

## 平成4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	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013611">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013611</a>

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



平成 4 年度

# 事業報告

(社) 日本栽培漁業協会  
五島事業場



# 平成4年度事業報告目次

項目	担当者名
<b>I . 親魚養成及び採卵</b>	
1. 親魚保有状況	1 有元 操
2. ブリの親魚と採卵	
2-1 ブリの自然産卵試験	2 ~ 4 有元 操
2-2 光り刺激による産卵試験	5 ~ 9 有元 操
2-3 非産卵期における産卵試験	10 ~ 19 有元 操
2-4 L H R H - a ポリマー・ペレットによる産卵試験	20 ~ 21 有元 操
3. ヒラマサ親魚養成と自然産卵	22 ~ 25 有元 操
4. シマアジ親魚養成と採卵試験	26 ~ 28 有元 操
5. クエ・マハタの親魚養成と採卵試験	29 ~ 33 有元 操
6. アオリイカの採卵とふ化	34 ~ 36 小磯雅彦
7. ふ化仔魚の活力試験	37 ~ 42 崎山一孝
<b>II . 種苗生産技術開発</b>	
1. ブリ種苗生産	
1-1 陸上飼育	43 ~ 59 塩澤 聰
1-2 海上飼育	60 ~ 68 小林 孝
1-3 ブリの <i>Microsporidium seriolae</i> 寄生病(ベコ病)対策	69 ~ 73 佐藤 純
1-4 人工生産ブリ稚魚にみられる鰓異常が及ぼす影響	74 ~ 80 小磯雅彦
2. ヒラマサ種苗生産	
2-1 陸上飼育	81 ~ 95 小金隆之
2-2 海上飼育	96 ~ 99 小林 孝
3. シマアジ種苗生産	
3-1 陸上飼育	100 ~ 115 塩澤 聰
3-2 海上飼育	116 ~ 119 小林 孝
4. クエ種苗生産	
4-1 陸上飼育	120 崎山一孝
4-2 海上飼育	121 ~ 124 小磯雅彦
5. アオリイカの飼育試験	125 小磯雅彦

### III. 食耳糞斗量産技術開発

1. ナンノクロロプシス	126 ~ 130	佐藤 純
2. ワムシ	131 ~ 141	小金隆之
3. タイ国産ワムシ	142 ~ 146	小金隆之
4. アルテミア	147 ~ 151	佐藤 純
5. 飼料生物の栄養強化	152	小金隆之

### IV. 資源添加技術開発

1. ブリの標識放流	153 ~ 163	小林 孝
2. ヒラマサの標識放流	164 ~ 167	小林 孝

### V. 種苗生産環境清浄化システム

1. シマアジのVNN症	168 ~ 209	有元 操
2. YAV症	210 ~ 213	有元 操
3. VMNVに関する研究	214 ~ 222	有元 操

### VI. 共同研究

1. MF21配合飼料試験	223 ~ 238	塩澤 聰
2. シマアジの飼付け試験	239 ~ 247	小磯雅彦
3. シマアジの行動特性に関する研究	248 ~ 275	塩澤 聰
4. シマアジの滞留群の観測と追跡調査		
4-1 魚群探知機による放流シマアジの滞留量の観測	276 ~ 278	小金隆之
4-2 超音波ピンガーによる放流シマアジの追跡	279 ~ 281	小金隆之
5. オゾン処理海水利用に関する研究	282 ~ 291	塩澤 聰

### VII. 環境測定及び来訪者一覧他

1. 環境測定（水温・比重・気温）	292
2. 来場者・映画フィルム貸出状況	293

# I. 親魚養成及び採卵

I-1. 親魚保有状況

平成4年度五島事業場における親魚の保有状況(平成4年12月末現在)

魚種名	親魚区分	入手年月	親魚の来歴 場所	漁法	保有 尾数	尾叉長 (cm)	体重 (kg)
ブリ	天3	平成元年5月	長崎県福江島三井楽	定置網	38	75.0(71.0~88.0)	7.5(6.8~11.4)
	天2	平成2年5月	同 同	定置網	94	67.0(63.0~96.0)	6.0(5.5~13.6)
	天1	平成3年5月		定置網	113	61.0(52.0~71.0)	5.1(4.3~7.0)
ヒラマサ	天5	昭和62年8月	長崎県福江島三井楽	定置網	3	89.0(82.0~96.0)	10.2(8.7~11.6)
	天4	昭和63年5月	同玉之浦	定置網	5	84.0(81.0~88.0)	9.8(8.4~10.3)
	天3	平成元年6月	同玉之浦	定置網	28	83.0(80.0~87.0)	9.5(8.3~11.1)
	天2	平成2年6月	同玉之浦	定置網	26	70.0(69.0~71.0)	5.9(5.2~6.3)
	天1	平成3年6月	同玉之浦	定置網	34	42.0(35.0~51.0)	2.1(1.7~2.9)
	天0	平成4年6月	同玉之浦	定置網	46	45.0(44.0~46.0)	1.3(1.2~1.5)
シマアジ	人工11	平成元年8月	古満島事業場	56年度上浦事業場	19	55.0(50.0~61.0)	4.1(3.0~5.5)
	天7	平成元年8月	宮崎県門川町庵川漁協	1本釣り	17	46.0(45.0~47.0)	2.3(1.9~2.5)
	人工9	昭和59年度	五島事業場	人工生産魚	8	46.0(44.0~47.0)	2.5(2.1~2.7)
	天14	平成2年10月	石川県能登島水族館	定置網	0	69.0(67.0~73.0)	7.7(6.7~8.9)
	天3	平成2年10月	千葉県鴨原原漁協	定置網	15	43.0(34.0~45.0)	1.5(0.9~2.4)
	天3	平成2年10月	鹿児島県笠沙漁協	定置網	25	40.0(35.0~42.0)	1.5(1.2~2.7)
クエ	天2	～天7 57～62年度	長崎県福江島玉之浦町	沈籠、1本釣り22	64.0(51.0~98.0)*	5.0(4.7~15.0)	
	天0	平成5年1月	同玉之浦	三井楽町 沈籠	45	32.0(28.0~38.0)	0.4(0.2~0.7)
マハタ	天2	～天6 57～61年度	長崎県福江島玉之浦町	沈籠、養殖魚	11	52.0(43.0~79.0)*	3.0(2.0~7.7)
	マダイ	11年魚	57年4月	長崎県福江島玉之浦町	養殖魚	69	65.0(60.0~73.0)

注) \*は全長(cm)

## I - 2 . 平成 4 年度ブリの親魚養成と採卵

### 1 . 平成 4 年度ブリの自然産卵試験

有元 操

本年度は、長日処理の開始時期を検討するため、ドーナツ型回遊水槽（400 m<sup>3</sup>、以下回遊水槽）で2月上旬より長日処理を行った。

#### (1) 材料および方法

基本的には、昭和62度以降の産卵試験とほぼ同様な方法で試験を行なった。養成方法としては、親魚の肥満度を陸上水槽収容前の秋期以降から高め、陸上水槽では肥満度の維持に努めた。以下に、特記すべき点についてのみ述べる。試験の概要について表1に示した。

##### 1 ) 供試親魚と収容方法

供試魚は、天1を40尾（性比は不明）用い、平成3年12月20日に屋内ドーナツ型水槽（400 m<sup>3</sup>）へ収容した。収容時の体重、尾叉長および肥満度は、それぞれ7.0 kg(5.9~7.7)、72.0 cm(70.0~77.0)、19.0(16.7~21.0)であった。

##### 2 ) 飼料と給餌方法

陸上水槽での養成では、冷凍アジ、冷凍サバ、冷凍スルメイカ、生鮮マイワシに加えモイストペレットの給餌を行った。モイストペレットは、市販のブリ用配合飼料に魚肉ミンチ（冷凍イカナゴ、南極産オキアミ、冷凍イカ）を配合飼料1に対して1の割合で混合し、それにビタミン剤（1%）とビタミンEオイル（0.5%）を加え、さらに7.5%のイカ肝油を添加したものである。

給餌回数は2日に1回を目安とした。試験期間を通じて1回当たりの給餌量はほぼ飽食量とした。

##### 3 ) 水温設定

低水温（水温13°C以下）では親魚の摂餌量が悪くなること、また、15°C以上の水温域では雌雄の成熟速度に差ができるることを考慮して、2月上旬より3月上旬までの最低水温を14°C台とした。また、産卵期に向けての水温上昇は、4月20日以降に水温が18.5°Cとなるようにした。なお、産卵期間中の水温刺激は行わず、安定した水温域（18.0~19.0°C）で産卵を行わせることとした。

#### (2) 結果

親魚の腹部の膨満状態より推察すると、3月下旬より4月上旬にかけて最も成熟したものと考えられた。しかし、平成4年6月16日まで飼育を行ったが産卵は認められなかった。

#### (3) 考察

本年度は、長日処理を2月上旬に開始したが産卵は認められなかった。過去の試験結果では、12月下旬より長日処理を行った例で、比較的多くの採卵量が得られている。これまで長日処理の効果は、卵黄形成期以降での成熟促進効果が認められている。本試験では、卵黄形成の順調な促進および産卵個体数の増加を狙いとして試験を行なった。しかし、産卵は認められず、逆に、2月上旬から開始した長日処理が本種の成熟・産卵を阻害した可能性がある。今後、さらに、長日処理時期の検討が必要である。

#### (4) 要約

- 1) 長日処理の開始時期を検討するため、2月上旬より長日処理を行い、自然産卵試験を行なったが、産卵は認められなかった。
- 2) 産卵が認められなかつた要因として、2月上旬から開始した長日処理が本種の成熟・産卵を阻害したと考えられた。

表1 平成4年度ブリの自然産卵試験の概要（五島事業場）

供試親魚			試験区 親魚群	尾数(雌)	体重(kg) 尾叉長(cm)	試験期間 採卵期間	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	浮上卵率 (%)	受精率 (%)	ふ化率 (%)
自然産卵 試験	天1	40	7.0(5.9~7.7) 72.0(70.0~77.0)	H3.12.20~ H4.6.16	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0

## I - 2. ブリの親魚養成と採卵

### 2. 平成4年度ブリの光り刺激による産卵試験

有元 操

昨年度は、本法の基本的条件である電照時間および産卵試験における性比について検討した結果、3時間照射が6時間照射に比較して、受精率が高い傾向が見られた。また、雌雄比10:10 および10:5では雌雄比10:10 が雌1尾の採卵数、同ふ化仔魚数が多く得られた。このため、本年度は昨年の再現性を狙いとした試験を行なった。また、人工採卵で効果が認められたモイストペレットの有効性についても試験を行なった。

#### (1) 電照時間

##### 1) 材料と方法

試験概要については他の試験も纏めて表1に示した。試験は3時間照射区、6時間照射区および9時間照射区を設けた。

###### ①供試親魚

各試験区とも天然養成1年魚を18尾（内雌10尾）づつ用い、4月25日に屋外角型水槽（90m<sup>3</sup>）3面にそれぞれ収容した。その平均尾叉長および平均体重は、72.0cm（68.0~75.0）、7.3kg（6.3~7.8）であった。

###### ②ホルモン剤と投与量

ホルモン剤にはゴナトロピン（帝国臓器製薬製、動物専用）を用い、投与量は900IU/kgとした。また、ホルモン投与は午前10時に行なった。

###### ③産卵水槽の水温管理

水温は、ホルモン打注後2日間で18.5°Cに昇温し、以後この水温を維持させた。

###### ④電照の処理方法

電照は水中灯（100w×2灯）を使用し、3時間照射区では午後6時00分から午後9時00分、6時間照射区では午後6時00分から午後12時00分、9時間照射区では午後6時00分から午前3時00分までの電照を行った。

###### ⑤産出卵の回収

陸上水槽では、産卵水槽から卵の排出を2本のサイホン（カナラインホース：口径50mm）で行い、それを0.5m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽（2面）に設置した採卵ネット（径70cm×深さ70cm）で受けて採卵を行った。採卵後の浮上卵、沈下卵およびゴミの分離は、集卵バケツを一定時間静置した後、浮上卵のみをビーカーでくい、残りの沈下卵とゴミはネットで分離する方法を取った。

###### ⑥飼育水槽の管理

両試験とも、水槽上面は寒冷紗（遮光率85%、2枚）で覆った。

##### 2) 結果

試験結果は図1に示すように、雌一尾の採卵数および同ふ化仔魚数は、3時間照射区がそれぞれ42.1万粒、21.8万尾が、6時間照射区では同78.2万粒、44.6万尾が、9時間照射区では同10.5万粒、1.0万尾が得られ、6時間照射区が最も採卵成績は良かった。

## (2) 雌雄比

産卵時の雌雄比は、産卵数あるいは卵質に影響すると考えられる。このため、この点に着目した産卵試験を行った。

### 1) 材料と方法

雌雄の性比を10:10 および14:7とする2試験区を設けた。試験概要については表1に示すように、基本的には1、(1)、①～⑥と同じであるため、特記すべき点について以下に述べる。

#### ①供試親魚

供試魚には、天2をそれぞれ20尾（内雌10尾）、21尾（内雌14尾）づつ用い、4月30日に屋外角型水槽（90 m<sup>3</sup>）に収容した。平均尾叉長および平均体重は、それぞれ74.0cm (70.0~79.0)、6.0kg (7.0~10.4) であった。

#### ②電照処理方法

いずれの試験でも、電照は水中灯（500w×2灯）を使用し、午後6時00分から開始し午後12時00分まで6時間照射した。

### 2) 結果

試験結果は図2に示すように、雌1尾の当たりの採卵数、同ふ化仔魚数は、雌雄比10:10区でそれぞれ83.4万粒、35.1万尾が、同14:7区でそれぞれ172.3万粒、74.1万尾が得られた。浮上卵率では10:10区が58.0%、14:7区が74.3%と14:7区が高かった。

## (3) 飼料

海面小割生簀でモイストペレットおよび生餌で養成した親魚を光り刺激による産卵試験に用い、採卵成績を比較した。試験概要については表1に示した。

### 1) 材料および方法

#### ①供試親魚

供試魚には、天1をそれぞれ20尾（内雌7尾）づつ用い、平成4年2月19日に海面小割生簀2面に収容した。試験開始時の平均尾叉長および平均体重は、それぞれ71.6cm (70.0~73.0)、6.6kg (5.7~7.0) であった。

産卵には、それぞれ12尾（内雌7尾）づつを用い、4月20日に屋外角型水槽（90 m<sup>3</sup>）に収容した。この時の平均尾叉長および平均体重は、モイストペレット区では、それぞれ72.2cm (69.0~79.0)、7.3kg (6.3~9.1)、生餌区では、それぞれ72.2cm (68.0~78.0)、7.4kg (6.1~9.4) であった。

#### ②餌料と給餌方法

試験開始後の海面小割生簀での養成は、モイストペレット区では、市販のブリ用配合飼料に魚肉ミンチ（冷凍イカナゴ、南極産オキアミ、冷凍イカ）を配合飼料1に対して1の割合で混合し、それにビタミン剤（1%）とビタミンEオイル（0.5%）を加え、さらに7.5%のイカ肝油を添加したものを投与した。一方、生餌区では冷凍アジ、冷凍サバ、冷凍スルメイカに、ビタミン剤（1%）とビタミンEオイル（0.5%）を加え投餌した。

投餌回数は2日に1回を目安とした。試験期間を通じて1回当たりの投餌量はほぼ飽食量とした。

#### ③電照処理方法

いずれの試験でも、電照は水中灯（500w×2 灯）を使用し、午後6時00分から開始し午後12時00分まで6時間照射した。

## 2) 結果

雌1尾当たりの採卵数、同ふ化仔魚数は、モイストペレット区では、それぞれ56.7万粒、23.0万尾が、生餌区では、それぞれ47.7万粒、23.2万尾が得られ、試験区間で大差は見られなかった。

## (3) 考察

これまで、電照時間はホルモン投与から産卵に至るまでの時間に関与し、これがひいては卵質に影響することを明らかにした。9時間照射については、これまでとほぼ同様な結果が得られ、長時間照射は本種の成熟・産卵に何らかの影響があることを確認した。しかし、3時間照射と6時間照射では、昨年度と異なる結果が得られて、6時間照射の方が多くのふ化仔魚が得られた。ここで重要なことは、ホルモン注射時の卵巣卵の成熟状況がほぼ同程度であったかどうかである。今回のホルモン注射時の卵巣卵の状況は平均卵巣卵径では3時間照射区が $759 \mu m$ (n=3)、6時間照射区が $768 \mu m$ (n=3)、9時間照射区では $771 \mu m$ (n=3)で、いずれの区でも退行卵の出現は比較的少なく、試験区間で大きな差はなかつたものと考えられる。このため、今回、電照時間についてさらに試験の積み重ねが必要と考えられる。

産卵時の雌雄比については、成熟経過のみならず産卵行動の誘発および水槽内の精子密度にも関連する問題もある。本試験では、雌雄比を10:10、14:7としたが、14:7区の方が採卵結果は優っていた。今後、この点についてはさらに詳細な検討が必要である。特に、水槽内の精子密度については吟味しておく必要がある。

餌料試験では、モイストペレット区および生餌区で大差は見られず、モイストペレットは、人工採卵と同様に本採卵法でも有効と判断された。

## (4) 要約

- 1) 本年度は電照時間および産卵試験における性比について検討した。
- 2) 照射時間では6時間照射区が3時間照射および9時間照射に比較して、良好な採卵成績が得られた。
- 3) 雌雄比の試験では雌雄比を14:7とした区が、10:10の区より採卵結果は優っていた。今後、この点についてはさらに詳細な検討が必要である。
- 4) 餌料試験の結果から、モイストペレットは、人工採卵と同様に本採卵法でも有効と判断された。

表1 平成4年度光り刺激によるブリの採卵試験結果

供試親魚		採卵期間			総採卵数(万粒)			ふ化仔魚数(万尾)			浮上卵率(%)		
試験	試験区	親魚群 尾数(雌)	体重(kg)	尾叉長(cm)	浮上卵数 受精卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	浮上卵率 受精率 (%)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化仔魚率 (%)	浮上卵率 ふ化率 (%)		
餌料試験	生餌	天1 12(7)	7.3 72.0	4.23~ 4.26	333.8 248.4	333.8 205.1	162.1	74.4 82.6					
モルトペレット	天1 12(7)	7.3 72.0	4.23~ 4.26	397.5 247.7	397.5 186.3	161.0	62.3 75.2						
照射時間	3時間	天1 18(10)	7.3 72.0	4.27~ 4.30	420.7 324.8	420.7 320.0	218.2	77.2 98.5					
	6時間	天1 18(10)	7.3 72.0	4.27~ 4.30	781.9 694.7	781.9 619.5	446.0	88.8 89.2					
	9時間	天1 18(10)	7.3 72.0	4.27~ 4.30	105.0 47.8	105.0 38.7	10.4	45.5 81.0					
性比試験	雌雄比 10:10	天2 20(10)	8.0 74.0	5.2~ 5.6	835.8 484.4	835.8 433.8	351.4	58.0 89.6					
	雌雄比 14:7	天2 21(14)	8.0 74.0	5.2~ 5.6	1723.4 1281.0	1723.4 1169.1	741.5	74.3 91.3					

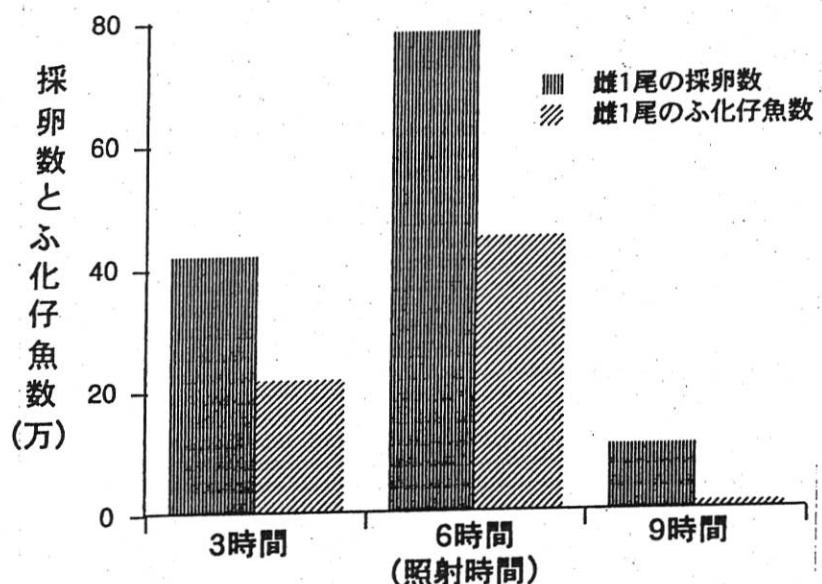


図1 照射時間と雌1尾の採卵数および同ふ化仔魚数

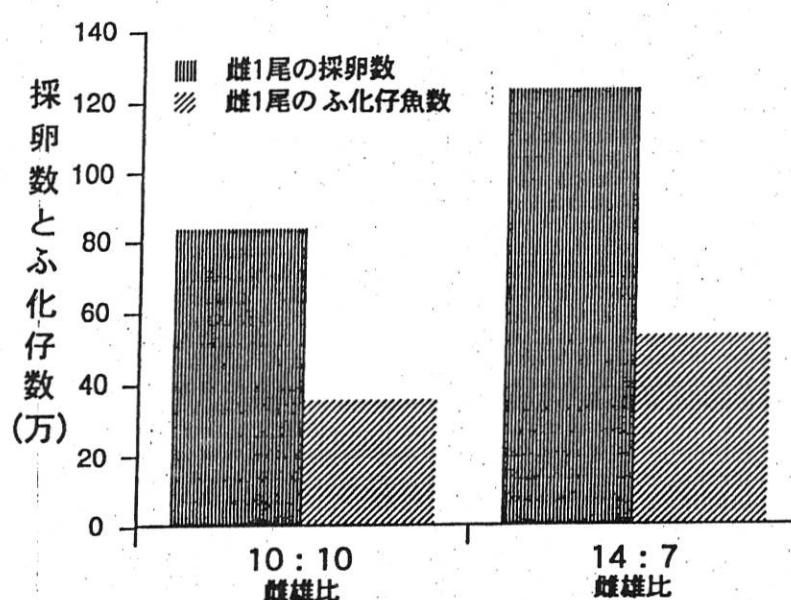


図2 雌雄比による雌1尾の採卵数と雌1尾のふ化仔魚数

I - 2. ブリの親魚養成と採卵  
3. 平成4年度ブリの非産卵期における産卵試験

有元 操

本種では、長日処理、水温制御およびHCGの投与により3月下旬から5月下旬にかけての採卵は一応の見通しが得られている。しかし、1990年より行ってきた早期種苗の生産を目的とした2月下旬における採卵では、種苗生産を十分に満たすような大量の受精卵は得られていない。このため、LH-RHコレステロールベレットおよびLH-RHボリマーベレットを投与し、卵黄形成を早め早期採卵試験を試みた。

(1) LH-RHコレステロールベレット、LH-RHボリマーベレットによるブリの非産卵期における採卵

1) 方法

試験概要については、これまでの試験と併せて表1に、加えて、本試験における試験日程について図1に示した。試験にはLH-RHコレステロールベレット投与する区（雌7尾、雄5尾）およびLH-RHボリマーベレットを投与する区（雌7尾、雄5尾）と無処理区（雌13尾、雄3尾、コントロール）の3試験区を設けた。また、いずれの試験区でも長日処理および加温を行った。

①供試魚と収容

供試魚には、天然養成3年魚（1990年4月定置網で漁獲）を40尾（うち3尾は試験中に斃死、雌13尾）を用い、1991年12月19日に海面小割生簾から陸上水槽2面（角型水槽、90 m<sup>3</sup>）に20尾づつ収容した。供試魚の個体標識には、磁気標識（Pitタグ）を用いた。この時の平均体重および同尾叉長は、それぞれ9.0 kg(8.2~9.8)、79.0cm(77.0~81.0)であった。

②長日処理

長日処理は、陸上水槽収容後に開始し、午後6時より午前0時まで6時間の照射をレフランプ(500W)2基で行った。夜間の水底および水面の照度は、それぞれ40lux以下、2600lux以下であった。

③養成水温

養成水温は図2に示すように、15°C以下となった1月30日までは自然水温とし、その後加温し、冬季でも15°C台とした。LH-RHコレステロールベレット区では産卵が認められた2月18日以降に昇温し18.0~19.0 °Cとした。LH-RHボリマーベレットおよびコントロールでは2月中旬以降に昇温しHCG投与時(3月16日)に17°C台とし、産卵期間中は18.5~19.0 °Cとした。

④ホルモン剤と投与量

LH-RHの投与は1992年1月10日に行ない、LH-RHコレステロールベレットおよびLH-RHボリマーベレット投与区では、それぞれ12尾（内雌5尾）に投与した。コントロールでは無処理とし（13尾、内雌3尾）、3面の水槽に収容した。LH-RHにはdes Gly<sup>10</sup>-[D-Ala<sup>6</sup>]-LH-RH Ethylamide（シグマ社製）を用い、1尾当たり1mgを投与した。HCGは900IU/kgを目安に投与した。

⑤成熟状況の調査

成熟状況および血中ホルモンの分泌状況を把握するため、試験開始後ほぼ20日間間隔

で、卵巣卵の搾出と採血を行った。

#### ⑥飼育水槽の管理

使用海水にはろ過海水(5~7m<sup>3</sup>/時間)を用いた。水槽上面は寒冷沙(遮光率85%)で覆った。

#### ⑦餌料組成と投餌方法

餌料には主にモイストペレットを用い、この他に冷凍アジ、冷凍スルメイカも用いた。給餌回数は2日に1回程度を目安として給餌した。

### 2) 結果

各試験区ごとの平均最大卵巣卵径の変化を図3に、個体ごとの成熟状況を表2に示した。試験開始時(12月19日)およびLH-RH投与時(1月10日)の最大卵巣卵径はいずれの区でも180 μm以下で、この間の卵径の変化は認められなかった。LH-RH投与後28日目の2月7日では、いずれの試験区でも卵巣卵径は300~400 μmとなり、卵黄形成がほとんどの個体で認められた。そして、LH-RH投与後49日目の2月28日ではLH-RHコレステロールペレット区では7尾中5尾に排卵が認められたが、LH-RHボリマーペレット区およびコントロール区では550~580 μmであった。さらに、LH-RH投与後66日目の3月16日では、LH-RHボリマーペレット区およびコントロール区ではそれぞれ690、613 μmとなり、LH-RHボリマーペレット区がコントロールと比較して卵径が増大した。なお、この時、コントロール区では退行卵が多く出現した。

産卵結果は表1に示すように、産卵はLH-RHコレステロールペレット区では2月18日より認められ、LH-RHボリマーペレット区およびコントロール区ではHCG投与後(3月16日)2日目の3月18日より認められた。試験期間中の産卵数は、LH-RHコレステロールペレット区で1249.6万粒、LH-RHボリマーペレット区およびコントロール区では、それぞれ771.9万粒、799.6万粒であった。受精卵数およびふ化仔魚数は、LH-RHコレステロールペレット区で110.9万粒、41.2万尾、LH-RHボリマーペレット区およびコントロール区では、前者207.8万粒、181.8万尾、後者310.3万粒、166.9万尾であった。浮上卵率、受精率およびふ化率は、LH-RHコレステロールペレット区で23.1%、38.4%、37.2%、LH-RHボリマーペレット区で41.4%、65.1%、87.5%、コントロール区では50.8%、76.3%、53.8%であった。

## (2) 3月下旬における早期採卵試験

昨年同様、加温および長日処理で卵黄形成を早期化し、ゴナトロピンを投与して3月下旬に自然産卵手法によって採卵を行った。試験概要については表3に示した。

### 1) 材料と方法

#### ①供試魚と収容方法

供試魚は、天1を22尾（内雌8尾）用い、平成3年12月20日に屋外水槽（角型、90m<sup>3</sup>）に収容した。収容時の平均尾叉長および平均体重は、68cm(66~72)、4.8kg(4.5~5.7)であった。

#### ②親魚の養成と管理の方法

餌料組成と給餌方法、産出卵の回収方法、使用海水および飼育管理法については、基本的には昨年と同様である。

#### ③ホルモン剤と打注量

ホルモン剤には、ゴナトロピン（同）を用い、投与量は900IU/kgを目安に投与した。ゴナトロピンの投与は3月28日に行った。

#### ④長日処理方法

長日処理は、レフランプ（500w×2灯）を用いて12月21日より開始した。開始当初は午後5時30分～午後11時00分まで5時間30分点灯したが、その後は日長変化に対応して長日化し、採卵を行った3月下旬には6時間（午後6時～午前0時）点灯した。

#### ⑤養成水温

養成水温は、採卵時期を3月下旬に設定し、2月上旬まで14°C以上とし、その後3月下旬までに18°C台に昇温し、ゴナトロピン投与後は、18.5°C前後とした。

### 2) 結果

ホルモン投与時の卵巣卵の成熟状況は、平均卵巣卵径が505~718μと700μ以下の個体が多数見られ、退行卵の出現割合も、50%以上を占める個体があり、必ずしも成熟経過は順調ではなかった。

このような成熟段階のもとで、産卵は3月30日より認められ4月6日の間に、総採卵数453.9万粒、受精卵数160.2万粒を得、この内からふ化仔魚103.2万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ55.0%、64.1%、64.4%であった。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、56.7万粒、12.9万尾となった。

## (3) 考察

今回の試験では長日処理、水温制御を行いながら1月上旬にLH-RHコレステロールペレットを投与することにより2月中旬での採卵が可能となった。しかし、産卵数は多く得られたものの、浮上卵率、受精率およびふ化率は低く、得られたふ化仔魚数は少なかった。この要因として、LH-RHがホルモン分泌のバランスを乱し、産卵に支障を来たした可能性がある。このため、今後、LH-RHの投与方法および投与量等を検討する必要がある。今回の試験で注目される点は、LH-RHコレステロールペレットは投与後30日程度経過してから急速な卵黄形成促進効果および産卵誘起が認められたことで、LH-RHの持続効果についても今後、確認しておく必要がある。今回、始めて試みたLH-RHポリマーべレットでは、LH-RHコレステロールペレットで見られたよ

うな産卵誘起を起こすような卵黄形成促進効果はなかったが、投与後50日目以降に退行卵の出現を防止でき、今後、本ホルモンの効果については、さらに、試験の積み重ねが必要と思われる。

今回、卵黄形成を促進させる目的でLH-RH を用いたが、産卵を早期化する要因として、水温および日長が考えられる。これまでの試験では11~12月より長日処理を行い卵黄形成を早期化してきたが、図4に示すように、2月下旬でも卵巣卵径は600~700  $\mu\text{m}$  程度で、HCGを投与して効果が期待できる750  $\mu\text{m}$  以上に成熟段階を高めることは困難であった。このため、今後、長日処理時期および電照時間も考慮する必要がある。

3月下旬における採卵試験では、得られた雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数が少なく、ホルモン投与時の卵巣卵の成熟状況が悪かった。今後、この点についての詳細な検討が必要である。

#### (4) 要約

##### 1) LH-RHコレステロールベレット、LH-RHポリマーべレットによるブリの非産卵期における採卵

- ①LH-RHコレステロールベレットおよびLH-RHポリマーべレットを投与し、卵黄形成を早め早期採卵試験を試みた。
- ②LH-RHコレステロールベレット区ではLH-RH 投与後49日目には7尾中5尾に排卵が認められたが、LH-RHポリマーべレット区およびコントロール区では認められなかった。
- ③産卵はLH-RHコレステロールベレット区では2月18日より認められ、LH-RHポリマーべレット区およびコントロール区ではHCG投与後(3月16日) 2日目の3月18日より認められた。
- ④LH-RHコレステロールベレット区で1249.6万粒、LH-RHポリマーべレット区およびコントロール区では、それぞれ771.9万粒、799.6万粒であった。受精卵数およびふ化仔魚数は、LH-RHコレステロールベレット区で110.9万粒、41.2万尾、LH-RHポリマーべレット区およびコントロール区では、前者207.8万粒、181.8万尾、後者310.3万粒、166.9万尾であった。

##### 2) 3月下旬における早期採卵試験

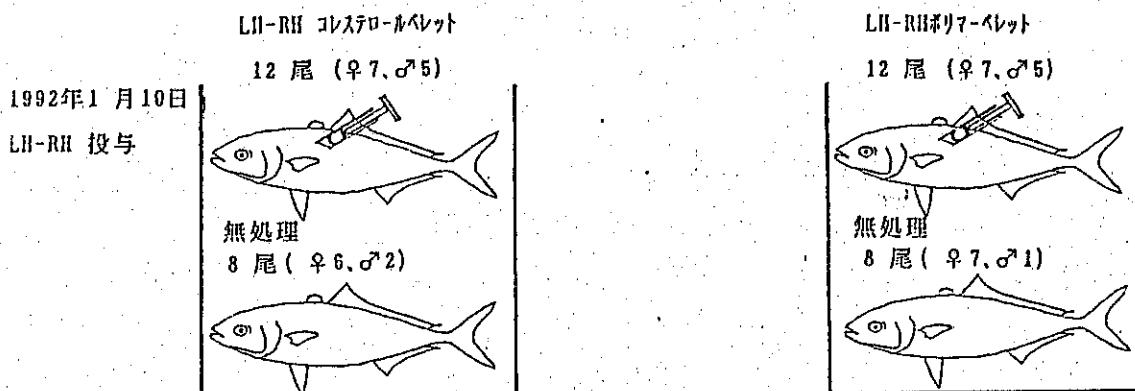
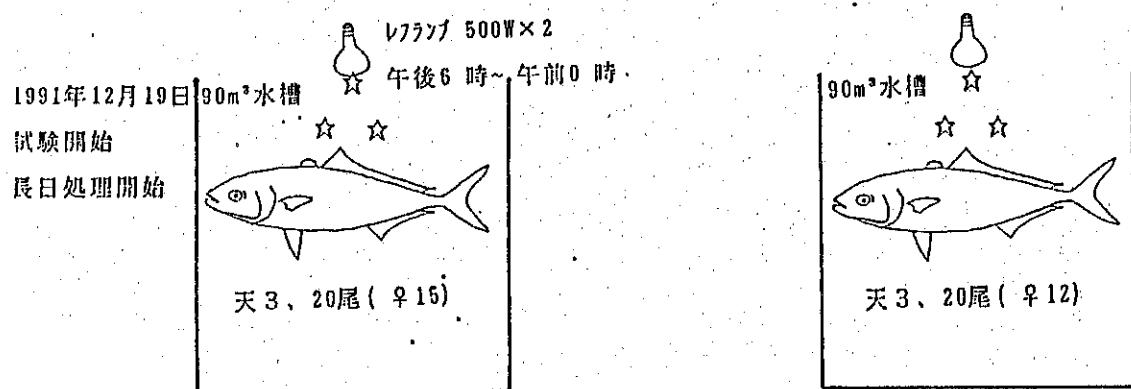
- ①加温および長日処理で卵黄形成を早期化し、ゴナトロピンを投与して3月下旬に自然産卵手法によって採卵を行った。
- ②ホルモン投与時の卵巣卵の成熟状況は、良くなかった。
- ③産卵は3月30日より認められ4月6日の間に、総採卵数453.9万粒、受精卵数160.2万粒を得、この内からふ化仔魚103.2万尾が得られた。

表1 これまでのブリの非産卵期における採卵試験の概要(五島事業場)

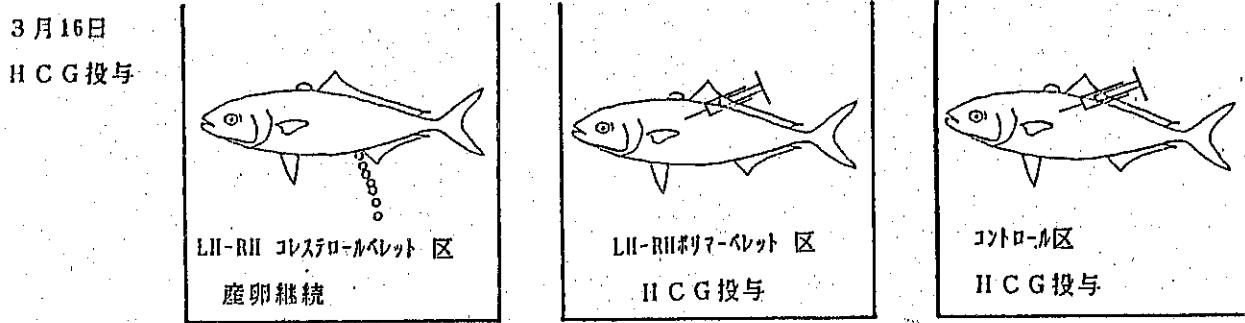
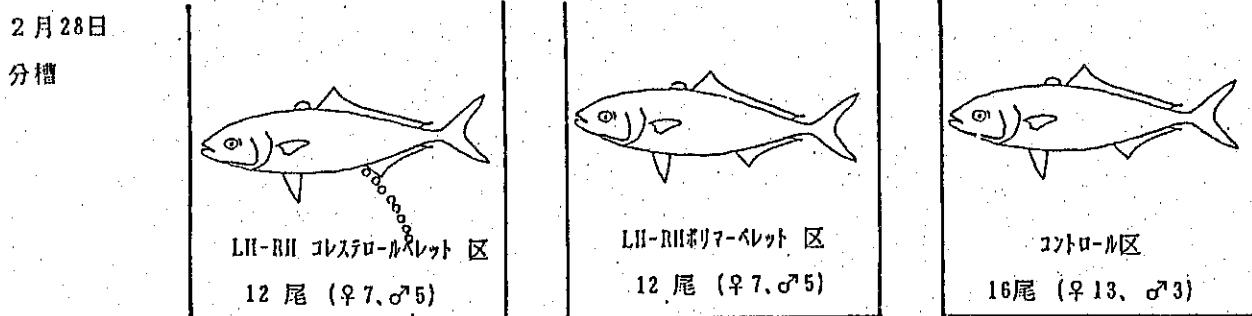
実施年度 試験期間 試験区	供試親魚 供試尾数 (雌)	平均体重 ( kg) 平均尾叉長 ( cm)	試験水槽 容量 ( m³ )	採卵方法 (開始、投与日)			総採卵数 浮上卵数 (万粒、万尾)	受精率 化仔魚数 (万粒、万尾)	浮上卵率 (%) 化仔魚率 (%)	ふ化率 (%) 雌1尾の採卵數 と同ふ化仔魚數 (万粒、万尾)	
				長日処理	加温	LH-RH					
1990年 11.15~4.11	天3 27(16)	10.0(8.9~11.9) 85.0(83.0~87.0)	屋外角型水槽 90	● 11.16	● 11.25	● 2.21	2.28~4.11 2.26	2485.2 439.9	365.1 234.6	17.7 83.0	64.3 14.7
1991年 12.21~3.21	天2 24(12)	7.8(6.4~9.4) 76.0(74.0~81.0)	屋外角型水槽 90	● 12.21	● 1.22	● 2.26	3.1~3.20 2.26	1110.7 711.6	493.4 230.5	64.1 70.0	46.2 19.2
1992年 12.19~3.25	天3 12(7)	9.0(8.2~9.8) 79.0(77.0~81.0)	屋外角型水槽 90	● 12.19	● 1.30	● 1.10	2.18~3.25 3.16	1249.6 288.6	110.9 41.2	23.1 38.4	37.2 5.9
1992年 12.19~3.25	天3 16(13)	9.0(8.2~9.8) 79.0(77.0~81.0)	屋外角型水槽 90	● 12.19	● 1.30	● 1.10	3.18~3.25 3.16	771.9 319.4	207.8 181.8	41.4 65.1	87.5 26.0
1992年 12.19~3.25	天3 12(7)	9.0(8.2~9.8) 79.0(77.0~81.0)	屋外角型水槽 90	● 12.19	● 1.30	● 1.10	3.18~3.25 3.16	799.6 406.5	310.3 166.9	50.8 76.3	61.5 12.8

表2 ブリの非産卵期での採卵試験における成熟経過（五島事業場）

試験区	雌雄	Pit番号	平均卵巣卵径(μm)				3.16 は退行卵率
			12.19	1.10	2.7	2.28	
ボリマーベレット	♀ 1	756B2E	162 (134~184)	159 (134~177)	ND	614 (522~712)	742 (688~769) -
	♀ 2	755629	156 (141~185)	170 (131~206)	295 (238~348)*	527 (421~643)	707 (667~738) -
	♀ 3	756D13	172 (143~213)	154 (128~200)	311 (255~373)*	600 (534~666)	662 (626~711) +
	♀ 4	756F2F	162 (146~206)	165 (136~200)	344 (276~401)*	637 (526~722)	746 (683~789) -
	♀ 5	75516A	174 (152~238)	164 (133~204)	210 (173~256)	384 (278~488)	535 (468~517) -
	♀ 6	755C01	154 (126~186)	179 (154~215)	322 (260~432)*	492 (428~579)	731 (699~766) -
	♀ 7	755552	158 (117~192)	166 (132~205)	327 (284~396)*	607 (509~710)	704 (637~773) +
平均土標準誤差			163 ± 2.7	165 ± 2.8	302 ± 17.8	552 ± 31.6	690 ± 28.0
コレクトロール バーナー	♀ 1	75582F	185 (166~205)	173 (130~202)	ND	1108 (1031~1213)	1222 (1179~1286) +
	♀ 2	756608	167 (135~200)	169 (126~223)	308 (204~365)*	1148 (1095~1237)	1224 (1136~1254) +
	♀ 3	756270	141 (118~170)	174 (141~229)	308 (252~411)*	1130 (1083~1154)	1142 (1090~1239) +
	♀ 4	752C06	170 (131~208)	186 (152~216)	406 (314~490)*	700 (594~790)	679 (548~764) +++
	♀ 5	757075	151 (142~202)	177 (138~219)	489 (376~559)*	1161 (1035~1268)	993 (641~1122) +++
	♀ 6	755E72	167 (137~200)	156 (119~187)	305 (222~408)*	ND	740 (625~803) +++
	♀ 7	755C39	150 (119~190)	171 (143~244)	535 (425~642)*	1110 (1037~1264)	1162 (1116~1210) -
平均土標準誤差			162 ± 5.2	172 ± 3.2	392 ± 38.0	1131 ± 9.3	1023 ± 86.5
コトロール	♀ 1	75700A	165 (136~195)	170 (145~207)	289 (236~340)*	436 (376~522)	397 (324~483) +++
	♀ 2	756813	153 (130~173)	174 (135~201)	332 (281~385)*	556 (454~768)	600 (541~689) +
	♀ 3	5A343F	174 (152~238)	187 (156~226)	324 (254~431)*	471 (416~557)	694 (621~767) +
	♀ 4	755407	160 (119~202)	161 (137~206)	359 (295~398)*	552 (457~627)	393 (323~492) +++
	♀ 5	755750	178 (144~212)	126 (95~155)	353 (295~469)*	599 (487~727)	705 (630~800) ++
	♀ 6	756F67	165 (121~199)	172 (145~222)	305 (231~349)*	562 (472~666)	735 (709~754) -
	♀ 7	5E3F6B	192 (163~256)	200 (153~269)	196 (125~403)	524 (378~694)	768 (727~820) +
	♀ 8	75554A	156 (118~192)	173 (149~188)	437 (378~499)*	685 (567~800)	760 (699~822) -
	♀ 9	75661D	156 (102~180)	165 (137~187)	348 (299~395)*	538 (567~590)	500 (455~585) ++
	♀ 10	756938	154 (128~197)	181 (146~229)	497 (395~593)*	612 (477~590)	480 (369~542) ++
	♀ 11	757000	165 (136~195)	173 (134~221)	534 (463~598)*	679 (603~765)	785 (744~842) -
	♀ 12	755D72	149 (117~171)	172 (145~222)	374 (306~433)*	597 (523~645)	418 (353~473) +++
	♀ 13	77387E	145 (109~175)	174 (134~229)	344 (260~428)*	632 (555~718)	737 (698~793) +
平均土標準誤差			162 ± 3.4	171 ± 4.5	361 ± 23.4	573 ± 19.4	613 ± 58.3

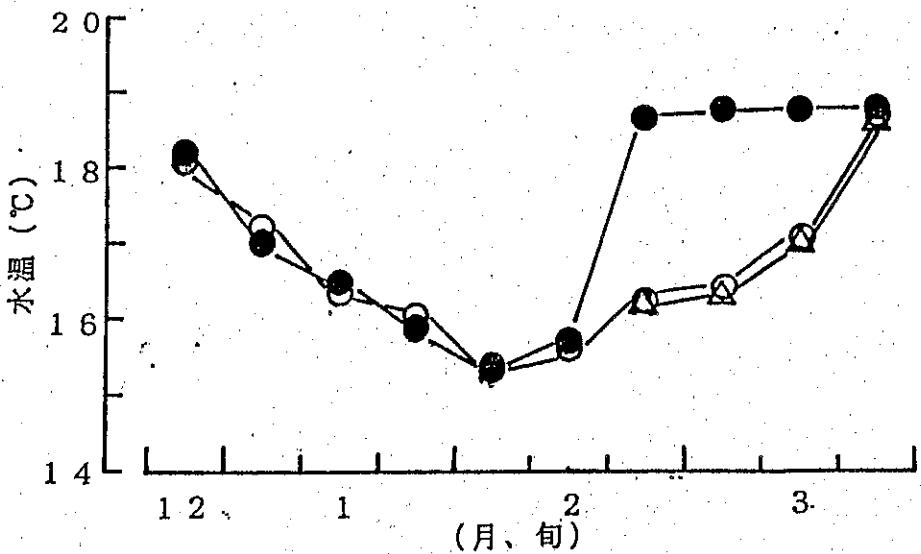


2月18日より LH-RH コレステロールペレット  
 投与魚産卵開始



3月18日より産卵開始 3月18日より産卵開始

図1 LH-RH コレステロールペレット および LH-RH プロゲスチンペレットによる  
 産卵試験での試験日程 (五島市業場)



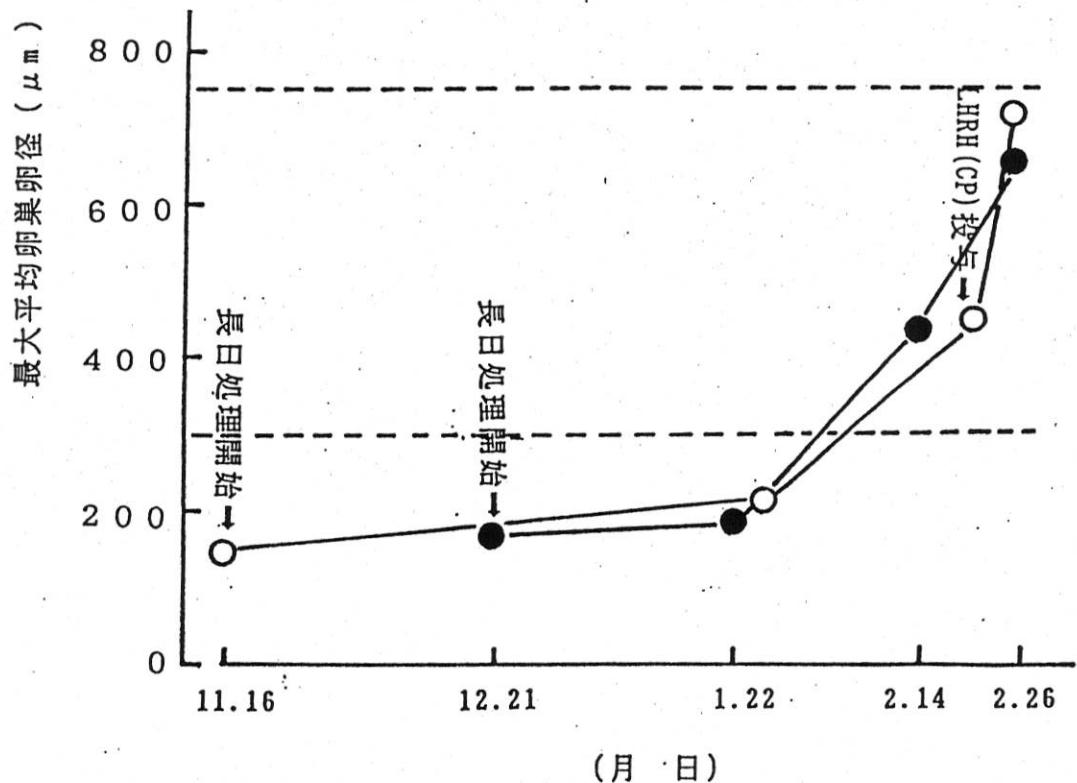


図4 過去2年間のブリの非産卵期における採卵試験

での最大平均卵巣卵径の変化（五島事業場）

1990年：○—○ 1991年：●—●

表3 平成4年度ブリの3月下旬における早期採卵試験の概要

試験区	供試親魚			採卵期間				総採卵数(万粒)			ふ化仔魚数(万尾)			浮上卵率(%)		
	親魚群 尾数(雌)	体重(kg)	尾叉長(cm)	3.30~ 4.6	浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	浮上卵率 (%)	受精率 (%)	ふ化率 (%)						
3月下旬の 早期採卵	天1 22(8)	6.5 69.0			453.9 249.8 160.2		103.2	55.0 64.1 64.4								

## I - 2. ブリの親魚養成と採卵

### 4. L H R H - a ポリマーベレットによる産卵試験

有元 操

ブリの非産卵期の試験では、L H R H - a ポリマーベレットによる成熟促進効果はさほど認められなかつたが、退行卵の出現率が低く、比較的順調な成熟状態を示した。このため、産卵期に本ホルモンを用いて産卵試験を行い、良質卵が得られるかどうかを試験した。

#### (1) 方法

魚体重当たり  $100 \mu\text{g}$  および  $200 \mu\text{g}$  を投与する 2 試験区を設けた。

#### 1) 供試魚

試験には天然養成 3 年魚を各区 12 尾（雌 7 尾、雄 5 尾）づつ用い、1992年 5 月 7 日に L H R H - a ポリマーベレットを投与して陸上水槽 2 面 ( $90\text{m}^3$ ) に収容した。この時の平均体重および平均尾叉長は  $10.4\text{kg}$  ( $8.0\sim11.6$ )、 $80.0\text{cm}$  ( $75.0\sim83.0$ ) であった。

#### (2) 水温と電照

水温は自然海水温とし、試験期間中の水温範囲は  $18.1\sim18.6^\circ\text{C}$  であった。なお、電照刺激は行わなかつた。

#### (2) 結果と考察

ホルモン投与時の卵巣卵の状況を表 1 に示した。いずれの試験区でも平均卵巣卵径が  $700 \mu\text{m}$  以上であったが、退行卵の出現率は高かつた。このような成熟状態下での産卵結果を表 2 に示した。総採卵数およびふ化仔魚数でも  $100 \mu\text{g}$  区が多く得られ、卵質も比較的良好であった。この結果、産卵期のブリにはポリマーベレットによる L H R H - a の投与は有効と判断された。

表1 L H R H-a ポリマーべレット投与時の  
平均卵巣卵径(μm)および退行卵率

個体番号	平均卵巣卵径(μm)と退行卵率	
	200 μg 区	100 μg 区
1	785(691~871)+++*	724(677~783)+
2	754(708~820)-	787(745~841)-
3	746(720~795)+	743(716~783)+
4	736(676~815)+++	763(684~836)++
5	714(618~770)+++	867(750~846)+
6	752(698~793)+	727(667~781)++
7	740(666~790)-	737(637~794)-

注) \* -とは退行卵が10%以下

+とは退行卵が10~20%程度

++とは退行卵が20~30%程度

+++とは退行卵が30%以上

表2 L H R H-a ポリマーべレットの濃度別産卵試験結果

供試魚 尾数 試験区 (雌)	試験期間 採卵期間	浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒、万尾)	浮上卵率 (%)	受精率 (%)	ふ化率 (%)	雌1尾の採卵数と ふ化仔魚数 (万粒、万尾)	
							(万粒)	ふ化仔魚数 (万粒、万尾)
100 μg	天2	5.7~5.18	544.7	376.7	73.0	55.1	108.9	
	12	5.10~5.15	397.6	207.7	94.7		41.5	
	(5)							
200 μg	天2	5.7~5.18	197.4	6.4	4.6	20.3	39.5	
	12	5.11~5.15	9.1	1.3	70.3		0.3	
	(5)							

## I - 3. ヒラマサの親魚養成と自然産卵

有元 操

本年度は、長日処理および光り刺激の効果を検討した。本文では、親魚の養成経過と水槽内自然産卵結果について報告し、今後の問題点の検討を行った。

### 1. 長日処理 + 水温制御と水温制御だけによる採卵試験の比較

2月中旬に親魚を陸上水槽に収容し、水温制御に加えて長日処理を行う区（長日処理区）と水温制御のみで産卵させる区の2試験区を設けて採卵試験を行なった。試験結果は他の試験も合わせて表1に取りまとめて示した。試験方法は基本的には昨年と同様で、特記すべき点のみ以下に示した。

#### （1）材料と方法

##### 1) 供試親魚と収容方法

供試魚には、天然2年養成魚を16尾（内雌7尾）づつ用い、平成3年2月14日にそれぞれ屋外角型水槽（90m<sup>3</sup>）に収容した。収容時の体重および尾叉長は、それぞれ9.3 kg(8.3~12.7)、84.0cm(80.0~90.0)であった。

##### 2) 餌料と養成管理

餌料には、モイストペレットを主に用い、冷凍サバ、冷凍アジ、冷凍イカナゴに加え冷凍スルメイカの給餌も行った。モイストペレットは、市販のブリ用配合飼料に魚肉ミンチ（冷凍イカナゴ、同サバ）、南極産オキアミおよび冷凍イカを配合飼料1に対してそれぞれ1.0、0.4、0.2、0.2程度の割合とし、これに、ビタミン剤（1%）とビタミンEオイル（0.5%）を加え、さらに7.5%のイカ肝油を添加したものである。1回の給餌量は、ほぼ飽食量を与えた。給餌回数は、週に3回を目安としたが、親魚の摂餌状況、肥満度および魚病対策等を考慮して適宜調整を行った。

##### 3) 水温設定

試験開始後水温を15°C以上とし、2月下旬より徐々に昇温し、3月下旬には20°C台とし、産卵期間中はこの水温を維持した。

##### 4) 長日処理方法

長日処理は、水中灯（100w×2灯）を用いて試験開始直後より開始し、午後6時より午前0時まで6時間点灯した。

##### 5) 飼育水槽の管理

使用海水には、濾過海水（5~8 m<sup>3</sup>/時間）を使用した。水槽上面は、寒冷紗（遮光率85%、2枚）に加えて保温を目的として透明ポリシートで覆った。

##### 6) 産出卵の回収と卵管理

産卵水槽からの卵の排出は、2本のサイフォン（カナラインホース：口径50mm）で行い、それを0.5 m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽（2面）に設置した採卵ネット（径70cm×深さ70cm）で受けて採卵を行った。採卵後の卵管理は、メスシリンドラーで計量し、浮上卵のみをふ化水槽（逆円錐型：実行水量≈1 m<sup>3</sup>もしくはふ化ネット実行水量≈0.25m<sup>3</sup>）に収容し、流水（20~21°C加温海水、30回転/日）と通気（エアーストン1個）を併用してふ化管理を行った。採卵後の浮上卵、沈下卵およびゴミの分離は、集卵バケツを一定時間静置

した後、浮上卵のみをビーカーですくい、残りの沈下卵とゴミはネットで分離する方法を取った。

## (2) 結果

長日処理区では、最初の産卵は4月20日に確認され、その後5月7日までに、総採卵数391.9万粒（浮上卵数317.8万粒、受精卵数314.6万粒）、ふ化仔魚227.5万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、81.1%、99.0%、72.3%であった。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（7尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ56.0万粒、32.5万尾となった。

一方、水温制御区では、産卵は5月1日に確認され、その後5月11日までに、総採卵数34.5万粒（浮上卵数24.7万粒、受精卵数22.0万粒）、ふ化仔魚14.6万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、71.0%、89.1%、66.4%であった。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（7尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ4.9万粒、2.1万尾となった。

## 2. 光り刺激による自然産卵試験

ブリの採卵と同様に光り刺激を行い、異なる親魚群を用いて2例の自然産卵試験を行なった。

### (1) 方法

#### 1) 供試親魚と収容方法

供試魚には、天然1年養成魚および天然3年養成魚を海面小割生簀より平成4年5月13日に屋外角型水槽（90m<sup>3</sup>）2面に、それぞれ39尾（内雌26尾）、18尾（内雌9尾）づつHCG（900IU/kg）を投与した後収容した。収容時の平均体重は、それぞれ5.6kg、12.5kgであった（表1）。

#### 2) 水温設定

水温は、陸上水槽収容後は加温し20.0~22.0℃を維持した。なお、産卵期間中の水温刺激は行わなかった。

#### 3) 光り刺激

光り刺激は、水中灯（100W×2灯）を用い試験開始直後より電照し、午後6時より午前0時まで6時間点灯した。

### (2) 結果

両試験区とも最初の産卵は5月15日に確認され、5月22日まで採卵を行った。天然1年養成魚では総採卵数230.4万粒（浮上卵数192.8万粒、受精卵数189.3万粒）を得、ふ化仔魚130.4万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、83.7%、98.2%、68.9%であった。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（26尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ8.9万粒、5.0万尾となった。

一方、天然3年養成魚では総採卵数327.2万粒（浮上卵数273.8万粒、受精卵数271.1万粒）を得、ふ化仔魚192.5万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、83.7%、99.0%、71.0%であった。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（9尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ36.4万粒、21.4万尾となった。

