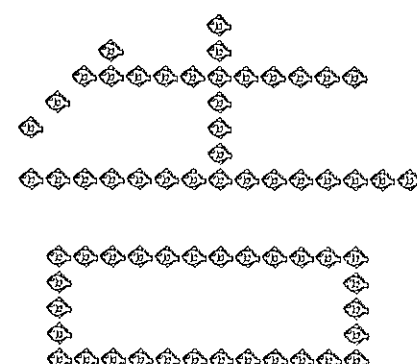
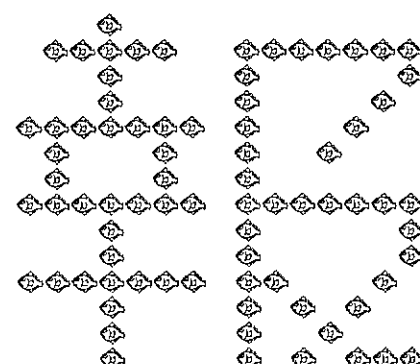
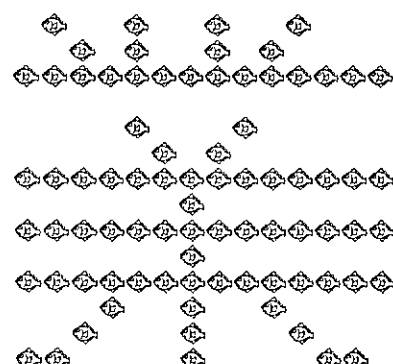
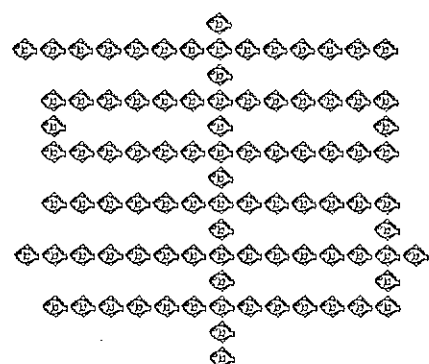
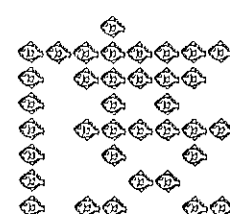
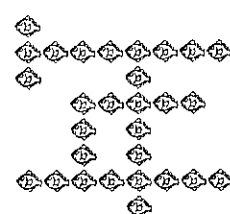
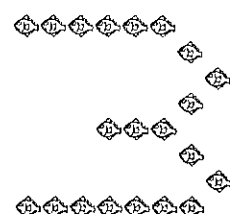
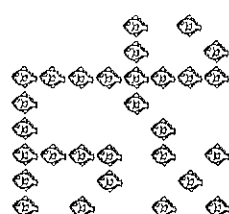
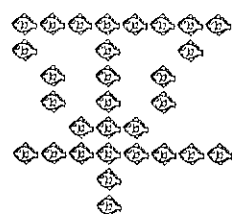


平成3年度 事業報告

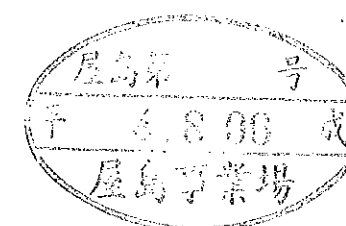
メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013628

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





能登島事業場



平成3年度事業場報告

I ハタハタ

1	親魚の養成と採卵	1～10
2	種苗量産	11～18
3	資源添加	19～29

II マガレイ

1	採卵とふ化	30～38
2	親魚養成	39～41
3	種苗生産	42～52
4	資源添加	53～65

III ホッコクアカエビ

1	親エビの確保と幼生の回収	66～73
2	養成と自然産卵	74～76
3	種苗生産	77～89
4	資源添加	90～95

IV マダラ

1	採卵とふ化	96～99
2	種苗生産	100～116
3	資源添加	117～136

V ブリ

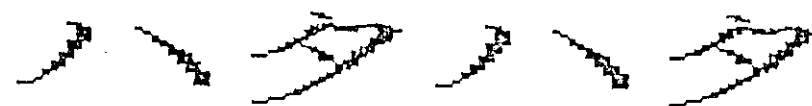
1	中間育成および放流	137～148
---	-----------	---------

VI 餌料培養

1	ナンノクロロプシス	149～156
2	珪藻	157～168
3	ワムシ	169～172
4	アルテミアノープリウス	173
5	養成アルテミア	174～175
6	淡水ミジンコ	176
7	天然プランクトン	177～178

その他

1	地先水温	179
2	積算照度	180～183



ハタハタ

親魚の養成と採卵

◎長倉 義智

有瀧 真人

1 天然魚からの採卵

(1) 秋田県産天然魚からの採卵

1) 方法

採卵に用いた親魚は、昨年同様秋田県能代市と男鹿市北浦に産卵のため接岸してくる季節ハタハタで、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水槽にストックしたものである。採卵は人工授精により、表1のように平成2年12月21～22日に行なった。用いた雌親魚は能代市産が1137尾、北浦産580尾の計1717尾であり、その平均体長は202mmであった。

採卵方法は従来の通りの穴あき卵と分離卵の他、分離卵の受精率、ふ化率向上のためにハンドリングを少なくする目的で、吸水時に板状に卵を固めた板卵を作製する方法で行なった。

人工授精した卵は、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3年1月23日に無水輸送により当場に搬入した。このうち、404卵塊は宅配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、さらに、このうち8卵塊は、宅配便で1日到着が遅れた場合を想定して、当場に届いてから、さらに24時間冷蔵庫内に静置しておき（箱詰めしてから48時間）、管理水槽へ収容した。

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、強い通気と流水で、分離卵はビン型ふ化器に、1基当たり6～7万粒収容して流水で管理した。また、板卵は図1のように、板卵の中に被覆番線をとおして水中に固定し、通気と流水で管理した。

ふ化開始後は、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。

なお、穴あき卵、分離卵、板卵について前期、中期、後期の3段階に分けて、ふ化仔魚の飢餓試験（SAI）を行なった。試験方法はハタハタの場合、長期間管理が必要となるため、30ℓパンライト水槽で20ℓの飼育水に50尾のふ化仔魚を収容し、水温の外気温による変動を防ぐため、ウォーターバス方式とし、水槽外に海水を流して管理した。さらに、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った。

SAI値は昨年と同様の式により算出した。

2) 結果及び考察

天然魚から採卵した卵のふ化結果を表2に示した。

1月23日に秋田から搬入した卵数は穴あき卵195.6万粒、分離卵20.7万粒、板卵20.1万粒の合計236.4万粒であった。

ふ化は、採卵初日の12月21日から39日目の1月29日から始まり毎日のふ化仔魚数は図2に示すとおりで、2月3日からは1日に1万尾を越えるふ化がみられ、2月28日に終了した。得られ

たふ化仔魚は、穴あき卵区 130.5 万尾（ふ化率 66.7%）、分離卵区 12.5 万尾（同 60.4%）、板卵区 11.9 万尾（59.2%）の合計 154.9 万尾（同 65.5%）であった。

今年度は、穴あき卵、分離卵、板卵でふ化率に差がみられなかった。また、板卵についてはふ化開始が大幅に遅れたため、通気をかなり強めにしたところ、その直後、ふ化を開始し、図 2 のようにふ化前半で、ほとんどふ化してしまった。このことは、ふ化できずにいたものが強い通気という刺激で一気にふ化したものと思われる。このように、ハタハタのふ化には、外からの刺激が必要であろうことが推察された。

宅配便で輸送した穴あき卵は良好な状態で輸送でき、表 2 に示すように、ふ化率も電車輸送した卵とかわらなかった。さらに、宅配便の到着が 24 時間遅れたことを想定して行なった実験区でも同様の結果であった。このように、昨年同様、宅配便で卵を輸送することは問題ないことがわかり、さらに、今年は宅配便到着が 1 日遅れても問題ないことがわかった。

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があっても、この時間内に対応できれば問題ないが、ハタハタの場合、再度の採卵が困難な魚種のため、宅配便の利用にはさらに慎重をきする必要がある。

飢餓試験結果を表 3 に示した。SAI 値は穴あき卵については昨年同様、ふ化期間を通じてあまり差がなく、活力の差も少ないものと思われる。これに対して、分離卵、板卵では、前期に若干低く、板卵では後期の SAI 値が非常に低かった。このように、板卵ではふ化期間中のふ化仔魚の活力差がかなりあるものと推定される。こ

れについては、通気が弱すぎた等の板卵の管理上の問題があり、特に、ふ化後期の分についてはふ化までの日数がかかりすぎたことによるとと思われる。

前述のとおり、今年度は穴あき卵と分離卵でふ化率に差がみられなかったこと、ふ化率も一応のレベルに達していることより、今後は採卵作業、その後の管理作業等の簡易な穴あき卵での採卵を中心に進めていくこととしたい。

（２）氷見産天然魚からの採卵

１）方法

採卵は富山県氷見市へ産卵のため接岸してくるもので、氷見漁業協同組合魚市場へ水揚げされるハタハタを用いて、平成 3 年 1 月 9～11 日にかけて人工授精で行なった。人工授精は、水揚げ直後のものについて、魚市場内で行ない、採卵後硬化したら（1 時間後）、有水・酸素入りで当场まで輸送した。輸送した卵塊は、重量等測定後、三角形のトリカルネットに収容し、ふ化までの間、流水で管理した。

約 1 万粒については、卵での ALC 標識が可能かどうか観察するため、2 月 11 日に 100 ppm で 24 時間、ALC 標識付けを行なった。

ふ化仔魚は、飼育水槽に収容し、飼育した（飼育結果は種苗量産の項参照）。

２）結果及び考察

採卵に用いた雌親魚の平均体長は 202 mm であり、秋田県で採卵に用いたものとほぼ同じであった（表 4）。

また、用いた雌親魚は1月9、10、11日で、それぞれ6、20、3尾の合計29尾（卵数4.3万粒）であり、1月10、11日については、氷見漁協でのその日の水揚げのほぼすべてである（表4）。

ふ化は2月27日から始まり、ふ化仔魚は2.0万尾でふ化率は46.4%であり、対照区とALC標識区でふ化率に差はなかった。

今回の採卵の前に平成2年12月28日に採卵を試みたが、漁獲される雄の数が非常に少なく、かつ未熟であり採卵できなかった。雄の数が少ないのは、このときの漁具が刺網（水深200～250m）であり魚体が小さいため抜けてしまうか、あるいは雄の回帰経路が違うことが考えられる。

その後、刺網では漁獲されなくなり、より沿岸（水深10～25m）での小型定置網により漁獲され、漁獲される雄は成熟していた。しかし、表7のように雄に対する雌の割合が1月9、10、11日と経時的に減っており、産卵済個体が沖へ移動していることが推定され、さらに、その中で抱卵雌の割合が少なくなっていることから、本年の場合、産卵盛期は1月上旬の非常に短いせいぜい1週間ほどと思われ、1月10日すぎは、もう産卵終期に入っていたものと思われる。

このように、今回の調査で12月下旬に刺網により沖合から沿岸へ産卵に参加しようとする雌が漁獲され、その後、沿岸で産卵を行っているものが小型定置網で漁獲される構図が推定できた。また、水揚げ直後のものを用いれば人工授精できることがわかった。

今後は、採卵の可能性、特に入手可能尾数等の検討が必要である

と思われる。

2 親魚の養成

（1）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面を使用して行った。

2年群－1

平成2年に種苗生産した稚魚（ALC標識魚）を引き続いて20m³水槽で飼育を行った。飼育水は冷却機を使用して冷却し、飼育水槽には生物ろ過槽を使用し、換水を押さえて、さらに、水槽上部を断熱材質のテントで覆って水温の上昇防止と省エネを図った。

底掃除は適宜行い、換水は紫外線照射した海水の流水式（10ℓ／分）とし、餌料はオキアミ、イサザアミ、イカナゴを与えた。

2年群－2

平成2年に種苗生産した稚魚（無標識魚）を引き続いて10m³水槽で飼育を行った。平成2年群－1と同様に、飼育水は冷却機を使用して冷却し、生物ろ過槽を使用し、断熱テントで覆って飼育した。換水は、底掃除毎に1m³の注水を行い、餌料はオキアミ、イサザアミ、イカナゴを与えた。

3年群－1

平成3年5月4日にALC標識魚（ふ化仔魚でALC標識）4527尾を20m³水槽に収容した。餌料にはイサザアミ、オキアミ

、イカナゴの他に栄養面の改善を図る目的で、自動給餌機で配合飼料を与えた。

また、去年は細菌性疾患と思われるものにより、特に収容直後の6、7月の斃死が多かったため、この間は10日に1回（2日間）、エルバージュの経口投与を行った。

3年群－2

平成3年5月29日に氷見産親魚より得られた稚魚781尾を10m³水槽に収容した。餌料には、イサザアミ、オキアミ、イカナゴの他、配合飼料を与えた。

なお、3年群についても冷却機及び生物ろ過槽を使用したことは2年群と同様である。

（2）結果

養成結果を表8に、養成中の水温を図4に、生残曲線を図5に示した。

2年群

2年群－1は平成3年1月16日に全数（201尾）を10m³水槽へ移槽した。2年群は図5－1、－2のように収容直後から斃死が多くその間投薬を行ったりしたものの完全に斃死がおさまることがなく、2年群－1は4月28日に2年群－2は5月24日に生残が0尾となった。

3年群－1

収容後、7月まではほとんど斃死がなく、順調であったが、8月に入り、細菌性と思われる疾病が発生し、経口及び浸漬による投薬をきめ細かく行ったものの斃死がおさまらず、9月9日に10m³水槽へ、さらに9月26日に500ℓ水槽へ移槽したものの10月15日に生残が0尾となった。

3年群－2

収容する前から稚魚の状態が悪かったこともあり、収容直後から斃死が多く、投薬を行ったものの8月17日には生残が0尾となった。

以上のように、2年群及び3年群－2は収容直後から斃死が多く、結局斃死がおさまることなく、全滅してしまった。一方、3年群－1は、収容直後は状態がよく、7月末までは、これまでにないよい状態であった。しかし、結局は斃死がみられるとおさまることなく、全滅してしまった。この場合、魚は摂餌が悪くなったので経口による投薬をやめ、浸漬による投薬を行ったものの効果がなかった。これらの斃死の状況・過程は非常に似ており、今後、斃死の原因について本当に細菌性疾患によるものなのか、飼育水槽等の飼育環境によるものなのか究明し、対処する必要がある。

表1 秋田で漁獲された天然魚からの採卵結果

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2年12月21～22日
体長 (能代)	♀ 202mm (160～232)
(北浦)	♀ 201mm (140～241)
親魚数 (能代)	♀ 1137尾
(北浦)	♀ 580尾
(合計)	♀ 1717尾
方法	人工授精

表2 秋田で漁獲された天然魚から得られた卵のふ化結果

		穴あき卵			分離卵	板卵	合計
		電車輸送	5℃宅配便				
			24時間	48時間			
搬入	月日	H3.1.23	H3.1.23	H3.1.23	H3.1.23	H3.1.23	
	卵重量 (g)	26300	9516	184	3800	3700	43500
	卵数 (万粒)	142.9	51.7	1.0	20.7	20.1	236.4
ふ化	月日	H3.1.29~2.22	H3.1.30~2.21	H3.2.2~19	H3.2.1~19	H3.2.13~28	
	仔魚数 (万尾)	91.3	38.4	0.82	12.5	11.9	154.9
	ふ化率 (%)	63.9	74.3	82.0	60.4	59.2	65.5
積算水温* (°D)		409	414	436	432	541	

* ふ化開始時までの積算水温

表3 ふ化仔魚のSAI値

	穴あき卵			分離卵			板卵		
	ふ化前期	ふ化中期	ふ化後期	ふ化前期	ふ化中期	ふ化後期	ふ化前期	ふ化中期	ふ化後期
期 間	2.3 ~3.2	2.12~3.11	2.17 ~3.21	2.7~3.6	2.10~3.6	2.16 ~3.19	2.15 ~3.18	2.16~3.22	2.22~3.23
(日 数)	(28)	(28)	(33)	(28)	(25)	(32)	(32)	(35)	(30)
SAI値	208.3	205.5	234.5	185.0	197.5	234.4	167.3	264.9	57.0

* 水温 8.53℃ (6.3~10.8)

表4 氷見で漁獲された天然魚からの採卵結果

		1 回目	2 回目	3 回目	合計
採卵 月日		H3.1.9	H3.1.10	H3.1.11	
卵塊数 (個)		6	20	3	29
卵数 (粒)		10672	28537	3894	43103
卵重量 (g)		257	577	87	921
卵径 (mm)		3.48 (3.29 ~ 3.70)	3.33 (3.03 ~ 3.59)	3.65 (3.45 ~ 3.90)	
親魚数 (尾)	♀	6	20	3	29
	♂	9	14	25	48
体長 (mm)	♀	222 (196 ~ 239)	195 (161 ~ 254)	205 (197 ~ 212)	202 (161 ~ 254)
	♂	151 (131 ~ 191)	167 (135 ~ 211)	170 (135 ~ 222)	166 (131 ~ 222)

表5 氷見で漁獲された天然魚から得られた卵のふ化結果

		対照区	A L C 標識区	合 計
卵塊数 (個)		22	7	29
卵数 (粒)		32700	10400	43100
ふ化 月日		H3.2.27 ~ 3.14	H3.2.27 ~ 3.16	
		(16)	(18)	
仔魚数 (尾)		14958	5053	20011
ふ化率 (%)		45.7	48.6	46.4
仔魚の体長 (mm)		12.3 (11.5 ~ 13.0)	12.6 (11.4 ~ 13.6)	
積算水温 (°D)		447.1	447.1	

表6 氷見由来卵の性状

平均卵塊重量 (g)	31.7
	(10.9 ~ 72.2)
平均卵径 (mm)	3.49
	(3.03 ~ 3.90)
平均卵重量 (mg)	22.2
	(20.2 ~ 24.1)
1 卵塊当たりの	1486
推定卵数 (粒)	(539 ~ 3572)

表7 氷見沿岸でのハタハタの漁獲・成熟状況

＼漁獲年月日	H2.12.28	H3.1.9	H3.1.10	H3.1.11
漁具	刺網	小型定置網	小型定置網	小型定置網
漁獲場所	雨晴沖 (水深200～250m)	雨晴沿岸 (水深10～25m)	同左	同左
雌雄比(♀:♂)	19:1	3.4:1	2.8:1	0.53:1
雌全体に占める				
産卵済雌の割合(%)	0	54.8	48.7	69.2
抱卵雌の割合(%)	100	45.2	51.3	30.8
雄の成熟度	未熟	成熟	成熟	放精済と思われる個体多し

表8 親魚の養成結果

	2年群-1	2年群-2	3年群-1	3年群-2
収容年月	2.4.24	2.5.26	3.5.4	3.5.29
尾数	4482	3571	4527	781
飼育水槽	20m ³	10m ³	20m ³	10m ³
水温	9.6	8.1	9.2	11.9

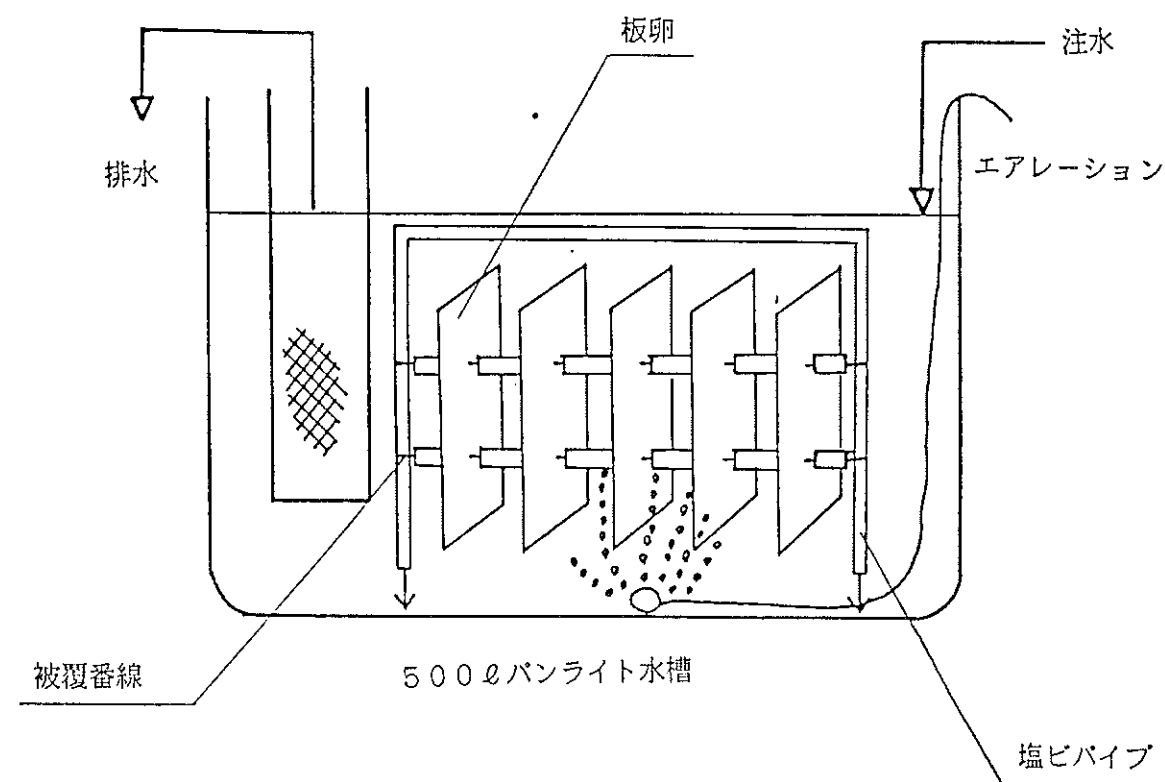


図1 板卵の管理方法

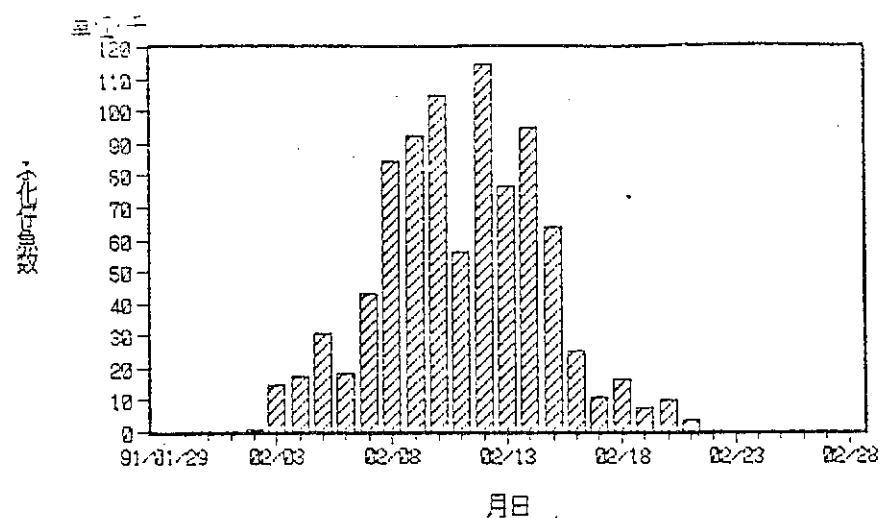


図 2 - 1 穴あき卵のふ化仔魚数

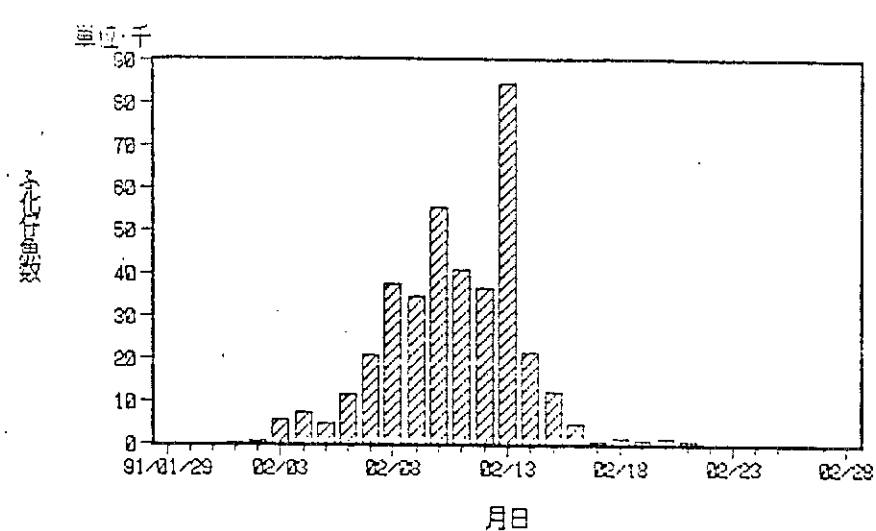


図 2 - 4 宅配区卵のふ化仔魚数

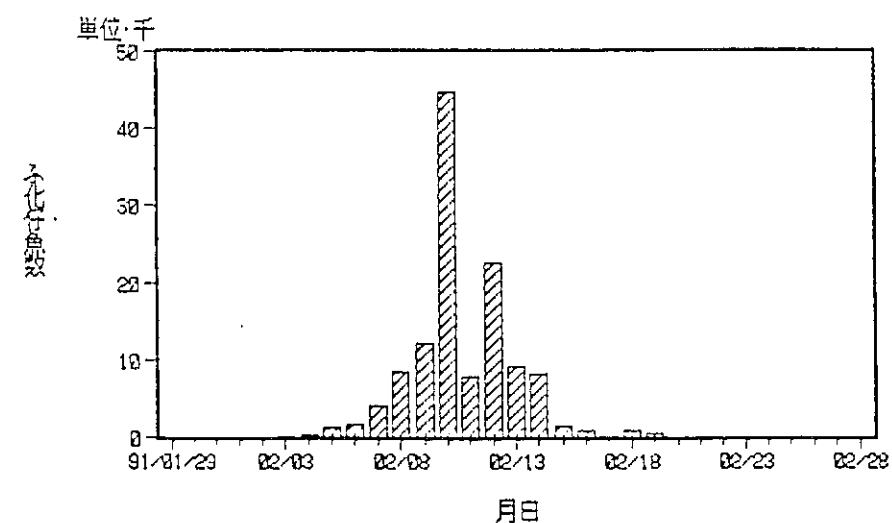


図 2 - 2 分離卵のふ化仔魚数

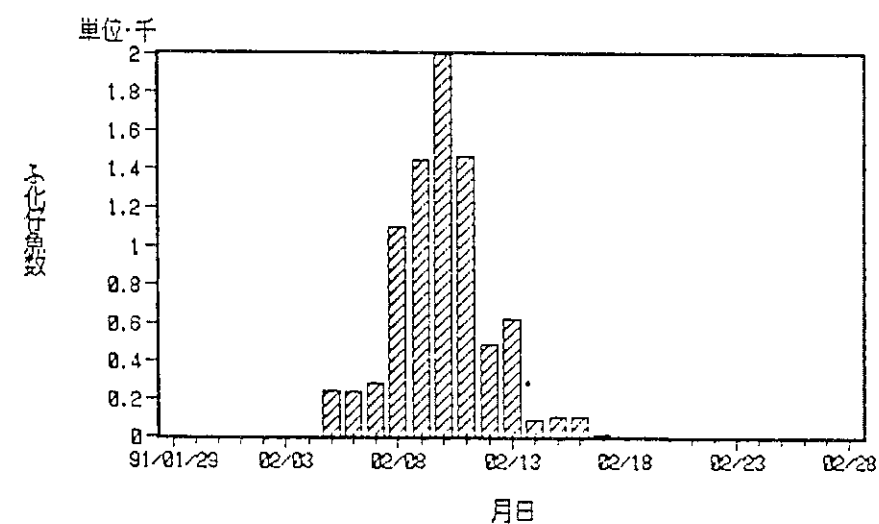


図 2 - 5 宅配遅延区のふ化仔魚数

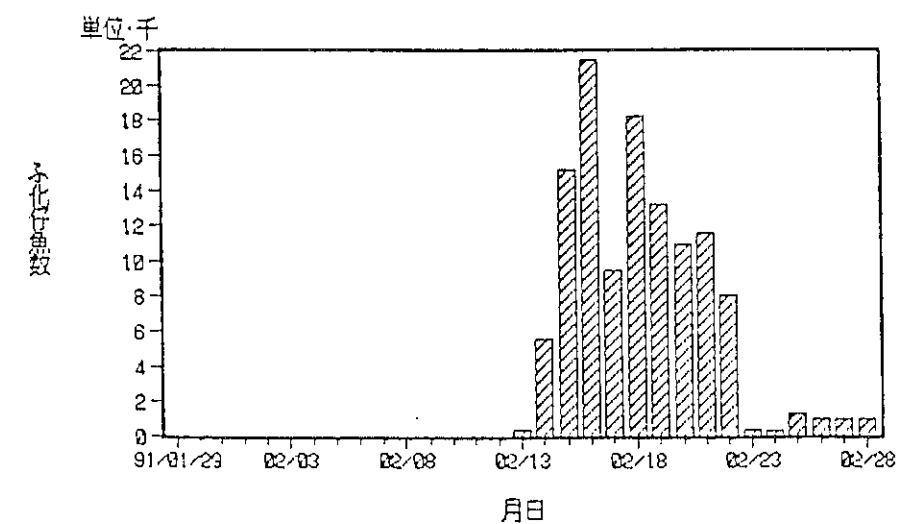


図 2 - 3 板卵のふ化仔魚数

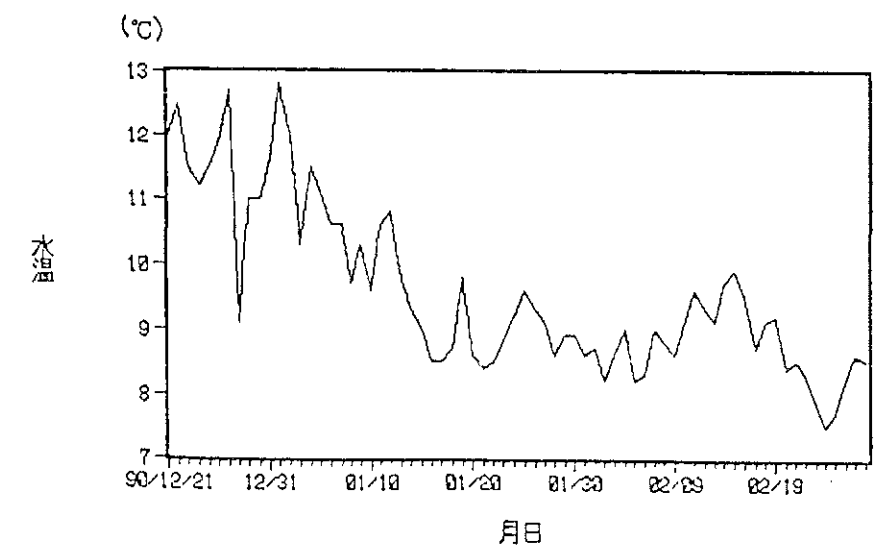


図 3 卵管理水温の推移 (秋田県産)

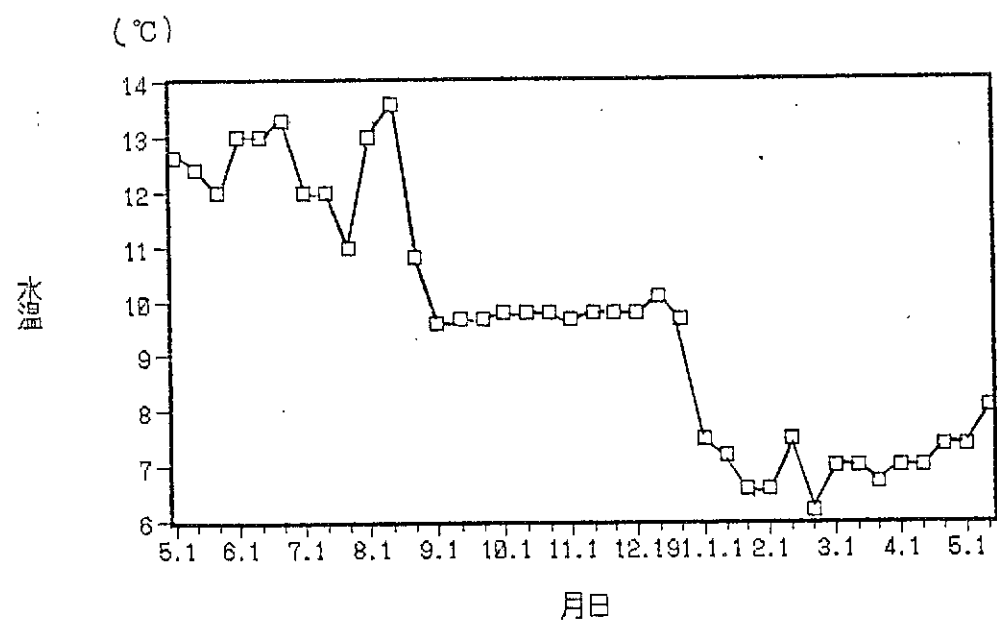


図4-1 2年群-1の養成飼育中の水温

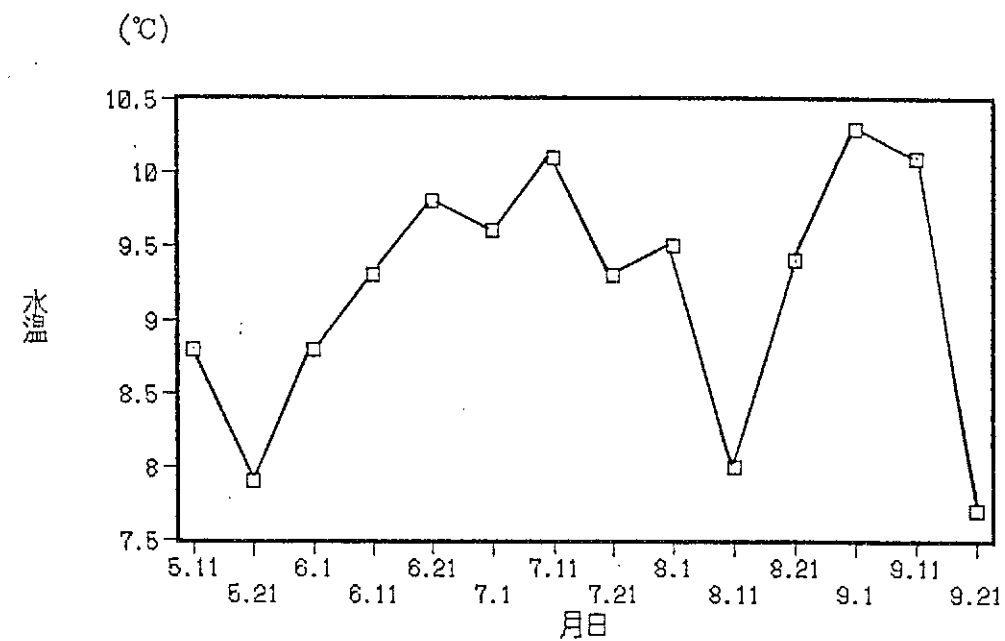


図4-3 3年群-1の養成飼育中の水温

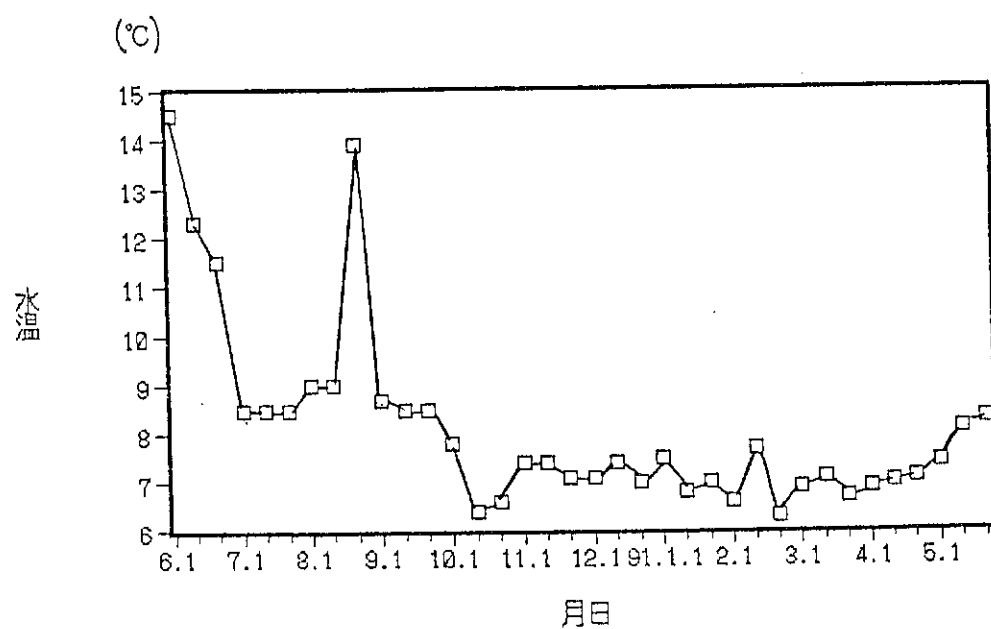


図4-2 2年群-2の養成飼育中の水温

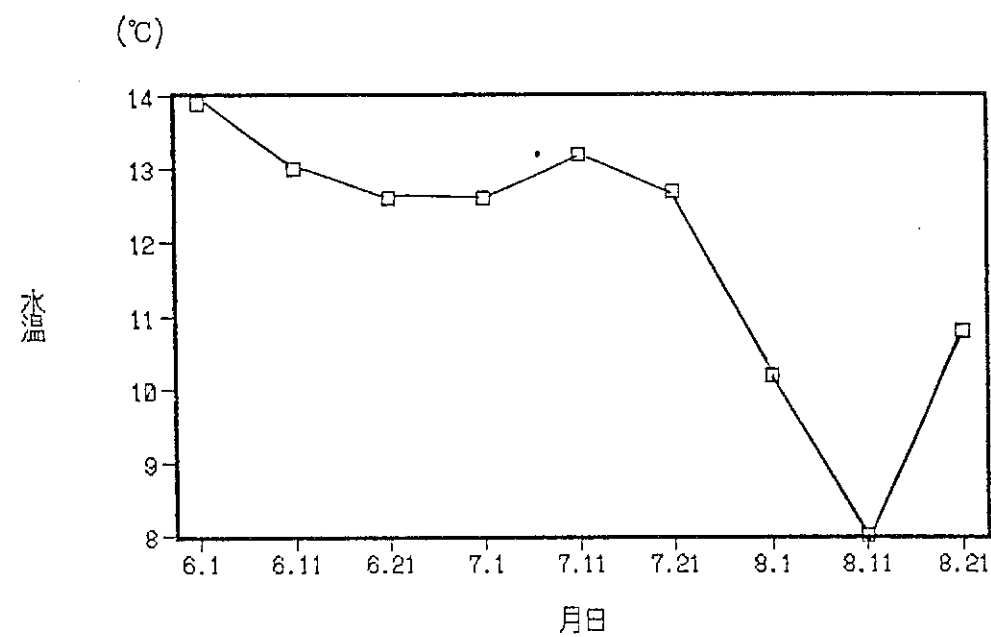


図4-4 3年群-2の養成飼育中の水温

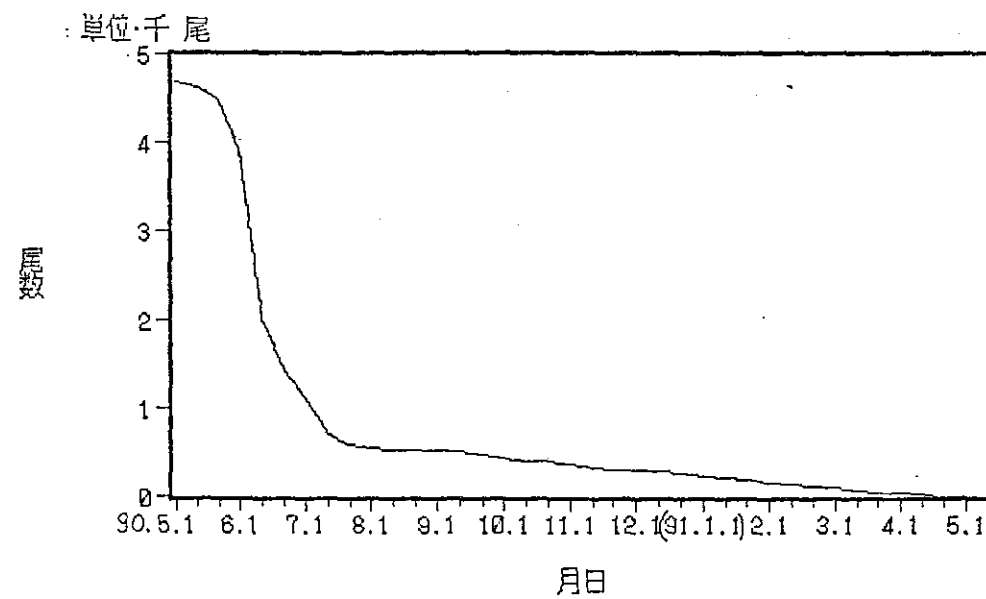


図5-1 2年群-1の養成飼育中の飼育尾数

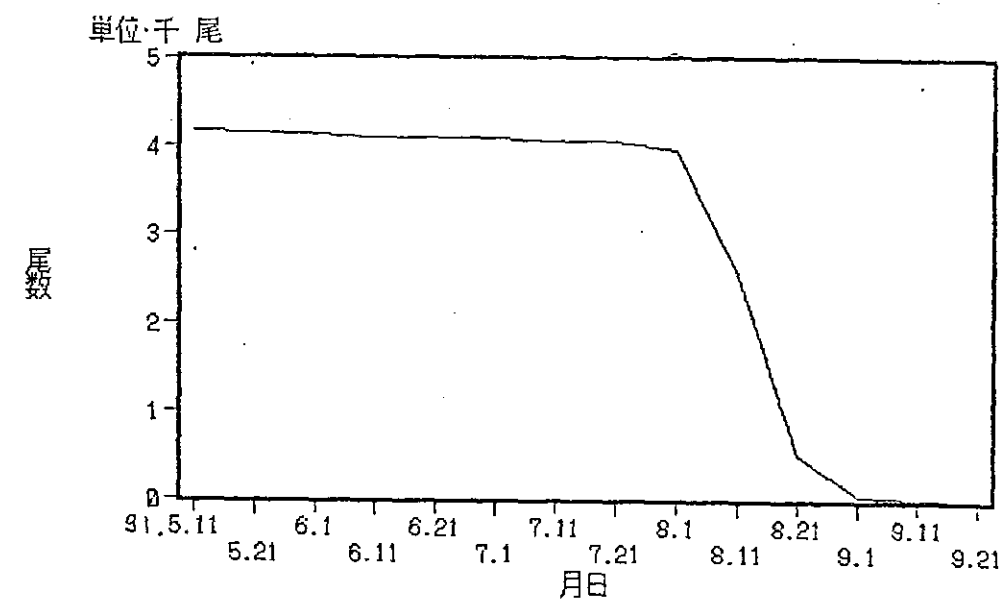


図5-3 3年群-1の養成飼育中の飼育尾数

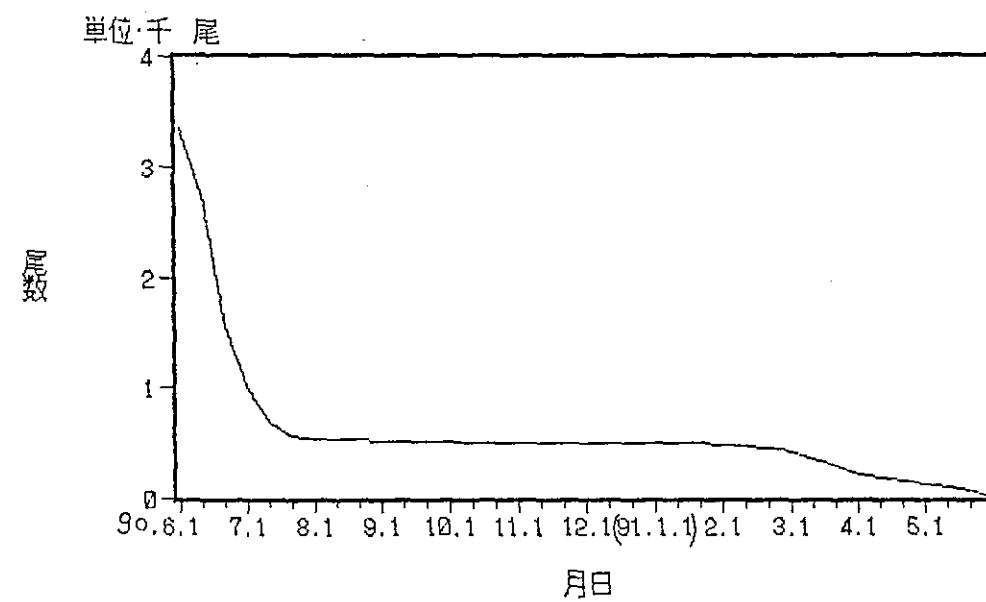


図5-2 2年群-2の養成飼育中の飼育尾数

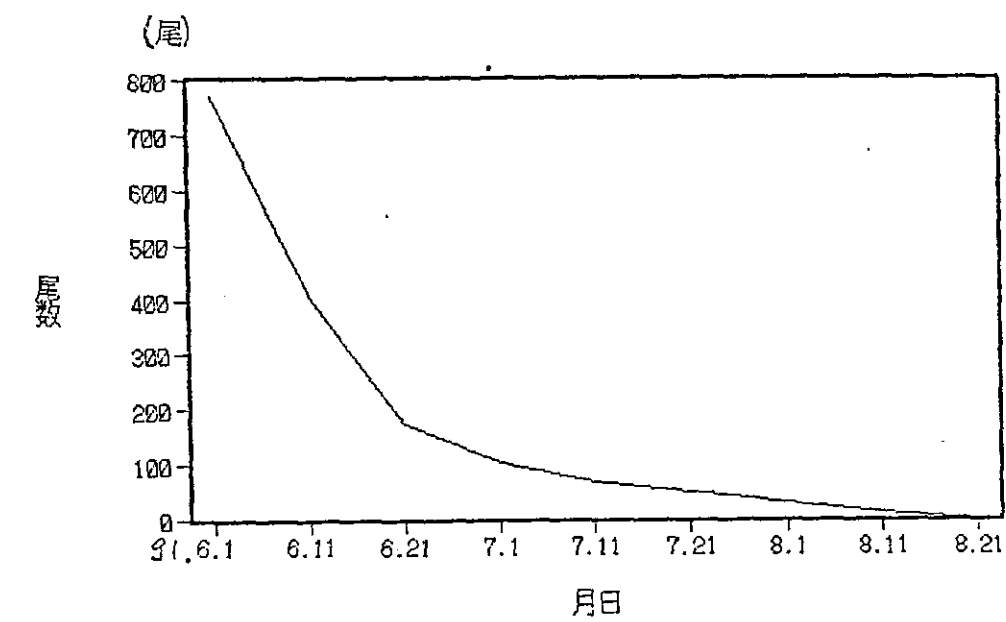


図5-4 3年群-2の養成飼育中の飼育尾数

ハタハタ

Ⅱ 種苗量産

◎ 長倉 義智

有瀧 真人

1 量産飼育

(1) 方法

量産飼育は、50 m³ 水槽 4 面と海上小割を使用して行ない、50 m³ 水槽 2 面では生物餌料アミミンチを餌料として使用し（飼育例 1、2）、残り 2 面では、配合飼料を主体とした飼育（飼育例 3、4）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、4 では 6000 尾 / m³ を目標に収容した。

飼育は自然水温で行ない、いずれも水量 50 m³ で飼育を行なった。換水は収容直後から開始し、50～600 % / 日であったが、飼育例 1、2 にくらべ、飼育例 3、4 では配合飼料の残餌による水質悪化を防止する目的で飼育初期から多く換水するようにした。

使用した餌料は飼育例 1、2 ではアルテミアノープリウス、養成アルテミア、淡水ミジンコ、天然コペポダ、アミミンチ等で 1 日 3～4 回に分けて与えた。飼育例 3、4 では配合飼料（協和醗酵工業社製初期飼料 協和 B-1、2、C-1）と夕方 1 回のアルテミアノープリウスを投与した。アルテミアノープリウスの投与量は従来の生物餌料の量の 1 / 3 とした。

飼育例 3 では配合飼料を 8～16 時の間に、1 日 6 回投餌した。

飼育例 4 では配合飼料を飼育例 3 での 1 日当たり投餌量と同量を投餌し、8～16 時まで常に投餌するようにした。しかし、途中で飼育例 4 では配合飼料の摂餌率が上がらないため、飼育例 3 と同様の投餌方法をとった。また、配合飼料への餌付けを容易にする目的でマガレイの卵を投餌した。

配合飼料の投餌は、自動給餌機を使用して行なった。

底面の汚れは毎日 1 回、底掃除機を使用して掃除した。ALC による耳石標識は平均体長 25 mm 頃から 2 回行なった。1 回目の ALC 標識と 2 回目の ALC 標識の間は 2 重のリングとするため、1 週間以上あけて行ない、標識時には 3 万尾 / m³ の密度まで減水し ALC 50 mg / ㍔ で 24 時間の標識を行なった。

飼育例 1 では ALC 標識後、作業船を使用して海上小割（3×3×3 m、8 面）に沖出しした。沖出し時、1 小割約 3 万尾を収容し、60 W 電灯 1 個を日没から翌朝まで点灯した。また、餌としては、アミミンチを投餌した。

計数は収容時にパンライト水槽で行なったものと、取揚げ時に 70 ㍔テンタルでの比色計数の 2 回行ない、海上小割では全小割について比色計数を行なった。

(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。

図 2 の生残曲線は、収容時の計数値から、毎日の底掃除で出た斃死尾数を差し引いて出したものである。また、図 2 には取揚げ時の

計数値も示した。この両者の値は飼育例 1、3、4 では、ほぼ一致しているが、飼育例 2 では、かなりの差がある。これは、飼育例 2 では飼育 49 日目（4 月 3 日）にオーバーフローにともなう魚の流出があったことによると思われる。

このように、その時々を生残状況は、収容時の計数値から底掃除により得た毎日の斃死数を差し引いていくことにより、おおよその推定ができることがわかった。

表 4 に種苗生産に使用した餌料の種類と量を示した。飼育例 1 では、ワムシを使用した。それによる生残率等の向上は見られず、ワムシの投餌は必要ないものと思われる。

生物餌料区と配合区では、取揚げサイズ、飼育日数が違うことに注意する必要があるが、配合飼料を主体とした飼育例 3、4 の生残率が、生物餌料を主体とした飼育例 1、2 より生残率が低かった。しかし、昨年配合飼料を主体とした飼育例の生残率 36% にくらべるとかなり生残率が高くなった。これは、自動給餌機を使用したきめ細かな投餌による配合飼料への餌付けの改善及び水量を昨年の 30 m³ を 50 m³ に変更したことによる水深の増加による餌付けの改善によるものと思われる。

図 1 の成長及び図 2、3 の生残曲線、斃死尾数をみると、飼育例 3、4 では飼育 25 日くらいから斃死が増加しており、これは、配合飼料に餌付かなかった小型のものが斃死したものと思われる。このことは、昨年と同様であり、そのため、図 1 のように飼育例 3、4 では、見掛け上、急激に成長がよくなったと考えられる。このように、昨年よりは改善されたものの配合飼料への餌付け方法にさらに検討を加えて、生残率を高める必要がある。

飼育例 1 では、飼育 44、45 日目に大量斃死が見られているが、これは、まだ、魚体のサイズが小さいにもかかわらず、A L C 標識をつける作業を行なったための斃死であり、その後の A L C 標識では、必ず予備試験を行ってから A L C 標識を行なったが、今後とも、A L C 標識する前には必ず予備試験を行ない、十分安全性を確認してから A L C 標識をする必要がある。

また、今年は A L C を 2 重で標識する必要から海上小割での飼育は約 10 日間と短かったこともあり、生残率は 98.1% と高かった。この短期間の飼育にもかかわらず、電照したものの成長が無灯火のものより良かった（表 2）。

2 海上小割での電照飼育試験

（1）方法

昨年、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、海上小割での一貫飼育の可能性を検討し、対照区 2.0% の生残率に対し、電照区 18.4% の生残率を得た。

今年は、天然プランクトンの他に配合飼料を投餌して、その生残を高められるか検討した。使用した施設は 3 × 3 × 3 m、380 径の小割 3 面で、2 面に 60 W 電灯 1 個を小割中央に設置し、タイムスイッチで 18 時から翌朝 7 時まで点灯した。残りの 1 面の小割は電照した小割から 2 筏分、約 20 m はなれた筏に設置し、無灯火・無投餌で飼育した。また、電照した小割のうち、1 面には、自動給餌機を用いて配合飼料を 8 時から 16 時の間に 7 回投餌した。

収容したふ化仔魚は、秋田県産の天然魚から採卵、ふ化したもので、2 月 13 日にテンタルで各区 10000 尾ずつを計数した後、

筏まで運んで収容した。

網替えは適時行ない、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5に、成長を図4に示した。

3月28、29日(飼育44、45日目)に1回目の取揚げを行ない、全計数したところ、電照区は9729尾(生残率97.3%)、電照+配合区は9878尾(生残率98.8%)であったのに対し、対照区の無灯火のものは0尾(生残率0%)であった。

対照区は飼育5日目頃には、少数の仔魚しか確認できなく、飼育15日目頃には、ほとんど確認できなかった。これは、夜間の波等によるイケス網とのスレによる減耗と思われる。

4月20日(飼育67日目)に2回目の取揚げを行ない、全計数したところ、電照区5330尾(生残率53.3%)、電照+配合区8829尾(生残率88.3%)であった。

体長30mm頃行った1回目の取り揚げでは、電照区、電照+配合区とも、ほぼ同様の生残率でほとんど残っていた。

また、体長37mm頃行った2回目の取り揚げでは、電照+配合区の方が生残が良かった。このことより、体長30mmくらいまでは配合飼料の投餌の効果がなく、その後の飼育では、天然プランクトンだけでは足りなくなったところを配合飼料を摂餌することで補うという配合飼料の投餌の効果があったものと思われる。

3 氷見産卵よりふ化した仔魚の飼育試験

(1) 方法

卵の由来、採卵方法、ふ化結果及びALC標識付けについては、

I(2)参照のこと。

ふ化仔魚は、対照区3000尾、ALC標識区3849尾をそれぞれ500ℓパンライト水槽へ収容し、飼育を開始した。

餌料としては、アルテミアノープリウス・冷凍養成アルテミア・冷凍モイナ・配合飼料を用いた。

また、底掃除及び斃死の取揚げは毎日行なった。

なお、ALC標識の確認結果はⅢ(1)参照のこと。

(2) 結果及び考察

飼育結果を表6に、成長を図5に示した。

対照区は、3月3～4日に、ALC標識区は3月4～8日にふ化仔魚を収容し、45日間飼育を行ない、4月17～18日に取り揚げた。取揚げ時(体長25mmサイズ)での生残率は、それぞれ約60%であり、両区で差がなく、量産飼育での結果とくらべ、生物餌料区より生残は落ちるものの、配合区とほぼ同じくらいの生残率であった。

また、成長については、量産飼育での結果並あるいはそれより早く良好であった。

さらに、今回の結果ではALC標識区が対照区より若干成長が悪かった。

このように、氷見産の卵由来のふ化仔魚を飼育したところ、量産飼育の配合区なみの生残が得られ、今後、漁獲直後の親魚が得られるのであれば、人工授精により得られた氷見産ふ化仔魚の飼育が可能であることがわかった。

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	飼育例 4	合計
使用水槽 (実容量) m ³	50 (50)	50 (50)	50 (50)	50 (50)	
収容月日 (日数)	91.2.4~9 (6)	91.2.13~18 (6)	91.2.9~11 (3)	91.2.11~13 (3)	
尾数 万尾	36.3	36.2	32.7	29.8	135.0
密度 尾/m ³	7260	7240	6540	5960	
取揚げ月日 (飼育日数)	91.4.6 (62)	91.4.11 (58)	91.4.23 (74)	91.4.20 (69)	
尾数 万尾	26.7	24.6	18.5	18.5	88.3
密度 尾/m ³	5340	4920	3700	3700	
全長 mm	31.0 (24.5~36.4)	32.7 (25.4~37.5)	41.0 (31.9~47.5)	40.3 (35.0~45.8)	
体長 mm	27.3 (21.5~33.7)	28.7 (25.4~33.2)	34.1 (26.7~39.6)	33.4 (28.7~37.7)	
生残率 %	73.6	68.0	56.6	62.1	65.4
飼育水温 °C	8.9 (7.5~10.1)	9.3 (7.4~11.8)	9.5 (7.5~12.4)	9.4 (7.5~12.4)	

表2 ハタハタの海上小割生産結果

	飼育例 1
沖出し 月日	91.4.6
尾数 万尾	26.7
全長 mm	31.0 (24.5~36.4)
体長 mm	27.3 (21.5~33.7)
取揚げ 月日	91.4.16、4.19
尾数 万尾	26.2
生残率 %	98.1
通算生残率 %	72.2
電照+配合区 全長 mm	37.3 (32.8~45.2)
電照区 体長 mm	32.8 (28.7~38.1)
電照区 全長 mm	37.3 (29.3~42.7)
電照区 体長 mm	33.1 (27.4~37.5)
無灯火区 全長 mm	36.0 (29.0~43.6)
無灯火区 体長 mm	31.5 (24.9~39.5)
飼育水温 °C	11.2 (10.0~12.6)

* 91.4.19 取揚げ時

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	飼育例 4	0.5 m ³ 実験区	合計
生産尾数 万尾	26.2	24.6	18.5	18.5	1.9	89.7
体長 mm	33.1 (27.4~37.5)	28.7 (25.4~33.2)	34.1 (26.7~39.6)	33.4 (28.7~37.7)	33.4 (21.5~45.8)	
利用尾数 万尾	85.0	0.5	4.2			89.7
体長 mm						
利用先	標識放流	親魚養成	標識試験等			

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	飼育例4		
ワムシ	億個体	15.4	—	—	—	—	15.4
アルテミアノープリウス	億個体	52.7	54.8	17.5	16.6	—	141.6
養成アルテミア	万個体	34070	33760	—	—	—	67830
冷凍養成アルテミア	万個体	111200	84700	—	—	—	195900
淡水ミジンコ	万個体	50000	93000	—	—	—	143000
天然コペポダ	万個体	10092	7891	—	—	—	17983
魚卵・ふ化仔魚*	万粒(万尾)	237	—	—	611	—	848
配合飼料	kg	2.7	3.1	119.1	99.3	—	224.2
アミミンチ	kg	85.7	59.0	—	—	296.0	440.7

* マガレイ卵あるいはふ化仔魚

表5 ふ化仔魚からの電照飼育試験結果

		対照区	電照区	電照+配合区
収 容	月日	H3.2.13	H3.2.13	H3.2.13
	尾数(尾)	10000	10000	10000
	体長(mm)	12.4(11.1~13.5)	12.4(11.1~13.5)	12.4(11.1~13.5)
	全長(mm)	13.1(11.7~14.2)	13.1(11.7~14.2)	13.1(11.7~14.2)
中間取り揚げ	月日(日数)	H3.3.28(44)	H3.3.28(44)	H3.3.29(45)
	尾数(尾)	0	9729	9878
	生残率(%)	0	97.3	98.8
	体長(mm)	—	29.5(23.5~31.5)	29.8(25.8~33.1)
	全長(mm)	—	33.0(26.5~34.6)	33.4(29.4~36.3)
最終取り揚げ	月日(日数)	—	H3.4.20(67)	H3.4.20(67)
	尾数(尾)	—	5330	8829
	生残率(%)	—	53.3	88.3
	体長(mm)	—	37.9(33.5~43.5)	36.3(32.1~43.1)
	全長(mm)	—	43.3(38.4~47.2)	42.4(37.1~47.8)

表6 氷見での漁獲魚より得られたふ化仔魚の飼育結果

		対照区	A L C 標識区
収 容	月日	H3.3.3~3.4	H3.3.4~3.8
	尾数(尾)	3000	3849
	体長(mm)	12.3(11.5~13.0)	12.6(11.4~13.6)
取り揚げ	月日(日数)	H3.4.17(45)	H3.4.18(45)
	尾数(尾)	1829	2228
	生残率(%)	61.0	57.9
	体長(mm)	25.9(23.2~28.1)	24.5(21.5~27.9)
飼育水温(℃)		9.4(7.8~12.1)	9.4(7.8~12.1)

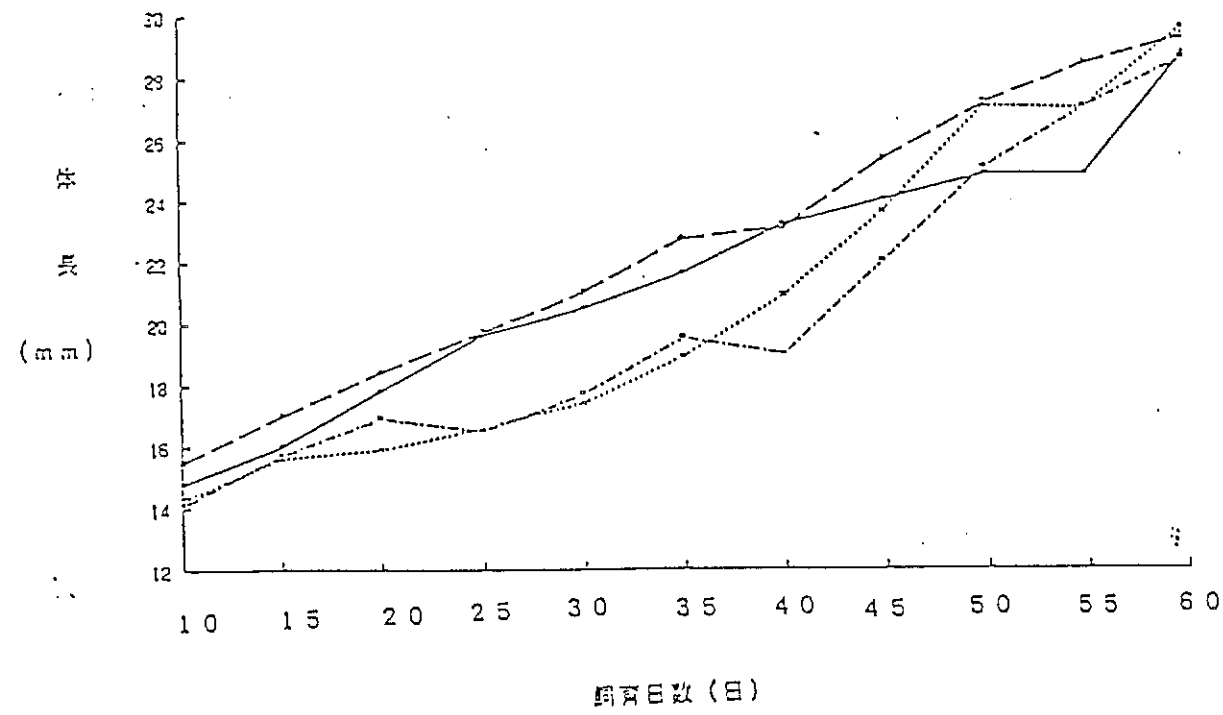


図1 50m³ 養産水槽で飼育した4例の成長
飼育例1: ●—●、飼育例2: ○—○
飼育例3: *····*, 飼育例4: ✕—✕

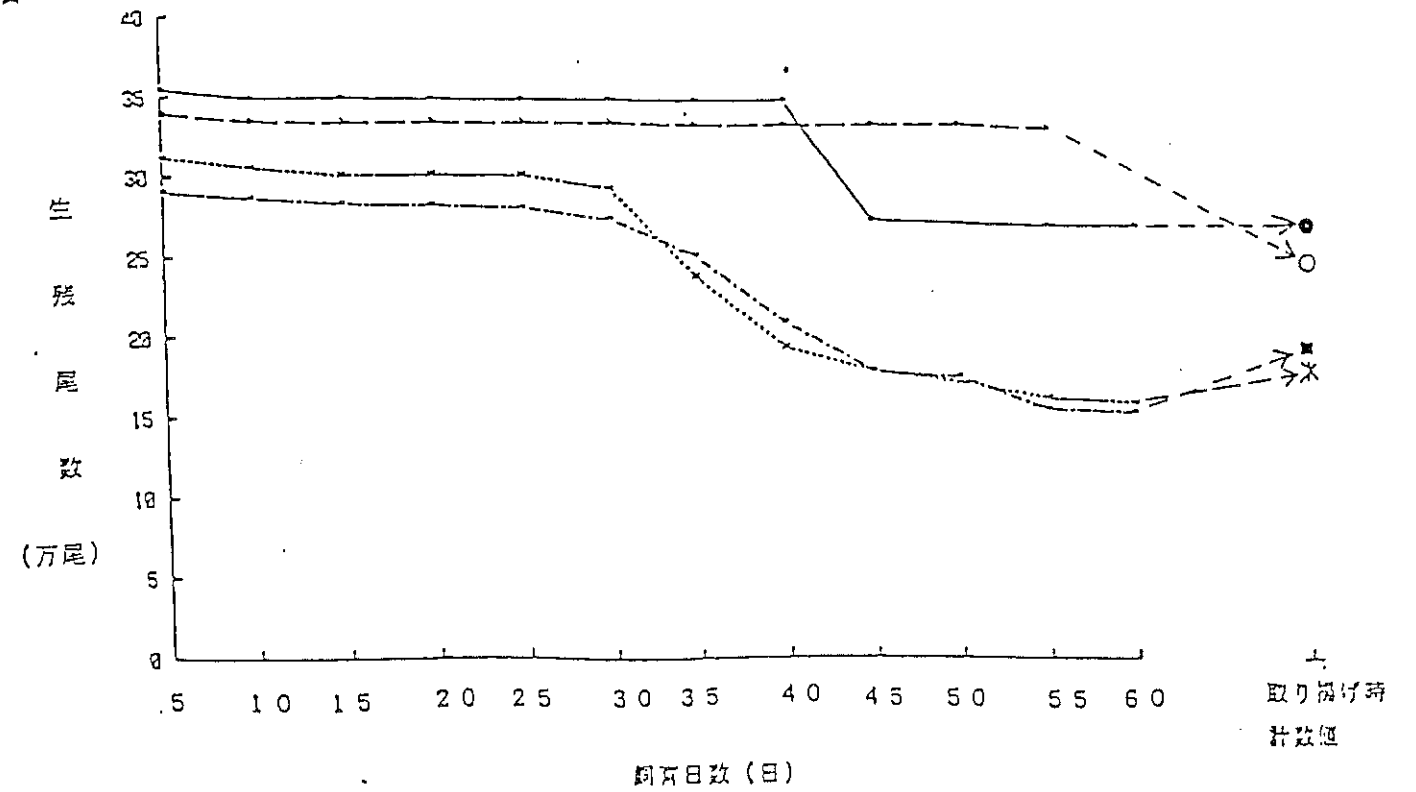


図2 50m³ 養産水槽で飼育した4例の生存数
飼育例1: ●—●、飼育例2: ○—○
飼育例3: *····*, 飼育例4: ✕—✕

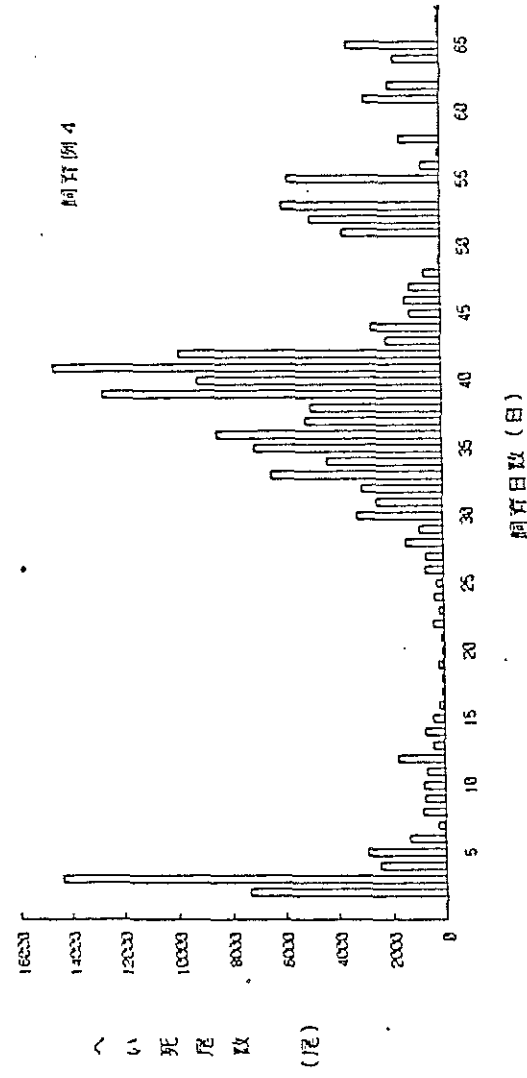
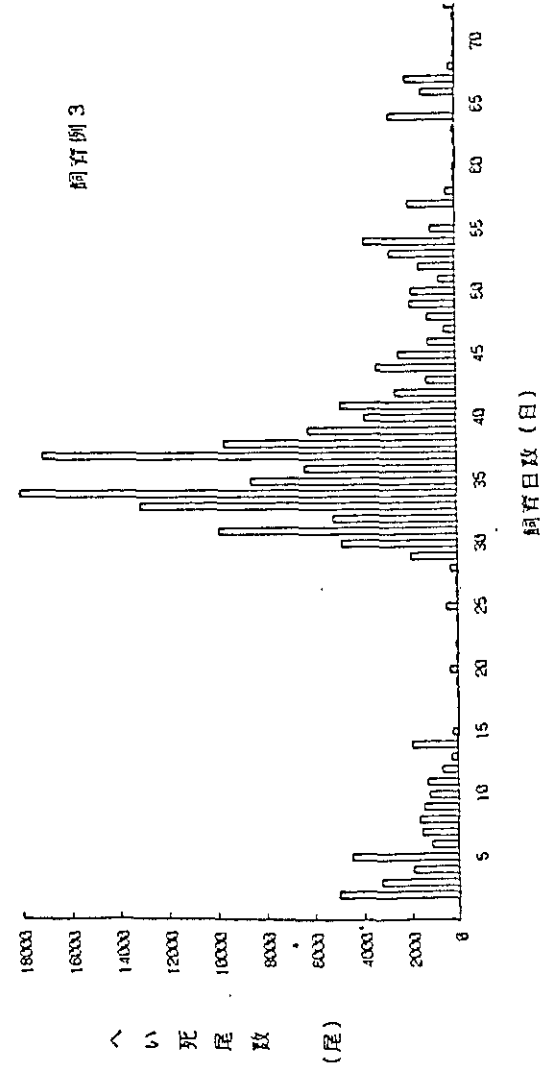
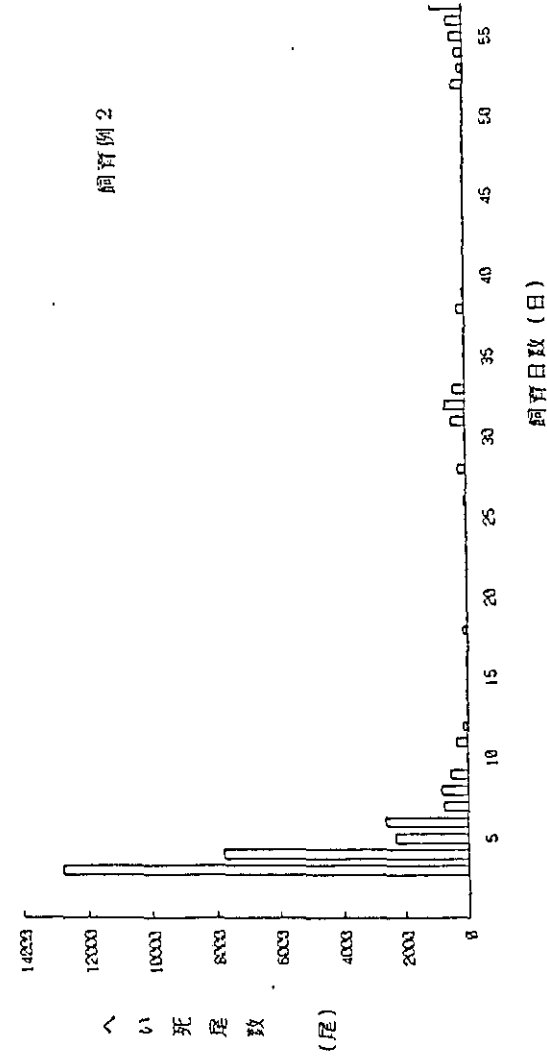
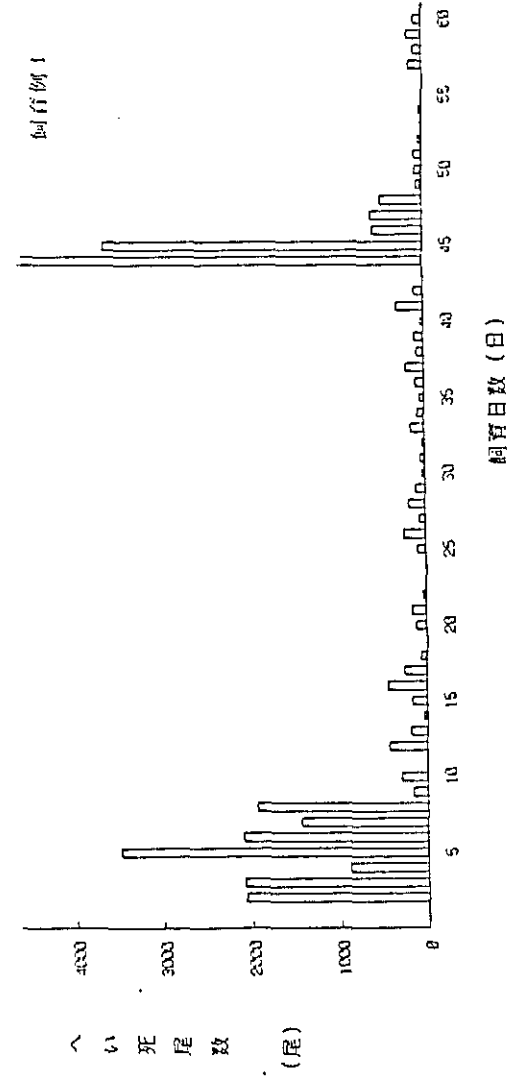


図 3 5.0 m³ 量産水槽で飼育した 4 例の日毎のへい死尾数

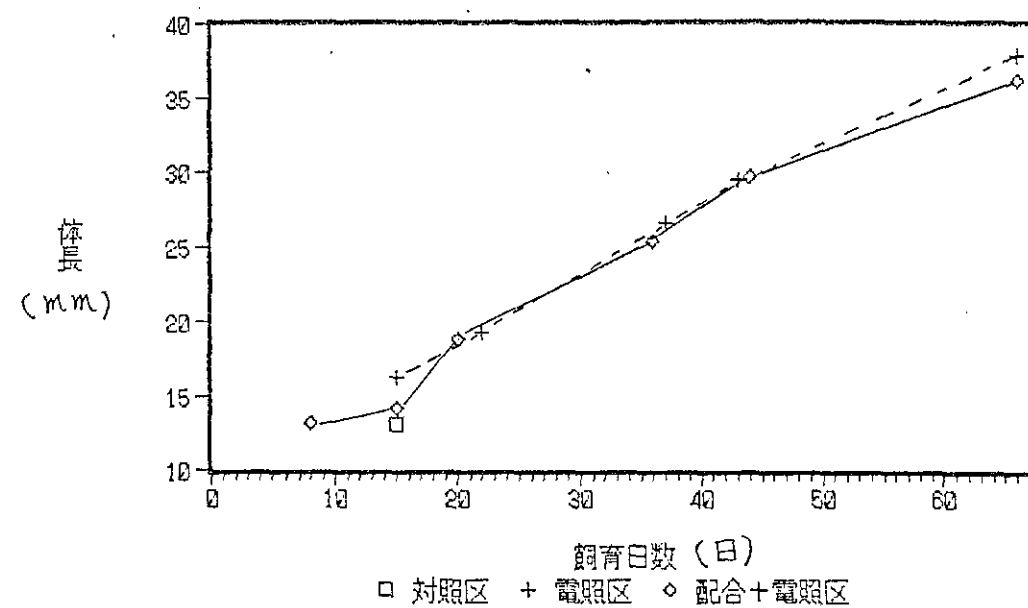


図4 海上小割でのふ化仔魚からの飼育における成長

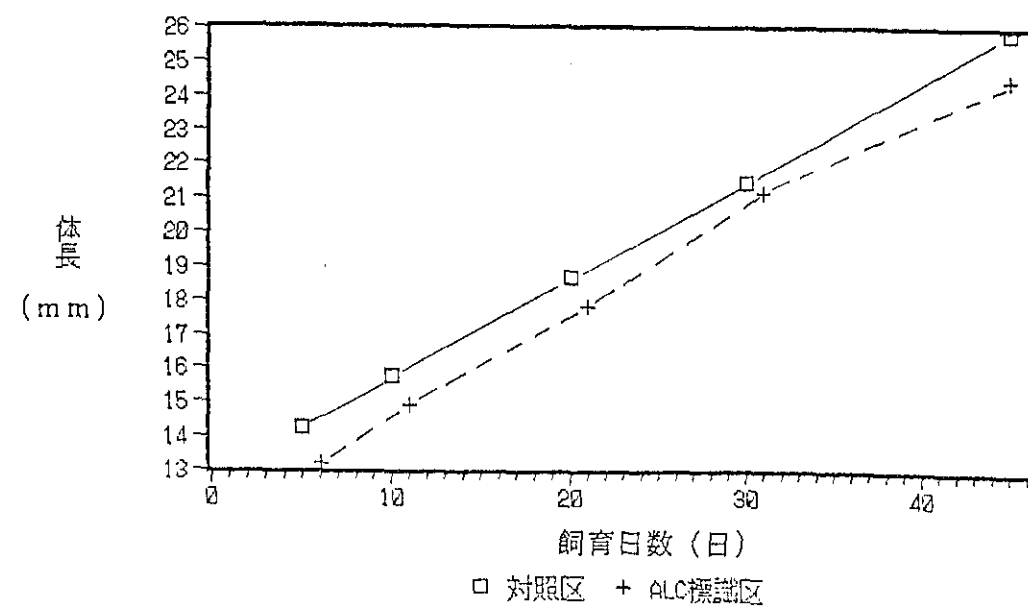


図5 氷見での漁獲魚より得られたふ化仔魚の成長

ハタハタ

Ⅲ 資源添加

◎長倉 義智

小林 真人

1 種苗の輸送・中間育成と放流

(1) 方法

種苗の輸送は11トントラック2台（秋田県1名と日裁協1名が1台に1名ずつ添乗）を使用し、3回に分けて輸送した。

トラック1台に1.2m³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、1.7万尾/m³（2万尾/水槽）の密度を目安に収容した。

輸送水槽に収容した後は当场で換水を行い、23時頃出発し、途中山形県栽培漁業センターで換水を行い、約14時間後に秋田県男鹿市北浦に到着した。

到着後は斃死の取り揚げを行い、1、2回目の輸送分は3回目輸送分と同一日に放流するため、現地の海上小割へ収容し、中間育成を行い、3回目の輸送分とともに4月24日に北浦地先に放流した。

中間育成及び放流には秋田県水産振興センター及び男鹿市漁協から多数の協力を得た。

なお、中間育成は現地（男鹿市北浦港内）の海上小割（5×5×3m）8面で行い、餌としてはアミミンチ及び配合飼料を与えた。

(2) 結果と考察

輸送概要を表1、中間育成概要を表2、放流概要を表3、そして

全体の概要を表4に示した。

輸送中の斃死は2.4万尾（生残率97.2%）、中間育成中の斃死は10.0万尾（生残率81.9%）でALC標識放流尾数は72.7万尾（全長39.1mm）であった。輸送歩留まりは97.2%であった。また、中間育成初期に斃死が見られ、放流時には斃死数が少なくなった。これは、種苗の活力が低かったこと及び輸送中のストレス、餌止めによる影響と思われる。中間育成分については、船で小割ごと引っ張り北浦港外で放流した。

トラックによる約14時間の輸送は中間育成時の生残率をみてもわかるとおり、種苗に与える影響は相当なものがあることが推定される。

中間育成後1週間ほどで斃死がおさまったことから、できれば輸送後1週間程度の現地での中間育成を行い、放流するのがよいと思われる。

2 標識魚の追跡調査

(1) 放流直後の稚魚（平成3年度放流群）の追跡調査

1) 方法

調査は秋田県と共同で開口板付き曳網、底曳網等を使用して4月10日から8月22日まで行った。15～30分間曳網し、漁獲されたサンプルは船上及び秋田県水産振興センターで分類、測定を行った。ハタハタについては、測定後耳石を摘出し蛍光顕微鏡下でALCの確認を行った。

