r171e

石川県衛生公害研究所年報

第 19 号

（昭和56年度）

1982

石川県衛生公害研究所

長崎県
衛生公害研究所
昭58. 4. -4 衛
受付

はしがき

石川県衛生公害研究所年報19号（昭和56年度）をお届け致します。御高覧賜り、卒直な御批判、御意見を頂ければまことに幸いと存じます。

衛生公害研究所での取組みが期待されている調査研究の主要なものは、県内における課題に対応したものとなり、このことは、地方公共団体が設置している各研究機関についても大筋で同様と考えられますが、この点が原理の探究を主とする大学等の研究機関とおのづから異なる所でありましよう。しかし、大学等における研究とは無縁だと言うことでは無くて、むしろこれらの進歩の新しい成果を積極的に学び取りながら発展させていく努力が当然必要であると考えています。そしてこのため、金沢大学を始め、県内の各大学の諸先生から、いろいろの形での御教示、御指導を仰いできています。衛生公害研究所の今日在るのも、これら諸先生に負う所が極めて大きいことを銘記し、また厚く御礼申し上げます。

一方、県内における課題への対応と言っても、それが全国的な広がりの中で共通の関心事である場合、そのことに関係する研究機関との共同研究、その研究プロジェクトへの参加も、研究の高度化や加速のため極めて有用であり、その必要性については自明のことでありましよう。この年報にも、この結果の一部を収載しておりますが、今後もさらにこの面での進展を期したいと考えております。

また、県内の課題も、社会の変遷に伴って変って行きますが、その中でわれわれは、先が見えなければと、少なくとも先の事を考えてする努力が必要であろうと考えています。現在の課題に対応できるだけでなく、将来の課題に対応できる力を培うことも、われわれに求められている事の一つだと痛感いたします。しかし易しいことだとは思っておりません。

このようなことは、われわれの研究そのものの活性化と共に、視野を広げる事に資する所もまた大きいものがあり、職員一同さらに研さんを積んで行くつもりです。これまで以上に御指導、御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

昭和５７年１１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。

目　　次

（概　　要）

関　係　法　規 …… (1)
組　　織 …… (2)
施　　設 …… (5)
行　事　記　録 …… (7)
環境部事業概況 …… (17)
微生物部事業概況 …… (33)
食品薬品部事業概況 …… (45)

（報　　文）

都市の生活環境に係る快適概念の提起（第1報）
—アメニテイに関するこれまでの議論とその考察— …… 田嶋　隆俊 …… (51)
都市における視野空間の評価手法に関する研究（第1報）
—セマンティック・デイファアンシャル法の景観分析への適用の試み— …… 戸田修史郎ほか … (60)
金沢市の都市地域における気象要因からみた快適環境についての考察 …… 吉田　弘ほか … (78)
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の開発（第1報）
—地域環境特性としての「水源かん養上重要な地域」の解析・評価— …… 田嶋　隆俊ほか … (86)
石川県における環境条件の分級評価とその利用に関する研究（第3報） …… 田嶋　隆俊ほか …(107)
白山スーパー林道周辺における環境大気状況の推移 …… 吉田　弘ほか …(123)
スパイクタイヤによる道路粉じん調査 …… 三井　信晴ほか …(134)
閉鎖性水域における水質汚濁機構（第2報）
—柴山潟における湖沼内生産— …… 矢鋪　満雄ほか …(145)
手取川ダムにおける水質汚濁機構に関する研究（第4報）
—湛水3年目におけるダム湖の水質— …… 堀　秀朗ほか …(160)
石川県内水域における界面活性剤による汚染状況 …… 矢田　峰子ほか …(169)
石川県内ダム貯水池の水質調査
—過去3か年におけるダム湖の水質— …… 竹野　裕治ほか …(176)
アルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウム分解法による
水中の全窒素測定方法の検討 …… 矢鋪　満雄ほか …(183)
石川県における放射能測定調査（昭和56年度） …… 小森　正樹ほか …(199)
環境放射能の挙動に関する調査研究（第3報）
—放射性降下物の土壌蓄積に及ぼす2，3の環境因子の影響について— …… 小森　正樹 ……(207)
環境放射能の挙動に関する調査研究（第4報）
—石川県における ^{137}Cs の蓄積量分布— …… 小森　正樹 ……(212)
地域し尿処理施設の水質について …… 加藤　充哉ほか …(220)
金沢地域の地下水の水質について（第2報）
—地下水の進化と水質の関連性— …… 西川　孝蔵 ……(230)
水道水中のトリハロメタン分析法とその存在状況について …… 折谷　禎一ほか …(238)

山口防災ダム湖水の臭気とプランクトン …… 折谷　禎一 ……(245)
小児上気道疾患からのウイルス分離（昭和56年の成績） …… 木村　晋亮ほか …(252)
畜産食品中の残留抗菌剤に関する研究（第２報）
—相関移動触媒による鶏肉及び鶏卵中のクロピドールの定量— …… 岸原　聡 ……(263)
有機リン剤及びカーバメート剤の鶏に及ぼす毒物学的影響（第２報）
—分割連日投与による毒性— …… 北井　博ほか …(269)
漢方製剤の品質評価に関する研究（第１報）
—五苓散製剤について— …… 小川　清ほか …(275)
医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究（第８報）
—ハロペリドール製剤の品質について— …… 勝田　幸恵ほか …(286)
医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究（第９報）
— α-ニトロソ-β-ナフトールを用いた
アセトアミノフェン及びペンタゾシンの比色定量— …… 小川　清ほか …(293)

（資　　料）
光化学オキシダント濃度予測の１事例 …… 北村　守次 ……(299)
日常活動における個人の外部被曝線量 …… 小森　正樹 ……(304)
石川県におけるフォールアウト調査結果（昭和56年度） …… 折谷　禎一ほか …(307)
石川県における感染症サーベイランスのウイルス検査成績（昭和56年度） …… 木村　晋亮ほか …(320)
石川県における河川でのコレラ菌定点観測（昭和56年度の成績） …… 芹川　俊彦ほか …(328)
アデノウイルス４型によるプール熱の集団発生 …… 木村　晋亮ほか …(332)
石川県におけるインフルエンザの流行（昭和56年度の記録） …… 木村　晋亮ほか …(341)
石川県産豚の血中日本脳炎 HI 抗体保有状況（昭和56年の成績） …… 梶　哲夫ほか …(346)
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56年度） … 梶　哲夫ほか …(350)
七尾西湾における麻ひ性貝毒調査結果 …… 砺波　信一ほか …(354)
混合注射剤の配合変化試験
—塩酸モルヒネ，塩酸テトラカイン混合注射液について— …… 小川　清ほか …(357)
血中四塩化炭素濃度測定法
—ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法の利用— …… 小川　清ほか …(361)

（短　　報）
光化学オキシダントと気圧配置型の分類について …… 北村　守次 ……(363)
金沢地区地上風の特性について：定量的評価方法の検討 …… 桐元　俊武 ……(368)
石川県における感染症サーベイランスの細菌検査成績（昭和56年度） …… 尾西　一ほか …(376)
家畜等における *Campylobacter jejuni/coli* の保菌調査について …… 芹川　俊彦ほか …(378)
RPHA 法による感染性下痢症患者材料からの
ヒトロタウイルス検出（ロタ・セルの使用経験） …… 梶　哲夫ほか …(380)

（抄　　録）
石川県における上気道疾患の疫学（英文） …… 木村　晋亮ほか …(382)

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。

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
(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

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（廨）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39年4月1日規則第23号公布 昭和53年4月1日規則第15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。
		環境部	企画調査科 大気科 水質科 生活環境科	1　環境汚染の防止に関する調査、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	細菌科 ウイルス科	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、検査及び指導に関すること。
		食薬品部	食品第一科 食品第二科 薬品科	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

- 所長
- 次長
- 管理部
  - 庶務課
    - 所内の連絡調整に関すること。
    - 人事、公印、予算の編成及び執行並びに決算に関すること。
    - 財産の管理に関すること。
    - 他科に属しないこと。
- 環境部
  - 企画調査科
    - 環境管理計画に関すること。
    - 環境情報の収集及び構築に関すること。
    - 環境利用適性評価に関すること。
  - 大気科
    - 大気汚染監視制御システムの管理に関すること。
    - 排出源調査、大気中の有害物質の測定に関すること。
    - 大気汚染予測技術の調査研究に関すること。
  - 水質課
    - 環境管理計画及び環境影響に係る調査研究に関すること。
    - 水質汚濁、土壌汚染、悪臭に係る測定及び試験検査に関すること。
    - 水質汚濁、土壌汚染、悪臭に係る公害防止技術の研究及び相談指導に関すること。
  - 生活環境科
    - 生活用水に係る調査研究、試験検査、指導に関すること。
    - 放射能に係る調査研究、試験検査に関すること。
    - 家庭用品に係る調査研究、試験検査に関すること。
    - 一般廃棄物に係る調査研究、試験検査、指導及び産業廃棄物に係る試験検査に関すること。
- 微生物部
  - 細菌科
    - 伝染病、食中毒等の病原細菌に関する調査研究、検査及び指導、並びに食品、医薬品等に係る細菌検査に関すること。
    - 水、空気等に係る細菌検査に関すること。
    - 臨床生化学検査に関すること。
  - ウイルス科
    - ウイルス・リケッチアに係る調査、研究、検査、指導に関すること。
    - 血清検査に関すること。
- 食品薬品部
  - 食品第1科
    - 食品衛生及び乳肉衛生に係る試験、研究、指導に関すること。
    - 食品中の自然毒及び食品の器具、容器、包装並びにおもちゃ類に係る試験、研究、指導に関すること。
    - 栄養分析に関すること。
  - 食品第2科
    - 有害性金属類汚染に係る食品の試験、研究、指導に関すること。
    - 農薬類（含残留農薬）に係る試験、研究、指導に関すること。
    - 食品中の環境汚染物質に係る試験、研究に関すること。
  - 薬品科
    - 医薬品、医薬部外品、化粧品、衛生材料及び医療用具に係る試験、研究、指導に関すること。
    - 毒物、劇物、特定化学物質及びその他の薬物並びに洗浄剤類に係る試験、研究、指導に関すること。

職　員　の　配　置

（昭和56.4.1）

職名	現員	管理職	部・課・科別配置現員									
			管理部	環境部				微生物部		食品薬品部		
			庶務課	企画調査科	大気科	水質科	生活環境科	細菌科	ウイルス科	食品第一科	食品第二科	薬品科
所長	1	1										
次長	1	1										
部長	4(1)	4(1)										
課長	1		1									
科長	9(2)		—	1	1	1	1	1(1)	1	1	1	1(1)
主査	7			1	1	2	2					1
主事	4		4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
技師	21		—	2	3	4	2	2	2	3	2	1
技師（運転手）	3		3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
技師（技能員）	4		—	—	1	2	—	1	—	—	—	—
非常勤嘱託	2		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
臨職（凍結）	1		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
計	58(3)	6(1)	10	4	6	9	6	4(1)	3	4	3	3(1)

（　）内は兼務を示す。

事　務　分　掌

（昭和56.4.1）

職名	氏名	担当事務
所長（県参事兼務）	石田宗治	所統括
次長	角尾浩二	所長補佐
管理部　部長	長谷川外司	所内事務連絡調整
庶務課　課長	二木吉勝	課の総括
主事	南孝子	庶務、予算経理
〃	宅崎仁芳	〃
〃	林谷新市	〃
〃	小西淑子	庶務、電話交換
技師	水野吉浩	公用車の運転
〃	橋本政春	〃
〃	清水豊登	〃
嘱託	中橋信光	動物飼育、ボイラー取扱
〃	吉村恭子	清掃、連絡
環境部　部長	（兼）角尾浩二	部総括
企画調査科　科長	田嶋隆俊	科の総括 放射性同位元素取扱主任
主査	吉田弘	大気中有害物調査
技師	密田淳夫	環境管理及び環境アセスメント調査
〃	戸田修史郎	大気自浄作用調査及び地下水利用調査
大気科　科長	桐元俊武	科の総括
主査	前川龍介	大気汚染の測定と監視
技師	北村守次	〃
〃	三井信晴	〃
〃	山原敏	〃
技師（技能員）	湯浅道世	〃
水質科　科長	矢鋪満雄	科の総括
主査	矢田峰子	水質、土壌、悪臭試験
〃	東浩一	〃
技師	竹野裕治	〃
〃	堀秀朗	〃
〃	平哲宣	〃
〃	石田喜朗	〃
技師（技能員）	本田和子	〃
〃	西登志美	〃
生活環境科　科長	加藤充哉	科の総括
主査	塚林裕	環境試験
〃	小森正樹	〃
技師	西川孝蔵	〃
〃	折谷禎一	〃
臨職（凍結）	河端芳美	〃　補助

職名		氏名	担当事務
微生物部	部長	木村晋亮	部総括
細菌科	科長	(兼) 木村晋亮	科の総括
	技師	芹川俊彦	細菌検査
	〃	松田晴夫	臨床検査
	技師（技術員）	南久子	検査補助
ウイルス科	科長	梶哲夫	科の総括
	技師	水上依乃	ウイルス検査
	〃	尾西一	血清、ウイルス検査
食品薬品部	部長	大場邦弘	部総括
食品第一科	科長	神崎英彰	科の総括
	技師	泉広栄	栄養分析試験
	〃	岸原聡	食品試験
	〃	砺波信一	食品容器包装試験
食品第二科	科長	土肥祥子	科の総括
	技師	北井博	有害性金属汚染試験
	〃	四月朔日冨司子	残留農薬試験
薬品科	科長	(兼) 大場邦弘	科の総括
	主査	小川清	毒・劇物、PCB試験
	技師	勝田幸恵	医薬品試験

職員の異動

（昭和56.4.1～57.3.31）

年月日	氏名	新	旧	備考
56. 4. 1	竹内良司	金沢県税事務所　主事	衛生公害研究所　主事	転出
〃	野村幸夫	管財課　守衛	〃　技師(運転手)	〃
〃	大西孝司	生活科学センター　主査	〃　技師	〃
〃	佐藤邦代	中央病院　技師	〃　技師	〃
〃	志茂たみ	監理課　技師(技能員)	〃　技師(技能員)	〃
56. 4. 1	石田宗治	県参事兼衛生公害研究所長	厚生部長兼所長	転入
〃	林谷新市	衛生公害研究所　主事	輪島事務所　主事	〃
〃	橋本政春	〃　技師(運転手)	農業短期大学　技師(運転手)	〃
〃	水上依乃	〃　技師	衛生総務課　技師	〃
〃	堀秀朗	〃　技師	水産課　技師	〃
56. 4.11	河端芳美	〃　臨職(凍結)		〃
56. 5. 1	由雄圭一	〃　〃（協議）		〃
56.10. 1	河端芳美	〃　技師(技能員)	衛生公害研究所　臨職(凍結)	〃
56.11. 1	菅野真夫	〃　主事	精神衛生センター　主事	〃
56.12.31	土肥祥子	—	衛生公害研究所食品第二科長	退職
57. 3.31	角尾浩二	—	〃　次長兼環境部長	〃

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　　8,340.17m²

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 3,400.27m²
別　館

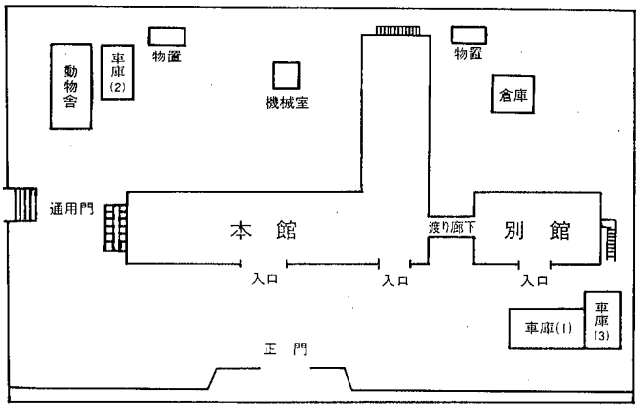
内　訳　　１階　1,406.76m²
２階　1,405.06m²
３階　555.10m²
塔屋　33.35m²

附属建物　　延　308.74m²

動物舎（コンクリートブロック造陸屋根平屋建）	59.11m²
物　置（コンクリートブロック造スレート葺平屋建）	4.86m²
機械室（コンクリートブロック造陸屋根平屋建）	8.73m²
倉　庫（軽量鉄骨プレハブ造鉄板葺平屋建）	79.38m²
車　庫(1)（鉄骨造スレート葺平屋建）	61.56m²
車　庫(2)（鉄骨造鉄板葺平屋建）	32.40m²
車　庫(3)（鉄骨造鉄板葺平屋建）	62.70m²

合　　計　　延 3,709.01m²

構　内　配　置　図

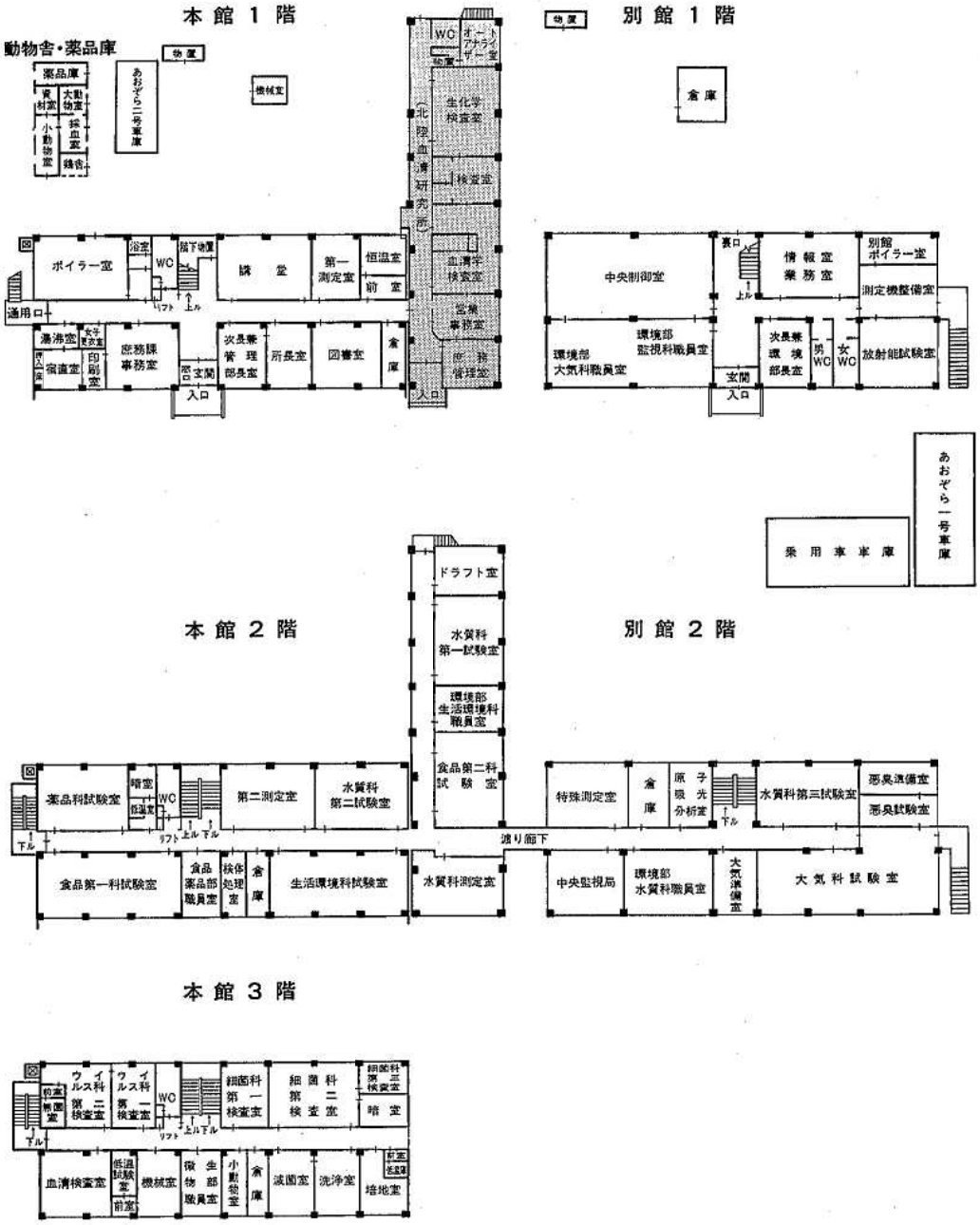


庁舎外 土地 / 建物

敷地面積　　七尾測定局　　35.00m²

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）　　延　275.87m²

庁　舎　平　面　図


本館１階
動物舎・薬品庫
物置
薬品庫
資材室
大動物室
小動物室
採血室
雑舎
あおぞら二号車庫
機械室
WC
オートアナライザー室
物置
生化学検査室
北陸血清研究所
検査室
血清学検査室
監察事務室
所長室
庶務課
ボイラー室
浴室
WC
階下物置
リフト
上ル
講堂
第一測定室
恒温室
前室
通用口
湯沸室
女子更衣室
宿直室
印刷室
庶務課事務室
玄関
入口
次長兼管理部長室
所長室
図書室
倉庫
入口
別館１階
物置
倉庫
裏口
中央制御室
情報室
業務室
別館ボイラー室
測定機整備室
上ル
環境部大気科職員室
環境部監視科職員室
次長兼環境部長室
男WC
女WC
放射能試験室
玄関
入口
乗用車車庫
あおぞら一号車庫
本館２階
ドラフト室
水質科第一試験室
環境部生活環境科職員室
食品第二科試験室
薬品科試験室
暗室
低温室
WC
リフト
上ル
下ル
第二測定室
水質科第二試験室
渡り廊下
食品第一科試験室
食品薬品部職員室
検体処理室
倉庫
生活環境科試験室
水質科測定室
別館２階
特殊測定室
倉庫
原子吸光分析室
水質科第三試験室
悪臭準備室
悪臭試験室
中央監視局
環境部水質科職員室
大気準備室
大気科試験室
本館３階
ウイルス科第二検査室
ウイルス科第一検査室
WC
リフト
上ル
下ル
細菌科第一検査室
細菌科第二検査室
細菌科第三検査室
暗室
物置
無菌室
血清検査室
低温試験室
前室
機械室
微生物部職員室
小動物室
倉庫
滅菌室
洗浄室
前室
低温室
培地室

行　事　記　録

〔誌上発表〕

Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Motoichi HATANO : Epidemiolodical Virus Survey of Upper Respiratory Diseases (URD) in Ishikawa Prefecture—Virus Isolation from Specimens of Children Suffering from URD Using Cultured Cells : Cancer Research Institute Report, 1979-1981, Kanazawa University, p21 (1982)

Shin-ichi NAKAMURA, Masao MIKAWA, Satoshi NAKASHIO, Manabu TAKABATAKE, Imiko OKADO, Kiyotake YAMAKAWA, Toshihiko SERIKAWA, Sei-ichi OKUMURA, and Shoki NISHIDA : Isolation of *Clostridium difficile* from the Feces and the Antibody in Sera of Young and Elderly Adults. Microbiology and Immunology, **25**, 345-351 (1981)

Shin-ichi NAKAMURA, Toshihiko SERIKAWA, Masao MIKAWA, Satoshi NAKASHIO, Kiyotaka YAMAKAWA, and Shoki NISHIDA : Agglutination, Toxigenicity and Sorbitol Fermentation of *Clostridium difficile*. Microbiology and Immunology, **25**, 863-870 (1981)

所光男，加藤樹夫，後藤喜一，渡辺実，山田不二造，山田隆司，芹川俊彦，新しいO：K組み合せ，O1：K60，O5：K19を有する腸炎ビブリオ菌株の抗原解析，臨床と細菌，8，481—484（1981）

木村晋亮：アデノウイルス4型の流行，病原微生物検出情報第14号，3—4（1981）

矢吹朗彦，朝本明弘，木村晋亮：無脳症と環境的遺伝的要因，石川県立中央病院医学誌，4，32—36（1982）

能川浩二，小林悦子，本多隆丈，石崎有信，河野俊一，大村利志隆，中川秀昭，梶博久，松田晴夫：慢性カドミウム中毒の臨床化学的研究第5報，腎機能，日本衛生学雑誌，**36**，512—517（1981）

〔学会発表〕

サザエ（*Turbo cornutus*）肝臓中のカドミウム結合蛋白質について：土肥祥子，大場邦弘，北井博，四月朔日冨司子（第41回日本食品衛生学会，昭和56年5月14日～15日，横浜市）

α-ニトロソ-β-ナフトールを用いたアセトアミノフェンの比色定量：小川清，勝田幸恵，大場邦弘，高山成明（石川県警察本部鑑識課）（第21回北陸信越薬剤師大会，昭和56年9月5日，富山市）

松葉における環境放射性核種の沈着と吸収：小森正樹（第24回日本放射線影響学会，昭和56年9月18日，平塚市）

α-ニトロソ-β-ナフトールによるモルヒネ及びペンタゾシンの比色定量について：小川清，勝田幸恵，大場邦弘，高山成明（石川県警察本部鑑識課）（中部鑑明会第26回総会，昭和56年10月2日，金沢市）

Clostrdium difficile の生化学性状：山川清孝，田辺尚美，中塩哲士，芹川俊彦，奥村誠一，中村信一（第18回日本細菌学会中部支部総会，昭和56年11月7日，金沢市）

石川県におけるアデノウイルス4型の流行：木村晋亮，梶哲夫，尾西一（第24回日本感染症学会中日本地方会総会，昭和56年11月7日，名古屋市）

加工食品の水分活性と水分吸着特性(1)：神崎英彰，大場邦弘（第42回日本食品衛生学会，昭和56年11月18日～20日，豊中市）

石川県で発生した *Campylobacter jejuni* によると推定される集団下痢症例について：木村晋亮，芹川俊彦（第9回北陸公衆衛生学会，昭和56年11月26日，福井市）

地域環境の快適性を評価する為の情報の構築とその利用(第1報)環境保全指標の設定について：吉田弘，田嶋隆俊，戸田修史郎（第9回北陸公衆衛生学会，昭和56年11月26日，福井市）

地域環境の快適性を評価する為の情報の構築とその利用について（第2報）金沢地域における気象要素からみた快適さ：吉田弘，田嶋隆俊（第9回北陸公衆衛生学会，昭和56年11月26日，福井市）

都市地域におけるアメニティ・マップ作成の為のパイロット・スタデイ（第2報）意味微分法（SD法）による緑のイメージ解析について：戸田修史郎，吉田弘，田嶋隆俊（第8回環境保全・公害防止研究発表会，昭和56年12月4日，環境庁）

浅野川における降水時濁水シミュレーションについてータンクモデル法ー：矢鋪満雄，竹野裕治，堀秀朗（第8回環境保全・公害防止研究発表会，昭和56年12月4日、環境庁）

石川県における放射能調査：小森正樹，折谷禎一，加藤充哉（第23回環境放射能調査研究発表会，昭和56

年12月8日，千葉市）

EIA法によるβ_2ミクログロブリンの測定について：松田晴夫（第8回石川県臨床衛生検査研究会，昭和57年2月20日，金沢市）

有機リン剤及びカーバメイト剤の鶏に及ぼす毒物学的影響（第2報）—分割連日投与による報告—：土肥祥子，北井博，四月朔日冨司子，由雄圭一，大場邦弘（日本農薬学会第7回大会，昭和57年3月30日～31日，府中市）

〔報告書〕

石川県環境部
環境放射能調査報告書，7—60，昭和56年3月

石川県厚生部
既設水道水源汚染防止対策調査報告書，14—30，資料編，昭和56年3月

石川県環境部
石川県水質測定結果報告書，昭和56年7月

石川県環境部
閉鎖性水域水質保全調査報告書—木場潟—，昭和56年12月

石川県
人造湖環境保全調査報告書，昭和57年3月

石川県厚生部公衆衛生課，石川県衛生公害研究所
昭和56年度日本脳炎流行予測事業報告—屠場豚血中日本脳炎HI抗体保有調査成績—1—8，昭和57年3月

石川県衛生公害研究所
環境庁委託業務結果報告書，昭和56年度水質分析方法検討試験（全窒素測定方法の検討），昭和57年3月

講師派遣

56/4～10	金沢大学薬学部（公害）　角尾次長，田嶋科長
56/4～57/3	石川県立金沢女子専門学校（食品衛生学実習）　大場部長
56/4～8	北陸学院短期大学（応用微生物学）　芦川技師
56/4～8	石川県看護学院看護学科（微生物学）　木村部長
56/4～9	石川県看護学院準看護学科（病原微生物学）　梶科長，尾西技師
56/4.7～9.12	石川県総合看護学院第1看護学科（成人保健） 保健学科（健康管理論）　石田所長
56/4～10	石川県総合看護学院第2看護学科（微生物学）　木村部長
56/9.18 9.25 10.3	石川県薬業士会連合会講習（細菌及び消毒）　木村部長
56/9.11 9.18	石川県薬業士会連合会講習（薬品鑑定）　小川主査
56/10.22～23	大分県環境保健部 （地域環境情報の体系的整備と解析評価）　田嶋科長
56/11.9～12.7	奈良県立医科大学公衆衛生学教室 （水質の汚濁）　土肥科長
56/12.4	児童生徒の健康管理研修会（小松市合同庁舎）（インフルエンザについて）　木村部長
56/12.11	環境庁公害研究所，環境管理研修 （地域環境管理に関する行政実例）　田嶋科長
57/2.26	電信電話事業職員研修（成人病に関する衛生学）　石田所長

研修受入

56/6.17～57/6.16	県警察本部刑事部鑑識課 （医薬品の分析）　技師1名
56/8.1～8.31	金沢工業大学 （水質管理化学）　卒研学生1名
56/8.27～9.3	金沢大学医療技術短期大学部 （微生物検査）　教授外2名
56/9.14～12.28	一般 （ガスクロマトグラフィーを用いる分析法）　1名
56/9.22～12.20	金沢工業大学 （水質検査）　卒研学生3名

見学

56/4.17	中島町中島婦人会	45名
6.4	志賀町堀松婦人会	38名
6.18	松任市横町婦人会	36名
8.31	向粟崎婦人会	32名
9.8	芦城小育友会	40名
9.16	鶴ケ丘婦人会	46名
11.4	七尾市北大呑婦人会	33名
11.10	能都町高倉婦人会	41名
11.16	小松市能美校下婦人会	21名

〔その他の見学〕

56/7.16	金沢高校理科クラブ	7名
7.30	金沢市中学校教育研究会理科部会	30名
8.20	金沢弁護士会研修生	6名
9.3	石川県看護学院	35名
10.7	国立山中病院付属看護学校	45名
11.10	石川県総合看護学院	31名
11.20	金沢大学医療技術短期大学部	34名
57/1.5	石川県高校理科研究会	4名
1.20	研修所（初任者研修）	54名
2.2	石川県立松任農業高校造園科	15名
2.22	研修所（初任者研修）	52名

予　算・決　算

昭和56年度予算概要

経費区分	事業名	予算額	財源内訳 国庫支出金 補助率	国庫支出金 金額	特定財源 負担率	特定財源 金額	一般財源	事業内容
		千円		千円		千円	千円	
	（衛生公害研究所）							
	衛生公害研究所費	344,476		21,124		18,315	305,037	
						(手数料)		
職員	1 衛生公害研究所職員費	245,238	10/10	12,942		4,208	228,088	防疫職員 4人 衛生公害研究所職員 48人
						(雑入)		
職員一般	2 運営費	50,885				4,980	45,905	非常勤職員 2人 管理運営費 48,192千円
一般	3 調査研究費	4,765					4,765	ウイルス性呼吸器疾患病因研究費 485千円 医療用医薬品製剤品質安定性研究費 177千円 水域金属成分循環機構調査費 498千円 魚類斃死原因究明研究費 154千円 人体試料中有害金属調査費 270千円 食品の自然毒に関する研究費 189千円 有機リン系農薬の毒性と代謝に関する研究費 170千円 地域環境特性解析技術調査費 1,402千円 原因不明細菌性下痢症研究費 190千円 生活環境のアメニティマップ作成調査費 576千円 環境放射性物質の挙動に関する調査費 384千円 食品（麦類）赤カビ汚染調査費 270千円
						(手数料)		
〃	4 試験検査費	9,956				8,901	1,055	臨床病理学的検査 9,309件 食品，医薬品試験 54件 環境試験 2,085件
国補	5 放射能調査費	2,300	10/10	2,300				科学技術庁受託調査
						(受託収入)		
一般	6 受託調査費	226				226		河川水質調査
〃	7 技術職員研修指導対策費	2,090					2,090	技術職員研修，技術情報の整備
国建単独一般	8 設備整備費	16,101	1/3	1,333			14,768	原子吸光光度計ほか7点
単独	9 施設整備費	8,366					8,366	本館ガラスシーリング工事ほか5件
国補	10 水質分析方法検討試験費	1,278	10/10	1,278				環境庁受託研究費
〃	11 人工衛星データの利用手法等調査費	3,271	10/10	3,271				科学技術庁受託研究費
						(使用料)		
不特定	（不特定収入）	—				943	△ 943	庁舎使用料 943千円

昭和56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
				円	円	円
使用料及び手数料				1,008,000	1,009,286	1,286
	使用料			943,000	942,220	△ 780
		総務使用料		943,000	942,220	△ 780
			総務管理使用料	943,000	942,220	△ 780
	手数料			65,000	67,066	2,066
		衛生手数料		65,000	67,066	2,066
			公衆衛生手数料	65,000	67,066	2,066
財産収入				25,000	81,039	56,039
	財産売払収入			25,000	81,039	56,039
		物品売払収入		25,000	81,039	56,039
			不用品	25,000	81,039	56,039
諸収入				5,216,300	5,156,653	△ 59,647
	受託事業収入			226,000	225,600	△ 400
		環境調査受託事業収入		226,000	225,600	△ 400
			環境調査受託事業	226,000	225,600	△ 400
	雑入			4,990,300	4,931,053	△ 59,247
		雑入		4,990,000	4,931,053	△ 59,247
			保険料被保険者負担金	10,000	16,441	6,441
			雑入	4,980,300	4,914,612	△ 65,688
計				6,249,300	6,246,978	△ 2,322
〔証紙収入調〕						
使用料及び手数料				13,044,000	13,548,180	504,180
	手数料			13,044,000	13,548,180	504,180
		衛生手数料		13,044,000	13,548,180	504,180
			公衆衛生手数料	13,044,000	13,548,180	504,180
計				13,044,000	13,548,180	504,180
合計				19,293,300	19,795,158	501,858

昭和56年度歳出

款	項	目	節	予算額（配当額）	執行額	残額
				円	円	円
衛生費				345,183,091	345,056,888	126,203
	公衆衛生費			345,183,091	345,056,888	126,203
		衛生公害研究所費		345,183,091	345,056,888	126,203
			報酬	2,498,000	2,497,600	400
			給料	134,703,591	134,703,591	0
			職員手当等	83,609,681	83,609,681	0
			共済費	27,836,819	27,836,626	193
			賃金	2,018,000	2,018,000	0
			報償費	1,234,000	1,233,940	60
			旅費	7,093,000	7,092,900	100
			需用費	51,140,000	51,139,753	247
			役務費	2,034,000	2,013,200	20,800
			委託料	6,175,000	6,159,292	15,708
			使用料及び賃借料	528,000	527,400	600
			工事請負費	8,357,000	8,347,000	10,000
			備品購入費	17,519,000	17,472,480	46,520
			負担金補助及び交付金	385,000	365,825	19,175
			公課費	52,000	39,600	12,400
計				345,183,091	345,056,888	126,203

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
総務費				4,250,898	4,250,898	0
	総務管理費			3,887,898	3,887,898	0
		一般管理費		2,181,488	2,181,488	0
			賃金	2,181,488	2,181,488	0
		人事管理費		1,029,710	1,029,710	0
			旅費	1,029,710	1,029,710	0
		諸費		676,700	676,700	0
			報償費	360,000	360,000	0
			旅費	76,700	76,700	0
			交際費	240,000	240,000	0
	開発費			363,000	363,000	0
		開発促進費		363,000	363,000	0
			賃金	80,000	80,000	0
			旅費	116,000	116,000	0
			需用費	167,000	167,000	0
衛生費				184,951,484	184,951,484	0
	公衆衛生費			3,381,770	3,381,770	0
		公衆衛生総務費		1,473,220	1,473,220	0
			賃金	315,000	315,000	0
			旅費	58,220	58,220	0
			需用費	1,100,000	1,100,000	0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
				円	円	円
		予防費		1,908,550	1,908,550	0
			賃金	277,550	277,550	0
			報償費	41,200	41,200	0
			旅費	93,300	93,300	0
			需用費	1,486,500	1,486,500	0
			役務費	10,000	10,000	0
	環境衛生費			7,115,000	7,115,000	0
		食品衛生指導費		5,021,600	5,021,600	0
			賃金	57,600	57,600	0
			旅費	15,000	15,000	0
			需用費	4,949,000	4,949,000	0
		環境衛生指導費		2,093,400	2,093,400	0
			旅費	136,400	136,400	0
			需用費	1,957,000	1,957,000	0
	保健所費			72,000	72,000	0
		保健所費		72,000	72,000	0
			旅費	7,000	7,000	0
			需用費	15,000	15,000	0
			使用及び賃借料	50,000	50,000	0
	医薬費			200,000	200,000	0
		医薬総務費		50,000	50,000	0
			需用費	50,000	50,000	0
		医務費		50,000	50,000	0
			需用費	50,000	50,000	0
		薬務費		100,000	100,000	0
			需用費	100,000	100,000	0
	公害環境費			174,182,714	174,182,714	0
		環境管理企画費		7,201,984	7,201,984	0
			賃金	885,000	885,000	0
			旅費	649,480	649,480	0
			需用費	5,249,104	5,249,104	0
			役務費	8,000	8,000	0
			使用及び賃借料	10,400	10,400	0
			備品購入費	400,000	400,000	0
		公害防止指導費		166,626,250	166,626,250	0
			賃金	579,000	579,000	0
			報償費	275,160	275,160	0
			旅費	1,129,000	1,129,000	0
			需用費	50,523,100	50,523,100	0
			役務費	1,396,170	1,396,170	0
			委託料	42,925,400	42,925,400	0
			使用及び賃借料	32,232,000	32,232,000	0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
				円	円	円
			工事請負費	2,247,620	2,247,620	0
			備品購入費	35,190,000	35,190,000	0
			負担金補助及び交付金	28,000	28,000	0
			公課費	100,800	100,800	0
		鳥獣保護等指導費		103,120	103,120	0
			需用費	103,120	103,120	0
		自然保護センター費		251,360	251,360	0
			旅費	20,880	20,880	0
			需用費	230,480	230,480	0
農林水産業費				705,200	705,200	0
	農業費			30,000	30,000	0
		農業振興費		30,000	30,000	0
			需用費	30,000	30,000	0
	農地費			276,200	276,200	0
		土地改良費		276,200	276,200	0
			賃金	59,000	59,000	0
			旅費	19,200	19,200	0
			需用費	198,000	198,000	0
	林業費			399,000	399,000	0
		造林費		399,000	399,000	0
			賃金	74,000	74,000	0
			需用費	325,000	325,000	0
土木費				4,354,450	4,354,450	0
	河川海岸費			1,957,600	1,957,600	0
		河川改良費		1,957,600	1,957,600	0
			賃金	225,000	225,000	0
			需用費	1,704,600	1,704,600	0
			役務費	28,000	28,000	0
	港湾費			2,360,850	2,360,850	0
		港湾管理費		2,146,450	2,146,450	0
			賃金	32,000	32,000	0
			旅費	316,000	316,000	0
			需用費	1,789,450	1,789,450	0
			役務費	9,000	9,000	0
		港湾改良費		214,400	214,400	0
			需用費	214,400	214,400	0
	都市計画費			36,000	36,000	0
		公園管理費		36,000	36,000	0
			需用費	36,000	36,000	0
計				194,262,032	194,262,032	0
合計				539,445,123	539,318,920	126,203

昭和56年度主要購入備品 (100,000円以上)

物品名	規格	数量	取得価格	備考
スペクトロデンシトメーター	島津製CS—910型	1式	2,700,000円	
ガスクロマトグラフ	島津製GC—7AGPrF型	1式	1,800,000	
シングルビーム分光光度計	島津製UV—120—01型	1台	510,000	
熱風恒温器	田葉井製作所型LC—220型	1台	280,000	
ハイボリウム・エアサンプラー	紀本電子工業製120型	1台	190,000	
卓上テストプレス	ゴンノ油圧機製作所製	1台	256,000	
採泥器	離合社製2106A型	1台	144,000	
pH計	東亜電波工業HM—18ET型	1台	255,000	
デジタル導電率計	電気化学計器製AOC—10型	1台	230,000	
ストマッカー	オルガノ製400型	1台	510,000	
振とう器	ヤマト科学型SA—31型	1式	195,000	
業務用冷蔵庫	日立冷熱製RL—648D型	1台	610,000	
空調機	三菱製SRK—2202JEH型	1台	260,000	
冷凍冷蔵庫	日立製R—643T型	1台	188,000	
冷凍庫	松下電気産業製NR—171FZ型	1台	112,000	
ローボリウム・エアサンプラー	新宅機械製S_2型	3台	795,000	
小型貨物自動車	ニッサンセドリックバン	1台	1,428,000	
窒素酸化物自動測定機	電気化学計器製GPH—74型	5台	11,750,000	
オキシダント自動測定機	電気化学計器製GXH—71M型	2台	3,900,000	
二酸化硫黄自動測定機	電気化学計器製GRH—73型	2台	4,700,000	
被験試料採集装置	柴田化学器械製	1台	395,000	
テレメータ子局装置	富士通製HITOS3500—ET	1台	6,100,000	
400MHz無線装置	富士通製EUM—0123AH	1台	1,450,000	
炭化水素自動測定機	柳本製作所製AG—202型	1台	4,300,000	
2チャンネル原子吸光/炎光共用分析装置	日本ジャーレルアッシュ製AA—8,200E型	1式	7,880,000	
ローボリウムサンプラー(フッ素分別捕集器)	新宅機械製S_4型	2台	510,000	
反射鏡式実体鏡	東京光学器械製3型	1台	125,000	
シュレッダー	明光商会製S—400型	1台	256,000	
合計		37	51,829,000	

昭和56年度施設整備

事業名	事業費	備考
硝子シーリング工事	2,187,000円	
特殊測定室空調機設置等工事	2,960,000	
擁壁改修工事	2,810,000	
給水管改修工事	390,000	
合計	8,347,000	

試　験　検　査　件　数

1　昭和56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
	保健所（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)	72	57	8	—	—	513
ウイルス・リケッチア等検査 (2)	1,177	—	11,575	—	—	7,003
病原微生物の動物試験 (3)	—	—	—	—	—	—
原虫・寄生虫等 (4)	—	—	—	—	—	—
結核 (5)	—	—	—	—	—	—
性病 (6)	8	—	—	—	—	2
食中毒 (7)	110	—	—	—	—	2
臨床検査 (8)	—	167	—	—	—	1,738
食品検査 (9)	11	66	—	1	42	991
水質検査 (10)	—	104	—	484	—	249
廃棄物関係検査 (11)	—	2	—	3	—	53
公害関係検査 (12)	—	110	—	4	5	36,400
一般環境 (13)	—	—	—	39	—	—
放射能 (14)	—	—	—	—	—	810
温泉（鉱泉）泉質検査 (15)	—	2	—	21	8	—
家庭用品検査 (16)	17	—	—	8	—	132
薬品 (17)	—	—	7	8	—	43
栄養 (18)	—	—	—	1	6	—
その他 (19)	—	—	—	—	—	16
計	1,395	508	11,590	569	61	47,952

2 昭和56年中 試験検査項目別件数

（厚生省報告例第14）

項目			件数
細菌検査	分離同定	腸管系病原菌 (1)	462
		その他の細菌 (2)	123
	血清検査 (3)		65
	化学療法剤に対する耐性検査 (4)		—
リケッチア等ウイルス検査	分離同定	インフルエンザ (5)	1,063
		その他のウイルス (6)	4,621
		リケッチアその他 (7)	—
	血清検査	インフルエンザ (8)	2,378
		その他のウイルス (9)	11,673
		リケッチアその他 (10)	—
病原微生物の動物試験 (11)			—
寄生虫等	原虫 (12)		—
	寄生虫 (13)		—
	そ族・節足動物 (14)		—
	真菌・その他 (15)		—
結核	培養 (16)		—
	化学療法剤に対する耐性検査 (17)		—
性病	梅毒 (18)		10
	りん病 (19)		—
	その他 (20)		—
食中毒	病原微生物検査 (21)		110
	理化学的検査 (22)		2
臨床検査	血液	血液型 (23)	—
		血液一般検査 (24)	—
		生化学検査 (25)	32
		先天性代謝異常検査 (26)	—
		その他 (27)	32
	尿 (28)		1,841
	便 (29)		—
	病理組織学的検査 (30)		—
	その他 (31)		—
食品検査	病原微生物検査 (32)		256
	理化学的検査 (33)		707
	その他 (34)		124
水	水道原水	細菌学的検査 (35)	15
		理化学的検査 (36)	136
		生物学的検査 (37)	25
水質検査	飲用水	水道水 細菌学的検査 (38)	24
		水道水 理化学的検査 (39)	119
		井戸水 細菌学的検査 (40)	10
		井戸水 理化学的検査 (41)	29
		その他 細菌学的検査 (42)	2
		その他 理化学的検査 (43)	12
	利用水	細菌学的検査 (44)	11
		理化学的検査 (45)	43
		生物学的検査 (46)	—
	下水	細菌学的検査 (47)	144
		理化学的検査 (48)	267
		生物学的検査 (49)	—
廃棄物関係検査	し尿	細菌学的検査 (50)	—
		理化学的検査 (51)	26
		生物学的検査 (52)	—
	その他 (53)		32
公害関係検査	大気	SO_2・NO・NO_2・Ox・CO (54)	22,157
		浮遊粒子状物質（粉じんを含む。） (55)	7,353
		降下ばいじん (56)	6
		その他 (57)	2,904
	河川	理化学的検査 (58)	3,902
		その他 (59)	591
	騒音・振動 (60)		—
	その他 (61)		181
一般環境	一般室内環境 (62)		7
	浴場水・プール水 (63)		32
	その他 (64)		—
放射能	雨水・陸水 (65)		175
	空気中 (66)		498
	食品 (67)		35
	その他 (68)		102
温泉（鉱泉）泉質検査 (69)			31
家庭用品検査 (70)			157
薬品	医薬品 (70)		47
	その他 (72)		12
栄養 (73)			7
その他 (74)			10

環境部事業概況

我が国の環境公害行政施策の成果ともいえるが，80年代に入っての環境問題は70年代の緊急避難型から事前防止型へと変化してきており，更に環境から単に公害を無くすることだけではなく，「住み良さ」，「暮らし良さ」をめざす快適環境が求められてきている。環境保全施策の視点も身近かな個々の問題から次第に地球レベルでの環境施策へと向けられ，今や国際間での協力施策が必要とされている。

当部が昭和41年生活環境科として設置され，その後公害部となり現在の環境部へと名称も改められ組織も拡充されたが，実質的に公害を担当して15か年を迎えたことになる。その間，我々は適切な環境保全施策を推進するために必要な科学的根拠を得るよう，調査研究・各種データの集積，それらの解析，環境情報利用手法の開発等に努力してきているが，更にその視野を広げて行く必要性にせまられている。

昭和56年度事業では，調査研究としては，昨年に続いて「地域環境特性解析技術調査」，「生活環境アメニティマップ作成調査」，「水域における金属成分の循環機構調査」，「魚類斃死原因究明調査」，「人体試料中の有害金属調査」，「環境放射性物質の挙動調査」を行い，行政からは「スパイクタイヤによる粉じん調査」が新たに加わったほか，昨年同様数多くの行政試験の要請に応じ，また，多数の一般依頼試験を実施した。これらの調査研究の成果を各種学会に発表し，あるいは調査報告書として取りまとめている。

受託事業としては「放射能調査（科学技術庁）」，「人工衛星データによる土地利用現況及び利用適正評価手法の研究（科学技術庁）」，「手取川流域地下水水質試験（建設省）」のほかに「環境と人の健康に関する調査（地研全国協議会）」，また新しい事業として「全窒素測定方法の公定化のための水質分析方法の検討試験（環境庁）」を実施した。

設備・機器に関しては大気汚染監視網整備として，昭和56年12月内灘公害測定局を開設し（窒素酸化物・オキシダント・炭化水素測定），昭和57年3月辰口放射能測定局を開設，それぞれ測定を開始した。また，根上公害測定局を昭和56年10月1日からテレメータ化したほか，中央制御室の無停電電源装置の修繕，特殊測定室（GC-MS）に恒温装置を設備し，原子吸光光度計（ジャーレルアッシュAA 8200E），分光光度計（島津UV 120—1），ダブルビーム差スペクトル二波長分光光度計，高速冷却遠心機等を設置し，分析精度の向上迅速化を更に一歩進めた。

人事面では，水質科小川技師が薬品科主査に昇格所内配置換え，生活環境科志茂技師が県土木部監理課に転出，県水産課より堀技師が水質科に転入，河端技師が生活環境科に新規採用されたほか，塚林技師，矢田技師，東技師，吉田技師，前川技師，小森技師の6名が，それぞれ科主査へ昇格した。以下各科ごとに事業概況を記述する。　　（部長：角尾）

1　企画調査科

企画調査科の主要業務は，環境情報の収集，解析，加工並びに提供と，それぞれに関連する手法の開発である。

地域の環境に関する諸情報は，環境管理計画の策定や各種環境施策の選択，実施及びその評価のそれぞれの過程において基本となるものであり，環境情報の総合的，体系的な整備・利用技術の迅速化，高度化，標準化等は，将来とも環境政策の有効適切な推進にあたっては極めて重要な課題である。

また，県民の環境に対するニーズの多様化，高度化に対応して，公害の防除，その未然防止を第一義としつつ，積極的により望ましい，快適な環境を保全し，創造していくことが求められているが，この場合に，快適な環境とは何かを先ず明らかにすること，そのための研究が必要となっている。

このようなことから，本年度は，衛生公害研究所独自の調査研究として，「地域環境特性解析技術調査」，「生活環境に関するアメニティ・マップ作成調査」の作業を昨年度に引き続いて進めた。

また，行政部門からの依頼調査として，「環境利用適性調査」と「窒素酸化物削減対策調査」（ただし，環境大気調査の部分のみ）を昨年度に引き続いて実施した。

さらに，国からの受託調査として，「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」の一環である「地形情報に関する研究—土地利用状況調査法—」を科学技術庁より受託し，地球観測衛星ランドサットの画像

データを本県の環境行政の推進に有効利用するための手法を研究した。

以下に各事業ごとの実施内容を述べる。

（科長：田嶋）

1・1　調査研究

(1)　**「地域環境特性解析技術調査」**（継続）

環境情報の収集と整理，及びこれらを解析し，加工し，評価することによって地域の環境特性を明らかにすることを目的として，次の調査内容を実施した。

ア　関係各部局，市町村，国の出先機関，地元大学，民間機関等から地域の環境に関する既存の諸資料を収集し，分類整理して，環境情報のより一層の整備を図った。

イ　本県の地形，地質，土壌，植生がそれぞれ有している，環境利用とのかかわりで意味のある環境作用について，前年度に設定した環境作用分級基準に基づき，各環境作用の分級評価図（県全域対象，20万分の1）を作成した（別項記載）。

ウ　地理的分布をもつ数値情報を電子計算機により地図化する技法について検討した。

（担当：吉田，田嶋）

(2)　**「生活環境に関するアメニティ・マップ作成調査」**（継続）

快適環境の概念に関するモデルを構築するとともに，快適環境を構成する要因，素材の特性，現況等を明らかにすることを目的として，次の調査内容を実施した。

ア　快適環境研究懇談会を開催し（昭和56年12月，57年3月の2回），本年度の調査内容について意見交換を行ったほか，特に，快適概念モデルを構築するにあたっての，背景，視点，側面等について論議した。本年度の快適環境研究懇談会委員は以下のとおりである。

金沢工業大学教授	上野季夫
金沢大学医学部教授	岡田晃
金沢工業大学教授	木羽敏泰
金沢大学理学部講師	里見信生
金沢工業大学教授	島村昇
金沢大学教育学部教授	矢ケ崎孝雄
金沢大学経済学部教授	山村勝郎

イ　都市においてみられる様々な景観は，快適環境の重要な素材となっていることから，秩序のある望ましい都市景観の保全と創造を考える第一段階として，それぞれの景観が有している情緒的イメージを把握するために，セマンティック・ディファレンシャル法（SD法；意味微分法）を応用し，解析・評価を試みるとともに，景観評価手法の標準化について検討を行った（別項記載）。　（担当：戸田，田嶋）

1・2　行政依頼調査

(1)　**「環境利用適性調査」**（環境調整課事業，継続）

整備された環境情報を有効に利用し，具体的な環境施策に反映させる手法として，様々な環境利用行為が地域の環境特性にどの程度の適合性を有しているのか，あるいは，適合性の高い環境利用行為はどれか等を判断できる手法を開発するために，次の調査内容を実施した。

ア　手法開発の基本となる地域環境特性分級評価図を作成するため，次の項目について作業を進めた。

- 水源かん養上重要な地域
- 水・土地の保全上重要な植生が存在する地域
- 風化・浸蝕を受けやすい地質・土壌が存在する地域
- 水利用上水質の維持が重要な地域

イ　手法の標準化を図るため，作業手順の各プロセスの具体化について検討した。

(2)　**「窒素酸化物削減対策調査」**（公害規制課事業，継続）

窒素酸化物による大気汚染状況を土地利用特性がそれぞれ異なる地区ごとに把握し，適切な目標環境水準の設定，これを維持達成するための発生源における削減量の算出等を行い，有効な防止対策を講ずるため，次の調査地点〔北部能登地域4地点，七尾鹿島地域22地点，羽咋地域4地点，石川中央地域43地点，南加賀地域15地点の合計88地点〕において，TGS沪紙法による大気中二酸化窒素の相対濃度を測定し（1か月単位），基礎データの整備を図った。

1・3　受託調査

(1)　**「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究；地形情報に関する研究—土地利用状況調査法—」**（科学技術庁委託，建設省国土地理院との共同研究，昭和56年度～58年度）

地球観測衛星ランドサットの画像データを収集し，これを解析・評価することによって，本県の土地利用状況の現況及び年次変化状況を明らかにするとともに，これらと国土数値情報，その他の既存の環境情報とを組み合わせることにより，地域環境特性を分級評価し，更に，それぞれの特性がもたらす可能性条件，制約条件を踏まえた適正な土地利用を選択するための

手法の開発と確立を図ることを目的として，本年度は次の研究内容について必要な作業及び準備を行った。

ア　グラウンド・トルース・データ，土地被覆状況図等の収集・整備

イ　土地利用が有する環境作用の分級基準の設定と土地利用特性分級評価図の作成

ウ　都市化過程図の作成

エ　地域環境特性分級評価図の作成

オ　土地利用一環境系の可能性・制約条件の抽出

カ　土地利用適性評価手法の標準化とその実践（土地利用適性分級評価図の作成）

キ　人工衛星データの利用に必要となるソフトウェアの検討（別項記載）

（担当：田嶋，吉田，戸田，前川）

2 大　気　科

本県の大気汚染の状況は，ここ数年大きな変化もなくほぼ横ばい状態で，長期的評価でも，二酸化硫黄は環境基準を維持達成してきており，二酸化窒素も環境基準を維持してきている。しかし，車道近くに設置された自動車排出ガス測定局においては今後交通量の増加，拡散条件等の悪化により環境基準不適合になる可能性をはらんでいると言えよう。浮遊粒子状物質は4測定局のうち，美川・七尾測定局において不適合の年度があったが，昭和56年度は全4局とも環境基準適合であった。オキシダントは全国の例にもれず，本県でもすべての測定局で環境基準不適合であったが，本年度は光化学スモッグの緊急時の発令までに至ることはなかった。国の報告によれば，光化学オキシダントの濃度は，注意報の発令日数の減少にみられるように長期的には低下してきているが，オキシダント濃度の規定要因の一つである気象条件の推移も加味して考える必要がある。一酸化炭素はすべての測定局で環境基準を維持しているが，金沢市内の一部自動車排ガス測定局で依然として全国的にみて上位にランクされる程度のものがあった。

本県の大気汚染状況は幹線道路の沿線を除けば，全般的には全国的に低汚染地域に位置づけされているものの県内の各地において，幹線道路網の拡充整備がめざましいことから汚染の広域化の観点から，また光化学スモッグ発生の点から自動車排ガス対策の推進がなお一層必要となってきた。

志賀町，羽咋市内のフッ素化合物汚染については，環境調査を継続し，植物被害状況の監視を行っている。

施設整備の面では，冬期落雷時において度々発生しているテレメータ装置用無停電電源装置の機能停止障害を解消するために，蓄電池のすべてを交換して万全を期した。ほかに実施した事業としては，環境大気の常時監視結果を取りまとめ評価した昭和56年度「環境大気調査報告書」を作成し，また委託調査としては環境庁の「昭和56年度環境測定分析統一精度管理調査」

表1　行政試験の内訳

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	612	612	環境大気中の硫黄酸化物
	弗素化合物（石灰懸濁沪紙法）	羽咋市 志賀町	180	180	環境大気中の弗素化合物
	浮遊粉じん（重金属）	金沢市内	72	720	環境大気中の重金属
大気特定施設監視調査	ばい煙検査	県下全域	対象25工場	73	固定発生源排ガス中の硫黄酸化物，窒素酸化物，ばいじん
	重油中の硫黄分	県下全域	20	20	硫黄分含有率
スパイクタイヤによる道路粉じん調査		金沢市内	39	351	スパイクタイヤ装着による道路摩耗に由来する粉じん影響調査
苦情調査		羽咋	対象1工場	21	窯業沪排ガス中の弗素化合物汚染に係る環境調査と排ガス調査
		七尾	対象1工場	2	鋳物工場から発生する粉じん影響調査

に参加し，コールフライアッシュ中の重金属について分析し報告した。同じく「二酸化硫黄自動測定機干渉成分調査」としてアンモニア，ガス状塩化物について，金沢市内，小松市内で夏期・冬期に調査を実施した。

行政試験についての内訳は表1に示した。

（科長：桐元）

2・1　調査研究

(1)　**「生活環境に関するアメニティ・マップ作成調査」**（継続）

都市気象の観点から生活環境の快適さを探るため，金沢地区の気流について収束・発散の特性を定量的に評価することを試みた。　（担当：桐元）

(2)　本年度，実施した行政試験のなかから調査研究として取り上げたものは次のとおりである。

ア　**「瓦製造工場から排出するフッ素化合物調査」**（公害規制課事業）（継続）

昭和50年度以来，フッ素化合物の環境濃度調査を羽咋郡志賀町で実施してきたが，本年度の測定結果は志賀・高浜両地区で年平均値がND～50μgF/100cm²LTP/月と前年度とほぼ同じ，また月間値の最高は，78μgF/100cm²LTP/月で植物可視被害出現限界値未満であった。志賀地区にはかって4工場あったがそのうち2工場は現在生産を中止している。また高浜地区には2工場あり，昭和56年度の年平均最高値は50～65μgF/100cm²LTP/月で，ほぼ横ばい状態となっている（図1）。　（担当：三井）

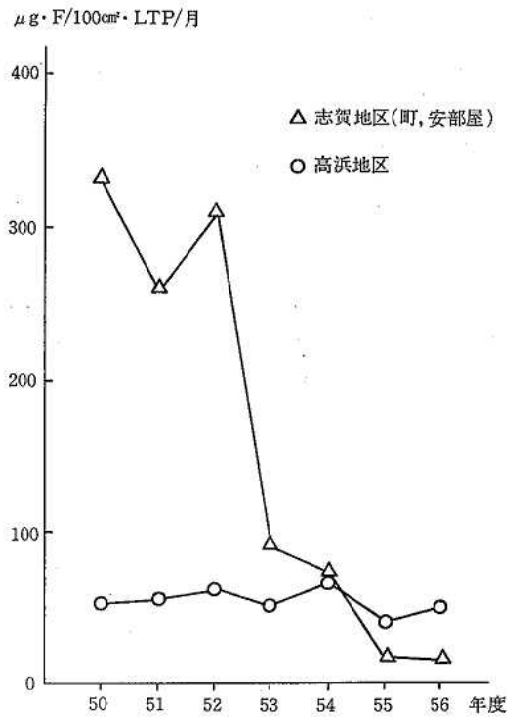


図1　志賀町石灰懸濁沪紙法弗素化合物環境調査経年変化（年平均値最高地点）

イ　**「ホーロー釉薬製造工場のフッ素化合物汚染調査」**（公害規制課事業）（継続）

石灰懸濁沪紙法による工場周辺の環境調査を昭和54年度から現在12地点で継続して行い，あわせて排出源濃度調査も実施し，双方の結果に基いて，改善対策の検討を進めるとともに工場に対してその指導を行っている。

本年度の環境調査の結果は年平均値で22～212μgF/100cm²LTP/月（昭和55年度は22～278μgF/100cm²LTP/月），12地点中6地点が100μgF/100cm²LTP/月以上であった。現在のところ環境濃度の低減はみられてない。　（担当：三井）

ウ　**「窒素酸化物削減対策調査」**（公害規制課事業）（継続）

本事業は企画調査科と分担して行っているもので，同科ではTGS沪紙法による窒素酸化物（二酸化窒素）の環境調査を県内40地点で実施しているが，当科ではこれまでの窒素酸化物排出量の推移及び将来予測，地域単位の拡散シミュレーション技術の検討作業を継続するとともに，交通形態のモデル化，交通量の数量モデル化について検討を試み，実態に即した推定方法の開発を進めた。　（担当：前川）

エ　**「スパイクタイヤによる道路粉じん調査」**（公害規制課事業）（新規）

近年，我が国の積雪・寒冷地域において，従来のタイヤチェーン，スノータイヤに比較して取り扱いが容易で，スリップ防止に有効であるとして，スパイクタイヤの普及が著しくなってきている。特に北海道，東北地方ではスパイクタイヤによる道路の損傷がひどく，更にそれに由来する粉じん並びに粉じん中の有害物質による大気汚染の問題にまで発展し，汚染実態やそれによる影響調査が実施されている。本県においても，これらの地方と類似の気象条件下にあるので，予備調査として金沢市内においてスパイクタイヤ装着前の時期と装着中の期間に大気環境調査，道路際堆積物調査を実施し次年度の本調査の準備をした。（別項掲載）　（担当：三井）

表2　県内における大気汚染測定局と機器設置状況

（昭和57年3月31日現在）

測定局種別	測定機関	測定局名	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	自動車台数	風向・風速	気温・湿度	日射量	降水量	テレメーター化
環境大気測定局	石川県	穴水測定局										○				
		七尾測定局	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○
		鳥屋測定局	○	○								○				○
		志賀測定局								○		○				
		羽咋測定局	○	○		○						○				○
		高松測定局	○	○												
		津幡測定局	○	○		◎	◎					○				○
		内灘測定局	◎			●	●		●			○	○	○	○	◎
		三馬測定局	○	○	○	○	○	○	○			○				○
		米泉測定局	○	○		○	○					○				○
		広坂測定局	○	○		○	○					○				○
		大樋測定局	○	○												
		金沢港測定局	○	○		○	○					○				○
		松任測定局	○	○		○	◎					○				○
		美川測定局	○	○	○	○	○					○				○
		根上測定局	○	○		○	○					○				●
		小松測定局	○	○		○	○					○				○
		大聖寺測定局	○	○		○	○					○	○	○	○	○
		山代測定局	○	○								○				○
	金沢市	大気総合測定局	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○
		瓢箪測定局	○	○		○	○					○				○
		大浦測定局	○	○								○				○
		西部測定局	○	○		○	○					○				○
		西南部測定局	○	○		○	○					○				○
		額測定局	○	○								○				○
		小立野測定局	○	○		○	○					○				○
	小松市	小馬出町測定局	○													
		長崎町測定局	○													
		御宮町測定局	○													
		符津町測定局	○													
	七尾市	石崎測定局	○	○		○						○				
測定項目別機器数計			28	24	4	18	15	1	2	1	0	25	4	4	4	21
自動車排出ガス測定局	石川県	香林坊測定局		○		○		○	○		○		○			○
		六枚測定局				◎		○			○					○
		橋場測定局				◎		○			○					○
		野々市測定局						○								
		小松測定局						○								
		大聖寺測定局						○								
	金沢市	武蔵自動車排出ガス総合測定局				○		○								○
		鳴和測定局				○		○								○
		片町測定局				○		○								○
		野町測定局				○		○								○
	小松市	打木町測定局						○								
測定項目別機器数計			0	1	0	5	0	11	1	0	3	0	1	0	0	7
移動局	石川県	大気測定車（あおぞら）	○	○		○	○	○	○			○				

注）　●印は昭和56年度に整備，◎印は昭和57年度整備予定。

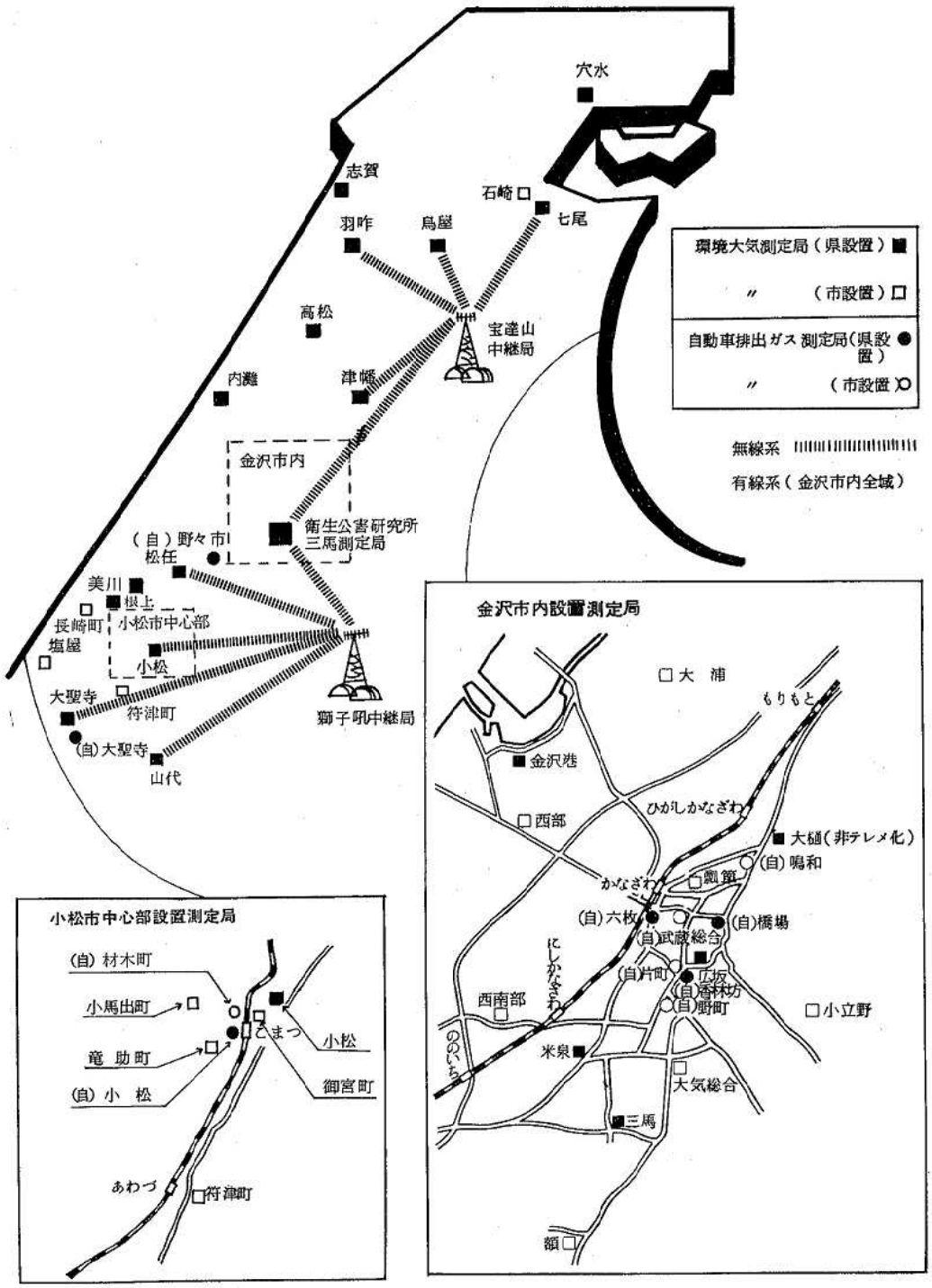

穴水
志賀
石崎
七尾
羽咋
鳥屋
高松
宝達山
中継局
内灘
津幡
金沢市内
衛生公害研究所
三馬測定局
（自）野々市
松任
美川
根上
長崎町
小松市中心部
塩屋
小松
大聖寺
符津町
(自)大聖寺
山代
獅子吼中継局
環境大気測定局（県設置）
〃　（市設置）
自動車排出ガス測定局（県設置）
〃　（市設置）
無線系
有線系（金沢市内全域）
金沢市内設置測定局
大浦
もりもと
金沢港
西部
ひがしかなざわ
大樋（非テレメ化）
(自)鳴和
かなざわ
(自)六枚
(自)橋場
(自)武蔵総合
にしかなざわ
(自)片町
広坂
(自)香林坊
(自)野町
西南部
小立野
ののいち
米泉
大気総合
三馬
額
小松市中心部設置測定局
(自) 材木町
小馬出町
こまつ
小松
竜助町
(自) 小松
御宮町
あわづ
符津町

表3　昭和56年度の環境基準適合状況（長期的評価による）

測定局種別	市町村	測機関	測定局名	二酸化硫黄			浮遊粒子状物質			二酸化窒素			オキシダント			一酸化炭素		
			昭和年度	54	55	56	54	55	56	54	55	56	54	55	56	54	55	56
環境大気測定局	金沢	県	三馬測定局	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○
			米泉測定局	○	○	○				○	○	○	●	●	●			
			広坂測定局	○	○	○				○	○	○	●	●	●			
			大樋測定局	○	○	○												
			※金沢港測定局	(○)	(○)	(○)				(○)	(○)	(○)	(●)	(●)	(●)			
		市	大気総合測定局	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●			
			額測定局	○	○	○				□	○	○	●	●	●			
			大浦測定局	○	○	○												
			西部測定局	○	○	○				□	○	○	●	●	●			
			西南部測定局	○	○	○				○	○	○	●	●	●			
			額測定局	○	○	○												
			小立野測定局	○	○	○				○	○	○	●	●	●			
	加賀	県	大聖寺測定局	○	○	○				○	○	○	●	●	●			
			山代測定局	○	○	○												
	小松	県	小松測定局	○	○	○				○	○	○	●	●	●			
		市	小馬出町測定局	○	○	○												
			長崎町測定局	○	○	○												
			御宮町測定局	○	○	○												
			符津町測定局	○	○	○												
	根上	県	根上測定局		□	○					□	○		●	●			
	美川	県	美川測定局	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	●	●			
	松任	県	松任測定局	○	○	○				○	○	○						
	津幡	県	津幡測定局	○	○	○												
	内灘	県	内灘測定局						□			□			●			
	高松	県	高松測定局	○	○	○												
	羽咋	県	羽咋測定局	○	○	○				○	○	○						
	鳥屋	県	鳥屋測定局	○	○	○												
	七尾	県	七尾測定局	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●	●	●			
		市	石崎測定局	●	○	○				○	○	○						
自動車排出ガス測定局	金沢	県	香林坊測定局							○	◎	○				○	○	○
			六枚測定局													○	○	○
			橋場測定局													○	○	○
		市	武蔵自動車排出ガス総合測定局							◎	○	◎				○	○	○
			鳴和測定局							□	○	○				○	○	○
			片町測定局							◎	●	◎				○	○	○
			野町測定局							□	◎	◎				○	○	○
	加賀	県	大聖寺測定局													○	○	○
	小松	県	小松測定局													○	○	○
		市	材木町測定局													□	○	○
	野々市	県	野々市測定局													○	○	○

注）1. 記号は下記のとおりである。（ただし、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）
●：環境基準不適合（測定時間6,000時間以上）　■：環境基準不適合（測定時間6,000時間未満）
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。

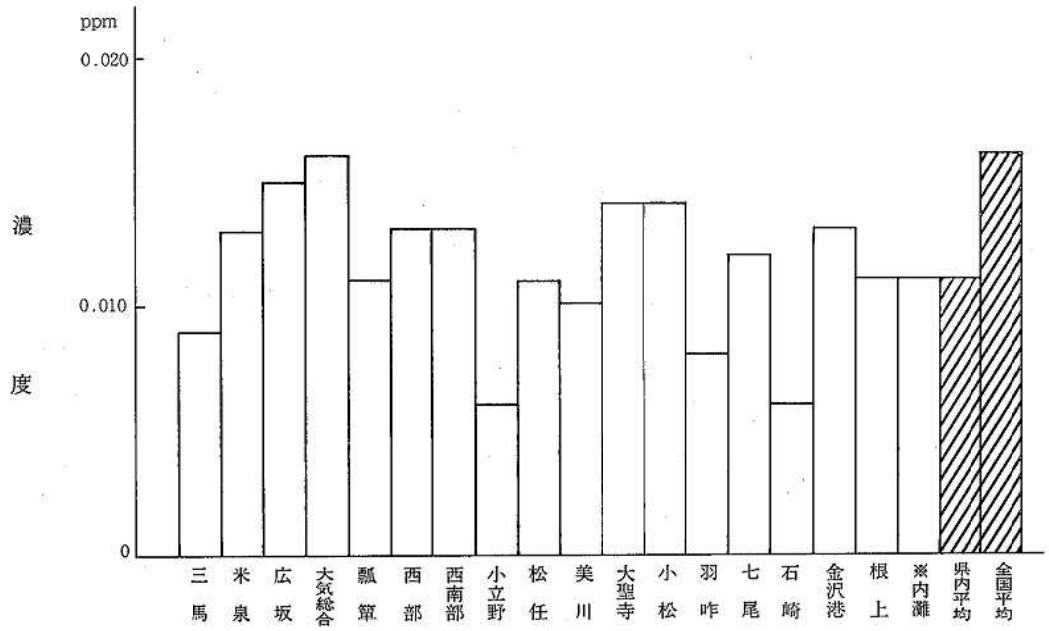


図 3　　二酸化窒素濃度の年平均値（環境大気測定局）（昭和56年度）

2・2 技術協力

交通公害対策及び，二酸化鉛法調査に関して，「実測路上交通による交通需用推計法の大規模道路網への適用について」と「PbO_2—SO_2—NO_2 系反応機構：反応に伴う細孔径変化」の2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。

2・3 常時監視と随時調査

石川県の昭和56年度における大気汚染常時監視網と測定局，機器の設置状況は表2，図2に示したとおりである。

本年度は昭和49年度に購入した二酸化硫黄自動測定機2台（羽咋，鳥屋），窒素酸化物自動測定機4台（小松，米泉，羽咋，七尾），オキシダント自動測定機1台（米泉）を更新し，測定精度の向上を図った。また，根上測定局はテレメータ化を実施し，無線局として10月1日に開局し，県のテレメータ局は計17局となった。

現在の監視網は昭和48年度作成の「石川県大気汚染監視網基査計画」により整備し，昭和49年度からスタートしたものであるが，その間，測定局，測定項目の増加があり，また，これからもそう見込まれることから，現在のコントロール・システムでは機能・規模等において限界を来すことも予想され，抜本的な見直しが必要となってきている。

また従来風向風速のみを測定していた内灘測定局（内灘町役場庁舎屋上）は，本格的な測定局舎を同町緑台児童公園内に建設し，オキシダント・窒素酸化物・炭化水素自動測定機を配備し，12月から測定を開始した。昭和57年度には二酸化硫黄自動測定機の増設，風向風速計の移設，テレメータ化を行い，常時監視局としてスタートすることになっている。

過去3年間の大気汚染の環境基準適合状況を表3に，二酸化窒素濃度レベルを図3に，光化学オキシダ

表4　　県内光化学オキシダント高濃度発生日数

年度	0.10ppm以上 0.12ppm未満	0.12ppm以上	備　　考
52	3 日	0 日	
53	9	0	
54	8	1	54. 7. 7 金沢市に注意報 小松市に予報発令
55	4	0	
56	1	0	

ント高濃度発生日数を表4に示した。

一方，簡易測定法による硫黄酸化物の測定（二酸化鉛法）を前年度同様県内51地点で継続調査をしたが，例年どおり七尾市石崎地区が最も高い濃度を示した。またフッ素化合物濃度測定（石灰懸濁沪紙法）を羽咋郡志賀町3地点，羽咋市内12地点で測定を行った。

大気中重金属については，現在のところ高濃度汚染はみられないが更に実態を把握するため金沢市内の用途地域別に代表的な3地点で測定を継続した。

移動測定車による環境調査は，光化学スモッグ発生の予測に必要な基礎資料等を収集するため津幡町，松任市，野々市町，珠洲市各1地点，能登島町2地点（うち1地点は環境庁委託調査関係）で実施した。

2・4　立入検査等

大気汚染防止法に基づく固定発生源監視として，25施設を対象に，硫黄酸化物，窒素酸化物，ばいじんについて検査を実施し，排出基準適合状況を確認した。また，立入調査時に採取した重油20件について硫黄分の調査をしたが，重油種別の硫黄分は前年度に比して特に差はなく，A重油（5件）で0.52～0.81%，B重油（5件）で1.88～2.15%，C重油（8件）で2.06～2.50，LSC重油（2件）で1.28～1.65%であった。

一方，苦情処理に係るものとして，羽咋市内ホーロー釉薬製造工場の排ガス中のフッ素化合物濃度調査，七尾市内鋳物工場周辺の粉じん環境調査を実施した。

3　水　　質　　科

我が国の環境問題への対応は，従来の発生源対策重視型から総合的な環境対策の志向へと移行しつつある。

例えば，水質汚濁・土壌汚染については，工場・事業場の排出水の規制強化による対策がほぼ出揃い，その効果の限界が見え，生活排水対策や閉鎖性水域の水質保全が重要な課題となっている。

悪臭についても，規制8物質を機器測定することによって苦情処理が解決できる例はまれであり，官能試験等新しい評価方式の導入が試みられている。

当科は，これらの分野における行政試験や一般依頼試験を通して行政の遂行に必要なデータや基本的な情報の提供はもとより，環境管理計画策定や環境影響評価のための基礎調査並びにその解析に努力している。

受託業務として，昨年に引き続いて建設省からの「手取川流域地下水水質試験」を実施したほか，富山県の協力のもと環境庁からの受託業務として「昭和56年度水質分析方法検討試験（全窒素分析方法の検討）」を行い，水域の富栄養化の原因物質の1つとされている窒素の測定方法の確立に対していささかなりとも寄与できたものと考える。

調査研究では「魚類の斃死原因研明に関する研究」，「水域における金属成分の循環機構調査」など継続したほか，行政試験の内容に付加することにより積極的な開発的研究を進めている。

施設，設備では，原子吸光光度計を更新したほか新たに試料保存用の業務用冷蔵庫，懸濁物質分離用の高速冷却遠心機，そしてクロロフィル等の分析用としてダブルビーム/差スペクトル自記分光光度計が整備された。　　（科長：矢鋪）

3・1　調査研究

昭和56年度に実施した調査研究の概要は，次の通りである。

(1)　**「魚類の斃死原因究明に関する研究」**（継続）

県内の公共用水域において発生した魚類斃死事件について，その原因の究明及び予防に資するために実施している。今年度発生した魚類の斃死はわずか1例（大聖寺川水系農業用水路から引水している池におけるコイの斃死，山中町）であったが，有機水銀系農薬の混入によるものと推定しえた。また，予防調査はサケの回帰と関連付けて，熊田川，富来川，町野川の水質についての調査を行った。

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

(2)　**「水域における金属成分の循環機構調査」**（継続）

感潮河川あるいは河川感潮部は，上流からの汚濁物質の集積末端であり，流況が停滞様相を呈するため，生物濃縮や沈降，堆積等による汚濁物質の蓄積と水質の悪化をもたらす。

そこで，今年度は新堀川を対象としてこの種の現象を解明し，水質保全対策を策定するための基礎資料を収集した。

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

(3)　**「河川環境における快適性について—水質面からの不快度とその発現態様—」**（継続）

本研究は，環境部4科が共同で実施した「生活環境に関するアメニティ・マップ作成調査」の一部をなすものである。

水質科では河川の濁水化を河川環境における不快度

表 5　　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	3,723	32,933	156	4,448	114	545	3,993	37,926
土壌汚染	54	727	0	0	8	95	62	822
悪臭	49	920	0	0	5	38	54	958
計	3,826	34,580	156	4,448	127	678	4,109	39,706

の構成因子としてとらえ，都市河川として浅野川を例に，降水時の水質の連続測定を行った。

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

(4)　**「今年度実施した行政試験等のなかから調査研究として取り組んだものは以下のとおりである。」**

ア　閉鎖性水域水質保全調査（公害規制課）から「閉鎖性水域における水質汚濁機構」を取りまとめた。（別項掲載）

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

イ　人造湖環境保全対策調査（環境調整課）から「手取川ダムにおける水質汚濁機構に関する研究」を取りまとめた。（別項掲載）

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

ウ　水質常時監視調査（公害規制課）から「石川県内水域における界面活性剤による汚染状況」を取りまとめた。（別項掲載）

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

エ　犀川ダム等貯水池水質調査（河川課）から「石川県内ダム貯水池の水質調査」を取りまとめた。（別項掲載）

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

オ　昭和56年度水質分析方法検討試験（環境庁からの受託事業）から「アルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウム分解法による水中の全窒素測定方法の検討」を取りまとめた。（別項掲載）

（担当：矢鋪，矢田，東，竹野，堀，平，石田，本田，西）

3・2　試験検査

昭和56年度に実施した試験検査総件数は4,109検体，39,706項目，前年度比で検体で6％増，項目で4％減であった。

これを行政，受託，依頼試験別にみると，行政試験が3,826検体（93％），受託試験156検体（4％），依頼試験127検体（3％）で例年どおり9割以上が行政試験であった（表5）。

3・2・1　行政試験

水質汚濁関係は3,723検体（32,933項目）と前年度比で3％増（1.7％減），土壌汚染関係54検体（727項目），前年度比315％増（80％増），悪臭関係49検体（920項目），前年度比69％増（73％増）となっている（表6）。全体では3,826検体（34,580項目），前年度比4％増（15％減）と項目において若干減少した。

(1)　**「水質常時監視調査」**（公害規制課事業）（継続）

水質保全行政あるいは水質規制措置の的確な遂行を図るうえで根幹をなす業務であり，環境調査，排水調査，苦情調査及びカドミウム排出源調査の4本立てとなっている。保健所と主務課では採水と行政措置を，当科では分析だけを分担している。

環境調査は公共用水域を対象とした通年的・定期的な監視調査を実施することによって水質の現状を的確に把握し，適切な水質保全計画を策定している。

排水調査は，事業場等の排水について排水基準の遵守状況を把握し，必要な行政措置を講ずるための基本情報を提供するための調査であり，特に精度管理に留意している。

苦情調査は，因果関係把握のスピード化をモットーとして実施しており，昭和56年度実績は夜間の排出水汚濁に関するもの35件，水産利水35件，木場潟の水質2件，魚類斃死1件，農業利水1件であった。

カドミウム排出源調査は，梯川水系のカドミウム汚染防止対策の一環としての休廃止鉱山等の排水監視調査であった。

(2)　**「上乗せ排水基準設定調査」**（公害規制課事業）（継続）

表 6　　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	常時監視	公共用水域	県下11水域	980	5,228	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課
		排水	特定事業場	374	2,716	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課
		苦情調査	県下全域	81	582	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課
		カドミウム排出源調査	梯川，手取川流域	50	322	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課 環境調整課
	上乗せ排水基準設定調査		羽咋市，志賀町	219	1,623	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課
	閉鎖性水域水質保全調査		柴山潟	220	6,846	一般項目，特殊項目	公害規制課
	人造湖環境保全調査		手取川水系	1,032	9,607	一般項目，特殊項目	環境調整課
	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	574	3,299	一般項目，特殊項目	河川課
	七尾火力発電所立地に係る環境審査事業		七尾港南湾	92	1,538	一般項目，特殊項目	環境調整課
	小木港港湾環境調査		小木港	54	885	一般項目，健康項目 特殊項目	環境調整課
	水質広域管理計画調査		農業用水（鶴来町，野々市町，松任市）	20	260	一般項目，特殊項目	耕地建設課
	松くい虫防除安全確認調査		中島町	25	25	特殊項目	造林課
	兼六園内用水水質調査		辰己用水（兼六園）	2	2	特殊項目	公園緑地課
	小計			3,723	32,933		
土壌汚染	常時監視苦情調査		熊田川	8	48	一般項目，特殊項目	公害規制課
	カドミウム排出源調査		梯川，手取川流域	14	84	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課 環境調整課
	閉鎖性水域水質保全調査		柴山潟	9	351	一般項目，健康項目 特殊項目	公害規制課
	人造湖環境保全調査		手取川水系	2	71	一般項目，健康項目 特殊項目	環境調整課
	七尾火力発電所立地に係る環境審査事業		七尾港南湾	12	48	一般項目，特殊項目	環境調整課
	小木港港湾環境調査		小木港	3	51	一般項目，健康項目 特殊項目	環境調整課
	七尾港改修工事事前調査		七尾港	2	30	一般項目，健康項目 特殊項目	港湾課
	金沢港修繕工事事前調査		金沢港	4	44	健康項目，特殊項目	港湾課
	小計			54	727		
悪臭	悪臭基準設定調査		鹿島郡（鹿西町，鳥屋町，鹿島町，田鶴浜町，中島町，能登島）	19	370	悪臭防止法既規制対象8物質	公害規制課
	悪臭防止対策調査		加賀市，小松市，根上町，寺井町，美川町，松任市，鶴来町，野々市町，津幡町，高松町，七塚町，押水町，志雄町，羽咋市，七尾市，志賀町，富来町	30	550	悪臭防止法既規制対象8物質	公害規制課
	小計			49	920		
計				3,826	34,580		

公共用水域の水質保全を図るうえで，国が定めた一律排水基準では環境基準の維持・達成が困難な水域に対して，県が条例でより厳しい上乗せ排水基準を設定できることとなっている。本県では，県中央，県南地域の主要水系と県北地域の御祓川及び七尾湾には上乗せ排水基準を設定済みであるが，更に，県北地域の未設定水域の水質悪化を未然防止するといった観点から，56年度は羽咋川，米町川両水域について汚濁負荷量の実態調査を実施した。

(3) **「閉鎖性水域水質保全調査」**（公害規制課事業）（継続）

閉鎖性水域で顕在的あるいは潜在的に進行している富栄養化現象等の汚濁機構を解明するため，流域の自然形態調査，社会・経済動態調査，汚濁負荷量の流出入調査，水域内の水質・底質等の理化学的調査及びプランクトン等生物学的調査を実施した。

なお，本年度は2年目で，柴山潟を対象とした。

(4) **「人造湖環境保全対策調査」**（環境調整課事業）（継続）

昭和53年度以来，手取川ダム及びその周辺区域を一つの生態系としてとらえ，貯水池における栄養レベル，冷水・濁水現象を経年的に把握することにより，ダム貯水池水の利水や環境保全対策に資するための調査を実施している。本年度は満水後2期目の季節調査と流況調査，そして，自然汚濁負荷の大きいことに着目した濁水時流入負荷シミュレーション調査を行った。

(5) **「犀川ダム等貯水池水質調査」**（河川課事業）（継続）

人造湖では「冷水」・「濁水」・「富栄養化」といった水質悪化に関わる諸現象の惹起が目立ち，中でも「富栄養化」は全国的規模で進行しつつあるという。そこで，建設省では全国で2,000個所に近いダムを対象として，大々的な水質調査を実施している。本県でも54年度から県河川課において，犀川，内川，赤瀬，我谷の4個所のダムを対象として気象，水文及び水質の総合的な調査を継続しており，当科では水質部門を分担している。

(6) **「七尾火力発電所立地に係る環境審査事業」**（環境調整課事業）（新規）

七尾市赤崎町に計画の七尾太田火力発電所建設に係る環境影響調査の審査を行うため，県として地域環境の現況を把握する必要が生じた。このための調査の一環として，水質，底質調査並びに七尾南湾における流況・拡散（COD）シミュレーションを行った。

(7) **「小木港港湾環境調査」**（環境調整課事業）（新規）

小木港の拡大・整備に伴う南防波堤及びその周辺海域の埋立計画に対する環境影響事前調査の一環として，水質，底質調査を行った。

(8) **「水質広域管理計画調査」**（耕地建設課事業）（継続）

農業用水の水質保全を目的とし，七ケ用水系（鶴来町，野々市町，松任市）を対象として実施している。

(9) **「松くい虫防除安全確認調査」**（造林課事業）（継続）

前年度と同じく，県造林課の依頼によるもので，松くい虫防除のためのNAC（(1-Naphthyl-N-methyl-carbamate）の空中散布に伴い，散布域内の環境に及ぼす影響調査として，環境水中のNACの残留性について追跡調査を実施した。調査水域は鹿島郡中島町の熊木川関連水系である。

(10) **「兼六園内用水水質調査」**（公園緑地課事業）（新規）

兼六園において実施された松くい虫防除剤の散布に伴い，園内池水，曲水の散布薬剤（スミチオン）による汚染状況調査を実施した。

(11) **港湾改修・修繕工事事前調査**（港湾課事業）（継続）

港湾改修あるいは修繕工事に係る環境影響事前調査として県港湾課依頼の浚渫土壌試験である。

(12) **悪臭基準設定調査**（公害規制課事業）（継続）

悪臭防止法に基づく規制地域の指定と，規制基準の設定作業の一環として，鹿島郡6町（田鶴浜町，鳥屋町，中島町，鹿島町，能登島町，鹿西町）の発生源事業場について悪臭の実態調査を実施した。

(13) **悪臭防止対策調査**（公害規制課事業）（継続）

悪臭防止の規制事務は市町村長に委任されているが，特に測定体制が未整備な市町村（現状では金沢市を除く全市町村）に対して県が協力し，代行測定を行っている。

3・2・2　受託試験

昭和56年度の委託契約締結による受託事業は2件であった（表7）。

(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。松任市寄新保地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

表 7　　受 託 試 験 の 内 訳

事業名	検体数	項目数	試験内容	依託者
手取川流域地下水水質試験	12	168	一般項目，特殊項目	建設省
水質分析方法検討試験	144	4,280	一般項目，特殊項目	環境庁
計	156	4,448		

表 8　　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	公共用水域	20	335	一般項目，特殊項目
	事業場排水	94	210	一般項目，健康項目，特殊項目
土壌試験		8	95	健康項目，特殊項目
悪臭		5	38	特殊項目
計		127	678	

視が目的である。

(2)　昭和56年度水質分析検討試験

湖沼等の閉鎖性水域における富栄養化が水質保全上の問題となっているが，その対策を進めるに当たり，富栄養化の原因物質である窒素，リンについて公定分析法を早急に確立する必要がある。このため，操作の簡便性等を考慮して環境庁から提案された全窒素測定方法について，昭和55年度に三重県と滋賀県が実施した調査結果を踏まえて，富山県と石川県が，昭和56年度の環境庁からの受託事業として更にこれの基礎的検討を行った。

3・2・3　依頼試験

今年度実施した「衛生公害関係試験検査手数料条例」による依頼試験の内訳は表8に示したように，水質汚濁関係は公共用水域20検体（335項目），事業場排水94検体（210項目）であった。公共用水域はすべて公的機関（国，市町村，県警本部）から，事業場等排水は公的機関からの依頼と民間からのものに分けられる。公的機関からのものは，排出水の状況把握と公害防止協定に基づく定期検査，それに，違反の取締り（県警）などの目的で依頼があった。

土壌の8検体は，港湾整備工事に伴う浚渫土壌からの有害成分の点検を目的としたもので，運輸省から6検体，農業用水苦情に伴う県警本部からの油分試験1検体，そして，高松町の生き甲斐事業に関連したドジョウの養殖培土の残農試験1検体であった。

なお，悪臭関係の依頼試験は金沢市伏見川処理場（ゴミ，し尿）に設置された脱臭装置の効果試験に関するものであった。

4　生 活 環 境 科

生活環境科では室内環境，放射能，上下水，温泉，家庭用品，廃棄物及び生体試料中の重金属に係る試験検査並びに調査研究業務を担当している。

「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」に関しては，繊維製品と家庭用毛糸の防虫加工剤として用いられるDTTB，繊維製品の防炎加工剤としてのビス（2，3-ジブロムプロピル）ホスフェイト化合物及び家庭用エアゾール製品の溶剤としてのメタノールの3物質が追加指定され，その基準と検査方法が昭和56年7月27日公布された。これにより基準の設定された有害物質は13項目となった。また，日本工業規格K0102（工場排水試験方法）が昭和56年10月15日に改正されたことに伴い「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」が改正され，昭和57年4月1日から施行されることとなった。

調査研究では「人体試料中の有害重金属に関する研究」，「環境放射性物質の挙動に関する研究」を継続し，環境部4科共同の「生活環境のアメニティ・マップ作製調査」と，地方衛生研究所全国協議会の共同研究「環境と人の健康に関する研究」にも継続して参加した。行政試験は例年の継続事業に加えて，「梯川流域住民健康調査・再スクリーニング調査」等を新たに実施した。これは，先のスクリーニング調査（昭和49，

50年度実施）から7年を経過したこと，新たにカドミウム汚染地域が追加指定されたことにより昭和56，57年度で実施するものである。環境調整課から依頼の「石川県における環境放射能測定調査」は，食品，雨水，土壌等の核種分析とTLD法による空間線量の測定が主な内容であったが，金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設（辰口町）の敷地内に環境放射能測定局が建設され，放射能測定機，風向風速計，気象観測機が設置されたことにより，環境大気中放射線の変動とそのエネルギー構成を連続測定し，気象，風向，風速との関連を追求する新しい調査が加わった。この様に，環境放射能調査に関しては毎年事業が拡大充実され，これに伴う新しい知識と技術の蓄積に日夜努力しているが，この分野の将来における重要性を考えるとより以上の設備，人員両面での充実が望まれる。そのほか，日常の試験検査をとおして問題点を抽出し検討を加える一方，データを解析することにも努めている。　　（科長：加藤）

4・1　調査研究

昭和56年度における調査研究の概要は次のとおりである。

(1)　**「人体試料中の有害重金属に関する研究」**（継続）

生体試料中の微量重金属を測定する場合，前処理操作が複雑で使用する器具，薬品等による汚染にも注意しなければならず簡便な分析法の開発が望まれている。飲料水や河川水等比較的妨害物質の少い試料について，迅速分析法として用いられ始めたフレームレス原子吸光光度法により尿中重金属を直接分析する方法を確立する目的で，尿に含まれる多量成分，特に無機塩が原子化に及ぼす影響など基本的な条件について検討した。　　（担当：塚林）

(2)　**「環境放射能の挙動に関する調査研究―放射性降下物の土壌蓄積に及ぼす2，3の環境因子の影響について―」**

松林内及び傾斜面の裸地土壌における^{137}Cs濃度を樹木からの距離，深度別に調査し，またそこに生育する松とサカキについて部位ごとの放射性核種の分布状況を調査することにより，放射性降下物の土壌中での蓄積に及ぼす周辺環境の影響について検討した。その結果，松林内では樹木による捕集や濃縮効果が大きくしかも松林内での土壌にはほぼ一様に分布しているのに対し，傾斜のある裸地では風化作用のために^{137}Csはほとんど蓄積されず，流失した土壌が堆積している場所での深度別分布は一般の蓄積傾向とは逆の場合もあることが分かった（別項掲載）。　（担当：小森）

(3)　**「環境放射能の挙動に関する調査研究―石川県における^{137}Csの蓄積量分布―」**

石川県における土壌中の^{137}Csの分布状況を調査し，蓄積に伴う線量寄与について検討した結果，県全体の平均蓄積量は168±65mCi/km^{2}で，加賀地方では能登地方より高い蓄積傾向を示し，^{137}Csの蓄積量は年間平均降水量と高い相関関係にあることが分かった。また，^{137}Csの蓄積による外部被曝線量の増加は天然放射性核種からの線量の約10%と推算できた（別項掲載）　　（担当：小森）

(4)　**「日常活動における個人被曝線量について」**

人間が日常活動を通じて自然から受ける放射線量と地域代表値について検討する目的で，個人の胸部，住宅内，地域代表点，勤務室内及び鉛箱内にTLDを設置し4半期ごとの積算線量を測定した。個人の外部被曝線量は76～86m rem/年で，それぞれが活動した環境からの放射線量の積分値とほぼ一致した。また，この内，宇宙線による寄与は23.2m rem/年と試算された（別項掲載）。　　（担当：小森）

(5)　**「地域し尿処理施設の水質について」**

処理対象人員1,200～2,000人の地域し尿処理施設の5年間の水質データを検討した結果，いずれの施設とも放流水は排出基準をほぼ満足しており，放流水質の変動は流入水の負荷とその変動に影響されていることが分かった。また，流入水，放流水ともにBOD，SSは対数正規分布するのに対し流入水のpH値は正規分布するが，放流水のそれは一定の分布を示さなかった（別項掲載）。

（担当：加藤，塚林，小森，西川，折谷，河端，芹川，尾西）

(6)　**「水道水中のトリハロメタン分析法とその存在状況について」**

ヘッドスペース法によるトリハロメタン分析における基礎的な条件と分析時の汚染防止の方策について検討した。また，県内の上水道で原水の過マンガン酸カリウム消費量，色度の比較的高い水道事業体についてトリハロメタンの存在状況を調査した（別項掲載）。

（担当：折谷，加藤，塚林，西川）

(7)　**「ダム湖水の臭気とプランクトン」**

水道水源として利用されているダム湖で，昭和50年以来かび臭の発生している山口防災ダムのプランクトン調査の結果，夏期には富栄養水域に出現するプラン

クトンが多く，かび臭は藍藻のAnabaenaやPhormidiumによるものと推定できた（別項掲載）。

（担当：折谷）

(8) 「環境と人の健康に関する研究」（継続）（地方衛生研究所全国協議会受託）

飲料水中の無機成分と心臓血管病，脳卒中との関係を全国レベルで検討する地研全国協議会の共同研究に参加した。対象地域は循環器疾患による標準死亡比の高い七尾市と低い小松市を選び，水質分析を行った。今年度は飲料水中の微量重金属のうち，特にカドミウム，銅，マンガン，鉛等との相関を明らかにするため，これらの分析法が再検討された。

（担当：西川）

4・2　試験検査

昭和56年度に実施した試験検査は表9に示すように総数2,030件で昨年度とほぼ同数であったが内容的には行政試験の割合が78.2%と大幅に増大した。種目別では放射能試験697件（34.3%），水質試験613件（30.2%），生体影響479件（23.6%）が主なものであった。

4・2・1　行政試験

行政試験の内訳は表10に示すように例年の継続事業に加えて「小松市梯川流域住民健康再調査」，「水道水中の低沸点有機塩素化合物調査」を実施した。また，産業廃棄物埋立処分場及び洗濯用合成洗剤の苦情に関する試験も行った。

4・2・2　依頼試験

一般依頼試験の内訳は表11に示すように総数443件で，昨年度の約67%となった。昭和51年度以来依頼試験件数は減少傾向にあるが，これは保健所や水道事業体の検査体制が整ってきたこと，環境計量証明事業所や公益法人検査機関が充実してきたことによるものである。

表9　試験検査件数

種別	行政試験	依頼試験	計
飲料水	176件	117件	293件
一般廃棄物	46	213	259
産業廃棄物	20	5	25
温泉	—	28	28
空気	—	7	7
プール水	—	33	33
生体影響	479	—	479
家庭用品	169	40	209
放射能	697	—	697
計	1,587	443	2,030

表10　行政試験の内訳

事業名	対象	検体数	試験内容	依頼先
小松市梯川流域の飲料水水質調査	井戸水	10件	Cd, Pb, Cuほか	環境衛生課
水道水中の低沸点有機塩素化合物調査	栓水	14	トリクレンほか	〃
既設水道水源水質実態調査	ダム湖水	36	BOD, N, Pほか	〃
水道水中の総トリハロメタンの存在状況に関する調査	栓水，原水	116	$CHCl_3$ほか	〃
産業廃棄物埋立処分場に係る放流水等の分析	放流水，沢水	2	Cd, Pb, CNほか	環境調整課
産業廃棄物処理業者実態調査	排水，焼却灰	4	Cd, Pb, CNほか	〃
一般廃棄物処理施設排水等調査	排水，焼却灰	38	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	8	pH, BOD, P, Nほか	〃
有害物質に係る産業廃棄物排出事業所実態調査	汚泥	14	Cd, Pb, CNほか	〃
小松市梯川流域住民健康調査	尿，血液	167	Cd, Pb, Caほか	公衆衛生課
小松市梯川流域住民健康再調査	尿	312	Cd	〃
家庭用品収去試験	衣類，洗浄剤	167	HCHOほか	公害規制課
洗濯用合成洗剤のリン酸塩の含有量	合成洗剤	2	リン酸	県民生活局
石川県における環境放射能調査	食品，雨水，指標植物等	158	全β線，全γ線，核種分析	調整課 環境調整課
昭和56年度放射能測定調査	〃	539	〃	科学技術庁
計		1,587		

表 11　　一般依頼試験の内訳

試験項目	試験内容		検体数	備考
水質試験	飲料水	全項目試験	40件	水道法に基づく全項目試験
		一般飲料水試験	9	（毎年検査項目）
		その他	68	（毎月検査項目） 温水器内滞留水等
	生活廃水		213	
	温泉	小分析	7	
		中分析	6	
		その他	15	
環境試験	空気試験		7	
	プール水試験		33	
産業廃棄物試験	汚泥中重金属等		5	
家庭用品	衣料品中ホルムアルデヒド，ディルドリン等		40	
計			443	

微生物部事業概況

医学及びその関連領域の諸科学の進歩，環境衛生の向上，衛生教育の普及によって，伝染病はもはや人類にとっては脅威ではなくなってきている。もっともまだ一部には，これまで全く知られなかった感染症で，交通機関の発達によって人口密集地帯へ運ばれ人々を恐怖に陥れた例，ラッサ熱，マールブルグ熱，エボラ熱などもなくはないが，しかしこれらは大きな流行を来たすことはなかった。

伝染病が少なくなり，疾病構造も大きな変化をしているが，翻って感染症全体を眺めてみると，決して増えこそすれ減ってはいない。これまで人には非病原性とされていた微生物による日和見感染，抗生物質の副現象として起きる菌交代症，医学の進歩によって知られるようになった minor illness など，また，以前は乳幼児期に自然感染し，不顕性に経過し免疫を獲得していたのに，環境の浄化によってその感染機会を逸したために，成人になって初感染し，時に重篤な症状を来たす例も多々あり，以前には全く治療の対象にもならなかった，また考慮の必要が全くなかった感染症が，これからは適切な対応を迫られるまでになっている。

抗生物質は細菌性疾患には大きな福音をもたらしたが，ウイルス性疾患にはこれに相当する特効薬は皆無と言ってよい。とすれば，ことウイルス感染症に対しては，個人あるいは集団のレベルでの免疫学的な感染防禦による手立てを考えねばならない。しかしその努力にもかかわらず，例えばインフルエンザなどは，今もって世界的な流行を来たし，地上最後の流行病とまで言われている。

感染症から身を守るには，一般的にはワクチンの投与により個人及び集団の免疫能力を高めて感染を防禦するのが普通である。中でも流行病と言われる感染症にあっては，例えばインフルエンザで言われているように，集団免疫度が70%を超えれば感染を免れることができるとする考えは，ワクチンによる感染防禦の1つの目安になろう。しかし感染の防禦に完全を来たすにはこのような感受性対策のみでなく，感染源や感染経路対策を併せて考える必要があり，それとてもその感染源となる微生物の自然界における生態を知っているのとそうでないのとでは，適切な防衛策を取り得るか否かの重要な別れ目となる。もっとも感染源や感染経路が不明な疾患，例えば風疹などでは，学校や保育所など，感受性者の密度の高い集団でさえ，50～70%の罹患で終息してしまうことを考えれば，感受性対策のみでも効を奏するのかも知れない。ところが，ウイルス性疾患では，よく知られた極めてポピュラーな病気の病原体でさえ，その生態は全くと言ってよい程分かっていないのが現状である。とすれば，まず現在どんな感染症が多いのか，またそれはどんな病原体によって起きているのかを，的確にかつ早く知ることが必要となってくる。

発生時の防疫よりも発生を未然に防ぐことを目的とした平常時防疫を優先させようと言う考えが出てきてから既に久しい。しかし現実には，その対応は遅れている。ポリオの流行を契機として伝染病流行予測事業が始められたが，対象疾患も少なく，日本脳炎を除けば流行を予測するには程遠い内容であったが，昭和56年7月から，日本でも外国の例に倣い，新たに感染症サーベイランスを実施することとなった。主眼は医療機関からの患者情報の収集にあるが，今後は対象疾患をもっと増やし，名実ともに日本での感染症の監視網となることを望まずにはおられない。一方病原体情報に関しては，以前には国立予防衛生研究所内に置かれているWHOレファレンスセンターが一部の衛生研究所の情報を収集していたが，昭和55年以降は国立予防衛生研究所と地方衛生研究所全国協議会とによる微生物検査情報のシステム化に関する研究班が衛生研究所での微生物情報をすべて収集し始めており，昭和56年からは検疫所や都市立伝染病院の伝染病情報も加え，更に昭和57年からは一般病院での微生物検査情報をも提供を受けるべく呼びかけを行っている。我々もこれまではとかく伝染病や食中毒の情報のみに限定され，感染症全体の動向を捕えることは出来なかったとの観点から，積極的に情報の提供に協力願えるよう努力を続けている。

近年，病原体の多様化が目立ち，これまでは一つの伝染病には1つの病原体という例が多かったのに対し，感染症の症状は重篤なものが少なくなった代り，症状から病原体を推測することは困難になりつつある。1つの病原体であっても，それによる疾病の表現

型は多様で，それだけに感染症の病原体究明には，以前に比べ数倍も労力を要するようになった。年々新らしい病原体と疾病の組合せが報告され，対処すべき病原体の数は毎年増加している。疾病の病因究明は我々に課せられた義務であり，最大限の努力を払ってでもこれに対処してゆかねばならないと考えているが，これらの微生物検査情報と感染症情報とが時間的にも量的にもより以上に満足すべきものになれば，真の意味での平常時防疫も可能となろう。

しかし現実的には，限られた人数で，しかも限られた時間内にこなせる量はおのずと限定されてくる。我々の仕事では労多い割にはネガティブデータが多く，かなりの数をこなさなければ物が言えない。多くの労力を要する調査であっても，多人数を投入すれば比較的短期間にまとめることも可能となろうし，また例え少人数であっても，人手に代る機器の投入があれば省力化も可能となろう。しかし当部は実働4人の人力で支えられているに過ぎない。日常の行政・一般依頼検査に忙殺され，新しい知識や情報や技術の導入すらままならないのが現状である。このようなせっぱ詰まった状態の中で，細菌検査担当主任技師が長期の療養を余儀なくされ，急きょ血清検査担当主任技師にウイルス検査のかたわら細菌検査を担当してもらうこととし，臨時職員1人の応援を得てどうにかこの年度を切り抜けることが出来た。細菌・ウイルス両科の職員の協力があったことは言うまでもない。

当部における試験検査の推移をみてみると，一般依頼検査は民間検査機関も年々充実されてきているため，その数は年々減少している。しかし一方で行政依頼検査は増加し続けている。新しい事業として，昨年度には県内河川でのコレラ菌定点観測（細菌科）が，本年度は感染症サーベイランス対策に伴う分離検査（細菌科・ウイルス科），妊婦と20歳女子を対象としたHBs 抗原・抗体保有調査（ウイルス科），更には梯川流域住民健康調査再調査（細菌科）が上積みされた。継続事業として，細菌検査では，伝染病や食中毒発生時の検査（病原体の分離・同定や分離株の精査などのレファレンス），食品や水の規格試験，畜水産物中の抗生物質のバイオアッセイ，輸入食品からの病原体検出，かき貝の衛生確保調査など，臨床検査では梯川流域住民健康調査管理検診，ウイルス・血清検査では，集団かぜ等発生時のウイルス分離や抗体価測定，20歳女子（津幡保健所管内成年健康調査受診者）の風疹HI 抗体保有調査などを実施した。また調査研究としては，10年来継続して実施している小児の上気道疾患からのウイルス分離，日本脳炎やインフルエンザの流行予測，キャンピロバクターの生態に関する調査，中学生を対象としての尿成分測定による健康指標の設定など，疫学的な調査に主力を注いだ。

本年度，微生物部が取扱った試験検査件数は表1に示したように総計16,044件で，昨年に比し16.8％の減となった。これは昨年度のコレラ発生に伴う細菌行政検査の減（2,251件）とウイルスの依頼検査の減（4,243件）によるもので，今年度から始った住民健康調査スクリーニングなどの臨床行政検査の増(1,293件）及びHB ウイルス抗原・抗体試験などのウイルス行政検査の増（2,214件）はあったものの，全体では3,243件の減となった。行政検査は全体の38.3％にあたる6,152件で，昨年度に比し24.9％，1,228件の増，また依頼検査は9,892件で62.7％を占め，昨年度からみると31.1％，4,471件の減であった。

なお，当部に関する人事としては，ウイルス科佐藤邦代技師が4月1日付で県立中央病院薬剤部に転出し，代りに厚生部衛生総務課から水上依乃技師が転入

表1　微生物部試験検査件数

科名	検査名	行政検査	依頼検査	計
細菌科	細菌検査	1,293	236	1,529
	臨床検査	1,467	—	1,467
	小計	2,760	236	2,996
ウイルス科	ウイルス検査	3,382	9,629	13,011
	血清検査	10	27	37
	小計	3,392	9,656	13,048
微生物部	計	6,152	9,892	16,044

した。また所内では，芹川俊彦技師が9月8日から向う1年間の療養を要するため病休することとなり，ウイルス科の尾西一技師が細菌科兼務となった。

また行事として，昭和56年度の地方衛生研究所全国協議会東海北陸支部ウイルス部会が当所の担当で，昭和57年3月12日（金）と13日（土）の両日，地方職員共済組合山中保養所ほくりく荘（江沼郡山中町菅谷）で開催された。関係者33人の出席で，第1日目はサーベイランスをテーマに主としてウイルス分離成績と流行例の報告及び血清疫学調査成績が，2日目はインフルエンザをテーマに，18題の発表と関連した質疑討論が行われた。また2日の話題討議終了後，「インフルエンザウイルスのHA及びNA抗原分析とSRCF法による抗体測定について」と題して，新潟県衛生研究所の芝田充男ウイルス課長からインフルエンザウイルスの流行状況と抗原型の推移並びに新しい抗体量測定方法の紹介を兼ねた特別講演があった。

以下に細菌科とウイルス科の概況について科別に述べる。　　（部長：木村）

1　細　菌　科

細菌科では，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う一方，健康事象に関する臨床生化学的な調査・研究を分掌している。

細菌検査：調査研究では，昨年に引き続きキャンピロバクター・ジェジュニ/コリーに取組んだ。本年度は金沢市元町保健所食肉検査室とタイアップし，特に屠畜（牛，豚），家禽（鶏），愛玩動物（犬，猫）を対象に，肉や内臓，糞便等から分離を試み，自然界におけるこの菌の分布について調査を行った。

試験検査では例年どおり，伝染病や食中毒の発生時，食品一斉取締り時における行政検査，食品や水の依頼試験を実施した。本年度から新規に発足した事業として感染症サーベイランス（感染症情報対策調査）が7月1日から，厚生省委託公衆衛生課事業としてスタートし，当科では，県下16医療機関検査定点から保健所を通じて持込まれる臨床材料について細菌分離・同定を実施した。今後平常時防疫の要として，これら検査情報は有効に活用されることを期待したい。また昨年度から行っているコレラ菌の定点観測のほか，穴水湾でのカキ養殖に係る環境調査等のバイオアッセイによる残留抗生物質調査，分離菌株の同定や詳細な型別（伝染病原菌並びに食中毒起因菌）などについて，引き続き協力した。

臨床検査：例年どおり，公衆衛生課事業の小松市梯川流域のカドミウム汚染地区住民の健康管理検診に協力したほか，本年度から3カ年計画で実施予定の再調査のスクリーニング調査（1次検診）にも参加した。一方，同課事業の環境保健基礎調査に併せて，中学2年生の早朝尿の分与を受け，尿成分による健康指標としての健常値の設定に引き続き取組んだ。

昭和56年度に細菌科で実施した試験検査件数は，行政検査2,760件（細菌検査1,293件，臨床検査1,467件）で，昨年度比26%の減であった。これは細菌検査が昨年度はコレラ発生で，平年度に2,200件余り件数が上乗せされたからで，一方臨床検査は平年度分にスクリーニング検査の1,300件が本年度上積みされ，件数は一挙に8.4倍となった。また依頼検査は昨年度より更に落ち込み，僅かに236件，昨年度比50%減となり，年々減少の一途をたどっている。件数の大部分（83%）は水の細菌検査であるが，これも今後はもっと少なくなることが予想され，公的証明の必要な検査，民間検査機関では実施し難い検査のみが残ることになろう。

（科長：部長兼務）

1・1　調査研究

(1)　**「原因不明下痢症の病因究明」**（継続）

Campylobacter jejuni による集団下痢症の発生報告が近年全国的にみられ，本県においても昨年2件の集団下痢症の事例を経験した。そこで，本菌の感染源や感染経路を解明するため，金沢市元町保健所食肉検査室との共同研究で，家畜，家禽やペットの犬，猫における本菌の保菌状況や，自然界における分布状況について調査を行った。その結果，ニワトリの排泄便と屠殺豚の盲腸内容物からそれぞれ60%の検出率で *C. jejuni/coli* が分離され，次いで牛の盲腸内容物から27%に，犬・猫の糞便から9%に分離された。また，豚枝肉と肝臓からは，それぞれ10%，17%に検出された。一方，河北潟の土壌と潟に棲息するフナからは，全く検出されなかった。なお，犬・猫では，幼獣からの検出率が高いという興味ある結果が得られたが，この点に関しては更に検体数を増やして検討する必要がある。今後，人由来株を加えて，血清型別試験，馬尿酸加水分解試験などの生化学性状，抗生物質感受性試験等を行って検討を加えたいと考えている。詳細は別項に掲載した。　　（担当：芹川）

(2) 「環境保健基礎調査—尿成分による健康指標としての健常値の設定（継続）（一部公衆衛生課事業）

石川県が実施している中学2年生を対象とした環境保健基礎調査時の尿の分与を受け，昭和53年度から，生活環境の変化による健康の状況を把握するため，尿成分測定による健康指標としての健常値の設定を試みている。本年度は体内蓄尿時間と尿成分の関係，特に成人病予防対策の一環として問題となっている食塩摂取量と尿中 Na 排泄量を中心に調べた。フィールド調査での限られたサンプリングの条件から，いかに有効な生体情報が取り出せるかが問題点となるが，サンプリング条件をできるだけ均質化すれば地域対比も可能となる。サンプルの均質化をチェックするマーカーとして，早朝尿の場合は尿中リン濃度とクレアチニン濃度との対比が有効と考えている。また，尿中 Na 排泄量については，24時間尿排泄量と対比できるようなデータの蓄積が必要であるが，現段階で早朝尿のみでも地域対比データとしてかなり利用できるものと思う。

（担当：松田）

1・2　細菌検査

1・2・1　行政検査

行政検査1,293件の内訳を表2に示した。今年度の特徴は，公衆衛生課事業の感染症サーベイランスに係る検査が始まったことと，伝染病発生時検査が例年より著しく減少したことである。その他の事業については，ほぼ例年どおりであった。うち病原菌の検索を実施した件数は358件で全体の28%であり，また食品の規格試験や水の細菌検査などの件数は935件で全体の72%を占めた。

〔伝染病〕

腸チフス・パラチフス：本年石川県で発生した腸チフス患者は5人で，これらの患者からの分離菌株は性状などを当科で精査した後，国立予防衛生研究所へ送付しファージ型別を依頼した。その結果は E1 が4株，D6 が1株であった。またパラチフス菌検査は4件実施したが，いずれも陰性であった。

コレラ：送付された3検体はすべて海外からの帰国者が保健所に検便を依頼したもので，保健所を経由し当科に届けられたものである。検査の結果はすべて陰

表2　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	13	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	90	環境衛生課，保健所
食品一斉取締り	規格試験（細菌検査）	158	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	20	〃
食肉等の残留抗生物質	生物学的検定	74	〃
かき貝の衛生確保	貝の細菌数・大腸菌群	32	〃
〃	養殖海水の大腸菌群	25	〃
牛乳中の残留農薬調査	TTC試験	6	〃
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	151	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	78	〃
梯川住民健康調査	尿中細菌の分離・同定	6	〃
海水，河川水，排水等検査	大腸菌群	347	公害規制課，河川課 環境調整課
放流水検査	〃	20	環境調整課
ダム湖水検査	〃	192	環境調整課，河川課
小計		1,212	
検査課分細菌検査	事業所排水	73	津幡保健所
	海水	8	
小計		81	
計		1,293	

性であった。

〔食中毒〕

本年度石川県で発生した食中毒は15件（患者数784人，死者なし）で，すべて細菌性食中毒と推定されている。当科には食中毒及びその疑いのある事例の糞便や保健所で分離された菌株など90件が届いた。これらについて分離・同定並びに血清型別などを実施した。そのうち表3に，ブドウ球菌のコアグラーゼ型別と腸炎ビブリオの血清型別の成績を載せた。

〔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，細菌検査を実施したものの内訳と結果を表4に示した。このうち不適とされた食品はいずれも大腸菌群陽性のもので，魚肉ねり製品に5件，食肉製品（焼豚）に1件，鯨肉（ベーコン）に2件の計8件あった。

〔輸入食品一斉取締り〕

東南アジア産のエビ15件，西アフリカ産のイカ1件，ニュージーランド産のサワラ2件，オーストラリア産のマグロ2件の計20件について，細菌数，大腸菌

表3　食中毒検体から分離された菌の型別成績

(1) 黄色ブドウ球菌

事例	菌株数	コアグラーゼ型，株数（由来）
1	4	7型4株（便，まな板ふきとり）
2	11	7型10株（便，食品），不明1株（便）
3	2	7型2株（吐物）
4	6	7型5株（便）
5	4	7型4株（便，手指ふきとり）

(2) 腸炎ビブリオ（すべて便由来）

事例	菌株数	血清型
1	3	O4：K8，O4：K13，O4：K29
2	1	O3：K型別不能
3	17	O4：K8
4	2	O4：K8，O4：K34
5	4	O4：K63，O3：K型別不能
6	8	O3：K29
7	1	O1：K56
8	4	O1：K60，O4：K8

表4　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
魚肉ねり製品及び食肉製品一斉取締り	魚肉ねり製品	16(1)	大腸菌群
	食肉製品	5	—
清涼飲料水等一斉取締り	清涼飲料水	16	—
	乳酸菌飲料	7	—
	はっ酵乳	3	—
夏期食品一斉取締り	魚肉ねり製品	15(2)	大腸菌群
	食肉製品	16	—
	冷凍食品	9	—
	清涼飲料水	7	—
	乳酸菌飲料	3	—
	はっ酵乳	3	—
	氷菓	2	—
	乳飲料	1	—
年末一斉取締り	魚肉ねり製品	24(2)	大腸菌群
	食肉製品	11(1)	〃
	鯨肉製品	2(2)	〃
	冷凍食品	10	—
	生がき	3	—
	レトルト食品	3	—
	牛乳	1	—
	加工用かき	1	—
計		158(8)	

群，コレラ菌，NAG ビブリオ，腸炎ビブリオ，病原大腸菌，黄色ブドウ球菌，サルモネラの検索を実施した。その結果，細菌数に $6.0\times10\sim1.8\times10^6$/g，大腸菌群は，$<10\sim8.4\times10^4$/g といずれも検体による大きなバラツキが認められた。

〔食肉等の残留抗生物質検査〕

食肉49件（牛肉19，豚肉16，鶏肉14），鶏卵20件，養殖うなぎ5件の計74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〕

昨年に引き続き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5月に1定点でコレラ菌 O-1型（エルトール・小川型）が1回のみ分離されたが，菌数は極めて少なく，人への感染を起こす可能性はないと考えられた。また，NAG ビブリオ（コレラ菌非 O-1型）は全部の定点で分離され，夏期には腸炎ビブリオも高率に分離された（詳細は別項に記載）。

〔感染症サーベイランス〕

今年度の7月から，公衆衛生課では厚生省事業としての感染症サーベイランス調査を行うこととなり，本県では16検査定点を定め，ここで採取された検体について細菌検査を実施した。内科，小児科の10定点中4定点から検体（鼻咽頭ぬぐい液と糞便）が送付された。対象疾患，検査件数，検査成績等は表5に示したが，溶連菌感染症から溶血レンサ球菌25株（A 群24株，G 群1株）とその他の感染性下痢症からキャンピロバクター3株を分離した（詳細は別項に掲載）。

表5　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	菌種
溶連菌感染症	61	25	A群24 G群 1
百日ぜき様疾患	5	0	
乳児嘔吐下痢症	2	0	
その他の感染性下痢症	8	3	キャンピロバクター
その他(化膿性扁桃炎)	2	0	
計	78	28	

1・2・2　依頼検査

依頼検査236件の内訳は表6に示した。食品・薬品関係の細菌検査は30件で，いずれもこれらを製造している業者からの依頼であった。また依頼検査の84%を占める水の細菌検査は199件で，市町村や企業から依頼されたものであるが，件数は昨年に比べると半減している。

1・3　臨床検査

臨床検査1,467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区の住民への人体影響を調べるために行われており，昭和49，50年度スクリーニング調査及び昭和51年度環境庁委託調査で，腎尿細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（管理検診）を実施している。本年度も昭和55年度石川県環境保健委員会の総合判定により，要専門管理，要生活指導又は要経過観察の必要があると判定された68人を対象に調査を実施した。A 検診は6月に実施し，51人が受診した。B 検診は9月に実施し，33人が受診した。なお早朝尿のみの提出者が51人中4人，A 検診のみが16人，B 検診のみが1人あり，A，B の両検診を受け，すべての項目を検査できたのは30人であった。

表6　細菌依頼検査の内訳

検査内容	件数	備考
食品・薬品の細菌検査	30	こんにゃく 2，ところてん 5，鯨肉 1，小麦粉 5，冷凍食品 2，牛乳 4，うぐいす粉 2，でんぷん 1，すし 1，乳酸菌飲料 1，保存血液 6
水の細菌検査	199	放流水 122，プール水 33，飲料水 29，工場排水 15
空気中の微生物測定	7	落下細菌 7
計	236	

表 7　梯川流域住民健康調査（管理検診）の内訳

検診	検体	検体数	検査項目
A 検診	24時間尿	51	尿量，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，β_2ミクログブリン，リゾチーム），重金属分析（Cd，Pb，Cu，Zn）[1]
B 検診	早朝尿	51	尿量，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[1]
	2時間尿	33	尿量，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[3]電解質（Na，K，Cl）[4]，尿細菌培養[2]〔追加項目〕β_2ミクログロブリン[5]
	血液	32	ヘマトクリット[3]，ヘモグロビン[3]，赤血球数[3]，（血清）糖，クレアチニン，無機リン，尿素窒素，アルカリフォスファターゼ，カルシウム[1]，電解質（Na，K，Cl）[4]〔追加項目〕β_2ミクログロブリン[5]
計		167	

1）環境部生活環境科が担当した。
2）細菌培養は小松保健所で実施し，細菌数10^5/ml以上の場合，当科で細菌の同定を行った。
3）小松保健所で実施した。
4）金沢医科大学病院の機器で測定した。
5）酵素免疫測定（EIA）法にて測定した。

表8　梯川流域住民健康調査（再調査）1次検診受診状況（昭和56年度）

地区番号	地区名	対象者数	受診者数	受診率（%）
01	金平	98	93	94.9
02	金野	102	103	99.0
03	五国寺	69	71	97.2
04	軽海	189	179	94.7
07	正蓮寺	29	27	93.1
08	花坂	48	48	100.0
09	中海	161	153	95.0
10	荒木田	102	97	95.1
15	吉竹	292	265	90.8
16	清六	21	20	95.2
31	沢	72	65	90.3
32	不動島	41	35	85.4
汚染地区計		1,224	1,156	94.4%
51	波佐谷	160	144	90.0
対象地区計		160	144	90.0%
計		1,384	1,300	93.9%

A検診は24時間尿51検体につき14項目（うち当科で10項目），B検診は早朝尿51検体につき8項目（うち当科で7項目），2時間尿33検体につき12項目（うち当科で10項目），血液32検体につき12項目（うち当科で8項目）の検査を行った。なお血液と2時間尿にβ_2ミクログロブリン（酵素免疫測定法）を追加試験した。これら管理検診の検査項目については，表7に示したとおりで，件数は167検体で延べ項目数は1,504項目であった。

カドミウム汚染地区住民の腎尿細管機能障害は，加齢に伴ない進行する疑いがもたれているため，同地区住民（50歳以上）を対象に再調査する必要が出てきたので，昭和56年度から調査を実施することとなった。今回新たに汚染地区として対象になった不動島町と沢町を含む22地区と対照2地区の住民約3千人につき，3年計画で1次検診（スクリーニング検査），2次検診，3次検診を行う予定である。再調査は，2群に分けて実施され，本年度は12汚染地区の1,156人と1対照地区の144人，合計1,300人について1次検診（A検診，B検診）を実施した。受付検体数は1,300件であった（表8）。調査方法，検査方法は，昭和51年度環境

表9　梯川流域住民健康調査（再調査）1次検診の内訳

検診	検体	項目
A検診	50歳以上の住民の早朝尿	蛋白，糖，低分子蛋白*，クレアチニン
B検診	同上	総アミノ窒素，カドミウム**

調査方法，検査方法は，昭和51年環境庁委託調査時の基準に準ずる。
* RBP定性（半定量）は当科が担当した。
** 環境部生活環境科が担当した。

庁委託調査時の基準に準じて行った。検診時の検体の種類と検査項目は表9のとおりである。なお当科では尿中低分子蛋白半定量法（福島らの方法）を分担した。

2 ウイルス科

ウイルス科では，感染症の病原体のうち，ウイルス，クラミジア，リケッチア，マイコプラズマに関する調査研究・検査並びに細菌の血清学的反応検査及び梅毒血清反応（TPHA，FTAなど）を分掌している。

昭和56年度に実施した試験検査件数は総数13,048件で，うち行政検査は3,392件（ウイルス検査3,382件，血清検査10件）で，前年度比2.8倍となった。これはHB（B型肝炎）ウイルス スクリーニング検査が新たに加わったからである。一方依頼検査は9,656件（ウイルス検査9,629件，血清検査27件）で，前年度比31%の減となった。

ウイルス検査：調査研究としては，昭和47年度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」に取り組み，小児のかぜの病因ウイルスの流行状況を調査し，委託調査としては，厚生省事業の伝染病流行予測調査のうち，日本脳炎とインフルエンザについて感染源調査を実施する一方，本年度から実施されることとなった感染症サーベイランス（感染症情報対策調査）のウイルス検査を担当した。また公衆衛生課委託の事業としては，昭和47年度から継続して実施しているインフルエンザ定点観測調査のほかに，本年度から新たに妊婦を対象としたHBウイルスのスクリーニング調査も実施することとなった。行政検査は，伝染病発生時検査として，集団かぜ13施設738件，プール熱1施設31件について検査を行った。また津幡保健所検査課分検査として，成年健康調査受診20歳女子の風疹HI抗体価測定を行った。一般依頼検査では，ウイルス血清反応が9,615件（前年度比31%減），ウイルス分離14件（前年度比39%減）と大幅な減少となった。

血清検査：主として保健所からの梅毒血清反応の確認検査で，ほかに一般依頼検査として，ワイル・フェリックス反応，ウイダール反応を行った。

（科長：梶）

2・1 調査研究

(1) 「**小児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，その流行状況を知る目的で，昭和47年度から継続してかぜ患児の咽頭ぬぐい液からのウイルス分離を実施している。本年度も，金沢赤十字病院小児科の協力を得て，同科受診のかぜ患児499名から咽頭ぬぐい液を採取し，147株のウイルスを分離した。分離ウイルス株の内訳は，インフルエンザ（A(H1)，A(H3)，B型）16株，パラインフルエンザ（1～3型）24株，アデノ（1～6，11型）62株，単純ヘルペス2型3株，ポリオ（1～3型）7株，コクサッキーB（2，4型）7株，エコー（11，14，15型）14株，未同定14株であった。なお，ポリオウイルスについては，すべてワクチン投与に伴った分離例であった。時期的にまとまって分離され，流行があったと推定されたのは，4～5月にかけてのパラインフルエンザ3型，5～6月のアデノ3型，6～7月のアデノ4型と5型，7～8月のエコー11型，10～1月のアデノ6型，12～3月のインフルエンザB型の計7種類のウイルスであった。詳細は別項に記載した。　　（担当：木村，梶，尾西）

(2) 「**日本脳炎流行予測調査**」（厚生省委託事業）（継続）

昭和56年7月から9月の3か月間，1旬あたり1回の計8回，輪島保健所管内の奥能登牛肉処理加工場で屠殺された160頭の豚について，その血中日本脳炎HI抗体保有状況について調査を行った。HI抗体保有率の上昇の兆しは8月下旬からみられ，9月上旬には新鮮感染の指標である2ME感受性抗体を保有する豚が認められるようになり，続く中旬にはHI抗体保有率は50%を超え80%となり，本年度もここ数年同様，日本脳炎ウイルス汚染推定地区の指定を受けた。この事実から日本脳炎ウイルスが本県に侵入した時期は8月下旬から9月上旬の間であり，その後広がったことを示している。しかし，本年度も患者発生の可能性はあったものの，昨年と同じく疑似を含めた患者の発生はなかった。なお，詳細は別項に記載した。

（担当：梶）

(3) 「**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）

本年度は，金沢，小松，七尾の3地区の5協力医療機関に受診したインフルエンザ様患者を対象に，咽頭ぬぐい液からのインフルエンザウイルス分離と，対血清のHI抗体価測定を行い，インフルエンザの流行状況と流行型の把握を行った。その結果，インフルエンザウイルスが12月末に1人，1月2人，2月12人，3

表10　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	199	厚生省，公衆衛生課
感染症サーベイランス	ウイルス分離	72	厚生省，公衆衛生課
インフルエンザ流行予測（感染源）調査	ウイルス分離 インフルエンザ HI 抗体価測定	72 141	厚生省，公衆衛生課
インフルエンザ定点観測（感染源）調査	ウイルス分離 インフルエンザ HI 抗体価測定	77 0	公衆衛生課
伝染病発生時検査　集団かぜ	ウイルス分離 ウイルス抗体価測定	71 667	公衆衛生課，保健所
伝染病発生時検査　集団プール熱	ウイルス分離 ウイルス抗体価測定	14 34	公衆衛生課，保健所
HBウイルススクリーニング検査	HBs抗原・抗体定性試験	1,610	公衆衛生課，保健所
風疹HI抗体保有調査	風疹 HI 抗体価測定	425	公衆衛生課，保健所
計		3,382	

月3人から分離され，3月の1人がA(H3)型であったのを除けばあとはすべてB型であり，2月をピークとしてB型ウイルスによる流行があったことが確認された。一方，対血清の血清学的成績でもウイルス分離と同じ成績が得られ，やはりB型ウイルスによる流行が確認された。また，年齢層別の確認患者発生状況から，B型ウイルスが全年齢層に広く蔓延していることが示された。詳細は別項に記載した。

（担当：梶，尾西，木村）

2・2　ウイルス検査

検査件数は13,011件（前年度比13%減）で，そのうち行政検査は26%にあたる3,382件（前年度比2.9倍），一般依頼検査は77%の9,629件（前年度比31%減）であった。

2・2・1　行政検査

行政検査3,382件の内訳を表10に示したが，すべて公衆衛生課を窓口としたもので，本年度からサーベイランス事業に付随するウイルス分離検査と，HBウイルススクリーニング検査が新たに加わった。

〔感染症サーベイランス〕

昭和56年7月から，厚生省委託事業として始められたもので，対象19疾患（「その他」を含む）のうち，ウイルス検出の対象となる9疾患を中心に，検査定点で採取された臨床材料からのウイルス分離検査を実施した。本年度ウイルス分離検査のため採取された検体は62人分72検体で，材料別内訳は咽頭ぬぐい液29件，眼結膜ぬぐい液23件，糞便17件，髄液2件，水疱内容液1件であった。疾患別では，流行性角結膜炎18件（分離ウイルス：アデノ3型7株，4型6株，5型1株，8型1株，計15株），ヘルパンギーナ9件（アデノ4型4株，8型1株，エコー11型1株，計6株），咽頭結膜熱9件（アデノ3型2株，4型6株，計8株），風疹2件（エコー11型1株），手足口病（分離陰性），無菌性髄膜炎4件（エコー11型4株），流行性耳下腺炎1件（アデノ4型1株），乳児嘔吐下痢症2件（分離陰性），その他の感染性下痢症7件（分離陰性），その他（感冒など）10件（インフルエンザB型2株，アデノ3型1株，4型1株，未同定2株，計6株）であり，分離株総数は41株であった。疾患との関連が強く疑われたものとしては，流行性角結膜炎のアデノウイルス3型と4型，咽頭結膜熱のアデノウイルス4型，無菌性髄膜炎のエコー11型などで，他の疾患と分離ウイルスの因果関係については，これのみからは速断できなかった。なお詳細については別項に掲載した。

〔集団かぜ〕

昭和56年5月に松任保健所管内の野々市町野々市中学校で腹部症状を伴う集団かぜの発生があり，咽頭ぬぐい液・糞便・血清の送付を受け，ウイルス分離と抗体価測定（インフルエンザなど9抗原を使用）を行ったがすべて陰性で，原因は不明であった。その後12月上旬に山代保健所管内加賀市緑が丘小学校で発生した集団かぜから，5人の咽頭ぬぐい液と対血清が採取さ

表 11　　HB ウイルススクリーニング検査成績

対象者		HBs 抗体陽性者(%)	HBs 抗原陽性者(%)	HBs抗原陽性者のうち	
				HBe抗体陽性者	HBe抗原陽性者
妊婦	380人	46(12.1%)	13(3.4%)	7	5
成年健康調査受診者	425人	43(10.1%)	8(1.9%)	1	6
計	805人	89(11.1%)	21(2.6%)	8	11

れ検査を行ったところ，ウイルスは分離されなかったが，血清学的にインフルエンザウイルスB型に罹患したことが確認された。以降県下各地で集団かぜが続発し，当科には延べ11校50人の学童・生徒の検体が送付され，ウイルス分離では2校3人からインフルエンザウイルスB型が，また対血清の抗体価測定では6校17人にB型ウイルスによる罹患が証明された。しかし残る5校はウイルス学的にも血清学的にインフルエンザは否定された。なお，詳細は別項に記載した。

〔プール熱〕

昭和56年7月下旬に津幡保健所管内の内灘町向粟ケ崎小学校でプール熱が発生し，咽頭ぬぐい液6件，眼結膜ぬぐい液6件，糞便2件，血清17件（6人対血清，5人単一血清）の送付を受け，ウイルス分離と，アデノ3型CF抗原を用いた血清学的検査を実施した。その結果，ウイルス分離と血清学的検査でともにアデノウイルス感染が確認でき，分離ウイルスは同定の結果すべて4型であった。アデノウイルス4型によるプール媒介性咽頭結膜熱の発生報告は少なく，珍らしいケースであった。詳細は別項に掲載した。

〔HB ウイルススクリーニング検査〕

新生児の HB ウイルスキャリヤー化防止を目的として始められた新規事業で，8月から検査が開始された。検査は，検査課のある保健所と当所が担当し，当科では津幡保健所管内の産科医受診妊婦380人及び成年健康調査受診者425人の計805人の血清について，東京都総合臨床研究所から国立金沢病院を通じて分与された RPHA，PHA 試薬を用い，HBs 抗原・抗体の検出を行った。その結果は HBs 抗原陽性21人（2.6%），HBs抗体陽性89人（11%）で，抗原陽性者については血清を国立金沢病院に送付し，HBe抗原・抗体のRIA法などによる検査を行った。成績は表11に示した。

2・2・2　依頼検査

依頼検査9,629件のうち，ウイルス分離依頼は14件，ウイルス血清反応依頼は9,615件で，前年度比で31%の減少となった。

表12　　ウイルス分離（依頼検査）検体の内訳

検体名	件数
髄液	9
糞便	2
咽頭ぬぐい液	1
血清	1
羊水	1
計	14

〔ウイルス分離〕

ウイルス分離検体の内訳は表12に示した。分離系としては，AGMK，VERO，HEp-2，MDCK の4細胞系に加え，必要に応じて孵化鶏卵も用いたが，分離はすべて陰性であった。

〔ウイルス血清反応〕

ウイルス血清反応の項目別・月別件数は表13に示した。常時実施の30項目のうち最も依頼が多かったのは風疹（HI）の1,164件，次いでサイトメガロ（CF）の1,134件で，あと風疹（CF）470件，インフルエンザA型（HI）391件，コクサッキーA4型（CF）391件，インフルエンザB型（HI）361件の順であった。逆に少なかったものは，ポリオ3型（CF）162件，日本脳炎（HI）163件，ポリオ2型（CF）172件であった。常時検査している項目以外で依頼があり実施したのは，インフルエンザB型（CF），日本脳炎（CF），コクサッキーA7型（CF），コクサッキーB1型，6型（ともにCF），オーム病（CF），HBs抗原（RPHA）の計7項目40件であった。

2・3　血清検査

本年度実施した血清検査は，37件で前年度比34%の減であった。その内訳は表14に示したとおりで，行政検査は保健所依頼の梅毒血清反応（STS 3法）で疑陽性以上の検体10件についての TPHA 試験であり，う

表 13　　ウイルス血清反応の月別・項目別依頼件数

検査項目	昭和56年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭和57年 1月	2月	3月	計
インフルエンザA (HI)	30	21	36	27	25	31	27	27	21	21	48	77	391
〃 B (HI)	26	21	31	21	20	28	26	25	19	20	46	78	361
〃 〃 (CF)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
パラインフルエンザ 1 (HI)	25	18	28	19	19	23	21	15	20	15	15	33	251
〃 2 (HI)	25	18	27	15	13	19	18	11	19	13	14	31	223
〃 3 (HI)	23	18	27	15	12	19	18	11	19	11	14	31	218
〃 4 (HI)	22	16	24	11	10	19	16	11	17	9	14	31	200
ムンプス (HI)	25	27	28	19	32	17	31	21	18	27	26	40	311
麻疹 (HI)	17	25	42	18	32	21	25	15	22	31	30	36	314
〃 (CF)	13	20	30	12	16	15	13	7	19	17	18	28	208
風疹 (HI)	35	69	296	141	95	42	43	28	46	81	126	162	1,164
〃 (CF)	23	29	80	41	46	26	17	9	24	32	57	86	470
日本脳炎 (HI)	10	12	17	10	18	17	17	13	12	10	10	17	163
〃 (CF)*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
アデノ 3 (CF)	17	14	32	28	33	23	28	22	20	25	26	28	296
単純疱疹 1 (CF)	24	33	34	24	28	26	27	21	25	25	24	30	321
水痘・帯状疱疹 (CF)	24	23	29	10	14	23	13	15	26	17	19	26	239
サイトメガロ (CF)	151	106	181	120	112	122	92	66	55	52	34	43	1,134
R S (CF)	4	3	17	10	9	12	13	13	16	11	19	23	150
ポリオ 1 (CF)	16	14	16	13	28	16	18	15	12	14	15	22	199
〃 2 (CF)	15	13	14	7	22	14	18	9	12	12	14	22	172
〃 3 (CF)	12	12	13	6	18	14	18	9	12	12	14	22	162
コクサッキーA 4 (CF)	51	55	41	24	35	35	28	20	21	22	25	34	391
〃 7 (CF)*	0	0	1	2	1	0	1	1	7	2	0	0	15
〃 9 (CF)	19	22	23	8	20	28	20	8	16	13	14	30	221
コクサッキーB 1 (CF)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
〃 2 (CF)	23	22	24	16	29	29	23	12	17	13	21	29	258
〃 3 (CF)	20	21	22	8	19	23	20	9	13	11	11	27	204
〃 4 (CF)	17	21	21	7	18	22	21	9	15	11	11	27	200
〃 5 (CF)	16	20	21	9	18	22	20	8	15	11	11	27	198
〃 6 (CF)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
エコー 3 (CF)	42	53	38	23	34	29	24	16	14	20	20	29	342
〃 6 (CF)	29	44	31	11	19	21	15	4	12	9	15	27	237
〃 9 (CF)	25	45	31	12	17	21	14	4	10	10	15	27	231
オーム病 (CF)*	0	0	2	4	2	0	4	0	0	0	0	0	12
HBs 抗原 (RPHA)*	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
マイコプラズマ (CF)	26	13	35	29	20	28	32	31	20	27	40	45	346
計	805	835	1,292	720	834	785	721	485	594	606	770	1,168	9,615

* 常時検査項目以外の項目

ち1人が陽性であった。一般依頼は，リケッチア症診断のワイル・フェリックス反応（1人，3件）とチフス性疾患診断のウイダール反応（6人，24件）であり，抗体価からみて有意に高い価はなかった。

表14　血清検査の内訳

区分	検査項目	件数	依頼先
行政検査	梅毒血清反応（TPHA）	10	公衆衛生課・保健所
一般依頼検査	リケッチア血清反応（ワイル・フェリックス反応） 細菌血清反応（ウィダール反応）	3 24	医療機関
計		37	

食品薬品部事業概況

春夏秋冬の四季の変化に伴う食生活の変化は，日本の良さの一つであったが，近年の食品の生産・加工技術の向上及び保存・流通の進歩により，国内のみならず，地球上のどこかで生産・製造された食品が，何時でも，どこの食卓にものぼるようになり，次第に季節間のけじめ，地域的な特色が薄れていくなど，食生活に大きな変化が生じてきた。また，科学技術の進歩と産業経済の発展は，医薬品を始め，食品添加物，化学薬品，環境汚染物質等の化学物質による健康被害の発生をもたらしてきている。

これら化学物質の毒性の研究も立ち遅れた感があったが，近年飛躍的な発展を遂げ，研究分野も拡大されて数多くの研究報告がなされるようになってきた。これと共に，行政面においても農業等の環境及び食品汚染物質の規制，食品添加物の安全性のチェック，更に薬事法改正による医薬品の品質，有効性及び安全性の確保等種々の施策が講ぜられた。

一方，分析分野においても，分析技術の向上及び分析機器の開発改良に伴い，従来不可能と言われていた成分分析が可能となり，環境，食品等から予期しない有害物質が発見されるようになってきた。

しかし，環境中に存在する化学物質は，一説によれば約 400万とも言われているが，健康被害を生ずる環境，食品等の汚染物質として明らかになっているのは，ほんの一部に過ぎない。今後の科学技術の進歩に伴い，未知の汚染化学物質が数多く発見されるだろうが，当部は，目まぐるしく変化するこれら諸問題に対処するため，関係各機関と連携を保ちながら，幅広い情報収集と技術研修に務めるとともに，食品衛生，薬事衛生の技術の中枢として，豊かな県民生活の向上をめざして調査研究に取り組んでいる。

本年度当初の組織は，食品第１科が科長以下４名，食品第２科が科長以下３名であり，薬品科は大西技師が生活科学センターに転出し，後任に水質科から小川主査が配置換えとなったが，科長兼務の部長を除き２名と，人員に変更なく計10人でスタートした。しかし，12月に土肥食品第２科長が退職し，後任補充のないまま部長が科長兼務となったため１名減の９名となった。

本年度の事業概況は，各科別に後述し，また報文及び資料として掲載するが，調査研究として「食品中の自然毒に関する研究」，「有機リン系農薬の毒性と代謝に関する調査研究」及び「医療用医薬品製剤の品質と安定性に関する研究」が継続されるとともに，新たに県内産大麦の赤かび汚染の実態調査と分析方法の検討のための「麦類の赤かび汚染に関する調査研究」が加えられた。一方，委託研究の「環境汚染物質の動植物の体内における存在形態に関する研究」が昨年度限りで終了した。

行政試験では，食品及び医薬品の一斉取締りに伴う「収去試験」のほか，「合成抗菌性物質試験」，「麻ひ性貝毒試験」，食品中の「残留農薬，水銀，PCB，カドミウム試験」及び「野鳥類の異常死に関する基礎調査」等が継続実施されている。新たに，海水産物の油汚染の実態を調査するための「化学物質による環境汚染調査」事業が開始されるなど範囲が拡大されてきた。

一般依頼試験は，昨年度の93件に対して本年度は33件と大きく減少した。

そのほか，各種学会や協議会に積極的に参加するとともに，調査研究等の中から「サザエ肝臓中のカドミウム結合蛋白質について」を第41回日本食品衛生学会に，「加工食品の水分活性と水分吸着特性」を第42回日本食品衛生学会に，「有機リン剤及びカーバメート剤の鶏に及ぼす毒性学的影響（第２報）」を日本農薬学会第７回大会に，「α—ニトロソ—β—ナフトールを用いたアセトアミノフェンの比色定量」を第21回北陸信越薬剤師大会に，「α—ニトロソ—β—ナフトールによるモルヒネ及びペンタゾシンの比色定量について」を中部鑑明会第26回総会にそれぞれ発表した。

（部長：大場）

１　食品第１科

本科では，食品衛生法に基づく食品・食品添加物，食品の器具及び容器包装等の試験研究。飼料安全法に基づく飼料添加物たる合成抗菌性物質の畜産食品中の残留試験，更には食品の自然毒として麻ひ性貝毒の毒性調査を実施している。ところで，今年度話題となった食品添加物としては，地中海ミバエの防除薬としてのエチレンジブロミド（EDB）の柑橘類への残留問題，製パン時にイーストフードとして使用される臭素酸カリウム，油脂の酸化防止剤 BHA などがあり，いずれ

もヒトへの発がん性が強く疑われているものである。

一方，食品添加物の規格基準の改訂作業が次々に進められている中で生めん等へのプロピレングリコール（PG）の使用基準の設定，更には器具及び容器包装規格の再編成，再整理が行われ，新たにポリメタクリル酸メチル，ナイロン，ポリメチルペンテンの3樹脂の追加規定と金属缶に対する新たな規格基準が設定された。そのほか清涼飲料水の規格基準の改正に伴いその試験法中有害金属試験に新たに原子吸光法を採用して試験の迅速化とともに精度の向上が計られた。いずれにせよ，食品添加物については，今後とも，その毒性面を考慮して，使用禁止ないし使用量の規制は増々厳しいものになってゆくと思われる。

以下に本年度本科で実施した試験，調査研究等の概要を記す。　　（科長：神崎）

1・1　調査研究

(1)　**「食品の自然毒に関する研究」**（継続）

前年度に引き続き，七尾西湾のかき養殖場のカキ，ムラサキイガイについて，検体採取時の養殖棚付近の海水温度並びに麻ひ性貝毒のマウスバイオアッセイと併行して化学的な側面から螢光法(Fluorometric Tube Assay procedure) による毒化傾向の予知についても検討した。　　（担当：砺波，岸原，泉，神崎）

(2)　**「畜産食品中の残留合成抗菌剤に関する研究」**（継続）

本年度は最近，市販の鶏肉や鶏卵中に残留が認められているクロピドールについて，その残留分析法の改良について検討した。臭化テトラ n-ブチルアンモニウムを「相間移動触媒」として用い，クロピドールのメチル化と溶媒抽出操作を同時に行い，更に，測定手段としてマスフラグメントグラフィーを利用することにより，イオン交換樹脂等によるクリーンアップを省略しても充分良好な分析結果が得られた（別項掲載）。

（担当：岸原）

1・2　試験検査

1・2・1　行政試験

行政試験726件（2180項目）の内訳を表1に示した。これはすべて環境衛生課事業に基づくものであり，各種の食品衛生一斉取締りに伴う収去品の試験依頼がほとんどである。総件数は前年度に比し1.3倍の伸びとなっている。内容的には，前年度末実施のおもちゃ，折り紙等の72件とみそ，しょう油の31件に加えて，観光行楽地の土産食品の収去件数が118件と前年比の2.1倍の伸びとなっているのが目立った傾向である。

〔食品衛生一斉取締りに伴う試験〕

例年どおり厚生省通知に基づく全国一斉食品衛生取締りに伴う食品の試験は，夏期（7～8月）と年末（12月）の2回実施した。総件数256件（689項目）のうち，違反例は甘納豆への漂白料の過量使用が2件あった。一方，本県単独のものとして，春秋2回の観光行楽地を対象とした土産食品の試験や，各種食品製造業者を対象とした一斉取締り，更には合成樹脂塗料使用の山中塗り漆器類や九谷陶磁器を対象とした規格試験等を実施した。これらの試験結果は，食品添加物については，許容基準値を超えたものは皆無であり，また規格試験についても不適となったものは，2件（それぞれ蒸発残留物と過マンガン酸カリウム消費量の項目について）のみであった。そのほか，輸入食品については，昨年どおり金沢市内などのデパートや卸売市場等を主体に年2回7月と10月に分け，グレープフルーツやレモンなどの柑橘類及びチーズ，コンビーフ等の食品について総件数39件（106項目）実施したが各種添加物の違反例は無かった。

〔畜水産食品中の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，食肉販売店並びに養鶏場，食品販売店からそれぞれ食肉18件，鶏卵10件，計28検体を収去し，ゾーリン，クロピドール，フラミゾール，スルフアジメトキシン，カプリロヒドロキサム酸の5種の薬剤について残留分析を実施したが，いずれも不検出であった。

〔麻ひ性貝毒調査〕

前年同様，七尾西湾かき養殖場のかき貝（30件），ムラサキイガイ（7件）について，5月から隔月年6回マウスを用いる毒性試験を実施したが，年間を通じていずれの貝についても毒性は認められなかった。

〔その他の行政試験〕

添加物関係では，あんころのあんに着色料使用の表示が無いこと（表示違反）及び着色料使用が禁止されている抹茶への着色料使用の疑いによるもの，計2件で試験の結果，あんについては食用赤色2号と食用黄色4号を検出したが，抹茶については着色料の添加は認められなかった。

添加物以外では，食品衛生苦情相談に伴う有症苦情として，9月にアサリの下痢性貝毒試験が1件及び12月にすしだねの魚切身の変敗試験（VBN，ヒスタミン）が2件あったが，アサリについては毒性は認められず，またすしだねのしめ鯖，マグロについてはVBNはそれぞれ7.8mg%，11.2mg%と低く，ヒスタミンはい

表 1　　食品第1科行政試験の内容

事業名	対象	試験内容	検体数	試験項目数	不適件数及び内容	依頼先
夏期食品一斉取締り	魚肉ねり製品，ゆでめん，生菓子等	保，甘，着，漂，発，抗酸，品改	128	357	0	環境衛生課
年末食品一斉取締り	つけ物，つくだ煮魚肉ねり製品等	保，甘，着，漂，発，抗酸，品改	128	332	2 甘納豆，SO_2過量使用	
春，秋の観光行楽地の食品衛生一斉取締り	観光土産品	保，着，甘，漂，抗酸	118 (春)60 (秋)58	373 187 186	0	
魚肉ねり製品，食肉製品製造業の一斉取締り	ウインナーソーセージ，かまぼこ等	保，着，発，抗酸	62	220	0	
清涼飲料水製造業の一斉取締り	オレンジコンク，ラムネ等	保，甘，着	12	33	0	
輸入食品収去試験	グレープフルーツキャンデイ等	保，着，漂，発，防，抗酸	39	106	0	
器具・容器包装並びにおもちゃの一斉取締り	姫小重，ひさご，折紙等	規格試験	115	400	2 蒸発残留物 過マンガン酸カリウム消費量	
みそ・しょうゆ製造業の一斉取締り	みそ，しょうゆ	保	31	124	0	
陶磁器等の一斉収去試験	九谷焼食器等	規格試験，日陶連試験	22	154	0	
畜産食品の残留抗菌剤試験	牛肉，鶏卵等	フラミゾール，ゾーリン等	28	34	0	
麻ひ性貝毒調査	カキ，ムラサキイガイ	毒性試験	37	37	0	
その他の行政試験	あんころ， まっ茶 しめさば，まぐろ	着 VBN，ヒスタミン	3 1 2	5 1 4	0 0 0	
計			726	2180	4	

保；保存料　着：着色料　発：発色料　甘：甘味料　殺：殺菌料　漂：漂白料
防：防ばい剤　抗酸：酸化防止剤　品改：品質改良剤（PG）　VBN：揮発性塩基態窒素

ずれも不検出であった。

1・2・2 依頼試験

一般からの依頼試験の内訳を表2に示した。食品規格試験に関するものは1件，その他25件となっている。内容的には食品添加物関係の18件が最も多いが，このうち金沢市の依頼を除くと3件程度となり，昨年同様一般依頼は減少傾向にある。

2 食品第2科

当科は，昭和53年度に食品科から分離設置されて以来，一部業務分担の変更があったが，主として食品中の有害金属，農薬等の環境汚染物質の試験，研究を科員3名で担当してきた。

その間，予期しない化学物質による食品汚染に対する対応，更に新たな石油系化学物質の環境汚染・食品汚染調査の実施等，その分野が拡大されるとともに業務量も増加し，科員の増強を要望していたとことであるが，本年12月土肥科長が退職し，後任補充のないまま部長が科長兼務となり，実質1名減となった。

昭和56年度の事業内容は，次に記すように独自の調査研究のほか，環境部が主体となった行政依頼試験及び一般依頼試験を行っているが，一般依頼試験は2件と極めて少なかった。

その他，「FAO / WHO 合同食品・飼料汚染モニタリング計画」事業に参加し，本年度は当所に集積された396件に及ぶ食品汚染物質分析値に関する集計カードを作成して国立衛生試験所に提出し，情報解析の一端を担っている。

なお，国立衛生試験所委託事業の「環境汚染物質の動植物体内における存在形態に関する研究」は前年度

表 2　　食品第1科依頼試験の内訳

種　　目	試　験　内　容	件数（項目数）	条例適用項目（注）
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	生乳脂肪分	1(1)	2(2)イ
	水分定量	3(3)	2(4)イ
	成分分析	4(15)	2(4)イ，ロ
	食品添加物	18(23)	2(3)ロ 2(4)ロ，ハ
	着色料，甘味料 過酸化水素 酸化防止剤 漂白料		
計		26(42)	

（注）　石川県衛生公害関係試験検査手数料条例別表の種目・項目。

で終了した。　　（科長：部長兼務）

2・1　調査研究

(1)　「有機リン系農薬の毒性と代謝に関する調査研究」（継続）

昭和54年度から農薬の鳥類に及ぼす影響を調査するための指標として本調査研究を実施しているが，昭和55年度は有機リン剤，カーバメート剤を鶏に1回経口投与し，血中濃度及びコリンエステラーゼ（ChE）阻害の経時変化を調べた。本年度は有機リン剤，カーバメート剤を，鶏に10日間及び20日間連続経口投与し，血中濃度及び各臓器中のChE活性阻害の経時変化を調べた。（別項掲載）

（担当：土肥，北井，四月朔日）

(2)　「麦類の赤カビ汚染に関する調査研究」

昭和46年厚生省に「カビ毒研究班」が組織され，カビ毒試験方法の検討，確立が進められたが，当所も昭和48年から，この研究班の一員として参加し，県内産大麦で分析の諸条件等の検討を行ってきた。その結果，県内産大麦にもFusarium菌等の汚染が明らかとなったので，今後の汚染防止対策の資料とするため，県内3地区の大麦を対象として，菌学的試験及び化学的試験による実態調査を実施するとともに，Fusarium菌が産生するトキシンの分析条件等を検討した。

（担当：土肥，北井，四月朔日）

2・2　試験検査

2・2・1　行政試験

行政依頼試験143件（1,028項目）の内訳は表3に示すとおりである。公害規制課依頼の試験が主であるが，自然保護課からの野鳥農薬調査及び農業経済課からの米中のカドミウム試験がある。

なお，本年度から魚介中の水銀試験が薬品科に移管されたが，新たに化学物質環境汚染調査事業が加わった。

〔**食品中の残留農薬**〕：果実，野菜等農作物の残留農薬調査は，食品及び環境の汚染防止対策の一環として，昭和44年度から継続して実施しており，本年度調査は，野菜，果実等31品目，計70検体（627項目）について実施した。その結果，食品残留基準（規制値）を超えたものは皆無で，各試験項目とも残留基準を大きく下回っており，中でも「米」，「すいか」，「くり」，「アスパラガス」，「たまねぎ」，「ピーマン」，「未成熟いんげん」，「なす」，「ねぎ」，「にんじん」，「はくさい」，「キャベツ」の12品目については，農薬はほとんど検出されなかった。

また，県内主要6メーカーの牛乳についても，α—BHCで痕跡～0.002ppmと低値を示している。

〔**米のカドミウム**〕：農用地土壌汚染対策地域である梯川流域産米のうち，白地地域12件，対策事業完了地域6件，対策地域11件及び農家保有米3件について試験を行った。試験結果は，白地地域での最高値は0.94ppm，最低値は0.33ppm，平均値は0.68ppmであり，対策地域では最高値0.97ppm，最低値0.45ppm，平均値0.66ppmであった。一方，完了地域の産米については，非汚染地域なみの数値であった。

また，農業経済課からの依頼により，10件の米についてカドミウムのクロスチェックを行った。

〔**化学物質環境汚染調査**〕：石油消費及び船舶航行量の増加に伴い，環境の石油汚染が考えられるため，本年度は石油汚染を解明していくための予備調査として，指標生物，指標化学物質の検索とその分析方法の検討を行った。また，県内1地区及び対照として県外1地区の魚介類，底質土及び水について，石油由来の4グ

表 3　　食品第2科行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数	試験項目数	依頼先
果実，野菜等の残留農薬調査	米，果実，野菜，茶その他	残留農薬に係る規格試験	70	627	公害規制課
牛乳の残留農薬調査	牛乳，加工乳	BHC，DDT，ディルドリンその他	12	114	〃
化学物質環境汚染調査	魚介，底質土等	石油系化学物質	15	225	〃
梯川流域産米カドミウム濃度調査	昭和55年産農協倉庫収納米等	Cdに係る米の規格試験	42	42	〃 農業経済課
野鳥農薬影響調査	トビ，ゴイサギツバメ	コリンエステラーゼ活性	4	20	自然保護課
計			143	1,028	

ループの化学物質の分析を試み比較検討した。

〔**野鳥農薬影響調査**〕：野鳥の異常死に関する基礎資料を得るため，飛翔不能となって捕獲されたトビとゴイサギについて，血漿，臓器のコリンエステラーゼ活性値を測定した。

2・2・2　依頼試験

本年度受付けた依頼試験は，茶の重金属試験及びさつまいも中のカドミウム試験の2件のみであったが，試験に関する照会がかなり見られた。

3　薬　品　科

本年度から，食品第二科が分担していた食品汚染物質のうち魚介類中の水銀試験が再び当科に移管されることとなった。その結果，当科の事業はますます公害関係の比重が大となり，その名称が示す薬品関係は新規行政試験もなく縮少傾向にある。しかし，改正薬事法の施行及び4月に改正された第10改正日本薬局方にもみられるように，医薬品品質管理の方向は従来とは大きく異なり，より安全性及び有効性の保障を目指したものになってきている。また，県民の医療に対する関心が高まるにつれ，医薬品関係の業務はますます複雑化し，高度な知識と技術が要求されるようになってきていることも事実である。これらを反映するかのように，当科には最近，薬品鑑定，副作用情報調査，医事相談，医薬品試験，薬物中毒処置法，薬物血中濃度測定，医薬品試験方法調査，毒劇物廃棄方法等の問い合わせ，依頼，相談が急増してきている。しかし，当県には，これらの問題に対する総合的な処理機関が他にないこともあり，今後はますます薬事一般の幅広い研究が必要とされ，当科の責任も大である。なお，本年6月に当所は厚生省から医薬品の試験検査機関の指定を受け，製造業者からの医薬品試験を受入れる体制がとられている。　　（科長：部長兼務）

3・1　調査研究

(1)　**「医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究—医療用医薬品製剤の品質について」**（継続）

前年度に引き続き，使用量の多い感冒剤，ビタミン剤，向精神薬及び漢方製剤等32品目について成分定量試験等の規格試験を行った。いずれの品目についても不適品は認められなかったが，特に漢方製剤では試験方法が確立されておらず，今後は基礎的研究が必要であると思われた。　　（担当：小川，勝田，大場）

(2)　**「医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究—ハロペリドール製剤の品質について」**（継続）

向精神薬であるハロペリドール製剤は，銘柄も多く成分含有量も多種類にわたっている。そこで，これら数種の製品間の品質の差を，第10改正日本薬局方で一部の品目に新規収載された含量均一試験，溶出試験も含めたいくつかの方法で比較検討した。その結果，特に溶出試験においては，方法に幾分問題はあるが各製剤の溶出挙動に若干の差が認められ，今後はハロペリドール製剤の品質チェックするのに有効な手段となることが示唆された（別項掲載）。

（担当者：勝田，小川，大場）

(3)　**「医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究—α—ニトロソ—β—ナフトールを用いたアセトアミノフエン及びペンタゾシンの比色定量」**

ピリン系薬剤が一般用医薬品に使用禁止となって以来，総合感冒剤では解熱鎮痛剤のアセトアミノフェンが主薬となってきている。しかし，アセトアミノフェンは数種の配合薬品とともに使用されることが多く，従来の定量法では妨害も多く，操作が繁雑であった。

そこで今回，p－位置換フェノール類に特異的な反応であるα－ニトロソ－β－ナフトールを用いた比色定量法を応用したところ，満足すべき結果が得られた。また，本反応は非麻薬性鎮痛剤として繁用されているペンタゾシンについても応用可能であった（別項掲載）。（第14回北陸信越薬剤師学術大会発表，昭和56年9月6日富山市）　（担当：小川，勝田，大場）

(4)　**「漢方製剤の品質評価に関する研究－五苓散製剤について」**

近年大幅に生産が伸びてきている漢方製剤は，原料生薬の品質のバラツキと，製造過程におけるバラツキ等により，製剤の品質を常に一定に保つことが非常に困難であると思われる。また，その品質評価方法は従来から定性的な方法が主であり，最近は様々な問題が提起されてきている。しかし，現実には定量的な評価方法は未だほとんど確立されておらず，今後の研究の積み重ねが必要な状態である。今回，我々は五苓散製剤を例にとり，指標となる成分の検索，抽出方法の検討など，基礎的な研究を行い，メーカー間の品質の差についても若干の検討を加えた（別項掲載）。

（担当：小川，勝田，大場）

3・2　試験検査

3・2・1　行政試験

行政試験の内訳は表4に示したとおりであり，前年度までの採血業者監視指導取締り（血液比重測定用硫酸銅の比重測定）及び洗浄剤取締り（規格試験）がなくなり，新たに魚介類中の水銀試験が加わった。

〔市販医薬品等一斉取締り〕

本年度は，試験方法を原則として医薬品製造承認書の規格及び試験方法に準じて行った。その結果，漢方製剤のエキス含量で過大値を与えたもの1件，成分定量不能なもの2件（ジプロフィリン，TDS）があった。しかし，これらはいずれも他の定量法で検討した結果，含有量には問題はなく不適品とは言えなかったが，製造業者が品質管理を行っていないとも受け取れ，試験方法の変更等の指導が必要である。また，丸剤で崩壊試験不適のものが1件あり，これは流通段階で不良品となったものであった。

〔食品中の水銀汚染調査〕

魚介類を対象とし，25種40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，最高0.37ppm，最低不検出，平均0.05ppmであった。また，40検体中37検体が0.1ppm以下であり，食品としての安全性に問題はなかった。

〔食品中のPCB汚染調査〕

6品目（魚介類，牛肉，豚肉，鶏肉，鶏卵，牛乳）61検体について実施した。すべて暫定的規制値を大きく下回っており，魚介類では最高0.1ppm，平均0.02ppmで，40検体中39検体が0.1ppm以下であった。また，肉類では鶏肉で0.05ppm（暫定的規制値0.5ppm）のものが1検体あったが，食品としての安全性には問題がなく，他の肉類，鶏卵及び牛乳からはいずれも検出されなかった。

3・2・2　依頼試験

当科の依頼試験は昭和55年度から急速に減少し，本年度はわずか5件にとどまった。この原因としては県内の医薬品等製造業者がGMP実施により設備を充実し，自社試験が可能となったことも考えられるが，やはり試験検査手数料条例改正の影響がでているものと思われる。5件の内訳としては，混合注射剤の配合変化試験，医薬品規格試験，洗浄剤，消火剤の成分定量試験であり，配合変化試験のように新らしい分野の依頼もみられた（別項掲載）。また，実際に検体は持ち込まれなかったが，血中四塩化炭素濃度の測定依頼があり，今後はこのような依頼が増加するものと思われる（別項掲載）。

表4　薬品科行政試験の内訳

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	感冒剤，ビタミン剤，漢方製剤，その他医療用医薬品	崩壊試験，定量試験等	38	106	衛生総務課
食品中水銀汚染調査	魚介類 〃	総水銀 メチル水銀	40 1	40 1	公害規制課
食品中PCB汚染調査	魚介類 肉，卵 牛乳	PCB 〃 〃	40 15 6	40 15 6	公害規制課
計			140	208	

〔報　文〕

都市の生活環境に係る快適概念の提起（第1報）

——アメニティに関するこれまでの議論とその考察——

石川県衛生公害研究所環境部　田　嶋　隆　俊

1　はじめに

「日本は，数多くの公害防除の戦闘を勝ちとったが，環境の質を高めるための戦争ではまだ勝利をおさめてはいない。」

OECD環境委員会は，1977年の日本の環境政策に関するレビュー[1]の中で，我が国の環境政策を評してこのように指摘している。環境委員会による日本の環境政策の審査は，1976年から足かけ2年がかりで行われ，この間の精力的な調査を通じて，審査団は，住民が本当に困っているのは大気や水の汚染ではなく，全般的な生活環境の悪化であるということを見抜いたのであった。そして，日本の70年代の対策が，汚染濃度の減少については目覚ましい効果を収めたけれども，「住みやすさ」，「生活の快適さ」といった，いわゆる「アメニティ」については有効な手が打たれていないことに警告を発したのである。

考えてみれば，大気汚染や水質汚濁の程度は，客観的，科学的に計測することが容易であり，また，その汚染源を特定することも比較的容易にできる。それだけに，政治やマスコミの舞台に登場しやすく，行政による対策も早い時期から講じられてきた。これに対して，「生活の快適さ（アメニティ）」，例えば，静かさ，美しさ，散歩の楽しさ，近所との温い付き合い，他人に邪魔されないこと，図書館やスポーツ施設が利用しやすいことといった事柄については，対策がなおざりにされ，又は後回しにされてきたきらいがある。それは，「快適さ」というものが，個々の住民が持っている価値観の尺度によってそれぞれ異なり，一義的に定義しがたいこと，「不快さ」の原因が多岐にわたっていて一筋縄ではとらえられないこと，行政と住民の受け持つべき範囲があいまいであることなどの理由からであろう。

このような問題は，まだ依然として残ってはいるものの，汚染対策が一段落した現在，もっと広い意味での「生活の質」を鋭意改善していく必要があるように思われる。本県における各種の調査をみても，都市地域ほど道路よりも公園の整備を求める声が大きく，住宅そのものよりも住宅の近くに保育所，図書館，スポーツ施設のあることを都市住民は要求している。住宅地域に車を通りやすくするよりも，むしろ車の通過や駐車を排除して，子供の遊びと歩行の空間を確保したいという要望が強くなっている。

このように，「アメニティ」をめぐる議論やこれを確保しようとする動きが，学問的にも行政レベルでも，更には，住民意識や住民活動の面でも高まってきているといってよい。しかし，これまでのアメニティに関する議論の展開を見ると，ややもすればムード的なものになりがちであり，拡散的であり，「アメニティ」の語に確固とした意味内容を付与するものとなっているとは言い難い状況にある。

「アメニティ」概念の母国とも言われているイギリスにおいては，「アメニティへの関心は，近代都市計画行政の根底をなすものである[2]」との認識が早くから確立しており，住居法，都市計画法，環境法の各体系の中で，実定法概念として「アメニティ」が定着してい

Institution of the Concept of Amenity Concerning with Living Environment in Cities. 1. A Few Considerations of Concept of Amenity Discussed up to Date in Japan. *by Takatoshi TAJIMA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

るのみならず，より積極的に，アメニティにこれらの法体系を連結する総合機能を有する概念としての位置づけを与えていると言ってよい。

我が国においても，昭和55年5月，計画法の体系の中に地区計画と都市再開発方針（再開発のマスタープラン）という新たな計画手法が導入され，[3] また，住宅政策に関しては第四期住宅建設5カ年計画（昭和56～60年度，昭和56年3月27日閣議決定）において，最低居住水準の確保に加えて，新たに住環境水準を設定し，これを指針としてその改善に努めることとしている。[3] このように今や，住宅，都市計画，環境という3つの政策分野を横断し，有機的に結合するものとしてのアメニティ概念の検討をなすべき機が熟しつつあると言ってよい。

本県においては，「石川県住宅施策基本方向を定めるための調査研究」が昭和53年度から実施され，居住地構造の問題点を明らかにしながら，今後における住宅の質，更には街並みや施設配置等，周辺を含んだ居住環境の整備・充実を検討するための基礎資料の集積を図っている。[4-6] また，「快適な環境づくりのために何ができ，何をなすべきか将来への可能性を明らかにするため」[7] に，昭和56年10月，「快適な環境づくりシンポジウム」が開催され，県民との間で発表，意見の交換が行われた。更に，衛生公害研究所では，昭和55年度から快適環境に関する調査，研究を開始し，[8] 様々な分野の学識者で構成する「快適環境研究懇談会」において論議を重ねながら，本県の都市地域を対象とした「快適概念」のモデル構築を進めている。

本報告は，以上のような「生活環境の快適さ（アメニティ）」をめぐる状況を踏まえて，本県の都市における「快適概念」の提起を試みるとともに，これが本県の今後の環境行政，都市行政等の発展の中でどのように位置づけられるかを検討しようとするものであり，その第1段階として，イギリスにおけるアメニティ概念を参考にしつつ，これまでの我が国での議論を整理し，考察を行ったものである。

2　イギリスにおけるアメニティ概念

2・1　起源と法的解釈

イギリスにおいて「アメニティ」という語が実定法上の用語として初めて用いられたのは，1909年の「住居・都市計画等法（Housing, Town Planning, Etc. Act, 1909）であった。同法は，個々の計画が「望ましい衛生状態，アメニティ，利便性の確保」という全体的な目的に照らして策定されるべき旨を定めるものであった。

同法はイギリスで最初の計画法であり，そこで「アメニティ」が計画の基本理念に据えられていることからみても，イギリスにおけるアメニティ概念の重要性が理解できるのであるが，このように高い位置づけがなされた「アメニティ」概念の内容があいまいでとらえにくいという問題も存在していた。これに関して，1909年法第59条1項の「当該地区のアメニティ確保の観点で」という文言の「アメニティ」の意義に言及した興味深い判例がある。

事件は，建築物の壁面線を1列並びに規制する行政規則が1909年法第61条に適合するものか否かを争うもので，1920年に高等法院で次のような解釈が示された。

「アメニティという語は，明らかに，非常にあいまいに用いられている。制定法に用いられているその言葉は『快適な環境（circumstances），外観（features），又は状態（advantages）』を意味するものだと考える。広い街路と建築物の間の十分な空間とは，明らかにアメニティの要因であると思われ，バック・ハウス（注：母家の裏に付け足し，女中部屋等に用いられる建物）を一定の線にそろえることによってアメニティを確保する規定は，法に言う『アメニティを確保する観点』を有するものであると考えられるのである。」[9]

2・2　アメニティ概念の拡大

アメニティを快適な環境の問題に限定して考える前記の裁判所の見解に対し，アメニティに関心を有するプランナーの側から，「われわれにとって絶望的ともいえる判断を下している。この定義は，ある複合的なものを覆い隠すものであり，戦後，アメニティ概念との結び付きが公的にも認められるようになった様々な問題を全く意に介さないものである」[2] という評価が下されている。ある意味では，この評価が，1920年の判決から現在に至るまでのイギリスにおけるアメニティ概念の発展状況を何よりも良く示していると言ってよいであろう。現在，イギリスでは「アメニティ」という概念が様々な実定法で用いられ，多様な意義を有するに至ったため，これを正確に，限定的に規定しようとする試みは，単に困難であるのみならず，実際に満足すべき成果を生み出すものではないという認識が一般的になっているようである。したがって，ここでは，現在のイギリスのアメニティ関連制度を概観し，帰納的アプローチによってイギリスにおける「アメニティ

概念」を理解しようと思う。

スミスによれば，現在のイギリスにおけるアメニティ制度として，次の11のものがある。[2)]

①総合改善区域（1969年の「住居法（Housing Act）」

②保全区域（1971年の「都市・田園計画法（Town and Country Planning Act）」

③開発計画（同上）

④開発規制（同上）

⑤停止命令（同上）

⑥広告規制（同上）

⑦樹木の保存と植栽（同上）

⑧公道の歩行道路への変更（同上）

⑨排煙規制区域（1956年・1968年の「大気浄化法（Clean Air Act」）

⑩公害防止（1936年の「公衆衛生法（Public Health Act）」と1960年の「騒音防止法（Noise Abatement Act）」）

⑪荒廃地規制（1971年の「都市・田園計画法」）

それぞれの法系列下におけるアメニティ制度の概要をごく簡単に述べると次のとおりである。

(1) 住居法とアメニティ

1949年の住居法以来，イギリスでは住居改善のために政府が国民に各種の補助金を支払うという制度が一貫してとられ，それが拡大してきた。この補助金支払いの基礎となった考えは，各住居におけるアメニティ施設の整備ということであった。例えば，74年法の改善補助金が確保しようとするアメニティは，湿気の遮断の完全性，各居室の採光・換気の良好性，十分で完全な電気照明とコンセント，十分な排水設備，構造の安定，満足すべき調理設備，適切な燃料倉庫・ゴミ置場，屋根の熱絶縁，その他満足すべき内部設備などである。

住居法は，本来，人間の居住に不適当であるか，住宅そのものの整備の悪さ，周辺街路の狭隘さ・整備の悪さによって住居の保健性が脅かされている区域の除去（スラム・クリアランス；不良住宅地改良）を1つの中心的制度として発展してきた法であり，むしろ，単なる個別家屋の内部的アメニティを超えて，区域のアメニティを改善することも法の本来の目的であったと言ってよい。この流れの中でスラム・クリアランスというハードな手法の実施が困難となったため，補助金，その他のソフトな手段で区域のアメニティ改善を図る必要が生じ，それに応じて設けられたのが，総合改善地区（General Improvement Area）の制度であり，住居事業地区（Housing Action Area）の制度である。

総合改善地区は，区域内の居住条件が当該区域のアメニティないしは区域内の住宅のアメニティの改善によって，適切に改善される区域を対象に行われる事業であり，アメニティ補助金，中間補助金，改善補助金等の補助金を中心に，環境改善のための収用等も組み合わせて，各家屋の前庭の統一的改良，植樹，アメニティ・オープンスペース，遊び場，歩行者専用路の設置，小工場移転，住宅地の景観整備等々を総合的に計画手法にのせて行うものである。