### 3. 考察

これまで長日処理と水温制御を併用することにより採卵が早められ、長日処理による成熟促進効果は一応認められている。しかし、採卵数およびふ化仔魚数については期待したほどの値は得られていない。今回の試験でも同様な結果が得られており産卵閑与個体が少なかった可能性がある。すなわち、卵黄形成が順調に進まなかつた個体が多く出現した可能性があり、本種では長日処理が本種の順調な成熟経過を阻害している可能性も残されている。今後、長日処理条件あるいは水温経過についての詳細な検討が必要と思われる。

### 4. 要約

- 1) 2月中旬に親魚を陸上水槽に収容し、水温制御に加えて長日処理を行う区（長日処理区）と水温制御のみで産卵させる区の2試験区を設けて採卵試験を行なった。
- 2) 長日処理区では、雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、それぞれ56.0万粒、32.5万尾となり、水温制御区を上回る結果が得られたが、例年の試験と比較すると値は低かった。
- 3) 光り刺激による2例の自然産卵試験を行なった結果、天然1年養成魚では雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、それぞれ8.9万粒、5.0万尾で、天然3年養成魚では、それぞれ36.4万粒、21.4万尾であった。

表1 平成4年度ヒラマサ採卵試験結果

試験 区	試験区 鰯魚群 尾數(雌)	体重(kg) 尾丈長(cm)	採卵期間	總採卵數 (万粒)	浮上卵數 (万粒)	受精卵數 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)	浮上卵率 (%)	受精率 (%)	ふ化率 (%)
長日処理	天2 16(7)	9.3 84.0	4.20~ 5.7	391.9	317.8	314.6	227.5	81.1	99.0	72.3
TRD-N	天2 16(7)	9.3 84.0	5.1~ 5.11	34.8	24.7	22.0	14.6	71.0	89.1	66.4
	天1 39(26)	5.6 69.0	5.15~ 5.25	230.4	192.8	189.3	130.4	83.7	98.2	68.9
	天3 18(9)	12.5 90.0	5.15~ 5.22	327.2	273.8	271.1	192.5	83.7	99.0	71.0
合計				984.3	809.1	797.0	565.0	82.2	98.5	70.9

## I - 4. 平成4年度シマアジの親魚養成と採卵試験

### 有元操

これまで、本種の成熟状況および水温制御に長日処理を加えることによりにより11月下旬より4月中旬までの長期間に渡っての採卵が可能となること明らかにした。しかし、本種の種苗生産ではウイルス性神経壞死症（VNN）が発生し大きな問題として残されている。本ウイルスは親から仔魚への垂直感染が示唆され、親魚の養成管理面が重要と考えられる。

本年度は、産卵親魚に対するSJNNVのワクチン投与の有効性および産卵制御の効果について把握するための試験を行った。本文では、自然産卵試験結果を報告し、今後、本種の採卵で解明していかなければならない問題点について述べる。なお、ウイルス性神経壞死に関する試験および技術開発は種苗生産環境清浄化システム技術開発の項で詳細に述べる。

#### 1. 自然産卵試験

##### (1) 方法

試験の概要について表1に示すようにA～Fの6試験区を設け、採卵試験を行なった。

##### 1) 供試魚

人工11歳魚（平均体重4.0 kg）、人工8歳魚（平均体重2.7 kg）および天然養成8歳魚（平均体重2.7 kg）を用いた。ワクチン投与の有効性を把握するため、人工11歳魚では、1990年にSJNNVの外皮蛋白を注射した群（A親魚群、8尾、うち雌2尾）と無処理群（B親魚群、19尾、うち雌12尾）に、人工8歳魚でも1991年に紫外線で不活化したSJNNVを注射した群（C親魚群、20尾、うち雌10尾）と無処理群（D親魚群、11尾、うち雌6尾）に分け、連続産卵させた。加えて、産卵制御の有効性を把握するため、人工8歳魚（E親魚群、13尾、うち雌6尾）および天然養成8歳魚（F親魚群、21尾、うち雌13尾）を用いて、産卵制御する2群を設けた。なお、産卵制御は産卵後に水温を18～19℃に降下させ、この水温域を10～15日間維持させることにより産卵を制御し、産卵時には再び水温を21～22℃に上昇させて産卵させる方法によった。

##### 2) 供試魚の収容と飼育管理

いずれの試験でも平成3年10月31日に陸上水槽（90m<sup>3</sup>あるいは60m<sup>3</sup>）に収容し、水温制御（18～22℃）と長日処理（日没後6時間照射、500W×2）を行いつつ、HCGによる産卵を試みた。

海上での親魚養成は、小割生簀（5×5×深さ5m、実水容積113m<sup>3</sup>）で行った。餌料は、産卵試験終了後9月まではモイストペレット（配合飼料：魚肉ミンチ：冷凍イカ：南極産オキアミ=1:0.5:0.25:0.25）を、10月以降および陸上水槽での産卵試験期間中はこれに加えて冷凍アジ、イカの切り身および南極産オキアミも投餌した。投餌は、海面小割生簀養成期間の10月までは週に2回、11月以降は一日1回行った。1回の投餌量はほぼ飽食量とした。

使用海水には、濾過海水（5～8m<sup>3</sup>/時間）を使用した。水槽上面は、寒冷紗（遮光率85%、2枚）に加えて保温を目的として透明ポリシートで覆った。

産卵水槽からの卵の排出は、3本のサイフォン（カナラインホース：口径50mm）で行

い、それを $0.5\text{ m}^3$ ポリカーボネイト水槽（3面）に設置した採卵ネット（径70cm×深さ70cm）で受けて採卵を行った。

採卵後の卵管理は、メスシリンドラーで計量し、浮上卵のみをふ化水槽（逆円錐型：実行水量 $\approx 1\text{ m}^3$ もしくはふ化ネット実行水量 $\approx 0.25\text{ m}^3$ ）に収容し、流水（20~21°C加温海水、30回転／日）と通気（エアーストン1個）を併用してふ化管理を行った。採卵後の浮上卵、沈下卵およびゴミは、集卵バケツを一定時間静置した後、浮上卵のみをビーカーですくい、残りの沈下卵とゴミはネットで分離する方法を取った。

## （2）結果

産卵は、11月25日より認められ、2月上旬までに、総採卵数2,180万粒、ふ化仔魚1,260万尾を得た。なお、A親魚群とE親魚群からは飼育ができるほどのふ化仔魚は得られなかった。

ワクチン投与の有効性については、人工8歳魚のCおよびD親魚群から得られたふ化仔魚を用いて飼育試験を行ったが、いずれの群からでもVNNの発生が見られたことより、親魚へのワクチン処理の有効性については判然としなかった。

また、産卵制御の有効性についても、人工8歳魚のDおよびE親魚群から得られたふ化仔魚を用いて飼育試験を行ったが、いずれの群からでもVNNの発生が見られたことより、産卵制御の有効性については判然としなかった。

## （3）考察

本年度はウイルス性神経壞死症対策を重視し採卵を行い、ワクチン投与の有効性および産卵制御の有効性について検討を行った。しかし、ワクチン投与の有無ならびに産卵制御をするかしないかに関わらず、仔魚にVNNの発症が認められた。このため、これらの有効性については判然としなかった。今後、親魚の養成管理面の検討が必要と考えられた。

## （4）要約

- 1) 本年度は、産卵親魚に対するSJNNVのワクチン投与の有効性および産卵制御の効果について把握するための試験を行ったが、いずれの群からでもVNNの発生が見られたことより、産卵制御の有効性については判然としなかった。
- 2) 産卵は、11月25日より認められ、2月上旬までに、総採卵数2,180万粒、ふ化仔魚1,260万尾を得た。なお、A親魚群とE親魚群からは飼育ができるほどのふ化仔魚は得られなかった。

表1 平成4年度シマアジの採卵試験の概要とVNNの発生（五島事業場）

グループ	供試親魚 系群 年齢	体重(kg) 尾数(雌)	ワクチンの有無 と産卵形式		産卵手法と開始日				総採卵数(万粒) ふ化仔魚数(万尾)	VNNの発生
			ワクチン	産卵型	試験	長日 処理	HCG 投与	産卵期間		
A	人工 11歳魚	4.0 8(2)	処理	連続	10.31	11.1	11.1	11.27	12.10 0	未産卵
B		4.0 19(12)	無処理	連続	10.31	11.1	11.1	11.27	11.29 ~2.10 974.0 585.3	12.11の産卵分以降(10回目)で VNN発生。
C	人工 8歳魚	2.7 20(10)	処理	連続	10.31	11.1	11.1	11.29	11.25 ~12.24 656.6 419.3	12.1の産卵分(1回目)でより VNN発生。
D		2.7 11(6)	無処理	連続	10.31	11.1	11.1	11.29	12.1 ~12.24 188.0 109.9	12.1の産卵分(1回目)でより VNN発生。
E		2.7 13(6)	無処理	制御	10.31	11.1	11.1	11.29 12.16	12.1 ~1.11 349.0 143.9	12.1の産卵分(1回目)でより VNN発生。
F	天然 8歳魚	2.7 21(13)	無処理	制御	10.31	11.1	11.1	11.28	11.30 ~12.10 16.0 1.2	未経産魚のため成熟 状態悪く、試験中止

## I - 5. クエ、マハタの親魚養成と採卵試験

有元 操

これまでクエの自然産卵試験では多くの卵は得られるものの受精率が低かった。この要因として水槽での飼育環境が疑われ、特にシェルターの効果について検討したところ、シェルターがない方が産卵量は多く得られた。しかし、得られたふ化仔魚数はわずかで、シェルターの有無が卵質にはさほど影響していないものと判断された。また、親魚の収容尾数(90 m<sup>3</sup>水槽での)について検討したところ、若干ではあるが雌3尾、雄1尾とした場合が多くのふ化仔魚が得られている。また、本種は冬期の水温低下時(14~16 °C)には、攝餌率の低下が見られ、このことが成熟産卵に支障を来し、その結果、卵質に影響している可能性も考えられた。

本年度はこれらの点に留意した採卵試験を行なった。加えて、雄個体の確保のため、サイラスティックチューブを用いてメチルテストステロンの投与試験を行なった。本文ではその結果を報告し、今後の問題点について検討を行った。

### 1. クエ

本年度は、親魚の収容尾数および性比が異なる3例の試験および冬期に陸上水槽で加温して養成して産卵させる試験の4例の自然産卵試験を実施した。また、メチルテストステロンをサイラスティックチューブにつめて投与する雄性化試験も行なった。

#### 1) 方法

##### (1) 自然産卵試験

###### ①供試親魚の由来

供試魚の由来と魚体組成について表1に示した。供試親魚には、昭和57~63年にかけて定置網あるいは沈籠で漁獲され、海面小割で養成した天然養成魚を用いた。試験1、2、3では供試魚は海面小割生簀(5×5 ×深さ4.5m)より屋内角型水槽(90m<sup>3</sup>)にそれぞれ平成4年2月8日、同5月6日、同5月18日に収容したが、試験4では、試験2、3の試験終了後、成熟状態がまだ良好な親魚を選別して別な水槽(同)に収容して引き続いで試験を行なった。収容尾数は、試験1、2では雌3尾、雄1尾、試験3では雌3尾、雄2尾、試験4では雌2尾、雄1尾とした。供試魚の魚体重は、雌では6.0~12.0kg、雄では12.1~14.8kgであった。

###### ②水温

試験1では2月下旬(16 °C台)より加温し、4月上旬には18°C台とし、産卵確認後は、すみやかに22°C台まで昇温した。試験2~4では水槽収容後22°C台まで昇温し、その後はこの水温を維持させた。なお、自然海水温が22°C以上となった6月上旬以降は無加温とした。雄性化試験は自然水温(16.1~27.2 °C)である。

##### (2) 雄性化試験

###### ①供試親魚の由来

供試親魚には、自然産卵試験と同じ由来の天然養成魚を5尾用いた。試験は海面小割生簀(5×5 ×深さ4.5m)で行ない、これまでに雌雄が不明である個体を用いた(表2)。

###### ②メチルテストステロンの投与法と溶出量の測定

サイラスティックチューブ(ダウコニング社製、内径1.57、外径2.41mm)にはサイラスティ

ック医療用チューブ（シリコンラバーチューブ）を用いた。メチルテストステロンには $17\beta$ -メチルテストステロン（シグマ社製）を用い、長さ20mmのサイラスティックチューブに20mgのメチルテストステロンをつめ込み、両端を医療用接着剤（Silastic medical Adhesive Silicon Type A）で封じた。親魚への投与は、このサイラスティックチューブを軸幹部筋肉内に挿入し、一個体に1本を4月18日に挿入した。

メチルテストステロンの溶出量は、生理食塩水中にサイラスティックチューブを20°Cの水温下で20日間入れ、試験開始時からの減耗重量を算出して求めた。

### ③雄化の調査法

定期的に供試魚の腹部を圧迫して、精子を確認した。

#### 2) 結果

##### (1) 自然産卵試験

試験結果の概要について表2に示した。本年度は、4月10日より7月24日の間に総採卵数2549.7万粒（浮上卵数369.2万粒）、受精卵数156.9万粒を得、ふ化仔魚78.5万尾が得られた。

試験区ごとには、試験1では、産卵は4月10日より認められ、4月23日までに総採卵数108.6万粒（浮上卵数32.1万粒）を得たが、受精卵は得られなかった。試験2では、産卵は5月26日より認められ、6月20日までに総採卵数2006.0万粒（浮上卵数163.7万粒）を得、ふ化仔魚7.5万尾を得た。試験3では、産卵は6月2日より認められ、6月9日までに総採卵数36.1万粒（浮上卵数1.1万粒）を得たが、受精卵は得られなかった。一方、試験4では、産卵は7月21日より認められ、7月24日までに総採卵数399.0万粒（浮上卵数172.3万粒）、ふ化仔魚71.0万尾を得た。浮上卵率、受精率およびふ化率は、試験4が最も高く、それぞれ43.2%、73.1%、56.3%であった。このように、雌2尾、雄1尾とした試験4での採卵成績が最も良かった。

##### (2) 雄性化試験

雄性化個体は5月18日および6月18日で2尾（体重13.6kg、10.6kg）認められた。メチルテストステロンの溶出量は、一日当たり $15\sim20\mu\text{g}$ と算出された。

#### 3) 考察

冬期に陸上水槽で加温して養成して産卵させた試験1では、例年より約50日程度早く産卵（水温18.2°C）が認められたものの、卵質の向上は認められなかった。この点より、冬期の低水温が直接的に卵質に影響しているとは考えにくい。しかし、今回の試験での水温経過が、本種の成熟産卵に適したものであったかどうかについては疑問の余地があり、今後、成熟状況と水温との関係を把握する必要がある。

親魚の収容尾数および性比が異なる3例の比較試験では、試験日程および供試魚の問題等があり一概に比較は出来ない。しかし、雌2尾、雄1尾の試験では、これまで最高のふ化仔魚が得られている。ここで重要な点は、産卵は7月の中旬の水温24.4~26.1°Cの範囲で行なわれ、卵質も比較的良好であった点である。これまで、本種の自然産卵は主に21~23°Cの水温域で行なわれていたことを考えると、今後、産卵水温あるいは産卵時期と卵質との関係についての検討も必要と思われる。

今回始めて試みたサイラスティックチューブによるメチルテストステロンの投与では、

比較的短期間で雄性化個体が出現したことより、本法による投与法は有効と判断された。今後、さらに基礎的な実験が必要と考えられる。

## 2. マハタ

本年度は、雌雄比を雌3尾、雄2尾として自然産卵試験を行った。

### 1) 方法

#### (1) 供試親魚の由来

57~63年にかけて定置網あるいは沈籠で漁獲され当場で養成した天然養成魚を用いた。雌3尾と雄2尾を平成2年5月18日に海面小割生簀より屋外角型水槽(90m<sup>3</sup>)に収容した(表1)。

#### (2) 水温

水温は水槽収容後22°Cまで加温し、その後はこの水温を維持させた。なお、自然海水温が22°C以上となった6月上旬以降は無加温とした。

### 2) 結果および考察

産卵は5月22日に認められたもののすべて未受精卵であった。今後、クエ同様に、雌雄比、産卵水温あるいは産卵時期の検討が必要である。

## 3. 要約

### (1) クエ

1) 本年度は、親魚の収容尾数および性比が異なる3例の試験および冬期に陸上水槽で加温して養成して産卵させる試験の4例の自然産卵試験を行ない、総採卵数2549.7万粒(浮上卵数369.2万粒)、受精卵数156.9万粒を得、ふ化仔魚78.5万尾が得られた。

2) 冬期に陸上水槽で加温して養成して産卵させた試験1では、例年より約50日程度早く産卵が認められたものの、卵質の向上は認められなかった。

3) 雌雄比を雌2尾、雄1尾とした試験での採卵成績が最も良かったが、雌雄比以外に卵質に影響する要因として、産卵水温あるいは産卵時期が考えられた。

4) サイラスティックチューブによるメチルテストステロンの投与では、比較的短期間に5尾中2尾の雄性化個体が出現し、今後、有効な投与法と考えられた。

### (2) マハタ

1) 雌雄比を雌3尾、雄2尾とし、自然産卵試験を行ったが、産卵は5月22日に1回認められたに過ぎず、すべて未受精卵であった。今後、雌雄比、産卵水温あるいは産卵時期の検討が必要と思われた。

表1 平成4年度クエおよびマハタの試験に用いた親魚の魚体組成（五島事業場）

魚種 試験番号	試験期間 産卵期間	水槽 容量 個数	供試魚				
			親魚区分	個体番号	雌雄	全長(cm)	体重(kg)
クエ 1	H.4.2.8 ~5.18	90 m <sup>3</sup> 1	天4~ 天9	755475 755C41	♂ ♀	90.0 68.0	12.1 6.5
	H.4.4.10 4.23			756B6A 78662E	♀	70.0 75.0	6.5 6.8
	H.4.5.6 ~6.30	90 m <sup>3</sup> 1	天4~ 天9	755515 756745	♂ ♀	99.0 71.0	14.8 9.1
	H.4.5.26 6.20			756F2B 5E3659	♀	84.0 75.0	11.0 8.3
3	H.4.5.18 ~6.30	90 m <sup>3</sup> 1	天4~ 天9	757475 755757	♂ ♂	90.0 90.0	12.1 14.2
	H.4.6.2 6.9			755869 756118	♀ ♀	70.0 77.0	6.0 7.9
				773A6C	♀	83.0	12.0
	H.4.6.30 ~8.12	90 m <sup>3</sup> 1	天4~ 天9	757475 756F2B 5E3659	♂ ♀ ♀	90.0 84.0 70.0	12.1 11.0 8.3
	H.4.7.21 7.24						
雄性化 試験 5	H.4.4.18 ~8.12	90 m <sup>3</sup> 1	天4~ 天9	755758 755F14 756A78 757E48 75554F	?	70.0 88.0 85.0 73.0 61.0	5.1 13.6 10.6 5.9 3.3
	H.4.5.18 ~6.30	90 m <sup>3</sup> 1	天4~ 天9	75717C 75545A 75523B 75727D 755659	♂ ♂ ♀ ♀ ♀	63.0 63.0 59.0 57.0 55.0	4.5 4.6 4.0 3.6 3.1
	H.4.5.22						
マハタ							

表2 平成4年度クエの自然産卵試験の概要

試験区	♀ : ♂	水槽容量 (m <sup>3</sup> )	試験期間	総採卵数(万粒)	受精卵数(万粒)	浮上卵率(%)	
						産卵期間	浮上卵数(万粒)
1 冬期加温	3 : 1	90	H4.2.8~ 5.18 4.10~4.23	108.6 32.1	0 0	29.6 0	
	3 : 1	90	H4.5.6~ 6.30 5.26~6.20	2006.0 163.7	30.9 7.5	8.2 18.9	24.3
	3 : 2	90	H4.5.18~ 6.30 6.2~6.9	36.1 1.1	0 0	3.0 0	0
2 : 1	2 : 1	90	H4.6.30~ 8.12 7.21~7.24	399.0 172.3	126.0 71.0	43.2 73.1	56.3
	合計		H4.2.8~ 8.12 4.10~7.24	2549.7 369.2	156.9 78.5	14.5 42.5	50.0

## I-6 アオリイカの採卵とふ化

小磯雅彦

本種の資源管理事業の一環として、五島列島福江島の各漁協では、産卵時期と思われる4月～11月の期間に天然シバを海底に設置する産卵場造成事業が昭和62年度からさかんに行われている。

これに先行して当事業場では、昭和59年度から人工産卵床の開発を実施しており、これまでの結果では天然シバと同等な産卵量が得られた事例もみられている。しかし、これまで人工産卵床の産卵試験では、産卵床の設置場所や時期などの環境条件が同一でないために、これまでの結果はやや信頼性に欠ける点があると思われた。

そこで本年度は今後、人工産卵床の産卵試験を行うための予備試験として、時期および水深別に天然シバを設置して本種の産卵に関する基礎的な知見の収集を行った。また、卵管理水温別のふ化試験も行ったのでこれも含めて報告する。

### (1) 天然シバによる採卵調査

#### 1) 材料及び方法

産卵床には実際に産卵場造成事業で用いられている天然シバ（クロキの枝を束ねたもの：高さ1.5m、幅約1m）を使用した。

設置場所は、長崎県玉之浦湾口黒瀬崎地先を調査地点として、天然シバを水深別に5、10、12mの地点にそれぞれ2基ずつの合計6基を設置した。なお、各水深の底質は、5m域は岩礁、10m域は岩礁と砂、12m域は砂であった。

調査は、平成4年4月から12月までの期間で、毎月1回、各地点に天然シバを約1週間設置後、回収して各天然シバの卵嚢数や卵数を調査した。

#### 2) 結果及び考察

産卵が確認できた月は、5月と6月のみで総卵嚢数は3,876個で総卵数は23,159個であった。5月の場合は、水深10mの1基に卵嚢数590個で卵数3,510個が確認された。6月の場合は、水深10mの1基に卵嚢数958個で卵数5,728個と水深12mの1基に卵嚢数2,328個と卵数19,649個が確認された。

今回の調査結果からは、5、6月しか産卵はみられなかったが、これまでの調査知見では本種の玉之浦湾での産卵盛期は9月から10月であると考えられていた。この違いについては、天然シバの設置場所がこれまでの玉之浦湾奥から湾口へ移動したことや、玉之浦漁協での本種の9月の漁獲量が例年に比べ、減少していたことで9月の産卵親イカ群の量が少なかったこと等が考えられる。

なお、今回調査では産卵事例が少ないため断定はできないが、この結果から玉之浦湾黒瀬崎地先での人工産卵床の産卵試験の環境条件は、産卵床の設置時期は5月から6月で、設置場所は水深10m以深で底質が砂質である場所が良いのではないかと考えられた。

### (2) 卵管理水温別ふ化試験

本種の卵発生と水温の関係を調査する目的で、卵管理水温を変えてふ化試験を行った。

#### 1) 材料及び方法

供試イカ卵は5月に玉之浦湾内の天然シバ産卵調査で得られた卵の一部1,543卵を用いた。

卵管理水温の試験区は、21、22、23、24℃の4区で、加温海水は、別の水槽(350L)で加温ろ過海水とチタンヒーター(500W)により設定加温海水を作り試験に用いた。試験水槽には30Lポリカーボネイト水槽を4個用いた。

調査は、卵管理水温が異なるため、ふ化までの日数や、ふ化率及びふ化時の外套長を求めた。

## 2) 結果及び考察

試験は5月22日から7月5日までの44日間行った。

各試験区のふ化までの日数及びふ化ピーク時までの日数は、24℃区では24日と25日、23℃区では24日と29日、22℃区では30日と33日、21℃区では36日と37日となり、ふ化までの日数は卵管理水温が低いほど長期化する傾向がみられた。この結果から卵管理水温(X)と卵収容日からふ化までの日数(Y)及び卵収容日からふ化ピークまでの日数(Z)の関係は以下の式で表すことができた。

$$Y = -4.20X + 123 \quad (r=0.944, 21 < X < 24)$$

$$Z = -3.54X + 113.3 \quad (r=0.992, 21 < X < 24)$$

各試験区ともふ化率は95%前後で、ふ化時の平均外套長は66~70mmとなり試験区による違いはみられなかった(表1、図1)。

以上のことから、今回試験を行った水温範囲では高水温ほど早くふ化することがわかり、ふ化率やふ化サイズには影響はないと思われた。本種の卵管理における課題の1つには、卵が入手できてもふ化までの時間が30日前後かかることがある。このため今後は今回の試験よりも高い水温での卵管理試験を行って、卵管理の日数をより短縮する方向で試験を行っていきたい。

表 | アオリイカ卵管理水温試験の結果

試験区	収容卵数	ふ化期間 (日間)	総ふ化個体	ふ化率 (%)	ふ化時の外套長 (最小～最大)	水温 (最小～最大)
21°C	381	6.28~7.4 (7)	363	95.2	69.6 (57.4~76.2)	20.6 (19.3~21.9)
22°C	450	6.22~6.30 (9)	434	96.5	67.9 (62.3~73.4)	21.7 (19.3~22.7)
23°C	292	6.16~6.30 (15)	281	96.3	65.8 (58.9~73.2)	22.7 (19.3~24.4)
24°C	420	6.16~6.29 (14)	395	94.1	68.4 (57.6~73.7)	24.3 (19.3~25.3)

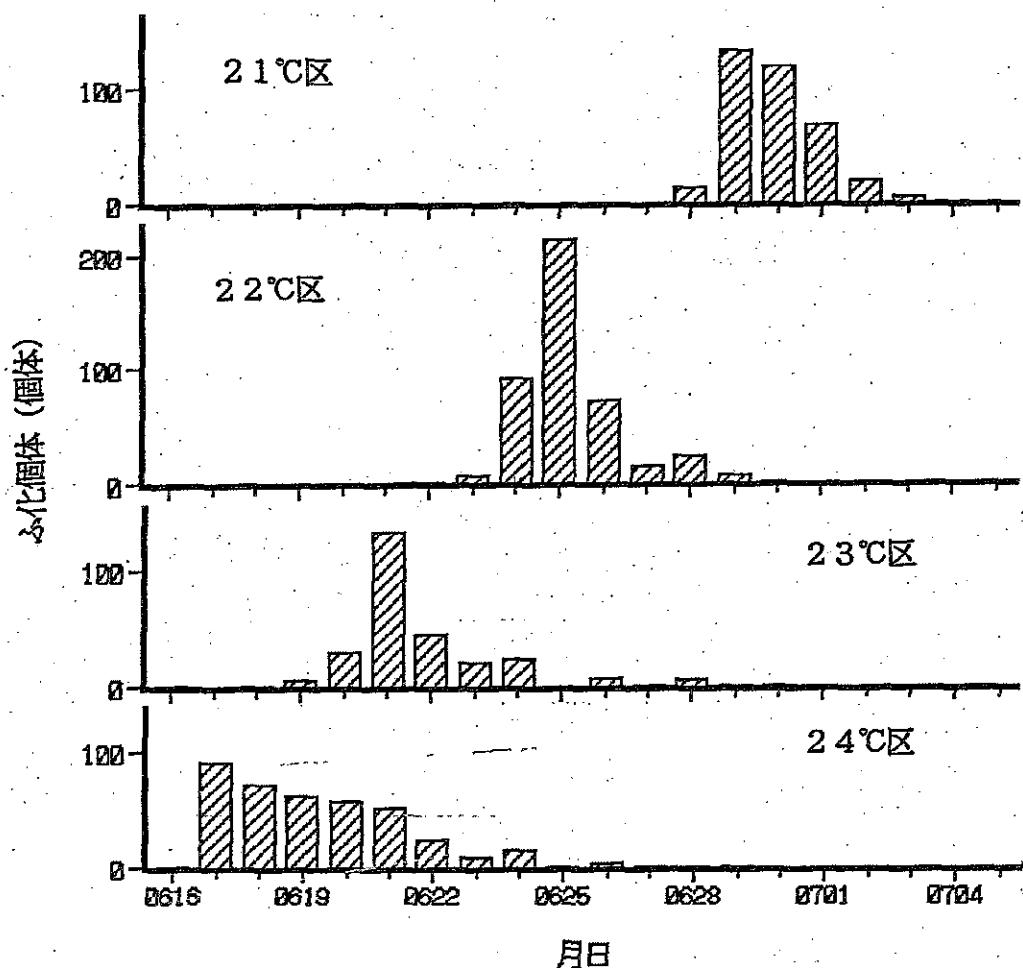


図 | アオリイカ卵管理水温別試験のふ化状況  
(試験開始日：5月22日)

# I — 7 ふ化仔魚の活力試験（ヒラマサ）

崎山一孝

## 緒言

当事業場で種苗生産を行っているブリ、ヒラマサ、シマアジはヒラメ、マダイと比べ初期減耗が大きく、取り上げ時における生残率は 10~30% と低い。そのため、初期減耗を小さくする方法の開発と、初期減耗が小さいふ化仔魚、いわゆる活力のあるふ化仔魚を種苗生産に使用することが必要である。卵径や産卵時期等による卵質の評価や SAI によるふ化仔魚の活力評価が試みられているが、未だ有効な方法は見つかっていない。

近年、生化学的な手法により魚類の発育や栄養状態の評価を明らかにする試みがなされている。この方法を用いることにより発育や栄養状態を数値化し客観的な検討が可能となった。今回は生化学的な手法によりヒラマサの受精卵とふ化仔魚の体成分を分析し、受精卵の発生過程を生化学的な面から明らかにし、卵質やふ化仔魚の活力評価に有効な成分の探索を目的として実験を行った。

## 材料と方法

平成 5 年 4 月 1 日から 5 月 28 日の間に、ヒラマサの受精卵とふ化仔魚の体成分分析を目的としてサンプリングを行った。産卵には、天然 1 年養成魚（天 1）、天然 2 年養成魚（天 2）、天然 3 年養成魚（天 3）の 3 群の親魚を用いた。サンプリングは、各産卵群ごとに計 17 回行い、受精からふ化までの間に 3~4 回ずつ発生段階ごとにおこなった。天然魚 3 年養成魚から得られた 5 月 21 日の受精卵に限っては、受精卵の発生とともにう体成分の変化を見るために採卵から 4~6 時間ごとにサンプリングを行った。採取した受精卵とふ化仔魚はシュクロース液 (0.25M Sucrose, 1mM EDTA, 20mM Tris-HCl (pH 7.5)) を加え、直ちに -85 °C で凍結した。尚、ふ化水槽中の水温は 22°C に保ち、1m³/時の流水にした。

凍結したサンプルは解凍後、DNA、RNA、タンパク質の定量と、酸性フォスファターゼ活性、アルカリ性フォスファターゼ活性、ペプシン様プロテアーゼ活性の測定に使用した。

得られたふ化仔魚については、30 尾ずつ 500ml ピーカーに収容し SAI の測定も行った。毎日、ピーカー内の死亡個体を計数、除去し、それから求めた毎日の生残尾数から以下の式により SAI を算出した。なお、水温はウォーターパスにより 22 °C に保った。

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

## 結果

本年度のヒラマサの種苗生産では、当初、天 2 の親魚から得られたふ化仔魚を用いて 2 回の種苗生産を行ったが、いずれも、初期減耗が大きく、摂餌率も低かったため、生産を中止した。それに対し、天 1 と天 3 の親魚から得られたふ化仔魚を用いた種苗生産では、摂餌率が高く、初期減耗が小さく、生産は良好であった。

種苗生産結果から見る限りでは、天 1、天 3 のふ化仔魚と天 2 のふ化仔魚の質的な差は明確であり、天 2 のふ化仔魚は種苗生産には不向きと考えられた。しかし、これらの親魚

から得られた受精卵と油球の直径、受精率、ふ化率等に大きな差は見られなかった。

生産が順調であった天1と天3のふ化仔魚のSAIは14~16、生産が不調であった天2のふ化仔魚のSAIは16~19と、生産が不調であった天2の方が天1、天3よりもやや高い傾向にあった。どの親魚群も、産卵期間中のSAIはほぼ一定で推移し、大きな変動はなかった。

天2の受精卵とふ化仔魚を用いて時間の経過とともに体成分の変化について調べた。タンパク質合成能力の指標とされているRNA/DNAは受精後、時間の経過とともに低下し、採卵時には約7であったものが、ふ化時には2~3まで低下した(図1)。細胞の大きさを示すタンパク質/DNAも受精後、時間の経過とともに低下し、ふ化時のそれは採卵時の約1/4になった(図2)。細胞内成分の分解や代謝回転に関与するとされている酸性フォスファターゼ活性は時間の経過とともに高まる傾向がみられ、ふ化時には採卵時の約4倍になった(図3)。腸管の形成や、骨の形成に関与するとされているアルカリ性フォスファターゼ活性も同様に受精後時間の経過とともに高まった(図4)。受精からふ化までの間では発生が進むほどRNA/DNAとタンパク質/DNAは低くなり、酸性フォスファターゼ活性とアルカリ性フォスファターゼ活性は高まることが明かとなった。

どの親魚群から得られた受精卵も採卵後40~45時間で50%がふ化した。その時点から10~15時間経過したふ化仔魚の体成分について親魚群ごとに比較した(表1)。RNA/DNAは、種苗生産が不調であった天2が4.4ともっとも高く、好調であった天1と天3は2.4、3.9と低かった。タンパク質/DNAも同様に、天2が4.2ともっとも高く、天1と天3は2.2、3.7と低かった。酵素活性では逆の傾向がみられ、酸性フォスファターゼ活性では、天2は1.8と最も低く、天1と天3は7.0、4.5と高かった。アルカリ性フォスファターゼ活性も天2は0.02と最も低く、天1と天3は0.12、0.07と高かった。種苗生産において初期減耗が大きく、初期の摂餌率が低いふ化仔魚ほどRNA/DNAとタンパク質/DNAは高く、逆に、酸性フォスファターゼ活性とアルカリ性フォスファターゼ活性は低い傾向にあった。

### 考察

本年度のヒラマサの種苗生産では、使用したふ化仔魚の由来によって種苗生産結果が異なったことから、ふ化仔魚群間の活力の相違が示唆された。天1、天3のふ化仔魚を使用した生産は初期減耗は小さく好調であったが、天2のふ化仔魚を使用した生産では開口直後の摂餌率が低く、初期減耗も大きかったため、生産を中止した。

初期減耗の原因としては、外部環境に由来するものと、仔魚の質に由来するものとが考えられる。摂餌率の低い仔魚の生残率は低く、逆に、摂餌率の高い仔魚の生残率は高い傾向にあることから摂餌の有無は初期生残の重要な要因である。ヒラマサ仔魚は収容後2日目(ふ化後3日目)にはほぼ全個体が開口し摂餌可能な状態になっている。それにも関わらず、群により摂餌率が異なるのはふ化仔魚の活力に差があったためであると推察した。天2と天1、天3のふ化仔魚を用いた種苗生産の時期が違うため、飼育環境が異なり、それが摂餌率の違いに現れた可能性もある。しかし、収容後、わずか2日後には差が見られたことと、今年度は生産の良、不良に関わらずどの種苗生産でも、同型の水槽を用い、ふ化水温、飼育水温に差はなく、飼育水中のナンノクロロプシスの密度やワムシの給餌量

にも大きな違いはなかったことから、摂餌率や初期生残率に差ができるほど飼育水槽間で飼育環境が大きく異なったとは考えにくい。

RNA/DNA はタンパク質の合成能力の指標として使用されてる。受精直後の RNA/DNA は他の時期に比べ比較的高いレベルにあり、発育にともないそのレベルは低下していく。このような傾向はサケ、マダイ、ヒラメのふ化から開口までの時期にも見られ、摂餌の開始によりそのレベルはほぼ一定となるが、ふ化直後のレベルまでは達しない。これらのことから、受精直後の RNA/DNA は生活史の中で最も高く、その値は、開口し摂餌を開始するまで低下すると推察される。また、最も RNA/DNA が高いふ化直後から、RNA/DNA の低下傾向が止まる開口時までは、開口以後の時期に比べ RNA/DNA が高いレベルにあると思われるので、タンパク質の合成が活発に行われる時期であると考えられる。

タンパク質/DNA は細胞の大きさの指標とされている。この値が低いほど細胞分裂により細胞が小型化し細胞数が増えたことを示す。ヒラマサ受精卵では受精直後が最も高く、その後、ふ化するまで低下した。このことから、受精からふ化までの間は細胞分裂が盛んに行われている時期であると考えられる。

細胞内成分の分解や代謝回転に関与するとされている酸性フォスファターゼの活性と、腸管の形成や骨の形成に関与するとされているアルカリ性フォスファターゼの活性は両方も受精後、高まる傾向にあったことから、細胞数の増加のみならず、機能的な面でも発育が進むものと考えられる。

これらのことから、受精からふ化までの間は、外部環境にさらされるふ化後に備え、細胞の分裂、分化が進み、機能的にも急速に発達する時期であると推察された。ふ化後、生き残り、成長するためには、ふ化するまでに外部環境に適応する能力を獲得し、内部栄養から外部栄養に転換するまでに運動能力や消化、吸収能力の十分な発達が必要である。ふ化時点における仔魚の発育の程度は魚種により異なるとされている。今回の実験では、同一種のふ化仔魚でも、ふ化直後における発育の程度に差があることが明らかになった。また、その差はふ化後の生残に影響し、発育が未熟なものほど生残率が低かった。このことはふ化仔魚の発育の程度がふ化仔魚の活力の指標となり得る可能性を示している。ふ化開始から終了までの時間が数時間に及ぶことを考えると、同一産卵群内でも、ふ化直後の仔魚の発育にはばらつきがあると考えられる。そのため、産卵群間の発育の差は、発育の進んだ個体、遅れた個体がどの程度の割合で含まれているかにより、その群の発育の程度は表される。群としての平均の発育程度も重要であるが、それと同様に、発育程度のばらつきもまた重要であると思われる。しかし、現在、その評価方法や詳細については不明である。また、今回の実験だけでは例数が少なく、仔魚の発育の程度と生残率との関係について確定することはできないため、今後、同様な実験を繰り返し、両者の関係についてデータを収拾しなければならない。

今回のふ化仔魚の採取時期は、50% ふ化から 10~15 時間と約 5 時間の開きがあったことから、できる限り同一時間にサンプリングの採取を行う必要がある。また、過去においてブリの種苗生産で、同一のふ化仔魚を用いたにも関わらず、使用した水槽が違っただけでその生残に大きな違いがみられたことから、環境要因と初期減耗の関係についても調査する必要がある。

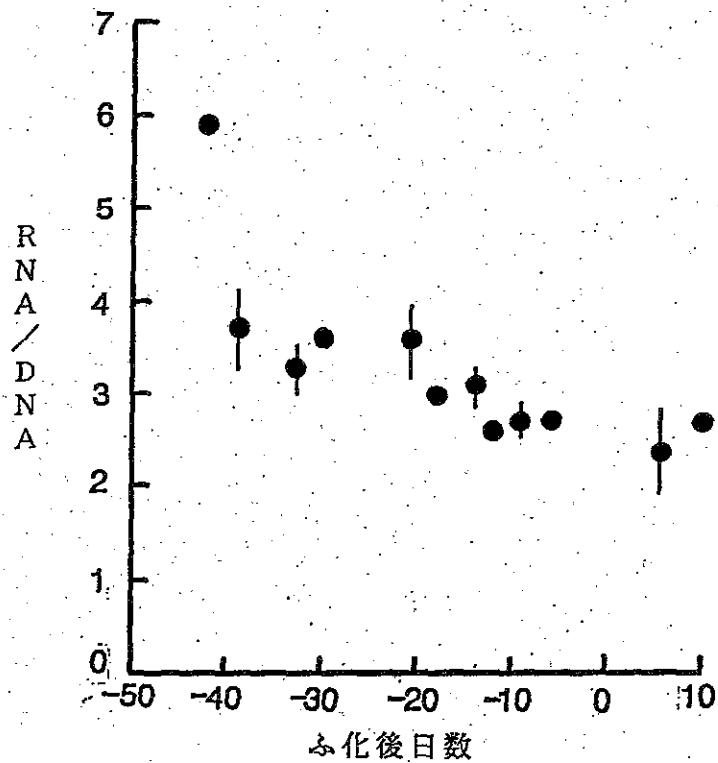


図1 ヒラマサ受精卵のRNA/DNAの経時変化

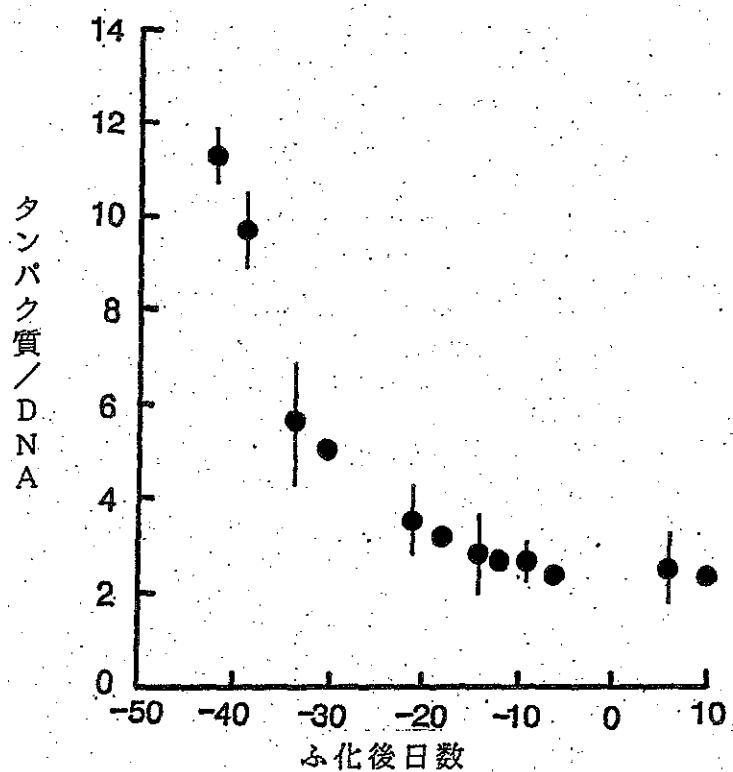


図2 ヒラマサ受精卵のタンパク質/DNAの経時変化

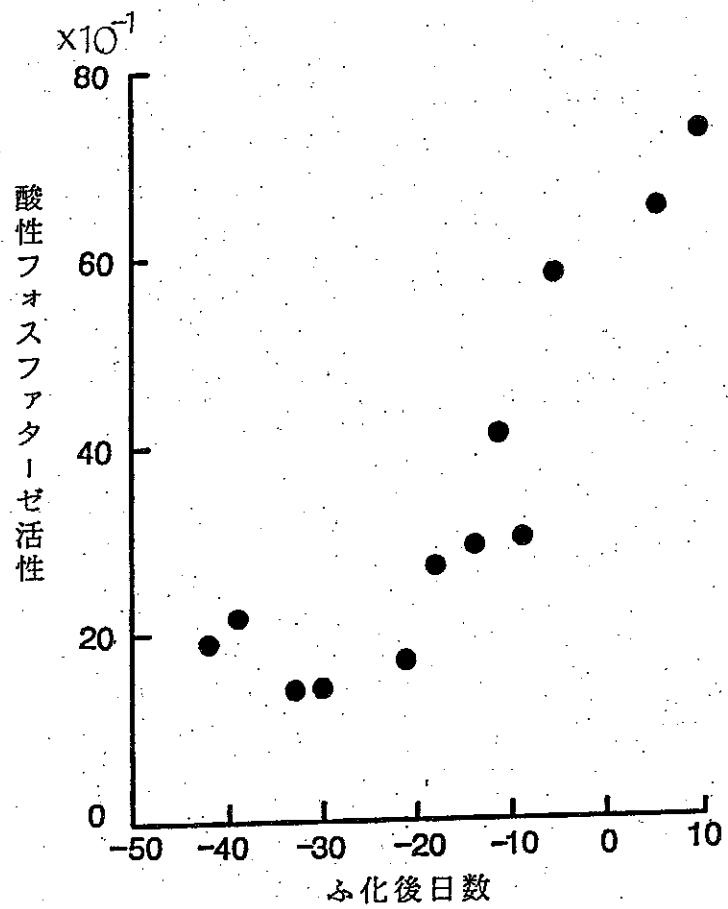


図4 ヒラマサ受精卵のアルカリ性フォスファターゼ活性の経時変化

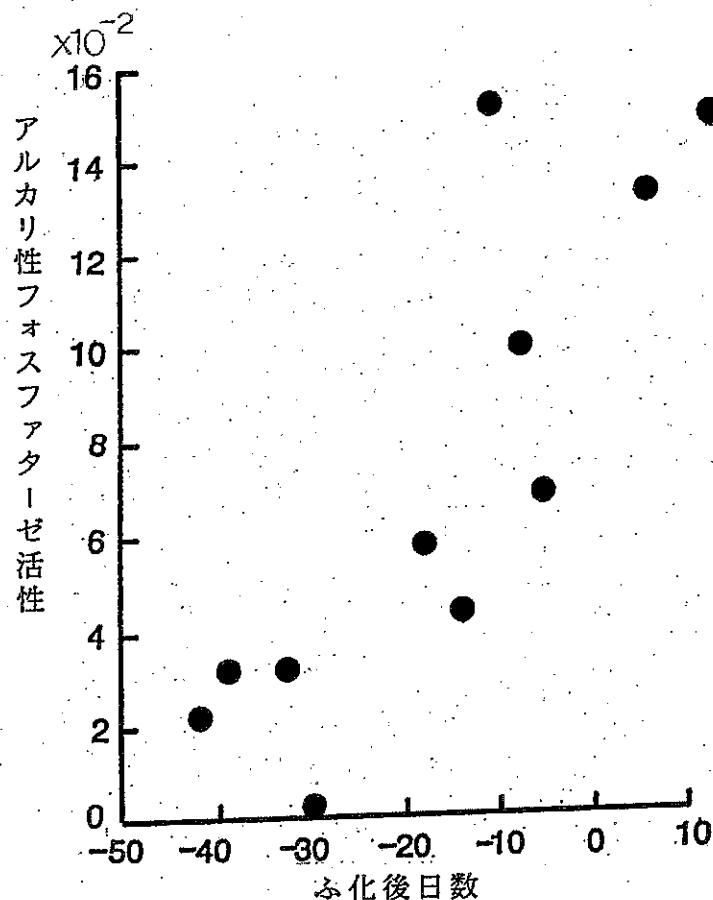


図3 ヒラマサ受精卵の酸性フォスファターゼ活性の経時変化

表III・1・ヒラマサふ化仔魚の体成分の比較

親魚群	RNA/DNA	タンパク質／DNA	ACPase ( $\times 10^{-2}$ )	ALPase ( $\times 10^{-2}$ )
天 1	2.4 (1.9~2.9)	2.2 (2.2~2.3)	7.0 (5.8~9.1)	0.12 (0.10~0.18)
天 2	4.4 (4.1~5.0)	4.2 (4.0~4.6)	1.8 (1.4~2.4)	0.02 (0.0~0.05)
天 3	3.9 (4.1~3.8)	3.7 (3.1~4.0)	4.5 (3.0~6.3)	0.07 (0.04~0.09)

## II. 種苗生產技術開発

## II - 1 ブリ種苗生産

### 1. 陸上飼育

昭和57年度より開始したブリの種苗生産は本年度で11年目を迎える。また、マリノフォーラム21と行っている共同研究（ブリ微粒子配合飼料の開発）と並行して、陸上における量産規模飼育に配合飼料を導入してから4年目を迎える。過去3年間は、大型生物餌料の代替餌料として配合飼料の有効利用を重点課題として種苗生産技術開発を行ってきた。その結果、平成元年には全長25mmより、平成2年には全長20mmより配合飼料の単独給餌飼育が可能となり、沖出し前の陸上飼育における配合飼料の餌付けにより、従来の生物餌料中心の餌料系列で生産を行っていた時の技術開発課題（共食いの防止、大型生物餌料の大量確保、取り揚げ時のショック死による大量斃死の防止、沖出し直後の大量斃死の防止）がクリアされた。しかし、初期生残率の向上、形態異常魚の出現防止、防疫体制の確立等依然として未解決の問題がある。

本年度は、早期種苗生産技術開発の検討（3月よりの種苗生産）、初期飼育技術開発の検討（初期減耗の防止と開鱗率の向上）、人工配合飼料の導入による餌料系列の見直し（全長15mmからの配合飼料の単独給餌）に重点をおいて試験を行い、生産尾数40万尾（全長20～30mm）、生残率30%，取り揚げ密度2000尾/m<sup>3</sup>を目標にして種苗生産を行なった。

### 材料と方法

#### 1) ふ化仔魚および収容方法

供試したふ化仔魚は、当場で天然魚を1～3年間養成したものから加温・電照処理・ホルモン打注後の自然産卵によって得られたものである。

飼育水槽へのふ化仔魚の収容方法は、ふ化水槽（逆円錐型1m<sup>3</sup>水槽）でふ化させたものを0.5m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽に収容し、飼育水槽まで搬送した後、サイホン（Φ50mmホース使用）で移槽して行った。収容時の飼育水量は、90m<sup>3</sup>水槽では80m<sup>3</sup>、60m<sup>3</sup>水槽では50m<sup>3</sup>とした。

#### 2) 飼育水槽及び飼育環境の管理

飼育水槽には、60m<sup>3</sup>コンクリート水槽（4.5×8.0×2.0 m，実効水量50m<sup>3</sup>）3面、90m<sup>3</sup>コンクリート水槽（8.0×2.0 m 八角形水槽，実効水量80m<sup>3</sup>）7面を使用した。

飼育水の加温は、温水の循環（チタンパイプによる熱交換）により行った。飼育水温はふ化仔魚の収容時は21～22℃に調温し、その後22℃を維持して飼育を行なった。沖出し時に備えた水温馴致方法は、沖出し5日前より1日に1℃の割合で降下させることにより行い、海面水温に馴致させた。

飼育水には濾過海水を使用し、ナンノクロロプロシスを添加した。その添加はワムシ給餌期間中のみ行ない、100～200万セル/mlを保つように1日数回添加した。

換水は、ふ化仔魚収容直後より注水（1m<sup>3</sup>/hr 昼間のみ注水）を開始し、流水飼育とした。換水量は、飼育初期（全長8mmまで）には40%/日、その後は魚の成長に合わせて増大し、最終的には150～200%とした。

照度調節は、水槽上面を遮光率85%の寒冷紗を二重にして覆い、日射量及び魚の状態に応じて適宜開閉して行なった。

通気は、当初、エアストンを24個／槽を水槽内に等間隔に設置して行い、成長に応じて通気量を増加させた。遊泳力のつく全長8mm頃から多数の穴（1m/m穴）を開けた塩ビパイプを水槽底面の4隅に配置し、通気により飼育水を回すようにした。

底掃除は、全長5mmより2日に1回行ない、自走式底掃除機（株式会社ノダック）で行なった。

取り揚げは水深50cmまで減水し、旋網により魚を集め手網ですくい取った後、ドレン抜き口より取り揚げ水槽に抜き取り、手網で取り揚げた。なお、取り揚げ時のショック死を防ぐため、旋網を行なう直前に魚を追いかけまわし刺激に慣らした。

### 3) 計数および測定

計数は、ふ化後7日目までは毎日行い、Φ40mm塩ビパイプを用いて柱状サンプリングを行ない容量法により推定した。遊泳力のつく全長8mm頃からは底掃除により排出される斃死仔魚数より生残尾数を推定した。取り揚げ時の計数は、沖出し後選別を行い、全数計数を行なった。

成長は、全長を測定し、開口0日目より3日毎に30尾を測定した。

### 4) 餌料

給餌した餌料の種類と基準給餌量を表1に示した。ワムシ、アルテミアノーブリウスについては栄養強化を行ない、その栄養強化方法については『生物餌料の栄養強化』の項に示した。配合飼料（日本水産株式会社）は、最小粒径が200μmのものから使用し、成長に応じて粒径を大きくした。餌付け時は手撒きで行い、餌付いた後は微定量投餌機（株式会社 日本アクアシステム）を用いて行なった。

### 5) 鰓の開腔試験

鰓の開腔率を向上させるために、各飼育例毎に開腔時の水深、通気量の調整、油膜除去（水面への空気吹き付けにより油膜を集め回収）の有無について検討を行った。開腔率の測定は、3日毎の成長（全長）の測定時に行った。

### 6) 上浦事業場との共同試験

今年度は、昨年度に引き続き、配合飼料の実用化試験（全長20mmからの大型水槽での配合飼料飼育）として、市販の配合飼料会社2社（日本水産・オリエンタル酵母）の飼料を用いて大型水槽での量産規模試験を行った。供試魚は全長10mmまで飼育した魚を3水槽に分槽し、試験区を2区（日本水産・オリエンタル酵母飼料区）、対照区を1区（生物餌料区）とした。分槽後、全長15mmになった時点で試験開始とし、6日間の餌付けの後全長約20mmより配合飼料の単独給餌とした。試験は試験区が完全に配合飼料に餌付いた時点で終了とした。なお、本試験は、昨年度はMF21との共同研究として行ったが、今年度はMF21より量産規模での試験に参加を希望する会社がなかったため、市販の日本水産・オリエンタル酵母飼料を使用して、上浦事業場との共同試験とした。

## 結果

本年度の飼育に供したふ化仔魚の由来を表2に、種苗生産結果を表3に、生産回次別の投餌量を表4に示した。生産期間は平成3年3月23日～6月15日までの85日間に、3回次10例の飼育を行った。このうち7例（1R-1・2, 2R-1・3, 3R-3・4・5）では取り揚げまで飼育を行ない、1例（2R-2）は大量減耗のため飼育を中止した。また、2例（3R-1・2）は上浦事

業場との共同試験用の供試魚育成飼育（全長10mmまで飼育）とし、分槽後試験を開始した時点で飼育中止とした。生産期間中にみられた最も大きな減耗は初期減耗であった。全長10mm以上では共食いによる減耗が大きかった。生産に供した総ふ化仔魚数は708.8万尾、平均収容密度は13501尾/m<sup>3</sup>であった。また、総生産尾数は44.9万尾、取り揚げサイズは25.8(15.7~38.0)mm、生残率は6.3(0~11.3)%であった。

以下、各生産回次毎の結果の概要を記す。

### 1) 1回次生産

1回次生産では、早期採卵による種苗生産の可能性、昨年度行った餌料系列：ワムシ+アルテミア幼生+配合飼料（全長20mmからの完全配合飼料化）での再現飼育、小型種苗（全長20mm）での取り揚げを目的として飼育を行った。

飼育には、加温養成による天然3年養成魚にHCGを打注し自然産卵により得られたふ化仔魚を供した。ふ化仔魚は、例年より約10日早いものを供試した。生産期間は3月23日から4月30日までの39日間で、90m<sup>3</sup>水槽2面を使用して2例(1R-1, 1R-2)の飼育を行なった。収容尾数は、1R-1では85.3万尾(11373尾/m<sup>3</sup>)、1R-2では84.5万尾(11267尾/m<sup>3</sup>)であった。

取り揚げは、配合飼料に完全に餌付いたふ化後39日目に行った。取り揚げ尾数は、1R-1では7.2万尾(987尾/m<sup>3</sup>)、1R-2では9.6万尾(1273尾/m<sup>3</sup>)であり、生残率は8.5%と11.3%であった。なお、取り揚げ時の斃死はほとんどなかった。

給餌した餌料の種類と給餌量を表4に、餌料系列を図1に示した。餌料系列は、1R-1・2とも、ワムシ+アルテミアノープリウス+配合飼料とし、養成アルテミアは使用しなかった。配合飼料の給餌は、1R-1, 1R-2とも全長15mmより行った。5日間の生物餌料との併用給餌の後、全長20mmから積極的に配合飼料を摂餌をし始めたため、配合飼料の単独給餌とし、以後は微定量給餌機を使用して投餌した。

成長、生残状況を図2に示した。生残状況は、1R-1, 1R-2の2例とも初期減耗が大きく、ふ化後10日目までに生残率が15%と25%まで低下した。その後、全長20mmまで大きな減耗は見られなかつたが、全長20mm以上になると共食いや突きあいによる斃死が増大した。

成長は、1R-1, 1R-2とも、ふ化後39日目で全長20mmとなつたが、通常の生産における成長よりも5日間程度遅れた。

鰓の開腔試験として、開腔時の水位を1R-1は低水位(水深80cm)とし、1R-2は高水位(水深160cm)とした。通気は、2例ともエアトン・エアロックにより通常に行つた。鰓の開腔は、1R-1はふ化後6日目より始まり、通算平均開腔率(開腔から取り揚げまで3日毎に測定した開腔率の平均値)は26.0%であった。1R-2は、ふ化後5日目より始まり、通算平均開腔率は69.5%であった。

### 2) 2回次生産

2回次生産では、早期配合飼料化飼育（全長15mmからの配合飼料単独給餌）を目的に3例の生産を行つた。

飼育には、加温養成による天然1年養成魚にHCGを打注し自然産卵により得られたふ

化仔魚を供した。生産期間は5月2日から6月10日までの41日間で、90m<sup>3</sup>水槽3面を使用しての飼育を行なった。収容尾数は2R-1は100万尾（13300尾/m<sup>3</sup>）、2R-2は91万尾（12100尾/m<sup>3</sup>）、2R-3は110万尾（14700尾/m<sup>3</sup>）であった。

取り揚げは、ふ化後40・41日目に行った。取り揚げ尾数は、9.1万尾（1213尾/m<sup>3</sup>）と5.6万尾（747尾/m<sup>3</sup>）であり、生残率は4.9（0～9.1）%であった。取り揚げ時の斃死はほとんどなかった。