2) 結果と考察

ハタハタ稚魚の採捕結果を表5に示した。

放流翌日の4月25日から放流後13日目の5月8日まで漁獲魚の中にALC標識魚が認められた。その後は、天然のハタハタ稚魚は獲れているが、ALC標識魚は確認できなかった。

昨年までは1週間くらいまでしかALC標識魚を追えなかったが、今年は2週間くらいまで追跡できた。また、尾数は非常に少ないものの7月末まで天然稚魚が採捕された。

放流魚は、サイズが天然魚より大きく、再捕されたALC魚も4月27日まで天然魚にくらべ大きかった。しかし、5月1日以降は天然魚と大きさはほとんど変わらなくなった。このことより、放流魚はサイズが天然魚より大きく、天然魚より早く沖へ向かったものと考えられる。そのため、5月9日以降は天然魚は獲れているものの、ALC標識魚は獲れなかったものと思われる。今後、放流魚が天然魚よりサイズが大きいのであれば、より早期に、より深海の調査を行う必要がある。

(2) 成魚（平成2年放流群以前）の追跡調査

1) 方法

昨年に引き続き、産卵のため接岸してくる親魚及び県の調査船で漁獲されたハタハタについて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、新潟県、富山県、石川県の水試・漁協を通じてサンプルを集め、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当场に搬入し、耳石を摘出して、蛍光顕微鏡下で観察した。

2) 結果と考察

ALC標識調査の結果を表6に示した。現在、6236尾について耳石の観察を行い、1尾のALC標識魚が発見された。

このALC標識魚は平成3年6月14日に“千秋丸”による調査で漁獲された184尾のうちの1尾であり、漁獲された場所は秋田県戸賀沖の水深247mの地点であった(図1)。また、このALC標識魚は体長163mmであり、大きさ等から判断して、平成元年に放流されたものと思われる。

3 卵及びふ化仔魚でのALC標識試験

(1) 氷見由来の卵でのALC標識試験

1) 方法

採卵及びALC標識は I-1-(2) を、得られたふ化仔魚の飼育は II-3 を参照のこと。

2) 結果と考察

飼育5日目では不明瞭ではあるがALCの蛍光が確認されたが、10日目以降は確認できなかった。後述する秋田県由来の卵でのALC標識試験では30日目まではALCの蛍光が確認されているが、これは、氷見由来の卵でのALC標識時期が秋田県由来の卵での標識時期より早かったためと思われる。

(2) 秋田県由来の卵でのALC標識試験

1) 方法

秋田県由来の穴あき卵を用い、1月29日（積算水温408.9°D）に各試験区卵塊約1万粒ずつを30ℓパンライト水槽（水量10ℓ）へ収容し、0、50、100、200、400mg/ℓのALCに24時間浸漬した。浸漬時、酸素による通気及びエアレーションを行い、外気温による水温の変動を防ぐため、外側に生海水を流すウオーターバスの方式をとった。浸漬後の卵塊はそれぞれ100ℓパンライト水槽中で流水式で管理した。ふ化仔魚は各区3000尾をそれぞれ500ℓパンライト水槽中で飼育した。飼育期間中は定期的にサンプリングを行い、体長等の測定を行った後、耳石を摘出し、ALCの蛍光を蛍光顕微鏡で観察した。

2) 結果と考察

ALC標識した卵のふ化結果を表7に示した。ふ化期間は2月1日～21日であり、各区でほとんど差がなかった。また、ふ化率も差がなかった。このように、ふ化への影響はなかったものと思われる。

また、ふ化仔魚の飼育結果を表8に、各区の斃死数を図2-1～-5に、成長を図3に示した。

これらによると、ALC標識による生残率、成長への影響はなかったと思われる。

なお、飼育70日目頃よりの斃死は餌料を生物餌料から配合飼料への切り替えの過程で、餌付き不良によるものと思われる。

ALCの蛍光は、ふ化後30日目には確認できたが、45日目以降はいずれの区でも確認できなかった。

以上のように、今回の方法では卵でのALC標識の卵への影響は

少なかったが、飼育途中でALCの蛍光が確認できなくなり、卵でのALC標識はできなかった。

卵でのALC標識が可能であれば、高価なALCの節約、ALC標識作業の軽減等の点から、そのメリットは非常に大きい。そのため、今後、卵でのALC標識については、標識方法等の検討を行い、さらに試験を継続する必要がある。

(3) 秋田県由来のふ化仔魚でのALC標識試験

1) 方法

平成3年2月11日に、秋田県由来の穴あき卵より得たふ化仔魚を用い、各試験区約3000尾ずつのふ化仔魚を30ℓパンライト水槽（水量15ℓ）へ収容し、0、50、100、200、400mg/ℓのALCに24時間浸漬した。浸漬時、酸素による通気及びエアレーションを行い、水温の変動を防ぐため、外側に生海水を流すウオーターバスの方式をとった。浸漬後、各区のふ化仔魚をそれぞれ500ℓパンライト水槽中で飼育した。

飼育期間中のサンプリング・餌料については前節（Ⅲ-3-(2)）と同様である。

また、5月4日に取り揚げ、対照区（ALC 0mg/ℓ区）以外の区の稚魚をまとめて、20m³水槽で飼育し、その後のALCの蛍光を観察した（飼育の詳細は I-2 参照）。

2) 結果と考察

飼育試験結果を表8に、各区の斃死数を図4-1～-5に、成長を図5に示した。取り揚げするまで、すべてのALC標識区でAL

Cの蛍光が確認できた。

しかし、図4のように飼育開始3日間の斃死は 0 mg/ℓ区（対照区）で260尾（収容尾数の8.4%）、50 mg/ℓ区で344尾（同12.4%）、100 mg/ℓ区で653尾（同21.0%）、200 mg/ℓ区で607尾（同19.6%）、400 mg/ℓ区で1145尾（同42.9%）であり、100 mg/ℓ以上の試験区で斃死が多く、特に400 mg/ℓ区では非常に多くなっている。また、400 mg/ℓ区では、飼育20日目に約7%に奇形（脊椎骨弯曲）がみられており、その時のサイズも他の区にくらべて小さかった。

さらに、飼育65日目頃以降の斃死は配合飼料への切り替えの不良によるものと思われるため、飼育62日目の生残率をみると100 mg/ℓ以上の区で生残が悪くなっている（表8）。

また、5月4日に取り揚げた後、20 m³水槽で飼育した稚魚については、10月15日（ふ化後245日）に生残が0尾となったが、それまではALCの蛍光が確認されている。なお、この時の最大体長（全長）は83.7 mm（96.7 mm）であった。

以上のように、ALCの蛍光は飼育245日目までは確認されているが、100 mg/ℓ以上の区で、生残状況が悪くなり、特に400 mg/ℓ区では、非常に悪かった。50 mg/ℓ区での飼育結果は良好なものとなっており、50 mg/ℓでのALC標識が良いと思われる。

これらの卵・ふ化仔魚でのALC標識試験及び過去の稚魚でのALC標識試験の結果をまとめると、図6のようになる。

すなわち、以下のようにとりまとめられる。

- ・卵でのALC標識はできたが、飼育45日目以降はALCが確認できなくなった。。
- ・ふ化仔魚でのALC標識は50 mg/ℓ以上で可能であるが、100 mg/ℓ以上ではその後の飼育での生残率に問題があり、50 mg/ℓでのALC標識が良いと思われる。
- ・全長30 mmサイズの稚魚でのALC標識は25 mg/ℓ以上で可能であるが、25 mg/ℓではALCの蛍光がうすかったこと、200 mg/ℓ以上では生残率が悪かったことから、50あるいは100 mg/ℓでのALC標識が良いと思われる。

表 1 ハタハタ種苗の輸送概要

輸送 回次	輸送 月日	輸送時 密度 (万尾/m ³)	輸送尾数 (万尾)	輸送中の へい死尾数 (万尾)	輸送歩留り (%)	全長 (mm)	体長 (mm)
1	4/17~ 18	1.67	2.8	1.2	95.7	34.5 (29.4-39.8)	29.8 (25.5-34.3)
2	4/20~ 21	1.73	2.9	0.4	98.6	39.0 (32.6-45.8)	33.1 (28.7-39.3)
3	4/23~ 24	1.67	2.8	0.8	97.1	39.6 (28.4-47.5)	33.5 (24.7-39.6)
計			8.5	2.4	97.2	37.7 (28.4-47.5)	32.2 (25.5-39.6)

表 3 ハタハタ種苗の放流概要

輸送回次	放流尾数 (万尾)	全長 (mm)	体長 (mm)
1	18.5	36.4 (32.0-40.2)	31.8 (28.3-35.3)
2	26.9	40.5 (37.8-44.0)	35.3 (33.2-38.4)
3	27.3	39.6 (28.4-47.5)	33.5 (24.7-39.6)
計	72.7	39.1 (28.4-47.5)	33.7 (24.7-39.6)

表 2 ハタハタ種苗の中間育成概要

輸送 回次	収容尾数 (万尾)	収容時全長 (mm)	小割内での へい死尾数 (万尾)	終了時生残 尾数 (万尾)	生残率 (%)	終了時全長 (mm)	飼育日数 (日)
1	26.8	34.5 (29.4-39.8)	8.3	18.5	69.0	36.4 (32.0-40.2)	7
2	28.6	39.0 (32.6-45.8)	1.7	26.9	94.1	40.5 (37.8-44.0)	4
計	55.4		10.0	45.4	81.9		

表 4 ハタハタの輸送、中間育成及び放流の結果概要

積み込み月日	平成3年4月17、20、23日
尾数	85.0万尾
輸送中の斃死尾数	2.4万尾
中間育成中の斃死尾数	10.0万尾
放流場所	秋田県男鹿市北浦港地先
月日	平成3年4月24日
尾数	72.7万尾
全長	39.1(28.4~47.5)

表5 ハタハタ稚魚の追跡調査採捕結果

月 日	調査地点・水深	水温℃	出分匹%	ハタハタ採捕尾数	全 長	範 囲	備 考
4. 10	北浦 10 20 30	10.0	273	(0) *	23.4±2.93	17.7~30.8	開口飯付き曳網
		9.9	109	(0)	23.1±1.73	19.2~27.6	
		9.6	10	(0)	25.1±2.06	17.5~30.9	
		8.9	0	(0)			
4. 25	相川 北浦 5 5 10 20 30	11.5	1	(1)	A/C 39.0		開口飯付き曳網
		11.9	7	(6)	A/C 33.3		
		11.4	0	(0)	A/C 35.5±3.60	31.3~40.3	
		10.8	6	(4)	36.1±3.75	33.1~38.7	
4. 26	北浦 5 10 20 30	10.4	13	(0)	A/C 35.5±3.37	30.3~42.7	開口飯付き曳網
		10.0	14	(0)	32.2±2.5	27.5~36.2	
					33.3±2.08	28.0~36.0	
4. 27	北浦 5 10 20 30 40 55	12.0	2	(1)	32.3		開口飯付き曳網
		11.8	3	(1)	A/C 32.1		
		10.9	12	(2)	A/C 27.2		
		10.5	3	(2)	A/C 39.0±4.03	36.1~41.8	
4. 27	北浦 10m 20 40 60	12.4	12	(0)	33.7±3.24	26.4~37.2	開口飯付き曳網
		11.9	3	(0)	31.8±2.55	21.8~36.7	
		10.4	61	(18)	33.9±2.08	29.7~38.2	
		10.0	0	(0)	34.6±2.05	32.5~37.4	
4. 27	北浦 10m 20 40 60	12.8	1	(0)	43.4		開口飯付き曳網
		12.0	4	(0)	35.6±5.16	30.3~41.5	
		11.5	530	(1)	41.1±2.70	34.5~48.6	
		10.6	352	(0)	A/C 40.9±3.25	36.9~41.9	
5. 8	戸賀 3m	10.6	33.89	(0)	40.0±2.66	34.3~45.5	コウナゴ建網
5. 8	戸賀 3m	11.2	58	(1)	31.7±3.35	21.2~41.8	開口飯付き曳網
		10.4	2	(0)	37.0±3.32	31.6~39.3	
		10.0	4	(0)			
		10.0	0	(0)			
5. 8	戸賀 3m	11.2	7	(0)	36.1±2.57	32.1~40.0	コウナゴ建網
5. 9	北浦 10m 20 40 60	11.2	10	(0)	39.5±2.33	36.2~42.9	コウナゴ建網
5. 11	仁賀保 10m 20 40 60	14.4	345	(0)	38.8±3.50	29.4~41.7	開口飯付き曳網
		12.3	1,212	(0)	37.5±3.00	30.8~45.6	
		11.0	41	(0)	38.5±3.01	32.5~46.3	
		10.4	3	(0)	44.0±3.40	40.5~47.3	
5. 13	天王 10m 40 60	14.8	30.30	1	(0)	36.7	開口飯付き曳網
		11.4	33.63	5	(0)	35.2±0.98	
		10.8	33.90	2	(0)	39.3±6.58	
						34.1~36.2	
5. 16	戸賀 3m	11.2	13	(0)	41.5±1.67	42.2~47.9	コウナゴ建網
5. 20	北浦 30m 50 75	13.9	0	(0)			開口飯付き曳網
		11.0	0	(0)			
		10.2	979	(0)	46.0±2.16	40.1~51.7	
5. 21	鹿代 30m 50 80	14.3	0	(0)			開口飯付き曳網
		13.7	0	(0)			
		11.2	81	(0)	48.4±2.55	41.2~54.2	
5. 31	北浦 70m 85	11.2	4	(0)	48.5±2.27	45.2~50.5	開口飯付き曳網
		11.3	2	(0)	51.8±0.42	51.5~52.1	
6. 6	北浦 70m 80	11.8	0	(0)			開口飯付き曳網
		11.1	0	(0)			
6. 7	天王 80m	11.7	0	(0)			開口飯付き曳網
6. 7	北浦 93m 入道崎 142 入道崎 162	9.4	0	(0)			底びき網
		8.7	0	(0)			
6. 14	北浦 戸賀 247	9.3	0	(0)			底びき網
		2.7	0	(0)			
6. 25	秋田 316m 253 221	1.4	0	(0)			底びき網
		3.0	10	(0)	58.4±2.78	54.7~63.4	
		4.6	1	(0)	57.2		
6. 27	秋田 248m 265 261	3.0	0	(0)			底びき網
		2.0	0	(0)			
7. 29	秋田 252m 280	1.8	0	(0)			底びき網
		1.2	1	(0)	78.0		
8. 22	戸賀 299m 戸賀 261 秋田 235	1.4	0	(0)			底びき網
		3.1	0	(0)			
		4.6	0	(0)			

* : () 内は追加尾数に含まれる個体尾数

表 6 ハタハタ成魚の追跡調査採捕結果

採捕月日	採捕場所	採捕尾数 (尾)	A L C 標識魚数
89.10.30	秋田 (金浦)	1 3 4	0
11.27	秋田 (戸賀)	9 6	0
90. 1. 8	秋田 (秋田)	3 5	0
1. 9 ~11	富山 (氷見)	1 3 1	0
5. 7	新潟 (岩船)	2 0 0	0
6.22	秋田 (金浦)	1 0 2	0
6.26	秋田 (金浦)	5 2	0
9. 2	新潟 (岩船)	1 0 5	0
10. 3	新潟 (岩船)	1 0 0	0
90.12~91.4	石川 (能登島)	8 8	0
90.12.19	秋田 (秋田)	6 9	0
12.20	秋田 (戸賀)	6 0	0
12.21	秋田 (能代)	5 1 0	0
12.22	秋田 (北浦)	3 8 4	0
12.23	秋田 (北浦)	1 6 8	0
12.24	秋田 (北浦)	1 2 3	0
12.25	秋田 (北浦)	4 1 6	0
12.26	秋田 (北浦)	3 0 0	0
12.26	秋田 (八森)	5 2 2	0
12.26	秋田 (岩館)	3 8 4	0
12.27	青森 (鰺ヶ沢)	1 4 9	0
91. 1. 8	秋田 (秋田)	2 5	0
1.21	秋田 (秋田)	4 0	0
1.22	秋田 (戸賀)	1 5 6	0
1.22	秋田 (戸賀)	7 3	0
3.18	秋田 (秋田)	2 6 6	0
4.17	秋田 (戸賀)	8 5	0
4.18	()	1 4 2	0
4.22	秋田 (千秋丸)	3 0 7	0
4.22	()	2 0 0	0
5. 6	新潟 ()	2 7 0	0
5.23	秋田 (船川)	5 0	0
6.14	秋田 (戸賀)	1 8 4	1
6.17	新潟 (岩船)	2 0 0	0
6.19	秋田 (金浦)	1 1 0	0
合 計		6 2 3 6	1

表7 ALC標識した卵のふ化結果

		0mg/ℓ	50mg/ℓ	100mg/ℓ	200mg/ℓ	400mg/ℓ
収容	卵重量 (g)	181	176	180	182	179
	卵数 (粒)	9837	9565	9783	9891	9728
ふ化	月日	H3.2.3-2.21	H3.2.4-2.21	H3.2.2-2.21	H3.2.3-2.21	H3.2.1-2.21
	仔魚数 (尾)	5488	4926	4999	5994	5532
	ふ化率 (%)	55.8	51.5	51.1	60.6	56.9

表8 卵・ふ化仔魚でALC標識した仔魚の飼育試験結果 (H3年・能登島事業場)

		卵でALC標識					ふ化仔魚でALC標識				
\ ALC濃度 (mg/ℓ)		0	50	100	200	400	0	50	100	200	400
収容月日	H3.2.10-2.13	H3.2.9-2.12	H3.2.10-2.13	H3.2.10-2.12	H3.2.10-2.12	H3.2.12	H3.2.12	H3.2.12	H3.2.12	H3.2.12	H3.2.12
	尾数 (尾)	3000	3000	3000	3000	3000	3104	2781	3106	3101	2670
	体長 (mm)	12.9 (12.2-13.4)	12.4 (11.8-12.9)			12.9 (11.4-13.7)	12.1 (11.1-12.9)	12.1 (11.1-12.9)	12.1 (11.1-12.9)	12.1 (11.1-12.9)	12.1 (11.1-12.9)
飼育途中 (H3.4.14 - 62 日目) での生残率 (%)		—	—	—	—	—	83.9	80.1	69.6	67.5	47.0
取揚げ月日 (日数)	H3.5.5 (85)	H3.5.5 (86)	H3.5.5 (85)	H3.5.5 (85)	H3.5.5 (85)	H3.5.4 (82)	H3.5.4 (82)	H3.5.4 (82)	H3.5.4 (82)	H3.5.4 (82)	H3.5.4 (82)
	尾数 (尾)	1455	1538	1523	1688	1567	1352	1593	1485	1449	1004
	生残率 (%)	48.5	51.3	50.8	56.3	52.2	43.6	57.3	47.8	46.7	37.6
	体長 (mm)	36.6 (31.5-41.1)	35.6 (30.4-40.5)	35.9 (30.0-40.0)	36.7 (29.8-41.8)	35.7 (30.4-38.6)	33.9 (29.7-38.8)	36.7 (30.8-42.6)	36.0 (28.5-39.7)	35.0 (28.9-45.8)	34.1 (28.9-39.1)

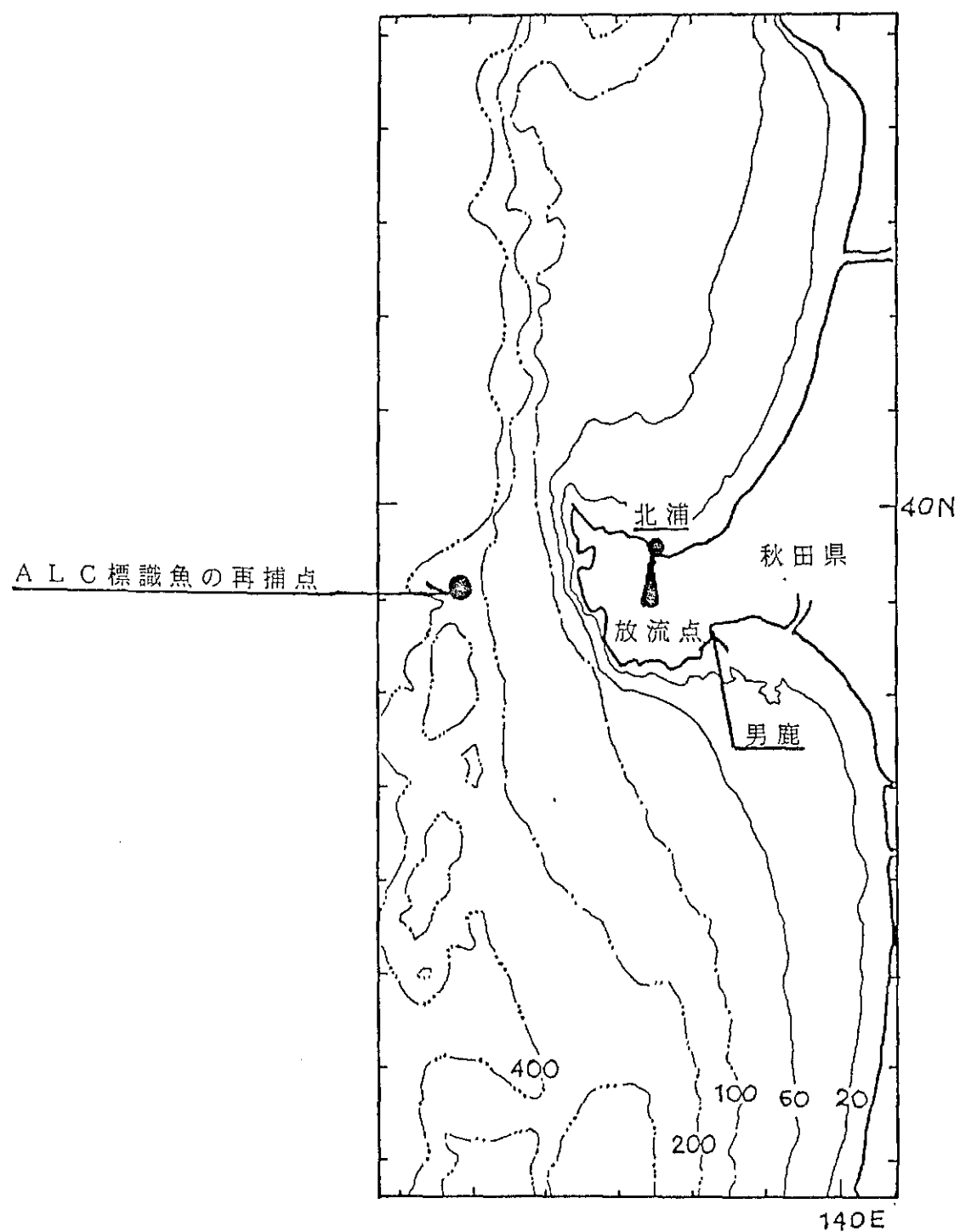


図1 ハタハタ稚魚調査におけるA L C標識魚の再捕場所

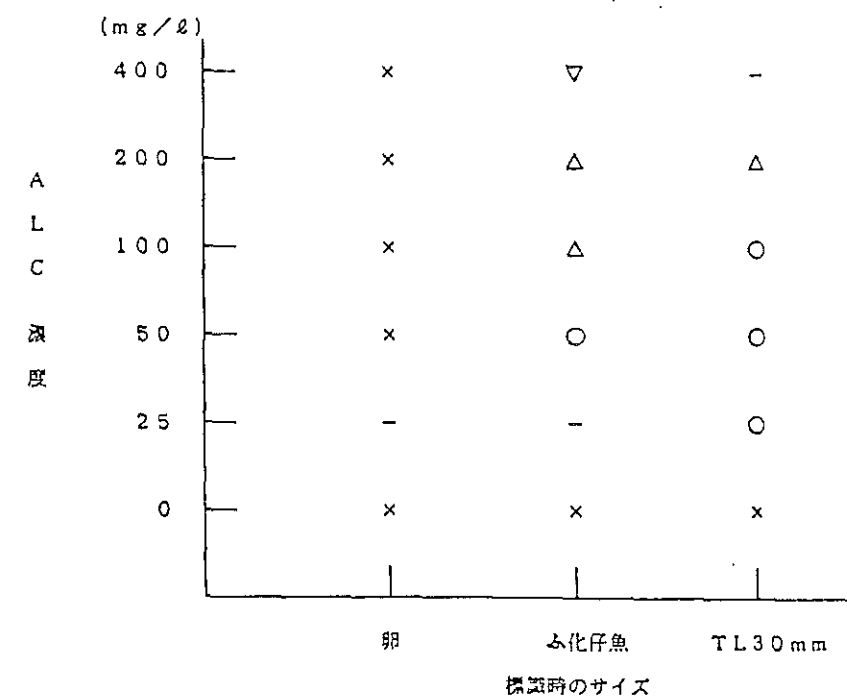


図6 標識時サイズ毎のALC濃度の違いによる標識としての可能性

- : 使用可 (標識後、相当の期間、ALCの蛍光が確認でき、生残率も良好)
- △ : 相当の期間、ALCの蛍光は確認できるが、標識後の生残率が若干低い。
- ▽ : 生残率が低く、使用不可。
- x : ALCの蛍光が確認できない、あるいはできなくなった。
- : 未試験

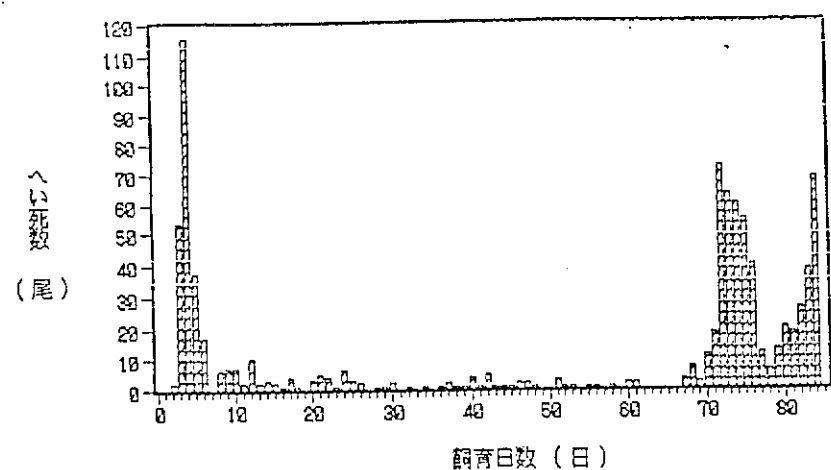


図 2-1 卵で A L C 標識した仔魚の斃死数 (0 p p m)

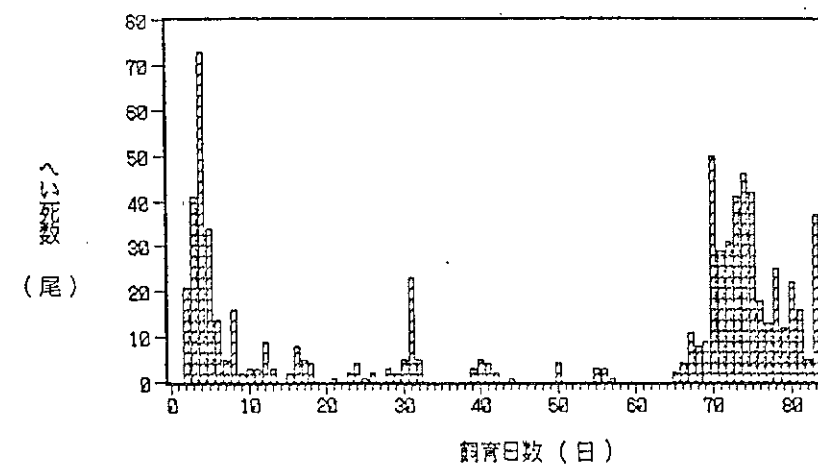


図 2-4 卵で A L C 標識した仔魚の斃死数 (200 p p m)

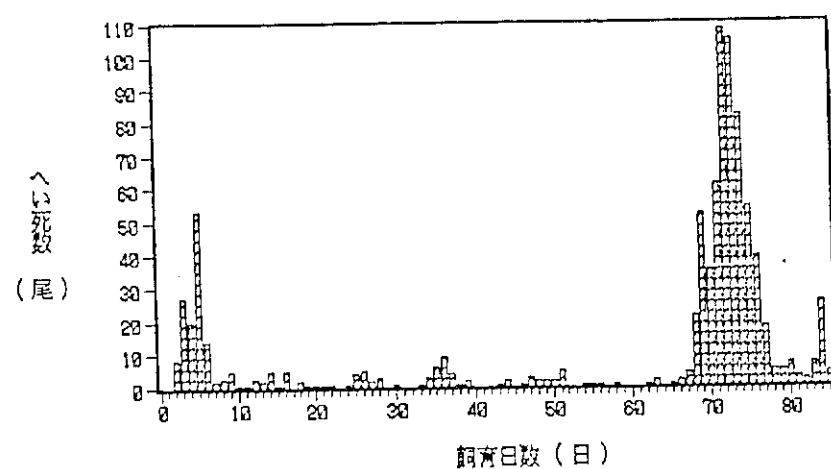


図 2-2 卵で A L C 標識した仔魚の斃死数 (50 p p m)

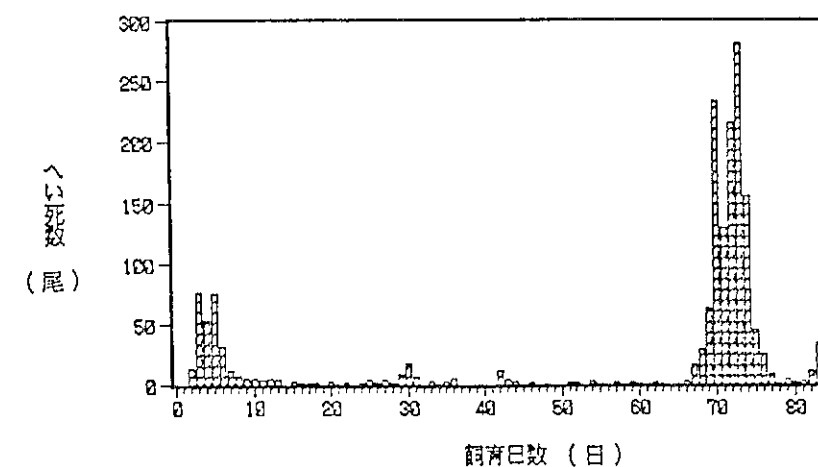


図 2-5 卵で A L C 標識した仔魚の斃死数 (400 p p m)

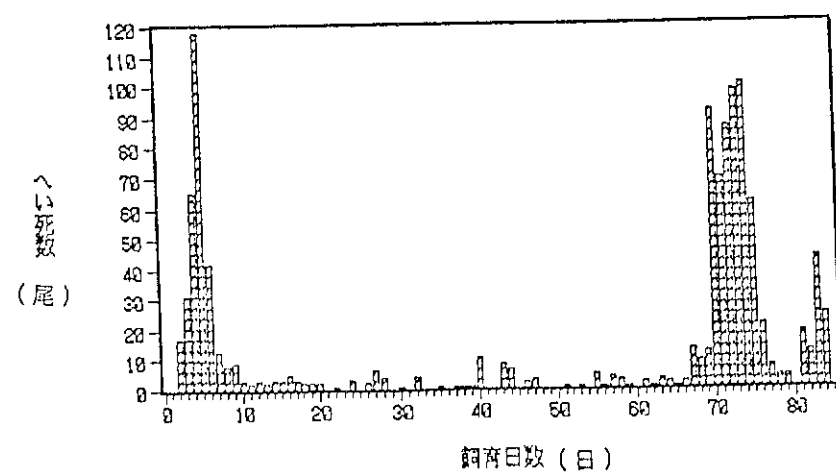


図 2-3 卵で A L C 標識した仔魚の斃死数 (100 p p m)

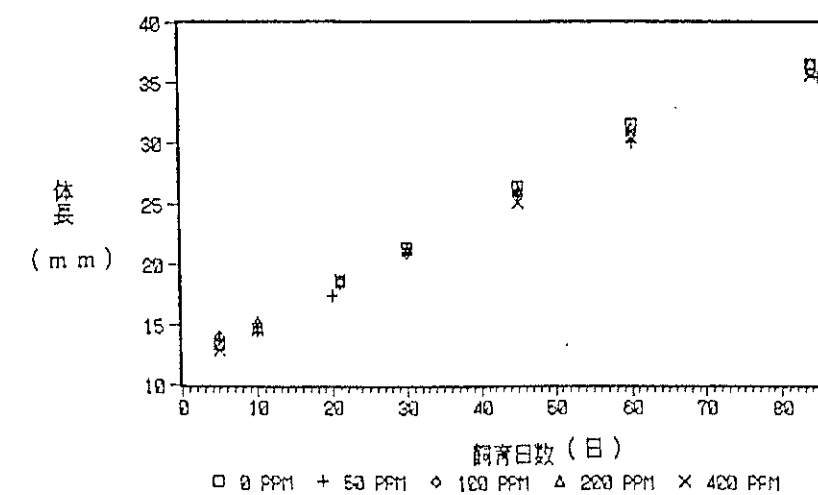


図 3 卵で A L C 標識した仔魚の成長

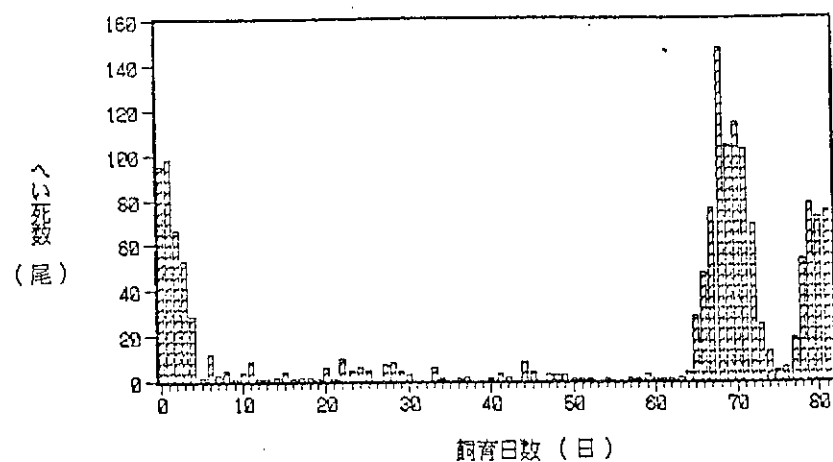


図 4 - 1 ふ化仔魚で A L C 標識した仔魚の斃死数 (0 p p m)

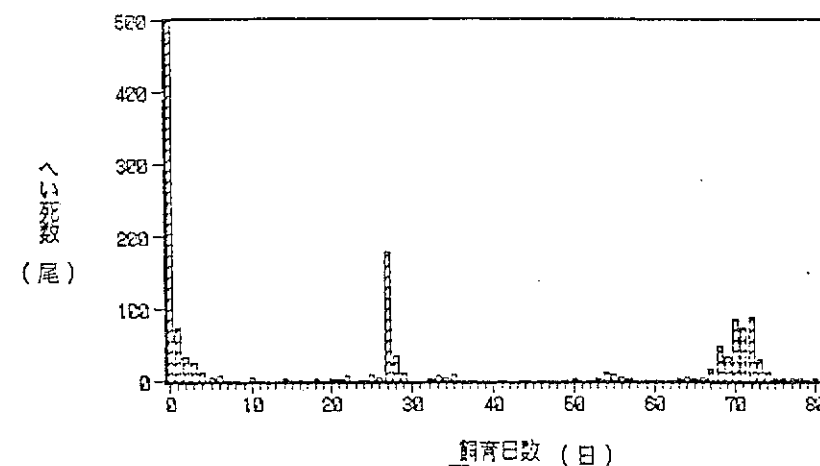


図 4 - 4 ふ化仔魚で A L C 標識した仔魚の斃死数 (2 0 0 p p m)

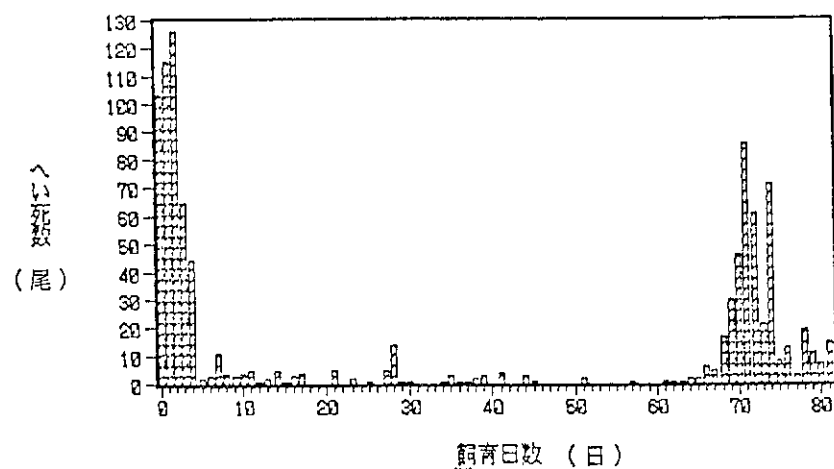


図 4 - 2 ふ化仔魚で A L C 標識した仔魚の斃死数 (5 0 p p m)

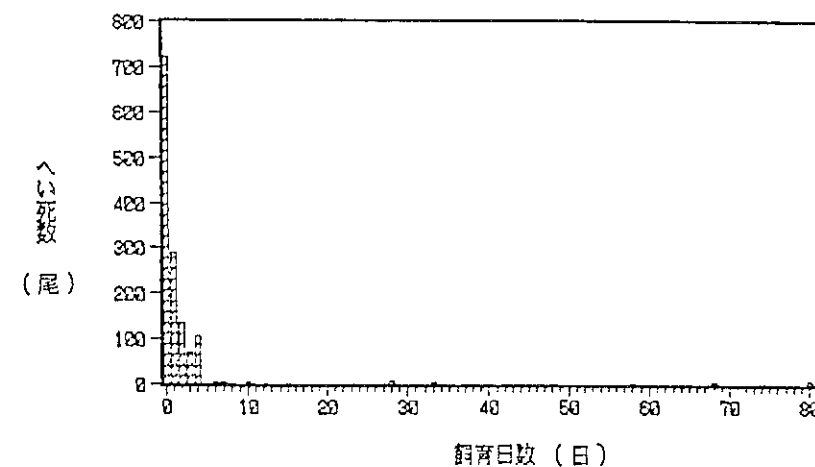


図 4 - 5 ふ化仔魚で A L C 標識した仔魚の斃死数 (4 0 0 p p m)

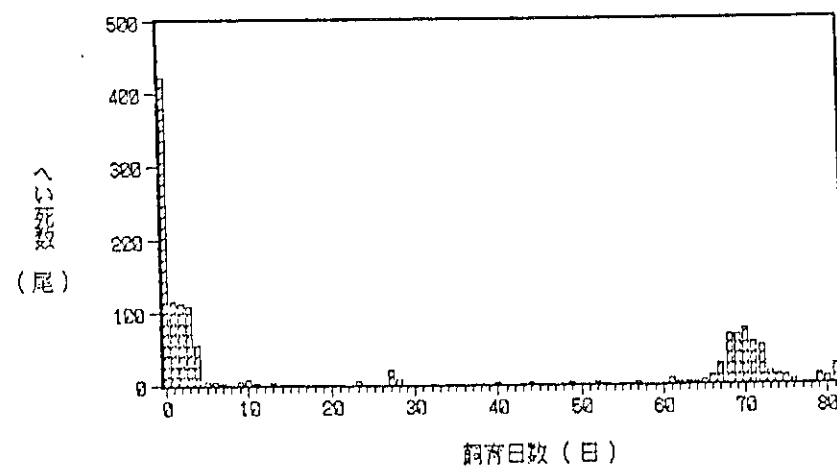


図 4 - 3 ふ化仔魚で A L C 標識した仔魚の斃死数 (1 0 0 p p m)

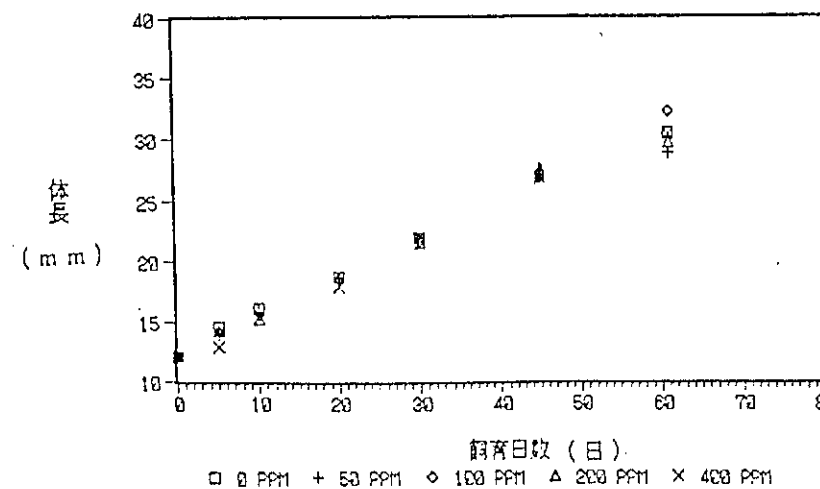


図 5 ふ化仔魚で A L C 標識した仔魚の成長

マカレイ

マガレイ

採卵とふ化

◎有瀧 真人

長倉 義智

1 材料と方法

1) 親魚

採卵には、自場で養成した親魚とさし網で漁獲された天然の親魚を用いた(表1)。

(1) 養成親魚

養成親魚は、周年自場で養成したもの77尾(雄37尾、雌40尾)を用いた(養成方法等は親魚養成の項を参照)。親魚のサイズは雄が全長23.1cm(18.3~28.6cm)、体長19.4cm(15.3~23.0cm)、雌が全長28.8cm(22.2~35.0cm)、体長24.4cm(18.6~28.3cm)であった(表2)。

(2) 天然親魚

天然親魚は、金沢市漁協に水揚げされるさし網漁獲物のなかから、生きの良いものを選別して購入した。選別した親魚は1m³の輸送用ヒドロタンクに収容して、事業場までトラックで輸送した。また輸送に際しては酸素の通気を行い、海水にはニフルスチレン酸ナトリウムを50ppmになるよう添加してスレによる斃死の予防を行った。

購入日は3月1、8、9日の計3回で合計333尾(雄118尾、雌215尾)を購入し、そのサイズは雄が全長19.9cm(16.8~26.3cm)、体長16.9cm(13.4~23.8cm)、雌が全長23.9cm(18.1~28.9cm)、体長20.1cm(

14.5~24.9cm)であった(表2)。

2) 採卵

親魚は養成、天然魚それぞれ20m³コンクリート丸池1面で養成し、冷却装置を用いて水温を13℃以下に保った。注水はほとんど行わず、生物濾過槽を使用して水を循環させ、水質の安定化をはかった。

採卵は、産卵池横の三日月池にゴース地のネット(径70、深さ70cm)を3個セットし、産卵池から導通管を通じて流れ出した水を受けおこなった。卵は1日1回午前中に回収し、容量法を用いて計数した後、顕微鏡下で受精率、奇形率等の観察を行った。その後卵はふ化もしくはそのまま餌料として用いた。

3) ふ化

(1) 養成魚

卵を管理する場合、主に従来どおりゴース地製のネットを用いたが、このほかにも2通りの方法を用い、ふ化方法の検討を行った。

ふ化方法は以下のとおりである。

①従来のゴース地製ふ化ネットを用いる方法(従来法):ゴース地製の円筒形ふ化ネット(径70、深さ70cm)に収容し、ネット上面からの注水と底面からの通気を行って管理する。

②改良型ゴース地製ふ化ネットを用いる方法(改良法):ゴース地製のふ化ネットの底面にプラスチックのボール(径20cm)を取り付け、注水はネット内の水回りを良くする目的で、ボールの底まで塩ビパイプ(径13mm)を伸ばして行なった。通気は従来どおり底面からほどこした。

③アルテミアふ化槽を用いる方法(アルテミアふ化器):100ℓアルテミアふ化槽に収容し、上面からの注水と底面からの通気を行

って管理する。

これら管理方法でふ化したものについては容量法を用いてふ化仔魚の計数を行い、顕微鏡下で奇形の状況を観察した。

また、採卵した卵をそのまま餌料として用いた場合には、30粒を100cc三角フラスコに収容し10℃に保ったインキュベーターの中で管理してふ化率や奇形率を観察した。

(2) 天然魚

S A I 試験に用いる場合をのぞいて、採卵した卵をそのまま餌料として用いたため、30粒を100cc三角フラスコに収容し10℃に保ったインキュベーターの中で管理してふ化率や奇形率を観察した。

4) ふ化仔魚の飢餓試験 (S A I)

昨年引続き、卵質の指標を検討する目的でふ化仔魚の飢餓試験を行った。

試験はS A Iのマニュアルに基づいて行ったが、昨年試験中にバクテリアが原因と考えられる粘液質が発生し、大量に斃死したことがあったため、今年度は紫外線殺菌海水を用いて試験した。試験の概要は以下のとおりである。

① 収容容器、尾数：500ccガラスビーカーに30尾

② 収容方法：ふ化仔魚はランダムにすくい取り、あらかじめ紫外線殺菌海水を入れた容器に口径を大きくしたスポイトでショックを与えないように移す。雑菌の混入をより少なくするため、もう一度同じことを行いながらビーカーにセットする。また海水の蒸散を防ぐためアルミホイルでビーカーの上部をおおう。

③ 試験水温：10℃

④ 観察等：観察は1日1回行い、斃死の計数、取り揚げを行う。

⑤ 試験期間：試験は、収容した個体全てが斃死するまで行う。

2 結果と考察

1) 産卵

(1) 養成魚

養成魚の産卵は、平成3年1月1日から3月17日の76日間に合計66回行われた(表3、図1)。総産卵数は2445.1万粒(0.3~118.5万粒)で日平均37.0万粒、親魚1尾当たり61.13万粒の卵を回収した。また受精卵は推定2137.2万粒(0~28.1万粒)となり、受精率は平均79.8%(13.3~100%)であった。受精率は産卵初期と終期に低くなる傾向が見られ、受精した卵に見られる奇形(異常分割)は、産卵初期に高く産卵回数が増すにしたがいその率は減少して行くことが観察された(図2)。また、この受精率と奇形率の間には明らかな相関関係が見られた(図3)。

(2) 天然魚

天然魚の産卵は、平成3年3月5日から4月14日の41日間に合計40回行われた。総産卵数は1521.7万粒(1.5~117万粒)で日平均38.0万粒、親魚1尾当たり7.1万粒の卵を回収した。また受精卵は推定840.8万粒(0~73.9万粒)となり、受精率は平均58.3%(18.0~93.3%)であった(表3、図4)。受精率は産卵開始後一時低くなり、また奇形率は同様の時期に高くなる傾向が見られた(図5、6)。しかしこの2つの関係において養成魚のような相関関係は現われなかった。

2) ふ化

(1) 養成魚

養成魚は、66回採卵したうち受精卵の得られた45回についてふ化管理を行った。管理水温は平均9.0℃(8.0～11.3℃)で、ふ化に要した期間は平均5.9日(5～6日)であった。ふ化に供した卵は推定1936.9万粒(0.15万～107.1万粒)で得られたふ化仔魚は推定1418.7万尾(0～105.4万尾)となり、平均ふ化率は70.8%(0～103.1%)であった(表4)。ふ化仔魚の奇形は産卵の初期に高率で現われることが観察された(図7)。

(2) 天然魚

天然魚は、40回採卵したうち受精卵の得られた34回についてふ化管理を行った。管理水温は平均9.7℃(9.4～10.2℃)で、ふ化に要した日数は平均6.6日(6～7日)であった。ふ化率は66.9%(23.3～100%)であった(表4)。

3) ふ化仔魚の飢餓試験

(1) 養成魚

試験は本格的に産卵の始まった1月15日から、産卵終期の3月14日の間に22回行った。その結果、SAIの平均値は43.3、最小値は6.93、最大値は79.59であった(表5)。また、産卵期間中のSAI値は、初期と終期に低くなる傾向が見られた(図8)。

(2) 天然魚

試験は産卵の始まった3月5日から産卵終期の4月12日の間に16回行なった。その結果、SAIの平均値は25.15、最小値は3.30、最大値は45.54であった(表5)。産卵期間中のSAI値は養成魚のように明瞭ではないものの、終期に低くなる傾向が見られた(図9)。

4) 採卵、ふ化、SAI試験から考えられる”卵質”について

ここでは健全なふ化仔魚の大量確保に重要と思われる、産卵量、受精率、ふ化率、SAI値について検討をおこなうこととする。

(1) 養成魚

産卵は1月1日に始まったが、それ以降産卵開始後10日目までは産卵がなく、本格的に産卵の始まった10日目以降も20日目頃までは産卵量も少なかった。さらにこの時期は、受精率、ふ化率、SAI値とも低く、受精卵やふ化仔魚に奇形も見られることから、”健全なふ化仔魚の大量確保”には不向きな時期といえることができる。20～40日目にかけては、産卵量も次第に増加して行き、受精率、ふ化率、SAI値等も安定している。中でも30～40日には産卵量がピークになるため、もっとも良い卵を得られる時期となる。それ以降60日目までは産卵量は次第に減少して行くものの、他の要素は高い水準を維持しており、卵質は良い時期である。しかし60日目以降、産卵数の減少と共に受精率、SAI値の低下が著しくなる。つまり産卵初期と終期の卵はふ化後飼育試験等に供するには不適であり、試験に用いるならば産卵量のピークを迎える時期が最も適しているといえる。

(2) 天然魚

今年度は購入時期が遅かったため、既に産卵が始まっており、卵質を示す各要素は養成魚のような変化に乏しかった。また、卵質を総合的に判断した場合、♀1尾当たりの産卵量や受精率、ふ化率、SAI値の全てにおいて養成魚より低い値を示しており、従来から言われている養成魚の卵質の高さを再確認する結果となった。

以上のことから飼育等に使用する卵を確保する場合、養成魚からの回収が前提であり、あくまでも天然魚は次年度以降の親魚候補で

しかのことが明かとなった。また、養成魚から卵を回収する時には受精率、ふ化率、SAI値等が最も安定する産卵ピークを的確に把握することが重要である。

5) ふ化管理方法の検討

今年度ふ化方法の検討を行うため3タイプの卵管理を行った。その結果、従来法は27回行いふ化率は78.5% (5.6~106.7%)、改良法は5回行いふ化率は1.7% (0~6.1%)、アルテミアふ化器は9回行いふ化率は74.6% (34.3~98.4%)となり、従来法とアルテミアふ化器を用いる方法はほぼ同様のふ化率を得ることができたが、改良法は先の2方法にくらべてふ化率が低かった(表6)。

上記のうち従来法と改良法については同日に産卵された卵を2等分して管理を行いふ化状態を観察したが、いずれも改良法のほうがふ化率が著しく悪く、この管理方法は実用的でないことが明かとなった。改良法のふ化ネットに卵を収容し1日後に観察を行うと、既に死卵が多く、発生している卵にも異常分割が多く見られる。また、ネット内の卵の状態を観察するとボールのなかで卵が激しく攪拌されておりこれら水流による物理的な影響がふ化率の低下の原因になっていることが考えられた。

今年度も従来法を主に用いてふ化管理を行ったが、この方法では管理中の卵の状態(生残状況等)を観察しづらく、またふ化仔魚の取り揚げ、計数に難点があり収容までに時間がかかりすぎる。この点アルテミアふ化器は計数が簡便なため、卵の生残状況やふ化の状態が把握しやすい。また収容する水槽のうえでふ化管理を行えば、収容時間を大幅に短縮できる利点もある。来年以降、アルテミアふ化器を用いたふ化管理の検討を行い、できるだけ健全なふ化仔魚を

大量に、良い状態で簡単に収容するようにしなければならないと考える。

表 1 天然親魚の購入結果

年月日	漁具	購入先	購入尾数	雄尾数	雌尾数
平成3年 3月 1日	刺網	金沢市漁協	158尾	39尾	119尾
同 4日	刺網	同上	127尾	60尾	67尾
同 8日	刺網	同上	48尾	19尾	29尾
合計			333尾	118尾	215尾

表 2 親魚の測定結果

区分	雌雄	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)
養成	雌	28.8	24.4	308.0
		22.2~35.0	18.6~28.3	170 ~510
	雄	23.1	19.4	164.3
		18.3~28.6	15.3~23.0	93 ~321
天然	雌	23.9	20.1	155.5
		18.1~28.9	14.5~24.9	64 ~304
	雄	19.9	16.9	82.1
		16.8~26.3	13.4~23.8	40 ~197

表 3 産卵の概要

区分	期 間	総産卵数 (万粒)	日平均 (万粒)	1尾当たり (万粒)	受精率 (%)	卵径 (ミクロ)
養成	1/1~3/17 (76日間)	2445.1 (0.3~118.5)	37.0	61.1	79.8 (13.3~100)	926.0 (869~1025)
天然	3/5~4/14 (41日間)	1521.7 (1.5~117.0)	38.0	7.1	58.3 (18.0~93.3)	873.4 (799~902)

表4 ふ化の概要

区分	供試回数 (回)	管理水温 (℃)	ふ化日数 (日)	供試卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率 (%)
養成	45	9.0 (8.0~11.3)	5.9 (5~6)	1936.9 (0.2~107.1)	1418.7 (0~105.4)	70.8 (0~103.1)
*天然	34	9.7 (9.4~10.2)	6.6 (6~7)			66.9 (23.3~100)

*天然親魚は500mlビーカーに30粒卵を収容してふ化率を観察した(詳細は本文参照)

表5 ふ化幼生飢餓試験結果

区分	試験期間	試験回数	SAI値
養成	1/15~3/14	22	43.33 (6.93~79.59)
天然	3/5~4/12	16	25.15 (3.30~45.54)

表6 ふ化管理方法の比較

区分	試験回数	ふ化率	SAI値
1) 従来法	27回	78.5% (5.6~106.7%)	63.09 (53.95~68.03)
2) 改良法	5回	1.7% (0 ~ 6.1%)	33.44 (33.44、33.45)
3) ふ化器	9回	74.7% (34.3~98.4%)	70.80 (52.73~79.59)

1) 従来法: ゴース地のふ化ネットを用いたふ化管理、2) 改良法: 左記のネットの底に水回りを良くする目的でボールを取りつけた、3) 7ℓ ふ化器(100 ℓ)を用いたふ化管理

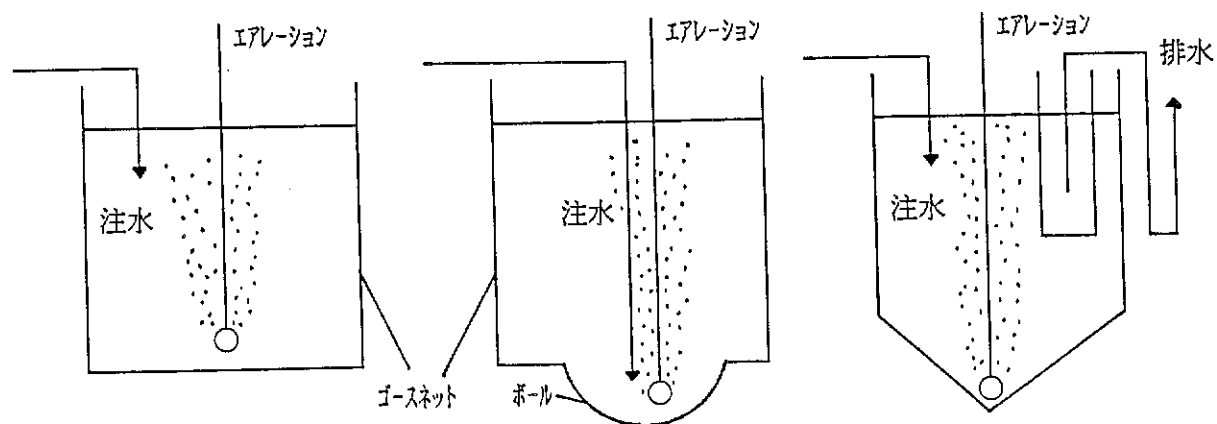


図 1 卵管理方法の模式図

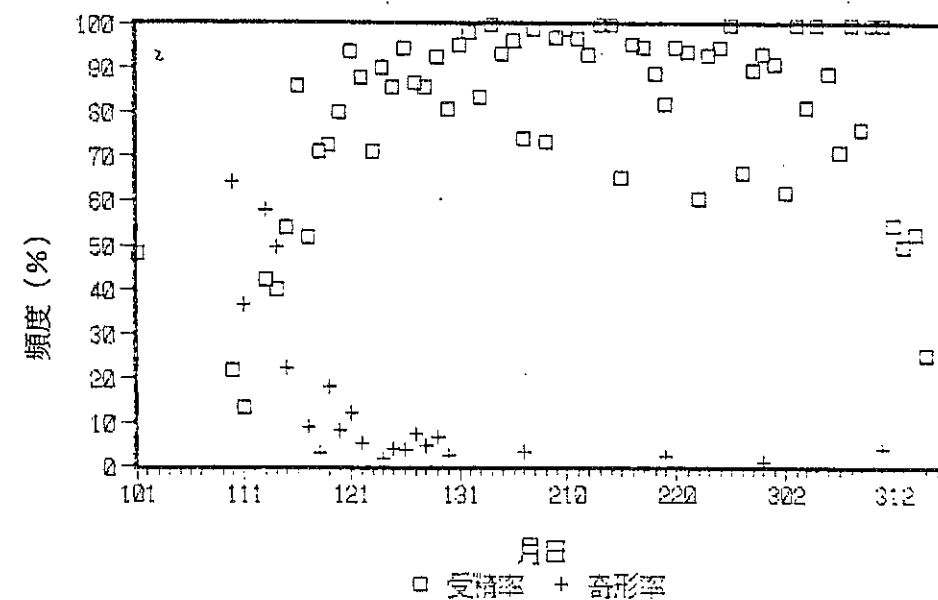


図 3 養成魚の受精率および卵奇形率の変化

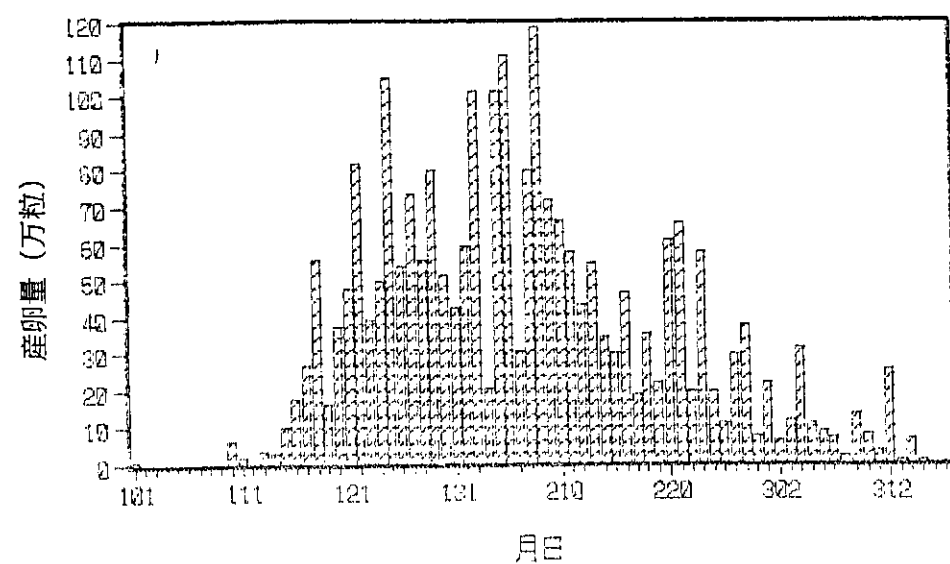


図 2 養成魚の産卵量の変化

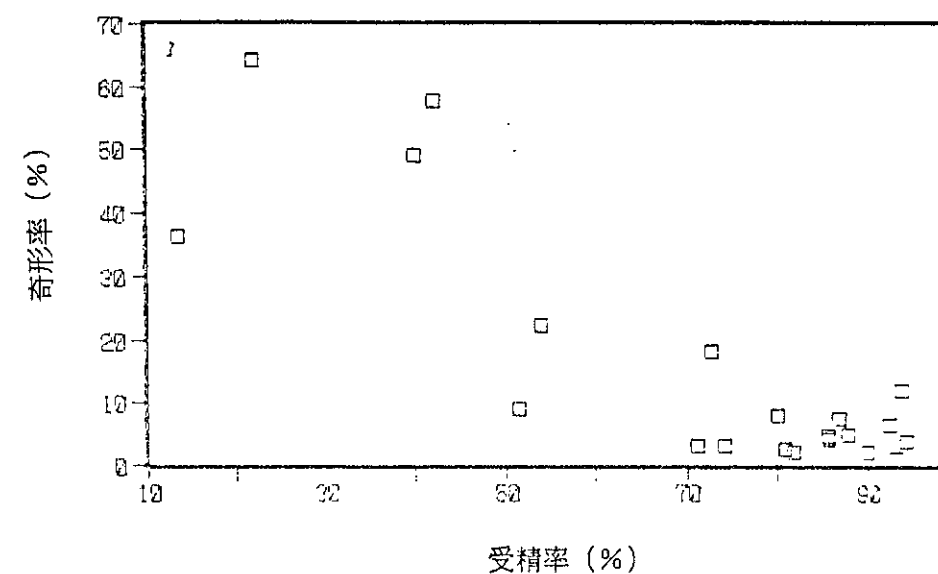


図 4 養成魚の受精率と卵奇形率の関係

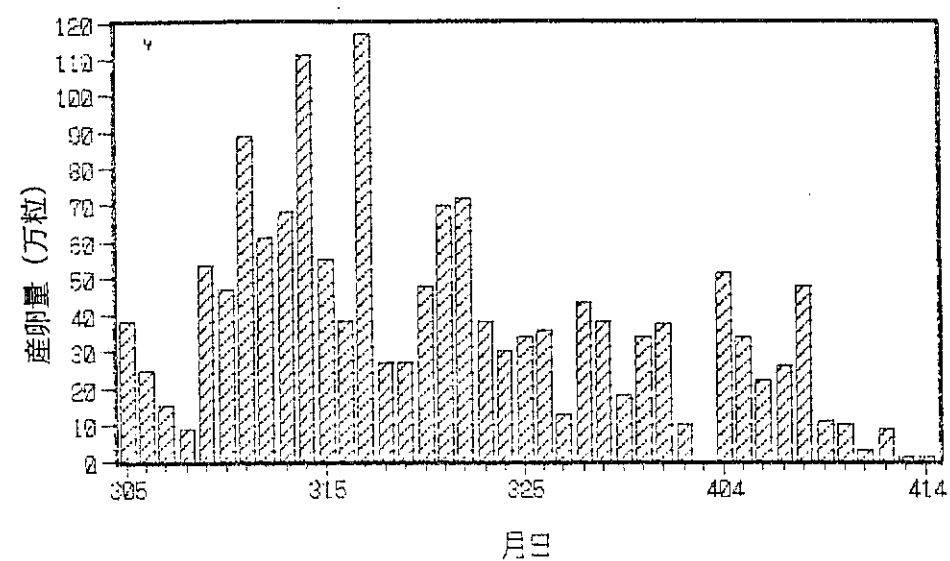


図5 天然魚の産卵量の変化

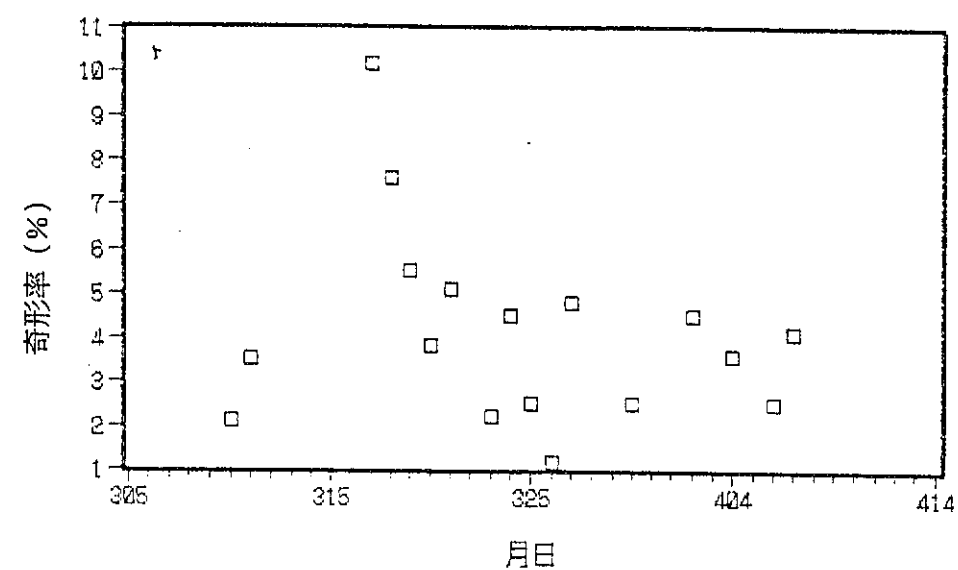


図7 天然魚の卵奇形率の変化

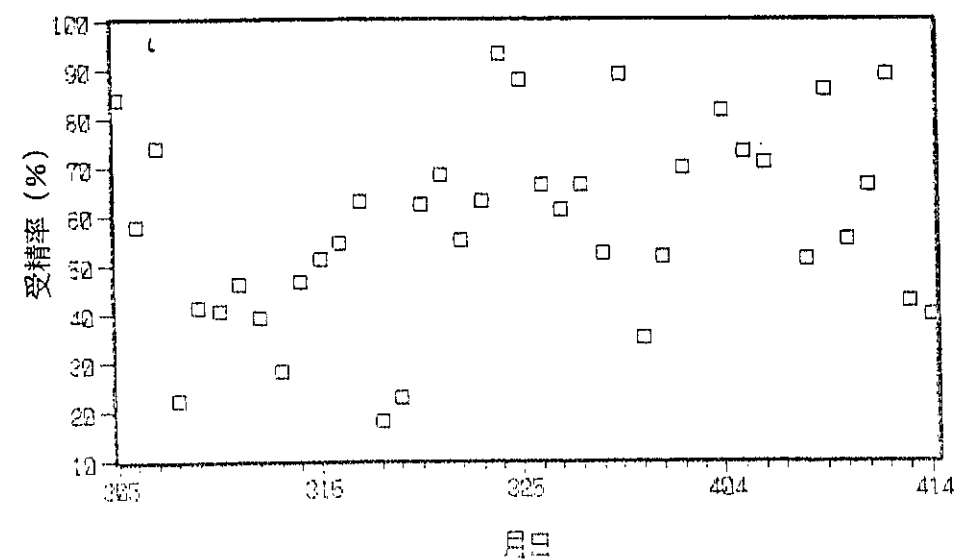


図6 天然魚の受精率の変化

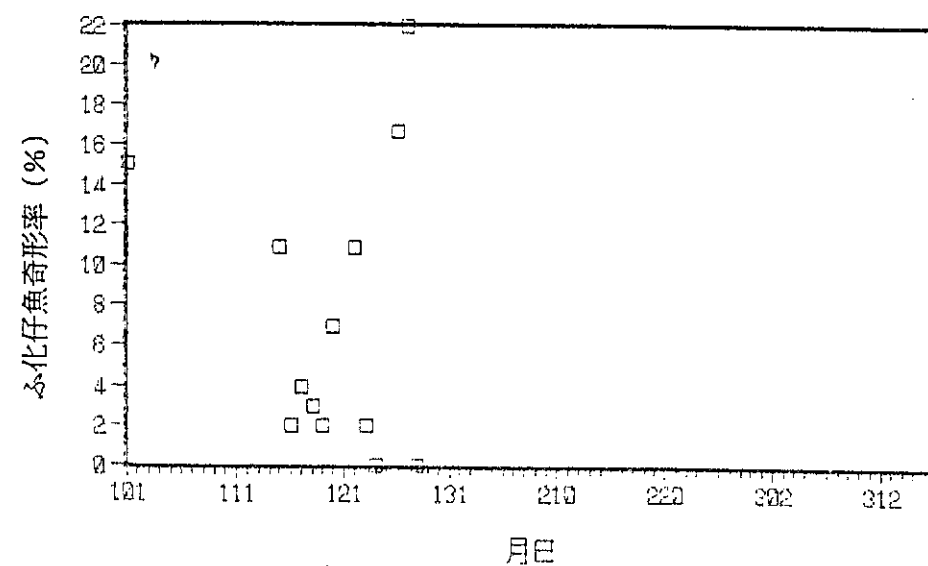


図8 養成魚のふ化仔魚奇形率の変化

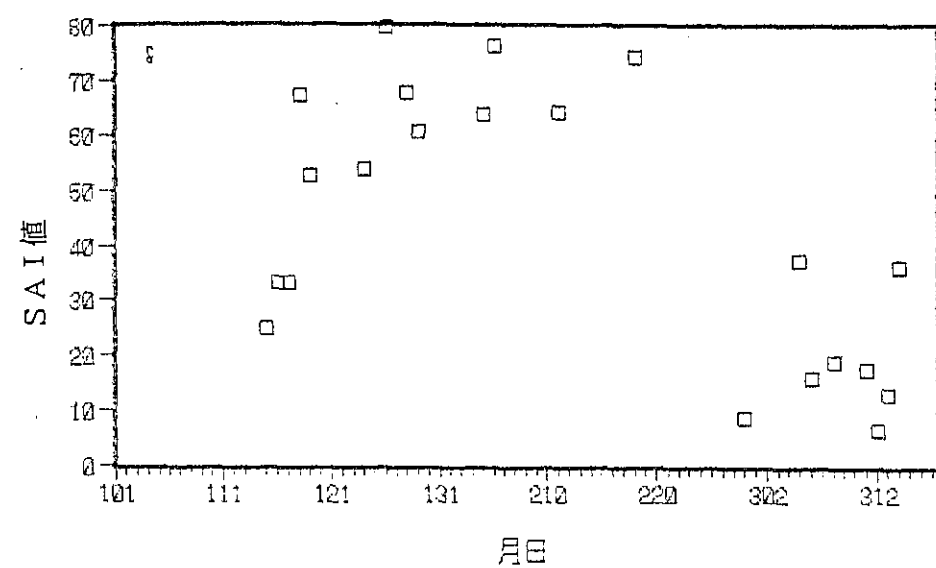


図9 養成魚のSAI 値の変化

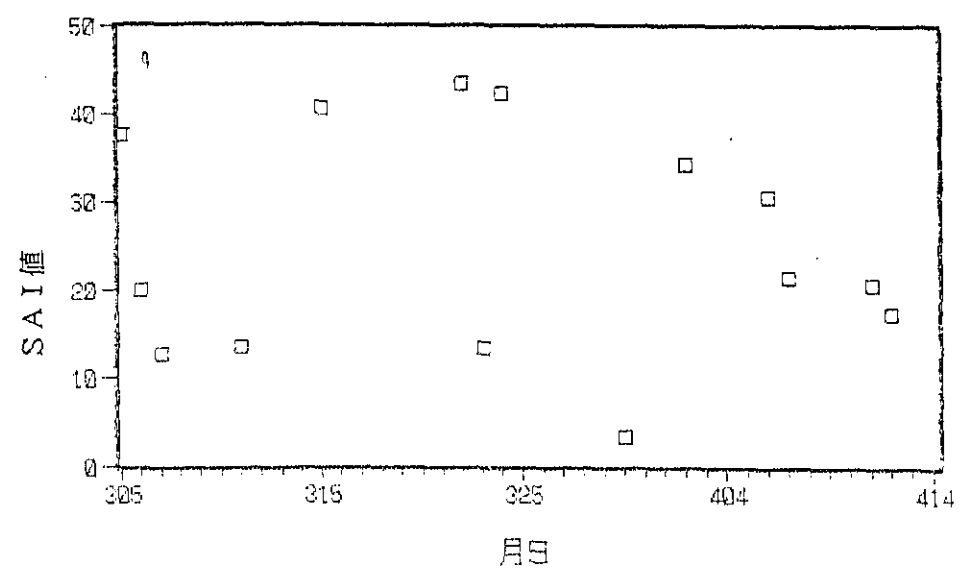


図10 天然魚のSAI 値の変化

マガレイ

親魚養成

◎有瀧 真人

長倉 義智

1 目的

当場では、産卵の終了したマガレイを次年度以降の親魚候補として養成を続けてきた。また、生産した種苗の一部も、1才魚放流や親魚用に養成を行っている。ここでは、平成2年10月から平成3年10月までの概要を述べる。

2 材料と方法

1) 水槽

20 m³円形水槽2面と10 m³角型水槽2面を使用した。

2) 水温

20 m³水槽は、3.75 kwと2.2 kwの小型冷却機各1台、10 m³水槽は、1面につき2.2 kwのもの1台を使用して飼育水を冷却した。冷却は夏期の最高水温が15℃を越えないように心掛けた。

3) 水質の保持

夏期高水温時には冷却効率を上げる目的で、各水槽の注水はほとんど行っていない、そのため、水質の保持には水槽ごとに生物ろ過槽を稼働させて行った。

4) 養成魚

養成した魚の由来は以下のとおりである。

①養成群：平成2年度以前に購入したものと63年度に生産し親魚用に養成したもの。

②平成3年群：平成3年度に購入し、採卵後養成したもの。

③平成3年生産群：平成3年度に生産し正常魚のみ選別し、1才魚での放流と親魚用として養成したもの。

5) 餌料

親魚はオキアミ、コウナゴ、モイストペレットを主に与えた。モイストペレットはサバ1、オキアミ1、アミ2、コウナゴ1、配合飼料5の割合で調合し、投餌量に対しビタミン5%、ウルソー1%を添加して作成した。

0才魚は養成開始当初、アミとコウナゴのシラスを細かく刻んで与え、徐々にモイストペレットへと切り替えていった。

3 結果と考察

1) 養成群

養成には20 m³水槽と10 m³水槽を用いた。養成尾数は平成2年10月1日に雌25尾、雄24尾、63年生産魚38尾の計87尾で、20 m³水槽1面に収容して養成した。産卵が始まるまでは斃死もほとんどなく、順調に推移していた。しかし、産卵終期の2月下旬から終了した3月にかけて斃死が増加し、4月1日には雌8尾、雄20尾、63年生産魚38尾の計66尾となった。5月1日に10 m³水槽への移槽をかねて測定と63年生産魚の性別判定を行ったところ、雌は34尾、全長28.8 cm、体長24.4 cm、雄は32尾、全長23.1 cm、体長19.4 cmとなった。7月3日には平成3年群と13尾と合併し、10月1日現在10 m³水槽1面で66尾を養成中である(表1)。

2) 平成3年購入群

養成には20 m³水槽と10 m³水槽を用いた。購入は平成3年3月

1、4、8日に行い、20 m³水槽1面に収容した。購入尾数は合計333尾であった。内訳は雌が215尾、全長23.9 cm、体長20.1 cm、雄が118尾、全長19.9 cm、体長16.9 cmであった。購入後20日あまりスレが原因とおもわれる斃死が続き、4月1日には125尾（雌89尾、雄36尾）にまで減少した。

また4月に入ると産卵後の疲弊による斃死が主に雌におこり、6月1日には22尾（雌7尾、雄15尾）にまで減少した。養成尾数が減少したため、7月3日に13尾（雌6尾、雄7尾）を養成群に合併した（表1）。

3）平成3年生産群

養成には20 m³1面と10 m³1面を用いた。養成は平成3年5月8日に8049尾、5月17日に7559尾、合計15608尾を20 m³水槽1面に収容して開始した。開始時の全長は、30.7 mm（20.2～42.2 mm）、体長25.4 mm（14.0～36.7 mm）であった。養成を開始して間もなく、滑走細菌が原因と思われる斃死が増加したため、ニフルスチレン酸ナトリウムの経口投与と50 ppmの薬浴を行った。その後一時斃死も納まったが、7月に入ると再び斃死が増加したため、7月4日に9006尾を取り揚げ、ニフルスチレン酸ナトリウム50 ppmとホルマリン10 ppmの薬浴を行った後、10 m³水槽へ移槽した。その後20 m³水槽の洗浄と殺菌を行い、20 m³水槽に3100尾、10 m³水槽に4256尾を分槽して飼育を継続した。しかしこれらの対処でも斃死は減少しなかった。若狭湾宮津事業場ではムシガレイやヒラメの滑走細菌症の対処としてニフルスチレン酸ナトリウム（10～20 ppm）による長期（7～10日間）薬浴で効果を上げていたため、ニフルスチレン酸ナトリウム20 ppmで10日間の薬浴を行った。薬

浴後しだいに斃死は減少してゆき、マガレイの滑走細菌症にたいする長期薬浴の効果が確認できた。

10月1日現在、全長56.2 mm（37.9～88.4 mm）のものを20 m³水槽1面と10 m³水槽1面に約200尾養成している（表1）。

4）養成上の問題点

養成を行う上で問題となるのは次の2点であると考える。

①産卵後の親魚の斃死

②滑走細菌による0才魚の斃死

今年度においても購入した天然魚を中心として、産卵後の斃死が非常に多かった。今年度は産卵後体力を回復させるため、モイストペレットを主に与え、斃死の防止につとめたが効果はあまりなかった。斃死した個体の耳石を観察するとほとんどのものが6～8才でマガレイの生存限界年数にあたる。購入する場合、産卵量を確保するため出来るだけ大きい個体を選別して、購入しているがこのような大型個体は年齢も高く、産卵後の疲弊にたえきれないものと考えられる。今後安定した親魚を確保するためには、天然の親魚に頼らなくても良いように、生産した種苗を仕立てて、産卵親魚に当てていくことが不可欠であり、重要な課題であるといえる。

上記で述べたように種苗からの養成は非常に重要な課題であるといえる。しかしながら例年疾病による斃死で大きな被害を受け、十分な成果を上げているとはいいがたい。今年も滑走細菌による大量斃死が起き、大きな被害がでた。滑走細菌はニフルスチレン酸ナトリウムの長期薬浴である程度対処出来たが、今後は水槽の注水方法やろ過方法、餌料の検討を行って疾病の起こりにくい飼育技術を確立していかなければならないと考える。

表1 マガレイ養成の概要

区分	雌雄	養成期間	水温	pH	開始尾数	開始時全長	開始時体長	終了時尾数	終了時全長	終了時体長
養成群	雌	H2.10.1～H3.10.1	10.9℃	7.95	25尾	28.8cm	24.4cm			
			(8.0～16.7)	(7.16～8.14)		(22.2～35.0)	(18.6～28.3)			
	雄	同上	同上	同上	24尾	23.1cm	19.4cm			
						(18.3～28.6)	(15.3～23.0)			
	不明		同上	同上	38尾					
	合計				77尾			66尾		
平成3年群	雌	H3.3.1～10.1	11.7℃	8.12	215尾	23.9cm	20.1cm	6尾	24.4cm	21.1cm
			(8.3～14.8)	(7.37～8.43)		(18.1～28.9)	(14.5～24.9)		(20.5～27.7)	(16.3～23.7)
	雄	同上	同上	同上	118尾	19.9cm	16.9cm	7尾	20.1cm	16.1cm
						(16.8～26.3)	(13.4～23.8)		(18.4～24.8)	(14.4～20.8)
	合計				333尾					
平成3年生産群H3.5.4～10.1			12.6℃	7.84	15608尾	30.7mm	25.4mm	約200尾	56.2mm	47.7mm
			(11.0～15.9)	(7.36～8.26)		(20.2～42.2)	(14.0～36.7)		(37.9～88.4)	(33.2～72.5)

マ ガ レ イ

種苗生産

○有瀧 真人

長倉 義智

今年度は色素、眼位等形態異常の軽減を目的に小型水槽の飼育試験と大型水槽での量産試験を行った。特に小型水槽では形態異常の発現時期の検討を、大型水槽ではワムシ2次強化方法と高濃度ナンクロ飼育の検討を行った。

1 小型水槽の飼育試験

1) 目的

昨年までは東海大と微粒子餌料を用いて形態異常の軽減を目的に試験を行ってきたが、めばしい効果を残すことができなかった。しかし、予備的に行ったコベポータを与える試験から、全長7mmまでに与える餌料によって形態の正異を決定づけることが考えられた。そこで、今年度はこのサイズを主眼において、餌料試験を行った。

2) 材料と方法

(1) 試験区の設定

表1に各試験区の概要を示した。

試験区1：全長7mmまで高密度^{*1}のナンクロロプシス（以下ナンクロと略す）を添加して飼育。それ以降はアルテミアノープリ（以下A r - Nと略す）のみで飼育。

