

石川水試資料第 136 号

水産物加工利用技術研究開発委託事業  
短期蓄養によるマイワシの加工適性向上に関する研究  
総合報告書

昭和 59 年 3 月

石川県水産試験場

# 目 次

I	はしがき	1
II	調査方法	1
1.	周年における漁獲マイワシの特性調査	1
(1)	マイワシ出現状況	1
(2)	マイワシ年級別成長過程の推定	3
(3)	マイワシ月別脂肪量の変化	4
2.	短期蓄養のための基礎研究	4
(1)	蓄養海域の選定	4
(2)	蓄養生質施設	5
(3)	定置網からの試験魚収集	7
(4)	試験魚移送方法の検討	7
(5)	蓄養期間中の試験魚状況	7
(6)	蓄養中におけるマイワシの胃内容調査	10
3.	短期蓄養によるマイワシの加工適性の改善	10
(1)	大羽マイワシを原料とした蓄養試験	10
(a)	蓄養中における魚体組成調査	10
(b)	経過日数と部位別歩留りの関係	11
(c)	経過日数と部位別成分の関係	15
(2)	中羽マイワシを原料とした蓄養試験	16
(a)	蓄養中における魚体組成調査	16
(b)	経過日数と部位別歩留りの関係	17
(c)	経過日数と部位別成分の関係	20
(d)	経過日数による水分と脂肪の関係	21
(3)	小羽マイワシを原料とした蓄養試験	24
(a)	蓄養中における試験魚の魚体組成調査	24
(b)	経過日数と部位別成分の関係	24
4.	蓄養条件の改善（密殖試験）	27
(1)	中羽マイワシ密殖試験	27
(2)	大羽マイワシ密殖試験	31
(a)	経過日数と部位別成分の関係	31
5.	蓄養マイワシの可食部脂肪量の推定について	35
6.	原料マイワシの肥満度による蓄養期間と可食部及び皮下脂肪の推定	36
7.	蓄養原料を用いて製品化する場合の問題点の解明	38

(1) 蓄養試験 .....	38
(a) 経過日数と部位別成分の関係 .....	38
(2) 脂肪の相違が加工適性に及ぼす影響 .....	40
(a) 丸干し品 .....	41
(b) 味酥干し品 .....	43
(c) 練漬品 .....	43
8. 製品保存中の品質調査 .....	48
9. 今後の問題点 .....	51
10. 要 約 .....	52
11. 文 献 .....	53

## 調査実施機関および担当者

実施機関      石川県水産試験場  
 担当科        海洋資源科  
 担当者

区 分	職 名	氏 名
総 括	場 長	田 中 千 夫
企 画	次 長	内 木 幸 次
計 画 調 査	主 幹	橋 田 新 一
	技 師	神 崎 和 豊 ※
調 査	技 師	谷 辺 礼 子
	禄 剛 丸	又多敏昭船長他 4 名

### 指導及び協力機関

所 属	職 名	氏 名
東北区水産研究所	企画連絡室長	藤 井 豊 ※※
東海区水産研究所	利 用 部 長	徳 永 利 夫
	原料化学研究室長	石 川 宣 次
	” 主任研究官	中 村 邦 典
小浦羽根大敷網組合	組 合 長	西 谷 一 成
前波大敷網組合	組 合 長	橋 本 安 幸
藤波大敷網実行組合	組 合 長	二 谷 淳
中 田 定 置 網		中 田 作 助
中 定 置 網		中 弘
魚 定 置 網		魚 良 忠

※ 執筆とりまとめ

※※ 前東海区水産研究所利用部長

## I はしがき

多獲投棄されるマイワシの有効利用技術の開発は、貴重な水産たん白資源と加工原料確保の立場から、早急に解決を迫られており、関係業界からの要望が強い。

本県におけるマイワシ資源の現状は、年々増加傾向を示し、その後も順調な漁獲の増加を見せているが、その利用配分は90%以上が非食用向けの飼肥料に回されるか海上投棄されているのが実情である。

これは本来、マイワシは鮮度低下が速く、肉質の加工適性に問題点が多い上に、本県で漁獲されるマイワシは脂肪含有量が極めて高いことなどから、製品や貯蔵中に油焼け等の変質が急速に進むため、日本海沿岸地域の主要加工品である漬け物、味醂干し、一塩干しなどへの原料適性が著しく劣ることが大きな要因である。特に1月から3月の盛漁期に漁獲されるマイワシは可食部脂肪で20～30%に達しており、殆んど海上投棄か水揚げ規制がなされている。

そこで本試験は、多脂肪期のマイワシを短期蓄養処理によって、内臓、皮下脂肪などの不要脂肪の低減とたん白変性防止、貯蔵中における肉質の劣下防止技術の改善を進めることにより、日本海沿岸地域の主要加工品原料としての加工適性向上を図ることを目的に、昭和56年度から水産庁委託事業として3ヶ年間試験を実施したのでその結果について報告する。

報告に先立ち、この調査研究の実施計画に御指導いただいた東北区水産研究所の藤井企画連絡室長、東海区水産研究所徳永部長、石川室長、中村主任研究官に厚く御礼申し上げるとともに、試験魚の収集に際し全面的に協力いただいた中田作助氏、中 弘氏、魚 良忠氏、藤波大敷網実行組合、前波大敷網組合、小浦羽根大敷網組合の各位、関係者に対して深謝の意を表す。

## II 調査方法

### 1. 周年における漁獲マイワシの特性調査

日本海中部海域、特に能登半島沿岸に漁獲されるマイワシの銘柄別漁獲量及び月別漁獲量、体長組成による3ヶ年の原料特性調査結果に基づき、マイワシ出現状況と年級別成長過程の関係、脂肪含有量の変化について解析した。

#### (1) マイワシ出現状況

当県で漁獲されたマイワシの月別漁獲量と体長の変化を図-1、図-2-1～3に示した。

本研究を開始した昭和56年のマイワシ漁獲量は18,095トンで、漁獲ピークは1月～4月と12月に出現している。月別に見ると1月では4,015トン、2月、2,896トン、3月、4,538トン、4月、2,245トン及び12月、2,028トンで総漁獲量の87%を占めている。これを銘柄別で見ると1月は平均19.9cmの大羽が中心で、2～3月は18.0～18.6cmの中羽主体、4月で再び大羽主体となっている。

昭和57年の漁獲量は12,326トンで漁獲ピークは1月～3月に見られ9,269トンで、総漁獲量の75%を占めた。

銘柄別では1月、19.4cmの大羽主体、2月15.9cmの中羽、3月、大羽主体であった。

昭和58年は、総漁獲量 22,127トンで1月～4月及び6月、12月に漁獲ピークが出現した。銘柄別では1月～2月は19～20cmの大羽と、17～18cmの中羽が混獲され、3月～4月は18cmの中羽主体、6月、12月では16cmの中羽主体であった。

以上の調査結果から、当県沿岸域のマイワシ盛漁期は1月～3月で漁獲銘柄別では大羽混じりの中羽であり、3月～4月にかけては17～18cmの中羽主体の小羽混じりの出現傾向を示し、7～11月まではまとまった漁獲は見られなくなったが、12月に入って大羽、中羽、小羽の各銘柄が混獲された。

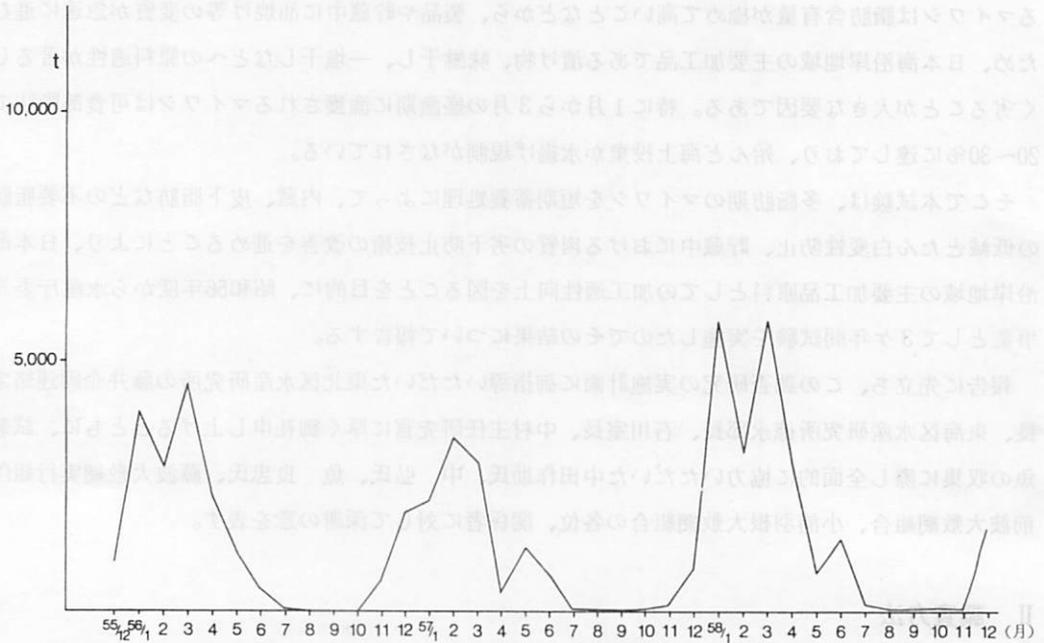


図-1 マイワシ漁獲量

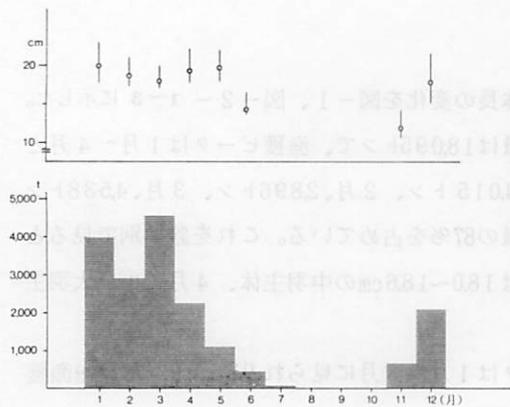


図-2-1  
マイワシの月別漁獲量と体長の変化（昭和56年）

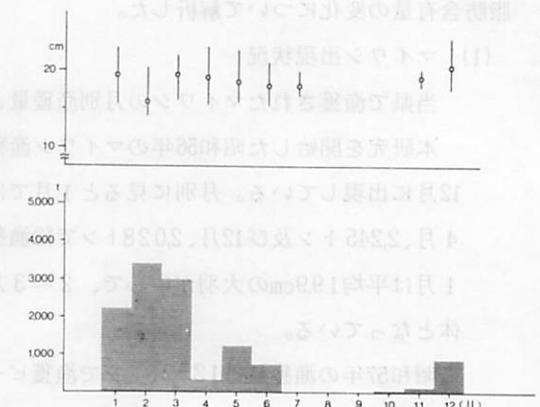


図-2-2  
マイワシの月別漁獲量と体長の変化（昭和57年）

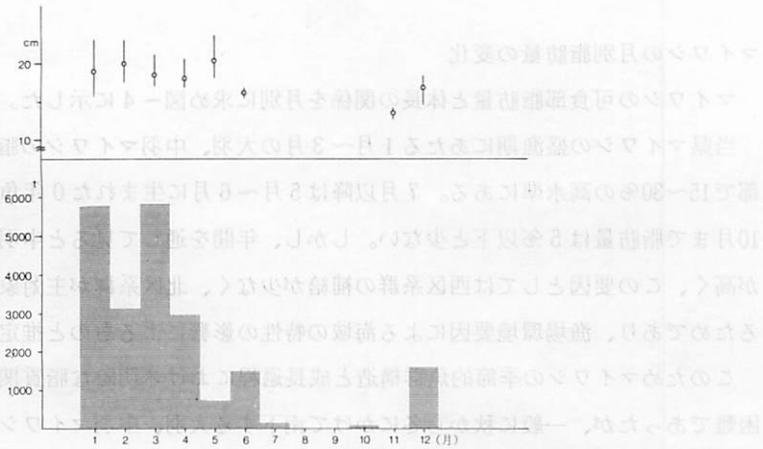


図-2-3 マイワシの月別漁獲量と体長の変化（昭和58年）

(2) マイワシ年級別成長過程の推定

当県で漁獲されたマイワシの出現状況と月別供試魚の平均体長から年級別成長過程を推定して、図-3に示した。

当県におけるマイワシの盛漁期である1月～3月の魚群構造は、前年5月～6月に生まれた14～15cmの1年魚（中羽）と、2～3年魚（大羽）が混在している。これら魚群は7月以降北上するため11月頃までは漁獲が減少する。12月に入ると、かえりイワシの当才魚と越冬群の中羽、南下群の大羽が混獲されるようになる。

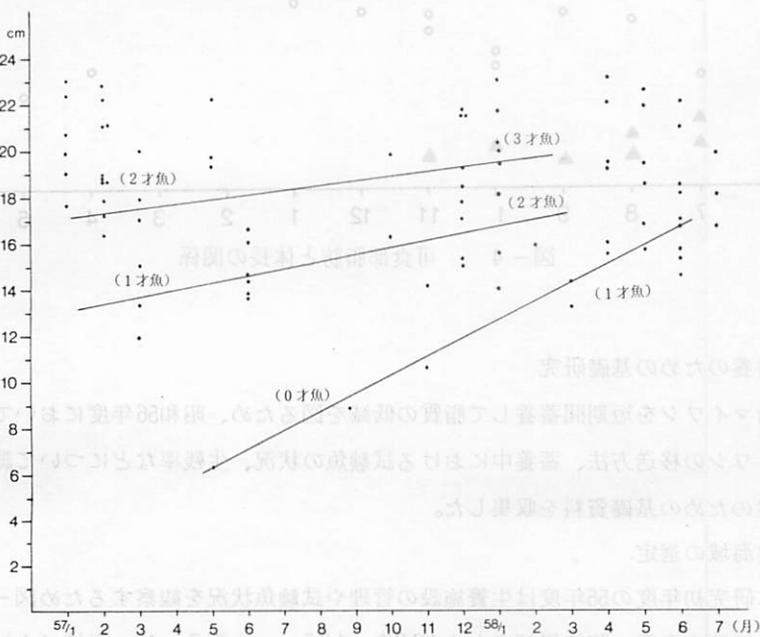


図-3 本県におけるマイワシの季節的魚群構造

(3) マイワシの月別脂肪量の変化

マイワシの可食部脂肪量と体長の関係を月別に求め図-4に示した。

当県マイワシの盛漁期にあたる1月～3月の大羽、中羽マイワシの脂肪含有量は、可食部で15～30%の高水準にある。7月以降は5月～6月に生まれた0年魚が出現し、これは10月まで脂肪量は5%以下と少ない。しかし、年間を通して見ると中羽マイワシの混獲率が高く、この要因としては西区系群の補給が少なく、北区系群が主対象となって漁獲されるためであり、漁場環境要因による海域の特性の影響によるものと推定された。

このためマイワシの季節的魚群構造と成長過程における明瞭な脂質関係を求めることが困難であったが、一般に秋から冬にかけて南下する大羽、中羽マイワシは、皮下脂肪の増加に伴ない可食部脂肪の増加が見られ、その含有量は30%に達していた。

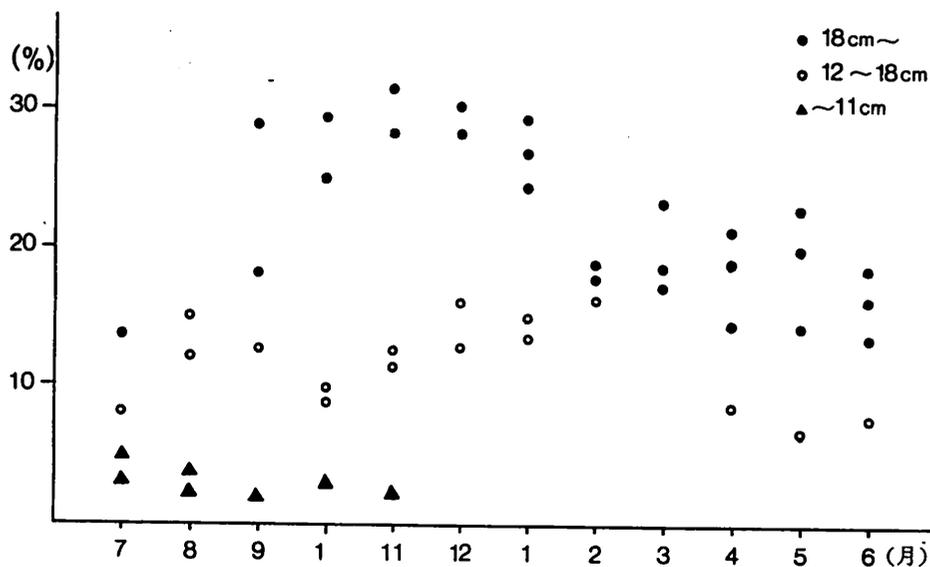


図-4 可食部脂肪と体長の関係

2. 短期蓄養のための基礎研究

多脂マイワシを短期間蓄養して脂質の低減を図るため、昭和56年度において蓄養施設や活魚マイワシの移送方法、蓄養中における試験魚の状況、生残率などについて調査を行い、短期蓄養のための基礎資料を収集した。

(1) 蓄養海域の選定

本研究初年度の56年度は生質施設の管理や試験魚状況を観察するため図-5に示した宇出津港内東第一防波提灯台から123度、175m、水深7～10m海域(A)を選定して生質施設を設置した。1年間の調査結果から当海域は港湾内のため河川水の流入が海水の塩分量を低下させ、これが生残率に大きな影響を及ぼして、蓄養のための環境にそぐわない