住居事業地区は，総合改善地区制度よりは住居の改良に重点が置かれ，多家族居住家屋，過密，その他住宅を中心とする社会的ストレスを受けている状況にある地区を対象に，環境改善補助金，改善補助金，中間補助金，特別補助金等を用いて，居住施設の改善を集中的に行う制度である。

いずれの制度も住宅問題から出発し，その住宅を取りまく地区のアメニティの改善を総合的に行う方向に向けてのものであり，興味深い。

(2) 都市・田園計画法とアメニティ

イギリスの都市計画法制と我が国のそれとの最大の違いは，「英国では開発面積に関係なく，『開発』に該当するものすべてが開発許可の対象にされたのに比し，わが国では規模水準を設定したため，開発許可逃れの開発行為を取り締まることができなかった。また許可申請に対する許可条件の付与について，英国の場合地方計画庁にきわめて広範な裁量権が与えられており，公益上適当と考えられる条件を積極的に付与することができた。[10)]」とされている点であり，更に都市計画の基本に立ちもどって言うならば，「英国の都市計画は，その発足の当初から一貫してアメニティを追求することが主要な目的であったが，わが国のそれは，法の目的や基本理念はともかく，機械的能率を重視し，アメニティ指向を重視したものであったとは言えなかった。それどころかアメニティが意識され出したのはつい2～3年前のことでしかなかった。[10)]」という点にあろう。

地方計画庁は，基本計画，地方計画という計画に従って，裁量的に許可権を行使するが，アメニティの観点から先ず第1に重要なのは，これら計画の策定に当たって，まさにアメニティの問題である物的環境改善，交通問題の処理の考慮が義務づけられていることである（71年法第7条3項，第11条3項）。また，具体

的な許可を行う際に地方計画庁が条件を付すことができるが，条件を付す最も一般的な理由がアメニティ擁護であると言われていること[2]も注目に値するであろう。

そのほか，都市・田園計画法の中には，再開発に関する事業区域（action area）制度，1967年のシヴィック・アメニティ法（Civic Amenities Act）を引き継いで，建築的・歴史的に特別な価値を有する区域の性格と外観を保存し高めるための保全区域（conservation area）制度（71年法第277条），アメニティの諸価値を含む適切な計画に基づいて，地方計画庁が建築物の変更・移転，土地利用の停止を要求する制度（71年法第51条），アメニティに鑑みて好ましい範囲に環境大臣が広告の表示を規制する規則を定める制度（71年法第63条），アメニティ確保の必要性判断に基づく都市内部の樹木保存制度（71年法第59条～第62），区域のアメニティが庭園，空家，空地の状態によって著しく侵害されている場合に，地方計画庁がすべての荒廃地所有者に対し，その改善を命ずる制度等々の直接アメニティに係わる制度が存在している。

以上の都市計画法系列においてみられるアメニティ関連制度は，住居法系列の諸制度が個々の住居のアメニティから出発して，すなわち私益の側から出て，その集合としての地区のアメニティにまで拡大されてきたのに対して，逆に公共性の観点に立ってそれを補充し，拡大し，発展させ，より大きな地区ないしは市域全体のアメニティの確保を図るもので，ちょうど逆の立場から住居法と有機的に結合し，アメニティの確保を地方公共団体単位で実質化するものであると考えることができるであろう。

(3) 公害規制法とアメニティ

公害規制法系列のアメニティ制度としては，特に取り上げて述べるべきことは少ない。地方自治体には，その管轄地域に対し排煙規制命令を出す権限が与えられている（1956年の「大気浄化法」第11条）ほか，法定公害として取り扱われるべき問題について，その管轄区域を調査することが義務づけられている（1936年の「公衆衛生法」第91条）。公害の例として健康障害，河川の汚濁，そして1960年の「騒音防止法」の中には，騒音と振動があげられている。判例法の中の公害の定義は，平易に表現すると「上品でさっぱりした生活様式や，イギリス国民の平明な，真面目なあるいは質朴な考え方に照らし，人びとの日常生活の快適さを明らかに侵害していると判断されるもの」[2]というような意味内容になっている。

3　我が国でのアメニティに関する議論

3・1　OECDL レポートにおけるアメニティ

OECD レポートは，日本におけるアメニティ問題を総論的に次のように指摘する。

「以上みてきたように，環境悪化は汚染の面で深刻であった。しかし，汚染は環境悪化の一つの側面にすぎない。快適さに関しては，状況はもっと深刻であったし，現在も深刻であるといえよう。工業と都市の成長は，多くの日本人の物的・文化的環境を急激に変化させた。静かさや美しさは，大気や水の質に比べるとはるかに測定が困難であるが，これらの面ではるかに大きな被害を受けていると主張する人は多いであろう。かつて自分の小さな庭を丹精して楽しく手入れしていた人々は，現在，郊外のアパートに住んでいる。あるいは，かつて道路を事実上の歩道として散策していた人々は，現在，その道路を自動車と共用せざるを得なくなっている（日本では，ほとんどの通りに歩道がない）。これらの人々は，環境悪化を身をもって経験したのである。」[1]

このような一般的認識を踏まえ，報告書はその結論において，日本のアメニティに関する議論をより具体的に，次のように展開している。

「日本では，1960年代後半の環境に関する不満は，公害に焦点を合わせ，環境政策は公害防除に集中した。その結果は，やや驚くべきものであった。これらの政策は，汚染を減少させるのに大いに成功したが，環境に関する不満を除去することには成功しなかった。日本の状態はいわば，病気の主な原因が除去されたにもかかわらず，病気が治らないようなものである。このことは，環境に関する不満の本当の原因が，汚染の増大にではなく，環境質の悪化にあったこと，そして現在もそうであることを示しているようである。環境の質，あるいはよく『快適さ（amenities）』と呼ばれるものは，静かさ，美しさ，プライバシー，社会的関係，その他『生活の質』の測定することのできない諸要素に関係している。公衆は，高い環境汚染濃度というよりは，生活環境が除々に悪化してゆくことに悩まされていたのである。」[1]

更に，最後にこれに続けて，このようなアメニティの改善に関する政策手法について，レポートは次のように述べている。

「必要なのは，慎重な包括的な計画化であり，環境

を損うような開発を阻止し，環境にとって望ましい開発を促進するようなメカニズムを利用することであるということができよう。前者のタイプのメカニズムは，テクノロジー・アセスメントや環境影響評価手続きという名称のもとで多かれ少なかれ利用できるが，その実行には困難が伴う。後者のタイプのメカニズムは，まだ全く準備されていない。この種の計画化では，開発の性質と立地の両方が考慮されなければならない。すなわち，何をどこで開発するかという問題が解決されなければならないのである。これが，国土利用計画が重要な役割を演じなければならないという理由である。」[1)]

この報告書にみられる議論の特色は，①アメニティ概念を具体的には，静かさ，美しさ，プライバシー，社会的関係，その他「生活の質」の測定することのできない要素に係わるものとして規定したことと，②その改善のための政策手法として包括的計画化（global planning）の意義を説き，その例として環境影響評価，国土利用計画が念頭に置かれていることであろう。

この報告書が，我が国で従来，非体系的，単発的に行われてきた生活の質に係わる各種の施策を統一的に扱い得る「アメニティ」の概念を我が国の環境政策の課題として導入したことは高く評価できるものである。しかし，今日，ディスアメニティの被害者となっているのがほとんど都市の住民であることを考えると，ここで指摘されたような解決策としての環境影響評価や国土利用計画といった巨視的な手続・計画手法も重要ではあるが，都市住民の包括的な計画という観点からは，都市計画，住宅整備計画といった面での議論が不可欠であり，むしろその方が実効的であり，より重要であるのではないかと考えられる。

3・2　レミィ・プリュドム教授の指摘

OECD環境局次長であり，前述の報告書の実質的執筆者であった，パリ大学都市研究所のレミィ・プリュドム教授が，昭和53年9月に来日し，10月5日に「アメニティ政策のすすめ」と題する講演を行った。

教授は，環境行政として汚染のない環境を実現するのみでは不十分であり，優れた環境を積極的に創り出すことの重要性を指摘し，この環境創造の理念としてアメニティ概念を位置づけている。

教授のアメニティ概念の中心となるのは，「静けさ」と「秩序」と「美」であり，秩序に関しては，「混雑とか猥雑とかの反対概念としての秩序は，アメニティの重要な要素と考える。」[11)]と述べ，日本の市街におけるネオンサイン，電線，ポスター，宣伝広告等の氾濫，建物の大きさの不統一や建築様式の不統一などを秩序に関するディスアメニティの例としてあげている。美に関しては，抽象的に，「美とは好みの問題と見なされることが多いわけですが，私は，美に関する政策というものも存在し得ると真剣に考えます。」[11)]と述べるにとどめている。

また教授は，日本が伝統的に，「美」，「静寂」，「調和」，「秩序」といった価値を高く評価し，現在も依然として国民の心の中にその精神が生きていることを指摘しつつ，日本の景観，特に都市における景観が，全くひどく破壊され，調和を欠くに至っていること，日本の住居の質が，日本経済が到達したレベルにまで達しておらず，住居のストックを拡充する強い必要性があることを指摘している。

ここで注目したいのは，プリュドム教授がアメニティの要素として「秩序」をあげていることである。我が国の都市景観の改善を「秩序」という観点で考えることは，ともすれば主観的でとらえどころのない美意識論になりがちなアメニティ論に，計画的手法を導入し，客観的議論をなす基礎を与えるものとなると考えられるからである。また，教授が住宅の質の問題をアメニティの問題としてとらえていることも，前述したイギリスにおけるアメニティ概念に通じるものであり，今後の我が国における問題を考えていく上で大いに有益な議論であると考えられる。

3・3　快適な環境懇談会の議論

「快適な環境懇談会」は，OECDのレポート発表後，1977年1月に当時の石原環境庁長官が組織したもので，ジャーナリスト，学者，作家，芸術家，財界人，建築家などの多様な構成員からなっている。懇談会は，「快適な環境とは何か」，「自然と都市のデザイン」，「騒音の規制とモラル」，「ごみ問題にみる発想と技術」，「住環境と都市構造」，「快適な環境を創造する心」というタイトルで6回行われた。その記録とそこでの議論を事務局が整理し，「今後の課題と対応」及び懇談会構成員の「わたしとアメニティ」という随想をまとめたものが出版されている。[12)]

この懇談会の場での議論は，その性質からみても当然のことながら，理論的でも体系的でもなく，選ばれたテーマもアメニティの問題のみに限られず，より広く公害問題一般も含んでいる。議論の内容を整理すると，視覚に関するディスアメニティ要因の指摘とその対応策，聴覚に関するディスアメニティとその対策，

ごみ問題とその対策，住環境・都市構造に係わるディスアメニティとその対策に分けることができる。この中で，住環境に係わる問題としては，外部騒音（近隣，商業，交通），内部騒音（上下，左右両隣）の騒音問題，住宅の構造的問題（狭隘，老朽，不備等のほか，日本独得の問題としての日照権）があげられ，また，都市構造に係わる問題としては，都市公園にアメニティがなく利用率が低いこと，アメニティを構成する都市のシンボルがないこと，ランドスケープの手法の欠如，都市機能と人間環境のかかわりあいが不明確であること，無秩序な開発と周辺のスプロール化などが指摘されている。更に，都市構造に関しては，「本来アメニティ概念が都市計画の分野から発生しているにもかかわらず，基準，期間のとり方，客観的計量的評価などが困難なためこれが明確な尺度となりえていない」[12]との議論がなされている。住環境・都市構造上のディスアメニティについての対応策として，ミニ開発などに対応するゾーニングの強化，土地の流動化対策（利用権の活用），建築基準の設定等（例：住宅構造，用途地域），フィジカルプランニングから機能的プランニングへの変革等の規制・政策が考えられ，啓発活動（運動・教育）として都市生活者の知恵・配慮，地域参加の推進，環境教育の重視などがあげられ，技術・手法として，ランドスケープ，シーナリ・アナリシスに関する手法の開発と活用（例：イタリアの用途地域制，アメリカ EPA のドキュメンカ）といった議論がなされている。

懇談会の性質上，これらの議論，とりわけ対応策に関する議論の中に，主張の明確性，現実性，既存の手法との関連づけ等を望むのは，本来，無理なことと考えられ，したがって，いわゆる知識人にアメニティの概念がどのように受けとめられ，何が日常的なディスアメニティとして指摘されているかをうかがい知ることができると考えておけばよいであろう。

このような観点からは，住宅の構造的問題がディスアメニティ要因として挙げられていることと，ランドスケープ手法の欠如，無秩序な開発と周辺のスプロール化といった要因が指摘されていることは，特に注目されてよいであろう。

3・4　昭和54年版環境白書のアメニティ論

昭和54年版の環境白書第3章「快適な環境を求めて」は，これまでの環境行政サイドからのアメニティに関する議論を集大成したものとして評価に値するものである。

白書は，環境における快適性の視点を次のように規定している。

「通常，望ましい生活環境に必要な条件は，安全であること，衛生的であること，便利であること，そして快適であることの4点にあるといわれている。この中で快適性は，安全，衛生，利便の水準の相互バランスの上に立って求められるという意味で，これら三つの条件を総合的に視野に入れた，環境についてすぐれて包括的な評価を含む概念となっているといえよう。すなわち，安全性，利便性などを単にその観点からのみ追求していくと必ずしも快適性が確保されないが，逆に，常に快適性の観点から，これらの条件を吟味していくことによって，より質の高い環境づくりが可能となるのである。」[13]

この白書の見解は，アメニティを生活環境形成の指導理念としてとらえている点で高く評価されるものである。上記のようなアメニティの理念の把握は，単に環境行政サイドからみたアメニティの問題のみならず，都市計画行政，住宅行政等との協力関係によって実現されるべき生活環境の形成にかかわるすべての行政をリードするに足るものであると考えられる。

しかし，アメニティにこのような高い位置づけをすることには，それが主観的で測定困難な面が多いということからくる不安や批判も当然考えられるであろう。これに対して，白書は次のような見解を示している。

「しかし，全国各地で見られる快適な環境づくりの運動を見ると，快適性の概念は，地域ごとの魅力や住みよさという形で，ある程度，地域住民共通の内容をもった概念となっているように思われる。それは，それぞれの地域における環境に対する快適さの感覚は，地域における共通の財産である自然環境，歴史的・文化的環境そのものによって育まれるという面があるからであろう。」[13]

アメニティの問題は，究極的には主観的判断がかかわる問題であるということを免れ得ないと考えられるが，そうであるとすれば，むしろそのことを正面から認めて，その主観性を客観化する方法，バランスさせる方法を考えるべきであろう。その意味で，価値観がコミュニティの自然的，経済的，歴史的な基盤による基本的制約を受けていることに着目した白書の指摘は正しいと考えられる。しかしながら，アメニティに関する判断が，そのような自然発生的な価値観の同一性のみに依存するものではなく，より積極的な集団的合

意形成にかかわる側面を有しているという点も考慮しなければならないであろう。このような前提での積極的合意形成は，価値判断の主体の数が少なければ少ないほど容易になる傾向を有していると言ってよい。アメニティについての判断が地域あるいは地区単位で求められる必要があるという理由の1つは，この点にもあると考えられる。

4　地区計画，再開発方針とアメニティ

イギリスにおいては，「近代都市計画制度において，アメニティはその発足の当初から現在に至るまで，都市計画の鍵概念の一つ」[14]であり，都市計画行政のみならず，住宅行政，環境行政の各方面でアメニティの維持，改善に関する諸制度が発展しており，むしろそれらを総合する積極的理念としてアメニティが位置づけられていたと言える。これに対し，我が国では，アメニティをそのような方向で位置づけようという基本姿勢は各議論の中にうかがわれ，個別行政分野でもいわゆる環境行政の中でのアメニティ対策はそれなりの発展を遂げつつあるが，ディスアメニティに最も悩まされている都市住民に対する具体的なアメニティ確保の行政，とりわけ住宅・都市計画といういわゆる建設行政は，これまで必ずしも十分な総合的展開がなされてこなかったと言ってよいであろう。

その原因は，これまで多くの論者によって指摘されているように，一言で言えば，従来の都市計画法が「土地の利用と上モノ建設を総合的一体的にコントロールする仕組みを欠き，公共施設の配置と土地利用計画とのつながりがなく，真のプログラム的計画になっていないこと，住環境の整備や街づくりに多様化した住民のニーズを反映させその合意を得る住民参加の手続が不十分であること」[15]といった種々の欠陥を内在させていた点に求められる。

近年，都市行政サイドからもこの欠点を改める努力がいろいろなされ，第91通常国会（昭和55年5月）において，「都市計画法及び建築基準法の一部を改正する法律」，「都市再開発法の一部を改正する法律」として結実し，「地区計画制度」，「再開発基本方針」の2つの制度が新たに設けられることとなった。また，道路騒音に関する都市住民のアメニティを直接保護する「幹線道路の沿道の整備に関する法律」も新たに制定された。

プリュドム教授が指摘するごとく，「秩序」がアメニティの重要な要素であることは否定しがたく，我が国の都市の醜さの大きな原因は，その無秩序の中にあると言っても言い過ぎではないであろう。その無秩序な開発に秩序をもたらす手法は計画である。しかも既に述べたように，都市のディスアメニティに対処する計画手法としては，国土利用計画といったマクロなものより，キメ細かな，これまでの都市計画の目の粗さを補う，よりミクロな観点に立ったものが望ましい。アメニティとは，これを享受する個人の側からみれば，本来，日常生活の中の快適さから出発すべきものであり，個々の家庭から始まって，近隣，街区，地区，都市，そして郊外へと拡大していくべきものであると考えられる。

このような観点から，地区計画が「建築物の建築形態，公共施設その他の施設の配置等からみて，一体としてそれぞれの区域の特性にふさわしい態様を備えた良好な環境の各街区を整備し，及び保全するための計画」で，比較的小規模な地域を単位とした，小まわりのきく区域レベルの計画であり，その内容として細街路や小公園等の小規模な公共的施設（「地区施設」という）の配置と規模，建築物の用途，形態，容積等に関する制限，土地利用の制限を計画事項とする総合的な計画であることは，計画実現の担保としての開発行為，建築行為等に対する規制が届出・勧告という比較的ゆるやかな規制方法であるという点において将来の問題を残していると考えられるものの，街づくりにキメ細かな秩序感を導入する手法たり得るものであり，高く評価できる。

これまでの我が国のアメニティ関連制度が専ら公共的見地でのみ考えられ，身近な個人のアメニティの側から問題をとらえる視点に乏しかったことを考えると，この地区計画制度は，問題を個人の方向に一歩進めるものであり，少なくとも，今後の街づくにおけるアメニティ確保に関して，計画サイドから貴重な第一歩を踏み出す契機となるであろう。また，地区計画案が，当該計画区域内の「土地の所有者等の利害関係を有する者」の意見を求めて作成されることとなっているが，今後，どのようにして実質的な住民参加の手続をとっていくかが大きな課題であり，小さな地区設定ということのメリットを可能な限り生かすことができれば，問題を常に他人事ではなく，一人ひとりの住民自身の毎日の生活のアメニティ問題として提示することができ，責任ある参加による積極的合意形成への道も開かれるように思われる。すなわち，より長期的な視点に立って考えるならば，「国民の高度化，多様化す

る欲求に応えて身の回りの快適性，都市の美しさの創造など総合的な居住環境を形成していくうえからも地区レベルの計画の重要性を通じて，住民の意識の高まりの中で住民の手による街づくりが可能となるものであることから，都市化社会における安定的なコミュニティを作ることにも役立つ」[16]ことが期待されるのである。

再開発基本方針について言えば，この制度自体が直接アメニティの改善に役立つ性質のものではないが，我が国の都市の現状を考えると，アメニティの改善に直接効果があるのは，何よりも，広い意味での再開発であると言ってよく，これを計画的合理的に行うための再開発基本方針は，間接的にアメニティ確保に関連する各種の行政を体系化する計画手法になり得ると考えてよいであろう。

5 ま と め

都市の生活環境に係る快適概念のモデルを構築するための第1段階として，イギリスにおけるアメニティ概念をその都市計画制度を通して帰納的に推察し，また，我が国でのこれまでのアメニティに関する議論を整理するとともに，更に，近年導入された地区計画，再開発基本方針の2つの制度の意義をアメニティの観点から検討した。

これらを通して得られた快適概念モデル構築に当たっての幾つかの知見を以下に述べることとする。

(1) アメニティは，多次元的あるいは多相的な構造を有する複合的概念である。

(2) アメニティの概念は，時代とともに拡大していくもので，固定したものではない。社会経済的な時代の変化に対応してアメニティを構成する各要素に対する力点が変化するであろうし，また，それらの要素には，特に社会的選好の影響を受けやすいものがある。

(3) アメニティを構成する側面や要素には，それぞれ軽重がある。アメニティは，物的・材料的な側面，心理的・情緒的な側面，歴史的・文化的な側面，人間的・社会的な側面あるいは心的・精神的な側面によって構成されていると言えるが，アメニティの各要素は，これらの各側面において，あるいは各側面相互の関係において，必ずしもすべてが調和的に，相互補完的に，相互促進的におかれているわけではない。また，「家庭は健全で，住宅は美しく，町は楽しく，都市は威厳に満ち，郊外は爽やかに」[2]と考えると，都市のアメニティと農村のアメニティとは性格を異にすることも当然考えられる。

(4) アメニティは，人間—環境系の作用，反作用を前提としている。アメニティの内容，その存立要件を考えると，環境の主体である住民とその生活環境との作用—反作用という関係を無視することはできない。アメニティの問題を物的・空間的な側面でのみ考えたり，人間の内的な問題としてのみとらえるのではなく，人間と環境との作用，反作用の関係を前提とした人間—環境系としてとらえ直し，その中で改めて，都市計画の問題として考える必要がある。

(5) アメニティは，トータルな意味で社会的条件を加えて考えなければならない。イギリスのシヴイック・トラストの定義によると，「アメニティは，利便性，安全性，ローカルな価値，平和，静穏，視覚的満足である。」[14]としていることを考えると，アメニティを単にフィジカルな環境条件のみに閉じて考えるには限界がある。仮に，物的・空間的な意味でアメニティ要件を満たした生活環境であっても，社会的な意味で問題を抱えたところは，人々に快適な満足感を与えることができない。すなわち，生活環境の保安性，風紀性，近隣性といった社会的条件は，アメニティの重要な要件である。

(6) 人間—環境系の相互作用の中で作動する諸要因について，人の生活の質の良好さに着目した場合，アメニティの視点として，安全性，保健性，利便性・サービス性，保安性，健全性，近隣性・界隈性，連帯性，歴史性，文化性，連続性，情報性，個性・魅力性，多様性，調和性・秩序性，審美性・絵画性，静穏性，爽快性，創造性などの諸点を挙げることができる。

(7) アメニティは，人間愛や優しさといった住民の心の問題とも密接に関係する。アメニティを享受する主体である住民にとって，老人，子供，身障者が自由に，かつ，積極的に社会参加ができる生活環境と社会関係をつくりあげていくことが重要であり，アメニティ概念を地域福祉にまで拡大していくことが現代的課題の1つである。

(8) アメニティは，住民の計画への積極的な参加によって主体的に選択されるものである。都市であれ，農村であれ，どのようなアメニティを実現するかは，そこに生活する住民の主体的な選択にかかっているし，アメニティを構成する側面や要素相互の矛盾を克服するための意思決定は，住民の判断にゆだねられるべきものであると言ってよい。より良い環境は，自ら得られるものではなく，それは人々の連帯と善意の所

産として築かれるものであり，このことを抜きにしてアメニティはあり得ないのではないか。

(9) アメニティのもつ思想は，住民にとって本質的価値をもつ生活環境の質に注目し，その保存，再生を目指す思想であり，単に感覚的な快適さの追求ではない。アメニティとは，それがそこに存在することで，住民は心が和み，地域に対する誇りを覚えることができるようになり，地域の文化や個性もそれを基盤に育ってきた，そういうものである。それが具体的には歴史的風土であり，地域の景観などである。

(10) アメニティのように個人の主観に依存するところの大きい，いわば選択的な環境の質に関しては，その評価方法を確立することが必要である。この場合に，地域住民にアメニティに関連する環境状態を適切に表示し，それを直接評価してもらうといった形の住民参加による評価にある程度は依存しなければならないと考えられる。また，それを可能にするためには，環境のビジュアル情報伝達技術の開発や，住民参加方式に関する実験的検討などが必要であろう。

(11) アメニティに関する環境の質の記録が必要である。現在の地域環境のアメニティの観点から改善すべき点は何かを明らかにし，また，過去にとられた諸施策の成果を把握するためにも，過去の環境水準の記録が必要とされる。アメニティに関する記録としては，今後，特に景観に関するものが必要となろう。

文　献

1) 環境庁国際課監修，国際環境問題研究会訳：OECD レポート，日本の経験―環境政策は成功したか―，(財)日本環境協会，東京（1978）
2) ディヴィッド・L・スミス(川向正人訳)：アメニティと都市計画，鹿島出版会，東京（1977）
3) 建設省編：建設白書，昭和56年版，大蔵省印刷局，東京（1981）
4) 石川県土木部建築課：石川県における公的住宅の需給動向に関する調査報告書（1979年3月）
5) 石川県土木部建築住宅課：金沢都市圏における持家住宅の需給動向に関する調査報告書（1980年3月）
6) 石川県土木部建築住宅課：金沢都市圏における居住地構造と今後の整備計画に関する調査報告書（1981年3月）
7) 石川県：石川県環境白書，昭和56年版（1982）
8) 石川県衛生公害研究所：生活環境に関するアメニティ・マップ作成調査報告書(1)，昭和55年度，快適環境の素材の現況に関する事例研究(1981)
9) 来生新：ジュリスト，No. 722，p 224（1980）
10) 大久保昌一：都市問題研究，31(9)，45—77（1979）
11) レミィ・プリュドム：環境研究，第24号，87—97（1979）
12) 環境庁監修，快適な環境懇談会事務局編：日本は快適か，(財)日本環境協会，東京（1977）
13) 環境庁編：昭和54年版環境白書，p 71，大蔵省印刷局，東京（1979）
14) 磯村英一監修，坂田期雄編集：人間都市への復権―文化とアメニティの再生―，ぎょうせい，東京（1982）
15) 成田頼明：ジュリスト増刊総合特集，No. 18，p 238（1980）
16) 都市計画中央審議会：長期的視点に立った都市整備の基本方向についての答申，昭和54年12月5日（建設省都市局編集，「21世紀の都市ビジョン」所収，ぎょうせい，東京（1980））

〔報　文〕

都市における視野空間の評価手法に関する研究（第1報）

——セマンティック・ディファレンシャル法の景観分析への適用の試み——

石川県衛生公害研究所環境部　戸田修史郎・田嶋 隆俊

1 はじめに

都市は，人が生活し，行動する空間であり，その快適さ（Amenity）は都市住民の必然の要求である。なかでも，視覚的側面の持つ役割は大きく，様々な都市問題のうちで，視野空間の秩序の保全，歴史的・伝統的景観の保全といった問題は重要な課題となっている。

都市空間を都市住民にとって親しみやすい，魅力のあるものにすることは重要なことであり，住民が都市における様々な視野空間あるいは景観をどのように感受し，知覚し，認識しているかを把握し，どのような素材，形態，構成，配置が備わった景観を求めているかを解析，評価することは意義のあることである。また，そのような問題について議論する場合に，景観の評価（意識）構造の分析・把握と景観の計画・操作・制御に対して根拠と手段を与えるための評価情報を提供することも極めて重要と考えられる。

ところで，視野空間の秩序や好ましい景観といった，人間の意識にかかわるような問題の分析方法の1つに，Osgood により開発されたセマンティック・ディファレンシャル法（以後，SD 法と略する）がある。[1] これは，イメージ，態度などの調査方法で，実験心理学や社会心理学等の分野で用いられており，ある対象概念に対する人間の認知を言語で表現し，これを数量化することによって得られる意識構造から，対象概念の評価，被験者の個人若しくはグループの価値観や行動を知ることができるとされている方法である。[2][3]

この研究は，都市における視野空間を評価する手法を確立し，これを様々な形態，構成等の具体的素材について実践し，そこで得られた評価情報に基づいて，都市の秩序ある，好ましい視野空間を保全し，創造するための方途を検討するものである。

本報告は，まず我々の都市の視野空間又は都市景観についての考え方を述べ，次に，人間の意識を通して景観がどのように評価されるかを明らかにするための第1段階として，上述の SD 法を解析・評価手法の1つとして取り上げ，若干の都市景観を実験対象として分析を試みた結果である。

2 都市景観のとらえ方について

「日本には，アメニティの強い伝統が存在していることです。日本は伝統的に，美，静寂，調和と秩序といったものに高い価値が置かれた国であり，現在も依然として，国民の心の中にその精神が生きています。（中略）また，日本におけるアメニティは，過去20年ぐらいにわたり，他のどの国におけるよりも，ひどく悪化したといえます。日本の景観，特に都市における景観は，全くひどく破壊され，調和を欠いてしまいました。これは極めて重要な問題でありますから，困難な点はあるにしろ，その分析に真剣に取り組み，何らかの結論を導き出す必要があると思います。」[4]

パリ大学都市研究所レミィ・プリュドム教授は，「ア

Investigations on the Estimation Method of Visualspace in Cities. 1. A Trial of Application of Semantic Differential Method to the Analysis of Townscape. *by Shujirou TODA and Takatoshi TAJIMA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

メニティ政策のすすめ」と題する日本での講演の中で都市景観についてこのように指摘している。

国土全般にわたって，都市化と工業化が進むなかで，鉄筋コンクリート造りの建物や新建材の住宅がいたるところに溢れることになったのは，ここ20年足らずのことである。そして，現在，経済優先の都市づくりから方向を転換するに当たって，量的拡大から質的向上へ，ということが各方面で言われ，都市空間においても，その美的側面や快適性，あるいは都市の個性化について取り上げることが，都市運営のトップ・ポリシーになりつつある。

さて，景観とは，見る人，見る立場，見る対象との間の相互作用である。都市の景観において，見る人は，そこに生活する住民が第1の主体であり，また，様々な目的をもってそこを訪れる人々も見る主体である。生活者としての地域住民にとらえられた空間が束ねられ，都市の全体空間，都市景観を構成していく。このとき，見る主体は，そのよりどころを様々にし，利害もまちまちにしている。したがって，見る立場も無数にあると言え，空間のとらえ方も一致しない。具体的に言えば，一般市街地や居住地域の隅々まで，地域の中の各集落まで入り込んでとらえられる景観がその特徴となるはずである。しかし，このような場合にあっても，より多くの人々に共有される景観の方が大切であることは確かであろう。また，都市の景観といっても，人によって様々な受け取り方がある。都市景観は，視野にとらえられる対象の広がりからみて，いわゆる大観するレベルのものから，空間的に限定された部分的なものまである。農村地域から都市部へのアプローチ景観，広い視界の中・遠景が一望される展望景観・眺望景観，基本的に道路とその両側に並ぶ建物の列によって造られる町並み景観，駅前，港，市場，市庁舎，公共建物用地といった節目になる場所の景観，古都らしい風景，城下町らしい景観などの「何々らしい景観」に代表される典型景観・象徴景観などである。これまで行政が景観に対し積極的に取り組んでこなかった理由としては，行政の余裕のなさや，対象が漠然としていてこれまでの行政になじみにくいことも挙げられるが，前述したような景観をどのように評価すればよいのか，その客観的な尺度が準備されていないことに対する不安とためらいがあったからではないかと考えられる。すなわち，景観が1人ひとりの人間の見て感じるという行為に成り立っているものだけに，その評価は人によって異なることが多いからである。

景観の評価を「美しいか否か」で行っていくものとすれば，客観的評価基準を求めるのは無理である。都市計画法及び建築基準法の地域地区の1つである美観地区は既に戦前からある規定であるが，ごく特殊なケースでしか適用されてこなかった。これは，より多くの人が共感できる美観とはどういう景観を言うのかを明確にさせることができなかったからである。もちろん，美しいか否かというような評価視点は，今日でも尊重すべきものではあるが，成長変化が激しく，一元的手法では律しきれない現代都市において，しかも，美に関して多元的価値を有する現代社会において，このような観点からだけでは都市空間をつくっていくことはできないであろう。

景観は単なる鑑賞対象としてあるのではなく，説明的な内容をもっている。その景観によって方向を確認し，場所を知覚する。景観の変化によって季節を知り，都市の動きをとらえる。このように都市の住民の日常生活において，あるいは都市を訪づれる人々の眼前に絶えずさらされ，様々な判定がなされるなかで，時とともに評価が定まっていくのが景観の本来の姿であろう。しかしながら，景観に取り組むということは，従来のタテ割行政にヨコ方向の糸を入れることであり，都市行政を横断的にとらえ，その各々の場面での質を問題にしていくためには，比較的分かりやすい評価方法と基準が必要であるし，あるべき景観についての方針も持たなければならない。

景観をみていく際，とかくその美的価値，歴史的価値に目が向くが，より基礎的で広がりを持った視点として，次のような視点が必要であろう。

まず，景観と言うからには，見えなければ意味がない。この「見える」ということは，既に述べたように，見る立場と見える対象の間の空間的関係にほかならない。見る立場としてその場所が多くの人々によってよく利用される場所であるかどうか，あるいは見える対象が都市的な場の中でどの程度によく見られる位置にあるかどうか。つまり，人々が集まり，多くの見る機会があるにもかかわらず，見えるものがロクでない，あるいは逆に，良い景色が眺められる場所であるにもかかわらず，その場所にそうした配慮がない。こういった食い違いの是正は対策に結びつく景観的課題である。背景や遠景など，多くの地点から見ることのできる対象は，その改変にあたって注意を要する。例えば，市街地内あるいは市街地に直接接する丘や斜面は，日

常多くの人々の視線にさらされる，ということだけでも特別の景観的配慮が必要である。

次に，景観という言葉をやめて，視野空間という言葉に置きかえてみると，つまり，空間をすべて目に入ってくるときの視覚，ひいては感覚への訴え方によって判断してみると，必ずしもこれがそのまま景観評価にはならないが，視覚的に望ましく感じ，あるいは不快に感じる原因が分離されとらえやすくなる。いま具体的に望ましくない視野空間の質を挙げてみれば，不快感，圧迫感，危害感を与えるような状況はその1つである。汚い色や物，不潔なものの散乱，巨大物の立ちふさがり，市街地の中のガスタンクなど，こうした感覚をもたらす要素を求めることは比較的易しいし，行政各部局との関連性もはっきりしてくる。同様に，用途や規模・形態などの予想外の組み合わせからくる異和感，周辺との空間的非連続や出入口がはっきりしないことからくる孤立感，迷路的な街路や性格が一様で特定しにくい街路網などの分かりにくさや画一感，必要以上の街路標識や広告物，人の氾濫などからくる疲労感なども好ましくない視野空間の質と言えるだろう。

以上とは逆に，好ましい視野空間の質とは，基本的には先にあげたような感じを人に与えない空間ということになるが，より積極的には，次に述べるような性質を持つかどうかが一つのよりどころになろう。境界がはっきりしているなど都市域のとらえやすさ，町の中心に進むにつれ，建物の容積と高さが増えていくといった連続的視覚体験による都市構造の分かりやすさ，都市生活を実感させ散歩や買物などの行動を触発する空間の質，歩行者の眼でできた人間的スケールを持ち親しみやすい空間，水や緑など自然的要素と人工的要素の調和と対立が優れていること，隅々まで手入れが行き届いていることなどからくる清潔感等々。これらは，都市の空間計画における基本的な目標とも合致するものであろう。

更に，景観をより都市計画あるいは都市構造と関連させて評価することも必要である。すなわち，その景観が都市の基本的構造とかかわってくるものかどうか，という見方である。都市の空間的構造を海や山，あるいは川などの地形要素だけでなく，中心性を持った地区，同質的な地区，大きなオープン・スペースなどに代表させてとらえる方法である。仮りに，これらのもので都市の空間的構造がとらえられるとしたとき，ある景観がその一部を表現するものであったり，又は，ある景観のなかにそのような構造が読みとれたりできれば，その景観は単に美しいというだけの景観以上の意味を持ってくる。逆に言えば，好ましい景観があれば，これをいかに都市の空間構造の中に位置づけていくか，ということが重要な課題の1つになろう。

3　SD法による実験方法

3・1　実験の目的

都市景観（又は視野空間）の心理的効果のうち，情緒的意味を把握する。

3・2　実験の測定対象

測定の対象（SD 法では概念又は刺激と呼ばれる）は，金沢市内25カ所の景観のカラースライドをスクリーンに写したものである。それを表1及び写真 No. 1～No. 25（図2～図14，p65～71）に示した。

一般に，景観等の空間を対象とする場合は，写真，

表1　写真撮影場所

写真No.	撮影場所
1	金沢城跡（兼六園から石川門をみる）
2	専売公社金沢地方局（旧舎）
3	県庁前（用水と道路）
4	浅野川大橋（浅野川）
5	尾山神社
6	沈床園
7	額新町交差点（緑視率2％）
8	中島大橋（浅野川）
9	玉川公園
10	中央公園
11	野々市町（秋の田園）
12	金沢港
13	犀川緑地公園・児童会館
14	鈴見橋（浅野川）
15	大和前
16	長町・武家屋敷跡
17	近江町市場
18	材木町・橋場町
19	金沢商業高校前（緑視率58％）
20	8号線・三日市交差点
21	野々市町（春の田園）
22	下堤町
23	高速道路・西インター入口
24	中央公園
25	金石街道・藤江交差点

模型，現地実験等の手法が用いられるが，本実験で上記の手法を用いたのは，被験者への提示条件を均一にすることができること，実験場所，時間などの制限が少なく，実験作業が行い易いことなどの理由による。[5]

3・3　尺度の選定

(1)　反対形容詞対の選択

SD法で用いられる尺度は意味尺度と呼ばれる1種の評価尺度で，一般に，大きい—小さい，良い—悪い，といった反対形容詞対を数段階の評価尺度として用いる。したがって，本調査の目的に応じた形容詞対を収集することが第1の作業である。

ここでは，以前の研究例から集めること，更に，連想実験などの予備調査によって収集することとした。前者については，SD法を景観評価に応用した過去の研究例はそれ程多くないことから，従来からよく対象とされた企業商品や広告などについての研究例からも併せて収集した。[6][7] 後者については実験に用いるのと同種の対象（材料）の一部を当研究所職員7人（男子4人，女子3人）を被験者群として，対象を1つずつ与えて，それに対してすぐ思い起こす形容詞を自由に記入させる方法で収集した。

このようにして収集した形容詞の出現頻度を参照しながら，図1に示した20組の形容詞対を選択した。その際，次のことに留意した。[8]

ア　被験者によって受け取り方が違うようなあいまいな形容詞は避けること。

イ　本実験で用いるどの対象にも共通している特性を示す形容詞は，対象間の差異を反映しないから不適当とすること。

ウ　適切な反対語がないか，あるいは反対語が他の語の反対語と共通したものは避けること。

エ　ほとんど意味内容が違わない形容詞は1つにまとめること。

オ　専門家が特別な意味に用いる言葉や，被験者の知識によって意味が変わる言葉は用いないこと。

カ　難しい，抽象的，論理的な形容詞より，易しい，感覚的，直観的な形容詞を用いること。

キ　調査目的がすぐに推察されるようなものは避けること。

ク　過去の研究で用いられた語は，比較のためにできる限り生かすこと。

ケ　類似した語が集中しないように，できるだけ変化に富ませること。

コ　価値に関する語に偏らないように，価値に直接関係ない語も入れること。

サ　調査目的に直接関係ない語であっても，SD法の基本的尺度とされているものは入れること。

(2)　評定尺度の決定

SD法では7段階の評定尺度が最も一般的であるが，本実験では，判断を容易にするために図1に示した5段階評定を用いることとした。

3・4　評定の実施

(1)　記入用紙の作成

上述した手続きによって選択した評価尺度を用い，図1に示した記入用紙を作成した。その際，記入用紙上で同種の形容詞対が続いて並ばないように，また，形容詞の左右の位置が偏らないように（例えば，評価が高い方向や，積極的な意味を持つ形容詞が常に右側に位置するといったことがないように）注意した。

記入用紙は1枚ごとに番号を記入し，第1枚目を練習用に，第2枚目からは対象（材料）の数に対応した枚数として，これらを1冊にとじて，1冊ずつ被験者

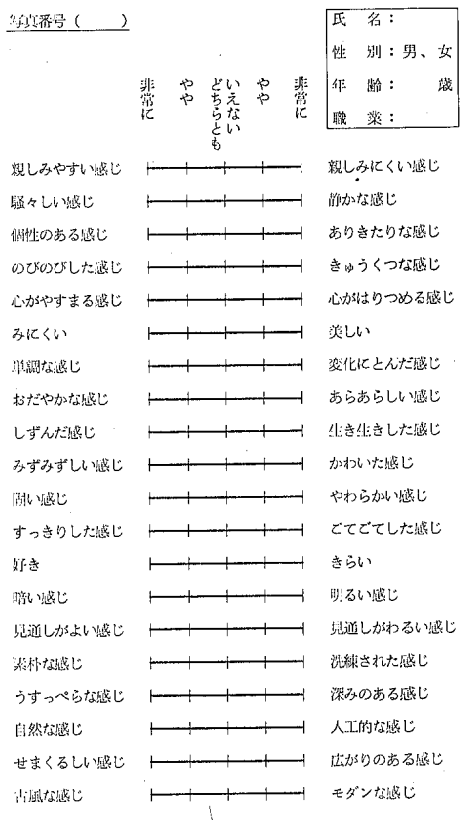


図1　SD法の記入用紙

に与えた。

(2) 被験者の選定

SD法では，被験者を性別，年齢，階層などから偏らないように選ぶことが望ましい。[9] 本実験では，対象の選び方，被験者への提示の仕方，評価尺度の選択の適切さ，実験データの処理方法等の調査手法全体について検討するとともに，その習熟を図ることに主眼を置いたので，被験者群としては，取りあえず当研究所の30歳代の職員から男子18人，女子12人，合計30人を選定した。

(3) 評定の実施

被験者群による評定を同時に実施するため，実験場所を当研究所講堂とした。各被験者に記入用紙をとじたものを1冊づつ配り，本調査の目的や方法の原理などについては説明しないで，①各評価尺度の評定段階が「非常に」,「やや」,「どちらとも言えない」となっていること，②正答というものはないので，各人思うままに記入すること，③余り長く考えないで，直観的に答えること，④記入もれのないように上から順々に各評価尺度に答えること，など具体的記入方法についての注意にとどめた。[8]

次に記入用紙1枚目で練習させた後，本実験の対象をスクリーンに1枚づつ提示した。その際，1対象について1～2分程度の速さで評定させた。

3・5 SD実験データの処理

SD実験データは1種の距離尺度なので種々の分析が可能であるが，本調査では，対象や各評価尺度の特質をパターンとして把握するためのプロフィール分析と，それらをより量的にとらえるための因子分析を試みた。

(1) プロフィール分析

プロフィール分析は，各評価尺度を並べるか，あるいは，評価尺度を対象の数だけ並べ，評価尺度別，対象別にそれぞれ値をプロットして，前者の場合には同一対象の点を，後者の場合は同一評価尺度の点を線でつないだプロフィール曲線によって，用いた対象や評価尺度の特徴や類似性を視覚的に分析するものである。[10]

プロフィール分析は単純な作業ではあるが，評価尺度の因子分析で抜け落ちてしまう情報（又は，得られない情報）を定性的に元のデータに近い形でとらえることができる点で重要なものである。

ここでは，厳密には問題であるが，各評価尺度に対して評定尺度が等間隔に目盛られているものと見なして，1～5点の得点を与え，全被験者の結果を平均し，1つ1つの対象について20組の各評価尺度に対してどのような得点を示しているかをプロフィールの形で示した。

(2) 因子分析

プロフィール分析から，本調査で用いた20個の評価尺度のそれぞれの得点は，互いに全く無関係に変化するものではなく，各尺度間にかなりの相関関係があることを推察できる。すなわち，2つ以上の尺度の得点が相互に関連するのは，それらの尺度の背後に共通の因子が働いているためだと考えられる。

因子分析は，このような多数の評価尺度の測定値間の相関関係に基づいて，対象のイメージをより少ない数の因子で説明しようとするための解析手法である。[7]

2つ以上の評価尺度の得点が完全な相関（$r=1$）なら，その規定因子が全く共通し，それぞれ同じ重みで寄与していることを示すが，普通は一部の因子だけが共通しているか，因子が共通でも重みが異なることが多いために，中程度の相関係数の値が得られると推定される。そこで，各評価尺度の得点と因子との間に次のような1次関係を仮定する。

$$Z_j=a_{j1}F_1+a_{j2}F_2+\cdots+a_{jm}F_m+u_jU_j+e_jE_j \cdots (1)$$

ここで，Z_j はj番目の評価尺度の得点という意味で，他の尺度についても同様の式が成り立つことを仮定している。F_1，F_2，… F_m はm個の共通因子を，U_j はj尺度にだけ存在する特殊因子，E_j は誤差因子を示す。また，a_{j1}，a_{j2}，… a_{jm}，u_j，e_j はそれらの因子の重み，すなわち，因子負荷量を示す。

この(1)式で，F_1，F_2，… F_m，U_j，E_j などの因子は対象によって変化するものであるが，それぞれ平均0，標準偏差1の分布となると仮定される。また，Z_j はこれらの因子の変化に伴って変化し，やはり平均0，標準偏差1の分布となると仮定される。更に，F_1，F_2，… F_m，U_j，E_j の因子は相互に独立で，その相関が0であると仮定される。このような仮定のもとでは，j番目とk番目の尺度の相関係数 r_{jk} は，

$$r_{jk}=a_{j1}a_{k1}+a_{j2}a_{k2}+\cdots+a_{jm}a_{km} \cdots\cdots\cdots (2)$$

となる。これは，得点間の相関が共通因子負荷量の積の和で表わされることを示している。つまり，因子分析の出発点が個々の得点からではなく，得点間の相関係数からでよいことを示している。

そこで，先ず各得点間の相関係数のマトリックスに基づいて，因子負荷量の計算を行い，次いで因子軸の

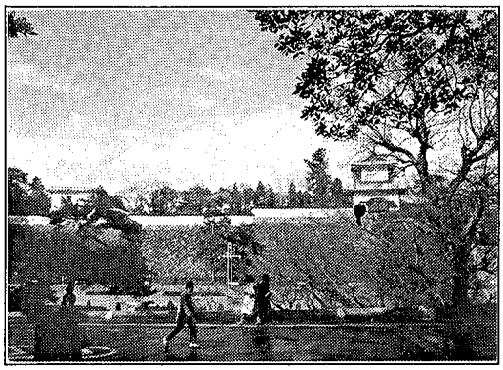


写真 No. 1



写真 No. 3

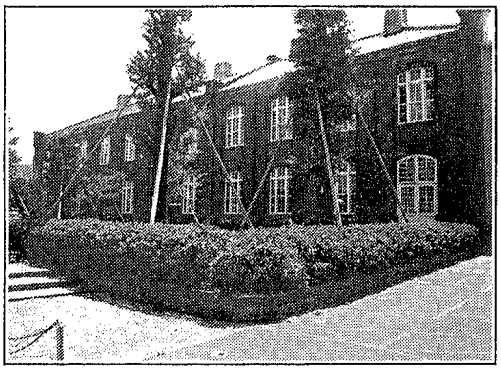


写真 No. 2

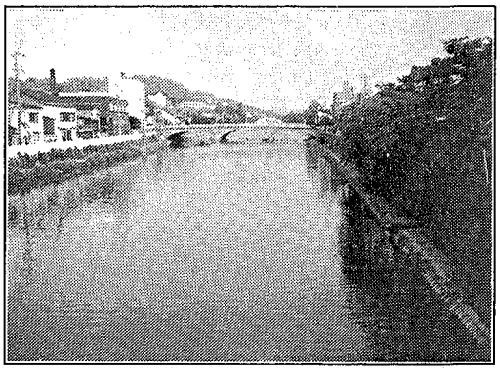


写真 No. 4

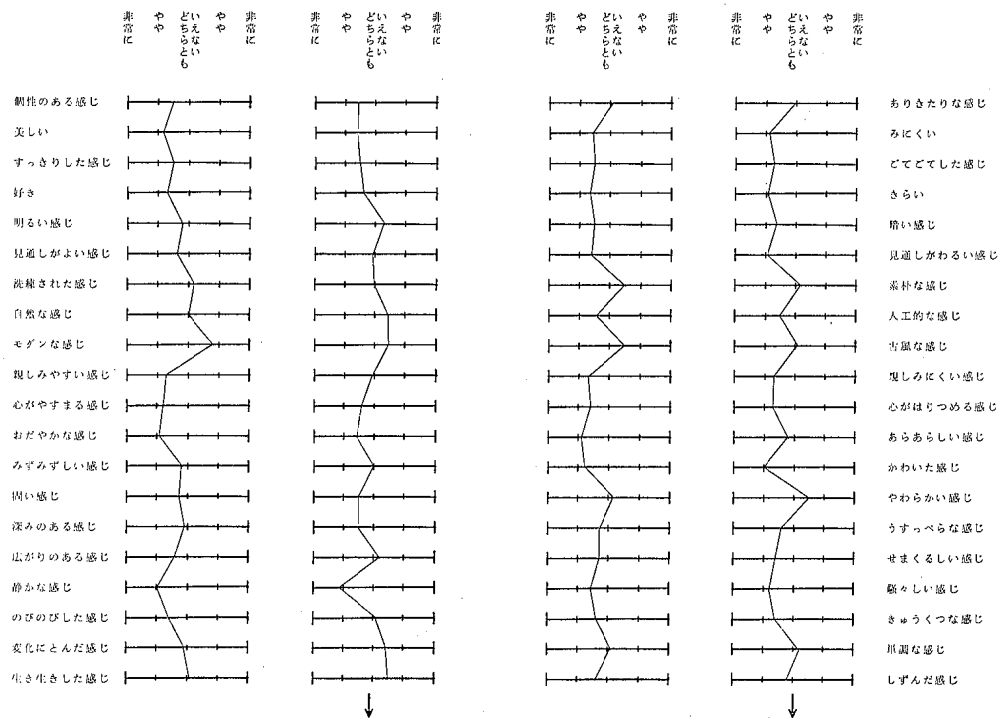


図2　写真No.1，2のセマンティック・プロフィール

図3　写真No.3，4のセマンティック・プロフィール

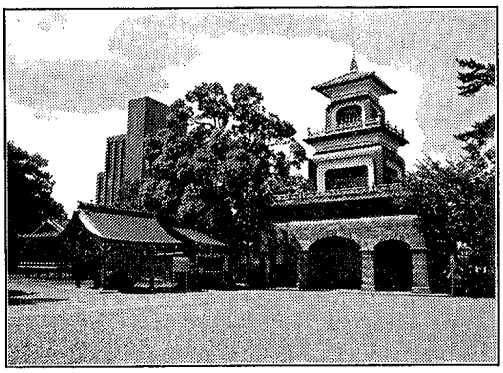


写真 No. 5

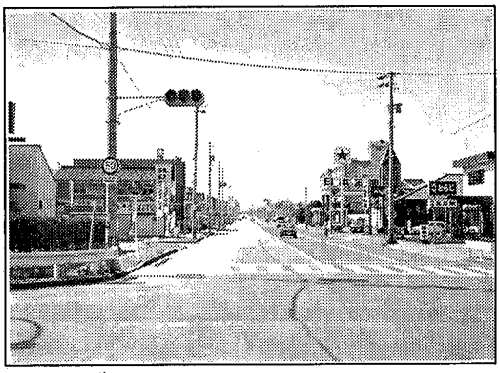


写真 No. 7

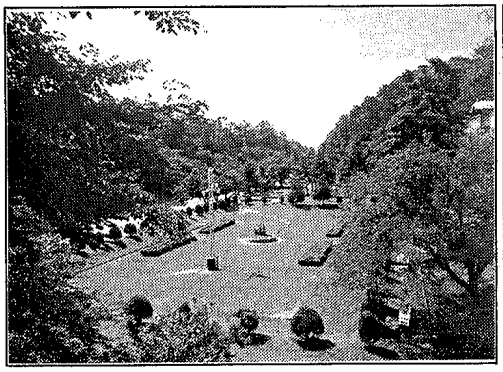


写真 No. 6

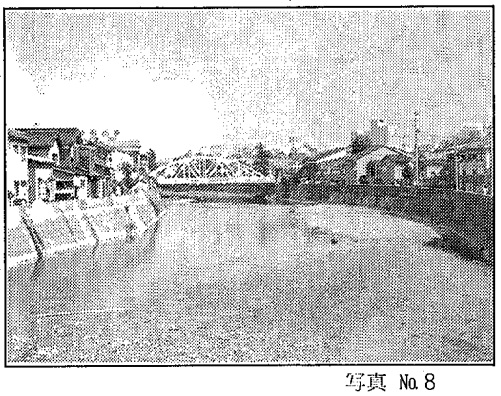


写真 No. 8

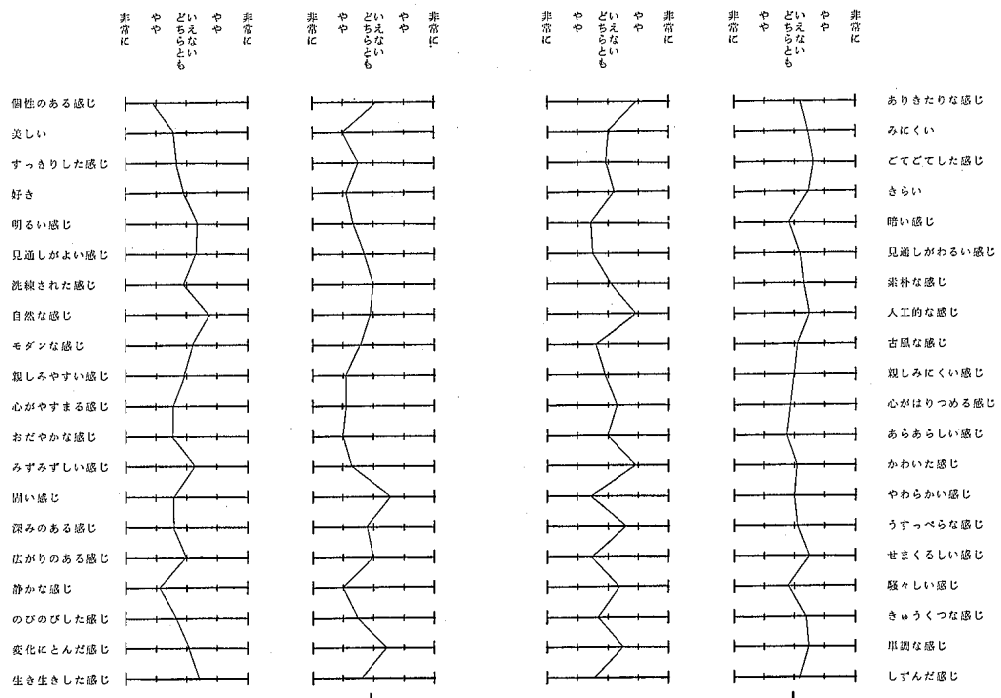


図4　写真No.5，6のセマンティック・プロフィール

図5　写真No.7，8のセマンティック・プロフィール

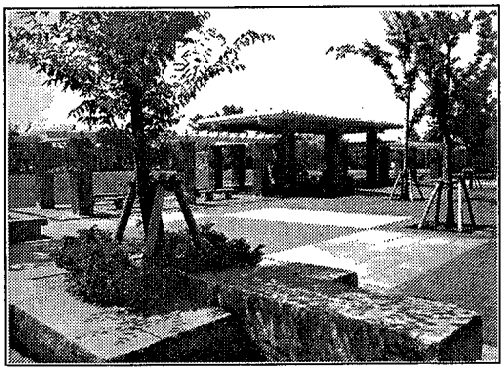
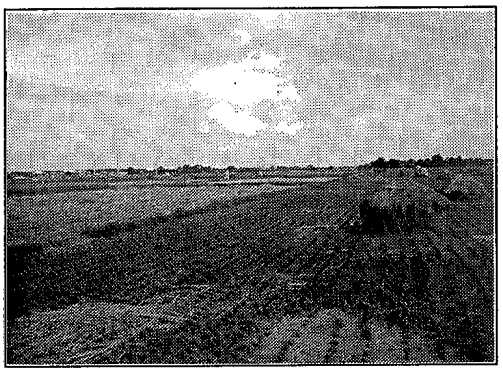
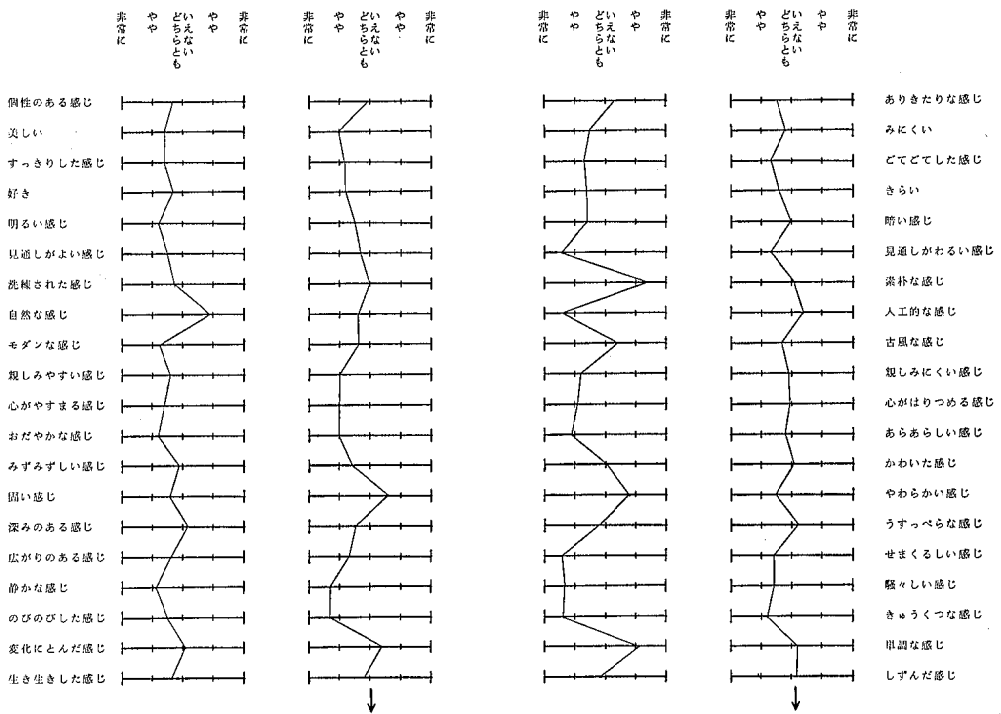


写真 No.9 ↑



↑ 写真 No.11



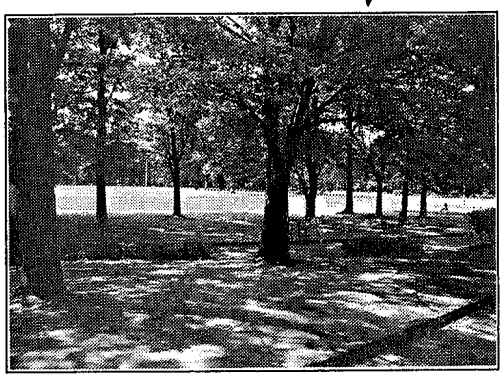


写真 No.10

図6　写真No.9, 10のセマンティック・プロフィール

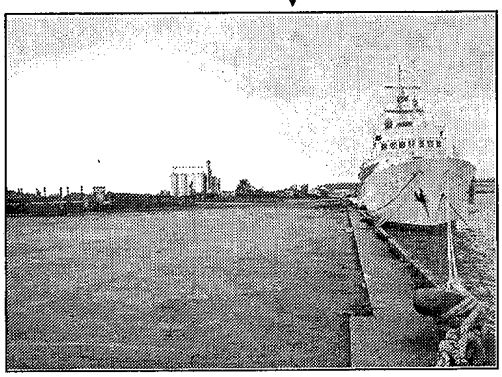


写真 No.12

図7　写真No.11, 12のセマンティック・プロフィール

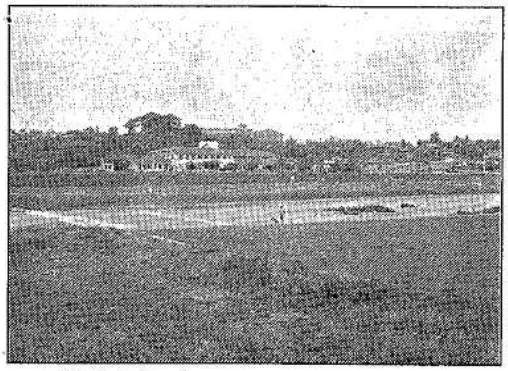


写真 No.13

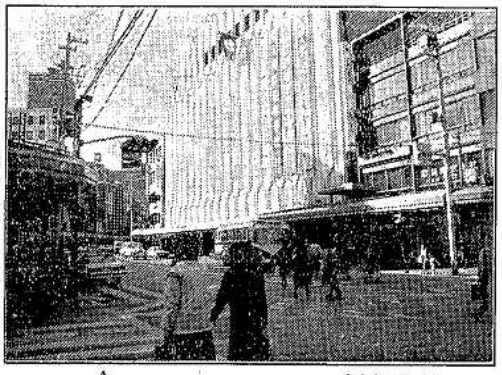
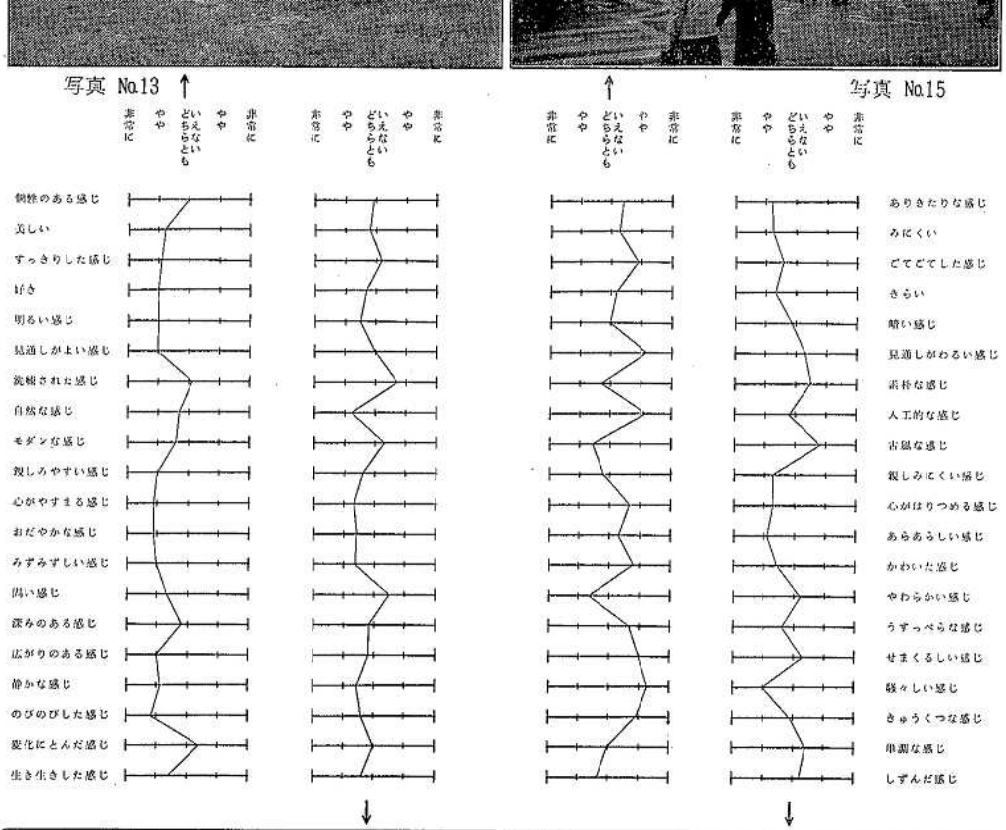


写真 No.15



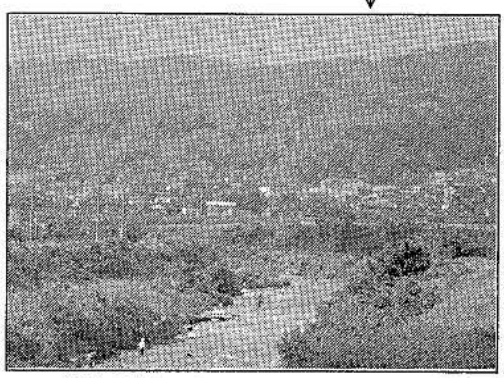


写真 No.14

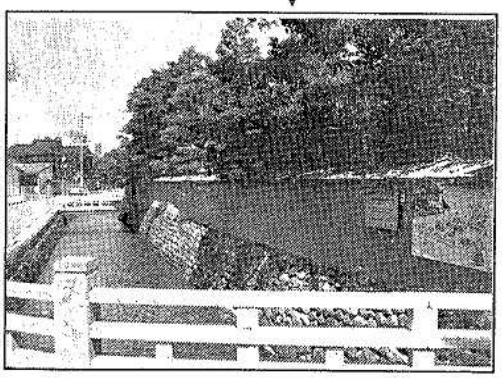


写真 No.16

図8　写真No.13, 14のセマンティック・プロフィール

図9　写真No.15, 16のセマンティック・プロフィール

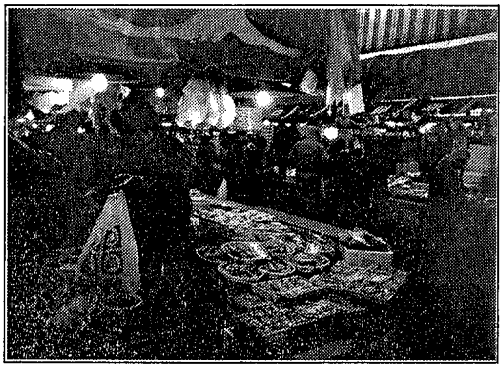
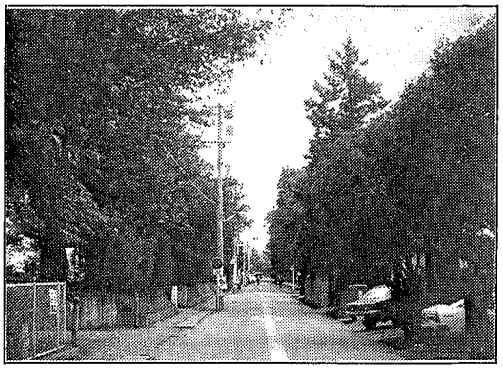
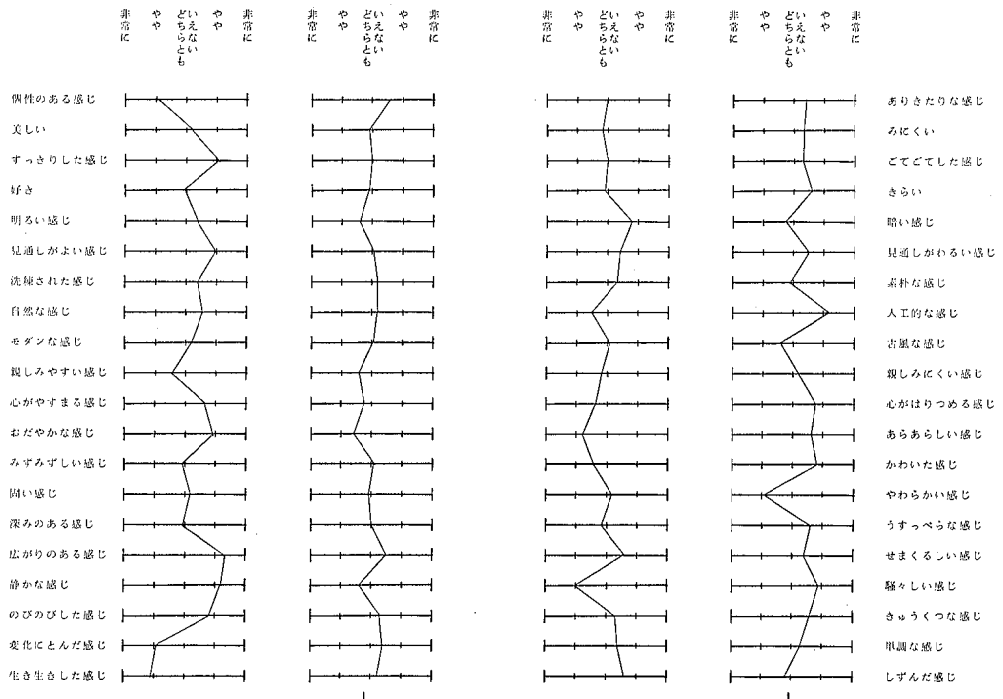


写真 No.17 ↑



↑ 写真 No.19



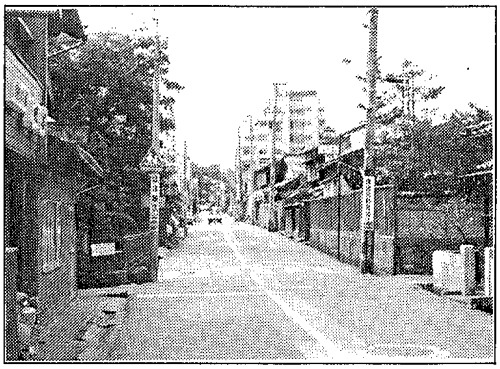


写真 No.18

図10　写真No.17, 18のセマンティック・プロフィール

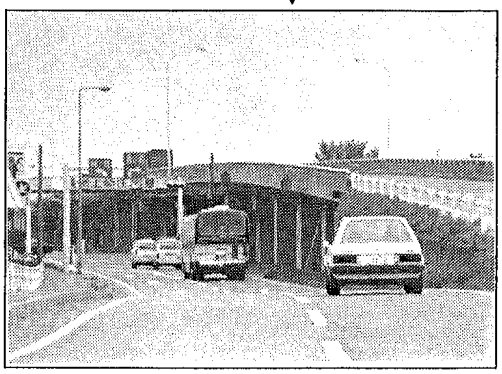


写真 No.20

図11　写真No.19, 20のセマンティック・プロフィール

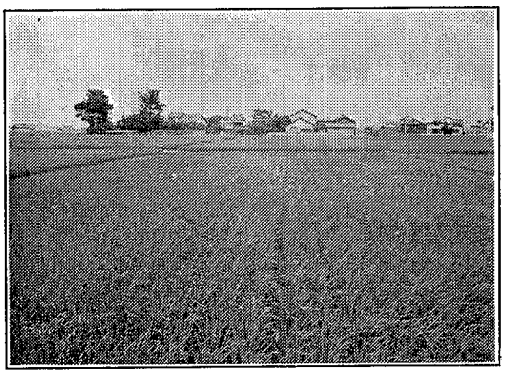


写真 No.21

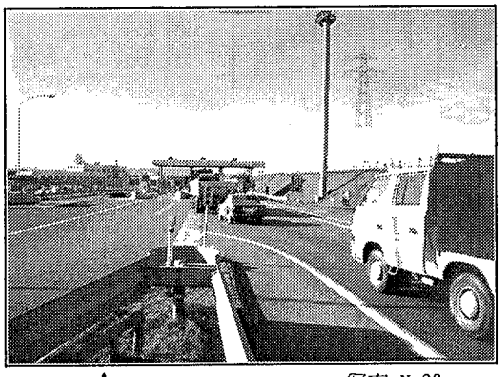
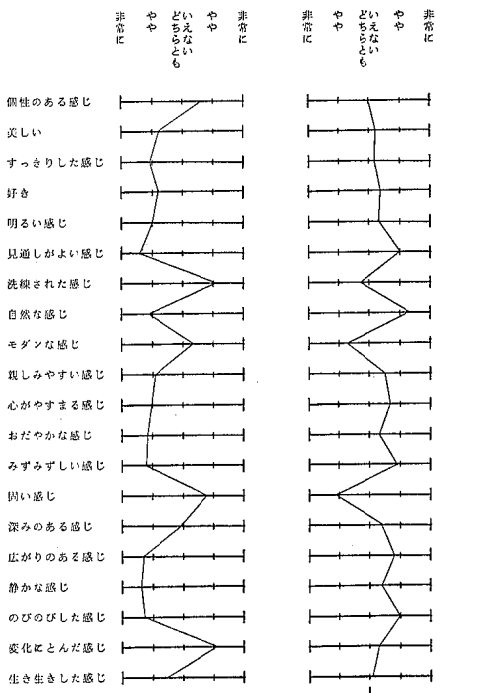


写真 No.23



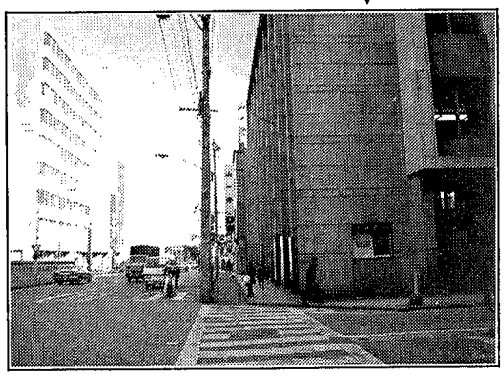


写真 No.22

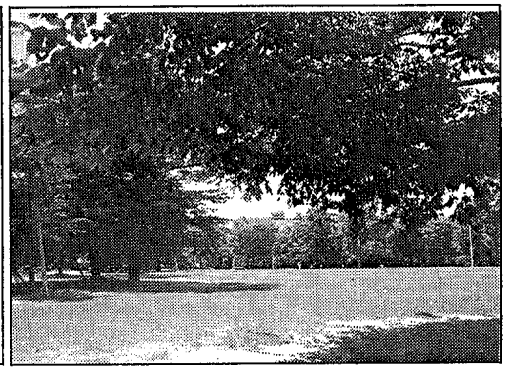


写真 No.24

図12　写真No.21,22のセマンティック・プロフィール

図13　写真No.23,24のセマンティック・プロフィール

回転を行って（本調査では，直接バリマックス法[11]を用いた），因子の解釈や意味づけを容易にするような数学的操作を行った。因子の解釈は，大きな因子負荷量を持っている評価尺度に共通な特性を基にして行った。

4　プロフィール分析の結果と考察

25個の測定対象について得られたセマンティック・プロフィールを図2～図14に示した。また，それらの測定対象のうち，ほぼ同じ質の景観構成と考えられるものとして，歴史的景観（写真No.1，No.3，No.5，No.16），緑地・公園景観（写真No.6，No.9，No.10，No.13，No.24），道路景観（写真No.7，No.20，No.23，No.25），田園景観（写真No.11，No.21）とに大きく分け，これらのセマンティック・プロフィールを図15～図18に示した。

更に，図19には，20組の形容詞対のうち，10組の形容詞対について，それぞれの評定尺度上における各測定対象の得点の位置を写真番号で示した。

以上のセマンティック・プロフィールから次のことが言える。

(1)　測定対象ごとの各プロフィールから，景観を構成する要素，その材質・色調・形態・大きさ，空間配置，視線，視向，視野の範囲，距離等に応じて，測定対象に特徴的な情緒的意味が抽出されている。例えば，水辺が重要な景観構成要素の1つである写真No.3，No.4，No.8，No.12，No.13，No.14，No16のプロフィールをみると，水辺がかもし出す情緒的意味と思われる「心がやすまる感じ」，「おだやかな感じ」，「みずみずしい感じ」について得点が高いのは，写真No.3，No.13，No.14，No.16であり，他はそれ程高くない。すなわち，水辺を取り巻く様々な景観要素とそれらの配置などによって，水辺が本来的に有していると考えられる情緒的意味も抽出されたり，されなかったりする場合がある。このように，景観の情緒的意味は，景観全体として，また，景観構成要素の多様な関連性の中でとらえられていることが分かる。

(2)　歴史的景観，緑地・公園景観，道路景観，田園景観について，それぞれを全体としてみた場合に比較的得点が高かった形容詞を抽出し，表2に示した。

設定した各評価尺度（反対形容詞対）について比較的明確な評定がされたのは田園景観であった。歴史的景観では（図15），「明るい感じ—暗い感じ」，「見通しがよい感じ—見通しがわるい感じ」，「自然な感じ—人工的な感じ」について対象により評価が異った。緑地・公園景観では（図16），「自然な感じ—人工的な感じ」，「固い感じ—やわらかい感じ」について対象により評価が異ったが，これは人工的な造形美が空間内をどれだけ占有しているか，その材質・色調・形態はどうか等によるものと考えられる。道路景観では（図17），「見通しがよい感じ—見通しがわるい感じ」，「広がりのある感じ—せまくるしい感じ」，「のびのびした感じ—きゅうくつな感じ」について対象により評価が異った。これは，道路幅，沿道の建築物等の密集度・高さなどによるものであろう。

(3)　各評価尺度についてそれぞれの測定対象がどのように評定されたかを幾つかの尺度についてみると

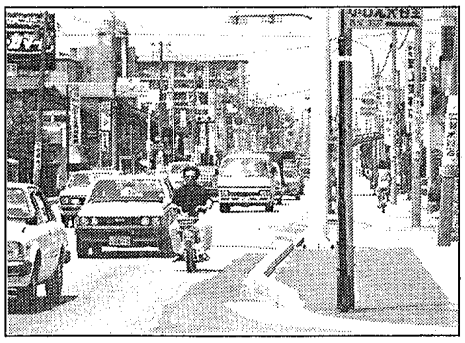


写真 No.25

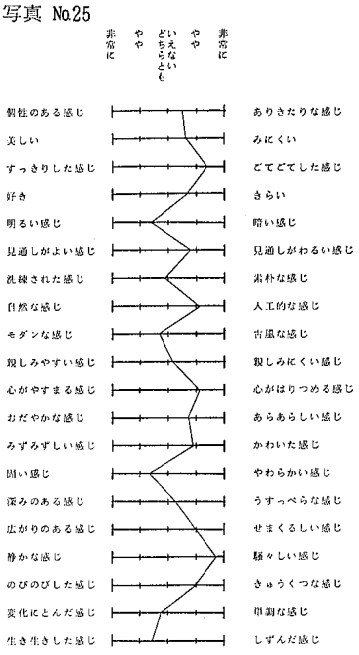


図14　写真No.25のセマンティック・プロフィール

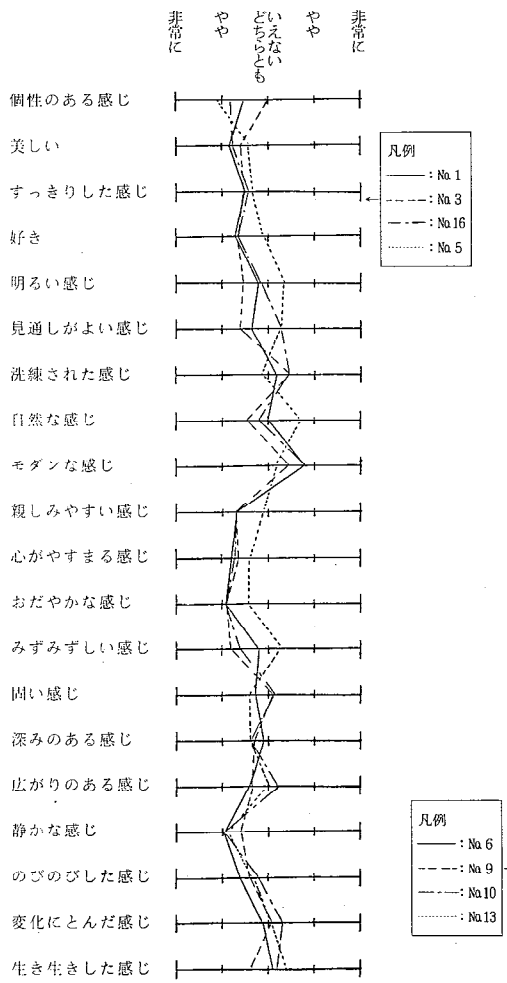


図15　歴史的景観のセマンティック・プロフィール

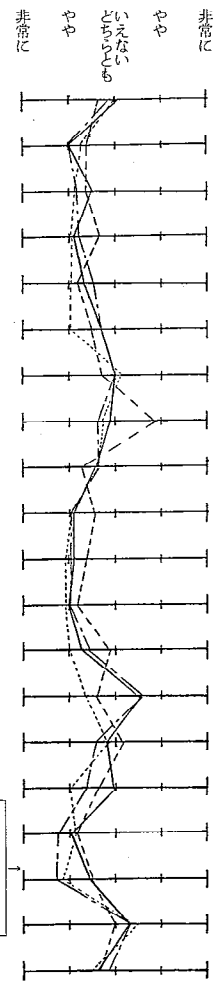


図16　緑地・公園景観のセマンティック・プロフィール

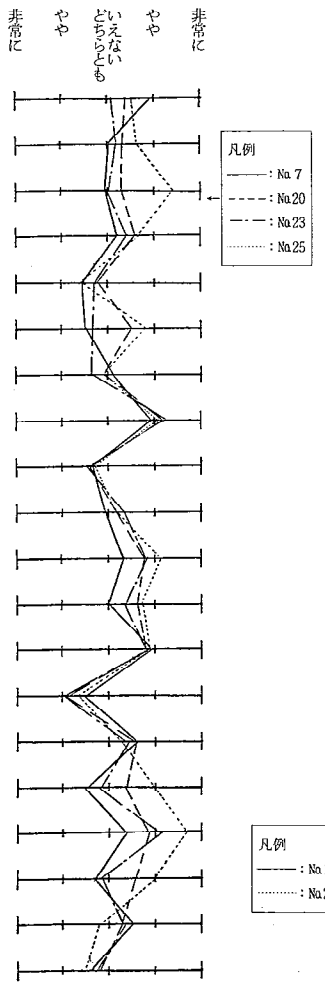


図17　道路景観のセマンティック・プロフィール

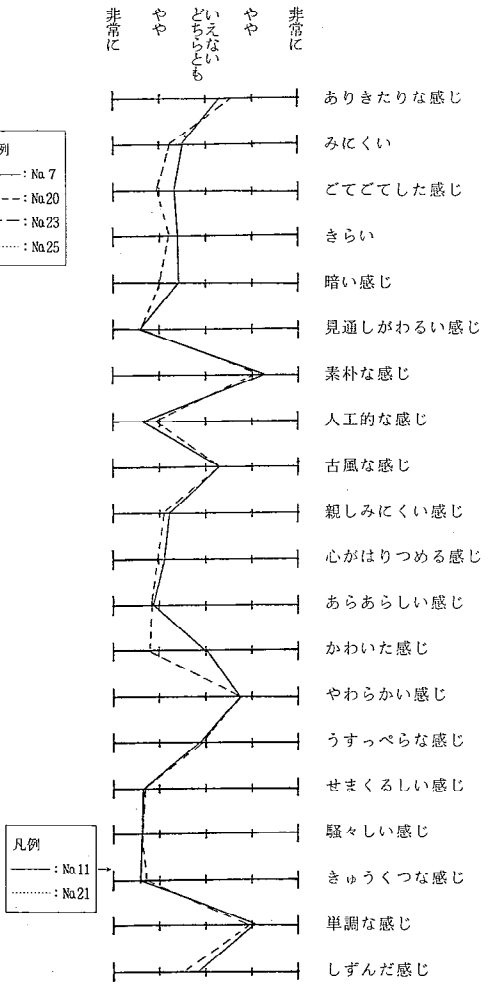


図18　田園景観のセマンティック・プロフィール

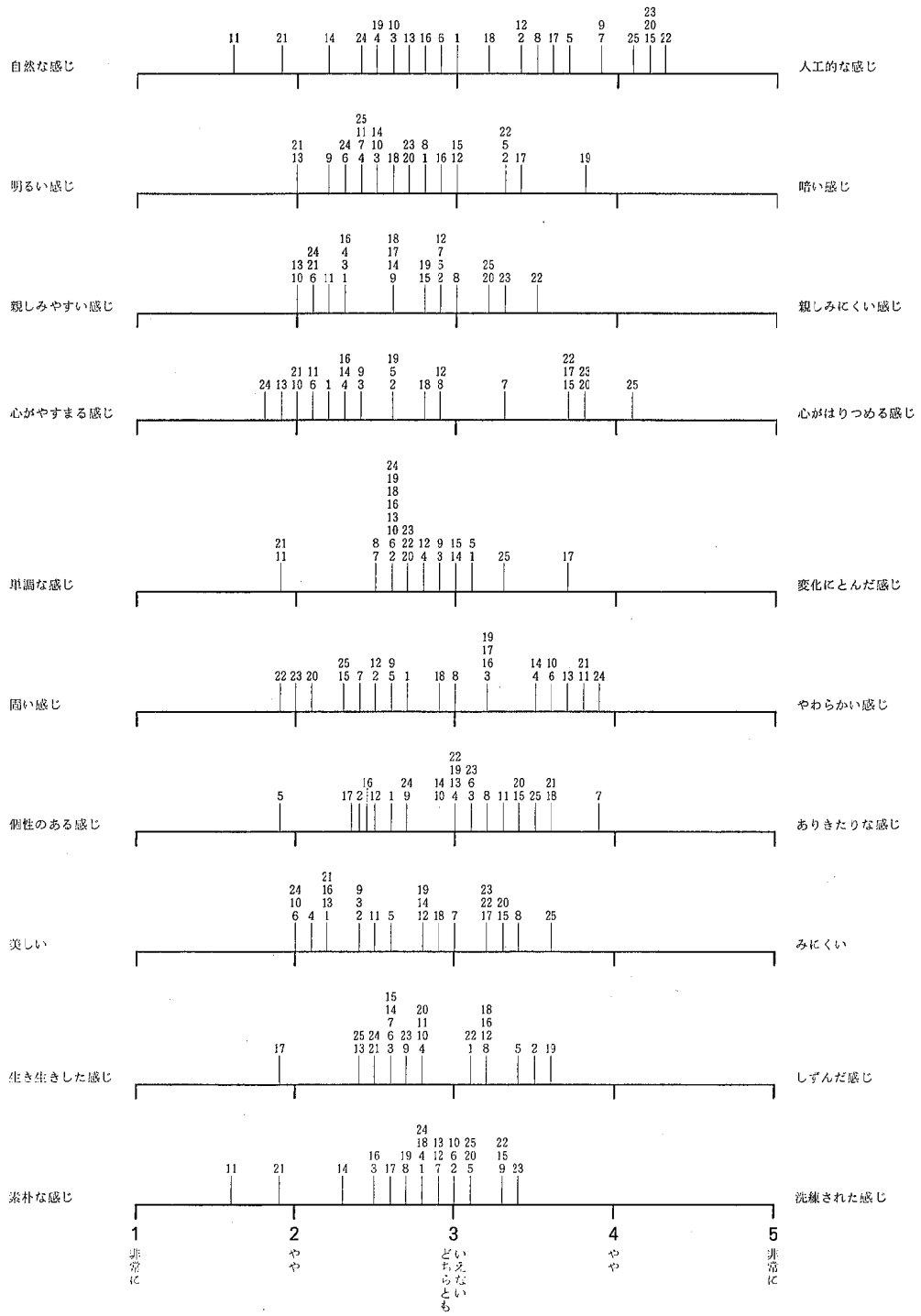


図 19　　形容詞対別プロフィール

表2　得点が高かった情緒的意味（形容詞）

歴史的景観	個性のある感じ
	美しい
	好き
	古風な感じ
	心がやすまる感じ
	おだやかな感じ
	静かな感じ
緑地・公園景観	美しい
	すっきりした感じ
	明るい感じ
	親しみやすい感じ
	心がやすまる感じ
	おだやかな感じ
	静かな感じ
	のびのびした感じ
道路景観	人工的な感じ
	心がはりつめる感じ
	かわいた感じ
	固い感じ
	騒々しい感じ
田園景観	美しい
	すっきりした感じ
	明るい感じ
	見通しがよい感じ
	素朴な感じ
	自然な感じ
	新しみやすい感じ
	心がやすまる感じ
	おだやかな感じ
	やわらかい感じ
	広がりのある感じ
	静かな感じ
	のびのびした感じ
	単調な感じ

(図19),「自然な感じ—人工的な感じ」では，写真No.11の〔秋の田園風景；野々市町〕,次いで写真No.21の〔春の田園風景；野々市町〕が「自然な感じ」で得点が高く，一方，写真No.22の〔道路景観；下堤町〕が最も「人工的な感じ」であった。「心がやすまる感じ—心がはりつめる感じ」では，写真No.24の〔中央公園〕が最も「心がやすまる感じ」で，写真No.25の〔道路景観；金石街道〕が最も「心がはりつめる感じ」であった。「個性のある感じ—ありきたりな感じ」では，写真No.5の〔歴史的景観；尾山神社〕が最も「個性のある感じ」であり，写真No.7の〔道路景観；額新町〕が最も「ありきたりな感じ」であった。

5　因子分析の結果と考察

25個の測定対象を20組の形容詞対で回答させた結果について因子分析を行い，得られたバリマックス回転後の因子負荷行列を表3に示した。表中，□で囲まれた負荷量を持つ尺度がその因子軸を代表していると考えられる。その中から，特定の因子において負荷量が高く，他の因子において負荷量の小さいものを純粋尺度として取り出したものを表4に示した。

この因子分析の結果から，第4因子までの寄与率（各因子の評価尺度ごとの因子負荷量の平方和で表わされる分散の全分散に対する割合）の累積がほぼ90%であることからして，都市景観の情緒的意味は，実験に使用した測定対象と評価尺度の範囲内で，4つの因子でほぼ説明できると解釈される。

すなわち，第1因子は「個性(特異性)」,第2因子は「活気(明るさ)」,第3因子は「空間の良さ」,第4因子は「自然性・風土性（歴史性)」と説明される。

従来，SD法の解析に因子分析を用いた場合，評価性因子，力量性（潜在性）因子，活動因子の存在が知られている。これについては，Osgoodらは，言語概念の情緒的意味空間を Evaluation, Potency, Activity の3次元構造であることを因子分析によって確かめているが，飽戸らは，論理的評価（Moral Correctness)，感性的評価(Sensory Pleasure)，力動性(Dynamism)，巨大性（Magnitude）の4つの因子を抽出している。

本実験にこれを当てはめると，評価性因子は第3因子，力量性因子は第1因子と第3因子の複合因子，活動性因子は第1因子となるほか，自然性・風土性因子が第2因子として区分されると考えられる。

6　好ましい都市景観の言語的イメージ構造について

SD法を試みたと同じ被験者に対し，次の30個の言葉を提示し,「好ましい都市景観のイメージとして，次のことばから，あなたのイメージに最も近いものを5つ選んでください。」という設問をした。

① のどかさがある
② 変化にとんでいる
③ 生気が感じられる
④ なごやかさがある

表 3　　因子構造と因子負荷量

評価尺度（形容詞対）	直接バリマックス法による因子負荷量 第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
親しみやすい感じ — 親しみにくい感じ	0.030	−0.398	**−0.741**	−0.449
騒々しい感じ — 静かな感じ	−0.001	−0.291	**0.871**	0.345
個性のある感じ — ありきたりな感じ	**0.830**	0.262	−0.221	−0.073
のびのびした感じ — きゅうくつな感じ	−0.262	−0.112	**−0.888**	−0.213
心がやすまる感じ — 心がはりつめる感じ	0.010	0.008	**−0.901**	−0.381
みにくい — 美しい	−0.150	0.057	**0.939**	0.190
単調な感じ — 変化にとんだ感じ	**−0.788**	0.243	−0.430	−0.190
おだやかな感じ — あらあらしい感じ	−0.094	0.115	**−0.894**	−0.325
しずんだ感じ — 生き生きした感じ	0.027	**0.967**	−0.100	−0.005
みずみずしい感じ — かわいた感じ	0.203	−0.244	**−0.736**	−0.483
固い感じ — やわらかい感じ	−0.006	0.350	0.616	**0.632**
すっきりした感じ — ごてごてした感じ	−0.164	0.127	**−0.951**	−0.028
好き — きらい	0.145	−0.174	**−0.886**	−0.325
暗い感じ — 明るい感じ	0.476	**0.637**	0.474	−0.064
見通しがよい感じ — 見通しがわるい感じ	−0.465	−0.127	**−0.785**	−0.153
素朴な感じ — 洗練された感じ	−0.324	−0.079	−0.212	**−0.879**
うすっぺらな感じ — 深みのある感じ	−0.429	−0.119	**0.650**	0.523
自然な感じ — 人工的な感じ	−0.150	−0.102	−0.617	**−0.731**
せまくるしい感じ — 広がりのある感じ	0.441	0.101	**0.821**	0.078
古風な感じ — モダンな感じ	0.191	0.251	−0.122	**−0.829**
寄与率（%）	59.9	13.9	9.1	7.7
累積寄与率（%）	59.9	73.8	82.9	90.6

表4　純粋尺度表

第一因子群	個性のある感じ	ありきたりな感じ
	変化にとんだ感じ	単調な感じ
第二因子群	しずんだ感じ	生き生きした感じ
	暗い感じ	明るい感じ
第三因子群	親しみやすい感じ	親しみにくい感じ
	静かな感じ	騒々しい感じ
	のびのびした感じ	きゅうくつな感じ
	美しい	みにくい
	おだやかな感じ	あらあらしい感じ
	みずみずしい感じ	かわいた感じ
	すっきりした感じ	ごてごてした感じ
	好き	きらい
	見通しがよい感じ	見通しがわるい感じ
	広がりのある感じ	せまくるしい感じ
第四因子群	素朴な感じ	洗練された感じ
	自然な感じ	人工的な感じ
	古風な感じ	モダンな感じ

⑤ 親しみやすさがある
⑥ 上品さがある
⑦ しゃれた感じがする
⑧ 自然さがある
⑨ にぎやかさが感じられる
⑩ 暖かさがある
⑪ 陽気な感じがする
⑫ 重厚さがある
⑬ 古風な感じがする
⑭ モダンな感じがする
⑮ 明るい感じがする
⑯ うれいをおびた感じがする
⑰ 人工的である
⑱ 開放的な感じがする
⑲ さっぱりしている
⑳ のびのびしている
㉑ ドライな感じがする
㉒ 素朴な感じがする
㉓ 派手な感じがする

㉔ 単調である
㉕ しぶい感じがする
㉖ 優雅な感じがする
㉗ 美しい
㉘ 軽やかな感じがする
㉙ 庶民的な感じがする
㉚ 洗練されている

これを集計した結果を表5に示した。「自然さ」が備わっており,「明るい感じ」がする景観が好ましさの点で高い評価を受け，更に,「親しみやすさ」や「美しさ」,「のびのびとした感じ」が加わることによって景観の好ましさが高められると推察される。このような

表5　「好ましい都市景観のイメージ」

景観のイメージ	選択率(%)
自然さがある	60.0
明るい感じがする	60.0
親しみやすさがある	43.3
美しい	33.3
のびのびしている	30.0
のどかさがある	26.6
洗練されている	26.6
優雅な感じがする	23.3
生気な感じられる	20.0
暖かさがある	20.0
しゃれた感じがする	16.7
モダンな感じがする	16.7
開放的な感じがする	16.7
なごやかさがある	13.3
素朴な感じがする	13.3
庶民的な感じがする	13.3
上品さがある	10.0
陽気な感じがする	10.0
古風な感じがする	10.0
さっぱりしている	10.0
変化にとんでいる	6.7
にぎやかさが感じられる	3.3
人工的である	3.3
ドライな感じがする	3.3
派手な感じがする	3.3
しぶい感じがする	3.3
軽やかな感じがする	3.3
重厚さがある	0.0
うれいをおびた感じがする	0.0
単調である	0.0

イメージを与えるような具体的景観を，図19を参考にして，本実験で用いた測定対象から抽出してみると，写真No.11及び24の〔田園風景；野々市町〕,No.24の〔緑地・公園景観；中央公園〕, No.4の〔水辺景観；浅野川大橋付近〕, No.6の〔緑地・公園景観；沈床園〕, No.13の〔犀川緑地公園〕などがあげられる。

これらの景観は，都市の中にそのような景観が存在することが好ましいという観点からイメージされ，その結果として抽出されてくるのかも知れない。

7 ま と め

本報告は，都市における視野空間を評価する手法を確立し，これを実践することによって得られる結果から，好ましい都市景観を保全し，更に，創造していくための具体的な方途を検討するための第1段階として，近年，様々の景観の評価に適用されつつあるセマンティック・ディファレンシャル法の実践を試みたものである。その解析手法として，プロフィール分析と因子分析を行ったのであるが，特に後者については中間段階にとどまっており，したがって，全体としても解析は完結しておらず，いわば景観評価のための情報の一部を提供したに過ぎない。

そこで，SD 法の問題点と本調査の今後の課題を述べて「まとめ」としたい。

(1) SD 法の問題点

高木は SD 法を評価し，意味の測定用具として,「客観性」,「信頼性」,「妥当性」,「敏感性」,「有用性」を備えた優れた方法であるとしている。[2] しかしながら，本実験を通して次の諸点が疑問点，問題点として指摘できるように思う。

ア　評定尺度が直線的であり，尺度間隔が評価尺度内や尺度間で等しいという仮定は妥当か。

イ　それらの各尺度位置に機械的に数量（得点）を割り与えることが適切な方法か。

ウ　他の品詞よりも形容詞を尺度に使い，しかも両端に反意語を位置づけるという方法が「情緒的意味」を測定する最善の方法であるのか。

エ　因子分析によって得られた意味因子は，我々が通常意味を判断するときに使用する因子と対応し得るものであるか。

オ　評価尺度を構成するとき，便宜的に標準的な尺度を借用することが有効であるのか。

カ　評価尺度と測定対象，評価尺度と個人（集団）との交互作用は重要視されなくてもよいのか。

キ　被験者のどのような体験（知的，感情的，行動的）による評価として結果が得られたのかが明確でないのではないか。

(2) 本調査の今後の課題

ア　本実験で得られた結果について更に分析を加え（数量化理論の適用，要因分析，意味空間内での各測定対象の位置づけ，評価尺度構成と対象の物理的要素との対応づけなど），景観の総合的評価手法として手順を確立すること。

イ　都市における視野空間を的確に評価できるための評価尺度（SD 法であれば，形容詞対）を標準化すること。

ウ　同一の測定対象について，人工の加わり方（程度，方法）により情緒的意味がどのように変動するのか，すなわち，どのような景観操作を行えば，より好ましいイメージへと発展させ得るのかを明らかにすること。

エ　質の異なる様々な視野空間について一般的評価を導き出すだけでなく，視点を絞って，例えば，街路における電柱，広告等に焦点を当て評価を試みること。

オ　被験者を都市住民として，性別，年齢別，職業別，居住年数別，地域・地区別に解析・評価を試みること。

文　献

1) 田中靖政：記号行動論—意味の科学—，p 49—102，共立出版，東京（1967）
2) 西田春彦，新睦人編：社会調査の理論と技法（II）— アイディアからリサーチへ—，p 151—158，川島書店，東京（1976）
3) ディヴィド・カンター，乾正雄編：環境心理とは何か，p 51—85，彰国社，東京（1972）
4) レミィ・プリュドム：環境研究，No.24，p 96，(1979)
5) 鵜沼育雄：環境情報科学，10(4)，21（1981）
6) 岩下豊彦：オスグッドの意味論と SD 法，p 34—77，川島書店，東京（1979）
7) 小原二郎編：デザイン計画の調査・実験，p 65—88，鳳山社，東京（1967）
8) 大山　正，池田　央，武藤真介編；心理測定・統計法，p 235，有斐閣，東京（1971）
9) 大山　正，乾正雄編：建築のための心理学，p 258，彰国社，東京（1969）
10) 小柳武和，篠原　修，田村幸久，中村良夫，樋口忠彦：景観論（土木工学大系13），p 308，彰国社，東京（1977）
11) 芝祐順著：因子分析法，p 117—131，東京大学出版会，東京（1972）

〔報　文〕

金沢市の都市地域における気象要因からみた快適環境についての考察

石川県衛生公害研究所環境部　吉田　弘・田嶋隆俊

（本報告の要旨は第9回北陸公衆衛生学会で発表した。昭和56年11月26日，福井市）

1　はじめに

近年，「快適な環境の確保と創造」が環境行政の新しい政策課題となってきている。生活環境の「快適性」（アメニティ）とは「安全性」，「保健性」といった生活環境の基本的な要件ばかりでなく，“ゆとり”や“うるおい”などの「住み心地良さ」までを含めた，より高次な概念であると考えられ，地域の自然的，社会的特性やそこに住む人々の価値観によって規定される側面も有している。

快適な生活環境の素材となる環境要因は多種多様であることから，生活環境の快適性を把握するためには，適切な指標あるいは素材を設定し，それらの現況や果たしている機能，役割を明らかにすることが第1段階として必要であり，また，これを総合化，体系化された情報として整備し提供することは，望ましい生活環境の確保と創造に関する諸政策を推進していく上で重要と思われる。

本報告は，金沢地域を対象として，気象要因からみた都市の快適性を考察するために，いくつかの指標を設定し，その現況を安全さ，健康さ，利便さ，住み心地良さ等の視点から解析・評価を試みたものである。

2　気象要因からみた快適環境の考え方

気象は地域住民の生活に多大な影響を及ぼしていて，生活環境の快適さ，不快さを形づくる重要な要因の1つとなっている。この生活環境の快適性にかかわる気象要因（指標）としては，気温，湿度，寒暑の体感指数，日射量，日照時間，降雨量，積雪量，風向や風速，落雷，洪水・暴風雨等の気象災害，ビル風等の強風障害，大気汚染などがあり，快適性の各視点との関連性は表1のように考えることができる。

これらの指標には，暴風雨，積雪量などのように人

表1　気象要因と快適性の視点の関連性

気象要因＼快適性の視点	安全性	保健性	利便性	住み心地良さ
気温（都市気温等）		○		○
真夏日，真冬日，熱帯夜		○		○
湿　度		○		○
寒暑の体感指数		○		○
晴天日数		○		○
日射量，日照時間		○		○
降雨量	○			○
積雪量	○	○	○	○
さわやかな風				○
冬季の季節風の強さ		○		○
フェーン現象	○			○
落雷の発生	○			
濃霧の発生	○			
凍　害			○	
洪水，暴風雨等の気象災害	○			
ビル風等の強風障害	○			○
大気汚染		○		○
季節の移り変わり				○
その他				

Meteorological Considerations about Amenity of Urban Environment in Kanazawa City.
by Hiroshi YOSHIDA and Takatoshi TAJIMA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

為作用の影響をほとんど受けず，人間の力でコントロールすることが不可能なものもあるが，大部分の指標については，何らかの形で都市化（人工環境化）による人為的な影響を受けている。すなわち，都市化の進展によりその現象が増幅されたり，減衰したり，あるいは新たな現象として発生するようになったものである。ここでは都市地域における生活環境の快適性と，主として人為的な作用の影響を受ける気象要因との関連性について考察した。

近年，都市化の進行に伴い，都市の地表面の構造は絶え間なく改変され，植生，土壌，水面等で構成されていた自然地表面が減少し，コンクリート，アスファルト等で構成される人工地表面が急増してきた。また，人間活動の増大は，エネルギー消費量の増加を招き，多量の人工熱や大気汚染物質を環境中に排出している。このような都市地域の人工環境化は，地域の小気象にも大きな影響を及ぼし，ヒート・アイランド現象に代表される都市気候現象をもたらすようになり，都市住民に生活上の不快感や制約など，様々な影響を与えるようになった。

そこで，都市地域の快適な環境と気象要因との関連性を明らかにするために，既存のデータ，技術的知見を基に，積雪量，都市気温，体感指数，大気汚染の4つの指標について解析・評価を試みた。これらの指標と各気象要素（気流，気温，湿度，降雨量，日射量等）との関係を図1に示した。

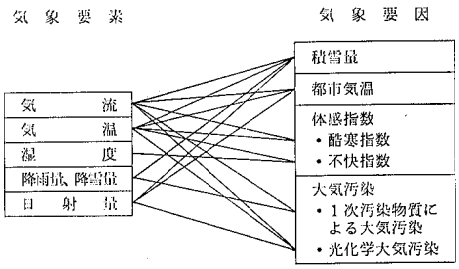


図1　気象要因と気象要素との関係

3　気象要因の解析・評価方法

3・1　積雪量

積雪量の分布は降水量分布と同じく，標高が高くなる程その量が多くなるが，その他の地形要素によっても大きく左右される。特に小地形（河川，台地，丘陵地等），微地形（崖，窪地，斜面）による影響を受けやすい。これは降雪が降水に比較し，密度が小さく，地上への落下が風によって大きく影響されるためである。このため風の強い場所への落下量は少なく，逆に風の弱い場所での落下量が多くなる。また，落下した雪片は落下当初は積雪面に固定される力が弱いため移動しやすい状態にあり，特に密度が小さい乾燥した雪は容易に移動し，凹地での吹き溜りをつくる。

積雪は日射，気温，降水等の影響を受け，新雪，しまり雪，ざらめ雪の過程で変態し，沈降，融解を生じる。この現象は場所によってその進度が異なり，山地よりも一般に気温が高くなる平地の方が早く進み，また同じ山地でも南西向の斜面の方が日照の時間も長くなり，変態の速度が早い。このように地形により積雪量，雪質（新雪，しまり雪，ざらめ雪等），密度，粒度，含水率などが大きく異なる。

(1)　小地形と積雪量

市内を河川が貫流し，台地，丘陵等起伏が多い金沢地域では，気流の流れも複雑であり，積雪量もこの影響を強く受け複雑な分布形態をなすものと思われる。

金沢地域の小地形を把握するための地形図を図2に示した。なお測定地点数，データの精度の点から微地形での解析は行わなかった。

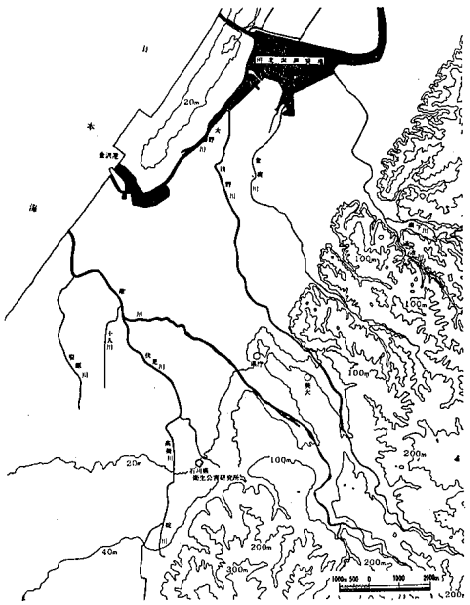


図2　小地形図

(2)　地表面粗度状態と積雪量

都市には種々の建造物が存在する。この建造物が風

に対する障害物として作用するため，地表面の粗度の状態が小地形，微地形に加わって，積雪量に影響を与える。

金沢地域における地表面の粗度状態図を表2に示した区分に基づいて土地利用現況図[1]（昭和52年）から作成した。

表2　地表面の粗度状態の区分

粗度ランク		土地利用現況
1	青	水部，河川
2	白	水田，畑，草地，裸地，学校用地（校舎を除く），交通施設（駅舎を除く）
3	緑	針葉樹林，広葉樹林，混合林，竹林，園芸樹林地，公園緑地，寺社用地
4	橙	低層建築群，工業用地
5	黒	高層建築群，校舎，駅舎

(3)　**積雪量測定値**

昭和38年以来といわれた昭和56年豪雪の金沢地域の積雪状況の測定値（1日降雪量，積雪量，午前9時測定，19測定地点，昭和55年12月13日～昭和56年3月19日）を収集し，最深積雪を示した日や前日に比較的降雪量が多かった日の積雪量を地図上にプロットした。

(4)　**積雪量分布の推定**

小地形を示す地形図と地表面粗度状態図，更に積雪量測定値分布図をオーバ・レイし，これに前日からの風向風速等を考慮することにより，積雪量分布図を作成した。

3・2　都市気温

小地形を示す地形図と地表面粗度状態図，地表面被覆状態図，更に地上気温測定値（53地点）をオーバ・レイし，これに地上気温測定値と同時刻の風向風速等を考慮することにより，都市気温分布図を作成した[2]。

3・3　体感指数

人間の感じる暑さ，寒さは気温のみによるものでなく，湿度，風速，放射等種々の気象要素の総合作用で決まる。この暑い，寒いの体感の度合を数量的に表わしたものが体感指数（体感温度）である。これにはミスナールの実効温度，リンケの体感温度などいくつかの体感表示方法が考案されているが[3]，ここでは一般に良く使用されている不快指数，酷寒指数を取り上げた。

(1)　**酷寒指数**

酷寒指数とは，気温に風の要素を組み入れたものであり，人間が肌で寒じる寒さが気温のみでなく，風によって体内から奪われる熱量にもよることを考慮に入れたものである。これはボトマンが水の冷却の式から導いたものであり，寒冷地における労働効率を知る指標として使われている[4]。

酷寒指数＝

〔1＋0.272×風速(m/s)〕〔1－0.04×気温(°C)〕

昭和52年12月29日～昭和53年1月9日における15地点の酷寒指数の期間平均値を，毎時の地上気温測定値及び風速を上式に代入することにより求めた。

これらの酷寒指数の期間平均値をプロットした地図と地表面粗度状態図，更に小地形図をオーバ・レイすることにより，酷寒指数分布図を作成した。

(2)　**不快指数**

不快指数は，蒸し暑さの程度が分かりやすく表示できるように，気温と湿度を組み合わせて作成した体感温度の1種であり，一般によく利用されている。我々が肌で感じる暑さは風が吹くと涼しいように，気温及び湿度だけでなく風の影響も大きい。しかし，気温と湿度は負の相関にあり，また風速と湿度も負の相関にあることを考慮すると，不快指数でもって夏の暑さを表現することは妥当な方法といえる。

$$\text{不快指数}=〔1.8\times\text{気温}(°C)〕-0.55\times\left〔1-\frac{\text{湿度}(\%)}{100}\right〕〔1.8\times\text{気温}(°C)-26〕+32$$

気温，湿度の両測定値が得られた3地点（金沢気象台，米泉測定局，三馬測定局）の昭和53年7月28日～7月31日の12時，15時，18時の不快指数を求めた。

3・4　大気汚染

大気汚染とは，健康で，安全かつ快適な生活を営む権利を侵そうとするような大気成分の質的，量的なあらゆる変化である。故に，大気汚染から人々を護ることは，快適性を確保するための基本的な要件の1つと言える。

大気汚染度分布図については，汚染物質の物理・化学的特性及び輸送現象特性などの相違から，主として1次汚染物質（硫黄酸化物，窒素酸化物）による大気汚染と，2次汚染物質による光化学大気汚染の2つに区分して情報の構築を行った。

(1)　**主として一次汚染物質による大気汚染**

硫黄酸化物，窒素酸化物による大気汚染度分布図

は，自然的条件による大気の流れの影響を大きく受けるものと思われ，図3に示すネットワーク・ダイアグラムに従って作成した。

類型別のマクロスケールの大気の流れ（一般風が強く，地上風系が気圧配置と地形の影響を強く受け，地上の気象学的熱分布がほとんど無視される場合の大気の流れ）と類型別のメソスケールの大気の流れ（一般風が弱く，海陸風や山谷風等の熱分布によって生じる局地的な風の流れが顕著な場合の大気の流れ），更に風配図，風速分布図をオーバ・レイし，気流の収束域等気象上大気汚染が問題となる地域の分布図を推定した。

硫黄酸化物及び窒素酸化物の濃度分布図を，大気汚染自動測定局（環境大気測定局12局，自動車排出ガス測定局6局）の測定結果を参考にして，昭和54年度の20測定地点の二酸化鉛法による硫黄酸化物測定結果，及び31測定地点の TGS 濾紙法による二酸化窒素測定結果から作成した。

大気汚染に関して気象上問題となる地域と，硫黄酸化物排出量分布図[5]，窒素酸化物排出量分布図[5]，更に硫黄酸化物濃度分布図，窒素酸化物濃度分布図とをオーバ・レイすることにより，硫黄酸化物及び窒素酸化物による大気汚染度分布図を作成した。

(2) 光化学大気汚染

小地形や都市風（都市気温分布により生じる風）を基にして求めた時刻別の大気の流れと，風配図，風速分布図とから，収束域や静穏域等の気象上大気汚染が問題となる地域を推定した。

光化学大気汚染分布図は，この気象上大気汚染が問題となる地域に窒素酸化物排出量分布図，植物被害状況分布図などをオーバ・レイすることにより作成した[2]。

4　気象要因の現況と快適性の考察

4・1　積雪量と快適性

昭和56年豪雪の最深積雪を示した昭和56年1月18日の積雪量分布図（5万分の1）を図4に示した。南部及び北部の山間地と小立野台地の積雪量が多く，また犀川，浅野川に沿った地域に積雪が少ないなど，小地形の影響が強く現われている。

積雪が生活環境上の「快適性」に与える影響については，直接的なもの，関接的なものがあり，人的，物的，その他いろいろな形で現われてくる。

安全性の点からは，人体及び建造物に与える直接的な被害がある。北陸の雪は水分が多く，雨が降ると含水率が40～50%にも達し，雪害対策を考える場合にはこの雪質の重さを充分考慮しなければならない。一般には積雪が1mを超えると家屋が危険になり，屋根の雪下ろしが必要と言われる。また，それ以下の積雪でも雨どい，瓦屋根，窓ガラス等の被害が数多く発生する。しかし，屋根の雪下ろしについても住宅密集地とそうでない場所ではそのあり方が違うし，建築物それぞれが耐えられる積雪荷重も異なるので，地域環境，地理的特性，気象条件等を十分に考えたキメの細かい雪害対策が必要である。

利便性に対する雪の制約としては，積雪による交通障害がある。消融雪設備の無い道路では，積雪が50cmを超えると交通に重大な支障が生ずるといわれ，通勤通学の遅れ及び生鮮食料品や燃料の供給の遅滞等，民生面や産業面に与える影響は計り知れない。近年は市街地の幹線道路が消融雪道路となり，冬季の走行障害，渋滞が改善されたが，一方では，このための地下水揚水による水位低下が問題となってきている。

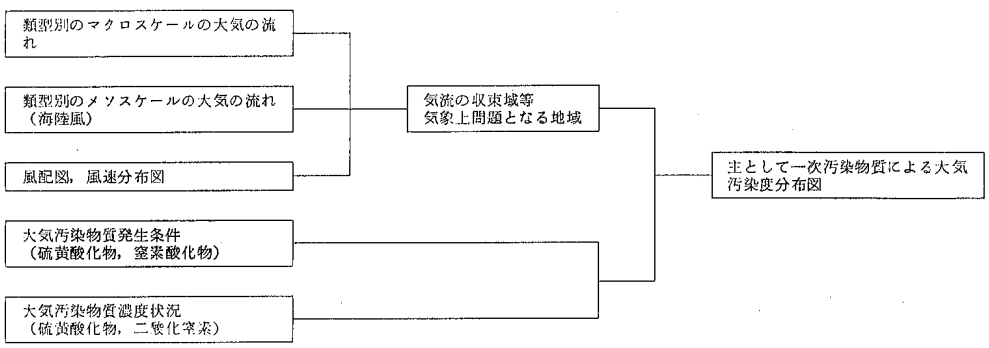


図 3　主として1次汚染物質による大気汚染度分布図を作成するためのネットワーク・ダイアグラム

住み心地良さの点については，従来から冬季の少ない日照時間，毎日繰り返す除雪作業，戸外活動の制約等マイナスの面が強調されているが，スキー，スケート等のウインタースポーツに接する機会が多くなるなどプラスの面にも注目する必要があろう。

雪の利点について述べると，降雪は空気中の塵埃や騒音を吸収するので空気を清浄にし，環境の騒音を減少させると言われ，また寒冷な地方では，雪は優れた断熱剤となるため土壌の凍結を防ぎ植物の根を保護する。水資源の点からは，山岳に積った雪は天然のダムであり，水力発電，農工業用水等に利用されている。

以上のように積雪がもたらす影響は決してマイナス面ばかりではない。今後は雪に関する認識を高めると同時に，雪に備えた生活上の知恵を活用し，雪を積極的に利用することも考えていく必要がある。

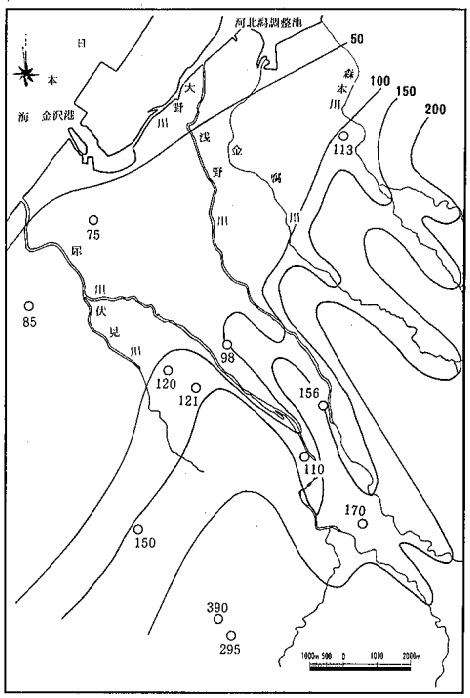


図4　積雪量分布図

4・2　都市気温と快適性

夏季の都市気温分布の例として，昭和53年7月28日の都市気温分布図（5万分の1）を図5[2]に示した。高温域は兼六園・金沢城一帯を除く市中心部であり，地上気温が34°C以上を示した地域で，昭和50年度のDID地区（人口集中地区）にほぼ含まれる形となっている。低温域は樹木が多く緑被率の高い兼六園・金沢城一帯であり，約31°Cを示している。

このように市中心部の緑地帯の存在と，犀川，浅野川の両河川が市内を貫流していることは，金沢地域における都市気温分布の形成を緩和しているものと思われる。

冬季については季節風が強く，また，積雪等のため地表面が濡れていて被覆状態の差が生じないことなどから，明確な気温分布が現われず，犀川，浅野川に沿った地域と兼六園・金沢城一帯が地形の影響で低温域となったのみである。

都市気温分布は都市の生活者に大きな影響を与える。住環境の面からは，外気温が上昇，下降するため暖房デグリーディや冷房エンタルピーディが変動し，暖房燃料費や冷房電気料の増減をもたらす。また，保健性及び住み心地の良さについては，夏季の日中では日射病や熱ストレスによる健康への障害，熱帯夜（最低気温25°C以上の日）の増加による睡眠不足，疲労感をもたらす。また，最近ではクーラーの普及による冷房病が新たな問題となってきている。

大気汚染との関係については，気温を上昇させることにより光化学反応を促進させることや，都市風が生

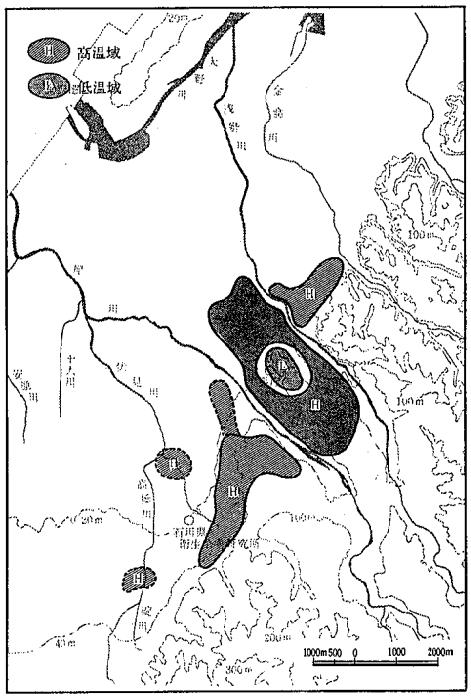


図5　都市気温分布図（夏季）

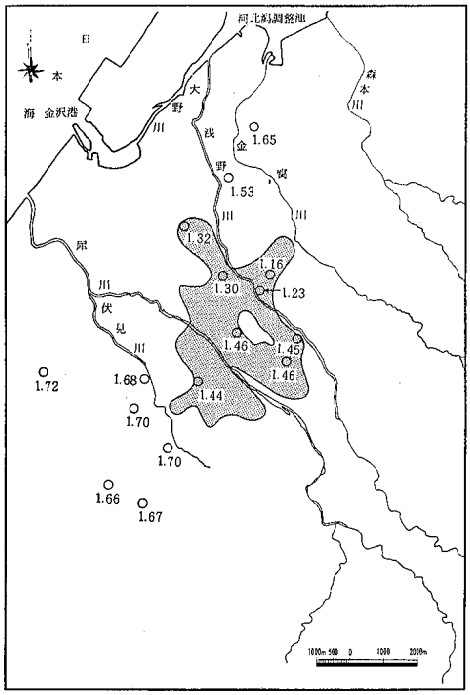


図6　酷寒指数分布図

じるため汚染質を都心部に集める作用をするなど，光化学大気汚染の発生に大きな影響を与えている。

都市気温分布の形成を緩和するには，各種の熱環境対策，建築素材の改良を推進するとともに，都市計画，土地利用計画等に都市気候学上の配慮が必要である。すなわち，公園緑地，水面，オープンスペースの拡大，高密度市街地や地表面の不透水面化を抑制するなどの対策が有効であり，特に緑地が果たす役割が大きいので，緑地を都市の中にどのよう配置すべきかが重要な問題となる。緑地の配置は気候学的には郊外から都市部へ楔状に差し込まれた形で配置されるのが望ましく，河川や緑地，農地で都市を分割しつつ，大気の循環をできる限り都市の隅々まで取り入れるような緑地計画がなされるべきである。

4・3　体感指数と快適性

(1)　酷寒指数

酷寒指数分布図を図6に示した。市中心部は1.5以下であり，周辺部及び郊外地域は1.53～1.72の範囲にあった。酷寒指数は風の効果を組み入れているため，金沢地域の地表面の粗度状態の差や人工熱分布状況が現われたものと思われる。しかし市中心部においても，局地的ではあるが，ビル風の影響を考えると，卓越風向と道路の走向とが一致し，かつ道路幅が広く，周囲に高層ビルが存在する付近の歩道上では，北海道並みの寒さ（1月の平均酷寒指数，釧路，網走は2.4以上，旭川，帯広は約1.8）を体感するのではないかと思われる。

(2)　不快指数

都市気温分布図を示した昭和53年7月28日15時の不快指数は，金沢気象台，米泉測定局，三馬測定局とも85以上であり，ほぼ全員不快の状態にあったと推定される。これらの3地点は都市気温分布の高温域に含まれていて，この日の市中心部は耐え難い暑さであったろうと思われる。特にビル街の歩道においては，冷房用クーラの放熱に加えて，道路のアスファルトや建造物のコンクリートからの輻射熱が大きいため，昇温効果が著しく高くなる。このような場所では街路樹の緑陰やビルの谷間のわずかな緑地帯でも通行する人の貴重なオアシスとなるであろう。

4・4　大気汚染と快適性

(1)　主として1次汚染物質による大気汚染度

硫黄酸化物による大気汚染度分布図（5万分の1），窒素酸化物による大気汚染度分布図（5万分の1）をそれぞれ図7，図8に示した。本県の大気汚染状況については，交通量の多い道路沿線地区や珪藻土耐火物製造工場地域（七尾市石崎地区）等の一部の大気汚染地域を除いて，良好な大気環境状態にあること，また大規模発生源が存在しないことから，これらの1次汚染物質による大気汚染度の分布は，それぞれの排出量分布に見合った，限定された地域に限られているものと推定される。

(2)　光化学大気汚染度

光化学大気汚染度分布図（5万分の1）を図9[2]に示した。南部丘陵地，小立野台地，卯辰山山麓地区が光化学大気汚染の危険性が高い地区と言える。

光化学大気汚染の対策として，発生源対策が重要であることは言うまでもないが，地形や気候条件を考慮したきめの細かい，用途別土地利用計画も有効な汚染対策の1つと思われる。例えば，住宅地土地利用においては季節風の主風向や地形を十分考慮して，汚染された空気が滞留したり，他の場所から移流してくる可能性が少ない地域を選定する必要があり，大規模発生源や工場団地の立地に当っては，逆転層の頻度や高さ，混合層高度，卓越風向等の気象条件を十分検討し，地形条件との関係を把握した上で適地選定しなければならない。また，緑地帯，水面等を適切に配置した

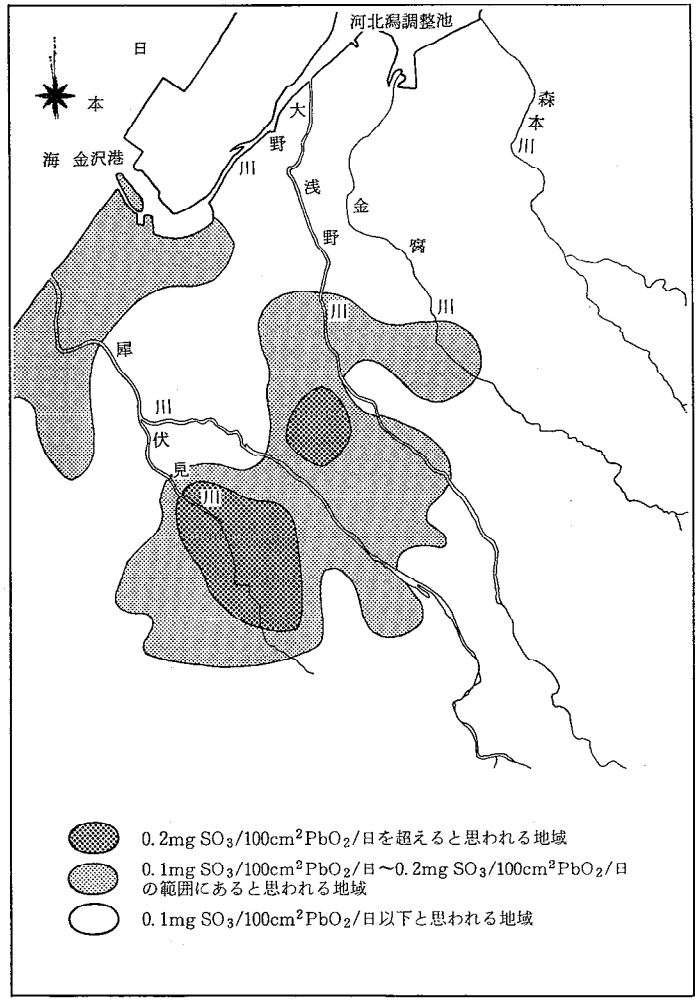


図7　硫黄酸化物による大気汚染度分布図

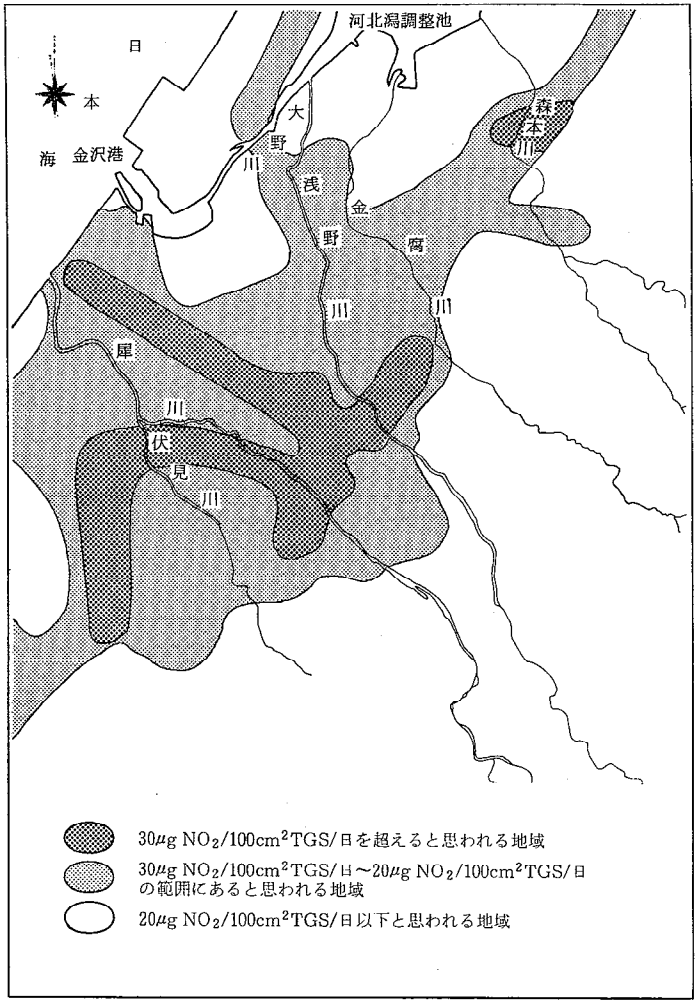


図8　窒素酸化物による大気汚染度分布図

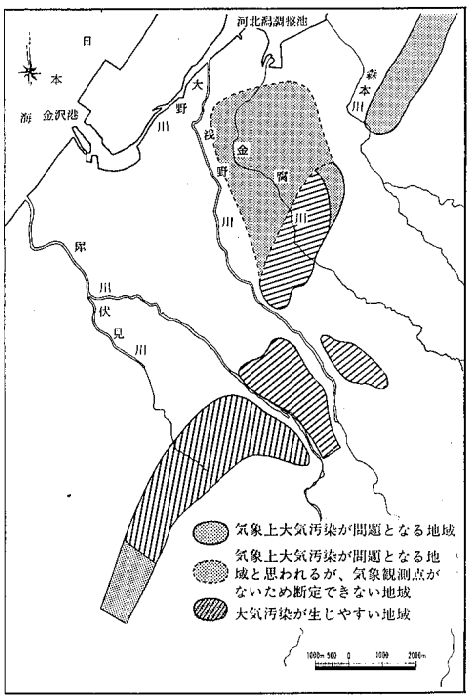


図9　光化学大気汚染分布図

緑地計画の推進は，都市気候を緩和し，光化学オキシダントの移流・拡散を増進すると考えられることから，光化学大気汚染防止に有効となるであろう。

5　ま　と　め

金沢地域における生活環境の快適性にかかわる気象要因ついて，既存資料を基にして情報の構築を行い，「安全性」，「保健性」，「利便性」，「住み心地良さ」の見地から考察を行った。

これまで都市計画，土地利用計画などにおいては，社会的，経済的な観点のみから検討されることが多く，生活環境の快適性について十分な配慮がなされてきたとは言えない状態である。本報告で述べた快適性に関する指標の評価結果は，これらの諸計画に気候学上の配慮が必要であることを指摘しているものであり，「快適な環境づくり」の基礎資料の１つとして役立つと思われる。

今後は，ここで取り上げた指標について更に情報の収集・解析・評価を進めるとともに，洪水・浸水の危険性，日照障害，ビル風などの指標についても調査を進めて行くつもりである。更に，これらの指標の分布図をそれぞれ組み合せ，解析，評価することにより，金沢地域の気象に関する総合的な快適指標分布図が作成できると考えている。

文　　献

1）石川県：マルチスペクトル航空写真による環境調査（1979）
2）吉田弘，田嶋隆俊：石川衛公研年報，17，83—111，（1980）
3）神山恵三：気象と人間，p154—179，紀伊国屋書店，東京（1975）
4）大和田道雄：豊田の気候環境，p190，荘人社，名古屋（1982）
5）石川県：環境基本情報書モデル作成調査報告書（Ⅱ），（1979）

〔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1報）

——地域環境特性としての「水源かん養上重要な地域」の解析・評価——

石川県衛生公害研究所環境部　田嶋隆俊・吉田　弘
戸田修史郎・前川龍介

1 はじめに

我が国での人工衛星による地球観測データの利用研究は昭和45年頃に始まり，昭和50年代に入ってからは，その進歩が著しく，最近では基礎研究の段階が終わり，利用実証の段階に入ったとされている。

人工衛星画像データはグローバルな規模の地球上の環境・資源の実状と推移が手にとるように把握できるので，海洋，農業，土地利用，地下資源，水資源，気象，防災，環境保全などの広範囲な分野で利用研究が進められているが，新しい観測技術やデータ処理技術の開発とあいまって，今後その利用面の拡大については測り知れないものがあると思われる。

環境行政の分野においても，人工衛星画像データは，大気汚染，水質汚濁等のモニタリングデータとして有効であるばかりでなく，環境面からみた地域の適正な土地利用を判断する環境利用適性評価あるいは土地利用適性評価を行う際の重要な基礎情報となるものと思われる。

この調査研究は，地球観測衛星ランドサットの画像データを基本とし，これに国土数値情報，その他の環境情報を併せ解析し評価することによって，石川県の土地利用特性及び自然環境特性を分級評価し，また，それらを組み合せて地域環境特性を分級評価し，それぞれの特性の地理的分布を示す評価図を作成すること，これらの特性の内容と土地利用の変化に伴う環境への影響の内容とを対比照合することによって，土地利用一環境系の可能性・制約条件を抽出すること，その諸条件に基づいて様々な土地利用の適合性を総合的に判断し，適切な土地利用を選択するための手法としての土地利用適性評価手法を開発し，その実践を試みること，更に，調査研究に係る諸作業の過程で収集する人工衛星データ等の環境に関する諸情報の体系化を図ることを目的としている。

また，この調査研究に係る作業全体を効率化，高度化するとともに，石川県における今後の人工衛星データの有効利用を推進するために，人工衛星データ等各種情報の処理，解析及び評価に必要なソフトウエアの開発・整備を併せて進めるものである。

なお，この報告は，科学技術庁において推進中である「リモートセンシング技術の利用実証に関する研究」の一環として石川県と建設省国土地理院とが協力して実施した「地形情報に関する研究一土地利用状況調査法一」（科学技術庁委託調査，昭和56年度～昭和58年度）の昭和56年度調査成果から，その概要をとりまとめたものである。

Studies on the Assesment of Suitability for Land Use in Ishikawa Prefecture Using LANDSAT DATA. 1. Assesment of Stream Source Area. *by Takatoshi TAJIMA, Hiroshi YOSHIDA, Shujirou TODA, and Ryusuke MAEKAWA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

2　調査研究の内容及び方法

この調査研究では，建設省国土地理院がランドサットMSSデータとグラウンドトルースデータとの比較照合により作成する石川県の土地被覆状況図（現況図及び年次変化図）を基礎にして，これにその他の諸情報を組み合せることによって地域環境特性を相対的，段階的に評価し，地図情報として即地的に把握するとともに，その特性の内容等に基づいて土地利用適性評価手法を開発することを中心テーマとしている。

その作業の全体を流れ図で示したのが図1である。その流れに沿って，実施する調査研究項目と作業の内容を次に示した。

2・1　グラウンドトルースデータ，土地被覆状況図等の収集・整備

(1)　トレーニングエリアについて現地踏査を行い，航空写真との比較照合等によって当該地区の土地被覆状況を確認する。

(2)　各種時期・高度の航空写真を地域ごとに年次的に収集し，それを判読することによって土地利用状況等に関する情報を整備する。

(3)　ランドサットMSSデータに基づいて作成された石川県の土地被覆状況図及びその磁気テープファイルを建設省国土地理院から収集する。

2・2　土地利用が有する環境作用の分級基準の設定と土地利用特性分級評価図の作成

(1)　水源かん養貢献度，表面浸蝕性等の土地利用が有する諸環境作用について，その解析・評価が可能な項目を科学的知見に基づいて設定する。

(2)　それぞれの環境作用項目について，文献情報，石川県の過去の事例等から，相対的・段階的な分級基準（土地被覆条件分級基準）を土地被覆現況図の分類区分に応じて設定する。

(3)　この分級基準に基づいて，収集した土地被覆現況図からそれぞれの環境作用の地理的分布を表す土地利用特性分級評価図を作成する。

2・3　都市化過程図の作成

(1)　土地利用の変化が著しい都市的地域を対象として，その緑被状況，構造物被覆状況，不透水面状況等の変遷を内容とした都市化過程図を作成する。

(2)　それぞれの都市的地域における都市化過程とそこで発現した様々な環境事象の様態との関連性を解析・評価することによって，都市化の進展に伴う土地利用状況の変化により発生した環境へのインパクトを即地的に抽出し，総合的・体系的に整理する。

(3)　土地利用の変化に伴う環境への一般的なインパクトを文献情報等から土地利用の形態ごとに整理する。

2・4　地域環境特性分級評価図の作成

(1)　植生図等の自然条件に関する既存の諸資料のほか，地形，各種指定地域，土地分類，土地利用等に関する国土数値情報磁気テープファイルを収集・整備する。

(2)　水源かん養貢献度，表面浸蝕性等の自然条件が有する諸環境作用について，その解析・評価が可能な項目を科学的知見に基づいて設定する。

(3)　それぞれの環境作用項目について，文献情報，石川県の過去の事例等から，相対的・段階的な分級基準（自然条件分級基準）をそれぞれの自然条件の分類区分に応じて設定する。

(4)　この分級基準に基づいて，収集・整備した植生図，地質図等（アナログ図）又は国土数値情報（メッシュ図）からそれぞれの環境作用の地理的分布を表す自然環境特性分級評価図を作成する（この作業過程で，アナログ図は電子計算機システムでの図形出力が可能になるように数値化したのち，メッシュ図に変換する。）。

(5)　適正な土地利用を図っていく場合に，環境保全上留意しなければならない地域環境特性の項目を公害の防止，自然の営力の保全，災害の防止，適切な資源利用・自然利用等の観点から設定し，それらの項目のうち，人工衛星データから作成した土地利用特性分級評価図を活用して解析・評価が可能な項目を抽出する。

(6)　土地利用特性分級評価図と自然環境特性分級評価図とをオーバレイし，水源かん養上重要な地域等の地理的分布を表す地域環境特性分級評価図を作成する。

2・5　土地利用―環境系の可能性・制約条件の抽出

(1)　地域環境特性分級評価図として表されたそれぞれの地域環境特性に影響を及ぼす土地利用形態・行為と都市化過程図等から抽出された環境へのインパクトとを対比照合することによって，土地利用に対する可能性・制約条件を抽出・整理する。

(2)　土地利用の形態等その特性が異なる地域を対象として，可能性・制約条件を抽出するまでのプロセスを検証する。

2・6　土地利用適性評価手法の標準化とその実践（土地利用適性分級評価図の作成）

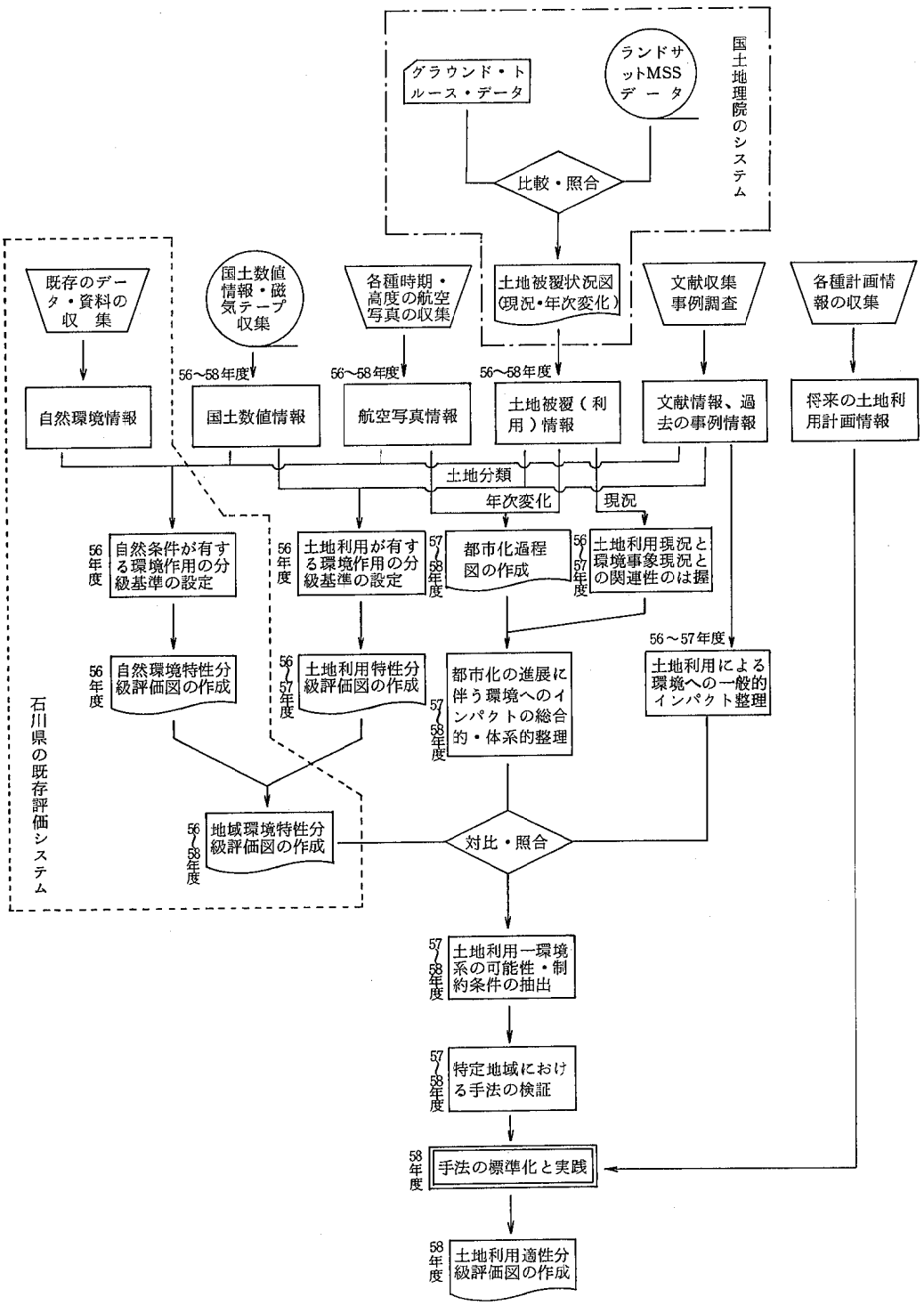


図 1　　調査研究内容全体の流れ図

(1) 土地利用に対する可能性・制約条件を基本的な情報として，様々な土地利用の自然条件への適合性，社会的整合性等を解析・評価し，それぞれの地域に最適な土地利用を的確に判断し選択できるような手法（土地利用適性評価手法）を標準化する。

(2) この手法に基づいて，それぞれの地域における住宅系，商業系，工業系，農業系，林業系，レクリェーション系，交通系，エネルギー系，処理処分系等の土地利用の適否を相対的・段階的に解析・評価し，その結果を土地利用適性分級評価図として表わす。

2・7 人工衛星データの利用に必要となるソフトウェアの検討

人工衛星データ，国土数値情報等の入出力管理，各種の地図情報の画像出力などに必要なソフトウェアを検討する。

3 土地利用適性評価手法の方法論の概念及び作業手順の概要

3・1 方法論の概念

(1) 土地利用適性評価の考え方

「利用適性」とは，当該地域における新たな土地利用行為が地域の自然的，社会的環境条件に対して持つ適合性の度合であり，土地利用に対して地域環境特性が持つ可能性条件と制約条件を即地的に相対評価するなかで明らかにされるものである。

したがって，「利用適性評価」は，個々の土地利用計画の決定に先き立って，地域環境が持つ土地利用行為に対する特性（可能性条件，制約条件）と，土地利用行為の特性（形態，規模，環境へのインパクトの内容・大きさ）とを対比させることによって，当該地域における将来の土地利用の可能性と限界，すなわち，将来の土地利用に対して有害な要因がより少なく，有益な要因がより多く集中している最良の地域条件を具体的，即地的に提示することである。

(2) 土地利用適性評価手法の基本的方針

ア　評価に当たって対象とする環境条件は，地形，地質，土壌，水文，動植物，気象等の自然条件を第一義とし，それらを基盤とした諸環境作用の解明を基本とする。

イ　自然条件及び土地利用がそれぞれ有する環境作用を組み合わせることにより地域環境特性を解析・評価し，この特性から抽出される可能性条件，制約条件を土地利用に当たっての環境保全上の指針作成の基礎とする。

ウ　解析・評価は，相対的，段階的な評価とし，その結果は国土基本図をベースとして即地的に表示する。

エ　評価対象地域は，原則として，各種環境作用の地理的分布に根拠をおいて設定する。

オ　作業の過程で収集又は新たに作成した各種環境資料はその体系化を図る。

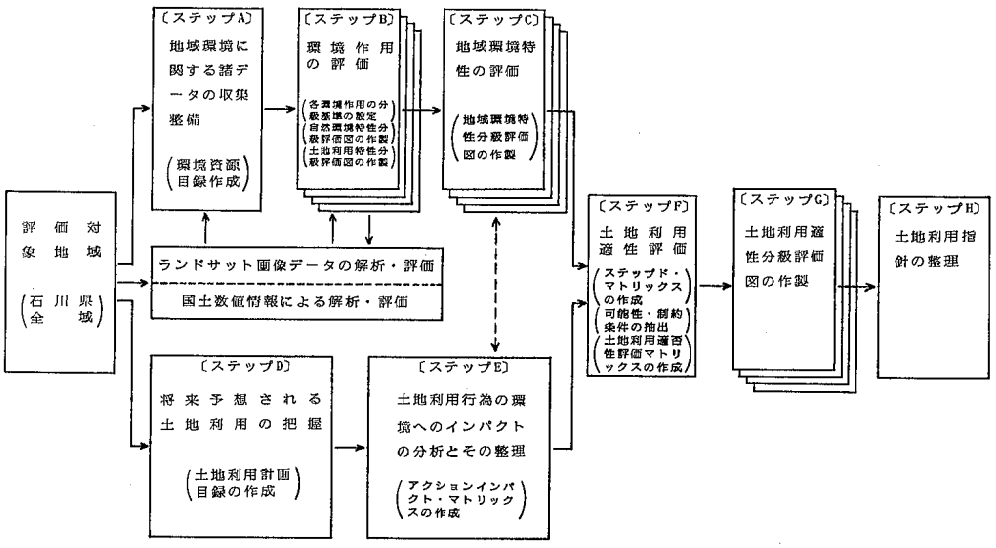


図 2　　土地利用適性評価手法のフロー・チャート

(3) **環境作用，地域環境特性を表わす地図が満たすべき条件**

ア　即地的な地図情報として，地域間の具体的な比較ができるようになっていること。

イ　自然資源の分布については，地理的な相関，分布量の多少の状況が表現されていること。

ウ　段階的評価のための評価基準が，評価スケールに応じて明確になっていること。

エ　マップ・オーバ・レイ評価が可能であるように整理されていること。

オ　土地利用に対する可能性条件と制約条件が，地図作成プロセス及び評価図から抽出できるようになっていること。

3・2　作業手順の概要

土地利用適性評価手法の作業内容は，図2のフロー・チャートに示したように，石川県全域における地域環境特性把握のための作業と，その利用としての例えば住宅地適性評価等の土地利用適性評価作業との2つの作業に大別される。

(1) **地域環境特性の把握**

地域環境特性の把握を行うに当たって，地域の自然条件，社会条件（土地利用現況）から構成されている，動的で変化性に富み，かつ，複雑な相互依存性をもっている生態的システムを明らかにし，土地利用に対して生態的システムが有している「可能性と限界」を明らかにする必要がある。

このことを踏まえて，次のステップ順に作業を行うものとする。

ア　ステップA：地域環境に関する諸データの収集・整理

このステップでは，地域環境特性を解析・評価するために必要な基本的情報として，ランドサット画像データ，国土数値情報，その他の既存の環境情報を収集し，それらを地形，地質，土壌，水文，動植物，気象，土地利用現況のカテゴリー別，スケール別等に整理する。整理した資料群を「環境資源目録」として体系化する。

イ　ステップB：環境作用の評価

このステップでは，地域の生態的システムの中で地形，地質，土壌等のそれぞれの自然条件が有する環境作用並びに土地利用が有する環境作用をステップAの情報に基づいて相対的，段階的に解析・評価し，それらを地図化する（個別環境作用の評価）。

更に，個別環境作用をオーバ・レイ法により組み合わせて，地域環境特性評価の前段階としての総合環境作用を解析・評価する。

(ア)　個別環境作用の評価

個別環境作用は，各種自然条件及び土地利用が有している環境作用であり，地域環境特性を把握する上で基礎となり，かつ，意味のある環境作用として，その項目を設定する。

また，この環境作用を解析・評価する場合に，土地利用適性評価を相対的，段階的に行うという趣旨に照らして，設定した環境作用の分級基準を設定する。

(イ)　総合環境作用の評価

総合環境作用は，地域環境特性の素因条件，誘因条件，条件要因，その他の条件となる個別環境作用の組み合わせから解析・評価する。

これらの4つに区分される環境作用は，地域環境特性の項目ごとに各々表現の仕方，内容が異なるが，主な環境作用としては次のものをあげることができる。

- ◦ 震(振動)作用　◦ 滑動作用　◦ 浸蝕作用
- ◦ 浸透作用　◦ 運搬作用　◦ 溶解作用
- ◦ 流出作用　◦ 循環作用　◦ 安定作用
- ◦ 保全作用　◦ 蒸発散作用　◦ 浄化希釈作用
- ◦ 各種促進作用　◦ 各種阻止作用　◦ 収束・発散作用
- ◦ 食物連鎖作用　◦ 生産作用　◦ 人為作用

このステップで解析・評価した環境作用は，それぞれ自然環境特性分級評価図，土地利用特性分級評価図として作成し，整備する。

ウ　ステップC：地域環境特性の評価

このステップでは，将来の土地利用に対する「可能性と限界」を把握する上で基本となり，かつ，意味のある，生態的システムの中での環境作用を地域環境特性として解析・評価する。

地域環境特性の項目は，ステップBの諸環境作用に基づき，次の6つの視点から設定する。

- ◦ 公害の防止
- ◦ 優れた自然・歴史的文化的遺産の保全
- ◦ 自然の営力の保全
- ◦ 災害の防止
- ◦ 適切な資源利用及び自然利用
- ◦ 公共サービスとのバランス維持

ここで設定された地域環境特性項目は，地域の生態的システムの中での環境作用としては，次の8つのカテゴリーに分類することができる。

- ◦ 自然の地形造形・破壊作用としての評価項目
- ◦ 浸蝕・堆積作用としての評価項目

◦ 水循環作用としての評価項目
◦ 栄養塩循環作用としての評価項目
◦ 生物生産作用としての評価項目
◦ 大気循環作用としての評価項目
◦ 社会的文化的作用としての評価項目
◦ 人的生産性（力）作用としての評価項目
◦ その他

また，ここでの評価項目は，土地利用の種類及び目的に応じて，それぞれ次の3つの意味に大別できる。

◦ 土地利用に対して有益な環境作用としての評価項目
◦ 土地利用に対して危険な環境作用としての評価項目
◦ 土地利用に対して脆弱な環境作用としての評価項目

地域環境特性のそれぞれの項目の解析・評価作業は，図3に示したネットワーク・ダイアグラムの手順に従って，オーバ・レイ手法によりステップBの環境作用の組み合わせとして行い，その結果を地域環境特性分級評価図として作成し，整備する。それぞれの分級評価図は，例えば次に示すような3～5段階の分級レベルで表示する。

◦ 土地利用にとって最も都合の良いレベル
◦ 土地利用にとってやや都合の良いレベル
◦ 土地利用にとってやや都合の悪いレベル
◦ 土地利用にとって最も都合の悪いレベル

(2) 土地利用適性の評価

土地利用行為をその地域の環境を利用したいという需要要因と考えれば，ステップB，ステップCで述べた各種の環境作用や地域環境特性そのものは供給要因と考えられる。

ここでは，地域環境特性の内容と，土地利用行為及びそれに伴う環境へのインパクトとを対比照合し，その相対評価を行うことによって，当該地域の環境が需要要因としての土地利用行為に対して個有に持っている可能性条件と制約条件を抽出し，土地利用の優先順や受容範囲を具体的に把握する。すなわち，土地利用の適合性の評価を行う。

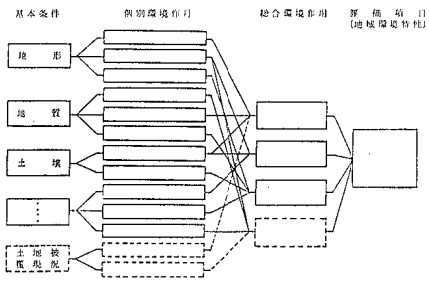


図3　地域環境特性評価のためのネットワーク・ダイアグラム

利用適性評価は，図2のフロー・チャートに示したように，ステップAからステップHまでの各段階を通じて行われる。ステップAからステップCについては「地域環境特性の把握」の項で述べたので，ここでは他のステップについて述べる。

ア　ステップD：将来予想される土地利用の把握

将来予想される土地利用等に関する諸資料を収集・整理し，土地利用の種類，規模，位置などを地域の環境利用としての需要要因として把握する。土地利用の種類を例示すれば次のようである。

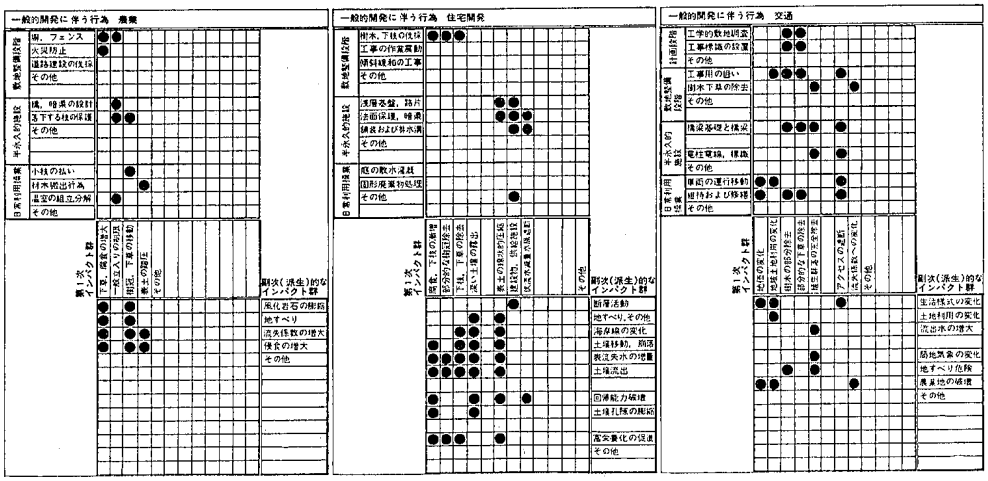
◦ 市街地　◦ 水産業　◦ 社会施設
◦ 準市街地　◦ 鉱業　◦ 自然保全及び自然保護
◦ 工業　◦ エネルギー
◦ 農業　◦ 交通　◦ その他
◦ 林業　◦ レクリエーション

イ　ステップE：土地利用行為の環境へのインパクトの分析・整理

表1　土地利用の種類と環境へのインパクトとの関連性を把握するためのマトリックス

土地利用 LIST OF LAND USE ＼ 一般的人的なインパクト行為 COMMON IMPACTING ACTIONS	敷地整備段階 SITE PREPARATION		恒久的建物・施設物による段階 PERMANENT FACILITIES PHASE		日常的・人的活動の段階 DAILY USE PHASE	
	物理的生物的 PHYS. BIOL.	社会的 SOCIAL	物理的生物的 PHYS. BIOL.	社会的 SOCIAL	物理的生物的 PHYS. BIOL.	社会的 SOCIAL
市街地 URBAN						
準市街地 SUB-URBAN						
農業 AGRICULTURE						
レクリエーション RECREATION						
交通 TRANSPORTATION						
エネルギー ENERGY						
鉱業 EXTRACTION						
自然の保護 CONSERVATION						
他 etc.						