試験区2：全長7mmまで天然プランクトン^{*2}を与えて飼育。それ以降はA r - Nのみで飼育。

試験区3：全長7mmまでDNAで強化したワムシ^{*3}を与えて飼育。それ以降はA r - Nのみで飼育。

試験区4：全長7mmまではナンクロで2次強化^{*4}したワムシで飼育、それ以降着底まで高密度のナンクロを添加して飼育。

試験区5：全長7mmまではナンクロで2次強化したワムシで飼育、それ以降着底まで天然プランクトン^{*5}を与えて飼育。

試験区6：全長7mmまで2次強化したワムシで飼育、それ以降着底までDNAで強化したワムシを与えて飼育。

試験区7：対象区としてナンクロで2次強化したワムシとA r - Nを与えて飼育した。

*1 200万セル/m¹をめやすにした。

*2 採集したものをネットで漉、50～100ミクロンのコベポータノープリウス、貝類および多毛類の幼生を与えた。

*3 DNA：EPA=1：1のオイルで18時間強化したものを与えた。

*4 収穫直後と投餌3時間前の2回200万セルの冷凍ナンクロで2次強化を行った。

*5 アカルチア、オイソナ、ハルバクチス、ポドン、エバドネ等。

(2) 飼育条件

飼育には500ℓパンライト水槽を用い、水槽側面は遮光のため銀色の農業用シートで覆った。通気は水槽に1個エアーストーンを入れごく弱く行った。水温は15℃以下にならないよう、0.5kwまたは1kwのヒーターを用いて加温した。注水はふ化仔魚が開口し、投餌を行うようになってからほどこした。各試験区に収容したふ化仔魚は養成親魚から2月5日に採卵し、11日にふ化したものを使用した。この卵の受精率は96.3%、ふ化率は98.4%、ふ化仔魚のSAI値は76.6であった。収容は、5000尾（

1 万尾 / m³) を目安に行った。収容後 5 日おきに計数、測定を行い、20 mm になった時点で取り揚げを行った。取り揚げ後各試験区の生残、成長、正常魚出現状況等を観察し比較検討した。

3) 結果

(1) 飼育結果の概要

試験結果の概要を表 2 に示した。

試験区 1 (7 mm まで高濃度ナシクロ飼育)

ふ化仔魚を 5850 尾セットして飼育を開始した。飼育 4 日目には開口したため、3 個体 / m¹ を目安にしてワムシの投餌を開始した。ワムシはナシクロで 2 回強化したもの (以下ナシクロワムシと略す) をあたえた。ナシクロは、飼育開始時から全長 7 mm を越える (飼育 15 日目頃) まで 200 万セル / m¹ を保つように、それ以降、着底の始まる 26 日目までは、100 万セルをめやすに添加した。期間中の平均セル数は 275.1 万セル / m¹ であった。飼育期間中の水温は、14.7℃ (10.6 ~ 15.7℃)、pH は 8.22 (7.99 ~ 8.45) であった。

飼育 15 ~ 20 日にかけて腹水が貯留して斃死する個体が観察された。その後斃死はほとんど見られず、46 日目の 3 月 28 日に 3894 尾 (生残率 66.6%) を取り上げ、そのうち正常なものは 494 尾で、正常率は 12.7% であった。

試験区 2 (7 mm まで天然プランクトン投餌)

ふ化仔魚 6000 尾を収容して飼育を開始した。飼育 4 日目には開口したため、ネット越しした天然プランクトンを 2 ~ 42 万個体、日平均 25.6 万個体与えた。餌料は、100 ~ 600 ミクロンのコペポダノープリウス幼生が主で、他に同サイズの 2 枚貝、巻き貝、多毛類の幼生がふくまれていた。

仔魚の摂餌は悪く、観察をおこなって消化管に餌の見られたものはほとんど無かった。またわずかに摂餌されていたのは貝類の幼生で、コペポダノープリウスの摂餌は観察されなかった。このためか飼育 5 日目以降斃死が増加し、14 日目には全滅状態になったため、飼育を中止した。

試験区 3 (7 mm まで DHA 強化ワムシ投餌)

ふ化仔魚 5050 尾を収容して飼育を開始した。飼育 4 日目には開口したため、DHA : EPA = 1 : 1 オイルで強化したワムシを 3 個体 / m¹ をめやすにして投餌した。オイル強化ワムシは全長 7 mm をこえる (飼育 17 日目) まで投餌し、それ以降はナシクロワムシと Ar-N を与えて飼育した。ナシクロは飼育 2 日目から 100 万セル / m¹ を目安に、着底の始まる 27 日目まで添加し、平均セル数は 107.9 万セル / m¹ であった。飼育中の水温は 14.3℃ (10.6 ~ 15.1℃)、pH は 8.20 (8.08 ~ 8.43) であった。

着底以降、斃死が見られたが大きな減耗はなく、飼育 46 日目に 3944 尾 (生残率 78.1%) を取り上げた。そのうち正常なものは 344 尾、正常率 8.7% であった。

試験区 4 (7 mm から高濃度ナシクロ飼育)

ふ化仔魚 6215 尾を収容して飼育を開始した。飼育 4 日目には開口したため、ナシクロワムシを 3 個体 / m¹ になるようにして投餌した。ワムシは着底する 27 日目まで与え、それ以降は Ar-N (80 万個体 / 日)、養成アルテミア (以下 Ar-Y と略す、5 ~ 40 万個体 / 日) を投餌した。ナシクロの添加は 2 日目から全長 7 mm (17 日目) までは 100 万セル / m¹ を目安に、それ以降着底する 27 日目までは 200 万セル / m¹ を目安に添加し、平均セ

ル数は153万セル/m¹であった。飼育期間中の水温は14.2℃(10.1~15.5℃)、p_hは8.19(7.97~8.47)であった。

高濃度のナシクロを添加し始めた飼育17日目以降腹水が貯留して斃死する個体が観察された。しかしナシクロの添加をやめた着底以降は目立った斃死も見られず、58日目の4月9日に3340尾(生残率53.7%)を取り上げた。そのうち正常なものは40尾、正常率1.2%であった。

試験区5(7mmから天然コペポダ投餌)

ふ化仔魚6700尾を収容して飼育を開始した。飼育4日目には開口したため、ナシクロワムシを3個体/m¹をめやすにして着底する28日目まで与えた。天然プランクトンは全長が7mmをこえた17日目から、着底が終了する33日目まで1日当たり50万個体を目安に与えた。それ以降は、A_r-N(80万個体/日)とA_r-Y(5~40万個体/日)を主餌料として飼育を行った。ナシクロの添加は2日目から着底の始まった27日目まで行い、その平均セル数は116.8万セル/m¹であった。飼育期間中の水温は14.8℃(10.6~19.4℃)、p_hは8.21(8.00~8.52)であった。

飼育の前半はほとんど斃死は見られなかったが、天然コペポダを与え始めた7mm以降、これを摂餌できない小型の個体が目立つようになり、変態できずに斃死するものが多く見られた。今年観察した結果から、コペポダを摂餌できるようになるサイズは、8mm以上であることがあきらかとなった。取り上げは飼育53日目の4月4日に行い、2135尾(生残率31.7%)を取り上げた。取り上げたうち正常なものは、295尾、正常率は13.8%であ

った。

試験区6(7mmからDHA強化ワムシ投餌)

ふ化仔魚5820尾を収容して飼育を開始した。飼育4日目には開口したため、ナシクロワムシを3個体/m¹を目安にして与え、ワムシの投餌は全長7mm(17日目)までつづけた。それ以降はDHA:EPA=1:1オイルで強化したワムシを同じように、着底(35日目)まで与えた。着底期以降はA_r-N(80万個体/日)、A_r-Y(40万個体/日)を主餌料として飼育を行った。ナシクロの添加は2日目から着底の終了した34日目まで行い、その平均セル数は112.2万セル/m¹であった。飼育期間中の水温は14.8℃(10.7~17.1℃)、p_hは8.22(8.00~8.52)であった。

期間中大きな減耗は見られず、飼育53日目の4月4日に5509尾(生残率94.7%)を取り上げた。取り上げたうち正常なものは379尾で正常率は6.9%であった。

試験区7(対照区)

ふ化仔魚6010尾を収容して飼育を開始した。飼育4日目には開口したため、ナシクロワムシを3個体/m¹をめやすにして与え、投餌は33日目まで続けた。A_r-Nは全長7mm以降1日に40~80万個体、A_r-Yは着底が完了してから1日に5~40万個体与えた。ナシクロは2日目から着底の始まった27日目まで添加し、その平均セル数は127.3万セル/m¹であった。

飼育17~20日目にかけて大きな減耗が見られたがそれ以降は比較的安定しており、46日目に2145尾(生残率35.7%)を取り上げた。そのうち正常なものは395尾で正常率は18.4%であった。

4) 考察

(1) 形態正異決定条件および時期の推定

図1～6に各試験区の成長と生残を示した。今年度は各試験区とも着底期以降大きな減耗が観察されていないことから、取り上げ時の正常率は結果の判定材料として有効であると考えられる。取り上げ時の正常率は試験区1が12.7%、試験区2が0、試験区3が8.7%、試験区4が1.2%、試験区5が13.8%、試験区6が6.9%、試験区7が18.4%であった。すなわち、対照区の試験区7よりも正常率の高い試験区がないことから、今年度行った高濃度ナシクロの添加および天然然プランクトンやDHA強化ワムシの投餌は正常な変態を促す効果がないか、逆に悪影響を与えていることを示している。

高濃度のナシクロを添加すると腹水の貯留や斃死の増加がおこることから、このことが魚にとって良い条件でないことは明らかであるといえる。7mm以前と以降にナシクロを添加して比較した結果7mm以前に添加した1区では対照区と正常率にさほど差がないものの、7mm以降高濃度のナシクロを添加した試験区4では今年最も悪い結果が出ている。このことは、7mm以降試験を行った時期が形態の正異の決定に大きな影響を与える期間であることを示唆している。

一昨年天然プランクトンを初期から与えた予備試験では生残率こそ低かったものの、着底した個体の殆どが正常魚であった。この結果をふまえて開口時から天然プランクトンの投餌試験を行ったが、今回は摂餌することなく試験は失敗に終わった。これは今回与えた餌料がマガレイの初期餌料として適していないことを示しており、今後同様の試験を行う場合は適性餌料の検討が重要となろう。また7

mm以降天然プランクトンをあたえたところ8mm以上の個体で摂餌が見られた。しかし着底した魚の正常率は低く、天然プランクトンを摂餌することによって変態異常出現防止の効果があるとするなら、マガレイにおける形態の正異の決定は8mm以下のサイズで行われている可能性が高い。

近年多くの魚種で初期飼育におけるDHAオイルの重要性が言われており、マコガレイではワムシ2次処理に使用した場合、正常な変態を起こす効果が示唆されている。今回の試験はDHAがマガレイの形態異常出現防止に効果があるか検討を行ったが、逆に形態異常をひきおこす要因となってしまった。今回行ったDHAオイルによる2次強化では強化中にワムシが斃死して、フロック状になることが多く、与えたワムシは良い状態ではなかった。強化したワムシがDHAを十分に取り込んでいるかどうかは現在行っている栄養分析の結果を参考にしなければならないが、取り込んでいるとするならば、現在添加している濃度のDHAオイルでは効果がないのか、もしくはDHAにマガレイの形態異常出現防止効果がないことになる。7mm以前と以降に分けて試験を行った結果、7mm以降にDHAワムシを与えたほうが正常魚は少なく、DHA強化のマイナス要因が強く影響している。このことは高濃度ナシクロ添加試験の結果と同じ傾向であり、7mm以降に形態の正異の決定に大きな影響を与える時期があると思われる。

着底魚の得られた上記5試験から形態の正異決定時期に大きな影響を与える時期を推測すると7～8mmサイズの極短い期間(2～3日間)であると思われる。今年度の試験結果からこの期間に、環境や餌料等にマイナスの要因が加わると形態異常の起こる可能性が極めて高いことが示唆された。

2 量産試験

昨年は高濃度ナシクロを添加した飼育試験と配合飼料を多用した飼育を行い、形態異常魚出現の軽減をはかった。その結果高濃度ナシクロ添加に効果が見られたため、今年度はこの再現性の検証とワムシ2次強化の徹底を主眼とした飼育をおこない、正常な魚の生産技術確立を検討した。

1) 試験区の設定

(1) ワムシ2次強化重点区（以後ワムシ区と略す）

初期餌料として与えるワムシの2次強化を重点的に行う目的で試験した。ワムシは0.5 m³水槽で使ったのと同様に、収穫直後と使用する3時間前の2回2000万セル/m³の冷凍ナシクロで強化したものを与えた。

(2) 高濃度ナシクロ添加区（以下ナシクロ区と略す）

昨年行って正常魚の出現率が高かったため、今年度再現性の検証を行うため試験を行った。ナシクロは飼育22日目まで200万セル/m³を目安にして添加を行った。

2) 材料と方法

ふ化仔魚は養成した親魚から採卵し、ふ化したものを使用した。水槽は両試験区とも80 m³水槽を使用した。ナシクロ使用量の軽減をはかるため、実水量は50 m³で行った。通気はエアストーン8個を壁ぎわに、4個を中央に配してほどこした。飼育水には鰭のびらんを防ぐ目的で着底が始まるまで淡水を添加し、90%海水で飼育を行った。換水はワムシ区は7日目から、ナシクロ区はアンモニア値が上昇したため4日目から開始し両区とも最高300%の

換水を行った。底掃除は底掃除機を使用して飼育4日目から行い、着底後は底を擦って汚れを落とし、サイホンで吸い出して掃除を行った。また、環境の悪化を防ぐ目的で両試験区とも着底直前（飼育25日前後）に移槽を行った。例年着底後の密度を調整する目的で分槽を行っているが今年度は、ワムシ区で着底の終了した飼育30日目に行ったものの、ナシクロ区ではそのまま飼育を継続し、分槽を行わない飼育が可能かを観察した。水温は15℃を目安に加温を行い、出荷前には順次下げ自然水温とした。

餌料はワムシ→A r - N → A r - Y → 冷凍餌料、配合の順に与えていった。ワムシの処理は前に述べたとおりで、両試験区とも3個体/m³をめやすにして投餌した。A r - Nは24時間のエスタ処理をおこない、A r - Yは収穫してから処理水に水量の2倍の冷凍ナシクロを添加して強化を行った。

3) 結果

結果の概要を表3に、餌料の使用状況を表4に示した。また成長と生残を図7、8に示した。

(1) ワムシ区

ワムシ区の収容に使用したふ化仔魚は1月29日に養成親魚から採卵した80万粒を管理し、ふ化したものでその受精率は92.5%ふ化率は99.2%、SAIは60.9であった。飼育は2月4日に63.7万尾のふ化仔魚を収容して開始した。

ナシクロは飼育開始と同時に添加をはじめ、100万セル/m³を目安に飼育21日目（全長8.26 mm）まで行い、その平均セル数は131.2万セル/m³となった。飼育4日目には開口したためワムシの投餌を開始し、3個体/m³を目安に飼育26日目（全長9.45 mm）まで与えた。全長8 mmを越えた20日目から

A r - Nを与え始め、全長11mmを越えた飼育30日目からはA r - Yと配合飼料を飼育45日目からは冷凍餌料の投餌も開始した。

ふ化仔魚を収容した直後と飼育10～15日目（全長5.71～7.05mm）に減耗が見られたもののそれ以後着底期までは目立った斃死は観察されなかった。着底は飼育25日目に始まり35日目には全ての個体の変態を終了し着底した。着底開始時から正常率の観察を行ったところ32.6～44.5%と今までになく高率で正常魚が見られた。飼育50日目（全長21mm）から取り上げと同時に選別をはじめ、ホースを用いて1尾ずつ正常魚だけを選び分けた。飼育68日目の4月12日には全ての選別を終了し、取り上げ尾数は221158尾（生残率38.1%）内正常魚は85182尾（正常率38.5%）となった。取り上げた魚はALC標識を行い、放流用種苗とした。

（2）ナクロ区

ナクロ区の収容に使用したふ化仔魚は、2月5日に養成親魚から採卵した111.2万粒を管理し、ふ化したものでその受精率は96.3%、ふ化率は98.4%、SAIは76.6であった。飼育は2月10日に62万尾のふ化仔魚を収容して開始した。

ナクロは、飼育開始とともに添加し始め、200万セルを目安に飼育22日目（全長8mmサイズ）まで行い、その平均セル数は212.4万セル/m¹となった。飼育4日目には開口したためワムシの投餌を開始し、3個体/m¹を目安に飼育42日目（全長15mmサイズ）まで与えた。全長9mmサイズになった飼育23日目からA r - Nをあたえはじめ、11mmを越えた30日目から配合飼料、12mmサイズとなった36日目からA r - Y、15mm

サイズになった40日目からは冷凍餌料の投餌を開始した。

飼育2日目の計数で33.2万尾（生残率53.5%）、4日目で42.8%（生残率69.0%）、10日目33.1万尾（生残率53.4%）、15日目32万尾（生残率51.6%）となり、収容直後に大きな減耗が起こったことを示している。以降着底までは目立った斃死は見られず、飼育27日目には着底が始まり37日目には全ての個体の変態を終了した。着底が完了してから正常率の観察を行ったところ6.2～15.1%とワムシ区に比べて高くはなかった。飼育64日目の4月14日に移槽をかねて取り上げ、重量法による計数と正常率（300尾サンプリング）の観察を行った結果、尾数は22.4万尾（生残率36.1%）、正常率は10.4%であった。その後79日目に選別を開始し、飼育98日目の5月18日に全ての取り上げ、選別を完了した。最終的な取り上げ尾数は185332尾（生残率29.9%）、正常魚尾数は15608尾（正常率8.4%）であった。選別した正常魚は親魚養成用として継続飼育を行っている。

4）考察

上記の試験結果から、今年度形態異常魚出現の軽減を目的に行った高濃度ナクロ添加区では正常魚の出現割合が低く、対照区として設けたワムシ2次強化重点区で過去最高の正常魚出現率を得ることができた。以下にこの原因を検討してみた。

（1）形態正異の決定時期との関係

0.5m³で行った試験の結果から、形態正異の決定に大きな影響を与えるのは7mm～8mmのごく短い期間であることが推測された。0.5m³の試験ではこの時期にマイナス要因（高濃度のナクロ添加、DHA強化ワムシ）を与えると形態異常魚の出現する

率が高くなっている。ナシクロ区ではどうであったろうか？

この時期ナシクロ区では飼育水中のアノニア濃度が上昇してきたため、注水を連続的に行っており、それにともなってナシクロの添加量も1日当たりそれまでの3 m³ から5 m³ へ増加している（ワムシ区では同時期に2 m³）。高濃度のナシクロ添加がマイナス要因として働くとするならば、重要な時期に大きなマイナス要因を与えていたことになる。

（2）ワムシ2次強化の重要性と投餌時期および方法

0.5 m³ の試験や量産水槽の試験において対象区のほうが正常率が高かった。これは先に述べた7～8 mmの時期にマイナス要因を与えず（つまりなにもせず）十分にナシクロで強化したワムシ与えた結果であろう。しかし、量産試験のワムシ区と0.5 m³ 水槽対象区の正常率を比較すると同じような飼育をおこなっているのに量産区は38.5%、0.5 m³ 対象区は18.4%と大きな差が出ている。また、7 mm以前に高濃度のナシクロやDHAワムシを与えた区ではそれ以降マイナス要因を与えず十分にナシクロで強化したワムシを与えているのに正常率は量産試験のワムシ区にくらべて著しく低い。全く同じ処理槽からワムシを与えているのに何が原因でこのような差が出てくるのであろうか？

量産試験のワムシ区の7～8 mmにおける餌料を見るとワムシのみを与えているが、0.5 m³ 試験ではAr-Nの投餌を開始している。この時期Ar-Nを与えるとそれに対する指向性が高くワムシの摂餌量は極端に落ちる。つまり量産試験と同じように、見かけ上ワムシは与えていたが、ワムシの摂餌量は大きく異なっていたものと考えられる。このことから7～8 mmサイズに十分ナシクロで強化したワムシを与えることは重要であるが、このワムシをより多

く摂餌させるように与えることも重要であるといえる。

（3）次年度以降の試験の方向（正常な魚を生産するには）

① 7～8 mmの時期にマイナス要因を与えない。つまり、この時期に環境変化（ナシクロ密度、水温、アノニア濃度等の変化、プロトゾア発生による水がわり等）や疾病による大量斃死を起こさないこと。

② 7～8 mmの時期に十分ナシクロで処理したワムシを与え、これを十分に摂餌させるようにすること。

以上2点を主眼として来年試験を計画し、今年度の再現性を得ることが重要であると思われる。このことが形態の正異に大きく関わっているとすれば40～50%の正常率で生産ができると思われる。この段階（正常率50%）を踏まえたうえで次のステップ（正常率100%）を検討して行きたい。

表 1 小型水槽の試験内容

試験区	試験内容
1 区	7mm>TL高濃度ナシクロ添加
2 区	7mm>TL天然プランクトン投餌
3 区	7mm>TL DHA強化ワムシ投餌
4 区	7mm<TL高濃度ナシクロ添加
5 区	7mm<TL天然プランクトン投餌
6 区	7mm<TL DHA強化ワムシ投餌
7 区	対照区

表 2 小型水槽の試験概要

試験区	水槽	収容尾数 (尾)	収容時全長 (mm)	飼育期間 (日間)	取り揚げ尾数 (尾)	生残率 (%)	正常尾数 (尾)	正常率 (%)	取り揚げ時全長 (mm)	備考
1	0.5m ³ バケツ	5850	3.35	2/11~3/28 (46)	3894	66.6	494	12.7	18.1	
2	同上	6100	同上	2/11~2/24 (14)						飼育中止
3	同上	5050	同上	2/11~3/28 (46)	3944	78.1	344	8.7	18.9	
4	同上	6215	同上	2/11~4/09 (58)	3340	53.7	40	1.2	19.3	
5	同上	6700	同上	2/11~4/04 (53)	2135	31.9	295	13.8	19.7	
6	同上	5820	同上	2/11~4/04 (53)	5509	94.7	379	6.9	19.2	
7	同上	6010	同上	2/11~3/28 (46)	2145	35.7	395	18.4	18.5	

表3 80 m³水槽の種苗生産概要

区分	収容尾数 (万尾)	収容密度 (万尾/m ³)	収容時全長 (mm)	飼育期間 (日間)	取り上げ尾数 (万尾)	生残率 (%)	取り揚げ密度 (万尾/m ³)	正常尾数 (万尾)	正常率 (%)	取り揚げ時全長 (mm)
ワムシ区	58.0	1.16	3.30	2/04~4/12 (68)	22.1	38.1	0.74	8.5	38.5	30.67
ナカ区	62.0	1.24	3.31	2/10~4/14 (64)	22.4	36.1	0.75	1.9	10.4	27.33

表4 量産水槽の餌料使用状況

区分	餌料	
ワムシ区	ワムシ (億個体)	48.10
	アルテミア・プリウス (億個体)	16.15
	養成アルテミア (億個体)	2.56
	同冷凍 (億個体)	3.60
	冷凍モイ (億個体)	
	配合飼料 (kg)	10.00
ナカ区	ワムシ (億個体)	86.10
	アルテミア・プリウス (億個体)	16.85
	養成アルテミア (億個体)	1.18
	同冷凍 (億個体)	2.50
	冷凍モイ (億個体)	1.20
	配合飼料 (kg)	15.70

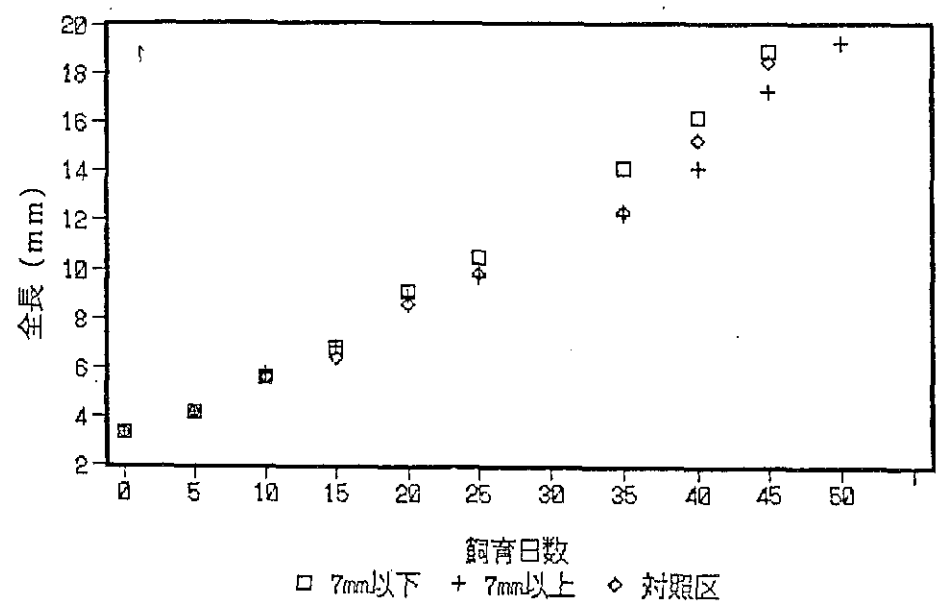


図5 DHA強化ワムシ投餌区の成長

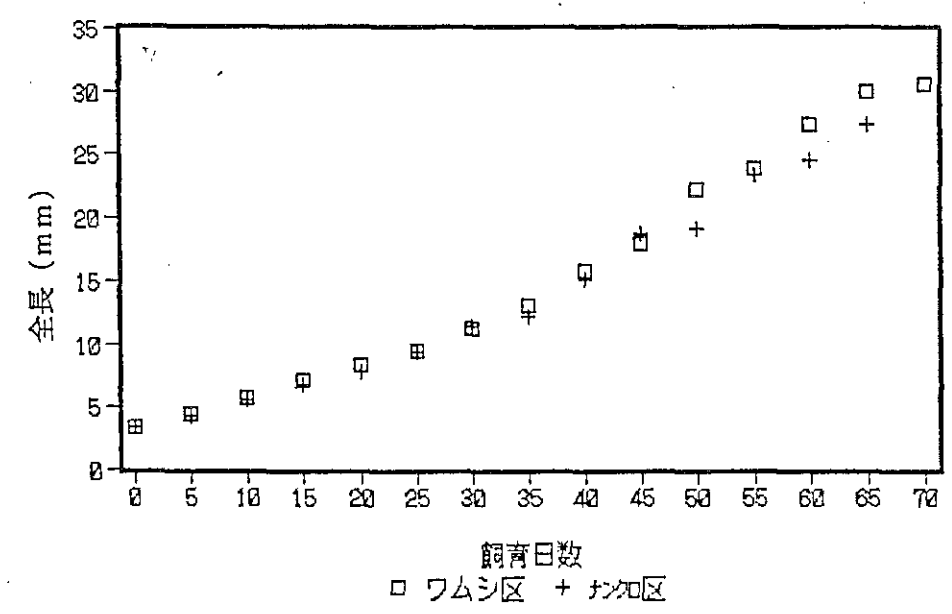


図7 量産試験区の成長

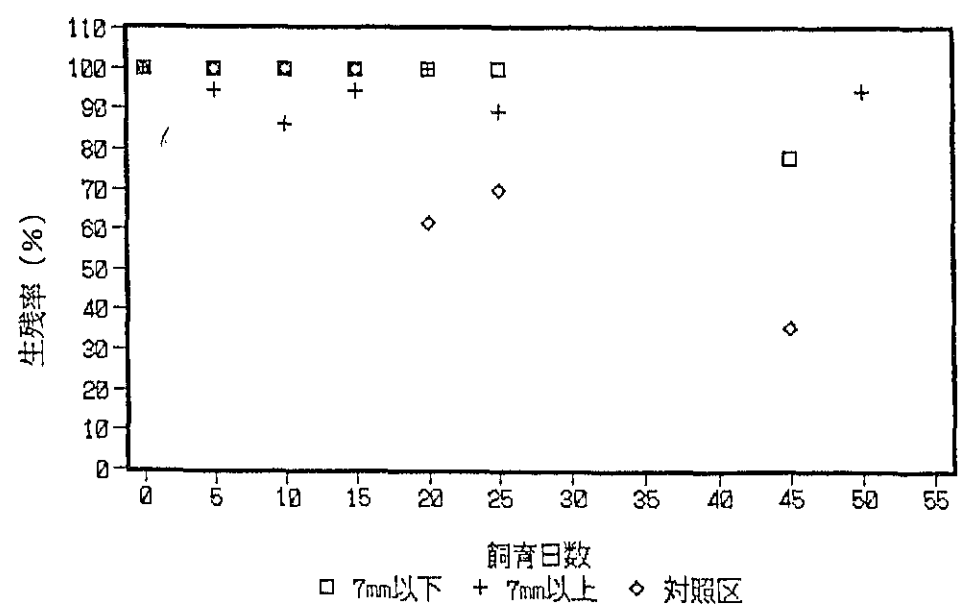


図6 DHA強化ワムシ投餌区の生残

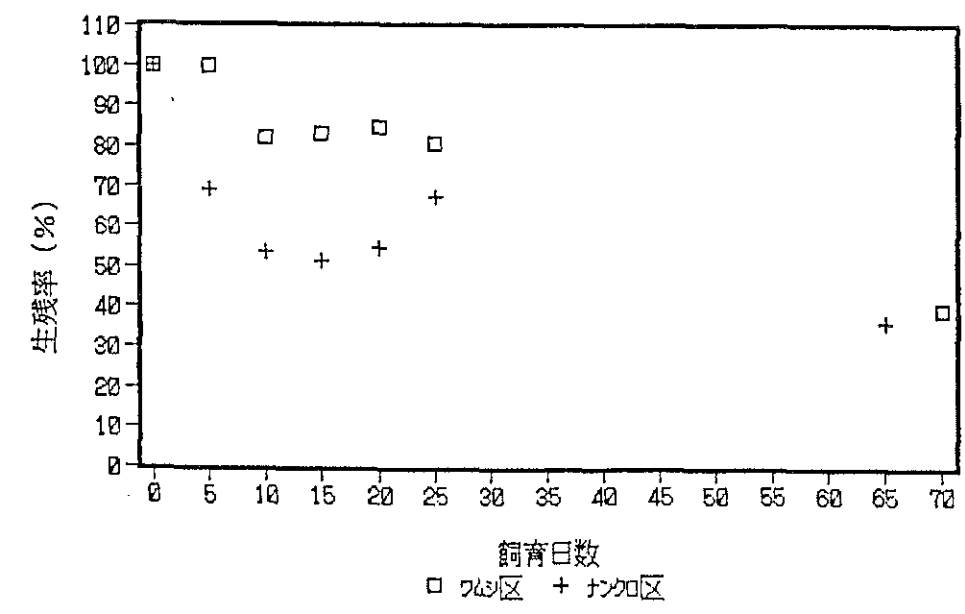


図8 量産試験区の生残

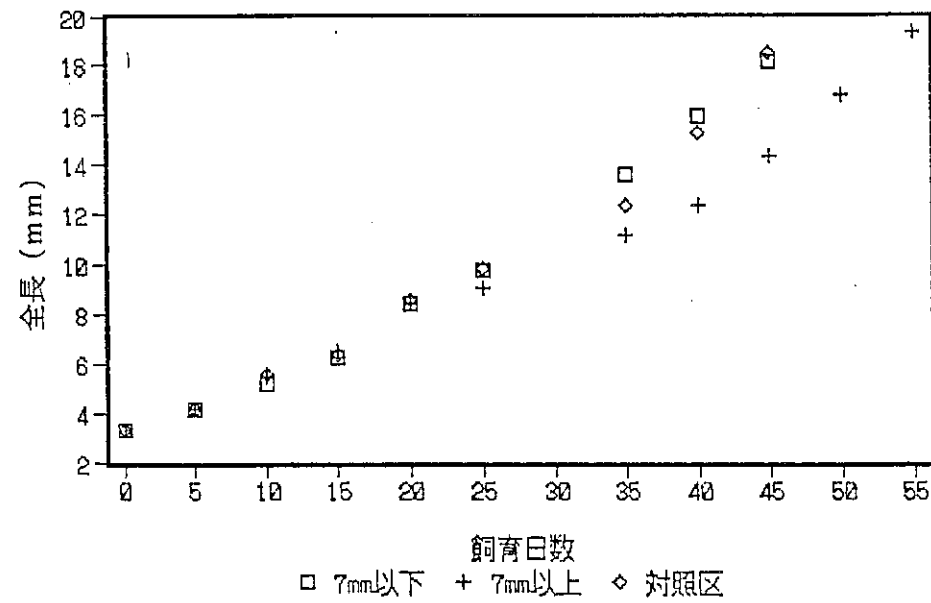


図1 高濃度ナノクロ添加区の成長

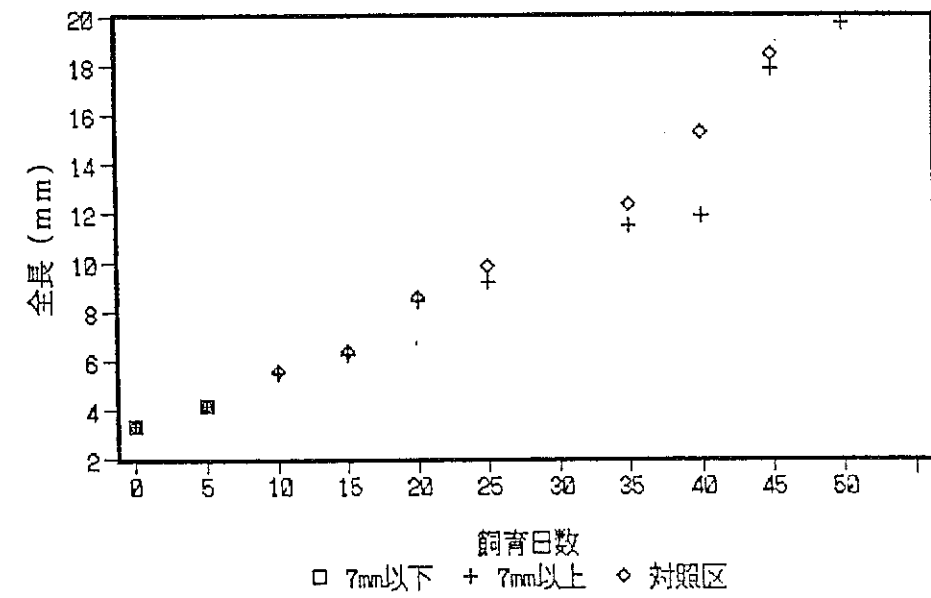


図3 天然プランクトン投餌区の成長

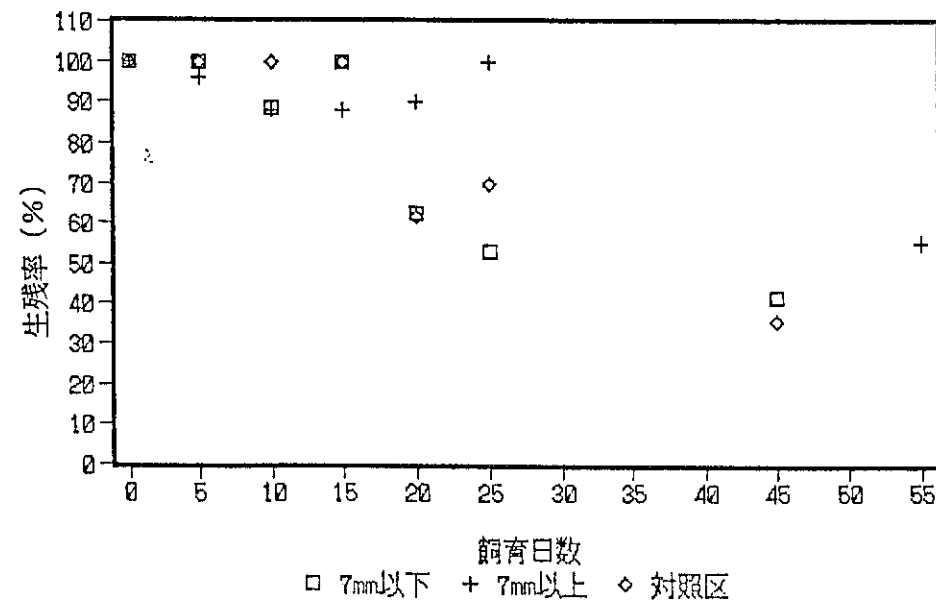


図2 高濃度ナノクロ添加区の生残

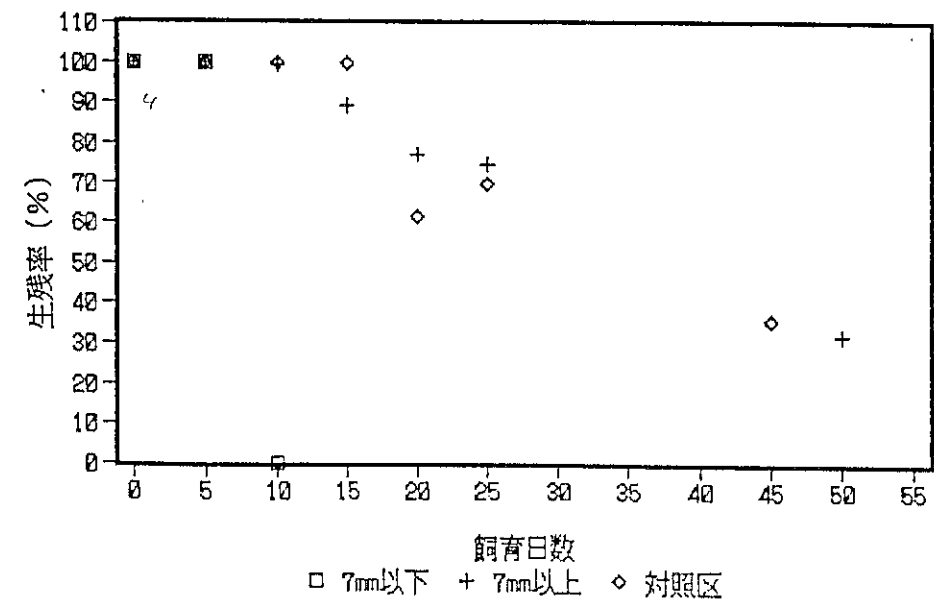


図4 天然プランクトン投餌区の生残

マガレイ

◎有瀬 真人

長倉 義智

資源添加

1 前年までの経緯

過去2年間、ごく浅い水域（水深3m）に種苗を放流し、潜砂や逃避行動、摂餌等について潜水観察、ソリネットを主に用いて調査した。その結果、正常な個体については放流後潜砂、逃避、摂餌どれもほぼ問題なく速やかに発揮されたが、形態異常魚（白化、眼位異常）はいずれの機能においても正常魚より劣っていることが明らかになった。さらにこの浅い海域は調査しやすい反面、水温の変動（日変動、年変動）が大きく、波浪等の影響もうけやすいことが判明し、これらの現象が摂餌率の低下や種苗逸散の大きな原因となることがあきらかとなった。

そこで今年度は、種苗にとってよりよい環境の水深帯を検討すべく、ALC標識魚を用いてより深所での放流と調査を行った。以下にその概要を述べる。

2 ALC標識試験

1) 標識密度試験

30mmサイズのマガレイにALC標識装着時の密度を検討する目的で試験を行った。

(1) 材料と方法

試験には放流用に選別した正常魚（全長29.9mm）を用いた。試験は30ℓパンライト水槽（実水量20ℓ）で行い、収容密度1万尾/m³、2万尾/m³、4万尾/m³にALC（50ppm）を添加したものと無添加のものと計6面で比較検討した。観察項目は6時間おきに水温、pH、溶存酸素濃度（以下DO）、全アンモニア濃度（以下NH₄）について測定を行ない、取揚げ

時には斃死の計数を行った。浸漬時間は24時間で、試験中は酸素を通気し、水温はウォーターバス方式により保った。また、供試魚は前日から餌止めを行っている。

(2) 結果と考察

試験中の環境と終了時の斃死状況について表1に示した。試験は1万/m³の区が200尾、2万尾/m³の区が400尾、4万尾/m³の区が800尾収容して行った。試験中の環境変化はALC添加区と無添加区で比べるとpHがALCを添加した区で高く、NH₄がALCを添加した区で低く推移した。また、密度の高い区ほどNH₄は高くなった。しかし、取り上げ時の斃死は1万尾区では0%、2万尾区はALC添加で0%、無添加で2.5%、4万尾区はALC添加が3.8%、無添加が2.5%となりこの密度の範囲でALC50ppmの標識を施しても問題ないことがあきらかとなった。

2) ALC大量標識

30mmサイズ8.5万尾のマガレイにALC50ppmで標識をほどこした。

(1) 材料と方法

標識は、80m³水槽1面を使用して実水量10m³（水深約40cm）で行った。ALC濃度は、50ppm（使用量500g）標識時間は24時間である。標識魚は、放流用に選別したマガレイ8.5万尾、全長30.7mmで、密度は0.85万尾/m³となった。標識中は酸素の弱通気を行い、DOが100%を下回らないように注意した。また水深が浅いためエアータンだけでは水の循環が滞り、魚の酸欠による斃死が心配されたため、水中ポンプ2台を利用して強制的に循環を行った（図1）。また、標識前日から餌止めを行っている。

(2) 結果

表2に標識期間中の環境変化を表わした。標識後斃死の確認を行ったがALCによると思われる斃死はほとんど見られず、無事標識装着を終了した。なお、標識を行ったALCの廃液は次亜塩素酸カルシウムで中和した後廃棄した。標識後3日目に蛍光顕微鏡で標識の確認を行ったところ耳石縁辺部に明瞭な蛍光リングが観察された。

3 放流

1) 種苗の輸送

ALC標識を行った種苗は4月23日、放流のため新潟県岩船港まで輸送した。輸送には4トントラック（保冷車）1台を使用し、ヒドロタンク3槽（約2.8万尾/m³）で運んだ。種苗は全長34.2mmのもの8.5万尾である。

以下に概要を略記する。

平成3年4月23日火曜日（晴れ）

時 間	作業内容	備考
3時30分	減水開始	
4時30分	減水終了	
6時00分	トラック着、積み込み開始	
6時45分	積み込み終了	
7時00分	事業場発	
7時20分	観察（能登島事業場大橋）	水温11.4℃
7時50分	観察（庵）	水温11.4℃
9時00分	観察（小杉）	水温11.5℃
11時30分	観察（黒崎）	水温11.6℃ 水が濁る
13時00分	岩船着	

以上の輸送を行い斃死は無かったが、出発前に換水を行わなかったため、終

盤は少し水が濁っていた。安全をきすためやはり換水は行うべきだと考える。

2) 放流

輸送を行った種苗は、直ちに岩船港で小型底曳の船に積み直し、放流を行った。放流を行った船は4.9トンの小型底曳船2隻で放流点までは1m³パンライト1面ずつに4.25万尾収容して運んだ。輸送中は、船に備え付けのポンプでの注水とブローによる通気を行った。放流点は岩船港の南西約10km、沖合2マイル、北緯38°-08'-314"、東経139°-20'-40"、水深38mの地点で岩船港からおよそ30分を要した。放流は径50mmのフレキシブルホース（カナラインホース）を用い、サイホンで海底に直接行った（図2、3）。放流時の表面水温は14.0℃であった。

この方法による放流は、海面に放流するのにくらべて①魚が潜る前にカモメなどに捕食される心配がない。②網ですくわないため魚を傷めない。③人手が入らず作業が簡便で時間も短縮できる。④放流後魚が直ちに着底、潜砂が可能である等の利点がある。今年、パンライト水槽1面放流するのに要した時間はおよそ10分間であった。船への積み込みから放流終了までに約3時間を要した。

4 調査

今年度の調査は例年より深い水深帯に放流したマガレイの摂餌や、放流後の移動状況についてと今まで知見の全く得られていない天然マガレイの着底場を明らかにするために行った。

1) 材料と方法

(1) 放流魚

生産したマガレイのうち正常魚のみを選別して充てた。尾数は8.5万尾、全長34.2mmであった。放流に供したものは全てALC50ppm24時間標識をほどこしている。

(2) 放流日

平成3年4月23日

(3) 放流場所

新潟県中条沖（北緯38-08-314、東経139-20-40）、水深38m（図3）

(4) 調査期間

平成3年4月24～27日（放流後1～4日目）、同5月28日（放流後35日目）、同6月18日（放流後56日目）の計6日間

(5) 調査項目、方法

今年度は小型のビームトロールネットを用いた放流点付近の曳き網調査を主眼として行った。ビームトロールは昨年と同じものである。

調査には岩船漁協所属の4.9トンクラスの小型底曳網を傭船して、曳網を行った。曳網速度は約1.5ノット、時間は20分間／回で約900m／回曳網した。曳網は水深が一定になるよう、海岸線に平行に行った。曳網後船上で直ちに大ざっぱな選別を行い、マコガレイ属の着底魚と思われるものはエタノールで固定して持ち帰った。また船上での選別は十分に行えなかったため、採集したものは全て10%ホルマリン溶液で固定して持ち帰った。

事業場に採集物を持ち帰った後、エタノールで固定した標本は直ちに蛍光顕微鏡下でALCリングの確認をし、放流魚か否かの判定を行った。また、ホルマリンで固定した標本についてもソーティングをし、マコガレイ属のマガレイ着底魚と思われるものについては蛍光顕微鏡で観察を行った。ALC標識が確認できなかったものについては天然マガレイと天然マコガレイの識別を行った（後述参照）。

以上のように人工マガレイ、天然マガレイの識別を行ったものは、全長、体長について測定を行い、胃内容物の検索と計数を行った。

2) 調査結果と考察

(1) 調査の概要

4月24日（晴れ）水温14.1℃

7時30分に岩船港を出港し8時10分放流点到着。8時20分から14時40分の間に放流点を中心として8回の曳網を行ったが、マコガレイ属の着底魚は1尾も採集されなかった。

4月25日（晴れ）水温14.0℃

7時30分に出港、昨日放流したものが全く採集されなかったため、天然魚の採集を目的とし、岩船港沖合を曳網した。8時15分から12時5分の間に水深50、60、70、90mを計5回曳網したがマコガレイ属の着底魚は1尾も採集されなかった。午後からは放流点に戻って曳網を行ったところ4回の曳網で5尾のマコガレイ属の着底魚が採集された。

4月26日（曇り）水温14.0℃

7時45分に出港し8時10分放流点着。8時15分から14時40分の間に11回の曳網を行った。その結果、合計123尾のマコガレイ属着底魚を採集した。

4月27日（晴れ）水温14.2℃

7時出港し7時30分放流点到着。7時35分から10時45分の間に5回の曳網を行い、合計20尾のマコガレイ属着底魚を採集した。

5月28日（晴れ）水温15.6℃

7時15分に出港し7時45分放流点に到着。7時55分から13時までの間に7回に曳網を行い、62尾のマコガレイ属着底魚を採集した。

6月18日（晴れ）水温

7時45分に出港し8時20分放流点到着。8時30分から13時25分の間に7回曳網を行い、17尾のマコガレイ属着底魚を採集した。

(2) 人工マガレイ、天然マガレイ、天然マコガレイの識別

今年度採集されたサンプルを観察した結果、マコガレイ属の着底稚魚は合計

227尾、そのうち蛍光顕微鏡下でALC標識の観察された人工マガレイは147尾、それ以外の魚は80尾であった(表3)。これら放流魚以外のマコガレイ属spp.にはマガレイとマコガレイが混在していることが考えられたため、以下のようにして査定を行った。マガレイとマコガレイの着底期稚魚までは有眼側の色素配列によって、成魚は無眼側の両顎歯数で識別可能であるという知見(加藤他:1974年)があったため、これによって識別可能かを検討してみた。識別方法は以下のとおりである。

①色素配列による識別

マガレイ:背、臀鰭担鰭骨帯基底部の色素が体軸に対称的に配列する。

マコガレイ:前記色素が対称的に配列しない。

上記の要素について識別を行ったところ、ほとんどのものがマガレイに分類された。しかし、底曳で採集されたため、傷みの激しいものも多く有り、これらの個体は色素での識別が困難であった。

②無眼側両顎歯数による識別

成体については、無眼側の両顎歯数によって以下のように識別可能である。

マガレイ:上顎歯数16、下顎歯数18以上

マコガレイ:前記本数以下

この知見では着定期について検討が行われていなかったため、当场で生産したマガレイと兵庫県から譲り受けたマコガレイ人工種苗の無眼側両顎歯を観察し、両顎歯による着底稚魚期の識別が可能かを観察した。

その結果、人工マガレイの無眼側上顎歯数は平均21.1本(18~24本)、下顎歯は平均19.0本(17~27本)、人工マコガレイは上顎歯は平均14.7本(13~15本)、下顎歯が平均13.8本(12~15本)となり両種は着定期においても、無眼側両顎歯の数に明らかな差があり、この形質で識別できることがあきらかとなった(表4)。

以上のことから、採集されたマコガレイ属spp.を色素と両顎歯で観察し

たところ、マガレイが74尾マコガレイが6尾に識別できた(図4、5、表5)。

(3)人工魚の再捕状況と天然マガレイおよびマコガレイの出現状況

①放流マガレイ

人工マガレイは放流後1日目は再捕されなかったものの、同地点を曳網した2日目には4尾、3日目には120尾、4日目には20尾が採集され、放流後順次拡散していると推測された。また放流後35日目の調査でも3尾が再捕され、長期間放流点付近に滞留することも確認された(図6、表5)。採集された場所は放流点を中心に1~2kmの範囲内で沖合、岸よりどちらの方向でも採集されており、沖や岸を目指して一気に移動する傾向は無いものと考えられる。また四月に採集したものの平均全長は29.3mm、5月に採取したものの平均全長は37.7mmとなりその水域で順調に成長していることがうかがえる。

以上のように放流したマガレイは水深38mの放流点でゆっくりと逸散しているものの、放流後35日目にも採集され、放流点での成長と長期間の滞留が確認された。昨年までの結果から人工マガレイは生息環境が悪化すると逸散が促されることが確認されており、長期の滞留は放流した環境が適していたことをしめしていると考ええる。

②天然マガレイ

天然マガレイは4月に4尾、5月に57尾、6月に13尾が水深30~40mで採集され、その最小個体は全長11.5mmであることから、この水深帯で着底しているものと考えられる。また採集された尾数から推測して、着底の盛期は5月と思われる(図7、8、表5)。また同地点で同じ曳網回数で行った調査の採集尾数は5月が57尾、6月が13尾と減少していることや、同じ調査で5月に採集されていた天然マガレイ1才魚が6月には全く採集されなかったことから考えると、6月にはより深いところへ移動を始めているものと

考える。これを裏づけるように小型底曳の漁場も6月になると200～250 mを中心とした深場へ移っている。この移動の大きな原因は水温の上昇が考えられ、事実40 mの水温は4月が9.4℃、5月が11.3℃、6月が13.6℃と上昇している。

③天然マコガレイ

天然マコガレイは5月に2尾、6月に4尾、水深28～35 mで採集されている。昨年は5月17、18日に水深5～18 mで行った曳き網調査において30～50 mmサイズのものが67尾採集されており、マコガレイの着底場は30 mより浅いところであると考えられる。昨年と今年の結果から、マコガレイは水深10 m帯で着底したものが成長や水温の上昇とともに深いところへ移動を行っているものと考えられる。

(4) 人工および天然マガレイの摂餌状況

①人工マガレイ

胃内容物を観察したところ、人工マガレイの空胃率（空胃個体数／観察個体数×100）は4月が0.2%、5月は0%でほぼすべての個体が摂餌していた。これは過去2年間行った浅海域の放流群の正常個体（平成1年度13.8%、平成2年度62.5%）に比べると極めて低い値である。昨年までの調査結果から放流したマガレイは環境が悪化すると空胃率が増加することが明らかにされており、今年の結果は放流場所の適性を示しているものと考ええる。観察した胃内容物は多毛類が70%近くを占めており、放流魚はこれらを主に食べていると考えられる。また、体長の増加と胃内容物の変化を見てみると25 mmまではコペポダが多く摂餌され、それ以降は多毛類が次第に多くなることが観察された。これは、成長とともに摂餌生物の変化が起こっていることを示している。（表6、7）。

②天然マガレイ

天然マガレイは採集した個体すべてが摂餌しており、20 mmサイズ以下の個体はコペポダ類をそれ以上のものでは放流魚と同様に多毛類を主餌料にしていた。また、多毛類を主に摂餌しているサイズにおいて、放流魚と天然魚の摂餌数に大きな差は無いことが明らかになった（図9、表6、7）。

以上のように放流したマガレイは空胃率が極めて低く、同サイズの天然マガレイと同じような摂餌状況（成長に伴う餌料生物の種変化、摂餌数）であったことから、摂餌能力という面では種苗として問題ないものとする。

(5) 総括（次年度以降の調査の方向）

今年度の調査で明らかになったことを以下に示す。

- ①今年度行った放流調査で147尾の人工マガレイを再捕した。
- ②放流したマガレイは順次逸散を始めるものの、その速度は緩やかで35日目にも放流点付近で再捕され、放流場所の適性が示された。
- ③再捕の範囲は調査期間を通じて放流点から2 km以内でこれ以上離れた所では再捕されなかった。
- ④逸散の方向は沖合、岸よりの両方に見られた。
- ⑤放流調査において天然マガレイが74尾採集された。
- ⑥天然マガレイは採集状況から水深30～40 mで着底し、その盛期は5月であると推測された。
- ⑦天然マガレイは6月の調査でも採集されたが、尾数は減少しており深所への移動が始まっていると思われた。
- ⑧再捕された人工マガレイの胃内容物を観察した結果空胃率が非常に低く、放流場所の適性が示された。
- ⑨人工マガレイと天然マガレイの胃内容物の比較を行った結果、摂餌状況がにかよっており、人工マガレイの種苗性が評価された。

今年度放流を行った場所は人工マガレイの移動状況や摂餌状態、また天然マ

ガレイの着底魚が採集されたことから、種苗の放流には非常に適していると考ええる。また、ホースを使って海底に直接放流したことや正常魚のみを放流魚として用いたことも上記の好結果につながっていると思われる。しかし、放流場所の選定や放流方法、放流点付近の調査についてはある程度のめどが立ったものの、放流点付近から逸散した場合の調査についてはかなり困難な点が明らかになってきたといえる。まず、①調査規模が小さいため、広範囲のエリアにわたる調査が困難で、行ったとしても効果が上がらないと思われる（日裁協単独調査の限界）。②範囲を広げて調査を行った場合、大量のマガレイが採集されると思われるが、A L C 標識では判別に膨大な作業をとまなう（A L C 標識による追跡調査の限界）。③深い所で調査を行う場合ある程度の調査場所のめどをたてなければならないが既存の知見が無い。

①については今後調査を行う場合、日水研や新潟水試との協力関係を築いていかなければこれ以上の効果はあまり期待できないと思われる。それにはまず場内での計画検討を行い、問題点や明らかになった知見を整理しなければならないと考える。そのうえで関係機関に協力を要請し、承諾されれば共同調査の内容や役割分担などの検討を行うべきだと考える。

②については、あくまでも標識の主体はA L Cで行わなければならないが、A L Cで追えない部分については、養成した魚に外部標識を装着して放流調査を行うべきだと考える。放流海域は小型底曳の漁獲圧が非常に高く、1 昨年正常魚の少ない養成1 才魚を沿岸から放流したにもかかわらず、多くの再捕報告を得ている。このことから養成1 才正常魚を今年行った放流点で放流すれば、かなりの情報が得られると考えられる。ただ今年度においても種苗の養成には失敗しており、この方法の大きな問題は、親魚養成の技術開発にあるといっても過言ではない。

③については現在のところマガレイ0～1 才魚の生態的知見はほとんど無い、しかしながら今年度行ったハタハタの放流調査において、秋田沖水深2 5 0

mで8月に0才魚が1尾採集されており、おそらく水深30mから逸散した種苗は一気に沖合にむかって移動するものと推測される。なお、成魚の越夏水深の中心は150～250mであることはすでに報告されている。

以上のことを検討し、来年以降の調査計画を立てることが重要であると考え

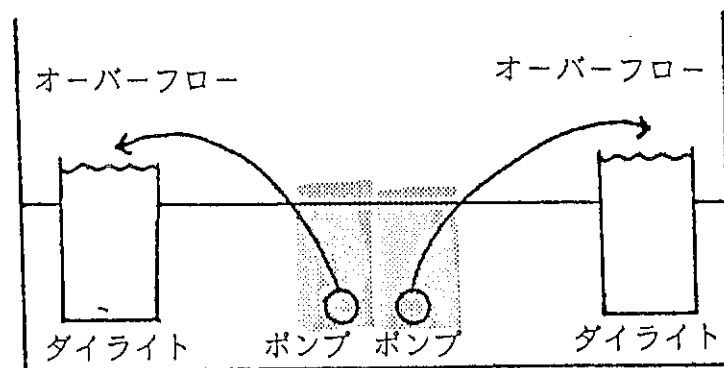
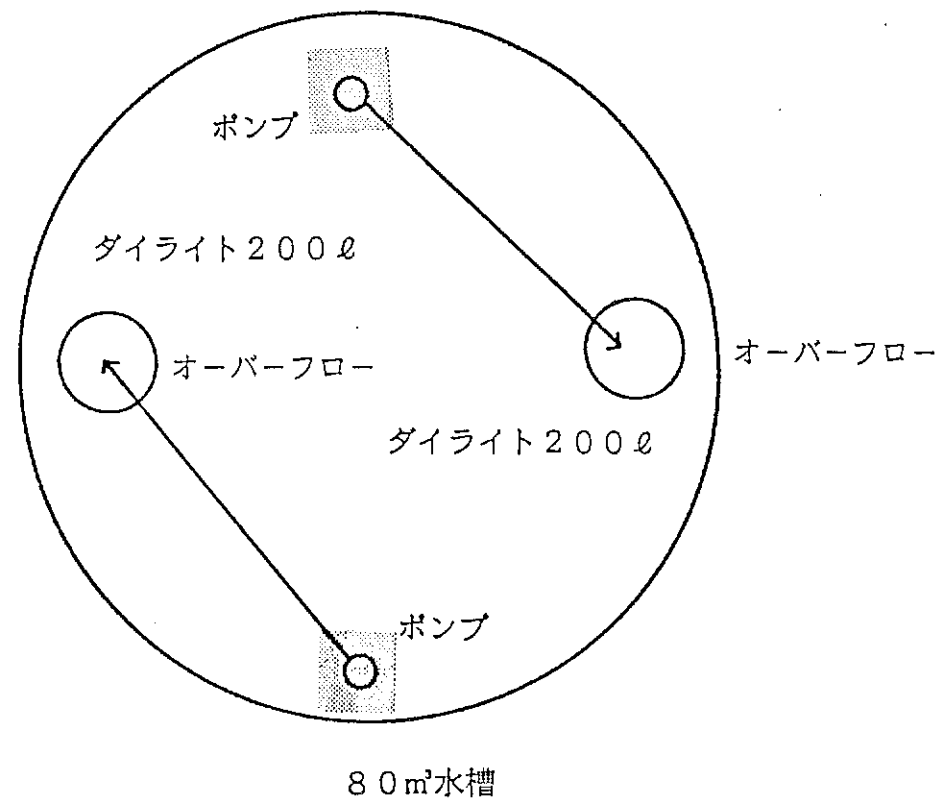


図 1 ALC 標識時の循環方法

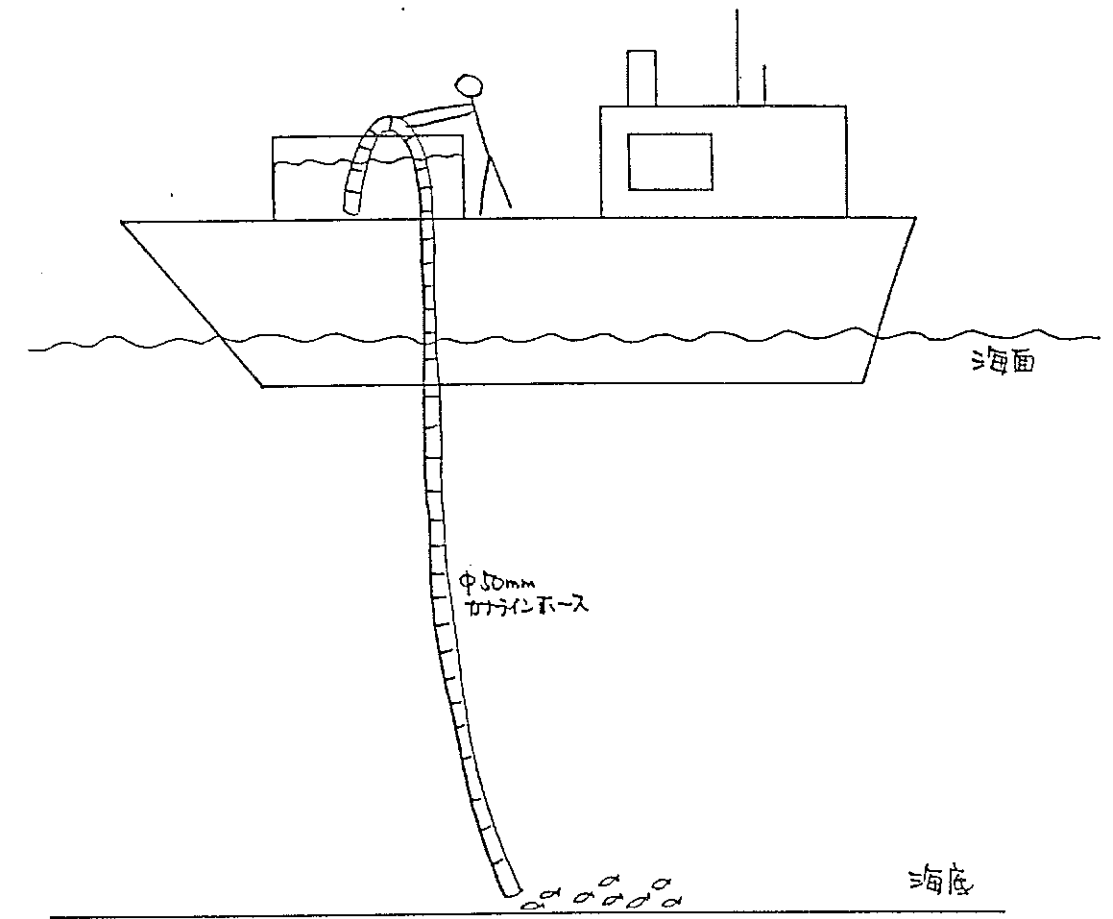


図 2 放流方法の概略

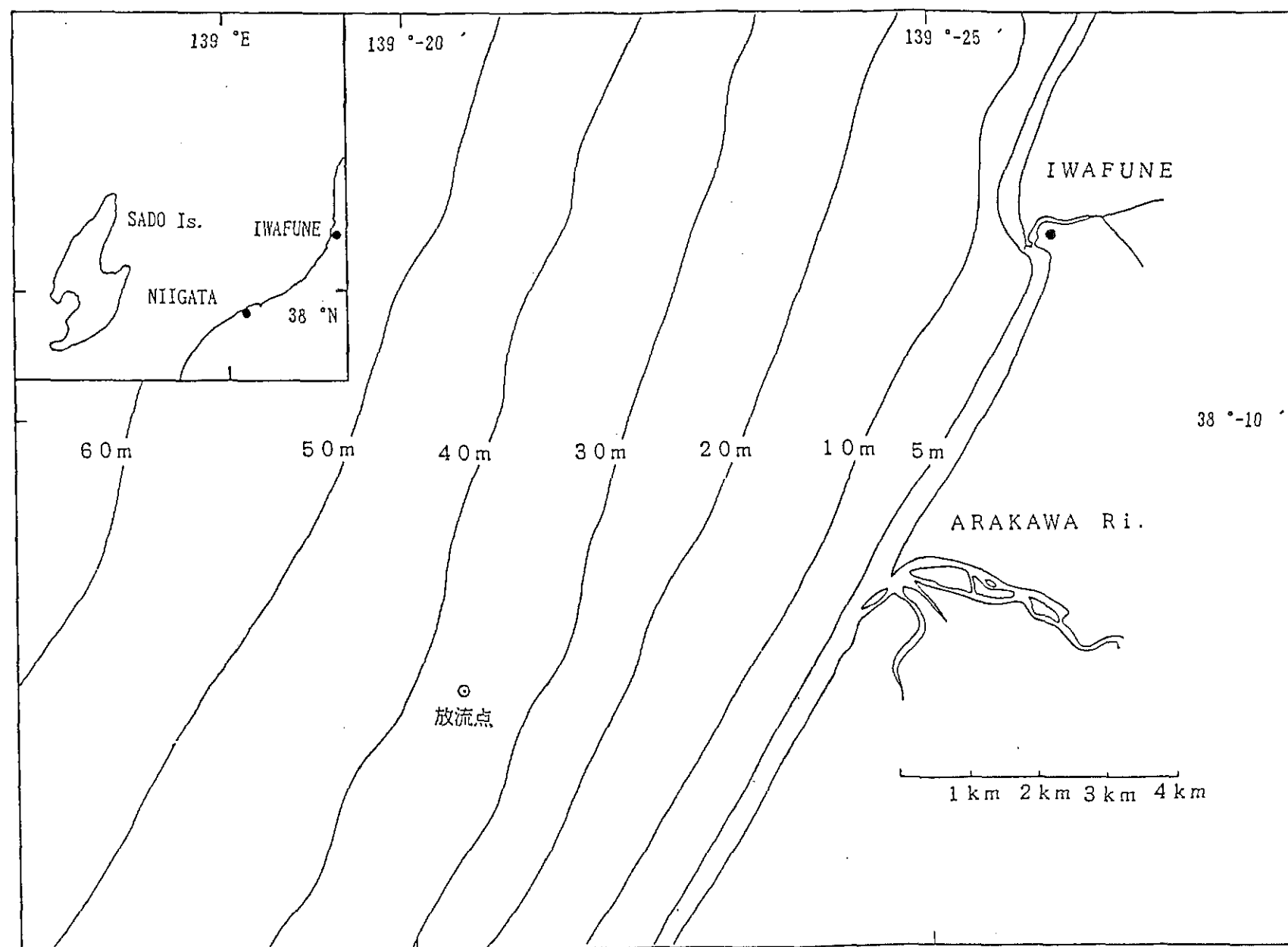
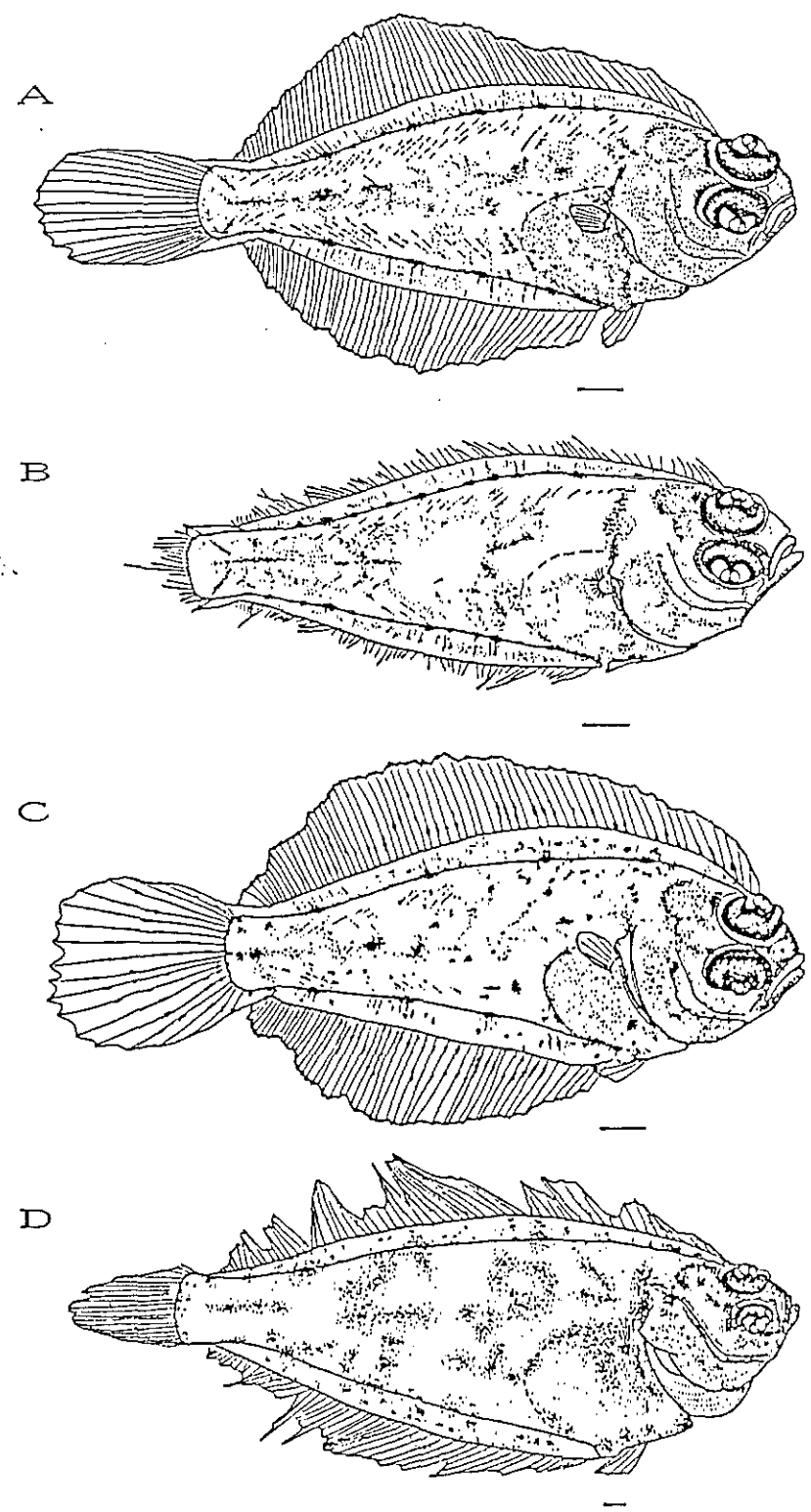
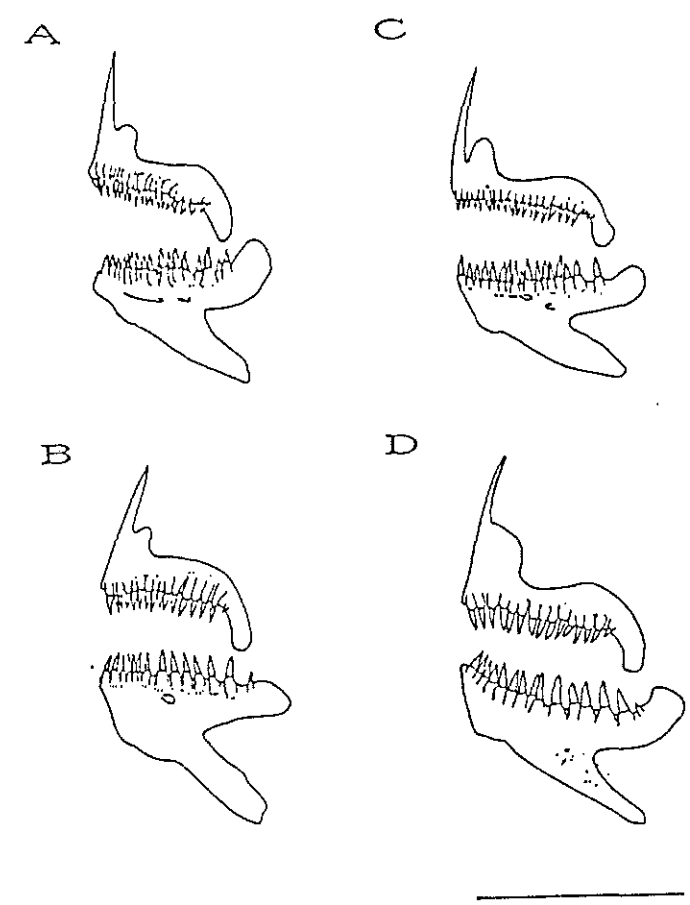


図3 放流、調査海域



A: 人工マガレイ (TL16. 6, BL13. 7mm), B: 天然マガレイ (BL13. 4mm), C: 人工マコガレイ (TL16. 7, BL13. 9mm), D: 天然マコガレイ (TL34. 0, BL27. 1mm), スケール1mm

図4 マコガレイ属2種の色素配列



A: 人工マガレイ (TL18. 7, BL15. 2mm), B: 天然マガレイ (BL14. 3mm), C: 人工マコガレイ (TL18. 6, BL15. 2mm), D: 天然マコガレイ (TL23. 3, BL19. 8mm), スケール1mm

図5 マコガレイ属2種の無眼側両顎歯

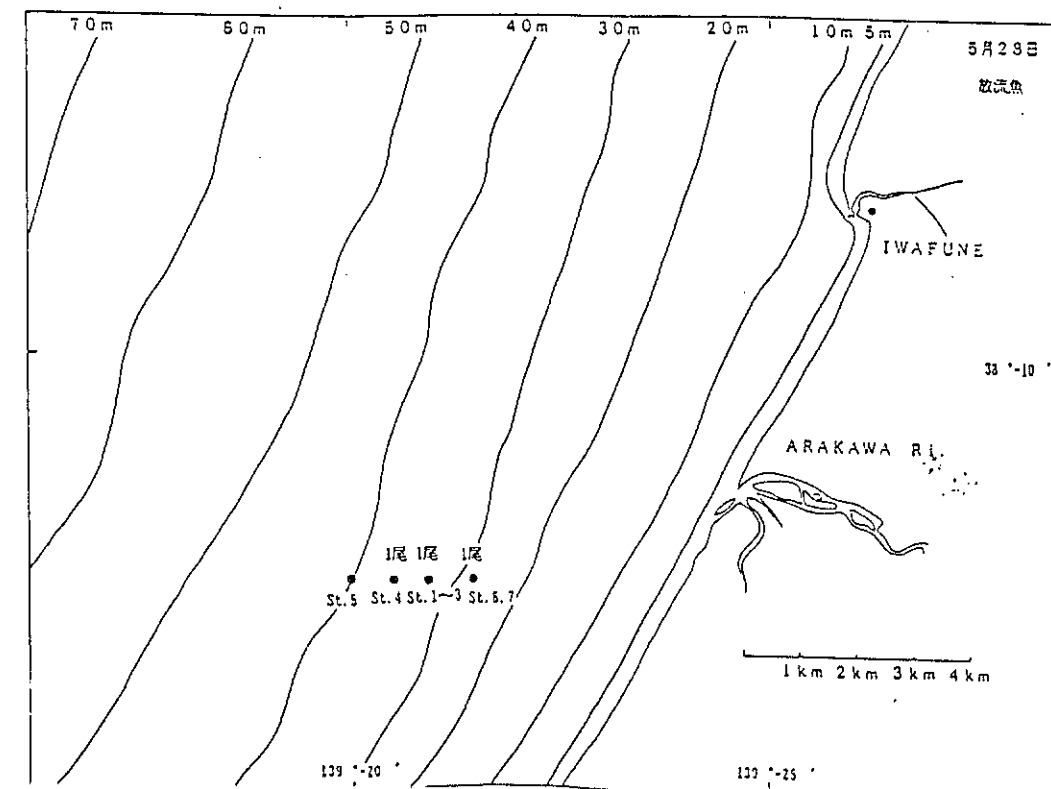
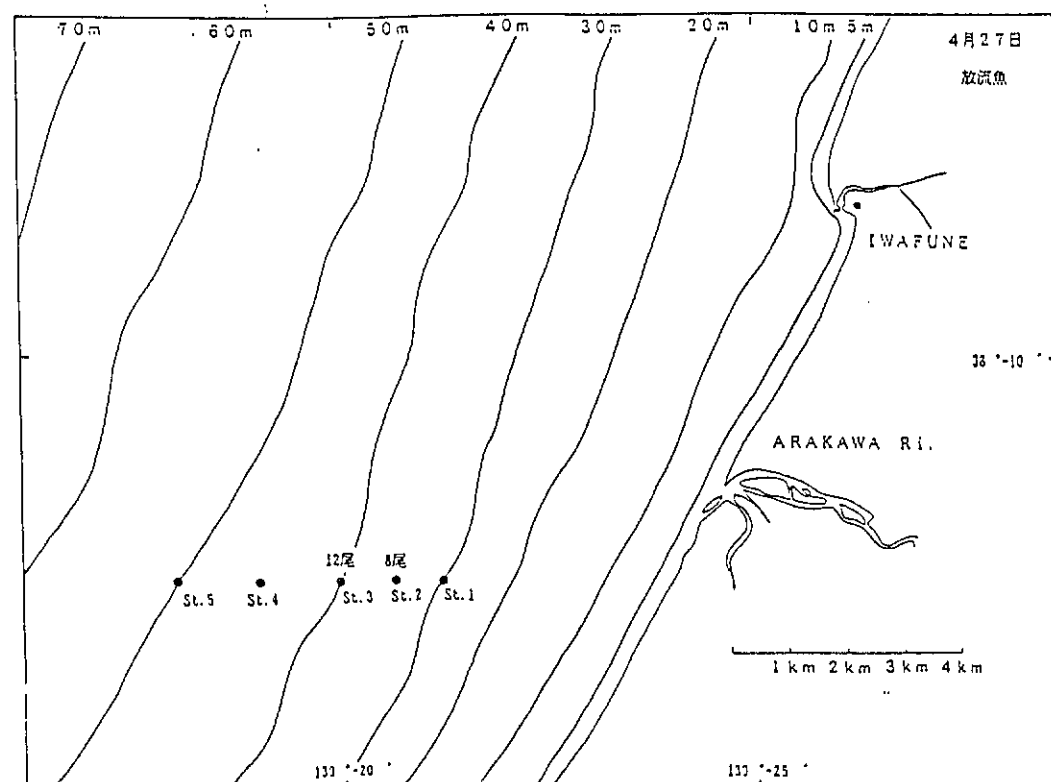
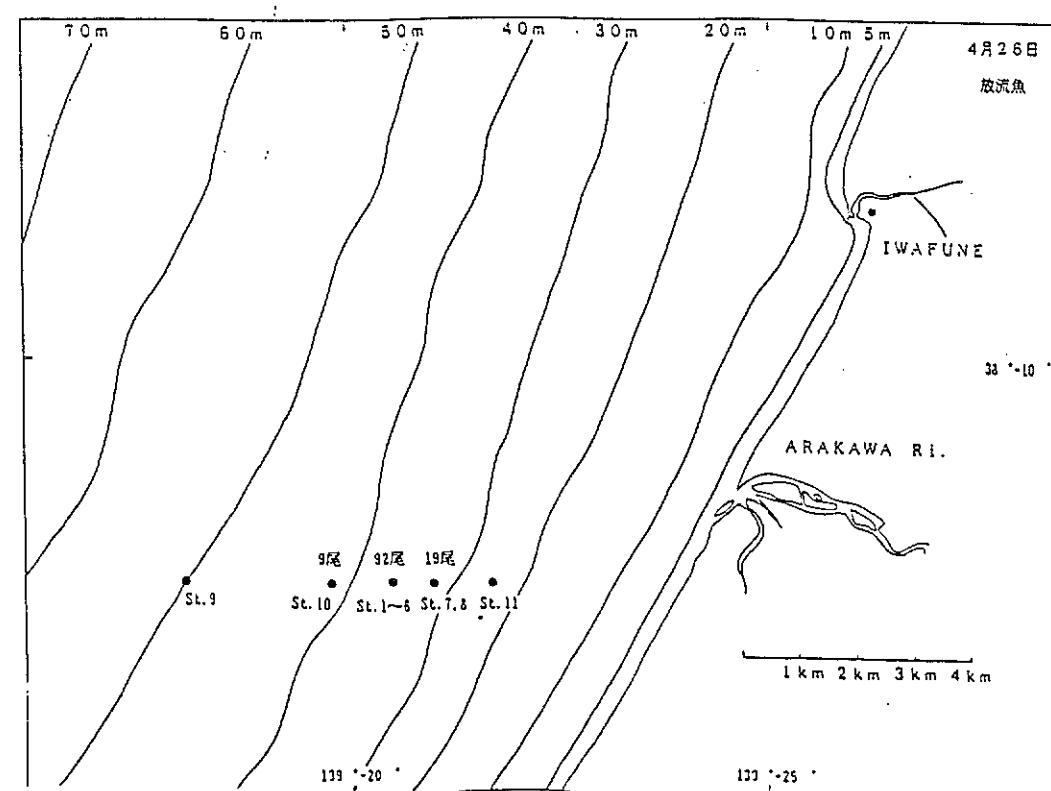
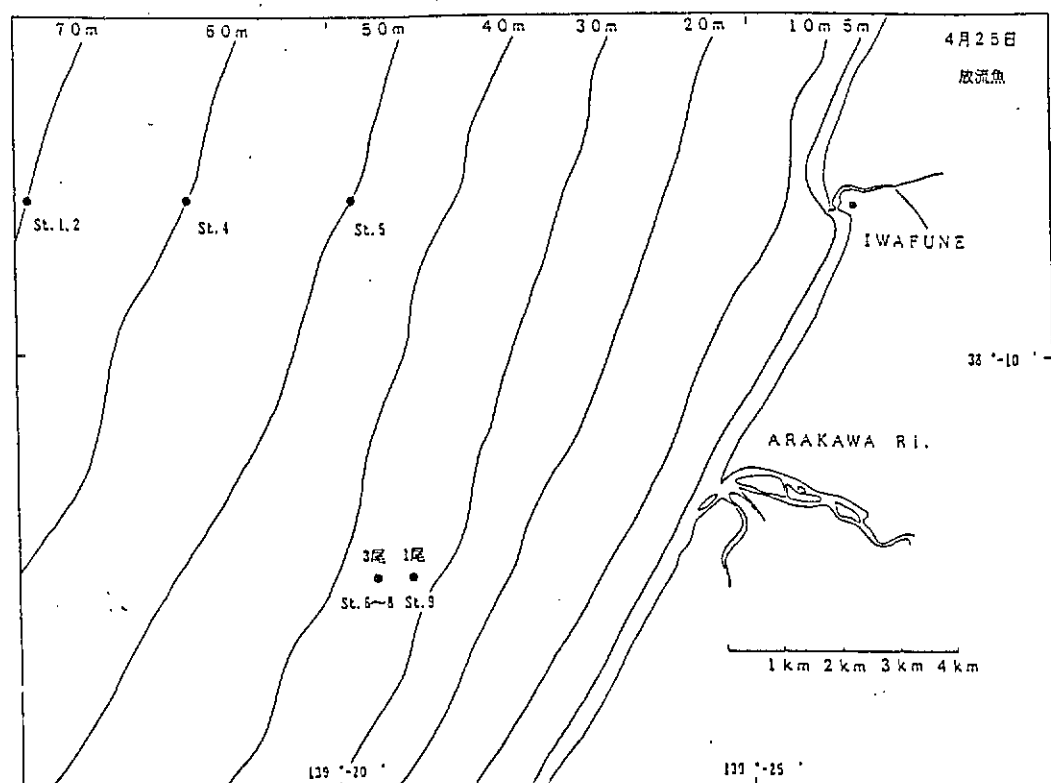


