐい液	
1 m	8.24	—	—	—	E-9 (No. 2 m)
2 m	8.20	8.22	+ (AGMK)	—	
3 m	8.25	8.27	なし	なし	
5 f	"	—	なし	なし	CA-11 様 (No. 779) CA-11 様 (No. 780) CA-11 様 (No. 781) CA-11 様 (No. 782) E-9 (No. 16 m) CA-11 様 (No. 783)
6 m	8.27	8.30	—	+ (HEp2)	
8 m	8.28	"	—	+ (HEp2)	
9 m	8.24	8.27	—	—	
10 m	8.28	8.30	—	+ (HEp2)	
12 m	8.25	—	—	—	
15 m	8.29	8.30	—	+ (HEp2) (AGMK)	
16 m	8.30	"	—	+ (HEp2)	
1 m の母	—	—	—	なし	
2 m の母	8.17	8.18	—	なし	
看護婦 1	8.25	—	—	なし	
看護婦 2	8.29	—	—	なし	
看護婦 3	—	—	+ (AGMK)	なし	E-9
看護婦 4	—	—	+ (AGMK)	なし	E-9
看護婦 5 ~ 12	—	—	—	なし	
計			3 / 21	5 (6) / 9	CA-11 様 5 株 E-9 4 株

### 3 かぜ患児及び無菌性髄膜炎患児からのCA-11及びCA-11様ウイルスの分離

1983年7月から9月にかけて、かぜ患児（金沢赤十字病院小児科で採取）及び無菌性髄膜炎患児（金沢医科大学病院小児科で採取）から分離されたCA-11、15株とCA-11様7株のソースと臨床症状等をまとめて表3に示した。

CA-11は上気道炎を伴ったかぜ患児の咽頭スワブから3株、発疹を伴った無菌性髄膜炎の患児の髄液から2株、計5株分離された。また、CA-11様ウイルスは残りのかぜ患児から7株分離されている。このようなウイルスはかぜ患児を対象とした調査では、6月以前にも10月以降にも分離されておらず、この時期に集中して流行したものと考えられる。これら分離株のうち、8月に無菌性髄膜炎の患児から分離されたCA-11のNo.771と9月にかぜ患児から分離されたCA-11様のNo.797の2株は、国立予衛衛生研究所でのこれらウイルスの同定に際して免疫抗血清が作製され、交差中和試験が行われた経緯もあり、今回の新生児血清の中和抗体価測定に際しても攻撃ウイルスとして使用した。

### 4 患児及び関係者血清のCA-11及びその類似株に対する中和抗体価の測定

中和抗体価の測定を行った15人の成績をまとめて表4に示した。対血清の急性期は8月30日、回復期は9月12～27日に採血された。新生児16人のうち、中和抗

体価測定に供した急性期血清は8人（1～11病日）、回復期血清は10人（20～29病日）で、うちペアで採血できたのは7人であった。また、患児の母親2人は急性期血清のみ、発熱のみられた看護職員は対血清が採取できた。

中和試験に用いたウイルス株は、前出のCA-11のNo.771株（無菌性髄膜炎患児由来）、CA-11様のNo.782株（新生児由来）とNo.797（かぜ患児由来）の3株で、測定はマイクロタイター法で行った。

その結果、No.771（CA-11）を抗原とした場合、回復期においても中和抗体価の上昇は全くみられず、急性期と比べ同じかもしくは1管の低下、また、最高抗体価も1:16と低く、CA-11は病因ウイルスではないと結論した。これに対し、CA-11様のNo.782とNo.797に対しては、対血清が採取された患児7人のうち6人が回復期において4～128倍の中和抗体価上昇を示し、この新生児室での発熱後発疹の流行はCA-11類似株による罹患であることが血清学的にも裏付けされた。また、有意上昇がなかった初発の患児1人は、初回採血が11病日と進んでいたため、No.782に対して1:256、No.797に対して1:64と、既に抗体価の上昇がみられていたため回復期には2倍の上昇しかなかったと思われる。同様な急性期高値は患児番号12mでもみられており、この例では共に1:64であった。