表 2　　アクションインパクト・マトリックス



このステップでは，ステップDで把握した土地利用が，時間的・空間的にいかなるアクションとインパクトを環境に対して働きかけるのかを分析し整理する。

このアクション及びインパクトは，ステップB，ステップCで述べた環境作用，地域環境特性と密接に関連するものであり，人的行為の複合体としての土地利用の地域環境特性に対する相関性を知る基礎となる。

以上のことを踏まえて，土地利用行為の環境へのインパクトを分析するに当たり，次に示す3つの段階に分けて，各段階ごとにいかなるアクションとインパクトが発生するかを土地利用の種類ごとに把握する。

- 敷地整備段階
- 恒久的な建造物，施設による段階
- 日常的人的活動の段階

各段階における土地利用の種類と環境へのインパクトとの関連性は，表1及び表2に示したようなマトリックスを作成することにより把握する。

ウ　ステップF：土地利用適性評価

ステップB及びステップCの作業の結果，地域の環境資源の持つ動的で複雑な生態的システムが，環境作用や地域環境特性として則地的な地図情報に明らかにされ，更に，それらの項目ごとに，その機能が相対評価されて大←→小という形で表現されている。これは，土地利用行為に対しての環境条件からの機能を明らかにしているといってよい。

一方，ステップD，ステップEの作業の結果，種々の土地利用が地域の環境に働きかけるアクションとインパクトが把握された。

ステップFの作業は，上記の地域環境特性と土地利用行為，その環境へのインパクトとの関連性を表3に示すようなステップド・マトリックスによって明らかにしながら，地域の環境資源が個有に持っている土地利用に対する「可能性と限界」を抽出・解析し，土地利用行為と地域環境特性との適合性を明確にすることである。

表3　　地域環境特性：土地利用行為：環境へのインパクトの関連性を把握するためのステップドマトリックス

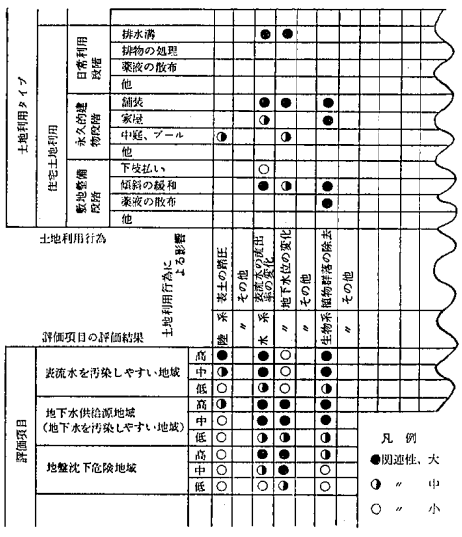


表 4　　土地利用適否性評価マトリックス
（将来の土地利用の適合性）

地域環境特性項目（将来の土地利用にとって可能性と制約を有する地域）	土地利用上留意すべき視点（※）	価値の区分（※※）	評価 Rank	市街地（都市的土地利用）													準市街地													農業・林業 漁業・鉱業							レクリエーション				保全				エネルギー				社会施設							
				住宅			工業			交通							住宅			工業			交通											鉱業															住宅							
				高密度	中密度	低密度	重工業	中工業	軽工業	陸上	海上	航空	商業	社会施設	オープン・スペース		高密度	中密度	低密度	重工業	中工業	軽工業	陸上	海上	航空	商業	社会施設	オープン・スペース		水田	畑地	果樹園、森林	漁業（漁場）	鉱物	建設材		集約的	広域的			内陸地域	沿岸地域（河川、湖沼、海など）	汽水域	離島	原子力	水力発電	送電線、鉄塔		高密度	中密度	低密度	学校、教育施設	オープン・スペース	交通	施設一般	
大気質が汚染されやすい地域	Ⅰ	V D	高																																																					
			中																																																					
			低																																																					
水質が汚染されやすい水域	Ⅰ	V D	高																																																					
			中																																																						
			低																																																					
地盤沈下が生じやすい地域	Ⅰ	D V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																					
地下水の水質が汚染されやすい地域	Ⅰ	V D	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
重要な野外レクリエーション地が存在する地域	Ⅱ	S V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
水源かん養上重要な地域	Ⅲ	S V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
環境悪化に対して緩衝機能を有する土地利用がなされている地域	Ⅲ	S	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
生活環境の保全上重要な植生・緑地が存在する地域	Ⅲ	S V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
地震などによる構造物損傷の危険性が存在する地域	Ⅳ	D	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
崩壊・崖くずれが生じやすい地域	Ⅳ	D V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
地すべりが生じやすい地域	Ⅳ	D V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
風化・浸蝕を受けやすい地質・土壌が存在する地域	Ⅳ	D V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																							
水域に多量の土砂を流出させやすい地域	Ⅳ		高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
洪水流出・水災害が生じやすい地域	Ⅳ	D	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						
環境上問題となる局地的気象が存在する地域	Ⅴ	V	高																																																					
			中																																																					
			低																																																						
用水供給の余力がない地域	Ⅵ	V	高																																																					
			中																																																						
			低																																																						

※土地利用上留意すべき視点
- Ⅰ 公害の防止
- Ⅱ 優れた自然・歴史的文化的遺産の保全
- Ⅲ 自然の営力の保全
- Ⅳ 災害の防止
- Ⅴ 適切な資源利用・自然利用
- Ⅵ 公共サービスとのバランス維持

※※価値の区分

D＝危険性（Dangerous）
V＝脆弱性（Vulnerable）
S＝有益性（Service）

適合性のレベル区分

1	適合性・最大 (MOST. SUIT.)	2	適合 (SUITABLE)	3	中程度の適合 (MOD. SUIT.)
4	適合性・最小 (LEAST SUIT.)	N／A	関係なし (NO RELATION)		

土地利用の適合性の段階的な判断は，地域環境特性の項目ごとに抽出された可能性条件と制約条件とを考慮しながら，表4に示す土地利用適否性評価マトリックスにより行う。このマトリックスにおいては，地域環境特性の分級レベル（高，中，低）は当該分級評価図のレベルと対応し，また，適否性の分級レベル（適性が最大，大，中，最小，関係なし）の地理的分布は，分級評価図に示された地域，地区と対応するものである。

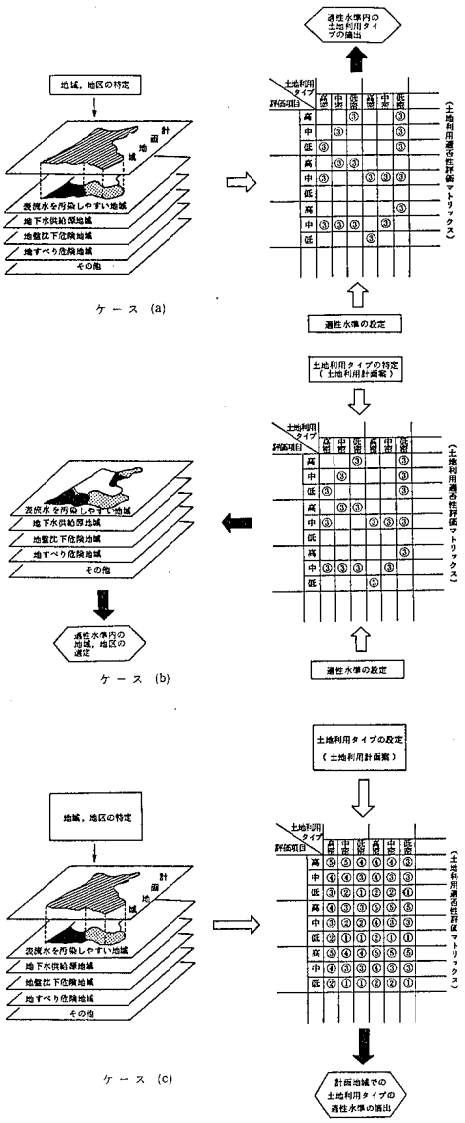


図4　土地利用適否性評価マトリックスによる判断のケース

土地利用適否性評価マトリックスと地域環境特性分級評価図を用いて，次に述べるケースの判断ができる（図4）。

- 地域・地区が特定され，また，適性水準が設定されている場合に，その水準内で適性をもつ土地利用タイプはどれかを判断する（図4—a）。
- 将来の土地利用の種類が特定され，また，適性水準が設定された場合に，その水準内で適性をもつ地域・地区はどこかを判断する（図4—b）。
- 地域・地区が特定され，また，その地域・地区での土地利用の種類が設定された場合に，その地域・地区に対してどの程度の適性をもちうるかを判断する（図4—c）。

エ　ステップG：土地利用適性分級評価図の作成

このステップでは，土地利用適否性評価マトリックスを用い，ステップCで作成した地域環境特性分級評価図に基づいて，土地利用目的別に，利用適性評価の結果を相対的に地図に表現し，土地利用適性分級評価図を作成する。

オ　ステップH：土地利用指針の整理

ステップF，ステップGでの土地利用適性評価の結果に基づいて，土地利用の適正化という観点から，地域の環境資源が土地利用に対して持つ「可能性と限界」に照らしながら，計画の実施に当たっての具体的な利用指針等を整理する。

4　昭和56年度の調査成果

昭和56年度に実施した調査の成果は以下のとおりであり，「水源かん養上重要な地域」を事例として，地域環境特性分級評価図の試作を行った。また，この作業を行う過程で収集した環境に関する諸情報を整備した。

4・1　グラウンドトルースデータ，土地被覆状況図等の収集・整備

(1)　グラウンドトルースデータ

ア　現地調査

石川県の口能登地域から手取川周辺地域にかけての範囲（図5）で設定したトレーニングエリア116カ所について，昭和56年11月7日から11月24日まで現地踏査を行い，航空写真（1977年撮影）との比較照合によりそれぞれのエリアの土地被覆現況を確認した。

イ　航空写真

金沢市とその周辺地域のカラー航空写真（1975年9

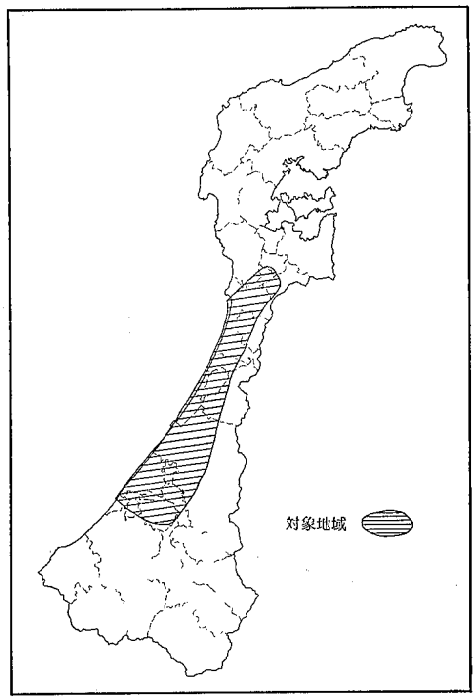


図5　トレーニングエリアの地域範囲
（昭和56年度）

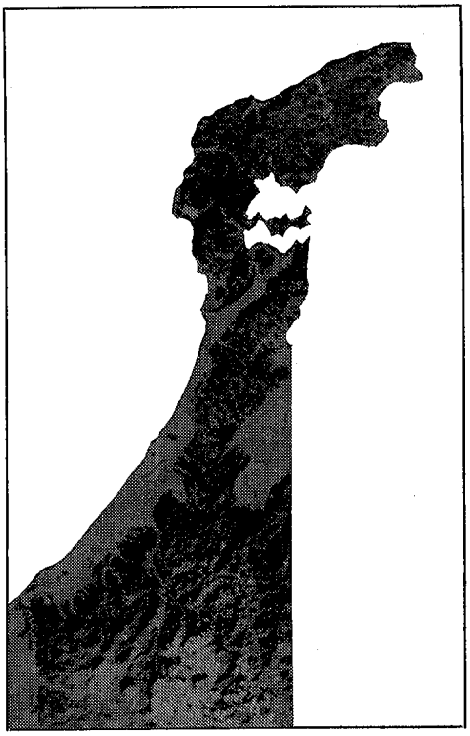


図6　石川県のランドサット画像
（1979年11月2日撮影）

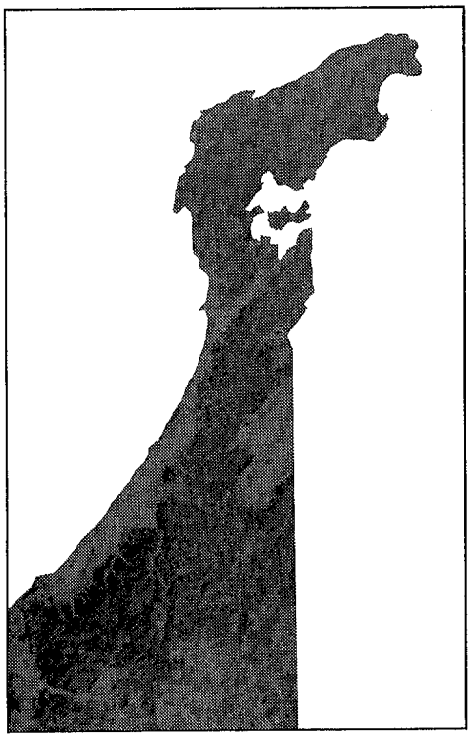


図7　土地被覆現況図（原図1/20万）

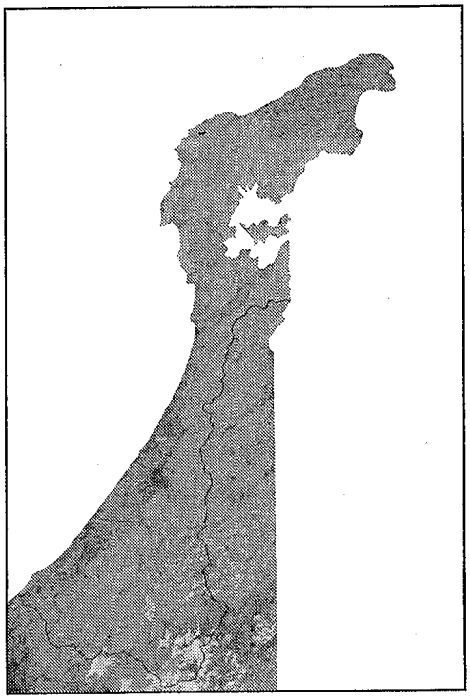


図8　水源かん養貢献度に関する土地利用特性分級評価図（原図：1/20万）

月25日～11月5日撮影，8千分の1）167枚を収集し，その判読によりグラウンドトルースデータを整備した。

このほか，既に次の航空写真が整備されているので，それらのグラウンドトルースデータとしての利用を検討した。

航空機による赤外カラー写真

金沢市街地約25km²（1972年撮影），北陸自動車道・能登海浜道（1973年撮影），七尾・鹿島地区（1974年撮影）

マルチスペクトル航空写真

金沢市を中心に野々市町・内灘町の各一部約140km²（1977年8月1日～10月13日撮影，高度1,200m），松任市とその周辺地域約140km²（1979年8月11日～10月14日撮影，高度1,200m），バンド諸元：1BAND（400～480nm），2BAND（460～580nm），3BAND（570～740nm），4BAND（700～920nm）

(2) **土地被覆状況図**

ランドサットMSSデータ（1979年11月2日，1981年6月17日，輪島，若狭）に基づいて試作された石川県の土地被覆現況図（20万分の1，県全域，メッシュ単位：50m）とその磁気テープファイル1巻を建設省国土地理院から収集した。

土地被覆現況図の分類区分は，高密度市街地，一般住宅地，水田，畑地，空地，ゴルフ場，針葉樹林，広葉樹林，混合林，竹林，野草地，砂浜，淡水域，海域，未判別の15区分である。

石川県のランドサット画像（1979年11月2日撮影）を図6に，試作された土地被覆現況図を図7にそれぞれ示した。

4・2　土地利用が有する環境作用の分級基準の設定と土地利用特性分級評価図の作成

(1) **土地利用が有する環境作用の設定**

文献情報等から次の16項目の環境作用を設定した。

- 崩壊・崖崩れの危険性（地盤の安定性からみた）
- 地滑りの危険性（地表水の浸透性からみた）
- 表面浸蝕性（地表水に対する土壌粒子の分散性・抵抗性等からみた）

表 5　　土地被覆分類が有する環境作用の分級基準

1 2 3
高←低

環境作用 ＼ 土地被覆区分	崩壊・崖崩れの危険性	地滑りの危険性	表面浸蝕性	水源かん養貢献度	地表水に対する貯留能力	地表水の流出性	河川等への汚濁負荷	用水の需要性	景観の同化能力	レクリエーションとしての利用価値	地下水浄化作用吸着・ろ過	地下水浄化作用微生物による分解	地表面粗度	不透水面率（※）	気候緩和作用	市街化度
密集住宅地	1	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3	3	1	1	3	1
一般住宅地	1	3	3	3	3	1	1	2	1～2	3	2～3	2～3	1	2	3	1～2
空地	1	3	1	3	2～3	1	1～2	2～3	2	1～3	2	2	2	3	3	2
畑	2	3	1	2	2	2	2	2	3	2～3	1	1	2	3	2	3
田	2	1	3	1	1	2	2	1	3	2～3	1	1	2	3	2	3
ゴルフ場	2	3	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	2	3	2	2
草地	2	3	2	2	2	2～3	3	3	3	1～2	1	1	2	3	2	3
竹林	3	2	3	1	1	3	3	3	3	1～2	1	1	1	3	1	3
広葉樹林	3	2	3	1	1	3	3	3	3	1～2	1	1	1	3	1	3
混交林	3	2	3	1	1	3	3	3	3	1～2	1	1	1	3	1	3
針葉樹林	3	2	3	1	1	3	3	3	3	1～2	1	1	1	3	1	3
砂地	1	—	1	2	3	3	3	3	3	1～2	2	3	2	3	3	3
水域(湖・潟・川)	—	1	—	1	1	—	—	—	3	1～2	1	2	3	3	1	3
海域	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
未判別	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※　不透水面率の分級は、100～75%を1、75～25%を2、25～0%を3とした。

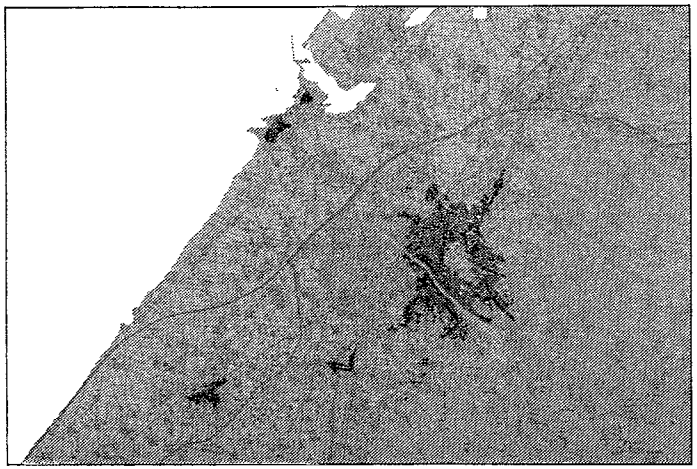


図9　金沢地域の高密度市街地変遷図（原図：1/5万）

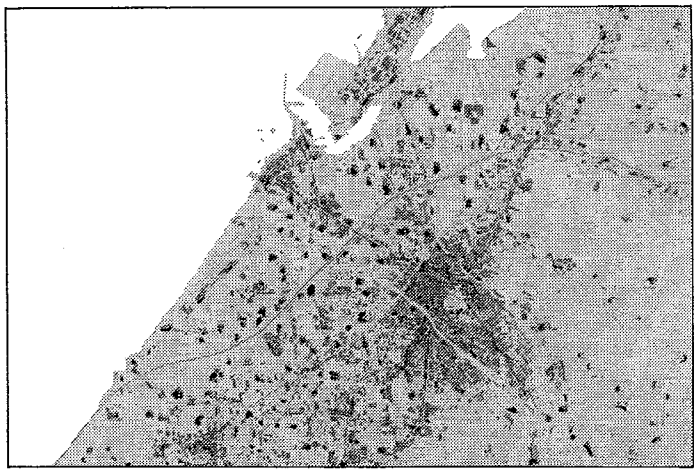


図10　金沢地域の一般住宅地変遷図（原図：1/5万）



図11　金沢地域の道路状況変遷図（原図：1/5万）

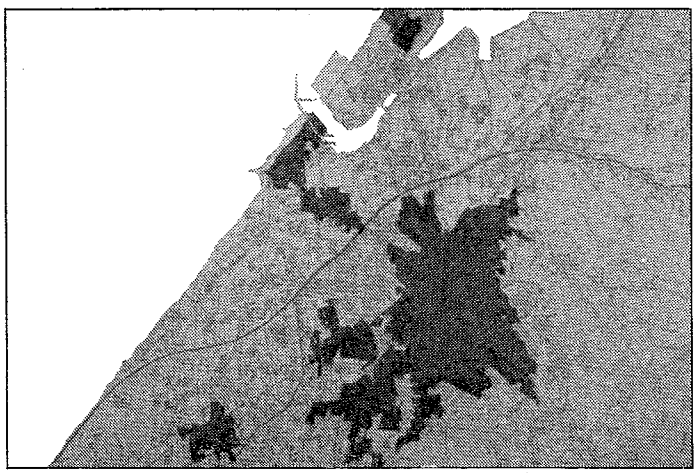


図12　金沢地域の人口集中地区変遷図（原図：1/5万）

- 水源かん養貢献度（蒸散抑制力，流出緩和力，浸透性からみた）
- 地表水に対する貯留能力（地被状態による保水性からみた）
- 地表水の流出性
- 河川等への汚濁負荷
- 用水の需要性
- 景観の同化能力（人工構造物に対して）
- レクリェーションとしての利用価値
- 地下水浄化作用（吸着，沈着，濾過による）
- 地下水浄化作用（微生物等による分解からみた）
- 地表面粗度
- 不透水面率
- 気候緩和作用
- 市街化度

(2) 土地被覆条件分級基準の設定

文献情報，石川県における過去の事例等からの知見に基づいて，上述した環境作用の相対的・段階的な分級基準（3段階分級）を表5（p96）に示したように設定した。

(3) 土地利用特性分級評価図の試作

土地利用特性分級評価図の作成手法を標準化するためのケーススタディとして，環境作用項目のうち「水源かん養貢献度」に関する分級評価図（20万分の1，県全域，メッシュ図）を分級基準に基づき図7の土地被覆現況図から試作した。その結果を図8（p95）に示した。

4・3 都市化過程図の作成

(1) 都市化過程図の作成のための準備作業

ア　地形図等の資料収集

高密度市街地変遷図等の都市化過程図を補完する地図を作成するため，次の資料を収集した。

地形図

明治42年測図大正4年製版～昭和53年修正，16種類，5万分の1，金沢地域

土地利用現況図

昭和32年，昭和52年，8千分の1，金沢地域（マルチスペクトル航空写真から作成）

緑被分布図

昭和37年，昭和52年，8千分の1，金沢地域（マルチスペクトル航空写真から作成）

地表面被覆状況図

昭和52年，5万分の1，金沢地域

地表面粗度状態図

昭和52年，5万分の1，金沢地域

イ　高密度市街地変遷図等の作成

人工衛星データから作成する都市化過程図を補完する地図として，収集した地形図等から金沢地域の高密度市街地変遷図，一般住宅地変遷図及び道路状況変遷図（いずれも5万分の1）を作成した。それらを図9図10，図11にそれぞれ示した。

また，都市的地域としての特性を端的に表わす人口集中地区の変遷図を作成した。これを図12に示した。

(2) 都市化の進展等による環境へのインパクトの整理

都市化の進展に伴う土地利用状況の変化によって発生する環境へのインパクトは，土地利用の形態，規模，そこでの行為の内容等によって大きく異なる。

ここでは，各種の文献から住宅団地建設，道路建設，鉄道建設等による環境へのインパクトを整理し，都市化過程図の解析・評価を通して抽出する環境へのインパクト整理のための基礎資料とした。

ここで検討した環境へのインパクトのうち，住宅団地建設に伴って発生するものを表6（p99）に例示した。対象とした環境要素は主として自然環境に関するものであり，また，インパクトの波及段階については1次的なものを中心にして，2次的なものは顕著であると考えられるもののみを掲げた。

4・4 地域環境特性分級評価図の作成

(1) 自然条件等に関する既存資料の収集・整備

アナログ図としての自然環境特性分級評価図（これは，国土数値情報から作成できない種類の分級評価図を補完する役割を持っている。）を作成するための基礎資料として，地形，地質，土壌，表流水文，地下水文，動物，植物（植生），気象及び土地利用現況に関する既存資料を収集・整備した。

(2) 国土数値情報の収集・整備

人工衛星データから作成する土地被覆現況図（メッシュ図）とのオーバレイを直接的に電子計算機システム内で行えるような自然環境特性分級評価図（メッシュ図）を作成するための基礎データとして，次に示す14種類の石川県全域を単位とした国土数値情報磁気テープファイルを収集した。

KF—5	海岸線位置ファイル
KS—114	平均・最高・最低・起伏量ファイル
KS—125	傾斜度・高度・地域データファイル
KS—156—1	地形分類・表層地質・土壌ファイル
DNL—FL	湖沼位置ファイル

表6　住宅団地建設に伴って発生する環境へのインパクト

検討すべき環境要素		インパクトの種類	インパクトの内容
土地	地形	河川改修 排水系の改変 盛土用土砂の採取 都市用水の開発 切土，盛土 道路 建築物	地表の改変，掘り起こし 地表の人工化
	土壌	盛土，切土 構造物 地表の改変 森林の伐採 資材の陸上運搬 基礎工事	土壌のかく乱，優良土の流亡 土壌劣化
水	地表水	盛土用土の採取 都市用水の開発	水系の変化
	地下水	盛土用土の採取 基礎工事 都市用水の開発	地下水位の変化 (揚水)による地下水位の変化
	水質	土壌流亡 整地	水質汚濁
大気	質	整地 盛土 掘削 資材搬入 自動車道路	砂ぼこり 排気ガス
	気温	森林の伐採 地表の人工化	気温上昇
	日照	森林の伐採 高い建築物	日陰の消滅 日照障害
	風向・風速	森林の伐採 建築建造物	風向・風速の変化
	騒音・振動	資材の陸上運搬 基礎工事，コンクリート工事 建築物	騒音・振動
	異臭	舗装工事	
自然のメカニズム	降雨(流出系)	森林の伐採 河川改修 地表の人工化 建築建造物 道路，市街化 整地，盛土	流出機構の変化 流出土砂の増大
	地盤(振動系)	資材の陸上輸送 基礎杭打ち	斜面の不安定化 地盤の不安定化

検討すべき環境要素		インパクトの種類	インパクトの内容
自然のメカニズム	下層大気(地形地物系)	地表形態の改変	地表風系の変化
	地盤(地下水系)	都市用水の開発(揚水取水) 交通振動 建築施設	地下水位の低下 地盤の圧密収縮
植物	自然林 人工林	森林の伐採 地下水位の低下 土壌の乾燥化 排気ガス 土壌流亡 土地利用の変化(都市化)	緑地の減少 生活阻害，枯死
	農作物	農地の宅地化 異種土壌の混入 地下水位の変化 砂ぼこり 排気ガス 杭打ちなどの振動	耕地面積の減少 農作物の被害
動物	動物	森林の伐採 建造物 騒音，振動 排気ガス	生息地の消滅，減少 テリトリーの分断 繁殖阻害
	鳥類	森林の伐採 地表の改変 地表の人工化 騒音，振動 排気ガス	生息地の破壊 繁殖阻害
生態系	森林・耕地の生態系	地形の改変 土壌の流亡 地下水位の変動 排気ガス 緑地の減少 野生生物の死滅，減少	森林・耕地の生態系の破壊
	河川・湖沼の生態系	水質の変化 水量の変化 水質汚濁，汚染 ピーク流量変化 流出土砂の増大 鳥類繁殖の影響	河川・湖沼生態系の破壊
景観	台地・丘陵地・耕地の景観	森林の伐採 整地 地表の人工化 宅地化 各種構造物，建築物	景観の破壊 〃　，眺望の阻害
文化財・公園	文化財	排気ガス 砂ぼこり 都市化 緑地の減少	文化財の破損
	公園・緑地の減少	自然景観の破壊 土地の利用形態の改変 人工構造物	公園・緑地の減少

KS—618　1/10細分方眼行政区ファイル
DNSG—FL　行政界位置ファイル
KS—471　都市計画位置ファイル
KS—202　1/10細分区画土地利用データファイル
KS—272　流路位置ファイル
KS—273　流域界,非集水域界,線位置ファイル
KS—229　二次メッシュ別リンクファイル（道路）
KS—333　補間点ファイル（道路）
KS—234　道路台帳ファイル

更に，既有の電子計算機システムによる処理を試み，それぞれのファイルに関する所定の図形情報が出力できるか否かを検討した。それらの出力情報の１例を図13（p101）に示した。

(3) 自然条件が有する環境作用の設定

文献情報等から，次に示す自然条件指標のそれぞれについて環境作用を検討し，合計38項目の環境作用を設定した。

ア　地形分類（５項目）
- 地盤の軟弱性
- 地滑りの危険性
- 水源かん養貢献度
- 水災害の危険性（洪水氾濫）
- 高燥・日照度

イ　傾斜区分（９項目）
- 崩壊・崖崩れの危険性
- 地滑りの危険性
- 表面浸蝕性
- 水源かん養貢献度
- 洪水流出の危険性
- 水田造成の難易性
- 畑地，樹園地の管理性（作業効率）
- 草地の管理性（作業効率）
- 林業地の管理性（作業効率）

ウ　表層地質区分（12項目）
- 地震による構造物損傷の危険性
- 崩壊・崖崩れの危険性
- 風化殻の深度
- 地滑りの危険性
- 表面浸蝕性
- 透水性
- 水源かん養貢献度
- 生産力可能性
- 住宅地，工業地等の造成の難易性
- 緑地造成の難易性
- 学術上の価値
- 観光資源性

エ　土壌分類（７項目）
- 崩壊・崖崩れの危険性
- 表面浸蝕性
- 透水性
- 水源かん養貢献度
- 土壌生産力可能性（農地，林地）
- 水田生産力可能性
- 緑化可能性

オ　植生区分（５項目）
- 崩壊・崖崩れの危険性
- 表面浸蝕性
- 洪水流出の危険性
- 水源かん養貢献度
- 植生の稀少価値

(4) 自然条件分級基準の設定

文献情報，石川県における過去の事例等からの知見に基づいて，上述した自然条件指標が有する環境作用の相対的・段階的な分級基準（３段階分級）を設定した。

(5) 自然環境特性分級評価図の作成

上述した自然条件指標が有する環境作用の分級評価図（20万分の１，県全域，アナログ図）を，分級基準に基づき，20万分の１の地形分類図，傾斜区分図，表層地質図，土壌図及び植生図からそれぞれ作成した。

それらのうち，「水源かん養貢献度」に関する分級評価図を図14～図18（p101～102）にそれぞれ示した。

(6) 地域環境特性の設定

適正な土地利用を図る場合に，公害の防止，優れた自然・歴史的文化的遺産の保全，自然の営力の保全，災害の防止，適切な資源利用・自然利用，公共サービスとのバランス維持といった観点から留意しなければならない地域環境特性として，図19(p103)に掲げた50項目の環境特性を設定した。

それらのうち，人工衛星データを基礎として作成した土地利用特性分級評価図を活用して直接的又は間接的に解析・評価が可能であると考えられる項目は，水源かん養上重要な地域，崩壊・崖崩れが生じやすい地域，地滑りが生じやすい地域，水域に多量の土砂を流出させやすい地域，地下水の水質が汚染されやすい地域，地下水の水質が汚染されやすい地域など16項目である。

(7) 地域環境特性分級評価図の試作

ア　作成プロセス

地域環境特性分級評価図は，基本的には，土地利用特性分級評価図と自然環境特性分級評価図とをオーバレイすることによって作成することができる。

ここでは，地域環境特性分級評価図の作成手法を標準化するためのケーススタディとして，前述の地域環境特性項目のうち，「水源かん養上重要な地域」に関

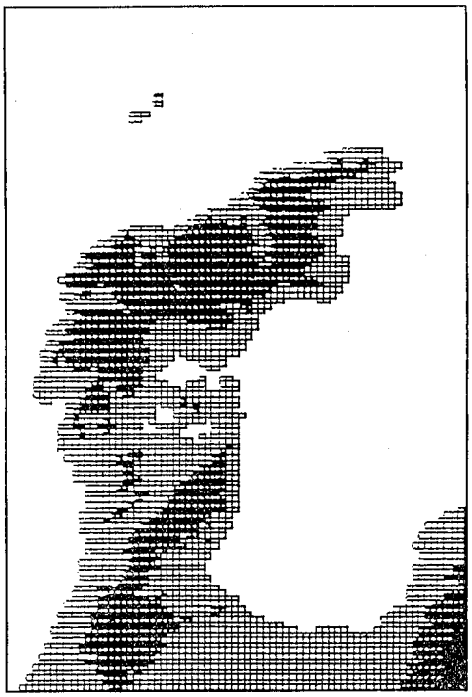


図13　国土数値情報磁気テープファイルの出力例（ファイル名：KS－114、平均・最高・最低・起伏量ファイル）

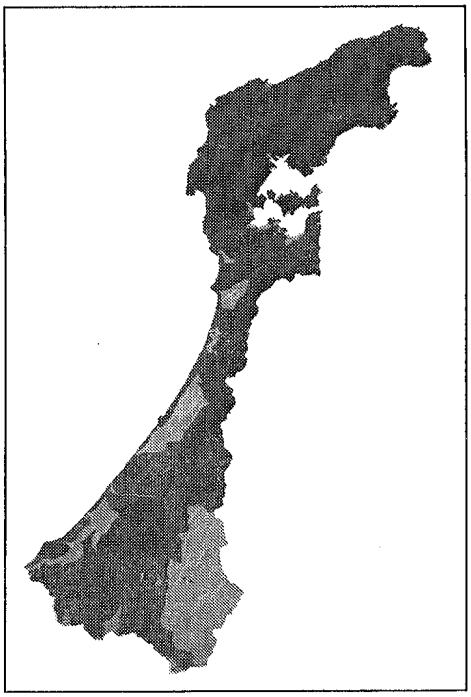


図14　地形分類による水源かん養貢献度分級評価図

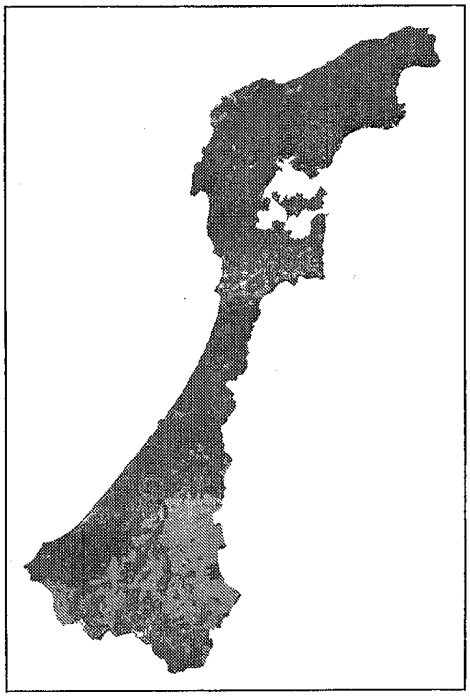


図15　傾斜区分による水源かん養貢献度分級評価図



図16　表層地質区分による水源かん養貢献度分級評価図



図17　土壌区分による水源かん養貢献度分級評価図

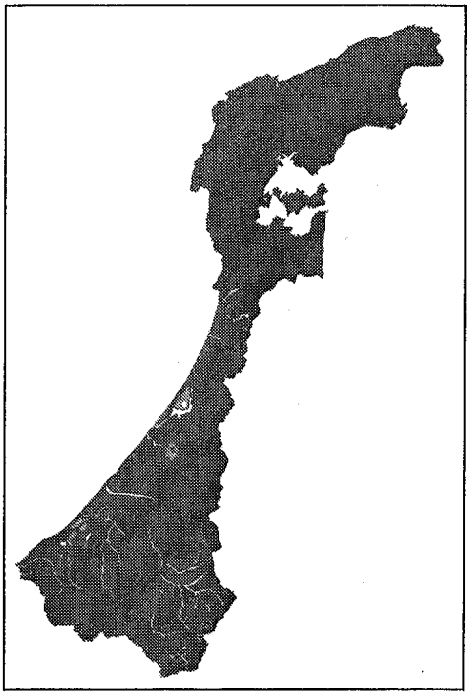


図18　現存植生区分による水源かん養貢献度分級評価図

表 7　オーバレイ・プロセスにおける分級評価マトリックス

〔地形分類－傾斜区分〕

作用＼分級ランク		1	2	3
傾斜区分による水源かん養貢献度	1	I	I	II
	2	I	II	III
	3	II	III	III

〔表層地質区分－土壌区分〕

作用＼分級ランク		1	2	3
土壌区分による水源かん養貢献度	1	I	I	II
	2	I	II	II
	3	II	III	III

〔自然環境特性－土地利用特性〕

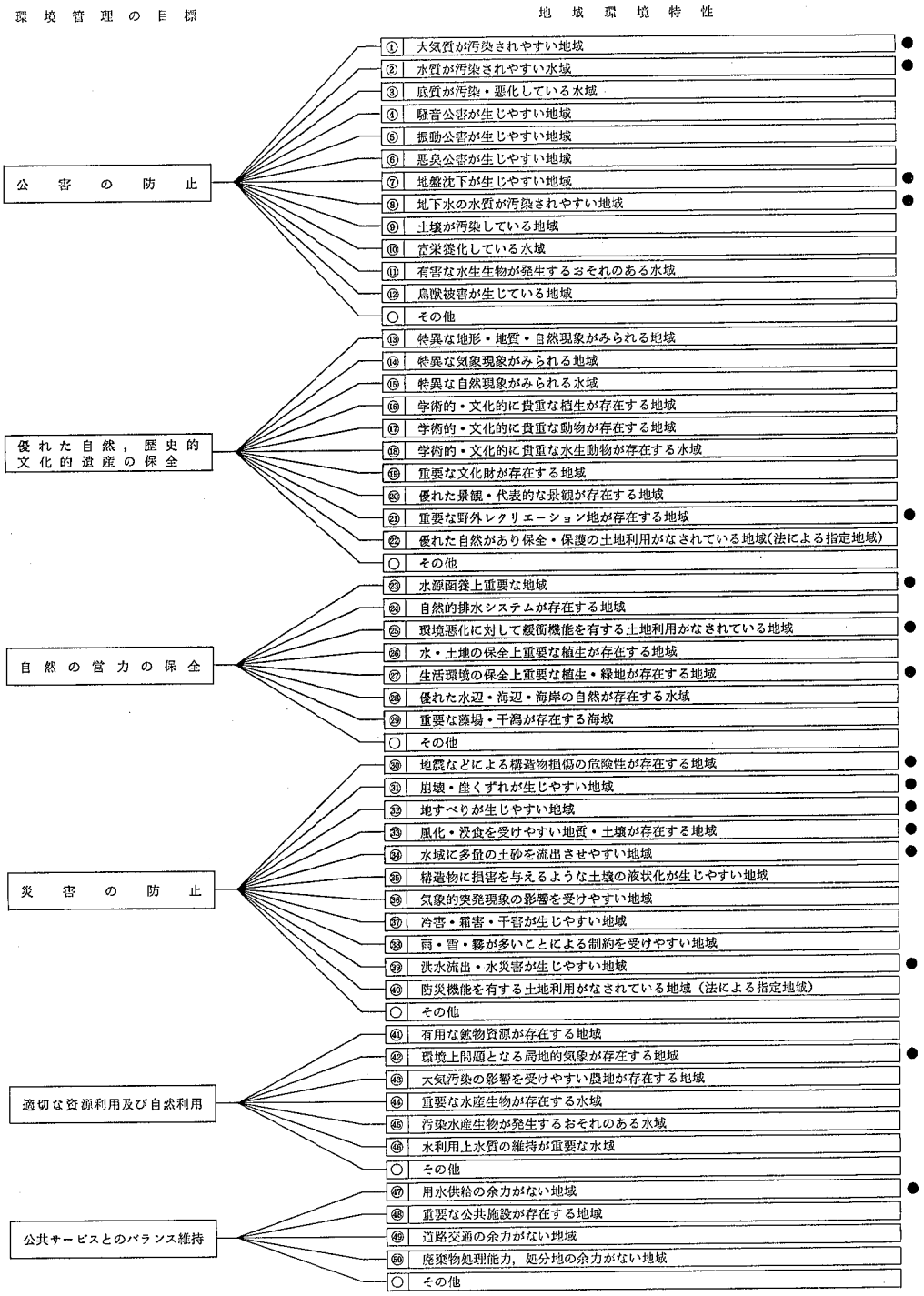
作用＼分級ランク		1	2	3
土地利用特性による水源かん養貢献度	1	I	II	II
	2	I	II	III
	3	III	III	III

〔地形・傾斜－表層地質・土壌〕

作用＼分級ランク		1	2	3
表層地質・土壌による水源かん養貢献度	1	I	I	I
	2	I	II	II
	3	II	II	III

〔地形・傾斜・表層地質・土壌－現存植生区分〕
※自然環境特性による水源かん養貢献度分級評価※

作用＼分級ランク		1	2	3
現存植生区分による水源かん養貢献度	1	I	I	II
	2	I	II	III
	3	II	III	III



●印の項目は，人工衛星データを入力情報の1つとして活用することによって，解析・評価ができるものである。

図19　地域環境特性項目

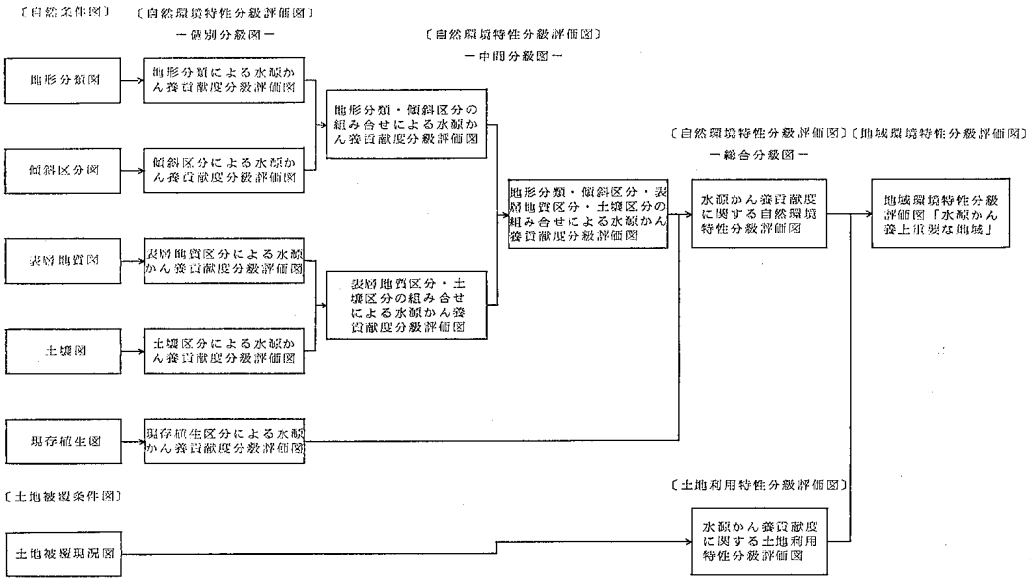


図 20　地域環境特性分級評価図「水源かん養上重要な地域」作成のためのオーバレイ・プロセス

する分級評価図の作成を試みた。

作成プロセスは，図20に示したとおりで，その手順に従ってそれぞれの水源かん養貢献度分級評価図を順次オーバレイした（この場合，評価図がすべてアナログ図であるため，手作業で行った。）。また，それぞれのオーバレイ後の分級評価は，表7（p102）に示したマトリックスに基づいて行った。

イ　結　果

「水源かん養貢献度に関する自然環境特性分級評価図」を図21に示した。この評価図と「水源かん養貢献度に関する土地利用特性分級評価図」（前出，図8）とをオーバレイして得られた地域環境特性分級評価図「水源かん養上重要な地域」（20万分の1，県全域，合成図）を図22に示した。

4・5　土地利用―環境系の可能性・制約条件の抽出

分級評価を試みた地域環境特性「水源かん養上重要な地域」の解析・評価プロセス，水源かん養機能の大きさの地理的分布状況等から，その土地が有している水源かん養機能の維持・増進といった観点での土地利用に対する可能性・制約条件の抽出を行った。

「水源かん養上重要な地域」の評価軸として用いた地表水に対する浸透阻止・促進作用，流出緩和作用，蒸散抑制作用ごとに土地利用上の可能性・制約条件を抽出し，それらを表8に掲げた。

表8　水源かん養機能の維持・増進からみた土地利用上の可能性・制約条件

	土地利用上の可能性条件	土地利用上の制約条件
浸透阻止・促進作用	◦植栽による表土の被覆 ◦植物群落の保護 ◦オープンスペースの確保 ◦水田・貯水池等のたん水 ◦農業用水等の用水路の建設 ◦旧河道，湖沼，湿地の保全 ◦粘土層の除去 ◦その他	◦不透水面化 ◦植物群落の除去（森林の伐採など） ◦湖沼，湿地等の埋め立て ◦水田，貯水池等の破壊 ◦礫，砂利の採取 ◦河川改修（コンクリート護岸の建設など） ◦その他
流出緩和作用	◦植栽による表土の被覆 ◦傾斜の緩和 ◦その他	◦下草等の除去 ◦落葉，落枝の採取 ◦表土の踏み固め ◦裸地化 ◦その他
蒸散抑制作用	◦植物群落の保護 ◦植林 ◦公園の緑化 ◦その他	◦植物群落の除去 ◦その他

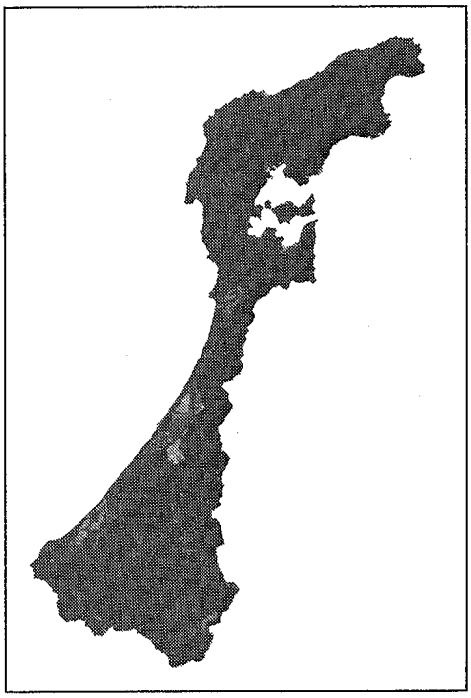


図21　水源かん養貢献度に関する自然環境特性分級評価図（原図：1/20万）



図22　地域環境特性分級評価図「水源かん養上重要な地域」（原図：1/20万）

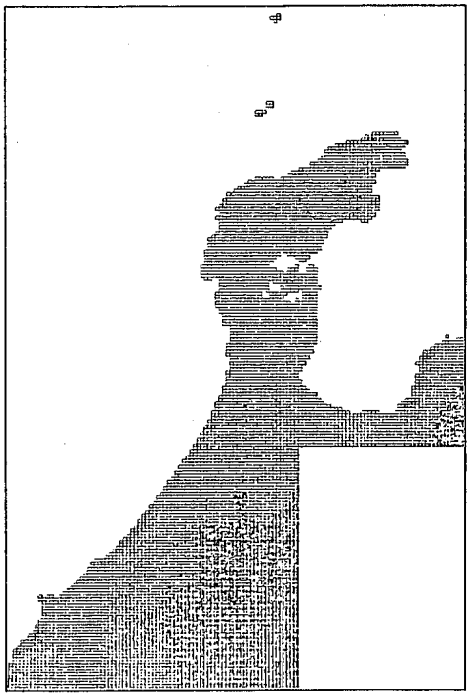


図23　メッシュデータの出力例(1)

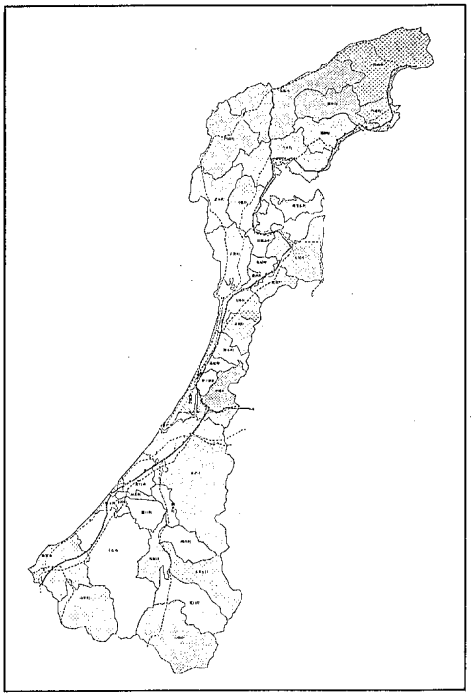


図24　線的データの出力例(2)

これらの可能性・制約条件は，分級評価図（前出，図22）に示された水源かん養機能の大きさのレベル，それぞれのレベルが占める地域範囲と，その地域での実際の土地形質の変更内容，具体的行為との関連性に応じて，その選択，組み合せ，優先性等の度合が異なってくる（どの条件とどの条件を組み合せて，優先的に促進又は制限するかなど）。

したがって，土地利用上の可能性・制約条件を基本的な情報とする土地利用適性評価手法の標準化に当たっては，これらの諸条件の整理方法等が今後の作業上の課題である。

4・6　人工衛星データの利用に必要となるソフトウェアの検討

人工衛星データ等の解析・評価を可能とするとともに，そのデータ利用のより迅速化，高度化を図るために，必要となるソフトウェアについて検討した。

その結果，図23に示すような人工衛星データ等のメッシュデータの処理とその出力，及び図24に示すような線的データの処理とその出力が可能となった。

5　ま　と　め

本報告は，3カ年の調査計画で実施される「地形情報に関する研究—土地利用状況調査法—」の初年度の調査成果をまとめたものである。本作業を進めるに当って生じた課題及び次年度以降の調査計画は次のとおりである。

(1)　作業上の課題

ア　グラウンドトルースデータの収集・整備を拡充すること。

イ　ランドサットMSSデータに基づく土地被覆状況図の分類区分の精度を高めること。

ウ　土地被覆条件分級基準，自然条件分級基準の精度を高めること，また，その妥当性を検証すること。

エ　収集・整備した各種の地図（特に，国土数値情報としてファイルされていない情報），アナログ図として作成した各種の分級評価図を数値化し，メッシュ図化すること。

オ　オーバレイの順序，オーバレイ後の分級方法を定式化すること。

カ　土地利用特性分級評価図，自然環境特性分級評価図及び地域環境特性分級評価図に示されたそれぞれの特性のレベルの大きさ，その地理的分布状況等の妥当性を検証すること。

キ　土地利用上の可能性・制約条件の効果的な整理方法を確立すること。

ク　土地利用適性評価手法における作業ステップの具体的内容（必要なマトリックスの形式，内容など）を煮詰めること。

コ　全体の作業を円滑化，高度化するため，電子計算機システムの機能の拡充を進めること。

(2)　今後の調査計画

ア　現地調査，航空写真の収集・判読によりグラウンドトルースデータを整備する。

イ　建設省国土地理院から石川県の土地被覆年次変化図を収集する。

ウ　国土数値情報磁気テープファイルを収集・整備し，各ファイルの所定の図形情報を出力する。

エ　土地被覆年次変化図に基づいて，金沢地域の都市化過程図を作成する。また，都市化過程図等を基礎資料として，都市化の進展に伴う土地利用の変化により発生した環境へのインパクトを抽出・整理する。

オ　土地被覆現況図からの土地利用特性分級評価図の作成を更に進める。

カ　アナログ図として作成した自然環境特性分級評価図の数値化，メッシュ図化作業を行うとともに，収集した国土数値情報から自然環境特性分級評価図を作成する。

キ　地域環境特性分級評価図の作成を更に進める。

ク　解析・評価した地域環境特性項目ごとに土地利用上の可能性・制約条件の抽出・整理を行う。

ケ　土地利用適性評価手法の各プロセスの具体化を進める。

コ　人工衛星データ，各種地図情報の入出力管理等に関するコンピュータ・プログラムの開発・整備を行う。

終わりにあたり，本調査研究の実施において，御協力，御指導いただいた建設国土地理院測図部写真測量技術開発室の関係各位，並びにそれぞれの専門的立場から御助言，御指導をいただいた上野秀夫金沢工業大学教授，木羽敏泰金沢工業大学教授，中島巌農林水産省林業試験場経営第2科長，新居昭児富士通株式会社金沢営業所長，矢ケ崎孝雄金沢大学教育学部教授，脇坂聿雄石川県農業試験場長，田中敏之石川県林業試験場長，板坂三郎石川県白山自然保護センター所長に深く感謝の意を表します。

〔報　文〕

石川県における環境条件の分級評価とその利用に関する研究（第3報）

——自然条件分級評価図——

石川県衛生公害研究所環境部　田嶋隆俊・吉田　弘

1 はじめに

「環境利用の課題は，自然条件との適合性を確保するとともに，異なった利用が隣接する場合の関連性等で社会的整合性を図っていくことであり，地域環境が現在持っている多様性とポテンシャルを破壊せず，より高めていくような環境利用の配分と内部構成に向けて，環境の保全と利用を導いていくことにある」[1]との主旨に基づいて適切な土地利用を実行可能ならしめるためには，まず，それぞれの地域の自然条件，社会・経済条件が有している諸特性を正しく評価し，明らかにしておくことが必要である。

このため，前報[2][3]では，本県の自然条件の分級評価，各種法指定地域の土地利用規制内容による分級評価を試みた。

本報では，そのうち，自然条件の分級評価において設定した各自然条件が有する環境作用（人間活動と自然とのかかわりのなかで意味のある自然作用），及びその作用に係る分級基準に基づいて，本県の自然条件分級評価図を作成し，提示したものである。

2 作成方法

表1から表5に示した各自然条件について，その各々に設定した環境作用に関する分級基準（相対基準，3段階）に基づいて，表6に示した基礎図を用いて，各項目ごとに環境作用を分級し，色分けすることにより，自然条件分級評価図を作成した。この場合のベース・マップとしては，石川県管内図（20万分の1，昭和55年3月調整）を使用した。

3 自然条件分級評価図

各自然条件が有する環境作用の大きさとその分布を表わす自然条件分級評価図（原図は20万分の1）を図1から図38に示した。

ここに提示した分級評価図は，表7に示した23種類の環境作用について，それに対応する自然条件の分類（又は区分）項目によって作成した38種類である。

4 まとめ

(1)　自然条件分級評価図は，地形，傾斜，表層地質，土壌，現存植生のそれぞれが本来的に有している作用・機能の大きさとその分布状況を表わしたものである。

(2)　自然条件分級評価図は，作成した原図で20万分の1の精度での読図が可能である。

(3)　自然条件分級評価図として示された各環境作用の種類，その大きさは，現時点で科学的な知見と本県における過去の事例を検討した結果導き出されたものであり，今後更に，科学的な知見等の集積を図ることによって，内容を充実させていく必要がある。

(4)　ここに提示した自然条件分級評価図はそれ自体，各種の環境利用計画の策定等に当たって基礎資料となり得るものであるが，更に，それぞれの分級評価

Studies on Ranking of Environmental Conditions in Ishikawa Prefecture and Utilization of Ranking Scale. 3. Ranking Maps of Natural Conditions. *by Takatoshi TAJIMA and Hiroshi YOSHIDA* (*Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

図をマップ・オーバーレイ法等により組み合わせることによって，より利用性の高い地図情報として加工することができる。

文　献

1) 石川県衛生公害研究所：石川県環境管理個別計画作成資料，土地利用（未公表）
2) 吉田　弘，田嶋隆俊：石川衛公研年報，18，145—152，(1981)
3) 吉田　弘，田嶋隆俊：石川衛公研年報，18，163—170，(1981)

表 1　地形分類に関する分級基準　　1 2 3 高←低

地形区分 第1次分類	第2次分類	起伏量	地盤の軟弱性	地すべりの危険性	水源涵養貢献度	水災害(洪水氾濫)の危険性	高燥・日照度	受けやすい災害の種類
山地	大起伏山地	600m以上	3	2	3	3	1～3	土砂崩壊
	中起伏山地	400～600m	3	1	2	3	1～3	〃
	小起伏山地	200～400m	3	1	1	3	1～3	土砂崩壊，土石流，地すべり
火山地	大起伏火山地	600m以上	3	2	3	3	1～3	土砂崩壊
	中起伏火山地	400～600m	3	2	2	3	1～3	〃
	小起伏火山地	200～400m	3	3	1	3	1～3	〃　，土石流
	火山山麓地		3	3	1	3	1	〃　，土石流
丘陵地	大起伏丘陵地	100～200m	3	1	1	3	2	土砂崩壊，土石流，地すべり
	小起伏丘陵地	100m以下	3	2	1	3	2	ほとんどなし
台地・段丘	砂礫台地・段丘　(中位)		3	2	1	3	1	ほとんどなし
	砂礫台地・段丘　(下位)		3	2	1	3	1	特別の場合のみ冠水
	岩石台地・段丘　(中位)		3	2	2	3	1	ほとんどなし
	岩石台地・段丘　(下位)		3	2	2	3	1	特別の場合のみ冠水
低地	扇状地性低地		2	—	2	2	1	洪水，一部で氾濫条件により土石流
	三角州性低地		1	—	3	1	2	洪水，氾濫，地盤沈下，地震
	砂丘低地		2	—	2	3	1	特別な場合洪水，風蝕，堆積

表 2　傾斜区分に関する分級基準　　1 2 3 高←低

傾斜区分	記号	崩壊，崖くずれの危険性	地すべりの危険性	表面浸蝕性	水源涵養貢献度	洪水流出の危険性	水田造成の難易性	畑地，樹園地の管理性(作業効率)	草地の管理性(作業効率)	林業地の管理性(作業効率)
40°以上	S_7	1	—	1	3	1	1	—	3	3
30°以上40°未満	S_6	1	3	1	3	1	1	3	3	2
20°以上30°未満	S_5	2	2	2	2	2	1	3	2	2
15°以上20°未満	S_4	3	1	2	2	2	1	3	2	2
8°以上15°未満	S_3	3	1	3	1	3	1	2	2	1
3°以上 8°未満	S_2	3	3	3	1	3	2	1	1	1
0°以上 3°未満	S_1	3	—	3	1	3	3	1	1	1
湖沼・水面		—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 3　表層地質区分に関する分級基準

1 2 3
高←低

時代区分	岩石の区分 大分類	岩石の区分 小分類	記号	地震による構造物損傷の危険性	崩壊・崖くずれの危険性	風化殻の深度	地すべりの危険性	表面浸蝕性	透水性	水源涵養貢献度	生産力可能性	造成の難易性（住宅地、工業地、農業地等）	緑地造成の難易性	学術上の価値	観光資源性
沖積世	未固結堆積物	砂	a	1	1	—	3	1	1	1	2	1	3	3	1
洪積世	未固結堆積物	礫・砂・泥(I)	gsm(I)	1	1	—	3	1	1	2	1	1	2	3	3
新第三紀	未固結堆積物	砂礫	gs	1	1	—	3	1	1	1	2	1	2	3	3
新第三紀	未固結堆積物	礫・砂・泥(II)	gsm(II)	1	1	—	3	1	1	2	1	1	2	3	3
新第三紀	半固結～固結堆積物	礫岩・砂岩・泥岩(I)	altgsm(I)	1	1	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3
新第三紀	半固結～固結堆積物	砂岩(I)	ss(I)	1	2	3	1	1	2	2	2	2	3	1(大桑層) 2(その他)	1
新第三紀	半固結～固結堆積物	礫岩(I)	cg(I)	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	1
新第三紀	半固結～固結堆積物	砂岩(II)	ss(II)	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	1
新第三紀	半固結～固結堆積物	泥岩	ms	1	2	3	1	2	3	3	1	2	2	2	1
新第三紀	半固結～固結堆積物	砂岩・泥岩	altsm	2	2	3	1	2	3	2	1	2	2	3	3
新第三紀	半固結～固結堆積物	礫岩・砂岩・泥岩(II)	altgsm(II)	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3
新第三紀	半固結～固結堆積物	砂岩・泥岩・凝灰岩	altsmt	2	2	3	1	2	3	3	1	2	2	3	3
新第三紀	半固結～固結堆積物	礫岩(II)	cg(II)	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	1
中生代	半固結～固結堆積物	礫岩・砂岩	altgs	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3
中生代	半固結～固結堆積物	頁岩及び頁岩・砂岩互層	altms	3	3	3	1	2	3	3	1	2	2	2	1
第四紀	火山性岩石	新期安山岩・火山砕屑物	Ab(I)	1	1	—	3	1	1	1	3	3	1	3	3
第四紀	火山性岩石	火山砕屑物	Py	1	1	—	3	1	1	1	3	3	1	3	3
新第三紀	火山性岩石	流紋岩質岩石	Ry	3	2	3	2	2	2	3	1	3	1	3	2
新第三紀	火山性岩石	安山岩質岩石・火砕岩	Ab(II)	3	3	2(能登地域) 3(県南部)	2	2	2	2	1	3	1	3	2
新第三紀	火山性岩石	凝灰岩質岩石	Tr(I)	2	2	3	1	2	2	2	1	2	1	3	2
中生代	火山性岩石	流紋岩質凝灰岩	Tr(II)	3	2	3	3	2	3	3	1	3	1	3	2
	深成岩・変成岩	花崗岩質岩石	Gr	3	1	2	3	1	2	2	2	2	1	2	2
	深成岩・変成岩	片麻岩質岩石	Gn	3	2	3	3	3	3	3	1	3	1	2	2
	深成岩・変成岩	結晶質石灰岩	Is	3	2	3	3	2	3	3	1	2	1	1	1

表 4　　土壌分類に関する分級基準

土壌分類		記号	崩壊・崖くずれの危険性	表面浸蝕性	透水性	水源涵養貢献度	土壌生産力可能性(農地)	土壌生産力可能性(林地)	水田生産力可能性	緑化可能性
土壌群	土壌統群		1 高←低 3							
岩石地	岩石地	RL	1	1	1	3	3		3	3
未熟土	残積性未熟土壌	RG	1	1	1	3	3		2	3
	砂丘未熟土壌	RS	1	1	1	1	2		3	2
黒ボク土	厚層黒ボク土壌	AT	3	3	3	1	1		1	1
	黒ボク土壌	A	3	3	3	1	1		1	1
	多湿黒ボク土壌	A—w	3	3	3	2	1		1	1
	黒ボクグライ土壌	AG	3	3	3	2	1		1	1
褐色森林土	乾性褐色森林土壌	B—d	1	1	3	3	2		2	3
	乾性褐色森林土壌(黄褐系)	B(Y)—d	1	1	3	3	3		2	2
	乾性褐色森林土壌(赤褐系)	B(R)—d	1	1	3	3	3		2	2
	褐色森林土壌	B	2	3	2	1	1		1	1
	褐色森林土壌(黄褐系)	B(Y)	2	3	2	2	1		1	1
	褐色森林土壌(赤褐系)	B(R)	2	3	2	2	2		1	1
	湿性褐色森林土壌	B—w	3	3	3	2	1		1	1
ポドゾル	乾性ポドゾル化土壌	P—d	1	1	3	2	3		3	3
	湿性ポドゾル化土壌	P—w	1	1	3	3	3		3	3
赤黄色土	赤色土壌	R	2	2	3	3	3		2	1
	黄色土壌	Y	2	2	3	3	3		2	1
灰色低地土	細粒灰色低地土壌	GL—f	3	3	3	3	1		1	1
	灰色低地土壌	GL	3	3	3	3	1		1	1
	粗粒灰色低地土壌	GL—c	3	3	2	3	1		1	1
グライ土	細粒グライ土壌	G—f	3	3	3	3	1		1	2
	グライ土壌	G	3	3	3	3	1		1	2
	粗粒グライ土壌	G—c	3	3	2	3	2		1	2
低位泥炭地	低位泥炭土壌	LP	3	3	3	3	2		2	2
黒泥地	黒泥土壌	M	3	3	3	3	2		2	2

表 5　　現存植生区分に関する分級基準

植生帯区分		植物群落名	群落番号	崩壊・崖くずれの危険性	表面浸蝕性	洪水流出の危険性	水源涵養貢献度	植生の希少価値	植生※自然度
				1	2	3			
				高←低					
寒帯・高山帯	自然植生	コケモモーハイマツ群集	1-1(1)	2	2	2	2	1	9
		ガンコウラン風衝ハイデ	1-2(6)	2	2	1	3	1	10
		高山高茎草原	1-2(7)	1	2	1	3	1	10
		アオノツガザクラ雪田植物社会	1-3(7)	3	3	1	3	1	10
		ショウジョウスゲーイワイチョウ群集	1-3(4)	3	3	1	3	1	10
亜高山帯亜寒帯・	自然植生	オオシラビソ群集	2-5(1)	3	3	3	1	1	9
		ササーダケカンバ群落	2-6	3	3	3	1	1	9
		ミヤマハンノキ群落	2-8(3)	3	3	3	1	1	9
		チシマザサ群落	2-11(1)	3	3	3	1	1	10
ミズナラ・ブナクラス域	自然植生	チシマザサーブナ群団	4-1	3	3	3	1	1	9
		クロベーヒメコマツ群落	4-7	3	3	3	1	1	9
		ジュウモンジシダーサワグルミ群落	4-9	3	3	3	1	1	9
		ヒメヤシャブシータニウツギ群落	4-17(3)	3	3	3	1	1	9
		山地高茎草原	4-18(4)	1	2	2	2	1	10
	代償植生	タニウツギーノリウツギ群落	5-7(1)	3	3	3	1	2	5
		ススキ群落	5-10	1	2	2	2	3	5
		伐採跡地群落	5-14	1	2	2	2	3	4
クラス域ヤブツバキ	自然植生	ケヤキ群落	6-5	3	3	3	1	1	9
	代償植生	コナラ群落	7-1	3	3	3	1	2	7
		ヤマツツジーアカマツ群落	7-10(1)	3	3	3	1	2	7
		クロマツ群落	7-11	3	3	3	1	2	7
		ススキ群落	7-6	1	3	2	2	3	5
各クラス域共通	塩生地・砂丘・湿原・河辺	ヨシクラス	8-3	3	3	3	1	1	10
		ハマニンニクーコウボウムギ群落	8-9(1)	1	1	1	3	1	10
		ハマグルマーコウボウムギ群落	8-9(2)	1	1	1	3	1	10
	植林地・耕作地	ヒノキアスナロ（アテ）植林	9-1(10)	3	3	3	1	3	6
		スギ植林	9-1(3)	3	3	3	1	3	6
		ニセアカシア植林	9-5(1)	3	3	3	1	3	3
		モウソウ竹林	9-7(1)	3	3	3	1	2	7
		落葉果樹園	9-9	2	2	2	1	3	3
		畑地	9-13	1	1	2	2	3	2
		牧草地	9-15	1	2	2	2	3	2
		ゴルフ場	9-15(1)	1	2	2	2	3	2
		飛行場	9-15(2)	—	1	1	3	—	1
		水田	9-16	3	3	2	1	3	2
		蓮根田		3	3	2	1	3	2
その他		市街地	10-1	1	1	1	3	—	1
		緑の多い市街地	10-2	2	2	2	2	—	2
		干拓地	10-5	1	1	2	3	—	1
		開放水域	10-6	—	—	—	—	—	—
		自然裸地	10-7	1	1	1	3	—	—

※ 植生自然度は，「緑の国勢調査—自然環境保全調査報告書」（環境庁）の分類による。
自然度は，高10→1低である。

表 6　自然条件分級評価図作成のための基礎図

自然条件	基礎とした地図
地形分類	地形分類図，20万分の1（経済企画庁総合開発局，1974）
傾斜区分	傾斜区分図，〃（〃）
表層地質分類	表層地質図，〃（〃）
土壌分類	土壌図，〃（〃）
現存植生区分	現存植生図，〃（環境庁，1975）

表 7　自然条件と環境作用

環境作用＼自然条件	地形分類	傾斜区分	表層地質区分	土壌分類	現存植生区分
地盤の軟弱性	○				
地すべりの危険性	○	○	○		
崩壊・崖くずれの危険性		○	○	○	○
水災害の危険性	○				
表面浸蝕性		○	○	○	○
洪水流出の危険性		○			○
地震による構造物損傷の危険性			○		
風化殻の深度			○		
水源かん養貢献度	○	○	○	○	○
透水性			○	○	
住宅地，工業地等の造成の難易性			○		
水田造成の難易性		○			
緑地造成の難易性			○		
畑地，樹園地の管理性		○			
草地の管理性		○			
林業地の管理性		○			
表層地質，土壌の生産力可能性			○	○	
水田生産力可能性				○	
緑化可能性				○	
学術上の価値			○		
観光資源性			○		
植生の希少価値					○
植生自然度					○
環境作用の種類の合計	4	9	12	7	6

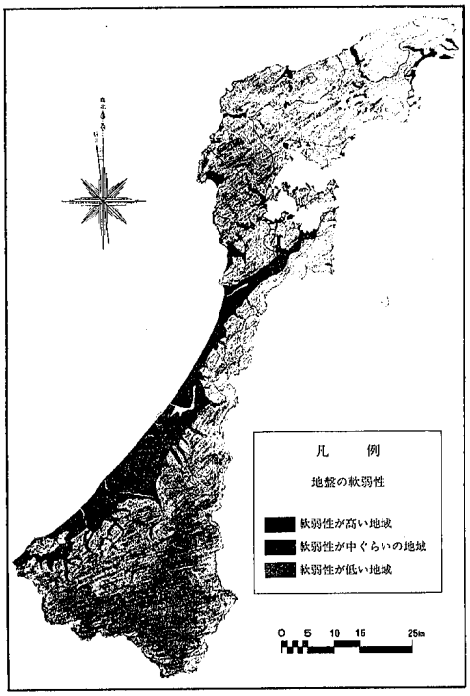


図1　地盤の軟弱性（地形分類）

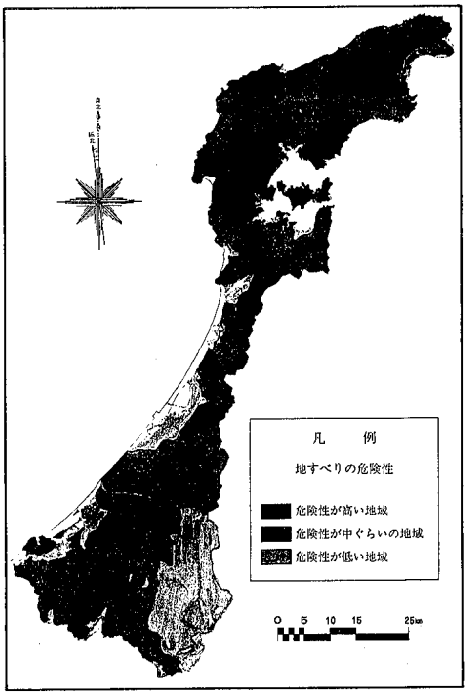


図2　地すべりの危険性（地形分類）

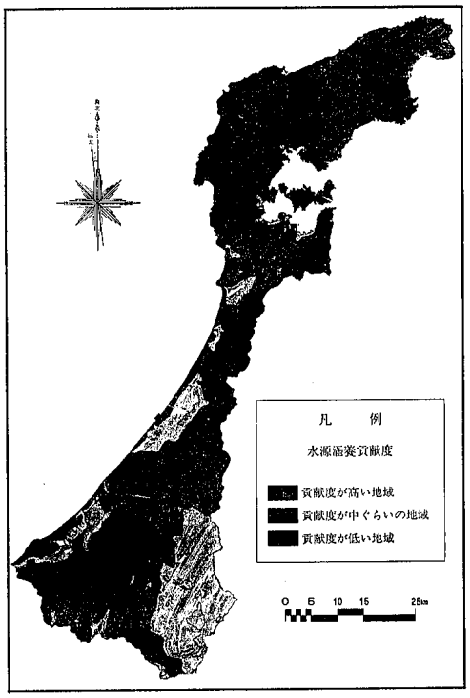


図3　水源涵養貢献度（地形分類）

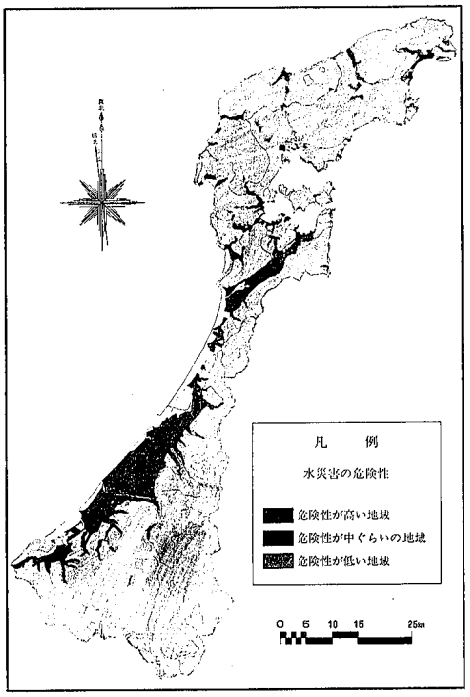


図4　水災害の危険性（地形分類）

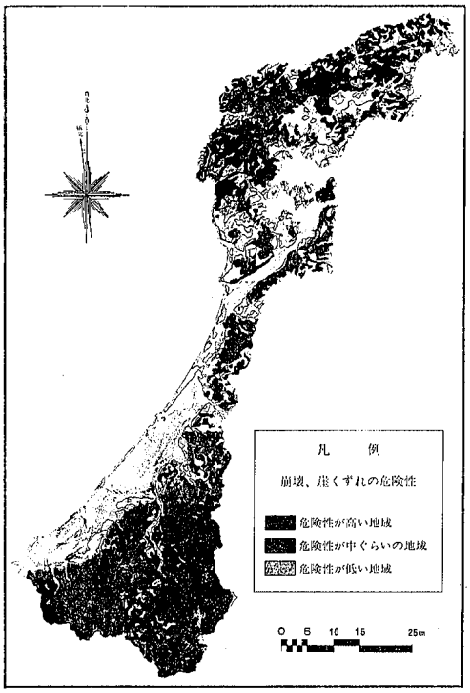


図５　崩壊、崖くずれの危険性
（傾斜区分）

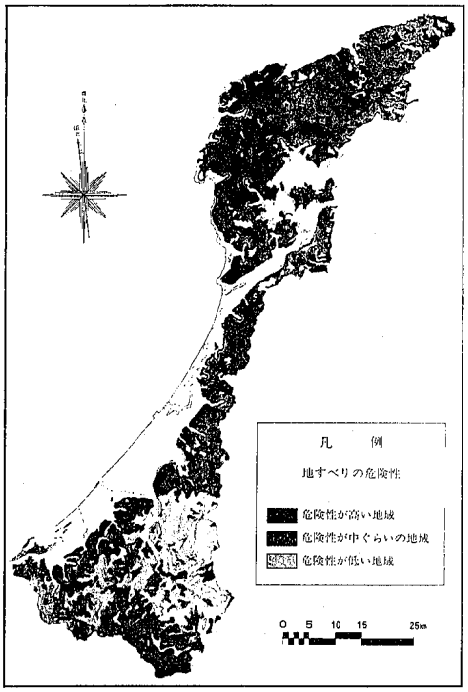


図６　地すべりの危険性（傾斜区分）

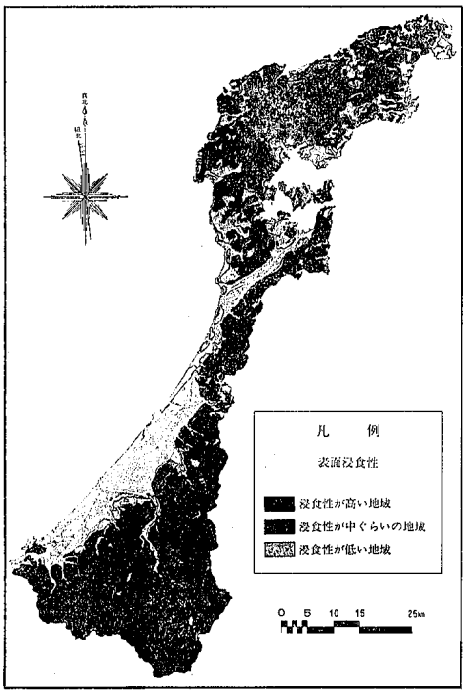


図７　表面浸食性（傾斜区分）

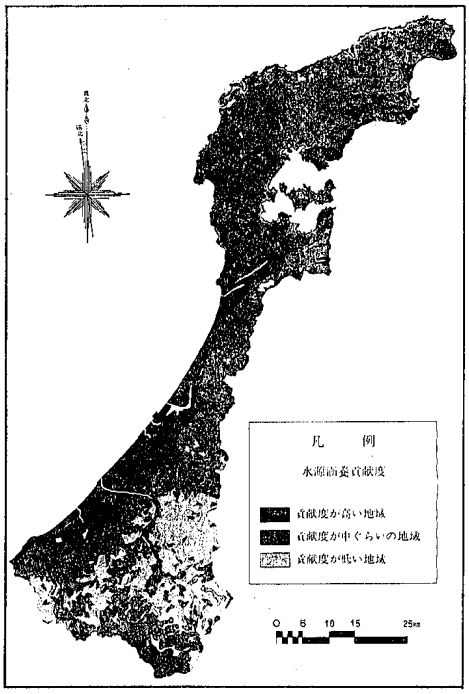


図８　水源涵養貢献度（傾斜区分）

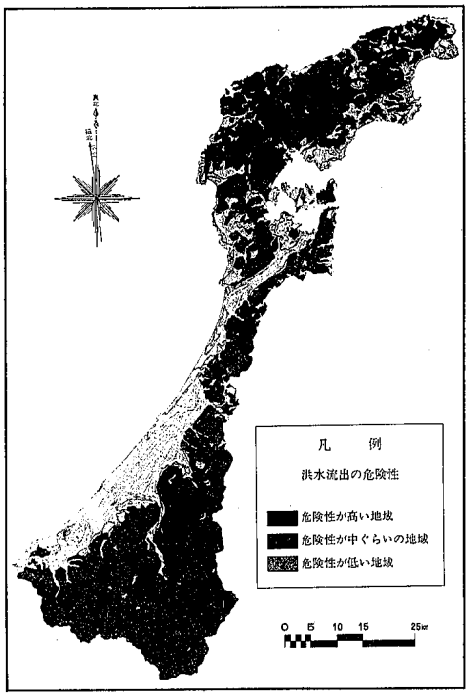


図９　洪水流出の危険性（傾斜区分）

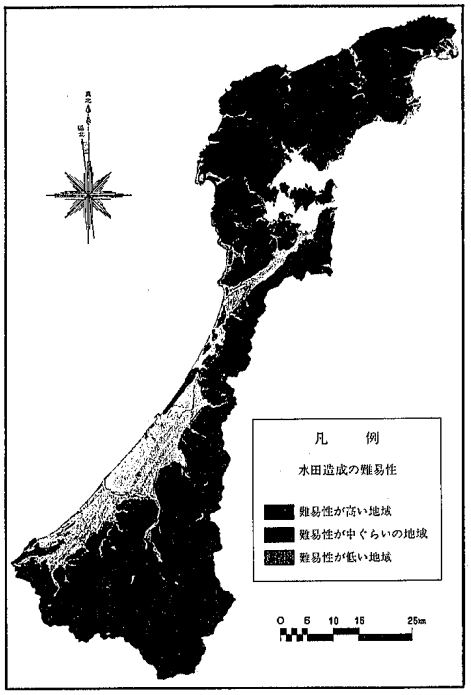


図10　水田造成の難易性（傾斜区分）

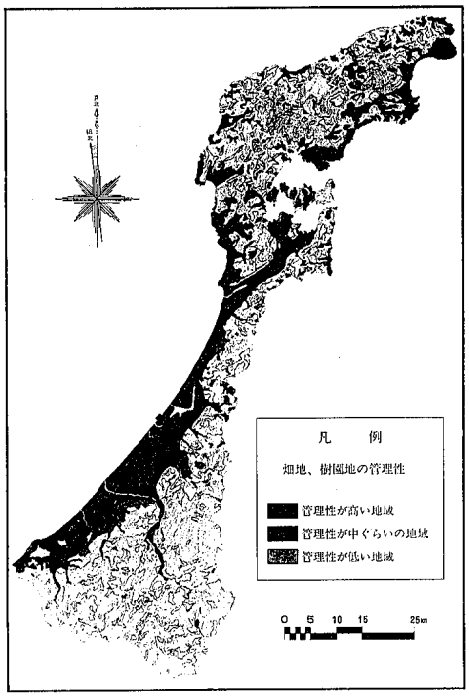


図11　畑地、樹園地の管理性（傾斜区分）

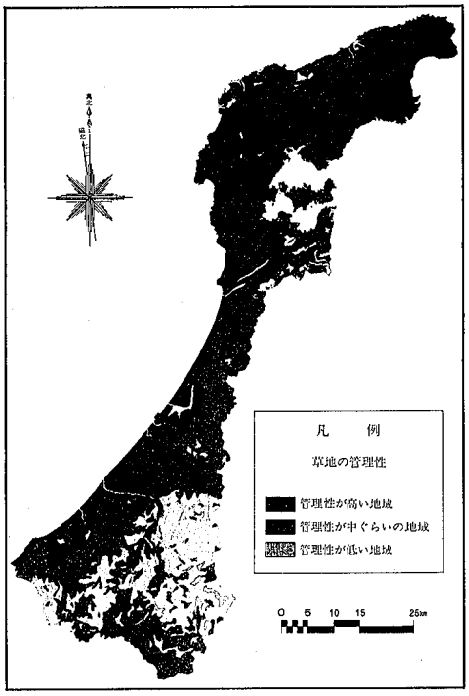


図12　草地の管理性（傾斜区分）

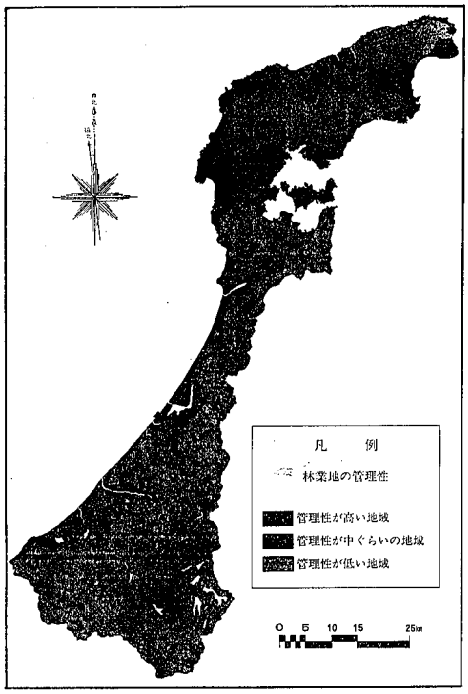


図13　林業地の管理性（傾斜区分）

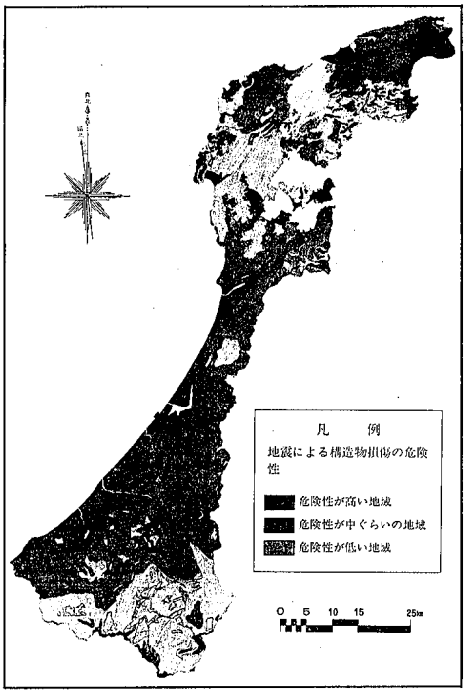


図14　地震による構造物損傷の危険性
（表層地質区分）

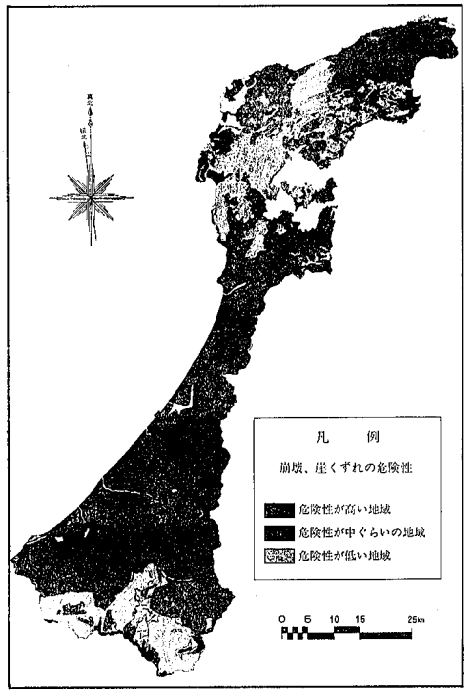


図15　崩壊、崖くずれの危険性
（表層地質区分）

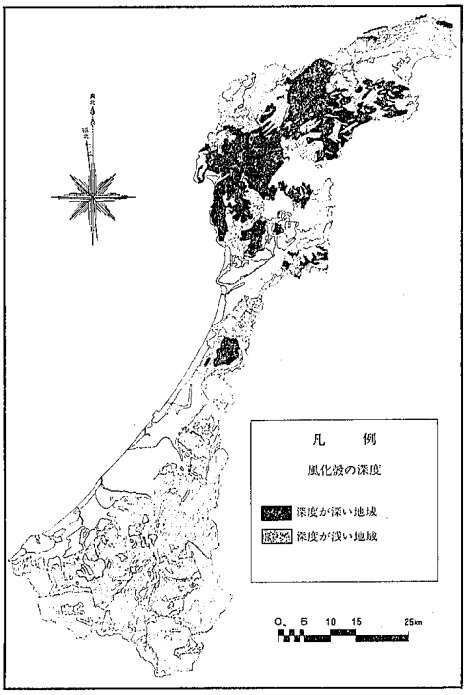


図16　風化殻の深度（表層地質区分）

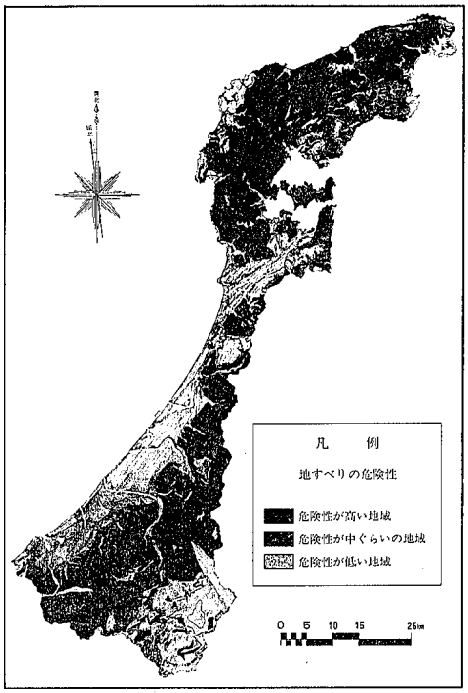


図17　地すべりの危険性（表層地質区分）

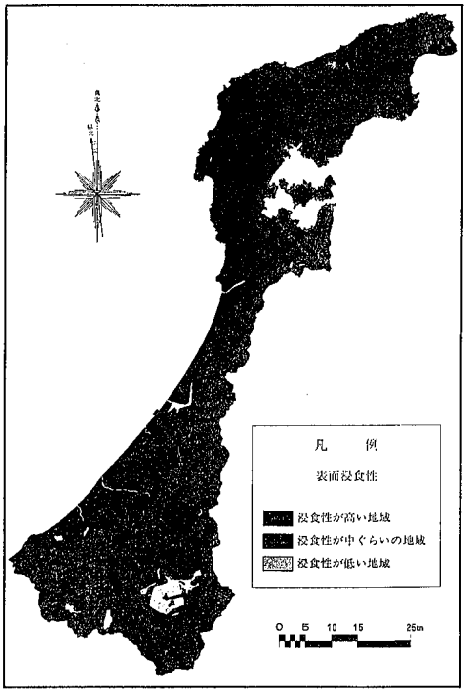


図18　表面浸食性（表層地質区分）

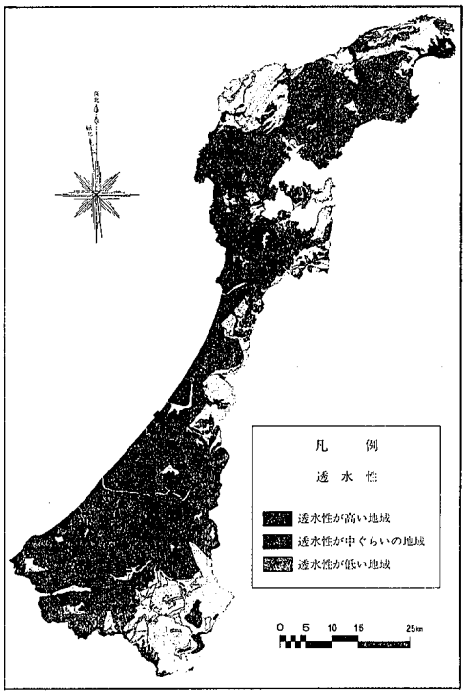


図19　透　水　性（表層地質区分）

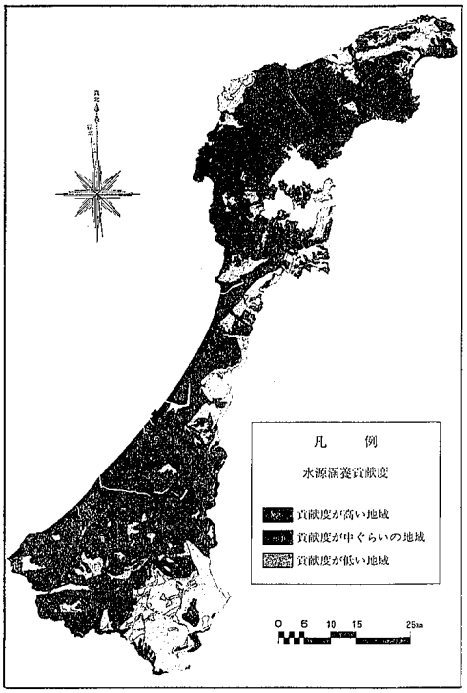


図20　水源涵養貢献度（表層地質区分）

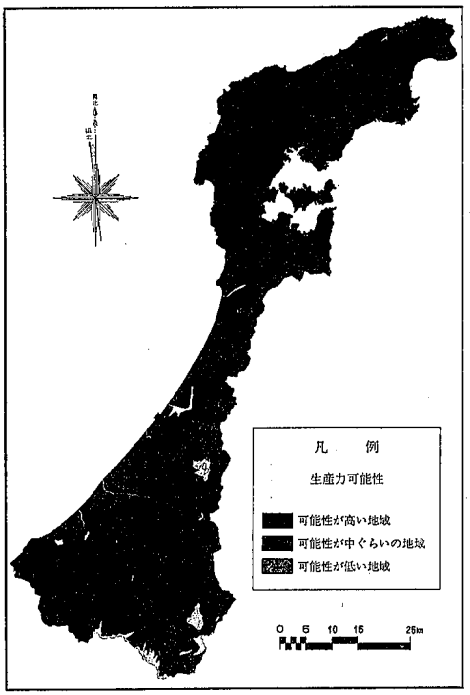


図21　生産力可能性（表層地質区分）

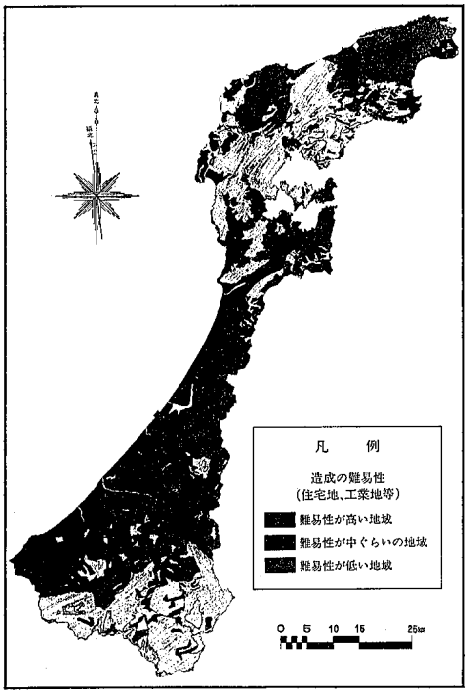


図22　住宅地，工業地等の造成の難易性
（表層地質区分）

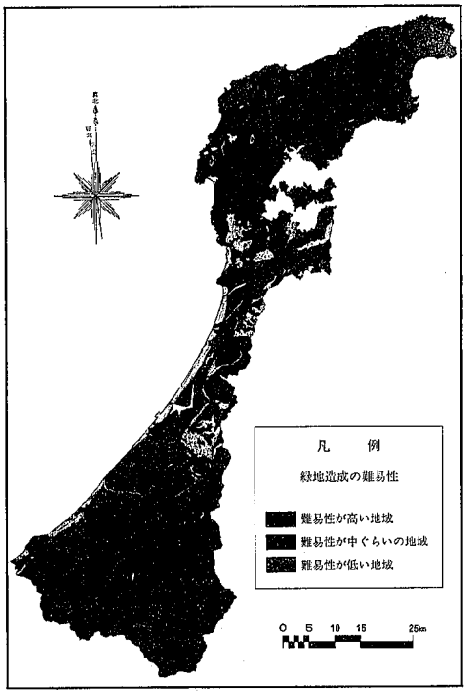


図23　緑地造成の難易性（表層地質区分）

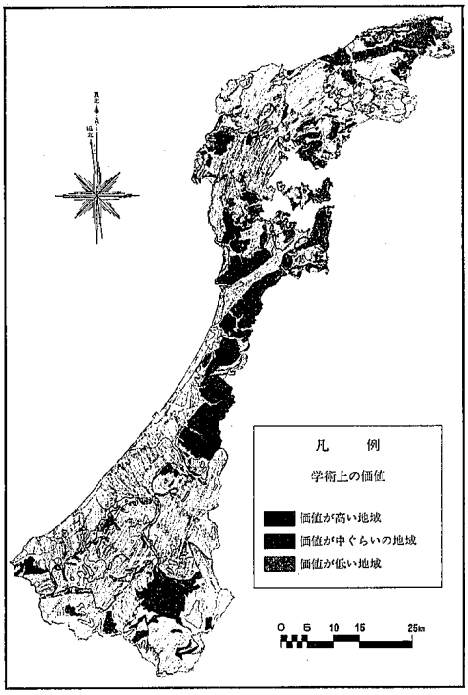


図24　学術上の価値（表層地質区分）

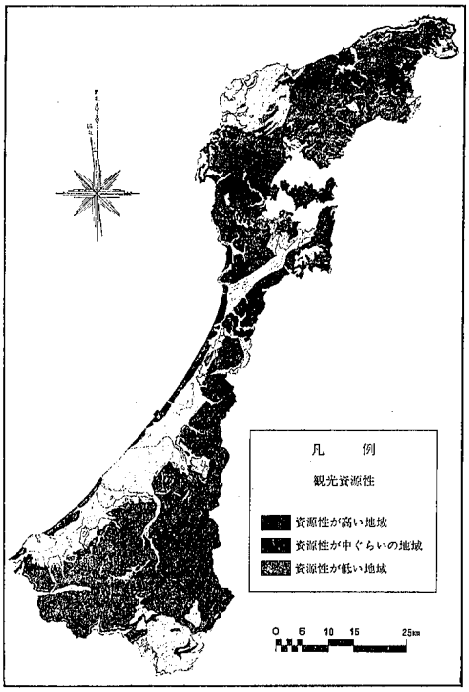


図25　観光資源性（表層地質区分）

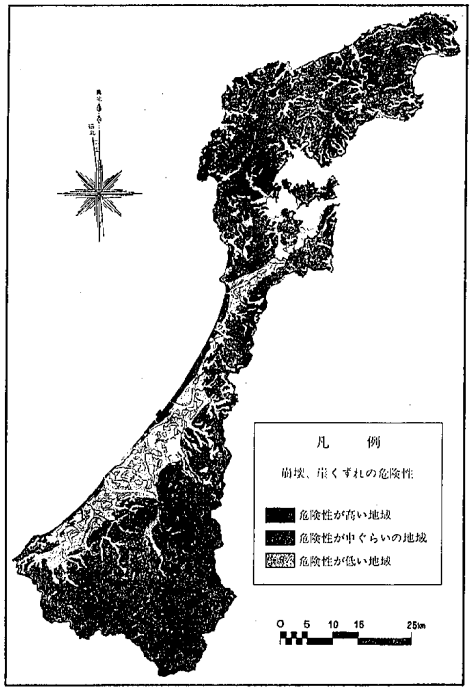


図26　崩壊、崖くずれの危険性
（土壌分類）

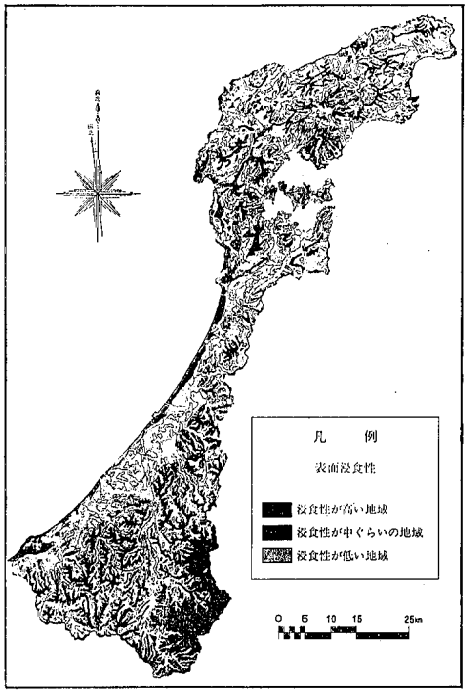


図27　表面浸食性（土壌分類）

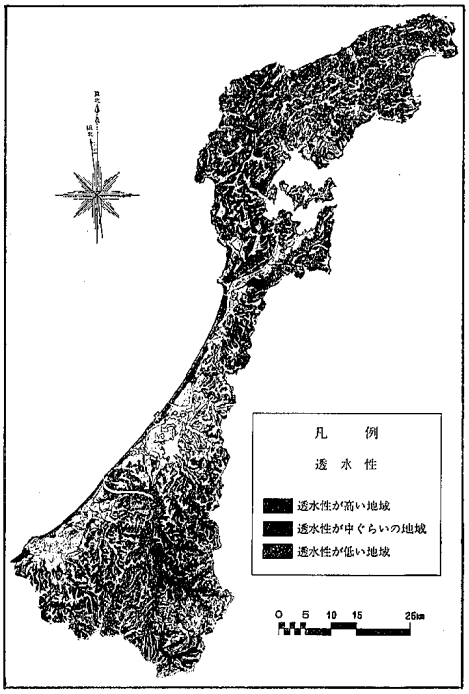


図28　透　水　性（土壌分類）

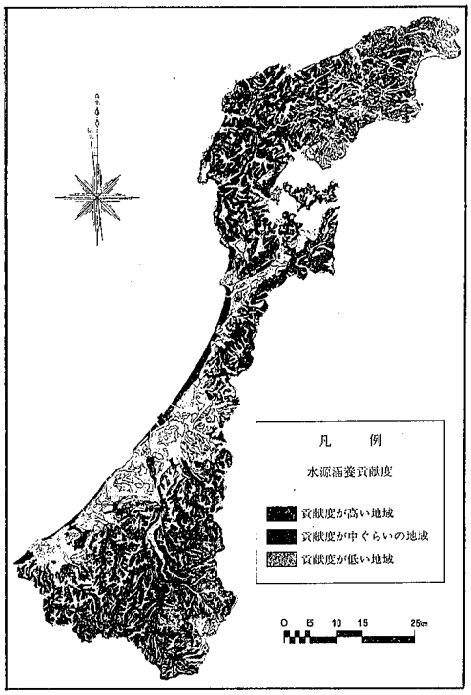


図29　水源涵養貢献度（土壌分類）

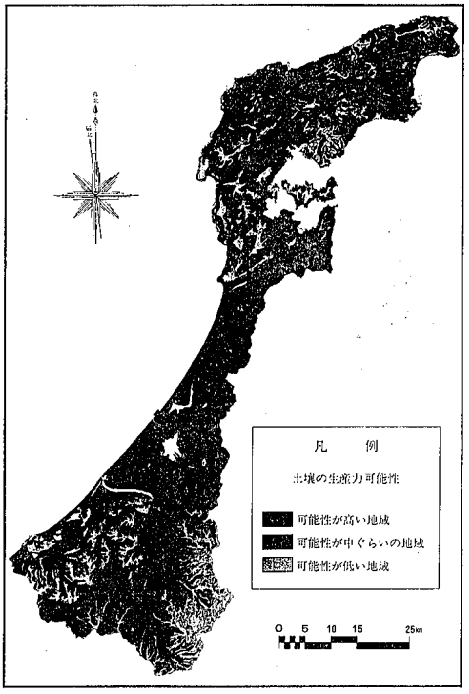


図30　土壌の生産力可能性（土壌分類）

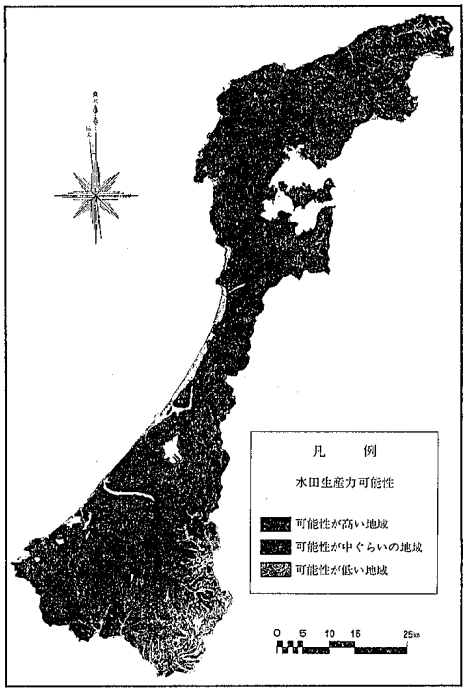


図31　水田生産力可能性（土壌分類）

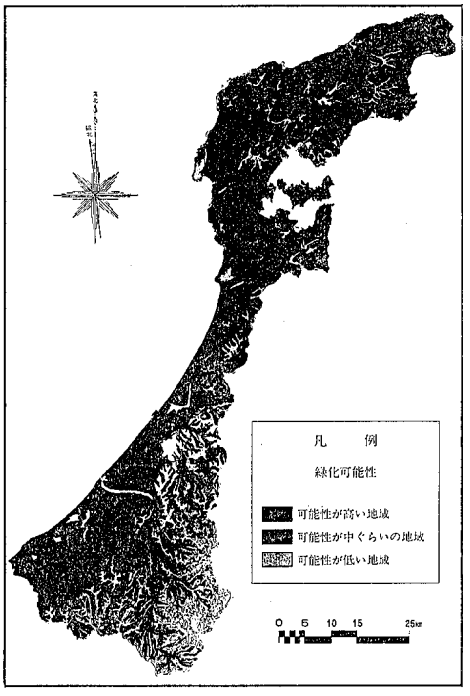


図32　緑化可能性（土壌分類）

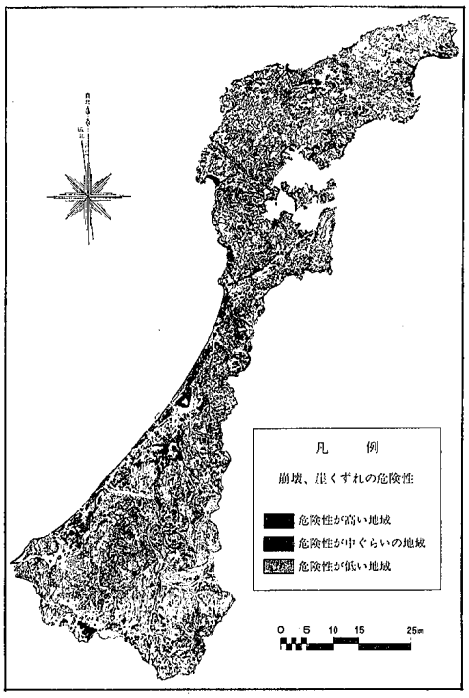


図33　崩壊、崖くずれの危険性
（現存植性区分）

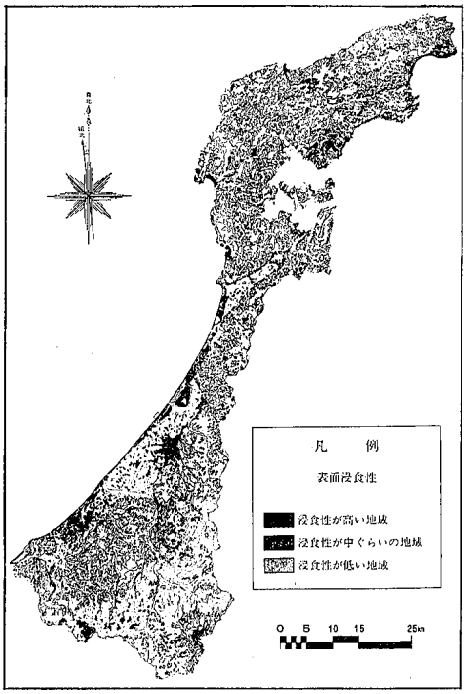


図34　表面浸食性（現存植生区分）

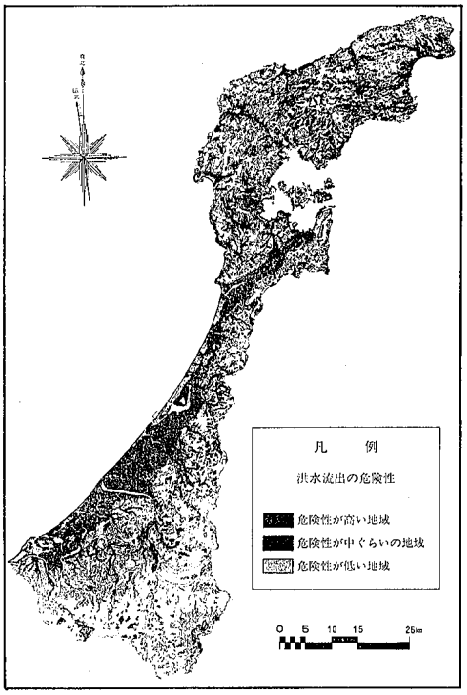


図35　洪水流出の危険性（現存植生区分）

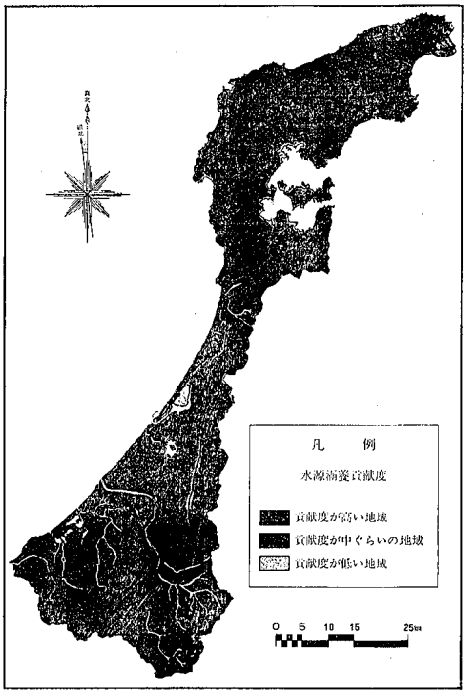


図36　水源涵養貢献度（現存植生区分）

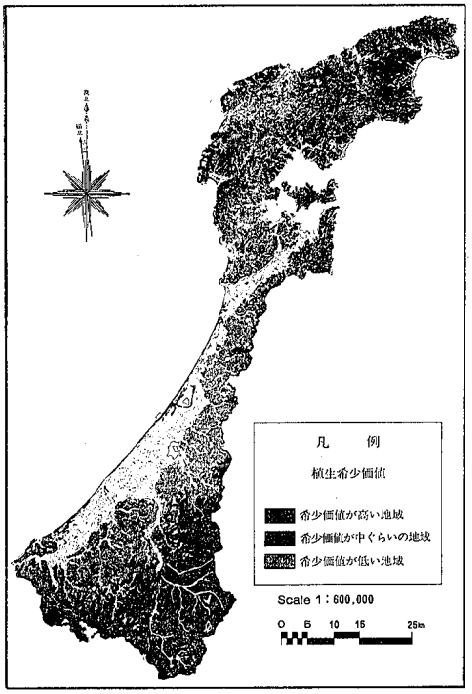


図37　植生の希少価値（現存植生区分）

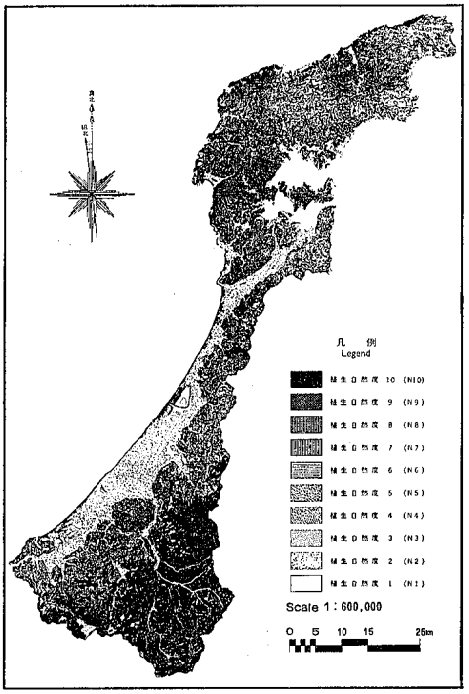


図38　植生自然度（現存植生区分）

〔報　文〕

白山スーパ林道周辺における環境大気状況の推移

石川県衛生公害研究所環境部　吉田　弘・密田淳夫・田嶋隆俊

1 はじめに

白山スーパ林道は，白山北部を東から西へ流れる尾添川とその支流の蛇谷をさかのぼって，急峻なV字谷の斜面を縫いながら，標高1,477mの三方岩ずい道を経て，岐阜県白川村に通じる，幅員4.6～6.5m，全長33,331mの全線舗装の山岳有料道路である。

この林道は昭和52年8月に供用開始となり，供用期間は例年5月下旬から11月上旬までの約6カ月間（積雪の程度により期間に変動がある）である。

林道が建設された蛇谷流域は，自然が良好な状態のままで維持されている白山地域の中でも，特に自然度が高い地区であり，林道が建設される前はほとんど人為的な作用が加わることがなかったところである。大気の質については，自然現象による大気の変化がわずかに生じる程度であったと思われる。

したがって，林道の供用開始後にここを通行する自動車から窒素酸化物等の大気汚染物質が排出されることにより，供用開始前の大気の質がどのように変化するか，更に，その変化の程度などが林道周辺の動植物，土壌等の自然環境にいかなる影響（被害）を与えるのか，などの状況を的確に調査し，解析評価することは，蛇谷流域の優れた自然環境を保全するための方策を探る上で重要なことである。

このため，昭和52年度から昭和56年度まで石川県白山自然保護センターの依頼を受け「尾添川流域自然環

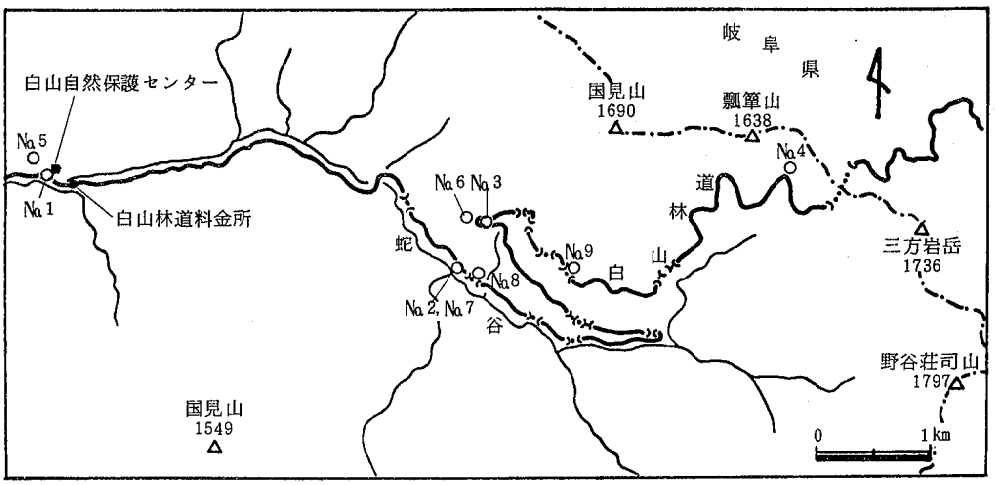


図1　調　査　地　点

Annual Change of Air Pollutant Concentration around the Hakusan Super Forest Road.

by Hiroshi YOSHIDA, Atsuo MITUDA, and Takatoshi TAJIMA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

境保全基礎調査」の一環として，林道周辺の環境大気に関する調査を継続して実施し，基礎データの集積を図った。

本報告は，これらの5カ年間の調査結果を述べるとともに，併わせて林道工事中の昭和51年度に実施した「環境における大気汚染物質の分布量に関する研究Ⅰ（山岳・森林・原野における大気汚染のバックグランド調査）」（環境庁委託，全国公害研協議会会員として実施）の調査結果と比較，検討し，林道の開通によって生じた大気の質の変化の状況からみた今後の環境保全上の問題点，課題について述べたものである。

2　調査地点と調査項目

昭和51年度以降，単年度又は経年的に継続して調査を実施した主な地点は，図1に示した9地点であり，これらの地点において，自動測定機による連続自動測定（10項目），二酸化鉛法による硫黄酸化物相対濃度の測定（月間値），TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の測定（月間値）及びデポジット・ゲージ法による雨水の捕集とその化学分析を行った。なお参考のため，雨水成分調査地点近傍の沢水，土壌についても化学分析を行った。各地点における測定項目と測定年を表1に示した。このほか，自動車から排出される窒素酸化物の時間別及び地点別の詳細な分布状況を把握するために，林道沿線の各地点で TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の短時間測定（2時間値，数日間値）を行った。更に，光化学大気汚染による植物被害を調べるため，アサガオを指標としてその被害状況を観察した。

3　調　査　結　果

3・1　自動測定機による測定

自動測定機（大気測定車あおぞら号搭載）による昭和51年度及び昭和53年度から昭和56年度の測定結果を表2，表3，表4（p126～127）に示した。なお昭和52年度については，自動測定機が更新中のため欠測となった。

表2に示した各種汚染物質の測定期間内の平均値に

表　1　　調査地点における測定項目及び測定年度

測定地点番号	地　　名	測　定　項　目　及　び　測　定　年
No. 1	白山自然保護センター前	自動測定機（SO_2, SP, NO_2, NO, NOx, Ox, HC, CO, WD, WS（昭和53～56年），硫黄酸化物（PbO_2法，昭和52～56年），二酸化窒素（TGS濾紙法，昭和52～56年），雨水成分分析（デポジット・ゲージ法，昭和54～56年），沢水成分分析（昭和56年），土壌溶出成分分析（昭和56年）
No. 2	姥ケ滝道路近傍地点	硫黄酸化物（PbO_2 法，昭和52～56年），二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和52～56年）
No. 3	第2ヘアピンカーブ道路近傍地点	硫黄酸化物（PbO_2 法，昭和52～56年），二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和52～56年）
No. 4	三方岩下方の道路近傍地点	硫黄酸化物（PbO_2 法，昭和52～56年），二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和52～56年），雨水成分分析（デポジット・ゲージ法，昭和54～56年），沢水成分分析（昭和56年），土壌溶出成分分析（昭和56年）
No. 5	白山自然保護センター裏山	硫黄酸化物（PbO_2 法，昭和53～56年），二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和53～56年）
No. 6	第2ヘアピンカーブ駐車場奥	硫黄酸化物（PbO_2 法，昭和53～56年），二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和53～56年）
No. 7	姥ケ滝遊歩道中間点	硫黄酸化物（PbO_2 法，昭和54～56年），二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和52，54，55年）
No. 8	第2ずい道口近傍（東側，西側）	二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和56年）
No. 9	第11ずい道口近傍（東側，西側）	二酸化窒素（TGS 濾紙法，昭和56年）

ついては，林道開始前の昭和51年度及び開通後の昭和53年度以降の各年度間，季節間において大きな差がみられず，全体的，長期平均的には大気の質の変化は認められなかった。また，これらの濃度レベルを昭和55年度における三馬測定局（住居地域），金沢都市区域内の環境測定局の年平均値と比較しても，二酸化窒素で1/3以下であり，オキシダントを除くその他の汚染物質も月間平均値の最小値程度か，それ以下であることから，開通後においても清浄地域における濃度レベル（いわゆるバックグランド濃度レベル）に相当していると考えられる。

各種汚染物質の1時間値の最高値を表3に示した。石川県大気汚染緊急時対策発令基準及び石川県オキシダント緊急時対策発令基準を超える値の出現はなかったが，昭和53年度のオキシダントの昼間の1時間値で石川県オキシダント緊急対策発令基準の注意報レベルに近い値（0.11ppm）の出現がみられた。しかし，光化学大気汚染の発生の原因物質といわれている窒素酸化物や炭化水素等の林道周辺における推定汚染負荷量，他地域からの移流の可能性，これら汚染物質の測定濃度及びオキシダント中のオゾンの割合などを考慮すると，ここで測定されたオキシダントの大部分は，いわゆる自然界に存在するオゾンであったと推定される。

その他の汚染物質の1時間値，3時間値の最高値は，昭和55年度の三馬測定局の測定値よりかなり低く，ほぼ清浄地域においてみられる程度の濃度レベルであった。

また，1時間値の測定結果の推移から，自動車通行量が増加した紅葉期の休日の昼間において，窒素酸化物，一酸化炭素の濃度が平日より若干高くなる傾向がみられたが，その濃度レベルは都市地域にみられるものより低かった。

表4に示した大気汚染に係る環境基準などとの適合状況については，二酸化硫黄，二酸化窒素及び一酸化炭素について環境基準を超える値の出現はみられなかった。オキシダントについては日射量，気温等の気象条件に大きく左右される面があり，環境基準値を超える値の出現が昭和53年度に67時間（有効測定時間数の97%），昭和54年度に5時間（有効測定時間数の1.3%）みられたが，昭和55年度，昭和56年度にはなかった。なお，非メタン炭化水素については，「光化学オキシダントの生成防止のための大気中炭化水素濃度の指針」（6～9時までの3時間値が0.20ppm C）を超える値の出現が，昭和53年度に2日間（有効測定日数の 3.9%），昭和54年度に2日間（有効測定日数の8.7%）みられたが，昭和55年度，昭和56年度にはなかった。昭和55年度における三馬測定局の出現日数は263日（有効測定日数の82.4%）であることを考慮すると，極くわずかな出現割合であり，このことから推測しても自動車から排出される大気汚染物質の汚染負荷量は大きいとは言えない。

3・2　二酸化鉛法による硫黄酸化物相対濃度の測定（月間値）

硫黄酸化物相対濃度の昭和52年度から昭和56年度までの測定結果を表5に示した。いずれの年度いずれの地点においても0.02mg SO_3/日/100cm^2 PbO_2 以下であり，検出限界に近い濃度レベルであった。これは自動車から硫黄酸化物がほとんど排出されないこと，また，硫黄分を含む軽油（硫黄分1.2%以下）を燃料とするジーゼルエンジン搭載の大型バスが通行規制されていること，などによるものと思われる。

3・3　TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の測定

(1)　月間値の測定

二酸化窒素相対濃度の月間値の昭和52年度から昭和56年度までの測定結果を表6（p 128）に示した。長期平均的には金沢都市区域の平均濃度レベルの1/3以下であり，昭和52年度，昭和53年度に比較し，昭和54年度～昭和56年度の測定値が若干低くなっているのは，表7（p 128）に示したように，林道内の自動車通行台数が減少傾向にあったことによるものと思われる。

また，図1に示した測定地点のうち，No. 1～No. 4の道路近傍に位置する測定地点では，自動車排出ガスの影響を直接受けたためか，No. 5～No. 7の地点に比べて高い値が出現する傾向にあった。特にずい道（第2ずい道（No. 8），延長179mと第11ずい道（No. 9），延長208 m）の出入口に設置された測定地点は，ずい道内では拡散条件が悪く，汚染物質が滞留しているなどによって，他の測定地点の2倍以上の濃度を示した。

(2)　短時間値の測定

短時間値の測定は，昭和52年の紅葉期に行った。1日のうち2時間単位で測定した結果を表8（p129）に，また，休日をはさんだ2日間若しくは4日間単位で測定した結果を表9（p 129）に示した。2時間値の測定は，白山自然保護センターから白山林道料金所前までの道路区間について行った。この測定結果からは，自動車の通行がある昼間の測定値が夜間よりも高い濃度

表 2　自動測定機の測定結果（期間平均値）

測定地点	年度	測定期間	二酸化硫黄 (ppm)	浮遊粉じん (mg/m³)	二酸化窒素 (ppm)	一酸化窒素 (ppm)	窒素酸化物 (ppm)	オキシダント (ppm)	メタン (ppmC)	非メタン炭化水素 (ppmC)	全炭化水素 (ppmC)	一酸化炭素 (ppm)
No. 1 白山自然保護センター前	※1 51	9/9～9/15	<0.005	0.010	<0.005	<0.005	<0.005	0.019	—	—	1.80	<0.5
	53	5/17～5/26	0.003	0.028	0.001	0.001	0.002	0.056	1.61	0.15	1.76	0.4
		6/23～6/30	0.002	0.015	0.002	0.002	0.003	0.017	1.56	0.29	1.86	0.8
		7/1～7/11	0.002	0.032	0.001	0.001	0.003	0.018	1.60	0.18	1.77	0.6
		10/2～10/30	0.003	0.014	0.002	0.001	0.003	0.025	1.65	0.16	1.81	0.5
		期間平均	0.002	0.020	0.002	0.001	0.003	0.028	1.62	0.18	1.80	0.6
	54	10/8～11/5	0.003	0.019	0.002	0.002	0.004	0.023	1.68	0.18	1.86	0.7
	55	8/12～9/15	0.002	0.019	0.001	0.001	0.003	0.014	1.65	0.16	1.81	0.2
	56	10/7～11/3	0.002	0.014	0.003	0.002	0.005	0.025	1.71	0.09	1.79	0.8
金沢都市区域内の環境測定局の平均値	55	4/1～3/31	(0.003～0.017) 0.008	(0.013～0.048) 0.029	(0.006～0.025) 0.014	(0.002～0.023) 0.007	(0.007～0.047) 0.020	(0.011～0.044) 0.024	(1.68※2～1.72) 1.70	(0.22※2～0.31) 0.26	(1.90※2～2.01) 1.96	(0.7※2～1.1) 0.9
三馬測定局	55	4/1～3/31	(0.003～0.007) 0.005	(0.013～0.032) 0.024	(0.008～0.013) 0.010	(0.002～0.005) 0.003	(0.010～0.017) 0.013	(0.022～0.046) 0.033	(1.68～1.72) 1.70	(0.22～0.31) 0.26	(1.90～2.01) 1.96	(0.7～1.1) 0.9

注）※1　51年度に使用した測定機器の一部に53年度以降の機器より測定精度の低いものがある。
※2　金沢都市区域内の環境測定局は三馬測定局のみである。
（　）内は月間平均値の最小値～最大値である。

表 3　自動測定機の測定結果（最高値）

測定地点	年度	二酸化硫黄 1時間値 (ppm)	浮遊粉じん 1時間値 (mg/m³)	二酸化窒素 1時間値 (ppm)	一酸化窒素 1時間値 (ppm)	窒素酸化物 1時間値 (ppm)	オキシダント 昼間の1時間値 (ppm)	一酸化炭素 1時間値 (ppm)	メタン 6～9時の3時間平均値 (ppmC)	非メタン炭化水素 6～9時の3時間平均値 (ppmC)	全炭化水素 6～9時の3時間平均値 (ppmC)
No. 1 白山自然保護センター前	53	0.01	0.09	0.02	0.03	0.04	0.11	2	1.68	0.31	1.88
	54	0.02	0.07	0.03	0.08	0.11	0.08	3	1.70	0.24	1.92
	55	※ 0.00	0.13	0.01	0.01	0.01	0.05	3	1.70	0.20	1.87
	56	0.01	0.07	0.02	0.02	0.03	0.06	2	1.73	0.17	1.86
三馬測定局	55	0.08	0.15	0.11	0.18	0.27	0.09	10	2.04	1.04	2.81

※　小数点3桁目を四捨五入した（0.004 ppm）。

表　4　自動測定機の測定結果（環境基準などとの対応）

測定地点	年度	二酸化硫黄			浮遊粉じん	二酸化窒素	
		1時間値が0.10ppmを超えた時間数	日平均値が0.04ppmを超えた日数	日平均値の年間98%値（ppm）	日平均値の2%除外値	日平均値が0.04ppm以上の日数	日平均値の年間98%値（ppm）
No.1 白山自然保護センター前	53	0 (1, 203)	0 《44》	0.004	0.049	0 《39》	0.004
	54	0 (660)	0 《27》	0.004	0.031	0 《27》	0.005
	55	0 (855)	0 《35》	0.003	0.062	0 《30》	0.002
	56	0 (688)	0 《28》	0.002	0.022	0 《28》	0.004
三馬測定局	55	0 (8, 609)	0 《360》	0.013	0.058	0 《355》	0.023

測定地点	年度	オキシダント昼間の1時間値が0.06ppmを超えた時間数	一酸化炭素			非メタン炭化水素6～9時の3時間平均値が0.20ppmCを超えた日数
			8時間値が20ppmを超えた回数	日平均値が10ppmを超えた日数	日平均値の年間98%値（ppm）	
No.1 白山自然保護センター前	53	67 (688)	0 (1, 016)	0 《35》	0.9	2 《51》
	54	5 (398)	0	0 《18》	1.1	2 《23》
	55	0 (526)	0	0 《21》	0.6	0 《31》
	56	0 (464)	0	0 《23》	1.4	0 《31》
三馬測定局	55	98 (5, 230)	0	0 《355》	1.4	223 《328》

《　》内の数字は有効測定日数、（　）内の数字は有効測定時間数

表5　二酸化鉛法による硫黄酸化物相対濃度の測定結果（月間値）

（単位：mgSO_3/日/100cm^2PbO_2）

測定地点	年度	6月	7月	8月	9月	10月	平均
No.1（白山自然保護センター前）	52	—	0.01	—	0.01	0.01	0.01
	53	—	0.01	ND	ND	ND	ND
	54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	55	ND	ND	0.01	ND	ND	ND
	56	—	ND	ND	ND	ND	ND
No.2（姥ケ滝道路近傍）	52	—	0.02	—	0.01	0.01	0.01
	53	—	—	ND	ND	ND	ND
	54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	55	ND	0.02	0.01	ND	ND	0.01
	56	—	ND	ND	ND	ND	ND
No.3（第2ヘアピンカーブ道路近傍）	52	—	0.02	—	0.01	0.01	0.01
	53	—	ND	ND	ND	0.02	0.01
	54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	56	—	ND	ND	ND	ND	ND
No.4（三方岩下方の道路近傍）	52	—	0.02	—	0.01	0.01	0.01
	53	—	0.02	0.01	ND	0.01	0.01
	54	0.01	ND	0.01	ND	ND	ND
	55	ND	ND	ND	ND	0.02	ND
	56	—	ND	ND	ND	ND	ND
No.5（白山自然保護センター裏山）	53	—	ND	ND	ND	ND	ND
	54	ND	0.01	ND	ND	ND	ND
	55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	56	—	ND	ND	ND	ND	ND
No.6（第2ヘアピンカーブ駐車場奥）	53	—	ND	ND	ND	ND	ND
	54	ND	0.01	ND	ND	0.01	ND
	55	ND	ND	ND	ND	0.03	0.01
	56	—	ND	—	0.01	—	0.01
No.7（姥ケ滝遊歩道中間点、道路端より50m下）	54	0.01	0.01	ND	ND	ND	ND
	55	—	ND	ND	ND	ND	ND
金沢都市区域の平均	54	0.13	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10
	55	0.12	0.09	0.07	0.09	0.09	0.09

ND：0.01 mgSO_3/日/100cm^2PbO_2未満

表6　TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の測定結果（月間値）

（単位：μgNO_2/日/100cm^2TGS）

測定地点	年度	6月	7月	8月	9月	10月	平均
No. 1（白山自然保護センター前）	52	—	2.5	3.6	2.7	4.0	3.2
	53	—	3.1	—	1.2	1.8	1.5
	54	ND	ND	1.3	ND	2.9	0.8
	55	1.5	ND	0.7	1.5	0.9	0.9
	56	—	ND	1.3	2.6	3.9	2.0
No. 2（姥ケ滝道路近傍地点）	52	—	3.6	6.5	5.8	8.6	6.1
	53	—	—	—	1.2	—	1.2
	54	ND	ND	1.3	ND	0.5	ND
	55	ND	ND	ND	1.0	0.9	ND
	56	—	ND	1.2	3.3	2.6	1.8
No. 3（第2ヘアピンカーブ道路近傍地点）	52	—	2.3	2.4	3.7	6.3	3.7
	53	—	3.7	3.4	1.5	3.4	3.0
	54	0.8	2.7	3.1	ND	2.6	1.8
	55	ND	ND	ND	1.3	1.4	0.5
	56	—	ND	ND	1.7	1.3	0.8
No. 4（三方岩下方の道路近傍）	52	—	5.3	3.0	3.6	4.1	4.0
	53	—	3.0	3.6	2.6	1.5	2.7
	54	0.8	1.3	3.1	ND	1.9	1.4
	55	ND	2.0	ND	0.8	ND	0.6
	56	—	ND	1.3	3.5	2.7	1.9
No. 5（白山自然保護センター裏山）	53	—	2.8	1.6	2.0	1.2	1.9
	54	ND	ND	1.8	0.9	ND	0.5
	55	ND	ND	ND	1.4	ND	ND
	56	—	ND	1.3	3.3	1.2	1.5
No. 6（第2ヘアピンカーブ駐車場奥）	53	—	3.8	2.4	1.9	2.3	2.6
	54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	56	—	ND	1.5	2.6	1.9	1.5
No. 7（姥ケ滝遊歩道中間点道路端より50m下）	52	—	3.5	3.7	2.7	2.8	3.2
	54	ND	1.2	1.8	0.5	ND	0.7
	55	—	ND	ND	0.7	ND	ND
No. 8 第2隧道西側口	56	—	1.4	2.7	7.8	3.9	4.0
第2隧道東側口	56	—	3.8	4.7	5.2	4.0	4.4
No. 9 第11隧道西側口	56	—	7.5	6.5	8.5	3.7	6.6
第11隧道東側口	56	—	6.9	8.0	6.1	9.7	7.7
金沢都市区域の平均	55	14.9	10.8	14.2	16.1	15.1	14.2
	56	24.5	17.2	17.1	18.5	19.3	18.8

ND：0.5μgNO_2/日/100cm^2TGS 未満
金沢都市区域内の測定地点は道路沿線の地点を除く。

表7　自動車通行台数の推移（年度別、月別）

（単位：台）

年度	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計	供用期間
52	—	—	—	7,880	24,190	48,072	10,398	90,540	73日（8月26日～11月6日）
53	—	778	14,408	29,583	10,237	23,824	6,814	85,644	136日（6月24日～11月6日）
54	1,540	7,833	6,895	21,000	7,206	19,966	10,251	74,691	170日（5月26日～11月11日）
55	—	3,299	6,303	19,553	8,563	13,402	—	51,120	148日（6月15日～11月9日）
56	—	—	7,128	22,843	7,480	14,272	2,217	53,940	128日（7月11日～11月15日）

（尾添川流域自然環境保全対策調査報告書の資料による）

を示し，各地点近辺への時間別自動車集中度合が測定値に影響した。また，道路近傍の地点で濃度が高く，道路から遠ざかるにつれ低くなる傾向がみられた。

表9の2日間値及び4日間値の測定結果は，白山自然保護センター前から白山林道料金所までの道路区間及び白山林道有料区間において行ったものである。白山自然保護センター前から白山林道料金所にかけての道路区間の方が，白山林道有料区間よりも高い値が出現した。これは行楽期であるため，料金所から白山自然保護センター前にかけて自動車が混雑し，渋滞を来したこと，一方，白山林道有料区間内では，一部景観の優れた地点で若干の渋滞がみられたが，全体としては比較的スムーズな通行状況にあり，林道の標高が高くなるにつれ，谷幅が広くなり，自動車排出ガスの拡散条件が良くなること，などに起因しているものと思われる。

表 8　TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の測定結果（2時間値）

（単位：μgNO_2/日/100cm²TGS）

測定地点 ＼ 月日・時間	昭和52年10月21日～10月22日			
	午後2時～午後4時	午後4時～午後6時	午後6時～午後8時	午後8時～午後10時
白山自然保護センター前道路端	8.4	28.8	8.4	4.8
白山自然保護センター敷地内（道路端から30m）	8.4	14.4	7.2	4.3
白山自然保護センター駐車場の道路端	24.0	7.2	15.6	3.3
中宮橋（標高 620m）	12.0	9.6	8.4	7.4
中宮橋と白山林道料金所の中間点の道路端	7.2	3.6	9.6	4.8
白山林道料金所（標高 620m）	12.0	10.8	8.4	7.0
白山林道料金所下の河原（料金所から10m）	4.8	6.0	16.8	4.1
白山林道料金所下の河原（料金所から50m）	2.4	6.0	8.4	4.1

表 9　TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の測定結果（2日間値，4日間値）

（単位：μgNO_2/日/100cm²TGS）

測定地点	標高（m）	昭52.10.22～10.24 2日間	昭52.10.27～10.31 4日間
白山自然保護センター前	620	7.0	8.3
中宮橋	620	9.8	12.6
白山林道料金所	620	10.0	13.5
シリタカ滝道路端	680	3.3	3.8
かべじし橋道路端	700	2.9	3.4
姥ケ滝道路端	800	2.5	5.5
姥ケ滝中間点（道路端より50m下）	750	1.8	2.0
蛇谷第3号ずい道道路端	830	4.0	5.5
甌簞の大滝道路端	950	2.9	3.5
蛇谷第7号ずい道道路端	1,000	2.5	2.3
第2ヘアピンカーブ道路近傍地点	1.090	2.4	2.4
第2ヘアピンカーブ駐車場奥	1,090	1.8	1.6
蛇谷第11号ずい道道路端	1,180	3.4	3.3
三方岩下方のカーブ道路近傍地点	1,430	2.1	3.6

3・4　雨水成分の測定

昭和54年度から昭和56年度まで，デポジット・ゲージ法により1カ月間捕集した雨水について，硫酸イオン，硝酸性窒素及びpH値を測定した。その結果を表10に示した。これらの測定値は衛生公害研究所屋上の測定結果と比較して大差のない値であった。なお昭和56年度の白山自然保護センター敷地内（No.1），三方岩下方の道路近傍地点（No.4）の8月，9月のpH値及び衛生公害研究所の9月のpH値が7.0を超えたのは，雨水採水タンク内で緑藻類が繁茂したためと思われる。

なお，昭和56年度に雨水成分の調査地点近傍の沢水及び土壌の水溶出成分の分析を行い，参考データとした。それぞれの測定結果は表11，表12に示したが，異常な値はみられなかった。

3・5　アサガオを指標とした光化学大気汚染による植物被害観察

アサガオ（スカーレットオハラ種）を指標として，ポット栽培法により光化学オキシダントによる可視被害発生状況観察を，昭和52年度に白山自然保護センター前（No.1）と三方岩下方の道路近傍地点（No.4）で実施した。同年度に行った県内の他の10地点においては，程度の差はあるが何らかの可視的被害が認められたが，白山自然保護センター敷地内のアサガオには，可視的被害は観察されなかった。なお，三方岩下方の道路近傍地点（No.4）については標高が高く，他の地点に比べ寒冷な条件のためか，アサガオの生育が悪く被害観察は困難であった。

4　林道開通前における大気汚染状況の概要

昭和51年度に「環境における大気汚染物質の分布量に関する研究 I（山岳・森林・原野における大気汚染のバックグランド調査）」（環境庁委託，全国公害研協議会会員として実施）の調査を行った。この調査の目的は，バックグランドデータの収集・整理を図るものであり，特に山岳，森林，原野における大気の性状に関する資料を得ることにあった。

測定場所としての要件は，①大規模発生源（飛行場，食品加工場，火力発電所等）から十分離れていること，②固定発生源（家庭の煙突等）が近くにないこと，③主要自動車道路から離れていること，④火山，温泉等の自然汚染の影響がないこと，⑤海潮及び港湾からの影響がないことであり，本県では白山自然保護センター敷地内を選定した。

調査期間は昭和51年9月9日0時から9月16日0時（ローボリューム・エアーサンプラーによる浮遊粉じん採取は9月17日～10月15日）までである。調査期間中台風17号が本土に接近したため，測定期間7日間のうち6日間降雨があった。しかし，心配された台風による異常値の出現はなかった。

調査項目，調査方法及び調査結果の概要を表13に示した。各調査結果は，一部の項目について自動車排出ガスの影響と考えられる値の出現がわずかな時間みられたが，おおむねこれまで文献等で報告されているバックグランド濃度と同程度であった。また，後半天候が回復するにつれ，濃度が高くなる傾向のものが認められた。以下にその概要を述べる。

(1)　二酸化硫黄の全平均値は，溶液導電率法で0.005ppm，パラロザリニン法で0.002ppmであり，前者の方が高い値となる傾向を示した。

(2)　一酸化窒素，二酸化窒素の全平均値は自動測定値（1時間値）でいずれも検出限界未満（0.005ppm未満），手分析（2時間値）で一酸化窒素0.005 ppm，二酸化窒素0.003ppmであり，二酸化窒素は環境基準値の$\frac{1}{10}$以下であった。

(3)　オキシダント，オゾンの全平均値は，それぞれ0.019ppm，0.016ppmで，オキシダントの80%近くがオゾンであった。両者とも昼間に高く夜間は低かったが，夜間にも濃度値のピークがみられる日があった。

(4)　一酸化炭素はすべて0.5ppm未満であった。

(5)　全炭化水素の全平均値は1.8ppm C（メタン換算）で，このうちメタンは1.4ppm C，非メタン炭化水素は0.4ppm Cであった。

(6)　ガス状総ハロゲンは全平均値で5.1$\mu g/m^3$であった。

(7)　アンモニアは全平均値で7.1$\mu g/m^3$であった。

(8)　水銀の全平均値は検出限界未満（0.007$\mu g/m^3$未満）であった。

(9)　浮遊粉じん中の金属については，鉄＞マンガン＞亜鉛＞銅の順で検出され，カドミウム，バナジウム，ニッケル，コバルトは検出限界未満であった。

(10)　雨水成分の全平均値は，pHが5.69，硫酸イオンが7.94ppm，硝酸イオンが1.00ppmであった。

(11)　光散乱法による浮遊粉じん濃度は全平均値で10$\mu g/m^3$であった。

表 10　雨水成分の分析結果

（単位：硫酸イオン、硝酸性窒素 ppm）

測定地点	年度	6月			7月			8月		
		pH	硫酸イオン	硝酸性窒素	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素
No. 1（白山自然保護センター前）	54	5.6	1.7	0.1	6.6	2.0	0.1	6.2	1.5	ND
	55	5.3	0.3	0.3	5.1	0.3	0.2	4.8	0.5	0.2
	56	—	—	—	5.8	0.7	1.1	7.8	0.7	0.7
No. 2（三方岩下方の道路近傍地点）	54	5.7	1.5	0.1	4.8	1.3	0.1	4.6	1.3	0.1
	55	5.2	0.2	0.2	5.3	0.3	0.2	4.6	0.3	0.1
	56	—	—	—	5.3	0.7	0.6	7.9	0.7	1.2
衛生公害研究所屋上	54	4.4	1.5	0.4	4.1	2.9	0.9	4.8	0.9	0.1
	56	—	—	—	5.7	1.3	1.6	6.2	1.0	0.4

測定地点	年度	9月			10月		
		pH	硫酸イオン	硝酸性窒素	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素
No. 1（白山自然保護センター前）	54	6.8	2.0	0.1	6.4	2.6	ND
	55	5.3	0.4	0.2	5.3	0.3	0.2
	56	7.6	0.8	1.4	6.6	1.0	0.7
No. 2（三方岩下方の道路近傍地点）	54	4.6	1.2	0.1	5.0	0.2	ND
	55	4.6	0.2	0.2	5.1	0.5	0.2
	56	7.7	0.4	2.0	6.7	0.1	0.6
衛生公害研究所屋上	54	4.5	0.8	0.1	4.7	1.3	0.2
	56	7.3	1.3	1.4	5.7	1.0	1.0

ND：硝酸性窒素 0.1 ppm未満

表 11　沢水成分の分析結果

（単位：硫酸イオン、硝酸性窒素 ppm）

採水地点	56年7月16日			56年8月11日			56年9月10日			56年10月3日		
	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素	pH	硫酸イオン	硝酸性窒素
No. 1（白山自然保護センター敷地内）	6.6	1.3	1.4	6.2	2.3	4.6	7.6	2.0	1.4	6.6	2.0	2.8
No. 4（三方岩下方の道路近傍地点）	7.2	1.3	1.7	6.3	2.6	1.6	7.9	0.8	0.7	6.9	1.9	1.1

表12　土壌の水溶出成分の分析結果（昭和56年8月11日，9月10日，10月3日採取）

（単位：硫酸イオン、硝酸性窒素 ppm）

採取地点	pH	硫酸イオン		硝酸性窒素	
		平均値	最小値～最大値	平均値	最小値～最大値
No. 1（白山自然保護センター敷地内の雨水採水地点周辺、13地点）	5.1～7.6	5.1	1.3～8.2	4.5	0.5～9.5
No. 4（三方岩下の道路近傍地点の雨水採水地点周辺、12地点）	5.3～7.6	7.2	0.7～16.0	2.5	0.5～15.3

表13　「環境における大気汚染物質の分布量に関する研究Ⅰ」※の概要
（山岳・森林・原野における大気汚染のバックグランド調査）

	測定項目		測定法	単位	1時間値		日平均値		全平均値	備考
					最高	最低	最高	最低		
気象	気温		自記温湿度計	℃	27.0	12.9	20.7	17.5	19.5	
	湿度			%	99	39	97	78	89	
	風向		自記風向風速計							
	風速			m/sec	2.8	<0.2	1.3	<0.2	0.5	
	気圧		アネロイド気圧計	mb	945.5	927.4	943.8	932.9	940.8	
自動測定装置	二酸化硫黄		溶液導電率法	ppm	0.008	0.002	0.006	0.004	0.005	
	浮遊粉じん		光散乱法	μg/m³	30	5	15	5	10	
	一酸化窒素		ザルツマン比色法	ppm	0.016	<0.005	0.006	<0.005	<0.005	
	二酸化窒素			ppm	0.011	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
	全炭化水素		水素炎イオン化法	ppmC	2.2	1.6	1.8	1.8	1.8	メタン換算
	メタン			ppmC	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	〃
	非メタン炭化水素			ppmC	0.8	0.1	0.4	0.3	0.4	〃
	オキシダント		中性ヨウ化カリウム法	ppm	0.064	0.002	0.032	0.007	0.019	
	オゾン		化学発光法	ppm	0.058	0.001	0.028	0.004	0.016	
	一酸化炭素		非分散型赤外線吸収法	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
手分析	ガス状総ハロゲン		チオシアン酸第二水銀法	μg/m³			13	1.4	5.1	
	アンモニア		ピリジンピラゾロン法	μg/m³			16	3.5	7.1	
	水銀		原子吸光法	μg/m³			<0.007	<0.007	<0.007	
	一酸化窒素		ザルツマン比色法	ppm	0.012	<0.002	0.006	0.005	0.005	
	二酸化窒素			ppm	0.012	<0.001	0.005	0.002	0.003	
	二酸化硫黄		パラロザニリン比色法	ppm	0.006	<0.001	0.004	0.001	0.002	
	硫化水素		蛍光発光法	ppb	2.6*	<0.5*	1.8	<0.5	1.1	*20分間値
	雨水	pH	pH計				5.75*	5.28*	5.69	*全測定値
		硫酸イオン	比濁法	ppm			8.25*	7.78*	7.94	〃
		硝酸イオン	比色法	ppm			1.09*	0.94*	1.00	〃
	浮遊粉じん（ハイボリューム・エアーサンプラー）	濃度	重量法	μg/m³			65	14	29	
		灰化減量	低温灰化法	μg/m³			23	2.5	9.4	
		水溶性成分 硫酸イオン	比濁法	μg/m³			1.3	0.77	0.98	
		水溶性成分 硝酸イオン	比色法	μg/m³			1.7	0.67	0.91	
		金属成分 カドミウム	原子吸光法	μg/m³			0.0005	<0.0005	<0.0005	
		金属成分 鉄		μg/m³			0.28	0.07	0.14	
		金属成分 鉛		μg/m³			0.025	0.005	0.010	
		金属成分 亜鉛		μg/m³			0.020	0.007	0.011	
		金属成分 ニッケル		μg/m³			0.006	<0.005	<0.005	
		金属成分 マンガン		μg/m³			0.030	0.005	0.012	
		金属成分 銅		μg/m³			0.010	0.003	0.005	
		金属成分 コバルト		μg/m³			<0.01	<0.01	<0.01	
		金属成分 バナジウム		μg/m³			<0.01	<0.01	<0.01	

※（昭和51年度環境庁委託調査、全国公害研協議会会員として実施）

4 考　　察

白山スーパ林道周辺における大気の質は，汚染物質の排出源が林道を通行する自動車であること，通行車種及び通行時間に制限があることなどから，現在のところは林道供用開始前と同程度のバックグランドレベルにあるといえる。しかし短時間的には，自動車の通行量が増加する紅葉期の休日には自動車が混雑し，渋滞する道路区間で都市域にみられるような二酸化窒素相対濃度値が出現したことに留意すべきであろう。

動植物等自然環境に与える影響については，林道周辺には貴重な植物等が多いこと，そして一般に高山地帯にみられる植物には，大気汚染に対して抵抗力の小さいものが多いことなどから，測定値からみた汚染のレベルはごく低いものであっても，林道開通前に比べて大気汚染物質の負荷が増加したことは事実であるので，長時間低濃度暴露という条件下で植物等にどのような生理的，形態的な変化を生じるか，今後とも継続して観察していく必要がある。また，変化の度合を判定する文献，資料等についても集積を図る必要がある。

更に，将来の社会・経済的状況の変化等により，林道内の自動車通行量の増加や，通行車種の制限緩和及び林道周辺地域におけるレクリエーション施設の開発等に伴い，大気汚染物質の負荷量の増大も考えられる。このため，例えば3年毎あるいは5年毎といった定期的な追跡調査を実施していく必要があり，調査内容についてもわずかな大気質や動植物等の生育状況等の変化を見落すことがないように，広範囲の調査項目で綿密な調査を行う必要があると思われる。

また，蛇谷流域は山岳地帯のため，汚染物質の移流や拡散を左右する気象条件の変化が大きいと考えられることから，林道周辺地域の詳細な気象調査も必要でないかと思われる。

これまで山岳道路周辺における，自動車の通行等に伴う大気汚染物質の排出が，大気の質の変化や動植物等に与える影響の程度等について，長期的，経年的に調査を行った事例が少ないことから，本調査で得られた知見，データ等については貴重な資料になるものと思われる。

5 ま　と　め

(1) 自動測定機の測定

各種汚染物質の測定期間の平均値は，それぞれの年度間，季節間において大きな差がみられず，全体的，長期平均的には大気の質の変化はなかったと考えられる。オキシダントの濃度については，金沢都市区域内の濃度レベルに近い値が出現したが，このオキシダントの大部分は自然界に存在するオゾンであったと推定される。その他の汚染物質の濃度レベルについては，金沢都市区域内の濃度レベルよりかなり低いことから，清浄地域における濃度レベルに相当していると考えられる。

(2) 二酸化鉛法による硫黄酸化物相対濃度の測定

いずれの地点においても月間平均値で 0.02mg SO_3 /日/100cm^2 PbO_2 以下であり，検出限界に近い濃度レベルであった。

(3) TGS 濾紙法による二酸化窒素相対濃度の測定

長期平均値は金沢都市区域内の平均濃度レベルの1/3以下であり，昭和52年度から昭和56年度へと年を経るごとに低くなっている。また道路近傍の測定地点，トンネルの出入口に設置された測定地点は，他の測定地点より高い値を示した。

短時間値の測定結果では，自動車の通行がある昼間の測定値が夜間よりも高い濃度を示し，各測定地点近辺への時間別自動車集中度合が濃度値に影響した。数日間の期間平均値からは，白山自然保護センター前から白山林道料金所までの道路区間の方が，白山林道有料区間内よりも高い値を示した。

(4) 雨水成分の測定

硫酸イオン，硝酸性窒素，pH を測定したが，衛生公害研究所での測定結果と大差なかった。

(5) アサガオを指標とした光化学大気汚染による植物被害観察

昭和52年度の県内10地点のアサガオには何らかの可視的被害が認められたが，白山自然保護センター敷地内のアサガオには可視的被害は観察されなかった。

〔報　文〕

スパイクタイヤによる道路粉じん調査

石川県衛生公害研究所環境部　三井信晴・桐元俊武

1 はじめに

近年，我が国の積雪寒冷地でスパイクタイヤの装着率は急速に拡大しており，青森県，北海道では大型車を含めた自動車の95%に達していると言われている[1]。スパイクタイヤがタイヤチェーン，スノータイヤと比較して，走行安定性，制動停止距離の短縮等の面で優れているため，このように普及したものと考えられるが，この背景には，スパイクタイヤに関して何ら規格，規制がなく，野放し状態となっていたことも誘因になっていると推察される。

最近，スパイクタイヤが冬季間の円滑な車両走行と安全走行に寄与するところが大きい反面，以下のような諸問題がクローズアップされてきている。

(1) 道路管理上の問題

スパイクタイヤによって，舗装，トラフイックペイントの被害額が膨大なものになっている。

(2) 交通安全上の問題

スパイクタイヤによって生ずるわだち掘れや不陸によって自動車の安全走行が阻害される。

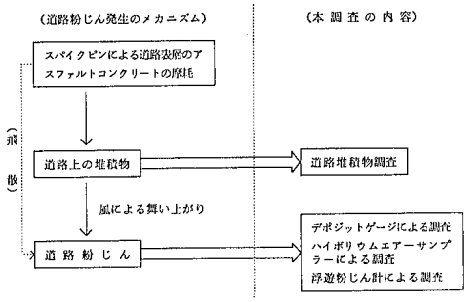
(3) 生活環境上の問題

スパイクタイヤによって削られた舗装材料が粉じんとなって舞い上がり大気汚染の一因となる。またスパイクタイヤは自動車走行騒音の増加をもたらす。

これら諸問題については多くの学問的，行政的な面から調査，研究が行われているものの有機的なつながりに欠け，総合的なスパイクタイヤ対策を構ずるには不十分な状況にある。とりわけ，生活環境上の粉じん問題には取り組みが遅れ，データの蓄積も少ないのが現状である。

本県においては，東北，北海道のような大型車のスパイクタイヤ着装こそ見られないものの，普通車の大半はスパイクタイヤを使用しているものと推定され上記のような問題が生じていることが半ば経験的に知られていたが，スパイクタイヤとこれらの現象との因果関係を究明しようとする試みはなされていない。そこでこの点を解明するためスパイクタイヤ問題のうち，スパイクタイヤ使用と道路粉じんとの関連を明らかにすることを本調査の最終目的とし，先ずその第1段階として道路粉じんの調査手法の確立及び道路の摩耗と道路粉じんの因果関係の推定を可能ならしめる指標物質について検討を加えた。

表1　各調査の位置付け



2 調査方法

本調査は(1)デポジットゲージによる捕集物調査，(2)ハイボリウムエアーサンプラーによる浮遊粉じん調査，(3)浮遊粉じん計による調査，(4)道路堆積物調査から構成される。

2・1 調査地点

調査地点は比較的道路粉じんの影響を受けていると思われる，一般県道金沢停車場南線沿いの石川県婦人会館前（金沢市三社）と国道157号線沿いの香林坊大

An Investigation on the Relation between Studded Tyres and Road Dust. *by Nobuharu MITSUI and Toshitahe KIRIMOTO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

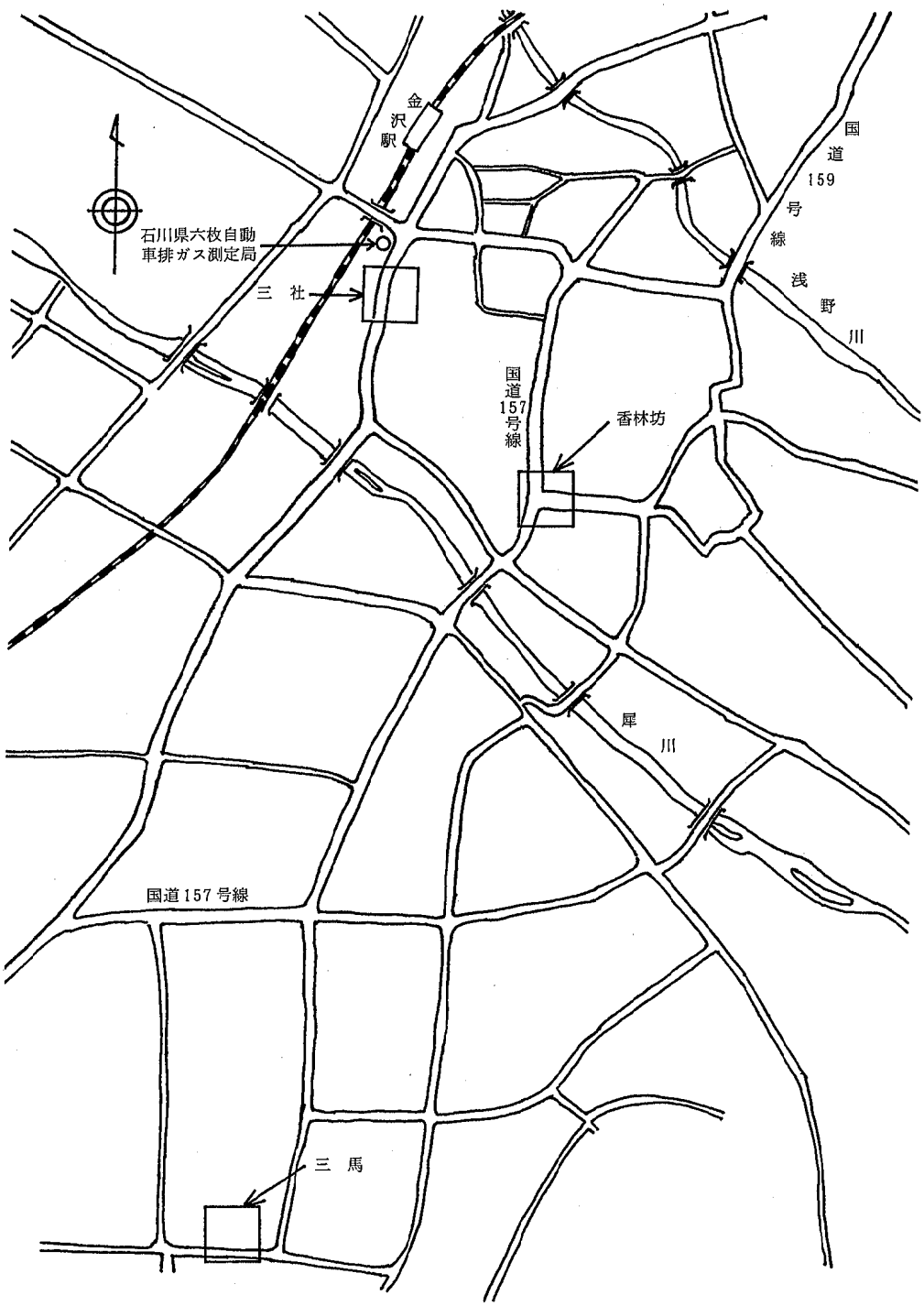

金沢駅
国道159号線
浅野川
石川県六枚自動車排ガス測定局
三社
国道157号線
香林坊
犀川
国道157号線
三馬

図1　調査地点位置図

気監視測定局（金沢市片町）横の2地点と，対照地点として，郊外の住宅地域に位置し県道窪野々市線から北へ50m入り，その影響を余り受けていないとみられる石川県衛生公害研究所（金沢市三馬）を選んだ。（図1）

2・2　調査時期

(1)　デポジットゲージによる捕集物調査

昭和56年11月から57年3月まで，毎月とした。

(2)　ハイボリウムエアーサンプラーによる浮遊粉じん調査

スパイクタイヤ装着前時との差を観察するため，装着前の調査を昭和56年11月4日から11月6日と，11月24日から11月26日，装着時を昭和57年2月23日から2月25日と3月4日から3月6日とした。

(3)　浮遊粉じん計による調査

昭和56年11月から57年3月までとした。

(4)　道路堆積物調査

スパイクタイヤ装着前及び装着時の調査をそれぞれ，昭和56年12月8日と，57年2月18日とした。

2・3　測定方法

(1)　デポジットゲージによる捕集物調査

一般に環境中の降下ばいじん量を測定する場合，設置場所は地面から舞い上がる砂じんを防止するため，地上より10mぐらいの高さとしているが，今回の調査では道路粉じんの影響を主にみるため，3地点のうち，三社，香林坊では，デポジットゲージを地上（ガラスロートの高さは設置面から1.2m）に，三馬では石川県衛生公害研究所の屋上（地上10m）に設置した。

分析項目

pH：ガラス電極法による。

捕集液量：試料を20メッシュの篩で通過させた後メスシリンダーで液量を測定する。

不溶性物質：東洋濾紙No.5Cを用いて濾過後，残留物を105°Cで乾燥，恒量後秤量する。

溶解性物質：濾液1lをビーカーにとり蒸発乾固後秤量する。

タール分：不溶性物質をアセトンで抽出，溶媒留去後秤量する。

(2)　ハイボリウムエアーサンプラーによる浮遊粉じん調査

ハイボリウムエアーサンプラーの設置場所はデポジットゲージから5m以上離した。

分析項目

浮遊粉じん量：20°C，相対湿度50％恒量後秤量する。

重金属類：硝酸，過酸化水素による湿式酸化分解後，原子吸光光度法により定量する。

ベンゼン可溶性物質：ソックスレー抽出法でベンゼンにより抽出，溶媒留去後秤量する。

ベンゾ(a)ピレン：環境大気調査法指針（環境庁大気保全局大気規制課）による螢光光度法により定量する。

(3)　浮遊粉じん計による調査

香林坊，三馬での浮遊粉じん濃度は各環境大気測定局で測定されたデータを使用し，三社では石川県婦人会館から一般県道金沢停車場南線沿いに北東に約300m離れた六枚自動車排ガス測定局に浮遊粉じん計（柴田化学：デジタル粉じん計）を設置し当期間中測定を行った。

(4)　道路堆積物調査

3測定地点とも，各調査時期に道路（車道）上から約1kgの堆積物を採取した。1週間風乾後2mm篩（9メッシュ）でふるい分け後，各項目の分析に供した。

分析項目

鉄，マンガン，銅，鉛，亜鉛：硝酸，過塩素酸，フッ化水素酸による分解後，原子吸光光度法で定量する。

タングステン：過酸化水素分解後，チオシアン酸塩吸光光度法により定量する。

トリクレン抽出物：ソックスレー抽出法でトリクレンにより抽出，溶媒留去後秤量する。

タール分：ソックスレー抽出法でベンゼンにより抽出，溶媒留去後秤量する。

3　調査結果と考察

(1)　デポジットゲージによる捕集物調査

三社，香林坊では，前述したように道路粉じんの影響をみるために，デポジットゲージを地上に設置して測定を行ったので，捕集物量をすなわち，道路粉じんの舞い上らないような所で測定した降下ばいじん量と比較することは適当でなく，月別変化としてみた方が良い。

デポジットゲージによる捕集物の各成分月別変化を表2，図2に示した。

不溶解性成分量は三馬では横ばいで調査期間の平均は2.4t/km²・月（以下tと略する。）であったのに対

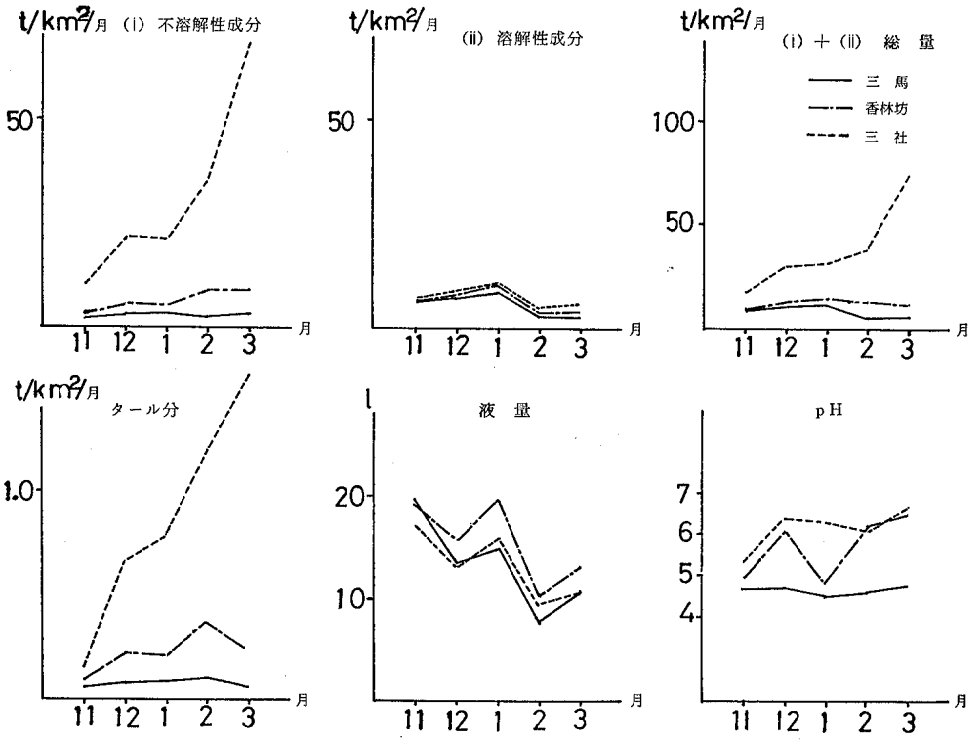


図 2　デポジットゲージによる捕集物各成分月別変化

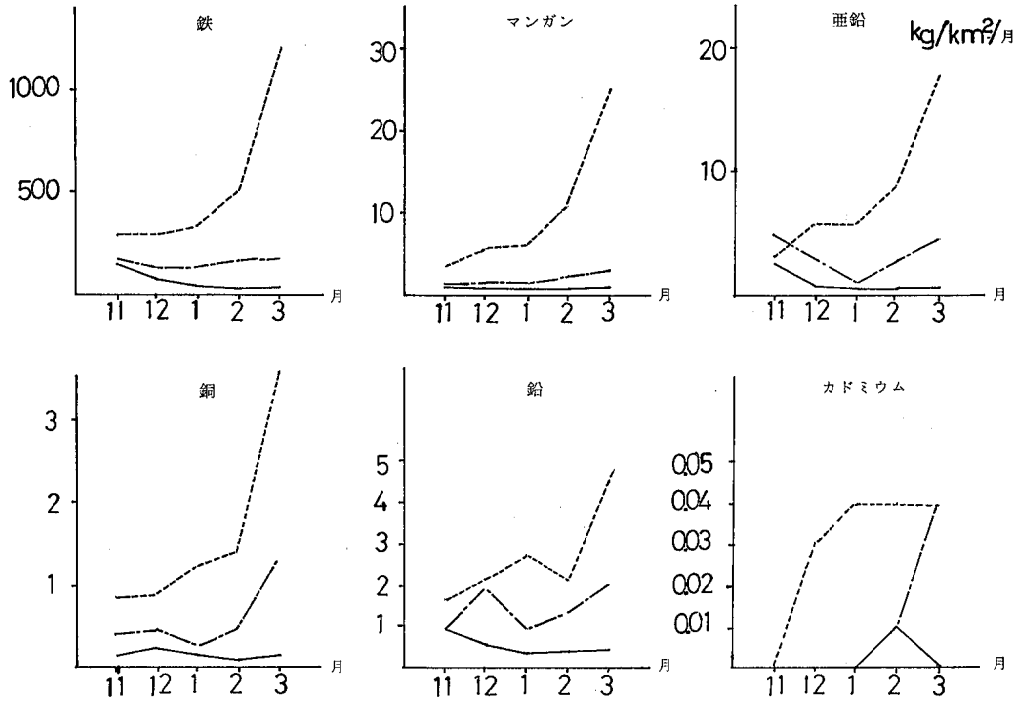


図 3　不溶解成分中の重金属の月別変化

表 2　　デポジットゲージによる捕集物の各成分月別変化

項目	昭和56年11月			12 月			昭和57年1月			2 月			3 月		
	三馬	香林坊	三社	三馬	香林坊	三社	三馬	香林坊	三社	三馬	香林坊	三社	三馬	香林坊	三社
(i) 不溶解性成分 t/km²•月	1.8	3.0	9.9	2.8	5.2	21.5	2.7	4.9	20.6	2.0	8.3	34 2	2.8	8.4	69.0
(ii) 溶解性成分 t/km²•月	6.0	5.6	6.3	6.7	7.1	8.4	8.8	9.3	10.2	2.7	3.8	4.3	2.6	3.4	5.1
(i)+(ii) t/km²•月	7.8	8.6	16.2	9.5	12.3	29.9	11.5	14.2	30.8	4.7	12.1	38.5	5.4	11.8	74.1
タール分 t/km²•月	0.05	0.09	0.14	0.08	0.22	0.66	0.08	0.21	0.78	0.10	0.37	1.20	0.05	0.24	1.55
タール分 %	2.8	3.0	1.4	2.9	4.2	3.1	3.0	4.3	3.8	5.0	4.5	3.5	1.8	2.9	2.2
pH	4.7	4.9	5.3	4.7	6.1	6.4	4.5	4.8	6.3	4.6	6.2	6.1	4.8	6.5	6.7
液量 l	19.1	19.2	17.5	13.5	15.5	13.0	15.3	20.0	16.2	7.9	10.0	9.5	10.5	13.0	10.5

表 3　　重金属の不溶解性成分量に対する比率　　単位×10^{-3}

項目	年月 / 調査地点	昭和56年11月	12 月	昭和57年1月	2 月	3 月
鉄	三馬	83	26	15	17	14
	香林坊	58	26	27	20	21
	三社	29	14	16	18	18
マンガン	三馬	0.44	0.29	0.29	0.39	0.35
	香林坊	0.39	0.30	0.28	0.29	0.33
	三社	0.34	0.26	0.32	0.31	0.32
銅	三馬	0.07	0.08	0.06	0.04	0.04
	香林坊	0.14	0.09	0.06	0.06	0.16
	三社	0.09	0.04	0.06	0.04	0.05
亜鉛	三馬	1.4	0.2	0.2	0.2	0.2
	香林坊	1.7	0.5	0.2	0.3	0.5
	三社	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
鉛	三馬	0.54	0.20	0.12	0.20	0.14
	香林坊	0.30	0.38	0.20	0.16	0.24
	三社	0.16	0.10	0.14	0.06	0.07

し，香林坊では2月以降微増，3月は8 4tであった。また，三社では増加が著しく，3月には69tとなった。このことは道路粉じんの影響を受けにくい三馬ではこのような傾向がみられないことから，なお検討を要するが，道路上に堆積された粉じんの影響を強く受けたためではないかと思われる。

溶解性成分量は，3測定地間に有意差はなく，降水量の多い11月から1月が，2月，3月よりも多い傾向を示した。

また，不溶解性，溶解性成分量の総量は香林坊では1月まで増加傾向，以降は減少傾向にあり，11月，3月はそれぞれ8.6t，11.8tであった。2月以降減少傾向を示したのは，不溶解性成分量の増加に対し，溶解性成分量の減少が大きいためとみられる。三社では期間を通して増加傾向にあるが，2月から3月の増加が著しく，3月で74.1tと2月の約2倍，11月の約5倍となった。

タール分の月別変化は，不溶解性成分とよく似てお

表 4　浮遊粉じん中の成分分析結果

スパイクタイヤ装着前（昭和56年11月）　　単位 $\mu g/m^3$

項目	測定月日	三馬		香林坊		三社	
		濃度	粉じんに対する比率(%)	濃度	粉じんに対する比率(%)	濃度	粉じんに対する比率(%)
鉄	11月4日	0.22	0.90	0.46	1.10	0.87	1.23
	11月24日	0.62	1.55	0.87	1.23	1.44	1.44
	平均	0.42	1.23	0.67	1.17	1.16	1.34
マンガン	11月4日	0.004	0.017	0.010	0.024	0.021	0.030
	11月24日	0.028	0.069	0.028	0.040	0.035	0.035
	平均	0.016	0.043	0.019	0.032	0.028	0.033
亜鉛	11月4日	0.067	0.276	0.080	0.191	0.096	0.135
	11月24日	0.075	0.189	0.095	0.134	0.123	0.123
	平均	0.071	0.233	0.087	0.163	0.110	0.129
銅	11月4日	0.026	0.106	0.043	0.103	0.040	0.056
	11月24日	0.025	0.063	0.046	0.065	0.055	0.055
	平均	0.026	0.085	0.044	0.084	0.048	0.056
鉛	11月4日	0.028	0.116	0.026	0.034	0.038	0.054
	11月24日	0.026	0.065	0.031	0.048	0.053	0.053
	平均	0.027	0.091	0.028	0.041	0.045	0.054
カドミウム	11月4日	0.0017	0.0070	0.0012	0.0029	0.0016	0.0023
	11月24日	0.0011	0.0028	0.0011	0.0015	0.0012	0.0012
	平均	0.0014	0.0049	0.0012	0.0022	0.0014	0.0018
浮遊粉じん	11月4日	24		42		71	
	11月24日	40		71		100	
	平均	32		57		86	

スパイクタイヤ装着時（昭和57年2，3月）

項目	測定月日	三馬		香林坊		三社	
		濃度	粉じんに対する比率(%)	濃度	粉じんに対する比率(%)	濃度	粉じんに対する比率(%)
鉄	2月24日	0.51	1.09	2.72	1.59	6.21	1.61
	3月4日	0.97	1.76	1.52	1.52	5.26	1.52
	平均	0.74	1.43	2.12	1.56	5.74	1.57
マンガン	2月24日	0.028	0.061	0.077	0.045	0.202	0.052
	3月4日	0.034	0.063	0.052	0.052	0.150	0.043
	平均	0.031	0.062	0.065	0.049	0.176	0.048
亜鉛	2月24日	0.127	0.271	0.176	0.103	0.267	0.069
	3月4日	0.129	0.236	0.236	0.236	0.255	0.074
	平均	0.128	0.254	0.206	0.170	0.261	0.072
銅	2月24日	0.016	0 034	0.032	0.019	0.037	0.010
	3月4日	0.024	0.045	0.046	0.046	0 048	0.014
	平均	0.020	0.040	0.039	0.033	0.043	0.012
鉛	2月24日	0.019	0.042	0.034	0.020	0.063	0.016
	3月4日	0.036	0.066	0.048	0.048	0.068	0.020
	平均	0 028	0.054	0.041	0.034	0.066	0.018
カドミウム	2月24日	0.0002	0.0004	0.0003	0.0002	0.0004	0.0001
	3月4日	0.0004	0.0007	0.0011	0.0011	0.0011	0.0003
	平均	0.0003	0.0006	0.0007	0.0006	0.0008	0.0002
浮遊粉じん	2月24日	47		171		387	
	3月4日	55		100		307	
	平均	51		136		347	

表 5　国設大気汚染測定所及び環境大気測定所における浮遊粉じん中の成分分析結果（昭和55年度）

大気汚染測定所（15カ所）　　単位：μg/m³

測定年月	浮遊ふんじん濃度	ベンゼン可溶性物質	ベンゾ(a)ピレン ng/m³	金属成分 Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb
昭和55年 11 月	136	17.8	4.38	0.18	3.0	0.17	0.46	0.005	0.17
昭和56年2，3月	121	12.0	2.67	0.12	2.9	0.13	0.39	0.005	0.15
年平均値	92	9.7	2.43	0.10	2.2	0.14	0.33	0.008	0.12

環境大気測定所（8カ所）

測定年月	浮遊ふんじん濃度	ベンゼン可溶性物質	ベンゾ(a)ピレン ng/m³	金属成分 Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb
昭和55年 11 月	77	9.8	1.21	0.06	1.4	0.13	0.21	0.003	0.08
昭和56年2，3月	62	7.5	0.81	0.05	1.1	0.12	0.16	0.002	0.07
年平均値	55	6.7	0.61	0.04	0.9	0.13	0.15	0.002	0.05

り，三社，香林坊ので相関係数が，0.918，0.853と1%有意の高い相関がみられた。pHは三馬で4.5～4.8で比較的安定していたのに対して，香林坊，三社ではより中性側に偏り，変動がやや大きく6.1～6.7を示した。

不溶解性成分中の重金属の月別変化を図3に示した。各重金属量は，三馬ではほぼ横ばい傾向であるのに対して，三社，香林坊では1月から2，3月へと増加し，特に，三社でこの傾向が著しく，これは，捕集物中の不溶解性成分量の増加に伴うものである。表3に重金属の不溶解性成分量に対する比率を示したが全体として11月にやや高い値になっているほかは一定の傾向は見られていない。

(2) ハイボリウムエアーサンプラーによる浮遊粉じん調査

ア　浮遊粉じん及び粉じん中の重金属濃度

浮遊粉じん中の重金属成分分析結果を表4に示した。これによればスパイクタイヤ装着前の香林坊，三社での重金属濃度は対称地点である三馬をすべて上回っている。しかし比較的汚染の少ない地域に設置されている国設環境大気測定所（昭和55年11月）の平均値[2]（表5）よりは低い値を示した。なお浮遊粉じん濃度は三社において同平均値をやや上回った。

また，スパイクタイヤ装着時には香林坊での値を国設環境大気測定所（昭和56年2～3月）の平均[2]値（表5）と比較すると，鉄，マンガン，亜鉛，浮遊粉じん濃度が上回っている。また三社では，汚染地域に設置されている国設大気汚染測定所の平均値と比べて，浮遊粉じんで3倍，鉄で2倍，マンガンで1.5倍高い値を，銅，鉛，カドミウムについては同程度以下の傾向を示した。

次に，三社，香林坊について，スパイクタイヤ装着時を装着前と比較してみると，浮遊粉じん濃度はそれぞれ装着前の4.0倍，2.4倍で，三馬での1.6倍を上回っており，時期別でも，地点別でも，有意差がみられた。鉄，マンガンについても同様な傾向がみられた。

浮遊粉じん中の重金属濃度と土壌の平均組成[3]との

表6　ハイボリウムエアサンプラーによって捕集された浮遊粉じんの化学組成と土壌の平均組成との比較

金属成分	三馬 スパイクタイヤ装着前	三馬 スパイクタイヤ装着時	香林坊 スパイクタイヤ装着前	香林坊 スパイクタイヤ装着時	三社 スパイクタイヤ装着前	三社 スパイクタイヤ装着時
鉄	0.32	0.38	0.31	0.41	0.35	0.41
マンガン	0.51	0.73	0.38	0.58	0.39	0.56
亜鉛	47	51	33	34	26	14
銅	43	20	42	17	28	6
鉛	91	54	41	34	54	18
カドミウム	817	100	367	100	300	33

数字は浮遊粉じん中の金属成分濃度の土壌中に含まれる金属成分の平均濃度に対する存在比を示す。

比較を表6に示した。表中のそれぞれの存在比が1に近づく程，土壌の平均組成に近くなることを意味している。全般的に鉄，マンガンの存在比は1よりも低く，亜鉛，銅，鉛，カドミウムの存在比は1よりも可成り高い傾向を示している。各地点ともに，スパイクタイヤ装着時には，いずれも装着前に比べて1に近い方向へ動き，特に，三社はこの傾向が著しく，装着時における土壌成分の増加がうかがえる。

イ　ベンゾ(a)ピレン

ベンゾ(a)ピレン濃度の全国推移をみるため国設測定所の季節別経年変化を表7に示した[2]。これによれば経年推移として減少傾向にあり，季節別には冬期に高く，夏期に低い傾向がみられる。同様な傾向は国外のデータでも確認されており，濃度の季節変化の原因は，おそらく暖房（燃焼）の影響によると言われている[4]。

本調査による浮遊粉じん中のベンゾ(a)ピレン濃度を表8に示した。スパイクタイヤ装着前の三社，香林坊，三馬での平均濃度は0.24～0.48ng/m³の範囲で国設環境大気測定所（昭和55年11月）の平均値1.21ng/m³をかなり下回ったのに対して，装着時（2～3月）の平均濃度は0.46～0.95ng/m³で，三社での値は同測定所の平均値0.81ng/m³をやや上回った。

仙台市の調査によれば舗装材のアスファルトコンクリートに含有されるベンゾ(a)ピレンは加熱合材で

表7　国設大気汚染測定所及び環境大気測定所におけるベンゾ(a)ピレンの季節別経年変化（昭和53～55年度）

大気汚染測定所　　単位　ng/m³

季節	53	54	55
春	6.88	1.06	1.81
夏	3.52	0.61	0.89
秋	6.43	2.66	3.06
冬	8.12	3.24	3.94
年間	6.26	1.91	2.43

環境大気測定所

季節	53	54	55
春	2.57	0.47	0.53
夏	1.68	0.09	0.32
秋	2.21	0.48	0.82
冬	4.59	0.72	0.73
年間	2.78	0.44	0.61

表8　浮遊粉じん中のベンゾ(a)ピレン濃度

スパイクタイヤ装着前

測定月日	三馬 B(a)p濃度	三馬 浮遊粉じん濃度	香林坊 B(a)p濃度	香林坊 浮遊粉じん濃度	三社 B(a)p濃度	三社 浮遊粉じん濃度
昭和56年 11. 4	0.19	24	0.16	42	0.58	71
11. 5	0.42	24	0.31	48	0.45	84
11. 6	0 17	22	0.33	46	0.47	43
11.24	0.24	40	0.25	71	0.51	100
11.25	0.58	16	0.17	44	0.42	37
11.26	—	—	0.21	60	0.43	60
平均	0.32	26	0.24	52	0.48	66

スパイクタイヤ装着時

測定月日	三馬 B(a)p濃度	三馬 浮遊粉じん濃度	香林坊 B(a)p濃度	香林坊 浮遊粉じん濃度	三社 B(a)p濃度	三社 浮遊粉じん濃度
昭和57年 2.23	0.52	59	0.86	240	1.22	185
2.24	0.53	47	0.64	171	1.65	387
2.25	0.42	42	0.66	124	0.50	587
3.4	0.38	55	0.42	100	0.90	307
3 5	0.20	35	0.79	206	0.66	216
3.6	0.70	64	0.24	121	0.78	247
平均	0.46	50	0.60	160	0.95	322

B(a)p　単位　ng/m³
浮遊粉じん濃度　μg/m³

表9　アスファルトコンクリートの粉じんとベンゾ(a)ピレン濃度

項目	三馬	香林坊	三社
浮遊粉じん濃度(μg/m³)（装着時の平均）	50	160	322
B(a)p 計算値 (ng/m³)	0.0045	0.0144	0.0290
B(a)p 実測値 (ng/m³)	0.46	0.60	0.95
B(a)p 計算値/実測値	0.0098	0.0240	0.0305

0.09μg/gである[5]。これがすべてハイボリウムエアーサンプラーによって捕集された浮遊粉じんに含まれると仮定して各調査地点の実側値に占める割合を試算すると（表9）アスファルトコンクリート由来のベンゾ(a)ピレンは3%以下であった。

ウ　ベンゼン抽出物

浮遊粉じん中のベンゼン抽出物の濃度を表10に示し

表10　浮遊粉じん中のベンゼン抽出物

測定年月日	三馬 ベンゼン抽出物	三馬 浮遊粉じん濃度	香林坊 ベンゼン抽出物	香林坊 浮遊粉じん濃度	三社 ベンゼン抽出物	三社 浮遊粉じん濃度
昭和56. 11. 5	5	24	17	48	16	84
昭和57. 3. 6	8	64	18	121	24	247

単位　μg/m³

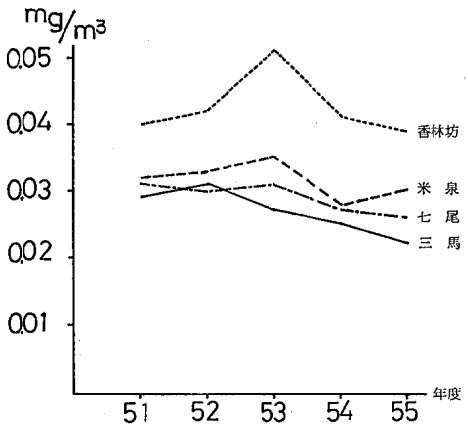


図4　浮遊粉じん計による浮遊粉じん濃度の経年変化

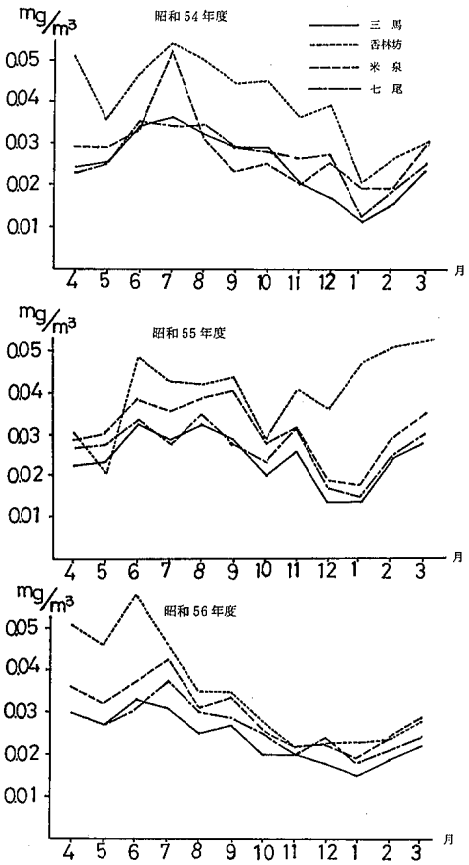


図5　浮遊粉じん濃度の月別変化
（昭和54～56年度）

表11　浮遊粉じん計による濃度の月間値

地点	項目	単位	昭和56年11月	12月	昭和57年1月	2月	3月
三馬	有効測定日数	日	30	31	31	24	(27)
	月平均値	mg/m³	0.020	0.018	0.015	0.019	(0.022)
	1時間値の最高値	mg/m³	0.084	0.098	0.064	0.157	(0.114)
	日平均値の最高値	mg/m³	0.039	0.042	0.037	0.033	(0.053)
香林坊	有効測定日数	日	30	31	31	24	(25)
	月平均値	mg/m³	0.022	0 023	0.023	0 024	(0.028)
	1時間値の最高値	mg/m³	0.059	0.115	0.087	0.098	(0.113)
	日平均値の最高値	mg/m³	0.031	0.046	0.050	0.035	(0.057)
六枚	有効測定日数	日	26	31	31	28	26
	月平均値	mg/m³	0.018	0.020	0.016	0.019	0.028
	1時間値の最高値	mg/m³	0.052	0.095	0.084	0.060	0.092
	日平均値の最高値	mg/m³	0.027	0.040	0.039	0 032	0.045

（　）内は未修正データ

た。三馬はスパイクタイヤ装着前（11月），装着時（2～3月）共に国設環境大気測定所の平均値と同程度又は下回ったのに対して，香林坊，三社では装着前は国設大気汚染測定所（昭和55年11月）の平均値と同程度，装着時では同測定所（昭和56年2～3月）の平均値を上回った。

(3) 浮遊粉じん計による調査

県内24測定局のうち国道沿いに設置されている，七尾，香林坊測定局と工場並びに住宅地域にそれぞれ設置されている米泉，三馬測定局における浮遊粉じんの経年変化を図4に示した。これによれば昭和51年度から55年度まで，各測定局の値は横ばいないし微減傾向にあると言える。また，昭和54～56年度における月別変化（図5）をみると，一般に夏季以後減少し1月で最低値を示し2，3月に増加している。昭和56年度において，初冬の減少傾向が緩慢であるのは昭和54，55年度に比べて積雪が少なかったためと思われ，2，3月で増加しているものの，最高値は6，7月にあり，それと比べて可なり低い。

次に各調査地点で測定した浮遊粉じん計による浮遊粉じん濃度の月間値を表11に示した。これによれば，香林坊，六枚では共に2月から増加を示しているが，三馬と比較して3月でやや高いと言える程度であった。

浮遊粉じん計で捕集される浮遊粉じんの粒径は10 μm以下であること，浮遊粉じん計で得られた2～3月のデータはハイボリウムエアーサンプラーで捕集した同時期のデータ（表4）と比較すると，可成り低いことを考慮すると，道路粉じんの粒径は10μm以上のものが大半を占めているものと考えられる。

(4) 道路堆積物調査

スパイクタイヤの装着前（11月）と装着時（2月）に，道路堆積物を1地点から約1kgを採取し，2mm篩を通過させた後試料を更に8段階の篩でふるい分けし，その粒径分布を図6に示したが，スパイクタイヤ装着時には，香林坊では粒径2001μm以上の粗大粒子の占める割合が高くなる傾向が見られた。また，いずれの時期でも841～1000μmに底を，106～210μmにピークをもつパターンを示し，調査地点による顕著な差は認められなかった。

堆積物中にスパイクタイヤによる影響が，どの程度みられるかを調査するため，鉄，マンガン，銅，鉛，亜鉛のほかに，スパイクタイヤのピンの成分であるタングステンと，アスファルト成分とみられるトリクレ

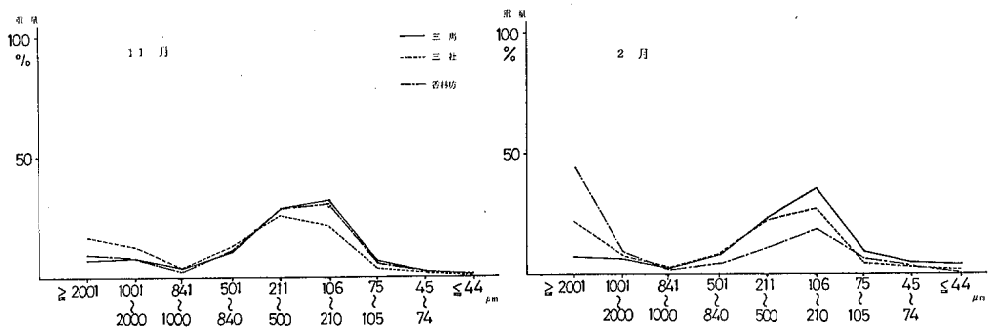


図 6　　道路堆積物の粒径分布

表 12　　道路堆積物中の重金属濃度　　単位　ppm

金属成分	三馬		香林坊		三社	
	昭和56年11月	昭和57年2月	昭和56年11月	昭和57年2月	昭和56年11月	昭和57年2月
鉄	21000	18000	19000	21,000	18,000	17,000
マンガン	340	390	320	340	270	320
亜鉛	210	170	170	290	130	150
銅	20	20	19	32	20	20
鉛	51	40	73	75	42	38
タングステン	1.3	5.9	2.1	5.9	1.8	7.6

ン抽出物について分析を行った。分析結果を表12，表13に示したがスパイクタイヤ装着時を装着前と比較すると，タングステンとトリクレン抽出物の濃度が有意に高くなっていることが分かる。これは札幌市でも報告されている[6]。道路表層のアスファルトコンクリートに含有されるアスファルト分（トリクレン抽出物）はおおむね5～8%[5),7)]であり，表13のスパイクタイヤ装着時における，香林坊，三社でのトリクレン抽出物の値はそれに近い値であった。

表13　道路堆積物中の各溶媒抽出物の濃度

調査地点	測定年月	トリクレン抽出物 %	ベンゼン抽出物 %	アセトン抽出物 %
三馬	昭和56.11	0.5	0.5	0.3
	57. 2	2.3	2.2	1.1
香林坊	56.11	1.5	1.7	0.7
	57. 2	4.5	4.1	2.7
三社	56.11	1.7	1.3	0.7
	57. 2	4.8	5.1	2.8

4 まとめ

スパイクタイヤ使用と道路粉じんとの関連を明らかにする目的で，スパイクタイヤ装着前と装着時に金沢市内の3地点（三社，香林坊，三馬）で調査を行い，次の結果を得た。

(1) デポジットゲージによる捕集物は冬から春にかけて高くなり3月に最高値を示した。特に，道路近傍の三社ではこの傾向が著しい。

(2) ハイボリウムエアーサンプラーによる浮遊粉じん濃度は，三社ではスパイクタイヤ装着時（2～3月）には装着前（11月）の4倍以上となった。また，その含有成分の濃度を国設環境大気測定所のデータと比較すると，鉄，マンガンがかなり高く，亜鉛，カドミウム，鉛，ベンゾ(a)ピレンはほぼ同程度又は以下であった。

(3) 浮遊粉じん計（直径10μm以下の粒子のみを捕集）による浮遊粉じん濃度は月平均値でみると1月に最低値を示し，2月，3月と増加の傾向を示したが，同時期に測定した香林坊，三社におけるハイボリウムエアーサンプラーによる浮遊粉じん濃度と比較すればはるかに低い値であった。

(4) 道路堆積物の成分について，スパイクタイヤ装着の前後で比較すると，アスファルト分と想定されるトリクレン抽出物及びスパイクピンの素材であるタングステン濃度に有意の差が見られた。また，スパイクタイヤ装着時におけるトリクレン抽出物の濃度は道路表層の舗装材料であるアスファルトコンクリート中に含まれるアスファルト分の濃度に近い値を示した。

5 おわりに

今回の調査では，道路表層のアスファルトコンクリートと道路粉じんとの関係について，スパイクタイヤ装着時にはハイボリウムエアーサンプラーによって捕集された浮遊粉じん濃度が高い，また，その時の成分としてはアスファルトコンクリートに由来するものが多いといった，いわば情況証拠は得られたものの，直接的な因果関係を示す指標物を見いだすには至らなかった。今後はフイラー中のカルシウム等適切な指標物質の検索や道路粉じんの粒度分布等引き続き基礎的な調査研究を積み上げていくことにしている。

文献

1) 社団法人地方行財政調査会：道路粉じんの実態に関する調べ，38—44（1981）
2) 環境庁：昭和55年度国設大気測定網（NASN）測定結果，375—397（1982）
3) 山原　登：微量元素，p 55—56，産業図書，東京（1977）
4) Satodonato. J. et al. : J. Environ. Path. Toxicol, 5, 89（1981）
5) 高橋陽子，佐藤夫二男，今野和彦，山田秀樹，関敏彦，近藤師家治，渡辺正彦，国井　清，回谷教男：昭和56年度仙台市公衆衛生研究抄録集，334—352（1982）
6) 市川修三，高田敏夫，坪井　弘，水本徹生，高杉信男：第8回環境保全公害防止研究発表会講演集，15（1981）
7) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱，（1981）

〔報　文〕

閉鎖性水域における水質汚濁機構（第2報）

——柴山潟における湖沼内生産——

矢鋪満雄・矢田峰子・東　浩一
石川県衛生公害研究所環境部　竹野裕治・堀　秀朗・平　哲宣
石田喜朗・本田和子・西　登志美

1 はじめに

近年，閉鎖性水域での水質の悪化が全国的に問題となっているが，本県においても河北潟をはじめとして柴山潟，木場潟等の湖沼について環境基準の達成が極めて困難な状況となっている。

閉鎖性水域での富栄養化現象は，元来，自然状態でも起りうる現象ではあるが，最近，人間活動に伴う栄養塩の供給による加速化が指摘されている。このような閉鎖性水域での特異的な現象に対する汚濁の究明は湖沼の水質保全のための緊急課題となっている。

本県においても，閉鎖性水域の水質汚濁機構の究明調査を，昭和55年度から3湖沼（河北潟，柴山潟，木場潟）を対象として順次行うこととなった[1]。初年度は木場潟について—木場潟における流入負荷と湖沼水質—といった観点から調査を行い，前報で報告した[2]。

今回調査対象とした柴山潟は，人為汚濁負荷の大きいことに併せて平均水深が2mと浅く，風による底質からの巻き上げを受け易く，また，汽水湖であることなどから富栄養化が比較的進行し易い湖と考えられる。

従って，柴山潟の汚濁防止，浄化対策模索には，まず，湖沼の内部生産すなわち2次的な有機汚濁現象の量的な解明が大切であろう。このような観点から，柴山潟を対象に季節別に年4回の調査を行ったので，その結果について報告する。

2 柴山潟の概要

柴山潟は加賀市にあり，かつては小松市の今江潟，木場潟とともに加賀三湖と呼ばれ，砂丘によって日本

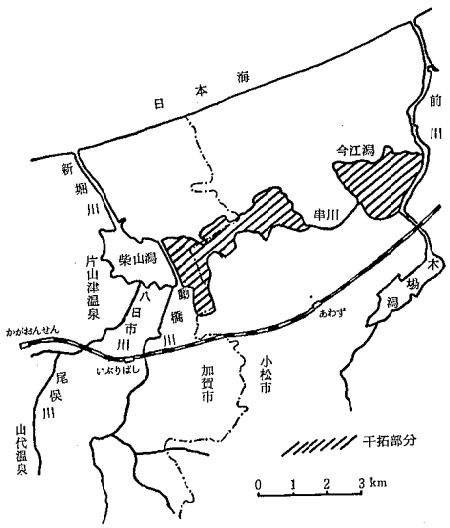


図1　柴山潟周辺地図

Water Pollution Mechanism in Closed Water Area. 2. Productivity in Lake, Shibayama-gata *by Michio YASHIKI, Mineko YATA, Koh-ichi HIGASHI, Yuhji TAKENO, Syuroh HORI, Tetsunori HIRA, Yoshiaki ISHIDA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

海から隔離された海跡湖であった（図１）。湖の周辺は農耕用地として利用されてきたが，梯川からの海水の逆流による塩害や降雨時の浸水被害が絶えず，昭和27年から農用地の開発と排水対策を兼ねた干拓事業が行われ，昭和47年までに今江潟全域と柴山潟（576ha）の約３分の１に当たる 343haが干拓され，柴山潟から串川，今江潟を経て梯川河口へ続いていた水路は事実上消滅し，あらたに柴山潟の北部に新堀川を開削してその河口に，防潮堤を設け，動橋川等の流入水は柴山潟から新堀川を通って直接日本海へ流出することとなった。現在，柴山潟には動橋川，御橋川，八日市川等の河川が流入しているが，流域からの汚濁負荷としては，流域人口33,000人のほか，全国的にも有名な片山津温泉（収容人員 9,300人）と山代温泉（同9,900人）があり，特に片山津温泉街は柴山潟の西岸に密着していることもあって，昭和50年までは潟が排水溜といった様相も見えたが，公共下水道の整備によって改善された。また，柴山潟の利水状況としては(1)観光・レクリエーションとしての場，(2)農業用水，(3)水産といったものが挙げられるが，特に(1)に関連して，片山津温泉街に対する風致観光資源としての価値が大きくなっているので，この面からの水質保全も大きな課題である。

