

平成2年度 事業報告

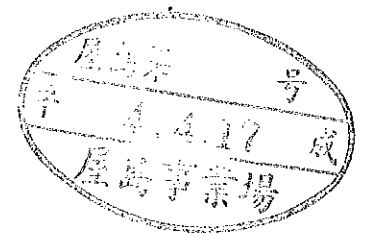
メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013627

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



平成2年度

事業報告



能登島事業場

平成 2 年度事業報告

I ハタハタ

1	親魚養成と採卵	1 ~ 19
2	種苗生産	20 ~ 31
3	資源添加技術開発	32 ~ 43

II マガレイ

1	親魚養成と採卵	44 ~ 51
2	種苗生産	52 ~ 62
3	中間育成	63 ~ 66
4	健苗育成試験	67 ~ 73
5	資源添加技術開発	74 ~ 96

III ホッコクアカエビ

1	親エビの確保と幼生の回収	97 ~ 103
2	種苗生産	104 ~ 118
3	放流試験	119 ~ 124

IV マダラ

1	採卵とふ化	125 ~ 132
2	種苗生産	133 ~ 150

V ブリ

1	中間育成と標識放流	151 ~ 163
---	-----------	-----------

VI 餌料培養

1	ナンノクロロプシス	164 ~ 180
2	フェオダクチラム	181 ~ 185
3	シオミズツボウムシ	186 ~ 192
4	養成アルテミア	193 ~ 196
5	淡水ミジンコ	197 ~ 201

VI その他

1	オゾン殺菌装置	202 ~ 209
---	---------	-----------

ハタハタ

ハタハタ

親魚の養成と採卵

◎ 島 康洋

小林 真人

1 天然魚からの採卵

(1) 採卵

種苗生産に使用したふ化仔魚は、秋田県能代市と男鹿市北浦に産卵のため接岸してくる、いわゆる季節ハタハタで、主に定置網に入網し水揚げされたものから人工授精によって採卵した。親魚は秋田県水産振興センターの協力で、数日かけて定置網漁獲物から購入して水槽にストックし、表1に示すように平成1年12月21～23日にかけて採卵を行った。また、使用した親魚(♀)の平均体長は190.9mmで、その体長組成は図1に示すとうりであった。

採卵方法は従来の通りの穴あき卵と分離卵で、分離卵については授精、吸水後のハンドリングの試験を行なった。試験は採卵、授精し、粘着糸から切り放した卵を吸水させるための水槽に収容する際、卵粒がくっつかないよう1粒ずつ収容したもの、適当な密度で収容し吸水させた後1粒ずつにもみほぐしたものと、これを強くもみほぐしたものの3種類の取扱法について授精率を比較した。

また、分離卵の授精率、ふ化率向上のためにハンドリングを少なくする目的で、吸水時に板状(以下板卵と呼称)に卵を固めたものについてふ化率を比較した。

採卵した卵のうち60卵塊と板卵は12月24日に事業場に無水輸送で搬入し、水温によるふ化の促進と、同調性を高める目的で

14℃、12℃、自然水温、板卵(自然水温)に分けてトリカルネットに収容しふ化までの間、流水で管理した。その他の卵は、発眼までは秋田県水産振興センター内で流水で管理し、平成2年1月20日に無水輸送により事業場に搬入した。このうち30卵塊は宅急便での輸送を検討するため、5℃の宅配便で無水輸送を行ない、ふ化率を比較した。搬入した穴あき卵は2～3片に分割し、三角形のトリカルネットに収容して、強い通気と流水(10～20回/日)で管理した。また、分離卵はビン型ふ化器に、1基当たり7～8万粒収容して流水で管理した。

ふ化が開始してからは0.5m³パンライト水槽内で攪拌して計数した後、ふ化仔魚数が全体で1万尾を越えた日から飼育水槽に収容した。

ふ化仔魚の飢餓試験(SAI)は、穴あき卵については前期、中期、後期の3段階に分けて、またふ化水温管理試験で得られたふ化仔魚は全体の50%がふ化した時点で収容し試験を行なった。ハタハタのふ化仔魚は、一般の魚種に比べて大きく卵黄も大きいため、長期間管理が必要となり、飼育方法については独自の方法をとった。試験水槽は100ℓパンライト水槽で、80ℓの飼育水に200尾のふ化仔魚を収容し、毎日50%の換水を行ない、無投餌で飼育した。斃死の確認は毎日目視で行ない、白く変色したものと、透明であっても水流を吹き付けて反応しなくなった仔魚を取揚げた。SAI値は以下の式にしたがって算出した。

$$SAI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (N - h_i) \times i$$

N : 試験開始時のふ化仔魚数

h i : i 日目の累積斃死魚数

k : 生残尾数が 0 となるまでの日数

(2) 結果および考察

天然魚から採卵した卵のふ化結果を表 2 に示した。1 月 21 日に秋田から搬入した卵数は 125.9 万粒で、このうち 28.6 万粒が分離卵であった。また、ふ化水温管理試験には 9.8 万粒を使用した。ふ化は 2 月 5 日、採卵初日の 12 月 21 日から 47 日目に始まった。毎日のふ化仔魚数は図 2 に示す通りで、2 月 6 日からは 1 日に 1 万尾を越えるふ化がみられ、2 月 20 日で若干の卵を残して終了した。得られたふ化仔魚は、板卵区 0.77 万尾（ふ化率 73.3%）分離卵分 23.5 万尾（同 82.2%）、穴あき卵分 68.0 万尾（同 70.6%）の計 92.27 万尾（同 73.3%）で、水温管理試験区から得られたふ化仔魚も含めると 94.93 万尾（同 70.5%）のふ化仔魚を得た。

今年度は分離卵のふ化率が 82.2% と昨年度の 2 倍となり、全体のふ化率も昨年を大きく上回った。分離卵と穴あき卵の毎日のふ化仔魚数を見ると、分離卵のふ化のピークは後半にあり、穴あき卵はふ化期間の中頃から後半にかけてピークが長引く傾向があった。

分離卵のハンドリング試験の結果は、表 3 に示すように強く揉みほぐしたものの発眼率は 13.0% であるのに対し、普通にほぐしたものでは 33.8%、ほぐさなかったものでは平均 67.4% となり、吸水時の状態とその後の分離作業が、発眼率に大きく影響することがわかった。また、吸水時に卵を薄い板状にする板卵では、

ふ化率が 73.3% と高く、ふ化までの通水管理が簡単になることや、ふ化仔魚がふ出しやすいことを考えると、今後さらにふ化率を高めることが可能な採卵方法と思われる。

宅配便で輸送した穴あき卵は、輸送時間が電車輸送に比べ約 8 時間余分にかかったが、5℃に保温されており良い状態で輸送でき、表 2 に示すようにふ化率も電車輸送した卵と変わらなかった。宅配便で卵を輸送することは問題ないことが分かったが、雪などの自然現象によるトラックの遅延や、人為ミスによる誤配も心配され、再度の採卵が困難なハタハタでは慎重に利用する必要がある。

卵の水温管理試験は図 3 に示すように 1 月下旬から水温の低い日が見られたが、ほぼ設定水温通りに温度を維持することができた。この結果、表 4 に示すように 14℃区でふ化率が非常に低く卵管理水温としては適当でないことが分かった。図 2 に示すように 12℃区では自然水温区に比べ積算水温が 55 °D 高いことによってふ化のピークが自然水温区より 5 日早まったが、ふ化の終了は 2 日しか差がなく、水温を高く管理することのメリットは少ないように思われる。

飢餓試験の結果について表 5 に示した。ほぼ正常と思われる穴あき卵では前期が 272.7 で高く、中期、後期は 219.53、219.21 でほぼ同じ値であった。ふ化前期はふ化仔魚数も比較的少なく活力の高い個体が多かったものと思われ、中期、後期の S A I 値も昨年度の値 197.21 に比べて高く、ハタハタの S A I 値はふ化の期間を通じてあまり差は無く、活力の差も少ないものと思われる。これに比べふ化水温管理試験で得られたふ化仔魚の S A I 値は、14、12℃区で低く、ふ化仔魚の活力に問題があり、卵の管理水温が適当でなかったことがわかった。

2 親魚の養成と採卵

(1) 養成方法

親魚の養成は20m³丸型コンクリート水槽1面、10m³角型コンクリート水槽2面を使用して行なった。

62年群 前年から引き続いて20m³水槽で飼育を行なった。飼育水温は冷却機を使用して4～8℃に保ち、平成1年2月からは8～9℃に昇温した。飼育水槽には生物ろ過槽を使用し、換水を押えて水温の上昇防止と、省エネを図ったが、1週間に3回、底掃除毎に2m³の海水を注水した。餌料はオキアミで1週間に6回、1回に2～1.2kg/日を投餌した。平成2年1月には120尾を10m³No2、63年群に統合した。

63年群 引き続き10m³No2水槽で飼育を行なった。水温は2.2kwの冷却機を使用して周年8～10℃を保つようにした。また、生物ろ過槽を使用してろ過循環系の飼育を行なったが、底掃除毎に1m³の注水を行なった。餌料はオキアミとイカナゴの小型のものを与えた。

1年群 平成1年に種苗生産した稚魚（ALC標識魚）3100尾をH1年4月29日に10m³No1水槽に収容した。水温は2.2kwの冷却機で10℃を保つようにしたが、疾病の発生により9月からは2台を使用して7～8℃に降下させた。生物ろ過槽を使用してろ過循環系の飼育を行なったが、底掃除毎に1m³の注水を行なったほか、薬浴後には2日で100%の程度の換水を行なった。餌料はオキアミを与えた。平成2年4月には10m³No2に統

合した。

2年群 平成2年4月24日にALC標識魚（ALC50mg/ℓ、24時間標識）4482尾を20m³No1に、無標識魚3571尾を10m³No1に収容した。餌料にはイサザアミ、オキアミ、イカナゴを与えた。

(2) 養成結果

養成結果を表6に養成中の水温、pH、全アンモニア、斃死尾数、生残曲線を図4～6に示した。

62年群 水温は8～10℃に保ったが、pHは7.2～8の間を推移した。全アンモニアは0～0.2ppmの変動した。産卵後も斃死が少なく良い状態であったが、平成1年8月頃からは斃死が増加し、成熟産卵が始まってからは更に増加し全滅状態となった。斃死魚は鰓がビランし、貧血状態でその他吻の先端が赤く出血したり、縫合部がスリ切れたものも見られた。原因は不明で抗生物質の投薬効果は見られなかった。

63年群 水温は8～10℃で、pH、全アンモニアには特に問題はなかったが、収容直後から63年12月までは斃死が多く半年間で2/3が斃死した。その後平成1年10月までは斃死が治まったが、産卵が始まった後は62年群と同様の症状で斃死が急増し全滅状態となった。

1年群 水温は6～10℃と低めに設定した。pHは7.6～

7. 8と比較的高く、全アンモニアは収容後2ヶ月程度で安定し0.02ppm程度であった。しかし、収容直後から斃死が多く完全に斃死が治まることがなく現在に至っている。

られなかった。

(3) 養成親魚からの採卵結果

62、63年群の産卵結果を表7に示した。62年群の産卵は平成1年9月8日から始まり、図7に示すように53日間に間隔を開けて29個の卵塊を産卵した。産卵場所はプラスチックの人工海藻に6卵塊、ロープで作った産卵床2卵塊、無着床（水槽底面に転がっていたもの）21卵塊であった。卵塊重量、卵数、卵径ともに1才魚であった昨年を上回った。

63年群の産卵は図8に示すように比較的集中して、10月11日から11月7日までの28日間に69卵塊を産卵した。卵塊重量、卵数、卵径とも62年群の1才時を上回った。

両年群の発眼率についてみると、図9の様に発眼率に片寄りはなく成熟が分散していたことが伺われる。平均卵径については、図10、11に示すように63年群の方が産卵日による分散も少なくピークも集中した。一卵塊あたりの卵数、gあたりの卵数を図12～13に示した。63年群の一卵塊あたりの卵数は654個で62年群のそれは873個となったが、62年群の卵数は明瞭なピークが見られず、1才魚から2才魚の間の成長差が大きく、卵数に差があったものと思われる。

今年度は斃死直後の個体や衰弱魚を取揚げ、人工授精による採卵を試みた。結果は表7に示すように62年群では13例、63年群では65例の採卵を行ない62年群では2例、63年群では16例の受精卵を得た。得られた卵の測定結果では自然産卵群との差は見

表 1 天然親魚からの採卵結果

漁獲場所	秋田県能代市および男鹿市北浦
採卵場所	秋田県水産振興センター
月日	平成1年12月21~23日
体長	♀190.9mm(110~242)
親魚数	♀約940尾
方法	人工受精

表 2 天然魚から採卵した卵のふ化結果

			穴あき卵		分離卵	ふ化水温 管理試験	合計
			電車輸送	5℃宅配便			
搬入	月日		H2.1.21	H2.1.21	H2.1.21	H1.12.24	
	卵重量 g		17456		5440	1862	
	卵数 万粒		91.9	4.35	28.6	9.8	134.65
ふ化	月日		H2.2.5~20	H2.2.6~20	H2.2.7~16	H2.1.27~2.17	
	仔魚数 万尾		64.9	3.1	23.5	3.43	94.93
	ふ化率 %		70.6	71.3	82.2	35.0	70.5
積算水温* °D			583.1		584.2		

*ふ化開始時までの積算水温

表 3 ハタハタ受精卵のハンドリング試験の結果

ハンドリングの方法	発眼率 %
・受精、切り放しの後一粒ずつ吸水させ 卵粒をもみほぐさなかったもの	64.8 76.0 78.9 50.0
平均	
・受精、切り放しの後吸水させ卵粒が 一粒ずつになるよう軽くもんだもの	33.8
・数粒ずつ塊なるように吸水させ 一粒ずつになるよう強くもんだもの	13.0
・受精、切り放しの後ネットを張った枠に 卵を収容して吸水させ、板状にしたもの (板卵区)	73.3*

*ふ化率 %

表 4 ふ化水温管理試験の結果

			14℃区	12℃区	自然水温区	板卵区
搬入	月日		H1.12.24	H1.12.24	H1.12.24	H1.12.24
	卵重量 g		542	558	562	200
	卵数 万粒		2.85	2.94	2.96	1.05
ふ化	月日		H2.1.27~2.2.10	H2.1.27~2.15	H2.1.31~2.17	H2.2.3~16
	仔魚数 万尾		0.32	1.00	1.34	0.77
	ふ化率 %		11.2	35.1	45.3	73.3
積算水温* °D			480.7	415.6	359.5	359.5

*ふ化開始時までの積算水温

表5 ふ化仔魚のSAI値

	穴あき卵			ふ化水温管理試験		
	ふ化前期	ふ化中期	ふ化後期	14℃区	12℃区	自然水温区
期間	2.8~3.12	2.14~3.14	2.18~3.19	2.4~3.10	2.6~3.7	2.10~3.12
SAI値	272.70	219.53	219.21	117.64	166.05	251.51

*WT 9.17℃(6.6~11.7)

表6 ハタハタ親魚の養成結果

	62年群	63年群	1年群	2年群-1	2年群-2
収容年月	62.4	63.4.29	1.5.3	2.4.24	2.5.26
尾数	3000	3000	3100	4482	3571
飼育水槽	20m ³ →10m ³ *	10m ³ →10m ³ *	10m ³	20m ³	10m ³
水温			5~10	8~12	5~10
尾数			22	156	511
体長			146(130~160)	80(59~100)	

*62群 平成2年1月63年群と統合 63年群 平成2年6月1年群と統合

表7 養成魚の産卵結果

	自然産卵		人工授精	
	62年群	63年群	62年群	63年群
産卵期間	H1.9.8~10.30	H1.10.11~11.7	H1.10.12~11.7	H1.10.5~11.9
卵塊数	29	69	13	65
場所	B*	39	—	—
	P*	設置せず	—	—
	R*	30	—	—
平均卵塊重量	16.4 (5.28~34.90)	15.1 (1.65~27.00)	22.0 (12.15~31.78)	16.0 (3.06~31.54)
g当り卵数	52.9 (39.2~66.7)	43.4 (32.9~36.8)	53.2 (40.5~64.1)	46.1 (35.4~95.8)
平均卵数	873 (271~1723)	654 (72~1460)	1171 (662~1664)	752 (124~2202)
平均卵径	3.22 (2.97~3.45)	3.35 (3.05~3.53)	3.14 (2.91~3.37)	3.33 (3.06~3.57)