図6 放流マガレイの再捕結果

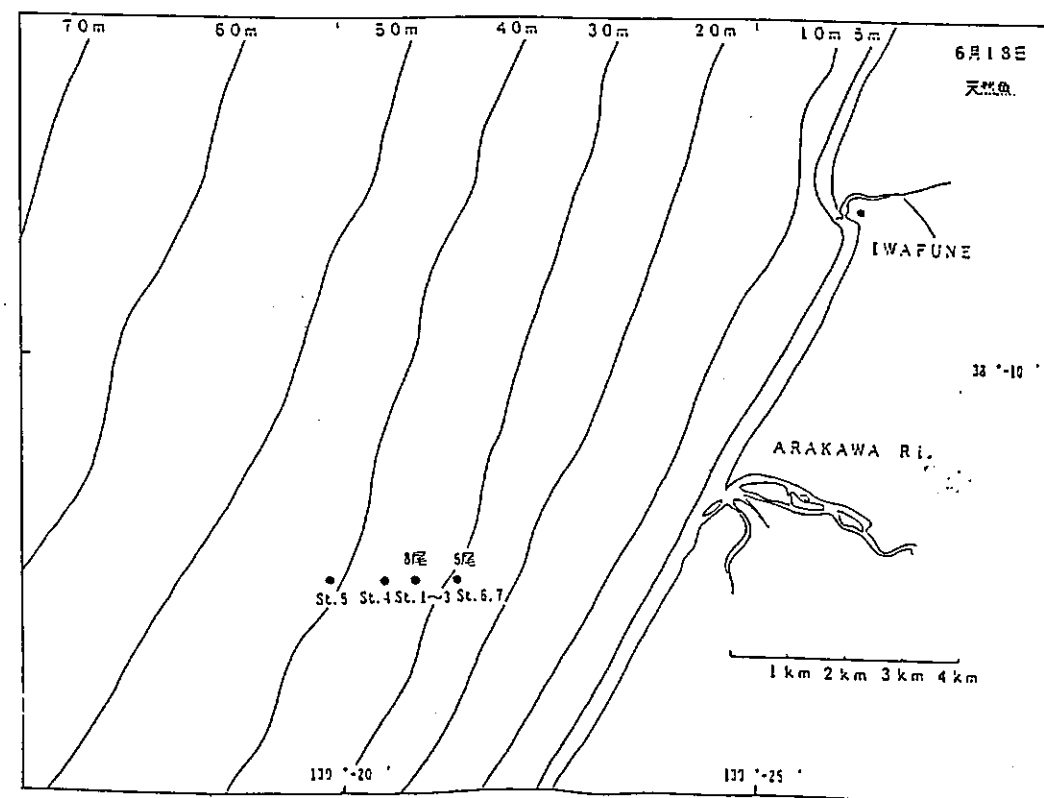
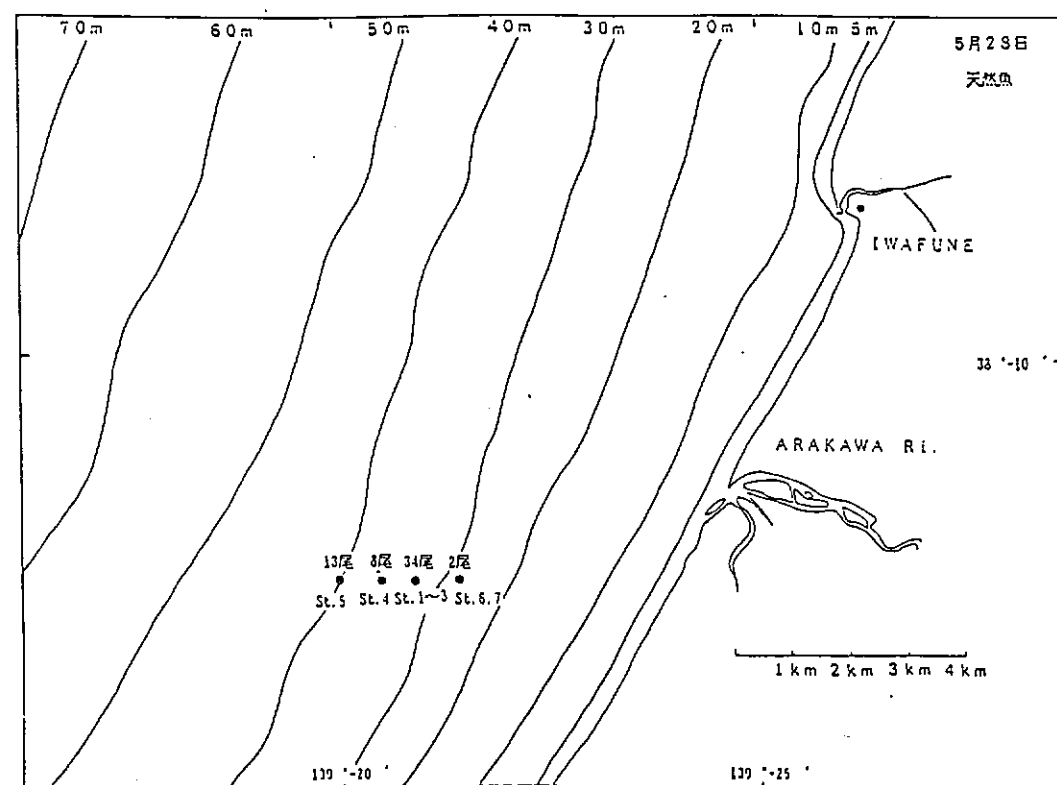
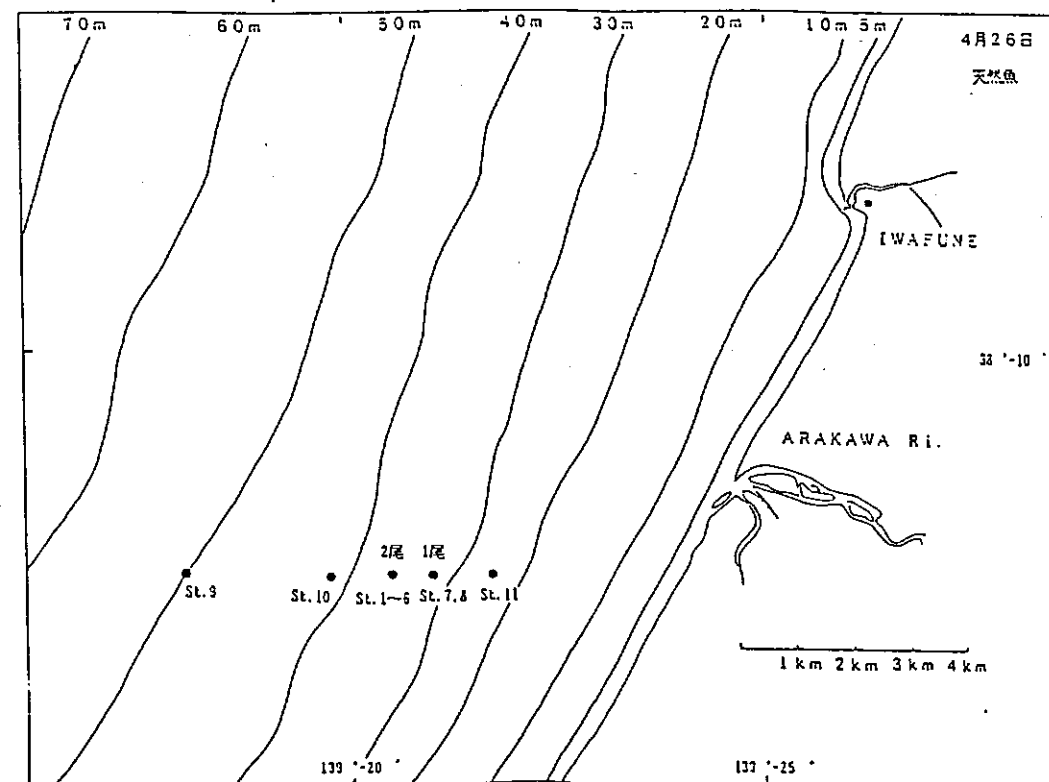
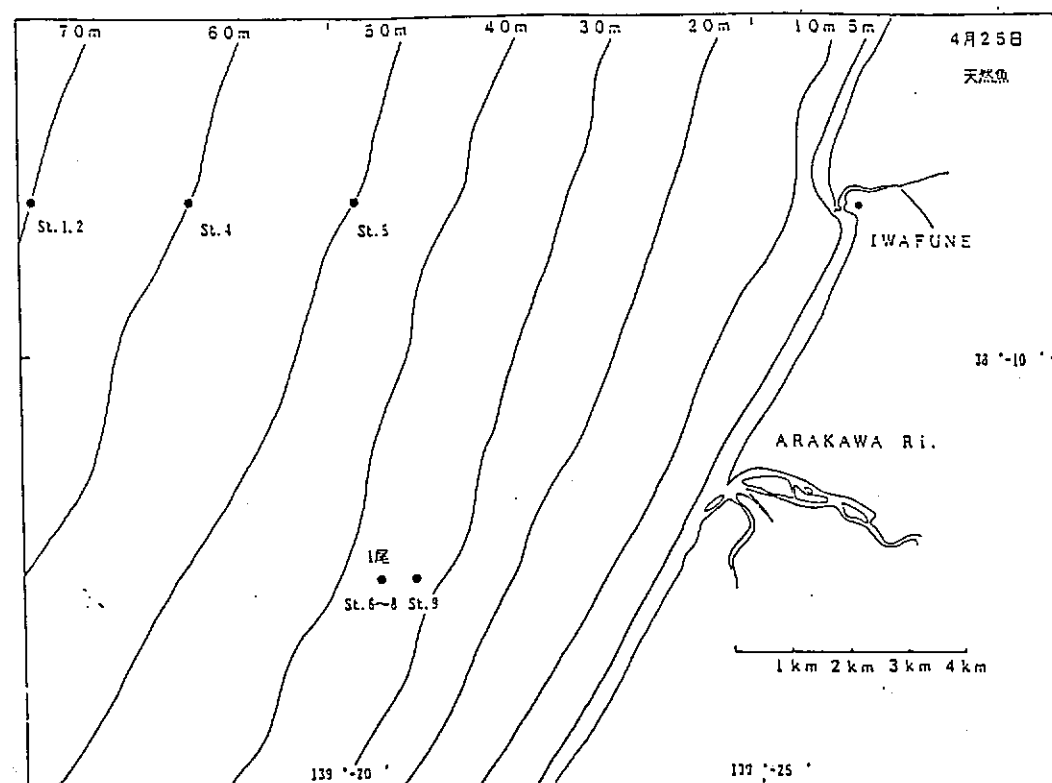


図7 天然マガレイの採集結果

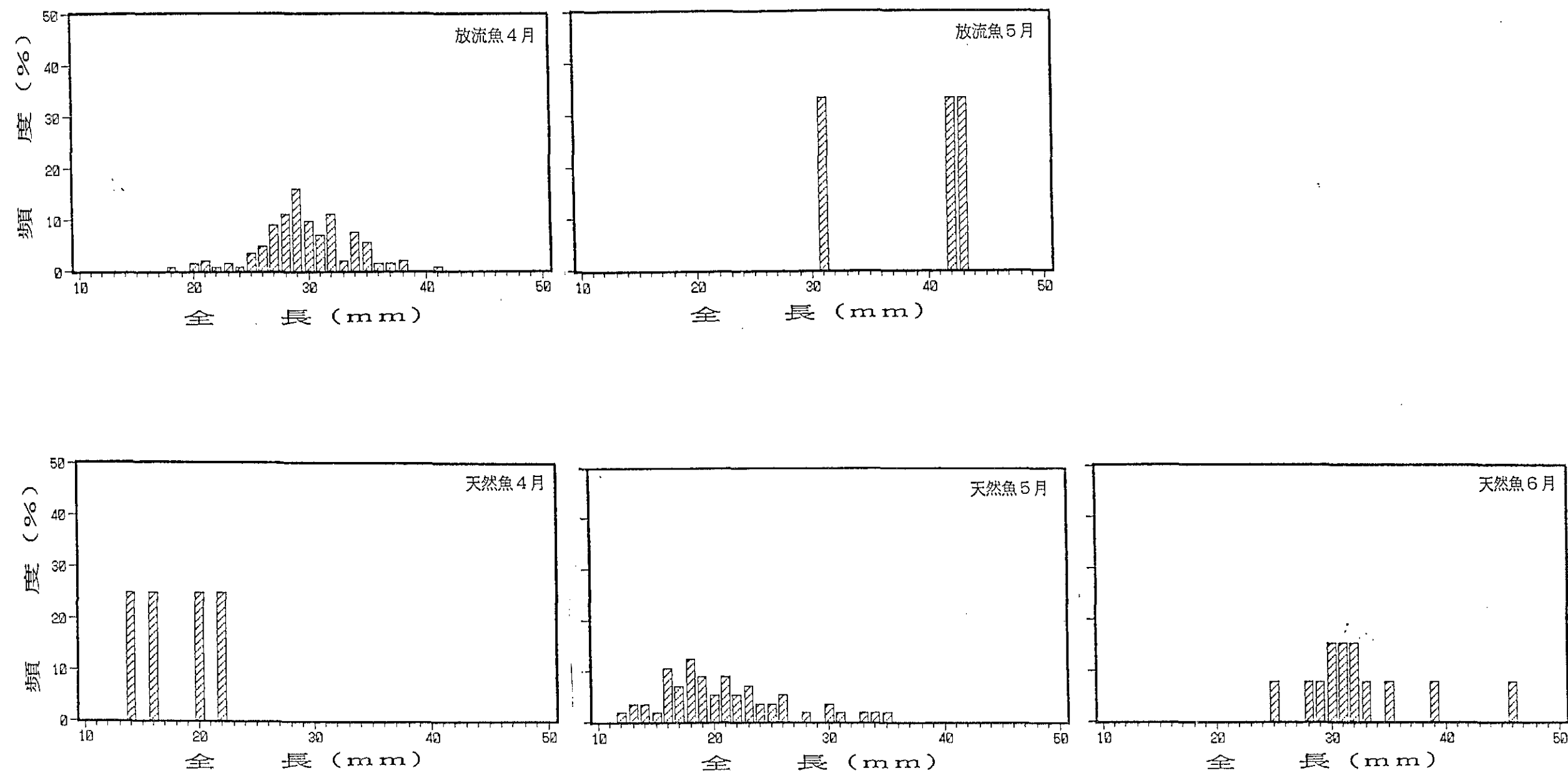


図 8 放流及び天然マガレイの月別全長組成

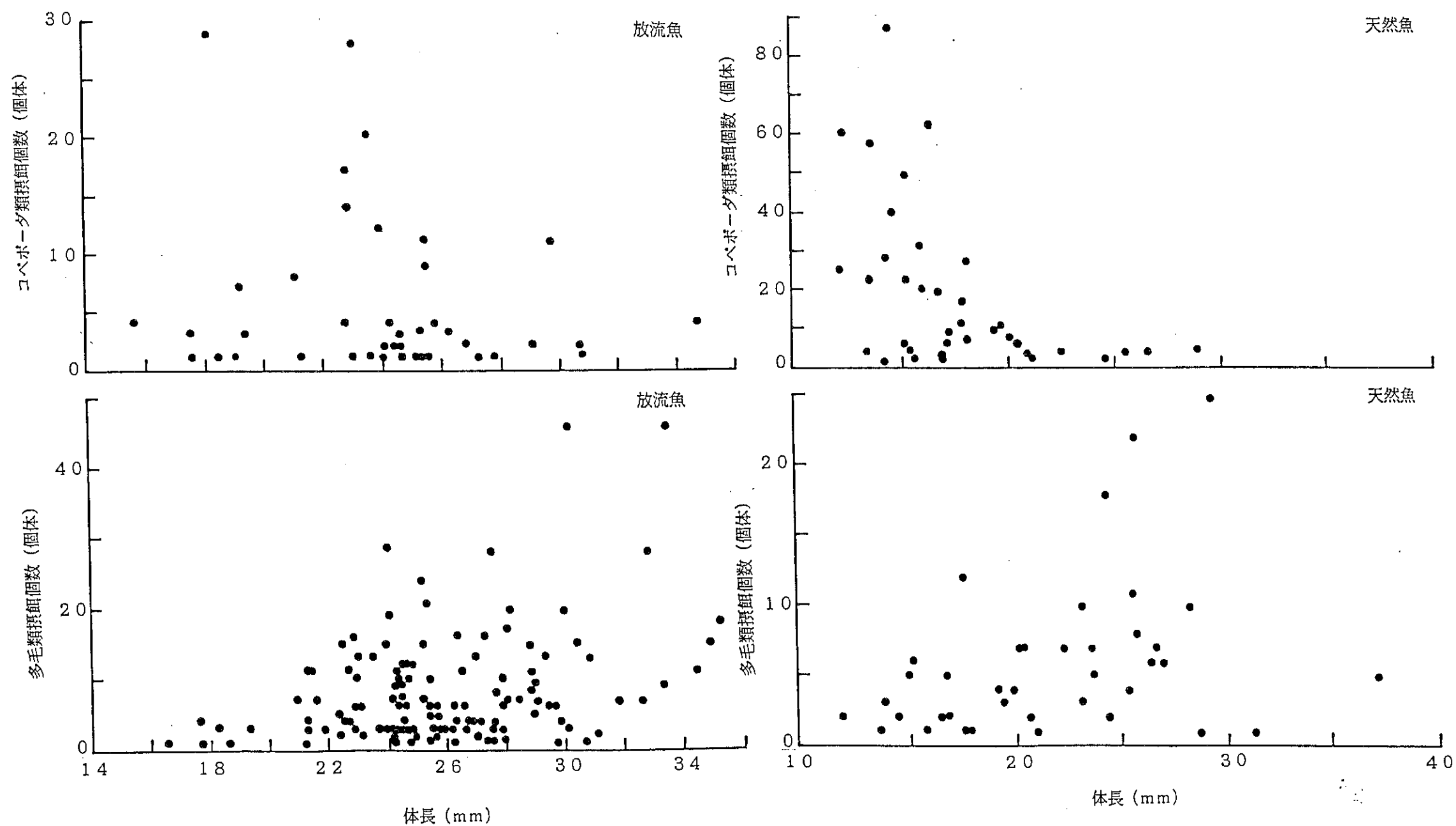


図9 天然および放流マガレイの成長にともなう餌料生物の変化

ホッコクアカエビ

ホ ッ コ ク ア カ エ ビ

親エビの確保と幼生の回収

◎有瀬 真人

長倉 義智

平成2年度は石川県西海漁協のエビ簗漁獲物から1000尾の抱卵エビを購入し、生け込による自然ふ出と剥離卵による卵管理に500尾ずつ使用した。幼生の回収は、自然ふ出で1月30日から2月23日までの間に99.6万尾（ふ出率87.7%）、剥離卵で1月30日から2月23日の間に92万尾（ふ化率92%）の幼生を回収した。また、西海漁協の底曳網漁獲物から60尾の抱卵エビを購入し、剥離卵による幼生回収試験をおこなった。その結果、2月3～19日の間に19.8万尾（95.6%）の幼生を回収した。これらのことから剥離卵による集中的な卵管理が可能となり、特に底曳網漁獲物から大量に幼生が回収できるめどが立ったことは今後種苗の量産に向けて大きな前進であるといえる。

今年度は剥離卵からの幼生の回収を主眼にして卵管理試験を行った。以下にその概要を述べる。

1 エビ簗漁獲物からの幼生の回収

エビ簗で漁獲された抱卵エビをいけ込みと剥離卵に分けて幼生の回収を行い比較した。

1) いけ込み

(1) 親エビの購入

本年度の親エビは、2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25日に行い、1000尾を購入した。（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6日間かけて選別を行い、生きの良い386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20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、体重について行い、卵の計数は、重量法で行った。

測定の結果平均全長151.8 mm（138.0～170.0 mm）、平均体長110.7 mm（103.9～123.4 mm）、平均頭胸甲長30.9 mm（28.2～35.1 mm）、平均体重12.5 g（10.0～17.6 g）、1尾当たりの平均抱卵重量2.00 g、平均抱卵数2002粒であつた（表2）。このことから今年度自然ふ出に用いた抱卵エビ（386尾）の総抱卵数は約77.3万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27日から2月23日の間で、合計28日間回収することができた（図1）。回収した幼生の総数は77.2万尾（昨年99.6万尾）で1日平均2.8万尾（昨年3.0万尾）であつた。これは総抱卵数の99.8%（昨年87.7%）で、親エビ1尾当たり2000尾（昨年1992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15.0万尾（19.4%）を種苗生産に、62.2万尾（80.6%）を冷凍餌料等に使用した。

2) 剥離卵

搬入後選別を行い、弱ったエビから卵を剥離し、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25日にエビ籠漁獲物1000尾から剥離卵用に6日間かけて選別した614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、122.9万粒をふ化ビン5本（24.6万粒／本）に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、8.9℃（8.0～9.9℃）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“いけ込み”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て行った。幼生のふ出は1月27日から始まり、2月19日までの24日間に108.0万尾（昨年92.0万尾）の幼生を回収し、ふ出率は87.9%（昨年91.0%）、親エビ1尾当たりのふ出幼生数は1759尾（昨年1840尾）であった（表4、図2）。回収したもののうち23.9万尾（22.1%）を生産および飼育

試験に、84.1万尾（77.9%）は冷凍餌料等に使用した。（表4）

2 底曳網漁獲物からの幼生の回収

取昨年西海漁協の底曳網漁獲物から抱卵エビを購入し幼生の回収を行ったところ、19.8万尾（95.6%）の幼生を回収することができた。

今年度は昨年行った底曳漁獲物からの幼生回収試験の再現性確認と10月上旬から11月上旬に底曳網漁獲物の抱卵エビを購入し、早期（11月下旬～12月初旬）に幼生を回収することが可能か試験を行った。

1) 早期幼生回収試験

(1) 親エビの購入と卵管理

昨年は西海漁協から底曳網で漁獲された抱卵エビを購入していたが、ここは水揚げ時間が夜になるため、購入後、卵を剥離するには作業的に不都合な点が多かった。そこで今年は日中に水揚げされる富山県新湊漁協の底曳網抱卵エビを使用することにし、省力化を計った。

剥離卵に使用したエビは、平成2年10月5日に新湊漁協から底曳網で漁獲された抱卵エビ182尾である。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。輸送中の水温は約5℃であった。搬入後直ちに卵はエビから剥離し、91尾ずつの卵をふ化ビン2本に収容した。卵管理の方法は0.5m³水槽2面にふ化筒を1本ずつセットし、小型の冷却機で1面は4℃、もう1面は8℃に水温の管理を行った。ふ化筒への注水は、家庭用の小型水中ポンプを使用して行い、注水量は3ℓ／

分であった。幼生の回収および計数等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23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、体重について行い、卵の計数は、重量法で行った。

測定の結果、平均全長155.4mm(138.7~176.5mm)、平均体長111.5mm(100.6~125.1mm)、平均頭胸甲長31.8mm(28.9~35.7mm)、平均体重13.6g(10.1~19.3g)、平均抱卵重量2.37g、平均抱卵数2374粒であった(表2)。このことから購入した抱卵エビの総卵数は約43.2万粒となりふ化筒1本当たり約21.6万粒の卵を収容したことになる。

(3) 幼生の回収

幼生の回収には水槽にナイロンメッシュのネット(200目、径30cm×40cm)を浮かべ、ふ化筒からの排水を受けて行った。

10月5日から卵管理を行ったが使用したポンプが簡易のものであったため、事故や能力低下による注水の停止や減少が多発し、4℃で管理を行った区では幼生がふ出するまえに卵が斃死してしまった。

8℃で管理を行った区でも卵にカビの付着したものが多く、メチレンブルー1ppmで薬浴を行ったが根本的な効果はなかった。幼生のふ出は平成2年11月15日に始まったがふ出は単発で大量の幼生がふ出することはなかった。ふ出は12月26日まで続き42

日間に、8069尾(111~1300尾)の幼生を回収したが、そのふ出率は3.7%と著しく低かった(図3)。

2) 大量卵管理試験

(1) 親エビの購入と卵管理

剥離卵に使用したエビは、平成3年1月16日に新湊漁協から購入した底曳網漁獲物の抱卵エビ477尾である。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。輸送中の水温は約4.5℃であった。搬入後直ちに卵はエビから剥離し、ふ化ビン5本に収容した。卵管理の方法は前述のエビ籠漁獲物を使用した剥離卵と同様である。

管理中の平均水温は9.0℃(8.3~9.6℃)であった。

(2) 抱卵エビの測定と抱卵数の推定

購入したもののうち25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、体重について行い、卵の計数は、重量法で行った。

測定の結果、平均全長155.4mm(141.0~179.8mm)、平均体長111.6mm(102.3~125.6mm)、平均頭胸甲長32.2mm(29.5~37.5mm)、平均体重13.5g(9.9~19.6g)、平均抱卵重量2.43g、平均抱卵数2428粒であった(表2)。このことから購入した抱卵エビの総卵数は約115.8万粒となりふ化筒1本当たり約23.2万粒の卵を収容したことになる。

(3) 幼生の回収

幼生の回収方法については前述のエビ籠漁獲物を使用した剥離卵と同様である。

ふ出は1月17日から始まり2月9日までの24日間に94.4

万尾（500～133600尾）の幼生を回収し、ふ出率は81.5%、親エビ1尾当たりのふ出幼生数は1978尾であった（図4）。

ふ出した幼生のうち28.5万尾（30.2%）を飼育および試験に、65.9万尾（69.8%）を冷凍餌料等に使用した。

3 考察

昨年は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%であった（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11.3～91.0%）。これに対し今年度は合計1659尾の抱卵エビを購入し、359.2万粒の卵から280.4万尾の幼生を回収し、ふ出率は78.1%となった（自然ふ出77.2万尾、ふ出率99.8%、剥離卵合計203.2万尾、ふ出率3.7～87.9%）。

剥離卵を使用して幼生の回収を行った場合、親エビの由来が生きたもの（エビ簗）であれ、既に死んでいたもの（底曳網）であれ80～90%の安定したふ化率であることから、昨年の再現性は得られたと考えられる。

エビ簗漁獲物をいけ込み自然ふ出で幼生を回収した場合、昨年と比べても幼生のふ出率は向上しており、年々その率は高まってきている。これは昨年も触れたが、水槽にいけ込む密度が次第に低くなっていることや弱った個体を全て選別しているため水槽内で斃死するエビが少なくなったためと考えられる。しかし、剥離卵のふ出率が80%を越えている現状では、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り、今後いけ込んで幼生を回収する必要はあまり無いものと考えられる。

今後、大量の種苗を得るための多回生産を考えた場合、どうしても早期の幼生回収が大きな問題となってくる。今年は準備の不備もあり、満足行く結果を得ることができなかったが、来年度以降もう一度試験を組み直し、早期の幼生回収が可能かどうかを検討する必要がある。現在行っている2月の生産の前に量産試験を行う場合、12月に幼生を大量に確保する必要がある。すなわち、10月下旬から11月初旬に底曳網漁獲物から抱卵エビを購入し、卵管理を行わなければならないと考える。

4 幼生の飢餓試験

今年度初めての試みとして、幼生の活力判定を検討する目的で幼生の飢餓生残試験を行い、SAI値の比較をした。以下にその概要を述べる。

1) 材料と方法

試験に使用した幼生はエビ簗いけ込み由来、エビ簗剥離卵由来、底曳網早期剥離卵由来、底曳網剥離卵由来の5種類で、供試尾数は30尾で行った。幼生はそれぞれ前期、中期、後期の3回飢餓試験を行い比較した。試験方法は平成3年度飢餓試験マニュアルに基づいて行ったが、試験に用いた海水は細菌によるノイズをできるだけ少なくするため、紫外線殺菌処理を施したものを用いた。また、幼生の収容は口径を大きくしたスポイトを使用し、紫外線殺菌海水に2度移し替えを行ったのちに試験を開始した。容器は500mlのガラスビーカーを用い、収容後にはアルミホイルで密封し、海水の蒸発を防いだ。観察は毎日行い、斃死の取り上げ、計数をした。試

験は全てのものが斃死するまで行った。

2) 結果と考察

結果の概要を表5に示した。

(1) エビ籠いけ込み由来

試験は1月29日、31日、2月1日、6日、10日、17日、24日、3月1日の8回行いSAI値の平均は95.1(48.5～168.6)であった。

(2) エビ籠剥離卵由来

試験は1月28日、30日、31日、2月6日、10日、17日の6回行い、SAI値の平均は131.6(49.7～236.1)であった。

(3) 底曳網早期剥離卵由来

試験は11月15日、16日、17日、18日、19日、20日、21日、12月1日、5日、7日、9日、14日、20日、26日の13回行い、SAI値の平均は68.5(18.5～108.6)であった。

(4) 底曳網剥離卵由来

試験は1月17日、18日、19日、20日、26日、28日、29日、31日、2月6日の9回行い、SAI値の平均は133.0(70.0～324.2)であった。

以上の結果からSAI値は底曳早期剥離卵<エビ籠いけ込み<エビ籠剥離卵<底曳剥離卵となった。SAI値がそのまま幼生の活力判定の基準となるならば、剥離卵から得た幼生は状態が良く、いけ込で自然ふ出させた幼生や、早期に卵管理を行ったものはこれよりも悪かったこととなる。早期に卵管理をおこなったものは前に述べたように、卵管理方法に問題があり卵の状態も悪かった。このため

ふ出した幼生の活力が悪かった可能性は高い。また、いけ込んだものの低い原因は親エビのストレスやふ出してから回収されるまでの時間の長さ等が関係していると思われるがたしかではなく、来年以降もこの試験の知見を集積することが重要であると思われる。

表 1 親エビの購入結果

区分	年月日	購入尾数	漁具	購入先	備考
生け込み	平成3年 1月25日	1000尾	えび籠	西海漁協	内614尾剥離卵に使用
底曳網早期	平成2年10月 5日	182尾	底曳網	新湊漁協	剥離卵に使用
底曳網	平成3年 2月 2日	477尾	底曳網	新湊漁協	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)
生け込み	151.8	110.7	30.9	12.5	2.00	2002
	138.0 ~170.0	103.9~123.4	28.2 ~35.1	10.0~17.6		
底曳網早期	155.4	111.5	31.8	13.6	2.37	2374
	138.7 ~176.5	100.6~ 125.1	28.9 ~35.7	10.1~19.3		
底曳網	155.4	111.6	32.2	13.5	2.43	2428
	141.0 ~179.8	102.3~125.6	29.5 ~37.5	9.9~19.6		

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27日~2月23日	77.3万粒	2.8万尾	77.2万尾	2000尾	99.8%
28日間		0.02~14.4万尾			

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 (%)
生け込み	5	8.9	122.9	20	24	108.0	87.9
		8.0~9.9			1/27~2/19	0.01~13.5	
底曳網早期	1	7.5	21.6	4	42	0.8	3.7
		7.0~7.9			11/15~12/26	0.01~0.13	
底曳網	5	9.0	115.8	20	24	94.4	81.5
		8.3~9.6			1/17~2/9	0.05~13.4	

表5 幼生の飢餓試験

区分	期間	回数	SAI値
生け込み自然ふ出	1/29~3/1	8	95.1 (48.5~168.6)
生け込み剥離	1/28~2/17	6	131.6 (49.7~236.1)
底曳網早期剥離	11/15~12/26	13	68.5 (18.5~108.6)
底曳網剥離	1/17~2/6	9	133.0 (70.0~324.2)

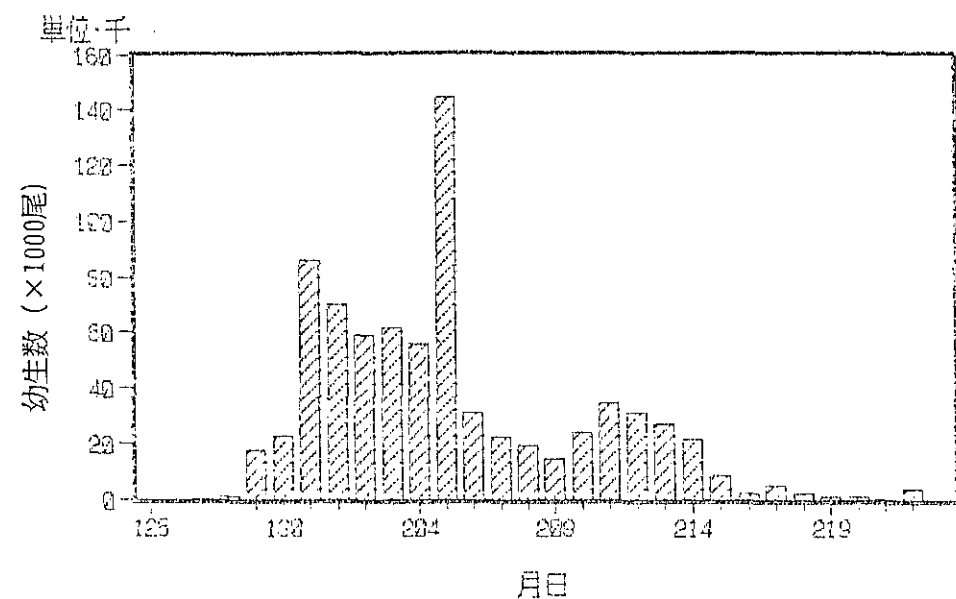


図1 エビ籠生け込み放卵エビからの幼生の回収

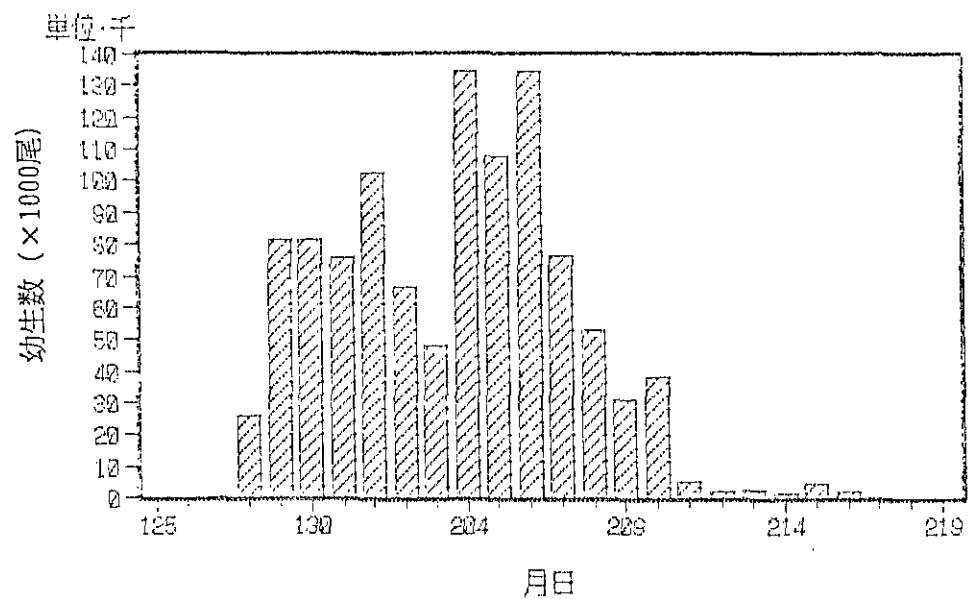


図2 エビ籠剥離卵からの幼生の回収

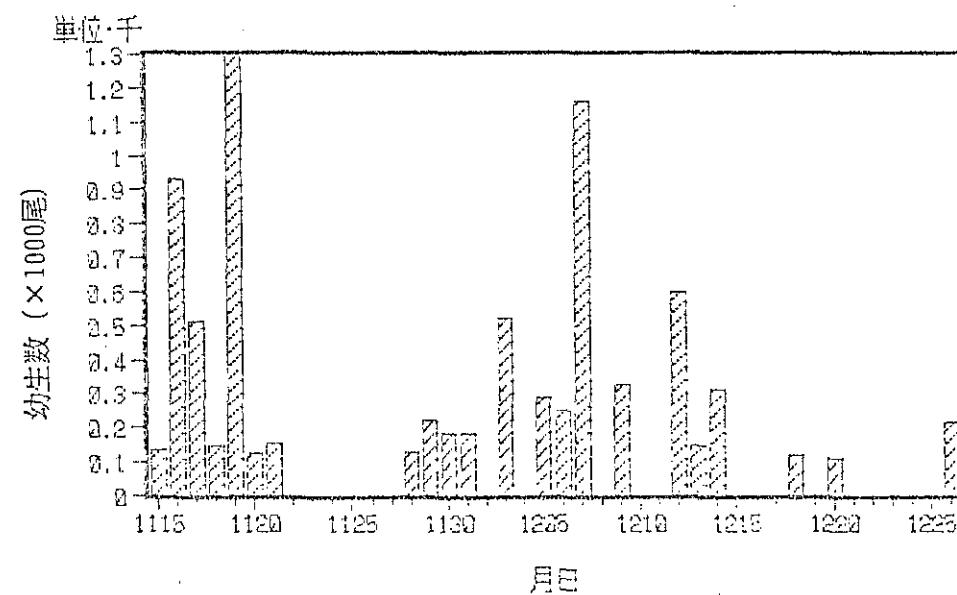


図3 底曳早期剥離卵からの幼生の回収

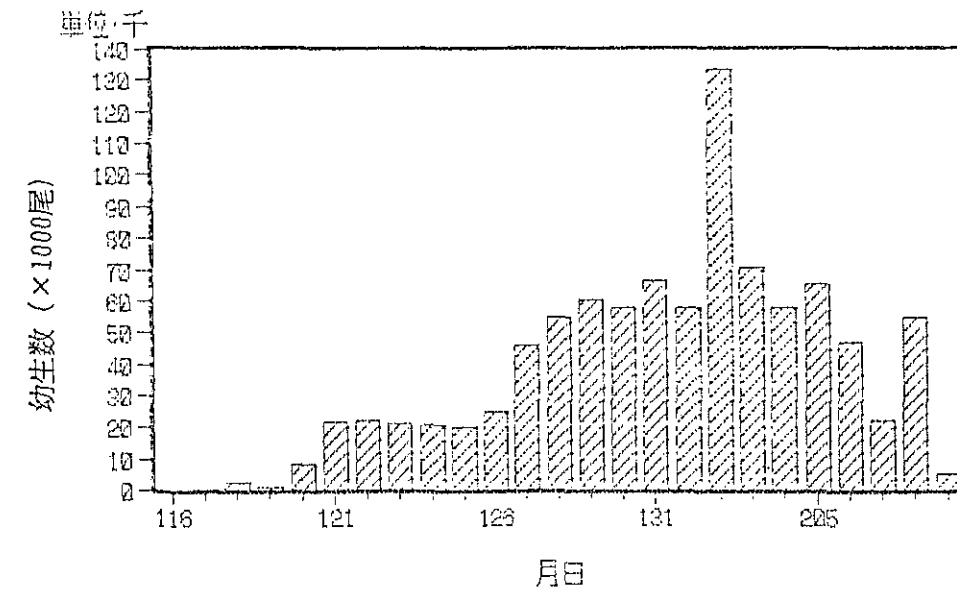


図4 底曳剥離卵からの幼生の回収

ホッコクアカエビ

養成と自然産卵

◎有瀧 真人

長倉 義智

現在ホッコクアカエビの種苗生産は、漁獲された抱卵エビを購入して幼生を回収し行なっているが、将来自場で生産したエビからの幼生の回収を目的として、昭和58年度から養成試験を行なっている。

1 養成

1) 養成方法

図1に水槽群とろ過槽および冷却機系統の配管を示した。A水槽群はFRP製の角型水槽(1×1×0.9m)と同丸型水槽(1φ×0.8m)各3面、B水槽群はFRP製の角型水槽6面である。冷却は両水槽群とも3.75kwの冷却機を使用して水温を3～4℃に保つようにした。飼育は原則的に注水を行なわない(底掃除で減水した分だけ補う程度で)閉鎖環境で行なっている。飼育環境等の保持は各水槽群に1台ずつ備えた生物ろ過槽で行なった。ろ過槽の逆洗は、全アンモニア、pHの測定値を観察しながら適宜行なった。各水槽群に1槽ずつ設けてあるミキシングタンクではカビ病の予防のためオゾンガスによる殺菌を施した。餌料は魚肉ミンチ等をゼラチンでコーティングしたものを与えた。

2) 養成結果

今年度の結果を表1に示した。

自場産エビ

生産したエビを飼育し、脱皮、成長、性転換、成熟等の基礎的な知見を収集することを主な目的として試験を行なっている。

(1) 3年産エビ(当才)

4月18日にB水槽群4面へ9630尾を収容した。10月1日現在4水槽で9486尾を養成中である。

TL: 31.8、BL: 24.1、CPL: 7.2mm

(2) 2年産エビ(1才)♂

10月1日現在A、B水槽群2面で936尾を養成中である。

TL: 54.3、BL: 41.7、CPL: 13.0mm

(3) 1年産エビ(2才)♂

10月1日現在A水槽群1面で5尾を養成中である。

TL: 72.7、BL: 60.2、CPL: 17.1mm

(4) 63年産エビ(3才)♂

10月1日現在1尾をA水槽群1面で養成中である。

尾数が少ないため測定出来ず。

(5) 62年産エビ(4才)♂♀

10月1日現在1尾をA水槽群1面で養成中である。

尾数が少ないため測定出来ず。

(6) 61年産エビ(5才)♂♀

10月1日現在2尾をA水槽群1面で養成中である。

尾数が少ないため測定出来ず。

購入親エビ

幼生ふ出の終了した親エビを養成し、翌年に産卵、抱卵させ幼生を回収することを目的に養成試験を行なっている。

(1) 3年度購入親エビ♀

4月2日に幼生を回収し終った親エビ269尾を取り上げ、内69尾を標識放流に使用し、残り200尾をA、B水槽群1面ずつに

分けて収容した。10月1日現在22尾を養成中である。

(2) 2年度購入親エビ♀

10月1日現在B水槽群1面で6尾を養成中である。

2 自然産卵

今年度は、自場で養成した雄エビ3尾と内卵を持った雌エビを組み合わせて交尾産卵試験を行なった。

1) 試験方法

試験は養成水槽内で行ない、養成方法等は前記のものと同様である。試験開始は6月28日からで、内卵を持った2年購入親エビ(雌)10尾と61年産エビ(雄)2尾、62年、63年産エビ各1尾を組み合わせて行なった。試験開始後は毎日1回、産卵と抱卵の有無を観察した。

2) 結果と考察

結果の概要を表2に示した。

産卵は7月11、25日、26日、8月1日に各1尾ずつ、合計4尾が行なった。しかし、7月11日に抱卵した個体は7月21日に、25日産卵個体は8月19日に、26日産卵個体は8月12日に8月1日産卵個体は8月26日に流卵した。

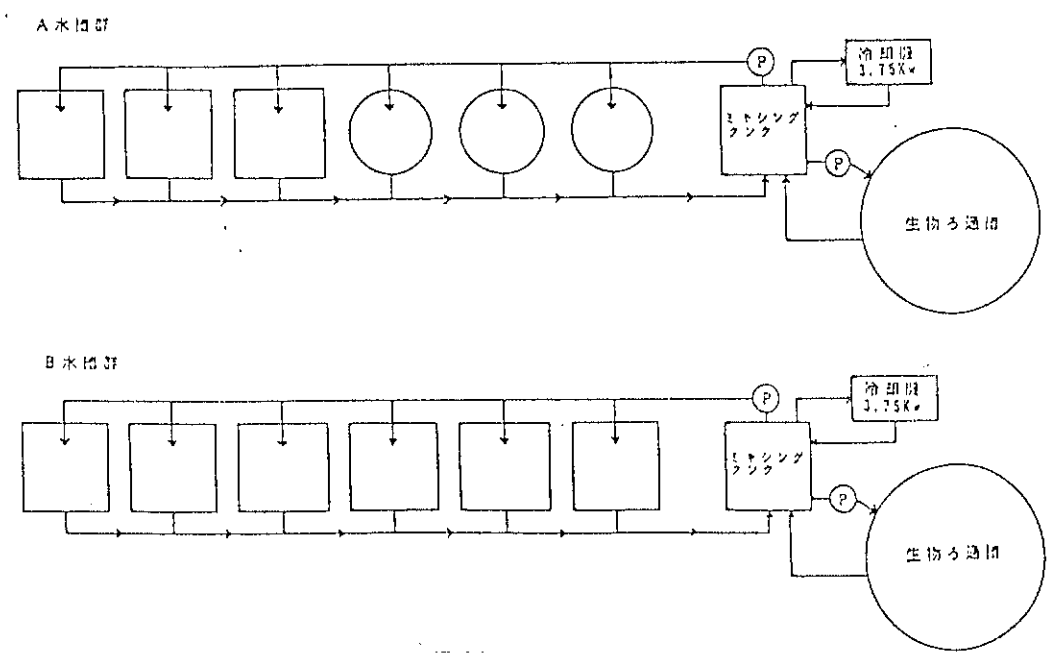
餌をゼラチンでコートティングしたものに替えてから、産卵後卵を離してしまうまでの期間は長くなったものの、正常に放卵を継続するものは皆無である。同じ親エビ養成を行っているトヤマエビでも同様な結果となっており、餌料の栄養面のほかに何か重要なポイントがあるように思われる。産卵交尾の生態や、飼育環境の検討をし、根本的な改良を行わないかぎり技術の進展はないと考える。

表 1 ホッコクアカエビ養成結果

平成 2 年 1 0 月								平成 3 年 1 0 月				
生産年度	年齢	雌雄	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	頭胸甲長 (mm)	尾数 (尾)	生残率 (%)	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	頭胸甲長 (mm)	尾数 (尾)	生残率 (%)
61年産	5	♂♀	98.6	76.0	22.8	6	0.8				2	0.26
62年産	4	♂	86.3	65.9	19.6	18	0.9				1	0.05
63年産	3	♂	70.9	53.0	15.9	1	0.05				1	0.05
1年産	2	♂	57.4	42.2	12.7	18	1.5	72.7	60.2	17.1	5	0.4
2年産	1	♂	29.1	22.2	6.8	1098	96.4	54.3	41.7	13.0	936	82.2
3年産	0	♂	17.3	13.6	3.8	9630	100	31.8	24.1	7.2	9486	98.5

表 2 自然産卵の概要

雌	尾数	雄	尾数	試験開始日	産卵日	備考
平成2年購入	4尾	61年生産	2尾	6月28日	7月11日	7月22日に流卵
平成2年購入	3尾	62年生産	1尾	同上	7月25日	8月19日に流卵
				同上	7月26日	8月12日に流卵
平成2年購入	3尾	63年生産	1尾	同上	8月1日	8月26日に流卵



ホ ッ コ ク ア カ エ ビ

種苗生産試験

◎有瀧 真人
長倉 義智

1 小型水槽における飼育試験

1) 前年の結果と今年の目的

昨年は下記の項目について試験を行なった。

- ①フェオダクティラム（以下フェオと略す）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。

その結果、次のことがあきらかとなった。

- ①白濁による斃死が見られたがフェオの有効性は再現できた。
- ②薬浴を行っても白濁による斃死は起こり、効果はないものと思われる。
- ③マリンシグマ、CARの珪藻代用飼料を用いて試験を行ったが両区とも生残、成長ともに悪く実用性は低いと考えられる。
- ④稚エビ出現時までの生残率は90%以上と高く、十分飼育に使用できることが明らかになった。
- ⑤白濁斃死の原因を検討した結果ゾエア4期（以下Zと略す）以降、餌料の質的、量的不足が考えられた。

そこで今年度は以下の試験を行った。

- ①アルテミアノープリウス（以下Ar-Nと略す）の投餌時期の検討（白濁防止）。
- ②由来の異なる幼生の飼育試験。

2) 材料と方法

幼生の回収：Ar-Nの餌料試験には富山県新湊漁協から購入し剥離卵管理した幼生を、そのほかいけ込み自然ふ出由来、いけ込み剥離卵由来の飼育試験には石川県西海漁協から購入してそれぞれ自然ふ出と剥離卵でふ出したものを用いた。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パ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。Ar-Nを投餌している区では、投餌開始時から連続で換水を行なった。

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。

試験区：試験は大別して餌料試験と由来別飼育試験からなる。各試験区の設定は表1に示した。

(1) 餌料試験

1 区（Z1からAr-N投餌区）

Z1からAr-Nを投餌した。また珪藻（フェオ）は20万セル/m³を目安に飼育開始時から稚エビ出現時まで与えた。

2 区（Z3からAr-N投餌区）

Z3からAr-Nを投餌した。また珪藻（フェオ）も20万セル/m³を目安に飼育開始時から稚エビ出現時まで与えた。

3 区 (Z 5 から A r - N 投餌区)

Z 5 から A r - N を投餌した。また珪藻 (フェオ) も 20 万セル / m l を目安に飼育開始時から稚エビ出現時まで与えた。

4 区 (珪藻単独区)

飼育開始時から稚エビ出現時まで珪藻単独で飼育した。

(2) 由来の違う幼生を用いた飼育試験

5 区 (いけ込み自然ふ出由来)

いけ込んで自然ふ出した幼生を使用して飼育を行った。餌料系列は試験区 2 に準じた。

6 区 (いけ込み剥離卵由来)

いけ込んだ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。餌料系列は試験区 2 に準じた。

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。また今年度は各齢期の乾燥重量を求め、判定基準として用いた。乾燥方法は以下のとおりである。

①脱皮した日の午前中に幼生を 30 尾サンプリングし、精製水で海水を洗い流す。

②あらかじめ計量したスライドグラスに試料を並べる。

③デシケーターで 1 日間乾燥させた後、オープンを使用して 100℃で 60 分間乾燥させ、計量する。

3) 結果

図 1 に各試験区の餌料系列をまた表 2 には試験結果の概要を示した。

(1) 餌料試験

試験区 1 から 4 は 1 月 26 日に飼育を開始した。

A r - N を Z 1 から与えた 1 区では、5100 尾を収容して飼育

を開始した。A r - N の摂餌は活発で 5 期への脱皮が完了した時点では生残率 100% であった。しかし Z 5 の飼育 38 日目以降白濁による斃死が現われ、大量斃死を起こした。Z 6 で計数を行ったところ 1500 尾 (生残率 30.0%)、Z 7 では 750 尾 (生残率 13%) となり全滅状態であった。最終的な稚エビ取揚げは飼育 61 日目に行い、86 尾 (生残率 1.7%) にとどまった。

A r - N を Z 3 から与えた 2 区では 5000 尾を収容して飼育を開始した。A r - N の投餌は飼育 19 日目から行ったが、摂餌は活発で Z 5 への脱皮が完了した時点では 100% の生残率であった。しかし、Z 5 の飼育 38 日目から、体幹部が白濁し斃死する個体が増加し大量斃死を起こした。これ以降斃死は減少せず、Z 6 の計数で 1800 尾 (生残率 36%)、Z 7 で 800 尾 (生残率 16%) となった。飼育 61 日目に稚エビで取り上げを行ったが尾数は 167 尾、生残率は 3.3% にとどまった。

A r - N を Z 5 から与えた 3 区では 5000 尾を収容して飼育を開始した。A r - N の投餌は飼育 38 日目から行ったが、摂餌は活発で Z 6 の脱皮直前までは 80% の生残率であった。しかし、Z 6 脱皮終了後の飼育 44 日目以降、体幹部が白濁し斃死する個体が増加し大量斃死を起こした。Z 7 の計数時には 2500 尾 (生残率 50%) となり、飼育 61 日目に稚エビで取り上げを行ったが尾数は 1092 尾、生残率は 21.4% にとどまった。

珪藻 (フェオ) 単独で飼育を行った 4 区では 5100 尾を収容して飼育を開始した。フェオの摂餌は活発で Z 4 までの生残率が 100%、Z 5 が 82% と高かった。Z 5 の脱皮が終了した飼育 40 日目以降体幹部の白濁による斃死が現われ、Z 6 の計数時には 50% となった。しかし、それ以降大きな被害を与えることなく、飼育 6

7日目に稚エビ2296尾（残率45.0%）を取り上げた。

（2）由来のちがう幼生を用いた飼育試験

試験区5、6は1月31日に飼育を開始した。

いけ込み自然ふ出由来の幼生を用いた5区は5000尾の幼生を収容して飼育を開始した。餌料は2区と同様にZ3からAr-Nを与えたが、摂餌は活発で、Z4まで100%の生残率であった。しかし、Z5への脱皮が始まった飼育34日目以降、体幹部の白濁が観察され大量斃死を起こした。その結果、Z5の計数時には1500尾（生残率30%）、Z7には150尾（生残率3%）となり全滅状態であった。飼育66日目に稚エビ65尾（生残率1.3%）を取り上げた。

いけ込み剥離卵由来の幼生を用いた6区は5000尾の幼生を収容して飼育を開始した。餌料は2区と同様にZ3からAr-Nを与えたが、摂餌は活発で、Z4まで100%の生残率であった。しかし、5区と同様にZ5への脱皮が始まった飼育34日目以降、体幹部の白濁が観察され大量斃死を起こした。その結果、Z5の計数時には2000尾（生残率40%）、Z7には780尾（生残率15.6%）となり全滅状態であった。飼育66日目に稚エビ503尾（10.1%）を取り上げた。

4）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

今年度は体幹部の白濁が珪藻単独投餌による餌料の量的、質的不足によるものと仮定し、Ar-Nの投餌によってこれを予防しようと試みた。またその投餌時期についても検討を行った。

幼生にAr-Nを与えるとZ1からでも活発に摂餌し、Z1、2

では1日当たり幼生1尾に40個体のAr-Nを投餌しても翌日にはほとんど摂餌している。その後投餌量も増えて行き、Z3、4では1日当たり80個体/尾、Z5以降は360個体/尾のAr-Nを与た。各齢期にたいするAr-Nの投餌量は他の試験区でも同様であるがどの区においても活発な摂餌が観察された。

図2に各試験区の各齢期における全長、頭胸甲長、乾燥重量の変化を示した。

何れの形質も1、2区がZ3～7にかけて他の試験区にくらべてより大きく、重くなっており、早期からAr-Nを与えたほうが成長が良いことが明らかである。またZ5からAr-Nを与えた3区でも珪藻のみを与えた4区よりZ6から成長が良くなっておりAr-Nの効果が見われている。しかし、Z7以降各試験区の成長差は次第になくなって行き、稚エビでの差はほとんど見られない。これは1～3区で起こったZ5からの白濁による大量の斃死が大きく関わっていると考えられる。また、乾燥重量/頭胸甲長（以下乾燥重量比とする）を比較すると早期からAr-Nを与えた1、2区の値が常に大きくなっており、この試験区の幼生がただ単に大きくなっただけでなく、相対的な重量も増えていることが分った。今後Z幼生や稚エビの種苗性の判断材料として相対的な重量の変化を観察できるこの値は十分活用できると考える。

今回行った試験で、Z1からAr-Nを与えた1区と3期からAr-Nを与えた2区ではほとんど成長に差がないことから、Ar-Nを与える時期はZ3からで良いものと考ええる。

1～4区の生残状況を見てみると、どの試験区もZ5以降白濁による斃死が増加し、著しく生残状況が悪化していることが観察される。また生残の落ち込みは早期にAr-Nを与えている区のほうが

大きいことが明らかである。つまり成長（大きさ、重さ）の良いものがたくさん死んでいるという理屈にあわないことが起こっているわけである。今年度試験を行うに当たって、白濁による斃死は餌料の質的、量的な不足によるものとして、珪藻単独飼育からA r - Nを餌料に加えた飼育にして試験を行ってきた。その結果は先に触れたように成長や体重の増加となってあらわれており試験の方向としては誤っていないと考えられる。ゆえに、今年度起こった白濁による斃死は餌料の質的、量的な改善が徹底されておらず、その影響が成長の良い、大きなもので強く出てきたのではないかと推察する。今後試験を行うに当たってこの点に留意し、白濁斃死の起こったZ 5の前の段階で餌料の検討を行い、A r - Nだけでなく養成アルテミアやアミミンチなどを使用していかなければならないと考える。

（2）由来の違う幼生を用いた飼育試験

図3に試験区2（底曳剥離卵）、試験区5（いけ込み自然ふ出）、試験区6（いけ込み剥離卵）の各齢期における全長、頭胸甲長、乾燥重量、乾燥重量比、生残率について示した。これら5形質のいずれにおいても大きな差は認められないことから幼生の由来による違いはないものとする。いけ込み剥離卵については4年間、底曳剥離卵については2年間飼育試験を行ってきたが、いけ込み自然ふ出の幼生の飼育結果と大きな差は認められないことから今後量産にこれら剥離卵の幼生を使用することはなんら問題がないと考える。

2 20 m³ 水槽での量産試験

1) 去年は次の3点について特に注意を払って飼育を行い、白濁による大量斃死を起こさないように心掛け2回の飼育を行った。

①珪藻（フェオ）の密度維持。

②飼育当初からの換水。

③飼育30日目（Z 5）の移槽。

しかしながらZ 5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6.28万尾（生残率14.8%）と大きな被害を受けた。

今年度は白濁による斃死の原因と推定される餌料の質的量的な不足を補うためA r - NをZ 3から与えて2水槽で飼育を行った。また、餌料の有効利用と環境悪化防止を目的に1回次はアジテーターを設置して飼育し、また2回次ではアジテーターを用づ、従来通り飼育環境の安定のためZ 5で移槽を行って飼育ハード面の比較、検討を行った。

1) 材料と方法

幼生の回収：幼生の来歴は1回次が底曳剥離卵から回収した幼生12.0万尾、いけ込み剥離卵から回収した幼生8.0万尾を使用し、2回次は底曳剥離卵から回収した幼生を7.7万尾、いけ込み剥離卵から回収した幼生を13.0万尾使用した。回収方法等は前章と同じである。また、回収した幼生はサイフォンで水ごと水槽に収容した。

飼育水槽：1回次は20 m³ 角型水槽1面で取り上げまで飼育し、2回次は、Z 5を目安に移槽を行なうため延2面使用した。

攪拌：水槽内の餌料を有効に利用するため、1回次の飼育ではアジテーターを用いた。アジテーターは飼育開始と同時に回し始め、取り上げ時まで使用した。回転速度は2回転/分から4回転/分まで上げていった。

換水：換水は水質を観察しながら飼育5日目から行い、順次増加していった（10～150%）。

冷却装置：水槽側面に設置してあるチタン製の加温管に冷却水を流して、水槽3面の水温上昇を防いだ。冷却機は1.5kwの小型冷却装置を1台セットし、水温は10℃を上回らないように用いた。

チタン管への送水はライポンプを使用し、冷却水を循環した。

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：餌料は珪藻（フェオ）をZ1から稚エビまで、Ar-NはZ3から稚エビまで与えた。

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4に、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、1月26、27、28日の3日間に20m³水槽1面に20.0万尾を収容した。餌料は先にも述べたようにフェオとAr-Nを用い、フェオはZ1から稚エビが出現するまで与えた。飼育水中のフェオ密度は1～50万セル/m¹（平均14.3万セル/m¹）であった。Ar-NはZ3が出現してから1日当たり800～4000万個体を幼生の摂餌を観察しながら与えた。Ar-Nの幼生1尾当たりの投餌量はZ3、4が約50個体/日、Z5が約140個体/日、Z6が約250から400個体/日、Z7、稚エビが約450個体/日であった。飼育当初から冷却をほどこしたため、水温の上昇は見られず飼育期間中の平均水温は8.0℃（5.7～9.7℃）であった。

幼生の活力は良好でZ3から与えたAr-Nも活発に摂餌し、頭胸甲が赤く染まるものも多く見られた。Z5への脱皮が終了した飼育35日目から体幹部の白濁したものが観察されたが大量の斃死にはいたらず、Z6まで11.7万尾（生残率76.3%）が生残していた。Z7への脱皮が始まった飼育48日目当たりから再び白濁個体が観察されたが、飼育59日目には稚エビ96040尾、生残率48.0%を取り上げ過去最高の成績となった。

2 回次

幼生は、1月30、31日の2日間に合計20.7万尾を収容した。餌料は1回次と同様フェオとAr-Nを与え、フェオの密度は、平均14.3万セル/m¹（1から50万セル/m¹）であった。Ar-NはZ3が出現した飼育17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800～4000万個体を目安にあたえた。幼生1尾当たりに与えたAr-Nの投餌量はZ3が約40個体/日、Z4が約45～60個体/日、Z5が約200～300個体/日、Z6が約440個体/日、Z7、稚エビが約670～1000個体/日であった。移槽は飼育29日目に夜間集魚灯をつけて幼生を蟄集させ、水ごと径60mmのホースで移して行った。飼育期間中の水温は平均7.9℃（5.1～10.8℃）であった。

幼生の摂餌は良好であったが飼育29日目には白濁個体が観察され始め（全体の4%）、Z5の脱皮が終了した飼育35日目あたりから斃死が増加していった。そのためか生残尾数も減少し、Z5には12.9万尾（生残率62.3%）、Z6には8.7万尾（生残率42.0%）、Z7には5.7万尾（生残率27.5%）となった。飼育60日目には取り上げを行ったが41260尾、生残率1

9.9%と1回次には及ばなかった。

3) 考察

今年度は白濁斃死を防ぐため、珪藻単独投与からAr-NをZ3から併用した飼育に変えた。その結果飼育水槽2面で40.7万尾の幼生を収容し、13.7万尾(生残率33.7%)の稚エビを取り上げた。これは昨年の上り上げ尾数6.3万尾(生残率14.8%)の2倍以上となり、早期にAr-Nを投餌した効果が現われたものとする。しかしながら過去最高の成績であった1回次の飼育でも、白濁による斃死は完全におさえられたわけではなく、Z5以降に観察されることから、まだ餌料の質的、量的改善の余地があると思われる。

餌料の有効利用と飼育環境の悪化を防ぐ目的で2面のうち1水槽でアジテーターを設置し(1回次)、従来の移槽による飼育(2回次)と比較を行った。その結果槽アジテーターを用いた水槽では、従来の方法で飼育したものにくらべて著しく生残状況が良かった。これはアジテーターの使用により、餌料が有効に利用できたため、実質的な摂餌量が従来法の水槽よりも多かったため生残状況が良好に推移したものと思われる。また、従来法で飼育を行った水槽では移槽時や取り上げ時にAr-Nの残餌が水槽の底に堆積していたのに対し、アジテーターを設置した水槽ではほとんど見られなかった。これらのことからアジテーターの使用は非常に有効であったと考える。トヤマエビにおいては1日1回ホースで海水を吹き付け残餌や堆積物の除去を行っており、次年度以降このような方法も検討しながら飼育を行って行きたい。

3 小型水槽を使用した高密度飼育

現在、飼育開始時の幼生の収容密度は1万尾/m³で行っているが、将来量産体制に移行した場合、施設や餌料の有効利用の面から現在よりもさらに集約的な生産を行わなければならないと考えられる。また、高密度で飼育を行った場合には餌料の消費が早くなり、常に新しく、状態の良い餌を与えることができる利点もある。そこで今年度飼育初期に1m³水槽を用いて7万尾/m³の密度で収容し、高密度飼育の検討を行った。

1) 材料と方法

幼生の回収：幼生の来歴はいけ込み自然ふ出から回収した幼生7.0万尾を使用した。回収方法等は前章と同じである。また、回収した幼生はサイフォンで水ごと水槽に収容した。

飼育水槽：Z1～3までは1m³パンライト水槽1面を用い、側面は農業用のシートで遮光した。Z3以降稚エビまでは20m³水槽に移送して水量は10m³で飼育を行った。

通気：通気はエアーストーンを使用して強めに行なった。

水温：水温は1m³水槽の間は自然水温とし、20m³水槽へ移送してからは冷却機を用いて水温の上昇をおさえた(前章参照)。

餌料：餌料は珪藻(フェオ)をZ1から稚エビまで、Ar-NはZ3から稚エビまで与えた

2) 結果と考察

表5に結果の概要を示した。

幼生は、2月10、11、12日の3日間に合計7万尾を収容した。餌料は20m³水槽量産飼育と同様にフェオとAr-Nを用い、フェオはZ1から稚エビが出現するまで与えた。飼育水中のフェオ密度は1～69万セル/m¹(平均14.9万セル/m¹)であった。Ar-NはZ3が出現してから1日当たり200～3000

万個体を幼生の摂餌を観察しながら与えた。幼生1尾当たりのA r - Nの投餌量はZ 3が約30～55個体/日、Z 4が約250個体/日、Z 5から稚エビまでが約1500個体/日であった。

幼生の活力は高密度飼育している影響も見られず良好で、A r - Nも活発に摂餌した。飼育開始当初心配していた共食いによる減耗も見られず、1日2回に分けて与えたA r - Nも投餌5時間後にはほとんど摂餌されていた。飼育開始からZ 3までは白濁による斃死もなく、Z 3の計数時には5.4万尾（生残率77.1%）となった。飼育20日には成長による過密や排泄物の量が増加してきたため、1 m³水槽から20 m³水槽に移槽を行った。Z 5への脱皮が始まった飼育32日目以降白濁による大量斃死が起こり、Z 5の脱皮完了時には1.3万尾（生残率18.6%）まで減少した。それ以降大きな減耗は起こらず飼育60日目の4月10日に稚エビ15300尾（生残率21.9%）を取り上げた。

今年度は1 m³水槽に7万尾収容し、Z 3まで高密度の飼育を行ったが、餌不足による共食いや高密度が原因とおもわれる斃死はほとんど見られなかった。Z 3は移槽を行って0.5万尾/m³のまで密度を下げて飼育を行ったが、今年の様子から飼育中盤のZ 5くらいまでは2～3万尾/m³程度の密度で飼育できるものと考ええる。今回の試験では、集約的な生産や餌料の回転率の促進という面で大きな利点があることが観察された。次年度以降、現在の1万尾/m³の収容密度からさらに高密度での飼育が可能であると考ええる。

表 1 小型水槽の試験内容

試験区	幼生の由来	試験内容
1	底曳剥離卵	ゾエア 1 期からアルテミアノープリウス使用
2	底曳剥離卵	ゾエア 3 期からアルテミアノープリウス使用
3	底曳剥離卵	ゾエア 5 期からアルテミアノープリウス使用
4	底曳剥離卵	フェオダクチラム単独
5	いけ込み自然ふ出	ゾエア 3 期からアルテミアノープリウス使用
6	いけ込み剥離卵	ゾエア 3 期からアルテミアノープリウス使用

表 2 小型水槽の試験概要

試験区	水槽	収容尾数 (尾)	1 期全長 (mm)	飼育期間 (日間)	稚エビ尾数 (尾)	稚エビ全長 (mm)	生残率 (%)	備 考
1	0.5m ³ バウライト	5100	5.27	1/26~3/27 (61)	86	14.50	1.7	アルテミアノープリウスの摂餌は活発で 6 期までは全長、体重等の成長も良好であったが 5 期以降白濁による大量斃死が起こった
2	同上	5000	同上	1/26~3/27 (61)	167	15.47	3.3	アルテミアノープリウスの摂餌は活発で 6 期までは全長、体重等の成長も良好であったが 5 期以降白濁による大量斃死が起こった
3	同上	5000	同上	1/26~3/27 (61)	1092	15.14	21.4	アルテミアノープリウスの摂餌は良好で 6 期までは 80% の生残率であったが、それ以降白濁による斃死が続いた
4	同上	5100	同上	1/26~4/02 (67)	2296	16.84	45.0	上記 3 区にくらべて 7 期までの成長は劣ったが、白濁による斃死は大きな被害を与えなかった
5	同上	5000	5.51	1/31~4/06 (66)	65	15.42	1.3	アルテミアノープリウスの摂餌は活発で 6 期までは全長、体重等の成長も良好であったが 5 期以降白濁による大量斃死が起こった
6	同上	5000	5.75	1/31~4/06 (66)	503	14.35	10.6	アルテミアノープリウスの摂餌は活発で 6 期までは全長、体重等の成長も良好であったが 5 期以降白濁による大量斃死が起こった

表3 20 m³水槽の種苗生産概要

区分	幼生収容期間 (日間)	収容尾数 (万尾)	収容密度 (万尾/m ³)	1期全長 (mm)	飼育期間 (日間)	取り上げ稚エビ尾数 (尾)	稚エビ全長 (mm)	密度 (尾/m ³)	生残率 (%)
7リター	1/26~28 (3)	20.0	1.0	5.51	1/26~3/25 (59)	96040	15.91	4802	48.0
移槽	1/30、31 (2)	20.7	1.0	5.75	1/30~3/30 (60)	41259	16.32	2063	19.9

表4 20 m³水槽の餌料使用状況

区分	餌料	1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	合計
7リター	フエダケイソウ(万・m ³)	868	674.5	1446	1608	1206	1080	1320	8202.5
	アルテミア(万個体)		1600	4400	12600	26500	33500	36000	114600
移槽	フエダケイソウ(万・m ³)	949	1127	1171.5	948	1046	1140	1200	8319.5
	アルテミア(万個体)		1200	5800	16000	29000	29500	32000	117500

表5 高密度飼育試験の概要

区分	幼生収容期間 (日間)	収容尾数 (万尾)	収容密度 (万尾/m ³)	収容時全長 (mm)	飼育期間 (日間)	取り上げ尾数 (尾)	取り上げ全長	密度 (尾/m ³)	生残率 (%)
1 m ³	2/10~12 (3)	7.0	7.0	5.51	2/10~3/01 (20)	54000		54000	77.1
20 m ³		20.7	0.54		3/01~4/10 (40)	15300		15300	21.9

*飼育20日目(ソエ3期)で1 m³水槽から20 m³水槽(実水量10 m³)へ移槽した。

令期

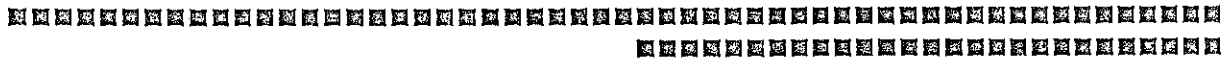
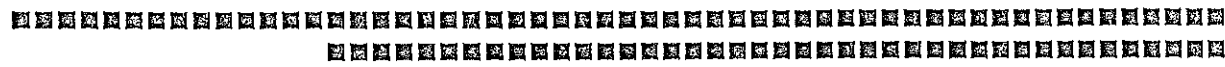
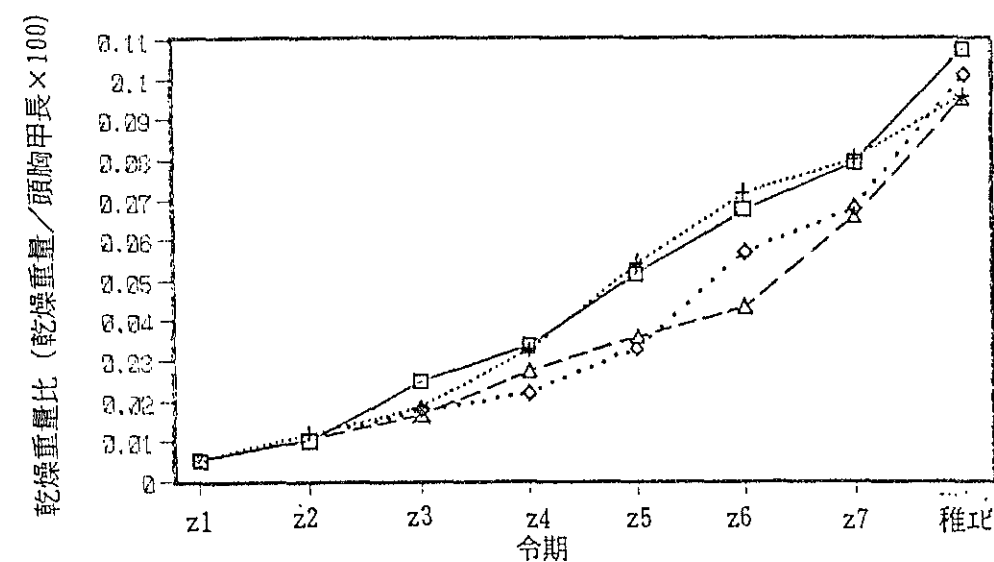
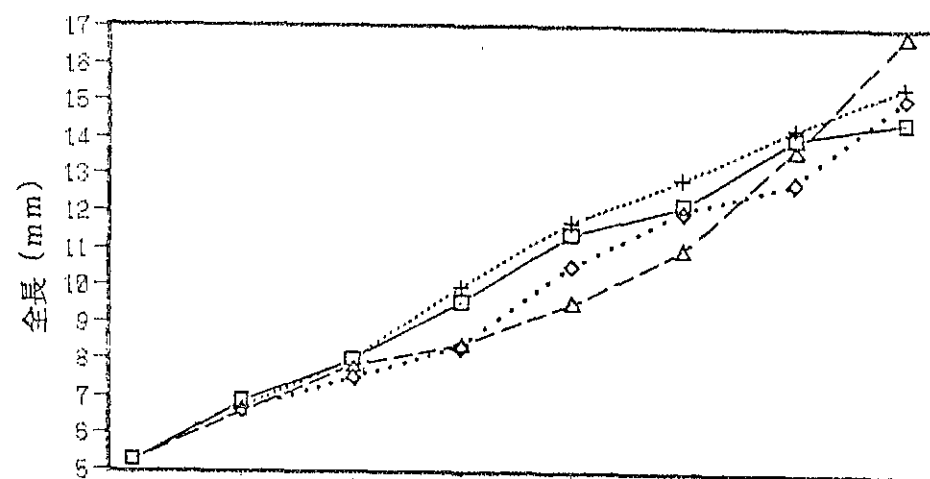
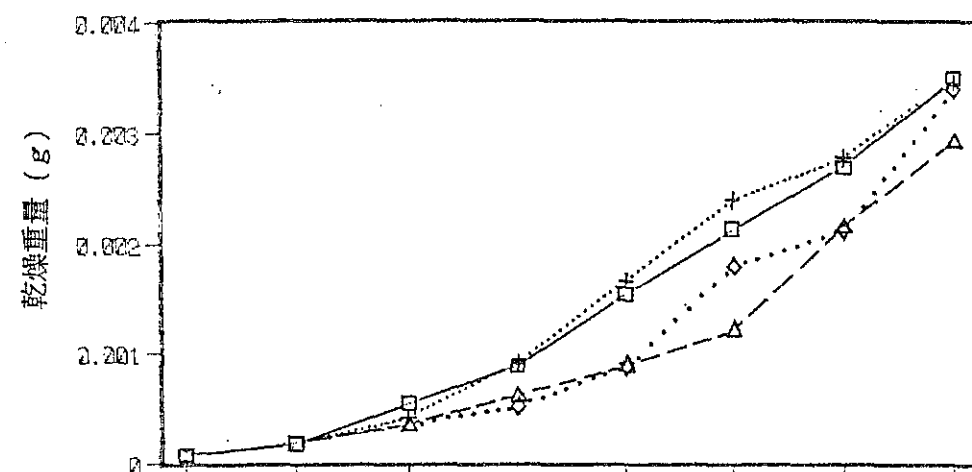
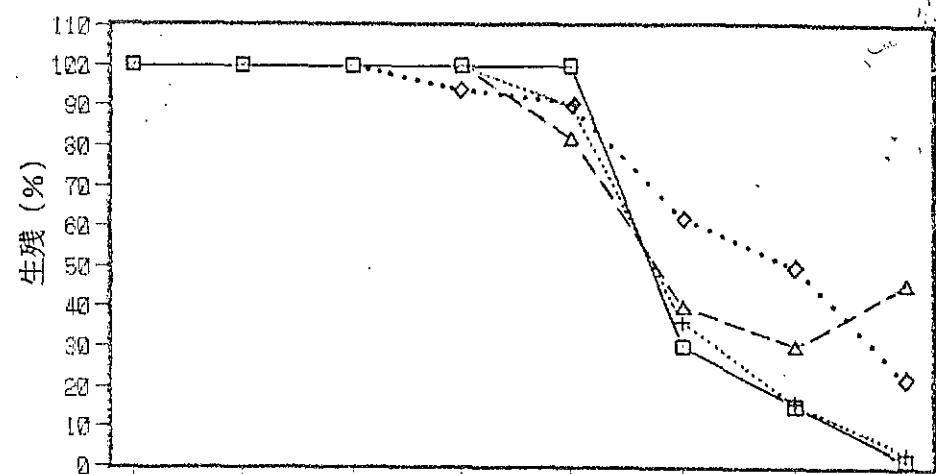
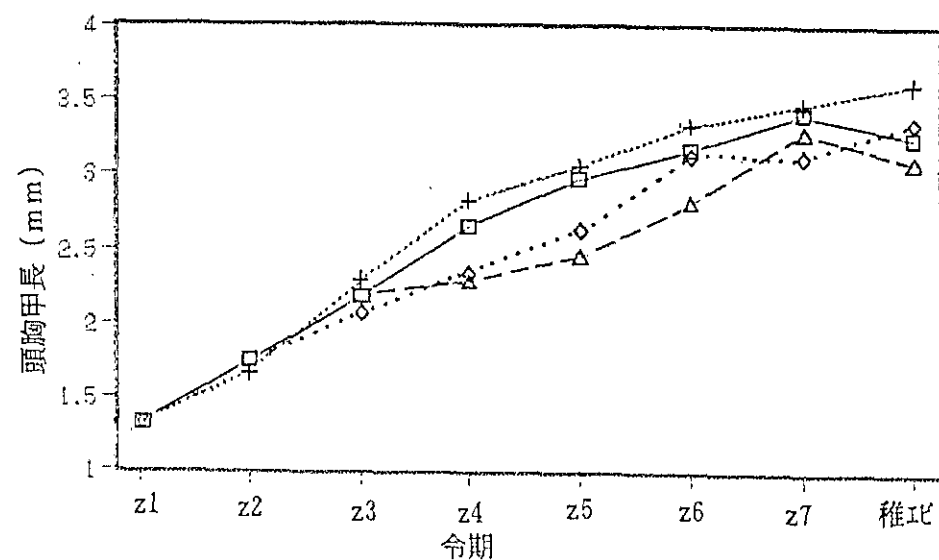
区分	餌料	1	2	3	4	5	6	7	稚
1区	フェオグキウム アルテミア								
2区	フェオグキウム アルテミア								
3区	フェオグキウム アルテミア								
4区	フェオグキウム								
5区	フェオグキウム アルテミア								
6区	フェオグキウム アルテミア								