3　調　査　方　法

調査時季は湖水質の季節変化の把握を目的として，昭和56年６月25日，８月４日，10月６日及び12月９日の４回とした。以下，それぞれの調査時期を，６月，８月，10月及び12月の調査時と呼称することとする。

3・1　調査地点

湖沼内の調査地点は，湖の深度と河川の流入・流出場所とを考慮してA～Lまでの11地点を，また，流入河川は比較的汚濁負荷の大きい動橋川，御橋川，八日市川，尾中川等11河川を，流出河川は唯一の新堀川をそれぞれ選定した（図２）。

なお，河川の調査地点はそれぞれ潟への流入・流出口近くの汚濁負荷量の把握しやすい地点とした。

3・2　水理調査

湖盆の形状をより正確に把握するため，柴山潟全域に東西 200m 間隔で南北の測線を引き，各測線に沿って音響測深機を用いて連続的に水深を測定して等深線・湖盆図を作成した。貯水量は，等深線から湖盆の深度別断面積を求めて推計した。また，河川流量については，採水と同時に流速計法により測定して湖への流出入量を得た。

3・3　水質調査

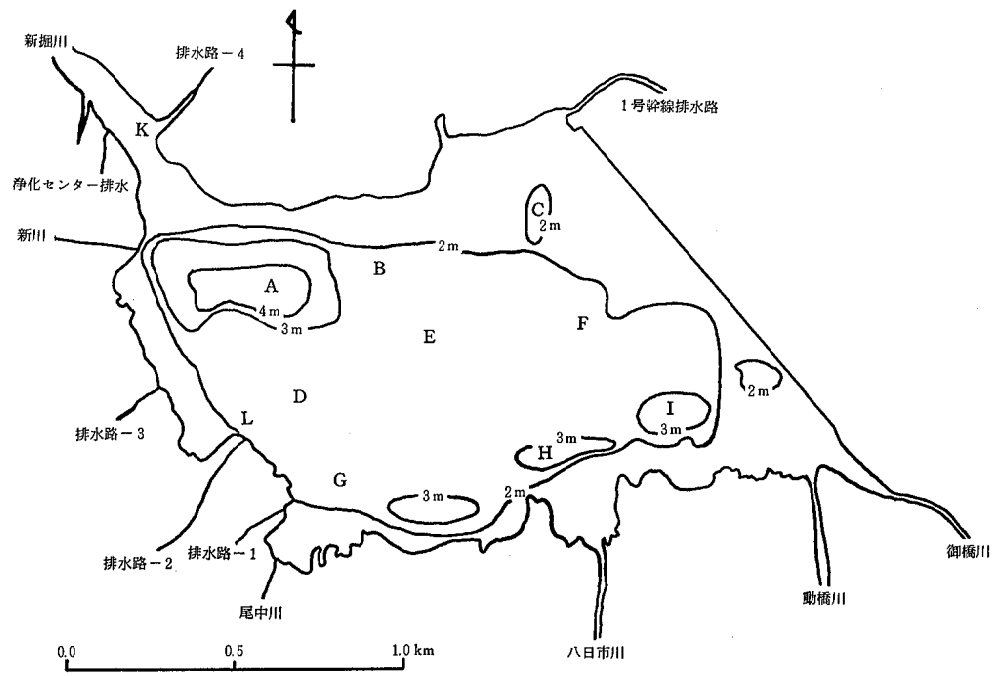


図　2　　柴山潟調査地点および等深線図

湖沼内A～I地点は水深1mごとに，L地点は粗生産量，消費量を知るために水深0.5mごとに採水し，また河川では表層水を採水してそれぞれ水質を調べた。調査項目としては，生活環境関連項目の中からpH，DO，COD，BOD，SSを，富栄養化関連項目としてのN，Pを，塩類組成項目としてNa，K，Ca，Mg，Cl，SO_4を，また生産量との関連ではクロロフィルa，b，cを選び測定した。

4　調　査　結　果

4・1　水理調査

(1)　湖　沼

昭和56年10月に実施した湖盆の形状調査結果に基づいて得られた等深線水平断面積を図2に示した。水深0mにおけるいわゆる湖水表面積は1.85km²，水深1mにおける水平断面積は1.83km²で，後者の表面積に対する割合は98.9%と表面積とほとんど変わらない（表1）。

水深と水平断面積とから算出した貯水量を表2に示した。これによると今回の測深調査時の貯水量は385万m³となり，表面積1.85km²で除した値，すなわち平均水深は2.08mである。また表2の結果から2m以深の容積は極度に少ないことが分かる。

(2)　河　川

柴山潟の流域面積の構成は表3に示したが，動橋川が全体の58%を占め最大であり，これに御橋川，八日市川を加えると81%となり，今回調査対象とした11河川の流域面積は少なくとも全体の8割以上を占める。また表4の動橋川（集水面積91.4km²）における水位流量統計を用いて水位別流量を算定すると渇水位，低水位，平水位，豊水位の各流量（m³/sec）はそれぞれ0.77，3.24，6.88，13.66となる。

これに対して総流入水量の実測値は，特に夏期稲作期間中，動橋川を除く御橋川や八日市川について，集水域以外の水系からのかんがい用水の排水路としての機能のために，系外からの水量を加えて相当大きくなる。

一方，一般に河川の水質は低水位から平水位において最も平均的な水準となると言われている。従って，柴山潟への流入河川の水質の状態を水位との関連から

表1　湖盆の水平断面積

水深(m)	断面積(km²)
0	1.85
1	1.83
2	0.92
3	0.13
4	0.04

表2　湖盆の水位別容積

部　位	容　積（万m³）
0—1m	184
1—2m	138
2—3m	53
3—4m	8
4—4.5m	2
計	385

表3　柴山潟の流域面積構成

河川名	面　積(km²)	比（%）
御橋川	12.7	8.1
動橋川	91.4	58.3
八日市川	22.6	14.4
その他	30.1	19.2
計	156.8	100.0

表4　動橋川における水位・流量統計

（昭和51年～55年）
流域面積　91.4km²

水位／年度	渇水位	低水位	平水位	豊水位
	(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)
51	0.61	2.50	4.65	8.02
52	0.21	1.33	3.35	7.75
53	0.19	1.28	3.20	7.47
54	0.50	1.88	4.20	8.25
55	0.75	2.46	4.63	8.33
平　均	0.45	1.89	4.01	7.96

表5　動橋川における流量調査結果

調査時	流　量(m³/s)	水　位
6　月	3.66	低水位～平水位
8　月	4.45	平水位～豊水位
10　月	4.61	平水位～豊水位
12　月	7.02	平水位～豊水位

表6　流出入水流量

（単位　kt/日）

流入支川	6月	8月	10月	12月	平均
御橋川	60.7	48.6	41.0	36.5	46.7
動橋川	315.8	384.7	398.1	606.1	426.2
八日市川	345.6	111.8	166.2	164.2	197.0
尾中川	6.2	2.9	20.3	68.7	24.5
排水路－1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
排水路－2	0.0	0.1	0.2	1.0	0.3
排水路－3	0.3	0.1	0.5	1.6	0.6
新川	4.0	7.6	7.5	14.1	8.3
浄化センター排水	9.1	9.8	6.5	6.6	8.0
排水路－4	0.0	0.2	0.0	0.3	0.1
1号幹線排水路	299.7	392.8	64.5	110.4	216.7
合計	1041.4	958.7	704.9	1009.6	928.5
流出支川					
新堀川	531.0	694.7	687.2	1044.7	739.4

表7　調査時までの天候および降雨量

（雨量：mm）

月日	天候	雨量	月日	天候	雨量	月日	天候	雨量	月日	天候	雨量
6.15	雨	58.0	7.25	晴のち曇	0.0	9.26	曇のち雨	4.0	11.29	曇のち晴	0.0
16	晴	0.0	26	晴	0.0	27	曇時々雨	27.5	30	晴のち曇	0.0
17	晴のち曇	0.0	27	晴	0.0	28	曇	1.0	12.1	曇のち雨	17.5
18	雨のち曇	35.5	28	晴	0.0	29	曇	0.0	2	雪のち曇	10.0
19	曇時々晴	0.0	29	晴	0.0	30	曇	0.0	3	雪のち曇	4.5
20	曇	0.0	30	晴	0.0	10.1	曇のち雨	0.5	4	晴のち曇	0.0
21	曇	2.0	31	晴時々曇	0.0	2	曇のち雨	1.5	5	曇のち雨	11.0
22	曇	1.0	8.1	晴	0.0	3	曇のち雨	1.5	6	曇のち晴	0.0
23	雨のち曇	23.5	2	晴	0.0	4	晴	0.0	7	雨一時曇	3.5
24	曇	0.0	3	晴	0.0	5	曇のち雨	18.0	8	曇	0.0
25	曇のち雨	15.0	4	曇のち雨	33.5	6	曇のち晴	0.0	9	雨	15.5

評価するには，各河川の流量実測値の合計でみるよりは，集水域からの水の流出を最も的確に反映している動橋川の流量実測値で代表させるのが妥当であると思われる。そこで，表5の流量調査結果を表4の水位流量統計値に対応させてみると，6月のみが調査日前1週間の降水量が少ないことに併せて低水位～平水位流量となっており，8月，10月，12月の平水位～豊水位相当時に比べて，最も平均的かつ安定な水質状態であることがうかがえる（表6，表7）。

4・2　流入・流出河川の水質と汚濁負荷量

流入・流出河川の水質と汚濁負荷量については，環境基準項目であるCOD，BOD，SSと富栄養化関連項目であるT-N（総窒素），T-P（総リン）の5項目につき項目別に表8～12に示した。

(1)　水　質

COD，BODについてみると（表8，表9），全流入河川の流量で加重した平均濃度はそれぞれ5.3ppm，3.4ppmで，昨年調査した木場潟でのCOD：7.7ppm，BOD：6.5ppmに比べてもそれほど高くはない。時期別にみると，8月の調査時でそれぞれ7.2ppm，6.2ppmとかなり高いが，これは，御橋川，動橋川，八日市川といった流量の比較的大きな河川のSS濃度が他の調査時の10～20倍程度となっていること（表10）に関係があると考えられる。8月の調査時の前日まで雨量0の晴れの日が続いており調査時に夏特有の雷雨があり，一時的に強い雨が降ったため，河床や河岸の懸濁性関連物質が掃流を受けSSが急増した。またCOD，BODの濃度の高い流入河川として排水路－1，排水路－2，排水路－3が挙げられ，調査時ごとに差があるものの8月の排水路－2では，COD：77.7ppm，BOD：129.6ppmと最高値が観測された。

SSについては，その加重平均濃度は8月で66.5ppmと高値を記録したが，他の調査時には7.0～26.6ppmとそれほど高い濃度とはなっていない（表10）。

T-N，T-Pの全調査時の加重平均濃度はそれぞれ1.442ppm，0.153ppmであった（表11，表12）。時期別に見て，それほど変動がないことから，上記の値はほぼ定常的な濃度レベルであると思われる。ただ浄化センター排水，排水路－3の濃度が平均値でそれぞれT-N：8.17，8.93ppm，T-P：0.46，1.04ppmと他の河川に比べて高濃度となっている。

一方，流出河川である新堀川の水質は，COD，BOD値がそれぞれ5.7，4.2ppmと流入河川の平均値よりも高い傾向が見られるが（表8，表9），SS，T-N，T-Pについては，逆にその濃度が流入河川の平均濃度よりも低くなっている（表10，表11，表12）。SSは湖沼内での沈降による減少，T-N，T-Pについては湖沼内での消費による減少と考えれば当然の結果と言えよう。

(2)　負荷量

表8　流出入河川の項目別負荷量（ COD ）

（流入河川）	6月25日		8月4日		10月6日		12月9日		平均	
	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日
御橋川	6.0	361	15.8	720	8.0	325	8.7	319	9.6	431
動橋川	1.8	552	7.4	2,856	3.4	1,674	3.0	1,825	3.9	1,727
八日市川	4.8	1,659	5.7	637	5.9	981	8.2	1,347	6.2	1,156
尾中川	6.2	39	16.8	49	6.5	132	8.9	611	9.6	208
排水路－1	—	0	61.1	5	15.7	1	28.1	2	—	2
排水路－2	—	0	77.7	7	21.5	4	9.2	10	—	5
排水路－3	22.0	8	7.3	1	17.0	9	15.0	25	15.3	11
新川	8.4	33	4.0	30	5.3	40	21.4	300	9.8	101
浄化センター排水	4.8	44	3.8	37	6.7	43	8.2	54	5.9	45
排水路－4	—	0	1.7	1	—	0	5.5	1	—	0
1号幹線排水路	6.1	1,828	6.4	2,513	3.7	238	8.2	905	6.1	1,371
合計（kg/日）	4,524		6,856		3,447		5,399		5,057	
加重平均値（ppm）	4.3		7.2		4.4		5.3		5.3	
（流出河川）										
新堀川	7.3	3,876	6.5	4,515	5.8	3,986	3.2	3,343	5.7	3,930

表9　流出入河川の項目別負荷量（ BOD ）

（流入河川）	6月25日		8月4日		10月6日		12月9日		平均	
	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日
御橋川	3.9	235	16.4	796	6.0	246	6.0	222	8.1	375
動橋川	0.8	237	6.8	2,626	1.4	574	1.3	765	2.6	1,051
八日市川	2.8	968	5.8	648	2.4	399	7.8	1,281	4.7	824
尾中川	5.7	35	17.8	52	9.4	191	10.0	687	10.7	241
排水路－1	—	0	78.5	7	23.3	2	13.0	1	—	3
排水路－2	—	0	129.6	11	20.6	4	4.2	4	—	5
排水路－3	22.4	8	9.0	1	37.7	20	5.7	9	18.7	10
新川	9.1	36	2.6	20	2.1	16	6.1	85	5.0	39
浄化センター排水	1.1	10	2.4	24	3.1	20	2.2	14	2.2	17
排水路－4	—	0	2.3	1	—	0	1.8	1	—	0
1号幹線排水路	1.4	420	4.4	1,728	1.1	71	1.9	210	2.2	607
合計（kg/日）	1,949		5,914		1,543		3,279		3,172	
加重平均値（ppm）	1.9		6.2		2.2		3.2		3.4	
（流出河川）										
新堀川	5.3	2,814	6.1	4,237	4.4	3,024	1.0	1,045	4.2	2,780

表10　流出入河川の項目別負荷量（ SS ）

（流入河川）	6月25日		8月4日		10月6日		12月9日		平均	
	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日
御橋川	27.8	1,689	222.4	10,798	21.2	869	62.3	2,277	83.4	3,908
動橋川	4.3	1,344	38.2	33,945	3.2	1,260	12.8	7,767	27.1	11,079
八日市川	21.2	7,327	125.2	13,998	10.4	1,729	51.3	8,426	52.0	7,870
尾中川	35.4	220	419.0	1,231	20.6	418	23.8	1,635	124.7	876
排水路－1	—	0	39.2	3	11.6	1	121.0	10	—	3
排水路－2	—	0	117.0	10	26.3	5	53.7	56	—	18
排水路－3	48.0	17	4.2	1	17.6	9	156.0	256	56.5	71
新川	14.2	56	11.0	84	4.0	30	363.0	5,081	98.1	1,313
浄化センター排水	4.0	36	1.6	16	7.4	48	8.6	56	5.4	39
排水路－4	—	0	6.8	1	—	0	159.0	41	—	10
1号幹線排水路	22.8	6,833	9.4	3,692	8.8	567	11.4	1,259	13.1	3,088
合計（kg/日）	17,522		63,779		4,936		26,864		28,275	
加重平均値（ppm）	16.8		66.5		7.0		26.6		29.2	
（流出河川）										
新堀川	11.0	5,841	6.4	4,446	4.6	3,161	8.0	8,358	7.5	5,452

表11　流出入河川の項目別負荷量（T—N）

（流入河川）	6月25日		8月4日		10月6日		12月9日		平均	
	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日
御橋川	1.602	97.1	2.659	129.1	3.239	132.6	2.576	94.1	2.500	113.2
動橋川	0.417	131.8	1.057	406.7	0.502	200.0	0.879	532.7	0.714	317.8
八日市川	1.664	575.1	1.565	175.0	1.841	306.0	2.905	477.1	1.994	383.3
尾中川	2.233	13.9	3.661	10.8	2.818	57.2	2.894	198.8	2.902	70.2
排水路—1	—	0.0	3.496	0.3	4.031	0.3	28.000	2.4	—	0.8
排水路—2	—	0.0	4.706	0.4	27.924	4.8	1.641	1.7	—	1.7
排水路—3	9.740	3.4	3.547	0.3	21.215	11.0	1.225	2.0	8.932	4.2
新川	3.323	13.2	1.380	10.5	1.640	12.3	2.179	30.5	2.131	16.6
浄化センター排水	11.049	100.2	9.035	89.0	8.741	56.6	3.821	25.1	8.172	67.7
排水路—4	—	0.0	4.408	0.8	—	0.0	2.245	0.6	—	0.4
1号幹線排水路	2.487	745.4	0.908	356.6	2.015	129.9	2.576	284.4	1.997	379.1
合計（kg/日）	1,680.1		1,179.5		910.7		1,649.4		1,355.0	
加重平均値（ppm）	1.613		1.230		1.292		1.634		1.442	
（流出河川）										
新堀川	1.153	612.3	0.780	541.8	1.571	1,079.6	1.309	1,367.6	1.203	900.3

表12　流出入河川の項目別負荷量（T—P）

（流入河川）	6月25日		8月4日		10月6日		12月9日		平均	
	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日	ppm	kg/日
御橋川	0.250	15.18	0.416	20.19	0.327	13.36	0.270	9.89	0.316	14.66
動橋川	0.039	26.73	0.186	71.50	0.043	25.07	0.057	34.52	0.081	39.46
八日市川	0.177	61.17	0.211	23.59	0.176	29.26	0.328	53.87	0.223	41.97
尾中川	0.268	1.67	0.468	1.37	0.276	5.60	0.204	14.01	0.304	5.66
排水路—1	—	0.00	2.665	0.23	0.487	0.04	0.343	0.03	—	0.10
排水路—2	—	0.00	0.295	0.03	0.576	0.10	0.196	0.20	—	0.11
排水路—3	0.957	0.33	1.906	0.16	0.877	0.45	0.413	0.68	1.038	0.41
新川	0.110	0.44	0.202	1.54	0.167	1.26	0.374	5.23	0.213	2.12
浄化センター排水	0.280	2.54	0.418	4.12	0.775	5.02	0.368	2.42	0.460	3.53
排水路—4	—	0.00	0.102	0.02	—	0.00	0.151	0.04	—	0.03
1号幹線排水路	0.192	57.55	0.144	56.56	0.146	9.41	0.109	12.04	0.148	33.89
合計（kg/日）	165.61		179.31		89.57		132.93		141.94	
加重平均値（ppm）	0.159		0.187		0.127		0.132		0.153	
（流出河川）										
新堀川	0.092	48.85	0.123	85.44	0.138	94.84	0.057	59.55	0.103	72.17

流入河川の流量は，動橋川，八日市川，1号幹線排水路の3河川で全調査流入流量の90%以上を占めている。この傾向は各調査時とも同じである。潟への総流入量は，4回の平均で928.5 kt/日で，最小は10月の704.9kt/日，最大は6月の1,041.4kt/日であった（表6）。次に潟への総流入量と唯一の流出河川である新堀川からの収支を季節別にみると，10月，12月はそれぞれほぼ平衡した結果となっているが，6月，8月，とりわけ6月については，流出量が総流入量の50%程度となっている。これはこの時期に湖水を農業用水として，周辺の農耕地に利用しているためで，ちなみに，柴山潟にある10ケ所の揚水ポンプで5月頃から8月末まで農業用水としての取水がある。

COD，BODの総流入負荷量の全調査期間平均値はそれぞれ5,057kg/日，3,172kg/日であり，時期別には8月の値が6,856kg/日，5,914kg/日と大きいが，これは前述のSS由来であろう。負荷量の大きい流入河川としては動橋川，八日市川，1号幹線排水路，御橋川が挙げられる。そして，この4河川で全負荷量の90%以上を占めている（表8，表9）。

SSについては，総流入負荷量の全調査平均値が，28,275kg/日で，時期別にみると8月の63,779kg/日が最も大きく，10月の4,936kg/日に比べて約13倍と大きな負荷量となっている。また，前述したように動橋川の8月における負荷が他の時期に比べて特に高くなっている。新堀川からの流出負荷量は全調査期間平均値で5,452kg/日であり，流入負荷量との収支が一致しない結果となっているが，これはSSの沈降による減少であろうと思われる（表10）。

T-N，T-Pについての総流入負荷量の期間平均値は

表 13　湖　沼　水　質

項目	調査日	最小	最大	平均	標準偏差	CV(%)	項目	調査日	最小	最大	平均	標準偏差	CV(%)
	6. 25	20. 0	22. 7	22. 1	0. 7	3		6. 25	0. 008	0. 016	0. 011	0. 002	18
水温	8. 4	23. 9	30. 2	29. 4	1. 0	4	PO_4-P	8. 4	0. 004	0. 017	0. 007	0. 003	45
(°C)	10. 6	17. 2	21. 6	18. 5	0. 8	4	(ppm)	10. 6	0. 002	0. 028	0. 006	0. 004	75
	12. 9	6. 9	8. 1	7. 3	0. 3	4		12. 9	0. 014	0. 056	0. 023	0. 009	40
	6. 25	6. 8	9. 6	8. 3	0. 8	9		6. 25	0. 044	0. 432	0. 096	0. 061	63
pH	8. 4	6. 8	8. 1	7. 5	0. 3	4	Org-P	8. 4	0. 109	0. 364	0. 162	0. 039	24
	10. 6	6. 8	8. 8	7. 9	0. 6	7	(ppm)	10. 6	0. 043	0. 359	0. 080	0. 051	64
	12. 9	7. 1	7. 2	7. 2	0. 0	1		12. 9	0. 036	0. 078	0. 045	0. 007	15
	6. 25	7. 8	123. 0	16. 9	18. 7	110		6. 25	0. 054	0. 445	0. 106	0. 061	58
SS	8. 4	4. 0	216. 0	18. 1	35. 7	197	T-P	8. 4	0. 114	0. 381	0. 169	0. 042	25
(ppm)	10. 6	5. 4	28. 8	8. 3	4. 0	49	(ppm)	10. 6	0. 049	0. 387	0. 086	0. 055	64
	12. 9	7. 0	44. 8	10. 3	5. 9	57		12. 9	0. 057	0. 134	0. 069	0. 015	22
	6. 25	4. 9	12. 8	10. 3	2. 0	19		6. 25	2. 7	4. 8	3. 7	0. 4	12
DO	8. 4	0. 1	8. 9	6. 9	2. 0	29	TOC	8. 4	2. 4	13. 1	4. 3	1. 7	40
(ppm)	10. 6	2. 7	11. 0	9. 4	1. 6	17	(ppm)	10. 6	1. 4	4. 2	2. 3	0. 6	26
	12. 9	9. 7	11. 0	10. 6	0. 3	3		12. 9	1. 2	4. 2	1. 9	0. 5	28
	6. 25	56	152	122	23. 9	20		6. 25	9. 9	20. 4	12. 4	1. 6	13
DO	8. 4	1	118	92	26. 6	29	Na	8. 4	17. 9	1351. 0	67. 5	208. 3	309
飽和率	10. 6	30	128	104	18. 3	18	(ppm)	10. 6	15. 7	1717. 0	71. 5	267. 0	374
(%)	12. 9	85	94	91	2. 2	2		12. 9	10. 0	18. 9	13. 2	1. 6	13
	6. 25	4. 8	9. 4	7. 1	1. 2	16		6. 25	1. 8	3. 2	2. 3	0. 3	12
COD	8. 4	5. 6	17. 4	7. 0	1. 8	25	K	8. 4	2. 6	55. 4	4. 5	8. 3	182
(ppm)	10. 6	4. 6	8. 2	6. 3	0. 9	15	(ppm)	10. 6	2. 0	65. 3	4. 9	9. 8	199
	12. 9	2. 7	4. 4	3. 3	0. 4	11		12. 9	1. 2	2. 3	1. 6	0. 2	14
	6. 25	1. 9	13. 4	6. 3	2. 5	40		6. 25	5. 1	8. 9	7. 0	1. 0	14
BOD	8. 4	3. 4	15. 6	5. 7	1. 9	34	Ca	8. 4	12. 3	108. 2	15. 9	15. 0	94
(ppm)	10. 6	2. 0	6. 9	4. 0	1. 4	35	(ppm)	10. 6	4. 5	81. 7	7. 4	12 0	162
	12. 9	0. 9	2. 2	1. 5	0. 3	18		12. 9	3. 9	5. 6	4. 7	0. 4	9
	6. 25	0. 041	0. 435	0. 171	0. 093	55		6. 25	1. 6	3. 8	2. 2	0. 3	14
NH_4-N	8. 4	0. 019	4. 965	0. 239	0. 793	332	Mg	8. 4	3. 8	208. 2	10. 6	32. 0	303
(ppm)	10. 6	0. 076	2. 595	0. 298	0. 383	128	(ppm)	10. 6	2. 6	204. 4	9. 3	31. 6	341
	12. 9	0. 167	0. 330	0. 232	0. 045	20		12. 9	1. 8	4. 1	2. 4	0. 5	20
	6. 25	0. 008	0. 030	0. 018	0. 004	24		6. 25	5. 8	10. 8	7. 1	0. 9	12
NO_2-N	8. 4	0. 001	0. 016	0. 003	0. 002	82	SO_4	8. 4	12. 8	99. 6	13. 2	13. 4	74
(ppm)	10. 6	0. 013	0. 022	0. 019	0. 002	11	(ppm)	10. 6	9. 5	98. 0	15. 9	13. 4	84
	12. 9	0. 014	0. 025	0. 018	0. 003	15		12. 9	6. 1	11. 9	8. 3	1. 4	17
	6. 25	0. 027	0. 477	0. 186	0. 093	50		6. 25	5. 5	10. 6	7. 8	1. 1	14
NO_3-N	8. 4	0. 003	0. 297	0. 025	0. 055	215	SiO_2	8. 4	1. 6	13. 7	9. 6	3. 4	35
(ppm)	10. 6	0. 224	0. 706	0. 394	0. 073	18	(ppm)	10. 6	11. 3	13. 6	12. 3	0. 6	5
	12. 9	0. 434	0. 914	0. 572	0. 103	18		12. 9	7. 3	12. 1	10. 4	1. 3	12
	6. 25	0. 596	1. 305	0. 915	0. 189	21		6. 25	0. 54	6. 48	1. 07	1. 05	98
Org-N	8. 4	0. 240	1. 434	0. 895	0. 194	22	Fe	8. 4	0. 21	20. 78	1. 15	3. 30	288
(ppm)	10. 6	0. 022	1. 416	0. 361	0. 229	64	(ppm)	10. 6	0. 28	13. 80	0. 82	2. 14	360
	12. 9	0. 243	0. 733	0. 397	0. 098	25		12. 9	0. 60	2. 10	0. 82	0. 25	31
	6. 25	0. 859	1. 716	1. 290	0. 227	18		6. 25	0. 04	1. 11	0. 13	0. 18	135
T-N	8. 4	0. 680	5. 221	1. 162	0. 737	63	Mn	8. 4	0. 06	10. 18	0. 50	1. 60	320
(ppm)	10. 6	0. 518	2. 968	1. 072	0. 416	39	(ppm)	10. 6	0. 05	2. 04	0. 15	0. 37	241
	12. 9	0. 932	1. 760	1. 219	0. 181	15		12. 9	0. 07	1. 11	0. 13	0. 16	125

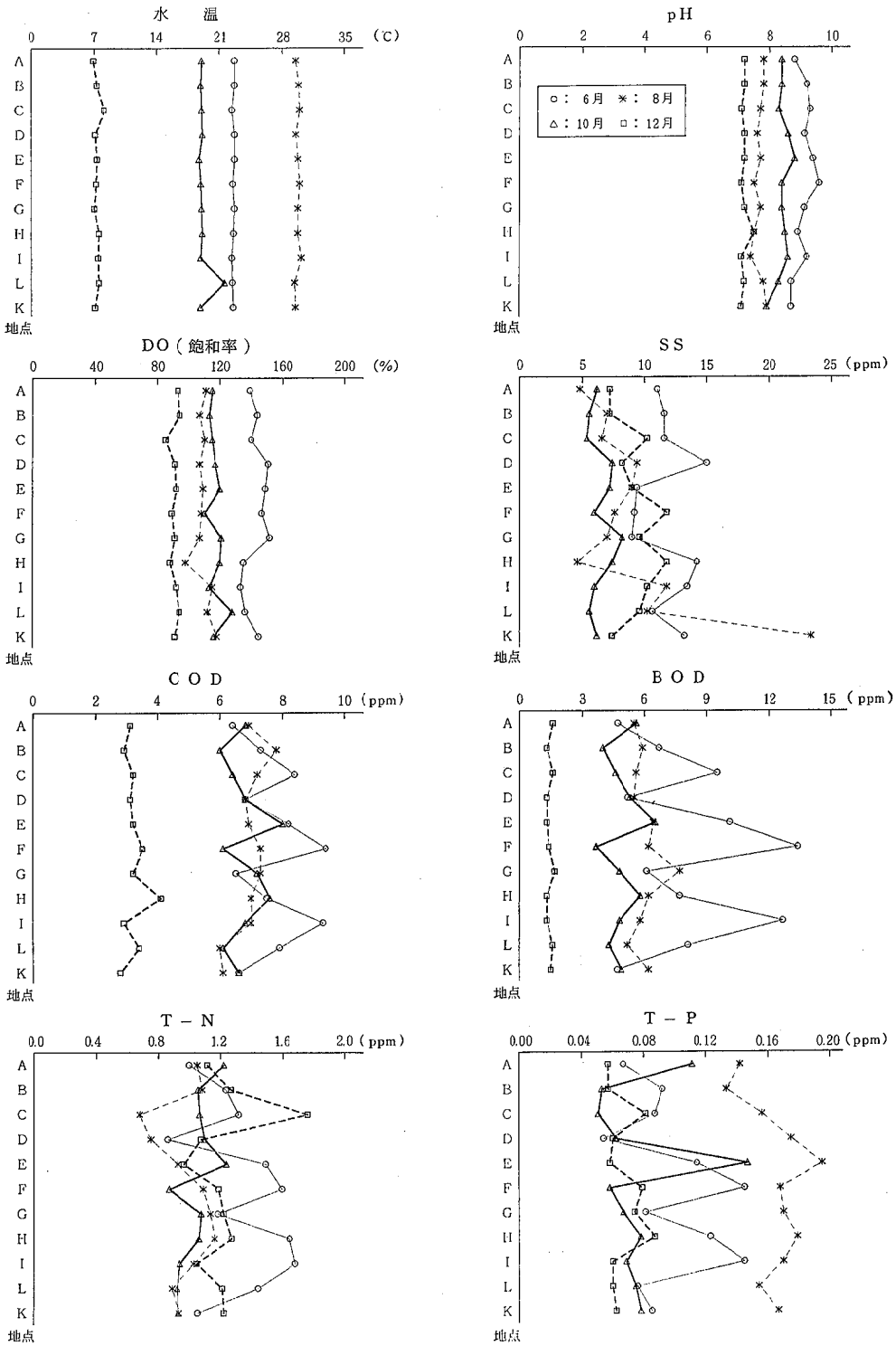

水　温
0 7 14 21 28 35 (℃)
pH
0 2 4 6 8 10
○：6月　＊：8月
△：10月　□：12月
DO（飽和率）
0 40 80 120 160 200 (%)
SS
0 5 10 15 20 25 (ppm)
COD
0 2 4 6 8 10 (ppm)
BOD
0 3 6 9 12 15 (ppm)
T－N
0.0 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 (ppm)
T－P
0.00 0.04 0.08 0.12 0.16 0.20 (ppm)
A B C D E F G H I L K
地点

図3　湖沼水質（表層水）

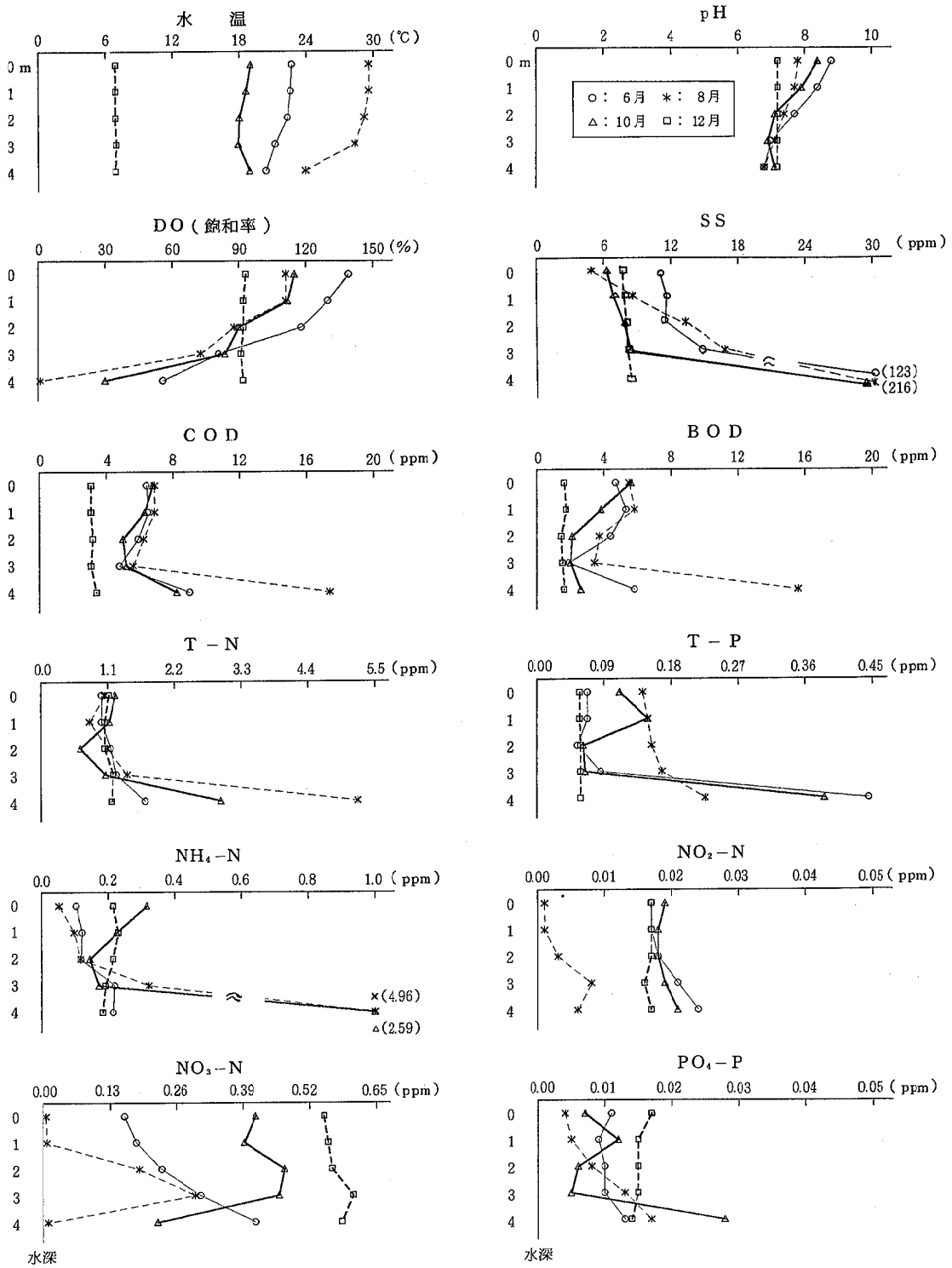


図4　　湖沼水質（A地点における深度別変化）

それぞれ1,355kg/日，141.9kg/日である。負荷量の大きな河川としては動橋川，八日市川，1号幹線排水路のほかに浄化センター排水が挙げられる。調査時別にみると，10月の総流入負荷量が低流量を反映してか，T-N（911kg/日），T-P（89.6kg/日）と，期間平均値に比べて小さくなっている。また，6月，8月の調査時においては，T-N，T-Pとも，新堀川の流出負荷量が総流入負荷量の半分以下となっているが，これは湖沼内での生物活動（植物プランクトンの増殖）による栄養塩の停滞を示唆した結果であろう（表11，表12）。

結局，柴山潟各河川の汚濁負荷量の序列は，COD，BODに関しては動橋川＞八日市川＞1号幹線排水路＞御橋川の傾向であり，また，SSに関しては8月の動橋川の負荷量が極端に大きい（33,945kg/日）ので，これを特異的，例外的なものとして除外すれば，八日市川＞動橋川＞御橋川＞1号幹線排水路＞尾中川の傾向である。T-N，T-Pに関しても，SSとほぼ類似の傾向である。

4・3　湖沼内水質

湖沼内全体の水質を把握するため，調査時別，地点別の表層水の濃度変化を図3に示した。調査時別にみると，水温，pH，DO（飽和度）では，明確な差が認められたものの，他の項目ではそれほど明確な差は認められなかった。ただ，COD，BODで12月調査時が他の調査時に比較して濃度が低く，これは冬期に日照が少ないために植物性プランクトンの光合成活動が抑制されることを裏書きした結果であり，逆に6月，8月，10月は相対的にCOD，BOD濃度が高くなることは，柴山潟の有機性汚濁は2次的な光合成活動によるものであると推測できる。また，特に6月調査時におけるpH（最大値9.6），DO飽和度（最大値152%）の値は，盛んな光合成を裏打ちしている。

地点別では，COD，BOD，SS等の各項目については明確な差は認められなかった。

次に，深度別に各測定項目の濃度変化を見たのが図4である。A地点は柴山潟での最深部（4.2m）の地点である。この地点における水温，pH，DO（飽和度）の水深別変化から，夏季停滞期に明確な成層が確認され，この状態が10月の調査時まで続き，12月の調査時に消滅することが分る。また，表13に各調査時の項目別平均値，標準偏差，変動係数を示した。COD，BODの全調査期間平均値はそれぞれ5.9ppm，4.4ppmで特にCODが環境基準値の3ppm（湖沼A類型）を大きく上回っている。ただし，生物による生産活動が減退する12月調査時には，CODの濃度が3.3ppmと環境基準B類型を満足する値まで低下している。窒素，りんについては，T-N，T-Pの全調査期間平均値はそれぞれ1.19ppm，0.11ppmで吉村[3]，坂本[4]及びVollenweider[5]らの湖沼栄養度分類と比較した場合，いずれの基準からみても強い富栄養状態である。また，湖心部表層水（A地点）におけるT-Pと透明度及びクロロフィルaの値を全国湖沼の栄養度分類に当てはめると，図5図6が得られ，木場潟と同様の強い汚染状態が確認できる。

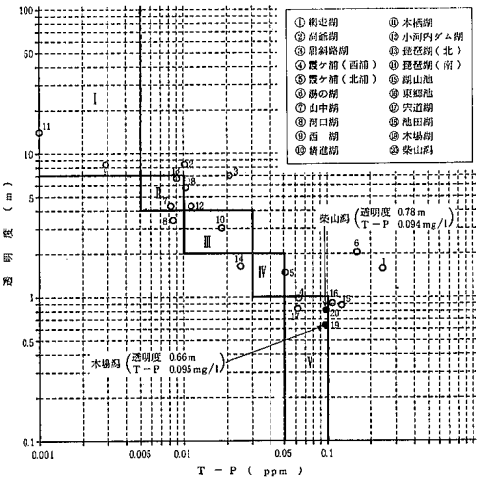


図5　透明度と全リン濃度
（湖心部表層における年間平均値）

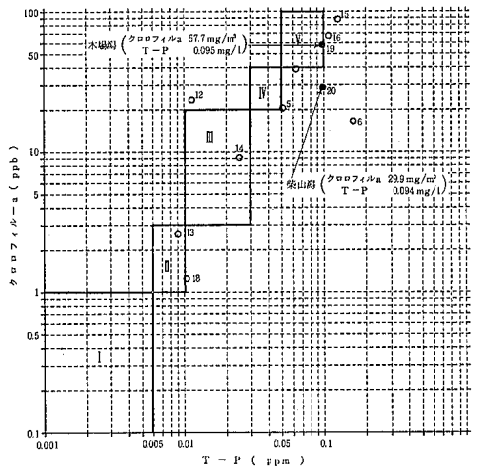


図6　クロロフィルaと全リン濃度
（湖心部表層における年間平均値）

5 湖盆内の水塊構造

柴山潟の水質調査結果のうち，生物活動の盛んな6月調査時の湖水40試料，21項目の分析値について主成分分析及び因子分析を行い，湖盆内の水塊構造を解析した（表14，図7）。まず，主成分分析の結果（表14），

表14　固有値と寄与率

NO	固有値	寄与率	累積寄与率
1	5.52	26.3%	26 3%
2	5.25	25.0	51.3
3	4.07	19.4	70.7
4	1.40	6.7	77.4
5	1.02	4.9	82.3
6	0.93	4.5	86.8
7	0.69	3.3	90.1
8	0.64	3.1	93.1
9	0.44	2.1	95.3
10	0.27	1.3	96.6
11	0.22	1.1	97.6
12	0.14	0.7	98.3
13	0.09	0.5	98.8
14	0.06	0.3	99.1
15	0.06	0.2	99.4
16	0.04	0.2	99.6
17	0.03	0.1	99.7
18	0.02	0.1	99.8
19	0.01	0.1	99.9
20	0.01	0.1	100.0
21	0.00	0.0	100.0

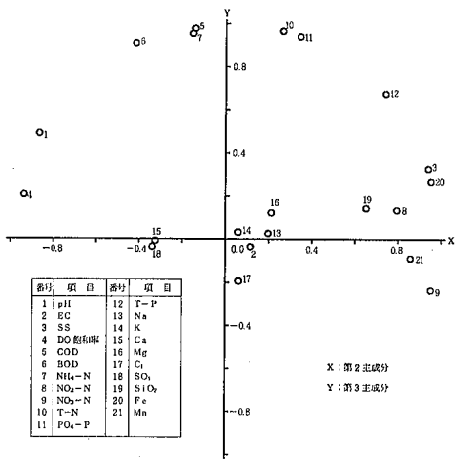


図7　因子分析

表15　因子負荷量

NO	項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分
1	pH	−0.104	−0.865	0.489
2	EC	−0.992	0.112	−0.035
3	SS	−0.119	0.937	0.326
4	DO %	−0.290	−0.934	0.205
5	COD	−0.156	−0 143	0.977
6	BOD	0.058	−0.416	0.907
7	NH4—N	0.259	−0.153	0.953
8	NO2—N	−0.593	0.793	0.136
9	NO3—N	−0.200	0.951	−0.235
10	T-N	−0.039	0.260	0.964
11	PO4—P	0.037	0.342	0.938
12	T-P	−0.003	0.739	0.673
13	Na	−0.980	0.197	0.025
14	K	−0.997	0.056	0.032
15	Ca	−0.945	−0.325	−0.007
16	Mg	−0.969	0.209	0.123
17	Cl	−0.979	0.060	−0.192
18	SO_4	−0.940	−0.337	−0.035
19	SiO_2	0.747	0.648	0.144
20	Fe	−0.155	0.950	0 267
21	Mn	0.511	0.854	−0.089

つまり，固有値と寄与率から約70%の情報が3つの成分に集められていることが分る。

そこで，柴山潟における6月時の湖沼内水質がこれら3つの成分・主成分によって概説できると仮定して，以下の因子分析を行った。第1に，取り上げた21項目の分析値が第1，第2，第3成分にどのような重みで寄与しているかによって，これらの分析値を分類する。すなわち，因子負荷量（分析値と主成分との相関係数）を用いた分類である。

その結果，表15，図7から分析値を大きく以下の3つのグループに分けることができた。

第1主成分……EC, Na, K, Ca, Mg, Cl, SO_4
第2主成分……pH, DO %, SS, NO_2-N, NO_3-N, T-P, SiO_2, Fe, Mn
第3主成分……COD, BOD, NH_4-N, T-N, PO_4-P

そして，各主成分の特徴は，第1主成分の特徴は，第1主成分が塩類，第2主成分が濁り，底泥，第3主成分が生物生産に関連したものであると解釈できる。すなわち，6月調査時の柴山潟の水質は塩類関連によって26%，濁り，底泥関連で25%，生物生産によって19%，それぞれ説明できるという結果である。

次に，濁り，底泥をX軸，生物生産をY軸にとって各調査地点の水深別試料についての因子評点を散布したのが図8である。これによると，おおむね各地点の水深0m，1mの点が第1象限近くに集中する傾向が見られる。

6　湖沼内での物質生産量の推定

湖水中で変化しやすい不安定な物質（COD，BOD等）の湖生産量を推定するため，1次水質としての各流入河川の塩類組成（EC，Na，K，Ca，Mg，Cl，

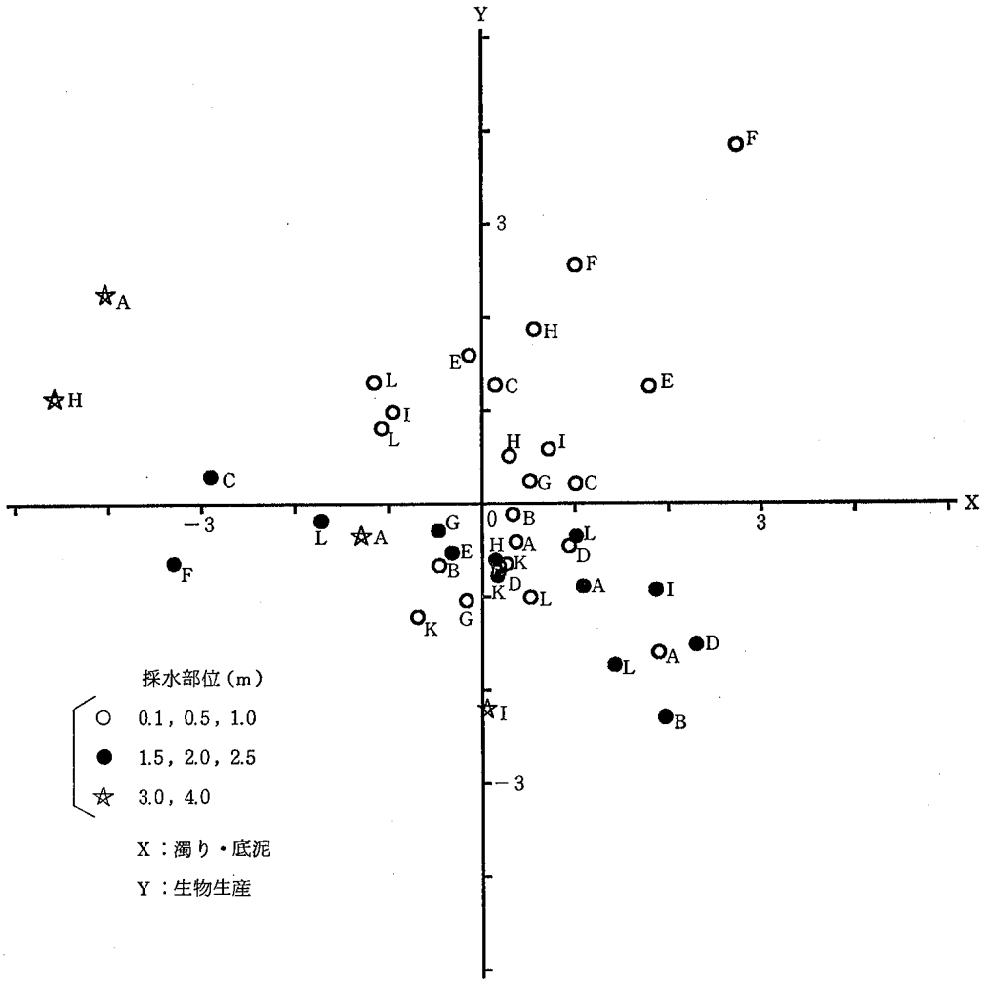


図 8　　因 子 評 点 散 布 図　（地点別）

表 16　　流 入 河 川 の 全 調 査 平 均 値

（単位……EC：μʊ/cm，その他：ppm）

河川名	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO_4	SiO_2	Fe	Mn
御　橋　川	148	11.1	3.1	7.3	2.5	18.4	10.5	11.9	3.380	0.211
動　橋　川	102	8.8	1.4	5.3	1.7	11.2	6.7	13.2	1.250	0.064
八　日　市　川	183	13.8	2.5	8.9	2.8	20.7	14.1	11.2	2.111	0.162
浄化センター排水	1676	244.6	12.8	164.6	4.8	606.2	29.9	17.1	0.474	0.044
1号幹線排水路	354	39.7	4.6	13.3	6.1	57.2	20.8	14.8	1.991	0.292

表 17　　混　　合　　割　　合　（6月調査時）

地　点	御　橋　川	動　橋　川	八 日 市 川	浄化センター排水	1号幹線排水路
A—0.0m	0.3235	0.2555	0.4055	0.0023	0.0132
1.0	0.4835	0.1955	0.2955	0.0023	0.0232
2.0	0.2945	0.2855	0.3845	0.0023	0.0332
3.0	0.2255	0.3155	0.4070	0.0000	0.0520
4.0	0.9713	0.0287	0.0000	0.0000	0.0000
B— 0.0	0.2247	0.3425	0.4055	0.0019	0.0254
1.0	0.3851	0.2525	0.3455	0.0020	0.0149
2.0	0.1635	0.3749	0.4155	0.0021	0.0440
C— 0.0	0.1455	0.4135	0.4155	0.0022	0.0233
1.0	0.0635	0.4355	0.4755	0.0022	0.0233
2.0	0.1855	0.0098	0.5446	0.0000	0.2601
D— 0.0	0.1555	0.4045	0.4055	0.0023	0.0322
1.0	0.0149	0.3625	0.6225	0.0001	0.0000
2.0	0.2945	0.3344	0.3355	0.0022	0.0334
E— 0.0	0.3565	0.2455	0.3955	0.0013	0.0012
1.0	0.0950	0.4275	0.4355	0.0001	0.0410
2.0	0.6085	0.2755	0.1155	0.0003	0.0002
F— 0.0	0.1545	0.3955	0.4377	0.0000	0.0123
1.0	0.1055	0.5645	0.3055	0.0023	0.0222
2.0	0.1655	0.7849	0.0105	0.0011	0.0380
G— 0.0	0.2235	0.3855	0.3455	0.0022	0.0433
1.0	0.3734	0.2994	0.2555	0.0012	0.0705
2.0	0.3745	0.3035	0.2555	0.0023	0.0642
H— 0.0	0.0885	0.2655	0.6455	0.0004	0.0001
1.0	0.2949	0.1725	0.5325	0.0001	0.0000
2.0	0.0935	0.3355	0.5675	0.0013	0.0022
3.0	0.1355	0.5578	0.3055	0.0011	0.0001
I— 0.0	0.2635	0.4255	0.2855	0.0022	0.0233
1.0	0.0535	0.5145	0.4055	0.0020	0.0245
2.0	0.3295	0.4655	0.2025	0.0013	0.0012
3.0	0.1845	0.7575	0.0545	0.0008	0.0027
K—0.0	0.6855	0.1155	0.1955	0.0013	0.0022
1.0	0.3835	0.2655	0.3055	0.0024	0.0431
2.0	0.6945	0.0145	0.2475	0.0078	0.0357
L— 0.0	0.2176	0.2043	0.5460	0.0000	0.0321
0.5	0.4145	0.1545	0.4110	0.0000	0.0200
1.0	0.2145	0.2255	0.5562	0.0012	0.0026
1.5	0.2463	0.1925	0.5525	0.0002	0.0085
2.0	0.3305	0.1805	0.4855	0.0009	0.0026
2.5	0.3655	0.1555	0.4578	0.0000	0.0212

SO_4, Fe, Mn) の相違に着目して，湖水塊を構成する各流入河川の混合割合を求めた。流入河川としては，湖への影響を考慮して，流量の大きい，御橋川，動橋川，八日市川，浄化センター排水，1号幹線排水路の計5河川を選んだ。また，各流入河川の採水時ごとの水質変動を消去するため，全調査平均値を求め，その値から混合割合[6]を計算することとした。上記5河川の項目別期間平均値は表16に示した。

得られた混合割合から，湖への供給濃度を，そしてこれを現存濃度から差し引くことにより生産濃度を求め，湖沼内での生産量を推定した。

6・1　混合割合

湖盆中で比較的変化量の少ないと考えられる保存成分i (EC, Na, K等) の湖盆中の任意の位置kにおける濃度を B_{ik}，湖盆への流入河川jにおける流入水中の濃度を A_{ij}，また，位置kにおける河川水jの混合割合を R_{jk} とすれば

$$\sum A_{ij}R_{jk}=B_{ik} \quad (i=1, M) \quad \cdots\cdots(1)$$

$$\sum R_{jk}=1 \quad \cdots\cdots(2)$$

なる関係式が成り立つ。しかし，実際の調査においては流入水をすべて把握することは困難であり，更に湖沼における底質土壌からの溶出等を考慮して．式(3)(4)，(5)を想定する。

$$\sum_j A_{ij}R_{jk} \leqq B_{ik} \quad (i=1, M) \quad \cdots\cdots(3)$$

$$\sum_j R_{jk} \leqq 1 \quad \cdots\cdots(4)$$

$$R_{jk} \geqq 0 \quad \cdots\cdots(5)$$

ここで B_{ik} の誤差を $\triangle B_{ik}$ とおけば誤差の定義から

$$\triangle B_{ik}=\left| B_{ik}-\sum_j A_{ij}R_{jk} \right| \quad \cdots\cdots(6)$$

そこで最小自乗法によって誤差の2乗 $\triangle B_{ik}^2$ の集和が最少となるように R_{jk} の値を求めることとなる。計算手順については，既報[1]で詳細に述べているのでここでは省略する。ただし，解法は既報ではシンプレックス法（線型計画法）を採用したが，本報ではダイナミックス法を採用することとした。

表17に6月調査時における湖沼内の各地点・水深における混合割合を示した。

6・2　粗生産量・消費量の測定

湖沼内L地点で水深0.5mごとに粗生産量・消費量を測定した。測定方法は，富栄養化した湖水について，一定時間での溶存酸素の変化を明暗瓶を用いて測定する方法である。測定結果は表18に示した。この結果から，表層0.1mから0.5m位までは粗生産量が消費量を上回っていることがわかる。また各調査時の透明度を見ると，6月 0.7m，8月 0.8m，10月 1.0m，12月 0.8mと推移しており変動は小さい。また，この結果から光合成の比較的盛んな層は水深 0.5m 位までであり，以下減衰し，補償水深は約 2.0m が限界であると見てとれる。

6・3　混合割合による生産量の推定

前述の水塊構造の解析結果からも裏打ちされるように，表層から水深1m層までが光合成による生物生産すなわち有機汚濁現象が盛んであることとに着目して，混合割合によって求めた生産濃度に0～1m層間の貯水量を乗ずることによって，生物生産が活発となる6月調査時における COD, BOD の生産量をそれぞれ推定した。なお4回の調査のうちでは6月調査時の湖沼内の pH, DO（飽和度）の上昇が最も著しく，内部生産も当然盛んであったと推定している。

まず，湖沼内A地点～L地点の0m，1m層の COD 等の流入河川の水質にその混合割合を乗ずることによって各項目の供給濃度を求める。次に0～1m層間の供給濃度の平均を求め，それを0～1m層間の供給濃度とする。湖沼内11地点の0～1m層の実測濃度の平

表 18　　粗 生 産 量・消 費 量　　単位 ppm/日

水深 (m)	6月25日		8月4日		10月6日		12月9日	
	粗生産量	消費量	粗生産量	消費量	粗生産量	消費量	粗生産量	消費量
0.1	5.26	2.29	4.28	2.13	4.20	2.10	0.52	0.46
0.5	3.08	2 09	1.56	2.40	2.10	1.70	0.28	0.31
1 0	0.81	2.12	0.40	2.62	1.30	1.50	0.16	0.33
1.5	0.59	2.63	0.17	2 30	0.60	1.50	0.14	0.22
2.0	0.20	2.24	0 05	1.90	0.30	1.40	0.03	0.29
2.5	0.18	1.29	0.07	2.37	0.00	1.00	0.02	0.26

表19　　生　産　量（6月調査時）

項目	平均供給濃度	現存濃度	生産濃度	生産量
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(t)
COD	4.2	7.6	3.4	6.3
BOD	2.4	7.5	5.1	9.4
SS	17.5	11.6	−5.9	−10.9
T—N	1.303	1.283	−0.02	− 0.04
T—P	0.152	0.098	−0.054	− 0.10

均値を現存濃度とすれば，生産濃度＝現存濃度－供給濃度となる。この生産濃度に0～1m層の貯水量を乗ずれば生産量が得られる。その結果，滞留時間当り（6月調査時：3.7日）の生産量は，COD6.3t，BOD9.4tであった（表19）。

湖沼内における生産は，COD，BODが増加の傾向を示すのに対しSS，T-NおよびT-Pは減少の傾向を示す。SSはこれらの項目の中でも特に変動の激しい成分で，採水時の気象状況，とりわけ雨量や風の影響を受けやすく，生産性の増減とは直接かかわりない面もある。いずれにしても0～1m層においては予想通りCOD，BODの生産量が増加しており，特にBODが高くなっている。また，T-N，T-Pはわずかながら減少の傾向を見せている。

7　ま　と　め

(1)　季節別にみると湖水のCOD濃度は，6月，8月，10月がそれぞれ7.1ppm，7.0ppm，6.3ppmと環境基準湖沼C類型に相当するが，12月は3.3ppmとB類型をも満足する値となっている。

(2)　主成分分析・因子分析によれば，6月調査時の湖水質は，塩類（26%），濁り・底泥（25%），生物生産（19%）の3成分で累積寄与率が70%となり，上記の3成分によって湖水質の特徴を表すことができる。また水塊としては0～1m層とそれ以深とで大差のあることが分った。

(3)　内部生産量を推定するために，各流入河川の混合割合を計算し，その値から生産量を推計した。今回の調査では，6月調査時に内部生産が最大として解析した。その結果，滞留時間（6月調査時：3.7日）当たりの生産量はCOD，BODそれぞれ6.3t，9.4tとなった。

(4)　COD濃度について，湖への流入水質と湖水質とを比べると，6月，8月，10月は湖水質が，12月には流入水質がそれぞれ高く実測され，また6月調査時のCOD生産量の推定からも相当高い値が得られた。このことから，湖内における生物生産が夏期に高く，冬期に低くなることが予測される。

文　　献

1)　石川県環境部：閉鎖性水域水質保全調査報告書（木場潟）（昭和56年12月）

2)　平哲宣，西登志美，本田和子，石田喜朗，小川清東浩一，竹野裕治，矢田峰子，矢鋪満雄，石川衛公研年報，18，275—309（1981）

3)　吉村信吉：湖沼学，p 327—350，生活技術センター新社，東京（1937）

4)　坂本充：用水と廃水，15(1)，25—33（1973）

5)　Vollenweider, R. A.: Scientific fundamental of the eutrophication of lakes and flowing waters, with paticular reference to nitrogen and phosphorus as factor in eutrophication, Technical Report, OECD（1967）

6)　矢鋪満雄，竹野裕治，高橋由美子，東浩一，酒井道則，沢田道和，堀秀朗，西村康喜，加藤賢治：石川衛公研年報，13，119—134（1976）

〔報　文〕

手取川ダムにおける水質汚濁機構に関する研究（第4報）

—— 湛水3年目におけるダム湖の水質 ——

堀　秀朗・矢鋪満雄・矢田峰子
石川県衛生公害研究所環境部　東　浩一・竹野裕治・平　哲宣
石田喜朗・本田和子・西　登志美

1 はじめに

手取川ダムは有効貯水量1億9千万m^3と本県における最大のダムであり，洪水調節の治水機能はもちろん利水機能においても，本県最大需要電力の約5割に相当する36万7千kwの発電，日最大39万m^3の水道用水と10万m^3の工業用水を供給する能力を持ち，本県の産業活動，県民の日常生活に大いに関与，寄与しているダムである。したがって，ダム貯水池の水質保全は，県民の重大な関心事であり，県としてその監視と保全努力は重要かつ必須の事柄である。そこで，我々は昭和53年度（ダム建設時）からこのダム水域を1つの生態系としてとらえ，その遷移過程の追跡調査並びにダム貯水池固有の特異現象の解明調査を継続して実施している。

手取川ダムは昭和54年度に湛水を開始し，昭和55年3月に予定貯水量に達しダムの完成をみており，昭和55年度に初めて貯水池としての季節調査を実施した。昭和55年度調査結果では(1)湛水開始直後の濁水貯留の状態はダム完成後濁度の沈静化傾向が確認された，(2)COD値から環境基準の湖沼類型A相当水準であった，(3)栄養塩については，窒素，リンともに中栄養湖水準であり，形態的には有機態がほぼ7割を占める，(4)貯水池内水塊についての水温鉛直分布は，夏季には正列成層化し，2次の躍層までもつ典型的な夏季停滞期構造を呈することが確認された，ことなどが主な結果であった[1]。昭和56年度においては，上記結果を踏まえ，季節調査を継続して行うとともに濁水調査，底質調査を実施した。

2 調査地点と方法

2・1 調査地点

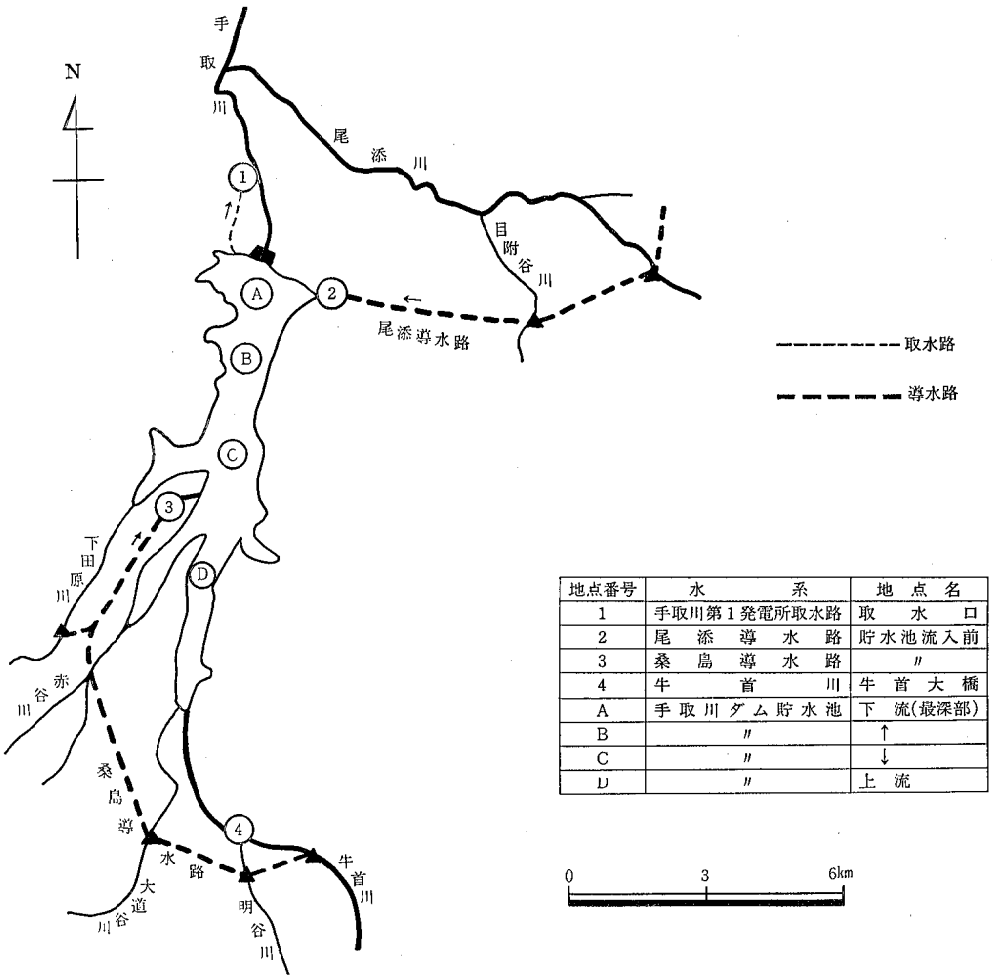
調査地点は昨年度（昭和55年度）と同一の地点を選定した（図1）。すなわち，ダム貯水池における最深部を含めた4地点（A, B, C, D）のほか，流入河川として牛首川（NO. 4地点），導水路として尾添導水路（NO. 2地点）と桑島導水路（NO. 3地点），流出系として手取川第一発電所取水路（NO. 1地点）の合計8地点である。

2・2 調査方法

(1) 平水時調査

平水時における水質調査は，「ダム貯水池水質調査要領」[2]（以下「調査要領」という）の定常調査ケースCに準拠した。すなわち，年4回（5，7，10，12月）の季節調査のほかに補完的に一般項目について年6回（4，6，8，9，11，3月）の調査を付加し，合計年10回調査を実施した。調査深度数は「調査要領」より細かく，かつ数多く設定し，考察の精度を上げる手段とした。調査実施の概要を表1に示した。

Water Pollution Mechanism in Tedori-gawa Dam. 4. Water Quality in Reservoir Elapsed Three Years after Storage. *by Shuro HORI, Michio YASHIKI, Mineko YATA, Koh-ichi HIGASHI, Yuhji TAKENO, Tetsunori HIRA, Yoshiaki ISHIDA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Scicnce, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*



地点番号	水系	地点名
1	手取川第1発電所取水路	取水口
2	尾添導水路	貯水池流入前
3	桑島導水路	〃
4	牛首川	牛首大橋
A	手取川ダム貯水池	下流(最深部)
B	〃	↑
C	〃	↓
D	〃	上流

図 1　　手取川ダム貯水池と水質調査地点

(2) 洪水時濁水調査

過去の調査から，ダムは濁水貯留の様相を呈し，濁度の沈静化の過程にあるというものの，引き続き濁度の追跡は必要であり，洪水時における濁水の貯留機構及び濁度の沈静化速度等を知るため詳細な調査が必要であった。そこで，濁水調査として，ダム貯水池内A，C地点において，洪水直後に1日毎に各深度のSS，濁度を調査した。なお，採水は建設省北陸地方建設局金沢工事事務所が行った。

3　調査結果及び考察

3・1　平水時調査

(1) 水温

ダム貯水池内の水温の鉛直分布について，昨年度調査ではA，B，C，Dの各地点間で4回の調査時とも水温変曲水深がおおむね一致しており，ほぼ同様の分布形態を示していることを明らかにした。今年度も同様の結果を得たので，A地点をダム貯水池の代表として調査結果を検討する。

A地点における月別水温鉛直分布（図2）をみると，夏季7月調査時に表面躍層（水深1～4m）は確認できたが，2次躍層は確認されなかった。9月調査時に12～16m部分に躍層に近い変曲部がみられたが，水温勾配は0.7°C/mで未熟な発達段階であった。これは夏季における深～底水層水の高水温化に起因するものと考えられる。すなわち，昨年度確認された2次躍層（18～22mの深度部分）は14.6→11.0°Cと下降しているのに対し，今年度9月調査時点では16m部位の水温

表 1　　調 査 実 施 の 概 要

調　　査	回数	実施時期及び期間	実施定点及び場所	分　　析　　項　　目
平水時調査 （季節調査）	4	昭和56年 5月20，21日 7月22，23日 10月21，22日 12月 9，10日	貯水池内　4点 （A，B，C，D） 流出入河川　4点	水温，透明度，水色，pH，EC COD，BOD，SS，DO，濁度 T-P，PO_4-P，T-N，NO_2-N，NO_3-N，Kj-N， NH_4-N，TOC，総クロロフィル，Fe，Mn， Cu，Zn，Na，K，Ca，Mg，Cl^-，SO_4^{2-}，SiO_2
（補完調査）	6	昭和56年 4月　22　日 6月　25　日 8月　19　日 9月　17　日 11月　19　日 昭和57年 3月　11　日	貯水池内　2点 （A，C） 流出入河川　4点	水温，透明度，水色，pH，EC COD，BOD，SS，DO，濁度
洪水時 濁水調査	10	昭和56年 6月　23　日 〜 昭和57年 3月　17　日	貯水池内　2点 （A，C）	濁度，SS
底質調査	1	昭和56年 9月　17　日	貯水池内　1点 （A）	強熱減量，T-N，T-P，COD，硫化物 Fe，Mn，粒径組成

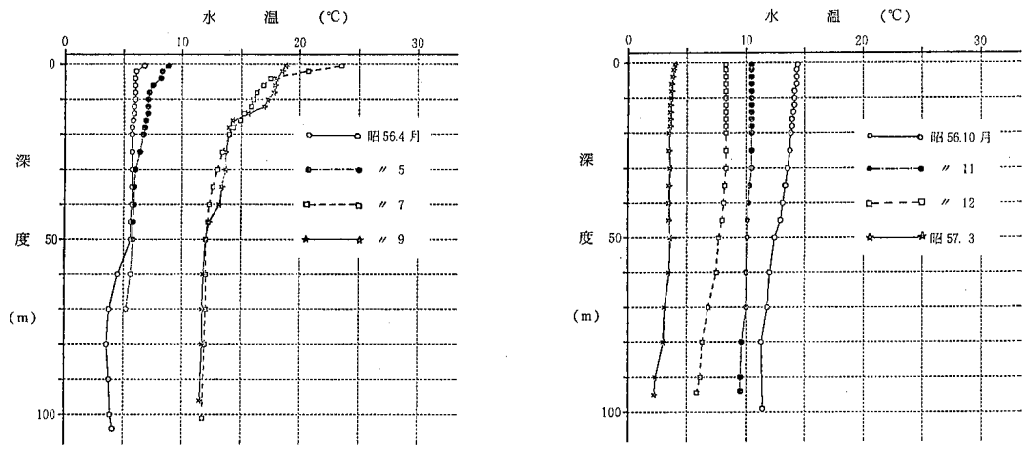


図 2　　A地点における水温鉛直分布

が14.3°Cであり，深度70m部位でも11.7°Cであった。このため変水層形成に際して，充分な温度勾配の形成が困難になったものと思われる。また，昨年度は季節を問わず 80m 以深の水温は 5 °C 台と変化がなかったが，今年度7月調査時に底水層水温が 11.7°C を記録し，ダム貯水池内の水塊構造に異変が生じたことが認められた。底水層の高水温水は10月下旬まで存在し，その後の秋季循環期に入るに従って水温は全層ほぼ一様となり，底水層水の水温も下降し始めた。11月調査時にはダム貯水池は完全な循環期にあったものと思われる。3月中旬には全層にわたり3°C台になり，底水層水塊も昨年度の状態に復帰したと考えられ，再び底水層水の安定化に向うものと思われる。

(2)　濁度，SS及び透明度

濁度とSS（浮遊物質量）の数値（濁水調査結果）を対比すると，低濃度から高濃度にわたりほぼ1：1の

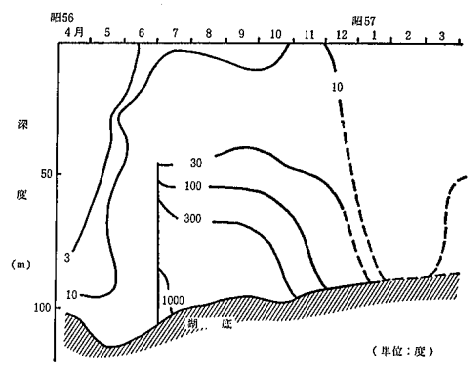


図3　A地点における濁度分布

対応をしている。このことから，SSの主成分は比較的細かな浮遊粒子で構成され，ダム集水域の表土由来の土壌粒子と思われる。昨年度A地点における濁度は，季節を問わず全層で10度以下が大半を占めた。高い場合でも，7月の8～25m部位の10～20度程度であった。対して，今年度は7月2～3日にかけての戦後最大の降水による洪水が濁水を多量にダム貯水池内に運んだため，7月以降ダムは濁水貯留の様相が明確になった（図3）。7月調査時（7月22日）のA地点でのその様相は，比較的低濁度の表面～35mでも10度台になり，底水層で655度（SS：550mg/l）と深～底水層に高濁水が貯留された。このため，昨年度12月に最高3.2mに達した透明度は，今年度は1.1mを越えることはなく，秋季循環期の11月調査時には底水層の高濁水が表水層まで運ばれ（表水層の濁度は，32.6～34.3度と過去最高値を示した），最低の0.3mを記録した（表2）。

(3) 栄養塩類

A地点における栄養塩類の濃度を表3に示した。10月のT-N（全窒素）以外は，どの季節も底に行く程高濃度になっていて，7，10，12月の底水層水での濃度が著しく高い。T-Nを形態別にみると，NO_3-N（硝酸態窒素）とOr-N（有機態窒素）の占める割合が高

表2　A地点における透明度

昭和55年5月	7月	9月	12月	昭和56年4月	5月	7月	9月	10月	11月	12月	昭和57年3月
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1.3	0.9	2.0	3.2	0.9	1.0	1.1	0.9	0.8	0.3	0.6	1.1

表3　A地点における栄養塩とクロロフィルa濃度

月	深度	T-N (mg/l)	NO_3-N (mg/l)	NO_2-N (mg/l)	NH_4-N (mg/l)	Or-N (mg-l)	T-P (mg/l)	PO_4-P (mg/l)	Or-P (mg/l)	Chl.-a (μg/l)
5	(0.5m)	0.263	0.152	0.003	0.016	0.092	0.009	0.005	0.004	1.2
	(60m)	0.299	0.214	0.003	0.025	0.057	0.007	0.006	0.001	<1.0
	(115m)	0.438	0.270	0.004	0.043	0.121	0.025	0.012	0.013	<1.0
	平均	0.331	0.206	0.004	0.029	0.092	0.023	0.008	0.015	—
7	(0.5m)	0.249	0.072	0.002	0.059	0.116	0.070	0.003	0 067	1.6
	(60m)	0.489	0.121	0.018	0.070	0.280	0.137	0.051	0.086	<1.0
	(100m)	1.058	0.076	0.085	0.181	0.716	0.344	0.249	0.095	<1 0
	平均	0.562	0.114	0.028	0.084	0.336	0.162	0.095	0.067	—
10	(0.5m)	0.682	0.164	0.002	0.045	0.471	0.017	0.016	0.001	3.5
	(50m)	0.381	0.162	0.004	0.030	0.185	0.058	0.021	0.037	1.0
	(98m)	0.639	0.210	0.020	0.084	0.325	0.121	0.072	0.049	<1.0
	平均	0.492	0.172	0.010	0.048	0.262	0.064	0.037	0.027	—
12	(0.5m)	0.307	0.178	0.004	0.042	0.082	0.020	0.004	0.016	<1 0
	(50m)	0.731	0.171	0.004	0.049	0.507	0.026	0.007	0.019	<1.0
	(95m)	1.224	0.164	0.004	0.044	1.012	0.030	0.006	0.024	<1.0
	平均	0.803	0.175	0.004	0.042	0.582	0.030	0.006	0.024	—

表 4　流出入河川の水質　単位：mg/l

採水地点	BOD			SS			DO		
	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.
牛首大橋	1.2	0.3	0.8	10.2	0.0	4.1	12.2	8.2	10.4
桑島発電所	1.7	0.2	0.8	10.0	0.2	3.4	12.8	9.3	11.1
尾添導水路	2.0	0.3	0.7	51.0	0.2	11.7	11.7	9.1	10.5
第一発電所	2.8	0.1	0.8	31.2	3.6	11.0	13.9	8.1	10.3

表 5　ダム貯水池内の水質　単位：mg/l（pHを除く）

採水深度	pH			COD			SS			DO		
	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.
上層　(0.5m)	8.4	7.4	7 7	2.7	0.4	1.6	28.0	1.6	8.6	12.6	8.3	10.2
中層　(50m)	7.6	7.2	7.5	2.4	0.5	1.3	18.6	4.0	9.5	13.6	7.5	10.4
下層(湖底上1m)	7.5	7.0	7.3	13.3	1.0	4.5	701.0	6.8	178.0	12.5	3.6	9.4

く，両者でT-Nの80～90%に達する。このうちNO_3-Nは年間を通し0.114～0.206mg/lと変動幅は小さいが，Or-Nは0.092～0.582mg/lと変動幅が大きく，濁水流入後の濁水貯留時に高値を示した。すなわち，土壌粒子の多寡がOr-Nの増減に関与し，結果的にT-Nの増減に影響している。T-P（全リン）の変動については，濁水貯留時にOr-P（有機態リン）のみならずPO_4-P（リン酸態リン）も増加している。これは，土壌粒子からのPの溶出がNよりも容易であることを示していると思われる。

T-N，T-Pの濃度（平均値）から，手取川ダムの富栄養化度は，坂本[3]の湖沼分類で富栄養湖水準にあり，昨年度の中栄養湖水準より富栄養化が進行した。しかし一方では，表水層におけるクロロフィルa量が年間最大値3.5μg/l（10月）と小さく，1次生産力の低さを示しており，夏季表水層のpHが最高で8.4（C地点，0.1m部位）までしか上昇せず，溶存酸素飽和率も最大で108.5%（B地点2m部位）と一般に100%を少し越える程度である。この様に富栄養湖が表水層において通常示すべき現象を充分具現しておらず，1次生産力の低さは貧栄養湖水準のそれである。すなわち，栄養塩濃度基準では富栄養湖ではあるが，藻類の増殖等の富栄養化現象を発現しない水域である。この原因の1つに濁りを挙げることができる。土壌粒子はN，Pの負荷をもたらすが，1次生産に直接利用できる形態のN，P濃度が低いこと，更に濁りにより表水層の有光層厚を薄くし，1次生産を阻害することなどが原因として考えられる。

(4) 水質環境基準

ダム貯水池への流入水（牛首川，桑島発電所放流水，尾添導水路流入水）の水質（表4）は，BODが年平均1mg/l以下，SSが年平均25mg/l以下，DO（溶存酸素）が年間を通して7.5mg/l以上あり，環境基準の河川類型AA[4]を満足している。ダム貯水池A地点の年平均水質（表5）については，CODを判定基準にすると湖沼類型A相当水準と考えられる。

(5) 金属成分

金属成分（Na，K，Mg，Ca，Fe，Mn）について季節別の水深による濃度変化（図4）をみると，Na，Mgは季節により濃度に変動はあるが，水深による差はほとんどみられず，7月に深～底水層に流入した濁水の直接的な影響を受けていない。K，Fe，Mnは底に向うほど濃度が上昇し，その傾向は濁水貯留時に著しく，濁水が関与しているようである。Caの挙動は複雑である。濁水貯留前のダムの水塊構造が比較的静的で平衡状態にある5月調査時は表水層より深～底水層の濃度が若干高いが，牛首川から多量の濁水が流入・貯留された7，10月調査時には，深～底水層のCa濃度は減少している。これはダム流入水の系統の違いによるものと類推される。すなわち，尾添川水系の水は牛首川水質の水よりCa濃度が高く（表6），濁水流入時に尾添川からの流入水はA地点の表水層に，牛首川からの流入濁水は深～底層に侵入したためと考えられる。12月調査時は秋季循環期の後であるため全層に

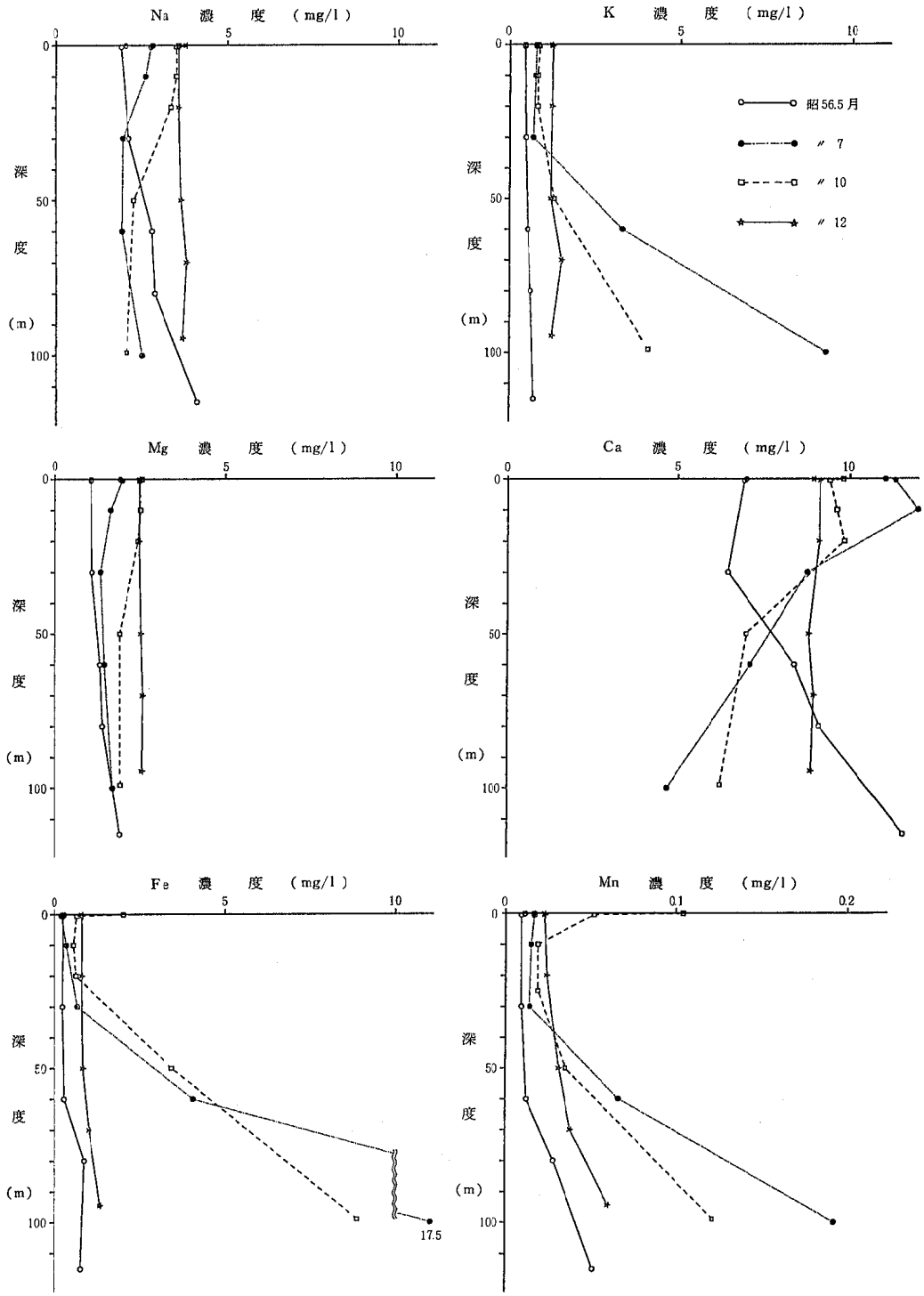


図 4　　金属元素（Na，K，Mg，Ca，Fe，Mn）の季節別変動

表6　尾添川水系と牛首川水系の金属成分濃度

（単位：mg/l）

尾添川水系（尾添導水路） 月	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn
5	4.2	0.8	15.5	1.8	—	0.028
7	3.2	0.6	18.8	2.3	0.102	0.018
10	4.1	0.7	26.6	2.8	0.099	0.007
12	4.2	0.6	21.7	2.9	0.362	0.017
平均	3.9	0.7	20.7	2.5	0.188	0.018
牛首川水系（牛首大橋） 月	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn
5	3.4	0.7	7.5	1.7	0.026	0.015
7	5.3	1.0	12.6	3.1	0.238	0.047
10	6.0	0.8	8.3	2.8	0.124	0.009
12	6.2	0.5	6.6	2.3	0.241	0.014
平均	5.2	0.8	8.8	2.5	0.157	0.021

表7　6月下旬～7月上旬における白山山麓での降水量

単位；mm/日

月	日	白峰村甚之助 (1,550m)	白峰村市ノ瀬 (824m)	白峰村風嵐 (511m)
6	21	59	22	14
	22	77	55	34
	23	22	11	7
	24	0	0	0
	25	109	77	58
	26	40	36	34
	27	39	25	19
	28	13	10	9
	29	39	36	16
	30	1	6	0
7	1	94	73	50
	2	291	236	258
	3	55	71	44
	4	2	0	0
	5	0	0	0
	6	22	19	9
	7	31	25	15
	8	7	6	0
	9	1	0	0
	10	1	0	0

（　）内は観測地点の標高

わたり，Ca濃度が一様になったと考えられる。

3・2　洪水時濁水調査

昭和56年7月1～3日にかけて，石川県下に集中豪雨があり，手取川ダム集水域の白山山麓においても戦後最大の降水があり（表7），この時の濁水貯留の様相を水深別水質分析結果から把握することができた。濁水の流入・貯留の様相は，A地点とC地点とで差異が認められた。すなわち濁水流入後4～6日を経過した7月7日の時点において，C地点では表水層（濁度：20～40度）から底水層（同：＞400度）へ深度に対し，極く表面を除外すれば指数関数的に濁度の上昇が認められ（図5），表水層部に流入した濁濁水が日数の経過とともに沈降し，濃度勾配を形成したと考えられる。一方，A地点では表水層（0～20m，濁度：20～30度）で平水時に比べ若干の濁度上昇がみられるが，深度30m付近は平水時の濁度濃度と変らず，深度40m以深から70mにかけて指数関数的に濁度が上昇し，それ以深から底水層にかけても上昇傾向と示している。すなわち，30m付近を境に上下の2重構造になっていて，濁水の侵入は40m以深であることが推測できる。

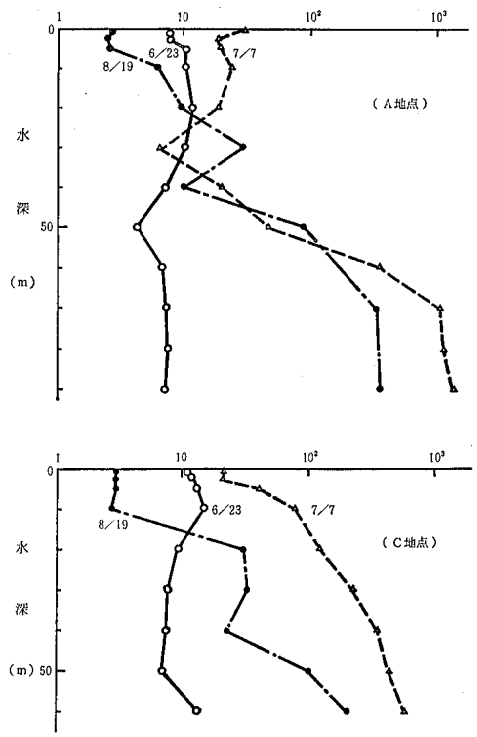


図5　濁水貯留前後の貯水池内の濁度鉛直分布

表 8　　底質及び土壌分析結果の比較

項　　目	A地点底質	昭和53年12月採取の土壌*			
		林　地	農　地	宅　地	河　床
強熱減量（　%　）	8.1	6.9	4.5	4.4	1.9
COD（mg/乾物g）	14.3	6.94	7.24	7.21	0.695
Kj-N（　〃　）	0.868	0.739	0.475	0.428	0.114
T-P（　〃　）	0.862	0.132	0.298	0.285	0.049
T-S（　〃　）	0.031	—	—	—	—
Fe（　〃　）	42.3	22.5	25.3	21.8	20.0
Mn（　〃　）	1.06	0.308	0.415	0.300	0.301

* 数値は数カ所の平均値を記載

ダムサイト付近（たとえばA地点）では深～底水層において，濁水流入前に存在した5°C台の水塊が，12°C台の濁水に置換されたわけである（図2）が，これらの原因として，深層放流の影響や，高濃度土壌粒子含有による濁水の高密度化が考えられる。

ダム貯水池に侵入した濁水は，季節的に夏季停滞期に向ったため，そのまま徐々に沈静化したが，10月21日の時点で底水層は，244度とまだ濁水を保持していた。その後ダムは秋季循環期に入り，底水層の濁水及び底泥が表～深水層に運ばれ，底水層での濁度は急激に減少したが，表～深水層は再び小規模な濁水現象が発生し，全層にわたり濁濁度が20～40度で均一化された（11月19日の時点）。そして，冬季停滞期に再び沈静化が進行し，翌年1月に大降水前の濁度レベルに全層が復帰したことが確認された。濁水の完全沈静化に約6ケ月を要したことになる。

3・3　底質調査

湛水開始後2年3カ月を経過した昭和56年9月にA地点の底質を採取した。底質の外観は灰黄褐色，無臭で粒径組成は，重量割合で99%が20μ以下で，1～5μの粒子が47.9%を占めていた（図6）。日本統一土質分類[5]によれば，「粘土」に相当する。

底質分析結果（表8）を湛水開始前の昭和53年12月にダム予定域内で採取した土壌分析結果[6]と比較すると，全項目にわたり底質値が高くなっている。これは湖底堆積物である底質が1μ以下のコロイド，1～5μの粘土が主形態であることから，これら粒子の吸着作用により濃縮堆積があることが考えられる。更に，強熱減量，Kj-Nの増加は少なく，COD，T-P，Fe，Mnの増加が顕著であることから，有機物より無機物の吸着が多いと考えられる。

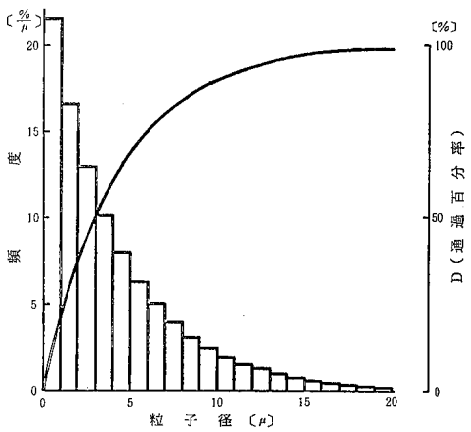


図6　底質の粒径組成
（アンドリアゼン・ピペット法による）

4　ま　と　め

(1) 貯水池内水塊についての水温の鉛直分布は，夏季の充分な2次躍層を確認できなかった。これは，深～底水層の高水温化に起因すると思われ，濁水の侵入により，それまで通年5°C台であった深～底水層（80m以深）の水温が11°C以上に上昇して，水塊構造の破壊と再構築があった。

(2) 濁水流入の結果，SS，濁度等の濁度関連成分濃度が上昇し，透明度が低減した。濁水は底水層に高濃度で存在し，この沈静化に約6カ月を要するなど，濁水貯留が明らかになった。

(3) T-N，T-Pともに高濁度の底水層で濃度が高く，形態的に過半を占めるOr-N，Or-Pが濁水流入により増加している。この濁水由来のT-N，T-Pの増加のため，栄養塩濃度基準ではダムは富栄養湖水準にあ

るが，クロロフィルaの低濃度や表水層DO濃度が極端な過飽和とならないことなどから藻類による1次生産力の観点からは貧栄養湖の様相を呈している。

(4) ダム貯水池への流入水の水質については，昨年度同様，環境基準の河川類型AAを満足し，ダム貯水池内水質は湖沼類型A相当であった。

(5) 牛首川から流入した濁水は，K，Fe，Mnの増加をもたらし，相対的にCa濃度を減少させた。これは尾添川水系水質と牛首川水系水質の差に起因している。

(6) 濁水の流入形態はダムサイト付近（A地点）とダム上流部（C地点）とで差異があった。C地点では，全層が濁水の影響を受けたのに対し，A地点では，濁水は40m以深に侵入し，表水層は影響を受けず，深度30m付近を境に上下の2重構造を呈した。これは深層放流による深層部での流れや，濁水の高密度化が原因と思われる。

(7) ダム貯水池に堆積した底質は99％が20μ以下で，1～5μの粒子が約50％を占める粘土であった。成分的には集水区域の土壌よりもP，Fe，Mnが多く，輸送過程での吸着により濃縮堆積したと推定された。

5 文　献

1) 矢鋪満雄，矢田峰子，東浩一，竹野裕治，小川清，平哲宣，石田喜朗，本田和子，西登志美：石川衛公研年報，18，214—256（1981）
2) 建設省河川局開発課：ダム貯水池水質調査要領，p 99，国土開発技術センター，東京（1980）
3) 坂本充：用水と廃水，15，25—33（1973）
4) 環境庁告示第59号（昭和46年12月28日）
5) 土質工学会：土質試験法，p 757（1979）
6) 石川県環境部：昭和54年度人造湖環境保全調査報告書（昭和55年3月）

〔報　文〕

石川県内水域における界面活性剤による汚染状況

矢田峰子・矢鋪満雄・東　浩一
石川県衛生公害研究所環境部　竹野裕治・堀　秀朗・平　哲宣
石田喜朗・本田和子・西　登志美

1　はじめに

界面活性剤は家庭用合成洗剤はもとより，繊維工業においては精練・湿潤・染色助剤として使用されるなど，多目的に使用され，その使用量は増加の一途をたどっている。一方では親水性が強いので，水系へ排出される割合が非常に大きくなっている。

界面活性剤は陰イオン・陽イオン・両性イオン・非イオン型の4種に分類されている。これらの年間生産量は，1979年で，全体で約81万トン，そのうち陰イオン型が54万トンで全体の67%を占め，次いで非イオン型が24万トン[1]で30%と，この両者がその大部分を占めている。

衣料用合成洗剤に使用される主な界面活性剤を表1に挙げ，略号を記した。年間生産量[1]でみると，陰イオン型の中ではLASがその59%を占め，次いで高級アルコール系（AS, AES）が17%を占めている。また，繊維，染色業等において多く使われる非イオン型の66%はポリオキシエチレン系である。これら界面活性剤は水生生物に対してかなり強い毒性があると指摘されており，PCBや水銀等の環境汚染物質と比較するとけた違いに大きな生産量，すなわち消費量であり，そのほとんどが水域へ排出されることなどから，監視の目を厳しくしてゆかねばならない。

表1　衣料用合成洗剤に使われる主な界面活性剤

分　類	種　類（略号）
陰イオン活性剤	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（LAS）
	アルキル硫酸ナトリウム（AS）
	ポリオキシエチレンアルキル硫酸ナトリウム（AES）
	α－オレフィンスルホン酸ナトリウム（AOS）
非イオン活性剤	ポリオキシエチレンアルキルエーテル（AE）
	ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル（APE）

石川県においては昭和54年度から陰イオン界面活性剤を水質測定項目として取り入れ，昭和56年度からは県下主要7水域において月1回の調査を実施している。

河川や浄水場での泡立ちが取りざたされた頃の合成洗剤の多くは分岐鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（ABS）であったが，その後生分解されやすい形の直鎖型（LAS）がとって代わり，洗剤市場においても河川水等の環境においてもABSはみられなくなった。生分解性は，非イオン・高級アルコール型（AE）＞陰イオン・高級アルユール型（AS,AES）＞非イオン・アルキルフェノール型（APE）＞LASであるが[2]，魚毒性に関しては，ベンゼン環，エチレンオキシド鎖の有無，アルキル基の炭素数，ベンゼン環の位置，エチレンオキシドの付加モル数等によりTLm値（半数致死濃度）が大きく変わり簡単には甲乙を付け難い。

無りん化志向のなかで，衣料用洗剤として非イオン界面活性剤の伸びが大きく，また，工業用洗剤は，鉱

Water Pollution by Surfactants in Ishikawa Prefecture. *by Mineko YATA, Michio YASHIKI, Koh-ichi HIGASHI, Yuhji TAKENO, Shuhroh HORI, Tetsunori HIRA, Yoshiaki ISHIDA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

物油の汚れに対する洗浄性，すすぎ性，耐硬水性等に優れていることが要件であることから，非イオン界面活性剤が有用とされており，これらのことから界面活性剤生産量の30%を占めるに至っている。このような状況のなかで，従来の汚染調査はもとより，生分解性や魚毒性の研究がともすればLAS一辺倒といった形で行われてきたが，これでは不充分と言わざるを得ず，今後はAOS，AS，AES等の陰イオン界面活性剤やポリオキシエチレンアルキルエーテル等の非イオン界面活性剤についての検討が不可欠であることが指摘されている[3]。このような状況から，昭和56年10月に改正された工場排水試験方法（JIS K0102—1981）には新たに非イオン界面活性剤の測定方法が取り上げられており，また，山梨県[4]や神奈川県[5]等では環境水中の非イオン界面活性剤の汚染実態調査に着手している。

我々も，このような界面活性剤の多様化に伴い，その測定方法を検討し，若干の知見を得たので報告する。

2 調 査 地 点

県内主要河川から7河川を選び，その主として河口部の，一部は潟の7地点を選んだ（図1）。ほかに河北潟についても測定を行った。

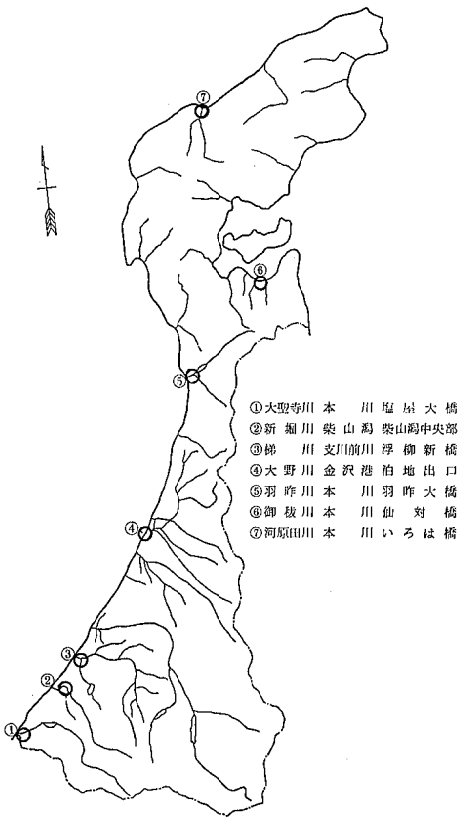


図1　陰イオン界面活性剤の調査地点

3 測 定 方 法

3・1 陰イオン界面活性剤の測定方法

測定方法としては

- 吸光光度法（メチレンブルー法）
  Longwell-Maniece 法，Abbott 法：メチレンブルー錯体→吸光光度法
- 赤外線吸収（IR）スペクトル法
  Sallee 法：1-メチルヘプチルアミン錯体→IR スペクトル
  安部ら　：メチレンブルー錯体→IR スペクトル
- 原子吸光光度法
  Bihan　：フェナントロリン-銅錯体→原子吸光法
- 高速液体クロマトグラフィー（HLC）
  高野ら　：Amberlite XAD-2 分離→HLC
- ガスクロマトグラフィー（GC）
  メチレンブルー錯体→クロル化→ECD-GC

などの方法があるが，操作の複雑さや妨害で一長一短がある。このうちGC法については，昭和53年度に若干の検討を試み，分岐鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムと直鎖型との分離定量に有効であることを確認している。また，メチレンブルー法については妨害を除去する多くの試みが報告されており，なかでも吸光光度法が従来から一番よく用いられていることから，他県のデータと汚染度合を比較したり，その変遷を見るには，現状ではメチレンブルー法で評価するのが最も妥当であると考えられる。本法は上水試験方法，工業用水試験方法(JIS K0101)，工場排水試験方法(JIS K0102）等に採用されており，高感度で操作が簡便ではあるが，メチレンブルーと複合体を形成し，クロロホルムに転溶する物質がすべて測定されるため，陰イオン界面活性剤というよりは，メチレンブルー活性物質（MBAS）としてとらえるべき一面もある。

(1) 試　薬

すべてJIS K0102—1971，22.1，あるいは1981，30.1に従った。

標準物質：ドデシル硫酸ナトリウム $CH_3(CH_2)_{11}OSO_3Na$（PIERCE CHEMICAL COMPANY 製，USA）を用いた。その含量検定を行ったところ，94.7

%であった。

(2) 装　置

分光光度計：島津UV—110—02

(3) 測定方法

測定方法はメチレンブルー吸光光度法（JIS K0102—1971，22.1）を採用した。

3・2 非イオン界面活性剤の測定方法

非イオン界面活性剤の測定方法としては

- 吸光光度法（チオシアン酸コバルト法）
  チオシアン酸コバルト錯体→吸光光度法
- 電位差滴定法（ヨウ素ビスマス塩法）
  Dragendolff 試薬→沈殿→電位差滴定法
- 原子吸光光度法
  原田ら：Dragendolff 試薬→沈殿→原子吸光法

などが代表的なものである。これらのうちチオシアン酸コバルト法は発色試薬の調製法の違いによっていくつかの変法に区別されるが，JIS K0102—1981に採用されているのは蔵多の方法である。

工業生産されている非イオン界面活性剤のほとんどがポリオキシエチレン系のものであるが，チオシアン酸コバルト法はエチレンオキシドを有しないものには適用できない。また，エチレンオキシド付加モル数により測定感度は大きく異なる[4]。さらに，精練，染色目的の事業所においては，付加モル数が10～20の高いものが，クリーニング業においては6～10程度のものが一般に使用される等使用目的によりエチレンオキシドの付加モル数が異なっている。したがって，事業場排水の測定においては，そこで使われている界面活性剤を標準にしなければならない。しかし，河川水中の非イオン界面活性剤の調査では，付加モル数による感度の違いを無視し，一定の標準を定めて測定している。

前処理操作としては，酢酸エチルエステルと窒素ガスを使う泡沫濃縮法がよく行われているが，本報では，JIS K0102—1981に準拠し，この特殊な装置を使わないバッチ抽出濃縮とイオン交換分離，チオシアン酸コバルト法を採用した。

(1) 試　薬

チオシアン酸コバルト溶液：チオシアン酸アンモニウム（特級）620gと硝酸コバルト6水塩（特級）280gを水に溶かして1ℓとし，ベンゼンで2回不純物を抽出除去し，濾紙でベンゼンの微泡を除き，褐色びんに貯えて使用した。

標準物質：ヘプタオキシエチレンドデシルエーテル $CH_3(CH_2)_{11}O\ (CH_2CH_2O)_7H$，エチレンオキシド付加モル数7（以下AE（$C_{12}$）と略する）。

イオン交換樹脂：陽イオン交換樹脂としてAG50W—X8，20～50mesh，Na form，陰イオン交換樹脂としてAG1—X4，20～50mesh. Cl formを常法に従って精製したのち，体積比1：2の割合に混合（mix bed型）して使用した。このカラムは5回までの繰り返し使用に限った。流出速度は1時間当り200mlとした。

他はJIS K0102—1981，30.2に従った。

(2) 装　置

分光光度計：島津UV—110—02

遠心分離器：KUBOTA Model K—80

(3) 測定方法

測定方法はチオシアン酸コバルト法（JIS K 0102—1981，30.2）を採用した。

4 結果と考察

4・1 陰イオン界面活性剤

県内河川での測定結果を表2，図2に示した。昭和56年度は7地点について12カ月のデータが得られたので，その最高と最低，平均値を求め，考察を加えた。

地点別では仙対橋の値が格段に高く，0.18～1.49 mg/lと変動も大きい。その他の地点においては，羽咋大橋と泊地出口の7月と浮柳新橋の7月，3月の値を除けばほとんどが0.2mg/l以下であり，0.1mg/l以下は全データの62%であった。

平均値でみると，仙対橋は他の地点より1オーダー高く，次いで浮柳新橋の0.14mg/l，羽咋大橋の0.11 mg/lであり，他は0.10mg/l以下であった。

これらの数値は他県の結果に比べて決して低いとは言えないが，選んだ7地点が各河川の末端であり，汚濁の最たる所ばかりであることを考慮すれば当然とも言えよう。今後は，これらの地点でのMBAS値といった側面からもその動向を見守りたい。

また，最低値は11月（2地点），及び1月（5地点）に集中しているのに対して，最高値は6月（1地点），7月（3地点）及び8月（1地点）の夏季と12月（1地点）及び2月（2地点）に出現し，その季節的傾向は必ずしも明確でない。菊地は，界面活性剤（LAS）は27°C，21°Cの河川水中においては2，3日で分解されてしまうが，低温では急激にその生分解性が低くなり，9.5°Cにおいては9日経過後もなおその80%が分解されずに残存すると報告している[6]。とすれば，冬季には環境水中の界面活性剤濃度が相対的に高くなるはずであり，逆に6～8月の高温期には，一般家庭

表 2　　陰イオン界面活性剤（MBAS）測定結果　　（単位　mg/l）

調査地点	54年度 9月	55年度 9月	56年度 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	最低値～最高値	平均値
塩屋大橋	0.12	0.04	0.03	0.14	0.18**	0.07	0.18**	0.09	0.04	0.04	0.15	0.02*	0.18**	0.06	0.02～0.18	0.10
柴山潟中央部	0.06	0.01	0.03	0.03	0.05	0.02	0.05	0.04	0.03	0.01	0.11**	N.D.*	0.06	0.01	N.D.～0.11	0.04
浮柳新橋	0.14	N.D.	0.18	0.11	0.05	0.31**	0.14	0.08	0.06	0.02*	0.13	0.09	0.17	0.30	0.02～0.31	0.14
泊地出口	0.10	0.08	0.10	0.04	0.06	0.30**	0.11	0.04	0.04	0.01	0.08	N.D.*	0.03	N.D.*	N.D.～0.30	0.07
羽咋大橋	0.10	N.D.	0.22	0.09	0.07	0.34**	0.10	0.07	0.08	0.06	0.11	0.01*	0.07	0.04	0.01～0.34	0.11
仙対橋	3.09	0.79	0.87	0.20	1.49**	1.00	0.49	1.26	1.30	0.18*	0.45	0.40	0.73	1.32	0.18～1.49	0.81
いろは橋	0.11	0.03	0.05	0.06	0.09	0.01	0.08	0.08	0.14	0.02	0.09	N.D.*	0.17**	0.02	N.D.～0.17	0.07
			0.03～0.87	0.03～0.20	0.05～1.49	0.01～1.00	0.05～0.49	0.04～1.26	0.03～1.30	0.01～0.18	0.09～0.45	N.D.～0.40	0.03～0.73	N.D.～1.32		

N.D.＜0.01mg/l　　** 地点別最高値　　* 地点別最低値

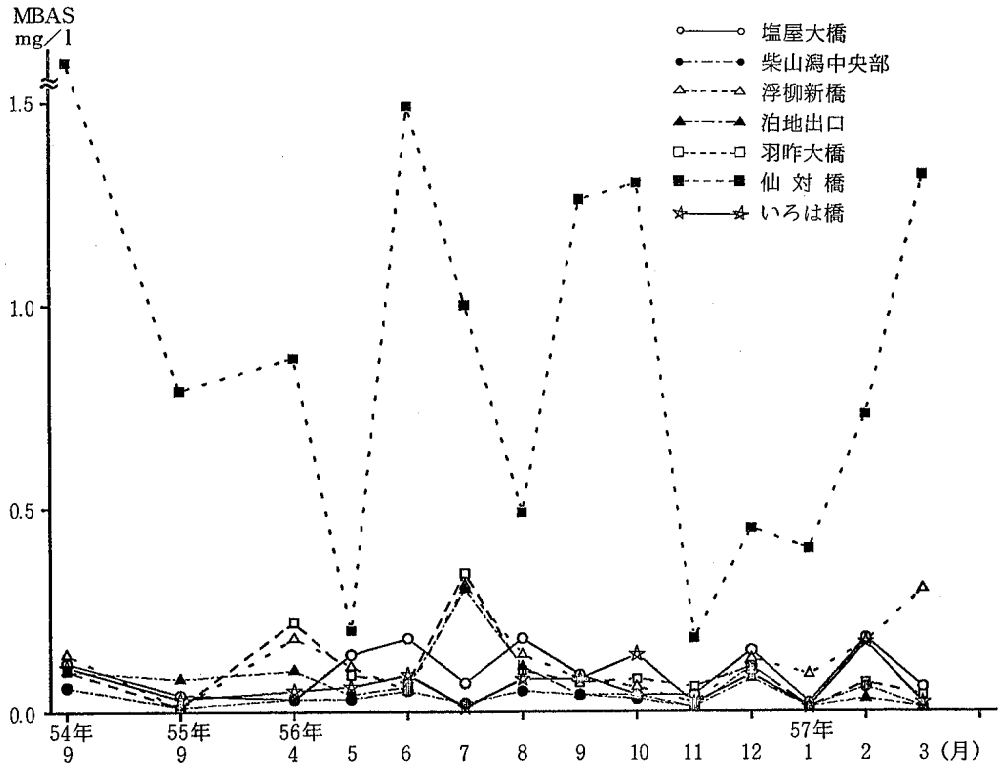


図 2　　陰イオン界面活性剤測定結果

における衣料用合成洗剤の使用量が多少増えても，速い分解性がそれをしのぐと考えられる。しかるに，今回の測定結果からは逆の傾向もみられた。この理由としては，菊地の実験は通気した好気的な条件下で行われており，実際の河川の脈流部においては上記のような生分解が期待できるが，県内の測定地点はいずれも河川河口部，あるいは感潮域に達するものもあり，好気的な生分解が困難な上に，メチレンブルー活性物質（MBAS）値に妨害が大きいことが予想される。すなわち，メチレンブルー法は陰イオン界面活性剤のみに特異的な測定方法ではなく，自然界に存在し，または人為的に排出される有機，無機の物質が，プラスあるいはマイナスに妨害すると言われている。

メチレンブルー法とGC法とのデータを比較し，河川水中のLAS/MBASは3/5（n=10）[7]とか，都市下水の影響の大きな河川で0.16/0.79=20%[8]という例もある。しかしながら，GC法ではアルキルベンゼンスルホン酸塩以外の陰イオン界面活性剤は測定されないため，MBAS中のLAS以外をすべて妨害物質とみなすことはできない。

4・2　非イオン界面活性剤

(1)　吸収スペクトルと検量線

標準物質AE（C_{12}）2.0mgとチオシアン酸コバルト溶液とでできる錯塩のベンゼン溶液の吸収スペクトルを図3に示した。吸収波長は625nmと325nm付近の2つである。両波長を用いたAE（C_{12}）の検量線を図4に示した。非イオン界面活性剤のチオシアン酸コバルト錯体は青色を呈し，この吸収が625nmであるが，325nmにおける紫外部吸収に比べると約1/5の感度である。

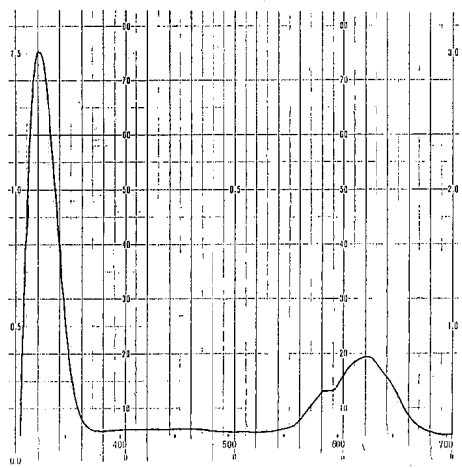


図3　ヘプタオキシエチレンドデシルエーテルのチオシアン酸コバルト法による吸収スペクトル

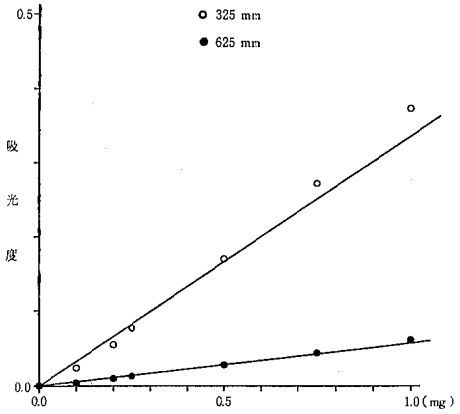


図4　ヘプタオキシエチレンドデシルエーテルの検量線

325nmにおける検量線は1.00mgまでの範囲でほぼ直線となるが，低濃度域において低めとなる傾向がある。これは本法において多量に使用する塩析剤（NaCl）と脱水剤（無水硫酸ナトリウム）への吸着等によるものと考え，塩析剤をKCl，脱水法を遠心分離法に変更してみたが，検量線の直線性に有意な改善はなかった。

(2)　回収率

環境水等低濃度試料に対処するため，濃縮操作としてバッチ抽出（酢酸エチルエステルを使用），分離操作としてイオン交換分離による回収率試験を行った。すなわち高濃度標準溶液（1.00～10.0mg/l）についてはイオン交換分離操作，1.00mg/l以下の低濃度標準溶液については濃縮，イオン交換分離両操作による回収率をみたのが表3，表4である。

回収率の算出方法は，0.10～1.00mgのAE（C_{12}）を直接チオシアン酸コバルト溶液と反応させ測定して

表3　イオン交換分離操作による回収率

標準物質 (mg)	回収率 (%)	
0.10	116	
0.25	93.5	
0.50	95.6	平均　94.0
0.75	94.3	
1.00	92.7	

表4　濃縮操作・イオン交換分離操作による回収率

標準物質 (mg)	回収率 (%)	
0.10	100	平均 97.5
0.20	93.8	
0.25	98.7	

得た値を基準として，同量の標準物質を含有している100ml（イオン交換分離操作による回収率）あるいは500ml（濃縮操作，イオン交換分離操作による回収率）の水溶液を測定方法に従って測定した値と比較した。その結果，両者とも95%近い回収率が得られ，充分に実用に供し得ると考えられた。

(3) 妨害物質の影響

チオシアン酸コバルト法における妨害物質の影響については，前川らがイオン性界面活性剤やその他について検討し，界面活性剤共存時（1～2 mg）に呈色に加成性が成立し，妨害は相加的であるとしている[9]。一方，飯塚は陰イオン界面活性剤（0.02～0.3mg）は測定に負の誤差が生じるとしている[10]。

そこで，目的とする環境水には当然陰イオン界面活性剤が混在しているので，チオシアン酸コバルト法における陰イオン界面活性剤による妨害を調べた（図5）。これによると，陰イオン界面活性剤はチオシアン酸コバルト法では感度は低く，ほとんど妨害にならないと考えられた。

(4) ベンゼン層の脱水

ベンゼン層からの脱水操作としての無水硫酸ナトリウム添加法の代替として，遠心分離法について検討した。

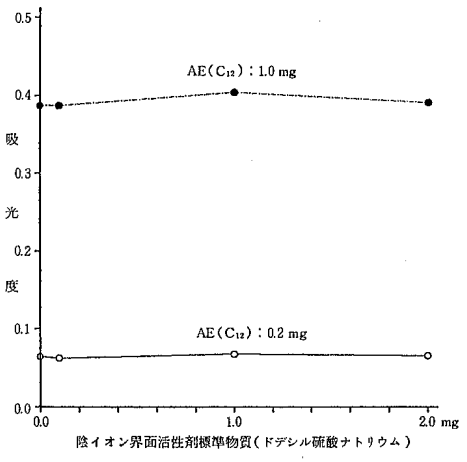


図5　陰イオン界面活性剤による妨害

その結果，2,500rpm，10分間の遠心分離で充分脱水目的が達せられた。また，低濃度分析においてはベンゼン25mlを更に少量にすることが望ましく，ベンゼン層のロスを少なくするためにも遠沈法が有利であると考えられる。

(5) 環境水への応用

チオシアン酸コバルト法による環境水（調査7地点と河北潟）の測定結果を表5に示した。仙対橋並びに河北潟東部承水路でのコバルトチオシアネート活性物質（CTAS）が比較的高めであるほかは，非イオン界面活性剤の存在を確認できる数値ではない。

また，河川水においてはMBAS/CTASがその汚濁の傾向を表わす目安になると言われている。すなわち，繊維工場排水におけるMBAS/CTASは約0.25であり，この排水が流入する河川水のそれは1以下になる。一般の河川水のMBAS/CTASは約6.8であり，家庭下水のそれは6.2であると報告されている[5)9)]。

そこで，今回の測定値からMBAS/CTASを計算してみると（表6），仙対橋地点は5.8と家庭下水による汚濁を示し，河北潟東部承水路は0.2とCTASが比較的多い割りにMBASが少なく，繊維，染色工場排水の影響のあることが示唆された。

表5　非イオン界面活性剤（CTAS）測定結果

（単位　mg/ℓ）

調査地点	CTAS	調査地点	CTAS
塩屋大橋	N.D.	いろは橋	N.D.
柴山潟中央部	0.02	河北潟東部承水路	0.11
浮柳新橋	0.04	河北潟 A	N.D.
泊地出口	N.D.	〃 B	0.02
羽咋大橋	0.03	〃 C	0.04
仙対橋	0.14		

N.D.＜0.02mg/ℓ

表6　河川水等におけるMBAS/CTAS

調査地点	MBAS	CTAS	MBAS/CTAS
柴山潟中央部	0.04	0.02	2.0
浮柳新橋	0.14	0.04	3.5
羽咋大橋	0.11	0.03	3.7
仙対橋	0.81	0.14	5.8
河北潟東部承水路	0.02	0.11	0.2
河北潟 B	0.02	0.02	1.0
〃 C	0.03	0.04	0.8

5 ま と め

陰イオン界面活性剤の環境測定結果をまとめ，現在界面活性剤の生産量の30%を占める非イオン界面活性剤の測定方法について検討し，これを環境水に適用し，次の結果を得た。

(1) メチレンブルー法による県内7地点の陰イオン界面活性剤測定結果では，御祓川仙対橋では0.18～1.49mg/lの範囲で格段に高い値を示した。この仙対橋での年間最高値の1.49mg/lを始めとして他の地点においても年間最高値がともに6，7，8月の高温期に多いことは，生分解性等から考えて，メチレンブルー活性物質（MBAS）に占める真の陰イオン界面活性剤の構成比率は低いことが予想される。

(2) 溶媒抽出濃縮とイオン交換分離とを組み合わせ，チオシアン酸コバルト法による環境水中の非イオン界面活性剤の測定を試みた。その結果，仙対橋と河北潟東部承水路でのコバルトチオシアネート活性物質（CTAS）が比較的高かった。

(3) MBAS/CTASから汚濁の傾向をみると，仙対橋では家庭下水による汚濁が指摘される一方，河北潟東部承水路や河北潟ではMBAS/CTASが1以下であることから，この水域に繊維，染色工場排水の流入が示唆された。

文　献

1) 通産省大臣官房調査統計部：昭和54年化学工業統計年報
2) 三浦千明，山中樹好，三階貴男，吉村孝一，林信太：油化学，28，351—355（1979）
3) 菊地幹夫：昭和51年度公害研究報告書水質編（東京都）26—34（1977）
4) 小林規矩夫，田中　久，沼田　一：衛生化学，26，92—98（1980）
5) 節田節子，森　康明，長谷川一夫，内藤昭治：水質汚濁研究，5，1—7（1982）
6) 菊地幹夫：第3回環境における化学物質分析法研究発表会講演要旨集，52（1980）
7) 月岡　忠：化学物質環境分析手法（環境庁保健調査室），198—205（1980）
8) 青木啓子，前川　勉，加藤賢二，堀川武夫，田川専照，塩谷勝夫：福井県公害センター年報，9，220—225（1979）
9) 前川　勉，田川専照，塩谷勝夫，岸彦三：水質汚濁研究，2，223—235（1979）
10) 飯塚貞男：横浜市公害研究所年報，2，220—224（1980）

〔報　文〕

石川県内ダム貯水池の水質調査

—— 過去3か年におけるダム湖の水質 ——

竹野裕治・矢鋪満雄・矢田峰子
石川県衛生公害研究所環境部　東　浩一・堀　秀朗・平　哲宣
石田喜朗・本田和子・西　登志美

1 はじめに

近年，ダム貯水池の水質悪化が問題となってきている。なかでも，上水道用水，灌漑用水，工業用水等の供給を兼ねた多目的ダムは，冷水，濁水，富栄養化等による影響がとりわけ大きく，これらの防止対策が望まれている。

このため，建設省においては「ダム貯水池水質調査要領[1)]」（以下「調査要領」という）を定めて調査を指導しており，石川県においても，昭和54年度から犀川ダム，内川ダム及び我谷ダムの貯水池を対象として，「調査要領」に基づき調査を継続している。今回，過去3か年の水質調査結果を基にダム貯水池水質に関して若干の検討を加えたので報告する。

2 対象ダム貯水池の概要

2・1 犀川ダム貯水池

犀川ダム貯水池は，金沢市の中央部を貫通する犀川の上流部に位置しており，洪水調節，灌漑用水，上水道用水及び工業用水の供給並びに発電を兼ねた多目的ダムである。これは山間部にあり，その流域はすべて山林で覆われ，大きな汚濁源はないが，流入河川の1つである倉谷川の流域には廃鉱山がある（図1，表1）。

2・2 内川ダム貯水池

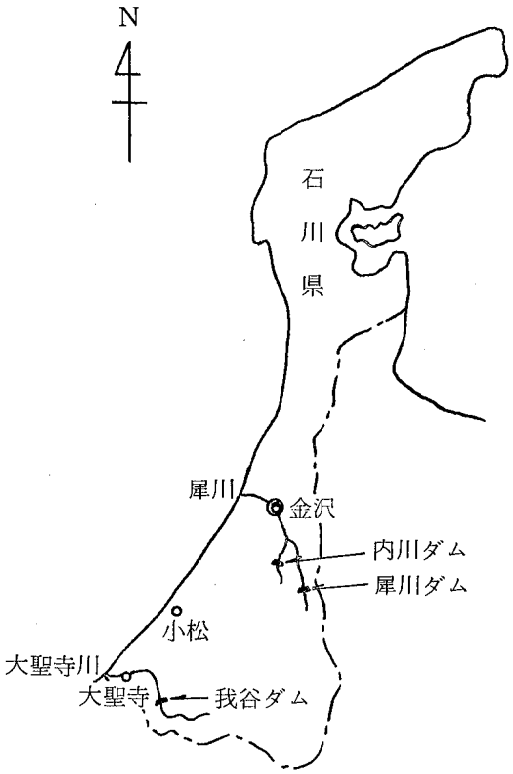


図1　各ダム貯水池の位置図

The Ouality of Water of Dam Reservoirs in Ishikawa Prefecture for the Past Three Years, 1979-1981. *by Yuhji TAKENO, Michio YASHIKI, Mineko YATA, Koh-ichi HIGASHI, Syuhroh HORI, Tetsunori HIRA, Yoshiaki ISHIDA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表 1　　各ダム貯水池の諸元

諸　　元	犀　　川	内　　川	我　　谷
ダムの型式	コンクリートダム	コンクリートダム	コンクリートダム
ダムの高さ　(m)	72.0	81.0	56.5
竣　　工	昭和 41. 3	昭和 50. 3	昭和 39. 3
貯水池総容量　(m^3)	14,300,000	9,500,000	10,100,000
貯水池有効容量　(m^3)	11,250,000	7,600,000	8,750,000
常時満水位　(EL-m)	346.50	224.50	149.00
最低水位　(EL-m)	315.50	204.00	123.00
湛水面積　(km^2)	0.59	0.40	0.60
集水面積　(km^2)	57.8	34.5	86.1

内川ダム貯水池は，犀川上流部の支川である内川の犀川との合流点の上流約 4.5km のところに位置している多目的ダムである。その流域は犀川ダムと同様，山林地帯で占められている。

2・3　我谷ダム貯水池

我谷ダム貯水池は，大聖寺川上流，我谷地区に位置する多目的ダムで，上流域には100戸程度の人家が散在するが，大部分は山林地帯である。なお，ダム上流部片谷地区で新たに九谷ダムの建設が計画されている。

3　調　査　方　法

3・1　調査地点，項目及び調査方法

「調査要領」に準拠して行ったが，本報にはダム貯水池内1地点，調査項目は表層（水深0.1m～0.5m）については水温，EC（導電率），透明度，SS（浮遊物質量），濁度，DO（溶存酸素）飽和率，COD（化学的酸素要求量），BOD（生物化学的酸素要求量），T-N（全窒素濃度），T-P（全リン濃度），また，底層（底より1m上）については EC，DO 飽和率についてのみ転載した。[2)3)]

3・2　調査時期と回数

犀川，内川両ダムは，昭和54年度から調査を継続実施しており，それぞれ54年度3回，55年度2回，56年度9回の計14回，我谷ダムについては，55年度3回，56年度9回の計12回の調査を行った（表2）。

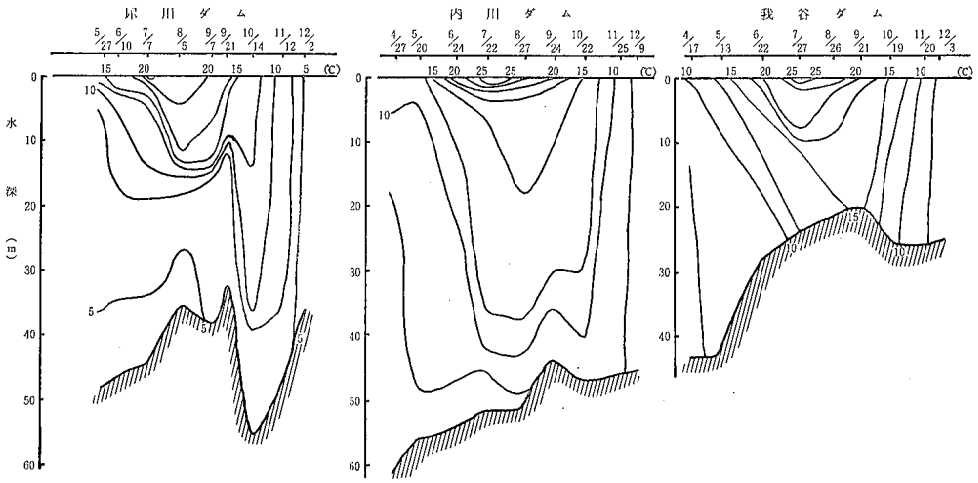


図 2　　水温経月変化（昭和56年）

表 2　調査時の気象と水理

調査年	犀川ダム						内川ダム						我谷ダム					
	月日	天候	日降水量(mm)	貯水位(m)	流入量(m³/sec)	放流量(m³/sec)	月日	天候	日降水量(mm)	貯水位(m)	流入量(m³/sec)	放流量(m³/sec)	月日	天候	日降水量(mm)	貯水位(m)	流入量(m³/sec)	放流量(m³/sec)
昭和54年	5月11日	晴	0	343.2	6.2	6.7	5月29日	晴	0	223.6	1.9	2.8						
	7月25日	晴	4	338.0	2.5	4.9	7月20日	晴	0	223.9	1.4	2.1						
	9月27日	雨	7	326.3	5.1	2.1	9月26日	曇	8	223.2	2.8	2.8						
昭和55年	6月2日	快晴	1	342.1	6.2	6.8	5月23日	快晴	0	223.7	2.2	2.8	6月12日	晴	0	134.5	4.5	5.7
	8月12日	晴	0	334.0	2.6	3.7	8月4日	曇	1	222.6	2.9	2.8	7月21日	晴	0	131.6	7.6	10.6
													9月19日	曇	35	123.8	2.9	3.3
昭和56年	5月27日	晴	0	345.8	13.4	13.4	4月27日	晴	0	226.2	10.5	11.9	4月17日	曇	12	147.3	34.9	34.5
	6月10日	曇	0	341.7	8.2	11.9	5月20日	曇	7	225.1	9.6	8.3	5月13日	晴	0	148.3	12.7	12.7
	7月7日	曇	0	340.2	10.3	12.6	6月24日	晴	12	223.5	4.5	2.8	6月22日	曇	8	133.9	4.5	4.5
	8月5日	曇	90	330.2	8.7	2.6	7月22日	曇	0	221.5	1.2	1.7	7月27日	晴	0	129.6	3.2	3.6
	9月7日	曇	0	326.9	2.9	7.0	8月27日	雨	3	223.3	2.5	7.8	8月26日	晴	0	128.2	5.7	10.7
	9月21日	曇	0	320.5	1.8	2.3	9月24日	晴	0	214.6	0.9	1.6	9月21日	晴	0	126.0	2.9	3.1
	10月14日	雨	33	346.3	8.3	3.9	10月22日	曇	0	218.6	1.6	2.8	10月19日	曇	1	131.3	4.2	10.4
	11月12日	晴	8	340.8	10.1	9.5	11月25日	曇	0	220.9	2.9	2.8	11月20日	曇	0	132.1	5.8	10.4
	12月2日	雪	0	334.1	3.5	7.0	12月9日	曇一時雨	3	220.8	3.2	2.8	12月3日	曇	2	133.1	9.0	10.4

表 3—1　犀川ダム水質調査結果

調査年月日	水温(°C)	EC(μS/cm)	EC※(μS/cm)	透明度(m)	SS(mg/ℓ)	濁度(mg/ℓ)	DO飽和率(%)	DO飽和率※(%)	COD(mg/ℓ)	BOD(mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
昭和54年5月11日	13.4	80.8	67.6	4.2	2.4	0.9	109	83	1.7	0.5	0.686	0.011
7月25日	25.1	78.6	87.8	3.3	0.8	0.6	104	55	2.9	1.3	0.737	0.011
9月27日	18.3	79.3	75.3	1.1	3.6	2.7	91	3	2.5	1.1	0.335	0.011
昭和55年6月2日	19.7	59.5	48.1	1.9	3.0	2.0	107	86	1.9	0.5	0.893	0.014
8月12日	21.4	81.8	55.9	2.8	2.8	2.7	103	46	1.7	1.7	1.764	0.608
昭和56年5月27日	12.7	63.8	91.1	2.1	2.6	7.5	103	65	0.8	0.3	0.274	0.011
6月10日	15.3	60.2	91.2	3.5	3.6	2.6	99	66	1.3	0.7	0.387	0.009
7月7日	22.5	54.7	84.7	1.0	9.4	7.8	131	67	4.5	4.7	0.727	0.033
8月5日	21.5	90.2	87.0	1.5	4.2	2.6	93	55	2.0	1.3	0.445	0.102
9月7日	19.7	75.1	81.0	1.5	9.4	7.3	90	15	3.3	1.4	0.482	0.016
9月21日	18.1	89.0	75.2	1.5	7.4	7.8	101	9	2.1	0.8	0.764	0.021
10月14日	14.4	61.7	60.7	1.5	8.6	10.0	101	51	3.0	1.3	0.448	0.019
11月12日	9.4	76.1	98.3	3.8	1.6	1.6	97	7	2.0	0.6	0.770	0.015
12月2日	4.7	88.2	92.7	2.5	0.6	1.2	91	76	1.7	0.1	0.594	0.009

※　水底より1m上の調査項目

表 3—2　内川ダム水質調査結果

調査年月日	水温(°C)	EC(μS/cm)	EC※(μS/cm)	透明度(m)	SS(mg/ℓ)	濁度(mg/ℓ)	DO飽和率(%)	DO飽和率※(%)	COD(mg/ℓ)	BOD(mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
昭和54年5月29日	17.7	80.5	77.5	1.8	1.6	3.2	118	49	3.4	2.4	0.266	0.020
7月20日	22.6	83.7	79.8	2.8	2.2	0.4	127	17	3.3	2.2	0.185	0.013
9月26日	20.1	65.8	80.8	2.0	3.8	3.5	114	8	3.9	2.6	0.478	0.019
昭和55年5月23日	16.9	81.2	50.0	0.9	13.6	9.6	141	72	6.1	1.0	0.169	0.029
8月4日	21.2	70.3	80.8	1.5	2.4	2.3	141	30	4.9	3.2	0.987	0.018
昭和56年4月27日	12.8	64.1	64.8	1.8	5.2	6.7	113	96	1.7	1.3	1.027	0.026
5月20日	12.1	61.9	64.6	3.0	4.6	5.1	100	63	2.0	1.8	0.773	0.019
6月24日	21.6	86.0	63.7	1.1	15.8	10.3	144	41	5.6	2.5	0.456	0.016
7月22日	27.1	70.4	61.6	2.5	2.0	3.8	111	23	2.4	1.9	0.321	0.077
8月27日	23.7	59.8	60.5	0.6	15.0	18.8	123	12	5.3	1.6	0.917	0.027
9月24日	20.1	96.9	70.5	0.7	9.0	15.7	149	16	11.3	5.0	2.243	0.026
10月22日	14.3	56.0	79.0	2.4	2.8	3.5	101	9	2.4	0.9	0.766	0.015
11月25日	8.9	73.5	74.8	2.2	3.4	4.0	97	82	1.5	1.1	1.324	0.021
12月9日	7.1	82.0	84.2	1.6	4.8	5.1	96	91	1.1	0.5	0.506	0.013

※　水底より1m上の調査項目

表 3—3　　我谷ダム水質調査結果

調査年月日	水温 (°C)	EC (μS/cm)	EC※ (μS/cm)	透明度 (m)	SS (mg/ℓ)	濁度 (mg/ℓ)	DO飽和率 (%)	DO飽和率※ (%)	COD (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)
昭和55年6月12日	22.8	60.0	54.2	1.4	4.4	3.1	126	45	4.1	2.9	0.370	0.030
7月21日	24.0	46.0	49.0	1.9	2.4	3.0	121	85	2.9	1.3	0.692	0.018
9月19日	21.9	82.3	106.0	1.9	2.8	1.6	112	0	1.9	2.4	0.290	0.018
昭和56年4月17日	10.1	48.6	42.0	1.7	2.0	1.2	106	103	1.0	1.2	0.576	0.022
5月13日	13.6	43.5	41.3	1.3	7.2	2.6	103	97	1.3	0.8	0.272	0.021
6月22日	21.3	66.0	56.7	1.1	6.0	5.7	120	59	1.6	1.7	0.336	0.018
7月27日	26.0	75.5	68.1	2.7	3.0	2.8	101	9	1.9	0.9	0.179	0.123
8月26日	23.5	58.1	66.4	0.7	11.0	9.6	96	3	2.8	4.4	0.929	0.020
9月21日	20.5	65.9	62.6	2.7	2.2	1.8	107	28	1.8	1.4	0.462	0.017
10月19日	14.5	56.1	55.1	1.2	9.0	7.1	96	90	2.1	0.8	0.514	0.025
11月20日	9.3	60.0	60.9	2.7	1.7	2.7	98	100	1.1	0.8	0.221	0.023
12月3日	7.4	68.1	61.6	1.3	6.0	3.3	98	102	1.7	0.1	0.294	0.013

※　水底より1m上の調査項目

表 4　　水質調査結果の集計

ダム（データ数）	犀川ダム (14)			内川ダム (14)			我谷ダム (12)		
測定値 / 項目	最小値～最大値	平均値	変動係数 (%)	最小値～最大値	平均値	変動係数 (%)	最小値～最大値	平均値	変動係数 (%)
EC (μS/cm)	54.7 ～ 90.2	74.2	16	56.0 ～ 96.9	73.7	16	43.5 ～ 82.3	60.8	19
EC※ (〃)	48.1 ～ 98.3	78.3	19	50.0 ～ 84.2	70.9	14	41.3 ～106.0	60.3	28
透明度 (m)	1.0 ～ 4.2	2.3	46	0.6 ～ 3.0	1.8	43	0.7 ～ 2.7	1.7	40
SS (mg/ℓ)	0.6 ～ 9.4	4.3	72	1.6 ～ 15.8	6.2	82	1.7 ～ 11.0	4.8	63
濁度 (〃)	0.6 ～ 10.0	4.1	78	0.4 ～ 18.8	6.6	80	1.2 ～ 9.6	3.7	67
DO飽和率 (%)	90 ～131	101	10	96 ～149	120	15	96 ～126	107	10
DO飽和率※ (〃)	3 ～ 86	49	59	8 ～ 96	44	73	0 ～103	60	69
COD (mg/ℓ)	0.8 ～ 4.5	2.2	42	1.1 ～ 11.3	3.9	68	1.0 ～ 4.1	2.0	44
BOD (〃)	0.1 ～ 4.7	1.2	96	0.5 ～ 5.0	2.0	58	0.1 ～ 4.4	1.6	75
T-N (〃)	0.274～ 1.764	0.665	55	0.169～ 2.243	0.744	75	0.179～ 0.929	0.428	51
T-P (〃)	0.008～ 0.102	0.021	117	0.013～ 0.077	0.024	66	0.013～ 0.123	0.029	103

※　水底より1m上の調査項目

4　調査結果と考察

表3に各ダム貯水池の全水質調査結果を，また，表4に項目ごとの集計結果を示した。

調査結果のうち，我谷ダムの昭和55年9月の底層のDO飽和率が0%で，これに対してECが106μS/cmとただ1つ100μS/cmを越え，かなりの高値を示した。これは底層水の還元状態，底泥からの溶出作用を裏書きした結果と推察される。底層部でのDO飽和率の経月変化は，3ダムとも同じ傾向を示し，水温躍層が出現し始める5月頃[2)3)]から減少が始まり，9月前後が最も低値となる傾向である。これに対して，表層部のDO飽和率は大部分が100%を越えており，夏季を中心に120%を越えるものもいくつか見られる。なお，昭和56年の水温経月変化を図2に示した。

CODでは，内川ダムの昭和56年9月が11.3mg/lと高値を示し，同時にDO飽和率149%，BOD 5.0mg/l，T-N 2.243mg/lで，盛んな生産活動をうかがわせる結果となっている。各ダムのSS，COD平均値を，環境基準湖沼類型に照合させると，ほぼA類型（SS 5mg/l以下，COD 3mg/l以下）相当である。

栄養塩では，3ダムとも平均値はT-N 0.4～0.7 mg/l，T-P 0.02～0.03mg/lと，T-N，T-Pの比が15/1～39/1であった。そこで，全国の湖沼についての透明度とT-P濃度による分級図[4)]（図3）に，各ダムの水質（犀川：透明度2.3m，T-P 0.021mg/l，内川：透明度1.8m，T-P 0.024mg/l，我谷：透明度1.7m，T-P 0.029mg/l）をプロットして栄養度レベルを比較した。なお，図中の枠はT-Pと透明度による水質区分を示すものである。その結果，3ダムともほぼ同一区分（透明度2～4m，T-P 0.01～0.03mg/l）に属し，例えば琵琶湖（南湖），小河内ダムと同じ区分となり，水道の急速濾過障害を通常は生じていない湖という水準である。また，栄養度による湖沼分類値[5)]

からは，中栄養（T-N 0.1～0.7mg/l，T-P 0.01～0.03mg/l）水準であった。

次に，各ダム貯水池ごとに項目間の相関係数（r）を求め，図4に併せて示した。なお，r 値についてはデータ数が12～14であることから，母集団の相関係数・ρ（95%信頼区間）がほぼ同符合となりうる r＞|0.5|についてのみ記した。3ダムとも同じ結果になっているものは，負の相関では SS と透明度，濁度と透明度であり，濁質分に遮光され，透過光が減衰することを示し，その結果，SS と濁度の正の相関が明確となる。そのほか，水温と BOD，COD と BOD が正の相関が強く，これは水温の上昇，あるいは光量の増加に伴う藻類等の1次生産力の増大による結果と考えられる。また，この傾向は DO と COD，DO と BOD にも現われている。

更に，各ダム間，又は調査月別間の水質の関連性，類似性について，濃度相関マトリックス[6]を用いて検討してみた。濃度相関マトリックス手法の手順は以下のとおりである。まず，各試料について全分析成分の濃度比を行と列それぞれに並べた濃度比マトリックスを作成する。次に，試料相互間の対応する成分濃度比のマトリックスを作る。そして，このマトリックス要素の値が1.0に近いものが多い程，試料間の相関性が高いと判断する。相関性の有無を判定する基準は，統計的に有意の相関がありと考えられる数の範囲のとり方によって決まる。この数を判定基準　M（≧1.0）と称し，実際には，1.0を挟む範囲内，つまり 1/M～

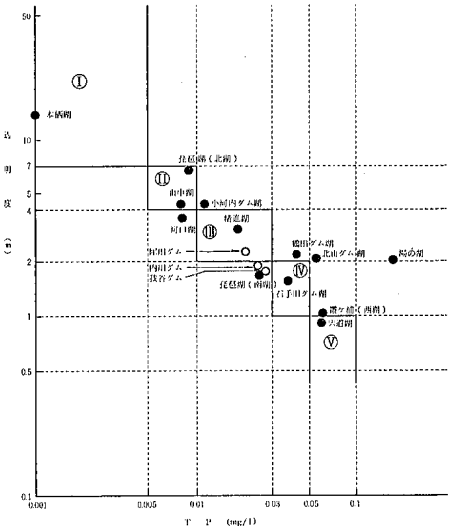


図3　　透明度と全リン濃度

Mに入る要素の値を拾い上げて評価する。また，対角線要素列を除く要素群についての1/M～Mの範囲内に入る要素数の割合は相関数と呼称されている。つまり，得られた相関数は，比較する2つの試料についての相似を，その分析成分について数値的に示したものであり，Mの採り方によって変わる。

今回の試みでは，3ダムの貯水池水40試料について12成分を用い，780個の相関数を求めた。M＝1.3と

項目	水温	EC	EC※	透明度	SS	濁度	DO	DO※	COD	BOD	T－N	T－P
水温												
EC												
EC※		(W)										
透明度												
SS			[U]	[S][U][W]								
濁度			[U]	[S][U][W]	(S)(U)(W)							
DO	(U)	[S](U)		[U]	(U)							
DO※	[U][W]	[W]	[W]									
COD	(W)	(U)		[U]	(S)(U)	(U)	(U)(W)					
BOD	(S)(U)(W)				(S)		(S)(U)	[U][W](S)(U)(W)				
T－N						(W)				(U)(W)		
T－P												

○：r ＞ 0.5
□：r ＜−0.5
S：犀川ダム
U：内川ダム
W：我谷ダム

※：水底より1m上の調査項目

図 4　　測定項目間の相関係数（r）

した場合の全相関数の分布から，上位からほぼ10%に相当する相関数として0.30を採用した。よって，この場合には相関数が0.30以上となる試料間の相関が相互に密になる。つまり類似性が認められる組み合わせであるということになる。得られた結果を図5にプロットし，また，表5に全体をダム別，月別及び調査月（4～12月）を4～6月，7～9月，10～12月の3時期に分けた時期別に，また，各ダムごとに集計したものをその組み合わせ数，有相関数（類似性ありと認められた組み合わせ数）とその割合について示した。

全体では，有相関数の割合は15%となり，ダム別，月別，時期別における同と異の差は4～6%であり，大きい差はない（表5－1）。また，調査月が同じ場合の有相関数16個のうち，9月は7個を占め，他の月と明確な相異をみたが，これは，水温躍層が崩れ始める前，つまり最も安定な水層構造を反映した結果とみられる。また，表5－2では我谷ダムの同と異の差が9%で最も大きく，我谷ダムどうしでみた場合，同の有相関数15個は4～6月と9～12月間で10個を占めている。これは犀川，内川ダムと比較して，水深が浅く[2)3)]（表1），両期酷似の水温分布（図2）による結果がそのまま現われたものと思われる。以上，これらの結果は1例にすぎないが，今後も成分数，試料数を増やし，流入水をも含めて検討を加える予定である。

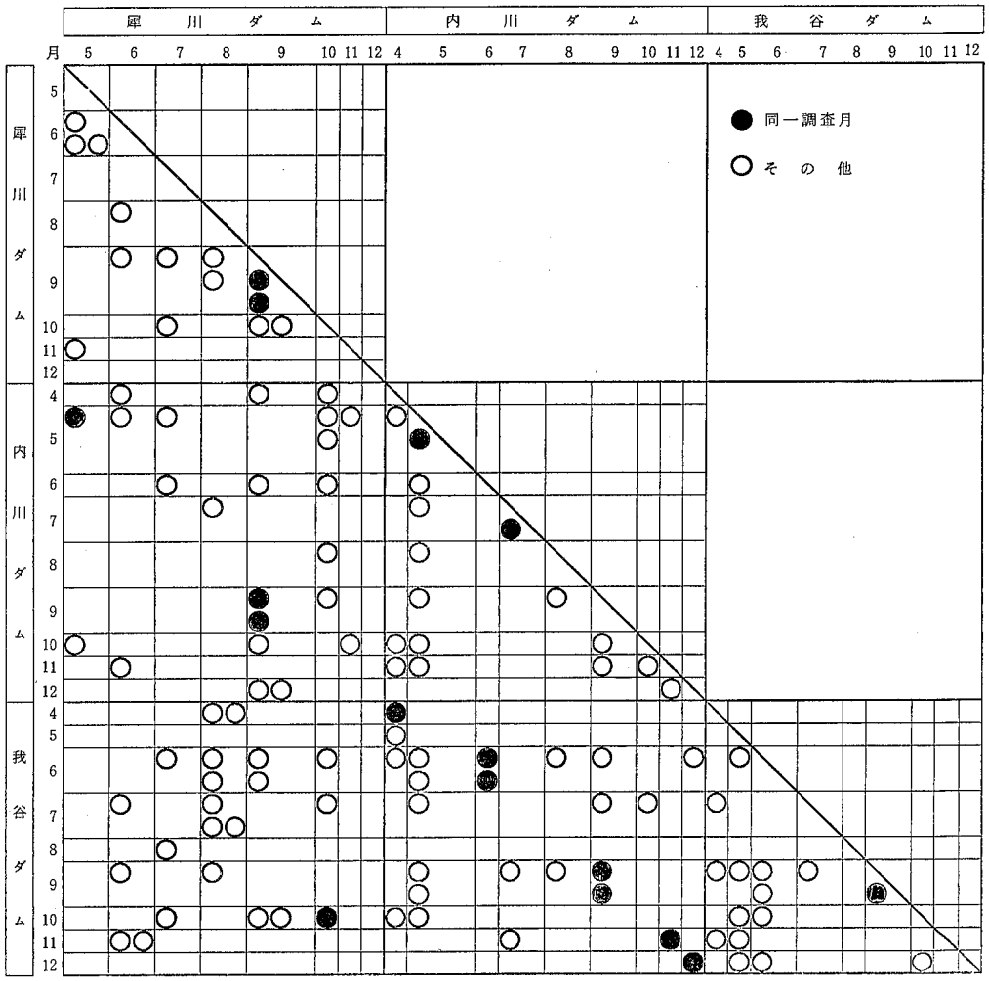


図 5　　濃度相関マトリックス

表 5—1　　濃度相関マトリックス

相関数	全体	ダム別		月別		時期別	
		同	異	同	異	同	異
組み合せ数・a	780	248	532	81	699	267	513
有相関数・b	114	45	69	16	98	46	68
割合・b/a (%)	15	18	13	20	14	17	13

表 5—2　　各ダムにおける濃度相関マトリックス

相関数	犀川ダム			内川ダム			我谷ダム		
	全体	同	異	全体	同	異	全体	同	異
組み合せ数・a	455	91	364	455	91	364	402	66	336
有相関数・b	59	14	45	63	16	47	61	15	46
割合・b/a (%)	13	15	12	14	18	13	15	23	14

5 ま と め

石川県内の犀川，内川，我谷ダム貯水池について，過去3か年（昭和54～56年）の水質調査結果をもとに若干の検討を加えた。

(1) 3ダム貯水池とも水温躍層が出現し始める5月頃から底層部での DO 減少傾向がみられ，9月前後が最低となる。特に我谷ダムにおいては DO 飽和率0%の例（昭和55年9月）もみられ，同時に EC は106μS/cm と，高値となったのが特徴的であった。

(2) 各ダム貯水池の SS，COD 平均値を環境基準に対応させると，ほぼ湖沼 A 類型に相当したが，1部内川ダム（昭和56年9月）で COD 11.3mg/l と高値がみられ，同時に DO 飽和率 149%，BOD 5.0mg/l と盛んな生産活動をうかがわせる結果が得られた。

(3) 透明度と T-P 濃度による分級では，3ダムともほぼ同一区分（透明度 2～4m，T-P 0.01～0.03 mg/l）に属し，琵琶湖（南湖），小河内ダムと同じ区分であった。また，N，P を栄養度による湖沼分類値と照合すると中栄養（T-N 0.1～0.7mg/l，T-P 0.01～0.03mg/l）水準であった。

(4) 各ダム貯水池ごとの項目間の相関係数から，当然ではあるが，SS と透明度，濁度と透明度が負の相関，対して，水温と BOD，COD と BOD が正の相関を示した。

(5) 濃度相関マトリックスから，月別における同月間の有相関数の発現が9月に集中している。これは，水温躍層が崩れ始める前，つまり，最も安定な水層構造を反映した結果とみられる。また，我谷ダムどうしでみた場合，同の有相関数の大部分が4～6月と9～12月間で占められているが，これは，我谷ダムが犀川，内川ダムに比べて，水深が浅いため，両期酷似の水温分布に符合した結果であろう。

文　献

1) 建設省河川局開発課：ダム貯水池水質調査要領，国土開発技術センター，東京（1980）
2) 石川県環境部：人造湖環境保全調査報告書，p 37—60（1979）
3) 石川県環境部：人造湖環境保全調査報告書，p 43—60（1980）
4) 窒素，燐等水質目標検討会：湖沼の燐に係る水質目標についての検討結果，(1980)
5) 坂本　充：用水と廃水，15，p 25—33（1973）
6) 日本地球化学会：水汚染の機構と解析，p53—83，産業図書，東京（1978）

〔報　文〕

アルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウム分解法による水中の全窒素測定方法の検討

矢鋪満雄・矢田峰子・東　浩一
石川県衛生公害研究所環境部　竹野裕治・堀　秀朗・平　哲宣
石田喜朗・本田和子・西　登志美

1 はじめに

環境水及び事業場排水中の全窒素の分析方法としては，従来から，窒素化合物を形態別に分析して合算する方法（総和法）がよく用いられてきたが，中でも，（ケルダール分解法）有機態窒素は分解や蒸留に時間がかかること，酸性条件下での分解のため実験室内のアンモニアによる汚染を受けやすいなど，迅速性，安定性及び操作性に問題があった。これらの問題点を緩和する方法の1つとして，試料中の窒素化合物をアリカリ性の条件下でペルオキソ二硫酸カリウムを用いて硝酸態窒素にまで酸化分解して定量する方法がKoroleff[1]によって見いだされて以来，種々の改良法が報告されているが[2)-6)]，これらの分解条件や分解後の定量方法は様々である。

我々は環境水，事業場排水及び既知濃度の窒素化合物を用い，前処理方法（アルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウム分解法）については，主として試薬濃度条件を，また，硝酸態窒素の定量方法については，Woodら[7)]，により研究され，上水試験方法[8)]に採用されている銅-カドミウムカラム還元・N-（1-ナフチル）エチレンジアミン法を適用し，試薬及び測定条件の検討を行った。その結果，従来の方法と比較し，定量性，感度，操作の簡便性のいずれの面においても良好な結果が得られたので報告する。

2 材料及び装置

2・1 試薬

(1) ペルオキソ二硫酸カリウム：メルク社製（N：max. 0.001%，ロット番号：0039552）

(2) 水酸化ナトリウム：和光純薬製（アミノ酸自動分析用）

(3) 金属カドミウム：和光純薬製（硝酸性窒素還元用，径0.5から2mm）

(4) その他の試薬：JIS試薬特級又はこれに準ずるもの

(5) 蒸留水：蒸留水をBarnstead社NANO pureに通過させたもの

2・2 器具

(1) 分解瓶：Pyrex社製スクリュー栓付硬質ガラス試験管（平底，テフロンライナー付，容量100ml）及び東京マティリアルス社製テフロンスクリュー栓付テフロン瓶（容量100ml）

(2) 還元カラム：柴田化学社製水道法準拠カラム

2・3 装置

(1) オートクレーブ：平山製作所製オート高圧滅菌器HA-3D型

(2) 吸光光度計：島津製作所製 UV 110-02 型及びUV-300型

(3) 自動分析装置：テクニコン社製オートアナライ

Determination of Total Nitrogen in Waters Using Persulfate Digestion, *by Michio YASHIKI, Mineko YATA, Koh-ichi HIGASHI, Yuhji TAKENO, Syuhro HORI, Tetsunori HIRA, Yoshiaki ISHIDA, Kazuko HONDA, and Toshimi NISHI, (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

ザー AA Ⅱ型及び柳本製作所製 TN-7型
(4) 全炭素濃度計：島津製作所製 TOC-10 B型

3 前処理方法

3・1 分析操作

前処理方法検討のための分析操作及びオートアナライザーのダイヤグラムを図1，図2に示す。分解温度及び時間は，Nydahl[3]は100°C，90分間か120°C，15分間，また Solárzano ら[5]及び三重県・滋賀県の報告では121°C，30分間で充分であると報告しているので，121°C，30分間とした。アルカリ溶液は pH 調整及びカラム極性保持のために添加した。

3・2 試薬ブランク

ペルオキソ二硫酸カリウムはその製造工程から窒素含量の低減化は難しいとされており，Nydahl[3]，Solárzano ら[5]は再結晶させたものを用いている。しかし，溶解度が低いこと，低窒素含有率の市販品があることなどから，市販品をそのまま使えれば便利であると考え，市販のペルオキソ二硫酸カリウムを対象としたブランク試験を行った。その結果，添加量とブランク値との間に良好な直線関係が得られ（図3），ブランク値の大部分はペルオキソ二硫酸カリウム中の窒素含量に起因していることが明らかとなった。そこで，以後の実験では最も低いブランク値を示した M 社のロット番号0039552を使用することとした。本品の窒素含量を算出すると4.6mg/kgである。

3・3 ペルオキソ二硫酸カリウム添加量

酸化剤としてのペルオキソ二硫酸カリウムの必要量は試料中の窒素量のみでなく，有機物などの被酸化性物質総量により決定される。したがって，添加量は多いほど適当と考えられるが，水に対する溶解度や含有窒素によるブランク値の上昇のこともあって，これまでの報告では試料 50ml 当たり 0.456～0.675g の範囲である[2)-6)]。

我々はペルオキソ二硫酸カリウム添加量を試料50 ml 当たり 0.01～1.00g の範囲で系列化し，また，分解後の残存アルカリ量が一定（約 pH 12）となることを前提に分解試薬を調製し，検液の事業場排水中の TOC（全有機態炭素）が5，10，20，30，40mg/l となるように希釈した模擬試料について，3・1 の操作で分析した。

得られた分析値を試料ごとに TOC 1 mg/l 当たりの窒素濃度の最大値を100として指数化した（表1）ところ，ペルオキソ二硫酸カリウム添加量0.25g の TOC 5及び 10mg/l，0.50g の TOC 5 mg/l のところに 100 に近い指数が得られ，それぞれ共存 TOC 10mg/l，5 mg/l までは窒素化合物の分解に妨害を与えない結果が得られた。したがって，ペルオキソ二硫酸カリウムの添加量は，0.25から0.50gのうち共存TOCに対して適用範囲の広い0.25 g に近い量が適当と考え，0.3 g を至適添加量とした。

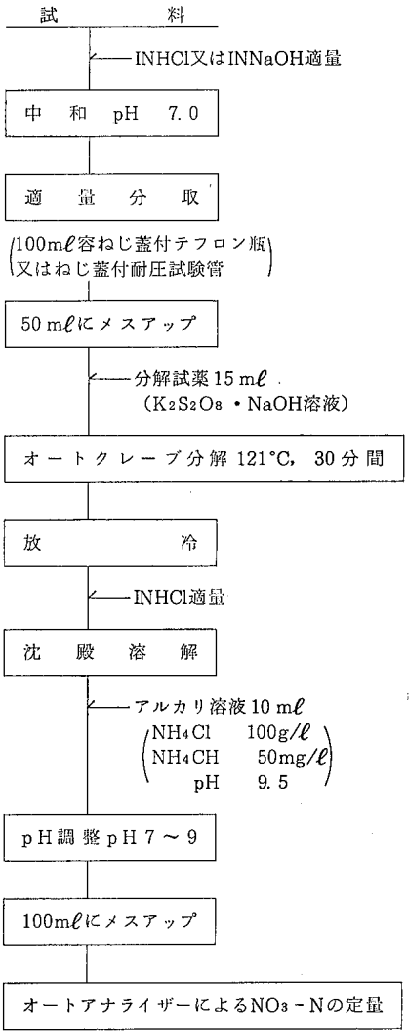


図1　前処理条件の検討のための分析操作

3・4 水酸化ナトリウム添加量

酸化分解過程において，塩化物イオンの共存下で液

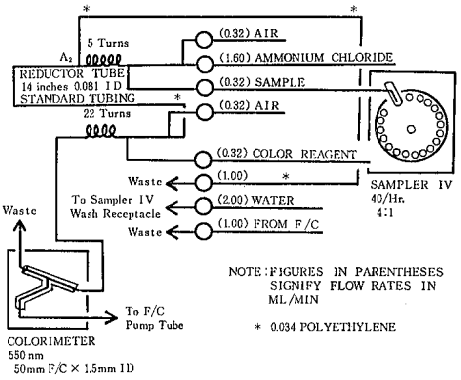


図2　自動分析（オートアナライザーII型）

性が酸性になると残留塩素の発生を伴い，窒素化合物の一部は以後の定量段階で同時捕捉が困難な塩化ニトロシルなど硝酸塩以外の物質に変化し，窒素の回収率の低下を来す[1]ことが知られている。一方，アルカリ

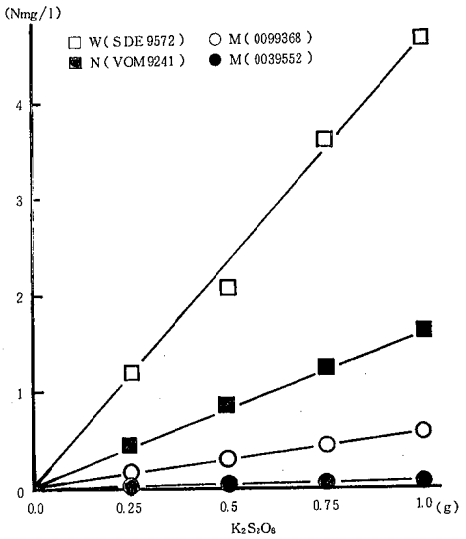


図3　ペルオキソ二硫酸カリウム添加量とブランク値

表　1　ペルオキソ二硫酸カリウム添加量と酸化分解能
— 窒素化合物に対して —

$K_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	試料	TOC (mg/l) の系列 5	10	20	30	40	$K_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	試料	TOC (mg/l) の系列 5	10	20	30	40
0.01	0.08	畜産	21	11	9	4	2	0.50	0.22	畜産	95	84	88	92	85
		食料品	70	15	3	2	2			食料品	96	92	98	86	90
		染色	41	13	34	0	0			染色	88	100	85	70	77
		化学工業	63	30	30	14	33			化学工業	100	95	89	88	87
		下水道	53	17	8	3	—			下水道	100	93	83	83	—
		尿尿処理	44	38	—	—	—			尿尿処理	93	83	—	—	—
0.05	0.09	畜産	78	34	15	7	38	0.75	0.30	畜産	89	75	85	87	90
		食料品	86	81	74	21	11			食料品	100	91	97	84	91
		染色	66	78	53	23	20			染色	82	95	78	67	86
		化学工業	91	87	60	25	31			化学工業	100	92	89	84	82
		下水道	94	88	41	10	—			下水道	100	85	77	79	—
		尿尿処理	89	58	—	—	—			尿尿処理	89	76	—	—	—
0.25	0.15	畜産	100	95	93	54	35	1.00	0.37	畜産	74	74	76	79	87
		食料品	95	98	93	81	80			食料品	95	94	98	82	91
		染色	86	96	77	68	68			染色	88	93	82	68	86
		化学工業	100	97	90	88	84			化学工業	99	87	87	82	74
		下水道	98	100	88	86	—			下水道	98	78	75	76	—
		尿尿処理	100	95	—	—	—			尿尿処理	84	72	—	—	—

（注）試料ごとに TOC 1 mg/l 当りの Nmg/l の最大値を 100 として指数化した。

条件下（至適 pH は約12）では硝酸塩のみが生成される[5]とされている。この pH 条件は初期条件ではなく，分解終了後の条件であるため，アルカリ保持剤としての水酸化ナトリウムの必要量はペルオキソ二硫酸カリウムの分解生成物である硫酸との反応量及び試料によるアルカリ消費量によって左右される。前者による量はペルオキソ二硫酸カリウムの添加量によって決まる量であるが，後者によるものは試料によって異なる。しかし，試料によるアルカリ消費量としては，一般的には海水中のカルシウムとマグネシウムによるものが圧倒的に多いので，海水への対応さえできれば，この問題の大部分は解決されると思う。既知の方法では，水酸化ナトリウムの添加量を淡水と海水とで変えており，このことから淡水法[3),4),6)]と海水法[2),5),6)]とに大別されている。そこで，我々はこれら両法を1本化できないかと考え，試料 50 ml に対するペルオキソ二硫酸カリウムの添加量を 0.3g とし，水酸化ナトリウムの添加量を0.114～0.471 g の範囲で等差的に8段階系列化して実験を行った。

(1)　**分解液の pH と残留塩素**

塩化物イオン濃度17.9 ‰ の実海水について，分解前後の pH（JIS K0102-1974, 8.1）と残留塩素（JIS K 0102-1974, 26.1(2)）を測定した（図4）。水酸化ナトリウム添加量 0.267 g 以下の系列では分解後上澄水の pH が酸性となり，残留塩素の発生が認められた。一方 0.369 g 以上の系列では pH は12以上となった。

(2)　**酸化分解能**

窒素化合物及び実試料について，検液中の全窒素濃度が 1 mg/l 以上の試料については 1 mg/l となるように，蒸留水及び人工海水で希釈した模擬試料を調製し，3・1 の操作で実験を行った。

得られた分析値を試料及び試料の種別ごとに，水酸化ナトリウムの添加系列の最大値を 100 として指数化すると（表2，表3），淡水試料では，添加量の違いによる変化は認められないが，海水試料では，水酸化ナトリウム添加量0.318 g 以上の系列で指数100が多くなっている。したがって，水酸化ナトリウム添加量としては，0.318 g 以上の系列のうち，金属成分などによるアルカリ消費量の高い試料への対応をも考えて，分解液の至適 pH（約12）を保持しうる0.4g を至適添加量とした。一方，既知濃度の各種窒素化合物の回収率を算出すると，分解液が酸性となる条件（0.267 g 以下の系列）では尿素が，また全系列にわたってクレアチニンが低い値を示した（表4）。

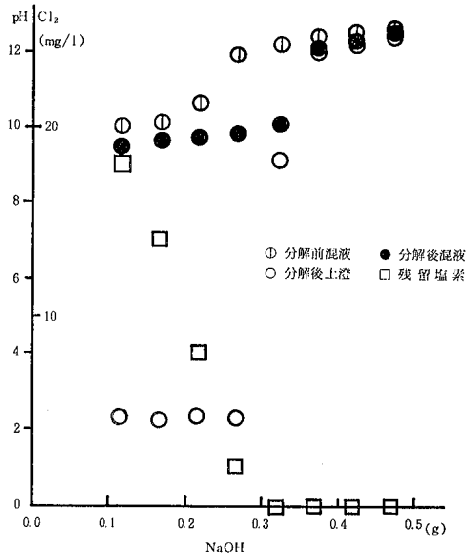


図4　　水酸化ナトリウム添加量と pH，残留塩素

3・5　有機物による妨害

Nydahl は試料 10 ml 当たりのペルオキソ二硫酸カリウム添加量が 0.135g の場合，有機物質 20～40mg/l まで[3)]，また，三重県，滋賀県の報告では試料 50ml 当たりの添加量が0.50gの場合，ショ糖50mg/l（COD（化学的酸素要求量）で 34mg/l）まで[6)]は窒素化合物の酸化分解にほとんで影響しないと報告している。

そこで，ペルオキソ二硫酸カリウム添加量試験で，全窒素の分析と並行して分解された TOC 濃度を測定し，酸化分解された有機物質量を算出した（表5）。その結果，ペルオキソ二硫酸カリウムの添加量が 0.3 g の場合，窒素化合物の酸化分解に影響を与えない試料中の TOC 濃度は10mg/l 程度までであると考えられる（表1，表5）。なお，実験に使用した試料では，TOC 10mg/l に相当する COD は平均12mg/l であった。

3・6　窒素化合物濃度と分解範囲

以上の結果から，最適な分解剤の添加量としてのペルオキソ二硫酸カリウム 0.30g，水酸化ナトリウム 0.40 g の条件で，既知濃度の窒素化合物について回収率試験を行った（表6）。希釈液が蒸留水及び人工海水の場合とも，硫酸アンモニウムは 6 mgN/l まで，尿素は10mgN/l まで，L-グルタミン酸は2mgN/l まで，良好な回収率が得られた。したがって，この方法によ

表 2　水酸化ナトリウム添加量と酸化分解能

—個　表—

$K_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	淡水 標準物質		淡水 実試料				海水 標準物質						海水 実試料				
		硫酸アンモニウム	尿素	御祓川	伏見川	河北潟	柴山潟	硫酸アンモニウム	尿素	クレアチニン	グルシルグリシン	L-グルタミン酸	アルブミン	七尾南湾	能登沿岸海域	金沢港	加賀沿岸海域	含有物排水
0.3	0.114	99	99	99	98	99	98	95	75	91	97	100	90	92	100	92	100	97
0.3	0.165	100	99	100	100	100	99	95	77	90	95	97	88	95	94	91	100	97
0.3	0.216	99	100	100	100	99	98	98	72	86	94	94	89	99	94	93	100	99
0.3	0.267	99	99	99	100	99	98	100	92	100	99	95	93	95	89	93	95	97
0.3	0.318	99	99	99	100	100	98	98	99	88	100	100	100	100	94	95	100	99
0.3	0.369	99	100	100	100	100	100	99	100	81	100	97	92	100	87	96	97	98
0.3	0.420	99	99	100	99	100	100	98	99	78	97	95	90	99	83	99	95	100
0.3	0.471	99	100	100	100	100	100	98	100	78	97	98	86	87	83	100	96	99

注　試料ごとにNmg/ℓの最大値を100として指数化した。

表 3　水酸化ナトリウム添加量と酸化分解能

—総括表—

$K_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	淡水 標準物質		淡水 実試料		淡水		海水 標準物質		海水 実試料		海水	
		濃度	指数	濃度	指数	濃度	指数	濃度	指数	濃度	指数	濃度	指数
0.3	0.114	0.98	99	0.88	99	0.92	99	0.88	93	0.53	97	0.72	95
0.3	0.165	0.99	100	0.89	100	0.93	100	0.87	93	0.53	97	0.72	94
0.3	0.216	0.99	100	0.89	99	0.92	99	0.85	91	0.54	98	0.71	94
0.3	0.267	0.99	99	0.89	99	0.92	99	0.93	99	0.53	96	0.74	98
0.3	0.318	0.99	99	0.89	100	0.92	100	0.94	100	0.54	99	0.76	100
0.3	0.369	0.99	100	0.89	100	0.93	100	0.92	98	0.54	99	0.75	98
0.3	0.420	0.98	99	0.89	100	0.92	99	0.90	95	0.55	100	0.74	97
0.3	0.471	0.99	99	0.89	100	0.92	100	0.90	96	0.54	99	0.74	97

注　濃度：平均窒素濃度（mg/ℓ）とした。
指数：平均窒素濃度の最大値を100とした。

表 4　水酸化ナトリウム添加量と窒素の回収率

$K_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	蒸留水		人工海水					
		硫酸アンモニウム	尿素	硫酸アンモニウム	尿素	クレアチニン	グリシルグリシン	L-グルタミン液	アルブミン
0.3	0.114	97	100	98	75	79	97	102	99
0.3	0.165	98	100	98	77	78	95	100	97
0.3	0.216	97	101	101	72	74	94	97	97
0.3	0.267	97	100	103	92	86	99	97	102
0.3	0.318	97	100	101	99	76	100	103	110
0.3	0.369	97	101	102	100	70	100	100	101
0.3	0.420	97	100	101	99	67	97	97	99
0.3	0.471	97	100	101	100	68	97	101	95

注　アルブミンについてはT-N計による測定値を，他はラベルの表示値から得た値をそれぞれ100とした。

表 5　ペルオキソ二硫酸カリウム添加量と酸化分解能
— 有機炭素化合物に対して —

$N_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	試料	TOC (mg/l) の系列 5	10	20	30	40	$K_2S_2O_8$ (g)	NaOH (g)	試料	TOC (mg/l) の系列 5	10	20	30	40
0.01	0.08	畜産	49	53	61	5	15	0.05	0.22	畜産	100	92	93	87	82
		食料品	98	83	80	27	52			食料品	100	96	95	100	97
		染色	92	46	73	25	41			染色	100	100	100	100	100
		化学工業	61	15	40	9	33			化学工業	100	92	100	89	94
		下水道	76	35	66	11	—			下水道	100	100	100	93	—
		屎尿処理	75	55	—	—	—			屎尿処理	100	95	—	—	—
0.05	0.09	畜産	100	86	81	39	57	0.75	0.30	畜産	100	80	99	98	93
		食料品	100	99	97	64	78			食料品	100	98	100	100	100
		染色	100	99	100	86	84			染色	100	100	100	100	100
		化学工業	100	82	85	40	59			化学工業	98	100	98	91	93
		下水道	100	96	98	41	—			下水道	100	100	100	97	—
		屎尿処理	84	69	—	—	—			屎尿処理	96	96	—	—	—
0.25	0.15	畜産	100	100	90	66	85	1.00	0.37	畜産	99	98	100	100	100
		食料品	100	100	100	100	99			食料品	100	96	100	100	100
		染色	100	100	100	100	99			染色	100	100	100	100	100
		化学工業	100	100	100	84	88			化学工業	100	100	99	92	92
		下水道	100	100	100	85	—			下水道	100	100	100	97	—
		屎尿処理	100	100	—	—	—			屎尿処理	100	100	—	—	—

(注) 試料の TOC を 100 として酸化分解された OC (有機態炭素) を指数化した。

表 6　窒素化合物濃度と回収率

試料		濃度系列 (mg/l) 0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
蒸留水	硫酸アンモニウム	94	102	98	101	99	93	79
	尿素	96	99	101	100	102	101	97
	L-グルタミン酸	96	100	98	82	83	82	80
人工海水	硫酸アンモニウム	97	100	101	98	98	92	88
	尿素	98	101	103	97	103	102	99
	L-グルタミン酸	102	103	102	88	89	83	84

れば，検液中の窒素化合物濃度が 2 mgN/l程度までは分解可能と思われる。

4 定量方法

4・1 分析操作

銅—カドミウムカラムの作製，活性化及びカラム操作は上水試験方法 (1978. 18. 2) に準じて行ったが，使用カラムにより，検液の流出特性が異なると考えられるので，カラムに NO_3-N 標準液を通しその 10ml ごとに分画分取し各分画の亜硝酸態窒素を定量した図5の結果から，流出液の 30～60ml の画分を発色用検液とし，N-(1-ナフチル) エチレンジアミン法により測定した。

4・2 銅—カドミウムカラム還元法

Wood ら[7]は海水に EDTA・4Na を，富田ら[9]は飲料水に塩化ナトリウムを，森下は[10]飲料水に塩化ナト

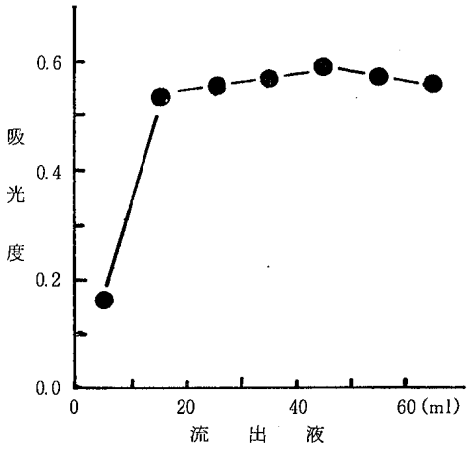


図5　カラムの流出特性（0.2mg NO_3-N/l）

リウム及びEDTA・4Naを添加した検液について，銅一カドミウムカラム還元法で硝酸態窒素を定量する方法を提示しており，このうち富田らの方法は上水試験方法に採用され，水道水質に関する厚生省令[11]で公定法となっている。一方，Technicon Industrial Method[12]では塩化アンモニウム・アンモニア溶液を添加した淡水及び海水試料について，オートアナライザーで硝酸態窒素を精度よく定量している。そこで，上水試験方法が採用している検水100mlに対し0.6%塩化ナトリウム2mlを添加する方法（以下W法とする）及び前処理方法との関連で，10%塩化アンモニウム・アンモニア溶液（塩化アンモニウム 100g とアンモニア水50mlを蒸留水で1lにしたもの，pH約9.5）10mlを添加する方法（以下T法とする）について再現性並びに還元範囲について検討した。

(1) **再現性**

方法，カラム及び同一カラム使用時のタイミングによる還元率への影響を検討するため，5本のカラムで5回ずつの還元率試験をW法，T法の順で行った（表7）。表7について分散分析を行った結果（表8，表9）方法により還元率は影響を受け，また，方法と繰り返しの間には交互作用がある。しかし，測定値の収集に際して，W法の後T法を行ったため，方法間の差の中に繰り返しによる効果が隠れたとも考えられるので，W法とT法との間に差が現われていると速断することはできない。そこで，方法別にカラムと繰り返しの2元配置分散分析を行うと，W法の繰り返しでは，カラムの還元能力に経時的変化が起きることを知ることができた。

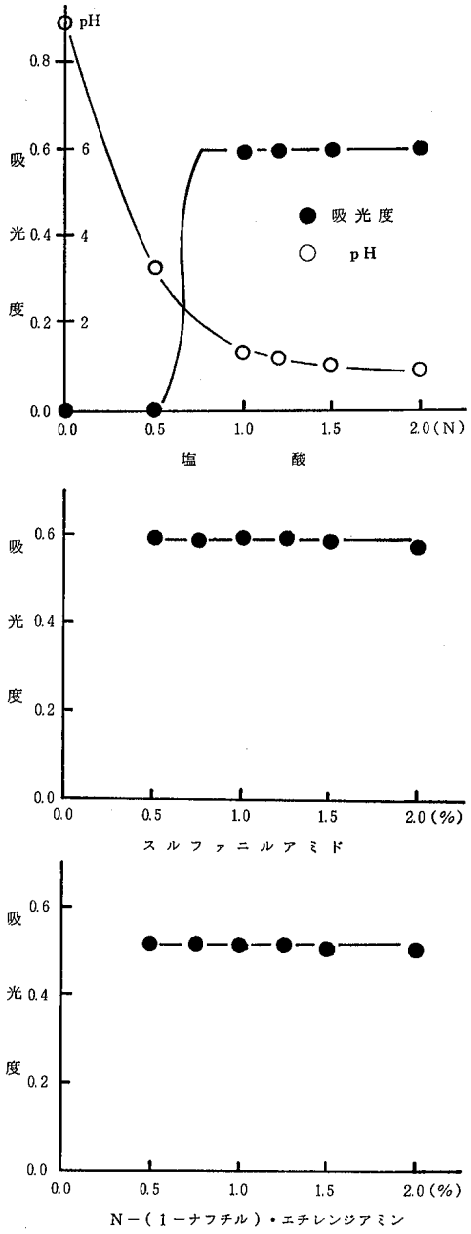


図6　発色試薬濃度の検討（0.2mg NO_2-N/l）

(2) **硝酸態窒素と還元範囲**

W法，T法について，硝酸態窒素（硝酸カリウム）0.0～5.0 mgN/lの濃度範囲で還元率試験を行ったところ，いずれの濃度においても98%以上の還元率を得た（表10）。

表 7　再現性試験 (0.2mg NO_3-N/l)