*B:無着床 P:プラスチック製人工海藻 R:ロープの産卵床

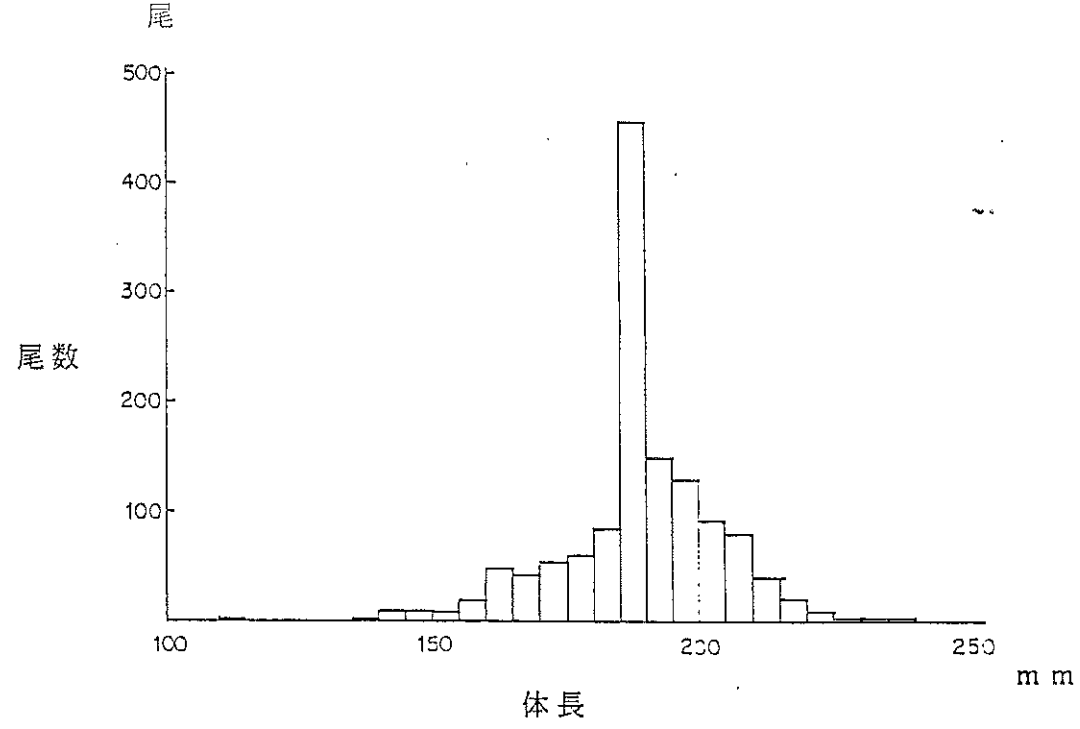


図1 採卵に使用した親魚の体長組成

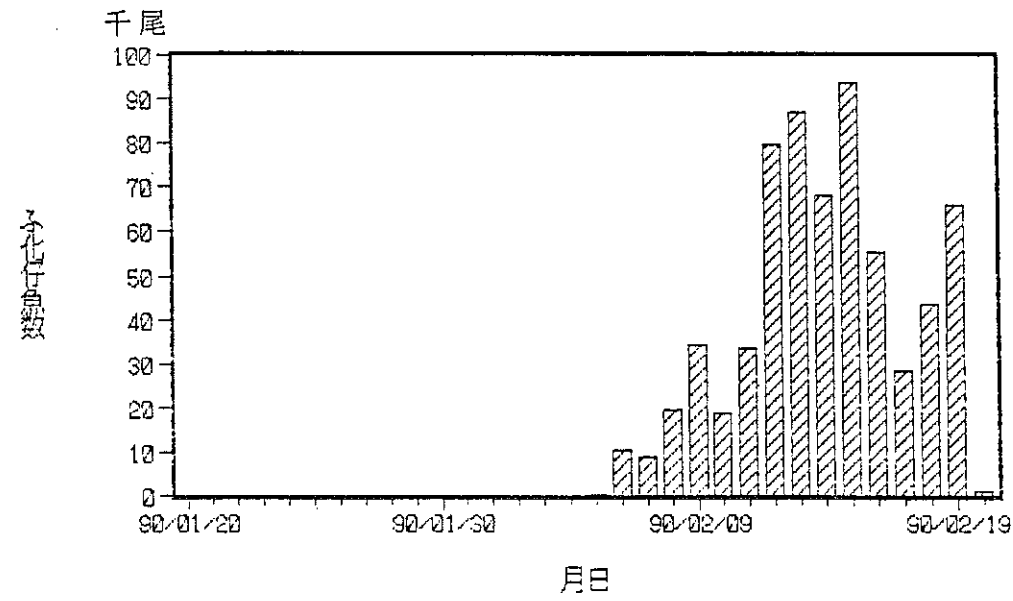


図2-1 穴あき卵のふ化仔魚数

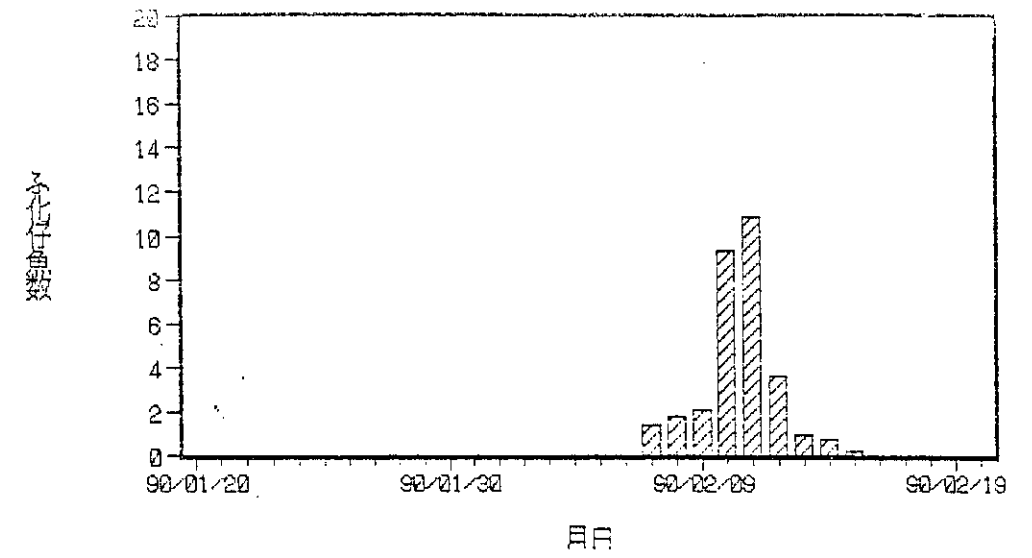


図2-2 クール宅記便区のみ化仔魚数

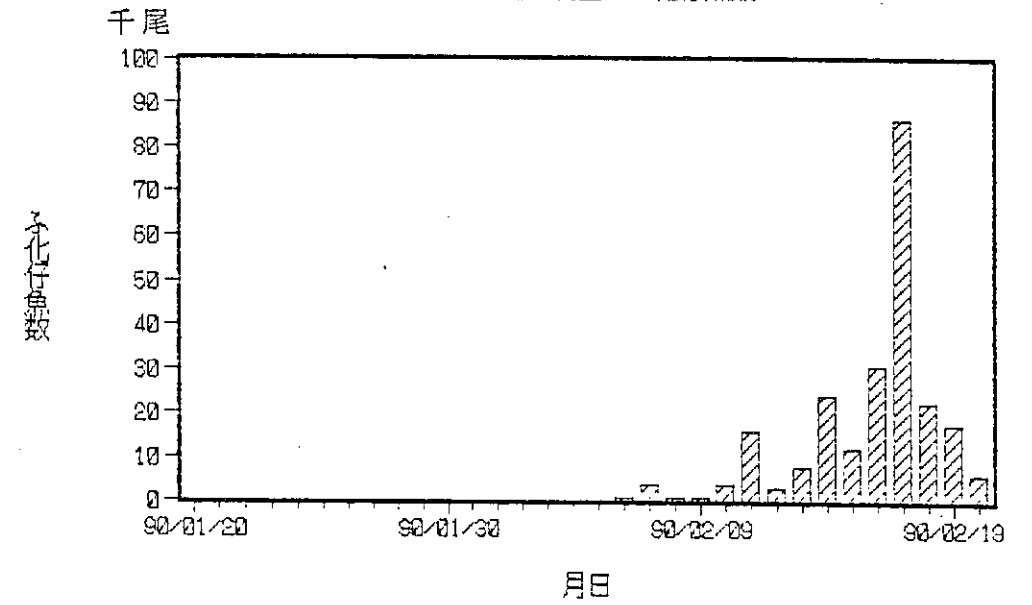


図2-3 分離卵のみ化仔魚数

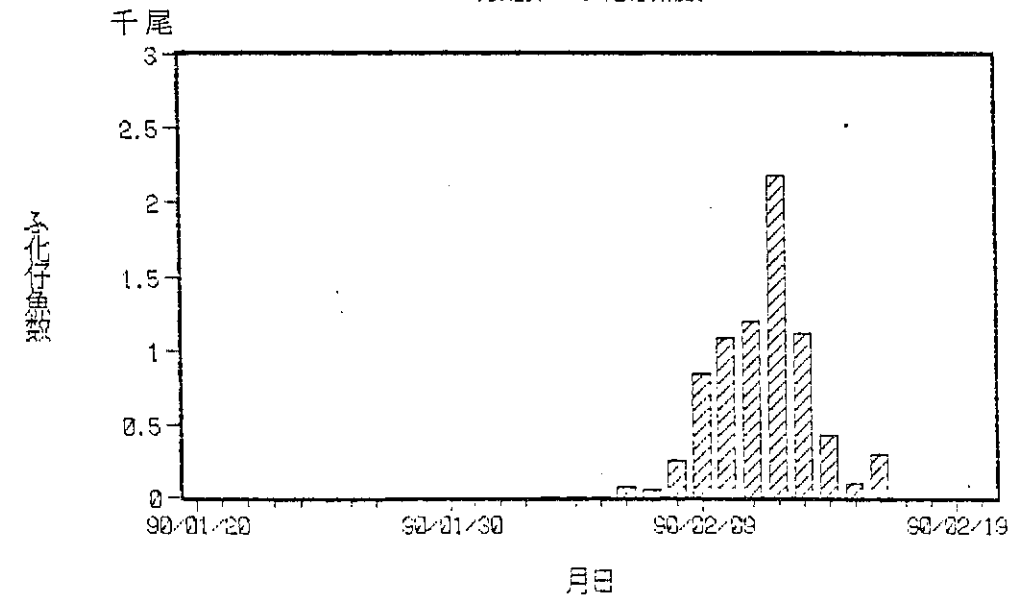


図2-4 自然水温の板野区のみ化仔魚数

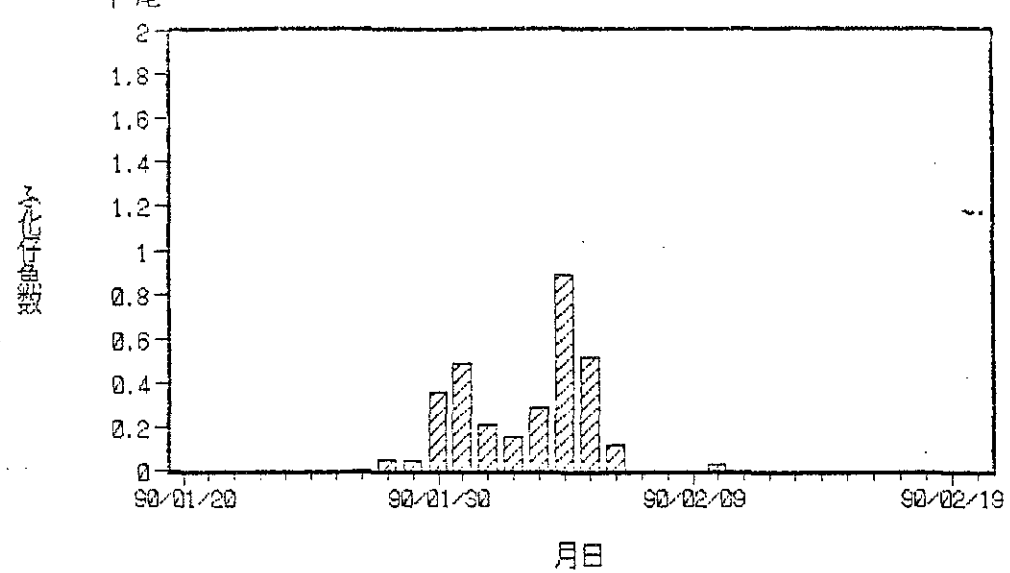


図 2 - 5 14°C区のふ化仔魚数

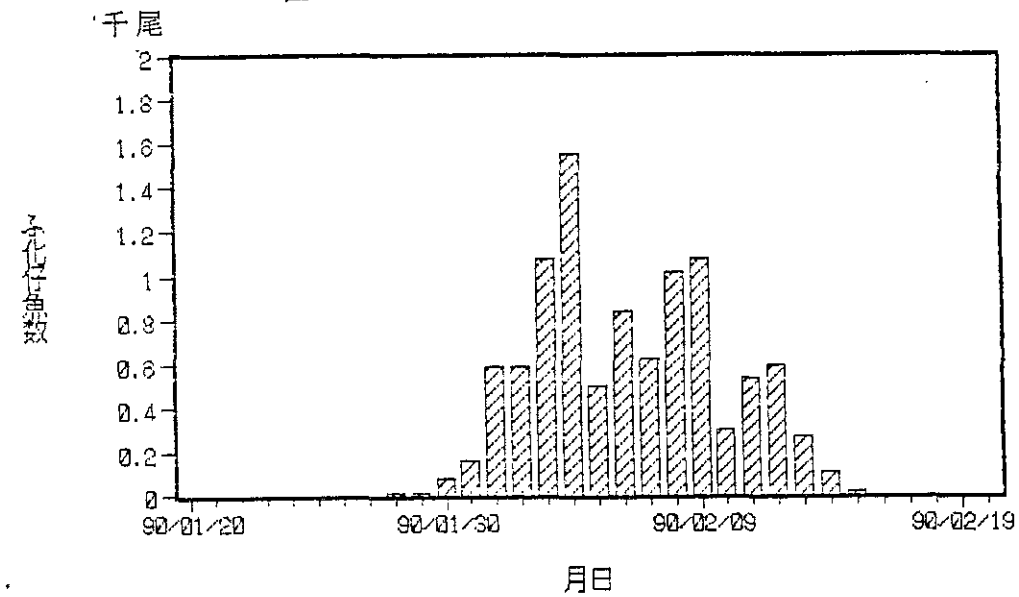


図 2 - 6 12°C区のふ化仔魚数

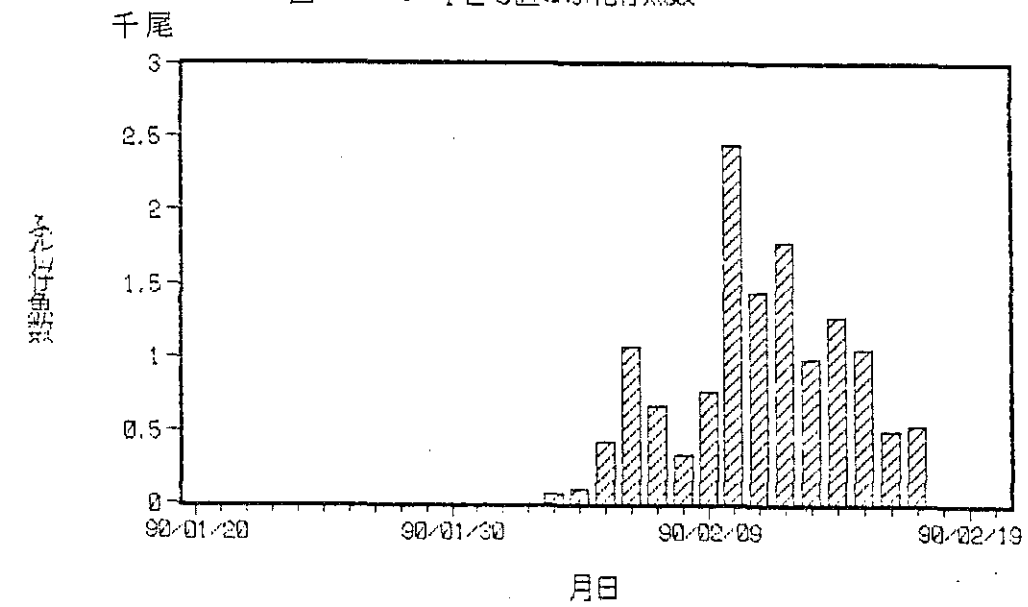


図 2 - 7 自然水温区のふ化仔魚数

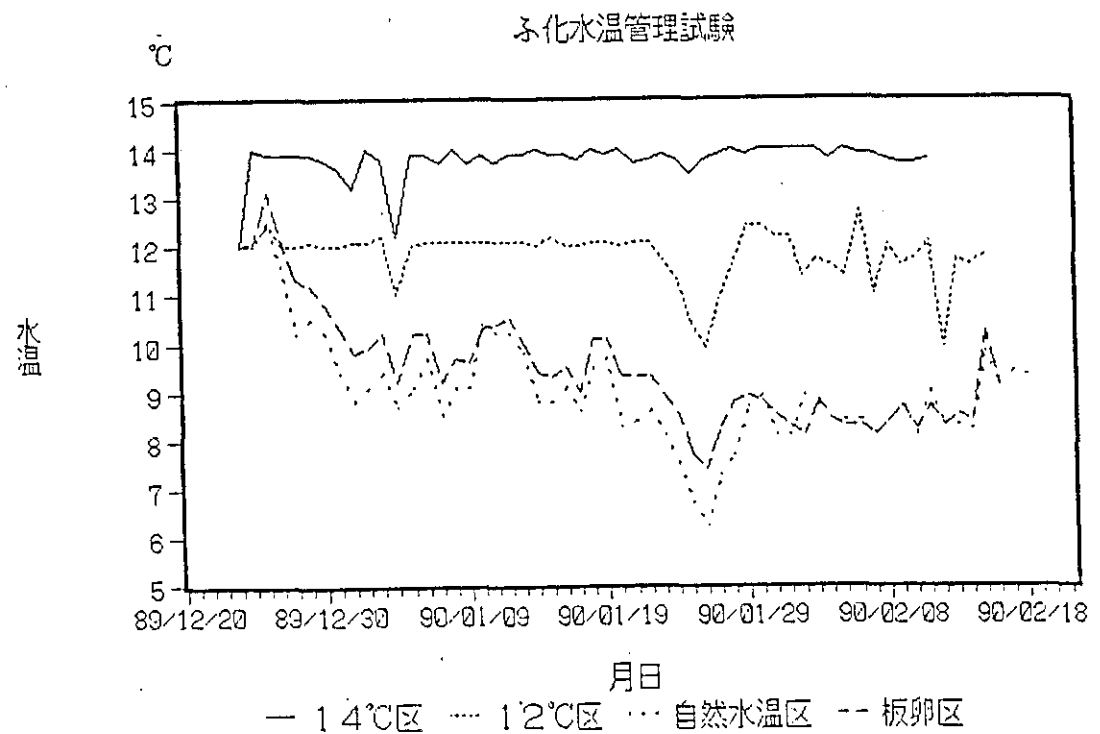


図 3 ふ化水温管理試験中の水温

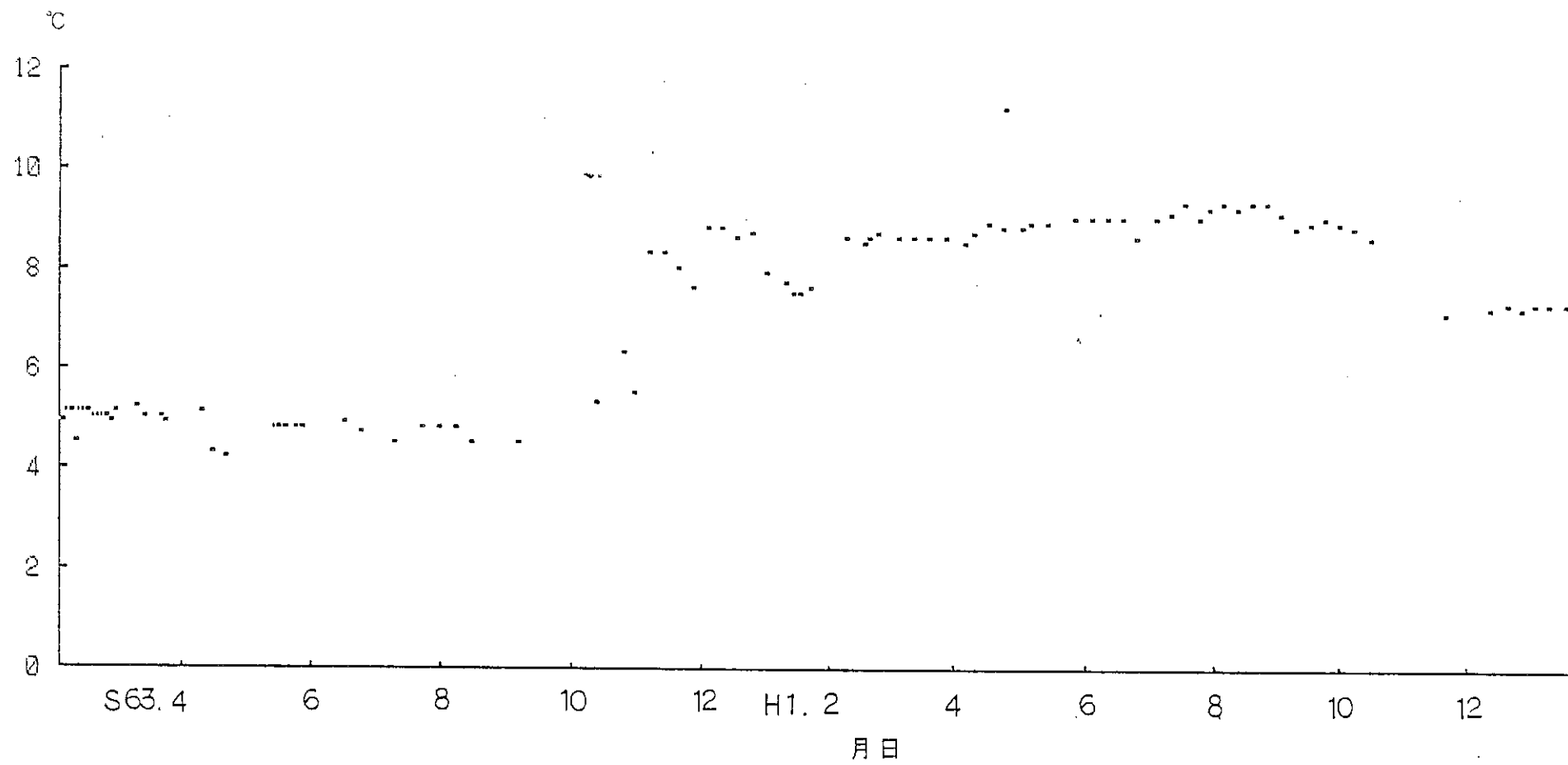


図 4 - 1 62年群の養成飼育中の水温

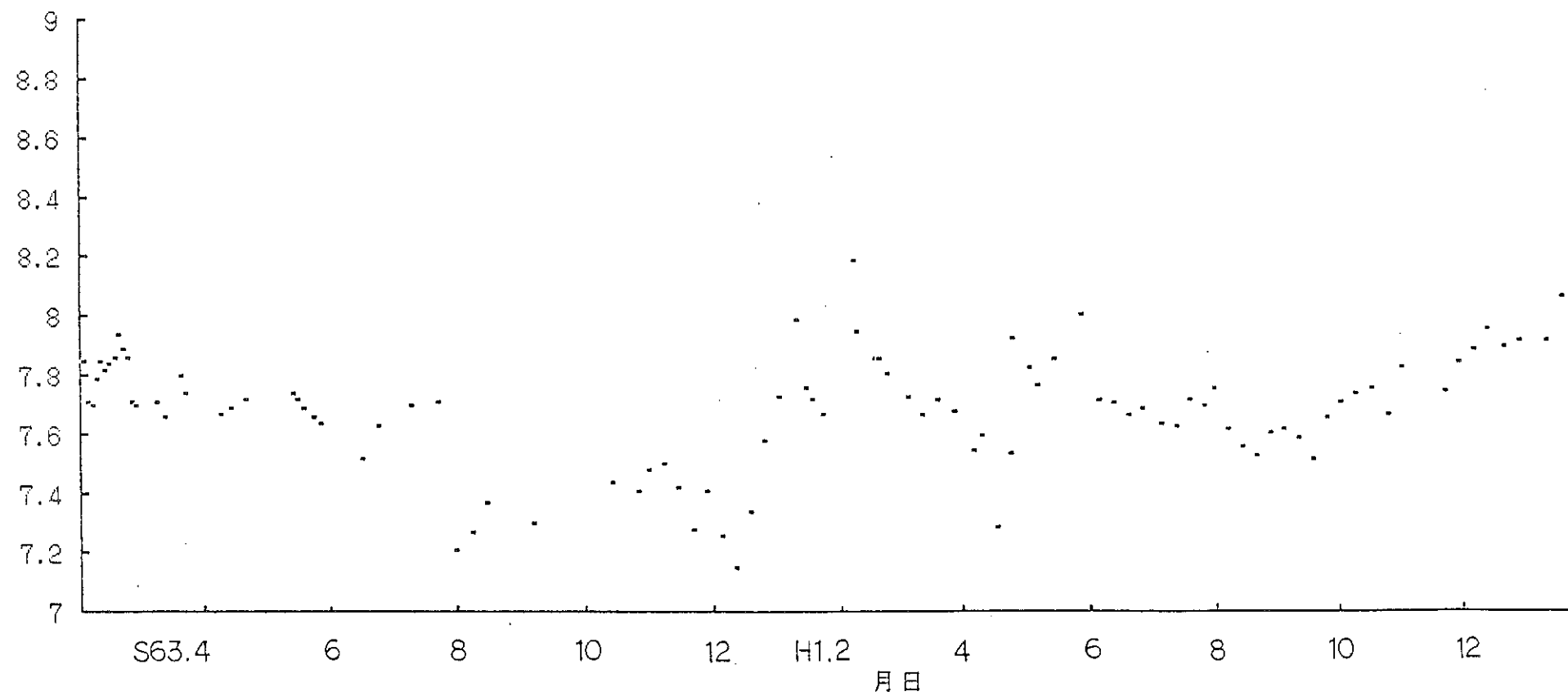


図 4 - 2 62年群の養成飼育中のpH

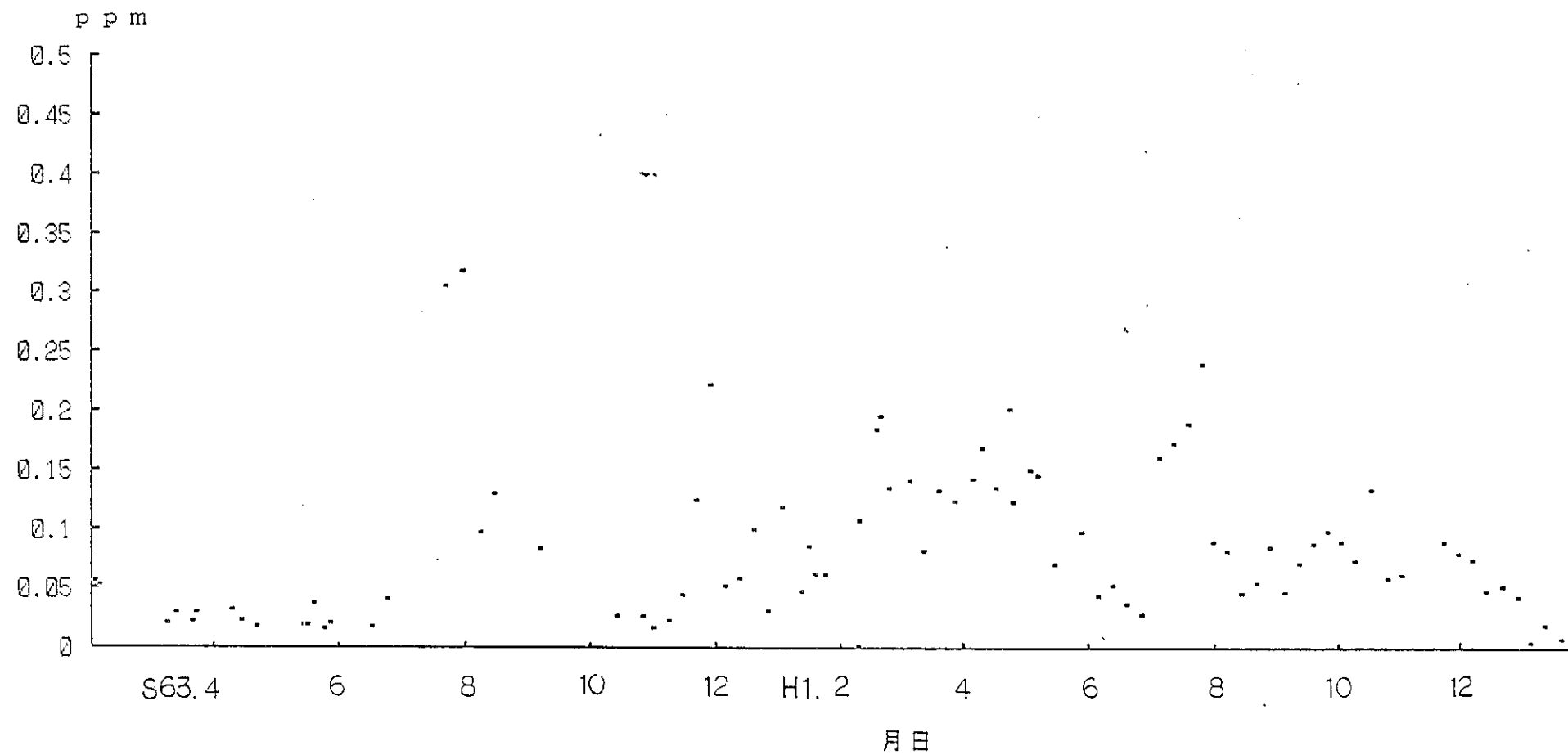


図 4 - 3 62 年群の養成飼育中の NH_4 濃度

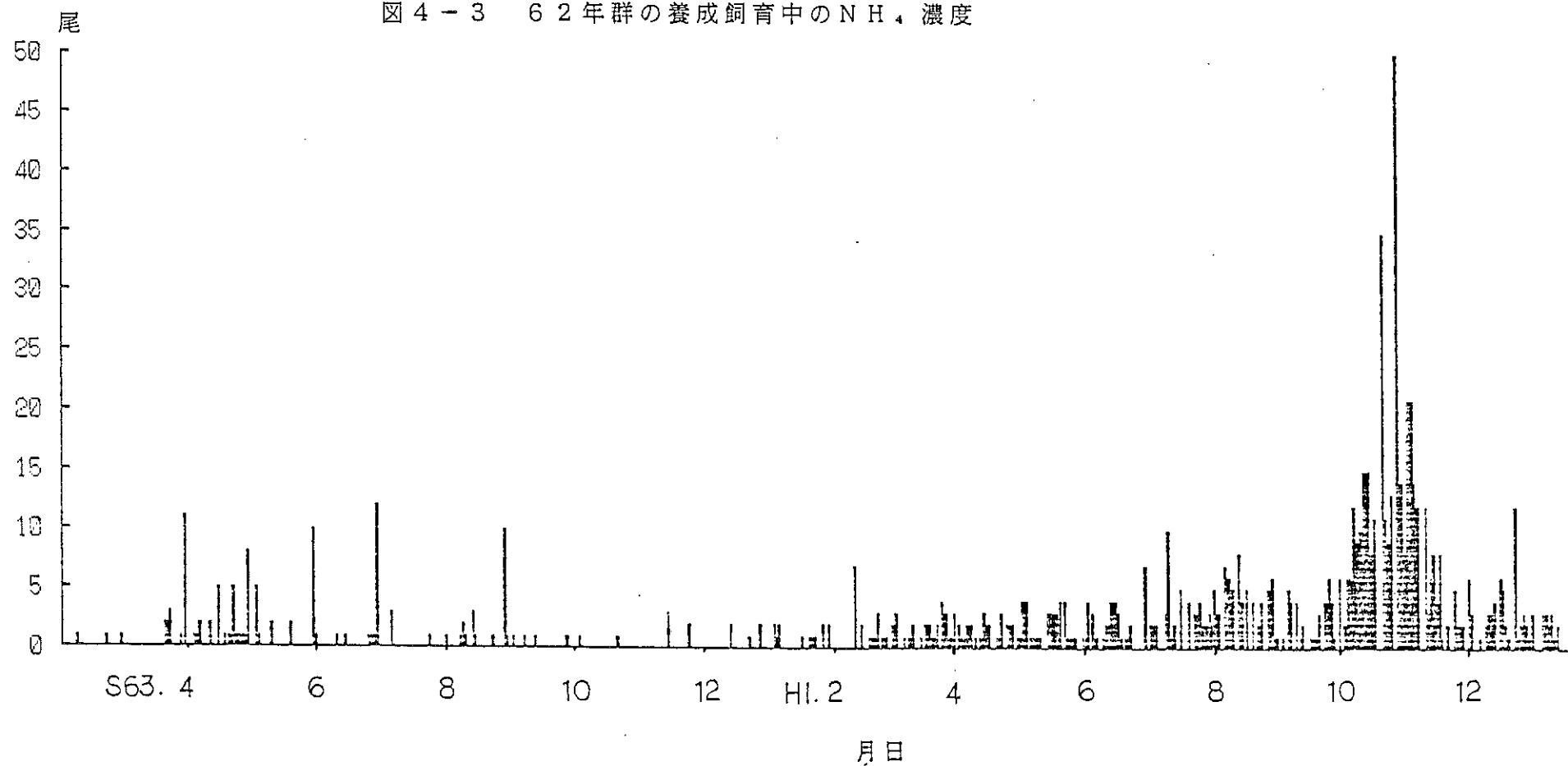


図 4 - 4 62 年群の養成飼育中の斃死尾数

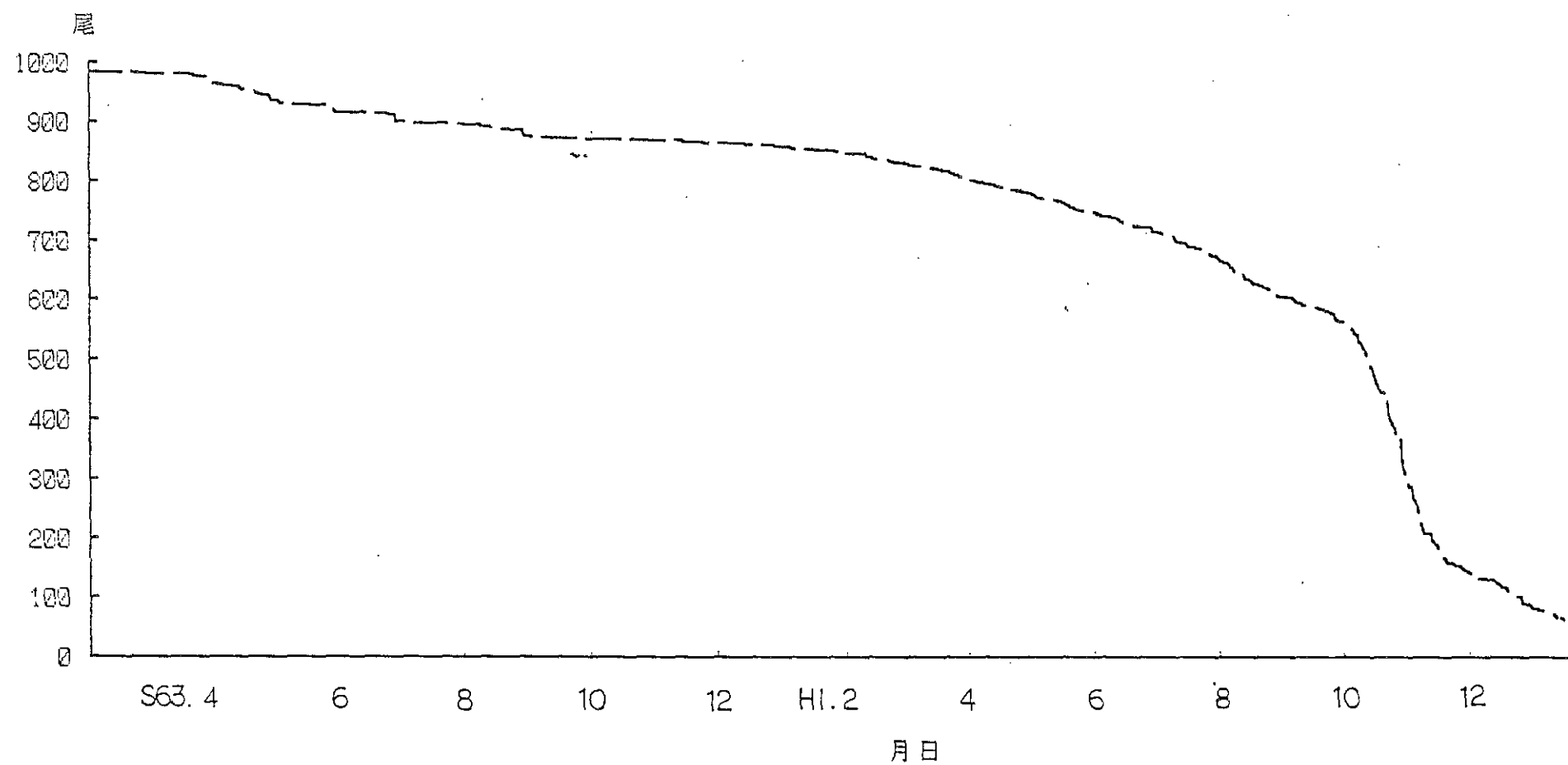


図 4 - 5 6 2 年群の養成飼育中の飼育尾数

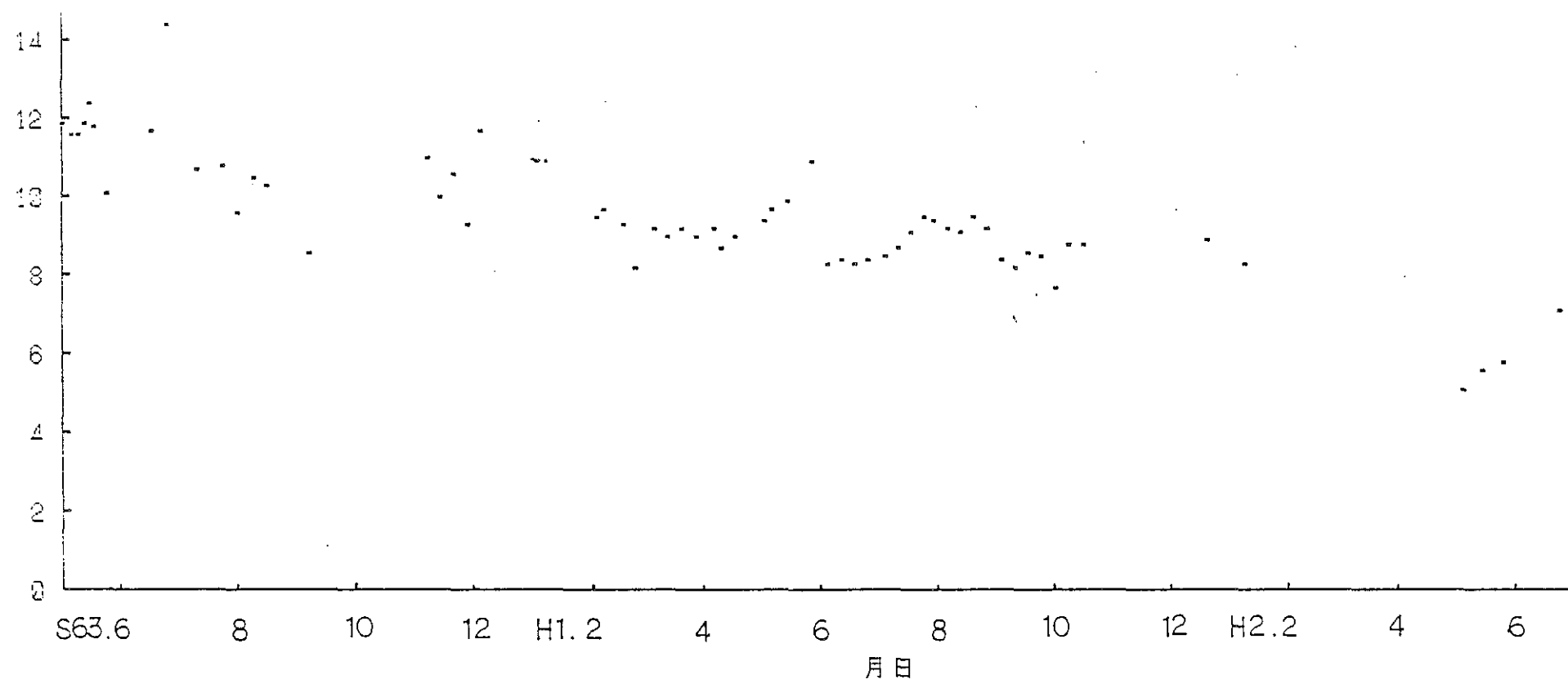


図 5 - 1 63 年群の養成飼育中の水温

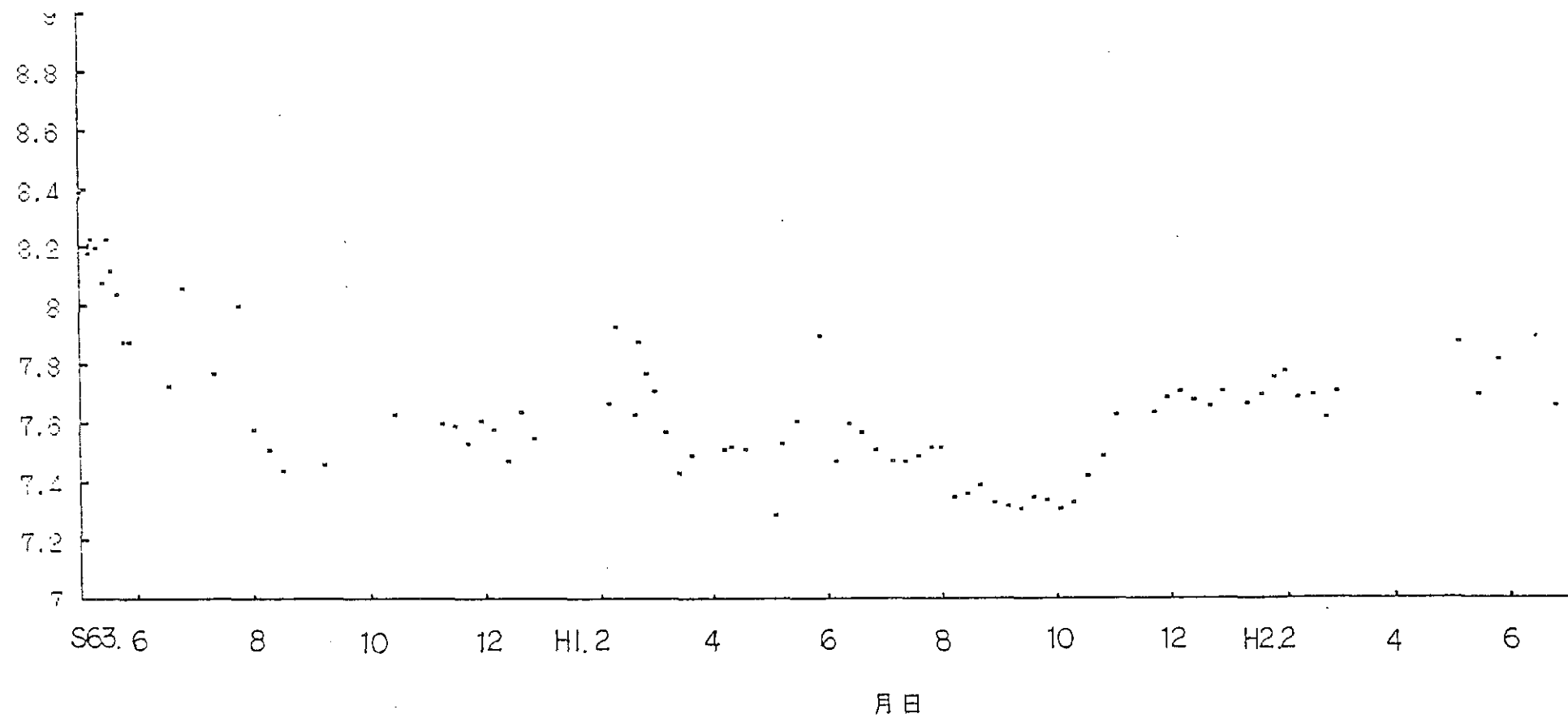


図 5 - 2 63 年群の養成飼育中の pH

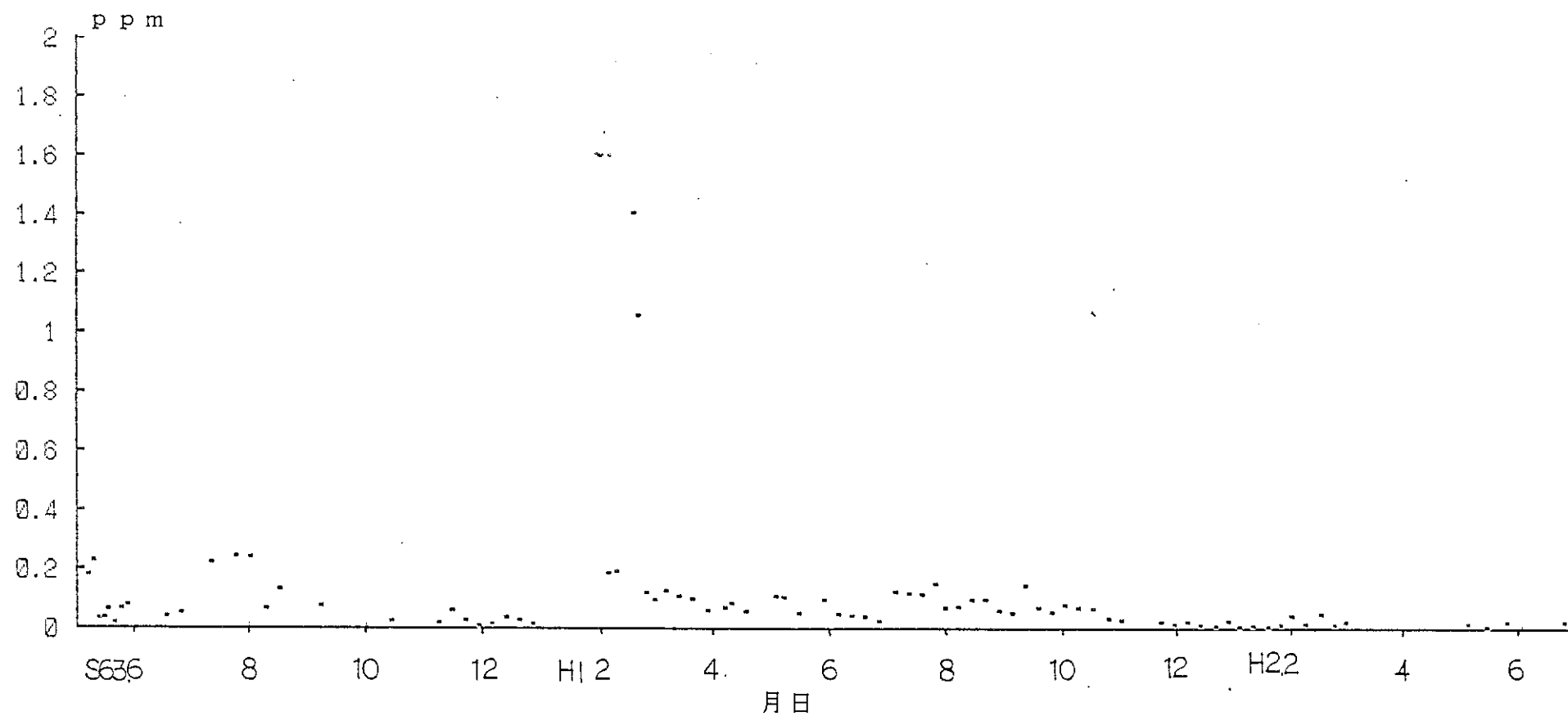


図 5 - 3 63 年群の養成飼育中の NH_4 濃度

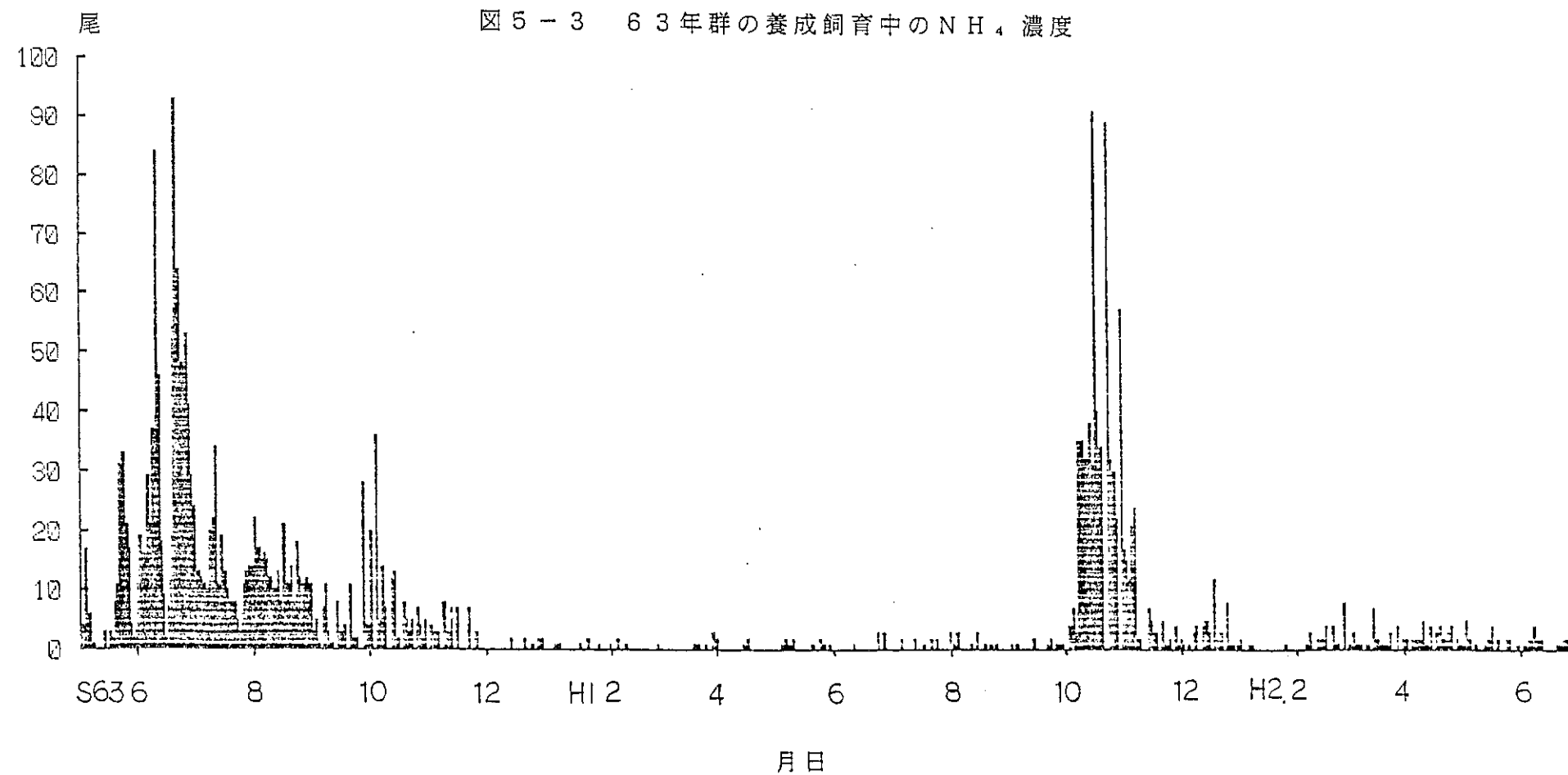


図 5 - 4 63 年群の養成飼育中の斃死尾数

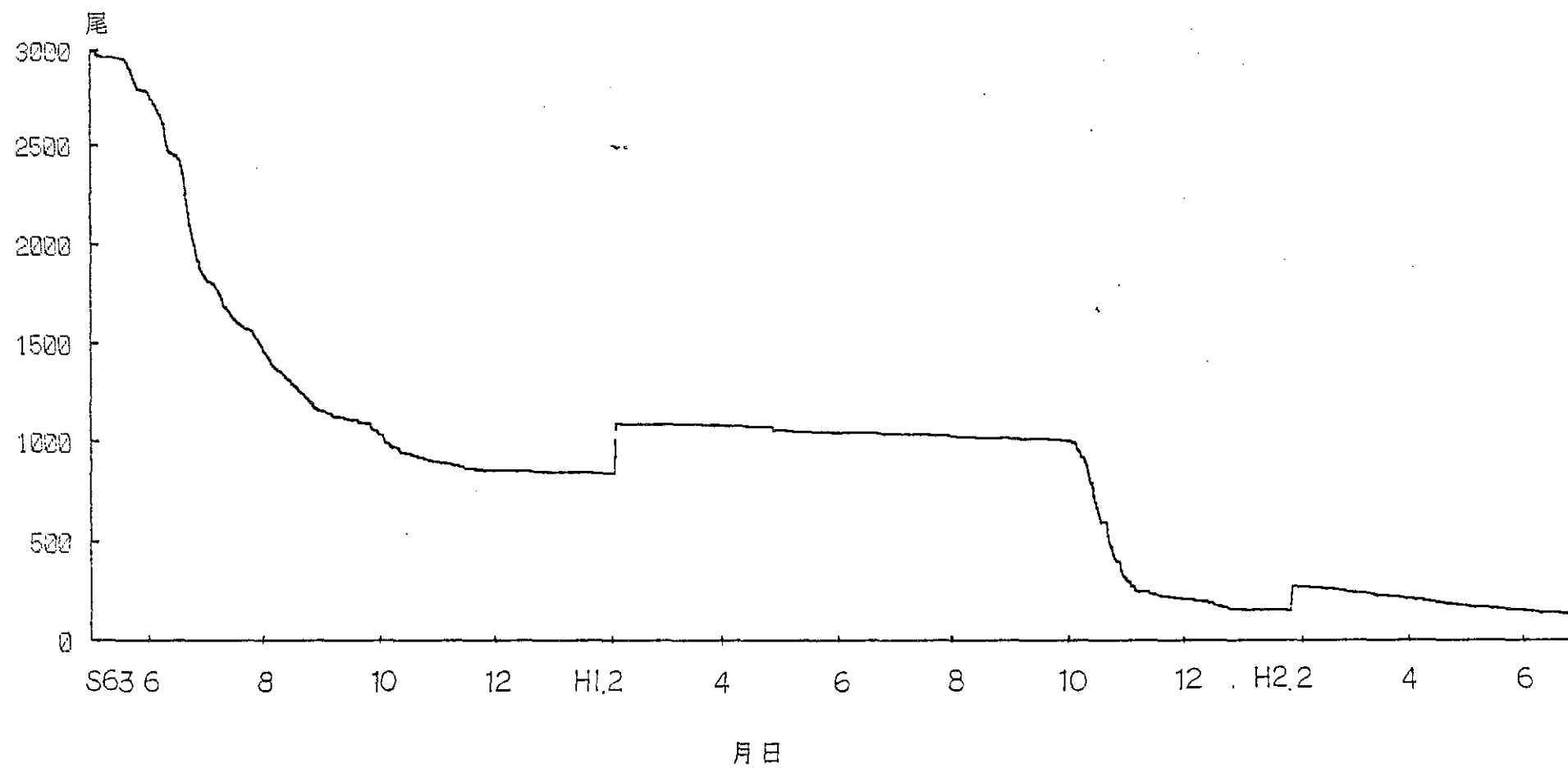


図 5 - 5 63 年群の養成飼育中の飼育尾数

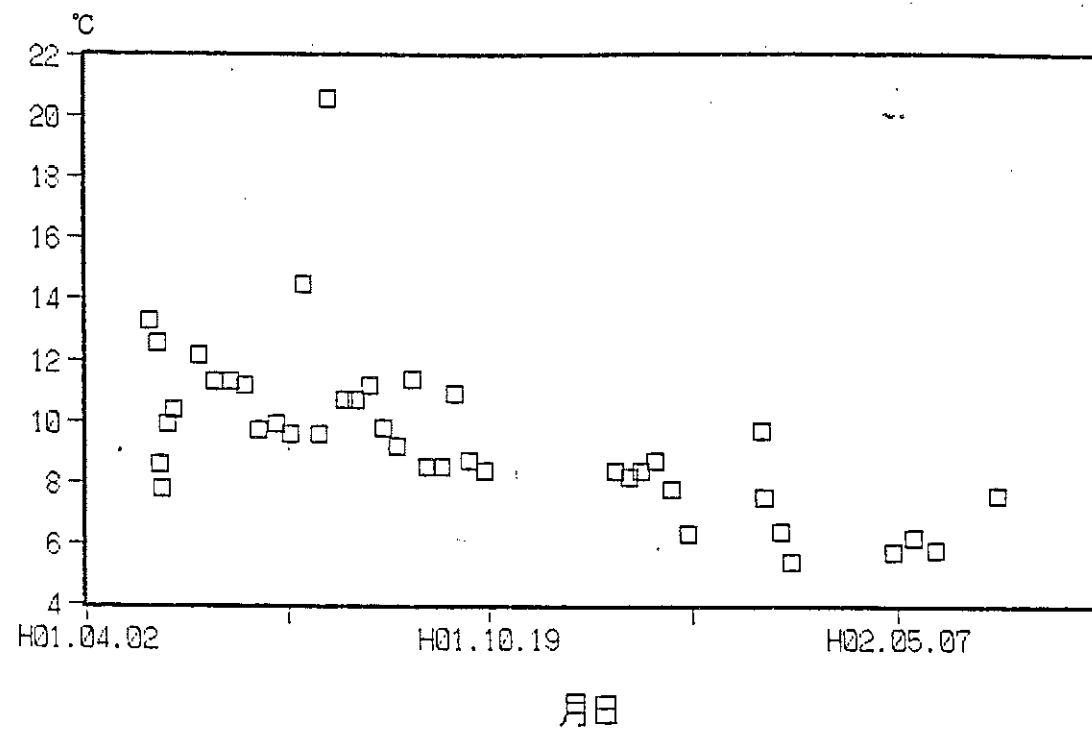


図 6 - 1 1 年群の養成飼育中の水温

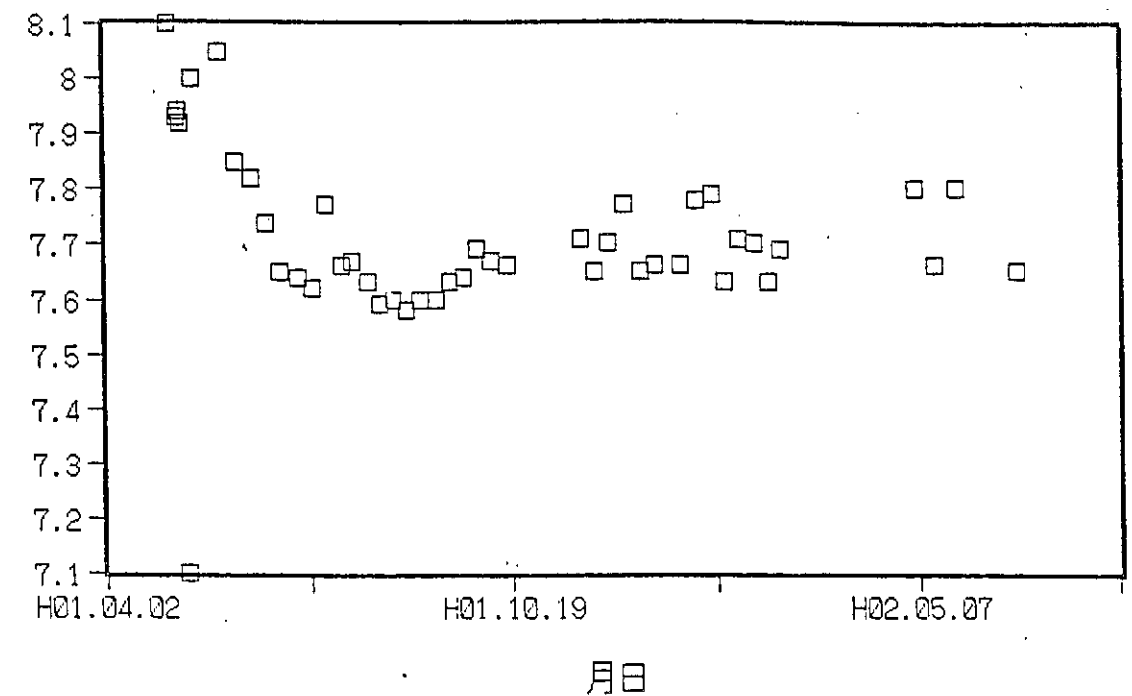


図 6 - 2 1 年群の養成飼育中の p H

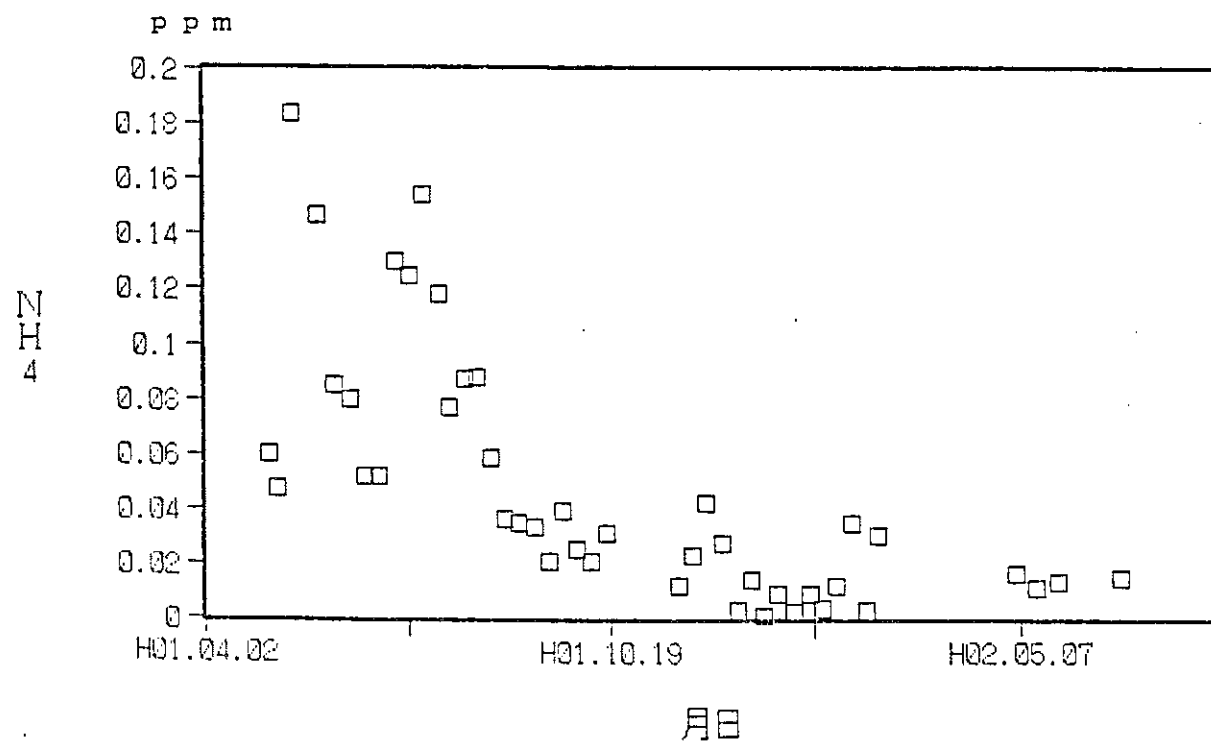


図 6 - 3 1 年群の養成飼育中の NH_4 濃度

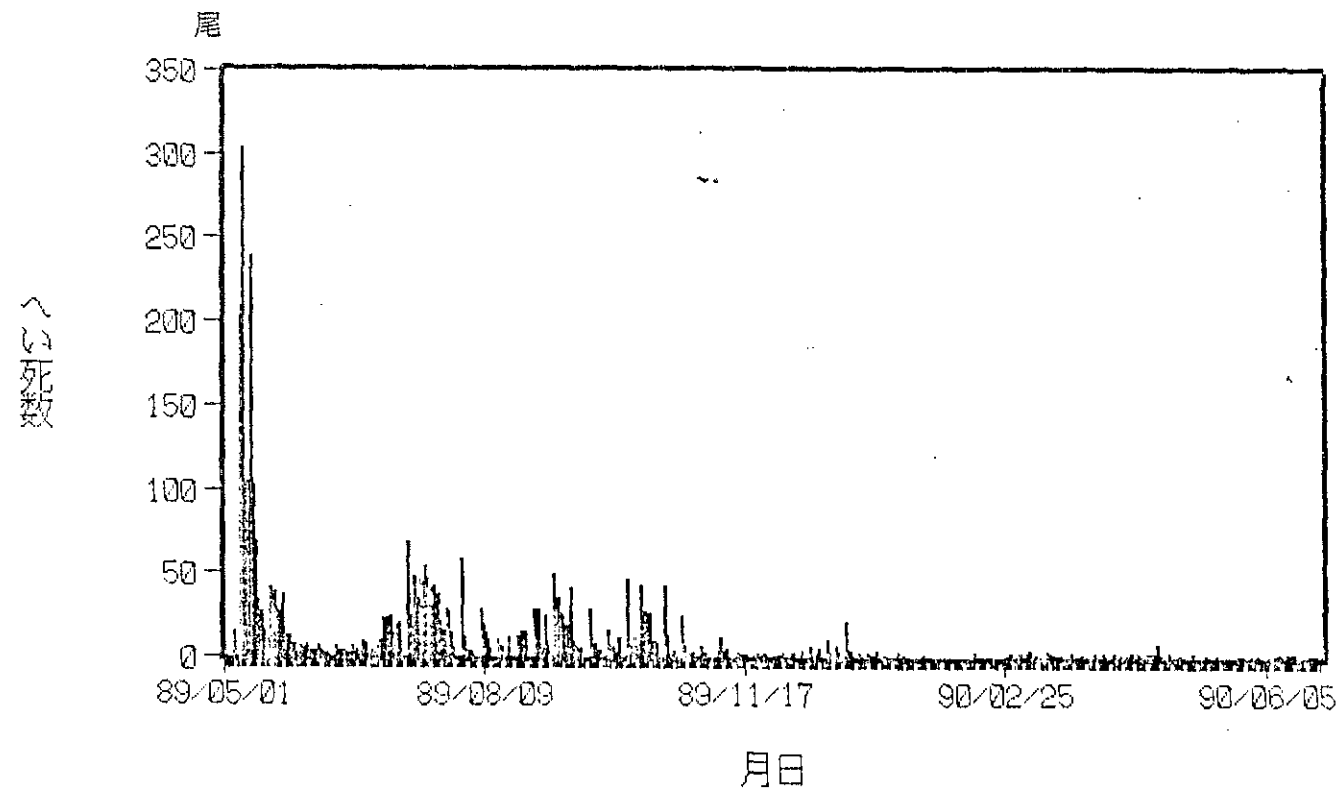


図 6 - 4 1 年群の養成飼育中の斃死尾数

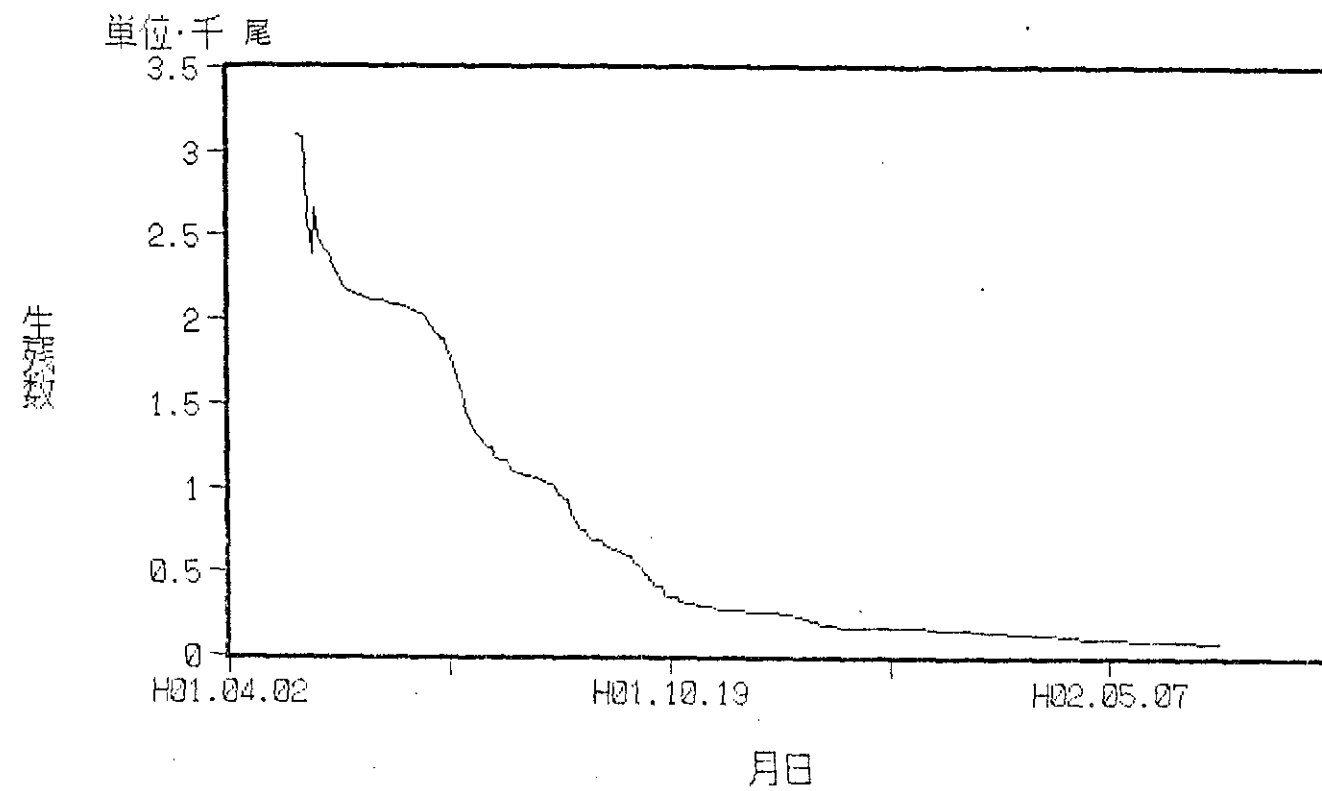


図 6 - 5 1 年群の養成飼育中の飼育尾数

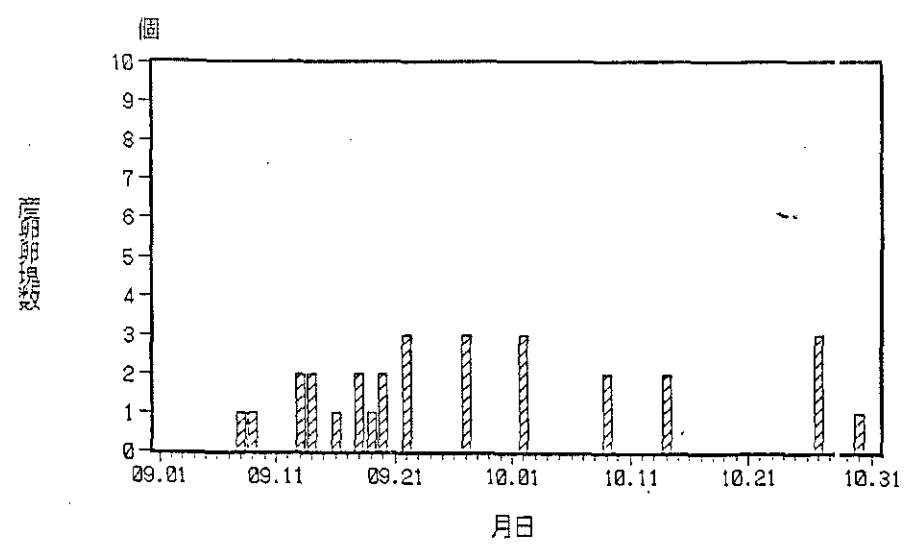


図 7 62年群の産卵数

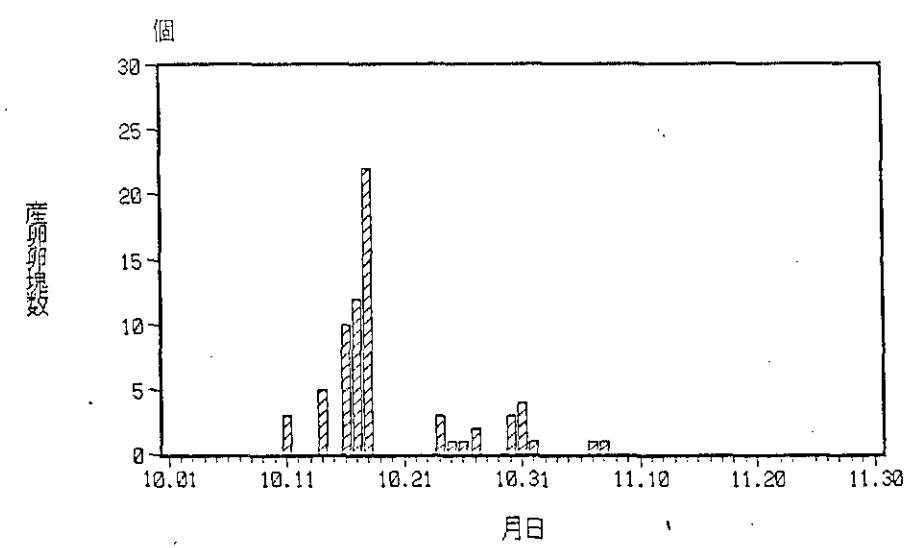


図 8 63年群の産卵数

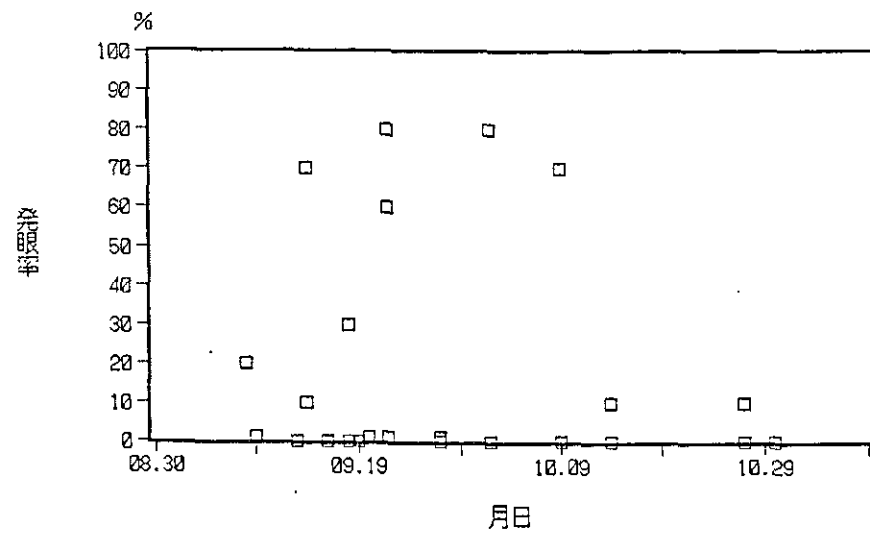


図 9 - 1 62年群の発眼卵率

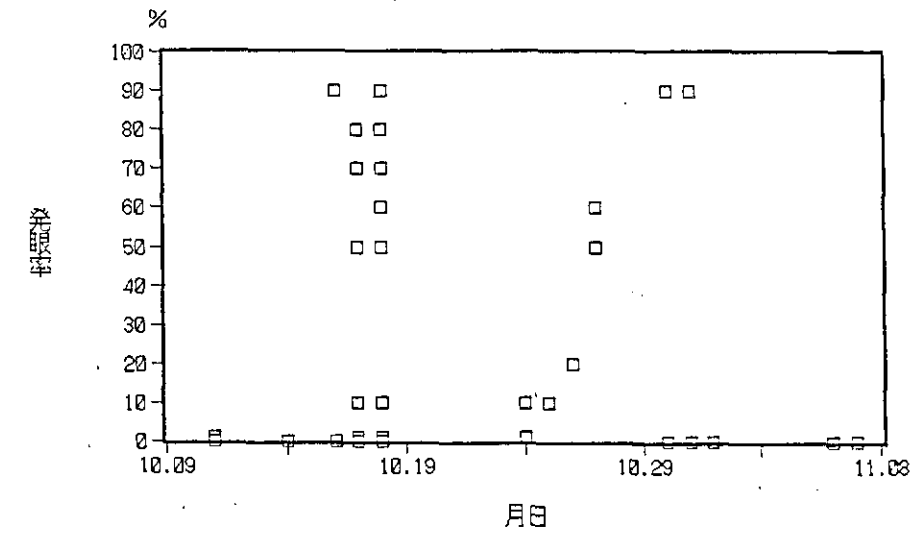


図 9 - 2 63年群の発眼卵率

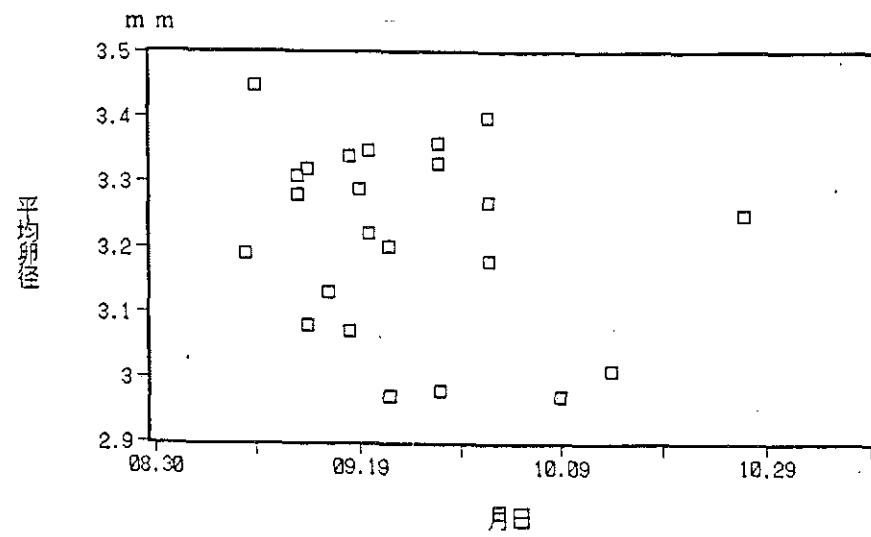


図 10 - 1 62年群の平均卵径

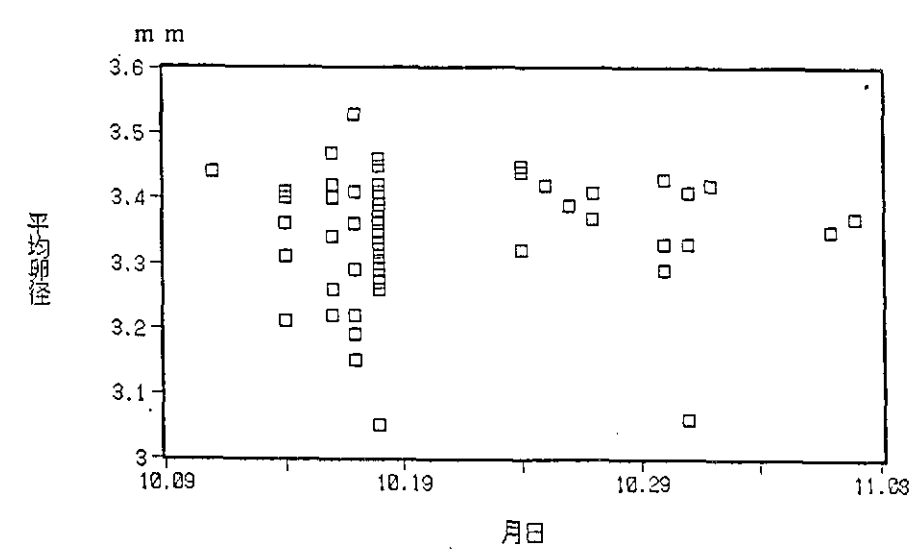


図 10 - 2 63年群の平均卵径

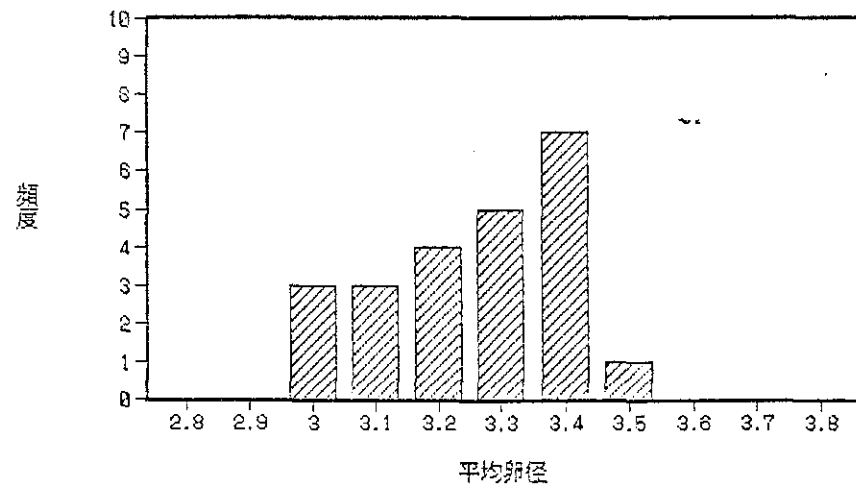


図 1 1 - 1 62年群の平均卵径

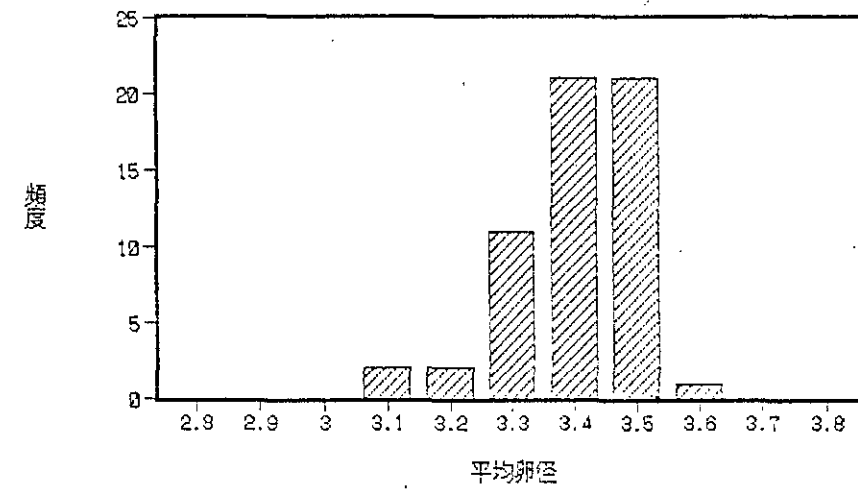


図 1 1 - 2 63年群の平均卵径

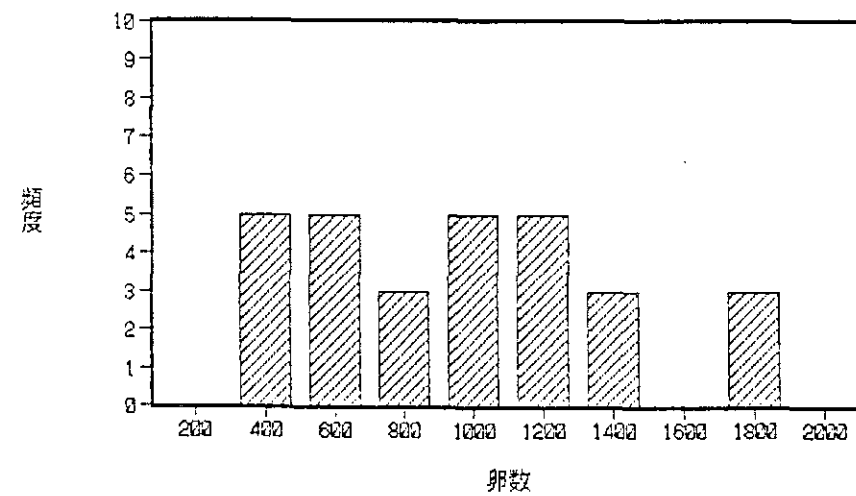


図 1 2 - 1 62年群の産卵数

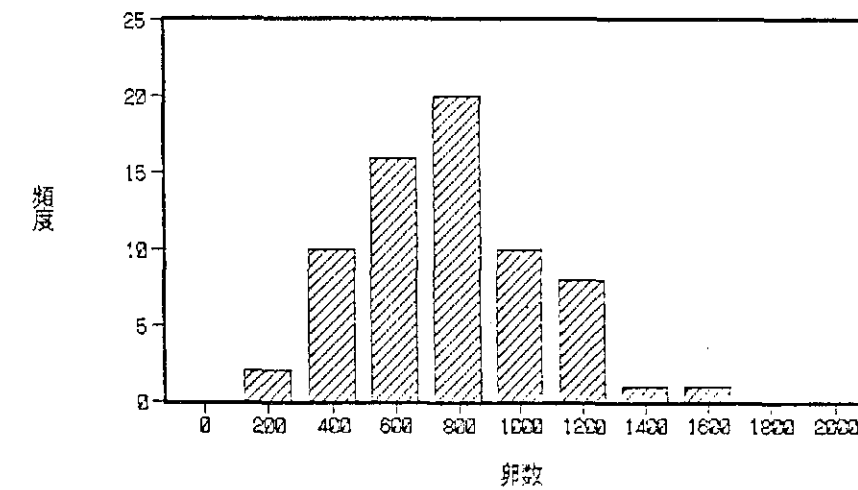


図 1 2 - 2 63年群の産卵数

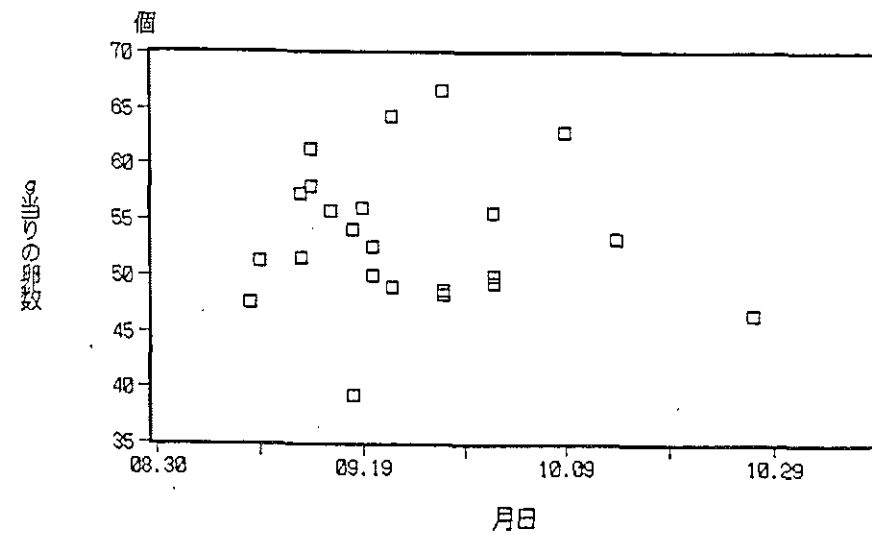


図 1 3 - 1 62年群の個々の卵数

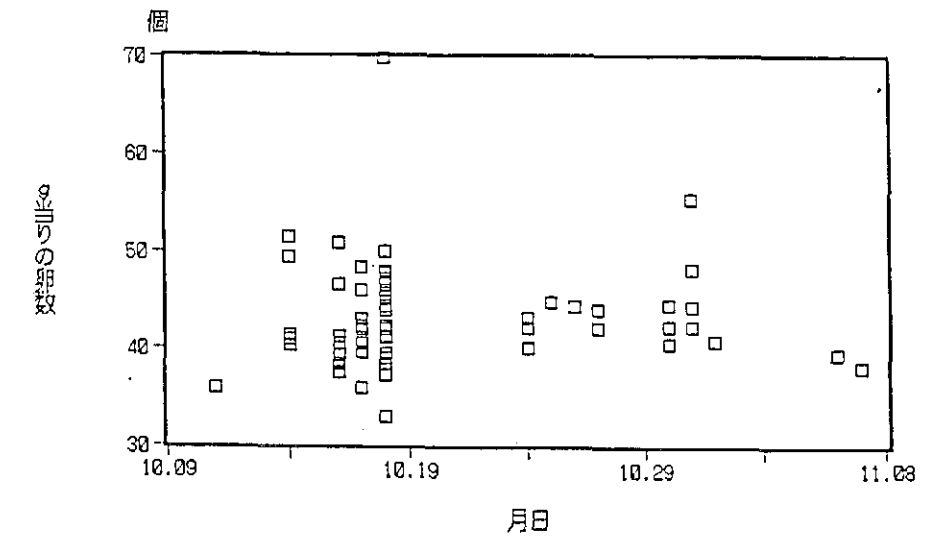


図 1 3 - 2 63年群の個々の卵数

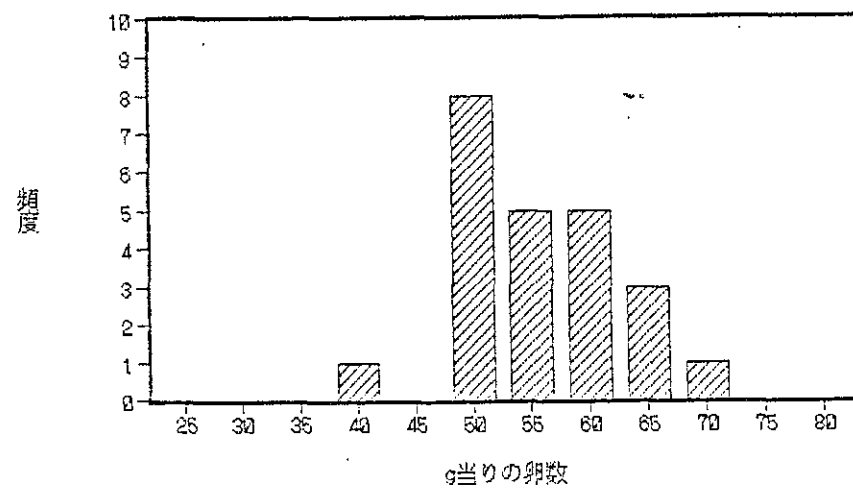


図 1 4 - 1 62年群のg当りの卵数

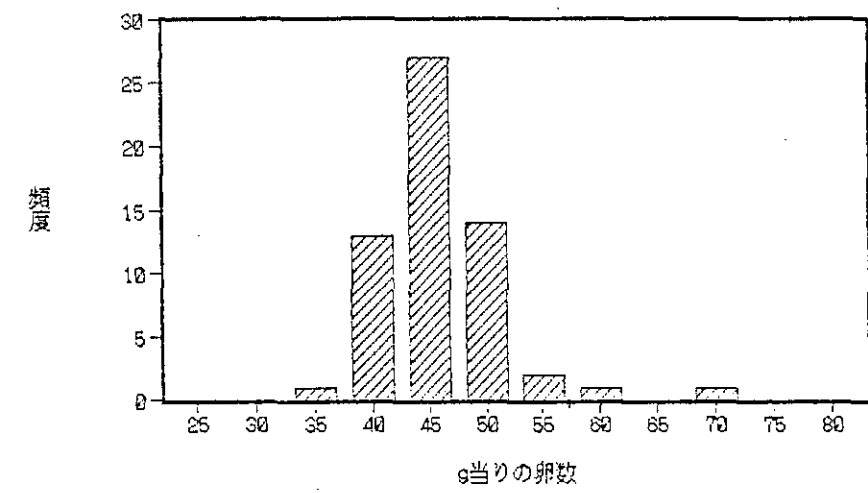


図 1 4 - 2 63年群のg当りの卵数

II 種苗量産

◎ 島 康洋
小林 真人

1 量産飼育

(1) 飼育方法

飼育は50 m³水槽3面と海上小割を使用して行ない、50 m³水槽2面では生物餌料とアミミンチを餌料に従来と同じ方法で飼育し、1面では早期餌付けを目的に配合飼料を使用した飼育を行なった。

ふ化仔魚は秋田県の天然魚から採卵、ふ化したものを使用し、飼育例1、2では7000尾/m³、飼育例3では5000尾/m³を目標に収容した。

飼育は自然水温で行ない、飼育例1、2では水量50 m³で飼育を行なった。配合飼料を投与した飼育例3では、飼育開始当初は飼育密度を高める目的で水量30 m³で飼育したが、配合飼料への餌付きが悪く、配合飼料の沈降速度が早く水深が浅いことが餌付きに影響していることも考えられたので飼育26日目からは水量50 m³で飼育を行なった。換水は収容直後から開始し、飼育例1、2では50～450%/日、飼育例3では配合飼料の残餌による水質悪化を防止する目的で200～450%/日と飼育初期から多く換水した。

使用した餌料は飼育例1、2ではワムシ、アルテミア・プリウス、養成アルテミア、淡水ミジンコ、天然コペポダ、魚卵で1日3～4回に分けて与えた。飼育例1、2では体長2.0 mmころから水槽でアミミンチを餌付けのため投与し、沖出し後はアミミンチ、サバミンチ

を投与した。飼育例3では配合飼料（協和醗酵工業社製初期飼料協和B-1、2）と夕方1回のアルテミア・プリウスを投与した。アルテミア・プリウスの投与量は従来の生物餌料の量の1/3とした。

水槽では毎日午後1回、底掃除機を使用して底掃除を行なった。また、平均体長25 mmを越えてからはALC標識のため3万尾/m³の密度まで減水しALC50 mg/lで24時間の標識を行なった後、飼育例1、2では作業船を使用して海上小割に沖出しした。小割には1小割3万尾で収容し、60 W電灯1個を日没から翌朝まで点灯した。

計数は収容時にパンライト水槽で行ったものと、放流のための取揚げ前に70 lテンタルでの比色計数した2回だけで、海上小割では1/2に当たる10面を計数して、全数を推定した。

(2) 結果と考察

種苗量産飼育の陸上水槽での生産結果を表1に、海上小割での生産結果を表2に示した。また、全体の生産結果と種苗の利用実績を表3に示した。

陸上水槽での生産結果は、取揚げ時に計数を行なわなかったため、収容尾数から斃死魚数を差し引いたもので表わした。例年の結果から底掃除で確認した斃死魚は実際の斃死数より少ないと考えられ、陸上水槽での生残率は飼育例1、2のような高率とは考えられない。海上小割での生残率は、陸上水槽からの沖出し尾数を多く見積もっているため低くなっているが、体長33～35 mmでの通算生残率は昨年が生残率54.4、61.5%と大差はなかった。

量産水槽規模で初めて飼育初期から配合飼料を使って飼育した飼育例3では体長35 mmでの取揚げ時の生残率が35.9%で従来の

生物餌料で飼育した飼育例 1、2 の生残率を大きく下回った。飼育例 1～3 の成長を比較すると図 1 に示すように飼育例 1、2 では順調に成長したが、飼育例 3 では卵黄、油球を吸収し終る飼育 15 日目頃からは成長が鈍化し、飼育 35 日目から逆に急に成長が良くなった。飼育例 1～3 の毎日の斃死数を見ると、図 2 に示すように飼育例 1、2 では収容から 10 日間までの斃死が多く、その他には ALC 標識後の斃死が目立つくらいであるのに対して、飼育例 3 では飼育 25 日くらいから斃死が増加した。飼育例 3 では、配合飼料に餌付かなかった小型のものが飼育 20 日目頃から衰弱し、斃死し、配合飼料に餌付いたものは更に成長したため見掛け上成長が急激にようになったと考えられる。

飼育に使用した餌料量は表 4 に示すようにワムシ、アルテミア・プリウス、養成アルテミア、淡水ミジンコが主体であった。ワムシについてはワムシ生産が過剰な時期でもあり、配合飼料と併用することによりより有効な餌料となることも考えられる。

配合飼料への餌付けは困難であるが、後述するように小型の水槽では良い結果が得られており、小型水槽程度の生残率を得ることができれば、生物餌料の軽減、飼育後半のミンチ餌付き不良による斃死やつつき合いによる斃死を抑えることが可能である。大型水槽では水槽が広いため、部分的にハタハタが高密度になってしまうなど小型の水槽と条件が異なる面もあり、配合飼料の投与方法などに工夫し実用化を目指す必要がある。

2 人工養成魚から得られたハタハタの飼育

(1) 方法

種苗生産され養成飼育した親魚から採卵、ふ化したハタハタの飼

育を行なった。ふ化仔魚は 62、63 年群の親魚から得られた卵からふ化したもので平成 1 年 1 月 18 日頃からふ化が始まったが、1 日のふ化仔魚数が少なかったためにふ化仔魚数がまとまった時点で飼育水槽に収容した。1 回目の収容は 12 月 4 日から 13 日までにはふ化したもので 1100 尾、2 回目は 13 日から 22 日までのもの 1088 尾、3 回目は 12 月 22 日から 31 日までのもの 1150 尾で各々 0.5 m² パンライト水槽に収容した。

飼育は自然水温で行ない、100～300% の換水を行なった。餌料にはアルテミア・プリウスを使用し、エスター 85 オイルで定量の富化を行なった後投与した。

(2) 結果と考察

飼育の結果を表 6 に示した。2 回目の飼育では収容直後から斃死が多く体長 25 mm の取揚げ時の生残率は 14.0% と非常に悪くなったが、1、3 回目の飼育では取揚げ時の生残率は 66.9、62.5% で天然魚から得られたふ化仔魚を飼育した場合の生残率と大差はなかった。養成魚からの採卵は、養成技術や採卵量の確保、ふ化仔魚の活力など問題が多いが、12 月には自然水温も 12℃ 以下となりハタハタの飼育が可能となるので、この時期に合わせてふ化仔魚を得ることが出来るなら、2 月初旬までには体長 25 mm までの水槽飼育を終了することができ、1 年に 2 回の生産を行なうことが可能となる。また、4 月下旬までの 3 か月間養成飼育を行なうこともでき、必要であれば大型種苗を生産することも可能となる。

3 海上小割での電照飼育試験

(1) 方法

今年度の海上小割での電照飼育試験は、電灯に集まる天然プランクトンを利用し、ふ化仔魚から無投餌で飼育を行ない、海上小割の一貫飼育の可能性を検討した。使用した施設は $3 \times 3 \times 2.5$ m、 $\phi 380$ 径の小割2面で、1面には60 w 電灯1個を小割中央に設置しタイムスイッチで18時30分から翌朝7時まで点灯した。もう1面の小割は電照した小割から2筏分、約20 m離れた筏に設置し、無灯火で飼育した。

収容したふ化仔魚は秋田産の天然魚から採卵、ふ化したもので、2月16日にテンタルで計数した後筏まで運んで収容した。収容後は無投餌で飼育し、取揚げまでの間に2回網替えを行ない、適時目合いを大きくした。

(2) 結果と考察

電照試験の飼育結果を表7に示した。4月3日、飼育46日目に取揚げを行ない、電照区は1765尾、生残率18.4%、対照区の無灯火のものは209尾、2.0%の結果となった。

対照区でも209尾が生存したが、これは小割の中に自然に流入してくるプランクトンを餌料としていたものと思われる。これに対して電照区では、より多くのプランクトンを集めることが出来、このため生残率に差がついたもので、図3の取揚げ時の体長組成を見ても電照の効果は明白であった。また、計数、測定は取揚げ時に行なっただけで途中の減耗経過が不明であるが、3月末に電球の玉切れがあり、取揚げ直前3月31日に560尾の斃死があった。これ以前に電球の玉切れがあり天然プランクトンを集めることができず餌不足になったものと思われ、順調に行けば電照区の生残率は20%を越えていたものと考えられる。

しかし、電照区といえども1万尾のふ化仔魚を飼育できるだけのプランクトンを集めることは不可能であったために、水槽飼育での生残率に比べ生残率は大きく劣っている。小割網で飼育する場合、人工の生物餌料を投与することは流出による無駄が多く、飼育方法としては適当ではない。海上小割で飼育を行なうことは施設の利便性もあり、今後は天然プランクトンの不足分を配合飼料で補って海上小割でふ化仔魚から一貫した飼育を行なう方法について検討したい。

4 配合飼料の餌付け試験

(1) 方法

試験は0.5 m³ パンライト水槽で行ない、ふ化仔魚は秋田県産のふ化仔魚で2月6日にふ化したものを1水槽3000尾を目安に収容した。換水は250~500%/日で、底掃除は毎日午後に行ない残餌の除去と斃死魚の確認を行なった。

試験区と餌料の投与方法は表8に示すとうり、配合飼料は協和醗酵社製の初期飼料協和B-1、2で1日分を計量し、それを適当に等分して与えた。アルテミア-プリウスは通常の方法で富化したものを毎日16時頃1回投与した。

(2) 結果と考察

配合飼料餌付け試験の結果を表9に示した。生残率はAr-n区が80.5%ともっともよく、ついでAr+10g区、Ar+5g区、Ar+2.5g区10g区の順に低くなった。試験区ごとの毎日の斃死数は図4に示すように、Ar区では収容直後に斃死が集中しているのに対して、配合飼料を投与した区では、飼育25日前後と40日目以降に斃死が集

中した。前者は卵黄、油球を吸収し尽すまでに十分な栄養を摂取できなかった個体の斃死であり、後者は配合飼料への餌付き不良、生物餌料の不足により成長の遅れた個体が斃死したものと思われる。

試験区の成長は図5に示した。平均体長ではAr+10g区がもっとも大きく、10g区、Ar区、Ar+5g区、Ar+2.5g区の順に悪くなった。これらの体長組成は図6に示すようにAr区の成長差がもっとも小さく、Ar+2.5、Ar+5g区ではピークも明瞭でなく成長差が大きかった。また、Ar+10g区、10g区ではピークは大型の方で見られるものの成長の遅れた小型のものも見られ、取揚げ時であっても配合飼料に完全に餌付いていないと思われる個体が見られた。

配合飼料を摂餌していた個体の割合を図7に示した。ハタハタが群泳するためにランダムなサンプリングが困難で傾向は明瞭ではないが、飼育20日目を越える頃からは各試験区で摂餌割合が安定する傾向が見られる。また、Ar区に観察時だけ配合飼料を投与して摂餌割合を観察したものでは、飼育12日目では30%もの個体が摂餌していたのに以後は摂餌率が低下し、37日目では配合飼料の摂餌は見られなくなった。このことは、配合飼料を摂餌させることはふ化直後から可能であるが、生物餌料への嗜好性が高いため配合飼料への餌付けが困難であることを示している。より嗜好性の高い配合飼料の開発、また、生物餌料との併用手法を開発することによって配合飼料での飼育も可能となるであろう。

今年度の配合飼料は協和醗酵製のものを使用した。Bタイプの配合飼料は単価が高く、より低価格の配合飼料を検討する必要がある。図7にアリザリンで硬骨染色したハタハタの体長と上顎長の関係を示した。配合飼料は嗜好性がもっとも重要な要素となるが、ハタハタでは沈降速度も餌付けの時点では重要な要素である。来年度

以降は自動投餌機を使用した投餌を行ない、配合飼料の摂餌率を高めることを検討したい。

表 1 ハタハタの陸上水槽生産結果

	飼育例 1	飼育例 2	飼育例 3	合計
使用水槽 (実容量) m ³	50 (50)	50 (50)	50 (30 → 50)	
収容月日 (日数)	90.2.7~13	90.2.15~20	90.2.14~15	
尾数 万尾	35.1	37.1	16.7	88.9
密度 尾/m ³	7020	7420	3340	
取揚げ月日 (飼育日数)	90.4.3	90.4.4	90.4.25	
尾数 万尾	32.1	33.0	6.0	65.7
密度 尾/m ³	6420	6600	1212	
全長 mm	27.6 (23.5~31.7)	30.0 (27.2~34.5)	41.3 (26.7~51.1)	
体長 mm	23.9 (20.4~27.3)	26.6 (24.3~30.3)	35.9 (23.6~44.1)	
生残率 %	91.4	88.9	35.9	73.9

表 2 ハタハタの海上小割生産結果

	飼育例 1	飼育例 2	合計
沖出し月日	90.4.3	90.4.3	
尾数 万尾	32.1	33.0	65.1
全長 mm	27.6 (23.5~31.7)	30.0 (27.2~34.5)	
体長 mm	23.9 (20.4~27.3)	26.6 (24.3~30.3)	
取揚げ月日	90.4.25	90.4.25	
尾数 万尾	20.4	21.5	41.9
生残率 %	63.6	65.2	64.4
通算生残率 %	58.1	58.0	58.0
電照区 全長 mm	41.0 (33.3~50.7)	38.0 (28.9~45.3)	
電照区 体長 mm	35.5 (28.7~44.0)	33.0 (25.1~39.4)	
無灯火区 全長 mm	40.0 (34.1~47.0)	39.4 (32.3~46.6)	
無灯火区 体長 mm	34.8 (29.2~41.2)	34.3 (28.5~40.5)	

表 3 ハタハタ種苗の利用実績

	飼育例 1	飼育例 2	飼育例 3	0.5 m ² 実験区	合計
生産尾数 万尾	20.4	21.5	6.0	1.5	49.4
体長 mm	35.5	33.0	35.9	25~30	
利用尾数 万尾	47.2	0.6	1.3		49.4
体長 mm		35	25~35		
利用先	標識放流	親魚養成	標識試験		

表 4 ハタハタ種苗生産に使用した餌料量

餌料		陸上飼育			海上飼育	合計
		飼育例 1	飼育例 2	飼育例 3		
ワムシ	億個体	64.0	50.4	—	—	114.4
アルテミアノープリウス	億個体	40.2	35.7	13.9	—	89.8
養成アルテミア	万個体	49290	43980	—	—	93270
冷凍養成アルテミア	万個体	58420	42130	—	—	100550
淡水ミジンコ	万個体	22760	27350	—	—	50110
天然コペポダ	万個体	10845	8713	—	—	19558
魚卵*	万粒(尾)	546	28	—	—	574
配合飼料	Kg	2.8	3.7	57.5	—	64
アミミンチ	Kg	76.6	68.6	—	1005	1150.2
		—	—	—	107	107

* マガレイ、ヒラメ卵

表 5 餌料の栄養強化方法

餌料	密度	強化方法
ワムシ	500個/ℓ	冷凍ナシクロ(4000万細胞/ℓ) 20～28時間
アルテミアノープリウス	150個/ℓ	エスタ85 50ℓ/m ³ 20～28時間 北米産
養成アルテミア	100個/ℓ	冷凍ナシクロ 2～4時間
淡水ミジンコ	100個/ℓ	冷凍ナシクロ 2～4時間

表 6 人工養成魚から採卵ふ化したハタハタの飼育結果

			No 1	No 2	No 3	合計
収容	月日		89.12.13	89.12.22	89.12.27,31	
	尾数	尾	1100	1088	1150	3 3 3 8
	密度	尾/m ²	2200	2176	2300	
	体長	mm	11.8 (10.4~13.1)	13.4 (12.0~14.6)	13.1 (11.9~14.6)	
取揚げ	月日		90.2.4 (51)	90.2.10 (50)	90.2.15 (50)	
	尾数	尾	736	152	719	1 6 0 7
	密度	尾/m ²	1472	304	1438	
	生残率	%	66.9	14.0	62.5	4 8 . 1
	体長	mm	24.7 (19.3~29.7)	25.9 (20.9~30.5)	25.1 (21.0~29.8)	

表 7 海上小割網での電照飼育試験結果

			電照区	対照区
収容	月日		90.2.16	90.2.16
	尾数	尾	9600	10200
	体長	mm	13.3 (12.2~14.1)	13.3 (12.2~14.1)
取揚げ	月日		90.4.3 (46)	90.4.3 (46)
	尾数	尾	1765	209
	生残率	%	18.4	2.0
	体長	mm	31.9 (28.8~34.4)	25.9 (21.1~28.7)

表 8 配合飼料餌付け試験の試験区と投餌方法

試験区	投餌方法
Ar-n区	アルテミアノープリウスのみ1日3、4回投餌
Ar+2.5g区	配合飼料2.5gを8時から15時の間に6回次投餌、16時にアルテミアノープリウスをAr-n区の1回分投餌 配合飼料は24日目から3.75g
Ar+5g区	配合飼料5gを8時から15時の間に6回次投餌、16時にアルテミアノープリウスをAr-n区の1回分投餌 配合飼料は24日目から7.5g
Ar+10g区	配合飼料10gを8時から15時の間に6回次投餌、16時にアルテミアノープリウスをAr-n区の1回分投餌 配合飼料は24日目から15g
10g区	配合飼料2.5gを8時から16時の間に7回次投餌、 配合飼料は24日目から15g、39日目から20g

表 9 配合飼料餌付け試験の結果

		Ar-n区	Ar+2.5g区	Ar+5g区	Ar+10g区	10g区
収容	月日	90.2.6	90.2.6	90.2.6	90.2.6	90.2.6
	尾数	3437	3290	3384	3534	2695
	密度 尾/m ³	6874	6580	6768	7068	5390
取揚げ サル 斃死 生残率 体長	月日	90.4.1(54)	90.4.1(54)	90.3.31(53)	90.3.31(53)	90.3.31(53)
	尾数	2768	2261	2483	2711	1641
	尾数	255	344	330	347	292
	尾数	414	685	571	476	762
	生残率 %	80.5	68.7	73.4	76.7	60.9
	体長 mm	24.8(21.5~29.4)	21.8(16.6~29.8)	23.9(17.6~30.5)	25.6(19.0~34.1)	25.4(18.2~29.6)

表 10 ハタハタの配合飼料餌付け試験に使用した餌料量

		Ar-n区	Ar+2.5g区	Ar+5g区	Ar+10g区	10g区
アルテミアノープリウス	万個体	8104	2207	2207	2207	-
配合飼料	g	-	162	340	680	735

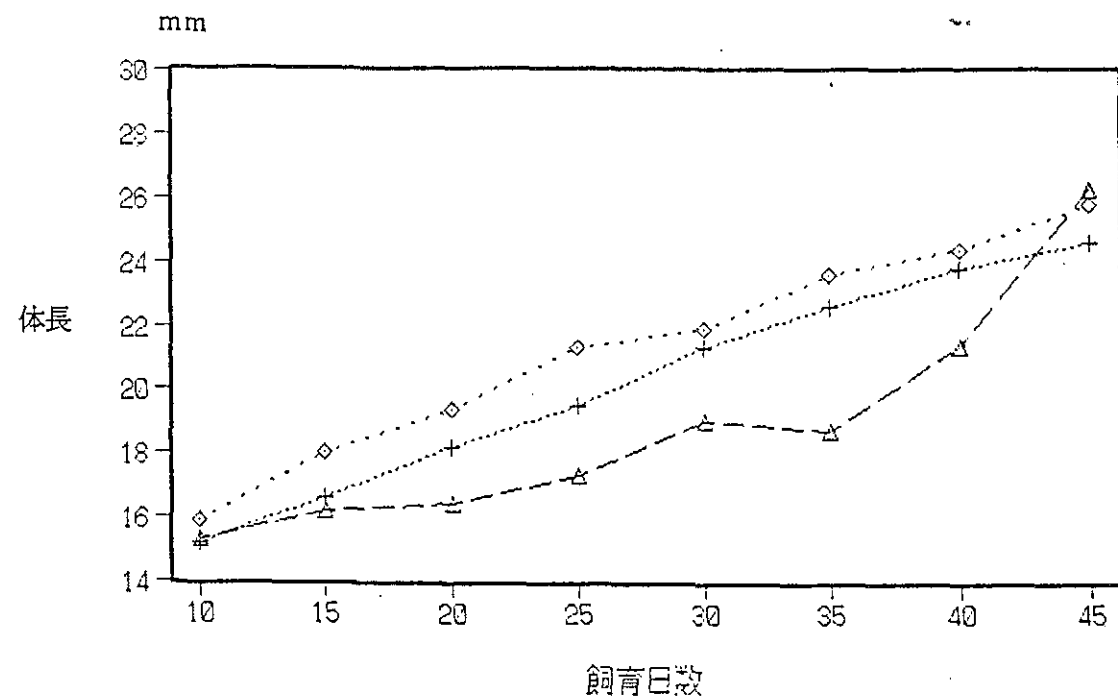


図1 50m³量産水槽で飼育した3例の成長

+ 飼育例1 ◇ 飼育例2 △ 飼育例3配合飼料区

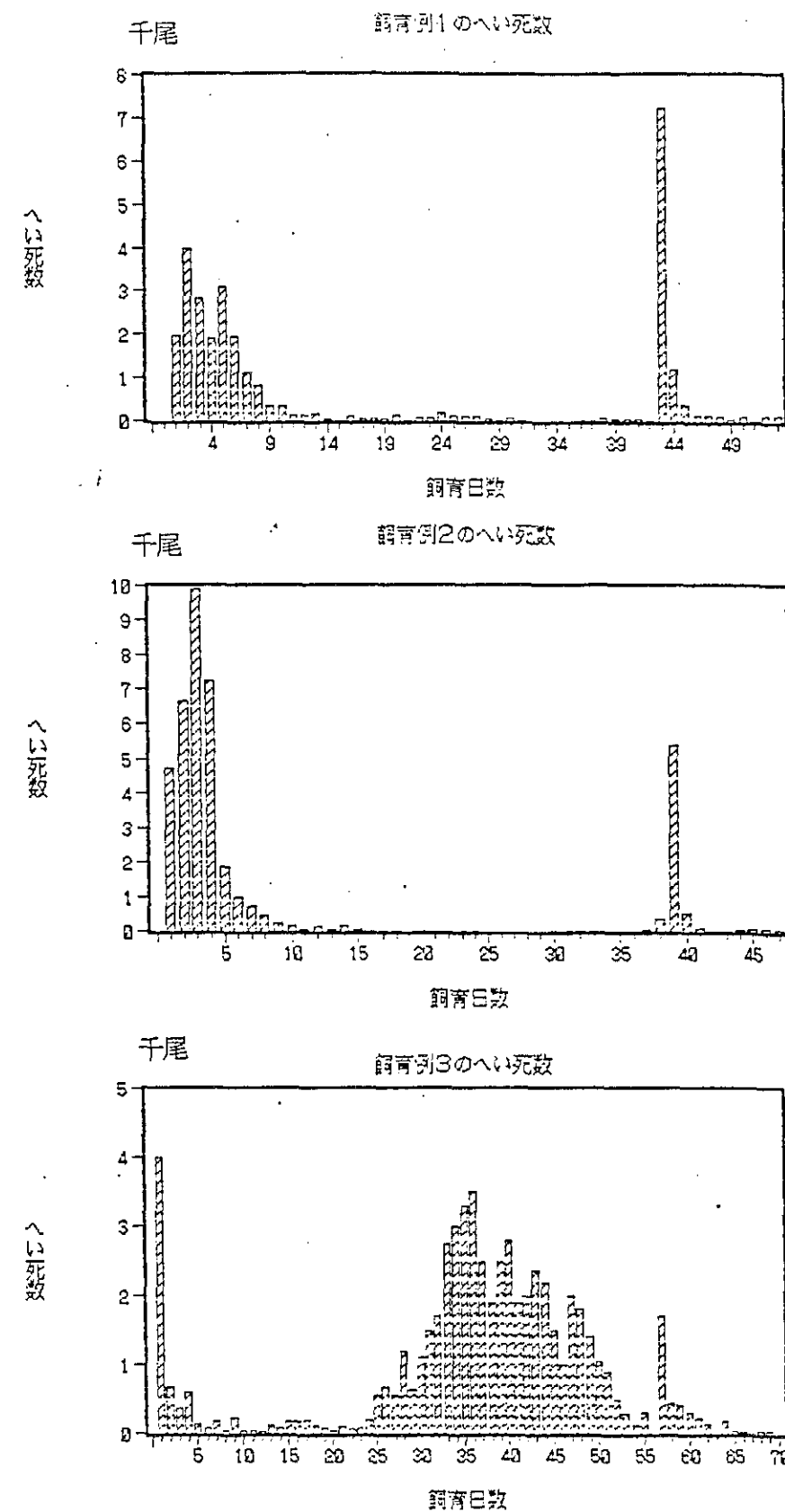


図2 50m³量産水槽で飼育した3例の毎日の斃死数

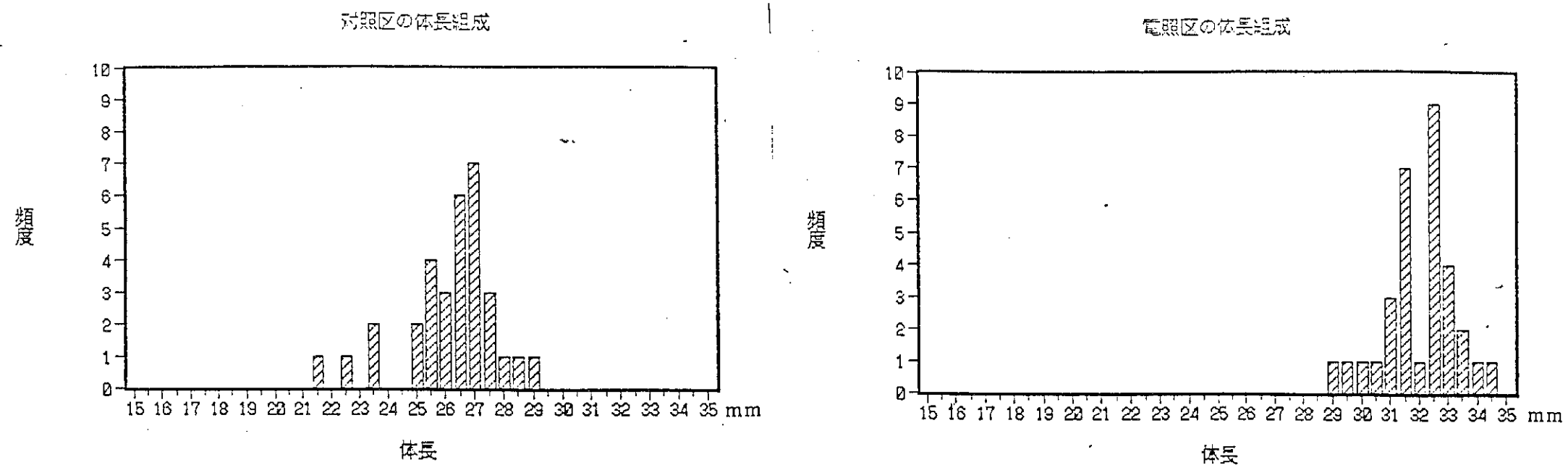


図3 海上小割での電照飼育区と対照区の取揚げ時の体長組成

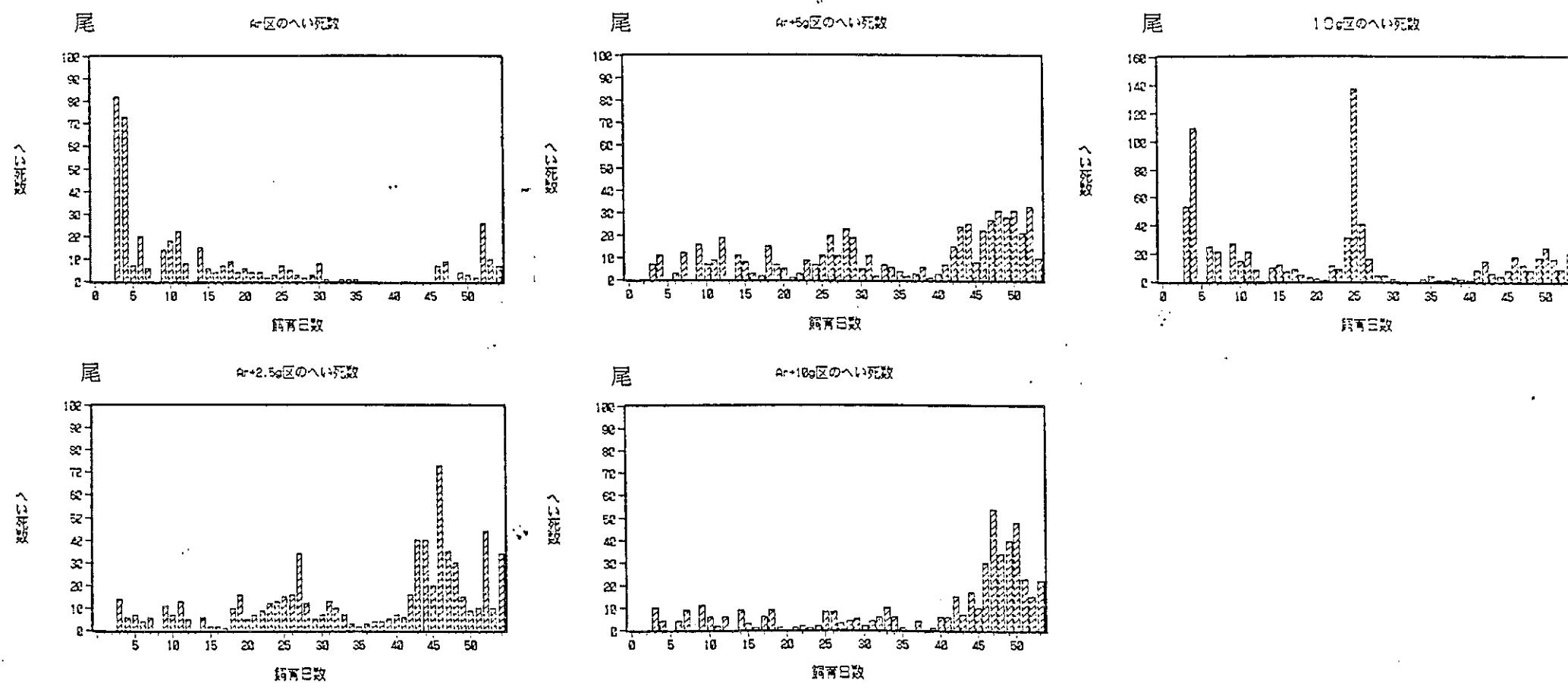


図4 配合飼料餌付け試験区の毎日の斃死数

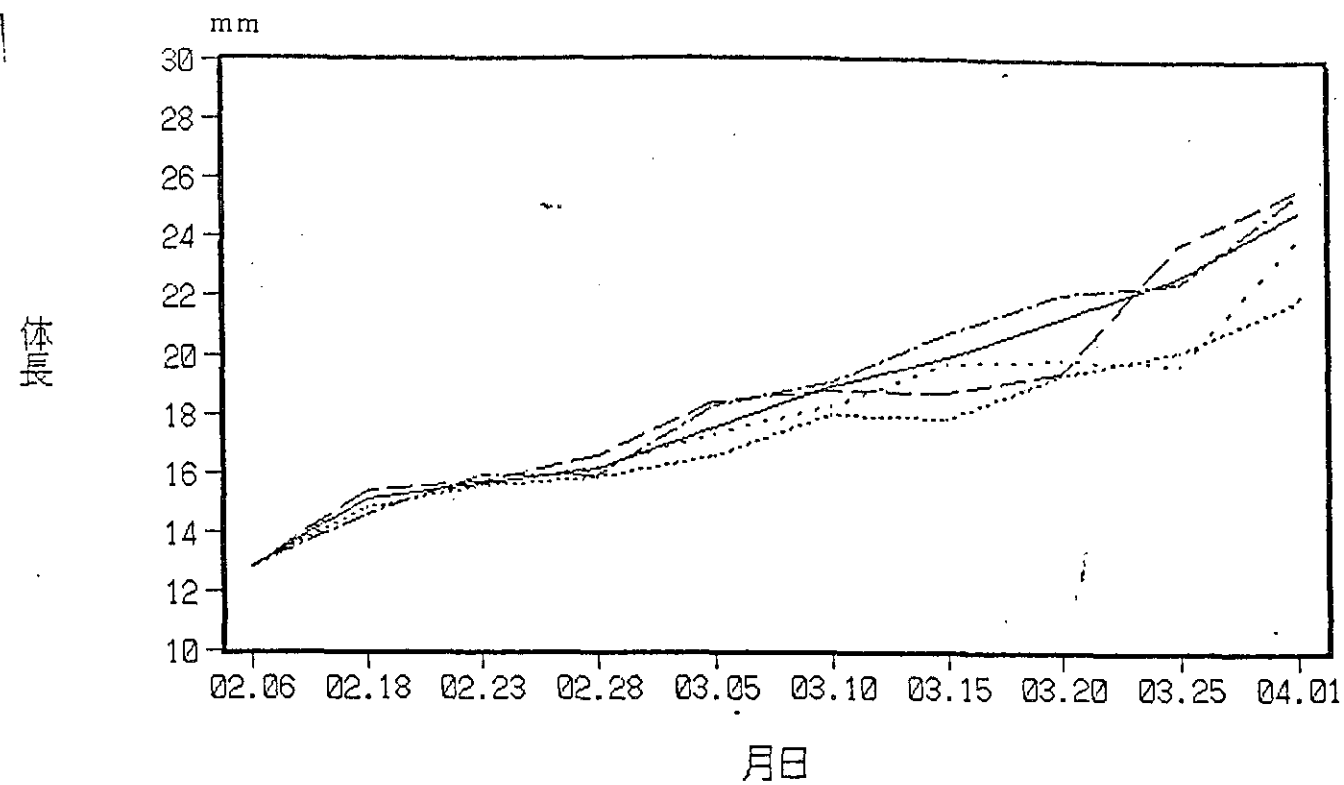


図5 配合飼料餌付け試験区の成長

— Ar-N区 Ar+2.5g区 ... Ar+5g区 -- Ar+10g区 --- 10g区

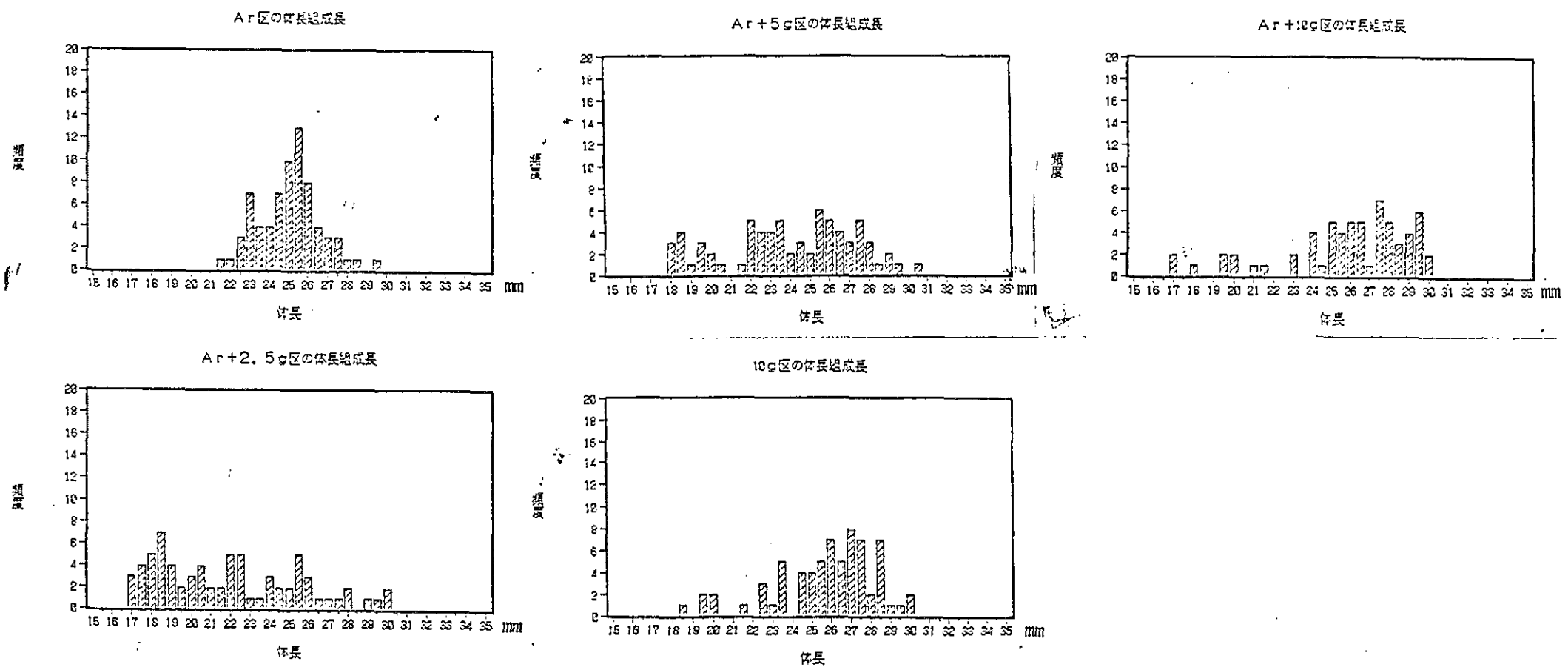


図6 配合飼料餌付け試験区の取揚げ時の体長組成

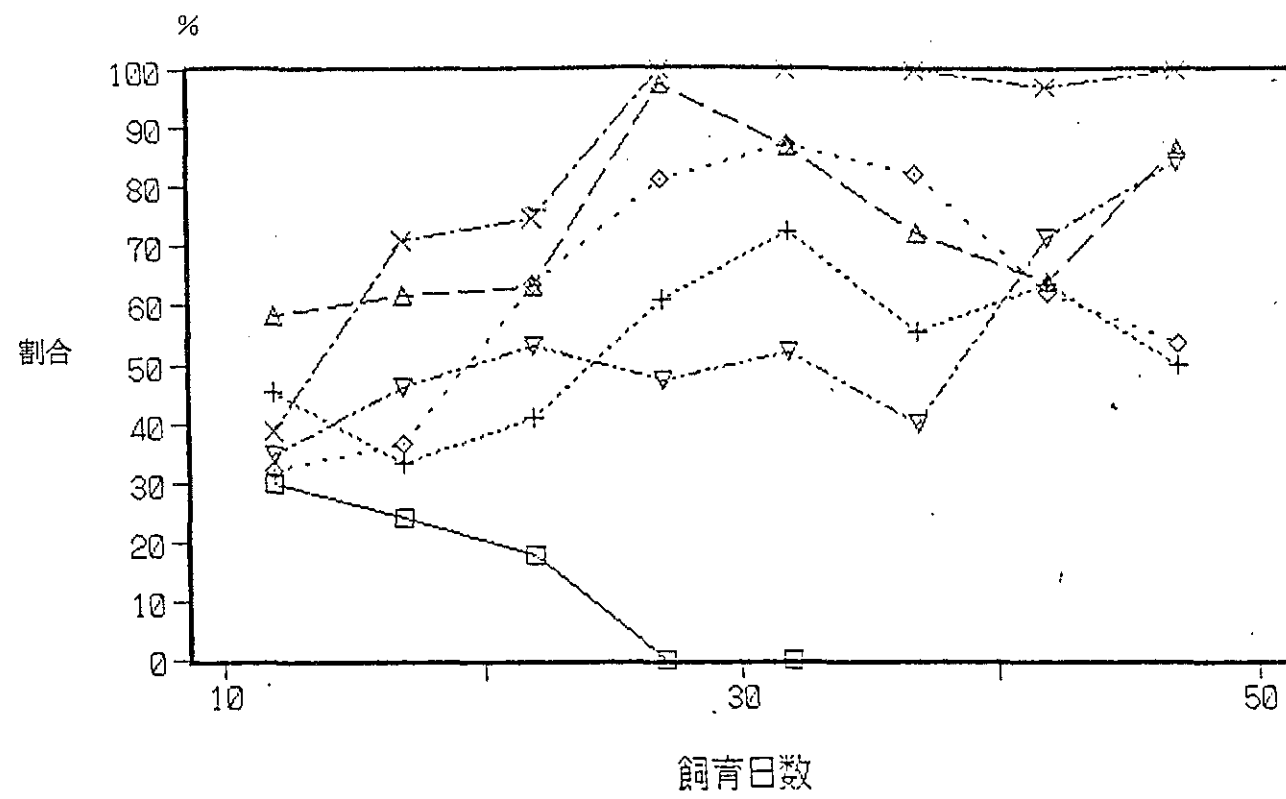


図7 配合飼料を摂餌していた個体の割合

□ Ar-n区 + Ar-n+2.5g区 ◇ Ar-n+5g区 △ Ar-n+10g区 × 10g区 ▽ 飼育例3

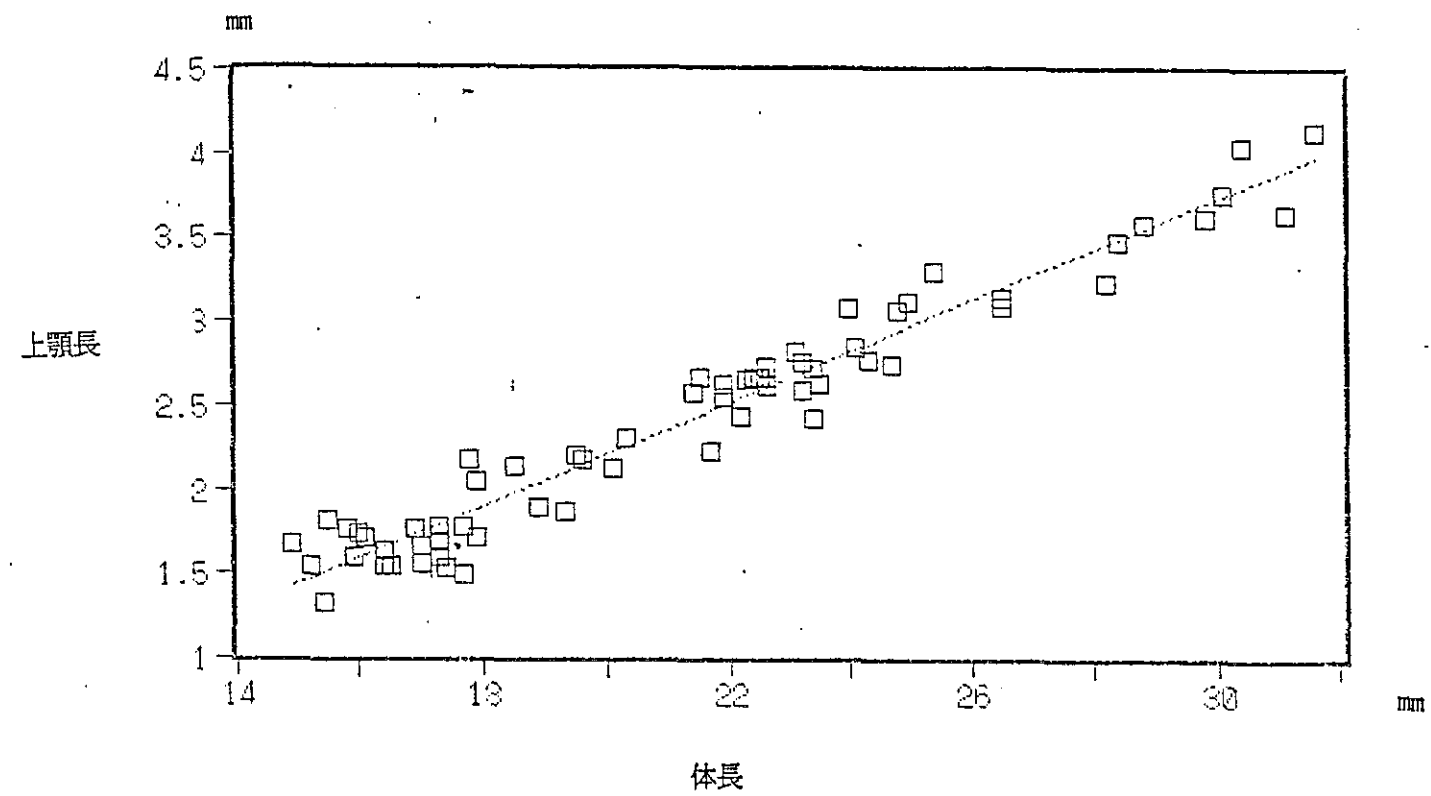


図8 硬骨染色したハタハタの体長と上顎長の関係

Ⅲ 資源添加

◎ 島 康洋
小林 真人
長倉 義智

1 種苗の輸送と放流

(1) 方法

種苗の輸送はトラック4台を使用し、秋田県2名、日裁協2名が1台に1名ずつ添乗して行なった。2台のトラックには1.2 m³のポリエチレン製のカマボコ型輸送水槽を各7個積み込み、1.5万尾/m³（1.8万尾/水槽）の密度を目安に収容した。更に一台はFRP製の活魚車（1.8 m³×6）、もう一台はキャンバス製の水槽（1 m³×7）で、活魚車には1.5万尾/m³、キャンバス水槽には1.0万尾/m³の密度で収容を行なった。収容は50 m³水槽から6万尾、海上小割から41.2万尾で海上小割網からの取揚げでは、ボートにテンタル8～10個を積み込み1小割の稚魚を収容して岸壁まで運んだ後、水量を減らし水ごと輸送水槽に流し込んだ。輸送水槽に収容した後は事業場で3/4の換水を行ない、17～19時にかけて出発し、途中山形県栽培漁業センターで2/3換水を行ない、13～14時間後に秋田県水産振興センターに到着した。到着後は斃死の取揚げと2/3の換水を行ない、男鹿市北浦の地先に直接放流を行なった。放流には秋田県水産振興センターと男鹿市漁協から多数の協力を得ることができた。

(2) 結果と考察

輸送と放流の結果を表1に示した。輸送中の斃死は5.1万尾（生残率89.2%）で、ALC（50 mg/l）標識放流尾数は42.1万尾（全長39.9 mm）であった。

輸送中の斃死尾数が多かった原因は、輸送水槽への収容方法、特に小割網から水槽までの取り扱いと輸送水槽の形状に問題があったものと思われる。小割網からの取揚げでは、水量20～30 lのテンタルに2000尾前後を収容し、10分程度無通気の状態で運んだために稚魚の活力が低下したものと思われ、生産量、輸送量が増加する今後は、酸素通気などの装備が必要となる。輸送水槽の形状については昨年度FRP製の活魚輸送車での生残率が低いことを問題提起したが、今年度も1回の輸送で放流を行うため、トラック4台が必要となり、ポリエチレン製の水槽の他に活魚車、キャンバス水槽も使用した。活魚車では水槽内に水流が出来るような酸素分散器の配置を検討することにより、斃死の少ない水槽も見られたが、キャンバス水槽ではすべての水槽で斃死が多く見られた。今年度は、輸送尾数が多かったことと、到着時の連絡不備で水槽間の斃死状況が分からなくなったが、輸送サイズ、尾数を考えると放流を2回に分けて行なうことを検討する必要がある。

岸壁からサイフォンで直接放流する際に行った潜水観察では、ホースから流れ出た稚魚は海水中で数尾～数十尾の群れをなし沖合いに向かって遊泳し、岸側に向かうものはほとんどなかった。また、海草の影などに隠れるものや、海底に静止するものもほとんど見られなかった。

2 標識魚の追跡調査

(1) 稚魚（平成2年放流群）の追跡調査

1) 方法

調査は秋田県と共同で、曳き網を行なうことが出来る安田沖を中心に行ない、4月27日、5月2日、10日、11日、29日、6月13日の6回行なった。曳き網は、開口板付きのもので水深ごとに15分～30分間曳網し、漁獲されたサンプルは秋田県水産振興センターに持ち帰り、分類、測定を行なった。ハタハタについては測定後耳石を摘出して蛍光顕微鏡下でALCの確認を行なった。

2) 結果と考察

ハタハタ稚魚の採捕結果を表2に、混獲された魚種を表3に示した。再捕されたALC標識魚は、いずれも放流の翌日に再捕されたもの4尾で、放流後6日目の調査では1000尾以上のハタハタ稚魚が採捕されたにもかかわらず、標識魚は再捕されなかった。標識魚が再捕された地点は、放流点からおおよそ10kmの地点で水深も20、30mと比較的深く、天然の稚魚が棲息する水深から考えると、標識魚の移動、分散はかなり速いように思われる。調査は秋田県との調整もあり1週間程度の間隔を開けて行なったが、標識魚が調査海域に滞留する期間は、2年間の調査でも非常に短く、放流魚の動態を見るには放流直後から1週間程度の調査を徹底して行なうことが望ましい。また、曳き網の調査は、調査可能な水域が限られ放流地点の西側での調査はほとんどできていない、放流直後の調査を徹底して行なうとともに、調査漁具についても簡便な方法を検討して再捕地点、回数を増やす必要がある。

(2) 成魚（平成1年放流群以前）の追跡調査

1) 方法

産卵のため接岸してくる親魚、あるいは県の調査船で漁獲されたハタハタに付いてALC標識魚調査を行った。産卵接岸親魚については青森県、秋田県、富山県、石川県の漁協、水試を通じてサンプルを購入し、調査船のサンプルは秋田県の調査船『千秋丸』が漁獲したものを冷凍、あるいは測定後冷凍して事業場に搬入し、測定後耳石を摘出して、蛍光顕微鏡下で観察した。耳石を保存する場合は乾燥保存し、観察前に水につけて汚れを取り除いた後観察を行った。

2) 結果と考察

ALC標識調査の結果を表4に、また、サンプルの体長組成を図1に示した。現在のところ2257尾について耳石の観察を行ったがALC標識魚は発見されていない。

3 標識試験

(1) ALC標識の標識識別期間について

1) 方法

親魚養成飼育を行ったハタハタの内、斃死したものについてALC標識の識別期間を観察した。

2) 結果と考察

ALC標識の観察結果を表5に示した。63年群はALC濃度25mg/ℓで標識したものであったが、1才半に当たる平成1年12月では蛍光顕微鏡で見えるALC標識は微かになり、かなりの困難となった。ALC濃度100mg/ℓで標識した1年群は標識直後から耳石が紫色に染まり肉眼でも標識が可能であったが、1年半

を経過した現在でも、耳石を摘出した時点で肉眼により識別できている。

今年度のALC標識は濃度50mg/ℓで行い、標識作業での斃死も少なく順調であるが、1年群の様に標識を肉眼で識別することはできず蛍光顕微鏡を使用して観察しなければならない。ハタハタの標識は産卵回帰する親魚での調査が主体となると考えられるので標識時の斃死率や、標識単価は高いものの100mg/ℓでの濃度で標識したものを放流することが必要と思われる。

(2) アリザリンレッドSを用いた耳石標識試験

1) 方法

試験に使用した稚魚は0.5m³水槽で配合飼料を餌料に飼育されたもので、平均体長32.7mm(26.4~39.0)であった。アリザリンレッドS(以下ARS)は水道水にNaOHを添加しpH10~11程度に調整し、高濃度に溶解したものを原液に使用し所定の濃度に調整した。また、ARSは海水中では図2に示すようにコロイド状の沈殿を生じ、上澄み液は淡い紅色となるので標識液には20%海水を使用した。標識は0、25、50、100、200、300mg/ℓの濃度で24時間溶液に浸漬し、標識後24時間の斃死と標識状態を観察した。

2) 結果と考察

ARSでの標識試験結果を表6に示した。ARSで耳石に標識した場合、その標識はALCと同じく赤色の蛍光として識別される。今回の標識試験では25mg/ℓ~300mg/ℓの濃度範囲すべてで明瞭に赤色の標識が確認された。しかし、その標識は濃度より

差が見られ、ALC100mg/ℓで見られるような耳石が肉眼で赤く見えるような標識濃度はARSでは200~300mg/ℓであった。今後はARSを完全に溶解させる手法についての検討が必要である。

標識試験での生残率についてみると標識液に20%海水使用し、標識後すぐに生海水に戻した1回目の試験では、標識終了後24時間での生残率は、300mg/ℓの濃度の試験区が生残率を除くとARS濃度が高くなるにつれて低くなった。300mg/ℓ濃度区では原液を大量に入れるためpH値が高くなっており、このため生残率が高くなったことも考えられた。しかし、対照区を含めて標識終了時の活力と生残率に差があるために、標識液である20%海水の影響が強いと考えられたので再度の試験を行ない、標識後海水濃度を徐々に高めて生残率を比較した。この結果、ARSを添加しない区で試験の終了後すぐに生海水に戻したものと、40%海水、60%海水と段階的に海水に戻したものとで生残率は20%も差が見られた。図3に示すように各濃度で生残率は2回目が高く安定した結果が得られた。ARSのハタハタに及ぼす影響は100mg/ℓ程度から見られる様であるが、完全に溶解していない現在の状態ではその影響を判断することはできない。

表 1 ハタハタの輸送と放流結果

積み込み月日	平成2年4月25日
尾数	47.2万尾
輸送斃死尾数	5.1万尾
放流場所	秋田県男鹿市北浦港地先
月日	平成2年4月26日
尾数	42.1万尾
全長	39.9mm(26.7~51.1)
輸送生残率	89.2%

表 2 ハタハタ稚魚の追跡調査採捕結果

調査月日	90.4.27					90.5.2				90.5.10	90.5.11	合計
場所	相川3m	安田5m	安田10m	安田20m	安田30m	安田5m	安田10m	安田20m	安田30m	能代3m	安田10m-2	
ハタハタの採捕尾数	1	42	1	3	6	524	381	163	5	142	195	1463
体長mm	26.0	39.5 (35.2~43.5)	24.9	30.0 (26.3~32.7)	30.5 (22.4~33.6)	27.8 (20.2~36.7)	27.5 (19.5~38.1)	32.7 (24.9~41.7)	30.7 (25.8~35.9)	32.7 (26.0~42.9)	34.1 (25.6~43.1)	
体重 g	-					0.17 (0.04~0.44)	0.19 (0.05~0.55)	0.36 (0.13~0.74)	0.30 (0.11~0.48)	0.36 (0.15~0.84)	0.42 (0.14~0.9)	
A L C 標識魚数	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	4
率 %				33.3	50							0.27

表 3 - 1 ハタハタ稚魚追跡調査の混獲魚

調査月日	4月27日									
調査点	八斗放流点	八斗2 m	八斗5 m	相川3 m	相川5 m	浜間口5 m	安田5 m	安田10 m	安田20 m	安田30 m
魚種	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)
コモンカスベ										
ワニエソ										
スケトウダラ									4	
シロギス										
マアジ										
チダイ										
マダイ								1 (97)		
ウミタナゴ	1 (143)									
スジハゼ										
ヒメハゼ										
ニクハゼ									1 (54)	
ギンポ					2 (134, 146)					
イトギンポ	1 (87)		1 (72)		1 (84)					
クロソイ			1 (108)							
ハオコゼ										
クジメ	5 (92~201)	1 (138)	6 (102~175)		12 (61~137)					
アイナメ			2 (58, 297)		14 (63~176)			5 (168~358)		
ホッケ						2 (304~340)				
マツカジカ										
アイカジカ									1 (151)	
アナハゼ	2 (51, 63)	2 (43~62)	8 (47~63)		6 (39~52)					
シロウ										2 (172, 178)
ヤギウオ										
コオリトクビレ										
ネズッポ									23 (53~83)	
ガンゾウビラメ										
アラメガレイ						6 (66~77)	21 (55~77)	16	4 (45~73)	6 (57~84)
マガレイ										
マコガレイ				1 (231)	1 (183)			2 (242, 293)	2 (42, 43)	
ヌマガレイ										
イシガレイ					1 (220)				2 (227, 247)	
ササウシノシタ										
クロウシノシタ										1 (287)
アミメハギ			3 (33~45)		1 (39)					
クサフグ				8 (82~126)	9 (101~124)	1 (101)	6 (86~103)			3 (101~133)
ハタハタ				1			20	1	3	3

表3-2 ハタハタ稚魚追跡調査の混獲魚

調査月日	5月2日				5月10日					
調査点	浜間口5m	安田10m	安田20m	安田30m	能代5m	能代10m	能代20m	能代20m	能代30m	能代7m
魚種	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)
コモンカスベ		1 (68)					1 (327)	2 (208, 271)	5 (142~346)	
ワニエソ			20 (24~34)				1		1	
スケトウダラ	2 (52, 73)	15 (43~147)	29 (53~111)						1 (83)	
シロギス			3 (76~82)							
マアジ										
チダイ										
マダイ										
ウミタナゴ										
スジハゼ		1 (36)							1 (36)	
ヒメハゼ						1 (41)				4 (41~48)
ニクハゼ		1 (53)								
ギンボ	1 (254)	2 (277~287)	4 (197~228)				1 (262)	13 (191~257)		
イトギンボ										
ギンボsp		1 (32)								
クロソイ										
ハオコゼ				2 (87~105)						
クジメ										
アイナメ				12 (228~365)						
ホッケ	4 (309~337)		1 (302)	1 (287)						
マツカジカ							1 (20)			
アイカジカ									1 (91)	
アナハゼ										
シロウ		1 (132)	1 (204)		1 (173, 174)					
ヤギウオ		1 (47)								
コオリトクビレ									1 (72)	
クサウオ			4 (58~97)							
ネズボ		8 (75~96)	54 (55~193)	3 (93~183)		30 (53~142)	2 (92, 110)	15 (51~138)	27 (62~148)	9 (41~96)
ガンゾウビラメ			1 (113)	1 (137)						
アラメガレイ	7 (43~77)	191 (39~92)	48 (42~79)			5 (53~57)		2 (58, 62)	6 (57~63)	5 (58~82)
マガレイ	2 (168, 192)	1 (172)	17 (103~198)	3 (166~172)				1 (248)	1 (188)	
マコガレイ	3 (212~303)		8 (150~267)	20 (110~305)			1 (177)		1 (207)	2 (242, 266)
ヌマガレイ					1 (207)			1 (208)		
イシガレイ	3 (27~39)	36 (15~214)	9 (35~47)			7 (28~37)	2 (28, 34)	1 (43)	33 (37~263)	6 (34~57)
ササウシノシタ	1 (134)	28 (92~128)	7 (82~136)	1 (128)		1 (78, 103)			1 (97)	
クロウシノシタ		4 (194~222)								
アミメハギ						1 (39)				
クサフグ	92 (82~147)	2 (114~117)			1 (82)					
ハタハタ			164					1 (31)	4 (26~36)	1 (26)

表 3 - 3 ハタハタ稚魚追跡調査の混獲魚

調査月日	5月10日	5月11日						5月29日		
調査点	能代3m	間口5m	安田5m	安田10m	安田20m	安田30m	安田10m	間口9m	安田20m	安田30m
魚種	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)
コモンカスベ										
ワニエソ										
ヨウジウオ		1 (169)	1 (223)							
スケトウダラ										
シロギス						1 (81)				
マアジ										
チダイ				1 (48)						
マダイ										
ニクハゼ										
ミシマオコゼ										1 (183)
ギンボ		1 (41)	3 (44~49)		1 (244)	2 (266, 233)	1 (26)			1 (257)
イトギンボ										
スジイトギンボ								1 (42)		
ギンボsp										
クロソイ										
ハオコゼ										
クジメ										
アイナメ										
ホッケ										
マツカジカ										
アイカジカ										
アナハゼ				1 (47)						
シロウ			1 (36)							
ヤギウオ										
コオリトクビレ										
クサウオ										
ネズッポ		1 (66)	5 (51~89)	10 (52~148)	4 (55~152)	10 (37~108)	5 (46~70)		2 (61, 77)	(167~223)
ガンゾウビラメ										
アラメガレイ		10 (69~81)	38 (48~82)	45 (47~78)	2 (11, 55)		66 (42~75)	6 (55~78)	6 (54~82)	
マガレイ						1 (173)				2 (158, 193)
マコガレイ				1 (145)	6 (135~247)	2 (226, 208)				1 (187)
ヌマガレイ										
イシガレイ		19 (24~44)	8 (22~42)	20 (24~123)	16 (38~233)	6 (2~53)	8 (23~46)		13 (37~252)	3 (48~59)
ササウシノシタ		2 (107, 132)								
クロウシノシタ		1 (243)								
アミメハギ				2 (28, 34)	1 (42)			1 (37)	2 (39, 46)	
クサフグ								1 (82)		
ハタハタ			3	9	2	1	200~300			

表 3 - 4 ハタハタ稚魚追跡調査の混獲魚

調査月日	5月29日		6月13日		
調査点	安田50m	安田45~50m	安田50m	安田80m	安田80m
魚種	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)	尾数 (TL mm)
コモンカスベ	6 (133~189)	7 (167~348)	5 (171~333)		
ニギス			1 (43)	21 (47~83)	5 (34~58)
ヒメ				1 (126)	1 (117)
シオイタチウオ				1 (214)	2 (162, 168)
ネンブツダイ				1 (68)	
チダイ	10 (43~97)	5 (48~77)			
マダイ				1 (81)	
スミツキアカタチ					18 (154~422)
スジハゼ			1 (44)		
コモチジャコ	14 (58~89)	2 (58, 63)	11 (58~85)		15 (57~76)
クラカケトラギス		2 (87, 93)	1 (77)		2 (137, 187)
ミシマオコゼ					
ウナギガジ		29 (197~283)			
ギンボ		1 (203)	1 (257)	1 (257)	4 (255~278)
ハオコゼ					
アブオコゼ	1 (118)	2 (114~119)		3 (84~115)	10 (77~116)
クジメ					
アイナメ	1 (298)		3 (177~212)		
ホッケ					
イネゴチ		1 (173)			
マツカジカ					5 (28~57)
アイカジカ	9 (145~178)	20 (141~172)	2 (112, 150)	1 (152)	10 (138~157)
ニジカジカ	1 (133)				2 (150, 198)
カナガシラ	1 (70)				2 (113, 132)
クサウオ	1 (100)				
ネズッポ	191 (57~202)	516 (47~207)	194 (37~163)	4 (41~96)	32 (46~163)
タマガンゾウビラメ	3 (73~104)	20 (103~177)		27 (67~158)	16 (57~133)
ガンゾウビラメ					
アラメガレイ					
アサバガレイ			6 (52~82)		
マガレイ	8 (137~158)	19 (116~190)	8 (32~171)	3 (141~167)	35 (134~203)
マコガレイ		6 (165~208)	1		1 (237)
ヌマガレイ					
イシガレイ	6 (48~57)	12 (43~71)			
ササウシノシタ			1 (88)		
クロウシノシタ					
ハタハタ	8 (44~53)			1 (55)	

表4 ハタハタ成魚の追跡調査採捕結果

採捕月日	89.10.2	89.10.2	89.10.6	89.12.19、20	89.12.21	89.12.26	90.1.8~3.3	90.4.18	90.4.19	合計
場所	秋田（金浦）	秋田（入道）	秋田（入道）	秋田（能代）	青森（鰺ヶ沢）	富山（氷見）	石川（能登島）	秋田（ ）	秋田（ ）	
ハタハタの採捕尾数	13	32	84	1336	481	160	22	109	52	2257
体長mm	133.6 (127~143)	161.6 (127~211)	143.3 (109~179)	190.9 (110~242)	167.4 (115~220)	227.2 (135~295)	175.5 (140~230)	145.8 (88~204)	161.2 (96~212)	
体重 g		61.4 (21.5~117.9)						49.1 (8.3~181.1)	60.2 (11.5~121.1)	
A L C 標識魚数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
率 %										0
雌雄比 ♀/♂		7/25	24/60	1336/0	369/112	8/152	10/12			

表5 A L C 標識の識別期間の観察結果

	63年群	1年群	1年群	2年群
観察月日	H1.12.20~31	H1.12.20~31	H2.9.1~25	H2.9.15~25
体長 mm	142.7(115~178)	102.9(75~120)	145.9(130.3~159.9)	80.3(59.2~99.7)
標識魚/観察魚数	10/35	45/45	11/11	23/23
標識識別率 %	28.6	100	100	100

表6 アリザリンレッド-Sによる耳石標識試験
(A R - S)

(1回目)

標識濃度 (mg/ℓ)	水温 ℃	pH	塩分量 S(%)	標識終了時の 生残率(%)	終了後24時間の 生残率(%)
0	12.8~12.1	7.30~7.79	6.9	100	83.3
25	12.5~12.2	7.52~7.87	6.7	100	70.0
50	12.7~12.2	7.38~7.88	6.8	100	41.4
100	12.6~12.4	7.56~7.98	6.7	100	28.6
200	12.5~12.5	7.94~8.04	7.0	100	18.2
300	12.4~12.2	8.35~8.08	6.9	100	54.6

海水→20%海水（標識：24時間）→海水

(2回目)

標識濃度 (mg/ℓ)	水温 ℃	pH	標識終了時の 生残率(%)	終了後24時間の 生残率(%)
0-1	14.8~12.8	7.67~7.81	100	93.6
0-2		7.69~7.82	100	71.9
25		7.39~7.76	89.3	78.6
50		7.52~7.76	100	85.7
100		7.61~7.72	93.1	82.8
200		7.62~7.74	84.4	62.5
300		7.65~7.67	87.9	60.6

海水→20%海水（標識：24時間）→40%海水→60%海水→海水
0-2のみ 海水→20%海水（標識：24時間）→海水

表 7 N a O H を使用した耳石の回収結果

平均体長				平均体長			
回数	扁平石	礫石	星状石	回数	扁平石	礫石	星状石
1	20	19	16	1	20	19	19
2	20	18	15	2	20	20	19
3	20	18	16	3	20	19	19
4	20	19	15	4	20	20	17
5	20	20	14	5	20	20	17
6	20	18	19	6			
7	20	19	19	7			
8	20	20	16	8			
9	20	19	19	9			
10	20	20	18	10			
11	20	20	20				
12	20	20	20				
13	20	20	18				
14	20	20	14				
15	20	18	18				
16	20	20	18				
17	20	19	20				
18	20	15	19				
19	20	20	18				
20	20	20	19				
21	20	19	17				
22	20	20	18				
23	20	20	18				
24	20	20	17				
25	20	20	19				
26	20	20	18				
平均							