給餌した餌料の種類と給餌量を表4に、餌料系列を図3に示した。餌料系列は、ワムシ+アルテミアノーブリウス+配合飼料で行った。全長10mmより配合飼料の給餌を開始し、馴致期間として10日間アルテミアノーブリウスと併用給餌した後、全長15mmに達した時点で配合飼料の単独給餌とした。配合飼料への餌付きは良かったものの、一時的に成長の遅滞が見られ、また配合飼料への馴致期間が長かったため成長差が大きくなり共食いによる減耗が大きかった。

成長、生残状況を図4に示した。生残状況はいづれの飼育例も初期減耗が大きく、ふ化後15日目までに生残率が20.0%以下に低下した。その後、ガス病と思われる大量斃死が2例（2R-1、2R-2）にみられた。2R-1ではふ化後29日目（全長15mm）に発症し約5万尾が、2R-2では、ふ化後17日目（全長8mm）に発症し全数が斃死した。斃死魚の腹腔内にはガスが充満していた。2R-3は初期減耗以降で大きな減耗は見られなかつたが、全長20mm以上になると共食いや突きあいによる斃死が増大した。

成長は、ふ化後40日目で全長26mmであった。

鰓の開腔試験として、開腔時の水位を2R-1・2は高水位（水深160cm）とし、2R-3は低水位（水深80cm）とした。通気は、2R-1はエアブロックを使用し、2R-2は無通気とし、2R-3はエアストン・エアブロックを使用した。また、2R-1は油膜除去を行つた。鰓の開腔は、2R-1はふ化後4日目より始まり、通算平均開腔率は71.6%であった。2R-2は、ふ化後4日目より始まり、通算平均開腔率は65.6%であった。2R-3は、ふ化後4日目より始まり、通算平均開腔率は71.9%であった。

### 3) 3回次生産

3回次生産では、上浦事業場との共同試験として上浦事業場と同じメーカー（日本水産・オリエンタル酵母）の配合飼料を用い、全長15mmからの配合飼料の単独給餌による飼育を行つた。

飼育には、加温養成による天然2年養成魚にHCGを打注し自然産卵により得られたふ化仔魚を供した。生産期間は5月7日から6月15日までの41日間で、60m<sup>3</sup>水槽3面、90m<sup>3</sup>水槽2面を使用して5例（3R-1～5）の飼育を行なつた。収容尾数は、3R-1では128万尾（17067尾/m<sup>3</sup>），3R-2では110万尾（14667尾/m<sup>3</sup>）であった。

成長、生残状況を図6に示した。生残状況は、3R-1・2とも初期減耗が大きく、ふ化後10日目までの生残率が30.0%以下まで低下した。その後、全長10mmまで大きな減耗は見られず、全長10mmになった時点で3水槽（3R-3, 3R-4, 3R-5）に分槽し、上浦事業場との共同試験に供した。各試験区への収容尾数は、3R-3は7.1万尾（1470尾/m<sup>3</sup>）、3R-4は6.4万尾（1280尾/m<sup>3</sup>）、3R-5は7.1万尾（1470尾/m<sup>3</sup>）であった。3R-1・2は分槽後飼育を中止した。

給餌した餌料の種類と給餌量を表4に、餌料系列を図5に示した。餌料系列は、分槽時まではワムシ(S型) + アルテミアーブリウスとした。分槽後の餌料系列は、配合飼料区はワムシ(S型) + アルテミアーブリウス + 配合飼料とし、生物餌料区はワムシ(S型) + アルテミアーブリウスとした。

上浦事業場との共同試験は、分槽後全長15mmになった時点で開始し、6日間の餌付け期間の後11日間の配合単独給餌を行った。

取り揚げは、ふ化後41日目(試験開始後18日目)に行った。取り揚げ尾数は、3R-3では4.06万尾( $812\text{尾}/\text{m}^3$ )、3R-4では3.09万尾( $618\text{尾}/\text{m}^3$ )、3R-5では6.24万尾( $1248\text{尾}/\text{m}^3$ )であった。取り揚げ時の斃死は3R-3、3R-4ではほとんどなかったが、3R-5では沖出しの翌日までに半数以上の大量斃死があった。

各試験区の成長・生残状況を図7に示した。試験終了時の生残状況は、生物餌料(87.9%)>日本水産飼料(58.3%)>オリエンタル酵母(48.3%)の順で良かった。成長は、日本水産飼料(全長28.3mm)>生物餌料(全長27.3mm)>オリエンタル酵母(全長27.1mm)の順で良かったが、3区の間に大きな差はなかった。

生残状況は、生残指数(生物餌料区の生残率を100としたときの相対生残率)で比較すると日本水産配合飼料区が65、オリエンタル配合飼料区が50であり、生物餌料区(100)に比べて低い値であった。各飼育での減耗の最大の要因は共食いであった。

試験開始後の各区の成長に伴う活力試験(空中露出10秒、60秒)の結果を図8・9に示した。空中露出10秒の活力試験では、生物餌料区は全長15mmから25mmにかけて活力(生残率)が20%まで低下しているのに対し、配合飼料区は試験開始直後に90%まで低下が見られたものの成長にともない上昇した。空中露出60秒の活力試験では、生物餌料区は全長15mmから25mmにかけて活力(生残率)が20%まで低下しているのに対し、配合飼料区も全長15mmから23mmにかけて60%まで低下が見られたもの全長25mmには80%以上に上昇した。種苗の活力は配合飼料区がよく、生物餌料区の種苗は活力が弱く、沖出し時にかなりの斃死が見られた。

鰯の開腔試験として、開腔時の水位は3R-1・2は高水位(水深160cm)とした。また、通気は、3R-1はエアブロックを使用し、3R-2は無通気とした。また、3R-1は油膜除去を行った。鰯の開腔は、3R-1はふ化後4日目より始まり、通算平均開腔率(開腔から分槽まで3日毎に測定した開腔率の平均値)は83.0%であった。3R-2は、ふ化後4日目より始まり、通算平均開腔率は64.4%であった。

## 考察

### 1) 生残

過去11年間の種苗生産結果を表5に示した。本年度の生産結果をみると、平均生残率は最も低く6.3%であった。生残率の低い原因として、初期減耗、全長15mmよりの配合飼料化、共食いが考えられる。

#### ① 初期減耗

初期減耗は、いずれの飼育例でも大きな減耗要因であり、ふ化後10日目までに生残率が20~30%まで低下した。その原因としては、ふ化仔魚の活力、初期飼育環境、収容過多等が考えられる。過去11年間の収容密度と初期減耗の関係を図10・11に示した。初期生残率は収容密度が $10000\text{ 尾}/\text{m}^3$ までは収容密度との間に相関が認められないが、 $10000\text{ 尾}/\text{m}^3$

以上になると生残率の低下が起り負の相関が見られた。しかし、昨年度は1.Rで収容密度を4000尾/ $m^3$ と20000尾/ $m^3$ に変えて飼育を行ってみたが初期生残率に差は見られなかったことから、10000尾/ $m^3$ ～20000尾/ $m^3$ の収容密度では初期の生残に及ぼす影響はないものと思われる。本種の場合、開口翌日の摂餌率が50～80%と低いことから、ふ化仔魚の活力にも問題がある可能性があり、ふ化仔魚の活力との関係について検討する必要がある（表6）。また、初期の飼育環境については、通気の強さが初期生残に影響を及ぼすとの報告もある。鰓の開腔も通気の強弱により開腔率が変わるために、初期飼育における通気量についても検討する必要がある。

### ② 小型サイズでの配合飼料化（全長15mm）

配合飼料を中心とした新飼料系列を確立するため、全長15mmからの配合飼料の単独給餌飼育を行った（2R-1・2R-2）。今年度は配合飼料への馴致期間を長くして、全長10mmより10日間行った。配合飼料の給餌は、全長10～15mmまでの10日間は生物飼料との併用給餌とし、1日10%の割合で生物飼料から配合飼料へ給餌比率を増加させていった。配合飼料の単独給餌となった全長15mm以降の減耗は配合飼料に餌付けなかつた個体の斃死及び共食い・つつきあいによるもので生残率は50～60%であった。これに対して生物飼料区は87.9%であり、配合飼料区は生物飼料区に比べて大きく劣っている。しかし、活力試験の結果は配合飼料区の方が高く、取り揚げ後の生物飼料区の斃死状況を考えるとこのサイズでの配合飼料化については十分有効であると考えられる。来年度は、今年度の再現試験として全長15mmサイズで飼育試験を行い、生残率を向上させる餌付け方法を検討する必要がある。

### ③ 共食い

全長20mmからの配合飼料化により大型生物飼料の大量確保の必要性がなくなり餌不足が解消されたこと、また配合飼料に餌付けない小型個体の斃死により成長差が小さくなり共食いが減少し、全長20mm以降での大きな減耗要因が無くなった。しかし、今年度は全長15mmより配合飼料化を行うため、全長10mmより10日間の生物飼料との併用給餌飼育を行ったところ、餌付ける個体と餌付けない個体との間に成長差が生じ、その結果全長15mmからの配合飼料単独給餌を開始後、共食いが増加した。これは、全長15mmからの配合飼料への餌付けはサイズが大きいため同調的に行えるが、全長10mmからでは配合飼料に餌付きにくいため、餌付いた個体と餌付かない個体との成長差が大きくなり共食いが増大したものと思われる。このため、全長15mm以前の飼育において成長差をなくすことが重要である。

### 2) 鰓の開腔

ブリの脊椎骨上巣症の原因として、マダイの脊椎骨上巣症と同様に鰓の開鰓との関連性が示唆された。そこでふ化後4～6日目における鰓の開腔率を向上させるため、開腔時の飼育条件（水深・通気量・油膜除去）について各生産回次ごとに試験を行った。その結果を表6に示した。昨年度、低水位による初期飼育において著しい開腔率の向上が認められたが、今年度の再現試験では逆に低水位の場合は開腔率は悪かった。昨年度、活力の弱いふ化仔魚は低水位にした場合底へ沈み全滅する例もあったことから、死魚の活力についても考慮する必要がある。今回の試験の中で、2R-1・3R-1の油膜除去区において比較的開腔率が高かったことから、油膜除去の有効性が伺えた。マダイの開鰓は空気の飲込みによって行われるという報告があるが、ブリの場合は不明である。今後安定した開鰓を行うた

めにはブリの開鰓のメカニズムの解明を図ることが必要である。

また、鰓の開腔後の成長に伴う開腔率の変化を見ると、成長に関係なく開腔率は一定であり、飼育期間中の減耗は開腔の有無に関係ないことが伺えた(図12)。しかし、取り揚げ時の全長と開腔率の関係を見ると、選別後の大サイズ群は開腔率が高く、逆に小サイズ群は開腔率が低くなっていた(表7)。このことから、鰓の開腔は生残には影響がないが、成長には影響があることが伺えた。

### 3) 飼料系列

過去9年間の種苗生産に使用した餌料の種類と給餌料を表8に示した。平成元年より大型生物餌料（ミジンコ・養成アルテミア・天然コベボーダ）の代替餌料として配合飼料の導入を図ってきたが、配合飼料の依存性は年々高くなり、配合飼料化に伴う新餌料系列を確立する必要が出てきた。今年度は養成アルテミアを使用せずに、ワムシ+アルテミア+ブリウス+配合飼料の餌料系列での飼育が可能となった。今後は、この餌料系列での飼育が中心になると考えられるが、さらにアルテミア+ブリウスと配合飼料に比率をどう変えていくかが課題である。また、配合飼料化に伴い、生残率の低下が見られるため餌付けに伴う減耗防止も課題として残された。

#### 4) 取り揚げ

今年度の課題の一つであった小型種苗の取り揚げは、1R-1・1R-2で全長20mmで行ったところ、沖出し時の斃死はほとんどなくこのサイズでの取り揚げは十分可能であり、生産期間の短縮、単位生産量の増加が期待される。

### 5) 疾病

2回次生産において全長8~12mmの時点でガス病（腹腔内にガスが充満）と思われる疾病が2例発生した。この時の飼育水中的DOは8.4（海水は7.8）であり、対策としては水中に行っていた注水を水面へ落とす方法に変え、またエアレーションを強くすることにより溶存ガスを飛ばした。原因は、海水配水系の一部でエアを嚙んでいるものと思われ、施設面での改良が必要である。

### 6) 形態異常

形態異常については、例年みられる頭部、口部、脊椎骨（脊椎骨前部の上方屈曲）の異常のほかに今年度は脊椎骨後部の上方屈曲、肛門部陥没が多く出現した（形態異常の出現状況の把握とその防止法の開発の項を参照）。このうち、脊椎骨上彎症については原因究明がなされ、また比重選別により閉腔魚を廃棄したことにより発生が見られず、この形態異常についてはほぼ解決した。

### 7) 来年度の課題

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| ① 初期減耗の防止        | 開腔のメカニズムの解明<br>餌付け時の生残率の向上 |
| ② 開鱗率の向上         |                            |
| ③ 全長15mmからの配合飼料化 |                            |

本年度の生産では、全長15mmからの完全配合飼料化、小型種苗での取り揚げに大きな進展が見られた。しかし初期生残率と開鰓率の向上については成果が得られず、来年度以降の重要な課題として残された。今後は、さらに初期生残率の向上、全長15mmからの配合飼料化の再現試験、単位生産量の向上を検討するとともに、新たに種苗の質（種苗性、健苗

性)についても検討していきたい。

### 要約

- ① 本年度は、早期種苗生産技術開発の検討（3月よりの種苗生産），初期飼育技術開発の検討（初期減耗の防止と開鱗率の向上），人工配合飼料の導入による餌料系列の見直し（全長15mmからの配合飼料の単独給餌）に重点をおいて試験を行った。
- ② ふ化仔魚は、天然魚を1年または3年養成した親魚にホルモン打注を行い、自然産卵によって得られたものを使用した。
- ③ 生産期間は、平成4年3月23日～6月15日までの85日間に10例の飼育を行った。総生産尾数は52.5万尾、取り揚げサイズは39.4（20.1～62.1）mm、生残率は8.7（4.6～19.3）%である。
- ④ 1回次生産では、早期採卵による種苗生産の可能性の検討、昨年度行った餌料系列：ワムシ+アルテミア幼生+配合飼料（全長20mmからの完全配合飼料化）での再現飼育、小型種苗（全長20mm）での取り揚げの検討を目的として飼育を行った。
- ⑤ 2回次生産では、特に早期配合飼料化（全長15mmからの配合飼料単独給餌）に重点をおいて3例の生産を行った。2例でガス病と思われる大量斃死がみられ、1例は全滅した。
- ⑥ 3回次生産では、上浦事業場との共同試験として上浦事業場と同じメーカー（日水・オリエンタル）の配合飼料を用い、全長15mmからの配合飼料の単独給餌による飼育を行った。
- ⑦ 7例の飼育において鱗の開腔試験を行った。水深・通気量・油膜除去について検討を行ったところ、油膜除去区の開腔率が83%と最も高かった。
- ⑧ 疾病は見られなかったが、2回次生産において2例の飼育にガス病（腹腔内にガスが充满）と思われる疾病が発生し、1例は全滅した。
- ⑨ 形態異常については、例年みられる頭部、口部、脊椎骨（脊椎骨前部の上方屈曲）の異常のほかに脊椎骨後部の上方屈曲、肛門部陥没がみられた。
- ⑩ 本年度の生産では、全長15mmからの完全配合飼料化、小型種苗での取り揚げに大きな進展が見られた。しかし初期生残率と開鱗率の向上については成果が得られず、来年度以降の重要な課題として残された。
- ⑪ 今後は、さらに初期生残率の向上、全長15mmからの配合飼料化の再現試験、単位生産量の向上を検討するとともに、新たに種苗の質（種苗性、健苗性）についても検討していきたい。

（文責 塩澤 聰）

表1 飼料の種類と投餌基準量（五島事業場）

餌料の種類	投餌対象魚のサイズ (全長: mm)	投餌基準量 (投餌満度)	備考
シオミズツボワムシ	4.5 ~ 10.0	10 個体／ml	S型ワムシ
アルテミアノープリウス	5.0 ~ 20.0	0.2~0.5 個体／ml	北米産アルテミア
配合飼料 2.00~400 ( $\mu$ )	10.0 ~ 20.0	少量	日本初期飼料 A-2
400~700	15.0 ~ 25.0	体重の約20%	B-1
700~1000	20.0 ~ 30.0	体重の約10~20%	C-1
1000	25.0 ~	体重の約10%	D-1

表2 平成4年度プリ種苗生産に供したふ化仔魚の由来

生産回次	産卵日	親魚の年令	尾叉長 (cm)	体 重 (Kg)	肥 满 度	養成水温 (°C)	精モ処理	浮上卵率	受精卵率	ふ化水温 (%)	ふ化率 (%)	備考
1	3.18	天然3才魚	79	9.0	18.3	18.3~19.1	HCG	50.8	76.3	53.8	20~21	陸上水槽での養成
2	4.27	天然1才魚	72	7.3	19.6	18.0~19.0	HCG	88.8	89.2	72.0	20~21	海上筏での養成
3	5.02	天然2才魚	74	8.0	19.7	18.5~19.5	HCG	74.3	91.3	63.4	20~21	海上筏での養成

\* 1の尾叉長、体重は陸揚げ時に測定

\* 2~3の尾叉長、体重はホルモン注入時に測定

表3 ブリ種苗生産の概要(五島事業場)

生産区分	水槽型	大きさ 実容量 (m³)	取容月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m³)	水温 (°C)	温度 (尾/m³)	主な餌の種類	飼育日数	取り揚げ			備考		
										月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m³)	全長 (mm)	生残率 (%)	
1-1	八角形	90(75)	1	3.23	85.3	11373	22	ワカサ,アヒルミ,配合	40	4.30	7.24	987	20.7(15.7~28.7)	8.5	早期種苗生産
1-2	八角形	90(75)	1	3.23	84.5	11267	22	同上	40	4.30	9.55	1273	23.5(18.4~27.6)	11.3	同上
小計															
2-1	八角形	90(75)	1	5.2	100.0	13333	22	ワカサ,アヒルミ,配合	40	6.9	9.10	1213	27.1(19.8~38.0)	9.1	ガス病で大量斃死, 日本海配布
2-2	八角形	90(75)	1	5.2	91.0	12133	22	同上	17	5.17	0	0	0	0	ガス病で全滅
2-3	八角形	90(75)	1	5.2	110.0	14667	22	同上	41	6.10	5.60	747	29.6(19.5~36.9)	5.1	日本海配布
小計															
3-1	八角形	90(75)	1	5.7	128.0	17067	22	ワカサ,アヒルミ	24	5.29					3~5ヶ月齢後飼育中止
3-2	八角形	90(75)	1	5.7	110.0	14667	22	同上	24	5.29					同上
3-3	角型	60(50)	1	5.27	7.1	1400	22	アヒルミ,配合	41	6.15	4.06	812	28.3(21.1~36.4)	58.3*	配合飼料試験(日海水区)
3-4	角型	60(50)	1	5.27	6.4	1280	22	同上	41	6.15	3.09	618	27.1(21.0~35.1)	48.3*	配合飼料試験(利根川区)
3-5	角型	60(50)	1	5.27	7.1	1420	22	アヒルミ	41	6.15	6.24	1248	27.3(19.4~35.3)	87.9*	配合飼料試験(生物区)
小計															
合計															

\* 分槽後の生残率

表4 ブリ生産回次別投餌量

	1回次生産			2回次生産			3回次生産			合計	
	1	2	1	2	3	1	2	3	4	5	
ワムシ (億個体)	91.5	99.5	36.0	26.0	39.5	75.0	75.0	6.1	7.1	20.0	462.5
アルテミア幼生 (億個体)	23.6	23.6	24.3	4.1	24.3	4.8	4.8	6.1	7.1	37.0	159.5
配合飼料 (kg)	3.3	3.3	16.7	0	15.9			9.2	8.1	0	56.5
生産尾数 (万尾)	7.24	9.55	9.10	0	5.60			4.06	3.09	6.24	44.88

表5 過去11年間におけるブリの年度別種苗生産結果

項目	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度	2年度	3年度	4年度
収容尾数(万尾)	277.0	391.0	432.0	358.0	370.0	485.0	483.0	451.7	483.6	606.3	708.8
取り揚げ尾数(万尾)	5.6	50.3	69.8	55.2	138.6	76.7	100.1	44.0	50.5	52.5	44.9
生残率(%)	2.0	12.9	16.1	15.4	37.5	15.8	20.7	9.7	10.5	8.7	6.3
全長(mm)	29.8	24.8	23.5	22.1	22.8	28.0	29.0	29.2	39.3	39.4	25.8

表6 各生産回次における摂餌率と開腔率

生産回次 (試験区)	水位 (高・低)	通 気		油膜除去	摂餌率 (%)	開腔率 (%)
		エアストン	エアブロック			
1回次生産-1	低水位	エアレーション	エアレーション	なし	75.0	26.0
-2	高水位	エアレーション	エアレーション	なし	81.0	69.5
MF21用生産	高水位	停止	停止	なし	60.0	66.0
MF21用生産	低水位	停止	停止	なし	70.0	24.5
2回次生産-1	高水位	停止	エアレーション	あり	53.3	71.6
-2	高水位	停止	停止	なし	45.0	65.6
-3	低水位	極弱	エアレーション	なし	63.3	71.9
3回次生産-1	高水位	停止	エアレーション	あり	70.0	83.0
-2	高水位	停止	停止	なし	65.0	64.4

\*高水位(水深160cm), 低水位(水深80cm)

\*摂餌率は開口翌日の測定

\*開腔率は飼育期間中の平均開腔率

表7 取揚げ時における成長別の鰐の開腔率

生産回次	選別	大きさ (mm)	尾数	開腔率 (%)	平均開腔率 (%)
1-1	5mm止	33.9(25.2~38.7)	2500	64.0	18.7
	4mm止	26.7(21.1~31.5)	38000	20.0	
	4mm抜	22.5(17.2~27.2)	19000	10.0	
1-2	5mm止	34.0(27.4~42.6)	3000	98.0	53.9
	4mm止	26.4(23.5~30.9)	57000	60.0	
	4mm抜	22.1(17.3~24.7)	30000	38.0	
2-1	5mm止	34.6(30.0~40.7)	800	88.9	70.1
	4mm止	27.3(24.0~33.0)	38670	71.0	
	4mm抜	21.5(17.6~40.7)	47500	69.0	

表8 過去10年間ににおける餌料種類別投餌量（五島事業場）

	昭和58年	昭和59年	昭和60年	昭和61年	昭和62年	昭和63年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年
ワムシ 凍結ワムシ (億個体) (kg)	951.5	862.5	850.5	783.6	1508.0	856.4	442.0	313.4	948.9	462.5
アルテミア幼生 (億個体) (kg)	94.3	137.5	201.7	214.7	247.5	374.9	184.1	141.5	142.3	159.5
養成アルテミア (億個体) (kg)	18.6	18.8	9.7	18.0	28.4	37.6	32.3	72.2	22.1	
凍結養成アルテミア (千萬個体) (kg)				91.0	49.0	110.4			619.5	
天然コベボーダ (千万個体) (kg)	12.8	19.1	128.6	13.7	27.3	51.8	4.3			
凍結天然コベボーダ (千万個体) (kg)	11.0	116.0	9.0	16.3	0.5					
チグリオブス (億個体) (kg)	30.0	27.4	14.2	1.6	4.2					
ミジンコ (億個体) (kg)	5.7	20.0	9.3	15.5	15.2	18.7	4.3			
凍結ミジンコ (kg)	139.1	256.9	130.0	387.4	275.6	287.9	262.5	287.7		
マダイふか仔魚 (万尾) (kg)	2266	1718	3641	7250	8517	17563	12596	36328	28000	
凍結マダイふか仔魚 (万尾) (kg)	1500	710		4344						
凍結魚卵 (万粒) (kg)			53.9	35.5	138.9					
アミ (kg)					8.0					
ミンチ (kg)				30.9	59.2	65.9	38.9	177.9	141.1	56.5
配合飼料 (kg)										
種苗生産尾数 (万尾)	50.3	69.8	55.2	138.8	76.7	100.1	44.0	50.5	52.5	44.9

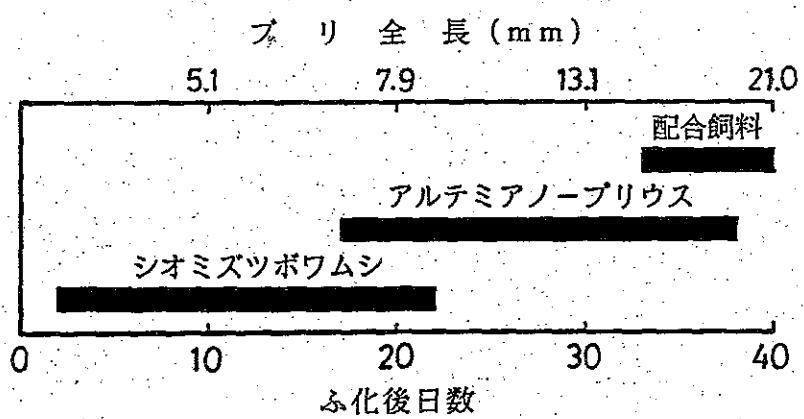


図1 飼料系列（1回次生産）

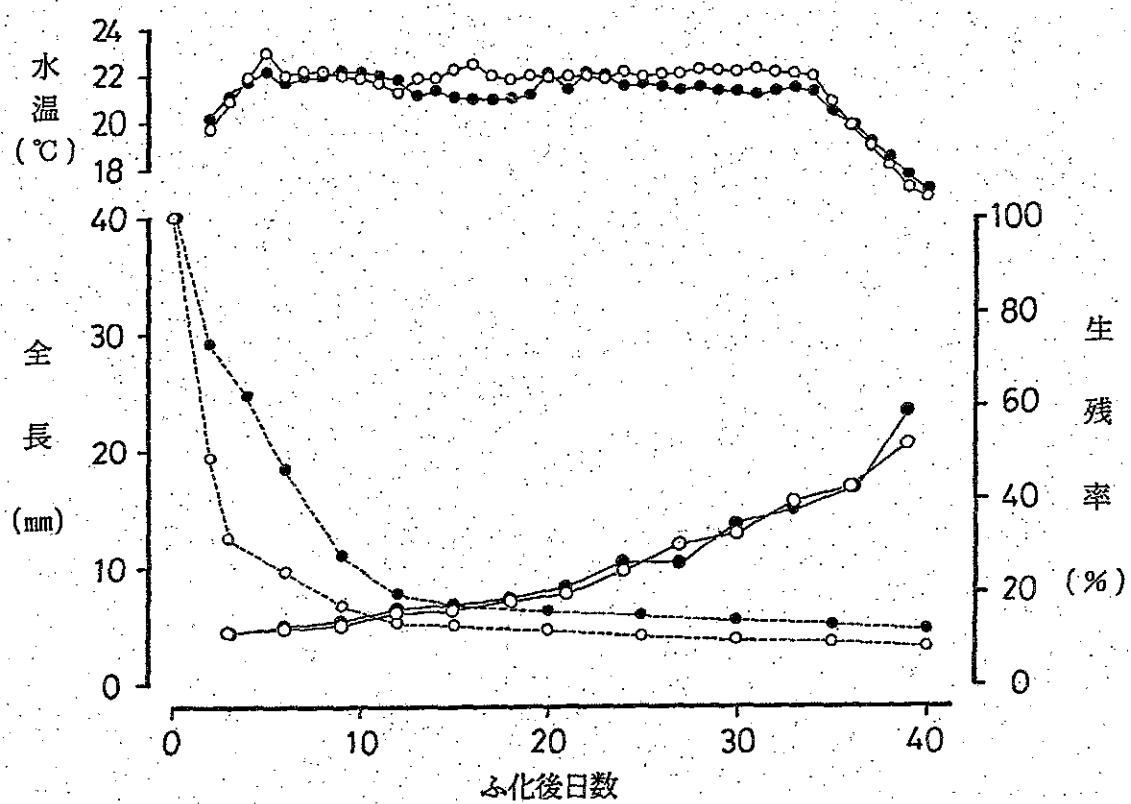


図2 成長と生残（1回次生産）

○ : 1 R - 1	—— : 成長曲線
● : 1 R - 2	---- : 生残曲線

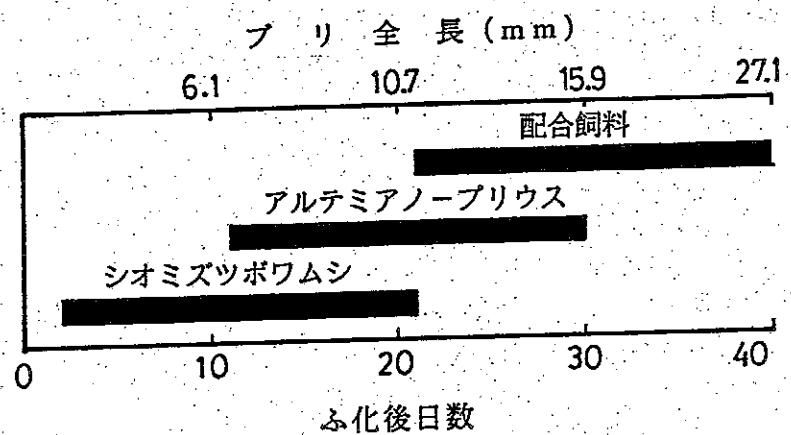


図3 飼料系列（2回次生産）

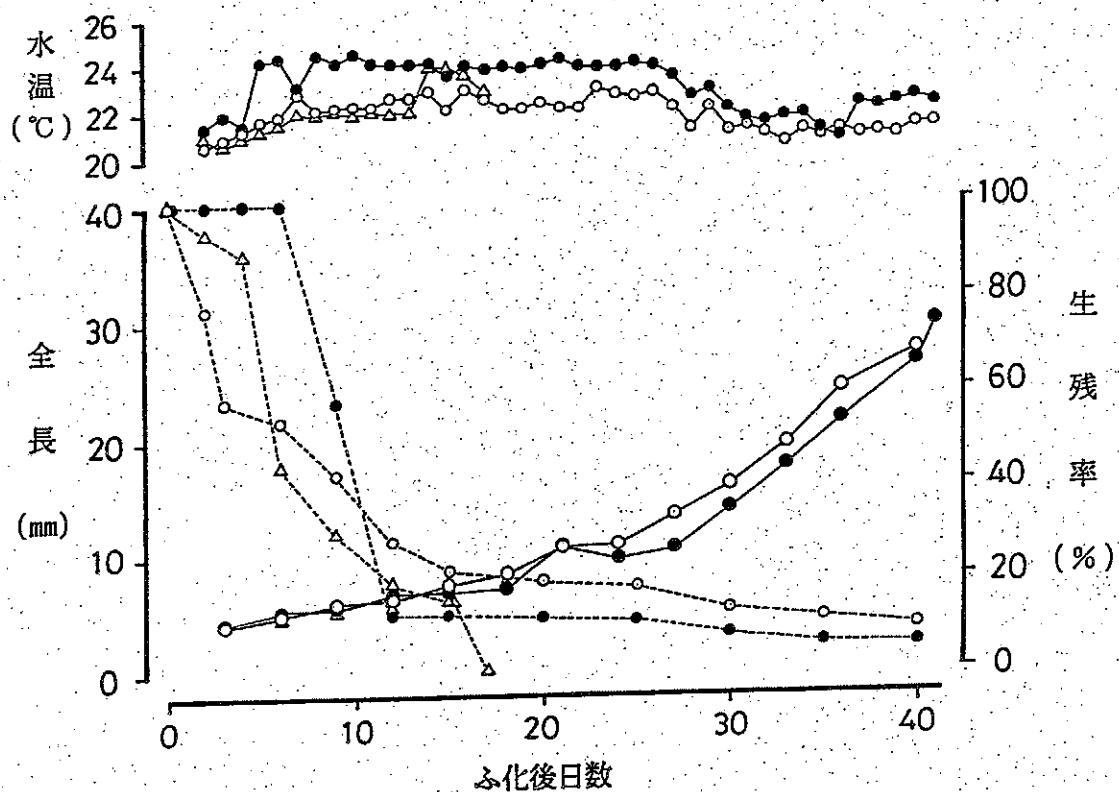


図4 成長と生残（2回次生産）

- : 2R-1      ——— : 成長曲線
- △ : 2R-2      - - - - : 生残曲線
- : 2R-3

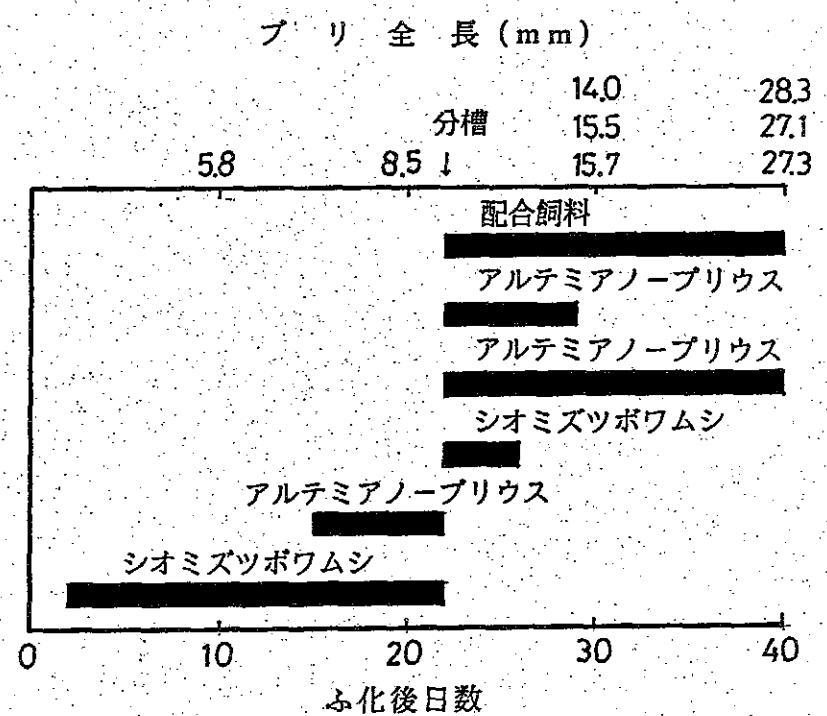


図5 飼料系列（3回次生産）

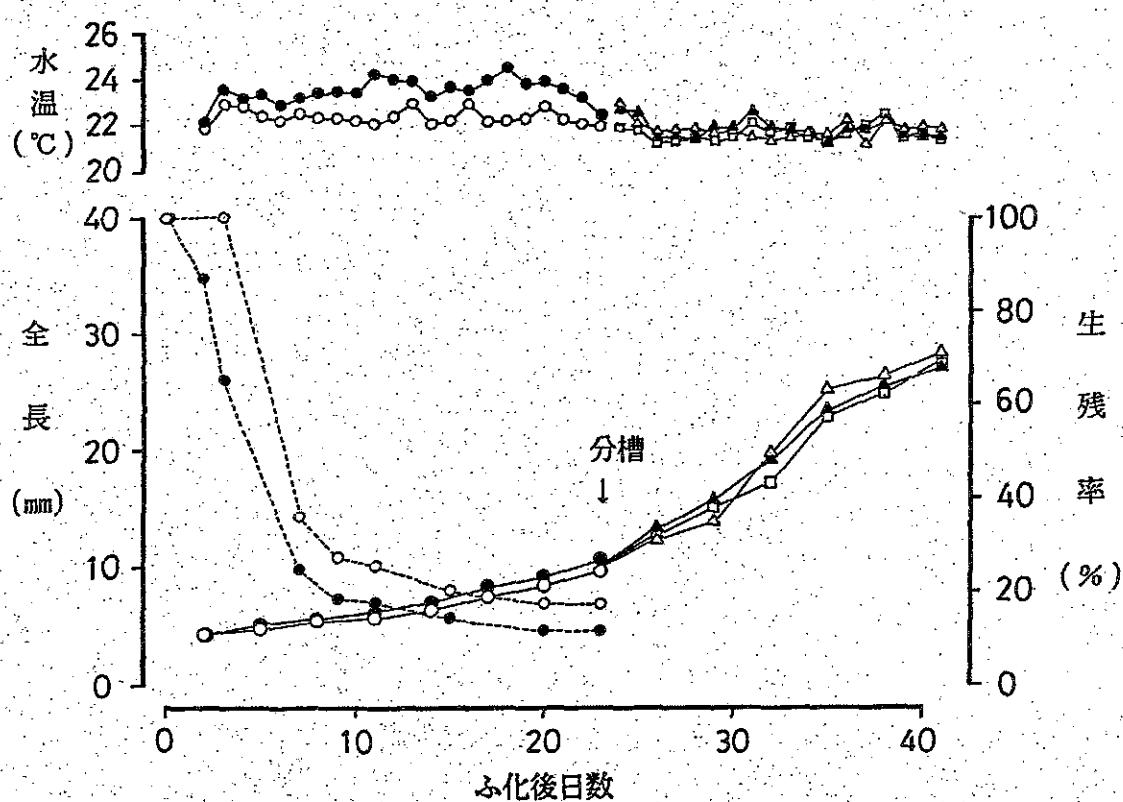


図6 成長と生残（3回次生産）

○: 3R-1	△: 3R-3	— : 成長曲線
●: 3R-2	▲: 3R-4	--- : 生残曲線
□: 3R-5		

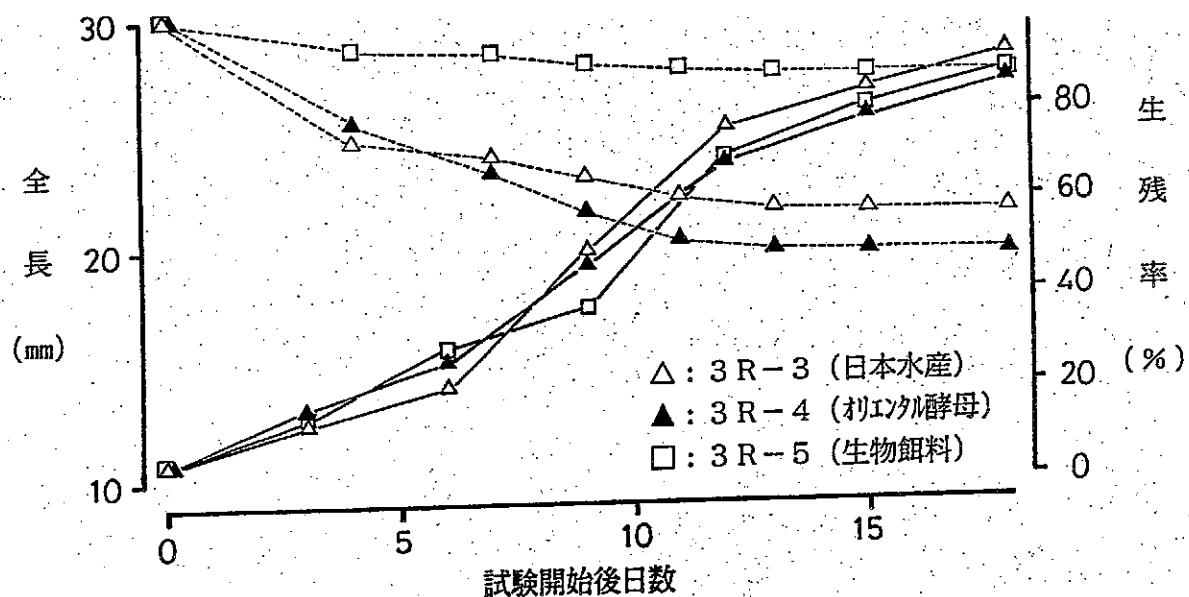


図7 成長と生残（配合飼料試験）

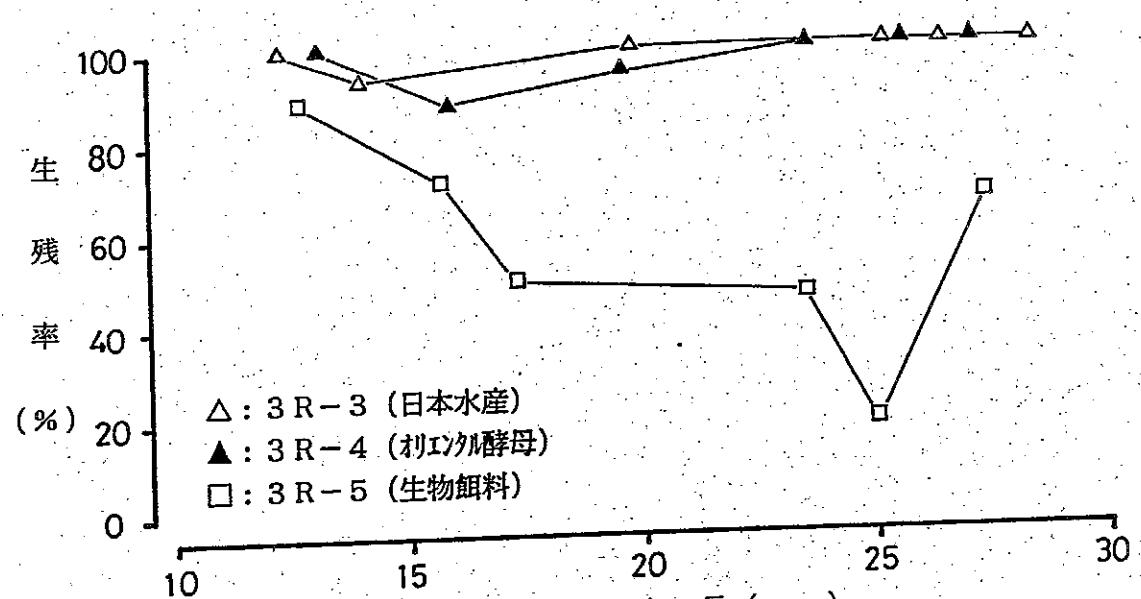


図8 活力試験（空中露出 10秒）

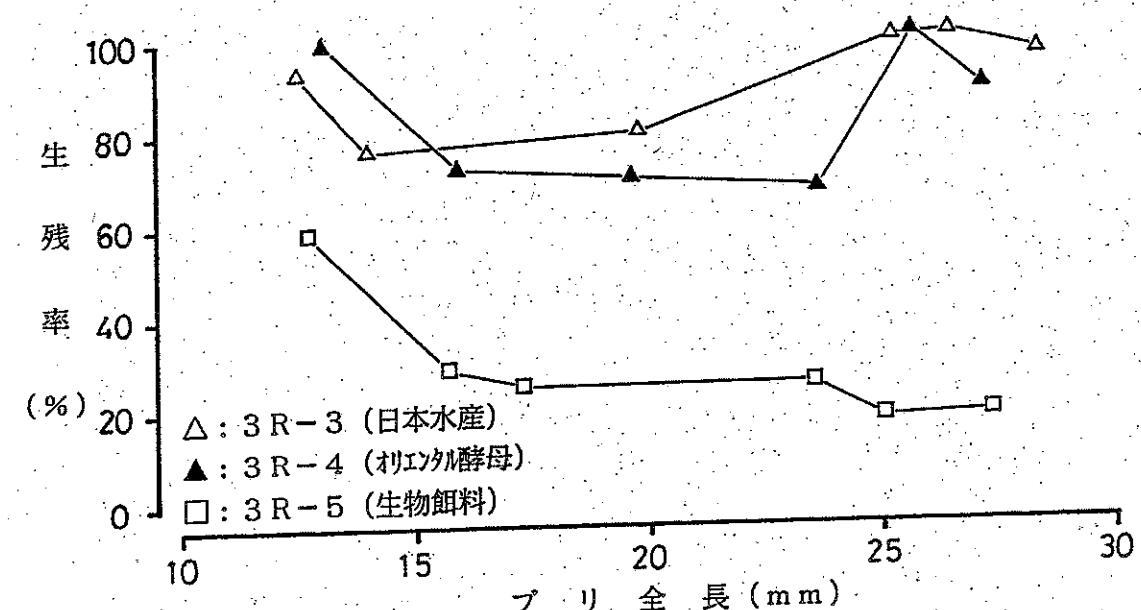


図9 活力試験（空中露出 60秒）

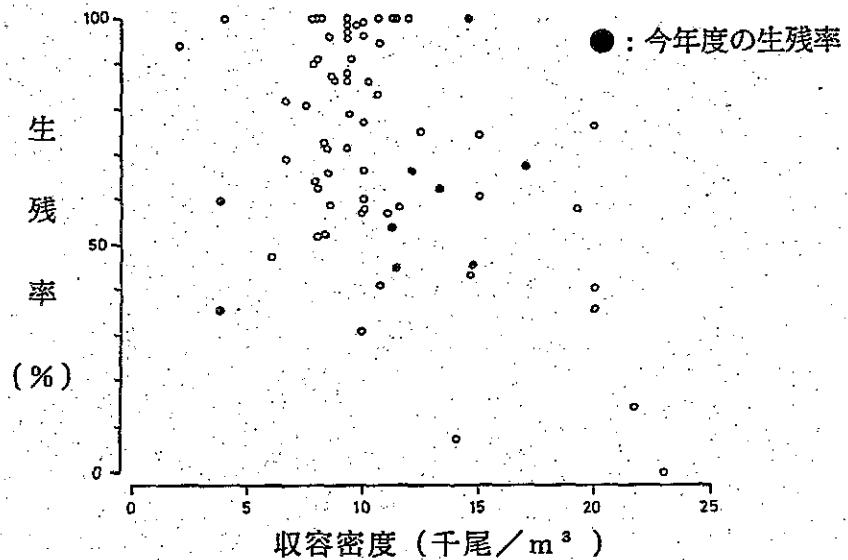


図10 取容密度と初期生残率(ふ化後5日目)

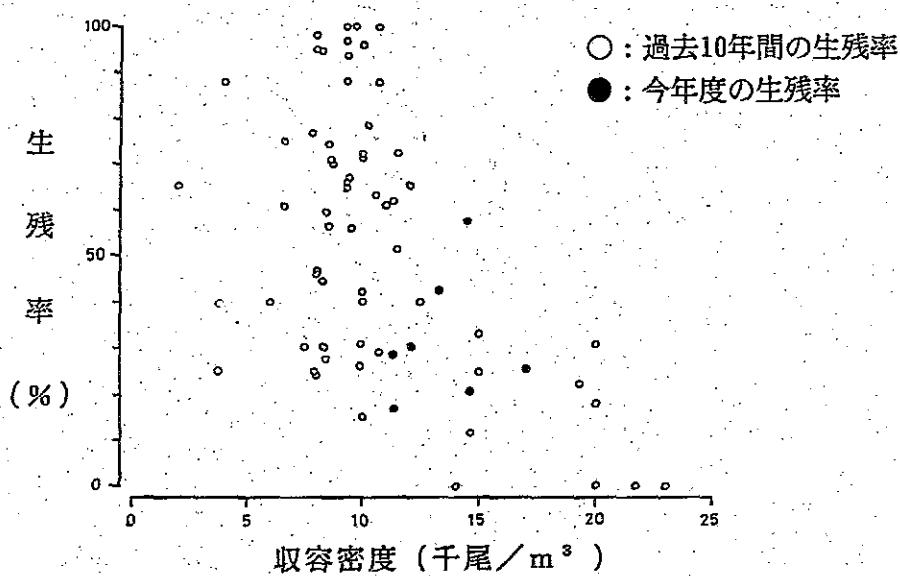


図11 取容密度と初期生残率(ふ化後10日目)

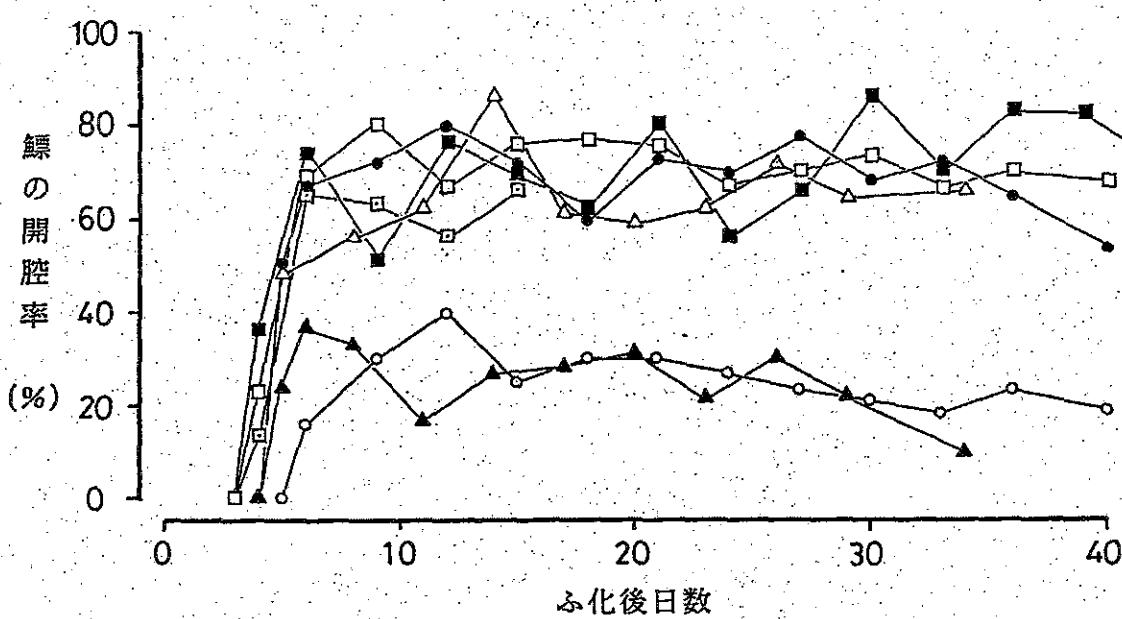


図12 開腔率の推移

○: 1 R-1	△: MF21-1	□: 2 R-1
●: 1 R-2	▲: MF21-2	□: 2 R-2
		■: 2 R-3

当場の陸上水槽で種苗生産されたブリ (Seriola quinqueradiata : スズキ目アジ科ブリ属) 稚魚を海上小割生簀網へ収容し、配合飼料とモイストペレットを使用し生残率の向上と健苗の生産を目指して、放流用の種苗育成を行ったのでその結果の概要を報告する。

### 1. 飼育方法

#### (1) 供試魚

4月下旬から 6月下旬にかけて当場の陸上水槽で生産された種苗の一部である 308,200 尾 (平均全長; 25.8mm, 22.3~60.1) を 3回に分けて沖出した。種苗は (一部を除き) 沖出しの日または直後に篩網によって選別し大きさを揃えて各小割生簀網へ再収容した。

各篩網の目合での選別時の大きさと尾数は、4mm目合の篩を抜けたものが69,558尾 (総選別尾数 237,400尾の29%、全長~21mm、選別銘柄: 4ヌケ)、5mm目合を抜けて 4mm目合に止まったものが 145,460尾 (同 62%、全長 21~35mm、銘柄: 4トマリ)、5mm目合に止まったものが 22,382尾 (同 9%、全長 35mm~、銘柄: 5トマリ) であった。なお、選別を行わなかった種苗は平均全長から推定すると選別銘柄としては、生物餌料群 (餌試験区: 沖出し尾数 61,900尾) が 4ヌケおよび 4トマリ、3回目沖出し群が 7トマリ (平均全長 55~60mm) となる大きさであった。

#### (2) 小割生簀網

小割筏には  $4 \times 4\text{m}$  の規格を 12面 (収容には延べ 11面) 使用した。収容時的小割生簀網の目合いは、銘柄で; 4ヌケ稚魚を 160径に、同; 4トマリ稚魚を 120径に、同; 5トマリ稚魚稚魚を 105径に収容し、その後ブリの成長に合せて順次大きな目合の網 (24節、15節、12節、10節) に取り替えた。なお、各小割生簀網の目合の大きさは、160径が 3.1mm (最大目合 = 目合  $\times \sqrt{2} = 4.4$  mm)、120径が 4.2mm (同 5.9mm)、105径が 4.9mm (同 6.9mm)、24節が 6.5mm (同 9.2mm)、15節が 10.7mm (同 15.1mm)、12節が 13.6mm (同 19.2mm)、10節が 16.7mm (同 23.6mm) である。小割生簀網の材質および大きさは、160径、120径および 105径はナイロン・モジ網製の  $4 \times 4 \times 2.5\text{m}$ 、24節と 15節はハイゼックス網製の  $4 \times 4 \times 3.0\text{m}$ 、12節と 10節はハイゼックス網製の  $4 \times 4 \times 3.5\text{m}$  である。また、例年度同様に鳥害防止対策として 8 節のハイゼックス網を小割生簀網の上面に張った。

#### (3) 餌料

疾病以外の時はすべて配合飼料を使用した。配合飼料には、大洋漁業㈱; マリン 2号~7号 (粗蛋白質 50~60%、動物性飼料 70~80%、主原料: オキアミ・ミール、魚粉等) を使用し、疾病の時は薬を混合して投与するためにモイストペレットを使用した。モイストペレットは、魚肉ミンチ (冷凍アジ、サバ) とブリ育成用粉末配合飼料 (「ハマチ・スプリング」; 丸紅飼料㈱; 原料組成は魚粉、米ぬか油かす、小麦粉、酵母、粘結剤等) を約 3:1 の割合で混合したものにビタミン剤 (「水産用マリネイド・スーパー」; コーキン化学㈱; 主原料はビール酵母等 (含有ビタミンは A、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>、C、D<sub>3</sub>、E、K<sub>3</sub> 等)) および油脂 (「フィードオイルマリーン」; 理研㈱; 原料はスケソウタラ肝油) を重量外割比で約 1% を添加して使用した。モイストペレットの調餌には、ペレット成型機 (片島モータース㈱; 能力 1~3トン/時、動力 37Kw) でブリ稚魚の成長に合わせて  $\phi$  2~16mm (2mm, 3mm, 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 1

6mm)に成型して1日1回給餌した。

#### (4) 選別

沖出し後のブリ稚魚の選別は、成長の較差をなくして共食いおよび突き合い等を防止するため篩網で行った。篩網の枠は木製で浮力を有し、選別の作業性が良いように造ってある。篩網の目合は、ステンレス製の5mm、6mm、7mm、9mm、12mm、15mmおよび樹脂製の20mm、30mmを成長に合わせて使用した。

#### (5) 計数

海上飼育での計数は重量法で行ったが、放流時の計数は全数計数とした。

## 2. 結果および考察

#### (1) 生残

本年度の海上飼育の結果の概要を表-1示した。

本年度の海上飼育における生残率は、沖出し尾数が308,200尾で、取り揚げ尾数が179,235尾(全長28~400mm、主群平均全長28~57mm)であったので、58.2%となった。(昨年度の生残率86.1%、平均全長48~400mm、主群平均全長59mm)。取り揚げ魚の使用内訳は、すべて放流用であった。

沖出し時の選別は、平成元年度の沖出し回次1~2回では陸上水槽からの取り揚げ時に種苗をなるべく痛めないように例年行っている選別をしなかったことで、共食い、突き合い等によって海上での歩留まりが低下したため、2年度は例年どおり陸上での選別を行った。そこで、3年度は、取り揚げ時に種苗をなるべく痛めないように迅速に直接沖出しして、かつ共食い、突き合い防止のため沖出しの翌日に海上において選別を行い高生残率を得た。そこで今年度(平成4年度)も、この沖出し方法を試みることとした。

疾病の発生状況の詳細は別項に記載した。疾病によると思われる斃死個体は約1.3万尾となった。これは沖出し尾数(沖出し時にすでに配合飼料に餌付いていたので沖出し尾数と餌付け尾数は同数)に対して4%であった。なお、例年の餌付け尾数に対する疾病によると思われる斃死は5~16%発生している。本年度の特徴は、ウイルス性腹水症による斃死が多かったことが挙げられる。

本年度の生残率58.2%(取り揚げ主群平均全長28~57mm)は、昨年度を除く例年の30~50%(平成3年度:86.1%:同60~90mm、平成2年度:51.4%:同119mm、元年度:34.5%:同100mm、昭和63年度:40.0%:同62mm、62年度:37.5%:同43mm、61年度:30.6%:同50mm)に比べて若干高かった。また、生餌給餌群(陸上と海上飼育で生物餌料と魚肉ミンチを給餌する群)が沖出し直後に大量斃死を起こし(ウイルス性腹水症)、このため全滅した。この特殊な例を除けば本年度の生残率は約78%となり沖出しサイズが小さかったにも関わらず昨年並みの高生残率となる。その要因としては、飼育期間の短い群がいたこと、昨年同様陸上飼育段階ですでに餌付けが完了していたこと、種苗の負担を軽くするための沖出し作業の簡素化等が挙げられる。なお、各年の沖出し平均全長は、平成3年度:40.7mm(20.7~60.1mm)、平成2年度:40.8mm(21.0~94.0mm)、元年度:29.3mm(26.3~37.0mm)、昭和63年度:28.4mm(25.5~35.2mm)、62年度:29.7mm(17.5~53.8mm)、61年度:24.1mm(21.1~38.7mm)である。

#### (2) 成長

ブリは成長に伴って成長較差が大きくなるため、選別を適時行わないと、共食いや突き

合いにより大きく減耗する。そこでサイズ毎に繰り返して選別を行なうために沖出し群毎の成長を追跡することが難しい。

そこで、平均全長の日間成長量（例年；0.4～3.4mm/日）を調べた。その結果、沖出し時の4月～5月；0.9mm/日、6月～7月；2.4mm/日、8月～9月；2.5mm/日、9月～12月；0.6mm/日、12月～4月；0.6mm/日となった。