ことが指摘されたため、57年度以降は（B）の外洋環境に近い田ノ浦海域（水深10～15m）に敷設した。

この結果、水温や塩分などが大型定置網設置海域（外洋環境）と同じ傾向を示し、蓄養水域としてはほぼ満足すべき環境条件が推持された。

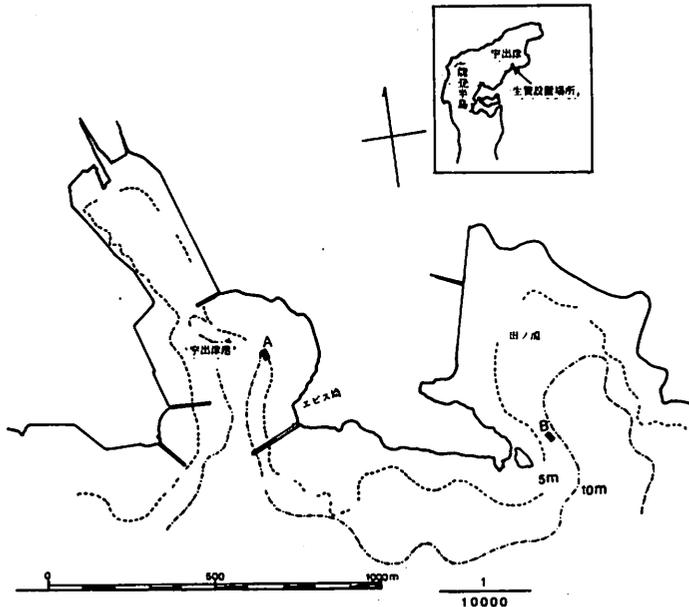
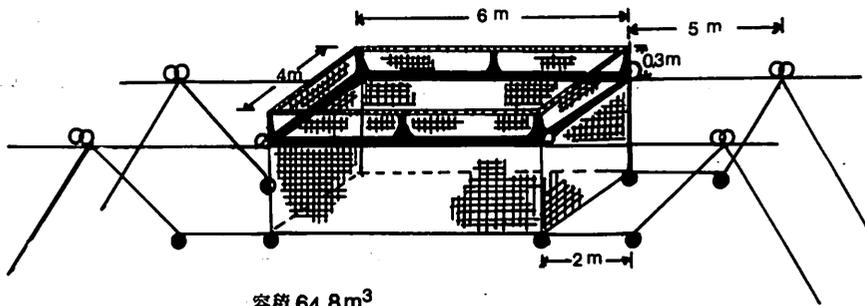


図-5 調査海域図

(2) 蓄養生簀施設

本研究に用いた蓄養生簀は4m×6m角FRP生簀枠を使った4m×6m×2.7m、容積64.8 $m^3$ の角型生簀で、特にへい死魚を取り除くために、生簀網底部の中心にTR菱目、20本×16節のへい死魚収集袋を取り付けた。（図-6-1～3、表-1）

一般に蓄養生簀は円型生簀が良いとされているが、3ヶ年の試験結果から角型生簀でも蓄養に支障はなかった。また、マイワシはへい死すると急速に腐敗して蓄養魚に悪影響をもたらすため、必ずへい死魚収集袋の取り付けが必要である。



容積 64.8 $m^3$

図-6-1 蓄養生簀施設

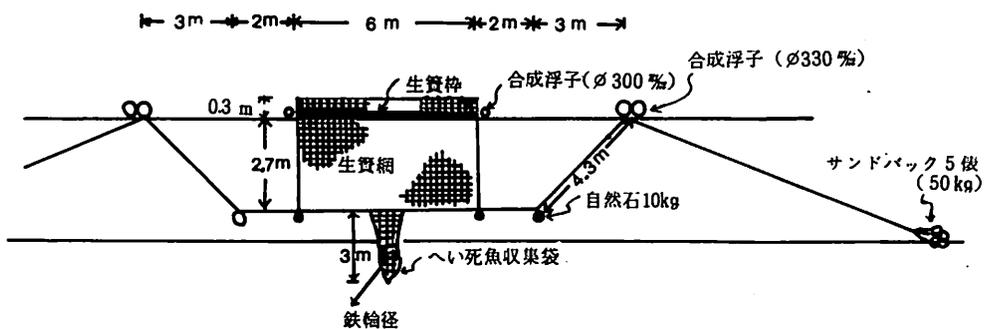


図-6-2

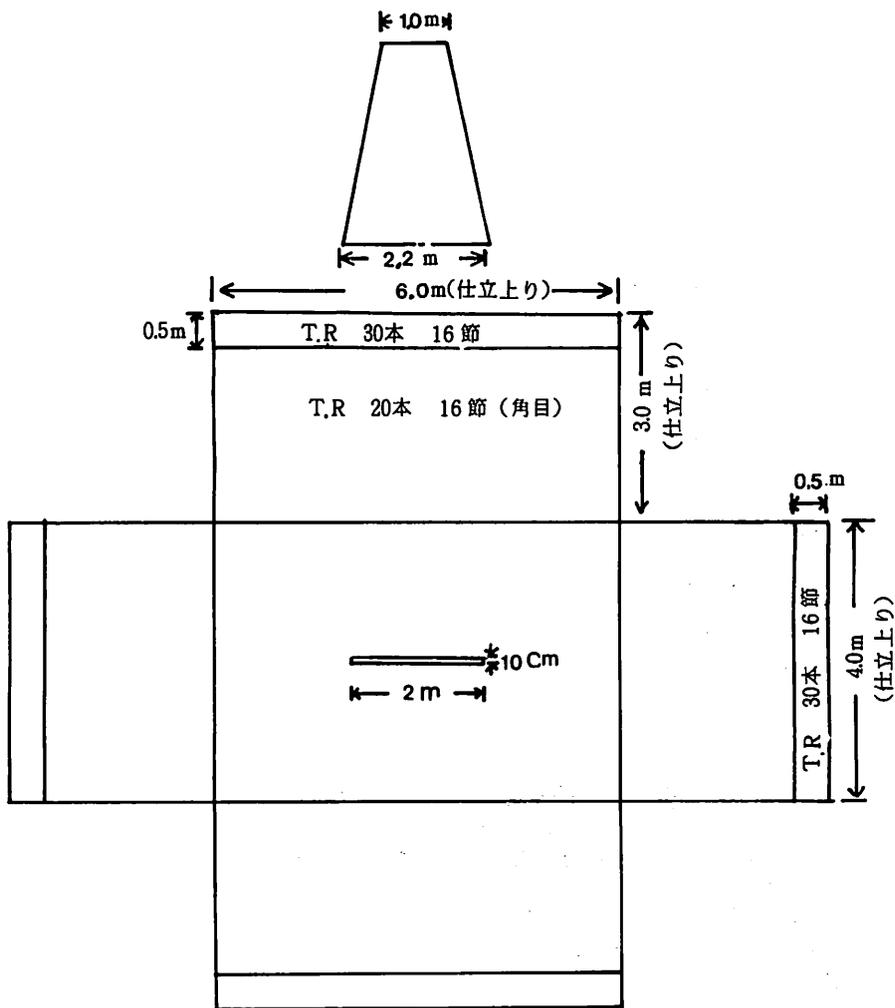


図-6-3

表 - 1

名 称	材 料	規 格	数 量	備 考
生 簀 網 地	T.R 角目	20本×16筋	6 m×4 m×3 m	比重1.7 自重70kg 浮力167kg
緑 網	T.R 角目	30本×16筋	4 枚	
へい死魚収集袋	T.R 菱目	20本×16筋	2 枚	
筋 縄	ハイクレロープ	φ 8 %	4 角底辺	
生 簀 枠	F R P	6 <sup>m</sup> ×4 <sup>m</sup> ×3 <sup>m</sup> 外130% 内120%	1 枠	
浮 子	合 成 aba	φ 330 %	8 ケ	
浮 子	合 成 aba	φ 300 %	4 ケ	
重 錘	自 然 石	10kg	4 ケ	
重 錘	自 然 石	3 kg	4 ケ	
重錘取付網	ハイクレロープ	φ 12%	6 m 4 本	
錨 ロ ー プ	ハイクレロープ	φ 12%	12 m 4 本	

## (3) 定置網からの試験魚収集

蕃養のための試験魚収集は、当初定置網の網持ち終了と同時に140径モジ網のタモですくい取りし収集を行ったが、この方法では試験魚が網ずれ等を起こし、蕃養中の生残率に悪影響を及ぼすことが推察されたため、57年度以降は水抜き用の穴を開けたポリバケツですくい取りした。この結果、傷のない活力ある試験魚を収集することができた。

## (4) 試験魚移送方法の検討

当初、定置網から収集したマイワシを蕃養生簀まで移送する方法として、キャンバス布地を張り合わせた船型移送生簀を作成し移送を試みた結果、移送中のマイワシは曳航方向に向かって頭部を突込んだ状態となり、魚体に網ずれ等の損傷を与え活力の低いものとなり、有効な移送手段でないと判断した。

そこでこの方法に替わり、漁船の活魚槽に収容、移送する方法を検討した。

この結果、移送開始と同時に活魚槽内のマイワシは、右廻りの活力ある遊泳行動を示し、移送中のへい死は全く見られなかった。

## (5) 蕃養期間中の試験魚状況

蕃養中のマイワシ状況は、放養後24時間経過では表層に分布し無作為な遊泳行動を示したが、2日から3日経過すると中層全体を利用した活力ある遊泳となり、更に5日経過した時点ではほぼ安定した群泳行動を示した。

このように定置網からの収容方法や試験魚の移送方法の改善によって、蕃養試験中の生残率を90%以上に維持することが可能となった。

表-2 生簀内マイワシの胃内容物査定結果

(蓄養15日経過試料)

Sample No	1		2		3		4		5		平均 0.3554
消化管内容物重量(2) (g)	0.3994		0.3187		0.4401		0.3064		0.3125		
胃内容物重量(3) (g)	0.1262		0.0762		0.1554		0.0751		0.0681		
消化度	2		2		2		3		3		
内容物の種類	胃内容物 個体数	A %	A	%	A	%	A	%	A	%	
Noctilucitae	1	0.2									
Peridiniidae	11	2.0	4	0.8	8	0.8	1	0.5			
Polyphemidae	213	38.1	152	30.3	267	27.4	151	76.3	98	42.8	
Paracalanidae	58	10.4	161	32.1	272	27.9	7	3.5	30	13.1	
Pseudocalanidae			1	0.2							
Temoridae					1	0.1					
Acartiidae	34	6.1	17	3.4	16	1.6	2	1.0	3	1.3	
Oithonidae	5	0.9	1	0.2	3	0.3			1	0.4	
Oncaeiidae					3	0.3					
Corycaeiidae	23	4.1	17	3.4	49	5.0	4	2.0	16	7.0	
Tachidiidae			1	0.2	1	0.1					
Harpacticoida	11	2.0	5	1.0	6	0.6			1	0.4	
Nauplius Larva(Copepoda)	8	1.4	3	0.6	1	0.1					
Other Copepoda	44	7.9	74	14.7	41	4.2	3	1.5	15	6.6	
Thoracica Larva	74	13.2	53	10.6	264	27.1	22	11.1	56	24.5	
Tanaidacea	2	0.4			1	0.1					
Gammaridea	50	8.9	9	1.8	19	2.0	1	0.5	6	2.6	
Zoea Larva(Brachyura)	1	0.2			2	0.2					
Gastropoda Larva	1	0.2									
Bivalvia Larva	14	2.5	3	0.6	16	1.6	5	2.5	2	0.9	
Fish egg	4	0.7									
egg	4	0.7	1	0.2	4	0.4	2	1.0	1	0.4	
unknown	1	0.2									
total	559	100.1	502	100.1	974	99.8	198	99.9	229	100.0	
Appendicularia(1)	多		多		多		多		多		

(1) 非常に多く見られたが消化が進んでおり計数不可能

(2) 食道部+盲のう部+幽門部の内容物重量

(3) 盲のう部の内容物重量

表-3 イワシ生簀外プランクトン採集結果 (Animal Planktonのみ) S.56.5.20実施 丸特Bネット垂直びき (5 mを5回)

	n / haul	n / m <sup>2</sup>	%	ろ水量 420 m <sup>3</sup>
Protozoa (原生動物)				
Noctiucitae	117	28	3.6	
Coelenterata (腔腸動物)				
Hydroida	56	13	1.7	
Trachyina	292	70	9.1	
Siphonophora	23	5	0.7	
Arthropoda (節足動物)				
Polyphemidae	450	107	14.0	
Paracalanidae	150	36	4.7	
Centropagidae	33	8	1.0	
Acartiidae	1400	333	43.4	
Oithonidae	17	4	0.5	
Corycaeidae	177	28	3.6	
Harapacticoida	50	12	1.6	
Protochordata (原索動物)				
Appendicularia	250	60	7.8	
Larval Plankton (幼体類)				
Polychaeta Larva	136	32	4.2	
Gastropoda Larva	67	16	2.1	
Nauplius (Copepoda)	33	8	1.0	
Nauplius (Balanidae)	17	4	0.5	
Zoea Larva	17	4	0.5	
total	3,225	768	100.0	

(6) 蓄養中におけるマイワシの胃内容調査

蓄養中におけるマイワシは魚体組成調査の結果、長期間無投餌で蓄養を行っても肥満度に大きな変化は見られなかった。このため、胃内容物を査定した結果、表-2、3に示したような種類のプランクトンや、網に付着したワレカラ類を摂餌していることが判明した。

3. 短期蓄養によるマイワシ加工適性の改善

銘柄や脂肪含有量が各々異なるマイワシを原料として、3ヶ年間の試験期間中に9回の蓄養試験を行い、脂肪の変化や減少率、蓄養経過日数と歩留り及び水分、脂肪の関係について解明した。

表-4 蓄養試験に供した原料マイワシの銘柄と放養量

回数	蓄養試験年月日	銘柄	放養尾数
1	昭和56年4月	大羽、中羽	1,893尾
2	" 56年5月	中羽、小羽	1,052尾
3	" 57年1月	中羽、小羽	2,640尾
4	" 57年6月	中羽	876尾
5	" 57年12月	大羽	1,500尾
6	" 58年1月	大羽	9,000尾
7	" 58年6月	中羽	8,000尾
8	" 58年6月	中羽	2,500尾
9	" 59年1月	中羽	4,000尾

3ヶ年の試験結果からマイワシの脂肪含有量は、同一銘柄であっても月別や部位別によってかなり異なり、蓄養によって減少する脂肪量や蓄養期間にも多少のバラツキが見られたが、一応7日から15日の蓄養期間で最大の減少率に達することが解明された。

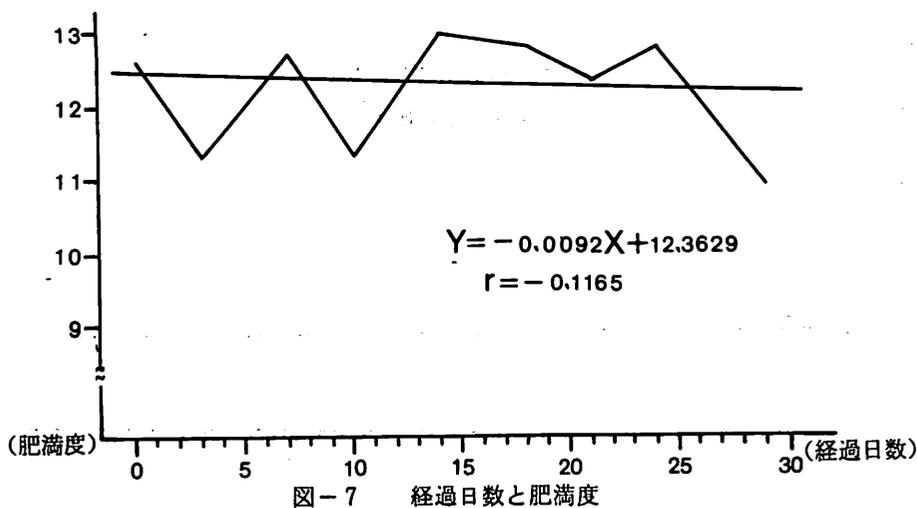
ここに各銘柄のマイワシを蓄養して脂肪の変化や減少率、経過日数と歩留り、水分、脂肪の関係について求めた結果を報告する。

(1) 大羽マイワシを原料とした蓄養試験

平均体長20.6cm、平均体重113gの大羽マイワシ1,500尾を放養して試験を行った。

(a) 蓄養中における魚体組成調査

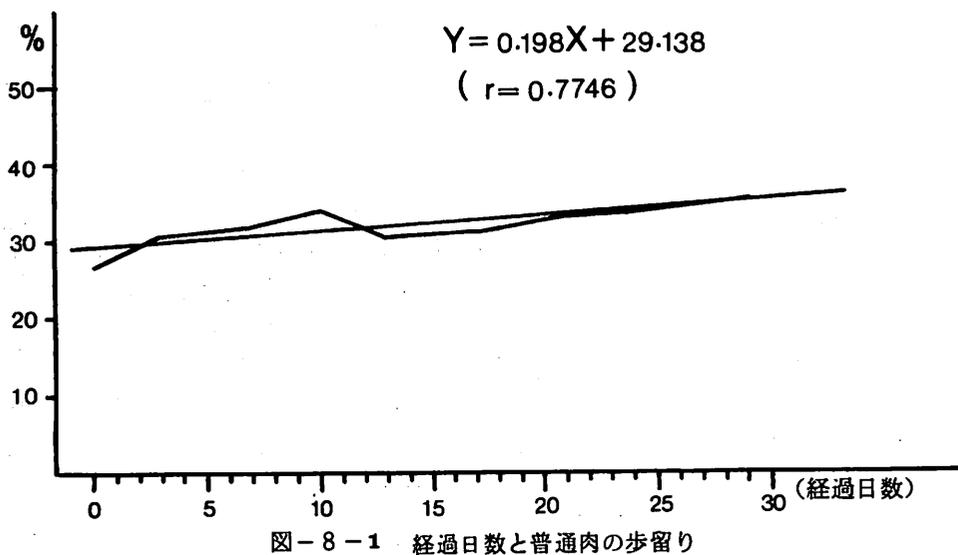
蓄養試験魚は体長と比較して体重のバラツキが大きく、経過日数Xに対する肥満度Yの関係は、図-7に示したように $Y = -0.009X + 12,363$  ( $r = -0.117$ ) で示され、なだらかな減少傾向となった。