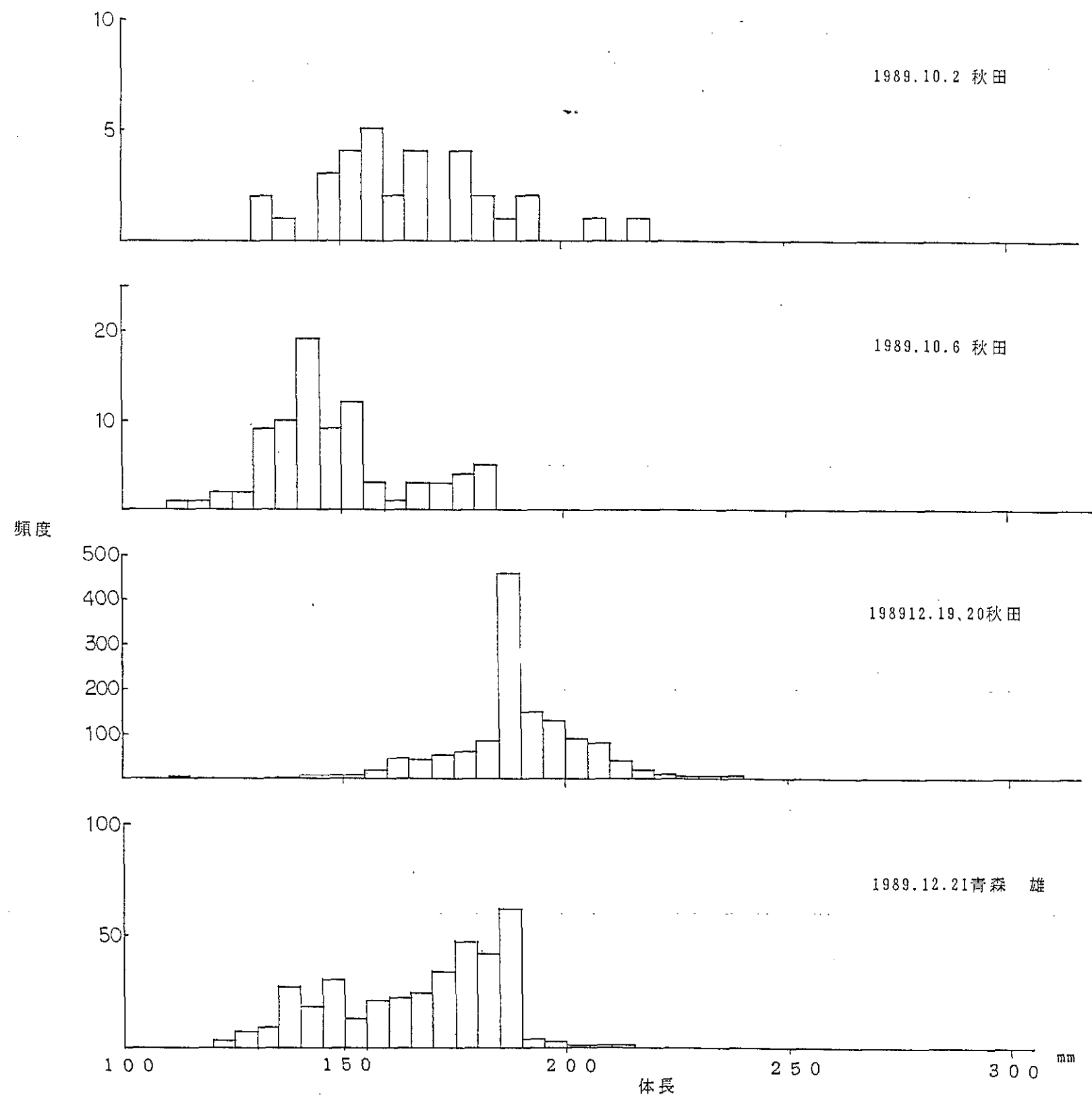


図 1 - 1 耳石標識調査を行ったハタハタの体長組成

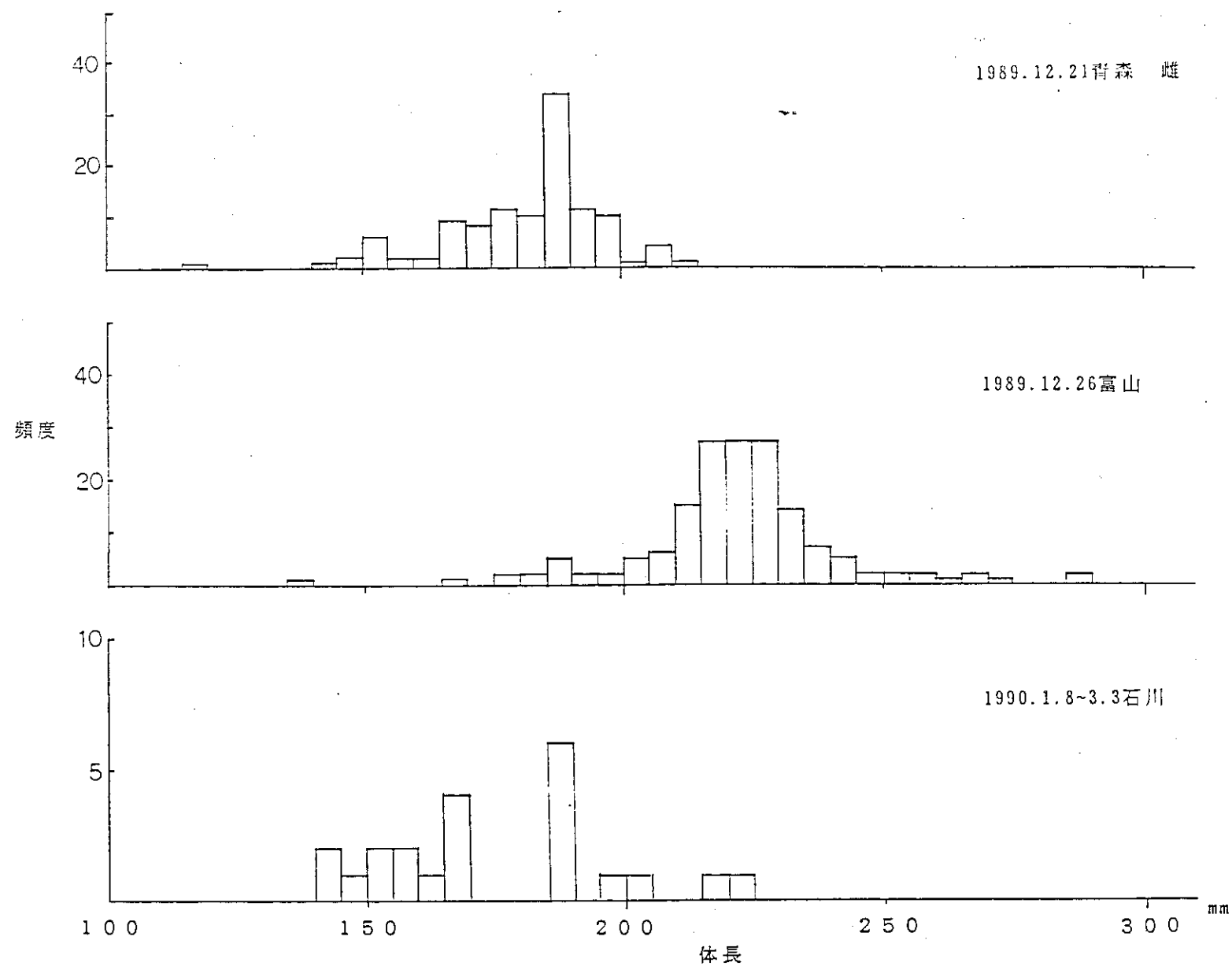


図1-2 耳石標識調査を行ったハタハタの体長組成

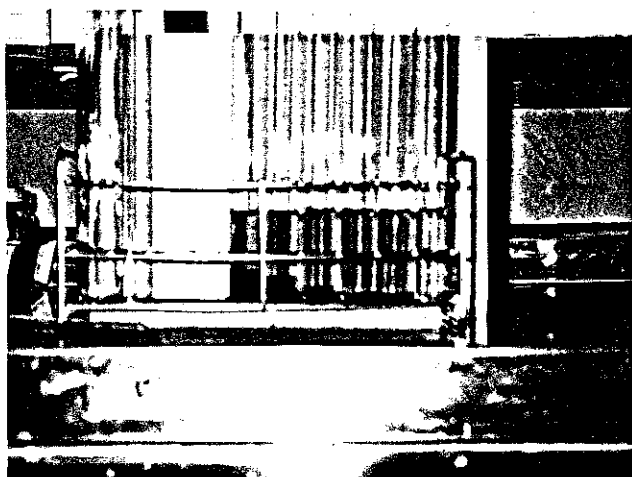


図2 アリザリンレッドS溶液の沈殿

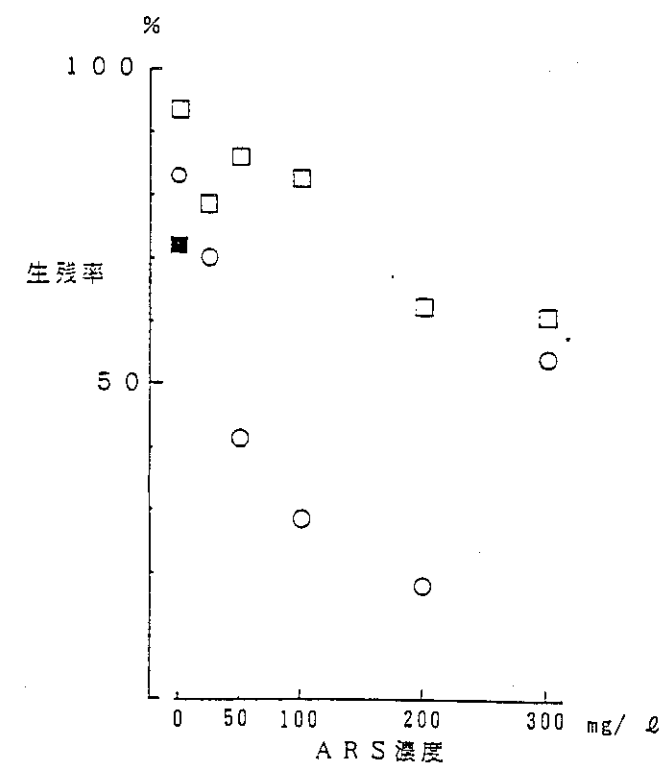


図3 アリザリンレッドSを使用した耳石標識試験の生残率
 ○1回目 □ 2回目 20%→40% →60% 海水
 ■ 2回目 20%→100%海水

マガレイ

マガレイ

マガレイの親魚養成と採卵

◎ 長倉義智
有瀧真人

1 成体の確保と採卵

1) 昨年度の結果の概要と今年度のねらい

昨年は、養成魚9尾(雌4、雄5)から2月9日～3月30日の50日間に554万粒を、天然魚214尾(雌126、雄88)から2月13日～3月30日の46日間に2543万粒を得た。

今年度は、大型水槽(50m³あるいは80m³)での種苗生産に対応できるふ化仔魚を養成親魚及び天然親魚から確保すること、天然親魚をより効率的に入手することを目指した。

2) 親魚の入手

場内での自然産卵に供した天然親魚は、昨年同様、金沢の刺し網業者から購入し、0.5m³活魚水槽(ポリエチレン製 角型)を使用し、約2時間かけて輸送した。ただし、購入に際しては、昨年までは特定の漁船1隻より入手していたが、今年は数隻の漁船より入手することにより、親魚購入の効率化を図った。また、漁業者が海上あるいは船着場到着後網からはずし、活かしておいてもらったものから活力のあるものを選別し、購入した。

一方、養成親魚は、昨年購入し採卵に供した天然親魚を、冷却装置により、夏期の水温を19℃以下に抑えて飼育したものを使用した。

3) 採卵及びふ化

自然産卵による採卵は、天然親魚を20m³円形水槽1面に、養成親魚を10m³角型水槽1面にそれぞれ収容して行った。水槽の換水率は、3～4回転/日とした。採卵した卵のうち、ふ化に供したもののについては、ゴース地ふ化ネットに収容し、流水、弱通気で卵管理を行った。

4) 結果及び考察

(1) 親魚の入手

天然親魚の購入状況を表1に示した。

今年は前述のとおり、数隻の漁船より購入したため、昨年は4回で244尾の購入であったものが、2回で379尾の購入となり、効率的な親魚購入ができた。また、漁獲魚に占める雄の割合が少ないため、例年購入魚に占める雄の割合が低かったが、数隻の漁船から雄を精力的に集めたためかなりの尾数の雄が集まった。しかし、数隻の漁船より集めたのは今年が1年目であり、当方の説明不足ということもあって魚体の大きいもの(雌が多い)しか活かしてもらえなかった漁船もあり、雄の数を揃えるために多少活力の低い雄も購入した。

来年以降、よく事情を漁業者に説明してより活力のある雄の十分量の確保にあたりたいと思う。

なお、自然産卵に供した親魚の内訳を表2に示した。

(2) 採卵

自然産卵による採卵結果を表3に示した。

天然親魚からは、2月7日から4月1日までの54日間に受精卵

2728万粒を得ることができた。このうち662万粒をふ化に供した結果、331万尾のふ化仔魚を得た。雌1尾当たりの採卵量（未受精卵も含む）は30万粒であった。

養成親魚からは、1月3日から3月28日までの85日間に受精卵2628万粒を得ることができた。このうち344万粒をふ化に供した結果、122万尾のふ化仔魚を得た。雌1尾当たりの採卵量（未受精卵を含む）は101万粒であった。

今年度も、昨年・一昨年と同様養成親魚の雌1尾当たりの採卵量は100万粒をこえ、採卵量は安定していた。これに対し、天然魚では採卵期間中もへい死が多かったことから、1尾当たりの採卵量が低下したものと思われる。しかし、天然親魚の方が受精率では劣るもののふ化率ではすぐれている。この原因としては卵質が天然魚と養成魚で違いがある、あるいは、採卵後の卵管理に問題があることが考えられるが、今のところ、どちらに原因があるのかは不明であることから、次年度以降、卵管理技術の再検討や、卵質向上の対策を行い、受精率、ふ化率の向上を図り、健全なふ化仔魚の入手を行う必要がある。

なお、親魚由来別・採卵月日別のふ化仔魚飢餓試験の結果を表4に示した。養成魚由来のふ化仔魚のSAIは42～65で、天然魚由来のふ化仔魚のSAIは44～60であり、両者はほぼ同様の値を示した。今後も引き続きSAIを求め、受精率・ふ化率等の検討と併せて産卵期の卵質の変化の傾向を探る必要がある。

表1 天然親魚の購入状況

購入月日	購入場所 (漁法)	購入尾数 (尾)	輸送中の斃死 (尾)	生残尾数 (尾)
2.2. 6	金 沢 (刺網)	雄 84	1	83
		雌 141	10	131
2.2.18	金 沢 (刺網)	雄 92	1	91
		雌 62	1	61
合計		雄 176	2	174
		雌 203	11	192

表2 自然産卵に供した親魚

親 魚	来 歴	尾 数 (尾)	平均全長 (c m)	平均体重 (g)
養成魚	昭和63年度及び平成元年度 に購入し、養成したもの	雄 15	23.5(20.2-27.8)	178(98-317)
		雌 26	28.5(23.0-33.0)	394(204-629)
天然魚		雄 83	20.7(17.5-24.6)	90(50-152)
		雌 131	24.7(20.3-32.0)	175(84-347)

表3 採卵結果

親 魚	尾 数		採卵期間	総採卵量 (万粒)	雌1尾当たり 採卵量 (万粒)	受精卵量 (万粒)	受精率 (%)	ふ化に供した 卵量 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率 (%)
養成魚	雌	26	1. 3-3.28 (85)	2628	101	2043	78	344	122	36
	雄	15								
天然魚	雌	131	2. 7-4. 1 (54)	3908	30	2728	70	662	331	50
	雄	83								
合 計				6536	42	4771	73	1006	453	45

表 4 親魚由来別・採卵月日別のふ化仔魚飢餓試験結果

親魚区分	採卵月日	受精率 (%)	ふ化率 (%)	SAI *1
養成魚	2.1.20	9.1	5.1	5.2
	2.1.23	8.6	2.9	5.2
	2.2. 8	8.3	3.5	5.4
	2.2.10	8.6	4.0	4.9
	2.3.19	8.3	2.2	6.5
天然魚	2.2.13	4.3	1.6	5.3
	2.2.23	6.7	6.4	4.4
	2.2.24	7.0	7.1	5.8
	2.3.19	8.3	5.2	6.0

* 1 SAI (無給餌生残指数) =
$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (N - h_i) \times i$$

N : 試験開始時のふ化仔魚数
h_i : i 日目の累積斃死尾数
K : 生残尾数が 0 となるまでの日数

2 親魚養成

1) 元年度親魚養成

養成方法については、元年度事業報告参照。

天然親魚の養成結果を表1及び図1に示した。平成元年4月1日に養成を開始し、平成元年10月31日現在の生残尾数は雌雄あわせて48尾であったことは元年度事業報告に述べてあるとおりであるが、その後、平成元年12月18日の生残尾数は42尾（雄15尾、雌27尾）で生残率は31%であった。昭和62年の生残率19%、昭和63年の生残率3%とくらべると高い生残となった。

2) 平成2年度親魚養成

平成2年に金沢の刺し網業者より購入した親魚126尾（雌55尾、雄71尾）と昭和63年と平成元年に購入し採卵に使用した親魚20尾（雌8尾、雄12尾）を20m³水槽1面に収容して4月2日から養成を開始した。

20m³水槽には海水冷却装置2台（3.75KW 12,000kcal 1台、2.2KW 6,700kcal 1台）と生物ろ過装置1基を接続して、水温と水質の維持を計った。ろ過海水の注水による換水は当初2回転/日とし、外水温の上昇とともに徐々に減らしていった。給餌はほぼ毎日、冷凍オキアミあるいは自場製モイストペレット（配合飼料、魚肉、アミ等にフィードオイル、ビタミン剤、展着剤を添加し、ペレットとしたもの）を与えた。

滑走細菌、ウーディニウム等の付着を防止するため、水槽内に50×50cmの銅板を1枚垂下した。

開始時の供試尾数ならびに養成尾数の変動を表2及び図3に示した。また、図2に平成2年度購入親魚の採卵期間中養成尾数の変動

を示した。なお、図3には親魚候補魚（平成元年に人工生産：30歳魚の養成 1) 元年生産群 参照）の養成尾数の変動もあわせて示した。

今年度も昨年同様4～5月のへい死尾数が多く、この時期の大量減耗の原因究明及び対応の検討が必要である。

なお、8月10日現在の生残は50尾（雌24尾、雄26尾）である。

表1 平成元年度親魚養成結果

	開 始	終 了
月 日	H 1. 4. 1	H 1. 12. 18
尾 数 (雄:雌) (尾)	57 : 79	15 : 27
平均全長 (雄:雌) (mm)	226 : 265	235 : 285
平均体重 (雄:雌) (g)	151 : 263	178 : 394
生残率 (雄:雌) (%)		26.3 : 34.2

表2 平成1.2年度親魚養成

	開 始	継続中
月 日	H 2. 4. 2	H 2. 8. 10
尾 数 (雄:雌) (尾)	63 : 83	26 : 24
平均全長 (雄:雌) (mm)	212 : 251	
平均体重 (雄:雌) (g)	107 : 196	

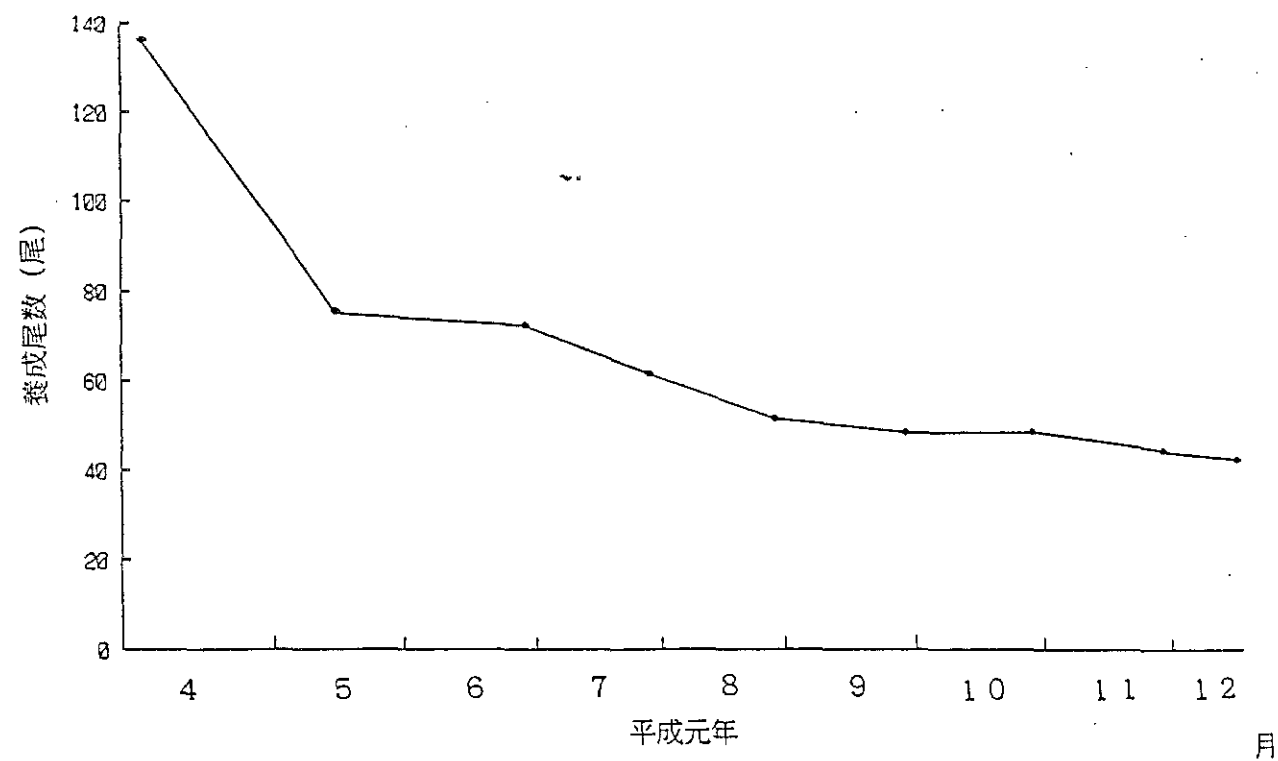


図1 昭和63年、平成元年購入親魚の養成尾数の変動 (平成元年)

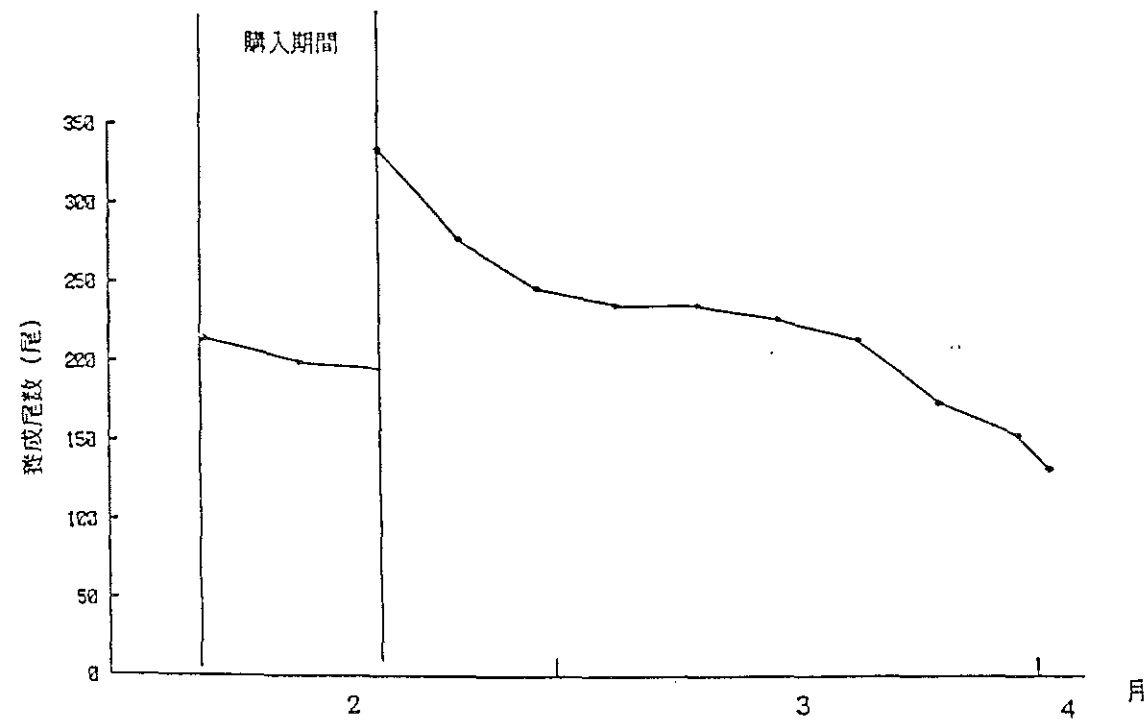


図2 平成2年度購入親魚の採卵期間中養成尾数の変動

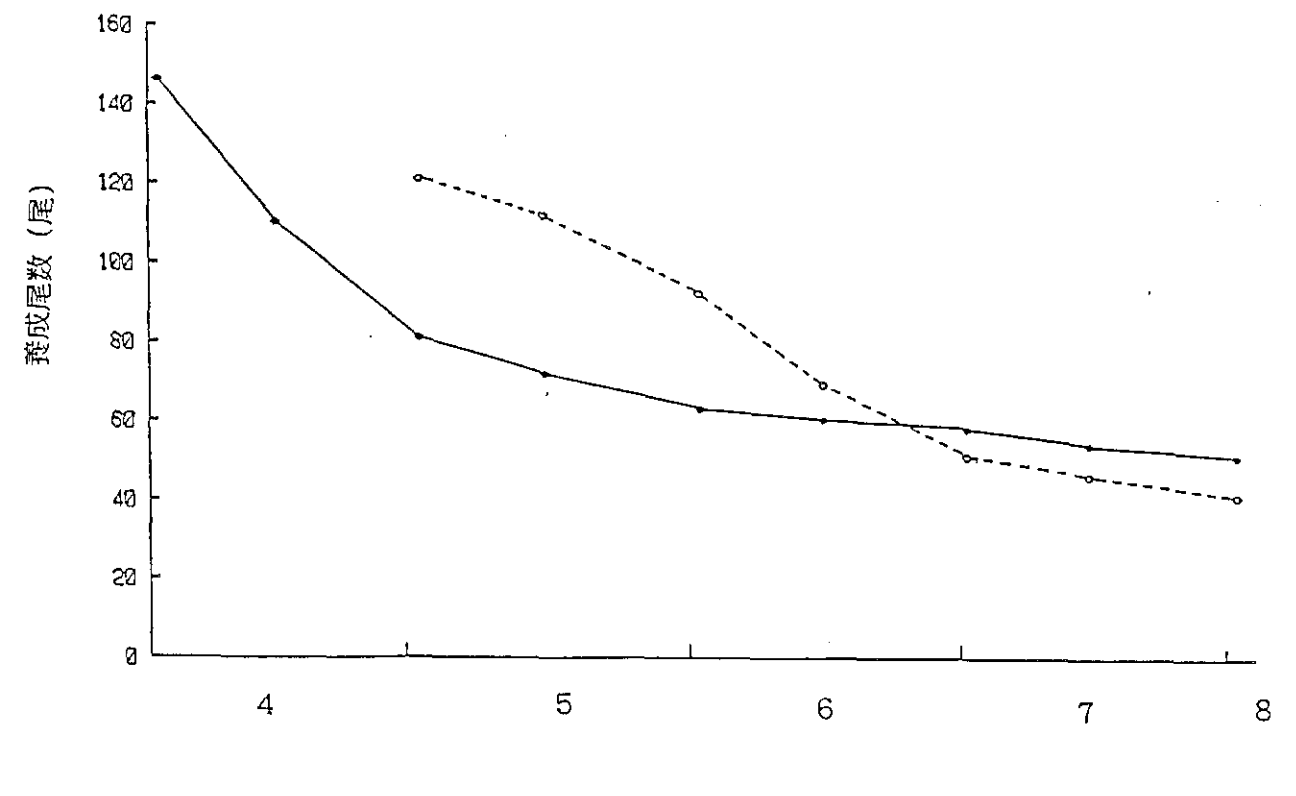


図3 昭和63年・平成1、2年度購入親魚及び親魚候補魚 (1歳魚) の養成尾数の変動

●—● : 平成1、2年度購入親魚
○---○ : 親魚候補魚 (1歳魚)

3. 0歳魚の養成

1) 元年生産群

養成方法及び平成元年10月23日までの結果は平成元年度事業報告参照。

養成魚は平成2年4月3日に計数・測定を行なったところ、2251尾生残しており、その全長は100mm(60~161)であった。この時点での生残率は5.0%と、昨年(0.8%)より高いものの、いまだ低レベルであった。

その後、4月28日と5月8日に体色・眼位とも正常な個体を121尾選別し、別の水槽に移槽して親魚候補としての育成を開始した。さらに、5月8日に残り1375尾を取揚げ、その内1174尾にアンカー型標識(青色)を装着し、標識していない個体とあわせて放流用種苗に供した。放流用種苗の全長は107mm(82~136)であった。

2) 2年生産群

親魚候補及び標識装着種苗を確保するため、生産された種苗4.8万尾を4月12日に50m³水槽1面に収容し、飼育を開始した。飼育は自然水温で行ない、餌料として配合飼料及びイサザアミを使用した。

5月10日頃より斃死個体が増加し、5月22日には1710尾が生残するにとどまった。その間、エルバージュによる薬浴及び移槽を行なったが、斃死はおさまらなかった。さらに、5月22日に生残していた個体を10m³水槽1面へ移槽し、海水の冷却(2.2KW 6700kcal 冷却装置1台使用)・生物ろ過装置の使用を開始した。弱った魚体からエルバージュに感受性を持つ細菌

を分離したため、エルバージュを添加した餌料を与えたが斃死はおさまらず、7月11日には生残尾数は123尾になった。

表1 平成2年度0歳魚養成

開 始			
月 日	平成2年		
	4月12日	5月22日	7月11日
尾 数 (尾)	48000	1710	123
体 長 (mm)	17.0 (11.0~23.6)	23.6 (15.2~38.8)	29.2 (18.5~42.0)
生残率 (%)		3.6	0.3

◎ 長倉 義智
有瀧 真人

1) 昨年度の結果及び今年度のねらい

昨年度は、過去最高の生残率(44.6%)を示した一昨年度の生産の再現性を確認するため、80m³水槽を使用して生産を行い、全長19.7mmの種苗45.3万尾を生産し、生残率は一昨年度とほぼ同じ44.0%を得た。

しかし、色素異常個体の出現率は93%、眼位異常個体の出現率は54%といぜんとして高かった。色素・眼位の異常な個体は天然の生物餌料の摂餌能力が低く、生残率が低いことがわかっており、放流用種苗として適さないであろう。

したがって、色素及び眼位の異常個体の出現率を低減する必要がある。

そこで、今年度は、50m³水槽及び80m³水槽を使用し、色素及び眼位の異常個体出現率を低減することを目的として種苗生産を行なった。

2) 飼育方法

色素及び眼位異常個体出現率の低減を目指して3回の種苗生産を行なった。

1回目の種苗生産では、常時栄養強化された状態のワムシを摂餌できるように、飼育初期にナンノクロロブシス(以下、ナंकロと略す)及びワムシを高密度に保って飼育した(いわゆる”ほっとけ

飼育”、1R)。

また、小実験(健苗育成試験)で異常個体出現率低減に配合飼料の効果が見られているため、2、3回目の種苗生産では飼育早期から配合飼料を多用した飼育を行なった(2R、3R)。

(1) ふ化仔魚

1、2Rに使用したふ化仔魚には昨年・一昨年より当場で養成した親魚から当場で自然産卵により得られたものを用いた。3Rに使用したふ化仔魚には金沢の刺し網業者より今年購入した天然親魚から当場で自然産卵により得られたものを用いた。

(2) 水槽及び移槽・分槽

1Rは50m³八角型コンクリート製水槽に受精卵(受精後0、1日目の卵)を収容し、2Rは50m³八角型コンクリート製水槽にふ化仔魚を収容した。その後、1Rは28～30日目に、2Rは30～31日目に移槽を行ない、全数を新しい水槽(50m³水槽)に移した。さらに、1Rでは52日目に全数を新しい水槽(50m³水槽)に移し、2Rでは45～61日目に底掃除で出てきた個体を新しい水槽(50m³水槽)に分槽し、62日目に2水槽をまとめて80m³水槽に移槽し、1面とした。一方、3Rは80m³水槽1面にふ化仔魚を収容し、44日目～52日目に全数を新しい水槽(80m³水槽)に移槽した。さらに、54～59日目に底掃除で出てきた個体を新しい水槽に分槽し、2面とした。いずれの場合も、第1回目の移槽は、径65mmのカナラインホースと夜間灯火(100V40Wライトを使用)を利用して行なった。

なお、各水槽上屋には移動可能な黒色の寒冷紗を設置し、日照に

応じて遮光を行った。

(3) 飼育水

1 R は飼育開始時（受精卵収容時）に冷蔵ナシクロを飼育中密度が 800 万セル/m¹ となるように添加し、その後 100 万セル/m¹ 以下になるまでは、なるべくナシクロの添加を行なわないようにした。そして、移槽を行なう 28 日目までは 100 万セル/m¹ 以下になったら 100 万セル/m¹ 以上になるよう冷蔵ナシクロを添加し、40 日目までは 50～100 万セル/m¹ になるように生のナシクロを添加した。また、1 R の換水は 23 日目まで行わず、24 日目から 28 日目までは 50%、その後 100～300% の換水を行なった。

2、3 R は飼育開始時にナシクロを 100～200 万セル/m¹ となるように添加し、その後、39 日目までナシクロの添加を行なった。2、3 R の換水は仔魚が開口した 4、5 日目より 10%/日程度で開始し、その後、徐々に換水率を増やしていき、2 R で 31 日目以降、3 R で 20 日目以降 300% とした。1、2 R については最初の移槽を行なうまで、飼育水の通常の観測（水温・pH 等）の他にアンモニア濃度、亜硝酸濃度の測定を行なった。1、2、3 R とも、最初の移槽後は、注水口に径 50 mm の塩ビパイプを接続して水槽底まで延ばして注水し、飼育水を回転させることによって底層の水質の悪化を抑え、残餌等を何か所かに集めた。また、昨年同様、初期減耗と鰭のビランの防止のため、飼育初期は 90% 海水を使用し、20 日目頃から水槽内に銅板を垂下した。

飼育水温は、自然水温で開始し徐々に加温して 14～15℃ とした。

(4) 餌料

ワムシ、アルテミアノープリウス、養成アルテミア、モイナ、配合飼料等を使用した。ワムシは 1 R はふ化が終了した 5 日目に飼育中密度が 10 個/m¹ となるように添加し、その後、24 日目まで添加は行わず、25 日目からは再び添加した。2、3 R は、冷凍ナシクロで 20 時間以上 2 次強化したワムシを用いた。

アルテミアノープリウスは、エスター 85 オイルで 2 次強化したものを、養成アルテミアは冷凍ナシクロ及びエスター 85 オイルで 2 次強化したものを、モイナは冷凍ナシクロで 2 次強化したものを使用した。

配合飼料は全長 8 mm（1、3 R は 24 日目、2 R は 20 日目）から使用を開始した。

3) 飼育結果及び考察

生産結果の概要を表 1 に、餌料使用量及びナシクロ使用量を表 2～4 に示した。また、色素異常個体の出現状況及び眼位異常個体の出現状況をそれぞれ表 5 及び 6 に示した。

”ほっとけ飼育”を行なった 1 R では 2 月 7 日に受精卵 95.6 万粒を収容した。その後、2 月 11 日にふ化仔魚が出現し、12 日にふ化を終了した。ふ化仔魚数は、43.5 万尾であった。ふ化後 7 日目頃まで急激に減耗し（図 1）、取り揚げ時の尾数は 5.1 万尾（生残率 11.7%）と少なかった。しかし、完全正常個体の出現率が 16% と従来より高かった。急激な減耗の原因として飼育水中の pH、アンモニア量、亜硝酸量については、図 4、5 のように 2 R とくらべて特に異常な数値ではなかったため、この観測項目が

らみた飼育水の悪化等は考えられなかった。しかし、ふ化後7日目ころまでにプロトゾアが多く出現したこと、ふ化仔魚が開口してから摂餌が観察されたのが従来の飼育より1日遅かったことから”ほっとけ飼育”の飼育水管理に未熟な点があったこと、ふ化仔魚の活力を低下させるものあるいは摂餌を妨げるものがあったことが考えられる。今後、飼育例を増やしてこの減耗の原因を究明し、生残率を高める必要がある。そして、生残率が高くなっても完全正常個体の出現率が今回と同レベル以上になるのか検討する必要がある。また、今年度は生残率が悪かったのでワムシの使用量の節減は確認できなかったが、ワムシ使用量の節減となるのかどうか併せて検討する必要がある。

1 Rではふ化後40日目ころから各鰭のビラン、融解を主症状とした疾病が発生し、斃死個体が増加したため、エルバージュによる薬浴及び新しい水槽への移槽を行なったところ斃死が徐々におさまった。

2、3 Rではそれぞれ2月15～17日、2月28日～3月2日にふ化仔魚をそれぞれ54.2万尾、109.3万尾収容し、それぞれ15.7万尾（生残率29.0%）、34.2万尾（生残率31.3%）を取り揚げた。

2、3 Rでは、より早期からの配合飼料の多用により、異常個体出現率低減を図ったが、完全正常個体の出現率は2 Rで4%、3 Rで9%と、これまでの飼育例と同様に改善されなかった。むしろ、これまでみられなかった腹椎・尾椎の萎縮・癒合が2 Rで90%、3 Rで67%と高率でみられた。一方、これらの骨格異常は1 Rでは、ほとんどみられなかった。

骨格異常の生じた原因として、2、3 Rでは配合飼料へ早期から

餌付けるために、生物餌料の量を減らし、配合飼料の量を増やしたが、そのため配合飼料に餌付くまでに摂餌量が減り、この時期に栄養的欠陥が生じたことが考えられる。1 Rでは、この時期、常時ワムシが飼育水中にあったため、このような骨格異常はほとんどみられなかったと思われる。今後、早期からの配合飼料への餌付けを図る場合、栄養的欠陥が生じないような餌付けの方法を検討する必要がある。

このように、今年度は色素・眼位異常個体出現率を低減させることを目的として”ほっとけ飼育”と配合飼料を多用した飼育を行なった。そのうち”ほっとけ飼育”の方は、完全正常個体の出現率が高くなったが、生残率は非常に悪かった。配合飼料を多用した飼育では異常個体出現率の低減はみられなく、しかも生残率が”ほっとけ飼育”ほどでないものの悪かった。

”ほっとけ飼育”では飼育初期の減耗が大きく、この時期の飼育水管理等が、配合飼料を多用した飼育では配合飼料への餌付け方法が検討課題として残った。

次年度も色素・眼位異常個体出現率を低減させることを目的とした種苗生産が行なわれるであろうが、上記のような問題点を整理して、さらに、改良した飼育方法を開発する必要がある。

4) 種苗の利用状況

生産された種苗の利用状況を表7に示した。新潟県へ47.5万尾配付し、残り7.5万尾を自場分として利用した。

表1 マガレイ種苗生産の概要

区分	水 槽			収 容			飼 育			取り揚げ					備 考
	型	大きさ (実容量)	個数	月日	尾数 (万尾)	密度 (万尾/m ³)	水温 (℃)	主な餌料	飼育日数 (日)	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	生残率 (%)	
1	RC 八角	50 m ³ (45)	2	2.7	43.5	0.97	14.1 (8.8~15.3)	ワムシ、アルテミア-N、養成アルテミア もけ、配合飼料等	65	4.12	5.1	1133	21.3	11.7	28~30日目に移 槽した。さらに、52日 目に移槽した。
2	RC 八角	50 m ³ (45)	2	2.15~17	54.2	1.20	14.1 (9.2~15.8)	同 上	84	5.9	15.7	2243	21.1	29.0	30~31日目に移 槽し、45~61日目 に分槽、2面にした。 さらに、62日目に80m ³ 水槽1面に移 槽した。
3	RC 八角	80 m ³ (70)	2	2.28~3.2	109.3	1.56	13.8 (10.0~15.1)	同 上	64、71	5.3、10	34.2	2443	19.8、20.0	31.3	44~52日目に移 槽し、54~59日目 に分槽、2面にした。
計					207.0						55.0			26.6	

表2 種苗生産に使用した餌料

餌 料	総 使 用 量				生産魚1尾当たり使用量			
	1	2	3	計	1	2	3	計
ワムシ (億個体)	47.9	77.8	180.7	306.4	93921×10^{-8}	49554×10^{-8}	52836×10^{-8}	55709×10^{-8}
アルテミア-N (億個体)	6.15	23.46	28.45	58.06	12059×10^{-8}	14943×10^{-8}	8319×10^{-8}	10556×10^{-8}
養成アルテミア (億個体)	2.13	11.42	9.73	23.28	4176×10^{-8}	7274×10^{-8}	2845×10^{-8}	4232×10^{-8}
モイナ (億個体)	0.06	3.41	4.74	8.21	118×10^{-8}	2172×10^{-8}	1386×10^{-8}	1493×10^{-8}
天然プランクトン (億個体)	0	1.26	0.88	2.14	0	803×10^{-8}	257×10^{-8}	388×10^{-8}
配合飼料 (Kg)	4.78	17.53	19.48	41.79	94×10^{-6}	112×10^{-6}	57×10^{-6}	76×10^{-6}
アミ (Kg)	0	1.6	1.6	3.2	0	10×10^{-6}	5×10^{-6}	6×10^{-6}

表3 種苗生産で飼育水に添加したナンノクロロブシス (2000万セル換算)

区分	添加期間	回数	添加総量 (m^3)	添加期間中の平均濃度 (万セル/ m^3)
1	2.07-3.19 (41)	24	74.9	360 (10 - 1440)
2	2.15-3.26 (40)	32	49.4	74 (9 - 205)
3	2.28-4.08 (40)	31	70.0	67 (1 - 192)

表4 種苗生産における餌料使用量（5日間毎の餌料使用量の合計）

飼育日数	ワムシ (億個体)				A r - N (万個体)				養成 A r (万個体)				モイナ (万個体)				天然プランクトン (万個体)			配合飼料 (g)				アミミンチ (g)		
	1	2	3	計	1	2	3	計	1	2	3	計	1	2	3	計	2	3	計	1	2	3	計	2	3	計
～ 5	7	2.5	1.5	11																						
1 0		6.4	11.5	17.9																						
1 5		7.4	25.5	32.9																						
2 0	5	18.5	24.5	48	500	200		700												15			15			
2 5	8	14.5	38	60.5	2900	4500	2000	9400												100	150		250			
3 0	12.5	12.5	35	60	4600	9900	11000	25500												210	260	1020	1490			
3 5	11.9	11	26.5	49.4	8000	7200	27000	42200			3000	3000						973	973	290	390	1100	1780			
4 0	3.5	5	13.5	22	10500	14500	40000	65000	1900	1500	7420	10820					4090	1810	5900	600	590	1420	2610			
4 5			4.7	4.7	14000	22000	44000	80000	3800	6100	12000	21900					2830	1215	4045	1010	950	1470	3430			
5 0					12000	33000	48000	93000	5500	16500	19000	41000		1200	7000	8200	180	1260	1440	1000	1580	2300	4880			
5 5					5000	40000	44000	89000	6000	17900	9900	33800	600		12000	12600		3300	3300	800	1820	1920	4540			
6 0					4000	30800	31000	65800	4070	27000	13600	44670		600	19000	19600		200	200	750	2260	2900	5910			
6 5						23000	22000	45000		8700	16080	24780		7600	9400	17000	3300		3300		1670	4350	6020			
7 0						19000	13500	32500		6800	14270	21070		12500		12500	2200		2200		1740	2500	4240	1600	1600	
7 5						10000	2000	12000		7800	2000	9800		12000		12000					1920	500	2420			
8 0						12000		12000		15410		15410		200		200					2400		2400			
8 5						8500		8500		6500		6500									1800		1800	1600		1600
計	47.9	77.8	180.7	306.4	61500	234600	284500	580600	21270	114210	97270	232750	600	34100	47400	82100	12600	8758	21358	4775	17530	19480	41785	1600	1600	3200

表5 種苗生産における色素異常個体の出現状況 (%)

区分	Type 1	Type 2, 4	Type 3, 5, 6	Type 7, 8	Type 9
1	22.1	0	0	0	77.9
2	4.4	0	0	0.9	94.7
3	9.1	0	0	0.8	90.1

タイプ分けは青海マニュアルによる

表6 種苗生産における眼位異常個体の出現状況 (%)

区分	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
1	26.5	53.1	11.5	8.9	0
2	49.5	40.7	8.0	1.8	0
3	48.8	32.7	8.2	6.4	3.9

タイプ分けは62年事業場報告による

表7 マガレイ種苗の利用状況

目 的	尾 数 (万尾)
新潟県 岩船	直接放流 47.5
	小計 47.5
自 場 分	罟い網試験 0.3
	養成用 4.8
	取り揚げ後斃死 2.4
	小計 7.5
	総計 55.0

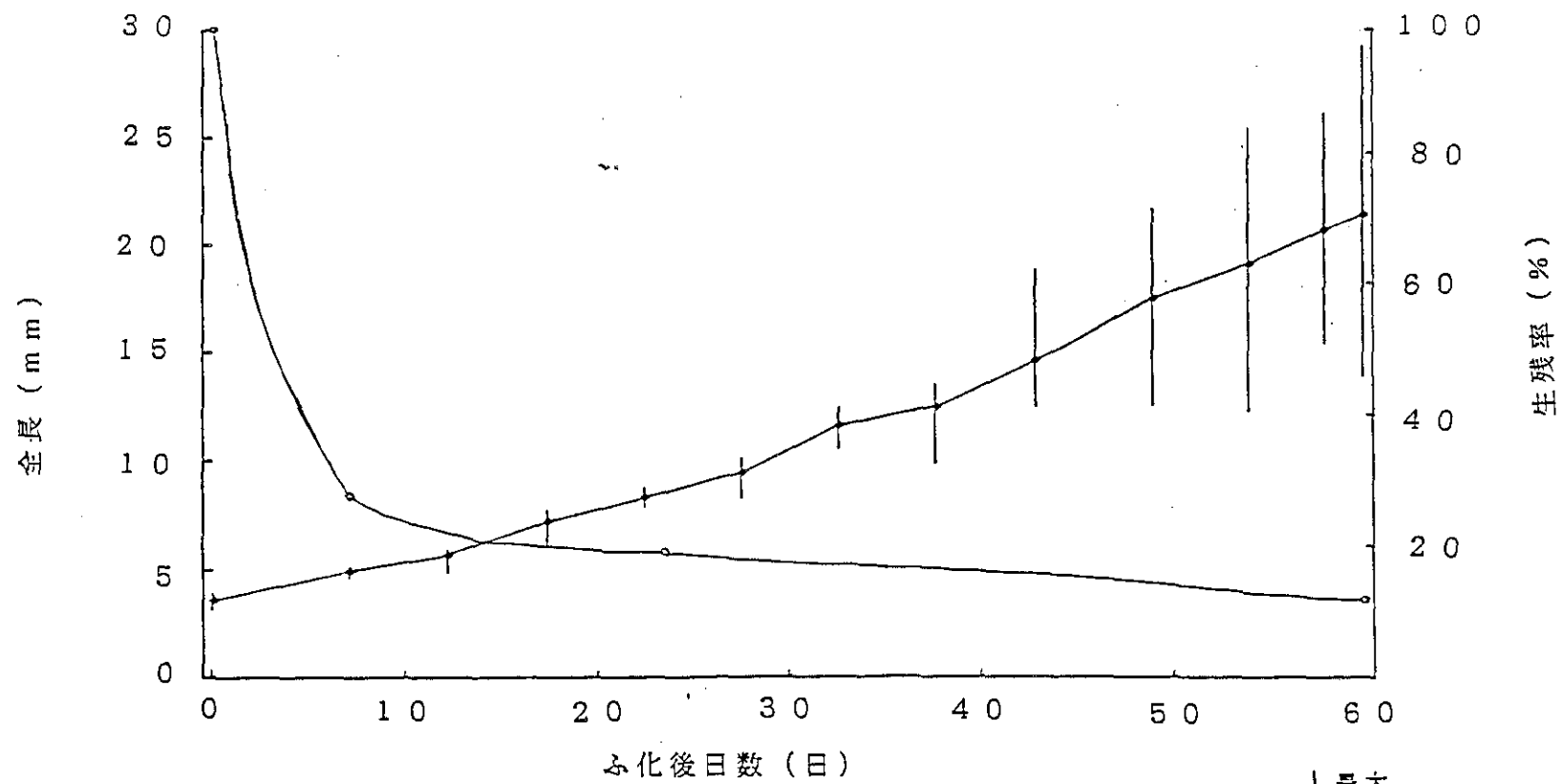


図1 種苗生産における成長及び生残 (1回次)

成長: 最大
● 平均 , 生残率: ○
最小

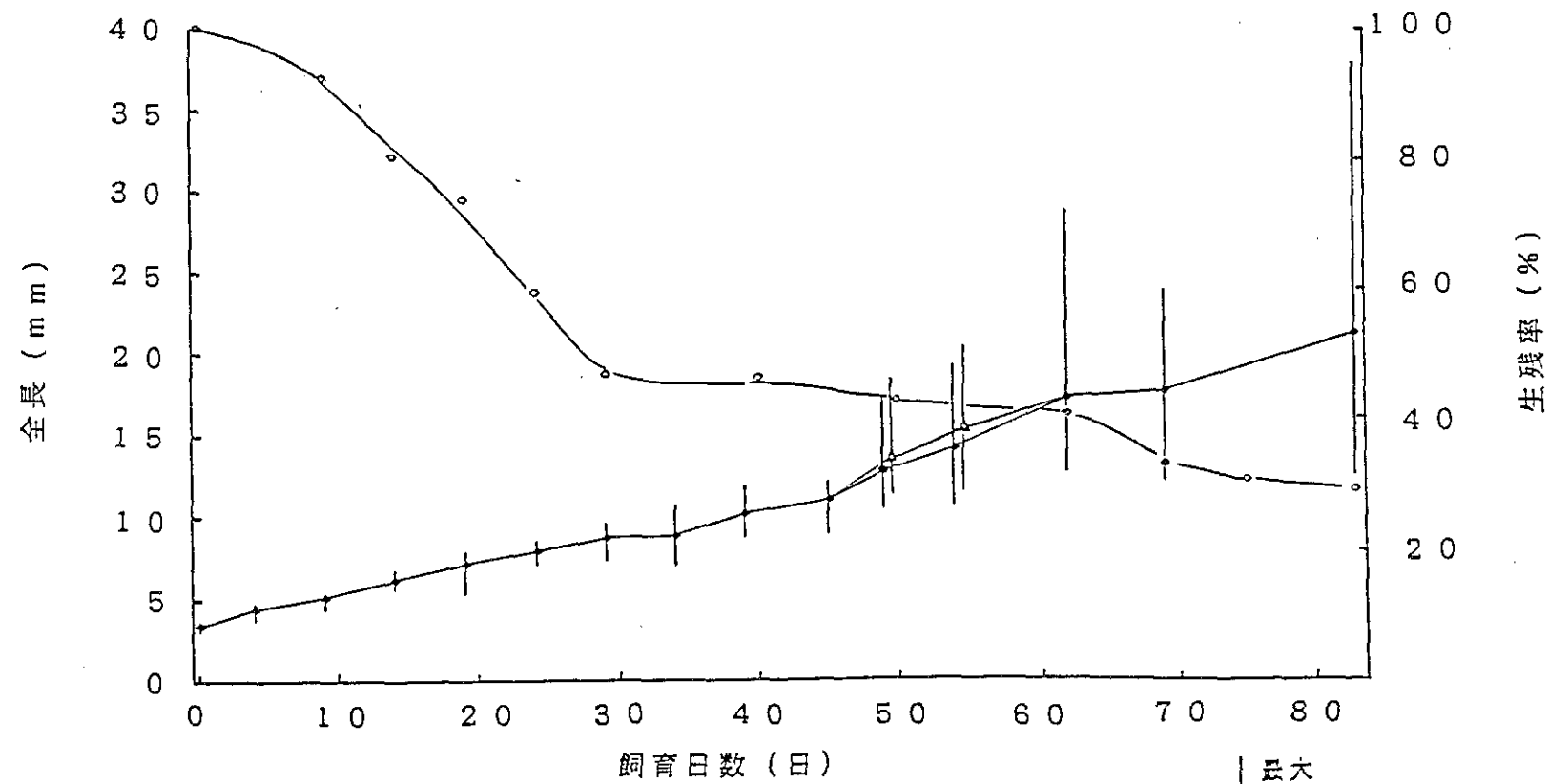


図2 種苗生産における成長及び生残 (2回次)

成長: 最大
● 平均 , 分槽した稚魚の成長: △ , 生残率: ○
最小

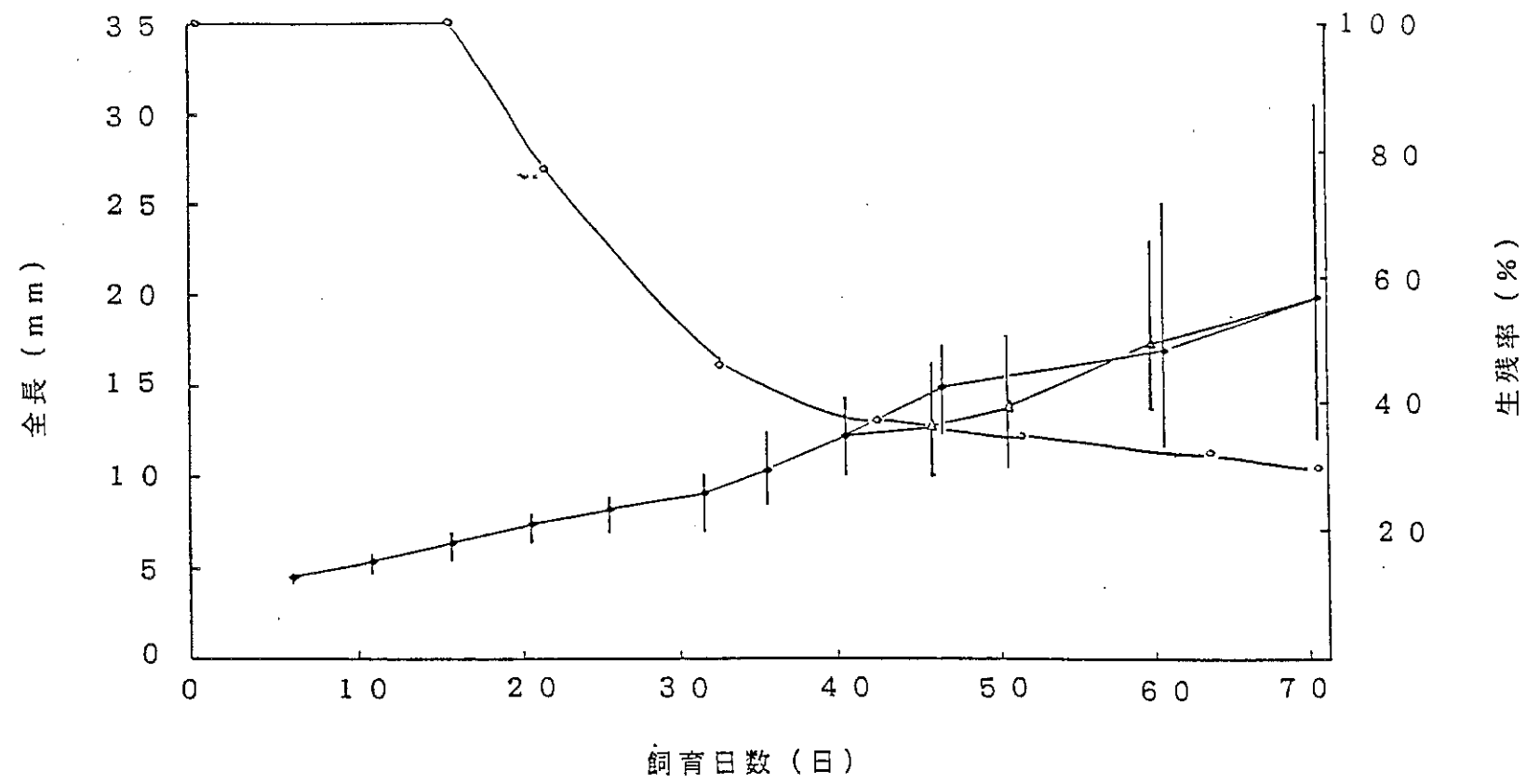


図3 種苗生産における成長及び生残 (3回次)

成長: 最大, 平均, 最小, 分槽した稚魚の成長, 生存率: ○

ナノクロロフィス

濃度

グラム密度

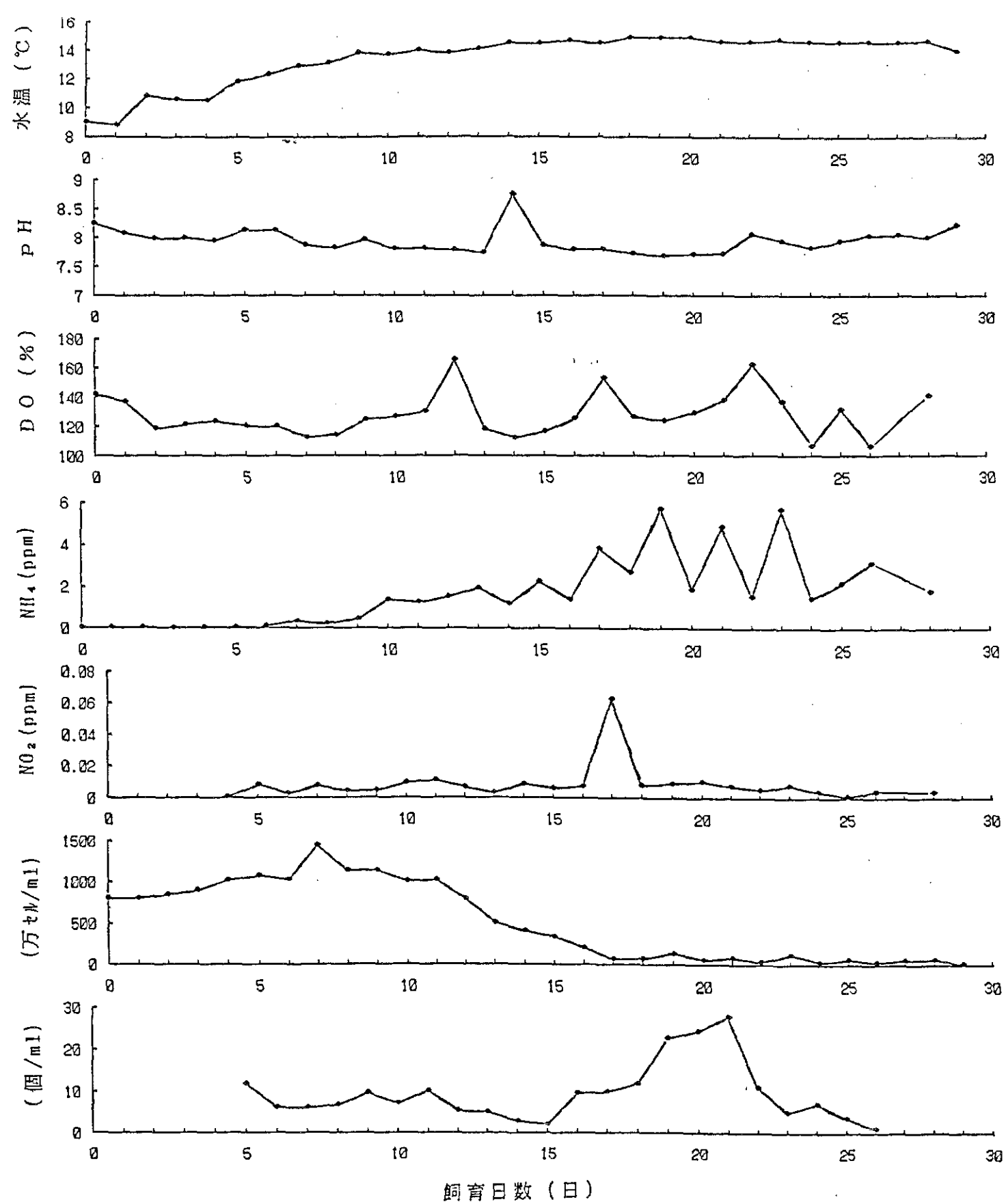


図 4 種苗生産 (1 回次) における飼育水的环境変化

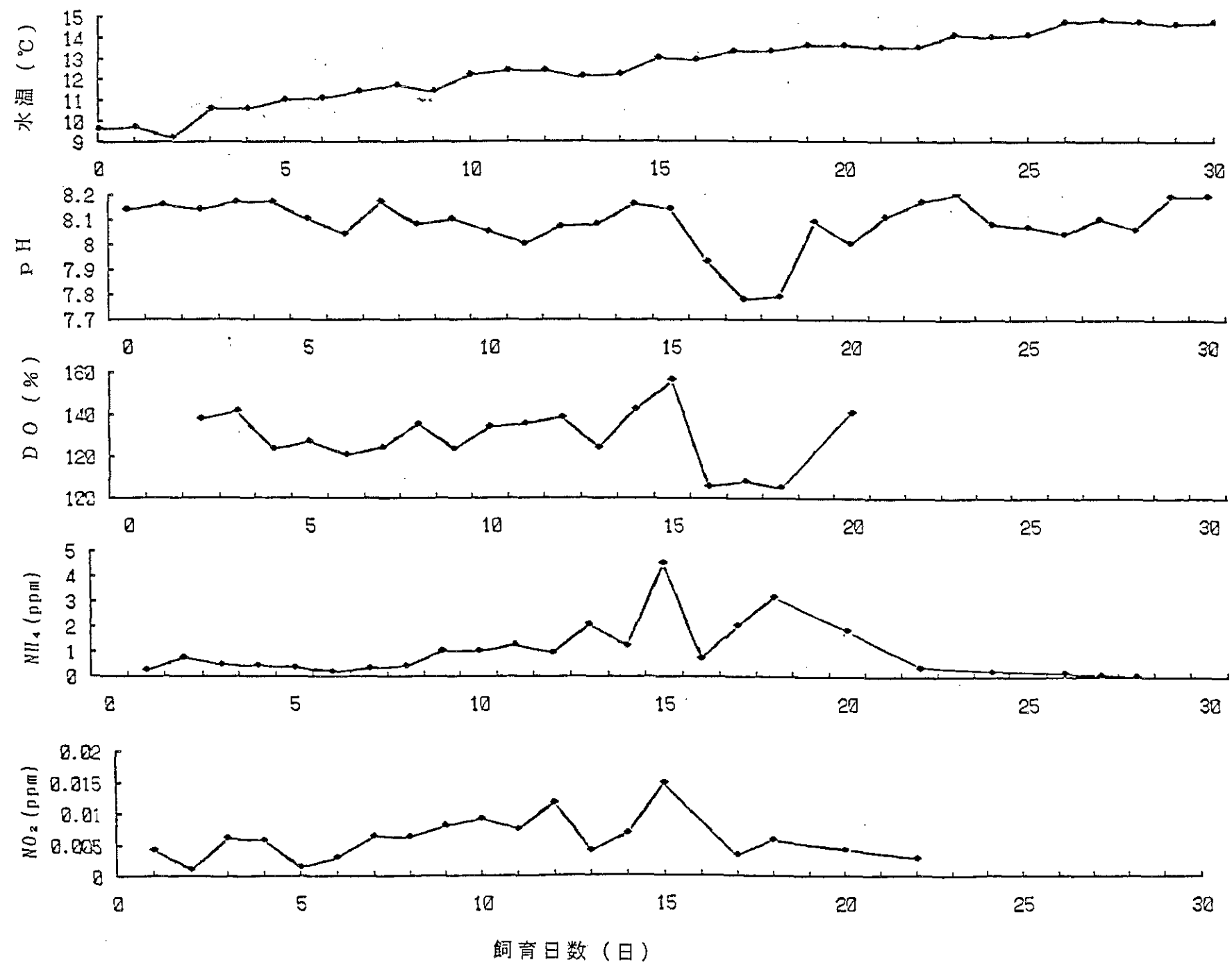


図5 種苗生産(2回次)における飼育水の環境変化

◎ 長倉 義智

有瀧 真人

1) 目的

昨年度の中間育成試験の結果、色素及び眼位正常個体の方が異常個体より生残がよかった。今年度は昨年度の結果の再現性を確認するため、昨年度同様、能登島町内の砂浜で囲い網による中間育成試験を行った。

2) 試験の方法

設置場所は、昨年同様能登島町内そわじ浦地先とした。網は、底網の付いた3 m × 3 m 囲い網3面を使用した(200径、底網60径)。

また、底網の吹き上がりを防ぐため、土嚢を置き、さらに他にポンプで発生させた水流で網の4辺の部分を掘り下げてこの4辺を砂に埋めた。

試験区の設定を、正常魚(1区)、色素異常眼位正常魚(2区)、色素異常眼位異常魚(3区)の3区とした。50 m³水槽で生産した種苗の中から各タイプを選別して、飼育密度が100尾/m²となるように囲い網に収容した。

各区とも、毎日1回、日間投餌率2.00%となるように配合飼料を投与した。取り揚げ時には各区の摂餌状況を観察した。

一方、対照区として、陸上の水槽(500ℓパンライト)に色素・眼位の各タイプのものを取りまぜて500尾を収容して十分量の

餌(生物餌料及び配合飼料)を与えて飼育した。

3) 結果及び考察

飼育試験の結果を表1に示した。収容当初は、各区とも活力が良好であったが、収容後の目視観察では、配合飼料の投与に対して1区はすぐ反応して摂餌していたが、2区は反応が鈍く、3区は反応がほとんどなかった。5日目頃から3区でへい死が少しずつ見られるようになった。しかし、生存個体については各区とも活力は良好であった。

取り揚げ時の生残尾数は1区790尾(生残率88%)、2区602尾(生残率67%)、3区257尾(生残率29%)であった。昨年の生残率は1区75%、2区3%、3区7%であり、今年度の生残率が全体的に高かったのは、収容時のサイズが昨年より大きかったことによると思われる。また、昨年は2、3区の収容時のサイズが1区より小さく、これが1区が生残がよかったという結果に反映していたことが懸念されていたが、今年度は各区ともほぼ同様のサイズで収容しており、やはり昨年同様、正常個体の区が生残がよかった。一方、陸上水槽で飼育した対照区での生残率は96%であり、異常個体の斃死の割合が多いということはなく、正常個体の割合と同様であった。

また、取り揚げ時における摂餌状況(消化管内容物)を表2に、体長と摂餌数の関係を図1に示した。

表2、図1のように、配合飼料のみを摂餌している個体及び空胃の個体は、1区より2区が、さらに2区より3区が多かった。配合飼料のみを摂餌している個体と空胃の個体をあわせると1区0%、2区10%であるが、3区は46.7%とほぼ半数に達した。さら

に、生物餌料を摂餌していた個体で比較しても、1区より2、3区の平均摂餌数が少なかった。

以上のように、2、3区では1区でみられない空胃のものあるいは配合飼料のみを摂餌しているものがみられ、これらの個体は生物餌料を捕捉する能力が低く、中には配合飼料すら十分に摂餌できないものがあることを示している。また、生物餌料を摂餌していてもその餌料の個体数は少なかった。さらに、十分量の餌を与えた陸上水槽での飼育では異常のタイプの違いによる斃死率に差がみられなかった。

これらのことより1区の生残が高く成長が良かった一方、2、3区の生残が低く成長が悪かったのは、これら各区の自然界における摂餌能力の違いからくるものが多いと思われる。このことから自然界に放流した色素あるいは眼位の異常な個体、特に色素・眼位とも異常な個体は、生物餌料を摂餌できないものが多く、その生残は非常に悪くなるであろうことが想定される。

表1 マガレイ中間育成試験（囲い網）結果の概要

区 分	1 (正 常)	2 (色素異常眼位正常)	3 (色素異常眼位異常)
期 間	平成2年4月15日～5月7日（23日間）		
場 所	能登島町内 そわじ浦		
囲い網	3×3×1.5m	3×3×1.5m	3×3×1.5m
収容尾数 (尾)	900	900	900
収容密度 (尾/m ²)	100	100	100
収容時体長 (mm)	20.7(15.8～24.4)	20.0(16.6～26.9)	19.9(17.3～24.6)
日間投餌率(%)	配合 200	同 左	同 左
取り揚げ尾数 (尾)	790	602	257
取り揚げ密度 (尾/m ²)	88	67	29
取り揚げ時体長 (mm)	24.1(15.8～28.5)	20.8(17.3～28.1)	20.5(16.2～28.6)
生残率 (%)	88	67	29

表2 各区におけるマガレイの摂餌状況

区分	観察 尾数 (尾)	平均体長 (mm)	総摂餌数 (個体)	クマ類 (個体)	ヨコエビ類 (個体)	コベボータ類 (個体)	オストラコーダ類 (個体)	多毛類 (個体)	貝類 (個体)	平均摂餌個体数 (総摂餌数/ 生物餌料を摂餌している尾数)	配合飼料のみ 摂餌している 個体数(%)	空胃率 (%)
1	30	22 (16～29)	1448 (2～175)	3 (0～2)	41 (0～9)	1349 (2～173)	23 (0～6)	1 (0～1)	31 (0～13)	48	0	0
2	30	21 (16～25)	559 (0～72)	0	19 (0～5)	522 (0～72)	9 (0～1)	0	9 (0～3)	21	3.3	6.7
3	30	21 (17～27)	474 (0～128)	1 (0～1)	14 (0～4)	436 (0～126)	22 (0～5)	0	1 (0～1)	28	36.7	10.0

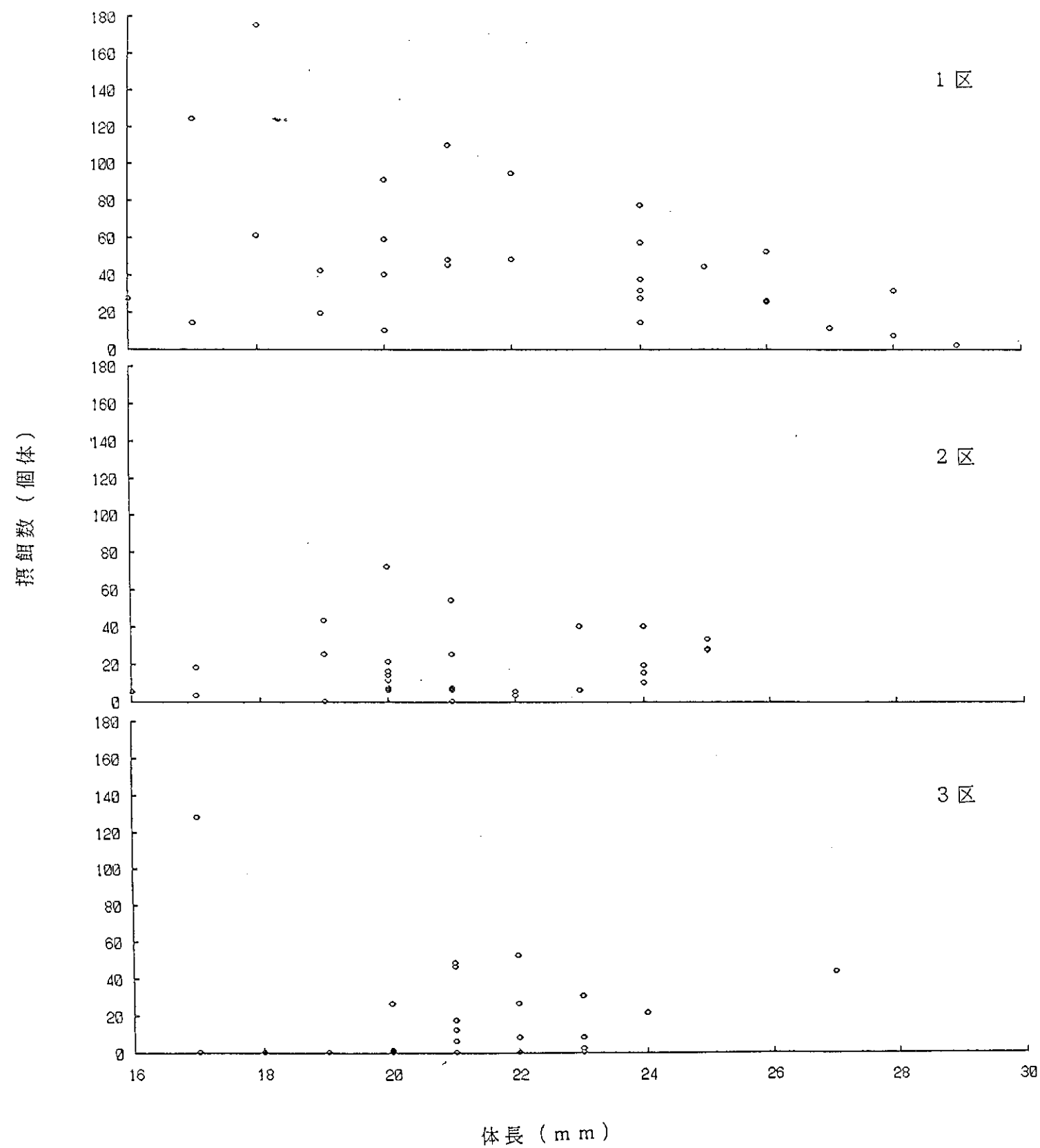


図1 各区における体長と摂餌数の関係

マガレイの健苗育成に関する試験

○ 長倉 義智
有瀧 真人

1) 目的

マガレイの種苗生産過程において多く見られる体色異常魚及び眼位異常魚の出現を防止するため、昨年に引き続き配合飼料を使用した飼育試験を行った。

昨年度までの結果から、体色異常魚及び眼位異常魚の出現防止には、配合飼料の使用が有効であること、さらに配合飼料のマガレイの餌としての有効性が示唆された。

今年度は、新しく製造した配合飼料を用いて、投与する餌料に占める配合飼料の割合を変えて試験を行った。

2) 材料及び方法

(1) 餌料

試験飼育に用いた配合飼料は、東海大学工藤研究室で開発されたALF9001～9004を使用した。各ALFの違いは、イカミールの前処理に違いがあり、9001、9003はイカの皮を除いており、9001はミンチ状にして凍結したものを、9003は蒸煮してからミンチ状にして凍結したものを使用している。また、9002はイカを皮つきのままで、ミンチ状にして凍結したものを、9004はやはり皮つきのままで、蒸煮してからミンチ状にして凍結したものを使用した。イカの皮の有無は、イカの皮に含まれる成分の中で、マガレイの体色異常を改善できるものがあるかもしれない

いということで、また、蒸煮するのは蒸煮した方が消化が良く蛋白質が吸収されやすいかもしれないということで行った。

配合飼料の基本となる組成とビタミン等の添加量については表1、2に示した。

試験用配合飼料以外の餌料は、ワムシ、アルテミアノウブリウス、配合飼料（後期飼育用）を使用した。ワムシはナンノクロロブシスで20時間以上2次強化したものを、アルテミアはエスター85オイル（50 ml / m²）で12時間以上2次強化したものを使用した。後期飼育に用いた配合飼料は試験飼育に用いた配合飼料より蛋白質の含有率を高くし、その中に含有するイカミールの前処理については、それぞれの試験区で試験飼育で用いた配合飼料と同じになるようにした。後期飼育用の配合飼料の成分を表3に示した。

配合飼料は、1日4～6回に分けて投与した。

(2) ふ化仔魚

ふ化仔魚は、3月1日に当場にて自然産卵で得られた受精卵からふ化したものを使用した。卵管理にはゴース地ネットを使用し自然水温で流水とした。

(3) 飼育環境

0.5 m² バンライト水槽を使用し、側面を農業用ビニールシートで遮光した。

試験飼育は、予備飼育の水槽を継続して使用し、移槽等は行わなかった。収容時にナンノクロロブシスを50万セル / m² となるように添加し、その後もナンノクロロブシスを添加時50～100万セル / m² となるように添加した。注水には砂ろ過海水を使用し、

飼育水温は約15℃を維持するようにヒーターで加温した。換水は、50～500%/日の連続換水を行った。底掃除は、12日目（3月20日）から開始し、毎日1回実施した。また、その際、水槽側壁をスポンジでこすり、汚れや珪藻の付着の除去・防止を図った。

（4）試験期間

①予備飼育

3月9日～3月19日の間ワムシを日間投餌率100%となるように給餌した。配合飼料を投与する区については3月20日から配合飼料の総餌料に占める投与割合が表4のとおりになるように3月17日より餌料に占める配合飼料の割合を徐々に増やすようにした。

②試験飼育

3月20日～4月18日の間、1区はワムシ10～180万個体＋アルテミア15～30万個体/日を、2、4、6、8区は日間投餌率100%となるように配合飼料を、3、5、7、9区はワムシ10～180万個体＋アルテミア15～30万個体/日とさらに日間投餌率90%となるように配合飼料を給餌した（表4）。

なお、日間投餌率を魚体重の100%とした。

7区については、3月26日に生残数が0尾となったため試験を中止した。

③後期飼育

4月19日～5月23日の間、1区はアルテミアを、2、4、6

、8区は配合飼料（後期飼育用）を、3、5、9区はアルテミアと配合飼料（後期飼育用）を給餌した。

なお、1区以外の区の日間投餌量は魚体重の100%とした。

④再試験

前述したように、7区は試験途中で全滅し、その理由が飼育管理上のミスであったため、再度、表5のように3区をセットし、4月4日にふ化仔魚を収容して飼育を開始した。飼育の方法は先の方法と同様であったが（予備飼育4月4日～4月14日；試験飼育4月15日～5月14日；後期飼育5月15日～6月15日）、水温上昇のため、5月23日からは冷却した海水を飼育水として用いた。

3）結果及び考察

収容時と取り揚げ時の全長及び尾数を表6に、取り揚げ時の色素異常個体及び眼位異常個体の出現状況をそれぞれ表7及び8に示した。

イカの皮の有無による色素正常個体の出現率をみると、表7のように配合飼料100%区ではイカの皮ありの区では33%（4区）と26%（8区）であり、イカの皮なしの区では30%（2区）、23%（6区）であり、変わらなかった。配合飼料90%区では、むしろ、イカの皮なしの区の方がありの区より色素正常個体の出現率が高かった（3区25%（皮なし）に対して、5区15%、9区4%（皮あり））。

また、イカミールの前処理で蒸煮したものとしめないものの色素正常個体の出現率をみると、配合飼料100%区では蒸煮した区では23%（6区）と26%（8区）であり、蒸煮しなかった区では3

0% (2区)、33% (4区)であり、むしろ、蒸煮しなかった区の方が高かった。配合飼料90%区でも同様であった。

このように、試験設定の段階では、イカの皮つきのものの方が、また、イカミールの前処理として蒸煮したものの方が、色素正常個体の出現率が高くなるであろうと想定したもの、試験結果ではそのような傾向はみられなかった。

表6より配合飼料を用いた区の完全正常魚の割合は、9区を除いて、生物餌料のみを用いた区より高く、特に、配合飼料100%区(2、4、6、8、11区)では高かった。このように、昨年までの結果と同様、配合飼料の異常率低減の効果が今回も認められた。

一方、各区の生残率を比較すると、配合飼料90%区(3、5、9、12区)では、生物餌料のみの区より生残率が高く、生残率の向上という点で配合飼料を併用することの有効性が認められた。しかし、配合飼料100%区では生残率が低く、すべてを配合飼料にたよるのは現段階では問題がある。今後は、配合飼料及び飼育方法の改善を図り、生残率及び色素・眼位正常魚の出現率を高める必要がある。

各餌料成分と試験結果との関連については、現在実験期間中の体成分の分析等を行っており、この結果とあわせて検討する予定である。

表1 配合飼料（ALF）の組成

材料名	
イカミール	35.0
オキアミミール	10.0
イワシ 粗ミオシ	17.0
鶏卵	8.0
ω-3オイル	4.3
セルロース	4.7
ビタミン混合 ^{*1}	5.0
ミネラル混合 ^{*2}	5.0
IAAグルコース	1.0
ALs	8.0
小計	100.0
アラニン	0.5
グリシン	0.5
β-カロチン	0.15
合計	101.15

(unit:g)

オイルに対し乳化剤として、スクワレン10%と
トコフェロール1%を加えた。

*1 ビタミン混合組成表

材料名	ビタミン混合	鶏卵
チアミン	5.0	0.0300
リボフラビン	4.0	0.0030
パントトン 酸カルシウム	10.0	0.0600
ピリドキシン	1.0	0.0100
イノシトール	40.0	
ピオチン	0.1	0.0008
葉酸	0.3	0.0002
塩化コリン	70.0	19.9000
ニコチン酸アミド	15.0	
シアノコバラミン	0.1	
メナジオン	1.0	
トコフェロール	15.0	0.0600
L-アスコルビン酸	30.0	
ニアシン		0.0040
デンプン	808.5	
合計	1000.0	20.0680

(unit:mg)

*2 ミネラル混合組成表

材料名	
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ H ₂ O	24.805
Ferric citrate	1.485
α-Cellulose	73.710
合計	100.000

(unit:g)

表2 配合飼料 (ALF) の成分

成分名	
蛋白質	51.0
脂質	19.6
内レシチン	2.0
糖類	6.9
繊維	9.7
灰分	4.5
内ミネラル	2.4
ビタミン	1.3

(unit: g)

表3 後期飼育用配合飼料の成分表 (単位: g)

混合物	A	B	C	D	E	F	G	H	合計
混合量	68.000	15.000	4.000	3.000	2.000	3.000	3.000	2.000	100.000
タンパク質	46.240	12.755	2.348	1.423					62.766
脂質	16.320	0.750	0.816	1.304					19.190
内レシチン			0.367	0.391					0.758
糖類	2.176	0.375	0.124	0.107		2.336			5.118
灰分	3.264	0.900	0.516	0.107			0.789		5.576
内ミネラル類				0.046			0.789		0.835
ビタミン類				0.060		0.664			0.724
繊維					2.000		2.211	2.000	6.211
合計	68.000	14.780	3.804	3.001	2.000	3.000	3.000	2.000	99.585

・各混合物の種類 A: イワシミール B: イカミール C: オキアミミール D: 鶏卵 E: セルロース

F: ビタミン混合 G: ミネラル混合 H: アルギン酸ナトリウム

・注 意 : 乳化剤として スクワレン 1.919 g, トコフェノール 0.1919 g をそれぞれ加える。

表4 試験区の設定

区分	内 容
1	生物餌料 10%
2	ALF9001 100%
3	ALF9001 90% + 生物餌料 10%
4	ALF9002 100%
5	ALF9002 90% + 生物餌料 10%
6	ALF9003 100%
7	ALF9003 90% + 生物餌料 10%
8	ALF9004 100%
9	ALF9004 90% + 生物餌料 10%

表5 試験区の設定 (再試験)

区分	内 容
10	生物餌料 100%
11	ALF9003 100%
12	ALF9003 90% + 生物餌料 10%

日間投餌量は、魚体重の100%で算出

表6 試験結果

区 分	収容月日	収容尾数 (尾)	収容時全長 (mm)	試験飼育開始 時全長 (mm)	取り揚げ月日	取り揚げ時 全長 (mm)	取り揚げ尾数 (尾)	生残率 (%)	完全正常魚 (%)
1	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	4.9(4.2-5.3)	5/24	14.6(8.2-23.0)	1605	17.8	6.5
2	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.1(4.5-5.4)	5/24	14.7(10.8-27.7)	352	3.9	28.2
3	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	4.9(4.5-5.7)	5/24	14.6(9.8-23.3)	2725	30.3	22.0
4	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.2(4.5-5.6)	5/24	14.7(11.0-19.9)	817	9.1	30.0
5	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.2(4.4-5.7)	5/24	17.1(9.2-25.2)	2228	24.8	13.5
6	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.2(4.8-5.6)	5/24	14.9(9.8-21.3)	343	3.8	21.0
7	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.0(4.2-5.4)	—	—	—	—	—
8	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.2(4.8-5.8)	5/24	14.7(10.9-20.4)	491	5.5	25.0
9	3/9	9000	3.2(3.1-3.7)	5.0(4.4-5.5)	5/24	17.0(11.6-24.3)	2352	26.1	3.0
10	4/4	10000	3.1(2.9-3.4)	5.0(4.6-5.3)	6/15	25.8(12.2-39.0)	214	2.1	13.5
11	4/4	10000	3.1(2.9-3.4)	4.9(4.5-5.3)	6/15	15.5(9.9-25.5)	168	1.7	44.6
12	4/4	10000	3.1(2.9-3.4)	5.0(4.5-5.3)	6/15	16.7(11.7-25.0)	787	7.9	16.0

表7 色素異常個体の出現状況

区分	標本数	出現状況 (%)				
	(尾)	* Type 1	Type 2, 4	Type 3, 5, 6	Type 7, 8	Type 9
1	200	6.5	1.0	0.5	12.0	80.0
2	200	30.2	5.4	2.5	15.8	46.0
3	200	25.0	0.5	5.5	24.5	44.5
4	200	33.0	0.5	5.5	29.5	31.5
5	200	14.5	1.5	1.5	17.0	65.5
6	200	22.5	1.0	1.0	13.0	62.5
8	200	26.0	2.5	1.0	17.0	53.5
9	200	3.5	0.5	1.0	6.5	88.5
10	200	14.6	4.5	0.5	10.1	70.4
11	168	47.0	1.8	3.6	5.4	42.3
12	200	18.5	0.5	0.0	11.5	69.5

* タイプ分けは青海マニュアルによる

表8 眼位異常個体の出現状況

区分	標本数	出現状況 (%)				
	(尾)	* Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
1	200	68.0	18.0	7.5	5.0	1.5
2	200	75.7	14.9	6.5	3.0	0.0
3	200	73.0	6.5	5.5	13.5	1.5
4	200	77.5	7.0	1.5	12.0	2.0
5	200	77.5	6.0	3.5	12.0	1.0
6	200	77.5	2.5	4.0	12.0	4.0
8	200	83.0	4.0	4.5	8.0	0.5
9	200	71.5	8.5	7.0	10.0	3.0
10	200	56.5	15.5	3.5	3.0	21.5
11	168	58.3	28.0	4.2	4.8	4.8
12	200	42.5	17.5	3.5	7.5	29.0

* タイプ分けは62年事業報告による

1 アリザリンコンプレクソンによる耳石標識試験

長倉 義智

(1) アリザリンコンプレクソン標識の識別可能期間についての試験

昨年度からALC標識の識別可能期間についての試験を実施している。

本試験は平成元年5月11日から開始したが、平成元年8月15日までの結果については、平成元年度事業報告を参照のこと。

ここでは、主にその後の結果について報告する。

1) 試験の方法

試験の方法については、平成元年度事業報告を参照のこと。

2) 試験の結果及び考察

平成元年11月24日に行なった標識6カ月後のALC標識確認作業では生個体5尾(平均全長57mm)を観察し、全個体で明瞭にALCのリングを確認できた(表1)。

その後、生個体が少ないため、飼育できるところまで飼育し、斃死個体について観察を行なった。その結果、耳石の研磨なしでも全個体についてALCのリングを確認でき、最長で約15カ月間、最大全長で149mmの個体まではALCのリングを確認できることがわかった(表2)。

なお、平成2年8月28日に、最後の一尾が斃死したため試験を

表1 標識6ヵ月後のALC標識確認結果

観察月日	全長 (mm)	体重 (g)	耳石長径 (mm)	ALC標識
平成元年 11月24日	47 57 57 58 62	1.06 1.74 2.28 2.28 2.19	1.39 1.83 2.27 1.85 1.86	全個体で明瞭に 確認できた

表2 斃死個体のALC標識確認結果

斃死年月日	全長 (mm)	体重 (g)	耳石長径 (mm)	ALC標識
平成元年				
11/27	47	1.00	1.82	全個体で確認できた
12/10	56	1.24	2.11	
12/28	53	2.20	2.12	
平成2年				
1/5	51	1.52	2.06	
2/1	54	0.85	2.26	
4/30	97	9.44	3.60	
4/30	96	8.83	2.49	
5/2	105	12.39	2.96	
5/3	69	4.46	2.19	
5/5	110	18.26	3.27	
5/6	83	6.43	2.79	
5/8	103	11.15	2.77	
5/8	92	7.12	2.69	
5/9	149	50.80	4.04	
5/10	87	5.51	2.14	
5/10	101	13.02	3.22	
5/10	84	5.12	2.27	
5/21	87	8.82	2.49	
5/26	73	5.73	2.23	
5/26	62	3.32	2.43	
6/4	118	20.26	3.50	
6/6	115	19.50	3.43	
6/9	70	2.79	2.37	
6/13	84	6.22	2.59	
6/15	86	5.80	2.55	
7/5	79	5.76	2.64	
7/5	85	5.39	2.71	
8/28	144	39.91	4.29	

2 種苗放流

新潟県岩船地区への放流を継続した。同地区に、平成2年5月12日に全長107mmの種苗1310尾（うち標識装着魚1126尾）と、全長20mmの種苗47.5万尾（無標識）を放流した。

（1）標識放流

1）放流場所

新潟県村上市塩谷地区地先

（新潟県栽培漁業センター村上支場前）

水深 約3m

2）放流月日

平成2年5月12日

3）放流方法

場内で養成したマガレイ種苗（全長107mm（82～136））1310尾（うち1126尾に青色アンカー型標識装着）を5月12日に1m³水槽1槽と0.5m³水槽1槽で岩船まで輸送し、放流した。輸送開始から放流までのへい死はなかった。

4）再捕

現在（平成2年10月末日）までのところ、再捕魚は11尾である。1尾を除いて板曳網で漁獲されている。また、再捕地点の沿岸からの距離は最大で105mであり、再捕は沿岸域にとどまっている（表1）。

（2）小型種苗の放流

1）放流場所

新潟県村上市塩谷地区地先

（新潟県栽培漁業センター村上支場前）

2）放流月日

平成2年5月12日

3）輸送及び放流

当事業場より11t活魚輸送車（FRP製角型1.8m³水槽6面）1台を使用して、岩船漁港まで輸送した。輸送結果を表2に示した。

昨年同様、到着時の活力は良好で輸送中のへい死はほとんどみられなかった。輸送時の水温は13.5～14.0℃であった。

岩船漁港到着後、定置網船に積み替えて放流地点まで運びカナラインホースを用いて放流する予定であったが、時化のため船が出せなかった。そのため、放流地点までバケツでリレーして運び、波打ちぎわ付近に放流した（表3）。

表1 標識放流魚再捕の概要

再捕月日	再捕漁具	再捕魚の体長 (cm)	再捕場所
—	板曳	—	塩谷沖 42 m
—	板曳	—	塩谷沖 42 m
—	板曳	—	瀬波沖 33 m
5 / 25	キス網	8	瀬波沖 15 m
—	板曳	9	瀬波沖 33 m
5 / 30	板曳	11	岩船沖 —
6 / 6	板曳	14	岩船沖 38 m
6 / 6	板曳	14	中条沖 105 m
6 / 6	板曳	14	中条沖 105 m
6 / 14	板曳	13	瀬波沖 30 m
6 / 14	板曳	13	瀬波沖 30 m

表2 マガレイ輸送結果の概要

輸送尾数 (万尾)	47.5
輸送密度 (万尾 / m ³)	4.2 ~ 4.5
全長 (mm)	20.3
水温 (℃)	13.5 ~ 14.0
輸送時間	約7時間
到着時へい死魚数 (尾)	約1000尾
生残率 (%)	99.8

表3 マガレイ放流の概要

放流年月日	平成2年5月12日
放流場所	新潟県村上市岩船地先 (新潟県栽培センター村上支場前)
放流尾数	47.5万尾
大きさ	全長20.3mm

種苗放流調査

長倉 義智

與世田 兼三

◎有瀧真人

昨年度は5月24日に塩谷地区地先へ全長20mmサイズの種苗35.5万尾を放流し、6日間にわたり潜水観察やソリネット等による追跡調査を行なった。また囲い網を同地点に設置し、ALC標識を施した種苗1.9万尾で中間育成を行ない、囲い網開放後の混獲率によって、放流種苗の残存尾数を推定することを試みた。一方、採集された種苗の胃内容物を観察し、白化等形態異常魚の種苗性についても検討した。その結果、①放流魚は、その直後から潜砂をはじめ、1日後には摂餌も開始する。②再捕した魚の耳石を観察したが標識は見られず、残存尾数の推定には至らなかった。③色素や眼位の異常魚は正常なものに比べると摂餌量が著しく少ない。④3日間は放流点での移動はほとんどなかったが、天候悪化に伴う時化で分散してしまい、その後の移動経路は判明しなかった。

以上のことが明らかとなった。

今年度は昨年得られた調査結果の再確認と放流点から分散した種苗の移動経路の追跡を主眼として調査を行った。

1 材料と方法

1) 放流場所

新潟県村上市塩谷地区地先、離岸堤内側、水深約3m(図1)

2) 放流月日

平成2年5月12日

3) 放流尾数及びサイズ

種苗35.5万尾、全長20.3mm(12.0~37.9mm)

1才標識魚(アソカ-タグ、ブルー)1174尾、無標識魚201尾、体長95mm(74~118mm)

4) 調査期間

平成1年5月12日~18日(7日間)

5) 調査項目および方法

(1) 潜水観察

スキューバー潜水による放流魚の潜砂状況や分布密度等の観察を行なった。

(2) ソリネットによる曳き網調査 間口60cm、全長220cmの小型ソリネット(図2)を使用して曳き網調査を行なった。曳網は、岸に対して水平方向に行ない、放流点からの魚の移動方向を推定できるようにした。曳網距離は約30mで小型の船外機から行った。

(3) プランクトンネットによる餌料生物の調査 間口45cm、全長1mの円錐ネットをソリネットと同時に引き、調査場の餌料生物の状態を観察した(図2)。

(4) 刺し網による捕食魚調査

幅 1 m、長さ 30 m の刺し網を使用して漁獲調査を行なった。

(5) ビームトロールによる曳網調査

小型のビームトロールを用いて離岸堤外側の曳網し、放流点から逸散した種苗と天然着底稚魚を調査した(図2)。曳網には4.9 tクラスの小型底曳船を傭船して調査を行った。