### (3) 飼料

#### 給餌量および飼料費

総給餌量は、約2,900kgである。その内訳は、配合飼料マリン 2号；530kg、3号；500kg、4号；250kg、5号；980kg、7号；640kg、モイスト・ペレット若干（投薬時のみ使用）であった。給餌量基準は、沖出し当初5月～（全長2～3cm）で3万尾/1kg、6月～（全長5～6cm）で3,000尾/1kg、となりその後徐々に増加して8月下旬（全長20cm）では150尾/1kgとなる。

各飼料の単価（円/kg）は、マリン 2号；850円、3号；495円、4号；290円、5号；285円、7号；265円である。

本年度のブリの中間飼育の総飼料費は、約120万円であった。その内訳は、配合飼料費120万円、モイストペレット費若干である。

### (4) 魚病

本年度の海上飼育期間中に発生した疾病は、ベコ病、類結節症、ウイルス性腹水症、滑走細菌症また、ハダムシ（*Benedenia*）の寄生が秋～冬期放流用種苗に若干見られた。

1) ベコ病（微胞子虫；*Microsporidium seriolae* の筋内寄生）症状は、体表の陥没または隆起、皮膚の潰瘍、ビラン：糜爛（細菌の2次感染）を呈する。本年度は6月7日から8月10日まで観察された。斃死魚は797尾で、これは餌付け尾数（沖出し尾数）の0.3%に当たる。またこの時点での海上におけるブリ稚魚の飼育尾数が約2.2万尾だったので、飼育尾数に対する斃死率は3.6%であった。斃死魚の全長は90～200mmで、その時期の水温は20～27°Cであった。

本症の過去の発生状況は、発生時期で見ると平成4年度（本年度）：6月上旬～8月上旬、平成3年度：6月下旬～8月上旬、成2年度：6月中旬～8月中旬、元年度：6月中旬～7月中旬、昭和63年度：7月中旬、62年度：7月中旬～8月下旬、61年度：6月中旬～7月下旬。餌付け尾数に対する斃死率は、平成4年度：0.3%、平成3年度：0.3%、平成2年度：0.7%、元年度：0%，昭和63年度：0%、62年度：0.3%、61年度：1%、60年以前：3～10%となる。また、斃死時の平均全長は平成4年度：9～20cm、平成3年度：6～16cm、平成2年度：6～16cm、元年度：12cm、昭和63年度：9cm、62年度：5～17cm、61年度：4～17cm。斃死時の水温は平成4年度：20～27°C、平成3年度：20～30°C、平成2年度：21～30°C、元年度：21～25°C、昭和63年度：25～26°C、62年度：24～27°C、61年度：21～25°Cであった。

ベコ病の発生状況を本年度および過去6年までの計7年間の結果から見ると、発生時期は6月上旬から8月下旬まで、水温は20°Cから30°Cまで、斃死時の全長は4cmから20cmまで、斃死率は、0～1%（昭和60年以前 3～10%）ということになる。

なお、本年度、同時期（8月7日から同12日まで）に海上小割り生簀で飼育していた、ヒラマサにも罹病個体が見られたが、斃死尾数は8尾（平均全長120mm）のみであった。

「ブリのベコ病の予防と原因究明に関する試験」は、昭和62年度から江草先生（日本資源保護協会）の指導の基に行なわれているが、その結果の概要を以下に示す。

① 昭和62年度

- ⓐ ベコ病に対するフマギリンの防除効果が認められたが、ブリ稚魚の成長阻害が認められた。  
ⓑ ブリおよびヒラマサ親魚の一部個体から微胞子虫のシスト（胞子に活性が認められた）が確認されたが、その感染経路については明かではない。

② 昭和63年度

- ⓐ フマギリンは、国内では製造されておらず入手が困難であるので、サルファ剤（スルファジメトキシナトリウム）を用いての予防効果の検討を行なった。  
ⓑ 本剤によるブリ稚魚の成長阻害は認められなかつたが、対照区を含めて罹病魚が出現しなかつたため予防効果については判然としなかつた。

③ 平成元年度

- ⓐ スルファジメトキシナトリウムの追試を行つた（試験方法は63年度に準ずる）。  
ⓑ 試験期間は、投薬区では 3日間投薬し 4日間休薬する方法で 1日当たり 50mg/kg 投薬区と 100mg/kg 投薬区を設けそれに対照区として無投薬区を設けた。各区共小割生簀網（4×4×3m）に平均全長60mmのブリ稚魚 1,880尾を使用して 6月16日から 7月16日までの32日目に行なつた。  
ⓒ その結果、ベコ罹病率は 50mg/kg 区で 3.6%、100mg/kg 区で 5.0%、無投薬区で 4.8%となり薬剤効果は明瞭ではなかつた。また、奇形個体の出現率に各区とも差はなかつたことでの薬剤の影響はないようであった。

④ 平成 2年度

- ⓐ 元年度、本年度はフマギリンでの再試験を行う予定であったが、薬剤の入手ができず試験ができなかつた。  
ⓑ ベコ病の特に目立つた 6小割について 7月17日に、その一部をランダムに取つた調査（総尾数32,600尾の 9.1%に当たる 2,974尾について調査後、全ての魚を小割にもどした）と 7月24日と25日に全尾数調査（前回と同じ 6小割で今回は、罹病魚は全て処分）した結果は、前者の罹病率は 16.1%で罹病魚尾数は 5,249尾であった。後者は調査尾数31,132尾のうちベコ病が、2,862尾で罹病率は 9.2%であった。この期間中にベコ病個体が、2,387尾減少したことになるが、同期間中のベコ病個体の斃死は 580尾だったので、7月17日の調査時点の 5,249尾のベコ病個体のうち 24.3%（580尾）が斃死して、75.7%（1,807尾）が自然治癒したことになる。しかし、これは新しく発生しなかつた前提での推定結果であるので、もし新しい発生個体があれば自然治癒率は、これより高くなることも考えられる。また、7月25日に天然由来の種苗のベコ病の調査も行つた。この種苗は、7月 7日に民間養殖業者から天然採捕された後に養殖されていたものを 1,000尾（平均全長 5.2cm: 4.6~6.3）調査用に搬入し海上小割生簀で飼育していたものである。搬入時点ではベコ病、形態異常魚、その他の疾病等観察されなかつた。全尾数調査の結果ベコ罹病率は 22.9%（平均全長 15.3cm: 10.9~17.4）であった。収容後 5日目から斃死個体にベコ病が観察され始め、ベコによる斃死尾数（7月 7日～25日）は 42 尾で総斃死尾数の 14.4% であった。

⑤ 平成 3年度

海上での試験は行わずすべて、陸上の試験水槽で行われた（別報）

## ⑥ 平成 4年度（本年度）

昨年同様、陸上の試験水槽で行われた（別報）

### 2) 類結節症（病原菌 Pasteurella piscicida；短桿菌）

症状は腎臓や脾臓等に小白点（結節）を形成し、病状の進行につれて静かに小割底に沈んでそのまま斃死する。体色の青黒化を呈する個体も一部あるが、他の細菌性疾病に見られるように著しい外観症状を呈することはない。

本年度は、7月下旬から9月旬にかけて発生した。斃死尾数 977尾、沖出し尾数に対する斃死率0.3%、罹病時の全長は15～28cmであり、水温は26～29℃であった。

本症の過去の発生状況は、発生時期で見ると平成 4年度：7月下旬～9月下旬、平成 3年度：9月上旬、平成 2年度：7月中旬～下旬と8月中旬、元年度：7月下旬と9月下旬、昭和63年度：7月下旬～8月下旬、62年度：7月下旬～9月上旬、61年度：8月下旬と9月中旬であり、餌付け尾数に対する斃死率は平成 4年度：0.3%、平成 3年度：0%，平成 2年度：0.5%、元年度：0.5%、昭和63年度：3.2%、62年度：8.0%、61年度：0.6% であった。斃死時の全長は平成 4年度：15～28cm、平成 3年度：（罹病時25cm）、平成 2年度：15cmおよび24cm、元年度：15cmおよび26cm、昭和63年度：6～21cm、62年度：5～20cm、61年度：22cm および24cm、また斃死時または罹病時の水温は平成 4年度：21～28℃、平成 3年度：26～27℃、平成 2年度：26～29℃、元年度：26℃、昭和63年度：26～29℃、62年度：24～27℃、61年度：27～28℃であった。類結節症の発生状況を本年度および過去 6年までの計 7年間の結果から見ると、発生時期は 7月中旬から 9月下旬まで、水温は21℃から29℃まで、斃死時（または罹病時）の全長は 5cmから28cmまで、斃死率は0%から8.0%ということになる。なお、本症の発生は大量降雨の 3～5日後に発生しやすい傾向がある。このことから本症は、毎年発生し飼育魚の全長にはほとんど関係なく発病している。その被害は若干減少しつつあると思われるが、これは早期発見による発病初期の投薬を行っていることによると思われる。投薬は、モイストペレットに魚病薬を混合し投与した。本年度使用した薬剤は、「水産用パラザン（一般名：オキソリン酸製剤）㈱田辺製薬」であった。これを使用期間等を守り（魚体重1kg/日、当たり 0.2～0.6g投与、最大連続投与期間は 7日間）使用した。また年度によっては「水産用アンピシリン散（一般名：アンピシリン）㈱三共」、または「水産用エルバージュ（一般名：ニフルスチレン酸ナトリウム）㈱上野製薬」を使用することもある。

### 3) 連鎖球菌症（病原菌 Streptococcus sp.）

症状は、眼部の異常（眼球突出、眼球周囲の充血）、鰓蓋内側の充血、尾柄部の潰瘍等が見られる。本年度は、昨年同様に本疾病の発生は観察されなかった。

本症の過去の発生状況は、発生時期で見ると平成 4年度：発生せず、平成 3年度：発生せず、平成 2年度：8月上旬～下旬、元年度：発生せず、昭和63年度：9月中旬～10月中旬、62年度：8月中旬～9月下旬および12月上旬～翌年 1月上旬、61年度：発生せず、餌付け尾数に対する斃死率は平成 4年度：0%、平成 3年度：0%、平成 2年度：0.1%、元年度：0.0%、昭和63年度：0.3%、62年度：2.9%、61年度：0.0%、斃死時の全長は、平成 2年度：25cm、昭和63年度：21～27cm、62年度：15～23cm および30～32cm、斃死時の水温は平成 2年度：29～30℃、昭和63年度：25～26℃、62年度：17～28℃であった。

連鎖球菌症の発生状況を本年度および過去 6年までの計 7年間の結果から見ると、発生時期は 8月上旬から翌年 1月上旬まで、水温は17℃から30℃まで、斃死時の全長は15cmか

ら32cmまで、斃死率は0.1%から2.9%ということになる。このことから連鎖球菌症は、毎年かならず発生するというものではないが、発生水温範囲が広く冬季にも発生するのが特徴である。しかし、比較的斃死尾数は少ないものの斃死サイズが大きいために実害が大きいのが特徴である。

投薬は、モイストペレットに薬剤を混合して投与した。使用した薬剤は、「水産用ピマリン（一般名：エリスロマイシン散）」（株）大日本製薬、であった。これを使用法と使用期間を守り（魚体重1kg/日当たり0.25～0.5g投与、最大連続投与期間5日間）投与した。

#### 4) ウイルス性腹水症 (Y A V)

病原ウイルス： *Yellowtail Ascites Virus* （IPNに類似）。症状は腹水の貯留により腹部が膨満、体色の黒色化、肝臓および脾臓の壊死を呈する。しかし、急性のものは上記症状を呈さずに斃死するものがあると思われる。

陸上水槽飼育では飼育水温を上昇させると症状が落ち着くことが知られているが、海上飼育の例でも明らかなようにこの飼育水温上昇が効果的な対応策かどうかは判然としない。本年度は、6月下旬～7月下旬に発生した。斃死尾数は10,123尾で、これは沖出し尾数の3.3%である（その時期に飼育されていた尾数は約15万尾であったので、生残尾数に対する斃死率は7%にも達する大量斃死であった。また、この斃死が生餌区つまり配合飼料を使用していなかった昔の飼育方法の区に集中したことが特徴である）。斃死時の全長は、11～20cmであり水温は21～28°Cであった。

本症の海上飼育における過去の発生状況は、発生時期で見ると平成4年度：6月下旬～7月下旬、平成3年度：6月下旬～7月中旬、平成2年度：6月上旬～7月上旬、平成元年度：6月下旬および7月上旬、昭和63年度：7月上旬、62年度：6月上旬～8月下旬、61年度：6月中旬～7月下旬、餌付け尾数に対する斃死率は平成4年度：3.3%、平成3年度：0.2%、平成2年度：4.6%、平成元年度：1.3%、昭和63年度：ほぼ0%（15尾）、62年度：0.1%、61年度：0.5%、斃死時の全長は平成4年度：11～20cm、平成3年度：6～10cm、平成2年度：5～10cm、平成元年度：5cmおよび13cm、昭和63年度：3～15cm、62年度：4～17cmおよび30～32cm、61年度：4～17cm、斃死時の水温は平成4年度：21～28°C、平成3年度：20～25°C、平成2年度：21～27°C、平成元年度：22°C、昭和63年度：25～26°C、62年度：21～28°C、61年度：23～27°Cであった。なお、昭和60年度にも罹病は若干観察されていたが、斃死はほとんどなく59年以前は当場における本症の報告はない。

本症の発生状況を本年度および過去6年までの計7年間の結果から見ると、発生時期は6月上旬から8月下旬まで、水温は20°Cから28°Cまで、斃死時の全長は3cmから32cmまで、斃死率はほぼ0%から4.6%ということになる。このことから本症（腹水症、Y A V）は、昭和60年以降毎年発生していること、このウイルスは比較的高水温に弱いと言われているが、28°Cの高水温期にも発生していること、全長3cmの小形魚から32cmまでの大型サイズまでにも見られている。また、本症の症状を出現させず斃死する個体が多数有るようにも思われ、被害の実態を把握するのが難しく実際の斃死率は、もっと高い可能性もあり無視できない疾病である。

また、平成2年度の試験飼育に供した天然由来の養殖種苗にも本症が発生している。種苗を搬入した翌日（7月8日）には、すでに腹部が腹水で膨満して斃死する個体が観察された。ほかの小割の種苗は6月1日～7月1日の間で本症が観察されているので、養殖場で

すでに感染していたことも考えられる。しかし、8日後には自然治癒してその後本症によると思われる斃死はなかった。斃死は26尾（搬入 1,000尾）であった。

##### 5) 滑走細菌症（仮称）

症状は、吻部のみが白色化を呈し、ビランするのが特徴である。種苗は海面表層の小割隅に集合し摂餌を行わず斃死する。

本年度は、吻部のみでなく尾柄部等が白色化、ビラン（糜爛）するのが特徴である。

本年度は、6月 1日から同15日にかけて発生した。斃死尾数 630尾、沖出し尾数に対する斃死率0.2%、斃死時の全長は 9cm であり、水温は20~23℃であった。対策として平成 2年度同様に各種薬剤の薬浴を試みたが効果は判然としなかった。

昨年度は、本症の発生は観察されなかった。過去の海上飼育においても吻部が白色化して糜爛する個体は若干観察されていたが、平成 2年度は大量斃死を起こしている。その状況は、発病魚を除去しても後日感染魚が観察されるので小割内感染も考えられる。対策として、発病魚の除去、テラマイシン散投与、エルバージュ薬浴（30分）を行ったが効果は判然としなかった。その発生時期は 5月下旬～6月上旬で、斃死尾数は12,919尾で、これは沖出し尾数の2.9%である。斃死時の全長は、5cm であり水温は20℃であった。

それ以外においては、昭和63年度のみに滑走細菌による疾病が発生し鰓がビラン（糜爛）、白色化して斃死している。発生時期は 7月中旬～下旬で、斃死尾数は29,561尾で、これは昭和63年度の餌付け尾数の5.9%であった。斃死時の全長は、6cm であり水温は25~26℃であった。対策として「水産用テラマイシン散（一般名：塩酸オキシテトラサイクリン、㈱ファイザー製薬）」を使用したが、本症に対して投薬の効果があったかどうか判然としなかった。以上のことから、本症は毎年発生するものではないが、発生すると現在のところ効果的な対策はない。

##### 6) はだむし症（カブサリーダ科；単生目吸虫類 Benedenia seriolae の体表寄生）

症状は、ベネディニア（通称：はだむし）が体表に吸盤で付着寄生して上皮細胞や色素胞を食害して患部が白雲状に覆われ、小割網などに体をこすりつけて皮膚の傷を大きくする。この傷からビブリオの経皮感染でビブリオ病に 2次感染する恐れがある。特に、本症は、継続飼育魚（晚期放流種苗育成用魚）に見られる。しかし、淡水中に稚魚を 3～5分間浸漬すると、本虫は死亡、脱落する。ただし他の病気が発生中は、駆除処理は避けたほうが望ましいと思われる。予防対策としては、小割生簀網の早目の交換や収容密度を低下させること等の対応が必要である。なお、本症によると思われる斃死は現在のところ若干しか観察されていない。

##### 7) ウィルス性と思われる不明な疾病

本年度は、昨年同様に本症の発生は観察されなかった。平成 2年度の陸上中間飼育および海上飼育とともに海面表層を狂奔跳躍する個体が、ほぼ時期を同じくして発生し、斃死尾数は沖出しされた尾数の3～7%もの大量斃死を起こした。

小割生簀内の罹病魚の分布は、海面表層小割周囲で時々狂奔跳躍する。罹病魚を除去しても翌日ふたたび発生しているので、小割内感染の可能性もあると思われる。沖出し魚が海上小割飼育魚に感染させたとは考えにくく、海上と陸上でほぼ同時期に発生したのではないかと思われる。

##### （5）形態異常魚

本年度の形態異常魚の発生状況調査は、6月17日、11月27日、翌年の平成5年4月23日の3回行った。

1回目調査（調査尾数7,449尾、平均全長3cm）の形態異常魚出現率は1.2%であった。その内訳は、肛門部陥没74%、頭部形態異常（若干陥没）14%、顎骨形成不全11%、脊椎骨融合1%である。

2回目調査（調査尾数4,200尾、平均全長30cm）および3回目調査（調査尾数1,500尾、平均全長40cm）では形態異常魚は認められなかった。

なを、形態異常魚はすべて処分した。

過去の形態異常率は、昭和61年度が0.3%、62年度が19%、63年度が8.2%、平成元年度が9.3%、平成2年度が1.1%、平成3年度が1.7%（ただしこの年は標識装着時TL230mm）である。

#### （6）種苗の利用

本年度の種苗利用概況は表-1に示したように全て放流種苗とした。ただし、陸上水槽から直接石川県および島根県に種苗の配付が行われている。

本年度の放流総尾数は179,235尾（平均全長28~400mm）であった。その内訳は、標識放流：5,835尾（五島有川沖冬期：1,715尾、五島有川沖春期：1,000尾、鹿児島県甑島沖冬期：2,000尾）、無標識放流：173,400尾（三井楽町姫島沖）である。

なお、陸上水槽から直接石川県および島根県に種苗の配付が行われたが、その内容は、ブリ稚魚3.02万尾（全長43~69mm）を6月下旬に活魚トラックで輸送試験を行った。（昨年度までは船舶で輸送を行なっており、トラックでの陸上輸送は初めての試みである）。

11トン車2台（1台の水槽容量8.25m<sup>3</sup>）を使用し、最大輸送時間は約30時間、輸送密度は2.8km/m<sup>3</sup>（例年の船舶輸送では4~12kg/m<sup>3</sup>）、輸送水温は20.4~21.8°Cであった。

輸送結果は、種苗の活力も良く生残率は98.5%であった。

#### （要 約）

- 当場の陸上水槽で生産された種苗の一部308,200尾（平均全長25.8mm、22.3~60.1）を4月下旬~6月下旬にかけて3回に分けて沖出して、11~315日間育成した結果17.9万尾（平均全長28~400mm）を取り揚げた。その生残率は58.2%であった。
- 本年度の生残率が例年と比較して低かった原因是、生餌給餌区が沖出し直後に大量斃死を起こし、続いてウィルス性腹水症により全滅したためである。この区をのぞけば生残率は約78%となる。
- 平均全長の日間成長量は0.6~2.5mm/日（例年：0.4~3.4mm/日）であった。
- 本年度の中間育成の総給餌量は約2,900kgであった。一方総飼料費は約120万円であった。
- 本年度の海上飼育期間中の疾病は、滑走細菌症と考えられる疾病が6月上旬~中旬（斃死率3%）、ベコ病が6月上旬~8月上旬（同4%）、ウィルス性腹水症が6月下旬~7月下旬（同7%）、類結節症が7月下旬~9月下旬（同7%）が見られた。
- 本年度の形態異常魚調査は、6月17日、11月27日、翌年の平成5年4月23日の3回行われた。1回目調査の形態異常魚出現率は1.2%であり、2回目および3回目の調査では形態異常魚は出現しなかった。

（小林 孝）

表-1 海上小網りによるブリの中間育成の概要（五島事業場）

生産区分	生養	収容	飼育			取り揚げ	備考						
			大きさ(m)	個数	月日	全長 (mm)	水温 (°C)	主な餌の種類	飼育日数	月日	尾数 (尾)	密度 (尾/m³)	全長 (mm)
1	角型	4×4×2.5	6	4.30	167,900	801	22.3		5.11	57,700	824	28	放流
	角型	4×4×2.5	4	6.16	129,900	928	21.1	27.6	5.21	38,300	547	41	放流
	角型	4×4×2.5	1	6.27	10,400	297	24.9	60.1	6.27	23,000	575	57	放流
2									6.29	38,000	950	46	放流
									11～315	7.29	1,800	15	136
									モハトルイト	8.3	6,900	86	114
3									8.12	6,400	161	189	放流
									9.12	1,300	33	265	放流
									12.1	4,242	27	310	放流
合計									4.27	1,593	20	400	放流
											179,235	28～400	58.2

## II-1-3 ブリの*Microsporidium seriolae* 寄生症（ベコ病）対策

佐藤 純

本年度は早朝給餌の有効性、薬剤による本症の防除効果、および感染方法の検討を行った。薬剤による防除試験ではラクトフェリン（免疫増強剤）を用いた。

### 1. 早朝給餌試験

#### (1) 方法

海上小割生簀網（ $4 \times 4 \times$  深さ 3 m）を使用し、5月はじめに種苗生産を開始し、6月23日に沖出した稚魚を収容した。供試尾数は早朝給餌区、対照区とも1,000尾ずつ用いた。試験は沖出直後から開始した。早朝給餌区は配合飼料を自動給餌機によって午前6時から給餌し、対照区は午前9時から給餌した。試験開始時の供試魚の平均全長は3.1cm (2.7~3.5) であった。

#### 1) 調査方法

調査は、試験開始から約2週間間隔で7月7日と7月23日に行った。肉眼的に病変の確認できる個体を発症個体とし尾数を数えた。

#### (2) 結果

早朝給餌試験の結果は表1に示した。試験開始30日後の罹病率が対照区で0.7%、試験区で0.9%で大差はなかった。今年度の試験では早朝給餌による本症の防除効果は認められなかった。

### 2. 薬剤防除試験

本年度は、昨年度までに使用していた、国内では入手困難な抗生物質フマジリンに代わる薬剤の検索を目的に試験を行った。薬剤はラクトフェリン（免疫増強剤）を用いた。

#### (1) 方法

5月上旬から種苗生産を始め、6月上旬に沖出し、飼育していた稚魚を6月22日に陸上水槽に収容して試験を行った。試験は薬剤投与区と対照区として薬剤無投与の試験区を設けて行った。飼育水槽には30ℓパネル水槽を用いて平均全長4.1cm (3.5~4.4) の稚魚を各区50尾収容した。試験は6月22日から7月22日の30日間で行った。

#### 1) ラクトフェリンの投与方法

本剤の投与方法は0.2g, 0.02g/Kg/日、および対照区（無投与）の3区を設けた。

投与方法は、市販の配合飼料に本剤を添加して投与した。

投与期間は10日間である。

#### 2) 飼育管理

試験は30ℓパネル水槽を用いて、流水飼育を行った。飼育水は濾過海水を用いた。

#### 3) 調査方法

調査は、試験開始から18日後と30日後に行った。肉眼的に病変の確認できる個体を発症個体とし尾数を数えた。

## (2) 結果

薬剤防除試験の結果は、表2に示した。ラクトフェリンを0.2g/Kg/日投与区が、試験開始4日後に全滅した。罹病率に関してはラクトフェリン0.02g/Kg/日投与区と対照区との間では大きな差はなく、本剤による防除効果は認められなかった。成長に関しては両区の間で大きな差は見られなかった。

## 3. *Microsporidium seriolaee* の実験的感染試験

昨年度は本症微胞子虫の実験的感染を行い成立しなかった。本年度も昨年とほぼ同様にブリの *Microsporidium seriolaee* の実験的感染を試みた。

### (1) 方法

供試魚は4月上旬から種苗生産を始めたブリ稚魚を用いた。浸漬区、投与区、コペポーダ区、対照区の4区を設けて行った。30㍑パンライト水槽に平均全長2.7cm(2.4~2.9)の稚魚を各区50尾ずつ収容した。試験期間は6月10日~7月22日の42日間で行った。

#### 1) 感染方法

感染胞子は、発症魚の筋肉患部から抽出し、滅菌生理食塩水を加えて乳鉢で磨碎した後、ガーゼで濾過し、濾液を3,000rpmで10分間遠心分離し、沈澱物を感染胞子とした。

沈浸漬感染では、 $1.28 \times 10^6$ 個/mlの感染濃度の海水に1時間ブリを浸漬した。投与感染を行った試験区では1尾当たり $3.9 \times 10^6$ 個の胞子を配合飼料に加えて5日間投与した。コペポーダの投与は五島事業場地先から採集したコペポーダ約10gを10日間投与した。

#### 2) 調査方法

調査方法に関しては、早朝給餌試験、薬剤防除試験と同様である。

#### 3) 結果

結果は表3に示した。実験的感染試験は各区においてベコ病の発症は認められず、実験的に本症を発生させることができなかった。

## 4. 考察

早朝給餌により本病の発症予防の有効性を検討した。その結果、早朝給餌を行った試験区と対照区の間で、罹病率に大きな差はなく、早朝給餌が、この疾病の発生を防除する有効性は認められなかった。この試験は、ブリが沖出し後捕食するコペポーダが媒介となって本疾病が発生すると考えられたことから、コペポーダの捕食を減らす目的で行った。しかし、本年度はこの効果がはっきりあらわれなかったことから、さらに今後コペポーダを捕食させない給餌方法を検討する必要がある。

薬剤による本症の防除試験では、薬剤にはラクトフェリン(免疫増強剤)を用いて行った。その結果、ラクトフェリン投与区と対照区の間で罹病率に大きな差はなく本剤による防除効果は認められなかった。しかし、0.2g/Kg/日投与区で全滅したため、本剤が供試魚に何か悪影響を及ぼしていることが考えられた、今後この薬剤の適正な投与量を検討する必要がある。

実験的感染方法の検討を行った結果、すべての試験区で本症を発生させることができな

かった。この感染実験では本症の原因生物である *Microsporidium seriolaee* を発症魚から分離して用いたが、この感染胞子の感染能については不明であった。感染が成立しないということは感染胞子の成熟段階と関係があるとも考えられるため、今後感染因子の検索が必要である。

本年度は本疾病の発生が少なく、早朝給餌の有効性や薬剤を用いての防除効果の有無を判定できるような結果は得られなかった。

表1 早朝給餌試験結果

試験期間	6月23日～7月23日	
試験区	対照区	早朝給餌区
試験開始尾数(尾)	1000	1000
開始時の全長(cm)	3.1(2.7～3.5)	3.1(2.7～3.5)
14日目の尾数(尾)	755	727
14日日の全長(cm)	6.5(5.3～7.6)	7.1(7.1～7.7)
発症尾数(尾)	0	0
38日目の尾数(尾)	657	680
38日日の全長(cm)	9.8(10.9～12.5)	10.1(11.4～13.3)
発症尾数(尾)	7	9
死尾数(尾)	343	320
生残率(%)	65.7	68.0
発症尾数(尾)	7	9
発症率(%)	0.7	0.9

表2 ラクトフェリンの薬剤防除試験結果

試験期間	6月22日～7月22日		
試験区	対照区	0.2g区	0.02g区
試験開始尾数(尾)	50	50	50
開始時の全長(cm)	4.1(3.5～4.4)	4.1(3.5～4.4)	4.1(3.5～4.4)
18日目の尾数(尾)	50	0	50
18日日の全長(cm)	6.5(5.4～7.5)		6.6(5.8～7.2)
発症尾数(尾)	4		2
30日目の尾数(尾)	40		37
30日日の全長(cm)	7.9(7.4～8.4)		8.1(6.7～9.6)
発症尾数(尾)	1		0
死尾数(尾)	10	50	13
生残率(%)	80.0	0	74.0
発症尾数(尾)	6	0	2
発症率(%)	10.0	0	4.0

表3 実験的感染感染試験におけるベコ病の発症率

試験期間	6月10日～7月22日			
試験区	対照区	浸漬区	投与区	コハキオーダー区
試験開始尾数(尾)	50	50	50	50
開始時の全長(cm)	2.7(2.4～2.9)	2.7(2.4～2.9)	2.7(2.4～2.9)	2.7(2.4～2.9)
30日目の尾数(尾)	50	36	50	47
30日日の全長(cm)	7.0(6.1～8.6)	7.1(6.8～7.4)	7.0(6.3～8.0)	6.7(5.7～6.6)
発症尾数(尾)	0	0	0	1
43日目の尾数(尾)	41	31	49	43
43日日の全長(cm)	8.3(7.1～9.5)	9.1(8.9～9.5)	8.4(7.4～9.4)	7.5(7.1～7.9)
発症尾数(尾)	0	0	0	0
斃死尾数(尾)	9	19	1	7
生残率(%)	82.0	62.0	98.0	86.0
発症率(%)	0	0	0	1
発症率(%)	0	0	0	2

## II-1-4 人工生産ブリ稚魚にみられる鰓異常が及ぼす影響

小磯雅彦

近年、ブリの種苗生産技術は急速に発展し、当事業場でも昭和61年には100万尾を越える量産が可能となった。しかし、生産された種苗の中には形態異常魚が高率で出現し、人工種苗の健苗性を考える上で問題となっている。

形態異常の中で脊椎骨の異常で発生すると思われる脊柱前彎症に関しては、平成3年度に鰓の開腔した魚（以下、開腔魚）と鰓の未開腔の魚（以下、閉腔魚）を、別々に飼育した結果、閉腔魚に脊柱前彎症が多く出現して、鰓の未開腔が脊柱前彎症の発生に関与していると推測された。

本年度は、閉腔魚が正常魚と比較して、どのような欠陥があるかを検討する目的で、平成3年度の再試験を行い、成長や生残状況ならびに形態異常の発生状況などについても調査したので、その概要を報告する。

### 1. 材料および方法

試験は、当事業場で人工生産されたブリ稚魚（FL:40.5mm）を比重選別して、開腔魚と閉腔魚に分けて、それぞれを別の小割網（4×4×3.5m）に5,000尾収容して、平成4年5月20日から試験を開始した。

比重選別は、200Lポリカーボネート水槽2器用いて、ブリ稚魚を麻酔海水（ジフェノキシタノール:300ppm）の中に約3分間収容し、麻酔のかかった魚を取り上げて、再度、塩分濃度7.5%水に収容して浮上した魚を開腔魚とし、沈下した魚を閉腔魚とした。なお、選別直後に開腔魚と閉腔魚をそれぞれ100尾ずつ解剖して鰓の有無を調査した結果、開腔魚には全て鰓があり、閉腔魚には全て鰓が無かった。

給餌は、ブリ用配合飼料（マリン3～7号）の飽食給餌を試験開始から平成4年8月までは毎日1回行い、それ以降は、隔日で行った。

調査は、試験開始から15日毎に、生残率を求め、両試験区から魚を100尾ずつを取り上げて、魚体測定を行い、鰓の有無や形態異常を調査した。

生残率は、調査毎の生残尾数を試験開始時の収容尾数からサンプリング尾数を除いた尾数で割って求めた。

魚体測定は、全長、尾叉長、体重を測定した。

鰓の有無は、平成3年度試験の閉腔魚の中に鰓のある魚がみられたため、両試験区の魚を全て解剖して鰓の有無を調査し、閉腔魚の鰓の大きさについては開腔魚の鰓の大きさを基準に、閉腔魚の鰓を5段階に分けて調査し、閉腔魚の鰓の発生状況を検討した。

形態異常の調査は、以下の項目に分けて行い、椎体の異常魚に関しては軟X線写真により異常部位を調査した。

脊柱前彎症は、椎体の融合部位で症状が異なり、頭部が上方に屈曲した個体と肛門部より後方が上方に屈曲した個体がみられるため、前者をA型、後者をB型として調査した。

頭部異常は、額部がやや陥没した個体を対象とした。

口部異常は、上顎部と下顎部の骨の形成不全のために、上顎または下顎が短い、もしくは捻れているため上下顎が不整合の個体を対象とした。

肛門部異常は、肛門部が陥没している個体を対象とした。

なお、平成4年9月2日には両試験区の全尾数を調査して、この時には脊柱前彎症の魚は除去した。

## 2. 結果及び考察

調査は、平成4年5月20日から平成5年4月30日まで行った。

### (1) 生残

試験開始から6月15日までは生残率は、開腔魚は85.7%で閉腔魚は87.6%となり両試験区の差はみられなかった。しかし、6月下旬から7月中旬にかけて、ウイルス性腹水症(YAV)と類結節症、ベコ病が発生して大量斃死が起り、平成4年7月16日の生残率は開腔魚の56.9%に対して、閉腔魚は45.5%となり、閉腔魚の方が多く斃死した。なお、この時にベコ病の罹病状況を調査した結果、開腔魚の25%に対して閉腔魚は40%と罹病率が高かった。それ以降では大量斃死を起こす様な疾病はみられなかったが、閉腔魚は開腔魚に比べて、麻酔やハダ虫除去のための淡水浴などの作業時に多く斃死がみられた。その後の生残率は、平成4年10月1日には開腔魚の40.1%に対して閉腔魚は27.9%まで低下し、試験終了時の平成5年4月30日には開腔魚の32.9%に対して閉腔魚は23.0%と低かった(表1、図1)。

両試験区の生残率に差がみられ始めたのは平成4年7月16日以降であり、閉腔魚は開腔魚に比べて、疾病や麻酔及び淡水浴等に対する抵抗力が弱いために生残率が低下したと考えられる。

### (2) 成長

両試験区の平均尾叉長は、試験開始時の平成4年5月20日には40.5mmで試験を開始し、平成4年7月1日には開腔魚は128mmで、閉腔魚は129mmとなり、この期間は同様な成長がみられた。しかし、平成4年7月16日には開腔魚の157mmに対して、閉腔魚は149mmに留まり、開腔魚の方が閉腔魚に比べて成長が良かった。この成長傾向はその後もみられ、試験終了時の平成5年4月30日には開腔魚の342mmに対して閉腔魚は304mmに留まった。

両試験区の平均肥満度は、平成4年6月15日では開腔魚の13.71に対して、閉腔魚は13.32とやや低かったが、平成4年7月16日には開腔魚の13.12に対して、閉腔魚は13.91と高くなかった。その後の肥満度は、平成4年8月18日の調査を除けば全て閉腔魚の方が開腔魚よりは高かった(図2)。

尾叉長に関しては、両試験区に成長差がみられ始めた時期は平成4年7月16日の調査で尾叉長150mm前後からで、それ以降では明らかに閉腔魚は開腔魚に比べて成長が劣ることが分かった。一方、肥満度に関しては、試験開始当初は開腔魚の方が高い値を示したが、平成4年7月16日以降は逆転して、閉腔魚の方が高くなった。

閉腔魚は尾叉長150mm前後から開腔魚に比べて、尾叉長の増加が低下するにもかかわらず、肥満度が高くなり、前述したように生残率もこの時期から低下することが分かった。

### (3) 形態異常

#### 1) 脊柱前彎症A型

開腔魚では、全調査期間を通じて平成4年10月15日に1尾みられたのみであった。しかし、閉腔魚では、平均尾叉長140.8mmの平成4年7月1日から9%の個体に出現し始め、平

均尾叉長194mmの平成4年8月18日には23%の個体にみられた。平成4年9月2日に全閉腔魚2,769尾を調査した結果では、218尾に出現しており、この出現率は7.9%であった。この時点での脊柱前彎症A型魚を除去したにもかかわらず、その後も出現して、平成4年12月以降でも1~3%の魚にみられた（図3）。

椎体の異常部位は、第1番目から6番目までの範囲でみられたが、主には第1番目から4番目の範囲の異常が多くみられた（図4）。

#### 2) 脊柱前彎症B型

開腔魚では確認されなかつたが、閉腔魚では、平均尾叉長149.0mmの平成4年7月16日から6%の魚にみられ始め、その後も1~2%の魚に出現した。平成4年9月2日に平均尾叉長214mmの全閉腔魚2,769尾を調査した結果では、29尾に出現しており、この出現率は1.0%であった。この時点で全ての脊柱前彎症B型魚を除去した結果、これ以後の調査では確認されていない。

椎体の異常部位は、第10番目から14番目の範囲でみられた。

#### 3) 頭部異常

両試験区共に、平成4年7月1日には6~7%の魚にみられ、その後は徐々に増加して平成4年10~12月の尾叉長230~300mmの間では20%前後の魚にみられた。平成5年1月以後では両試験区共に4~16%とやや減少した。

#### 4) 口部異常

平成4年7月1日から平成4年10月15日までの期間は、開腔魚では1~13%、閉腔魚では1~21%とやや閉腔魚の方が高い傾向がみられた。平成4年11月4日から平成5年4月30日の期間は、開腔魚の5~20%に対して、閉腔魚では12~35%とやや高くなつた。

#### 5) 肛門部異常

両試験区共に、異常率は低く、出現しても1~3%程度であった。

椎体の異常部位は、第6番目から14番目までで、主には第10番目から14番目の範囲の異常が多くみられた。また、一部においては椎体は正常でも第1血管棘と血管間棘が変形している魚もみられた。

脊柱前彎症A、B型については、椎体の異常部位がA型では第1番目から6番目であるが、B型では第10番目から14番目と異なっていることや、異常の出現時期がA型では尾叉長140mmから試験終了時までに対して、B型では尾叉長約150mmから約210mmまでの範囲と異なっていることが示唆された。しかし、脊柱前彎症A、B型に関しては、大部分が閉腔魚から出現していることや、閉腔魚から椎体異常魚が出現する事例はこれまでにマダイ<sup>1)</sup>、クロダイ<sup>2)</sup>、スズキ<sup>3)</sup>等で報告があることから、ブリにおいてもこの形態異常の原因は鰓の未開腔であると考えられる。

脊柱前彎症の出現過程については、北島らのマダイの報告<sup>1)</sup>によれば、閉腔魚は開腔魚に比べて比重が重く、体軸をやや斜上方に向けて静止または遊泳しており、この体軸の歪みが椎体の異常に何らかの関係がある可能性が考えられると示唆している。ブリの閉腔魚もやや斜上方に向けて遊泳する魚が観察されていることから、マダイと同様な考え方ができるのではないかと推察している。

他の形態異常は、頭部と肛門部の異常に関しては、開腔魚、閉腔魚共に出現していることから鰓は無関係であると思われ、口部の異常に関しては、開腔魚に比べて閉腔魚からの

出現率がやや高いが、現時点では鱗の未開腔との関連は不明である。

#### (4) 閉腔魚に出現した鱗

閉腔魚の鱗は、試験開始から平成4年8月3日まではみられなかつたが、平成4年8月18日には11%の魚にみられ始め、その後は成長に伴つて鱗のある魚が増加して、平成5年3月2日には84%の魚に確認された。

始めに鱗が確認された平成4年8月16日には、全てが閉腔魚の鱗に比べて小型であったが、平成4年9月2日には閉腔魚とほぼ同様な大きさの鱗を保有する魚が2尾みられ始め、その数は成長に伴つて増加した(図5)。

閉腔魚で小型の鱗がみられた最小魚は尾叉長170mmで、閉腔魚とほぼ同様な鱗がみられた最小魚は尾叉長210mmであった。

このように閉腔魚の成長に伴つて鱗が出現する事例はマダイ<sup>1)</sup>、スズキ<sup>3)</sup>でも報告されており、本試験によりブリでも起こることが分かった。

この閉腔魚に鱗が出現する過程は、ブリ仔魚の鱗の開腔はふ化後4～6日目(全長4.5～5mm前後)で大多数の魚が完了するが、この時開腔しなかつた魚は鱗腔にガスを保有しないまま成長する。しかし、尾叉長170mm前後からは鱗のガス交換能の発達により、鱗内ガスを産生貯留する魚が出現し、尾叉長210mm前後からは閉腔魚とほぼ同様な鱗を保有する魚が出現し、成長に伴つて鱗の開腔率は増加すると考えられた。

また、マダイは閉腔魚に鱗ができると脊柱前彎症の出現率や屈曲の程度は増加しない<sup>1)</sup>と考えられており、ブリの閉腔魚においても脊柱前彎症A、B型の出現率が共に尾叉長200mm以降は減少していることから、マダイと同様なことが考えられる。

#### (5) 今後の課題

本試験の結果から、閉腔魚は閉腔魚に比べて成長が劣り、疾病や魚の取扱い時の抵抗力が弱いため生残率も悪く、脊柱前彎症の形態異常も出現することから、人工種苗の健苗性を高めるためには、閉腔魚を発生させない飼育技術が必要と考えられる。

本来、閉腔魚とは有気管時代の仔魚が何らかの影響で空気呑み込みができないままに気管が閉塞して生じると推測される。これを防除するには、有気管期の飼育時の通気方法や飼育水槽表面の油膜除去、およびワムシの栄養強化方法(特に、n3高度不飽和脂肪酸)等に留意して飼育する必要があると思われる。

#### (6) 参考文献

- 1) 北島 力・塙島康生・藤田矢郎・渡辺 武・米 康夫 1981: マダイ仔魚の空気呑み込みと鱗の開腔および脊柱前彎症との関連、日水誌、47(10)、1289-1294.
- 2) 北島 力 1979: クロダイ人工種苗の鱗の異常および脊柱屈曲症について、長崎水試研報、5、27-32.
- 3) 林田豪介・塙島康生・松清恵一・北島 力 1984: 人工採苗スズキの鱗異常と脊柱前彎症の関連、長崎水試研報、10、35-40.

表1 開腔魚及び閉腔魚の成長と生残状況

月日	開腔魚					閉腔魚				
	全長(mm)	尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度	生残率(%)	全長(mm)	尾叉長(mm)	体重(g)	肥満度	生残率(%)
5.20	44.0	40.5			100.0	44.1	40.5			100.0
6.01	71.5	66.0	3.9	13.25	94.1	70.8	64.8	3.7	13.06	94.8
6.15	104.1	94.9	11.9	13.71	85.7	102.5	94.4	11.4	13.32	87.6
7.01	140.5	128.0			72.2	140.8	129.0			66.6
7.16	172.0	157.0	51.1	13.12	56.9	162.0	149.0	46.8	13.91	45.5
8.03	211.2	188.9	88.2	12.86	47.5	196.7	176.8	74.8	13.31	42.2
8.18	239.4	215.4	142.4	14.12	44.8	214.9	194.0	101.0	13.72	40.0
9.02	264.6	235.8	174.6	13.16	43.0	240.0	213.7	138.1	14.03	32.3
9.16	279.0	249.0	202.0	13.05	41.6	255.0	228.0	166.0	13.97	30.2
10.01	279.0	247.0	218.0	14.29	40.1	268.0	237.0	206.0	15.24	27.9
10.15	296.0	263.0	258.0	14.15	38.9	281.0	250.0	232.0	14.73	27.3
11.04	323.0	286.0	320.0	13.54	38.0	297.0	264.0	268.0	14.37	26.7
11.17	312.0	279.0	350.0	16.01	37.8	297.0	263.0	317.0	17.18	25.7
12.02	324.0	291.0	368.0	14.79	37.5	295.0	267.0	298.0	16.01	24.7
12.16	335.0	297.0	417.0	15.72	36.7	305.0	273.0	334.0	16.27	24.2
1.06	356.0	315.0	500.0	15.30	35.7	329.0	292.0	423.0	16.67	23.8
1.18	349.0	311.0	511.0	16.89	35.1	324.0	288.0	430.0	17.63	23.7
2.02	351.0	312.0	511.0	16.60	34.2	325.0	295.0	450.0	17.27	23.7
2.16	352.0	314.0	507.0	16.32	33.8	329.0	293.0	431.0	16.93	23.5
3.02	356.0	317.0	524.0	16.40	33.2	329.0	293.0	440.0	17.26	23.2
4.30	383.0	342.0	611.0	15.19	32.9	340.0	304.0	461.0	16.15	23.0

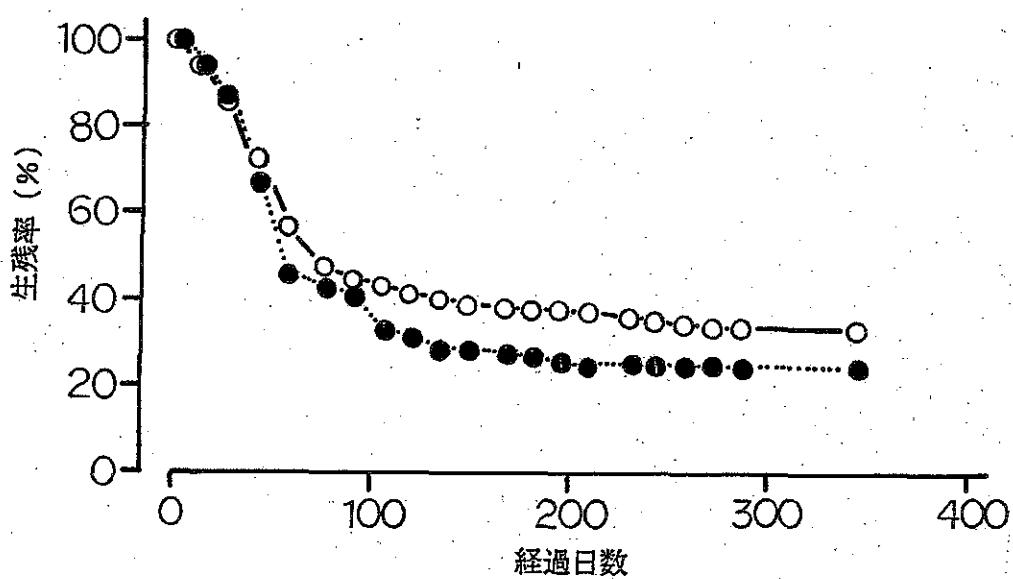


図1 開腔魚と閉腔魚の生残状況

○：開腔魚区 ●：閉腔魚区

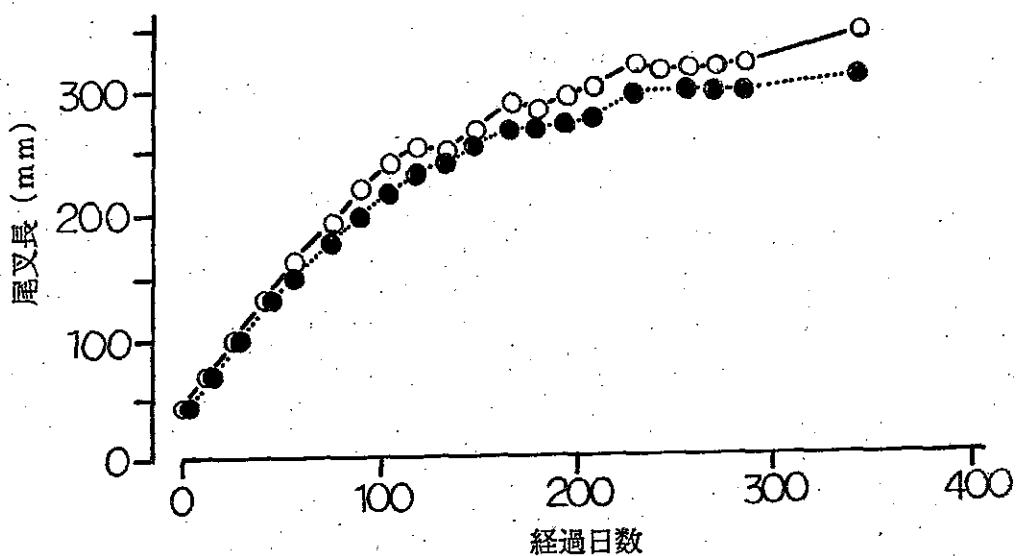
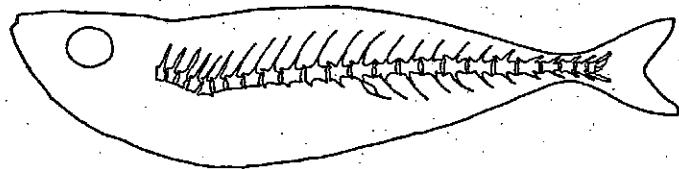


図2 開腔魚と閉腔魚の尾叉長  
○：開腔魚区 ●：閉腔魚区

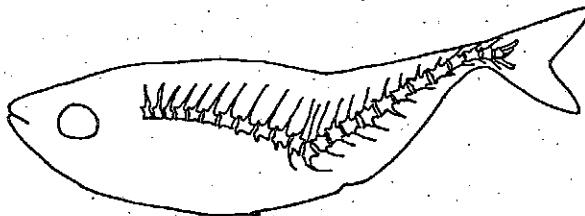
表2 各調査日毎の開腔魚及び閉腔魚の形態異常率

月日	脊柱前聴症 (A型)		脊柱前聴症 (B型)		頭部異常		口部異常		肛門部異常		調査尾数 (尾)	
	開腔魚	閉腔魚	開腔魚	閉腔魚	開腔魚	閉腔魚	開腔魚	閉腔魚	開腔魚	閉腔魚	開腔魚	閉腔魚
H4.6.01	0	0	0	0							100	100
6.15	0	0	0	0							100	100
7.01	0	9.0	0	0	7.0	6.0	7.0	9.0	0	0	100	100
7.16	0	2.0	0	6.0	5.0	5.0	1.0	4.0			100	98
8.03	0	2.0	0	1.0	4.0	5.0	3.0	3.0	0	0	100	100
8.18	0	23.0	0	2.0	5.0	6.0	13.0	15.0	2.0	0	100	100
9.02	0	7.9	0	1.0	3.0	2.0	9.0	18.0	0	0	3265	2769
9.16	0	9.0	0	0	9.0	17.0	5.0	21.0	0	0	100	100
10.01	0	0	0	0	18.0	21.0	12.0	19.0	0	1.0	100	100
10.15	1.0	0	0	0	19.0	11.0	5.0	1.0	0	0	100	100
11.04	0	6.0	0	0	17.0	22.0	5.0	26.0	0	0	100	100
11.17	0	0	0	0	10.2	9.0	18.0	22.0	0	0	98	98
12.02	0	1.0	0	0	17.0	19.0	14.0	19.0	0	0	100	100
12.16	0	2.0	0	0	14.0	21.0	17.0	23.0	1.0	0	100	100
H5.1.06	0	1.0	0	0	4.0	9.0	10.0	12.0	0	2.0	99	100
1.18	0	2.0	0	0	7.1	16.0	11.0	34.0	1.0	0	99	100
2.02	0	1.0	0	0	11.0	8.0	18.0	24.0	2.0	0	100	100
2.16	0	3.0	0	0	8.0	9.0	13.0	35.0	0	0	100	99
3.02	0	2.0	0	0	11.0	8.0	20.0	32.0	0	3.0	100	100
4.30	0	1.5	0	0	12.0	9.7	12.0	32.7	0	0	100	330

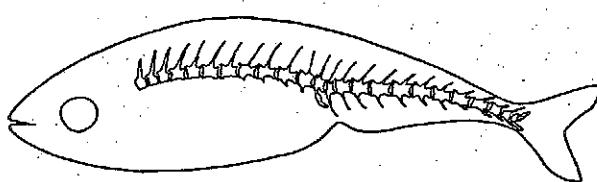
平成4年9月2日の調査では両試験区とも全数調査して、脊柱前聴症の魚は除去した。



脊柱前彎症（A型）  
全長:205mm、閉腔魚



脊柱前彎症（B型）  
全長:181mm、閉腔魚



肛門部異常  
全長:248mm、開腔魚

図3 脊柱前彎症（A, B型）と肛門部異常の  
椎体異常部位

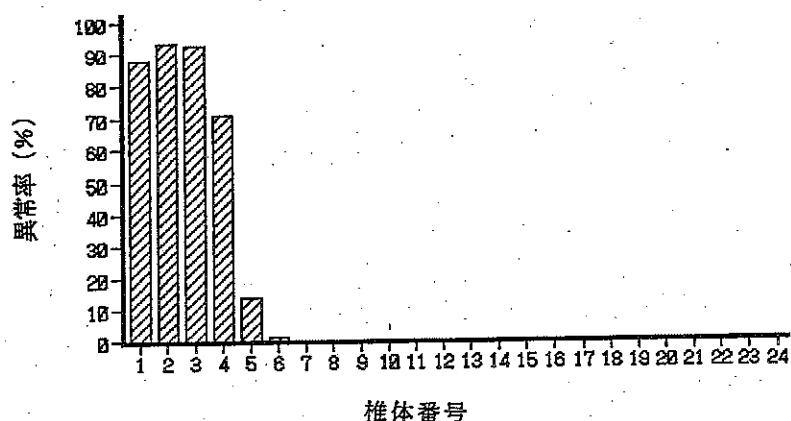


図4 脊柱前彎症A型の椎体異常部位（n = 93）

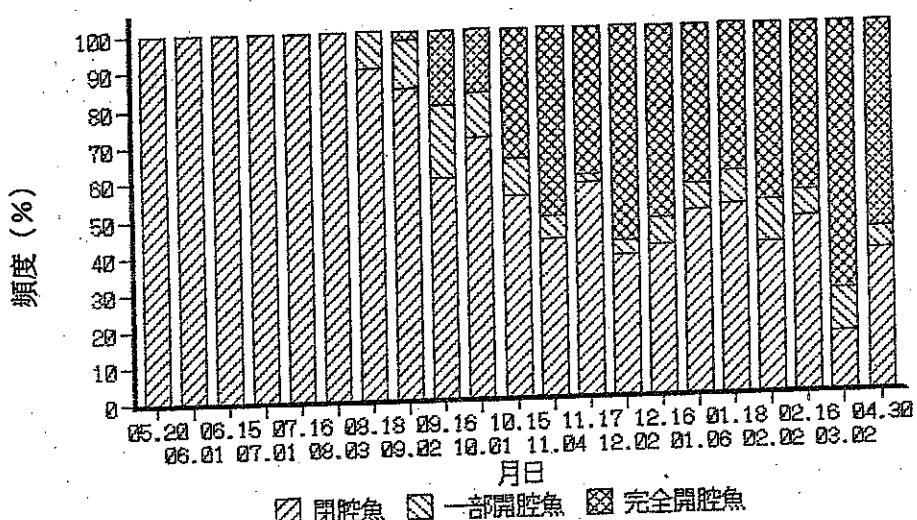


図5 各調査日毎の閉腔魚区の閉腔状況

## II-2-1 ヒラマサ種苗生産

小金隆之

当事業場で過去7年間に行ったヒラマサの大型水槽（60～90m<sup>3</sup>）での23例の種苗生産の取り揚げ時の生残率は0～21.4%（平均5.2%）と低い。生産尾数は昭和61、63年度には10万尾を越えたが、平成2年度以降初期減耗や疾病の発生により生産尾数が5～6万尾に低下している。過去7年間の、ふ化後12日目の生残率は0～54%（平均20.6%）と低く、初期減耗は重大な問題となっている。問題となる疾病にはウイルス性腹水症とエピテリオシスチス様疾病が挙げられる。ヒラマサのウイルス性腹水症は海上飼育では昭和61年から、陸上水槽では平成2年から現れた。陸上水槽で発生した場合は特に被害が大きく問題となっている。エピテリオシスチス様疾病はこれまでに昭和63年度と平成元年に陸上水槽で合計3例発生し、何れの飼育例も全滅に至っている。現在、エピテリオシスチス様疾病に対しては飼育密度の低減、ウイルス性腹水症に対しては早期収容等の対策が考えられるが、いずれの疾病に対しても根本的な防除方法は今のところない。

また配合飼料への餌付けは昭和63年度から始められ、平成2年度には全長33～40mm以降本種では初めて配合飼料単独で飼育を行った。

平成3年度には開腔と背骨異常の関連性が示唆されたことから、開腔率の上昇が健苗を育成するうえで重要な課題となった。またヒラマサは口部の奇形の発生率が高く問題となっている。

本年度は早期種苗生産と配合飼料への早期餌付け、開腔率の向上を課題として生産を行った。

### 材料と方法

本年度は1R生産と2R生産で各2例、合計4例の生産を行った。

(1) 材料 1R生産には天然養成2才魚から得たふ化仔魚を、2R生産には天然養成1才魚と天然養成3才魚から得たふ化仔魚を使用した。これらは全て自然産卵によって得られたものであった。

(2) 収容 収容の概要を表1に示した。1R-第1回生産は4月27日に45万尾のふ化仔魚を収容して開始した。収容密度は9,000尾/m<sup>3</sup>であった。1R-第2回生産は5月7日に50万尾を収容して開始した。収容密度10,000尾/m<sup>3</sup>であった。