カラム番号	W 法							T 法						
	測定値（吸光度）					平均値	範囲	測定値（吸光度）					平均値	範囲
C1	0.602	0.643	0.616	0.605	0.556	0.604	0.087	0.584	0.585	0.584	0.584	0.595	0.586	0.011
C2	0.615	0.627	0.612	0.605	0.530	0.598	0.097	0.588	0.593	0.583	0.591	0.588	0.589	0.010
C3	0.610	0.614	0.599	0.597	0.580	0.600	0.034	0.592	0.597	0.588	0.583	0.590	0.590	0.014
C4	0.594	0.599	0.593	0.595	0.588	0.594	0.011	0.587	0.588	0.584	0.581	0.597	0.587	0.016
C5	0.601	0.591	0.600	0.594	0.563	0.590	0.038	0.591	0.585	0.588	0.584	0.589	0.587	0.007

表 8　再現性試験の分散分析（全体）

要因		平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	確率
主効果	カラム	0.352×10^{-3}	4	0.88×10^{-4}	0.77	>0.10
	方法	0.146×10^{-2}	1	0.106×10^{-2}	9.18	<0.01
	繰返し	0.338×10^{-2}	4	0.844×10^{-3}	7.34	0.05—0.01
交互作用	カラム—方法	0.320×10^{-3}	4	0.800×10^{-4}	0.70	>0.10
	カラム—繰返し	0.235×10^{-2}	16	0.147×10^{-3}	1.28	>0.10
	方法—繰返し	0.458×10^{-2}	4	0.114×10^{-2}	9.95	<0.01
	残査	0.184×10^{-2}	16	0.115×10^{-3}		
計		0.139×10^{-1}	49			

表 9　再現性試験の分散分析（方法別）

方法	要因		平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	確率
W 法	主効果	カラム	0.632×10^{-3}	4	0.16×10^{-3}	0.64	>0.20
		方法	0.777×10^{-2}	4	0.19×10^{-2}	7.90	<0.01
		繰返し	0.394×10^{-2}	16	0.25×10^{-3}		
	計		0.123×10^{-1}	24			
T 法	主効果	カラム	0.382×10^{-4}	4	0.95×10^{-5}	0.59	>0.20
		方法	0.177×10^{-3}	4	0.44×10^{-4}	2.76	0.20—0.05
		繰返し	0.257×10^{-3}	16	0.16×10^{-4}		
	計		0.473×10^{-3}	24			

表10　硝酸態窒素濃度と還元率

NO_3-N (mg/l)	W　法	T　法
0.02	98	100
0.04	99	103
0.1	101	101
0.2	100	99
0.5	100	98
1.0	100	100
2.0	99	99
5.0	100	98

4・3　N-（1-ナフチル）エチレンジアミン法

前処理及び銅-カドミウムカラム還元法との関連で，亜硝酸態窒素（亜硝酸ナトリウム）標準液に，塩化アンモニウム・アンモニア溶液10mlを添加し100mlとしたもの（0.2mgNO_3-N/l）を検液とした。

(1)　**試薬濃度**

塩酸は1.0～2.0Nで，スルファニルアミド溶液及びN-(1-ナフチル）エチレンジアミン溶液は0.5～1.5%の濃度範囲で安定した吸光度（540nm）を示した。この時の試料のpHは1.3～0.9であった（図6）。以上の結果から，試薬濃度条件は塩酸1.2N，スルファニルアミド及びN-（1-ナフチル）エチレンジアミン1%の上水試験方法の条件を採用することとした。

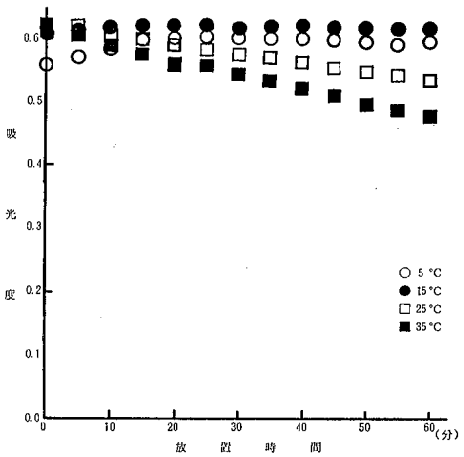


図7　発色温度と放置時間

(2)　**液温と呈色の安定性**

0.2mg NO_2-N/l の標準試料について，液温と呈色の安定性について検討した（図7）。25°C及び35°Cでは，経時的に吸光度が減少し，液温が高い程，減少傾向は顕著であり，安定な呈色は得られなかった。一方，5°Cでも吸光度は低く，このため発色温度は15°C付近が望ましく，この条件では15～60分間は安定な吸光度が持続する。

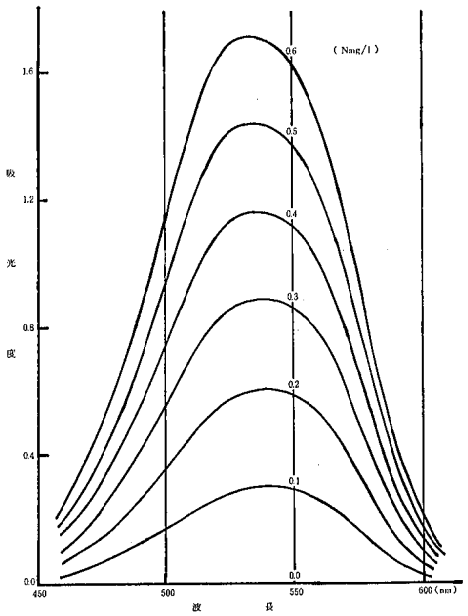


図8　吸　光　特　性

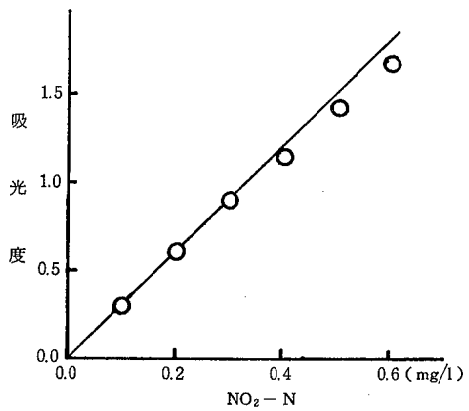


図9　検　量　線（540nm）

(3) 吸収特性及び検量線

0～0.6mg NO_2–N/l の検液について吸収特性を測定した（図8）。0.1～0.2mg/l では最大吸収波長が540 nm であったが，それ以上になると，濃度の上昇に伴って最大吸収波長は低波長側へ移動し，540nmでの検量線は直線性を失う結果が得られた（図9）。

4・4　共存物質による影響

妨害物質として，定量時に正の妨害が起こる[6),13)]とされている鉄及び負の妨害があると[9)]されているリンについて検討を加えた。その結果を図10と図11に示した。これらは硝酸態窒素を0.2mg/l 含む試料に塩化鉄(II)及びリン酸二カリウムを所定の濃度となるように添加し，硝酸態窒素を定量したものである。50mg Fe/l 以上の共存で正の妨害が起ったが，カラム操作前に沈殿を濾別すると500mg Fe/l まで妨害は認められなかった。一方，リンは20mg P/l 以上で負の妨害が認められた。そこで，10mg Fe/l となるよう塩化鉄(II)を添加し，鉄共沈による妨害除去を試みたが効果

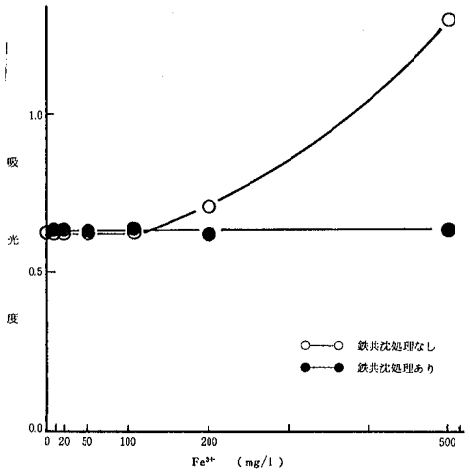


図10　鉄添加の影響（0.2mg NO_3–N/l）

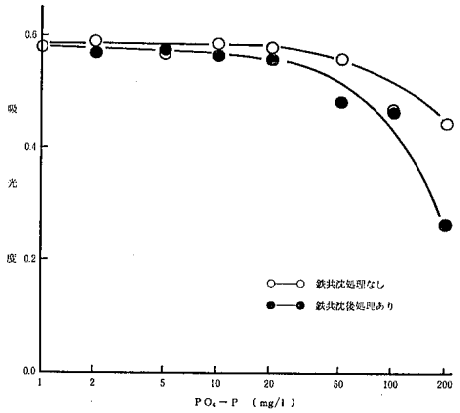


図11　リン酸イオン添加の影響（0.2mg NO_3–N/l）

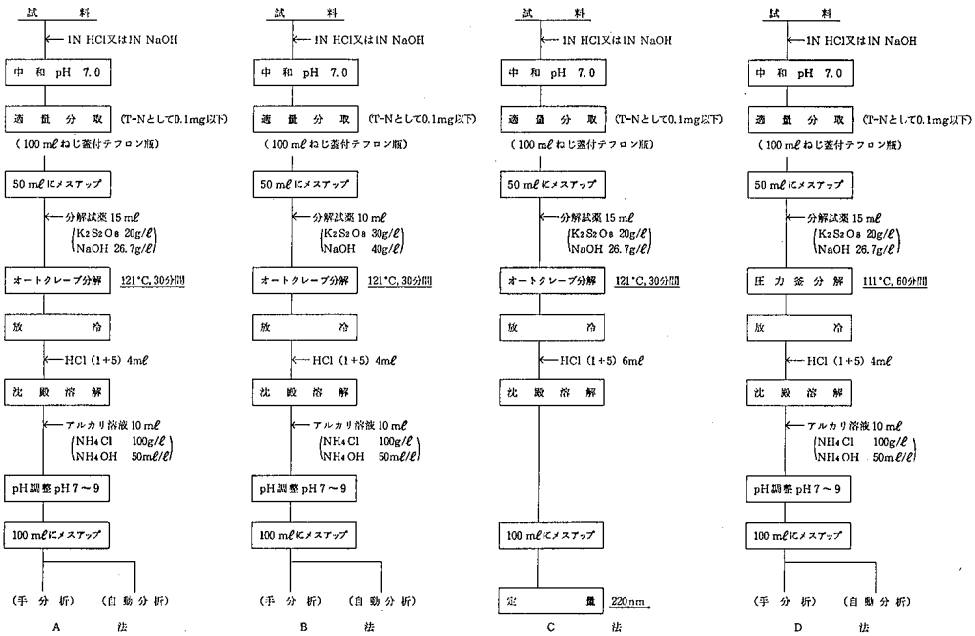


図 12　比較試験の分析操作

は認められなかった。しかし，通常の環境試料における窒素とリンの存在構成からは，試験液中のリンが20 mg P/l 以上となる可能性は薄いと考えられる。また，本試験の濾過剤として東洋濾紙5種Cを用いたが，ブランク値が上昇したことから，濾過剤の選択には十分注意を払う必要がある。

5　各種全窒素測定方法の比較

河川水6，湖水4，海水10，事業場排水20の計40試料について，ペルオキソ二硫酸カリウム・オートクレーブ分解法分解試薬 15 ml（A法），同分解試薬 10 ml（B法），同分解試薬 15 ml・紫外線吸光法（C法），同・高圧釜分解法・分解試薬 15 ml（D法），総和法（E法），T-N 計法（F法）の5測定法による比較試験を行った。このうち，A，B，D法による定量では，手分析とオートアナライザーII型による自動分析の両法で行い，枝番号の1，2で区別した。各方法のフローを図12に示した。E法ではケルダール分解によって生じたアンモニア態窒素をインド・フェノール法により定量した値と，図2のフローで測定した亜硝酸及び硝酸態窒素とを合算した。またF法は柳本製作所製TN-7型による測定値である。

なお，全窒素濃度が高濃度の場合，A，B，C，D法では2 mgN/l 以下，F法は1 mgN/l 以下になるよう試料を希釈した。

5・1　各分析方法の定量下限値

各方法ごとのブランクの標準偏差及び検量線の傾きから，JIS 法[14]並びに増山法（棄却検定法）[15]によって定量下限値を算出した（表11）。これから，ペルオキソ二硫酸カリウム分解法の 0.01mg/l に対して，ケル

表 11　　各分析方法の分析精度と定量下限値（吸光度）

分析法（採取量）	$K_2S_2O_8$ 分解法（50ml）		ケルダール分解法（100ml）		銅—カドミウム[1]カラム還元法		紫外線吸光法(220nm)（50ml）	
繰返し	ブランク	0.04 (Nmg/l)	ブランク	0.2 (Nmg/l)	ブランク	0.02 (Nmg/l)	ブランク	0.4 (Nmg/l)
1	0.041	0.107	0.059	0.159	5.1	45.5	0.010	0.084
2	0.040	0.110	0.042	0.167	5.1	45.6	0.010	0.083
3	0.050	0.109	0.061	0.171	5.1	45.4	0.010	0.082
4	0.041	0.104	0.052	0.162	4.9	45.4	0.010	0.080
5	0.047	0.108	0.065	0.159	5.0	45.3	0.010	0.080
6	0.043	0.104	0.068	0.169	5.1	45.9	0.010	0.081
7	0.044	0.105	0.067	0.162	5.1	45.7	0.009	0.081
8	0.044	0.107	0.051	0.164	4.9	45.6	0.009	0.080
9	0.039	0.108	0.067	0.160	4.9	45.7	0.009	0.080
10	0.039	0.105	0.054	0.170	4.9	45.8	0.009	0.081
平均値	0.043	0.107	0.059	0.164	5.0	45.6	0.010	0.081
標準偏差	0.0036	0.0021	0.0087	0.0046	0.0994	0.1912	0.0005	0.0014
CV (%)	8.4	2.0	14.8	2.8	2.0	0.4	5.4	1.7
検出限界(JIS 法)[2]	0.016		0.039		0.5		0.003	
検出限界(増山法)[3]	0.013		0.030		0.4		0.002	
検量線の傾き	1.54		0.575		1,934		0.185	
定量下限(JIS 法)[4]	0.01		0.07		0.0003		0.02	
定量下限(増山法)	0.01		0.05		0.0002		0.01	

1)　銅—カドミウムカラム還元法はオートアナライザーによった。
2)　JIS Z 8402（分析試験の許容差通則）
3)　t 0.01 における棄却限界値をもって算出した。
4)　定量下限値の単位は Nmg/l である。

表 12　分析方法間の関連性（回帰分析）

検討項目	分析方法 y	分析方法 x	相関係数	回帰直線	標準誤差
分解試薬の添加液量	A 1	B 1	1.0000	y =1.000 x +0.024	0.124
	A 1	B 2	0.9998	y =1.000 x −0.012	0.318
	A 2	B 1	0.9989	y =0.959 x +0.191	0.703
	A 2	B 2	0.9996	y =0.963 x +0.151	0.409
分解加熱条件	A 1	D 1	0.9999	y =0.992 x +0.034	0.164
	A 1	D 2	0.9998	y =0.984 x +0.014	0.317
	A 2	D 1	0.9992	y =0.952 x +0.199	0.584
	A 2	D 2	0.9996	y =0.945 x +0.177	0.442
手分析と自動分析	A 1	A 2	0.9990	y =1.040 x −0.162	0.682
	B 1	B 2	0.9998	y =1.000 x −0.035	0.341
	D 1	D 2	0.9999	y =0.992 x −0.024	0.219
紫外線吸光法	C	A 1	0.9248	y =0.899 x −0.541	6.104
	C	E	0.9271	y =0.918 x +1.530	6.017
紫外線吸光法 淡水	C	A 1	0.9985	y = 1.091 x −0.158	0.201
海水	C	A 1	0.7366	y =−0.707 x +2.141	0.472
排水	C	A 1	0.9379	y = 0.895 x −0.325	8.556
総和法	E	A 1	0.9926	y =1.030 x +0.195	1.966
	E	B 1	0.9929	y =1.030 x +0.218	1.932
	E	D 1	0.9925	y =1.020 x +0.231	1.984
	E	F	0.9797	y =1.090 x +0.084	3.246

表 13　規準化データーの特性

分析方法		A 1	A 2	B 1	B 2	C	D 1	D 2	E	F
規準化 I	平均値	0.89	0.87	0.88	0.87	1.97	0.88	0.90	0.91	0.85
	標準偏差	0.222	0.218	0.226	0.219	1.764	0.232	0.209	0.311	0.259
	CV (%)	25	25	26	25	90	27	23	34	31
規準化 II	平均値	1.05	1.02	1.02	1.02	4.36	1.03	1.08	1.00	0.98
	標準偏差	0.283	0.267	0.262	0.262	8.815	0.298	0.364	0.190	0.275
	CV (%)	27	26	26	26	202	29	34	19	28
規準化 III	平均値	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	標準偏差	0.009	0.013	0.014	0.015	0.019	0.068	0.020	0.190	0.056
	CV (%)	1	1	1	1	2	7	2	19	6

表 14　　規準化データを用いた異常値の検定

規準化 I

区分		データ数	棄却方式	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	E	F
試料の種類別 (120)	淡水	30	最小値側	0	0	3	0	0	4	1	0	0
			最大値側	0	0	0	0	12	0	0	0	0
	海水	30	最小値側	27	27	27	28	0	27	27	20	19
			最大値側	0	0	0	0	30	0	0	0	0
	事業場排水	60	最小値側	10	3	6	6	0	9	6	0	6
			最大値側	0	0	0	0	5	0	0	3	2
全体 (1,080)		120	最小値側	0	0	0	0	0	0	0	1	0
			最大値側	0	0	0	0	37	0	0	6	2

規準化 II

区分		データ数	棄却方式	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	E	F
試料の種類別 (120)	淡水	30	最小値側	0	0	0	0	0	1	0	0	0
			最大値側	0	0	0	0	4	0	0	1	0
	海水	30	最小値側	0	0	0	0	0	0	0	5	2
			最大値側	9	9	9	9	30	9	9	6	5
	事業場排水	60	最小値側	0	0	0	0	0	0	0	0	3
			最大値側	0	3	0	3	3	0	0	0	2
全体 (1,080)		120	最小値側	0	0	0	0	0	0	0	1	0
			最大値側	9	12	9	11	37	9	12	6	10

規準化 III

区分		データ数	棄却方式	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	E	F
試料の種類別 (120)	淡水	30	最小値側	1	2	1	0	3	1	2	0	0
			最大値側	1	1	1	0	1	2	1	1	1
	海水	30	最小値側	0	1	3	6	2	0	5	5	1
			最大値側	1	3	3	6	1	0	0	6	1
	事業場排水	60	最小値側	2	0	2	2	3	0	1	0	5
			最大値側	2	0	1	4	1	0	1	0	6
全体 (1,080)		120	最小値側	0	0	0	0	0	1	1	14	6
			最大値側	0	0	0	0	1	2	1	13	5

表 15　規準化データの分散分析

規準化 Ⅰ

要因		平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	確率
主効果	方法	0.127×10^{3}	8	0.158×10^{2}	0.489×10^{1}	<0.01
	試料	0.108×10^{-4}	39	0.277×10^{-6}	0.857×10^{-4}	>0.20
	繰返し	0.646×10^{-2}	2	0.232×10^{-2}	1.000×10^{0}	>0.20
交互作用	方法—試料	0.422×10^{3}	312	0.135×10^{1}	0.419×10^{3}	<0.01
	方法—繰返し	0.763×10^{-1}	16	0.477×10^{-2}	0.147×10^{1}	0.20—0.05
	試料—繰返し	0.232×10^{0}	78	0.298×10^{-2}	0.921×10^{0}	>0.20
残差		0.202×10^{1}	624	0.323×10^{-2}		
計		0.551×10^{3}	1,079			

規準化 Ⅱ

要因		平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	確率
主効果	方法	0.119×10^{4}	8	0.149×10^{3}	0.122×10^{5}	<0.01
	試料	0.139×10^{4}	39	0.357×10^{2}	0.294×10^{4}	<0.01
	繰返し	0.693×10^{-1}	2	0.346×10^{-1}	0.285×10^{1}	0.20—0.05
交互作用	方法—試料	0.792×10^{4}	312	0.254×10^{2}	0.209×10^{4}	<0.01
	方法—繰返し	0.365×10^{0}	16	0.228×10^{-1}	0.188×10^{1}	0.05—0.01
	試料—繰返し	0.968×10^{0}	78	0.124×10^{-1}	0.102×10^{1}	>0.20
残差		0.757×10^{1}	624	0.121×10^{-1}		
計		0.105×10^{5}	1,079			

規準化 Ⅲ

要因		平方和	自由度	不偏分散	不偏分散比	確率
主効果	方法	0.567×10^{-6}	8	0.708×10^{-7}	0.945×10^{-5}	>0.20
	試料	0.388×10^{-5}	39	0.995×10^{-7}	0.133×10^{-4}	>0.20
	繰返し	0.157×10^{-1}	2	0.787×10^{-2}	0.105×10^{1}	>0.20
交互作用	方法—試料	0.305×10^{-4}	312	0.979×10^{-7}	0.131×10^{-4}	>0.20
	方法—繰返し	0.245×10^{0}	16	0.153×10^{-1}	0.204×10^{1}	0.05—0.01
	試料—繰返し	0.463×10^{0}	78	0.594×10^{-2}	0.793×10^{0}	>0.20
残差		0.468×10^{1}	624	0.749×10^{-2}		
計		0.540×10^{1}	1,079			

表 16　規準化データの母平均の差

規準化 I

分析方法	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	E
A1								
A2	0.021*							
B1	0.013	0.008						
B2	0.018*	0.003	0.005					
C	1.079*	1.099*	1.092*	1.096*				
D1	0.013	0.008	0.000	0.004	1.092*			
D2	0.009	0.030*	0.022*	0.026*	1.070*	0.022*		
E	0.023*	0.044*	0.036*	0.041*	1.055*	0.036*	0.014	
F	0.041*	0.020*	0.028*	0.023*	1.120*	0.028*	0.050*	0.064*

* t 0.05 で有意差があると判定されたもの（以下同じ）

規準化 II

分析方法	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	E
A1								
A2	0.028							
B1	0.022	0.006						
B2	0.026	0.002	0.004					
C	3.315*	3.343*	3.337*	3.341*				
D1	0.015	0.012	0.006	0.010	3.331*			
D2	0.031*	0.059*	0.053*	0.057*	3.284*	0.047*		
E	0.045*	0.017	0.023	0.019	3.360*	0.029*	0.076*	
F	0.064*	0.036*	0.042*	0.038*	3.379*	0.048*	0.095*	0.019

ダール分解法は 0.07mg/l と分析精度が低いこと，及びオートアナライザーによる銅—カドミウムカラム還元法が高感度であることが分かった。

5・2　分析方法間の関連性

全窒素測定値について，検討項目ごとの回帰分析結果を表12に示した。分解試薬の添加液量，分解加熱条件及び手分析と自動分析間において，相関係数は共に1に近く，回帰直線も1対1の直線性を示し，定量値の差は認められなかった。一方，紫外線吸光法との間では相関係数の減少，標準誤差の増加と定量値のマッチングの悪さが認められた。そこで試料の種別ごとに回帰分析を行ったところ，淡水だけがよい一致を示した。このことは海水中の塩素イオン，臭素イオンによる妨害を示すものと思われる[16]。また総和法との間においては，相関係数及び回帰直線の1次の係数は共に1に近いが，0次の係数が比較的高い。これは，総和法が他の方法と比べて特に低濃度域で高値の出やすい方法であることを裏書きしていると考えられる。

5・3　規準化による検討

比較試験に用いた試料間にはかなりの窒素濃度差があるので，これらの定量値に3種類の規準化を試み，以後の検討を行った。すなわち，規準化Iでは試料ごとのそれぞれの定量値の全平均を1.0に，規準化IIでは試料ごとに総和法の平均値を1.0に，また規準化IIIでは試料ごとの各分析方法の平均値を1.0にした。規準化データにおける特性，異常値の数，分散分析及び母平均の差を表13—表16に示した。なお，異常値の数の検出法は増山の棄却法，有意水準5％を採用した。各分析方法別の特性値及び異常値の数は規準化I，IIでは紫外線吸光法が，規準化IIIにおいては総和法が大きなCV及び異常値の数を示している。このことは，前者は海水試料での高い定量値，後者は繰り返し精度の低いことを反映している。

分散分析により方法間で有意差が検出された規準化

I及びIIについて，母平均の差の検定を行ったところ，紫外線吸光法が他のいずれの方法に対しても，有意差があることが認められた。

6 ま と め

環境水及び事業場排水中の全窒素をアルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウムで分解後，銅—カドミウムカラム還元・N-（1-ナフチル）エチレンジアミン法によって測定する方法について検討を加えた。その結果を要約すると以下のとおりである。

(1) 分解試薬の試料50 ml当たりの最適添加量はペルオキソ二硫酸カリウム0.3g，水酸化ナトリウム0.4 g であり，淡水から海水までの広範な試料に適用できる。

(2) 分解時の液性が酸性を呈すると尿素の回収率が低下する。また，本分解法によって十分分解されないクレアチニンなどの窒素化合物が存在する。

(3) 試料中の有機物質はTOC 10mg/lまでは窒素の回収に影響を与えない。

(4) 試料中の窒素濃度2 mg N/lまでに良好な回収率が得られる。

(5) 塩化アンモニウム・アンモニア溶液を添加する銅—カドミウムカラム還元法では，硝酸態窒素5 mg N/lまでは良好な還元率を得られ，再現性も良好である。

(6) N-（1-ナフチル）エチレンジアミン法による亜硝酸態窒素の呈色はpH 1 付近で良好であり，540 nmにおいて0.2 mg NO_2-N/lまでは検量線は直線性が高い。

(7) 共存する鉄イオンは水酸化物の沈殿を濾別することにより，500 mg Fe/lまでは妨害がない。また，リンは20mg P/lまでは妨害がみられない。一般の環境水の場合，そのリンと窒素の存在構成や，試験液が希釈されることなどから，ほとんど影響はないと予想される。

(8) 各種環境水40試料について総和法との比較を行ったところ，両方法の定量値はよく一致した。また定量性，感度，操作の簡便性の面では，総和法より優れた結果が得られた。

本研究は環境庁委託業務，昭和56年度水質分析方法検討試験（全窒素測定方法の検討）[17]のうち，石川県衛生公害研究所の担当した部分について，取りまとめたものである。記して謝意を表する。

文　献

1) Koroleff. F : Int. Coun. Explor. Sea (ICES). Pap. C. M. (1969)
2) D'Elia. C.F, Steudler. P.A, Corwin. N : Limnol. Oceanogr, 22, 760—764 (1977)
3) Nydahl. F : Water Research, 12, 1123—1130 (1978)
4) 細見正明，須藤隆一：用水と廃水，21，1433—1439 (1979)
5) Solárzano. L, Sharp. J. H : Limnol. Oceanogr., 25, 751—754 (1980)
6) 三重県，滋賀県：昭和55年度環境庁委託業務結果報告書 (1981)
7) Wood. E. D, Armstrong. F. A. J, Richards. F. A : J. mar. biol. Ass. U. K., 47, 23—31 (1967)
8) 厚生省環境衛生局水道環境部監修：上水試験方法—1978，p 248—252　日本水道協会，東京 (1978)
9) 富田伴一，中島治男，浜村憲克：衛生化学，1988—93 (1973)
10) 森下有輝：水道協会雑誌，545，38—41 (1980)
11) 厚生省令第56号，別表，検査方法—の1 (1978)
12) Technicon Auto Analyzer II, Industrial Method NO. 158—71W (Dec. 1972)
13) 富田伴一，浜村憲克：水道協会雑誌，531，25—29，(1978)
14) 日本規格協会:分析・試験の許容差通則，JIS Z 8402 (1974)
15) 岸根卓郎：理論応用統計学，第12版，p 397—402，養賢堂，東京 (1981)
16) 安部美津子：昭和56年度環境庁委託業務結果報告書(紫外線吸光度法による窒素定量法の検討) (1982)
17) 富山県，石川県：昭和56年度環境庁委託業務結果報告書 (1982)

〔報　文〕

石川県における放射能測定調査（昭和56年度）

石川県衛生公害研究所環境部　小森正樹・折谷禎一

1 はじめに

昭和56年度は主に志賀町，金沢市を定点観測対象地域として経年的な放射能レベルの変動を把握するための調査と県内における自然放射線並びに自然放射能の分布を把握するための調査を行った。

本年度の放射能状況の大きな特徴は，昭和55年10月16日に行われた1 MT 級の第26回中国核実験の影響が前年度に引き続き現われていることで，特にこれまで核実験が行われても直接的な影響がほとんど現われてこなかった農産物や海産物にまで今回の核実験の影響が及んでいることである。本報ではこれらの調査結果を報告するとともに，各環境試料間の核種濃度に関する相関性についても検討を進めたので併せて報告する。

2 調査方法

2・1 空間線量

熱ルミネッセンス線量計（以下，TLD という）による3カ月毎の積算値の測定を，富来町3地点，志賀町5地点，金沢市，押水町各1地点について行い，経年変動を調査した。また自然放射線分布を把握するため，本年度は輪島市5地点，珠洲市7地点について行った。これらの測定地点を表1に示した。

2・2 試料採取

(1) 陸土：志賀町1カ所，輪島市5カ所，珠洲市7カ所について0～5 cm，5～25cm の深度別に採取した。

(2) 陸水，雨水ちり，浮遊じん，農産物，指標植物海水，海底土，海産物，指標海産物：これらの試料は前報[1)2)]で報告したと同様の調査地点で採取した。

試料採取地点を表2に示した。

3 測定方法

海水以外は前報[2)]と同様の方法によって測定を行った。

海水：塩酸酸性とした海水20 l をメンブランフィルターで濾過し，濾液にリンモリブデン酸アンモニウム粉末を加え撹拌し1夜放置後，デカンテーションにより上澄液を別の容器に移す。沈殿をフィルターで，濾別する。上澄液はアンモニアでアルカリ性とし次に二酸化マンガン粉末を加えて同様の操作を行い，メンブランフィルターとリンモリブデン酸アンモニウム，二酸化マンガンのそれぞれの沈殿を測定容器に積層型につめて測定試料とする。

4 調査結果と考察

(1) 空間線量：TLDによる3カ月毎の積算線量測定の結果を表3に示した。富来町では平均15.8mR/92日（63.2mR/年），志賀町では平均17.0mR/92日（68mR/年），押水町では平均20.3mR/92日（81.2mR/年），金沢市では平均19mR/92日（76mR/年）であった。前年度値と比較すると，押水町がやや高い値を示したもののほぼ同程度の値である。

本年度に新設した輪島市，珠洲市の線量は輪島市で平均15.4mR/92日（61.6mR/年），珠洲市で平均15.6 mR/92日（62.3mR/年）であった。これらの値は前年度に測定した七尾市や中島町とほぼ同レベルの値であり，しかもこれら4地域は安山岩や泥岩，砂岩を主体とする地質上に位置するため[3)]一定の線量域にあるのではないかと思われる。

Environmental Radioactivity Survey in Ishikawa Prefecture, 1981. *by Masaki KOMORI and Teiich ORITANI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表 1　空間線量測定地点

調査対象	地区	測定地点	測定月
積算線量（TLD）	富来町	富来（富来高校）	3～6月
		福浦（福浦小学校）	6～9月
		熊野（熊野小学校）	9～12月
	志賀町	赤住（鉄塔）	12～3月
		赤住（八幡神社）	
		直海（上熊野小学校）	
		代田（土田小学校）	
		高浜（高浜小学校）	
	押水町	坪山（畜産試験場）	
	金沢市	三馬（衛生公害研究所）	
積算線量（TLD）	輪島市	南志見（南志見中学校）	6～9月
		岡塚（日吉神社）	9～12月
		横地（河原田小学校）	12～3月
		河井（輪島高校）	3～6月
		二俣（二俣小学校）	
	珠洲市	真浦海岸（白山神社）	
		馬緤（守禅寺）	
		折戸（日置小学校）	
		寺家（須々神社）	
		野々江（直小学校）	
		若山（大坊小学校）	
		小屋（小屋小学校）	

表 2　試料採取地点

調査対象	測定試料	地区	採取地点	採取月	測定項目*
陸水	上水	志賀町	高浜（役場）	5,11	β
	井水	志賀町	赤住（民家）	〃	β
雨水ちり	雨水，ちり	志賀町	赤住（鉄塔）	各月	γ
		金沢市	三馬（衛生公害研究所）	〃	γ
陸土	草地（林地）	志賀町	赤住（鉄塔）	5	γ
	裸地	輪島市	南志見（南志見中学校）	6	γ
	草地		岡塚（日吉神社）	〃	〃
	草地		横地（河原田小学校）	〃	〃
	裸地		河井（輪島高校）	〃	〃
	草地		二俣（二俣小学校）	〃	〃
	裸地	珠洲市	真浦海岸（白山神社）	6	γ
	裸地		馬緤（守禅寺）	〃	〃
	裸地		折戸（日置小学校）	〃	〃
	草地		寺家（須々神社）	〃	〃
	裸地		野々江（直小学校）	〃	〃
	裸地		若山（大坊小学校）	〃	〃
	草地		小屋（小屋小学校）	〃	〃
浮遊じん	浮遊じん	志賀町	赤住（鉄塔）	各月	γ
		金沢市	三馬（衛生公害研究所）	5,8 11,2	γ
農産物	大麦（籾）	富来町	大西	6	γ
		志賀町	安部屋	6	γ
	精米	富来町	大西	10	γ
		志賀町	倉垣	10	γ
	大根	志賀町	安津見	11	γ
	ほうれん草		〃	〃	〃
	牛乳	志賀町	安部屋	6	γ
指標植物	松葉	志賀町	赤住（鉄塔）	5,8, 11,2	γ
海水	表層水	志賀町	志賀町沖	6	γ
		富来町	富来湾	6	γ
海底土	表層土	志賀町	志賀町沖	6	γ
		富来町	富来湾	6	γ
海産物	わかめ	志賀町	志賀町沖	4	γ
	さざえ			7	〃
	あまだい			〃	〃
	たい			〃	〃
	ひらめ			〃	〃
	ほうほう			〃	〃
指標海産物	ほんだわら	富来町	厳門	5	γ
	わかめ			〃	〃
	あおさ			〃	〃

＊ β は全ベータ放射能測定
　γ はガンマ線スペクトロメトリー

表 3　空間線量測定結果

調査地点	積算線量（mR/92日）				
	3/11～6/16	6/16～9/29	9/29～12/22	12/22～3/17	平均
富来町 富来（富来高校）	17.8	17.5	15.6	15.8	16.7
富来町 福浦（福浦小学校）	17.0	欠測	16.5	16.3	16.3
富来町 熊野（熊野小学校）	15.2	13.2	14.4	14.2	14.3
志賀町 赤住（鉄塔）	18.9	17.1	17.3	17.9	17.8
志賀町 赤住（八幡神社）	14.8	15.8	14.9	15.4	15.2
志賀町 直海（上熊野小学校）	17.8	17.3	16.6	16.7	17.1
志賀町 代田（土田小学校）	15.8	13.8	15.3	16.8	15.4
志賀町 高浜（高浜小学校）	20.1	18.1	18.6	20.9	19.4
押水町 坪山（畜産試験場）	21.0	18.6	20.0	21.4	20.3
金沢市 三馬（衛公研）	19.9	17.9	19.0	19.0	19.0
		6/11～9/29	9/29～12/22	12/22～3/17	
輪島市 南志見（南志見中学校）		14.8	15.7	14.7	
輪島市 岡塚（日吉神社）		18.0	18 3	18.8	
輪島市 横地（河原田小学校）		13.8	14.3	14.1	
輪島市 河井（輪島高校）		14 0	14.7	16.8	
輪島市 二俣（二俣小学校）		13.4	15.0	14.5	
珠洲市 真浦海岸（白山神社）		15.0	17.1	17 3	
珠洲市 馬緤（守禅寺）		14.0	16.6	14.7	
珠洲市 折戸（日置小学校）		13.5	16.5	14.7	
珠洲市 寺家（須々神社）		13.9	15 8	15.0	
珠洲市 野々江（直小学校）		14.7	15.3	16.3	
珠洲市 若山（大坊小学校跡）		15.8	17.4	15.4	
珠洲市 小屋（小屋小学校）		14.4	17.4	16.1	

表 4　雨水，ちりの核種分析結果　　単位：mCi/km².月（30日）

試料採取地点	種類	核種降下量									
		^{7}Be	^{54}Mn	^{95}Zr	^{95}Zb	^{103}Ru	^{106}Ru	^{125}Sb	^{137}Cs	^{141}Ce	^{144}Ce
志賀町赤住（鉄塔）	4月	4.58_{12}	0.046_{5}	1.68_{3}	2.62_{3}	0.89_{2}	0.80_{7}	0.10_{3}	0.095_{7}	0.32_{2}	1.53_{5}
	5月	4.30_{9}	0.028_{4}	0.38_{2}	0.26_{1}	0.37_{1}	0.52_{6}	—	0.067_{8}	0.09_{1}	0.53_{4}
	6月	3.92_{8}	0.014_{4}	0.16_{1}	0.19_{1}	0.150_{7}	0.32_{6}	—	0.060_{6}	0.064_{1}	0.68_{4}
	7月	1.04_{6}	—	0.033_{8}	0.057_{5}	0.024_{5}	—	—	0.020_{5}	—	0.15_{3}
	8月	2.98_{8}	—	0.06_{1}	0.09_{1}	—	—	—	0.030_{5}	—	0.36_{4}
	9月	1.37_{5}	—	0.04_{1}	0.07_{1}	—	—	—	0.013_{4}	—	0.08_{4}
	10月	4.88_{8}	—	—	0.022_{1}	—	—	—	0.020_{4}	—	0.13_{3}
	11月	10.0_{1}	—	—	0.053_{7}	—	—	—	0.028_{6}	—	0.27_{6}
	12月	5.39_{8}	0.010_{3}	—	0.032_{5}	—	—	—	0.011_{3}	—	0.12_{3}
	1月	6.43_{6}	0.006_{3}	0.013_{6}	0.021_{5}				0.019_{3}		0.11_{2}
	2月	4.2_{1}			0.030_{8}				0.026_{8}		0.23_{5}
金沢市三馬（衛公研）	4月	5.7_{1}	0.054_{5}	2.25_{3}	3.48_{4}	1.23_{2}	0.96_{9}	0.12_{3}	0.128_{9}	0.39_{2}	1.88_{5}
	5月	5.9_{1}	0.056_{5}	1.09_{2}	1.63_{2}	0.63_{1}	0.84_{8}	0.11_{3}	0.101_{8}	0.20_{2}	1.26_{6}
	6月	3.3_{1}	0.032_{6}	0.49_{2}	$0\ 70_{2}$	0.15_{1}	0.28_{3}	—	0.063_{8}	0.05_{2}	0.77_{6}
	7月	1.36_{8}	—	0.08_{1}	0.07_{1}	0.021_{7}	0.14_{6}	—	0.015_{5}	—	0.15_{5}
	8月	2.7_{4}	0.015_{4}	0.10_{1}	0.12_{1}	—	—	—	0.027_{6}	—	0.30_{4}
	9月	2.56_{7}	—	—	0.06_{1}	—	—	—	0.021_{4}	—	0.11_{4}
	10月	10.0_{1}	—	0.06_{1}	0.078_{7}	—	—	—	0.037_{5}	—	0.31_{4}
	11月	10.9_{2}	—	—	0.066_{9}	—	—	—	0.031_{6}	—	0.18_{5}
	12月	7.5_{1}	—	—	0.028_{6}	—	—	—	0.017_{5}	—	0.16_{4}
	1月	(0.84_{7})		(0.015_{8})	(0.014_{6})				(0.012_{5})		
	2月	5.9_{1}							0.053_{8}		0.22_{5}

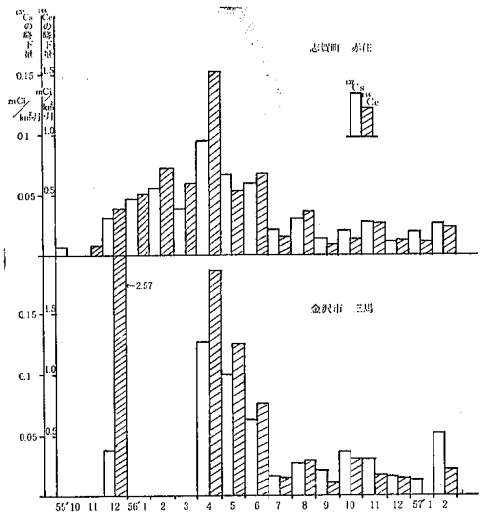


図1　　^{137}Cs, ^{144}Ce の月別降下量

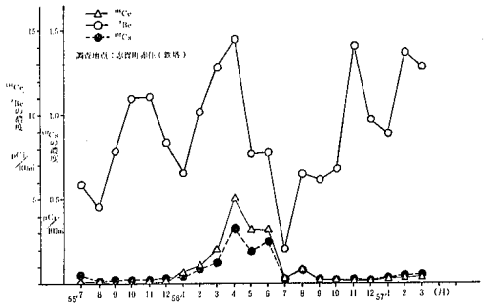


図2　　浮遊じん中の ^{7}Be, ^{144}Ce, ^{137}Cs 濃度変化

(2)　雨水ちり：雨水ちりの本年度の核種分析結果を表4に，前年度からの ^{137}Cs, ^{144}Ce の降下量変化を図2に示した。表4をみると志賀町，金沢市両地域とも4月から6月にかけて ^{54}Mn を初めとする人工放射性核種が9種類検出されており，核実験の影響が雨水に反映している。この4月から6月までにみられる降下量の増加はスプリングピークとも呼ばれ毎年経験する現象であるが，本年度は金沢市，志賀町両地域いずれにおいても著しく大きなピークが観測された。前年度からの降下量変化では，志賀町の例をとると実験後次第に降下量が増加する傾向が認められるが，核実験の直接影響としては ^{144}Ce の極端に多い量変化が注目される。また金沢市の場合1例しか測定しなかった昭和55年12月のデータで，^{137}Cs の降下量は志賀町と同程度であるのに ^{144}Ce が異常に多いがこれについては同データの値をみると ^{144}Ce の同位体である ^{141}Ce も相当量降下しておりまた ^{95}Zr-^{95}Nb も多い[2]ことから地域間の降下性の相異というよりはむしろ金沢市地域でたまたまいわゆるジャイアントパーティクル状のものが雨水採取器に落下したためではないかと考えている。

(3)　浮遊じん：浮遊じんの核種分析結果を表5に，^{137}Cs や ^{144}Ce と天然フォールアウト核種 ^{7}Be の降下量変化を図3に示した。表5をみると雨水と同様，浮遊じんも核実験の影響を強く受け，数多くの人工核

表 5　　浮遊じんの核種分析結果　　(単位：pCi/100m³)

試料 採取地点	採取月日	核種濃度										
		^{7}Be	^{54}Mn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{103}Ru	^{106}Ru	^{125}Sb	^{137}Cs	^{141}Ce	^{144}Ce	^{88}Y
志賀町 赤住 (鉄塔)	4/ 6～10	14.5_2	0.148_7	7.06_5	9.95_5	3.42_3	1.9_1	0.35_5	0.31_1	1.89_2	5.12_7	0.046_7
	5/ 6～11	7.4_2	0.076_6	2.80_4	4.51_3	1.13_2	1.1_1	0.20_3	0.19_1	0.65_2	3.22_6	0.024_7
	6/ 1～ 5	7.7_1	0.109_6	2.73_3	4.45_3	0.99_2	1.5_1	0.18_3	0.25_1	0.40_1	3.29_5	0.016_5
	7/ 1～ 7	2.06_4	0.011_2	0.159_6	0.248_5	0.054_4	0.09_2	0.013_8	0.019_2	0.022_4	0.28_2	
	8/ 3～ 7	6.4_1	0.030_4	0.43_2	0.70_2	0.100_3	0.38_6	0.09_2	0.080_6	0.02_1	0.81_4	
	9/ 1～ 7	6.28_5	0.008_2	0.093_6	0.154_5	0.022_4	0.15_2	0.027_8	0.031_2	—	0.25_2	
	10/ 2～ 7	6.72_4	0.008_2	0.073_5	0.092_3	0.005_2	0.07_2	—	0.019_2	—	0.23_2	
	11/14～19	14.1_1	0.011_5	0.16_1	0.084_5	—	0.08_4	0.02_1	0.028_4		0.17_3	
	12/ 1～ 4	9.58_8	0.007_3	0.089_8	0.043_4	—	0.09_4	—	0.012_3		0.18_3	
	1/ 5～11	8.84_6	0.004_2	0.016_4	0.024_2	0.002_1	0.07_2	0.033_8	0.018_2		0.15_2	
	2/ 1～ 5	13.6_1	0.011_3	0.043_9	0.037_4	—	0.07_3	—	0.031_5		0.19_3	
	3/ 1～ 5	12.85_9		—	0.023_3		0.11_3	0.04_1	0.036_4		0.21_3	
金沢市 三馬 (衛公研)	5/ 6～11	10.7_2	0.103_3	4.26_5	6.61_6	1.63_3	1.7_2	0.28_5	0.25_2	0.87_2	4.26_8	0.039_9
	8/ 3～ 7	7.8_1	0.030_6	0.41_2	0.73_2	0.10_1	0.40_7	0.10_3	0.084_7	0.04_1	0.87_5	
	11/14～19	12.0_1	0.008_2	0.043_6	0.065_3		0.07_2	0.012_6	0.023_3		0.20_2	
	2/ 1～ 5	10.8_1	—	0.02_1	0.031_5		—	—	0.033_5		0.15_5	

表6　陸水の全ベータ放射能測定結果

単位：pCi/l

地区	試料採取地点 種類	放射能濃度 5月	放射能濃度 1月	前年度
志賀町	高浜(役場)上水	2.5	0.8	1.2(2.0～0.3)
	赤住(民家)井水	2.3	0.3	0.7(1.2～0 2)

種が検出されている。それぞれ核種の濃度は4月から6月ごろまで大きく，その後漸減の傾向を示している。

今回の実験での残留性の強い核種は ^{137}Cs，^{144}Ce を筆頭に ^{95}Zr-^{95}Nb，^{106}Ru，^{54}Mn 等の核種が挙げられる。図3を見ると ^{7}Be の降下状況は2つのピーク，すなわち4月から5月にかけてのスプリングピークと10月から11月にかけてのオータムピークが観測され，夏や冬には濃度が非常に低くなる傾向を示すのに対して，フォールアウト ^{137}Cs や ^{144}Ce はスプリングピークのみしか観測されないのが対照的である。

(4) 陸水：陸水の全ベータ放射能測定結果を表6に示した。上水，井水の濃度は前年度と同じであった。

(5) 農産物：農産物の核種分析結果を表7に示した。大麦は志賀町，富来町とも採取時期が降下量の多い5～6月頃であったためと籾のままであったためか，フォールアウト状況をよく反映し，数多くの核種が検出された。これは浮遊じんや雨水ちりのフォールアウト状況が食品に直接反映した結果としては注目されるものであろう。他の農産物は採取時期との兼ね合いで大麦ほどの影響は認められずほぼ前年度と同程度であったが，直接食する葉菜などでは，時期によっては影響が直接反映しやすいこともありフォールアウト状況と採取時期を充分考慮する必要があろう。

(6) 土壌：各調査地点における土壌の核種分析結果を表8に示した。^{137}Cs の乾土1g当たりの濃度では，志賀町はほぼ前年度と同程度レベルであった。輪島市は珠洲市における濃度はそれほど高くなく，表層で1～2pCi/g 乾土程度であり，蓄積量としては輪島市で265～116mCi/Km^2，珠洲市で167～60mCi/Km^2 であった。天然放射性核種の ^{238}U や ^{232}Th 系列や ^{40}K については輪島市，珠洲市の土壌は表8の地質でみられるように，ほとんどが堆積岩か安山岩岩質が基岩となっており，地質上の相違から放射性核種濃度及び組成に関して大きな差異は期待されない。事実，^{238}U や ^{232}Th 系列や ^{40}K の濃度はほぼ一様であった。これらの濃度から無限平面を仮定して算出される大地寄与の線量と宇宙線寄与線量の合計は 70mR / 年程度となり，実測の TLD 値より10%程度高いが，TLD 測定で観測された線量が両地域間で大きな隔たりがなく一様な線量域を示していることはこれらの地域の土壌中の天然放射性核種濃度の一様性からも裏づけられる。

(7) 指標植物（松葉）：松葉の核種分析結果を表9に示した。5月に採取した2年葉は，生育期間内のフォールアウトの蓄積性を示しており，前年度からの葉令濃度変化からみて[2]，特に今回の核実験の影響を強く反映している。一方，本年度の1年葉の濃度変化はフォールアウトの減衰（希釈）に伴う形で現われており前年度ほど大きな変化は認められていない。

(8) 海水，海底土：リンモリブデン酸アンモニウム，二酸化マンガン吸着捕集法による海水の核種分析結果並びに海底土の核種分析結果を表10に示した。海水の分析は本年度から実施したものであるが，志賀沖，富来湾でのいずれの海域にも核実験の影響とみられる ^{95}Zr-^{95}Nb が検出された。^{137}Cs 濃度は0.14pCi/l で全国的な沿岸海水のレベルであった。海底土は志賀沖

表7　農産物の核種分析調査　　単位：pCi/新鮮重量100g

地区	種類	試料採取地点	採取月日	核種濃度 ^{7}Be	^{54}Mn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{103}Ru	^{106}Ru	^{125}Sb	^{137}Cs	^{141}Ce	^{144}Ce	^{40}K
志賀町	大麦(籾)	安部屋	6/12	18_1	0.44_3	5.8_4	8.6_3	1.2_1	3_1	—	2.6_1	1.0_2	8.8_6	302_3
	精米	倉垣	10/ 7								0.61_2			56.3_6
	ほうれん草	安津見	11/13	74_1			0.6_2				0.55_8		2.9_6	505_3
	大根	〃	11/13	1.7_3							0.16_3		0.3_1	175_1
	牛乳	安部屋	6/ 5								0.1_2			123_3
富来町	大麦(殻付)	大西	6/12	20.2_5	0.55_9	5.2_2	8.6_2	1.4_1	1.6_8	0.5_2	2.46_9	1.1_1	9.0_5	336.3
	精米	大西	10/ 7								0.61_2			56.3_6

表 8　各調査地点における土壌の核種分析結果　単位：pCi/g 乾土

地区	試料採取地点	採取月日	種類 (cm)	核種濃度 137Cs	U-系列	Th-系列	40K (%)	※ 地質
志賀町	赤住（鉄塔）	9/ 1	0～ 5	5.19_3(189)	0.89 (2.7)	1.63(14.7)	12.0(1.43)	火砕岩類
			5～25	0.20_3 (41)	0.99 (3.0)	1.85(16.7)	12.4(1.48)	（更新世海成段丘層）
輪島市	南志見（南志見中学校）	6/23	0～ 5	1.19_3 (55)	0.58 (1.7)	0.48 (4.3)	10.2(1.22)	泥岩
			5～25	1.10_2(167)	0.75 (2.2)	0.40 (3.6)	9.8(1.17)	（南志見泥岩層）
	岡塚（日吉神社）	6/23	0～ 5	1.78_4 (59)	0.56 (1.7)	0.82 (7.4)	9.6(1.15)	熔結凝灰岩
			5～25	0.85_4(116)	0.59 (1.8)	0.98 (8.8)	8.9(1.06)	
	横地（河原田小学校）	6/23	0～ 5	0.69_3 (21)	0.58 (1.7)	0.70 (6.3)	8.4(1.01)	安山岩熔岩
			5～25	0.90_4 (95)	0.32 (1.0)	0.51 (4.6)	7.4(0.89)	
	河井（輪島高校）	6/23	0～ 5	0.91_3 (40)	0.50 (1.5)	0.93 (8.4)	10.8(1.29)	沖積堆積物
			5～25	1.05_4(174)	0.45 (1.3)	0.56 (5.1)	9.6(1.15)	
	二俣（二俣小学校）	6/23	0～ 5	2.79_6(105)	0.26(0.78)	0.51 (4.6)	9.5(1.13)	砂岩・泥岩層
			5～25	1.15_5(160)	0.39 (1.2)	0.50 (4.5)	8.4(1.00)	（縄又互層）
珠洲市	真浦海岸（白山神社）	6/23	0～ 5	0.59_2 (15)	0.42 (1.3)	0.42 (3.8)	19.8(2.36)	粟蔵凝灰岩層
			5～25	0.52_3 (45)	0.34 (1.0)	0.68 (6.1)	12.3(1.47)	
	馬緤（守禅寺）	6/23	0～ 5	0.25_2(6.1)	0.79 (2.4)	0.50 (4.5)	9.6(1.15)	東印内互層
			5～25	—	0.93 (2.8)	0.40 (3.6)	8.8(1.10)	
	折戸（日置小学校）	6/24	0～ 5	0.34_2 (17)	0.56 (1.7)	0.65 (5.9)	13.4(1.60)	石英安山岩質火砕岩
			5～25	0.61_4(113)	0.66 (2.0)	0.79 (7.1)	12.1(1.44)	
	寺家（須々神社）	6/24	0～ 5	1.3_1 (69)	0.50 (1.5)	0.48 (4.3)	11.9(1.42)	石英安山岩質火砕岩
			5～25	0.33_3 (58)	0.64 (1.9)	0.39 (3.5)	12.1(1.44)	
	野々江（直小学校）	6/23	0～ 5	0.80_3 (55)	0.53 (1.6)	0.46 (4.1)	14.9(1.78)	沖積堆積物
			5～25	0.44_3(109)	0.51 (1.5)	0.38 (3.4)	13.4(1.60)	
	若山（大坊小学校）	6/23	0～ 5	1.39 (46)	0.42 (1.3)	0.39 (3.5)	14.1(1.68)	泥岩
			5～25	1.31 (121)	0.66 (2.0)	0.53 (4.8)	13.4(1.60)	（南志見泥岩層）
	小屋（小屋小学校）	6/23	0～ 5	1.56 (74)	0.50 (1.5)	0.87 (7.8)	10.1(1.21)	石英安山岩質火砕岩
			5～25	0.35 (73)	0.59 (1.8)	1.01 (9.1)	10.8(1.29)	

註　137Cs 項の（ ）値は降下量 mCi/km², U, Th 項の（ ）は ppm

※　地質の名称は石川県地質図（紺野編，1976年）の凡例によった。

表 9　松葉の核種分析結果　単位：pCi/新鮮重量 100 g

種類	採取月日	核種濃度 7Be	54Mn	95Zr	95Nb	103Ru	106Ru	125Sb	137Cs	141Ce	144Ce	40K
松葉（鉄塔） 新芽	昭和55 5/12	34	0.05					0.08	1.89		2.6	261
1年葉	8/ 8	29							2.67			238
1年葉	11/11	98		1.1	0.28	0.7			1.91	1.9	—	161
1年葉	昭和56 2/12	151	1.26	65	73	14	3.3	2.4	3.47	42	43.3	171
2年葉	5/12	140_4	3.1_2	67.2_9	103_2	9.9_4	12_3	5.0_6	4.7_3	22.1_5	108_2	166_3
新芽	5/12	41_2	0.6_1	8.8_5	14.4_3	2.3_2	—	—	4.4_2	3.4_2	17_1	244_4
1年葉	8/11	25_1	0.29_4	3.8_3	5.8_2	0.5_1	—	—	3.5_1	0.3_1	11.1_6	276_4
1年葉	11/ 6	105_2	0.46_7	1.8_2	2.8_2	—	—	1.4_3	2.8_1	—	14.8_6	179_3
1年葉	2/19	115.2_9	0.73_5	1.2_1	1.45_7	—	1.2_5	1.5_2	3.71_7		17.3_3	163_2

表 10　海水，海底土の核種分析結果　単位：海水 pCi/l，海底土 pCi/g 乾土

地区	試料採取地点	種類	採取月日	核種濃度 95Zr	95Nb	137Cs	U系列	Th系列	40K
志賀町	志賀沖 N 37° 02′ 5″ E 136° 43′ 1″	海水	6 / 5	0.15_6	0.18_3	0.14_2			
		海底土	〃	0.20_4	0.04_2	—	0.5	0.7	16.6
富来町	富来湾 N 37° 07′ 6″ E 136° 42′ 5″	海水	6 / 5	0.24_6	0.15_4	0.14_2			
		海底土	〃				0.4	0.6	12.1

表 11　海産物，指標海産物の核種分析結果　単位：pCi/新鮮重量 100 g

種類	試料採取地点	採取月日	核種濃度 7Be	54Mn	95Zr	95Nb	103Ru	106Ru	137Cs	141Ce	144Ce	40K
わかめ	志賀町沖	4/28	1.7_5		1.7_1	4.1_1	0.97_7	1.2_4	0.23_5	0.2_1	0.8_2	370_2
さざえ(内臓部)		7/ 1	41_3	0.26_9	36.9_7	32.7_7	6.6_3	16_2	—	1.9_3	24_1	144_3
さざえ(肉部)		7/ 1	7_1		29.6_5	19.9_5	—	4_1	0.38_9	1.1_2	11.3_6	177_3
あまだい(可食部)		7/ 1							0.79_8			287_3
たい(〃)		7/10							1.0_1			320_4
ひらめ(〃)		7/10							0.71_5			303_2
ほうほう(〃)		7/10							0.93_8			323_3
ほんだわら	厳門	5/22	2_1		16.6_4	13.0_4	2.0_2	4_1	0.3_1	1.1_2	4.1_6	524_6
わかめ		5/22	0.9_8		2.3_2	8.8_2	1.0_1	3.0_7		0.1_1	0.9_5	276_3
あおさ		5/22	23_2	1.1_1	45.9_5	17.1_5	9.6_2	10_2	0.93_8	6.1_2	38.6_7	374_4

表 12　陸上・海洋試料相互間の濃度相関マトリックス
（^{7}Be, ^{54}Mn, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{103}Ru, ^{106}Ru, ^{137}Cs, ^{141}Ce, ^{144}Ce　M＝1.5）

	① 1月	② 2月	③ 3月	④ 4月	⑤ 5月	⑥ 6月	⑦ 7月	⑧ 8月	⑨ 大麦志賀	⑩ 大麦宮来	⑪ 松2年	⑫ 松1年	⑬ わかめ志賀	⑭ さざえ内ぞう	⑮ さざえ肉	⑯ ほんだわら	⑰ わかめ	⑱ あおさ
① 浮遊じん鉄塔1月																		
② 〃 2月	0.472																	
③ 〃 3月	0.333	0.889																
④ 〃 4月	0.167	0.472	0.556															
⑤ 〃 5月	0.083	0.333	0.361	0.694														
⑥ 〃 6月	0.111	0.222	0.250	0.417	0.722													
⑦ 〃 7月	0.083	0.222	0.278	0.222	0.278	0.556												
⑧ 〃 8月	0.028	0.250	0.278	0.167	0.139	0.194	0.528											
⑨ 大麦志賀町	0.083	0.111	0.139	0.139	0.361	0.417	0.472	0.306										
⑩ 大麦宮来町	0.083	0.083	0.167	0.222	0.333	0.361	0.278	0.250	0.778									
⑪ 松葉2年（5月）	0.083	0.167	0.278	0.306	0.444	0.333	0.250	0.250	0.278	0.250								
⑫ 〃 1年（8月）	0.028	0.111	0.083	0.139	0.139	0.139	0.167	0.167	0.194	0.222	0.111							
⑬ わかめ志賀	0.056	0.139	0.139	0.167	0.306	0.306	0.306	0.139	0.167	0.167	0.111	0.139						
⑭ さざえ内ぞう	0.056	0.083	0.139	0.139	0.222	0.306	0.222	0.194	0.250	0.139	0.139	0.083	0.194					
⑮ さざえ肉	0.139	0.167	0.194	0.111	0.111	0.111	0.083	0.056	0.083	0.055	0.083	0.028	0.167	0.167				
⑯ ほんだわら厳門	0.167	0.167	0.139	0.167	0.194	0.194	0.194	0.083	0.167	0.111	0.111	0.111	0.139	0.194	0.278			
⑰ わかめ 〃	0.083	0.056	0.111	0.056	0.083	0.083	0.083	0.111	0.111	0.056	0.083	0.028	0.222	0.111	0.139	0.167		
⑱ あおさ 〃	0.139	0.139	0.194	0.278	0.306	0.278	0.194	0.111	0.194	0.222	0.278	0.111	0.111	0.194	0.167	0.139	0.083	

で ^{95}Zr–^{95}Nb が検出されたもののほぼ前年度と同程度であった。

(9) 海産物，指標海産物：海産物，指標海産物の核種分析結果を表11に示した。わかめ，さざえに多くのフォールアウト核種が検出された。これまでさざえにわずかに過去の核実験の名残りの核種を検出したことはあったが，今回はさざえたけでなくわかめにも多くの核種が検出され，核実験による直接的な影響が認められたのは注目される。魚類に関しては可食部に ^{137}Cs が検出されているが，特に今回の影響によるものとは言えず，ほぼ前年度と同程度のレベルであった。表には指標海産物（ほんだわら）のほか，あおさ，わかめについての結果も示したが，これらはいずれも同一海域環境に生育していた海藻であって，種の違いによる放射能濃度比較を検討しようとしたものである。結果からは，いずれも今回の実験の影響が強く反映されており，同種の核種が検出されている。しかし生体当りの濃度では，わかめ，<ほんだわら，<あおさで，この違いは，あおさが岩に付着して空気と海水の両方に接触しており，他の海藻より空気と接触する機会が多いことが関連しているのでないかと思われる。

(10) 試料間の放射性核種濃度による相関マトリックス：これまで述べてきた各試料について，特に今回多く検出された ^{7}Be, ^{54}Mn, ^{95}Zr (^{95}Nb), ^{106}Ru, ^{137}Cs, ^{144}Ce の核種濃度における相関マトリックスを求めた。これは今回のような放射性核種の広域汚染の場合，どの試料間で相関性が高くかつ試料間相互のかかわり合いが強くなっているのかを検討する目的で行ったものである。結果を表12に示した。有意水準は危険率10%で 0.3 となるが，これを基準でみると，浮遊じん相互間では隣月間相互で高い相高を示し，月が隔たるに従って相関が低くなる傾向を示している。これは例えば成層圏から対流圏へ移行する放射性汚染質が，単に希釈作用を受けるだけではなく（希釈の場合は相関性が1となる）汚染質の変質や選別分級を受けている可能性のあることを伺わせる。試料間相互の比較では浮遊じんと大麦，松葉，わかめ，さざえ，あおさがそれぞれ採取月の前後の試料相互で相関が認められ，陸上，海洋試料とも浮遊じんと密接な関係にあることが分かった。すなわち浮遊中の組成は各試料に直接印写したような形で移行し，時間が経過することによって各生体個有の作用によって変化し，相関性が低下していくものと考えられる。したがって当然予想されたことではあったが，今回のような大規模な核実験では，実験後相当長時間，広範囲に，いわば多元素トレーサーをまいたような形で，陸上，海洋を問わず影響が現われており，浮遊じんとのかかわりが相当強いことが分かった。

5 ま と め

前年の昭和55年に行われた核実験の規模が例年になく，大規模であったため，これまで行ってきた調査で充分に把握しきれなかった環境試料の種類の違いによる核種濃度やその挙動あるいは試料間相互の関連について，本年度ではかなり明らかとなった。特に海洋試料調査で同一海域に生育する海藻でも種の違いによって濃度が異なり，潮間域に生育する海藻は濃度が高いことが示され，この種の食用となる海藻には充分関心を払う必要があると思われた。また濃度相関マトリックスを用いた試料間相互の比較では，浮遊じんが陸上，海洋いずれの試料にも重要なウエイトを占めており，大気と接触の機会の多い試料は，核実験からの放射能が直接的に移行し易い傾向のあることが分かった。しかし移行後の挙動については時間の経過とともに種固有の濃度組成に落ち着くものと思われた。

文　献

1) 小森正樹，折谷禎一，加藤充哉：石川衛公研年報17，307—332（1980）
2) 小森正樹，折谷禎一，加藤充哉：同上誌18，316—334（1981）
3) 石川県：石川県地質図（1976）

〔報　文〕

環境放射能の挙動に関する調査研究（第3報）

—— 放射性降下物の土壌蓄積に及ぼす2,3の環境因子の影響について ——

石川県衛生公害研究所環境部　小　森　正　樹

1 はじめに

核爆発実験等により大気中に放出された放射性物質はやがて地表に降下し，陸上にあっては主に土壌中に移行する。短半減期の放射性核種は時間とともに減衰するが，長半減期の核種は様々な作用を受けて土壌に蓄積する。通常，長期間にわたる放射性物質の環境における汚染傾向を把握するため，土壌を調査することが多いが，土壌中へのこれらの移行過程に種々の環境要因が作用し，例え同一地域内であっても地勢，地形，植生等の違いによって存在量が異なることはしばしば経験することである。また土壌の理学的性質，例えば土壌密度，粒径分布，土壌成分等によっても存在状態に影響のあることが知られている。この土壌の理学性からの放射性物質の量的検討は，^{137}Csや^{90}Srについて広範囲に検討されており，特に我が国の農業形態からいって，水田土壌に関する研究が詳細に行われている[1]。また最近ではα線放出核種との対照研究からも検討され始め，山本らは$^{239+240}Pu$と^{241}Amや^{137}Csの土壌中における分布に関し，それらの量や分布が土壌中の有機物の量や土壌の粒径に関係していることなどを報告している[2]。環境の構成要素が土壌中のフォールアウト核種濃度の変化に及ぼす影響についての検討例としては，Gersper が森林土壌，特にアメリカブナ（*Fagus grandifolia*）の成木林土壌においてγ線放出核種の分布と樹林との関係について調査をし[3]，これによれば幹の滑らかなアメリカブナは大量の樹幹流を作り，これによって土壌深くしかも他の樹林土壌よりも高い濃度のフォールアウト核種を含む結果となっている。また Franklin はアメリカブナやサトウカエデ（*Acer saccharum*）などの樹種の違いによる樹林土壌を検討し，フォールアウトを含む降水が樹木を通して土壌に到達する過程で，樹幹流を多く作る樹種とそうでない樹種によって，明らかに土壌中における蓄積量や分布状態に差のあることを示した[4]。

このように土壌の蓄積量を検討する場合には自然環境状況や土壌の理学性等について考慮する必要がある。

本報では県下各地域における土壌中の放射性核種濃度分布や蓄積傾向を調査するにあたり，基礎的な検討課題として本県に多く分布する松林内土壌の蓄積傾向の把握や裸地土壌との比較など蓄積に及ぼす自然環境の影響について取り上げ，2，3の検討を加えた。

2 調査方法

調査は昭和55年5月に羽咋郡志賀町赤住の鉄塔周辺の松林で行った。採取客体は，樹木として樹高4.2mのアカマツ（*Pinus densiflora*）と樹高3mのサカキ（*Cleyera japonica*）を選び，それぞれ部位別に葉，枝，幹，樹皮を採取した。土壌としては同じアカマツの樹冠内で，樹幹より30cm，70cmの距離で採取し，樹冠外130cmの距離の土壌も採取した。裸地土壌の採取は松林土壌と比較するため，10数m先の起伏のある裸地を調査地点とした。裸地は上記樹冠外土壌採取地点より平面に続く下り斜面の中央部で1か所，下り斜

Behaviour of Environmental Radioactivity. 3. Effects of Environmental Factors on Accumlation of Radioactive Fallout in Soil　*by Masaki KOMORI*　(*Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

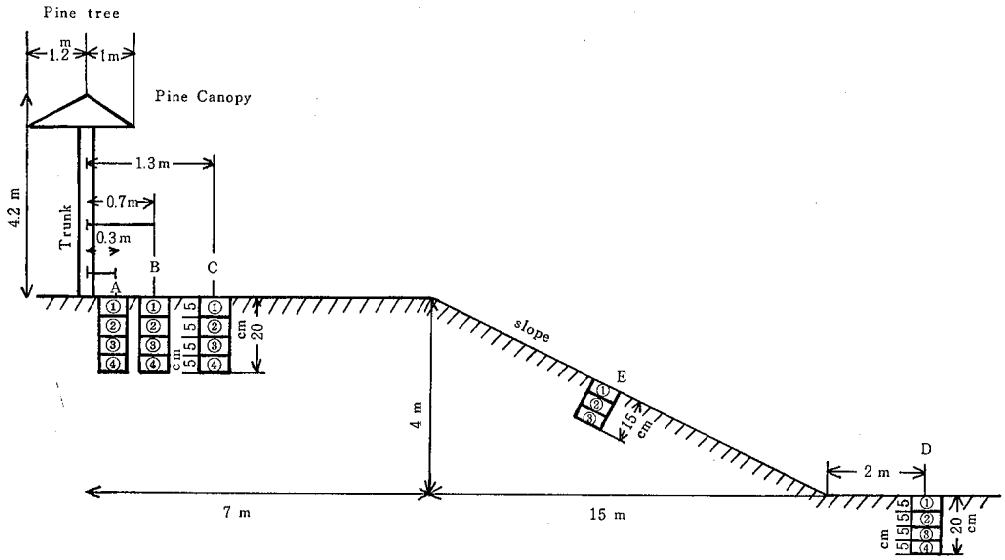


Fig. 1　Diagram of the profile in Akazumi pine forest, where for a study of movement of fission products within the scil, core samples were collected in four depths (0～5, 5～10, 10, 15, 15～20cm) at A, B, C, D, E points respectively.

面が終りまた平面となったところで1か所採取した。いずれの地点でも5 cm 刻みで深度別に20cm まで採取した土壌を試料とした。採取状況の模式図を Fig 1 に示した。

樹木試料は乾燥（70～80°C，1昼夜），炭化，灰化（450°C）の順で前処理を行った。土壌は乾燥後（70°C）～80°C，3昼夜），石などを取り除き，ウィレー土壌粉砕機によって100メッシュ以下の粒度にそろえた。ただし，土壌に Organic litter（枯葉や腐植したもの）が多いものは乾燥後 Organic litter と土壌に選別し，それぞれ全体の乾燥重量に対する割合を求め Organic litter は樹木試料と同様の灰化処理を行った。また，各土壌試料について 600°C 4時間加熱後の減量割合を求めた。灰化試料，土壌試料はいずれもプレス器（220kg/cm²）で5 cm 径のペレットに成形し測定試料とした。測定には科学技術庁編の「ゲルマニウム半導体検出器を用いた機器分析法」(1979年改訂）に基づいて行った。測定器はプリンストンガンマテック製の Ge (Li) 検出器（75cc，効率15%），日本原子力事業製の4K 波高分析器，横河ヒューレットパッカード製の電子計算機 YHP システム 45A を用いた。

3　調査結果と考察

松林内及び裸地土壌の強熱減量比と Organic litter

Table 1　Ignition loss of soils and dry weight ratio of organic litter in soil

Sample	Depth (cm)	Ignition loss (%)	Organic content (%)
A — 1	0～ 5	65.0	63
A — 2	5～10	17.9	—
A — 3	10～15	12.2	—
A — 4	15～20	11.5	—
B — 1	0～ 5	53.0	47
B — 2	5～10	18.4	—
B — 3	10～15	14.6	—
B — 4	15～20	10.0	—
C — 1	0～ 5	22.1	10
C — 2	5～10	12.9	—
C — 3	10～15	11.0	—
C — 4	15～20	10.1	—
D — 1	0～ 5	9.8	—
D — 2	5～10	9.5	—
D — 3	10～15	9.9	—
D — 4	15～20	9.6	—
E — 1	0～ 5	9.6	—
E — 2	5～10	9.9	—
E — 3	10～15	10.3	—

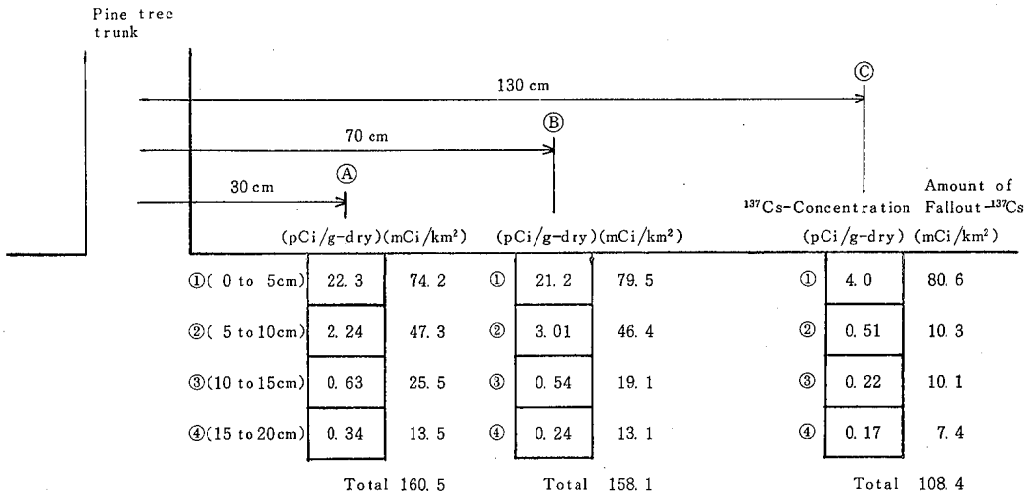


Fig. 2　An influece of the canopy of pine tree in a forest on ^{137}Cs concentration in soils at various depths

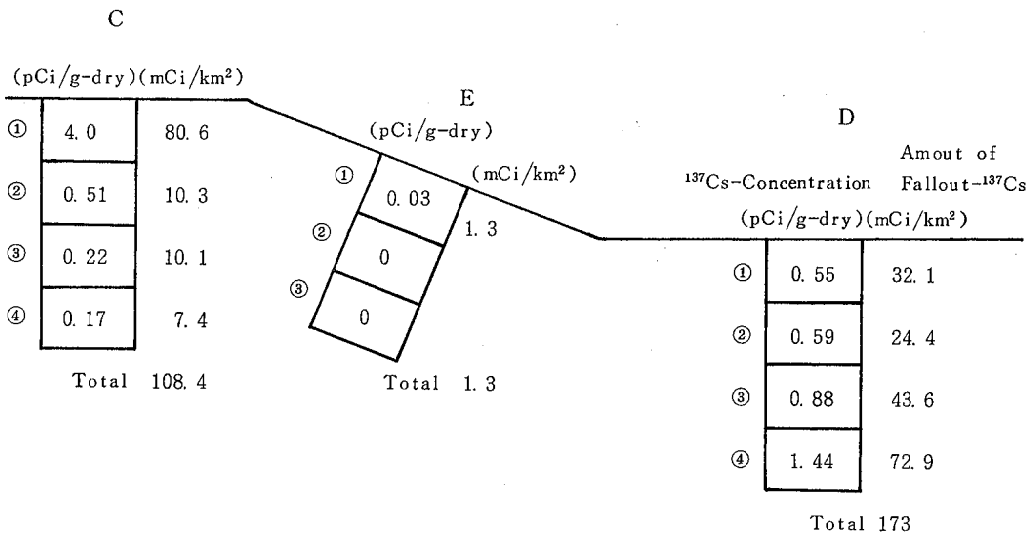


Fig. 3　An effect of slope on ^{137}Cs concentration in soils

の重量比の結果を Table 1 に，また各土壌中の ^{137}Cs に関する深度別濃度分布及び降下量についての結果を Fig. 2，Fig. 3 に示した。また Table 2，Table 3 にアカマツとサカキの部位別濃度分布の結果を示した。

松林内土壌では Table 1 に見られるように表層に Organic litter が多く，深層に比べ強熱減量の割合が大きい。また，強熱減量を裸地と比較しても15～20cm の層ではいずれの土壌も同じ値を示すのに対し，0～10cm 程度までの層では松林内土壌の方が有機質を多く含むためか減量割合が大きくなっている。

土壌中の ^{137}Cs の濃度分布や降下量は，Fig. 2 に示したように，樹冠内にある土壌（Fig. 2 の A，B 地点）

と樹冠外土壌（C地点）とではかなりの違いが認められた。層別の濃度では樹冠内でOrganic litterの多い0～5cmの表層が極端に高く，Organic litterの少い5～20cmまでの深層では濃度は順次低下し，この傾向はA，B両地点とも同様であった。またC地点でもA，Bと同じく表層0～5cmでは濃度が高いが，それ以下の深層では樹冠内の濃度が低くなっている。水平方向でみると，A地点とB地点とでは特に大きな差が認められないが，樹冠外のC地点はA，B両地点に比べるとかなり濃度が低くなっている。また降下量でみるとA，B両地点の降下量はほぼ等しく約160mCi/km²であるのに対しC地点は108mCi/km²とA，B両地点の68%程度である。一方裸地をみると(Fig. 3)，C地点より5.7m程平面があって下り斜面となった斜面中央のE地点での土壌の濃度は極端に低く，斜面が終って平面となっているD地点では濃度がやや低いもののEよりは高くなっている。しかも深度別にみるとE地点は表層に痕跡程度しかない上，それ以下の深層では全く検出されないのに対し，D地点は深度別濃度が逆になっていた。このことは，C地点平面からのダウンスロープ上にある土壌が風化作用によって削り取られ，D地点に堆積していることを示している。降下量でみると，E地点は1.3mCi/km²であるのに対し，D地点は173mCi/km²である。またC地点と比較するとD地点は40%近く多い。D地点の15～20cmの降下量がC地点0～5cmの降下量に近いことからC地点の降下量を周辺地域の裸地における降下量とみなすことができ，このことは，フォールアウトが直接大気から土壌へ降下し蓄積した状況を反映しているものと思われる。したがって，樹冠内土壌の降下量がC地点より50%近く多いのは，松林の捕集効果とも考えられる。

次に松林のフォールアウトの捕集状況について検討してみたが，Franklinら[4]の結果のような樹幹に近い土壌程，降下量的にも深度分布的にも大きくなるような状況は松林では認められなかった。Franklin, Gersperらは幹の滑かさによる樹幹流の大きさが森林土壌におけるフォールアウト濃度に大きく関連していることを示しているが[3][4]，捕集作用に関連しているとみられる樹種の部位別濃度にはふれていない。そこで，松林中にある比較的滑かなサカキとそうでないアカマツについて，部位別濃度を検討した。Table 2，Table 3をみると，部位別に検出される核種の種類に違いのあることが分かる。すなわち同じフォールアウト核種でも^{54}Mnや^{137}Csはすべての部位に検出されるが，他は大気と接触している部位のみでしか検出されていない。濃度的には樹皮や枝が高くアカマツでは特に^{137}Csが著しい。フォールアウト核種のうち，半減期の関係で検討すると部位の作用が理解しやすい。例えば最近の捕集状況を示すとみられる^{7}Beについてみると，アカマツでは葉や枝に多く樹皮に少なく，

Table 2　Distribution of Radioisotopes in Pine tree (*Pinus dersiflora*)

Part	Radioisotope Concentration (pCi/100g-Dry)								
	Be-7	Mn-54	Ru-106	Sb-125	Cs-137	Ce-144	K-40	U-series	Th-series
Leaves	126	0.5	—	2.1	7.4	6.6	277	3.0	3.5
Bark	30	0.2	—	2.0	35.3	3.9	97	3.8	4.5
Trunk	—	0.1	—	—	0.8	—	39	0.8	0.9
Branch	246	0.3	6.0	2.0	18.5	42.9	163	2.7	3.4
Root	—	0.2	—	—	14.1	—	155	5.4	7.7

Table 3　Distribution of Radioisotopes in (*Cleyera japonica*)

Part	Radioisotope Concentration (pCi/100g-Dry)								
	Be-7	Mn-54	Ru-106	Sb-125	Cs-137	Ce-144	K-40	U-series	Th-series
Leaves	95	0.1	—	3.0	9.2	10	564	39	40
Bark	299	3.1	—	5.5	16.6	41.8	286	121	115
Trunk	5	0.1	—	0.7	1.7	—	135	9	11
Branch	263	0.5	7.3	3.1	16.8	57.2	325	64	51

逆にサカキは枝や幹に高い傾向となっている。この傾向はフォールアウトのうち，核実験の影響を直接的に反映しやすい ^{144}Ce についても同様である。しかしながら減衰の程度が表中のフォールアウト核種より格段に小さい ^{137}Cs についてはアカマツでは樹皮に集る傾向を示し，サカキでは葉に比べて樹皮や枝が高いものの，アカマツのように樹皮に特に集まる傾向は示していない。このようなことから，アカマツではフォールアウトは葉や枝で主に捕集され葉から枝へ，更に幹へと行く間に濃縮されるが，その移行速度はかなり遅く，そのほとんどが樹皮に残るものと推察される。一方サカキでは樹皮の滑らかさなどが Franklin らの言う樹幹流の効果を生み，アカマツほど特定部位に片寄ることなく，ほぼ一様の濃度分布を示しているものとみなせる。松林における樹幹流の割合は村井の調査では，全降水量のうちわずかに0.8～0.4%と低く，地表へ到達する割合が極めて小さいことを示している[5]のも上述のことを裏付けている。また村井は，全降水量のうち，直達降水量と滴下降下量の和が松林では80%近くに及んでいることを示しているが[5]，これらの点を考慮すると，松林では葉上で濃縮された降水が樹冠内に一様に滴下しながら，土壌の濃度を増加させ，加えて濃度が長期間にわたって（葉の寿命は2年程度）高くなった葉の堆積によって土壌中の蓄積量が裸地に比べて高くなるものと思われる。このことは松林内土壌が裸地よりも蓄積量の多いことや，松林内土壌の濃度分布性が深度別にみても，樹幹からの距離にほとんど関連がない本結果をうまく説明していると考えられる。

4 ま と め

環境中における放射性降下物の土壌への蓄積に及ぼす因子として，樹木の影響としては，特に本県に広く分布する松林について，地形の面からは傾斜面の裸地土壌について検討を加えた。放射性降下物は降水によって土壌へ移行する割合が大きいと考えられるが，蓄積に関しては樹木による捕集や濃縮効果が大きく，松林での検討では裸地の蓄積量に比較し50%近くも多くなっていることが分かった。またアカマツ，サカキの部位別核種濃度分布調査から，松林内土壌の蓄積量や濃度の分布はほぼ一様であることも分かった。一方，斜面の裸地土壌では，傾斜が緩い地点でもかなり風化作用が強く，土壌流失が多いためかほとんど蓄積されず，流失した土壌が堆積した場所では，深度別分布が深層程高くなる傾向を示し，降下量も見掛け上大きくなることが分かった。このように環境条件によって蓄積性に大きな影響のあることが判明したが，これらの問題は事前にある程度予測される現象であった。しかしこれまでにこれらの現象について定量的な把握や現象面での実際例の調査が行われていなかったため，本報の結果は，今後の県内における放射性物質の蓄積分布調査等で果す役割は大きいと思われる。更に今回行った ^{137}Cs の土壌中濃度分布測定は自然状態における表面土壌の安定性等を知るための有効な手段として利用できる可能性を秘めており今後更に検討を進めたい。

文　献

1) 小山誠太郎，滝沢行雄，川瀬金次郎，小林宇五郎：環境と放射能，p239-308，東海大学出版会，東京（1971）
2) Yamamoto M., Yamamori S., Komura K, and Sakanoue M. : J. Radiat. Res., **21**, 204—212 (1980)
3) Gersper P. L. : Soil Sci. Soc. Amer. Proc., **34**, 318—323 (1970)
4) Franklin R. E., Gersper P. L., and Holowaychuk N. : ibid., **31**, 43—45 (1967)
5) 村井宏：林試研報，**232**，25—64（1970）

〔報　文〕

環境放射能の挙動に関する調査研究（第4報）

—— 石川県における ^{137}Cs の蓄積量分布 ——

石川県衛生公害研究所環境部　小　森　正　樹

1 はじめに

1945年に史上初の核爆発実験が行われて以来，地球上での核実験の総爆発量は約530Mtにも及んでいると言われている。その結果，多量の人工放射性物質が降下物として地球環境に放出され，放射性降下物による汚染に対して強い危機感が生じた。際限ない核実験競争に対して，また実験の所定目的を達したためか，1963年7月に米・ソの両国が中心となって大気中における核爆発実験の部分的停止の協定が結ばれた。降下物量は見掛け上この頃を境に70年代に入って少くなり，フォールアウトによる汚染が軽減されたかのようであった。しかしながら，この協定に参加しなかった数か国が大気中の核実験を行ったり，またこれまでに放出された放射性物質のうち半減期の長い核種が相当量残存していることなど，今日に至っても依然としてフォールアウトによる汚染問題は解決していない。このフォールアウトによる汚染は地球的規模，要素の問題であるが，日本海側に位置する本県にあってはフォールアウトの影響が強く現れる地理的環境にあるため，この問題について深い関心を持たざるを得ない。フォールアウトの中でも ^{137}Cs は代表的な長寿命核種として知られており，環境中に広く分布している。^{137}Cs は主に降水とともに降下し，陸上にあっては主に土壌へ移行し，土壌との親和性が強いため，容易に流失せず，土壌の表面に蓄積しやすい特徴がある。このため，フォールアウト状況調査では，しばしば土壌が試料として用いられ，経年的な変動や蓄積傾向の把握等に利用されている。長年にわたって降下し土壌に蓄積される ^{137}Cs の量は，本県では数十から二百数十 mCi/km^2 とも言われてはいるが県下の分布状況は定かではない。これまでの外部線量が宇宙線成分を除けば主に大地に含れる ^{40}K や U，Th 系列の核種による放射線量が主であったのに対し，^{137}Cs の長年にわたる蓄積が進むにつれ，蓄積した ^{137}Cs からの線量に対する寄与も無視し得ない状況が考えられるようになっている。また大地から間接的に食品を通して体内に入る ^{137}Cs の体内線量についても考慮に入れねばならない。このように ^{137}Cs の蓄積にみられる長寿命核種の蓄積は，フォールアウト汚染による後遺症的側面を持ち，現在のようにわずかなフォーアウト量であっても，環境汚染としての基本問題を内包していると考えられる。

このような観点から ^{137}Cs について，本県における各地域の蓄積状態を調査し，その分布状況を明らかにした上で，蓄積に伴う ^{137}Cs の線量寄与について検討してみた。

2 調査方法

土壌採取は昭和54年7月から昭和56年9月にかけて表1に示した県内各地域の調査地点で行った。採取は表層0～5cmと深層5～25cmに分けて深度別に行った。各土壌は石やゴミを取り除きながら70～80°Cで3昼夜乾燥し，ウィレーの土壌粉砕機によって100メッシュ以下に粉砕したものを試料とした。試料はプレス器（10ton，220kg/cm²）により直径5cm，厚さ1cmの円筒形に成型したのち，デシケータ中に約1カ月放置後，測定した。測定は科学技術庁編の「ゲルマニウム半導体検出器を用いた機器分析法」（1979年改訂）に基づいて行った。測定器はプリンストンガンマ

Behaviour of Environmental Radioactivity. 4. Distribution of Accumulated Amount of ^{137}Cs in Ishikawa Prefecture. *by Masaki KOMORI (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

テック製のGe(Li)検出器(75cc，効率15%)，日本原子力事業製の4K波高分析器，横河ヒューレットパッカード製の電子計算機YHPシステム45Aを用いた。

3　調査結果と考察

県内各地域における土壌中の核種分析結果を表1に示した。表中の^{238}U，^{232}Th系列の濃度は，^{238}Uにあっては^{214}Pb（352keV）と^{214}Bi（609keV）で代表させ，^{232}Thにあっては^{208}Tl（583keV）と^{228}Ac（911keV）で代表させ，それぞれ放射平衡が成立しているものとして平均することにより求めた。表中のU，Th，^{40}K濃度はそれぞれ地域的にも，地質的にもわずかづつながら異なっている。天然放射性核種分布に対する検討は本論の主旨ではないので，地質的にみて花崗岩等の火成岩を母岩としている地域は天然の放射能が高くなっていることを記述するにとどめる。^{137}Csの土壌中の濃度は表層の部分が高くなる傾向を示しているが蓄積量からみると，深層は^{137}Cs濃度が薄くなってはいるものの^{137}Csの量としてはかなり多くなっている。地質的にみると，砂質土壌のように粒子が粗い方が粒子の細い堆積土壌に比べて蓄積性が若干劣るように思われ，それは美川や小舞子の砂地は同じ砂質でも堆積している加佐岬や錦城中学校の砂岩層よりの^{137}Csの蓄積量は少いことでも知られる。地域的には珠洲市で平均130mCi/km^2，内浦町で約150mCi/km^2，柳田村で平均70mCi/km^2，能都町で平均130mCi/km^2，輪島市で平均185mCi/km^2，志賀町で約110mCi/km^2，富来町で約120mCi/km^2，門前町で平均132mCi/km^2，七尾市で平均122mCi/km^2，中島町で平均207mCi/km^2，鹿西町で平均162mCi/km^2，押水町で約160mCi/km^2，金沢市で178mCi/km^2，辰口町で平均223mCi/km^2，鶴来町で約240mCi/km^2，美川町で約110mCi/km^2，鳥越村で平均180mCi/km^2，小松市で平均185mCi/km^2，加賀市で平均230mCi/km^2，吉野谷村で約270mCi/km^2，山中町で約280mCi/km^2，白峰村で約380mCi/km^{2}であり，石川県全体の平均蓄積量は168±65mCi/km^2（n=65）であった。地域的には加賀地方の方が能登地方よりも蓄積量が高い傾向を示している。この理由として^{137}Csが主に降水とともに降下してくることや土壌との親和性が大きいことを考えると降水量が能登地方に比べて多い加賀地方の方が蓄積量が多くなる傾向を示すと思われる。降水と蓄積量との関係については^{90}Srについてワシントン州オリンピック半島の5地点で検討した結果[1]があり，降雨量と蓄積量とがきれいな直線関係にあることが示されている。そこで石川県下全域の^{137}Csの蓄積量分布把握のため，県全域の累年降水量分布図[2]と表1の各調査地点における蓄積量とを対比させ検討を加えた。表2に降水量ゾーン別の各調査地点各及び^{137}Csの蓄積量を示した。また降水量範囲の中心値と降水量範囲における平均蓄積量との関係を図1に示した。図1から本県における^{137}Csの蓄積量は降水量と極めて相関が高く，次の回帰式が得られた。

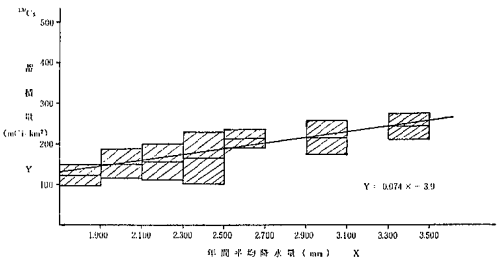


図1　年間降水量と^{137}Csの蓄積量との関係

$$Y=0.074X-3.9 \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

（X；降水量1,800mm～3,500mmの範囲，Y;^{137}Csの蓄積量mCi/km^2，相関係数0.965）

つまり，降水量が100mm異なる地域間では約7mCi/km^{2}蓄積量が異なると推算される。この式を用いて石川県全域の^{137}Csの蓄積量分布を降水量分布図より求めた結果を図2に示した。これをみると降水量の多い加賀山麓は能登地域に比べ2倍程度蓄積量が多いといえる。図2は大略の蓄積分布図であり，厳密には前報[3]にも報告したように地形や植生の安定性さらに土地利用の面で蓄積量が同一地域でもかなり異なることが予想される。また^{137}Csが長寿命の核種とはいえ減衰し，供給量としての降下量は最近では1mCi/km^{2}以下[4]であるので，この状態が続けば200mCi/km^{2}の地域では約40年後には約½程度になることが予想される。しかし当分はこの分布状態が続くものと思われる。

次に表層土壌に含れる^{40}K，U，Thの濃度を用いて，阪上，小村らの方法[4]によって土壌中の天然放射性核種からの外部線量を推算した。また同様の方法により^{137}Csの表面の蓄積量を用いて^{137}Cs寄与の線量を求め，更にU，Th，^{40}Kの天然放射性核種による線量の和に対する比を計算した。それぞれの結果を表1に示した。この推算結果からすると，天然のU，Th，Kの線量は県全体の平均で45.6mR/年であり，加賀地方は48mR/年，能登地方は44.8mR/年であった。ま

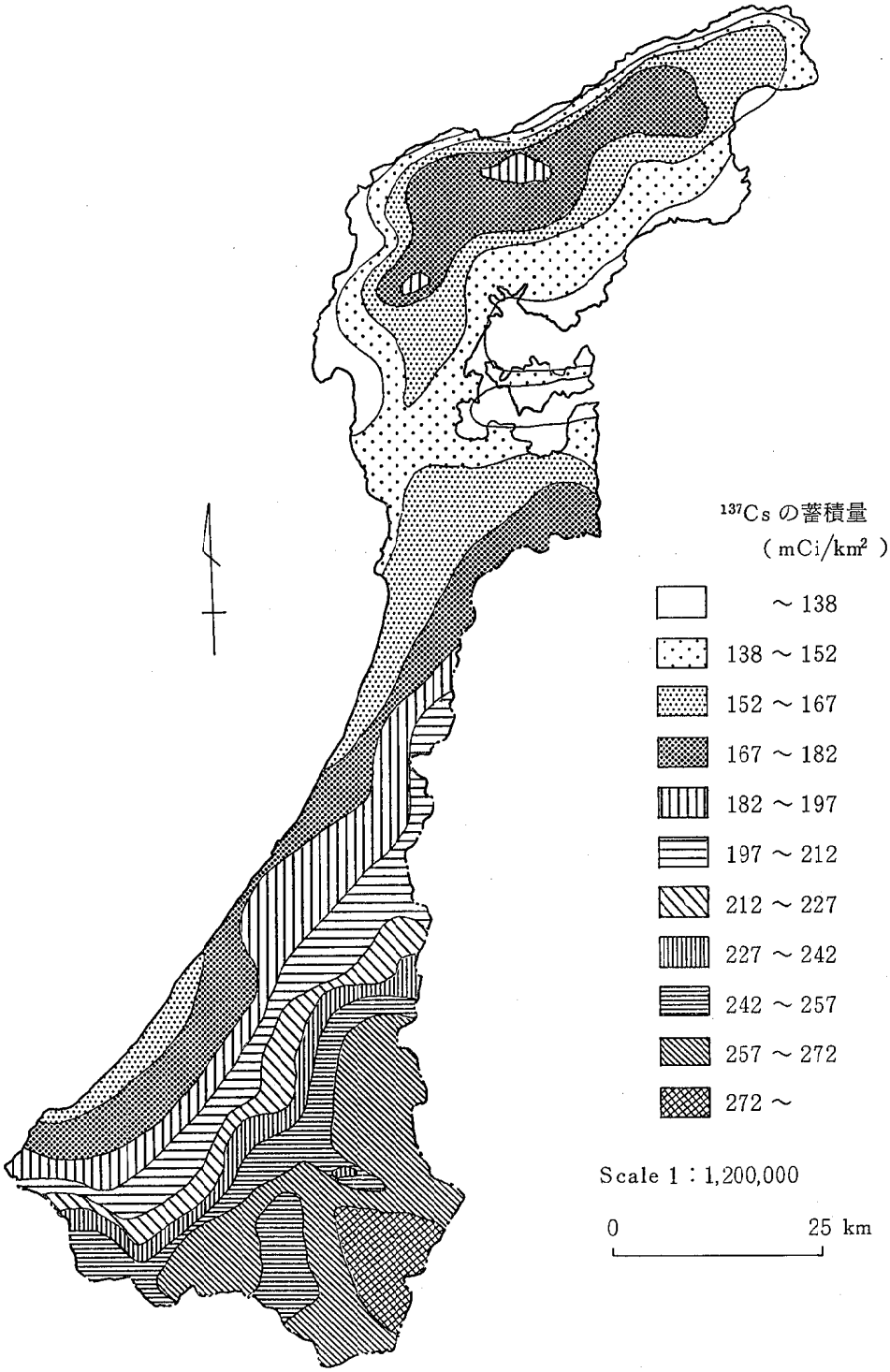


図 2　　石川県におけるこれまでの土壌中の ^{137}Cs 蓄積量分布

表 1　石川県各地域の土壌の核種分析結果 (1)

地区	土壌試料採取地点	採取年月日	深度別土壌(cm)	核種濃度*1 (pCi/乾土g) 137Cs	U-系列	Th-系列	40K	地質	空間線量(mR/年) U.Th.K	137Cs	Total	137Cs/U.Th.K
珠洲市	寺家塩津	55. 9. 4	0～5	2.60_5 (72)	0.45_4 (1.3)	0.71_5 (6.4)	10.5_4(1.25)	石英安山岩質火砕岩	41	4	45	0.1
			5～25	1.43_5 (153)	0.51_6 (1.5)	0.73_8 (6.6)	11.0_6(1.31)					
	真浦海岸	55. 9. 4	0～5	5.28_7 (122)	0.40_3 (1.2)	0.70_6 (6.3)	19.7_5(2.35)	粟蔵凝灰岩層	54	7	61	0.12
			5～25	0.15_4 (17)	0.61_6 (1.8)	0.68_8 (6.1)	21.3_9(2.57)					
	真浦白山神社	56. 6.23	0～5	0.59_2 (15)	0.42_3 (1.3)	0.42_4 (3.8)	19.8_4(2.36)	〃	48	0.8	49	0.02
			5～25	0.52_3 (45)	0.34_4 (1.0)	0.68_6 (6.1)	12.3_5(1.49)					
	宝立町助政	55. 9. 4	0～5	2.10_4 (72)	0.51_4 (1.5)	0.84_6 (7.6)	10.5_4(1.25)	法住寺泥岩	45	4	49	0.09
			5～25	0.94_5 (116)	0.61_6 (1.8)	0.74_{10}(6.7)	10.5_6(1.25)					
	高屋	55. 9. 4	0～5	1.13_3 (36)	0.37_3 (1.1)	0.55_5 (5.0)	12.9_4(1.54)	石英安山岩質火砕岩	40	2	42	0.05
			5～25	0.51_4 (41)	0.44_5 (1.3)	0.63_7 (5.7)	13.5_6(1.61)					
	寺家須々神社	56. 6.24	0～5	1.3_1 (69)	0.50_3 (1.5)	0.48_5 (4.3)	11.9_4(1.42)	〃	39	4	43	0.1
			5～25	0.33_3 (58)	0.64_3 (1.9)	0.39_7 (3.5)	12.1_6(1.44)					
	若山大坊小学校	56. 6.23	0～5	1.39_2 (46)	0.42_2 (1.3)	0.39_3 (3.5)	14.1_3(1.68)	泥岩(南志見泥岩層)	38	3	41	0.07
			5～25	1.31_5 (121)	0.66_5 (2.0)	0.53_7 (4.8)	13.4_6(1.60)					
	小屋小屋小学校	56. 6.23	0～5	1.56_4 (74)	0.50_4 (1.5)	0.87_6 (7.8)	10.1_4(1.21)	石英安山岩質火砕岩	45	4	49	0.09
			5～25	0.35_4 (73)	0.59_6 (1.8)	1.01_8 (9.1)	10.8_6(1.29)					
	折戸日置小学校	56. 6.24	0～5	0.34_2 (17)	0.56_4 (1.7)	0.65_5 (5.9)	13_1 (1.6)	〃	45	0.9	46	0.02
			5～25	0.61_4 (113)	0.66_6 (2.0)	0.79_8 (7.1)	12.1_6 (1.4)					
	馬緤守禅寺	56. 6.23	0～5	0.25_2 (6)	0.79_4 (2.4)	0.50_5 (4.5)	9.6_4 (1.2)	東印内互層	40	0.3	40	0.008
			5～25	0.03_3 (—)	0.93_7 (2.8)	0.40_8 (3.6)	8.8_5 (1.1)					
	野々江直小学校	56. 6.23	0～5	0.80_3 (55)	0.53_2 (1.6)	0.46_3 (4.1)	14.9_2(1.78)	沖積堆積物	43	3	46	0.07
			5～25	0.44_3 (109)	0.51_5 (1.5)	0.38_6 (3.4)	13.4_6(1.60)					
内浦町	山口防災ダム	55. 11.21	0～5	0.92_5 (32)	0.62_6 (1.9)	1.00_8 (9.0)	10.6 (1.27)	石英安山岩質火砕岩	51	2	53	0.03
			5～25	1.13_3 (119)	0.65_4 (1.9)	1.07_5 (9.7)	8.8_3(1.05)					
柳田村	石井農家	55. 9. 4	0～5	0.74_4 (28)	0.33_5 (1.0)	0.66_8 (6.0)	12.1_6 (1.4)	石英安山岩質火砕岩	40	1.5	42	0.004
			5～25	0.05_2 (5)	0.41_4 (1.2)	0.70_5 (6.3)	12.8_4 (1.5)					
	粟蔵	55. 9. 4	0～5	0.93_3 (34)	1.26_5 (3.8)	0.75_6 (6.8)	16.8 (2.0)	粟蔵凝灰岩層	65	1.8	67	0.03
			5～25	0.58_5 (72)	1.41_7 (4.2)	0.75_9 (6.8)	17.6_8 (2.1)					
能都町	宇出津梅木	55. 9. 4	0～5	2.81_5 (91)	0.36_4 (1.1)	0.58_6 (5.2)	7.0_4(0.84)	玄武岩，熔岩，火砕岩	31	5	36	0.16
			5～25	0.39_4 (38)	0.58_6 (1.7)	0.78_8 (7.0)	7.4_5(0.88)					
	能都町大田原	55. 9. 4	0～5	0.75_3 (20)	0.54_4 (1.6)	1.09_6 (9.8)	6.4_5(0.76)	安山岩，熔岩	45	1	46	0.02
			5～25	1.25_6 (110)	0.40_5 (1.2)	1.01_9 (9.1)	5.8_6(0.69)					

(2)

地区	土壌試料採取地点	採取年月日	深度別土壌(cm)	核種濃度*1 (pCi/乾土g) 137Cs	U-系列	Th-系列	40K	地質	空間線量(mR/年) U.Th.K	137Cs	Total	137Cs/U.Th.K
輪島市	南志見南志見中学校	56.6.23	0～5	1.19$_3$ (55)	0.58$_3$ (1.7)	0.48$_4$ (4.3)	10.2$_3$(1.22)	泥岩（南志見泥岩層）	37	3	40	0.08
			5～25	1.10$_2$ (167)	0.75$_3$ (2.2)	0.40$_3$ (3.6)	9.8$_3$(1.17)					
	岡塚日吉神社	56.6.23	0～5	1.78$_4$ (59)	0.56$_4$ (1.7)	0.82$_5$ (7.4)	9.6$_3$(1.15)	熔結凝灰岩	44	3	47	0.07
			5～25	0.85$_4$ (116)	0.59$_5$ (1.8)	0.98$_7$ (8.8)	8.9$_5$(1.06)					
	河井輪島高校	56.6.23	0～5	0.91$_3$ (40)	0.50$_4$ (1.5)	0.93$_5$ (8.4)	10.8$_4$(1.29)	沖積堆積物	47	2	49	0.04
			5～25	1.05$_4$ (174)	0.45$_5$ (1.3)	0.56$_7$ (5.1)	9.6$_5$(1.15)					
	鳳至測候所	55.9.4	0～5	1.62$_4$ (45)	0.43$_3$ (1.3)	0.68$_5$ (6.1)	11.7$_4$(1.40)	〃	42	2	44	0.06
			5～25	0.84$_4$ (109)	0.51$_5$ (1.5)	0.62$_8$ (5.6)	12.0$_5$(1.43)					
	敷戸	55.9.4	0～5	5.3 $_7$ (76)	0.67$_5$ (2.0)	0.62$_6$ (5.6)	11.8$_5$(1.41)	粟蔵凝灰岩層	45	4	49	0.09
			5～25	1.02$_5$ (108)	0.70$_6$ (2.1)	0.77$_9$ (6.9)	13.6$_6$(1.62)					
	二俣二俣小学校	56.6.23	0～5	2.79$_6$ (105)	0.26$_3$(0.78)	0.51$_5$ (4.6)	9.5$_4$(1.13)	砂岩，泥岩層（繩又互層）	31	6	37	0.18
			5～25	1.15$_5$ (160)	0.39$_5$ (1.2)	0.50$_7$ (4.5)	8.4$_5$(1.00)					
	横地河原田小学校	56.6.23	0～5	0.69$_3$ (21)	0.58$_4$ (1.7)	0.70$_6$ (6.3)	8.4$_4$(1.01)	安山岩，熔岩	40	1	41	0.03
			5～25	0.90$_4$ (95)	0.32$_6$ (1.0)	0.51$_6$ (4.6)	7.4$_4$(0.89)					
	横地民家	55.9.4	0～5	2.52$_3$ (53)	0.24$_2$(0.72)	0.52$_3$ (4.7)	4.0$_2$ (0.5)	〃	23	3	26	0.13
			5～25	0.44$_2$ (46)	0.30$_3$(0.90)	0.66$_4$ (6.0)	3.2$_2$ (0.4)					
	川尻	55.9.4	0～5	3.71$_5$ (90)	0.17$_4$(0.51)	0.30$_5$ (2.7)	8.4$_3$(1.00)	〃	23	5	28	0.22
			5～25	0.97$_3$ (95)	0.22$_3$(0.66)	0.29$_4$ (2.6)	7.7$_3$(0.92)					
	市ノ坂	55.9.4	0～5	6.48$_8$ (92)	0.18$_5$(0.53)	0.24$_6$ (2.2)	2.8$_3$(0.34)	砂岩，泥岩礫岩（穴水累層）	13	5	18	0.38
			5～25	1.74$_5$ (140)	0.29$_5$(0.87)	0.55$_6$ (5.0)	4.8$_4$(0.57)					
	熊野	55.9.4	0～5	3.51$_5$ (77)	0.21$_4$(0.63)	0.42$_4$ (3.8)	4.6$_2$(0.55)	〃	21	4	25	0.20
			5～25	0.90$_3$ (113)	0.20$_3$(0.60)	0.46$_4$ (4.1)	4.2$_2$(0.50)					
志賀町	赤住公民館	54.7.30	0～5	0.83$_5$ (38)	0.63$_4$(1.90)	0.79$_6$(7.13)	9.4$_4$(1.09)	安山岩，熔岩，火砕岩（穴水累層）	44	2	46	0.05
			5～25	0.51$_6$ (72)	0.61$_4$(1.83)	0.91$_7$(8.21)	10.9$_4$(1.27)					
	赤住鉄塔	56.9.1	0～5	5.19$_3$ (189)	0.89$_3$ (2.7)	1.63$_4$(14.7)	12.0$_3$(1.43)	安山岩熔岩，火砕岩（穴水累層）	73	10	83	0.14
			5～25	0.20$_3$ (41)	0.99$_5$ (30)	1.85$_8$(16.7)	12.4$_6$(1.48)					
	赤住鉄塔	55.5.12	0～5	4.24$_3$ (81)	0.79$_4$ (2.4)	1.27$_4$(11.5)	8.9$_4$(1.07)	〃	57	4	61	0.07
			5～25	0.30$_3$ (28)	0.99$_5$ (3.0)	1.45$_6$(13.1)	10.3$_4$(1.23)					
	赤住鉄塔	54.7.30	0～5	3.85$_3$ (109)	0.72$_4$ (2.2)	1.25$_4$(11.3)	9.6$_4$ (1.1)	〃	57	6	63	0.10
			5～25	1.4 $_3$ (230)	0.75$_4$ (2.3)	1.27$_4$(11.4)	9.7$_4$ (1.1)					
富来町	富来富来高校	54.7.30	0～5	1.18$_3$ (67)	0.22$_2$(0.65)	0.22$_3$(2.03)	13.5$_4$ (1.6)	砂岩層	30	4	34	0.13
			5～25	0.31$_3$ (57)	0.22$_2$(0.65)	0.26$_3$ (2.4)	13.7$_4$ (1.6)					

＊1　137Cs項の（ ）値は蓄積量（降下量）mCi/km^2，U.Th系列項の（ ）値はppm，40K項の（ ）値はK%

(3)

地区	土壌試料採取地点	採取年月日	深度別土壌(cm)	核種濃度*1 (pCi/乾土g) 137Cs	U-系列	Th-系列	40K	地質	空間線量(mR/年) U.Th.K	137Cs	Total	137Cs/U.Th.K
前門町	谷口	55. 9. 5	0～5	0.28_2 (12)	0.36_3 (1.1)	0.56_5 (5.1)	11.5_4(1.37)	砂岩，泥岩礫岩層（柳田累層）	37	0.7	38	0.02
			5～25	0.50_3 (70)	0.42_5 (1.3)	0.78_7 (7.0)	8.8_5(1.05)					
	和田	55. 9. 5	0～5	0.54_3 (26)	0.43_4 (1.3)	0.66_5 (6.0)	15.9_4 (1.9)	砂岩，泥岩（縄又互層）	48	1	49	0.02
			5～25	0.47_4 (73)	0.38_5 (1.1)	0.69_7 (6.2)	15.1_6 (1.8)					
	別所	55. 9. 5	0～5	0.45_2 (17)	0.45_3 (1.3)	0.57_5 (5.1)	14.6_4 (1.7)	砂岩，泥岩礫岩層（柳田累層）	44	1	45	0.02
			5～25	0.35_4 (53)	0.41_5 (1.2)	0.68_7 (6.1)	5.5_5(0.66)					
	久川仁岸神社	55. 9.26	0～5	2.60_3 (85)	0.49_3 (1.5)	0.79_5 (7.1)	21.1_4 (2.5)	片麻岩	60	5	65	0.08
			5～25	1.51_3 (142)	0.56_5 (1.7)	0.67_7 (6.2)	22.7_6 (2.7)					
	馬場	55. 9.26	0～5	1.42_3 (75)	0.31_3(0.93)	0.65_5 (5.9)	20.8_5 (2.5)	砂岩，泥岩礫岩層	53	4	57	0.08
			5～25	0.49_4 (103)	0.38_4 (1.1)	0.66_5 (6.0)	20.0_6 (2.4)					
	剣地つるぎち荘	55. 9.26	0～5	1.86_3 (99)	0.84_3 (2.5)	1.01_3 (9.1)	16.1_4(1.93)	石灰質砂岩	63	5	68	0.08
			5～25	0.38 (35)	0.96_5 (2.9)	1.11_4(10.0)	16.0_6(1.92)					
七尾市	石崎屏風	55. 9.25	0～5	7.30_4 (116)	0.50_3 (1.5)	0.52_4 (4.7)	8.5_4(1.02)	和倉珪藻，泥岩層	34	6	40	0.18
			5～25	0.28_3 (29)	0.93_5 (2.8)	0.90_6 (8.1)	11.9_4 (1.4)					
	和倉金波荘内	55. 9.25	0～5	2.79_3 (92)	0.91_4 (2.7)	0.84_5 (76)	8.7_5 (1.0)	火砕岩類	49	5	54	0.10
			5～25	0.22_3 (32)	1.03_5 (3.1)	1.26_6(11.4)	11.5_4 (1.4)					
	小島	55. 9.25	0～5	0.49_3 (20)	0.31_4 (0.9)	0.55_5 (5.0)	20.15 (2.4)	砂岩層	50	1	51	0.02
			5～25	0.45_3 (78)	0.29_3 (0.9)	0.43_5 (37)	21.0_6 (2.5)					
中島町	唐島臨海荘内	55. 9.25	0～5	4.97_4 (135)	0.89_3 (2.7)	1.01_4 (9.1)	11.8_3 (1.4)	泥岩層	58	7	65	0.13
			5～25	0.31_3 (47)	0.92_3 (2.8)	1.33_4(12.0)	13.6_4 (1.6)					
	中島定林寺	55. 9.25	0～5	3.39_5 (115)	0.42_4 (1.3)	0.48_6 (4.3)	6.2_4(0.74)	火砕岩類	28	6	34	0.22
			5～25	1.33_5 (114)	0.42_6 (13)	0.64_8 (5.8)	6.2_6(0.74)					
	中島熊木小学校	55. 9.25	0～5	2.25_6 (66)	0.60_4 (1.8)	1.07_6 (9.7)	8.8_4 (1.1)	〃	49	4	53	0.07
			5～25	1.18_5 (143)	0.67_5 (2.0)	1.13_7(10.2)	9.8_5 (1.2)					
鹿西町	金丸能登比咩神社	55. 9.25	0～5	4.62_7 (162)	0.46_5 (1.4)	0.77_6 (7.0)	20.7_5 (2.5)	砂岩，礫岩層	59	9	68	0.15
			5～25	0.61_4 (87)	0.56_6 (1.7)	1.07_8 (9.7)	22.6_9 (2.7)					
	能登部能登部小学校	55. 9.25	0～5	1.63_4 (70)	0.44_4 (1.3)	0.55_6 (5.0)	16.1_4 (1.9)	〃	46	4	50	0.08
			5～25	0.55_4 (96)	0.42_6 (1.3)	0.57_8 (5.1)	18.8_6 (2.3)					
	徳丸県道脇	55. 9.25	0～5	0.45_3 (17)	0.29_4(0.87)	0.89_5(8.03)	24.8_6(2.97)	〃	65	1	66	0.01
			5～25	0.42_3 (53)	0.35_4 (1.1)	0.72_5 (6.5)	24.9_6(2.98)					
押水町	坪山県畜産試験場	54. 7.30	0～5	1.82_4 (110)	0.88_4 (2.6)	1.32_5(11.9)	15.8_4 (1.9)	花崗岩，海成段丘層	71	6	77	0.08
			5～25	0.30_3 (52)	0.83_4 (2.5)	1.37_5(12.4)	14.1_4 (1.7)					

(4)

地区	土壌試料採取地点	採取年月日	深度別土壌(cm)	核種濃度*1 (pCi/乾土g) 137Cs	U-系列	Th-系列	40K	地質	空間線量(mR/年) U.Th.K	137Cs	Total	137Cs/U.Th.K
金沢市	若松健民公園	54. 7.30	0～5	4.99_5 (176)	0.30_4 (0.9)	0.59_4 (5.3)	9.9_5 (1.2)	砂礫岩，泥岩層(卯辰山層)	35	9	44	0.28
			5～25	1.17_5 (139)	0.35_5 (1.1)	0.62_6 (5.6)	9.8_6 (1.1)					
	末浄水場	54. 7.13	0～5	0.54 (21)	0.57_4 (1.7)	0.99_5 (9.1)	13.5_3 (1.6)	段丘礫層，堆積物	54	1	55	0.02
			5～25	0.22 (19)	0.63_4 (1.9)	1.06_6 (9.8)	1.30_4 (1.6)					
辰口町	和気金大LLR施設	54. 8.21	0～5	6.11 (139)	0.43_3 (1.3)	0.86_5 (7.8)	4.11_2(0.5)	更新世砂礫層	34	8	42	0.22
			5～25	1.04 (105)	0.49_3 (1.5)	0.94_4 (8.5)	4.0_2 (0.5)					
	宮竹	55. 12.10	0～5	5.08_6 (134)	0.68_4 (2.0)	1.17_6(10.6)	9.4_4 (1.1)	砂礫層(南郷層)	54	7	61	0.13
			5～25	0.58_5 (67)	0.80_6 (2.4)	1.34_8(12.1)	9.7_5 (1.2)					
鶴来町	林業試験場	55. 12.10	0～5	8.21_8 (136)	0.62_5 (1.9)	1.11_7(10.0)	16.4_5 (2.0)	安山岩質火砕岩，熔岩	63	7	70	0.12
			5～25	0.88_5 (104)	0.76_7 (2.3)	1. 4_1(12.3)	21.9_8 (2.6)					
美川町	小舞子	55. 12.11	0～5	1.91_6 (51)	0.46_6 (1.4)	0.54_7 (4.9)	12.6_6 (1.5)	砂丘	40	3	43	0.07
			5～25	0.38_1 (62)	0.42_2 (1.3)	0.68_3 (6.1)	11.2_2 (1.3)					
鳥越村	三坂	55. 12.10	0～5	3.74_5 (82)	0.41_5 (1.2)	0.78_6 (7.0)	12.9_4 (1.5)	流紋岩質火砕岩	46	4	50	0.10
			5～25	1.03_5 (73)	0.43_5 (1.3)	0.65_8 (5.9)	13.3_8 (1.6)					
	下吉谷	55. 12.10	0～5	3.30_9 (76)	0.59_6 (1.8)	1.03_8(9.03)	17.7_7 (2.1)	〃	62	4	66	0.07
			5～25	1.45_4 (128)	0.58_4 (1.7)	0.90_6 (8.1)	18.9_5 (2.3)					
小松市	浮柳小松空港	55. 12.11	0～5	2.57_3 (60)	0.35_3 (1.0)	0.54_3 (4.9)	11.8_2 (1.4)	砂丘	37	3	40	0.09
			5～25	0.26_2 (50)	0.35_2 (1.0)	0.64_3 (5.8)	11.6_3 (1.4)					
	原	55. 12.10	0～5	2.90_7 (170)	0.54_6 (1.6)	1.08_8 (9.7)	15.9_7 (1.9)	流紋岩，火砕岩	60	9	69	0.15
			5～25	1.46_4 (82)	0.64_4 (1.9)	1.28_6(11.5)	14.6_4 (1.7)					
	中海	55. 12.10	0～5	3.59_5 (95)	0.50_4 (1.5)	0.60_6 (5.4)	13.6_4 (1.6)	〃	44	5	49	0.12
	中海中学校		5～25	0.99_4 (98)	0.56_5 (1.7)	0.74_8 (6.7)	15.5_6 (1.9)					
加賀市	錦城中学校	55. 12.11	0～5	3.85_8 (136)	0.43_5 (1.3)	0.84_8 (7.6)	14.9_6 (1.8)	砂岩層(錦城山砂岩層)	51	7	58	0.15
			5～25	0.38_2 (57)	0.55_4 (1.6)	0.87_5 (78)	16.2_4 (1.9)					
	加佐岬	55. 12.10	0～5	4.35_6 (144)	0.33_4(0.99)	0.67_5 (6.0)	14.2_4 (1.7)	砂岩，シルト岩層(加佐岬層)	44	8	52	0.18
			5～25	0.65_4 (122)	0.39_5 (1.2)	0.79_7 (7.1)	14.3_6 (1.7)					
吉野谷村	河原山	55. 12.10	0～5	5.21_4 (155)	0.35_3 (1.0)	0.46_3 (4.1)	11.8_2(1.41)	安山岩質火砕石，熔岩	35	8	43	0.24
			5～25	0.80_4 (112)	0.25_5(0.75)	0.55_7 (5.0)	11.9_5(1.42)					
山中町	坂の下	55. 12.10	0～5	4.15_5 (137)	0.38_4 (1.1)	0.54_6 (4.9)	11.3_4(1.35)	〃	37	7	44	0.20
			5～25	1.04_4 (143)	0.38_4 (1.1)	0.62_6 (5.6)	11.9_5(1.42)					
白峰村	風嵐	55. 12.10	0～5	6.48_6 (136)	0.71_4 (2.1)	1.01_6 (9.1)	22.1_5 (2.6)	後期中生代層，手取統	71	7	78	0.10
			5～25	2.15_6 (247)	0.68_6 (2.0)	1.19_8(10.7)	22.5_7 (2.7)					

＊1　137Csの（ ）値は蓄積量（降下量）mCi/km², U,Th系列項の（ ）値はppm,40K項の（ ）値はK%

表 2　　平均降水量区分別地域と ^{137}Cs の降下量

降水量範囲	地点名と ^{137}Cs 降下量
mm 1,900＞	折戸 130　高屋 77　真浦 139　真浦(2) 60　測候所 154　劔地 120　富来 135 内浦 151　宇出津 129　穴水 137　石崎 130　和倉 111　　n＝12　123±27
1,900～2,100mm	寺家 127　敷戸 184　横地 99　河原田小学校 116　馬場 161　谷口 82　唐島 163 中島 205　熊木小学校 187　穴水野田 151　珠洲助政 188　小屋 147　志賀赤住 173 n＝12　151±37
2,100～2,300mm	久川 203　川尻 185　門前和田 99　若山 167　鹿西金丸 223　能登部 149 小舞子 113　小松浮柳 110　　n＝8　156±43
2,300～2,500mm	輪島市の坂 232　熊野 190　粟蔵 106　大田原 130　門前別所 70　加佐 266 押水 160　　n＝7　165±64
2,500～2,700mm	宮竹 201　和気 244　（若松 315）　錦城 193　　n＝3　213±22
2,900～3,100mm	鶴来 240　三坂 155　原 252　　n＝3　216±43
3,300～3,500mm	吉野谷村 225　河原山 267　山中坂の下 280　下吉谷 204　　n＝4　244±31
3,500～3,700mm	白峰村風嵐 383　　n＝1　383

た ^{137}Cs の線量は県全体の平均が4.2mR/年，加賀地方，能登地方はそれぞれ6.1mR/年，3.6mR/年であった。これらのうちで比較的表面土壌の自然状態が良好なところでは，約10mR/年の ^{137}Cs 線量があり，天然の線量の20～30%を占める場合があるが，通常このような地域では人が長年居住することはまれであるので ^{137}Cs の蓄積による線量寄与が大巾に増加することは考えられない。しかし表中の値から推定すると，これまでの ^{137}Cs の蓄積によって，天然線量の約10%近い線量の増加が見込まれることになる。この割合は加賀地方で約14%，能登地方で8.8%程度であって，蓄積量の多い加賀地方の割合が高くなっている。

このように我々は知らず知らずにわずかではあるが有史以来の大地や宇宙線による外部被曝線量に加えて，新たな人工放射性物質からの線量被曝を余儀無くされている。

4 ま と め

石川県各地域の土壌中の ^{137}Cs 濃度を測定し蓄積量を求めた。地域ごとの降水量と蓄積量を比較すると良い直線関係が得られ，^{137}Cs の蓄積には降水量が重要なウエイトを占めることが分かった。更にこの関係式より石川県全域の ^{137}Cs の蓄積量分布図を作成した。この分布図から大略的な県下各地域の蓄積状況把握ができる。降水量の多い加賀山麓は能登地域に比べ約2倍程度蓄積量が多いことが分かった。次に ^{137}Cs の蓄積が進むにつれ外部線量としてこれまで天然放射性核種だけの天然線量であったものが新たに ^{137}Cs 寄与の線量が加算されることとなるが，その割合が地域における天然線量と比較してどの程度であるかを調べた。その結果，加賀地方，能登地方それぞれ天然線量の14%，8.8%程度で加賀地方の方が高く，県全体としてこれまでの天然線量の約10%の増加が見込まれることとなった。

文　献

1) アイセサンバッド，M：環境放射能，(阪上正信監訳) 産業図書，東京（1979）
2) 石川県：環境基本情報書モデル作成調査報告書（1978）
3) 小森正樹：石川衛公研年報，19，207—211（1982）
4) 石川県：環境放射能調査（1979～1981）

〔報　文〕

地域し尿処理施設の水質について

石川県衛生公害研究所　環境部　加藤充哉・塚林　裕・小森正樹
西川孝蔵・折谷禎一・河端芳美
微生物部　芹川俊彦・尾西　一

1 はじめに

生活様式の改善と衛生知識の普及により便所の水洗化はめざましく，これに伴って汚水処理施設の設置基数も急増している。

家庭からの汚水は下水処理系統により流送処分されるのが最も合理的であり，これにより生活環境の向上と公共水への汚濁負荷の軽減が図られると考えられるが，石川県の公共下水道普及率は昭和55年3月現在12%で，全国平均の28%に比べても著しく立ち遅れている。公共下水道の未整備地域で新しく計画的に開発される住宅団地では地域し尿処理施設が設置される例が多く，県内でも既に90基が設置されている。地域し尿処理施設を形態的にみるならば，小規模の公共下水道又は大型の合併型し尿浄化槽と理解でき，その構造に関しても解説がなされている[1]。

当所に依頼される汚水処理施設や浄化槽の水質試験のうち，石川県河北郡内灘町に設置されている4基の地域し尿処理施設の流入水と放流水について，昭和51年4月から56年3月まで5年間のデータをまとめ，水質の特性，施設の機能について検討したので報告する。

2 施設の概要と採水・測定方法

対象とした4施設の概要を表1に示す。いずれも金沢市に隣接する内灘町の住宅団地に設置されており，住民の生活パターンは大きく変わらないと考えてよく，施設の規模も処理対象人員1,200～2,000人で，処理方式，設計計画もほぼ同様で，したがって汚染質の内容もそれほど違わないと想像できる。

採水時期は昭和51年4月から56年3月の各月中旬の水曜日午前9時～11時で，流入水及び放流水について，pH値，生物化学的酸素要求量（BOD），浮遊物質量（SS），大腸菌群数（放流水のみ）を測定した。また昭和51年4月から55年3月の検体については化学的酸素要求量（COD）と塩素イオンの測定も行った。分析方法は，理化学的試験はJIS K0102に，大腸菌群数は下水試験方法に準拠した。

一般に生活系汚水は午前8時から10時と午後6時から10時に流入する汚水の量及び濃度が最高になるとされており[2]，この時間に採水した流入水は1日の汚水性状を代表していると考えられる。また各施設は長時間ばっ気方式を採用しているためタンク総容量と計画処理水量から算出した平均滞留時間が35～36時間と長く，放流水の水質は時間的に平均化されていると思われるが，水量は流入水量に応じて増加していると考えられる。

3 結果と考察

各施設の流入水と放流水のpH値，BOD及びSSの

The Quality of Water in Sewage Treatment Plants. *by Mitsuya KATO, Hiro TSUKABAYASHI, Masaki KOMORI, Kouzou NISHIKAWA, Teiichi ORITANI, Yoshimi KAWABATA, Toshihiko SERIKAWA,* and Hajime ONISHI* (Department of Environmental Science and Department of Microbiology,* Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表 1　　地域し尿処理施設の基本計画概要

項目		A地域し尿処理施設	B地域し尿処理施設	C地域し尿処理施設	D地域し尿処理施設
建設時期		昭和49年3月	昭和49年11月	昭和49年11月	昭和49年12月
処理対象人員（人）		1,500	1,500	2,000	1,200
処理水量（m^3/日）		330	375	500	240
処理方式		合併処理 活性汚泥法 長時間ばっ気方式	合併処理 活性汚泥法 長時間ばっ気方式	合併処理 活性汚泥法 長時間ばっ気方式	合併処理 活性汚泥法 長時間ばっ気方式
汚水排除方式		分流式	分流式	分流式	分流式
流入水	BOD（ppm）	200	200	200	200
	SS（ppm）	250	250	250	250
放流水	BOD（ppm）	30	20	20	30
	SS（ppm）	50	50	50	60
除去率	BOD（%）	85	90	90	85
	SS（%）	80	80	80	76

表 2　　地域し尿処理施設放流水の水質

項目		A地域し尿処理施設	B地域し尿処理施設	C地域し尿処理施設	D地域し尿処理施設	排出基準（日間平均）
測定数		59	59	59	59	
pH値	平均値	7.2	7.1	7.0	7.0	5.8以上
	中央値	7.2	7.2	7.2	7.0	
	最大値	7.5	7.4	7.7	7.7	8.6以下
	最小値	6.8	5.9	5.5	5.8	
BOD（ppm）	平均値	4.2	3.7	5.0	7.7	30以下
	中央値	2.5	3.1	3.5	3.5	
	最大値	39.6	11.9	48.0	46.3	
	最小値	0.5	0.6	0.8	1.1	
SS（ppm）	平均値	4.8	2.9	5.8	10.0	70以下
	中央値	2.6	2.4	3.0	6.4	
	最大値	30.0	14.8	91.5	42.6	
	最小値	0.3	0.4	0.8	0.7	
大腸菌群数（個/cm^3）	最大値	6.9×10^3	4.1×10^3	9.3×10^2	4.7×10^4	3000以下
	最小値	0	0	0	0	

（排出基準は一般廃棄物処理施設の維持管理基準及び水質汚濁防止法による排出基準）

推移を図1－1～図1－4に，また，放流水の水質の概要を排出基準とともに表2に示したが，いずれの施設においても全般的に良好な処理効果を維持していることが分かる。しかし流入水質，放流水質ともかなり変動しており，特に流入水質の変動の大きい施設では放流水質も変動しやすい傾向が認められ，しかも流入水と放流水の変動は時間的に必ずしも一致していない。またすべての施設で放流水のpH値は流入時より下がっている傾向がみられる。放流水の水質を排出基準と比べるといずれの施設もpH値とSSはほぼこれを

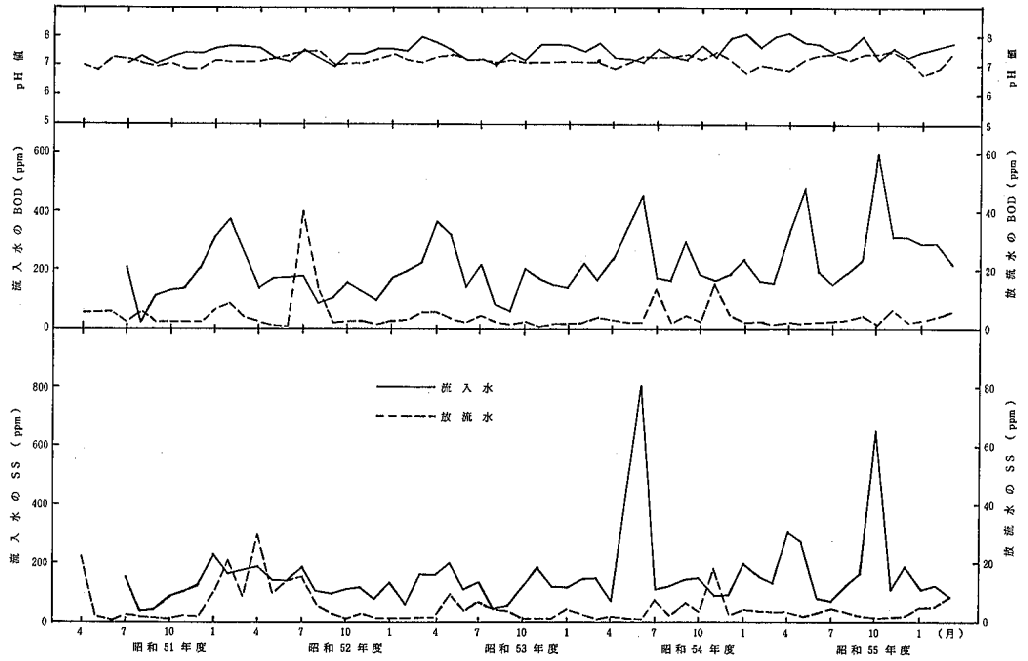


図 1－1　　A地域し尿処理施設の水質状況

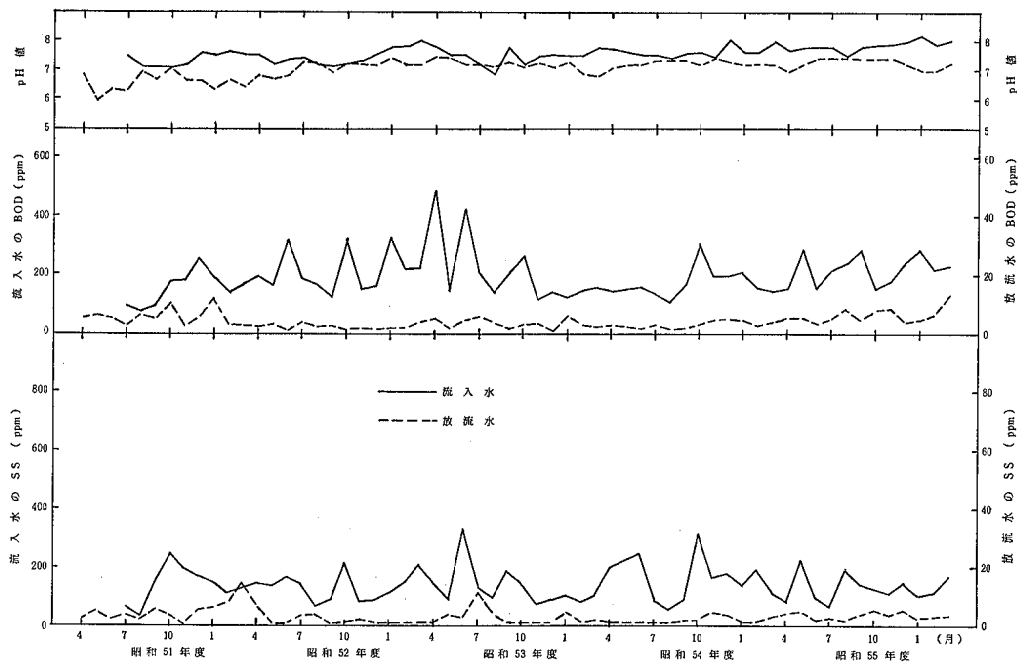


図 1－2　　B地域し尿処理施設の水質状況

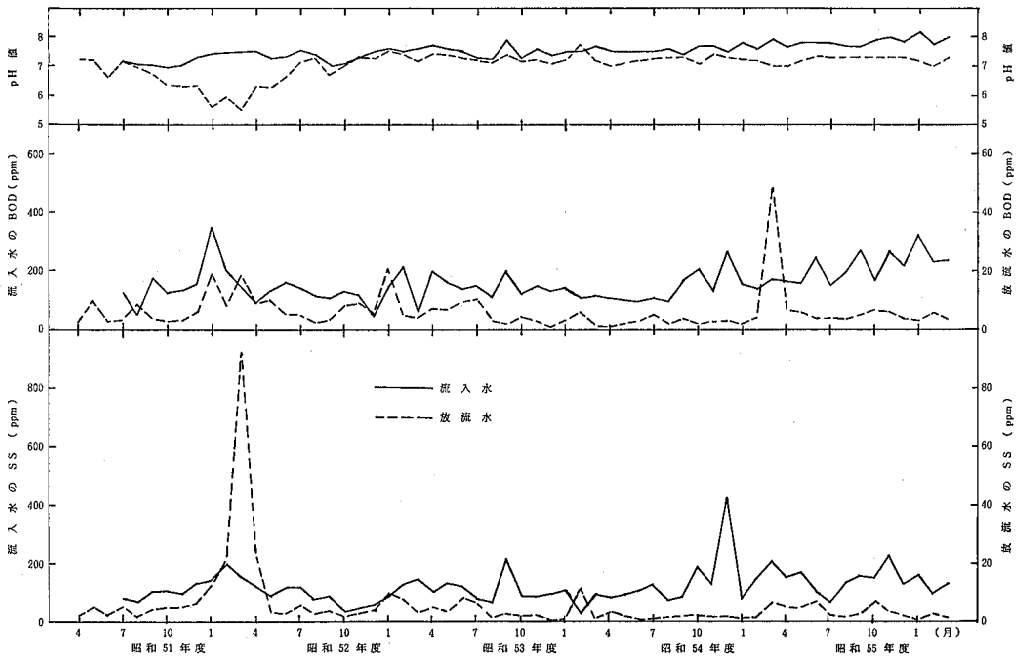


図1－3　　C地域し尿処理施設の水質状況

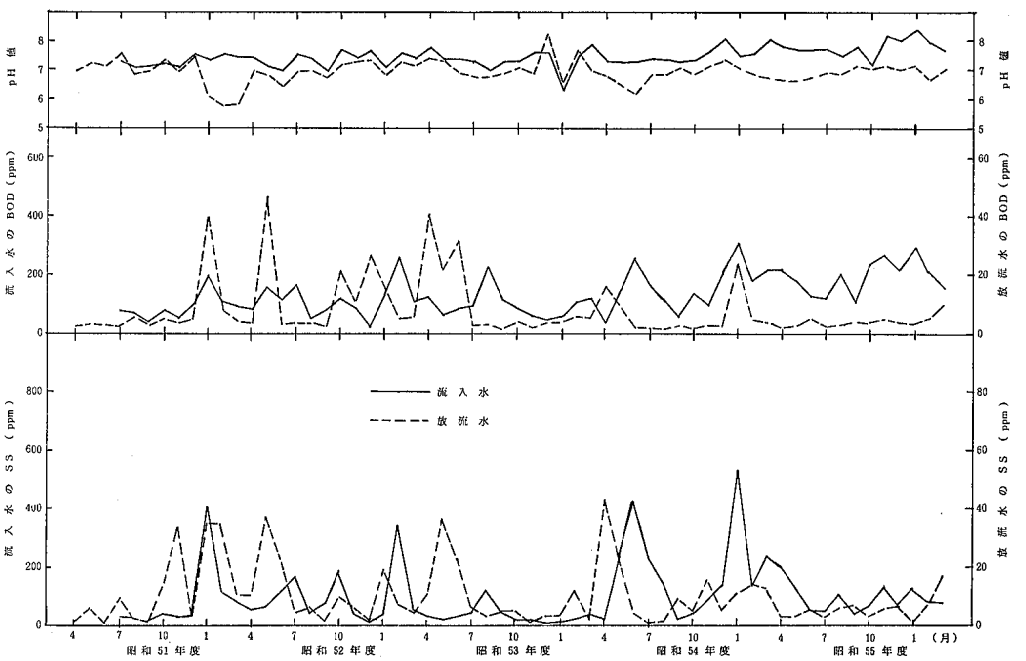


図1－4　　D地域し尿処理施設の水質状況

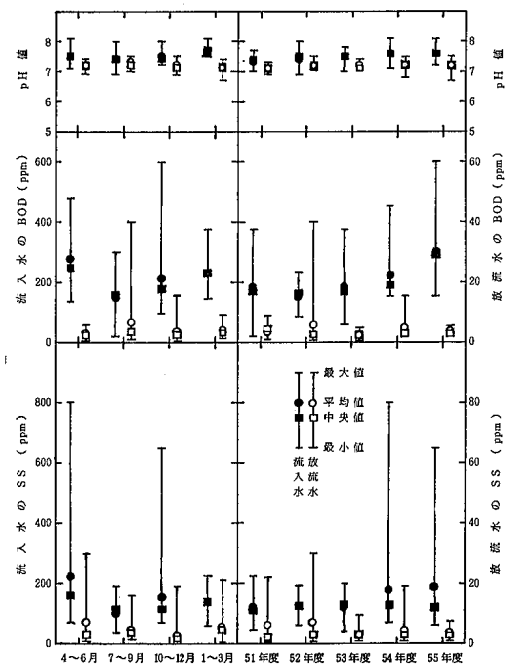


図２－１　A地域し尿処理施設の季節，年度別水質状況

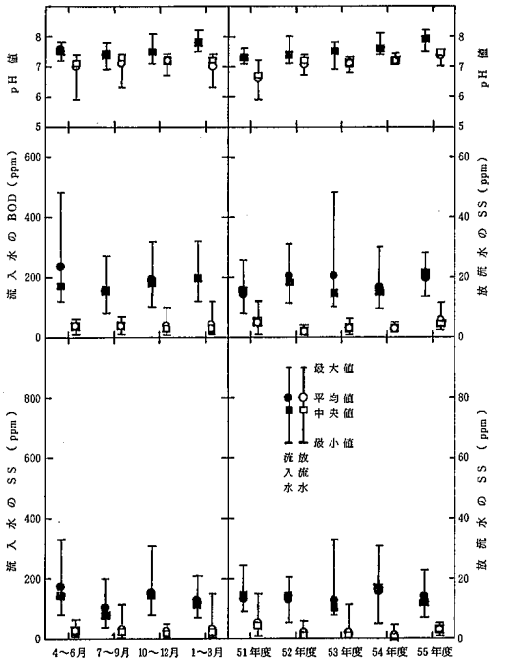


図２－２　B地域し尿処理施設の季節，年度別水質状況

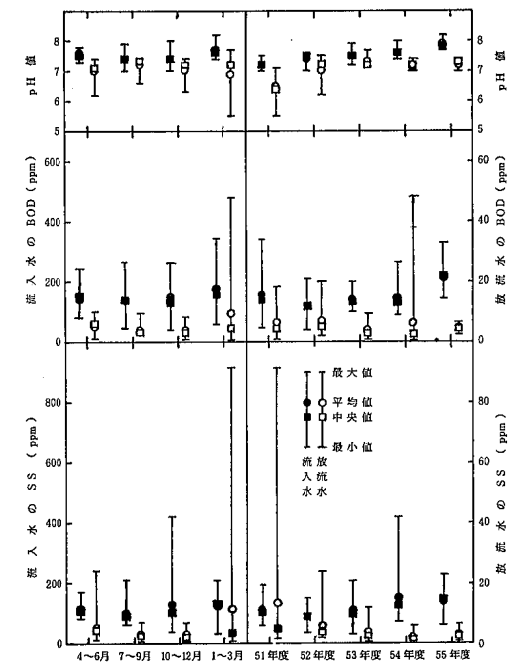


図２－３　C地域し尿処理施設の季節，年度別水質状況

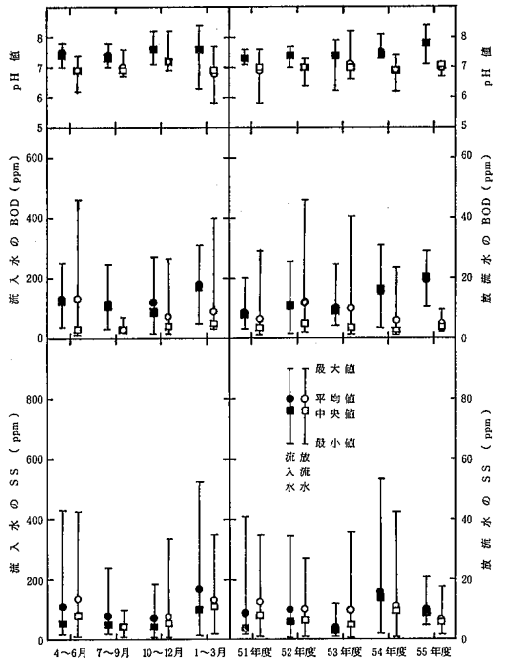


図２－４　D地域し尿処理施設の季節，年度別水質状況

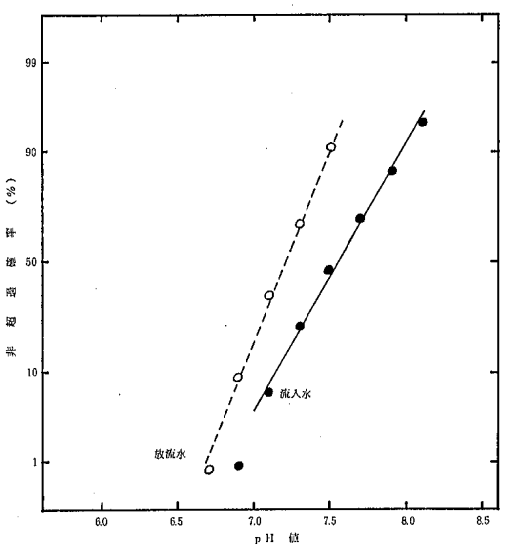


図３－１　A地域し尿処理施設における
pH値の非超過確率

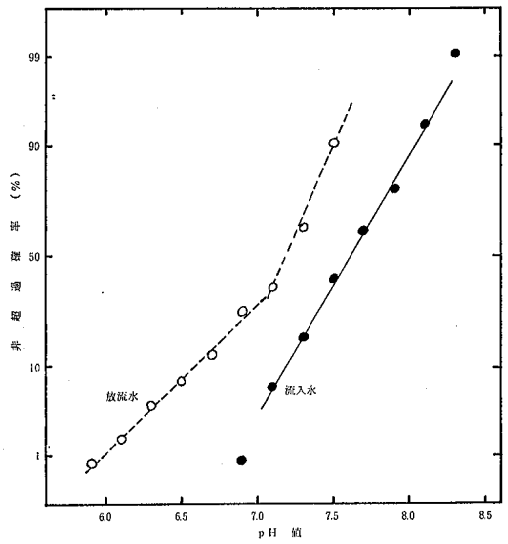


図３－２　B地域し尿処理施設における
pH値の非超過確率

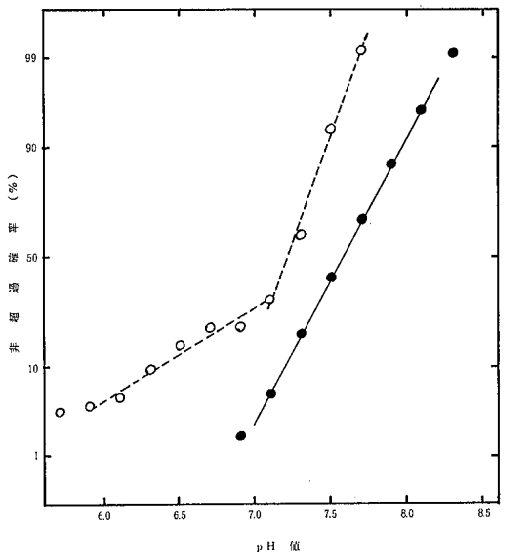


図３－３　C地域し尿処理施設における
pH値の非超過確率

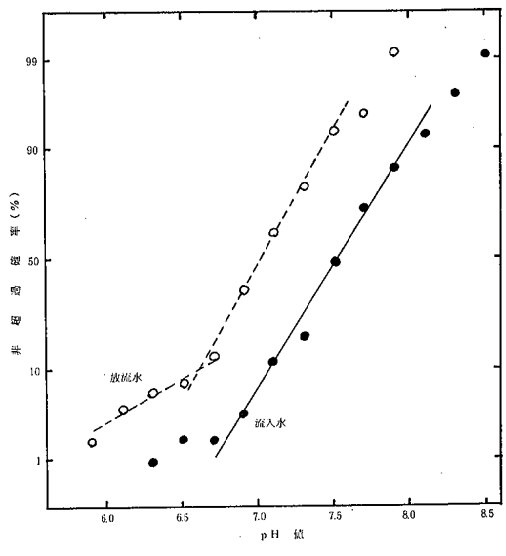


図３－４　D地域し尿処理施設における
pH値の非超過確率

満足しており，特にB地域し尿処理施設は5年間の測定時すべてを通してpH値，BOD，SSとも一度も基準を越えていない。汚水を排出する建築物の用途及び処理施設規模がさまざまな284基の長時間ばっ気方式合併処理浄化槽放流水のBOD，SSを調査した結果，それぞれ14～20mg/l，14～22mg/lであったとの報告もあり[3]，これに比べても今回対象とした各施設の放流水の水質は良好であると言える。

流入水と放流水の水質について季節別，年度別にまとめて図2－1～図2－4に示した。いずれの施設においてもpH値の変動は小さく比較的安定しているが，BODとSSは変動幅が大きく，平均値が中央値より高くなっている時期では特に高い異常値が出ていることが分かる。季節的にみた場合流入水のpH値は夏期（7～9月）には冬期（1～3月）よりわずかに低い傾向がみられ，BOD，SSも夏期には他の季節より低くなっている。これは夏期の水使用量が多いためと考えられ，都市下水道では春～夏には秋～冬に比べ流入水量が1.5倍になり，BOD，SSもこの季節に低くなるとの結果[4]もあり，内灘町でも上水使用量が年間5000トン/日が夏期には8000トン/日にまで増加することからこの傾向は一般的であろう。また夏期には流入水のBOD，SSの変動は他の季節に比べて小さいようである。一方，放流水質と季節との関係は明らかには認められないが，BOD，SSの変動が夏期には他の季節よりわずかに小さい傾向にある。経年的な水質変化をみると，流入水のpH値の上昇傾向がいずれの施設においても認められるが，その原因については明らかではない。A及びD地域し尿処理施設では流入水のBODが漸増の傾向にあり，特に前者では当初の計画流入水質の200ppmが平均値で300ppm位まで増加している。建設省の指針では汚濁負荷量は昭和50年のBOD：50g/人日，SS：48g/人日が20年後にはBOD：60～90g/人日，SS：44～60g/人日に増加するが水使用量も増加するので濃度としては変わらないと予想しているが[5]，これらの施設ではSSは増加しておらず，なぜBODだけが経年的に増加しているのかその原因については不明である。また，他の施設では流入水のBOD，SSには経年的な傾向はない。放流水のBOD，SSは平均値，中央値ではいずれの施設も良好な水質と言えるが，D地域し尿処理施設にでは他の施設比べて変動幅が大きいことが目立つ。BODの低い汚水を処理する施設では処理水の各種酸素消費量の変動は一定でなく，処理水での変動は原水のそれを反映しているとの報告もあり[6]，D地域し尿処理施設では他の施設に比べて流入水のBOD，SSが低濃度で変動幅も大きいことから，BOD，SSの変動を施設間で比較した場合にもこのことが当てはまると考えられる。

各施設の水質分布の様子をpH値について図3－1～図3－4に，BOD，SSについて図4－1～図4－4に示した。図3－1～図3－4から放流水のpH値は流入時より明らかに下がっていること，また流入水のpH値は正規分布しているが放流水では分布の正規性が崩れていることが分かる。活性汚泥ばっ気槽中ではアンモニア性窒素は硝化菌により亜硝酸性窒素や硝酸性窒素に酸化され，この反応に伴って生ずる水素イオン濃度の増加によりpH値は低下することが知られており，一般に硝化が進行している時には汚水の酸化分解も良好に進行することが認められている[7]。富田らは，ばっ気槽混合液においてpH値と硝化率に負の相関がありpH値が硝化率を推測するための指標となることを見い出している[8]。また林らは，コミュニティプラント放流水のpH値の低下について検討し，硝化反応が進行した場合使用原水の総硬度が低い（25～31ppm）と放流水のpH値は3.9～6.0と低いが，総硬度が高い（150～270ppm）と緩衝作用によりpH値の低下を来さず6.9～7.8に保たれると報告している[9]。内灘町上水道は深井戸から取水しており，総硬度が85～140mg/lと比較的高く，しかもこれらの流入域が住宅地域であり，工場排水等pH値に影響する因子が少ないため，pH値が排出基準を下回ることが少ないものと考えられる。BODとSSの非超過確率を示した図4－1～図4－4から，流入水，放流水とも対数正規分布していることが分かるが，一般に汚染を受けていない水質データの場合正規分布がそのまま適合し，汚染度の高いデーでは対数正規分布がよく適合すると言われている[10]。90%非超過確率値で比較すると，D地域し尿処理施設の放流水のBOD，SSの値はそれぞれ18ppm，25ppmで他の施設の値（BOD：8～15ppm，SS:7～13ppm）より高く，放流水質の分散が大きい。一方，これらの施設の基本計画に採用した流入水のBOD，SSの値200ppm，250ppmは建設省の指針による原単位[11]を基準としていると考えられるが，この値を超える確率がそれぞれ20～45%，4～11%と低く，特にSSについてはそれが著しく，これは現在対象人員が計画対象人員に達していないためと考えられる。大野は多数の合併処理施設の水質を解析し，流入水のBODは153～191mg/l，SSは128～170mg/l，SSは

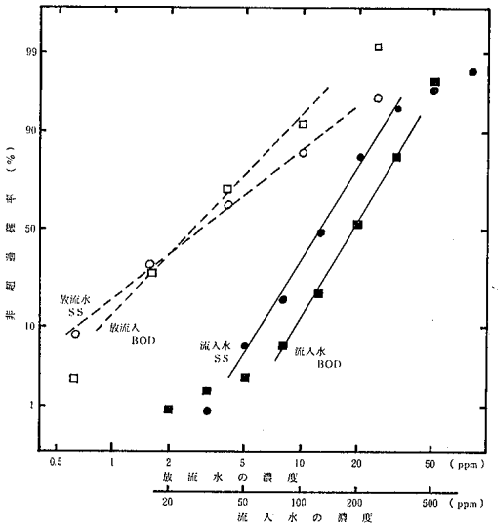


図4－1　A地域し尿処理施設における
BOD，SSの非超過確率

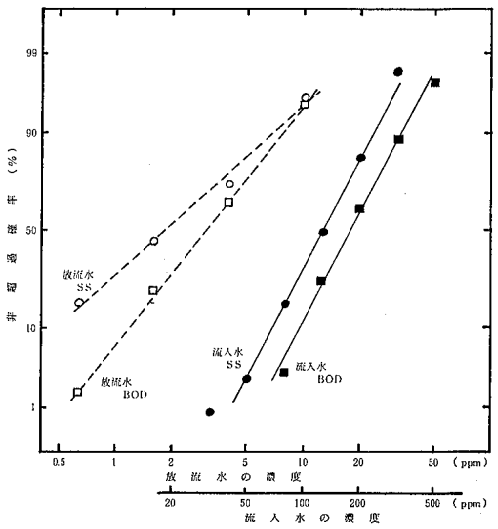


図4－2　B地域し尿処理施設における
BOD，SSの非超過確率

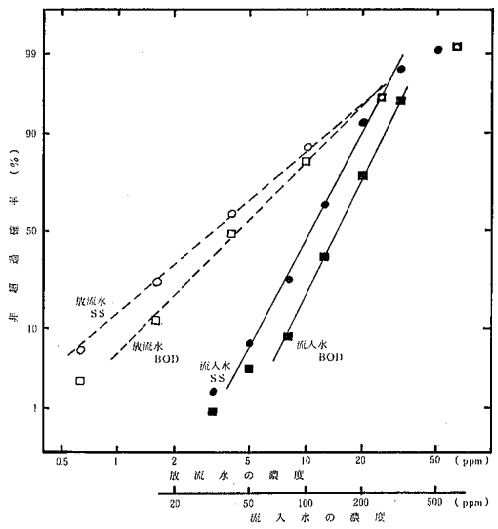


図4－3　C地域し尿処理施設における
BOD，SSの非超過確率

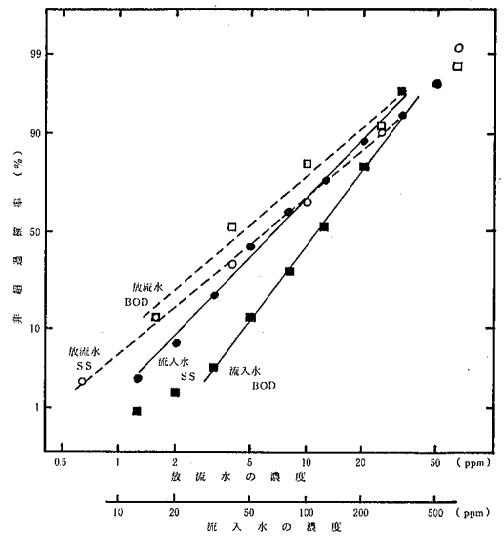


図4－4　D地域し尿処理施設における
BOD，SSの非超過確率

表 3　処理施設別の除去率

項目		A地域し尿処理施設	B地域し尿処理施設	C地域し尿処理施設	D地域し尿処理施設
BOD (%)	測定数	55	55	55	55
	平均値	97.2	97.8	96.0	89.3
	範囲	99.8～70.7	99.7～91.8	99.4～71.3	99.3～－82.3
COD (%)	測定数	43	43	43	43
	平均値	87.7	88.6	85.6	74.8
	範囲	98.9～61.1	98.7～69.5	96.3～61.9	96.5～－ 9.3
SS (%)	測定数	55	55	55	55
	平均値	96.2	97.6	94.9	78.5
	範囲	99.9～78.4	99.7～94.1	99.6～60.0	99.6～－91.9

128～170mg/lで建設省の数値より低濃度側に分布していると述べている[2]。また，流入水の水質分布を示す直線の傾きが小さいD地域し尿処理施設では，放流水についての直線の傾きも小さいことから，流入水質の変動が放流水質の変動に影響していることが分かる。長時間ばっ気方式ではばっ気槽に生成した汚泥は沈澱分離の後すべて返送されるので，流入有機物量に対する活性汚泥量が多く，流入水の量や質の変動による影響を軽減できるため住宅団地等水質変動の著しい比較的小規模な汚水処理に利用されるが，同程度の規模の施設でも稼動状況により処理機能に差が認められる。

各施設のBOD, COD, SSの除去率を表3に示した。これらの施設では処理工程に希釈段階が無いので単純に，除去率(%)＝(流入水に含まれる量－放流水に含まれる量)×100/流入水に含まれる量，から算出した。いずれの施設でも平均値ではBOD，SSとも設計計画を満足しているが，D地域し尿処理施設では他の3施設に比べて除去率が低くかつその変動が大きく安定して稼動していない時もあるようである。なお，BOD除去率がCOD除去率を上回っているが，これは生物学的汚水処理法ではBOD成分がCOD成分より酸化分解されやすいためであり，表4のBOD/COD値が流入水では放流水より大きいことからも理解できる。生物学的に分解可能でしかもその速度が速い有機物のBOD/COD値は高いけれども，逆に生物学的に分解されにくいか毒性のあるものではその値が低く，したがってこの値の大きい汚水ほど生物学的処理に適していることは一般によく知られており，この値は家庭下水の原水では3～5，処理水では1程度であると言われている[12]。表4でも流入水のBOD/COD値が大きい施設ほど放流水のBOD/COD値は小さい傾向が認められる。また，BOD除去率の劣るD地域し尿処理施設では流入水のBOD/COD値が最も低いことから，流入水に含まれる有機物組成も放流水質とその安定性に関係していると考えられる。

十分な生物処理のなされている施設では，放流水中の大腸菌群数が基準値（1cm³中に3000個）以下にな

表4　BOD / COD の比較

施設名	流入水	放流水
A地域し尿処理施設	2.21 ± 1.74	0.46 ± 0.45
B地域し尿処理施設	2.49 ± 1.22	0.42 ± 0.26
C地域し尿処理施設	2.06 ± 0.78	0.59 ± 0.55
D地域し尿処理施設	1.80 ± 0.57	0.74 ± 0.67

（昭和51年7月～昭和55年3月）

表5　大腸菌群数測定結果

施設名	昭和51年度	昭和52年度	昭和53年度	昭和54年度	昭和55年度	全体
A地域し尿処理施設	0/12	2/12	0/12	1/11	0/12	3/59
B地域し尿処理施設	1/12	0/12	0/12	0/11	0/12	1/59
C地域し尿処理施設	0/12	0/12	0/12	0/11	0/12	0/59
D地域し尿処理施設	0/12	2/12	0/12	0/10	0/12	2/58

（基準を越えた回数/測定回数）

る場合が多く，塩素注入率2～8mg/lで残留塩素0.2～1mg/lとなり，処理水の大腸菌群は99.9%滅菌除去されると言われている[13]。実際に，活性汚泥法による住宅団地の合併処理浄化槽について，消毒前の処理水では大腸菌群数が3000個/ml以下となる確率は60%程度であり，塩素注入により残留塩素が0.1～0.2mg/lでは76%，残留塩素が0.3mg/l以上あれば97%となることから，放流水中の残留塩素が0.1mg/l以上になるよう塩素を注入する必要がある，との報告もみられる[14]。表5の大腸菌群測定結果では大腸菌群が基準を超えた割合は0～5%で，これらの施設においては塩素注入はほぼ満足に行われていると考えられる。

4 ま と め

生物学的処理により汚水中の有機物を酸化分解することを主眼とする汚水処理施設では，適正な負荷と十分な維持管理のもとで運転されればBOD除去機能は良好に保たれるのはもちろんのこと，他の項目についての処理性能も維持できると考えられる。

金沢市近郊に設置されている4基の地域し尿処理施設の5年間の水質データを検討し，次の結果を得た。

(1) いずれの施設からの放流水もほぼ排出基準を満足していた。

(2) 流入水，放流水のBOD，SSの値は対数正規分布するのに対し，pH値は流入水では正規分布するが，放流水では流入水より低下するものの分布の正規性は崩れている。

(3) 流入水の負荷が小さく変動の大きい施設では，放流水の水質変動が大きかった。

地域し尿処理施設のような合併処理浄化槽は施設規模，処理方式及びそれらが設置される建築物の用途が雑多であり，流入する汚水とその処理水の水質の特性については未だ十分に解明されているとは言えず，将来規制が予想される窒素，リン化合物を含めて本格的な調査の必要が痛感される。

本研究は一般依頼試験として定期的に行われた検査結果を基にまとめたものであり，結果の利用公表を承認下さった内灘町に対し深謝するとともに，資料の提供と助言をいただいた内灘町企業局，石川県環境部環境管理課，土木部都市計画課及び日章施設管理㈱の関係諸氏に感謝致します。

文　献

1) 粕谷明博：生活と環境，25 (2)，3－8（1980）
2) 建設省，厚生省監修：下水道維持管理指針1979年版，p 562，日本下水道協会，東京（1979）
3) 大野茂：生活と環境，24 (6)，15—27（1979）
4) 土木学会編：衛生工学実験指導書（現場調査編），p 105，土木学会，東京（1981）
5) 建設省編：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説，p 25—27，建設省，東京（1980）
6) 中嶋邦雄，石原豊，田中一彦，砂原広志：水処理技術，23，527—532（1982）
7) 野中徹一，針生昭一：下水，し尿の分析，p 74—75，講談社，東京（1973）
8) 富田伴一，浜村憲克，小瀬洋喜：衛生化学，25，338—342（1979）
9) 林清人，藤本和司，竹之内政雄，峯尾暐，永井光清：福岡市衛生試験所報，2，103—104(1976)
10) 合田健編：水質工学（演習編），p 163，丸善，東京（1977）
11) 建設省監修：小規模下水道施設基準と解説，p 29—31，日本下水道協会，東京（1968）
12) 日本下水道協会：下水試験方法，p 283，日本下水道協会，東京（1974）
13) 土木学会編：衛生工学実験指導書（現場調査編），p 112，土木学会（1981）
14) 吉野常夫：用水と廃水，23，53—59（1981）

〔報　文〕

金沢地域の地下水の水質について（第2報）

—— 地下水の進化と水質の関連性 ——

石川県衛生公害研究所環境部　西　川　孝　蔵

1 はじめに

地下水は，水温の変化が少なく，水質が良好で，既得水利権との競合が少なく，採取しやすい等の特性を持っており，灌漑用，飲料用，工業用等の水資源として重要な役割を占めている。近年地下水利用の増大に伴い，地下水位の低下現象をはじめ，地盤沈下，地下水汚染等の問題が生じてきている[1]。

金沢地域においては，昭和49年以降地盤沈下観測のための水準測量が継続されており，過去5年間の累計沈下量は，金沢市近岡町地内で約140mmにまでなっている[2]。また，この地域の地下水位の年間変動は，地区により大きな差があり，犀川以南では水田への湛水の影響を受ける春から夏にかけては5～6m水位が上昇し，年間で最も水位がこの時期に高くなる。市中心部では冬の降雪期と夏の冷房時期に水位が一時的に低下する傾向にある。駅西地区から金沢港周辺及び浅野川流域にかけては，年間を通して地下水位は海面下にあり，水田の湛水の影響もほとんど見られない[3]。この特徴的な水位の傾向を示す地域において，地下水の進化と水質特性の把握，水質の季節変動を観測する目的で地下水の水質調査を実施した。

2 調査方法

地下水位の季節変動に伴う地下水の水質変化及び水質特性を調査するため，昭和56年5月，8月，11月，昭和57年2月の4回採水し，地下水の水質分析を実施した。

2・1 調査地点の概要

金沢地域の地下水湧水井19カ所を対象として，採水を行った。この19カ所の井戸諸元は表1に，地理的分布は図1に示すとおりである。これらの井戸は深さが80mから150mの深井戸であり，ほとんどの井戸では多層にわたって取水している。

2・2 調査項目

水温，pH値，電気伝導率，蒸発残留物，溶存酸素，ナトリウム，カリウム，カルシウム，マグネシウム，塩素イオン，炭酸水素イオン，硫酸イオン，リン酸イオン，溶性ケイ酸，鉄，マンガン，銅，亜鉛，ヒ素，亜硝酸性窒素，硝酸性窒素，アンモニア性窒素の22項目について分析を行った。分析法は，カルシウムとマグネシウムは原子吸光光度法（JIS K0101—1979）[4]により，リン酸イオンはアスコルビン酸還元モリブデン青法[5]，その他の項目は上水試験法（1978年版）[6]によって分析した。

3 結果及び考察

4回の地下水の水質分析結果は表2—1～表2—4に示すとおりである。表2—4には参考として野々市町本町地内の深井戸No.20（深度50m）と浅井戸No.21（深度30m）のデータが記載してある。この4回の分析結果によれば，各測定地点の水質はほとんど変動せず，年間の地下水の水質は，ほとんど変わらないようである。

3・1 キーダイヤグラム

The Quality of Underground-Water in Kanazawa City Area. 2. Relation between Evolution of Underground-Water and Water Quality. *by Kouzou Nishikawa (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表2－1～表2－4の分析結果を用いて図2のキーダイヤグラムを作成した。4個のキーダイヤグラムでは，各測定地点の位置はほとんど変化なく，また大部分の地点の地下水はアルカリ土類重炭酸塩型となっている。杉崎らは，地下水の進化に伴って，カルシウム，マグネシウム，硫酸イオンが減少し，ナトリウム，炭酸水素イオンが増加する，すなわちイオン交換，硫酸還元，硝酸還元が地下水の進化に伴って進行するとしている[7]。図2－4では，No.20，21が上方にあり，No.14，15，16を間にして，No.1，4，6が下方に位置する。したがって地下水は伏見川左岸の平野部から金沢港に向かって進化していると考えられる。

3・2　ヘキサダイヤグラム

表2－4のデータに基づいて，図3のヘキサダイヤグラムを作成した。犀川，浅野川，北陸自動車道で囲まれた地区，地点No.1，3，4，5，6，13が，ナトリウムの当量値＋カリウムの当量値がカルシウムの当量値より大きく，硫酸イオンは伏見川左岸から金沢港に向けて減少する特徴的な地区となっており，昨年度と同じである[8]。ヘキサダイヤグラムで特徴的なこの地点群は，図2－4のキーダイヤグラムではすべて下方に位置しており，この地区は地下水の進化に伴うイオン交換，硝酸還元，硫酸還元の進行した地区である。

3・3　リン酸イオン濃度分布

リン酸イオンの濃度分布を図4に示した。リン酸イオンの高濃度地区は図3の特徴的なヘキサダイヤグラムの地区と一致している。溶存酸素量が少なく，硝酸還元，硫酸還元の進行しているところでは，地層からリン酸イオンが溶解しやすくなっていると推定される。図5はリン酸イオンと地下水の化学的進化の指標の相関図である。地下水の化学的進化の指数とは，陽イオンの総当量に対するナトリウムの当量の割合と陰イオンの総当量に対する炭酸水素イオンの当量の割合との積であり第1項は塩基置換作用の尺度，第2項は炭酸ガスによる溶出作用，有機物の嫌気的分解，硫酸還元の尺度を示すものである[7]。図5に示すとおり，リン酸イオンとこの指標の間には危険率1％で有意の相関（$r=0.69$，$n=21$）があり，地下水の進化とともにリン酸イオン濃度が増加する傾向にある。リン酸イオン濃度では1 mg/lを越える地点もあり，地下水が栄養塩の供給源の1つとなる可能性もないとは言えない。

3・4　地盤沈下との関連

昭和55年度石川県地下水保全対策調査報告書によれば，昭和49年9月から昭和54年9月までの過去5年間の累計沈下量は，金沢港周辺が最大で，臨港部から隔たるにつれて減少しており[9]，これはリン酸イオン濃度分布とよく似た様相を示す。最大沈下地区は，特徴的なヘキサダイヤグラムの地区とリン酸イオンの高濃度地区に重なり合う。

4　ま　と　め

地下水の水質の季節変動及び水質特性を把握するために地下水の調査を実施した。その要約は以下のとおりである。

(1)　地下水位は地区によっては年間5－6 m程度変動するが，今回の調査結果では，地下水の水質は年間を通して安定していた。

(2)　金沢地域の地下水は，伏見川左岸の平野部から金沢港に向けて進化している。

(3)　地下水中のリン酸イオン濃度は地下水の進化とともに増加している。

(4)　地盤沈下量の最大の地区では，地下水中のリン酸イオン濃度が高く，硝酸性窒素，硫酸イオンの濃度が減少傾向にある。

文　　献

1)　地下水ハンドブック編集委員会：地下水ハンドブック，p543—635，建設産業調査会，東京（昭和55年）

2)　石川県：昭和55年度石川県地下水保全対策調査報告書，4－7（昭和56年）

3)　石川県：金沢平野の地下水位10年報，p259—264，（昭和56年）

4)　日本工業標準調査会：工業用水試験法，p162—164，日本規格協会，東京（昭和54年）

5)　日本薬学会：衛生試験法・注解，p66—68，金原出版，東京（1980）

6)　厚生省環境衛生局水道環境部：上水試験法，日本水道協会，東京（昭和53年）

7)　杉崎隆一，柴田賢：地質学雑誌，**67**，427—439（1961）

8)　西川孝蔵：石川衛公研年報，**18**，345—351(1981)

9)　石川県：昭和55年度石川県地下水保全対策調査報告書，42—57（昭和56年）

表1　井戸諸元

No.	所在地	深度(m)	井戸径(m/m)	ストレーナー位置(m－m)	設置年月
1	涌3丁目	150	350	57-65, 76-88, 121-127, 130-132, 140-147	52. 5
2	松寺町	81	350	65-77	45. 6
3	袋出町	90	400	30-42, 48-60, 72-84	
4	戸水町	130	350	53-65, 76-82, 112-122	48. 3
5	南新保町	150	350	52-63, 73-85, 108-120	49. 8
6	寺中町	100	350	52-71, 94-97	47. 2
7	専光寺町	130	350	46-70, 103-118	47. 5
8	袋畠町	120	300	48-72, 90-102, 108-114	47. 1
9	磯部町	80	250	45-56, 62-68	50. 3
10	高柳町	100	250		36. 5
11	西念町	100	300	28-40, 52-58, 64-70, 85-88	39. 6
12	此花町	100	400	49-53, 64-88	36. 3
13	桜田町	80	200	57-75	48. 8
14	玉鉾1丁目	100	350	48-82, 88-94	40. 3
15	東力町	150	350		47. 9
16	西金沢1丁目	100	400	34-64, 76-94	48. 1
17	野町5丁目	140	350	24-33, 45-57, 69-75, 127-136	43. 11
18	広坂2丁目	150	300	82-93, 102-111, 131-136	40. 9
19	小立野2丁目	150	200	72-75, 78-90, 102-120, 132-136	43. 2
20	野々市町本町6丁目	50			37. 9
21	〃　〃3〃	30			

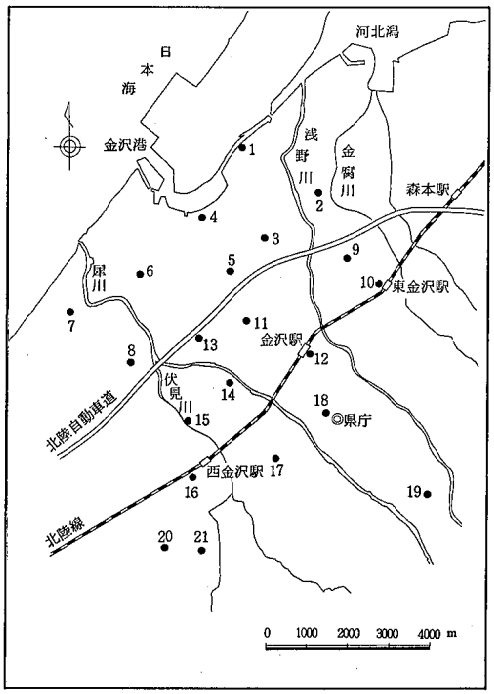


図1　採水地点

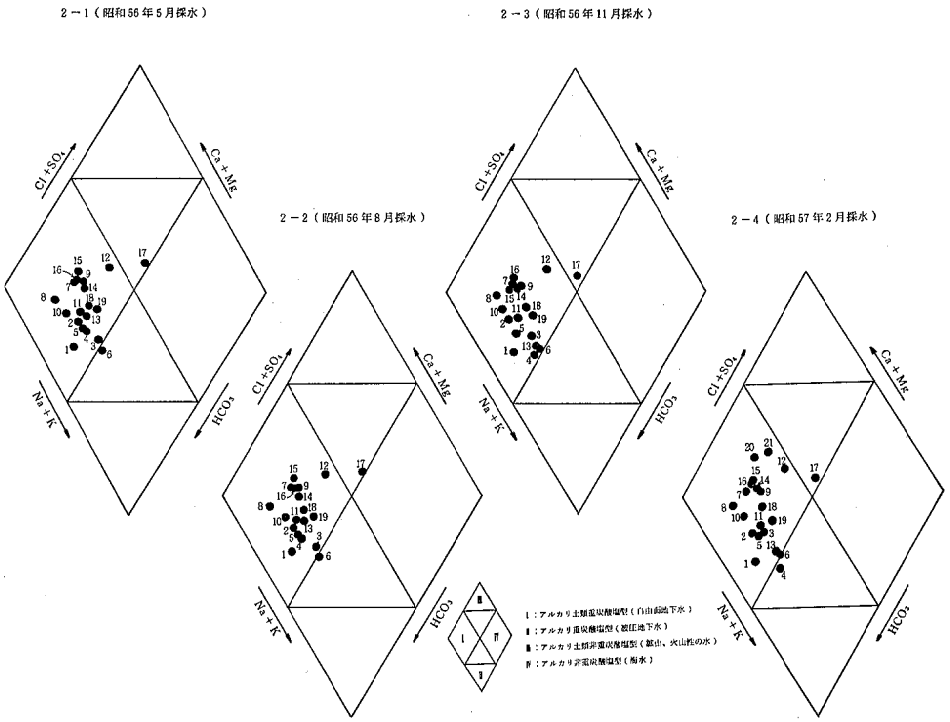


図2　キーダイヤグラム

表2－1　地下水の水質分析結果（昭和56年5月採水）

No.	採水日時	水温	pH値	電気伝導率	蒸発残留物	溶存酸素	溶存酸素飽和率	ナトリウム	カリウム	カルシウム	マグネシウム	塩素イオン	硫酸イオン	炭酸水素イオン	鉄	マンガン	銅	亜鉛	ヒ素	溶性ケイ酸	リン酸イオン	亜硝酸性窒素	硝酸性窒素	アンモニア性窒素	採水位置
		°C		μS/cm	mg/ℓ	mg/ℓ	%	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	
1	5/21 15:05	18.5	7.3	242	164	8.0	88	18.8	2.52	14.9	6.87	11.0	1.1	124	2.82	0.38	0.00	0.00	0.006	23.9	1.28	0.00	0.03	1.76	末端給水栓
2	〃 15:30	15.6	7.4	248	150	0.7	7	17.5	1.72	18.8	6.90	17.8	1.1	117	0.50	0.35	0.00	0.01	0.004	17.7	0.79	0.00	0.01	0.18	〃
3	〃 15:50	15.2	7.4	177	102	1.5	16	15.8	1.12	9.6	3.66	11.8	3.2	72.1	0.15	0.19	0.00	0.07	0.001	13.0	0.46	0.00	0.01	0.18	〃
4	〃 14:45	15.2	7.4	191	109	1.2	13	15.0	1.19	10.9	5.10	12.0	1.7	81.0	0.09	0.05	0.00	0.01	0.002	17.1	0.84	0.00	0.01	0.00	地下貯水槽
5	〃 16:10	16.7	7.4	196	116	6.9	73	14.8	1.28	12.1	5.60	11.8	2.1	86.7	0.06	0.01	0.00	0.29	0.000	17.0	0.64	0.00	0.09	0.00	末端給水栓
6	〃 14:25	14.4	7.4	316	167	7.4	74	31.3	2.32	8.8	11.29	13.2	14.5	133	0.01	0.00	0.00	0.00	0.001	15.0	0.61	0.00	0.94	0.00	貯水槽
7	〃 14:05	15.5	6.7	288	164	4.4	46	12.7	1.44	22.7	7.86	13.5	16.9	108	0.06	0.00	0.06	0.05	0.000	15.7	0.09	0.00	1.16	0.00	揚水ポンプ直後
8	〃 14:00	15.5	7.4	309	180	7.0	72	12.9	1.36	27.7	8.42	10.3	9.2	144	0.01	0.00	0.01	0.20	0.000	15.8	0.20	0.00	0.66	0.00	末端給水栓
9	5/14 12:10	15.8	7.1	296	139	7.1	74	15.8	1.32	21.5	9.48	23.1	10.1	114	0.30	0.01	0.00	0.07	0.000	10.3	0.08	0.00	0.71	0.00	〃
10	〃 11:35	18.5	7.0	476	262	0.2	2	25.4	2.61	30.3	17.14	26.9	6.3	227	3.09	1.59	0.01	0.14	0.004	17.4	0.07	0.00	0.00	0.09	揚水ポンプ直後
11	〃 10:50	17.0	7.4	280	159	8.6	92	18.4	0.98	17.7	9.01	12.7	12.5	118	0.05	0.00	0.00	0.64	0.000	10.6	0.12	0.00	0.80	0.00	末端給水栓
12	〃 11:10	15.4	6.5	272	161	5.7	59	16.2	2.04	17.0	7.04	16.4	25.5	74.4	0.05	0.00	0.00	0.04	0.000	12.3	0.06	0.00	2.39	0.00	揚水ポンプ直後
13	5/21 16:25	16.8	7.1	307	165	5.7	61	21.7	1.01	15.4	9.97	12.7	15.4	118	0.06	0.00	0.00	0.34	0.000	13.4	0.28	0.00	1.17	0.00	末端給水栓
14	5/14 10:30	14.2	7.0	328	184	4.8	48	18.0	1.28	20.3	10.97	15.3	23.5	126	0.01	0.00	0.00	0.00	0.000	14.2	0.22	0.00	0.90	0.00	貯水槽
15	〃 10:10	14.9	6.8	275	152	8.9	91	12.6	1.54	22.2	8.62	14.5	18.5	103	0.02	0.00	0.00	0.00	0.000	13.8	0.17	0.00	1.08	0.00	〃
16	〃 9:50	14.7	6.6	274	172	9.0	92	12.2	1.54	19.9	7.83	13.5	15.7	99.7	0.04	0.00	0.00	0.00	0.000	16.6	0.13	0.00	1.26	0.00	揚水ポンプ直後
17	5/21 13:20	14.9	5.8	221	138	7.4	75	17.2	1.76	9.3	4.49	19.4	22.9	41.2	0.30	0.00	0.00	0.00	0.000	13.7	0.08	0.00	2.92	0.00	末端給水栓
18	5/14 14:20	14.5	6.7	260	196	3.0	30	15.8	4.28	15.3	7.93	14.4	13.2	104	2.49	0.19	0.00	0.01	0.000	33.2	0.11	0.00	0.49	0.16	揚水ポンプ直後
19	〃 15:00	16.1	6.7	190	135	1.7	18	12.9	3.27	11.6	4.94	10.4	11.4	70.4	0.03	0.01	0.00	0.00	0.004	20.0	0.31	0.00	0.47	0.00	貯水槽