以上の調査によって採集されたサンプルは、事業場に持ち帰った後ソーティング→魚種分け→測定→胃内容物の順でデータの収集を行なった。

2 調査の概要

1) 調査の概要

5月12日(放流後0日) 天候曇り 水温18.9℃

午後

1時から種苗の内15万尾を定置網の台船に積み込み出港したが波浪のため放流点までいけず、やむなく湾内に放流した。残りの種苗は放流点付近までトラックで運び、15時から16時50分の間に、バケツリレーで岸から放流を行った。1才魚も同様にして同地点の岸から放流を行った。放流後刺し網を張り作業を終了した(図3)。

5月13日(放流後1日) 天候晴れ 水温18.6℃

午前

8時10分から13時まで、放流点付近をソリネットを用いて引き網調査を行った。曳網回数は、32回で合計86尾のマガレイが採集された。採取されたのは放流点の付近とそのわずかな沖側が主であった(図4)。ソリネットの調査終了後食害魚調査用の刺し網をあげたところマガレイ(1才魚)、ウグイ、アイナメ、クジメ、クロウシノシタ等の大型魚が採集された。

午後

15時30分から16時45まで、放流点付近の潜水調査を行った。午前中のソリネットによる曳網調査とほぼ同様の結果が得られたが、昨年と異なり、魚はい集しておらず観察される個体数も少なかった。これは時化による視界の悪さもあるが、岸から放流したことや波浪による底のまきあげが大きな原因であり既に分散が始まっているものと考えられた。

5月14日(放流後2日) 天候曇り 水温19.7℃

午前

8時40分から11時45分まで、前日と同地点でソリネットによる曳網調査を行った。その結果、合計32回ネットを曳いたが、放流点付近で3尾しかマガレイは採集されなかった(図5)。離岸堤の外側もソリネットでの調査を試みたが、岩が多く網を引くことができなかった。曳網調査終了後刺し網を引き上げたところ、前日同様マガレイ(1才魚)、ウグイ、クロウシノシタが得られた。

午後から潜水調査を行う予定であったが、天候の悪化が予想されたため、11時45分から12時55分まで引続き潜水観察を行っ

た。調査は離岸堤の内側1か所（水深3m）、離岸堤の外側3か所（水深5～10m）、計4か所で行った。しかし、マガレイが観察されたのは内側のみで、それも11尾と少なかった（当才5尾、1才6尾）。これら曳網調査と潜水観察の結果から、前日から始まった移動分散により、放流点付近から大部分のものがなくなったことが推測される。

5月15日（放流後3日目）天候曇り 水温18.8℃

時化のため調査できず。

5月16日（放流後4日目）天候曇り／雨 水温18.3℃

時化のため調査できず。

5月17日（放流後5日目）天候晴れ 水温19.1℃

放流後2日目の調査結果から、放流点からの種苗の分散が考えられたため、ビームトロールを用いて放流点の沖合を中心に、周辺海域でマガレイの追跡調査を行った。8時15分から15時25分まで、離岸堤沖50m～1マイル（水深5.3～18.5m）の海域で計12回の曳網調査を行った（図6）。得られたサンプルのなかにマコガレイやイシガレイ、クロウシノシタの着底稚魚は見られるもののマガレイの着底稚魚は1尾も採集されなかった（表1）。

5月18日（放流後6日目）天候曇り 水温18.9℃

前日同様の海域で8時23分から11時55分までの間に合計5回の曳網調査を行ったがマガレイの着底稚魚は得られなかった。また、帰港途中で湾内に放流した地点でも2回網を引いたが、マガレイは採集できなかった（表2、図7）。

3）考察

今年度、放流点付近のソリネット曳網調査で、マガレイが採集されたのは、放流後1日目と2日目であった。このうち放流後1日目には曳網した32地点のうち、17地点で86尾のマガレイが得られた。曳網面積から分布密度を算出すると0.05～0.53尾/m²となり、昨年 of 潜水の目視観察から得られた125～1000尾/m²と比べると著しく低い値となった。さらに放流後2日目には32回行った調査のうちマガレイが採集されたのは2地点で、僅か3尾のみであった。この時の分布密度は、0.05～0.1尾/m²と推定された。また同時に行った潜水観察では、放流後1日目、2日目ともマガレイは観察されたがその数は少なく、1日目に7尾、2日目には5尾だけであった。

昨年は放流後3日目まで、種苗は放流点からほとんど移動せず高い密度で蟄集していた。それに対し、今年度は放流の翌日には既に分散が始まっていたように思われる。以下、その原因について推察してみた。

①放流場所と天候

昨年は3日間、目立った種苗の移動はなかったが、天候悪化に伴う時化によって、1日で放流点から分散してしまった。このように時化などによる底質の巻き上がりは逸散の大きな原因になると考えられた。今年度は時化で船が出せなかったため、岸からやむをえず放流を行った。放流に際しては水深1m程の所まで立ち込んで作業

を行ったが、岸よりの地点であったため、底の状態は良好とは考えにくい。また当日はかなり波も高く、放流点は離岸堤の内側であったものの、うねりの影響も大きかったと考えられる。

②水温

昨年度の表層における平均水温は15.2℃であったが今年度の表層の平均水温は19.0℃と大変高かった。通常親魚を養成する場合、飼育水温が17℃を越えると疾病等が発生することが多く、餌食い等も悪くなる。以上のことから、今年の放流場所の水温はマガレイが生息するにはかなり高く、このようなことも、早期における逸散に大きく関わっていると考えられる。

3 放流点付近の魚類相と食害状況について

放流点付近で採集した魚類の査定と測定を行い、マガレイを食害する可能性のあるものについては、胃内容物の観察を行った。表3に採集した魚類のリストを示した。

今年度の放流調査で採集した魚種は、6目12科19種133個体であった。種数はカサゴ目とスズキ目をもっとも多く（6種）、ついでカレイ目であった（3種）。個体数別では、カレイ目（104尾）、カサゴ目（13尾）、スズキ目（11尾）の順に多かった。種別の個体数はマガレイ（100尾）、スジアイナメ（5尾）、マルタ、ギンボの（4尾）の順となり、マガレイ1種だけで全体の76.0%をしめた。

採集された魚類のうち放流したマガレイの捕食魚となる可能性の

あるマルタ（4尾）、アイナメ（2尾）、クジメ（1尾）、スジアイナメ（5尾）、マゴチ、（1尾）、マコガレイ（1尾）、イシガレイ（1尾）の胃内容物を調べた。

その結果体長191mmのマルタが46尾、54mmと252mmのアイナメがそれぞれ4尾と29尾、209mmのクロウシノシタが4尾、92mmのコチが1尾、マガレイを捕食していた（表4）。マガレイを捕食していた魚を採集したのは5月13日の刺網であり、マガレイの採集場所と重なっていた（図3、4参照）。

昨年度は今年とほぼ同地点で、ソリネットと刺網による採集を行ったが、大型の魚類や浮魚を採集するには無理な面もあり、採集された魚のマガレイの捕食度合いは低かった。今年度は刺し網を大きなものに変えたところマルタやアイナメの大型魚が採集され、それらによるマガレイの捕食圧が高いことが明かとなった。

4 放流点付近の餌料生物相について

プランクトンネットで採集した生物の大まかな査定と測定を行った。表5には採集した生物のリストを示した。

採集された生物相はエバドネ類122個体（5.93%）、ポドン類318個体（15.46%）、コベ類994個体（49.00%）、ヨコエビ類297個体（14.44%）、コツブムシ類82個体（3.99%）、クマ類51個体（2.48%）、ミズムシ類10個体（0.49%）オストラコーダ類41個体（2.00%）、オタマボヤ類41個体（2.00%）、多毛類82個体（3.9

9%)、貝類10個体(0.49%)、仔魚10個体(0.49%)であった。

5 放流した種苗の摂餌性について

今回の調査で採集された、マガレイの胃内容物を調べ、放流魚の種苗性や放流調査に関する基礎的な知見を得ることを試みた。

1) 材料と方法

今年度採集された、マガレイの内100尾を用いて観察を行なった。マガレイは採集日別に測定及び色素と変態についての選別を行なった後、顕微鏡下で胃内容物の種類分けと計数を行なった。

2) 結果と考察

(1) 摂餌観察結果の概要

摂餌観察の結果を表6、7に示した。

胃内容物の観察を行なった89尾のうち空胃であったのは67尾で全体の75.2%(昨年43.3%)を占めた。また総摂餌数は、396個体(昨年2003個体)で、1尾あたり4.4個(昨年12.8個)の餌を摂取していたことになる。この結果から今年度は昨年にくらべて、空胃率が高く、摂餌量が著しく低いことが明かとなった。

摂餌していた餌料生物の種類は、エビ類、ヨコエビ類、コペポダ類、オストラコーダ類、多毛類、貝類、アミ類であるが、その大部分はコペポダ類(87.1%、TL0.633mm)で占められてい

た(表8)。

(2) 色素および変態の正常異常と摂餌状態の関係

放流種苗の種苗性の検討を行なうため、色素および変態のタイプによる摂餌状態の違いを調べた。タイプ分けは昨年と同様に①タイプ1:色素眼位正常、②タイプ2:色素異常(白化)眼位正常、③タイプ3:色素異常(白化)眼位異常の3タイプで行った。観察には用いたタイプの内訳はタイプ1:17尾、タイプ2:57尾、タイプ3:15尾であった。

観察の結果、タイプ1の平均摂餌個数は4.4(昨年36.7)、空胃率は62.5%(昨年13.8%)、同じくタイプ2では5.0、58.2%(昨年13.4、27.6%)、タイプ3では2.9、73.3%(昨年1.8、69.7%)となり、昨年と比べて色素や眼位の正異による摂餌能力の差が見られなかった。また、各タイプとも空胃率が高く、摂餌個数が少ないなど摂餌状態の悪い傾向が見られた(表9)。

この摂餌状態の悪い原因としては放流した地点の高水温が上げられる。先にも述べたように今年度は水温が19℃台と高く、昨年に比べて種苗の逸散も早かった。また、場内で養成しているマガレイにおいても17℃を越えると餌食いが悪くなり、疾病が起こりやすくなることが観察されている。これらのことから放流された種苗は高水温のため摂餌状態が悪くなったものと考えられる。またこのように魚の活性が悪いため、昨年のように色素や眼位の正異による摂餌能力の差が明瞭に現れなかったものと推測される。

4 放流した1才魚の再捕状況

種苗放流と同時に行った1才魚、1174尾の再捕状況を表10および図8に示した。再捕は放流後12日目より始まり平成2年6月14日（放流後30日）までに11尾（再捕率0.94%）の再捕報告がなされている。漁具はキス網と板曳であるがそのほとんど（11例中10例）が板曳網によって得られている。また水深は1例を除いて30m以深であり、天然マガレイと混獲されていることから、同様の水深帯に分布していることがうかがえる。

5 総括（放流場所の再検討）

2年間にわたり、水深2～3mの比較的浅い場所に種苗を放流し放流後の行動を主に観察してきた。以下にその概要を上げ、今後の放流場所も含めて検討を加えたい。

①放流したマガレイは、その直後から潜砂し、翌日には摂餌も開始する（平成1、2年）。

②水温が高い（19℃台）と摂餌は不活発になる（平成2年）。

③放流場所の潮の流れはかなり早いものの、マガレイはそれに運ばれることはなく蟄集していた（平成1年）。

④逸散の原因は時化にともなう波浪と水温の上昇が大きいと考えられた（平成1、2年）。

⑤移動分散経路を明らかにするため、離岸堤の外側（水深5～18m）の曳網調査を行ったが、放流したマガレイは採集されず、天然

の着底稚魚も得られなかった（平成2年）。

⑥放流した標識1才魚は9～30日後に採捕され、天然魚と同様の水深帯に分布していることが明らかとなった（平成1、2年）。

⑦放流魚の摂餌能力は、変態の正異によって差が認められ、変態（眼位、色素）の正常なものは異常なものに比べて著しく高いことが明らかとなった（平成1年）。

1）放流場所

放流を行う場合、放流した種苗が正常な摂餌や逃避行動をとることができるか否かはその後の生き残りにとって大きな影響を与える要因である。また、マダイでは放流直後の急激な逸散は生き残る上でマイナスの要素になることが指摘されている。この点放流したマガレイは①、③述べたように摂餌、潜砂能力は放流直後から発現され、水温の上昇や時化などがない限りその場所に比較的蟄集し、順次分散してゆくのもと考えられる。しかしこの2年間放流を行ってきた比較的水深の浅いところでは、年変動、日変動による水温の変化や時化による波浪のを受けやすく、摂餌の悪化や逸散の原因となっている（④、②）。また、⑤で述べたように放流点を含めた水深18m以浅では天然のマガレイ稚魚が採集されておらず、これら水深帯での放流が適していないことを示唆している。すなわち、放流後の安定した棲息環境を与えるためには更に深い水深帯での放流を行わなければならないと考えられる。平成1年度秋田で行ったハタハタの調査において、50m水深帯で3尾のマガレイ稚魚が得られており、来年以降この深さでの放流、調査方法を検討してゆく必要

があると考えられる。

2) 放流魚の種苗性

平成2年度行った観察において変態の異常な魚は摂餌能力が正常なものに比べて著しく劣り、その後の生き残りが低いことを示している。来年以降、これら変態異常魚をそのまま放流するよりも放流以前に選別を行い正常魚のみを放流し、実質的な放流効果を向上させなければならないと考える。

表1 ビームトロールで採集された魚類リスト (I)

月日	曳網番号	種名	個体数 (尾)	全長 (mm)	体長 (mm)
5/17	1	サビハゼ	1	77.9	67.6
	1	シロウオ	5	45.1~49.5	40.0~43.5
	1	セトヌメリ	6	64.8~89.9	54.7~70.9
	1	イシガレイ	3	31.0~46.2	25.1~38.3
	1	マコガレイ	1	34.8	30.0
	1	クロウシノシタ	2	60.7, 268	57.6, 253
	1	ササウシノシタ	1	70.3	60.5
	2	スズキ	1	16.2	14.1
	2	シロウオ	2	37.7, 46.6	33.2, 41.1
	2	サブロウsp.	4	42.8, 50.7	36.4, 43.8
	2	ヒラメ	1	252	208
	2	イシガレイ	4	33.4~45.4	28.6~37.8
	2	マコガレイ	1	32.5	26.6
	2	クロウシノシタ	2	255, 340	243, 321
	2	シマウシノシタ	1	116	104
	3	シロウオ	1	44.9	39.1
	3	ヒメハゼ	1	31.9	26.9
	3	サブロウsp.	3	45.0~52.8	38.4~43.4
	3	イシガレイ	4	34.5~58.9	29.1~48.8
	3	マコガレイ	1	32.9	27.4
	3	クロウシノシタ	15	47.6~256	44.6~249
	3	シマウシノシタ	1	194	176
	3	クサフグ	1	96.5	78.9
	4	ギンボ	2	255	237, 239
	4	トビヌメリ	2	81.0, 91.0	66.0, 72.0
	4	サブロウsp.	1	52.3	45.7
	4	イシガレイ	1	36.9	30.9
	4	マコガレイ	1	24.4	20.5
	4	ササウシノシタ	1	34.3	29.3
	4	シマウシノシタ	1	202	180
	5	タツノオトシゴ	1	49.4	17.7
	5	シロウオ	1	47.1	41.5
	5	アイナメ	1	57.1	47.8
	5	イシガレイ	3	41.0~49.9	34.3~43.1
	5	ササウシノシタ	1	58.3	49.1
	5	シマウシノシタ	1	110	99.0
	6	アカエイ	1	328	
	6	シロウオ	3	43.9~47.8	38.1~42.3
	6	サブロウsp.	2	46.8, 58.9	39.8, 51.7
	6	ヒラメ	1	229	194
	6	マコガレイ	1	41.5	34.3
	6	クロウシノシタ	2	244, 284	231, 269
	6	シマウシノシタ	1	124	108
	7	カタクチイワシ	1	30.0	25.8
	7	シロウオ	5	44.0~47.5	39.6~42.3
	7	サビハゼ	1	41.1	34.6

月日	曳網番号	種名	個体数 (尾)	全長 (mm)	体長 (mm)
5/17	7	メゴチ	1	93.4	78.4
	7	メバル	1	41.0	33.4
	7	サブロウsp.	3	44.1~61.6	36.7~53.3
	7	ヒゲナガヤギウオ	2	56.4, 63.2	50.2, 55.6
	7	ネズミゴチ	2	75.8, 96.0	60.1, 75.3
	7	イシガレイ	6	29.7~291	24.9~244
	7	マコガレイ	16	28.0~50.3	24.2~41.8
	7	ゲンコ	12	31.2~138	29.2~132
	7	クロウシノシタ	4	69.9~112	64.1~107
	7	ササウシノシタ	2	40.5, 62.8	34.2, 53.8
	7	シマウシノシタ	1	106	92.9
	7	クサフグ	1	194	113
	8	サブロウsp.	1	54.2	46.6
	8	セトヌメリ	1	56.3	44.7
	8	マコガレイ	3	34.4~38.4	28.2~30.9
	8	ゲンコ	4	74.3~142	66.1~132
	9	ヨウジウオ	1	147	141
	9	タツノオトシゴ	1	43.8	17.5
	9	サビハゼ	3	37.7~87.9	29.7~76.1
	9	ギンボ	1	38.1	34.9
	9	クサウオ	1	85.9	75.6
	9	ネズミゴチ	3	68.7~109	53.2~85.1
	9	アラメガレイ	9	52.0~77.4	40.3~62.2
	9	メイタガレイ	1	70.1	55.8
	9	イシガレイ	1	215	184
	9	マコガレイ	25	31.2~45.6	26.9, 37.8
	9	ゲンコ	14	39.0~144	37.3~123
	9	ササウシノシタ	4	46.2~115	38.0~103
	9	シマウシノシタ	1	113	96.6
	9	クサフグ	1	120	98.0
	11	マゴチ	1	129	111
	11	シロウオ	7	45.6~47.3	40.6~41.4
	11	サブロウsp.	3	39.2~54.8	34.6~46.2
	11	セトヌメリ	2	83.1, 101	64.9, 79.4
	11	ネズミゴチ	1	78.3	60.0
	11	イシガレイ	2	34.2, 51.1	28.9, 42.7
	11	マコガレイ	1	33.8	27.7
	11	ゲンコ	1	45.6	43.0
	11	クロウシノシタ	11	66.4~275	61.4~257
	12	ギンボ	1	44.6	40.1
	12	マゴチ	1	111	98.0
	12	ホウボウ	1	134	119
	12	ヒメハゼ	3	32.1~44.0	25.7~35.4
	12	シロウオ	1	43.1	37.6
	12	セトヌメリ	2	59.7, 77.7	48.9, 61.1
	12	マコガレイ	4	29.7~42.1	25.3~34.2
	12	アミメハギ	1	35.3	26.1

表2 ビームトロールで採集された魚類リスト (II)

月日	曳網番号	種名	個体数 (尾)	全長 (mm)	体長 (mm)
5/18	2	シロギス	1	61.9	53.4
	2	ヒメハゼ	1	35.5	31.3
	2	シロウオ	14	43.7~50.0	39.0~44.4
	2	マゴチ	1	36.1	31.9
	2	サブロウsp.	4	42.5~56.5	36.0~49.1
	2	セトヌメリ	3	75.2~91.1	59.0~71.6
	2	イシガレイ	2	46.6、47.1	38.1、38.4
	2	マコガレイ	2	34.2、34.5	28.3、31.3
	2	ササウシノシタ	3	44.7~90.9	36.4~80.9
	2	クロウシノシタ	23	49.7~245	45.7~223
	2	シマウシノシタ	1	110	96.6
	2	クサフグ	1	98.0	77.0
	3	シロウオ	8	44.6~49.5	39.1~44.3
	3	マゴチ	1	33.6	29.5
	3	アイナメ	1	64.6	54.1
	3	セトヌメリ	9	50.1~82.1	39.1~62.8
	3	クロウシノシタ	12	50.0~251	46.3~239
	3	シマウシノシタ	1	97.7	86.9
	4	シロギス	1	60.6	52.5
	4	マコガレイ	1	34.9	28.9
	4	ササウシノシタ	1	39.0	32.3
	4	クロウシノシタ	6	18.7~30.2	17.6~28.2
	4	ササウシノシタ	1	39.0	32.3
	4	クサフグ	1	11.6	9.4.5
	5	タツノオトシゴ	1	42.0	18.6
	5	シロギス	1	87.9	78.1
	5	サビハゼ	2	34.9、31.7	25.7、29.6
	5	ネズミゴチ	1	90.9	72.6
	5	アラメガレイ	2	46.9、50.9	37.2、40.7
	5	マガレイ	1	14.6	11.9
	5	マコガレイ	9	27.9~34.9	24.1~30.3
	5	ゲンコ	19	50.3~120	46.0~112
	5	ササウシノシタ	2	52.6、66.8	45.2、58.1
	6	ヒメハゼ	23	33.4~64.0	29.2~52.6
	6	シラヌイハゼ	1	44.1	37.4
	6	クロウシノシタ	1	26.5	25.0
	6	ウシノシタsp.	1	51.4	49.2
	7	ヒメハゼ	3	37.3~47.7	30.9~39.5
		セトヌメリ	2	74.1、93.1	57.4、72.5
		ネズミゴチ	1	11.4	9.0.0
		イシガレイ	1	40.4	30.3
		マコガレイ	1	30.8	26.2
		ササウシノシタ	1	14.0	12.4
		アカシタヒラメ	2	11.5、24.0	10.9、22.9
		ゲンコ	1	68.7	65.1

表3 平成2年マガレイ放流調査(放流点付近) 魚類リスト

学名	和名	尾数	全長 (mm)	体長 (mm)	採集器具
CIPRYNIFORMES	コイ目				
Cipryniidae	コイ科				
tribolodon	マルタ	4	305.3 (232.0~371.0)	252.5 (191.0~308.0)	刺し網
PERCIFORMES	スズキ目				
PERCOIDEI	スズキ亜目				
Percichthyidae	スズキ科				
Lateolabrax japonicus	スズキ	1	19.7	16.7	
GOBIOIDEI	ハゼ亜目				
Gobiidae	ハゼ科				
Favonigobius gymnauchen	ヒメハゼ	1	52.0	47.0	ソリネット
Sagamia geneionema	サビハゼ	1	83.4	71.1	ソリネット
Chaenogobius sp.	ウキゴリの1種	1	16.3	13.9	ソリネット
BLENNIOIDEI	ギンボ亜目				
Pholididae	ニシキギンボ科				
Enedrias nebulosa	ギンボ	4	36.6 (29.5~42.7)	33.6 (26.7~38.8)	ソリネット
Zoarcidae	ゲンゲ科				
Zoarchias veneficus	カズナギ	3	28.1 (25.4~31.6)		ソリネット
SCORPAENIFORMES	カサゴ目				
Hexagrammidae	アイナメ科				
Hexagrammos agrammus	クジメ	1	210.0	179.0	刺し網
Hexagrammos otakii	アイナメ	2	182.1 (300.0、62.1)	153.1 (252.0、54.1)	ソリネット、刺し網
Hexagrammos octogrammus	スジアイナメ	5	59.5 (52.6~63.3)	50.9 (54.0~44.4)	ソリネット
Platycephalidae	コチ科				
Platycephalus indicus	マゴチ	1	107.5	92.8	ソリネット
Cottidae	カジカ科				
Cottus kazika	カマキリ	2	15.8 (14.5、17.0)	13.2 (11.4、15.0)	ソリネット
Furcina osimae	キヌカジカ	2	13.2 (163.0、13.4)	11.2 (11.0、11.5)	ソリネット
GOBIESOCIFORMES	ウバウオ目				
CALLIONYMOIDEI	ネズッポ亜目				
Callionymidae	ネズッポ科				
Eleutherochir mirabilis	バケヌメリ	1	35.0	30.0	ソリネット
PLEURONECTIFORMES	カレイ目				
PLEURONECTOIDEI	カレイ亜目				
Pleuronectidae	カレイ科				
Limanda herzenstini	マガレイ	100		29.1 (10.9~127.8)	ソリネット、刺し網
Limanda yokohamae	マコガレイ	1	304.0	246.0	ソリネット
Kareius bicoloratus	イシガレイ	1			ソリネット
SOLEOIDEI	ウシノシタ亜目				
Cynoglossidae	ウシノシタ科				
Paraplagusia blochi	クロウシノシタ	1			ソリネット
TETRAODONTIFORMES	フグ目				
TETRAODONTOIDEI	フグ亜目				
Tetraodontidae	フグ科				
Takifugu niphobles	クサフグ	1	47.0	40.0	手ダモ
合計	19種類	133尾			

表4 食害魚調査結果

種名	体長 (mm)	マガレイ 捕食尾数 (尾)
アイナメ	54	4
アイナメ	252	29
マルタ	191	46
クロウシノシタ	209	4
マゴチ	92	1

表5 プランクトン採集リスト

種名	入網回数	総個体数 (個体)	平均全長 (μ m)
エバドネ類	9	122	672
オストラコーダ類	4	41	582
オタマボヤ類	3	41	1310
クマ類	2	51	814
コツブムシ類	7	82	604
コペ類	22	994	782
ふ化仔魚類	1	10	7624
ボドン類	16	318	513
ミズムシ類	1	10	1828
ヨコエビ類	12	297	1615
貝類	1	10	608
多毛類	5	82	1885

表6 採集したマガレイの摂餌観察結果

観察尾数 (尾)	平均体長 (mm)	総摂餌数 (個体)	エビ類 (個体)	ヨコエビ類 (個体)	コペポータ類 (個体)	オストラコーダ類 (個体)	多毛類 (個体)	貝類 (個体)	*その他 (個体)	空胃率 (%)	平均摂餌個体数 (個体)
89	17.0 10.0~26.4	396 0~81	2	1	345 0~81	8 0~2	6 0~2	1	33 0~31	60.7	4.45

表7 採集日ごとの摂餌観察結果

放流後日数	観察尾数 (尾)	平均体長 (mm)	総摂餌数 (個体)	エビ類 (個体)	ヨコエビ類 (個体)	コペポータ類 (個体)	オストラコーダ類 (個体)	多毛類 (個体)	貝類 (個体)	*その他 (個体)	平均摂餌個体数 (個体)	空胃率 (%)
1	86	17.0 14.9~23.7	266 0~44	2	1	215 0~39	8 0~2	6 0~2	1 0~1	33 0~31	3.09	61.6
2	3	15.0 12.0~20.5	130 0~81			130 0~81					43.33	66.6

表8 摂餌生物のサイズ

類名	平均全長 (mm)	最大 (mm)	最小 (mm)
ヨコエビ類	1.039		
コペポータ類	0.633	0.271	1.117
オストラコーダ類	0.696	0.307	0.982
貝類	0.433		
アミ類	1.931		

表 9 色素および変態のタイプごとの摂餌観察結果

色素	眼位	観察尾数 (尾)	平均体長 (mm)	総摂餌数 (個体)	エビ類 (個体)	ヨゴエビ類 (個体)	コペポータ類 (個体)	オストリア類 (個体)	多毛類 (個体)	貝類 (個体)	*その他 (個体)	平均摂餌個体数 (個体)	空胃率 (%)
正常	正常	16	17.9	70 0~32			67 0~31		2 0~1		1	4.38	62.5
異常	正常	57	17.1 10.9~25.0	283 0~81		1	237 0~81	8 0~2	4 0~2	1	32 0~31	4.96	58.2
異常	異常	15	15.7 11~28.0	43 0~39	2		41 0~31					2.87	73.3

表 10 標識魚採捕結果

再捕日	場所	水深 (m)	経過日数 (日)	体長 (mm)	漁具
5/25	瀬波沖	15	12	70.6	キス網
30	塩谷沖	42	17	91.5	板曳
30	塩谷沖	42	17	97.0	板曳
30	瀬波沖	33	17	98.6	板曳
30	瀬波沖	33	17	109.0	板曳
30	岩船沖	38	17	111.9	板曳
6/6	岩船沖	38	24	126.2	板曳
6	中条沖	105	24	121.3	板曳
6	中条沖	105	24	94.4	板曳
6/14	瀬波沖	30	32	125.0	板曳
14	瀬波沖	30	32	114.7	板曳

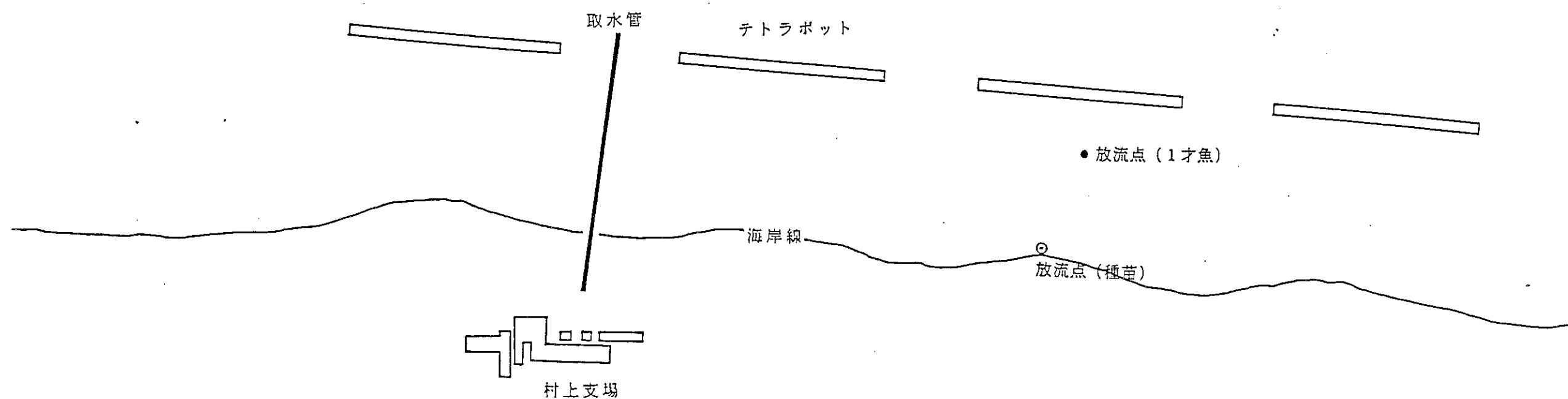


図 1 放流点の概要

縮尺 1/3000

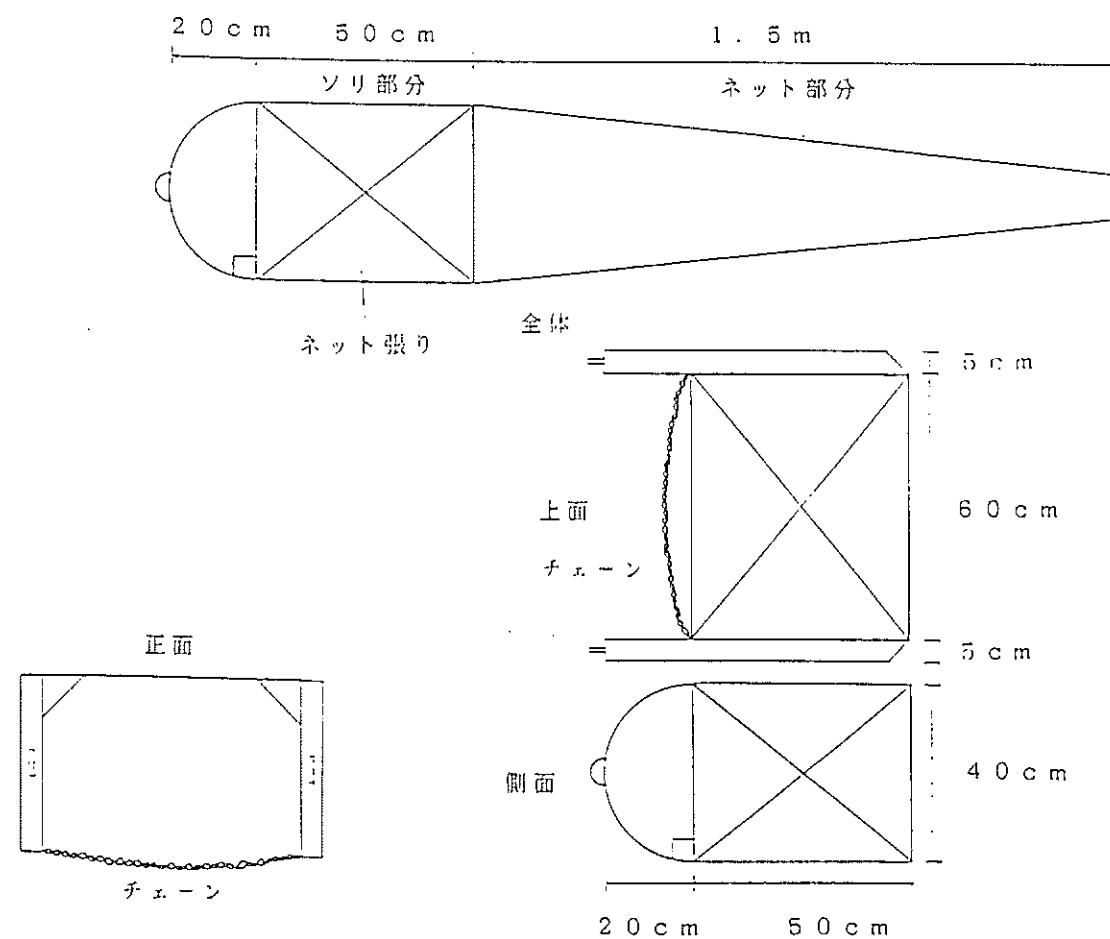


図 2 小型ソリネット

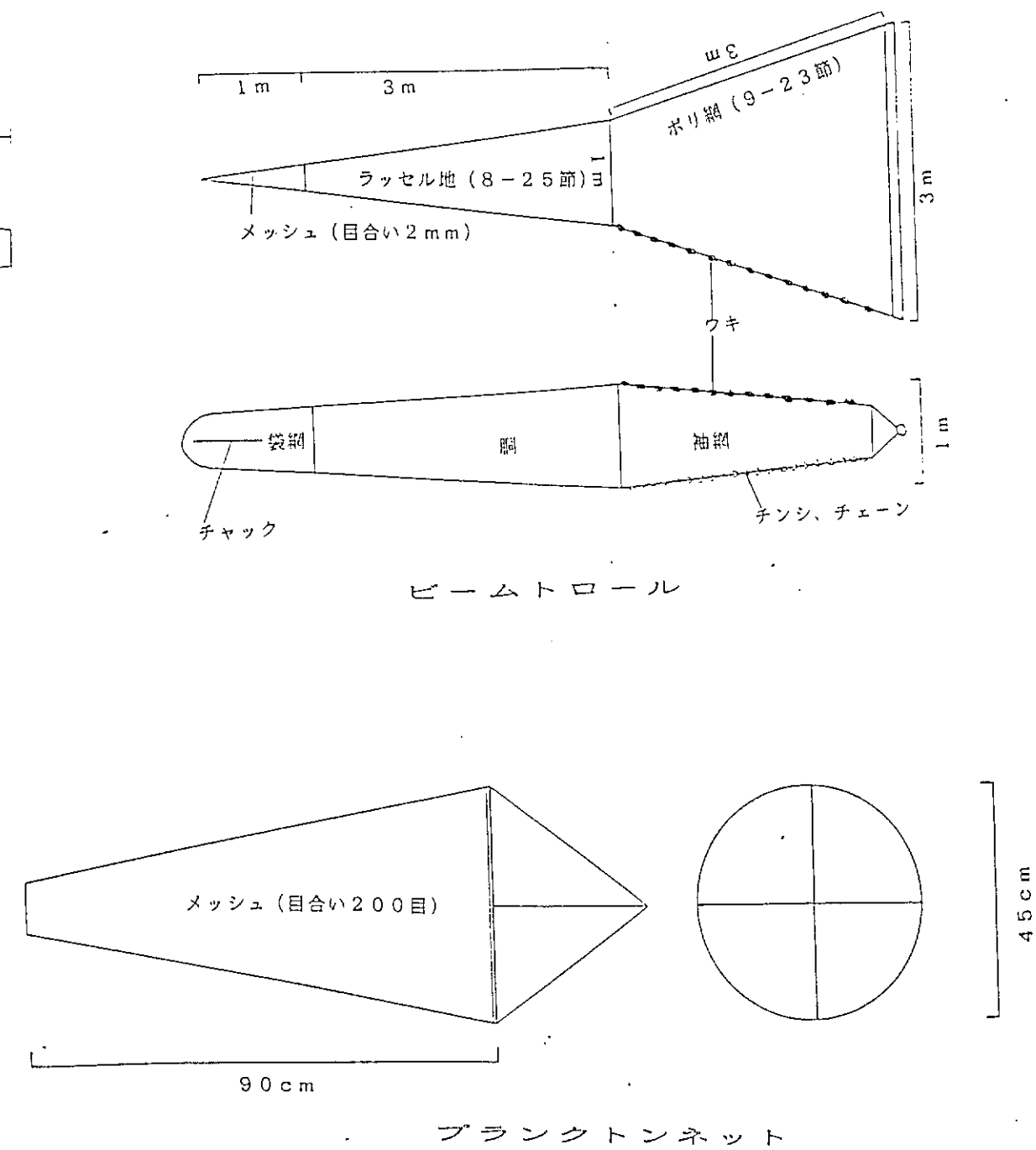


図 2 調査漁具

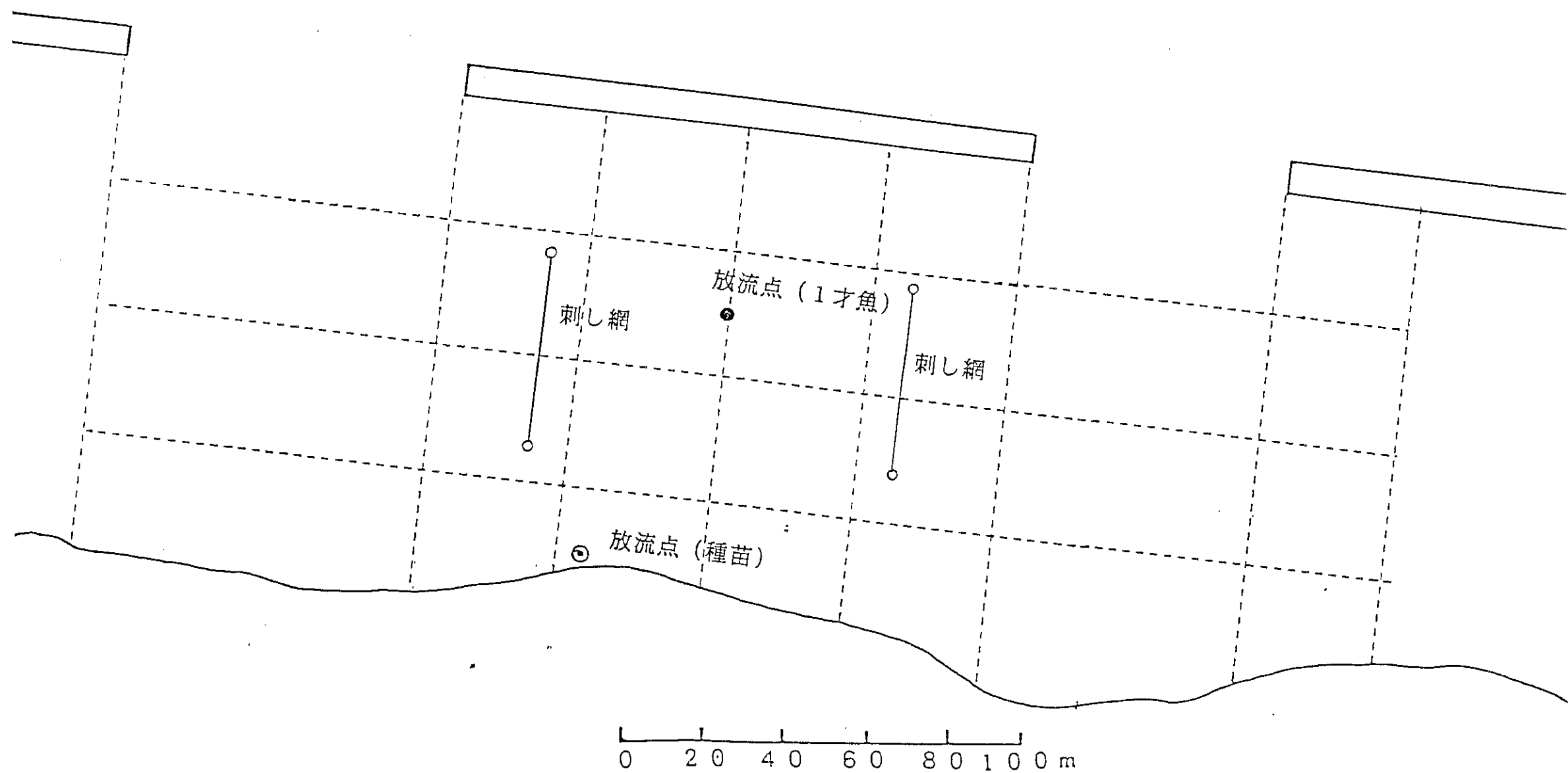


図 3 放流地点

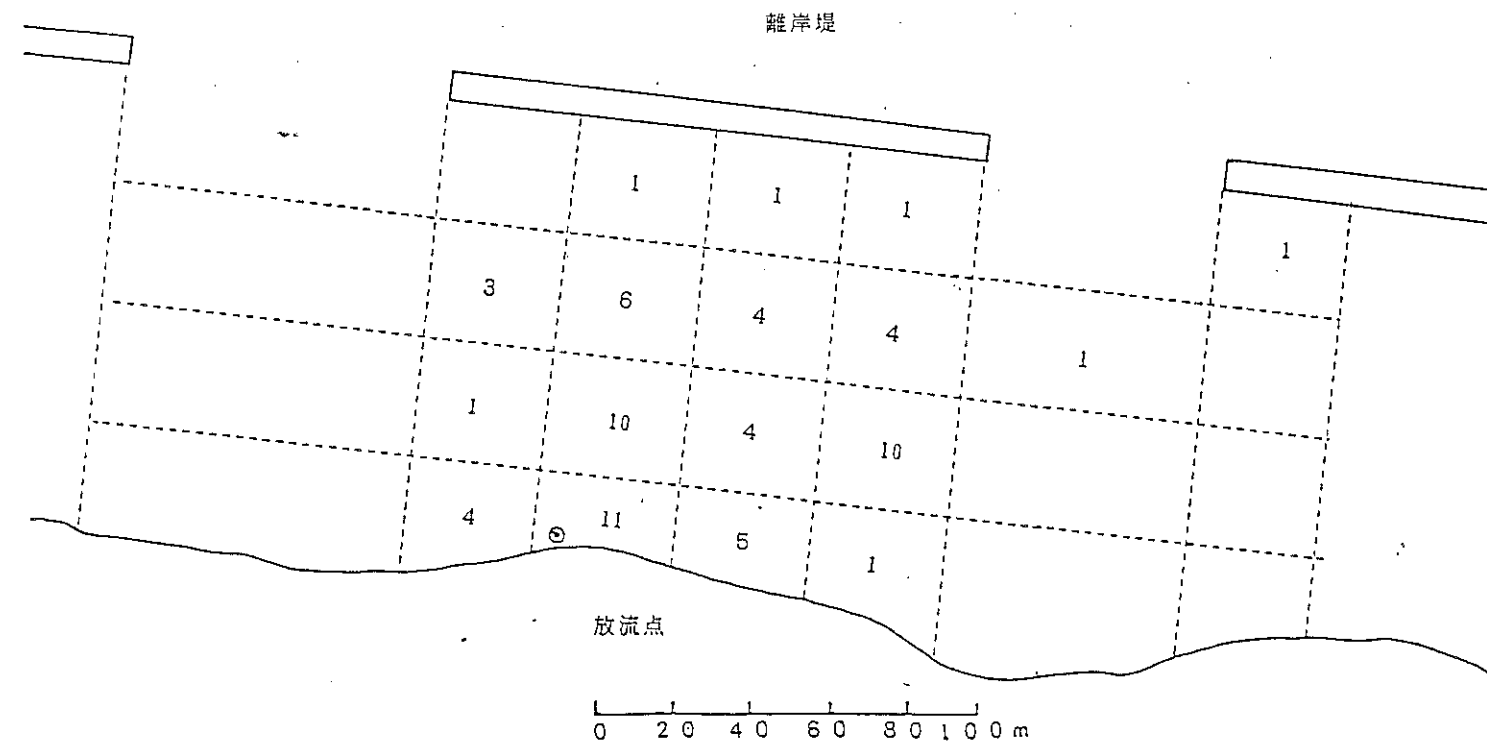


図4 5月13日ソリネットによるマガレイの採集状況

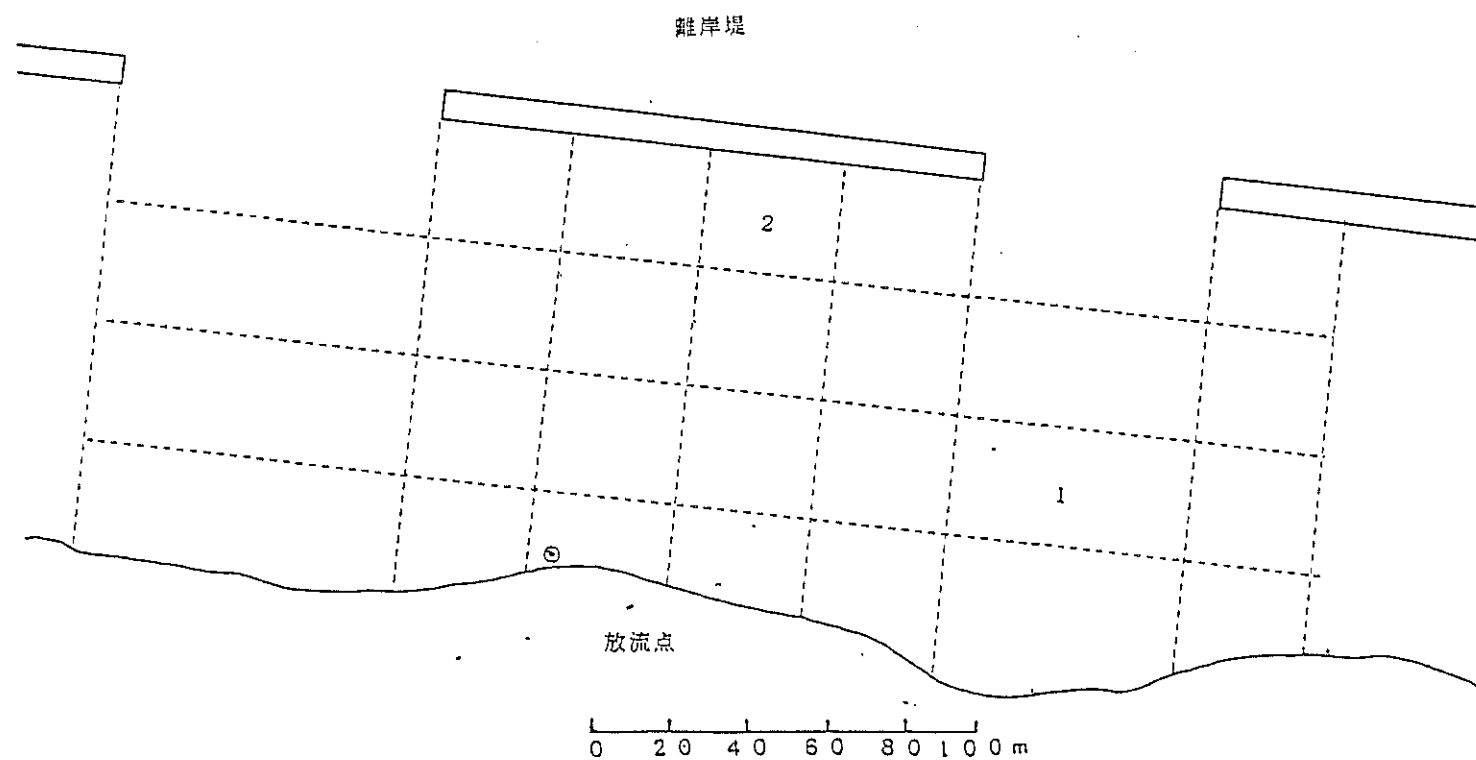


図5 5月14日ソリネットによるマガレイの採集状況

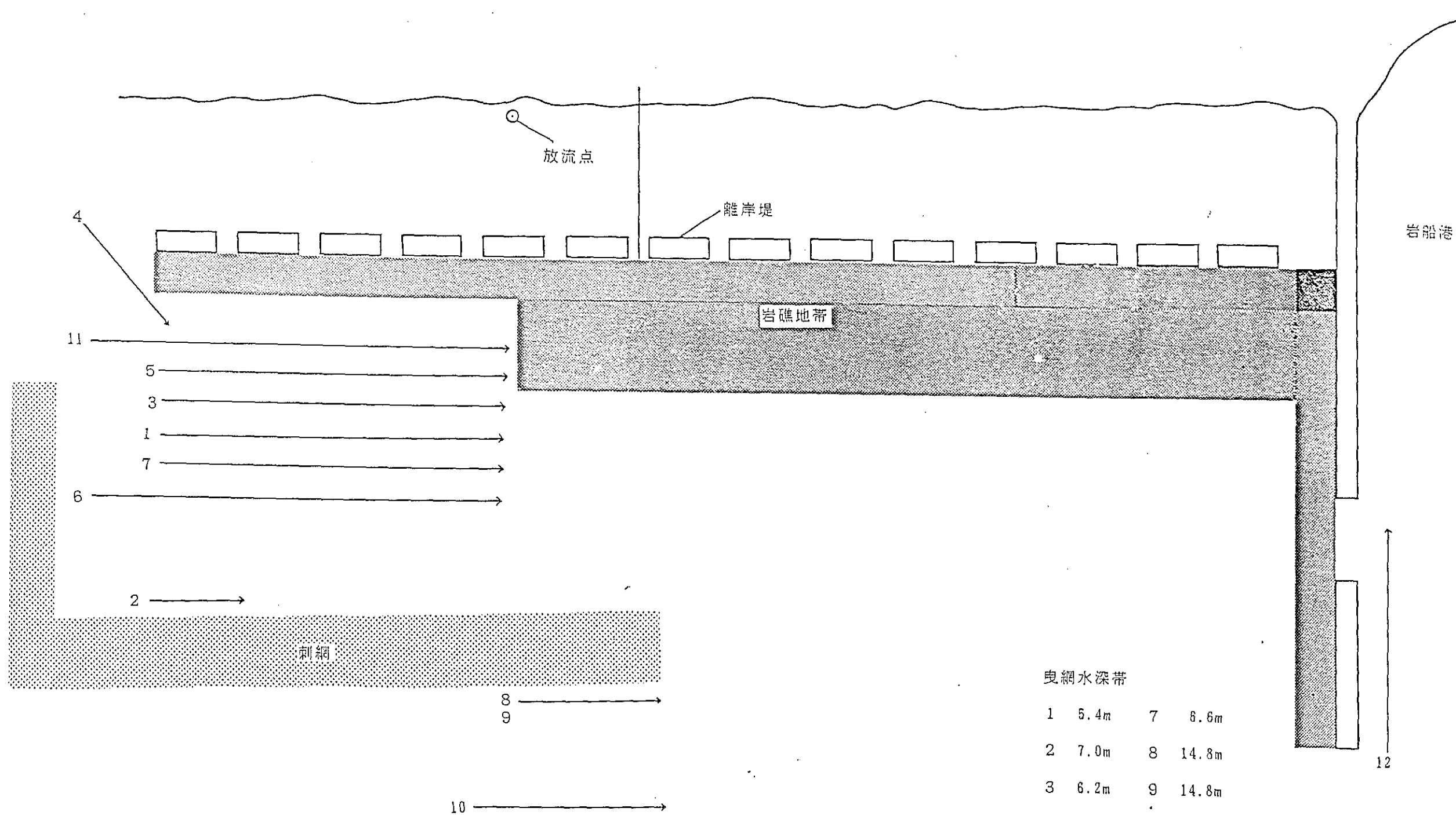


図6 5月17日ビームトロールによる曳網調査

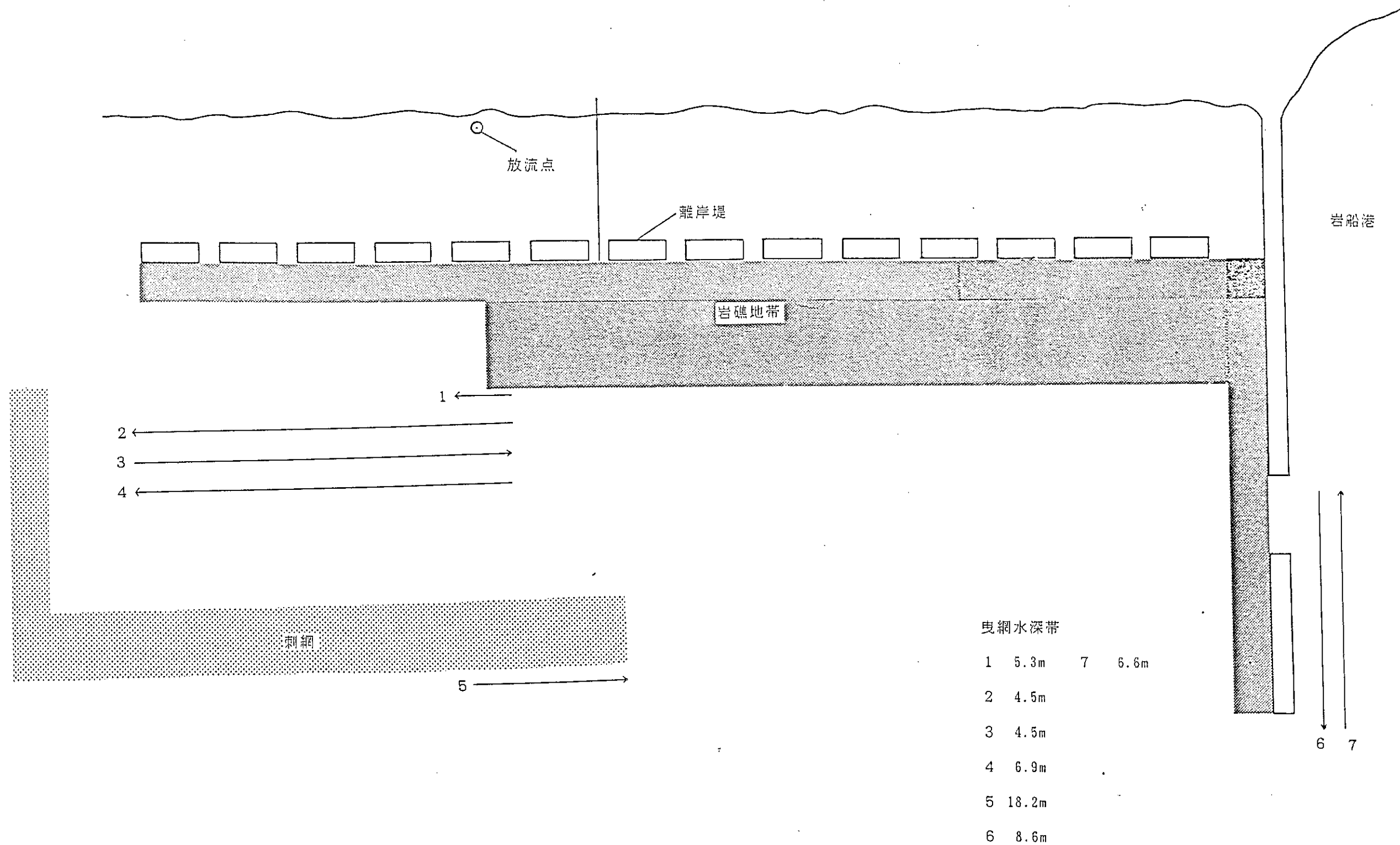


図7 5月18日ビームトロールによる曳網調査

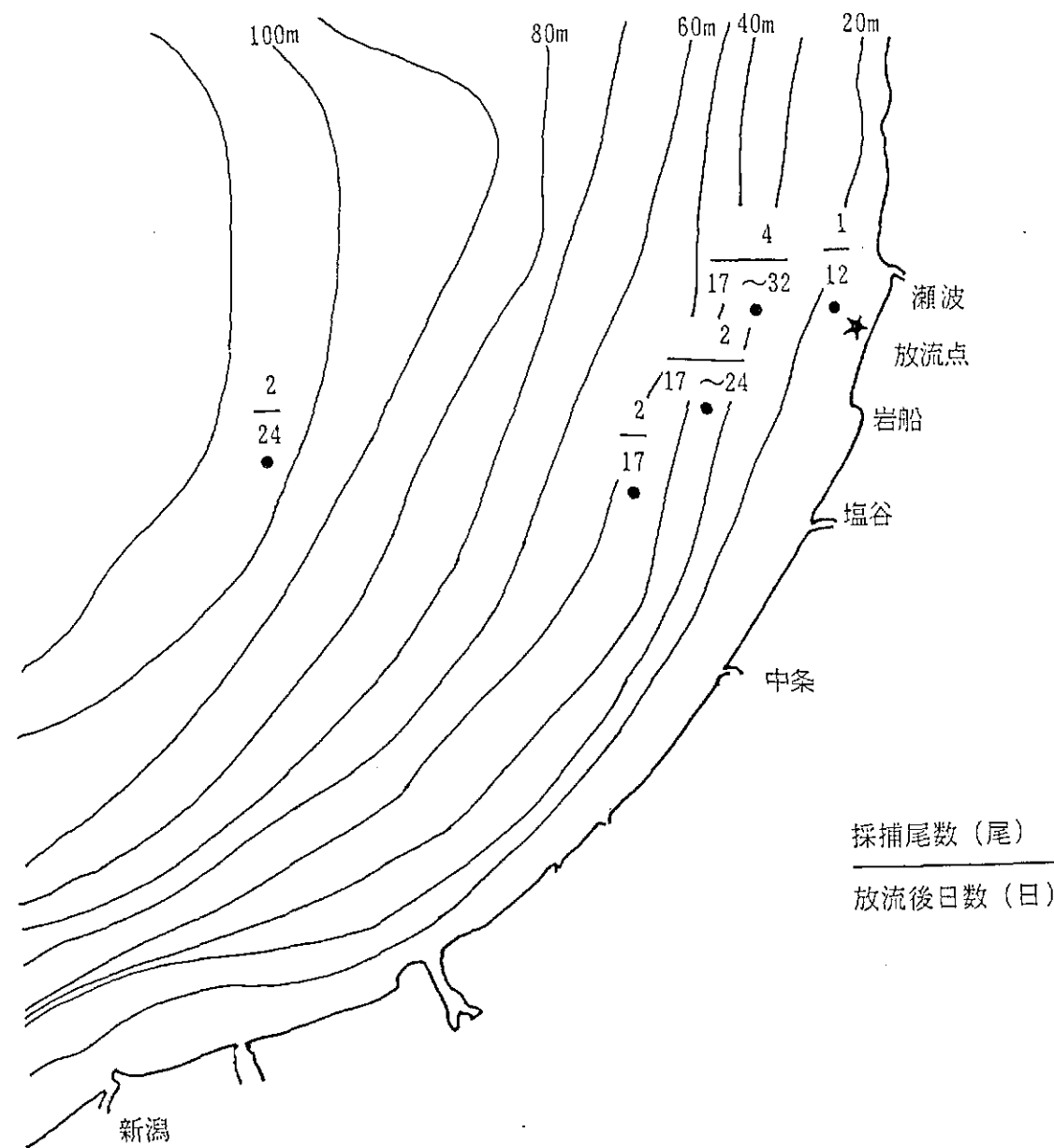


図 8 平成 2 年度採捕結果

ホツコクアカエビ

ホッコクアカエビ

親エビの確保と幼生の回収

◎有瀧 真人

長倉 義智

平成元年度は1465尾の親エビを購入し、自然ふ出で1月19日から3月8日までの48日間に156万尾（ふ出率35.8%）の幼生を回収した。また、搬入後水槽内で斃死したエビから34.9万粒の卵を剥離し、31.3万尾（ふ出率89.7%）の幼生を回収することができた。これと同様の管理を行った底曳網漁獲物の剥離卵からはふ出率が34.7～91.1%とばらついたものの卵質さえ良ければ高率で幼生を回収できることが明らかとなった。

今年度もホッコクアカエビ種苗生産および試験のため、抱卵エビを購入し、幼生を回収したのでその結果を以下に述べる。

1. 自然ふ出

いけ込んだ抱卵エビから大量に幼生を回収し、飼育試験等に使用するため、抱卵エビを購入し管理を行った。

1) 親エビの購入

本年度の親エビは、元年度と同様に石川県西海漁協所属のエビ簗で漁獲された抱卵エビ（生きたエビ）を使用した。抱卵エビの購入は1月29日に行い、購入した1000尾の内500尾を使用した（表1）。

親エビの輸送には冷却運搬水槽（0.5 m³、水温4℃）を使用し、約1時間かけて事業場へトラック輸送した。搬入したものは直ちに選別を行い、生きの良い500尾だけを10 m³ コンクリート水槽（2×5×0.8 m）にいけ込んで自然ふ出による幼生の回収に使用した。水槽は2.2 kwの冷却装置を使用して、水温を4℃

に保つようにした。

2) 抱卵エビの測定と抱卵数の推定

購入したもののうち39尾を用いて、体各部位の測定と抱卵数の計数を行った。測定は、全長、体長、頭胸甲長について行い、卵の計数は、重量法で行った。

測定の結果平均全長153.4 mm、平均体長111.1 mm、平均頭胸甲長32.1 mm、1尾当たりの平均抱卵重量2.27 g、平均抱卵数2270粒であつた（表2、図1）。このことから今年度自然ふ出に用いた抱卵エビ（500尾）の総抱卵数は約218万粒であると推定される（表2、3）。

3) ふ出幼生の回収

幼生の回収は、昨年と同様に10 m³ 水槽からカラナインホース（径30 mm）2本で0.5 m³ パンライト水槽へ終日水を落して行った。計数及び幼生の回収は、ふ出が主に日没から早朝にかけて行われるので、日中に行った。計数の方法は容量法を用いた。

幼生のふ出期間は1月30日から2月23日の間で、合計24日間回収することができた（図2）。回収した幼生の総数は99.6万尾（昨年156万尾）で1日平均3.0万尾（昨年3.25万尾）であった。これは総抱卵数の87.7%（昨年35.8%）で、親エビ1尾当たり1992尾（昨年1071尾）の幼生をふ出したことになる（表3）。

回収した幼生のうち12.5万尾（12.6%）を種苗生産に、87.1万尾（87.4%）を餌料等に使用した。

2. エビ籠漁獲物から得た剥離卵の大量卵管理

搬入後直ちに弱ったエビから100万粒前後の卵を剥離し、量産

試験に用いる幼生を大量に回収するため卵管理をおこなった。

1) 親エビの購入と卵管理

試験に用いた抱卵エビは、1月29日にエビ籠漁獲物1000尾から剥離卵用を選別した500尾の内の400尾である。自場に搬入後選別したものは直ちに卵を剥離し、90.5万粒をふ化ビン4本に収容した。これとは別に1月30から2月4日の間に自然ふ出用の水槽内で斃死した49尾からも10.6万粒の卵を剥離しふ化ビン1本に収容した。以上のように今年度は、ふ化ビン5本に合計101.1万粒の卵を収容し幼生の回収を行った。なお卵の計数は重量法をもちいている。(表1、2、4)

ビン型ふ化器は昨年同様、日特プラスチックKK製の長寸76cm、短寸15cm、容量4.2ℓ(図3)を用いた。ビン型ふ化器への注水は、下方から卵が流失しないよう各4.0ℓ/分で行った。卵管理中の平均水温は、8.5℃(7.8~10.3℃)であった(表4)。

2) 抱卵エビの測定と抱卵数の推定

親エビは前記の”自然ふ出”の項と同様である。

3) ふ出幼生の回収

ふ化した幼生の回収は、ビン型ふ化器上部に取りつけたカナラインホース(径25mm)から0.5m³パンライト水槽に水を落しで行った。幼生のふ出は1月30日から始まり、2月21日までの23日間に92万尾(ふ出率91.0%)の幼生を回収した(表4、図3)。回収したもののうち34.1万尾(37.1%)を生産および飼育試験に、残りの57.9万尾(62.9%)は、餌料等に使用した。(表4、図4)

3. メチレンブルー薬浴を施した剥離卵からの幼生の回収

去年は薬浴を施した卵から得た幼生で飼育試験を行ったところ、体幹部の白濁を抑えることができた。そこで今年度は去年の結果を確認するため、メチレンブルーで薬浴を行った抱卵エビから卵を剥離し幼生を回収した。

1) 親エビの購入と卵管理

薬浴に用いた抱卵エビは1月29日にエビ籠漁獲物1000尾から剥離卵用を選別した500尾の内の100尾である。抱卵エビは、メチレンブルー0.5ppmで5分間薬浴を行ったのちに卵を剥離し、ふ化ビン1本で卵管理を行った。薬浴処理を行った後剥離、収容した卵数は23.1万粒であった。卵管理の方法等は前記のものと同様である。管理中の平均水温は8.4℃(7.6~10.0℃)であった。(表1、2、4)

2) 抱卵エビの測定と抱卵数の推定

親エビは前記の”自然ふ出”の項と同様である。

3) ふ出幼生の回収

幼生の回収方法は前記のものと同様である。

幼生のふ出は収容後1日目の1月30日から始まり、2月18日間の21日間に、25.7万尾(ふ出率111.3%)を回収した。回収した幼生のうち、18000尾(7%)を飼育試験に、残りの23.8尾は餌料等に使用した。(表4、図5)

4. 底曳網漁獲物から得た剥離卵の管理試験

去年は2回にわたり底曳網漁獲物から卵を剥離し、卵管理を行ったところ、ふ出率は34.7%と91.1%となりばらつきが生じた。この原因としては、水揚げからの経過時間が深く関わっていると

考えられ、できるだけ鮮度の良いものを用いれば高いふ出率で幼生を回収できることが推測できた。そこで今年度は昨年の結果を再現するため底曳網漁獲物から卵を剥離し、卵管理を行って幼生の回収を試みた。

1) 親エビの購入と卵管理

剥離卵に使用したエビは、2月2日に西海漁協から底曳網で漁獲された60尾を購入した。購入した抱卵エビはビニール袋へ海水とともに詰め込み、酸素を封入して事業場まで輸送した。輸送中の水温は、4～4.5℃であった。搬入後直ちに卵はエビから剥離し、20.7万粒をふ化ビン1本に収容した。卵管理の方法は前記のものと同様である。ふ化管理中の平均水温は8.6℃(7.9～10.1℃)であった(表1、4)。

2) 抱卵エビの測定と抱卵数の推定

購入したもののうち18尾を用いて、体各部位の測定と抱卵数の計数を行った。測定は、全長、体長、頭胸甲長について行い、卵の計数は、重量法で行った。

測定の結果、平均全長146.8mm、平均体長111.8mm、平均頭胸甲長32.2mm、平均抱卵重量3.45g、平均抱卵数3450粒であった(表2、図1)。

3) 幼生の回収

ふ出した幼生の回収方法は前記の試験と同様である。

幼生のふ出は2月3日に始まり、2月19日までの18日間に、19.8万尾(ふ出率95.6%)の幼生を回収した。回収した幼生のうち5200尾(2.6%)を飼育試験に残りの19.3万尾(97.2%)は餌料等に使用した。

5. 考察

去年は1465尾の抱卵エビを購入し、470.0万粒の卵から209.3万尾の幼生を回収し、ふ出率は44.5%であった(自然ふ出155.9万尾、ふ出率35.8%、剥離卵合計53.4万尾、ふ出率33.9～105%)。これに対し今年度は合計1060尾の抱卵エビを購入し、258.4万粒の卵から237.1万尾の幼生を回収し、ふ出率は91.8%となった(自然ふ出99.6万尾、ふ出率87.7%、剥離卵合計137.5万尾、ふ出率11.3～91%)。特に自然ふ出は去年のふ出率35.8%を大きく上回り過去最高の値となった。購入した親エビの状態は例年と変わりなく、むしろ漁協で選別しなかった分、活力の悪いものが多かった。しかし、購入尾数が少なかったうえに購入したうちの半数を剥離卵として使用したため、水槽にいけ込んだ尾数は例年の約65%となり、結果的にこの密度の減少がふ出率の向上に大きく関わったのではないと思われる。

剥離卵を使用した幼生の回収はエビ籠漁獲物、底曳網漁獲物共にふ出率が90%を越えており、ここ数年の結果とあわせて考えても技術的には、一応のめどがついたのではないと思われる。ただ底曳網漁獲物を剥離卵として使用する場合は卵質に注意を払い、鮮度の良いものを使用しないとふ出率に大きな影響を与えることは昨年度の結果からも明白である。今後抱卵エビから幼生を回収する場合冷却する必要もなく、管理スペースも小さくすむ剥離卵の方が省力という点でも大きなメリットがあると考えられる。また現在はエビ籠漁獲物を主に用いて剥離卵に当てているが、大量に幼生を回収する場合は安価で大量に入手できる底曳網漁獲物に移行していかなければならないと考える。

表 1 親エビの購入結果

月日	購入尾数	備考
1月29日	1000尾	内500尾剥離卵に使用
2月 2日	60尾	底曳漁獲物剥離卵に使用

表 2 親エビの測定と抱卵数の計数結果

区分	全長 (mm)	体長 (mm)	頭胸甲長 (mm)	体重 (g)	抱卵重量 (g)	抱卵数 (粒)
エビ籠	153.4	111.1	32.1	13.9	2.27	2270
	134.0 ~175.9	96.2~126.6	27.6 ~37.3	9.0~19.4		
底曳網	146.8	111.8	32.2	14.2	3.45	3450
	131.8 ~166.6	100.0~135.9	29.1 ~39.6	10.7~25.1		

表 3 ふ出幼生の概要

期 間	総抱卵数	1日当たりのふ出尾数	総幼生数	エビ1尾当たり	ふ出率
1月30日~2月23日	113.5万粒	3.0万尾	99.59万尾	1992尾	87.7%
24日間		0.1~8.9万尾			

表 4 剥離卵を使用した幼生回収試験

区分	ふ化ビン (本)	水温 (℃)	収容卵数 (万粒)	注水量 (ℓ/分)	ふ出期間 (日間)	ふ出幼生数 (万尾)	ふ出率 (%)
大量管理	5	8.5	101.1	20	23	92.0	91.0
		7.8~10.3			1/30~2/21	0.05~11.8	
薬浴試験	1	8.4	23.1	4	21	25.7	111.3
		7.6~10.0			1/29~2/18	0.4~3.3	
底曳網	1	8.6	20.7	4	18	19.8	95.6
		7.9~10.1			2/3~2/19	0.04~1.32	

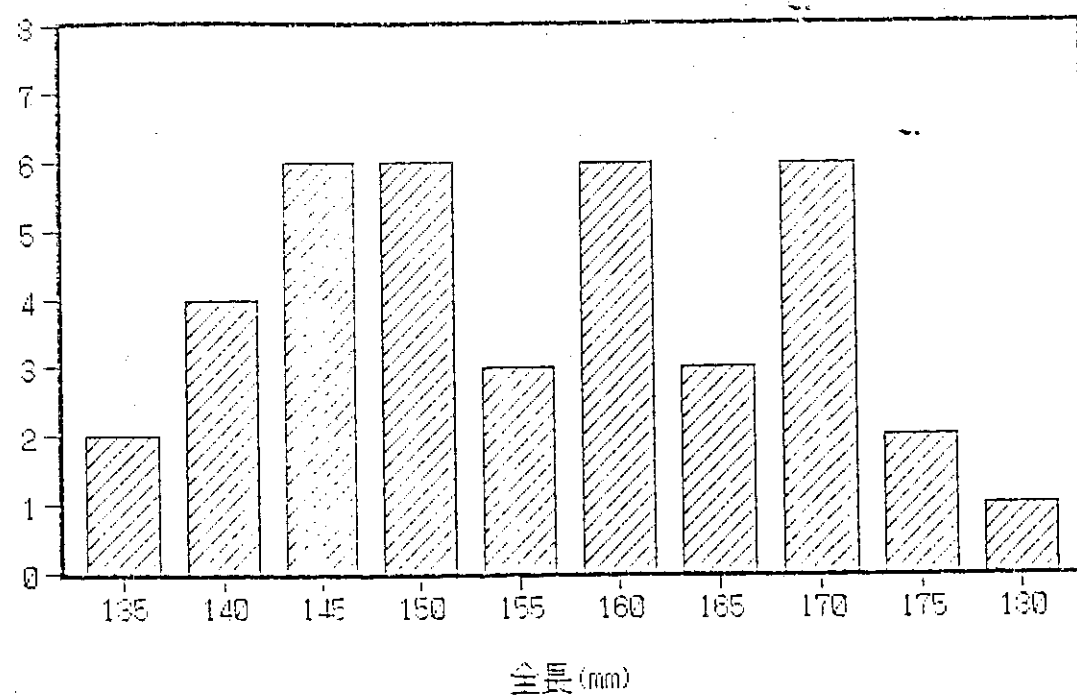


図 1 - 1 エビ籠漁獲物の全長組成

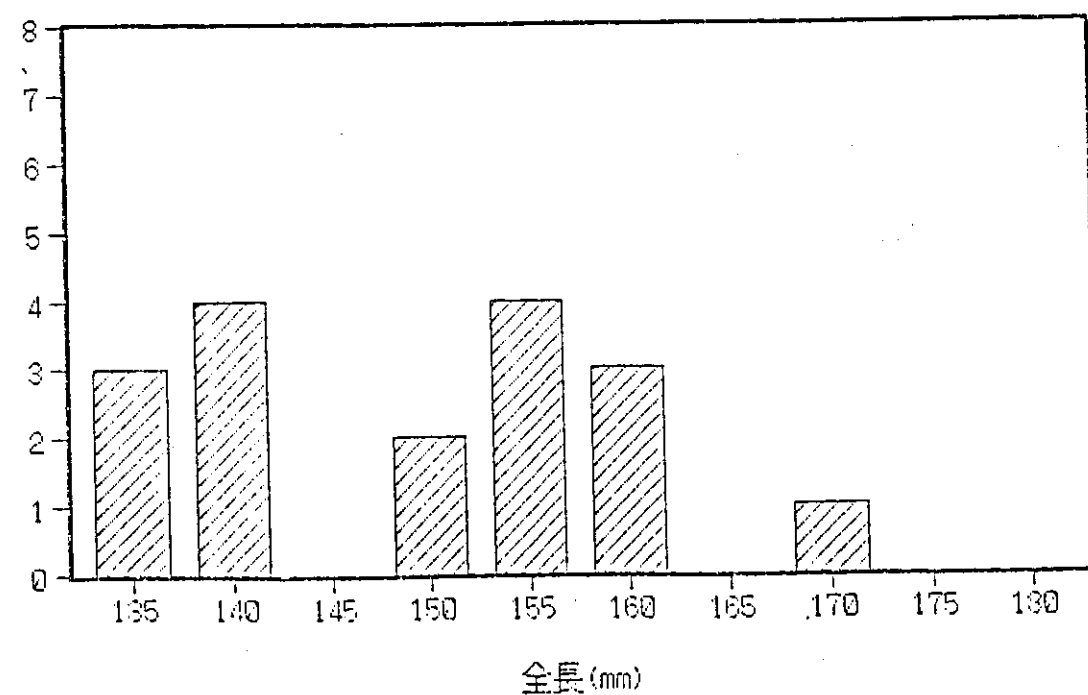


図 1 - 2 底曳網漁獲物の全長組成

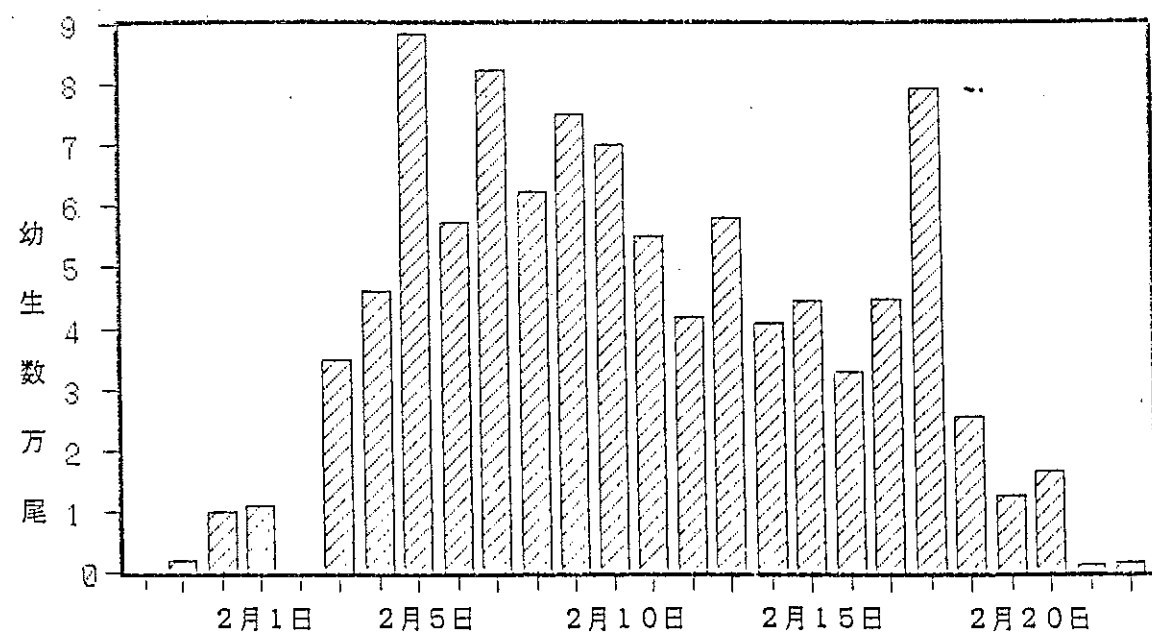


図2 自然ふ出の幼生回収結果

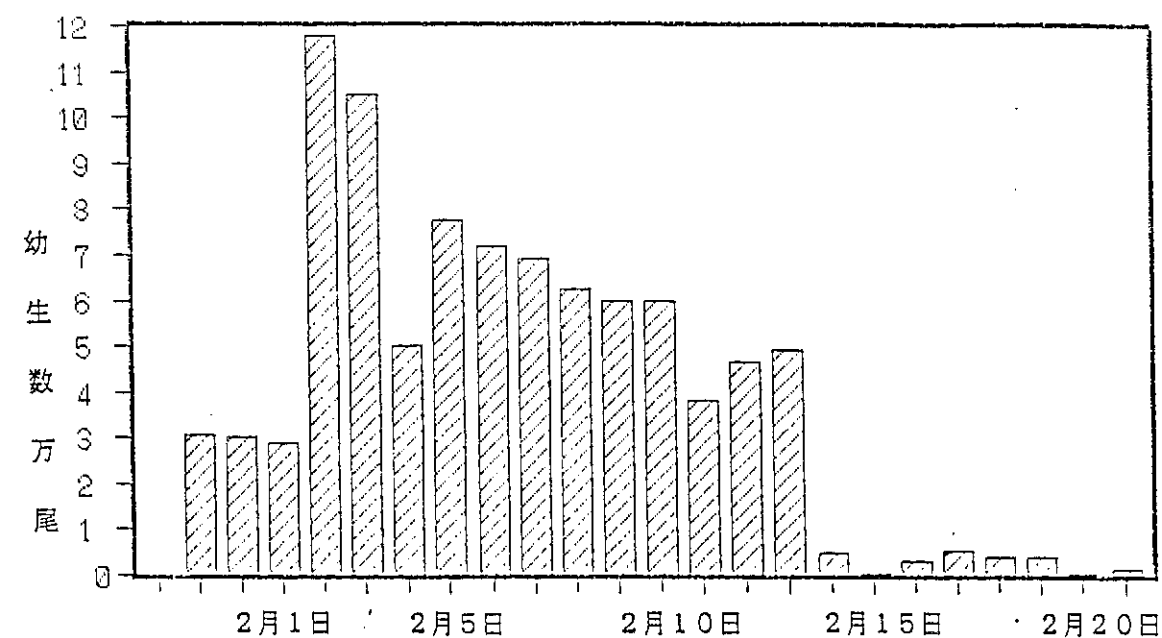


図3 剥離卵大量管理の幼生回収結果

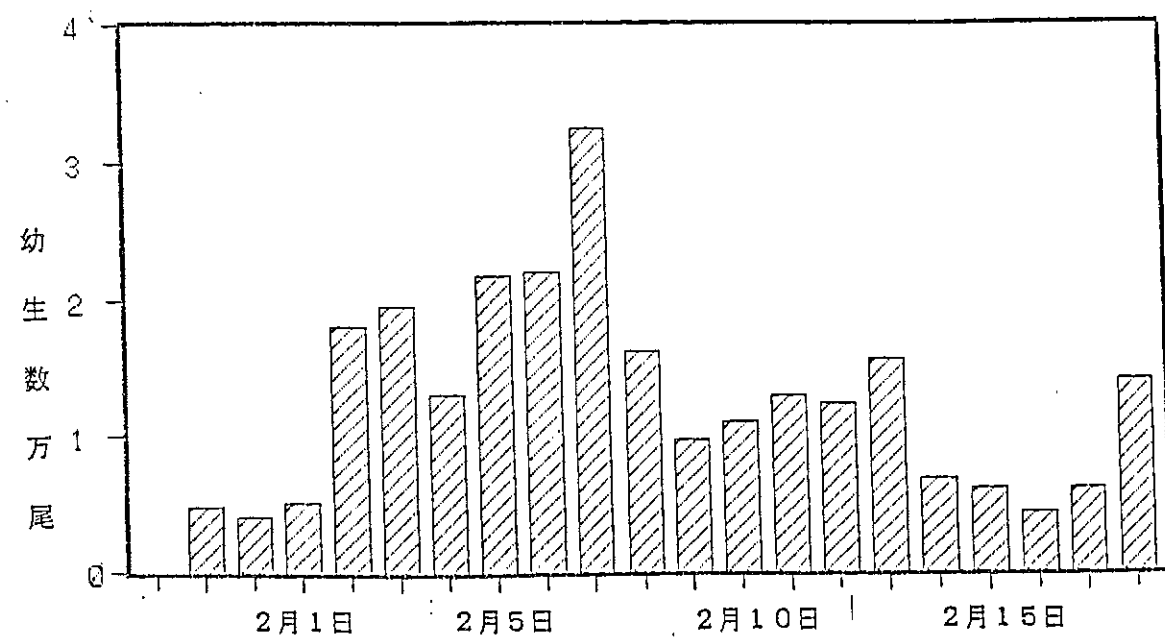


図4 薬浴した剥離卵の幼生回収結果

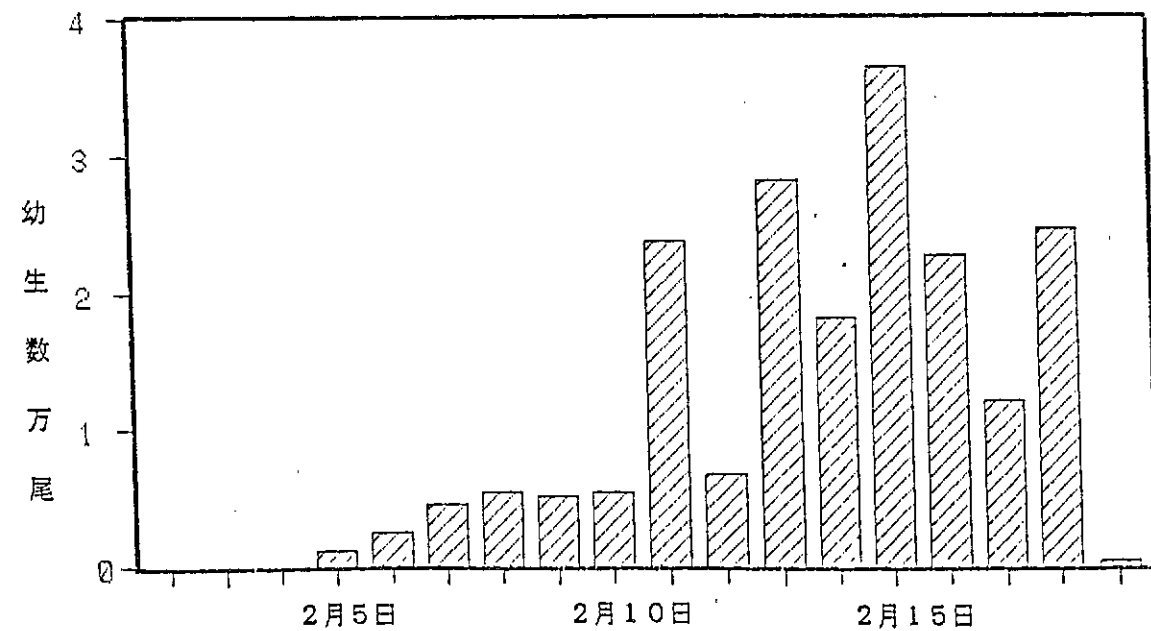


図5 底曳網漁獲物から得た剥離卵の幼生回収結果

◎有瀧 真人

長倉 義智

1 小型水槽における飼育試験

昨年は下記の項目について試験を行なった。

- ①新しい餌料珪藻の検討とトラシオシラ、フェオダクティラムの再現試験。
- ②底曳網で漁獲されたエビから卵を取り外し、ふ化管理して回収した幼生の飼育試験。
- ③マリシグマの使用時期の検討。
- ④メチレンブルー薬浴を行った卵から回収した幼生の飼育試験。

その結果次のことが明かとなった。

- ①珪藻の餌料試験では、フェオダクティラムがトラシオシラやスケルトネマなどに比べると成長は良くないものの生残率は73.8%と過去最高の値となった。
 - ②取り外し卵から回収した幼生を使用した飼育試験では、水槽内斃死も底曳網由来のものも、変態脱皮等に異常はなく生残率も高かった。
 - ③マリシグマを用いた飼育試験では珪藻と併用した区では生残率も高かったが、初めから使用した試験区では成長が悪い傾向が見られた。
 - ④薬浴を行った試験区では体幹部の白濁は見られず、効果があるように思われた。
- そこで今年度はこの項目について試験を行った。
- ①フェオダクティラムの再検討、再現試験。
 - ②薬浴効果の再現試験。

③珪藻代用餌料を主餌料とした飼育試験。

④底曳網剥離卵から得た幼生の飼育試験。

1) 材料と方法

幼生の回収：試験に使用した幼生は、石川県西海漁協から購入した親エビよりふ出したものである。親エビの確保と幼生の回収は前章に述べた。

飼育水槽：飼育水槽は、0.5 m³ バンライト水槽を使用した。なお水槽側面は遮光のため農業用のビニールシートで覆った。

飼育密度：各水槽の飼育密度は1 m³ 当たり1万尾を目安にしてセットした。

換水量：換水量は珪藻を投餌している試験区は珪藻の流失を防ぐためできるだけ少なくし、水温の上昇や水の汚れに応じて順次増加していった。珪藻代用餌料を使用している区では、飼育当初から連続換水で行なった。

通気：通気はエアーストーンを各水槽1個備えパッチができないように施した。

水温：水温は自然水温とした。

各試験区の設定は表1に示した。

①餌料試験

1 区 (フェオダクティラム区)

ゾエア幼生の間は、珪藻のフェオダクティラムを餌料として与えた。珪藻密度は1万セル/m¹ ~ 88万セル/m¹ (29.9万セル/m¹) であった。稚エビが出現した後にアルテミアノープリウスの投餌を開始した。

2 区 (トラシオシラ区)

ゾエア幼生の間は、珪藻のタラシオシラを餌料として与えた。珪藻密度は、6500～2.5万セル/m¹（平均1.5万セル/m¹）であった。

②薬浴した卵から得た幼生の飼育試験

3区

前章で述べたように、親エビをメチレンブルーで薬浴した後、卵を剥離、卵管理し回収した幼生を用いて飼育試験を行なった。餌料はゾエア幼生のうちは主に珪藻のフェオダクティラムを、稚エビが現われてからはアルテミアのノープリウスを与えた。

③珪藻代用餌料を主餌料とした飼育試験

4区（CAR区）

フリバックフィーズKK製のクルマエビゾエア幼生用餌料CARを主餌料として使用し、補助的にフェオダクティラムを通常の半分を目安にして与えた。

5区（冷凍珪藻＋マリンシグマ）

沈殿させて濃縮冷凍保存した珪藻（タラシオシラ）と日清ファインミカルKK製のクルマエビゾエア幼生用餌料マリンシグマを与えて飼育した。

④底曳網剥離卵から得た幼生の飼育試験

6区

底曳網で漁獲された抱卵エビから卵を取り外し、ふ化管理して回収した幼生を用いて飼育試験を行なった。ゾエア幼生のうちは餌料としてフェオダクティラムを、稚エビが出現してからはアルテミアノープリウスを与えた。

以上6試験区の成長、生残率等や観察結果から今年度の飼育試験を考察した。

2) 結果

図1、2に各試験区の餌料系列および成長と生残をまた表2には試験結果の概要を示した。

①餌料試験

フェオダクティラムを与えた試験区1では、幼生の摂餌は活発で脱皮も順調におこなわれ、6期までの生残率は100%であった。7期になった飼育44日目には体幹部が白濁した個体が見られ、付着珪藻などで水槽の汚れが著しくなったため移送を行った。同時に全数計数を行ったところ4715尾（生残率94.3%）と高い生残を示していた。しかし、稚エビの出現し始めた飼育48日目あたりから、体幹部の白濁による斃死が続き、最終的な稚エビ取揚げ尾数は2856尾（生残率57.1%）にとどまった。

タラシオシラを与えた試験区2では、摂餌も大変活発で消化もよく変態、脱皮等はフェオダクティラムと同様に良好であった。しかし5期以降体幹中央部が白濁する原因不明の斃死が続き、6期で全滅状態となったため飼育を中止した。