(b) 経過日数と部位別歩留りの関係

経過日数と部位別歩留りの関係を図-8-1~2 に示した。

歩留りの相関は、普通肉の歩留りと内臓脂肪の相関 ( $r = -0.733$ ) 及び、普通肉の歩留りと皮下脂肪の相関 ( $r = -0.759$ ) が何れも高いことから、普通肉の歩留りが内臓、皮下脂肪の低減と密接な関係にあるものと思われ、血合肉についても、血合肉自体の脂肪の減少によって歩留りが減少したものと考えられた。



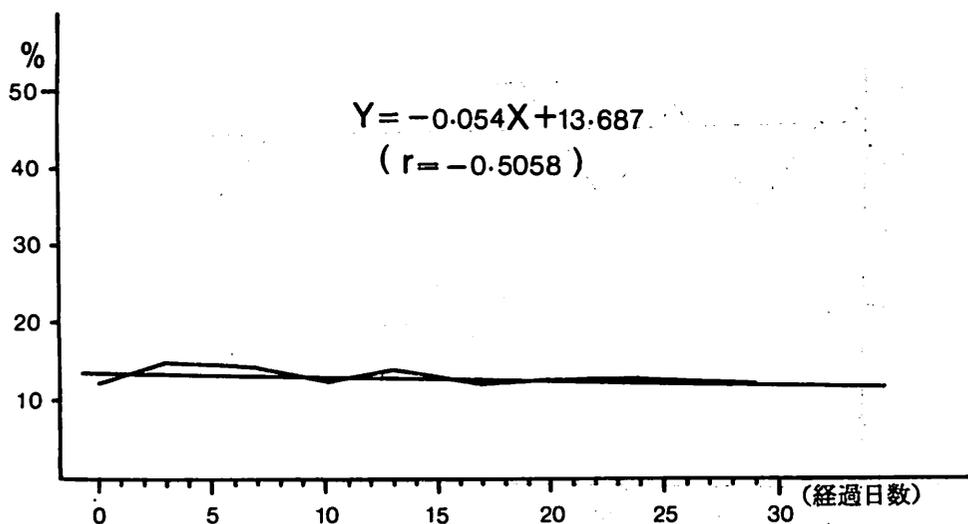


図-8-2 経過日数と血合肉の歩留り

表-5 蓄養中におけるマイワシ分析結果

項目		経過日数	0	3	7	10	14	18
組成	体長 (cm)		21.8	21.9	21.8	21.1	21.1	20.4
	体重 (g)		131	119	133	107	123	109
	肥満度		12.63	11.37	12.74	11.37	13.02	12.83
歩留り (%)	普通肉		26.7	30.76	31.83	33.91	30.64	31.06
	血合肉		12.2	14.83	14.13	12.35	13.82	12.12
	内臓		11.4	9.16	10.27	10.08	10.74	13.74
	皮、皮下脂肪		21.5	12.70	14.90	10.87	14.83	12.89
粗脂肪 (%)	頭骨		28.2	32.55	28.87	32.79	29.97	30.19
水分 (%)	普通肉		9.25	(11.68) 8.17	(7.89) 8.52	(16.43) 7.73	(26.49) 6.80	(29.73) 6.50
	血合肉		24.06	(25.35) 17.96	(16.58) 20.07	(30.59) 16.70	(26.85) 17.60	(42.39) 13.86
	内臓		61.47	(13.55) 53.14	(31.27) 42.25	(41.22) 36.13	(45.99) 33.20	(49.73) 30.90
	皮、皮下脂肪		66.76	(18.35) 54.51	(28.24) 47.91	(45.58) 36.33	(39.48) 40.40	(42.78) 38.20
水分 (%)	普通肉		64.03	68.00	70.08	67.81	67.91	71.25
	血合肉		55.00	59.92	57.44	55.71	55.70	59.15
	内臓		44.42	47.69	47.33	43.18	47.82	55.57
	皮、皮下脂肪		19.00	26.15	27.49	19.18	26.21	39.57

( ) は減少率

表-6 部位別相關關係

(r = .....)

		步 留 り				肥満度	経過日数	脂 肪				水 分			
		普通肉	血合肉	内 臓	皮下脂肪			普通肉	血合肉	内 臓	皮下脂肪	普通肉	血合肉	内 臓	皮下脂肪
步 留 り	普通肉		-0.2152	-0.2159	-0.7822	-0.4784	0.7610	-0.0823	-0.5138	-0.7328	-0.7594	-0.6391	0.6294	-0.0182	0.4614
	血合肉			-0.4568	-0.0724	-0.0743	-0.5031	0.0218	0.1069	0.2944	0.2397	0.0104	-0.2048	-0.0747	-0.2797
	内 臓				0.1743	0.6633	0.2389	-0.0407	-0.0902	-0.2911	-0.1156	0.3267	-0.0774	0.3334	0.3610
	皮、皮下脂肪					0.5396	-0.4465	0.2577	0.6036	0.6536	0.6536	-0.5862	-0.3242	-0.1791	-0.3180
肥 満 度							-0.1165	-0.0373	0.2465	-0.1004	0.0504	0.1460	-0.3338	0.1186	0.0556
経 過 日 数								-0.1440	-0.4565	-0.8096	-0.6914	-0.6398	0.7397	0.2452	0.7734
脂 肪	普通肉								0.8119	0.4825	0.5939	-0.2779	-0.0435	-0.7265	-0.3777
	血合肉									0.7100	0.7917	-0.6175	-0.3477	-0.6934	-0.5957
	内 臓										0.9512	-0.7771	-0.4015	-0.3384	-0.6332
	皮、皮下脂肪											-0.7194	-0.3818	-0.3070	-0.5306
水 分	普通肉												0.5722	0.4683	0.7722
	血合肉													0.3034	0.7947
	内 臓														0.7301
	皮、皮下脂肪														

表-7 可食部分析結果

項目		経過日数	0	3	7	10	14	18
組成	体長 (cm)		214	214	199	206	221	214
	体重 (g)		131	117	93	93	123	123
	肥満度		1331	1207	1188	1071	1137	1255
歩留り (%)	全可食部		58.3	58.3	60.1	55.4	58.0	58.5
	内臓		11.7	11.8	9.6	11.1	8.9	13.9
	頭骨		300	299	30.3	33.5	33.1	27.6
粗脂肪 (%)	全可食部		31.99	(14.07) 27.49	(27.04) 23.34	(41.86) 18.60	(36.23) 20.40	(41.23) 18.80
	内臓		62.19	(3.59) 59.96	(15.81) 52.36	(17.67) 51.20	(39.22) 37.80	(44.69) 34.40
水分 (%)	全可食部		50.32	47.44	56.02	62.30	61.73	64.50
	内臓		45.10	42.59	45.12	42.81	45.19	42.60

( ) は減少率

表-8 可食部の相関関係

( r = ..... )

		歩留り		肥満度	経過日数	脂肪		水分	
		全可食部	内臓			全可食部	内臓	全可食部	内臓
歩留り	全可食部		-0.5693	0.4153	0.6162	-0.4279	-0.3904	-0.0539	0.0370
	内臓			0.3102	-0.4121	0.1455	0.3837	0.0795	-0.0181
肥満度					-0.1147	0.3893	0.0453	-0.2731	0.0504
経過日数						-0.8916	-0.8282	0.5661	0.3208
脂肪	全可食部						0.8293	-0.7287	-0.1072
	内臓							-0.8313	-0.2664
水分	全可食部								0.2852
	内臓								

(c) 経過日数と部位別成分の関係

(水分)

蓄養中における水分の変化を部位別に分析し、その結果を図-9に示した。

各部位とも蓄養開始から10日経過で減少のピークに達し、その後徐々に増加傾向をたどっており、このことは脂質の増減と逆で、経過日数に対する部位別水分の相関は、相関係数で皮下脂肪  $r = -0.773$ 、血合肉  $r = 0.740$  となり、何れも高い相関が得られた。

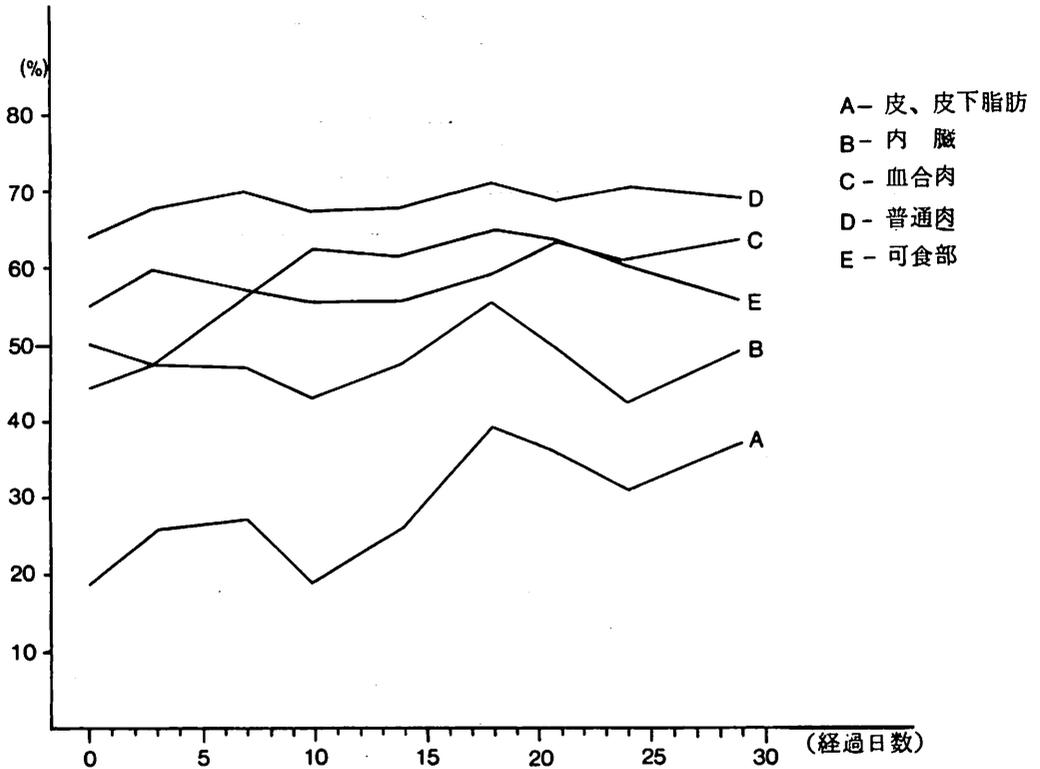


図-9 経過日数と水分の変化

(粗脂肪)

蓄養マイワシの脂肪量は、可食部で32%、普通肉9.3%、血合肉24%及び内臓6.15%、皮下脂肪で66~67%の極めて多脂の原料であった。これを蓄養して、部位別の経日変化について調査した結果を図-10に示した。

各部位とも14日経過で減少のピークに達し、普通肉で29.7%の減少率、更に血合肉で42.4%、内臓49.7%、皮下脂肪で42.8%の減少率である。これを経過日数との相関で見ると、内臓 ( $r = -0.810$ ) と皮下脂肪 ( $r = -0.691$ ) に負の相関が求められた。この要因として、内臓の歩留り (15~20g/100g中) が高かったためと推定された。

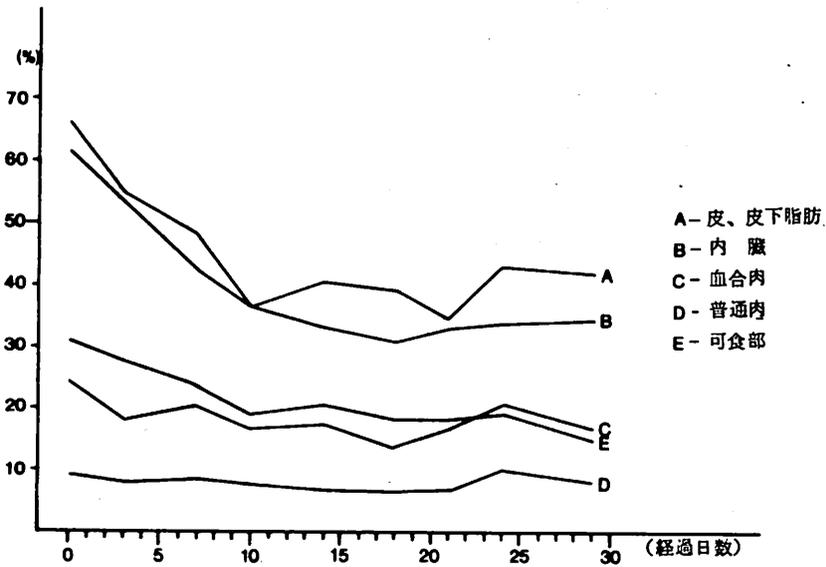


図-10 経過日数と脂肪の変化

(2) 中羽マイワシを原料とした蓄養試験

平均体長18.1cm、平均体重72gの中羽マイワシ876尾を放養して試験を行った。

(a) 蓄養中における魚体組成調査

蓄養期間中の肥満度の変化を図-11に示した。

図から見られるように、経過日数に伴って肥満度の低下傾向が見られ、経過日数Xに対するその時点の肥満度Yの関係は、回帰式 $Y = -0.031X + 11.449$  ( $r = -0.53$ )で示される。1日当り肥満度低下の傾向を示す目安となる回帰係数は-0.031/日で、体長18.7cm、体重82gのマイワシについて、回帰式を用いて体重の経日変化を求めてみると、9日で73g (11%減)、41日で67g (18%減)であった。

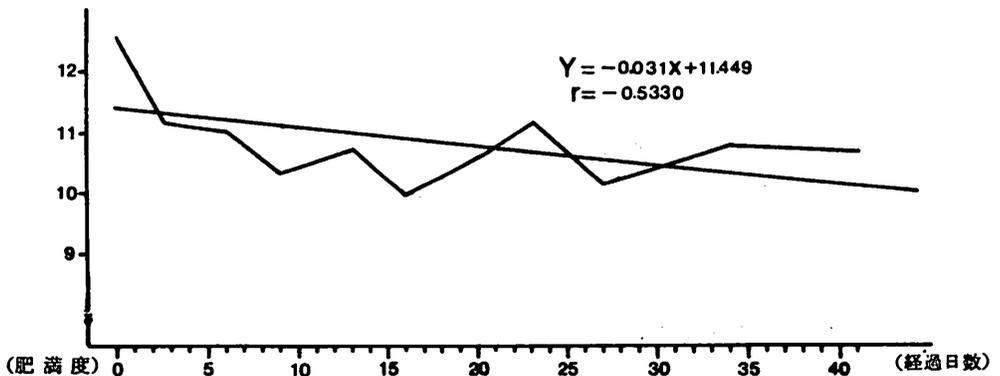


図-11 経過日数と肥満度

(b) 経過日数と部位別歩留りの関係

経過日数に対する普通肉と血合肉の歩留り及びその他の部位別歩留りを、図-12、13に示した。

歩留りの相関は、普通肉で相関係数  $r = 0.751$ 、血合肉で  $r = -0.738$  と何れも相関が高く、普通肉については経過日数に伴い内臓と皮下脂肪の歩留りが落ちることによって、相対的に歩留りが高く現われ、血合肉については、血合肉自体の脂肪の減少によって歩留りが減少したものと推察された。