表 2 — 2　地下水の水質分析結果（昭和56年8月採水）

No.	採水日時	水温	pH値	電気伝導率	蒸発残留物	溶存酸素	溶存酸素飽和率	ナトリウム	カリウム	カルシウム	マグネシウム	塩素イオン	硫酸イオン	炭酸水素イオン	鉄	マンガン	銅	亜鉛	ヒ素	溶性ケイ酸	リン酸イオン	亜硝酸性窒素	硝酸性窒素	アンモニア性窒素	採水位置
		℃		μS/cm	mg/ℓ	mg/ℓ	%	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	
1	8/4 14:15	17.4	7.5	235	140	1.5	16	19.4	2.16	16.1	6.55	10.2	2.2	118	2.15	0.50	0.00	0.02	0.004	22.2	1.84	0.00	0.00	1.13	揚水ポンプ直後
2	〃 13:40	16.0	7.2	244	134	1.3	14	17.0	1.67	18.4	6.62	17.5	2.0	121	0.68	0.37	0.00	0.01	0.003	17.8	0.53	0.00	0.01	0.21	末端給水栓
3	〃 14:35	16.7	7.3	166	91.0	2.5	27	16.0	0.94	10.8	3.47	11.7	4.1	75.1	0.16	0.18	0.00	0.06	0.001	12.3	0.41	0.00	0.01	0.16	〃
4	〃 11:45	15.6	7.3	178	102	1.6	17	16.8	1.14	10.9	4.47	10.9	2.4	88.6	0.09	0.07	0.00	0.02	0.002	16.6	0.79	0.00	0.02	0.06	地下貯水槽
5	〃 15:00	18.3	7.3	192	108	6.4	70	14.4	1.21	13.3	5.41	11.5	2.8	94.7	0.26	0.04	0.00	0.17	0.001	16.4	0.64	0.00	0.09	0.02	末端給水栓
6	〃 11:30	14.5	7.2	300	165	7.0	71	32.0	2.16	9.4	12.02	13.1	15.2	138	0.02	0.00	0.00	0.00	0.001	14.8	0.60	0.00	1.25	0.01	貯水槽
7	〃 11:10	15.3	6.6	277	176	4.7	48	12.6	1.32	24.6	8.06	13.1	18.4	114	0.06	0.00	0.03	0.04	0.001	15.3	0.06	0.00	1.15	0.01	揚水ポンプ直後
8	〃 10:55	23.0	7.4	296	165	6.7	80	13.0	0.94	30.2	8.30	9.7	9.3	155	0.03	0.00	0.00	0.12	0.001	15.3	0.21	0.00	0.93	0.00	末端給水栓
9	〃 13:00	18.7	7.0	283	170	6.5	72	15.7	1.22	21.5	9.58	23.4	10.4	114	0.34	0.02	0.00	0.08	0.000	14.7	0.07	0.00	0.58	0.00	〃
10	〃 13:15	19.6	6.9	457	243	2.2	25	24.0	2.38	35.7	18.03	27.8	7.1	232	2.39	1.48	0.00	0.14	0.004	17.6	0.24	0.00	0.02	0.08	揚水ポンプ直後
11	8/5 9:50	17.4	7.2	265	139	8.4	90	19.8	0.82	17.3	7.89	12.4	12.4	121	0.01	0.00	0.00	0.07	0.000	11.0	0.13	0.00	0.80	0.01	末端給水栓
12	〃 10:20	15.2	6.3	257	151	4.6	47	15.8	1.82	18.9	6.82	16.1	24.6	74.4	0.00	0.00	0.00	0.04	0.000	12.1	0.03	0.00	2.33	0.01	揚水ポンプ直後
13	8/4 15:20	19.7	7.0	281	166	6.0	67	21.0	0.84	17.9	9.63	12.0	16.0	127	0.23	0.00	0.00	0.18	0.000	13.6	0.21	0.00	1.23	0.01	末端給水栓
14	〃 10:30	15.1	6.9	259	166	5.8	59	16.1	1.09	20.8	8.64	13.6	17.9	114	0.04	0.00	0.00	0.00	0.000	14.7	0.32	0.00	0.59	0.01	貯水槽
15	〃 10:10	15.3	6.9	262	161	10.8	111	12.9	1.40	22.4	8.24	13.7	17.1	106	0.01	0.00	0.00	0.00	0.000	16.9	0.19	0.00	1.06	0.00	〃
16	〃 9:50	15.3	6.6	260	162	6.7	69	12.2	1.42	22.4	7.79	12.6	16.6	104	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	16.9	0.11	0.00	1.30	0.00	揚水ポンプ直後
17	8/10 14:30	15.5	5.8	198	146	6.1	64	17.4	1.54	11.1	4.54	20.2	13.2	46.3	0.37	0.01	0.00	0.01	0.000	14.0	0.04	0.00	3.32	0.03	末端給水栓
18	8/5 11:10	14.5	6.7	249	200	1.6	16	15.8	3.97	15.7	7.93	13.3	12.9	104	2.36	0.46	0.00	0.02	0.000	33.8	0.14	0.00	0.35	0.20	揚水ポンプ直後
19	〃 11:40	16.4	6.8	177	118	1.4	15	12.9	3.12	10.8	4.54	9.6	11.1	73.2	0.01	0.01	0.00	0.00	0.004	20.7	0.33	0.00	0.32	0.00	貯水槽

表 2 — 3　地下水の水質分析結果（昭和56年11月採水）

No.	採水日時	水温	pH値	電気伝導率	蒸発残留物	溶存酸素	溶存酸素飽和率	ナトリウム	カリウム	カルシウム	マグネシウム	塩素イオン	硫酸イオン	炭酸水素イオン	鉄	マンガン	銅	亜鉛	ヒ素	溶性ケイ酸	リン酸イオン	亜硝酸性窒素	硝酸性窒素	アンモニア性窒素	採水位置
		°C		μS/cm	mg/ℓ	mg/ℓ	%	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	
1	11/10 13:05	15.0	7.3	224	166	2.0	20	18.1	2.37	14.6	6.84	10.1	1.5	122	2.27	0.52	0.00	0.01	0.004	22.2	2.27	0.00	0.01	1.50	揚水ポンプ直後
2	〃 12:45	14.4	7.2	250	162	2.2	22	16.0	1.34	23.2	7.05	16.2	2.1	127	1.41	1.47	0.00	0.00	0.007	15.9	1.21	0.00	0.03	0.39	末端給水栓
3	〃 13:30	13.9	7.2	160	107	2.6	26	14.8	0.97	11.5	3.77	11.0	3.7	74.1	0.20	0.18	0.00	0.08	0.001	11.6	0.39	0.00	0.06	0.16	〃
4	〃 11:40	14.4	7.3	168	115	1.7	17	17.2	1.07	9.8	4.21	11.0	2.3	82.5	0.13	0.06	0.00	0.03	0.001	14.9	0.85	0.00	0.04	0.05	地下貯水槽
5	〃 14:40	15.6	7.2	184	121	7.1	74	14.5	1.15	13.5	5.71	11.0	2.8	93.3	0.12	0.04	0.00	0.09	0.001	15.1	0.62	0.00	0.12	0.02	揚水ポンプ直後
6	〃 11:25	14.1	7.1	289	170	6.4	64	29.8	1.98	8.8	12.19	12.7	15.3	134	0.01	0.00	0.00	0.00	0.001	13.9	0.58	0.00	1.04	0.00	貯水槽
7	〃 11:00	14.6	6.9	263	168	4.1	42	12.6	1.37	23.7	7.92	12.7	16.8	112	0.10	0.00	0.01	0.01	0.000	14.5	0.09	0.00	1.14	0.01	揚水ポンプ直後
8	〃 10:45	13.7	7.1	267	168	8.0	80	11.8	1.26	27.4	8.21	10.3	12.5	130	0.01	0.00	0.01	0.24	0.000	14.8	0.17	0.00	0.91	0.00	末端給水栓
9	〃 12:30	13.0	7.0	277	169	7.7	75	15.4	1.25	21.8	9.98	21.3	10.4	113	0.42	0.02	0.00	0.05	0.000	13.6	0.08	0.00	0.61	0.00	〃
10	〃 13:50	14.0	6.8	443	266	3.6	36	24.3	2.41	36.4	17.71	25.9	7.2	233	1.96	1.47	0.00	0.12	0.005	16.3	0.30	0.00	0.00	0.11	揚水ポンプ直後
11	11/11 10:10	13.9	7.1	260	147	7.9	79	19.6	0.88	20.9	8.80	12.2	11.9	122	0.05	0.00	0.00	0.06	0.000	10.0	0.14	0.00	0.80	0.00	末端給水栓
12	〃 10:30	14.9	6.4	241	142	5.1	52	15.2	2.01	17.8	6.50	15.1	25.5	71.4	0.01	0.00	0.00	0.02	0.000	10.8	0.04	0.00	2.07	0.00	揚水ポンプ直後
13	11/10 14:50	13.5	7.1	272	156	5.2	52	29.0	0.83	14.6	8.50	11.6	13.9	127	0.02	0.00	0.00	0.15	0.000	12.0	0.35	0.00	1.19	0.00	末端給水栓
14	〃 10:25	14.2	6.9	312	196	4.4	44	17.6	1.21	25.2	11.24	14.5	24.9	132	0.00	0.00	0.00	0.01	0.000	13.0	0.21	0.00	0.89	0.01	貯水槽
15	〃 10:05	14.9	6.7	256	165	4.3	44	12.8	1.46	21.3	8.34	12.8	15.2	109	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	16.0	0.27	0.00	0.93	0.01	〃
16	〃 9:45	14.8	6.6	254	164	6.9	70	12.0	1.45	23.2	8.11	12.9	17.0	103	0.05	0.00	0.00	0.00	0.000	15.8	0.14	0.00	1.33	0.00	揚水ポンプ直後
17	11/11 9:40	14.2	5.8	199	128	6.9	69	18.2	1.62	10.9	4.63	19.2	15.2	42.4	0.49	0.01	0.00	0.01	0.000	12.7	0.05	0.00	3.04	0.01	末端給水栓
18	〃 10:55	14.3	6.7	241	203	1.6	16	15.1	3.97	15.8	8.50	13.7	12.8	105	2.67	0.51	0.00	0.03	0.000	31.5	0.19	0.00	0.38	0.23	揚水ポンプ直後
19	〃 11:15	16.0	6.9	174	123	1.5	16	12.6	3.32	11.6	5.10	9.4	11.4	76.3	0.03	0.01	0.00	0.00	0.004	20.8	0.35	0.00	0.25	0.00	貯水槽

表 2 — 4　地下水の水質分析結果（昭和57年2月採水）

No.	採水日時	水温	pH値	電気伝導率	蒸発残留物	溶存酸素	溶存酸素飽和率	ナトリウム	カリウム	カルシウム	マグネシウム	塩素イオン	硫酸イオン	炭酸水素イオン	鉄	マンガン	銅	亜鉛	ヒ素	溶性ケイ酸	リン酸イオン	亜硝酸性窒素	硝酸性窒素	アンモニア性窒素	採水位置
		°C		μS/cm	mg/ℓ	mg/ℓ	%	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	
1	2/8 13:00	15.1	7.3	224	157	2.6	27	20.6	2.14	15.5	6.46	10.8	2.0	128	2.49	0.56	0.03	0.02	0.003	20.9	2.08	0.00	0.00	1.13	揚水ポンプ直後
2	〃 13:40	14.4	7.1	235	151	0.3	3	17.0	1.75	18.8	6.69	15.6	1.7	119	0.77	0.44	0.00	0.01	0.003	16.1	0.89	0.00	0.00	0.25	末端給水栓
3	〃 13:20	13.5	7.2	160	84.8	—	—	13.0	1.00	11.3	4.32	11.5	3.8	76.6	0.18	0.23	0.00	0.03	0.000	11.3	0.47	0.00	0.02	0.20	〃
4	〃 11:30	14.3	7.3	165	116	1.0	10	18.4	1.10	8.5	3.87	11.3	2.6	83.5	0.10	0.08	0.00	0.00	0.001	14.5	0.92	0.00	0.01	0.08	地下貯水槽
5	〃 14:30	14.7	7.3	181	108	6.9	70	14.8	1.13	13.0	5.42	11.3	3.1	90.3	0.11	0.04	0.06	0.06	0.000	14.5	0.62	0.00	0.12	0.02	揚水ポンプ直後
6	〃 11:25	14.0	7.2	286	172	7.1	70	30.4	2.08	9.3	11.3	13.3	15.5	134	0.01	0.00	0.00	0.00	0.000	13.3	0.63	0.00	1.31	0.00	貯水槽
7	〃 11:05	14.2	6.7	274	168	3.1	31	12.9	1.33	26.3	8.38	12.8	16.0	123	0.07	0.00	0.00	0.01	0.000	13.5	0.14	0.00	1.03	0.01	揚水ポンプ直後
8	〃 10:55	13.0	7.2	277	180	7.3	72	12.2	1.25	28.7	8.25	10.3	9.9	143	0.00	0.00	0.00	0.02	0.000	13.8	0.22	0.00	0.73	0.00	末端給水栓
9	〃 14:10	13.2	7.0	275	140	7.8	77	15.5	1.22	21.3	9.27	22.1	10.8	111	0.09	0.01	0.00	0.05	0.000	13.5	0.16	0.00	0.85	0.00	〃
10	〃 14:20	14.0	6.9	431	256	3.1	31	25.1	2.56	33.8	17.1	26.0	9.0	226	2.17	1.56	0.01	0.32	0.004	16.1	0.60	0.00	0.01	0.11	揚水ポンプ直後
11	2/9 10:15	11.8	7.2	255	141	8.5	81	20.0	0.90	18.7	8.40	13.0	12.1	121	0.04	0.00	0.00	0.07	0.000	10.4	0.16	0.00	0.78	0.01	末端給水栓
12	〃 10:30	14.7	6.2	239	138	4.8	49	15.2	1.96	18.5	6.50	16.4	24.3	68.8	0.04	0.00	0.00	0.02	0.000	11.2	0.05	0.00	2.34	0.00	揚水ポンプ直後
13	2/8 14:40	14.3	7.1	280	147	5.0	50	29.0	0.83	14.8	7.75	12.5	13.8	124	0.03	0.00	0.00	0.01	0.000	12.3	0.41	0.00	1.30	0.15	末端給水栓
14	〃 10:35	13.8	6.9	306	186	7.2	72	17.8	1.24	25.5	10.83	15.1	24.3	128	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	13.1	0.23	0.00	0.98	0.00	貯水槽
15	〃 10:20	14.1	6.7	264	175	4.9	49	12.2	1.49	22.9	8.48	15.3	18.3	103	0.01	0.00	0.00	0.00	0.000	16.2	0.21	0.00	1.31	0.01	〃
16	〃 10:05	14.4	6.7	251	150	5.0	51	11.6	1.46	22.3	7.75	14.0	16.7	100	0.01	0.00	0.00	0.01	0.000	15.6	0.13	0.00	1.41	0.01	揚水ポンプ直後
17	2/9 9:40	13.9	6.0	193	139	6.7	67	16.6	1.62	10.2	4.28	19.7	13.4	42.3	0.18	0.00	0.00	0.01	0.000	13.3	0.15	0.00	3.51	0.00	末端給水栓
18	〃 10:50	13.8	6.8	252	198	0.7	7	14.6	3.66	16.2	9.04	15.2	14.1	109	2.90	0.75	0.00	0.02	0.000	30.9	0.23	0.00	0.07	0.25	揚水ポンプ直後
19	〃 11:20	15.6	6.7	177	126	1.5	16	13.0	3.20	11.3	4.90	10.1	10.7	73.9	0.04	0.02	0.00	0.00	0.005	20.3	0.36	0.00	0.26	0.00	貯水槽
20	3/10	—	6.9	—	158	—	—	8.6	1.11	23.1	5.24	13.4	16.6	73.6	0.04	0.00	0.00	0.01	0.000	10.9	0.02	0.00	1.7	0.01	依頼試験データ
21	〃	—	6.8	—	165	—	—	10.2	1.51	20.6	6.18	19.8	16.6	71.4	0.15	0.00	0.00	0.01	0.000	12.7	0.04	0.00	2.3	0.00	依頼試験データ

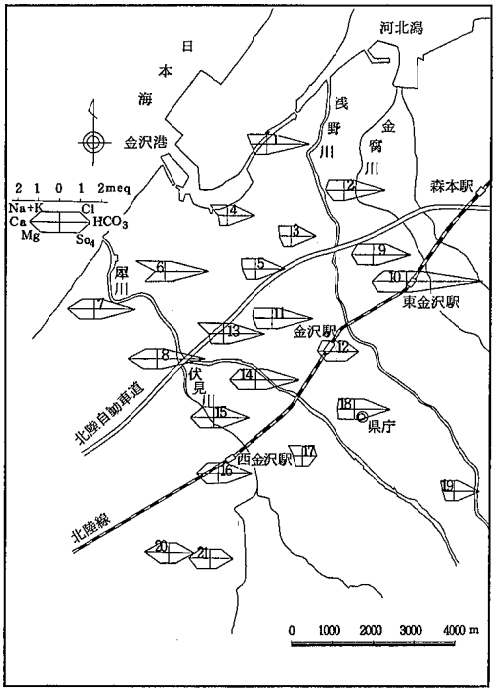


図3　ヘキサダイヤグラム（昭和57年2月採水）

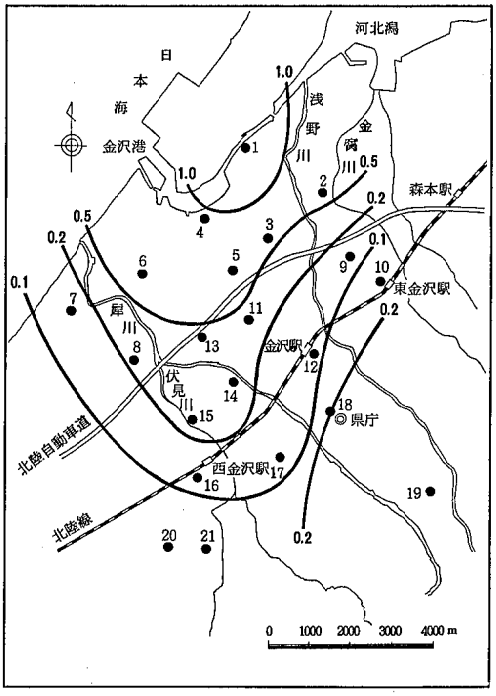


図4　リン酸イオン濃度分布
（単位：mgPO_4/1）

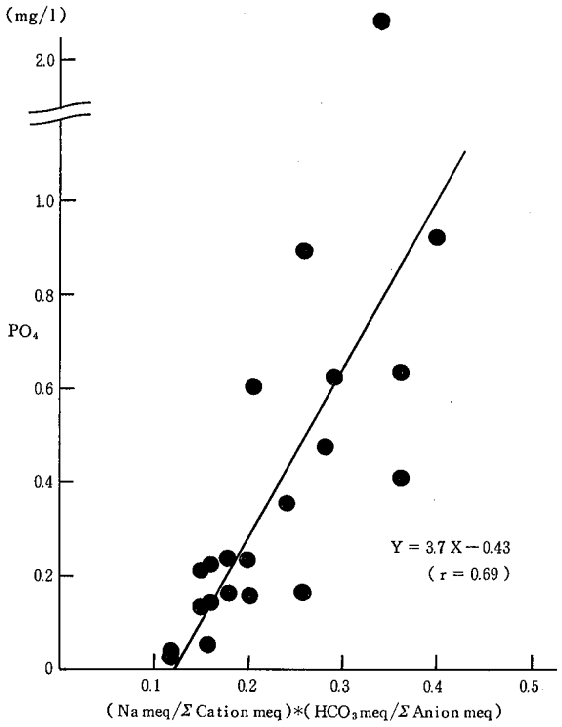


図5　リン酸イオンと地下水の化学的進化指数

〔報　文〕

水道水中のトリハロメタン分析法とその存在状況について

石川県衛生公害研究所環境部　折谷禎一・加藤充哉
塚林　裕・西川孝蔵

1 はじめに

1974年アメリカ合衆国ニューオリンズ市の水道水中にトリハロメタン（以下THMと略する）が検出され，住民に発癌の危険性が指摘された。このことが発端となり，EPA（アメリカ合衆国環境保護庁）は1979年にNIPDWR（暫定第1種飲料水規則）の改正を行い，総THM（クロロホルム，ブロモジクロロメタン，ジブロモクロロメタン，ブロモホルムの合計）の最大濃度を0.10mg/lとした[1)2)]。一方，我が国でも1976年以来THMに関する研究が続けられ，厚生省は1981年3月に水道により供給される水における当面の制御目標値として「総THM 0.10mg/l以下（年間平均値）」とするよう指導通知を出した[3)]。

THMの分析にはヘッドスペース法，有機溶媒抽出法，パージング法等が報告されているが[4)-6)]，この暫定基準による分析方法にはヘッドスペース法が採用された。しかしこの方法は試験室内の有機溶媒を含む空気からの汚染，分析操作中の揮散による誤差，気液平衡の調整等すこぶる苦慮する点が多いので測定上の諸条件に関する基礎的な検討を加え知見を得たので報告する。また，昭和55年度から昭和56年度にかけて調査した水道水中のTHMの結果についても併せて報告する。

2 試験方法

2・1 試薬

(1) 精製水：蒸留水1lを分液ロートに入れ，残留農薬用*n*-ヘキサン50mlを加えて振とう後静置し，完全に*n*-ヘキサン層を分離する。次に分離した水層を粒状活性炭層（110°Cの乾燥器で2時間加熱したもの）に通し三角フラスコで保存する。この水を使用の都度10～20分間煮沸し，有機溶媒の汚染を受けていない試験室内で放冷後使用した。

(2) メタノール：和光純薬工業製残留農薬試験用メタノールを使用した。

(3) THM標準原液：関東化学製THM標準原液（クロロホルム1mg/ml，ブロモジクロロメタン1mg/ml，ジブロモクロロメタン4mg/ml，ブロモホルム20mg/mlをメタノールに溶かしたもの）を使用した。

(4) THM標準溶液：THM標準原液をメタノールで10～200倍に段階的に希釈したものを使用した。

(5) THM以外の標準物質：四塩化炭素，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，1.1.1—トリクロロエタン，1.1—ジクロロエチレンの5物質は市販の最高純度のものを選びそのまま使用した。

(6) 亜硫酸ナトリウム溶液，リン酸溶液：市販の特級品を測定方法に従って希釈して調製した。

(7) その他の試薬：塩化ナトリウム，無水硫酸ナトリウムはいずれも試薬特級を110°Cで2時間加熱処理した後，デシケータ中で放冷したものを使用した。

2・2 器具及び装置

(1) バイアルビン：容量50ml（実容量65ml）を使用前に110°Cで2時間加熱後，有機溶媒による汚染のない試験室内で放冷して使用した。

(2) ゴム栓：バイアルビンと同様に加熱処理して使用した。

(3) テフロンシート：厚さ0.05mmのものを適当な大きさに切りバイアルビンと同様に加熱処理して使用

Trihalomethane in Tap Water, its Analysis and Concentration. *by Teiichi ORITANI, Mitsuya KATO, Hiro TSUKABAYASHI, and Kouzou NISHIKAWA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

した。

(4) 液体用マイクロシリンジ：ハミルトン社製の容量10μl（NL-701）のものを使用した。

(5) 気体用マイクロシリンジ：ハミルトン社製の容量500μl（1750-TLLWG）のものを使用した。

(6) 恒温水槽：ヤマト科学製 Neocool DIPBD-15型及びヤマト科学製 Minder Junior の恒温槽を併用したものを主として使用した。

(7) ガスクロマトグラフ：島津製作所製 GC-7AG PrEE（ECD付）を使用した。

(8) カラム：20% Silicon DC-200，20% Silicon DC-550，20% Silicon DC-550+SF 96（2+8），なお担体は各々クロモソルブW，AW-DMCS，60～80メッシュのものを径3mm×2mのガラスカラムに充填した。

2・3 測定法

測定方法は，水道水中の総トリハロメタン測定方法[7]及び総トリハロメタンの検査方法[3]に準じた。

3 結果と考察

3・1 分析方法に関する基礎的検討

(1) 汚染防止対策

クロロホルム等を使用する試験室内では有機溶媒による汚染が認められ，測定結果に悪影響を及ぼすため次の対策を行い好結果を得た。第1に，バイアルビン，ゴム栓，テフロンシートは乾燥器により110°Cで2時間加熱処理し有機溶媒による汚染のない室内で放冷した後使用した。第2に，検水や精製水採水用のピペット，メタノールやTHM標準溶媒採取用の液体マイクロシリンジは各々移染を防ぐために使い分けした。第3に，気体用マイクロシリンジは先に採取した試料の影響を受けるため，採取毎にシリンジを加熱処理し有機溶媒による汚染のない屋外空気で十分洗浄するか，高純度窒素ガスにより洗浄した。第4，に気体用マイクロシリンジでヘッドスペースガスを採取する場合，シリンジ針及びシリンジ内に水分を含み，ガスクロマトグラムのベースラインの落ち込みや乱れを生ずるためテフロンシートを2重にし，ガスクロマトグラフ（以下GCと略する）に注入する前に針先に付着している水を除いた。また，このシリンジの針は一般用のポイントスタイルを使用するとGCの試料注入口のパッキンの消耗が早く，シリンジ針内にこのパッキンの破片が入り使用不可能となったこともあったので，ポイントスタイルの横穴式で交換針型の気体用マイクロシリンジを使用することとした。

(2) GCの条件及び分離能

水道水中の総トリハロメタン測定法[7]に記載されている9種類のカラム充填剤のうち20% DC-200，20% DC-550，20% DC-550+SF-96（2+8）を選び，これらの分離能試験を行った結果を測定条件とともに表1に示した。表1から，20% DC-550の分離能が最良と考えられたのでこのカラムを主としてTHMの分析に用いた。

(3) 採水ビンの種類と保存期間

検査方法では具体的な採水容器の指定がないため，水道水を採水しやすい広口褐色ビン（120ml），細口褐色ビン（500ml），BOD用ふ卵ビン（300ml）の3種類

表1　ガスクロマトグラフの条件と分離能

カラム充填剤		20% DC-550	20% DC−550 +SF96(2+8)	20% DC-200
温度	カラム	90°C	70°C	70°C
	注入口及び検出器	150°C	150°C	150°C
キャリアガス（N_2）流量		60ml/min	60ml/min	60ml/min
保持時間（min）	1.1-ジクロロエチレン	0.94	1.11	1.25
	クロロホルム	1.65	1.94	2.11
	1.1.1-トリクロロエタン	1.84	2.41	2.69
	四塩化炭素	1.97	2.73	3.09
	トリクロロエチレン	2.55	3.44	3.75
	ブロモジクロロメタン	3.04	3.57	3.75
	テトラクロロエチレン	5.07	7.68	8.54
	ジブロモクロロメタン	5.87	6.83	6.87
	ブロモホルム	11.63	13.28	12.80

表 2　　採水ビンの種類と保存期間

保存場所と採水ビン ＼ 保存期間とTHM(μg/l)		初日			2日目			6日目			17日目		
		$CHCl_3$	$CHBrCl_2$	計	$CHCl_3$	$CHBrCl_2$	計	$CHCl_3$	$CHBrCl_2$	計	$CHCl_3$	$CHBrCl_2$	計
室内	広口褐色ビン	6.5	3.3	9.8	5.9	3.2	9.1	6.5	3.3	9.8	3.9	2.1	6.0
	細口褐色ビン	6.5	3.2	9.7	6.3	3.3	9.6	6.3	3.3	9.6	5.4	2.9	8.3
	ふ卵ビン	6.8	3.5	10.3	6.3	3.3	9.6	6.3	3.4	9.7	5.0	2.6	7.6
冷蔵庫	広口褐色ビン	6.6	3.4	10.0	5.8	3.1	8.9	6.4	3.3	9.7	4.9	2.6	7.5
	細口褐色ビン	6.5	3.4	9.9	6.0	3.2	9.2	6.8	3.4	10.2	5.9	3.2	9.1
	ふ卵ビン	7.0	3.6	10.6	6.3	3.2	9.5	6.2	3.3	9.5	5.0	3.4	8.4

のガラスビンを用いて保存期間の検討をした。

適量の亜硫酸ナトリウム溶液を各々のガラスビンに入れ，当所の給水栓水を採水した。次に，リン酸（1＋10）を適量添加した後満水にし，密栓した試料を冷蔵庫内（4.5°C）と有機溶媒による汚染のない試験室に保存した。分析時に同一ビンから繰り返し試料を採取した。この結果を表2に示した。この結果から，水道水の採水はできる限り容量の大きい細口褐色ビンで行い，かつ，冷蔵庫内で保存すれば2週間程度は安定と考えられ，この方法によれば，5日間と言われている保存期間[5]を更に長くすることができると思われる。

(4)　恒温水槽中での試料の気液平衡到達時間

検査方法[3]では恒温槽中で1時間放置することになっているが，実際に試料が気液平衡に達するまでの時間を知るため，THM標準溶液を使って冷蔵庫内（4.5°C）及び恒温槽内（40°C）で各々2時間放置した試料について，恒温水槽内（20°C）での経過時間と気相濃度との関連をみた。その結果を図1に示したが，これから気液平衡に達するまでは1時間を要することが分かった。また，梶野らは10mlバイアルビンでは5分で平衡濃度になる[8]としており，使用するバイアルビン容量によりこの時間を確認する必要があると思われる。

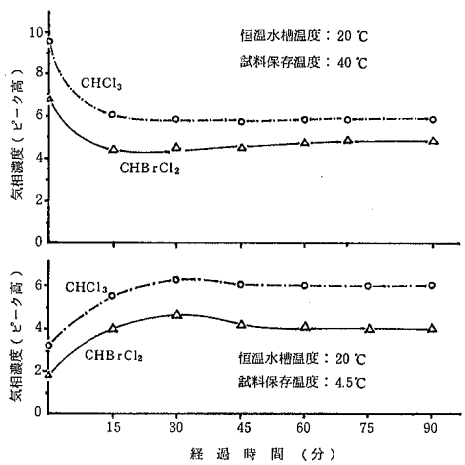


図1　　恒温水槽中での平衡時間

(5)　恒温水槽の温度と気相濃度

ヘッドスペース法はヘンリーの法則を応用した測定法であるため，恒温水槽中のバイアルビンを定温状態（20.0±0.2°C）に保つことが要求される。そこで恒温水槽の温度が気相濃度にどのような影響を与えるかについて，温度を10～40°Cの範囲で変化させて試験を行った。その結果，20.0°Cでの気相濃度（ピーク高）を1として，各々の温度と気相濃度の関係を図2に示した。この関係は最小自乗法により1次式で近似させることができた。このうち，水道水中のTHMの大半を占めるクロロホルム，ブロモジクロロメタンの温度制御範囲での誤差は，図中の式からいづれも2%/±0.2°Cとなり，温度誤差を最少限度にするためには，精度の良い恒温槽を使用しなければならないことが分かった。また，温度が上昇するのに比例してクロロホルムの気相への分配率は直線的に増加することが知ら

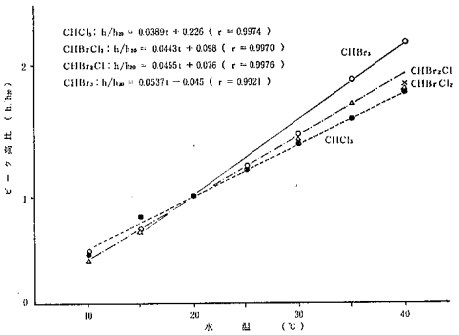


図2　　恒温水槽の温度と気相濃度

れていたが[5]クロロホルムだけでなく他のTHMでも同様であり，沸点の高いブロモホルムの分配率は温度依存性が最も大きいことが分かった。

(6) 液相容量と気相濃度

試料採取量の違いが気相濃度へどのような影響を及ぼすかについて実験を行い，図3に示す結果が得られた。このことから液相容量が増すに従って気相中の濃度も増加するが，液相が40～50ml（検水採取量/バイアル容量＝0.60～0.75）の範囲にあれば気相濃度はほぼ一定であることが分かった。また，122mlバイアルではこの比が0.50以上であればよいとの報告[5]もあり，検査方法で規定する比（0.70～0.85）に必ずしもこだわらなくてもよいと考えられる。

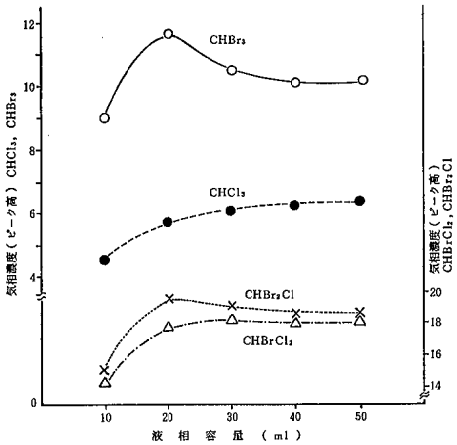


図3　液相容量と気相濃度

(7) ブロモホルムの検出限界の向上

ブロモホルムの分配率は0.024と低く[5]クロロホルムの約40%で，ECDでも感度が低い。これまでに行った実試料の分析結果ではブロモホルム濃度は極めて低く検出例も少ない。通常の測定では検出限界が2.5 μg/lであるため，これ以下の濃度の場合にはGC感度を上げ，1μg/lまで測定してきた。しかし，ベースラインの乱れやノイズ等のために精度よい測定ができなかったので，ブロモホルムの検出感度を上げることについて検討した。その方法としては，①GCを昇温する，②GCへの注入量を増す，③恒温水槽の温度を高くする，④塩によりイオン強度を上げるなどが考えられるが，これらのうち操作性の容易なイオン強度を上げる方法について検討した。塩析剤としては，塩化ナトリウム，無水硫酸ナトリウムを使用した。その結果を図4，5に示した。塩化ナトリウムを10g（20%）添加時のブロモホルムの気相濃度は無添加時の約3倍，クロロホルム，ブロモジクロロメタン，ジブロモクロロメタンの増加はそれぞれ2.9倍，3.1倍，3.2倍であった。また，塩化ナトリウム35%添加によりピーク高が3倍程度増加するとの報告[5]もあるがバイアルビンの容量と採水量が異なるため，塩析効果に差が出たものと思われる。また，無水硫酸ナトリウムでは10g添加時のブロモホルムの気相濃度は無添加時の約4倍に，クロロホルム，ブロモジクロロメタン，ジブロモクロロメタンはそれぞれ3.7倍，4.4倍，4.5倍の増であった。このことから無水硫酸ナトリウムの塩析効果が大きいことが分かった。

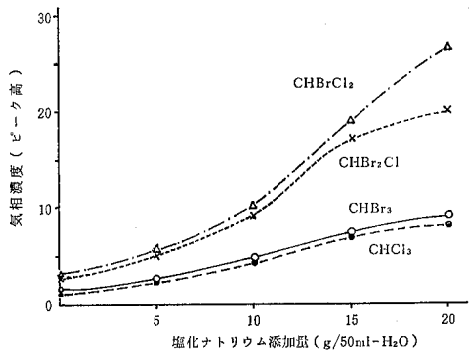


図4　塩化ナトリウムの添加量と気相濃度

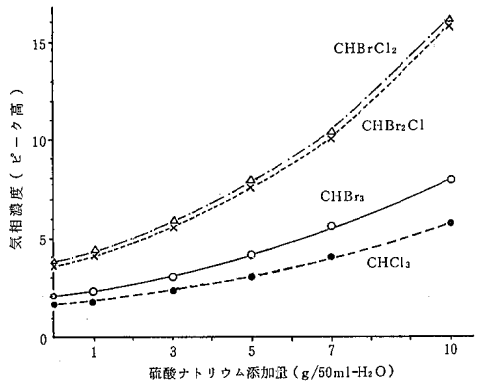


図5　硫酸ナトリウムの添加量と気相濃度

3・2 水道水中のTHM存在状況

(1) 県下のTHM存在状況

昭和55年度から昭和56年度にかけて県下でも比較的水道原水の過マンガン酸カリウム消費量や色度の高い水道事業体について，原水，浄水，給水栓水の水質とTHMの調査を行った。THMは原水で不検出であり，

表３　原水の種別と浄水，給水栓水の総THMの季節変動

TTHM (μg/l) / 季	表流水			地下水		
	n 個	範囲	平均	n 個	範囲	平均
春	27	2～38	16.8	8	2～56	25.4
夏	27	2～99	25.2	8	6～60	30.8
秋	29	3～38	14.3	24	0～49	25.0
冬	33	2～15	7.9	8	5～47	28.8
年間	116	2～99	15.6	48	0～60	26.7

浄水，給水栓水での総 THM 濃度は表３に示すように 0～99μg/l の範囲内にあり，表流水を水源とする水道では夏季に基準値に近い濃度の水もあった。全試料の平均値は 19μg/l であった。また，THM の存在割合は，クロロホルム，ブロモジクロロメタン，ジブロモクロロメタン，ブロモホルム，それぞれ39%，38%，23%，0%であった。

(2)　水源の種別と THM

水道水源には，表流水（ダム湖や河川）や地下水などがある。表流水を水源とする浄水場では，原水の水質変動が地下水に比べて大きいことや前塩素処理を行うことなどから，地下水を水源とし塩素消毒のみを行っている浄水場よりも THM 濃度が高く，変動も大きいと考えられる。そこでこの考えに基ずいて水源別の浄水，給水栓水中の総 THM 濃度を図６に示した。表流水を水源とする水道の総 THM 濃度の変動は，地下水のそれよりも大きいことが分かる。なかには地下水を水源とする水道でも，総 THM 濃度が高く，変動が大きいものもあるが，これらの地下水の水質はアンモニア性窒素や有機物等の濃度がすこぶる高くて，塩素注入量が 10～20mg/l と高いものであった。

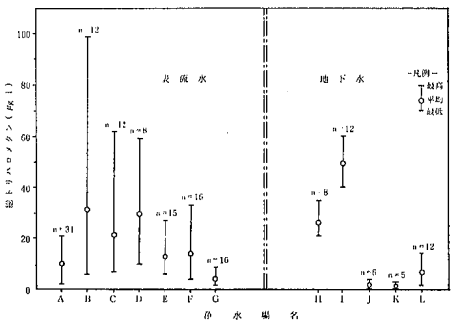


図６　水源の種別と総トリハロメタン

(3)　浄水処理過程と THM

THM は，水道の浄水処理上不可欠な過程である塩素処理工程で，フミン質等原水中の有機物質と遊離塩素とが反応して生成するものである[10][11]。そこで，この THM がどの浄水処理過程で生成し，反応時間等でどのような消長を示すのかを処理能力100,000m³/日の大規模な浄水場で調査した。その結果を図７に示したが，原水で検出されなかった THM は前塩素処理後徐々に増加し，浄水場出口（浄水池）では総 THM 濃度が薬品混和池の約２倍に，浄水場から60Km離れた給水栓では約３倍にも増加しており，塩素との反応時間（接触時間）による差が明確に表われている。

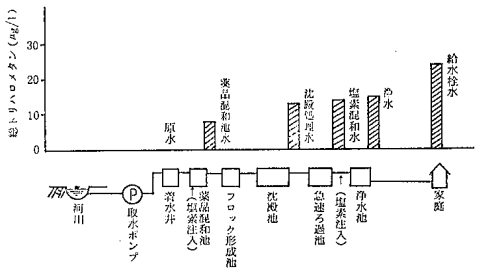


図７　浄水処理過程と総トリハロメタン

(4)　水道原水の水質と水道水中の THM

水道水中の THM 濃度は原水の水質，特に有機物等に大きく左右される[12]が県下の水道水について原水の過マンガン酸カリウム消費量及び色度と浄水の総 THM 濃度の関係をみたのが図８，図９である。ここで示されるように原水の過マンガン酸カリウム消費量，色度と総 THM 濃度との間には相関があり，それ

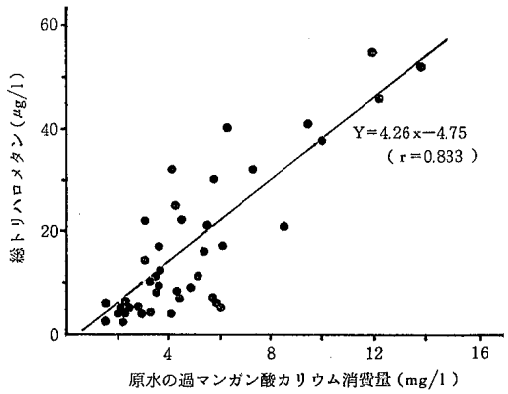


図８　原水の過マンガン酸カリウム消費量と総トリハロメタン

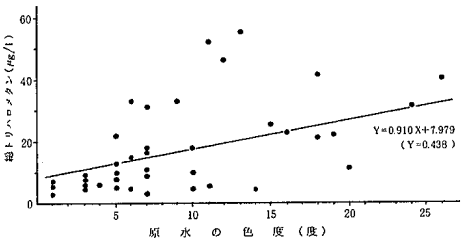


図9　原水の色度と総トリハロメタン

ぞれの相関係数は0.833，0.438で，特に過マンガン酸カリウム消費量との相関が高かった。一方，給水栓水では，過マンガン酸カリウム消費量，色度と総THM濃度との相関係数は，それぞれ0.585，0.074で原水に比べれば低く，特に色度とは極めて低かった。

(5) 水温とTHM

THMの生成は，原水の過マンガン酸カリウム消費量や色度のほか，原水，浄水処理過程，配水管内等での温度によっても影響されると考えられるので，浄水の水温と総THM濃度との関係をみた（図10）。原水の過マンガン酸カリウム消費量ほか水質は各々異なってはいるが，表流水では水温と総THM濃度とは相関関係にあった。しかし，地下水ではむしろ逆の傾向にあるようにみえるが，これは季節により原水の水質や塩素添加量が変わるためと考えられる。このことから，各浄水場で生成するTHMは，原水の水質のみでなく水温にも大きく影響を受けていることが分かった。

(6) THMと活性炭

F浄水場では水源をダム放流水に依存しているが，ダム湖の富栄養化により昭和50年から藍藻類の*Anabaena*が異常繁殖し始めた。このため原水にカビ臭が付き，水道水の異臭味問題が起きた。浄水場ではこの対策として異臭味の発生する時期に活性炭処理を行っている。図10からも分かるように，活性炭処理を行っている時の総THM濃度は活性炭処理を行っていない時よりも低い傾向にある。このことはTHM低減化の1方法として活性炭による除去が知られているが[13]これは浄水処理過程で生成したTHMの活性炭による吸着のためと思われる。また，ダム湖で藻類が異常発生するとTHM前駆物質としての藻類細胞と細胞外生成物が増加し，THM生成量が増加するとの報告[14]もあるが，このダム湖では藻類の種類が異なることなどから，前駆物質の増加はそれ程ではないと思われる。

(7) 未知の有機ハロゲン化合物

今回行った水道水中におけるTHM調査で，THM以外にも有機ハロゲン化合物と想定される数種類の未知物質が幾つかの水道水から検出された。これらの未知物質は，試験室内や分析操作中での汚染とは認められないことから，水道水中に存在していたものと考えられる。今後，これら未知物質の同定のみならず，発生原因や毒性についても調査する必要があろう。

4 ま と め

THMのヘッドスペース法による測定方法の検討及び石川県における水道水中のTHM測定結果から，次のことが明らかとなった。

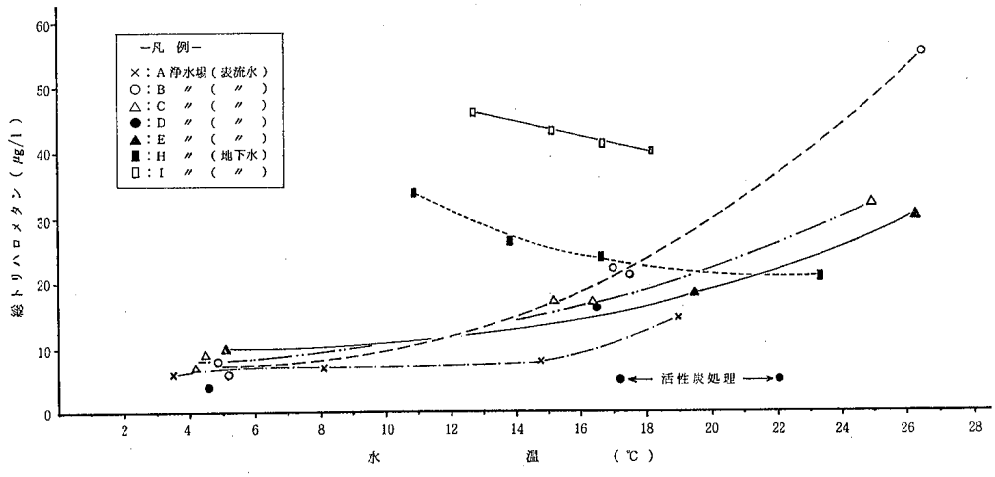


図10　浄水の水温と総トリハロメタン

(1) 測定に係る一連の操作はクロロホルム等の有機溶媒による汚染のない室内環境下で行い，測定に使用する試験器具は有機溶媒による汚染を取り除くため加熱処理し，また，気体用マイクロシリンジは交換型の横穴針を使い，加熱処理又は高純度窒素ガスを用いて汚染を防ぐ必要がある。

(2) カラム充塡剤は，分離の点から20% DC-550が適当と考えられる。

(3) 採水容器は，細口で容量の大きい褐色ガラスビンが良い。

(4) 恒温水槽での温度と気相濃度は相関関係にあり，水槽の温度はできる限り精度良く制御し，50mlバイアルビンでは20°Cの恒温水槽中で少なくとも1時間放置する必要がある。また，この条件では検水の採取量は数%変動しても気相濃度に与える影響はほとんどみられない。

(5) ブロモホルムを感度良く測定するには，硫酸ナトリウム（無水）を用いてイオン強度を上げる方法が簡便で効果的である。

(6) 県下の水道水中のTHM調査の結果，総THM濃度はすべて暫定基準の0.10mg/l以下であり，THMの存在割合はクロロホルム，ブロモジクロロメタン，ジブロモクロロメタン相互で大差はなく，ブロモホルムはほとんど検出されなかった。

(7) THMは原水の水質と相関があり，特に過マンガン酸カリウム消費量や水温との相関が高かった。

(8) 水源の種別と総THM濃度との関係をみると，表流水を水源とする水道では濃度が高く，かつ年間変動も大で，地下水でも水質が悪い場合には濃度が比較的高かった。

(9) 実際の浄水場でも活性炭処理を行った場合には，生成したTHMの吸着が認められた。

(10) 水道水にはTHM以外の未知物質も存在することが認められていることから，飲料水としての安全性を考える場合，今後これらの未知物質を同定する必要がある。

文　献

1) 丹保憲仁：用水と廃水，23（8），3—10(1981)
2) 浦野紘平：水道協会雑誌，548，35—55（1980）
3) 厚生省水道環境部長通知：昭和56年3月25日付環水第46号，「水道におけるトリハロメタン対策について」
4) 日本薬学会，衛生化学調査委員会・水道中有機塩素化合物に関する研究小委員会：環境保全研究成果集，昭和51年度Ⅰ巻（1977）
5) 同上誌　昭和52年度Ⅰ巻（1978）
6) 松居正己：生態化学，5（1），1—22（1982）
7) 佐谷戸安好：水道水中のトリハロメタン分析担当者講習会資料「水道水中の総トリハロメタン測定方法」，(1980)
8) 梶野勝司，芦谷和芳：用水と廃水，23（8），43—51（1981）
9) 梶野勝司：水道協会雑誌，514，17—36（1977）
10) 相澤貴子，真柄泰基：生態化学，5（1），3—12（1982）
11) 佐谷戸安好，中室克彦：第31回全国水道研究発表会講演集，508—510（1980）
12) 浦野紘平，和田　洋：水処理技術，22（9），1—11（1981）
13) 梶野勝司，芦谷和芳，大谷晴康：第31回全国水道研究発表会講演集，505—507（1980）
14) 福島　博：第18回全国衛生化学技術協議会講演集，64—65（1981）

〔報　文〕

山口防災ダム湖水の臭気とプランクトン

石川県衛生公害研究所環境部　折　谷　禎　一

1 はじめに

水道水源とするダム湖水にかび臭の発生がみられたのは，昭和26年神戸市の千苅貯水池が最初である。昭和40年代に入ってからこの現象は全国的にみられるようになり，水道水の異臭味問題として現在でも水道事業体を困窮させている[1]。この異臭味，特にかび臭の原因はダム湖水の富栄養化に伴う藻類，放線菌，真菌類によると考えられている[2]。また，異臭に関係する藻類のほとんどは植物性プランクトンである。しかし流入河川の石などに付着する藻類（以下付着性藻類という）にもかび臭を発する種類がある[2]ことも知られている。放射菌は一般に土壌中に存在し水中には少ないが，ダム湖の底泥中で異常増殖して水中に拡散することが知られている。また，藻類等の発臭物質の研究は最近の分析技術の進歩により盛んになり，今日では，ジェオスミンと2—メチルイソボルネオールがかび臭物質として確認されている[3][4]。

県下の水道水源であるダム湖でも昭和50年からかび臭等の臭気発生があり，現在もなお継続している[5]—[7]。ここでは，全国でも例のない，流入河川水自体にかび臭の発生がみられる山口防災ダムについて，昭和56年のプランクトン調査を基に考察したので報告する。

2 山口防災ダムの概要

山口防災ダムは奥能登の内浦町地内にあり，周辺の地質は第三紀層の安山岩や凝灰角礫岩を中心としている。このダムは，農業用水，洪水調節を目的として昭和45年に完成したロックフィルダムで，堤高27m，堤頂長110m，総貯水容量392,000m^3，有効貯水容量349,000m^3，集水面積4.7km，湛水面積0.05km^{2}であり，夏季の水深は9～12m程度と県内でも小規模で浅いダム湖である。また，ダム上流には20戸の民家があり，九里川尻川と同支川が流入している。更に，最近ダム上流の山頂では山林が切り開かれ農業開発事業が進められている。

3 試料の採取

図1の流入河川（九里川尻川）及びダム湖内の定点，St.1，St.2において春，夏，秋に試料採取を行った。ダム湖のナンノプランクトン用試料は，バンドン採水器（6l）を使って採水し，この中から1lを分取した。ネットプランクトンは，閉鎖式定量用プランクトンネットNo.25を使って採取した。また，付着性藻類は，適当な礫を探しブラシでこすり落として採取した。臭気試験用検水は，河川水は直接，ダム湖水はバンドン採水器を使ってそれぞれガラスビンに採水した。

4 試験方法

臭気試験及びプランクトン試験は，主に上水試験方法[8]，日本淡水プランクトン図鑑[9]に準じた。また，検鏡は前処理（固定，濃縮）した試料をよく振り混せた後，ピペットで0.1mlをスライドグラス上に取り，カバーグラスをかけて接眼ミクロメータを入れた顕微鏡（オリンパスBHB—331）で観察した。計数は0.1ml中の個体数を種類ごとに行い，1l中の個体数に換算した。群体を形成するプランクトンで個体数を計数できないものは，群体数で表示した。なお，付着性藻類及びネットプランクトンは定性で表示した。

Unusual Odor and Plankton in Yamaguchi Reservoir, Uchiura-machi, Ishikawa. *by Teiichi ORITANI (Department of Environmental Sciense, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表 1　　山口防災ダム及び流入河川の付着性藻類

種類 ＼ 採取地点及び採取年月日	流入河川（九里川尻川） S56. 6. 12	流入河川（九里川尻川） S56. 8. 4	ダム湖内 S56. 6. 12	流入河川水のナンノプランクトン S56. 8. 4
Cyanophyceae（藍藻類）				
Phormidium foveolarum		+++		
P. sp.	+		+++	
Oscillatoria acanta			+	
O. tenuis	+		++	
O. sp.	++	+	++	++
Chlorophyceae（緑藻類）				
Desmidium baileyi		+		
Cosmarium constractum var. ellipsoideum		+		
C. reniforme var. elevatum		+		
C. sp.	+			+++
Characium limneticum		+		++
Closterium sp.		+		+
Gloeocystis gigas		+		
G. versiculosa			+	
Spirogyra sp.			+++	+
Bacillariophyceae（珪藻類）				
Melosira varians	+++	++++	+++	+++
M. juergensii		++		
Cyclotella kützingiana		+	+++	
Attheya zachariasi			+++	
Tabellaria fenestrata var. intermedia		++		
Diatoma elongatum			++	
Fragilaria construens	+			+++

種類 ＼ 採取地点及び採取年月日	流入河川（九里川尻川） S56. 6. 12	流入河川（九里川尻川） S56. 8. 4	ダム湖内 S56. 6. 12	流入河川水のナンノプランクトン S56. 8. 4
Asterionella gracillima			++++	
Synedra ulna	+++	++	+++	
Achnanthes microcephala		+++		+++
A. sp.	++		+	
Cocconeis placentula var. klinoraphis		+		
Caloneis sp.		+		
Gyrosigma sp.			+	
Pinnularia sp.		++		
Navicula cryptocephala	+++	+	+	+++
N. anglica		+		
N. falaisiensis		+++		
N. sp.	+++	++		+++
Gomphonema olivaceum	++	+	+	++
Amphora ovalis		+		
Cymbella ventricosa		+++		+++
C. sp.	+++	+	++	
Bacillaria paradoxa				+++
Nitzschia sigma	+			++
N. sp.	++	+		
Surirella sp.	++	+		
Protozoa（原生動物）				
Eudorina unicocca			+	
Chlamydomonas cingulata				+
Peridinium sp.				+
Trachelomonas sp.				+

5　結　　果

5・1　流入河川及びダム湖の付着性藻類

昭和56年6月12日及び8月4日に採取した付着性藻類と流入河川水のナンノプランクトンの結果を表1に示した。流入河川の付着性藻類は，6月の調査では出現種の大半を珪藻が占めており，*Navicula cryptocephala* や *Melosira varians*, *Syneara ulna* が多くみられた。8月の調査では6月よりも出現種が多く，*Melosira varians*, *Navicula falaisiensis*, *Achnanthes microcephala* や藍藻の *Phormidium foveolarum* もみられた。また，6月のダム湖の付着性藻類は珪藻が多く *Asterionella gracillima* が優占種であった。そのほか珪藻の *Synedra ulna*, *Melosira varians* が比較的多くみられ，藍藻の *Phormidium sp.* も少しみられた。

8月における流入河川のナンノプランクトンは付着性藻類と同様，珪藻の *Navicula*, *Melosira* が特に多く，*Cymbella* や *Achnanthes*. 緑藻の *Spirogira* sp. もみられた。

5・2　ダム湖のプランクトン

8月4日及び11月12日のネットプランクトンとナンノプランクトンの調査結果をそれぞれ表2，表3に示した。8月における St. 1 のネットプランクトンは，珪藻の *Asterionella gracillima* や輪虫の *Trichocerca capucina* が多く，緑藻の *Pediastrum duplex var. gracillimum* や輪虫の *Asplanchna priodonta* もみられた。ナンノプランクトンは，ネットプランクトンよりも藻類が多く，表水層（Om）と変水層（4m）とでは藍藻の *Anabaena affinis* が優占種であり，*Phormidium tenue* も多く，緑藻の *Staurastrum sp.*, *Golenkinia radiata*, 珪藻の *Asterionella gracillima*, *Cyclotella stelligella*, *Synedra acus* が主にみられた。また，St. 2 のネットプランクトンは，St. 1 とは出現種がいくぶん異なり，輪虫の *Conochilus hippocrepis* や原生動物の *Eudorina unicocca* が多く，輪虫の *Trichocerca* や枝角類の *Bosmina longilostris* もみられた。ナンノプランクトンは，St. 1 に比べて表水層，(Om) 変水層（3m）とも出現種は多いものの個体数は少なかった。表水層と変水層とを比較すると，藍藻では種類，個体数ともに大差はないが，緑藻では変水層の個体数が表水層よりもかなり多くみられた。この地点での優占種は，St. 1 と同様の藍藻の *Anabaena* であり，

表2　山口防災ダムのネットプランクトン

種類 ＼ 採取年月日及び採取地点	S56. 8. 4 St. 1	S56. 8. 4 St. 2	S56.11.12 St. 1
Cyanophyceae（藍藻類）			
Anabaena planctonica		+	
Aphanocapsa elachista		+	
Phormidium tenue			+
Oscillatoria amphibia			+
Oscillatoria splendida			+
Chlorophyceae（緑藻類）			
Coleochaete soluta			+
Chodatella droescheri	+		
Gonatozygon monotaenium		+	
Mougeotia sp.		+	
Pediastrum duplex var. gracillimum	+++	++	
Spirogyra sp.	+		
Staurastrum sp.	+		
Bacillariophyceae（珪藻類）			
Asterionella gracillima	++++	++	+
Attheya zachariasi	+		
Melosira varians			+
Synedra acus			+
Synedra ulna		+	
Protozoa（原生動物）			
Eudorina unicocca	++	+++	
Ceratium hirundinella	+	++	
Rotatoria（輪虫類）			
Asplanchna priodonta	+++	++	
As. sp.			+
Anuraeopsis fissa		+	
Conochilus hippocrepis	+++	+++	
Conochiloides sp.	+		
Polyarthra trigla	+++	+++	
Pompholyx complanata	+		
Synchaeta sp.	+		
Trichocerca capucina	++++	+++	
Cladocera（枝角類）			
Bosmina longirostris	++	+++	
Copepoda（橈脚類）			
Cyclops sp.		+	
Diatomus ノープリウスの第4期	+		
（プランクトンネットの垂直引き深度）	(0～7m)	(0～5m)	(0～5m)

表 3　　山口防災ダムのナンノプランクトン

〔単位：1ℓ当りの細胞数，個体数〕

species ＼ 採取年月日及び採取地点	S 56. 8. 4 St. 1 0 m	S 56. 8. 4 St. 1 4 m	S 56. 8. 4 St. 2 0 m	S 56. 8. 4 St. 2 3 m	S 56. 11. 12 St. 1 0 m	S 56. 11. 12 St. 2 0 m
Cyanophyceae（藍藻類）						
Anabaena affinis (or viguieri)	1, 293, 000	182, 000	477, 000	325, 000		
Phormidium tenue	213, 000	65, 900	138, 800	139, 000	※1, 000	
P. sp.	11, 850					
Nostox linckia		+				
Chroococcus minutus		+				
Oscillatoria sp.					※8, 000	※7, 770
Hapalosiphon hibernicus		1, 140				
Chlorophyceae（緑藻類）						
Closteriopsis longissima	4, 740	+	1, 200	1, 400		
Closterium parvulum					2, 000	+
Cosmarium botrytis	+					
Gonatozygon pilosum				+		
Staurastrum pentacerum		+	+			
S. dorsidentiferum var. ornatum	1, 190					
S. longiradiatum		6, 080		3, 870		
S. sp.	6, 720	3, 230	1, 890	1, 060		
Pediastrum duplex	2, 770	1, 520	3, 100			
Gloeocystis gigas		+	+			
G. versiculosa			+	1, 060		
Golenkinia radiata	1, 580	7, 790	+	7, 740		
Nephrocytium lunatum			+			
Selenastrum sp.			+	36, 960		
Tetraedron minimum		1, 710	4, 470	3, 870		
Bacillariophyceae（珪藻類）						
Melosira varians				9, 150		7, 400
Cyclotella sterigella	35, 000	+	+	2, 820		
C. sp.	2, 700					+
Rhizosolemia longiseta	+	5, 650	+	7, 740		
Fragilaria sp.	+	+	+	3, 870	+	2, 590

species ＼ 採取年月日及び採取地点	S 56. 8. 4 St. 1 0 m	S 56. 8. 4 St. 1 4 m	S 56. 8. 4 St. 2 0 m	S 56. 8. 4 St. 2 3 m	S 56. 11. 12 St. 1 0 m	S 56. 11. 12 St. 2 0 m
Asterionella gracillima	26, 070	11, 020	14, 730	61, 250	1, 600	2, 220
A. formosa	4, 740	1, 520	+	2, 110	1, 000	1, 480
Synedra acus	6, 320	5, 700	1, 200	3, 520		
S. ulna	+	+	+	1, 930		+
S. rumpens var. familiaris	+					
S. sp.	+					
Achnanthes lanceolata	+	+				
A. japonica	+					
A. sp.	+			+		+
Cocconeis sp.	+			+		1, 850
Gyrosigma acuminata	+			+	+	
Navicula radiosa	+	2, 280	+	8, 450	+	4, 810
N. sp.	4, 740	3, 040	+	11, 620	1, 000	9, 990
Gomphonema sp.	2, 370	+	+			+
Cymbella ventricosa	+			1, 060	+	
C. sp.				1, 060		+
Bacillaria paradoxa	+				+	1, 480
Nitzschia spp.	+	+	1, 050	1, 050	+	2, 590
Surirella	+					
Protozoa（原生動物）						
Chlamydomonas cingulata	2, 370	7, 410	16, 340	9, 860		
Eudorina elegans		+	+			
E. unicocca				1, 410		
Mallomonas tonsurata				1, 410		
Peridinium sp.	2, 370	3, 800	6, 190	8, 100		
Trachelomonas sp.		1, 140	+	+		
Ceratium hirundinella		+				
Tintinnidium sp.				+		
Rotatoria（輪虫類）						
Polyarthra trigla				+		

（注）　※印は，群体数である。　＋は 1000 個/ℓ以下のものを示した。

表 4　　流入河川とダム湖の臭気

採水年月日	流入河川（九里川尻川）	ダム湖 St. 1	ダム湖 St. 2
S. 56. 8. 4	10（かび臭）	0m : 5（かび臭） 4m : 2（かび臭） 11m : 10（腐敗臭 H_2S臭）	0m : 5（かび臭） 3m : 10（かび臭） 7m : 5（腐敗臭 H_2S臭）
S. 56.11.12	2（魚臭）	0m : 2（腐敗臭） 1.5m : 2（腐敗臭） 8m : 2（腐敗臭）	0m : 2（下水臭） 2m : 2（腐敗臭 藻臭）

注）臭気は臭気濃度（臭気の種類）である。

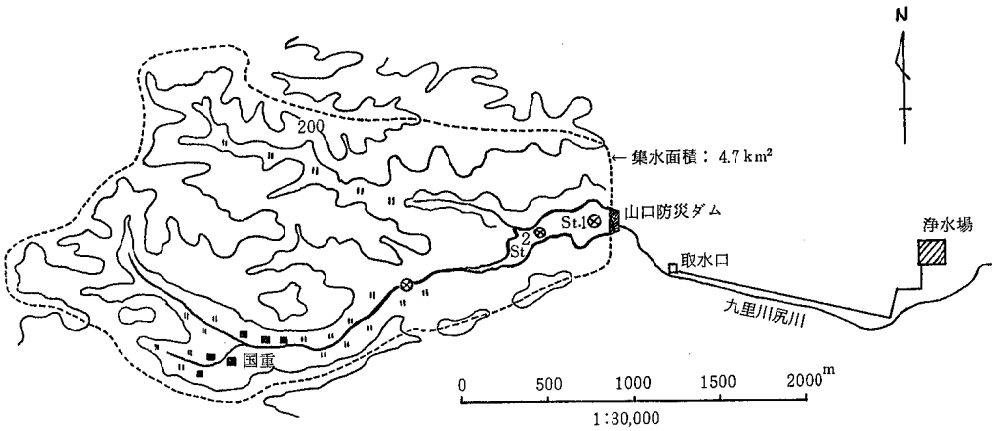


図 1　　山口防災ダムの位置及び調査地点（⊗印）

Phormidium も多く，緑藻の *Selenastrum*, *Golenkinia*, *Tetraedron*, 珪藻の *Asterionella*, *Navicula* が主にみられた。11月に入るとネットプランクトンやナンノプランクトンは，種類，量ともに極めて少なくなり，St. 1 におけるネットプランクトンでは，藍藻の *Oscillatoria sp.* や緑藻の *Coleochaete soluta* などがわずかにみられたに過ぎない。ナンノプランクトンでは，St, 1 で藍藻の *Oscillatoria* や珪藻の *Asterionella*, St. 2 でも藍藻の *Oscillatoria* や珪藻の *Navicula* がわずかにみられただけであった。

5・3 流入河川等の臭気

流入河川水の臭気は，8月で臭気濃度（以下 TO と略する）10（かび臭），11月で2（魚臭）であった。ダム湖水の臭気は，8月に St. 1，2でかび臭があり，11月には腐敗臭が主であった。結果を表4に示した。

6 考　　察

(1) 付着性藻類からみた流入河川の水質

6月の流入河川で多くみられた *Navicula cryptocephala*, *Melosira varians* は広く分布する普通種で，中程度の汚染水域に出現することから，上流の民家からの排水等による汚染が考えられる。また，8月には6月にもみられた *Melosira* が多くなっていることから，この河川の生物学的水質階級は β 中腐水性であると考えられる。

(2) プランクトンからみたダム湖の生物学的水質

8月のダム湖におけるナンノプランクトンは，流入河川ではみられない藍藻の *Anabaena* が優占種で，変水層よりもむしろ表水層に多かったのは，1細胞当りの体積が極めて小さく浮遊性であることから，変水層で繁殖し浮上したものと思われる。また，プランクトンの種類が表水層よりも変水層に多いのは，表水層

と変水層との水温差が大きいことや栄養が豊富であるためと思われる。更に，St.1，2とも有機質の多い溜池などでみられる藍藻の *Phormidium* が多いこと，緑藻では有機質に富む富栄養の水域に出現する *Golenkinia*，溜池に出現する *Tetraedron* や富栄養水域に出現する原生動物の *Chlamydomonas* がみられたこと，更に動物プランクトンが多くみられたことなどから8月のダム湖は溜池の様な停滞水域となり，有機質に富んだ富栄養の状態であったと考えられる。一方，原生動物の *Trachelomonas* がみられたことから，鉄分がいくぶん多い水域であることが推測できる。11月のダム湖でのプランクトンは，種類，量ともに8月よりも極めて少なく，出現種が湖沼に広く分布する普通種であるが，プランクトンの消長は季節的要因，特に水温に大きな影響を受けていた[7]と考えられるため，生物学的水質判定は避けた方がよいと思われる。

(3) **プランクトンと臭気**

6月及び8月の流入河川の付着性藻類やナンノプランクトンからは，8月のかび臭は *Phormidium* によるものと思われるが，*Melosira* も多いことから藻臭や芳香臭も混合していたと思われる。また，6月の臭気試験結果はないが，付着性藻類で *Melosira*，*Synedra* が多いことから，青草臭や藻臭であったと推察される。更に，昭和51年8月の流入河川水でもTO:10（藻臭）の臭気があり，*Phormidium* がみられたものの *Nitzchia* や *Navicula* が多く出現していたと報告されている[10]。流入河川の生物学的水質階級はβ中腐水性であり，かび臭の発生もあるあることから，ダム湖へ与える影響は大きいと思われる。また，β中腐水性では当該エコシステムに入ってくる栄養塩や，一部だけ無機化された有機物が水域生態系の代謝の中で再循環する段階であるため，分解は好気的にのみ行われるという点に特徴がある[11][12]。これらのことから，夏季における流入河川では栄養塩や有機物の増加がみられ[6][10]，溜り場もみられることから，河川自体での生物繁殖が懸念される。しかも，集水区域内で昭和56年度から農業開発事業として畜産営農団地が計画され，入殖段階に入りつつある現在，今後の流入河川やダム湖に与える影響が心配される。これらのことから，流入河川における止水域や石礫等を取り除くことにより，いくぶん河川自体での藻類繁殖や臭気発生を少なくすることができると考える。

一方，8月におけるダム湖水の臭気は，St.1，2の表水層及び変水層ではかび臭があり，これは優占種である藍藻の *Anabaena* や比較的多く出現していた *Phormidium*，*Staurastrum*，*Chlamydomonas* がかび臭や藻臭を発すること，水中に放線菌がみられなかったことなどから，ダム湖の富栄養化による植物性プランクトンの繁殖，特に藍藻の *Anabaena* と *Phormidium* の繁殖によるものと思われる。

7 ま と め

昭和50年以来かび臭の発生がある山口防災ダムについて行ったプランクトン調査の結果から，次のことが推察できる。

(1) 8月における流入河川水のかび臭は，藍藻の *Phormidium* や珪藻の *Melosira*，などによる混合臭と思われる。

(2) 8月のダム湖には停滞水域や有機質に富み，富栄養水域に出現する植物性プランクトンが多い上，動物プランクトンも多くみられた。

(3) 8月におけるダム湖には，何らかの臭気を発生する藻類や原生動物の種類が多く，かび臭は藍藻の *Anabaena* や *Phormidium* によるものと思われた。

(4) ダム上流に民家があり畜産営農団地計画も進められているため，今後も流入水の汚濁が続くことが予想され，抜本的な浄化対策がなされない限りこのかび臭はなくならないものと思われる。

最後にプランクトンの同定のほか有益な御指導並びに御校閲をいただいた富山県立技術短期大学安田郁子助教授に深謝します。

文　献

1) 衛生常設委員会：水道協会雑誌，**536**，80—106（1979）
2) 厚生省水道環境部長通知：昭和55年1月21日付環水第10号，「異臭味対策の指針について」
3) 菊地徹，三村鉄太郎，伊藤義邦，針間矢研二，松田良夫，正田芳郎：水道協会雑誌，**492**，23—37（1975）
4) 松本淳彦，土屋悦輝：同上誌，**514**，42—50（1977）
5) 戸田修史郎，加藤光哉：石川衛公研年報，**13**，95—101（1976）
6) 石川県厚生部：既設水道水源水質汚染防止対策報告書（1981）

7） 折谷禎一：石川衛公研年報，17，344 — 353（1979）
8） 厚生省環境衛生局水道環境部監修：上水試験方法，p 572—716，日本水道協会，東京（1978）
9） 水野壽彦：日本淡水プランクトン図鑑，保育社，大阪，（1974）
10） 富山県立技術短期大学：山口防災ダム湖の臭い水に関する調査報告書，26—28（1977）
11） 中山大樹：環境調査のための微生物学 p 135—141，講談社，東京（1976）
12） 津田松苗，菊地泰二：環境と生物指標 2 —水界編— p 197—200，共立出版，東京（1976）

〔報　文〕

小児上気道疾患からのウイルス分離

（昭和56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

（本報告の一部は，第56回日本感染症学会総会講演会において発表した。昭和57年4月23日，東京都）

1 はじめに

懸案となっていた感染症サーベイランス事業も昭和56年7月から実施される運びとなり，石川県でも国の基準に準じて，内科・小児科20定点，眼科3定点，病院3定点の計26患者定点を設け，同じく7月1日から厚生部公衆衛生課が中心となって情報の収集・還元を始めた[1)2)]。

これら患者定点のうち，内科・小児科と眼科定点のおよそ30%と病院定点を検査定点とすることとし，13疾患を対象に患者から分離用検体を採取し，これから病原体を分離することとなった。石川県では，検査定点は16医療機関（内科・小児科10定点，眼科3定点，病院3定点）で，国の基準の2倍，平年度検査件数は細菌分離も含めて200件を予定しており，現在までのところ検査定点分の検査はウイルス検査，細菌検査とも当所で実施している。

このようにして発足した感染症サーベイランス事業の患者情報は週毎にまとめられ，還元され，かなり有効に利用されている。一方，検査定点分についての病原体分離は，細菌分離については短時日で結果が得られ，その検査情報は情報源として有用であると思われるが，ことウイルス分離では，分離に時間を要する上に同定に手間どり，情報としてはどうしても retrospective になってしまう。また，サーベイランスの検査情報は検査定点分についてのみと限定されていることから，この情報のみの還元が果して有効かどうかについては疑問であり，また，国で集計される情報には，検査定点からの検査情報の集約はない。

ウイルス検査については，検査定点からの検体を例え年間100件こなしたところで，分離率を考慮すればその得られる情報はわずかでしかない。現在対象となっている疾患はその病原体が比較的検出し易いものに限られてはいるが，例えば，ヘルパンギーナの主因となるコクサッキーウイルスA群については物理的制約でサックリングマウスの使用ができず分離不能であるし，分離系が確立されていないため，免疫電顕法で確認しなければならないロタ，ノオオーク，カリチの各ウイルスも，超遠心器と電子顕微鏡がないため，現在は検出不能である。また，これら対象疾患からの採取については指針が示されてはいるものの，適切な条件下で検査施設にまで搬送することが，時として検査方法よりももっと重要なこととなる。そして，このような配慮がなされない場合，検査は徒労に終ることが多い。よく習熟した人が扱った場合には少なくとも3分の2からはウイルスの検出が可能であると言われる。ちなみに，昭和56年度の本県における感染症サーベイランス検査定点からの検出率は58%（検体数73

Virus Isolation from Children Suffering from Upper Respiratory Diseases in Ishikawa Prefecture, 1981. *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*)*

件）であった。現在このサーベイランスの対象となっている疾患の病原ウイルスの大部分は，例え感染しても不顕性に経過することから，これらウイルスの動向を得る情報源としては，分離率は若干悪いかも知れないが，患者よりも健康者，中でも小児を対象にすれば同じような結果が得られると思う。

一方，我々は昭和47年以降，いわゆる小児の「かぜ」を対象に，その病因を探る目的で患児の咽頭ぬぐい液からのウイルス分離を続けている。しかし，これから得られたデータをみると，例えば他の熱性疾患とか無菌性髄膜炎とかのウイルス性疾患を対象として得られるウイルス像とよく似かよっていることに気付く。特にエンテロウイルスにあっては，大部分は不顕性に経過するが，時にかぜ症状や熱性疾患を呈し，条件がそろえば無菌性髄膜炎のような重篤な症状も起し得ることから考えれば，当然かも知れない。もっとも，ある特定の臓器のみに親和性をもつウイルスとか，現在まで良い分離系が確立されていないウイルスにあっては，現在我々が用いている咽頭ぬぐい液からは検出されることは困難であるが，一般に広く呼吸器系，腸管系と呼ばれているウイルスの動向を知るには最善の方法ではないかと考えている。これらの情報については，病原微生物検出報告票個票によって，国立予防衛生研究所中央検査部血清情報管理室に通報し，厚生省の特別研究費によって国立予防衛生研究所と地方衛生研究所全国協議会が合同で運営している微生物検査情報システム化に関する研究班が発行している病原微生物検出情報月報に集約され還元されてくる。当初は地方衛生研究所の情報のみであったが，昭和56年度からは都市立伝染病院と検疫所の伝染病情報や一部の検査センター，大学の情報も加わり，昭和57年に入ってからは，一部一般病院の細菌やウイルスの検出状況も網羅されるようになって，国内における病原体の動向，推移をみるのに極めて有効な資料となっている。

以下に本年度金沢赤十字病院と協力して行ったかぜ患児からのウイルス分離状況について述べる。

2 材料と方法

昭和56年1月から12月までの1年間，毎週1回（通常火曜日），金沢赤十字病院（当所と同一地番内）小児科外来に受診した，いわゆる「かぜ」症状を示す患児約10人から咽頭ぬぐい液を採取し，ウイルス分離を行った。検体は既述の方法[3]に従って，保存液5 ml を加え，0.45μm 孔径のフイルターで沪過後分注し，分離に供するまで−80°C に凍結保存した。本年採取した回数は延べ51回で，対象患児数は496人であった。

検体からのウイルス分離には，継代細胞としては，トリプシン添加 VERO 細胞，トリプシン添加 MDCK 細胞，HEp-2細胞を，初代培養細胞としてはアメリカ Flow 社から市販のアフリカミドリザル腎臓（AGMK）細胞を2代で使用した。各細胞の培養条件，検体接種後の維持条件，培養観察日数，分離ウイルスの力価測定並びに同定は既述の方法[4][5]によった。また，その他の分離系として孵化鶏卵を用い，羊膜腔内及び漿尿膜腔内同時接種法による分離を行った。分離ウイルスの同定には，国立予防衛生研究所分与の抗血清及び東芝化学工業KK，アメリカ MBA 社，イタリア Immunitalia 社などから市販の抗血清，並びに患者対血清を使用した。

3 ウイルス分離成績と考察

咽頭ぬぐい液を採取したかぜ患児496人の年齢別内訳は**表1**に示したとおりで，就学前の乳幼児（0～6歳）が432人と87.0%と大部分を占め，小学生（7～12歳）は57人，11.5%，中学生はわずかに7人，1.4%であった。年齢別では0歳から14歳にまで分布しており，1歳児が最も多くて96人，次いで0歳が86人で，

表1　かぜ患児の年齢別内訳とウイルス分離状況

年　齢	供試数	分離陽性数	分離率%
0	86	31（29）	38(36)
1	96	30（28）	31(29)
2	80	24（21）	30(26)
3	55	18（17）	33(31)
4	46	10（9）	22(20)
5	52	16（16）	31(31)
6	17	4（4）	24(24)
7	16	3（2）	19(13)
8	11	1（1）	9（9）
9	15	3（2）	20(13)
10	7	2（2）	29(29)
11	1	0	0
12	7	2（2）	29(29)
13	4	1（1）	25(25)
14	3	0	0
0～6	432	133(124)	30.8(28.7)
7～12	57	11（9）	19.3(15.8)
13～15	7	1（1）	14.3(14.3)
計	496	145(134)	29.2(27.0)

（　）内数字はウイルスが分離された人数とその分離率を示す。

2歳（80人）からは加齢とともに減少する傾向を示した。性別では男が289人，58%，女が207人，42%であった。

3・1　年令別ウイルス分離状況

かぜ患児の咽頭ぬぐい液から，VERO，MDCK，HEp-2，AGMKの4細胞系及び孵化鶏卵を用いてウイルス分離を試み，496人のうち27%にあたる134人から，145株のウイルスを分離した。検体数に対する分離株数の割合は29.2%で，1人から2株のウイルスが分離された例が11人，8%にみられた。145株のうちの133株，91.7%は乳幼児から分離され，小学生からは11株，7.6%，中学生からはわずかに1株，0.7%が分離されたにとどまった。また年齢層別分離率でも，0～6歳の乳幼児は30.8%と最も高く，次いで小学生19.3%，中学生14.3%であった。年齢別では0歳が38%と最も高く，以下3歳（33%），1歳と5歳（31%），2歳（30%）の順であった。

年齢別の分離ウイルスの内訳を**表2**に示した。分離されたウイルス型は23型，145株で，内訳はアデノウイルス（Ad）1～6・8・11型，64株，ポリオウイルス（P）1～3型，11株，コクサッキーウイルスB群（CB）2・4型，8株，エコーウイルス（E）11・14・15型，25株，パラインフルエンザウイルス（PI）1～3型，23株，インフルエンザウイルス（I）A(H1)・A(H3)・B型，11株，単純ヘルペスウイルス（HS）2型，3株である。うち小・中学生から分離されたのは，Ad-4・5・8，CB-4，E-15，PI-3，I-A(H1)・A(H3)の8型で，Ad-5，PI-3以外は常在型でなく，近年新たに流行したウイルスである。これに対し，大部分を占める21型は6歳までに分離されており，このことは乳幼児期のうちにこれら大部分のウイルスによる感染を受けることを示している。

なお参考までに，性別分離株数を示した。検体の性別比は男58%，女42%で，性別分離率は男が97/289で33.6%，女は48/207で23.2%，分離株数に占める割合

表 2　　年齢別・性別ウイルス分離状況

分離ウイルス*	ウイルスが分離された患児の年齢																計	性別	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			男	女
Ad — 1			2														2	2	0
2		1		1													2	1	1
3	2	1	2	1	1	6	1										14	11	3
4	2	3	3	2	2					2							15	7	8
5	4	5	1	2	2						1		1				15	11	4
6	5	4	2	2	1												14	12	2
8								1									1	1	0
11		1															1	0	1
P — 1	2	1															3	3	0
2	2	3	1														6	5	1
3		2															2	2	0
CB— 2	1		2		2	2											7	6	1
4								1									1	1	0
E — 11	4	3	1	3	1	1	1										14	8	6
14						1											1	1	0
15	3		2	2		1				1	1						10	7	3
PI — 1	1	1		1													3	1	2
2			3	1		2	2										8	3	5
3	2	4	3	2				1									12	7	5
I—A(H1)	2	1			1	2			1					1			8	4	4
A(H3)						1							1				2	2	0
B			1														1	1	0
HS— 2	1		1	1													3	1	2
計	31	30	24	18	10	16	4	3	1	3	2	0	2	1	0		145	97	48

＊　ウイルスの略名は本文参照，次表以下も同じ。

は67%と33%で，偶然か男の方が高い割合を示した。また，分離ウイルス別でもAd-3・4・5，P-2，CB-2の各型では，男の方が女に比し2.8～6.0倍多く分離された。この現象については，これまで性別解析をしていないためコメントできない。

3・2　月別ウイルス分離状況

かぜ患児からのウイルス分離状況を月別に示したのが**表3**である。

アデノウイルスでは，3～6型が年間10株以上分離され，うち3・4・5型は夏期を中心に1か月あたり5株以上分離され流行が示唆されたほか，6型も秋から冬にかけてよく分離された。なお，昨年は3型が分離されておらず，流行閑期があると考えられる。ポリオウイルスはすべて生ワクチン接種者から分離されており，春の接種時期に合わせて分離されている。コクサッキーウイルスB群は昨年の分離型が3・5型であったのに対して本年は2・4型で，やはり流行に年差があることが予想される。エコーウイルスは本年は11・14・15型が分離され，11型は夏期に，15型は秋から冬にかけて流行があったことが示唆された。ちなみに昨年は3・7・9・14・16型が分離されていて，11・15型は分離されておらず，やはり流行に周期があるように思われる。パラインフルエンザウイルスは毎年分離されていて，3型は夏期に流行し，それ以外の型では通常夏期以外の季節に流行することが多い。インフルエンザウイルスはA(H1）型が3月に集中して分離され流行があったことが示唆されたほか，2月と5月にはA(H3）型が，また12月にはB型が分離された。そのほかには単純ヘルペスウイルス2型が4月～7月に3株分離された。

3・3　分離ウイルスの年次別推移

このようにウイルスによっては流行に波があり，年

表3　かぜ患児からの月別ウイルス分離状況

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		1									2
2	1	1											2
3				1	5*	2		3		2	1		14
4					1	7*	6*					1	15
5	1					7*	7*						15
6	1			1			3			2	3	4	14
8						1							1
11								1					1
P — 1		2	1										3
2			5	1									6
3			2										2
CB— 2						2	3	1	1				7
4							1						1
E — 11							7*	3	3			1	14
14							1						1
15									3		3	4	10
PI — 1				1	2								3
2					1		1		1	2	1	2	8
3				4	6*	2							12
I—A(H1)			8*										8
A(H3)		1			1								2
B												1	1
HS — 2				1	1		1						3
分離株数	3	3	10	17	18	21	30	8	8	6	8	13	145
供試検体数	40	40	50	39	40	50	41	38	46	39	30	43	496
分離率%	8	8	20	44	45	42	73	21	17	15	27	30	29.2%

＊　1か月に5株以上分離され，流行が示唆された。

ごとにあるいは地域ごとに，分離されてくるウイルス像は異なってくる。過去10年間に，金沢赤十字病院小児科で採取されたかぜ患児から分離されたウイルス（単純ヘルペスウイルスは除いてある）は41型に上り，このうち生ワクチン投与と深く関連しているポリオウイルスを除けば，あとはすべて自然界における推

表 4　過去10年間にかぜ患児から分離されたウイルスの年次別推移

分離ウイルス	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	計
Ad — 1	7	1	6	2	4	5	7	2	2	2	38
2	1	3	4	4	2	5	3	7	11	2	42
3	5	22**		6	2		11	17		14*	77
4								10*	35**	15*	60
5	4	6		4	4	14**	1	8	6	15*	62
6		2		2				2	6	14	26
8				7	12*					1	20
11							1			1	2
P — 1				1			1	3	6	3	14
2		3	3	2		1	6	1	3	6	25
3										2	2
CA — 9		5		1	7*				1		14
16		4		6							10
E — 71							1	1			2
CB — 1							6	10*			16
2		1	1	1		7		6		7	23
3			1	6			1		5*		13
4		1			4			2		1	8
5		2				3			6		11
E — 3		6			3	1			7		17
5			17*								17
6	14**							5			19
7						10*			7		17
9					10*				2		12
11						31**	1			14*	46
14	4		5	2	6		5	10	4	1	37
15										10	10
16									2		2
17			1								1
21								3			3
24							1				1
30							2				2
PI — 1			6			2	4	6*	8*	3	29
2		3		13*		10*	3	7		8	44
3		6	12*	16**	3	7	14*	12	21**	12	103
4		2	2						2		6
Mumps			1	2	3	3	3	3			15
RS						3		1	2		6
I—A(H1)							5	1	11*	8*	25
A(H3)		15*	2	26*	35**		2		9*	2	91
B		7	1			9*			9*	1	27
分離株数	35	89	62	101	95	111	78	117	165	142	995
供試検体数	179	412	498	487	499	607	656	527	504	496	4,865
分離率%	19.6	21.6	12.4	20.7	19.0	18.3	11.9	22.2	32.7	28.6	20.5%

*　1か月に5株以上分離され，流行が示唆された。
**　1か月に10株以上分離され，比較的大きな流行があったことが示唆された。

移を示している。数少ない分離例についてはその流行像を推測することは難かしいが，ある程度の分離数があれば，推測は可能である（**表4**）。

アデノウイルスでは1・2・5型は毎年流行し常在型と考えられ，3型は短い閑期を挟んで，4・6・8型は比較的長い流行閑期をもつと思われる。コクサッキーウイルスA群16型とエンテロウイルス71型とは交互に流行することが知られており，このような現象はコクサッキーウイルスB群にも当てはまる。エコーウイルスは14型がほぼ毎年のように分離されているのに対し，3・5・6・7・9・11・15型などは長い流行閑期を挟んで流行するように思える。パラミクソウイルスは分離されない年も時にあるが，常在していると見なしてよい。また，インフルエンザについてはA（H1）型が1978年以降に分離され長い流行閑期があったほか，A(H3）型も居坐って短い閑期を挟んで，B型も2～3年毎に流行する様相を呈している。

このように，型によって毎年流行する形態をとるものとそうでないものとがあり，年々の流行型の組合わせは，常在していて毎年あるいは短い閑期を挟んで流行するウイルスは別として，その予測は困難である。ウイルスの自然界における生態が全くと言ってよい程知られていない今日，何かが流行の引き金になっているとは思われるものの，その解明はなされていない。免疫も考慮されようし，生物学的拮抗もあり得よう。ただ長い流行閑期を挟んで流行するウイルスでは，インフルエンザウイルス程の顕著な抗原変異はないにしても初めて分離された当時のプロトタイプとはかなり異なっていて，プロトタイプの抗血清には難中和性であることはよく経験することである。

3・4　分離系によるウイルス感受性

VERO，MDCK，HEp-2，AGMKの4細胞系と孵化鶏卵（9日卵）の5分離系を用いてウイルス分離を行い，それぞれ71株，7株，100株，33株，8株，計145株のウイルスが分離された。分離株数に対する比率は，上記分離系順に49.0%，4.8%，69.0%，22.8

表　5　　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
	分離株数	分離率	分離株数	分離率	分離株数	分離率	分離株数	分離率	分離株数	分離率	
Ad— 1	2	100%			2	100%					2
2	2	100			2	100					2
3	9 (1)	64			13 (5)	93					14 (6)
4	1	7			15(14)	100					15(14)
5	7 (1)	47			14 (8)	93					15 (9)
6	11	79			14 (3)	100					14 (3)
8	0	0			1 (1)	100					1 (1)
11	1	100			1	100					1
P — 1	3	100			3	100	3	100%			3
2	3	50			5	83	6 (1)	100			6 (1)
3	2	100			2	100	2	100			2
CB— 2	4 (2)	57			3 (1)	43	4 (2)	57			7 (5)
4	0	0			1	100	1	100			1
E — 11	0	0			14(12)	100	2	14			14(12)
14	1 (1)	100			0	0	0	0			1 (1)
15	0	0			7 (6)	70	4 (3)	40			10 (9)
PI — 1	1 (1)	33			0	0	2 (2)	67			3 (3)
2	8 (7)	100			1	13	0	0			8 (7)
3	11 (7)	92			1	8	5 (1)	42			12 (8)
I—A(H1)	4	50	4	50%			1	13	6 (4)	75%	8 (4)
A(H3)	1	50	2	100			0	0	2	100	2
B	0	0	1 (1)	100			0	0	0	0	1 (1)
HS— 2					1	33	3 (2)	100			3 (2)
計	71(20)	49.0%	7 (1)	4.8%	100(50)	69.0%	33(11)	22.8%	8 (4)	5.5%	145(86)

（ ）内数字はその分離系のみで分離された株数を示す。

%，5.5%，対検体数比では，それぞれ14.3%，1.4%，20.2%，6.7%，1.6%で，特徴として，VERO細胞では単純ヘルペス，HEp-2細胞ではインフルエンザ，AGMK細胞ではアデノの各ウイルスが分離されず，また，MDCK細胞と孵化鶏卵ではインフルエンザウイルスのみが分離されている（表5）。

ウイルス別に細胞の感受性をみると，アデノウイルスは64株中62株（97%）がHEp-2細胞で分離され高い感受性を示したのに対し，VERO細胞では33株（52%）が分離されたにとどまり，特に4型に対する感受性が低かった。また，他の分離系では分離されなかった。

腸内ウイルスはVERO，HEp-2，AGMKの各細胞で分離されたが，型により感受性に差が見られた。ポリオウイルスでは分離されない例もあったが，総じて分離率は高く，中でもAGMK細胞では100%に分離された。コクサッキーウイルスB群では8株のうち5株（63%）がAGMK細胞で，4株（50%）が他の2系で分離されたにとどまり，分離系を併用する必要があると思われた。エコーウイルスは25株中21株（84%）がHEp-2細胞で分離され比較的高い感受性を示したが，他の2系では6株（24%）以下と低く，特にVERO細胞では11・15型は全く分離できなかった。

パラインフルエンザウイルスに関しては，VERO細胞が2・3型には高い感受性を示し，20株中19株が分離された。しかしなぜか1型は3株中1株しか分離されなかった。他の細胞系は感受性が低く，HEp-2細胞では23株中2株（9%），AGMK細胞では7株（30%）しか分離されなかった。

インフルエンザウイルスはMDCK細胞と孵化鶏卵で7株と8株分離されたが，分離率は64%，73%と全体の3分の2が分離されたに過ぎず，両者の併用が必要であることが痛感される。ほかにはVERO細胞で5株(45%)，AGMK細胞で1株（9%）分離された。

単純ヘルペスウイルスは3株しか分離されていないが，すべてがAGMK細胞で分離され，高い感受性を示した。分離株については，他のVEROやHEp-2細胞で継代が可能であるが，患者材料からの分離には極めて低い感受性しか示さなかった。

使用した5分離系のうち，1系のみで分離されたウ

表 6　　かぜ患児から分離されたウイルスと臨床症状

分離ウイルス	上気道炎	発熱	胃腸炎	その他
Ad— 1	2 (100)%	2 (100)%	%	
2	2 (100)	2 (100)	1 (50)	
3	14 (100)	11 (79)	3 (21)	口内炎(2)
4	15 (100)	7 (47)	4 (27)	発疹(1)，リンパ節腫張(1)
5	15 (100)	13 (87)	2 (13)	関節痛(1)，下気道炎(1)，結膜炎(1)，ヘルパンギーナ(1)
6	14 (100)	11 (79)	1 (7)	下気道炎(1)
8	1 (100)	1 (100)		発疹(1)
11	1 (100)	1 (100)		
P — 1	3 (100)	1 (33)	2 (67)	
2	6 (100)	4 (67)	1 (17)	
3	2 (100)	2 (100)	1 (50)	
CB— 2	7 (100)	6 (86)		
4	1 (100)	1 (100)		
E — 11	14 (100)	11 (79)	2 (14)	発疹(1)
14	1 (100)	1 (100)		
15	10 (100)	6 (60)	1 (10)	
PI — 1	3 (100)	1 (33)	1 (33)	
2	8 (100)	8 (100)	1 (13)	
3	12 (100)	6 (50)		発疹(1)
I—A(H 1)	8 (100)	6 (75)	1 (13)	腸重積(1)
A(H 3)	2 (100)	1 (50)	1 (50)	
B	1 (100)	1 (100)		
HS— 2	3 (100)	2 (67)		口内炎(1)，水疱(1)
計	145 (100%)	105(72.4%)	22(15.2%)	

イルスは23型中16型あり，分離株145株中86株と59%を占めた。その内訳は表5の中で（ ）内数字として示したが，HEp-2細胞ではアデノ・エコーウイルスを中心に50株，VERO細胞ではパラインフルエンザウイルスを中心に20株，AGMK 細胞ではエコー・単純ヘルペスウイルスなど11株，MDCK 細胞と孵化鶏卵ではインフルエンザウイルスをそれぞれ1株と4株分離している。このことは，これらウイルスの分離には，いくつかの分離系を併用しないと，例え感受性が高い系であっても見落しがあることを示しており，この種の調査でのあい路ともなっている。

本年分離系別にその75%以上が分離されたウイルスグループは，VERO 細胞ではポリオとパラインフルエンザ，HEp-2細胞ではアデノ・ポリオ・エコー，AGMK 細胞ではポリオと単純ヘルペスであった。

3・5　ウイルスが分離されたかぜ患児の臨床症状

かぜ患児から分離されたウイルス型別にその臨床症状をみたのが**表6**である。上気道炎のほかに多かったのは発熱（37.5°C 以上）で145例中 105 例（72.4%）にみられ，胃腸炎も22例（15.2%）にみられた。そのほかには，発疹が4例，口内炎が3例，下気道炎が2例，リンパ節腫張，関節痛，結膜炎，ヘルパンギーナ，水疱が各1例にみられた。このうち，Ad-3の口内炎の1例は HS-2と，PI-3の発疹は Ad-8との重感染例で，重感染例11例については**表7**に分離ウイルスと臨床症状を示した。分離ウイルス別ではアデノウイルスと他のウイルスとが同一検体から分離された例が最も多く8例（3・4・6型が各2例，5・8型が各1例），ポリオとパラインフルエンザが各3例，コクサッキーBが2例，インフルエンザと単純ヘルペスが各1例にみられた。文中及び表中には重感染例としてはあるが，確かに感染しているのか，あるいは単なるパッセンジャーなのかについては不明で，正確には単に同一検体から分離されたとすべきであるかも知れない。

3・6　昭和56年に小児から分離されたウイルス

調査研究としての「かぜ患児」からの分離ウイルス145株に加えて，集団発生や流行予測並びに感染症サーベイランスなどで分離されたウイルスのうち，被検者が15歳以下であった38例を加え，就学前の乳幼児（0～6歳），小学生（7～12歳），中学生（13～15歳）

表7　重感染例からの分離ウイルスとその臨床症状

分離ウイルス	年齢（月齢）	性別	上気道炎のほかの臨床症状
Ad-3・PI-1	3	男	発熱
〃・HS-2	2	男	発熱・口内炎
Ad-4・CB-2	4	男	発熱
〃・E-15	9	女	
Ad-5・E-11	2	男	発熱
Ad-6・CB-2	(10)	男	
〃・I-B	2	男	発熱
Ad-8・PI-3	7	男	発熱・発疹
P-1・P-2	(11)	男	発熱
P-2・P-3	1	男	発熱・胃腸炎
〃・PI-3	1	女	発熱
*CB-2・Ad-4			
*〃・Ad-6			
*E-11・Ad-5			
*E-15・Ad-4			
*PI-1・Ad-3			
*PI-3・Ad-8			
*〃・P-2			
*I-B・Ad-6			
*HS-2・Ad-3			

*再掲

表8　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	2	—	—	2
2	2	—	—	2
3	16	5	—	21
4	18	11	—	29
5	14	1	—	15
6	14		—	14
8	1	1	—	2
11	1	—	—	1
P — 1	3	—	—	3
2	6	—	—	6
3	3	—	—	3
CB— 2	7	—	—	7
4	—	1	—	1
E — 11	18	—	—	18
14	1	—	—	1
15	8	2	—	10
PI — 1	3	—	—	3
2	8	—	—	8
3	11	1	—	12
I—A(H1)	6	11	1	18
A(H3)	1	1	—	2
B	2	—	—	2
HS— 2	3	—	—	3
計	148	34	1	183

の3年齢層別に示したのが表8である。

本年度小児から分離されたウイルスは23型183株で，うち乳幼児からは22型148株（81%）が，小学生からは9型34株（19%）が，中学生からはわずかに1株のみ分離された。小学生では Ad-4 と I-A（H1）が各11株分離されているが，これは集団発生による分が加わったもので，主として前者はプール熱，後者は集団かぜによるものである。また，Ad-3の5例はサーベイランスの結膜炎に由来している。

3・7　1981年に国内で分離されたウイルスの動向

国立予防衛生研究所でまとめられている病原微生物検出情報月報を基にして，国内で分離されたウイルスの月別集計表を作製した（表9）。この表にはポリオウイルスを除くエンテロウイルス，ミクソ・パラミクソ

表　9　　1981年に分離されたウイルスの月別全国集計

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
CA— 2						2	9	1	2	1			15
4			1										1
5					2	21	65	31	9	2	2		132
6					6	12	38	5					61
7			10										10
8								1					1
9		3					4	1			1		9
10					18	12	46	21	9	4	5	4	129
16	1					3	2	10	1	5	1	11	34
CB— 2		1	5	4	15	88	171	66	24	6	2	2	384
3					3	2	6	3	2	2			18
4	5	2		1			2			1	4		15
5		1	3	2	5	10	3	2	1			1	28
6						1							1
E — 1		2	8										10
3						1		1	2				4
6					1	2	6	2					11
7				2	1	2	3	9	5				22
11	1				1	29	99	48	13	7	21		219
14			1	2	1	1	1	1	3				10
18	1		1		2	30	43	20	1	1			99
22									3	1			4
25				1	2	19	18	6	2	1	3		52
E — 70				3	5	3	1	1	6	1	3		23
71					1		1	2					4
PI — 1				3	2		2	2	1	2	2	1	15
2					1		1	3	5	12	12	4	38
3			5	16	19	8		6	3				57
4								1			1		2
R S	4	2						1			1	5	13
Mumps	2	1	4	6	5	5	2	10	2	6	7	7	57
I—A(H1)	107	522	132	3							2		766
A(H3)	21	60	59	19	5							9	173
B	18	55	88	77	15	23	1				3	44	324
C			8								1		9
Ad— 1	7	7	3	10	8	6	4	1	3	5	7	6	67
2	10	5	4	10	9	9	13	10	7	5	13	12	107
3	23	14	31	31	29	49	60	82	39	40	34	31	463
4		2	1	6	2	11	14	9	20	11	12	7	95
5	4	9	2	3	2	12	10	1	4	3	6	7	63
6	2	2	2	3	2	4	4			3	6	7	35
7											1		1
8						1	2	4			1		8
11		1		1		1		1	1			1	6
19				1		1			5			1	8

病原微生物検出情報（1982年6月報告分まで）による。

ウイルス，アデノウイルスについて，1982年6月までに報告された分について掲載した[6]。分離されたウイルスは，コクサッキーA群が9型392株，B群が5型446株，エコーが9型431株，エンテロが2型27株，パラインフルエンザが4型112株，RSが13株，ムンプスが57株，インフルエンザが4型1,272株，アデノが10型853株で，合わせると45型3,603株であった。このうち年間100株以上分離されているのはCA-5・10，CB-2，E-11，I-A(H1)・A(H3)・B，Ad-2・3で，エンテロは夏期を中心に，インフルエンザは冬から春にかけて，アデノは年間を通じて流行した様相を呈した。また，50株以上分離されたウイルスとしては，CA-6，E-18・25，PI-3，ムンプス，Ad-1・4・5などがある。

本年5株以上分離されていて，昨年分離されていないウイルス型はCA-7，逆に昨年分離され本年分離されなかったのはE-9である。

この表と我々の成績を比較すると，現在我々が用いている分離系では分離が出来ないか若しくは困難なコクサッキーA群とエンテロウイルス70・71型を除き，かつ5例以上の分離数があるものに限ってみると，CB-3・5，E-1・6・7・18・25，RS，ムンプス，I-C，Ad-19などは本県で分離されていない。このうちE-18・25型は夏に我が国で流行したとされているにも拘らず，かぜ患児からは1株も分離されなかった。しかし，我々が分離しているE-15は未だ国内では報告がない。また過去10年間に石川県で分離されたウイルス型との比較でも，本年新たに分離されたE-1・18・25とAd-19は分離されていない。これは流行の時間的なずれ，あるいは地域特異性，あるいは我々が対象としている上気道疾患，あるいは分離材料としている咽頭ぬぐい液のいずれかに起因するものと思われるが，その原因は明らかではない。

4 ま と め

昭和56年1月から12月にかけて，金沢赤十字病院小児科に受診したかぜ患児496人の咽頭ぬぐい液から，VERO，MDCK，HEp-2の各継代細胞，2代アフリカミドリザル腎（AGMK）細胞及び孵化鶏卵を用いてウイルス分離を試み，134人（27.0%）から145株（29.2%）のウイルスを分離した。

年齢別では，0～6歳の乳幼児124人から133株，小学生9人から11株，中学生からは1株のみ分離された。また性別では男から97株，女から48株分離された。

分離されたウイルスは全部で23型で，その内訳は，アデノウイルス（1～6・8・11型）64株，ポリオウイルス（1～3型）11株，コクサッキーウイルスB群（2・4型）8株，エコーウイルス（11・14・15型）25株，パラインフルエンザウイルス（1～3型）23株，インフルエンザウイルス（A(H1)・A(H3)・B型）11株，単純ヘルペスウイルス2型3株であった。

1か月に2株以上分離された月は，アデノウイルスは5～8月と10～12月，ポリオウイルスは3・4月の生ワクチン接種時期に，コクサッキーウイルスB群は6・7月，エコーウイルスは7～9月と11・12月，パラインフルエンザウイルスは4～6月と10・12月，インフルエンザウイルスは3月で，うち5株以上分離され流行があったことが示唆されたのは，Ad-3（5月），Ad-4（6・7月），Ad-5（6・7月），E-11（7月），PI-3（5月），I-A(H1)（3月）であった。

分離系別では，VERO細胞で71株，49.0%，MDCK細胞で7株，4.8%，HEp-2細胞で100株，69.0%，AGMK細胞で33株，22.8%，孵化鶏卵で8株，5.5%が分離された，このうち1分離系のみで分離されたのが23型145株中16型86株，59.3%にも上り，分離系別では，VERO細胞で71株中20株，MDCK細胞で7株中1株，HEp-2細胞で100株中50株，AGMK細胞で33株中11株，孵化鶏卵で8株中4株がそうであった。

細胞別に本年分離されたウイルス株の75%以上が分離されたウイルスグループを上げると，VERO細胞ではポリオとパラインフルエンザ，HEp-2細胞ではアデノ・ポリオ・エコー，AGMK細胞ではポリオで，また2株以上分離された型別では，VERO細胞ではAd-1・2・6，P-1・3，PI-2・3，MDCK細胞ではI-A(H3)，HEp-2細胞ではAd-1～6，P-1～3，E-11，AGMK細胞ではP-1～3，HS-2が，75%以上の分離率で分離された。

これらウイルスが分離されたかぜ患児の臨床症状は上気道炎のほか発熱が72.4%，胃腸炎が15.2%にみられ，少数例としては発疹が4例，口内炎が3例，下気道炎が2例，リンパ節腫張，関節痛，結膜炎，ヘルパンギーナ，水疱が各1例にみられた。また同一検体から2株のウイルスが分離された例が11例あり，そのうちの8例はアデノウイルスと他のウイルスの重感染を疑わせる例であった。

国内でのウイルス分離情報から1か月に10例以上報告があったうち，我々が分離系を持たないコクサッキ

ーウイルスA群などを除き，石川県で本年分離されていないのは，CB-5，E-18・25で，中でも後者は国内でかなり流行した形跡があるにも抱らず分離されなかった。しかし一方で，我々が分離同定した E-15 は，国内では未だ報告がされていない（1982年6月現在）。

文　献

1) 厚生省公衆衛生局長通知，衛発第 422 号（昭和56年5月26日）
2) 石川県厚生部長通知，公収第 684 号（昭和56年6月25日）
3) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：石川衛公研年報 **16**，209—215（1979）
4) 梶　哲夫，尾西　一，木村晋亮：同上誌，**13**，160—170（1976），**14**，110—116（1977）
5) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：同上誌，**15**，122—129（1978）
6) 微生物検査情報システム化に関する研究班：病原微生物検出月報，No.23—No.29（1982）

〔報　文〕

畜産食品中の残留抗菌剤に関する研究（第2報）

——相間移動触媒による鶏肉及び鶏卵中のクロピドールの定量——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　岸　原　　聡

1 はじめに

近年，食生活の向上に伴い畜産物の摂取量が増大し，それに従がって，我が国の畜産業は著しく発展した。その中で，家畜の疾病の予防等の目的で飼料に添加される飼料添加物は，生産性向上に大きな貢献を果してきた。しかし，その反面，これらの物質の畜産物への残留が食品衛生上の大きな課題となり，厚生省は，その安全対策として，昭和52年より順次「畜産物中の残留物質検査法」を提示してきた[1)-2)]。これによると，飼料添加物のうち抗生物質の検出には，生物学的試験法を，それ以外の合成抗菌剤の検出には化学的試験法をそれぞれ採用している。

合成抗菌剤の1つであるクロピドール（3,5—ジクロロ—2,6—ジメチル—4—ピリジノール）は，鶏のコクシジウム症の予防のための飼料添加物として広く使用されているが，最近，市販の鶏肉や鶏卵中にクロピドールの残留が認められ[3)-5)]，食品衛生上問題となっている。畜産物中のクロピドールの分析法についてはガスクロマトグラフィー（GC）[3)-6)]や高速液体クロマトグラフィー（HPLC）[7)]による方法があるが，GCによる方法がよく検討され，感度も良く，一般的な分析法として基準分析法[8)]にも採用されている。しかし，この方法ではクロピドールをメチル誘導体にする際，毒性が強く，しかも引火爆発性のあるジアゾメタン試薬を用いるため日常分析上やや難点があるように思われる。

今回，このメチル誘導体を得る際に高槻等がサッカリンの分析[9)]で使用した相間移動触媒[10)]を用いる方法を応用し，抽出とメチル化を一段階の操作で行い，更にマスフラグメントグラフィー（MF）を用いることにより，GC法やHPLC法で行われているイオン交換樹脂カラムやアルミナカラムによる精製操作を省くなど，分析の簡略化を検討し，良好な結果を得たので報告する。

2 実験方法

2・1 試　薬

(1) ハイフロスーパーセル：和光純薬㈱製ハイフロスーパーセルをメタノールで洗浄し，乾燥した。

(2) ヨウ化メチル：東京化成工業㈱製

(3) クロピドール標準溶液：クロピドール分析用標準品（ダウケミカル日本㈱製）50mgを正確にはかり，メタノールに溶かして全量1,000mlとし，その2mlを取りメタノールで100mlとした。これをメタノールで希釈して各濃度の標準溶液を調製した。

(4) 抽出用ジクロルメタン：内部標準物質として，n-ペンタデカン（東京化成工業㈱製）を1μg/ml含有するよう調製した。

(5) 相間移動触媒溶液：臭化テトラn-ブチルアンモニウム（和光純薬工業㈱製）0.5gを水100mlに溶解した。

その他の試薬は試薬特級又は残留農薬分析用を用い

Studies of Antimicrobial Substances in Livestock Procduct. 2. Determination of Clopidol in Chicken Tissue and Egg with the Aid of a Phase Transfer Catalyst. *by Satoshi KISHIHARA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

た。

2・2 装　置

(1) 超高速ホモジナイザー：ヤマト科学㈱LK—21

(2) ガスクロマト質量分析計（GC-MS）：㈱島津製作所 GC—MS 6020

(3) 遠心分離機：㈱日立製作所 20PR-52

2・3 MFの条件

カラム管：内径 2 mm，長さ 2 mのガラス製

充てん剤：10%DC-200/Gaschrom Q

カラム温度：155°C

注入口温度：200°C

キャリヤーガス：ヘリウム，20ml/min.

セパレーター温度：220°C

電子電圧：3.5KV

加速電圧：20eV

2・4 試験溶液の調製

試料からの抽出は厚生省法[8]に準じた。

(1) 鶏肉：肉ひき機で均一にした試料 20gをホモジナイザー容器に取り，メタノール 50ml 及びハイフロスーパーセール 3 gを加え，3分間高速でホモジナイズし，ハイフロースーパーセル 2 gを敷いたガラスブフナーロートで濾過し，容器等をメタノールで洗い，濾液にメタノールを加えて全量100mlとし試験溶液とした。

(2) 鶏卵：均一に混合した試料 20gをホモジナイザー容器に取り，メタノール 50ml 及びハイフロスーパーセル 12gを加え，3分間高速でホモジナイズしたものについて，以下鶏肉の場合と同様の操作を行い，試験溶液とした。

2・5 メチル化反応

試験溶液 1 ml を栓付試験管に取り，窒素を送りながら溶媒を留去した。残留物に 2 N－NaOH 2 ml，相間移動触媒溶液 2 ml，抽出用ジクロルメタン 1 ml 及びヨウ化メチル 200μl を加え，振とう機を用いて30分間振とうし，メチル化反応を行った。3,000rpmで3分間遠心分離した後，ジクロルメタン層の 2μlをGC-MSに注入し，得られたマスフラグメントグラムの内部標準物質（m/e212）に対するメチルクロピドール（m/e 205）の面積比を求め，あらかじめ作成した検量線より定量を行った。

2・6 検量線の作成

クロピドール標準溶液の50，100，200，300及び500 ng/ml の各 1 ml を栓付試験管に取り，2・5と同様の操作を行い，その 2 μl を GC-MS に注入して，得られたマスフラグメントグラムの内部標準物質に対するメチルクロピドールのピーク面積比を求め，検量線を作製した。

3 実験結果及び考察

3・1 MF

内部標準物質の選択にあたっては反応性の少ない炭化水素系化合物を選び，保持時間及びフラグメントイオンを検討した結果，n-ペンタデカンが良好であり，その保持時間は，10%DC-200，155°C の条件下で 5.1分で，2.6分のメチルクロピドールと完全に分離した。MF の測定におけるフラグメントイオンはメチルクロピドールについては m/e205 (M^+)，内部標準物質については m/e 212 (M^+) を選び，GC 法などで行われているイオン交換クロマトグラフィーやアルミナクロマトグラフィーによるクリーンアップを省略しても，Fig. 5 に示すようにほとんど妨害もなく，良好であったので，以後，こうしたクーリンアップ操作は省略し分析時間の短縮を計った。

3・2 メチル化反応の検討

(1) 有機溶媒の選択と量

有機溶媒は炭化水素又はそれ自身若干反応性はあるが，クロル炭化水素が一般によく用いられている。今回は，主として，これらの中から Table 1 に示した11種の溶媒を選び，それぞれのメチルクロピドールの生成率を比較した。この結果は，酢酸エチル，クロロホルム，メチルエチルケトン（MEK），メチルイソブチルケトン（MIBK），ジクロルメタンの順で生成率は高くなり，ベンゼン，n-ヘキサンなどの炭化水素及びエ

Table 1 Effect of various oragnic phase on the formation of methylclopidol

Solvent	Peak area ratio
n-Hexane	—
Cyclohexane	—
n-Heptane	—
Benzene	—
Dichloromethane	0.353
Chloroform	0.121
Carbon tetrachloride	—
Ethyl acetate	0.010
Ethyl ether	—
Methyl ethyl ketone	0.274
Methyl *iso*-butyl ketone	0.305

— : no detect of methylclopidol

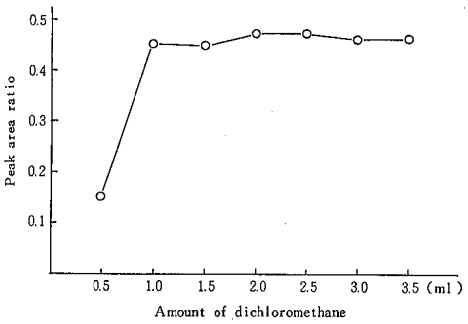


Fig. 1　Effect of amount of dichloromethane on the formation of methylclopiclol

チルエーテル，四塩化炭素ではメチルクロピドールは生成しなかった。MEK，MIBKのケトン系は水の混入があり，酢酸エチルは水層が強アルカリ性のためけん化されることなどを考慮し，最も生成率の高いジクロルメタンを本実験では溶媒として選択した。

次に有機溶媒量によっても生成率に影響を与えることが考えられるので，水層4mlに対して0.5～3.5mlのジクロルメタンを用いて，生成率を検討した。結果はFig. 1に示すように0.5mlでは幾分低かったが，1.0～3.5mlでほぼ一定の生成率を示した。ジクロルメタン量が多くなるに従って，検出感度が低下するので，シクロルメタン量を1mlとした。

(2)　**触媒の種類と濃度**

相間移動触媒としては種々のものがあるが，一般には四級アンモニウム塩類が最も良く用いられている。今回はその中でテトラ n-ブチルアンモニウムブロミド（TBAB）を使用することとし，この使用濃度について検討した。触媒の濃度によるメチルクロピドールの生成率の変化をFig. 2に示したが，これによると，0.1%までは生成率は低かったが，0.2～0.75%の間でほぼ一定の値を示した。この結果から，試料に加える相間移動触媒のTBABの濃度を0.5%溶液，すなわちNaOH溶液との混合時，0.25%溶液となるようにした。

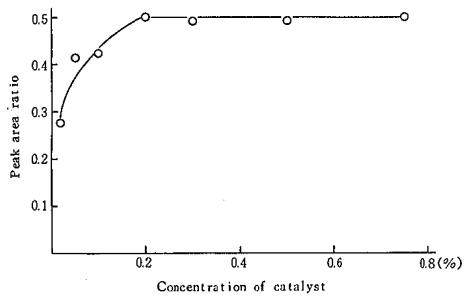


Fig. 2　Effect of concentration of cetalyst on the formation of methylclopidol

(3)　**水層の液性**

水層の液性によるメチルクロピドールの生成率の変化をFig. 3に示した。酸性からpH8.0までの間ではクロピドールが解離を抑制されるため，メチル化への反応は進まなかったが，pH9.0以上でメチル化反応が始まり，pHが上昇するに従ってメチルクロピドールの生成率は高くなった。0.5Nから2.5N-NaOHの間では生成率にほとんど変化が認められなかったので，反応液の水層は2N－NaOH 2mlに触媒溶液 2mlを加えて，最終的に1N-NaOH溶液になるようにした。

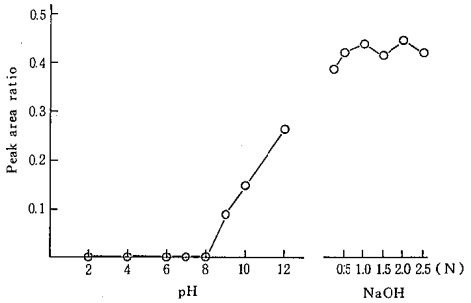


Fig. 3　Effect of aqueous phase on the formation of methylclopidol

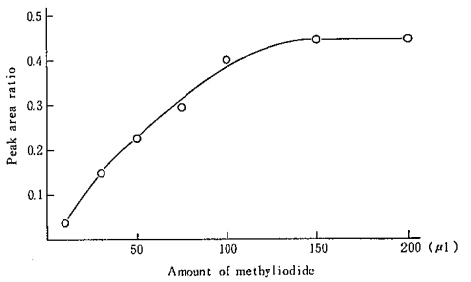


Fig. 4　Effect of amount of methyl iodide on the formation of methlclopidol

(4)　**ヨウ化メチルの量**

ヨウ化メチルの量によるメチルクロピドール生成率に及ぼす影響を検討するため，ヨウ化メチルの量を10，30，50，75，100，150及び200μlと変えて反応を行い，メチルクロピドールの生成率を調べた。(Fig. 4) この結果，ヨウ化メチルの量が多い程，生成率は高くなり，150μl以上で一定の値を示した。過剰のヨウ化

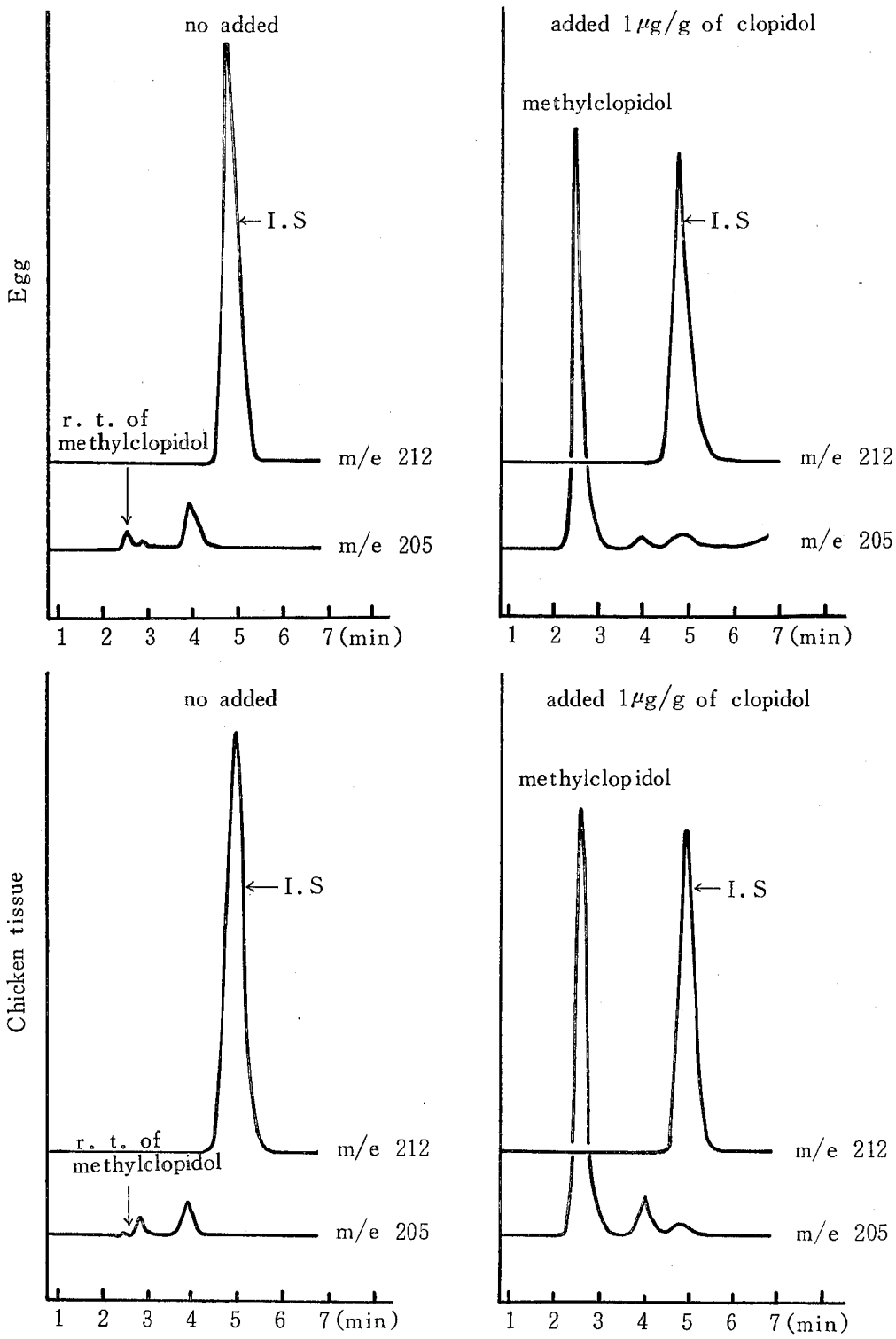


Fig. 5　Mass fragmentgrams of the methylated extracts from samples

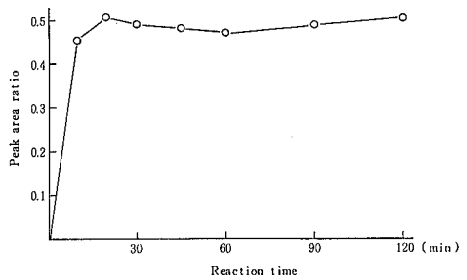


Fig. 6　Effect of reaction time on the formation of methylclopidol

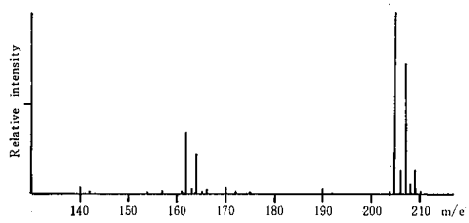


Fig. 7　GC-MS spectrum of the reaction product of clopidol with the aid of a phase transfer catalyst

メチルはMFにおいて何ら妨害とならなかったので，本実験ではヨウ化メチルの量を200μlとした。

(5)　**反応時間**

反応時間とメチルクロピドールの生成率の変化をFig. 6 に示した。反応は10分までは急速に進み，20分以後，120分まではほぼ一定だったことから，反応時間は30分とした。

3・2　反応生成物

反応生成物についてのGC-MSでの分析結果はFig. 7に示すとおりである。基準ピークはm/e 205の分子イオンピークであり，m/e 207にその同位体ピークが，m/e162に$M-COCH_3$と推察されるピークがそれぞれ基準ピークの70%，34%の強度でみられた。このマススペクトルはジアゾメタン試薬を用いて合成したものと一致した事から，反応生成物はメチルクロピドールと同定した。

3・3　検量線

検量線はFig. 8に示すように，クロピドールとして，50～500ng/mlの範囲で直線性を示した。その検出限界は20ng/mlであり，試料中の濃度として100ng/gであった。

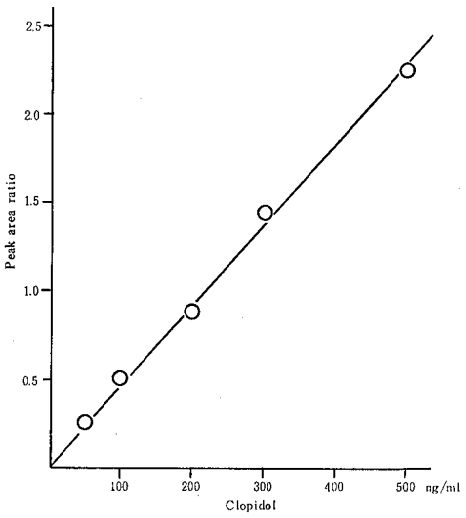


Fig. 8　Calibration curve for clopidol

Table 2　Recoveries of clopidol from chicken tissue and egg

Sample	Added clopidol	Found	Recovery
Chicken tissue	1.0μg/g	0.92μg/g	92.8%
	1.0μg/g	0.91μg/g	91.8%
	1.0μg/g	0.90μg/g	90.3%
	1.0μg/g	0.93μg/g	93.4%
	1.0μg/g	0.91μg/g	91.5%
Egg	1.0μg/g	0.90μg/g	90.5%
	1.0μg/g	0.92μg/g	92.1%
	1.0μg/g	0.91μg/g	91.7%
	1.0μg/g	0.92μg/g	92.2%
	1.0μg/g	0.94μg/g	94.3%

3・4　添加回収実験

鶏肉及び鶏卵に1.0μg/gのクロピドールを添加したものについて，前記操作に従って回収実験を行った。その結果はTable 2 に示すとおり90%以上の回収率が得られた。

4　ま　と　め

(1)　クロピドールのメチル化に相間移動触媒を利用することにより，メチル化と抽出操作を同時に行うことができた。

(2)　マスフラグメントグラフィーを測定手段として用いることにより，精製操作を省略し，分析法を簡略化することができた。また，この時の内部標準物質は

n-ペンタデカンが適当であった。

(3) 検量線は 50～500ng/ml の範囲で直線性を示した。

(4) 本法を用いての添加回収実験では90%以上の回収率が得られ，検出限界は鶏肉及び鶏卵中の濃度として100ng/gであった。

文　献

1) 厚生省環境衛生局乳肉衛生課：畜水産食品中の残留物質検査法，第1集（1977）～第1集の4（1982）

2) 厚生省環境衛生局乳肉衛生課：畜水産食品中の残留物質検査法，第2集（1977）～第2集の5（1982）

3) 星野庸二，能勢憲英，赤木洋勝，高畠英伍，衛生化学，**26**，186—191（1980）

4) 大森　茂，中島純夫，細木睦子，武口　裕，岸　信夫，川越章善，青木　襄，富所謙吉，高杉信夫：食衛誌，**21**，113—117（1980）

5) 吉田耕一郎，清谷寿雄，川畑光政，多田哲夫：福井県衛生研究所調査研究報告，**18**，34—43（1980）

6) E. L. Bjerke, J. L. Herman : J. Assoc. Offic. Anal. Chem., **57**, 914～918（1974）

7) 大塚公人，堀部京子，杉谷　哲，山田不二造：食衛誌，**22**，462—466（1981）

8) 厚生省環境衛生局乳肉衛生課：畜水産食品中の残留物質検査法（第2集の4），p.21—30(1981)

9) 高槻圭悟，堺　敬一：食衛誌，**21**，476—479，(1980)

10) W. P. Weber, G. W. Gokel：田伏岩夫，西谷孝子訳：相間移動触媒，化学同人，東京（1978）

〔報　文〕

有機リン剤及びカーバメート剤の鶏に及ぼす毒物学的影響（第2報）

—— 分割連日投与による毒性 ——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　北井　博・土肥祥子・四月朔日冨司子
由雄圭一・大場邦弘

（本報告の要旨は日本農薬学会第7回大会において発表した。昭和57年3月31日，東京都）

1 はじめに

有機リン剤及びカーバメート剤の毒作用は，主としてコリンエステラーゼ（ChE）活性が阻害されることにより神経筋接合部で刺激伝達に関与しているアセチルコリンが異常蓄積するため，まず過剰な刺激伝達が起こり，最終的には Cholinergic 系の破壊となり，生理作用の異常により致死に継がることは周知の事実である。

これらの有機リン化合物は動物に摂取された場合，速やかに代謝・分解されるため，生体内での残留・蓄積は起らず中毒症状の発現は比較的早く，そのため毒性試験法は1回投与法で行われており，連続投与法はあまり試みられていない。しかし，環境中で野生動物・家畜・人が暴露される場合，1回というよりむしろ微量で連続暴露される機会の方が多いと考えられる。

そこで，我々は有機リン系農薬に対して，特に感受性の高い野鳥への影響調査の一環として，既に前報で有機リン剤・カーバメート剤を鶏に強制1回経口投与し，その毒性や回復について報告したが[1]，今回は，更にこれら農薬を鶏に連続分割投与し，血中濃度及び血漿，各臓器中の ChE 活性阻害の時間的推移について検討したので報告する。

2 実験方法

2・1 実験動物

石川県畜産試験場高松分場から購入した24月齢雌成鶏（白色レグホン系雑種）27羽を用いた。体重は1,650±377 g（平均±標準偏差）であり，水（水道水）と餌（市販成鶏用配合飼料）は，投与前，投与中とも自由に摂取させ，全鶏をケージで各々個別に飼育した。

2・2 投与農薬液の調整と投与方法

有機リン剤には，和光純薬工業（株）製標準品バイジット（MPP, mercaptophenyl-phosphorothionate），キタジン一P（IBP, O, O-diisopropyl-S-benzylphosphorothionate），ヒノザン（EDDP, O-ethyl-S, S-diphenydlithiophosphate）を，カーバメート剤には，バッサ（BPMC, 2-sec-butylphenyl-N-methylcarbamate）をサラダ油に溶かし投与液とした。

投与方法は，前報の1回投与実験の投与量を分割し，10日間と20日間，毎日1回連続投与し，総投与量が同量になるようにした。すなわち，27羽の鶏のうち3羽を対照群に用い，サラダ油のみを10日間投与し，残りを3羽づつ8群に分け，表1に示したようにそれぞれ胃チューブを用いて強制経口投与した。投与液量の平均は1.65ml であった。

Poisonous Effect of Organic Phosphorus and Carbamate Pesticides upon Hens. 2. Chronic Toxicity on Repeated Oral Administration. *by Hiroshi KITAI, Yoshiko DOHI, Fujiko WATANUGI, Keiichi YOSHIO, and Kunihiro OHBA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表1　投与量と投与日数

Group	Pesticide	Dose (mg/kg/day)	Period of dosage (days)
1	MPP	1	10
2	IBP	20	10
3	EDDP	30	10
4	BPMC	15	10
5	MPP	0.5	20
6	IBP	10	20
7	EDDP	15	20
8	BPMC	7.5	20
Control	Salad oil	—	10

2・3 ChE 活性測定法と血中農薬分析法

各鶏の体重は，毎日農薬投与前に測定した。採血は1日おきに，農薬投与2時間後に翼下静脈から行い，最終投与後24時間目に屠殺し，脳，肝臓，心臓，胸筋肉の各臓器を採取した。

ChE 活性測定用血漿及び各臓器の粗酵素抽出液の調製は既報[2]に従い，蛋白量の測定も前報と同様Lowryの方法によった[3]。

脳については True ChE (AchE) 活性を，血漿及び肝臓，心臓については Pseudo ChE (ChE) 活性を，それぞれの酵素に対応する基質，ヨウ化アセチルチオコリンとヨウ化 S-ブチリルチオコリンを用いて前報[1]と同様に測定し，単位は μM/mg protein/min で表わした。

血中 MPP, IBP, EDDP 濃度分析は，既報[2]と同様の方法で FPD-ガスクロマトグラフィで行い，血中 BPMC 濃度分析も前報の方法[1]により，ECD-ガスクロマトグラフィにより定量した。

3　結　　果

3・1 体重変化

各農薬を10日間連続投与した各群の体重の増減はみられず，おおむね安定していた。

20日間連続投与では，どの群も投与開始時の体重の約120％に有意に増加したが，これは農薬投与量が少ないうえ，投与期間が長いこと及び運動不足が原因していると思われる。

また，サラダ油のみを10日間連続投与した対照群は，実験開始時の体重と余り変らなかった。

3・2 連続投与中の血中農薬濃度の経日変化

図1は，農薬投与期間中における血中濃度の経日変化を表わしたもので，横軸は投与日数 (days)，縦軸は血中濃度 (ng/ml) を示し，各点は3羽の平均値である。

MPP, 1 mg/kg, 10日間投与群における投与開始2日目以降の血中 MPP 濃度は，0.27ppb から0.55 ppb (平均0.33ppb) に分布し，有意な経日的増減はみられなかった。0.5mg/kg, 20日間投与群の血中濃度は微量であり，検出限界以下であった。

IBP, 20mg/kg, 10日間投与の場合には，血中 IBP 濃度は7.2ppb から11.5ppb (平均9.3ppb) であり，10mg/kg, 20日間投与の場合には0.75ppb から4.5 ppb (平均2.1ppb) に分布し，ともに投与開始以降の血中濃度は，ほぼ横ばい傾向を示した。また，1回に与えた農薬量が2倍である10日間投与群の平均血中濃度は，20日間投与群の約4.4倍であり，吸収率は濃度に比例していなかった。

EDDP, 20mg/kg, 10日間投与群の血中 EDDP 濃度は，投与8日目に若干高値13.3ppb を示したが，そのほかは 10ppb 前後 (平均10.1ppb), 20日間投与群は3 ppb 前後であり，IBP 投与群と同じく横ばいの傾向がみられた。10日間投与群の平均血中濃度は，20日間投与群の約4.4倍であった。

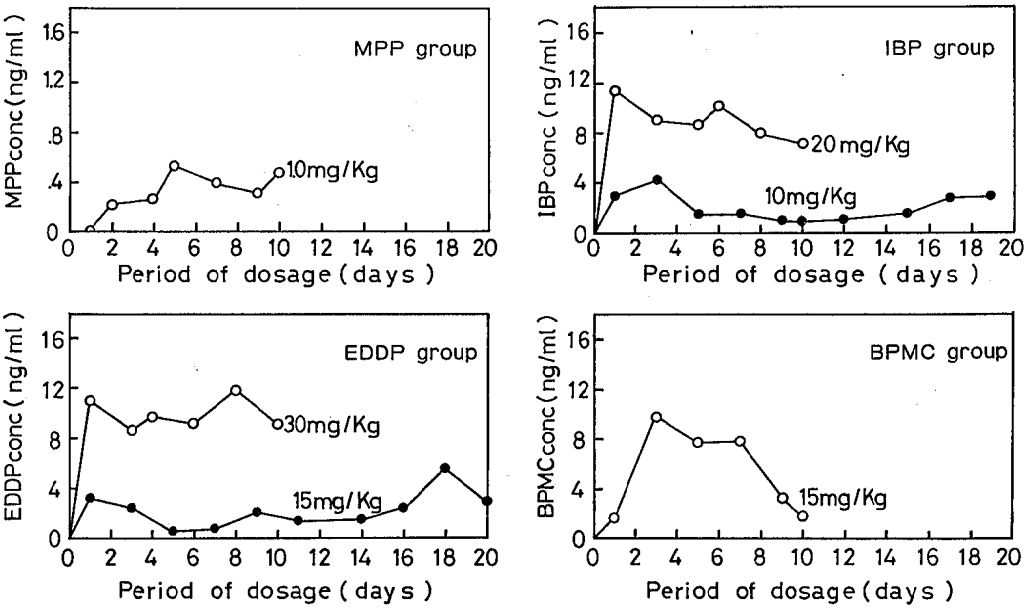
BPMC, 15mg/kg, 10日間投与群の血中濃度は，投与3日から7日目までは約8 ppb, 9日目以後は約3 ppb と激減しバラツキがみられた。これは検出限界ぎりぎりで測定誤差と思われる。

3・3 連続投与中の血漿中 ChE 活性値の経日変化

各農薬投与期間中における血漿中 ChE 活性値の経日変化を図2に示した。対照群の10日間の ChE 活性値の変化は，MPP 投与群の図中に◉印で示したが，強制経口投与そのものがストレスになっているとも考えられる若干の低下はみられるが，大きな変化はなかった。

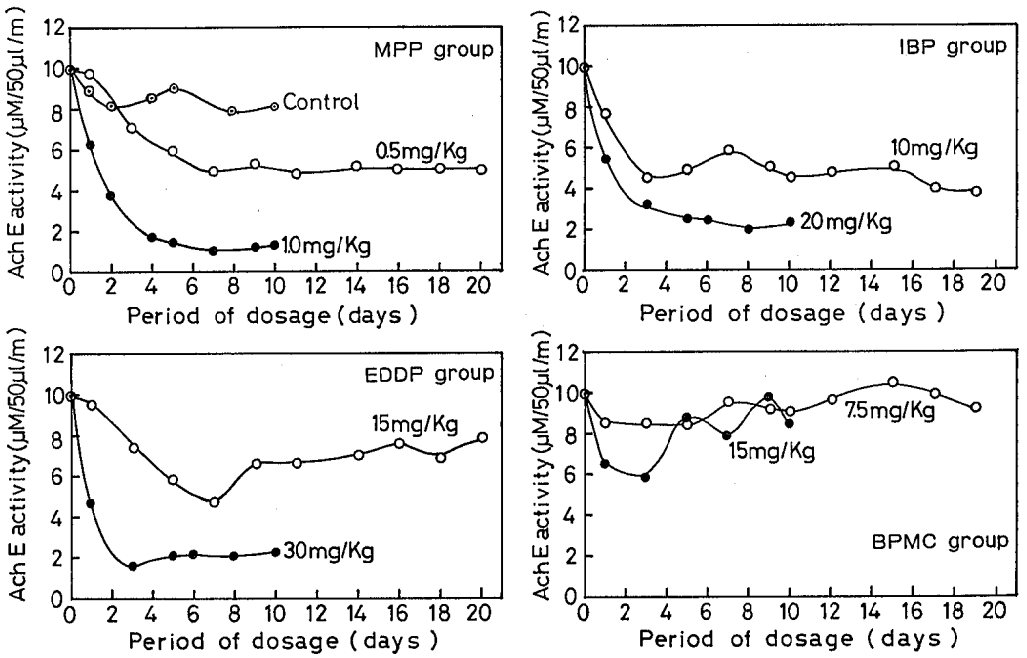
MPP, 0.5mg/kg, 20日間投与群の ChE 活性は，投与7日目までは徐々に低下し，7日以降の ChE 活性は，投与終了時まで一定で，実験開始時の活性値の約50％であった。1.0mg/kg, 10日間投与群の ChE 活性は，投与4日目までに急速に低下し，それ以降の活性は，投与終了時まで開始時の十数％という慢性的低活性値を持続した。

IBP 投与群の ChE 活性は，投与3日目までは急減し，それ以後の活性は，20日間投与の場合には5日後



(administrated for every 10 days ○, for every 20 days ●)

図1　　農薬投与期間中の血液中農薬濃度



(administrated for every 10 days ○, for every 20 days ●)

図2　　農薬投与期間中の血漿中ChE活性変化

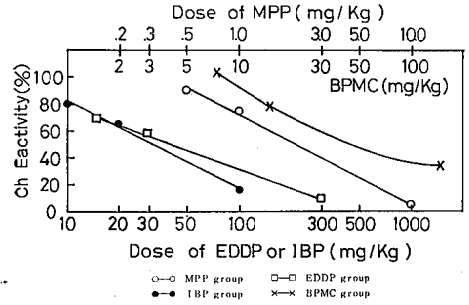


図3　血漿中 ChE 活性と1回に投与した農薬量の関係

から日変動がわずかにみられるが，開始前の約50%の低下で一定になり，10日間投与の場合には約20%に低下し，日々による変動は認められなかった。

EDDP，20日間投与の ChE 活性は，7日目までは約45%に低下するが，それ以降の活性は回復し，投与終了時には80%になった。10日間投与の ChE は3日目で約20%に低下し，以後は MPP，IBP 同様低活性値を持続した。

BPMC，20日間投与の活性は，低下する様子はみられず，10日間投与では，投与数日間は60～70%に低下するが，それ以後は完全に回復した。

図3は今回の実験及び前報の1回投与実験から，1回に投与した農薬量と血漿中 ChE 活性阻害との関係を図示したものである。横軸に1回に投与した農薬量を対数目盛でとり，縦軸に ChE 活性値(%)をとり，それぞれの投与量で第1回目の投与2時間後の血漿中 ChE 活性値を対照群に対する百分率（%）でプロットしたものである。BPMC を除いた農薬の投与量と ChE 活性値の関係が直線性を示したことから，この実験の投与量範囲では，ChE 活性阻害度は1回の投与量の対数に比例する gradual response type であることが確認された。

3・4　各臓器中の ChE 活性

最終投与の24時間後に採取した脳，肝臓，心臓中の AchE あるいは ChE 活性残存率を前回の1回投与実験における投与24時間後の AchE 若しくは ChE 活性値と比較したのが図4である。サラダ油のみを投与した対照群の各臓器の ChE 活性値を100%として表示した。

肝臓，心臓中 ChE 活性は，各投与群において血漿中ほど阻害されず，脳中 AchE 活性もわずかに低下した程度であった。また，肝臓，心臓の MPP 投与群では，1回の投与量に応じた ChE 活性阻害がみられたが，IBP，EDDP 投与群ではみられていない。また，また分割連続投与による阻害の増強も認められなかった。前報[1]で神経系中毒症状に最も関係すると報告した脳中 AchE の低下は，MPP，EDDP，IBP の各投与群ともに20日間連続投与群の Ach 活性低下が，1

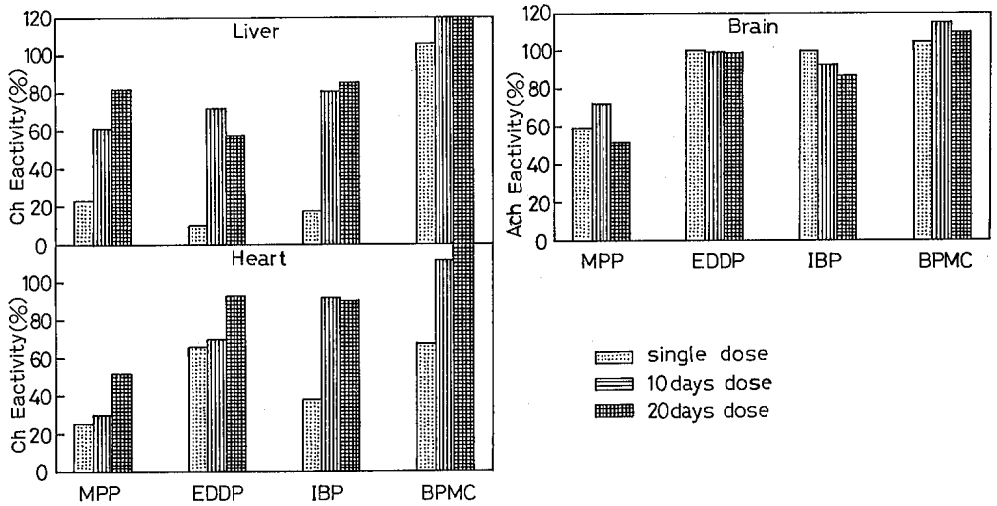


図 4　　最終投与後24時間目の各臓器 ChE 活性

回投与，10日間連続投与に比べて，若干ではあるが大きく，連続投与による阻害の増強がみられた。

一方，BPMC 投与群は各臓器中でも ChE 活性は低下せず，むしろ活性増加がみられた。

なお，外観上の中毒症状はどの群にも現われなかった。

4 考　　察

有機リン剤及びカーバメート剤に対して，多くの動物種が感受性をもつとされている[4]が，特に著明な障害を表わすのは鶏であり，更に感受性には加齢の影響が認められ，55～70日齢未満の若鶏では発症しないと言われている[5]。したがって，我々は成熟鶏を使用し，前回は1回投与法により，今回は連続分割投与法により毒性試験を試みた。

今回の連続投与実験における MPP，IBP，EDDP の投与後の血中濃度は，農薬投与期間中変動はみられず，同レベルであり，血中に長時間残留することなく，速やかに他組織へ移行するという1回投与実験の結果を確認できた。

また，血液からの石油エーテル抽出物の FPD -ガスクロマトグラム上に，投与日数の経過とともに増加する農薬の代謝物と考えられるピークが出現した（図5）。この代謝物の構造及び挙動を追跡することは，神経毒性機構の解明をするのに必要であると考え，ガスクロマトグラフィー質量分析計を用いて現在検討中であるが，脳・肝臓での代謝物とともに今後更に研究を進めていきたい。

1回投与実験における血漿中 ChE 活性は，投与3時間後までに数%に低下し，48時間後から回復すると前報[1]で報告した。今回の連続投与実験では，BPMC を除いた他の農薬投与群は，投与開始から4～5日までは直線的に活性低下し，それ以後投与終了時まで活性値は変動せず，低活性値を持続した。これは前回の結果から推測すると，投与4～5日までは活性が回復せず，農薬投与による活性低下が累積し，それ以降は活性の回復と新しい投与による活性低下が相殺されて活性値の変動がみかけ上なくなると考えられる。

ChE 活性阻害と投与量との関係は，総投与量が等しくても，ChE 活性阻害や中毒症状は，連続投与の方が増強されるという報告がある[6]。しかし，今回の血漿中 ChE 活性は，1回投与実験の活性阻害が最も大きく，10日間連続投与，20日間連続投与の順に減少し，農薬1回投与量に比例した阻害を示した。これは

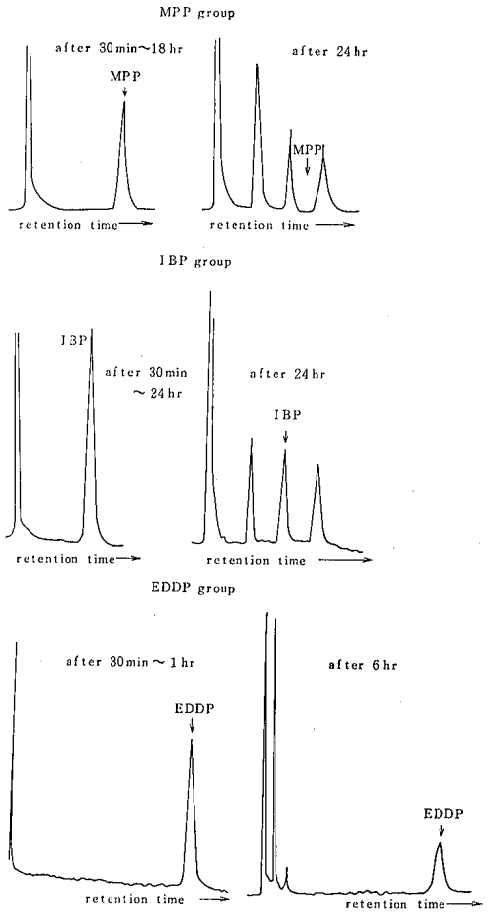


図5　農薬投与群の血漿より抽出された有機リン剤のガスクロマトグラム

遅発性神経毒性物質と異なり，MPP，IBP，EDDP は比較的生体内で残留・蓄積性が少ないためと思われる。ただ EDDP 投与群での肝臓中 ChE 活性阻害においては，この傾向が崩れており，また，脳中の AchE 活性は20日間連続投与が最も低下しており，連続投与の活性阻害が増強される傾向がみられた。中毒症状の発現は，血漿 ChE 活性の阻害よりも症状と直接関係する神経組織・臓器の ChE 活性が阻害されるために起きると考えられるので，神経系中毒症状の発現や回復については，肝臓・脳中のChE・AchE 活性の変動を詳細に調べること，並びに投与終了後の観察期間を延長して調査する必要があると思う。また，ChE 活性値の量的な差異ばかりでなく，生化学的な違いを考え，山中らが血清 ChE アイソザイムの各種有機リン

剤に対する感受性の違いを報告[7]しているように，ChE 活性を質的にとらえる必要もある。

前報で，BPMC に対する感受性は家畜より鶏の方が低いと報告した。また今回の連続投与でも最終投与24時間後の各臓器の ChE 活性は 100 %を越えた。しかし，その原因やこのカーバメート剤の作用機序については今のところ不明であり，これを解明するためには ChE 活性阻害のみでなく，Ach 受容体への作用やアイソザイムの存在等についても考慮すべきである。

5 ま と め

有機リン剤である MPP, IBP, EDDP とカーバメート剤である BPMC を，鶏に連日経口投与し，血中農薬濃度と血漿，肝臓，心臓，脳中の ChE あるいは AchE 活性値を測定し以下の結論を得た。

(1) 血液中に吸収された MPP, IBP, EDDP は24時間以内に血液から他組織へ速やかに移行するので，血中でのこれら農薬濃度は，経日的増加がみられず，同レベルであった。

(2) 血漿中 ChE 活性は，MPP, IBP, EDDP 投与では投与４～５日後までは急速に低下し，その後は一定で，投与終了まで慢性的低活性値を持続した。その活性阻害度は１回の投与量に対応し，投与量の対数に比例するが，活性の回復は分割連続投与により阻止され，総投与量が同じでも暴露時間が長い程，活性低下が持続された。

(3) 最終投与後24時間の肝臓 ChE 活性は，血漿中の ChE 活性阻害の型（１回投与＞10日間連続投与＞20日間連続投与）とは異なり，10日間投与が最も阻害が低かった。また脳中の AchE 活性阻害においては，20日間連続投与の方が１回投与，10日間連続投与に比べて若干ではあるが大きい傾向を示した。

(4) BPMC 投与群は，血漿中，並びに各臓器中で ChE 活性は低下せず，むしろ活性の増加がみられた。

文　献

1) 北井　博，四月朔日冨司子，土肥祥子：石川衛公研年報，**18**, 391—396 (1981)
2) 土肥祥子，北井　博，四月朔日冨司子：同上誌，**17**, 393—397 (1980)
3) Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J. : J. Biol. Chem., **193**, 265—274 (1951)
4) Aldridge, W.N., Barnes, J.M., and Johnson, M. K. : Aanals of N.Y. Acad. Sci., **160**, 314—322 (1969)
5) Barnes, J.M. and Denz, F.A. : J. Path. Bact., **65**, 597—605 (1953)
6) 木根淵英雄，紺野信弘，山内徹，金田光男，佐々木一男，医学のあゆみ，**101**, 837—838 (1977)
7) 山中すみへ，市岡功己，西村正雄：日衛誌，**36**, 773—782 (1981)

〔報　文〕

漢方製剤の品質評価に関する研究（第1報）

——五苓散製剤について——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　小川　清・勝田幸恵・大場邦弘

1 はじめに

近年，漢方製剤の生産が大幅に伸びてきている原因としては，従来，そのほとんどが煎剤として服用されていたものがエキス製剤化され服用し易くなったこと，また直接には，昭和51年にエキス製剤の幾つかが薬価基準に収載されたことによる。その背景には，5～6世紀の頃日本に導入され，その後ほぼ1,500年にわたって生き続けてきた歴史（当然，臨床的な評価が裏付けとなっている）もあるが，そのほかに，重篤な副作用がほとんどないと言われていることから，患者からの志向が高いことも見逃せない。

現在，流通している医薬品の中で，化学薬品については活性物質の本体（構造，性状），薬理作用，代謝，毒性等の詳細な検討並びに定量試験等の厳格な品質管理が行われているが，漢方製剤については活性物質の本体（多物質）すらほとんど解明されておらず，このことだけからみても，常に一定の品質のものが市場に出回っているとは考えにくい。また，漢方製剤の原料となる生薬については，薬局方で規格が定められているものの，その規格には性状，一部の物質の確認試験，純度試験，乾燥減量，灰分，エキス含量，精油含量など，定性的な試験が主で，一部のアルカロイド，強心配糖体を含有するものを除いては定量試験の規定はない。したがって，数種の生薬から製造される漢方製剤の品質評価も定性的で，単に，製剤中に原料生薬が含まれているか否かの確認に主体が置かれているに過ぎない。しかも，その試験方法は標準化されていなくて製造業者によって，まちまちである。

一方，生薬は元来，原植・動物の差（品種），産地，生育条件，調製・加工方法，採取時期，保存期間などにより，その品質に大きな差があることが知られている。[1] そのため，例えば植物の組織培養により，均一な生薬を供給しようとする研究も進められているが，[2] 現状では漢方製剤の品質は極めて不均一であると考えられ，化学的な研究が進むにつれ，製剤間に差があることが明らかとなり，臨床的にも問題があることが指摘されている。[1)3)]

漢方製剤の中でも，最近，服用の簡易さ，大量生産による品質の安定性を目玉に急速に生産が伸びているエキス剤（エキス散・顆粒・錠）については，前述の原料生薬の品質のほかに，抽出・濃縮方法（溶剤，温度，時間，設備等），粉末・乾燥化方法，製剤化方法による変動が加わり，その結果，メーカー間，ロット間の差は更に大きくなっていると考えられる。しかし，その品質評価については，まだ確立した方法がなく，今後の課題となっている。

そこで，今回，我々は五苓散を例にとって，そのエキス剤の品質評価方法の基礎的研究を行い，若干の知見を得たので報告する。

2 試験方法

2・1 抽出

市販の局方生薬末（刻み生薬は柴田一アイカ分析

Studies on the Evaluation of Drugs in Sino-Japanese Medicine. Evaluation of "GOREI-SAN" Preparations. *by Kiyoshi OGAWA, Yukie KATSUTA, and Kunihiro OHBA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

用粉砕器で粉末とした）又は製剤（顆粒剤は粉末化した）5gを非極性溶媒としてn-ヘキサン100ml，極性溶媒としてエタノール100mlで1時間振とう抽出した。また，精油成分の抽出としては試料5gに水50mlを加え，マントルヒーターで6時間加熱し，局方精油定量器を用いて精油分をn-ヘキサン5mlで捕集した。

2・2　ろ過

原則としてガラスフィルター（4G）を用い，亡硝ろ過にはろ紙（5B）を使用した。

2・3　濃縮

50°以下でロータリーエバポレーターを用い，減圧下，乾固して5～50ml定容とした。

2・4　薄層クロマトグラフィー（TLC）

(1)　プレートはいずれもMerck社製の既製プレートを用いた。

プレートA：シリカゲル60　濃縮ゾーン付

プレートB：シリカゲル60　F_{254}

(2)　発色方法

UVは3,650Å照射，発色試薬はDMA試薬（p-ジメチルアミノベンツアルデヒド5gを10%硫酸100mlに溶解）を用い，噴霧後100°で10分間加熱した。

(3)　展開溶媒

溶媒A：ベンゼン

溶媒B：n-ヘキサン：酢酸エチル（1：1）

溶媒C：ベンゼン：アセトン：n-ヘキサン（55：35：10）

(4)　試料のスポット

Dramond社のマイクロピペットを用い5～30μlをスポットした。

2・5　ガスクロマトグラフィー（GC）

カラム：2%OV17—Chromosorb W（AW-DMCS）（60～80mesh）2m

カラム温度：100°→200°（5°/min）

試料室温度：270°

キャリアーガス：N_2 30ml/min

定量法：絶対検量線，面積法

2・6　使用機器

島津2波長クロマトスキャナCS 910

島津GC—7AG（FID）

3　五苓散構成生薬の品質評価方法の検討

五苓散方は傷寒論及び金匱要略にその起源があり，口渇と尿利の減少を有する諸症に適用され，表1に示すように5種の生薬から構成される。[4][5]　そこでまずこれらの構成生薬各々の品質評価方法の検討を行い，その後，エキス剤（以後，製剤）の品質評価を行うこととした。ただし，ビャクジュツについては，今回，用いた製剤がいずれもソウジュツを代りに使用していたのでソウジュツについて検討した。

表1　五苓散方

出典 / 成分	金匱要略		傷寒論	
	記載量	g換算[6]	記載量	g換算[6]
タクシャ	1両1分	1.6	1両6銖	1.6
チョレイ	3分	1.0	18銖	0.96
ブクリョウ	3分	1.0	18銖	0.96
ビャクジュツ	3分	1.0	18銖	0.96
ケイヒ	2分	0.6	半両	0.65

抽出方法としては，2・1で述べた3種の方法を基本として用いたが，これは生薬及び製剤含有成分の確認，定量においては，まず含まれているものを確実に抽出することが必要不可欠であるので，その方法を検討するためである。しかし，生薬においては成分が多種多様であり，溶媒による溶解度の差，析出，生薬残渣への再吸着，揮散，分解，成分相互の化学反応等が起こり[3]，最良の抽出方法は目的成分によって異なると思われるが，今回は分別油出等の複雑な前処理を行わないで，出来るだけ簡略化した操作で行った。また，TLCでは従来の報告の多くは各々の生薬によりプレート，展開溶媒，発色方法が異なり，相対的な位置を確認することが困難であったため，本研究においては常にその点に留意した。また，GCにおいても同様に，同一条件で測定を行った。

以下，各生薬についての検討結果を記載する。

3・1　ソウジュツ

主成分としてはatractylol（β-eudesmolとhinesolの混合物），elemol等の精油成分が報告されており，[7][3]また西川らによりビャクジュツも含めたジュツ類の成分研究が詳しく検討されている。[9]我々が用いたソウジュツのTLCパターンを図1に示したが，S—1とS—2は類似のパターンを示し，S—3は簡単なパターンを示している。いずれにしてもRf0.62（BV）のスポットが主である。このスポットはS—3すなわち精油抽出により抽出されていること，また，atractylol標品と位置，発色が一致すること，更に西川らの報告

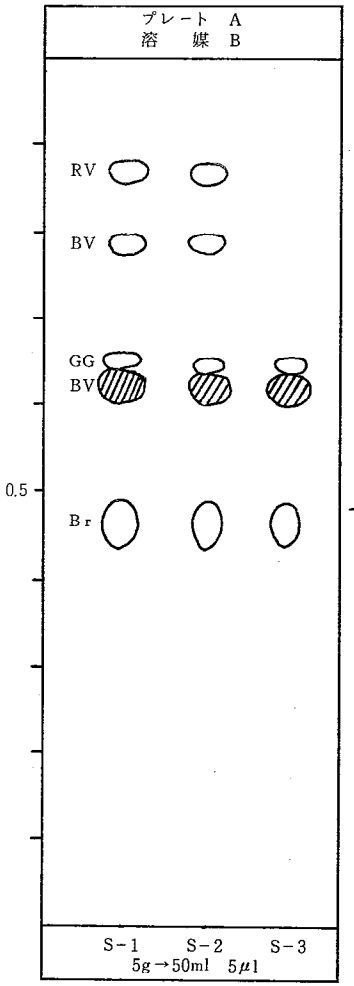


図1　ソウジュツのTLCパターン

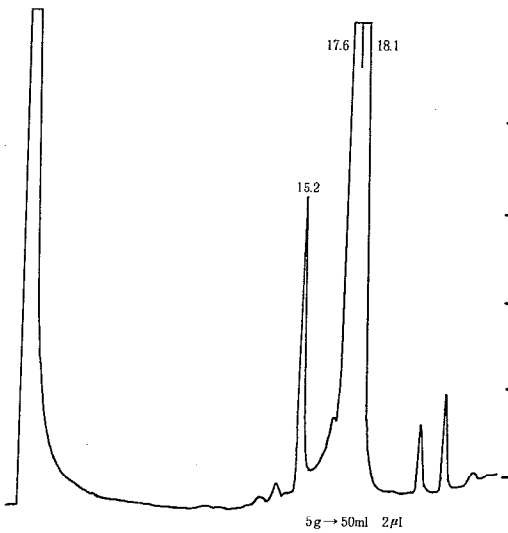
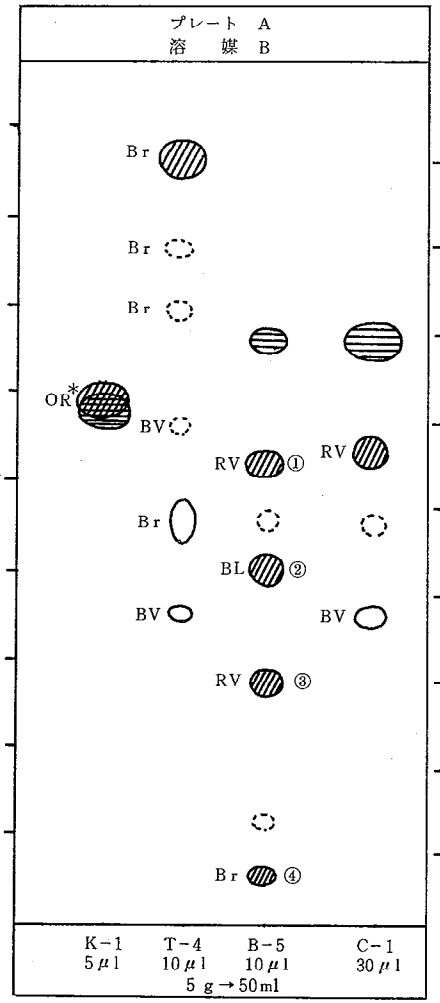


図2　ソウジュツS－3のGCパターン

S：ソウジュツ　RV：赤紫
K：ケイヒ　BV：青紫
T：タクシャ　GG：緑灰
B：ブクリョウ　Br：茶
C：チョレイ　OR：橙
1：n－ヘキサン抽出　BL：青
2：エタノール抽出　：うすい
3：精油抽出　：普通
4：酢酸エチル抽出　：濃い
5：エーテル抽出　：螢光



＊ 2,4－dinitrophenylhydrazine 試薬で発色

図3　五苓散構成生薬のTLCパターン

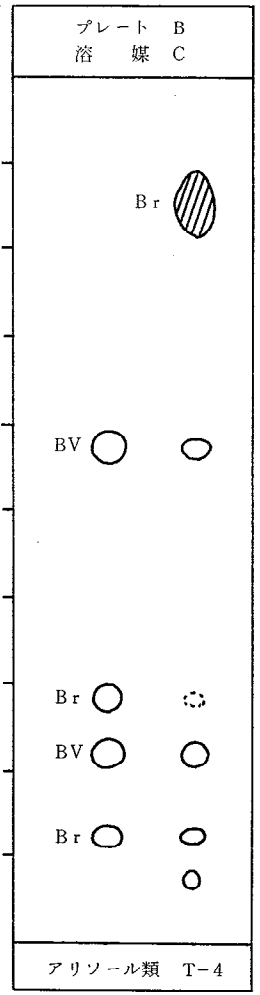


図4　アリソール類のTLC

[9]により atractylol と elemol の混合物であると推定された。この S—3 の GC パターンは図2であるが，GC—MS によるフラグメントパターンが文献値[9]と一致したことから，保時時間（Rt）15.2分のピークは elemol，Rt17.6分は hinesol，Rt18.1分は β-eudesmōl と同定した。また，TLC で Rf 0.65（GG）のスポットは atractylodin と思われ，GC でもその他のピークがいくつかみられるが，以後，ソウジュツにおいては量的に多い elemol，hinesol，β-eudesmol の3種を指標に用い，GC により定量を行うこととした。

表2に3種の抽出方法による定量結果を示したが，3成分はいずれの抽出方法を用いても差がなく抽出されることが明らかとなった。

表2　ソウジュツ成分の GC による定量結果

試　料	抽出方法	elemol	hinesol	β-eudesmol
S — 1	n-ヘキサン	100	100	100
S — 2	エタノール	106	108	110
S — 3	精　　油	105	108	106

（S—1を100とした）

3・2 ケイヒ

ケイヒの成分としては，cinnamaldehyde，eugenol，ジテルペン類等が報告されている。[7][8] 図3に K—1 の TLC パターンを示したが K—2，K—3 も同様のパターンを示した。ただし，Rf 0.59（OR）のスポットは DMA 試薬では発色せず，2，4-dinitrophenyl hydrazine 試薬で橙色に呈色した。このことから，本化合物はアルデヒド基を有する cinnamaldehyde と推定され，標品との Rf の一致，GC の Rt（11.0分）の一致から同定された。しかし，eugenol の標品は Rt 12.0分に検出されるが，今回の実験に用いたケイヒからは検出されなかった。そこでケイヒについては，cinnamaldehyde を指標として抽出方法の検討を行った。その結果を表3に示したが，n-ヘキサン抽出よりも，エタノール抽出や精油抽出が適当であることが明らかとなった。なお，cinnamaldehyde は市販品があるので，これを標準品として定量した結果，K—1 では原料ケイヒ末5g 中66.3mg（1.3%）が含まれることとなり，最も抽出効率の高い K—3 で1.9%となった。この値は，ケイヒには精油1～3%を含み，そのうち cinnamaldehyde が80～90%含まれるという報告[7]の範囲に入っており，妥当な結果と思われた。

表3　ケイヒ成分の GC による定量結果

試　料	抽出方法	cinnamaldehyde
K — 1	n-ヘキサン	100
K — 2	エタノール	133
K — 3	精　　油	140

（K—1を100とした）

3・3 タクシャ

タクシャの成分としては澱粉，四環性トリテルペン（alisol 類），アミノ酸，レシチン，コリン，糖類等が報告されている。[7][8] そのうち，抗脂肝作用を有する成分である alisol 類については，藤岡ら[10]により詳しく検討されており，TLC—デンシトメトリーによる市販タクシャの品質評価がなされている。そこで，タクシャについてはこの報告に従い，従来の抽出法のほかに酢酸エチル還流抽出（T—4）も併行して行った。T—4 の TLC パターンを図3に示したが，精油抽出（スポット認められず）以外の T—1，T—2 も同様のパターンが得られた。しかし，タクシャは他の生薬と異なり，テーリング現象が激しく，バックグランド全体が褐色を呈し，文献記載どおり活性炭カラムによる精製を行ったが，余り効果が認められず，スポット（特に alisol 類）の判別は困難であった。しかし，図4に示すように，溶媒 C で展開すると，alisol 類が確認しやすくなり，標品との比較で，Rf 0.57（BV）の alisol B 23-monoacetate，Rf 0.28（BR）の alisol B，Rf 0.22（BV）の alisol A 24-monoacetate，Rf 0.13（BR）の alisol A に相当するスポットが認められた。しかし，タクシャではこれらの化合物よりも TLC において発色強度が強い図3の Rf 0.87（Br）のスポットの方がバックグランドの影響も少なく定量容易と思

表4　タクシャの Br spot の TLC —デンシトメトリーによる定量結果

試　料	抽出方法	triglycelide
T — 1	n-ヘキサン	100
T — 2	エタノール	112
T — 3	精　　油	0
T — 4	酢酸エチル	102

（T—1を100とした）

プレート B
—波長（500nm）ジグザグスキャン

われたので，これについて検討を行った。溶媒Bでは Rf が高く，単品ではない可能性があるので，溶媒 A で展開したところ，テーリングもなく良好なスポットを得たので，TLC—デンシトメトリーにより抽出法別に定量を行った。その結果を表4に示したが，精油抽出以外の抽出方法では差がないことが明らかとなり，タクシャの品質評価の1つの指標として使えると思われた。

しかし，本物質の構造が不明のため，次にこの物質の単離を試みた。方法としては，タクシャ末70g をソックスレー抽出器を用いn-ヘキサン300mlで6時間抽出し（褐色油状物質分離），n-ヘキサン可溶部を分取し，溶媒留去後，約3g の淡褐色油状物質を得た。これを，メルク社製シリカゲル60（70～230mesh）30g を用いてカラムクロストグラフィーを行い，ベンゼン溶出部より約 400mg の TLC 1スポットの淡黄色半固体物質を得た。しかし，この Br スポットは，単離するともとの抽出液をスポットした時に比べ Rf 値が低下し，一見，分解したかにみえたが，抽出液に重ねてスポットすると1スポットを示すこと，また濃縮ゾーン付プレートを用いると同位置になることから，抽出液では他物質の影響を受け，押し上げられているものと思われる。この Br スポットは，抽出分画から，小林[11]により単離された抗脂肝作用を有する未知物質（ベンゼン可溶部）に相当するものと推定された。しかし，その性質はドラーゲンドルフ試薬陰性，2，4-dinitrophenyl hydrazine 試料陰性，非揮発性，アセチル化されない，ヨウ素蒸気で呈色する等であり，溶媒に対する溶解性は石油エーテル，エーテル，n-ヘキサン，アセトンに可溶，水，水酸化ナトリウム溶液，塩酸溶液，エタノール，メタノールに不溶であり，文献記載のものとは溶解性で若干，異なるように思われた。また IR スペクトルでは1,742cm^{-1}にエステルの吸収，NMR スペクトルでは δ0.89～2.77（約100H, multiplet），4.22（4H, multiplet），5.34（約8H, multiplet）と観測され，各々，CH_3-及び—CH_2-基，CH_2OCO 基，>CH 及び HC=C と推定され，そのパターンはリノール酸エステル類とグリセリンのトリエル体のスペクトルを重ねたようなパターンを示した。また，Mass スペクトルでは m/e 882 に M^+ と思われるフラグメントを示した。これらのデータから，本化合物はグリセリンのトリエステル体（triglycelide）で炭素数18の脂肪酸であるステアリン酸1個と，リノール酸と思われる二重結合を2個有する脂肪酸2個が結合したものが主成分であること，また，炭素数17個の脂肪酸や，不飽和度の異なる脂肪酸が結合したものも含む混合物であることが明らかとなった。油脂（triglycelide）は，天然の動植物中に広く分布していて珍しいものではないが，五苓散構成生薬では，TLC で同一位置にスポッがみられるのは他にソウジュツだけであり，以後，タクシャについては，油脂も指標物質として用いることとした。なお，精油成分の GC では特に目立ったピークはみられなかった。

3・4 ブクリョウ

ブクリョウの成分としては，多糖体の pachyman，ステロイド四環トリテルペノイドとして ergosterol，eburicoic acid，pachymic acid，tumulosic acid，methyl 3β-hydroxylanosta-7，9（11），24-triene-21-oata 等が報告されている。[7][3][12]そこで，ブクリョウについては，兼松らの報告[12]を参考にエーテル抽出（B—5）（5時間還流）についても検討した。図3に B—5 の TLC パターンを示したが，B—2 も同様のパターンを与え，B—1 は Rf 0.66（けい光）のスポットのみ，B—3 はスポットを検出しなかった。Rf0.66（けい光）のスポットは，UV 照射下で強いけい光を発し，はっきり確認でき，濃度が薄いと発色試薬で呈色しないが，濃くなると黄色に呈色する。また，Rf 0.40（BL）のスポットは，スポット時赤褐色だが加熱後，冷却すると青色を示す。また，図中の①～④の化合物は，いずれもプレートBではUV照射下で，けい光を発し不飽和結合を有している。

表5にけい光物質及び②の BL スポットの TLC-デンシトメトリーによる定量結果を示したが，両成分の同時抽出には，エタノール又はエーテル抽出が適当で

表5　ブクリョウ成分の TLC —デンシトメトリーによる定量結果（発色前）

試　料	抽出方法	けい光物質(a)	BL spot (b)
B — 1	n-ヘキサン	108	0
B — 2	エタノール	135	110
B — 3	精　油	0	0
B — 5	エーテル	100	100

（B—5を100とした）

(a)
プレートA
λ_{EX} 365nm
λ_{EM} 450nm
リニアスキャン

(b)
プレートB
λ_S：245nm
λ_R：350nm
ジグザグスキャン

あることが明らかとなった。また，②では発色後，570nm での1波長ジグザグスキャンでも同様の結果が得られた。しかし，文献からは，これらの成分の構造を同定することが困難だったので，次に，これらの両成分及びTLCではっきり確認できるRf0.52（RV）の①，Rf 0.27（RV）の③，Rf 0.06（BR）の④の構造決定を試みた。単離の方法としては，ブクリョウ末5gのエタノール抽出液をプレートBにスポットし，クロロホルム：メタノール（5：1）で展開した後，UV 吸収を示す部分をそれぞれかき取り，エーテルで抽出した。その結果，けい光物質は油状物としてtraceしか得られなかったが本物質が極く微量で強いけい光を発することは明らかで，ジアゾメタンによるメチル化及びピリジン一無水酢酸によるアセチル化に抵抗することは判明したが，構造解析までは行えなかった。一方，①～④の物質はそれぞれ黄褐色結晶としてTLC 1スポットでmg 単位で単離することができた。これらの化合物は，IR スペクトルから，いずれも carboxyl 基を有しており，また Mass スペクトルから，①はm/e 528，②はm/e 470，③はm/e 486，④はm/e 498に M^+ と思われるピークが認められた。そこで，次に兼松らの報告[12]に従い，これら4種の化合物を，まずジアゾメタンでメチル化し，その後，ピリジン一無水酢酸でアセチル化を行った。両反応の際の TLC の変化を図5に示したが，①～④の化合物はいずれも両反応でRf値が変化し，最終的にはすべて同Rf値を示した。また，呈色はメチル化，アセチル化を行っても元のままの色を維持したが，これは骨格の構造に由来するものと思われる。以上のデータから，①は pachymic acid，②は eburicoic acid，③は①と同色を示すので同骨格を有する pachymic acid の deacetyl 体である tumulosic acid と同定した。しかし，④についてはメチル化により Rf 値が大きく上昇することからdicarboxylic acid の可能性があると思われたが，今回はこれ以上の構造解析は行わなかった。なお，Mass スペクトルから，これら4種の化合物はいずれもdehydro 体との混合物であることも明らかとなった。また，その他の成分として，ergosterol についても検討を行ったが，我々が用いたブクリョウには，TLC，GC で ergosterol 標品と一致する物質は確認できなかった。

以上の結果から，ブクリョウでは，今後，けい光物質及び eburicoic acid を指標とすることにしたが，その他の4環性トリテルペンについても定量は可能である。なお，精油成分の GC では検出されるものはなかった。

3・5　チョレイ

チョレイの成分としては ergosterol，2-hydroxy tetracosanoic acid，多糖類等が報告されている。[7][8][13] チョレイは，ブクリョウと共に菌体であり，抽出物が少ないことが知られている。

そこで，抽出方法としてブクリョウと同様にエーテル抽出（C—5）（5時間還流）についても検討した。TLC は精油抽出では，ほとんどスポットを認めず，その他の抽出では図3に示すC—1と同様のパターンを示した。このうち，けい光物質は3・4で述べたブクリョウのそれと同位置にスポットを示し，やはり濃度が高くなると黄色に呈色した。しかし，チョレイ 50gをソックスレー抽出器でエーテル抽出し，シリカゲル60 20g を用いて，カラムクロストグラフィーを行いベンゼン—エーテル（5%）溶出部から得られたTLC 1スポットの油状物も，ブクリョウと同じく極く微量であり，物理恒数等のデータは得られなかったが，ブクリョウ由来のものと同物質であると思われた。そこで，ブクリョウとチョレイに含まれるけい光物質を TLC —デンシトメトリーにより比較したところ，エタノール抽出では，チョレイにはブクリョウの約3.6倍のけい光物質が含まれていることが分かった。また，ブクリョウでは確認できなかった ergosterol については，けい光物質と同様のシリカゲルカラムクロマトグラフィーでベンゼン溶出部から無色結晶として得られた図3 C—1のRf 0.53（RV）のスポットが，市販 ergosterol の標品と TLC の Rf 値，GC（2% Silicone GE SE30 2m，カラム温度：260°，試料室温度：280°，キャリアーガス：N_2 60ml/min）の Rt（16.9分），及び IR スペクトルの一致をみた。各抽出