②薬浴した卵から得た幼生の飼育試験

試験区の幼生は珪藻の摂餌も活発で、脱皮、変態等も順調に行われ、薬浴による弊害は観察されなかった。また6期までは白濁症状も見られず、生残率も100%と大変高かった。しかし7期（飼育45日目）以降、体幹部の白濁による斃死が続き、最終的な取揚げ尾数は1513尾（生残率31.4%）となってしまった。

③珪藻代用餌料を主餌料とした飼育試験

CARと通常の50%量の珪藻を与えた試験区4は、摂餌は確認されたものの成長は悪く、生残状況も2期以降著しく低下していっ

た。3期の計数では1500尾（生残率30%）、4期は750尾（生残率15%）となり5期の飼育42日目には全滅状態となったため試験を中止した。

冷凍珪藻とマリンシグマを与えた試験区5でも摂餌は観察されたものの4区と同様に成長、生残ともに悪く、3期の計数で2500尾（生残率50%）、4期が1200尾（生残率24%）となり、5期の飼育42日目には全滅状態となったため試験を中止した。

④底曳網剥離卵から得た幼生の飼育試験

幼生の摂餌は活発で、昨年と同様に脱皮、変態等も順調に行われた。また、生残率も5期までがほぼ100%、それ以降は体幹部の白濁が見られたものの大きな影響は無く、稚エビが出現したときに行った全数計数の際にも4720尾（生残率94.4%）が残っていた。しかしそれ以降白濁による斃死が増加し、最終的な稚エビの取揚げ尾数は2380尾（生残率47.6%）にとどまった。

3) 考察

以上の結果から次のことが明らかとなった。

①餌料試験

今年度はフェオダクティラムとタラシオシラの2種類の珪藻を用いて成長、生残等を比較し、餌料の有効性を検討するつもりであったが、両試験区とも飼育終盤に体幹部の白濁による斃死が続き、明瞭な結果は得られなかった。しかしフェオダクティラムに関して言えば、昨年（73.8%）ほどの生残は残せなかったものの、今年度の試験で稚エビまで到達した区は全てフェオダクティラムを餌料に使用していたことや、それらがいずれも30%以上の高い生残率であることから、初期餌料としての有効性は高いと考えられる。ま

た餌料として培養する場合、フェオダクティラムの方がタラシオシラよりも安定性があり管理しやすいという点も大きな利点として上げられる。

②薬浴した卵から得た幼生の飼育試験

去年は薬浴した剥離卵を使用したところ、体幹部の白濁は現われず、薬浴効果があるような結果が得られた。しかし水温が上昇し、稚エビまでの試験は行えず5期で試験を中止している。今年度は昨年の再現性を検討するため同様の試験を行ったが、他の試験区と同様に白濁による斃死が起こり、薬浴効果に疑問を残す結果となった。今年度も日本獣医畜産大学の畑井教授に斃死原因について査定を行ってもらったが、昨年同様細菌やカビによるものではないということであった。現在のところ白濁の原因は明らかではないが、2年続けて大きな被害がでていることから、病原性の微生物が原因でないとするならば、今の飼育方法を餌料の質や量的面からも検討する必要があるように思われる（詳細は後述）。

③珪藻代用餌料を主餌料とした飼育試験

今年度は、新しく導入したクルマエビ幼生用餌料のCARの有効性の検討と昨年珪藻の補助餌料として効果のあったマリンシグマを冷凍保存した珪藻と組合わせ、代用餌料を主餌料とした飼育試験を行った。しかし、両試験区の成長生残は著しく悪く餌料としての有効性は認められなかった。生残率が2期以降低下する現象は、ホッコクアカエビの場合初期餌料の質的原因に起因する場合が多く、このことから今回用いた餌料は、初期の餌としては適さないと考えられる。昨年マリンシグマは珪藻と併用して好結果を残しており、今回同じ試験設定でCARの試験結果が良くなかったことはこの餌料が珪藻の代用としても使用できないことを意味していると思われ

る。また同じように冷凍珪藻とマリンシグマの組合わせで結果が思わしくなかったということから冷凍珪藻は餌料として質的に劣っていることが明かとなった。

2 20 m³ 水槽での量産試験

去年は次の3点について特に注意を払って飼育を行い、疾病を発生させないような環境作りを目標として試験を行なった。

- ①珪藻の密度を下げないようにすること。
- ②飼育水の環境を保つため底掃除の頻度を高める。
- ③飼育初期は換水率が低いので、簡易ろ過装置を設置し、水質の維持につとめる。

しかしながら4期以降体幹部の白濁による原因不明の斃死が続き、取揚げ尾数は11984尾（生残率5.4%）と大きな被害を受けた。

今年度は①珪藻（フェオダクティラム）の密度維持。②飼育当初からの換水。③飼育30日目（5期）の移槽。以上3点を重点項目として、白濁による大量斃死を起こさないような飼育を心がけた

1) 材料と方法

幼生の回収：幼生の来歴は前章と同じである。回収した幼生はサイフォンで水ごと水槽に收容した。

飼育水槽：水槽は20 m³ 角型水槽2面と10 m³ 角型水槽1面を使用し、幼生の5期を目安（飼育23、29日）に移槽を行なった。

換水：換水は水質を悪化させないよう飼育当初から行い（50%）、順次増加していった（最大150%）。

冷却装置：水温の上昇に備えて1面に2.2 kwの冷却装置をセットし、水温が10度を上回らないように用いた。。

遮光：珪藻投餌期間中の遮光は、水槽上面に設置した黒色の寒冷紗で日照に応じて行なった。

通気：通気はエアーストーンを使用して強めに行なった。

餌料：餌料は幼生の齢期に応じて珪藻（フェオダクティラム）、アルテミアのノープリウスを与えた。

2) 結果

結果の概要と餌料の使用状況を表3、4に、飼育期間中の餌料系列を図3に、環境変化と成長および生残率の変化を図4、5に示した。

1 回次

幼生は2月2、3日の2日間に20 m³ 水槽1面に21.8万尾を收容した。珪藻はフェオダクティラムを用い、稚エビが出現するまで与えた。飼育水中のフェオダクティラム密度は4～32万セル/m¹（平均18.8万セル/m¹）であった。アルテミアのノープリウスは7期が出現してから1日当たり200万個体/水槽を目安にして与えた。また飼育23日目以降、水温が上昇したため冷却機を用いて10℃以下に維持した。

幼生の摂餌状態は良好であったが、2期への脱皮が始まった飼育8日目あたりから、活力の悪いものがそこにたまりだすようになった。また3期への脱皮が始まった飼育14日目から、わずかながら昨年大量斃死の原因となった体幹部の白濁が観察されるようになった。3期から4期にかけて体幹部の白濁による大きな被害は現われなかったが5期への脱皮時に白濁したものが多く見られたため、環

境の維持をかねて10 m³水槽へ13.2万尾を移槽した。移槽は夜間集魚灯で幼生をい集させ、サイホンで0.5 m³水槽に回収して行った。移槽後も白濁による斃死はおさまらず、6期には9.1万尾（生残率41.7%）、7期には5.4万尾（生残率24.8%）となり、最終的な稚エビの取揚げ尾数は1.15万尾（生残率5.3%）にとどまった。

2 回次

1回目に収容した幼生の活力が思わしくなかったため、2月10、11日に合せて20.7万尾の幼生を20 m³水槽1面へ収容した。珪藻は1回次と同様フェオダクティラムを用い、その密度は、10～40万セル/m¹（平均23万セル/m¹）であった。アルテミアのノープリウスは6期が出現した飼育36日目から投餌をはじめ、幼生の摂餌状態を観察しながら1日当たり200～800万個体/水槽あたえた。

幼生の摂餌は良好であったが1回次と同様、3期への変態が終了した飼育14日目から体幹部の白濁した個体が見られるようになった。しかし白濁による斃死はほとんど無く、3、4期と順調に脱皮、変態が行なわれた。4期への変態が終了した飼育23日目には水槽壁面に付着珪藻等が付きだしたため環境の維持も兼ねて移槽を行った。移槽の方法は1回次と同様である。移槽前の計数では17.2万尾（生残率83.1%）が残っており白濁個体もほとんど見られなかったが、5期への脱皮が始まった飼育28日目から再び白濁した幼生が多数現われ、斃死が増加していった。生残尾数も次第に減少してゆき、5期は13.8万尾（生残率66.6%）、6期は10.4万尾（生残率50.2%）、7期は6.5万尾（生残率31.4%）となり、この期間だけで収容した幼生のおよそ50%が

斃死した。最終的な取揚げは飼育60日目に行ったが、5.13万尾（生残率24.6%）の稚エビを回収するにとどまった。

3) 考察

今年度は20 m³水槽2面を使用して、白濁による斃死を起こさないことを主眼に量産試験を行ったが、昨年と同様に体幹部の白濁による大量斃死が起こり、これを抑えることはできなかった。これら体幹部の白濁の原因は何なのであろうか、ここではこのことについて考察し、対策について検討を行うこととする。

小型水槽による飼育試験の項でも述べたが、日本農獣医畜産大学の畑井教授の査定からも考えても、白濁の原因は細菌やカビによるものでは無いようである。ではどんな原因が考えられるのか。図6に昭和60年、61年、平成2年度のそれぞれの生産結果を生残率で表わした。60年度は飼育当初からアルテミアノープリウスを主餌料として与えている。61年度は1、2期を珪藻、それ以降は珪藻が維持できなかったためアルテミアノープリウスで飼育している。平成2年度は、1期から7期まで珪藻で飼育した結果である。60年度の飼育結果からアルテミア単独投与では初期餌料としては不適で3～4期にかけて大量斃死が起こり、全滅状態となるようである。これに対し、珪藻を初期餌料として与えた61、2年ではそれが抑えられている。しかし、珪藻単独投与を行った2年度は5期以降白濁による斃死が増加し、大きな被害を与えている（これは1年度も同様である）。61年度は結果的にアルテミアを早期に与え始めているが、生残率の経過は良好で稚エビの出現する直前までじつに67%が残っていた。これまでの生産のうちで一番生残結果が良かったのは62年度の32.4%であるが、この年も4期からアルテミアを与えている。今年度も7期までアルテミアを与えなかつ

た1回次よりも6期からアルテミアを与えた2回次のほうが生残結果は良好であった。このことは何を意味しているのであろうか。図7に各令期の餌料別摂餌速度を表わした。どの餌料にしても4期以降摂取速度が増加し、著しいものは10～40倍に達するものがある。つまり珪藻の単独投与による飼育では4期以降餌料の質的量的不足に陥りこれが白濁による斃死を起こしているのではないだろうか。これまで0.5 m³水槽による飼育試験では珪藻の単独投与が生残、成長ともに良かったため、珪藻をできるだけ長期間与えることを重要な課題として取り組んできたが、上記に述べたことからアルテミアの投与を主餌料として取り入れ、餌料の質的、量的な面を再検討する時期に来ているのかもしれない。

表 1 小型水槽の試験内容

試験区	試験内容
1 区	珪藻（フェオダクティラム）使用
2 区	珪藻（タラシオシラ）使用
3 区	薬浴（メチレンブルー-0.5ppm、5分間）
4 区	CAR*
5 区	冷凍珪藻、マリンシグマ**
6 区	剥離卵（底曳）

* CAR （クルマエビ用飼料：フリバックフィーズK K.）

** マリンシグマ（クルマエビ用飼料：日清ファインケミカルK K.）

表 2 小型水槽の試験概要

試験区	水槽	収容尾数	1期全長	飼育期間	稚エビ尾数	稚エビ全長	生残率	備 考
1 区	0.5m ³ バリエイ	5000 尾	5.92mm (5.67~6.21mm)	2/04~3/30 (55日間)	2856尾	14.51mm (13.29~15.48mm)	57.1%	・フェオダクティラムの摂餌はよく成長も良かった。生残率も7期までは94%であったがそれ以降体幹部が白濁する斃死が続いた。
2 区	同上	同上	同上	2/04~3/16 (41日間)	——	——	——	・5期以降体幹部が白濁する斃死が続き、6期でほぼ全滅状態となった。
3 区	同上	同上	同上	2/04~3/28 (55日間)	1513尾	14.19mm (11.32~15.67mm)	30.3%	・6期以降体幹部の白濁が原因で斃死が続き、薬浴による効果は見られなかった。
4 区	同上	同上	同上	2/04~3/17 (42日間)	——	——	——	・3期以降脱皮時に脱皮不全の斃死が多く見られ、5期で全滅状態となったため飼育を中止した。
5 区	同上	同上	同上	2/04~3/17 (42日間)	——	——	——	・3期以降脱皮時に脱皮不全の斃死が多く見られ、5期で全滅状態となったため飼育を中止した。
6 区	同上	同上	5.28mm (5.03~5.56mm)	3/05~4/07 (58日間)	2380	14.35mm (13.10~15.98mm)	47.6%	・脱皮、変態共に正常で生残率も7期まで94%と高かった。しかしそれ以降体幹部の白濁が原因で斃死が続いた。

表3 20m³水槽の種苗生産概要

区分	幼生収容期間	収容尾数	収容密度	1期全長	飼育期間	取り上げ稚エビ尾数	稚エビ全長	密度	生残率
20-1	2/2、3 (2日間)	21.8万尾	1.1万尾/m ³	6.06mm (5.75~6.53mm)	2/2~4/2 (60日間)	11531尾	14.69mm (13.73~15.69mm)	1281尾/m ³	5.3%
20-3	2/10、11 (2日間)	20.7万尾	1.0万尾/m ³	5.99mm (5.62~6.31mm)	2/10~4/10 (60日間)	51300尾	15.75 (14.33~16.71mm)	2565尾/m ³	23.6%

表4 20m³水槽の餌料使用状況

水槽	餌料	1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	合計
20-1	フエコケイラム(万・m ³)	780	571.8	1032.5	2248.2	1261.8	1291.5	1695	8880.8
	7日ミミズ(万個体)						800	2600	3400
20-3	フエコケイラム(万・m ³)	855	802.5	1777.5	1270	2455	1622.5	3105	11887.5
	7日ミミズ(万個体)					400	4000	9000	13400

令期

区分	餌料	1	2	3	4	5	6	7	稚
1区	フェオダクティラム アルテミア								
2区	タラシオシラ							飼育中止	
3区	フェオダクティラム アルテミア								
4区	フェオダクティラム CAR					飼育中止			
5区	冷凍タラシオシラ マリニンシグマ								
6期	フェオダクティラム アルテミア								

図 1 小型水槽における餌料系列

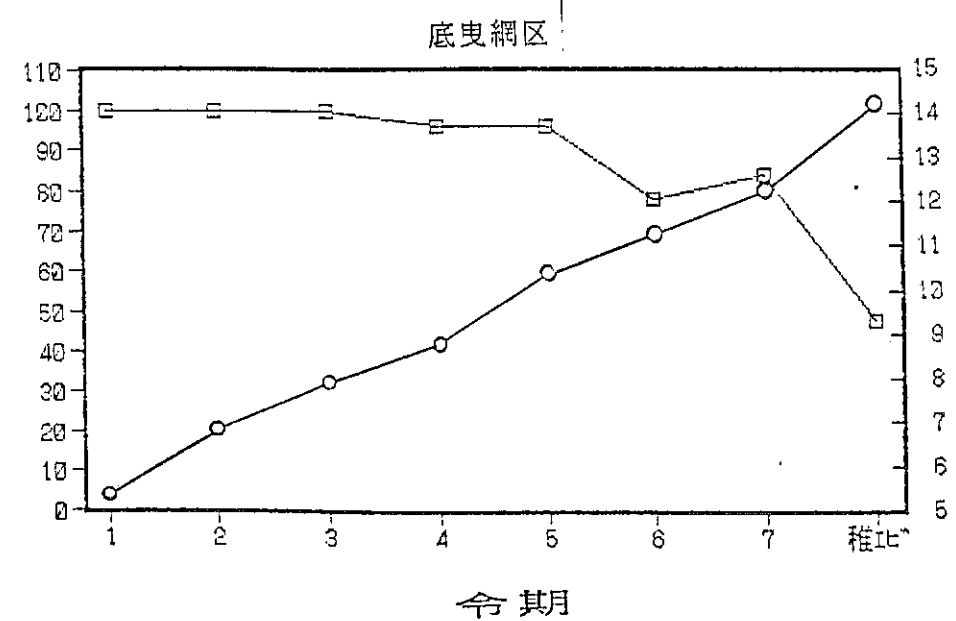
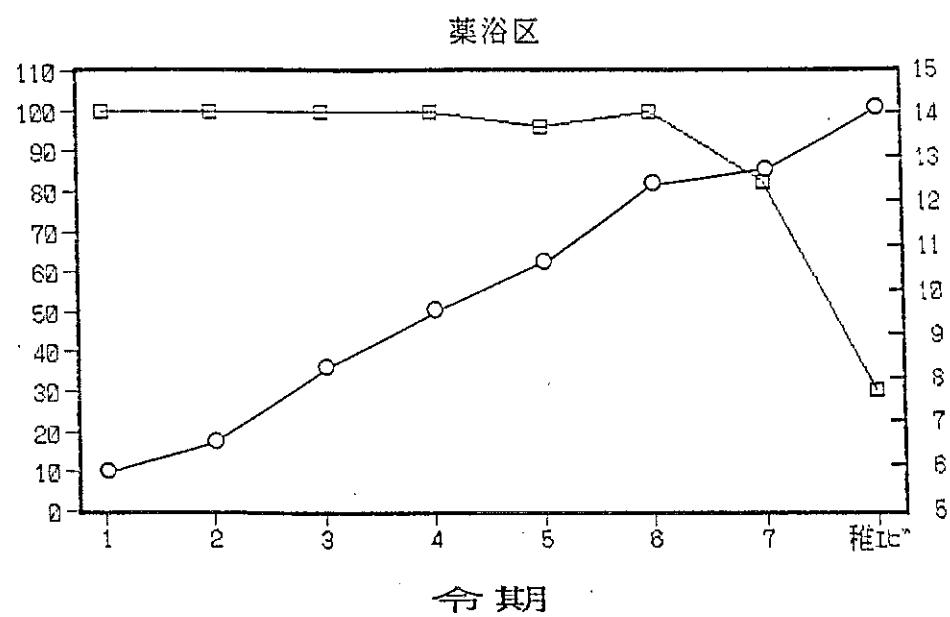
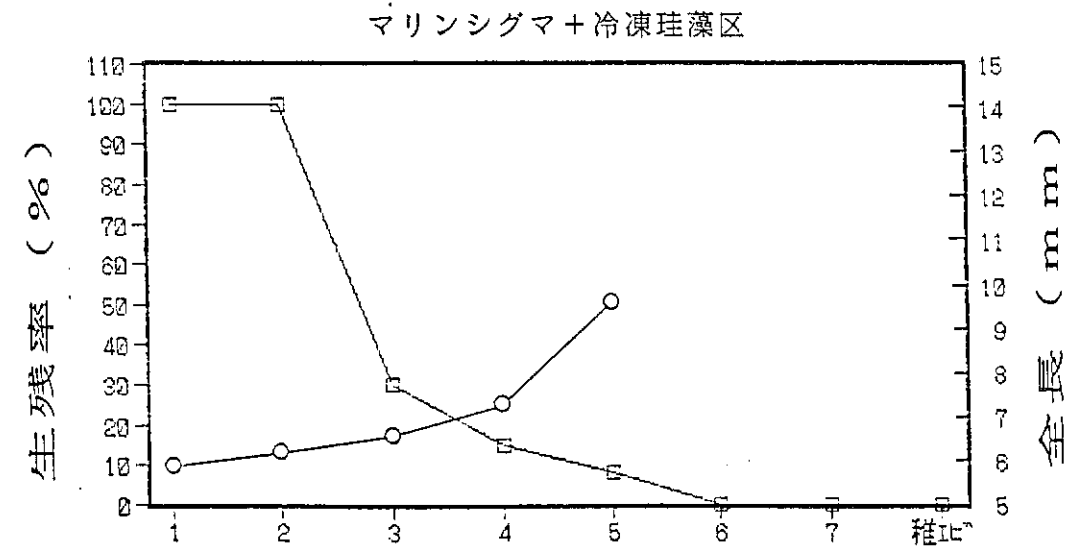
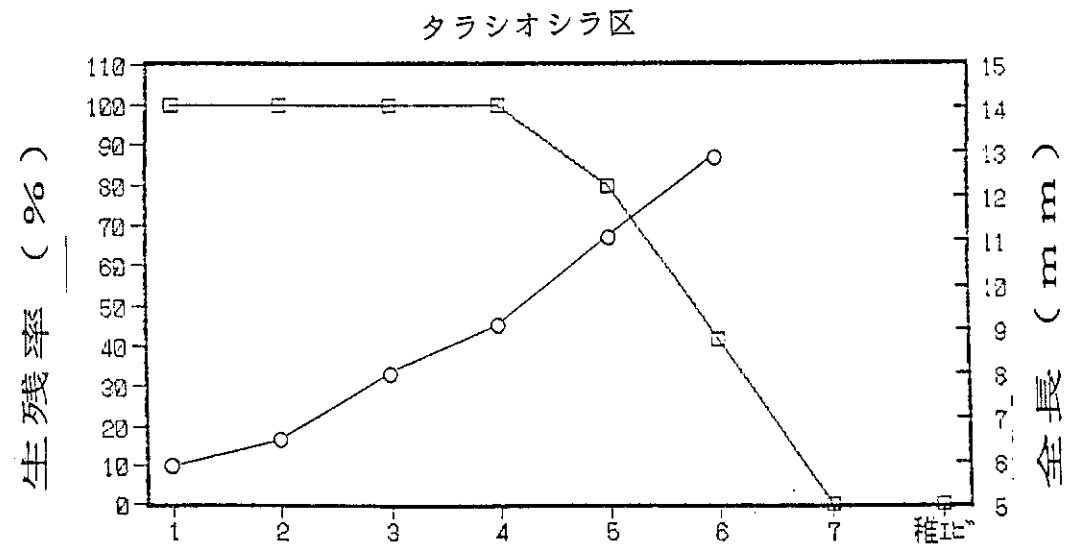
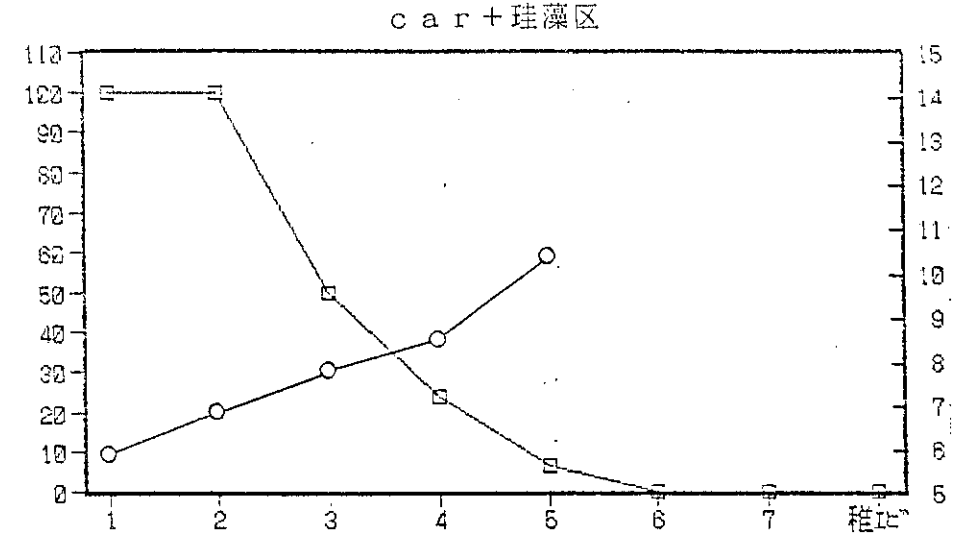
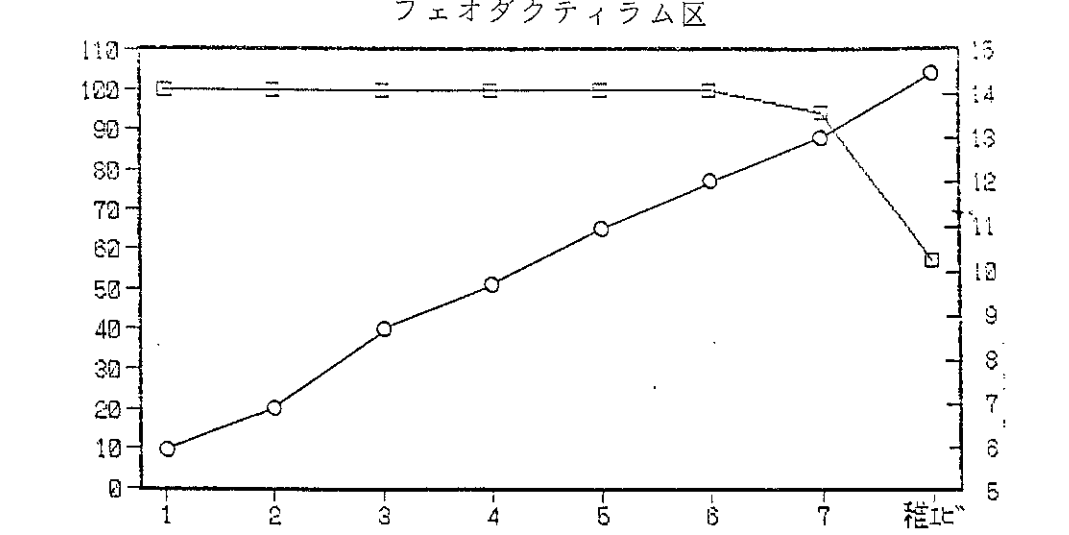


図2 小型水槽の生残と成長

令其月

区分	餌料	1	2	3	4	5	6	7	稚
20-1	フェオダクティラム アルテミア								
		1	2	3	4	5	6	7	稚
20-2	フェオダクティラム アルテミア								

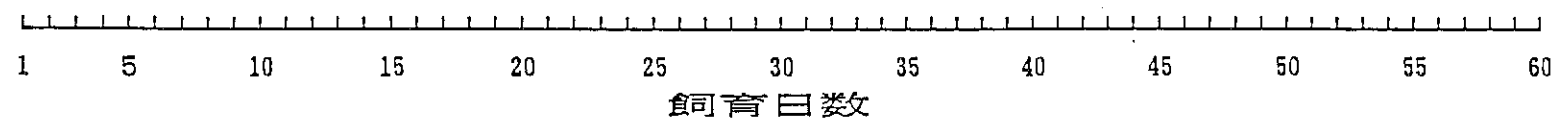


図3 量産試験の餌料系列

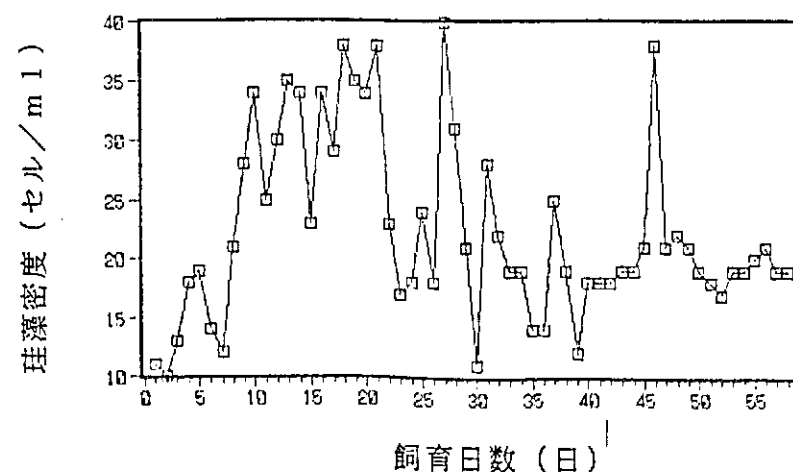
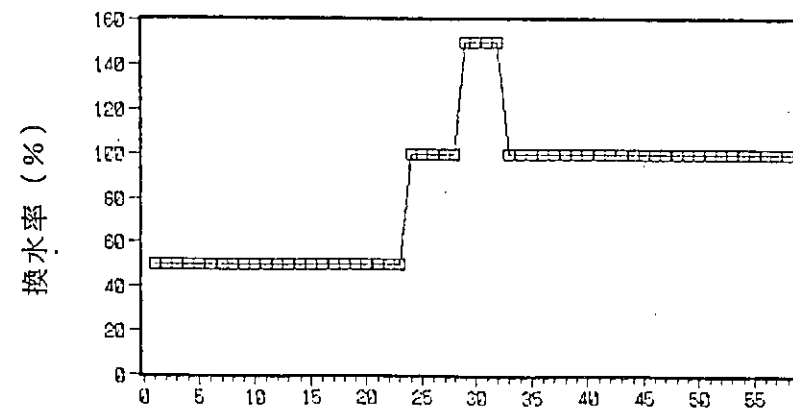
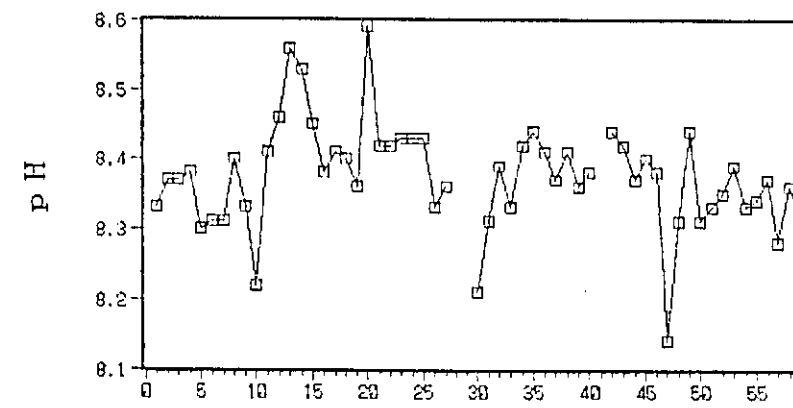
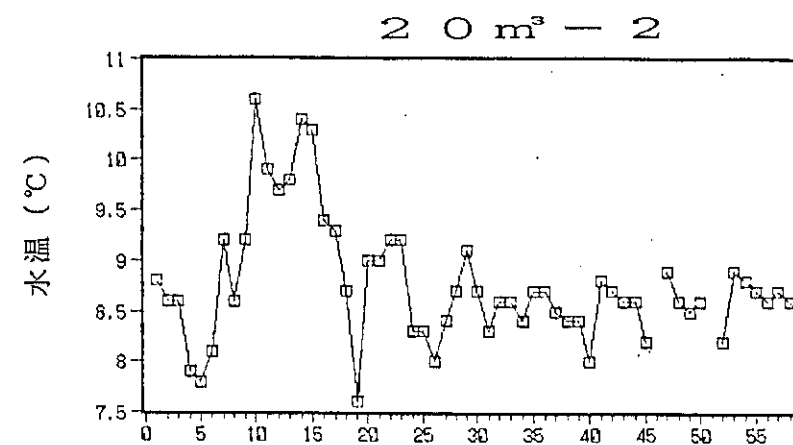
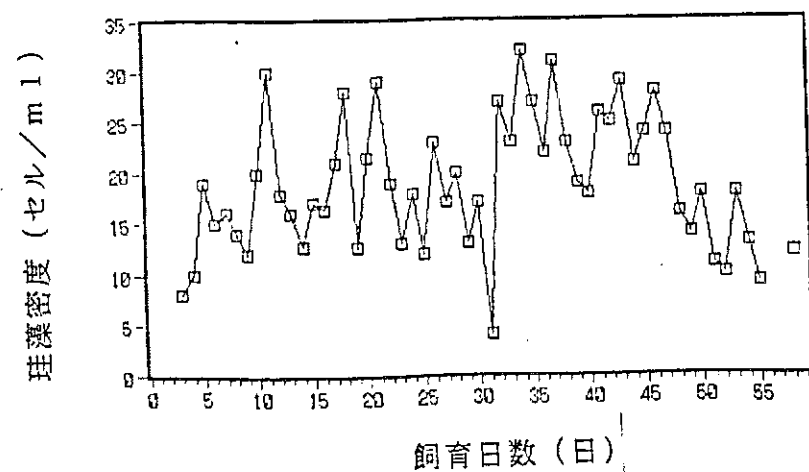
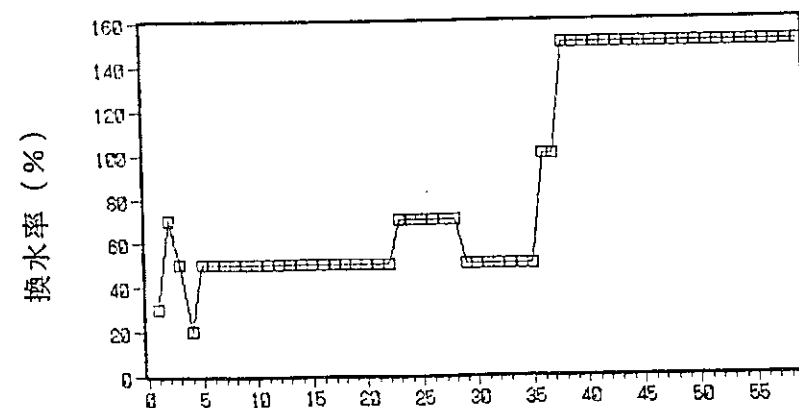
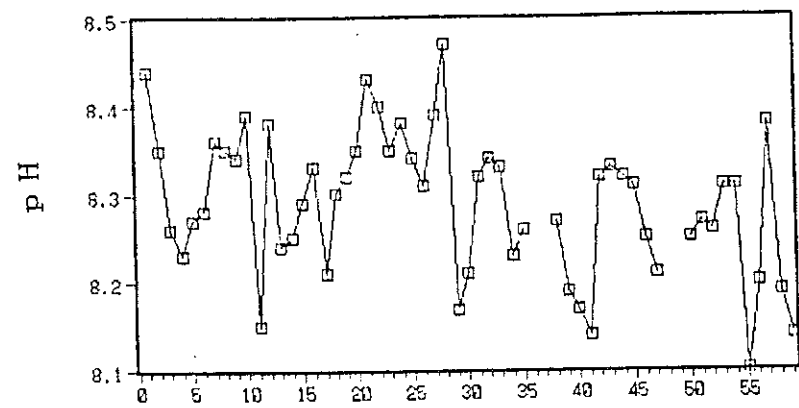
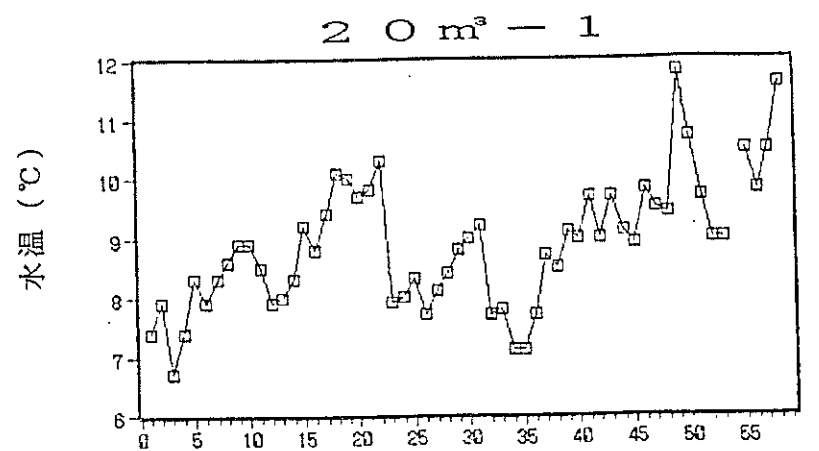


図4 量産試験の環境変化

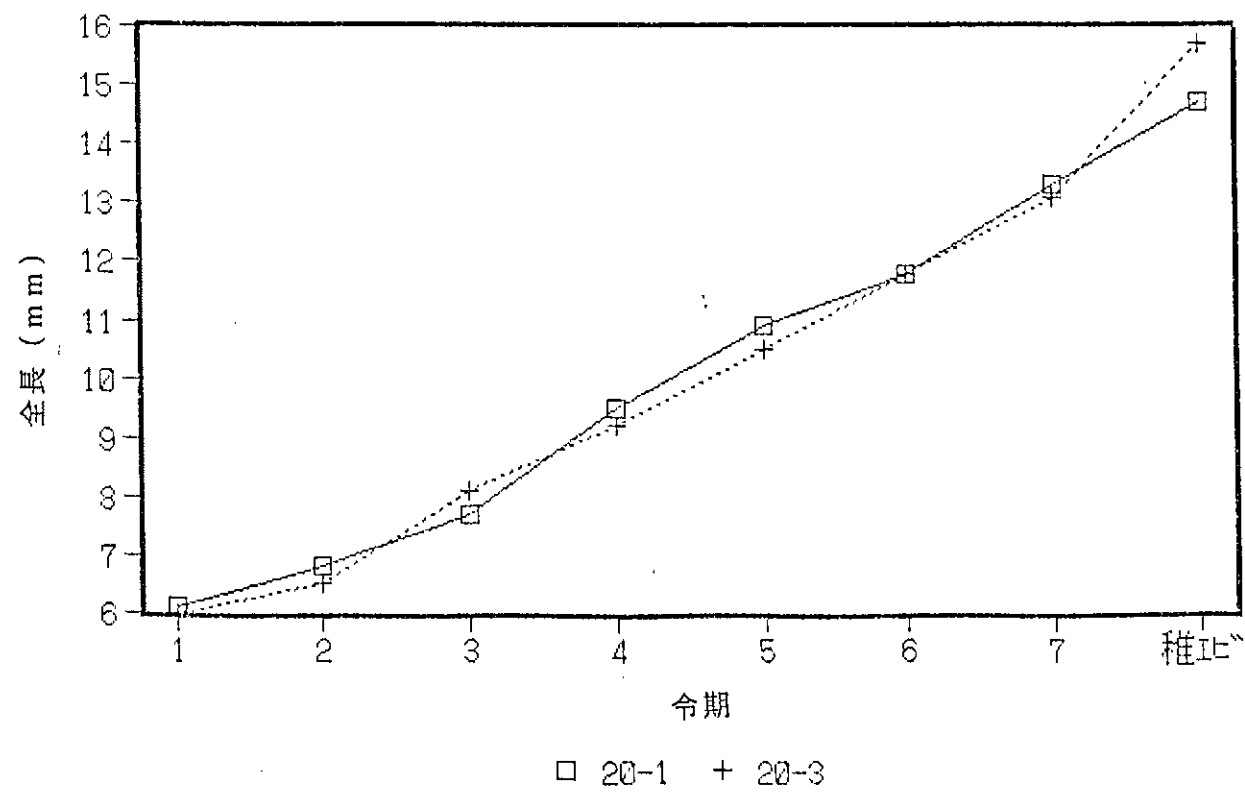
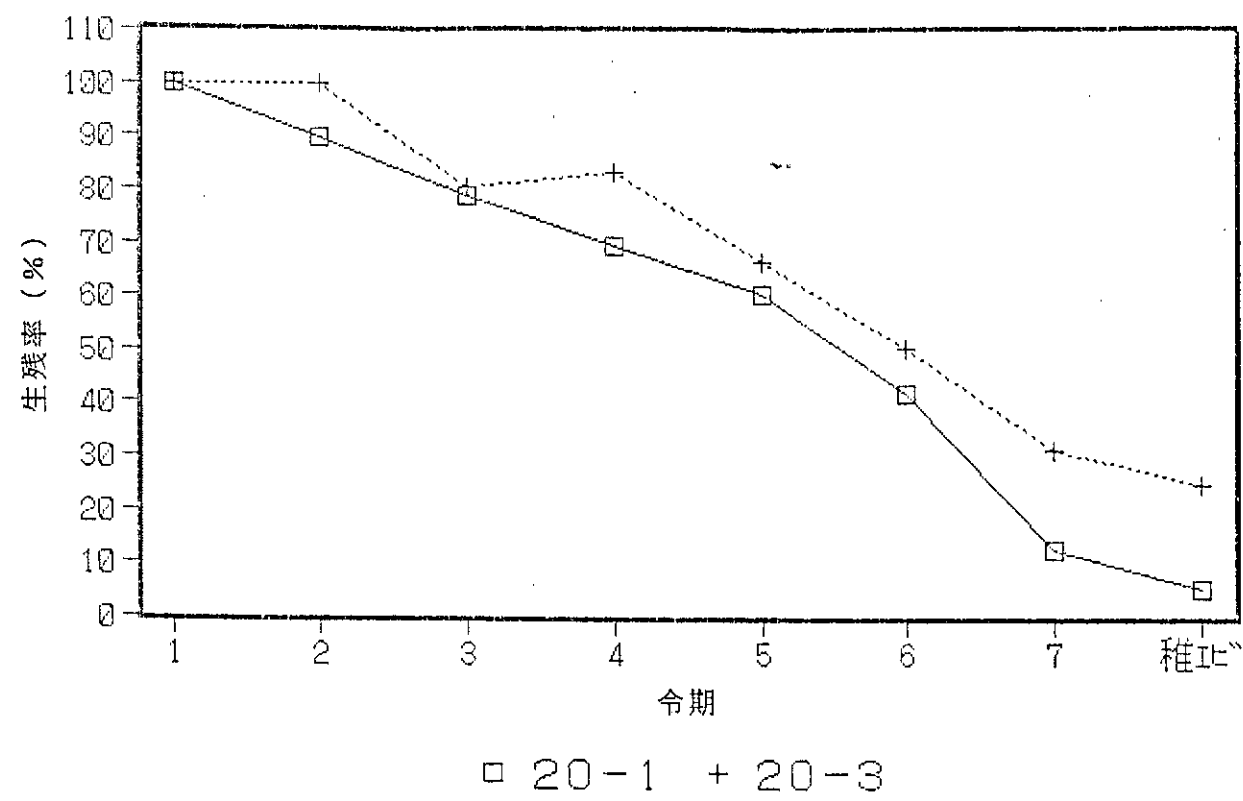
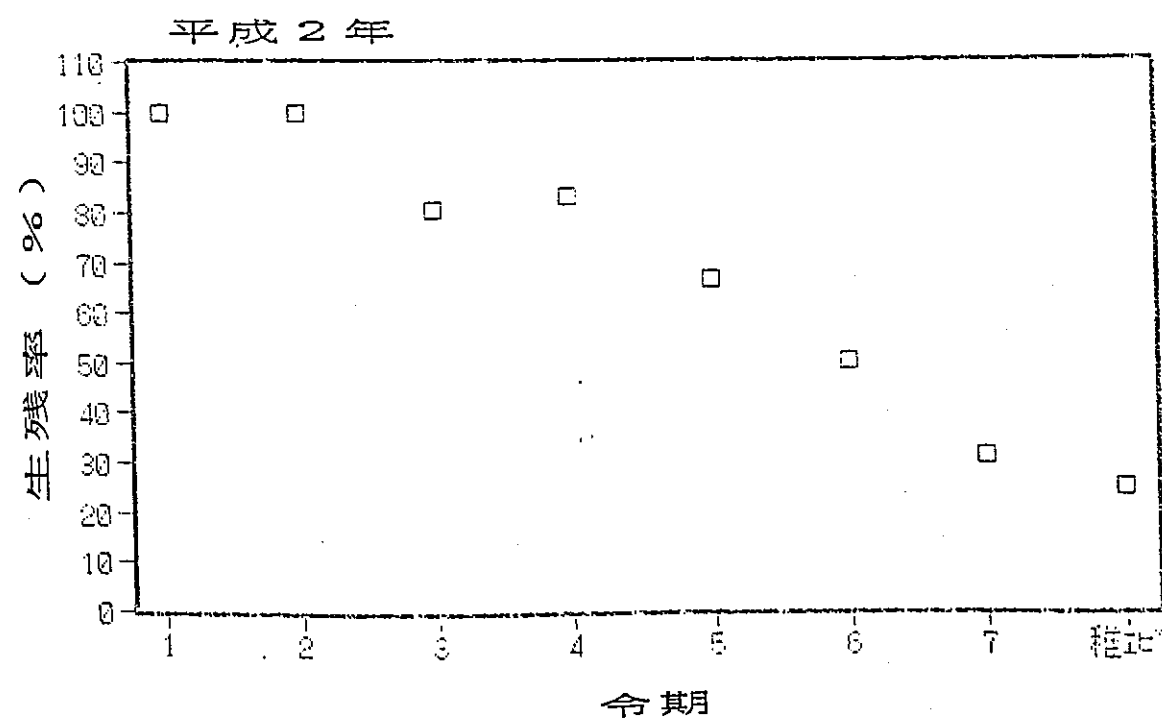
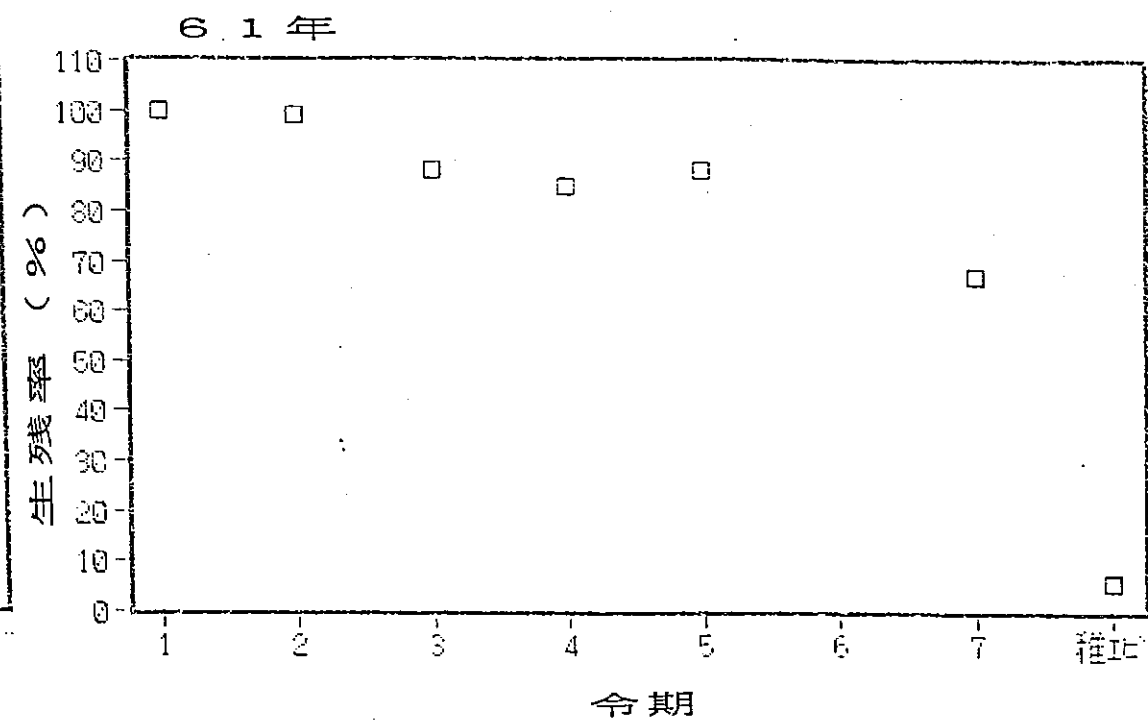
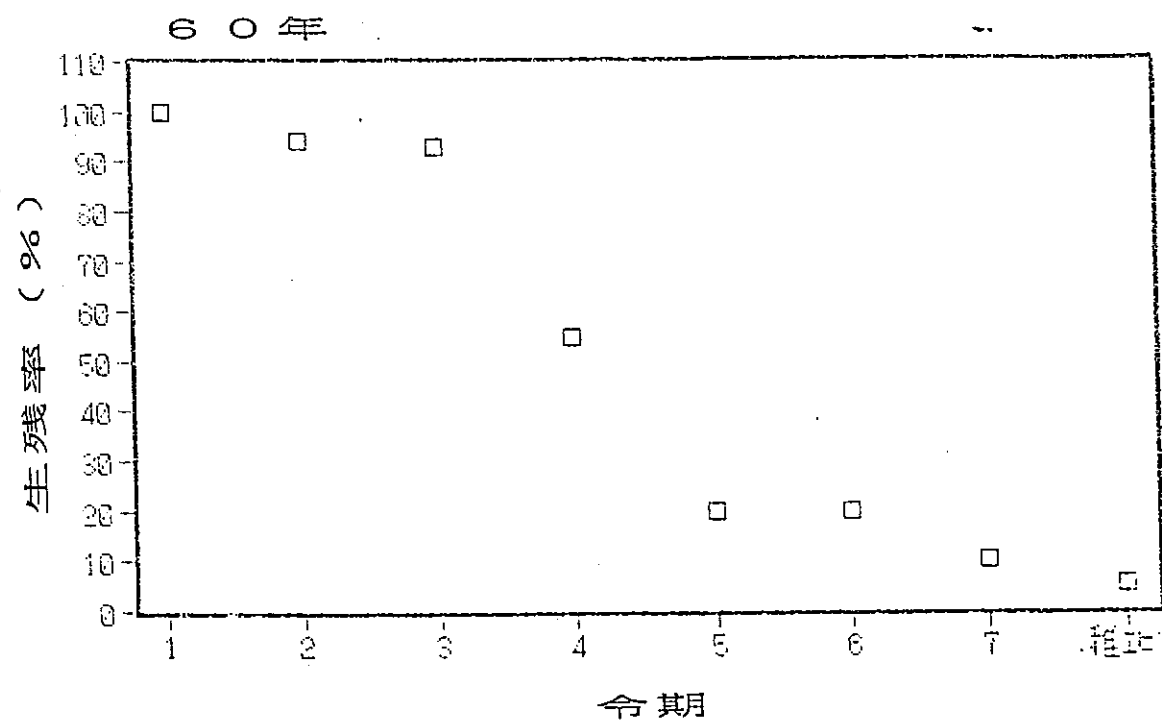
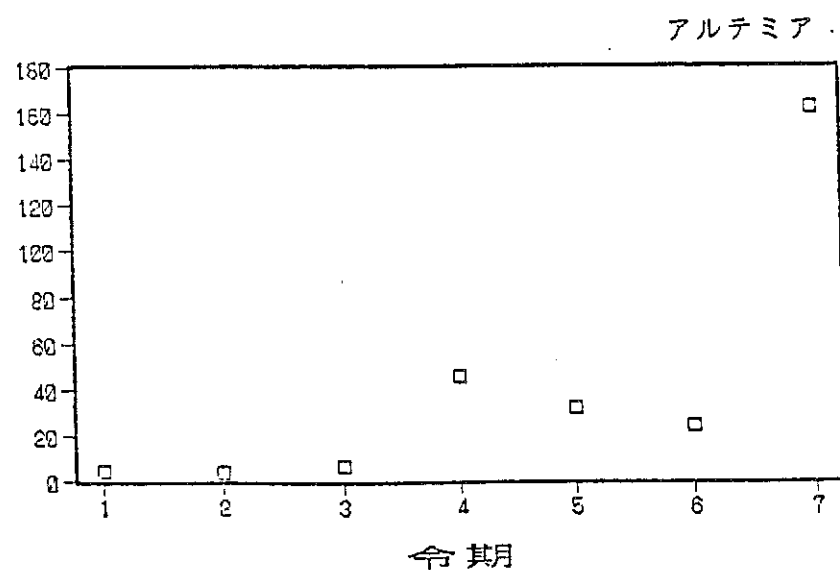
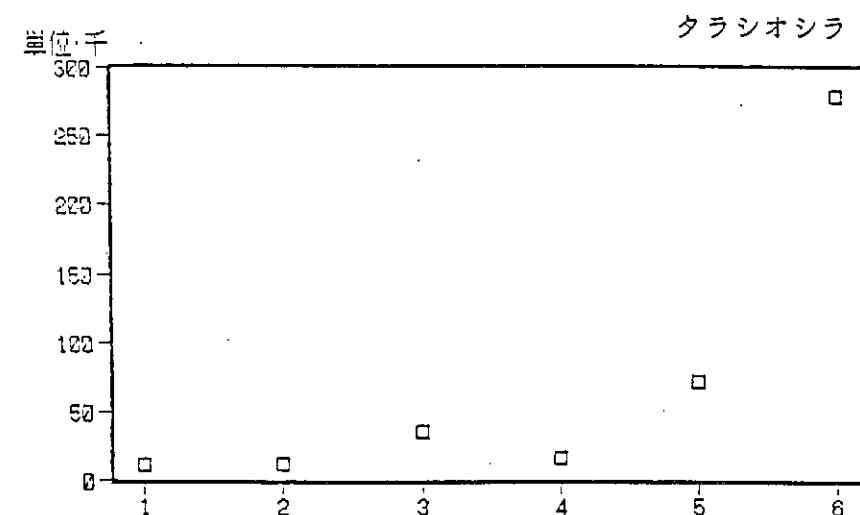
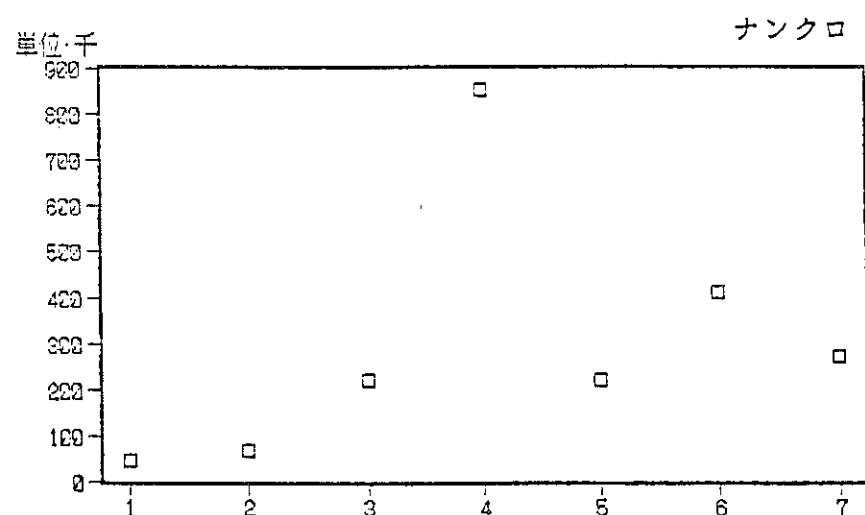
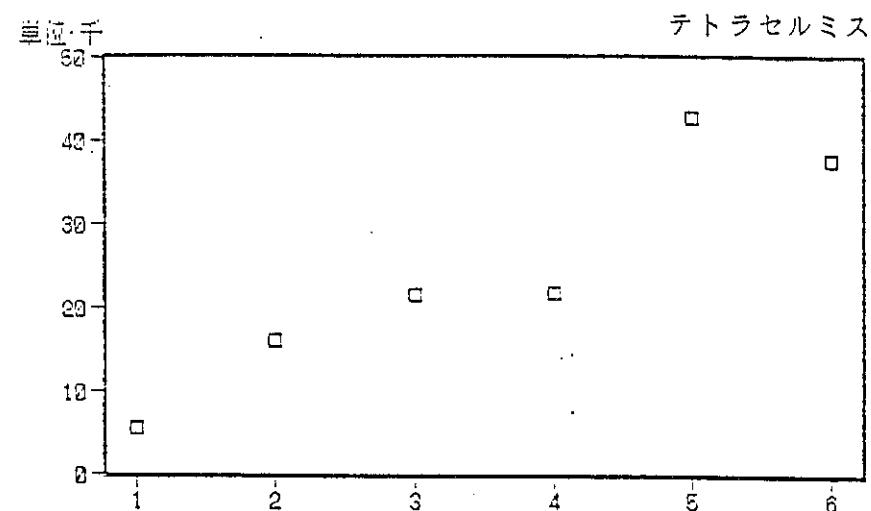
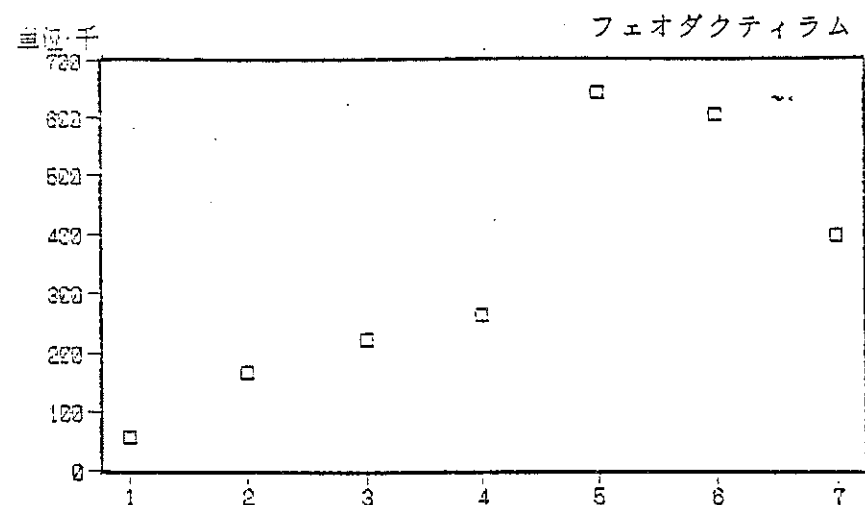


図5 量産試験の生存と成長



摂餌速度（個数／個体／時間）



摂餌速度（個数／個体／時間）

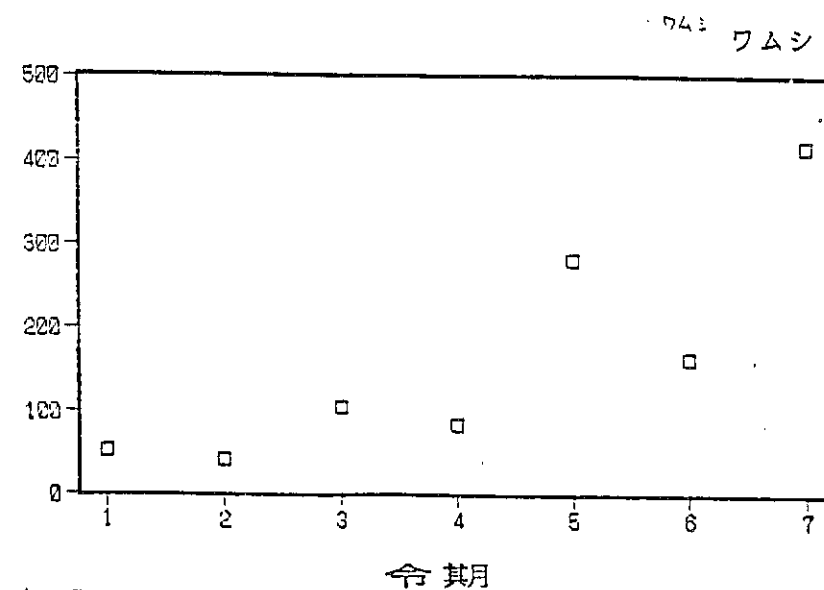


図 7 各令期の餌料別摂餌速度

◎有瀧 真人

長倉 義智

1 標識親エビおよび種苗の放流

昭和59年度から、石川県加賀海域で幼生のふ出場となっている200m水深帯を目安にして、生産した稚エビの放流を行なってきた。しかし、ほかの甲殻類同様、これといった標識方法がないため移動、生残状況等を明らかにする追跡調査は困難であった。そこで昭和62年度からは標識可能な親エビ（幼生を回収したもの）にリボンタグを装着し、放流を行なっているが、再捕の報告は1例もされていない。この原因として、①放流尾数が56～312尾と少ない。②これに対し加賀海域の年間漁獲量は約300t（2億尾）である。③6月以降、12月まではほとんど漁がなく、採捕される可能性が低い。④事業場から遠く、自主調査が困難であることなどが考えられる。そこで平成2年度からは①資源量が加賀海域より少ない。②禁漁期間がなく放流したものが再捕されやすい。③稼働船隻が少なく漁獲等が把握しやすい。④事業場から近く作業船での調査が可能等の理由から、放流を加賀海域から富山湾に変更し行うこととした。

1) 放流

今年度のホッコクアカエビの放流は、4月24日に石川県水産試験場の調査船禄剛丸（32.25トン）の協力を得て行なった。放流点は石川県七尾市庵沖約2マイル（E137-05-54、N37-02-72）、水深205mの海域で行なった（図1）。放流には今年度小型水槽と20m³水槽で生産した稚エビ3.9万尾（TL17.4mm、BL13.8mm、CPL4.1mm）と、黄色

のリボンタグを装着した親エビ56尾（TL142.5、BL111.7mm、CPL32.6mm）を使用した（表1）。放流点までの輸送は、稚エビの場合種苗をビニール袋に海水と共に収容し（500尾/ℓ）、酸素を封入してクーラーボックスに詰め込んだ。輸送中の水温は8℃前後でほとんど変化なかった。親エビは、輸送用の冷却水槽（500ℓ）で能登島佐波港まで運び港から放流点まではポリエチレン製のヒドロタンク（300ℓ）で冷却海水（4℃）と共に輸送した。水槽内の水温はほとんど変化なかった。輸送時間は、事業場から佐波港までがトラックで約15分、港から放流点までは船でおおよそ1時間を要した。

放流方法は例年と同様に鉄製の放流器をロープで海底まで降ろして行なった。放流は種苗と親エビを同時に1回で行なった。所要時間は30分であった。放流の概要と観測結果は表2、3、4に示した。放流後関係機関および漁協に再捕依頼の案内とポスターを配布したが、10月末実現在再捕の報告はない。

2 放流調査

今年度から調査海域が作業船で調査の行える富山湾となった。そこで今回は再捕漁具の選定を行うための試験と放流直後の生残状況を明らかにするため、籠による育成試験を行った。

1) エビ籠及びセルビンによる再捕と食害魚調査

放流直後のエビや食害魚を再捕する目的で、今回はエビ籠とセルビンを用いて調査を行った。

エビ籠は底面径65cm、上面径55cm、高さ40cmのもの（図2-1）1個を使用し、その周囲に径15cm、全長25cmのセルビン（図2-2）3個を取り付けた。集魚用の餌には籠はサバとオキア

ミをセルビンにはオキアミとアミを主に用いた。籠の設置場所は放流点から約200m離れた定置の垣網先端部(図3)で、水深は17.8mであった。籠は4月22日に設置し、放流前日の4月23日、翌日の25日、3日後の27日、8日後の5月2日の計4回引き上げて、籠に入ったものの回収を行った。回収した生物は事業場に運び種の査定をし、魚類については胃内容物の観察を行った。

今回採集された生物を表5に示した。今回採集された生物の中にホッコクアカエビはふくまれていなかったが、ごく近縁のスナエビがエビ籠、セルビンともに採集されており、今後このような採集器具で調査を行って再捕される可能性が示唆された。今回、採集された2魚種、ホッケ(1尾)、ニジカジカ(1尾)の胃内容物を観察したところワレカラのみであり、ホッコクアカエビの食害は見られなかった。

以上のように今年は初年度ということもあり、調査規模も小さく試験的なものしか行えなかったが、来年以降、籠の数などを増やして調査を行ってゆけば、放流したエビが再捕される可能性も高く、移動分散の一端を知ることができるのではないと思われる。

2) 籠による育成試験

放流直後の生残状況を明らかにするため、籠のなかに稚エビを収容して放流点付近に沈め、定期的に回収して観察を行った。

育成用の籠は底面径65cm、上面径55cm、高さ40cmの枠にモジアミ(ナイロン220径)を張ったもの(図2-3)である。籠には稚エビ500尾を収容し、4月22日上記と同様、定置の垣網先端部に5個設置した(図3)。設置後籠は定期的に回収を行い、生残と成長を観察した。

設置1日後の4月23日には生存の確認のため籠1個を回収し、

確認後再び沈めた。設置後10日目の5月2日に、回収したところ生残尾数は203尾(生残率40.6%)、33日目の5月25日には176尾(35.2%)となっていた。しかし、68日目の6月29日には全ての籠のロープが切れて無くなっており、試験を中止せざるをえなかった。

回収時の測定結果を表6に、また場内で養成したものとの比較を図4示した。

今年度の結果から放流のごく初期に半数以上のものが斃死している可能性が示された。初年度1回の結果で結論は出せないものの、このことが事実であるとすれば、放流方法等の検討も行わなければならない、重要な問題でもあるため来年以降、試験方法等も検討し直し行なってゆきたい。

表5 エビ籠、セルビンで採集された生物

月日	和名	学名	尾数
4/22	スナエビ	<i>Pandalusu prensor</i>	1
	アヤボラ	<i>Monopiex australasiae</i> echo	1
	クモヒトデspp	<i>OPHIUROIDEA</i> spp	22
4/25	ミゾエビジャコ	<i>Crangon dalli</i>	2
	スナエビ	<i>Pandalusu prensor</i>	1
	マダコ	<i>Octopasu vulgaris</i>	1
	アヤボラ	<i>Monopiex australasiae</i> echo	12
	クモヒトデspp	<i>OPHIUROIDEA</i> spp	11
4/27	ホッケ	<i>Pleurogrammus azonus</i>	1
	ニジカジカ	<i>Alcichthys alcicornis</i>	1
	スナエビ	<i>Pandalusu prensor</i>	1
	アヤボラ	<i>Monopiex australasiae</i> echo	2
	クモヒトデspp	<i>OPHIUROIDEA</i> spp	15
5/ 2	スナエビ	<i>Pandalusu prensor</i>	1
	アヤボラ	<i>Monopiex australasiae</i> echo	6
	クモヒトデspp	<i>OPHIUROIDEA</i> spp	2

表6 籠による天然海域での育成試験

no	区分	観察日	生残尾数 (尾)	生残率 (%)	全長 (mm)	体長 (mm)	頭胸甲長 (mm)	水温 (℃)	塩分 (‰)
	開始	4/22	500	100	16.3	13.3	3.9	9.1	34.0
1	10日	5/ 2	203	40.6	17.8	14.0	4.2	9.3	34.2
2	1ヶ月	5/25	176	35.2	22.4	17.2	5.1	8.8	34.1
3			籠破損により試験中止						
4			同上						
5			同上						

表 1 放流エビの内訳

区分	月日	尾数	全長 (mm)	備考
稚エビ	4/24	3.9万尾	17.4mm (11.3~19.2mm)	
親エビ	同上	56尾	153.4mm (141.1~176.8mm)	リボントグ (緑色) 装着

表 3 放流場所

場 所	位 置
七尾市庵沖約2マイル 水深205m	N 37°02.7' E 136°05.5'

表 4 放流点の観測結果

水深 (m)	水温 (°C)	塩分濃度 (‰)
0	14.4	34.37
50	12.3	34.65
100	11.3	34.64
150	10.5	34.54
200	9.8	34.49

表 2 放流の概要

時間	事 項
9:00	積み込み開始
9:35	終了
9:45	事業場出発
10:00	能登島佐波港
10:20	出港
11:20	放流点着
11:35	放流器投入
11:40	放流
11:50	放流器回収
13:20	帰港
14:00	事業場着

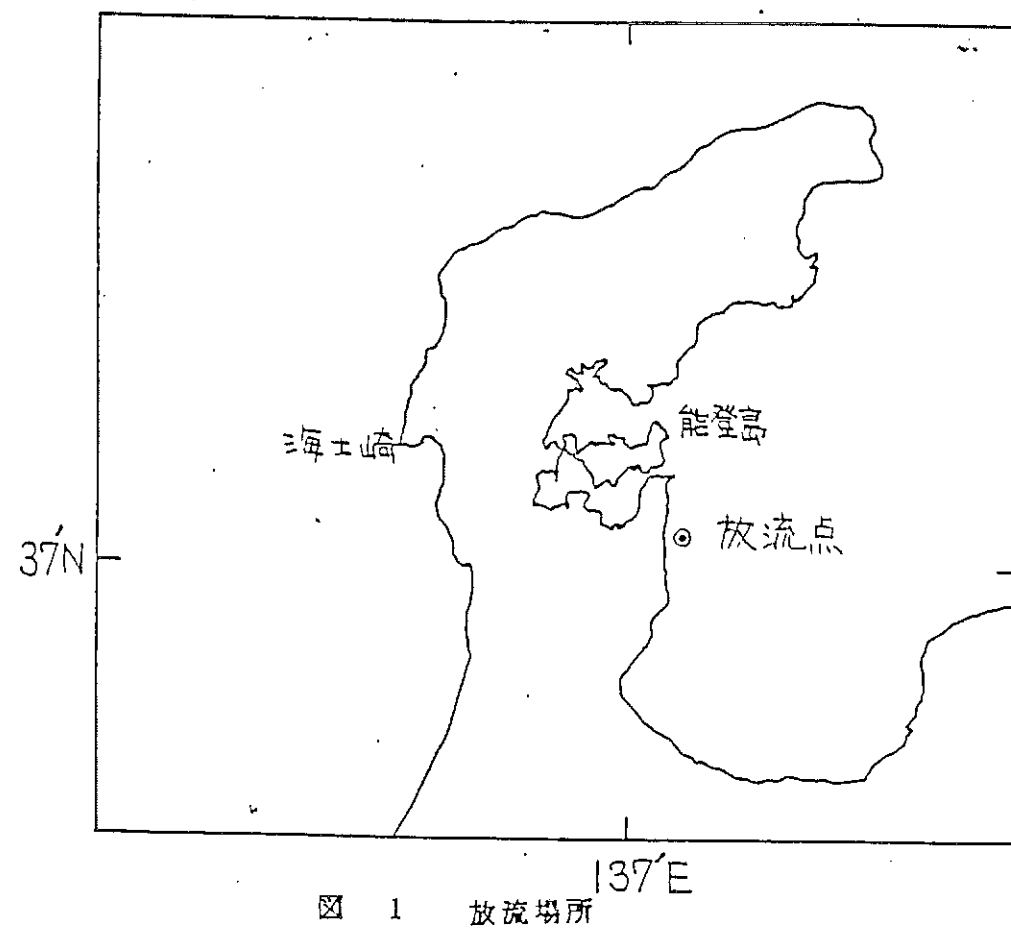


図 1 放流場所

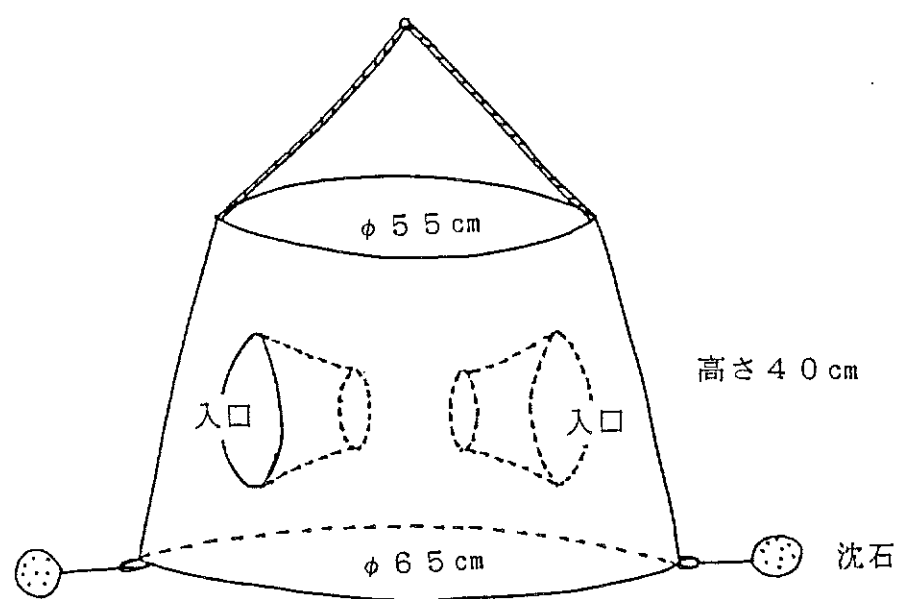


図 2-1 エビ籠

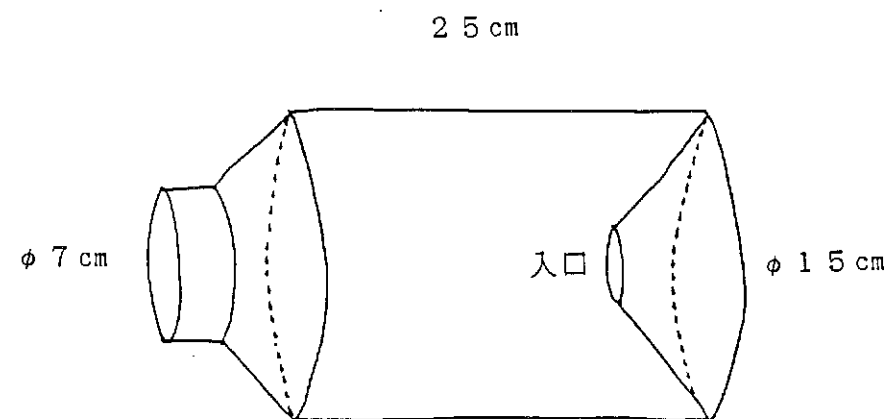


図 2-2 セルビン

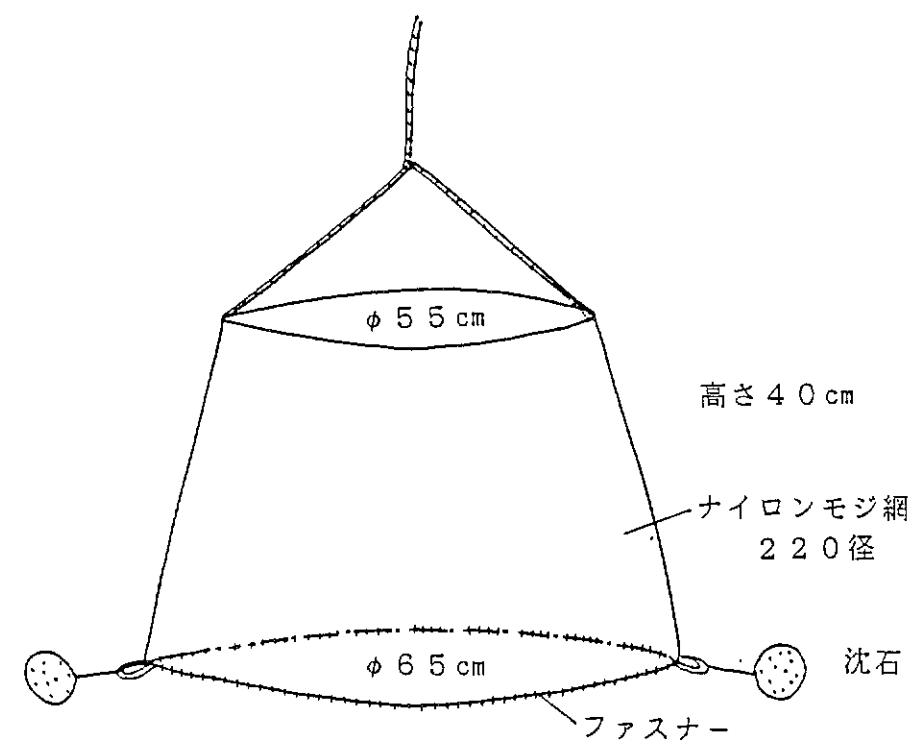


図 2-3 育成籠

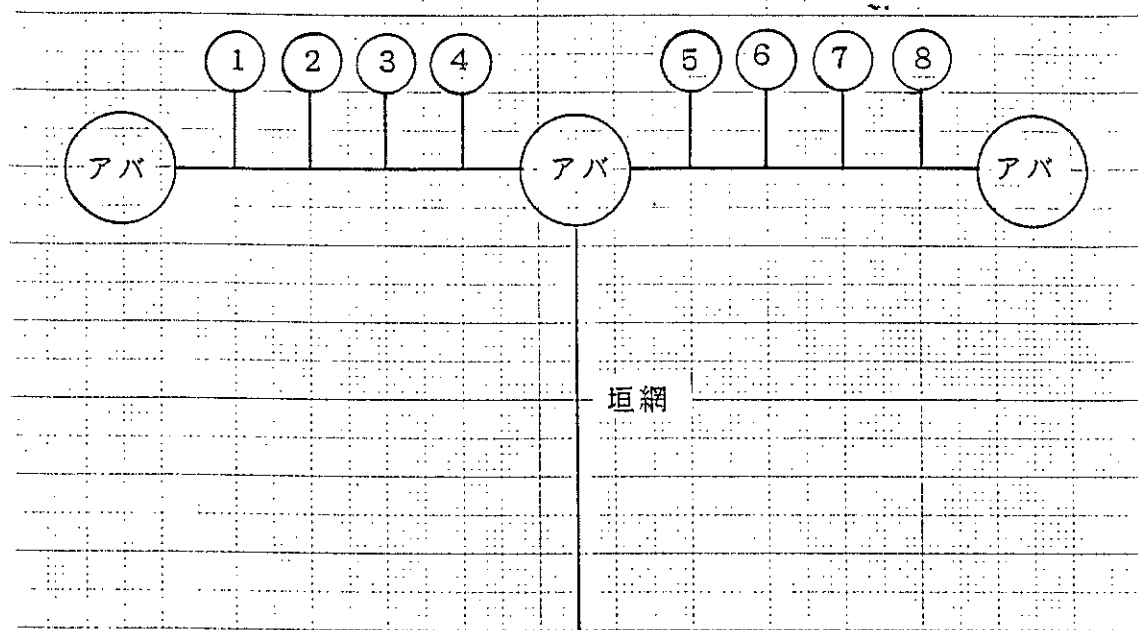


図3 定置垣網先端部

1～5 ホッコクアカエビ育成籠 7、8 トヤマエビ育成籠

6 食害魚、再捕用籠・セルビン

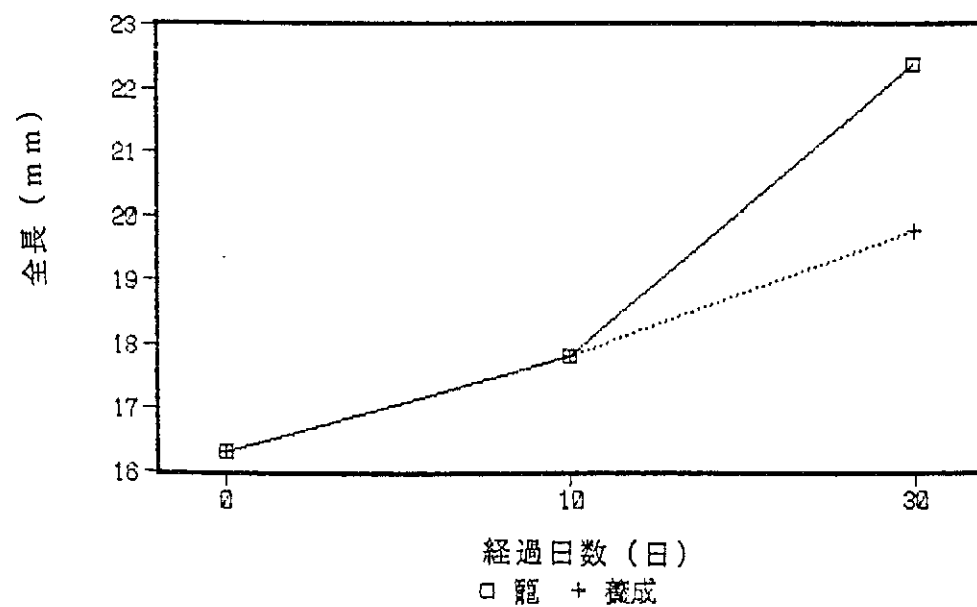


図4 籠育成試験の成長

マダラ

マダラ天然親魚からの採卵とふ化

◎與世田 兼三

小林 真人

1. 目的

昨年の卵管理方法の試験により、ふ化器の形状によってふ化率に差がでることが明らかになった。

そこで、本年度も新たに、2タイプのふ化器を購入し、ふ化率の向上と卵管理手法の簡素化を図った。また、定置網で漁獲された親魚の経過時間と受精率の関係を調べた。さらに、卵計数時のハンドリングの違いによるふ化率への影響を調べた。

2. 材料と方法

1) ふ化器の違いによるふ化試験と密度試験

本年度は、新たに購入した2タイプのふ化器を使用し、昨年最もふ化率の高かったビン型ふ化器とを比較検討した。

ビン型ふ化器は、適正な収容卵数を把握するため1容器に収容する卵数を変えて密度試験を行った。

平成2年2月7日に石川県能登島鰻目漁協において水揚げされた親魚を用い、人工授精で得られた85.7万粒を試験に供した

授精卵は、ビン型ふ化器（日特プラスチックK. K製：プラスチック製；容量4.2ℓ）、円錐形ふ化器（FRP樹脂製；容量15ℓ）、ハッチングジャー（アースK. K：プラスチック製；容量6ℓ）に計量し収容した。（図1、2、3）

収容密度は、ビン型ふ化器に5万（11904粒／ℓ）、10万（23809粒／ℓ）、20万（47619粒／ℓ）とした。

また、円錐形ふ化器とハッチングジャーの密度は、それぞれ28.6万粒（19066粒／ℓ）、22.1万粒（36833粒／ℓ）とした。

各ふ化器の注水量は、ビン型ふ化器が1.6ℓ／分、円錐形ふ化器2.0ℓ／分、ハッチングジャー2.0ℓ／分とした。

2) 水揚げ後の経過時間と授精率の関係

平成2年2月16日に石川県能登島鰻目漁協所属の大敷網の台船に乗船し、漁獲された親魚（雌3尾×雄2尾）を使用し、経時的に人工受精を行った。人工授精に使用した親魚は保冷箱に入れて当场に持ち帰り、場内では冷蔵庫（4℃）に保管した。人工授精は、水揚げ後0、0.5、1、2、4、6時間後の計6回行った。受精卵は、それぞれビン型ふ化器に収容し、自然水温の下で卵管理を行った。

3) 卵計数時におけるハンドリングの影響試験

平成2年2月20日に石川県能登島鰻目漁協において水揚げされた親魚を用い、人工授精で得られた95.7万粒を試験に供した。

計数は、70ℓテンタルに卵を収容し、攪拌して計数する容量法と卵をネットで受け、水を切った状態で電子天秤を使用して計量する重量法の2方法をとった。

容量法と重量法で計数した卵は、ハッチングジャーに収容し、収容密度はそれぞれ50万（8333粒／ℓ）、45.7万（76166粒／ℓ）であり、注水量は、2.0ℓ／分とした。

3. 結果及び考察

1) 採卵結果

採卵結果の概要を表1に示した。通算のふ化率は、これまでで最も高い70.8%で149.7万尾のふ化仔魚を得た。

2) ふ化器の違いによるふ化試験と密度試験

ふ化器の違いによるふ化試験の結果概要を表2に示した。経過日毎の卵の発生率は図4に示した。ふ化率は、ハッチングジャーで過去最高の88.2%、ついで円錐形ふ化器67.6%、ビン型ふ化器66.8%、60.0%、48.7%の順であった。

ビン型ふ化器の密度試験では、10万粒区のふ化率が66.8%と最も高く、ついで20万粒区60.0%、5万粒区48.7%の順となり、今回の試験では、収容密度の違いによるふ化率への影響は明らかにできなかった。この原因としては、卵発生2分割時にFRP製ふ化ビンからプラスチック製ふ化ビンへ重量法で計量し、移し替えたため、ハンドリングによる影響でふ化率に明瞭な差がでなかったものと考えられた。

今回新たに購入した、ハッチングジャーの形状は、容器が円筒形で密閉式になっており、注水はφ13mmのパイプで底面部から行うため、魚卵を均一に攪拌でき、偏って固まる状態を防ぐことができる。(図3) また、円錐形ふ化器は、形状的にはビン型ふ化器と同じであるが、円錐形であるためビン型ふ化器よりも魚卵を均一に攪拌できる。ビン型ふ化器も形状的には、ハッチングジャーに似通った面があるがハッチングジャーに比べて魚卵を均一に攪拌する能力が乏しく、また、注水量の調整が難しいという欠点がある。

収容密度は、円錐形ふ化器で19066粒/ℓ、ビン型ふ化器の最もふ化率の高いもので23809粒/ℓ、ハッチングジャーでは36833粒/ℓとなっておりハッチングジャーの方が収容密度は高い。しかし、ふ化率は収容密度の高いハッチングジャーが最も高い結果となった。

これらのことから判断すると、ふ化器の形状がふ化に大きくかわっていることが推察された。また、過去における授精からふ化までの発生率の低下はふ化容器の形状が適切でなかったことが原因と考えられた。

3) SAI値

SAI値は、ふ化率が高い区程SAI値も高くなっており、今後さらにデータを集積し、SAI値とふ化率の関係を把握する必要がある。

4) 水揚げ後の経過時間と授精率の結果

昨年度は30ℓポリカーボネート水槽で卵管理を行ったため、水質悪化からくる発生率のばらつきがみられ、6日目には試験を中止せざるをえなかった。そこで、本年度は、ビン型ふ化器で卵管理を行いふ化直前まで卵発生を調べた。経過日毎の卵発生率は図5に示した。定置網で漁獲された親魚の経過時間と受精率の関係は、水揚げ後0、0.5、1時間の発生率は70%から90%とかなり高い。しかし、水揚げ後2、4時間経過すると40%台に低下し、水揚げ6時間後になると発生率は、20%まで極端に低下した。これらのことから、定置網で漁獲された親魚を使用し

た人工授精は、水揚げ後4時間以内に行えば、40%以上のふ化率が期待できる。しかし、健全なふ化仔魚を得るには、卵発生率の高い水揚げ後1時間以内に行うのが望ましいと考えられた。

5) 卵計数時におけるハンドリングの影響試験結果

卵計数時におけるハンドリングの影響試験の結果概要を表3に示した。容量法と重量法では、ふ化率、SAI値ともに大差ない結果となった。マダラの授精卵は、卵膜が厚いため容量法と重量法では違いがでなかったと考えられた。しかし、卵発生が進行するとふ化器の試験で上述した通り、計数時におけるハンドリングの影響が懸念されるため、重量法での計数は、授精卵の時にのみ行うのが望ましいと考えられた。

表1 マダラの採卵試験結果

親魚区分 (実験区分)	採卵 期間	ふ化期間	ふ化までの 所要日数	搬入年月日	供試尾数	供試魚の大きさ		採卵 尾数	採卵 方法	総採卵数 (万粒)	授精卵数 (万粒)	ふ化供試 卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率 (%)	備	考
						全長	体重									
1	2.2.7	2.16~2.19	9~12	2.2.7	2	♀51.0cm (50.9-51.1)	2.09kg (2.02-2.16)	2	人工 授精	148.4	130.9	118.4	77.7	65.6	石川県能登島鰻目漁協で採卵	
					3	♂52.4 (50.2-53.7)	2.3 (2.16-2.42)	-	-	-	-	-	-	-		
2	2.2.16	-	-	2.2.16	3	♀58.0cm (51.0-65.5)	3.26kg (2.18-4.78)	1	同上	-	-	-	-	-	石川県能登島鰻目漁協所属 の大多数船にて船上採卵	
					2	♂51.5cm (65.2-75.1)	2.19kg (1.76-3.32)	-	-	-	-	-	-	-		
3	2.2.20	3.1~3.2	9~10	2.2.20	1	♀		1	同上	95.7	87.0	95.7	72.0	75.2	石川県能登島鰻目漁協で採卵	
					3	♂-	-	-	-	-	-	-	-	-		

表2 ふ化器の違いによるふ化試験の結果概要

区分	ふ化容器	収容日	ふ化期間 (ふ化所要日数)	収容卵数 (粒)	収容密度 (粒/ℓ)	ふ化仔魚数 (尾)	ふ化率 (%)	SAI*
1	ビン型	2.2.7	2.16-2.18 (9~12 日)	50000	11904	24360	48.7	55.1
2	ビン型	2.2.7	2.16-2.18 (9~12 日)	100000	23809	66340	66.8	60.8
3	ビン型	2.2.7	2.16-2.18 (9~12 日)	200000	47619	120000	60.0	60.6
4	円錐形	2.2.7	2.16-2.18 (9~12 日)	286000	19066	193380	67.6	63.1
5	ハッチングジャー	2.2.7	2.16-2.18 (9~12 日)	221000	36833	194820	88.2	63.6

$$* \quad SAI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K (N - h_i) \times i$$

N: 試験開始時のふ化仔魚数
h_i: i日目の累積死亡尾数
k: 生残尾数が0となるまでの日数

表3 ハンドリングによる影響試験の結果概要

区分	計数法	ふ化容器	収容日	ふ化期間 (ふ化所要日数)	収容卵数 (粒)	収容密度 (粒/ℓ)	ふ化仔魚数 (尾)	ふ化率 (%)	SAI*
1	容量法	ハッチングジャー (6ℓ)	2.2.20	3.1-3.2 (9~10 日)	500000	83333	370000	74.0	46.5
2	重量法	ハッチングジャー (6ℓ)	2.2.20	3.1-3.2 (9~10 日)	457000	76166	350000	76.6	49.7

$$* \quad SAI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K (N - h_i) \times i$$