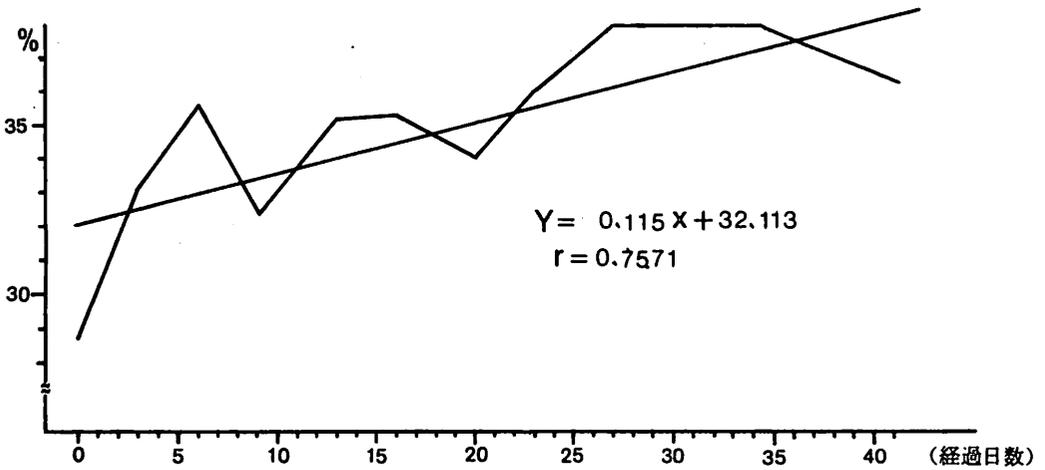


図-12 経過日数と普通肉の歩留り

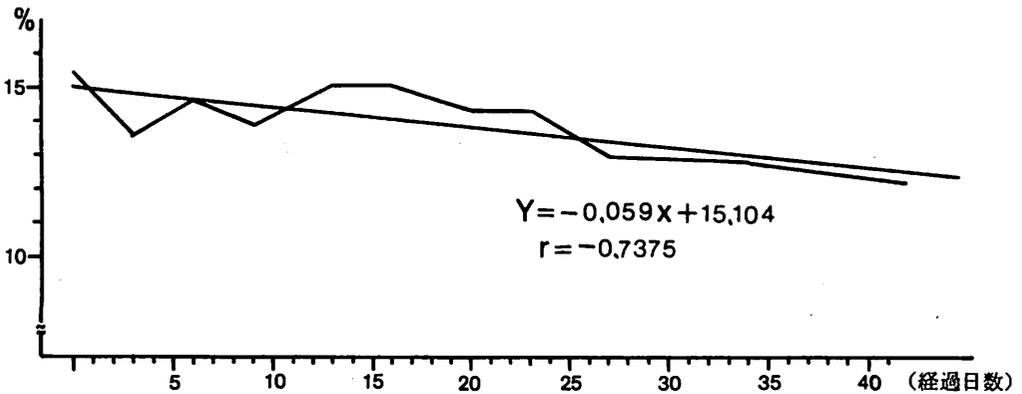


図-13 経過日数と血合肉の歩留り

表-9 蕃養中におけるマイワシ分析結果

項目		経過日数	0	3	6	9	13	16	20
組成	体長 (cm)		18.7	18.4	18.3	18.9	18.0	20.1	18.2
	体重 (g)		82	74	70	71	63	81	64
	肥満度		12.57	11.72	11.30	10.37	10.73	9.97	10.59
歩留り (%)	普通肉		28.74	33.21	35.60	32.42	35.21	35.32	34.06
	血合肉		15.46	13.63	14.61	13.95	15.17	15.14	14.37
	内臓		11.47	10.17	5.93	8.11	6.87	7.02	6.41
	皮、皮下脂肪		11.22	8.82	8.49	5.16	5.79	8.52	6.41
	頭骨		33.11	34.17	35.37	40.36	36.96	34.00	38.75
粗脂肪 (%)	普通肉		3.80	3.18	5.48	2.28	3.52	3.01	2.96
	血合肉		14.69	12.95	13.76	9.46	11.90	10.62	10.30
	内臓		7.35	6.42	8.19	6.87	8.75	8.45	7.52
	皮、皮下脂肪		34.29	18.61	17.81	15.30	19.88	19.50	21.50
水分 (%)	普通肉		71.42	72.98	66.42	73.10	72.30	72.93	71.92
	血合肉		61.16	64.94	61.54	65.75	65.03	69.58	59.17
	内臓		68.95	69.36	66.73	67.24	68.42	68.76	66.23
	皮、皮下脂肪		50.30	58.77	54.16	54.80	55.12	62.18	51.28

表-10 部位別相関関係

(r = .....)

		歩 留 り				肥満度	経過日数	脂 肪				水 分			
		普通肉	血合肉	内 臓	皮下脂肪			普通肉	血合肉	内 臓	皮下脂肪	普通肉	血合肉	内 臓	皮下脂肪
歩 留 り	普通肉		-0.5357	-0.5424	-0.3407	-0.2473	0.7571	0.0572	-0.1941	0.0488	-0.2903	0.0244	0.2154	0.1382	0.2351
	血合肉			0.1789	0.0861	0.0628	-0.7375	0.0470	0.3820	0.2475	0.3525	-0.0900	-0.1586	-0.0297	-0.2045
	内 臓				0.2341	-0.5288	-0.5167	-0.0942	0.0719	0.0223	0.2671	0.1424	-0.2732	-0.0431	-0.2445
	皮、皮下脂肪					0.4321	-0.0047	0.3537	0.3785	0.2821	0.2943	-0.1703	-0.4051	-0.2917	-0.4214
肥 満 度							-0.5330	0.5247	0.4388	0.5230	0.6094	-0.2971	-0.4201	-0.1657	-0.5440
経 過 日 数								0.0589	-0.6739	-0.3661	-0.8510	-0.3081	0.4166	-0.0561	0.2001
脂 肪	普通肉								0.6781	0.5675	0.5692	-0.7842	-0.5235	-0.5513	-0.4238
	血合肉									0.5350	0.7024	-0.6731	-0.6029	-0.3973	-0.6002
	内 臓										-0.6725	-0.5156	-0.4141	-0.1262	-0.7521
	皮、皮下脂肪											-0.4301	-0.4714	-0.1300	-0.7643
水 分	普通肉												0.4196	0.5358	0.5659
	血合肉													0.4974	0.6487
	内 臓														0.6403
	皮、皮下脂肪														

(c) 経過日数と部位別成分の関係

(水分)

蓄養中におけるマイワシの水分を部位別に分析して、その結果を図-14に示した。

普通肉、血合肉とも、蓄養開始から6日経過で減少のピークとなり、普通肉は9日経過で一度増加を示したが、その後再び減少した。血合肉は6日経過以降、僅かずつ増加傾向を示した。

内臓では経過日数とともに減少し、皮下脂肪は血合肉の変化と似た傾向を見せ、6日経過で減少のピークとなった。

水分の分析結果から、経過日数との相関を求めて見た。普通肉では $r = -0.308$ 、内臓で $r = -0.056$ 、血合肉 $r = -0.417$ 、皮下脂肪で $r = 0.200$ となったが、何れも相関は低く、脂肪の減少に伴ない水分の含有量が相対的に高く現われたもので、部位別自体の水分の増加ではないものと考えられた。

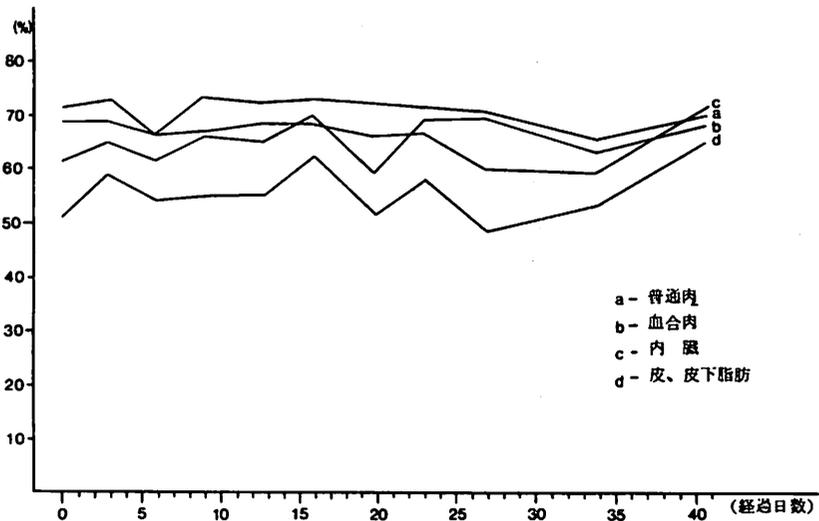


図-14 経過日数と水分の変化

(粗脂肪)

蓄養マイワシの脂質含有量は、可食部で13%、普通肉3.8%、血合肉14.7%、及び内臓で7.4%、皮下脂肪34.3%で特に内臓の脂質含有量が極めて少ないものであった。これを蓄養して部位別の経日変化について見た結果を図-15に示した。

各部位とも9日経過で減少のピークに達し、普通肉で40%の減少率、血合肉36%、内臓で5.6%、皮下脂肪では55.4%の減少率であり、可食部では55%の減少率が見られた。特に皮下脂肪では3日経過で45.7%の減少率である。

経過日数に対する部位別の相関を求めてみると、相関係数では皮下脂肪が最も高く、 $r = -0.851$ を示した。また血合肉との相関も高く、 $r = -0.674$ であった。

マイワシ魚体の脂質含有量は、皮下脂肪の歩留りがかなり影響しているが、普通肉、

血合肉の脂質含有量は、皮下脂肪の含有量よりも内臓と密接な関係にあるものと推察された。

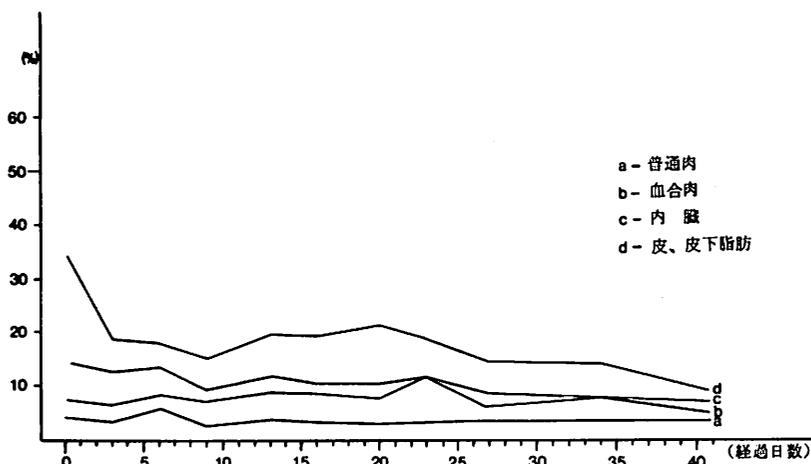


図-15 経過日数と脂肪の変化

(d) 経過日数による水分と脂肪の関係

経過日数による各部位の水分と脂肪含有量の相関、及び可食部の水分と脂肪の変化について調査を行い、その結果を図-16-1~4に示した。

川崎らは、水分と脂肪の相関について、回帰式  $Y = -1.026X + 80.98$  ( $r = -0.798$ ) という負の相関を求めている。

今回実施した蓄養経過日数ごとの各部位別水分と脂肪の相関関係においても、皮下脂肪と皮下脂肪の水分では回帰式  $Y = -1.339X + 96.98$  ( $r = -0.764$ )、普通肉の脂肪と水分の関係は  $Y = -0.512X + 40.81$  ( $r = -0.784$ )、血合肉の脂肪と水分の関係  $Y = -0.831X + 67.76$  ( $r = -0.603$ ) でどれも高い相関が得られた。内臓については  $r = -0.126$  の相関で、これは内臓脂肪がもともと低いものであったためであろう。また、可食部で見た場合の水分と脂肪の変化は、図-17のとおりで脂肪は全体的に減少傾向が見られ、10日経過で1回目の減少ピークに達し、55%の減少率が得られた。

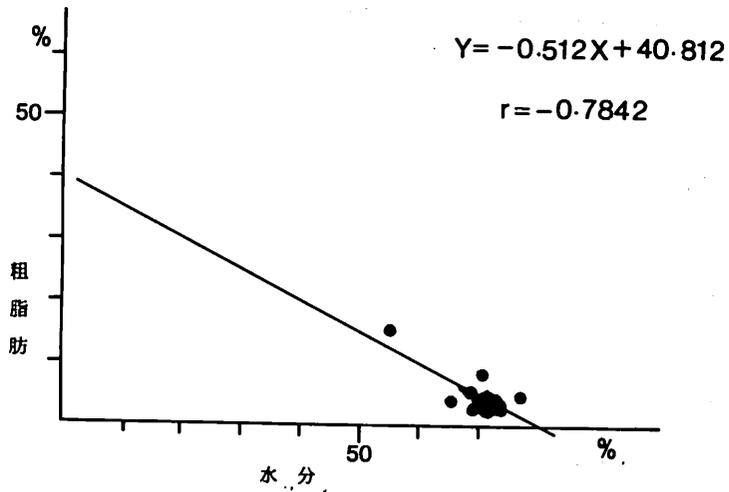


図-16-1 普通肉の脂肪と水分

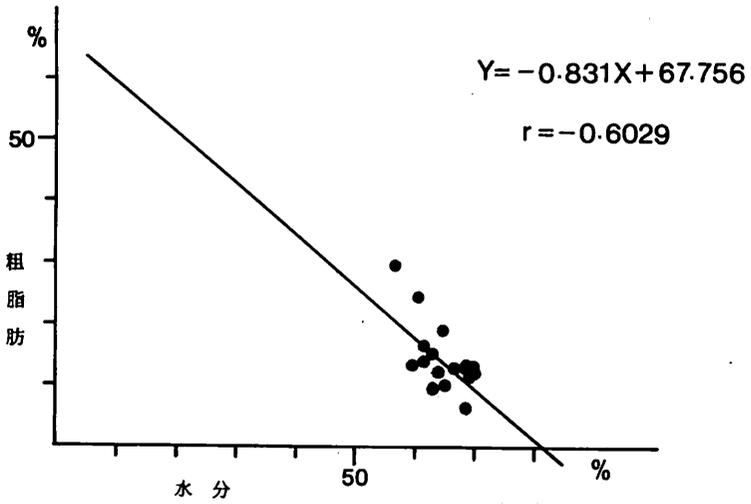


図-16-2 血合肉の脂肪と水分

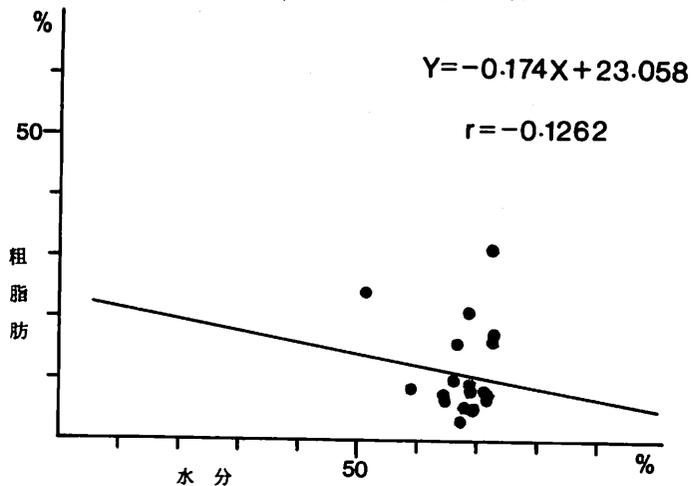


図-16-3 内臓の脂肪と水分

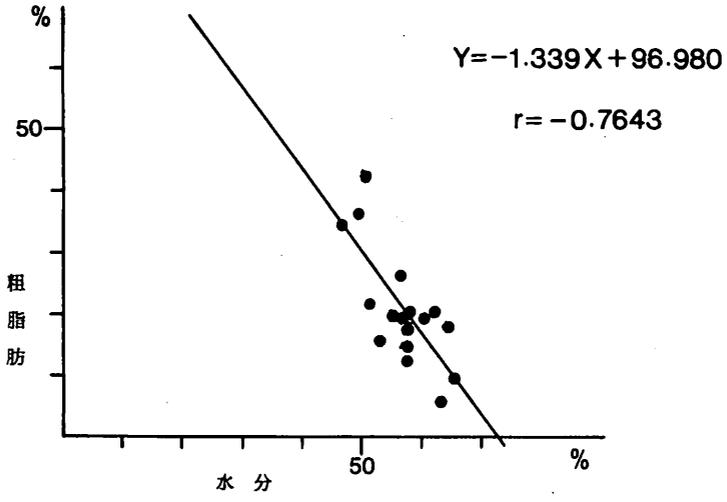


図-16-4 皮下脂肪の脂肪と水分

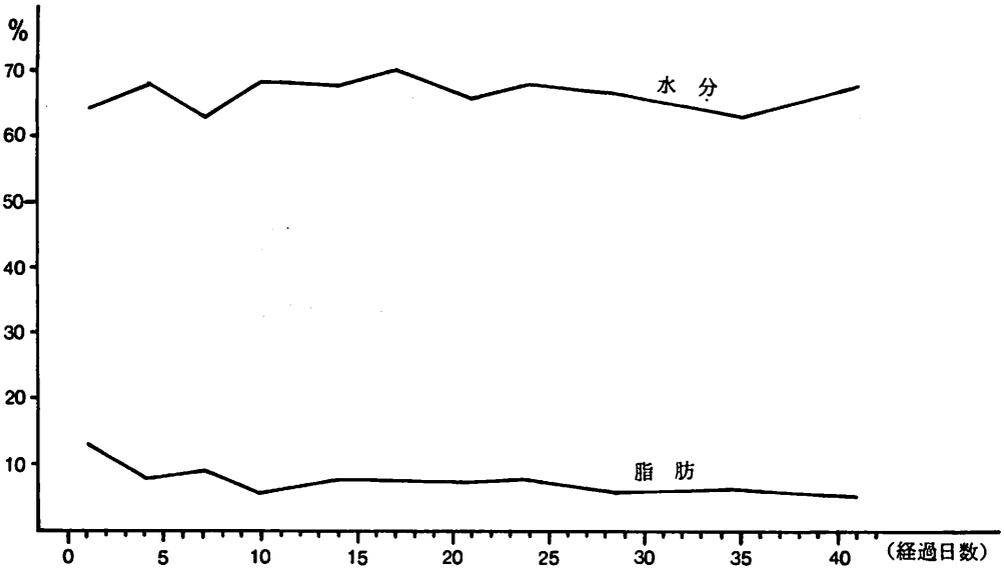


図-17 可食部の水分と脂肪の関係

(3) 小羽マイワシを原料とした蓄養試験

蓄養生簀を内湾に敷設し、平均体長15.2cm、平均体重 39.6g の小羽マイワシ 2,640 尾を放養して試験を行った。

(a) 蓄養中における試験魚の魚体組成調査

蓄養開始から9日経過まで体重は殆んど変化がなく、11~12日以降に入ると増加傾向が見られ、15日経過で7~8%、20日経過で11%の増加率を示し、内湾における蓄養では6~7日間で環境に順致し、成長が見られた。