図 1 小型水槽における餌料系列



□ 1区 + 2区 ◇ 3区 △ 4区



□ 1区 + 2区 ◇ 3区 △ 4区

図2 餌料試験区の成長と生残

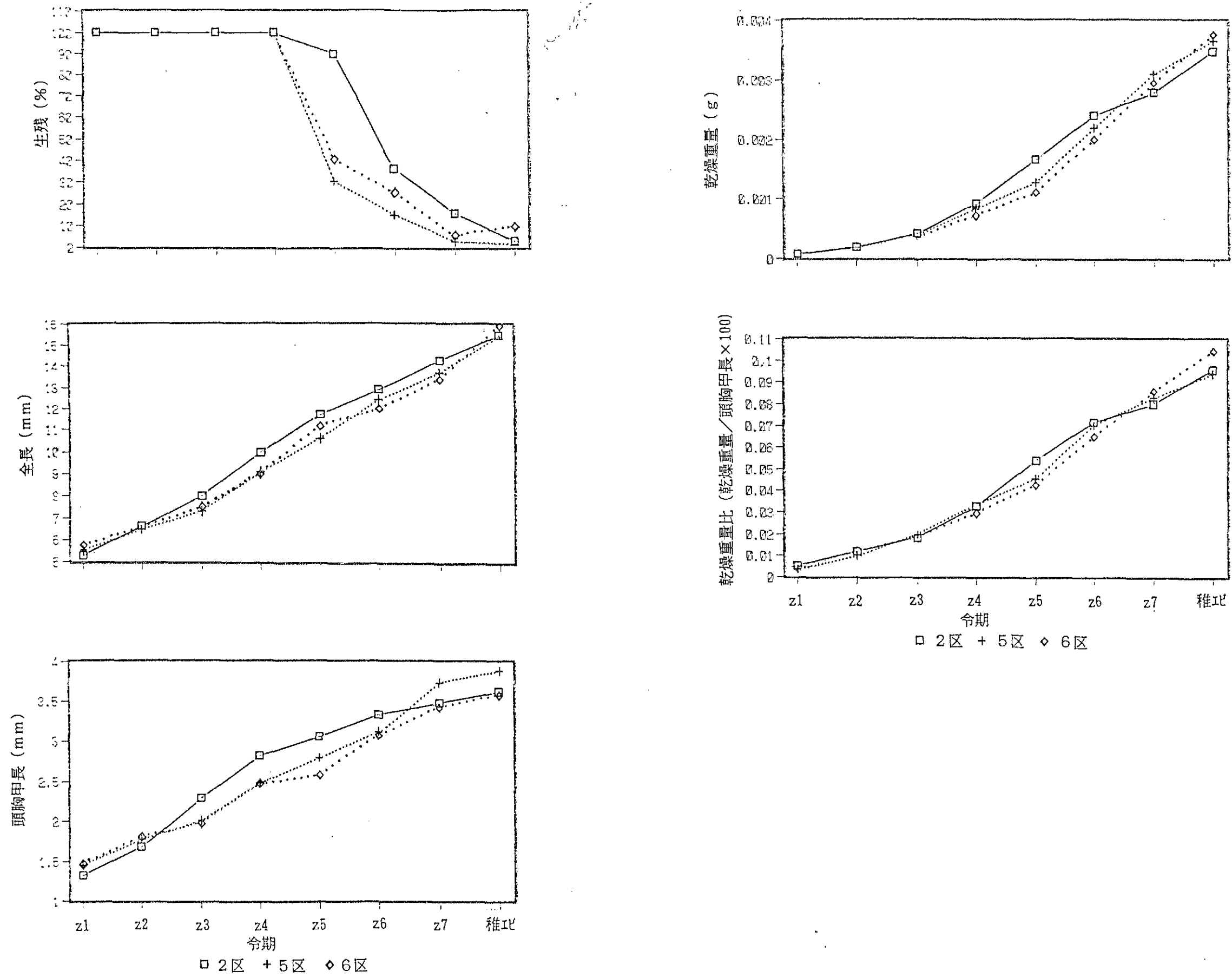


図3 由来別飼育試験の成長と生残

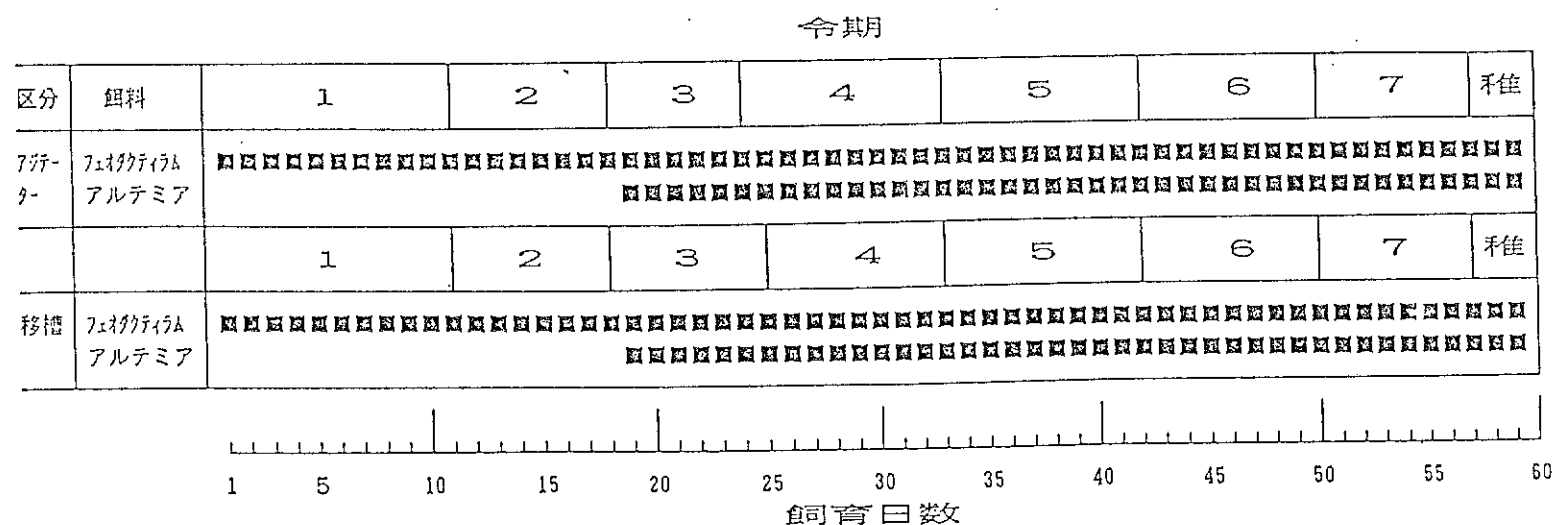
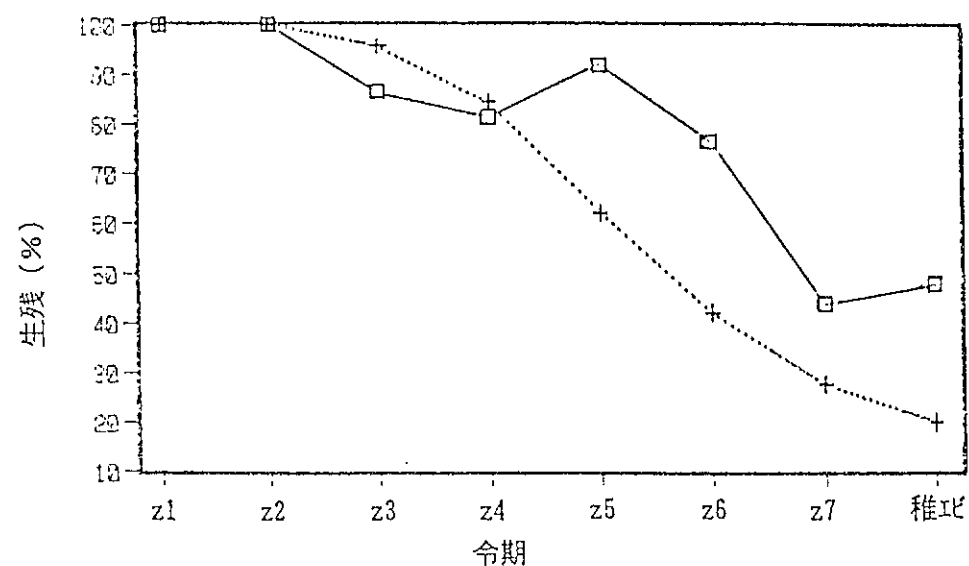


図4 量産試験の餌料系列



□ 量産1 (アサケ使用区) + 量産2 (移槽区)

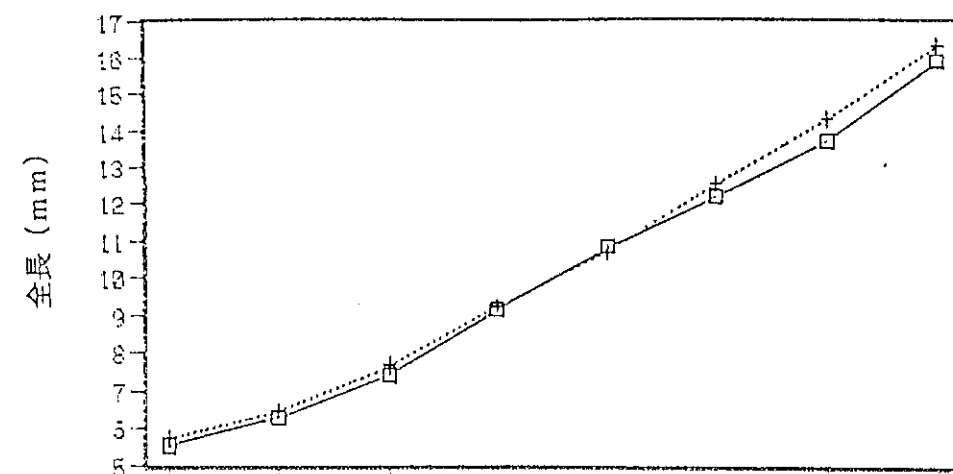


図5 量産試験の成長と生残

ホッコクアカエビ

資源添加

◎小林 真人

有瀧 真人

1 放流

1) 方法

今年度の放流は、平成3年4月11日に自場で生産した稚エビと採卵用に購入した親エビを採卵後、作業船のとじまで放流した。

稚エビと親エビの輸送はビニール袋に酸素を入れていくつかに分けて梱包し、クーラーに収容して放流点まで輸送した。標識については、親エビは黄色のリボントグを装着し、稚エビは無標識で放流した。

2) 結果と考察

(1) 放流

取り揚げから放流までは約5時間を要したが、稚エビも親エビも輸送による斃死はみられなかった(表1)。

放流は七尾市庵沖2マイル(図1)、水深185mmの海底に放流器を降ろして、稚エビ10.3万尾(TL17.8mm)と親エビ68尾(TL151.8mm)の放流を行なった。

(2) 放流点の環境

放流点の水温はSTDメーターによって測定したところ表層で12.8℃、水深185mmで7.7℃であった(表2、図2)。

(3) 放流器の改良

放流器は昨年度まで鋼鉄製の密閉型のものを使用していたが、重量が非常に重く運搬や作業性が悪いことから、今年度は軽量化した放流器を作成し、それを放流に使用した(図3)。放流器は本体をステンレスの枠のみとし、容器をキャンバス地で作ったところ、一人で持ち運びができるほど軽量化され、作業性等の面では非常に向上したと思われる。しかし、容器の裾部分は、本体底部の枠と内側にある固定用の枠とではさみ込む形をとったため、固定力が弱く、水圧のため垂下途中で容器と枠が外れてしまうことが分かり、来年度はこの点について改良を加えて再度使用して実用にむけて検討したい。

2 ホッコクアカエビの籠試験

1) 目的

ホッコクアカエビの放流後の天然海域での成長や生残の状況は未だ明らかにされていないことから、昨年度に引続き育成籠を海底に垂下する方法で天然海域における成長と生残状況をみることににより籠による越夏の可能性について試験を行なった。

2) 方法

試験は石川県七尾市庵沖で、定置網の垣網を利用して行なった。昨年度は育成籠が潮流によって流され垣網に絡まったことから今年度は、育成籠の形状は昨年と同様であるが、枠をステンレス(径5mm)で作成し、220径のモジ網をかぶせ、底面縁辺部に稚エビを取り出すためのファスナーを取りつけた。籠の垂下用ロープは潮流の影響を少なくするため、径を10mmから6mmに

し、材質もポリエチレンとビニロンパンを混燃したハイクレロープを使用し、沈子には15kgのコンクリートブロック1個を用いた（図4）。

育成籠の垂下位置は図5に示すように間隔を広くとった。稚エビの収容尾数は200尾／籠とし、給餌は行わなかった。

育成籠の投入や調査には作業船のとじまを使用し、調査日程は試験開始後2日目、5日目と1か月目に行ない、以後2か月おきに1つずつ回収して12か月後まで調査できるようにした。

3) 結果と考察

籠の投入は平成3年4月11日に行ない、TL17.8mmの稚エビを各200尾ずつ収容して海底に垂下した。育成海域は水深130～170mで、籠投入時の海底水温は7.7～8.0℃であった。

籠の回収は調査日程に従って行なった。試験概要と結果を表3、4に成長を図6に示した。

2日目：生残尾数は73尾（36.5%）で、全長はTL18.0mm（対照区TL17.2mm）であった。生残尾数は73尾と少なかったが、斃死エビはほとんどみられず、確認できたものは籠枠とモジ網にはさまって斃死したものが僅かにみられた。回収した稚エビは消化管が灰色になっており、海底の泥や懸濁物等何らかを摂餌していたと思われた。

5日目：生残尾数は68尾（34.0%）で、全長はTL18.1mm（対照区TL17.9mm）であった。2日目と余り変わらない生残率であったことから、投入時

の減耗が60%前後あったものと思われる。

34日目：生残尾数は58尾（29.0%）で、全長はTL25.2mm（対照区TL18.2mm）とかなり成長しており対照区に比べて大きくなっていた。回収した稚エビの消化管は前回のような灰色の内容物は確認できなかった。このことから活力が低下して摂餌が困難になったか、餌料不足により空胃になったか等が考えられた。

92日目：回収した籠に生残エビがみられなかったことから、他の籠も生残していないことも考えられたため、他の3籠も点検したところ、1籠だけ4尾（2.0%）の生残が認められた。点検後の再投入は行わなかったことから、この時点で試験を終了とした。この時の全長はTL36.0mm（対照区TL31.0mm）であり、摂餌の確認は34日目同様できなかった。

以上のことから、初期減耗が60%以上と大きいことや生き残った稚エビも34日目以降に大量減耗することが分かった。しかし、30日間は無投餌でも生き残ることから、投入後数日間初期減耗が落ち着くのを待って、籠から出て行くような放流方法が望ましいのではないかとと思われるが、その方法は今後検討を深めて行く必要があると思う。

今回初期減耗が大きかった原因としては、高水温層を通過する必要があったため、急激に沈下するように作業を進めたことと、2日目に回収したときにみられたように、枠と網の間にはさまってつぶされる個体が多かったこと等が考えられ、投入方法や育成容器の改

良も重要であると思われる。

また、成長にともない30日以降の餌料不足が考えられ、無投餌での長期育成は非常に難しいと思われることから、投餌方法や育成期間の検討が必要である。

この他には、投入水深も水温や天然餌料の面で重要と思われるので、適性水深の把握が重要であろう。

表 1 ホッコクアカエビ輸送と放流経過

時間	作業	作業内容
4:00～	積み込み	10m ³ 水槽2面から取り揚げ、梱包
6:00～	出航（能登島）	
9:00～	放流	放流とSTDメーターによる水温測定
9:40～	育成籠の投入開始	10籠を垂下し、セル瓶を投入 垂下時間は3～5分／籠
～12:20	育成籠の投入終了	
～12:30	入港（七尾市庵）	
～14:00	帰場	

表 3 籠試験の概要

項目	設定内容
育成場所	石川県七尾市庵沖、定置網の垣網の浮子より垂下する。
育成水深	130～150mm
育成籠数	8籠
収容尾数	200尾／籠、合計1600尾
育成期間	H3年4月11日から1年間
調査日程	試験開始後2日目、5日目、1か月目、以後は2か月毎に行なう。
水温	自然水温
給餌の有無	なし

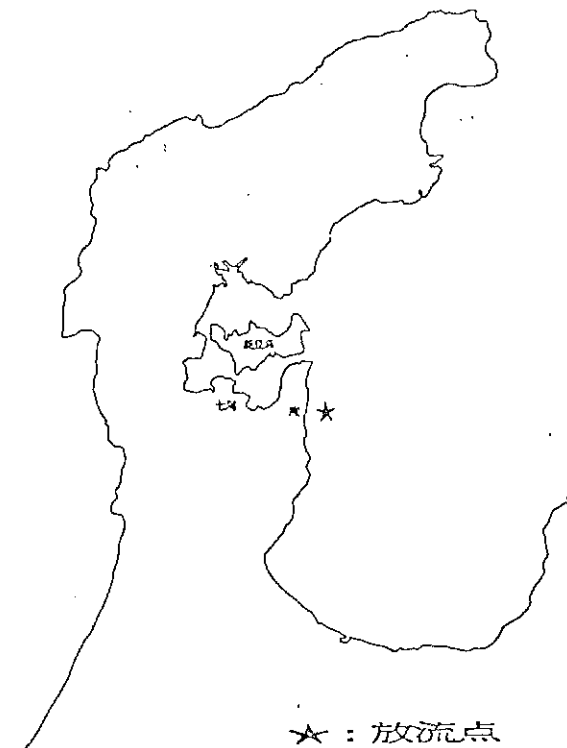
表 2 放流概要と結果

項目	概要と結果
放流地点	石川県七尾市庵沖2マイル
放流尾数 (尾)	稚エビ 103000 親エビ 68
放流サイズ (mm)	稚エビ TL17.8、BL14.2、CPL、3.42 親エビ TL151.8、BL110.7、CPL39.0
水温(℃)	表層 12.8 海底 7.7
水深(m)	185.0

表 4 籠試験の結果

調査月日	経過 日数	水深 (m)	水温 (℃)	収容尾数 (尾)	取り揚げ 尾数(尾)	生残率 (%)	全長(mm)	
							籠試験区	対照区 ¹⁾
4月11日	0	135	8.0	200	—	—	17.8 (15.7～19.6)	17.8 (15.7～19.6)
4月13日	2	135	8.0	同上	78	36.5	18.0 (15.2～20.5)	17.2 (14.8～21.9)
4月16日	5	140	10.1	同上	68	34.0	18.1 (15.9～20.7)	17.9 (16.1～19.5)
5月18日	34	130	9.7	同上	58	29.0	25.2 (20.4～29.8)	18.2 (16.3～19.7)
7月16日	92	150	9.8	同上	4	2.0	36.0 (34.6～38.8)	31.0 (23.7～36.9)

1) 対照区は自場で同じロットのものを水温2～4℃で飼育しており、その全長を測定した。



★：放流点

図 1 放流地点

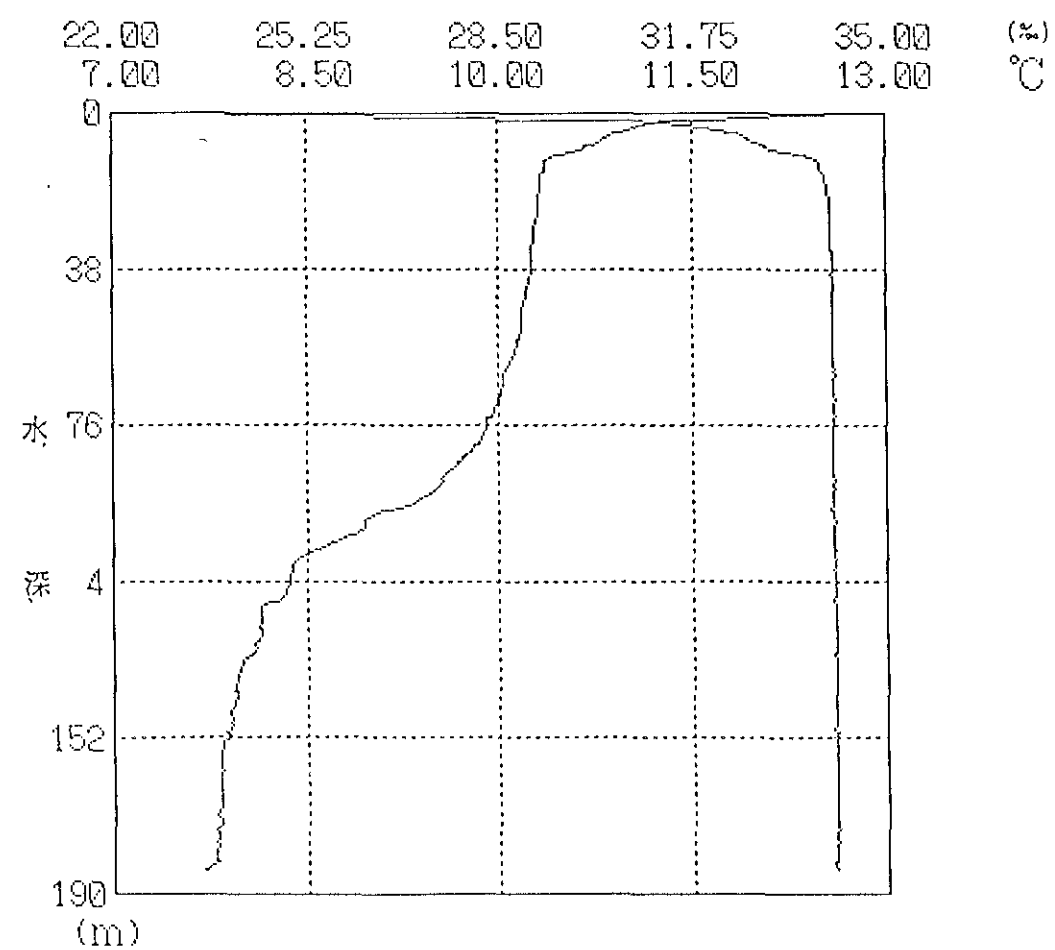


図 2 放流点の水溫と塩分分布

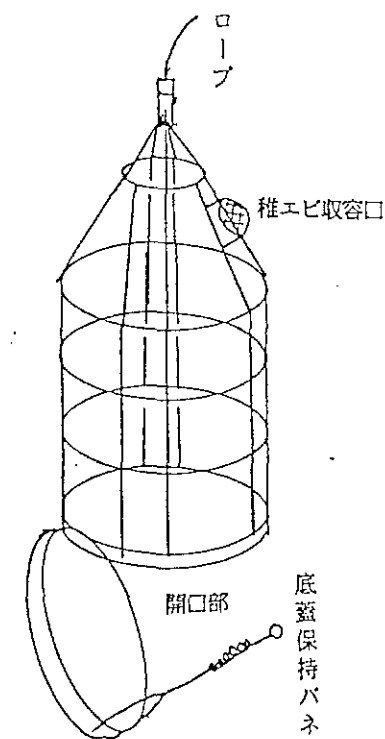


図 3 放流器の模式図

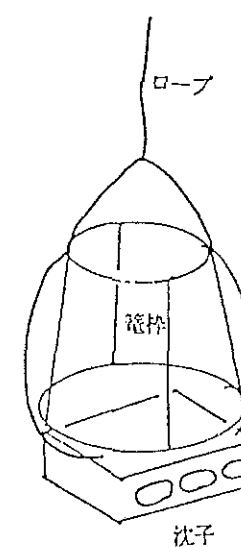


図 4 試験に使用した育成籠

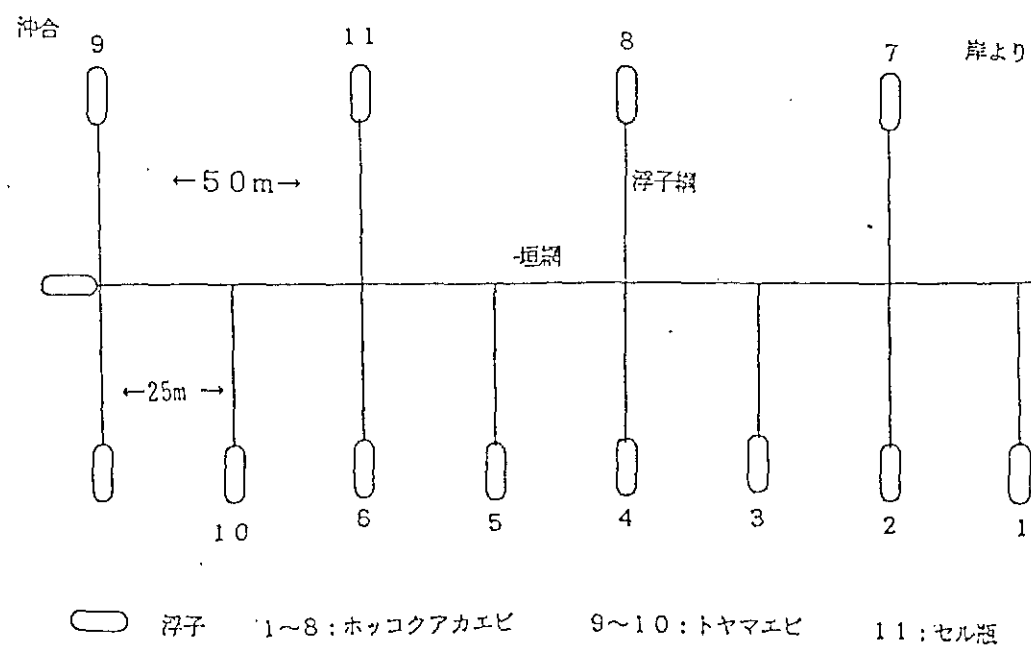


図 5 育成籠垂下位置図

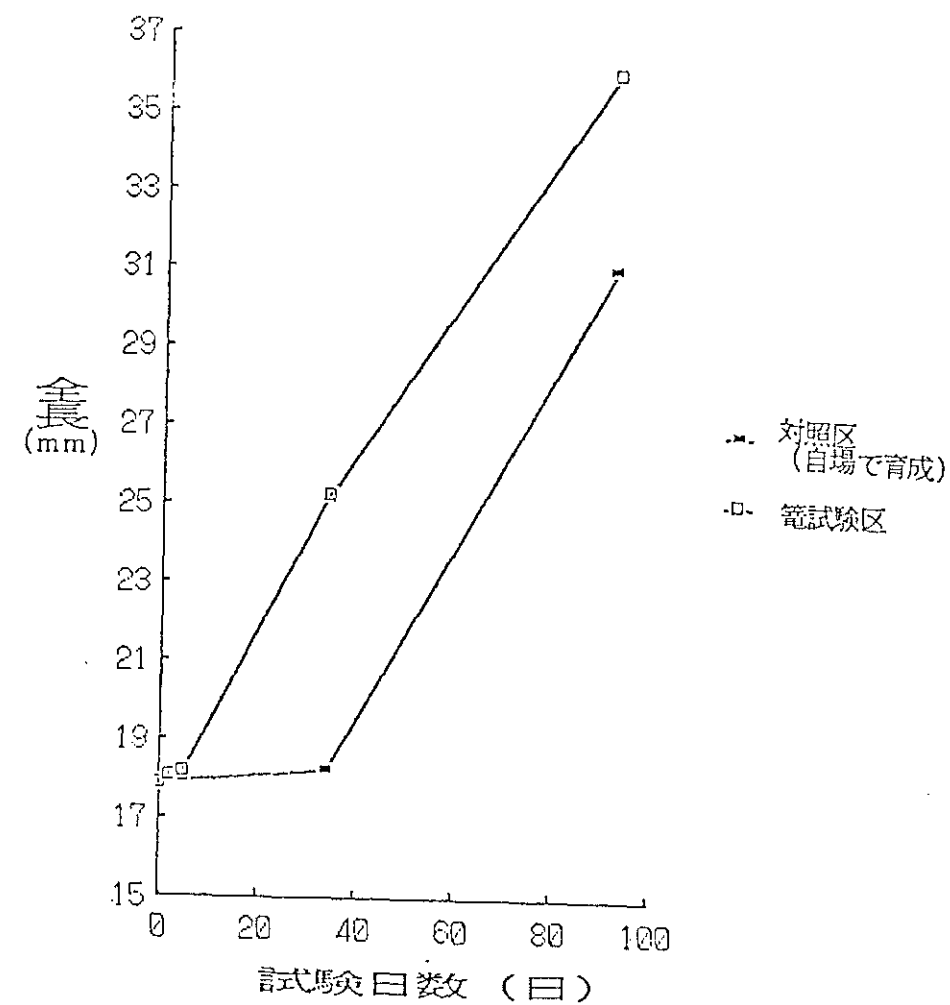


図 6 籠試験の稚エビの成長



マダラ

マダラの採卵とふ化

◎與世田 兼三

長倉 義智

昨年度のふ化容器を変えたふ化試験の結果より、ハッチングジャーによる卵管理でこれまでにない高いふ化率が得られた。このため、本年度はハッチングジャーによる卵管理を行った。採卵量が多く、ハッチングジャーのみでは対応できない場合は円錐形ふ化器も併用することとした。

1 青森県脇野沢漁協採卵群

1) 材料と方法

(1) 採卵：平成3年1月16～17日に青森県脇野沢漁協で2回採卵を行った。

(2) 卵輸送：1月16日に採卵した卵は、胚体形成後に無水輸送で1月19日に約10時間を要し当場に搬入した。1月17日に採卵した卵は、宅配便を利用した無水輸送試験に供し、1月19日に約28時間を要し搬入した。

(3) 卵管理：1月16日に採卵した卵は、計数後にハッチングジャー2面に收容し、收容密度の平均は66.0万粒/槽(11.0万粒/ℓ)であった。ふ化器の注水量は、2.0～3.0ℓ/分(20～30回転/時)に調整した。1月17日に採卵した卵は、計数後に円錐形ふ化器1面に收容し、收容密度は、106万粒/槽(7.1万粒/ℓ)であった。ふ化器の注水量は、2.0ℓ/分(8回転/時)に調整した。卵は、それぞれ自然水温の下で卵管理を行った。

2) 結果及び考察

採卵の結果概要を表1に、宅配便を利用した無水輸送試験については表2に示した。

1月16日に採卵した卵は、132.0万粒を試験に供し、82.8万尾のふ化仔魚を得ることができ、ふ化率は62.7%であった。宅配便を利用した無水輸送試験においては、106.0万粒を試験に供し、16.3万尾のふ化仔魚を得ることができ、ふ化率は15.4%であった。

宅配便を利用した無水輸送試験においては、輸送時間に28時間を要したためか、搬入前の卵発生87.7%であったものが搬入後42.6%に低下しており、また、ふ化率も低いことから実用的には、検討の余地を残した。

今回の実験から、無水輸送は輸送時間がふ化率を左右しているものと思われ、輸送時間の短縮を図ることが最も重要であると思われた。

2 石川県鰻目漁協採卵群

1) 材料と方法

(1) 採卵：平成3年2月4日～2月26日の間に石川県鰻目漁協で3回採卵を行った。

(2) 卵輸送：いずれの採卵においても、授精卵は60ℓテンタル1面に收容し、約30分を要し当場に搬入した。

(3) 卵管理：2月4日に採卵した卵は、計数後にハッチングジャー2面に收容し、收容密度の平均は56.2万粒/槽(9.4万粒/ℓ)であった。ふ化器の注水量は、2.0ℓ/分(20回転/時)に調整した。2月13日に採卵した卵は、計数後にハッチング

ジャー 2 面と円錐形ふ化器 1 面に収容し、収容密度はそれぞれ 48 . 4 万粒／槽（8 . 1 万粒／ ℓ ）、67 . 8 万粒／槽（4 . 1 万粒／ ℓ ）であった。ふ化器の注水量は、それぞれ 2 . 0 ℓ ／分（20 回転／時）に調整した。

2 月 26 日に採卵した卵は、計数後にハッチングジャー 2 面と円錐形ふ化器 1 面に収容し、収容密度はそれぞれ 78 . 0 万粒／槽（13 . 0 万粒／ ℓ ）、88 . 0 万粒／槽（5 . 9 万粒／ ℓ ）であった。ふ化器の注水量は、それぞれ 2 . 0 ℓ ／分（20 回転／時）に調整した。卵は、いずれも自然水温の下で卵管理を行った。

2) 結果と考察

2 月 4 日に採卵した卵は、112 . 3 万粒を試験に供し、74 . 5 万尾のふ化仔魚を得ることができ、ふ化率は 66 . 3 % であった。2 月 13 日に採卵した卵は、164 . 6 万粒を試験に供し、99 . 1 万尾のふ化仔魚を得ることができ、ふ化率は 60 . 2 % であった。2 月 26 日に採卵した卵は、244 万粒を試験に供し、141 . 0 万尾のふ化仔魚を得ることができ、ふ化率は 57 . 8 % であった。

本年度は、ハッチングジャーと円錐形ふ化器を使用し、約 60 % の安定したふ化率が得られるようになった。しかし、ハッチングジャーにおいては適正な卵の収容密度を把握しておらず、今後は、効率的な卵管理手法の確立が必要であろう。

3 S A I 値

本年度の S A I 値の結果概要を表 3 に示した。全体的に前年度までと比較し、ふ化率は向上してきており、卵管理技術が向上していることが伺われた。

S A I 値については、今回の実験でみると、青森採卵群と石川採卵群で S A I 値に差がみられている。青森採卵群については、過去の無水輸送でも S A I 値が低かったことから、無水輸送による影響で S A I 値が低下したか、親魚の入手時期や漁獲方法等により卵質が悪かった等が原因と考えられた。

マダラの採卵は、天然魚に 100 % 依存しているため、その採卵可能時期は約 1 ヶ月と短い。このため、卵質測定に S A I 値を使用した場合、結果を判断してから収容をやり直すと、産卵期が終了してしまい、収容が困難になる可能性が高く、実用的でない。また、S A I 値が低い場合でも、飼育上、生残率等の差は必ずしもでてこないことなどから、今後は、S A I 値をどのように活用し、如何に評価してゆくかを検討してゆく必要がある。

表1 マダラの採卵試験結果概要

親魚区分 (実験区分)	採卵 期間	ふ化 期間	ふ化迄の 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 (%)	平均の SAI値	備考
						全長(cm)	体重(kg)									
1	1.16	1.26-1.28	10-12	1.19	2	♀ 66.5 (65.5-67.5)	3.8 (3.5-4.0)	2	人工 授精	273.0	227.4	132.0	82.8	62.7	33.0	青森県脇野沢漁協で 採卵
					3	♂ 73.0 (70.5-74.5)	4.1 (3.9-4.3)	—	—	—	—	—	—	—	—	飛行機を利用した無 水輸送
2	1.17	1.26-1.28	9-11	1.19	1	♀ 72.0	4.0	1	人工 授精	106.0	93.0	106.0	16.3	15.4	37.1	宅配便による無水輸 送試験に使用
					2	♂ 73.5 (71.0-76.0)	4.5 (4.0-4.9)	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	2. 4	2.13-15	9-11	2. 4	1	♀ 75.0	5.5	1	人工 授精	112.3	106.0	112.3	74.5	66.3	82.9	石川県鰻目漁協で採 卵
					2	♂ 65.5 (65.0-66.0)	3.0 (2.8-3.2)	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	2.13	2.22-2.24	9-11	2.13	1	♀ 79.0	5.5	1	人工 授精	176.7	152.0	164.6	99.1	60.2	57.0	同上
					2	♂ 57.7 (58.0-66.5)	2.1 (1.6-2.6)	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	2.26	3. 7-3. 9	9-11	2.26	1	♀ 71.0	4.9	1	人工 授精	244.0	205.4	244.0	141.0	57.8	63.7	同上
					2	♂ 63.0 (62.0-66.0)	2.4 (2.2-2.6)	—	—	—	—	—	—	—	—	
計					♀ 6			6		912.0	783.8	758.9	413.7	54.5	54.7	
					♂ 11											

表2 宅配便を利用した無水輸送試験

採卵場所	輸送容器 (ℓ)	輸送方法	輸送時間 (時間)	卵の管理 (ℓ)	供試卵 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率 (%)	SAI値	備考
青森県脇野沢村	発泡スチロール (10)	宅配便	28	円錐形 (15)	106.0	16.3	15.4	37.1	卵は発泡スチロール枠を作り パック状に積み重ねた

表3 マダラSAI値の結果概要

実験区分	採卵月日	採卵場所	採卵方法	収容月日	SAI値※
青森人工採卵	1.16	青森	人工採卵	1.26	30.5
	1.16	青森	人工採卵	1.27	34.6
	1.17	青森	人工採卵	1.26	35.9
	1.17	青森	人工採卵	1.27	38.3
石川人工採卵	2. 4	石川	人工採卵	2.13	97.8
	2. 4	石川	人工採卵	2.14	98.9
	2. 4	石川	人工採卵	2.15	52.1
	2.13	石川	人工採卵	2.22	61.0
	2.13	石川	人工採卵	2.23	48.9
	2.13	石川	人工採卵	2.24	61.1
	2.26	石川	人工採卵	3. 7	53.9
	2.26	石川	人工採卵	3. 8	60.5
石川天然採集卵	2.26	石川	人工採卵	3. 9	76.6
	—	石川	天然採集	2.14	88.6
	—	石川	天然採集	2.15	46.5
	—	石川	天然採集	2.17	43.6
	—	石川	天然採集	2.18	52.5
	—	石川	天然採集	2.19	64.0
	—	石川	天然採集	2.20	49.9

インキュベーター内温度8.0 -10.1 °C

※ $\frac{1}{k}$

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

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

マダラ

種苗生産

◎興世田 兼三

長倉 義智

1 マダラの小型水槽における飼育試験

マダラの種苗生産は、昭和58年度より着手してきたが、毎年、全長7mm前後から大量減耗が起こり、昭和61年度の1万尾の生産を最高に低迷を続けてきた。そこで、昨年度は、本種の問題点の整理を行い、初期の減耗要因がワムシの餌料密度、投餌パターン、消化速度、栄養強化等に関わっていると推察した。本年度は、これらの問題点を解明する目的で、ワムシの餌料密度と投餌パターンの違いによる試験を行った。また、昨年を引き続き、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。さらに、初期餌料の探索を目的とした市販の配合飼料を使用した試験を行った。

1) 餌料密度の違いによる飼育試験

(1) 材料と方法

1月16日に青森県脇野沢漁協で人工授精を行った卵を使用し、1月27日にふ化した仔魚を試験に供した。ふ化仔魚の収容にあたっては全数計数を行った。飼育条件はワムシの投餌量以外の水温、餌料、換水、ナンノクロプシスの添加量等の諸条件は各試験区一様とした。試験の条件設定を以下に示す。

試験区1：ワムシを13時に1回25万(0.5 μ /m ℓ)投餌

試験区2：ワムシを13時に1回150万(3 μ /m ℓ)投餌

試験区3：ワムシを13時に1回500万(10 μ /m ℓ)投餌

試験区4：ワムシを8、11、15時の3回に分け5コ維持するように投餌(対照区)

飼育水としてのナンノクロプシス(以下ナंकロ)の計数は毎日行い、計数後に100万セル/m ℓ になるよう不足分を試験終了まで添加した。ワムシと養成アルテミア(以下Ar-Y)の強化は、冷凍庫(-45℃)で緩慢凍結させたナंकロ(以下冷凍ナंकロ)4000-6000万セル/m ℓ の密度でそれぞれ強化を行い、強化時間は15~22時間とした。アルテミアノープリウス(以下Ar-N)の強化には、ω85エスター(以下エタ-85)50m ℓ /1m 3 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20日)まで単独で投餌し、それ以降はAr-NとAr-Yを併用した。試験には、0.5m 3 パンライト水槽を使用した。

(2) 結果及び考察

表1に結果の概要を示した。生残率は、1日1回3コ/m ℓ の密度になるように投餌した1区の55.6%が最も高く、ついで1日1回10コ/m ℓ になるよう投餌した3区52.6%、以下1日1回0.5コ/m ℓ になるよう投餌した1区38.3%、1日3回5コ/m ℓ になるよう投餌した4区18.8%の順であった。4区は、過去4ヶ年大型水槽で行っていた餌料密度であり、この試験では対照区とした。

餌料密度としての設定は、1区、2区より高い5コ維持の4区が生残・成長ともに最も劣った理由は、ワムシの投餌方法と1日当たりのワムシ投餌量が関与していると考えられた。すなわち、4区では、ワムシが飼育槽内に残存しているため、ナंकロで強

化されたワムシが毎日添加されるのではなく、1日の投餌量としては2区よりも低いことがしばしばあり、投餌量が不規則であった。このため、水槽内のワムシが飢餓状態となり、摂餌量は多くても栄養的に問題があり1区より生残・成長ともに劣ったものと考えられた。

全体としてこれまでにない高い生残率であり、また、成長も良好であった。この好結果をもたらした原因としては、昨年までは飼育槽にワムシを添加しても水槽内での増殖はほとんどみられなかった。それが、本年度は、ワムシを添加しても底へ沈むことなく、飼育水中のナンクロを全て摂餌してしまう程活力が良好であり飼育槽内での増殖もみられた。これらの活力あるワムシを摂餌したことが高い生残に結び付いたものと推察されたことから、初期の餌料であるワムシの状態が大きく関与したものと考えられた。

これらの事から考察すると、ワムシの密度と栄養状態が生残・成長に大きく関与しており、餌料密度は低いよりは高い方が生残・成長に好結果をもたらす事が判明し、特に、飼育初期（日齢20日目頃まで）の餌料密度が重要だと思われた。このことは、マダラの遊泳力にも関連しており、全長7mm（日齢20日目頃）までの遊泳を観察すると、ヒラメ、マダイ等に見られる『くの字』型の摂餌行動はとらずに、水流に身をゆだねており、摂餌行動は緩慢であると思われる。このため、餌料密度はある程度高くないと十分な摂餌はできないと思われる。また、飼育槽内の残留ワムシは、餌料価値が低く、二次強化されたワムシを常に摂餌させるような投餌方法の検討が重要であると思われる。

2) 投餌パターンの違いによる飼育試験

(1) 材料と方法

1月16日に青森県脇野沢漁協で人工授精を行った卵を使用し、1月27日にふ化した仔魚を試験に供した。2区のみはヒータの調整ミスによる高水温の影響で全滅したため、2月4日に石川県鰻目漁協で人工授精を行った卵を使用し、再度試験を行った。ふ化仔魚の収容にあたっては全数計数を行った。飼育条件はワムシの投餌パターン以外の水温、餌料、換水、ナンクロの添加量等の諸条件は各試験区一様とした。また、対照区には前記の試験区4を使用した。試験区の条件設定を以下に示す。

試験区1：ワムシを9時に1回150万（0.5コ/ml）投餌

試験区2：ワムシを13時に1回150万（3コ/ml）投餌

試験区3：ワムシを8、15時の2回に分けて150万（3コ/ml）投餌

試験区4：ワムシを8、11、15時の3回に分け5コ維持するように投餌（対照区）

ナンクロの添加、ワムシ、Ar-N、Ar-Y等の二次強化方法については餌料密度の試験に準じた。ワムシは全長7mm（飼育20日）まで単独で投餌し、それ以降はAr-NとAr-Yを併用した。試験には、0.5 m²パンライト水槽を使用した。

(2) 結果及び考察

表2に結果の概要を示した。対照区は前記したような結果から生残率は芳しくなかった事からこれを除外して考える事とした。生残率は、1日2回1.5コ/mlの密度になるように投餌した3区の79.2%が最も高く、ついで1日1回13時に3コ/mlの密度になるよう投餌した2区55.0%、以下1日1回9時

に3コ/ℓの密度になるよう投餌した1区49.9%の順であった。3区は過去最高の高い生残率であった。この好結果をもたらした原因としては、餌料密度の飼育試験と同様に初期の餌であるワムシの状態が大きく関与したものと考えられた。

投餌パターンの違いでみると、1、2区は1回の投餌で投餌時間のみを変えた試験区であるが、生残率はいずれも大差ない結果となった。3区は、1日の投餌量としては1、2区と同じであるが、投餌回数を2回に分けただけで1、2区よりもさらに高い生残率を得ることができた。この理由としては、適量の投餌を行う事によって飼育水槽内にワムシが残らず常に二次強化されたワムシが供給されることと、7時間の投餌間隔を空けることにより、満腹になるだけ摂餌した後はじっくりと消化させる時間を与えた事が消化・吸収の面から好結果に結び付いたものと推察された。

これらの事から考察すると、ワムシの投餌パターンも生残に大きく関与しており、投餌回数は1回よりは2回に分けて適量投餌を行うことが生残に好結果をもたらす事が明らかになった。また、1日1回3コ/ℓの密度になるよう投餌した1、2区も少なくとも半日は餌にありつけないわけで消化・吸収を行うゆとりがある。これに対し、4区の1日3回5コ/ℓを維持する投餌パターンは1日中飼育水中内にワムシが残存するような状態であるため、目の前に餌があるうちは本能的に摂餌を行い、未消化のまま排出させている可能性があり、消化・吸収の面では望ましくない。

これらの事から、マダラの初期飼育においては、投餌後は一定の間隔を与えてじっくり消化・吸収をさせるだけのゆとりをもたせる必要があると思われる。

3) ワムシの餌料強化試験 - I

(1) 材料と方法

2月13日に石川県鰻目漁協で人工授精を行った卵を使用し、2月23日にふ化した仔魚を試験に供した。ふ化仔魚の収容にあたっては全数計数を行った。飼育条件はワムシの強化以外の水温、餌料、換水、ナシクロの添加量等の諸条件は各試験区一様とした。試験の条件設定を以下に示す。

試験区1：ワムシを生ナシクロとDHAオイルで強化

試験区2：ワムシを冷凍ナシクロとDHAオイルで強化

試験区3：ワムシを冷凍ナシクロとエスター85オイルで強化

試験区4：ワムシを珪藻(フェオクサラム)とDHAオイルで強化

試験区5：無添加(対照区)

飼育水としてのナシクロの計数は毎日行い、計数後に100万セル/ℓになるよう不足分を試験終了まで添加した。

ワムシの強化には、上述したように冷凍ナシクロ(処理濃度4000-6000万セル/ℓ)、生ナシクロ(処理濃度2000万セル/ℓ)、珪藻、DHAオイル(2ℓ/10ℓ)、エスター85オイル(0.5ℓ/10ℓ)を使用した。各区のワムシの強化時間は20時間とした。試験には、0.5㎡パンライト水槽を使用した。

ワムシは試験終了まで単独で投餌し、浮上魚については、2ℓピーカですくい取り、全数計数を行った。また、試験終了時には100尾をランダムに採集し、仔魚膜、腹水、眼球部の水腫割合を調べた。

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、東京水産大学の竹内助教授に分析を依頼した。なお、ワムシの餌料強化試験

については東京水産大学との共同研究である。

(2) 結果及び考察

表3に結果の概要を示した。生残率は、冷凍ナシクロにDHAオイルで強化した2区の60.4%が最も高く、ついで冷凍ナシクロにEster-85オイルを添加した3区42.6%、以下珪藻にDHAオイルで強化した4区40.9%、生ナシクロにDHAオイルで強化した1区40.1%、処理を行わなかった5区38.6%の順であった。

生残率、全長、体重、浮上魚割合、水腫魚割合結果の順位を以下に示す。

生残率	2 > 3 > 4 > 1 > 5
全長	2 > 5 > 3 > 1 > 4
体重	2 > 5 > 1 > 4 > 3
浮上魚割合	2 ≤ 5 < 1 < 3 < 4
水腫魚割合	2 < 5 < 3 < 1 < 4

これより、ワムシの2次強化法としては冷凍ナシクロにDHAオイルの使用が最も優れていた。また、珪藻での強化は昨年同様に浮上魚割合が高く、ワムシの2次強化としては不適であると思われる。また、全長7mmまでのワムシの2次強化方法の違いにより、浮上魚割合と水腫魚割合に顕著な差がでており、これまでの飼育初期における浮上斃死がワムシに由来している可能性が示唆された。2区と3区は同じ冷凍ナシクロを使用しているにもかかわらず、オイルの種類で生残率、浮上魚割合、水腫魚割合に差がでた。これは、M.S. IZQUIERDD, T. TAKEUCHI等(1988, 日本水産学会春季大会)によるとエステル85オイルによる強化はその主成分であるメチルエステルがワムシに対して毒性を示し、このオ

イルで強化したワムシをマダイに投餌するとトリグリセリドで強化したワムシよりも成長・活力が劣るとが報告している。また、このオイルで2次強化を行うと、3割程度のワムシが斃死することが観察されており、餌料としては問題があったためと考えられる。このため、ワムシの状態が生残率、浮上魚割合に関与していると思われ、この試験でも同様の結果となった。また、同じDHAオイルを添加していながら、生ナシクロで強化した1区と冷凍ナシクロで強化した2区では生残率、浮上魚割合、水腫魚割合に大きな差が生じた。これは、生ナシクロで強化する場合の処理濃度は冷凍ナシクロで強化する場合の処理濃度よりはかなり薄いことが原因であると思われる。二次処理のワムシ密度は約1000個/mlと高いために生ナシクロで処理を行う場合は、数時間のうちにナシクロを食い尽くしてしまい飢餓状態が長く続くことになる。これに対し、冷凍ナシクロの場合は処理濃度が高く、何回かに分けることも可能で飢餓の状態を回避できる。この違いが生残率、浮上魚割合、水腫魚割合に影響したと考えられた。

今回の試験結果より、ワムシの強化は冷凍ナシクロにDHAオイルの使用が最も優れていたが、DHAオイルの使用によりワムシがフロック化し、1～2割斃死するのが認められており実用的に使用するには更に検討する必要がある。

4) ワムシの餌料強化試験 - II

(1) 材料と方法

2月13日に石川県鰻目漁協で人工授精を行った卵を使用し、2月23日にふ化した仔魚を試験に供した。ふ化仔魚の収容にあたっては全数計数を行った。飼育条件はワムシの強化以外の水温

、餌料、換水、ナンクロの添加量等の諸条件は各試験区一様とした。試験の条件設定を以下に示す。

試験区 1 : ワムシを冷凍ナンクロと EPA、DHA の比率が 1:1 のオイルで強化

試験区 2 : ワムシを冷凍ナンクロと EPA、DHA の比率が 1:2 のオイルで強化

試験区 3 : ワムシを冷凍ナンクロと EPA、DHA の比率が 2:1 のオイルで強化

試験区 4 : ワムシを冷凍ナンクロと DHA (33%) オイルで強化

飼育水のナンクロの計数は毎日行い、計数後に 100 万セル / ml になるよう不足分を試験終了まで添加した。

ワムシの強化には、上述したように冷凍ナンクロ（処理濃度 4000-6000 万セル/ml）、EPA オイルと DHA オイル（2ml / 10 l）の濃度を変えたエマルジョン油を使用した。このオイルの脂肪酸組成については表 5 に示した。Ar-N の強化には、昨年度好結果を得たエステル 85 オイル（0.5ml / 10 l）を、Ar-Y の強化には冷凍ナンクロ（処理濃度 4000-6000 万セル/ml）を使用した。ワムシの強化時間は 20 時間、Ar-N の強化時間は 16 ~ 23 時間とした。Ar-Y の強化時間は 2 ~ 4 時間とした。ワムシは日齢 18 日まで単独で投餌を行ない、それ以降は Ar-N と Ar-Y を併用した。試験には、2 m³ FRP 水槽を使用した。

試験終了時には 100 尾をランダムに採集し、膜鰭、腹水、眼球部の水腫割合を調べた。また、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、東水大の竹内助渡辺教授に分析を依頼した。

（2）結果及び考察

表 4 に結果の概要、表 5 に試験に使用したオイルの脂肪酸組成を示した。生残率は、冷凍ナンクロに EPA と DHA の割合を 1 : 2 とした 2 区の 29.9% が最も高く、ついで EPA と DHA

の割合を 1 : 1 とした 1 区 17.3%、EPA と DHA の割合を 2 : 1 とした 3 区 13.9%、DHA のみ 33% を含むオイルで強化した 4 区 9.3% の順であった。

ワムシの単独投餌を行った日齢 18 日までは、各試験区ともに順調に経過し生残率は 66.3 ~ 78.9% で推移した。しかし、Ar-N の投餌量が増えるに従い、消化管内に Ar-N が充満していながら斃死に至る個体が増加し、Ar-N の弊害と思われる斃死で漸減した。このため、ワムシの餌料強化試験 - I のような明瞭な違いはなかったものの、傾向としては EPA と DHA オイルの割合を 1 : 2 とした 2 区で生残率が高く、DHA オイルのみの 4 区では最も低い結果になった。このため、オイルの内容成分としては EPA と DHA がいずれも含有されている方が生残率が高い傾向があり、DHA オイルのみでなく EPA オイルもマダラの生残に深く関わっている事が明らかになった。

今回の試験では、ワムシ以外の餌料を使用したことによって結果が不明瞭となり条件設定に問題があった。このため、ワムシの餌料強化試験を行うのであれば、ワムシの単独投餌が終了した時点で試験を終了させる必要があると思われた。

5) 市販の配合飼料を使用した飼育試験

（1）材料と方法

2 月 26 日に青森県脇野沢漁協で人工授精を行った卵を使用し、3 月 7 日にふ化した仔魚を試験に供した。ふ化仔魚の収容にあたっては全数計数を行った。飼育条件は配合飼料とワムシの投餌量以外の水温、餌料、換水、ナンクロロブシスの添加量等の諸条件は各試験区一様とした。試験の条件設定を以下に示す。

試験区 1 : 協和醗酵製配合飼料を 1 日 8~10 回に分けて投餌

試験区 2 : 理研ビタミン製配合飼料を 1 日 8~10 回に分けて投餌

試験区 3 : 日清製粉製配合飼料を 1 日 8~10 回に分けて投餌

試験区 4 : 生物餌料を 1 日 2~4 回に分けて投餌

飼育水のナンクロの計数は毎日行い、計数後に 100 万セル / m³ になるよう不足分を試験終了まで添加した。ワムシと養成アルテミアの強化は、冷凍ナンクロでそれぞれ強化を行い、強化時間は 15~22 時間とした。アルテミアの強化には、ω85 エスターを使用し、強化時間は 16~23 時間とした。生物餌料区のワムシは日齢 20 日まで単独で投餌し、それ以降はアルテミアと養成アルテミアを併用した。また、配合飼料区は日齢 20 日目までは 1 日 1 回配合飼料の投餌終了後に 50 万個体のワムシを投餌し、それ以降は配合飼料の単独飼育を行った。試験には、0.5 m² パンライト水槽を使用した。

(2) 結果と考察

表 6 に結果の概要を示した。生残率は、飼育 50~51 日目で生物餌料のみの 4 区が 36.3% と最も高く、ついで R 社製配合飼料の 2 区 1.6% となった。K 社製配合飼料の 1 区と N 社製配合飼料の 3 区はそれぞれ、日齢 26 日目と 41 日目で生残尾数が僅かとなり飼育を断念せざるを得なかった。

配合餌料の摂餌は、開口直後より、いずれの配合飼料区においても摂餌が観察され、餌付きは良好であった。しかし、摂餌しても配合飼料は消化・吸収出来ないのか生物餌料区に比較していずれも成長・生残が悪く、特に、成長は劣っていた。

現在の状況における配合飼料の単独投餌では消化・吸収の面から問題が残っているが、配合飼料を消化出来る時期を確認できれ

ば実用的に使用できる可能性は高いと思われる。そのためには、成長に伴う消化酵素の形成時期や種類、胃腺の分化時期等を把握する必要がある。また、市販の配合飼料はメーカーによって餌料成分が異なる。さらに、配合飼料の種類により生残・成長の違いも考えられる。このため、魚体の体成分の分析とともに、マダラ用の配合飼料の開発も今後は検討する必要がある。

要約

①餌料密度の違いによる生残率への影響をみるための試験を行った。生残率は、ワムシの餌料密度が高い区程高く成長も良かった。マダラの摂餌行動は緩慢であることから、餌料密度を高め、摂餌の機会を増やすことが特に重要であると思われた。

②投餌時間と投餌回数を変え、生残率、成長への影響をみるための試験を行った。1 日 1 回の投餌では、投餌時間を変えても生残率には大差なかった。しかし、同じ投餌量でも投餌回数を 2 回に増やすことにより、生残率は向上した。このため、ワムシの餌料密度だけでなく、投餌回数も生残には関わっていると思われた。

③ワムシの栄養強化方法の違いによる生残率、成長、異常魚割合等への影響をみるための試験を行った。ワムシの二次強化方法としては、冷凍ナンクロに DHA オイルを添加した区で成長、生残率が優れ、浮上魚割合も低い結果となった。また、ワムシの強化方法の違いにより、遊泳異常魚（浮上魚と水腫魚）割合に顕著な差がでており、これまでの浮上斃死がワムシの栄養状態に起因していたことが示唆された。

④ワムシを栄養強化する際に使用する DHA、EPA オイルの割合を変えて、生残率、成長、異常魚割合等への影響をみるための試験

を行った。全長 7 mm 以降は、ワムシ以外の餌料を使用したことにより、明瞭な結果は得られなかった。しかし、EPA と DHA オイルの割合を 1 : 2 とした試験区で生残率が高く、DHA オイルのみの試験区では最も低い傾向があった。このため、オイルの内容成分としては、EPA と DHA がいずれも含有されている方が生残率が高い傾向があり、両者のオイルがマダラの生残に関わっていると思われる。

⑤ 餌料の探索を図るため、市販の配合飼料を使用した飼育試験を行った。配合飼料は、開口直後より摂餌が観察され、餌付きは良好であった。しかし、配合飼料の単独投餌では飼育は困難であった。しかし、摂餌は見出されたことから、配合飼料を消化・吸収できる時期を検討すれば、使用の可能性はあるものと思われた。

表1 餌料密度の違いによる飼育試験の結果概要

区分	餌料密度 (g/m^2)	投餌量 (万)	投餌回数 (回/ 日)	投餌時間	収容 尾数	収容時全長 (mm)	飼育 日数	取り揚げ時 全長 (mm)	取り揚げ時 体重 (mg)	取り揚げ 尾数	生残率 (%)	備考
1	0.5	25	1	13:00	4000	4.53 (4.27-4.80)	35	9.88 (8.81-11.28)	3.02	1530	38.3	飼育20日目まではワムシの投餌。それ以降は アルミアノープリウス、養成アルミアを併用。
2	3	150	1	13:00	4000	〃	〃	10.68 (9.00-11.84)	4.11	2198	55.0	同上
3	10	500	1	13:00	4000	〃	〃	11.28 (9.47-12.99)	5.78	2104	52.6	同上
4	5 $\times$ 維持 (対照区)	-	3	8,11,15	4000	〃	〃	9.75 (8.27-11.51)	3.54	750	18.8	同上

表2 投餌パターンの違いによる飼育試験結果概要

区分	餌料密度 (g/m^2)	投餌量 (万)	投餌回数 (回/ 日)	投餌時間	収容 尾数	収容時全長 (mm)	飼育 日数	取り揚げ時 全長 (mm)	取り揚げ時 体重 (mg)	取り揚げ 尾数	生残率 (%)	備考
1	3	150	1	9:00	4000	4.53 (4.27-4.80)	35	10.77 (9.21-12.58)	3.67	1932	49.9	飼育20日目まではワムシの投餌。それ以降は アルミアノープリウス、養成アルミアを併用。
2	3	150	1	13:00	4000	〃	〃	10.68 (9.00-11.84)	4.11	2198	55.0	同上
3	1.5 $\times$ 2	150	2	8,15	5000	4.60 (4.20-4.87)	〃	10.52 (8.85-11.84)	6.19	3958	79.2	同上
4	5 $\times$ 維持 (対照区)	-	3	8,11,15	4000	4.53 (4.27-4.80)	〃	9.75 (8.27-11.51)	3.54	750	18.8	同上

表3 ワムシの餌料強化試験-Iの結果概要

区分	ワムシの強化 (コ/㎡)	収容 尾数	収容時全長 (mm)	飼育 日数	取り揚げ時 全長 (mm)	取り揚げ時 体重 (mg)	取り揚げ 尾数	サカ 尾数	生残率 ¹⁾ (%)	生残率 ²⁾ (%)	浮上魚 割合 (%)	取り揚げ時の 水腫魚割合 (%)	備考
1	生ナシロ+DHA	12000	4.43 (4.20-4.62)	23	7.61 (6.24-8.70)	2.29	4810	3441	40.1	68.8	6.1	67.0	ワムシ3コ/㎡の密度で1日1回 13時に投餌
2	冷凍ナシロ+DHA	〃	〃	〃	7.95 (6.88-8.83)	2.62	7253	3441	60.4	89.1	1.4	2.0	同上
3	冷凍ナシロ+イスタ-85	〃	〃	〃	7.74 (6.57-8.40)	2.02	5112	3473	42.6	71.5	11.6	34.0	同上
4	珪藻+DHA	〃	〃	〃	7.19 (6.03-8.23)	2.15	4913	3445	40.9	69.7	21.9	87.0	同上
5	無添加	〃	〃	〃	7.90 (6.95-8.28)	2.42	4635	3447	38.6	67.4	6.1	28.0	同上

¹⁾ サンプルを含まず。²⁾ サンプルを含む。

表4 ワムシの餌料強化試験-IIの結果概要

区分	ワムシの強化 (コ/㎡)	アルテミアの 強化	養成アルテミア の強化	収容 尾数	収容時 全長 (mm)	飼育 日数	取り揚げ 時全長 (mm)	取り揚げ 尾数	サカ 尾数	生残率 ¹⁾ (%)	生残率 ²⁾ (%)	取り揚げ時の 水腫魚割合 (%)	備考
1	冷凍ナシロ+イマルジョン油 (EPA:DHA=1:1)	イスタ-85	冷凍ナシロ	40000	4.43 (4.20-4.62)	45	12.13 (9.87-14.13)	6904	4611	17.3	28.8	0	ワムシ3コ/㎡の密度で1日1回 13時に投餌
2	冷凍ナシロ+イマルジョン油 (EPA:DHA=1:2)	〃	〃	〃	〃	〃	11.81 (10.28-14.42)	11977	4643	29.9	41.6	0	同上
3	冷凍ナシロ+イマルジョン油 (EPA:DHA=2:1)	〃	〃	〃	〃	〃	12.27 (10.05-16.11)	5557	4610	13.9	25.4	3.1	同上
4	冷凍ナシロ+イマルジョン油 (DHA 33%)	〃	〃	〃	〃	〃	12.69 (10.72-17.40)	3707	4610	9.3	20.9	0	同上

¹⁾ サンプルを含まず。²⁾ サンプルを含む。

表5 ワムシの餌料強化試験－Ⅱに使用したオイルの脂肪酸組成

試験区	1	2	3	4
EPA:DHA	1:1	1:2	2:1	DHA33%
12:0	0.0778	0.0464	0.1166	0.0253
13:0	0.0146	0.0169	0.0119	0.0184
14:0	4.4009	3.4085	5.6248	2.7427
15:0	0.5658	0.7049	0.3942	0.7983
15:1	0.1160	0.1155	0.1166	0.1152
16:0	11.1523	13.3544	8.4366	14.8319
16:1	8.7265	7.4734	10.2718	6.6327
17:0	0.5683	0.9413	0.1084	1.1915
17:1	1.8025	1.5193	2.1516	1.3294
18:0	2.2338	3.2159	1.0227	3.8748
18:1	16.5136	20.0201	12.1894	22.3727
18:2	4.1579	2.7458	5.8993	1.7984
18:3	0.2619	0.2919	0.2249	0.3120
18:4	2.5526	1.4010	3.9728	0.6283
20:1	2.8546	3.1887	2.4425	3.4129
20:3	0.1672	0.2084	0.1164	0.2361
20:4	0.7709	0.6234	0.9528	0.5244
20:5	17.6886	10.7036	26.3027	6.0172
22:1	3.0505	3.6350	2.3297	4.0271
22:4	0.8712	1.2699	0.3795	1.5374
22:5	1.9215	1.7881	2.0860	1.6986
22:6	17.7021	21.3980	13.1441	23.8777
24:1	1.3122	1.3496	1.2661	1.3747
Σn-HUFA	99.48	99.42	99.56	99.38

日本水産株式会社 中央研究所の分析データ

表6 市販の配合飼料を使用した飼育試験の結果概要

区分	餌料	収容 尾数	収容時全長 (mm)	飼育 日数	取り揚げ時 全長 (mm)	取り揚げ 尾数	生残率 (%)	備考
1	K ¹⁾ 社製配合	4000	4.36 (4.23-5.50)	26	5.89 (4.78- 6.62)	74*	1.9*	* 飼育26日目で中止
2	R ²⁾ 社製配合	4000	〃	50	10.84 (8.87-14.31)	65	1.6	飼育20日目までは1日/1回7m ² 50万投餌。それ以降は配合飼料のみ。
3	N ³⁾ 社製配合	4000	〃	41	7.73 (6.71- 8.71)	140**	3.5**	** 飼育41日目で中止
4	生物餌料	4000	〃	51	13.67 (9.70-17.88)	1451	36.3	飼育20日目までは7m ² のみ150-400万投餌。それ以降はアルテミア・ナウス、養成アルテミアを併用。

1) 協和醗酵製配合飼料

2) 理研ビタミン製配合飼料

3) 日清製粉製配合飼料

マダラ

種苗生産

◎與世田 兼三

長倉 義智

2 マダラの大型水槽における飼育試験

小型水槽における試験結果によりこれまでの大量減耗は、ワムシの活力、投与量、投餌パターン、ワムシ、アルテミアの二次強化等が大きく関わっていることが明らかになってきた。これらの小型水槽で得られた知見を基に、大型水槽における量産試験を行った。

1) 材料と方法

(1) 採卵

平成3年2月13日と2月26日の2回石川県鰻目漁協で計2尾の雌を使用し、人工授精を行った。

(2) ふ化仔魚

自然水温下でハッチングジャー型ふ化器を使用し、ふ化させた仔魚を1万尾/m³を目安に50m³角型コンクリート水槽2面にそれぞれ収容を行った。第1回目は、2月24日に50万尾収容し、第2回目は3月9日に58.8万尾を収容し、2例の飼育を行った。

(3) 飼育水

1回次の生産では、飼育水として、日齢62日目まで20～200万セル/mlの密度になるようにナンノクロロプシス（以下ナンノと記す）を添加し、また、日齢52日目まで2～20万セル/mlの密度になるようにフェオダクチラム（以下フェオと記す）も添加した。2回次の生産では、日齢50日目まで10～200万セル/mlの密度になるようにナンノを添加し、日齢30日目から10

日間1～20万セル/mlの密度になるようにフェオを添加した。換水は日齢9日目と日齢13日目から30～35%/日で開始し、その後適宜増加させ最大670%/日まで増やした。

飼育水温は、ふ化仔魚収容後から徐々に加温を行い、11～12℃を保つようにした。また、自然水温が12℃以上になってからは無加温とした。

(4) 餌料

L型ワムシと養成アルテミアは冷凍ナンノ（処理濃度4000-6000万セル/ml）で15～24時間二次強化を行った。また、アルテミアノープリウス（以下アルテミアと記す）は乳化オイル（処理濃度50ml/m²）で15～24時間二次強化を行った。

1回次の生産で、アルテミアの投餌期間が長くなるにつれ衰弱魚が多くなる傾向が認められたことと、全長7mm（日齢20日）で養成アルテミアを十分捕食できることが分かったため、2回次の生産ではアルテミアの投餌量を抑えワムシと養成アルテミアを主体に投餌した。さらに、2回次の生産では、日齢51日目から魚肉ミンチを1日4～8回に分けて投与し、また、配合飼料は日齢49日より投与を開始した。

2) 結果と考察

表1に飼育結果の概要、表2に各餌料の給餌量を示した。また、図1に成長と生残、図2に餌料系列を示した。昨年までの生産では、全長7mm前後に大量減耗が起こり、取り揚げ尾数は一槽当たり最大でも1万尾前後の状態であった。ところが今年度は、数万尾単位での生産が可能になり、生残率も最高で12.9%となり取り揚げ尾数も計9.5万尾とこれまでを大きく上回る生産となった。この原因としては、初期にワムシの摂餌が十分であったこととワム

シの質的改善、また、2次強化が大きく関与していると思われる。ワムシの培養は、昨年までは低温ワムシの培養に重点を置いていたため、培養水温を14～15℃で維持して行っていた。そのため、ワムシの活力が弱く、飼育水槽へワムシを添加しても底へ沈んでしまい餌料としては不適當であった。そこで、本年度は、ワムシの培養水温を1～2℃上昇させ、増殖の活発なワムシを培養することを心掛けたところ、飼育水槽内へワムシを添加しても底へ沈むことはなく、飼育水槽内での増殖もみられた。また、2次処理においても、飢餓ワムシの状態を避けるため、ワムシを投餌する2～4時間前には冷凍ナンノで再度強化を行った。その結果、1回次の生産においては、飼育5日目までに収容時のハンドリングによるものと思われる斃死がみられたものの、全長7mmまでの生残率は良好で、いずれの飼育においても61～85%と、これまでにない高い生残率で推移した。また、例年この時期に出現していた鰓の異常や水腫による浮上魚もごく僅かで、この時期に起こっていた大量減耗がワムシに起因していたことが示唆された。

1回次の生産では、その後アルテミアの投餌量が増加するにつれ、消化管内にアルテミアが充満していながら斃死に到る個体が増加し、アルテミアによる弊害と思われる斃死がみられ漸減した。このため、最終的な取り揚げは、1.89万尾（生残率3.8%）に留まった。このことから、2回次の生産では、全長7mm以降の餌料に特に留意し、主に、ナンノで強化した養成アルテミアを多用した。その結果、1回次の生産でみられたようなアルテミアを摂餌しながら斃死に到る症状は観察されず、全長20mmまでの生残率は35%と非常に高い値となった。その後、養成アルテミアの絶対量の不足とミンチへの切替ができなかったことに起因すると思われる

斃死がみられ減耗し、最終的な取揚げ尾数は、7.6万尾（生残率12.9%）となった。

3) 今後の課題

これまで原因が不明であった全長7mmまでの大量減耗がワムシに起因していることが分かり、改めて、初期餌料としてのワムシの重要性を痛感した。種苗量産化へ向けての今後の課題は、全長7mm以降の餌に使用するアルテミアの質の問題、また、全長20mm以降の餌料系列の再検討があげられる。そのためには、成長に伴う消化機能の解明と魚体や餌料の体成分の分析等の基礎的な知見を集積する必要があると考えられる。

表1 マダラ種苗生産に使用した餌料の総投餌量

餌料の種類		1回次	2回次	合計
ワムシ	(億個体)	158.3	220.7	379.0
アルテミア・ノウプリウス	(億個体)	8.3	3.1	11.4
養成アルテミア	(億個体)	4.6	40.9	45.5
ミジンコ	(億個体)	0.8	3.3	4.1
天然コペポータ	(億個体)	1.0	1.4	2.4
魚卵*	(万個体)	459.5	1730.0	2189.5
魚肉	(kg)	—	340.8	340.8

* 1回次はマガレイ卵、2回次はマダイ卵を使用

表2 大型水槽における飼育試験

生産回次	1回次	2回次
生産期間 (日)	平成3年2月24日～同年4月30日 (66)	平成3年3月12日～同年5月20日 (71)
使用水槽 (m ³)	八角型コンクリート水槽 (50)	八角型コンクリート水槽 (50)
収容尾数 (万尾)	50	58.8
収容密度 (尾/m ³)	10000	11076
収容時全長 (mm)	4.4 (4.2～4.6)	4.8 (4.6～5.0)
取揚げ尾数 (尾)	18978	75765
取揚げ密度 (尾/m ³)	379.6	1515
取揚げ時全長 (mm)	29.7 (20.2～40.4)	32.3 (20.8～49.7)
生残率 (%)	3.8	12.9

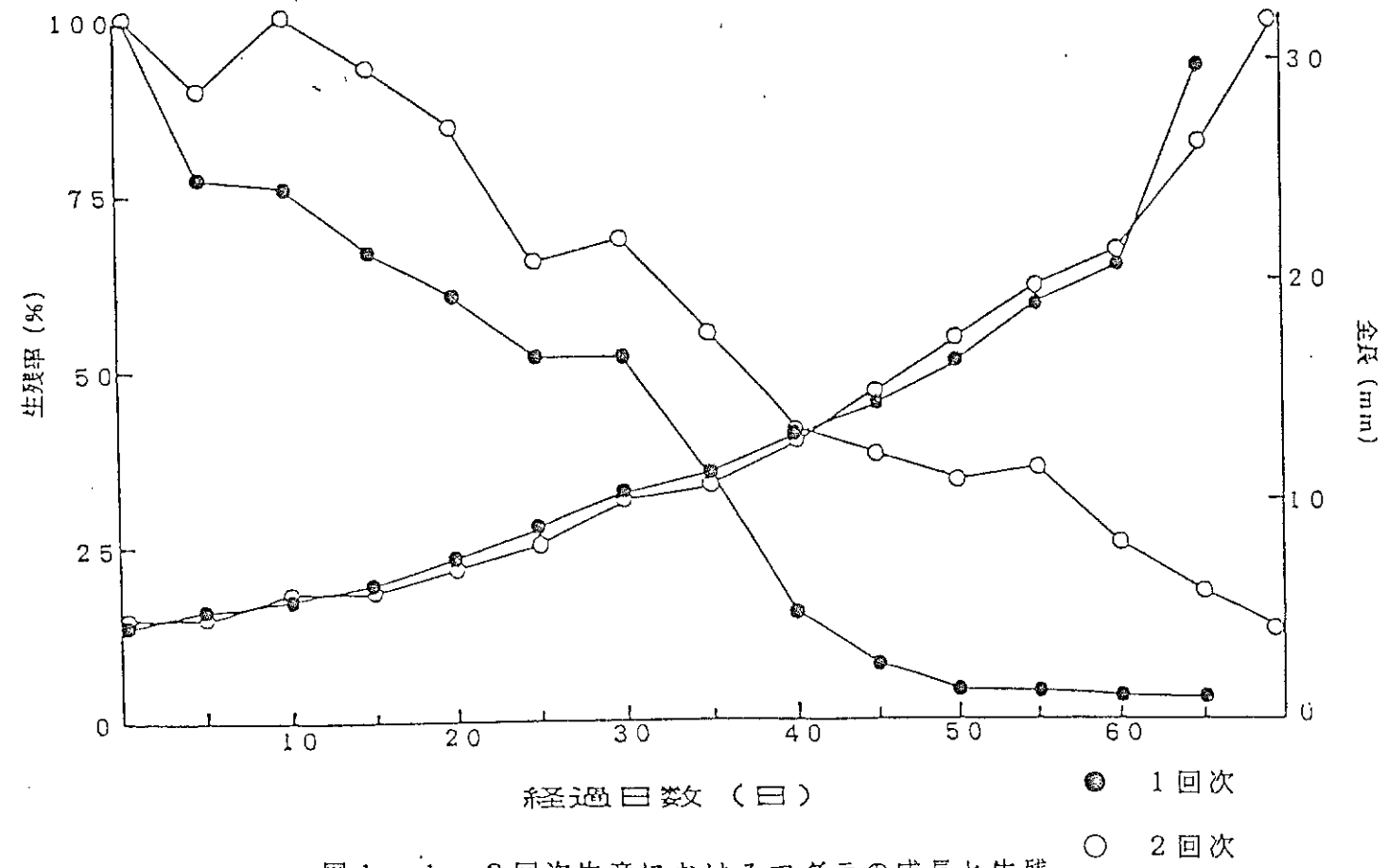


図1 1、2回次生産におけるマダラの成長と生残

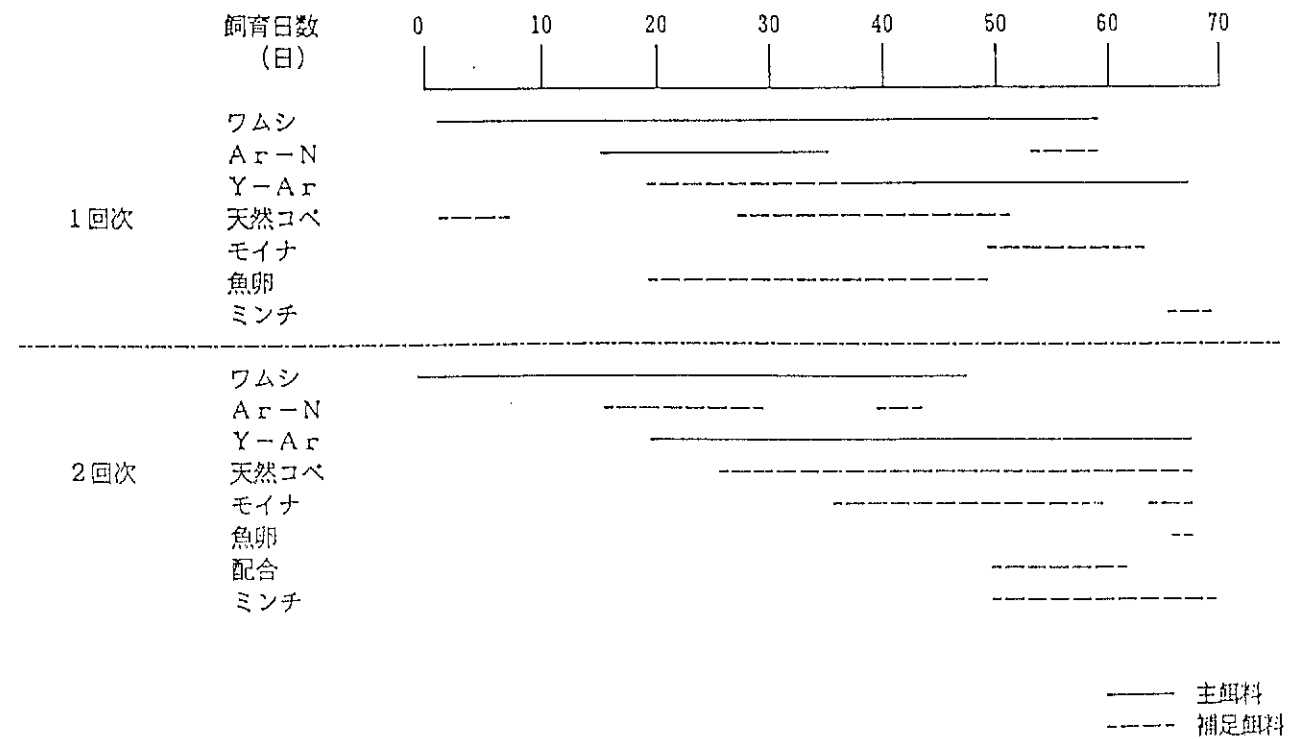


図2 1、2回次生産におけるマダラの餌料系列

マダラ

種苗生産

與世田 兼三

長倉 義智

3 天然餌料を利用したマダラの飼育試験

ノルウェーにおいては、フィヨルドに堰をして仕切り、大西洋マダラの卵を収容し、天然プランクトンを利用した粗放的な種苗生産が行われていることが知られている。当該においては、マダラの種苗生産がここ数年低迷を続けてきたため、陸上水槽における集約的な生産に限定せず、海上における粗放的な飼育の可能性を検討するために試験を行った。

1) 材料と方法

2月4日に石川県鰯目漁協で人工採卵を行った卵を使用し、2月14日にふ化した仔魚を試験に供した。0.5 m³パンライト水槽で計数後、60ℓテントル5面に収容し、海上筏まで輸送を行った。

海上小割網に収容後は、付着海藻の繁茂を防ぐために小割網の上面を寒冷沙で覆い光りを遮断した。

小割網の形状は、4面をターポリン製の生地で縫製し、底面部のみは水の循環を図るためニップ強力網80目で縫製した(図1)。餌料は、天然プランクトンのみを使用し、夜間電照に蟬集した天然プランクトンを水中ポンプで小割網に集める方法と小割網中央部に夜間電照を行い、直接小割網に集める2方法をとった。天然プランクトンを水中ポンプで小割網に添加する際は、食害魚

の混入も考えられたため、ホースの末端にニップ強力網60目で選別できるネットを作製した。

小割網内の天然プランクトンの餌料密度を把握するため、柱状サンプリングを行い場内に持ち帰って計数し、同時に仔魚の胃内容物組成の観察も行った。

2) 結果と考察

表1に結果の概要、図2に小割網内の天然プランクトンの変遷を示した。

日齢12日目頃までの減耗が大きく、日齢12日目の柱状サンプリングによる夜間計数では生残率は3.9%まで下がり、目視による観察では生残魚はほとんど観察できなかった。

仔魚の状態は全体に悪く、肝臓の萎縮がみられピンヘッド状であり、明らかに飢餓の状態であった。

日齢14日目までの天然プランクトンの餌料密度は、最大でも3コ/mℓ、平均は0.98コ/mℓとかなり少なく、マダラの初期の餌料と考えられているコペポダのノウブリウスに至っては平均0.02コ/mℓと陸上水槽の餌料密度に比べると極端に少ない。また、通算の摂餌率の平均は32.4%であり、全体に餌不足の状態であったことが伺われた。この初期の餌不足が原因で、減耗が大きかったものと推察された。