N: 試験開始時のふ化仔魚数
h_i: i日目の累積死亡尾数
k: 生残尾数が0となるまでの日数

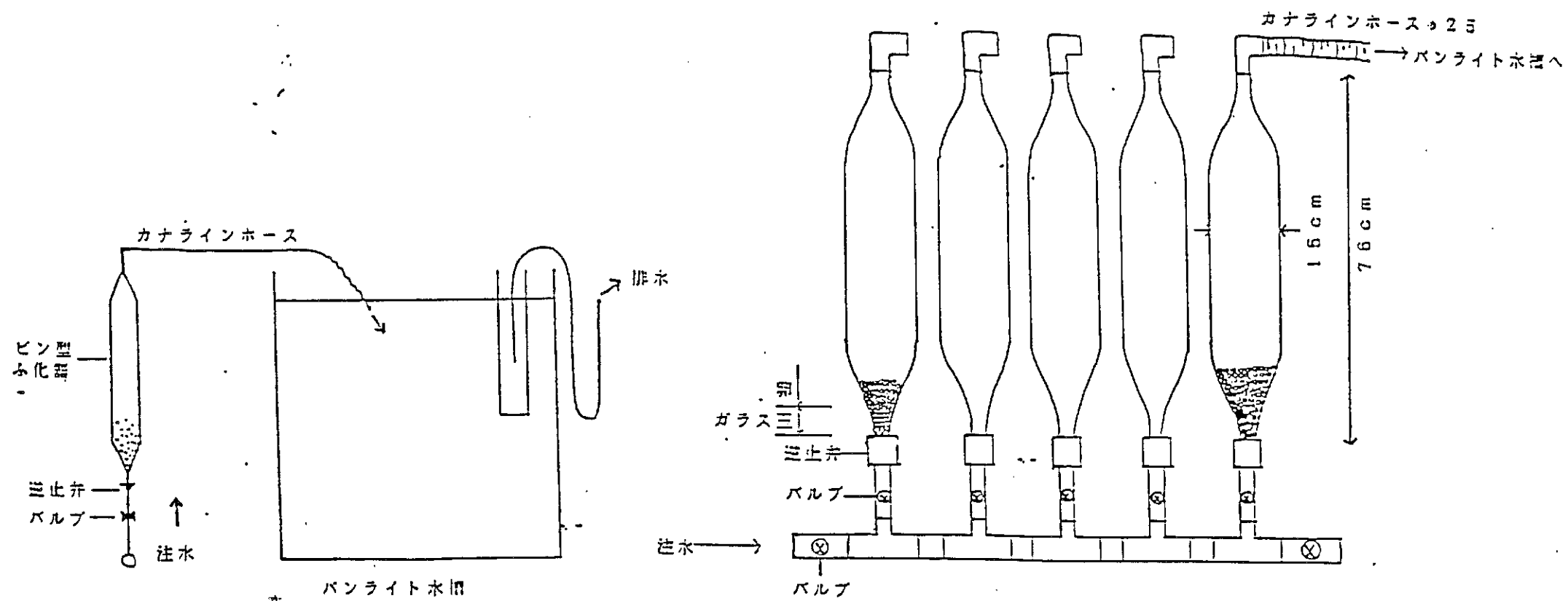


図1 ピン型ふ化器による卵管理

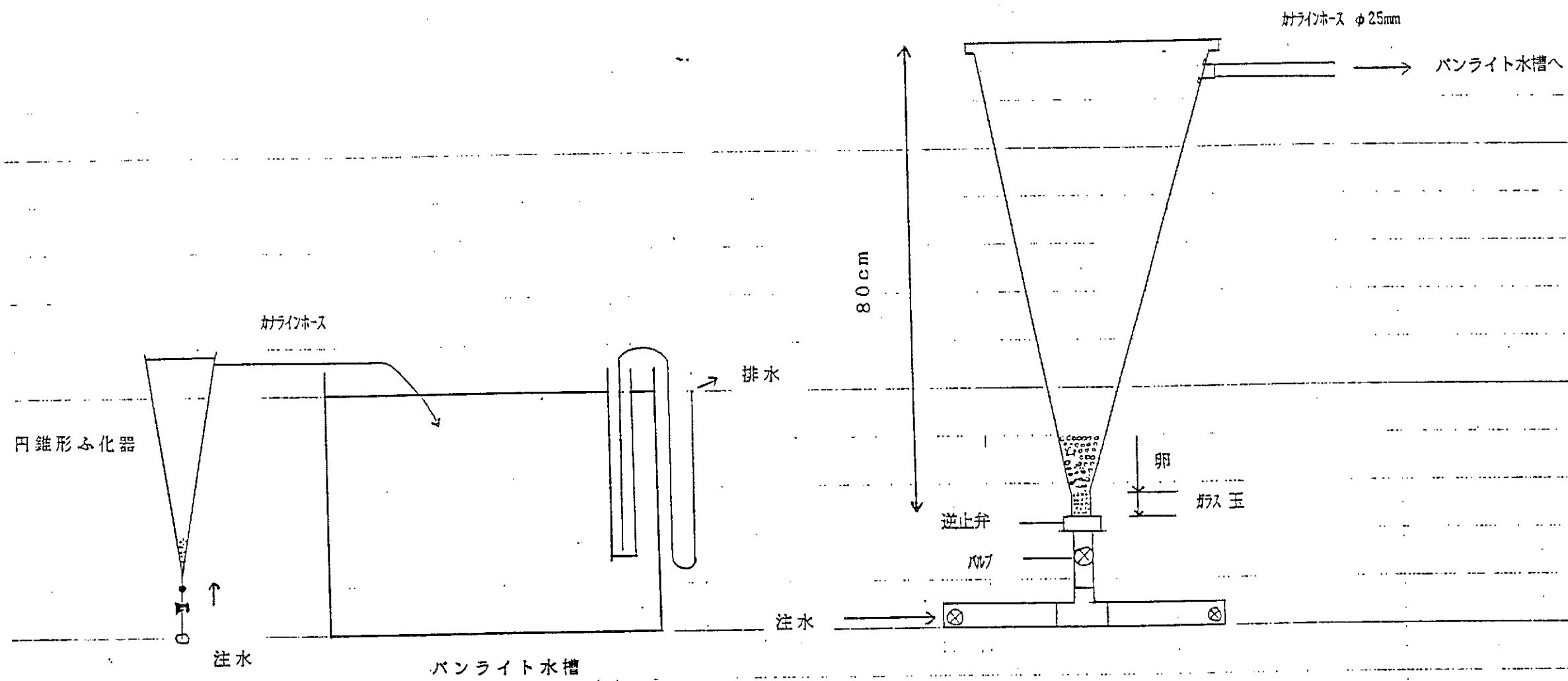


図2 円錐形ふ化器による卵管理

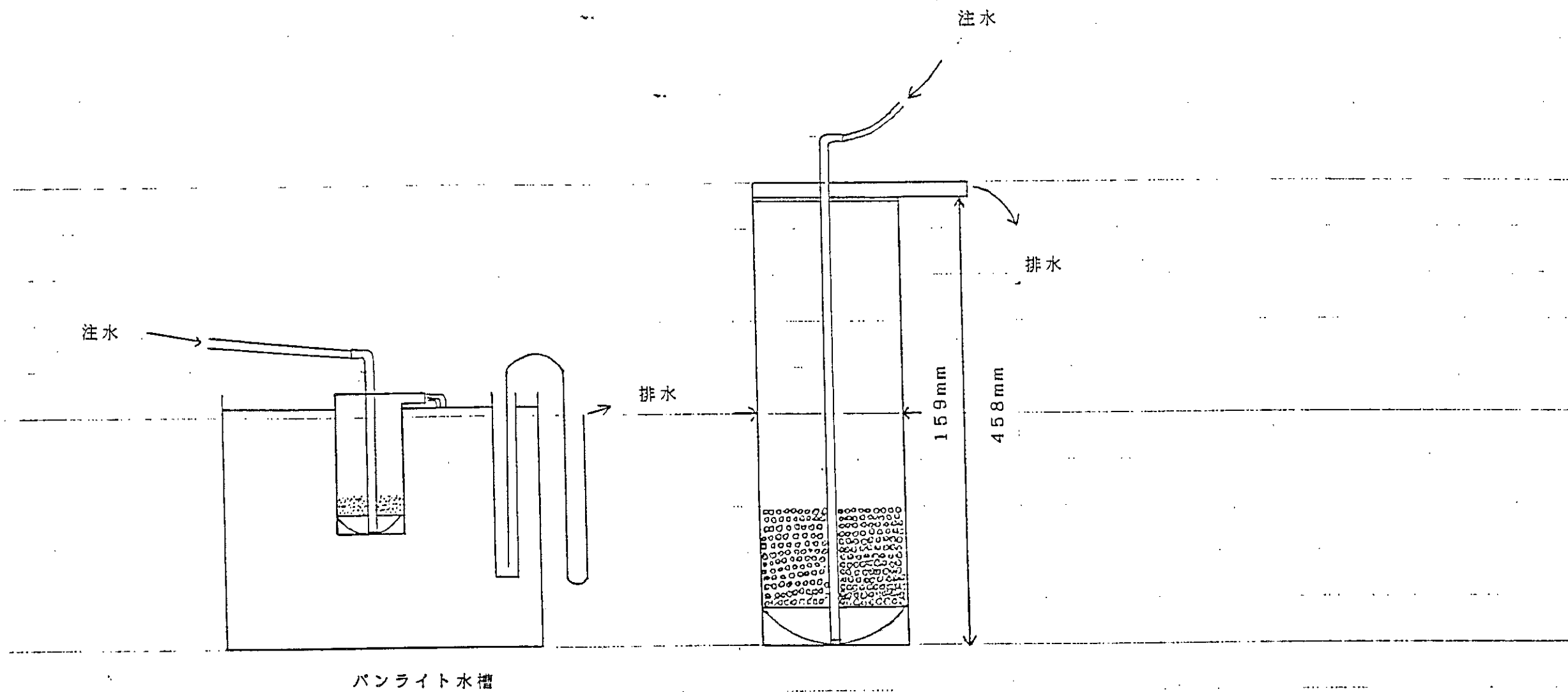


図3 ハッチングジャーふ化器による卵管理

発生率

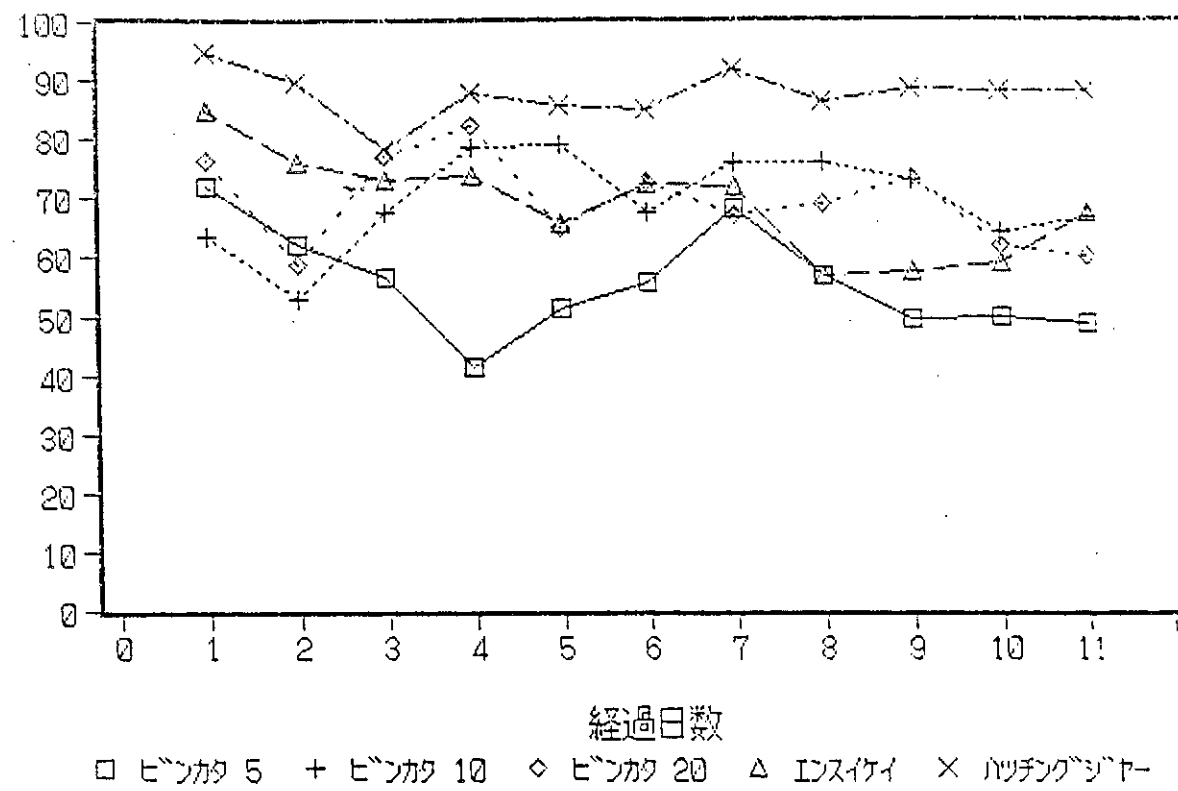


図4 卵発生の経日変化 (ふ化器の違いによるふ化試験と密度試験)

発生率

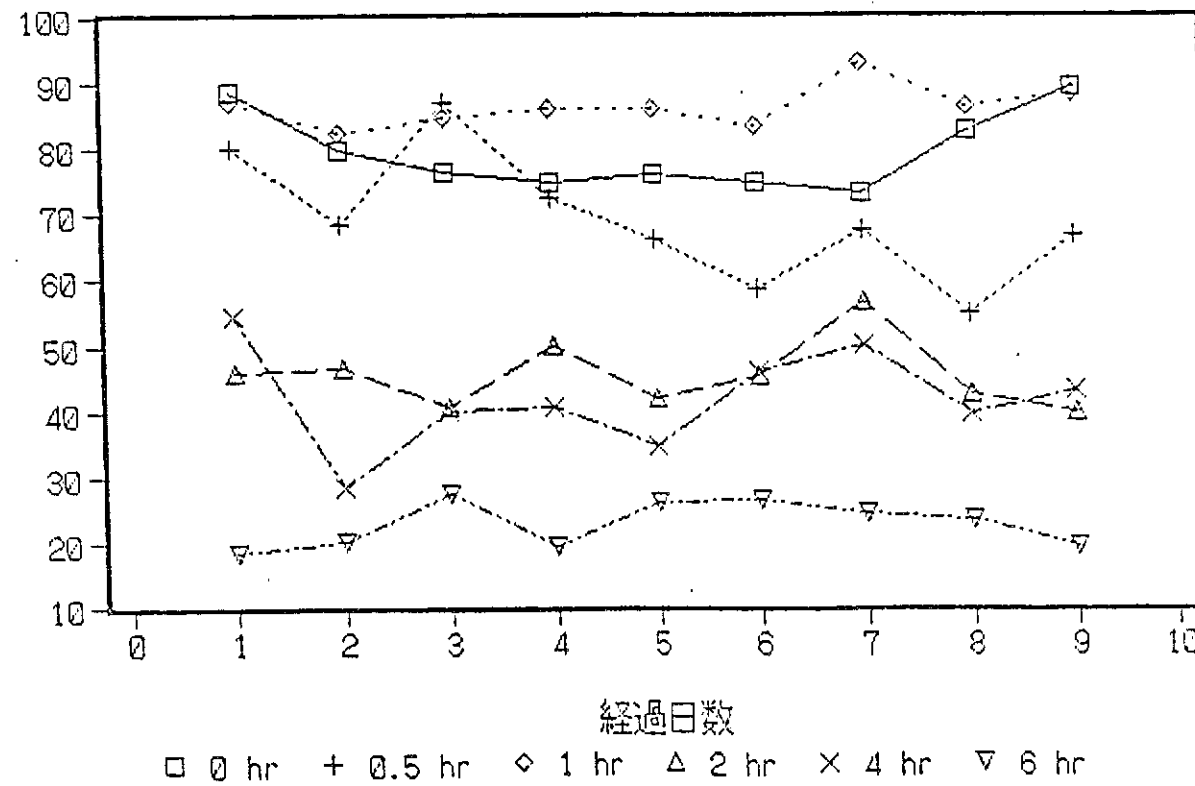


図5 卵発生の経日変化 (水揚げ後の経化時間と授精率の関係)

2-1 マダラの種苗生産

◎與世田 兼三

小林 真人

1. はじめに

マダラの種苗生産は、昭和58年より行われているが生産結果は昭和61年の7.0%（全長43.2mm）を最高にその後は低迷が続いている。本年度は、種苗生産の結果の他に、大量減耗が起こる要因について外部形態・内部形態及び消化の面から整理したので以下にまとめて報告する。

2. 種苗生産

1) 飼育方法

(1) ふ化仔魚

石川県能登島産のふ化仔魚30万尾を使用し、平成2年2月18日～19日にそれぞれ20m³水槽に収容した。

(2) 水槽

生産は、20m³角型水槽を使用した。水槽上面には移動可能な黒色の寒冷紗を設置し、日照に応じて遮光を行った。

(3) 飼育水

飼育開始前にナンクロロブシス（以下ナンクロ）を100

万セル／m³となるように添加した。

飼育8日目までは止水飼育を行い、9日目から注水を行い、換水飼育に切り替えた。換水率は10%から、状態に応じて増加し、最大300%とし加温は行わなかった。

(4) 餌料

ワムシ、A r - N、養成アルテミア、モイナを使用した。

ワムシは冷凍ナシクロ（4000万セル／m³）で15～24時間2時強化を行った。また、A r - Nはエスター85オイル（50m³／m³）で15～24時間2次強化を行ったものを使用した。

養成アルテミア、モイナの2次強化は冷凍ナシクロで3～6時間強化を行って投餌した。

(5) 底掃除

底掃除は、自動底掃除機（ヤンマー社製：かす兵衛）を使用して行った。

2) 飼育結果

表1に生産結果の概要、図1に成長、表2に各餌料の給餌量を示した。また、図2に飼育水温、pH、ナシクロ密度及び換水率の推移を示した。

飼育20日目以降から、鰾の異常や膜鰭の水腫、肝臓の萎縮などの症状で斃死が続き、飼育58日目の取揚げ時には生残尾数が241尾と僅かであった。

大量減耗が起こる前の摂餌状況を観察すると、衰弱個体のみ

でなく正常個体でも摂餌されたワムシが消化されずに生きたまま未消化で排出されているのが観察された。これは、ワムシの過投餌により見かけ上は摂餌しても、実際は消化不良で餌料の栄養が吸収されずに体力が消耗し、大量減耗の引き金になっている可能性もあった。そこで、大量減耗が起こる要因を外部形態・内部形態及び消化の面から調べたので以下に報告する。

(1) 消化速度

ワムシをある一定の時間摂餌させた後から絶食状態にし、成長に伴う消化管の餌料の排泄状況を調べたものを図3に示した。全長6.27~8.63 mmでは中腸に滞留する時間は約9時間と長く、消化に長い時間を要した。これに対して、全長8.37~10.85 mmでは、中腸に滞留する時間は3~4時間と短くなり前者の消化パターンと異なるのが伺われた。

(2) 消化管の形態

消化管の形態を図4に示した。成長に伴って消化管の屈曲は変化した。全長5.90~7.87 mmでは0~1回転で単純な構造であったが、全長8.70~9.79 mmでは2回転になり複雑になった。

(3) 両顎の顎歯の形成

成長に伴う両顎の形成を図5に示した。全長4.33~7.39 mmでは両顎の形成は認められなかった。全長9.43 mmから顎歯の形成は認められた。

(4) 外部形態から見た稚仔魚のステージ

成長に伴う外部形態の変化を図6に示した。外部形態・消化管の構造・両顎の顎歯の形成等からステージを区分すると、4段階に区分できた。全長4~9 mmは背鰭・臀鰭が分化せずほとんど浮遊遊泳を行なう前期仔魚期、全長9~15 mmは背鰭・臀鰭の原基が出現し、両顎の顎歯が形成される後期仔魚期、また、全長15~30 mmは鰭条が常数に達する稚魚期。全長30 mm以降は下顎の髭が形成され成魚と同形質を有する若魚期である。

(5) 外部形態の相対成長

外部形態の相対成長を図7に示した。体高と全長、頭長と全長、肛門前長と全長の関係は全長7~9 mm頃に変化があると伺われた。また、全体高から体高を引いて全長で割った値と全長の関係は全長9 mm頃に変化があると伺われた。これは、仔魚膜の変化を示し、遊泳機能はこの時期から変わると推定された。

3) 考察

以上の結果をまとめたものを図8に示した。20 m³水槽における大量減耗を推定すると、全長7~9 mmは、相対成長に変化があると伺われ、マダラの持つ特性としてcritical periodにあたりと推定された。また、脊椎骨の化骨は全長7 mm頃に始まり、物理的・栄養的な影響を受けやすい。更に、消化系でみると、消化管の構造は単純であるにもかかわらず、ワムシの餌料密度が高くなると本能的に摂餌を行ない

、未消化で排泄している可能性があった。そのため、栄養障害を引き起こし、大量減耗につながると推定された。

マダラは、全長 9 mm を境に消化管の構造、消化速度等が急激に変化することが伺われ、また、両顎の顎歯や鰓耙も同時期に形成されていることからこの時期に食性の変化があると推定される。このことを考慮し、飼育方法を検討すると、少なくとも全長 9 mm までは出来るだけ投餌量を控え、じっくり消化させる必要があると考えられる。

田中¹⁾によれば、顎歯の形成時期に一般の魚類は胃腺の分化が認められると述べている。マダラにおいても顎歯が形成される全長 9 mm 頃に消化時間が短くなっており、この時期に胃腺が分化していることが伺われた。

今後は、大量減耗が起こる要因について、餌料密度、投餌パターン、ワムシの質的問題等のいずれに影響されるかを把握する必要がある。また、消化ホルモンの形成時期、胃腺の分化時期を調べ、マダラの消化機構について把握する必要がある。

表 1 種 苗 生 産 の 概 要

生 産 回 次	1 回 次
生 産 期 間	平 成 2 年 2 月 1 8 日 ～ 同 年 4 月 1 7 日 (5 9 日 間)
使 用 水 槽	2 0 m ³ 角 型 コ ン ク リ ー ト 水 槽 (実 水 量 2 0 m ³)
卵 の 産 地	石 川 県 能 登 島
収 容 尾 数	3 0 万 尾
収 容 密 度	1 5 0 0 0 尾 / m ³
収 容 時 全 長	4 . 5 m m (4 . 3 - 4 . 7 m m)
取 揚 げ 尾 数	2 4 1 尾
	1 2 . 1 尾 / m ³
取 揚 げ 時 全 長	1 4 . 6 m m (8 . 6 - 2 0 . 9 m m)
生 残 率	0 . 0 8 %

表 2 各 餌 料 の 給 餌 量

餌 料 の 種 類	1 回 次
ワ ム シ ア 養 ミ 天 魚 魚 肉	(万 個 体) 3 3 9 5 0 0
ア ル テ ミ ア	(万 個 体) 4 9 8 0
シ テ ミ コ	(万 個 体) 1 4 1 1
ミ シ コ	(万 個 体) 1 5 5
ア ル テ ミ コ	(万 個 体) -
シ テ ミ コ	(万 個 体) -
ミ シ コ	(万 個 体) -
ア ル テ ミ コ	(k g) -

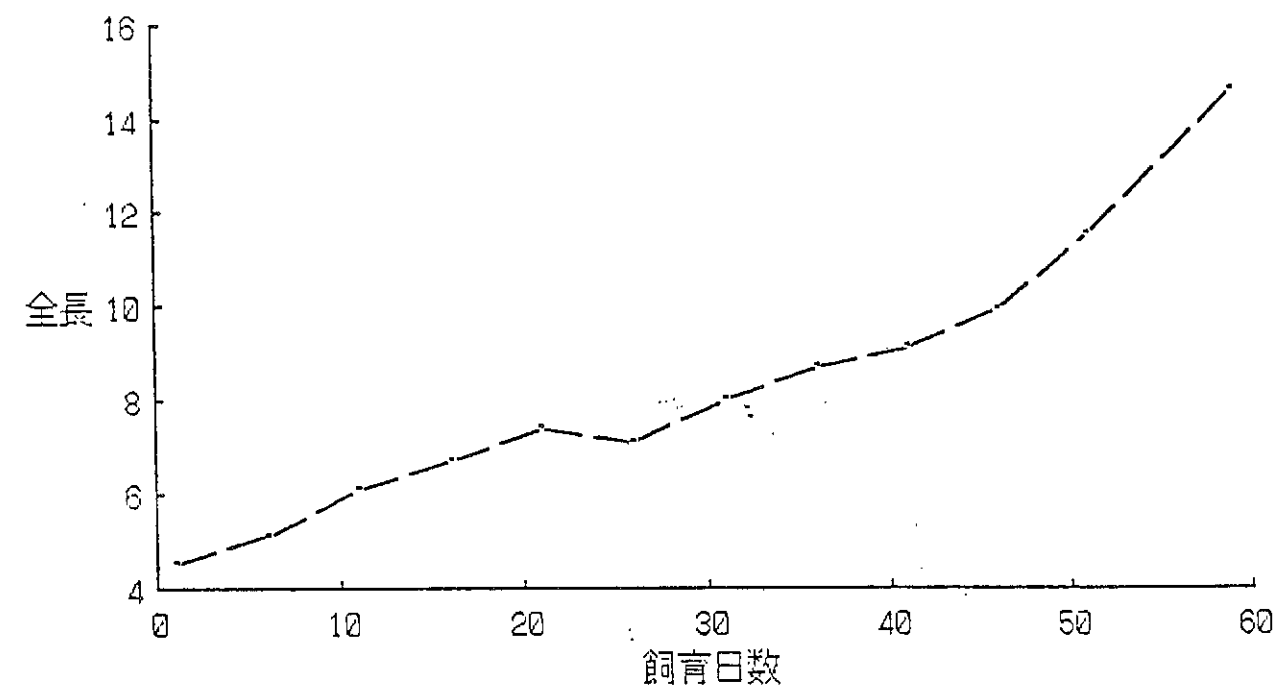


図1 20m²水槽におけるマダラの成長

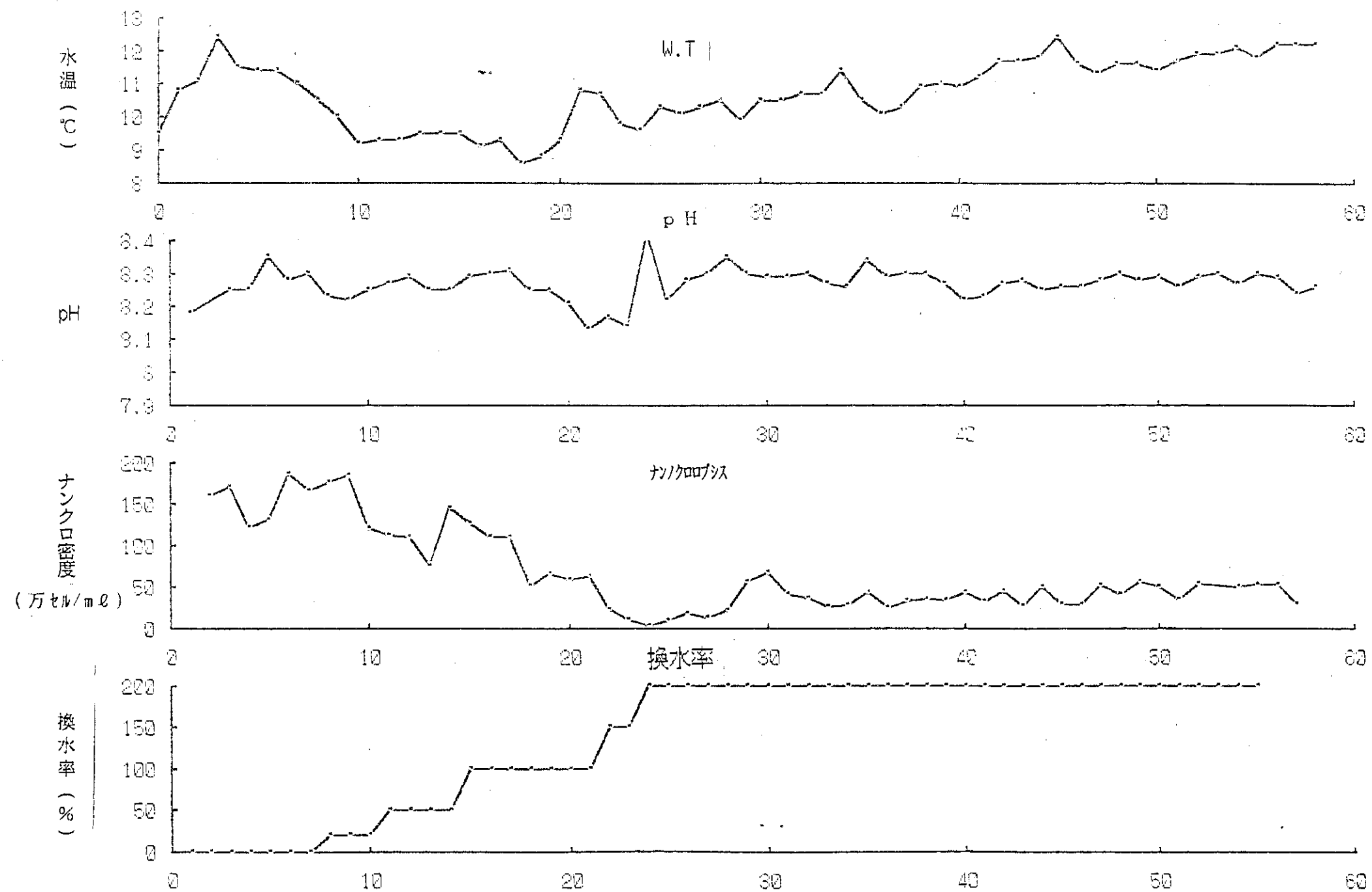
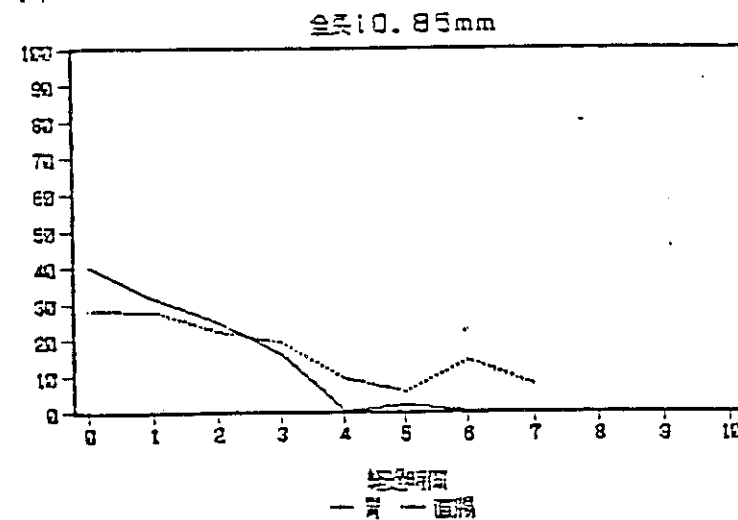
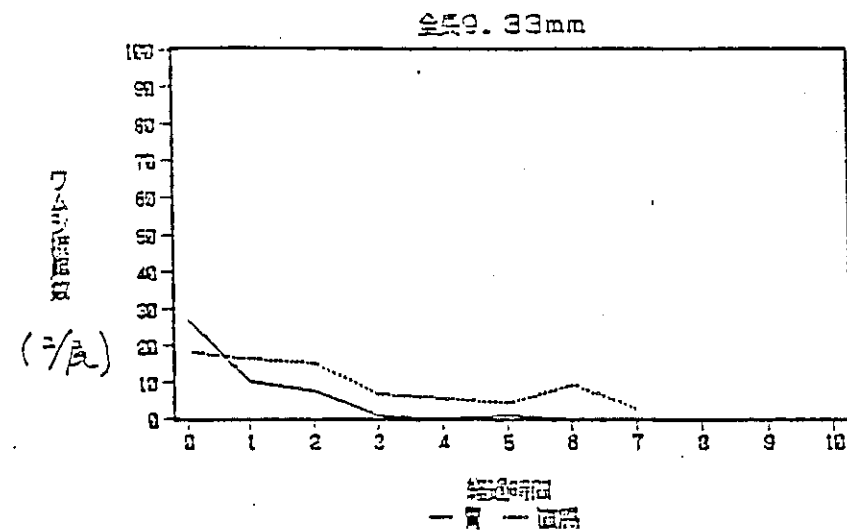
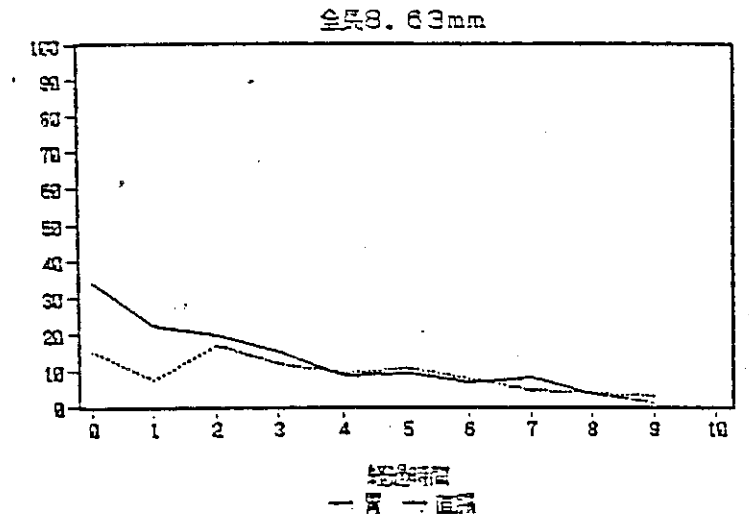
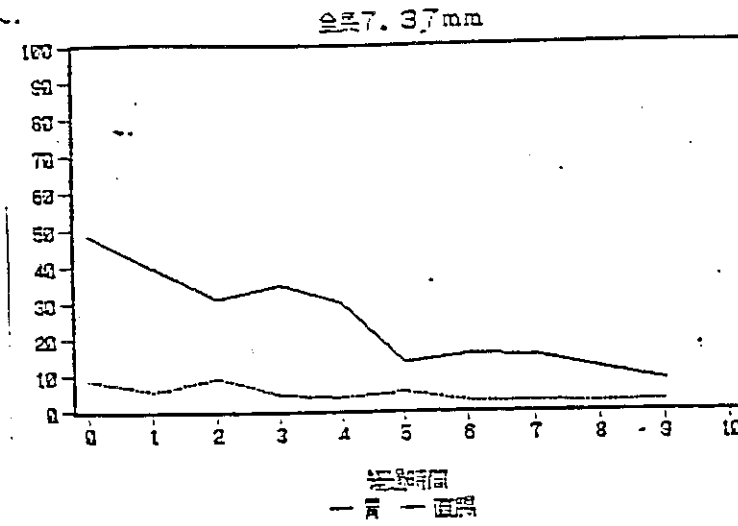
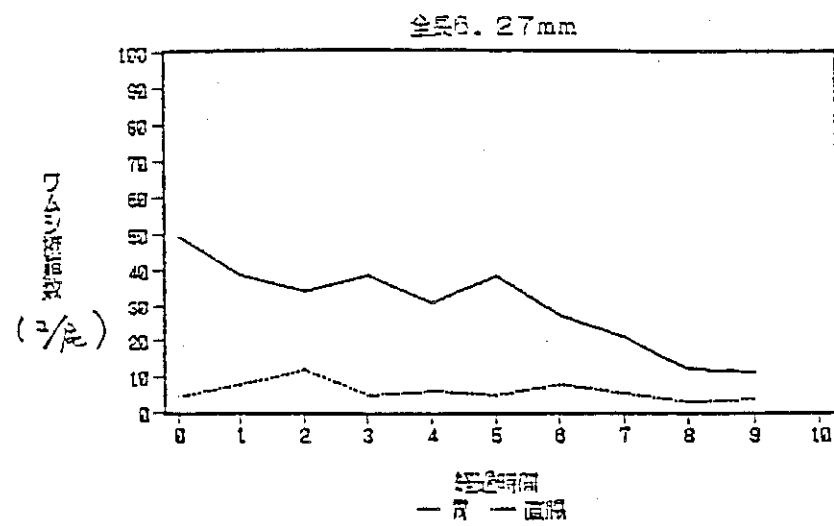


図2 20m³水槽における飼育水温、pH、ナンノクロロブシス密度、換水率の経日変化

飼育日数 (日)

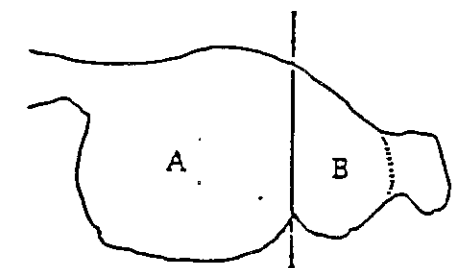


コメント：全長6.27mm～7.37mm

投餌後5時間目を飽食状態（0時間）と設定し、
1時間ごとに20尾ずつサンプリングを行った。

全長8.37mm～10.85mm

投餌後3時間目を飽食状態（0時間）と設定し、
1時間ごとに10尾ずつサンプリングを行った。



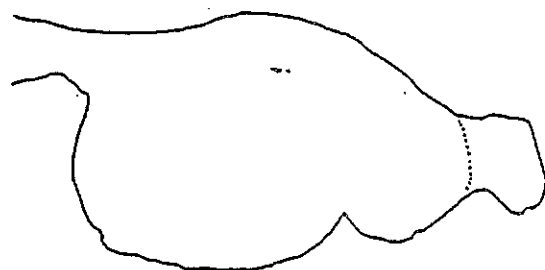
消化管内の餌料の計数方法

AとBの間を切断し、それぞれの餌料を計数した。

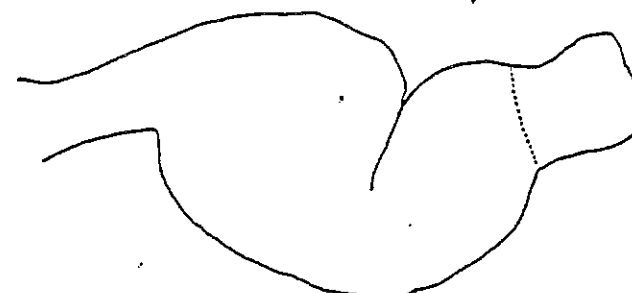
図3. 消化管の排泄状況



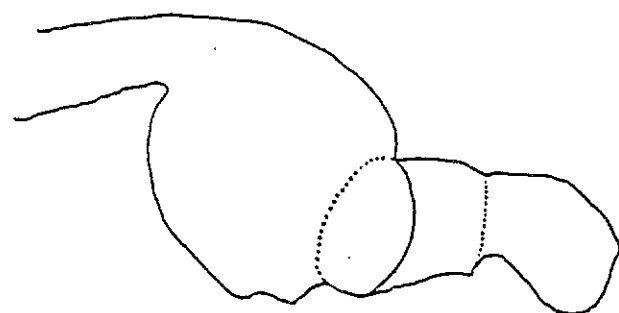
A



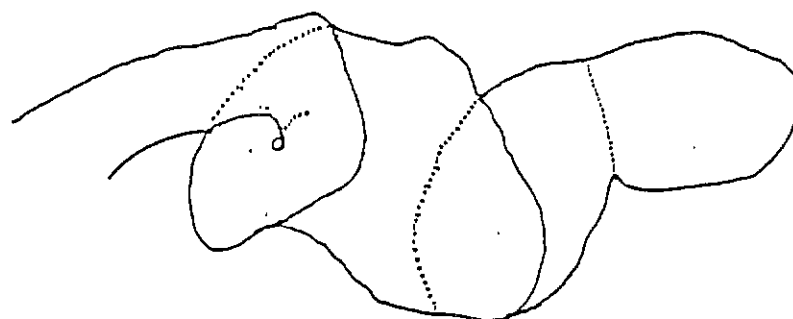
B



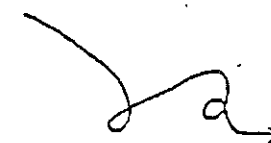
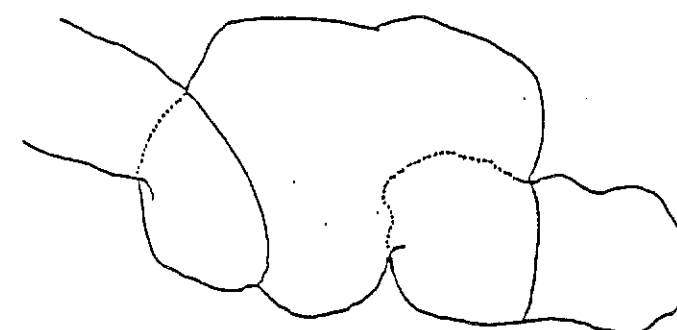
C



D



E



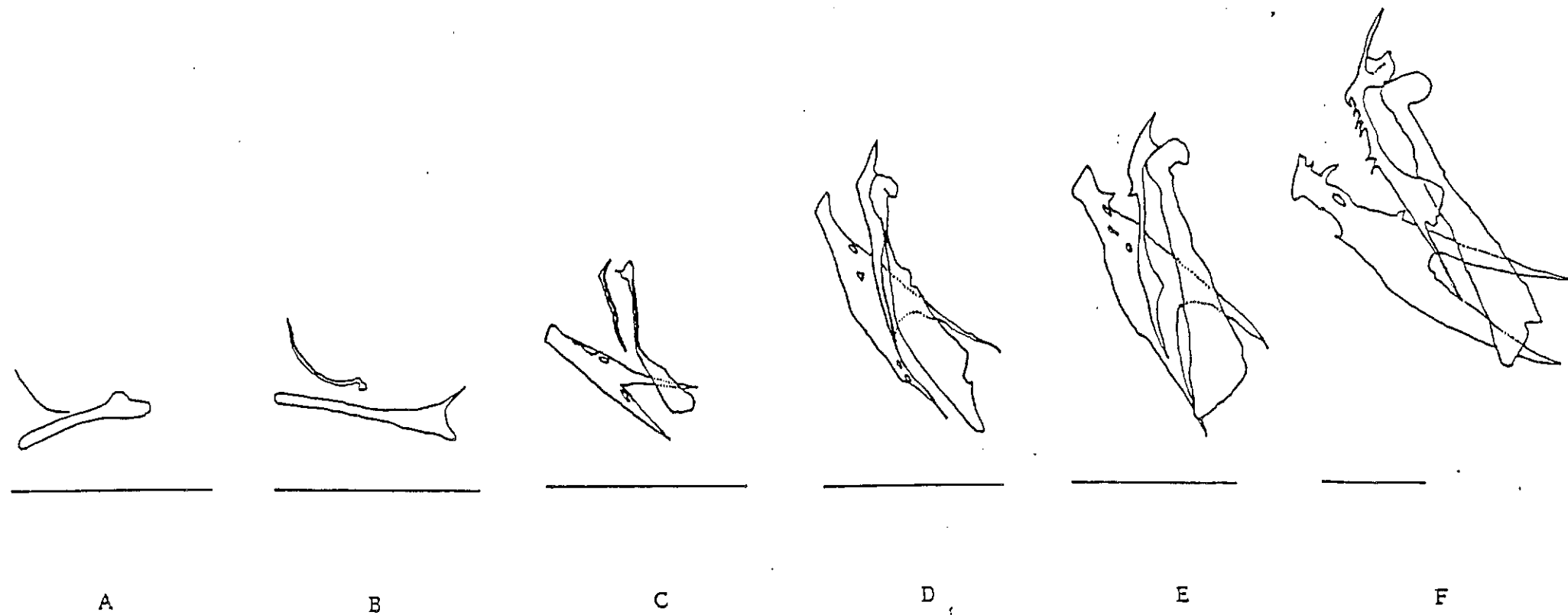
F

scale: 1mm

A, TL 5.90mm B, TL 6.42mm C, TL 7.25mm

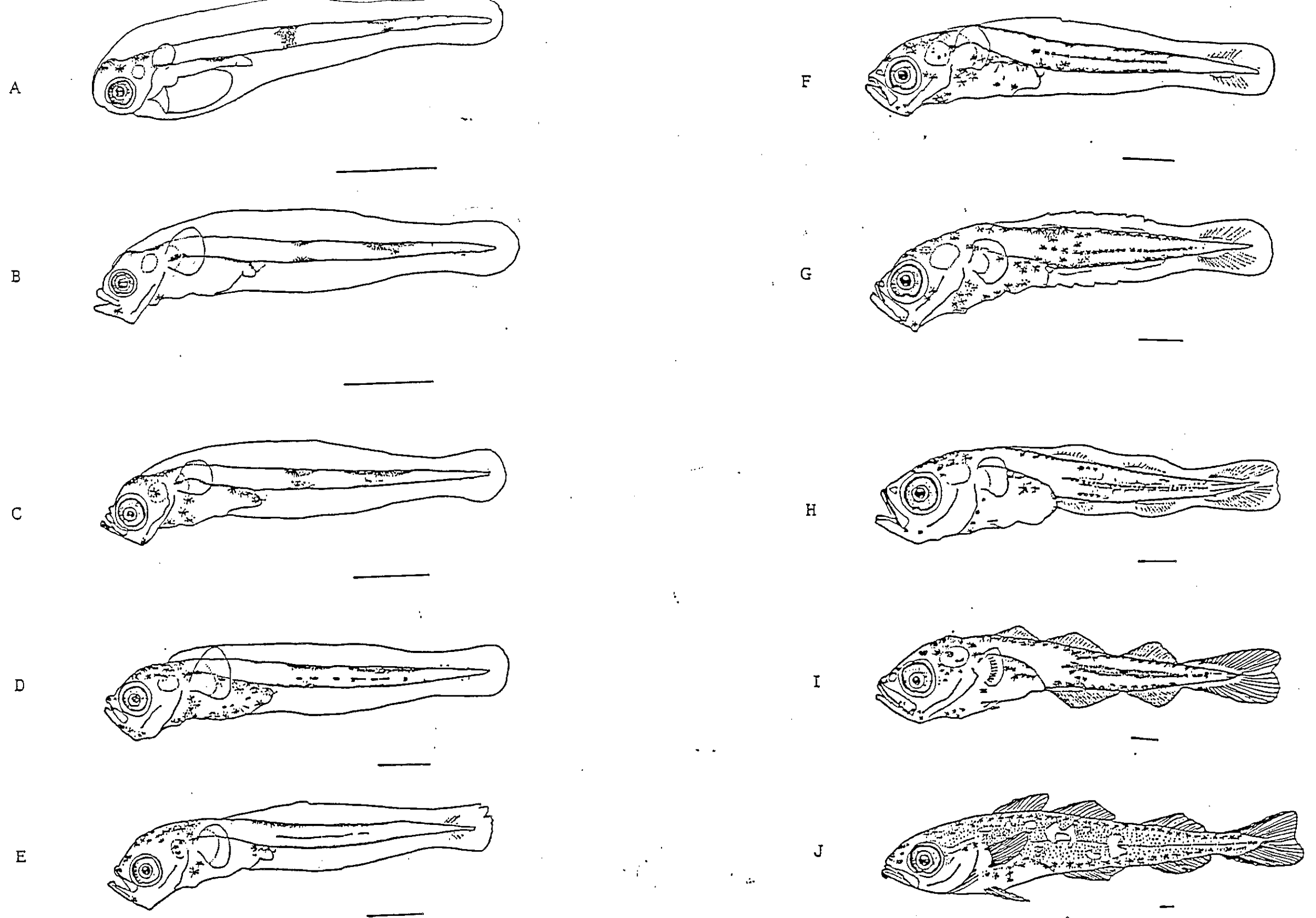
D, TL 7.87mm E, TL 8.70mm F, TL 9.79mm

図4 成長に伴う消化管の発達



A, 5days TL 4.33mm B, 10days TL 5.03mm C, 20days TL 6.92mm scale: 0.5mm
 D, 30days TL 7.39mm E, 40days TL 9.43mm F, 50days TL 16.32mm

図5 両顎の形成



A, 1day TL 4.33mm B, 5days TL 4.91mm C, 10days TL 6.65mm D, 15days TL 6.72mm E, 20days TL 7.30mm scale: 1mm

F, 25days TL 8.30mm G, 30days TL 9.49mm H, 35days TL 11.08mm I, 45days TL 15.59 J, 65days TL 36.34mm

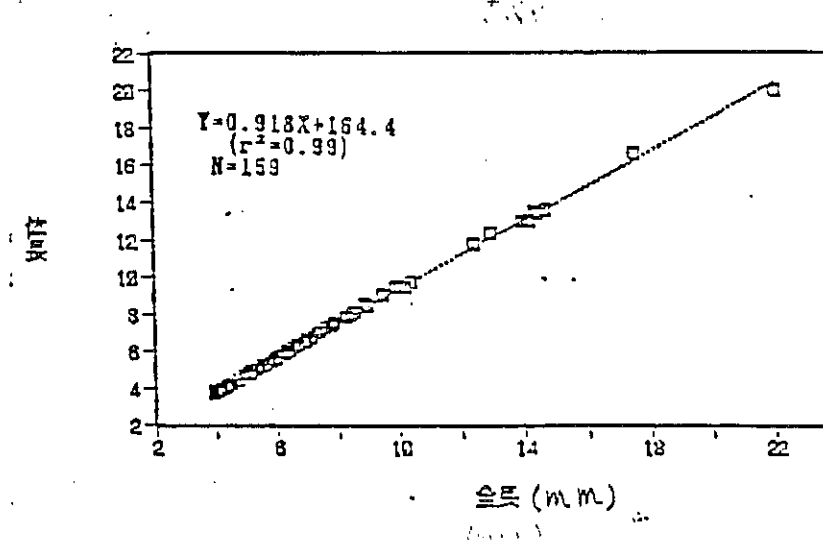
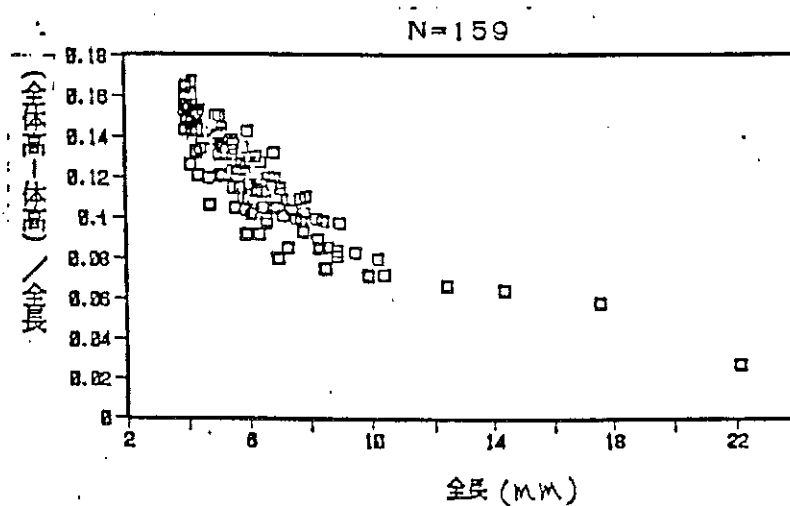
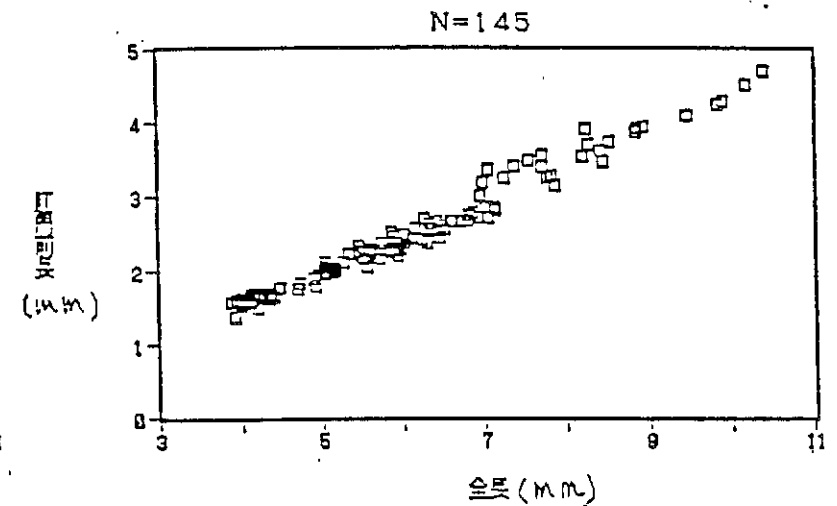
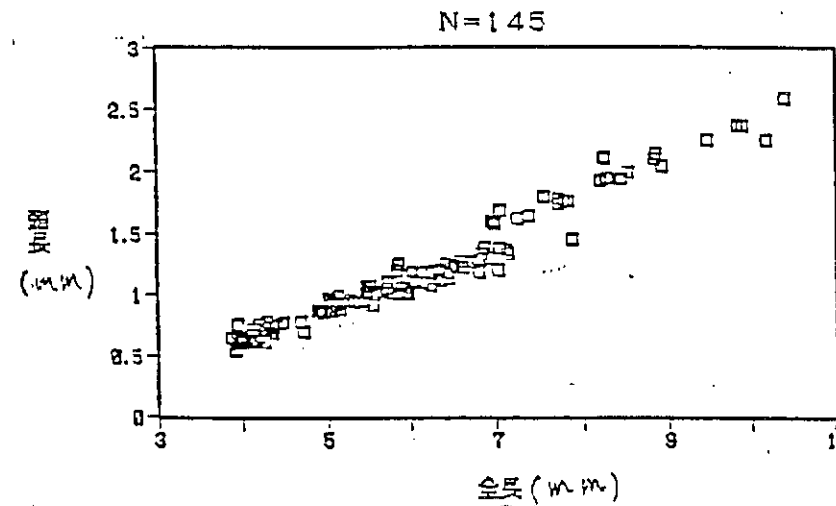
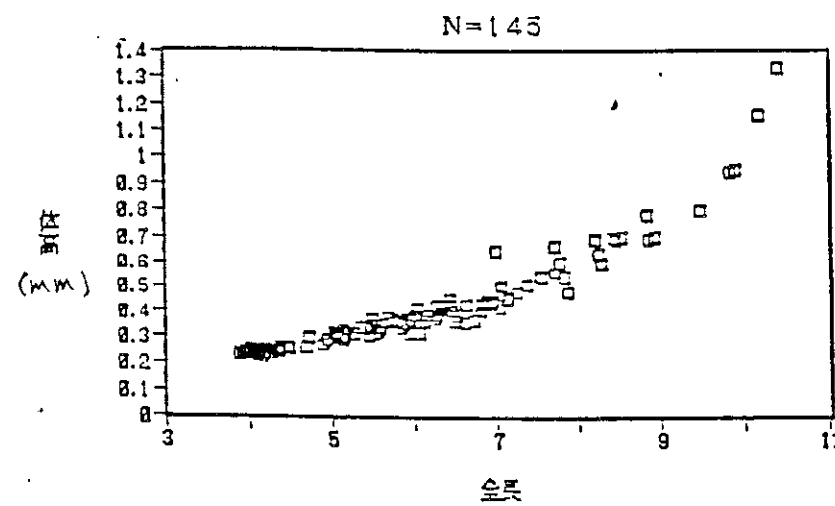
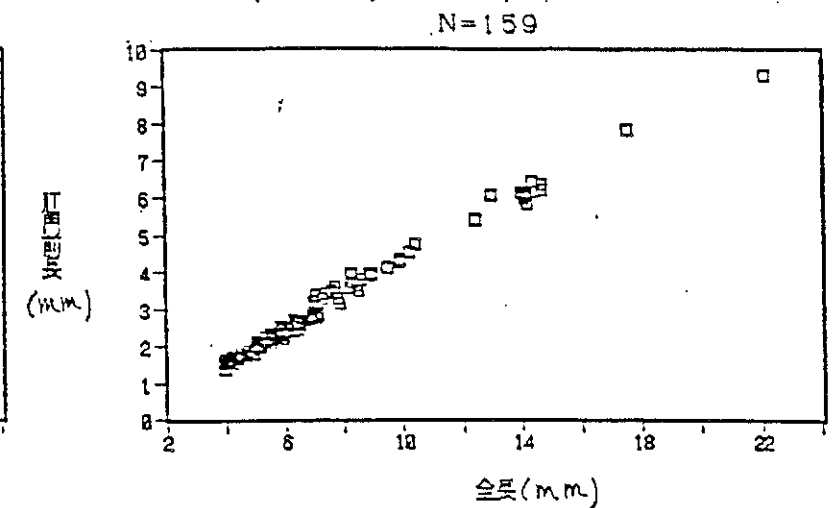
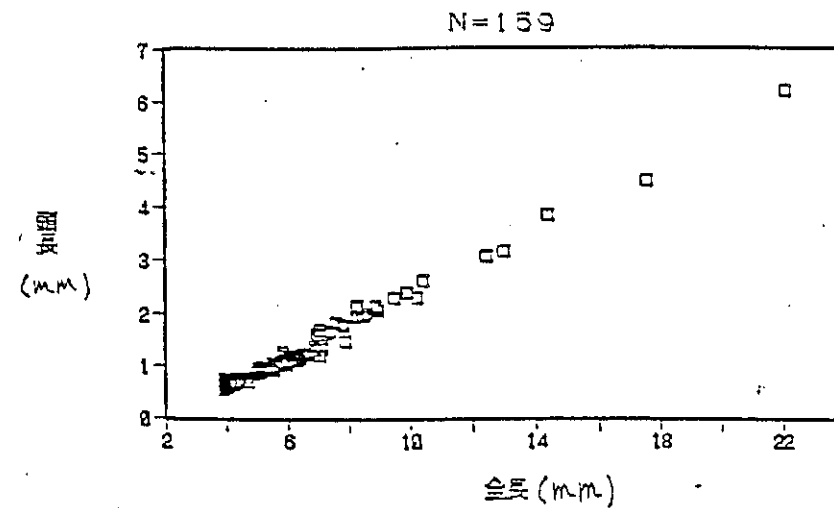
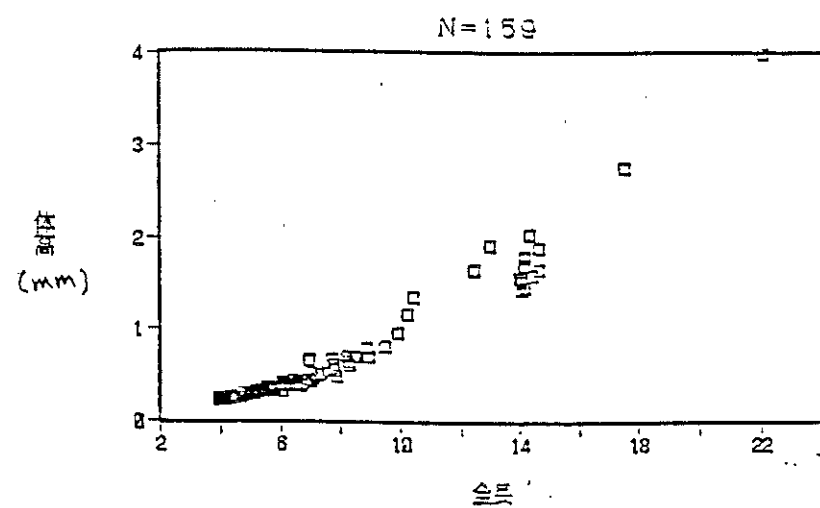
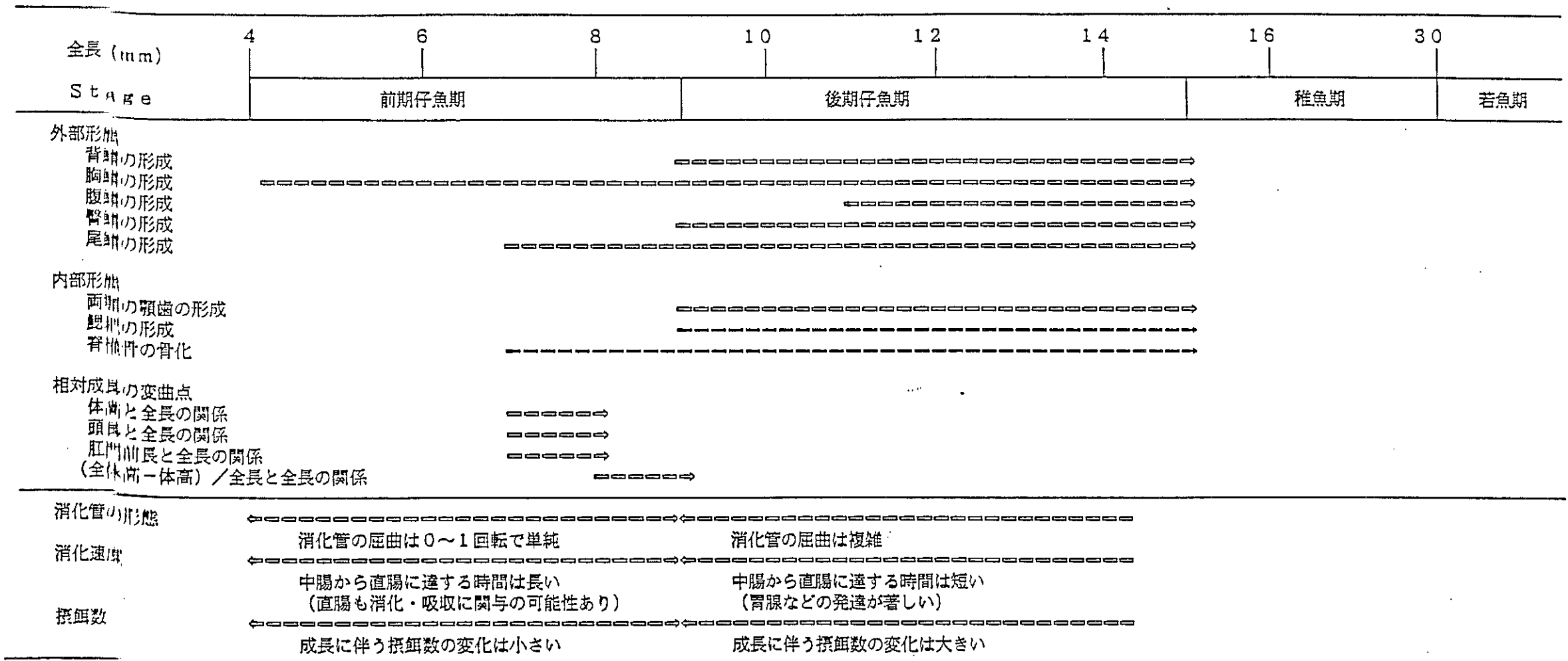


図7 各部位の相対成長



⇒スカッチあり
⇒骨染色法により染色したサンプルを顕微鏡で観察

図8 成長に伴う形態変化と消化機能のまとめ

2-2 小型水槽群による飼育試験

昨年度の餌料の強化試験から、アルテミアノープリウスをエスター85で強化することにより、生残に違いがでることが明らかになった。

そこで、本年度は、マダラ初期飼育における浮上斃死の解明と生残率の向上をワムシの栄養強化の面から把握することを目的とし、餌料の2次強化方法を変えて試験を行った。

1) 材料と方法

2月20日に石川県鰻目漁協で人工授精を行った卵を使用し、3月2日にふ化した仔魚を試験に供した。

飼育試験の条件設定は表1に示した。飼育条件はワムシ、Ar-Nの強化以外の水温、餌料、換水、ナンノクロロプシスの添加量等の諸条件は試験区1~4、7~8は同様とした。試験区4、5のみは、飼育水として珪藻（フィオクサム）を添加した。

ナンノクロロプシス（以下ナンノクロ）と珪藻の計数は毎日行い、計数後にナンクロと珪藻の不足分を試験終了まで添加した。

ワムシの強化には、冷凍庫（-45℃）で緩慢凍結させたナンクロ（以下冷凍ナンクロ）、生ナンクロ、珪藻、BOOSTER（3g/ℓ）、DHAオイル（TG40 2mℓ/10ℓ）を使用した。各区のワムシの強化時間は15~22時間とした。

Ar-Nの強化には、ω85エスター（以下Iスタ-85 0.5mℓ/10ℓ）を使用し、強化時間は16~23時間とした。

ワムシは全長7mm（飼育29日）まで単独で投餌し、それ以降はAr-Nと養成Arを併用した。

浮上魚については、飼育14日より20ピーカですくい取り、

全数計数を行った。

餌料と体成分の脂肪酸組成を調べるため、原則として5日毎にサンプルを取り、水洗して水分を切ってから冷凍し、後日東水大の渡辺教授に分析を依頼した。

2) 結果及び考察

表2に結果の概要、図1に各試験区の成長と生残、図2に各試験区の斃死割合の変遷を示した。また、ワムシとアルテミアの脂肪酸組成については表3、4に示した。各試験区の取揚げ時の魚体の脂肪酸組成については表5に示した。

生残率は、冷凍ナンクロにDHAオイルで強化した6区の12.8%が最も高く、ついで生ナンクロにDHAオイルを添加した2区、以下5区>1区>8区>6区>3区>7区の順であった。飼育水に珪藻を添加した5、6区は飼育16日目頃にpHが9.00をこえ、魚が狂奔状態になって浮上したので明瞭な結果を得ることができなかった。また、7、8区は1~4区と比較できない面があるため、これらを省いて考察をすると強化したワムシのω-3 F U F Aの含量が高い区程、生残率が高く、また成長も良好で、浮上魚割合も低い傾向が認められた。

Σ ω-3 F U F Aの割合	4 > 2 > 3 > 1
生残率	4 > 2 > 1 > 3
全長	4 > 2 > 1 > 3
体重	4 > 1 ≧ 2 > 3
浮上魚割合	2 ≦ 4 < 1 < 3

ワムシをDHAオイルで添加しない1、3、5区とDHAオイルを添加した2、4、6区について生残率、全長、体重、浮上魚割合等について相関を見たところ、生残率、全長、体重に関しては0.90～0.99の負の相関が認められた。また、浮上魚割合については、0.96の正の相関が認められた。

これらのことから、DHAオイルの添加は、生残率、成長、浮上魚割合に深く関わっていることが推察され、今後は、試験区を絞りさらに検討する必要がある。

表. 1 マダラ飼育試験の条件設定

試験区	飼育水		ワシの強化方法	アルミアノバウスの強化方法
	ナノクロプシス (万セル/mL)	フェオダクタム (万セル/mL)		
1	100		生ナノクロプシス	エスター85
2	100		生ナノクロプシス + DHAオイル (TG 40)	エスター85
3	100		冷凍ナノクロプシス	エスター85
4	100		冷凍ナノクロプシス + DHAオイル (TG 40)	エスター85
5		10	珪藻 (フェオダクタム)	エスター85
6		10	珪藻 (フェオダクタム) + DHAオイル (TG 40)	エスター85
7	100		BOOSTER *	BOOSTER
8	100		DHAオイル (TG 40)	DHAオイル (TG 40)

* ワシ、アルミアノバウス用栄養強化餌料。平均7ミクロンの微小マイクロバブルに 海洋性の珪藻成分を封入。

表. 2 マダラ飼育試験結果の概要

試験区	開始年月日	収容尾数 (尾)	収容時全長 (mm)	終了年月日 (飼育日数)	取揚げ時全長 (mm)	取揚げ時体重 (mg)	取揚げ尾数 (尾)	生残率 (%)
1	平成2年3月2日	6380	4.54 (4.32-4.71)	同年4月16日 (45)	14.45 (11.45-16.96)	14.98	430	6.7
2	同 上	6030	同 上	同 上 (45)	14.55 (11.12-17.76)	14.61	486	8.1
3	同 上	6300	同 上	同年4月15日 (44)	13.08 (9.58-15.31)	11.46	135	2.1
4	同 上	6110	同 上	同年4月16日 (45)	15.66 (12.62-17.91)	18.68	785	12.8
5	同 上	6640	同 上	同 上 (45)	14.13 (10.67-17.60)	14.92	487	7.3
6	同 上	6380	同 上	同年4月15日 (44)	14.44 (9.23-18.38)	15.19	188	2.9
7	同 上	6030	同 上	同 上 (44)	10.37 (8.26-13.48)	5.43	92	1.5
8	同 上	6720	同 上	同 上 (44)	10.66 (9.05-13.11)	6.08	209	3.1

表3 ワムシの全脂肪中の脂肪酸組成

脂肪酸	添加物の種類								
	未処理	試験区1 生ナノクワフィス	試験区2 生ナノクワフィス +DHA	試験区3 冷凍ナノクワフィス	試験区4 冷凍ナノクワフィス +DHA	試験区5 フィッシュオイル	試験区6 フィッシュオイル +DHA	試験区7 BOOSTER	試験区8 DHA/D3
14:0	3.7	3.9	2.9	3.7	3.5	3.9	3.2	4.2	3.0
15:0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7
16:0	10.2	12.8	12.9	12.6	12.3	11.0	13.5	13.8	14.0
16:1 ω -7	23.6	22.1	17.0	21.5	16.8	20.6	14.7	16.9	14.1
17:0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.4
16:3 ω -6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.8	0.5	0.7
18:0	2.2	2.2	2.6	2.0	2.3	2.5	3.1	2.8	3.5
18:1 ω -(9+7)	20.7	17.4	20.2	16.8	18.5	20.0	21.9	18.8	23.5
18:2 ω -6	5.2	4.4	3.9	4.5	4.0	5.3	3.7	9.1	3.9
18:3 ω -6	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
18:3 ω -3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.8	0.4
18:4 ω -3	-	-	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3	0.5	0.2
20:0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
20:1 ω -(11+9)	1.3	1.3	2.2	1.2	1.6	1.7	2.1	1.6	2.2
20:2 ω -9	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2
20:2 ω -6	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
20:3 ω -6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4
20:4 ω -6	2.5	3.1	3.3	3.7	3.4	2.8	2.8	2.4	2.8
20:4 ω -3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4
20:5 ω -3	14.0	17.8	15.8	20.9	18.4	14.9	12.5	13.3	11.1
22:1 ω -(13+11)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2
22:1 ω -9	0.2	-	0.1	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2
22:4 ω -6	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
22:5 ω -6	0.1	0.1	0.4	0.1	0.3	0.2	0.5	0.1	0.5
22:5 ω -3	2.0	2.0	2.4	2.6	2.2	2.8	2.2	2.2	2.4
22:6 ω -3	0.1	0.1	5.7	0.1	3.6	0.2	7.5	1.4	6.9
$\Sigma\omega$ -3	16.7	20.2	24.7	24.2	24.9	18.6	23.3	18.7	21.3
$\Sigma\omega$ -6	9.4	9.2	9.5	10.0	9.4	10.0	8.9	13.2	9.1
Σ Monoenes	45.8	41.3	39.8	39.9	39.5	42.7	39.0	37.5	40.1
$\Sigma\omega$ -FUFA	16.3	20.0	24.2	23.9	24.5	18.2	22.6	17.4	20.8
C.L	3.3	4.0	5.5	3.8	5.6	3.0	4.9	4.1	3.6
C.L(d.b)	20.3	29.8	37.5	26.2	31.9	21.6	31.3	25.9	24.8
$\Sigma\omega$ -3FUFA in Rotifer	0.6	0.8	1.3	0.9	1.4	0.6	1.1	0.7	0.7
(d.b)	3.4	6.0	9.1	7.0	7.8	3.9	7.1	4.5	5.2

(注) 東水大、渡辺教授によるデータ

表4 アルテミアの全脂肪中の脂肪酸組成

脂肪酸	添加物の種類			
	未処理	Esterd5	DHA	BOOSTER
14:0	1.1	0.8	1.1	1.4
15:0	0.2	0.1	0.2	0.2
16:0	13.7	11.8	13.5	13.4
16:1 ω -7	4.1	3.3	4.2	4.8
17:0	0.5	0.6	0.6	0.5
16:3 ω -6	1.4	1.2	1.3	1.3
18:0	3.6	3.8	4.1	3.8
18:1 ω -(9+7)	27.4	24.9	28.2	25.3
18:2 ω -6	6.5	5.9	5.3	7.7
18:3 ω -6	0.1	0.2	0.2	0.1
18:3 ω -3	29.0	25.0	23.7	25.0
18:4 ω -3	3.5	2.9	2.6	3.4
20:0	-	0.1	0.1	0.2
20:1 ω -(11+9)	0.4	0.5	0.7	0.4
20:2 ω -9	-	0.1	-	0.1
20:2 ω -6	0.2	0.2	0.2	0.2
20:3 ω -6	0.1	0.1	0.1	0.1
20:4 ω -6	0.4	0.7	1.1	0.5
20:3 ω -3	0.5	0.5	0.4	0.4
20:4 ω -3	0.4	0.6	0.4	0.5
20:5 ω -3	2.8	7.7	5.1	5.3
22:1 ω -(13+11)	-	0.2	-	0.2
22:1 ω -9	0.1	-	-	-
22:4 ω -6	0.1	0.2	-	-
22:5 ω -6	-	-	0.2	-
22:5 ω -3	-	0.4	0.3	0.2
22:6 ω -3	-	4.5	3.1	0.8
$\Sigma\omega$ -3	36.1	41.5	35.5	35.5
$\Sigma\omega$ -6	8.6	8.5	8.2	9.8
Σ Monoenes	31.9	28.8	33.1	30.5
$\Sigma\omega$ -FUFA	3.7	13.7	9.3	7.2
C.L	5.8	6.1	7.3	5.0
C.L(d.b)	32.6	48.0	40.0	38.5
$\Sigma\omega$ -3FUFA in Rotifer	0.2	0.8	0.7	0.4
(d.b)	1.2	6.6	3.4	2.8

(注) 東水大、渡辺教授によるデータ

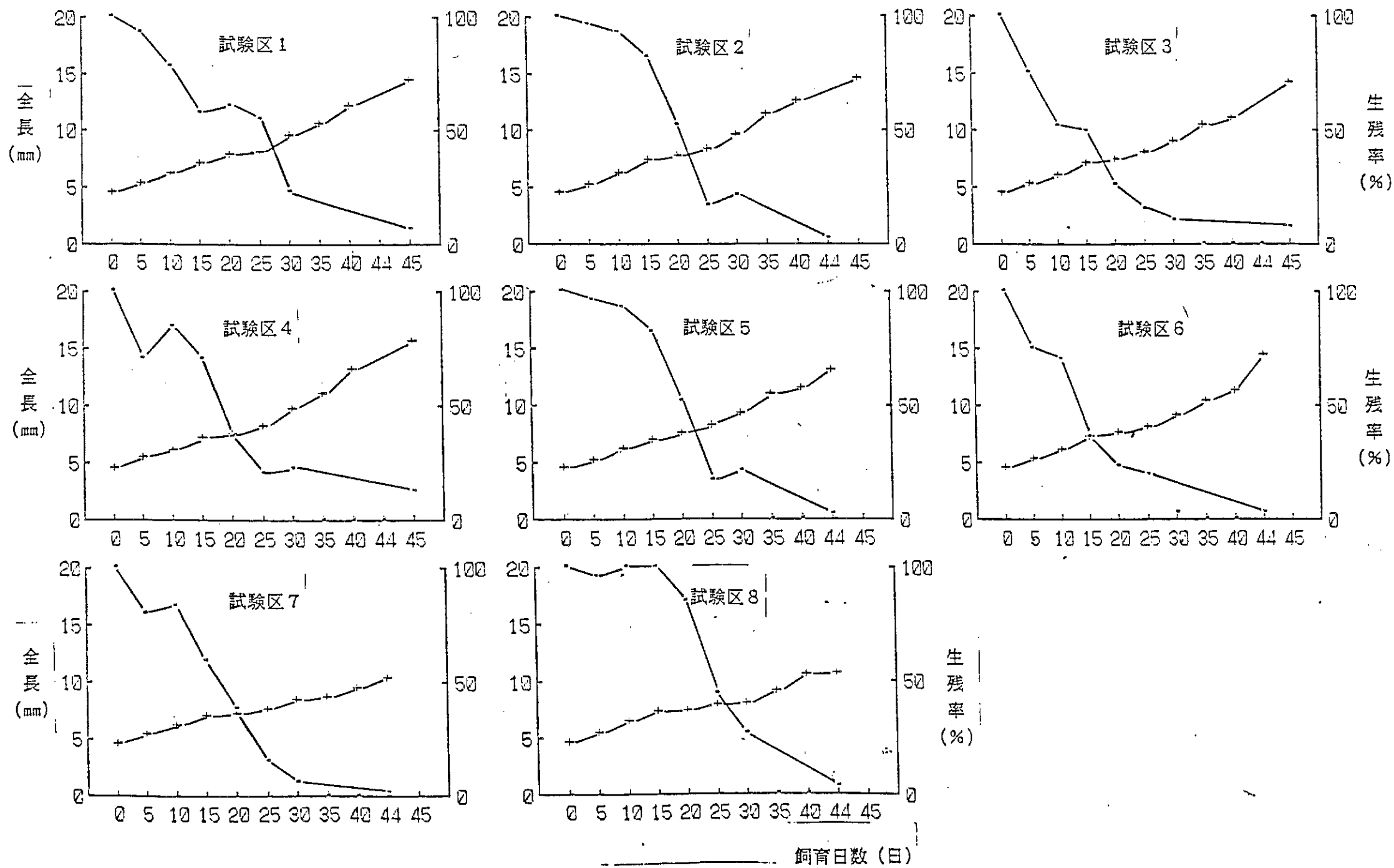


図1 各試験区の成長と生残

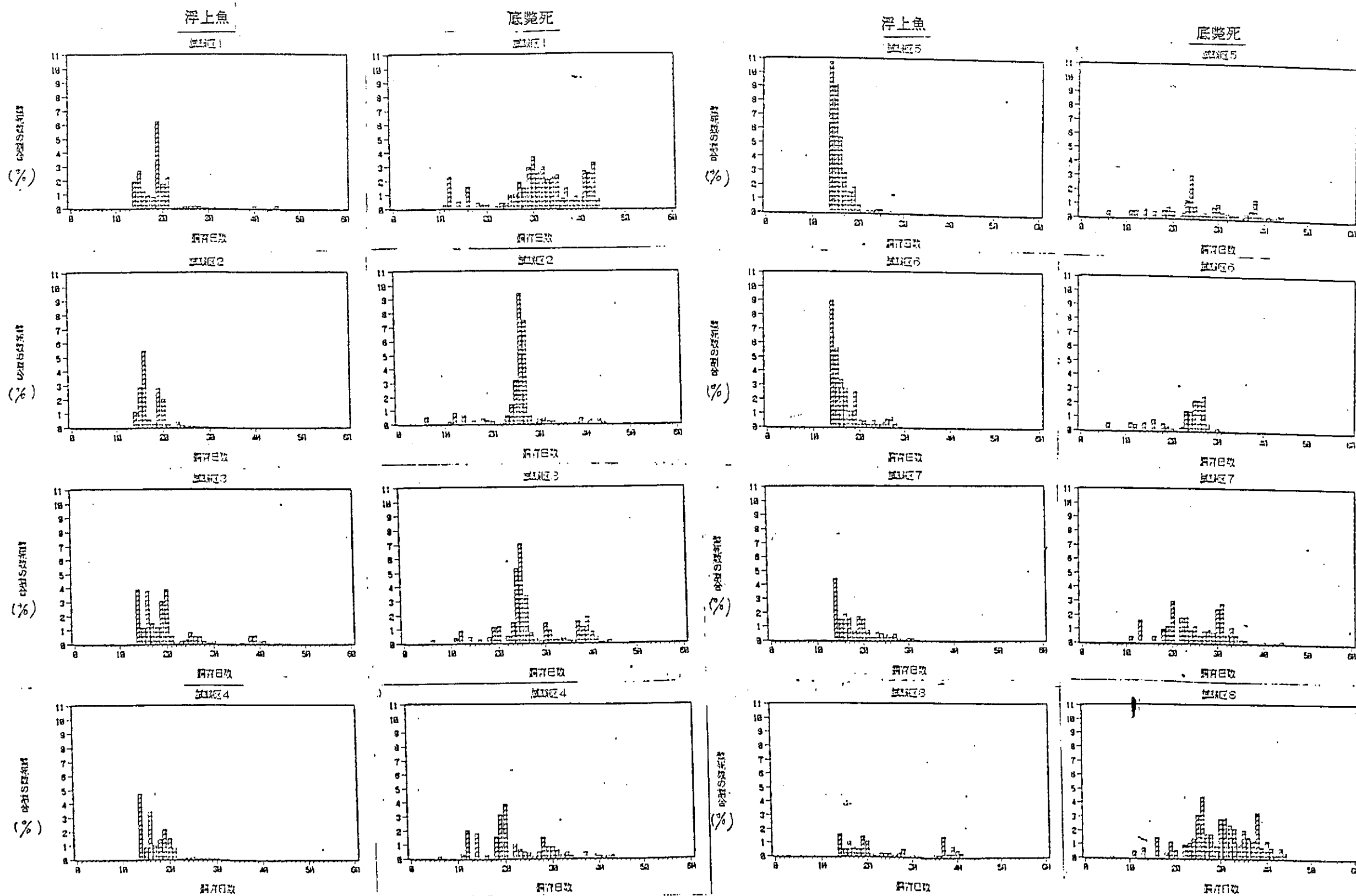


図2 餌料の栄養強化試験における死体割合の変遷 (0.5 m³ パンライト水槽)

フリ

ブリの中間育成

◎小林 真人

有瀧 真人

日本海における放流適地の探索と移動分散経路の解明のための放流用種苗を、日裁協五島事業場より搬入し、海上筏で中間育成することとした。

1 材料と方法

1) 種苗

放流用種苗は、平成2年7月7日に、日裁協五島事業場で育成された種苗25503尾を搬入した。

収容時のサイズは、平均全長13.0cm(11.3~14.5cm)と大きかったが、ペコ病罹病率が65.6%と高く、痩せて衰弱したものも少なくなかった。

2) 収容

育成は海上筏で行ない、15節3m小割網(3×3×3m)を19面使用し、1250~1500尾/小割を目安に収容した。また、防鳥対策として、筏の上面に防鳥網を施した。

3) 餌料

今年度は、収容時のサイズが大きかったこともあり、飼育当初からモイスト餌料を使用した。搬入前まで配合飼料(ペレット)のみで育成されていたことから、飼育4日目までは市販の配合飼料を併用した。

モイスト餌料は、冷凍アジか、冷凍サバと粉末配合飼料を3:1で混合し、これに添加剤(投餌量に対する割合)を、ピタ

ミンを0.5%、胆汁酸製剤を1%を添加し、更に、冷凍アジの時のみ魚油を0.7%加えて、チョッパーで造粒した。(表1)

モイスト餌料の粒径は、TL14cmサイズまではφ4.5mm、TL15cmサイズからはφ13mmとし、給餌量(魚体重に対する投餌率)は、TL14cmサイズまでは30~40%、TL15cmサイズからは10~15%を目安に、2~1回/日で投餌した。

4) 計数、選別、網替え

計数は、収容時と放流時に実数計数を行なった。

選別は、収容時のサイズが大きかったことから行わなかった。

網替えは、必要時に随時行なった。

5) 疾病対策

収容時からペコ病罹病率が高かったことから、症状が重度であるものは取揚げることにした。また、ベネデニアの寄生については、必要時に淡水浴を行うこととし、その他の疾病については、発生時に対処することとした。

2 結果

1) 経過

育成期間は、平成2年7月7日から8月3日までの28日間であり、育成結果を表2に、成長と水温の推移を図1、2に示した。

育成期間中の餌料は、ほとんどモイスト餌料であったが、今年度は昨年度のようなサイズのばらつきは少なく、日平均成長

も、今年度は3.0 mm/日と、昨年より2倍以上も向上した。

斃死については、期間中1232尾(5.0%)と昨年に比較して多く、その傾向は、飼育10日目までに1060尾が斃死し、その多くが、ベコ病により衰弱したものであった。

その後、斃死は減少したが、飼育13日目から、ベコ病で重度のものを1864尾取揚げた結果、期間中の減耗は、先の斃死と合計して3096尾(12.5%)となり、標識装着時の取揚げ尾数は22407尾(87.9%)であった。

2) 疾病

今年度は、ベコ病の罹病率が収容時で65.6%と高く、症状の重度なものを1864尾取揚げたが、投薬については、特に有効な薬剤がないことから行なわなかった。

ベコ病の罹病状況は、表3に示したように、飼育15日目までは65%前後と高かったが、飼育25日目には30%となり、症状も軽微なものが多く、治癒していると思われた。

ベネデニアについては、飼育15日目ころより寄生が多くなったため、7月25日と26日に淡水浴をした。この際、傷口からの二次感染防止と、標識魚の急激な斃死(病名不明)がみられたことから、エルバージュによる薬浴も兼ねて行なった。

脊椎骨の形態異常については、外部観察により5091尾中17尾(0.33%)が確認された。更に詳しく調べるため、ソフテックスによる観察を行なった結果、122尾中9尾(7.38%)に異常が認められ、その症状は、2例が癒着、7例が湾曲であり、異常部位は、その80%が第22~24椎体であった。(表4)

3) その他

今年度は、全長12~24 cmまでの全長と尾叉長の換算式を求めるため、回帰分析を行ない、以下の換算式が得られた。

(図3)

尾叉長=Y、全長=X、とすると、換算式は以下のように表わされる。

$$Y = 0.9457933X - 0.881247$$

(相関係数=0.97)

3 考察

今年度は、昨年度と同様にモイスト餌料を使用した。その成長は、日平均成長3.0 mm/日と、昨年度と比較して2倍以上も向上した。

その要因は、第一に、モイスト餌料を、昨年度のように、冷凍したまま投餌しなかったため、餌料が柔らかく、サイズの小さいものも十分に摂餌できたこと、第二に、収容尾数が昨年度の2000尾/小割に比較して、1250~1500尾/小割と少なく、全体に餌料が行き渡ったことが考えられる。

また、水温が昨年度と比較して、3℃程度高かったことも成長を促進した要因と思われる。

昨年は、成長が悪くモイスト餌料の長所がみられなかったが、今年度は、1部改良して行った結果、ミンチと同程度の成長がみられたため、投餌量を軽減する意味でもモイスト餌料を使用していきたい。

ベコ病については、今年度は罹病率が高く、標識魚として使用できないものも多かったが、飼育日数が経つにつれて罹病率も低下し、治癒が認められた。今後、このベコ病魚に関しては、取揚

げるより、選別し、治癒してから放流することも可能と思われるが、治癒時期と放流時期の同調や、正常魚への感染、育成海域の汚染等も十分考慮する必要がある。

表 1 餌料使用内訳

	餌料原料				添加剤		薬剤		
	冷凍アジ (kg)	冷凍サバ (kg)	配合飼料Ⅰ* (kg)	配合飼料Ⅱ* (kg)	ビタミン* (kg)	魚油* (ℓ)	胆汁酸製剤* (kg)	OTC散* (kg)	エルバージュ* (kg)
使用量	1082.0	505.0	539.0	121.5	1.1	17.5	1.12	3.04	2.34

*配合飼料Ⅰ：ハマチ育成用マッシュHM-50（日本配合飼料）

*配合飼料Ⅱ：膨化加工ペレット、モジャコ用EPNo. 3（日本配合飼料）

*ビタミン：バラミックス（エーザイ）

*魚油：フィードマリン（理研ビタミン）、冷凍アジの時のみ添加

*胆汁酸製剤：ウルソー20（田辺製薬）

*OTC散：水産用OTC酸「東洋」10%（三鷹製薬）

*エルバージュ：水産用エルバージュ10%顆粒（上野製薬）

表 2 育成結果

収容			育成時減耗		取揚げ				
月日	尾数（尾）	全長（cm）	斃死尾数（尾）	ベコ病取揚げ尾数（尾）	月日	水温（℃）	尾数（尾）	生残率（%）	全長（cm）
7月7日	25503	13.0	1232	1864	7月24～8月2日	22.4～28.1	22407	87.9	17.4～19.1

表 3 ベコ病罹病率の推移

	正常率 (%)	罹病率 (%)	ベコ病症状別罹病率（%）*				全 長（cm）	
			軽 微	中 度	重 度	斃死前		
1日目	34.4	65.6	39.0	23.4	3.1	0.0	13.0	(11.3～14.8)
15日目	36.0	64.0	36.8	16.8	9.6	0.8	16.3	(13.8～18.0)
25日目	69.5	30.5	23.2	2.4	4.9	0.0	19.8	(17.2～22.3)
31日目	77.0	23.0	14.8	0.0	0.0	0.0	17.7	(13.5～21.1)
46日目	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	(15.4～24.1)

*ベコ病症状の判断基準

軽微：凸部が1～2ヶ所程度有るもの、わかりにくいもの

中度：凸部が3～5ヶ所程度有るもの

重度：凸部が5個以上、あるいは、凸部の表皮が破れて潰瘍状になっているもの

斃死前：衰弱しているもの、痩せているもの

表 4 脊椎骨形態異常の
ソフトテックスによる結果

	異常ヶ所（椎体数）					合 計 （尾）	異常率 （%）
	1～5	6～10	11～15	16～20	21～24		
湾曲（尾）	2			1	4	7	5.7
癒着（尾）		1			1	2	2.7
合計（尾）	2	1		1	5	9	8.4