2R-第1回生産は5月19日に天然養成1才魚から得たふ化仔魚23万尾と天然養成3才魚から得られたふ化仔魚32万尾、合計55万尾を収容して生産を開始した。収容時の密度は11,000尾/m<sup>3</sup>であった。2R-第2回生産は5月21日に天然養成3才魚から得られたふ化仔魚43万尾を収容して生産を開始した。収容時の密度は8,600尾/m<sup>3</sup>であった。

各水槽の収容時のふ化仔魚の日令は1R-第1回生産と2R生産がふ化後1日目、1R-第2回生産がふ化後2日目であった。

(3) 水槽 1R生産にはD水槽（60m<sup>3</sup>角型コンクリート製屋外水槽、縦7.9×横4.3×深さ2.0m）を、2R生産にB水槽（60m<sup>3</sup>角型コンクリート製屋外水槽、縦6.8×横4.8×深さ2.0m）を使用した。通気はB水槽は13ヶ所、D水槽は12ヶ所から行った。全ての水槽には寒冷紗（遮光率80%）を設置し照度の調節を行った。

(4) 投餌 飼料にはS型ワムシとアルテミアノープリウス及び養成アルテミアと配合飼料（初期飼料B：日本水産、初期飼料B-1, 2, C-1：協和発酵）を使用した。ワムシは開口当日または翌日から、アルテミアノープリウスは平均全長6~7mmから、養成アルテミアは平均全長16.6mmから、配合飼料は平均全長13.2~17.4mmからそれぞれ給餌した。

#### (5) 飼育水の管理

1) 水温 飼育水温は収容からふ化後9日目までは22°Cとし、それ以降は24°Cに昇温した。22°Cから24°Cまでの昇温は2日間かけて徐々に行つた。またウイルス性疾病発生時には26°Cに昇温した。

2) 油膜除去 2R-第1回、第2回生産では、開口日から3日間オーバーフロー方式による飼育水表面の油膜除去を行つた。オーバーフロー方式の油膜除去は、飼育水表面に塩ビパイプを浮かせ、水流を利用して油膜を集め、これをオーバーフローにより除去する方法であった。オーバーフロー口は高さ4×幅30cmで、短辺の水槽壁の上部隅に開口しており、使用した塩ビパイプは直径40mm、長さ4mであった。これをオーバーフロー口が、パイプと水槽壁でできる角の頂点にくるように、水槽壁に鋭角に接するように浮かせて設置した。また飼育水は、油膜がオーバーフロー口付近に集まるように、エアーブロックで回転させた。以上の条件の中で毎時500L注水してオーバーフローさせた。油膜除去は昼間に1日当たり、4時間行つた。

3) 換水 直径100mm塩ビパイプの上端と下端に100×150mmソケットとキャップを取り付け、下端から17cmの範囲に多数穴（直径10mm）を空けた注水装置（長さ150cm）を設置し、水槽底部から注水した。排水はアンドン（網の部分が縦50×横50×高さ150cm）内から、直径40mmのサイフォン2本で行った。ふ化後5日目から換水を始め6~8日目以降終日流水飼育とし、換水率は徐々に増加し最大4回転/日とした（図6）。

4) 底掃除 底掃除は自動底掃除ロボット（すう太郎、東京メカトロニクス）を使用して行つた。ふ化後10日目から底掃除を開始し、初期は2日に1回、配合飼料への餌付けを開始してからは1日に1回行つた。

(6) 奇形魚の調査 取り揚げた魚についての奇形の調査は異なった方法で2回、7月6日と7月13日に行つた。

1回目調査は7mm選別器による選別で大小2群に分けた群からそれぞれ採取した稚魚100尾について調査を行つた。2回目調査は全個体を調査し、奇形魚を選別、除外した。大小に分けた魚をさらに比重選別により開腔魚と未開腔魚に分けてできた4群についてそれぞれ調査結果をまとめた。

### 結果

生産結果の概要を表1に示した。本年度は4回の飼育で合計193万尾のふ化仔魚を収容し、平均全長37.9mm（25.2~61.5）の稚魚を21,500尾生産した。平均生残率は1.11%（0~2.2）取り揚げ密度の範囲は0~242尾/m<sup>3</sup>であった。

#### (1) 1R生産

2例生産を行つたが、何れも初期減耗のために飼育を途中で中止した。

1) 1R-第1回生産 図1に生残率の推移を示した。ふ化仔魚を45万尾収容して生産を行つたが、ふ化後6日目に17.3万尾（生残率38%）まで減少した。またこの時の摂餌率は46%

と低く、仔魚の活力が良くないと考えられたため途中で生産を中止した。開口翌日の摂餌率は50%，ふ化後1日目から6日までの1日当たりの死亡率は17.4%であった。

2) 1R-第2回生産 初期減耗が大きく、生残尾数がふ化後7日に1.5万尾(3%)まで減少したため途中で生産を中止した。開口翌日の摂餌率は57%，ふ化後2日目から7日までの1日当たりの死亡率は50.4%であった。

## (2) 2R生産

2回生産を行い合計21,500尾の稚魚を生産した。2例の生産とも途中ウイルス性腹水症が発生し大量斃死が発生した。

### 1) 2R-第1回生産

取り揚げ結果 5月19日に55万尾のふ化仔魚を収容して生産を開始し、7月3日ふ化後46日に平均全長37.7mm(25.2~61.5)の稚魚を12,100尾取り揚げた。生残率は2.2%，取り揚げ密度は242尾/m<sup>3</sup>であった。

図2に生残率の推移を示した。生残率は、ふ化後11日目(6.5mm)が33%，30日目(17.5mm)が22%と、疾病が発生する前までの生残率はこれまでの生産例の中でも良い結果であった。ふ化後1日目から11日目までの10日間と11日目から30日目までの19日間の1日当たりの死亡率は10.6%と2.2%であった。

ヒラマサの成長を図2に示した。平均全長は、ふ化後1日目に4.9mm、ふ化後10日目に6.3mm、ふ化後20日目に10.2mm、ふ化後40日目に28.3mmになった。1日当たり平均成長は、ふ化後1~10日目が0.16mm、ふ化後11~20日が0.39mm、ふ化後21~30日が0.73mm、ふ化後31~40日が1.08mmであった。

給餌結果の概要を図3に示した。ワムシは、ふ化後2日目(開口日、全長4.9mm)から31日目(全長18mm)までの30日間に合計371億個体給餌した。1日当たり給餌量は2.5~20億個体であった。開口日(ふ化後2日目)から摂餌が開始され、その時の摂餌率は81%であった。

アルテミアノーブリウスは、ふ化後11日目(6.5mm)から34日目(全長21mm)までの24日間に合計20.15億個体給餌した。1日当たり給餌量は0.1~1.2億個体であった。養成アルテミアは給餌しなかった。

配合飼料は、ふ化後25日目(全長13.4mm)からふ化後45日目(全長36mm)までの間に合計22.2kgを給餌した。餌付け開始後8日目(ふ化後32日目、全長19mm)で、調査個体(15尾)の内93%の個体で消化管内に満杯状態の配合飼料が確認された。

開腔はふ化後2日目(開口日)から始まり、開腔率はふ化後3日目に28%，5日目には79%に達した。また取り揚げ時の開腔率は84%であった。

### 2) 2R-第2回生産

取り揚げ結果 5月21日に43万尾のふ化仔魚を収容して生産を開始し、7月2日ふ化後43日に平均全長38.2mm(26.7~51.0)の稚魚を9,400尾取り揚げた。生残率は2.2%，取り揚げ密度は188尾であった。

生残率はふ化後12日目(平均全長6.6mm)が49%，30日目(平均全長18.9mm)が28%であったが、その後ウイルス性腹水症発生のため取り揚げまでに大量斃死がみられた。ふ化後1日目から12日目までの11日間と12日目から30日目までの18日間の1日当たりの死亡率は6.3%と3.1%であった。

平均全長は、ふ化後1日目に4.8mm、10日目に6.4mm、20日目に10.3mm、40日目に31.0mmに

なった。1日当たり平均成長は、ふ化後1～10日目が0.18mm, 11～20日が0.39mm, 21～30日が0.86mm, 31～40日が1.21mmであった。

ふ化後10日目頃以降アンドン付近の飼育水表面にパッチの形成がみられるようになった。パッチ内の魚と柱状サンプリングによる魚（飼育水中に分散して分布する魚）の平均全長は、ふ化後14日目がそれぞれ6.8mmと7.2mm, 18日目が8.9mmと9.0mm, 21日目が9.7mmと10.8mmと柱状サンプリングによる魚が若干大きかった（図4）。また、それぞれの群の魚の摂餌状態を調べ、摂餌指数（魚の消化管内容物の充満度を解剖して目測し、摂餌状態を次の3段階に分けた。1:殆ど摂餌していない、2:満腹状態の半分量摂餌している、3:満腹状態である。）で示した。パッチ内の魚と柱状サンプリングによる魚の平均摂餌指数は、ふ化後18日目がそれぞれ2.0と2.4, 21日目が2.3と2.9であり、柱状サンプリングによる魚の値が高かった（図5）。また、パッチ内の魚の体色は柱状サンプリングによる魚に比べて体色がやや黒かった。

ワムシは、ふ化後2日目（開口日、全長4.9mm）から29日目（全長18mm）までの28日間に合計353億個体給餌した。1日当たり給餌量は2.5～20億個体であった。開口日（ふ化後2日目）から摂餌が開始され、その時の摂餌率は83%であった。

アルテミアノーブリウスは、ふ化後9日目（全長6.1mm）から32日目（全長21mm）までの24日間に合計26.95億個体給餌した。1日当たり給餌量は0.1～2.3億個体であった。養成アルテミアはふ化後27日目（全長16mm）から31日目（全長20mm）までの5日間に合計2.88億個体給餌した。1日当たり給餌量は0.4～0.7億個体であった。

配合飼料は、ふ化後28日目（全長16.7mm）からふ化後42日目（全長36mm）までの間に合計17.2kgを給餌した。

開腔はふ化後3日目（開口1日目）から開始し、開腔率はふ化後3日目に47%, 5日目に75%に達した。また取り揚げ時の開腔率は81%であった。

### （3）全長と体重の関係

2R-第1回生産と第2回生産におけるヒラマサの全長と体重の関係、全長と尾叉長の関係、全長と体高の関係、尾叉長と体重の関係の関係はそれぞれ以下のように示された（図7）。

$$BW = 3.00 \times 10^{-5} TL^{2.7374} \quad TL \text{範囲 } 12.3 \sim 67.0 \text{ mm} \quad R^2 = 0.991 \quad N = 652$$

$$FL = 0.5824 + 0.8977 TL \quad TL \text{範囲 } 25.2 \sim 61.5 \text{ mm} \quad R^2 = 0.993 \quad N = 184$$

$$BH = 0.9186 + 0.2283 TL \quad TL \text{範囲 } 25.2 \sim 67.0 \text{ mm} \quad R^2 = 0.873 \quad N = 424$$

$$BW = 3.53 \times 10^{-5} FL^{2.7635} \quad FL \text{範囲 } 22.7 \sim 56.2 \text{ mm} \quad R^2 = 0.980 \quad N = 184$$

### （4）油膜除去

オーバーフロー方式による油膜除去法ではオーバーフロー開始後30分～1時間で目に見える油膜を完全に除去することができた。また、オーバーフローによるふ化仔魚の流出数は1時間当たり700尾程度であった。

### （5）疾病

2R-第1回生産と第2回生産で同時期に同サイズで、大量斃死がみられ、原因是養殖研究所の反町氏によりウイルス性腹水症によるものと同定された。稚魚の一部に疾病発生の2～3日前から糞を長く引く個体が現れ始め、その比率の増加に伴い斃死が増加した。罹病魚は遊泳バランスが崩れ水流に流されるが、狂奔する個体はみられなかった。症状の外観は腹部が膨満し、腹腔内部には肝臓の発赤と出血がみられた。斃死魚の消化管内には餌料がみ

ら

れない場合が多かったが、疾病発生期間を通じて生存魚の摂餌は活発であった。

疾病発生時の死亡率と生残率の推移を図8に示した。2R-第1回生産の疾病的発生時期は、およそふ化後32日目(6月19日、平均全長19.6mm)から44日目(7月1日、平均全長36.6mm)までの13日間であり、この間に99,997尾、89.2%が斃死した。1日当たり死亡尾数と死亡率は、ふ化後32日目が4,400尾で3.8%，斃死のピークの37日目が30,500尾で34.5%，ほぼ終息したふ化後44日目が597尾で4.9%であった。

2R-第2回生産の疾病的発生時期は、およそふ化後33日目(6月22日、平均全長23.0mm)から43日目(7月2日、平均全長38.2mm)までの11日間であり、この間に104,110尾、91.7%が斃死した。1日当たり死亡尾数と死亡率は、疾病発生時のふ化後33日目が3,500尾で3.0%，斃死のピーク時のふ化後36日目が28,300尾で39.0%，疾病がほぼ消息したと考えられるふ化後43日目が730尾で7.2%であった。

2R-第1回生産は疾病発生後5日目以降、2R-第2回生産は3日目以降、飼育水温を24°Cから26°Cまで上げたが明瞭な効果はみられなかった。また両飼育例でテラマイシンとパラザンの投薬も試みたが同様に明瞭な効果はみられなかった。

#### (6) 奇形の発生状況

1回目調査の2R-第1回生産と2R-第2回生産の奇形率はそれぞれ89.7%と53.6%であったのに対し、2回目調査はそれぞれ3.4%と6.8%であった。1回目調査は奇形かどうか疑わしく不明瞭なものも奇形と判断したのに対し、2回目調査では明瞭な奇形魚で放流種苗として許容できないと判断される個体のみ選別したこと、1回目調査でみられた主な奇形は口部異常と頭部異常でありその判断基準が不明瞭であったこと等から1回目調査の値は不確実であると考えられるため、参考のデータとするにとどめた。口部異常は以下の3タイプがあった。タイプ1：上顎に比べ下顎が短い上下顎の不整合。タイプ2：下顎が正面から見て左右に捻れる上下顎の不整合。タイプ3：口部の開口部の左右の内一方の側で上下顎が膜でつながる奇形。この内特に、タイプ1とタイプ2については発生状態が軽度な場合の判断基準が不明瞭であった。また、頭部異常は魚の肥満状態や成長段階にともなって現れるとも考えられた。

以下に2回目調査結果についてのみ記した。表2に奇形の発生状況を示した。最も多く出現した奇形の種類は2R-第1回生産と2R-第2回生産とともに口部異常で他に鰓蓋異常と肛門部陥没等がみられた。口部異常は上記の3タイプがあったが、全部まとめて口部異常とした。鰓蓋異常の症状は鰓蓋縁辺部の内側への捲れ込み、肛門部陥没の症状は肛門付近の上方に向へのくびれであった。

2R-第1回生産 2R-1回次生産は口部異常が1.9%，鰓蓋異常が0.9%肛門部異常が0.6%出現し、全体の奇形率は3.4%であった。口部異常の出現率を開腔魚と閉腔魚で比較すると、前者が0.3%であったのに対し、後者が16.4%と閉腔魚群の異常出現率が高かった。また、開腔魚の大型群(平均全長77.5mm)と小型群(平均全長54.3mm)で比較すると両者とも0.3%で差はみられなかったのに対し、閉腔魚の大型群(平均全長68.9mm)と小型群(平均全長55.8mm)を比較すると、前者が7.5%，後者が20.3%と小型群の出現率が高かった。

鰓蓋異常の出現率を開腔魚と閉腔魚で比較すると、前者が0.3%，後者が5.8%で閉腔魚群に多く鰓蓋異常魚が出現する傾向がみられた。一方大型群と小型群で比較するとそれぞ

れ前者が0.7%，後者が1.0%と両群の間に明瞭な差はみられなかった。

肛門部陥没の出現率を開腔魚と閉腔魚で比較すると、前者が0.6%，後者が0.3%で開腔魚がやや高かった。また大型魚群と小型魚群で比較すると、前者が0.7%，後者が0.5%で明瞭な差はみられなかった。

2R-第2回生産 2R-2回次生産では口部異常が5.3%，肛門部異常が0.8%，鰓蓋異常が0.4%出現し、全体の奇形率は6.8%となった。

口部異常の出現率を、開腔魚と閉腔魚で比較すると、それぞれ0.7%と22.6%で閉腔魚の出現率が高かった。また、開腔魚の大型群（平均全長77.3mm）と小型群（平均全長53.6mm）で比較するとそれぞれ0.6%と0.7%で殆ど差がみられなかったのに対し、閉腔魚の大型群（平均全長72.0mm）と小型群（平均全長58.6mm）を比較すると、前者が12.2%，後者が24.5%と小型群の出現率が高かった。

鰓蓋異常の出現率を開腔魚と閉腔魚で比較すると、それぞれ0%と1.9%で閉腔魚の出現率が高かった。一方大型群と小型群で比較するとそれぞれ0.4%と0.5%と両群の間に明瞭な差はみられなかった。

肛門部陥没の出現率を開腔魚と閉腔魚で比較すると、それぞれ0.9%と0.4%で開腔魚群が高かった。また大型魚群と小型魚群で比較すると、それぞれ1.6%と0.6%で大型群がやや高かった。

### 考察

本年度は総生産尾数、平均生残率ともに過去7年間の内で最も低い結果となった。この要因はふ化後1週間内の初期減耗とウイルス性腹水症の発生であった。

#### (1) 初期減耗

初期減耗は採卵が可能になって3年目の昭和60年度から問題として取り上げられ、現在も依然として問題とされている。昭和61, 62年度生産で飼育水温が24°Cで初期生残率が高くなること、平成3年度にはふ化水温の22°Cから適水温と考えられる24°Cへの昇温はふ化後8日目にした場合に初期の成長のばらつきが小さくなることなどが認められていることから、本年度の飼育水温はすべてふ化後8日目以降24°Cに昇温した。過去8年間の大型水槽での生産におけるふ化後12日目（開口10日目）の生残率（ふ化後6～12日目に行った生残尾数の計数値から1日当たり死亡率を求め、ふ化後12日目の生残率を算出した。）を図9に示した。2R-第1回生産と2R-第2回生産のふ化後12日目の生残率はそれぞれ30%と49%でこれまでの例（平均20.6%）の中でも比較的良い結果であった。

1R生産は開口時の摂餌率が2R生産に比較して低く、開口時の摂餌率と初期生残率の間に関連性があると考えられた。この原因には、外部要因（飼育環境）のため摂餌率が低下し、その結果初期減耗が生じることと、内部要因（ふ化仔魚の活力）のため摂餌率が低下することの2通りが考えられる。外部要因としてワムシの最初の給餌時期（1R生産は開口翌日から給餌を開始したのに対し、2R生産は開口日から給餌を開始した）と給餌密度（1R生産の最初の給餌密度は5～6個体/m<sup>3</sup>であったのに対し、2R生産は10～20個体/m<sup>3</sup>であった）があげられる。今後さらに仔魚の活力と適正飼育環境について検討が必要である。

2R-第1回生産と第2回生産は初期減耗が終了した後は死亡率が低下して生産が安定する傾向がみられ、ふ化後30日目まで（疾病が発生する前まで）の生残率はそれぞれ21.6%と27

.8%と高かった。これまでふ化後12日目以降の減耗は少なくなる傾向が多くの生産でみられ、疾病が発生しない場合には初期生残率と取り揚げ時の生産尾数が比例すると考えられる(図10)。

水槽内でパッチを形成していた群が他の魚に比べて成長、摂餌が劣った原因にも外部要因と内部要因が考えられる。ブリやマダイでは成長の劣った黒子を分槽して飼育環境を改善することによって成長が良くなることから考えると、一部の魚の成長不良の原因は外部要因にあると考えられるが、一方では黒子に口部の奇形が多い特徴があることから先天的な内部要因も関与していることも否定できない。いずれにしても、黒子の出現を最小限に抑えるような、適正飼育環境の検討も必要である。

#### (2) 開腔

ブリでは開腔と背骨異常の関連性があることが明らかにされ、ヒラマサでも同様の関係が示唆されており(平成3年度五島事業場事業場報告、ブリ形態異常の原因究明試験)、開腔率の上昇は健苗を育成するうえで重要な課題である。今年度の開腔率は昨年度の7~48%にくらべ高かった。ヒラマサの開腔が飼育水表面での空気呑込みによるかは確認されていないが、そうであればオーバーフロー方式の油膜除去法による完全な油膜除去により開腔率が増加したと推定される。次年度はこの因果関係について検討したい。

#### (3) 給餌

今年度使用したワムシはS型ワムシであったため、2R-第1回生産第2回生産では餌不足にならないよう給餌密度を20個体/mlと例年より高めにした。また平均全長が17.8~18.4mmと大型サイズになる時期まで給餌し、アルテミアノープリウスの単独投与を避けた。

2R-第1回生産では餌付け時期に斃死があり、ふ化後27日目(全長約15mm)が最も多く1日当たり7,400尾(全体の5.7%)の斃死がみられた。2R-第1回生産と第2回生産のふ化後30日目の平均全長はそれぞれ17.5mmと18.9mm、ふ化後30日目までの稚魚1尾当たりのアルテミアノープリウス給餌量は1.3万個体と2.0万個体であった。また平成3年度3R-第2回生産と平成2年度1R-第2回および2R-第1回生産の同様の値は23.0mmと24.0mmおよび21.5mm、4.5万個体と3.2万個体および2.6万個体であった。これらの飼育例の平均水温は23.0~23.5°Cとほぼ同じであったことと、成長差は全長10mm以降大きくなったことを考え合わせると、アルテミアノープリウスの一尾当たり給餌量が10mm以降の成長に大きな影響を与えるとと考えられた(図11)。このことから、今年度の成長、なかでも2R-第1回生産の成長が過去2年間の結果に比べて遅かった原因是アルテミアノープリウス給餌量不足が原因であったと考えられ、さらにそれが斃死の原因にもなったと考えられた。

今年度は配合飼料への餌付けを促進するためにアルテミアノープリウス給餌量を低減したが、これが餌不足を招く要因となったと考えられる。しかし、一方では今回の飼育で配合飼料への餌付けを速やかに行うことができたことから、アルテミアノープリウスの給餌量は一概に多い程良いとは考えられない。しかし、適度の増加により斃死を減少させることも可能と考えられ、今後これらの問題を含めた配合付け方法の改良が必要と考えられる。さらに、生物餌料培養の省力化と種苗生産の安定化及び、健苗育成のためさらに小型サイズでの餌付けも検討する必要がある。

#### (4) 疾病

今年度の生産ではウイルス性腹水症発生により全長20~23mm以降全体の89~92%が斃死

した。ヒラマサの陸上水槽における同疾病の最初の発生は平成2年の生産で、4飼育例中4例に発生した。この時の、発生時の全長範囲は30~40mm（ふ化後33~43日目）で、発生から取り揚げまでの斃死率は69%（53~92）であった。このように陸上飼育におけるウイルス性腹水症の発生は非常に死亡率が高く大きな問題となった。また、海上の中間育成においては昭和61年度以降平成元年を除き毎年発生し、およそ21~98%が斃死して大きな問題となっている。発生時期は6月下旬から7月上旬に集中している。現在のところまだ有効な防除対策はないが、海上飼育に比べて陸上飼育で発生した場合の被害が大きいことから、当面の対策としてこの疾病が発生しやすい時期以前に陸上飼育を終えるように早期飼育を目指している。

#### （5）奇形

1回目調査と2回目調査の結果の間で大きな違いがみられたが、その原因には①調査方法の違い（サンプル調査と全数調査）、②判定基準が確立していないことが挙げられる。後者の原因の一つには、基準とする正常な個体の形状がわからないことが挙げられる。今後奇形の判断基準の確立が必要とされる。

2回目調査では口部異常が最も多く出現した。また奇形の出現率と鱗の有無、魚のサイズの間には以下のような関係がみられた。（1）口部異常は閉腔魚が多く出現し、その中でも小型群の出現率がより高かった。（2）また鰓蓋異常の出現は開腔魚より閉腔魚が多く、サイズとの関係はみられなかった。（3）逆に肛門部陥没の出現率は、閉腔魚がやや高かった。また大型魚と小型魚で比較すると、明瞭な差はみられなかった。この中では（1）の関係が明瞭であった。平成3年度生産でも小型群の口部異常の出現率は大型群の4倍近い割合で多く出現している。

奇形の原因には飼育水環境、餌料の栄養組成、ふ化仔魚の質等が考えられるが現在の所不明であり、今後原因と発生時期について検討したい。

#### 次年度の課題

次年度は早期配合付け、開腔率の上昇、奇形の発生時期の把握を課題に生産を行いたい。

#### 要約

- (1) 本年度は早期種苗生産と配合飼料への早期餌付けを課題として生産を行った。
- (2) 4回の飼育で合計193万尾のふ化仔魚を収容し、平均全長37.9mmの稚魚を21,500尾生産した。平均生残率は1.11%（0~2.2）取り揚げ密度の範囲は0~242尾/m<sup>3</sup>であった。
- (3) 1R生産は何れも初期減耗のためにふ化後1週間に内に飼育を中止した。
- (4) 2R飼育はふ化後11~12日目の生残率が33~49%，30日目が22~28%と途中まで生残率が高かった。
- (5) しかし、2飼育例ともふ化後32~33日目以降ウイルス性腹水症が発生し、89.2~91.7%が斃死した。
- (6) 開腔率は79~84%とこれまでに比べ高く、この原因はオーバーフロー方式の油膜除去法により油膜を完全に除去したためと推定された。
- (7) 2R生産の奇形率は3.4~6.8%であり、口部異常がその内の56~78%を占めた。口部異常は開腔魚より閉腔魚に多く出現し、閉腔魚の中でも大型群より小型群に多く出現した。

表1 ヒラマサの種苗生産の概要

生産回次	水槽		収容			飼育		取り揚げ					
	型	大きさ (実水量)	槽数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m³)	水温 (°C)	飼育日数 (日)	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m³)	全長 (mm)	生残率 (%)
1-1	角	60(50)	1	4.27	45	9800	21.7 21.0~22.0					飼育開始後5日目に飼育中止	
1-2	角	60(50)	1	5.7	50	10000	21.5 21.0~22.1					飼育開始後4日目に飼育中止	
2-1	角	60(50)	1	5.19	55	11000	24.0 21.9~26.5	46	7.3	1.21	242	37.7(25.2~61.5)	2.20
2-2	角	60(50)	1	5.21	43	8600	23.9 22.0~26.3	43	7.2	0.94	188	38.2(26.7~51.0)	2.19
合計			4		193				2.15			37.9(25.2~61.5)	1.11

表2 取り揚げ時の形態異常魚の発生状況

生産回次 (孵化後日数)	銘柄	口部異常 (%)	頭部異常 (%)	鰓蓋異常 (%)	肛門部陥没 (%)	短腫症 (%)	合計 (%)	開腔率 (%)	平均全長 (mm)	調査尾数
2R-1 (56)	7mm止開腔	0.3	0	0.4	0.8	0.1	1.6	100	77.5	2887
	7mm止閉腔	7.5	0.9	4.7	0.5	0	13.7	0	68.9	212
	7mm抜開腔	0.3	0	0.2	0.5	0	1.1	100	54.3	3456
	7mm抜閉腔	20.3	0	6.3	0.2	0.4	27.3	0	55.8	473
	7mm止合計	0.8	0.1	0.7	0.7	0.1	2.4	93	76.9	3099
	7mm抜合計	2.7	0	1.0	0.5	0.1	4.2	88	54.5	3929
	開腔合計	0.3	0	0.3	0.6	0	1.3	100	64.9	6343
	閉腔合計	16.4	0.3	5.8	0.3	0.3	23.1	0	59.9	685
	合計	1.9	0.03	0.9	0.6	0.06	3.4	90	64.4	7028
2R-2 (54)	7mm止開腔	0.6	0	0	1.7	0.2	2.5	100	77.3	861
	7mm止閉腔	12.2	0	2.2	1.1	1.1	16.6	0	72.0	181
	7mm抜開腔	0.7	0	0.1	0.7	0.1	1.5	100	53.6	3491
	7mm抜閉腔	24.5	0	1.9	0.3	0.7	27.4	0	58.6	1000
	7mm止合計	2.5	0	0.4	1.6	0.4	4.7	84	76.5	1142
	7mm抜合計	6.0	0	0.5	0.8	0.2	7.3	78	54.7	4491
	開腔合計	0.7	0	0	0.9	0.1	1.7	100	58.7	4452
	閉腔合計	22.6	0	1.9	0.4	0.8	25.7	0	60.7	1181
	合計	5.3	0	0.4	0.8	0.2	6.8	79	59.1	5633

表3 沖だし後の形態異常魚の発生状況

調査年月日	生産回次	銘柄	脊椎骨 上湾症 (尾)	頭部異常 (尾)	鰓蓋異常 (尾)	口部異常 (尾)	肛門部陥没 (尾)	開腔魚 (尾)	平均全長 (mm)	調査尾数
92. 9.14 (117-119)	2R-1+2	7mm抜開腔	0	1	2	60	1	100	209	100
		7mm抜閉腔	1	4	20	77	0	1	204	100
10. 23 (156-158)	2R-1+2	7mm抜開腔	0	0	2	11	0	99	255	99
		7mm抜閉腔	1	0	11	29	0	8	245	100
12. 4 (198-200)	2R-1+2	7mm抜開腔	0	5	2	60	0	95	291	95
		7mm抜閉腔	0	6	8	89	0	22	278	100
93. 1.18 (243-245)	2R-1+2	7mm抜開腔	0	0	3	23	0	100	313	100
		7mm抜閉腔	0	0	13	37	0	33	291	100
4. 5 (320-322)	2R-1+2	7mm抜開腔	0	9	23	75	0	100	331	100
		7mm抜閉腔	1	9	30	63	0	30	309	75

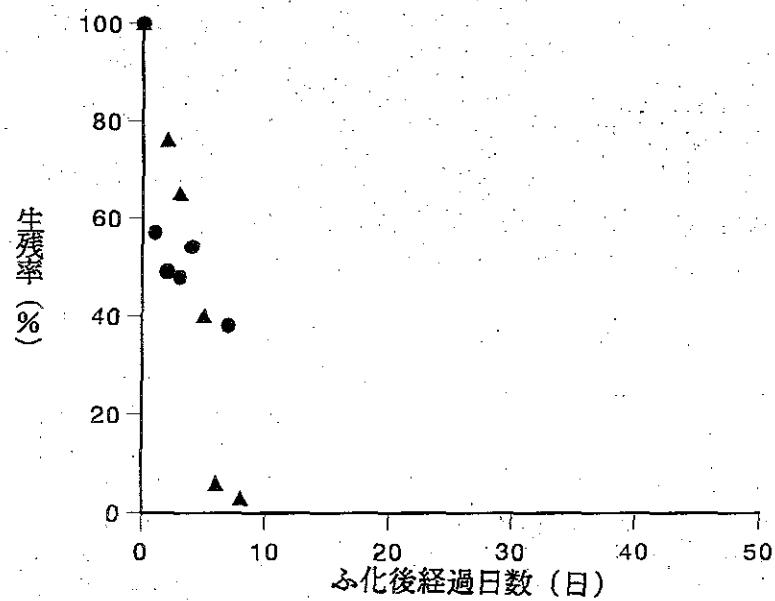


図1 生残率の推移（1R生産）

● : 1R-1  
▲ : 1R-2

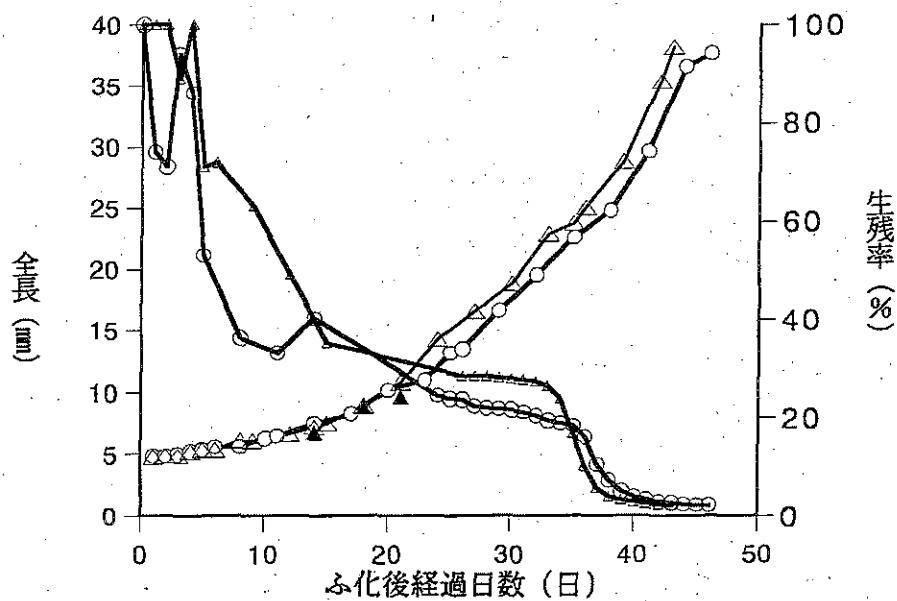
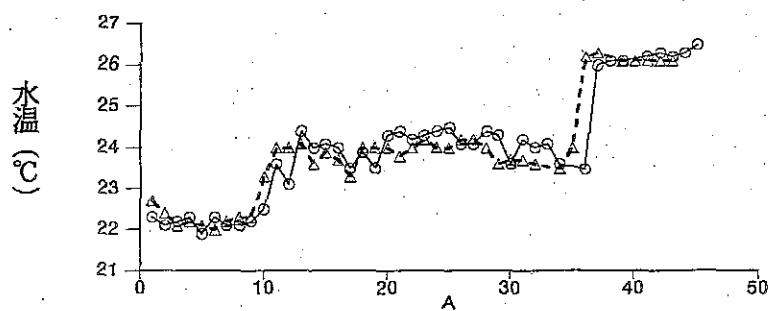


図2 生残率と成長（2R生産）

○ : 2R-1  
△ : 2R-2  
▲ : 2R-2 のパッチの魚

2 R - 1

2 R - 2

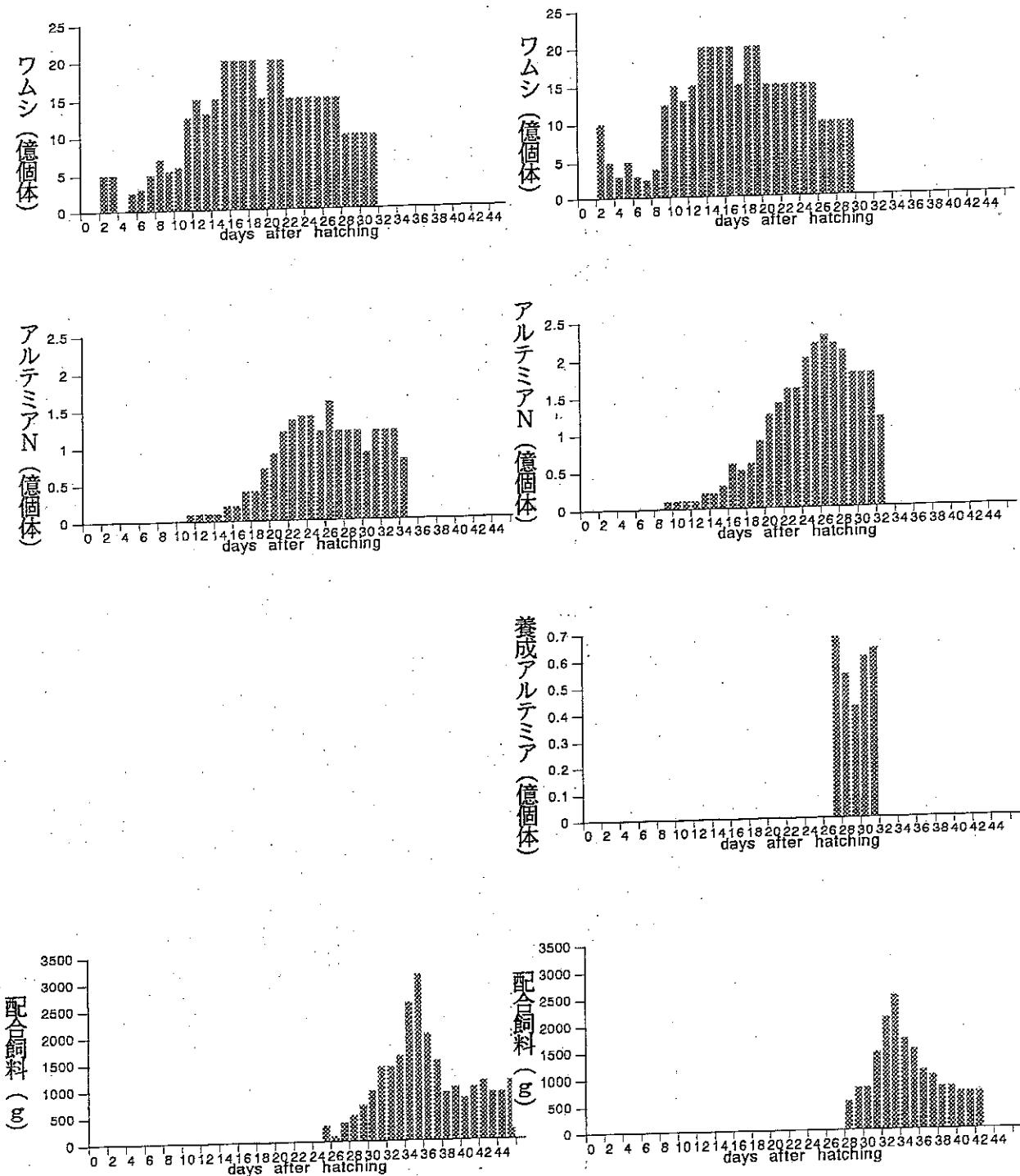
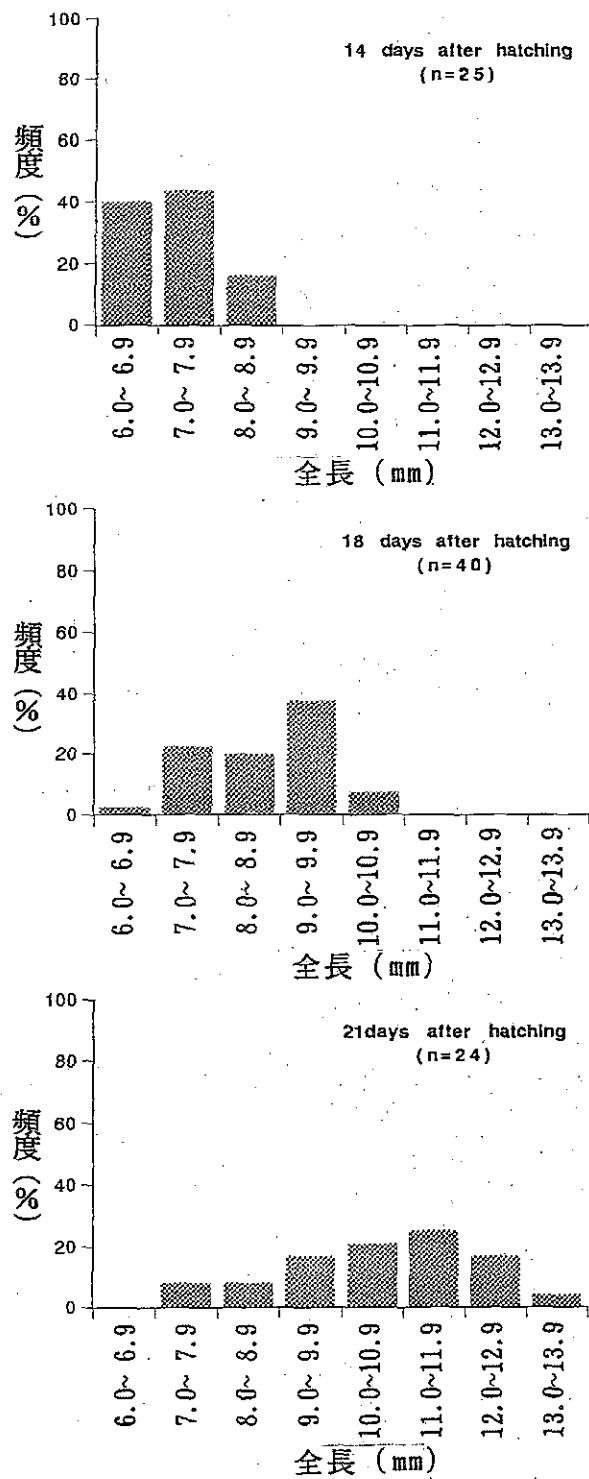


図3 給餌量 (2 R生産)

柱状サンプリングで  
採集した魚



パッチ内の魚

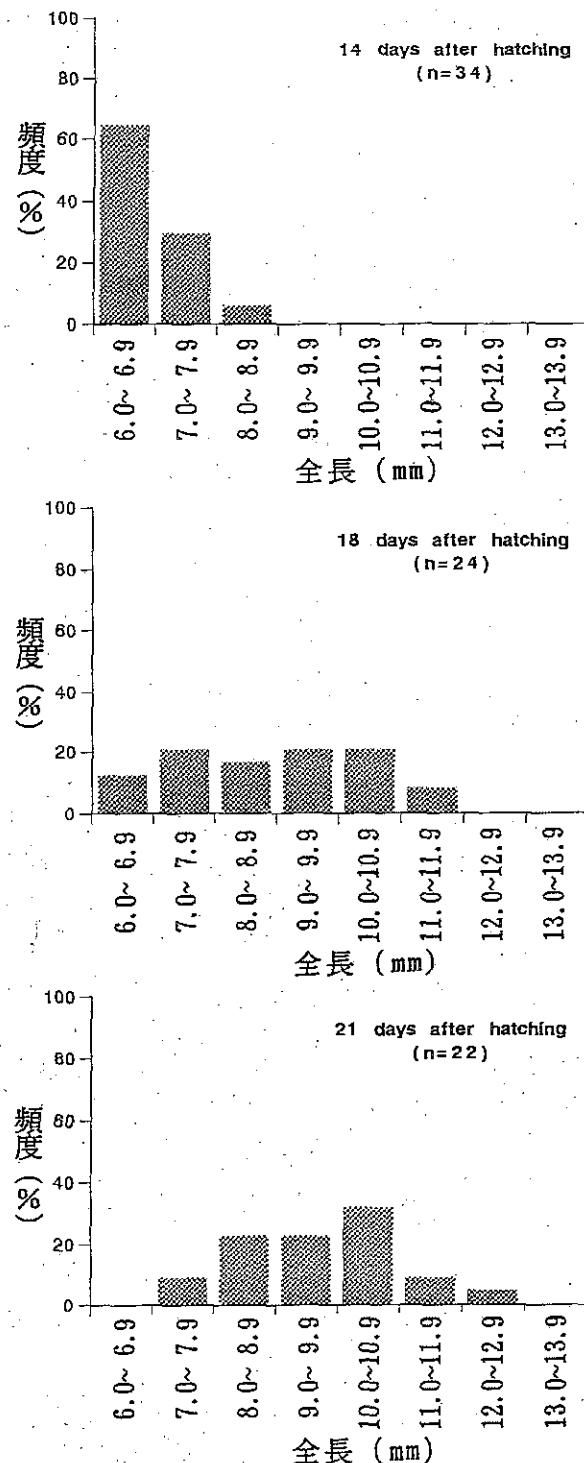


図4 柱状サンプリングで採集した魚とパッチ内の魚の全長組成の比較 (2 R - 2)

柱状サンプリングで  
採集した魚

パッチ内の魚

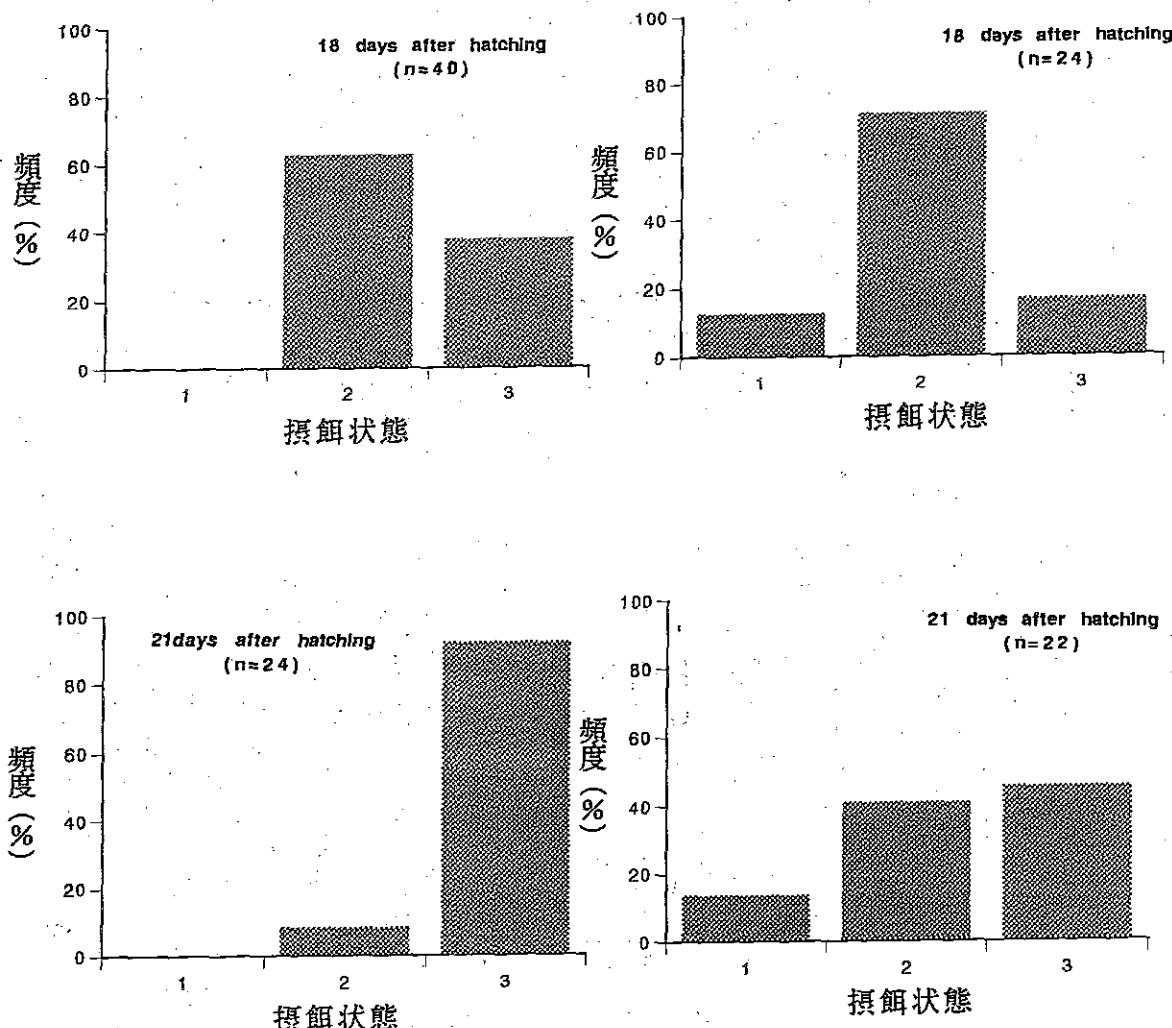


図5 柱状サンプリングで採集した魚とパッチ内の魚の  
摂餌状態の比較 (2 R - 2)

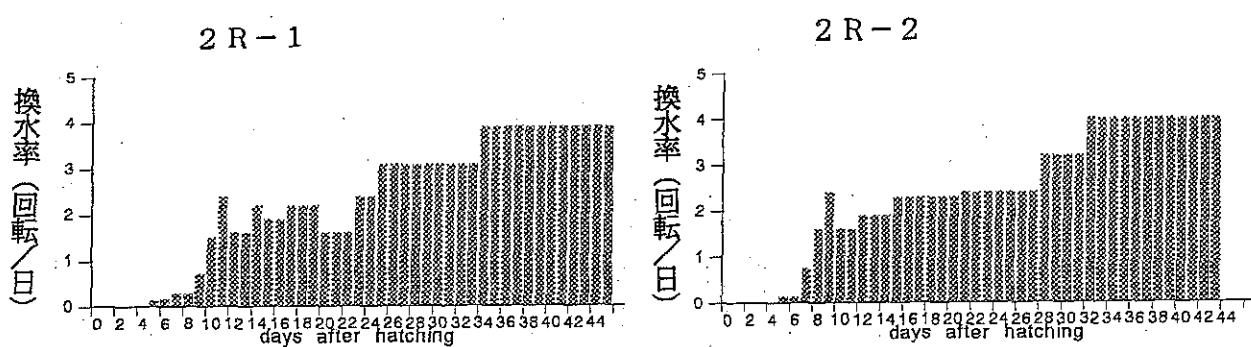


図6 換水率の推移 (2 R生産)

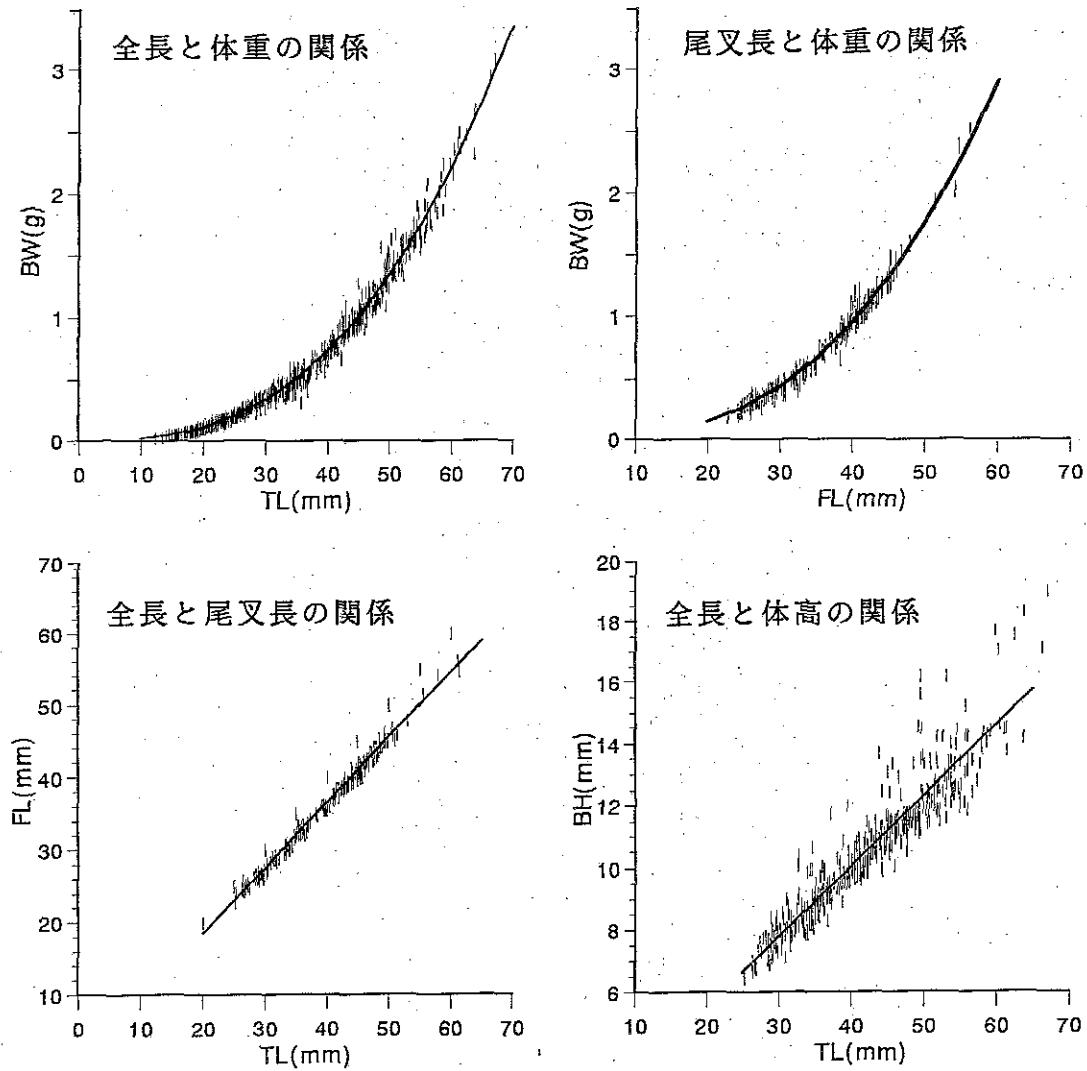


図7 ヒラマサの相対成長

$$\begin{aligned}
 BW &= 3.00 \times 10^{-5} TL^{2.7374} & TL \text{ 範囲 } 12.3 \sim 67.0 \text{ mm} & R^2 = 0.991 & N = 652 \\
 FL &= 0.5824 + 0.8977 TL & TL \text{ 範囲 } 25.2 \sim 61.5 \text{ mm} & R^2 = 0.993 & N = 184 \\
 BH &= 0.9186 + 0.2283 TL & TL \text{ 範囲 } 25.2 \sim 67.0 \text{ mm} & R^2 = 0.873 & N = 424 \\
 BW &= 3.53 \times 10^{-5} FL^{2.7635} & FL \text{ 範囲 } 22.7 \sim 56.2 \text{ mm} & R^2 = 0.980 & N = 184
 \end{aligned}$$

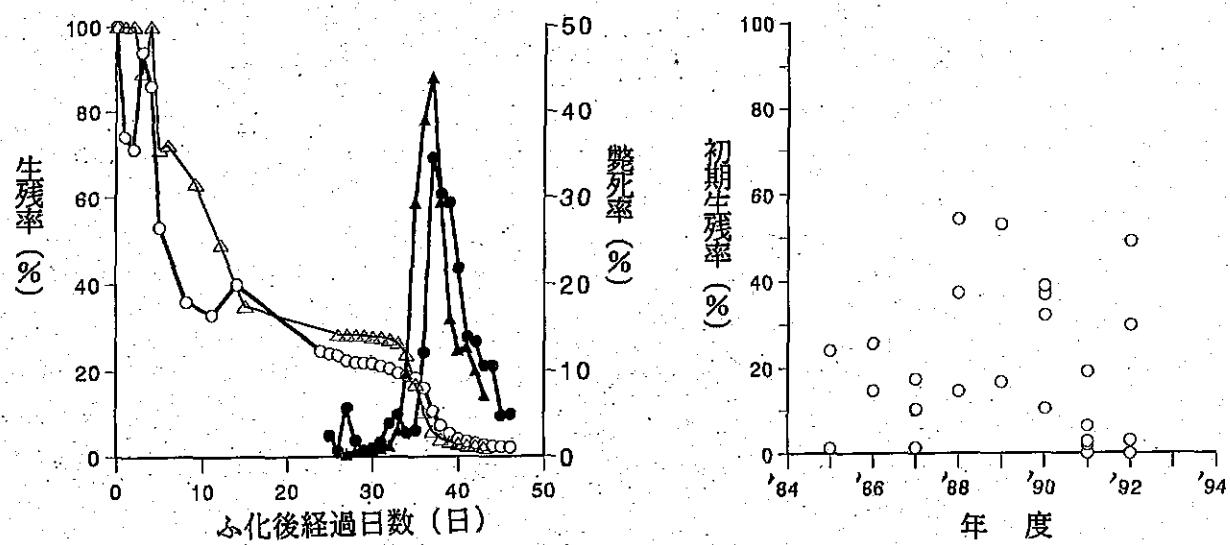


図8 YAV発生時の斃死率の推移

● : 2R-1斃死率  
▲ : 2R-2斃死率  
○ : 2R-1生残率  
△ : 2R-2生残率

図9 過去8年間の大型水槽での種苗生産における初期生残率(日間斃死率を求めふ化後12日目に換算した)

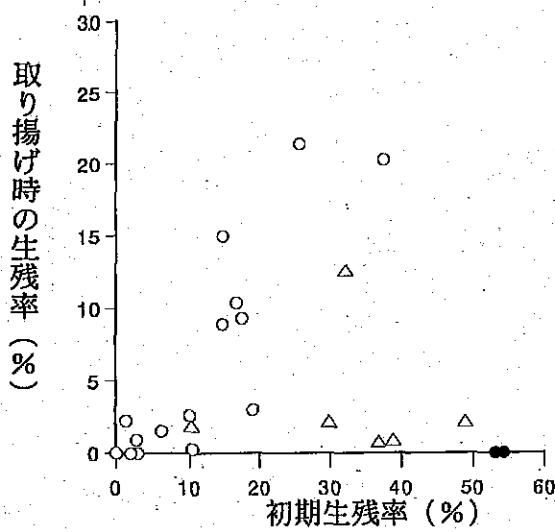
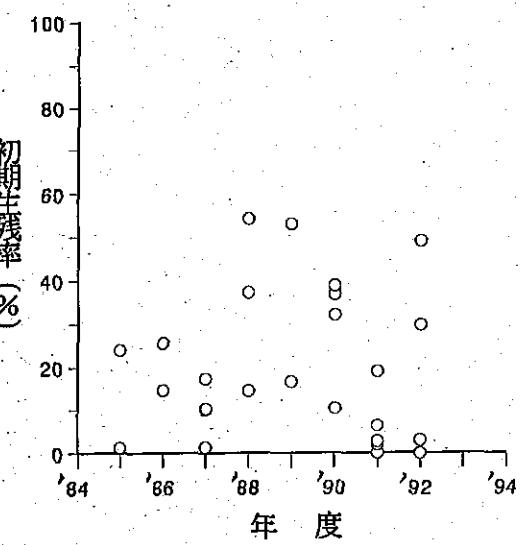