(b) 経過日数と部位別成分の関係

蓄養開始から3~5日の間隔で試験魚を採取し、肉質の成分変化について可食部及び部位別に分析を行い、その増減変化を求めた。

(水分)

水分の変化を部位別に調査した結果、全可食部は7~8日経過まで僅かずつ減少したが、9日経過以降再び増加した。普通肉は4日経過以降増加を示し15日目まで続いた。血合肉では放養後9日まで増加を見せ、以後殆んど変化しなかった。内臓及び皮、皮下脂肪も血合肉同様9日経過まで増加し、最大含有量に達した。

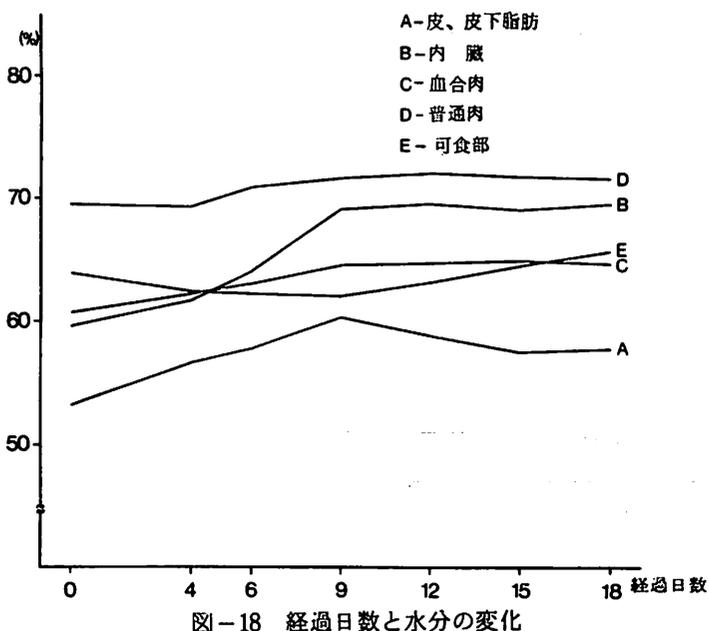


図-18 経過日数と水分の変化

(粗たん白質)

粗たん白質の増減変化を見た結果、全可食部では21~20%、普通肉で20~18%及び血合肉19%台で増減し、それ程変化がなかった。

しかし、今回の調査結果では、血合肉に比べて普通肉の減少率が大きく見られた。

(粗脂肪)

今回蓄養試験に供したマイワシ脂肪含有量は全可食部13.2%、普通肉8.5%、血合肉では17.7%、内臓22.4%及び皮、皮下脂肪で40%の試料であった。

これを蓄養して経日変化を調査した結果、4日経過で全可食部が9.2%、普通肉5.8%、血合肉13%となり、内臓では17.7%、皮、皮下脂肪が30.8%にまで減少した。これが6日経過になると、全可食部及び普通肉では殆んど変化がなくなり、血合肉では0.4%、内臓で0.9%、皮、皮下脂肪では4.5%と僅かに減少したにとどまり、以後徐々に増加する傾向を示した。

今回は蓄養から4～5日経過で最大の減少率を示した。蓄養による脂肪の減少効果は冬季の方が短期間で可能と思われた。

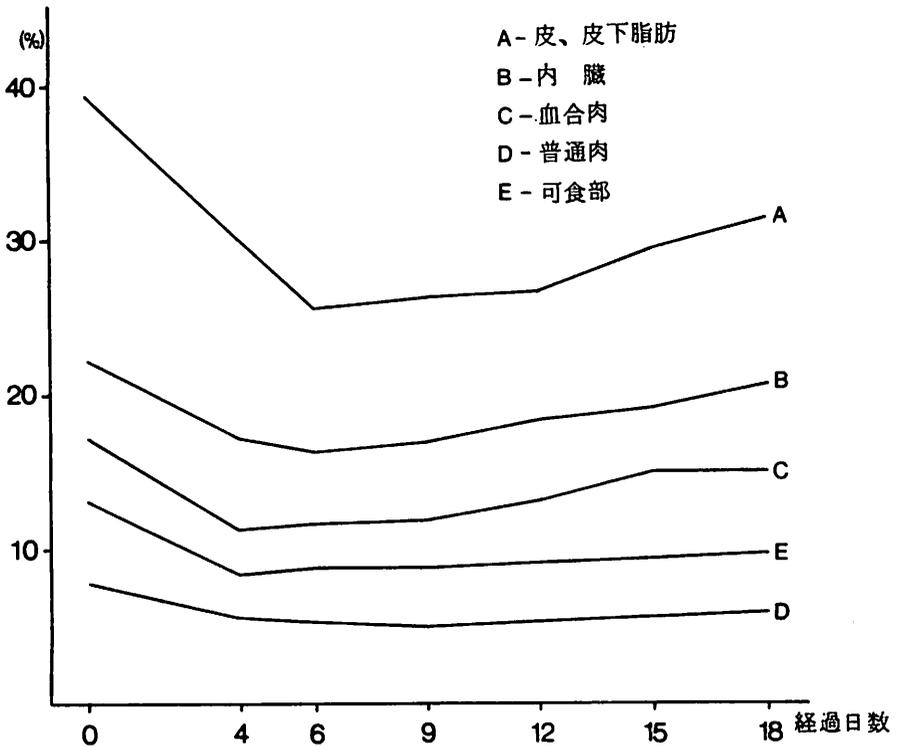


図-19 経過日数と脂肪の変化

表-11 蓄養中におけるマイワシ分析結果

項目		経過日数						
		0	4	6	9	12	15	18
組成	体長 (cm)	152	154	152	150	150	152	163
	体重 (g)	39.6	39.2	39.6	40.0	40.0	40.0	40.4
	肥満度	11.28	10.73	11.28	11.85	11.85	11.39	9.33
粗脂肪 (%)	普通肉	7.8	5.6	5.3	5.0	5.3	5.6	5.9
	血合肉	17.2	11.3	11.6	11.9	13.1	15.0	15.0
	内臓	22.2	17.2	16.3	16.9	18.4	19.1	20.6
	皮、皮下脂肪	39.4	30.0	25.6	26.3	26.6	29.4	31.3
	全可食部	13.1	8.4	8.8	8.8	9.1	9.4	9.7
水分 (%)	普通肉	69.6	69.4	71.0	71.7	72.1	71.9	71.7
	血合肉	60.8	62.3	63.1	64.6	64.8	65.0	64.8
	内臓	59.6	61.7	64.2	69.2	69.6	69.2	69.6
	皮、皮下脂肪	53.3	56.7	57.9	60.4	59.0	57.7	57.9
	全可食部	64.0	62.5	62.3	62.1	63.3	64.6	65.8

#### 4. 蓄養条件の改善（密殖試験）

##### (1) 中羽マイワシ密殖試験

同容積の2つの生簀にマイワシ収容密度を1:3の割合で蓄養し、経済性と脂質の低減効果について検討した。

試験に供したマイワシは平均体長15~16cm、平均体重45~50gで脂肪量は普通肉で4.9%、血合肉12.6%、内臓33.2%及び皮下脂肪44.2%の中羽マイワシである。

これを蓄養して経過日数に対する脂肪の変化と減少率を図-20-1~2、図-21-1~2に示した。

脂肪の減少ピークは密殖、そ殖試験とも4日から7日蓄養経過にあり、減少率は可食部脂肪で22~23%であった。可食部脂肪と経過日数の関係について求めた結果、図-22に示したように、密殖では回帰式 $Y = -0.416X + 11.632$ 、そ殖では $Y = -0.351X + 11.668$ となり両者間にはそれ程大きな相違はなかった。

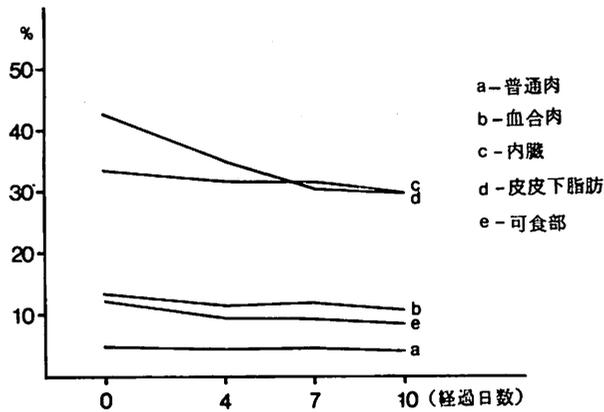


図-20-1 経過日数と脂肪の変化（そ殖）

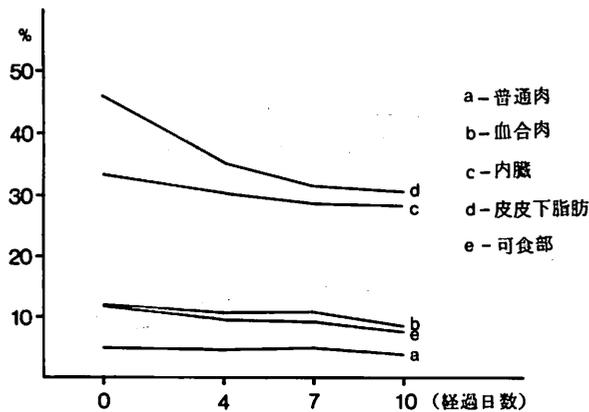


図-20-2 経過日数と脂肪の変化（密殖）

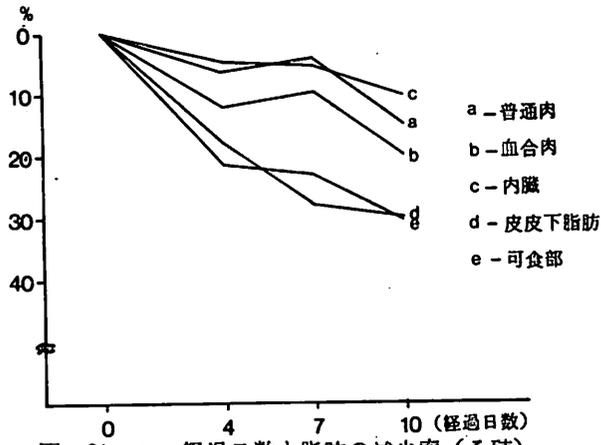


図-21-1 経過日数と脂肪の減少率 (そ殖)

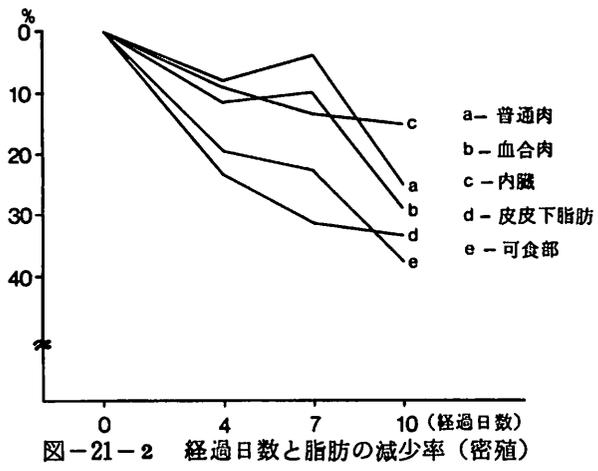


図-21-2 経過日数と脂肪の減少率 (密殖)

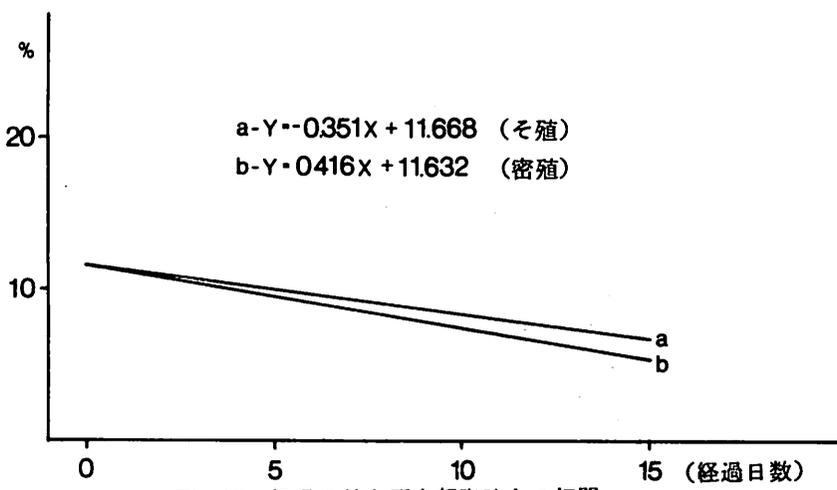


図-22 経過日数と可食部脂肪との相関

表-12-1 そ殖によるマイワシ分析結果

項目		経過日数	0	4	7	10
組成	体長 (cm)	15.8	16.2	16.1	15.8	
	体重 (g)	46	49	45	42	
	肥満度	11.66	11.53	10.78	10.65	
歩留り (%)	普通肉	35.1	35.3	36.2	35.4	
	血合肉	15.2	14.8	16.0	15.4	
	内臓	8.1	8.6	8.2	8.9	
	皮、皮下脂肪	7.9	5.8	6.0	5.5	
	頭骨	33.7	35.5	33.6	34.8	
水分 (%)	普通肉	69.5	72.0	72.5	72.0	
	血合肉	64.3	65.0	68.0	68.5	
	内臓	52.8	54.5	52.8	54.0	
	皮、皮下脂肪	37.0	41.0	42.5	44.0	
	全可食部	63.7	66.9	68.2	68.3	
粗脂肪 (%)	普通肉	4.8	( 6.3 ) 4.5	( 4.2 ) 4.6	( 15.0 ) 4.1	
	血合肉	13.2	( 12.0 ) 11.6	( 9.8 ) 11.9	( 20.0 ) 10.6	
	内臓	33.3	( 4.8 ) 31.7	( 5.4 ) 31.5	( 10.2 ) 29.9	
	皮、皮下脂肪	42.5	( 18.0 ) 34.9	( 28.0 ) 30.6	( 30.0 ) 29.8	
	全可食部	12.1	( 21.5 ) 9.5	( 23.1 ) 9.3	( 30.6 ) 8.4	

( ) は減少率

表-12-2 密殖によるマイワシ分析結果

項目		経過日数	0	4	7	10
組成	体長 (cm)		15.8	16.0	15.6	15.8
	体重 (g)		46	45	42	44
	肥満度		11.66	10.99	11.06	11.16
歩留り (%)	普通肉		32.9	36.6	39.2	37.2
	血合肉		15.3	14.0	13.3	14.0
	内臓		9.9	8.2	8.4	9.0
	皮、皮下脂肪		6.5	6.3	6.6	5.3
	頭骨		35.4	30.9	32.5	34.5
水分 (%)	普通肉		70.0	73.0	73.0	72.5
	血合肉		64.3	67.0	69.0	68.0
	内臓		48.5	54.5	59.0	58.5
	皮、皮下脂肪		33.7	42.0	42.5	44.0
	全可食部		64.1	68.1	68.7	68.7
組成脂肪 (%)	普通肉		5.0	( 8.0 ) 4.6	( 4.0 ) 4.8	( 25.0 ) 3.8
	血合肉		12.0	( 11.7 ) 10.6	( 10.0 ) 10.8	( 29.0 ) 8.5
	内臓		33.2	( 9.0 ) 30.2	( 13.6 ) 28.7	( 15.1 ) 28.2
	皮、皮下脂肪		45.8	( 23.4 ) 35.1	( 31.2 ) 31.5	( 33.2 ) 30.6
	全可食部		11.8	( 19.5 ) 9.5	( 22.9 ) 9.1	( 37.3 ) 7.4

( ) は減少率

## (2) 大羽マイワシ密殖試験

次に同容積の生質に平均体長19.0cm、平均体重84gの大羽マイワシ約9,000尾を放養して比較検討した。

### (a) 経過日数と部位別成分の関係

#### (水分)

密殖による蓄養中の水分変化を部位別に分析し、その結果を図-23に示した。

普通肉の水分は蓄養中64-69%で大きな変化は見られず、血合肉では、蓄養開始時で59.9%を示した後、徐々に増加し、7日経過で69.5%と最大に達した。

内臓水分は、部位別中最も変動差が大きく、12日経過で14.5%の減少率を示し、皮下脂肪については、経過日数に伴ない水分が増加しており、相関係数 $r = 0.857$ と高い相関が得られた。

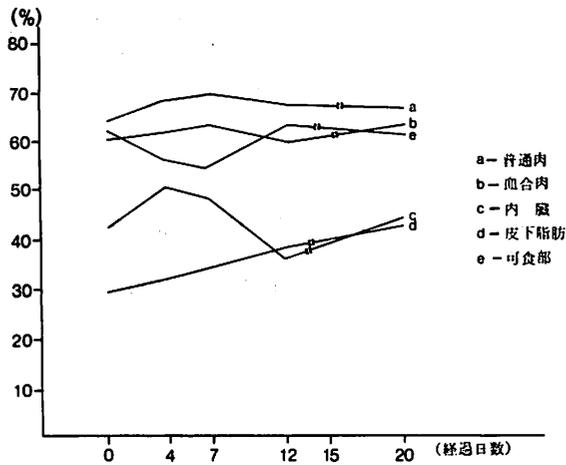


図-23 経過日数と水分の変化

#### (粗脂肪)

蓄養マイワシの脂質含有量は、可食部で27.4%、普通肉13%、血合肉18.6%及び内臓で41.4%、皮下脂肪で57.2%で、特に普通肉の脂肪含有量が高い原料であった。これを蓄養して、部位別の経日変化について見た結果を図-24に示した。