*調査尾数は122尾

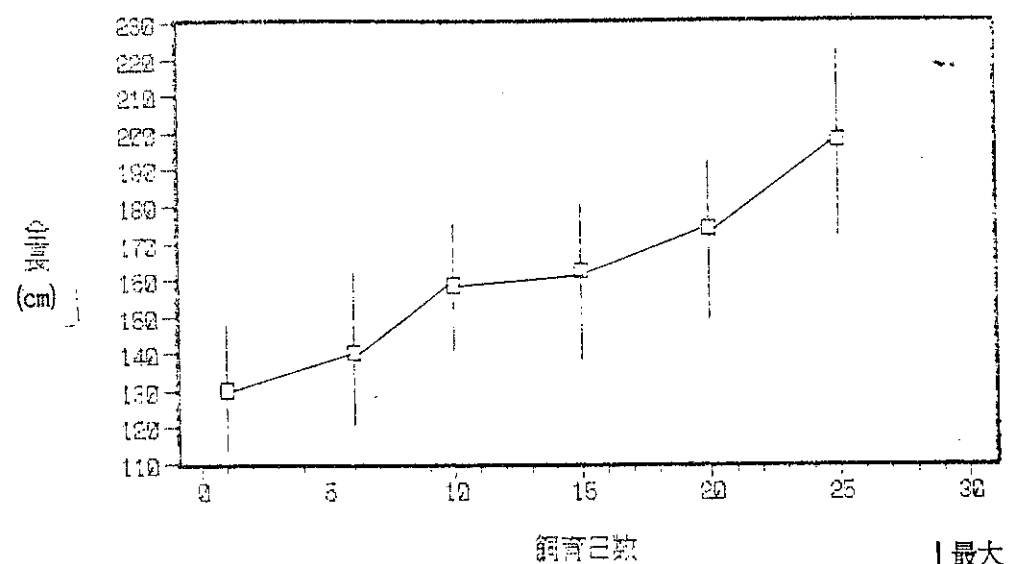


図 1 養成魚の成長の推移

最大
□平均
最小

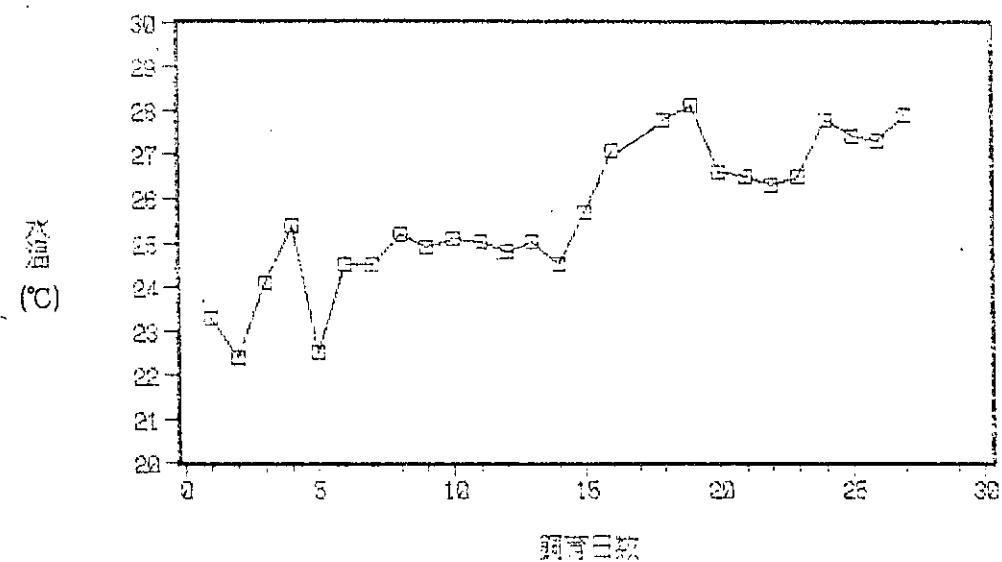


図 2 育成期間中の水温の推移

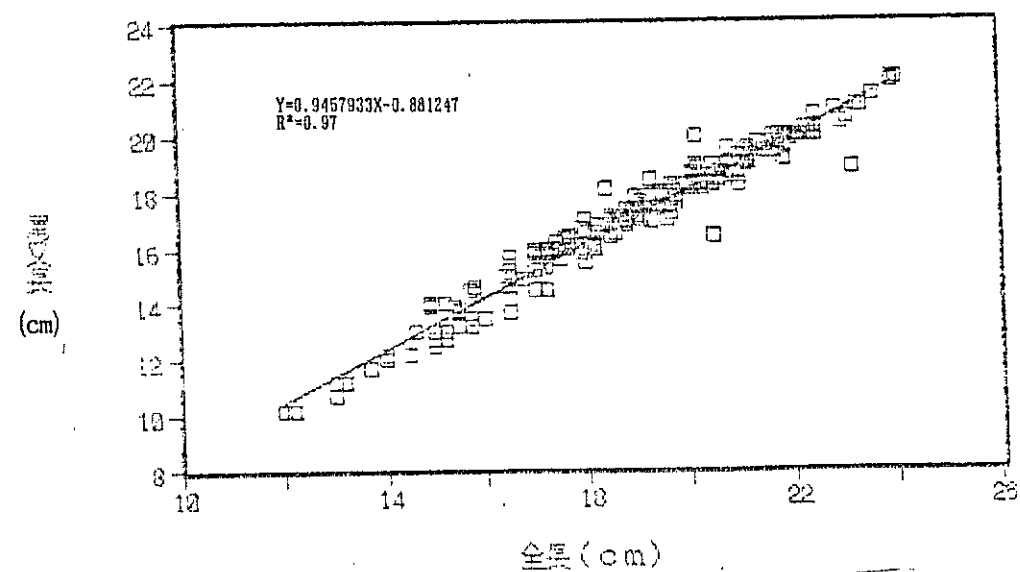


図 3 養成魚の全長と尾叉長の関係

ブリの標識放流

◎小林 真人

有瀧 真人

日本海における放流適地の探索と、移動分散経路の解明のため、
TL 150 mm サイズの標識ブリを放流することとした。今年度は
石川県の他、新潟県とも共同で行ない、石川県は能登半島外浦に、
新潟県は佐渡ヶ島両津湾に、日裁協能登島事業場は能登半島内浦に
、それぞれ放流を行なうこととした。再捕報告の取纏めは、能登半
島放流群は石川県が、新潟放流群は新潟県がそれぞれ取纏めること
とした。

I 新潟放流群

今年度は、新潟県からの要請もあり、同県両津湾で1万尾（TL
150 mm）の標識魚の放流を行なうこととした。

放流用種苗は当场が養成し、標識を装着した後、船舶輸送で放流
点まで輸送することとしたが、輸送時の収容密度のデータがないこ
とから、放流の前に適正輸送密度を把握する試験を行なった。

1 輸送試験

1) 目的

新潟県両津湾で放流するため、石川県能登島から船舶輸送
をする際の適性輸送密度を把握するため、試験を行なうこと
とした。

2) 材料と方法

実際の輸送は、1 m³パンライト水槽を甲板上に並べ、流水
式（5 m³/時間）で行なう予定なので、本試験もこれに従い
、以下のような設定で行なった。

供試魚：標識未装着魚1540尾（TL 128 mm）

使用水槽：1 m³パンライト3面

酸素通気：5 kg f / c m³

換水率：4.5 m³/時間

水温：自然水温

試験時間：10時間（6：30～14：30）

試験場所：屋外、堤防上

また、輸送方法が、2隻の船でそれぞれ8面と6面の水槽
を使用することになっているので、船舶の航海回数や数を考
慮し、以下の基準で収容密度を設定した。

区	収容密度	船舶の数と航海回数
1	720尾/m ³	2隻1往復
2	460尾/m ³	1隻1往復、1隻2往復
3	360尾/m ³	2隻2往復

3) 結果と考察

試験結果は表1に示した。

試験は平成2年7月19日に行ない、試験当日の天候は曇
りで、水温は24～26℃であった。

供試魚は、標識装着前に試験を行なったため、TL 128

mmと小振りであった。パンライト水槽に収容した供試魚の状態は、収容後から水槽壁面に沿って、回転しながら遊泳し、終始活力は良好であり、斃死も1区に2尾見られたのみであった。

以上のことから、どの区も輸送に関して問題はないと思われたが、輸送の経費等の点から、船舶の数と航海回数の少ない試験区1の720尾/m³で輸送することとした。

2 放流

1) 方法

① 標識装着

標識は、背骨型ディスク（赤）を使用し、刻印は、“NG90”とした。標識装着はTL140mmサイズから行ない、標識装着魚は1万尾としたが、標識装着後、斃死等により標識が脱落した場合は、再装着を行なうこととした。

② 放流

放流は新潟県両津市白瀬沖（図1）とし、当场で育成し、標識を装着した種苗1万尾を船舶輸送することとした。

輸送日程は表2に示したように、新潟県水産試験場の“弥彦丸”と同県栽培センターの“苗場”の2隻で行ない、甲板上に1m³水槽をそれぞれ8面と6面を並べて流水式（5m³/時間以上）とし、収容尾数は、720尾/m³とした。

2) 結果と考察

① 標識装着

標識装着は、7月16日から23日までの8日間行ない、

装着経過は表3に示した。

標識装着後4日目ころから斃死が急激に増加し、1563尾が斃死したため、脱落分も含めて合計1694尾に標識を再装着した。

今回は、装着期間が8日間と長く、斃死や標識の脱落が多かったことから、今後は、できるだけ短期で行なうようにしたい。

② 放流

輸送結果と表4に、放流概要を表5に示した。

輸送は7月23日に、新潟県水産試験場の“弥彦丸”と同県栽培センターの“苗場”の2隻で1万尾を輸送したが、標識装着後の疾病の影響と積込時の不手際により1045尾が斃死し、放流尾数は8955尾（FL146mm）であった。

3) 再捕状況

平成2年8月31日現在の再捕状況を表6と図2に示した。

再捕は、放流後40日目までの199尾（2.22%）で、移動範囲も両津湾内に限定され、島外での報告はない。

II 能登島放流群

今年度は、新潟放流群に対応して、TL150mmサイズにおける放流地点別の移動分散経路の探索を行なうこととした。

1 方法

1) 標識装着

標識は、背骨型ディスク（白）を使用し、刻印は、“ノト 90”とした。標識装着はTL140mmサイズから行ない、標識装着魚は1万尾としたが、標識装着後、斃死等で標識が脱落した場合は、再装着することとした。

2) 放流

放流場所は、能登島祖母が浦沖10km（図1）の地点とし、作業船“のとじま”で2日に分けて5千尾ずつ計1万尾を放流することとした。

この放流点を選んだ理由は、放流初期の沿岸定置での漁獲をできるだけ避けるため、沿岸定置網からできるだけ遠方に放流することとしたが、放流回数や時間などの制限から、この地点を選定した。

2 結果と考察

1) 標識装着

標識装着は、7月30日から8月2日までの4日間で、装着経過を表3に示した。今回は、斃死や標識の脱落はなく、標識装着期間を4日間と短縮したこと、投薬と行なったことが良好な結果を得られた原因と思われる。

2) 放流

放流概要を表5に示した。

放流は、8月1日と8月3日にそれぞれ5千尾ずつ放流し、輸送時の斃死は8尾と輸送状態も良好で、能登島町祖母が

浦沖（図1）に9992尾（FL17.1mm）を放流した。

輸送は、作業船の活間を使用し、1日2往復、2500尾／1回（100kg/m³）を目安に行なった。

今回の輸送には往復約2時間を要し、積込等の作業を含めると2.5～3時間かかることとなるため、10km以上の遠方や放流尾数を増やす場合は、放流点がかなり制約を受けられると思われる。

3) 再捕状況

再捕状況を表7と図3に示した。

再捕尾数は1058尾（10.59%）と高かったが、その移動範囲は、ほとんど富山湾内であり、それ以外の海域では、能登半島外浦で18日目に1尾の再捕報告があったのみであった。

越年魚の再捕は、平成3年6月15日（319日目）に1尾（BW600g）が能都町沖で再捕された。

今年度は、沿岸より10km沖合で放流したが、再捕状況は例年と変化なく、再捕魚の80%以上が放流初期に定置網で再捕されるという状況であった。また、新潟や、秋田などからの報告がないことから、移動範囲は非常に狭いと思われた。

これまでのTL150～200mmでの夏期に行なってきた放流では、放流点やサイズ別での放流を行なってきたが、その移動分散経路は、放流後、秋田沖まで北上し、水温の下降する秋から南下をして、富山湾近海や能登半島北部海域で

越冬するという傾向にあると思われる。

今後は、大型種苗による越冬場の把握や越冬後の移動経路の解明も行なって行きたい。

表 1 車輸送試験結果

試験区	収容		取揚げ		
	尾数(尾)	TL (cm)	尾数(尾)	生残率(%)	水温(°C)
360尾区	360	12.8	360	100.0	24.2~
460尾区	460	(12.0~18.0)	460	100.0	26.2
720尾区	720		718	99.7	

表 2 輸送日程

弥彦丸(68トン)*			苗場(38トン)**		
月日	時間	作業	月日	時間	作業
7月24日	6:00	能登島着	7月24日	16:00	能登島着
	7:30	積み込み開始		18:00	積み込み開始
	7:40	積み込み終了			積み込み終了
	15:30	能登島発	7月25日	4:00	能登島発
		両津着			両津着
		放流			放流

*: 1m²バンライト水槽8面
 **: 1m²バンライト水槽6面

表 3 標識装着経過

新潟放流郡				能登島放流郡			
月日	装着尾数(尾)	延べ人数(人)	作業時間	月日	装着尾数(尾)	延べ人数(人)	作業時間
7月16日	1300	4	3.5	7月30日	1300	8	5.0
17日	2700	7	4.5	31日	2700	12	5.0
18日	3000	7	4.5	8月1日	3000	10	4.5
19日	3000	7	4.5	2日	3000	10	5.0
20日	—	—	—				
21日	—	—	—				
22日	—	—	—				
23日	1055	4	2.0				
24日	639	4	1.0				
合計	11694				10000		

表 4 新潟放流郡羊車輸送結果

		弥彦丸	苗場
輸送	月日	7月24日	7月24~25日
	時間	8時間	10時間
	尾数(尾)	6700	3300
	尾叉長(cm)	14.6 (12.2~16.2)	
環境	水温(°C)	25.5~26.4	
	換水量(t/h)	7.5	5.0
	酸素通気	無	し
斃死	積込時(尾)	144	648
	輸送中(尾)	89	164
放流	月日	7月24日	7月25日
	時間	16:00~	4:00~
	尾数(尾)	6467	2488
	生残率(%)	96.5	75.4

表 5 標識放流概要

放流群		新潟放流群	能登島放流群
取揚げ尾数(尾)		22407	
標識装着尾数(尾)		11694	10000
標識装着後の 減耗(尾)	斃死	1563	0
	標識脱落	131	0
輸送中斃死(尾)		1045	8
放 流	月日	7月24～25日	7月31日、8月2日
	尾数(尾)	8955	9992
	尾叉長(cm)	14.6(12.2～16.2)	17.1(13.0～19.9)
	標識刻印	NG90(赤)	ノト90(白)
	放流場所	新潟県両津市白瀬沖	石川県能登島町祖母が浦沖

表 6 平成2年度新潟放流群の再捕状況

年月日	経過	再捕魚尾数 (尾) (%)	再捕漁具別再捕尾数 (尾)							移動距離 (km)										
	日数		定	置	釣	刺網	船曳	旋網	他	不明	～ 10	～ 20	～40	～ 60	～ 80	～100	～150	～200	～400	不明
2. 7.23～2. 8. 2	～10	180 (2. 01)	129	1	25	25					167	13								
～ 8.12	～20	14 (0. 16)	10	1	3						12	1	1							
～ 8.22	～30	4 (0. 04)	4								4									
～ 9. 1	～40	1 (0. 01)		1								1								
199 (2. 22)			143	3	28	25					183	1	1							

*平成3年度6月30日までのデータ

表 7 平成2年度能登島放流群の再捕状況

年月日	経過 日数	再捕魚尾数 (尾) (%)	再捕漁具別再捕尾数 (尾)							移動距離 (km)									
			定置	釣	刺網	船曳	旋網	他	不明	～10	～20	～40	～60	～80	～100	～150	～200	～400	不明
2. 7.31～2. 8. 9	～10	741 (7. 42)	739	2						286	368	87							
～ 8.8.	～20	267 (2. 67)	249	7	11					108	111	48							
～ 8.29	～30	36 (0. 36)	36							15	10	11							
～ 9. 8	～40	5 (0. 05)	5							1	4								
～ 9.18	～50																		
～ 9.28	～60																		
～ 10. 8	～70	5 (0. 05)	5							2	2	1							
～ 10.18	～80																		
～ 10.28	～90	2 (0. 02)	2								1	1							
～ 11. 7	～100																		
3. 6. 5～3. 6.15	～320	1 (0. 01)	1								1								
1058 (10. 59)			1038	9	11				1	412	497	148							1

*平成3年度6月30日までのデータ



図 1 放流地点位置図

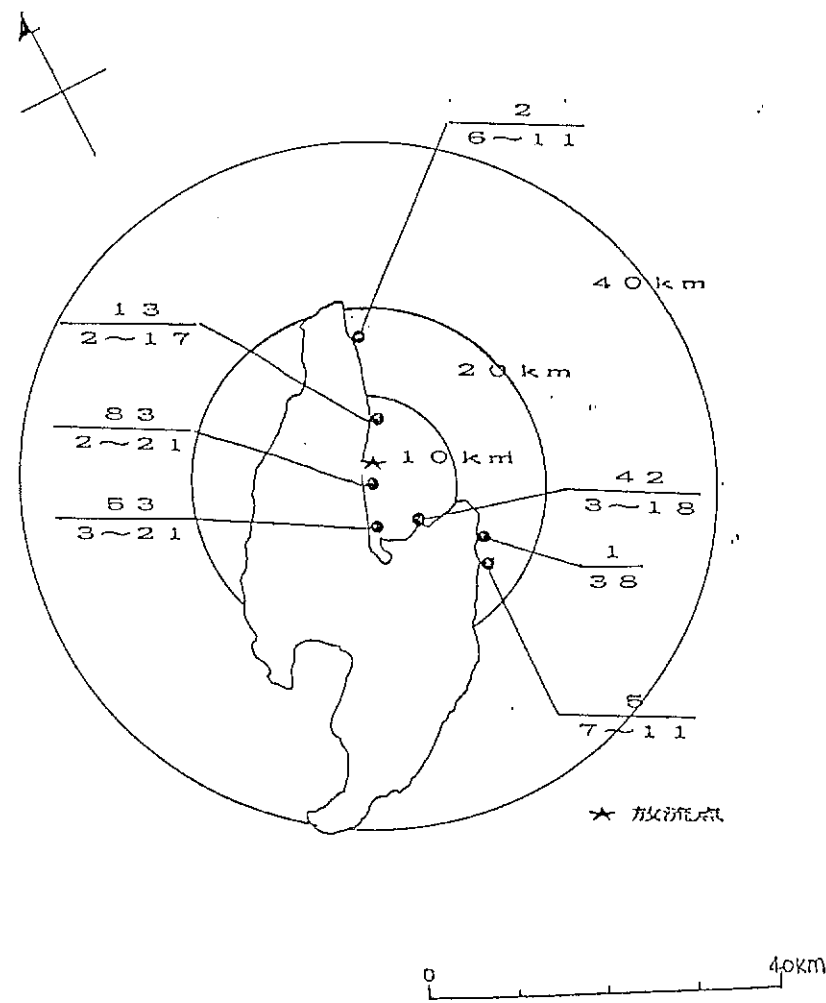


図 2 新潟放流群の移動分散状況

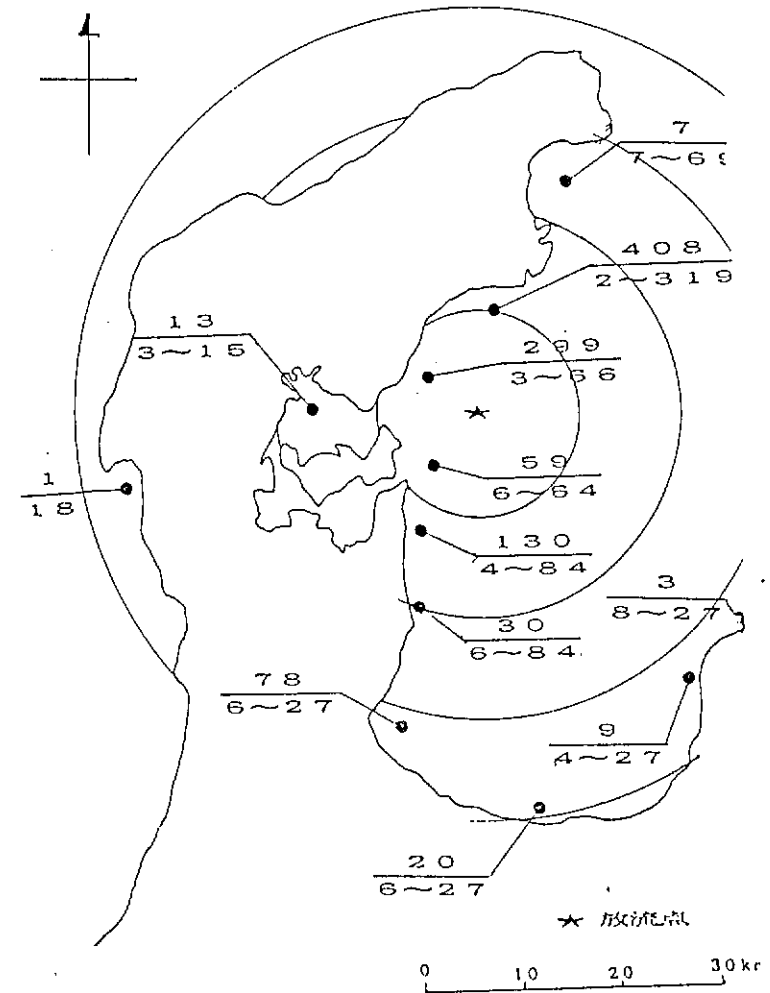


図 3 能登放流群の移動分散状況

ナシノクロロプシス

I 生産概要

1 目的

1 2 月～3 月は主にワムシの餌料と飼育水への添加を目的に
4 月～6 月は次年度の濃縮ナンノクロロプシスの冷凍ストック
を目的に生産を行なった。

2 培養方法

培養は、平成元年 1 1 月 1 3 日から平成 2 年 6 月 3 1 日まで
の 2 2 9 日間で、キャンバス水槽 7～9 面を使用して培養を行
なった（表 1）。

今年度は、施設工事の関係で、水槽が 5 カ月間使用できな
かったため、濃縮機で濃縮ナンノクロロプシス（以下ナンクロ）
を製造し、元種として冷蔵保存した。そして、約 4 か月後の 1
1 月 1 3 日からキャンバス水槽で再生、拡大をし、その後は水
槽間の植継ぎで培養を行なった。

また、効率の良い供給を行なうため、植継ぎの周期は、冬期
が 2 5 日前後、他の時期は 1 0 日前後を目安とし、長期培養を
避けるようにした。

冬期培養対策としては、水中灯（3 k w）を 6 水槽に各 1 灯
づつ終日点灯し、蒸気による加温を 2 面行なった。また、収穫
密度の目安を従来の 2000 万細胞／m l から 1500 万細胞／m l と
低くし、培養期間を短くすることによって、生産量の向上を試
みた。

3 生産結果と考察

冷蔵ナンクロからの再生と拡大については、キャンバス水槽

で行ない、施肥量等は通常の培養方法に準じた。

再生は、9 例中 4 例が再生し、5 例は 1 度再生しかけたが途
中で落ちたため、廃棄した。

この再生不良の明確な原因は不明であるが、再生不良のもの
は、同一のロットであり、再生したものと別のロットであっ
たが、製造方法等に違いはなかったが、再生不良の方は、培養
日数が長く、プロトゾアの増殖が見られる等、生ナンクロの状
態が良くなかったことが、その一因であると思われる。

今後安定した再生を得るために、キャンバス水槽での培養状
態にも十分注意するとともに、冷蔵ナンクロの保存方法につい
て、更に検討していきたい。

今年度の生産量は、総生産量は 2 3 0 6 . 4 m³であり、その
内 1 4 8 5 . 1 m³を濃縮ナンクロの生産に供給した（表 2、3
、4、図 1、2、3）。

種苗生産期（1 2～3 月）の生産は、培養周期を短縮化した
こと、保有量（2000 万細胞／ml 換算）1 0 0～1 2 0 m³を上限
の目安とし、増殖分を積極的に供給したことにより、昨年度よ
り更に生産量の向上が見られた。表 5 には 1～2 月の冬期培養
期間の生産量を挙げたが、これを見ても昨年に比較して、日生
産量で約 2 m³、増殖率で約 2 . 7 % の向上が見られ、供給方法
を改良した成果があったと思われる。

また、冬期の生ナンクロの供給時の問題点として、供給する
生ナンクロの水温が 3～5℃と低いため、ワムシ培養槽（水温
1 5～1 7℃）へ添加したときに、その温度差のため、ワムシ
の増殖不調が見られることがあった。このことから、ナンクロ
培養水槽 1 面を保温テントで覆い、蒸気加温を行ない、水温 1

0℃を維持する供給槽を設けたところ、水温差によるワムシの増殖不調は見られなくなった。

3月末ころから種苗生産への供給がほとんどなくなったため、濃縮ナシクロの生産に切り替え、引き続き培養を行なった。

4～6月まで、濃縮機を21回稼働させ、1422.7 m³を収穫し、1122.2 m³を冷凍保存し、冷蔵は他機関への供給も含め300.5 m³を生産した(表6、7)。

濃縮ナシクロを製造する際の問題点の一つに、表6に挙げた収穫ロスがある。これは、濃縮機のADSという機械でナシクロを500~1000倍程度に濃縮した際に、ナシクロがペースト状になることに加え、機械の温度が40℃以上の高温になることから、排出されるときに機械内部に1部が付着してしまうことが原因である。また、冷蔵製造時より、冷凍製造時の方が収穫ロスが多い理由は、冷凍の場合、300億細胞/ml以上に濃縮するのに対し、冷蔵では100億細胞/ml程度と薄いことが考えられる。この細胞数の違いは、排出時間や水量に関係するため、今後、この収穫ロスを軽減するため、排出時間や水量の検討を行なっていきたい。

II 冬期培養試験

冬期におけるナシクロの培養は、低水温、低照度の影響から、増殖率が低く、需要量に対して供給量が追いつかない状態であった。

そのため、濃縮機を導入して、ワムシの餌料分を冷凍保存し、生産期中の生ナシクロの供給負担を軽減する一方、ナシクロの増殖率向上のため、蒸気ボイラーや、水中灯、保温テント等を導入し、増殖率の向上を図ってきた。

そして、今年度は冬期の増殖促進のために導入された各方法に対して、今後の生産規模における培養促進方法の指針とするため、各方法における増殖促進効果の検討を行なうこととした。

1 冬期培養試験－I

1) 目的

冬期培養（1～2月）における低温、低照度対策として透明テント、水中灯、蒸気ボイラーを使用しており、過去の実験で各々に効果は認められているが、どれがより有効であるかということについては十分な検討がされていないため、以上の3方法による増殖促進効果の比較を行なうこととした。

2) 材料と方法

水槽 55 m³型キャンパス水槽 4面

培養方法 水量： 20 m³

セット時 細胞数：約800万セル／m³

施肥： 20 m³分

サラシ粉：10 g（0.5 ppm）を

追肥 添加する。

2～5日毎に水量の1／2～1／3 m³

分を添加する。（雨天は行なわない。）

注水5～6日毎に2～3 m³と注水する。

試験設定 水中灯区：3 KWの水中灯を1灯終日点灯、無加温

加温区*：蒸気ボイラーで12℃を維持、無灯火

テント区：透明テントで覆う、無加温、無灯火

対照区：無加温、無灯火

*昨年度の結果から、水中灯区と同水温程度では増殖に明瞭な差がみられないため、今回はその差を明瞭にするため水中灯区（約6～7℃）より5℃アップに設定した。また、蒸気は、チタン製二重管（コイル状）を通し、間接的に加温した。

試験期間 15日間

2) 結果と考察

試験は平成元年12月29日から平成2年1月12日（15日間）に行なった。

試験結果は、表6と図4に示した。

この期間中の水温は、テント区はテントによる保温効果により、水中灯区は水中灯灯火時の発熱により、1～2℃程度の加温効果がみられ、加温区は11℃程度を維持した。

また、試験期間中の照度を図5に示した。天候はくもりがちであったが、積算照度は、冬期としては比較的高い日が多く、光条件は恵まれたと言える。

培養の推移を保有量（2000万細胞／mℓ換算、以下同様）で比較すると、培養7日目を境にして前半と後半に分けてみることができる。

培養前半では、加温区が遅滞なく増殖したのに対し、その他の3区は、停滞気味であり、この時期での、加温による効果は大きいと思われた。

しかし、培養後半では、水中灯や対照区も増殖が良好になった。しかし、テント区は、一時増殖が好転したが、10日目以降増殖せず、停滞してしまった。

この時期は晴天の日も見られ、積算照度も期間中でもっとも高い時期であり、この影響によって各区とも増殖が促進されたと思われるが、テント区は、透明テントを使用したのが、内面に水滴が付く等遮光され、照度が他区と比較して低くなったことが原因と思われた。

以上のことから、期間を通してみると加温と水中灯は同程度の増殖促進効果があるが、培養前半に限れば加温がどの方法よりも有効であることが分かった。

また、透明テント区は、日光を遮光するため、対照区よりも増殖率は良いものの、十分な効果が得られないことが分かった。

今回の試験では、加温区と水中灯区の成績が良かったが、水中灯区の場合、増殖促進効果の要因が灯火によるもの光にあるか、点灯時の発熱による加温効果であるか、ということは特定できなかったため、次回の試験で明らかにすることとした。

2 冬期培養試験Ⅱ

1) 目的

今回は前回の試験に基づき、水中灯の増殖促進要因が温度と光のどちらが有効であるかを検討するために行なった。

2) 材料と方法

水槽 55 m²型キャンパス水槽 3面

培養方法 水量： 20 m³

セット時 細胞数： 約800万セル／mℓ

施肥： 20 m³分

サラシ粉： 10 g（0.5 ppm）添加

追肥 2～5日毎に水量の1／2～1／3 m³分（雨天は行なわない。）

注水 5～6日毎に2～3 m³を注水。（雨天時は行なわない。）

試験設定 水中灯区：3kwの水中灯を終日点灯、無加温

加温区1：蒸気ボイラー¹⁾で5℃を維持、無灯火

加温区2：蒸気ボイラー¹⁾で10℃を維持、無灯火

- 1) 蒸気はチタン製二重管（コイル状）を通し、間接的に加温する。また、水温設定は、加温区1が水中灯区と同水温になるようにし、加温区2はそれより5℃アップとした。

試験期間 15日間

2) 結果と考察

試験は、2年1月13日から1月27日(15日間)に行ない、試験結果は表7と図7に示した。

この期間の水温の変動は、水中灯区と加温区1は、6℃前後を維持したが、水中灯区は、11日目から気温が低下し、その影響で1～2℃まで低下した。加温区2は、10℃前後を維持した。また、試験期間中の照度は、天候が雨や雪の混じる曇りがちの天候で、特に培養初期は天候が悪く、照度も低かった。(図8)

増殖の状況を保有量(2000万セル/mℓ換算、以下同様)の推移でみると、水中灯区と加温区1では、培養初期に増殖が停滞し、その後増殖し始めるという両区とも似た傾向を示し、加温区2区は、前回の試験同様に、培養前半の増殖が良好であった。

加温区1と水中灯区は、水温に大差がないのに対し、加温区1の増殖傾向が、水中灯区とほぼ同様であり、加温のみでも十分増殖すると思われることから、水中灯の増殖促進効果は、灯火による光の効果ではなく、電球の発熱による加温効果が大きく影響していると考えられた。

次に、加温区1、2区では、培養前半(7日目)は、1区の増殖が遅滞したのに対し、2区は速やかに増殖したことは、同一な照度下では水温が高い方がより増殖を促進することが分かった。

しかし、培養後半では、1、2区とも大差がなくなり、加温温度による増殖効果の差がみられなくなった。この原因については不明であるが、現在あるデータから推察すると、細胞数の

増加に伴う水中照度の低下が影響しているのではないかとと思われる。

つまり、培養初期は細胞数が少なく水中照度も高いため、光の量よりも水温の高低が増殖の限定要因となり、加温温度が高いほど増殖が促進されたが、培養後期は、細胞の増加にともない水中照度が低下したため、温度よりも光の量が増殖の限定要因になり、その結果、水温を高くしても増殖が促進されず、また、水中灯1基の照度では増殖を促進するには不十分であると推察される。

以上のことから、水中灯の効果は、灯火による補助光よりも発熱による加温効果が大きく、加温の効果は、加温温度は高いほど大きいですが、培養後半では、必要以上に加温しても効果が上がらないことが分かった。

今回の試験で、水中灯の補助光源としての効果に疑問がもたれたことから、来年度は光源による増殖の違いについて検討したい。

III 濃縮ナシクロ実験

濃縮ナシクロは、生ナシクロが枯渇したときの種として需要も多く、冷蔵保存によって長期保存が可能であるが、未だ、長期間の安定した保存方法の技術は確立されておらず、その確立が急務となっている。

今年度は、第一に培養槽から収穫までのナシクロの状態を把握し、それに基づいた再生試験を行なうこととした。

1 濃縮機にかけたナシクロの収穫時までの状態把握について

1) 目的

ナシクロが、培養槽から濃縮機を通り、収穫されるまでの状態の変化を、水温、pH、DOについて調べ、今後の収穫や保存方法の検討材料とするために行なった。

2) 方法

当場の濃縮機には、Y-250とADSの2台があり、今回は以下に示す箇所で、温度、DO、pHの測定を行なうこととした。

- 1 キャンバス水槽（培養水槽）：水温、pH、DO
- 2 Y-250濃縮水槽：水温、pH、DO
- 3 ADS濃縮機：機械表面温度
- 4 ADS排出直後：水温、pH、DO
- 5 収穫水槽（通気あり）：水温、pH、DO

3) 結果と考察

測定結果を図8に示した。

測定した結果、Y-250で収穫されるまでは、水温、pH、DO共に大きな変化はなく、ここまででは特にナシクロの保存や再生に悪影響を及ぼす程の変化はないと思われた。

しかし、ADSで収穫した直後ものは、DOは40～50%と低く、pHは6.50程度まで低下した。DOは、Y-250まで120%程度だったものが、高濃縮されることによって、低酸素状態になるため、Y-250で収穫したものに酸素を通気し、170%程度まで高めても、ADSの収穫時にDOの増加は見られなかった。但し、収穫後にテントルで通気を行なうと、DOは70%程度まで回復した。

また、ADSの表面温度は40℃程度の高温であることから、機械内部のナシクロはそれ以上の熱の影響を受けていると思われた。

この濃縮機がナシクロに及ぼす影響は、良い元種を製造するためには、重要な事項と思われ、今後は製造時季別の状態等、更にデータの蓄積を行なっていきたい。

今回の試験で、ナシクロに悪影響を及ぼすと予想される要因は、ADSでの低酸素状態と機械本体の熱の二つが考えられ、再生試験では、この点を含めて試験を行なうこととした。

2 濃縮ナシクロの再生試験

今回は、収穫方法の試験として、試験に基づきADSでの

温度とD Oが、保存中のナシクロに及ぼす影響に関するするかという試験と保存方法の試験として、通気、無通気攪拌による試験を行なうこととした。

なお、ナシクロの保存状態は、再生試験で比較することとした。

1) 収獲方法の比較試験

① 目的

濃縮機A D Sによる高温と低酸素状態が、ナシクロに及ぼす影響について検討することとした。

② 方法

A D Sは、本体内のナシクロの滞留時間をタイマーで設定できるので、この滞留時間を変えることによって、本体の高温と低酸素状態がナシクロに及ぼす影響について調べることとし、滞留時間は、5分間と40分間の設定で行ない、細胞数は、5分間滞留に合わせることにした。

保存方法は、20ℓバケツに15ℓのナシクロを収容し、エアーホースで通気して冷蔵庫内（2～3℃）で保存した。

再生試験は、インキュベータ行ない、室温を20℃に維持し、500ccフラスコで通気して行なった。施肥量は通常の培養に従ったが、サラン粉は添加しなかった。

また、試験は1月毎を目安に14日間の培養を行ない、試験期間は6か月としたが、培養途中で増殖が停滞または、落ちたものは再生不良とみなし、その時点で試験を終了することとした。

③ 結果と考察

試験は、平成2年4月20日から11月5日までの207日間行ない、その結果を表10と図9に示した。

再生結果は、図8に示すように、すべての試験でほとんど遅滞なく増殖し、40分間の方が若干増殖速度に遅れが見られるが、試験区間での増殖の明瞭な差は見られなかった。今回の結果からは、濃縮機A D Sでの熱や低酸素によって、ナシクロの活力が低下することはほとんどないと思われる。但し、熱に関しては、試験の時期が4月上旬と気温の低い時期であったため、機械の温度は40℃程度であったが、もっと気温の高い時期では、濃縮機の温度も上昇すると思われ、ナシクロの活力に影響を及ぼす可能性も考えられるので、夏期に同様の試験を行ない、製造時期によるナシクロの活力の違いを検討したい。

2) 保存方法の比較試験（予備試験）

① 目的

現在、冷蔵ナシクロの保存は、容器にダイライト水槽かテンタルを使用し、エアーホースで通気して冷蔵庫内（2～3℃）で保管しているが、エアーレーションでは、攪拌が十分でなく、容器の底にナシクロが厚く沈殿する。このため、元種の保有量の低下や沈殿したものは死滅するため、元種として使用できない等の問題点がある。

そこで、攪拌機によってナシクロの沈殿を防止することを考え、その予備試験として、スターラーを用いて試験を行なうこととした。

② 方法

攪拌機はスターラーを使用するため、ナシクロの保存容器は1ℓビーカーとし、終日攪拌するのみで、通気は行なわなかった。また、攪拌の強度は、攪拌によって、ナシクロ表面の中央部に渦巻きが形成されるかされない程度のゆっくりした攪拌とした。

対照区は従来のエアーレーションによる攪拌とし、保存時の細胞数は100億細胞/mlとした。

また、保存中のナシクロの状態を比較するため、水温、pH、DOを再生試験時毎に測定した。

再生試験は、インキュベータ行ない、室温を20℃に維持し、500ccフラスコで通気して行なった。施肥量は通常の培養に従ったが、サシ粉は添加しなかった。

また、試験は1月毎を目安に14日間の培養を行ない、試験期間は6か月としたが、培養途中で増殖が停滞または、落ちたものは再生不良とみなし、その時点で試験を終了することとした。

③結果と考察

試験は、平成2年4月20日から11月5日までの207日間行ない、その結果を表11と図10に示した。

保存中の細胞数は、無通気区は100～150億細胞/mlを維持したのに対し、通気区は、徐々に細胞数が減り、最終的に10億細胞/ml程度まで減少し、スターラーによる攪拌の効果が見られた。

しかし、ナシクロの再生状況を見ると通気区が66日目以外はすべて遅滞なく増殖したのに対し、無通気区は66日目、154日目には増殖途中で落ち、207日目は増殖

不良となった。なお、66日目はプロトゾアの発生により、細胞数が急落した。

このことから、スターラーの攪拌は、細胞数の減少を防止するには効果があるが、通気を行わないため、ナシクロの再生活力に問題があると思われた。次の試験では、攪拌機による保存を中心に更に試験を行なっていきたい。

表— 1 培養方法

培養水槽 (実水量: m ³)	水槽数	培養期間	培養方法			備考
			セットと収穫	施肥	コンタミ対策	
φ8×1.2m キャンバス円形水槽 (10~40m ³)	7~9	H1年 11月~12月 H2年 1月~6月	水量20m ³ 、細胞数800万細胞/mlを目安に セットし、細胞数が1000万細胞/mlを越えた 時点から、2~3 m ³ /日を目安に注水し、水量 30m ³ 以上、細胞数1500~2000万細胞/mlを目 安にで収穫を開始した。	肥料は、硫酸100g、過リン酸石灰15g、尿素 10g、クワット32 5g を1m ³ 分とし、セッ ト時に10~20m ³ 分を施肥し、追肥は 2~5日毎に10m ³ 分を行なった。	プロトゾア駆除にはセット時に0.5~ 1.0g/m ³ 次亜塩素酸カルシウムを添 加し、夏期(6~9月)に限り、セ ット後7日目に同量を添加した。	塩ビパイプに穴を開けて通気した。 1年12月20~2年4月12日まで3kwの水中 灯を各1灯終日点灯した。(6面) 1年12月20~2年4月12日まで蒸気による 加温を行なった。(3面)
55m ³ 型八角水槽 (10~30m ³)	5	H1年 5月~7月	同 上	施肥の成分はキャンバスでの培養に準じ 、セット時に10m ³ 分を施肥し、追肥は 2~5日毎に10m ³ 分を行なった。	同 上	塩ビパイプに穴を開けて通気した。 屋根は蛇腹式なので、雨天時と強風時以 外は朝方開けて、夜間は閉めるようにし た。

表— 2 平成元年度下半期(7~12月)の生産結果

月日	培養日数	水温 (°C)	総生産量 ¹⁾ (m ³)	日生産量 ²⁾ (m ³)	単位生産量 ³⁾ (m ³)	増殖率 ⁴⁾ (%)	収穫 回数	スタート密度 (万細胞/ml)	収穫密度 (万細胞/ml)
キャンバス水槽	7 8 9 10 11 12	0 0 0 0 17 31	— — — — 9.3 (5.4~14.4) 7.3 (4.0~14.5)	— — — — 1.4 5.6	— — — — 0.017 0.036	— — — — 4.1 8.9	— — — — 5 20	— — — — 770 (670~920) 870 (760~1190)	— — — — 640 (520~740) 1720 (1010~2470)
合計 ⁵⁾	48	8.3 (4.0~14.5)	196.9	4.1	0.032	7.3	25	820 (670~1190)	1180 (520~2470)

1) 総生産量は、供給量の合計(2000万細胞/ml換算)

2) 日生産量=総生産量/培養日数

3) 単位生産量=総生産量/培養日数/培養水量

4) 増殖率は、日平均増殖率の平均値

5) 合計欄の各生産量は、各月の平均ではなく、合計値を元に計算をした。

*: 7月から11月半ばまでは施設工事のため培養を中止し、元種は濃縮ナンクロで冷蔵保存し、培養開始時は、これを再生させ拡大した。

表— 3 平成2年度上半期(1~6月)の生産結果

月日	培養日数	水温 (°C)	総生産量 ¹⁾ (m ³)	日生産量 ²⁾ (m ³)	単位生産量 ³⁾ (m ³)	増殖率 ⁴⁾ (%)	収穫 回数	スタート密度 (万細胞/ml)	収穫密度 (万細胞/ml)
キャンバス水槽	1 2 3 4 5 6	31 28 31 30 31 30	5.7 (-1.3~11.9) 8.9 (1.6~11.8) 11.3 (1.5~15.4) 14.7 (8.6~20.6) 21.0 (14.4~31.0) 24.0 (19.3~29.6)	5.9 7.5 12.1 14.4 17.5 12.2	0.030 0.041 0.070 0.077 0.086 0.064	5.2 5.8 8.9 10.7 13.8 12.9	29 30 38 38 23 19	860 (710~940) 950 (780~1060) 860 (770~980) 750 (580~1050) 580 (390~690) 780 (480~1170)	1710 (890~2390) 1880 (1460~2280) 2040 (1650~2350) 2180 (1800~2950) 1960 (1640~2600) 1530 (900~1920)
合計 ⁵⁾	181	14.3 (-1.3~31.0)	2109.5	11.6	0.032	9.6	177	800 (390~1170)	1880 (890~2950)

表一 4 平成2年度量産水槽（5～7月）生産結果

量産水槽	月日	培養日数	水温 (℃)	総生産量 ¹⁾ (m ³)	日生産量 ²⁾ (m ³)	単位生産量 ³⁾ (m ³)	増殖率 ⁴⁾ (%)	収穫 回数	スタート密度 (万細胞/ml)	収穫密度 (万細胞/ml)
	5	31	19.8 (15.5～25.0)	74.2	2.4	0.036	12.1	4	690 (490～860)	1570 (830～1770)
	6	30	23.3 (19.6～25.9)	136.3	4.5	0.062	14.4	12	1030 (730～1690)	1540 (950～1850)
	7	21	25.9 (23.1～28.1)	112.9	5.9	0.073	6.5	7	830 (820～840)	1860 (1680～2050)
合 計 ⁵⁾		82	23.0 (15.5～28.1)	323.4	3.9	0.056	11.0	23	850 (490～1690)	1660 (830～2050)

表一 5 冬期の生産結果の比較

生産項目	昭和63年度	平成1年度	平成2年度
総生産量 (m ³)	87.2	273.4	390.8
日生産量 (m ³)	1.45	4.63	6.62
単位生産量 (m ³)	0.009	0.029	0.035
増殖率 (%)	2.45	2.85	5.50

注) 冬期の期間は1～2月とした。

注) 培養水槽数は、63年は6面、それ以降は7面である。

表一 6 濃縮ナンノクロロプシスの生産結果

製造月日	収穫量 (m ³)		収穫ロス (m ³)
	冷蔵保存	冷凍保存	
1年12月18日	63.5		0.0
12月27日	54.8		11.2
1月12日	42.8		4.5
1月27日	38.7		8.3
3月23日	5.5		4.7
3月27日	28.9		4.6
3月29日	25.6		4.0
4月8日	35.3		7.2
4月14日		63.1	8.6
4月20日	5.4		4.3
4月27日		160.0	20.0
5月8日		154.5	30.5
5月16日		83.0	19.8
5月19日		106.2	5.0
5月28日		81.8	18.4
5月31日		80.0	20.1
6月1日		14.2	2.6
6月8日		91.9	26.9
6月12日		70.5	41.0
6月19日		84.8	9.2
6月22日		58.6	5.5
6月28日		75.6	16.5
合 計	300.5	1122.2	272.9

表一 7 濃縮ナンノクロロプシスの他
機関への供給

供給年月日	供給量 (m ³)		供給先	生産年度
	冷蔵	冷凍		
1年9月24日	20.0		新潟県村上支場	1年度
2年1月11日	20.9		日裁協小浜事業場	2年度
1月29日	10.0		新潟県栽培センター	2年度
4月1日	60.0		日裁協小浜事業場	2年度
4月27日		102.5	日裁協八重山事業場	2年度
5月22日	2.0		東海大学	2年度
合 計	112.9	102.5		

表 8 冬期培養試験 I の試験概要と結果

		水中灯区	加温区 ²⁾	透明テント区	対照区
試験設定		3kwの水中灯1基を終日点灯、無加温	蒸気ボイラーで12℃を維持、無灯火	透明テントで水槽上面を覆う、無加温、無灯火	無加温、無灯火、透明テントなし
試験開始	月日	H1年12月29日			
	水量 (m ³)	20	20	20	20
	細胞数 (万セル/ml)	860	780	810	840
	保有量 ¹⁾ (m ³)	8.6	7.8	8.1	8.4
	施肥 (m ³ /分)	20	20	20	20
	サラン粉 (g)	10	10	10	10
試験終了	月日	H2年1月12日 (15日間)			
	水温 (℃)	6.0 (4.0~9.0)	11.8 (11.1~14.5)	6.4 (5.0~8.3)	4.3 (2.6~6.9)
	水量 (m ³)	29	29	25	26
	細胞数 (万セル/ml)	1470	1410	1370	1460
	保有量 ¹⁾ (m ³)	21.3	20.4	17.1	19.0
増殖率 (%)		7.0 (-2.2~20.2)	7.8 (0.4~16.3)	6.3 (-2.2~23.9)	6.8 (-3.1~22.1)

1) 2000万セル/ml換算

2) 蒸気をチタン管に通し、間接的に加温する。

表 9 冬期培養試験 II の試験概要と結果

		水中灯区	加温区1 ²⁾	加温区2 ²⁾
試験設定		3kwの水中灯1基を終日点灯、無加温	蒸気ボイラーで5℃を維持、無灯火	蒸気ボイラーで10℃を維持、無灯火
試験開始	月日	H2年1月13日		
	水量 (m ³)	20	20	20
	細胞数 (万セル/ml)	890	860	800
	保有量 ¹⁾ (m ³)	8.9	8.6	8.0
	施肥 (m ³ /分)	20	20	20
	サラン粉 (g)	10	10	10
試験終了	月日	H2年1月27日 (15日間)		
	水温 (℃)	4.5 (1.1~7.6)	5.5 (4.8~6.5)	10.4 (8.9~11.2)
	水量 (m ³)	26	26	26
	細胞数 (万セル/ml)	1400	1440	1550
	保有量 ¹⁾ (m ³)	18.2	18.7	20.2
増殖率 (%)		5.7 (-1.5~15.7)	6.3 (-3.4~15.7)	7.5 (-1.5~17.1)

1) 2000万セル/ml換算

2) 蒸気をチタン管に通し、間接的に加温する。

表— 1 0 収穫方法による再生試験の概要と結果

試験設定	試験場所：	インキュベーター（20℃）							
	容器：	500ccフラスコ							
	通気：	エアーストーン1個で通気							
	スタートセル数：	800万細胞／mℓを目安とする							
	施肥：	スタート時に等量分施肥							
	サラシ粉：	無添加							
	試験期間：	14日間							

		2日目	36日目	66日目	81日目	123日目	154日目	194日目	207日目
5分区分	再生期間 ¹⁾	4月22日～4月26日 5日間	5月20日～5月28日 9日間	6月19日～6月24日 6日間	7月4日～7月8日 5日間	8月14日～8月18日 5日間	9月14日～9月17日 4日間	10月17日～10月22日 6日間	11月5日～11月9日 4日間
	セル数 (万ℓ／mℓ)	2300	3600	2480	2040	2200	2080	2860	2250
	再生良否	○	○	○	○	○	○	○	○
40分区分	再生期間 ¹⁾	4月22日～4月27日 6日間	5月20日～5月28日 9日間	6月19日～6月29日 7日間	7月4日～7月9日 6日間	8月14日～8月19日 6日間	9月14日～9月17日 4日間	10月17日～10月23日 7日間	11月5日～11月9日 4日間
	セル数 (万ℓ／mℓ)	2160	2930	2190	2440	2030	2330	2080	2000
	再生良否	○	○	○	○	○	○	○	○

1) 試験期間は14日を設けたが、細胞数が2000万細胞/ml以上になった時点で、再生したと見なし試験を終了した。

表— 1 1 保存方法による再生試験の概要と結果

試験設定	試験場所：	インキュベーター（20℃）							
	容器：	500ccフラスコ							
	通気：	エアーストーン1個で通気							
	スタートセル数：	800万細胞／mℓを目安とする							
	施肥：	スタート時に等量分施肥							
	サラシ粉：	無添加							
	試験期間：	14日間							
		2日目	36日目	66日目	81日目	123日目	154日目	194日目	207日目
通気 攪拌区	再生期間 ¹⁾	4月22日～4月26日 5日間	5月20日～5月28日 7日間	6月19日～6月28日 10日間	7月4日～7月9日 5日間	8月14日～8月18日 5日間	9月14日～9月17日 4日間	10月17日～10月22日 6日間	11月5日～11月9日 4日間
	セル数 (万ℓ／mℓ)	2280	2830	0 ²⁾	2610	2120	2060	3010	2370
	再生良否	○	○	△	○	○	○	○	○
無通気 攪拌区	再生期間 ¹⁾	4月22日～4月27日 6日間	5月20日～5月28日 7日間	6月19日～6月29日 11日間	7月4日～7月10日 6日間	8月14日～8月19日 6日間	9月14日～9月20日 7日間	10月17日～10月23日 7日間	11月5日～11月12日 8日間
	セル数 (万ℓ／mℓ)	2000	1900	0 ²⁾	2650	2260	0	2170	4
	再生良否	○	○	△	○	○	△	○	×

1) 試験期間は14日を設けたが、細胞数が2000万細胞/ml以上になった時点で、再生したと見なし試験を終了した。

2) 両区とも1700万細胞/ml程度まで増殖したが、プロトゾアが発生したため細胞数が急落した。

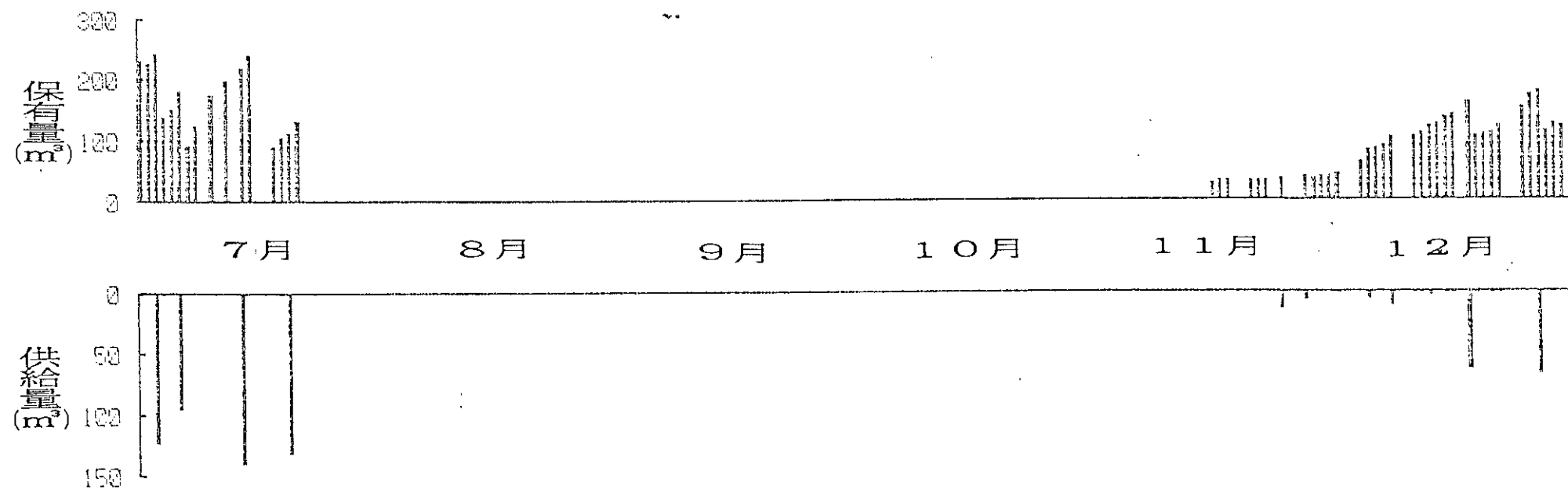


図 1 平成元年度下半期の保有量と供給量の推移

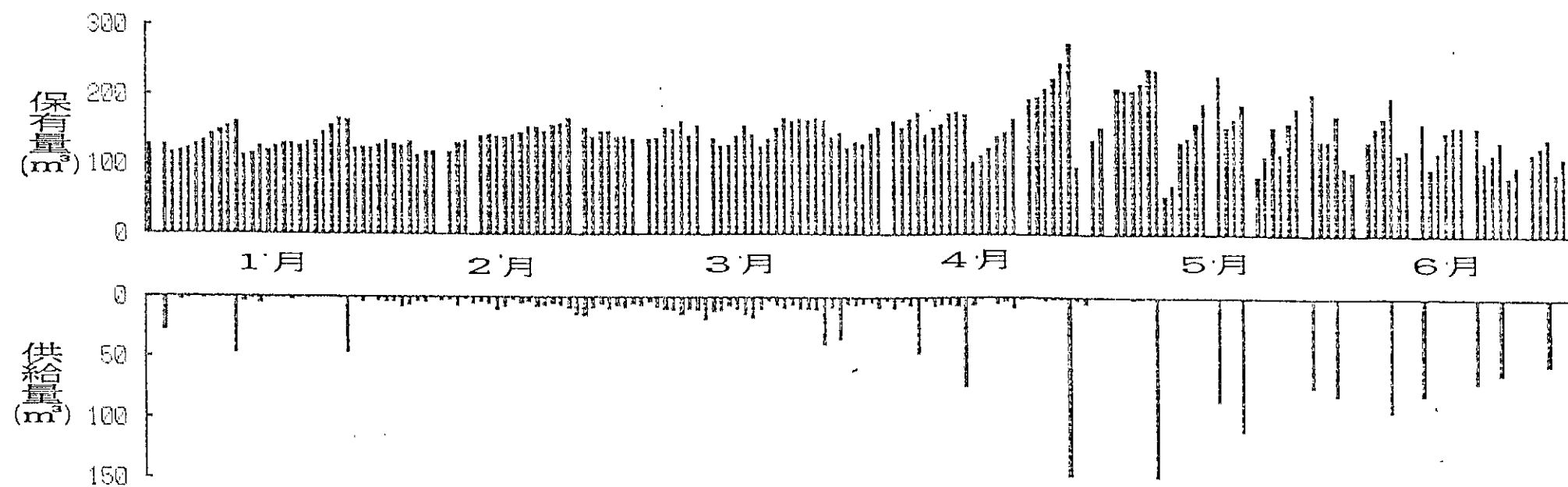


図 2 平成2年度上半期の保有量と供給量の推移

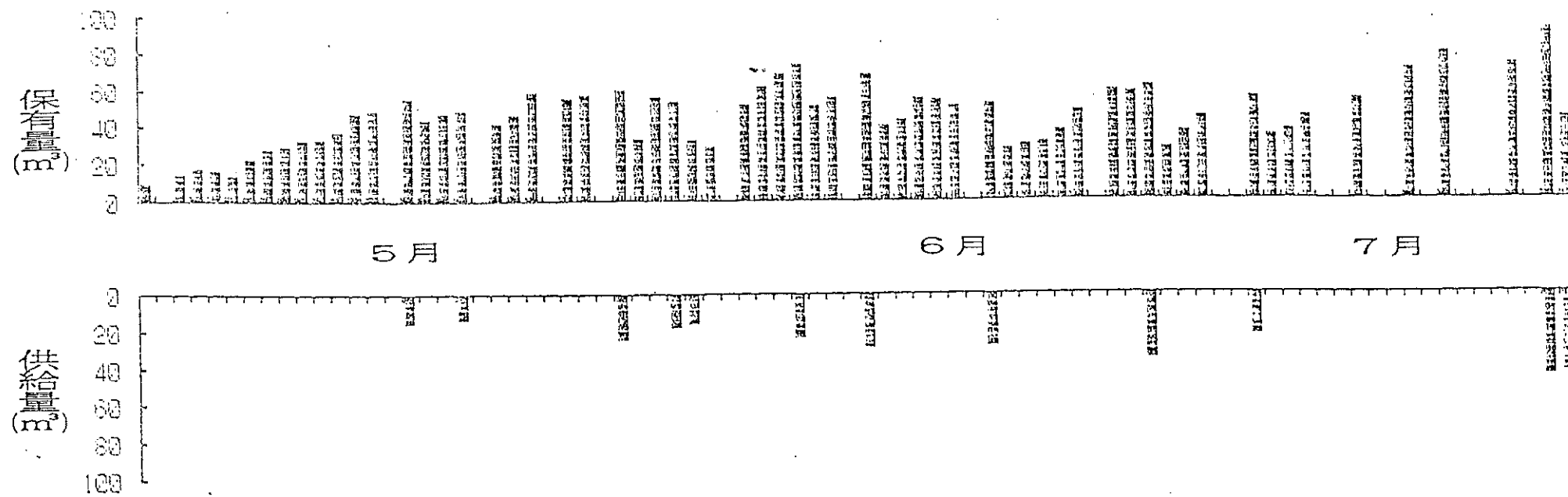


図 3 平成2年度量産棟培養の保有量と供給量の推移

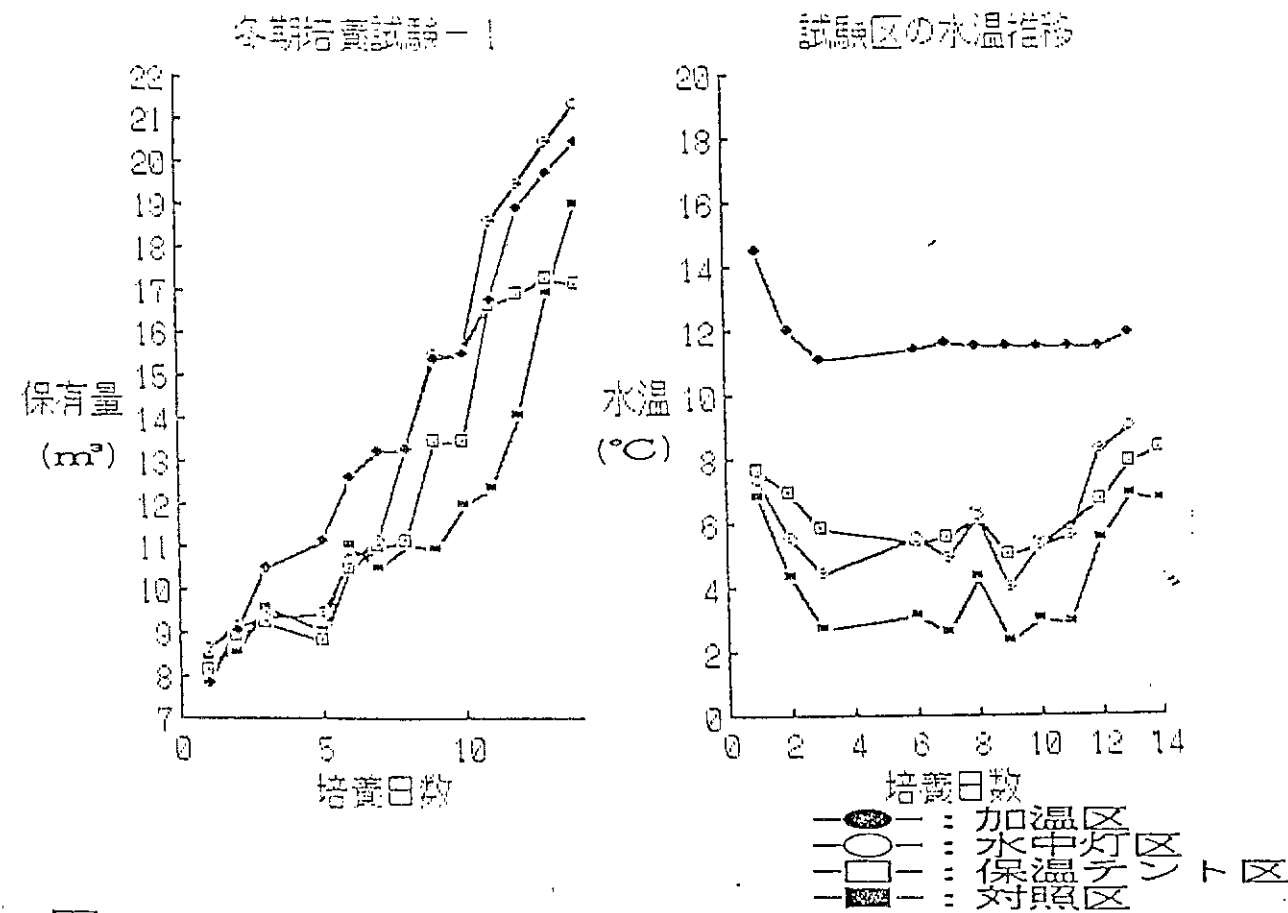


図 4 冬期培養試験-1の経過

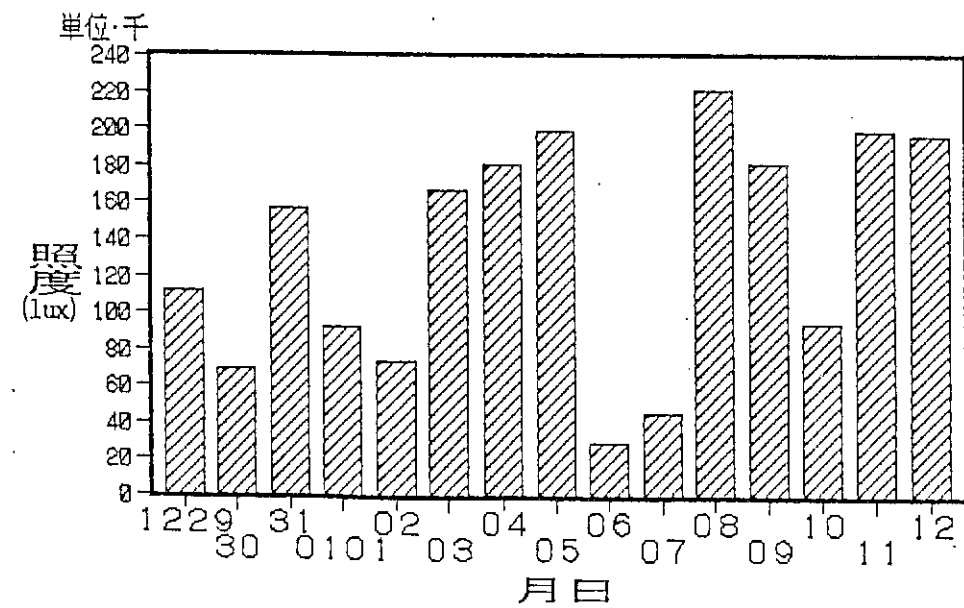


図 5 冬期培養試験-1の積算照度

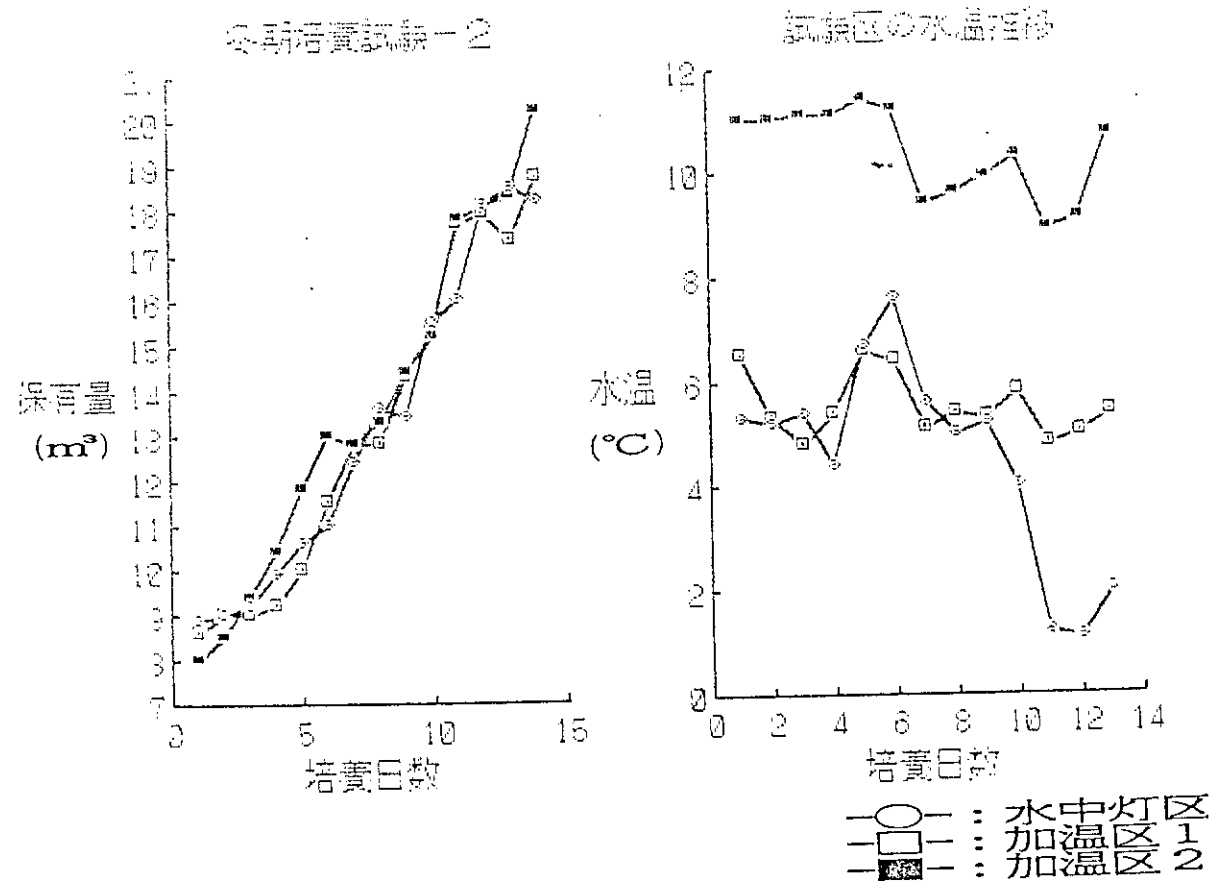


図 6 冬期培養試験-IIの結果

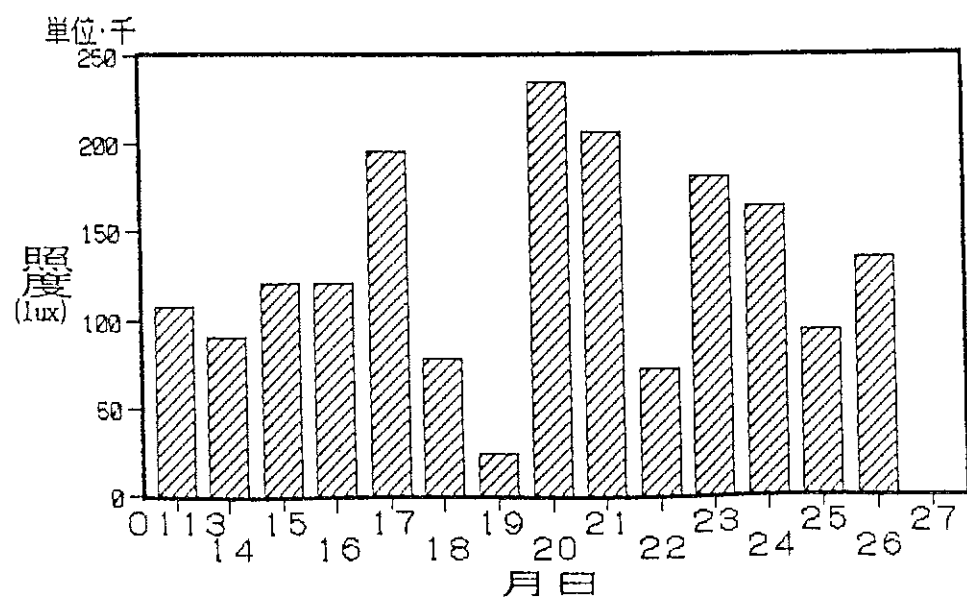
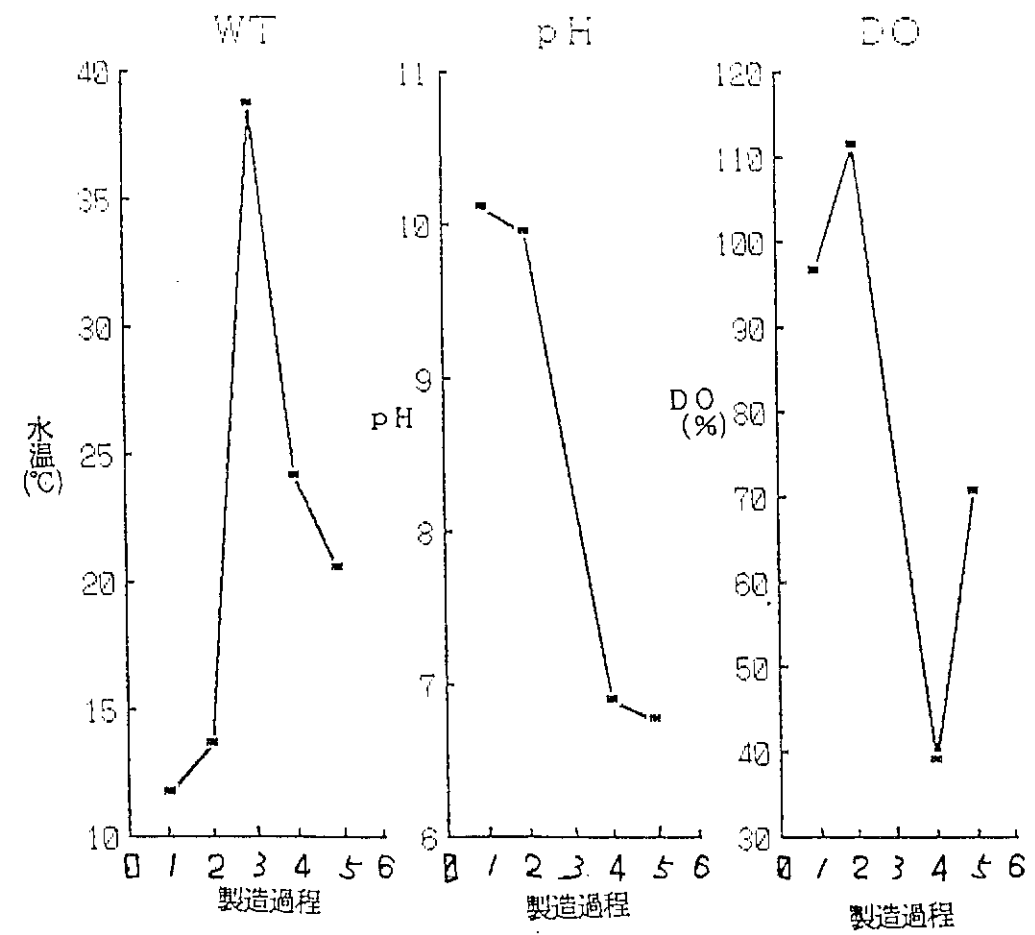


図 7 冬期培養試験-Iの積算照度



- 1: キャンパス水槽
- 2: Y-250
- 3: ADS本体
- 4: ADS排出直後
- 5: 収穫容器内 (通気あり)

図 8 製造過程でのナシクロの環境変化 178

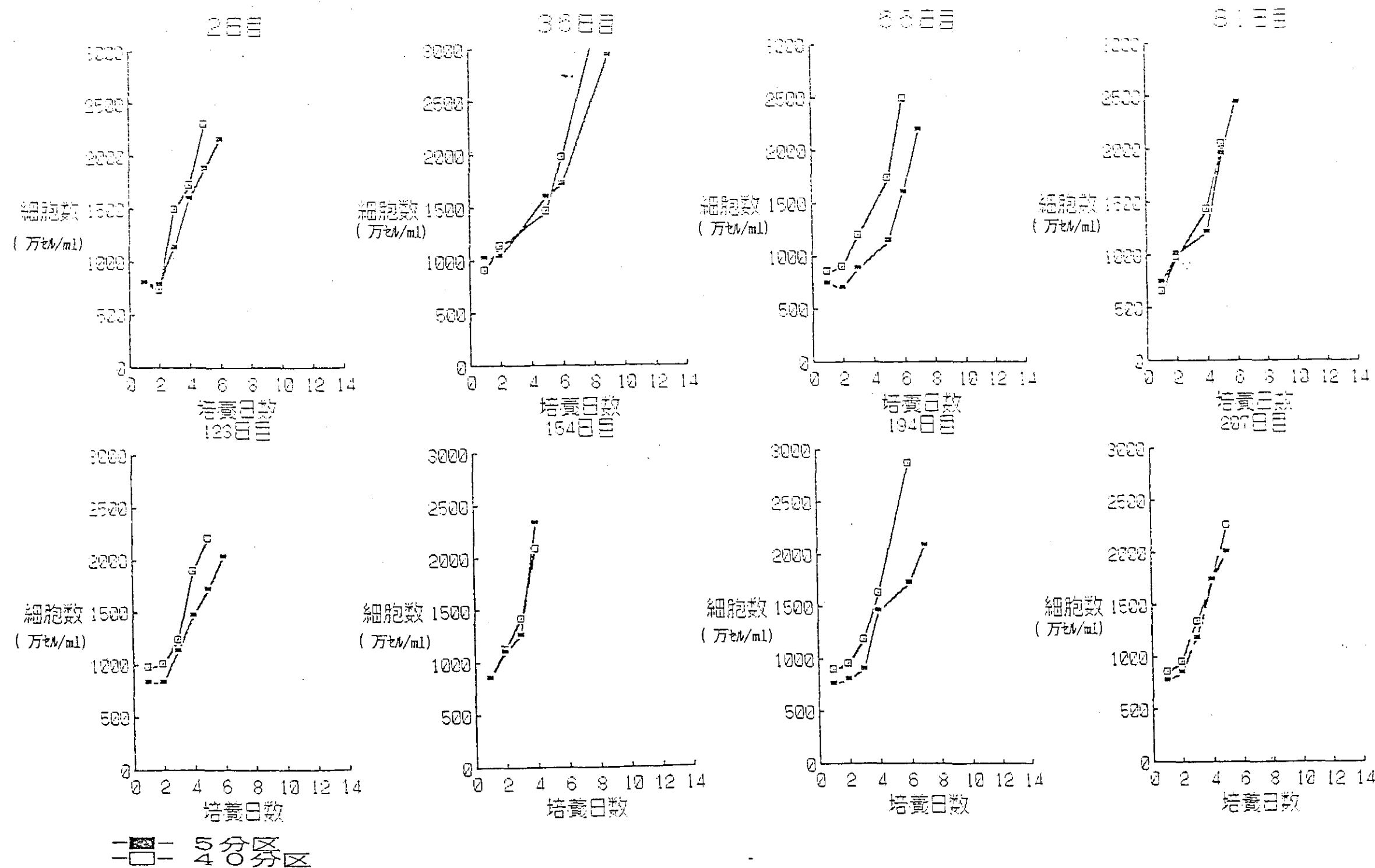


図 9 収獲方法の比較試験結果

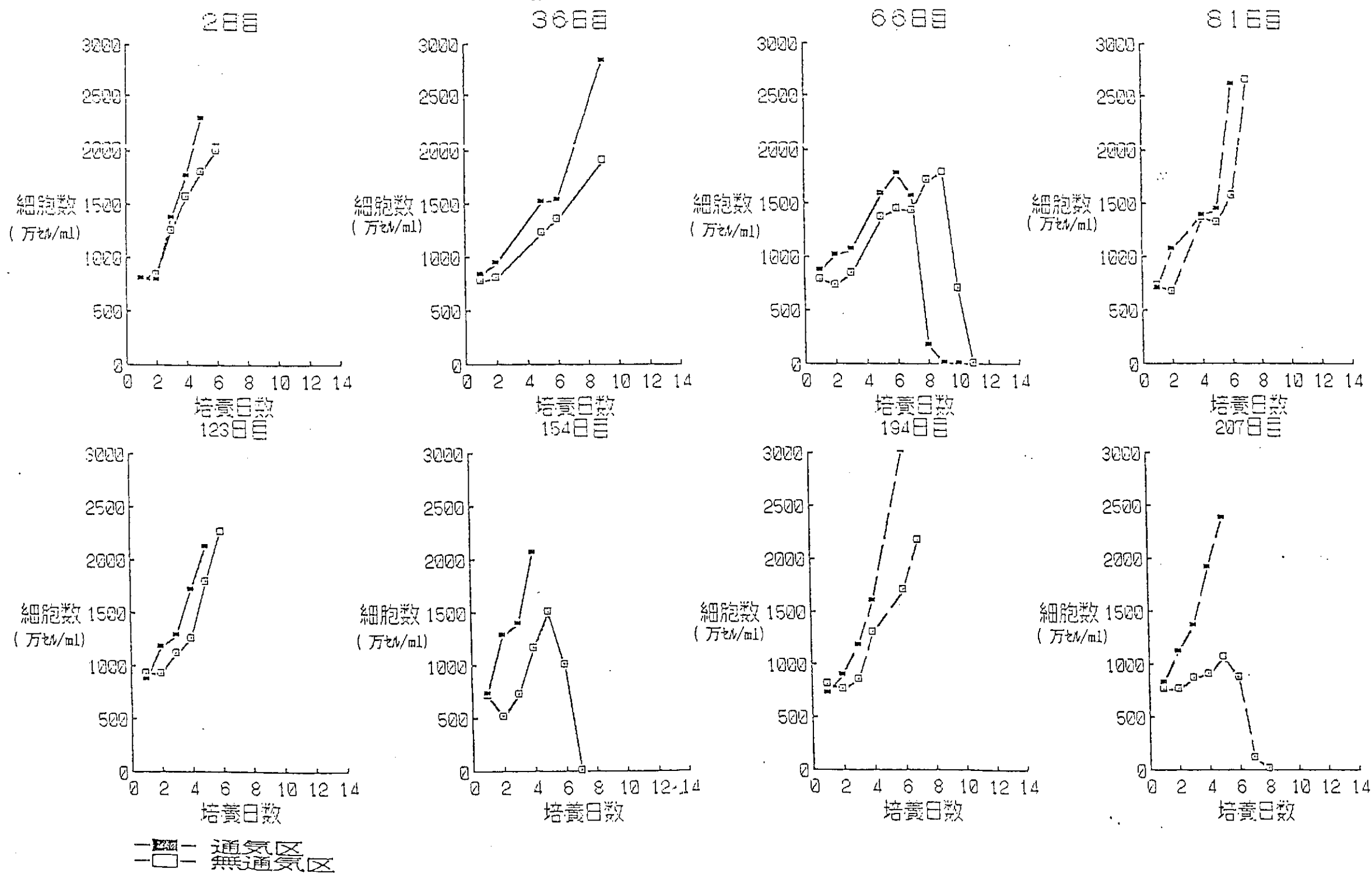


図 10 保存方法の比較試験結果

フェオダクチラム

昨年度同様、ホッコクアカエビの餌料として供給することを目的として培養を行った。昨年度は *Thalassiosira* spp. (以下タラシオと記す) と *Phaeodactylum tricornutum* (以下フェオと記す) を元種とし、55 m³ 型キャンバス水槽を使用して培養を行ったが、フェオについては開始時からセル数がまったく増えなくて培養を中止した。そのため、タラシオの培養のみを行ない、20.0 m³ (50万セル換算) を生産した。しかし、タラシオの投与によりホッコクアカエビの飼育水中でこれらが沈殿したり、フロックを作ったりしてホッコクアカエビの飼育にとって好ましくない点があった。そこで、昨年度はうまく培養できなかったものの、ホッコクアカエビの餌料としてはフェオの方が餌料価値が高いと思われることから、今年は培養方法の改良とフロック化の観察を強化してフェオの培養を行うこととした。

1. 元種

今年度大型水槽での培養に用いた元種の培養方法は表1のとおりである。

2. 大型水槽での培養

1) 培養方法

フラスコの元種を温室内の1 m³ パンライト水槽6面に拡大し、これらのパンライト水槽で所定の密度(50万セル/m³以上)に達したら6面のうち5面は55 m³ 型キャンバス水槽へ種として供

給した。そして、残り1面を再び1 m³ パンライト水槽6面へ拡大し、これらがまた所定の密度に達したら6面のうち5面は55 m³ キャンバス水槽へ種として供給した。このことを1~4回くりかえし、最後は1 m³ パンライト水槽6面を55 m³ キャンバス水槽へ種とし供給し、1サイクルを完了した(図1、表2)。キャンバス水槽拡大時に注水を行い所定の密度(30万セル/m³以上)に達した後は使いきりとして、その後の海水による希釈は行わなかった。キャンバス水槽からの継続した供給に支障のないように、前のサイクル中に次のサイクルのための準備(フラスコの元種のパンライト水槽への拡大)を行なった。このように各サイクルごとにフラスコからの拡大培養を行なったのは以下の理由による。外海水に混入して、入ってくるタラシオ・スケルトネマ等のフェオ以外の珪藻のうち、そのときの環境に適するものは植え換えをくりかえしているうちに増殖し、フェオの培養にコンタミをおこす。しかし、各サイクルごとにフラスコからの拡大培養を行なうと、フェオ以外のこれらの増殖は、そのサイクル内でおさまり、次のサイクルに及ばなくなり、培養の後半でもコンタミの少ないフェオの培養ができるからである。さらに、元種の培養さえ、良好な状態であれば、環境の激変あるいは継続した増殖による種の疲れによる培養不調から早く立ち直ることができ、より安定した供給が可能となるからである。

2) 培養結果

フェオの培養結果の概要及び収獲量の推移を表3及び図2に示した。

1月30日から4月13日の間に50万セル/m³換算で114

9 m³ 生産した。このうち餌料として 5 6 5 m³ をホッコクアカエビに供給し、5 8 4 m³ を廃棄した (m³ 数は 5 0 万セル換算)。

当初、フェオの拡大が遅れたため、ホッコクアカエビへの最初の 2 回の供給はタラシオで行なった。しかし、その後の供給はフェオで行なった。

また、当初、タラシオとスケルトネマのコンタミがあったが、フラスコの元種から拡大培養することにより、コンタミはそれぞれそのサイクル内でおわり 3 月にはコンタミはほとんどみられなくなった。

3 月下旬になり、温室内 1 m³ パンライトの水温が 1 5 ℃ 前後まで上昇し、この水温上昇のため培養が不調となったため、1 m³ パンライトを屋外に出し、屋外での培養を行なった。

このように、ホッコクアカエビの生産終了までフェオは供給できたものの、今後、ホッコクアカエビの生産に合わせ、拡大を行い、時期を逸しないことと、水温上昇による培養の不調がみられるため、その対策を前もって計画しておく必要がある。

表1 珪藻元種の培養方法

種 名	来 歴	培 養 方 法			
		容 器	Medium	水温	照 明
Phaeodactylum tricornutum Bohlin	1986 宮古事業場	フラスコ 静置	珪藻用栄養塩*1	10℃	植物用蛍光灯

*1 滅菌海水11に対し、A液2ml、B液1mlを添加

A液(蒸留水 100ml, KNO₃ 15g, NaHPO₄ 1.5g, クレワット32 1.5g, L-シスチン 50mg, ビタミンB₁₂ 1μg)B液(蒸留水 100ml, NaSiO₃ 1.5g)

表2 珪藻の培養方法

生産区分	培 養 水 槽		肥 料 (g/m ³)	培養方法他
	水槽(実水量: m ³)	槽数		
1	55m ³ キャンバス水槽(30)	2	硝酸カリウム200、リン酸2ナトリウム20 珪酸ソーダ10、クレワット10を基準として セット時に水量の2/3~4/5量分を投与	径16mm塩ビ製エアブロックで通気、 1KW水中灯1個点灯(低水温時) ろ過海水使用

表3 珪藻の生産結果の概要

生産区分	水 槽			培養 方式	事例数 (回)	生産期間 (日数)	平均水温 (℃)	収穫回数	スタート密度 (万セル／m l)	総生産量*1 (m³)	収穫密度 (万セル／m l)	備 考
	型	水量 (m³) (実水量)	個数									
1	円型 キャンバス	55 (30)	2	バッチ	20	1.30-4.13 (74)	8.1(2.5-14.6)	73	24(9-40)	1149.3	86 (29-165)	元種 Phaeodactylum tricornutum

*1 50万セル換算

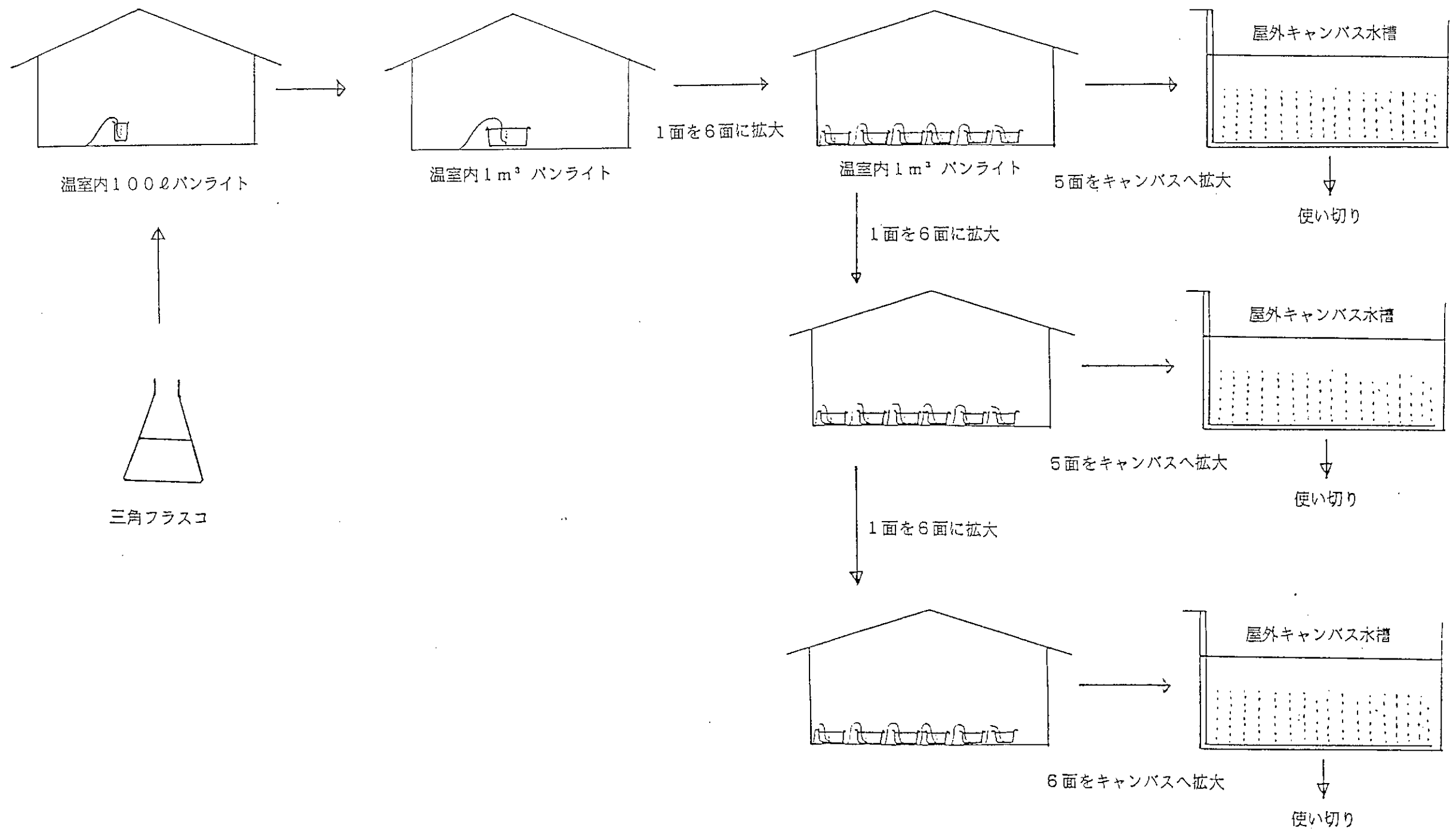


図1 珪藻の拡大・培養方式の模式図

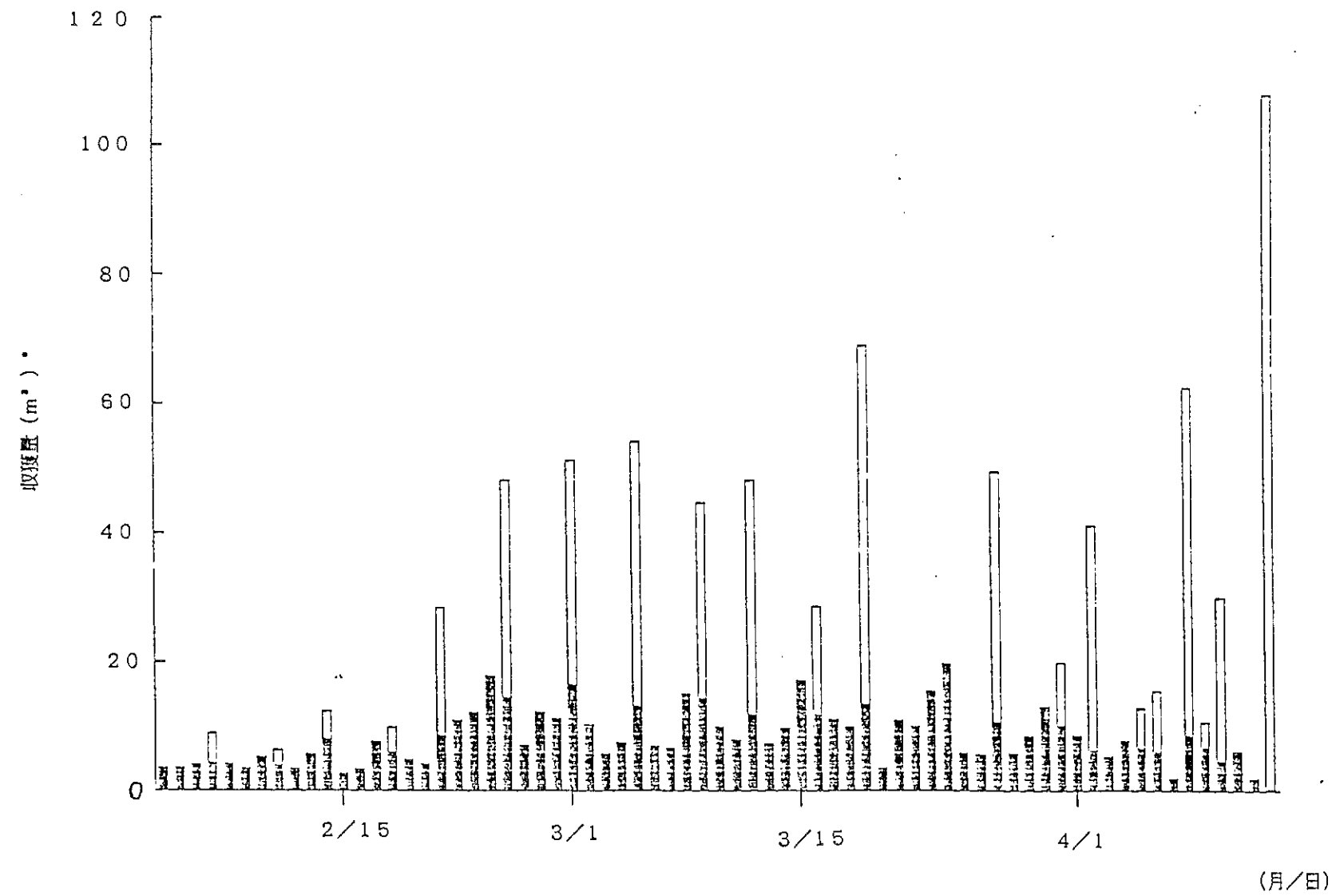


図2 珪藻の収穫量の推移

* 50万セル換算



: ホッコアカエビ飼育へ供給



: その他 (廃棄)