図10 過去8年間の大型水槽での種苗生産における初期生残率と取揚げ時生残率の関係

○: 疾病が発生しなかった事例  
△: YAVが発生した事例  
●: エピリオシスティス様疾病が発生した事例

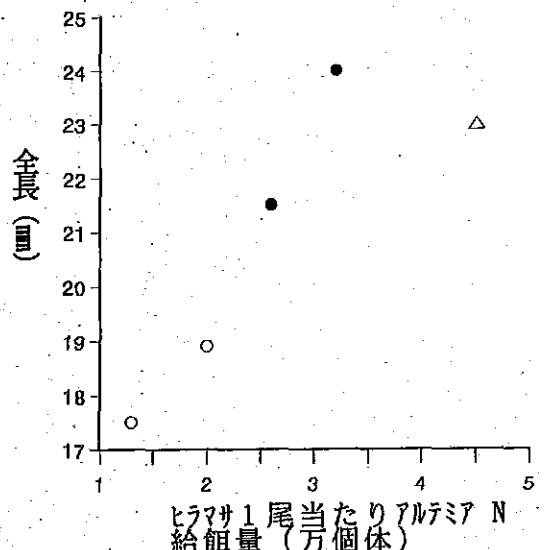


図11 ふ化後30日目の平均全長とヒラマサ1尾当たりアルテミアN給餌量の関係

○: 平成4年度生産  
△: 平成3年度生産  
●: 平成2年度生産

## II-2-2 ヒラマサの海上での中間飼育

### 1. 目的

当場で種苗生産されたヒラマサ（アジ科ブリ属、Seriola lalaudi）稚魚を取り揚げ、海上小割生簀へ収容し、放流用種苗の育成を行った。今年度も生残率の向上と健苗生産を目的として飼育を行なったのでその結果の概要について報告する。

### 2. 飼育方法

#### (1) 供試魚

当場の陸上水槽で生産された種苗を、7月15日に11,580尾（平均全長62.0mm）を海上小割網生簀（平均収容密度83尾/m<sup>3</sup>）に収容した。

#### (2) 箕および小割網

4×4mの小割りのべ4面に収容し、その後選別により5面とし、最後は晚期（冬期）放流用種苗育成には1面を使用した。本年度は例年に比べて沖出し種苗サイズが大きかったので収容時には、（120経網、105経網を使用せず）ハイゼックス網24節に直接収容した。その後ヒラマサの成長に合わせて、15節（4×4×3m；実水量42m<sup>3</sup>）、12節、10節（4×4×3.5m；同49m<sup>3</sup>）に取り替えた。また、昨年同様に鳥害対策として8節のハイゼックス網を小割の上面に張った。

#### (3) 飼料

配合飼料および飼育後半にはモイストペレットを使用した。配合飼料は、マリン2号、3号～6号（大洋漁業㈱）を使用した。モイストペレットは魚肉（冷凍アジ等）と粉末配合飼料（日配：ハマチ・スプリング）を約3:1の割合で混合したものにビタミン剤および油脂（タラ肝油）をそれぞれ重量外割比で約1%添加した。

### 3. 結果および考察

#### (1) 生残

海上における飼育結果を表-1に示した。

本年度の海上飼育のヒラマサは、沖出しが11,580尾に対して7,526尾（65.0%）を取り揚げた。本種の海上飼育における生残率のうち、過去10,000尾以上の種苗生産が可能となつた昭和60年度以後の状況では、昭和60年度7%、61年度18%、62年度2%、63年度36%、平成元年度14%、平成2年度71%、平成3年度55%、本年度65%、という結果であり徐々に生残率が良くなる傾向は見られるもののまだ不安定である。

なお、各年度の沖出しサイズは、本年度62mm、3年度38mm、2年度94mm、元年度38mm、昭和63年度33mm、62年度32mm、61年度24mm、60年度29mmであり。また、海上での飼育期間は本年度の主群が58日間、3年度の主群は13～30日間、2年度8～29日間、元年度70～154日間、昭和63年度21～63日間、62年度36～70日間、61年度101日間、60年度65日間である。

#### (2) 成長

ヒラマサもブリ同様に海上において各サイズ毎に繰り返し選別をおこなうために沖出し群毎の成長を追跡することが難しい。そこで沖出し群全体の平均日間成長量を調べた結果、2.2～1.4mm/日（沖出し→放流）であった。なお、3年度は2.9～1.9mm/日、2年度は2.2～1.9mm/日であった。

#### (3) 飼餌料

本年度は、沖出しから秋期放流（平均全長19cm）まですべて配合飼料（㈱大洋漁業：マリーン2号～7号）を使用し、それ以降はモイストペレットを給餌した。配合飼料の総使用量は約200kg、モイストペレットは成長に合わせて直径3～12mmに成型して1日1～2回給餌し、総給飼量は約2トン、（添加ビタミン剤20kgと添加油脂20kgを含む）であった。配合飼料の給飼量基準は、沖出し当初7月～（全長6cm）で2,000尾／1kgとし、その後徐々に増加し8月～（全長10cm）で200尾／1kgとなる。

#### （4）選別

ヒラマサの沖出し以後の比較的大型種苗は、大きさ別に選別しなくともブリほど共食いは多くなく極端な全長差がないかぎり共食いは見られないが、選別しておいたほうが飼育管理がし易い。一方、陸上の種苗生産の段階では共食いおよび突き合い等による斃死個体が観察されるが、種苗の平均全長が3cm以下と比較的小さいために篩網で大きさ別に選別することは難しい。本年度は、陸上において7mm目合の篩網で選別を行なって2グループに分けて飼育を行った。

#### （5）疾病

本年度の海上飼育において観察された疾病は、ウィルス性腹水症、滑走細菌症、類結節症、ベコ病、であった。

##### ① ウィルス性腹水症

7月16日～20日に44尾の斃死個体がみられたが、その後は観察されなかつた。斃死時の種苗の平均全長は100mmで海面表層水温は24℃であった。（昨年度は、7月初旬から同中旬までの短期間に小割によつて差は有つたが、30～60%が斃死した。平均全長は30～50mmで海面表層水温は21～25℃であった。これらの斃死魚のうち40～70%が腹水による腹部膨満個体でありYAVにより斃死したものと考えられる。一部を7月10日に陸揚げして飼育水温を上昇させて飼育を試みたが結果は判然としなかつた。しかし、7月下旬には斃死個体は急速に減り腹部膨満個体も見られなくなつた。）今年度の斃死が昨年度と比較して少なかつたのは、全長の差ではないかと思われる。またこれが昨年度より生残率が高かった主因と思われる。

##### ② 滑走細菌症

7月21日～29日に263尾の斃死個体がみられた、この時点での生残尾数は約1.2万尾であったので斃死率は約2%となつた。斃死時の種苗の平均全長は100mmで、海面表層水温は25～28℃であった。各種薬浴を試みたが結果は判然とせず、自然治癒した。

##### ③ 類結節症

本年度は、昨年同様2回発生した。1回目は8月5日から同21日まで、斃死尾数1,380尾。2回目は、9月1日から同10日で斃死尾数331尾であった。2回の総斃死尾数は1,771尾であり、この時点の飼育尾数が約11,000尾であったので本症の斃死率は約9%となり、本年度の疾病による減耗の中で最も大きくなつた。この時の水温は24～29℃であり、種苗サイズは120～200mmであった。本症の薬剤には例年使用している、「水産用パラザン」（オキソリン酸製剤、㈱三共）を使用した。使用量および使用期間は、ブリと同じ基準とした。

##### ④ ベコ病

8月7日から同12日の間に本症によると思われる斃死が8尾のみであるがみられた。こ

の時の種苗サイズ120mm、海水温26°Cであった。その後自然治癒していった。

#### (6) 外観的形態異常

本年度は、沖出し直前(7月13日)、および放流直前の標識装着時(9月9日、11月27日)の計3回調査を行った。

##### ①沖出し直前群

外観的形態異常率は4.9%であった(平均全長62mm)。その形態異常の内訳は顎骨形態異(いわゆる口曲がり)が59%で、肛門部陥没12%、鰓蓋骨形成不全12%等であった。

##### ②1回目放流群

外観的形態異常率は1.4%であった(平均全長207mm)。内訳は顎骨形態異常が69%で大部分を占めた。その他としては沖出し直前の調査と同じく肛門部陥没、鰓蓋骨形成不全等であった。

##### ③2回目放流群

外観的形態異常魚は観察されなかった。

なお、①および②の外観的形態異常魚は、すべて取り揚げて処分した。

また、過去の形態異常率を見ると平成3年度が28%、平成2年度が3.7%、平成元年度が17.7%、昭和63年度19.0%で、62年度0.5%、61年度3.6%である。

#### (7) 種苗の利用

海上の取り揚げ尾数7,526尾すべてを放流した(放流尾数7,525尾、1尾斃死)。

### (要約)

- 1) 当場の陸上水槽で生産された種苗を7月上旬に11,580尾(平均全長62mm、収容密度83尾/m<sup>3</sup>)を海上小割生簀4面に収容した。
- 2) 海上飼育の生残尾数は飼育日数58~138日間で7,526尾(平均全長:194、260mm)、生残率は65.0%であった。
- 3) 日間成長は、1.4~2.2mm/日であった。
- 4) 総投餌量は約2,200kgで、その内訳は配合飼料が200kg、モイストペレット2,000kgであった。
- 5) 疾病の発生は、7月中旬にウィルス性腹水症、7月下旬に滑走細菌症、8月上旬~9月上旬に類結節症、8月上旬に若干のベコ病が見られた。
- 6) 外観的形態異常魚は、沖出し直前の調査では4.9%、1回目放流群は1.4%、2回目放流群は0%であった。本年度は、昨年同様に顎骨異常個体が多く見られたことが特徴である。なを、外観的形態異常魚はすべて処分した。
- 7) 種苗の利用状況は、全てを標識放流した。

(小林孝)

表-1 海上小網りによるヒラマサの中間育成の概要(五島事業場)

生産区分	生簀型	収容				飼育	取り揚げ				参考				
		大きさ[m]	個数	月	日		尾数	密度 (尾/m <sup>3</sup> )	全長 (mm)	水温 (°C)	主な餌の 飼育日数	月日	尾数 (尾)	密度 (尾/m <sup>3</sup> )	全長 (mm)
1	角型	4×4×2.5	4	7.15	11,580	83	62.0	19~25	配合飼料	58	9.12	6,500	41	194	放流
									モルヘレット	138	12.1	1,026	13	260	放流
合計			4		11,580	83						7,526	31	203	65.0

## II — 3 シマアジ種苗生産

### I 陸上飼育

平成元年度の種苗生産において発生した鰯の異常膨満による大量斃死は、平成2年度においても発生し、種苗生産の全例数においてふ化後2~11日の間に全滅した。当初、卵質、餌料、環境、疾病のいずれに起因するものか不明であったが、斃死魚の診断を長崎大学水産学部の吉越助教授に依頼した結果、組織切片の電子顕微鏡による観察により脳の神経冠にピコルナ様ウイルスが見られ、平成元年度よりの鰯異常膨満による大量斃死はピコルナ様ウイルスによるものと判明した。このため、ウイルス疾病対策として水温別飼育(20°C~26°C)、ホルマリン・ヨードによる卵消毒を試みたがウイルスに対する有効性は認められなかった。その後、ウイルス疾病に関する共同研究を京都大学・広島大学と行った結果、本疾病はノダウイルスの1種であることが判明し、S J N N Vと命名された。また、親魚の血液・卵巣卵のウイルス抗体価をELISA法により調べたところ、ウイルス抗体価が高いことから、ウイルスの感染経路は垂直感染の可能性が示唆された。このことから、平成3年度は、親魚の抗体価別の選抜養成、若令魚からの採卵、産卵初期の採卵(早期採卵)、体力維持のための産卵回数の抑制(単発産卵)の4点に重点をおいて健全卵の確保を図ることにより種苗生産を行ったところ、1例(古満目事業場産のふ化仔魚使用)を除いてウイルス疾病は発生しなかった。

今年度は、本ウイルス性疾病の対策として、抗体価による親魚の選別、産卵期初期の早期採卵、連続産卵を抑制した単発産卵による健全卵を確保することにより、昨年度の再現飼育を行うことを目的とした。

#### 1 材料と方法

##### 1) ふ化仔魚

親魚には、当場で養成した人工8歳魚と人工11歳魚の2群を使用した。このうち、ウイルス抗体価の低い個体を選別し、温度・電照コントロールによる自然産卵によって得られた受精卵をふ化させたものを供試魚とした。また、人工8才魚のワクチン(生ワクチン：紫外線により不活化した純化ウイルス)打注親魚より得られた受精卵についても、一部飼育に供した。(親魚の選別については『シマアジの親魚養成と採卵』の項に示した)。また、当場において産卵の終了した生産後期には、古満目事業場より搬入したふ化仔魚を使用した。場外からのふ化仔魚の輸送は、ビニール袋(酸素封入後発泡スチロール箱に梱包)を用いた方法で行なった。

飼育水槽へのふ化仔魚の収容方法は、ふ化水槽(逆円錐形1m<sup>3</sup>水槽)より0.5m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽に収容し、飼育水槽まで搬送した後、サイホン(50mmホース使用)で移槽して行った。

古満目事業場よりビニール袋に封入して搬入したふ化仔魚は、直接飼育水槽内に収容したが、その際にはウォーターバスにより飼育水槽内との水温差を少なくした。

収容時の飼育水量は、90m<sup>3</sup>水槽では75m<sup>3</sup>とした。その時のふ化仔魚の収容密度は1万尾/m<sup>3</sup>を目安とした。

なお、受精卵はすべてポビドンヨード(80ppm:10分間)による卵消毒を行った。

## 2) 飼育水槽及び飼育環境の管理

飼育水槽には、90m<sup>3</sup>コンクリート水槽(8.0×8.0×2.0 m 角型水槽、実効水量80m<sup>3</sup>)を使用した。

飼育水の加温は温水循環チタンパイプで行い、飼育水温はふ化仔魚の収容時は21~22°Cに調温し、その後1日1°Cの割合で昇温して最終的に24°Cに調温して飼育を行なった。

飼育水には濾過海水を使用し、ナンノクロロプロシスを添加した。その添加はワムシ給餌期間中のみ行ない、100~200万セル/mlを保つように1日数回添加した。

換水は、ふ化仔魚収容直後より注水(5m<sup>3</sup>/日ずつ増水)を開始し、満水(90m<sup>3</sup>水槽では80m<sup>3</sup>)になった時点で流水飼育とした。換水量は、飼育初期には20%/日、その後は魚の成長に合わせて増大し、最大150%とした。

照度調節は、水槽上面を遮光率85%の寒冷紗を二重にして覆い、日照量及び魚の状態に応じて適宜開閉して行なった。

通気は、当初、エアストンを24個/槽を用いて行なったが、一部エアストンとエアブロック(1m/m穴を多数開けた塩ビパイプを水槽底面の4隅に配置したもの)を併用し、エアブロックで通気して飼育水を回すようにした。

生残尾数の計数は、飼育初期(全長6mm以下)はφ50mm塩ビパイプを用いて柱状サンプリングを行ない容量法により推定した。その後、取り揚げまでは、斃死尾数より推定した。

底掃除は、自動底掃除ロボット(神戸メカトロニクス株式会社製)で、全長5mmより2日に1回行なった。

## 3) 防疫体制

ウイルスの水平感染の防止として水槽および使用器具については、NaOH(水酸化ナトリウム)、SDS(ラウリル硫酸ナトリウム)の併用によるアルカリ消毒(pH12)を行なった。収容時の飼育水については紫外線(中圧ランプ:荏原インフェルコ株式会社製)による殺菌処理海水を使用した。

## 4) 飼料

投餌した餌料の種類と基準投餌量を表1に示した。ワムシはナンノクロロプロシスと乳化オイル(オリエンタル酵母株式会社:乳化オイル85)により、アルテミアは乳化オイル(前述と同じ)により栄養強化を行なった。生物餌料の栄養強化方法については『生物餌料の栄養強化』の項に示した。

## 2 結果

種苗生産は、平成3年12月2日から平成4年4月7日までの128日間行い、90m<sup>3</sup>水槽11面を用いて5回次11例の生産を行った（表2）。このうち、5例は人工11才魚の1～4回目の採卵、3例は人工8才魚の1回目採卵（うち2例はワクチン処理親魚群）、3例は古満目事業場産の天然14才魚の採卵から得られたふ化仔魚を使用して飼育を行った。

総生産尾数は11.1万尾、取り揚げサイズは29.8(14.1～64.0)mm、生残率は1.6(0～13.3)%であった。

以下、各生産回次毎の生産結果の概要を記す。

### 1) 1回次生産

抗体価によって選別した親魚から採卵したふ化仔魚を用いて種苗生産を行い、低抗体価親魚群（人工8才魚・11才魚）より2例、ワクチン処理群（人工8才魚）より2例、合計4例の飼育を行った。このうち3例（1-2～4）でVNNによる大量斃死が起き、飼育開始9日目までに全滅した。1例（1-1）のみが取り揚げまで飼育できた。

1-1における使用餌料とその給餌量を表3に、餌料系列と成長・生残状況を図1・3に示した。ふ化後15日目までの生残率は80%であり、シマアジの種苗生産でみられる初期減耗はほとんどなかった。このため、ふ化後15日目に飼育密度を低下させるため（VNN対策）2水槽に分槽した。ふ化後25日目（全長8～9mm）に2水槽同時に大量斃死が起き、この時約25万尾が7日間の間に死亡した。斃死魚については、大きさは平均全長よりも大きく、餌の摂食も良好であった。斃死原因と思われる外見的症状はみとめられず、ウイルス検査（ELISA法）の結果は陰性であった。その後取り揚げまでは大きな減耗はみられなかつたが、毎日100～1000尾の斃死が続いた。この時の斃死魚は大部分が平均全長よりも小型のものであった。

### 2) 2・3回次生産

低抗体価親魚群（人工11才魚）の2・3・4回目産卵によるふ化仔魚を使用して生産を行ったが、VNNによる大量斃死が起き、いずれも5～11日目に全滅した（図4・5）。

### 3) 4回次生産

古満目事業場産ふ化仔魚を使用して生産を行った。

4回次生産における使用餌料とその給餌量を表3に、餌料系列と成長・生残状況を図2・6に示した。初期減耗が大きく、ふ化後15日目までに生残率が40%以下に低下した。ふ化後19日目に浮上斃死魚が出現したため、ふ化後20日目にVNN対策として2水槽に分槽し、飼育密度を低下させて飼育を継続した。その後、ふ化後34日目と40日目にいずれも1日のうちに大量斃死が起き、うち1水槽は全滅した。斃死魚の外見的症状は認められず原因は不明であるが、飼育水中の亜鉛濃度が通常の6倍程度の濃度(0.06ppm)であったこと、斃死魚体中の残留亜鉛が20.6ppm（上浦事業場産の同サイズのシマアジでは12.9ppm）と高いことから、急性の亜鉛中毒の疑いが持たれた。

#### 4) 5回次生産

4回次生産同様、古満目事業場産ふ化仔魚を使用して生産を行ったが、ふ化後10日目より鰓異常膨満魚が発生し大量斃死が起きた(図7)。生き残った魚を継続飼育したが、ふ化後25日目までに全滅した。斃死の原因はS J N N VによるVNNであった。

### 3. 考察

#### 1) 防疫対策

##### (1) 感染経路

昨年度、ウイルス疾病対策として低抗体価親魚の選抜養成、産卵期初期の採卵、産卵回数抑制の3点において種苗生産を行ったところ、当場産の親魚由来のふ化仔魚からはVNNは1例も発生しなかった。このため、この採卵手法が種苗生産におけるVNN対策として有効と判断し、今年度は、昨年度と同様にシマアジのVNN(S J N N V)による疾病対策に重点をおき、昨年度の再現生産を行った。具体的には、親魚にはウイルス低抗体価群を選抜し、産卵期初期の12月上旬より採卵を行い、産卵後は水温を低下させ産卵回数を抑制した。そして、疾病に対して比較的安全期と考えられる12月中に6例の生産を集中させて大量種苗生産を試みたが、5例でVNNが発生し飼育中止を余儀なくされた。

今年度の生産において、昨年度と同様の防疫対策をとったにもかかわらず疾病が発生した理由について以下に推察した。今年度の生産におけるウイルス抗体価の変動と感染経路について表4に示した。1回次生産でVNNが発生した3例(1-2・3・4)は、生産期の最初の生産であること、ふ化後9日目という短期間に全滅していることから垂直感染によるものと思われ、親魚選別時にウイルス陰性(低抗体価)であったものが産卵時には陽性になっていたものと思われる(人工8才魚)。2・3回次生産でVNNが発生した3例(2-1・2, 3)は、垂直感染と水平感染が考えられる。既に1回次生産でVNNが発生していたため水平感染したことも考えられるが、ふ化後5~11日目の短期間に全滅していることから、1回目産卵時にはウイルス陰性(低抗体価)であったものが2回目産卵時には陽性(高抗体価)になり、垂直感染したものと思われる(人工11才魚)。4・5回次生産では古満目産のふ化仔魚を使用した。4回次生産ではVNNが発生しなかったが、5回次生産では発生した。4回次生産では、使用したふ化仔魚の親魚が陰性であったこと、飼育をVNN未発症の水槽で行ったためVNNが発症しなかったものと考えられる。しかし、5回次生産では、VNNの病歴のある水槽を使用していること、全滅するまでにふ化後25日と比較的長期間であることから、水平感染した可能性が高いものと思われる。

##### (2) 問題点

過去4年間のVNN発生状況(表5)を見ると、飼育例66例中50例で発症しており、その感染力はかなり強いものと思われる。本疾病は垂直感染・水平感染の両方が考えられ、

今後安定した種苗生産を行うためには防疫対策の見直しが必要であり、ウイルスの感染経路の把握とウイルス感染チェック方法の確立など防疫体制の確立が急務である。現在行われているVNNの防疫対策と感染経路について図8に示した。VNNの感染は4つの感染経路(Attack No.1～4)が考えられ、それに対して4つの防疫対策(Defence No.1～4)をとっている。このうち、次の3点(Defence No.1・3・4)に問題があるものと思われる。

- ① 産卵親魚選別方法としての抗体価の高低による選別基準では不十分である。
- ② ふ化管理に濾過海水を使用しているためふ化直後に感染の可能性がある。
- ③ 飼育水の紫外線殺菌では本ウイルスに対しては有効でない。

①については、ウイルス抗体価の季節的変動は大きく、親魚を選別する時点で抗体価が低くとも産卵する時には高くなっている可能性があり、また抗体価の変動は必ずしもウイルスの増減を反映していない。このため、産卵用のウイルス陰性親魚の選別は、陸上水槽収容時(陸揚げ時)に行うだけでなく、産卵の直前毎に陰性親魚を選別し採卵する必要がある。

②については、ふ化槽の消毒を行っているが、ふ化海水の殺菌は行っていない。現在、受精卵での感染は確認されていないが、ふ化直後のふ化仔魚での水平感染の可能性があるため、ふ化管理時での防疫の再検討が必要である。

③については、紫外線のウイルス不活化効果は $10^5 \mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ の照射量が必要とされている。しかし、現在使用している紫外線殺菌装置は、必要水量に対して紫外線照射量が $10^4 \mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ であり処理能力が低い。また、紫外線は核酸の切断によりウイルスを不活化するが、この場合光回復によりウイルスが活性化することがあり、海水の殺菌が十分でない。このため、飼育水の殺菌を行うためには、大型の紫外線殺菌装置を用いるか、他の殺菌方法(荏原実業と共同研究を行っているオゾンの利用)を検討する必要がある。

### (3) ワクチン効果

ワクチン処理親魚(平成3年に紫外線による不活化ウイルスを打注した人工8才魚)から得たふ化仔魚を使用した生産(1-2・3)では、2例ともVNNが発生し全滅した。親魚は、ワクチン処理後ウイルス抗体価の上昇が見られ、ウイルス抗体の形成が認められた。しかし、その後ウイルス抗体価の低下が認められなったことから、生体内でのウイルスの増殖が疑われた。これは、ワクチンとして用いた不活化ウイルスが不活化していなかった可能性があり、このためVNNが発症したものと思われる。また、作られた抗体が防御抗体ではなかったこと、防御抗体ではあったが新たに感染したウイルスの増殖のほうが速くその増殖を抑えきれなかったことも考えられる。以上のことから、再度、ワクチンについては検討を行う必要があるものと思われる。

### (4) 防疫対策の改善

現在行われている防疫対策とその問題点をもとに、今後のVNNの防疫対策について

図9に示した。以下、平成5年度の親魚養成ならびに種苗生産に対する各防疫対策(Defence No.1~4)の考え方について記す。

### ① ウィルス検出方法の確立

現在、ウィルスの検出はウィルス抗体をELISA法によって検出することにより行っている。しかし、ウィルス抗体価は変動が激しく、かつウィルスの増減に必ずしも対応していないこと、またELISA法の検出精度が低いことなどから、直接ウィルスを検出する精度の高い手法の確立が必要である。

### ② 垂直感染の防止

- ・ウイルスフリー親魚の選抜養成
- ・若令親魚の養成(未経産魚の利用)
- ・産卵期初期の採卵
- ・産卵回数の抑制(单発産卵)
- ・ワクチンの開発

### ③ 水平感染の防止

- ・水槽および使用器具の消毒方法の検討

NaOH(水酸化ナトリウム), SDS(ラウリル硫酸ナトリウム)併用による  
アルカリ(pH12)消毒法

オキシダントとの併用による2重消毒の検討

- ・ふ化海水・飼育水の殺菌(オゾン・紫外線による殺菌処理)
- ・低密度収容 5000尾/m<sup>3</sup>以下

水槽内の1部の魚がVNNにより斃死した時、斃死魚が放出するウィルスの水槽内ウイルス濃度を低くし水平感染を防ぐため、収容密度は出来るだけ低くする。

- ・生物餌料の洗浄

水平感染の防止のため、殺菌海水により洗浄・栄養強化を行う。

- ・濃縮冷蔵ナンノクロロブシスの利用

水平感染の防止のため、飼育水・栄養強化に使用するナンノクロロブシスは濃縮したものを使用する。

- ・種苗生産関係者以外の立ち入り禁止

水平感染の防止のため、飼育担当者以外の飼育水槽への出入りは禁止する。

## 2) 大量斃死

過去9年間のシマアジの生産状況を表6に示した。昭和63年までは生残率が10~30%であったが、平成元年度より生残率が低下し単位生産量が低くなっている。その原因として飼育期間中の大量斃死がある。大量斃死の発生時期を見ると、初期(全長5mm以下), 中期(全長8~10mm)に多くみられ、その原因は不明であり、対策も立てられていない。

平成元年度以前は、本種の大量斃死については全長4~5mmの時期の浮上死を除けばほ

とんどみられず、本種の種苗生産は比較的順調であった。しかし、平成元年度を境に大量斃死が見られるようになった。その原因としては、① VNN、② 当場産供試卵（受精卵）の確保、③ 飼料系列の単純化が考えられる。

①のVNNは、平成元年度に発症し、その後毎年発症を繰り返している。一度発症するとその飼育は全滅となり、大量斃死としてはもっとも大きいものである。現在、この疾病のため種苗生産技術開発が停滞しており、早急に解決されなければならない課題である。

②の供試卵は、平成元年度以前は古満目事業場産から卵を輸送したものを使用し、3月下旬より生産を行ってきた。しかし、平成2年度よりは当場での採卵が可能となり、当場産の卵を使用するようになった。現在、VNN対策として加温と電照処理により産卵期初期（12月）より産卵させているが、その際の成熟促進が卵の成熟に影響を及ぼして卵質が悪くなり、それが初期減耗につながっている可能性がある。

③の餌料系列は、平成元年度を境に配合飼料の利用が進められ、餌料系列が単純化された（表8）。その結果、全長10mm前後に有効な餌である天然コペポーダが餌料系列から外れたため、ワムシ・アルテミアを中心とした餌料系列となった。このため、栄養要求の面から生理的障害を生じ、大量斃死を起こしているものと思われる。

この他にも、原因不明の大量斃死が多くあり、特に今年度は上屋新設による亜鉛中毒の影響が疑われたが、その因果関係は明確にできなかった。

種苗生産技術開発において、量産技術を開発することは重要であり、更にその技術を安定したものにすることはもっと重要なことである。安定した生産を行うためには、大量斃死を防止する必要があり、現在その原因究明と対策が重要な課題となっている。

#### 4 要約

1) 今年度は、シマアジのVNN（SJNNV）による疾病対策として、親魚の抗体価別の選抜養成、産卵初期の卵の使用、産卵回数抑制による体力の維持の面から親魚養成に重点をおいて種苗生産を行った。

2) 生産期間は平成3年12月2日から平成4年4月7日までの128日間を行い、5回次11例の生産を行った。総生産尾数は11.1万尾、取り揚げサイズは29.8(14.1~64.0)mm、生残率は1.6(0~13.3)%であった。

3) 1回次生産では、抗体価によって選別した親魚から採卵したふ化仔魚を用いて種苗生産を行い、低抗体価親魚群（人工8才魚・11才魚）より2例、ワクチン処理群（人工8才魚）より2例、合計4例の飼育を行った。このうち3例でSJNNVによる大量斃死が起き、飼育開始9日目までに全滅した。1例のみが取り揚げまで飼育できたが、全長8mmで大量斃死が起き、約25万尾が死亡した。これらの魚についてのウイルス検査（ELISA法）の結果は陰性であった。

4) 2・3回次生産では、低抗体価親魚群（人工8才魚・11才魚）の2～4回目産卵によるふ化仔魚を使用して生産を行ったが、S J N N Vによる大量斃死が起きて5～11日目に全滅した。

5) 4回次生産では、古満目事業場産ふ化仔魚を使用して生産を行った。飼育開始17日目に分槽し飼育を継続したが、ふ化後34日目と40日目に大量斃死が起き、うち1水槽は全滅した。原因は不明であるが、飼育水中の亜鉛濃度が通常の6倍程度の濃度（0.06ppm）であったこと、斃死魚体中の残留亜鉛が20.6ppm（上浦事業場産の同サイズのシマアジでは12.9ppm）と高いことから、急性の亜鉛中毒の疑いが持たれる。

6) 5回次生産では、4回次生産同様、古満目事業場産ふ化仔魚を使用して生産を行ったが、ふ化後10日目より鰓異常膨満魚が発生し大量斃死が起きた。生き残った魚を継続飼育したがふ化後25日目までに全滅した。斃死の原因はS J N N Vによるものであった。

7) 今年度は、昨年度の再現生産を行うために昨年同様シマアジのV N N (S J N N V)による疾病対策に重点を置き生産を行ったが、低抗体価群の親魚による産卵初期の卵の使用したにもかかわらずS J N N Vによる疾病が発生した。また、ワクチン処理の効果も認められず、疾病対策の見直しが必要と思われる。

8) 疾病による斃死以外にも飼育中に大量斃死が3例みられたが、その原因は不明であった。それらのうち1例では、飼育水中の亜鉛濃度が高い値を示し、上屋新設による影響が伺われたが、その因果関係は明確にできなかった。

文責 塩澤 聰

表1 飼料の種類と投餌基準量(五島事業場)

餌料の種類	投餌対象魚のサイズ (全長:mm)	投餌基準量 (投餌密度)	備考
シオミズツボワムシ	3.5 ~ 20.0	10 個体/ml	L型ワムシ
アルテミアノープリウス	8.0 ~ 20.0	0.2~0.5個体/ml	北米産アルテミア
配合飼料 425 ( $\mu\text{m}$ )	10.0 ~ 20.0	少量	日本水産株式会社 日水初期飼料 (A-2)
710	15.0 ~ 25.0	体重の約20%	〃 (B-1)
500~700	20.0 ~ 30.0	体重の約10~20%	〃 (C-1)
700~1000	25.0 ~	体重の約10%	〃 (D-1)

表3 平成4年度シマアジ生産回次別投餌量(五島事業場)

	1回次生産			2回次生産			3回次生産			4回次生産			5回次生産			合計
	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
S型ワムシ幼生 (億個体)	402.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	12.0	225.0	94.0	771.4	1.3	43.3	1.3	0	0	771.4
アルテミア幼生 (億個体)	14.5	0	0	0	0	0	0	27.2	27.2	0	0	0	0	0	0	38.1
配合飼料 (Kg)	11.4	0	0	0	0	0	0	26.7	26.7	0	0	0	0	0	0	38.1
生産尾数 (万尾)	9.34	0	0	0	0	0	0	1.76	1.76	0	0	0	0	0	0	11.1

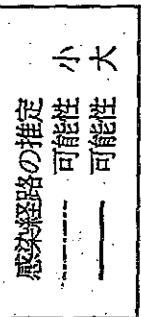
表2 シマアジ種苗生産の概要(五島事業場)

生産区分	水槽型	大きさ実容量(m <sup>3</sup> )	個数	月日	尾数(万尾)	密度(尾/m <sup>3</sup> )	水温(°C)	主な餌の種類	飼育日数	月日	尾数(万尾)	密度(尾/m <sup>3</sup> )	全長(mm)	生残率(%)	備考	
															飼育	取り揚げ
1-1	角型	90(75)	1	12.2	70.0	9333	24	ワム,アテミア,配合	53	1.23	3.50	467	26.4(14.1~35.7)	9.9*	親魚群A(1回目産卵)	
	角型	90(75)	1	12.17	25.0	3333	24	同上	54	1.24	5.84	779	25.9(15.1~34.0)	27.7*	同上	
1-2	角型	90(75)	1	12.4	98.0	13067	24	ワム	9	12.12	0			0	親魚群B(1回目産卵)	
1-3	角型	90(75)	1	12.4	90.0	12000	24	同上	9	12.12	0			0	同上	
1-4	角型	90(75)	1	12.4	75.0	10000	24	同上	9	12.12	0			0	親魚群C(1回目産卵)	
小計						358.0	9547					9.34	26.1(14.1~35.7)	2.3		
2-1	角型	90(75)	1	12.14	72.0	9600	24	ワム	7	12.20	0			0	親魚群A(2回目産卵)	
2-2	角型	90(75)	1	12.16	75.0	10000	24	同上	5	12.20	0			0	親魚群A(3回目産卵)	
小計						147.0	9800					0		0		
3	角型	90(75)	1	1.13	36.0	4800	24	ワム	11	1.23	0			0	親魚群A(4回目産卵)	
4	角型	90(75)	1	2.6	79.0	10533	24	ワム,アテミア,配合	63	4.7	1.76	235	49.3(36.8~64.0)	2.2*	親魚群D	
	角型	90(75)	1	2.24	13.1	1747	24	ワム,アテミア,配合	34	3.9	0			0*	同上	
小計						79.0	10533					1.76		2.2		
5	角型	90(75)	1	3.6	71.0	9467	24	ワム,アテミア	25	3.30	0			0	親魚群D	
合計						691.0	8376					11.1	29.8(14.1~64.0)	1.6		

\* 分槽後の生残率  
 親魚群A 人工11才魚 ウイルス陰性(低抗体価)  
 親魚群B 人工8才魚 ウイルス陰性(低抗体価)  
 親魚群C 人工8才魚 ワクチン打注魚  
 親魚群D 天然14才魚 古満目事業場親魚

表4 平成4年度シマアジ種苗生産におけるVNN疾患の感染経路

親魚群	生産回次 産卵回数	親魚選別時 (陸揚げ時)	1回次生産		2回次生産		3回次生産		4回次生産		5回次生産	
			(1回目産卵)	(2・3回目産卵)	(4回目産卵)							
親魚群A (人工11才魚)	収容月日	12月2・4日	12月12・14日	1月13日	2月6日	3月6日						
	抗体価	低い	低い	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]	【低い】 [水平感染] 【高い】 [垂直感染]
	水槽の病歴 疾病状況	病歴無し 未発症(1-1)	病歴無し 未発症(1-1)	2水槽；病歴無し・有り VNN(2-1:7日で全滅) (2-2:5日で全滅)	病歴有り VNN(2-1:7日で全滅) (2-2:5日で全滅)							
親魚群B (人工8才魚)	抗体価	低い	【高い】 [垂直感染]									
	水槽の病歴 疾病状況	病歴無し VNN(1-2・3:9日で全滅)										
親魚群C (人工8才魚) ワクチン魚	抗体価	高い	【高い】 [垂直感染]									
	水槽の病歴 疾病状況	病歴無し VNN(1-4:9日で全滅)										
親魚群D (天然14才魚) 古満目産	抗体価											
	水槽の病歴 疾病状況											



[ ] の抗体価の高低は推定  
( ) 内の数字は生産回次

表5 過去4年間のVNNの発生状況

生産区分	親魚		水槽	収容		飼育		取り揚げ			大量致死		
	由来	抗体価		月日	尾数 (万尾)	水温 (℃)	飼育日数	月日	尾数 (万尾)	全長 (mm)	生残率 (%)	VNN	その他
H1-1-1	天然	11・12	(古満目)	C-2	3.21	36.3	22	0	3.24	0	0	0	輸送衰弱
H1-1-2	天然	11・12	(古満目)	C-4	3.21	45.7	22	0	3.24	0	0	0	輸送衰弱
H1-1-3	天然	11・12	(古満目)	D-2	3.21	38.4	24	43	5.6	4.35	32.5	11.3	
H1-1-4	天然	11・12	(古満目)	D-4	3.21	36.2	22	43	5.6	5.25	30.6	14.5	
H1-2-1	天然	12	(古満目)	C-3	4.12	107.4	22	18	5.2	0	0	0	原因不明
H1-2-2	天然	12	(古満目)	C-4	4.12	126.2	24	48	6.1	12.95	25.0	10.3	
H1-3-1	天然	11	(古満目)	C-2	5.15	124.4	22	8	5.25	0	0	0	
H1-3-2	天然	11	(古満目)	C-3	5.15	114.4	22	7	5.24	0	0	0	VNN
H1-3-3	天然	11	(古満目)	D-1	5.15	125.0	22	7	5.26	0	0	0	VNN
H1-3-4	天然	11	(古満目)	D-5	5.15	74.9	22	41	6.27	0.85	36.4	1.1*	VNN
H1-4-1	天然	11	(古満目)	C-2	5.29	69.0	22	11	6.9	0	0	0	VNN
H1-4-2	天然	11	(古満目)	D-1	5.29	39.6	24	8	6.8	0	0	0	VNN
H1-4-3	天然	11	(古満目)	D-6	5.29	39.7	24	8	6.8	0	0	0	VNN
H1-4-4	天然	11	(古満目)	B-2	5.29	33.3	22	12	6.12	0	0	0	VNN
H1-5-1	天然	11	(古満目)	C-4	6.10	17.1	24	14	6.24	0	0	0	VNN
H1-5-2	天然	11	(古満目)	D-6	6.10	7.6	23	6	6.17	0	0	0	(VNN) 輸送衰弱
H2-1-1	人工	9		D-2	2.13	38.0	24	14	2.27	0	0	0	VNN
H2-1-2	人工	9		D-4	2.13	38.0	23	11	2.22	0	0	0	VNN
H2-1-3	人工	9		D-6	2.15	49.0	23	9	2.23	0	0	0	VNN
H2-1-4	人工	9		D-5	2.16	56.0	22	13	2.28	0	0	0	VNN
H2-1-5	人工	9		D-3	2.17	71.0	24	13	2.28	0	0	0	VNN
H2-1-6	人工	9		D-1	2.17	65.0	24	11	2.27	0	0	0	VNN
H2-2-1	人工	9		D-4	2.24	69.0	22	6	2.28	0	0	0	VNN
H2-2-2	人工	9		D-6	2.24	76.2	22	6	2.28	0	0	0	VNN
H2-3-1	人工	9		C-1	2.28	41.2	25	7	3.5	0	0	0	VNN
H2-3-2	人工	9		C-2	2.28	58.7	25	7	3.5	0	0	0	VNN
H2-3-3	人工	9		C-4	2.28	73.8	25	8	3.6	0	0	0	VNN
H2-4-1	人工	9		D-2	3.2	44.5	20	8	3.10	0	0	0	VNN
H2-4-2	人工	9		D-4	3.2	50.4	26	7	3.9	0	0	0	VNN
H2-4-3	人工	9		D-5	3.4	56.0	22	7	3.10	0	0	0	VNN
H2-4-4	人工	9		D-6	3.4	45.6	25	7	3.10	0	0	0	VNN
H2-4-5	人工	9		C-3	3.5	73.9	24	7	3.10	0	0	0	VNN
H2-4-6	天然	9-11	人工 9	D-1	3.8	19.6	24	9	3.15	0	0	0	VNN
H2-5-1	人工	9		D-3	3.19	70.2	23	8	3.25	0	0	0	VNN
H2-5-2	人工	9		D-5	3.19	70.6	23	10	3.26	0	0	0	VNN
H2-6-1	人工	9		D-2	3.26	32.5	23	9	4.3	0	0	0	VNN
H2-6-2	天然	13	(古満目)	D-4	3.26	39.9	20	5	3.30	0	0	0	VNN
H2-6-3	天然	13	(古満目)	D-6	3.26	45.3	20	5	3.30	0	0	0	VNN
H2-6-4	天然	13	(古満目)	C-1	3.27	60.4	23	8	4.3	0	0	0	VNN
H2-6-5	天然	13	(古満目)	C-2	3.27	66.2	20	8	4.3	0	0	0	VNN
H2-6-6	天然	13	(古満目)	C-4	3.27	66.9	20	8	4.3	0	0	0	VNN
H2-7-1	天然	9-11-15	人工 9	D-1	4.2	24.8	23	9	4.10	0	0	0	VNN
H2-7-2	人工	9		D-3	4.3	25.7	23	10	4.12	0	0	0	VNN
H2-7-3	天然	9-11-15	人工 9	D-5	4.3	26.3	23	9	4.11	0	0	0	VNN
H2-8-1	人工	9		D-6	4.8	42.4	26	9	4.16	0	0	0	VNN
H2-8-2	天然	9-11-15	人工 9	D-4	4.11	35.7	26	8	4.17	0	0	0	VNN
H2-8-3	天然	9-11-15	人工 9	D-2	4.11	38.2	23	7	4.17	0	0	0	VNN
H2-8-4	富崎県栽培センター			B-8	4.11	20.5	24	8	4.18	0	0	0	VNN
H3-1-1	人工	7	低	1	D-6	12.15	20.8	24	48	1.31	2.98	32.1	14.3
H3-1-2	人工	10	低	1	D-4	12.16	19.8	24	47	1.31	0.62	32.3	3.1
H3-2-1	人工	10	低	1	D-2	12.31	54.3	24	60	2.28	0.14	44.0	0.3
H3-3-1	人工	10	高	1	D-5	1.9	24.8	24	51	2.28	4.33	30.8	17.5
H3-3-2	人工	10	高	1	C-4	1.9	47.5	24	4	1.12	0	0	
H3-4-1	人工	10	高	3	A-2	1.14	75.0	24	10	1.23	0	0	
H3-5-1	人工	10	高	5	B-8	2.18	53.0	24	51	4.9	7.77	31.9	14.7
H3-6-1	人工	10	低	4	D-5・3	3.24	25.0	24	53	5.15	11.54	32.4	46.2*
H3-7-1	天然	13	高 (古満目)	E-5	4.25	180.9	24	2	4.26	0	0	0	VNN
H4-1-1	人工	11	低	1	E-7・5	12.2	70.0	24	53-54	1.23-24	9.34	26.1	13.3*
H4-1-2	人工	8**	高	1	E-8	12.4	98.0	24	9	12.12	0	0	VNN
H4-1-3	人工	8**	高	1	E-6	12.4	90.0	24	9	12.12	0	0	VNN
H4-1-4	人工	8	低	1	E-5	12.4	75.0	24	9	12.12	0	0	VNN
H4-2-1	人工	11	低	2	E-4	12.14	72.0	24	7	12.20	0	0	VNN
H4-2-2	人工	11	低	3	E-8	12.16	75.0	24	5	12.20	0	0	VNN
H4-3-1	人工	11	低	4	E-4	1.13	36.0	24	11	1.23	0	0	VNN
H4-4-1	天然	14	(古満目)	E-7・5	2.6	79.0	24	63	4.7	17.6	49.3	2.2*	
H4-5-1	天然	14	(古満目)	E-8	3.6	71.0	24	25	3.30	0	0	VNN	

\* 1 : 分槽飼育

\* 2 : ワクチン打注魚

表6 過去9年間におけるシマアジの年度別種苗生産結果

項目	59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度	2年度	3年度	4年度
収容尾数(万尾)	6.7	32.5	98.7	36.2	56.2	1035.2	1591.5	501.1	691.0
取り揚げ尾数(万尾)	0.03	3.8	0.2	11.2	10.1	23.4	0	27.4	11.1
生残率(%)	-	11.6	0.2	30.8	17.9	8.7	0	5.5	1.6
全長(mm)	73.0	23.7	26.0	24.2	31.0	28.0	-	32.0	29.8

表7 過去6年間におけるシマアジ投餌量(五島事業場)

		昭和62年	昭和63年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年
ワムシ	(億個体)	221.0	153.0	556.5	360.6	765.1	771.0
アルテミア幼生	(億個体)	24.1	11.1	159.0	0.9	58.1	43.0
養成アルテミア	(億個体)	6.1	3.6	45.3		21.8	
天然コベポーダ	(千万個体)	16.5	34.0	18.4			
凍結天然コベポーダ	(千万個体)	6.4					
チグリオブス	(百万個体)	45.7					
ミジンコ	(百万個体)	126.0	198.5				
凍結ミジンコ	(kg)	16.0	287.9	262.5			
マダイふ化仔魚	(万尾)	2699	981	16760			
アミ	(kg)	19.9					
配合飼料	(kg)	10.2	41.8	35.3		155.6	38.1
種苗生産尾数	(万尾)	11.2	10.1	23.4	0	27.39	11.1

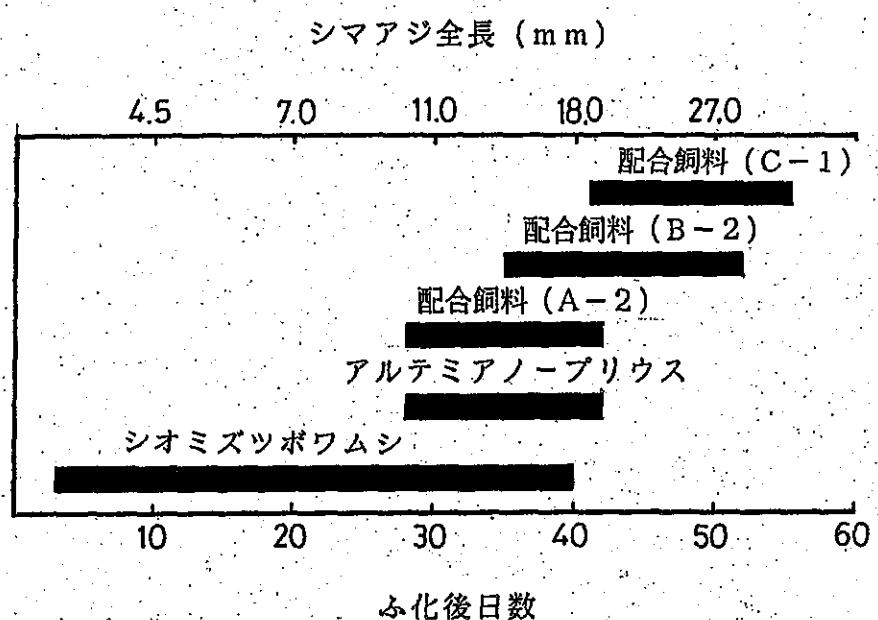


図1 餌料系列 (1 R-1)

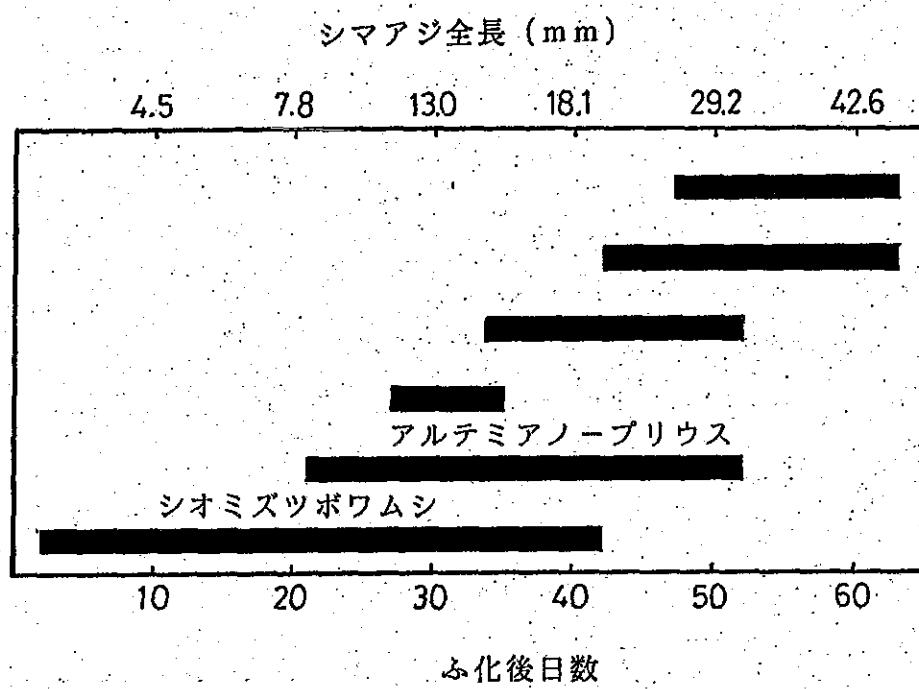


図2 餌料系列 (4 R)

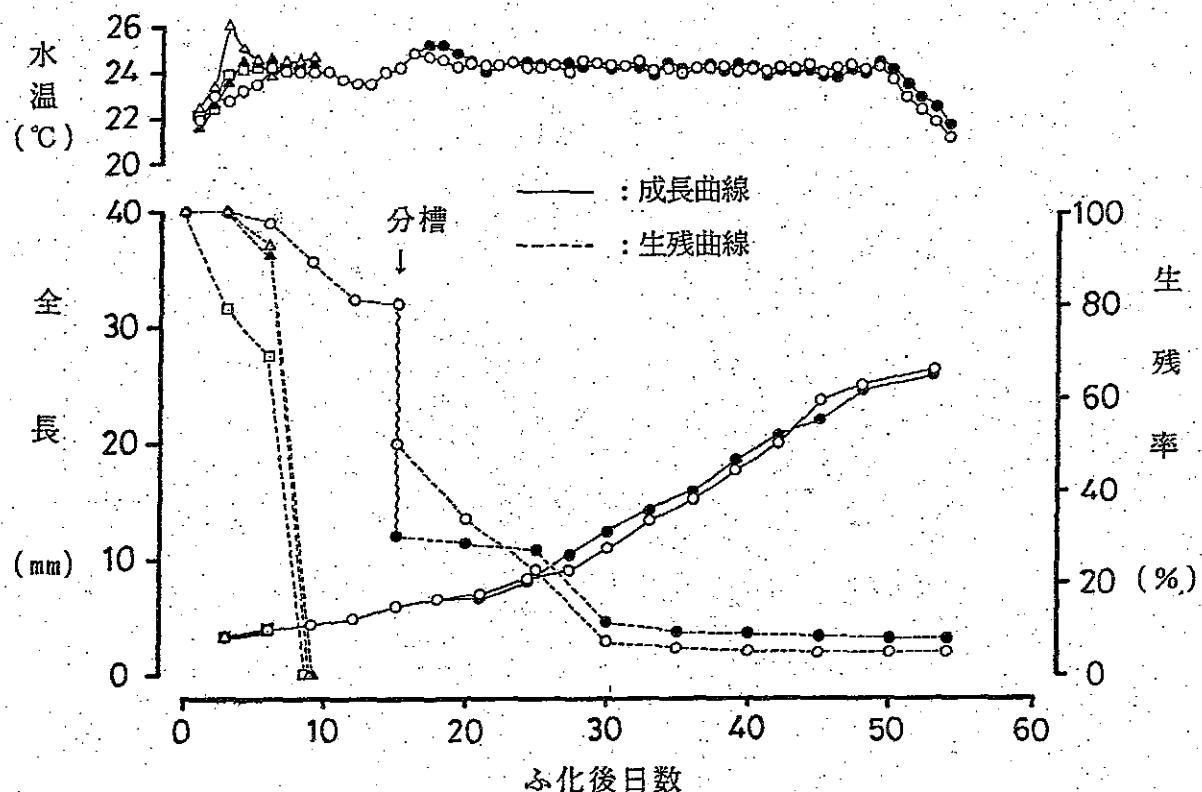
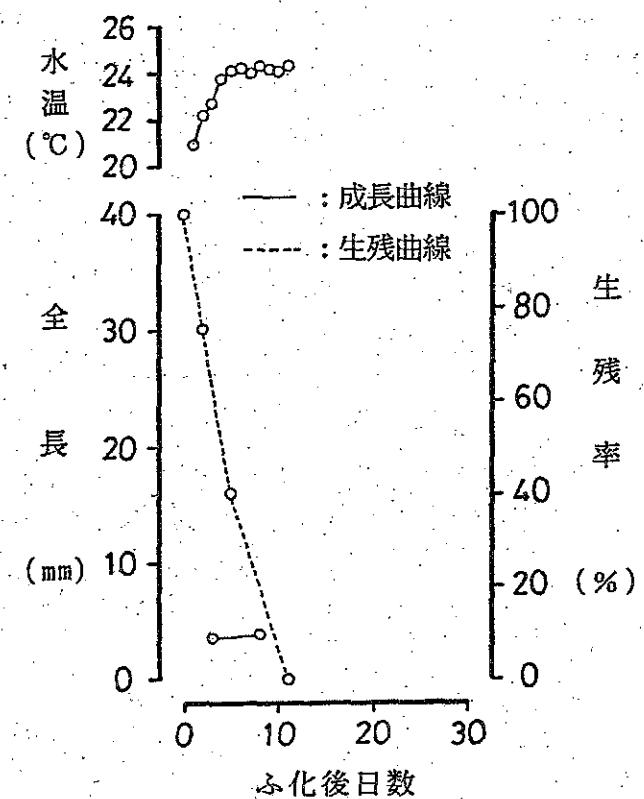
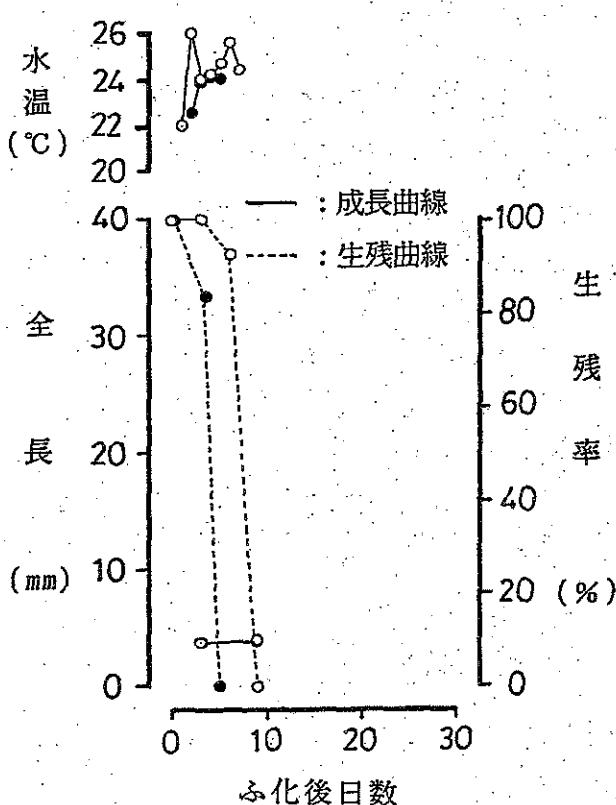


図3 成長と生残 (1 R)



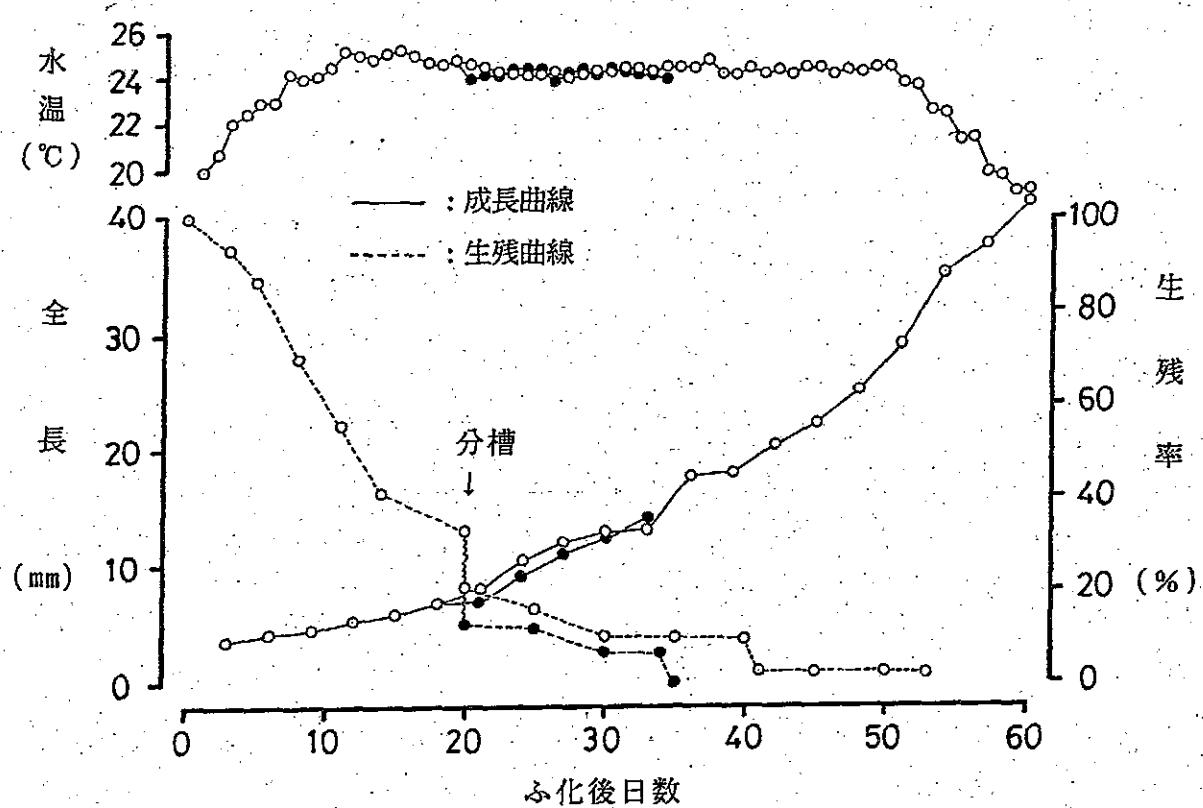


図6 成長と生残 (4 R)