各部位とも15日経過で減少のピークに達しており、普通肉で50.9%の減少率、血合肉45.5%、内臓で27.2%、皮下脂肪37.1%の減少率であり、可食部では51%の減少率が見られた。これまでに実施した試験結果では、経過日数に対する血合肉と皮下脂肪、内臓脂肪と皮下脂肪に高い負の相関が見られたが、今回の試験結果では、普通肉脂肪 ( $r = -0.912$ ) と皮下脂肪 ( $r = -0.870$ ) に負の相関が求められた。このことは、原料マイワシの普通肉脂肪量が13%とかなり高いことや、サンプリングの個体差による内臓脂肪のバラツキが大きかったことなどが、要因として考えられた。

しかし、血合肉 ( $r = -0.687$ )、内臓 ( $r = -0.668$ ) についてもかなり高い相関が求

められたことから、脂質の減少傾向は高いものと思われた。

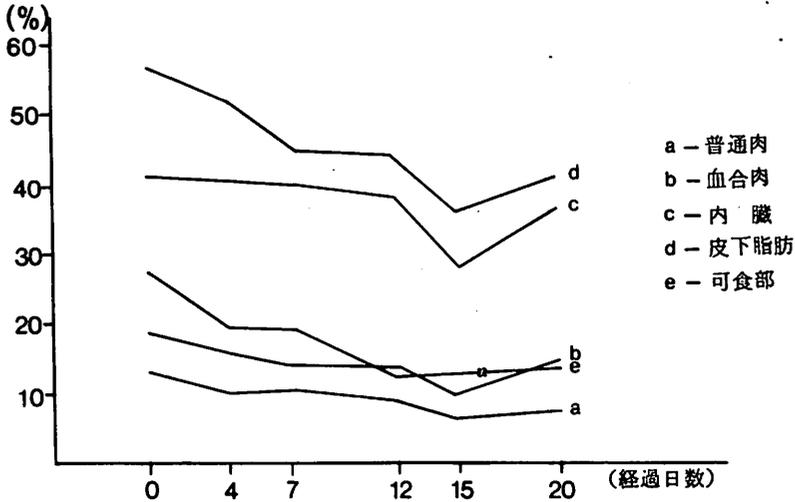


図-24 経過日数と脂肪の変化

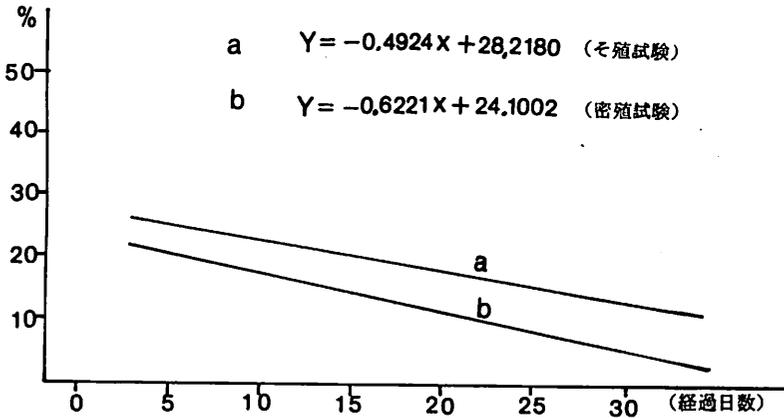


図-25 経過日数と可食部脂肪との相関関係

以上の調査結果から、密殖による脂質の低減については一応の効果がうかがえたが更に、先に報告した大羽マイワシの蓄養試験結果と比較検討を行った。

大羽マイワシの収容密度は、 $6.48 \text{ kg/m}^2$  :  $2.38 \text{ kg/m}^2$ であった。これの蓄養経過日数  $X$  に対する可食部脂肪  $Y$  との相関を求め、図-25に示した。この結果、大羽マイワシ蓄養試験(そ殖)については、回帰式  $Y = -0.492X + 28.218$  ( $r = -0.892$ )、密殖試験については、回帰式  $Y = -0.622X + 24.100$  ( $r = -0.861$ ) の関係が求められ、密殖試験で  $-0.622/\text{day}$  と高い回帰係数が得られた。

このことから、蓄養によるマイワシ脂肪の減少は収容密度との関係より、原料マイワシの銘柄や蓄積脂肪量が強く影響することが判明した。

表-13 蓄養中におけるマイワシ分析結果

項目		経過日数					
		0	4	7	12	15	20
組	体長 (cm)	183	172	209	183	169	168
	体重 (g)	78	56	98	71	53	55
成	肥満度	12.34	10.92	10.75	11.54	10.86	11.50
歩留り (%)	普通肉	29.82	28.00	33.72	30.74	35.12	34.08
	血合肉	15.52	16.03	14.73	12.98	12.84	12.38
	内臓	10.68	10.26	8.70	11.09	8.11	10.85
	皮、皮下脂肪	12.84	12.29	8.70	13.76	9.60	10.69
	頭、骨	31.14	33.42	34.15	31.43	34.33	32.00
粗脂肪 (%)	普通肉	13.13	10.40	11.20	9.20	6.45	7.40
	血合肉	18.59	16.20	14.80	14.10	10.14	14.85
	内臓	41.40	41.14	40.80	38.82	28.22	36.55
	皮、皮下脂肪	57.16	52.00	45.25	44.44	35.94	41.64
水分 (%)	普通肉	64.99	68.03	96.50	67.50		67.00
	血合肉	59.85	61.50	62.50	60.50		64.00
	内臓	42.10	50.08	48.00	36.00		44.00
	皮、皮下脂肪	29.11	32.80	41.00	38.00		43.00

表-14 可食部分析結果

項目		経過日数	0	4	7	12	15	20
組成	体長 (cm)		17.0	17.1	20.3	17.5		17.8
	体重 (g)		56	54	108	53		60
	肥満度		1140	1079	1291	989		1063
歩留り (%)	可食部		5981	5997	5837	5536		5822
	内臓		859	899	1330	1054		714
	頭、骨		3160	3104	2833	3410		3464
粗脂肪 (%)	可食部		27.39	(28.59) 19.56	(29.90) 19.20	(51.08) 13.40		(48.16) 14.20
	内臓		40.79	(9.00) 37.12	(2.92) 39.60	(12.03) 35.80		(22.09) 31.78
水分 (%)	可食部		61.92	56.48	54.00	63.00		61.60
	内臓		46.47	47.53	46.00	41.00		52.00

( ) は脂肪の減少率

表-15 可食部の相関関係

( r = ..... )

		歩留り		肥満度	経過日数	脂肪		水分	
		可食部	内臓			可食部	内臓	可食部	内臓
歩留り	可食部		-0.2811	0.4347	-0.5533	-0.7377	0.3844	-0.4248	0.5961
	内臓			0.6199	-0.2660	-0.0266	0.5268	-0.6186	-0.5758
肥満度					-0.3855	0.4643	0.6064	-0.7571	0.1585
経過日数						-0.8612	-0.9242	0.3101	0.3317
脂肪	可食部						0.8138	-0.1399	0.0541
	内臓							-0.3719	-0.4220
水分	可食部								-0.1308
	内臓								

5. 蓄養マイワシの可食部脂肪量の推定について

蓄養中のマイワシ脂質の変化については、これまでの分析結果から、普通肉脂肪は血合肉脂肪との相関が高く、血合肉脂肪は皮下脂肪、内臓脂肪と相関の高いことが求められており、また内臓脂肪は皮下脂肪と相関が高いことから、可食部の脂肪含有量は内臓の脂肪と密接な関係にあると思われ、これの相関を求めて見た。この結果、回帰式  $Y = 0.417 X + 3.712$  ( $r = 0.876$ ) の高い相関が得られた。また内臓重量と内臓の脂肪量との相関についても、回帰式  $Y = 3.407 X + 1.212$  ( $r = 0.726$ ) の高い相関が求められた。

以上のことから蓄養中のマイワシの内臓重量を計測することによって可食部の脂肪含有量を推定するため、その相関関係を求め、結果を図-26に示した。

求められた回帰式  $Y = 1.718 X + 1.827$  の信頼範囲について、相関係数の検定を行った結果、 $t = 10.52$  ( $n = 76$   $\rho = 0.99$   $t = 2.66$ ) が得られ、相関関係が高いものと思われた。次に経過日数が内臓重量と可食部脂肪との相関関係に、どのような影響を及ぼすかを見てみると、今回、経過日数毎のサンプル数が一定でないこともあるが、信頼関係においては殆んど影響がないものと推察された。

以上の結果から推察して、分析による測定値がかなり間に収まっていることから、内臓の重量を計測することにより、可食部の脂肪量の推定が可能と思われた。

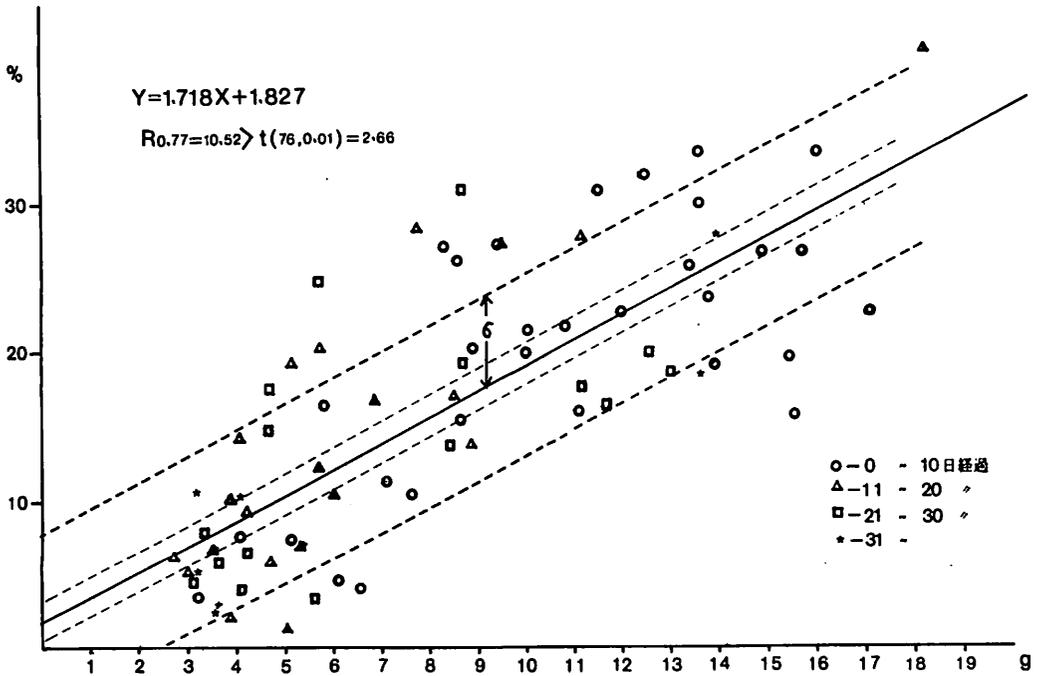


図-26 内臓重量と可食部の脂肪について

6. 原料マイワシの肥満度による蓄養期間と可食部及び皮下脂肪の推定

表-16 蓄養試験に供した原料マイワシの成分調査

項目	No 1	No 2	No 3	No 4	No 5	No 6	No 7	No 8	
組成	体長 (cm)	136	152	187	218	183	158	158	175
	体重 (g)	260	396	820	1310	780	460	460	600
	肥満度	1034	1128	1257	1263	1234	1166	1166	1109
粗脂肪	普通肉(%)	7.5~5.0	7.8~5.2	3.8~2.3	9.3~6.5	13.1~6.5	5.0~3.8	4.8~4.1	5.4~5.1
	血合肉(%)	16.1~11.4	17.2~11.4	14.7~9.5	24.1~13.9	18.6~10.1	12.0~8.5	13.2~10.6	17.9~11.7
	内臓(%)	19.8~13.9	22.2~16.3	7.4~6.8	61.5~30.9	41.4~28.2	33.2~28.2	33.3~29.9	45.9~33.0
	皮下脂肪(%)	31.1~20.0	39.4~25.6	34.3~15.3	66.8~38.2	57.2~35.9	45.8~30.6	42.5~29.8	45.8~32.6
	可食部(%)	11.8~9.8	13.1~8.6	13.0~5.9	32.0~18.8	27.4~13.4	11.8~7.4	12.1~8.4	13.5~9.0
脂質の減少経過日数	8	6	10	18	15	10	10	12	

蓄養によるマイワシ脂肪の減少時期の推定を、表-16の蓄養開始時マイワシの肥満度と減少経過日数から求めてみた結果、 $Y = 3.125 X - 25.431$  ( $r = 0.649$ ) の関係が得られた。この回帰式から、例えば肥満度 11.30 のマイワシでは、9~10日目が脂肪の減少ピーク時に当るものと推定される。

また、蓄養開始時の肥満度の相違と、可食部脂肪の減少量の関係を求めて見た。

この結果、 $Y = 4.344 X - 44.074$  ( $r = 0.781$ ) の関係式が得られた。

回帰式から肥満度 11.30 では、可食部脂肪の減少量は  $Y = 5.0\%$  となり、蓄養マイワシの可食部脂肪が13%であれば  $13\% - 5\% = 8\%$  となる。

このことから、蓄養開始時の肥満度 11.30、可食部脂肪13%のマイワシでは、9~10日蓄養で脂肪の減少ピークに達すると思われ、可食部脂肪が8%という推定結果が求められる。

同様に、皮下脂肪についても  $Y = 6.138 X - 54.926$  ( $r = 0.837$ ) の関係式が求められたことから、蓄養時の肥満度 11.30、皮下脂肪39%のマイワシでは、減少のピーク時で25%の含有量であろうという結果が求められた。

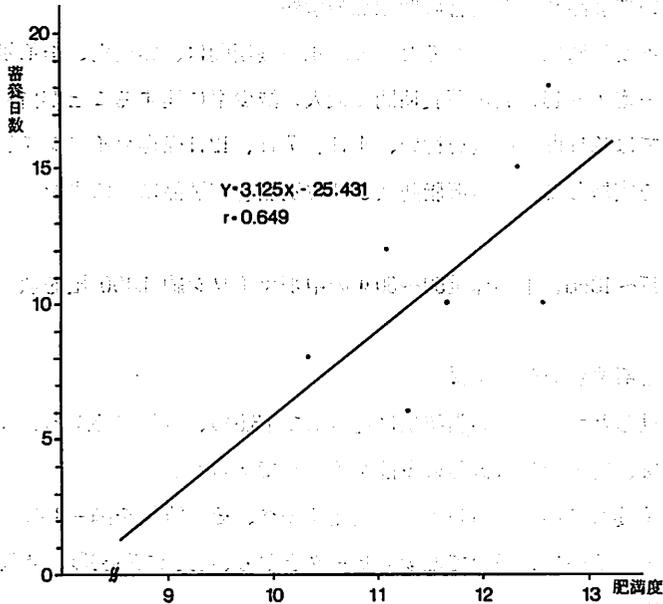


図-27 肥満度と密養日数との関係

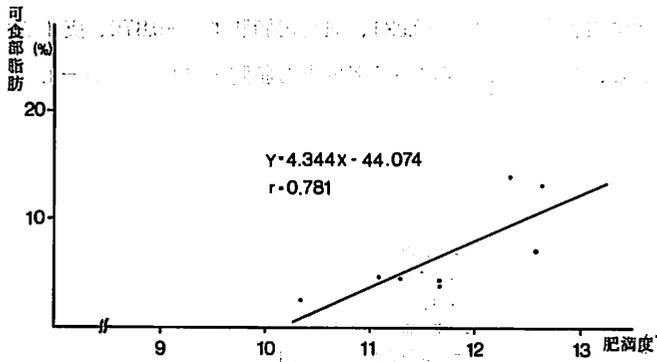


図-28 肥満度と可食部脂肪の減少量との関係

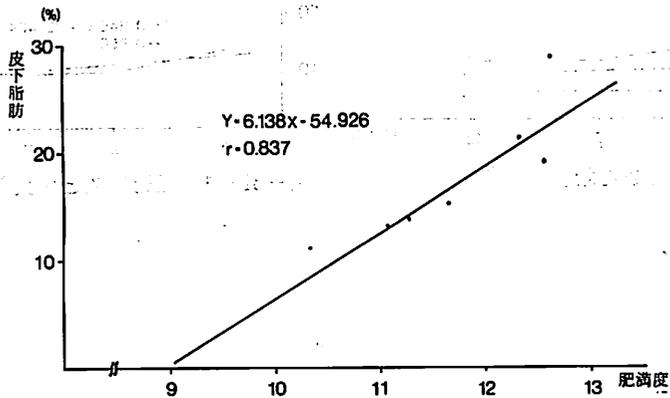


図-29 肥満度と皮下脂肪の減少量との関係

7. 蓄養原料を用いて製品化する場合の問題点の解明

マイワシの不要脂肪低減をはかるための適正蓄養期間は、銘柄別、季節別によって相違が見られるが、一応7～15日間の蓄養期間で最大の減少率に達することが解明されていることから、本試験では12日間の蓄養を行い、4日、7日、12日経過マイワシを採取し、成分調査と製品化試験を実施して、可食部脂肪及び部位別脂肪が製品に及ぼす影響について調査した。