表6　チョレイ成分の TLC —デンシトメトリーによる定量結果（発色後）

試　料	抽出方法	ergosterol
C — 1	n-ヘキサン	105
C — 2	エタノール	139
C — 3	精　油	0
C — 5	エーテル	100

（C—4を100とした）

プレートA
—波長（570nm）ジグザグスキャン

法によるergosterolの定量結果を表6に示したが，エタノール抽出が最も抽出効率が良かった。また，標品を用いてC—2について定量を行ったところ，我々の用いたチョレイ5g中には約4.4 mg（0.09%）のergosterolが含まれていることも明らかとなった。精油成分については低沸点物質と思われる2，3のピークを除いては目立ったものはない。

以上の結果から，チョレイに関してはブクリョウと重複するが，けい光物質及びergosterolの2化合物が指標として使えると思われた。

4　五苓散製剤の品質評価

4・1　五苓散構成生薬間の相互作用

3で五苓散構成各生薬について，抽出方法によるTLCパターンの差，指標物質の選定，定量方法について検討を行ったが，配合処方では多くの成分が共存するため全く異なる傾向を示すことが予想される。そこでまず，先に用いた生薬を原料として五苓散のモデル処方を作り，相互作用等の影響を調べてみた。五苓散製剤はメーカーにより処方に著しい差があり，それらの配合割合で一つ一つ検討することは困難なので，傷寒論記載の処方に従い調製を行った。最も手軽に定量できるソウジュツ，ケイヒの精油成分のGCによる分析結果を表7に示した。ただし，数値はいずれも原料生薬量を統一して補正したものである。その結果，単品ではソウジュツ，ケイヒの成分は，ともに抽出方法により，それほど大きな差が認められなかったのに，配合すると特にelemol，cinnamaldehydeでは差が生じ，また，エタノール抽出の効率の悪さが目立った。しかし，精油抽出は全体的にほぼ妥当な回収率を示し，やはり精油分については素早く系外へ出すのが良いと思われる。エタノール抽出による抽出率の低下の原因としては種々考えられるが，図6に示すようにTLCでエタノール抽出が最も多くのスポットを与え，ほとんどの原料生薬含有成分が検出されること，分解物と思われるスポットがないことから分解というより，むしろエタノールの溶解力が強いため糖類等が抽出され濃厚溶液となったために全体の液の溶解力が変化し，1回の抽出では不十分であったものと思われる。また，各抽出法のTLCではブクリョウのpachimic acid，チョレイのergosterolについては，バックの呈色や発色強度の弱さなどによるものか確認されなかった。また，ブクリョウ，チョレイのけい光物質もソウジュツ及びケイヒ由来の弱いけい光を発する物質が少し下方に存在するため，さらに，ブクリョウのeburicoic acid，タクシャのtriglicelideもRfの接近した所にスポットを認めるため，現実には，先に検討したTLC—デンシトメトリーによる定量は不可能であった。そこで，五苓散については精油成分を除いては，TLCのパターンの比較と呈色の濃度の比較に今回はとどめることにした。

4・2　市販製剤の品質評価

市販製剤としてX，Y，Z社のエキス剤を選び，同時に，モデル処方とも比較した。表8に各社製剤の原料生薬処方を示したが，エキス化の収率に巾があるため，各社の平均収率により計算を行い，製剤5g中の値で表わした。また，（　）内に1日服用量換算値（各社能書記載の平均服用量より計算した）も同時に示した。

表9に製剤5g中に含まれる精油成分のGCによる分析結果を示した。その結果，X社，Y社の製品はいずれの抽出法においても，cinnamaldehydeが検出されず，TLCでも高濃度でわずかに確認できる程度で，実質的にはほとんど含まれておらず，Z社及びモデル

表 7　　モデル処方抽出液中の精油成分の定量結果

試　料	抽出方法	elemol	hinesol	β-eudesmol	cinnamaldehyde
S — 1	n-ヘキサン	100	100	100	—
K — 1	n-ヘキサン	—	—	—	100
モデル—1	n-ヘキサン	71	100	121	55
モデル—2	エタノール	38	85	87	51
モデル—3	精　油	77	117	113	119

（S—1，K—1を100とした）

モデル：モデル処方

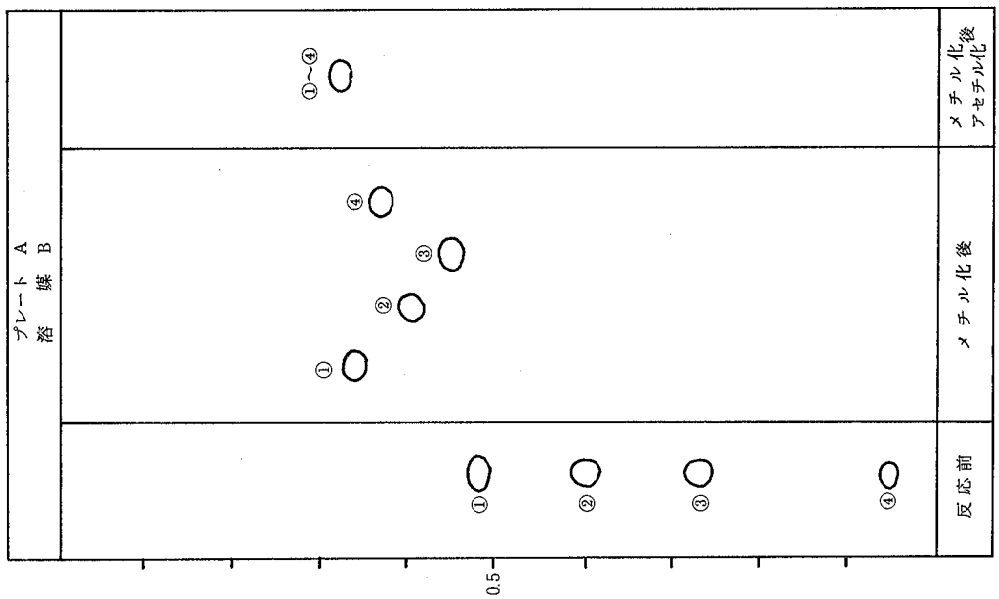


図5　ブクリョウ成分の反応によるTLC変化

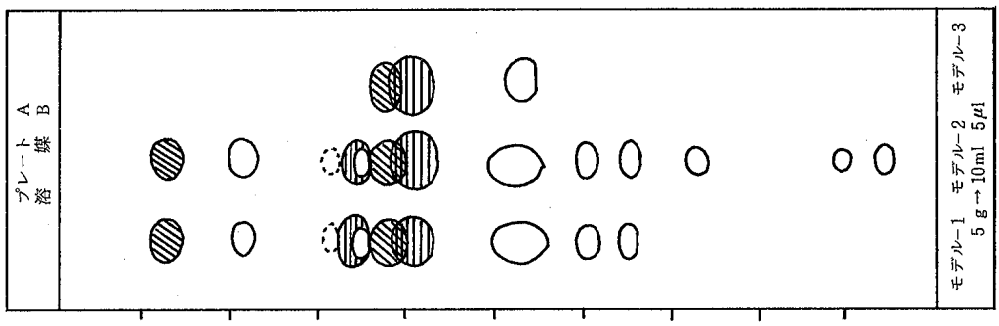


図6　五苓散モデル処方の
TLCパターン

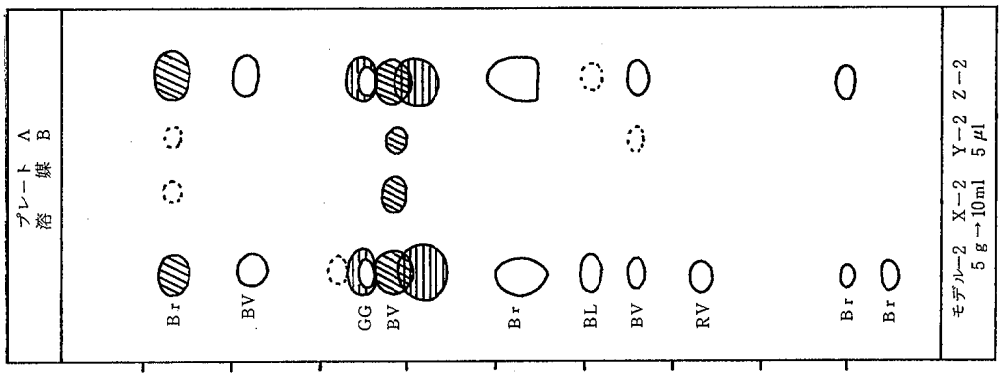


図7　五苓散製剤のTLCパターン

表 8　五苓散製剤 5g 中の原料生薬量　（g）

	モデル処方	X 社	Y 社	Z 社
タクシャ	1.56(1.9)	3.47(3.12)	3.94(3.94)	2.5 (1.5)
チョレイ	0.94(1.1)	2.6 (2.34)	3.02(3.02)	1.83(1.1)
ブクリョウ	0.94(1.1)	2.6 (2.34)	3.02(3.02)	1.83(1.1)
ソウジュツ	0.94(1.1)	2.6 (2.34)	3.02(3.02)	1.83(1.1)
ケイヒ	0.63(0.8)	1.73(1.56)	1.50(1.50)	1.33(0.8)

（ ）：1日服用量換算

表 9　五苓散製剤 5g 中の精油成分含量

試料	抽出方法	elemol	hinesol	β-eudesmol	cinnamaldehyde
モデル—3	精油	100	100	100	100
X — 1	n-ヘキサン	—	0.8	0.6	—
X — 2	エタノール	15	36	27	—
X — 3	精油	42	42	39	—
Y — 1	n-ヘキサン	3	11	10	—
Y — 2	エタノール	—	18	16	—
Y — 3	精油	6	24	31	—
Z — 1	n-ヘキサン	81	185	175	*
Z — 2	エタノール	88	152	132	*
Z — 3	精油	97	184	175	72

（モデル—3 を 100 とした）

— 不検出
* 妨害のため定量不可能

表 10　五苓散製剤の1日服用量中の精油成分含量

製剤	elemol	hinesol	β-eudesmol	cinnamaldehyde
モデル処方	100	100	100	100
X 社	32	32	30	0
Y 社	5	20	26	0
Z 社	49	92	88	36

（いずれも精油抽出液を用いモデル処方を 100 とした）

処方とは大きな差がみられた。また，X 社では n-ヘキサン抽出では，いずれの成分もほとんど検出されず，前述の構成生薬間の相互作用のほかに，製剤化工程における他の因子も抽出効率に影響を与えていることが示唆された。一応，いずれの製剤も精油抽出が最も高値を示すので，これより1日服用量あたりの精油成分含量を比較すると表10のようになり，Z 社がモデル処方にやや近い値を示すものの，X 社，Y 社は全体的に含量が低かった。この原因としては，X 社，Y 社はエキス剤のみ，Z 社はエキス剤に各生薬末を添加していることから，エキス化工程での精油分の揮散に起因しているものと思われる。

また，図7に各製剤のエタノール抽出液の TLC パターンを示したが，精油成分の GC 結果と同様，X，Y 社の製剤には原料生薬の使用量がモデル処方に較べ多いにもかかわらず atractylol 以外に目立ったスポットはみられず，やはり，モデル処方と同パターンを示すZ社の製剤とは大きな差があることが明らかとなった。また，alisol 類についてはモデル処方では前述の4種全てが，Z 社では B—OAc，B，A が確認されたが，X，Y 社ではいずれも確認不可能であった。

以上のことから，ほんの一部の成分のみについてしか検討を行えなかったが，3社の製剤間には品質に大きな違いがあり，その傾向はエキス剤と生薬末を添加したものとの間にみられ，本質的な問題はエキス化工程によるものと思われた。

5 考　　察

元来，五苓散は傷寒論，金匱要略では散薬を重湯で飲むように記載されており，散剤として使用する処方である。しかし，最近，よく用いられているエキス製剤は，水で抽出したものを濃縮，乾燥してエキス化しているので，その過程で抽出不充分，揮散，分解，共沈等の様々な影響を受け，元の成分組成とはかけ離れたものになる可能性があり問題視されている[1)3)]。そこで臨床的には，これらのことをよく踏まえた使用が必要となり，五苓散（散剤）と五苓散料（エキス剤）とは使い分けねばならない[14)]。しかし，今回試験に用いた3社の製剤は，いずれも五苓散料エキスという同一名で販売されており，それにもかかわらず大きな成分差があることからも明白なように，その品質は決して一定ではない。また，出典ではビャクジュツを用いることとなっているのにソウジュツが用いられており，これも，広く一般に販売されている薬局製剤の処方[15)]とは異なっており，問題とすべきかもしれない。[16)] 漢方製剤の品質評価については，ある成分の量が多いから良いと言うものではなく，最終的には成分と臨床をつなぎ合わせ，総合的に判断すべきであるが，少くとも常に品質の同じものを作ることができることが必要不可欠である。それには，生薬本来がもつ複雑な問題から解決不能な面が多々あると思われるが，早急にその品質評価方法を確立する必要があると思う。しかし，個々の生薬については深く検索されていても系統化されておらず，新たにこの分野に手をつけようとする場合，成分の分離・同定から行わなければならず，また，標品についても，そのほとんどが市販されていないため入取困難であり，これらは研究の障害ともなっている。

今回の研究は，1つの処方を構成する一連の生薬の抽出方法や，成分定量法の基礎的な検討にすぎず，最終目的である漢方製剤の品質評価方法については不充分な結果しか得られなかったが，今後，これらのことを踏まえて，TLC —デンシトメトリーや液体クロマトグラフによるパターン分析[17)]，エキス成分の多くを占める水溶性成分の分析，エキス化工程の問題点等についても更に検討を加えたいと考えている。

6 ま　と　め

五苓散構成生薬及び五苓散製剤の品質評価方法について検討し，次の結果を得た。

(1) ソウジュツでは elemol，hinesol，β-eudesmol を指標とし，GC で定量した結果，抽出法による差は認められなかった。

(2) ケイヒでは cinnamaldehyde が指標となり，精油抽出法が適当である。

(3) タクシャでは alisol 類の TLC での確認は可能であるが，triglicelide についての TLC —デンシトメトリーによる定量も利用できる。

(4) ブクリョウではステロイド4環トリテルペノイドが定量可能であり，けい光物質も指標として使用可能である。

(5) チョレイでは ergosterol 及びブクリョウと同一成分と思われるけい光物質が指標となり得る。

(6) 五苓散のモデル処方では，精油成分は精油抽出が最も回収率がよく，他の抽出法では回収率の低下がみられた。また，精油分以外の(1)〜(5)の成分の定量は分離操作なしでは困難と思われる。

(7) 市販五苓散製剤は，精油成分の定量及び TLC パターンから，メーカー間に大きな差があることが明らかとなり，その傾向からエキス剤のみの製剤とエキス剤に生薬末を添加したものとに大別された。エキス剤のみの製剤からは cinnamaldehyde はほとんど検出されず，また TLC パターンも単純であった。

本研究を行うにあたり，貴重な alisol 類の標品を供与していただいた武田薬品の今井俊司先生に深く感謝致します。また，NMR，Mass スペクトルを測定して頂きました北陸製薬及び IR スペクトルを測定して頂きました石川県警察本部の高山成明技師に感謝致します。また，貴重な情報やアドバイスをいただきました

3社に深く感謝致します。

文　献

1) 米田該典：日本薬剤師会雑誌，**34**，221—226（1982）
2) 田端　守：ファルマシア，**17**，1167—1172（1981）
3) 野口　衛：セミナー資料 No.26，奈良県製薬薬剤師会（1979）
4) 金匱要略，巻中六，中華人民共和国
5) 大塚敬節：臨床応用傷寒論解説，p 243—245，創元社，大阪（1980）
6) 大塚敬節：臨床応用傷寒論解説，p 108—113，創元社，大阪（1980）
7) 日本公定書協会編：第10改正日本薬局方解説書広川書店，東京（1981）
8) 難波恒雄：原色和漢薬図鑑，保育社，大阪（1980）
9) 西川洋一：東京都衛研究所，研究報告，**30**，（1977）
10) 藤岡章二，長岡弓郎，今井俊司：武田研究所報 **34**，351—357（1975）
11) 小林忠之：薬学雑誌，**80**，1456—1459（1960）
12) 兼松明子，名取信策：薬学雑誌，**90**，475—479（1970）
13) 吉岡一郎，山本忠宏：薬学雑誌，**84**，742—744（1964）
14) 高橋邦夫：実践漢方薬ハンドブック薬局解説篇（上），p 183—195
15) 日本薬剤師会編：薬局製剤業務指針（改訂版），p 359，薬時日報社，東京（1981）
16) 山原條二，松田久司，沢田徳之助，木村均，藤村一：日本薬学会101年会要旨集，p 470（1981）
17) 下村裕子，指田　豊：ファルマシア，**18**，114—119（1982）

〔報　文〕

医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究（第8報）

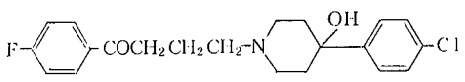
——ハロペリドール製剤の品質について——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　勝田幸恵・小川　清・大場邦弘
石川県生活科学センター　大西孝司

1 はじめに

現在，流通している医療用医薬品には，同一成分の銘柄が多く，また，成分含有量も多種類にわたっている製剤が数多くある。我々はこれまで，これらの製剤も含めた種々の医薬品について品質試験を行ってきた[1)-3)]。しかし，その方法は，一般的な崩壊試験，重量偏差試験及び成分定量試験が主体であり，系統的な評価は行っていなかった。

一方，最近，同一有効成分を同量含有する同一剤型の医薬品で，メーカー間，ロット間等により，臨床的効果が異なる例が多数報告されており，いわゆるbioavailability（生物学的有用性）が重要視されてきている[4)]。この問題は，従来の試験方法ではチェックできないもので，最終的には *in vivo* 試験で判定しなければならないが，これに代わる *in vitro* 試験法の開発も数々試みられている[5)]。その1つに溶出試験があり[6)7)]，昭和56年4月に改正された第10改正日本薬局方（日局10）一般試験法にも新規に収載されている。また，同時に，製剤含量の均一性を管理する手段として含量均一性試験も収載され，医薬品の品質管理の方向は従来よりも，一層，厳密になってきている。



$C_{21}H_{23}ClFNO_2$：375.87

図1　ハロペリドール

そこで今回，我々はこのような現状を考慮し，向精神薬として多量に使用されている各社のハロペリドール（HAL）（図1）製剤の品質を，溶出試験及び含量均一性試験を含めた種々の方法で総合的に検討を行い，若干の知見を得たので，その結果を報告する。

2 試験方法及び結果

2・1 標準品及び試薬

標準品は，住友化学工業KKより提供を受けたHAL原末（Lot. No. J157）を用い，試薬はすべて和光純薬工業㈱製試薬特級を用いた。

2・2 試　料

現在流通しているHAL製剤は，錠剤，散剤，細粒剤，液剤及び注射剤として11社から発売されているが，今回は錠剤を対象とし，表1に示す3社9品目について検討した。

2・3 崩壊試験

試験方法は，日局10一般試験法36・崩壊試験法によった。

その結果，表2に示すように，A社錠剤は約20秒，B社錠剤は1.5～2.5分と崩壊が早く，しかもロット間及び成分含量の異なる錠剤とに，差は余りみられなかった。しかしC社錠剤は，C—1，C—2が1～1.5分

Studies on the Quality and Stability of Pharmaceutical Preparations. 8. Quality of Haloperidol Preparations. *by Yukie KATSUTA, Kiyoshi OGAWA, and Kunihiro OHBA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), and Takashi OHNISHI (Ishikawa Consumer Information Center)*

表1　試　　料

試　料	製造業者	HAL 含量 (mg)	剤型	備　　考
A—1	A社	0.75	素錠	ロットが異なる
A—2	〃	〃	〃	
A—3	〃	1.5	〃	
B—1	B社	0.75	〃	ロットが異なる
B—2	〃	〃	〃	
B—3	〃	1.5	〃	
C—1*	C社	0.75	〃	* 現在製造中止になっている製品である。
C—2	〃	〃	〃	
C—3	〃	1.5	〃	

で崩壊するのに対して，C—3は15分で崩壊し，成分含量の異なる錠剤とに大差がみられ，製剤化が異なることが示唆されたが，いずれの錠剤も日局10の規格には適合した（規格：30分以内）。なお，第20改正米国薬局方（USPXX）の規格は15分である。

2・4　重量偏差試験

試験方法は，日局10一般試験法20・重量偏差試験によった。その結果は表2に示すように，各製剤とも平均重量に対し偏差は±7.5%以内で日局10の規格に適合し，変動係数も小さく良好な製品であった。

2・5　成分定量試験

日局10での規格及び試験方法は原薬のみ収載されていて，錠剤は収載されていないので，図2に示すように，USPXX HAL 錠の定量法にほぼ準じて測定した[8]。規格はUSPXXでは90～110%となっているが，測定値は表2に示すように96.5～100.8%であり，各製剤とも良好な結果を示した。

2・6　含量均一性試験

含量均一性試験は，極量と治療量が接近し，比較的少量で強い作用を示す製剤に適用される[9]。日局10では11品目について本試験法が適用されているが，HAL錠はその中に含まれていない。しかし，HALは通常成人1日の投与量が数mgと少量であること，また，USPXXには錠剤についての規定があるので，図3に示すようにUSPXXの方法に準じて試験を行うこととした[8]。ただし，USPXXでは錠剤1個を粉末とし，その一定量を分取する方法を用いているが，それでは

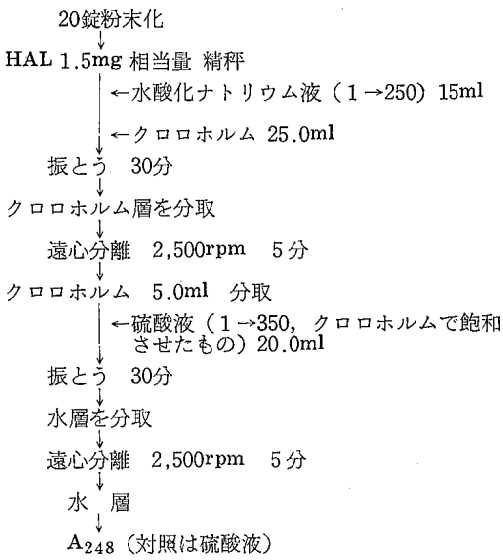


図2　定量試験方法

表2　崩壊試験，重量偏差試験及び定量試験結果

試　料	HAL 含量 (mg)	崩壊試験 (平均時間)	重量偏差試験 平均重量 (mg)	偏　差(%)	標準偏差(%)	C.V.(%)	定量値 (%)
A—1	0.75	20秒	150.6	−2.3 ～ +3.3	2.3	1.5	98.6
A—2	〃	20秒	153.1	−2.4 ～ +5.9	2.4	1.5	98.0
A—3	1.5	15秒	152.3	−2.2 ～ +2.5	1.6	1.0	97.1
B—1	0.75	1分30秒	170.0	−0.9 ～ +0.6	0.8	0.4	99.4
B—2	〃	1分45秒	169.6	−1.5 ～ +2.0	1.4	0.8	96.5
B—3	1.5	2分30秒	170.6	−2.1 ～ +1.6	1.5	0.9	100.8
C—1	0.75	1分30秒	153.4	−3.9 ～ +3.5	2.8	1.8	98.2
C—2	〃	1分	148.5	−1.6 ～ +1.4	1.4	0.9	—
C—3	1.5	15分	150.6	−0.4 ～ +0.5	0.5	0.3	—

メスフラスコ
↓ ←試料　1錠
↓ ←水　2 ml
かくはん　5分
↓
室温放置　1時間
↓
崩　壊
↓
メタノールで定容 (0.75mg錠　50ml / 1.5 mg錠　100ml)
↓
かくはん　15分
↓
4G—ガラスフイルターでろ過
↓ 最初のろ液20mlをすて次の20mlをとる
↓
A_{244}（対照はメタノール）

図3　含量均一性試験方法

誤差が大きく，また操作が繁雑になるので，メスフラスコに直接錠剤を入れ，水で崩壊させた後，メタノールを加え一定量とする方法をとった。

適否の判定は，USPXX では10錠をとり含量規格（HAL錠では表示量の90～110%）の中心値，すなわち100%を基準にして，個々の錠剤が85～115%の範囲にはいるときは適とし，その範囲外のものが1個で75～125% であるときは，更に20錠をとり再試験を行うと規定されている。一方日局10では，10錠をとり個々の含量から平均含量を求め，その値と個々の含量との偏差（%）が15%以内のときは適とし，15%を超え25%以内のものが1個のときは，更に20錠をとり再試験を行うと規定されている。

試験結果を表3に示したが，各製剤とも測定平均値に対する偏差が小さく含量均一性の高い製剤であった。しかし，B—2 では最初の10個は USPXX の規格からはずれており，再試験が必要であるが，日局10の判定では規格値に収まり，矛盾した結果を与える。これらの判定基準については，いろいろ論議があるが[10]，今回は再試験を行わなかった。また，本試験方法で B 社の錠剤の平均値が高めにでたのは，この錠剤は水に非常に細かく崩壊するため，4G—ガラスフイルターで除けない濁りが，UV 吸収に影響を及ぼしているのではないかと推測される。いずれにしても，定量値とに少し差がみられる製剤もあるが，含量均一性試験の操作法は簡単で迅速な方法を用いるという意味からみてほぼ妥当な結果と思われる。

2・7　溶出試験

溶出試験は「生物学的有用性との関連を目標として，内用固形製剤に含まれる主薬の溶出性を理化学的に試験する方法」[9]であり，日局10では4品目に適用されており，品目選定の基準の1つとして，水に対する主薬の溶解性の低い単味製剤が上げられている。また，1975年の FDA "薬剤の品質に関する規制案" では，生物学的同等性の資料を要求する判断基準に，薬剤中の添加剤と有効成分の重量比が5：1より大きいことも上げられており，溶解度，結晶粒子の大きさ，結晶多形などの原薬固有の物理的性質が bioavailability に顕著に影響を与えることが示唆されている[9]。

一方，HALは水に対する溶解性が低く（1.4mg/100 ml)[11] しかも，製剤（錠剤）は主薬に対し，添加剤が100～200倍と非常に多いこともあり，前述の FDA 規制案の基準に適合するので，次に各製剤の溶出特性を

表3　含量均一性試験結果

試　料	HAL含量 (mg)	平均含量 (%)	含量規定の規格範囲の中央値に対する偏差 (%) (USPXX)	含量測定値の平均含量に対する偏差 (%) (日局10)	標準偏差 (%)	C.V. (%)
A — 1	0.75	104.0	−0.2 ～ + 8.0	−4.2 ～ + 4.0	2.5	2.4
A — 2	〃	102.0	0 ～ + 6.9	−2.0 ～ + 4.9	2.0	1.9
A — 3	1.5	102.7	+1.2 ～ + 6.1	−1.5 ～ + 3.4	1.4	1.4
B — 1	0.75	109.4	+6.9 ～ +14.7	−2.5 ～ + 5.3	2.5	2.3
B — 2	〃	111.8	+8.4 ～ +17.8	−3.4 ～ + 6.0	2.5	2.3
B — 3	1.5	105.7	+2.0 ～ +10.0	−3.7 ～ + 4.3	2.3	2.1
C — 1	0.75	94.2	−8.2 ～ − 0.2	−2.4 ～ + 5.6	2.9	3.1
C — 2	〃	100.7	−0.8 ～ + 2.5	−1.5 ～ + 1.8	0.9	0.9
C — 3	1.5	96.8	−4.5 ～ − 2.4	−1.3 ～ + 0.8	0.7	0.7

調べるため，溶出試験について検討を行うこととした。

方法としては，日局10では，パドル法及び回転バスケット法の2法が採用されたが，今回，我々は溶出試験器を有しないため，崩壊試験装置をそのまま用いて行うこととした。なお，本法は日局10では採用を見送られたが，改正時には検討されていた方法であり，USPXXにも採用されている方法である。

また，溶出試験は，製剤個々について試験すべきであるが，HAL錠は含有量が少なく，定量が困難であるため，英国薬局方（BP' 80）のジゴキシン錠にも例があるように数個の試料を用い，平均溶出特性を調べることとした。溶出液量としては，通常主薬の溶解度の3倍以上が用いられる。そこで測定感度との兼ね合いで，総量4.5mg，すなわち0.75mg錠では6個，1.5 mg錠では3個を800mlの溶液中で試験することとした。

試験法は図4に示す方法を用いた。これは血中HAL抽出法[12]に準じたものである。また，ここで抽出操作を行った理由は，崩壊試験器からの溶出物（金網からと推定される）により，UV吸収に妨害が生じたためであり，溶出試験器を用いた場合は不要の操作と思われる。また，採取した溶出液は，メンブランフィルターでろ過すべきであるが，ろ過剤への吸着を防ぐため，最初のろ液数mlを捨てる必要がある。よって，この方法を用いると，採取液量を多くしなければいけないので，今回は採取液量を抑えるため，分析値に多少のバラツキが予想されるが，全体の溶出パターンを調べることを目的として，遠心分離で行うこととした。

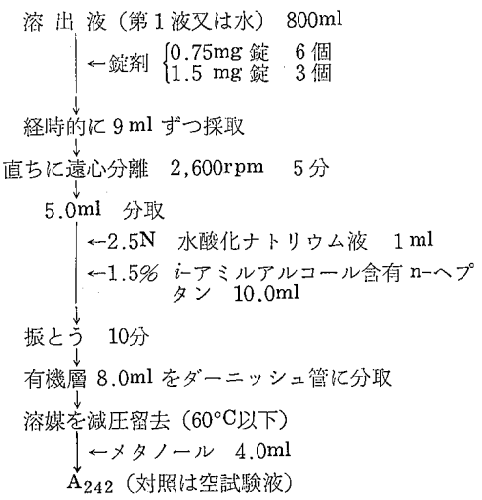


図4　溶出試験方法
（崩壊試験器を使用）

検量線は図5に示すとおり，空試験分が上乗せされてはいるが，良好な直線性を示したので，以後空試験液を対照として測定することにした。

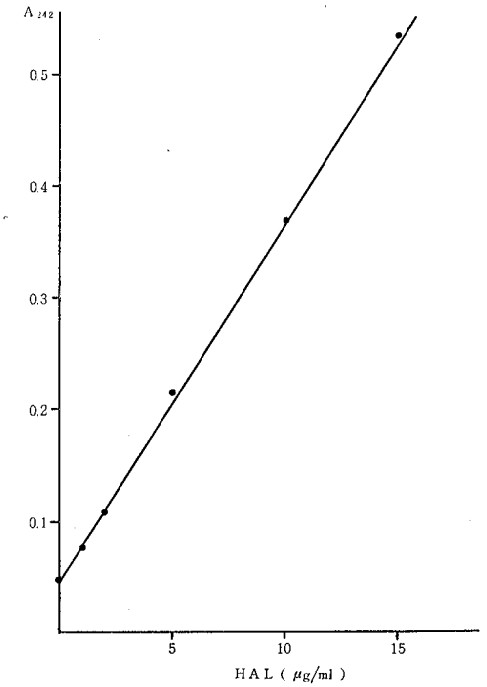


図5　溶出試験検量線

また，今回の試験では経時的に数点採取し，その都度新たに溶出液を追加する操作を行わなかったので，溶出率の計算は次式により補正して求めた。

$$\text{n回目採取時の溶出率}(\%)=\frac{Xn\times\{B-(n-1)C\}+\sum_{n=1}^{n} CX_{n-1}}{A}\times 100$$

A：主薬含量（表示量を用いた）
Xn：採取n回目の濃度（ただしXo＝0）
B：最初の溶出液量
C：1回の採取液量

溶出液の種類としては，製剤間の溶出曲線に差がでるものが望ましく，通常，水又はpH 4～8の緩衝液が用いられるが，まず，日局10崩壊試験法の試験液で

ある第1液（pH 1.2）及び水を用いてA—1，B—1の2種類の製剤について検討を行った。

図6に第1液を用いた場合の溶出曲線を示したが，両製剤とも，数分でほぼ溶出が完了し，差は認められなかった。そこで，次に水を用いて試験を行ったところ，図7に示すように両者の間に明らかな差がみられた。これらの結果から，今後，溶出液には水を用いることとした。各製剤の試験結果を図8，図9，図10に示した。A社製剤はロット及び含有量の違いにより溶出曲線に差は見られないが，いずれも溶出が遅く3時間後でも60%程度であった。それに比べB社製剤はいずれも溶出速度が速く，同じパターンを示した。また，C社製剤は剤型変更前のC—1（現在製造中止となっている）は低い溶出率を示すのに対し，剤型変更

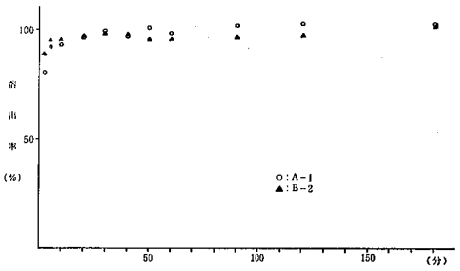


図6　第1液での溶出率

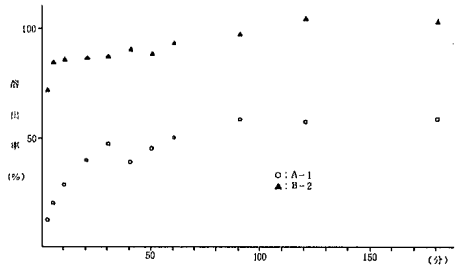


図7　水での溶出率

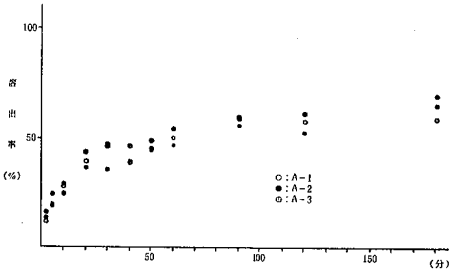


図8　水での溶出率（A社製剤）

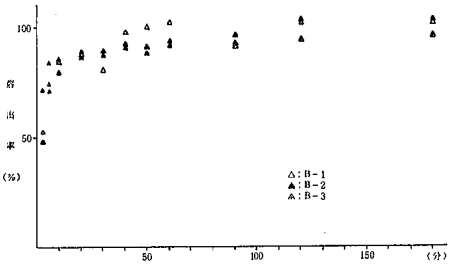


図9　水での溶出率（B社製剤）

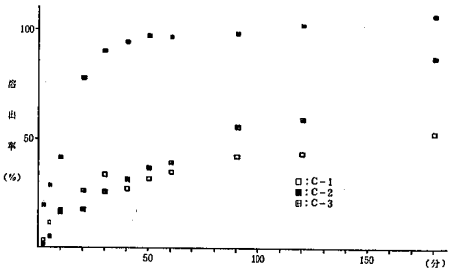


図10　水での溶出率（C社製剤）

後のC—2は速やかに溶出している。しかし，含有量の多いC—3は，明らかにC—1と異なるパターンを示している。これらのことから，A社の製剤は，他の2社の製剤よりも溶出率が悪いが，全体的にはロットによる差は余りなかった。また，C社製剤にみられたように剤型を変更すると溶出曲線に大きな変化を及ぼすことがあることが明らかとなった。これらの溶出曲線のパターンに差のある原因としては，各製剤の定量試験及び含量均一性試験の結果に大差がないこと，また，溶出速度と崩壊時間との間に相関がみられないことなどから，製剤化の際の諸問題（処方，結晶粒子の大きさ等）に起因しているものと思われる。また，崩壊の様子は，各社製剤で異なり，ビーカーの底に残る水不溶性物質に，かなりの差がみられた。

そこで次に，参考のため，各製剤の水不溶分重量を測定した。実験方法は図11に，その結果を表4に示したが，各社の処方に大きな違いがみられた。一般に親水性の賦形剤は，薬物の結晶粒子を濡れやすくし，溶出速度を早める傾向があると報告されているが[5]，この結果からは，水不溶分が多いほど溶出が遅いようにも見えるが，デンプンのように水不溶性にもかかわらず親水性の賦形剤もあり，またC—2とC—3のように，処方が同じとみられるものでも溶出曲線及び崩壊時間に大きな差があることからみて，他の原因も関与しているものと思われた。

錠　剤　1錠
↓ ←水　100ml
振とう　30分
↓
S.S.用　ろ紙*で吸引ろ過
↓
乾　燥　105°C，3時間
↓
デシケーター中　放冷　1時間
↓
重量測定

図11　水不溶性分の重量測定方法

＊あらかじめ105°C，1時間 乾燥後，1時間デシケーター中で放冷し，重量を精秤した Sartorius Membranfilter SM 56

表4　水不溶性分重量

試　料	1錠の重さ（mg）	水不溶性分量	
		重さ（mg）	%
A—1	149.6	102.9	68.8
A—2	151.7	103.6	68.3
B—1	170.0	11.0	6.5
B—2	169.8	12.1	7.1
C—1	153.5	59.0	38.4
C—2	147.7	33.0	22.3
C—3	150.0	33.3	22.2

次に，溶出速度の評価方法としてよく用いられている未溶出率（100—溶出率）の対数と時間の関係をプロットしてみた。その結果図12，図13に示すように，データにバラツキはあるが，いずれの製剤も初期溶出時以降は1次速度で減少（溶出は増加）する傾向を示した。また，全体のパターンは血中薬物濃度減少曲線と類似しており，Two—コンパートメントモデルによる数式化により[4]，溶出速度定数や50%溶出時間等の算出も可能であると思われたが，ここでは分析精度に問題があるので，これ以上の追求を行わなかった。いずれにしても，従来の試験方法ではほとんど差がないHAL製剤間にも，ある特定の溶出試験条件下では大きな差が現われることが明らかとなった。しかし，このことが，すぐ臨床効果の差と結びつくとは思われないが，例えばA—1とB—1のように，第1液で差がなくても，水で顕著な差が生ずるものは，特殊な生理的条件下（無酸症や胃排出速度の速い患者）では，吸収量が異なることも考えられ[4]，今後，試験の精度，再現性，条件について更に検討を加える必要があると思う。

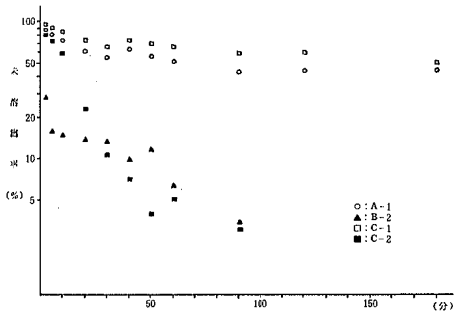


図12　未溶出率（%）の対数と時間との関係

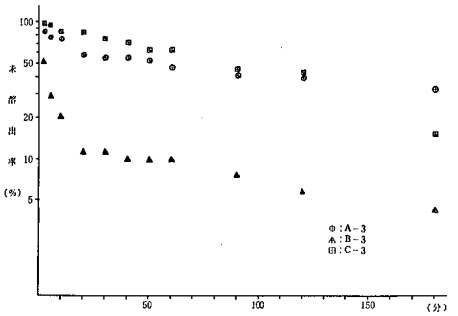


図13　未溶出率（%）の対数と時間との関係

4　ま　と　め

生産，使用量の多い向精神病薬であるHAL製剤9品目を選び，品質についての実態を知るため，崩壊・重量偏差・成分定量・含量均一性・溶出試験の系統的評価を行い，次の結果を得た。

(1) 崩壊試験は，全製品規格に適合したが，崩壊時間は15秒～15分であり，製剤により大きな違いがみられた。

(2) 重量偏差試験は全製品規格に適合し，しかも変動係数は非常に小さかった。

(3) 成分定量試験の結果は96.5～100.8%であり，製品間に余り差がなかった。

(4) 含量均一性試験は，各製剤とも測定平均値からの偏差が小さく，均一性の良い製品であった。

(5) 溶出試験は，溶出液として第1液を用いた場合，各製剤とも溶出率が高く，製剤間の差はなかったが，水を用いた場合には，製剤間に顕著な差がみられ，またロットによる差もみられる製剤があった。

(6) HAL錠の水に対する溶出は，崩壊時の初期溶

出及びそれ以後の後期溶出の Two — コンパートメントからなると推定される。

本研究にあたり，御協力いただいた高松病院に深謝致します。

文　献

1) 大西孝司，勝田幸恵，小坂菊枝，小川清，軽海英太郎：石川衛公研年報，15，161—165(1978)
2) 大西孝司，勝田幸恵，小坂菊枝：同上誌，16，198—201 (1979)
3) 大西孝司，勝田幸恵，西木雅美：同上誌，17，410—414 (1980)
4) 鈴木徳治：薬物のバイオアベイラビリテイ，薬業時報社，東京 (1976)
5) 米国薬学会，Leeson. L. J. and Carsten, J. T. 編：医薬品の溶出 (永井恒司，日本チバガイギー開発室グループ共訳)，地人書館，東京(1977)
6) 東京医薬品工業協会，技術委員会，溶出試験法検討小委員会：医薬品研究，9，573—580 (1978)
7) 増川健二：医薬品研究，10，219—231 (1979)
8) The United States Pharmacopeia (USPXX), p364, United States Pharmacopeial Convention, Inc., U. S. A. (1980)
9) 日本公定書協会編：第10改正日本薬局方解説書，広川書店，東京 (1981)
10) 水谷清：医薬品研究，8，409—412 (1977)
11) Paul G. Stecher : THE MERCK INDEX EICHTH EDITION, p515, MERCK & Co., INC., U. S. A. (1968)
12) Forsman, A., Martcnsson, E., Nyberg, G., and Öhman, R. : Arch. Pharmacol., 286, 113—124 (1974)

〔報　文〕

医薬品製剤の品質とその安定性に関する研究（第9報）

—— α—ニトロソ—β—ナフトールを用いた アセトアミノフェン及びペンタゾシンの比色定量 ——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　小川　清・勝田幸恵・大場邦弘

石川県警察本部鑑識課　高山成明

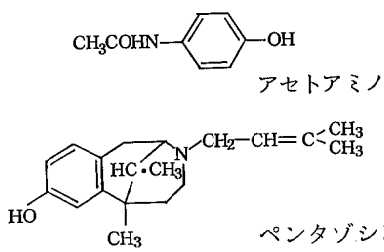
（本報告の要旨は，第14回北陸信越薬剤師学術大会において発表した。昭和56年9月6日，富山市）

1　はじめに

1956年にNicolas[1]ら，また，1959年にMlodeka[2]は，o-，m-，p-クレゾール混合物中のp-クレゾールの選択的定量法として，α-ニトロソ—β-ナフトール（NN）を用いる比色定量法（NN法）を報告している。しかし，その後のNN法の応用としては塩酸モルヒネについて，大野ら[3]により詳しく検討されているほか，ペンタゾシンについて若干の検討[4]があるに過ぎない。

そこで今回，我々は，本法がp-位置換フエノール類に特異的な反応であり，しかも，操作が簡易であることに着目して，医薬品として使用量の多い解熱鎮痛剤のアセトアミノフェン（AAP）及び非麻薬性鎮痛剤のペンタゾシンの定量への応用の可否を検討し，良好な結果を得たので報告する。

なお，図1に両医薬品の構造式を示した。



アセトアミノフェン

ペンタゾシン

図1　構　造　式

2　NN法によるAAPの定量

従来のAAPの比色定量法としては，加水分解産物であるp-アミノフェノールを定量する方法[5][6]やニトロソ化法[7][8]等がある。前者は操作が極めて繁雑で長時間を要する欠点があるが，後者は加水分解反応を必要とせず，短時間で定量可能とされ，一般によく利用されている。しかし，ニトロソ化法はフェノール性水酸基を利用した反応であり，NN法ほど反応特異性はないと考えられる。そこで，今回は総合感冒剤中のAAPの定量法としてNN法が応用可能か，ニトロソ化法と対比して検討を行った。

2・1　試薬及び標準溶液

- NN溶液：NN（試薬特級）60mgを氷酢酸（試薬特級）80mlに溶かし，水を加えて100mlとする。
- 硝酸カリウム溶液：硝酸カリウム（試薬特級）10gを水に溶かして100mlとする。

Studies on the Quality and Stability of Pharmaceutical Preparations. 9. Colorimetric Determination of Acetaminophen and Pentazocine by α-Nitroso-β-Naphthol Method. *by Kiyoshi OGAWA, Yukie KATSUTA, and Kunihiro OHBA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), and Nariaki TAKAYAMA (Forensic Science Laboratory, Ishikawa Prefecture Police Head Quarters)*

- 亜硝酸ナトリウム溶液：亜硝酸ナトリウム（試薬特級）20mgを水に溶かして100mlとする。
- スルファミン酸アンモニウム溶液：スルファミン酸アンモニウム（試薬特級）1gを水に溶かして100mlとする。
- クロロホルム：試薬特級
- AAP標準溶液：局方AAPを水に溶かし，水で段階的に希釈する。

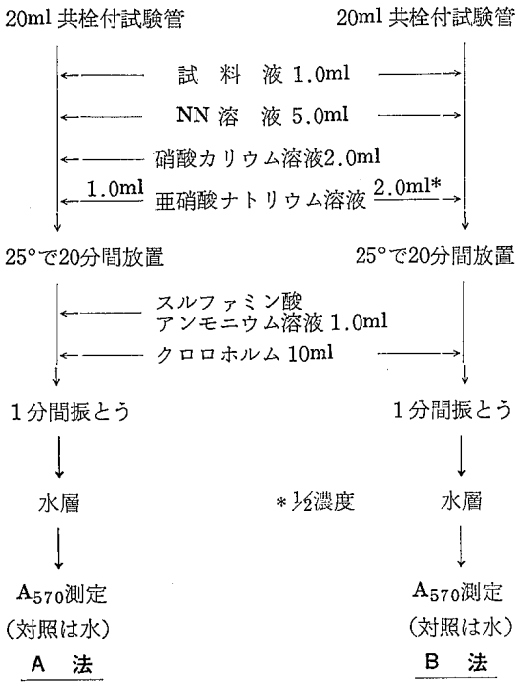


図2　AAP の 定 量 法

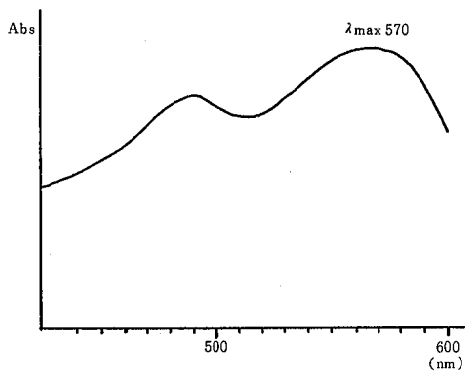


図3　AAP呈色液の吸収曲線

2・2　定量法

図2に示すA，B2種の方法で検討を行った。A法は大野らの塩酸モルヒネの定量法に準じた方法であるが，試料液及び試薬4種をいずれも正確に添加する必要があり，そのため実験誤差が大きくなる可能性がある。また，NN法の反応機構及び反応成績体の構造については未だ解明されておらず経験的なものであるため，AAPと塩酸モルヒネとでは最適な反応条件が異なることも考えられる。そこで，A法と同時にA法の操作を簡略化したB法，すなわち，塩酸モルヒネにおいて発色強度を高めるために添加した硝酸カリウム溶液，及び反応後の呈色の安定性を増すために加えたスルファミン酸アンモニウム溶液の2種を除いた方法についても検討を行った。ただし，B法では最終液（水溶液）量が少なくなるので，液量を多くするため，亜硝酸ナトリウム溶液をA法の½濃度で倍量加えた。また，AAPの反応液は赤紫色を呈し，図3に示したように490nmと570nmの2つに極大吸収をもつが，測定は，長波長測の570nmで行った。

2・3　反応時間の検討

塩酸モルヒネの反応時間は45分間だが，AAPでは表1に示したように反応速度が早く，A法では20～30分，B法では20分程度で最大値を示し，その後，除々に発色強度が低下（退色）する。そこで，A法，B法とも反応時間は20分と設定した。

2・4　呈色の安定性

NN法の反応成績体の分解は過剰の亜硝酸ナトリウムによるものと考えられており，そのため，塩酸モルヒネの場合はスルファミン酸アンモニウム溶液を加えて退色を押えている。

表2にAAPの呈色後の安定性を検討した結果を示

表1　反応時間と発色強度

反応時間(分)		10	20	30	45
A_{570}	A法	0.342	0.348	0.348	0.340
	B法	0.454	0.498	0.489	0.486

(AAP　100μg/ml)

表2　AAP呈色液の安定性

放置時間(分)		15	20	25	30	40	60
A_{570}	A法	0.353	0.350	0.346	0.343	0.334	0.309
	B法	0.494	0.493	0.492	0.490	0.488	0.482

(AAP　100μg/ml)

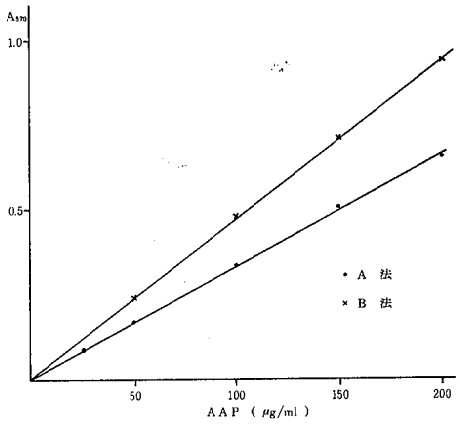


図4　NN法によるAAP検量線

したが，表中の時間は過剰のNNを除くためのクロロホルムを加えてからの値である。その結果，A法，B法ともに除々に退色するが，その速度はむしろA法が早く塩酸モルヒネとは異なる結果を得た。しかし，退色の度合はそれほど大きいものでなく，実際の定量においては標準溶液と試料溶液の測定時間に大きな差がなければ，ほとんど問題がないと思われる。しかし，共存する他剤が退色に影響を及ぼすことも考えられるので，以後，クロロホルムを加えてから20分以内に速やかに測定することとした。

2・5　検量線

図4に検量線を示したが，A法，B法ともに200μg/mlまでは良好な直線を示している。ここでB法がA法より高い吸光度を示すのは，最終液量がA法では10ml，B法では8mlと，B法の方が濃縮されているのが主原因であるが，その比率よりも幾分，B法は発色強度が高く測定される。また，図には示さなかったが，添加亜硝酸ナトリウム量が増加するにつれ吸光度が低下する現象がみられ，例えば50倍量では約1/6の吸光度しか示さない。その結果，発色強度を高めるためには亜硝酸ナトリウム量をできるだけ減少させればよいのだが，少なくともAAPと当量以上であることが必須である。また，他剤（主としてアミン類）が配合されている場合には，亜硝酸ナトリウムが他剤に消費されることも考えられ[9]，ここでは図2に示した量，すなわちAAP100μgに対して当量計算で約4.4倍量を用いることとした。

2・6　共存配合薬品の影響

これまでの結果から，A法，B法を比較すると，操

表3　AAP定量における配合薬品の影響

配合薬品	配合割合	定量値（%）		
		A法	B法	ニトロソ化法
無水カフェイン	1：1	101.6	100.2	100.4(1：2)
マレイン酸クロルフェニラミン	1：1	100.0	101.0	100.8(1：0.5)
dl-塩酸メチルエフェドリン	1：1	100.1	100.6	99.9(1：2)
塩酸エフェドリン	1：1	100.3	100.4	99.2
スルピリン	1：2	98.4	89.9	105.4
〃	1：1	100.0	96.8	
アミノピリン	1：2	100.9	94.9	111.8
アンチピリン	1：2	99.1	98.6	107.4
サリチルアミド	1：2	100.6	101.0	
アスピリン	1：2	101.2	100.2	100.8
グアヤコールスルホン酸カリウム	1：1	100.3	100.0	
塩酸フェニレフリン	1：1	99.7	100.5	104.2
塩酸ジフェンヒドラミン	1：1	99.4	101.0	99.9
アスコルビン酸	1：2	99.6	95.2	86.2
塩酸チアミン	1：0.2	101.2	99.6	
リン酸リボフラビン	1：0.2	96.4	94.7	98.5
〃	1：0.02	98.9	100.6	
塩酸ピリドキシン	1：1	99.4	99.4	98.7
乳糖	1：5	100.3	100.4	96.9

作の簡易さ，呈色の安定性，発色強度のいずれもB法の方が優れていることが明らかとなった。AAPは通常，単独で使用されることはほとんどなく，10種以上の他剤と配合されることも珍しくなく，そのため，AAPの定量法としては他剤の影響の少ない分析法が不可欠である。そこで，次に配合薬品による影響を検討した。その結果を表3に示した。試料液の調製は，AAPと配合薬品を表中の配合割合で混合し，水に溶かしてAAP100μg/mlとした。また，AAPの定量法としてよく用いられるニトロソ化法のデータを参考までに記載した。この値は，いずれも文献値[7]から引用したものである。

この結果，A法ではスルピリン（1：2）及びリン酸リボフラビンが負の妨害を，B法ではスルピリン，アミノピリン，アンチピリン，アスコルビン酸及びリン酸リボフラビン（1：0.2）が負の妨害を示し，NN法ではピラゾロン系薬剤，還元性薬剤及び着色薬剤に妨害の傾向がみられた。しかし，このうちスルピリンは通常AAPと配合して用いることはなく，配合されたとしても同量程度ならA法で，また，リン酸リボフラビンについても通常の量ではB法で定量可能である。

一方，ニトロソ化法ではスルピリン，アミノピリン，アンチピリン及び塩酸フェニレフリンが正の妨害を，アスコルビン酸と乳糖が負の妨害を示している。また，そのほかサリチルアミド，グアヤコールスルホン酸カリウム等のフェノール性水酸基を有する薬剤共存下では定量困難であり，反応条件の変更や，除去操作等が必要となる。しかし，NN法では正の妨害よりも負の妨害が現われる傾向があるが，いずれも通常配合される量では，ほとんど問題はない。また，配合薬品によってA法，B法を使い分けることにより，妨害を防ぐことが可能である。更に優れた点は，水溶液で反応が行えることで，錠剤・散剤からのAAP抽出段階で水に不溶性・難溶性物質をある程度，除去することができる。また，水の代りに希アルカリ水で抽出し，水層を有機溶媒で洗浄したのち試料液とすることも可能である。

表3の化合物のうち，AAPと同じくp-位置換フェノール性水酸基を有するグアヤコールスホン酸カリウ

表 4　　市販総合感冒剤中のAAPの定量

配合薬品		含有量（mg）						
		A	B	C	D	E	F	G
AAP		174	300	200	120	300	7.5	10
マイレン酸クロルフェニラミン		2.5	2.5	2			0.06	0.08
エトキシベンツアミド		105			300			
無水カフェイン		30	30	36	50	30	1	
dl-塩酸メチルエフェドリン		10	10	6.8		10	0.25	0.33
アスピリンアルミニウム		135						
リン酸ジヒドロコデイン		5					0.12	
塩酸ノスカピン								0.3
グアヤコールスルホン酸カリウム		69				60	1.5	
グリセリンモノグアヤコールエーテル			83.3					2.5
塩酸クロペラスチン			12					
マレイン酸カルビノキサミン						2.5		
プロメタジンメチレンジサリチレート					13.3			
臭化デキストロメトルファン						15		
チアミン誘導体		8		6		8		
リボフラビン		4		2.8		4		
アスコルビン酸				120				
定量値（%）	A法	96.0	105.1	102.9	103.7	96.8	97.4	97.1
	B法	95.2	104.8	100.8	106.6	95.6	95.7	97.2

（A，B，C：錠剤，D：カプセル剤，E：顆粒剤，F，G：シロップ剤）

ムが全く妨害を示さないのは，p-位の置換基の電子吸引性が強いため，AAPとの反応速度に大きな差があるためと考えられる。

2・7　市販総合感冒剤中のAAPの定量

NN法による市販総合感冒剤中のAAP定量結果を表4に示した。試料液の調製では，錠剤と顆粒剤は粉末化し，カプセル剤は内容物を取り出し，また，シロップ剤はそのまま，各々AAP20mgに相当する量を精秤し，水を加えて溶かし200ml定容量とした後，綿栓濾過し，濾液1mlを用いた。

試験結果は各製剤とも妥当な値を示し，A法とB法の間に大差はなかった。

以上の結果から，AAPの定量法としてのNN法は従来の方法に比べ，操作が簡易で妨害が少なく，有用な方法であると考えられる。

3　NN法によるペンタゾシンの定量

ペンタゾシンのNN法による確認反応については，既に報告があるが[4]，出典が不明で簡単な記述しかない。また，その方法はNN法の変法ともいえるもので，塩酸モルヒネ，AAPとは異なり，亜硝酸ナトリウムの代りに硝酸を用いている。そこで我々は，AAPでの検討結果がペンタゾシンに応用可能であるかどうかの検討を行った。なお，ペンタゾシンは，通常単味の注射剤として使用されるので標準品についてのみ検討した。

3・1　試薬及び標準溶液

- 硝酸溶液：硝酸（試薬特級）を水で3倍に希釈する。
- ペンタゾシン標準溶液：ペンタゾシン標準品（三共㈱より供与）を希塩酸（1→200）に溶かし，希塩酸で段階的に希釈する。
- その他の試薬は2・1と同様とする。

3・2　定量法

ペンタゾシンは水に難溶なので希塩酸（1→200）に溶かし，図2のB法に従い定量を行った。しかし，ペンタゾシンの濃厚溶液（1,000μg/ml）では発色するが，低濃度では測定困難であった。そこで，文献に従い，亜硝酸ナトリウムの代りに硝酸溶液を用いて検討を行った。

実験方法は図5に示すとおりである。ペンタゾシンは，AAPよりも反応時間が早く，試薬を加えると直ちに発色（桃色）するので，反応温度は室温とした。また，反応液（桃色）の可視部吸収は515nmに極大吸収を示したので，以下の測定は515nmで行った。

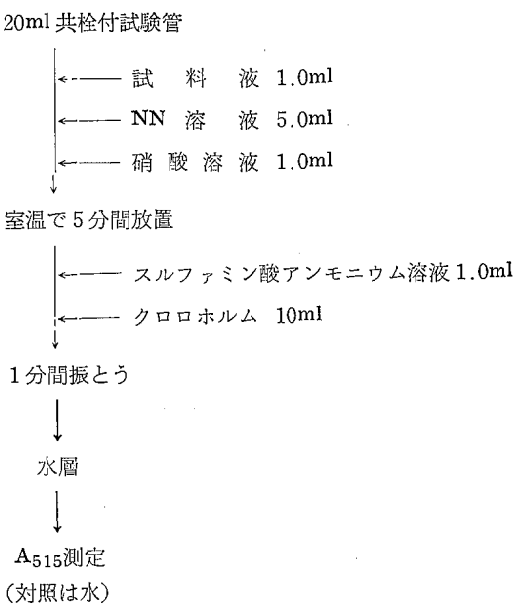


図5　　ペンタゾシンの定量法

3・3　反応時間の検討

表5に反応液吸光度の経時的変化を示したが，反応速度が早く，後処理中に吸光度が変化することも考えられるので，スルファミン酸アンモニウム及びクロロホルムを加えない反応液そのままの吸光度を測定した。この結果から反応時間は5分に設定した。

3・4　硝酸溶液濃度の検討

発色剤として用いる硝酸溶液濃度を変化させて反応を行い，吸光度を測定した結果を表6に示した。これによると，亜硝酸ナトリウムとは異なり，硝酸濃度が高いほど吸光度は増加することが明らかとなったが，取り扱い上のことも考え，以後，（1→3）を用いる

表5　　反応液吸光度の経時変化

反応時間(分)	1	5	10	15	20	30
A_{515}	0.374	0.445	0.434	0.421	0.414	0.401

（ペンタゾシン　100μg/ml）

表6　　硝酸溶液濃度と発色強度

硝酸溶液濃度	conc.	1→3	1→5	1→10
A_{515}	0.112	0.104	0.075	0.050

（ペンタゾシン　100μg/ml）

表 7　　ペンタゾシン呈色液の安定性

放置時間（分）		5	10	15	20	30
A_{515}	スルファミン酸アンモニウム溶液	0.118	0.115	0.116	0.115	0.114
	尿素溶液	0.121	0.113	0.107	0.095	0.080

（ペンタゾシン　100μg/ml）

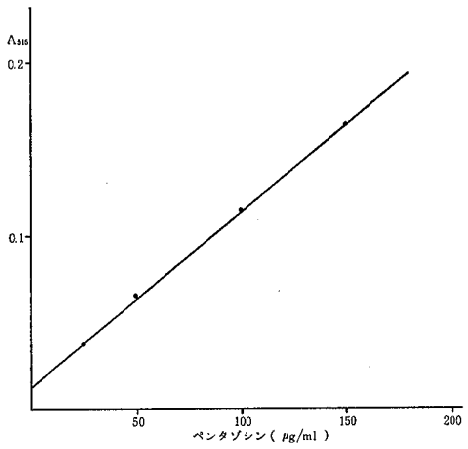


図6　　NN 法によるペンタゾシン検量線

こととした。

3・5　呈色安定剤の検討

亜硝酸の分解剤であるスルファミン酸アンモニウム及び尿素の2種について，呈色後の安定性を調べた結果，表7に示したように，スルファミン酸アンモニウムの方が優れていたので，これを用いてAAPと同様，クロロホルムを加えてから20分以内に速やかに測定することとした。

3・6　検量線

図6に検量線を示したが，150μg/mlまでは直線性を示した。またAAPとは異なり，水を対照とした場合に原点を通らず，空試験を行う必要があるが，ペンタゾシンも，NN法で定量可能であることが明らかとなった。

4　ま　と　め

従来の総合感冒剤中のAAPの定量法は，配合薬品の妨害を除くため，複雑な前処理操作が必要であった。しかし，p-位置換フェノール類に特異的な反応であるNN法は，操作が簡易で妨害も少なく，短時間でAAPの定量に応用できることが明らかとなった。また，ペンタゾシンについても，その変法により定量可能であり，今後，種々のp-位置換フェノール類の選択的定量法として利用できることも示唆された。

本研究を行うにあたり，懇切な御指導と御助言をいただいた国立衛生試験所の大野昌子先生に深く感謝いたします。また，ペンタゾシン標準品，塩酸フェニレフリン標準品を供与いただいた三共㈱，興和化学㈱に深く感謝いたします。

文　　献

1) Nicolas L. and Burel R.: Chim. Anal., 38, 316—321 (1956); C. A., 51, 137[a] (1957)
2) Mlodecka J.: Chem. Anal. (Warsaw), 4, 45—52 (1959); C. A., 53, 13893[f] (1959)
3) 大野昌子，高橋一徳：衛生試験所報告，82，50—53 (1964)
4) 日本公定書協会編：新医薬品の規格・試験法解説，p332—333，薬業時報社，東京 (1978)
5) Brodie B. B. and Axelrod J.: J. Pharmacol. Exptl. Therap., 94, 22 (1948)
6) Mouton M. and Masson M.: Ann. Pharm. Franc, 18, 759 (1960)
7) 辻　章夫，中村晃忠，和田秋枝，加藤せえ，沢田弘：衛生化学，10，236—241 (1964)
8) 井上哲男，立沢政義，橋場茂子，石橋無味雄：医薬品研究，7，84—91 (1976)
9) 酒井綾子，谷村顕雄：同上誌，9，495—507(1978)

〔資　料〕

光化学オキシダント濃度予測の1事例

石川県衛生公害研究所環境部　北　村　守　次

1　はじめに

光化学大気汚染の原因物質である光化学オキシダントは，1次汚染物質である窒素酸化物や炭化水素が大気中で紫外線により反応して生ずる2次汚染物質であり，その濃度は1次汚染物質濃度や気象因子と密接な関係を持っている。

しかるに，本県においても光化学大気汚染については，昭和54年度に注意報が発令されており，また，その後も毎年その発生が懸念される状態であり，事前の濃度予測が望まれている。これについては，東京湾沿岸地域，大阪湾沿岸地域等の太平洋岸の地域では予測手法が開発され，実用に供されているものもあるが，光化学オキシダントは地域によって高濃度の発生状況が異なっており，特に太平洋岸と北陸地方では気象因子の寄与の形態が全く異なるため，地域の実情に合った手法の開発が必要であるが，本県では現在のところ，経験に基づく判断を行っているのみで，予測手法は確立されていない。

そこで，今回試みに三馬測定局における昭和55年6月1か月間のデータを用いて，光化学オキシダント日最高値と他の大気汚染物質濃度及び気象測定結果との関係についての解析を行い，光化学オキシダント日最高値の予測式を得たので，その結果を報告する。

2　解析方法

大気汚染物質濃度及び気象測定データを説明変数とし，光化学オキシダント日最高値を目的変数とした重回帰分析によった。

2・1　解析に用いたデータ

昭和55年6月の三馬測定局における9時の大気汚染物質濃度（一酸化窒素，二酸化窒素，非メタン炭化水素及び浮遊粉じん），5時，9時及び日最高光化学オキシダント濃度，9時及び日最高気温と日射量，9～15時の平均風速と最多風向及び9時の気圧配置型を用いた。数値は表1に示すとおりである。

2・2　変数

各変数は下記のとおりである。なお，大気汚染物質濃度については一般に対数正規分布に近いと言われているので，濃度を対数変換した場合としない場合の両方について解析を行った。

目的変数 y：昼間の光化学オキシダント日最高濃度（ppb），$Y=\ln y$

説明変数 x_1：5時の光化学オキシダント濃度（ppb），$X_1=\ln x_1$

x_2：9時の光化学オキシダント濃度（ppb），$X_2=\ln x_2$

x_3：9時の一酸化窒素濃度(ppb)，$X_3=\ln x_3$

x_4：9時の二酸化窒素濃度(ppb)，$X_4=\ln x_4$

x_5：9時の非メタン炭化水素濃度（pphm），$X_5=\ln x_5$

x_6：9時の浮遊粉じん濃度（$\mu g/m^3$），$X_6=\ln x_6$

x_7：9時の気温（°C）

x_8：日最高気温（°C）

x_9：9時の日射量（$cal/cm^2 \cdot hr$）

x_{10}：日最高日射量（$cal/cm^2 \cdot hr$）

x_{11}：9～15時の平均風速（m/s）

x_{12}：9～15時の最多風向得点

An Example of Prediction of Photochemical Oxidants Concentration. *by Moritsugu KITAMURA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表 1　　解 析 に 用 い た デ ー タ　（昭和55年 6 月　三馬測定局）

項目 / 変数 / 日	5時の Ox 濃度 (ppb)	9時の大気汚染物質濃度					気温		日射量		9～15時の風向風速			午前9時の気圧配置型得点	日最高 Ox 濃度 (ppb)	(参考) 9時の天気
		Ox (ppb)	NO (ppb)	NO_2 (ppb)	NMHC (pphm)	浮遊粉じん ($\mu g/m^3$)	9時 (°C)	日最高 (°C)	9時 (cal/cm².hr)	日最高 (cal/cm².hr)	平均風速 (m/s)	最多風向 方位	最多風向 得点			
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	—	x_{12}	x_{13}	y	
1	1	21	1	3	19	8	26	28	53	84	2.8	NNW	3	1	41	曇
2	16	28	3	5	19	10	28	29	58	70	4.1	WSW	1	1	38	晴
3	32	29	4	13	22	16	20	22	23	32	6.4	WSW	1	1	44	曇
4	33	42	6	13	19	13	20	25	63	89	4.2	WSW	1	4	59	晴
5	33	49	3	7	23	23	23	26	60	84	3.0	WNW	2	5	66	快晴
6	37	36	16	36	66	31	27	29	58	83	2.5	NNW	3	5	94	晴
7	42	29	17	49	73	96	23	26	26	37	1.6	NNE	2	6	77	曇
8	9	27	2	6	27	16	27	31	36	77	3.0	W	2	6	42	晴
9	8	12	6	12	28	7	23	25	10	24	2.8	WSW	1	1	40	曇
10	39	36	4	19	28	16	18	20	7	30	3.6	W	2	1	43	曇
11	20	14	12	16	40	31	21	24	42	77	3.0	NNE	2	4	46	晴
12	13	31	4	11	26	(31)	23	26	52	73	3.6	WSW	1	5	58	晴
13	22	40	2	9	20	(31)	26	27	53	73	3.0	WNW	2	5	51	晴
14	26	31	10	32	40	61	25	28	44	57	1.9	NW	3	6	57	薄曇
15	29	57	0	3	18	71	28	28	53	73	2.7	NW	3	6	82	晴
16	24	34	6	15	29	40	27	30	50	74	5.5	W	2	2	48	晴
17	13	17	3	5	19	27	27	29	19	31	6.7	SW	1	1	26	曇
18	17	28	4	10	27	21	19	24	11	70	2.2	NW	3	2	41	曇
19	36	30	5	13	22	18	17	21	17	80	3.6	E	1	4	44	曇
20	12	21	5	8	22	27	20	21	31	38	1.4	NNE	2	5	41	曇
21	26	13	10	22	47	22	19	21	16	41	2.4	N	2	3	48	曇
22	27	42	0	3	17	30	21	26	33	70	2.1	NNW	3	3	57	曇
23	24	46	2	7	27	47	26	27	51	69	3.2	W	2	6	70	曇
24	32	40	1	7	27	44	26	27	53	82	4.3	NW	3	3	47	晴
25				欠							測					
26	26	7	26	28	80	34	24	28	13	32	3.2	WSW	1	1	39	曇
27	46	36	2	8	21	31	21	23	8	40	7.1	WSW	1	1	46	曇
28	20	37	4	10	23	21	24	25	57	81	4.2	NW	3	1	46	晴
29	20	18	1	8	18	47	21	24	10	79	4.0	NE	1	3	37	曇
30	16	20	6	21	28	36	21	22	10	36	2.7	NE	1	3	33	曇

x_{13}：9時の気圧配置型得点

2・3　カテゴリーデータの取扱い

風向及び気圧配置型はカテゴリーデータであるため，そのままでは解析に用いることができないので，それぞれのカテゴリーを光化学オキシダント濃度の高い順に並べて得点を与えた。すなわち，風向については，図1に示すように最も濃度の高い北西～北々西の方向に3点，その方位から離れるに従って低い得点を与え，また，気圧配置型については表2に示すような得点を与えた。なお，気圧配置型得点については本報別稿にて検討を加えた[1]。

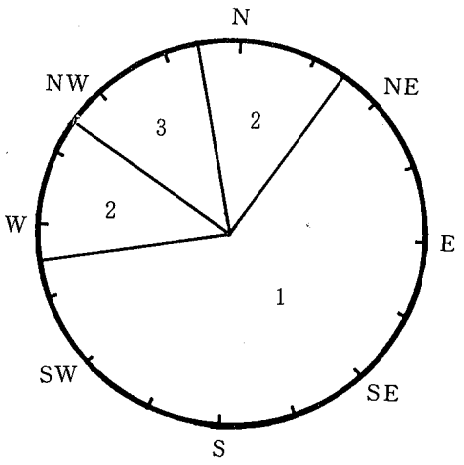


図1　風向別得点図

表2　気圧配置型得点表

気圧配置型	得点
移動性高気圧後面型	6
帯状高気圧型	5
移動性高気圧前面及び中心型	4
梅雨型	3
南高北低型	2
日本海低気圧及び気圧の谷型	1

3　結果と考察

3・1　重回帰式及び寄与率

重回帰分析によって得られた回帰式及び寄与率は次のとおりである。

(1)　大気汚染物質濃度を対数変換しない場合

$$y=1.04+0.894x_2+0.501x_5+2.25x_{13}$$

$$R^{*2}=0.79$$

$$R^{**2}=0.77$$

(2)　大気汚染物質濃度を対数変換した場合

$$Y=1.305+0.377X_2-0.132X_4+0.559X_5-0.0193x_7+0.0036x_9+0.0347x_{13}$$

$$R^{*2}=0.76$$

$$R^{**2}=0.71$$

ただし，R^{*2}：自由度調整済の寄与率

R^{**2}：自由度2重調整済の寄与率

上記のように，(1)では3個の説明変数でyの約8割を，(2)では6個の説明変数で約7割を説明することができる。

3・2　実測値と推定値との誤差

60ppb 以上の実測値についての，推定値との誤差は表3に掲げるとおりであり，また，月間を通じての実測値と推定値との対応は図2のとおりである。

3・3　誤差の分布

対数変換しない場合とした場合の誤差の分布を図3及び図4に示す。前者では誤差はV字型に分布してお

表3　実測値と推定値との誤差（実測値 60ppb 以上について）

月日	実測値	対数変換しない場合		対数変換した場合	
		推定値	誤差	推定値	誤差
6月6日	94	77.5	16.5	80.3	13.7
15日	82	74.5	7.5	63.8	18.2
7日	77	77.0	0.0	74.9	2.1
23日	70	69.2	0.8	68.2	1.8
5日	66	67.6	− 1.6	67.5	− 1.5

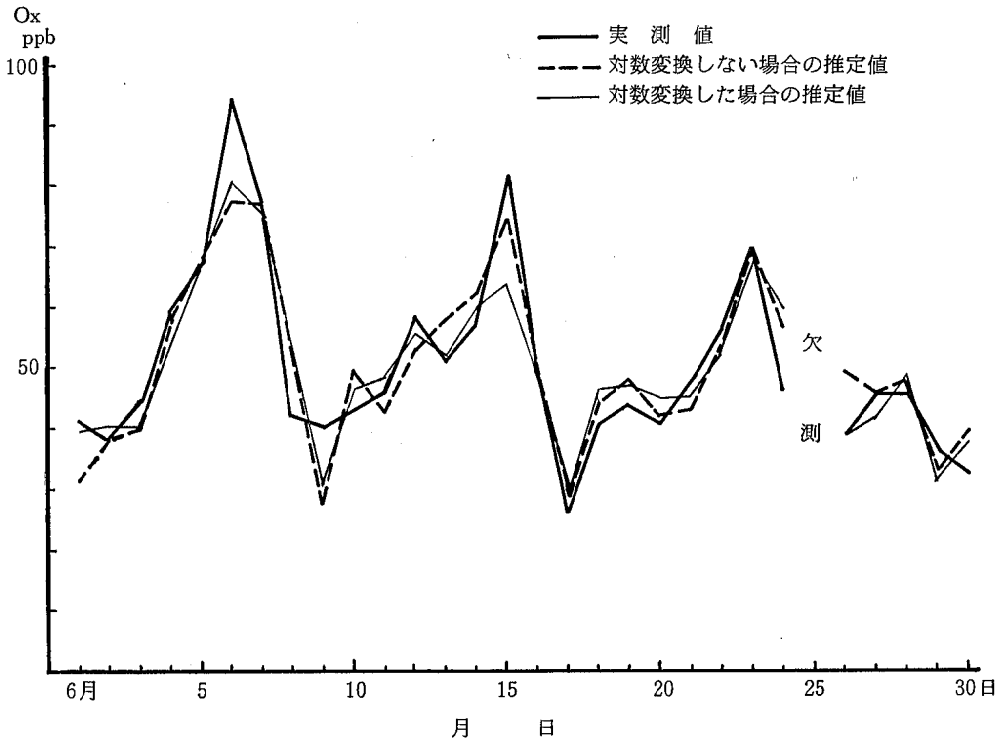


図 2　　光化学オキシダント濃度日最高値の実測値と推定値との対応

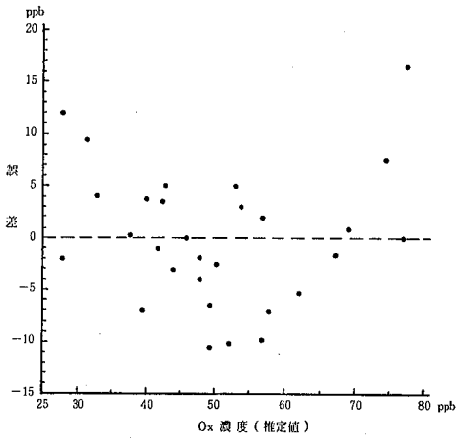


図3　推定値の誤差の分布
（対数変換しない場合）

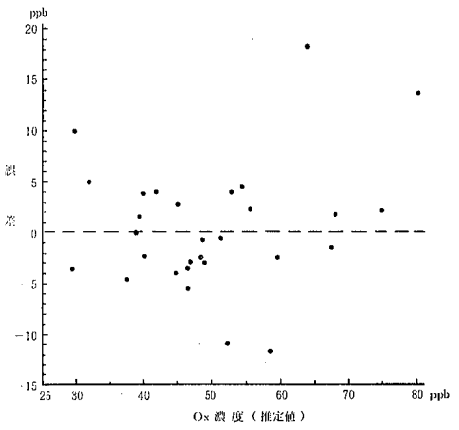


図4　推定値の誤差の分布
（対数変換した場合）

り，何らかの片寄りがあるのに対して，後者ではほぼ均等に分布している。

3・4　大気汚染物質濃度を対数変換しない場合とした場合の比較

両者を比較すると，対数変換しない場合の方が重回帰式の説明変数の数が少なく，かつ，寄与率が大きい。実測値と推定値との対応をみると，全体の対応では両者の間に顕著な差はないが，実測値が60ppb以上の日についてみると，表3のごとく，対数変換しない方がやや誤差が小さい。一方，誤差の分布をみると，対数変換しない場合に片寄りがみられる。

以上のことから，誤差の分布に片寄りがみられるものの，対数変換しない場合の方が全体を良く説明しており，予測式として優れているといえる。

3・5　問題点

以上の解析は，今後の解析の方針を探り，精度の良い予測手法の開発を行うための端緒として1測定局1か月間だけのサンプルを用いて実施したため，実用に耐え得るものではなく，下記に掲げるような問題点が残されている。

(1)　実測値と推定値は，全体のパターンとしてはほぼ対応しているが，光化学オキシダント濃度が高い時のデータにずれが大きい。これについては，濃度が高い場合と低い場合とで汚染のメカニズムが全く異なっている可能性もあり，濃度が高い日のデータだけを集めた重回帰分析の検討も必要であろう。

(2)　一般に光化学オキシダントとの関連が強いといわれている窒素酸化物が変数項に入っていない（対数変換した場合は負の項として入っている）が，これについては，1次排出源付近の測定データを用いる等，気団の移動及び測定局の位置関係を考慮に入れることと，反応に要する時間を考慮に入れた解析をする必要があろう。

(3)　風向，気圧配置型等カテゴリーデータとして得られる気象要素については，得点を与えることにより数値化したが，これらの取扱い方について厳密な検討が必要である。

(4)　各変数については，すべて独立であると仮定しているが，これらの各変数間の交互作用について考慮する必要がある。

(5)　同一地域の他の測定局における測定データとの関連や，回帰式の他局及び他の月のデータへの汎用性を検討する必要がある。

(6)　気象データとして，地上のみでなく高層気象データも考慮に入れる必要がある。

5　ま　と　め

光化学オキシダント濃度日最高値と大気汚染物質濃度及び気象因子との関係について重回帰分析を行って以下の結果を得た。

(1)　特定の1測定局，1か月間のデータについてではあるが，光化学オキシダント濃度日最高値について，当日9時の光化学オキシダント濃度，9時の非メタン炭化水素濃度及び9時の気圧配置型の3項目で全体の約8割を説明できる回帰式が得られた。

(2)　実測値と推定値との対応は，全体のパターンとしては一致しているが，濃度の高いデータについて誤差が大きくなる傾向にある。

(3)　大気汚染物質については，濃度を対数変換した場合より対数変換しない場合の方が良い結果が得られた。

おわりに，本解析は昭和56年度に環境庁公害研修所で行われた第1回情報処理研修において事例研究として解析したものであり，御指導及びプログラムの提供を賜った国立公害研究所の諸先生方及び共同で解析を担当された研修員の方々に記して謝意を表する。

文　献

1)　北村守次：石川衛公研年報，19，363—367，(1982)

〔資　料〕

日常活動における個人の外部被曝線量

石川県衛生公害研究所環境部　小　森　正　樹

1 はじめに

公衆が年間に受ける自然からの放射線量は，日本において約100 mremとされ，その内容は宇宙線から30 mrem大地から50mrem，食品から20mremとされている。しかしながら，この値は平均値であるため，地域や個人の生活様式によってトータルの線量や中味が多少異なるのは言うまでもない。石川県においては，これまでの調査[1]で大地からの線量が主に金沢市以北の能登地区で明らかとなっており，線量が地域によっては1.5倍から2倍以上も異なる地域が存在する。また最近，コンクリート製や石材を使用した建屋構造内での生活時間も多くなり，構造材に含れる天然放射性核種寄与の被曝線量も，自然放射線被曝のレベルからあながち無視し得ない状況ともなっている。更に，核の平和利用や放射線利用の機会の増加に伴う低線量域被曝がしばしば論議されるが，これらは自然放射線による被曝線量の大きさを考慮せずに論議できない状況にある。

しかしながら実際，個人が日常活動を通じてどの程度の線量を受けているのか，その線量が通常地域を代表して測定している自然放射線量の量と合致しているのかどうか，また個人が受ける実際の線量は日常の活動とどのように係っているのかという問題については，個人1人1人をモニターするほかはないが，このような個人について直接実測し検討した例は特定の放射線利用に伴う管理の場合以外は余り見当らない。本報ではこれらの問題点についてほんの数例ではあるが昭和55年12月から調査を行ったのでその結果について報告する。

2 調査対象と方法

調査は主に都市に局住する人を対象に，コンクリート製建屋に居住する人(A)，木造—モルタル製建屋で比較的建物の密集地域に居住する人(B)，木造建屋で都市近郊に居住する人(C)について行った。これら被検者，A，B，Cはいずれも測定管理上衛生公害研究所職員で，住居はいずれも衛公研からほぼ4 kmの所に位置する。調査方法は装着型TLD（熱ルミネッセンス線量計ナショナルUD 200 S素子）を2本常時胸に着けてもらい，別に各住居，勤務場所の職員室にそれぞれTLDを2本設置した。また地域代表として定点測定している衛公研敷地内でのデータも参考とし，加えて高コネルギー放射線寄与，宇宙線等を考慮するため厚さ2.5cmの鉛容器にTLDを配置した。各TLDは3か月毎の積算線量をリーダー（ナショナルUD-505 B型）にて測定した。

3 結果と考察

TLD測定による積算線量測定結果を表1に示した。被検者A，B，Cの年間線量（以下個人TLDという）はそれぞれ87mrem，87mrem，82mremであり，Cがやや低い。住居TLDではA，B，Cそれぞれ86mrem，85mrem，76mrem，であり，A，Bは個人TLDと同程度であるがCは低い値であった。勤務場所TLD（以下，室内では室内TLD，定点観測のTLDを定点TLD，鉛容器内のTLDを鉛TLDという）は室内TLDが81mrcm，定点TLDは74mrem，鉛TLDは35mremであった。各4半期のTLD値のうち（$\bar{X}-\sigma$）から，（$\bar{X}+\sigma$）（$\bar{X}$：平均値，σ標準偏差）の範囲を大

Radiation Exposure of a Person in Ordinary Life *by Masaki KOMORI* (*Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

きくはずれているもののうち，その原因が推測されるものは，55年12月から56年3月の定点 TLD，C の住居 TLD，室内 TLD であり，測定期間の記録的な豪雪による積雪の遮へい効果によって線量が低くくなったものと思われる。しかし同じ住居 TLD の A，B が遮へい効果を受けていない理由は定かではなく，恐らくは冬の換気や建物の構造や位置が関連するのであろう。また個人 TLD でもこの期間大きな遮へい効果があったにもかかわらず，ほとんど線量が減少していない点は注目すべきであろう。

各4半期の測定値のバラツキを $\sigma/\bar{X}$ であらわせば室内 TLD，鉛 TLD は5％未満と小さく，他の TLD は7％～11％の範囲であった。今後個人の環境外部被曝線量を検討して行くうえでバラツキの目安はデータ量は少いものの約10％程度を見込んで評価し得ると思われる。

被検者の年間線量については公称されている大地からの線量 50mrem，宇宙線からの 30mrem の合計 80 mrem とほぼ一致する結果となった。しかし自然放射線による住民の外部被曝線量は地域ごと，特に地質に由来する差が認められるので，地質を考慮した地域ごとの代表点が実測された値で評価するのが望ましい。本調査では代表調査地点を衛公研としているが，地質的には被検者の居住している地質と同じ沖積堆積物の

表 1　TLD 測定による個人及び居住地等の積算線量測定結果（単位；mR/92日）

測定項目＼測定期間		55.12.25～56. 3.12	56. 3.12～6.17	6.17～10. 1	10. 1～12.22	56.12.22～57. 3.18	3.18～ 6.24	平　均
A	胸部線量	20.0	22.6	21.0	20.3	22.4	24.2	21.8±1.5
	住居内線量	22.4	24.3	18.0	19.9	20.5	23.0	21.4±2.1
B	胸部線量	22.5	21.7	18,2	22.3	22.7	23.4	21.8±1.7
	住居内線量	21.6	20.8	17.9	21.9	22.3	23.3	21.3±1.7
C	胸部線量	22.0	17.5	17.1	20.5	22.3	22.7	20.4±2.3
	住居内線量	16.2	18.6	18.8	19.1	20.1	20.9	19.0±1.5
衛公研室内線量		18.6	21.1	21.4	20.0	20.3	19.5	20.2±0.9
2.5cm 厚さ鉛箱内線量（衛公研内）		8.9	8.9	8.7	8.3	8.5	8.4	8.6±0.2
衛公研(三馬)敷地線量		14.9	19.9	17.9	19.0	19.0	19.6	18.4±1.7

表 2　In-Situ Ge (Li) 測定による衛生公害研究所敷地の成分別空間線量

（単位；μR/hr）

測定場所	成分別空間線量（μR/hr）				全線量
	U 系列	Th 系列	^{40}K	^{137}Cs ほか	
三馬（衛公研）	0.99	1.93	2.50	0.05	5.47

注　金沢大学測定データによる[1)]

ところである。被検者の年間胸部線量と代表調査地点での線量を比較すると11～18%程度被検者の線量が高い結果となった。従って本結果だけを取り上げて言えば，日常活動を通じて受ける線量は，地域代表地点で評価される線量より11～18%高いと言えよう。被検者の線量は測定期間中に活動した環境から受けた放射線量の積分値であると考えられることから，活動した環境の線量及び時間が個人 TLD 値に大きく寄与することとなる。ここでは滞在時間を仮りに勤務地で週40時間とし，他は全て住居で滞在するとして，住居 TLD と室内 TLD 値とから時間按分によってそれぞれの個人線量を試算してみると A, B, C はそれぞれ85mrem 84mrem, 77mrem となり，個人 TLD 値とおおむね一致している。このように個人線量の寄与は通常の環境で活動する限り，居住地の線量が約80%近くを占めることが分かる。

次に宇宙線による線量寄与について述べる。実際の個人 TLD 値には，宇宙線寄与の線量も加算されているが，その寄与分については定かではない。そこで本調査ではこの問題についての手掛かりを得るため，鉛シールドを利用して検討した。表1の結果をみると鉛 TLD 値は35mrem/年とかなり小さくなっており，その割合は約43%程度である。年間を通じての変動も2%程度で安定している。厳密な宇宙線のみの線量を鉛シールド内の TLD 値より求めることは核種別線量の実測値や，核種ごとの遮へい計算や計算に伴うエネルギーごとのビルドアップ係数が必要となりかなり難しいものとなる。この問題については別途報告の機会を得たいと思うが，ここでは簡便な方法によって推算してみたので参考までに付記する。計算に用いたデータは表2に示す金沢大学が衛公研敷地の大地放射線を In-Site Ge (Li) 検出器で測定した値[1]を用い，鉛容器を設置した場所が表2に示す環境放射線の場と等しいと仮定して行った。また U 系列，Th 系列は放射平衡に達しているとの前提で計算を行い，必要なファクターは文献[3)-5)]から求めた。ここで問題となる各種放射線エネルギーのシールド透過後の線量はどれほどになるかの検討では阪上らの報告書例[1]と全く同じ次元での議論となるので，これにより透過後の U, Th 系列の線量吸収割合を求め，この割合を用いて検討した。このようにして U, Th 系列について求めると吸収割合は U 系列では0.84, Th 系列では0.77となり，この値を1から引けば，透過した線量の割合となる。^{40}K は1,460KeV の単色光であるので透過率 0.3 を用いて計算される。表2の値とそれぞれ求めた値で透過したであろう大地寄与に関する線量を算出すると，11.8 mrem となった。鉛 TLD 値が 35mrem であるので鉛自身からの放射線を無視すれば，残り23.2mrem が宇宙線寄与の線量となる。宇宙線量は 28～30mrem[2] と言われているので，本推算値と 5 mrem～7 mrem 程度差があることになる。この値の妥当性や差の原因あるいは推算方法については更に今後検討する必要がある。

文　献

1) 石川県：環境放射能調査（1979～1981）
2) 辻本　忠：原子力工業，26（9），72—77（1980）
3) 日本アイソトープ協会：アイソトープ手帳(1980)
4) 科学技術庁：ゲルマニウム半導体検出器を用いた機器分析法，p 91—92（1979）
5) 木村健二郎：放射能データブック，地人書館，東京（1960）

〔資　料〕

石川県におけるフォールアウト調査結果（昭和56年度）

石川県衛生公害研究所環境部　折谷禎一・加藤充哉・小森正樹

1 はじめに

昭和56年度科学技術庁委託の放射能測定調査（以下フォールアウト調査という）の結果について，その概要を述べる。

2 調査方法

2・1 調査試料

調査試料は定時採取の雨水（降雨毎），大型水盤による1カ月毎の雨水・ちり，陸水（上水），土壌，農畜産物，海産物，日常食，空間線量である。

2・2 測定方法

試料の採取，前処理及び測定方法は，科学技術庁編「全ベータ放射能測定法」（1976），「放射性ヨウ素分析法」（1974）に基づいた。

2・3 測定機器

全ベータ放射能はアロカ社製低バックグラウンド自動測定装置 LBC—452 U，放射性ヨウ素はパイクロン社製3″φ×3″NaI（Tl）検出器及び NAIG 社製波高分析器並びにソード社製マークⅢデータ処理解析システム，空間線量はアロカ社製1″φ×1″ NaI（Tl）TCS—121型シンチレーションサーベイメータ及びモニタリングポストにより測定した。

3 測定結果

各調査試料の測定結果を表1に月別にまとめた。

3・1 雨水・ちり（表2，表3）

調査期間（昭和56年4月1日から昭和57年3月31日まで）における降雨毎の定時採水試料数は131個で，年間総降雨量は2,211mm と平年並であった。本年度は特に昭和55年10月16日に中国が行った第26回核実験の影響と思われる降下量の増加が昭和55年11月上旬から昭和56年6月末頃まで続き，5月6日には本年度最高の8.19mCi/km² と平常値の約10倍のレベルを記録した。また，10月から翌年1月にかけて降下量がいくぶん多い傾向がみられた。しかし，年間平均降下量は0.77mCi/km²（8.19～0.0mCi/km²）と平年並であった。また，大型水盤による1カ月毎の降下量でも4月から5月及び11月から翌年1月にかけて平年よりも高い傾向にあった。

3・2 陸　水（表4）

水道水の放射能濃度は，2回とも検出限界未満であった。

3・3 農畜産物（表5）

生乳は1.2pCi/ml，精米は0.7pCi/生g，ほうれん草は3.8pCi/生g，大根は1.5pCi/生gで，いずれも平常値であった。

3・4 海産物（表6）

サザエは3.0pCi/生g，ワカメは4.6pCi/生g，カレイは1.9pCi/生gであり，海水魚の種類については試料採取の都合によりフクラギの代わりにカレイの調査を行ったが，海産物はいずれも平常値であった。

3・5 土　壌（表7）

直接法による測定結果は，表土（0～5cm）21.6pCi/乾土g，深土（5～20cm）21.4pCi/乾土gでいずれも平常値であった。

3・6 日常食（表8）

日常食は6月0.79pCi/生g，12月0.99pCi/生gで2回とも平常値であった。

3・7 生乳中の放射性ヨウ素（表9）

調査期間中における6回の生乳の調査の結果，試料

Survey Data of Fall-out in Ishikawa Prefectura, 1981. *by Teiichi ORITANI, Mitsuya KATO, and Masaki KOMORI (Department of Environmental Sciense, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

中のヨウ素131の濃度は，いずれも検出限界未満値であった。

3・8　空間線量（表10，表11）

サーベイメータによる年間平均線量率は8.3 μR/hr（8.9～7.2 μR/hr）であり，平常値であった。また，モニタリングポストによる年間平均計数率は17.6CPS（各月平均値は16.2～18.8 CPS）であり，雨水・ちり中の降下量が比較的高かった4月から6月にかけての空間線量（計数率）にはこの傾向がみられなかった。

4　ま　と　め

本年度のフォールアウト調査結果では，4月から6月末頃まで，雨水・ちり中に昨年度の中国核実験の影響がみられた。しかし，調査期間における他の試料には全く核実験の影響はみられず，平常値であった。

表　1　　昭和56年度フォールアウト調査結果

調査試料名	採取場所	単位	昭和56年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭和57年 1月	2月	3月	備考
雨水・ちり（大型水盤）	金沢市三馬	mCi/km²	24.3	21.7	9.1	0.7	4.9	2.3	7.0	23.1	10.1	20.4	7.2	8.0	全β線測定
陸水（上水）	〃	pCi/l			—						—				〃
牛乳（生乳）	羽咋郡押水町	pCi/ml					1.2						1.2		〃
牛乳(I_{-131})	〃	pCi/l			—	—		—	—		—	—			γ線測定
精米	金沢市三馬	pCi/生g						0.7							全β線測定
ほうれん草	〃	〃								3.8					〃
大根	〃	〃								1.5					〃
わかめ	羽咋郡富来町	〃	4.6												〃
さざえ	〃	〃					3.0								〃
かれい	〃	〃								1.9					〃
土壌（0～5 cm）	金沢市末町	pCi/乾土g				21.6									〃
〃（5～20cm）	〃	〃				21.4									〃（直接法）
日常食	金沢市	pCi/生g			0.8						1.0				〃
空間線量	金沢市三馬	μR/hr	8.4	8.9	8.6	8.4	8.5	8.2	8.6	8.0	8.5	8.0	7.2	8.6	全γ線測定
〃（モニタリングポスト）	〃	CPS	16.3	16.2	16.7	16.9	18.1	18.4	18.8	18.5	18.4	17.9	17.3	18.0	〃

(注)　—は検出限界未満値を示す。

表 2　　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：降水毎に午前9時
採水後測定迄の時間：6時間

試料番号	採水期間 年 月 日 ～ 月. 日	降水日時 日.時.分～日.時.分	降水量 mm	試水量 ml	比較試料（除自然計数） cpm	自然計数 cpm	試料（除自然計数） cpm/l	6時間更正値 cpm/l	72時間更正値 cpm/l	6時間更正値 pCi/l	降下量（6時間更正値） mCi/km²
	昭和56										
1	4. 1～ 4. 2	1.14.30～ 2. 9. 0	47.0	100	10,698±73.2	8.5±0.7	44.8±10.4	44.8	52.5	56.5	2.6_6
2	4. 2～ 4. 3	2.10. 0～ 2.14. 0	3.5	85	11,377±75.4	9.2±0.7	415±17.3	415	325	492	1.7_2
3	4. 4～ 4. 6	5.15. 0～ 6. 8. 0	16.5	100	10,726±73.3	8.6±0.7	65.8±10.9	65.8	59.0	82.8	1.0_9
4	4. 9～ 4.10	9.22. 0～10. 9. 0	6.5	100	11,225±74.9	8.8±0.7	121±12.2	121	113	146	0.9_5
5	4.15～ 4.16	16. 2.30～16. 9. 0	13.5	100	10,552±72.7	8.5±0.7	27.5± 9.9	27.5	31.8	35.2	0.4_8
6	4.16～ 4.17	16. 9. 0～16.24. 0	12.0	100	10,626±72.9	7.1±0.6	104±11.1	104	102	132	1.5_8
7	4.19～ 4.20	19.15.50～20. 5. 0	28.0	100	10,668±73.1	7.2±0.6	89.0±10.8	89.0	81.0	113	3.1_6
8	4.20～ 4.21	20. 9. 0～20.20. 0	8.0	100	10,854±73.7	6.9±0.6	132±11.6	132	107	164	1.3_1
9	4.24～ 4.28	25. 3.30～25. 9. 0	9.0	100	10,649±73.0	6.8±0.6	301±14.9	301	255	381	3.4_3
10	4.28～ 4.30	30. 2. 0～30. 9. 0	1.5	70	10,799±73.5	6.7±0.6	847±22.1	847	555	1060	1.5_8
11	5. 2～ 5. 6	3. 9.50～ 6. 9. 0	16.0	100	10,846±73.7	6.7±0.6	411±16.5	411	446	512	8.1_9
12	5. 6～ 5. 7	6.10.50～ 7. 9. 0	13.0	100	10,943±74.0	8.2±0.6	66.0±10.7	66.0	64.8	81.5	1.0_6
13	5. 7～ 5. 8	7. 9. 0～ 7.23. 0	22.5	100	10,442±72.3	8.5±0.7	19.8± 9.7	19.8	21.8	25.6	0.5_8
14	5. 9～ 5.11	10.21.20～10.22. 0	9.5	100	10,127±71.2	7.0±0.6	151±12.1	151	151	201	1.9_1
15	5.11～ 5.12	11.22.30～12. 8. 0	43.0	100	10,878±73.8	8.2±0.6	55.5±10.5	55.5	36.8	68.9	2.9_6
16	5.16～ 5.18	17.10.30～18. 9. 0	49.5	100	10,805±73.5	9.5±0.7	65.8±11.3	65.8	57.8	82.2	4.0_7
17	5.18～ 5.19	18.10.30～19. 7. 0	10.5	100	10,870±73.8	8.3±0.6	101±11.5	101	94.5	125	1.3_1
18	5.19～ 5.20	19. 9. 0～20. 5. 0	5.5	100	10,987±74.1	7.1±0.6	43.3± 9.6	43.3	37.5	53.2	0.2_9
19	5.23～ 5.25	24.13.20～23. 5. 0	12.0	100	11,042±74.3	7.7±0.6	310±15.2	310	286	379	4.5_5
20	5.28～ 5.29	23. 4.40～29. 7. 0	13.5	100	10,791±73.5	8.6±0.7	133±12.3	133	124	166	2.2_4
21	5.29～ 5.30	29.12. 0～30. 1. 0	4.0	100	10,802±73.5	8.5±0.7	45.0±10.4	45.0	64.8	56.3	0.2_3
22	5.30～ 6. 1	31.15.30～ 1. 8. 0	15.0	100	10,766±73.4	8.6±0.7	295±15.3	295	263	371	5.5_7
23	6. 1～ 6. 2	1. 9.30～ 2. 4. 0	3.5	100	10,915±73.9	7.0±0.6	117±11.3	117	116	145	0.5_1
24	6.12～ 6.15	12. 9. 0～15. 6. 0	83.5	100	10,395±72.1	7.5±0.6	22.3± 9.3	22.3	6.5	28.9	1.8_6
25	6.17～ 6.18	18. 3.45～18. 6. 0	11.0	100	10,542±72.6	8.7±0.7	87.8±11.5	87.8	104	112	1.2_3
26	6.20～ 6.23	21.22.30～23. 9. 0	34.5	100	10,493±72.5	6.3±0.6	32.0± 8.9	32.0	29.0	41.2	1.4_2
27	6.25～ 6.26	25.15. 0～26. 6. 0	31.0	100	10,730±73.3	6.7±0.6	21.0± 8.8	21.0	20.0	26.4	0.8_2
28	6.26～ 6.27	26.18.30～27. 9. 0	32.0	100	10,913±73.9	8.2±0.6	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0_0
29	6.27～ 6.29	27. 9. 0～29. 9. 0	39.5	100	10,650±73.0	6.8±0.6	19.8± 8.8	19.8	8.8	25.1	0.9_9
30	6.29～ 6.30	29.10. 0～29.24. 0	5.5	100	10,779±73.4	6.8±0.6	11.8± 8.6	11.8	21.8	14.7	0.0_8
31	7. 1～ 7. 2	1.21. 0～ 2. 9. 0	30.5	100	10,582±72.8	7.2±0.6	3.3± 8.6	3.3	3.3	4.15	0.1_3
32	7. 2～ 7. 3	2. 9. 0～ 3. 8. 0	83.0	100	10,627±72.9	7.3±0.6	4.5± 8.6	4.5	0.0	5.72	0.4_7
33	7. 6～ 7. 7	7. 0. 0～ 7. 7. 0	8.0	100	10,662±73.0	7.4±0.6	15.0± 9.0	15.0	6.8	19.0	0.1_5

表 2　　雨　　水 (2)

試料番号	採水期間 年 月 日 ～ 月. 日	降水日時 日.時.分～日.時.分	降水量 mm	試水量 ml	比較試料(除自然計数) cpm	自然計数 cpm	試料（除自然計数） cpm/l	6時間更正値 cpm/l	72時間更正値 cpm/l	6時間更正値 pCi/l	降下量(6時間更正値) mCi/km²
	昭和56										
34	7.13～ 7.14	13.15.20～13.23. 0	11.0	100	10,981±74.1	7.8±0.6	22.8± 9.5	22.8	10.3	28.0	0.3_1
35	7.22～ 7.23	22.19.30～22.22. 0	6.5	100	10,621±72.9	6.8±0.6	29.5± 9.1	29.5	19.8	37.5	0.1_9
36	8. 4～ 8. 5	4.12.30～ 5. 6. 0	50.5	100	10,836±73.6	6.8±0.6	14.0± 8.7	14.0	14.5	17.0	0.8_8
37	8 7～ 8. 8	7.13. 0～ 8. 9. 0	3.5	97	10,771±73.4	7.1±0.6	84.3±10.6	84.3	46.1	106	0.3_6
38	8.11～ 8.12	12. 3. 0～12. 9. 0	2.0	91	10,695±73.2	7.6±0.6	31.8± 9.6	31.8	11.3	40.1	0.0_6
39	8.18～ 8.19	14. 2.50～14. 9. 0	25.0	100	10,483±72.4	7.7±0.6	14.8± 9.2	14.8	9.0	19.0	0.4_8
40	8.22～ 8.24	22.14. 0～23.10. 0	96.5	100	10,646±73.0	6.7±0.6	5.0± 8.3	5.0	10.8	6.35	0.6_1
41	8.26～ 8.27	27. 4.50～27. 9. 0	8.5	100	10,463±72.4	8.0±0.6	26.5± 9.7	26.5	30.0	34.2	0.2_9
42	8.27～ 8.28	27.10. 0～27.21. 0	41.5	100	11,159±74.7	8.4±0.6	1.3± 9.2	1.3	7.8	1.51	0.0_6
43	9. 4～ 9. 5	4.10.30～ 4.20. 0	28.0	100	10,773±73.4	8.3±0.6	1.0± 9.1	1.0	3.3	1.25	0.0_4
44	9. 8～ 9. 9	8.18.30～ 9. 8. 0	2.5	100	10,772±73.2	6.6±0.6	41.8± 9.3	41.8	22.5	52.6	0.1_3
45	9. 9～ 9.10	9.17. 0～10. 8. 0	6.5	100	11,027±74.3	7.3±0.6	17.3± 9.0	17.3	25.8	21.1	0.1_4
46	9.12～ 9.14	12.22. 0～14. 5. 0	28.5	100	10,766±73.4	7.0±0.6	11.0± 8.7	11.0	16.5	13.8	0.3_9
47	9.24～ 9.25	25. 4.15～25. 9. 0	5.0	100	11,061±74.4	7.2±0.6	26.0± 9.2	26.0	18.0	31.8	0.1_6
48	9.25～ 9.26	25. 9. 0～26. 5. 0	11.5	100	10,845±73.7	7.7±0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0_0
49	9.26～ 9.28	26.13. 0～29. 7. 0	36.5	100	11,072±74.4	79. ±0.6	8.3±9.1	8.3	0.0	10.1	0.3_7
50	10. 3～10. 5	3. 9. 0～ 3.24. 0	6.5	100	11,142±74.7	7.6±0.6	24.8± 9.4	24.8	35.3	30.0	0.2_0
51	10. 5～10. 6	5.13.20～ 5.22. 0	19.0	100	11,135±74.6	8.3±0.6	9.0± 9.3	9.0	13.5	10.9	0.2_1
52	10. 8～10. 9	8. 9. 0～ 9. 9. 0	42.5	100	11,077±74.4	8.0±0.6	23.8± 9.6	23.8	6.0	29.0	1.2_3
53	10. 9～10.12	9 . 9. 0～10.13. 0	25.5	100	11,414±75.6	8.6±0.7	15.0± 9.7	15.0	20.3	17.8	0.4_5
54	10.13～10.14	14. 0.10～14. 7. 0	35.0	100	11,221±74.9	8.5±0.7	8.0± 9.4	8.0	6.5	9.6	0.3_4
55	10.17～10.19	19. 4. 0～19. 5. 0	9.5	100	11,408±75.6	9.6±0.7	36.5±10.7	36.5	29.0	43.2	0.4_1
56	10.22～10.23	22.21.10～23. 8. 0	29.0	100	11,568±76.1	9.2±0.7	14.8±10.0	14.8	3.5	17.2	0.5_0
57	10.23～10.24	23.10. 0～24. 7. 0	24.5	100	11,956±77.4	10.2±0.7	24.5±10.7	24.5	5.7	27.7	0.6_8
58	10.24～10.26	24. 9.20～26. 6. 0	72.0	100	11,001±74.2	8.6±0.7	29.0±10.0	29.0	24.2	35.6	2.5_6
59	10.28～10.29	29. 5. 0～29. 9. 0	23.5	100	10,477±72.4	5.6±0.5	7.8± 7.7	7.8	13.8	10.0	0.24
60	10.29～10.30	29. 9. 0～30. 8. 0	7.0	100	10,240±71.6	4.4±0.5	51.3± 8.4	51.3	51.6	67.6	0.4_7
61	10.30～11. 2	1. 2.15～ 2. 9. 0	11.5	100	11,663±76.4	9.6±0.7	29.5±10.5	29.5	4.8	34.2	0.3_9
62	11. 2～11. 4	2. 9. 0～ 4. 9. 0	31.5	100	11,188±74.8	8.5±0.7	47.3±10.4	47.3	15.8	57.1	1.8_0
63	11. 4～11. 5	4.14.35～ 5. 2. 0	5.0	100	11,920±77.2	9.4±0.7	54.3±11.0	54.3	22.8	61.5	0.3_1
64	11. 7～11. 9	7. 9. 0～ 8.24. 0	48.0	100	11,677±76.4	10.1±0.7	6.5±10.2	6.5	0.8	7.5	0.3_6
65	11.10～11.11	10.16.30～11. 8. 0	9.5	100	11,515±75.9	9.6±0.7	50.0±11.0	50.0	29.3	58.7	0.5_6
66	11.11～11.12	11. 9.45～11.22. 0	8.5	100	11,130±74.6	10.1±0.7	38.5±11.0	38.5	40.0	46.7	0.4_0

表 2　　雨　　水 (3)

試料番号	採水期間 年 月 日 ～ 月. 日	降水日時 日.時.分～日.時.分	降水量 mm	試水量 ml	比較試料（除自然計数） cpm	自然計数 cpm	試料（除自然計数） cpm/l	6時間更正値 cpm/l	72時間更正値 cpm/l	6時間更正値 pCi/l	降下量（6時間更正値） mCi/km²
	昭和56										
67	11.12～11.13	13. 5.30～13. 9. 0	3.5	100	11,795±76.8	10.4±0.7	55.5±11.5	55.5	49.8	63.6	0.2_2
68	11.13～11.14	13.10.45～13.18. 0	3.5	100	12,206±78.2	10.5±0.7	58.3±11.6	58.3	54.3	64.5	0.2_3
69	11.16～11.17	16. 8.30～16.24. 0	12.0	100	11,881±77.1	8.0±0.6	49.8±10.2	49.8	57.8	56.6	0.6_8
70	11.20～11.21	20.14.20～21. 9. 0	59.0	100	11,108±74.6	10.0±0.7	38.8±10.9	38.8	21.3	47.1	2.7_8
71	11.21～11.24	21. 9. 0～23.24. 0	6.0	100	11,338±75.3	10.3±0.7	48.5±11.3	48.5	80.8	57.8	0.3_5
72	11.27～11.28	28. 3.20～28. 9. 0	11.5	100	11,656±76.4	9.4±0.7	76.8±11.5	76.8	25.5	89.0	1.0_2
73	11.28～11.30	28. 9. 0～28.17. 0	4.5	78.5	11,116±74.6	12.9±0.8	96.3±13.3	96.3	118	117	0.5_3
74	11.30～12. 1	1. 3.40～ 1. 6. 0	5.5	100	10,575±72.8	10.7±0.7	42.8±11.3	42.8	19.3	54.6	0.3_0
75	12. 1～12. 2	1.10.20～ 2. 9. 0	31.0	100	10,867±73.8	12.6±0.8	49.5±12.3	49.5	41.0	61.6	1.9_1
76	12. 2～12. 3	2. 9. 0～ 2.17. 0	10.0	100	11,177±74.8	10.4±0.7	95.5±12.3	95.5	53.8	115	1.1_5
77	12. 5～12. 7	5.12. 0～ 5.19. 0	9.5	100	11,201±74.9	11.0±0.7	40.0±11.4	40.0	32.0	48.3	0.4_6
78	12. 7～12. 8	7. 9. 0～ 7.19. 0	6.5	100	11,225±75.0	14.0±0.8	15.0±12.2	15.0	37.0	18.0	0.1_2
79	12. 8～12. 9	9. 4.30～ 9. 9. 0	5.0	100	11,456±75.7	11.6±0.8	65.0±12.2	65.0	34.8	76.7	0.3_8
80	12. 9～12.10	9.10.15～ 9.21. 0	6.5	100	11,083±74.5	10.4±0.7	29.3±10.9	29.3	44.3	35.7	0.2_3
81	12.11～12.12	11.23.50～12. 5. 0	9.5	100	11,151±74.7	11.6±0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0_0
82	12.12～12.14	12.13.20～14. 9. 0	4.0	100	11,006±74.2	13.0±0.8	97.5±13.4	97.5	75.8	120	0.4_8
83	12.14～12.15	14.17. 0～15. 9. 0	2.5	100	10,830±73.6	11.6±0.8	11.8±13.2	118	23.8	147	0.3_7
84	12.15～12.16	15.10.10～16. 4. 0	5.5	100	12,626±79.5	11.1±0.7	30.8±11.2	30.8	0.0	32.9	0.1_8
85	12.16～12.17	17. 3. 0～17. 8. 0	2.0	98	11,098±74.5	12.4±0.8	2.5±11.1	2.5	14.0	3.0	0.0_1
86	12.17～12.21	19. 9.50～20.10. 0	25.5	100	12,304±78.5	11.4±0.8	13.5±11.0	13.5	22.3	14.8	0.3_8
87	12.23～12.24	23.12.50～24. 7. 0	5.0	100	10,932±74.0	11.3±0.8	57.8±11.9	57.8	44.5	71.4	0.3_6
88	12.24～12.25	24.13.20～24.22. 0	1.5	100	11,135±74.7	10.8±0.7	31.5±11.1	31.5	0.0	38.2	0.0_6
	昭和57										
89	12.28～ 1. 4	29.18. 0～ 2.17. 0	37.5	100	11,950±77.3	11.1±0.7	30.0±11.2	30.0	31.3	33.9	1.2_7
90	1. 4～ 1. 5	4.22.15～ 5. 9. 0	30.0	100	11,903±77.2	10.4±0.7	12.8±10.5	12.8	0.0	14.5	0.4_4
91	1. 5～ 1. 6	5. 9.10～ 5.15. 0	6.0	100	11,780±76.8	10.0±0.7	55.5±11.3	55.5	39.0	63.7	0.3_8
92	1. 9～ 1.11	9.10. 0～ 9.20. 0	16.5	100	10,601±72.8	7.5±0.6	25.5± 9.4	25.5	22.8	32.5	0.5_4
93	1.12～ 1.13	12. 9. 0～13. 9. 0	12.0	100	11,703±76.5	9.6±0.7	78.8±11.6	78.8	72.3	90.9	1.0_9
94	1.13～ 1.14	13. 9.30～14. 9. 0	12.5	100	11,456±75.7	9.8±0.7	71.8±11.6	71.8	54.8	84.6	1.0_6
95	1.14～ 1.16	14. 9. 0～16. 8. 0	17.0	100	11,804±76.9	9.9±0.7	45.8±11.1	45.8	22.8	52.4	0.8_9
96	1.17～ 1.18	17.11.20～17.15. 0	3.0	100	11,677±76.4	9.3±0.7	15.3±10.0	15.3	18.5	17.6	0.0_5
97	1.18～ 1.19	18.17. 0～19. 9. 0	21.0	100	11,199±74.9	9.9±0.7	45.8±11.0	45.8	16.8	55.2	1.1_6
98	1.19～ 1.20	19.10.20～19.17. 0	2.0	85	11,022±74.3	9.5±0.7	166±13.3	166	69.5	204	0.4_1
99	1.20～ 1.21	20.10.20～21. 6. 0	3.0	100	11,239±75.0	9.0±0.7	32.5±10.3	32.5	25.0	39.1	0.1_2

表 2　　雨　　水 (4)

試料番号	採水期間 年 月 日 ～ 月. 日	降水日時 日.時.分～日.時.分	降水量 mm	試水量 ml	比較試料(除自然計数) cpm	自然計数 cpm	試料(除自然計数) cpm/l	6時間更正値 cpm/l	72時間更正値 cpm/l	6時間更正値 pCi/l	降下量(6時間更正値) mCi/km²
	昭和57										
100	1.22～ 1.23	23. 3.30～23. 9. 0	13.0	100	11,677±76.4	8.1±0.6	43.8±10.1	43.8	16.8	50.6	0.6_6
101	1.23～ 1.25	23. 9.35～25. 3. 0	3.5	100	11,290±75.2	8.8±0.7	15.8± 9.8	15.8	3.8	18.9	0.0_7
102	1.25～ 1.27	25. 9.45～27. 6. 0	2.5	100	11,250±75.0	10.4±0.7	23.3±10.7	23.3	41.3	27.9	0.0_7
103	1.27～ 1.28	27.10. 0～28. 9. 0	21.5	100	11,651±76.4	8.9±0.7	66.8±11.1	66.8	21.8	77.4	1.6_6
104	1.28～ 1.29	28. 9.20～29. 8. 0	14.0	100	11,297±75.2	8.8±0.7	64.3±11.0	64.3	35.8	76.9	1.0_8
105	1.29～ 1.30	29.10.45～30. 6. 0	2.0	100	10,840±73.7	8.5±0.7	110±11.8	110	52.3	137	0.2_7
106	1.30～ 2. 1	30.12. 0～ 1. 9. 0	12.5	100	11,745±76.7	10.8±0.7	23.5±10.9	23.5	24.5	27.0	0.3_4
107	2. 1～ 2. 2	1. 9. 0～ 2. 1. 0	12.0	100	11,029±74.3	10.1±0.7	101±12.3	101	64.5	123	1.4_8
108	2. 3～ 2. 4	4. 1.15～ 4. 7. 0	4.5	100	11,933±77.3	10.8±0.7	17.5±10.8	17.5	43.0	19.8	0.0_9
109	2. 4～ 2. 5	4.12.25～ 4.18. 0	4.5	100	11,133±74.6	10.3±0.7	30.3±10.9	30.3	8.3	36.7	0.1_7
110	2. 6～ 2. 8	6.10.35～ 8. 8. 0	5.5	100	11,502±75.9	10.2±0.7	133±13.0	133	36.5	156	0.8_6
111	2. 8～ 2. 9	8.10. 0～ 9. 4. 0	3.0	100	11,461±75.7	10.3±0.7	82.8±12.0	82.8	19.3	97.6	0.2_9
112	2. 9～ 2.10	9.10.15～10. 9. 0	6.0	100	11,750±76.7	11.3±0.8	94.3±12.6	94.3	42.3	108	0.6_5
113	2.10～ 2.12	10. 9.45～11.10. 0	2.5	100	10,924±73.9	9.8±0.7	43.5±11.0	43.5	60.3	53.8	0.1_3
114	2.13～ 2.15	13.23.30～15. 5. 0	11.0	100	10,893±73.8	8.9±0.7	49.0±10.7	49.0	16.5	60.8	0.6_7
115	2.19～ 2.20	19.18.15～20. 9. 0	23.0	100	11,816±76.9	10.7±0.7	27.5±11.0	27.5	19.3	31.4	0.7_2
116	2.20～ 2.22	20. 9. 0～21.18. 0	15.0	100	11,856±77.0	10.0±0.7	34.0±10.8	34.0	39.8	38.8	0.5_8
117	2.25～ 2.26	25.17.30～25.18. 0	0.5	100	12,135±77.9	10.1±0.7	107±12.4	107.0	81.8	119	0.0_6
118	2.26～ 2.27	26. 9.10～26.24. 0	3.5	100	11,196±74.9	9.8±0.7	100±12.2	100	79.5	121	0.4_2
119	3. 1～ 3. 2	1. 9.20～ 2. 9. 0	7.5	100	10,866±73.7	9.8±0.7	57.8±11.1	57.8	34.8	71.8	0.5_4
120	3. 2～ 3. 3	2. 9. 0～ 3. 5. 0	1.5	100	12,111±77.8	8.6±0.7	109±11.9	109	38.0	122	0.1_8
121	3. 4～ 3. 5	5. 0.40～ 5. 6. 0	6.0	100	10,912±74.0	11.2±0.7	3.8±10.7	3.8	7.0	4.6	0.0_3
122	3. 5～ 3. 6	5.12. 0～ 5.19. 0	8.0	100	11,264±75.1	12.1±0.8	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0
123	3. 8～ 3. 9	8.20.15～ 9. 9. 0	3.5	100	11,326±75.3	11.4±0.8	113±13.1	113	54.5	134	0.4_7
124	3. 9～ 3.10	9. 9. 0～ 9.17. 0	7.0	100	11,468±75.8	10.2±0.7	33.8±10.9	33.8	36.0	39.8	0.2_8
125	3.15～ 3.16	15. 9.05～15.23. 0	8.0	100	10,978±74.1	9.3±0.7	21.8±10.2	21.8	18.8	26.8	0.2_1
126	3.16～ 3.17	16.22. 0～17. 7. 0	4.0	100	11,340±75.3	9.3±0.7	84.3±11.6	84.3	67.0	100	0.4_0
127	3.21～ 3.22	21. 3. 0～21.16. 0	35.5	100	11,050±74.3	8.8±0.7	4.3± 9.5	4.3	0.0	5.2	0.1_8
128	3.23～ 3.24	23.23.50～24. 4. 0	3.5	100	10,987±74.2	9.7±0.7	79.3±11.7	79.3	87.0	97.5	0.3_4
129	3.24～ 3.25	25. 3.50～25. 9. 0	1.0	82	11,292±75.2	11.4±0.8	112±13.0	112	50.3	134	0.1_3
130	3.25～ 3.26	25. 9.50～25.23. 0	3.5	100	10,719±73.2	10.8±0.7	87.0±12.3	87.0	63.8	110	0.3_9
131	3.30～ 3.31	31. 3.45～31. 9. 0	25.5	100	11,187±74.8	9.7±0.7	19.0±10.3	19.0	3.3	23.0	0.5_9

表 3　　雨水・ちり（大型水盤による1カ月分）

試料番号	採取期間 月日～月日	日数	降水量 mm	採取 年月日	採取後測定迄の期間 hr	測定 年月日	供試量 ml	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm/l	月間降下量 mCi/km²
	昭和56	日		昭和		昭和					
LR-1	4. 1～ 5. 1	30	147.0	56. 5. 1	6	56. 5. 1	100	10,665±73.1	7.2±0.6	247 ±14.0	24.3
2	5. 1～ 6. 1	31	192.5	56. 6. 1	6	56. 6. 1	100	10,766±73.4	8.6±0.7	121 ±12.1	21.7
3	6. 1～ 7. 2	31	260.0	56. 7. 2	6	56. 7. 2	100	10,582±72.8	7.2±0.6	27.5± 9.3	9.10
4	7. 2～ 8. 1	30	143.5	56. 8. 1	6	56. 8. 1	100	10,721±73.2	7.3±0.6	160 ±12.4	0.68
5	8. 1～ 9. 1	31	232.5	56. 9. 1	6	56. 9. 1	100	10,698±73.2	6.8±0.6	28.5± 9.1	4.91
6	9. 1～10. 1	30	118.0	56.10. 1	6	56.10. 1	100	11,083±74.5	8.2±0.6	27.0± 9.7	2.32
7	10. 1～11. 2	32	308.0	56.11. 2	6	56.11. 2	100	11,663±76.4	9.6±0.7	21.8±10.3	7.00
8	11. 2～12. 2	30	237.5	56.12. 2	6	56.12. 2	100	10,867±73.8	12.6±0.8	80.3±12.9	23.1
	昭和57										
9	12. 2～ 1. 4	33	145.0	57. 1. 4	6	57. 1. 4	100	11,950±77.3	11.1±0.7	62.3±11.9	10.1
10	1. 4～ 2. 2	29	206.5	57. 2. 2	6	57. 2. 2	100	12,120±77.9	10.5±0.7	65.8±11.7	20.4
11	2. 2～ 3. 1	27	102.0	57. 3. 1	6	57. 3. 1	100	10,867±73.7	9.3±0.7	66.3±11.2	7.15
12	3. 1～ 4. 1	31	119.0	57. 4. 1	6	57. 4. 1	100	11,086±74.5	8.8±0.7	64.0±11.0	8.04

表 4　　陸　　水

試料番号	試料名（上水(原水)／上水(蛇口水)／淡水の別）	採取年 月日時	採水地点	水温 (°C)	測定 年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm/l	放射能濃度 pCi/l	蒸発残留物 mg/l
TW-1	上水(蛇口水)	昭和56 6.20～ 9.30	金沢市三馬	14.5	昭和 56. 6.26	54.6±1.8	6.5±0.6	0.6±0.8	0.0	87.6
2	〃	12.17～15.00		8.2	56.12.21	48.1±1.9	11.7±0.8	0.1±1.1	0.0	97.0

表 5　農　畜　産　物

試料番号	種類	採取年月日	採取地点	測定年月日	新鮮重量 g	灰分新鮮重当り %	カリウム含量灰分中 %	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）灰分500mg当り cpm	放射能濃度（含K） 灰分1g当り pCi	新鮮重1g当り pCi
AF-1	牛乳	昭和56. 8.10	羽咋郡押水町	昭和56. 8.21	2.90 l	7.23 g/l	21.3	140.9±2.8	7.7±0.6	58.6±1.9	166	1.2
2	精米	56. 9.14	金沢市三馬	56. 9.26	500	0.41 %	22.0	145.5±2.8	7.7±0.6	60.2±1.9	165	0.7
3	ほうれん草	56.11.11		56.11.25	4,050	1.30 %	31.9	140.9±2.9	11.0±0.7	102.1±2.5	289	3.8
4	大根	56.11.25		56.12.12	5,090	0.48 %	36.1	145.6±2.9	11.6±0.8	113.6±2.6	311	1.5
5	牛乳	57. 2.16	羽咋郡押水町	57. 2.18	2.93 l	7.32 g/l	18.4	145.8±2.9	9.7±0.7	60.7±2.0	166	1.2

表 6　海　産　物

試料番号	採取年月日	採取地点	種類	採取方法	灰分新鮮重当り %	カリウム含量灰分中 %	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（灰分500mg当り） cpm	放射能濃度（含K） 灰分1g当り pCi	新鮮重1g当り pCi
MB-1	昭和56. 4.23	羽咋郡富来町	わかめ	購入	1.98	30.4	昭和56. 5.15	146.0±2.8	7.8±0.6	84.8±2.2	231.8	4.6
2	56. 8.20		ささえ	〃	2.33	5.6	56. 8.31	146.2±2.8	6.1±0.6	47.6±1.7	130.0	3.0
3	56.11.26		かれい	〃	0.91	23.4	56.12.12	145.6±2.9	11.6±0.8	77.8±2.2	213.1	1.9

表 7　土　壌

試料番号	採取年月日	採集箇所 地名	種類	深さ	採取方法	採取面積 cm²	乾土全量 g	測定年月日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	試料計数率（除バックグラウンド計数率）乾土1g当り cpm	放射能濃度（含K） 乾土1g当り pCi	mCi/km²
S-1	昭和56. 7.20	金沢市末町	草地	cm 0～5	土壌採取器により1m間隔に8カ所採取	353	1,978	昭和56. 8.20	384.2±4.5	6.1±0.6	20.8±1.3	21.6	1,286
2	〃		〃	5～20		353	6,771	〃	〃	〃	20.6±1.3	21.4	4,423

表 8　日　常　食

試料番号	採取年月日	採取場所	生体重量 kg	灰分 g/人1日	カリウム mg/人1日	比較試料計数率（除バックグラウンド計数率） cpm	バックグラウンド計数率 cpm	測定年月日	試料計数率（除バックグラウンド計数率）灰分500mg当り cpm	放射能濃度（含K） 灰分1g当り pCi	生体1g当り pCi
F-1	昭和56 6.28～ 6.30	金沢市	9.67	20.6	1,957	145.1±2.8	7.8±0.6	昭和56. 7.14	26.7±1.5	73.4	0.79
2	12.17～12.22	〃	11.09	25.0	2,450	142.0±2.9	13.3±0.8	56.12.28	31.3±1.7	87.9	0.99

表 9　　牛　乳　中　の　I－131

試料番号	採取年月日	採取地点	種類	測定年月日	供試量 l	測定時間 min	バックグラウンド計数率 cpm	試料全計数率 cpm（除くBKG）	カリウム－40計数率 cpm	ヨウ素—131 計数率 cpm/l	ヨウ素—131 放射能濃度 pCi/l
I－1	昭和 56. 6.10	羽咋郡押水町	生乳	昭和 56. 6.11	1.7	1,000	198.6	36.0	7.04	0.26	—
2	56. 7.10	〃	〃	56. 7.11	1.7	1,000	197.8	39.1	6.86	0.00	—
3	56. 9.10	〃	〃	56. 9.11	1.7	1,000	196.9	37.4	7.00	0.00	—
4	56.10.14	〃	〃	56.10.15	1.7	1,000	195.6	48.9	7.25	0.00	—
5	56.12.19	〃	〃	56.12.19	1.7	1,000	199.0	35.5	7.33	0.12	—
6	57. 1.19	〃	〃	57. 1.20	1.7	1,000	199.1	36.9	7.22	0.00	—

(注)　—は検出限界未満値を示す。

表 10　　サーベイメーターによる空間線量率

測定番号	測定年月日時	測定場所	天候	空間線量率（μR/hr） a（そのままの値）	b（遮蔽体内）	c（鉛ブロック内）	d（標準線源）	線量率 μR/hr
A－1	昭和 56. 4.14 13:30	金沢市三馬 当所　構内	晴	7.1	4.5	0.5	30.9	8.4
2	5.14 13:20	〃	晴	7.6	4.8	0.5	30.3	8.9
3	6.15 13:20	〃	くもり	7.6	4.5	0.5	29.9	8.6
4	7.15 13:10	〃	くもり	7.6	4.7	0.5	32.0	8.4
5	7.20 10:45	金沢市末町 末浄水場敷地内	快晴	7.3	4.7	0.5	34.4	8.0
6	8.18 13:30	金沢市三馬 当所　構内	くもり	8.1	4.6	0.5	31.3	8.5
7	9.16 13:20	〃	晴	8.1	4.4	0.5	31.9	8.2
8	10.15 13:10	〃	快晴	7.6	4.7	0.5	31.4	8.6
9	11.17 13:30	〃	くもり	7.2	4.2	0.5	30.6	8.0
10	12.15 13:30	〃	雪	7.9	4.5	0.5	30.5	8.5
11	昭和 57. 1.14 13:15	〃	くもり	7.1	4.2	0.5	30.7	8.0
12	2.15 13:15	〃	晴	6.0	3.5	0.5	29.3	7.2
13	3.18 13:20	〃	くもり	7.4	4.6	0.5	30.4	8.6

表 11　モニタリングポストによる空間線量 (1)

56年 4 月分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 4. 1	水	曇	20.5	16.0	17.6
2	木	雨	21.5	15.0	17.5
3	金	晴	16.5	15.0	15.7
4	土	曇	17.0	15.0	16.0
5	日	曇	20.5	16.0	17.5
6	月	雨	20.0	15.0	16.6
7	火	晴	16.0	15.0	15.6
8	水	晴	16.5	15.5	15.9
9	木	晴	17.5	15.0	16.0
10	金	雨	19.0	16.0	16.8
11	土	晴	16.5	15.0	15.9
12	日	晴	17.5	15.5	16.4
13	月	雨	17.0	15.5	16.0
14	火	晴	16.0	15.5	15.8
15	水	晴	17.0	15.5	16.0
16	木	雨	19.5	15.5	17.3
17	金	曇	16.5	15.0	15.7
18	土	晴	16.5	15.0	15.7
19	日	曇	18.5	15.5	16.5
20	月	雨	23.5	15.0	17.7
21	火	曇	16.0	15.0	15.5
22	水	晴	16.5	15.0	15.9
23	木	晴	16.5	15.0	15.8
24	金	晴	16.5	14.5	15.9
25	土	雨	19.5	15.0	16.4
26	日	晴	欠		測
27	月	晴			
28	火	晴	17.0	15.0	15.8
29	水	晴	17.0	15.0	16.1
30	木	雨	17.0	15.0	16.1

5 月分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 5. 1	金	晴	16.5	15.0	15.8
2	土	曇	17.0	15.5	16.3
3	日	雨	20.5	16.0	17.9
4	月	曇	16.5	15.0	15.6
5	火	晴	16.5	15.0	15.7
6	水	雨	18.0	15.5	16.4
7	木	雨	20.5	15.5	17.2
8	金	曇	16.0	15.0	15.7
9	土	曇	17.0	15.5	16.2
10	日	曇	18.5	15.5	16.3
11	月	晴	17.0	15.5	16.3
12	火	曇	20.0	15.0	16.8
13	水	晴	16.5	15.0	15.8
14	木	晴	16.0	15.0	15.8
15	金	曇	17.5	15.0	16.1
16	土	晴	16.0	14.5	15.6
17	日	雨	20.5	15.5	17.3
18	月	雨	21.5	15.0	16.3
19	火	曇	17.0	15.0	15.6
20	水	曇	16.0	15.0	15.4
21	木	晴	16.0	15.0	15.5
22	金	晴	16.5	15.0	15.8
23	土	晴	16.5	15.0	15.8
24	日	曇	20.0	16.0	17.1
25	月	曇	17.0	15.5	15.8
26	火	晴	16.5	15.5	16.1
27	水	晴	17.5	16.0	16.6
28	木	曇	17.5	15.0	16.5
29	金	曇	22.0	15.0	16.4
30	土	晴	16.0	14.5	15.3
31	日	晴	20.5	15.0	16.4

6 月分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 6. 1	月	曇	18.0	15.0	15.9
2	火	晴	16.5	15.0	15.5
3	水	晴	16.5	15.0	15.6
4	木	曇	16.5	15.5	16.1
5	金	晴	16.5	15.0	16.0
6	土	晴	17.5	15.5	16.3
7	日	晴	17.0	16.0	16.3
8	月	晴	17.0	15.5	16.2
9	火	曇	17.5	15.5	16.7
10	水	曇	18.0	16.0	16.9
11	木	曇	17.0	15.0	16.3
12	金	雨	19.0	16.0	17.3
13	土	曇	19.5	15.5	16.6
14	日	雨	21.5	15.5	17.9
15	月	曇	24.0	15.5	17.5
16	火	晴	17.0	15.5	16.4
17	水	晴	17.5	16.0	16.6
18	木	曇	21.0	15.0	16.4
19	金	曇	17.0	15.0	15.5
20	土	曇	17.5	16.5	16.9
21	日	曇	18.5	16.0	17.1
22	月	曇	18.5	15.5	16.3
23	火	雨	20.0	16.0	17.4
24	水	晴	17.0	15.5	16.3
25	木	曇	21.0	16.0	18.0
26	金	曇	22.0	16.0	18.0
27	土	雨	23.0	16.0	17.4
28	日	雨	22.5	16.0	18.2
29	月	雨	19.5	15.5	16.9
30	火	曇	17.0	15.5	16.2

表 11　モニタリングポストによる空間線量 (2)

7 月 分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 7. 1	水	晴	18.0	15.5	16.4
2	木	雨	19.0	16.0	16.9
3	金	曇	24.0	15.0	17.0
4	土	晴	17.0	15.5	16.3
5	日	曇	17.5	16.0	16.8
6	月	晴	17.0	15.5	16.2
7	火	曇	18.5	16.0	16.5
8	水	晴	18.0	16.5	17.1
9	木	晴	17.5	16.0	16.8
10	金	曇	17.0	15.5	16.4
11	土	曇	18.0	16.0	17.0
12	日	曇	17.5	16.0	16.7
13	月	曇	18.0	15.5	16.8
14	火	曇	18.0	16.0	16.9
15	水	晴	18.0	15.5	16.9
16	木	晴	18.0	16.0	16.8
17	金	晴	17.5	16.0	16.7
18	土	曇	17.5	16.0	16.8
19	日	晴	17.5	16.0	16.9
20	月	晴	18.0	16.0	17.1
21	火	晴	18.0	16.0	16.8
22	水	曇	17.5	16.0	16.8
23	木	曇	17.0	16.0	16.5
24	金	晴	17.0	16.0	16.7
25	土	曇	18.0	16.0	16.8
26	日	晴	17.5	16.0	16.8
27	月	晴	18.5	16.0	17.1
28	火	晴	19.0	16.5	17.3
29	水	晴	18.5	16.5	17.5
30	木	晴	20.0	16.5	17.5
31	金	晴	19.0	17.0	17.7

8 月 分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 8. 1	土	晴	18.5	16.5	17.1
2	日	晴	18.0	16.5	17.3
3	月	晴	19.0	16.5	17.4
4	火	曇	20.0	16.5	17.4
5	水	晴	21.0	16.0	17.1
6	木	晴	17.5	16.0	16.5
7	金	曇	19.5	16.0	17.3
8	土	曇	20.0	16.5	17.8
9	日	晴	18.5	16.0	17.5
10	月	晴	18.0	17.0	17.7
11	火	曇	20.0	17.5	18.5
12	水	雨	18.5	16.5	17.6
13	木	晴	18.0	16.5	17.4
14	金	曇	18.0	16.5	17.4
15	土	晴	18.0	16.5	17.1
16	日	晴	19.0	17.0	18.0
17	月	晴	19.5	17.5	18.5
18	火	曇	19.5	17.5	18.4
19	水	雨	22.0	17.0	18.7
20	木	晴	20.0	18.0	19.0
21	金	晴	20.0	17.5	18.9
22	土	曇	25.0	17.0	19.3
23	日	雨	23.5	17.0	19.7
24	月	晴	19.0	17.5	18.3
25	火	晴	19.5	18.0	18.8
26	水	晴	19.5	18.0	18.6
27	木	雨	24.0	18.0	20.6
28	金	晴	20.0	17.5	18.3
29	土	晴	19.0	17.0	18.2
30	日	晴	19.0	17.5	18.0
31	月	晴	19.0	17.0	18.2

9 月 分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 9. 1	火	晴	20.0	17.4	18.4
2	水	晴	19.5	18.0	18.6
3	木	曇	19.5	17.0	18.5
4	金	雨	23.0	17.0	19.4
5	土	曇	18.5	17.5	17.9
6	日	曇	19.0	17.5	18.0
7	月	晴	19.0	17.0	18.0
8	火	曇	21.0	18.0	18.8
9	水	曇	21.0	17.0	18.6
10	木	曇	20.5	17.0	18.2
11	金	晴	18.5	17.5	17.9
12	土	曇	21.5	17.5	18.8
13	日	曇	28.5	17.0	19.6
14	月	晴	22.5	17.0	18.1
15	火	晴	18.5	17.5	17.9
16	水	晴	18.5	17.0	17.9
17	木	晴	19.0	17.5	18.1
18	金	晴	19.0	17.0	18.0
19	土	雨	20.0	18.0	19.0
20	日	晴	19.5	18.0	18.6
21	月	晴	19.5	17.0	18.1
22	火	晴	19.0	17.5	18.1
23	水	晴	19.0	17.5	18.4
24	木	晴	19.5	18.0	18.8
25	金	雨	21.0	18.0	19.0
26	土	曇	20.5	18.0	18.8
27	日	雨	20.0	17.0	18.1
28	月	曇	18.5	17.0	17.8
29	火	曇	18.0	17.0	17.6
30	水	曇	19.5	17.5	18.3

表 11　モニタリングポストによる空間線量 (3)

10 月 分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 10. 1	木	曇	20.0	17.5	18.8
2	金	晴	19.0	17.5	18.1
3	土	雨	20.0	17.5	18.6
4	日	晴	18.5	17.5	17.9
5	月	雨	24.5	17.5	19.6
6	火	曇	19.5	17.5	18.2
7	水	晴	19.5	17.5	18.3
8	木	雨	21.0	18.0	19.2
9	金	雨	37.5	17.5	23.0
10	土	雨	20.5	17.5	18.8
11	日	晴	18.5	17.0	18.0
12	月	晴	18.5	17.5	17.8
13	火	晴	19.0	17.0	17.9
14	水	雨	22.5	17.0	18.8
15	木	晴	18.0	17.0	17.6
16	金	曇	18.5	17.5	17.8
17	土	晴	18.5	17.5	18.0
18	日	晴	19.0	17.5	18.1
19	月	曇	21.5	17.5	18.2
20	火	晴	18.5	17.0	17.7
21	水	晴	19.0	17.5	18.4
22	木	雨	21.5	17.5	18.5
23	金	雨	30.0	17.5	22.6
24	土	曇	30.0	17.5	21.6
25	日	雨	28.0	18.0	22.5
26	月	晴	19.0	17.0	17.8
27	火	晴	18.5	17.0	17.7
28	水	晴	18.5	17.0	17.7
29	木	雨	22.5	17.0	18.6
30	金	曇	19.5	17.5	17.9
31	土	晴	19.0	17.0	18.1

11 月 分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 11. 1	日	曇	23.0	17.0	18.6
2	月	晴	21.0	17.0	18.5
3	火	雨	20.0	17.0	18.1
4	水	晴	26.0	17.5	20.1
5	木	雨	22.0	17.0	18.0
6	金	曇	20.0	17.0	18.1
7	土	晴	25.0	17.0	19.0
8	日	雨	35.5	18.5	23.8
9	月	曇	19.5	17.0	17.9
10	火	晴	22.0	17.0	18.3
11	水	雨	26.0	17.5	20.4
12	木	晴	19.0	17.0	17.7
13	金	雨	22.5	17.0	18.8
14	土	晴	19.0	17.0	17.8
15	日	晴	18.0	16.5	17.4
16	月	雨	21.5	17.0	19.0
17	火	晴	20.5	17.0	17.9
18	水	曇	18.5	16.5	17.5
19	木	晴	17.5	16.5	17.1
20	金	曇	24.0	17.0	19.5
21	土	雨	22.0	17.0	19.5
22	日	雨	22.0	17.0	18.3
23	月	曇	20.0	17.0	18.0
24	火	曇	20.0	17.5	18.1
25	水	曇	18.0	16.5	17.5
26	木	曇	19.5	17.0	18.4
27	金	曇	18.5	17.0	17.6
28	土	雨	29.0	17.0	20.1
29	日	曇	18.0	16.5	17.2
30	月	晴	18.0	16.5	17.4

12 月 分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和56 12. 1	火	曇	39.5	17.0	22.1
2	水	曇	23.0	16.5	18.9
3	木	曇	20.5	16.0	17.3
4	金	晴	18.0	16.5	17.1
5	土	曇	25.0	16.5	18.8
6	日	曇	19.0	17.5	18.2
7	月	雨	21.5	16.5	18.4
8	火	曇	18.5	17.0	17.7
9	水	雨	27.0	17.5	20.4
10	木	曇	18.0	17.0	17.6
11	金	晴	18.5	17.0	17.6
12	土	曇	29.5	16.5	19.8
13	日	曇	23.0	17.0	18.5
14	月	雪	19.0	17.0	17.7
15	火	雪	20.5	17.0	18.8
16	水	晴	19.5	17.0	17.2
17	木	曇	21.0	16.5	17.6
18	金	晴	18.0	16.5	17.1
19	土	雨	26.0	17.5	19.5
20	日	雨	30.0	17.0	20.7
21	月	晴	18.0	16.5	17.2
22	火	晴	18.0	16.5	17.3
23	水	晴	22.0	16.5	18.3
24	木	雨	22.5	17.5	19.3
25	金	晴	18.0	16.5	17.4
26	土	曇	18.0	16.0	17.2
27	日	晴	17.5	16.0	17.0
28	月	曇	18.5	16.5	17.4
29	火	晴	35.0	17.5	21.3
30	水	曇	27.0	17.0	18.3
31	木	曇	19.0	17.0	18.1

表 11　　モニタリングポストによる空間線量 (4)

57年 1 月分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和57 1. 1	金	曇	25.5	17.0	19.1
2	土	雨	24.0	17.5	19.6
3	日	晴	18.5	16.5	18.0
4	月	曇	20.0	16.5	17.7
5	火	雨	28.0	17.0	20.4
6	水	曇	18.5	16.5	17.5
7	木	雪	22.0	17.0	18.3
8	金	晴	18.0	16.0	17.1
9	土	雨	28.5	17.0	20.5
10	日	曇	18.5	17.0	17.9
11	月	晴	18.0	17.0	17.6
12	火	雨	25.0	17.0	19.9
13	水	雨	22.5	17.0	18.4
14	木	曇	22.0	16.5	18.4
15	金	曇	20.5	16.0	18.4
16	土	雪	18.5	15.5	16.7
17	日	雪	20.0	15.5	16.2
18	月	晴	23.0	15.5	17.5
19	火	雪	24.0	15.0	17.8
20	水	雪	16.5	14.5	15.3
21	木	曇	17.5	14.5	15.8
22	金	晴	18.0	16.5	17.1
23	土	雨	25.0	16.0	18.8
24	日	曇	18.0	16.0	17.2
25	月	曇	25.5	17.0	18.6
26	火	曇	18.5	16.5	17.4
27	水	曇	25.5	17.5	20.2
28	木	雪	26.5	18.0	21.5
29	金	雪	20.0	15.0	16.4
30	土	曇	17.5	14.0	15.1
31	日	曇	16.0	14.0	14.6

2 月分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和57 2. 1	月	曇	22.0	14.5	17.6
2	火	雪	16.0	13.5	14.3
3	水	曇	15.5	13.0	14.2
4	木	曇	19.5	15.5	16.6
5	金	曇	16.5	15.0	15.6
6	土	曇	21.0	15.5	17.7
7	日	雪	22.5	16.0	18.1
8	月	曇	19.0	15.0	16.6
9	火	晴	17.5	15.0	16.0
10	水	雪	19.5	15.0	17.1
11	木	晴	20.0	15.5	16.3
12	金	晴	16.5	15.5	16.0
13	土	晴	18.0	15.0	16.6
14	日	雪	22.0	16.5	18.8
15	月	雪	26.5	16.0	17.6
16	火	晴	17.5	16.0	16.7
17	水	曇	18.0	16.5	17.3
18	木	晴	18.5	16.5	17.3
19	金	晴	26.0	17.0	18.8
20	土	雨	29.0	18.5	23.6
21	日	曇	19.0	17.0	17.9
22	月	雨	19.0	16.5	17.7
23	火	晴	19.0	17.0	17.6
24	水	曇	18.0	16.5	17.4
25	木	晴	19.5	17.0	17.5
26	金	雪	21.0	16.5	18.0
27	土	曇	19.0	16.5	17.3
28	日	曇	18.5	16.5	17.6

3 月分

年月日	曜日	天候	上値 cps	下値 cps	平均値 cps
昭和57 3. 1	月	雨	20.0	17.5	18.7
2	火	雨	24.0	16.5	18.2
3	水	雪	19.5	16.0	17.3
4	木	晴	18.5	17.0	17.5
5	金	雨	26.5	17.0	20.3
6	土	曇	20.0	16.5	17.5
7	日	晴	18.0	16.5	16.7
8	月	晴	19.0	16.5	17.7
9	火	雪	24.0	17.0	20.1
10	水	晴	18.0	16.5	17.3
11	木	晴	18.0	16.5	17.3
12	金	曇	18.5	17.0	17.8
13	土	曇	18.0	16.5	17.4
14	日	晴	18.5	17.5	17.9
15	月	雨	22.5	17.0	18.5
16	火	曇	19.5	17.0	17.5
17	水	晴	21.5	17.0	17.9
18	木	曇	20.0	16.5	17.5
19	金	晴	18.5	17.0	17.5
20	土	曇	19.0	17.5	18.1
21	日	雨	22.0	16.5	19.1
22	月	晴	18.0	16.5	17.3
23	火	晴	18.5	17.0	17.6
24	水	曇	欠		測
25	木	雪	21.5	17.0	19.0
26	金	曇	18.0	16.5	17.4
27	土	晴	17.5	16.5	17.1
28	日	晴	18.0	16.5	17.2
29	月	晴	18.0	16.5	17.3
30	火	晴	18.5	17.0	17.5
31	水	雨	29.0	17.0	20.9

〔資　料〕

石川県における感染症サーベイランスのウイルス検査成績（昭和56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

1　ま　え　が　き

伝染病の発生が激減した今日，発生時防疫よりも平常時防疫に力点を置かねばならないことは論を待たない。その1つの手段として我が国では昭和37年から伝染病流行予測事業を発足させ，現在7疾患（ポリオ，ジフテリア，百日咳，日本脳炎，インフルエンザ，風疹，麻疹）について，全国的規模で感染源並びに感受性調査を毎年実施している。しかし一部の疾患を除いて，流行を予測するというには程遠い感がある。

一方，伝染病予防法，その他の関連した法律で，現在届出を義務づけられている疾患が34種あるが，現在発生のない疾患はともかく，数多く発生があるにもかかわらずほとんど届出されないものもかなり多い。法定伝染病の猩紅熱，赤痢，届出伝染病のインフルエンザ，百日咳，麻疹，ほかには性病などがそうで，これらの統計上示される数字はその極く一部を示しているに過ぎない。これは1つには，これら届出を義務づけている法律が発生時防疫を主眼としているからで，比較的容易に症状が軽減できるようになり，伝染病の扱いをしないですむことがあり，改善できるところは改善しないと，この種の弊害はなくならないであろう。伝染病の発生が少なくなったこと，医学の発達で病原体の自然界におけるサイクルが解明される一方で治療も進歩したことなどから，伝染病予防法と予防接種法を見直す作業が進められ，昭和46年にはその骨子としての伝染病予防調査会の中間答申が出された。それによれば対象を伝染病と限定せずに，広く食中毒なども含め，すべての感染症を行政措置に適したグループに再編し，併せて平常時の感染症発生情報（患者情報），検査室情報（病原体分離情報），血液疫学情報（住民の感受性度など）を感染センターとしての地方衛生研究所を窓口として，広く収集・解析しようという意図であったが，予防接種法については，その後昭和51年に，予防接種事故の国家救済を主な目的とした改正が行われたにとどまり，伝染病予防法については，明治30年に制定され，幾多の現状にそぐわない点が生じて来たにも抱らず，未だ改正の兆しはない。

さて，流行予測事業もさることながら，患者情報が届出を要する伝染病など34疾患のみでは，現実に起きている感染症の動向を察知することはできない。そこで厚生省では昭和56年度から，新たに細菌性疾患6，ウイルス性疾患13，病原体不明疾患2，疾患群としては18疾患について感染症サーベイランスを実施することとなった。対象疾患については，後出の表2に掲げたもののほか，44都府県市ではインフルエンザ様疾患が，38都府県市ではウイルス性肝炎を含ませている。この感染症患者情報は，届出を要する疾病に似かよったものとしては，細菌性では百日咳様疾患と溶連菌感染症，ウイルス性では麻疹様，インフルエンザ様疾患を含むが，届出を要する伝染病などの届出と重復するものではない。この事業では全患者数ではなく，人口比に応じた定点医療機関からの疾患別患者数を週毎に

Virus Isolation and Detection from Patients' Samples for Infectious Diseases Surveillance in Ishikawa Prefectue, 1981.　*by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, and Hajime ONISHI (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

収集しその動向を探ろうとするもので，各都道府県ごとに取りまとめ，更に中央で集計・解析し，得られた全国情報は逆ルートで週報として還元するシステムをとっている。

国の感染症サーベイランス事業実施要綱[1]に基づき，石川県でも石川県感染症サーベイランス事業実施要綱[2]を定め，18疾患を対象に，県内13保健所管内から30患者定点（小児科・内科定点24，眼科定点3，病院定点3）を選び，国の実施時期に合わせて，7月1日から情報の収集を開始した。一方，患者定点の約30%にあたる定点を検査定点として，厚生省の方針では，ウイルス性疾患については1定点あたり年間8検体について，その病原体検出を地方衛生研究所で行うこと，また細菌性疾患については，問題は多いが一般依頼検査として実施するということになった。石川県では厚生省案を参考に，患者定点は厚生省基準案を2カ所上回る30定点，検査定点は8カ所上回る16定点を定め，検査件数は厚生省基準の64件を上回る年間200件とし，細菌性疾患についても一般依頼扱いとせずにウイルス性疾患と同じ扱いにすることとした。**表1**に地区別，保健所別の患者定点と検査定点数を，**表2**には対象となる疾患，対象となる病原体，その検出必要性の有無について掲げた。

表1　石川県における感染症サーベイランス定点

地区	保健所	患者定点 小児科・内科	患者定点 眼科	患者定点 病院(小児科)	検査定点
南加賀	山代	1 ①			1
	小松	3 ②	1 ③		2
石川中央	松任	2 ④			1
	金沢・泉野 金沢・元町	9 ⑤ ⑥	1 ⑦	1 ⑧	4
	津幡	1 ⑨		1 ⑩	2
南能登	羽咋	1 ⑪			1
	富来	1			0
	七尾	2 ⑫	1 ⑬	1 ⑭	3
北能登	輪島	1 ⑮			1
	門前	1			0
	宇出津	1			0
	珠洲	1 ⑯			1
計（厚生省基準数）		24(22)	3 (3)	3 (3)	16 (8)
対象疾病番号*		(1)～(14)	(14)～(16)	(17) (18)	*表2参照

注　○内数字は検体定点番号を示す。

2 実　施　方　法

県下16検査定点で感染症サーベイランス事業検査指針[2]に基づき採取された検体は，所轄の保健所を経由して衛生公害研究所へ送付される。

当所に送付された検体は直ちに前処理後[3]，4細胞系（2代アフリカミドリザル腎：AGMK，VERO，HEp-2，MDCK）及び必要に応じて孵化鶏卵を用いてのウイルス分離を行った[4][5]。分離されたウイルス株については，国立予防衛生研究所分与もしくは市販の中和用あるいはHI用抗血清を用いて同定を行った。同定後，その結果を公衆衛生課（石川県感染症情報センター）及び所轄保健所を通じてもとの医療機関に通報するとともに所定の報告書により，国立予防衛生研究所村山分室の中央検査部血清情報管理室へ通報した[6]。

なお，これら得られたウイルス分離成績は，石川県感染症情報（様式8）(週報）に検査情報として登載される一方，国立予防衛生研究所へ送付された分については，微生物検査情報システム化に関する研究班が発行している病原微生物検出情報（月報）に掲載され，全国情報として還元されてくる（ただし他の情報と一諸にされ，サーベイランスによるものかどうかは不明確である。）

3 調査結果と考察

ウイルス検査を対象とした疾患別の検体数及び分離陽性数は表2に示したとおりで，病原体検出の必要があるウイルス性疾患9のうち，2疾患（急性出血性結膜炎と脳・脊髄炎）を除く7疾患と風疹，流行性耳下腺炎，その他の計10疾患を対象として，62人，73検体（ほかに検査定点外から乳児嘔吐下痢症を対象に7人7検体）が寄せられ，その結果33人40検体（ほかに5人5検体）から42株（ほかに6株）のウイルスが分離された。分離率は対人数で53%，対検体数では58%であった。月別受付検体数及び分離陽性数を**表3**に示した。

検査材料からのウイルス分離には，通常早くて1週間，長いと数カ月を要し，更に同定に際しては，数日中にCPE（細胞変性効果）を起こす程度の力価を確保する必要のあること（時には更に数代の継代を要することもある），及び同定用抗血清の入手の困難さもあっ

表 2　感染サーベイランス対象疾患名並びにウイルス分離用検体受付数と分離数

番号	対象疾患名	対象となる病原体	病原体検出の必要	検査件数 人数—検体数	分離陽性 人数—株数	患者数*
(1)	麻疹様疾患	ウイルス	×	—	—	613人
(2)	風疹	〃	×	2 — 2	1 — 1	2,329
(3)	水痘	〃	×	—	—	1,650
(4)	流行性耳下腺炎	〃	×	1 — 1	1 — 1	1,090
(5)	百日咳様疾患	細菌	○	—	—	95
(6)	溶連菌感染症	〃	○	—	—	216
(7)	異型肺炎	〃	○	—	—	37
(8)	乳児嘔吐下痢症	ウイルス	○	2(7) — 2(7)	1(5) —1(16)	120
(9)	その他の感染性下痢症	細菌・ウイルス	○	7 — 7	0	284
(10)	手足口病	ウイルス	○	2 — 4	0	41
(11)	伝染性紅斑	—	×	—	—	257
(12)	突発性発疹	—	×	—	—	622
(13)	ヘルパンギーナ	ウイルス	○	9 —12	5 — 6	464
(14)	咽頭結膜熱	〃	○	9 —13	4 — 8	171
(15)	流行性角結膜炎	〃	○	18 —18	15 —15	753
(16)	急性出血性結膜炎	〃	○	0	—	9
(17)a	(細菌性)髄膜炎	細菌	○	—	—	5
(17)b	(ウイルス性)髄膜炎	ウイルス	○	2 — 4	2 — 4	13
(18)	脳・脊髄炎	細菌・ウイルス	○	0	—	1
(19)	その他			10 —10	4 — 6	—
計				62(7) — 73(7)	33(5) — 42(6)	8,770

* 昭和56年7月1日～昭和57年3月27日までの数　( ) 内数字は定点外の分を示す。

表3　月別ウイルス検査件数と分離陽性数

年月	検査件数		分離陽性数		
	人数	検体数	人数	検体数	株数
昭和56年 7月	15	15	5	4	4
8月	11	15	9	12	12
9月	6	8	5	4	4
10月	5	9	4	8	8
11月	0	0	—	—	—
12月	17(4)	18(4)	7(3)	9(3)	10(3)
昭和57年 1月	3(3)	3(3)	(2)	(2)	(3)
2月	4	4	2	2	3
3月	1	1	1	1	1
計	62(7)	73(7)	33(5)	40(5)	42(6)

( ) 内数字は定点外の分を示す。

て，検体を受付け直ちに検査に入ったとしても，分離ウイルスによっては半年以上も結果が還元されないこともあり得る。このような肉体的・時間的ロスを短かくするには，適切な分離確認系と方法が必要だが，現在のスタッフと設備・機器とでは対処するに名案はなく，今のところ細菌検査のように即診断にも役立ち，また即行政ベースにも対応できるようになるにはなお時日を要する。しかし例え検査成績が遅れ，結果がretrospectiveであったとしても，得られたデータ及びその集積は今後に充分生かしていけると思う。

以下疾患ごとにその検査状況について概述する。

3・1 風　疹

石川県における風疹患者数の月別推移を感染症サーベイランス患者情報の24定点平均1定点当たり患者数でみると，情報収集が始まった7月には11.4人であったが10月には 0.8人と少なくなったものの，12月から再び流行の兆しが見え始め 8.0人となり，以後3月には45.9人となり全国に先駆けての大きな流行となった。この疾患は主として臨床診断により病原体検索の対象となっていないが，2件の検査依頼があり，1件からエコー11型が分離された。ただこのウイルス分離には風疹ウイルス分離系として感受性が高いBHK-21

表4－1　ウイルス検査成績（風疹）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
35T*	(12)	8月	女	8	E—11	発疹
86T	(1)	12月	女	3	—	〃

＊T：咽頭ぬぐい液。

細胞などは用いていない（**表4－1**）。

3・2　流行性耳下腺炎（ムンプス）

1定点当たり患者数は2.5～7.9人で，年間を通じて小流行を繰返しており，強いて言えば発生の山は7月（7.9人）と12月（6.2人）にみられた。これも主として臨床診断によることとなっており，病原体検索の必要はないとされているが，8月に1件の依頼があり，検査の結果アデノウイルス4型が分離された。ムンプスウイルスの分離は陰性であった（**表4－2**）。

表4－2　ウイルス検査成績（流行性耳下腺炎）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
24T*	(12)	8月	女	3	Ad-4	発熱

＊表4－1参照

3・3　乳児嘔吐下痢症

ロタウイルスによって起きる疾患で，通常は秋から冬にかけての発生が多い。ところが患者情報では本年度の発生はわずかに120人にとどまったが，その推移では10月から3月までが他の月よりはるかに多く，実数では1月に37人と最多数となった。検査定点から2件，定点外から7件の検体がよせられた。ロタウイルス検出には通常電子顕微鏡を用いた免疫電顕法によらねばならないが，現在のところ当所では適当な確認方法がなく，日常のウイルス分離法に頼らざるを得なかった。その結果，定点外からの検体2例からポリオウイルス3型1株とアデノウイルス6型1株を分離したにとどまった（**表4-3**）。ロタウイルス検出については，昭和57年になってRPHA（逆受身赤血球凝集反応）を用いる方法が市販となり，今後はこれを用いて確認を試みる予定でいる。そのほか初代サル腎細胞，MA 104細胞など感受性細胞がみつかっているが，未だ使用したことはない。なお，分離されたポリオウイルスは，患児が2日前にポリオ生ワクチンの投与を受けていることから，ワクチン株と思われ，下痢症の起因とは考え難い。

なお，後日RPHA（逆受身赤血球凝集反応）法（市販品を使用）により，**表4－3**に示すように5例からロタウイルスが検出された[11]。

3・4　その他の感染性下痢症

ロタウイルス以外の腸炎起病性ウイルスや細菌によって起きるものを包括しており，したがって細菌検索用にはキャリーブレア培地に挿入した検体を，またウイルス検査用には下痢便そのものを検体とした。患者発生数は284人と少なかったが，実数の推移では7月と12月に54人と88人の山を示した。7件の検査依頼があったが，ウイルス分離はすべて陰性であった（**表4－4**）。しかし1月と2月に採取された3検体からキャンピロバクター・ジュジュニ/コリーが検出され，3人はこの細菌による下痢症と推定された。

3・5　手足口病

1969年から1970年にかけて全国的な流行を来してから一躍注目を浴びるようになった疾患で，その当時はコクサッキーウイルスA群16型が起因ウイルスであったが，その後1972～73年の流行ではその変異型とも目されるウイルスの流行があり，現在では後者はエンテロウイルス71型と名称されている。これら2つの型は1～2年おきに交互に流行しており，疾患そのものは臨床症状から簡単に診断できるが，その病原ウイルスを究明するためには検査を行う必要がある。石川県では本年度41人が患者定点から報告されたに過ぎない。

表4－3　ウイルス検査成績（乳児嘔吐下痢症）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離(検出)ウイルス	参考症状
105K*	定点外	12月	男	1	P-3	下痢・嘔吐
107K	〃	〃	女	1	(ロタ)	〃
108K	〃	〃	男	5	—	〃
109K	〃	〃	女	2	(ロタ)	〃
1K	〃	1月	男	2	—	〃
2K	〃	〃	男	2	(ロタ)	〃
3K	〃	〃	女	4	Ad-6(ロタ)	〃
8K	(12)	〃	男	0	—	胃腸炎
24K	〃	3月	女	0	(ロタ)	〃

＊K：糞便もしくは直腸ぬぐい液。

検査定点からは2人4検体の依頼があったが，分離成績はすべて陰性であった（表4—5）。

3・6　ヘルパンギーナ

この疾患は夏期に多発する主にコクサッキーウイルスA群による急性熱性感染症である。コクサッキーA群ウイルスはかなり常在している型もあり，適当な分離系を用いればかなりの頻度で分離されることが知られているが，我々のところでは現状では物理的制約から使用できない。このサーベイランスのウイルス分離に常用している4細胞系では，A群のうち僅かに7型，9型，16型が分離されるに過ぎず，大部分は現在のところサックリングマウスに頼らざるを得ない。我々はこのネックを解消しようとして種々の継代細胞についてスクリーニングを続けているが，未だ適当な分離系を見出すに至っていない。患者数は本年度 464人あり，この大半の388人は7月と8月の報告であった。検査には9人12検体の送付があり，5人7検体からアデノウイルス4型4株，8型1株，エコーウイルス11型1株が分離された。しかし同時期にこれら分離ウイルスの流行があったことから[9]，これらウイルスが起因となっているのか，あるいは分離されないコクサッキーA群ウイルスとの混合感染なのかについては，この結果からのみでは推測できない（表4—6）。

表4—4　ウイルス検査成績（その他の感染性下痢症）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
58K*	(12)	10月	女	5	—	発熱・胃腸炎
94K	〃	12月	女	3	—	胃腸炎
95K	〃	〃	女	7	—	〃
4K	〃	1月	男	8	—**	発熱・胃腸炎
8K	〃	〃	男	0	—	胃腸炎
12K	(4)	2月	女	6	—**	〃
15K	〃	〃	男	41	—**	血便

* 表4—3参照
**細菌検査でキャンピロバクター・ジェジュニ/コリーを検出した。

表4—5　ウイルス検査成績（手足口病）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
7T*	(1)	7月	女	12	—	発熱・上気道炎 手足口病症状
46T	(12)	9月	男	3	—	
46K**	〃	〃	〃	〃	—	発熱・発疹 小疱・口内炎
46V***	〃	〃	〃	〃	—	

* 表4—1参照　**表4—3参照　***V：水疱内容

表4—6　ウイルス検査成績（ヘルパンギーナ）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
9T*	(4)	7月	女	3	—	発熱・ヘルパンギーナ
10T	〃	〃	男	0	—	ヘルパンギーナ
11T	〃	〃	女	2	—	〃
18T	(16)	〃	男	1	Ad-8	発熱・ヘルパンギーナ
19T	〃	〃	男	3	Ad-4	ヘルパンギーナ
23T	(12)	8月	女	0	Ad-4	発熱・ヘルパンギーナ
23K*	〃	〃	〃	〃	Ad-4	
34T	〃	〃	女	0	E—11	ヘルパンギーナ
34K	〃	〃	〃	〃	—	
50T	(16)	9月	男	10	Ad-4	発熱・ヘルパンギーナ
93T	(12)	12月	男	1	—	ヘルペンギーナ
93K	〃	〃	〃	〃	—	

* 表4—1参照　**表4—3参照

3・7　咽頭結膜熱

我が国では主としてアデノウイルス3型によって起きる。発熱・咽頭痛・結膜炎の3症状を主訴とする疾患であるが，1979年以降アデノウイルス4型による例も報告されるようになり，石川県でも1981年夏にプールを媒体としたこの疾患の集団発生があった[7]。27患者定点からの報告数は 171人と少ないが，時に爆発的な流行を来すことがある。月別では7～10月で 156人を占めた。検査には9人13検体が送付され，4人から8株が分離された。内訳はアデノウイルス3型が2株，4型が6株である。検査材料別では眼ぬぐい液からの分離が5例中1例と少ないが，これは眼瞼結膜の拭い方が弱いためと思われ，ウイルス量が極めて少ないことに起因していると考えられる（表4—7）。

3・8　流行性角結膜炎

主としてアデノウイルス8型によって起きる疾患で，我が国ではいわゆる“はやり目”として比較的よく流行があるとされている。しかし8型は我々の調査からは常在型と言えず，4型と同様比較的長い流行閑期をはさんで流行するようで[8]，とすればその流行は年によってかなり差があると考えられる。その他の咽頭結膜熱を起こすアデノウイルスによっても類似の症状を示すとされ[1]，今年度の分離用検体を採取した患者には角膜炎を伴った例はない。

3眼科定点からの報告数は753人で，その半数の387人は7～9月に集中している。7～9月と12月に計18人の眼ぬぐい液が採取され，検査の結果3検体を除く15検体からアデノウイルスが分離された。内訳は3型7株，4型6株，5型1株，8型1株であった（**表4－8**）。この疾患で特徴的なのは18人の年齢構成で，15歳以下は7人に過ぎず，大部分は成人であり，サーベイランスの他の疾患でこのような例はみられていない。

3・9　無菌性髄膜炎

種々のウイルスによって起きることが知られているが，中でもエンテロウイルスによる場合が多く，その時々の流行型により，分離されるウイルスも左右される。1981年夏にはコクサッキーB2，エコー11，18，25型などが比較的よく分離され[9]，流行があったことが示唆され，石川県でも，コクサッキーB2，エコー11の両型はよく分離されているが[10]，昭和56年7月1日から昭和57年3月27日までに，県内3病院定点から報告のあった患者数はわずか13人にしか過ぎなかった。1病院から8月と10月に各1人2検体の（髄液と糞便）の依頼があり分離を試みたところ，4検体すべてからエコー11型が分離された（**表4－9**）。

表4－7　ウイルス分離成績（咽頭結膜熱）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
8T*	(1)	7月	男	1	—	結膜炎
15E**	(13)	〃	男	10	—	〃
16E	〃	〃	男	10	—	〃
21E	〃	8月	女	16	—	〃
22E	〃	〃	男	7	—	〃
26T	(16)	〃	女	6	Ad-3	発熱・咽頭炎結膜炎
26E	〃	〃	〃	〃	Ad-3	
57T	(12)	10月	女	8	Ad-4	〃
57K***	〃	〃	〃	〃	Ad-4	
60T	〃	〃	男	4	Ad-4	〃
60K	〃	〃	〃	〃	Ad-4	
66T	〃	〃	女	0	Ad-4	発熱・発疹咽頭炎・結膜炎
66K	〃	〃	〃	〃	Ad-4	

＊表4－1参照　**E：眼（結膜）ぬぐい液　***表4－3参照

表4－8　ウイルス分離成績（流行性角結膜炎）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
2E*	(13)	7月	男	65	Ad-3	結膜炎
3E	〃	〃	男	13	—	〃
4E	〃	〃	男	48	Ad-5	〃
5E	〃	〃	女	30	Ad-8	〃
6E	〃	〃	女	12	—	〃
17E	〃	〃	男	35	—	〃
28E	〃	8月	女	21	Ad-3	〃
29E	〃	〃	男	11	Ad-3	〃
30E	〃	〃	男	10	Ad-3	〃
40E	〃	9月	男	46	Ad-4	〃
41E	〃	〃	女	66	Ad-4	〃
42E	〃	〃	女	66	Ad-4	〃
53E	〃	〃	女	53	Ad-4	〃
82E	〃	12月	男	8	Ad-3	〃
83E	〃	〃	女	9	Ad-3	〃
87E	(16)	〃	男	0	Ad-3	発熱・結膜炎
102E	(13)	〃	男	62	Ad-4	結膜炎
103E	〃	〃	男	28	Ad-4	〃

＊表4－7参照

3・10　その他の疾患

1検査定点から，主として発熱と上気道炎の患者の咽頭ぬぐい液11検体が送付され，分離検査の結果4検体から6株のウイルスを分離した。1例からはアデノ4型とインフルエンザB型，1例からはアデノ3型が

分離された。他の2例からはいずれもエンテロウイルス（未同定：エコー15型）が分離され，うち1例はインフルエンザB型も分離された（表4—10）。

表4—9　ウイルス分離成績（無菌性髄膜炎）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
31L*	(14)	8月	女	8	E-11	発熱 髄膜炎
31K**	〃	〃	〃	〃	E-11	
63L	〃	10月	男	10	E-11	〃
63K	〃	〃	〃	〃	E-11	

＊ L：髄液　**表4—3参照

表4—10　ウイルス分離成績（その他の疾患）

検体番号	検査定点	検体採取月	性別	年令	分離ウイルス	参考症状
84T*	(1)	12月	男	4	Ad-4, I-B	上気道疾患
85T	〃	〃	男	7	Ad-3	発熱・嘔吐
90T	〃	〃	男	6	—	発熱・上気道炎
92T	〃	〃	男	7	—	発熱・頭痛
96T	〃	〃	女	7	—	発熱
97T	〃	〃	女	5	—	発熱・上気道炎
98T	〃	〃	女	6	—	上気道炎・嘔吐
106T	〃	〃	女	11	—	嘔吐・悪心
16T	〃	2月	男	6	未同定**, I-B	発熱
17T	〃	〃	男	11	未同定**	下痢

＊ 表4—1参照　**未同定はエコー E—15 であった。

表5　分離ウイルスと細胞感受性

分離ウイルス	分離株数	細胞別分離株数 AGMK	VERO	HEp-2	MDCK
アデノ 3	10	—	5	9	—
〃 4	18	—	5	16	—
〃 5	1	—	—	1	—
〃 6	1	—	1	1	—
〃 8	2	—	1	1	—
ポリオ 3	1	1	1	1	—
エコー 11	6	—	—	6	—
〃 15	2	2	—	—	—
インフルエンザB	2	—	—	—	2
計	43	3	13	35	2

3・11　分離ウイルスと細胞感受性

感染症サーベイランス事業で，43株のウイルスを分離した（表5）。

その内訳はアデノウイルス（3，4，5，6，8型）32株，ポリオウイルス（3型ワクチン株）1株，エコーウイルス（11型）6株，エンテロウイルス（未同定：エコー15型）2株，インフルエンザウイルス（B型）2株であった。これら分離されたウイルスの種類は，我々が本年も実施した小児のかぜ患児からの分離ウイルス像と極めてよく似ており[10]，対象疾患が異なっていても，特殊な組織親和性があるウイルスを除けば，小児の上気道疾患患児のウイルス像をみておれば，そのすう勢を知ることは可能であると思う。

分離細胞系別では，HEp-2細胞ではアデノの大半とポリオ，エコーの35株（81%），VERO細胞ではアデノの一部とポリオの13株（30%），AGMK細胞ではポリオとエコー15型の3株（7%），MDCK細胞ではインフルエンザの2株（5%）が分離され（孵化鶏卵では分離陰性），細胞毎に特徴ある感受性を示した。ただ適当な感受性細胞を使用していないために，乳児嘔吐下痢症のロタウイルス，ヘルパンギーナの主起因ウイルスであるコクサッキーA群は我々の系では分離できず，流行ウイルス像を完全に把握するには今後何らかの対応をしなければならないと考えている。

以上，本年度実施した感染症サーベイランスのウイルス検査成績について述べたが，参考までに各検査定点からの検査依頼状況及びその分離状況を表6に掲げた。16検査定点中検査提供のあったのは6定点（ほかに定点外1カ所）で，件数は62人73検体（ほかに7人7検体），分離陽性は32人39検体41株（ほかに2人2検

体2株）であった。

4 ま と め

昭和56年7月1日から始められた感染症サーベイランス事業のうち，検査定点で採取された検体について行う病原体検索のウイルス検査を実施し，次の成績を得た。

(1) 石川県で定めた16検査定点のうち6定点から，62人73検体の依頼があり，33人40検体から42株のウイルスを分離した。分離率は対人数比53%，対検体比55%であった。なお定点外から7人7検体の依頼があり，うち5検体が分離陽性であった。

表6　検査定点別ウイルス検査依頼状況と分離成績

保健所	検査定点	検査件数		分離陽性数			
		人数	検体数	人数	検体数	株数	対人分離率
山代	(1)	13	13	4	4	6	31%
松任	(4)	5	5	0	0	0	0%
七尾	(12)	16	24	8	13	13	50%
〃	(13)	21	21	14	14	14	67%
〃	(14)	2	4	2	4	4	100%
珠洲	(16)	5	6	5	5	5	100%
(金沢)	定点外	(7)	(7)	(5)	(5)	(6)	(71%)
計		62(7)	73(7)	33(5)	40(5)	42(6)	53%(71%)

注1　（ ）内数字は定点外の分を示す。
注2　検査定点のうち，(1) (4) (12) (16) 定点外は内科・小児科，(13)は眼科，(14)は病院定点。

(2) 病原体検出の対象となっている9疾患中7疾患と対象外3疾患について検体の送付があり，風疹（1/2），流行性耳下腺炎（1/1），乳児嘔吐下痢症（6/9），ヘルパンギーナ（6/12），咽頭結膜熱（8/13），流行性角結膜炎（15/18），ウイルス性髄膜炎（4/4），その他の疾患（6/10）からウイルスが分離され，その他の感染性下痢症（0/7），手足口病（0/4）からはウイルスは分離されなかった。

(3) 分離できたウイルスはアデノウイルス3型10株，4株18株，5型1株，6型1株，8型2株，ポリオウイルス3型1株，エコーウイルス11型6株，15型2株，インフルエンザウイルスB型2株で，これは本年度の小児上気道疾患からの分離ウイルス像と極めて類似するものであった。なお，RPHA法により，5検体からロタウイルスを検出した。

文　献

1) 厚生省公衆衛生局長通知，衛発第422号（昭和56年5月26日）
2) 石川県厚生部長通知，公収第684号（昭和56年6月25日）
3) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：石川衛公研年報，**16**，209—215（1979）
4) 梶　哲夫，尾西　一，木村晋亮：同上誌，**13**，160—170（1976），**14**，110—116（1977）
5) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：同上誌，**18**，122—129（1978）
6) 微生物検査情報システム化に関する研究班編：病原微生物検出報告書記入の手引き（改正3）（1981年12月）
7) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一，尾山光一，吉野彦助：石川衛公研年報，**19**，332—340(1982)
8) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一，佐藤邦代：同上誌，**18**，468—471（1981）
9) 微生物検査情報システム化に関する研究班：病原微生物検出情報月報，No.21（1981）—No.28（1982）
10) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：石川衛公研年報，**19**，252—262（1982）
11) 梶　哲夫，尾西　一，木村晋亮：同上誌，**19**，380—381（1982）

〔資　料〕

石川県における河川でのコレラ菌定点観測

（昭和56年度の成績）

石川県衛生公害研究所微生物部　芹川俊彦・尾西　一
水上依乃・木村晋亮

1 はじめに

本邦におけるコレラは，昭和52年有田市での集団発生以来，毎年各地で発生がみられているが，その大部分は渡航者によって東南アジアから持ち込まれた，いわゆる輸入伝染病である。本県においても昭和55年11月，フィリピンツアーから帰国した団体がエルトールコレラ菌稲葉型による集団発生を起こし，真性患者3人，保菌者1人，凝似患者1人が隔離収容されている[1]。また，コレラ発生の原因の1つとして，東南アジアからの輸入魚介類のコレラ菌による汚染が考えられ[2]，実際にこれが原因とされる事例も報告されている[3]。

一方，本邦の河川にNAGビブリオが定着している[2)4)]ことから考え，コレラ菌も河川に定着していて，それが魚介類を汚染し，それからの感染も考えられる。実際，全国の数カ所の河川，港湾からコレラ菌が検出されている[5)-7)]ことから，その可能性は否定できない。そこで，本県の河川におけるコレラ菌の汚染状況を監視し，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ため，昭和55年度に続き公衆衛生課事業として，コレラ菌定点観測を実施した。なお，コレラ菌（O1型），NAGビブリオ（コレラ菌（非O1型）及びビブリオ・ミミクス）の検索を実施したほかに，河川における食中毒起因菌の分布状況をも調査するため，腸炎ビブリオ，サルモネラについても検出を試みた。本年度は，県下12カ所の河川及び港湾の定点で，4月から翌年3月にかけ10回採水し検索を行ったので，その結果を報告する。また，本調査の途次，大野川の機具橋から採取した河川水からエルトールコレラ菌小川型が検出されたので，その詳細についても併せ報告する。