患児11人の平均中和抗体価を2の指数で示すと、No.771（CA-11）では急性期 $2.5 \pm 0.5$ 、回復期 $1.7 \pm 0.8$ 、No.782（CA-11様）では急性期 $4.0 \pm 2.4$ 、回復期7.4

表 3 CA - 11及びその類似株が分離された患児の内訳と臨床症状

検体採取月日	年齢・性別	検体名	臨床症状	分離ウイルスとその株番号
7. 5	0 男	咽頭ぬぐい液	上気道炎	CA-11様 (No. 784)
"	0 "	"	" 結膜炎	CA-11 (No. 770)
"	2 "	"	" せき	CA-11様 (No. 791)
7.19	6 "	"	" "	CA-11様 (No. 774)
7.26	0 "	"	" "	CA-11 (No. 773)
"	10 "	"	" "	CA-11様 (No. 777)
8. 2	4 女	"	" "	CA-11様 (No. 778)
8. 8	7 男	髄液	髄膜炎	CA-11 (No. 765)
8.23	1 "	咽頭ぬぐい液	上気道炎	CA-11様 (No. 789)
8.29	1 女	髄液	髄膜炎 発疹	CA-11 (No. 771)
9. 6	0 "	咽頭ぬぐい液	上気道炎 下痢	CA-11 (No. 795)
9.13	5 "	"	"	CA-11様 (No. 797)
7月 6株		咽頭ぬぐい液	10株	CA-11 5株
8月 4株		髄液	2株	CA-11様 7株
9月 2株				

表4 新生児室患児と関係者のCA-11及びその類似株に対する中和抗体価の測定成績

患児番号	発熱月日	発疹	採血月日		CA-11及びその類似株に対する中和抗体価							
					No. 771		No. 782 (15 m)		No. 797		E-9に対する中和抗体価	
			急性期	回復期	急	回	急	回	急	回	急	回
1 m	8.24	-	-	9.12	-	< 4	-	256	-	128	-	8
2 m	8.20	+	8.30	"	4	4	256	512	64	128	< 4	< 4
3 m	8.25	+	-	9.13	-	< 4	-	32	-	16	-	< 4
5 f	"	-	-	9.19	-	< 4	-	512	-	256	-	< 4
6 m	8.27	+	8.30	-	4	-	8	-	4	-	16	-
8 m	8.28	+	"	9.19	4	< 4	32	128	32	128	< 4	< 4
9 m	8.24	+	"	"	8	4	16	128	16	64	8	8
10 m	8.28	+	"	"	8	4	16	256	32	256	< 4	< 4
12 m	8.25	-	"	9.21	8	8	64	256	64	256	32	16
15 m	8.29	+	"	"	8	8	< 4	32	< 4	8	8	8
16 m	8.30	+	"	9.27	4	< 4	< 4	256	< 4	64	< 4	< 4
1mの母 (24)	-	-	"	-	8	-	4	-	< 4	-	8	-
2mの母 (26)	8.17	+	"	-	16	-	32	-	128	-	8	-
看護婦1 (30)	8.25	-	"	9.13	16	16	16	16	16	16	< 4	< 4
看護婦2 (24)	8.29	-	"	9.16	4	4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4

±1.4, No.797 (CA-11様) では急性期3.8±2.1, 回復期6.4±1.7で, 平均中和抗体価でも, No.782で3.4, No.797でも2.6の上昇がみられた。

一方, 初発患児の母については急性期血清 (第14病日) のみであるが, CA-11様のNo.782に対しては1:32, No.979に対しては1:128と高い価を示しており, 罹患があったことは間違いないものと思われる。従って, 感染の経路としては, この母親から児へ感染し, 更に同室の新生児へ拡がったものと推定できる。また, もう1人の無症の母は, CA-11様株に対して1:4以下であり, 感染はなかったと思われる。また, 発熱がみられた新生児室勤務の看護職員2人についても, 対血清の間で抗体の動きは全くなく, この流行とは無関係であったことが示された。