胃内容物は、主に微小二枚貝とコペポダのノウブリウスであり、摂餌量としてはかなり少なかった。しかし、この様な状況においても全長20mmの稚魚5尾(生残率0.0017%)を取り上げることができた。

表1 天然餌料を利用した飼育試験の結果概要

生産場所	海上筏	備考
生産期間 (日)	平成3年2月15日～4月12日 (57)	・小割の4面はターポリン製で底面 部のみニップ強力網80目を使用
使用水槽 (m^3)	3×3×3m小割網 (25)	・夜間電照に蟄集した天然プランク トンを水中ポンプで小割内へ集め る方法と小割内に夜間電照を行い、 天然プランクトンを蟄集させる2 方法をとった。
収容尾数 (万尾)	30	
収容密度 (尾/ m^3)	12000	
収容時全長 (mm)	4.6 (4.2～4.9)	
取り揚げ尾数 (尾)	5	
取り揚げ密度 (尾/ m^3)	0.2	
取り揚げ時全長 (mm)	18.0 (16.7～19.0)	
生残率 (%)	0.00167	

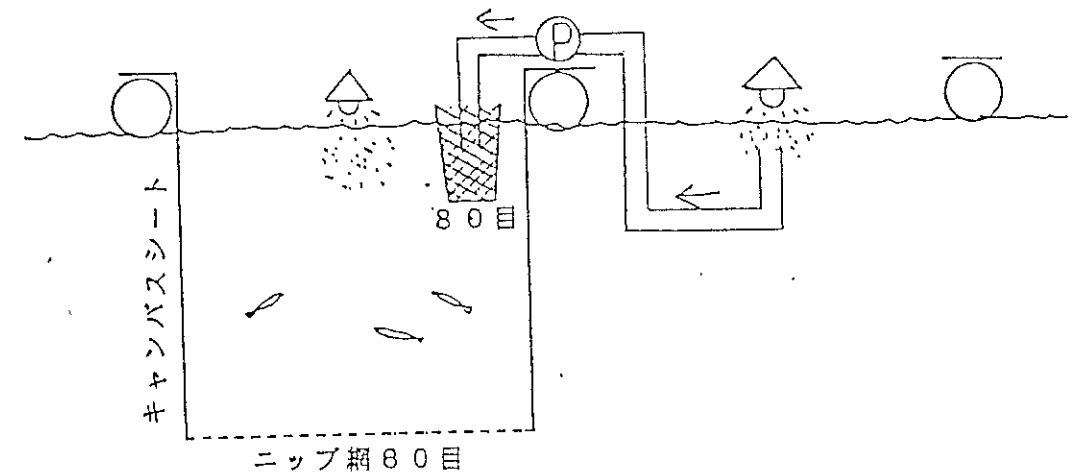


図1 天然餌料による飼育試験

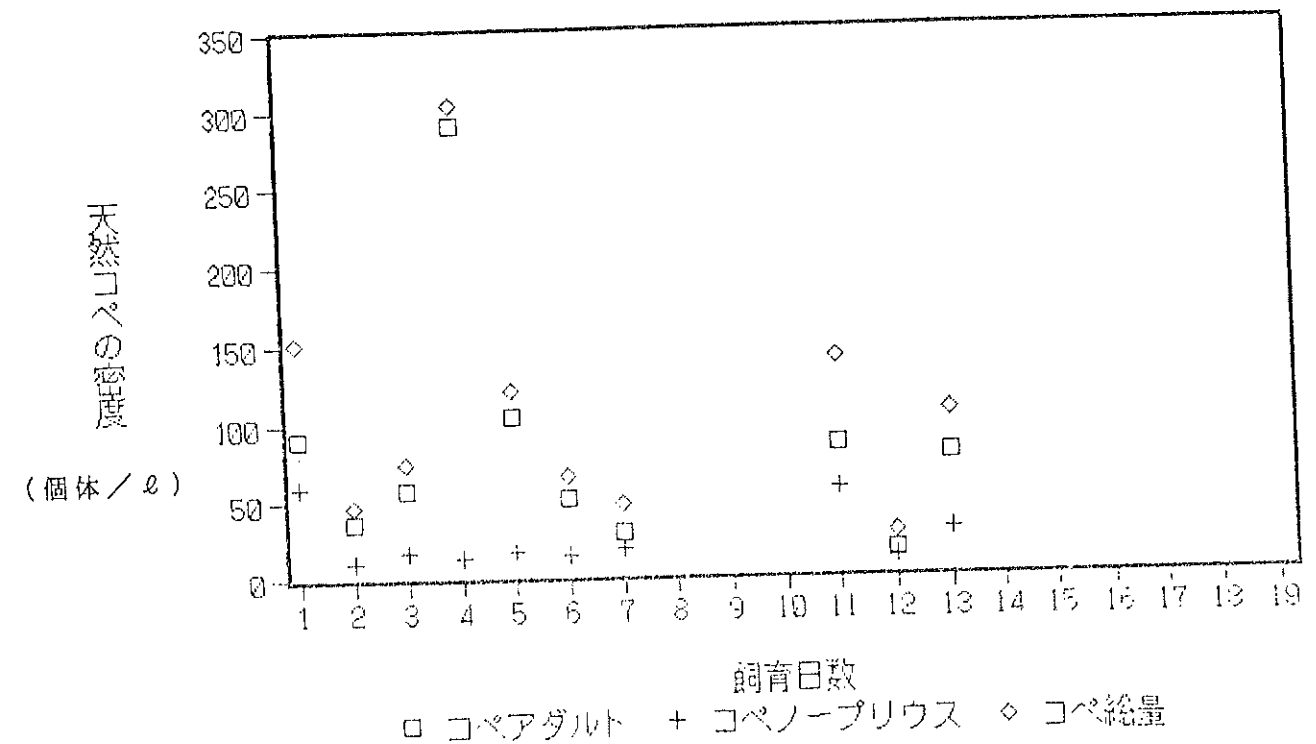


図2 天然プランクトンの変遷

マダラ

資源添加

◎興世田 兼三

長倉 義智

有瀧 真人

1 マダラのA L C耳石標識試験

昨年度の標識試験では、A L C 25 p p mによる耳石標識が最も優れていた。本年度は、量産規模の生産に応用できる、A L C耳石標識試験を行うこととした。

1) A L C耳石標識濃度試験

(1) 材料と方法

5月25日(日齢75日目)に、あらかじめ50 m³水槽から夜間電照を行い、灯下に蜻集する魚をサイフォンで0.5 m³パンライト水槽へ集めた。試験は、50 m³水槽内に30 ℓ水槽を置き、その中に海水を張ったウォーターバス方式とした。A L Cの濃度以外の諸条件は、一様とした。通気は、酸素ポンベから酸素のエアレーションを施した。

(2) 結果と考察

5月26日に試験を行い、0.5 m³パンライト水槽から30 ℓパンライト水槽へ全数計数を行って収容した。表1にA L C耳石標識濃度試験の結果概要を示した。いずれの試験区においてもA L C耳石標識は明瞭に確認できたが、A L C濃度100 p p mでは、生残率が低く標識濃度としては問題があった。試験終了48時間後の生残率は、A L C濃度25 p p mで、73.3%と最も高く、対照区

とA L C濃度50 p p mの濃度では、60.0%であり対照区と生残率に差が認められなかった。

2) 密度試験

(1) 材料と方法

試験方法は、A L C濃度試験に準じ、収容密度以外の諸条件は、一様とした。試験密度は、m³当たり、0.3万尾、0.5万尾、1万尾、2万尾、3万尾の5区を設けた。

(2) 結果と考察

表2に結果の概要を示した。収容密度の高い区程、p H、全アンモニア量が高くなり、水質の悪化が認められた。しかし、48時間後の生残は、大差ない結果となった。そのため、最も生残率の高かった2万尾/m³区と1万尾/m³区の間値1.5万/m³で再度試験を行う事とした。

3) 第1回目A L C耳石標識実用試験

前述のA L C耳石標識濃度試験と密度試験の結果より、A L C濃度50 p p m、収容密度1.5万/m³の条件で試験を行った。

(1) 材料と方法

5月25日(日齢75日目)に、あらかじめ50 m³水槽から夜間電照を行い、灯火に蜻集する魚をサイフォンで0.5 m³パンライト水槽へ集めた。5月28日に試験を行い、0.5 m³パンライト水槽から100 ℓパンライト水槽へ全数計数を行って収容した。試験は、50 m³水槽内に100 ℓ水槽を置き、その中に海水を張ったウォーターバス方式とした。A L Cの濃度以外の諸条件は、一様とし、通気は、酸素ポンベから酸素のエアレーションを施した。

(2) 結果と考察

表3に結果の概要を示した。試験開始24時間後の水温、p H、

全アンモニア量でみると、対照区とはほとんど差は認められなかったものの、生残率は、対照区の約 $1/2$ となり、ALCによる被害が懸念された。そのため、ALC濃度を 25 ppm 、収容密度を 1.0 万尾/ m^3 に設定し再度試験を行う事とした。

4) 第2回目ALC耳石標識実用試験

前述のALC耳石標識実用試験の生残率が低かったため、ALC濃度 25 ppm 、収容密度 1.0 万尾/ m^3 の条件として試験を行うこととした。

(1) 材料と方法

5月29日(日齢79日目)に、あらかじめ 50 m^3 水槽から夜間電照を行い、灯火に蟄集する魚をバケツで掬いとり 0.5 m^3 パンライト水槽へ集めた。5月30日に試験を行い、 0.5 m^3 パンライト水槽から 100ℓ パンライト水槽へ全数計数を行って収容した。試験は、 50 m^3 水槽内に 100ℓ 水槽を置き、その中に海水を張ったウォーターバス方式とした。ALCの濃度以外の諸条件は、一様とした。

(2) 結果と考察

表4に結果の概要を示した。試験開始24時間後の水質、生残率ともに対照区よりもわずかに劣ったが、大量斃死はなく良好な結果であったことから、ALC濃度は、 25 ppm 、収容密度は、 1.0 万/ m^3 に設定し本試験を行うこととした。

5) ALC耳石標識本試験

前述の第2回目における実用試験の結果より、ALC濃度は、 25 ppm 、収容密度は、 1.0 万/ m^3 に設定し本試験を行うこととした。

(1) 材料と方法

6月1日(日齢82日目)に 50 m^3 水槽内の稚魚を巻き網を利用して全て取り揚げ、 1 m^3 パンライト水槽3面に均等に分けて収容した。通気は、空気と酸素によるエアーレーションを施した。午前11時にALC 25 ppm による浸漬を開始し、6時間毎に水温、pH、全アンモニア、魚の状態等を観察した。

(2) 結果と考察

表5にALC耳石標識本試験の結果概要を示した。ALC濃度 25 ppm 、収容密度 9245 尾/ m^3 の処理においては24時間後の生残率は、 91.3% となり、また、耳石標識も明瞭に確認できた。このため、この濃度と収容密度であれば、量産規模においても使用可能であることが分かった。

表1 ALC耳石標識濃度試験の結果概要

区分	ALC 濃度 (ppm)	収容 尾数 (尾)	収容 密度 (尾/ m³)	収容時 全長 (mm)	0時間			6時間後			12時間後			24時間後			24時間後 生残尾数 (%)	48時間後 生残尾数 (%)
					W.	T	pH NH ₄ ⁺	W.	T	pH NH ₄ ⁺	W.	T	pH NH ₄ ⁺	W.	T	pH NH ₄ ⁺		
1	0	30	1000	35.75 (25.15-49.47)	17.1		8.09 0	16.7		8.06 0.008	16.4		8.06 0.021	16.0		8.08 0.056	19 (63.4)	18 (60.0)
2	25	30	1000	35.75 (25.15-49.47)	17.0		7.99 0	16.7		7.67 0.005	16.4		7.74 0.008	16.0		7.82 0.033	22 (73.3)	22 (73.3)
3	50	30	1000	35.75 (25.15-49.47)	17.1		8.10 0	16.7		7.52 0.008	16.4		7.69 0.017	16.0		7.80 0.043	20 (66.7)	18 (60.0)
4	100	30	1000	35.75 (25.15-49.47)	17.1		8.09 0	16.8		7.16 0.008	16.4		7.44 0.017	16.0		7.62 0.037	3 (10.0)	3 (10.0)

試験期間：平成3年5月26日～5月27日 使用水槽：30ℓポリエチレン水槽 水量：30ℓ DOは全て200%over

表2 密度試験の結果概要

区分	収容 密度 (尾/ m³)	収容 尾数 (尾)	収容時 全長 (mm)	0時間			6時間後			12時間後			24時間後			24時間後 生残尾数 (%)	48時間後 生残尾数 (%)
				W.	T	pH NH ₄ ⁺	W.	T	pH NH ₄ ⁺	W.	T	pH NH ₄ ⁺	W.	T	pH NH ₄ ⁺		
1	3000	90	35.75 (25.15-49.47)	17.0		8.05 0.005	16.8		7.91 0.029	16.4		7.74 0.056	16.0		7.63 0.142	79 (73.3)	56 (61.1)
2	5000	150	35.75 (25.15-49.47)	16.9		8.03 0.007	16.8		7.80 0.045	16.5		7.65 0.091	16.0		7.61 0.238	102 (68.0)	92 (61.3)
3	10000	300	35.75 (25.15-49.47)	17.0		7.97 0.012	16.8		7.42 0.086	16.4		7.29 0.172	16.0		7.32 0.442	206 (68.7)	161 (53.7)
4	20000	599	35.75 (25.15-49.47)	17.0		7.83 0.023	16.8		7.03 0.168	16.5		6.98 0.348	16.0		7.02 0.841	442 (73.8)	388 (64.8)
5	30000	899	35.75 (25.15-49.47)	17.1		7.91 0.019	16.9		6.81 0.216	16.4		6.81 0.531	16.1		6.82 1.38	605 (67.3)	490 (54.5)

試験期間：平成3年5月26日～5月27日 使用水槽：30ℓポリエチレン水槽 水量：30ℓ DOは全て200%over

表3 第1回目ALC標識実用試験の結果概要

区分	ALC 濃度 (ppm)	収容 尾数 (尾)	収容 密度 (尾/m³)	収容時 全長 (mm)	0時間				6時間後				12時間後				24時間後			24時間後 生残尾数 (%)	48時間後 生残尾数 (%)
					W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO		
1	0	450	15000	36.23 (27.00-48.53)	16.9		7.96	0.021	153.4	16.0		7.86	0.205	167.4	16.0		7.70	0.364		357 (79.3)	321 (71.3)
2	50	450	15000	36.23 (27.00-48.53)	16.9		7.29	0.021	146.5	16.0		7.65	0.159	153.3	16.0		7.70	0.276		192 (42.7)	173 (38.4)

試験期間：平成3年5月28日～5月29日 使用水槽：100ℓポリエチレン水槽 水量：30ℓ 12、24時間後のDOは200%over

表4 第2回目ALC標識実用試験の結果概要

区分	ALC 濃度 (ppm)	収容 尾数 (尾)	収容 密度 (尾/m³)	収容時 全長 (mm)	0時間				6時間後				12時間後				24時間後			24時間後 生残尾数 (%)	48時間後 生残尾数 (%)
					W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO		
1	0	300	10000	38.76 (33.56-48.89)	16.4		8.11	0.003	174.4	17.9		7.66	0.068		17.3		7.66	0.129		243 (81.0)	225 (75.0)
2	25	300	10000	38.76 (33.56-48.89)	16.4		7.68	0.003	185.3	17.9		7.53	0.075		17.3		7.53	0.140		228 (76.0)	202 (67.3)

試験期間：平成3年5月30日～5月31日 使用水槽：100ℓポリエチレン水槽 水量：30ℓ 6時間後以降の観察ではDOは200%over

表5 ALC標識本試験の結果概要

使用 水槽 (m³)	ALC 濃度 (ppm)	収容 尾数 (尾/ m³)	収容時 全長 (mm)	0時間				6時間後				12時間後				24時間後				24時間後 生残尾数 (%)	48時間後 生残尾数 (%)				
				W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.	T	pH	NH ₄ ⁺	DO	W.			T	pH	NH ₄ ⁺	DO
1×3	25	27736 (9245)	45.17 (30.52-55.51)	16.8		7.55	0.009	180.1	18.2		7.39	0.056	183.3	18.1		7.17	0.143	195.8	16.8		7.10	0.365	—	25336 (91.3)	24394 (88.0)

試験期間：平成3年6月1日～6月2日

マダラ

資源添加

◎與世田 兼三

長倉 義智

2 放流

2 回次の種苗生産では、予想以上に稚魚が生残し、生物餌料の供給が賄い切れなくなった。そのため、5 月 20 日に飼育魚の一部を放流した。放流尾数は 3 8 1 3 3 尾、放流場所は、N 3 7° 1 1' 0 2" , E 1 3 7° 0 0' 0 2" 水深 4 9 m の地点であった。魚探による観察では、放流後まもなく底面部へ移動してゆくのが観察された。そして、6 月 3 日には、A L C 濃度 2 5 p p m 2 4 時間で耳石標識を施した全長 4 4 m m の種苗 2 3 5 2 5 尾を放流した。放流場所は、N 3 7° 1 0' 6 9" , E 1 3 7° 0 4' 0 7" 水深 5 8 m の地点であった（表 1、図 1）。

3 種苗の利用

1 回次の種苗生産で取り揚げた 4 0 m m の種苗 1 万尾を 5 月 1 6 日に青森県へ配布した。残りの 2 2 6 5 尾は、当歳魚放流用として 1 0 m³ 水槽に収容し飼育を継続したが、7 月 2 8 日（日齢 1 5 4 日目）にろ過槽内の物理的な問題が原因と思われる影響で水質が急変し、全滅した。

表1 放流結果の概要

放流群 No.	担当 事業場	放 流 点	放流月日	放流尾数		放流サイズ (mm)	標識のタイプ	放流のねらい
				全尾数 (尾)	内標識尾数 (尾)			
1	能登島	富山湾能登島沖	H3.5.20	38133	0	31.8(21.8-47.0)	—	0歳魚の移動・分散の把握
2	能登島	富山湾能登島沖	H.3.6.3	23525	23525	44.4(36.3-56.1)	ALC 耳石標識	同上
計				61658	23525			

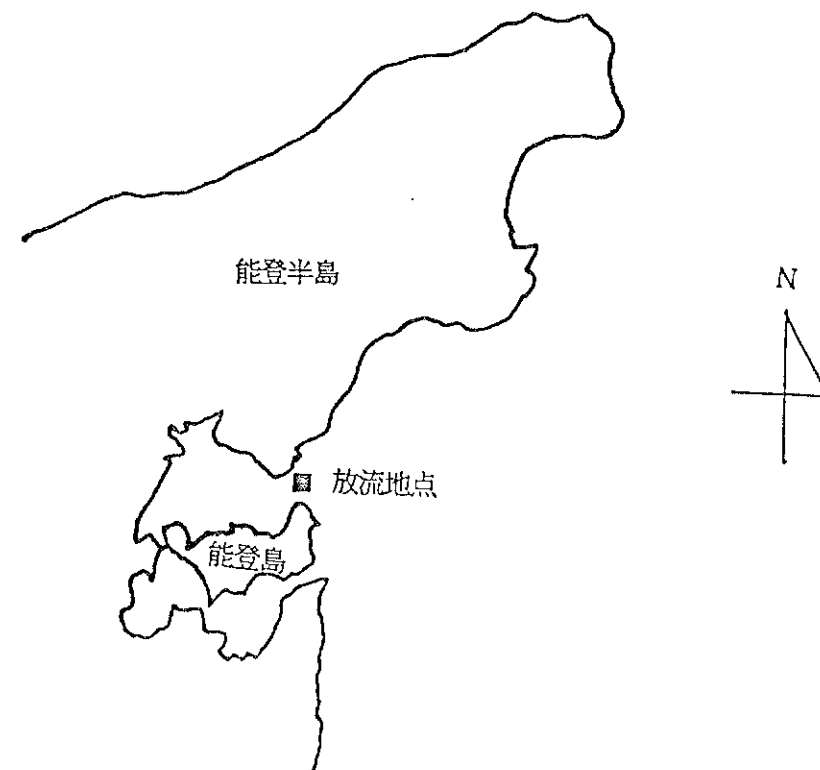


図1 放流場所

マダラ

資源添加

◎與世田 兼三

有瀧 真人

長倉 義智

4 マダラの生態調査

マダラの種苗生産は、昭和58年度から着手してきたが、昭和61年の1万尾の生産を最高にその後は低迷を続けてきた。そのため、本年度は、天然海域におけるマダラの生態的な知見を種苗生産に反映させるため、能登島周辺における産卵海域を中心とした成魚調査、卵・稚仔魚の分布調査等を行った。

1) 成魚調査

石川県能登島周辺海域に來遊する成魚の漁獲量、雌雄比、体長組成、年齢等については幾つかの知見はあるが正確な報告はない。そこで、マダラの漁獲量、雌雄比、体長組成等を調べる目的で調査を行った。

(1) 材料と方法

調査は、石川県能登島鰯目漁協で平成3年1月23日～3月8日までの45日間行った。測定は、全長、体長、体重、雌雄、熟度の5項目について行った。全長、体長はメジャーを、体重は、バネ秤と天秤を使用した。

雌雄の成熟状況は、腹部圧迫による観察と肛門の状態から判断した。熟度については、雌雄ともに未熟、成熟、産卵・放精済みの3段階に区分した。

漁法は、定置網（大敷き網、大型・小型定置網）、底建て網（タラ網）、刺し網の3つに区分した。測定は漁獲量の少ない時は1名で、漁獲量が多くなってからは2名で行った。日毎の水揚げ量も記録したが、量が多くなると正確に把握出来なくなるため、後日漁協の仕切り書からマダラの漁獲量を抜粋した。

(2) 結果と考察

① 魚体測定

平成3年1月23日～3月8日までの45日間で1733尾を測定した。成魚の測定結果を表1に示した。測定した雌の平均全長、体長、体重は、それぞれ、70.7cm、65.7cm、3.8kgであった。また、雄の平均全長、体長、体重は、それぞれ、65.4cm、60.7cm、2.6kgであった。このときの、雌と雄の割合は1（919個体）：0.9（814個体）であった。

測定した雌雄別の全長と体重、体長と体重、全長と体長の関係は以下の通りとなった（図1）。

全長と体重の関係

$$\text{雌 BW} = 6.7478 \times 10^{-6} \text{TL}^{3.0989} \quad (r = 0.8303) \quad N=910$$

$$\text{雄 BW} = 8.6829 \times 10^{-6} \text{TL}^{3.0087} \quad (r = 0.8811) \quad N=803$$

体長と体重の関係

$$\text{雌 BW} = 1.3270 \times 10^{-5} \text{TL}^{2.9916} \quad (r = 0.8185) \quad N=910$$

$$\text{雄 BW} = 1.4046 \times 10^{-5} \text{TL}^{2.9468} \quad (r = 0.8746) \quad N=803$$

全長と体長の関係

$$\text{雌 BL} = 0.9331 \text{TL} - 0.2731 \quad (r = 0.982) \quad N=910$$

$$\text{雄 BL} = 0.9167 \text{TL} + 0.7075 \quad (r = 0.975) \quad N=803$$

② 漁法別の体長組成

定置網、底建て網、刺し網における雌雄別の体長組成を図2に示

した。いずれの漁法においても体長組成は雄よりも雌の方が大きい傾向があった。また、全長48cmの個体においても成熟しており、漁獲された成魚が全て成熟あるいは、産卵・放精み個体であったことから能登島周辺海域で漁獲されるマダラは産卵のための接岸来遊であることが推察された。

③ 漁法別の漁獲量

仕切り書より算出した漁法別の漁獲量と推定漁獲尾数を表2に、漁法別の日毎の漁獲量の変遷を図3に示した。鰺目漁協で漁獲されたマダラの総漁獲量は41.8トン、推定尾数は約12700尾であった。このことから、測定した1733尾は総漁獲量の13.6%にあたる。

鰺目漁協に水揚げされる時期は、刺し網で最も早く、1月の下旬で、漁期は定置網、底建て網、刺し網のいずれにおいても2月に集中している。定置網は、1月の下旬から水揚げされ、2月入ってから漁獲量は増加し、3月の下旬で終期に達した。底建て網の水揚げは、定置網と同じ傾向があり、1月の下旬から水揚げされ、3月の下旬に終期に達した。刺し網は、漁に応じて刺し網の漁場を変化させているためか、定置網、底建て網に比べて漁期が長く、終期は3月下旬であった。

④ 熟度

漁具別、雌雄別の腹部圧迫による成熟度合いを図4に示した。これによると、底建て網で水揚げされた成魚の熟度は、漁期の始めである1月下旬から2月中旬までは、腹が大きくて発達した卵巣や精巣を持った成熟個体が主体である。しかし、2月中旬頃から、腹がしぼんだ産卵・放精済み個体が混獲される様になり、漁期の終りである2月下旬から3月上旬には腹がしぼんだ個体が主体となる。刺

し網は、漁に応じて漁場を変えているためか、熟度のばらつきは大きく、定置網、底建て網におけるような一定の傾向は認められなかった。これは、刺し網の水深帯が80～100mであり、産卵のために接岸する沖待ち群と産卵後に深場へ戻る群が混獲されるためと考えられた。

これらのことから、能登島周辺海域において産卵が行なわれていることが推察され、漁期のピークである1月下旬から2月下旬までが産卵期と考えて良いと思われる。

⑤ 過去5ヶ年の石川県と鰺目漁協における漁獲量の変遷

石川県農林水産統計年報と鰺目漁協業務報告書より抜粋した過去5ヶ年におけるマダラの漁獲量を表3に示した。これによると、鰺目漁協に水揚げされる漁獲量は7.4～41.8tで推移している。また、石川県全体の漁獲量と鰺目漁協の漁獲量を比較すると、全体の0.5～2.1%とかなり低いことが伺われた。

(3) 総合考察

石川県能登島周辺海域に接岸来遊するマダラは古くから知られていたが、その実態については全く報告がないのが現状であった。本年度の市場調査の結果より、鰺目漁協に水揚げされるマダラについては、産卵のための接岸であることが明らかになり、産卵期は、1～2月と推定された。また、1～2月に亘り成熟した雌雄や産卵・放精済みの成魚が定置網で漁獲されており、能登島周辺海域におけるマダラの産卵が推察された。

産卵期は、青森県脇野沢で、12～1月、石川県能登島では1～2月であり、約1ヶ月の差がみられた。

2) 卵・稚仔魚の分布調査

マダラの初期生活史についての生態調査は、昭和3年頃から内田恵太郎氏が朝鮮の鎮海湾で手掛けており、稚仔魚の初期生活史を明らかにした。しかし、天然における授精卵は採集出来ず、今日に至っており、その後の生態調査の進展はあまり認められないのが現状である。

マダラの産卵場と推定される能登島周辺海域の卵・稚仔魚の生態調査については、石川、富山の両県からも報告がなく、初期の生態的な知見を得られない状態であった。種苗生産が低迷している状況においては、天然におけるマダラの生態的な知見を種苗生産に反映させる必要が生じ、能登島周辺の卵・稚仔魚の分布調査を行った。

(1) 材料と方法

① 卵の分布調査

調査は、当場の調査船『のとじま』（4 t）を使用し、2月4日～2月27日の間に3回の調査を行った。調査は、図5に示したソリネットを使用し、約1～2ノットの速度で曳網した。調査場所は、定置網、底建て網、刺し網等が複雑に入り込んでいるため、海図に詳しい鰺目漁協所属の船頭を1～2名雇った。

採集された卵は、ホルマリンで固定せずに持ち帰り、ふ化に供し、一部は10%ホルマリンで固定した。

② 浮遊期稚仔魚の分布調査

調査は、当場の調査船『のとじま』（4 t）を使用し、3月15日～4月26日の間に4回の調査を行った。調査は、図6に示した丸稚ネットとソリネットを使用し、約1～2ノットの速度で曳網した。調査場所は、定置網、底建て網、刺し網等が複雑に入り込んでいるため、海図に詳しい鰺目漁協所属の船頭を1名雇った。

調査で採集されたサンプルは、船上にて10%ホルマリンで固定し、事業場に持ち帰った後観察を行った。

③ 着底期稚魚の分布調査

着底期の稚魚の分布調査は、鰺目漁協周辺の砕波帯で調査を行った。調査は、図7に示した曳き網とプッシュネットを使用し、3月12日～4月27の間に6回の調査を2名で行った。

調査で採集されたサンプルも同様に10%ホルマリンで固定し、事業場に持ち帰った後観察を行った。

(2) 結果及び考察

① 卵の分布調査

調査場所を図8、採集結果を表4、STDメーターによる観測結果を表5に示した。いずれの調査においてもマダラの受精卵が採集され、能登島周辺におけるマダラの産卵が親魚調査の推定だけでなく、実際に確認された。

卵は細胞分割期～胚体期に至るステージのものが採集された。細胞分割中の卵はハンドリングに弱く、ふ化までは至らなかった。しかし、胚体期の卵は、ソリネットで採集されても発生は進み、2月4日に採集された卵はシャーレーに入れ10℃のインキュベーターで管理を行い、ふ化仔魚を得た。また、2月13日に採集された卵は、卵量が多かったためビン型ふ化器3本に39.9万粒の卵を収容し、自然水温の下卵管理を行った。

ふ化は、2月14日から始まり、2月20日までの7日間で16.5万尾（ふ化率41.4%）のふ化仔魚が得られた。

2月27日に採集された卵は、発生の進んだ卵は少なく死卵がほとんどであったため、卵管理を行わなかった。また、ふ化後の卵殻が多数混入しており、この時期は、ふ化のピークを過ぎたものと推

察された。

卵は、水深16～100m帯まで広く分布していたが、万粒単位で採集された場所は、St. 4、9の水深60m帯であり、この水深帯が主産卵場と推定された。海底は、目の細かい泥質であり、STDメーターによる観測では、水深50mの水温は11.83℃であった。

卵は、卵径と卵の形状（卵殻厚く、卵表面はモザイク状）で他魚種の卵と同定可能であった。

②浮遊期稚仔魚の分布調査

調査場所を図6、採集結果を表6、STDメーターによる観測結果を表5に示した。3月15日～4月26日の4回の調査で20ヶ所の調査を行ったところ、5ヶ所で計10尾の稚仔魚（全長4.01～15.6mm）が採集された。

採集場所は、水深45～70m帯であり、20m以浅では採集できなかった。また、水深95mの深場においても稚仔魚は採集できなかった。このため、浮遊期稚仔魚のマダラは、水深20～75m帯で棲息するものと推定されたが、採集尾数が少なかったことと、各ステージの稚魚が採集できなかったことから、正確な分布場所は今回の調査では把握できなかった。

採集された稚仔魚は、主に稚魚図鑑と人工飼育魚との比較で同定を行った。しかし、全長15mmサイズの天然マダラの同定は、既存の日本の文献では困難を極め、稚魚図鑑によれば黒色素胞の分布位置でスケソウダラに同定された。このため、外国の文献をとりよせて、更に、検討したところマダラとスケソウダラは鰓蓋基底部と腹面部の黒色素胞の分布位置で正確に同定できることが分かり、採集されたものはマダラであることが明らかになった。

採集されたマダラの胃内容物については、表7に示した。全長4mmサイズの胃内容物は、コベボータのノープリウスと卵が主体であり、大きさは125～261μmmであった。全長15mmサイズのマダラは、海産枝角類、コベボータのアダルト、コベの卵等を摂餌しており、特に卵の占める割合が高かった。

③着底期稚魚の分布調査

曳き網とブッシュネットを使用した砕波帯の調査を3月12日～4月27の間に6回行ったが、いずれの調査においても稚魚は採集できず、今回の調査した砕波帯には分布しない事が分かった。浮遊期稚仔魚の分布調査においても水深20m以浅では採集されておらず、浮遊期稚仔魚と同様に着底期の稚魚も20m以浅には分布しないと推察された。

（3）総合考察

マダラ稚仔魚の生態については、内田氏が昭和11年に『朝鮮近海のタラに就いて』の報告を行っており、鎮海湾のマダラの初期生活史を明らかにしている。この中で、マダラの受精卵のみは採集出来ておらず、マダラの受精卵が沈下卵であることを人工授精を行って言及している。その後の調査においても、マダラの受精卵の採集例は今のところ報告はなく、今回が初めての採集事例と思われ、天然におけるマダラの受精卵は、沈下卵である事が実際に確認された事になる。

天然で採集された受精卵は、細胞分割中の卵であっても完全に分離しており、人工受精した授精卵にみられるような粘着性はなかったことから、天然では粘着性はあってもごく初期の段階で消失してゆくものと考えられた。

成魚と卵の分布調査の結果より、能登島周辺海域におけるマダラ

の産卵場は、水深 60 m 帯、海底は泥質の所と推察され、かなりの高密度で分布していることが伺われた。

稚仔魚の分布調査においては、内田氏と同様な結果が得られており、水深 20 m 以浅の表層或は海岸近い浅所、若しくは低質が荒い砂礫貝殻等より成る場所では採集されておらず、初期の生活はかなり深い場所で棲息しているものと推察された。

今後は、表・中層のみでなく、底層を曳網できる漁具を検討し、マダラ稚仔魚の初期生活史を正確に把握する必要があると考えられた。

3) 定置網に入網するマダラ稚魚の漁獲調査

能登島周辺海域の定置網では、毎年 4 月下旬～5 月上旬にマダラ稚魚が定置網に水揚げされているが、その実態については明らかではない。そのため、マダラ稚魚の混獲量、胃内容等を調べる目的で調査を計画したが、5 月 8 日の市場調査と 5 月 9 日の大敷き網に乗船した調査の 2 回しか行なうことは出来ず正確な実態を把握することは出来なかった。5 月 8 日の市場調査では、全長約 53 mm のマダラ稚魚が大量に漁獲物の中に混獲されていたため、翌日に大敷き網船に乗船し実態調査を行なった。しかし、このときの混獲されていたマダラ稚魚は僅か 31 尾であり、日変動があるものと推定された。

漁獲物に混獲されていたマダラ稚魚の胃内容物は、オキアミ類の幼生で充満していた。このオキアミを日水研で同定してもらったところ、*Euphausia pacifica* の幼生ということであった。

漁師からの聞き取り調査では、マダラ稚魚が定置網に混獲される時期は 4 月下旬～5 月上旬の約 10 日間程度とのことであり、この

時期に、深場へ移動してゆくものと推察されたが、これについては、今後の調査結果を待ちたい。

表1 市場調査におけるマダラ測定結果

	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (kg)
雌	70.7 (53.5~104.0)	65.7 (49.0~95.0)	3.8 (1.3~13.8)
雄	65.4 (48.3~93.5)	60.7 (44.8~86.5)	2.6 (0.8~8.2)
平均	68.3 (48.3~104.0)	63.4 (44.8~95.0)	3.3 (0.8~13.8)

表2 漁法別の漁獲量

	定置網	底建て網	刺し網	総漁獲量
漁獲量 (t)	16.8	7.0	18.0	41.8
推定尾数* (尾)	5090	2121	5454	12665

* : 1尾当たりの平均体重3.3kgとして算出
漁法別の漁獲量は漁協に保管してある仕切書より算出した

表3 過去5ヶ年のマダラ漁獲量の変遷 単位: t

年度	石川県	鰻目漁協
S 6 1	1089	23.3
6 2	817	11.0
6 3	1220	22.6
H 1	1416	7.4
2	1292	25.5
3	—	41.8

石川県農林水産統計年報と鰻目漁協業務報告書
より抜粋

表4 マダラ卵の採集結果

調査 月日	曳網 場所	曳網 時間 (分)	水深 (m)	卵数 (個)	卵径 (μ m)	底質
2. 4	St 1	15	32~35	37	1053 (1015~1066)	砂泥
	St 2	5	33~31	199	1022 (933~1097)	礫砂
	St 3	20	30~17	16	1071 (1019~1155)	礫
2.13	St 4	10	60~55	399000	1050 (959~1142)	泥
	St 5	10	35~30	3713	—	砂泥
	St 6	10	38~16	1250	—	泥
2.27	St 7	10	100~80	100	—	泥
	St 8	10	90~80	1200	1044 (959~1146)	泥
	St 9	10	60~55	21750	—	泥

表5 STDメーターによる水温と塩分の観測結果

水深 (m)	2.14 水温 ($^{\circ}$ C)	塩分 (%)	2.27 水温 ($^{\circ}$ C)	塩分 (%)	3.15 水温 ($^{\circ}$ C)	塩分 (%)	3.26 水温 ($^{\circ}$ C)	塩分 (%)	4. 3 水温 ($^{\circ}$ C)	塩分 (%)	4.26 水温 ($^{\circ}$ C)	塩分 (%)
0	10.80	33.33	10.53	33.93	9.93	33.27	10.38	33.28	8.93	30.43	14.42	33.25
5	11.23	33.68	10.56	33.97	9.64	33.47	10.29	33.36	10.06	33.27	13.05	33.56
10	11.48	33.69	10.55	33.98	9.74	33.51	10.09	33.69	9.98	33.59	12.64	33.89
15	11.50	33.71	10.50	33.93	9.79	33.55	10.43	33.93	9.98	33.59	12.36	33.99
20	11.49	33.70	10.45	33.98	10.02	33.65	10.33	33.97	10.27	33.90	12.19	33.99
25	11.67	33.78	10.43	33.99	10.18	33.75	10.37	34.00	10.31	34.01	12.12	34.00
30	11.90	33.93	10.43	33.99	10.29	33.83	10.33	34.02	10.30	34.06	12.06	34.00
35	11.93	33.93	10.42	34.00	10.39	33.90	10.29	34.04	10.27	34.06	11.96	34.02
40	11.89	33.92	10.42	33.99	10.41	33.89	10.28	34.03	10.27	34.07	11.88	34.03
45	11.86	33.94	10.39	33.99	10.41	33.89	10.23	34.07	10.26	34.08	11.79	34.04
50	11.83	33.96	10.39	33.99	10.34	33.90	10.21	34.09	10.27	34.09	11.54	34.05
55			10.37	34.01	10.32	33.92	10.21	34.09	10.24	34.09	11.30	34.07
60			10.36	34.00	10.22	33.97	10.21	34.10	10.23	34.10	10.72	34.03
65			10.33	34.02					10.16	34.08		
70			10.38	34.06					9.65	34.10		
75			10.39	34.06								
80			10.39	34.06								
85			10.39	34.05								
90			10.37	34.07								
94			10.33	34.07								

表6 マダラ稚仔魚の採集結果

調査 月日	曳網 場所	曳網 時間 (分)	水深 (m)	稚仔魚 数 (尾)	全長 (mm)。	曳網方法	曳網器具
3.15	St 10	—	70	0		垂直曳	丸稚ネット
	St 11	5	68~70	2	4.34	水平曳	丸稚ネット
	St 12	—	60	0		垂直曳	丸稚ネット
	St 13	5	60~55	0		水平曳	丸稚ネット
	St 14	5	60~55	0		水平曳	丸稚ネット
	St 15	5	20~16	0		水平曳	丸稚ネット
3.26	St 16	10	70~65	3	4.34 (3.72~4.77)	水平曳	丸稚ネット
	St 17	10	68~60	3	4.01 (3.79~4.20)	水平曳	丸稚ネット
	St 18	15	36~12	0		水平曳	丸稚ネット
	St 19	10	34~20	0		水平曳	丸稚ネット
4. 3	St 20	10	95	0		水平曳	丸稚ネット
	St 21	10	46~20	0		水平曳	丸稚ネット
	St 22	10	20~14	0		水平曳	丸稚ネット
	St 23	10	36~18	0		水平曳	丸稚ネット
	St 24	20	12~25	0		水平曳	丸稚ネット
	St 25	10	13~10	0		水平曳	丸稚ネット
	St 26	10	4~ 2	0		水平曳	ソリネット
4.26	St 27	30	65~54	1	15.6	水平曳	丸稚ネット
	St 28	30	71~50	0		水平曳	丸稚ネット
	St 29	15	45~21	1	15.6	水平曳	丸稚ネット

表7 丸稚ネットで採集されたマダラの胃内容物

調査 月日	曳網 場所	全長 (mm)	胃内容物	個数 (コ)	サイズ (μ m)	備考
3.15	St 11	4.34	コペノプリウス	2	125-207	サソガの状態悪く 測定できず
3.26	St 16	4.52	コペ卵	2	198-207	
			コペノプリウス	4	174-185	ふ 化直後yorkアリ
		3.72	—	0		
	St 17	4.77	コペノプリウス	6	155-261	輪虫類の 咀嚼器1コアリ 消化されて 胃内容不明
		3.79	+			
		4.20	コペ卵	1	101	
		4.03	コペノプリウス	1	191	
4.26	St 27	15.6	ボソ	1		
			コペアガルト	8		
			コペ卵	14		
4.26	st 29	15.6	コペアガルト	2		
			コペ卵	20		

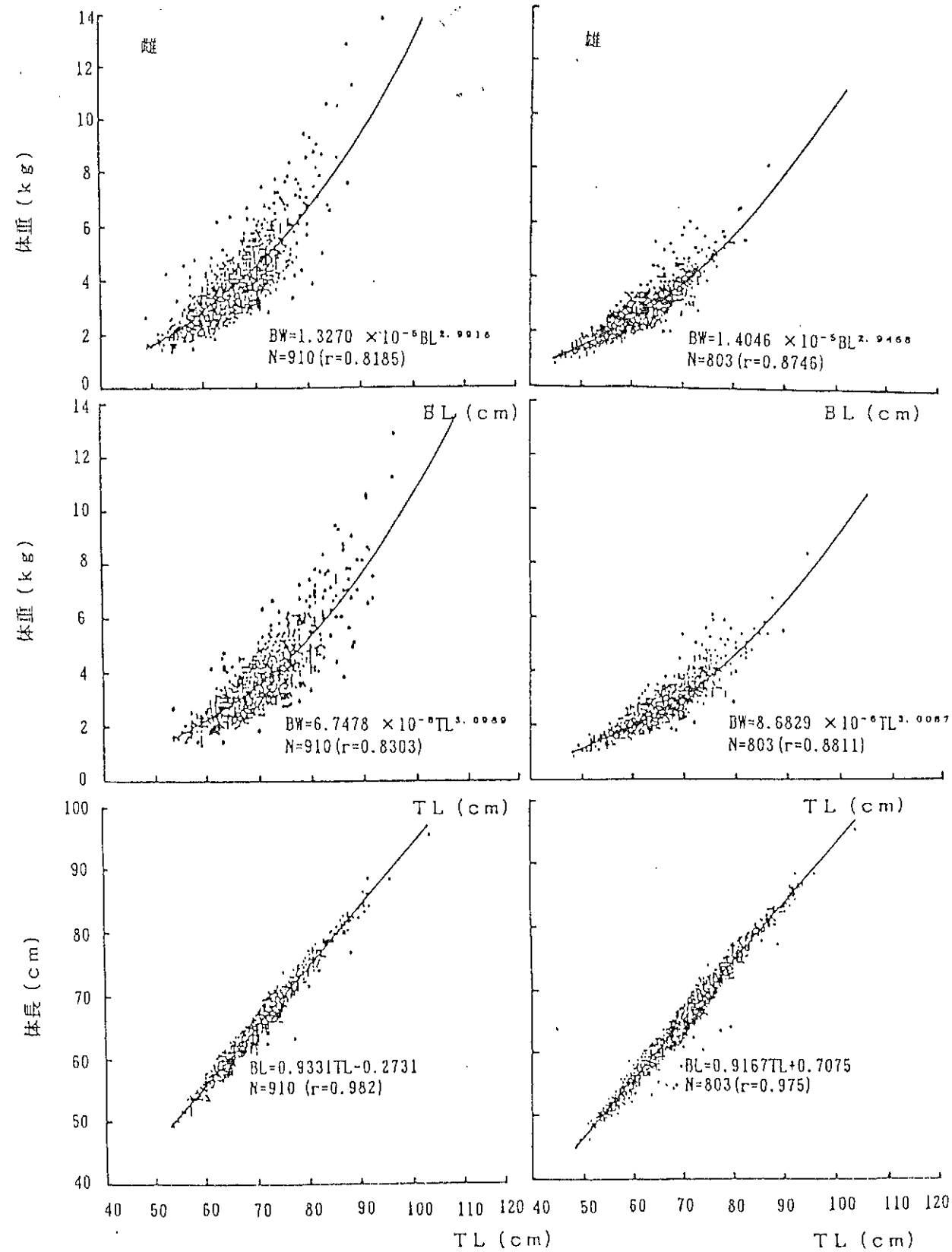


図1 マダラ成魚の体長-体重、全長-体重、全長-体長の関係

上段：体長-体重の関係 中段：全長-体重の関係 下段：全長-体長の関係

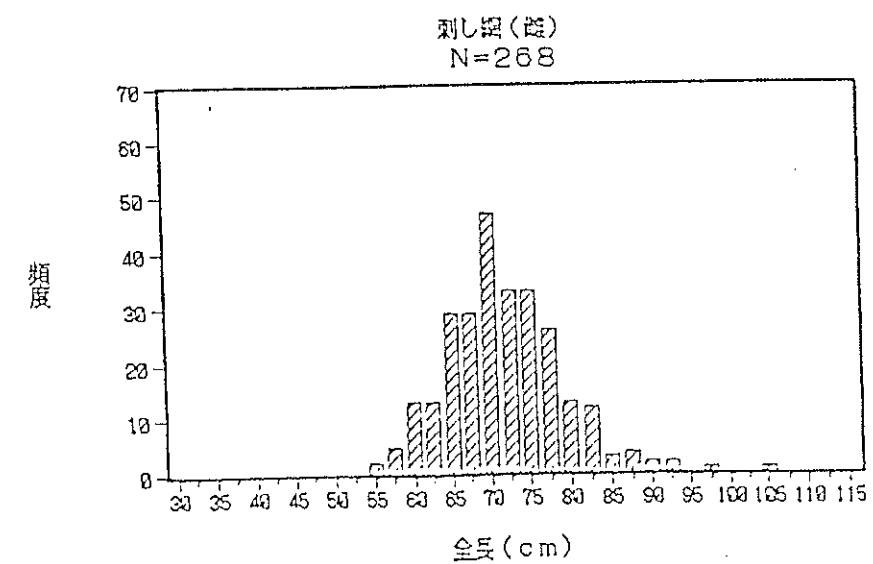
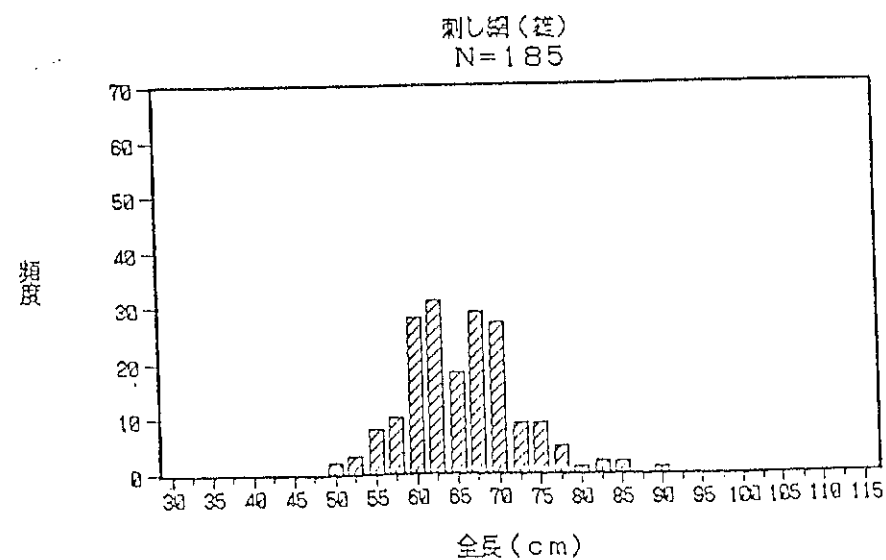
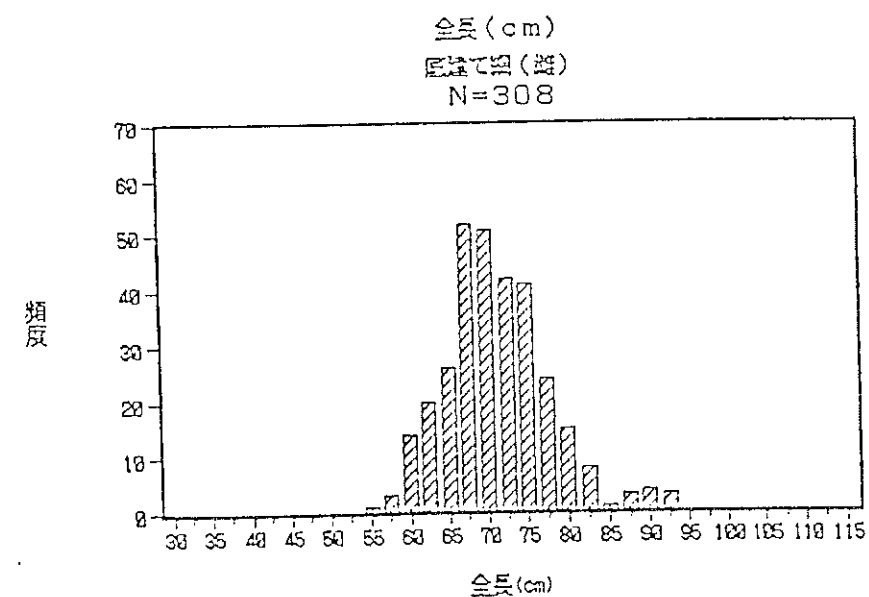
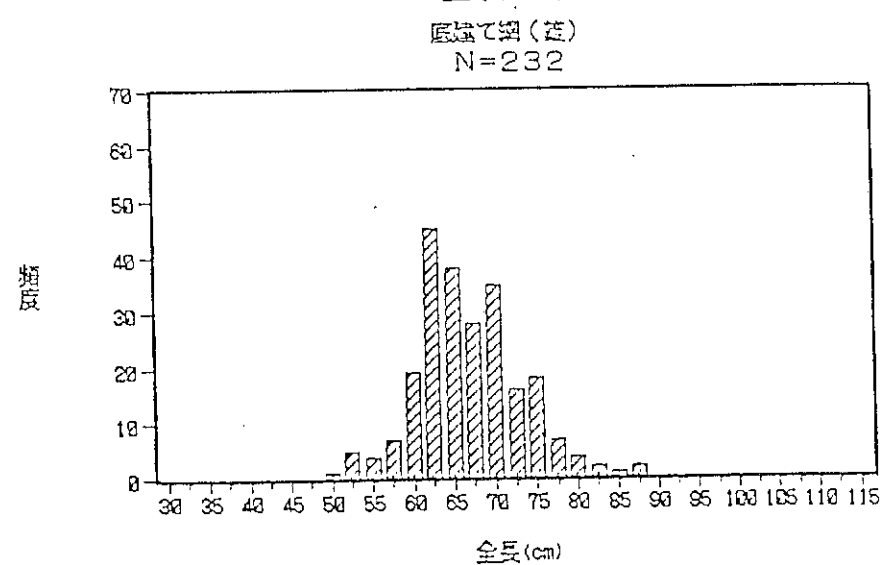
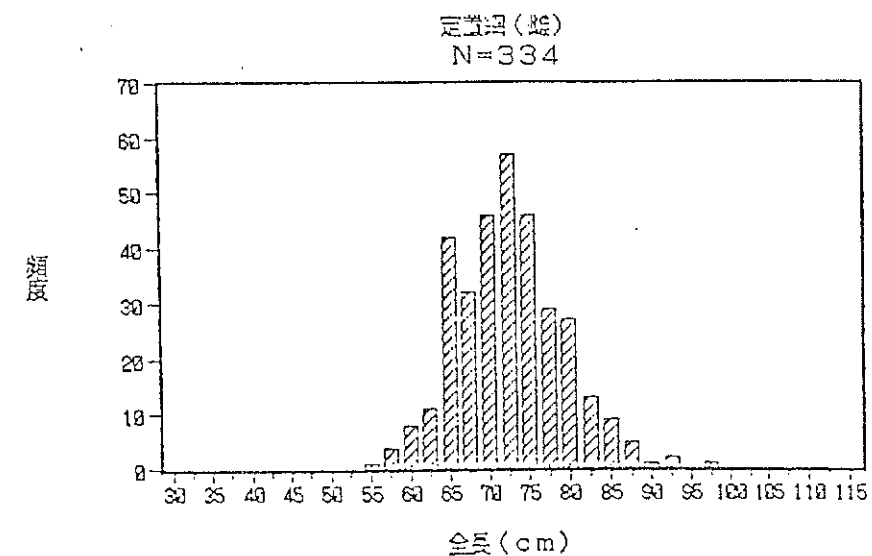
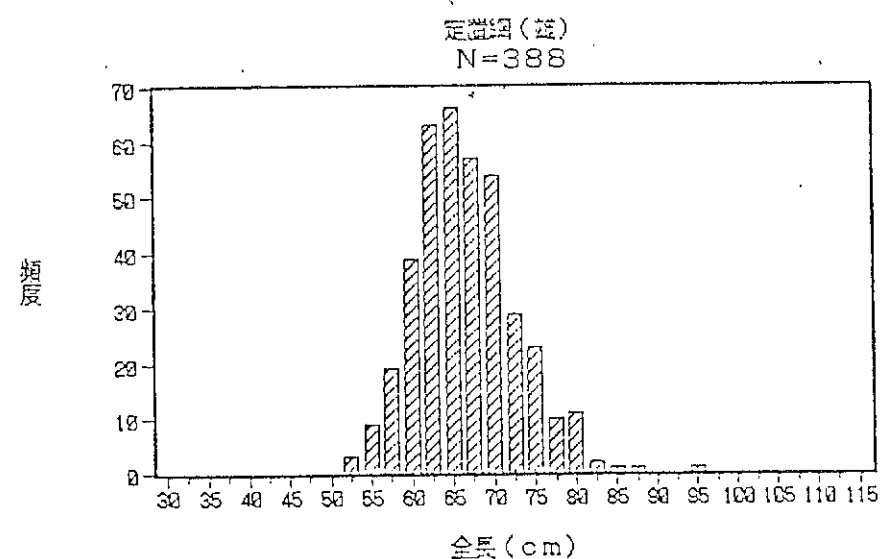


図2 漁具別、雌雄別の体長組成

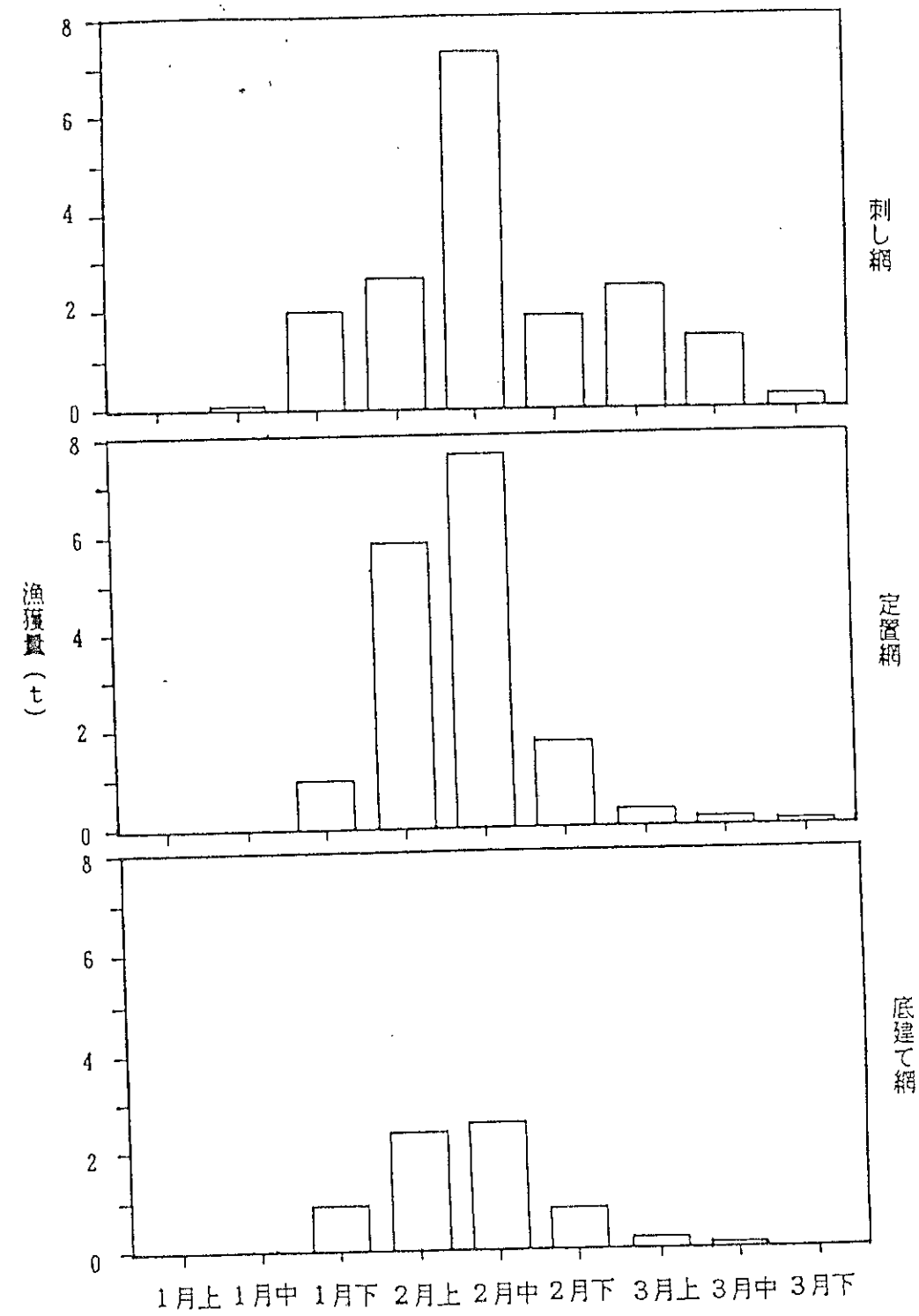


図3 漁法別のマダラ漁獲量
(資料：石川県鰻目漁業協同組合漁獲台帳より)

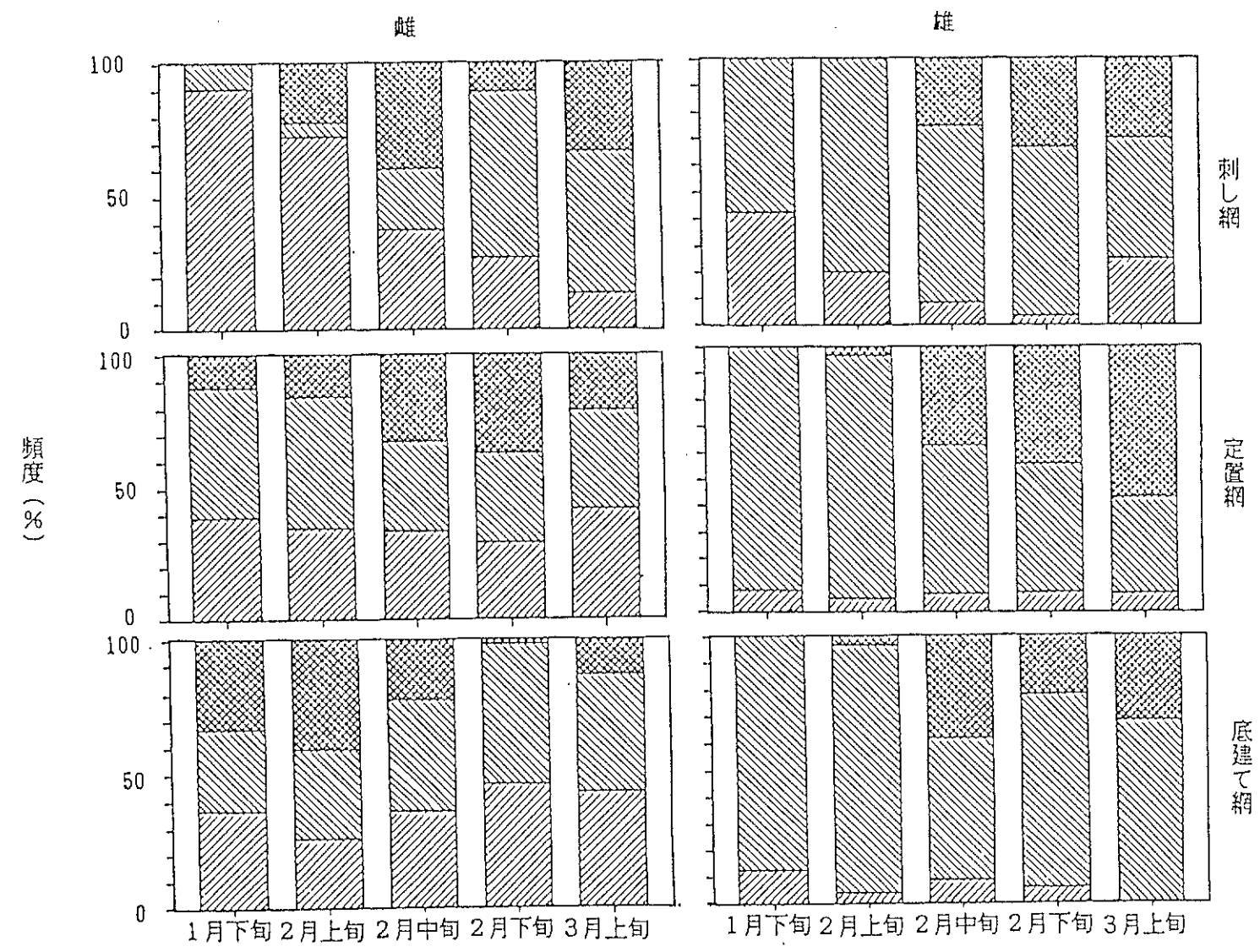


図4 腹部圧迫によるマダラ成魚の成熟度合い

- 未熟 (発達した卵巣・精巣をもつが卵・精液がでない)
- 完熟 (成熟した卵・精液がでる)
- 産卵・放精済 (腹がしほみ卵・精液がでない)

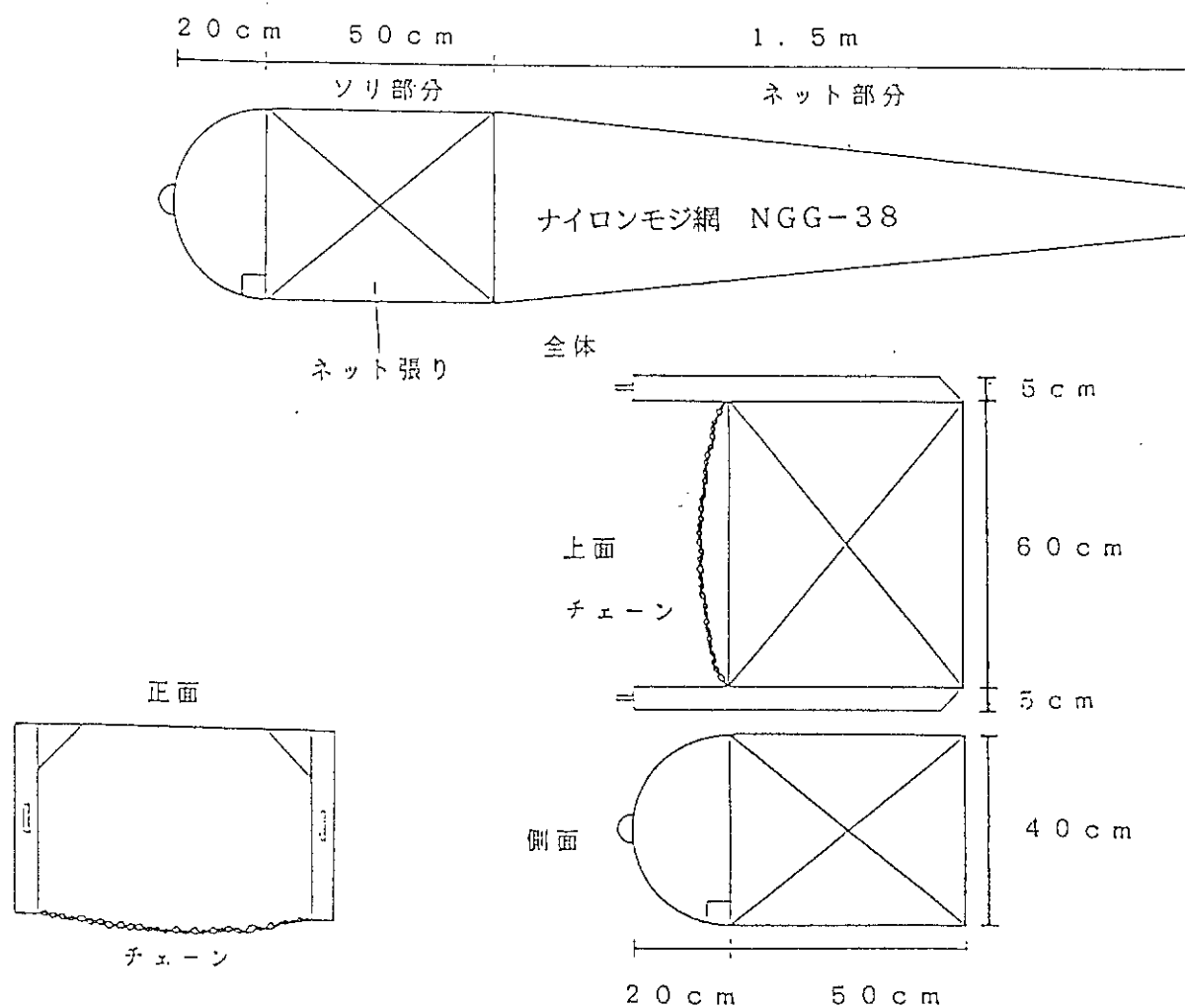


図5 卵の分布調査で使した小型ソリネット

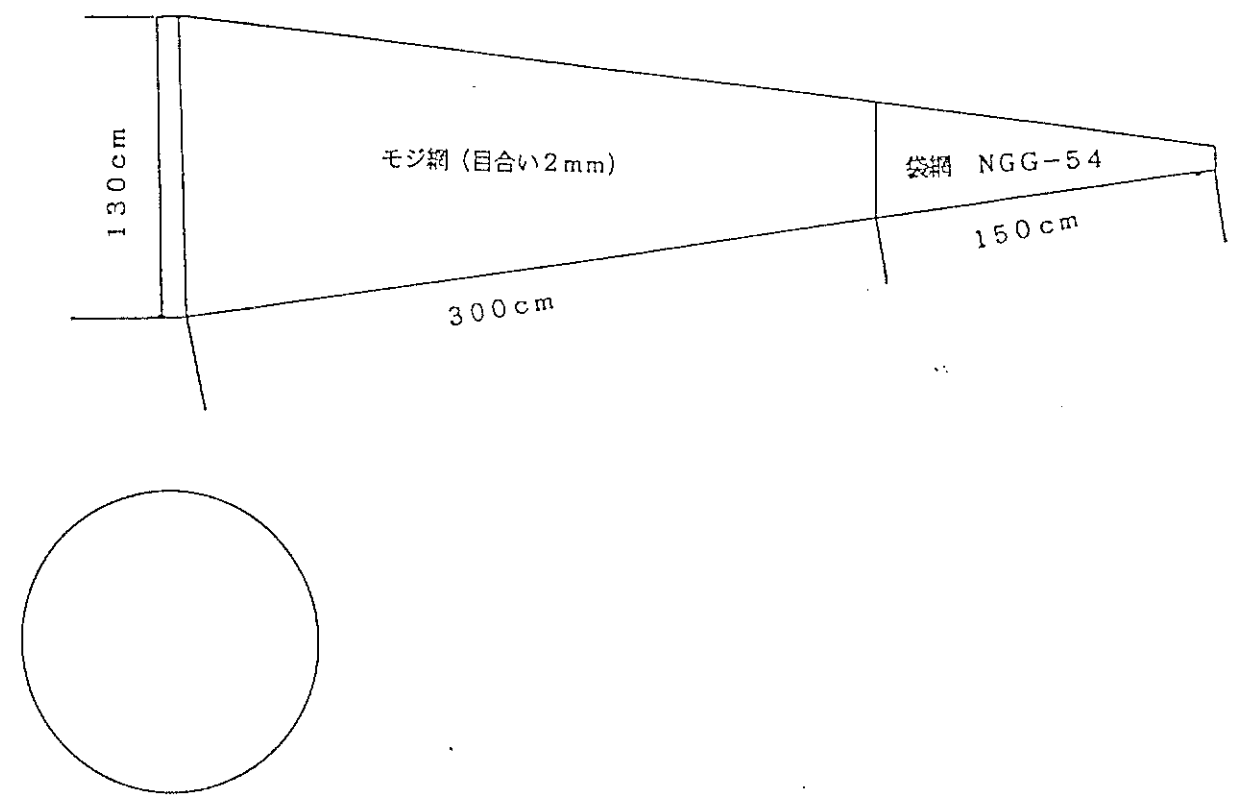
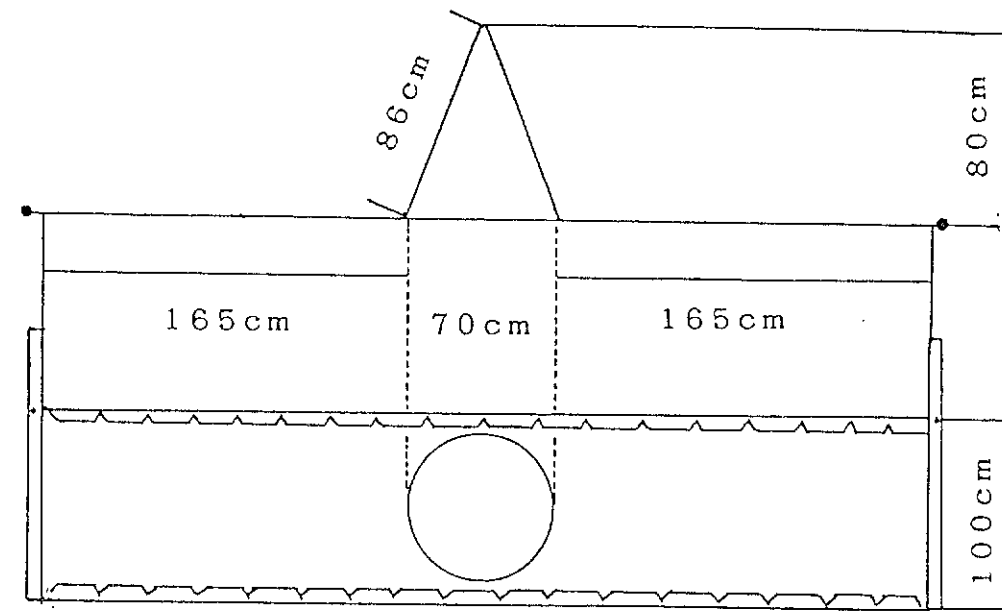
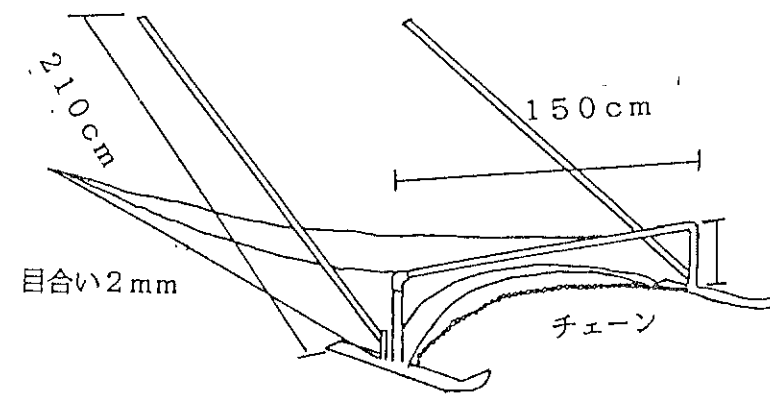


図6 浮遊期仔魚の分布調査で使したマルチネット



引き網



ブッシュネット

図7 着底期稚魚の分布調査に使用した曳き網とブッシュネット

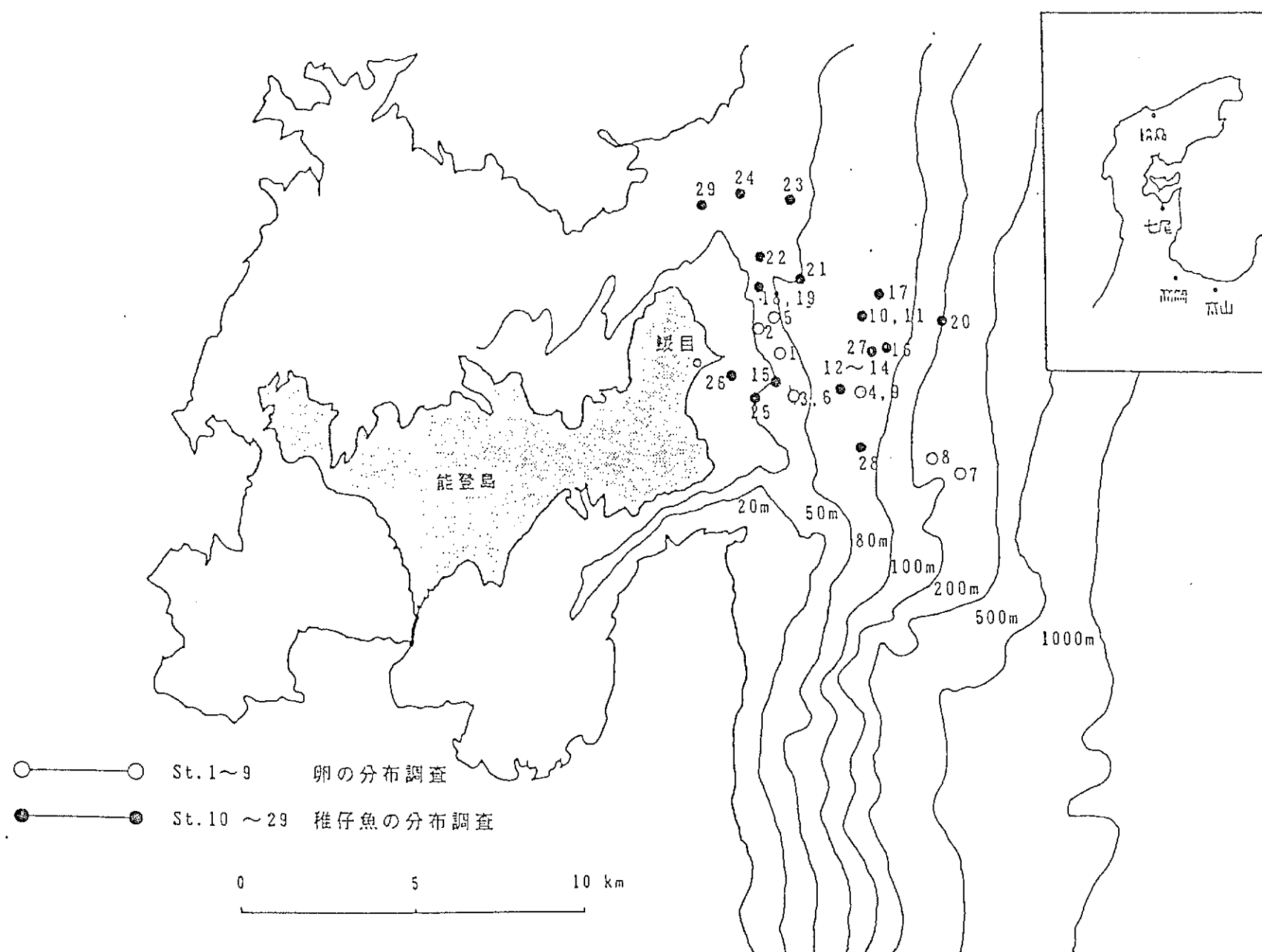


図8 卵・稚仔魚の調査場所

リフ

ブリ

中間育成及び放流

◎ 長倉 義智

小林 真人

日裁協五島事業場より搬入したブリを育成し、日本海における放流適地の探索及び移動分散経路の解明のために、標識放流した。

1 方法

1) 種苗

中間育成種苗には、日裁協五島事業場で育成された種苗31338尾を供した。

種苗は、平成3年6月26日に当場に搬入され、受け入れ時のサイズは平均全長103mm(91～118)であり、ペコ病罹病率が32.7%であった。

2) 収容

中間育成は海上の筏で行ない、15節小割網(3×3×3m)16面に、1小割当たり2000～2100尾収容した。

また、防鳥対策として筏の上面に防鳥網を張った。

3) 餌料

小割16面のうち、15面はモイスト餌料を(以下、モイスト区)、残り1面は配合飼料(坂本飼料(株) ハマチ ソフトドライ・ペレット)(以下、ソフトドライ区)を投餌し、配合飼料のみで

の育成の可能性をみた。

モイスト餌料は、冷凍サバと粉末配合飼料を3:1で混合し、これに添加剤を、ビタミン0.5%、胆汁酸製剤0.1%(いずれも投餌量に対する割合)添加して作製した。

また、モイスト区は9月19日以降(2日目取揚げ以降)はソフトドライのみを投餌した。

給餌率(魚体重に対する投餌量の割合)は、モイスト区は全長140mmサイズまでは30%、それ以降は10～15%を目安に1～2回/日で、ソフトドライ区は全長140mmサイズまでは15～20%、それ以降は10%を目安に1日1回でこの量を摂餌したため1回/日で投餌した。

4) 計数等

計数は、収容時と各放流時に実数計数により行ない、選別は収容時のサイズが大きかったことから行なわなかった。

また、ベネデニアの寄生については、適時、淡水浴を行なうこととし、その他の疾病については発生時に対処することとした。

5) 放流

今年度は、全長200mm、250mmサイズにおける移動分散経路の探索及び水温下降期の12月に放流し、越冬のための移動分散経路の探索を行なうことを目的とした。

この目的に従い、全長200mm、250mmサイズでの放流を行なった。しかし、その後の放流については9月27日に台風19号のため、定置網が大被害を被り、放流点近辺の定置網が少なくな

ったため、この時期に放流すると、放流直後の再捕が減り、もしかすると、これまでとは違った再捕状況が得られるのではないかという推測のもとに10月下旬に12月放流する分の半分を放流し、残りの半分以上を12月に放流することとした。

2 結果及び考察

1) 中間育成

平成3年12月17日までに4回取揚げを行なった。各取揚げ結果の概要は表1のとおりで、餌料使用内訳を表2に、成長と水温の推移をそれぞれ図1、2に示した。

また、ペコ病罹病率の推移を表3、図3に示した。表3のように収容時のペコ病罹病率は32.7%であったが、その後、この割合は増加し、15日目に90%に達した。その後はこの割合は減少し、45日目に3.3%、65日目には0%と治癒した。

昨年と同サイズの時の罹病率と比較すると今年はかなりペコ病罹病率が高かった。

1回目取揚げまでの日平均成長はモイスト区1.85mm、配合飼料区2.06mmであり、昨年の3mmより低かった。これは、前述のとおりペコ病罹病率が高かったことから摂餌が活発でなかったことと水温が昨年より約3℃低く推移したことによると思われる。

また、収容当初から摂餌できなく活力が低くなったことによると思われる斃死が見られ、育成15日目頃から斃死が増加してきたため、7月13日よりニフルスチレン酸を8日間経口投与したところ、斃死がおさまった。しかし、飼育30日目頃に、類結節様症状を

ともなって再び斃死が増加したため、再びニフルスチレン酸を経口投与した。8日間程投薬したところ斃死がおさまった。

このように、収容当初からの斃死により全長200mmまでの生残率が昨年より低くなった。

特に、ソフトドライ区の生残率が35.3%と低かった。この原因については不明であるが、配合飼料自体の栄養組成の不備に起因するのか、1回/日投餌では投餌回数が少なかったのか、あるいはモイスト餌料の方が薬を混入しやすい、すなわち配合飼料よりモイスト餌料の方が投薬効果が高かったのかかもしれないことなどが考えられた。

一方、1回目取揚げ後の育成では、むしろ、モイスト区よりソフトドライ区の方が生残率がよく、成長も早かった。これは、与えたソフトドライのサイズが適当で高栄養価であったことによると思われる。

なお、2回目取揚げ後、サイズが大きくなったため防鳥網を張らなかったところ、3回目取り揚げ時の計数で不明魚が多く出た。これは、鳥による減耗と思われたため、再び防鳥網を張った。

2) 放流

標識放流の概要を表4に、放流地点を図4に示した。

8月7～12日に、背骨型ディスク（黄色・ノト91）を装着した全長196mmの種苗15000尾を、9月20～21日に同ディスク（赤色・ノト91）を装着した全長256mmの種苗4359尾を、10月29日に同ディスク（青色・ノト91）を装着した全長330mmの種苗500尾を、12月17日に同ディスク（白