2 検査方法

検水からのコレラ菌，NAGビブリオの分離・同定は，「コレラ菌検査の手引」[8)9)]に準じて行った。腸炎ビブリオの検出には，2次増菌培地としてアルカリ性ペプトン水を用い，他は上述の菌と同様の方法で分離を行った。なお，詳細は前報[10)]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[10)]。

検水定点は，前年度と同じ12定点で，大聖寺川（塩屋大橋），新堀川（汐見橋），梯川（住吉橋），倉部川（倉部大橋），犀川（普正寺橋），金沢港（水産埠頭），大野川（機具橋），浅野川（松寺橋），伏見川（伏見川橋），津幡川（水門下），御祓川（慶応橋），輪島川（いろは橋）である。採水は年10回，ハイロート採水器又は柄杓を用いて採水し，参考のため，気温，湿度，河川の水量，水温，pH等を測定した。

Epidemiological Survey of *Vibrio cholerae* at Some Fixed Points of Rivers in Ishikawa Prefecture, from April 1981 to March 1982. *by Toshihiko SERIKAWA, Hajime ONISHI, Yorino MIZUKAMI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

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，5月14日に大野川の機長橋左岸から採取した河川水からエルトールコレラ菌小川型が分離された(**表1**)。そこで，5月26日に再度同じ場所から採水して検索したが，コレラ菌は検出されず，その後更に6月2日と15日に再び大野川の11地点（**図1**）から河川水，底泥等を採取して検索したが，コレラ菌はいずれも陰性であった。なお，NAGビブリオ（コレラ菌非O1型）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り，その汚染の程度は増菌後ようやく分離確認できたことからして菌数は極めて少ないと思われる。また昭和53年神奈川県鶴見川流域のコレラ菌汚染事件[11]を契機として，全国各地で河川等におけるコレラ菌の分布状況の調査が行われ，全国数カ所の河川や港湾からコレラ菌が検出された[5)—7)]が，その汚染が原因でコレラが発生したという事例は今まで全く報告されていない。以上の事実からしても，大野川の機具橋からコレラ菌が検出されたのは5月14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，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，その他の11定点においては，コレラ菌はいずれの検体からも検出できなかった。

NAGビブリオは，12定点すべてから検出され，特

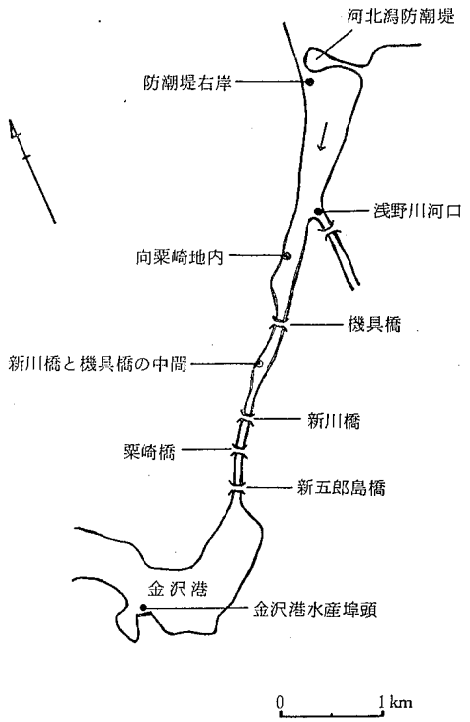


図1　大野川における採水（泥）場所

表1　大野川におけるコレラ菌，NAGビブリオ検出状況

採水（泥）場所	検体名	採水（泥）時期 5月14日 コレラ菌	5月14日 NAGビブリオ	5月26日 コレラ菌	5月26日 NAGビブリオ	6月2日 コレラ菌	6月2日 NAGビブリオ	6月15日 コレラ菌	6月15日 NAGビブリオ
金沢港水産埠頭	海水					−	＋	−	＋
新五郎島橋	河川水					−	＋	−	＋
粟崎橋	〃					−	＋	−	＋
新川橋右岸	〃					−	＋	−	＋
〃　左岸	〃					−	＋	−	＋
〃　〃	底泥					−	−	−	＋
新川橋と機具橋の中間	河川水					−	＋	−	＋
機具橋右岸	〃					−	−	−	＋
〃　〃	底泥					−	−	−	＋
〃　左岸	河川水	＋	＋	−	＋	−	＋	−	＋
〃　〃	底泥	(エルトール小川型)				−	＋	−	＋
浅野川河口	河川水					−	−	−	＋
向粟崎地内	〃					−	−	−	−
防潮堤右岸	〃					−	＋	−	＋
〃　〃	底泥					−	＋	−	＋

表 2　　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	御祓川(慶応橋)	−	+	+	+	+	−	−	−	−	−
12	輪島川(いろは橋)	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−

表 3　　定点からの腸炎ビブリオ検出状況　　（ ）抗原型

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	−	−	−	−	+* (O4:K不能)	−	−	−	−	−
2	新堀川	−	−	−	−	+ (O3:K29)	−	−	−	−	−
3	梯　川	−	−	−	−	+ (O4:K13)	−	−	−	−	−
4	倉部川	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
5	犀　川	−	−	−	−	+ (O1:K不能)	−	−	−	−	−
6	金沢港	−	+ (O11:K不能)	+ (O1:K不能)	−	+ (O1:K不能)	−	−	−	−	−
7	大野川	−	−	−	−	+ (O3:K不能)	−	−	−	−	−
8	浅野川	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
9	伏見川	−	−	−	−	+ (O4:K34)	−	−	−	−	−
10	津幡川	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
11	御祓川	−	−	−	+ (O5:K不能)	−	−	−	−	−	−
12	輪島川	−	−	−	−	+ (O1:K56)	−	−	−	−	−

＊ K不能：K 抗原型別不能

に6月～8月の夏期にはほとんどの定点から検出されたが，10月以降には全く検出されなかった(**表2**)。NAG ビブリオの一部の菌群は，エンテロトキシンを産生し食中毒を起こす[12]ことが知られており，食品衛生の面でも充分注意する必要がある。

腸炎ビブリオは，8月に採水した検水12検体中8検体と高頻度に分離されたが，9月以降は全く検出されなかった(**表3**)。定点が海に近く，海水の混入があることから，夏期の腸炎ビブリオの増加する時期に分離されるものと思われる。

サルモネラは，120検体中24検体（20%）から分離され，前年度の検出率13%[10]より高い値を示した（**表4**）。この原因の1つとして，増菌培地をハーナ培地から SBG スルファ培地に変えたことが考えられる。

表 4　　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	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−
									(*S.litchfield*)		
2	新堀川	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
3	梯川	−	−	+	+	−	−	−	−	−	−
				(*S.typhimurium*)	(*S.nagoya*)						
4	倉部川	+	−	+	−	−	−	−	−	+	−
		(*S.java*)		(*S.java*)						(*S.thompson*)	
5	犀川	−	−	+	−	−	−	−	−	+	−
				(*S.enteritidis*)						(*S.typhimurium*)	
6	金沢港	−	−	−	+	+	−	−	−	−	−
					(*S.typhimurium*)	(*S.typhimurium*)					
7	大野川	−	−	+	+	−	−	−	+	−	−
				(*S.java*)	(*S.typhimurium*)				(*S.litchfield*)		
8	浅野川	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−
					(*S.typhimurium*)						
9	伏見川	+	+	−	+	+	−	−	+	+	−
		(*S.virchow*)	(*S.give*)		(*S.stanley*)	(*S.typhimurium*)			(*S.give*)	(*S.sendai*)	
10	津幡川	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
11	御祓川	+	+	+	−	−	+	−	−	−	−
		(*S derby*)	(*S.enteritidis*)	(*S.java*)			(*S.arizonae*)				
12	輪島川	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

検出された菌型は，24株中 *S. typhimurium* が7株と多く，*S. java* が4株，*S. give*，*S. litchfield*，*S. enteritidis* が各2株であった。なお，昨年2株検出された *S. baenderup* が今回検出されず，逆に全く検出されなかった *S. typhimurium* が今年度は主流を占めたことから，流行する菌型が毎年変わることが予想される。また，伏見川からは10回中6回，御祓川からは4回，倉部川，大野川からは3回サルモネラが検出された。

おわりに，本調査成績をまとめるにあたって，検体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) 芹川俊彦，木村晋亮：石川衛公研年報，18，410—412（1981）
2) 坂崎利一，島田俊雄：食品衛生，23，50—54（1979）
3) 福見秀雄：モダンメディア，25，611—619（1979）
4) 坂崎利一：綜合臨床，28，1336—1337（1979）
5) 金井興美：病原微生物検出情報月報，No. 8，17—18（1980）
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) 小張一峰：公衆衛生，43，852—854（1979）
8) 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）
9) 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）
10) 芹川俊彦，木村晋亮：石川衛公研年報，18，413—415（1981）
11) 福見秀雄：モダンメディア，24，351—359（1978）
12) 竹田美文：医学のあゆみ，111，861—867（1979）

〔資　料〕

アデノウイルス4型によるプール熱の集団発生

石川県衛生公害研究所微生物部　木村晋亮・梶　哲夫・尾西　一
石川県津幡保健所　尾山光一・吉野彦助

1 はじめに

プール熱は，遊泳用プールを媒体として時々集団発生する咽頭結膜炎の通称であるが，その原因は大部分アデノウイルス3型，7型感染によると言われている[1]。ところが我が国では，7型流行が極めて少ないことから，集団発生例のほとんどは3型に因っている。

我々は1972年以来，小児の上気道疾患を対象にその病因ウイルスの分離を試みている。過去10年のアデノウイルスの分離状況をみてみると，1～6，8，11型の8タイプが分離されているに過ぎない（**表1**）。その年次別パターンをみると，1，2，3，5，6型は常在タイプで，うち1，2，5型は毎年分離されるのに対し，3，6型は短かい流行閑期をはさんで流行するような様相を呈している。一方，4，8型は比較的長い流行閑期をはさんで流行すると考えられる。また7型については，過去に分離経験がない。

アデノウイルス4型については，我々の調査では[2]，1979年1月に分離されたのが初めてで，以後1981年12月までに，分離株数に増減はあるものの，ここ3年間は毎年分離されており，延べ80株に上っている。この間，月に5株以上分離された月が，1979年2月，1980年1月，2月，1981年9月にあり，また10株以上分離された月は1980年6月と1981年7月で，比較的濃厚な流行があったことが示唆された（**表2**）。国内では，1970年以降のデータでみる限り1978年11月以前には分離されておらず，1978年12月にただ1株分離報告されているに過ぎないが，1979年1月以降になると，毎月

表 1　　**石川県でのアデノウイルス分離状況**（1972.9～1981.8）

アデノウイルス	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	計
1　型	7	1	6	2	4	5	7	2	2	2	38
2　型	1	3	4	4	2	5	3	7	11	2	42
3　型	5	22**	—	6	2	—	11	17	—	11*	74
4　型	—	—	—	—	—	—	—	10*	36**	22**	68
5　型	4	6	—	4	4	14**	1	8	6	14*	61
6　型	—	2	—	2	—	—	—	2	6	7*	19
8　型	—	—	—	7	12*	—	—	—	—	1	20
11　型	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2
計	17	34	10	25	24	24	23	46	61	60	324

*　月平均40例中5例以上から分離され，流行があったことが示唆された。
**　同じく10例以上から分離され，比較的濃厚な流行があったと示唆された。

A Swimming Pool-Related Outbreak of Pharyngoconjunctival Fever Caused by Adenovirus Type 4. *by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, Koh-ichi OYAMA,* and Hikosuke YOSHINO* (Department of Microbiology, Ishikawc Research Laboratory for Public Health and Environment, and Tsubata Health Center, Ishikawa Prefecture*)*

表 2　　上気道疾患患児からのアデノウイルス4型の分離状況（石川県）

年	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
1979	4	5*	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	10
1980	5*	9*	4	1	1	10**	4	—	2	—	—	—	36
1981	—	—	—	—	1	6	12**	3	5*	4	—	3	34

*, **　表1の脚註参照

のように報告されており，流行の形態をとったとも推測され，事実1979年，1980年には集団発生例の報告もなされている[3]。このように4型の流行はつい最近始まったと言ってよい。

プールを介しての咽頭結膜熱(プール熱)の集団発生の原因が，我が国では主として3型であったことは，3型が常在型であることからもうなずかれ，一方，7型は国内での分離数が極めて少なく[3]その頻度は極めて稀であると言える。散発例としては，1，2，4，5，6型による例も明らかにされているが[1]，3，7型以外の集団発生例としてはD' Angeloによる4型の報告が最初であり，本症の新しい流行型とみなされた。甲野らは，我が国でも4型の流行が起きたことから，本ウイルスによるプール熱の発生もあり得ることを示唆していた[5]。しかし4型の集団発生例としては急性熱性疾患である場合の方が多く，咽頭結膜熱の報告例は少ない[6]。ところが我が国でも初めての4型によることが示唆されるプール熱の集団発生が，1980年7月に岡山県倉敷市の1小学校で起きた[7]。

石川県でも，1981年7月に，津幡保健所管内の河北郡内灘町の1小学校において，遊泳用プール媒介性の咽頭結膜熱の集団発生があった。プール水からの直接的なウイルス分離は行えなかったが，患者の血清学的並びにウイルス学的検査の結果，アデノウイルス4型によるものであることが判明した。以下に，津幡保健所が行った疫学的調査報告[8]をも交えて，その調査結果の概況について述べる。

2　調　査　方　法

2・1　疫学調査

津幡保健所が，発生のあった小学校及び内灘町教育委員会の協力を得て，罹患者全員についてアンケート調査を実施し，発生状況，臨床症状の把握に努めた。またプールの使用状況等についても調査を行った。

2・2　病因の検索

罹患者のうち，7月30日の時点で，発病後5日以上を経過した患児5人の血清（1回のみ採血）と発病後5日以内の児童6人の急性期と回復期の対血清について，アデノウイルス3型及び単純ヘルペスウイルス1型を抗原として，微量法によるCF試験を実施した。

一方，対血清を採取した6人については，急性期に咽頭ぬぐい液，眼ぬぐい液及び糞便（4人のみ）を採取し，2代アフリカミドリザル腎細胞，VERO細胞，HEp-2細胞，MDCK細胞を用いてウイルス分離を試みた。

3　結　果　と　考　察

3・1　プールの使用状況とプール熱発生の経緯

プール熱の発生があったこの小学校では，6月13日から遊泳用プールの濾過装置を作動させ，6月20日頃から供用し始めた。そして6月26日以降は体育の授業に使用している。以後プールは1日平均12クラスが使用しており，各クラスは期間中6～13回，平均11回（2～3日に1回の割合）使用した。また放課後は，8月に開催される河北郡水泳大会への出場に備えて，6年生約50人が連日強化練習のため使用していた。

発生の経過をみると，7月10日に発熱と眼症状を訴える3年生1人の発生をみており，以後有症者は7月18日頃まで漸増し，以後は直線的に増加し，26日からの夏休みに入ってからも患者の増加は続き，7月28日には有症者は119人とピークに達し，以後は減少の一途をたどり，7月30日には88人，翌31日には51人となった。ただ8月13日の調査では，まだ11人が有症であったものの，その後は終息に向った。この間7月14日には，咽頭結膜熱の主要3症状である発熱，咽頭痛，眼の充血を示す定型的患者の発生があり，20日頃からは新しい発病者が続出し出したため，7月22日にはプールの水を抜き使用を中止した。また後の調査では，7月10日の患児発生に先立って，4年生の中に，6月23日から7月上旬にかけて，両眼の充血と視力の低下

表3　有症者及び発病者の日別推移
（7月10日～30日）

7月	有症者	発病者	熱＋眼（熱・咽・眼）	（熱・眼）	
10	1	1	1		1
11	2	1	0		
12	4	2	0		
13	5	1	0		
14	5	1	1	1	
15	6	2	1	1	
16	5	0	0		
17	6	3	3	2	1
18	10	4	1		1
19	16	6	2	1	1
20	21	7	3	2	1
21	33	12	5	4	1
22	47	18	16	14	2
23	68	24	10	7	3
24	78	14	7	4	3
25	89	14	5	4	1
26	102	20	10	7	3
27	114	23	16	9	7
28	119	23	11	4	7
29	114	13	4	1	3
30	88	4	2	1	1

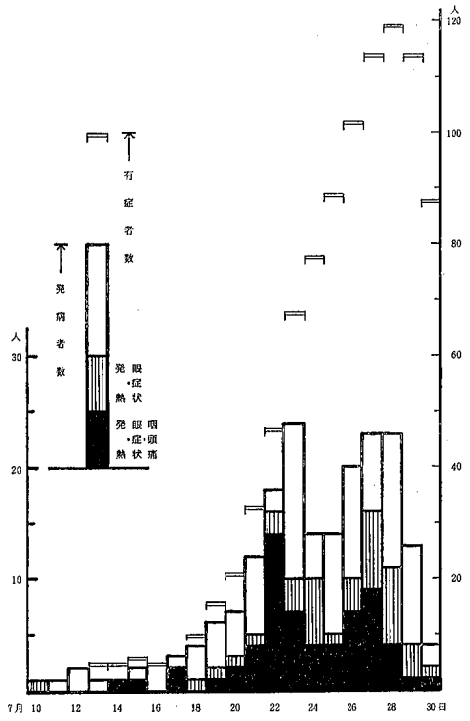


図1　発病者及び有症者の日別推移

を訴える児童があったことが明らかとなり，何らかの因果関係があったのではないかと推測された。有症者及び発病者並びに発病者のうち発熱と眼症状を伴った患児の日別推移を**表3**と**図1**に示したが，有症者の推移は28日にピークとなっているが，新患者の発生は23日（24人）と27，28日（各23人）にピークをもつ緩い2峯性の発生パターンを示した。その内訳をみてみると，23日は主として5年生（12人）と6年生（8人），27，28日は主として6年生（11人と10人）であった。

通常プール熱の発生はある濃度の感染源による単一暴露による1峯性の推移をたどる場合が多いが，連日プールを使用していた6年生に発生が多いこと，通常潜伏期間が5～7日であることを考慮すると，汚染があった後も使用を続けたであろうこと，その感染源の濃度は日により変化があったであろうこと，また有症者のピークが28日にあったことは，プールの閉鎖寸前にこの濃度が最も濃くなったであろうことが推測できる。

3・2　7月における児童の欠席状況

プール熱発生校の7月1日から25日までの欠席状況

表4　発生校での日別欠席状況
（7月1日～25日）

7月	欠席者	7月	欠席者
1	6	13	16
2	10	14	17
3	12	15	17
4	6	16	15
5(日)		17	13
6	12	18	12
7	17	19(日)	
8	9	20	19
9	10	21	20
10	16	22	24
11	11	23	40
12(日)		24	42
平均	10.9人	25	56

を**表4**に示したが，7月第2週までの平均欠席者数が10.9人であるのに対し，20日以降は著明に増加し始め，23日からは急増し，夏休みに入る前日の25日には

56人と最多数を記録した。一方，40人前後のクラス単位毎に欠席者数をみてみると，1日に5人以上欠席したクラスが2年に1クラス，5年と6年に各2クラスあり，そのうち8人以上が5年と6年に各1クラスあって，クラス毎の集積性がみられた。

3・3　学年別の罹患状況

7月30日現在における罹患状況を示したのが**表5**で在籍者985人のうち217人に罹患が認められた。罹患率は22.0%であった。罹患者は5，6年生が1～4年生に比し多く，また率でも1～4年生は平均を下回っているのに対し，5年生では39.2%，6年生では45.5%と有意に高い値を示した。またクラス単位でみても，罹患率が30%台が5年に1クラス，40%台が6年に1クラス，50%以上が5年に1クラス，6年に2クラスと，先の欠席者数同様，5，6年に高いクラス集積性が認められた。一方で10%未満は1年に1クラス，2年に2クラス，3年に1クラス，4年に2クラス，10%台が1年に2クラス，2年に1クラス，3年に3クラス，4年に2クラス認められた。

表5　発生校における罹患状況
（7月30日現在）

学年	在籍者	クラス数	罹患者	罹患率
1	158	4	21	13.3%
2	163	4	18	11.0%
3	187	5	28	15.0%
4	164	4	17	10.4%
5	148	4	58	39.2%
6	165	4	75	45.5%
計	**985**	**25**	**217**	**22.0%**

表6　症状別の患児数と顕症率

症状	人数(顕症率)	症状	人数(顕症率)
発熱	180(91.8%)	下痢	27(13.8%)
咽頭痛	117(59.7%)	視力低下	22(11.2%)
眼の充血	112(57.1%)	眩しさ	14 (7.1%)
頭痛	112(57.1%)	眼痛・眼のかゆみ	4 (2.0%)
全身倦怠感	98(50.0%)	嘔気・嘔吐	3 (1.5%)
目やに	50(25.5%)	便秘	1 (0.5%)
腹痛	38(19.4%)	目まい	1 (0.5%)
流涙	35(17.9%)	耳痛	1 (0.5%)
瞼の腫れ	30(15.3%)	食欲低下	1 (0.5%)

3・4　臨床症状

罹患者全員について，7月30日の時点でアンケート調査を実施し，217人中196人から回答が得られた。

回収率は90.3%で，在籍者に対する比率は19.9%である。回答があった196人についてその臨床症状をみたのが**表6**で，半数以上に認められた症状としては，発熱（91.8%），咽頭痛（59.7%），眼の充血（57.1%），頭痛（57.1%），全身倦怠感（50.0%）で，その他の眼の症状としては，目やに（25.5%），流涙（17.9%），瞼の腫れ（15.3%），視力低下（11.2%），まぶしさ（7.1%），眼痛・眼のかゆみ（2.0%），消化器症状としては，腹痛（19.4%），下痢（13.8%），嘔気・嘔吐（1.5%），便秘（0.5%），その他には目まい，耳痛，食欲低下が各0.5%にみられた。

50%以上の児童にみられた症状を学年別にみたのが**表7**で，罹患率も高く，かつ1クラスあたりの罹患者数が多かった5，6年生に咽頭痛，眼の充血，全身倦怠感を訴えた患児が多かった。これに対し，1年生では発熱が主だった症状であり，他の症状が他の学年に比べて少ないのが目立った。

咽頭結膜熱の主要3症状である発熱，咽頭痛，眼症状（眼の充血）について，その組合わせ別の患児数と

表7　上位5症状の学年別顕症率（%）

症状	1年	2年	3年	4年	5年	6年	1～6年
発熱	91	94	91	75	92	96	91.8
咽頭痛	29	41	48	44	74	71	59.7
眼の充血	24	59	52	56	66	62	57.1
頭痛	29	65	48	56	64	62	57.1
全身倦怠感	10	41	48	50	62	57	50.0

表8　主要3症状の組合わせ別患児数と顕症率

主症状 発熱	咽頭痛	眼症状	人数	顕症率
○	○	○	62	31.8%
○	○		49	25.1%
○		○	36	18.5%
○			32	16.4%
	○	○	4	2.1%
	○		2	1.0%
		○	10	5.1%

表9　有熱者の最高体温の分布

最高体温 °C	人数	率
37.0 ～ 37.9	10	5.6%
38.0 ～ 38.9	64	35.6%
39.0 ～ 39.9	94	52.2%
40.0 ～ 40.9	9	5.0%
41.0 ～ 41.9	2	1.1%
42.0～	1	0.5%
平均　39.0°C		

表10　患児の学年別有症期間

有症日数	1年	2年	3年	4年	5年	6年	計(人)
1							0
2	7	3	3	4	2	6	25
3	4	2	2	2	5	6	21
4	5	2	4	4	7	9	31
5		3	4	1	9	11	28
6	2	3	4	1	12	13	35
7	1	1	4	1	6	8	21
8		1	2		4	5	12
9		1				1	2
10					3	4	7
11	1				1	1	3
12				1		2	3
13				1		2	3
14						1	1
15以上				1	1		2
計(人)	20	16	23	16	50	69	194人
平均日数	4.2	4.8	5.0	5.6	5.9	6.1	6.0日

顕症率をみたのが**表8**である。3症状ともにみられたのは全体の約1/3を占める31.8%，62人で，このうち51人は5，6年生で，その81%を占めた。

また2症状の混合は約半数の45.7%，89人，1症状のみは22.2%，44人と少なく，1/4弱を占めたにとどまった。

また発熱のあった108人について，その最高体温の分布をみたのが**表9**である。全体の平均は39.0°Cで，39°C台が最も多く半数の52.2%，94人，次いで38°C台の35.6%，64人で，40°C以上は6.6%，12人，37°C台も5.6%，10人と，ともに少なかった。

患児の有症期間を回答のあった194人についてみたのが**表10**である。平均有症日数は6.0日で，学年別では1年生が最も短かくて4.2日，最も長かったのは6年生で6.1日で，高学年になるに従って，学年別の平均有症期間は長くなる傾向を示した。また10日以上も有症であった児童の数は，5，6年生では15人と12.6%を占めていたのに対し，1～4年生では僅かに4人5.3%と少なかった。

なお，患者は予後が良好であり，角膜炎の症状を呈した例はなかった。ただ196人中52人（26.5%）に2次感染と思われる家族感染がみられた。

3・5　患者血清の血清学的検査

患者の臨床症状からアデノウイルスによる感染症が強く疑われたので，7月30日の時点で，13病日（7月18日発病）から5病日（7月26日発病）の患児5人（A～E）と5病日（7月26日発病）から3病日（7月28日発病）の6人（F～K）について，A～Eの5人は7月30日1回のみ，F～Kの6人は7月30日（急性期）と8月13日（回復期）の2回採血し，CF抗体価を測定した。抗原には市販のアデノウイルス3型と単純ヘルペスウイルス1型（いずれも東芝化学工業KK製）を用いた。方法はKolmer少量法に基づく微量法によった。また補体価の測定は100%溶血法により，75%不溶血以上を陽性とし，陽性を示した血清の最大希釈倍数をCF抗体価として示した。その結果，**表11**に示すような結果が得られた。

A～Eのグループでは7月26日（5病日）に採血の1人がCF抗体価1：16（+）を示し，アデノウイルスによる感染とほぼ確実に診断してよい値を示したほか，7月24日（7病日）以前に採血した4人はいずれも1：64（卄）と単一血清では確実に診断してよい値を示し[9]，感染があったことが示された（**表12**参照）。一方，F～Kのグループでは，7月26日発病（5病

表 11　患児のCF抗体価測定成績

患児	学年—クラス	発病月日	アデノ3型に対するCF抗体価			単純疱疹1型に対するCF抗体価	
			採血月日 (1)7.30	(2)8.13	抗体価上昇	採血年月日 (1)7.30	(2)8.13
A	6—3	7.18	64	—	—	＜4	—
B	6—2	7.21	64	—	—	＜4	—
C	4—4	7.23	64	—	—	＜4	—
D	5—1	7.24	64	—	—	＜4	—
E	6—4	7.26	16	—	—	8	—
F	6—3	7.26	16	128	× 8	＜4	＜4
G	5—4	7.26	8	32	× 4	＜4	＜4
H	6—3	7.27	4	64	×16	＜4	＜4
I	4—2	7.27	＜4	16	× 8	＜4	＜4
J	3—2	7.28	4	32	× 8	＜4	＜4
K	6—4	7.28	＜4	32	×16	＜4	＜4

表 12　単一血清のCF抗体価と血清学的診断基準（1979）[9]

項目	診断基準とCF抗体価		
	(±) 疑わしい	(+) ほぼ確実に診断してよい	(++) 確実に診断してよい
アデノ	—	16	32以上
単純疱疹	16	32,64	128以上

表 13　血清学的検査を行った患児の臨床症状

患児	学年—クラス	発熱	咽頭痛	眼症状	臨床症状 頭痛	倦怠感	食欲不振	悪寒	脱力感	腹痛	鼻汁	関節痛	嘔吐
A	6—3	39.5	+	—	+	+	+	+	+	—	+	—	+
B	6—2	39.6	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—
C	4—4	41.0	—	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+
D	5—1	39.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
E	6—4	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	—
F	6—3	40.2	+	+	+	+	—	+	—	—	+	—	—
G	5—4	39.1	+	+	+	+	+	—	—	+	—	—	—
H	6—3	38.9	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—
I	4—2	38.4	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
J	3—2	39.0	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
K	6—4	37.5	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
計		11	9	8	10	10	9	8	4	3	3	3	2

日）の2人が1:16と1:8を示し，1人はアデノウイルス感染とほぼ確実に診断してよい値（+）を，1人は疑わしい値（±）を，また27日と28日に発病した4人はいずれも1:4以下（−）であった。この F～K のグループは2週間後の8月13日に回復期血清を採取した。その CF 抗体価は1:16～1:128 に分布し，6人すべてが急性期血清の価に比し4～16倍の抗体価上昇を示し，アデノウイルスによる感染があったことが確実となった。しかし同時に行った単純ヘルペスウイルス1型に対する CF 抗体価は，単一血清のみ採血したグループの1人が1:8，他は1:4未満，対血清を採取した6人は急性期，回復期とも1:4未満で，すべて感染を疑わせる値を示さなかった。

なお，血清学的検査を行った11人の臨床症状を**表13**に示したが，発熱は11人すべて，頭痛，倦怠感が10人，咽頭痛，食欲不振が9人，眼症状，悪寒が8人にみられた。

3・6　患者材料からのウイルス分離

対血清を採取した F～K のグループについて，咽頭ぬぐい液と眼ぬぐい液を6人全部から，糞便を F と I とを除く4人から採取し，前処理後，4細胞系（2代アフリカミドリザル腎細胞：AGMK，VERO 細胞，HEp-2細胞，MDCK 細胞）を用いて，既述の方法[10]に従ってウイルス分離を行った。その結果，延べ16検体から，VERO 細胞で11株，HEp-2細胞では全例からアデノウイルスが分離され，同定の結果4型と判明した（**表14**）。しかし検体中のウイルス量が少なかったのか，あるいは細胞の感受性が低いためか，とにかくウイルスの増殖が遅いうえ力価が低く，CPE（細胞変性効果）の発現も遅かった。このため分離の確認に手間どり，短かくて2代，長いものでは4代の継代を要した。力価測定の結果感染価の低い株については，同定に必要な力価（最小 100 $TCID_{50}$）にするために，更に1代若しくは2代の継代を要した。

表14　患児検体からのウイルス分離成績

患児	検体*	アデノウイルス4型分離成績と分離確認に要した継代数	
		HEp-2細胞	VERO 細胞
F	TS	+(2)	+(2)
	ES	+(3)	+(2)
	F	+(3)	+(2)
G	TS	+(2)	+(2)
	ES	+(4)	−
H	TS	+(2)	+(2)
	ES	+(2)	+(2)
	F	+(3)	+(2)
I	TS	+(2)	+(2)
	ES	+(4)	−
J	TS	+(3)	+(2)
	ES	+(3)	−
	F	+(3)	+(2)
K	TS	+(2)	+(2)
	ES	+(4)	−
	F	+(3)	−

* TS：咽頭ぬぐい液，ES：眼ぬぐい液，F：糞便

細胞別の分離成績についてみると，HEp-2 細胞ではすべての検体から分離されたのに対し，VERO 細胞では眼ぬぐい液で6例中4例，糞便で4例中1例が分離陰性であった。なお他の2細胞系ではウイルスは分離されなかった。

この結果，これら6人の咽頭結膜熱の患児はアデノウイルス4型に感染したことが血清学的診断結果とも相まって確実となった。このことから推定すれば，この小学校でプールを媒体として集団発生したプール熱は，アデノウイルス4型による可能性が極めて高いと言える。

3・7　患者材料についての細菌学的検査

対血清を採取したグループの4人から採取した糞便検体（ウイルス分離用材料に同じ）について，腸内細菌を中心に検索を行ったが，病因と考えられる細菌は検出されなかった。

3・8　遊泳用プールの管理と消毒

発生のあった小学校においては，プールの使用日には1日2～3回遊離残留塩素濃度の測定と調整を行っており，平均0.3ppm になるように調整していたと言う。ただ7月1日，7日，16日には平均値が 0.2ppm となった。また6月29日，7月6日，14日，18日にはプールの洗浄操作を行っている。

プール熱は我が国では主としてアデノウイルス3型によって起きるが，このウイルスの不活化はプール水の遊離残留塩素濃度と密接な関連がある。吉井が1979年9月に実施した遊泳中の学校プール水におけるアデノウイルスの不活化を1分間反応でみた結果によると，3型と8型を用いての実験では，0.4ppm 以上で各々99.9%以上が不活化されたのに対し，0.2ppm で

は全く不活化されなかった。また2型による pH の影響を遊離残留塩素濃度 0.5ppm でみた実験では，pH 7.0～8.0 の範囲で不活化効果に差が認められなかった[11]。

このように遊泳用プールでのプール熱の発生を防止しようとするならば，少なくとも 0.4ppm の遊離残留塩素濃度を常時保つような管理が必要となってくる。既に厚生省では昭和53年5月に環境衛生局長通知[12]をもって，遊泳用プールの水質基準を示し，遊離残留塩素濃度は 0.4ppm 以上 1.0ppm 以下と指示しているが，プール熱予防のためにはぜひ厳守すべき値と思われる。

管理上の問題点として，1つは発生があった時どう対処するかであるが，今回の発生では咽頭結膜熱の患者の発生があった後も7月21日までプールを使用しており，もしもっと早期にプールを閉鎖するとか別の対応策を講じていれば，少なくとも第2次の発生ピークは避けられたとも考えられる。今1つは未然に防ぐことであるが，これは単に化学薬品による消毒のみに頼るのではなく，プール使用にあたっては有症者は自発的に利用しないとか，使用を禁ずるとかのモラルの確立を教育の場でも実践することが先決であろうと思われる。

岡山県倉敷市でのアデノウイルス4型によるプール熱の発生に際して，9歳までの小児40人を対象とした4型ウイルスに対する中和抗体保有率をみると10%以下であり[7]，このことからすれば4型流行の下地は充分にあると言える。一方3型も国内では毎年のように常在型の流行をしている。プール熱の発生を防止するために，適切な遊泳用プールの管理と衛生教育の啓発が望まれる。

4 ま と め

1981年7月に石川県津幡保健所管内の河北郡内灘町の1小学校において，遊泳用プール媒介性の咽頭結膜熱（プール熱）の集団発生があり，985人中217人（22.0%）が罹患した。

(1) 有症者数は7月18日以後直線的に増加し，22日にプールは閉鎖されたもののなお増加を続け，7月28日にはピークに達し以後減少する経過をたどった。新しい発病者数の日別推移では，7月23日と27，28日に緩いピークがみられた。罹患状況をみると1～4年生よりも5，6年生の罹患率が高く，とりわけ水泳大会に備えて連日プールを使用していた6年生に罹患者が多かった。

(2) 罹患者全員（217人）を対象にアンケート調査を実施し196人から回答が得られた。臨床症状としては発熱が91.8%と最も多く，咽頭痛，眼の充血，頭痛，全身倦怠感が半数以上に認められた。このうち咽頭結膜熱の主要3症状が認められたのは31.8%で，その8割強は5，6年生であった。有熱者の最高体温の平均は39.0°C で，39°C 台が最も多く52.2%，次いで38°C 台が35.6%を占めた。平均有症日数は6.0日で，学年別では 4.2 日から 6.1 日に分布し，高学年になるに従って長くなる傾向を示した。また家族内感染が26.5%にみられた。

(3) 11人の患者血清について，アデノウイルス3型に対する CF 抗体価を測定したところ，すべてが有意に高い価か若しくは有意上昇を示し，アデノウイルスによる感染が明らかとなった。一方，6人から咽頭ぬぐい液，眼ぬぐい液，糞便を採取しウイルス分離を試み，全例からアデノウイルス4型を分離した。なお，細菌検査の結果は陰性であった。

以上の結果，このプール熱の集団発生はアデノウイルス4型の感染によって起きたと推定された。

稿を終えるにあたり，本調査に多大な御協力をいただいた内灘町教育委員会並びに小学校の関係各位に深甚の謝意を表します。

文　献

1) 北山　徹：臨床ウイルス学（甲野礼作・石田名香雄・沼崎義夫編）講義編，p 160—164，講談社，東京（1978）
2) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一，佐藤邦代：石川衛公研年報，**18**，468—471（1981）
3) 微生物検査情報システム化に関する研究班：病原微生物検出情報月報，No. 1（1980）—No.25（1982）
4) D' Angelo, L. J., Hierholzer, J. C., Keenlyside, R. A., Anderson, L. J., and Martone, W. J.: J. Infect. Dis., **140**, 42—47（1979）
5) 甲野礼作，吉井孝男：日本の眼科，**51**，413—418（1980）
6) 野村泰弘，小島基義，遠藤貞郎，母里啓子：第39回日本公衆衛生学会総会講演会記事，日本公衛誌，27(10)，577（1980）
7) 上羽　修，平松宗成，井上正直，石田立夫，二

宗壮夫，宇野直道，実成文彦：公衆衛生，**45**，665—668（1981）
8）石川県厚生部長あて報告，津保発第76号（昭和56年9月29日）
9）木村晋亮：石川衛公研年報，**17**，378—392（1980）
10）木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：同上誌，**15**，122—129（1978），**16**，209—215（1979）
11）吉井孝男：病原微生物検出情報月報，No. 4，4—5（1980）

〔資　料〕

石川県におけるインフルエンザの流行

（昭和56年度の記録）

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　会津善宏

1　昭和56年5月におきた集団かぜ

昭和56年2月から3月にかけて石川県内でインフルエンザの流行があり，集団かぜの検索ではすべてA（H1）型のいわゆるソ連型が検出された。しかし一方定点観測では，A（H3）型の香港型も分離され，県下ではソ連型を主に香港型を従にした流行が起きていると推定された。この時期，インフルエンザは全国的規模で流行しており，A(H1）型が34都道府県で，A(H3）型が6県で，またB型が11都県で分離され，同時期に3型が入り混って流行した。しかし前年に比べると，A(H3）型よりもB型が増加した傾向がみられた[1]。この流行は3月末にはすべて終息した。流行期模は全国的には中程度の流行であったが，石川県では学校施設の患者数は8千人弱と全国レベルよりは低かった。

5月21日，松任保健所管内の野々市町野々市中学校において，腹部症状を伴ったかぜ様の集団発生があった。主訴は1日1～2回の水様性下痢，腹痛，発熱（37～39°C）で，中には鼻汁，咽頭痛を訴える患者もあった。集団給食は行っていないため，食中毒は除外されたが，発生の大部分を占めた1年生から7人採便し，キャンピロバクターを中心として，他の腸炎起病性細菌の検索を行った。また共通して使用するものとして水道水についても細菌検査を実施した。しかし結果はいずれも陰性であった。一方，糞便と咽頭ぬぐい液についてウイルス分離を試みた。分離系には2代アフリカミドリザル腎（AGMK）細胞，VERO細胞，HEp-2細胞，インフルエンザウイルス分離用としてMDCK細胞と孵化鶏卵を用いた。しかし病変を起こす因子の検出は出来ず，分離は陰性であった。分離材料の採取に併せて7人から採血が行われ，この急性期血清と2週後の6月6日に採血された回復期血清とについてHI並びにCF抗体価の測定を実施した（7人の急性期血清中4人分が搬送の途中で漏出し，この分は検査不能となった）。HI試験ではインフルエンザA（H1）型，A(H3）型，B型のワクチン株を抗原として，CF試験はNCDV（新生仔牛下痢症ウイルス），アデノ3型，コクサッキーB群3型，エコー3型，レオ1型，マイコプラスマを抗原として行ったが，僅かに1例，インフルエンザBのワクチン株（B/神奈川/3/76株）に1：256から1：1024と4倍の上昇を示した（判定は±）例があったのみで，他はすべて陰性であった。また回復期のみの単一血清でも有意に高い値を示すものはなく，起因ウイルスを推定することはできなかった。

2　昭和56年12月～昭和57年3月の集団かぜ

昭和56年11月下旬，山代保健所管内の加賀市緑丘小学校でかぜ患者が出始め，12月1日には在籍166人中52人の罹患者（うち欠席23人）が出て，3年生と6年

A Prevalence of Influenza in Ishikawa Prefecture from December 1981 to March 1982. *by Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Yoshihiro AIZU* (Department of Microbiogy, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment, and Section of Public Health, Department of Health and Welfare, Ishikawa Prefecture)*

生では午後授業打切りの措置がとられた。主な症状は発熱，せき，上気道炎で，ウイルス学的並びに血清学的検査のため咽頭ぬぐい液と血液（急性期）を採取した5人では，最高体温38.0～39.6°C，せき・上気道炎のほか，2人が頭痛，1人が嘔吐・腹痛・関節痛の症状を示した。その後12月7日には門前保健所管内の門前町本郷小学校（せき，鼻汁が主で発熱は一部），12月17日には金沢市の材木町小学校ほか2校と山中町山中小学校でも発生をみた。金沢市の発生校の主症状は本郷小学校と同じく発熱が少なく，上気道炎のほか，腹痛，下痢，嘔吐などの腹部症状がみられた。山中小学校の場合同じ保健所管内の初発校の緑丘小学校と症状が似ていた[2)]。このうち緑丘，本郷，材木町の各小学校から各5人の咽頭ぬぐい液と血液が採取され，血液については，第1回採取後2週間目に更に回復期血清を採取した。

咽頭ぬぐい液については，前述の4細胞系と孵化鶏卵を用いてウイルス分離を試みたが，すべて分離陰性であった。一方，対血清については，昭和56年度のワクチン株であるA/熊本/37/79(H1N1)，A/Bangkok

表 1　　昭和56年12月～昭和57年1月に発生した集団かぜのウイルス学的・血清学的検査成績

発生月日	検体採取月日	発生施設	管轄保健所	ウイルス分離	対血清抗体価測定	確認数
11. 29	12. 2	加賀市緑丘小	山代	0/5	5/5：B(+)*	5/5
12. 1	12. 8	門前町本郷小	門前	0/5	0/4	0/6
12. 15	12. 17	金沢市材木町小	金沢市元町	0/5	0/5	0/5
1. 9	1. 19	美川町美川小	松任	0/5	0/3	0/5
1. 12	1. 19	辰口町宮竹小	小松	2/5：B	4/5：B(+)	4/5
1. 13	1. 19	能都町能都中	宇出津	0/5	5/5：B(+)	5/5
1. 16	1. 20	金沢市高岡中	金沢市泉野	0/5	4/4：B(+)	4/5
1. 18	1. 20	田鶴浜町金ケ崎小	七尾	1/5：B	2/5：B(+)	2/5
1. 18	1. 21	七塚町外日角小	津幡	0/5	0/5	0/5
1. 20	1. 21	富来町増穂小	富来	0/1	—	0/1
1. 20	1. 23	珠洲市蛸島小	珠洲	0/4	2/3：B(+)	2/4
1. 22	1. 29	輪島市上野台中	輪島	0/5	1/5：B(±)	1/5

＊対血清でのHI抗体価上昇が8倍以上あった例を（+），4倍の例を（±）とした。

表 2　　インフルエンザウイルス各抗原に対する対血清の平均HI抗体価（2^n）

発生校(保健所)人数	現ワクチン株 A/熊本(H1) 急	回	A/Bangkok(H3) 急	回	B/Singapore 急	回	旧ワクチン株 B/神奈川 急	回	分離株 B/石川 急	回	判定
緑丘小(山代) 5人	7.8	8.0	8.0	8.0	5.4	8.6	5.8	8.2	3.2	6.2	+(B)
本郷小(門前) 4人	8.5	7.8	7.5	7.5	8.0	7.8	7.8	7.8	5.5	5.5	−
材木町小(元町) 5人	8.2	8.0	9.8	9.8	7.6	7.4	7.2	7.4	6.0	6.0	−
美川小(松任) 3人	7.3	7.3	8.7	8.7	8.0	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0	−
宮竹小(小松) 5人	8.2	8.2	9.4	9.4	8.2	12.0	8.0	11.6	7.2	1.2	+(B)
能都中(宇出津) 5人	8.0	8.0	7.4	7.6	5.4	8.6	5.6	8.0	5.0	8.2	+(B)
高岡中(泉野) 4人	9.0	8.3	8.3	8.0	7.0	8.8	7.0	9.0	5.8	8.5	+(B)
金ケ崎小(七尾) 5人	8.0	7.8	6.8	6.8	7.2	8.0	7.2	8.8	6.4	7.4	±(B)
外日角小(津幡) 5人	9.2	9.2	7.8	7.8	7.4	7.6	7.4	7.4	6.6	6.6	−
蛸島小(珠洲) 3人	9.3	9.3	8.3	8.3	7.3	9.3	7.7	9.7	6.7	9.3	+(B)
上野台中(輪島) 5人	10.0	10.0	7.4	7.4	8.2	8.4	8.6	8.8	7.2	7.6	−

注：抗原の正式名称は本文参照
平均抗体価は2の指数で示し，判定は2.5差以上を+，1.5～2.4差を±，1.4差未満を−とした。左側数字は急性期，右側は回復期の値を示す。

/1/79（H3N2），B/Singapore/222/79株及び昭和55年度までのワクチン株B/神奈川/3/76株を用いてHI試験を実施した。その結果，緑丘小学校5人のうち4人がB/神奈川に対して回復期に8～16倍高い抗体価上昇を，また残り1人も4倍上昇と，全員がB型インフルエンザウイルスによる罹患があったことが明らかになった。なお本年度ワクチン株では16倍1人，8倍1人，4倍2人と4人が確認されたにとどまった。これら5人の患児はすべて11月24日にインフルエンザワクチンを接種しており，発病月日が11月29日から12月1日に分布していることを考えると，まだ充分に予防接種効果が出ないうちに発症したことになる。他の2校については，10人すべてが血清学的には陰性で，この検査成績と臨床症状からすると，これらの学校での集団かぜはインフルエンザによるものではなかったと思われる。これら発生校の検査成績及び各抗原に対する急性期と回復期の平均HI抗体価（2^n）を昭和57年1月発生分とともに**表1**と**表2**に示した。なお表2には昭和57年1月に集団発生例から分離されたB型株のB/石川/1/82株に対する抗体価も示したが，抗体価上昇の差は旧ワクチン株（B/神奈川）の方が，新ワクチン株（B/Singapore）や分離株（B/石川）より大きかった。通常は新株に対する価の方が旧株の急性期の抗体価より低く，かつ抗体価上昇も高いのが常であるが，本年のような現象は極めて稀であり，なぜこのような現象が起きたかについては不明である。

昭和56年12月には前述の6校のみであったが，昭和57年1月9日には13校で800人（うち欠席171人）の患者発生があり，うち10校で学年・学級閉鎖，授業打切りが行われ，その後も発生が相次いだ。19日発生の3校，20日，21日発生の各2校，23日，29日発生の各1校の9校から，咽頭ぬぐい液と，対血清の送付を受けた。患者の主な症状は12月発生分も含めて**表3**に示したが，せき，頭痛，上気道炎症，発熱と通常のかぜ症状を示した。ウイルス分離及び対血清抗体価測定の成績は**表1**に示したとおりで，9校中5校でB型インフルエンザの流行があったことが確認された。このうちインフルエンザウイルスが分離されたのは2校から3株のみで，血清学的には充分確認できたにもかかわらず，例年になく分離は低調であった。これはウイルス分離材料を採取した時点でのB型ワクチン株に対する平均HI抗体価が2校が5台であるのを除くと7～8台と高く，これに起因しているとも考えられる。ただB型株が分離された患者の急性期抗体価は1：128，1：256，1：512と高かった。

一般にインフルエンザの感染防禦には，HI抗体価1：128以上の人がその集団の70%を占めておればよいとされている[3)4)]。しかし表2でみるように，急性期のHI抗体価はワクチン株に対しては軒並みに高く，11校中6台以下はA(H1)型ではなし，A(H3)型では1校，B型では現ワクチン株，旧ワクチン株ともに2校であった。ただ分離株については，急性期では3台が1校，5台が3校，6台が4校で7台は3校のみ，回復期では5台が1校，6台が3校，7台が3校で，8台以上が4校となった。

表3に示した患児の臨床症状について，流行確認校

表 3　集団かぜ検体採取患児の主な臨床症状

発生校(保健所)	人数	流行型	発熱	せき	上気道炎症	関節痛筋肉痛	頭痛	腹痛	嘔吐	下痢	ワクチン接種
緑丘小(山　代)	5人	B	5	4	4	1	2	1	1	0	5
本郷小(門　前)	4人	—	0	5	3	0	3	1	0	0	5
材木町小(元　町)	5人	—	4	0	1	2	4	4	3	2	4
美川小(松　任)	3人	—	2	1	0	2	1	1	2	0	3
宮竹小(小　松)	5人	B	0	4	0	0	2	1	0	0	0
能都中(宇出津)	5人	B	3	5	4	3	3	2	2	1	0
高岡中(泉　野)	4人	B	0	2	1	0	0	0	0	0	1
金ケ崎小(七　尾)	5人	B	0	3	2	1	3	0	1	0	3
外日角小(津　幡)	5人	—	0	1	0	0	1	0	0	0	5
蛸島小(珠　洲)	3人	B	3	3	3	1	3	1	1	0	3
上野台中(輪　島)	5人	—	2	3	3	0	5	1	0	0	5
流行未確認校5校	22人	—	8	10	7	4	14	7	5	2	22
流行確認校6校	27人	B	11	21	14	6	13	5	5	1	12

と未確認校でその症状に差があるかどうかについてみてみると，流行校の患児の方が，せき，上気道炎症の数が平均して有意に高かった。しかし個々の例ではこの両症状がみられてもインフルエンザが否定されたケースや逆にこれら症状が少ないのに流行が確認された例もあって，解釈は一様にはできない。またワクチン接種についてみてみると，流行未確認校では22人すべてが予防接種していたのに対し，流行確認校では27人中12人（44%）が接種しているに過ぎず，両者間には明らかな有意差がみられた。

昭和56年12月から，57年3月にかけての集団かぜの日別発生校数と患者数を**表4**に示した。初発は12月1日，終発は3月12日で，発生のピークは1月26日（8,711人）と2月1日（7,120人）にあり，1日1千人以上の発生がみられた期間は両ピークを含む1月20日から2月8日までであった。初発から終発までの間に石川県の学校関係施設では，228校，在籍112,766人のうち61,919人が罹患し，うち11,623人が欠席した。発生校は全施設数の半数に近く，措置は休校22校，学年閉鎖59校，学級閉鎖67校，授業打切り57校，措置なし23校であった[1)2)5)]。

この流行期間中に分離されたインフルエンザウイルスは，B型が22株，A(H3）型が1株で，B型は集団発生のほかには12月に感染症サーベイランス検査定点からとインフルエンザ定点から各1株，1月，2月，3月にはインフルエンザ定点から2株，13株，2株，またA(H3）型が3月にインフルエンザ定点から1株分離された。このうち昭和56年12月に検査定点から分離されたB/石川/1/81株について行われた抗原分析結果を表5に再掲したが，加賀市で分離されたこの株は，旧ワクチン株のB/神奈川/3/76株に類似した抗原型を示し，これは患者対血清のHI抗体価測定の際にみられた現象（前出）とよく一致している。

昭和56年12月から昭和57年3月にかけての集団かぜは，石川県では確認例すべてがB型であり，他の定点での成績からもそれが裏付けられている。流行規模は石川県では6万人を越え大きな流行を来たしたが，全国的には流行は中規模と言われている[1)]。集団かぜか

表4　学校施設における日別発生状況

月　日	発生校	累　計	患者数	累　計	月　日	発生校	累　計	患者数	累　計
12. 1	1	1	52	52	2. 8	5	201	1,551	58,457
7	1	2	75	127	9	3	204	442	58,899
17	4	6	1,705	1,832	10	0	204	232	59,131
					12	3	207	438	59,569
1. 19	7	13	800	2,632	13	0	207	86	59,655
20	4	17	1,564	4,196	15	1	208	75	59,730
21	3	20	760	4,956	16	1	209	517	60,247
22	8	28	763	5,719	17	2	211	175	60,422
23	5	33	1,802	7,521	18	3	214	248	60,670
25	33	66	7,444	14,965	19	3	217	100	60,770
26	35	101	8,711	23,676	20	0	217	15	60,785
27	17	118	4,475	28,151	22	3	220	653	61,438
28	16	134	4,880	33,031	23	2	222	136	61,574
29	13	147	3,732	36,763	24	1	223	74	61,648
30	3	150	1,641	38,404	25	0	223	17	61,665
					26	1	224	35	61,700
2. 1	19	169	7,120	45,524					
2	8	177	2,487	48,011	3. 1	3	227	126	61,826
3	4	181	4,877	52,888	2	0	227	40	61,866
4	4	185	1,332	54,220	3	0	227	10	61,876
5	5	190	1,484	55,704	8	1	228	39	61,915
6	6	196	1,202	56,906	12	0	228	4	61,919

（公衆衛生課資料による）

表 5　昭和56年12月に分離されたインフルエンザウイルスB型株の抗原分析

抗原	フェレット感染抗血清		
	B/神奈川/3/76	B/横浜/1/80	B/滋賀/75/81
A/神奈川/3/76	**512**	256	128
B/横浜/1/80	64	**128**	256
B/滋賀/75/81	64	128	**512**
B/Singapore/222/79	32	128	128
B/石川/1/81	512	256	256

（国立予防衛生研究所日本インフルエンザセンター資料による）

表 6　石川県における集団かぜの発生状況（昭和46年度～56年度）

年度	発生施設数	休校数	学年閉鎖	学級閉鎖	在籍者数	患者数	罹患率(%)	発生期間 初発月日～終発月日	流行型
昭46	14					6,183		47. 1.28～47. 2.28	A(H3)
47	10	2	0	6	4,872	476	9.8	48. 1.29～48. 3.17	A(H3)
48	95	25		(28)*	52,412	12,852	24.5	48. 5.28～48. 7.19	B
48	81	2	1	9	49,680	22,846	46.0	48.11. 5～48.12.20	B
48	18	4	5	4	2,372	894	37.7	49. 1.16～49. 3. 9	B,A(H3)
49	21	10	5	6	5,512	2,412	43.8	49.11.26～50. 3.17	A(H3)
50	219	22	18	30	100,944	34,018	33.7	50.12.16～51. 2.16	A(H3)
51	1	0	0	0	156	53	34.0	51. 4.26	B
51	266	28	57	82	114,209	63,611	55.7	52. 1.20～52. 3.14	B
52	169	10	29	58	102,595	54,379	53.0	53. 1.12～53. 3.17	A(H3)/A(H1)
53	1	0	0	1	235	132	56.2	53. 5.16	A(H1)
54	37	7	14	2	14,018	5,566	39.7	54. 4.12～54. 6. 1	A(H1)
54	118	14	27	39	57,243	24,559	42.9	55. 1.14～55. 3.18	A(H1),A(H3),B
55	32	2	8	3	17,346	7,956	45.9	56. 2. 9～56. 3.16	A(H1),A(H3)
56	228	22	59	67	112,766	61,919	54.9	56.12. 1～57. 3.12	B
(57)**	8	2	3	1	2,187	1,066	48.7	57. 4.15～57. 5.26	A(H3)

*　学年閉鎖数も含む
**　昭和57年6月まで

（公衆衛生課資料による）

らのウイルス分離は，石川県ではすべてB型であったが，全国ではA(H1）型が三重県1県から，A(H3）型が6都道県から，B型が45都道府県から分離されている。集団かぜの例以外では，ほかにA(H1）型が福岡県で，A(H3）型が本県を含め7県で分離されており，特にA(H3）型の分離がB型による流行が終った3月に入ってからであることを考慮すると，今秋へ向けての流行が懸念される。

なお，参考までに昭和46年度から昭和56年度までと昭和57年4月～5月までの石川県における集団かぜの発生状況を表6に示した。

文　献

1）厚生省公衆衛生局保健情報課情報管理係：インフルエンザ様疾患発生報告，No.1—15(1981—1982)
2）石川県感染症情報センター，石川県感染症情報対策委員会：石川県感染症情報，No.1—28（1981），No.1—12（1982）
3）水谷裕迪，根路銘国昭：日本のワクチン　改訂2版（国立予防衛生研究所学友会編）p47—66，丸善，東京（1977）
4）園田忠男：インフルエンザ＜特に学校流行を中心に＞，金原出版，東京（1980）
5）石川県厚生部公衆衛生課：集団かぜの発生状況，昭和57年1月19日～3月8日

〔資　料〕

石川県産豚の血中日本脳炎 HI 抗体保有状況

（昭和56年の成績）

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

日本脳炎ウイルスの場合，このウイルスの増幅動物であるブタと，ベクターであるコガタアカイエカの間には，吸血を介して生ずる感染増殖サイクルがあってその主な生活環境をなしており，両個体でウイルスの増殖がみられる。そして，ヒトに対しては，コガタアカイエカからヒトへの一方通行的感染経路があることが知られている。また，ブタ間での日本脳炎ウイルスの感染と流行は，同一地区内のヒトでの感染流行に先立ち，かつ，規模も大きいこともよく知られている。したがって，ある地区のブタの日本脳炎ウイルス感染率，すなわち，地区豚血中日本脳炎 HI 抗体保有率を調査することは，人に対する感染の危険度を知る上で，また，その年における流行の有無や規模を把握する上で，極めて重要なことと言える。

本調査は，以上のような観点に立ち，昭和40年から実施しているもので，昭和41年からは厚生省の伝染病流行予測事業として委託を受けて実施している。以下，昭和56年に石川県で得られた日本脳炎流行予測事業の感染源調査（屠場豚血中日本脳炎 HI 抗体保有調査）の結果について報告する。

2 調査方法

調査要領は厚生省の昭和56年度伝染病流行予測事業実施要領[1]によった。

2・1 調査時期

昭和56年7月から9月の3カ月間の，次の区分による計8回の調査を行った。

7月中旬，下旬　　（2回）
8月上旬，中旬，下旬（3回）
9月上旬，中旬，下旬（3回）

2・2 客体と地区の選定

石川県産の豚が集まる屠畜場として，能登地区の奥能登牛肉処理場（輪島保健所管内）を選定し，採血予定頭数は1旬あたり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，豚の種類や性別は問わず，前年の流行期を経ていない生後5～8カ月の豚を対象とした。なお，調査対象豚頭数は160頭でその飼育地別内訳を表1に示した。

採血は屠殺後の放血時に適当な容器に血液を採取し，分離した血清を短中試験管に入れてゴム栓で密栓し，衛生公害研究所へ送付を受けた。

表1　昭和56年度調査屠場豚の飼育地別内訳

飼育地	調査頭数
鹿島郡	59頭
羽咋郡	46
鳳至郡	26
七尾市	18
珠洲市	11
（能登地区）計	160頭

Serological Survey of HI-Antibodies against Japanese Encephalitis Virus in Swine Bred in Ishikawa Prefecture, 1981. *by Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

2・3 調査事項

HI（赤血球凝集抑制）試験により，豚血清中の日本脳炎ウイルス（Ja GAr #01株）に対する HI 抗体価を測定し，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（2 ME）処理を行った。

検査方法は伝染病流行予測調査検査術式[2]に準拠した。

HI 試験法：被験血清は冷アセトン2回抽出法により血清中のインヒビターを除去し，乾燥後，原血清の10倍量のホウ酸緩衝液（pH 9.0）を加えて再浮遊し，4 °C に1夜放置後，56°C 30分間の非働化を行い，HI 抗体価の測定に供した[3]。抗原には，市販の JaGAr #01株（武田薬品工業KK製）を，赤血球には生後1日以内のニワトリひな赤血球を用いた。なお，すべての被験血清は，低値の HI 抗体価の読みを確実にするため，ニワトリひな赤血球によるヘテロヘマグルチニンの吸収処理を行った。

2 ME 感受性 HI 抗体試験法：HI 抗体価1：40以上であった血清につき，この抗体が新鮮感染抗体，すなわち IgM を主とする抗体であるかどうかを判断するため，血清を IgM 解離作用がある2 ME により処理を行った。これには新たに調製した 0.2M 2 ME を血清と等量混合し，37°C の恒温水槽で1時間反応させた後冷却し，その後は前述の HI 試験法と同様の冷アセトン処理を2回行い10倍希釈した検体を HI 試験に供した。なお，この処理により，血清中の HI 抗体価が未処理の対照に比べ 1/8 以下に低下したときに2 ME 感受性抗体（+）であるとし，1/4 低下を（±），1/2 低下，若しくは低下なしを（−）とした。2 ME 感受性抗体（+）の場合，その HI 抗体保有豚は新鮮感染があった可能性が極めて高いとされている。

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

本年度における屠場豚血中日本脳炎 HI 抗体保有状況を**表2**に示した。HI 抗体価1：10以上の陽性豚数は48頭で，昨年度（44頭）とほぼ同数であった。また，陽性豚出現旬は，7月下旬，8月上旬，下旬，9月上旬，中旬，下旬の計6旬であり，陽性豚数はそれぞれ2，1，3，8，16，18頭であった。日本脳炎ウイルス汚染推定地区の指定がなされる50%（10頭）以上の陽性豚が出現した旬は，9月中旬（80%），下旬（90%）の2旬であり，9月中旬以後は汚染推定地区となった[4]。

なお，陽性豚の保有 HI 抗体価の分布は1：10から1：1280にまで分布し，1：160と1：320とが大半（28頭）を占め，この傾向は昨年度とよく似ていた。

一方，新鮮感染の有無の指標，すなわち日本脳炎ウイルスの感染活動の有無を示す2 ME 感受性抗体保有豚の出現旬は，9月上旬から9月下旬にかけての3旬のみで，この間12頭の2 ME 感受性豚があり，検査対象となった HI 抗体価1：40以上の頭数中に占める2

表 2　屠場豚血中の日本脳炎 HI 抗体保有状況（昭和56年7月～9月）

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[1]（陽性率）[2]	2 ME 感受性抗体保有頭数[3]
				<10	10	20	40	80	160	320	640	1280		
7月	中旬	7.15～16	20	20									0（0%）	—
	下旬	7.27～28	20	18	2								2(10%)	—
8月	上旬	8.10	20	19				1					1（5%）	0
	中旬	8.24	20	20									0（0%）	—
	下旬	8.31	20	17	1	2							3(15%)	—
9月	上旬	9. 8～ 9	20	12		1		1(1)	2(2)	2(1)	1	1(1)	8(40%)	5
	中旬	9.21	20	4	2	1	1(1)		4(1)	6(3)	2(1)		16(80%)	6
	下旬	9.29～30	20	2			1	2(1)	6	8	1		18(90%)	1

1） HI 抗体価1：10以上の頭数
2） 陽性頭数÷検査頭数×100
3） 2 ME 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（ ）数字で掲げた。

表 3　　屠場豚血中日本脳炎2ME 感受性 HI 抗体の分布（昭和56年7月～9月）

月　旬	検査頭数	2ME 感受性[1] 検査対象頭数	2ME 感受性抗体 − 1	2	± 4	+ 8	16	32	64	2ME 感受性抗体保有数[2]（保有率）[3]
7月 中旬	20	0								—
7月 下旬	20	0								—
8月 上旬	20	1	1							0（0%）
8月 中旬	20	0								—
8月 下旬	20	0								—
9月 上旬	20	7		2			3	1	1	5(71%)
9月 中旬	20	13		2	5	5	1			6(46%)
9月 下旬	20	18	2	11	4	1				1（6%）

1)　HI 抗体価1：40以上の頭数
2)　2ME 感受性抗体（＋）の頭数
3)　2ME 感受性抗体（＋）頭数÷2ME 感受性検査対象頭数×100

ME 感受性抗体保有頭数の割合はそれぞれ，71%(5/7)，46% (9/13)，6% (1/18) であった。なお，2ME 感受性 HI 抗体の分布状況は，2ME 処理低下希釈倍数でもって**表3**に示した。2ME 処理の対象となった豚は39頭あり，2ME 感受性試験の結果，未処理の対照に比べ，低下なしが3頭，1/2低下が15頭，1/4低下が9頭，1/8低下が6頭，1/16低下が4頭，1/32低下が1頭，1/64低下が1頭あった。これを感受性の有無の判定基準で評価すると，（＋）が12頭，（±）が9頭，（−）が18頭となった。そこで，2ME 感受性抗体保有率から日本脳炎ウイルスの本県への侵入並びに活動時期を推定すると，おそらく9月上旬に侵入し，9月中旬までかなり活動があったと推測され，ほぼ昨年度後半と同様の状況でなかったかと考えられる。

屠場豚 HI 抗体保有率の過去3年間の推移を**図1**に示した。本年の推移は8月下旬に陽性豚の出現があり，急激な立ち上りは9月上旬からとなった。この立ち上がり時期は昨年度の後半と同じで，一昨年度に比べれば1旬の遅れはあるものの，保有率のピークは昨年度よりは若干高く，一昨年度と昨年度のほぼ中間に位置した。また，昨年度と比較して異なるところは，後半の立ち上がり以前に2ME 感受性抗体保有豚を含む小ピークがなかったことで，これは天候が昨年度のような異常気象でなかったことに起因しているかも知れない。しかし，とにかく異常気象年と言われた昭和53年，55年には8月上・中旬に2ME 感受性抗体を伴うピークが出現し，その時期がかっての大流行時の HI 抗体保有率の急上昇期と一致していることは，異

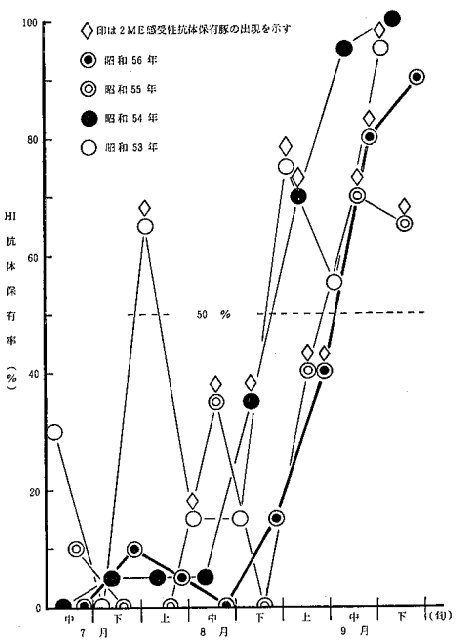


図1　**屠場豚血中日本脳炎 HI 抗体保有率の推移と2ME 感受性抗体保有豚の出現**（能登地区）

常気象年でない年にみられるHI抗体保有率の上昇期の遅延が定着したものではなく，時には異常気象のような引き金によって流行が起き得ることを示している。

3・2　豚血中日本脳炎HI抗体保有率と患者発生

以上，述べてきたように，本年も9月中旬には豚血中日本脳炎HI抗体保有率が50%を越え，日本脳炎ウイルス汚染推定地区となった。他方，新鮮感染の指標である2ME感受性抗体保有豚の出現も，9月上旬以降であった。これらのことは，本年も9月上旬以降，特に中旬，下旬には日本脳炎患者の発生の恐れが多分にあったことを示唆している。しかし，幸いにも本年度も患者の発生は疑似も含めて1人もなかった。このことは気象条件，住宅環境，農業形態の変化，住民の健康状態の向上などにも因るだろうが，他方で媒介蚊であるコガタアカイエカ体内でのウイルス増殖維持能の変化などもあるとされている。ともかく環境の整備による媒介蚊の防除，個人防衛力の向上による罹患の回避によって感染を免がれるようにしなければならないことはもちろんだが，一方で，その年における日本脳炎ウイルスの動向を調べることはぜひ必要であり，今後もこの調査を続けることには重要な意義があると考えている。

おわりに，この調査を実施するにあたって，県公衆衛生課並びに検体採取に多大な御協力をいただいた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）厚生省公衆衛生局保健情報課編：昭和56年度伝染病流行予測調査実施要領（1981）
2）同上編：伝染病流行予測調査術式（日本脳炎）（1979）
3）大谷　明：厚生省監修　微生物検査必携　ウイルス・リケッチア検査，第2版，p249—264，日本公衆衛生協会，東京（1978）
4）厚生省公衆衛生局保健情報課編：全国日本脳炎情報（1981）

〔資　料〕

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56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

インフルエンザウイルスは，ヒト・ブタ・ウマ・鳥類で見つけられ，A・B・C型の3型に分類されている[1)-3)]。また，A型はヘマグルチニン（H1～12）及びノイラミニダーゼ（N1～9）スパイクの抗原型からいくつかの亜型の存在が知られ，そのうち人では4亜型（H0N1，H1N1，H2N2，H3N2）の流行があったことが確認されている。このように大きな抗原型の違いのほかに，A型とB型には連続変異と呼ばれる小さな抗原性の変化があり，それが毎年のように流行を来たす原因となっている。

人における流行の阻止という目的で，我が国では現在サブユニットワクチン(HとNを主成分としている)が用いられているが，そのなかに含められるウイルス株数と量は免疫効果と副作用の点から限定され（本年度ワクチンは3株で計700CCA/ml相当量），すべてのインフルエンザウイルス抗原型を含有させることはできない。それ故に，流行するウイルスの抗原型によっては，全く効果を発揮できずに大流行することも充分に考えられる。したがって，インフルエンザ患者の早期発見とその原因ウイルスの抗原型を知ることは，予防対策上の1つのキーポイントになると考えられる。

本調査はこのような見地に立って，昭和45，46年度は調査研究で，昭和47年度からは県公衆衛生課事業の「インフルエンザ定点観測」として，昭和51年度からは厚生省の「インフルエンザ流行予測」事業をも含め，保健所並びに医療機関の協力を得て実施している。以下に，本年度得られた成績について報告する。

2 調査方法

調査期間は例年7月から翌年3月までの9カ月間であるが，本年度は昭和56年4月から6月までの3カ月間を追加し，年間を通して実施した。調査対象者はインフルエンザ様疾患として**表1**に示した県下3地区6

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) 検体数	(人数/月)	血清 HI 抗体価測定 検体数
金沢地区	鳴和総合病院	45件	(5人)	150
	金沢赤十字病院	45	(5人)	50
	石川県立中央病院	18	(2人)	50
	石川県職員診療所	18	(2人)	50
小松地区	市立小松総合病院	27	(3人)	100
七尾地区	薫仙会恵寿病院	45	(5人)	100
県　計		**198**	**(22人)**	**500**

Epidemiological Survey for Influenza in Ishikawa Prefecture, 1981. *by Tetsuo KAJI, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

医療機関を受診した患者で，調査事項は咽頭ぬぐい液からのインフルエンザウイルス分離と，対血清のHI抗体価測定による血清学的診断で，いずれも伝染病流行予測調査検査術式[4]に準拠して行った。ウイルス分離系としては，ふ化鶏卵・トリプシン添加MDCK細胞の2系を既述[5][6]の方法で用い，赤血球凝集抑制（HI）抗体価測定用抗原としては，武田薬品工業KKから市販されているA/熊本/37/79(H1N1)，A/Bangkok/1/79（H3N2），B/Singapore/222/79の3株を用い，測定誤差を最小限にするため，原則として対血清（急性期と回復期のペア）となった時にHI抗体価の測定を実施した。

3　調査成績と考察

3・1　ウイルス分離

本年度にインフルエンザ様患者から採取された咽頭ぬぐい液件数は149件で，月平均約12件であった。地区別では金沢地区が大半の139件（93%）を占めた。分離株数は18株で，その内訳はA(H3）型1株，B型17株であり，分離された月はA(H3）型は昭和57年3月，B型は昭和56年12月から昭和57年3月までの4カ月間であり，いずれも金沢地区で採取された検体から検出されている（**表2**）。ウイルスの分離状況から，本県における本年度の流行ウイルス型の主流はB型であったと思われ，12月から流行が起き，ピークは2月と推定される。一方，インフルエンザウイルスによる集団かぜの発生が確認されたのは12月上旬で，その流行ウイルス型はB型であった。また，集団かぜの検査対象となった施設で，12月以後にインフルエンザウイルスによることが確認されたのは，検査を行った12施設のうち7施設（残り5施設は病因不明）で，すべてB型インフルエンザウイルスに因るものであったが，これは本調査成績ともよく一致している。

A型ウイルスについては，本年度はA(H1）型のいわゆるソ連かぜウイルスが1株も分離されず，流行がほとんどなかったと推定される一方，A(H3）型のいわゆる香港かぜウイルスが3月中旬の検体からたった1株だけではあるが検出されたことは，この亜型の小規模な流行が3月にあったことを示すもので，この小流行が4月以後に流行規模の拡大へとつながる可能性は否定できず，注意すべきことであると考える。

3・2　HI抗体価の測定

昭和56年7月から昭和57年3月までに採取された対血清総数は19件で採取予定数（250件）の1割にも満たず，本調査開始以来最低の数となった。その原因は，毎回指摘されるように主として回復期血清採取の困難さにあると考えられるが，それ以外にも協力医療機関への本調査の必要性のRR不足などがあると思われる。数が少ないので流行予測調査としての意義は小さくなるが，これらの検体についてHI抗体価を測定し，罹患の有無を調査した。その結果を**表3**にまとめて示した。血清学的確認患者は3人で，いずれもB型

表2　インフルエンザ流行予測・定点観測調査（ウイルス分離）成績

採取時期	金沢地区				小松地区		七尾地区		県計			
	検体数	分離数	型別 A(H3)	型別 B	検体数	分離数	検体数	分離数	検体数	分離数	型別 A(H3)	型別 B
昭和56年4月	10件	0件	—	—	0件	—件	0件	—件	10件	0件	—	—
5月	10	0	—	—	0	—	0	—	10	0	—	—
6月	10	0	—	—	0	—	0	—	10	0	—	—
7月	10	0	—	—	0	—	0	—	10	0	—	—
8月	10	0	—	—	0	—	0	—	10	0	—	—
9月	11	0	—	—	0	—	0	—	11	0	—	—
10月	10	0	—	—	3	0	0	—	13	0	—	—
11月	11	0	—	—	1	0	0	—	12	0	—	—
12月	10	1	0	1	0	—	0	—	10	1	0	1
昭和57年1月	12	2	0	2	0	—	1	0	13	2	0	2
2月	22	12	0	12	0	—	5	0	27	12	0	12
3月	13	3	1	2	0	—	0	—	13	3	1	2
計	139	18	1	17	4	0	6	0	149	18	1	17

表 3　インフルエンザ流行予測・定点観測調査（対血清のHI抗体価測定）成績

急性期血清採取時期	金沢地区 対血清件数	＋（型別）	±（型別）	−	小松地区 対血清件数	＋	±	−	七尾地区 対血清件数	＋（型別）	±	−	全県 対血清件数	＋（型別）	±（型別）	−
昭和56年7月	2	0	0	2	0	—	—	—	0	—	—	—	2	0	0	2
8月	1	0	0	1	0	—	—	—	0	—	—	—	1	0	0	1
9月	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—
10月	0	—	—	—	3	0	0	3	0	—	—	—	3	0	0	3
11月	1	0	0	1	1	0	0	1	0	—	—	—	2	0	0	2
12月	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—
昭和57年1月	2	0	0	2	0	—	—	—	1	1(B)	0	0	3	1(B)	0	2
2月	8	2(B)	1(B)	5	0	—	—	—	0	—	—	—	8	2(B)	1(B)	5
3月	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—	0	—	—	—
計	14	2(B)	1(B)	11	4	0	0	4	1	1(B)	0	0	19	3(B)	1(B)	15

注　＋：回復期HI抗体価/急性期HI抗体価≧8
　　±：回復期HI抗体価/急性期HI抗体価＝4
　　−：回復期HI抗体価/急性期HI抗体価≦2

表 4　単一血清のインフルエンザ各型に対するHI抗体の分布状況

抗原	HI抗体価 ≦16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	平均HI抗体価
A/熊本/37/79(H1N1)	17	1	2	3	4	1	—	—	—	38
A/Bangkok/1/79(H3N2)	12	5	6	3	1	—	—	—	1	41
B/Singapore/222/79	15	4	7	1	1	—	—	—	—	30

＊　急性期血清総件数は28件
＊　平均HI抗体価の算出では，16倍以下を16倍とした。

表 5　インフルエンザ流行予測・定点観測調査対象者の年齢構成

年齢(歳)	ウイルス分離 対象者数(検体数)	分離数	型別 A(H3)	型別 B	HI抗体価測定 対象者数(急性期血清件数)	対血清件数	4倍以上上昇例数（B型）
3以下	90	6	0	6	0	—	—
4～6	28	6	1	5	0	—	—
7～18	16	4	0	4	4	2	1
19～30	3	1	0	1	6	3	1
31～60	11	1	0	1	11	7	1
61以上	1	0	—	—	7	7	1
計	149	18	1	17	28	19	4

であった。患者の発病月は1月1人，2月2人であり，ウイルス分離成績から流行期であると推定された時期と一致していた。

なお参考として，急性期のみの単一血清28件について実施したインフルエンザ各型に対するHI抗体の保有状況を表4に示したが，1例のみA(H3)型に高い値を示したほかはすべて1:512以下であった。

3・3 調査対象者における年齢層別確認患者発生状況

調査対象者の年齢別では（表5），インフルエンザA（H1）型でみられた患者年齢層の偏りは，本年度の主流行型であるB型においては全くみられず，全年齢層に確認患者が存在しており，このことは本年度のB型ウイルスによるインフルエンザの流行が，広く各年齢層で起きたことを示しているものと思われる。

4 ま と め

昭和56年4月から昭和57年3月までの1年間に県下3地区で採取されたインフルエンザ様患者の咽頭ぬぐい液と対血清について，ウイルス分離及びHI抗体価の測定を行い，次の成績を得た。

(1) 患者咽頭ぬぐい液149検体からインフルエンザウイルスの分離を試み，18株のウイルスを分離した。その型別内訳はA(H3)型1株，B型17株であり，分離陽性検体採取月は12月から3月の4カ月にまたがっていた。B型ウイルスの最多分離月は2月で，この月をピークとする流行があったと推測される。

(2) 19人の患者対血清のHI抗体価測定をA/熊本/37/79（H1N1），A/Bangkok/1/79（H3N2），B/Singapore/222/79の3株を抗原として実施し，3人の患者を確認した。その患者の発病月は1月と2月であった。

(3) 年齢層別確認患者発生状況から，広く各年齢層でB型ウイルスの流行があったことが示唆された。

おわりに，本年度の調査成績をまとめるにあたって，多大な御協力をいただいた小松・七尾両保健所並びに蔦仙会恵寿病院，鳴和総合病院，金沢赤十字病院，市立小松総合病院，石川県職員診療所の関係各位に，記して感謝の意を表する。

文 献

1) 水谷裕迪：ウイルス実験学各論（国立予防衛生研究所学友会編），p31—53，丸善，東京（1967）
2) C・H・スチュワートーハウス，G・C・シルド：インフルエンザ（杉浦昭，飛田清毅，根路銘国昭訳），講談社，東京（1978）
3) 須藤恒久：ウイルス学（植竹久雄編），p277—295，理工学社，東京（1979）
4) 厚生省公衆衛生局保健情報課編：伝染病流行予測調査検査術式，32—56（1978）
5) 梶哲夫，尾西一，木村晋亮：石川衛公研年報，14，110—116（1977）
6) 梶哲夫，佐藤邦代，尾西一，木村晋亮：石川衛公研年報，16，223—230（1979）
7) 梶哲夫，佐藤邦代，尾西一，木村晋亮：石川衛公研年報，18，433—438（1981）

〔資　料〕

七尾西湾における麻ひ性貝毒調査結果

石川県衛生公害研究所食品薬品部　砺波信一・泉　広栄
岸原　聡・神崎英彰
石川県厚生部環境衛生課　細谷和夫

1 はじめに

麻ひ性貝毒（PSP）は有毒プランクトンの *Protogonyaulax spp.* が産生する自然毒であり，その毒力はフグ毒に匹敵する。このPSPはプランクトンから貝類に移行するが貝類にとっては無害と考えられている。しかし毒化した貝をヒトが食べるとしびれや麻ひを主徴とする中毒を起こし，重篤な場合は死亡する。この麻ひ性貝毒は古くから知られており，欧州や北米大陸などではこれまでに多数の犠牲者を出している。一方日本においても昭和50年以来 PSP による貝類の毒化が各地で頻繁に報告されており水産上並びに公衆衛生上の大きな問題になっている。これに対応して国は監視と試験検査体制を強化しており毒化貝類については，厚生省環境衛生局長通達[1]により，その可食部1g当りの毒量が4M.U.を超えるものの販売を行うことは食品衛生法第4条の規定に違反するものとして取扱うこととなった。

本県においても二枚貝，ことにかきの生産（養殖）は七尾西湾を中心に進められており，岩手県に次いで全国5位の魚獲量[2]（むき身897t，から付（換算）重量5,971t）となっていることから，厚生部環境衛生課が主体となり，これの定期的な監視と検査体制の強化が図られ，昭和55年度から年6回隔月養殖場のカキの毒性検査を実施している。本報では，昭和55年度及び昭和56年度に実施した毒性検査結果について報告する。

2 検体及び検査方法

検体のカキ及びムラサキイガイは現地で採取し，試験室に持ち帰ったのちむき身とした。

検査方法は，厚生省環境衛生局乳肉衛生課長通知：貝類の検査法等についての別添「麻痺性貝毒検査法」[3]によった。

3 結果及び考察

七尾西湾かき養殖場のカキ（稚貝：9割が広島産）及びムラサキイガイを対象とし，図1にかき養殖棚の位置を，表1には毒性調査結果を示したが，調査期間中いずれの貝についても毒化は認められなかった。

ムラサキイガイについては昭和55年，56年のいずれも9月には，貝の採取量が少なく試験が出来なかった。

毒化原因プランクトン（*P. catenella, P. tamarensis* の2種）は赤潮を形成することは極めて稀で，1l中数百 Cell 程度でも二枚貝は高濃度に毒を蓄積するため，プランクトン調査のみでは見逃される心配がある[4]。したがって漁場（養殖場）の水温，赤潮発生等についての定期的な監視と並行して，貝そのものの毒性調査は欠くことができない。

Mouse Bioassay of Paralytic Shellfish Toxin in *Crassostrea gigas* and *Mytilus sp.* on the West-bay of Nanao, Ishikawa Prefecture. *by Shin-ichi TONAMI, Hiroe IZUMI, Satoshi KISHIHARA, and Hideaki KANZAKI (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), and Kazuo HOSOYA (Section of Environmental Sanitation, Department of Health and Welfare, Ishikawa Prefecture)*

表 1　二枚貝の毒性調査結果

調査年月日：昭和55年5月29日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	6	76.5	12.7	＜1.75	58	16.8
2	〃	4	91	22.7	＜1.75	57	16.8
3	〃	4	77.5	19.4	＜1.75	50	16.8
4	〃	5	91	18.2	＜1.75	46	17.0
5	〃	5	78.5	15.7	＜1.75	59	—
6	ムラサキイガイ Mytilus sp.	10	56	5.6	＜1.75	58	16.8
7	〃	8	30	3.7	＜1.75	50	16.8
8	〃	12	77	6.4	＜1.75	59	—

調査年月日：昭和55年7月28日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	9	89	9.9	＜1.75	66	25.6
2	〃	9	102	11.3	＜1.75	66	25.6
3	〃	13	111	8.5	＜1.75	58	25.0
4	〃	16	125	7.8	＜1.75	52	25.0
5	〃	13	140	10.7	＜1.75	54	25.0
6	〃	13	123	9.5	＜1.75	54	25.0
7	ムラサキイガイ Mytilus sp.	19	105	5.5	＜1.75	66	25.6
8	〃	21	150	7.1	＜1.75	52	25.0
9	〃	22	175	7.9	＜1.75	54	25.0
10	〃	16	105	6.5	＜1.75	54	25.0

調査年月日：昭和55年9月29日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	20	165	8.2	＜1.75	66	21.3
2	〃	29	120	4.1	＜1.75	56	21.3
3	〃	32	145	4.5	＜1.75	55	21.6
4	〃	23	125	5.4	＜1.75	49	21.6
5	〃	20	120	6	＜1.75	50	21.3

調査年月日：昭和55年11月14日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	28	153	5.5	＜1.75	74	14.8
2	〃	29	140	4.8	＜1.75	71	14.5
3	〃	23	149	6.5	＜1.75	55	14.5
4	〃	27	182	6.7	＜1.75	56	14.8
5	〃	22	165	7.5	＜1.75	59	15.0
6	ムラサキイガイ Mytilus sp.	35	60	1.7	＜1.75	71	15.2
7	〃	25	40	1.6	＜1.75	55	14.5
8	〃	30	60	2.0	＜1.75	56	14.8

調査年月日：昭和55年1月21日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	14	195	13.9	＜1.75	48	—
2	〃	12	185	15.4	＜1.75	51	—
3	〃	30	155	5.2	＜1.75	66	—
4	〃	24	165	6.9	＜1.75	69	—
5	〃	13	160	12.3	＜1.75	55	6.5
6	〃	13	140	10.7	＜1.75	58	6.5
7	ムラサキイガイ Mytilus sp.	22	65	2.9	＜1.75	57	6.5

調査年月日：昭和56年3月4日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	17	118	6.9	＜1.75	59	7.7
2	〃	15	115	7.6	＜1.75	57	7.3
3	〃	15	150	10.0	＜1.75	60	7.3
4	〃	15	168	11.2	＜1.75	47	7.9
5	〃	13	168	12.9	＜1.75	54	8.5
6	ムラサキイガイ Mytilus sp.	40	136	3.4	＜1.75	47	7.9
7	〃	30	99	3.3	＜1.75	57	7.3

調査年月日：昭和56年5月13日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	16	100	6.2	＜1.75	71	14.7
2	〃	16	180	11.2	＜1.75	56	14.8
3	〃	14	160	11.4	＜1.75	57	15.0
4	〃	15	250	16.6	＜1.75	66	15.0
5	〃	15	140	9.3	＜1.75	59	15.0
6	ムラサキイガイ Mytilus sp.	20	93	4.6	＜1.75	56	14.8
7	〃	19	102	5.3	＜1.75	66	15.0
8	〃	20	101	5.0	＜1.75	59	15.0

調査年月日：昭和56年7月15日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	25	155	6.2	＜1.75	65	26.0
2	〃	18	220	12.2	＜1.75	71	26.0
3	〃	18	210	11.5	＜1.75	46	26.5
4	〃	18	120	6.7	＜1.75	59	26.5
5	ムラサキイガイ Mytilus sp.	40	235	5.8	＜1.75	65	26.0
6	〃	40	280	7	＜1.75	71	26.0

調査年月日：昭和56年9月8日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	42	150	3.5	＜1.75	67	23.6
2	〃	44	110	2.5	＜1.75	62	23.8
3	〃	50	120	2.4	＜1.75	55	24.3
4	〃	56	140	2.5	＜1.75	77	24.7
5	〃	42	110	2.6	＜1.75	54	24.0
6	〃	26	160	6.1	＜1.75	58	24.0

調査年月日：昭和56年11月11日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	26	120	4.6	＜1.75	74	13.3
2	〃	23	100	4.3	＜1.75	65	12.6
3	〃	23	140	6.0	＜1.75	57	12.3
4	〃	19	105	5.5	＜1.75	58	12.5
5	〃	32	110	3.4	＜1.75	46	10.6
6	ムラサキイガイ Mytilus sp.	44	120	2.7	＜1.75	57	12.3

調査年月日：昭和57年1月12日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	30	100	3.3	＜1.75	67	10.0
2	〃	31	88	2.8	＜1.75	65	10.3
3	〃	27	141	5.2	＜1.75	56	10.0
4	〃	28	150	5.3	＜1.75	55	9.7
5	〃	22	180	8.2	＜1.75	46	9.5

調査年月日：昭和57年3月4日

番号	検体	個数	むき身重量(g)	むき身重量/個数	成績(MU/g)	調査だな	水温
1	カキ Crassostrea gigas	26	145	5.6	＜1.75	68	8.5
2	〃	23	200	8.7	＜1.75	76	8.5
3	〃	26	160	6.2	＜1.75	60	8.5
4	〃	23	175	7.6	＜1.75	77	—
5	〃	15	175	11.6	＜1.75	49	—
6	ムラサキイガイ Mytilus sp.	90	130	1.4	＜1.75	49	—

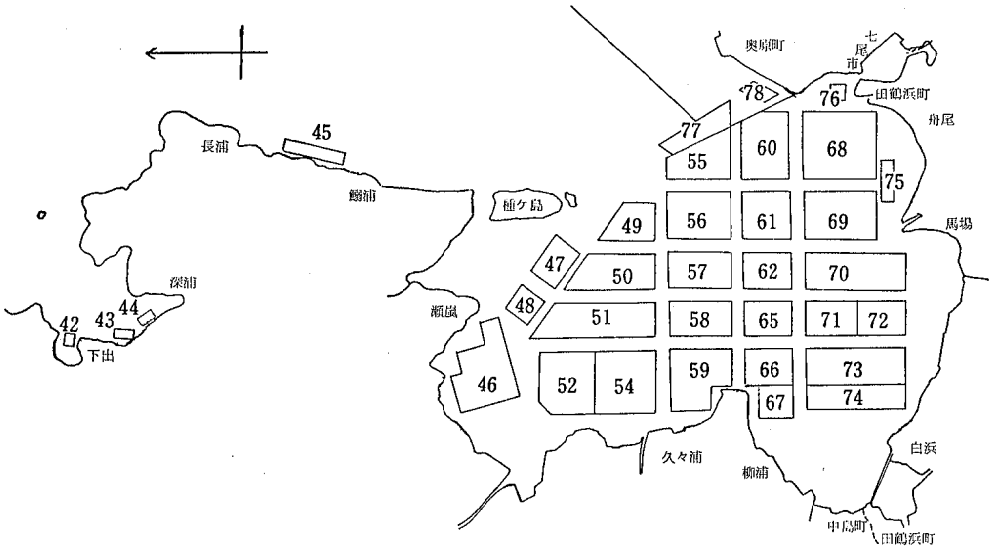


図 1　　七尾西湾カキ養殖場の養殖棚

原因毒は，最初はAlaska butter clam (*Saxidomus giganteus*) から単離されたので，Saxitoxin (STX) と命名されたが，その後 STX 以外の成分が多量に存在すること (gonyautoxin 1－8，neosaxitoxin など) が明らかにされている[5]。

本県については，過去2年間にわたって麻ひ性貝毒の発生は認められなかったが，中毒発生の予知と防止のためにも，貝の種類，気象及び海洋条件（例えば日照量，水温など）その他の環境要因を考慮して，今後ともこうした調査は継続すべきであろう。

おわりに，本調査結果をまとめるにあたり，検体の採取に御協力いただいた七尾保健所衛生課並びに七尾西湾漁業協同組合の関係各位に感謝します。

文　　献

1) 厚生省環境衛生局長通知：昭和55年7月1日付環乳第29号「麻痺性貝毒等により毒化した貝類の取扱いについて」
2) 農林水産省統計情報部：第57次農林水産省統計表（昭和55～56年）p367
3) 厚生省環境衛生局乳肉衛生課長通知：昭和55年7月1日付環乳第30号「貝類の検査法等について」
4) 安元　健：フアルマシア，18，304—309 (1982)
5) 清水　譲：化学と生物，18，792 (1980)

〔資　料〕

混合注射剤の配合変化試験

——塩酸モルヒネ、塩酸テトラカイン混合注射液について——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　小川　清・勝田幸恵・大場邦弘
石川県警察本部鑑識課　高山成明

(本報告の要旨は昭和56年中部鑑明会第26回総会において発表した。昭和56年10月2日，金沢市)

1 はじめに

注射剤は，通常，単味で使用されることを前提として，主薬の安定性や臨床目的等に応じて製剤化されている。しかし，実際には最近の輸液療法の進歩等に伴い，2種以上の注射剤を混合した混合注射剤として投与されることが多く，そのため単味とは全く異なる溶液が形成され，種々の配合変化（変色，混濁，沈殿，分解等）が生ずる可能性が大きい。したがって，医療の場においては常にこのことに注意を払う必要がある。

混合注射薬の配合変化に関しては多くの報告があるが[1)—3)]，その組合わせが無限なため，外観変化の有無についての検討が主である。しかし，外観変化を伴わない配合変化こそが問題であり，最終的には成分定量試験による判定が最も望ましく，これらのデータの蓄積も必要である。

今回，我々は，県内の病院から，産婦人科の術後疼痛緩解のため院内製剤される塩酸モルヒネ含有混合注射剤の安定性試験の依頼を受け，成分定量試験を行った結果，配合変化がないことが明らかとなったが，塩酸モルヒネの定量法に関しても，若干の知見を得たので，試験の概略を報告する。

2 試験方法及び結果

2・1 試料

試料としては下記の組成の混合注射液を用い，塩酸モルヒネ及び塩酸テトラカインについての定量を行った。

◦ テトカイン「杏林」10mg 1管を局方生理食塩液5 ml に溶解し，これに局方塩酸モルヒネ末（武田）の生理食塩溶液（1 mg/ml）1 ml を加える。

ただし，院内製剤実際の処方では，塩酸モルヒネ注（武田）を用いており，しかも，塩酸モルヒネ量は，1/10量となっているが，試験にあたっては，試料調製の簡易さ及び分析感度の面から上記処方で検討した。

2・2 配合変化の判定

院内製剤は，病院の薬剤部で用時，無菌的に調製され，患者に投与される。しかし，最大限，1時間程度保存されることもあるので，配合変化の判定としては調製1時間後の変化の有無により行うこととした。

2・3 1時間後の塩酸モルヒネ含量

モルヒネの定量法としては種々の方法があるが[4)—7)]モルヒネはフェノール性水酸基及び3級アミノ基を同一分子内に有する両性化合物であり，極性が高く，水溶液から有機溶媒による抽出の回収率が一般に低いことが報告されている[8)]。そこで先ず，抽出操作を必要

Content Determination of Morphine · HCl and Tetracaine · HCl in both Mixed Injection.

by Kiyoshi OGAWA, Yukie KATSUTA, and Kunihiro OHBA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment), Nariaki TAKAYAMA (Forensic Science Laboratory, Ishikawa Prefecture Police Head Quarters)

表 1　　α—ニトロソ—β—ナフトールを用いた塩酸モルヒネの定量結果

	濃　度 (μg/ml)	mol 濃 度 ($\times10^{-5}$)	添加 $NaNO_2$ の mol 濃度 ($\times10^{-5}$)	塩酸モルヒネ回収率 (%)	備　考
塩酸モルヒネ	100	0.2663	0.2898	5.4	試　料
塩酸テトラカイン	1,000	0.3324			
塩酸モルヒネ	100	0.2663	0.2898	107.2	
塩酸テトラカイン	500	0.1662			
塩酸モルヒネ	100	0.2663	0.2898	105.7	
塩酸テトラカイン	100	0.0332			
塩酸モルヒネ	100	0.2663	1.4491	141.0	
塩酸テトラカイン	1,000	0.3324			

試験液はいずれも塩酸モルヒネ 100μg/ml となるように希釈した。

としない大野らによるα—ニトロソ—β—ナフトールを用いた比色定量法[4]を用いて検討した。その結果，回収率は5.4%と低値を示した。しかし，試料の薄層クロマトグラム（プレート：Merck 社製シリカゲル $G_{60}F_{254}$，展開溶媒：メタノール—28%アンモニア水（100：1.5））では，モルヒネ及びテトラカイン以外のスポットは認められず，また，表1に示すように配合された塩酸テトラカイン量を減少させると塩酸モルヒネ回収率が上昇することから，定量法に問題があると思われた。

定量値が低値を示す原因としては，テトラカインは2級及び3級アミンを有し，発色剤として加えた亜硝酸ナトリウムが，モルヒネと反応する先にテトラカインとの反応に消費され，モルヒネと反応する絶対量が不足するためと思われた[10),11)]。そこで，亜硝酸ナトリウム量を増やして検討したが，表1に示すように，逆に正の防害が出現し，本定量法を用いる時は，テトラカインを除去する必要があることが明らかとなった。

次に，本定量法の改良法として，テトラカインの

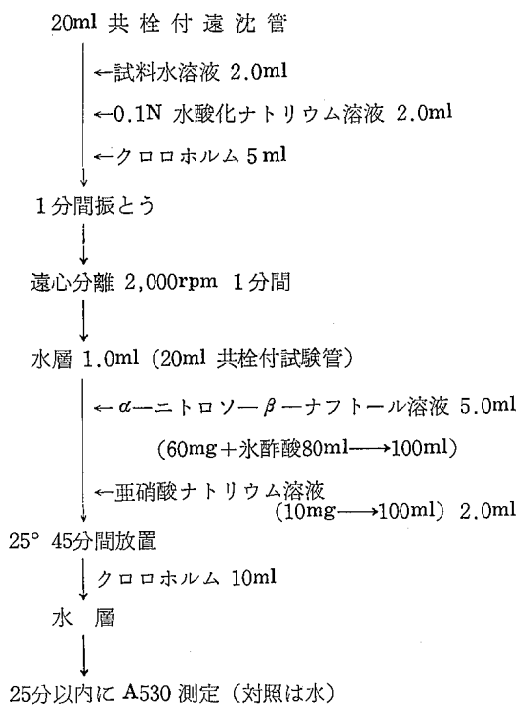


図1　　塩酸モルヒネの改良定量法

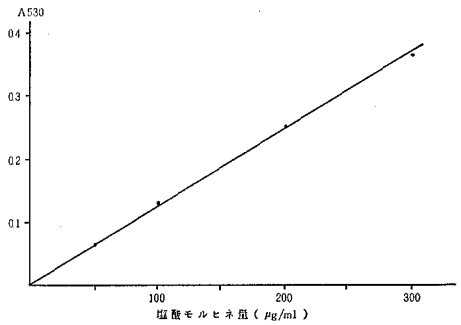


図2　　検　　量　　線

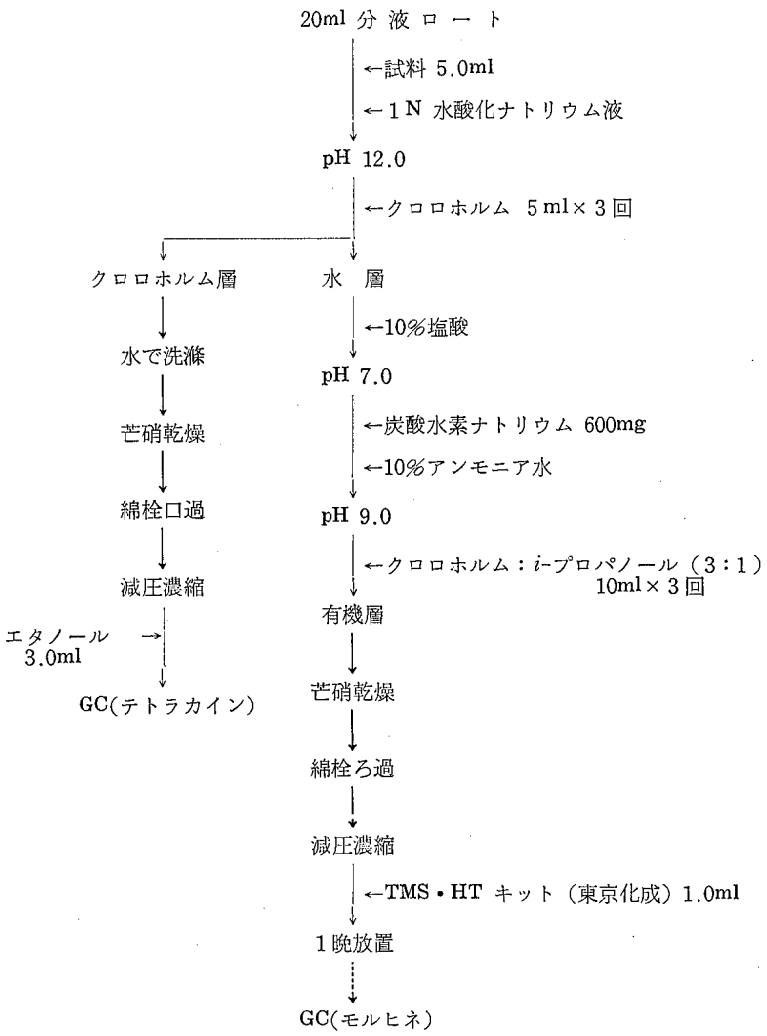


図3　　試料からのモルヒネ及びテトラカインの分別抽出法

除去操作を加えた図1に示す方法について検討を行った。すなわち，モルヒネは強アルカリ水に可溶であり，テトラカインは難溶であることを利用して，先ず試料に水酸化ナトリウム溶液を加えアルカリ性とし，クロロホルムで抽出してクロロホルム層に溶解したテトラカインを除き，アルカリ水溶液の一部を大野らの報告に従い発色させた。その結果，図2に示すように塩酸モルヒネ標準液は良好な検量線を示し，試料の塩酸モルヒネ回収率は103.2%となった。

しかし，α—ニトロソ—β—ナフトールを用いた定量法は，p—位置換フェノール類に特異的な反応であるため[11)12)]，例えば，モルヒネ骨格の一部が変化（分解）していても，モルヒネとして定量される可能性がある。そこで，より確実なガスクロマトグラフ（GC）法による検討も行った。GC 法を行うにあたっては，先ず試料からのモルヒネの有機溶媒抽出が必要となるが，前述のように，回収率に問題があり種々の方法が報告されているが[5)8)]，ここでは麻薬試験法[5)]の尿試料からの抽出法に準じ，図3に示す方法で行った。また，抽出後の操作としては，モルヒネ塩基はブロードなピークを示すため，TMS（トリメチルシリル）化した後，以下の条件で測定した。なお，保持時間は10.8分であった。

- 使用機器：島津—7AG（FID 検出器）

- カラム：5％ Silicon GE SE 30/Chromosorb W (AW-DMCS, 60—80mesh) 2 m
- カラム温度：240°
- 試料室温度：260°
- キャリアーガス：N_2 2.0kg/cm²

その結果，抽出回収率の検討は行わなかったが，塩酸モルヒネ標準液及び試料で同操作を行い比較したところ，試料中の塩酸モルヒネ含量は100.6％（回収率）となり，前述の比色定量法の結果と合わせて，分解による損失はないと判断した。

2・4　1時間後の塩酸テトラカイン含量

塩酸テトラカインの定量法としては，GC 法が報告されており[13]，塩酸塩のままでも定量可能である。そこで，この方法に準じて以下の条件で GC 法を行った。

- 使用機器：ヤナコ G80（FID 検出器）
- カラム：5％ Silicone GE SE 30/Chromosrb W (AW—DMCS, 60—80mesh) 1.5m
- カラム温度：220°
- 試料室温度：250°
- キャリアーガス：N_2 1.0kg/cm²

塩酸テトラカイン標準液は，テトカイン「杏林」10 mg 1管をエタノールに溶解したものを用い，試料液は図3に示すように，モルヒネを除去したテトラカイン抽出部を用いた。その結果，テトラカインは保持時間4.9分に検出され，試料中の含量は101.4％（回収率）となり，モルヒネ同様，配合変化しないことが明らかとなった。

3　考察及びまとめ

混合注射剤の配合変化については，主として外観変化の有無により判定されることが多い。しかし，混合注射剤は溶液状態で存在するため，固体状態の散剤に比べ，化学反応が起こる確率が高く，しかも，外観変化を伴わない配合変化も多いと予想される。また，主薬の配合変化がなくても，pH，浸透圧等の変化による注射部位の疼痛，炎症の誘発，さらには，最も重要な薬物相互作用による臨床効果の変化も多く，医療の場においては，これらを総合した上での注射剤の混合可否の判定が必要である。しかし，今回，我々が行った試験を例にとっても，従来の単味の分析法がそのまま適用されることは少なく，また，設備，労力も必要とされるが，今後ますます，このような実験的な裏付けのもとでの医薬品の使用が求められると思われる。

最後に，本研究で得た新知見の要約を次に示す。

(1)　塩酸モルヒネ及び塩酸テトラカインを含む混合注射剤は，配合1時間以内では配合変化を起こさない。

(2)　大野らによる，α-ニトロソ-β-ナフトールを用いた塩酸モルヒネの比色定量法は，2級アミンを有する塩酸テトラカイン共存下では負の妨害を受ける。

(3)　(2)の改良法としては，分別抽出によりテトラカインを除去した後のモルヒネのアルカリ水溶液を試料液として用いればよい。

本研究を行うにあたり，懇切な御指導と御助言をいただいた国立衛生試験所の大野昌子先生に深く感謝いたします。

文　献

1)　配合変化研究会編：表解注射薬の配合変化，薬業時報社，東京（1979）
2)　菅山修二：注射薬の配合変化，南山堂，東京（1972）
3)　幸保文治：注射薬便覧，南山堂（1976）
4)　大野昌子，高橋一徳：衛生試験所報告，82，50—53（1964）
5)　麻薬試験法，衛生化学，12，296—300（1966）
6)　狐塚　寛：同上誌，11，127—130（1965）
7)　日本薬学会編：薬毒物化学試験法注解，p153—205，南山堂，東京（1974）
8)　吉村英敏：衛生化学，11，131—133（1965）
9)　酒井綾子，谷村顕雄：医薬品研究，9，495—507（1978）
10)　Mirvish, S.S. : Toxicol. Appl. Pharmacol., 31, 325 (1975)
11)　Nicolas, L. and Burel R. : Chim. Anal, 38, 316—321 (1956), : C.A. 51, 137ᵃ (1957)
12)　Mlodecka J. : Chem. Anal. (Warsaw), 4, 45—52 (1959), : C.A. 53, 13893ᶠ (1959)
13)　日本薬学会編：毒劇物化学試験法注解，p134—152，南山堂，東京（1974）

〔資　料〕

血中四塩化炭素濃度測定法

——ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法の利用——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　小川　清
石川県衛生公害研究所環境部　折谷禎一

1 はじめに

四塩化炭素は，揮発性，麻酔性の芳香を有する液体で，油脂類やゴム等の溶剤として用いられるほか，洗濯剤，消火剤，化学薬品としても多用されている。しかし，その毒性は強く，医薬用外劇物に指定されており，蒸気吸入による中毒事例や服毒自殺報告も多い[1)-3)]。

一般に，薬物中毒時には，血液，尿等の生体内試料中の濃度把握が，摂取量の推定や，治療上，重要な意味をもつ。しかし，本物質は揮発性であるため測定困難な点が多く，従来の液—液抽出法[3)]では回収率の低下は防げず，また，分析条件等を一定にするには熟練を要していた。しかも四塩化炭素の濃度測定については緊急性が高いため，損失なく簡単に分析できる方法の開発が必要とされる。そこで我々は，最近揮発性物質によく用いられるヘッドスペース・ガスクロマトグラフ（GC）法を検討した結果，微量の試料で血中四塩化炭素の定量に応用できることが明らかとなったので報告する。

2 実験方法

2・1 試料

実試料がないため，コントロール血清（ハイランド社）を用い，これに2・4で述べる方法で四塩化炭素標準液を添加した。

2・2 四塩化炭素標準液の調製

あらかじめメタノール（和光純薬，残留農薬試験用）で100mlに定容にしたシリコンゴムキャップ付メスフラスコに，四塩化炭素（ドータイト，特級）100μlをマイクロシリンジで注入して標準原液とした。これは四塩化炭素の比重が1.589であるので，1.589mg/mlとなる。標準液は標準原液をメタノールで500～2,000倍に希釈して使用した。

2・3 試薬，器具及び装置

水道水中のトリハロメタン測定法[4)]にほぼ準じた。

(1) **精製水**

蒸留水2lを残留農薬試験用ヘキサン100mlで洗浄した後，活性炭をつめた分液ロートに通し，使用の都度20分間煮沸して冷却後使用する。実験室内の蒸留水は有機ハロゲン化物で汚染されているので，必ずこの操作を行う必要がある。

(2) **バイアル瓶及び付属品**

容量50mlの注射用バイアル瓶を用い，バイアル用ゴム栓，テフロンシートとともに100°で1時間以上焼いて使用する。

(3) **恒温槽**

ヘッドスペース・GC法では試料液の温度を一定に保持することが必要なので恒温水槽に投込型冷却器をつけ20°に設定した。

(4) **ガスクロマトグラフ条件**

- 使用機器：島津 GC—7A（ECD 検出器）
- カラム：20% Silicone DC200 又は20% Silicone DC550，2m

Determination of Carbon Tetrachloride in Serum by Application of Head Space-Gas Chromatography. *by Kiyoshi OGAWA (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment) and Teiichi ORITANI (Departmemt of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

◦ カラム温度：70°
◦ 試料室温度：200°
◦ キャリアーガス：N_2 50ml/分

2・4　血中四塩化炭素測定法

50ml のバイアル瓶に精製水50.0ml をとり，テフロンシートをのせ，バイアル用ゴム栓をし，更にその上からアルミキャップをしてアルミキャップ締め器で固定した。次いで，コントロール血清 2 μl，四塩化炭素標準液 5 μl を，各々マイクロシリンジを用いバイアルゴム栓を通してバイアル中に注入した。バイアル瓶を激しく振り混ぜた後，倒置して 20° の恒温槽中に 1 時間放置し，この気相 200μl をバイアル用ゴム栓を通してガスタイトシリンジで吸入し，直ちに GC に注入して，ピーク高から四塩化炭素濃度を測定した。

実試料では四塩化炭素標準液の代わりにメタノールを 5 μl 加えればよい。また，コントロール血清を 2 μl としたのは，服毒時の分析例[3] では，24時間以後においても 2 μg/ml 以上検出されていることから，数 μg/ml の濃度を想定しての試料採取量である。しかし，四塩化炭素の ECD—GC は感度が良く，機器感度を上げれば更にこの $\frac{1}{10}$ 量は測定可能である。また，希薄濃度試料では試料量の増加，小容量バイアル瓶の使用によっても測定することができる。

図 1 にガスクロマトグラム，図 2 に検量線を示したが，妨害もなく，良好な定量性を示している。なお，保持時間は，20% Silicone DC200 で 3.8 分，20% Silicone DC550 では 3.3 分であった。

3　考察及びまとめ

血中四塩化炭素の測定法としては，従来，液—液抽出法が用いられていたが，抽出時における揮散を防ぐことができず，回収率の低下が問題であった。しかし，揮発性物質の定量に最近よく利用されているヘッドスペース・GC 法では，試料の前処理操作がなく密封されたまま測定されるため損失が少ない。また，四塩化炭素は ECD 検出器で高感度を示すので試料量は微量でよく，気相を対象としているため妨害物質の除去をほとんど考慮に入れなくてもよいなど利点が多く，血中四塩化炭素測定法として優れた方法であることが明らかとなった。更に，血液のみならず，尿試料においても応用可能であると思われ，また，四塩化炭素以外の低分子揮発性有機ハロゲン化物（クロロホルム，ブロモホルム等）中毒の際の定量法としても，本法が応用できるものと思われる。

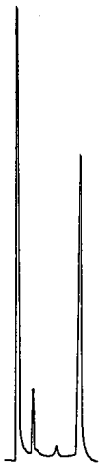


図 1　四塩化炭素のガスクロマトグラム
試　料：血清中四塩化炭素濃度 3.97μg/ml
カラム：Silicone DC200

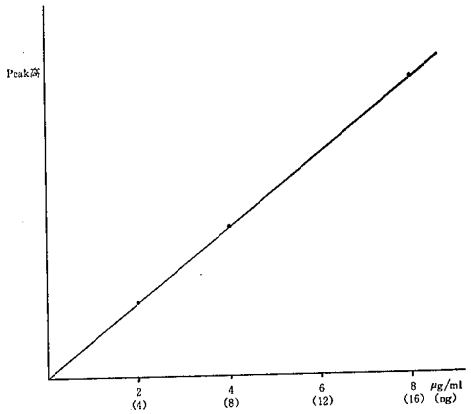


図 2　ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法による血清中四塩化炭素検量線

文　献

1) 中央労働災害防止協会編：最近発生の職業病事例研究，p223—231，中央労働災害防止協会，東京（1973）
2) 木村盂，本橋信夫編：新版毒物劇物の手引，p379—381，時事通信社，東京（1981）
3) 土肥和紘，木村佳紀，西村　功，杉岡五郎，更田康彦，土肥祥子，中本　安：最新医学，35，p413—419（1980）
4) 生活環境審議会水道部会水質専門委員会：水道水中の総トリハロメタン測定方法（1981.1）

〔短　報〕

光化学オキシダントと気圧配置型の分類について

石川県衛生公害研究所環境部　北　村　守　次

光化学大気汚染の原因となる光化学オキシダント濃度は気象因子に左右されるところが大きく，高濃度発生時の解析及び濃度予測等を行う際には気象測定データが重要な要素を占める。これらの気象因子としては天気，気温，日射量，風向，風速及び気圧配置型等があり，特に気圧配置型は光化学オキシダント濃度と関係が深いことが経験的に知られている。しかし，気圧配置型に関する情報として得られるのは毎日の天気図

表 1　　気圧配置型第1次及び第2次分類表

第1次分類		第2次分類	
記号	気圧配置型	記号	区分
A	移動性高気圧型	A—1	後面型
		A—2	中心型
		A—3	前面型
B	帯状高気圧型	—	—
C	梅雨型	C—1	南海上に前線（北陸入梅直前及び中休み）
		C—2	列島上又は南岸沿いに前線
		C—3	前線北上
D	南高北低型	D—1	北陸が太平洋高気圧のへりに位置する
		D—2	広く太平洋高気圧に覆われる
E	東高西低型	E—1	北陸が太平洋高気圧のへりに位置する
		E—2	広く太平洋高気圧に覆われる
F	北高型	F—1	太平洋高気圧が北に片寄った型（夏型）
		F—2	オホーツク高気圧・移動性高気圧による
		F—3	シベリア高気圧による（冬型）
G	台風型	G—1	南海上に台風
		G—2	列島付近に台風
H	気圧の谷型	—	—
I	東シナ海低気圧型	I—1	前線通過前
		I—2	前線通過後
J	日本海低気圧型	J—1	前線通過前
		J—2	前線通過後
K	秋雨前線型	—	—
L	西高東低型	—	—

だけであり，気圧配置型の分類については，それぞれの目的・地域に応じた分類がなされている[1)-3)]だけで，確立された分類はない。そこで，光化学大気汚染解析を目的とし，地域的には石川県を主眼とした気圧配置型の分類を試みた。

気圧配置型の分類は次の3段階によった。

(1) **第1次分類**：気象現象上及び天気図の型からみて明らかに差異のある12種類の型に分類する。ここでは，日本列島全体を捕える見方で分類する。（表1参照）

(2) **第2次分類**：12種類の第1次分類型の各々について，気圧配置型と北陸地方ないし石川県との相対的な位置関係に主眼を置いて，光化学オキシダント濃度に顕著な差のあるものを2～3の区分に細分類する（表1，図1）。

(3) **第3次分類**：23種類の第2次分類型について，光化学オキシダント濃度レベルが近似し，かつ，気象現象が類似したものどうしをまとめて，10区分に再分類する（表2）。

上記の分類法に従って，光化学オキシダント高濃度発生事例が比較的多かった昭和54年4月～10月の天気図を用いて分類を試みた。用いた天気図は午前9時のものであり，また，光化学オキシダント濃度データとしては三馬測定局のものを用いた。

第2次分類型別に光化学オキシダント濃度日最高値をプロットし，第3次分類区分に従って並べ換えたものを図2に示した。

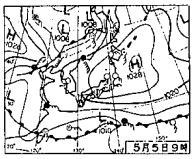
以上の分類方法によって，従来個人の主観に頼っていた光化学オキシダント濃度と気圧配置型の関係をある程度客観的に捕えることができた。すなわち，光化学オキシダントに高濃度が発生し易い気圧配置型として，移動性高気圧後面型，帯状高気圧型，梅雨時の前線南下型が挙げられ，次いで夏季の南高北低型で北陸地方が太平洋高気圧のへりに位置する型，東高西低型，太平洋高気圧が北に片寄った北高型が挙げられる。

また，第3次分類の10種類の区分については光化学オキシダント濃度の高い順に10～1の番号を与えているので，解析，予測等に用いる場合には，やや乱暴な捕え方ではあるがそのまま数値データとして取扱うことも可能である（ただし，データの等間隔性については無視する条件の下で）。

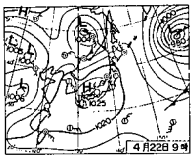
表 2　　気圧配置型第3次分類表

第3次分類区分	気圧配置型（第2次分類）		備考
10	A－1	移動性高気圧後面型	
9	B	帯状高気圧型	
8	C－1	梅雨型で南海上に前線	梅雨入り直前及び中休み
7	D－1	南高北低型で北陸が太平洋高気圧のへり	変則的夏型
	E－1，2	東高西低型	
	F－1	太平洋高気圧による北高型	
6	H	気圧の谷型	
5	A－2，3	移動性高気圧中心型及び前面型	好天型
	F－2	オホーツク高気圧・移動性高気圧による北高型	
	L	西高東低型	
4	C－2	梅雨型で列島上又は南岸沿いに前線	典型的梅雨型
3	I－1，2	東シナ海低気圧型	悪天候
	J－1，2	日本海低気圧型	
	C－3	梅雨型で梅雨前線北上	
	K	秋雨前線型	
2	G－1，2	台風型	
1	D－2	南高北低型で広く太平洋高気圧に覆われる	典型的夏型

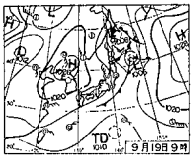
A−1 移動性高気圧後面型（昭54. 5. 5）



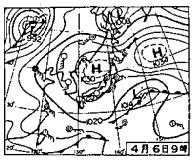
A−2 移動性高気圧中心型（昭54. 4. 22）



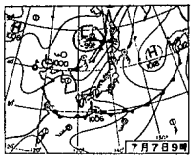
A−3 移動性高気圧前面型（昭54. 9. 19）



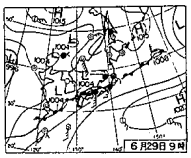
B 帯状高気圧型（昭54. 4. 6）



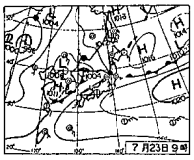
C−1 梅雨型・南海上に前線（昭54. 7. 7）



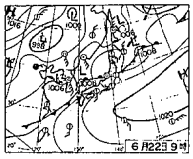
C−2 梅雨型・列島上に前線（昭54. 6. 29）



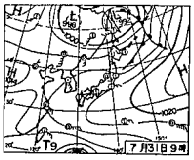
C−3 梅雨型・前線北上（昭54. 7. 23）



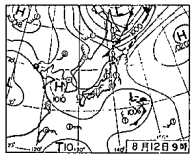
D−1 南高北低型・太平洋Hのへり（昭54. 6. 22）



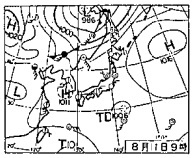
D−2 南高北低型・太平洋Hに広く覆われる（昭54. 7. 31）



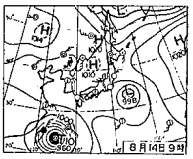
E−1 東高西低型・太平洋Hのへり（昭54. 8. 12）



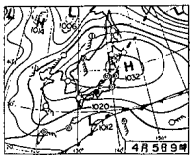
E−2 東高西低型・太平洋Hに広く覆われる（昭54. 8. 11）



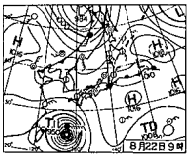
F−1 太平洋高気圧による北高型（昭54. 8. 14）



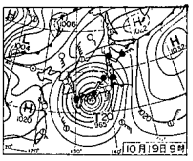
F−2 移動性高気圧による北高型（昭54. 4. 5）



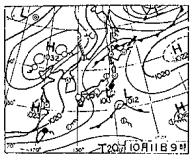
G−1 台風型・南海上に台風（昭54. 8. 22）



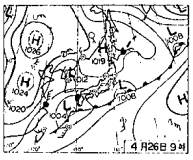
G−2 台風型・列島付近に台風（昭54. 10. 19）



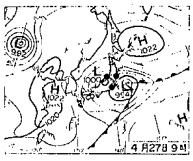
H 気圧の谷型（昭54. 10. 11）



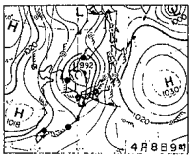
I−1 東シナ海低気圧型・前線通過前（昭54. 4. 26）



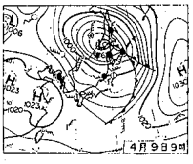
I−2 東シナ海低気圧型・前線通過後（昭54. 4. 27）



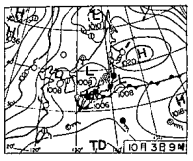
J−1 日本海低気圧型・前線通過前（昭54. 4. 8）



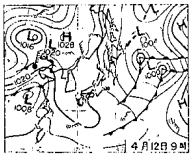
J−2 日本海低気圧型・前線通過後（昭54. 4. 9）



K 秋雨前線型（昭54. 10. 3）



L 西高東低型（昭54. 4. 12）



（天気図は，日本気象協会発行　気象　No. 266 ～ 272 から転載した）

図1　気圧配置型の例

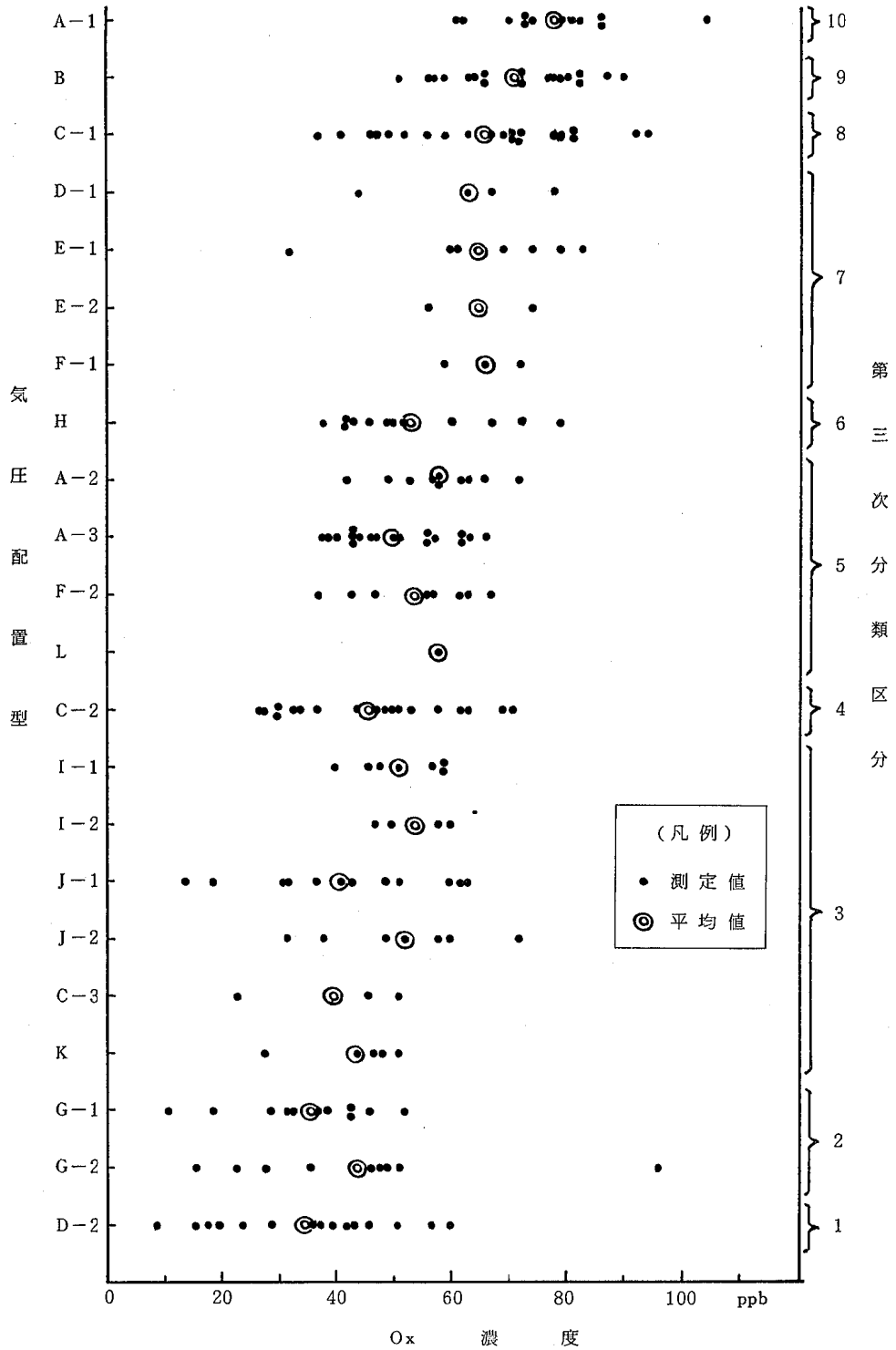


図 2　　気圧配置型別光化学オキシダント濃度散布図

以上の分類は初めての試みであり，現在これを用いて，石川県のデータについて国立公害研究所において光化学オキシダント濃度の解析を行っている。今後の課題としては，解析結果を踏まえた上での第3次分類区分数の再検討，区分の数量化に際しての基本的な問題点の検討等が考えられる。

おわりに，本稿をまとめるに当たって，気圧配置型の分類方法について御指導，御協力いただいた金沢地方気象台防災業務課石瀬宗弘課長に，記して感謝の意を表する。

文　献

1）大平俊男：光化学スモッグ，p49～55，講談社，東京（1973）
2）宮沢清治：天気図と気象の本，第3版，p60～69，国際地学協会，東京（1980）
3）大谷東平，斉藤将一：天気予報と天気図，法政大学出版局，東京（1973）

〔短　報〕

金沢地区地上風の特性について：定量的評価方法の検討

石川県衛生公害研究所環境部　桐　元　俊　武

一地域の大気汚染の解明には汚染物質の測定はもとより，その地域の気象因子の測定，とりわけ大気安定度と気流解析が必要であることは言うまでもないが，このために十分な測定地点数のデータを得られないことが多い。

現在，金沢地区には図１に示すように県と金沢市の施設合計11地点で風向風速の常時観測が行われており，すでに数年分のデータの蓄積があることから，高濃度汚染の鮮明に有効と考えられる風の収束，発散について解析を試みた。

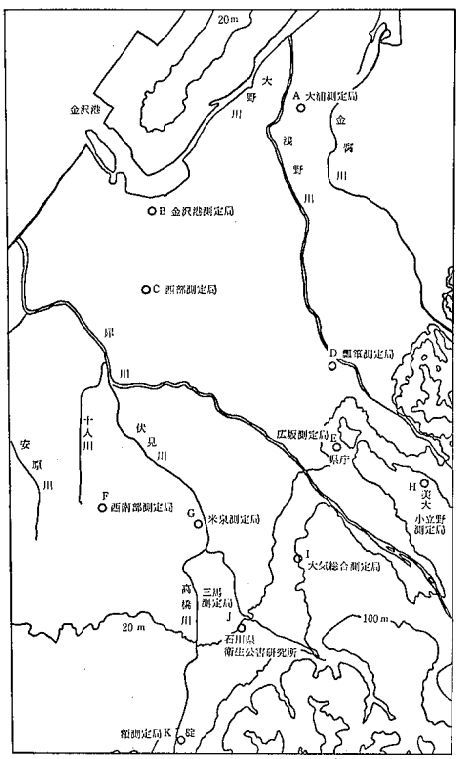


図１　金沢地区風向風速常時観測地点図

発散の意義について[1)]

上昇気流があって，地上でそれを補う風が存在して空気が集まってくる―収束と呼ぶ―か，反対に下降気流があって，空気が周囲に向って吹き出す―発散と呼ぶ―かを知ることは極めて重要である。この発散，収束を定量的に示す量 divV は

$$\mathrm{divV}=\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}$$

で表わされる。u は x（東西），v は y（南北）方向の風速であり，東と北に向って吹くとき，それぞれ正である。divV の値が正のときは発散，負のときは収束を意味する。

また気流がどのように回転するか―反時計回りか，時計回りか―を示す量が渦度である。この値 ζ は

$$\zeta=\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y}$$

で表わされる。

上の式から直接解析的に発散量，渦度を求めることは不可能なので，ここでは何個かの観測点に囲まれた区域内での発散，収束や渦度を数値計算法によって求めることとした。

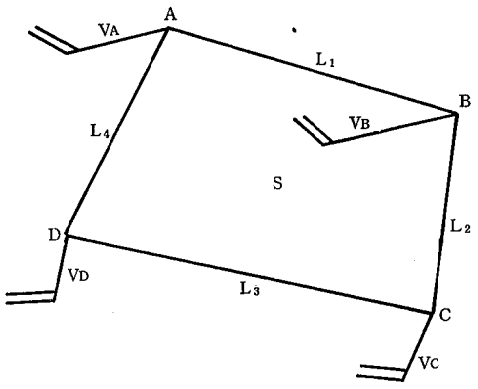


図２　演算多角形と風向風速観測点

発散量・渦度の演算方法[2)]

計算に当っては図2に示すごとく対象地点を囲む4風向風速測定地点の実測値（任意多角形についても可能）を用いて発散量，渦度を求める。風向風速成分の内発散量に寄与するのは2測定地点を結ぶ辺に対する法線成分，渦度に寄与するのは接線成分である。

1 発　散　量

発散量は次式で表わされる。

$$\mathrm{div}=\frac{1}{S}\int \mathrm{Vn}\ dS$$

Vnは法線成分（外向きを正），Sは面積

観測点を結ぶ任意多角形についてこれを求めることになる。北からはかった風向，法線方向をおのおのdd，nnとすればこの風の辺への発散の寄与は

$$D_1=\frac{V_1\cdot L_1}{S}\mathrm{COS}(nn-dd)$$

であるから，全体の和は，例えば図2の4辺形では

$$\begin{aligned}\mathrm{div}&=\frac{1}{S}\cdot\Sigma\ (\text{各辺に対する発散の寄与})\\&=\frac{1}{2S}\{L_1\cdot V_A\cdot\mathrm{COS}(nn_1-dd_A)\\&\qquad+L_1\cdot V_B\cdot\mathrm{COS}(nn_1-dd_B)\\&\quad+L_2\cdot V_B\cdot\mathrm{COS}(nn_2-dd_B)\\&\qquad+L_2\cdot V_C\cdot\mathrm{COS}(nn_2-dd_C)\\&\quad+L_3\cdot V_C\cdot\mathrm{COS}(nn_3-dd_C)\\&\qquad+L_3\cdot V_D\cdot\mathrm{COS}(nn_3-dd_D)\\&\quad+L_4\cdot V_D\cdot\mathrm{COS}(nn_4-dd_D)\\&\qquad+L_4\cdot V_A\cdot\mathrm{COS}(nn_4-dd_A)\}\end{aligned}$$

となる。ここでSは多角形の面積，Lは2観測点を結ぶ辺の長さ，Vは風速，nn，ddは北からはかった法線方向，風向を表わす。

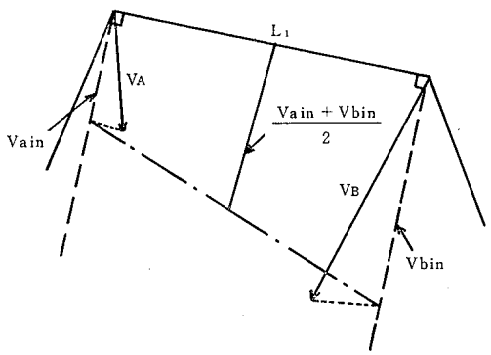


図3　発散量寄与演算法

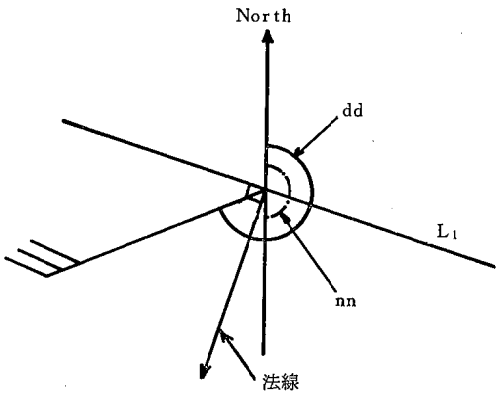


図4　方位角と法線角

2 渦　　度

渦度は次式で表わされる。

$$\mathrm{rot}=\frac{1}{S}\int \mathrm{Vt}\ dS$$

Vtは風速の接線成分，Sは多角形の面積

発散量の式中COS(nn−dd)の（　）内を90°−(nn−dd）と置換すれば渦度が求められる。

発散・渦度演算例

代表事例として，光化学オキシダント高濃度日，一次汚染物質高濃度日について解析を試みた。

(1) 事例1：光化学オキシダント高濃度日

52年度から55年度までの過去4年間の光化学オキシダント高濃度発生状況（0.10ppm以上）を表1に示す。金沢市内の高濃度日における気流の発散量，渦度の日変化の代表例をそれぞれ図5，図6に示す。

発散収束の時間的変化は地点によって可成り差がみられ，市街地にある広坂（石川県庁），大気総合（金沢市泉野保健所）測定局ではその傾向は似ているが，丘陵地帯に接っしている三馬測定局では，発散と収束の時間帯がこの2局と逆になり，また，米泉測定局では発散量において特異的なパターンを呈している。発散域から収束域（あるいはその逆）に変る時刻はほぼ海陸風の交替時に一致しているが，地点によって多少時間的差がみられる。発散量と渦度の対比から時系列的変化のパターンを広坂と三馬の例（図7）でみると広坂のばあいはグラフの第2，第4象限を軸に大きく推移しているのに対し，丘陵地帯に近い三馬のばあいは第1，第3象限を軸に小さく推移しているようである。

表 1　　過去4年間の光化学オキシダント高濃度発生状況（0.10ppm以上）

月＼年度	52 年 度	53 年 度	54 年 度	55 年 度
4 月			7(土)三　馬13～15	
5 月	12(木)広　坂　19	16(火)小　松13・16 17(水)小　松13～16	5(土)小　松14～18 米　泉15・16 24(木)小　松　16 26(土)小　松　14	23(金)大気総合　14
6 月		3(土)大聖寺15～17 小　松　15 8(木)小　松14～18 三　馬16・17 9(金)小　松12・13 15～17 10(土)小　松12～15 三　馬13～15	1(金)小　松16・17	6(金)米　泉16～18 小　松17・18 瓢　簞16～18 7(土)小　松　15 15(日)美　川　15
7 月	23(土)米　泉　16 31(日)金沢港13・14 米　泉13・14	11(火)大聖寺　13	7(土)広　坂12～17 小　松13～18	
8 月		26(土)広坂12・13・18 三　馬　12 小　松12・13 27(日)広　坂11～17 小　松12～14	17(金)三　馬　12	
9 月			13(木)広　坂　13	
北陸3県の注意報等発令状況	発　令　な　し	5月26日(富山)高岡に注意報 富山に情報 6月 3日(〃)高岡に情報 6月 5日(福井)敦賀に注意報 6月 8日(富山)高岡に情報 6月 9日(〃)　〃	7月 7日(石川) 金沢に注意報 小松に予報	発　令　な　し

（凡例：発生日(曜日)　測定局　**発生時刻**）

このことは汚染質の滞留との関連につい検討してみる必要があると考えられる。

オキシダント濃度と発散量との関係について広坂，三馬の例でみると最高濃度は前者では発散域，後者では収束域で見られる。

渦度は発散量ほど汚染の分布とあまり関係がないようにみえるが，ときに，非常に密接な関係を示すこともあるとされている[1]。図9はオキシダント高濃度時の気流（生活環境に関するアメニティ・マップ作成調査報告書（1），昭和55年度，快適環境の素材の現況に関する事例，1981.3石川県衛生公害研究所）を示したものであるが，図6の広坂の渦度と比較すると気流の回転方向が一致し，海陸風の影響の強い時期の金沢地区の気流特性（日中は反時計回り，夜間から早朝は時計回りで回転方向の転換時期は海陸風の交替時に当っている。）をよく表している。

(2) **事例2：一次汚染物質高濃度日**（昭和57年3月12日，金沢地区）

昭和57年3月12日の金沢市内における環境大気中の二酸化硫黄，二酸化窒素高濃度発生状況は表2に示すごとく市内測定局のほとんどで，通常あまりみられない高値を示した。暖房期であることから汚染負荷のちがいによるものと考えられるが，広範囲に同様な傾向がみられることから気象条件も大きく寄与しているも

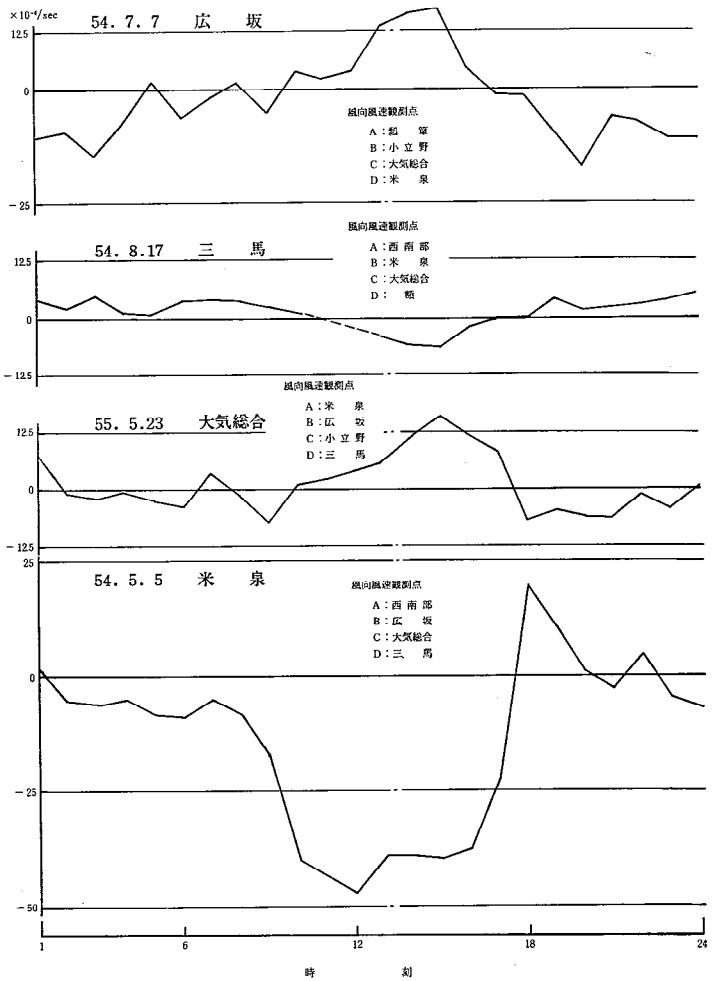


図5　オキシダント高濃度日の気流の発散量

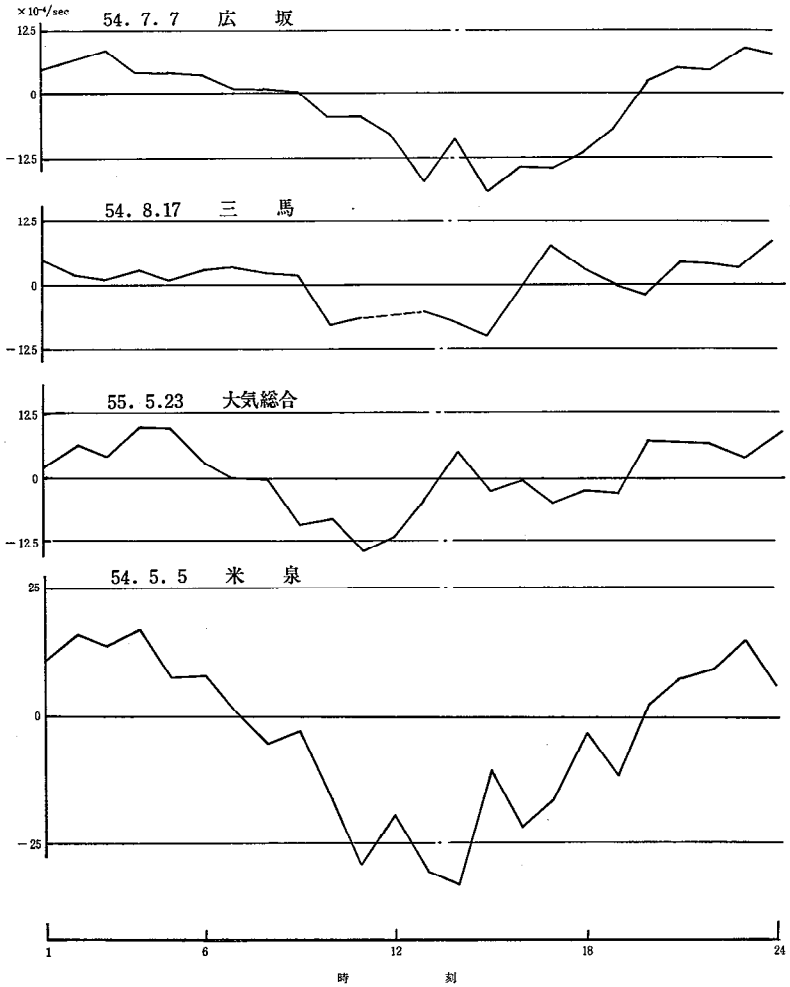


図6　オキシダント高濃度日の気流の渦度

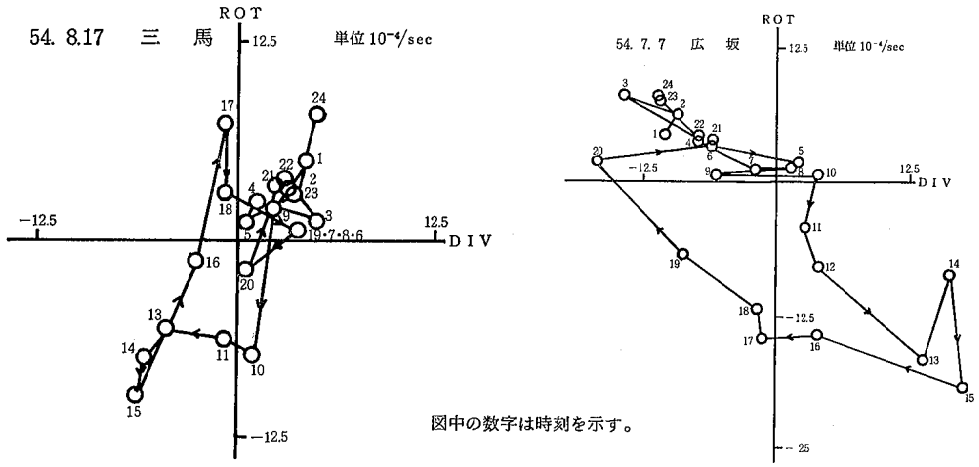


図 7　　発散量と渦度との対比

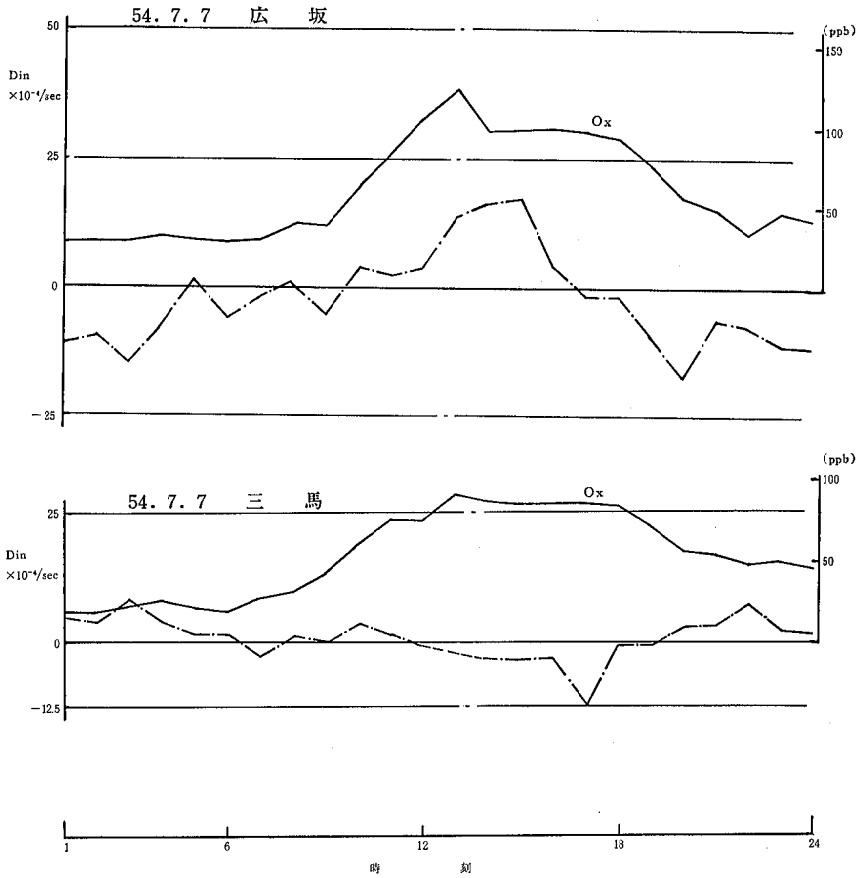


図 8　　オキシダント高濃度日の気流発散量とオキシダント濃度の地点別対比

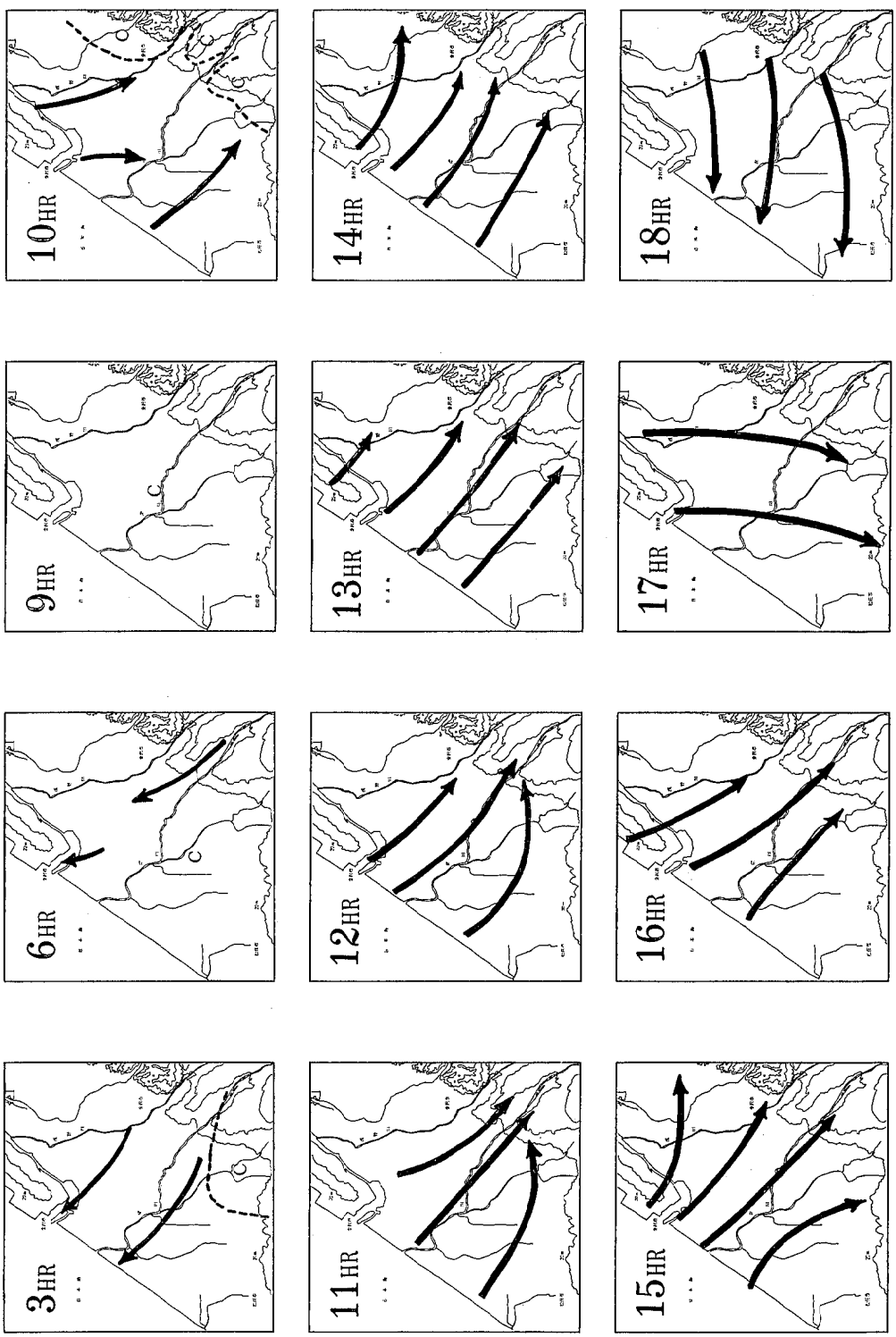


図9　オキシダント高濃度時の気流（54年7月7日，金沢地区）

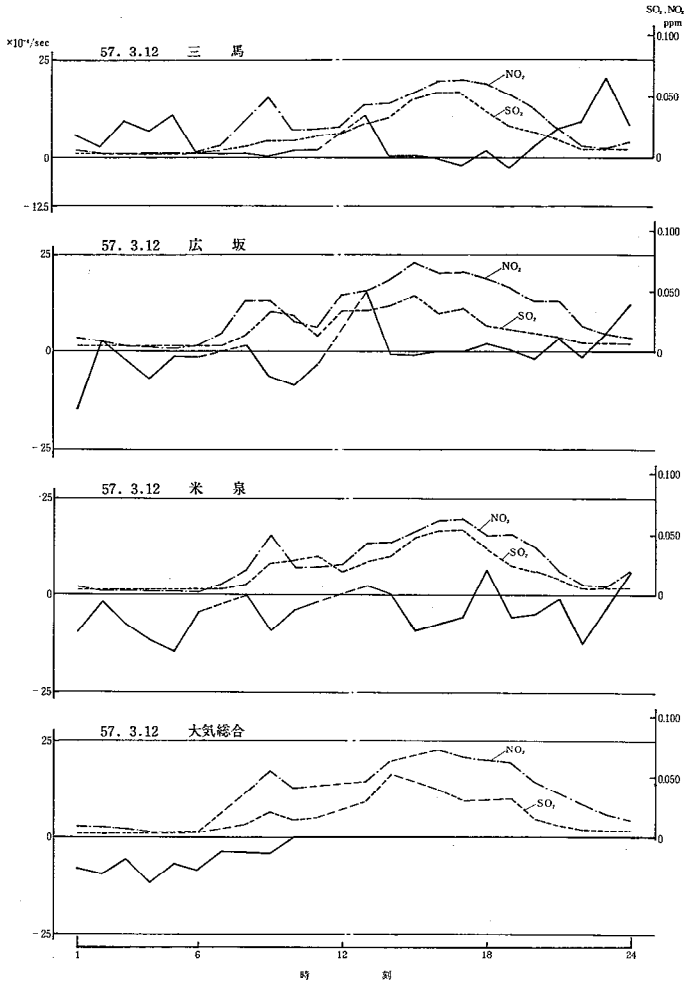


図10 一次汚染物質高濃度日の気流の発散量と汚染物質濃度との対比

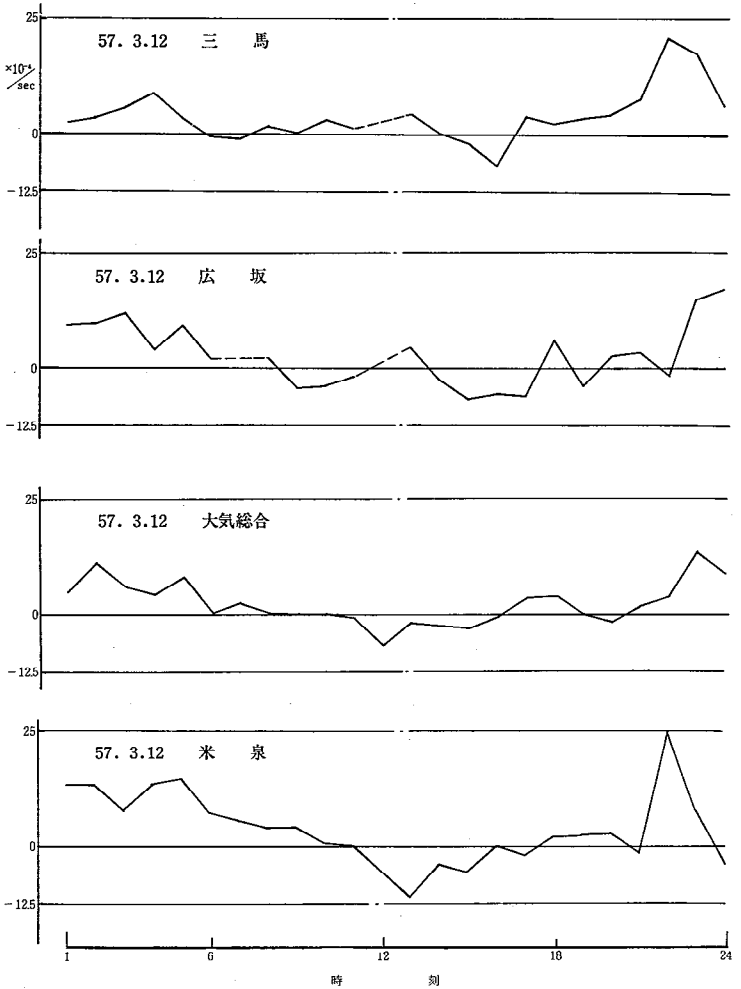


図11 一次汚染物質高濃度日の気流の渦度

表 2　　一次汚染物質高濃度事例（金沢市内，昭和57年3月12日(金)）

(SO_2)　　（単位　ppb）

測定局	三　馬	広　坂	米　泉	大気総合	西南部	額	小立野
最　大	52(14)	46(15)	53(14)	52(14)	98(12)	41(16)	47(14)
最　小	3	4	4	3	3	2	2
平　均	16	17	19	16	18	15	13

(NO_2)　　（単位　ppb）

測定局	三　馬	広　坂	米　泉	金沢港	大気総合	瓢　箪	西　部	西南部	小立野
最　大	62(17)	72(15)	63(19)	58(20)	72(16)	53(15)	46(20)	51(10)	44(15,17)
最　小	2	2	5	14	4	1	14	7	2
平　均	26	32	33	33	34	23	27	32	15

注）表中（　）付は発生時刻

のと考え，その関連について検討した。

当日の気流の発散量・渦度は図10，11に示すとおり各地点ともパターンが非常に似ており値も小さいのが特徴であった。とくに自動車の交通量の多い日中に発散量が非常に小さいのが高濃度発生の大きな条件になったものと考えられる。

二酸化硫黄，二酸化窒素の時間的変化のパターンもよく似ており，そのピークを午前9時と午後3～5時にもつ二山型の傾向を示した当日の天候は北陸地方は高気圧に覆われて，曇り時々晴，気流は全体として陸風が勝っていた。

これまで経験的に把握していた気流特性を本方法を用いることにより定量的評価が可能となりより適確な気流特性の評価が可能となった。今回は特別な少数例について示したが，更に年間にわたる長期間について演算を行い，気圧配置等他の気象因子との関連について解析を深める必要があると考えている。

文　献

1）太田久雄，長尾　隆：公害と気象，地人書館，東京（1974）

2）気象庁：北陸地方予報ノート誌，第7巻，（1960）

〔短　報〕

石川県における感染症サーベイランスの細菌検査成績（昭和56年度）

石川県衛生公害研究所微生物部　尾西　一・芹川俊彦・木村晋亮

昭和56年7月から，厚生省では感染症サーベイランスを実施することとなり，これを受けて石川県でも実施要綱[1]が定められ，県厚生部公衆衛生課が窓口となり，やはり7月から実施されることとなった。内容は患者定点における患者情報（疾患別患者数）の把握と，検査定点で採取された検体からの病原体分離による検査情報とからなっている。当所細菌科では，この検査情報のための細菌学的検査を担当している。要綱によって，石川県では検査定点として16医療機関が定められた。これら定点のうち，本年度に細菌検査用の検体が採取されたのは内科・小児科の4定点のみであった。これら定点医療機関で採取された検体は鼻咽頭ぬぐい液や糞便で，ほとんどキャリーブレア培地中に保存され，管轄の保健所を経由して当所に送付されてきた。検査項目は，検体に付されている感染症サーベイランス事業検査依頼票の臨床診断名に基づき，百日せき様疾患，溶連菌感染症，乳児嘔吐下痢症，その他の感染性下痢症，その他として化膿性扁桃炎について，各々の疾患の対象になっている病原体の検索を行った。検査には，ボルデ・ジャングー培地（基礎培地はDifco社製），ウマ血液寒天培地，SS培地，DHL培地，TCBS培地，ブドウ球菌培地，卵黄加CW培地，スキロー培地などの分離用培地を使用し[2)-4)]，分離菌については形態や生化学性状等による同定を行うとともに，市販の診断用免疫血清による血清型別ほかを実施した。

本年度実施した細菌学的検査件数は78件あり，内訳は溶連菌感染症61件，感染性下痢症8件，乳児嘔吐下

表1　溶連菌感染症からの菌分離成績

年令	検体数			レンサ球菌 A群					G群	分離件数
	男	女	計	T4	T12	T13	T22	T不明		
0	3	0	3	—	—	—	—	—	—	0
1	3	0	3	—	—	—	—	—	—	0
2	4	3	7	1	—	—	—	1	—	2
3	5	3	8	—	2	—	—	—	—	2
4	6	1	7	—	4	—	1	—	—	5
5	3	8	11	—	4	—	—	—	1	5
6	3	2	5	—	3	—	—	1	—	4
7	4	0	4	—	1	2	—	—	—	3
8	1	4	5	—	1	—	—	—	—	1
9	2	1	3	—	1	—	—	—	—	1
10	2	0	2	—	1	—	—	—	—	1
>10*	2	1	3	—	1	—	—	1	—	2
計	38	23	61	1	18	2	1	3	1	26

＊ 内訳は11歳女，12歳男，13歳男の3人

表2　感染性下痢症からの菌分離成績

年令	検体数 男	女	計	菌分離成績
0	1*	1*	2*	—
2	0	1	1	—
3	0	1	1	—
5	0	1	1	—
6	0	1	1	キャンピロバクター
7	0	1	1	—
8	1	0	1	キャンピロバクター
10	1	0	1	—
41	1	0	1	キャンピロバクター
計	**4**	**6**	**10**	**3**

＊ 乳児嘔吐下痢症の患者

痢症2件，百日せき様疾患5件，その他としての化膿性扁桃炎2件であった。各検査項目の年齢別・男女別の受付状況及び検査結果は表1～3に示したとおりである。

溶連菌感染症における溶血レンサ球菌の分離状況は**表1**のとおりで，検査件数61件のうち26件が分離陽性で，分離率は43%であった。分離株26株中25株はA群，残り1株はG群で，A群レンサ球菌のT型別では，T12型が18株と最も多く72%を占めたほか，T13型が2株，T4，T22型が各1株，T型別不明が3株あった。

乳児嘔吐下痢症2件を含む感染性下痢症についての検査では[3)4)]，10例中3例からキャンピロバクターが分離された（**表2**）。

百日せき様疾患については5件の検査依頼があったが菌は分離されなかった（**表3**）。これは検体採取後

表3　百日せき様疾患からの菌分離成績

年令	検体数 男	女	計	菌分離成績
0	1	0	1	—
1	0	2	2	—
2	0	1	1	—
3	0	1	1	—
計	**1**	**4**	**5**	**0**

分離にかかるまで，搬送などのためキャリーブレア培地中に長時間放置されるためと考えられ，今後百日せき菌分離には，検体採取後直ちに鼻咽頭ぬぐい液を分離用培地に塗布するか，或いは患者のがいそう時にがいせきを直接分離用培地にふきつけそのまま培養するがいそう平板法[2)]によらねばならないと考えている。

その他の感染症として化膿性扁桃炎2件（1歳男，5歳女）があり起因菌の検索を行ったが，病因となる細菌は検出されたかった。

文　献

1）石川県厚生部長通知，公収第684号（昭和56年6月25日）

2）厚生省監修：微生物検査必携　細菌・真菌検査第2版，p34—50，p164—275，p318—326，日本公衆衛生協会，東京（1978）

3）吉崎悦郎，坂崎利一：メディヤサークル，**24**，325—328（1979）

4）深見トシエ：メディカルテクノロジー，**9**，27—34（1981）

〔短　報〕

家畜等における*Campylobacter jejuni/coli*の保菌調査について

石川県衛生公害研究所微生物部　芹川俊彦・木村晋亮

金沢市元町保健所食肉検査室　吉村清人・荒川和洋・北川与彦
中村　馨・永野祐一・岡部佐武郎

(本報告の要旨は昭和56年度と畜検査技術研修会で発表した。昭和57年1月19日，東京都)

近年，*Campylobacter jejuni/coli*によるヒトの腸炎や下痢症が相次いで報告され，また本菌による集団下痢症も全国的に発生がみられている[1)—4)]。石川県においても，昭和55年に本菌によると思われる2件の集団下痢症の事例を経験しており[5)]，今やサルモネラと同等か若しくはそれ以上に重要な腸炎起因菌として認識されてきた[1)]。しかし本感染症の感染源や感染経路については不明な点が多いが，ブタ，ウシ，ヒツジ，ニワトリ，イヌなどの動物に広く分布していることから，人畜共通の病原菌としてこれらの動物からの感染が疑われている[1)2)6)7)]。そこで，*C. jejuni/coli*の家畜及びペット等における分布の実態を把握するため，石川県金沢食肉流通センターへ搬入されてくるブタ，ウシのほか，ニワトリ，イヌ，ネコなど，更にはこのセンターの排水が流出する河北潟の土壌及び潟に棲息するフナを材料として，本菌の検出を試みた。

検査材料は，ブタ，ウシの場合は健康な個体の盲腸内容物，ニワトリについては排泄後2時間内に鶏舎で採取した便，イヌ，ネコについては獣医科病院にて直接採取した便を用いた。また，そのほかに河北潟の水際から採取した土壌，潟で捕獲したフナの腸内容物，食肉流通センターで採取したブタの枝肉と肝臓を検体として用いた。なお，盲腸内容物や便の場合には，採取後すぐにキャリー・ブレア培地に保存し，その日のうちに検査を行った。また，検体が土壌の場合は，前処理として土壌50gとPBS（リン酸緩衝液）（pH 7.0）50mlを混合し，数分間静置後上清を取り，3,000rpm，20分間遠心後，沈渣に1.0mlのPBSを加え再浮遊させ検査材料とした。また枝肉，肝臓の場合は，その10gにPBSを90ml加え，ホモゲナイズした後上清を取り，3,000rpm，10分間遠心した沈渣を検査材料とした。検査方法は，検査材料をCampylobacter Selective Supplements (Oxoid) と2 μg/mlのAmphotericin Bを添加した7％馬血液加Skirrow変法培地[7)]に直接塗抹し，触媒を除いたガスパックジャーを用いて42°C，48時間培養を行った。培養後平板上の疑わしい集落については，グラム染色により特徴ある形態を確認したうえ，カタラーゼ，オキシダーゼ，硝酸塩還元，硫化水素発生，42°Cでの発育などの生化学性状を調べた[8)]。

各種検査材料からの*C. jejuni/coli*の検出状況は，**表1**のとおりである。検体別検出率は，ニワトリとブタ盲腸内容物が60％と最も高く，次いでウシ盲腸内容物が27％，イヌ，ネコが9％の順であった。ブタ枝肉及びブタ肝臓からの検出率は，それぞれ10％と17％であった。一方，河北潟の土壌と潟に棲息するフナからはいずれも全く検出されなかった。なお，本菌が検出された豚の県内分布をみると，県内の広範囲に及んでおり，地域的な差は認められないことから，本菌は県

表1　各種材料からのC. jejuni/coliの検出状況

材　料	検体数	陽性数(％)
ブタ盲腸内容物	192	115(59.9)
ウシ盲腸内容物	49	13(26.5)
ニワトリ排泄便	50	30(60.0)
イヌ検便	69	6(8.7)
ネコ検便	33	3(9.1)
フナ腸内容	30	0(0)
河北潟土壌	8	0(0)
ブタ枝肉	30	3(10.0)
ブタ肝臓	30	5(16.6)
計	491	175(35.6)

下全域に分布するものと思われる。本菌がニワトリ，ブタ，ウシから高率に分離されることは，他の研究者によっても報告されている[1)2)6)7)]が，このことは食肉，鶏卵等を介してヒトへの感染の危険性を考慮する必要があることを示しており，食品衛生の面からも充分注意すべきであろう。この点に関しては，ブタ枝肉，肝臓からの検出率がかなり高いという我々の調査結果からしても，食中毒との関連において，サルモネラと同様に本菌による食肉等における汚染の実態調査をする必要があることが痛感される。イヌ及びネコからの本菌の検出率は，家畜，家禽よりも低かったが，これらペットでは幼獣からの検出率が高い結果が得られた。イヌ，ネコの調査数が少ないので，本菌が幼獣に高く分布するのかどうかについては更に検討を要するが，ヒトでは小児からの検出率が高いという事実を考慮すると非常に興味深い結果である。ともかく，ペットからヒトへの直接的・間接的な感染には充分注意する必要があろう。河北潟の土壌及びそこに棲息するフナからは，本菌が分離されなかったが，1978年アメリカのVermontで発生した本菌による食中毒では，水道水汚染が考えられており[2)]，本菌の自然界における分布状況については，今後も調査する必要があると思われる。

今後は，我々が分離した菌株について，病原性との関連を検討するために，ヒトの下痢症患者由来株を加えて血清型別試験を行うほか，馬尿酸加水分解試験，抗生物質感受性試験等を行う予定である。

文　献

1）伊藤　武：モダンメディア，**27**，312—323(1981)
2）坂崎利一，吉崎悦郎：メディアサークル，**24**，281—287（1979）
3）善養寺浩：臨床と細菌，**6**，53—63（1979）
4）薮内英子，山本典己，西浦敬子，下敷領健二：モダンメディア，**25**，339—349（1979）
5）芹川俊彦，木村晋亮：石川衛公研年報，**18**，416—418（1981）
6）仲西寿男，貫名正文，村瀬　稔：食品衛生研究，**31**，459—471（1981）
7）竹重都子，渡辺賢哉，山口武一，足達卓治，中井薫，景森令克，丸山　務：食品衛生研究，**31**，555—559（1981）
8）吉崎悦郎，坂崎利一：メディアサークル，**24**，325—328（1979）

〔短　報〕

RPHA法による感染性下痢症患者材料からのヒトロタウイルス検出（ロタ・セルの使用経験）

石川県衛生公害研究所微生物部　梶　哲夫・尾西　一・木村晋亮

乳幼児間に秋から春にかけて流行する下痢性疾患の原因として，ロタウイルスやノオオーク・エージェントその他のウイルスが注目されている。しかし，これらのウイルスは培養細胞での増殖は困難で，その検出はもっぱら電子顕微鏡と超遠心の組合せによる方法にゆだねられてきた。最近になってヒトロタウイルスもMA 104細胞やサル腎臓細胞でアセチルトリプシン処理により培養可能となったが，手軽にできる方法というわけではない。そこで，より簡便に検出できる方法としてRPHA（逆受身赤血球凝集反応）法が考案され市販されることになったので，感染症サーベイランスの乳児嘔吐下痢症及びその他の感染性下痢症の患者糞便又は直腸ぬぐい液の前処理調整したウイルス分離用サンプルを用いて試用してみた。

使用したキットは，日水製薬KKから市販されたロタ・セルで，キットは，検体調整用緩衝液（5%固定化羊赤血球含有），希釈用緩衝液，感作赤血球浮遊液（抗NCDV抗体感作赤血球：最終使用濃度0.6%），陽性対照用ロタウイルス（NCDV）液，抗NCDV抗体液から構成されている。検査は，日常ウイルス分離に用いている方法で前処理した糞便若しくは直腸ぬぐい液0.6mlを，検体調整用緩衝液0.9mlに相当する固定化羊赤血球遠心沈渣に加えて攪拌混合し，室温30分後，3,000 rpmで10分間遠心し，その上清を検体とした。調整した検体25μlをダイリューターで採取し，リジッドV型マイクロプレート上での2倍階段希釈（4管）を行い，その後25μlの感作赤血球を添加した。このスクリーニング試験で1管でも凝集陽性の場合には，その凝集がロタウイルスであるかどうかを確認するため，確認試験（凝集阻止試験）を実施した。なお，キット説明書では，材料は10%に希釈し，8倍（3管）以上凝集陽性を陽性とし確認試験を行うことになっているが，我々の用いた処理検体のうち，直腸ぬぐい液については1%前後と考えられるので，便宜上前述の判断をした。確認試験では，検体あたり2希釈列を作り，最高64倍までの2倍階段希釈を行い，必要な場合は原液（1：1）から希釈を行った。1列は対照として希釈液25μlを添加し，もう1列には凝集阻止による確認を行うため抗NCDV抗体液を25μl添加した。37°Cに1時間静置後，感作赤血球（25μl）を加え反応させた。スクリーニング・確認試験とも，室温2時間以上静置後の凝集像の判定を行い，確認試験では，抗体添加列が対照列より2管（4倍）以上低下した場合，ロタウイルス検出陽性とした。

検査の成績は**表1**に示した。検体15件中，キット判定法による明らかなロタウイルス陽性は2例であったが，2倍以上凝集陽性の3例もまた抗NCDV抗体で明らかな凝集阻止が認められ，希釈倍数を考慮すればロタウイルス陽性と考えて差し支えないと判断した。ロタウイルス陽性検体の採取月からみると，本ウイルスによる下痢症は昭和56年12月から昭和57年3月にかけて流行していたのではないかと推測される。年齢別では，ロタウイルスが検出された患者は7カ月から4歳までの乳幼児で，検出例はすべて乳児嘔吐下痢症（表中疾患番号8）の症例であった。また，感染症サーベイランス対象疾患で乳児嘔吐下痢症以外の「その他の感染性下痢症」（表中疾患番号9）の症例からは1例も検出例はなかった。

なお，今回の検査では，スクリーニング試験で凝集を示した例はすべて確認試験で凝集が阻止され，特異的であることが裏付けられたが，糞便によっては時に非特異の凝集も起きるようである。今回の検体調製では，ウイルス分離に供した−80°C凍結サンプル（糞便又は直腸ぬぐい液を10〜100倍に懸濁し，遠心後0.45μm径のフィルターで濾過）を使用したため，濃度は10%よりはるかに低いと思われ，事実RPHA価の高いサンプルは2例とも糞便材料であった。

表 1　乳児嘔吐下痢症（疾患番号8）及びその他の感染性下痢症（疾患番号9）の患者糞便，直腸ぬぐい液検体からのRPHA法によるヒトロタウイルスの検出

疾患名	検体番号	年(月)齢	性別	採取年月	スクリーニング試験	確認試験* (−)	確認試験* (+)	判定**
(9)	S81— 58K***	5	女	昭和56年10月	<2	—		−
(9)	S81— 94K	3	女	12月	<2	—		−
(9)	S81— 95K	7	女	12月	<2	—		−
(8)	S81—105R	1	男	12月	<2	—		−
(8)	S81—107R	1	女	12月	4	4	<2	+
(8)	S81—108R	5	男	12月	<2	—		−
(8)	S81—109K	2	女	12月	≥16	≥64	<2	+
(8)	S82— 1R	2	女	昭和57年 1月	<2	—		−
(8)	S82— 2R	2	男	1月	4	4	<1	+
(8)	S82— 3R	4	男	1月	8	4	<2	+
(9)	S82— 4K	8	男	1月	<2	—		−
(8,9)	S82— 8K	(8)	男	1月	<2	—		−
(9)	S82— 12K	6	女	2月	<2	—		−
(9)	S82— 15K	41	男	2月	<2	—		−
(8)	S82— 24K	(7)	女	3月	≥16	≥64	<2	+
陽性対照（NCDV ウイルス液）					8	8	<2	+

*　確認試験（−）は対照列のRPHA価，（+）は抗NCDV抗血清添加（凝集阻止）列のRPHA価

**　確認試験（+）が確認試験（−）に比し4倍（2管）以上を+，2倍以下又はスクリーニング試験でのRPHA価が2未満を−とした。

***　K：糞便，R：直腸ぬぐい液

〔抄　録〕

Epidemiological Virus Survey of Upper Respiratory Diseases (URD) in Ishikawa Prefecture : Virus Isolation from Specimens of Children Suffering from URD Using Cultured Cells.

Nobuaki KIMURA, Tetsuo KAJI,
Hajime ONISHI, and Motoichi HATANO

(Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment, and Department of Virology, Cancer Research Institute, Kanazawa University, Kanazawa)

Cancer Research Institute Report 1979-1981,
Kanazawa University, p21 (1981)

For the purpose of surveying the virus ecology in URD in Ishikawa Prefecture, we have worked in isolating virus from throat swabs of children suffering from URD for over 10 years since 1970. Tissue cultured cells used for the virus isolation were secondary African green monkey kidney cells, and three continuous cell lines, Vero, MDCK and HEp-2 cells.

As to results, a total of 554 virus strains containing 36 virus types were isolated from 2,377 patients' specimens during the recent 4 years, 1977 to 1980 (Table). The average isolation rate was 23.3%. Among these isolated virus groups, more than 10 strains a year were isolated in 13 virus types. These results seem to indicate that 13 virus types were prevalent for these 4 years in Ishikawa prefecture. The virus types and prevalent year were as follows : Influenza Virus A(H1H1) (1978-80), A(H3N2) (1978), B(1978,80), Parainfluenza Virus 1(1977), 3(1978-80), Adenovirus 2(1980), 3(1978-79), 4(1979-80), 5(1977), Coxsackie B 1(1979), Echovirus 7(1977), 11(1977), 14(1979). Among these recent prevalent virus types, 4 types (Influenza Virus A(H1N1), Adenovirus 4, Coxsackie Virus B 1 and Echovirus 7) had been observed to be once prevalent in Ishikawa Prefecture at the time this epidemiological survey was started at 1970. Similarly, when we look back upon the past 10 years, it is found that Echovirus 21, 24, 30 and Enterovirus 71 also existed for the 10 years (1970-1980). It should be noted here that the isolation of Echovirus 30 in 1978 was the first case in Japan. We are now looking forward to finding some tissue cultured cells showing high susceptibility to the growth of Coxsackie Virus A group just as seen in suckling mice, and also to obtaining some kind of natural mutant viruses from human URD.

These epidemiological surveys were executed through the combined efforts of Dept. of Pediatrics, Kanazawa Red Cross Hospital, and 13 Health Centers in Ishikawa Prefecure. We acknowledge the kindness of all who generously made their data available for this investigation.

Table Virus isolation from specimens of children suffering from URD

Virus group	No. of isolated virus strains (Type)				Total
	1977	1978	1979	1980	
Influenza	15(A3,B)	35(A1,A3)	17(A1)	49(A1,A3,B)	116
Parainfluenza	20(1-3)	22(1-3)	25(1-3)	31(1,3,4)	98
Mumps	3	3	3	0	9
RS	3	0	1	2	6
Adeno	25(1,2,5)	27(1-3,5,11)	46(1-6)	61(1,2,4-6)	159
Polio	1(2)	7(1,2)	4(1,2)	9(1,2)	21
Coxackie A	0	0	0	1(9)	1
Coxackie B	10(2,5)	7(1,3)	19(1,2,5)	11(3,5)	47
Echo	42(3,7,11)	12(11,14,24,30)	18(6,14,21)	22(3,7,9,14,16)	94
Entero	0	2(71)	1(71)	0	3
Total	119	115	134	186	554
No. of specimen	615	693	544	525	2,377
Isolation rate	19.3%	16.6%	24.6%	35.4%	23.3%

石川県衛生公害研究所年報（第19号）

昭和58年2月21日 印刷
昭和58年2月28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(代)

金沢市浅野本町ロ141（〒920）
印刷所 徳野印刷株式会社
☎（0762）51－5511(代)