なお, 表には, 初発患児2mから分離されたE-9の中和抗体価の成績も合わせて示したが, 分離された患児本人の対血清でも, また, 他の例でも, 抗体上昇例はみられず, 分離はされたものの少なくとも混合感染は起こしていないことは明らかである。

この新生児室での流行の主役となったCA-11様2株とCA-11, 1株に対する新生児11人の病日別中和抗体価のプロットが図1である。第1, 第2病日に, CA-11様株に対し<1:4の例が2人あるが, 他の患児でも感染当時はすべてそうであったかどうかについては

不明である。ただ, 初発患児の発病後, 同室の新生児すべてが感染し発熱したことを考慮すると, 本ウイルスに対する母親からの移行抗体はなかったと考えるのが妥当である。ただ, 看護職員の中には, 急性期1:16,

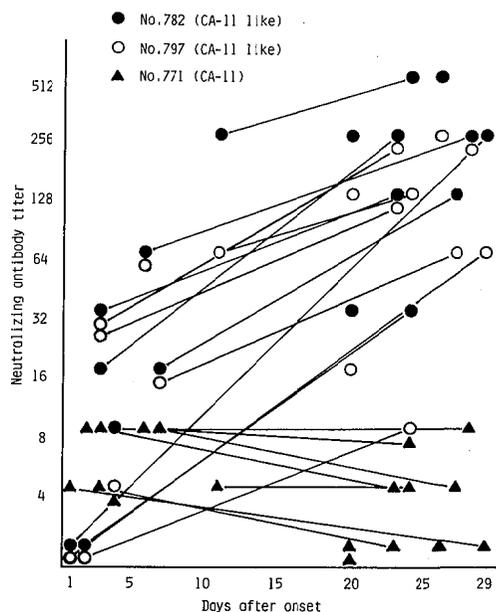


図1 病日別中和抗体価の推移 (原因)

回復期1:16の例もあり、これら患児の母親すべてが抗体を持っていなかったかどうかは、流行前血清を用いた血清疫学的調査に待たねばならない。

## 5 ま と め

(1) 1983年7月～9月にかけて、コクサッキーA群ウイルス11型(CA-11)及びその類似株(CA-11様)が17株分離された。そのうち、七尾市内の1病院新生児室での流行に際して分離された5株は、すべてCA-11様であった。

(2) 新生児11人とその母親2人、新生児室勤務の看護職員2人の急性期及び回復期血清のCA-11及びCA-11様ウイルス株を用いての中和抗体価測定の結果、新生児と有症だった初発患児の母親はCA-11様ウイルス

の感染があったことが明らかとなった。このことから、先ず最初に発病した初発患児の母から児へ、そして、更に新生児室内で同室の新生児へと感染が拡大したと推定できる。また、この流行期間中に発熱のみがみられた2人の新生児室勤務看護職員はCA-11様ウイルスの感染を受けた形跡はなかった。

## 文 献

- 1) 萩原昭夫, 天野浩子, 吉井孝男, 清水泰子, 山崎修道, 尾西 一, 梶 哲夫, 木村晋亮: 衛生微生物技術協議会第6回研究会口演要旨集, p59(1985)
- 2) 木村晋亮, 梶 哲夫, 尾西 一, 中村英夫, 高田満彦, 桑原正樹, 山田 燦: 石川衛公害研年報, 22, 285—291 (1985)

---

石川県衛生公害研究所年報（第23号）

昭和62年3月3日印刷

昭和62年3月10日発行

金沢市三馬2丁目251（〒921）

発行所 石川県衛生公害研究所

☎（0762）47-0077機

金沢市浅野本町口141（〒920）

印刷所 徳野印刷株式会社

☎（0762）51-5511機

---