(1) 蓄養試験

平均体長17～18cm、平均体重50～60gの中羽マイワシ約4,000尾を放養して試験を行った。

(a) 経過日数と部位別成分の関係

蓄養に供したマイワシの脂肪量は可食部で13.5%、普通肉5.4%、血合肉17.9%及び内臓45.9%、皮下脂肪45.8%の多脂マイワシであった。

これを蓄養して部位別脂肪の経日変化を調べ、その結果を図-30に示した。

各部位とも7～10日経過で減少のピークとなり、可食部で約30%、内臓、皮下脂肪で各々30～33%の減少率であった。

経過日数に対する部位別脂肪量との相関を求めて見た結果図-31-1～3に示すように相関係数は内臓脂肪で $r = -0.921$ 、血合肉脂肪 $r = -0.870$ 、皮下脂肪で $r = -0.849$ と高いことから、経過日数に伴ない各部位とも脂肪の減少効果が一応図られたことがうかがえた。

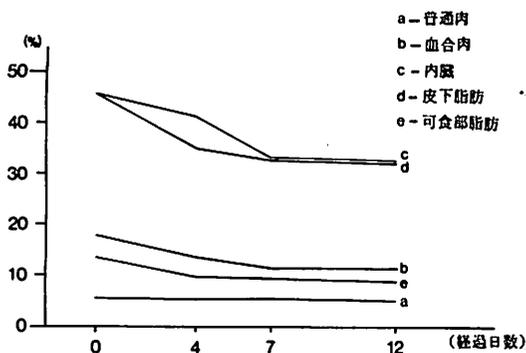


図-30 経過日数と脂肪の変化

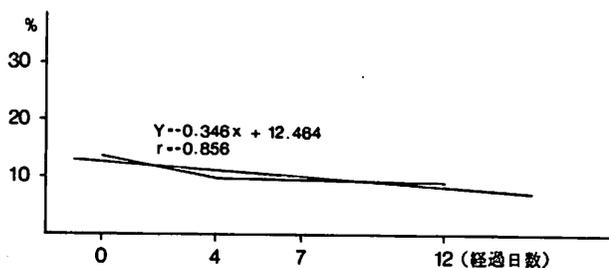


図-31-1 経過日数と可食部脂肪との相関

表-17 蓄養中におけるマイワシ分析結果

項目		経過日数	0	4	7	12
組成	体長 (cm)		17.5	17.9	16.9	16.9
	体重 (g)		60	57	48	50
	肥満度		11.09	10.08	9.88	10.29
歩留り (%)	普通肉		33.6	37.4	35.8	36.3
	血合肉		16.2	14.2	16.0	13.7
	内臓		9.7	8.1	8.0	9.1
	皮、皮下脂肪		6.2	4.8	4.7	4.5
	頭、骨		34.3	35.5	35.5	36.5
水分 (%)	普通肉		70.8	73.0	73.3	73.3
	血合肉		57.3	60.7	66.3	63.5
	内臓		42.0	46.0	49.0	51.2
	皮、皮下脂肪		37.3	44.5	49.0	46.8
	全可食部		63.2	67.5	69.3	68.6
粗脂肪 (%)	普通肉		5.4	( 3.7%) 5.2	5.6	( 5.5%) 5.1
	血合肉		17.9	( 24.0%) 13.6	( 35.8%) 11.5	( 34.6%) 11.7
	内臓		45.9	( 17.6%) 41.3	( 33.5%) 33.3	( 34.1%) 33.0
	皮、皮下脂肪		45.8	( 23.1%) 35.2	( 27.9%) 33.0	( 28.8%) 32.6
	全可食部		13.5	( 27.0%) 9.86	( 29.6%) 9.51	( 33.1%) 9.03
粗蛋白質 (%)	普通肉		21.8	20.5	19.5	18.8
	血合肉		17.4	15.9	16.8	15.8
	全可食部		18.5	16.8	17.7	15.5

( ) は減少率

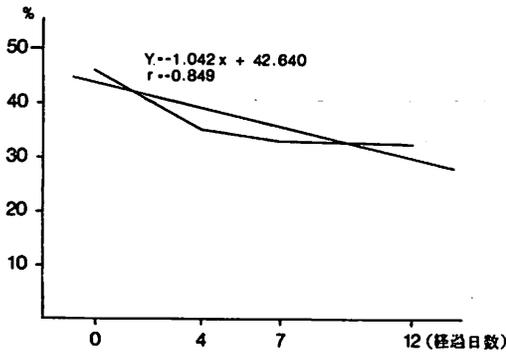


図-31-2 経過日数と皮下脂肪の相関

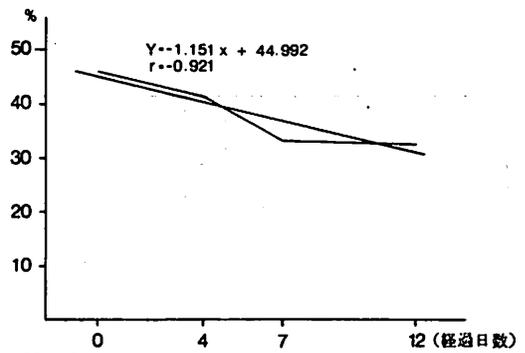
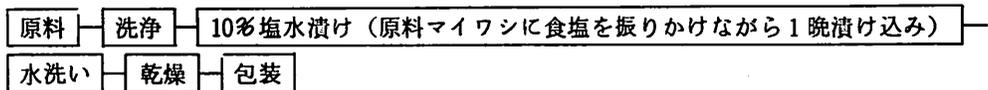


図-31-3 経過日数と内臓脂肪との相関

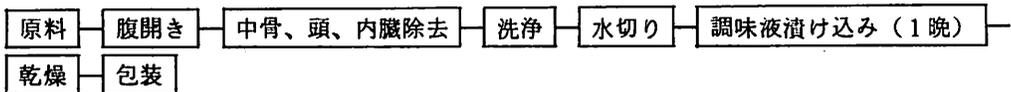
(2) 脂肪の相違が加工適性に及ぼす影響

先の図-30に示した蓄養マイワシを用いて、蓄養4日、7日、12日経過毎に丸干し品、味酥干し品の試作を行い、可食部脂肪及び部位別脂肪量の相違が製品の品質に及ぼす影響を官能検査を行って比較検討した。

※ 丸干し品の製法



※ 味酥干し品の製法



(調味配合割合)

砂糖	750 g	} 水で薄めてボーメ10度
食塩	150 g	
味酥	100 g	
醤油	100 g	

(3) 官能検査

0日、4日、7日、12日蓄養経過のマイワシを原料に丸干し品、味醂干し品を試作して官能検査を行い、色調、におい、食感、総合の各パネル項目と各部位別脂肪量、経過日数との相関を求め、各々の結果を図-32、表-23に示した。

なお、官能検査は表-18のパネルテストカードに記載した採点基準に従い、20名のパネルが4項目について採点し、評価を行った。

表-18 パネルテストカード

品名	丸干					味醂干				
	よ	やや	ふ	やや	わ	よ	やや	ふ	やや	わ
	い	よい	う	わるい	るい	い	よい	う	わるい	るい
	2	1	0	-1	-2	2	1	0	-1	-2
色調										
におい										
食感										
総合										
備考										

(a) 丸干し品

官能検査の結果、各パネル項目とも蓄養7日、12日製品のパネル評価の平均値が高い。

この平均値の差の検定を5%有意差で見た結果、色調は試料間、パネル間ともに有意差はなかったが、におい、食感、総合ではパネル間に有意差がなく、試料間に有意差が見られていることや、パネル評価の平均値と経過日数との相関が高くなっていることから、蓄養し脂質が低減されることにより丸干し原料としての加工適性が図られたものと思われた。

また各部位別脂肪量とパネル項目の平均値との相関では、各項目とも血合肉と内臓の脂肪とに相関が高く現われ、丸干し品は血合肉、内臓脂肪の含有量によって品質が大きく左右されるものと推察された。

なお、7~12日蓄養マイワシの脂肪含有量は、血合肉脂肪12%、内臓脂肪30%前後であった。

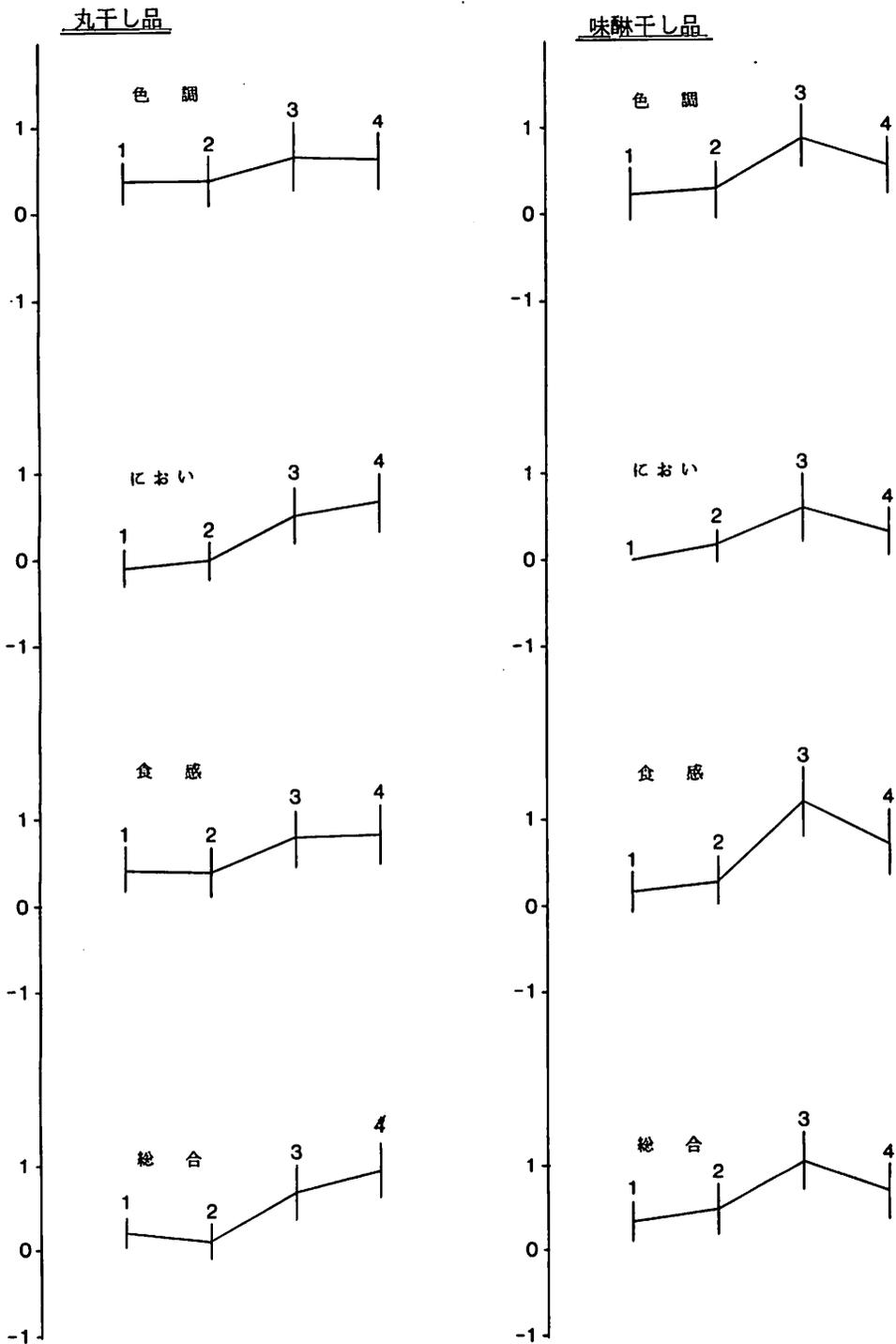


図-32 官能検査結果の平均値と95%信頼範囲  
(1-0日、2-4日、3-7日、4-12日経過)

表-19 平均値の差の検定

	丸 干		みりん干		糠 漬 け	
	試 料	パネル	試 料	パネル	試 料	パネル
色 調	-	-	+	-	-	-
におい	+	+	+	+	+	-
食 感	+	-	+	-	+	-
総 合	+	-	+	-	+	-

有意差あり……+ 有意差なし……- 有意水準 5%

このことから先の丸干し品同様、蓄養することにより脂肪の低減が行なわれ、味醂干し製品としての加工適性が図られたものと思われ、更に12日蓄養製品より7日蓄養製品にパネルの評価の平均値が高かったことから、今回の蓄養マイワシでは7日蓄養で良好な製品が得られたものと思われる。また、普通肉脂肪とパネル評価の平均値に正の相関が見られることから、味醂干し品については普通肉の脂肪含有量の必要性が同えたが、十分な調査内容が得られていないことから再度検討が必要であろう。

(c) 糠漬け品

糠漬け品は漬け込み後製品となるまでに約1年間を要するため、昭和58年1月に実施した蓄養試験マイワシを原料とした。普通肉脂肪13%、血合肉19%、内臓41%、皮下脂肪57%の多脂マイワシで、これを15日間蓄養した結果、普通肉脂肪6.5%、血合肉10%、内臓28%、皮下脂肪36%となったものを糠漬けとした。

※ 糠漬け品の製法



(糠漬け原料割合)

塩蔵イワシ 15kg (160~180尾)

糠 3kg、麴 250g、唐辛子少量、塩汁 5~6ℓ

(b) 味醂干し品

官能検査結果を図-32に、平均値の差の検定を表-19、21に示した。

官能検査では7日蓄養、12日蓄養製品ともにパネル評価に高い平均値が求められた。

また、パネルの平均値と部位別脂肪との相関を求めて見ると、血合肉脂肪、皮下脂肪、可食部脂肪に負の相関が見られた。

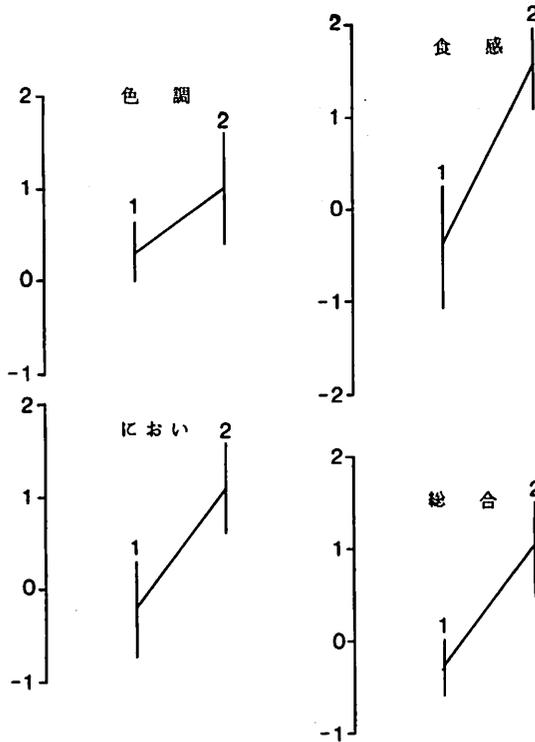


図-33 官能検査結果と95%信頼範囲 (1-0日、2-15日経過)

糠漬け品の官能検査を行い、図-33、表-22に示した。

糠漬け品は15日蓄養した製品の平均値が極めて高い結果となっている。

平均値の差の検定を5%有意差で見ると、におい、食感、総合の各項目とも試料間に有意差が見られた。

色調については、糠に漬け込む製品のため試料間に有意差は見られない。

市販品の糠漬けは脂肪含有量が9~10%のウルメイワシを用いており、製品の脂肪量は12~13%である。今回試作した0日のものは24%、15日蓄養のものは15%前後の製品となった。

以上の官能検査、分析結果から多脂マイワシでも蓄養処理によって脂肪の低減を図れば、市販ウルメイワシ製品に劣らないものが開発されることが判明した。

表-20 丸干し品の分散分析表

色 調

因子	平方和	自由度	分 散	分散比	F 0.05
パネル	1047	18	0.58	1.66	$F_{54}^{18} (0.05) =$ 有意差なし
試 料	135	3	0.45	1.29	$F_{54}^3 (0.05) =$ 有意差なし
誤 差	1890	54	0.35		
全 体	3072	75			

におい

因子	平方和	自由度	分 散	分散比	F 0.05
パネル	1137	18	0.63	2.25	$F_{54}^{18} (0.05) =$ 有意差あり
試 料	849	3	2.83	10.11	$F_{54}^3 (0.05) =$ 有意差あり
誤 差	1526	54	0.28		
全 体	35.12	75			

食 感

因子	平方和	自由度	分 散	分散比	F 0.05
パネル	1129	18	0.63	1.70	$F_{54}^{18} (0.05) =$ 有意差なし
試 料	479	3	1.60	4.32	$F_{54}^3 (0.05) =$ 有意差あり
誤 差	1971	54	0.37		
全 体	35.79	75			

総 合

因子	平方和	自由度	分 散	分散比	F 0.05
パネル	899	18	0.50	1.67	$F_{54}^{18} (0.05) =$ 有意差なし
試 料	905	3	3.02	10.07	$F_{54}^3 (0.05) =$ 有意差あり
誤 差	1645	54	0.30		
全 体	3449	75			

表-21 味醂干し品の分散分析表

色 調

因 子	平方和	自由 度	分 散	分 散 比	F 0.05
パ ネ ル	11.00	17	0.65	1.38	$F_{51}^{17}(0.05) =$ 有意差なし
試 料	4.81	3	1.60	3.40	$F_{51}^3(0.05) =$ 有意差あり
誤 差	23.94	51	0.47		
全 体	39.75	71			

におい

因 子	平方和	自由 度	分 散	分 散 比	F 0.05
パ ネ ル	8.37	17	0.49	2.04	$F_{51}^{17}(0.05) =$ 有意差あり
試 料	3.59	3	1.20	5.00	$F_{51}^3(0.05) =$ 有意差あり
誤 差	12.41	51	0.24		
全 体	24.37	71			

食 感

因 子	平方和	自由 度	分 散	分 散 比	F 0.05
パ ネ ル	11.71	17	0.69	1.53	$F_{51}^{17}(0.05) =$ 有意差なし
試 料	12.13	3	4.04	8.98	$F_{51}^3(0.05) =$ 有意差あり
誤 差	23.12	51	0.45		
全 体	46.96	71			

総 合

因 子	平方和	自由 度	分 散	分 散 比	F 0.05
パ ネ ル	9.82	17	0.58	1.71	$F_{51}^{17}(0.05) =$ 有意差なし
試 料	4.68	3	1.56	4.59	$F_{51}^3(0.05) =$ 有意差あり
誤 差	17.57	51	0.34		
全 体	32.07	71			

表-22 糠漬け品の分散分析表

色 調

因子	平方和	自由度	分散	分散比	F 0.05
パネル	5.05	9	0.56	1.00	$F_{9}^{9}(0.05) = 3.18$ 有意差なし
試料	2.45	1	2.45	4.38	$F_{9}^{1}(0.05) = 5.12$ 有意差なし
誤差	5.05	9	0.56		
全体	12.55	19			

におい

因子	平方和	自由度	分散	分散比	F 0.05
パネル	7.95	9	0.88	3.14	$F_{9}^{9}(0.05) = 3.18$ 有意差なし
試料	8.45	1	8.45	30.18	$F_{9}^{1}(0.05) = 5.12$ 有意差あり
誤差	2.55	9	0.28		
全体	18.95	19			

食 感

因子	平方和	自由度	分散	分散比	F 0.05
パネル	5.45	9	0.61	0.58	$F_{9}^{9}(0.05) = 3.18$ 有意差なし
試料	18.05	1	18.05	17.19	$F_{9}^{1}(0.05) = 5.12$ 有意差あり
誤差	9.45	9	1.05		
全体	32.95	19			

総 合

因子	平方和	自由度	分散	分散比	F 0.05
パネル	5.05	9	0.56	1.65	$F_{9}^{9}(0.05) = 3.18$ 有意差なし
試料	8.45	1	8.45	24.85	$F_{9}^{1}(0.05) = 5.12$ 有意差あり
誤差	3.05	9	0.34		
全体	16.55				

表-23 パネル平均値と各項目との相関

(r = .....)