シオミズツボウムシ

ワムシの培養

有瀧 真人

昨年はマダラ、ハタハタ、マガレイの餌料として12月4日から5月14日までの間に666.3億個体を収穫したが、培養終期にカビが原因とおもわれる不調が続き、日平均生産量、単位生産量ともに前年を下回る結果となった。今年度は①カビ病対策②単位生産量および日平均生産量の増加③培養のローテーション化を目標として培養試験をおこなった。

1 培養方法

1) 元種培養

培養に使用する元種は、15℃に調整したインキュベーターとウォーターバス方式で水温を15℃に保った0.5m³パンライト水槽9面で維持した。元種は、インキュベーターからパンライト水槽へ順次拡大してゆき、パンライト水槽では150～200個体/m³を目安にして培養を行った。餌料は生のナシロを培養開始時に、500～1000万セル/m³となるようセットし、その後はイーストをワムシ1億個体当たり60～80gと冷凍ナシロ100g分(2000セル/m³換算、以下同様)を1日に与えた。培養水槽内のフロック等はエアフィルターを1枚垂下して除去した。パンライト水槽の通気はエアストーンを使用して行い、インキュベーターのものは無通気で培養した。

2) 本培養

培養には25m³コンクリート角型水槽を6面と80m³水槽1面を使用した。25m³水槽の通気はエアブロックで、80m³水槽はエアホースを用いて行った。加温は15～16℃を目安に施した。餌料は培養開始時に生または冷蔵保存したナシロを500

～1000万セル/m³になるようセットし、その後はイーストをワムシ1億個体当たり60～80gと冷凍または生のナシロを1～3m³分1日に与えた。イーストは培養開始当初(7～10日)は手まきで朝、夕の2回に分けて与え、それ以降は手まきと小型の水中ポンプを併用して、午前と夜中に給餌した。培養水槽内のフロック等はエアフィルターを詰めたバケツを水槽に1～3個垂下し、エアリフトで培養水を循環して除去した。収穫はすべて間引方式で行った。今年度から収穫にはワムシ収穫機(栽培漁業機器kk.製)を用いて省力化を図った。ワムシおよび携帯卵にカビが観察された場合はメチレンブルー0.25～0.5ppmによる薬浴を行った。

培養の基本的な手順は以下のとおりである。

- ①生ナシロを500～1000万セル/m³添加した培養水10m³にワムシを10～100個体/m³となるようにセット。
- ②ナシロが消えたら生のナシロを1m³もしくは海水1m³と冷凍ナシロを1m³分添加。これを20m³になるまで行う。
- ③培養水が定量になったら上記のように餌を与え、ワムシを増殖させる。
- ④収穫はワムシ密度が150個体/m³を越えてから開始し、収穫量は保有量の5～10%を目安に行った。また密度が200個体/m³を越えた場合は、密度調整を行った。

2 結果及び考察

表1に今年度の生産の結果を表2及び図1には各水槽ごとの生産結果を示した。今年度は12月5日から4月29日の146日間に22回の培養を行い、1979億個体(昨年666.3億個体)のワムシを生産した。日平均生産量は2.7億個体/日/槽(昨年1

・ 3 億個体／日）、単位生産量は 0. 1 4 億個体／日／ m^3 （0. 0 8 億個体／日／ m^3 ）となりいずれも昨年を上回る結果となった。

表 3 に培養に使用した餌料の内訳を示した。今年度のイーストの総使用量は 1 1 8. 9 7 k g、生ナシクロと冷凍ナシクロの総使用量はそれぞれ 4 2 0. 5 m^3 、8 7 2. 8 m^3 であった。また使用したナシクロに占める冷凍ナシクロの割合は 6 7. 5 % となり昨年度の 5 6. 0 % を大きく上回る結果となった。

先に述べたように生産結果は総生産量や日平均および単位生産量などで昨年を上回る結果となった。しかし、表 4 にしめしたように生産した内の 6 5. 9 % と大半を廃棄しており、餌料に使用したのは 2 3. 0 % でしかなかった。廃棄量が餌料供給量を上回る傾向は昨年も著しく、反省点に上げられていたが改善されなかった。この原因としては昨年も述べたように生産、使用両方に計画検討の不備があると思われる。特に生産側はセイフティーラインを高く見積もりすぎ、過剰に保有することが多く、結果的には廃棄量を増加させる原因になっている。ワムシ生産の性格上廃棄のすることは仕方がないとしても、余分な廃棄を出さないよう供給量に対する保有量の検討を行い、できるだけ無駄な生産をなくすように努力しなければならない。

昨年は生産終期にカビによる培養の不調で大きな被害を受ため、今年度の目標にもカビによる培養不調の対策を上げた。今年度は生産初期からワムシの携帯卵やワムシ本体にカビの付着が見られた。これはナシクロで増水を行った直後に起こっていたことから、ナシクロ添加による培養水温の急激な低下が原因と考えられ、ナシクロの添加時間を伸ばすことによって防ぐことができた。しかし培養中期以降この方法では防ぐことのできない場合が多くあり、カビが原

因で収穫できずに終わった例も 2 回あった。イーストの投餌量を変えたり、培養水温を上げたりしたが効果は見られなかった。メチレンブルーによる薬浴もある程度の効果を上げることができるが、決定的な治療方法ではない。今年度はカビ病の原因を限定することができず、メチレンブルーでその場をしのぎながら培養を行ってきたが、安定した培養を行うためにも原因を明らかにすることが必要である。

表 1 ワムシ生産結果概要

水槽	培養 方式	生産期間 (日数)	平均 水温 (℃)	総生産量 (億個体)	日平均生産量 (億個体/日)	単位生産量 (億個体/日/㎡)	スタート密度 (個体/㎡)	平均培養日数 (日)
17リットル角型 25㎡×6 面	間引き	12/ 5 ~4/29 (146)	16.3	1581.1	2.33	0.129	40.5 (5~235)	34 (11~69)
17リットル八角 80㎡×1 面	間引き	2/ 8 ~4/10 (62)	16.8	397.9	7.80	0.169	88.5 (57~120)	25 (12~39)
合計 平均			16.6	1979.0 989.5	5.07	0.149		

表 2 水槽ごとの生産結果

水槽	期間	日数	水温 (℃)	Ph	密度 (個体/ml)	卵率 (%)	総水量 (㎡)	総収獲量 (億個体)	増殖率 (%)	イ-ド使用量 (kg)	冷加使用量 (㎡)	ナ加使用量 (㎡)
25-1	1205-105	32	16.4(15.8-20.1)	8.00(7.70-8.32)	39(6-114)	21.0(0 -118)	432	9.6	8.9(-28.0- 83.3)	13.6	16.5	9.5
	106-213	39	15.5(15.2-16.7)	7.63(7.47-8.32)	160(16-334)	26.6(5.8-55.1)	718	152.1	16.5(-22.9- 76.1)	70.8	45.0	26.0
	213-224	11	15.1(14.8-15.4)	7.83(7.65-80.9)	26(12- 74)	61.7(16.6-150)	121	2.0	9.4(-51.4-208.3)	0.8	3.0	6.0
	224-401	37	14.8(14.3-15.2)	7.50(7.32-7.84)	183(126-332)	25.6(4-54.6)	786	137.8	12.8(-30.9- 83.1)	81.0	69.5	18.0
	401-418	18	15.5(14.9-16.2)	7.71(7.56-7.91)	91(30-155)	28.0(9-71.8)	301	7.0	6.3(-61.7- 46.4)	13.5	5.0	9.0
	418-429	12	17.9(16.2-18.7)	7.75(7.61-7.89)	66(48-116)	33.3(6.9-70.8)	115	3.2	20.1(-1.4- 83.3)		3.0	3.0
25-2	105-115	15	16.7(16.0-17.3)	7.74(7.65-7.93)	59(19-106)	23.2(0-60)	203	4.0	12.6(-52.2- 84.2)	9.0	8.5	8.0
	130-408	69	15.9(15.0-17.2)	7.53(7.29-8.04)	168(15-284)	32.4(6.6-96.5)	1464	275.3	16.0(-38.3-161.8)	148.2	106.0	45.5
	413-428	16	18.2(17.8-18.7)	7.84(7.89-7.78)	104(2-180)	14.9(0-46.5)	184		-8.2(-69.0- 39.6)	5.6	9.0	10.0
25-3	1227-107	12	16.2(15.8-17.4)	7.92(7.76-8.07)	29(6- 55)	38.7(0-110)	121		-4.9(-56.0- 46.7)	2.2	3.7	4.0
	113-304	51	16.3(15.6-17.7)	7.64(7.42-7.87)	131(27-362)	36.3(4.8-114)	969	101.8	11.2(-31.4- 95.1)	80.8	38.5	37.0
	304-429	57	16.4(15.7-18.0)	7.56(7.28-7.90)	137(31-243)	29.5(9.0-69.3)	1086	77.3	7.9(-36.2- 96.6)	79.4	65.0	39.0
25-4	1213-208	58	16.2(14.9-17.4)	7.74(7.53-8.11)	127(9-260)	25.4(4.2-72.2)	955	107.8	12.5(-43.8- 60.0)	88.5	61.1	20.0
	209-410	61	16.6(14.8-17.8)	7.57(7.34-7.91)	162(18-309)	33.3(8.3-95.6)	1238	230.5	14.9(-51.3-114.0)	123.2	87.0	32.0
25-5	106-117	12	17.0(16.5-17.7)	7.80(7.63-7.96)	51(24- 75)	25.2(3.7-61.5)	149	2	7.2(-55.6- 57.9)	5.2	3.5	4.0
	120-312	52	15.9(15.0-16.7)	7.67(7.42-8.12)	160(5-291)	33.5(8.3-80.0)	1058	176.8	19.2(-27.3-200.0)	105.8	41.5	50.5
	312-323	12	17.0(16.3-17.3)	7.71(7.54-7.97)	58(34-115)	39.8(6.4-65.5)	130	6	36.2(-47.3-264.3)	3	6.0	12.0
	323-418	27	15.9(15.3-16.8)	7.61(7.50-7.83)	159(28-235)	22.8(4.5-44.0)	627	54.7	-0.7(-48.1- 31.8)	58.7	36.0	19.0
25-6	114-321	66	16.0(14.9-17.3)	7.70(7.43-8.11)	136(9-340)	35.7(9.8-88.4)	1254	201.5	15.4(-42.9-116.7)	110.4	77.0	41.0
	321-410	21	16.0(15.4-16.8)	7.69(7.60-7.91)	71(43-108)	32.4(10.7-64.1)	343	31.7	12.1(-26.9-106.9)	6.4	9.0	14.0
合計 平均	1205-429 20回	678 34	16.3	7.71	105.9	31.0	12254 613	1581.1 87.8	10.9	1006.1 50.3	693.8 34.7	407.5 20.4
80-2	208-219	12	16.8(15.8-17.8)	7.47(7.27-7.70)	127(77-172)	34.4(20.8-58.0)	525	98.0	12.2(-25.1- 51.9)	33.5	23.0	6.0
	303-410	39	16.8(16.5-17.2)	7.60(7.44-8.04)	151(8-267)	27.6(9.3-61.9)	1830	299.9	15.0(-47.4-125.0)	150.1	156.0	7.0
合計 平均	208-410 2回	51 26	16.8	7.53	139	31.0	2355 1178	397.9 199.0	13.6	183.6 91.8	179.0 89.5	13.0 6.5

表3 ナンクロおよびイーストの使用量

区分	イースト (kg)	生ナンノ (m³)	冷凍ナンノ (m³)	合計ナンノ (m³)	冷凍ナンノ比率 (%)
25-1	179.7	71.5	142.0	213.5	66.5
2	162.8	63.5	123.5	187.0	66.0
3	162.4	80.0	107.2	187.2	57.3
4	211.7	52.0	148.1	200.1	74.0
5	172.7	85.5	87.0	172.5	50.4
6	116.8	55.0	86.0	141.0	61.0
小計	1006.1	407.5	693.8	1101.3	375.2
平均	167.7	67.9	115.6	183.6	62.5
80-2	183.6	13.0	179.0	192.0	93.2
総計	1189.7	420.5	872.8	1293.3	
平均	170.0	60.1	124.7	184.8	67.5

表4 ワムシ使用内訳

対象	供給量 (億個体)	使用比率 (%)
マダラ	34.0	1.7
ハタハタ	114.0	5.8
マガレイ	306.4	15.5
元種	220.1	11.1
廃棄	1304.5	65.9

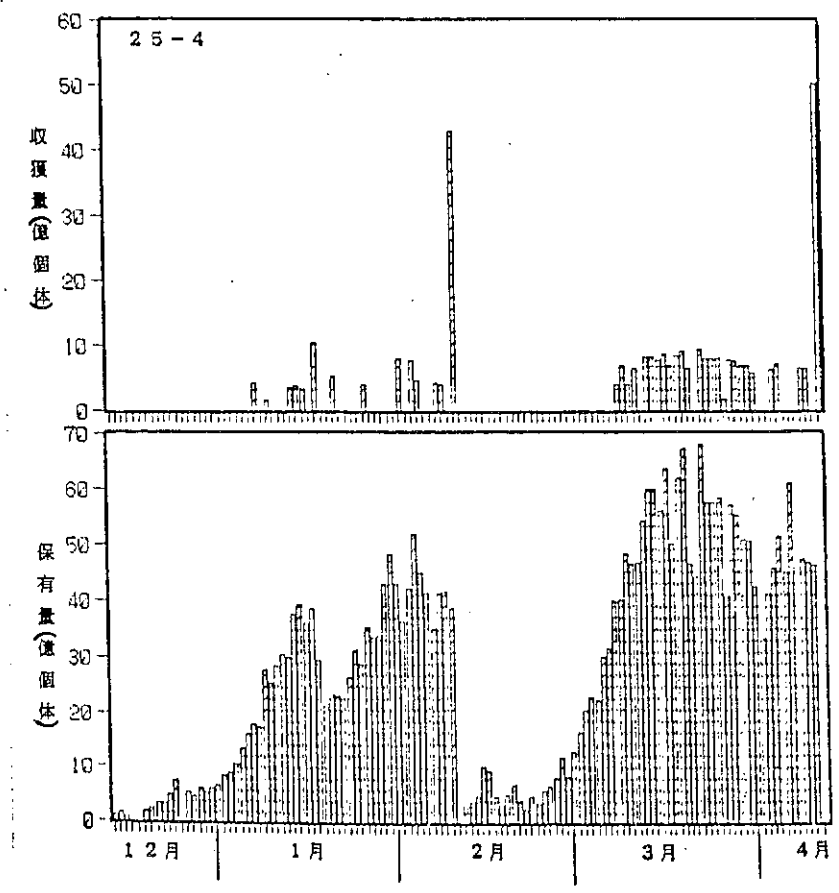
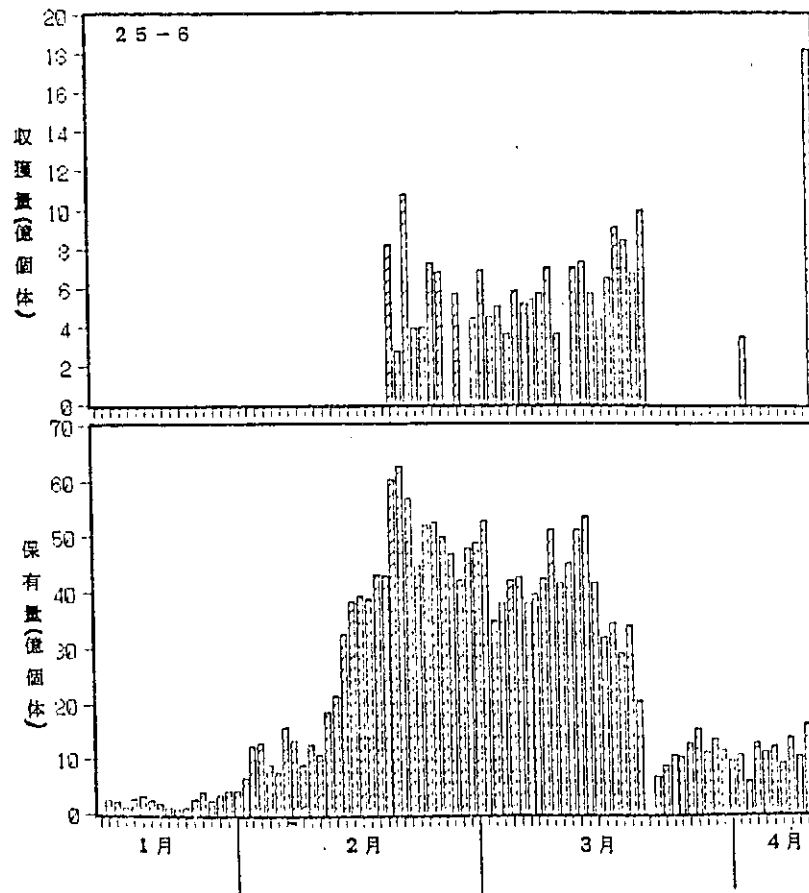
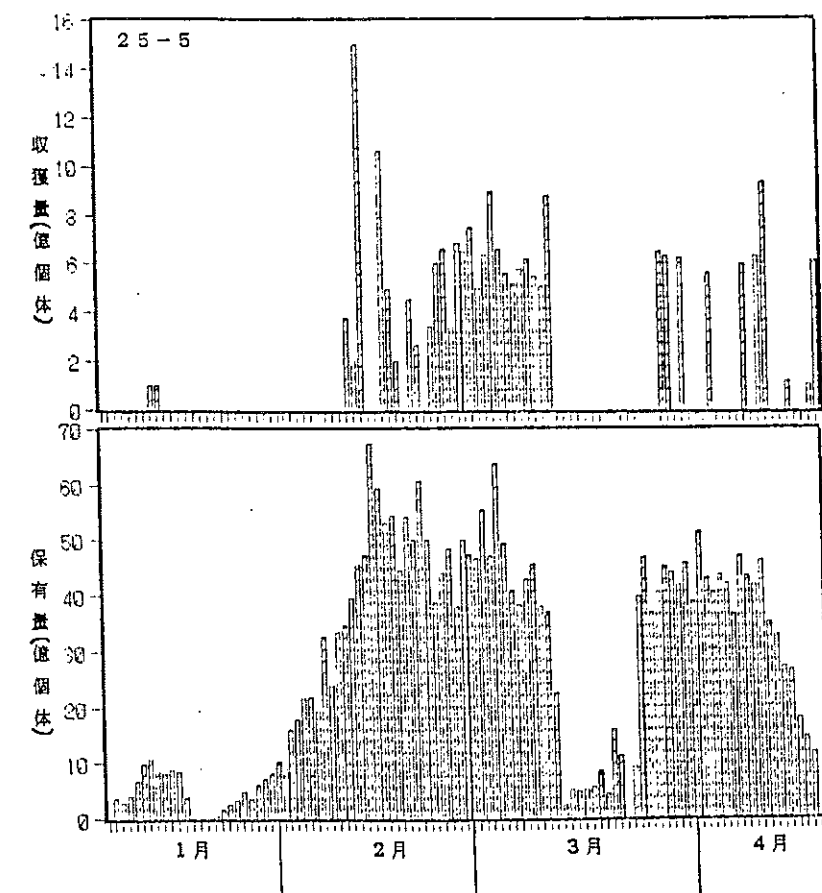
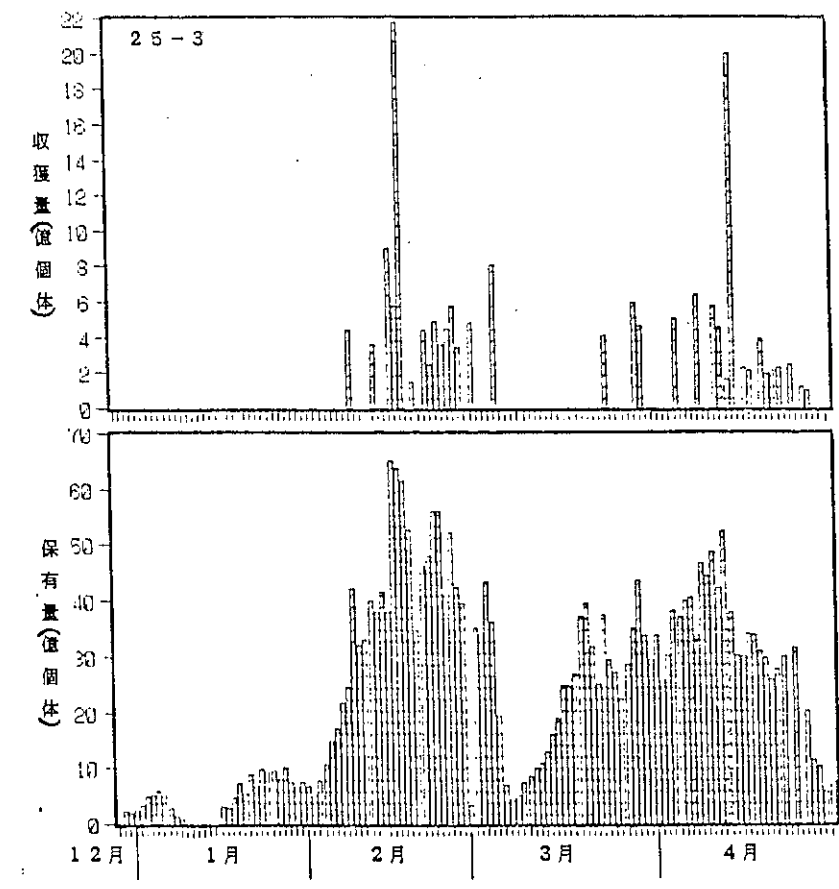
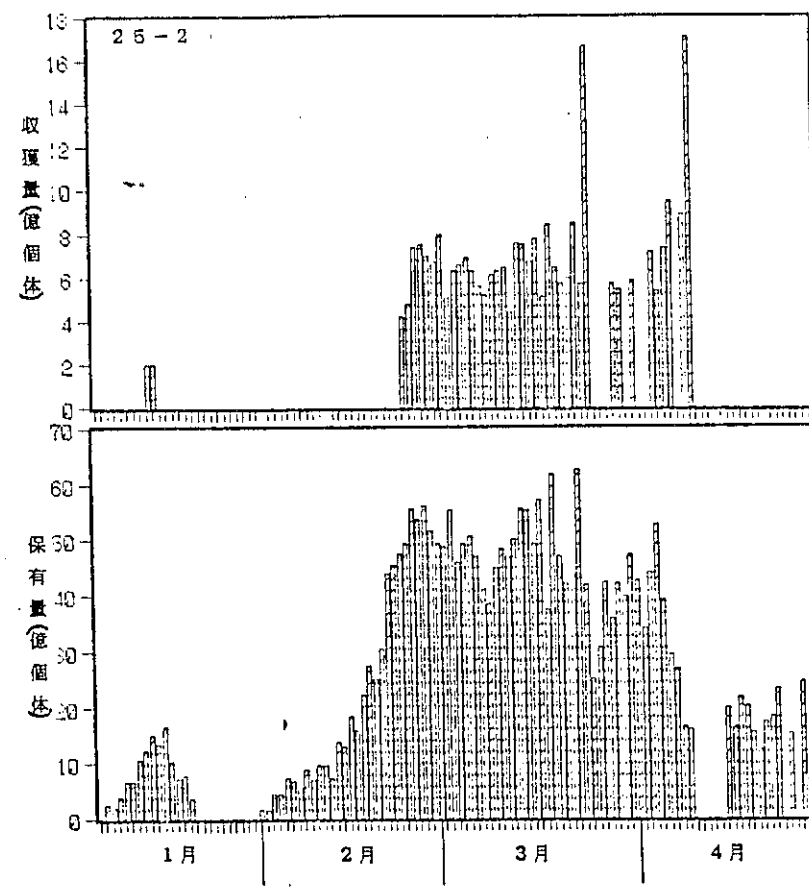
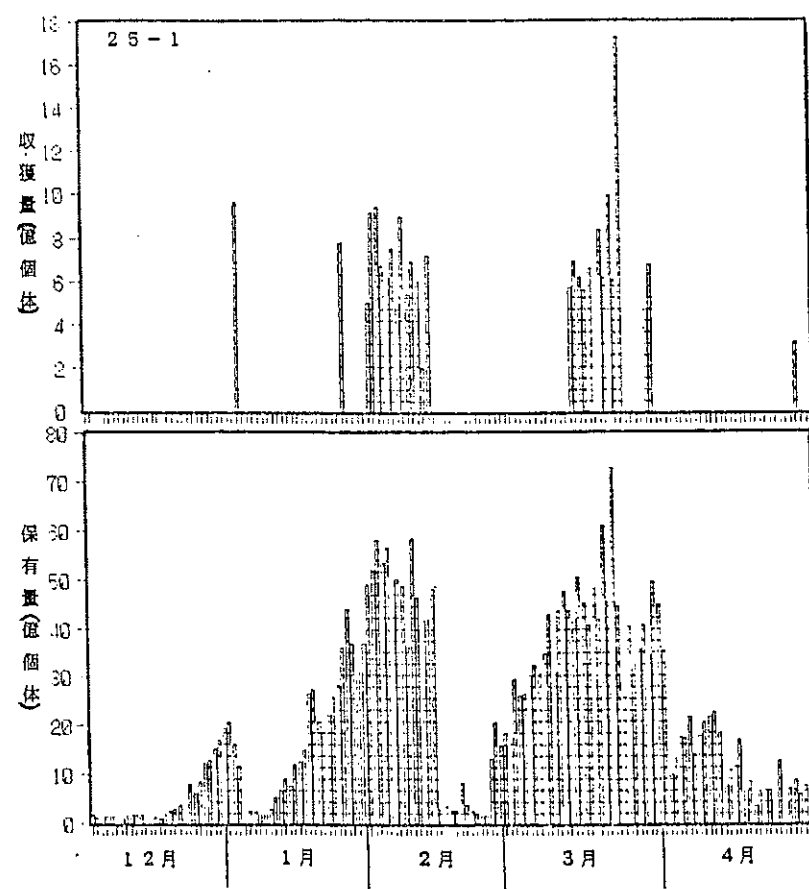


図1-1 25m³水槽の収穫及び保有量

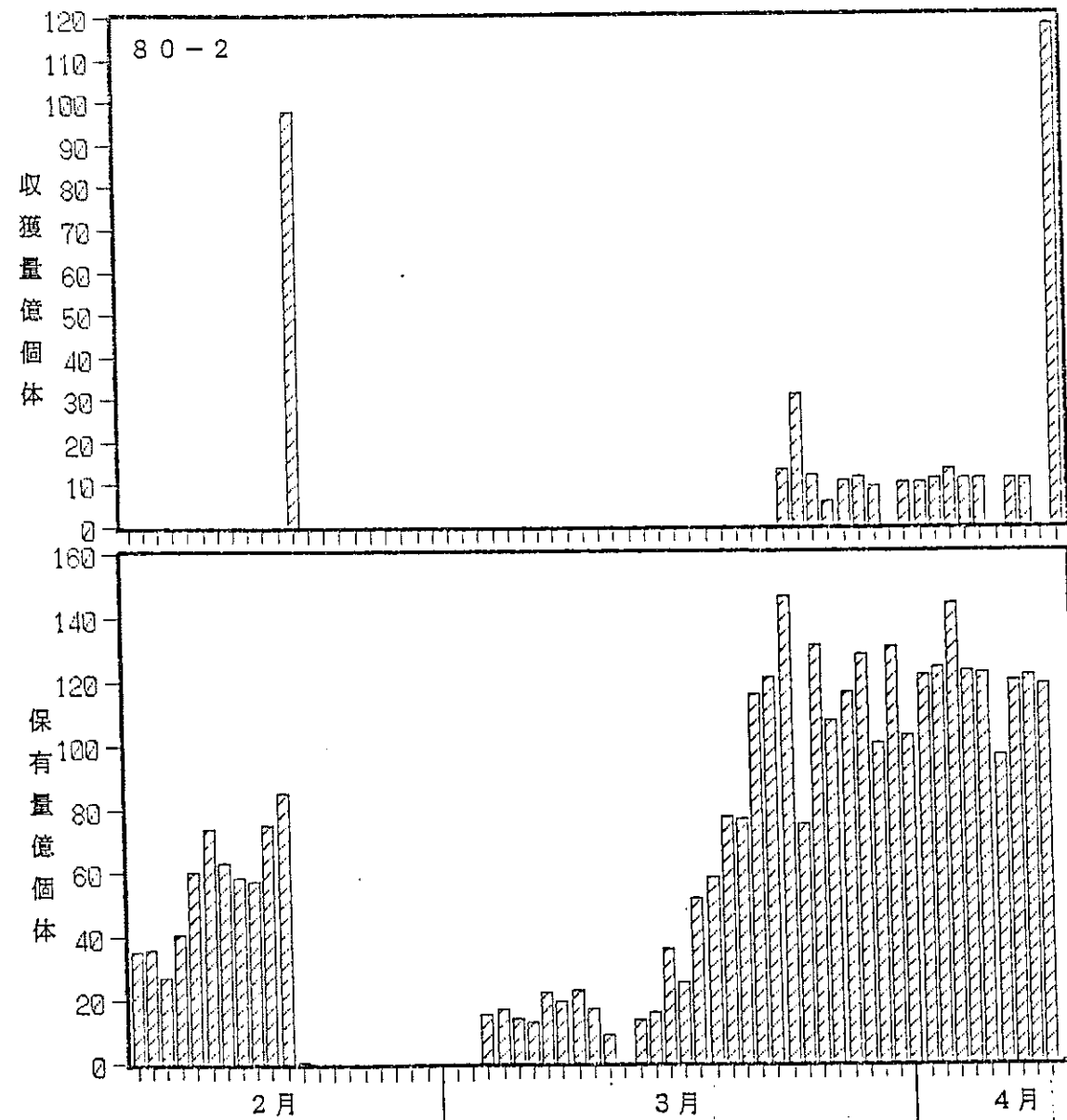


図 1-2 80m²水槽の収穫及び保有量

アルテミア

◎ 長倉 義智
與世田 兼三
有瀧 真人

昨年度は、昭和63年7月9日から11月22日までの間に生産し冷凍した17.5億個体（培養事例21例：全長1.3～1.8mm）と、平成元年1月23日から5月11日までの間に生産した15.6億個体（培養事例27例：全長1.1～2.0mm）のあわせて33.1億個体を生産した。これらはハタハタ、マガレイ、マダラの餌料として使用した。

今年度も、ハタハタ、マガレイ、マダラの餌料として供給することを目的とし、培養方法については投餌量に留意し、生残を向上させることを目標として生産を行なった。

（1）平成2年度種苗生産への供給分

1）培養方法

水槽ぐりの問題から種苗生産の期間だけで生産する量では全使用量を賄えないため、種苗生産での使用を開始するまでに30億個体を目標にして生産し、すべて冷凍した。種苗生産での使用が始まってからはすべて生で供給した。

培養水槽は25m³コンクリート角型水槽1面、50m³コンクリート角型水槽4面を使用した。

通気は水道ホースあるいは塩ビ製エアブロックで行い、加温は20～25℃を目安として行った。餌料はマリンメイトを使用した

。投餌は150目のナイロンネットにマリンメイトを入れ水槽に垂下し、1日2回振って行った。

収獲は全長が約1.3mm以上になったら開始した。収獲方法は150目のネットで抜き取って行い、冷凍するものについては1回で全量収獲し、生で供給するものについては3～4日間で全量を収獲するようにした。2次処理は、収獲後、1m³水槽を用い冷凍ナノクロブシス及びエスター85で処理する方法で行った。

2）培養結果

今年度種苗生産への供給分についての生産概要を表1に示した。

平成元年12月4日から平成2年5月5日までに44例の培養を行ない、83.6億個体のノウブリウスをセットして全長1.2～2.4mmサイズのものを50.3億個体（生残率60.2%）収獲した。このうち、総収獲量の58.8%にあたる29.6億個体（培養期間：平成元年12月4日～平成2年3月12日）を冷凍し、残り20.7億個体（培養期間：2月23日～5月5日）を生で供給した。月毎の収獲状況を図1に示した。魚種別の使用量のについてはマガレイ26億個体（全使用量の52%）、ハタハタ17億個体（同34%）、マダラ4億個体（同8%）であった。

生残率は60.2%と昨年（48.2%）、一昨年（57.9%）より高かった。

生残率が向上した原因としては餌料（マリンメイト）の事例当たり総使用量を昨年より50%程度増加させたこと、および昨年は培養が進みサイズが大きくなっても毎日の餌の量をそれほど変えなかったものを本年はサイズが大きくなるにつれて段階的に餌の量を増やしていったことがあげられ、適正な投餌量となってきたためと思

われる。しかし、いまだ生残率のばらつきが大きかった。

(2) 平成3年度種苗生産への供給分

今年度は平成3年度種苗生産へ供給する分のうち、どうしても生餌料として必要な分以外のものについて、水槽に余裕があり水温の高い夏・秋場に生産して冷凍した。

培養方法は平成2年度種苗生産への供給分の培養と同様であるが収穫時のサイズの目標を1.8～2.0mm(最低1.5mm)とし、大きいサイズでの収穫をめざした。

その結果、培養は平成2年6月21日から10月8日まで行ない、表2のとおり71.6億個体のノウブリウスをセットして全長1.4～2.7mmサイズのものを30.0億個体(生残率41.9%)収穫し、冷凍した。培養期間中の平均水温は、22.2～27.9℃であり、加温の必要はなかった。

一方、生残率は収穫時のサイズが大型化したため、その分低くなっているが、やはり、平成2年度種苗生産への供給分の培養と同様に生残率のばらつきが大きかった。

通気が強すぎるのかもしれないという観点から通気量の調整等を行なったりしてみたが、その効果はあまりみられず、生残率が不安定である決定的な原因ははっきりとわからなかった。今後、培養水温、投餌量・方法、通気量・方法等に再度、検討を加えて、生残率のばらつきをおさえ、不安定な培養にならないような培養技術の開発をしたい。

(億個体)

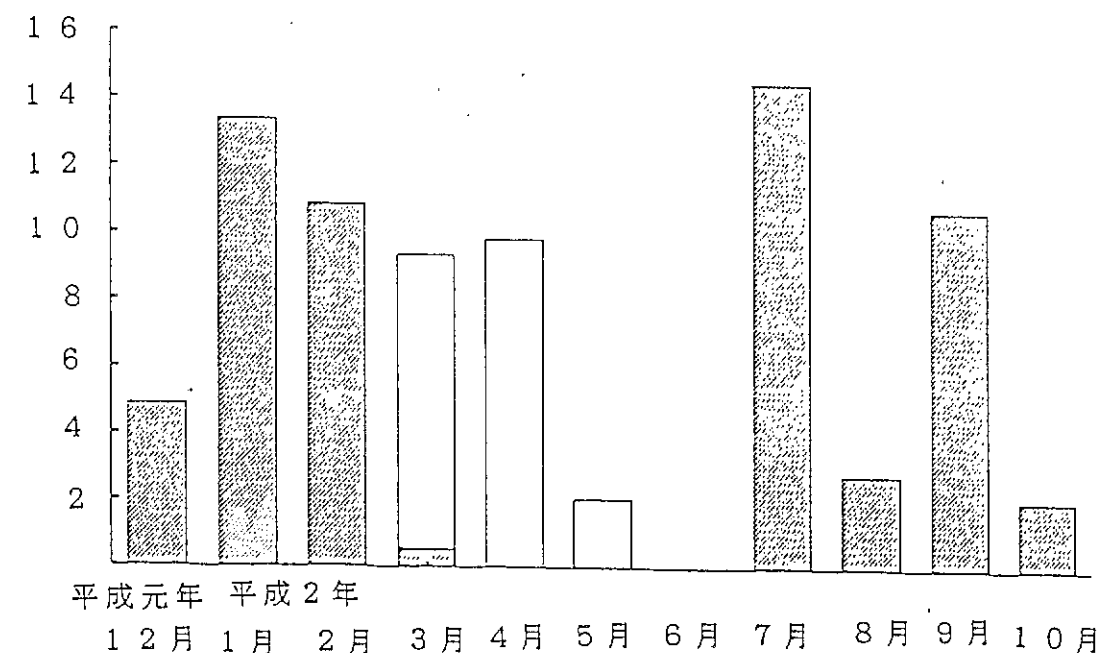


図1 月毎の収穫量とその内訳(平成元年12月～平成2年10月)

▨ : 冷凍
□ : 生餌料

表1 養成アルテミア生産概要（平成2年度種苗生産への供給分）

水相	月日	期高	水量 (m^3)	送水量 (m^3)	平均水温 ($^{\circ}C$)	平均pH	サリンメイト (Kg)	収量 (万個体)	収量密度 (個体/L)	収穫量 (万個体)	収穫密度 (個体/L)	生産量 (%)	サイズ (mm)	単位生産量 (万/L・日)	生産量 (万個体)	消費 (万個体)
50-1	12/7-12/12	6	45	270	25.10	7.33	5.3	20000	4REF1	4050	900	22.25	1.4	15.00	4050	
	12/28-12/31	6	45	270	25.60	7.77	7.4	20000	4REF1	10530	2373	53.40	1.5	35.56	10530	
	1/10-1/14	5	50	250	24.20	7.32	7	19000	4REF1	3700	740	13.47	1.2	14.30	3700	
	1/15-1/20	6	45	270	24.00	7.39	12	22000	4REF1	18000	3556	72.73	1.4	53.25	18000	
	1/22-1/27	6	43	233	24.00	7.74	11	21000	4REF1	13000	2828	31.30	1.5	45.14	13000	
	1/28-2/2	6	50	300	24.00	7.73	10	20000	4REF1	15800	3160	79.00	1.5	52.67	15800	
	2/10-2/15	6	43	233	23.50	7.74	10	21000	4REF1	15800	3292	75.24	1.3	54.86	15800	
	2/19-2/24	6	50	300	19.60	7.71	9.5	15000	4REF1	0	0	0.00		0.00		
	2/26-3/7	10	30-52	435	21.30	7.67	16.6	20000	4REF1	15000	987-3700	75.03	1.3-2.1	34.48	15000	
	3/8-3/17	10	30-50	388	21.80	7.63	19.5	20000	4REF1	19350	833-3950	36.75	1.3-2.4	43.37	19350	
	3/18-3/27	10	30-50	427	21.70	7.66	19.5	20000	4REF1	17960	800-4000	39.30	1.4-1.9	42.06	17960	
	3/28-4/3	10	30-50	425	22.00	7.64	19	20000	4REF1	13240	417-3120	56.23	1.2-1.5	31.15	13240	
	4/7-4/16	10	30-50	432	21.70	7.61	18.5	20000	4REF1	17730	330-4000	33.30	1.5-2.3	41.16	17730	
	4/17-4/26	10	30-50	434	21.80	7.71	19	20000	4REF1	13980	393-4000	33.30	1.3-1.5	32.21	13980	
	4/27-5/5	9	30-50	405	21.30	7.77	15.3	20000	4REF1	10670	800-4000	53.35	1.4-1.7	23.35	10670	
小計	13例	116		5132			200.8	293030		137010		62.73		36.03	107930	74030
R-1	1/10-1/15	7	50	350	24.60	7.59	8.5	17500	4REF1	12433	2436	71.31	1.5	35.66	12433	
	1/17-1/23	7	43	336	25.40	7.64	12.5	20000	4REF1	14000	2917	70.00	1.5	41.67	14000	
	1/24-1/29	5	43	233	24.90	7.67	10.5	20000	4REF1	14000	2917	70.00	1.5	43.61	14000	
	1/30-2/5	7	43	336	25.40	7.69	13	18000	4REF1	11500	2396	53.33	1.6	34.23	11500	
	2/3-2/9	7	43	336	24.20	7.61	13	22000	4REF1	7900	1646	35.31	1.4	23.51	7900	
小計	5例	34		1648			57.5	97500		53830		51.42		36.38	53830	
R-2	1/10-1/15	7	50	350	24.30	7.81	12.5	20000	4REF1	11520	2304	57.50	1.7	32.91	11520	
	1/17-1/22	6	50	300	25.60	7.65	10.5	20000	4REF1	11800	2408	59.00	1.5	39.33	11800	
	1/23-1/28	6	50	300	25.70	7.63	10	20000	4REF1	11000	2200	55.00	1.3	36.67	11000	
小計	3例	19		950			33	60000		34320		57.20		36.13	34320	
50-2	12/4-12/12	9	45	405	20.40	7.74	9.7	19400	4REF1	8900	1956	45.36	1.5	21.73	8900	
	12/13-12/20	8	45	360	23.40	7.79	8.5	20000	4REF1	12000	2667	60.00	1.5	33.33	12000	
	12/21-12/26	6	45	270	23.40	7.79	6	17000	4REF1	3520	782	20.71	1.6	13.04	3520	
	12/28-1/4	8	45	360	22.60	7.75	8.8	18000	4REF1	6320	1404	35.11	1.5	17.56	6320	
	1/8-1/14	7	50	350	24.60	7.70	8	20000	4REF1	4800	960	24.00	1.8	13.71	4800	
	1/16-1/19	4	45	180	24.20	7.83	3	22000	4REF1	0	0	0.00		0.00		
	1/21-1/26	6	45	270	24.50	7.72	10	18000	4REF1	15000	3333	83.33	1.5	55.56	15000	
	1/27-2/1	6	45	270	24.30	7.70	10	20000	4REF1	15300	3400	75.50	1.4	56.67	15300	
	2/2-2/8	7	43	336	24.50	7.56	13	18000	4REF1	13000	2708	72.22	1.7	36.69	13000	
	2/9-2/14	6	45	270	23.80	7.64	10	20000	4REF1	13800	3067	69.00	1.4	51.11	13800	
	2/15-2/21	7	50	350	23.30	7.56	13	21000	4REF1	15300	3060	72.36	1.6	43.71	15300	
	2/23-3/2	8	40-50	400	22.00	7.70	11	20000	4REF1	6150	1213-1300	30.75	1.3-1.5	15.38	2800	
	3/3-3/12	10	30-50	429	22.10	7.82	18.5	20000	4REF1	20000	640-4000	100.00	1.4-2.1	46.73	18030	
	3/14-3/22	9	30-50	374	21.80	7.64	16	20000	4REF1	15000	517-2200	75.00	1.3-1.5	40.11	15000	
	3/23-4/1	10	30-50	425	21.90	7.60	18.8	20000	4REF1	20000	1433-4000	100.00	1.3-2.0	47.06	20000	
	4/2-4/11	10	30-50	430	21.70	7.61	18.2	20000	4REF1	17400	1230-4000	87.00	1.3-1.7	40.47	17400	
	4/12-4/21	10	30-50	430	21.90	7.64	18.5	20000	4REF1	15700	1067-4000	73.50	1.3-1.8	36.51	15700	
	4/22-5/1	10	30-50	430	21.80	7.70	19	19000	4REF1	10060	383-3800	52.35	1.3-1.5	23.40	10060	
小計	13例	141		6338			220	352400		212150		60.20		33.47	99040	111110
25-3	12/8-12/13	6	25	150	25.00	7.99	3.2	10000	4REF1	800	320	3.00	1.3	5.33	800	
	12/14-12/20	7	25	175	24.90	7.99	4.05	10000	4REF1	2400	960	24.00	1.5	13.71	2400	
	12/21-12/26	6	25	150	24.90	7.97	3.75	8000	4REF1	8760	2704	34.50	1.4	45.07	8760	
小計	3例	19		475			11	28000		9960		35.57		20.97	9960	
合計	44例	329		14591			522.1	835900		503320		60.21		34.50	207020	296300

表2 養成アルテミア生産概要（平成3年度種苗生産への供給分）

水質	月日	期間	水深 (cm)	給水量 (m³)	平均水温 (℃)	平均pH	マリンバイト (K/g)	アサノクロロ ブシス(m)	収容量 (万個/L)	収容密度 (個/L)	収容量 (万個/L)	収容密度 (個/L)	三葉三 (%)	アサノ (個/L)	単位生産量 (万個/日・m³)	三葉三 (万個/L)	アサノ (万個/L)	
25-1	6/21-6/24	4	25	250	22.7	8.01	3.50		10000	4000	0	0	0	-	0.00		0.00	
	6/27-7/5	9	25	225	22.5	7.74	9.75		10000	4000	6300	2520	63	2.00	23.00		6300	
	7/3-7/16	3	25	200	25.7	7.80	3.50		10000	4000	7200	2880	72	1.45	36.00		7200	
	7/17-7/24	3	25	200	23.4	7.80	3.50		9000	3600	3500	1400	33	1.93	17.50		3500	
	7/25-8/2	3	25	225	23.3	7.60	8.00		9000	3600	0	0	0	-	0.00		0.00	
	9/11-9/13	8	25	200	25.1	7.87	6.70		10000	4000	4250	1700	43	1.39	21.30		4250	
	9/20-9/27	6	25	200	23.9	7.74	6.00		7500	3000	2900	1100	46	1.49	15.10		2900	
	9/22-9/25	4	25	200	22.3	7.93	3.50		9400	3760	0	0	0	-	0.00		0.00	
25-2	6/27-7/3	10	25	350	22.7	7.75	12.50		8750	3500	4800	1920	55	1.91	19.20		4800	
	7/3-7/16	3	25	200	25.6	7.71	3.50		9500	3800	5700	2280	60	1.92	23.50		5700	
	7/17-7/24	8	25	200	23.5	7.82	9.50		9000	3600	3500	2300	72	1.53	32.50		3500	
	7/25-7/29	5	25	125	23.5	7.82	4.00		10000	4000	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/31-8/3	9	25	225	27.3	7.57	11.25		8750	3500	4200	1680	43	2.73	13.70		4200	
	9/7-9/14	8	25	200	25.3	7.82	7.50		7500	3000	800	320	11	1.50	4.00		300	
	9/19-9/23	3	25	200	24	7.74	5.00		10000	4000	420	163	4	1.33	2.10		420	
	9/23-10/3	11	25	275	22.4	7.58	5.00	4	6500	2600	1530	624	24	1.93	5.70		1530	
25-3	6/23-6/26	4	25	200	23.3	7.98	4.25		9700	3880	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/4-7/16	5	25	250	23.3	7.84	8.50		8750	3500	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/17-7/18	3	25	200	23.1	7.53	9.00		3800	3520	4800	1340	52	1.77	23.00		4800	
	7/19-7/26	2	25	200	23.3	7.43	9.00		8250	3300	5400	2520	73	2.02	32.00		5400	
	7/27-8/3	3	25	200	27.3	7.53	9.00		10000	4000	900	360	9	1.65	4.50		900	
	9/4-9/11	3	25	200	25.4	7.86	6.50		10000	4000	6500	2600	65	1.30	32.50		6500	
	9/12-9/16	7	25	175	23.2	7.89	5.25		6500	2600	0	0	0	-	0.00		0.00	
	6/21-6/24	4	25	100	22.7	8.01	1.75		10000	4000	0	0	0	-	0.00		0.00	
25-4	6/23-7/3	6	25	150	22.2	7.72	4.75		10000	4000	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/5-7/12	3	25	200	23.3	7.73	3.50		9500	3800	3100	1240	85	1.57	40.50		3100	
	7/13-7/20	8	25	200	25.7	7.72	10.00		9300	3720	3200	1280	34	1.33	16.00		3200	
	7/23-7/29	7	25	175	27.1	7.54	5.00		10000	4000	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/31-8/3	9	25	225	27.5	7.59	10.80		8750	3500	3200	1280	37	2.13	14.20		3200	
	9/11-9/13	3	25	200	25.3	7.63	6.50		10000	4000	3400	1360	34	1.33	17.30		3400	
	9/20-9/27	3	25	200	24	7.65	6.20		7500	3000	2970	1050	35	1.91	13.10		2970	
	9/23-10/3	11	25	275	22.5	7.60	5.00	4	5500	2200	1800	720	33	2.45	5.50		1800	
25-5	6/23-6/25	4	25	100	22.0	7.93	1.75		9400	3760	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/3-7/10	3	25	200	23.4	7.81	8.50		10000	4000	7200	2880	72	2.00	36.00		7200	
	7/13-7/20	8	25	200	26.2	7.63	8.50		10000	4000	7300	3040	76	2.21	33.00		7300	
	7/23-7/31	9	25	225	27.5	7.44	11.75		10000	4000	3800	1520	38	2.54	16.30		3800	
	8/1-8/9	9	25	225	27.9	7.80	7.50		10000	4000	1100	440	11	2.12	4.90		1100	
	9/7-9/14	8	25	200	25.6	7.87	7.70		10000	4000	5800	2720	63	1.83	34.00		5800	
	9/19-9/28	3	25	200	24.3	7.76	5.00		7500	3000	3320	1530	51	1.79	19.10		3320	
	6/23-6/26	4	25	200	23.6	7.96	2.13		9700	3880	0	0	0	-	0.00		0.00	
25-6	7/4-7/8	5	25	250	23.3	7.84	4.25		8750	3500	0	0	0	-	0.00		0.00	
	7/11-7/18	8	25	200	26.1	7.68	8.50		8800	3520	1900	760	22	1.35	9.50		1900	
	7/19-7/26	8	25	200	25.9	7.53	9.00		8250	3300	2200	880	27	1.77	11.00		2200	
	7/27-8/3	8	25	200	27.4	7.58	6.50		10000	4000	1500	600	15	1.41	7.50		1500	
	9/4-9/11	8	25	200	25.7	7.87	8.50		7500	3000	6600	2640	63	1.84	33.00		6600	
	9/12-9/19	8	25	200	25.3	7.86	5.25		6500	2600	4050	1620	62	1.75	20.30		4050	
	小計	48回	345		9275			320.53		413850		135560		33		14.90		135560
	50-1	6/26-7/4	9	50	450	23.3	7.45	19.25		15000	3000	12780	2556	33	2.11	23.40		12780
7/6-7/13		8	50	400	25	7.66	15.75		19000	3800	5400	1080	23	-	13.50		5400	
7/16-7/23		3	50	400	26.5	7.58	16.00		19000	3800	10500	2100	55	1.55	26.30		10500	
7/24-8/1		9	50	450	27.3	7.45	15.00		18000	3600	2500	500	14	1.56	5.80		2500	
8/2-8/10		9	50	450	26.3	7.48	15.00		18000	3600	5100	1020	23	1.37	11.30		5100	
8/23-9/4		8	50	400	27.2	7.53	12.50		20000	4000	10200	2040	51	1.91	25.50		10200	
9/5-9/12		3	50	400	24.3	7.53	13.50		20500	4100	17430	3480	85	1.73	43.60		17430	
9/13-9/20		3	50	200	24.6	7.63	12.50		20000	4000	3800	1760	44	1.72	22.00		3800	
50-2	9/23-10/4	9	54	436	23.6	7.61	11.50		15300	2850	13880	2533	39	2.14	23.10		13880	
	7/3-7/11	9	50	450	24	7.60	18.50		20000	4000	16000	3200	80	1.98	35.60		16000	
	7/12-7/19	8	50	400	25.7	7.55	16.50		19500	3900	11500	2300	59	1.95	28.80		11500	
	7/20-7/27	3	50	400	26.3	7.52	14.00		10000	2000	9350	1870	94	1.70	23.40		9350	
	7/30-8/7	9	50	450	27.2	7.56	14.00		20000	4000	9600	1920	43	1.58	21.30		9600	
	8/29-9/5	8	50	400	26.9	7.43	13.00		20000	4000	14100	2820	71	1.97	35.00		14100	
	9/6-9/13	8	50	400	24.9	7.55	13.00		20000	4000	13900	2780	70	1.83	34.30		13900	
	9/13-9/25	8	50	400	24.1	7.67	10.50		17000	3400	0	0	0	-	0.00		0.00	
小計	17回	143		7012			242.50	16	301890		184530		55		23.41		174530	
合計	63回	488		16297			563.03	20	715740		300090		42		13.41		130090	

三ツシニコ

◎與世田 兼三

モイナの培養は、ハタハタ、マガレイ、マダラ用餌料を供給する目的で行った。

当场におけるモイナの利用状況は、冷凍餌料が主体なので、本年度は、燃料コストのかからない夏場のシーズンオフにおける培養も行い、次年度用冷凍餌料を生産した。

1. 培養方法

1) 生産期の培養

培養水槽は、20 m³ コンクリート角型水槽2面、25 m³ コンクリート角型水槽2面、50 m³ コンクリート角型水槽1面、80 m³ コンクリート角型水槽2面を使用した。

培養水には水質安定剤として、モイナP4（NFCエンジニアリング、K.K.）を250 g/m³の割合で添加した。モイナP4はセット日に、200目のナイロンネットに詰め、培養水中に直接垂下した。また、培養水には地下水を使用しているため、1 ppmのサラシ粉で殺菌消毒を行なった。通気は、エアーホース及び水道ホースでパッチが形成されないように強行した。加温は、21℃を目安として行った。

元種は、耐久卵を0.5 m³水槽でふ化させ、順次25 m³水槽に拡大する方法をとった。元種培養の密度が高くなってからは、培養水槽から適宜収穫を行い、それを元種として本培養に使用した。餌料は1日当たり250 g/1000万個体の割合を目安

とし、パン酵母を与えた。パン酵母は、ミキサーで溶かし、1日2回手撒きで与えた。収穫はモイナの密度が2000個体/ℓを越えてから行うようにした。収穫方法は全量を一度に収穫する方法とエアーリフトで間引く方法をとった。収穫ネットは150目のナイロンネットを用いた。収穫したモイナは、500ℓのパンライト水槽に収容し、冷凍ナンノクロロブシス（4000万セル/mℓ）で2次処理をし、生餌料か、冷凍保存後にハタハタ、マガレイ、マダラの餌料として用いた。

2) 夏期の冷凍用餌料の培養

培養水槽には、20 m³ コンクリート角型水槽1面、80 m³ コンクリート角型水槽4面を使用した。

培養方法は、原則として、生産期の培養に準じたが、加温は行わなかった。

収穫は、全量を一度に収穫するバッチ方式をとった。収穫したモイナは、元種として間引いたもの以外は、500ℓのパンライト水槽に収容し、冷凍ナンノクロロブシス（4000万セル/mℓ）で2次処理を行い、全て冷凍した。

2. 結果

1) 生産期の培養結果

培養の結果概要を表1に、収穫量の内訳及び魚種別の使用状況を図1、2に示した。20 m³水槽では3例、25 m³水槽では2例、50 m³水槽では1例、80 m³水槽では7例の培養を行った。

この結果、本年度のモイナ培養は、平成2年1月5日から4月

19日までに13例の培養を行い、総収獲量は16.23億個体、日平均生産量は641.3万個体/日、単位生産量は12.20個体/日・m³であった。収獲したものの内訳は、生餌料として0.44億個体、冷凍餌料として、14.65億個体、元種として、1.11億個体を使用した。生餌料と冷凍餌料を併せた15.09個体のうち、マガレイ、ハタハタにそれぞれ8.21億個体、5.01億個体、マダラに、1.87億個体を供給した。

本年度の培養は、概ね順調に経過し、総生産量は当初目標の12億個体を生産することができた。また、20m³水槽1例では、耐久卵を保有した親虫が、計数時に506万観察されたので、培養12日目に加温をストップし、耐久卵の確保を試みた。その結果、培養22日目に収獲を行い、340万個体の耐久卵を収獲した。しかし、ワムシ収獲機でゴミと耐久卵を分離途中で耐久卵が収獲ネットから抜け、最終的に分離できたのは10万粒であった。

2) 夏期の冷凍用餌料の培養結果

培養の結果概要を表2に示した。20m³水槽では1例、80m³水槽では14例の培養を行った。

この結果、平成2年5月28日から9月20日までに15例の培養を行い、総収獲量は27.17億個体、日平均生産量は893.6万個体/日、単位生産量は12.44個体/日・m³であった。収獲したものの内訳は、元種として、1.72億個体を使用し、残り25.45億個体は全て次年度用冷凍餌料として凍結した。

夏場の培養は初めての試みであったが、概ね順調に経過し、総

生産量、日平均生産量、単位生産量ともに生産期の結果を上回った。

当场におけるモイナの利用状況は、冷凍餌料が主体なので、今後は、省エネが計れ、水槽の回転もスムーズに行えるシーズンオフの培養に移行してゆきたい。

表1 モイナ生産結果の概要(生産期)

水槽	培養方法	月日	期間	水量	延べ水量	水温	pH	イ-スト	モイナP4	生餌料	冷凍	元種	総収獲量	収穫回数	日平均生産量	単位生産量	培養密度	セツ 数
			(日)	(m³)	(m³)	(°C)		(kg)	(kg)	(万個)	(万個)	(万個)	(万個)	(回)	(万個)	(万/ 日/ m³)	(個体/ ℓ)	(万個)
20-2	バッチ	1.05-	1.18	14	20	21.0-21.4	7.54-7.82	6.6	5	-	3520	-	3520	1	251.4	12.57	110-1630	260
20-2	抜き取り	3.20-	4.19	31	20	20.4-23.7	7.36-7.83	29	5	4449	-	-	4449	12	143.5	7.18	130-3780	870
20-3		12.27-	1.17	22	20	11.1-23.0	7.26-7.81	7.5	5	-	-	-	-	0	-	-	350-1070	285
小計		1.05-	4.19	67	60	11.1-23.7	7.26-7.83	43.1	15	4449	3520	-	7969	13	132.8	5.95	110-3780	1415
25-5	バッチ	12.12-	12.27	16	25	20.6-21.5	7.24-7.82	8.9	5	-	9700	800	10700	1	668.8	26.75	20-4490	30
25-6	バッチ	12.20-	1.05	17	25	21.3-21.8	7.55-7.93	11	5	-	5000	1160	6160	1	362.4	14.49	10-2464	84
小計		12.12-	1.05	33	50	20.6-21.8	7.24-7.93	19.9	10	-	14700	1960	16860	2	510.9	20.44	10-4490	114
50-3	バッチ	1.11-	1.29	19	50	22.1-23.0	7.28-7.83	17.4	12.5	-	10800	-	10800	1	568.4	11.37	40-2340	87
小計		1.11-	1.29	19	50	22.1-23.0	7.28-7.83	17.4	12.5	-	10800	-	10800	1	568.4	11.37	40-2340	87
80-1	バッチ	12.27-	1.16	21	76	21.6-23.0	7.36-7.72	29.2	20	-	18800	340	19140	2	911.4	11.99	30-2518	900
80-1	バッチ	1.19-	2.05	18	76	20.1-22.4	7.32-7.80	34.5	20	-	13750	1266	15016	4	834.2	10.98	20-2160	1203
80-1	バッチ	2.09-	2.22	14	76	21.1-22.4	7.12-7.61	33.5	20	-	14250	2400	16650	2	1189.3	15.65	160-2480	1208
80-1	抜き取り	3.01-	4.02	33	76	21.6-22.9	6.96-7.78	80	20	-	25350	870	26220	2	794.6	10.45	120-3450	1252
80-4	バッチ	1.05-	1.23	19	76	21.7-22.1	7.29-7.50	35.4	20	-	12675	1843	14518	6	764.1	10.05	40-1990	900
80-4	バッチ	1.28-	2.13	17	76	21.4-22.5	7.38-7.88	19	20	-	24500	1208	25708	2	1512.2	19.90	50-3220	1266
80-4	バッチ	2.19-	3.02	12	76	22.0-23.0	7.15-7.73	30	20	-	8125	1252	9377	2	781.4	10.28	370-1940	2400
小計		12.27-	4.02	134	76	20.1-23.0	6.96-7.88	261.6	140	-	117450	9179	126629	20	945.0	12.43	20-3450	9129
総計				253				342	177.5	4449	146470	11139	162258	36	641.3	12.20		

表2 モイナ生産結果の概要 (シーズンオフ)

水槽	培養方法	月日	期間	水量	延べ水量	水温	pH	イ-スト	モイP4	生餌料	冷凍	元種	総収獲量	収穫回数	日平均生産量	単位生産量	培養密度	セツ 数
			(日)	(m³)	(m³)	(°C)		(kg)	(kg)	(万個)	(万個)	(万個)	(万個)	(回)	(万個)	(万/ 日/ m³)	(個体/ ℓ)	(万個)
20-1	抜き取り	5.28- 6.27	30	20	600	18.8-25.1	6.71-8.27	20	5	-	-	3665	3665	4	122.2	6.11	20-2130	23
小計		5.28- 6.27	30	20	600	18.8-25.1	6.71-8.27	20	5	-	-	3665	3665	4	122.2	6.11	20-2130	23
80-1	バッチ	6.17- 7.10	24	76	1824	21.8-24.1	7.30-7.83	46	20	-	10730	-	10730	1	447.1	5.88	30-1470	525
80-1	バッチ	7.16- 7.31	16	76	1216	23.4-25.6	6.99-7.77	38.5	20	-	18150	2175	20325	2	834.2	10.98	100-2670	1400
80-1	バッチ	8.06- 8.21	16	78	1248	22.8-26.3	7.17-7.93	35	20	-	14760	1980	16740	2	922.5	13.41	80-2100	1140
80-1	バッチ	8.27- 9.07	12	79	948	23.3-25.5	7.01-7.91	34.5	20	-	22500	-	22500	1	1875.0	23.73	100-2850	1380
80-2	バッチ	6.27- 7.24	28	76	2128	21.0-25.4	6.69-7.88	54.5	20	-	9450	1256	10706	1	382.4	5.03	100-1520	2010
80-2	バッチ	7.31- 8.10	11	78	858	23.4-25.3	7.19-7.71	24.5	20	-	20500	1320	21820	1	1983.6	25.43	100-3200	1160
80-2	バッチ	8.21- 9.06	17	78	1326	23.5-25.5	7.15-7.84	42.5	10	-	17000	1290	18290	1	1075.9	13.79	150-4080	1080
80-3		6.22- 7.18	27	76	2052	21.0-26.0	7.17-7.78	42	20	-	-	-	-	0	-	-	10-2180	700
80-3	バッチ	7.27- 8.09	13	76	988	22.4-25.7	7.23-7.55	29	20	-	16500	-	16500	1	1269.2	16.70	180-2240	1015
80-3	バッチ	8.16- 9.03	19	79	1501	23.7-25.9	7.07-7.83	37.5	10	-	28500	1580	30080	2	1583.2	20.04	130-3580	900
80-3	バッチ	9.06- 9.20	15	79	1185	19.6-22.7	7.05-7.78	36	10	-	16640	-	16640	1	1109.3	14.04	70-2430	1290
80-4	バッチ	6.21- 7.16	26	76	1976	21.8-24.9	7.09-7.96	65	20	-	13250	1400	14650	1	509.6	7.41	50-1700	430
80-4	バッチ	7.24- 8.05	13	80	1040	23.7-25.4	7.46-7.64	32.5	20	-	28500	1140	29640	1	2280.0	28.50	110-3700	1256
80-4	バッチ	8.10- 8.27	18	80	1440	24.0-26.2	7.21-7.54	36.5	20	-	15500	1380	16880	1	937.8	11.72	320-2110	1320
		8.31- 9.18	19	79	1501	21.3-23.6	7.13-7.86	27.5	10	-	22500	-	22500	1	1184.2	14.99	100-2800	1580
小計		6.17- 9.20	274	77.7	21231	19.6-25.3	6.69-7.96	581.5	260	-	254480	13521	268001	17	978.1	12.28	10-3700	17186
総計			304		21831			601.5	265		254480	17186	271666	21	893.6	12.44		

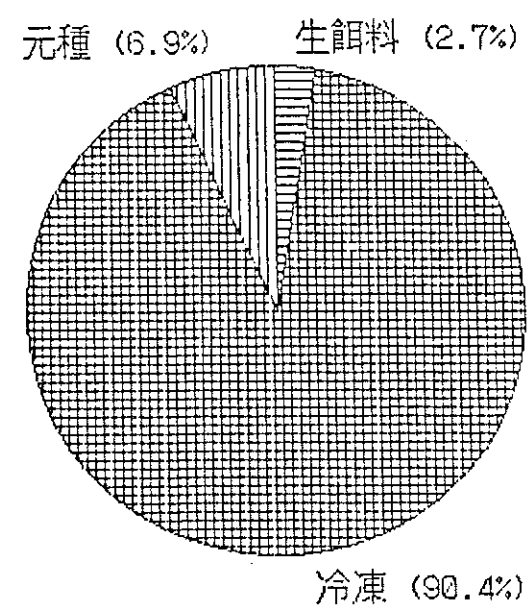


図 1 収獲量の内訳

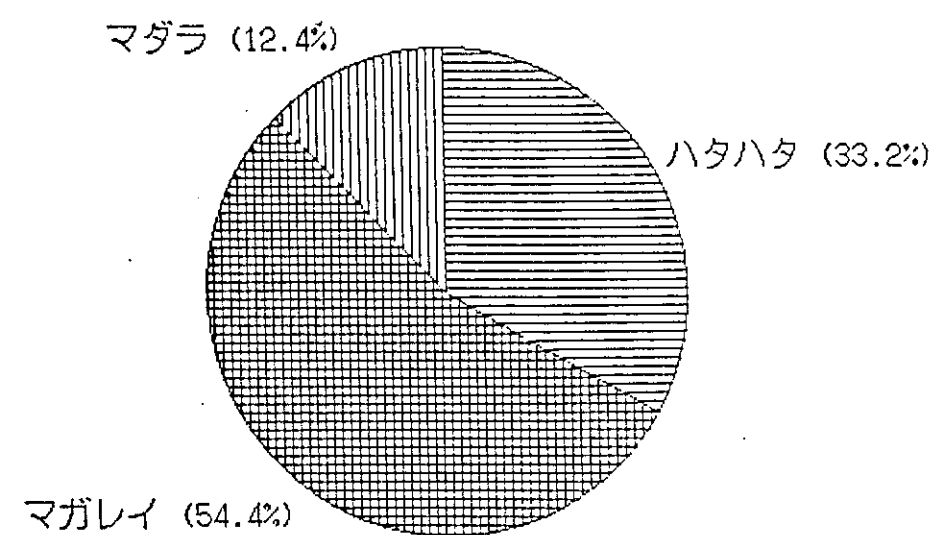


図 2 魚種別の使用

オゾン実用化試験について

有瀧 真人

與世田 兼三

オゾンは浄水、し尿施設、工業用水処理プラントの殺菌装置として多く用いられている。しかし、海産生物の飼育水を殺菌する場合には一般的でなく、その毒性や残留性についての知見は、甚だ少ない。

当事業場では閉鎖飼育系水槽の殺菌装置としてオゾン発生装置を購入した。今回その実用化を検討するため、以下の試験を行ったのでその概要を報告する。

1. オゾン溶解試験

オゾンが海水中にどれだけ解け込むかを、発生機のガス量や処理水量を変えて検討した。

1) 材料と方法

オゾン発生機

オゾン発生機はコーヨーテックスのKW701KとKA30を用いた。主な仕様は以下のとおりである。

	KW701K	KA30
オゾン発生量 (g/h)	8.4	3.0
消費電力 (KW)	0.7	0.3
空気源	除湿空気	同左
発生源冷却法	水冷	空冷

* 除湿には冷凍式及び、ヒートドライヤーを用いている。

オゾン処理槽

処理水にオゾンを十分に溶解させるため、塩ビパイプ製（径200mm、高さ2m、容量40ℓ）の処理水槽を使用した（図1）。

オゾン濃度の測定方法

オゾン濃度の測定には“けん太郎”（荏原実業KK.）を用いて行った。測定可能濃度は、0.02～2ppmである。

試験区

①止水にした処理槽に、オゾンガスの流量を変えて1分間流し、それぞれ処理水のオゾン濃度を測定した。ガス流量はKW701Kは5、10、15ℓ/分、KA30は2、5、8ℓ/分とした。

②オゾンガス流量を一定（KW701Kは10ℓ/分、KA30は8ℓ/分）にし、処理槽へ10、20、30、40ℓ/分注水しながら処理水のオゾン濃度を測定した。

2) 結果

試験結果を表1、図2、3に示した。これらの結果から両機とも止水の場合、添加するオゾンガス流量に比例して処理水のオゾン濃度が増加して行くことが明かとなった。またガス流量を一定にして、処理水の流量を変えた場合もKW701Kは相対的に処理水中のオゾン濃度は変化していった。

2. オゾン処理水の細菌数

0.02、0.05、0.08、0.12ppmのオゾン濃度で処理した海水の細菌数のチェックを行った。検査の方法は処理水をゾーベル培地に塗布し、20℃のインキュベーター内で48時間放置した後、コロニーを計数して行った。その結果、オゾンの濃度

が0.05 ppm以上であれば、完全に殺菌されており、0.02 ppmでもかなりの殺菌効果があることが示された(表3)。

3. 活性炭によるオゾンの除去試験

処理水中の残留オゾンは活性炭によって除去できるという情報を得たため、この方法を用いて残留オゾンの除去試験をおこなった。

1) 材料と方法

オゾン発生機はKW701Kを用いた。処理槽及び測定方法は前出のものと同様である。オゾン除去は以下の方法で行った。

①処理槽の底面に活性炭を詰め、底面から処理水を抜いて残留オゾンの除去を図った(図4-1)。

②処理水の出口に活性炭を詰めた加圧式のストレーナーを設置し残留オゾンの除去を図った(図4-2)。

③処理水の出口に活性炭を詰めた径50^{mm}の塩ビパイプを設置し残留オゾンの除去を図った(図4-3)。

2) 結果

試験の結果を表4に示す。これらの結果から、活性炭はたしかに残留オゾンを処理する作用は有るものの、その効果は極めて小さく、この方法による完全な除去は不可能であることが明かとなった。

4. バッ気処理による残留オゾンの除去試験

前回の試験では、活性炭を使用して残留オゾンを除去しようと試みたが、活性炭の効果は小さく、完全に取り除くことは不可能であった。そこで今回は、バッ気処理による残留オゾンの除去試験を行った。

1) バッ気時間と処理水中の残留オゾン濃度

処理水槽に30分間オゾンを添加し、その後バッ気しながら5分おきに、処理水中の残留オゾン濃度を測定した。なお、バッ気量は15.6ℓ/分で、発生機はKW701Kで行った。処理槽は前出のものと同様である。

試験の結果を表5、図5に示した。試験は3回行ったが結果はほぼ同じで、バッ気5分後に残留オゾン濃度は試験開始時の5~11.4%に減少し、15~20分後には1%にまで減少した。

2) バッ気処理を行った海水での生残試験

上記の試験でおよそ20分間バッ気を行えば残留オゾンの濃度は試験開始時の1%にまで減少することが明かとなった。ニジマスで行った試験では、残留オゾンの安全濃度は0.002 ppmであるという。そこで今回は、前回の試験結果をもとにバッ気処理を行い、0.002 ppm以下になったと思われる時に魚を処理水に入れて生残状況を観察した。

試験方法は処理槽で一定濃度(0.04~0.03 ppm)のオゾン海水を作り、それを一定時間バッ気槽でバッ気処理を行なった後、飼育槽に添加した(図6)。バッ気処理後のオゾン濃度は測定機の測定限界濃度(0.02 ppm)より薄いため、前出の試験結果から推定した。処理槽は前出の試験と同じものを、バッ気槽は200ℓダイライト水槽、飼育槽は70ℓテントルを用いた。なお、試験には全長70.1~105.2mmのマダイとクロダイを1回に5尾ずつ使用した。

試験の結果を表6に示した。試験は、バッ気処理前の残留オゾン濃度0.04~0.03 ppm、バッ気量15.6ℓ/分、バッ気

時間、10、20、40分の海水で飼育試験を行った。それぞれのオゾン濃度はバツ気処理10分が0.0016~0.0028 ppm、20分が0.00037~0.00042 ppm、40分ではそれ以下と推定された。しかし、その海水に魚を入れたところ、バツ気処理10分のものは20分後に、20分のものは50分後に、40分のものは90分後に斃死した。そこでバツ気量を46.5ℓ/分にし、バツ気時間を10、20、30、50、100分で飼育試験を行ったが、これも90分に内に全て斃死した。

この結果から次の2点が推察される。

① 残留オゾンが0.003~0.004 ppmの濃度ではバツ気処理によるオゾンの除去作用が2 ppmの場合と異なり、推定値ほど除去されていなかった。

② 海産魚の場合、ニジマスとオゾンに対する耐性が異なり、0.002 ppm以下の残留オゾンで致死に至る。

①については現在のところ0.002 ppm以下の濃度で測定できないため、次の試験ではオゾンの致死濃度について検討を行う事とする。

5. オゾン致死濃度試験

先にも述べたように、ニジマスについては残留オゾンの安全濃度は0.002 ppmという知見が得られているが、海産魚のオゾンの安全濃度については明らかにされていない。そこで今回はこれらの知見を得るため、オゾン処理水を希釈して魚の致死濃度試験を行った。

1) 材料と方法

試験は残留オゾン濃度0.03 ppmの海水を、規定の濃度に希釈し、その中にクロダイを入れて斃死状況を観察した。試験は2回行い、1回目は0.03~0.0003 ppmの濃度で5段階に分けて、2回目は0.006~0.0006 ppmの間で6段階に分けて行った。試験には30ℓパンライト水槽を用い、供試魚は全長70~100 mmサイズのクロダイを、1回につき2尾ずつ使用した。なお発生機はKW701Kを、処理槽は前出のものと同様である。

2) 結果

試験の結果を表7に示した。1回目の試験では0.003 ppmより濃度の高い区では19時間以内にすべて斃死したが、0.0006及び0.0003 ppmの区では24時間後も生存していた。より細かい濃度で行った2回目の試験では、0.003 ppm以上の濃度では6時間以内にすべて斃死し、0.0015~0.0006 ppmの範囲では24時間後も生存していた。以上のことからクロダイにおける24時間生残濃度は0.002 ppm以下であることが推察される。

今後は更に、この濃度での連続注水による飼育試験を行い、長時飼育しても安全であるかを確認する必要がある。

またこの結果から、先に行ったオゾン濃度0.04、0.03 ppmのバツ気処理による除去試験では、推定したほどオゾンが除去されていないことも明かとなり、バツ気処理による完全なオゾンの除去は困難であると考えられる。

6. 希釈したオゾン海水を用いた長期飼育試験

前記の試験では希釈したオゾン海水を使用して24時間生存する濃度を検討した。その結果0.002 ppm以下であれば24時間は生存することが確かめられた。そこで今回は0.002及び0.001 ppmに希釈したオゾン海水を連続注水して飼育を行い、その生残状況を観察した。

1) 材料と方法

試験は処理槽で0.04 ppmのオゾン海水を作り、それを海水で0.002及び0.001 ppmに希釈後、連続的に注水して飼育を行った(図7)。オゾン発生機はKW701Kを、処理槽は前出のものと同様である。またオゾン海水と海水を混合するミキシングタンクには200ℓのダイライト水槽を、飼育水槽には500ℓパンライト水槽を用いた。供試魚には先の試験に用いたのと同サイズのクロダイを1回に3尾ずつ使用した。

2) 結果

試験の結果を表8に示した。0.002 ppmの濃度では試験開始3日後に斃死したものの、0.001 ppmでは試験期間中(1週間)生存した。このことから長期飼育するには0.001 ppm以下の濃度にしなければならないことが明かとなった。

7. 総括

1) 試験結果のまとめ

今回行った試験の結果以下のことが明かとなった。

①海水中のオゾン濃度はオゾンガスの吹き込む量に比例して高くなり、KW701Kでは最大1分間に40ℓの海水を0.12 ppm

に、KA30では同じく0.08 ppmの濃度に処理できた。

②オゾンの殺菌能力は0.05 ppm以上の濃度であれば完全で、0.02 ppmでも85.2%の殺菌効果がある。

③処理後の残留オゾンは活性炭やバク気処理で除去することは困難である。

④オゾンの24時間生存濃度は0.002 ppm以下であり、0.001 ppm以下でないと1週間生存できない。

2) 問題点と今後の試験の進め方

試験開始当初、オゾンは非常に不安定な物質であり、淡水にオゾン処理を行った場合、2分から20分(メーカーによって値が違う)で半減してしまい、活性炭やバク気処理を施せばさらにその分解速度は早くなるということであった。しかし今回行った試験から海水に吹き込んだオゾンは非常に安定したもので、活性炭やバク気処理で取り除くことはできなかった。またその毒性も強く、0.001 ppm以下でないと飼育に適さないほどである。

三菱電機が発表した知見(オゾンによる養魚用海水の処理技術)によると、“海水をオゾンで処理した場合、オゾンは残留性のあるオキシダントを生成し、これが魚類に対して毒性があるので、海水による飼育にオゾンを用いる場合は特別に配慮が必要である。”とある。また“このオキシダントは海水中に含まれる臭素イオン(約60 mg/ℓ)とオゾンが反応したものであり、次亜臭素酸イオン(BrO^-)や臭素酸イオン(BrO_3^-)という形で存在する。このオキシダントは魚類に対して強い毒性があり、寿命が長い(半減期1から2日)。”ともいっている。三菱電機では触媒を用いて残留オキシダントの除去を行っているが、触媒の種類や量など詳しい、

データは示されていない。

今回行ったバク気処理による除去試験では、オゾン濃度が0.0004 ppm以下になっているはずなのに供試魚は90分以内にすべて斃死してしまった。これは海水中にオゾンの形で残留していたものは、バク気によって推定した濃度に除去されたものの、オキシダントが除去されないため、この毒性によって斃死したと考えられる。また希釈したオゾン処理水の飼育試験でも、淡水の安全濃度より低いレベルで斃死しているが、これも前記と同様に測定されない残留オキシダントがかかわっていると推測される。このようにオゾン処理を行った海水では、残留オゾンよりも残留オキシダントの残留性が強いため、今後試験を進めるに当たって以下の項目を主眼に行い、基礎的な知見の集積に勤めなければならない。

① 残留オキシダントの測定方法の検討

② 残留オキシダントを指標とした試験のやり直し

③ 残留オキシダントの除去方法の検討

③についてはチオ硫酸ソーダを用いて還元し除去する方法や、活性炭を多量に使用した除去方法などの情報もあるため、これらについても早急に検討する必要がある。

表1 止水にした場合のオゾンガス流量と処理水中のオゾン濃度

機種	水温 (°C)	水量 (ℓ)	ガス流量 (ℓ/分)	オゾン濃度 (ppm)	処理時間 (分)
KW701K	21.5	40	5	0.03	1
KW701K	21.5	40	10	0.08	1
KW701K	21.5	40	15	0.12	1
KA30	16.9	40	2	0.03	1
KA30	16.9	40	5	0.05	1
KA30	16.9	40	8	0.08	1

表2 処理水量を変えた場合の処理水中のオゾン濃度

機種	水温 (°C)	水量 (ℓ)	処理水量 (ℓ/分)	ガス流量 (ℓ/分)	オゾン濃度 (ppm)
KW701K	17.3	40	5	10	0.30
KW701K	17.3	40	10	10	0.16
KW701K	17.5	40	20	10	0.16
KW701K	17.3	40	20	10	0.10
KW701K	17.1	40	20	10	0.08
KW701K	17.1	40	30	10	0.12
KW701K	16.8	40	30	10	0.04
KW701K	21.5	40	40	10	0.08
KW701K	21.5	40	40	10	0.08
KW701K	17.5	40	40	10	0.07
KA30	16.9	40	10	10	0.05
KA30	16.9	40	20	10	0.05
KA30	16.9	40	30	10	0.05
KA30	16.9	40	40	10	0.04

表3 オゾン処理水中の細菌数

オゾン濃度 (ppm)	処理前細菌数 ($\times 10^2$)	処理後細菌数 ($\times 10^2$)	殺菌率 (%)
0.02	61	9	85.2
0.05	132	0	100
0.08	88	0	100
0.12	88	0	100

表4 活性炭による残留オゾンの除去試験

除去方法	処理前オゾン濃度 (ppm)	処理後オゾン濃度 (ppm)	水温 (°C)
底面	0.30	0.12	17.3
底面	0.16	0.05	17.3
底面	0.10	0.02	17.5
底面	0.08	0.05	21.5
底面	0.07	0.02	17.5
ストレーナ	0.04	0.03	16.8
塩ビパイプ	0.04	0.02	16.5

表5 バッ気処理による残留オゾンの除去試験

水温 (°C)	水量 (ℓ)	ガス流量 (ℓ/分)	ガス時間 (分)	オゾン濃度 (ppm)	減少率 (%)
15.2	40	15.6	0	2.0	100
			5	0.1	5
			10	0.08	4
			15	0.02	1
14.9	40	15.6	0	1.6	100
			5	0.14	8.7
			10	0.08	5
			15	0.04	2.5
			20	0.02	1.25
15.1	40	15.6	0	1.4	100
			5	0.16	11.4
			10	0.1	7.1
			15	0.05	3.6
			20	0.02	1.4

表6 バッ気処理を施したオゾン海水での飼育試験結果

水温 (°C)	ガス流量 (ℓ/分)	ガス時間 (分)	処理前濃度 (ppm)	処理後推定濃度 (ppm)	斃死時間 (分)	使用 魚種
14.5	15.6	10	0.04	0.0016~0.0028	20	マダイ
14.1	15.6	20	0.03	0.00037~0.00042	50	クロダイ
14.1	15.6	40	0.03		90	クロダイ
14.0	46.5	10	0.04		10	クロダイ
14.0	46.5	20	0.04		22	クロダイ
14.0	46.5	30	0.04		35	クロダイ
13.9	46.5	50	0.04		45	クロダイ
13.9	46.5	100	0.04		90	クロダイ

表7 希釈したオゾン海水での飼育試験結果

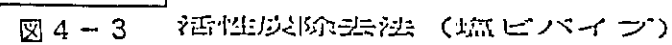
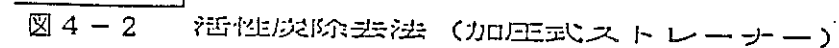
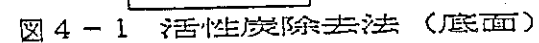
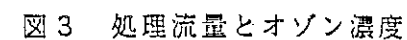
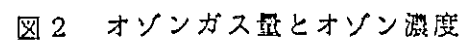
水温 (°C)	オゾン濃度 (ppm)	生残状況 (24時間後)	斃死時間
13.6	0.03	斃死	13.18分
13.6	0.006	斃死	50.95分
13.6	0.003	斃死	19時間
13.6	0.0006	生存	
13.6	0.0003	生存	
13.2	0.006	斃死	120分
13.2	0.003	斃死	6時間
13.2	0.0015	生存	
13.2	0.001	生存	
13.2	0.00075	生存	
13.2	0.0006	生存	

* 19時間後に確認
供試魚はすべてクロダイを使用

表8 希釈オゾン海水の連続注水における飼育試験結果

水温 (°C)	オゾン濃度 (ppm)	生残状況 (1週間)	斃死 時間
10.1	0.002	斃死	3日
8.9	0.001	生存	

供試魚はすべてクロダイを使用



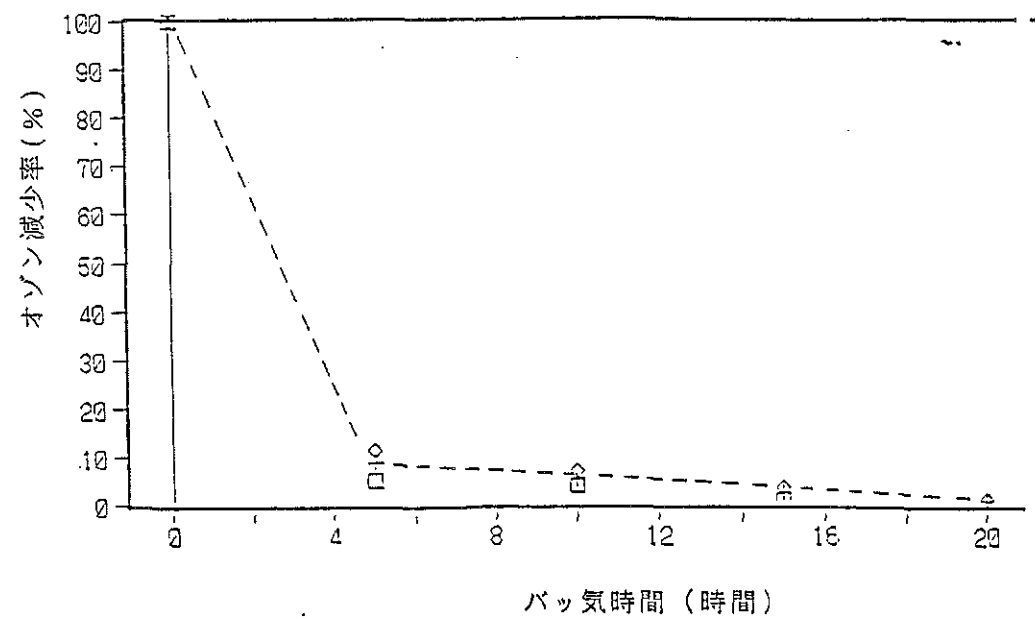


図5 バツ気時間とオゾン濃度の関係

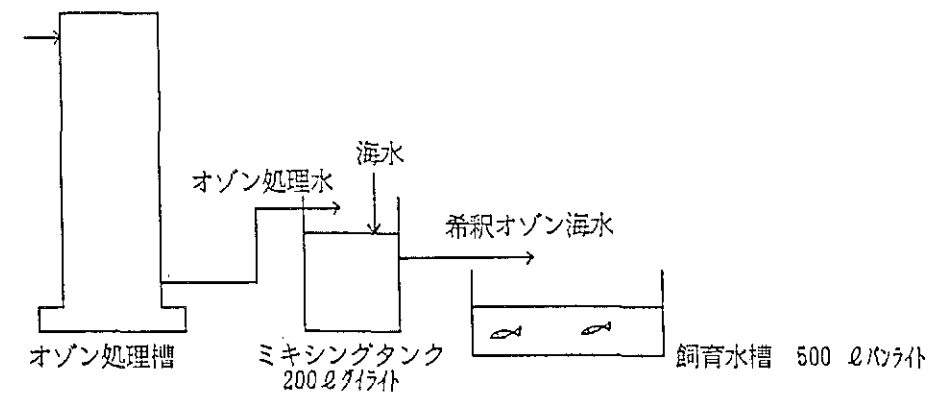


図6 希釈オゾン海水を用いた飼育

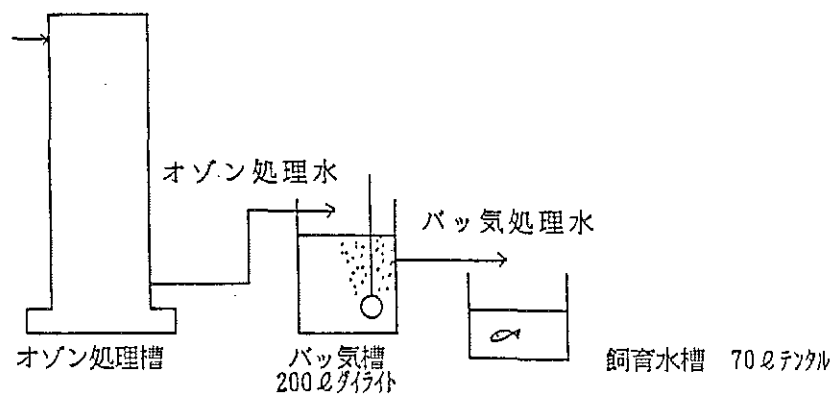


図6 バツ気処理水を用いた飼育