4 R (1) : ○ 4 R (2) : ●

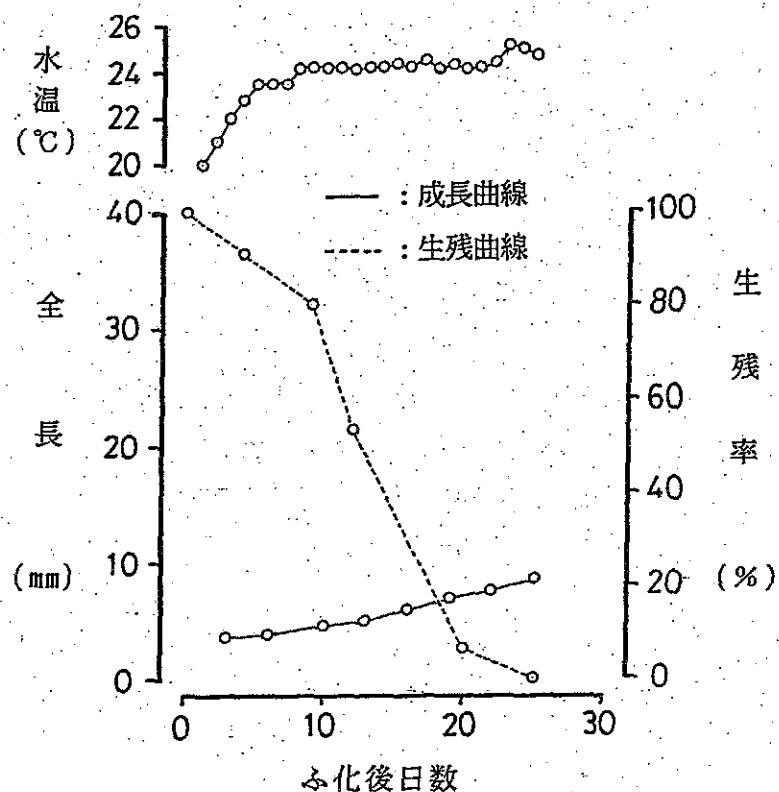
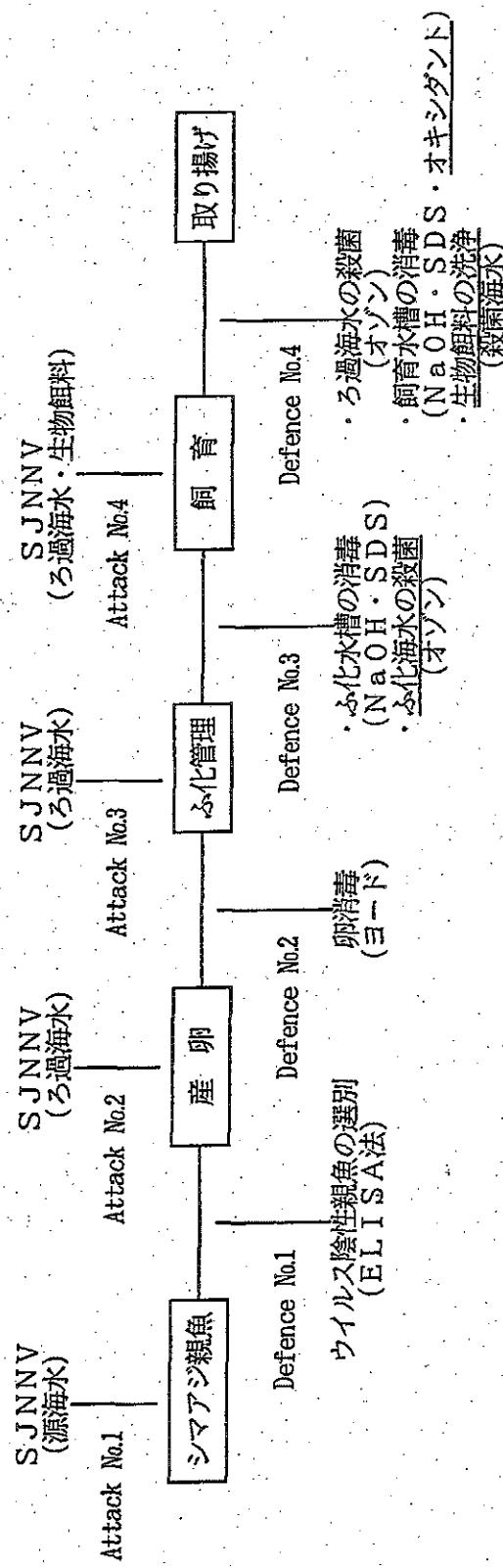
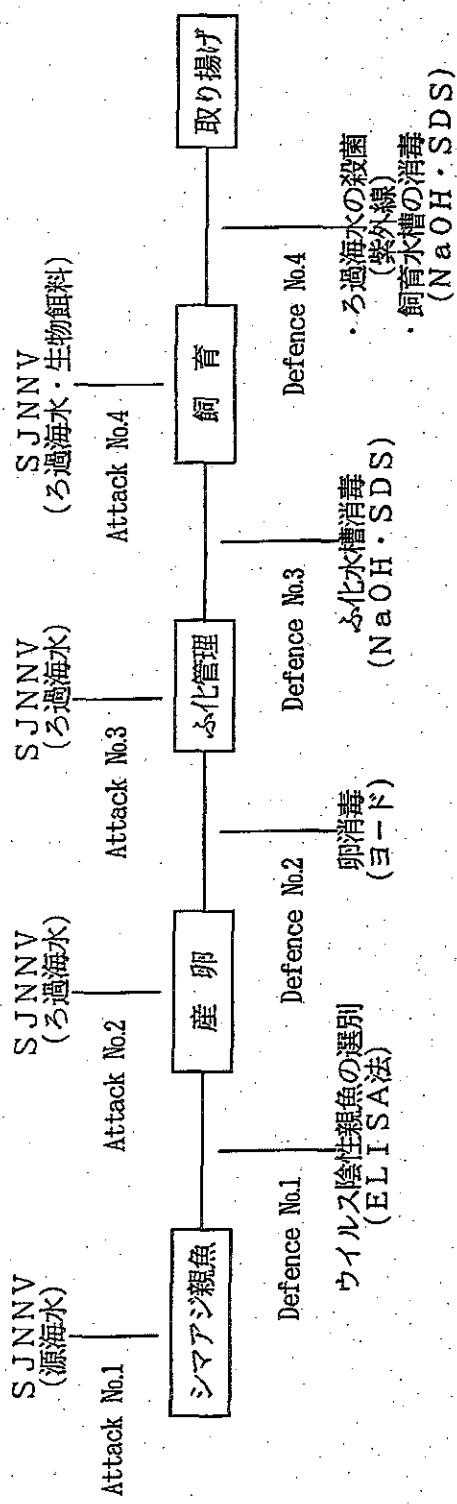


図7 成長と生残 (5 R)



## 1. 目的

当場で種苗生産されたシマアジ (Pseudocaran dentex; スズキ目アジ科シマアジ属) 稚魚を供試して、配付用種苗として海上小割生簀で育成を行なったので、その結果の概要について報告する。

## 2. 飼育方法

## (1) 供試魚

当場の陸上水槽で生産された98,500尾(平均全長; 64mm, 49~72mm)を 3月17日~4月7日にかけて 3回に別けてのべ12面の海上小割生簀に収容した(平均収容密度: 205 尾/ $m^3$ , 154 ~ 235/ $m^3$ )。

## (2) 篠および小割網

$4 \times 4 m$  の小割りを使用して、収容時に 12 面を使用し、その後の配布とともに面数を減少していった。小割り網には、本年度の沖出しサイズが大きいため収容時に例年使用するナイロンモジ網 160 經、120 經、105 經 ( $4 \times 4 \times 2.5 m$ ) は使用せず、ハイゼックス網 24 節に直接収容した。その後 15 節、( $4 \times 4 \times 3.0 m$ )、12 節 ( $4 \times 4 \times 3.5 m$ ) を成長に合わせて順次大きな目合いと取り替えた。また、昨年同様に鳥害対策として、8 節のハイゼックス網を小割の上面に張った。

## (3) 飼料

飼育期間が比較的短かったため、すべて配合飼料を使用した。

## (4) 選別

62年度までは人工種苗を痛めないように(天然シマアジの皮膚は敏感でハンドリングで皮膚がビランする)篠網による選別を行わなかったが、人工種苗の特殊性を考慮して63年度から選別を行っている。選別方法はブリやヒラマサと同様である。

## 3. 結果および考察

## (1) 生残

本年度の海上における育成結果の概要を表-1に示した。

3月中旬から 4月上旬にかけて、3回に分けて合計98,500尾を沖出しして、32~74日の飼育後95,500尾を取り揚げたので、生残率は97.0%となった。本種の海上飼育での例年の生残率は、おおむね 90%前後である(平成3年度; 97%、平成2年度; 飼育なし、同元年度; 86%、昭和63年度; 91%、同62年度; 88%、同61年度; 93%)。本年度の生残率はこれらと比較すると最も良い昨年度と同じ結果となっている。その主因は沖出しサイズが大きかった(平均全長64mm)ことと思われる。過去の沖出しサイズは平均全長で、平成3年度; 40mm、平成2年度; 飼育なし、同元年度; 28mm、昭和63年度; 31mm、同62年度; 24mm、同61年度; 26mm となっている。昭和61年度は沖出し尾数が 1,000尾単位で参考にならないが、昭和62年度からは 100,000尾単位となっているので、昭和62年度以降の結果をみると、シマアジはブリよりも沖出しサイズによる生残率への影響は少ないようと思われる。

次に篠網で行った選別と生残の関係を見ると、昭和63年度は、20mmと30mm目合の篠網で選別を行なったが大量減耗は見られなかった。平成元年度はさらに小型種苗での選別を 7

mm、9mm、12mm目合の篩網で選別を試みたがこれによる斃死はほとんど見られなかった。そこで、昨年度はさらに試験的に6mm、7mm、9mm、12mm、15mm 目合の篩網で選別を行い、本年度は種苗が大きかったので9mm、12mm、15mm 目合の篩網で選別を行ったが生残率からみても問題はなかった。このようにシマアジの人工種苗は選別網によるかなり細かな選別に十分耐えられることが確認された。

#### (2) 成長

本種もブリやヒラマサと同様に海上飼育において適時選別を行ったので、沖出し群毎の成長を追跡することが難しい。平均全長の日間成長量は、 0.5~0.8 mm／日 (TL:6~10cm) となった。ちなみに選別を行わず一貫飼育を行っていた昭和62年度の結果では、開口後日数をX ( $36 \leq X \leq 160$ ) とし平均全長をYmmとすれば  $Y = 17.74 e^{0.014X}$ 、となっている ( $r^2 = 0.9650, n=6$ ) 。

#### (3) 餌料

飼育が比較的短期間（最長74日）であったのですべて配合飼料を使用した。

使用量は、㈱日本水D-1:40kg、D-2:110kg、㈱大洋漁業マリン2号:90kg、マリン3号:170kg であった。配合飼料の給餌量の基準は、沖出し当初 3月～（全長 6~7cm）で、10,000尾／1kg として、その後徐々に増加してゆき最後の配付の 5月下旬（全長10cm）で、3,000尾／1kg とした。

#### (4) 疾病

飼育期間中に観察された疾病は、滑走細菌症と思われる疾病のみであった。4月5日～15日の間に 904尾（平均全長60mm、海水温度18~22°C、この時点での生残尾数約90,000尾であったので約%1）が斃死した。各種薬浴を試みたが、効果は判然としなかった。

#### (5) 外観的形態異常魚の出現状況

本年度は、4月2日および5月19日の2回調査を行った。

1回目調査（調査尾数: 19,235尾、平均全長6cm）の外観的形態異常率は0.67% であった。その態異常魚の内で顎骨形成不全（いわゆる口曲がり）が69.8%で大部分を占めた。その他は脊椎骨融合（いわゆるスンズマリ）17.8%等であった。

2回目調査（調査尾数: 17,073尾、平均全長9cm）の外観的形態異常率は1.60% であった。その内容はほぼ前回と同様であった。なお、外観的形態異常魚はすべて廃棄処分した。

過去の外観的形態異常魚の出現状況は、平成3年度: 0.9%、平成2年度: 海上飼育なし、平成元年度: 0.9%、昭和63年度: 0.6%、62年度: 2%、61年度: 6%であった。

#### (6) 種苗の配付および放流

本年度生産した種苗は、生態行動試験用（1,000尾）を除いてすべて関係各県に配付した。

本年度配付した総尾数は94,500尾で、その平均全長は88mm (78~97mm) であった。

その内訳は、4月18日に鹿児島県へ31,300尾 {平均全長77.8mm (64~94mm) } を、また熊本県に 4月21日に20,000尾と 4月23日に11,000尾 {90.3mm (80~108mm) } の合計31,000尾を、さらに 5月29日に長崎県へ15,200尾 {99.4mm (75~117mm) } および17,000尾 {95.0mm (75~111mm) } の合計32,200尾を配付した。

( 要約 )

- ①当場の陸上水槽で生産された種苗を 3月中旬～ 4月上旬に98,500尾（平均全長64mm）を沖出し中間育成を行なった。
- ②生残率は、取り揚げ尾数が95,500尾（平均全長88mm）であったので、97.0%となつた。
- ③平均全長の日間成長量は、 0.5～0.8mm／日（TL:6～10cm）であった。
- ④滑走細菌症と思われる疾病により 904尾（斃死率1%）が斃死した。
- ⑤外観的形態異常魚の出現状況は、 1回目調査が0.67%、 2回目が1.60% であった。なお、形態異常魚はすべて処分した。

(小林孝)

表-1 海上小割りによるシマアジの中間育成の概要（五島事業場）  
(平成4年度)

生産区分	生 養 型 大きさ (m)	個数	月 日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/m <sup>3</sup> )	全 長 (mm)	水 溫 (°C)	主な餌の 種類	飼 育 日数	取 り 揚 げ			備 考	
										月	日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/m <sup>3</sup> )	
1	4×4×3 角型	6	3.17	56,300	235	72.0	15~20	配合飼料	32~74	4.18	31,300	261	78	配付
	4×4×3	4	3.19	24,600	154	58.0				4.21	20,000	250	90	配付
	4×4×3	2	4.7	17,600	220	49.0				4.23	11,000	138	90	配付
										5.29	32,200	161	97	配付
										5.30	1,000	-	-	試験用
合計		12		98,500	205	64.0					95,500	88	97.0	

## II-4-1 クエの種苗生産

崎山 一孝

平成 4 年度は、産卵初期には約 2000 万粒の卵が得られたが、ほとんどが未受精卵であり、ふ化仔魚を得ることができなかった。本年度は、産卵後期に得られたふ化仔魚を用いて 2 例の飼育試験を行った。

### 飼育試験 1

- ①平成 4 年 6 月 5 日にふ化した仔魚 2000 尾を  $0.5 \text{ m}^3$  パンライト水槽に収容し、飼育を行った。飼育水槽収容時の全長は 1.86mm であった。
- ②収容時の水温はふ化水温と同じく 22 °C に設定したが、その後、1 °C/日づつ昇温させ、飼育水温を 25 °C に設定した。換水は収容直後から行い、日令 10 までは約 50%/日、その後は 100~200%/日を目安に換水を行った。餌料にはタイ国産ワムシを使用した。ワムシの密度は 10~25 個体/ml であった。
- ③収容直後からの減耗が大きく、ふ化後 10 日目には 200~300 尾となった。その後、大きな減耗は見られなかったが、日令 30 日から弊死が見られるようになり、日令 38 日に全滅した。

### 飼育試験 2

- ①平成 4 年 7 月 24 日に得られたふ化仔魚 35 万尾を  $60 \text{ m}^3$  コンクリート水槽に収容し、飼育を行った。飼育水槽収容時の全長は 1.88mm であった。
- ②飼育水温は、飼育試験 1 と同様に設定したが、屋外水槽であるため、設定水温より高くなることがしばしばあり、最高 33 °C まで上昇した。換水は収容直後から行い、約 25%/日を目安とした。
- ③収容直後からの減耗が大きく、日令 3 日で全滅した。

## II-4-2. 平成3年度クエ中間育成の経過

小磯雅彦

当事業場では、クエの種苗生産に関しては平成元年度から自然産卵により採卵が可能になり、平成3年度には60m<sup>3</sup>大型水槽で種苗生産を行った結果、初めて1,038尾のクエ稚魚を生産することができた。

本種の中間育成の関する知見はほとんど無いため、平成3年度生産魚を継続飼育して生残状況や成長を調査した。

### 1) 中間育成の概要

平成3年8月1日に平均全長36.3mm(26.3~46.1)のクエ稚魚1,038尾を陸上水槽(60m<sup>3</sup>)から取り揚げて、コンクリート陸上水槽(8m<sup>3</sup>)に再収容した。この期間に養成アルミ、魚卵、ふ化仔魚等の生物餌料からモイストペレット(ブリ用配合飼料:魚肉=1:1)へと餌付けを行った。なお、これ以降の給餌は全てモイストペレットを適宜給餌した。

平成3年9月2日に平均全長85.4mm(69.0~104.7)のクエ稚魚400尾を海面小割網(24節:4×4×3m)1面に沖出した。

平成3年12月25日からは、低水温と滑走細菌症の影響で摂餌が緩慢になり斃死が増加したため海面小割網から陸上水槽(2.5m<sup>3</sup>)2面に陸揚げした。陸上水槽では飼育水を20~21℃に加温して飼育を行った。

平成4年1月30日からは、斃死が減少したため海面小割網1面に魚を沖出した。

平成4年2月25日からは、再び低水温と滑走細菌症の影響で摂餌が緩慢になり斃死が増加したため、陸上水槽(2.5m<sup>3</sup>)2面に陸揚げして20~21℃に飼育水を加温して飼育を行った。

平成4年6月30日からは海面小割網1面に平均全長184.4mm(144.0~218.0)の稚魚126尾を再度沖出して、平成5年7月12日現在も飼育を継続中である。

### 2) 生残状況

平成3年8月1日に1,038尾を取り揚げて陸上水槽(8m<sup>3</sup>)に収容して、平成3年9月2日まで(32日間)陸上水槽で中間育成を行った。この期間中の斃死尾数は638尾で生残尾数は400尾(中間育成の生残率38.5%)となった。この大量斃死の原因是、一部はモイストペレットに餌付かずに斃死したと考えるが、観察中に共食い行動が頻繁にみられていることから主は共食いによる斃死と思われた。

平成3年9月2日からは海面小割網に400尾を収容して飼育を行った。9月~11月上旬までの期間は斃死もほとんど無く順調な飼育ができたが、海水温が20℃以下となった11月中旬より摂餌がやや低下して、滑走細菌症が出現して、斃死が増加した。このため陸上水槽に陸揚げして加温飼育を行ったが、平成4年3月頃まで斃死が続き平成4年4月1日の生残尾数は129尾(同12.4%)となった。その後は平成4年9月に小割網が破れ約50尾が逃げた以外は大きな減耗はなく、平成5年7月現在の生残尾数は69尾(同6.6%)であった(表1、図1)。

### 3) 成長

平成3年8月1日には平均全長36.3mmで取り揚げ、平成3年9月2日には平均全長は85.4mmまで急成長した。この期間の日間成長は1.53mm/日と非常に大きいことで、共食いにより小型個体が減少して、見かけ上急成長したものと考えられる。その後は海面小割網で飼育を行い、平成3年10月21日には平均全長は110.0mmまで成長した。この期間は斃死はほとんど無く、日間成長は0.50mm/日であった。平成3年11月中旬以降は天候の悪化ため十分に給餌ができなかったことや低水温の影響や滑走細菌症のために成長は停滞し、平成4年3月4日の平均全長は126.8mmに留まった。その後は陸揚げして20~21℃に加温して飼育を行ったことで再び好成長がみられ、平成4年6月30日には平均全長は184.4mmまで達した。その後、再び海面小割網に収容して飼育を行った結果、平成4年12月4日には平均全長247.2mmまで成長したが、やはり低水温期の成長は悪く平成5年5月19日には262.4mmに留まっている。なお、平成5年7月12日現在の成長は、平均全長280.5mm(206.0~358.0)で平均体重は374g(160~710)であった(表1、図1)。

なお、本種の全長(TL)と体重(BW)の関係は以下の式で示された(図2、3)。

$$BW = 10.43 \times 10^{-6} \times TL^{3.058} \quad (100\text{mm} < TL < 200\text{mm})$$

$$BW = 11.66 \times 10^{-6} \times TL^{3.057} \quad (200\text{mm} < TL < 300\text{mm})$$

#### 4) 疾病

平成3年11月中旬から平成4年3月までの期間に滑走細菌症により尾鰭や体表が白化ランする個体が発生し、斃死が増加した。この対策としてはニフルスチレン酸ナトリウム(10ppmで20分間)の薬浴と塩酸オシトサイクリン(0.5g/kg)による投薬を行った。その結果、斃死は一時的に減少したが、薬浴10日目以降には再び増加したため、薬浴と投薬を繰り返し行った。

#### 5) 中間育成の問題点と今後の課題

本種の中間育成の問題点は、①共食いのために斃死が多いこと、②低水温時には摂餌不良となること、③低水温時に滑走細菌症になりやすいこと等が挙げられる。

①の対策としては、取り揚げ直後に選別を行えば良いと考えられるが、ショック死の危険性があるため、魚の状態をよく観察してから行う必要がある。

②の対策としては、20℃以下から摂餌が緩慢になるため、水温が20℃以下になる11月上旬前には陸揚げして、陸上水槽で20℃以上に加温して飼育する必要があると思われる。しかし、現在のように生産尾数が少ない場合はこのような対応が可能であるが、量産化されれば陸揚げすることは困難であるため、給餌方法や給餌内容あるいは小割網の構造等を検討して海面で越年させることを考えていく必要がある。

③の滑走細菌症の発生については、水温低下に伴って摂餌不良となり、魚の体力が低下することで出現すると思われる。この対策として薬浴や投薬を行っているが、根本的な解決策とはなっていない。現時点での対策としては、②と同様に低水温時の摂餌不良をさけるために陸揚げして加温飼育を行い、魚の体力を維持させて予防することが必要と考えられる。

平成3年度から本種の中間育成を手掛けているが、生残、成長に関しては必ずしも好結果が得られたとは思われない。しかし、今回の結果から色々な知見を得ることができたため、今後はこれらを踏まえて本種の中間育成に関する技術開発を進めていく必要がある。

表 | 平成3年度生産のクエの成長

月日	ふ化後日数	生残尾数	中間育成 の生残率(%)	平均全長(mm) (最小~最大)	平均体重(g) (最小~最大)
91-0801	56	1038	100.0	36.3 ( 26.3~ 46.1)	
91-0902	88	400	38.5	85.4 ( 69.0~104.7)	10.3 ( 4.8~ 20.9)
91-0910	96	400	38.5	83.0 ( 70.0~ 98.0)	
91-0925	111	399	38.4	98.0 ( 76.0~122.0)	
91-1009	125	399	38.4	101.0 ( 86.0~130.0)	
91-1021	137	394	38.0	110.0 ( 91.0~132.0)	
91-1105	151	390	37.6	110.0 ( 91.0~143.0)	
91-1205	181	348	33.5	113.0 ( 85.0~158.0)	18.5 ( 8.0~ 42.0)
91-1216	192	342	32.9	119.0 ( 84.0~165.0)	32.0 ( 12.0~ 66.0)
91-1225	201	313	30.2	125.0 ( 88.0~167.0)	30.0 ( 11.0~ 65.0)
92-0110	217	257	24.8	124.0 ( 98.0~152.0)	28.5 ( 12.5~ 50.0)
92-0129	236	253	24.4	124.0 ( 84.0~164.0)	28.0 ( 8.0~ 61.0)
92-0304	271	170	16.4	126.8 ( 92.0~162.0)	29.7 ( 11.7~ 61.1)
92-0318	285	140	13.5	129.2 ( 95.0~156.0)	30.0 ( 11.2~ 50.2)
92-0401	299	129	12.4	136.7 ( 105.0~180.0)	37.6 ( 16.4~ 79.8)
92-0415	313	127	12.2	138.3 ( 107.0~187.0)	40.3 ( 18.3~ 96.0)
92-0630	389	126	12.1	184.4 ( 144.0~218.0)	94.5 ( 41.5~151.2)
92-1001	482	75	7.2	222.9 ( 171.0~262.0)	155.0 ( 73.0~276.0)
92-1204	546	73	7.0	247.2 ( 200.0~310.0)	223.0 ( 111.0~558.0)
93-0519	711	69	6.6	262.4 ( 215.0~316.0)	300.0 ( 155.0~510.0)
93-0712	765	69	6.6	280.5 ( 206.0~358.0)	374.0 ( 160.0~710.0)

\*) 92年9月に平成3年度生産のクエを収容している小割網が破れ、約50尾が逸散した。

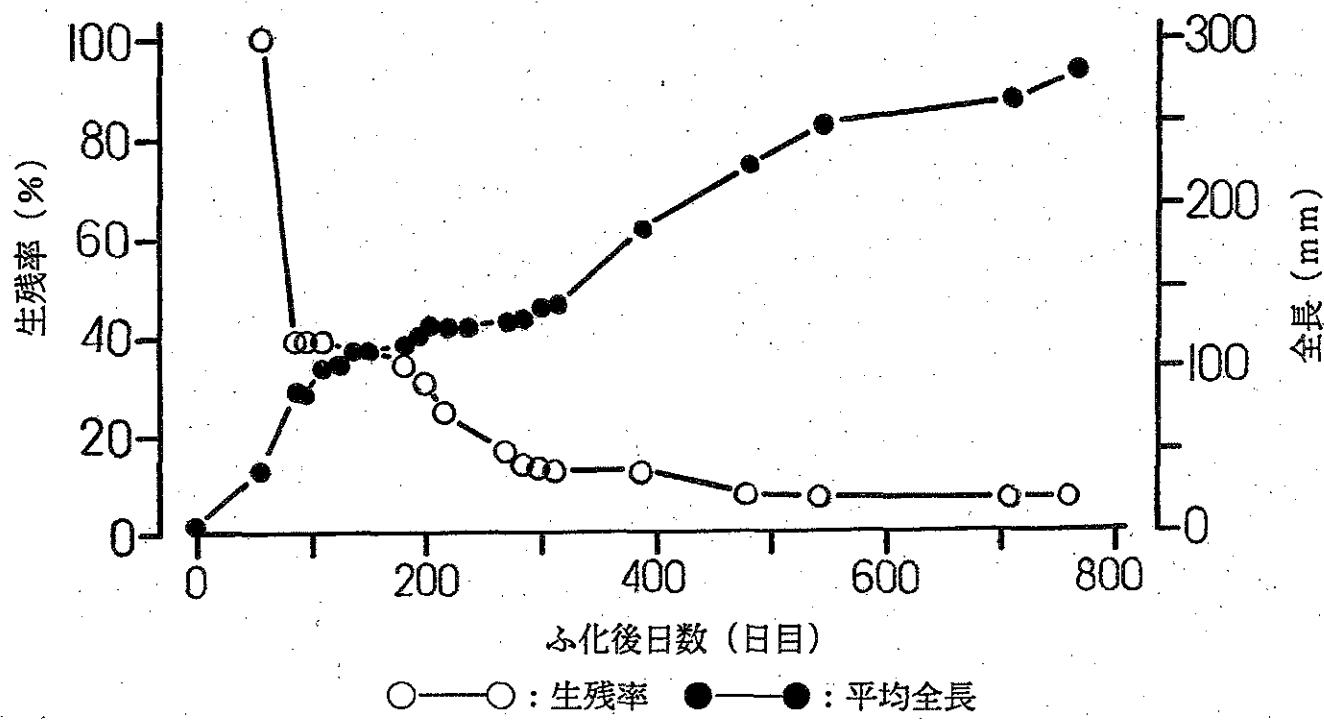


図 | 平成3年度生産クエの生残状況（中間育成）と成長

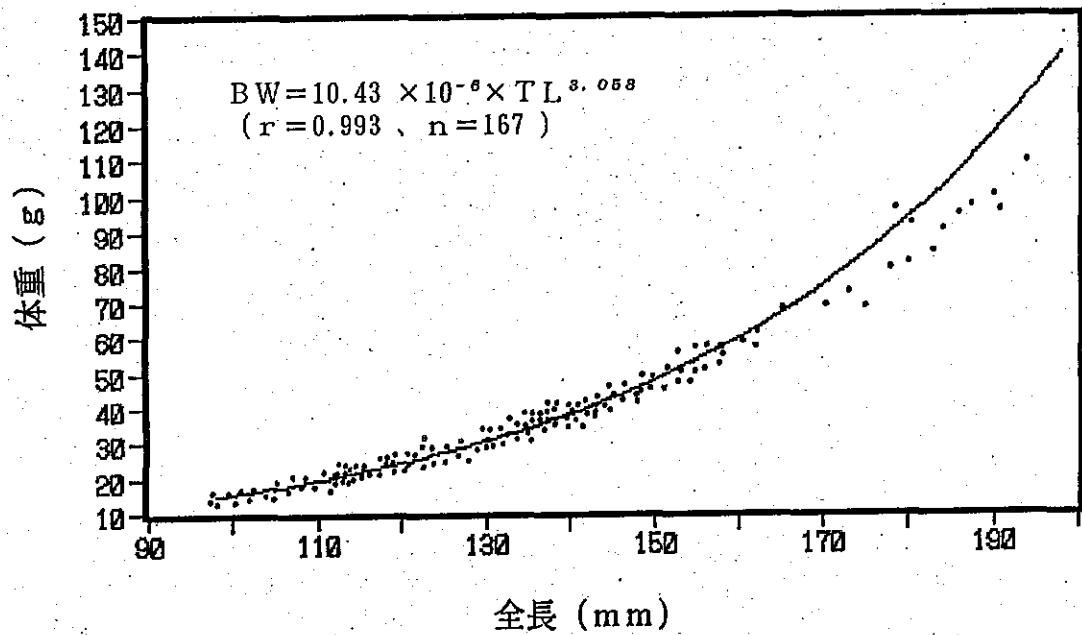


図 2 平成3年度生産クエの全長と体重の関係 (1)  
(全長範囲 : 100 ~ 200mm まで)

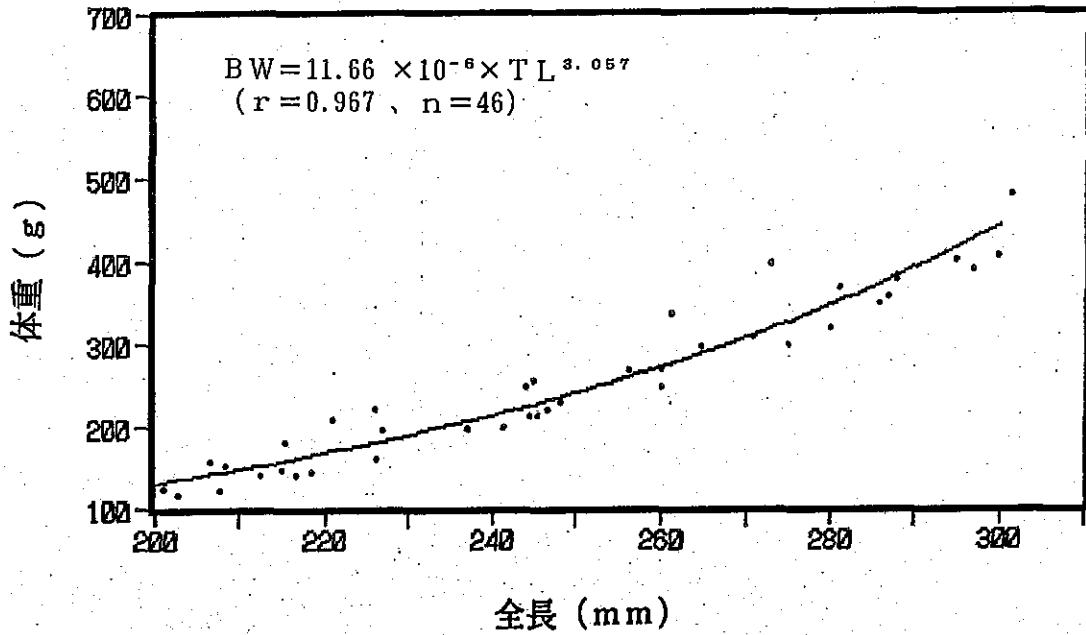


図 3 平成3年度生産クエの全長と体重の関係 (2)  
(全長範囲 : 200 ~ 300mm まで)

## II-5 養成アルテミアによるアオリイカ飼育試験

小磯雅彦

養成アルテミアを餌料とした本種の飼育試験は、昭和57年から実施されているが、まだ、飼育手法は確立されておらず、基礎試験の段階に留まっている。その中でも、平成2年の飼育において、飼育水にナンノクロロプシスを添加し、2~4mmの養成アルテミアを0.7個体/mlの密度になるように給餌した結果、ふ化後16日目で生残率は約40~80%と好結果が得られている。

本年度は、平成2年の再現試験とふ化イカの収容密度について試験を行ったのでその概要を報告する。

### 1. 材料及び方法

供試イカは、平成4年6月下旬の玉之浦湾内黒瀬崎地先の天然シバによる産卵調査で得られた卵巣を、海水温23~28°Cで25日間前後卵管理してふ化させたものを用いた。

試験区は、各0.5m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽にふ化イカ（平均外套長：6.6mm）の収容個体を100, 200, 300, 400個体と変えた4区を設けた。

餌料には、全長3~4mmの養成アルテミアを0.5個体/ml程度になるように毎日給餌した。

飼育水は、ナンノクロロプシスを200万セル/mlの濃度で維持するように適宜添加して、換水は5回転/日程度行った。

また、0.5m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽に試験区と同じふ化イカを100尾収容して、無給餌試験も並行して行った。

### 2. 結果及び考察

試験は平成4年7月25日から開始したが、斃死状況は各試験区共に収容翌日から大量斃死がみられ、試験開始3日目で全滅した。このため、収容密度の比較検討はできなかった。なお、無給餌試験も試験開始3日目で全滅した。

試験開始直後に全滅した原因には、全ての試験区が試験開始3日目で全滅したことや、無給餌試験も過去の結果（試験開始5日目で全滅）よりも短期間で全滅したことや、ふ化イカのサイズが平成2年（平均外套長：7.4mm）よりも小型であったことなどから、ふ化イカ自身にも問題があったと考えられる。一方、環境条件面では試験開始が7月下旬となり飼育水温が28°C前後と例年より高かったことも関与していると考えられる。

この試験開始直後に全滅する現象は、過去の試験でも数例みられ、本種の種苗生産技術開発の進行の妨げとなっている。今後この対策を早急に検討する必要がある。

### III. 飼料量產技術開発

### III-1 ナンノクロロプシスの生産

佐藤 純

飼料用微小藻類として各地の種苗量産機関で広く大量培養されている本種は当事業場では、飼育水への添加、動物性飼料生物の栄養強化にも利用され、毎年その需要が増す傾向にある。種苗生産の一部で重要な位置を占めるにもかかわらずその培養技術は万全とはい難い。当事業場でも、原因不明の”落ち現象”が起こるなど、種苗生産への供給が安定しない場合がある。本種の培養をより安定的にするためにさまざまな対策がなされているが、自然環境に影響されることがしばしばある。

本年度は昨年度と同様にシマアジの種苗生産時期が早まり、冬期の安定供給が必要となつたため、生産期前の保有量を最大 $520\text{m}^3$ （2000万セル換算）と増やし、生産を開始した。また、4月～5月にかけての水温上昇期には2000万セル以上に増殖した培養水を長期に培養しないように努め生産を行った。

#### 1. 方法

培養は $55\text{m}^3$ 円形キャンバス水槽を最大11面使用し、元種には日裁協能登島事業場産の濃縮ナンノクロロプシスを使用した。培養水には濾過海水を使用し、1水槽に角型エアーストン（ $5 \times 5 \times 17$ ）を6個使用し通気を行った。低水温期の保温や降雨による比重低下を防止するための上屋カバーは使用しなかった。

拡大は平成3年9月28日から行い、種苗生産への供給は12月2日から開始した。本年度は6月18日まで種苗生産への供給を行った。その後、種培養用に一部を培養水の状態で残した。

培養方法は、濾過海水とNX25ネットで濾過した元種となるナンノクロロプシスを用いて、スタート密度が1000万セル/ $\text{ml}$ 前後になるように調整して、その後、2000万セル/ $\text{ml}$ 以上の濃度になった時に、全量を抜き取るバッチ方式で行った。施肥は硫安、尿素、過リン酸石灰、クレワット32を用いて、それぞれの基準量を $100\text{g}/\text{m}^3$ 、 $15\text{g}/\text{m}^3$ 、 $10\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5\text{g}/\text{m}^3$ として行った。培養開始時には基準量の1/2量を施肥し、その4日後毎に基準量の1/2量を追肥した。原生動物の発生時には $1.0\text{ppm}$ の次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度 60%）を用いて防除した。

#### 2. 結果および考察

平成3年12月2日から平成4年6月18日までの199日間で種苗生産への供給を行い、その間、127回の収穫を行った結果、総生産量は2000万セル換算で $2090.2\text{m}^3$ であった。また、日平均生産量は $10.5\text{m}^3$ であった（表1、2）。

平成3年度からシマアジの種苗生産が前年度の12月から始まるようになり、生産期が長くなりつつある。本年度の総生産量は昨年度の総生産量と比較して、生産期間が短かったものの、2000万セル換算にして、約 $240\text{m}^3$ 減少した。これは、本年度の収穫時の細胞密度が平均2050万セル/ $\text{ml}$ と低く、また、1、2月のシマアジ種苗生産でVNNが発生し供給が減

ったことが影響したためである。

本年度の保有量は種苗生産開始前には冬期の安定供給を目的に、2000万セウ換算で最大520m<sup>3</sup>まで拡大した。種苗生産開始時には350m<sup>3</sup>で、その後2月、3月の平均保有量はそれぞれ、483.6m<sup>3</sup>と417.6m<sup>3</sup>で400m<sup>3</sup>を越え順調に推移した（図1）。4月から5月にかけて使用量の増加と”落ち減少”的に保有量は減少した。それぞれの月の保有量は平均342.4m<sup>3</sup>と283.3m<sup>3</sup>であった。4月下旬から5月始めにかけて保有量が100m<sup>3</sup>以上減少する”落ち現象”起こった。その後、5月から6月にかけても起こったが、保有量は約200m<sup>3</sup>を維持した。

日平均生産量は、シマアジの種苗生産が始まる12月には11.1m<sup>3</sup>であったが、VNNの発生した1月、2月はそれぞれ、3.6m<sup>3</sup>と6.2m<sup>3</sup>と例年になく少なかった。3月から5月にかけてブリ、ヒラマサの種苗生産が始まり、4月、5月の日平均生産量はそれぞれ18.6m<sup>3</sup>と14.7m<sup>3</sup>と増加した（図2）。利用割合についてはワムシ培養に39.2%、シマアジ、ブリ、ヒラマサの飼育水添加に33.9%、生物餌料栄養強化に26.9%であった（図3）。飼育水への添加および生物餌料の栄養強化に使われたナンノクロロプロピシスの割合は60.8%と過去最高で、ワムシ培養に使われた割合39.2%を大幅に上まわった。

生産期間中の原因不明の”落ち現象”が4月から6月にかけて多発した。”落ち現象”的兆候が現れ、培養不調になった事例が多数あり、そのうち、14回が培養不能の状態になった。4月から5月にかけては保有量が100m<sup>3</sup>以上減少することがあった。この時期は全体として水温は低かったものの、短期間で水温が上昇する場合があったため培養に影響したと考えられる。また、この時期保有量が400m<sup>3</sup>を越え、高濃度で培養していたことも影響したと考えられる。この原因不明の”落ち現象”が現れた水槽に次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度60%）を延べ50回添加し、その内36回では回復し培養を継続することができた。

原生動物の培養水への混入は少なかった。混入が確認できた水槽には次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度60%）を1.0ppmになるように添加した。添加後は原生動物が検鏡で確認されなくなり、ナンノクロロプロピシスの状態も良くなかった。また、藍藻の混入は全く起らなかった。

本年度の生産は冬期の安定培養が困難な時期に供給量が減り、また、春期から夏期にかけて”落ち現象”はあったものの天候やコンタミ生物などの大きな影響はなく、比較的安定した状態で行えた。しかし、平成元年度から総生産量が増加し、2000万セウ換算で2200m<sup>3</sup>前後の生産量であったことから、さらに安定的な培養方法を確立し生産量を増やす必要がある。

今後の課題としては”落ち現象”的の発生機構の解明と次亜塩素酸カルシウムによる防除方法の確率が必要であり、新設培養水槽での安定培養方法についての検討、濃縮機による濃縮方法と、保存方法について検討する必要がある。

表1 平成4年度ナンノクロロブシス生産概要

生産区分 (生産回次)	水槽 型	大きさ $m^3$	個数	培養方法	生産期間 (日数)	平均水温 (°C)	収穫 回数	スタート密度 (万セル/ml)	総生産量 (m³)	収穫密度 (万セル/ml)	備考
1	円形 タンク	55	11	バッチ	平3.12.2～ 平4.6.18 (199)	15.7	127	1100	2090.2	2050.7	4月下旬から5月始めの細胞急減現象に対して次亜塩素酸カルシウムを使用

総生産量は2000万セル/ml換算

表2 年度別ナンノクロロブシス生産概要

年 度	使用水槽 (個数)	生産期間 (日数)	総生産量 (m³)	日平均生産量 (m³)	スタート密度 (万セル/ml)	取り揚げ密度 (万セル/ml)	水 温 (°C)	肥料使用量 (m³ 分)
58	55m³タンク(9)	4.2～7.30 (128)	1505.2	16.8	1200 (200～2500)	1900 (1000～3000)	23.6 (11.5～33.7)	2795.0
59	55m³タンク(9)	4.2～7.11 (181)	1791.1	17.7	800 (300～1700)	1800 (600～3000)	23.6 (13.2～33.9)	1995.0
60	55m³タンク(9)	3.20～7.18 (120)	1577.5	13.1	1100 (600～1600)	3400 (1400～4900)	20.8 (10.9～36.0)	980.0
61	55m³タンク(9)	3.7～7.23 (139)	1957.1	14.1	1400 (1000～2200)	2700 (1400～3800)	19.8 (3.7～29.5)	1857.5
62	55m³タンク(10)	4.1～7.20 (111)	1817.4	16.4	1100 (600～1800)	2300 (1900～3000)	20.7 (10.7～29.8)	2022.5
63	55m³タンク(10)	3.31～7.4 (96)	1671.9	17.4	1200 (800～2300)	2700 (1900～4000)	19.8 (10.8～27.5)	2235.0
1	55m³タンク(11)	3.20～7.7 (109)	2210.3	20.3	1300 (700～2300)	2200 (1300～3300)	19.2 (11.0～26.8)	2744.0
2	55m³タンク(11)	2.13～7.8 (146)	2170.5	14.9	1070 (700～1600)	2030 (1400～3800)	15.5 (12.0～37.0)	2655.0
3	55m³タンク(11)	H2-12.3～7.30 (230)	2336.0	12.1	1100 (700～1500)	2050 (1500～2500)	14.2 (4.0～33.5)	3051.0
4	55m³タンク(11)	H3-12.2～6.18 (199)	2090.2	18.5	1100 (300～1800)	2050 (1200～2530)	15.7 (5.0～33.8)	2893.0

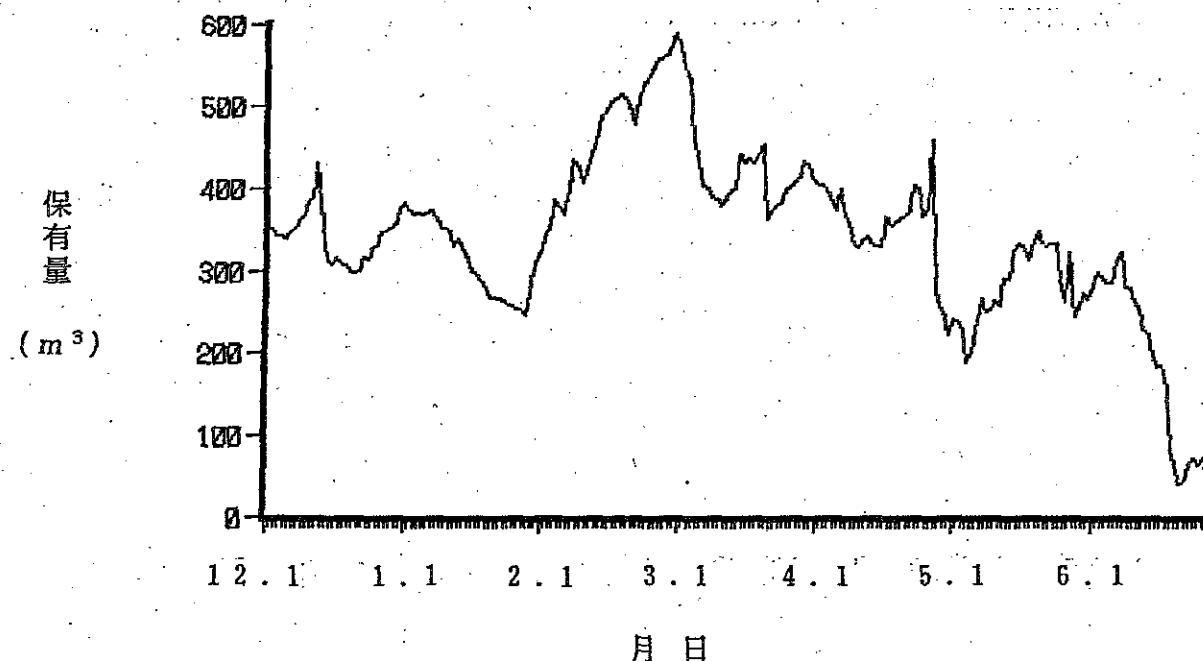


図 1 ナンノクロロブシスの保有量の推移

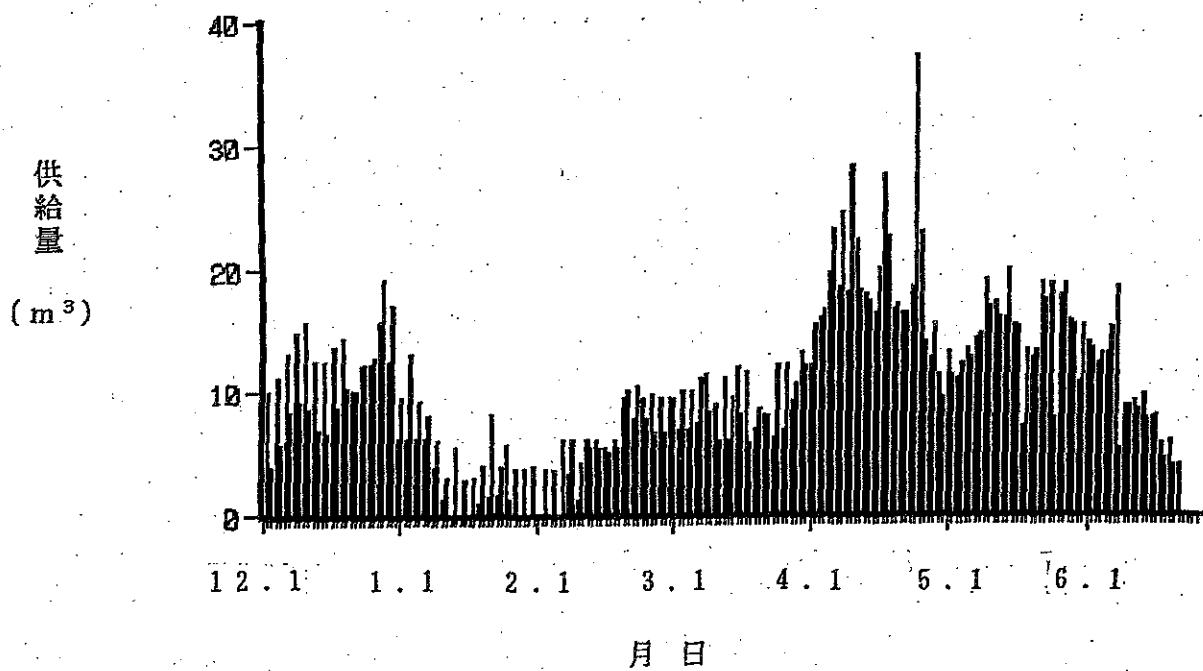


図 2 ナンノクロロブシスの供給量の推移

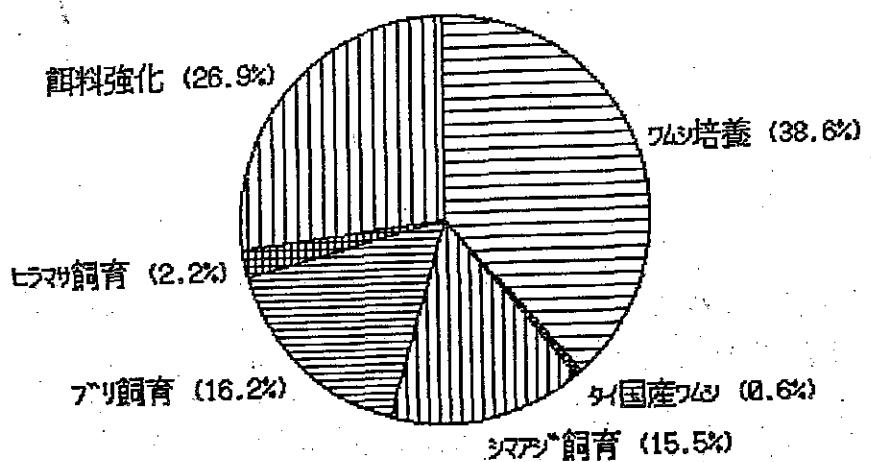


図 3 ナンノクロロブシスの利用状況

### III — 2 ワムシ生産

小金隆之

本年度は安定供給の一対策として市販の淡水産濃縮クロレラ（生クロレラーV12, クロレラ工業株, 以下生クロレラと呼称）による培養を従来のナンノクロロプシスによる培養と並行して試みた。

#### 1 材料と方法

元種 前年度生産に使用した, S型ワムシとL型ワムシが混合した元種から平成3年8月にL型ワムシを2個体選別して新たに元種とし, L型ワムシの単一培養を行った。

培養水槽 コンクリート製60m<sup>3</sup>角型水槽を最大同時に6面使用した。通気はエアーストーンを使用し1水槽当たり13ヶ所から強く行った。珪藻の発生防止のため、5月以降は水槽上面に寒冷紗を張り遮光した。脱糞処理は水槽脇に設けた400lの脱糞処理槽に培養水を毎時4~5m<sup>3</sup>循環させて行った。処理槽内には横100×縦120cmのエアーフィルター（AF-111A, 金井重要工業(株)）を10枚設置し、毎日取り上げて洗浄した。培養日数が7日を越える場合は1週間に1回底掃除を行い沈殿物の除去を行った。

培養方法 培養方式は全期間抜き取り方式による連続培養であった。増殖分を毎日収穫し、その後ナンノクロロプシス培養水、海水、淡水等を添加して水位を復元した。L型ワムシの培養水温は23℃、S型ワムシは25℃に設定した。

培養水には淡水を加え4/5海水とした。

給餌 ナンノクロロプシスはスタート時に3~10m<sup>3</sup>添加し（ナンノクロロプシスの密度100~500万セル/ml），以後2日に1回3m<sup>3</sup>（ナンノクロロプシスの密度約100万セル/ml）または1日に1回1.5m<sup>3</sup>を添加した。生クロレラはスタート時に1~2l添加（クロレラの密度約40~80万セル/ml）し、以後1日に1回1lを添加した。イーストの給餌量はワムシ1億個体当たり90~100gをめやすとし、定量ポンプで1日4回に分け給餌した。

#### 2 結果と考察

本年度の生産結果の概要を表1に示した。平成3年12月2日から4年6月18日までの200日間に合計8,790億個体のワムシを生産した。生産期間中の1日当たり平均生産量は44億個体/日、1日1m<sup>3</sup>当たり生産量は0.27億個体/m<sup>3</sup>/日、平均増殖率は20%であった。この内餌としてブリに621億個体、シマアジに791億個体、ヒラマサに704億個体、合計2,116億個体を供給した。生産量に対する利用率は24%であった。現在は安定供給のために過剰の生産を行っているため利用率が低く問題である。今後無駄を省くためにも安定培養の確立が必要である。

元種の拡大 平成3年8月に培養を開始し、10月26日の保有量は0.6億個体、12月2日には240億個体になった。元種拡大当初、イーストとナンノクロロプシスを餌料とした培養で増殖率が低迷したため、10月26日以降餌料を生クロレラに替えたところ増殖率が向上し、以後10月26日から12月2日までの元種拡大時の培養はすべて生クロレラとイーストで行った。

ナンノクロロプシスによる培養と生クロレラによる培養の比較 ナンノクロロプシスによる培養は生産期間を通じて30例行い合計6,780億個体のワムシを生産した。この内5月以降の8例はS型ワムシの割合が70~100%であった（表4）。生クロレラによる培養は平成

3年12月2日から4年4月12日までの133日間に23例行い合計2,010億個体のワムシを生産した（表3）。ナンノクロロプロシスによる培養の内L型ワムシ主体の培養（以下ナンノーL区と呼称）とS型ワムシ主体の培養（S型ワムシ割合が68%以上、以下ナンノーS区と呼称）及び生クロレラによる培養（以下生クロレラ区と呼称）の結果の平均値をそれぞれ表5に示した。尚、正常な培養例について比較を行うという観点から、計算には平均増殖率が15%以上の培養例の結果のみを使用した。

ナンノーL区の平均増殖率と単位生産量それぞれ19.9%と0.26億個体/ $m^3$ /日であったのに対し、生クロレラ区は22.8%と0.3億個体/ $m^3$ /日と何れも生クロレラ区が高かった。またナンノーL区の、ワムシ1個体当たりのナンノクロロプロシス給餌量は0.4万セル/日であったのに対し生クロレラ区の生クロレラ給餌量は0.2万セル/日と約1/2であり、ナンノクロロプロシスと生クロレラ1 $m^3$ （2000万セルに換算）当たりのワムシ生産量はそれぞれ9.7億個体と22.7億個体で生クロレラ区が約2倍多かった。一方、連続培養日数はナンノ区が平均19日間、生クロレラ区が6日間と後者が短かったがこれは、生クロレラを使用した場合に培養水中にフロックが多く出るため植え替え間隔を短くしたことによる。以上をまとめると生クロレラによる培養はナンノクロロプロシスによる培養と比較して小量の給餌量で増殖率が高くなるが、一方では培養水が汚れやすく長期連続培養には不向きであるといえる。

またナンノーL区とナンノーS区を比較すると後者は増殖率が前者の1.4倍、単位生産量が1.8倍と高かった。

**培養不調** 4月1日から22日頃までの約20日間培養が不調になり、保有量が223億個体から138億個体に減少した。この間の平均増殖率は8.4%であった。不調の原因は不明であったが、ナンノクロロプロシス区と生クロレラ区の両区ともほぼ同時期に不調に陥ったことから、餌料のナンノクロロプロシスと生クロレラ以外に原因があると考えられた。4月23日に上浦事業場よりL型ワムシ137億個体を搬入した。収容後増殖率が低迷し、一部S型ワムシが出現したことから、水温を上昇したところ、S型ワムシが優先し以後安定した培養を行うことができた。輸送には2.4 $m^3$ 水槽4面と10トン積みトラックを使用した。着時の密度は1,400個体/ml、水温は21.3°Cでワムシの状態は良好であった。輸送時間は約15時間であった。