色・ノト91)を装着した全長328mmの種苗443尾を、能登島町祖母が浦沖(水深70～80m)に放流した。

このように、今年は、8月から12月にかけて20302尾放流した。

3) 再捕状況

再捕状況を表5、6、7、8と図5、6、7、8に示した。

200mm放流群(ノト91黄色)では再捕尾数は431尾(再捕率2.87%)であり、富山湾内に滞留する傾向がみられた。

また、250mm放流群(ノト91赤色)では、再捕尾数は414尾(同9.50%)であり、短期間で新潟県まで分散しているものもあったが、大半は富山湾内に滞留する傾向がみられた。新潟県まで短期間で分散したのは放流後7日目の9月27日に能登半島近海を通過した大型の非常に強い台風19号による強風、海水の攪拌等の影響によるものと思われる。

330mm放流群(ノト91青色)では、再捕尾数57尾(11.4%)であり、1尾を除いて富山湾内で再捕されており、やはり富山湾内に滞留する傾向がみられた。

12月放流群(ノト91白色)では、再捕尾数24尾(同5.42%)であり、このうち16.7%にあたる4尾が新潟県下で再捕されており、まだ、放流後間もないこともあり、今後の再捕に興味をもたれる。

以上のように、再捕状況は、ほぼ例年と同様で放流初期(30日目)の再捕が全体の再捕に占める割合は80%以上であり、再捕漁具の80%以上が沿岸定置網であった。また、一部は新潟県で再捕

されているものの移動範囲は狭いものと思われる。

なお、平成元年に放流したブリが平成3年6月19日に新潟県粟島で再捕された。放流後の経過日数はこれまで最高の691日であり、再捕されたブリは体長600mm、体重2.2Kgであった。

今後は、これまでに試みたことがないこともあって、10月に放流した330mm放流群及び12月放流群、特に後者の越冬中及び越冬後の再捕報告に興味をもたれる。

表1 育成結果の概要

		モイスト区	配合区	合 計
収容	月日	平成3年6月26日		
	尾数(尾)	29338	2000	31338
	全長(cm)	10.3(9.1-11.8)		
1回目取り揚げ				
	月日	8月7~14日(42~49)*	8月12日(47)	
	尾数(尾)	21672	705	22377
	全長(cm)	19.0(15.0-21.8)	20.0(16.2-22.4)	
	生残率(%)	73.9	35.3	71.4
1回目取り揚げ後 収容尾数(尾)		6672	705	7377
2回目取り揚げ				
	月日	9月17~18日(83~84)	9月17日(83)	
	尾数(尾)	4959	616	5575
	全長(cm)	25.6(19.6-28.4)	28.5(26.6-31.0)	
	生残率(%)	74.3	87.4	75.6
	通算生残率(%)	54.9	30.9	54.0
2回目取り揚げ後 収容尾数(尾)		600	616	1216
3回目取り揚げ				
	月日	10月28日(124)		
	尾数(尾)	453	535	988
	全長(cm)	30.9(27.4-34.8)	33.0(28.3-35.0)	
	生残率(%)	75.5	86.9	81.3
	通算生残率(%)	41.4	26.9	43.9
3回目取り揚げ後 収容尾数(尾)		468		468
4回目取り揚げ				
	月日	12月17日(174)		
	尾数(尾)	443		
	全長(cm)	32.8(28.8-35.6)		
	生残率(%)	94.7		
	通算生残率(%)	41.6		

* () 内の数値は飼育日数

表2 餌料使用内訳

	モイスト原料**			配合飼料Ⅲ** (Kg)
	冷凍サバ(Kg)	配合飼料Ⅰ** ¹ (Kg)	配合飼料Ⅱ** ² (Kg)	
モイスト区 (6/26~9/19)	4323	1431.4	103.1	—
配合区 (6/26~9/19)	—	—	—	226.3
2回目放流 以降の飼育	—	—	—	275.5
計	4323	1431.4	103.1	501.8

*1 ハマチ育成用マッシュ HM-50 (日本配合飼料)

*2 膨化加工ペレット モジャコ用EP No. 3 (日本配合飼料)

*3 ビタミン(パラミックス(エーザイ))及び胆汁酸製剤(ウルソー20(田辺製薬))を
それぞれ投餌量の0.5及び0.1%を添加。

*4 ハマチ ソフトドライ・ペレット 1~5号(坂本飼料)

表3 ベコ病罹病率の推移（モイスト区）

飼育日数	正常率 (%)	罹病率 (%)	ベコ病症状別罹病率 (%) *				全 長 (c m)
			軽微	中度	重度	斃死前	
1日目	67.3	32.7	5.8	7.7	19.2	0.0	10.3(9.1~11.8)
15日目	10.0	90.0	30.0	40.0	20.0	0.0	13.9(11.9~15.7)
30日目	35.5	64.5	41.9	12.9	9.7	0.0	16.8(12.7~20.1)
45日目	96.7	3.3	0.0	0.0	3.3	0.0	19.0(15.0~21.8)
65日目	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9(19.9~26.1)

* ベコ病症状の判断基準

軽微 : ベコ部が1~2ヶ所程度あるもの、わかりにくいもの

中度 : ベコ部が3~5ヶ所程度あるもの

重度 : ベコ部が5ヶ所以上、あるいはベコ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、やせているもの

表4 標識放流の概要

放流月日	放流尾数(尾)	全長(c m)	尾叉長(c m)	標識の種類	放流場所
H3. 8. 7	4000	19.5(16.6~21.6)	18.0(15.3~20.1)	背骨型ディスク(黄色)ノト91	石川県能登島町祖母が浦沖
8.11	5000	19.1(15.0~21.8)	17.6(13.7~20.4)	背骨型ディスク(黄色)ノト91	石川県能登島町祖母が浦沖
8.12	6000	20.1(16.0~22.7)	18.4(14.7~20.7)	背骨型ディスク(黄色)ノト91	石川県能登島町祖母が浦沖
9.20~21	4359	25.6(19.6~28.4)	23.2(17.6~26.2)	背骨型ディスク(赤色)ノト91	石川県能登島町祖母が浦沖
10.29	500	33.0(28.3~35.0)	30.4(27.6~32.7)	背骨型ディスク(青色)ノト91	石川県能登島町祖母が浦沖
12.17	443	32.8(28.8~35.6)	29.6(26.2~33.0)	背骨型ディスク(白色)ノト91	石川県能登島町祖母が浦沖
計	20302				

表5 平成3年度標識放流魚の再捕状況（ノト91黄色）

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	旋網	他	不明	～10	～20	～40	～60	～80	～100	～150	～200	～400	不明
3. 8. 7～	8.17	～10	105 (0. 70)	91	2	1		7	4	42	54	3	6						
～	8.27	～20	118 (0. 79)	108	10					36	61	17	4						
～	9. 6	～30	164 (1. 09)	161				1	1	14	102	44	3	1					
～	9.16	～40	16 (0. 11)	16						2	4	4	6						
～	9.26	～50	17 (0. 11)	15		1			4	8	8								
～	10. 6	～60	4 (0. 03)	3	1						2	1	1						
～	10.16	～70	3 (0. 02)	2		1							3						
～	10.26	～80											1						
～	11. 5	～90																	
～	11.15	～100	1 (0. 01)			1						1							
～	12.15	～130	2 (0. 01)	2						1			1						
～ 4. 1.14	～160																		
～	2.13	～190	1 (0. 01)	1						1									
			431 (2. 87)	397	13	4		8	9	104	231	70	25	1					

*平成4年 2月15日までの集計

表6 平成3年度標識放流魚の再捕状況（ノト91赤色）

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	旋網	他	不明	～10	～20	～40	～60	～80	～100	～150	～200	～400	不明
3. 9.20～	9.30	～10	244 (5. 60)	224	8	2		7	3	16	86	105	32	4			1		
～	10.10	～20	102 (2. 34)	97	2	1		2		3	4	80	12	1			2		
～	10.20	～30	30 (0. 69)	30							2	23	4						
～	10.30	～40	12 (0. 28)	8	1	1		1	1	1		4	5			1		1	
～	11. 9	～50	9 (0. 21)	8		1				1		4	4						
～	11.19	～60	3 (0. 07)	1	2						1		2						
～	11.29	～70	8 (0. 18)	8						2	1	1	4						
～	12. 9	～80	4 (0. 09)	4							1	2				1			
～	12.19	～90	2 (0. 05)	2						1			1						
～	12.29	～100																	
～ 4. 1.28	～130																		
～	2.26	～160																	
			414 (9. 50)	382	13	5		10	4	24	95	219	64	5		5	1	1	

*平成4年 2月15日までの集計

表7 平成3年度標識放流魚の再捕状況（ノト91青色）

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	旋網	他	不明	～10	～20	～40	～60	～80	～100	～150	～200	～400	不明
3.10.29～	11. 8	～10	27 (5. 40)	25	2					16	1	10							
～	11.18	～20	5 (1. 08)	3	1	1				2		1	2						
～	11.28	～30	15 (3. 00)	12	2				1	8	3	2	1				1		
～	12. 7	～40	4 (0. 80)	4						2	1		1						
～	12.17	～50	2 (0. 40)	2						2									
～	12.27	～60	4 (0. 80)	4						1		3							
～	4. 1. 5	～70																	
～	1.15	～80																	
～	1.25	～90																	
～	2. 4	～100																	
			57 (11. 40)	50	5	1			1	31	5	16	4				1		

*平成4年 2月15日までの集計

表8 平成3年度標識放流魚の再捕状況（ノト91白色）

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	旋網	他	不明	～10	～20	～40	～60	～80	～100	～150	～200	～400	不明
4.12.17～	12.28	～10	14 (3. 16)	13		1				13		1							
～	1. 7	～20	3 (0. 68)	2		1				1		1					1		
～	1.17	～30	4 (0. 90)	4						4									
～	1.27	～40																	
～	2. 6	～50	1 (0. 23)		1									1					
～	2.16	～60	2 (0. 45)		2									2					
			24 (5. 42)	19	3	2				18		2		3			1		

*平成4年 2月15日までの集計

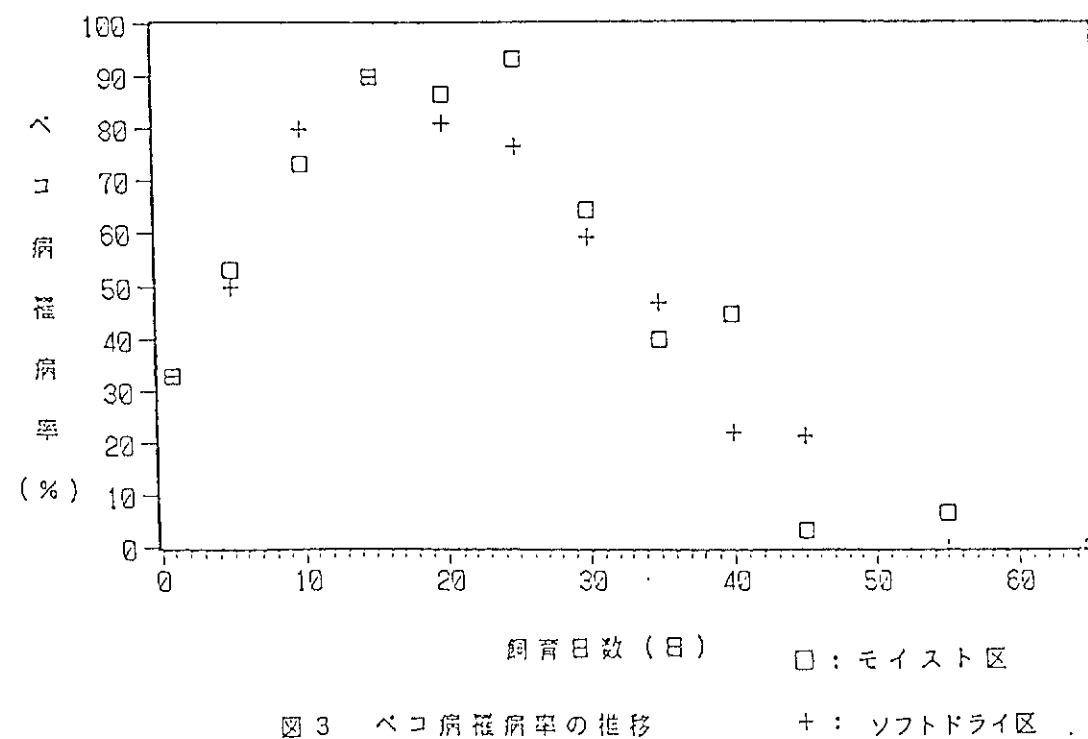
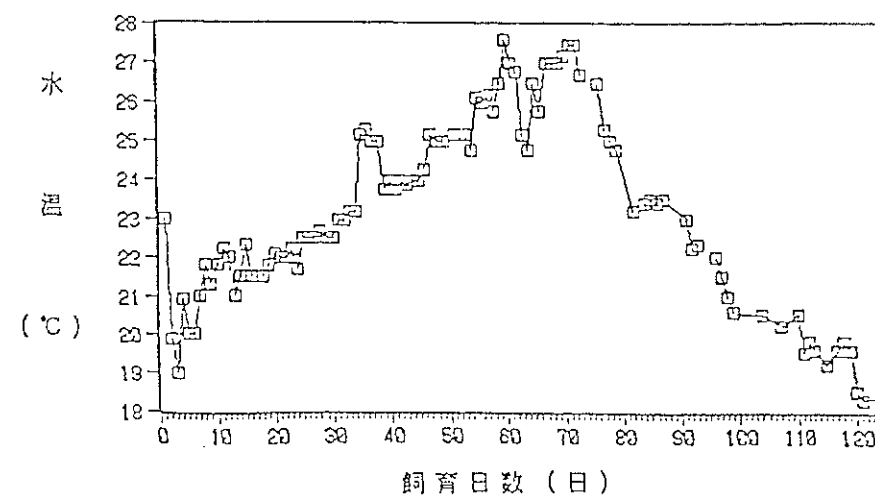
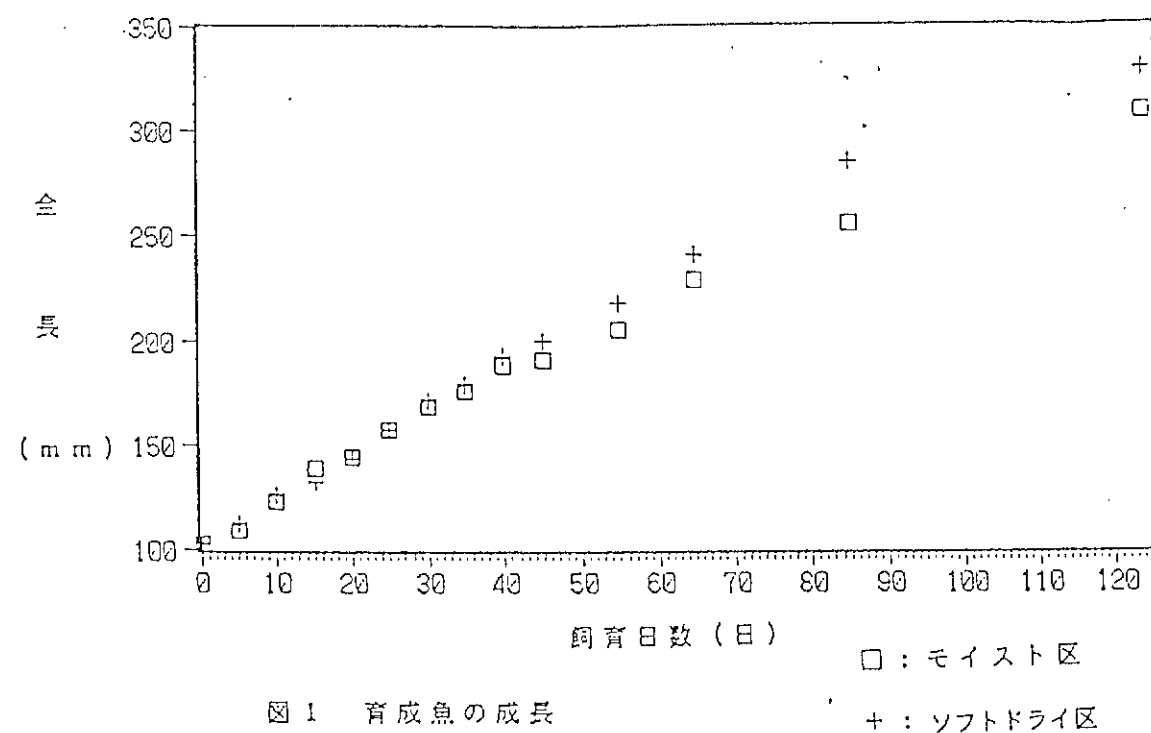


図4 放流地点位置図

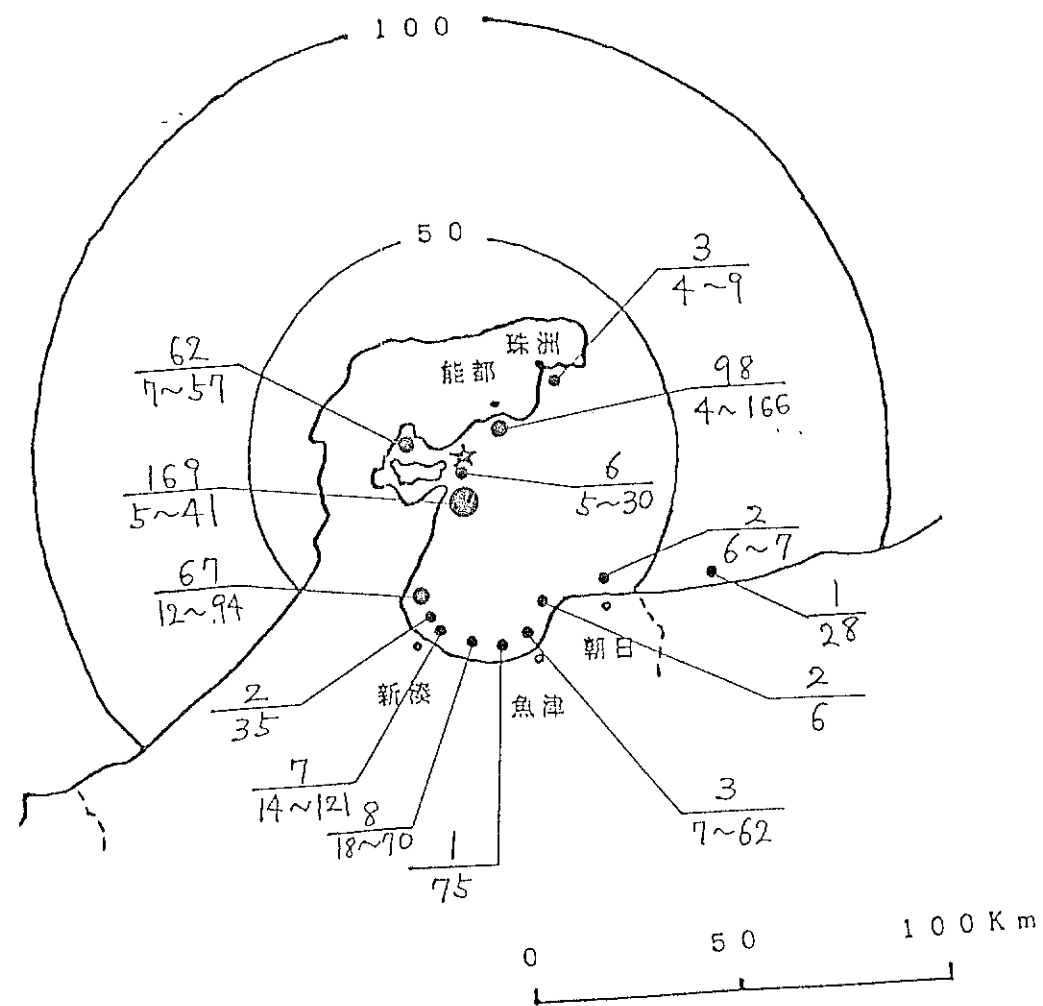


図5 プリ平成3年ノト1群の再捕状況 (ノト91黄色)

★ 放流点、 ● 10以下、 ● 11~100、 ● 101~

上段：再捕尾数
下段：経過日数

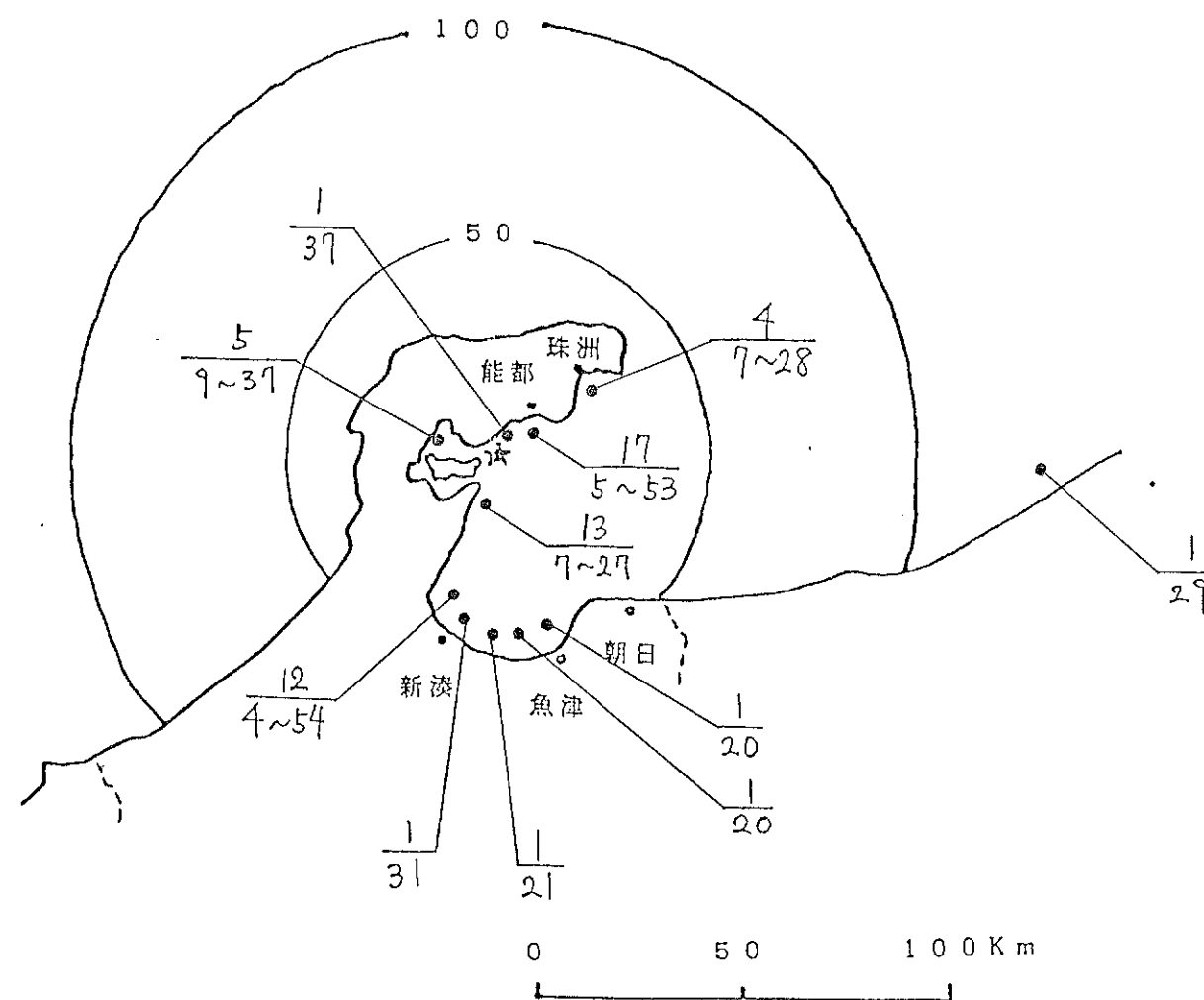


図7 プリ平成3年ノト3群の再捕状況 (ノト91青色)

★ 放流点、

上段：再捕尾数

下段：経過日数

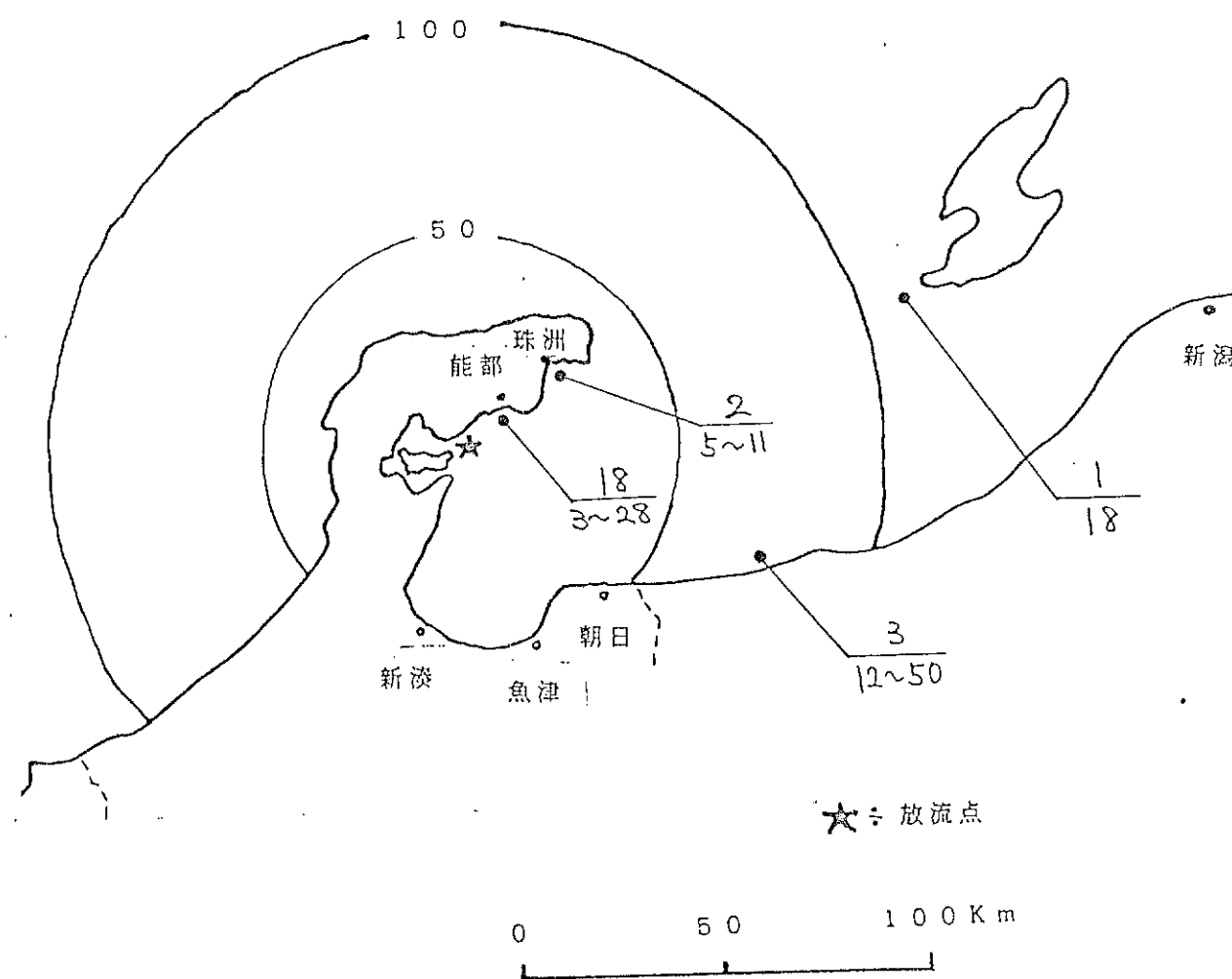


図8 ブリ平成3年ノト4群の再捕状況(ノト91白色)

★：放流点

上段：再捕尾数

下段：経過日数

餌料培養

ナンノクロロプシス

小林 真人

I 生産概要

1 目的

ナンノクロロプシス（以下ナンクロと記す）の生産概要は平成2年7月から平成3年6月までの結果であり、種苗生産期は（平成3年1～4月）は主にワムシの餌料として供給するために、それ以外の時期は次年度の冷凍ナンクロ製造を目的に培養を行なった。

2 培養方法

1) 培養方法

培養方法の概要は表1に示した。

元種の管理は、原則として培養水槽間の植え継ぎで行なったが、培養不調や枯渇等の緊急時のために濃縮ナンクロを冷蔵保存し、定期的に更新しながら終年保存した。

培養水槽は55m³型キャンバス水槽7～9面を使用し、植え継ぎは冬期は25日前後、それ以外の時期は14日前後を目安に行ない、長期培養はできるだけ避けるようにした。

施肥は、水量1m³分あたり硫安100g、過リン酸石灰15g、尿素10g、クレワット5gを基準量をして、セット時に10～20m³分を添加し、追肥は原則として3～5日毎に10m³分としたが、1～3月は飼育水へ添加するためアンモニアの濃度を適時測定し、10ppm以下を目安に10m³分を追肥した。注水は2～5m³/日を基準とし、注水開始時期は細胞数が1000万セル/

mlを越えてから行ない、できるだけ少量を毎日注水するようにした。

原生動物の駆除には高度サラシ粉（次亜塩素酸カルシウム、有効塩素65%）を使用し、原則として原生生物の発生時に1ppmを添加したが、6～9月は頻繁に発生がみられたため植え継ぎ時には必ず添加した。

収穫方法は種苗生産時期は間引式で行ない、保有量（2000万セル/ml）120m³を下限として増殖分はすべて供給するようにし、濃縮ナンクロ製造時期は抜き取り式で行ない、保有量が200m³以上を目安に濃縮を行なった。

2) 濃縮ナンクロの製造方法

濃縮機はノズルセパレーター式のY-250型とデスラッジ式のADS3001CS型の2台を使用し、ノズルセパレーター式で2～3倍に濃縮したものを、更にデスラッジ式で100倍程度に濃縮して収穫した。また、デスラッジ式の収穫ロスを軽減するため、排出時間を短縮化し、排出水量を増加して対応した。

濃縮ナンクロの保存方法は、冷凍保存の場合は冷凍庫（-45℃）で凍結して1m³分のプレートにしてダンボール箱に入れて保存し、冷蔵保存の場合は、テンタルかダイライト水槽に100～200億セル/mlを目安に収容し、冷蔵庫（3～4℃）で通気して保存した。

3 結果と考察

今年度の生産は平成2年7月から平成3年6月までの365

日間培養を行ない、生産量 3 9 0 0 . 5 m³（内濃縮ナンクロ
ロプシス供給分 3 1 3 5 . 0 m³）であった。（表 1 ～ 2、図 1
～ 2）

今年度の 1 ～ 2 月の冬期培養は、表 4 に示すように生産量 3
4 8 . 7 m³、単位生産量 0 . 3 5 m³、増殖率 5 . 8 % と、昨年
の結果とほぼ同様であった。供給方法は、昨年同様植え替え周
期を短くし、保有量 1 2 0 m³を下限として増殖分と積極的に供
給することとし、今年度はこれを徹底して行ったが、生産量は
昨年と余り変わらなかった。今後、供給方法の改良による生産
量の大幅な増加はこれ以上期待できないと思われ、ナンクロの
増殖を促進するような加温等の施設面を充実させて生産増加を
検討したい。

平成 2 年 7 月から平成 3 年 6 月までの濃縮ナンクロの生産は
、3 1 5 3 . 0 m³を供給して 2 5 0 0 . 2 m³を収穫し、収穫率
は平均 7 2 % であった。（表 5）

デスラッジ式の収穫ロスの原因は、濃縮液の濃度が濃いこと
や排出水量不足によって、本体内に濃縮液が付着し、これが時
間とともに堆積していくためである。そこで、濃縮液の濃度を
低くし、排出水量を多くして、収穫ロスの低減に努めたが、収
穫率の向上はみられず、その効果はなかった。このことから、
収穫ロスの低減対策について根本から見直す必要があると思わ
れる。

濃縮ナンクロの他機関への供給については表 6 に示したよう
に冷蔵が 2 6 9 . 5 m³、冷凍が 3 1 7 . 4 m³であり、他機関へ
の供給回数では冷蔵ナンクロが多く需要が高い。現在の冷蔵ナ

ンクロの供給方法は、要請時に濃縮を行なっていたが、時期に
よっては濃縮機を稼動できないことや需要の集中するときは自
場用の元種を削って対応するため、元種の保存が十分にできな
い等の問題がある。今後は、他機関への供給と自場元種用に分
けて保存する方法で対応していきたい。

II 人工照明試験

1 目的

昨年度の冬期培養試験の結果から、生産で使用している3kwの水中灯（ハロゲンランプ）の増殖促進効果は、光よりも点灯時の熱による加温効果の方が大きいと思われ、光の効果に疑問が持たれた。この問題を解明するために、今年度は光源の波長の違いが増殖に及ぼす影響について試験を行った。

2 方法

試験設定の概要は表7に示した。

今回試験に使用したランプは、陽光ランプ、ナトリウムランプ、ハロゲンランプの3種類で、ランプは各水槽に1個ずつ水槽上部から垂下し、照度は1～2月の平均照度を参考に1.5万LUXになるように調整し、対照区として無灯火区を設けた。

水槽は黒色の500ℓパンライト水槽にキャンバスシートで円錐形のテントで上面を覆い、テントには熱抜き用の穴を数か所開けたが、水面での照度は0LUXとほぼ遮光された。

水温の設定は、水温によって増殖が抑制されることのないように、水温は15℃とし、肥料は大量培養の方法に準じて15日間の試験を行なった。

3 結果と考察

試験期間は平成3年2月2日から2月16日に行ない、試験

結果は表8と図3に示した。

培養水温は設定は15℃にしたが電球の発熱で徐々に昇温して15日目には18℃にまで達したが、各区ともほぼ同じ温度になるように調整したので水温によるデータの誤差はないと思われる。

各区の増殖は陽光ランプ区とナトリウムランプ区は順調に増殖し、15日目のセル数は陽光ランプ区で1970万セル/m²で日平均増殖率は18.5%、ナトリウムランプ区では1600万セル/m²で日平均増殖率は13.8%であった。これに対し、ハロゲンランプ区は500万セル/m²前後を推移し、日平均増殖率は0.6%であった。また、対照区の細胞数は徐々に減少していき、15日目には40万セル/m²と枯渇していった。

図4の各ランプの波長とみると、陽光ランプでは400～750nmの波長帯をすべて含んでおり、ナトリウムランプでは550nm以下が強く抑制され、550～750nmとやや狭い波長帯である。これらの波長帯は、植物の光合成に必要とされている400～700nmの波長帯とほぼ一致していることから、これらのランプの波長は、ナシクロの増殖にも重要であると言える。

ハロゲンランプでは、400～3000nmの広い波長帯を持っているが、その中心は800～1200nm以上の波長帯で400～700nmの波長帯の比率ははかなり低い。また、増殖率は0.6%と、細胞数もほとんど増えず、現状維持程度であった。この増殖不良の原因は、ナシクロの増殖に有効な4

00～700nmの波長帯の比率が著しく低いこと、800nm以上の波長帯はナシクロの増殖にはほとんど効果がないことなどが考えられる。

これらのことから、生産に使用している水中灯も同じハロゲンランプであり波長帯もほぼ同一であったことから、昨年度の試験でその効果が見られなかった原因は、ランプの波長帯にあることがわかった。

今後、灯火による増殖促進を行なう場合は、増殖に有効な波長帯を考慮する必要がある。また、大型水槽で行なう場合は光量もかなり必要になると考えられ、コストの面からも再検討の必要があると思われる。

表一 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	H2年7月~ H3年6月	水量20m ³ 、細胞数800万細胞/m ³ を目安にセットし、細胞数が1000万細胞/m ³ を越えた時点から、2~5m ³ /日を目安に注水し、水量30m ³ 以上、細胞数1500~2000万細胞/m ³ 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3~5日毎に10m ³ 分を行なった。	プロトゾア駆除はその発生時に1ppmの次亜塩素酸カルシウムを添加し、夏期(6~9月)に限り、セット時に必ず1ppmを添加した。	塩ビパイプに穴を開けて通気した。 2年12月20日~3年3月31日まで3kwの水 中灯を各1灯終日点灯した。(6面) 2年12月25日~3年4月20日まで蒸気による加温を行なった。(3面)

表一 2 平成2年度下半期(7~12月)の生産結果

キ ヤ ン バ ス 水 槽	月日	培養日数		水 温 (℃)		総生産量 ¹⁾ (m ³)		日生産量 ²⁾ (m ³ /日)		単位生産量 ³⁾ (m ³ /日/m ³)		日間増殖率 ⁴⁾ 収穫 回数		平均スタート密度 (範囲) (万細胞/mℓ)		平均収穫密度 (範囲) (万細胞/mℓ)	
	7	31	27.3	3 (23.9~33.0)	327.6	10.6	0.056	9.7	15	670	(600~960)	1815	(1400~2230)				
	8	31	28.3	3 (24.1~33.0)	327.3	10.6	0.054	10.2	13	626	(560~890)	1942	(1350~2450)				
	9	30	24.5	(20.2~29.0)	359.0	12.0	0.059	9.1	16	485	(418~570)	1633	(1050~2040)				
	10	31	19.0	(12.5~24.8)	315.8	10.2	0.048	8.8	13	662	(380~2340)	1848	(1300~2260)				
	11	30	14.8	(11.0~18.8)	465.6	15.5	0.084	10.3	14	675	(518~1180)	2064	(1790~2270)				
	12	31	6.7	(3.4~11.8)	219.4	7.1	0.045	7.8	13	979	(480~1940)	1827	(1370~2130)				
	合 計 ⁵⁾		184	20.1	(4.0~14.5)	2014.7	10.9	0.058	9.3	84							

1) 総生産量は、供給量の合計(2000万細胞/m³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。

表一 3 平成3年度上半期(1~6月)の生産結果

キャンバス水槽	月日	培養日数		水温 (℃)	総生産量 ¹⁾ (m ³)	日生産量 ²⁾ (m ³ /日)	単位生産量 ³⁾ (m ³ /日/m ³)	日間増殖率 ⁴⁾ (%)	収穫 回数	平均スタート密度 (範囲) (万細胞/mℓ)	平均収穫密度 (範囲) (万細胞/mℓ)
	1	31	4. 6	(0. 1~10. 2)	168. 2	5. 4	0. 032	5. 1	23	1694 (800~2260)	1877 (1510~2260)
	2	28	6. 5	(1. 0~13. 3)	180. 5	6. 5	0. 039	6. 5	32	1671 (640~2060)	1783 (910~2060)
	3	31	8. 8	(3. 8~15. 5)	279. 9	9. 0	0. 055	8. 1	29	1662 (376~2640)	2099 (1540~2640)
	4	30	13. 6	(6. 2~18. 0)	426. 6	14. 2	0. 070	14. 1	35	1696 (764~2660)	2220 (1540~3200)
	5	31	17. 3	(10. 2~23. 4)	615. 0	19. 8	0. 094	10. 0	20	771 (460~ 968)	1941 (1230~2620)
	6	30	22. 5	(13. 4~25. 3)	215. 7	7. 2	0. 030	8. 5	7	757 (740~ 788)	1689 (430~2260)
合 計 ⁵⁾		181	13. 0	(0. 1~25. 3)	1885. 9	11. 6	0. 054	8. 8	146		

1) 総生産量は、供給量の合計(2000万細胞/m³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。

表—4 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	平成3年度
総生産量 (m ³)	87.2	273.4	390.8	348.7
日生産量 (m ³)	1.45	4.63	6.62	6.23
単位生産量 (m ³)	0.009	0.029	0.035	0.035
日間増殖率 (%)	2.45	2.85	5.50	5.80

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—5 濃縮ナンノクロロプシスの生産結果

製造月日	収獲量 (m ³)		収獲率 (%)	収獲回数
	冷蔵保存	冷凍保存		
2年 7月 4日		82.5	75.9	
7月10日	55.2		86.0	
7月20日		121.4	78.8	
7月21日		24.3	55.1	
7月31日		82.0	87.4	
8月 1日		114.3	86.6	
8月14日		67.4	81.9	
9月 6日		63.8	67.2	
9月13日		89.5	81.0	
9月18日	50.0	13.7	78.0	
9月26日	20.0	43.8	88.9	
10月 5日	96.7		99.4	
10月11日			70.1	
10月22日			88.0	
11月 3日			86.3	
11月 8日				
11月20日		68.7		
11月21日		105.9		
12月 4日	36.3	124.2		
12月13日		112.0	79.5	
12月26日	29.7	68.5	71.4	
3年 1月14日	42.3	72.6	85.1	
3月25日	55.1		53.6	
4月 8日	78.4	79.4	83.4	
4月26日	44.8		56.3	
5月 6日			64.9	
5月 7日			92.6	
5月17日			89.0	
5月21日	85.0		62.7	
5月25日		109.8	71.7	
6月15日		51.8	100.5	
6月17日		118.2	92.1	
			70.7	
		135.0	83.4	
		101.5	78.9	
		56.4	64.8	
合 計	593.5	1906.7	72.0	33

表—6 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		
2年 8月23日		104.3	日裁協八重山事業場	2年度
9月25日	50.0		日裁協五島事業場	2年度
9月26日	20.0		新潟県栽培センター村上支場	2年度
10月 3日		8.0	日裁協玉野事業場	2年度
10月15日	20.0		日裁協玉野事業場	2年度
12月 4日	36.3		日裁協南伊豆事業場	2年度
3年 1月 7日	50.0		日裁協八重山事業場	2年度
1月21日		205.1	日裁協南伊豆事業場	2年度
2月18日	25.0		日裁協八重山事業場	2年度
3月27日	48.2		日裁協小浜事業場	3年度
5月20日	20.0		日裁協八重山事業場	3年度
合 計	269.5	317.4		

表 7 人工照明試験試験設定

	対照区	陽光ランプ	ナトリウムランプ	ハロゲンランプ
ランプ	なし	陽光灯250W	ナトリウム灯170W	ハロゲン灯500W
水槽	500ℓ	パンライト水槽 (実水量300ℓ、遮光)		
水温		15℃に設定		
通気		エアーストーン1個で通気		
接種密度		500万セル/ml		
照度	0LUX	1.5万LUX	1.5万LUX	1.5万LUX
施肥		セット時に等水量分、追肥は適時半量分		
試験期間		15日間		

表 8 照度試験概要と結果

	対照区	陽光ランプ区	ナトリウムランプ区	ハロゲンランプ区
スタート月日		平成3年2月 2日		
水槽 (実水量)		500ℓパンライト水槽 (300ℓ)		
水温設定 (℃)		15		
照度設定 (lux)		15000±1500		
スタート密度 (万セル/ml)	540	520	520	520
終了月日		平成2年2月16日 (15日間)		
水温 (℃)	15.0 (12.8～17.1)	14.9 (12.8～17.6)	15.3 (13.1～17.4)	15.4 (12.5～18.8)
終了密度 (万セル/ml)	40	1970	1600	570
増殖率 (%)	-6.1 (-55.9～13.6)	18.6 (-1.8～30.8)	13.8 (-2.8～31.7)	0.6 (-9.5～10.3)

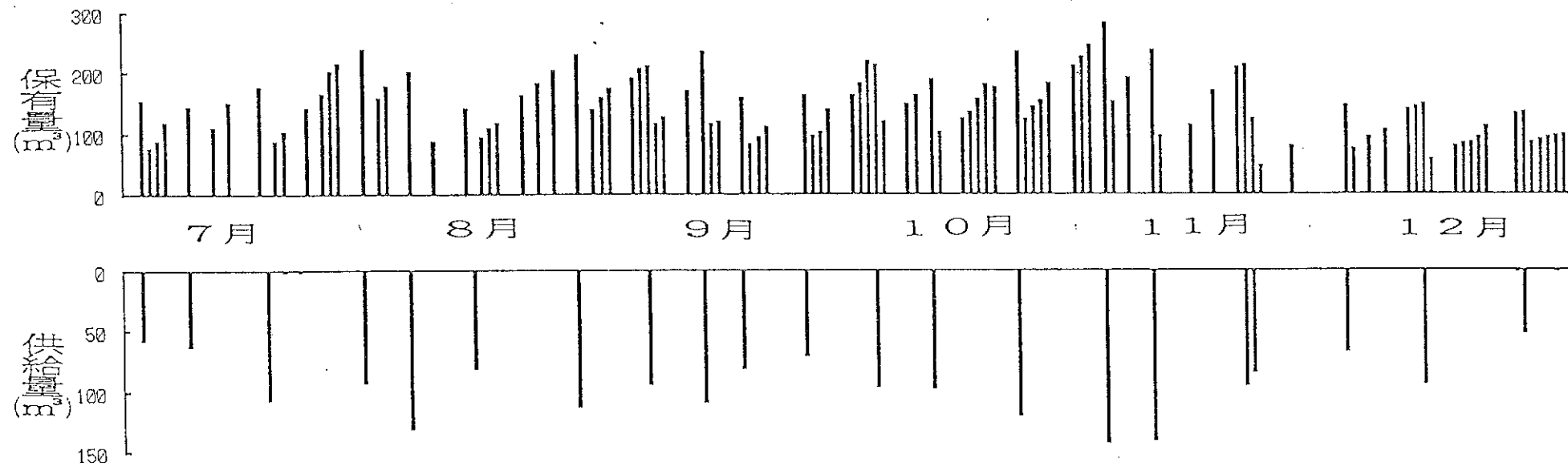


図 1 平成2年度下半期の保有量と供給量の推移

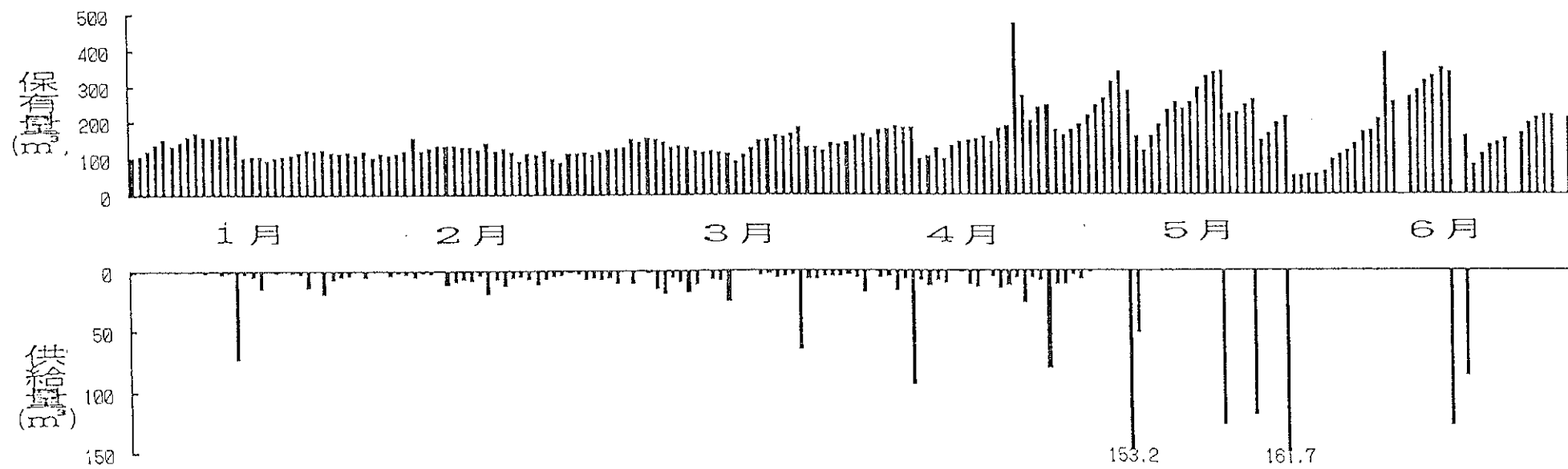


図 2 平成3年度上半期の保有量と供給量の推移

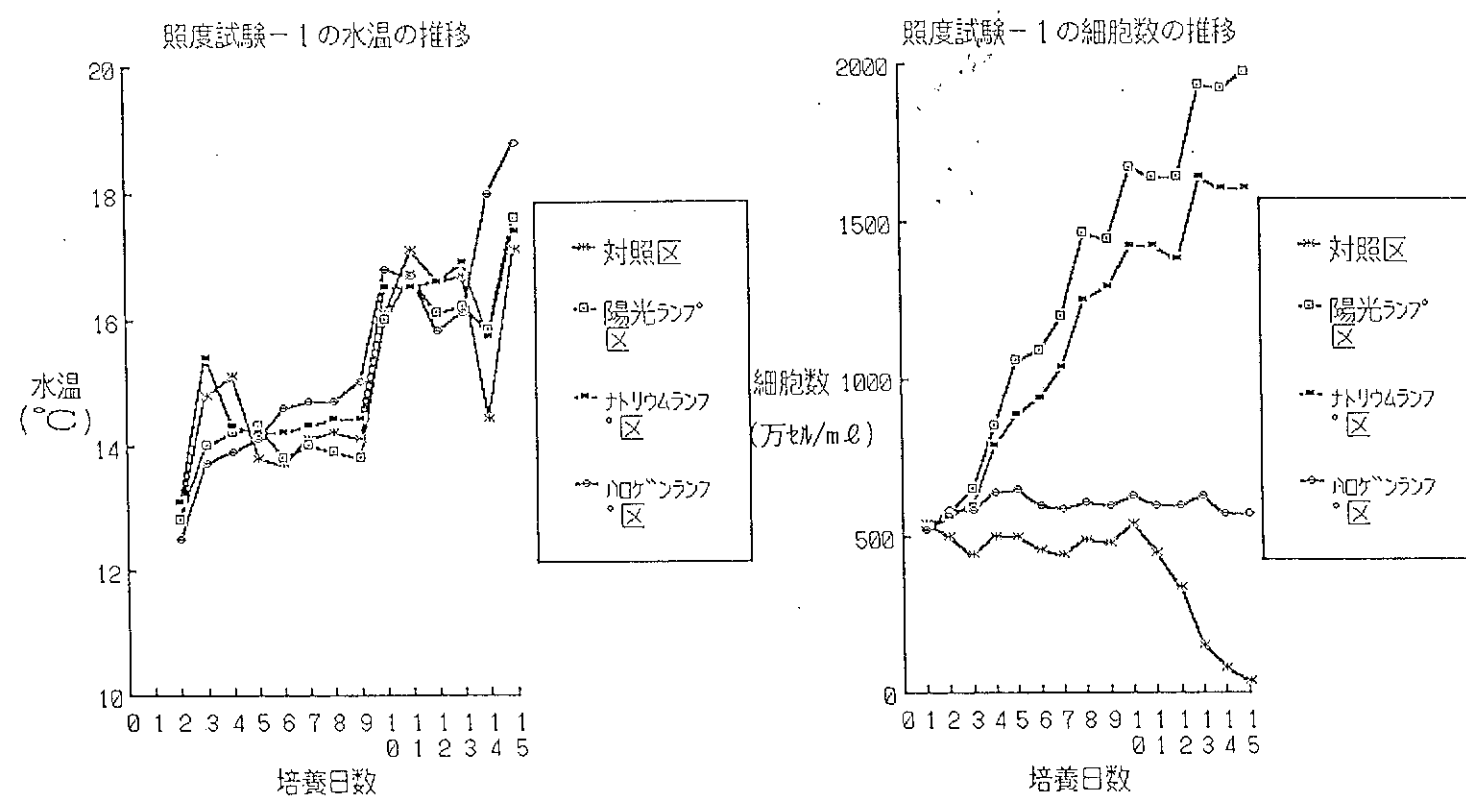


図 3 人工照明試験の結果

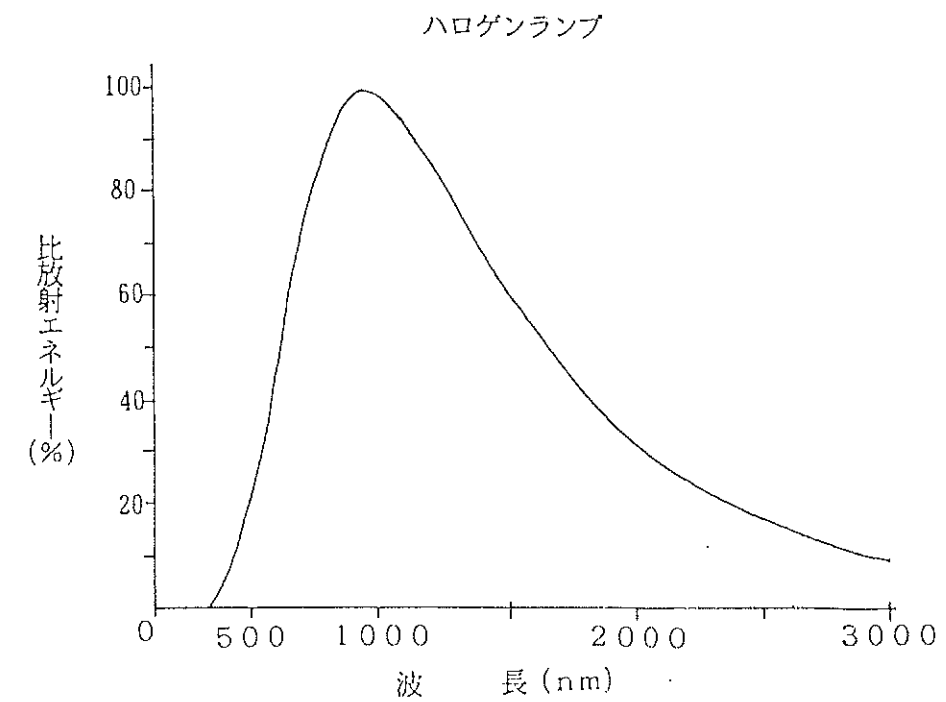
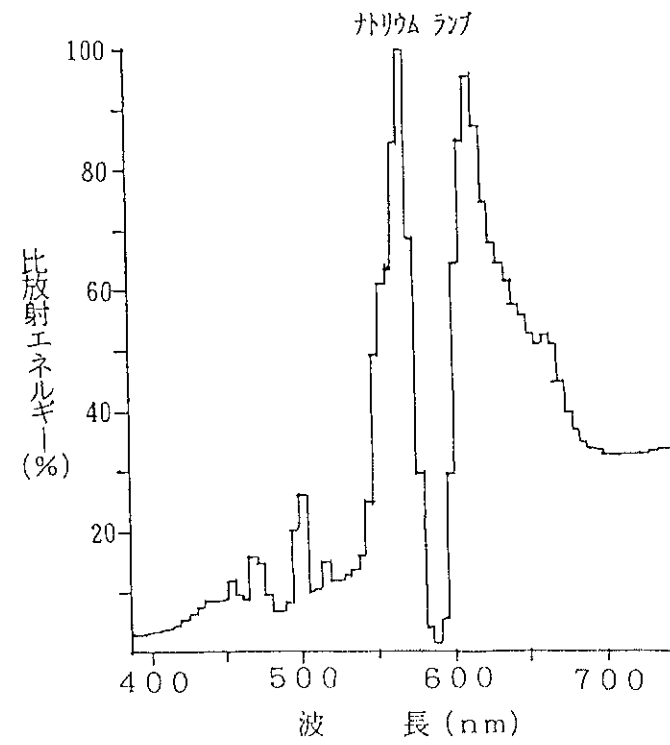
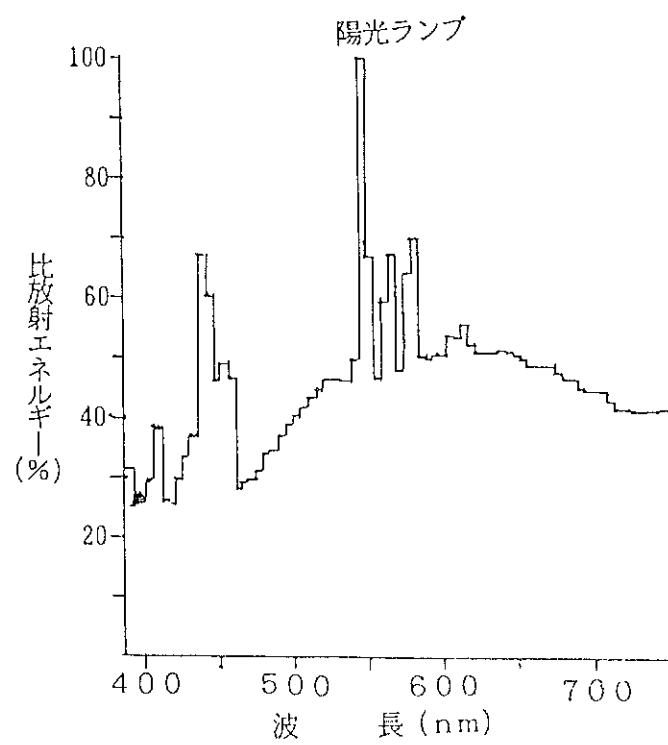


図 4 各ランプの波長特性

珪藻

小林 真人

I 生産概要

1 目的

珪藻の培養はホッコクアカエビの餌料として供給することを目的に行った。昨年は、*Talassiosira* spp. (以下、タラシオと記す) と *Pheodachylum tricornutum* (以下、フェオと記す) の2種類を培養したが、タラシオはホッコクアカエビに対し餌料効果は高いが水槽内で落ちやすく水質を悪化させること、培養が不安定で安定した供給ができないこと、また、密度が低く水槽ぐりが困難であること等から使用を中止した。このため、今年度はフェオ1種の培養を行った。

2 方法

1) 元種

フェオの元種は、表1に示すようにインキュベータ内で周年培養し、植え替えは一か月を目安としてこの間は追肥等は行なわなかった。

2) 大型水槽での培養

フェオの培養は55 m²円形キャンパス水槽で行なうが、水槽間で元種の植え替えを続けると他の珪藻類のコンタミ等によって培養不調に陥るため、元種はインキュベータのものを使用し、水槽間での植え替えを行なわない使いきり方式の培養を行った。そ

の方法は、インキュベータから温室内、屋外へと拡大していき、これに伴い容器も1ℓフラスコ→5ℓフラスコ→100ℓパンライト→500ℓパンライト→1 m³パンライト→55 m³キャンパス水槽へ拡大していった。

施肥や注水等については表2に示した通りであり、拡大周期の目安は50万セル/ml以上とし、各水槽間の拡大は同時に行なうように心がけた。今年度はフェオダクティラムの沈下防止のため、供給水量分を注水し、培養水位を高く維持するよう努めた。

また、冬期の低照度対策として、水中灯(1kw)を各キャンパス水槽当たり1~4灯を必要時に点灯した。降雨(降雪)除けの透明テントは、照度を低下させ増殖を抑制することがわかったことから、今年度は使用しなかった。

2 結果と考察

培養は平成2年12月11日から平成3年4月17日の127日間行ない1947.7 m³(供給919.9 m³、廃棄1027.9 m³)を生産し、その結果を表3と図1に、培養期間の水温の推移を図2に示した。

今年度行なった使いきり方式の培養では、12月から1月頃まではタラシオシラ等他の珪藻類のコンタミが若干見られたが、その影響はなかったことから、使いきり方式が有効であったものと思われる。また、培養系列の増殖速度はパンライト水槽のものが最も早かったため、植え替え周期はこれに合わせ3~7日間で行なった。しかし、水温が高く温室内の水槽の増殖が早過ぎ、インキュベータからの拡大が間に合わない場合は、パンライト水槽間

で種の植え替えを行なった。

この使いきり方式では、他の珪藻類の増殖によるコンタミはかなり抑制できることから、安定培養に大きな効果があったと思われる。しかし、植え替え周期については、インキュベータでは水温を10℃に維持して周期を安定させることができる。しかし、屋外水槽は気温の高低により培養水温が左右されることから、水槽の変動が大きく供給の周期が不安定であり、インキュベータのものとの同調が困難となることがあったので、今後は屋外水槽の培養を工夫して植え替え周期の同調に努めたい。

冬期培養対策については、今年度降雨（降雪）量が多くそれに伴い培養水量の増水が見られたが、増殖には特に影響はなく、降雨雪除けのために透明テントを使用しなくても支障はないと思われた。しかし、水温が5℃以下になると増殖は停滞、あるいは若干の減少がみられたことから、水中灯を3～4灯点灯したところ約2～3℃の加温効果がみられたものの、水温は2～4℃程度であったため、現状維持程度の効果しかなかった。そのため、今後水温を5℃以上に維持できる水温確保の対策が必要と思われた。

II ノズルセパレーター式遠心分離機による濃縮試験

1 目的

遠心分離機による藻類の濃縮は、ナンノクロプシスや淡水クロレラ等で行われており、冷蔵保存した場合は元種として活用でき、冷凍した場合はワムシ等の培養餌料や栄養強化に利用されている。

今回の試験に用いたフェオダクティラム（以下、フェオと記す）は当场で種苗生産しているホッコクアカエビの餌料として供給しており、種苗生産期の1～4月の4か月間のみ培養を行っている。フェオは水温5～10℃の範囲では増殖も良く安定して培養できるが、水温が5℃以下になると増殖は停滞し、15℃以上では細胞数が急落することが多く培養が不安定になる。そして、種が枯渇した場合は拡大するのに時間がかかるため、緊急の対応が難しく、生産に支障をきたすことが考えられる。

そこで、フェオもナンクロと同様に遠心分離機によって高濃度に濃縮し、元種として活用することを考え、濃縮機の使用方法和濃縮方法の再検討を行なった。

また、濃縮したフェオの活力状態を判定するために、保存及び再生試験を行なった。

2 材料と方法

1) 濃縮方法

当场の遠心分離機は、1次濃縮機としてノズルセパレーター式のY-250型を、2次濃縮機としてデスラッジ式のADS30

01CS型を使用しており、その濃縮方法や仕様については表4に示したとおりである。デスラッジ式については昨年度の予備試験では20分濃縮で再生がみられなかったことから、本年度はノズルセパレーター式のみを使用して試験を行なった。

ノズルセパレーター式の濃縮方法は図3と4にも示したが、5500rpmという高回転から生ずる遠心力を利用して、原液内の固形物を分離、濃縮するものである。濃縮したものの濃度は、時間当りの原液量と図5に示した濃縮液量の比率で決定し、10倍以上の濃縮が可能である。しかし、ナンクロの場合は、その比重が軽いため全て分離されず、1部は分離後の原液に混入して廃棄されるため、実際は原液より2～3倍程度の濃度に濃縮するのが限界である。このことから、フェオについても1回の濃縮ではこの程度の濃縮率であることが予想されるため、濃縮を繰り返して密度を高める方法で行ない、それによる細胞への影響をみることにした。

濃縮手順は図6に示すように、キャンバス水槽の培養水を10m³/時で濃縮し、濃縮したものは全て別に用意した容器に順次移送し、これを1回次とした。次に1回次で濃縮したフェオを水中ポンプで10m³/時で送水して再度濃縮し、これを2回次として以下4回次まで濃縮を行なった。

濃縮したものは各回次毎に水温、pH、DOの測定をし、収獲量を計量した後、15ℓを再生試験用に冷蔵庫（2～3℃）で保存した。

2) 再生試験

培養水槽は100ℓパンライトを使用し、温室内に設置して自

然水温で行なった。種の接種は5万セル／mℓとしたが、培養初期の増殖が不安定であったことから3回目の試験より10万セル／mℓに設定を変更した。肥料は大型水槽での培養方法に準じ、セット時に100ℓ分の添加し、追肥は5日毎に同量を行なった（表5）。

試験期間は15日間としたが、細胞数が50万セル／mℓ以上になった場合はそこで試験を終了した。また、増殖がみられなかったり枯渇した場合は再生しないとみなしたが、確認のため再度再生試験を行なって判断することにした。

3 結果

1) 濃縮試験

試験は平成3年12月18日に行ない、その結果を表6と図7に示した。

1回次は、原液の細胞数99万セル／ml、保有量61.4 m³のものを濃縮したところ、細胞数380万セル／ml（濃縮倍率3.84倍）保有量45.6 m³が収穫された。また、流失は7.5 m³、遠心分離機の遠心力による細胞破壊は8.3 m³であった。

2回次は、原液の細胞数380万セル／ml、保有量45.6 m³のものを濃縮したところ、細胞数1330万セル／ml（濃縮倍率3.50倍）、保有量31.9 m³が収穫された。また、流失は1.1 m³、細胞破壊は12.6 m³であった。

3回次は、原液の細胞数1330万セル／ml、保有量31.9 m³のものを濃縮したところ、細胞数5800万セル／ml（濃縮倍率4.37倍）、保有量27.8 m³が収穫された。また、流失は

0.4 m³、細胞破壊は3.7 m³であった。

4回次は、原液の細胞数5800万セル／ml、保有量31.9 m³のものを濃縮したところ、細胞数7000万セル／ml（濃縮倍率1.21倍）、保有量12.6 m³が収穫された。また、流失は0.2 m³、細胞破壊は15.0 m³であった。

濃縮時の水質測定の結果は表7と図8に示したように、水温は1回次毎に約1～2℃昇温し、5.4℃から10.9℃に達した。pHは初め9.18であったものが3～4回次には7.78、6.85と急落した。DOは100.4%であったものが徐々に低下し、4回次には85.2%に達した。

2) 再生試験

試験は保存後1、35、51、63、83、130日目の6回行ない、その結果を表8と図9に示した。

保存後1日目はすべての試験区は遅滞なく増殖を示し、培養7日目に50万セル／mℓを越えすべて再生した。

保存後32日目は培養初期に増殖の停滞が認められ、2～4回次区は10～12日目に50万セル／mℓを越えたが、1回次区は11日目まで停滞がみられ、15日目で26万セル／mℓに留まった。

保存後51日目は、培養3日目まで増殖の停滞がみられたが、その後は順調に増殖して培養7日目には50万セル／mℓを越え再生がみられた。

保存63日目はすべての試験区で増殖に停滞や細胞数の減少が認められ、培養13日目で10万セル／mℓ前後と増殖は不良であった。

保存後 83 日目も培養 6 日目まで増殖が停滞したが、その後急速に増殖し培養 8 日目に、保存後 130 日目では、すべての区で遅滞なく増殖し、培養 5 日目に 50 万セル／mℓを越え、再生がみられた。

4 考察

濃縮試験では、濃縮前に 99 万セル／mℓであったものが 4 回目には 7000 万セル／mℓにまで濃縮され、通算 70.7 倍の濃縮倍率であった。収穫量は当初 61.4 m³であったものが濃縮毎に 3～4 割程度の損失がみられ、通算 12.6 m³、収穫率 20.5%となった。この時の損失は、流出が 9.2 m³、細胞破壊が 39.6 m³と全体の 64.5%にあたる。この原因は、本体の回転による遠心加速度の圧力や排出時の衝撃などによるものと推察される。

また、4 回目の濃縮倍率が 1.21 倍と低かった原因は、検鏡時に使用した希釈液によって原形質が溶出することが試験の後に分かり、これを 4 回目のみに使用したことから、正常な細胞を破損したと誤認した可能性が大きいと思われる。

再生試験では、6 例の試験のうち 1 例で増殖不良が認められたが、再生のみられた試験と比較しても培養条件に大きな違いはなく、その後の 2 回の試験では再生がみられたことから原因を特定することは出来なかった。しかしこの 1 例以外はすべてで再生し、1 回次区は 83 日目まで、2～4 回次区は 130 日目まで再生がみられたことから、元種として十分利用できると思われる。

5 今後の課題

今回の濃縮方法で再生がみられたことから、来年度はこの方法で

の再現性の試験を行ない、また、濃縮したフェオについては元種としてだけでなく、甲殻類の餌料や栄養強化剤等としての利用方法も検討したい。

表 1 元種の培養方法

種 名	来 歴	培 養 方 法					
		場 所	容 器	方 法	肥 料	水 温	照 明 ³⁾
<i>Peodachtylum tricornutum</i> Bohlin	1986年 宮古事業場	インキュベータ	1ℓフラスコ	静置 ¹⁾	珪藻用栄養塩 ²⁾	10℃	植物繁茂用蛍光灯6灯(40W)

- 1) 容器の1/3程度培養水を入れ、無通気で培養する。
2) 滅菌海水1ℓに対し、A液2mlとB液1mlを添加する。
A液: 蒸留水 100ml、硝酸カリウム15g、リン酸2ナトリウム 1.5g、クレワット32 1.5g、L-シスチン50mg、ビタミンB₁₂1μg
B液: 蒸留水 100ml、ケイ酸ナトリウム 1.5g
3) 12時間/日の照明を行なう。(4000lux)

表 2 大型水槽での培養方法

生産区分	水 槽			施 肥	培 養 方 法	備 考
	型	大きさ	個数			
1	円形パンライト	100ℓ	2	硝酸カリウム 200g、リン酸2ナトリウム20g、ケイ酸ナトリウム10g、クレワット3210gを基準量とし、セット時に0.1m ³ 分を施肥し、追肥は3~5日毎に0.1m ³ 分を行なった。	温室内で培養し、通気はエアーレーション1個で行なった。海水の殺菌は行なわなかった。	拡大培養
2	円形パンライト	500ℓ	1	硝酸カリウム 200g、リン酸2ナトリウム20g、ケイ酸ナトリウム10g、クレワット3210gを基準量とし、セット時に0.5m ³ 分を施肥し、追肥は3~5日毎に0.5m ³ 分を行なった。	同 上	拡大培養
3	円形パンライト	1000ℓ	7	硝酸カリウム 200g、リン酸2ナトリウム20g、ケイ酸ナトリウム10g、クレワット3210gを基準量とし、セット時に1m ³ 分を施肥し、追肥は3~5日毎に1m ³ 分を行なった。	同 上	拡大培養
4	円形キャンバス	55m ²	2	硝酸カリウム 200g、リン酸2ナトリウム20g、ケイ酸ナトリウム10g、クレワット3210gを基準量とし、セット時に20m ³ 分を施肥し、追肥は3~5日毎に10m ³ 分を行なった。	屋外で培養し、塩ビ製のエアブロックで通気した。低水温時には水中灯(1kw)を1~4個点灯し水温の維持を図った。透明テントは使用しなかった。海水の殺菌は行なわなかった。	供給培養

表 3 平成3年度の生産結果

月	培 養 日 数	平均水温 (最小~最大)	収 獲 回 数	スタート密度 ¹⁾ (万セル/ml)	総生産量 ²⁾ (m ³)	日生産量 ³⁾ (m ³ /日)	単位生産量 ⁴⁾ (m ³ /日/m ²)	日増殖率 ⁵⁾ (%/日)	収穫密度 (万セル/ml)	備 考
12	20	6.6 (3.6~10.6)	6	10.6	151.5	7.58	0.142	37.1	72.7	
1	31	4.1 (0.7~8.0)	17	34.5	316.7	10.22	0.175	20.1	59.6	
2	28	4.5 (0.0~8.1)	35	61.3	415.9	14.86	0.264	23.9	80.3	
3	31	8.4 (1.8~16.3)	36	71.7	664.0	21.42	0.401	37.0	101.0	
4	17	11.9 (8.4~16.8)	17	88.1	339.5	23.50	0.458	28.1	105.8	
合計	127	6.4 (0.0~16.8)	111	63.2	1947.6	15.33	0.279	28.9	87.3	

- 1) セット時と収穫後の再スタート時のセル数の平均
2) 50万セル/ml換算、廃棄量含む
3) 日生産量=総生産量÷培養日数
4) 単位生産量=総生産量÷培養水量
5) 毎日の増殖率の平均

表 4 濃縮機の性能比較

項目	Y-250型	ADS3001CS型
回転数	5500rpm	7500rpm
処理能力	0~10m ³ /時間	0~3m ³ /時間
濃縮率	理論値最大10倍 ¹⁾ ナシクロでの実測値2~3倍	最大100倍程度(ナシクロでの実測値) 時間設定により変更可能
濃縮方法	回転による遠心分離 濃縮したものは直に排出	回転による遠心分離 濃縮したものは回転筒内に貯留し、 1定時間後に海水と共に排出
発熱の有無	殆どなし	機械内部で40~50℃以上(気温15℃)

1) イーストを濃縮した場合の値、ナシクロは細胞が軽いため分離後の母液に混入し排水されるため、濃縮率が落ちる。

表 5 再生試験の概要

試験設定	1区	2区	3区	4区	対照区
水槽	100ℓパンライト	100ℓパンライト	100ℓパンライト	100ℓパンライト	100ℓパンライト
水温	自然水温	自然水温	自然水温	自然水温	自然水温
施肥	大型水槽の培養に準じる	大型水槽の培養に準じる	大型水槽の培養に準じる	大型水槽の培養に準じる	大型水槽の培養に準じる
スタート密度 (万ℓ/ml)	5万ℓ/ml	5万ℓ/ml	5万ℓ/ml	5万ℓ/ml	5万ℓ/ml
通気	エアレーション1個で通気	エアレーション1個で通気	エアレーション1個で通気	エアレーション1個で通気	エアレーション1個で通気

表 6 濃縮試験の結果

回次	原 液			収 獲						
	保有量 ¹⁾ (m ³)	細胞数 (万ℓ/ml)	水量 (m ³)	保有量 ¹⁾ (m ³)	細胞数 (万ℓ/ml)	水量 (m ³)	細胞破壊 ²⁾ (m ³)	流失 ³⁾ (m ³)	収獲率 ⁴⁾ (%)	濃縮倍率 ⁵⁾ (倍)
1	61.4	99	31.00	45.6	380	6.00	8.3	7.5	74.2	3.84
2	45.6	380	6.00	31.9	1330	1.20	12.6	1.1	70.0	3.50
3	31.9	1330	1.20	27.8	5800	0.24	3.7	0.4	87.1	4.37
4	27.8	5800	0.24	12.6	7000	0.09	15.0	0.2	45.3	1.21
通算	61.4	99	31.00	12.6	7000	0.09	39.6	9.2	20.5	70.7

1) 50万ℓ/ml換算

2) ロスとは遠心分離機の回転による圧力等で破壊されたものをさす。

3) 流失とは分離後の母液に混入して廃水されたものをさす。

4) 収獲率(%) = 収獲保有量 ÷ 原液保有量 × 100

5) 濃縮倍率(倍) = 原液細胞数 ÷ 収獲細胞数

表 7 各回次毎の濃縮時の水質測定の結果

回次	水温 (℃)	pH	DO (%)	細胞数 (万個/ml)
0	5.4	9.18	100.4	99
1	7.7	9.16	96.6	380
2	9.5	8.98	97.0	1330
3	10.1	7.78	94.0	5800
4	10.9	6.85	85.2	7000

表 8 保存期間が種に及ぼす影響に関する再生試験の結果

試験区		1区	2区	3区	4区	対照区
1 日 目	試験期間 (培養日数)	12月19～12月26日 (8日間)	12月19～12月26日 (8日間)	12月19～12月26日 (8日間)	12月19～12月26日 (8日間)	12月19～12月26日 (8日間)
	スタート密度 (万個/ ml)	5 ¹⁾	6 ¹⁾	5 ¹⁾	6 ¹⁾	5 ¹⁾
	水温 (℃)	7.5 (5.7～9.6)	7.5(5.8 ～9.9)	7.6(5.8～9.7)	8.0(6.1～10.9)	8.2(6.2～11.0)
	終了密度 (万個/ ml)	6 ²⁾	6 ⁹⁾	6 ⁶⁾	6 ²⁾	6 ²⁾
	再生判定	○	○	○	○	○
35 日 目	試験期間 (培養日数)	1月23～ 2月 6日 (15日間)	1月23～ 2月 3日 (12日間)	1月23～ 2月 2日 (11日間)	1月23～ 2月 1日 (10日間)	1月23～ 1月31日 (9日間)
	スタート密度 (万個/ ml)	5 ¹⁾	5 ¹⁾	5 ¹⁾	5 ¹⁾	5 ¹⁾
	水温 (℃)	6.9(3.4～11.3)	6.2(3.0～10.2)	6.3(3.2～9.7)	6.6(3.9～10.6)	6.8(3.9～11.1)
	終了密度 (万個/ ml)	2 ⁶⁾	6 ⁷⁾	5 ³⁾	6 ¹⁾	7 ²⁾
	再生判定	×	○	○	○	○
51 日 目	試験期間 (培養日数)	2月 8～ 2月14日 (7日間)	2月 8～ 2月14日 (7日間)	2月 8～ 2月15日 (8日間)	2月 8～ 2月14日 (7日間)	2月 8～ 2月13日 (6日間)
	スタート密度 (万個/ ml)	1 ⁰⁾	1 ⁰⁾	9	1 ²⁾	1 ⁰⁾
	水温 (℃)	8.2(6.8～10.0)	7.7(6.3～9.4)	8.0(6.7～10.4)	7.8(6.6～10.0)	8.6(7.0～10.4)
	終了密度 (万個/ ml)	5 ⁶⁾	5 ⁰⁾	8 ⁹⁾	6 ¹⁾	7 ⁶⁾
	再生判定	○	○	○	○	○
63 日 目	試験期間 (培養日数)	2月20～ 3月 4日 (13日間)	2月20～ 3月 4日 (13日間)	2月20～ 3月 4日 (13日間)	2月20～ 3月 4日 (13日間)	2月20～ 2月28日 (9日間)
	スタート密度 (万個/ ml)	1 ¹⁾	1 ¹⁾	1 ²⁾	1 ¹⁾	1 ⁰⁾
	水温 (℃)	7.0(4.3～11.8)	7.5(5.0～12.3)	6.9(4.5～11.2)	6.8(4.4～11.1)	6.4(4.2～8.4)
	終了密度 (万個/ ml)	1 ⁰⁾	1 ¹⁾	1 ¹⁾	1 ⁰⁾	6 ²⁾
	再生判定	×	×	×	×	○
83 日 目	試験期間 (培養日数)	3月12～ 3月19日 (8日間)	3月12～ 3月19日 (8日間)	3月12～ 3月19日 (8日間)	3月12～ 3月19日 (8日間)	3月12～ 3月18日 (7日間)
	スタート密度 (万個/ ml)	1 ⁰⁾	1 ¹⁾	1 ²⁾	1 ¹⁾	1 ⁰⁾
	水温 (℃)	8.1(4.7～15.6)	7.9(5.2～14.9)	7.8(4.7～14.4)	7.7(4.5～14.4)	7.6(4.7～15.1)
	終了密度 (万個/ ml)	6 ⁸⁾	9 ⁷⁾	5 ³⁾	5 ²⁾	6 ⁴⁾
	再生判定	○	○	○	○	○
130 日 目	試験期間 (培養日数)		4月28～ 5月 2日 (5日間)	4月28～ 5月 2日 (5日間)	4月28～ 5月 2日 (5日間)	
	スタート密度 (万個/ ml)		1 ⁰⁾	1 ⁰⁾	1 ⁰⁾	
	水温 (℃)	2)	13.0(11.8～13.8)	13.1(11.8～14.0)	13.1(11.8～14.0)	3)
	終了密度 (万個/ ml)		7 ⁸⁾	9 ⁶⁾	5 ²⁾	
	再生判定		○	○	○	