		丸 干				み り ん 干			
		色 調	におい	食 感	総 合	色 調	におい	食 感	総 合
歩 留 り (%)	普 通 肉	0.231	0.324	0.156	0.124	0.214	0.383	0.229	0.289
	血 合 肉	-0.096	-0.353	-0.192	-0.287	0.130	0.009	0.104	0.081
	内 臓	-0.358	-0.239	-0.152	-0.006				
	皮、皮下脂肪	-0.687	-0.754	-0.634	-0.593	-0.618	-0.730	-0.635	-0.668
粗 脂 肪 (%)	普 通 肉	0.229	-0.066	0.066	-0.085	0.494	0.412	0.471	0.464
	血 合 肉	-0.833	-0.851	-0.767	-0.703	-0.786	-0.865	-0.800	-0.823
	内 臓	-0.958	-0.971	-0.935	-0.888				
	皮、皮下脂肪	-0.742	-0.783	-0.676	-0.621	-0.692	-0.794	-0.707	-0.739
経 過 日 数		0.812	0.942	0.870	0.895	0.610	0.645	0.631	0.624
可食部脂肪 (%)		-0.699	-0.763	-0.645	-0.602	-0.632	-0.741	-0.648	-0.681

8. 製品保存中の品質調査

先に試作した丸干し品、味醂干し品をポリ袋に詰め、5 ± 1 °C の冷蔵庫に貯蔵して貯蔵中における品質の変化について調査し、図-34-1~2 と図-35-1~2 に示した。

AV、POVはクロロホルム、メタノール(2:1)混液で抽出した脂質について、常法に従って分析した。

丸干し品のAVは蓄養0日、4日のものでは製造時で42を示し、20日経過では各々、10.6、8.5まで増加した。

7日、12日蓄養のものは製造時で3.0を示し、20日経過でも5.0前後と緩慢な増加であった。

味醂干し品のAVも丸干し品と同様の傾向が見られ、内臓、皮下部の脂肪の相違によるものと推察された。

POVについて見た結果、丸干し品のPOVは0日、4日蓄養のものは5日経過で90~140 meq/kgとなり、10~20日経過で150~300 meq/kg に達した。

0日、4日蓄養の味醂干し品も同様の傾向を示す。

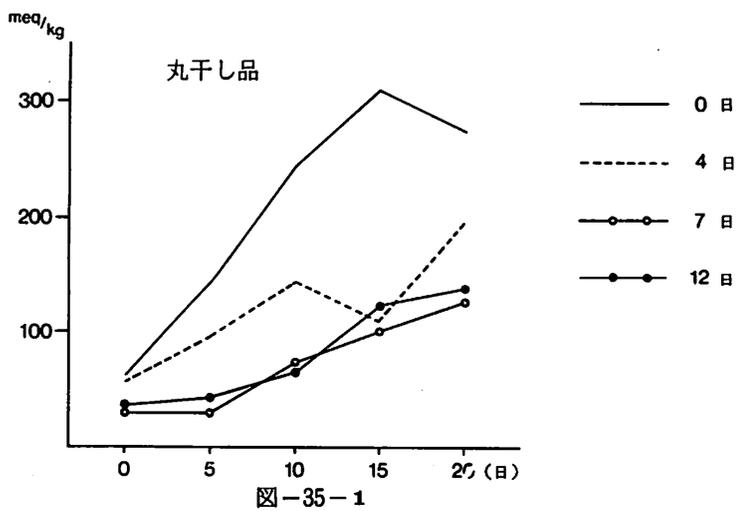
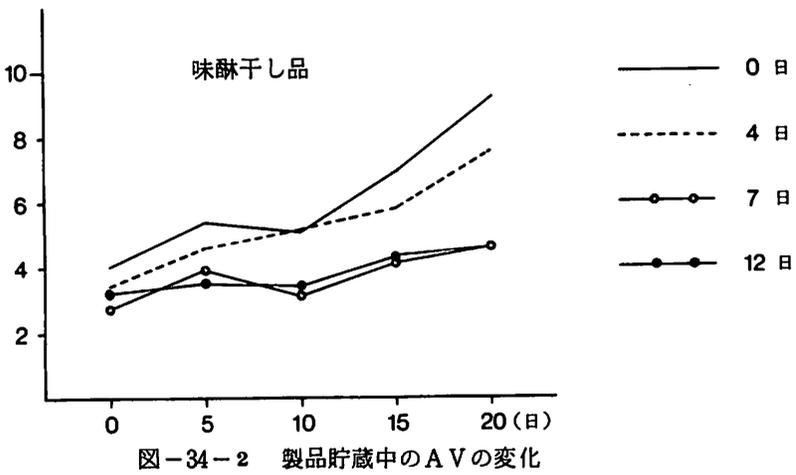
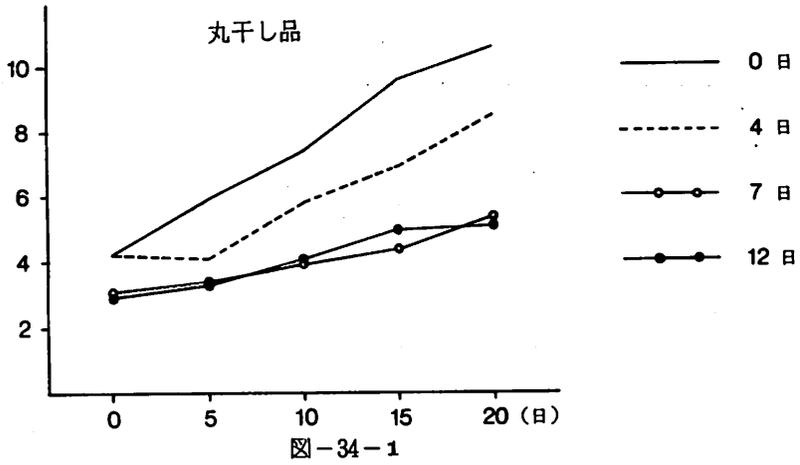
7日、12日蓄養の丸干し品、味醂干し品のPOVは10日経過でも30~70 meq/kg前後、20日経過で100 meq/kg前後と緩慢な増加傾向であった。

マイワシの加工品は一般に脂質酸化が速いと報告されているが、今回蓄養によって内臓や皮下部の脂肪の低減を図ったものは極めて脂質酸化が緩慢で、製品の品質向上に効果があるものと推定された。

なお、7日、12日蓄養の丸干し品、味醂干し品は20日経過において肉眼観察した結果、油焼けや酸敗臭などの変質は見られなかった。

表-24 貯蔵中のPOV、AVの分析結果

区分	品名	経過日数	0日	5日	10日	15日	20日
		蓄養日数					
POV (meq/kg)	丸 干 し 品	0日	60.0	1432	2450	3100	275.7
		4日	65.5	968	1450	11020	196.04
		7日	29.60	3025	7480	10250	127.65
		12日	38.60	4450	6670	12450	140.60
	味 酥 干 し 品	0日	54.5	91.7	1260	1905	208.6
		4日	50.8	585	8820	9750	142.10
		7日	35.7	42.9	6620	8805	94.06
		12日	24.70	31.70	7880	10610	114.80
A V	丸 干 し 品	0日	4.2	5.9	7.4	9.6	10.6
		4日	4.2	4.1	5.8	6.9	8.5
		7日	3.1	3.4	3.9	4.4	5.4
		12日	2.9	3.3	4.1	5.0	5.1
	味 酥 干 し 品	0日	4.0	5.4	5.1	6.9	9.2
		4日	3.4	4.6	5.2	5.8	7.6
		7日	2.7	3.9	3.1	4.1	4.6
		12日	3.2	3.5	3.4	4.3	4.6



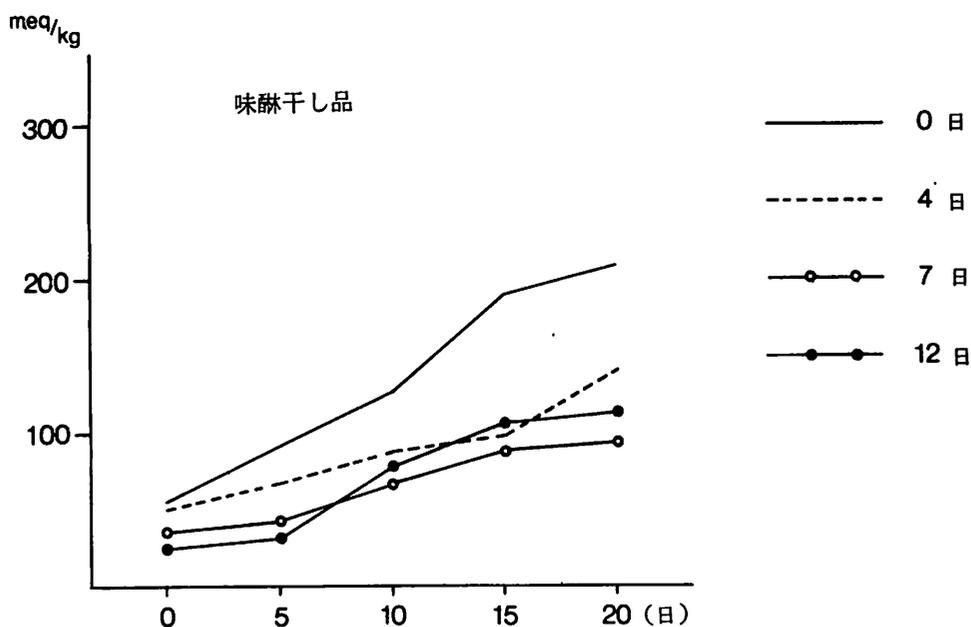


図-35-2 製品貯蔵中のPOVの変化

### 9. 今後の問題点

今回の研究で多脂マイワシの蓄養技術や不要脂肪の低減効果が確認された。

また、蓄養マイワシを原料として製品化した結果、品質良好な製品が得られた。

今後、部位別脂肪量の異なったマイワシの蓄養を行って製品化し、品質に及ぼす影響や貯蔵中の変化について更に究明する必要がある。

また、企業規模で行う場合の適性な収容密度と脂質の変化について明らかにする必要がある。

## 10. 要 約

周年のマイワシ出現状況や、年級群と脂肪量との関係、製品の品質に及ぼす影響と貯蔵中の品質変化、収容密度と脂肪の減少効果について検討した。

- (1) 当県沿岸域におけるマイワシ盛漁期は1～3月で、前年5～6月に生まれた14～15cmの1年魚（中羽）と18～20cmの2～3年魚（大羽）が混在して漁獲され、脂肪量は可食部で15～30%の多脂マイワシであった。
- (2) マイワシを短期蓄養するため、4 m×6 m× 2.7 m、容積 64.8 m<sup>3</sup>の角型生簀を作成し、特にへい死魚を取り除くため生簀網中心部にへい死魚収集袋を取り付けた。一般に蓄養生簀は円型生簀が良いとされているが、今回の試験結果では角型生簀であっても蓄養には支障なく、またマイワシはへい死すると急速に腐敗し、蓄養魚に悪影響をもたらすため、必ずへい死魚を収集する施設の取り付けが必要であった。
- (3) 試験魚を移送するため、船型の移送生簀で移送を行ったが、マイワシは曳航方向に向った遊泳行動をとり、移送生簀先端部に突込んだ状態となって、網ずれや活力を低下させ失敗に終わった。
- (4) このため漁船の活魚槽へ、タモ網またはバケツですくい取り収容した結果、極めて活力ある試験魚を移送することができ、安定した右回りの群遊泳行動で明るい箇所によく集中する状態を見せた。
- (5) 生簀内の蓄養中のマイワシは、6～8日で安定した右回りの群遊泳をとり、10日以上経過した試験魚は生簀内環境に馴致されて、プランクトンや網に付着した生物を摂餌することによって成長が見られた。
- (6) 蓄養マイワシの魚体重量変化を、経過日数に対する肥満度との関係から求めて見た結果、回帰式 $Y = -0.031 X + 11.449$ の関係が求められ、極めてなだらかな減少傾向を見せた。
- (7) 経過日数に対する普通肉、血合肉の歩留りは、普通肉では経過日数に伴い内臓脂肪と皮下脂肪の低減によって相対的に高くなり、血合肉は血合肉自体の脂肪の低減によって減少することが推察された。
- (8) 経過日数に伴って減少する魚体各部の脂質は、組織脂肪より蓄積脂肪が強く影響することが明らかとなり、特に内臓、皮下部の脂肪は経過日数と密接な関係にあることが解明された。
- (9) 多脂マイワシの脂質の低減は、蓄養14日から15日経過でピークに達し、普通肉、血合肉では30～40%の減少率、内臓、皮下脂肪では50～60%の減少が図られ、短期蓄養によって、多脂マイワシの利用が十分拡大されるものと思われた。
- (10) 蓄養マイワシを用いて製品化した結果、丸干し品、味醂干し品とも蓄養7日、12日製品のパネル評価の平均値が高く、丸干し品は血合肉、内臓の脂肪量と、味醂干し品は血合肉、皮下部の脂肪量と負の相関が認められたことから、脂肪の低減によるものであり、糠漬品についても同様の結果が得られ、蓄養により加工適性が図られた。

- (1) 蓄養7日、12日製品のAVは丸干し品、味淋干し品とも3～5前後と緩慢な増加であった。  
蓄養0日、4日製品のPOVは5日から7日経過で100～140 meq/kgに、20日経過で、  
200～300 meq/kgに達しているのに対して、蓄養7日、12日製品のPOVは、10日経過で  
30～70 meq/kg前後で、極めて緩慢な増加傾向にあり、貯蔵中における品質保持効果が伺えた。
- (2) マイワシの経過日数に対する脂肪の減少率は収容密度との関係よりも、蓄養原料マイワシ  
の脂肪、特に蓄積脂肪が強く影響するものと思われた。

## 11. 文 献

- (1) 石川水試 ; 沖合漁場利用養殖技術開発企業化試験報告書 1978
- (2) 厚生省 ; 食品衛生検査指針 (1) 1959
- (3) 水産庁研究課 ; 昭和54年度多獲性赤身魚の高度利用技術開発研究成果の概要 1979
- (4) 水産庁研究課 ; 昭和55年度多獲性赤身魚の高度利用技術開発研究成果の概要 1980
- (5) 水産庁研究課 ; 昭和56年度多獲性赤身魚の高度利用技術開発研究成果の概要 1981
- (6) 水産庁研究課 ; 昭和57年度多獲性赤身魚の高度利用技術開発研究成果の概要 1982
- (7) 千葉水試 ; 飼料用いわし、いけす改良試験報告書 1980
- (8) 神奈川水試 ; 蓄養魚へい死対策調査報告書 1971
- (9) 大分水試 ; 技術導入パイロット事業報告書 1972
- (10) 富山水試 ; 水産物の利用に関する共同研究第18集 1977
- (11) 島根水試 ; 水産物の利用に関する共同研究第21集 1980
- (12) 吉川誠次 ; 食品の官能検査法、光琳書院 1967
- (13) 日水研 ; 鱈資源協同調査研究経過報告 1954
- (14) 日水研 ; 最近の日本海漁業資源 1983
- (15) 東水研 ; 東海区水産研究所研究報告第75号 1973
- (16) 東水研 ; 東海区水産研究所研究報告第95号 1978
- (17) 東水研 ; 東海区水産研究所研究報告第98号 1979
- (18) 東水研 ; 東海区水産研究所研究報告第102号 1980
- (19) 藤野安彦 ; 脂質分析入門、学会出版センター 1983
- (20) 日本油化学協会 ; 基準油脂分析試験法