1) 試験当初は5万個/mlに設定していたが、培養初期の増殖が不安定であったことから35日目より10万個/mlに引き上げた。

2) 追試を2回やったことと細胞数が減少したことにより、元種がなくなったのでやむ終えず試験を中止した。

3) 対照区は生産中のものを種としていたが、この時期は生産が終了していたため対照区を設けることができなかった。

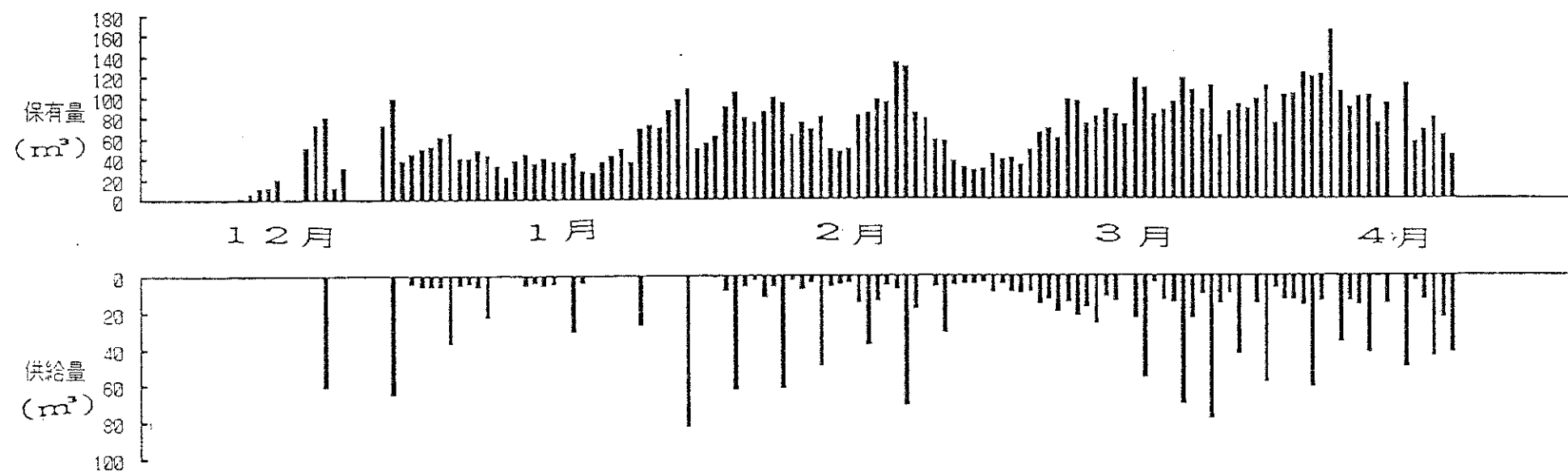


図 1 保有量と供給量の推移

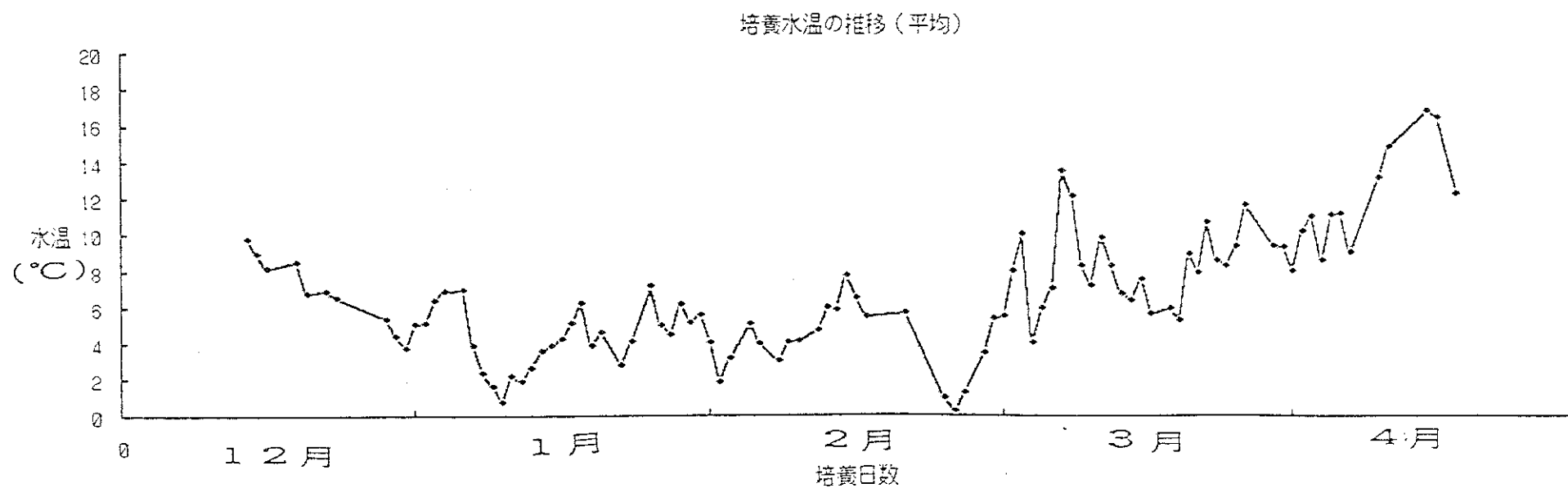
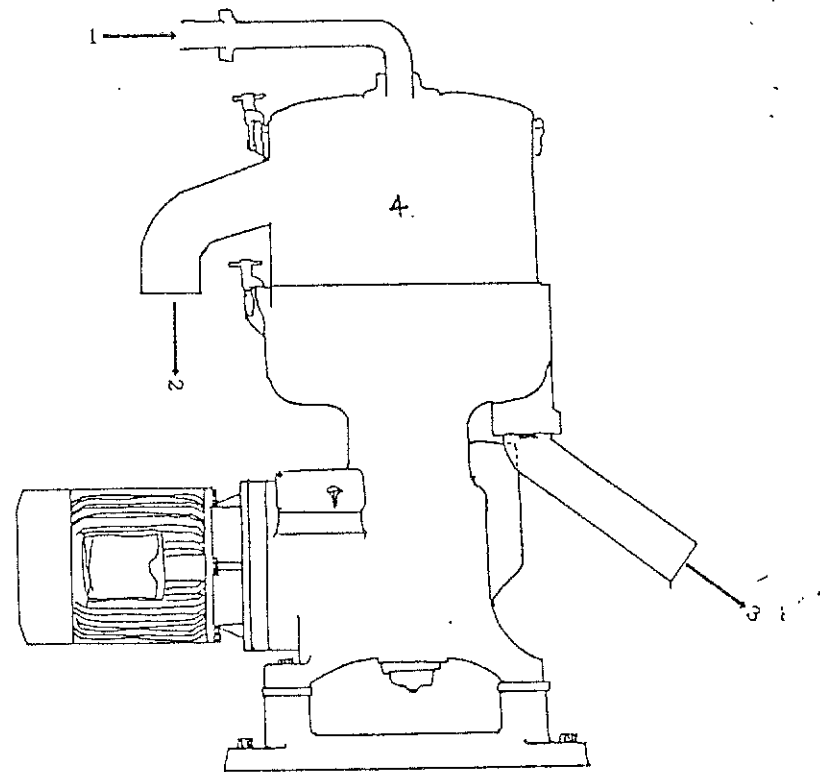


図 2 培養水温の推移



1 原液 2 分離後の母液 (排水) 3 濃縮物 4 分離機 (内部)

図 3 Y-250型模式図

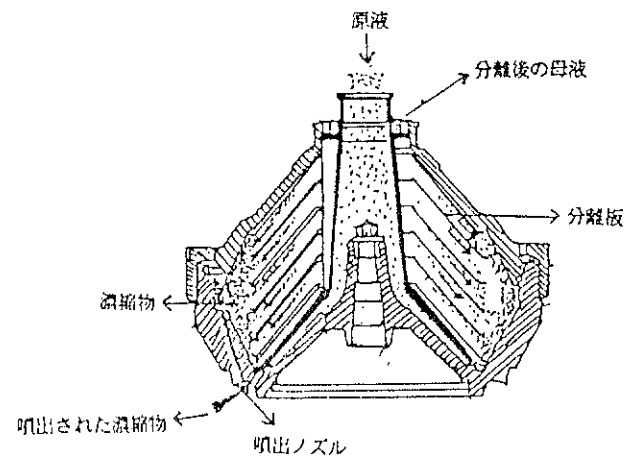


図 4 分離原理を表わした模式図

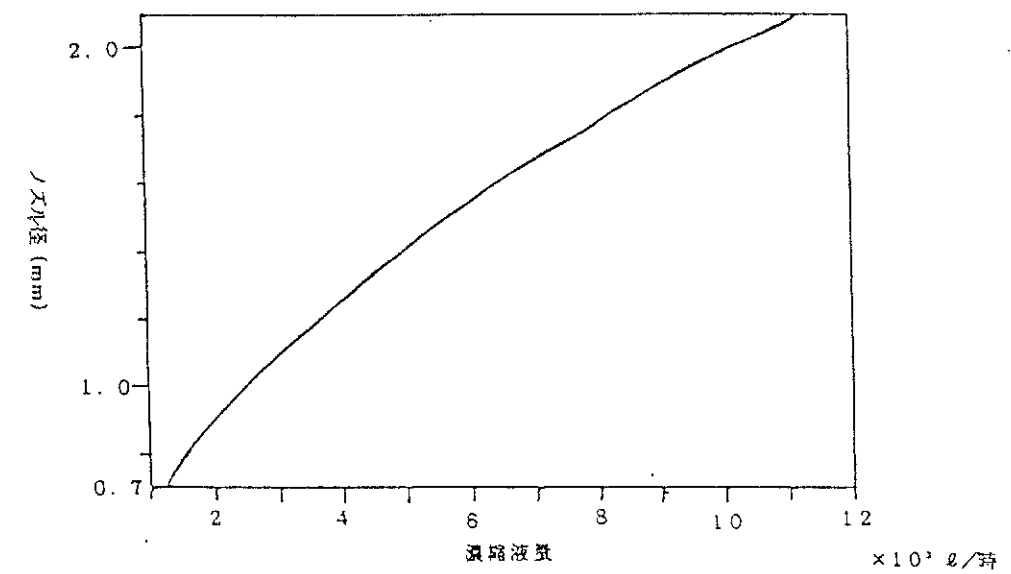


図 5 濃縮液量と噴出ノズルの関係

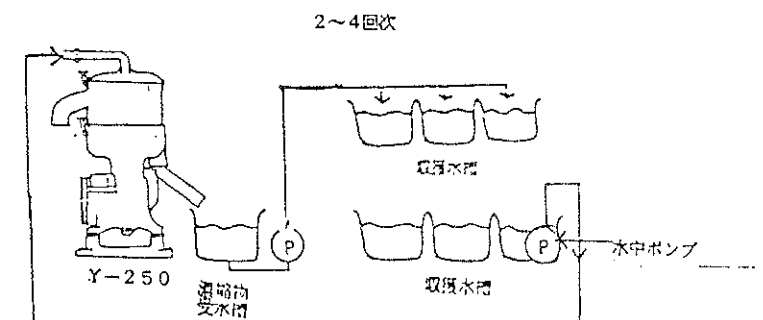
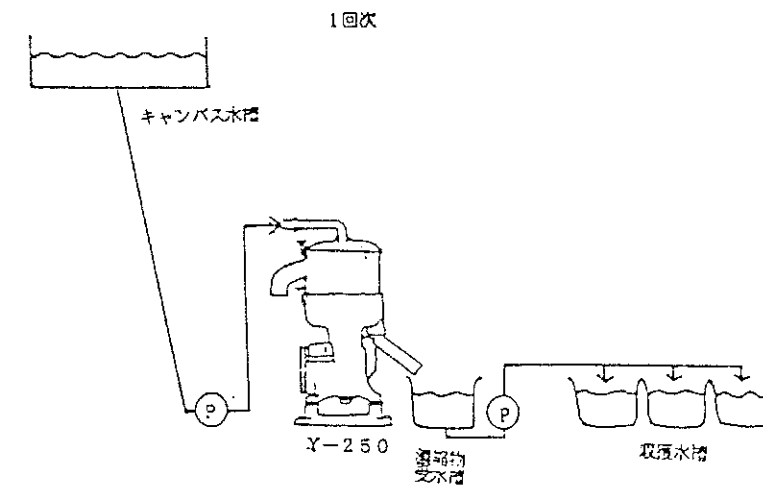
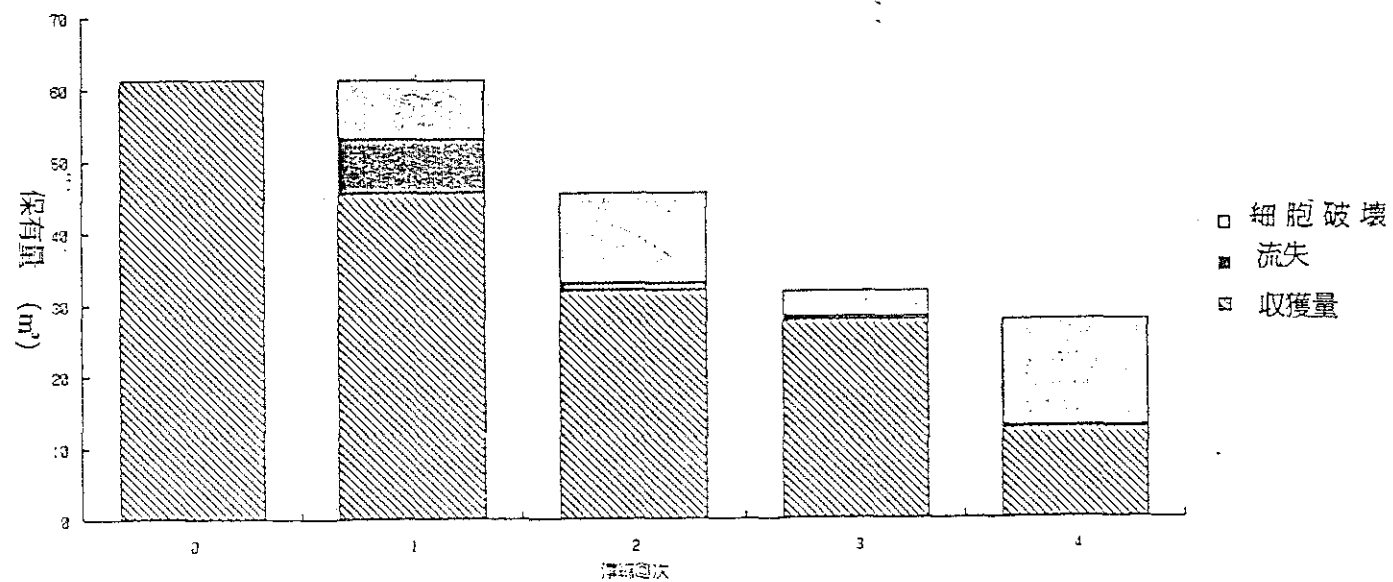


図 6 濃縮過程模式図



*濃縮回数0とは濃縮前の保有量を指す

図 7 濃縮時の収獲量とロスの経過結果

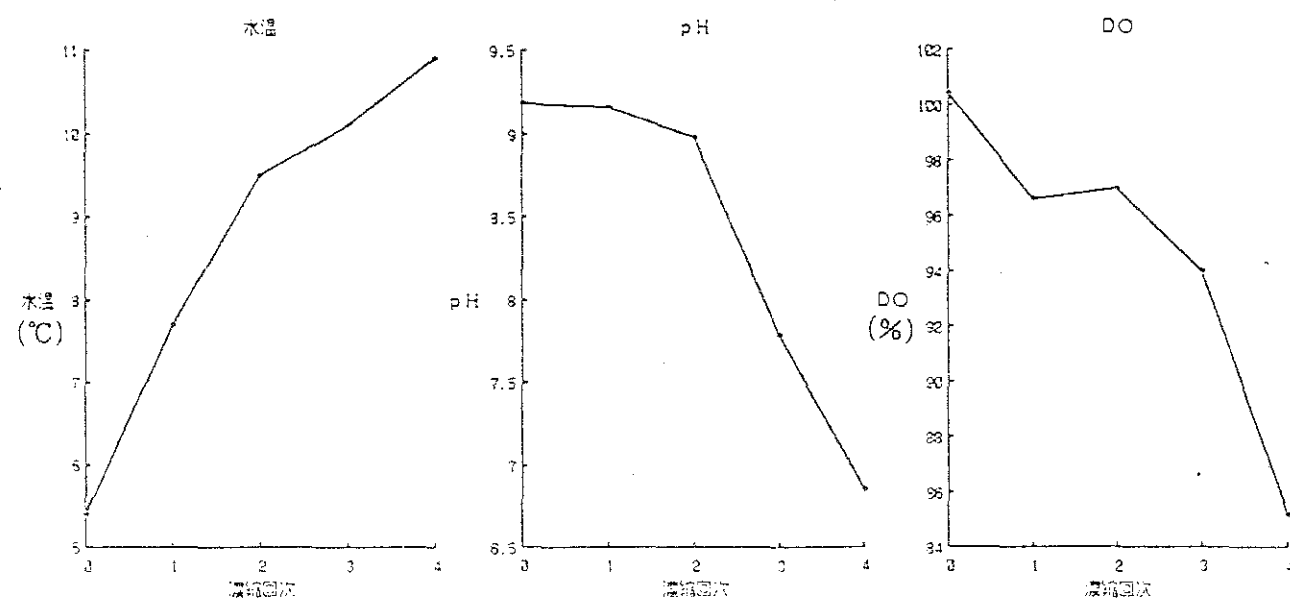


図 8 濃縮時の水質変化

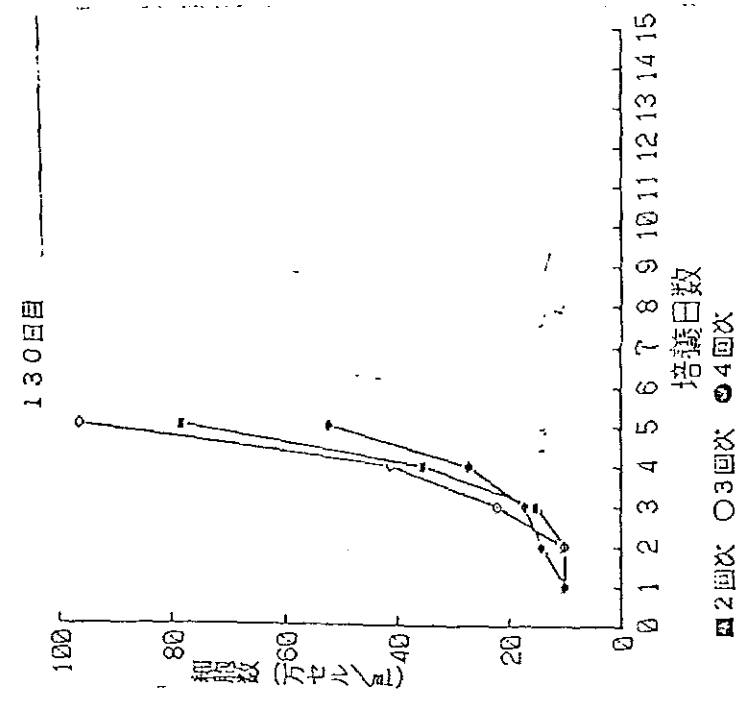
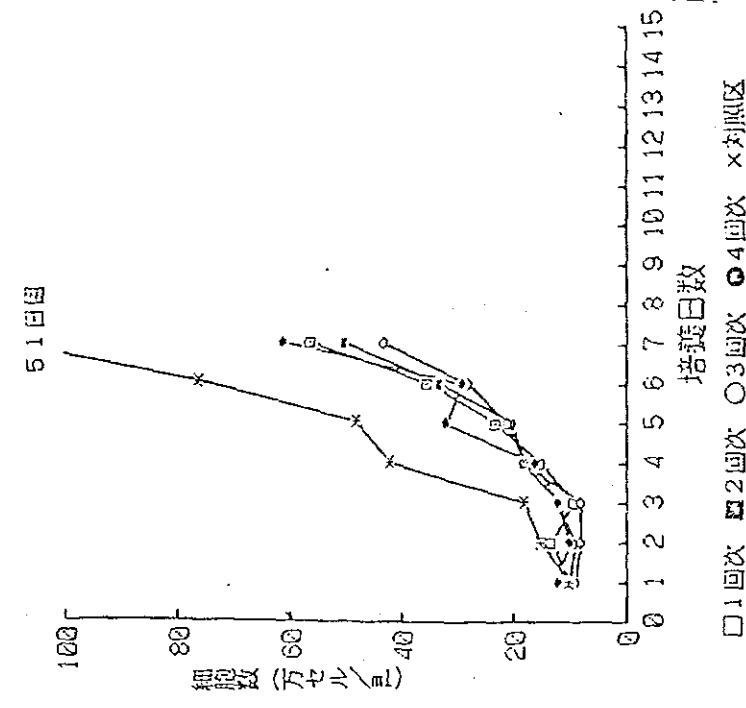
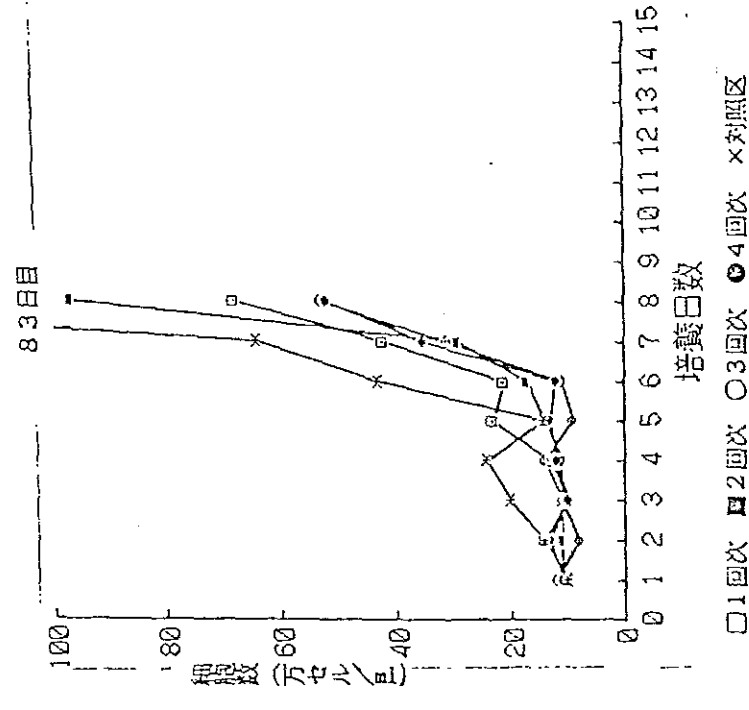
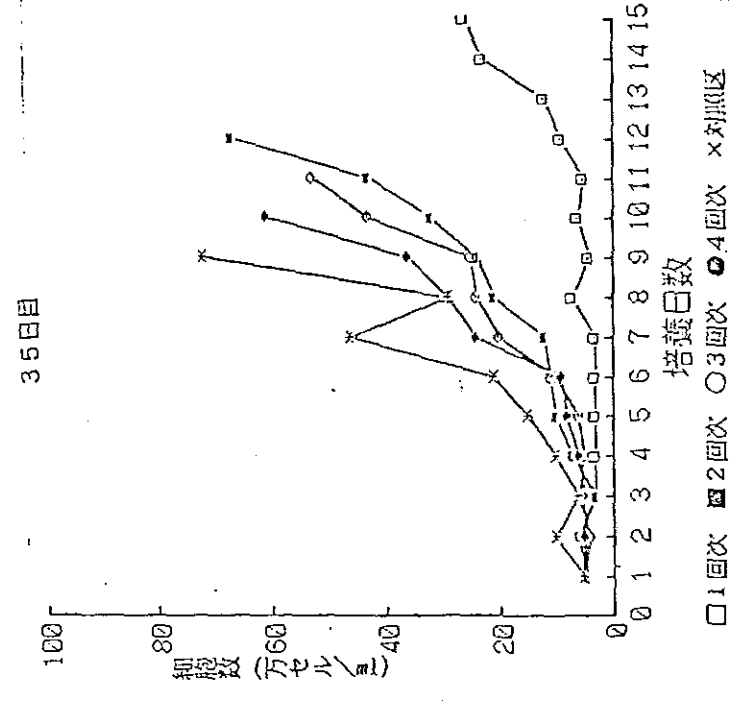
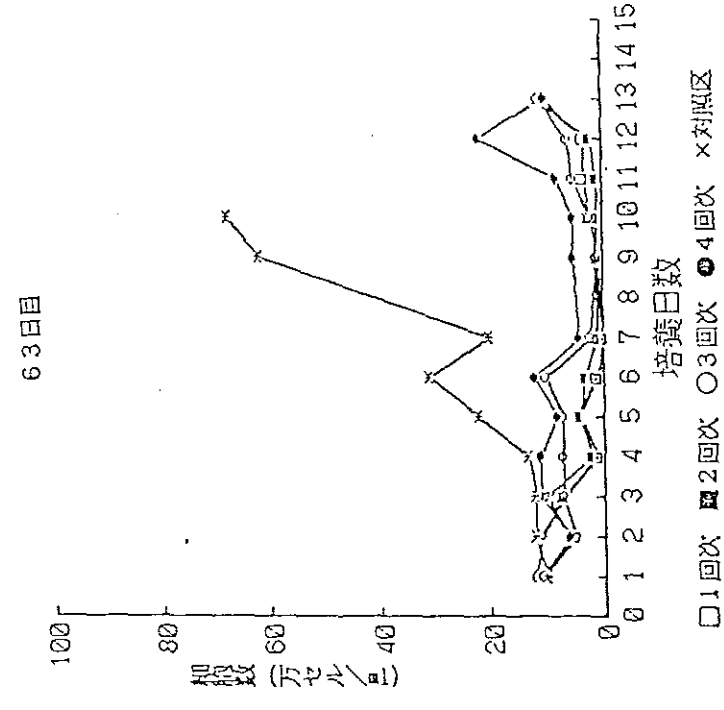
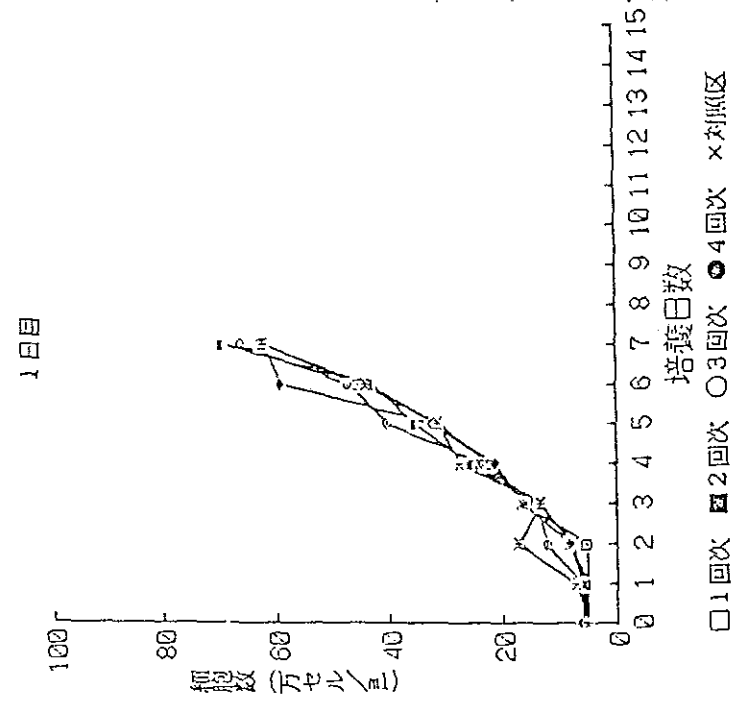


図 7 第7世代の増殖結果

フ ム シ

◎ 與世田 兼三

小林 真人

フムシの培養は、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。

本年度も昨年に引き続き、カビ病対策、単位生産量及び日平均生産量の向上を目標とし、さらに省力化を目指した培養を行うこととした。

1. 培養方法

1) 元種培養

培養に使用した元種は、 17°C に調整したインキュベータで保存し、随時ウォーターバス方式で水温を 17°C に保った 0.5 m^3 水槽に拡大した。パンライト水槽では、 200 個体/ m^3 を目安に培養を行い、 $6\sim 12$ 面の水槽を維持した。餌料は生のナンクロブシス（以下ナンクロとする）を培養開始時に $500\sim 1000$ 万セル/ m^3 になるようにセットし、その後はイーストをフムシ1億当たり $60\sim 80\text{ g}$ と冷凍ナンクロ $100\sim 400$ 個分（ 2000 万セル/ m^3 換算）をそれぞれ1日2回に分けて投与した。培養水槽内のフロック等は大型水槽に拡大する前のみエアフィルターを詰めたバケツを水槽に1個垂下し、エアーリフトで培養水をろ過し除去した。パンライト水槽の通気はエアストーンを使用して行ない、インキュベータのものは無通気で培養した。フムシ及び携帯卵にカビが観察された場合はメチレンブルー $0.5\sim 1\text{ ppm}$ による薬浴を行った。

2) 本培養

培養には、 25 m^3 コンクリート角型水槽4面を使用した。その他に、海水を加温するための同形の水槽を1面、さらにナンクロを加温するための同形の水槽1面を使用した。海水とナンクロはそれぞれ 17°C に加温後、水中ポンプを使用し培養水に添加した。通気はエアーブロックを使用した。昨年までフロック等を除去するために使用していたエアフィルターは省力化を図るため、一切使用せずに培養を行った。培養水の加温は、 16°C を目安に施した。餌料は培養開始時に生ナンクロを $500\sim 1000$ 万セル/ m^3 になるようセットし、その後はイーストをフムシ1億当たり $60\sim 80\text{ g}$ と冷凍ナンクロを $1\sim 2\text{ m}^3$ 分/ 10 億を与えた。イースト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。収穫は全て間引方式で行った。今年度からは培養水槽から収穫機（栽培漁業機器K.K.）までの配管を施し省力化を図った。

2. 結果及び考察

表1に本年度の生産結果、表2に各水槽毎の生産結果、また、図1に保有量と収穫量の変遷を示した。本年度は1月13日から4月28日の106日間に13例の培養を行い、 1803 億個体（昨年 1979 億個体）のフムシを生産した。日平均生産量は、 5.3 億個体/日（昨年 2.7 億個体/日）、単位生産量は 0.27 億個体/日/ m^3 （昨年 0.14 億個体/日/ m^3 ）となった。

表3に培養に使用した餌料の内訳、表4にフムシの使用内訳を示した。本年度のイーストの総使用量は 759.0 kg 、生ナンクロと冷凍ナンクロの総使用量はそれぞれ 265.0 m^3 、 959.4 m^3 であった。また、使用したナンクロの総使用量に対する冷凍ナンクロの割合は 78.4% となった。本年度は、培養水槽か

ら収穫機までの配管を施したことにより作業の能率が向上した。
また、培養水中にエアフィルターを詰めたバケツを垂下せずに培養を行ったため、フィルターを洗浄する手間が省けかなりの省力化が図れた。

本年度の培養は、種培養を行う初期の段階でワムシの携帯卵やワムシ本体にカビの付着が見られ増殖の停滞がみられた。しかし、メチレンブルー 1 p p m の薬浴により効果が認められ、その後は、本培養においてもカビの発生はなく、比較的順調に培養が行われた。その原因としては、以下の3点が考えられる。

- ① 種培養の水温を昨年度より 1℃ 上昇（17℃ に設定）させワムシの活力を高めるようにしたこと。
- ② 種培養における冷凍ナシクロの投餌量を増やし、飢餓の状態にならないように努めたこと。
- ③ 本培養におけるナシクロと海水は、環境変化を最小限に抑えるため培養水温と同水温になるよう加温を行って添加したこと。

この3点に留意し、本培養を行ったところ、種培養の水温よりも 1℃ 低下させても本培養は順調に経過し、カビの発生による培養不調は起こらなかった。このため、カビの発生はワムシの活力と環境変化が大きく左右しているものと考えられ、25㎡水槽にスケールアップするまでの培養が最も重要であると思われた。

本年度は水槽毎の培養結果で示した通り水槽の違いによって生産量に大きな差が生じた。これは、水槽によってエアブロックの通気量に違いがあるため、通気量にムラがある水槽では底面部や側面部のフロック等が培養水中に巻き上がり、水質を悪化させたためである。培養水中にフロック等を除去するためのフィルターを使用せずに培養を行うには、通気方法が一番のポイントと思

われ、通気量にムラのある水槽は、エアブロックを改良してゆく必要がある。

マダラ、マガレイの種苗生産では、ワムシの質的改善を掲げたため、活力のあるワムシを生産できるよう心掛けた。そのため、上述したような培養方法を行った結果、本年度のワムシは、飼育水槽内に添加しても底へ沈むことはなく、飼育水槽内での増殖がみられる程活力は良好であった。その結果、マダラ、マガレイの種苗生産はこれまでになく高い生残率や色素異常の正常率が向上しており、改めてワムシ培養の重要性を再認識した。

表1 ワムシ生産の結果概要

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)
コンクリート角型 25 ㎡×4 面	間引き	1.13-4.28 (106)	16.6	1803.1	5.29	0.265	166 (92-191)	26

表2 水槽毎の生産結果概要

水槽	期間	日数	水温 (℃)	pH	平均密度 (個体/㎡)	平均卵率 (%)	総水量 (㎡)	総収穫量 (億個体)	平均増殖率 (%)	イースト 使用量(kg)	冷凍ナクロ 使用量(㎡)	生ナクロ 使用量(㎡)
25-1 3例	1.13-1.26	14	17.1(15.3-18.5)	7.50(7.13-8.07)	151(36-244)	54.5(24.5-100.0)	275	89.2	34.9(-15.8-154.8)	23.3	25.4	18.0
	1.30-3.08	38	16.4(15.9-17.6)	7.55(7.11-7.96)	175(14-284)	48.3(26.4-82.2)	768	255.8	23.8(-20.7-100.0)	87.0	111.5	25.0
	3.10-4.23	45	16.4(15.7-17.5)	7.42(7.11-8.00)	171(8-258)	42.2(12.5-68.5)	936	228.2	15.5(-60.0-87.5)	110.0	147.0	31.0
小計		97	16.6	7.49	166	48.3	1979	573.2	24.7	220.3	283.9	74
25-2 3例	1.15-2.16	33	17.1(15.8-20.6)	7.51(7.13-8.05)	179(18-256)	50.9(19.1-146.7)	691	243.1	31.8(-17.0-230.9)	120.2	98.0	33.0
	2.17-3.27	39	16.3(15.9-17.0)	7.48(7.15-8.08)	165(20-268)	45.3(17.9-92.8)	806	191.3	17.4(-13.3-95.5)	88.0	125.0	20.0
	4.10-4.28	19	17.2(16.7-17.8)	7.27(7.21-7.41)	212(170-250)	42.3(24.1-66.3)	446	159.9	15.2(-7.5-32.6)	55.0	66.0	27.0
小計		91	16.9	7.42	185	46.2	1943	594.3	21.5	263.2	289.0	80.0
25-4 2例	1.17-2.18	33	16.9(15.4-18.6)	7.56(7.09-7.87)	185(28-246)	42.6(17.3-103.9)	692	195.6	20.6(-13.2-97.0)	77.0	100.5	21.0
	2.22-4.03	41	16.4(15.8-17.5)	7.40(7.17-8.14)	164(20-248)	45.8(18.7-105.6)	839	200.1	19.6(-16.7-60.3)	91.5	129.0	29.0
小計		74	16.7	7.48	175	44.2	1531	395.7	20.1	168.5	229.5	50.0
25-5 5例	1.18-2.09	23	16.7(14.0-18.5)	7.46(7.04-7.63)	169(34-234)	41.7(14.4-79.7)	487	112.8	24.4(-29.5-94.1)	43.5	63.0	15.0
	2.10-2.28	19	16.8(16.4-17.5)	7.67(7.30-7.96)	144(44-210)	46.8(19.0-122.0)	350	92.8	21.5(-18.5-82.9)	29.5	46.0	16.0
	3.04-3.17	14	16.4(16.0-17.2)	7.58(7.26-7.81)	99(34-142)	35.3(16.3-64.2)	216	22.3	26.8(-6.7-107.5)	14.0	18.0	12.0
	3.18-3.25	8	16.1(15.8-16.8)	7.71(7.47-8.13)	42(10-90)	46.8(25.0-83.3)	80	5.6	40.7(-39.4-200.0)	2.5	3.0	4.0
	3.27-4.10	15	16.3(15.8-17.2)	7.52(7.22-7.85)	120(16-212)	43.6(23.0-59.7)	229	6.4	19.4(-51.5-90.9)	17.5	27.0	14.0
小計		79	16.5	7.59	115	42.8	1362	239.9	26.6	107.0	157.0	61.0
13例	総計 平均	341 26	16.6	7.51	152	45.1	6815 524	1803.1 138.7	23.0	759.0 58.4	959.4 73.8	265.0 20.4

表3 イースト及びナンクロロプシスの使用量

区分	イースト (kg)	生ナクロ (㎡)	冷凍ナクロ (㎡)	合計ナクロ (㎡)	冷凍ナクロ 使用比率(%)
25-1	220.3	74.0	283.9	357.9	79.3
2	263.2	80.0	289.0	369.0	78.3
4	168.5	50.0	229.5	279.5	82.1
5	107.0	61.0	157.0	218.0	72.0
総計 平均	759.0 189.8	265.0 66.3	959.4 239.8	1224.4 306.1	77.9

表4 ワムシの使用内訳

対象種	供給量 (億個体)	使用比率 (%)
ハタハタ	15.4	0.8
マガレイ	126.0	7.0
マダラ	379.0	21.0
その他	248.1	13.8
廃棄	1034.6	57.4
総計	1803.1	

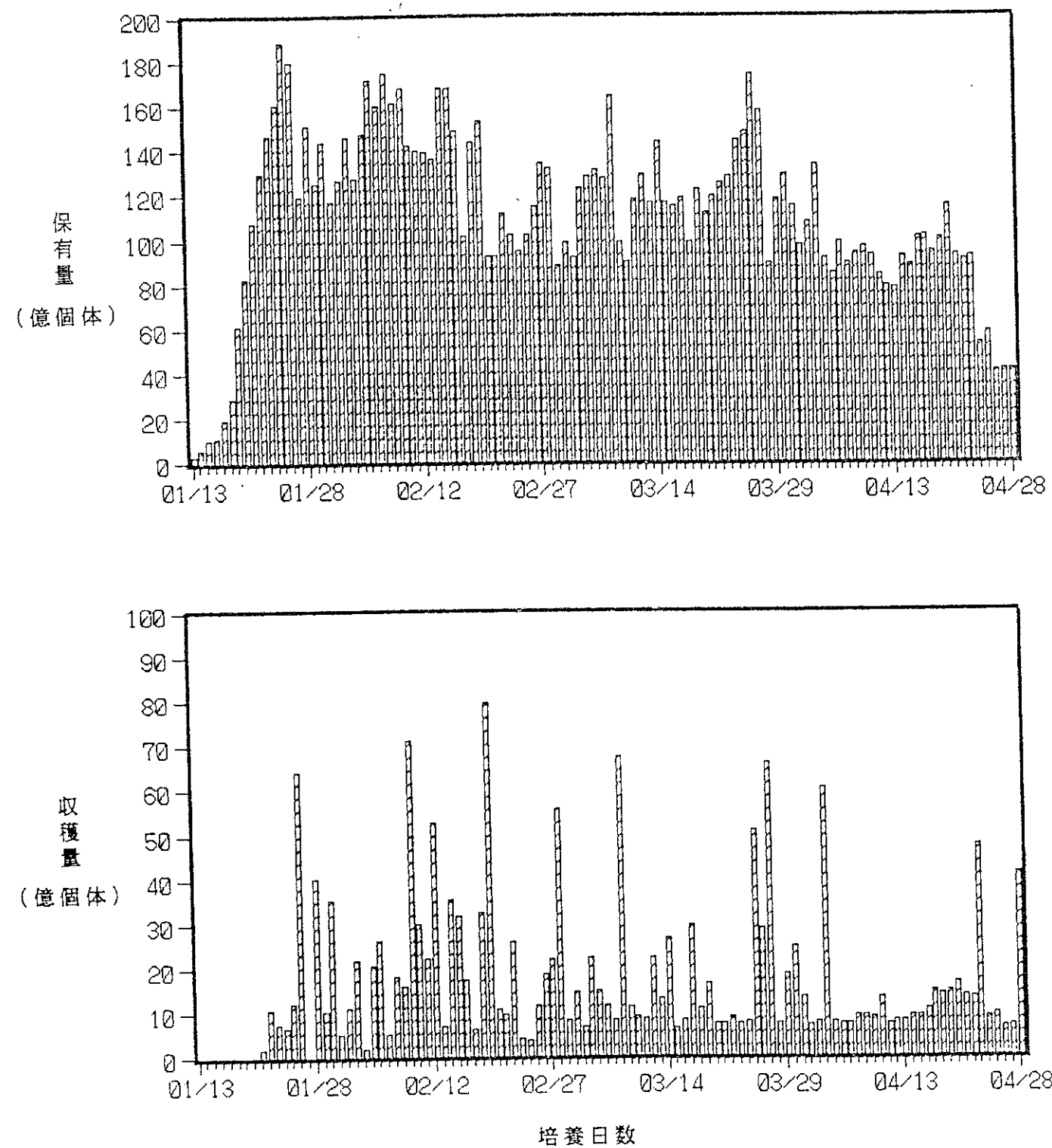


図1 ワムシの保有量と収穫量の変遷

アルテミアノープリウス

小林 真人

1 目的

アルテミアノープリウスは種苗の初期餌料として、また養成アルテミアの培養を目的に生産した。

2 方法

今年度使用した卵は、新東亜交易社の”バイオマリン”とミヤコ化学社の”ミヤコ化学91”を使用した。（ふ化槽への収容量は1000g/0.5m³を上限とした。）

ふ化方法は、ウォーターバス式で0.5m³パンライト水槽を最大6面使用し、水温を28～29℃に加温してエアープロックで強く通気した。

ふ化時間は初期餌料用では24時間、養成アルテミア用では48時間としたが、24時間の場合はふ化途中のものが多く見られ分離状態も悪かったため、30時間に変更して行なった。

3 結果と考察

今年度使用した卵数は表1に示すとおりであり、年々生産尾数が増加するのに伴って、アルテミアノープリウスの使用量も増加し、ふ化水槽や二次処理槽等が不足状態になってきたため、来年度以降は水槽の増設が必要となってきた。

また、今年度は卵分離の状態が悪かったが、ふ化時間を長くすることによって改善された。

表 1 ふ化に供したアルテミアノープリウス耐久卵の使用状況

	ミヤコ化学 91 (缶) ¹⁾	バイオマリ ン (缶) ²⁾	合 計 (缶)
アルテミアノープリウス	124	202	326
養成アルテミア	24	102	126
合 計	148	304	452

1) 500g/缶

2) 510g/缶

養成アルテミア

小林 真人

1 目的

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に培養を行なった。

2 方法

アルテミアのふ化方法については先のアルテミアノーブリウスで述べたとおりである。

培養槽は20 m³水槽3面、50 m³水槽4面、80 m³水槽4面を使用し、収容密度は3～5個/mlを目安とした。

培養水温は23～25℃に設定し、通気はエアープロックを使用した水槽が3面、残りはエアーストースか水道ホースを使用してやや強めに行なった。

餌料はアルテミア飼料を使用し、35 g/m³を基準量としてミキサーで溶かして2～1回/日培養水槽に直接散布した。また、培養後半に生産規模を急激に拡大したため餌料が、不足したので80 m³水槽での培養をマリンメイトで補い、投餌量は30 g/m³を基準量として使用した。投餌量は培養水量を基準とし、成長に伴う増量はしなかった。

収穫は種苗サイズに合わせてBL 1.5～2.0 mmを目安に行ない、1 m³処理槽に収容した後、冷凍ナンノクロブシスを2～3 m³分(2000万セル/ml換算)を添加して3～12時間強化した。

3 結果と考察

今年度の生産結果の概要を表1に示した。

今年度の生産は58回の培養を行ない62.6億個体を供給し、生残率は56.2%であった。今年度は餌料にアルテミア飼料を使用したところマリンメイトでみられたような粘液状の物質の発生もなく、培養25例までは順調に培養でき生残率も70%以上と高く安定した生産ができた。しかし、これ以降の生産から生残率が低下し、全滅することもしばしばみられた。この頃から収穫サイズを1.5 mmから2.0 mmに変えたため、培養の長期化、餌料不足、溶存酸素の低下等の環境変化が起こったと思われた。そのため、投餌量や通気量を変えた培養を行なったが、生残率等の結果にばらつきが大きく一定の傾向がみられないため明確な原因については分からなかった。今後投餌量や溶存酸素の状態等基礎的なデータの集積や収容方法の見直し等を行ない生残率の上、安定化に努めたい。

現在の供給方法は供給個体数を基準にしているため、魚体重当りの投餌率で考えた場合、供給サイズによって投餌率にばらつきができ正確な供給を行っていないと思われたため、体長と体重の測定を行ないその関係式を作ったところ以下の関係式が得られた。

$$BW = 10.174 e^{BL \cdot 1.263} \quad (BL \ 1.5 \sim 1.8 \text{ mm})$$

(相関係数 = 0.916)

この関係を示した図1を見ると今年度の収穫サイズである1.5 mmと2.0 mmでは2倍近くも体重差があり、個体数を

供給の基準をした場合は投餌率にかなりの差があることが分かり、今後は体重を基準とした供給方法に変えていく必要があると思われた。ただ、今回の測定数は30個体と少なかったことから、誤差は大きいと考えられるので、更に多くのサンプルを測定することにより、より正確なものにしていく必要があると思う。

また、供給量を投餌数で表すことは、サイズが異なる場合、魚1尾あたりの供給量を重量に換算すると大きな誤差になると思われることから、供給量は投餌重量で考えていく必要があると思われる。

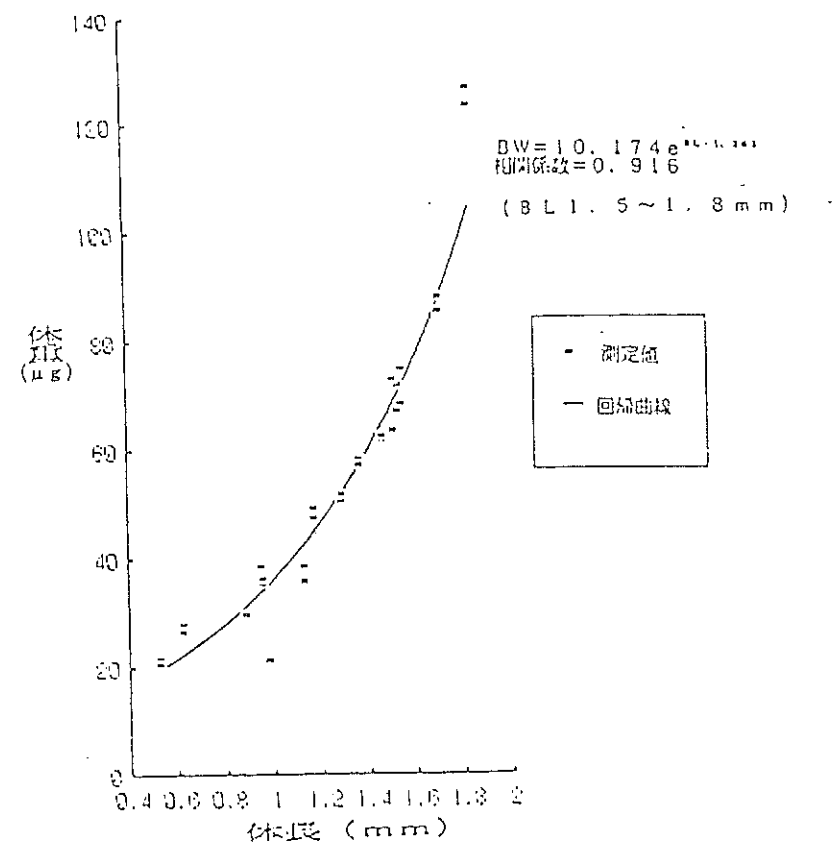


図 1 アルテミアの体長と体重の関係

表 1 養成アルテミアの生産結果の概要

生産区分	水槽			養成期間 (日数)	平均水温 (℃)	餌料の種類	養成回数	収容量の 累積値 (億個体)	収容密度 (個体/ml)	総収獲量 (億個体)	収獲密度 (個体/ml)	収獲サイズ (mm)	生残率 (%)	備 考
	型	大きさ	個数											
1	角 コンクリート	20m ³	3	H3.4.18~6.3 (46)	24.3	アルテミア配合 飼料 ¹⁾	15	19.8	4.2~12.8	9.0	0.0~6.2	1.30~2.37	45.4	
2	角 コンクリート	50m ³	4	H3.2.13~6.3 (110)	24.1	アルテミア配合 飼料 ¹⁾	34	63.4	1.7~5.6	42.1	0.0~4.3	1.15~2.96	66.4	
3	角 コンクリート	80m ³	4	H3.4.25~5.31 (36)	23.2	アルテミア配合 飼料 ¹⁾ マリンメイト ²⁾	9	28.1	4.2~6.5	11.5	0.0~6.8	1.53~4.07	40.9	
合計							58	111.3		62.6			56.2	

1) ニッテク薬品工業株式会社

2) 日本農産株式会社

淡水ミジンコ

有瀧 真人

ハタハタ、マダラの冷凍餌料として使用するため、平成3年5月16日から10月8日の間に培養を行なった。使用水槽は20m³3面、25m³5面80m³水槽4面である。培養は水質安定剤のモイナP4を250g/m³の割りあい添加し、50～100個体/ℓを目安に淡水ミジンコを収容した。餌料はイーストを250g/1000万個体の基準で1日2回に分けて与えた。収穫は1500個体/ℓを越えてから行なうように全量を1度に抜き取った。収穫したものは2000万セル/mlのナンクロロプシスでおおよそ3時間、2次強化し冷凍保存した。

下記の表に培養の概要を記したが、総収穫量は15.5億個体、単位生産量は5.8万個体/日・m³となった。昨年の生産は80m³水槽を主体として14例行ない、27.2億個体を収穫し、単位生産量は12.4体/日・m³であり、今年の結果はこれを下回るものとなった。今年度は昨年のように培養密度が2000個体/ℓを超えることはほとんどなかった。また、培養のピークに達してもその期間は短く、長期にわたって維持することができなかった。イーストの投餌基準、モイナP4の添加量等は変化ないことから培養の水作りの点で問題があったものとする。今後安定した培養ができるよう培養方法の確立につとめなければならない。

生産概要

生産区分	水 槽		培養方式	生産期間 (日数)	延べ水量 (日・m³)	平 均 水 温 (℃)	収 穫 回 数	スタート密度 (個体/ml)	総生産量 (億個体)	収穫密度 (個体/ml)	単位生産量 (万個体／日・m³)	備 考		
	型	大さ(m ³)個数												
1	角型	2 0	3	抜き取り	H3.6.27 ～ 8.22 (117)	23.4 0	23.3	8	0.070	1 . 8	1.431	7 . 7	水質安定剤モイナP ₄ を2 5 0 g／m の割合で添加	
2	角型	2 5	5	抜き取り	H3.5.16 ～ 8.04 (87)	2 1 7 5	21.7	23	0.135	3 . 1	1.715	1 4 . 3	同	上
3	八角型	8 0	4	抜き取り	H3.7.08 ～2 2 2 4 0 10.08 (278)	23.7	21	0.046	1 0 . 6	1.203	4 . 8	同	上	
合計			1 2		H3.5.16 ～2 6 7 5 5 10.08 (487)			52		1 5 . 5		5 . 8		

天然プランクトン

長倉 義智

Calanus sp. が多く、特に、3月にはアミ類も多く、個体数の割りにボリュームがあった。

1 採集方法

採集期間は、平成2年12月5日から平成3年9月30日までのうちの205日間であった。採集は海上筏の1あるいは2地点で行なった（1地点の時：12/5~7、2/16~4/14、6/4~9/30、2地点の時：12/8~2/15、4/15~5/31）。各地点ではそれぞれ60W電灯と100V、100Wポンプ（40ℓ/分）で採集した。採集したものについては、採集量とその組成について調べた。

2 採集結果

採集の結果を表1、図1に示した。また、その組成を図2に、その中でも、その他の占める割合の多い3~5月については、その他の中の組成を図3に示した。

1日1基当たり採集量は9月が最も多く504万個体であり、次に8月の371万個体であった。その他の月は、ほぼ同じくらいの100~200万個体であった（表1）。

それらの内訳では3、4月以外の月では、*Acartia* sp. , *Harapacticoida* , *Calanus* sp. , *Oithona* sp. , *nauplius* が主体であり、3、4月には図3のとおり、その他に *Podon* sp. , *Evadne* sp. , アミ類が含まれていた。

5月までに採集した天然プランクトンは全数マダラ及びハタハタの種苗生産に使用した。

なお、2、3、8及び9月は、大型のプランクトンである

表1 天然プランクトンの採集結果 (単位: 万個体)

年月	採集量	日数	1日1基当たり採集量
90.12	6170	23	164.3
91.1	5755	27	110.7
2	3726	21	109.6
3	5269	28	188.2
4	5609	26	151.6
5	9091	28	168.4
6	2777	20	138.9
7	2975	17	175.0
8	2224	6	370.7
9	4532	9	504.0
合計	48128	205	162.0

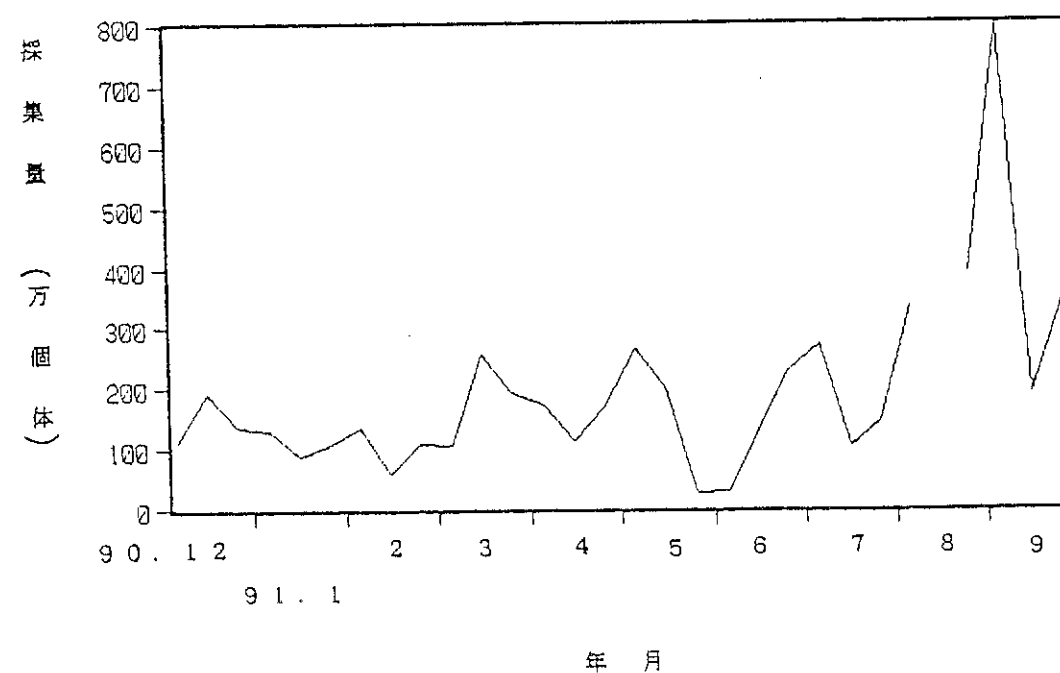
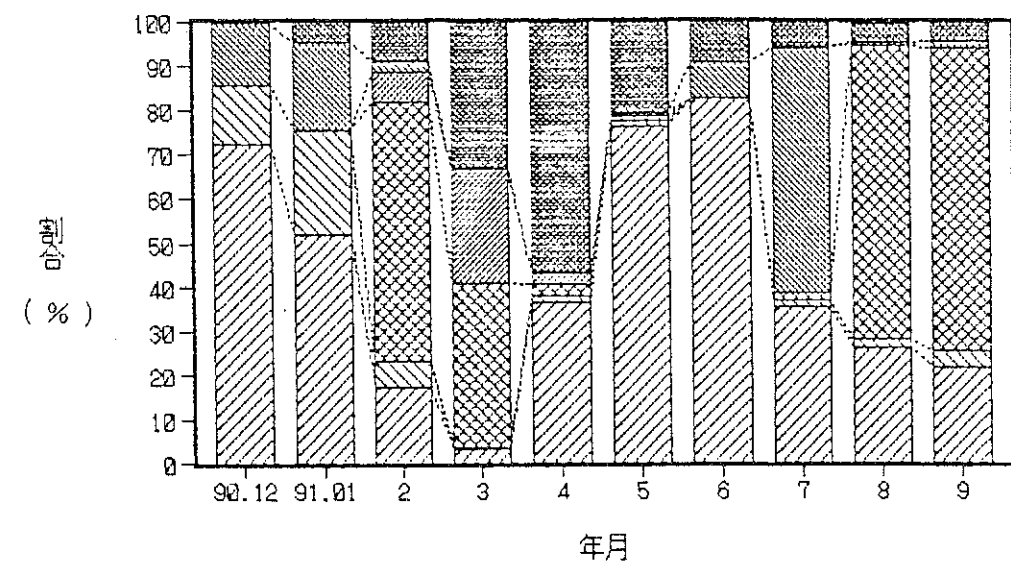
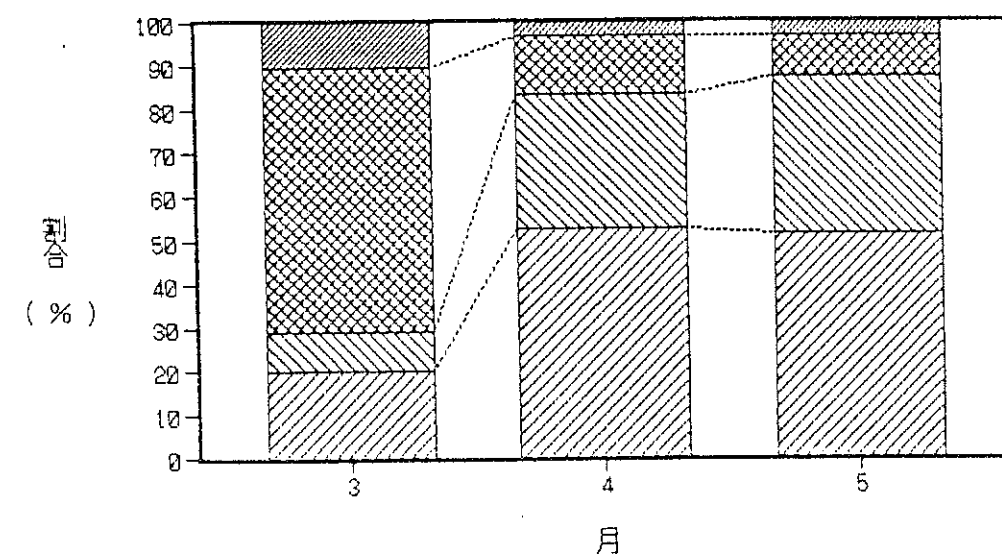


図1 天然プランクトン採集量の旬毎推移

* 8月3～26日は採集中止



Acartia sp. Harapacticoida sp. Calanus sp.
 Oithona sp. nauplius その他



Podon sp. Evadne sp.
 7ミ類 その他

その他

平成3年度地先水温

月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温	月日	水温
1. 1	12.3	2. 1	9.5	3. 1	8.6	4. 1	9.5	5. 1	13.1	6. 1	17.0	7. 1	21.5	8. 1	26.6	9. 1		10. 1	21.3	11. 1	18.4	12. 1	
2	12.2	2	9.3	2	8.6	2	9.6	2	13.0	2	17.5	2	21.9	2	26.2	2	26.9	2	22.1	2		2	14.8
3	12.0	3	9.1	3	8.6	3	9.5	3	12.6	3	17.3	3	22.2	3	25.5	3	27.0	3	22.2	3		3	14.3
4	11.4	4	9.7	4	9.4	4	9.4	4	12.2	4	17.7	4	17.1	4		4	27.5	4	23.0	4		4	14.4
5	11.5	5	9.2	5	9.0	5	9.9	5	12.0	5	17.3	5	17.2	5	25.2	5	27.9	5	21.8	5	18.1	5	14.4
6	11.2	6	9.7	6	9.5	6	10.2	6	12.5	6	15.8	6	17.1	6	24.8	6	27.9	6		6	18.0	6	14.2
7	11.4	7	9.6	7	9.2	7	10.1	7	12.1	7	16.4	7	17.1	7	25.3	7	27.2	7	20.2	7		7	14.7
8	11.1	8	9.5	8	9.4	8	10.4	8	13.0	8	18.1	8	17.1	8	24.7	8		8	20.4	8	17.8	8	14.2
9	11.3	9	9.7	9	9.2	9	10.8	9	13.6	9	18.9	9	17.2	9	25.9	9	26.0	9	21.1	9		9	14.0
10	11.2	10	9.8	10	9.1	10	10.5	10	12.0	10	17.1	10	17.1	10		10	26.4	10		10		10	13.6
11	11.0	11	9.9	11	9.3	11	11.4	11	12.1	11	17.1	11	17.2	11		11	26.2	11	20.4	11	17.2	11	13.9
12	10.8	12	9.7	12	9.0	12	11.4	12	13.0	12	17.1	12	22.7	12	26.3	12	25.6	12		12		12	13.2
13		13	9.8	13	9.2	13	12.0	13	13.0	13	17.1	13		13	25.8	13	25.0	13		13	16.5	13	13.2
14	10.9	14	9.7	14	8.9	14	11.8	14	12.6	14	17.1	14		14		14		14	21.0	14	16.1	14	
15	10.6	15	10.2	15	8.6	15	11.7	15	14.3	15	17.1	15	23.7	15		15		15		15	16.3	15	
16	10.6	16	9.6	16	8.7	16	10.5	16	14.3	16	17.1	16	23.4	16	26.2	16		16	19.9	16	16.2	16	13.5
17	10.4	17	9.4	17	8.1	17	10.7	17	14.9	17	19.8	17	23.3	17	26.2	17	24.5	17	19.8	17		17	12.8
18	9.9	18	9.4	18	8.2	18	11.3	18	14.8	18	20.9	18	23.7	18		18	24.2	18	20.0	18	16.1	18	12.9
19	9.9	19	9.5	19	9.2	19	10.7	19	14.7	19	22.2	19	24.1	19	27.4	19	24.2	19	19.8	19	16.2	19	12.4
20	9.8	20	9.3	20	9.3	20	11.8	20	14.3	20	20.6	20	23.2	20	28.1	20	24.9	20		20	15.8	20	12.4
21	10.2	21	9.1	21	9.7	21	11.5	21	14.3	21	21.4	21		21	27.2	21	24.6	21	19.0	21	15.8	21	12.4
22	10.2	22	8.9	22	9.5	22	11.0	22	14.7	22		22	23.7	22	27.3	22		22	19.2	22	15.6	22	
23	9.9	23	8.6	23	9.6	23	11.7	23	16.0	23		23	22.7	23	26.9	23		23	19.4	23		23	
24	10.0	24	8.5	24	9.6	24	12.1	24	15.4	24	21.9	24	23.8	24		24	24.0	24	19.6	24		24	13.2
25	10.2	25	8.3	25	9.7	25	12.1	25	16.0	25	22.4	25	23.7	25		25	23.8	25	19.0	25	14.0	25	12.5
26	9.8	26	8.6	26	9.7	26	12.6	26	16.2	26	22.7	26	24.3	26	27.9	26	22.6	26		26	14.3	26	12.3
27	9.7	27	8.6	27	9.7	27	12.3	27	15.9	27	23.0	27		27	26.1	27	23.4	27		27	15.4	27	12.3
28	9.5	28	8.8	28	9.7	28	12.8	28	16.3	28	22.0	28		28		28		28		28	15.5	28	12.7
29	9.2	29		29	9.9	29	13.3	29	16.6	29	20.9	29		29	25.9	29		29	19.5	29	15.5	29	12.1
30	9.4			30	9.8	30	14.6	30	17.0	30		30	24.0	30	27.3	30	22.7	30	19.0	30	15.6	30	11.6
31	9.5			31	9.8			31	16.6			31	25.8	31				31				31	12.4

旬別平均水温

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
上旬	11.6	9.5	9.0	10.0	12.6	17.3	18.6	25.5	27.1	21.5	18.1	14.3
中旬	10.4	9.7	8.8	11.3	13.8	18.6	22.7	26.7	24.9	20.2	16.3	13.0
下旬	9.8	8.7	9.7	12.4	15.9	22.0	24.0	26.9	23.5	19.2	15.2	12.4

平成2年1月～12月の積算照度の測定結果

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	92185.4	135568.7	302695.0	—	277600.0	215262.1	621957.2	894949.1	647130.0	476419.0	—	—
2日	73841.6	135568.7	36826.4	—	267606.4	491984.9	666240.0	858639.0	549548.1	429413.9	170226.2	66757.2
3日	166304.6	348970.0	141054.1	—	337561.6	847551.7	249840.0	850960.6	348926.5	302556.2	170226.2	131249.3
4日	180917.5	158581.8	443077.4	82114.1	233184.0	556243.8	257990.3	843904.0	338672.0	78288.8	170226.2	72375.9
5日	199150.2	31246.7	241167.8	384031.8	377536.0	597561.8	404080.1	312966.2	338672.0	258290.1	321338.7	204241.4
6日	29653.2	100646.7	323537.2	67179.2	655136.0	86700.0	711805.3	405296.0	346900.1	42571.7	174421.6	166282.4
7日	45221.0	254431.5	128478.8	86344.7	662742.2	815277.9	701845.0	884433.6	327840.0	130422.0	284073.6	129095.1
8日	221774.6	254431.5	335418.5	331915.2	137561.9	660016.2	440351.3	884433.6	30780.3	172661.6	433100.4	186014.2
9日	181578.2	356294.0	345523.2	630451.8	72731.2	222846.2	717429.4	66624.0	83280.0	247302.7	92848.9	—
10日	94234.1	324736.5	510295.4	556765.7	766731.2	799471.3	773871.1	146350.7	841383.4	366715.2	92848.9	719172.8
11日	198967.0	—	379756.8	619492.2	505604.0	806694.5	649028.8	517385.3	613074.0	499524.5	167778.7	83696.4
12日	197007.2	264597.2	162118.4	—	663069.8	627226.1	654747.4	745339.3	291091.4	449667.6	167778.7	112827.7
13日	108130.8	62271.2	350958.6	117724.6	665129.6	843343.2	593192.3	820419.0	291091.4	93628.9	305468.3	171107.1
14日	90258.9	243138.7	384664.8	194797.5	221008.5	773748.9	688647.9	378646.4	112472.4	196307.6	305468.3	171107.1
15日	120411.8	—	270293.6	367492.4	629391.4	125103.2	277600.0	734490.7	162851.3	517618.5	149798.5	179837.6
16日	120411.8	—	433428.0	419176.0	661243.2	177664.0	630984.8	577707.8	605168.0	493761.6	321744.0	179837.6
17日	196018.9	132359.7	399472.0	185209.2	791715.2	865856.6	406550.8	12308.8	182449.8	398178.3	133992.0	106581.7
18日	78183.3	310617.7	174888.0	327012.8	308436.0	746483.1	593919.6	797544.8	138211.5	398733.5	199838.7	124026.1
19日	24162.3	282785.6	510856.2	631689.9	300474.2	768779.9	485405.8	804762.4	174821.4	376636.6	104999.4	112383.6
20日	235610.2	74163.6	414068.2	489142.3	666645.3	178419.1	845458.6	804762.4	334691.2	523567.5	192598.9	228392.6
21日	206667.6	88160.2	674790.1	382643.8	600615.4	369824.3	696387.4	804762.4	516519.2	523567.5	148094.0	93112.6
22日	72486.9	281514.2	616272.0	63781.4	681607.9	622046.1	696387.4	831634.1	516519.2	466079.3	115173.5	54598.4
23日	182072.3	315442.4	227076.8	—	432367.6	612785.3	696387.4	609148.8	516519.2	240895.7	115173.5	109535.4
24日	165383.0	76861.9	51528.1	482396.6	547149.6	850616.4	563045.0	609148.8	516519.2	453126.5	289137.1	130710.7
25日	93956.5	49579.4	459816.6	787551.2	798655.2	136451.5	563045.0	—	132331.9	237114.8	148871.3	208244.4
26日	135974.0	134375.1	348987.6	711383.3	877266.0	69755.3	809037.4	—	369130.3	237114.8	148871.3	9344.0
27日	—	99253.1	586574.4	700679.1	850788.5	263714.4	633944.0	1411712.6	538954.8	383532.2	186835.9	130283.2
28日	240162.9	444743.0	382666.0	657068.1	805040.0	726329.3	773132.7	733902.2	253948.5	377130.7	76117.9	164294.8
29日	25028.4	—	456418.8	613496.0	634904.5	860698.8	856579.2	733902.2	270771.0	377130.7	142353.3	164294.8
30日	104177.7	—	650361.3	—	770795.3	270954.3	779469.7	691684.8	270771.0	288198.8	6867.8	164294.8
31日	95594.3	—	197179.3	—	549492.5	—	856223.9	514431.7	—	376625.5	215939.5	133597.8
最小値	24162.3	31246.7	36826.4	63781.4	72731.2	69755.3	249840.0	12308.8	30780.3	42572.7	6867.8	9344.0
平均値	133790.8	194492.3	358102.3	412064.1	539999.9	532980.3	614611.0	670279.3	355368.0	334438.6	184009.4	156203.5
最大値	240162.9	444743.0	674790.1	787551.2	877266.0	865856.6	856579.2	1411712.6	841383.4	523567.5	433100.4	719172.8

1) 照度は1時間あたり平均照度を積算したものであり、単位はLUX/日である。

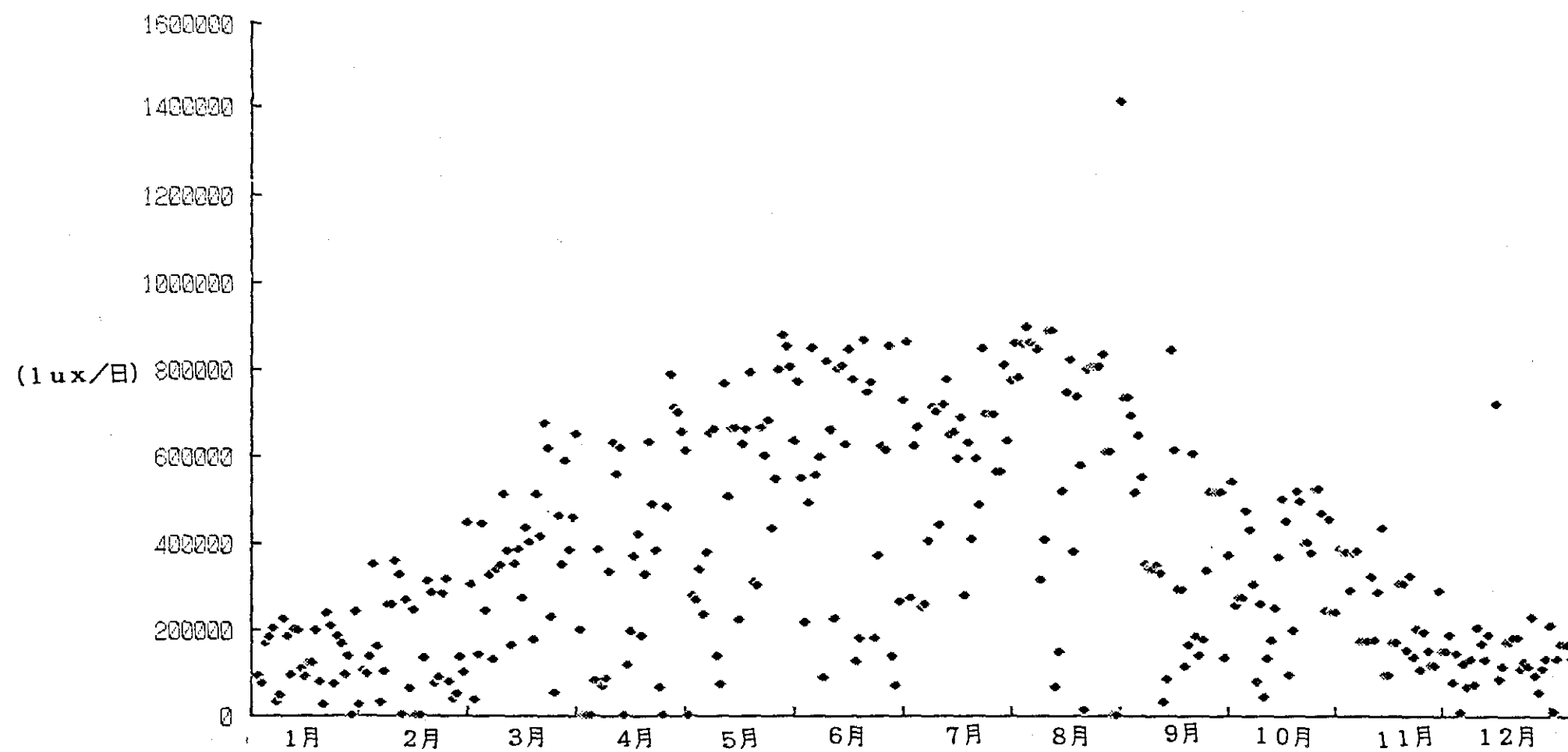


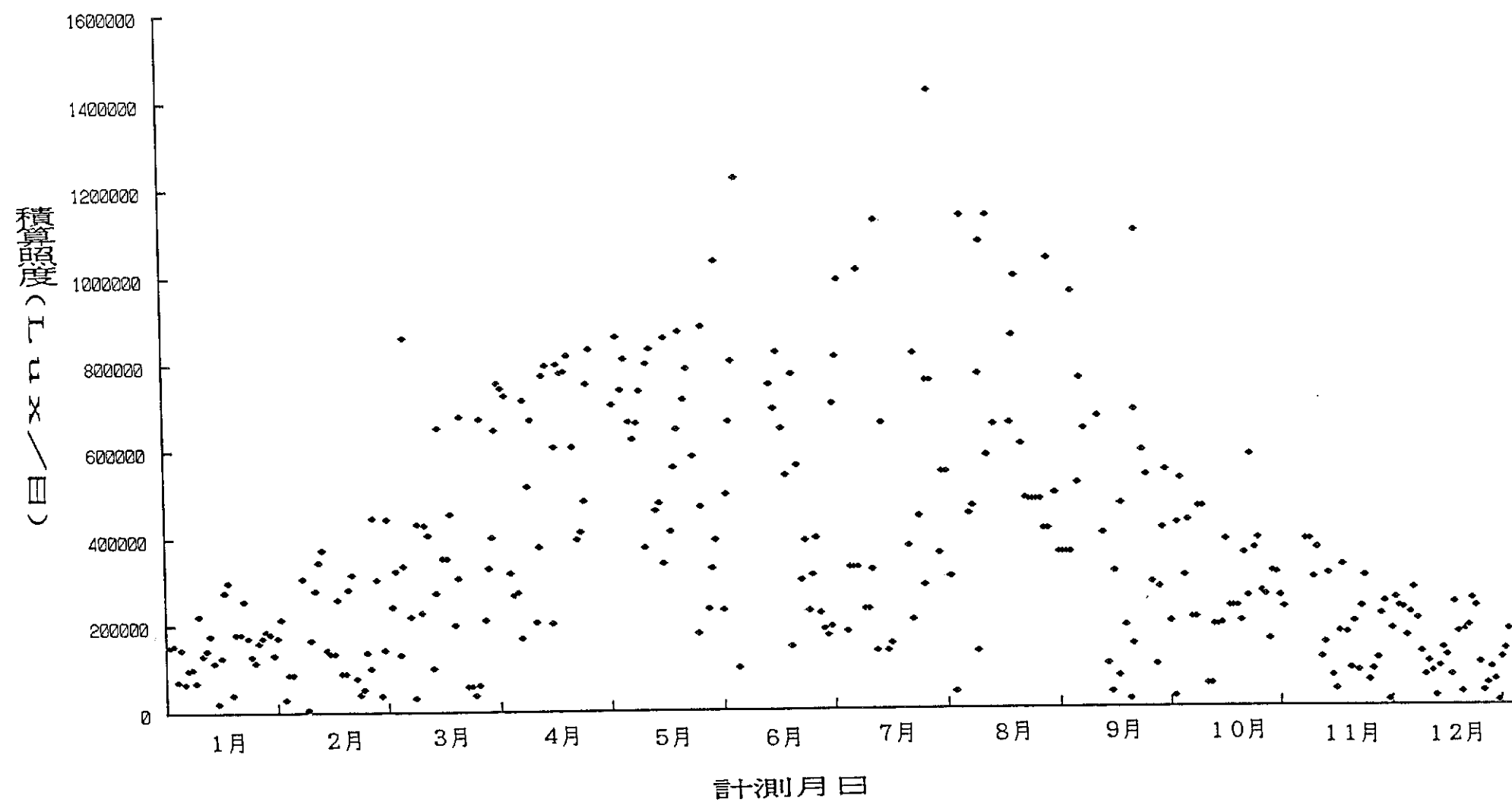
図 1 平成2年1月～12月の積算照度

平成3年1月～12月の積算照度の測定結果

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1 日	66085.5	128684.3	302695.0	398872.3		1032105.7	190250.4	545511.3	357870.8	20997.7		226144.1
2 日	57862.9	168431.0	36826.4	647774.0		228065.1	704704.3	301934.4	357826.4	421591.1		222246.6
3 日	76856.3	210870.5	141054.1	754411.3		495938.0	812435.3	36782.0	357893.0	524425.3		156782.9
4 日	149432.1	28198.6	443077.4	742591.1	702378.0	663291.9	988644.6		956171.0	298742.0		212580.5
5 日	153707.1	84640.2	241167.8	726890.0	859210.6	803861.9	177591.8		517074.4	427481.8		268922.2
6 日	71132.2	84640.2	323537.2	317102.5	737727.6	96565.9	325175.1	1132163.8	758547.6	202437.0	382793.7	197706.7
7 日	143119.5		128478.8	266212.8	807521.7	1123849.6	325175.1	447691.1	641283.8	202437.0	382793.7	119928.8
8 日	63637.0		335418.5	272581.0	662636.8		325175.1	465612.9		459844.4	294194.9	66568.5
9 日	94700.5			166904.2	623367.5		1010963.7	130444.2		459705.6	361712.8	98042.8
10 日	97210.0	3792.0	216900.0	714897.7	660277.2		229664.0	770312.2		49795.9	111040.0	75884.7
11 日	66135.4	164528.0	29991.9	515758.6	735606.7		229669.6	1074084.4	669104.8	49801.4	144352.0	17455.5
12 日	219981.3	277089.2	430774.1	670259.6	373166.6		319961.8	582216.0	399555.2	187102.4	303666.6	86155.9
13 日	128861.9	343413.4	226993.5	202425.9	796811.9		133508.9	1132896.7	99219.8	185992.0	67623.4	129111.8
14 日	140515.6	369985.3	429319.5	377780.3	830862.4		1125218.3	652110.2	32012.8	188212.8	35338.5	112333.6
15 日	175082.3	140815.4	406389.2	773154.9	459644.5	749570.0	658111.9		310850.9	382094.2	168592.0	66879.4
16 日	113810.4	132265.3	98137.2	794407.9	476500.4	699335.0	133570.0		69189.0	229158.8	323243.0	236159.9
17 日	19443.1	132265.3	272481.1	201926.2	336584.4	822601.0	150437.0		466584.5	229158.8	166726.6	166915.3
18 日	122993.5	256302.5	651127.5	607150.1	857145.5	647007.9		655396.9	186724.9	229158.8	84440.4	27410.2
19 日	274296.6	88160.2	352443.7	797467.1	411597.5	539132.5		858211.5	15273.6	195946.7	192243.6	172078.7
20 日	296576.7	88160.2	352443.7	777424.4	559430.6	142680.8		994663.0	142625.3	352280.0	79932.1	181178.4
21 日	39385.9	281514.2	453165.3	779300.9	647091.2	771339.4		607401.0	682290.8	250800.5	227049.0	242739.0
22 日	178572.2	315442.4	197556.8	817060.1	870953.3	561440.4	373327.6	482535.4	1094576.8	577208.1	298686.6	225278.0
23 日	178752.2	76861.9	305787.5	607416.6	716002.6	297209.7	203086.6	479773.3	591221.4	363317.3	55575.5	94983.6
24 日	255403.1	37537.1	676944.3	395208.0	787129.2	387918.2	817954.0	479773.3	532692.2	386541.3	80981.5	29858.7
25 日	170624.1	49579.4	56039.1	410642.6	584181.4	225511.1	442338.9	479773.0	286888.5	262920.5	106326.4	46548.0
26 日	127607.2	134375.1	56039.1	480436.8	176492.5	308113.8	282768.9	479773.0	96021.8	255619.6	208161.1	84501.4
27 日	111872.8	99253.1	36015.8	751263.3	467922.6	395091.4	754775.5	409648.8	275046.1	152652.2	237764.4	55209.1
28 日	158048.8	444743.0	60122.6	832028.3	881746.4	220531.0	754761.1	409648.8	409582.1	309940.6	9044.2	8922.1
29 日	169591.4		671780.9		233206.2	182377.9	1420767.9	1032771.9	544340.3	306004.0	174971.3	105976.6
30 日	184326.4		209016.1		327029.5	170224.3	357160.2	493123.1	195735.8	253176.8	247458.2	127834.8
31 日	179129.7		327995.5		390266.7		544551.3	357870.8		227471.0		173172.4
最小値	19443.1	3792.0	29991.9	166904.2	176492.5	96565.9	133508.9	36782.0	15273.5	20997.7	9044.2	8922.1
平均値	138223.7	165661.9	282323.8	564262.5	606160.4	506769.7	510804.8	595816.5	409118.7	278774.9	189784.5	130177.7
最大値	296576.3	444743.0	676944.3	832028.3	881746.4	1223849.5	1420767.9	1132896.7	1094576.8	577208.1	382793.7	268922.2

1) 照度は1時間あたり平均照度を積算したものであり、単位はLUX/日である。

2) 空欄は計測器の不備により測定できなかった。



平成3年1～12月の積算照度の分布図