L型ワムシの安定培養が今後の重要な課題として挙げられる。

### 3 今後の課題

抜き取り方式によるL型ワムシの安定培養。

表1 生産結果の概要

水槽			生産期間	平均水温	収穫回数	スタート密度	総生産量	収穫密度	S型の
型	大きさ	個数	(日数)	(℃)	(回)	(個体/ml)	(億個体)	(個体/ml)	生産割合 備考
角型	60m <sup>3</sup>	5	抜き取り	12.2 ~ 6.18	23.0	443	117	8790	170 32.4 カルロスの密度100~500万個/ml
コンクリート				(200)	(19.3 ~ 27.3)		(43~222)	( 24~320)	でスタート、以後2日に1度約100万個/mlになるように添加。1匹は1億個体当たり100gを目安に添加。4/5海水。

表2 全水槽における培養経過(10日毎の平均)

期間	水温 (℃)	水槽数 (槽)	総水量 (m <sup>3</sup> )	保有量 (億個)	収穫量 (億個)	単位生産量 (個体/day)	培養密度 (個/ml)	増殖率 (%)	卵率 (%)	イースト		市販ワムシ 給餌量 (2千万セル/ml)	S型ワムシ 給餌量 (1L)	ワムシ割合 (%)
										ナノクロロ	ナノクロロ			
										プシス	濃縮			
12.03-12.10	23.1	3.0	177	313	48	0.27	170	20	25	22	3.2	1.3	0	0
11-	20	23.0	3.0	177	325	62	0.35	184	24	28	23	2.8	1.0	0
21-	31	23.1	3.0	174	306	52	0.30	172	21	27	22	3.4	1.0	0
1.01- 1.10	23.3	2.3	136	241	49	0.36	186	20	27	16	1.9	1.0	0	0
11-	20	23.2	2.0	118	191	28	0.24	162	15	24	14	1.5	1.0	0
21-	31	23.3	2.0	118	163	30	0.25	138	19	27	12	1.8	1.0	0
2.01- 2.10	23.2	2.0	118	170	28	0.24	144	22	28	13	1.6	1.1	0	0
11-	20	23.2	2.0	118	168	27	0.23	142	18	27	12	1.6	1.0	0
21-	29	23.2	2.0	118	172	27	0.23	146	19	30	13	2.0	1.0	0
3.01- 3.10	23.2	2.0	118	188	35	0.30	160	23	27	13	1.5	1.0	0	0
11-	20	23.3	2.0	118	189	38	0.32	155	28	28	14	1.9	1.0	0
21-	31	23.2	2.0	177	234	37	0.21	132	19	27	18	2.9	1.0	0
4.01- 4.10	23.3	3.2	171	212	25	0.15	120	9	26	17	4.3	1.2	0	0
11-	21	23.3	3.2	182	114	6	0.03	64	8	33	14	9.7	0.2	0
	22	22.5	3.0	177	138	-132*		47	4	32	21	29.7	0	0
23-	30	21.3	5.0	294	361	8	0.03	123	8	32	39	9.6	0	0
5.01- 5.10	21.3	5.1	281	376	9	0.03	131	3	29	33	7.3	0	7	7
11-	20	23.7	5.2	298	598	129	0.43	209	27	33	43	7.6	0	72
21-	31	24.1	3.1	182	435	136	0.75	257	38	34	29	5.5	0	99
6.01- 6.10	24.7	2.0	118	293	76	0.65	248	33	33	19	5.0	0	100	100
11-	18	24.5	1.8	103	220	39	0.38	246	21	28	16	2.9	0	100

\*上浦事業場から139億個体搬入

表3 市販の淡水産濃縮クロレラを使用した培養の結果（培養例毎）

No	水槽名	培養期間	平均水温(°C)	平均水量(ml)	平均吸獲量/ml	吸獲率(%)	平均増殖率(%)	平均卵率(%)	平均卵数	収穫回数	総収穫量(g)	生産量(億個)	淡水産濃縮クロレラ		イースト		S型ワムシの割合			
													密度(個体/ml)	密度(個体/ml)	密度(個体/ml)	密度(個体/ml)	密度(個体/ml)	密度(個体/ml)		
1	B-1	12.02-12.04	23.2	59	139	185	137	27	13.5	0.23	17.0	24.0	1	3	0.019	9.0	14	83	2.0	0
2	B-7	12.04-12.17	22.9	59	141	186	149	240	18.5	0.31	21.1	28.0	11	15	0.013	16.5	103	90	2.3	0
3	B-3	12.17-12.29	23.2	59	125	175	140	247	20.6	0.35	25.0	30.0	12	12	0.012	20.5	92	93	2.7	0
4	B-7	12.29-1.07	23.2	59	132	181	145	173	19.2	0.33	22.4	31.1	8	9	0.012	19.2	61	79	2.8	0
5	B-3	1.07-1.16	23.1	59	126	180	139	171	19.0	0.32	23.0	28.2	7	9	0.012	18.9	61	82	2.8	0
6	B-7	1.16-1.19	23.1	59	132	143	140	8	2.7	0.05	0	19.0	2	3	0.012	2.8	20	81	0.4	0
7	B-3	1.19-1.21	23.2	59	102	95	93	3	1.5	0.03	2.5	17.5	2	2	0.018	1.4	11	100	0.2	0
8	B-1	1.21-1.25	23.3	59	74	197	103	72	18.0	0.31	28.3	25.8	1	4	0.016	18.1	22	90	3.3	0
9	B-3	1.25-1.29	23.2	59	102	138	105	53	13.3	0.23	15.8	30.2	3	4	0.016	13.2	25	102	2.1	0
10	B-5	1.29-2.04	23.3	59	100	139	107	81	13.5	0.23	21.3	26.8	4	6	0.016	13.4	36	96	2.2	0
11	B-3	2.04-2.10	23.1	59	113	159	121	96	16.0	0.27	21.7	32.5	4	7	0.016	13.7	39	91	2.5	0
12	B-1	2.10-2.15	23.2	59	118	159	122	73	14.6	0.25	19.8	30.6	3	5	0.014	14.6	31	85	2.4	0
13	B-5	2.15-2.20	23.2	59	103	139	110	62	12.4	0.21	19.4	26.2	3	5	0.015	12.4	28	87	2.2	0
14	B-1	2.20-2.24	23.2	59	100	147	113	50	12.5	0.21	20.0	28.8	2	4	0.015	12.4	24	88	2.1	0
15	B-7	2.24-2.28	23.4	58	100	175	117	66	16.5	0.28	23.0	38.8	2	4	0.015	16.6	23	84	2.9	0
16	B-5	2.28-3.06	23.4	59	120	173	131	153	21.9	0.37	27.7	29.9	5	7	0.013	21.8	48	89	3.2	0
17	B-1	3.06-3.10	23.2	59	121	171	131	77	19.3	0.33	24.8	24.0	3	4	0.013	19.3	27	87	2.9	0
18	B-7	3.10-3.16	23.1	59	120	171	125	118	19.7	0.33	26.5	27.5	4	6	0.014	19.9	42	95	2.8	0
19	B-1	3.16-3.23	23.3	59	120	189	135	143	20.4	0.35	25.9	30.3	4	7	0.013	20.6	51	92	2.8	0
20	B-7	3.23-3.30	23.1	59	122	155	126	106	15.1	0.26	21.7	23.0	5	7	0.013	15.1	46	88	2.3	0
21	B-5	3.30-4.02	23.4	59	70	34	55	-21	-7.0	-0.12	-20.0	26.0	1	3	0.031	-7.1	12	123	-1.8	0
22	B-7	4.02-4.06	23.1	37	106	146	111	18	4.5	0.12	14.3	26.5	1	4	0.025	4.4	14	83	1.3	0
23	B-5	4.06-4.12	23.4	48	76	41	46	-6	-1.2	-0.03	-2.5	23.3	2	8	0.067	3.9	12	97	2.7	0
合計		131			2010						90	138				840				
平均													4	6	0.018	14.6	37	91	2.4	0
最小																-7.1	11	79	-1.8	0
最大																21.8	103	123	3.3	0

表4 ナンノクロロプロシスを使用した培養の結果(培養例毎)

No	水槽名	培養期間	平均水温(℃)	平均水量(m <sup>3</sup> )	収穫密度(mL/m <sup>3</sup> )	収穫後密度(mL/m <sup>3</sup> )	総収穫量(mL)	日平均生産量(mL)	単位個体数(億個)	平均卵率(%)	増殖率(%)	平均回数(回)	収穫回数(回)	卵量(億個)	1kg当り卵量(g)	1kg当り餌量(g)	1kg当り餌料費(円)	1kg当り生産量(円)	1kg当り餌料費の割合(%)	S型	
																				(月) (日)	(月) (日)
1	B-3	12.02-12.06	4	22.9	59	142	174	149	60	0.25	21.6	26.0	4	6	18	9.2	3.0	94	2.0	0	
2	B-5	12.02-1.03	32	23.1	58	108	176	144	604	18.9	0.33	21.1	25.6	31	52	19	11.6	232	83	2.6	
3	B-1	12.06-12.18	12	23.2	59	148	182	151	218	18.2	0.31	20.4	27.4	12	18	17	11.9	92	85	2.4	
4	B-1	12.27-1.14	18	23.3	59	148	176	141	289	16.1	0.27	19.4	24.0	17	26	16	11.2	132	84	2.2	
5	B-5	12.18-12.27	9	23.0	59	133	197	146	175	19.4	0.33	22.6	25.6	6	17	22	10.2	63	81	2.8	
6	B-5	1.14-1.23	9	23.4	59	128	181	148	121	13.4	0.23	14.4	25.3	7	15	19	7.9	65	63	1.8	
7	B-7	1.23-2.19	27	23.2	59	137	152	121	366	13.6	0.23	19.4	27.1	19	45	24	8.0	166	87	2.2	
8	B-3	2.19-3.11	21	23.1	59	122	162	128	290	13.8	0.23	18.6	27.0	13	36	23	8.0	136	86	2.1	
9	B-5	3.11-3.26	15	23.4	59	120	156	127	271	18.1	0.31	24.7	28.2	14	24	21	11.3	100	89	2.7	
10	B-3	3.20-4.11	22	23.3	59	43	139	114	223	10.1	0.17	16.1	26.4	17	32	22	6.9	134	90	1.6	
11	B-1	3.26-4.08	13	23.3	59	66	145	117	153	11.8	0.20	18.2	26.1	9	18	20	8.6	82	92	1.9	
12	B-1	4.08-4.16	8	23.4	51	58	48	51	13	1.6	0.03	8.0	29.5	6	23	119	0.5	22	111	0.6	
13	B-7	4.08-4.12	4	22.9	59	98	56	68	-24	-6.0	-0.10	-11.5	31.8	2	13	83	-1.8	15	91	-1.7	
14	B-8	4.11-4.23	12	23.2	58	74	67	63	26	2.2	0.04	6.3	34.5	10	39	88	0.7	59	131	0.4	
15	B-6	4.12-5.03	21	22.7	59	56	112	103	104	5.0	0.08	9.8	33.5	17	53	42	2.0	162	128	0.6	
16	B-5	4.16-4.29	13	22.0	59	57	69	70	37	2.8	0.05	10.2	40.8	8	35	66	1.0	73	135	0.5	
17	B-3	4.22-6.03	42	23.3	59	107	214	158	1142	27.2	0.46	27.8	31.3	38	76	19	15.1	368	93	3.1	
18	B-1	4.22-5.01	9	20.3	59	105	128	125	-24	-2.7	-0.05	-2.7	26.3	5	28	42	-0.9	52	78	-0.5	
19	B-7	4.23-5.01	8	21.9	59	88	122	117	25	3.1	0.05	4.5	31.4	8	15	28	1.7	69	126	0.4	
20	B-8	4.29-5.20	21	21.6	59	99	168	143	204	9.7	0.16	10.7	28.8	17	31	17	6.7	173	96	1.2	
21	B-5	5.01-6.02	32	23.6	56	129	222	166	854	26.7	0.48	27.1	31.8	29	53	14	16.2	278	72	3.1	
22	B-1	5.01-5.05	4	20.6	58	135	93	108	-22	-5.5	-0.09	-7.5	37.7	1	5	21	-4.2	19	78	-1.1	
23	B-7	5.03-5.11	8	21.1	56	153	69	110	-35	-4.4	-0.08	-1.3	22.3	4	12	26	-3.0	36	76	-1.0	
24	B-6	5.04-5.13	8	20.0	47	131	80	99	-7	-0.9	-0.02	-1.3	29.0	2	12	34	-0.6	27	74	-0.3	
25	B-1	5.09-5.20	11	24.9	56	103	209	155	274	24.9	0.44	28.2	31.5	11	15	16	17.6	89	92	3.1	
26	B-1	5.12-5.27	15	23.8	57	156	218	163	438	29.2	0.51	31.1	36.0	13	29	21	15.3	124	89	3.5	
27	B-7	5.20-5.25	5	20.8	59	157	204	160	129	25.8	0.44	27.4	49.6	5	9	19	14.1	45	95	2.9	
28	B-1	6.02-6.08	6	24.9	59	180	250	183	240	40.0	0.68	32.0	34.7	6	17	26	14.3	60	93	4.0	
29	B-5	6.03-6.16	13	24.5	59	222	236	184	400	30.8	0.52	28.1	31.7	13	34	22	8.6	132	87	2.2	
30	B-3	6.08-6.18	10	24.7	59	181	222	175	236	23.6	0.40	22.8	27.8	9	15	13	9.3	99	87	1.4	
合計			432				6780			353		895					3128				
平均			14	23.0	58	119	154	129	226	13.4	0.24	15.5	30.3	12	27	31	8.4	104	93	2.2	
最小			4	19.3	47	43	48	51	-35	-5.5	-0.09	-11.5	22.3	1	5	13	-4.2	15	72	-1.7	
最大			42	27.3	59	222	250	184	1142	30.8	0.68	32.0	49.6	38	76	119	17.6	368	135	4.0	

表5 ナンノクロロプシスを使用した培養と市販の淡水産濃縮クロレラを使用した培養の比較

	ナンノクロロプシス		淡水産 濃縮クロレラ
	L型ワムシ	S型ワムシ	L型ワムシ
増殖率 (%)	19.9	27.9	22.8
単位生産量 (億個体/ $m^3$ /日)	0.26	0.48	0.3
ナンノクロロプシス			
ワムシ1億個体当り給餌量 (2000万セル $m^3$ /日)	0.0206	0.0179	
ワムシ1個体当り給餌量 (万セル/日)	0.41	0.36	
1 $m^3$ (2000万セル)当りワムシ生産量 (億個体)	9.7	15.0	
淡水産濃縮クロレラ			
ワムシ1億個体当り給餌量 (1/日)			0.0137
ワムシ1個体当り給餌量 (万セル/日)			0.21
濃縮クロレラ11当りワムシ生産量 (億個体)			17.0
1 $m^3$ (2000万セル)当りワムシ生産量 (億個体)			22.7
イースト			
ワムシ1億個体当り給餌量 (g/日)	84.5	86.5	88.9
イースト1Kg当りワムシ生産量 (億個体)	2.3	3.1	2.6

表6 市販の淡水産濃縮クロレラを使用した培養の結果（経過日数毎）

表7-1 ナンノクロロブシスを使用した培養の結果（経過日数毎）

表7-2 ナンノクロロブシスを使用した培養の結果（経過日数毎）

表7-3 ナンノクロロプロピシスを使用した培養の結果（経過日数毎）

月	日	水温	水量	保有量 (収穫前)	保有量 (収穫後)	獲量 (kg)	密度 (個/㎥)	密度 (個/㎥)	繁殖率 (%)	卵率 (%)	卵量 (kg)	給頭	S型
													セラ
4	22	22.4	0	74	-74	0	111	125	18	6	0.3	10	0
4	23	20.3	59	68	66	0	111	111	20	6	0.7	10	0
4	24	20.3	59	52	52	0	88	88	48	6	0.8	10	0
4	25	19.4	59	66	66	0	122	127	48	6	0.8	10	0
4	26	19.3	59	78	78	0	132	132	48	6	0.7	10	0
4	27	20.0	59	84	81	0	142	142	48	6	0.7	10	0
4	28	20.0	59	89	84	0	150	141	48	6	0.7	10	0
4	29	20.6	59	87	87	0	147	93	48	6	0.7	10	0
4	30	20.4	58	81	76	0	133	74	48	6	0.7	10	0
5	1	20.1	58	76	76	0	82	54	21	2	0.8	2	0
5	2	21.1	0	28	27	0	81	20	3	2	0.8	2	0
5	3	21.1	95	34	51	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	4	21.1	33	40	61	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	5	21.1	33	45	65	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	6	21.1	33	55	88	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	7	21.1	66	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	8	21.1	67	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	9	21.4	67	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	10	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	11	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	12	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	13	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	14	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	15	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	16	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	17	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	18	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	19	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	20	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	21	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	22	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	23	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	24	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	25	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	26	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	27	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	28	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	29	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	30	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	31	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
5	32	21.4	77	86	86	0	42	46	56	5	0.8	2	0
6	1	20.0	0	106	106	0	60	0	0	0	0	0	0
6	2	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	3	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	4	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	5	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	6	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	7	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	8	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	9	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	10	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	11	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	12	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	13	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	14	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	15	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	16	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	17	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	18	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	19	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	20	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	21	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	22	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	23	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	24	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	25	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	26	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	27	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	28	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	29	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	30	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	31	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	32	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	33	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	34	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	35	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	36	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	37	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	38	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	39	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	40	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	41	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	42	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	43	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	44	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	45	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	46	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	47	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	48	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	49	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	50	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	51	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	52	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	53	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	54	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	55	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	56	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	57	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	58	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	59	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	60	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	61	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	62	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	63	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	64	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	65	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	66	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	67	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	68	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	69	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	70	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	71	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	72	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	73	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	0
6	74	20.4	25	138	108	0	23	18	40	0	0	0	

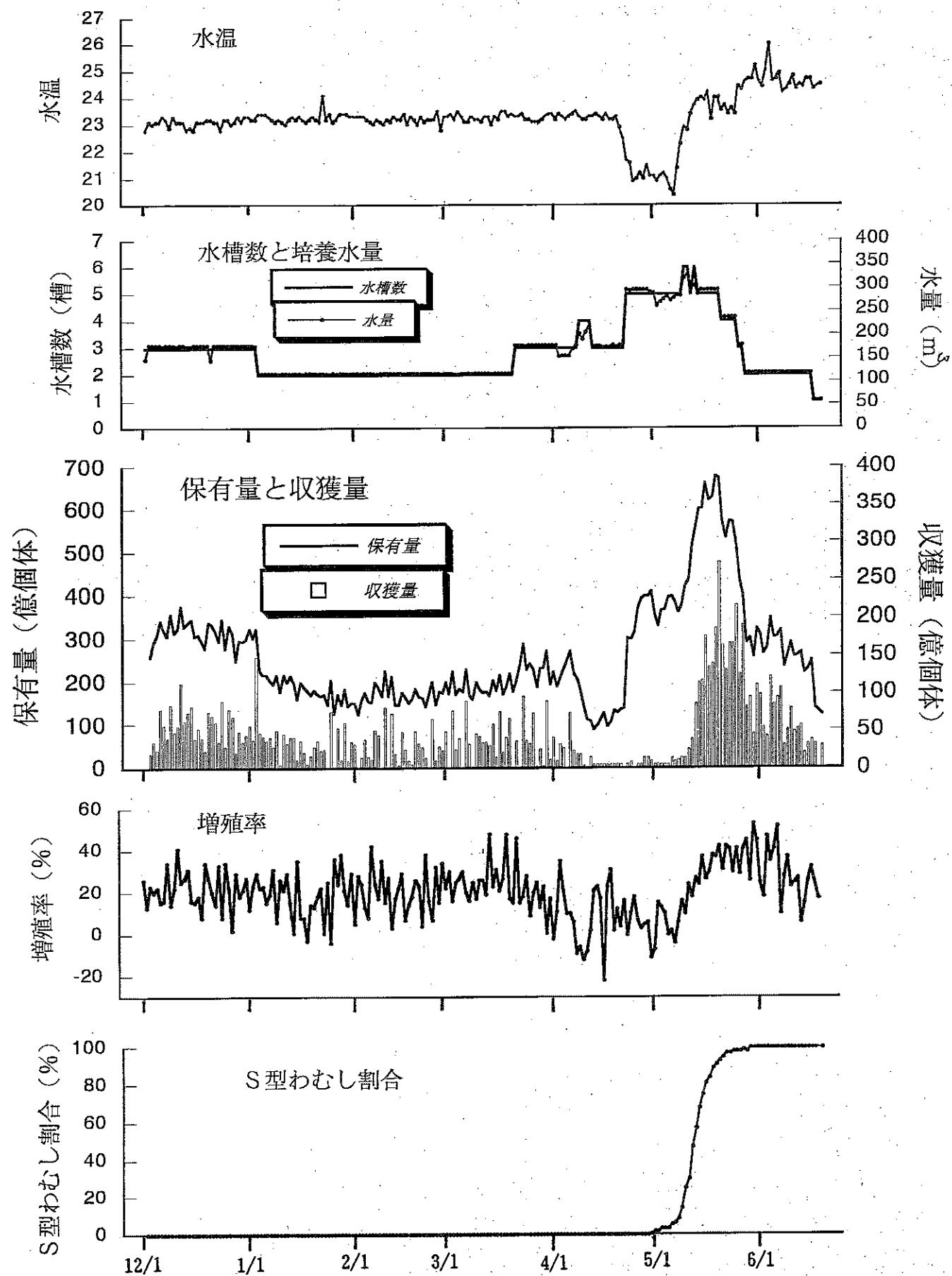


図1 全培養水槽におけるワムシの培養経過

### III - 3 タイ国産ワムシの培養

小金隆之

クエの初期餌料として昨年に続き小型のタイ国産ワムシの培養を行った。

#### 1 材料と方法

元種の拡大 平成4年4月17日に785万個体と22日に1,137万個体、合計1,922万個体のタイ国産ワムシの元種を日裁協玉野事業場から搬入した。ナンノクロロプロピス培養水に200個体/mlになるようワムシを収容し、宅急便で輸送した。培養水15Lをナイロン袋に酸素封入したもの2個を発砲スチロールの箱に入れて輸送した。搬入したワムシは培養水ごと全部培養水槽に収容し、1日に1回培養水と同量～半量のナンノクロロプロピス培養水を添加しながら拡大培養した。培養水温は収容時25℃に設定し、以後3日間で約30℃まで昇温した。

培養水槽 培養には塩化ビニール製350L逆円錐型水槽3面を使用した。通気はエアーストーンを使用し1ヶ所から強く行った。培養水温は30℃とした。各水槽には縦100×横50cmのエアーフィルター（AF-111A、金井重要工業（株））1枚を垂下し、1日に1回洗浄して脱糞処理を行った。

培養方法 培養方式は、連続培養日数が1週間前後の短期抜き取り方式とした。2～3日に1回約1/2水量を収獲し、ナンノクロロプロピス培養水を添加して水位を復元した。

給餌 元種の拡大時の餌はナンノクロロプロピスのみであったが、拡大完了後はナンノクロロプロピスとイーストを併用した。スタート時にはワムシをナンノクロロプロピス培養水中に植え替えるかまたはナンノクロロプロピス培養水中に同量をワムシ培養水ごと収容した。スタート時のナンノクロロプロピス密度は1000～2000万セル/ml、で以後1～2日置きの収獲時に約1000万セル/mlを添加した。イーストは2日目以降ワムシ1億個体当たり50～100gを目安に添加した。

#### 2 結果と考察

元種の輸送結果 1回目輸送の着時の密度は393～411個体/ml、2回目は421個体/mlで両方とも輸送中に密度が約2倍に増加した。1回目の輸送は餌不足による斃死があり、着時生残率は65%であったが、2回目は殆ど斃死がみられなかった。着時の水温は1回目が17.2℃、2回目が21.3℃であった。双方とも生きたワムシの状態は良好で搬入した日の翌々日から大きな増加がみられた。

生産結果 生産結果の概要を表1に示した。平成4年4月7日から6月7日までの52日間に合計34.2億個体のワムシを生産した。本年度は餌料としての供給は行わなかった。生産期間中のワムシの平均保有量は3.0億個体であり、日平均生産量は0.66億個体/日、1日1m<sup>3</sup>当たり生産量は0.71億個体/m<sup>3</sup>/日、平均増殖率は33.4%であった。平均スタート密度は246個体/ml、平均培養密度は324個体/ml、平均収獲密度は389個体/mlであった。

生産期間中に給餌したナンノクロロプロピスの総量は11.7m<sup>3</sup>（2000万セル換算）、イーストは7.34kgであり、ワムシ1億個体当たりのナンノクロロプロピスの日間給餌量は95L、イーストは59gであった。ナンノクロロプロピス1m<sup>3</sup>当たりワムシ生産量は2.9億個体、イースト1kg当たり生産量は4.7億個体であった。培養例毎の生産結果を表3に示した。平均連続培養日数は6.5日で最長14日間であった。生産期間を通じておおむね培養状態は良好であった。しかし増殖率の変動範囲が-62～283%と広く、21培養例中6例で一時的な落ち現象が発生した。培養水温が高いため、給餌量の不足による落ち現象、または残餌による培養環境の変化が発生しやすいためと考えられる。

今後急激な落ち現象の防止が課題として挙げられる。

表1 生産結果の概要

水槽 型	大きさ (m <sup>3</sup> )	培養方式	生産期間	平均水温	収穫回数	スタート密度	総生産量	収穫密度	備考
			(日数)	(°C)	(回)	(個体/m <sup>3</sup> )	(億個体)	(個体/m <sup>3</sup> )	
円錐型	350.2	3 抜き取り	4.7~6.7	29.2	59	246	34.2	389	カルボン酸 密度1000~2000万個/m <sup>3</sup> でスタート。
塩ビ			(52)	(24.6~30.9)		(157~433)		(65~1070)	1~2日置きに収穫水量分カルボン酸を添加。 1升は1億個当たり50gを目安に添加。

表2 10日毎の生産結果の概要

期間	水温 (°C)	水槽 (槽)	総 数	保有 水量 (m <sup>3</sup> )	収獲 量 (個体)	単位 (個体/m <sup>3</sup> )	培養 率 (%)	増殖 率 (%)	卵率 (%)	イースト 総給 量 (m <sup>3</sup> )	ナノクロロブシス 総給 量 (m <sup>3</sup> )	イースト 餌料 体当たり日 間給餌量 (2千万セル/m <sup>3</sup> )	
												(%)	(g)
4.18-4.30	28.3	2.2	0.66	3.0	0.50	0.75	359	62	27	125	51	0.19	0.069
5.01-5.10	28.9	2.8	0.98	3.3	0.63	0.64	340	32	22	136	52	0.21	0.071
5.11-5.20	29.8	3.0	1.04	3.2	0.60	0.58	307	31	21	146	57	0.23	0.088
5.21-5.31	29.6	3.0	1.04	2.8	0.44	0.42	268	23	29	133	57	0.32	0.141
6.01-6.06	30.0	3.0	1.14	3.3	0.93	0.82	286	40	37	238	102	0.28	0.120
合計							34.2			7340		11.7	
平均	29.2	2.7	0.93	3.0	0.66	0.71	246	33.4	25.9		59		0.095
最小	24.6							-62	0				
最大	30.9							283	83				

表3 培養例毎の生産結果の概要

No.	水槽名	培養期間	水温		吸水量		吸獲量		收獲量		平均単位生産量		平均増殖率		平均卵率		回数		ノクロシス		1-スト		1kg当たり生産量	
			日数	(℃)	(ml)	/ml)	(個体)	(個体)	(m^3)	/m^3	(kg)	/kg	(%)	(%)	(%)	(%)	(回)	(個体)	(kg)	(g)	(億個体)	(億ト)		
1	V-6	4.17-4.27	10	28.7	298	157	415	274	4.59	0.46	1.54	71.7	26.3	3	0.64	62	7.6	0.64	38	8.5	8.5			
2	V-4	4.22-5.02	10	26.5	286	190	273	206	2.04	0.20	0.71	46.1	25.1	3	0.54	76	4.5	0.54	47	5.5	5.5			
3	V-5	4.23-5.01	8	29.3	342	433	510	447	1.81	0.23	0.67	11.1	12.3	4	0.80	58	4.4	0.80	41	5.5	5.5			
4	V-6	4.27-5.07	10	30.1	350	300	392	322	2.44	0.24	0.70	25.7	20.3	4	0.85	65	4.8	0.85	40	6.4	6.4			
5	V-5	5.02-5.08	6	26.1	350	196	284	230	1.15	0.19	0.55	24.3	29.8	2	0.35	61	6.2	0.35	59	5.2	5.2			
6	V-4	5.02-5.05	3	29.9	350	250	428	360	0.71	0.24	0.67	23.7	26.3	1	0.18	38	11.1	0.18	45	7.9	7.9			
7	V-4	5.05-5.19	14	30.1	350	249	317	251	3.26	0.23	0.67	34.0	18.5	6	1.05	80	4.2	1.05	40	6.6	6.6			
8	V-6	5.07-5.19	12	29.9	350	199	293	232	2.55	0.21	0.61	27.5	21.7	5	1.05	102	3.3	1.05	42	6.2	6.2			
9	V-5	5.09-5.14	5	29.2	350	217	276	236	0.71	0.14	0.40	21.6	21.0	2	0.35	77	4.6	0.35	50	6.1	6.1			
10	V-5	5.14-5.23	9	29.6	350	218	309	243	2.07	0.23	0.66	34.9	20.8	4	0.85	113	3.3	0.85	47	6.2	6.2			
11	V-4	5.19-5.23	4	30.3	350	178	361	257	1.46	0.37	1.05	46.8	15.3	2	0.33	98	5.9	0.33	49	8.3	8.3			
12	V-6	5.19-5.23	4	29.8	290	291	451	345	1.22	0.31	1.05	39.8	15.8	2	0.43	119	4.1	0.43	45	8.2	8.2			
13	V-6	5.23-5.27	4	29.4	358	424	259	276	-0.18	-0.04	-0.13	0.3	23.9	2	0.45	106	1.2	0.45	16	10.0	10.0			
14	V-4	5.23-5.27	4	29.9	358	223	182	173	0.19	0.05	0.13	23.5	31.5	2	0.48	214	1.9	0.48	27	13.8	13.8			
15	V-5	5.23-5.27	4	28.7	358	222	164	172	-0.08	-0.02	-0.05	2.5	49.3	2	0.45	201	1.5	0.45	30	10.0	10.0			
16	V-4	5.27-5.30	3	29.8	327	293	188	200	0.10	0.03	0.10	25.0	28.3	1	0.35	175	2.6	0.35	42	10.4	10.4			
17	V-5	5.27-6.05	9	29.8	362	284	276	206	2.26	0.25	0.69	36.6	34.3	4	0.65	114	4.0	0.65	67	4.7	4.7			
18	V-6	5.27-6.01	5	29.9	348	281	308	224	1.58	0.32	0.91	48.4	35.4	2	0.29	93	7.4	0.29	56	7.4	7.4			
19	V-4	5.30-6.07	8	30.2	380	239	315	221	2.86	0.36	0.94	42.3	33.3	4	0.76	114	4.9	0.76	64	6.2	6.2			
20	V-6	6.01-6.07	6	30.1	380	175	306	198	2.46	0.41	1.08	54.5	35.1	3	0.57	124	5.6	0.57	75	6.0	6.0			
21	V-5	6.05-6.07	2	29.9	380	223	362	316	0.99	0.50	1.31	55.0	35.3	1	0.19	88	11.9	0.19	36	18.4	18.4			
合計																34.19						11.6		
平均																	6.5	346	245.				0.71	
最大																	2	286	157					
最小																	14	380	433					

表 4 培養例別経過日数別培養結果

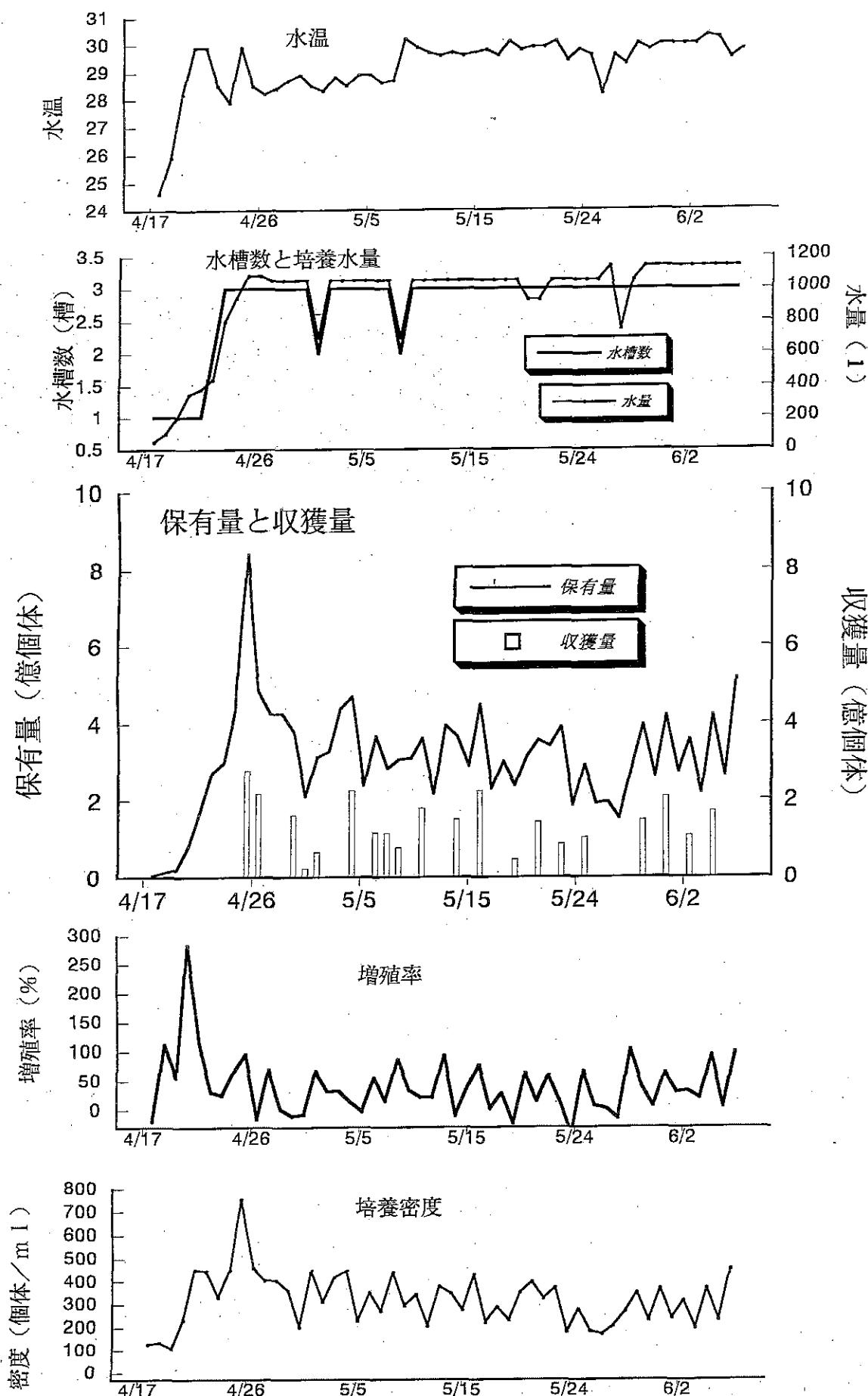


図1 全水槽におけるワムシの培養経過

### III-4 アルテミアノーブリウス、養成アルテミアの生産

佐藤 純

アルテミアノーブリウスは当事業場ではシマアジ、ブリ、ヒラマサ、クエの種苗生産にワムシ以降の生物餌料として使用している。養成したアルテミアはブリ、ヒラマサの飼育に使用している。

最近では、養成アルテミアは配合餌料に置き変わりつつあり生産量は減少傾向にあるが、配合餌料で飼育が難しい段階での餌料として、一部の魚種では必要である。また、アルテミアノーブリウスはワムシから配合餌量への切り替え時期にしばらく与えるため、種苗生産においては重要な餌量である。

本年度もアルテミアノーブリウスは、例年どおりに生産を行い、養成アルテミアは平成3年度と同様に生産を行ったので、その生産結果の概要を報告する。

#### 1. アルテミアノーブリウス

##### 1) 材料と方法

北米産の耐久卵（新東亜交易（株）、新日本餌料（株））を136.2Kg使用して生産を行った。ふ化水槽には1m<sup>3</sup>水槽（逆円錐形）と2.5m<sup>3</sup>水槽（F R P 角型）を用いた。ふ化方法は27~28℃に加温した濾過海水に耐久卵を1000g/m<sup>3</sup>以下で収容し、約30時間後に卵殻と幼生の分離を行った。

分離したアルテミア幼生は乳化オイル（30ml/m<sup>3</sup>）で12~24時間で栄養強化を行った。

##### 2) 生産結果と考察

生産は平成3年12月27日から平成4年6月20日までの117日間行った。本年度の総生産量は大幅に生産量が減った昨年度よりさらに約80億個体少なくなり、275.3億個体となった。ふ化率は69.5%(27.7~99.2%)であった。銘柄別の生産状況は、新東亜交易（株）では、ふ化率75.2%で269.94億個体、新日本餌料（株）ではふ化率63.7%で5.38億個体であった。新日本餌料（株）のふ化率が劣ったのは使用した耐久卵が1年以上前に購入したものであったことが影響したと考えられた。

生産したアルテミアノーブリウスはシマアジ、ブリ、ヒラマサの種苗生産と養成アルテミアの生産に使用した。それぞれの使用割合はシマアジ15.6%、ブリ65.3%、ヒラマサ17.1%、養成アルテミア2.0%であった。（図.2）クエの種苗生産は不調であったため使用はなかった。

使用割合は例年のようにブリが最も多くなった。養成アルテミアへの使用は2.0%と大幅に減少した。これは種苗生産での配合飼料化が進んだため、また、今まで最も多く使用していたブリでの種苗生産でほとんど使用がなかったためである。

#### 2. 養成アルテミア

##### 1) 材料と方法

生産は5月11日から合計5回、51日間でアルテミア幼生22.19億個体を用いて生産を行った。

養成水槽は90m<sup>3</sup>角型水槽（実用量：50m<sup>3</sup>）2面と2.5m<sup>3</sup>F R P角型水槽（実用量2.5m<sup>3</sup>）1面を使用した。

耐久卵にはバイオマリン（新東亜交易（株）：北米産）とP R O 8 0（新日本餌料（株）：北米産）を用いて、卵殻と幼生の分離を行い、幼生水槽に収容した。収容密度は8～11個体／畳で行った。

養成水温は21～24℃になるよう一時期加温して行った。

水作りに関しては昨年とほぼ同じ方法で行った。収容1日前に養成水槽に濾過海水を入れ、通気と加温を行い、そして発酵鶏ふん（160g/m<sup>3</sup>）をミキサーで溶いてそれを1m<sup>3</sup>（1m<sup>3</sup>パンラバ）の濾過海水と混ぜ合わせ、強い湧氣で攪拌（約半日）し、その上澄みを投入した。翌日にアルテミア幼生を収容し、アルテミア飼料N0.4（ニッチク薬品工業）を60g/m<sup>3</sup>/日程度投与した。

収穫は収容後約5日で約1.2mmに達したところで開始し、培養水ごと抜き取る方法で行った。

栄養強化方法は2.5m<sup>3</sup>F R P水槽にサンクロロフ<sup>®</sup>シス（2000万セル/畳）を添加し、そこに養成アルテミアを収容し3～5時間後給餌した。

## 2) 生産結果と考察

本年度の養成アルテミアの生産は平成4年5月11日から7月29日の間で合計5回行い、22.11億個体のアルテミア幼生を用いて、13.8億個体の養成アルテミアを生産した。収穫時の平均生残率は61.1%となり、高い生残率は得られなかった（表1）。これは培養後半の餌不足、7月の生産では高水温での培養となったことが影響したと考えられる。

生産した養成アルテミアはブリ、ヒラマサの種苗生産に使用し、一部は凍結して使用した。養成アルテミアの使用割合は魚種別にブリ65.0%、ヒラマサ20.8%、凍結14.2%、となつた（図. 4）。本年度はクエの種苗生産での使用はなかった。

養成アルテミアの生産量は平成2年をピークに減少している（表2）。これは、本年度の利用状況からわかるように、ブリの配合飼料試験の生物餌料区と、ヒラマサの飼育に一部利用されただけで、ほぼ、餌料系列の中では配合餌料に置き変わっているためである。しかし、生物餌料を主体とするクエの種苗生産を順調に行うためには、今後も養成アルテミアは生物餌料として与える必要がある、今後栄養面も含め安定培養方法の検討が必要であると思われる。

表1 養成アルテミアの生産結果の概要

生産区分 生産回次	水槽		養成期間 (日数)	平均水温 (°C)	飼料種類	養成回数	収容量の 累積値		収容密度 (個体/m³)	総収穫量 (億個体)	収穫密度 (個体/m³)	収穫サイズ (mm)	備考
	型	大きさ					個数	(億個体)					
1	角型	90m³	2. 5.11~6.23 (43)	24.7	アラビン飼料	4	22.01	6.5~15.0	13.71	8.4	1.17~3.05	収容1日前に 鶴ふんを160g /m³添加	
2	FRP角型	2.5m³	1. 7.21~7.29 (8)	29.3	アラビン飼料	1	0.18	15	0.13	11.0	1.01~1.43		
計												13.84	

表2 年度別養成アルテミア生産概要

年 度	使用水槽	回次	養成期間 (日数)	収容密度 (個体/m³)	収容総数 (億個体)	収穫総数 (億個体)	生残率 (%)	取り揚げ全長 (mm)	水温 (°C)
58	90m³コンクリート(1)	9	5. 5~7.30 (55)	11.5 (7.3~12.2)	67.52	29.70	44.0 (13.0~95.0)	1.54 (0.80~3.30)	24.6 (19.7~33.2)
	60m³コンクリート(1)								
	55m³オバンバス(1)								
59	90m³コンクリート(1)	10	5.22~7.22 (45)	6.8 (4.6~9.3)	38.81	26.27	71.4 (26.4~100.0)	2.09 (1.10~3.50)	20.0~30.6
	60m³コンクリート(1)								
	55m³オバンバス(1)								
60	60m³エクリート(2)	11	5.21~7.18 (59)	8.4 (6.1~11.2)	42.44	19.89	46.9 (0.8~91.4)	1.58 (0.62~7.80)	21.2~27.8
	55m³オバンバス(1)								
61	90m³エクリート(2)	26	3.18~7.23 (133)	4.9 (2.9~8.8)	80.14	38.29	47.8 (9.4~96.6)	1.31 (0.72~3.44)	22.0 (17.0~28.7)
	60m³エクリート(2)								
	55m³オバンバス(1)								
62	90m³エクリート(2)	25	2.27~7.17 (141)	4.4 (2.2~7.3)	77.92	55.97	71.8 (18.3~95.0)	1.92 (1.14~4.82)	22.8 (19.0~27.0)
	60m³エクリート(2)								
63	90m³コンクリート(2)	20	4. 1~7. 2 (93)	4.9 (4.1~6.9)	72.70	56.70	78.0 (39.2~94.4)	1.96 (1.11~3.26)	22.6 (18.2~26.0)
	60m³エクリート(1)								
1	90m³コンクリート(2)	34	3.18~7. 6 (110)	6.5 (3.9~8.6)	125.60	94.06	74.9 (0.0~100.0)	1.76 (0.90~3.68)	23.2 (20.7~25.2)
2	90m³エクリート(2)	29	4.17~7.13 (87)	8.3 (6.0~11.4)	145.8	122.25	83.9 (44.9~100.0)	1.77 (0.98~4.35)	24.6 (20.7~25.2)
3	90m³エクリート(1)	16	1. 3~7.24 (198)	6.0 (4.0~9.5)	78.0	66.3	84.9 (53.6~100.0)	1.65 (1.1~2.7)	22.2 (19.5~25.5)
4	90m³コンクリート(2)	5	5.11~7.29 (51)	8.4 (6.5~15.0)	22.19	13.84	61.1 (24.4~80.6)	1.43 (1.01~3.05)	25.36 (21.0~29.3)
	2.5m³FRP (1)								

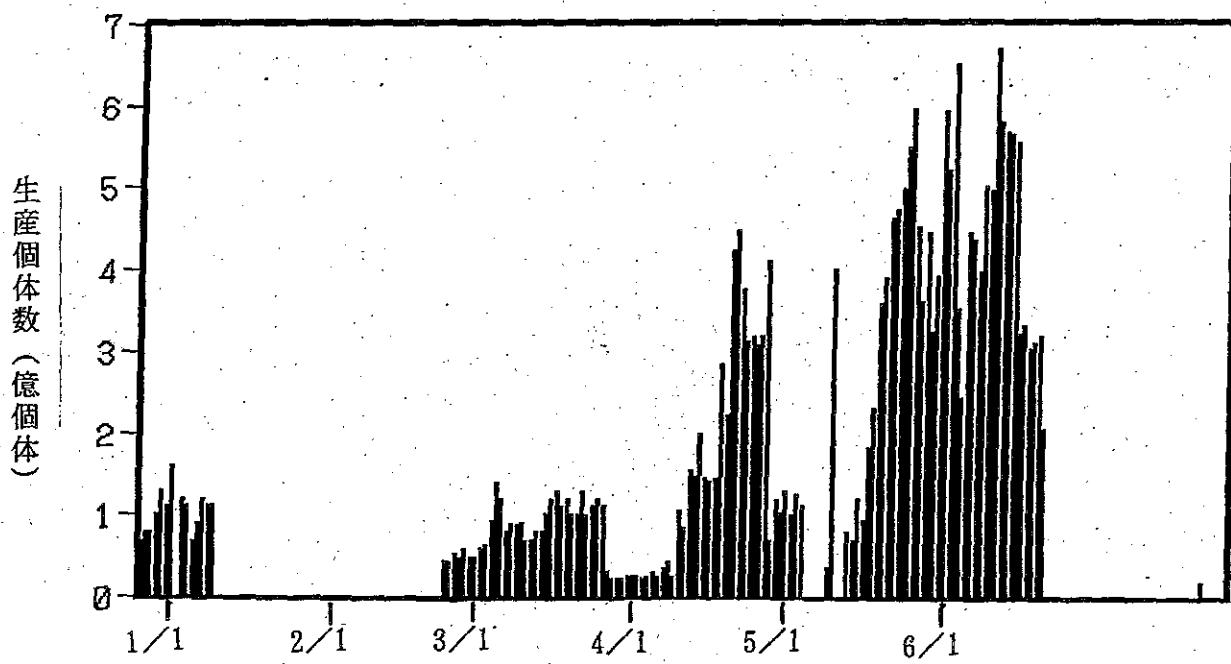


図1. アルテミアノープリウス生産量の経日変化

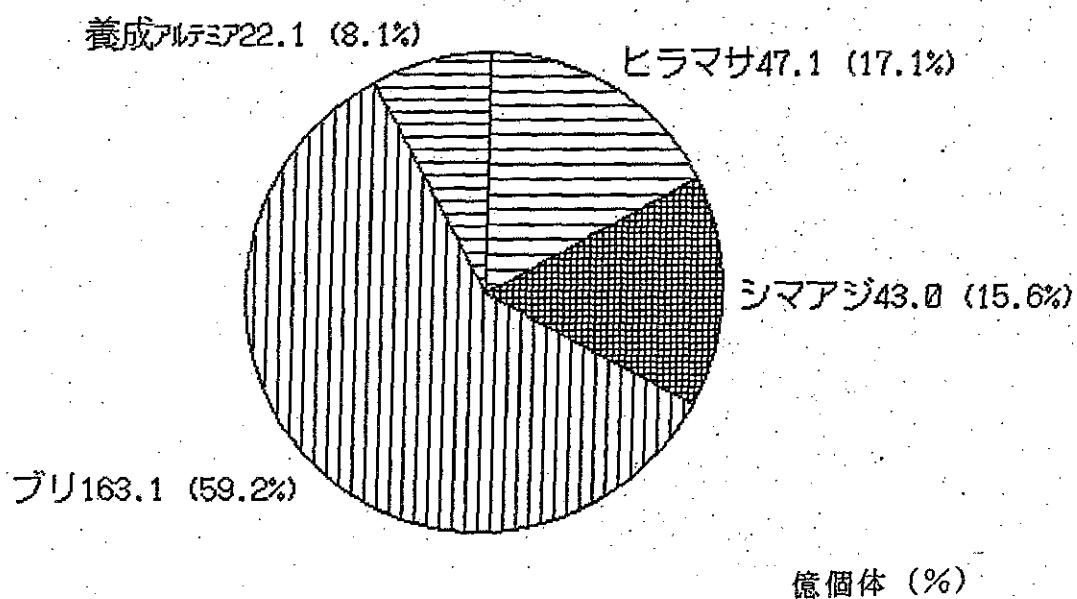


図2. アルテミアノープリウスの利用割合

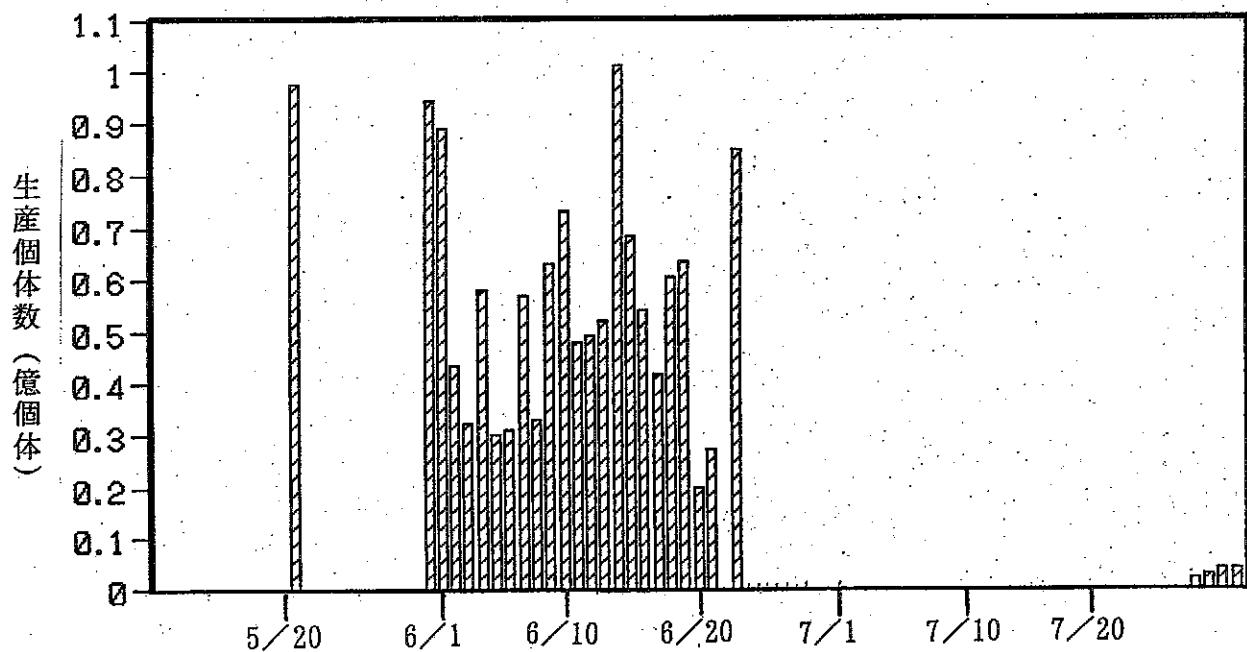


図3. 養成アルテミア生産量の経日変化

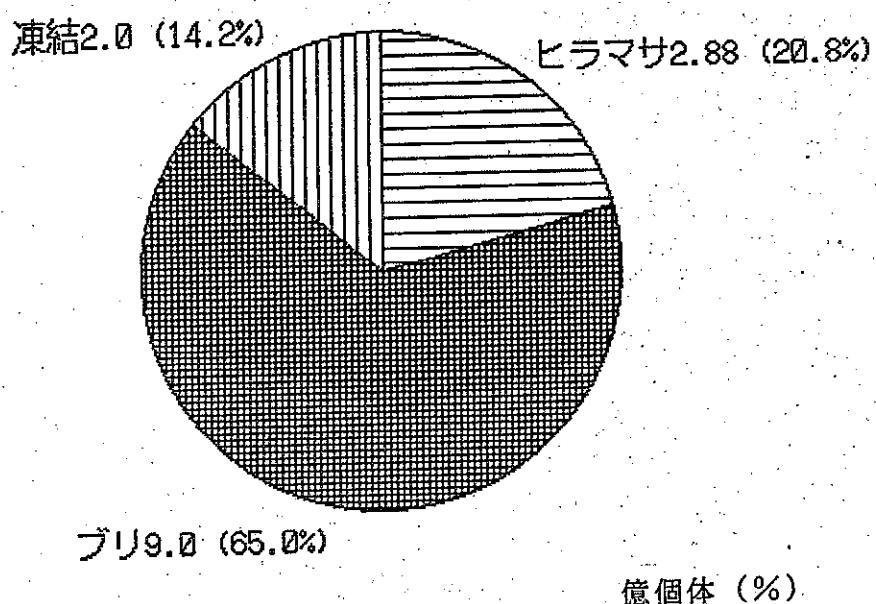


図4. 養成アルテミアの利用割合

### III—6 飼料生物の栄養強化方法

表1 飼料生物の栄養強化方法

対象餌料	水槽 (実水量: m <sup>3</sup> )	収容密度 槽数	使用魚種 (億個体/m <sup>3</sup> )	方 法
ワムシ	2.5m <sup>3</sup> F R P水槽	2 (2.5)	2~12 ブリ、シマアジ ヒラマサ	1次強化: ナンノクロロプロシス (1500~2000 万セル/ml) に 20~24時間強化後、2次強化へ
	0.5m <sup>3</sup> ペラバト水槽 (0.5)	2 10	ブリ、シマアジ	2次強化: 1次強化したものをおなノクロロプロシス (1500 ~2000 万セル/ml) に植え替え後、エスター85乳化オイル (10ml/m <sup>3</sup> ) を添加し、1~2 時間後に使用
アルテミア ノープリウス	2.5m <sup>3</sup> F R P水槽 (2.5)	1~2 1~2.5	ブリ、シマアジ ヒラマサ	ろ過海水にエスター85乳化オイル (30ml/m <sup>3</sup> ) を添加し、 15時間後に使用
養成アルテミア	1.5m <sup>3</sup> F R P水槽 (2.5)	1~2 0.2~1.8	ヒラマサ	ナンノクロロプロシス (1500~2000 万セル/ml) に収容し 15時間後に使用

ワムシの栄養強化は、EPA とDHA の含有率をさらに高めるため2回行なった。

## IV. 資源添加技術開發

## IV・1 ブリの標識放流

平成4年度 五島事業場

五島事業場のブリ人工種苗標識放流は、九州西岸海域での放流適地の探索および基礎的な生態的動向を把握する目的で、昭和57年度から開始され本年度で11年目に入った。

当初の放流場所は、五島三井楽町（昭和57～62年度）、五島玉ノ浦町沖（昭和57年度）、五島中通島有川町沖北曾根（昭和59年度～）である。放流は夏期行われ、放流サイズは平均全長約20cm(16～23cm)であった。再捕結果は、年内の移動分散状況についてはデータが蓄積されてある程度把握されたが、越年後については再捕例が少なく不明瞭であった。

そこで、昭和61年度からブリ種苗を秋～冬期まで育成した平均全長約30cm(32～35cm)の標識放流（晩期放流）を追加することとし、放流場所は有川町沖北曾根とした。また、放流場所も新たに鹿児島県甑島沖、五島灘南、男女群島沖を加えた。

この有川町沖北曾根の秋～冬期放流が、移動分散の長期追跡に有効であることが昭和61～63年度の結果から判明したので、平成元年度からさらに平均全長約40cm(35～40cm)の春期（水温上昇期）放流を追加し、また平成2年度から秋～冬期放流を鹿児島県甑島沖でも行うこととした。

その結果、甑島沖放流群は放流後5ヶ月以後の再捕も放流場所近辺で行われていることがわかった。また、有川町沖北曾根放流群は放流後5ヶ月以後の再捕範囲が広く、かつ放流直後の移動も活発であることがわかった。

このように甑島沖放流群と有川町沖北曾根放流群は、対称的または特徴的な再捕結果となっている。

一方、五島灘南放流群は放流年度により再捕結果が著しく異なり、また男女群島放流群は再捕率が著しく低いことがわかった。

以上のことから、平成3年度以降は有川町沖北曾根放流群と甑島沖放流群に絞り放流を行うこととした。

そこで以下、平成 3年度と平成 4年度の、秋～冬期と春期の有川町沖北曾根放流群および、秋～冬期の甑島沖放流群の放流とその再捕結果を報告する。

なお、本年度における標識放流実施状況を表-1、当場で放流を開始した昭和57年度から本年度（平成 4年度）までの11年間43例の標識放流魚の再捕状況について表-2に示した。

## 1. 有川町沖北曾根放流群

### 1) 過去の放流結果の概要

有川における秋～冬期放流（晚期放流）は、昭和59年から同海域で行ってきた小型魚の放流（夏期放流）における越年後の移動分散経路を調査するため昭和61年度から行っている。平成 3年度までの平均再捕率は2.81%（0.67～9.96%）で、主な再捕漁具は定置網であり、これにより平均71.5%（21.4～85.3%）が再捕されている。一方、春期放流は元年度および 3年度の 2回行われている（次回平成 5年 4月予定）が、再捕率は各々2.06%、3.90%でそれほど高率とはなっていない。

移動状況は年によって異なり、昭和61年放流群は同年の小型魚放流と同じく平戸島周辺海域を中心に多く再捕され、一部は壱岐対馬、山口県沿岸、北海道へ北上する傾向を示した。これに対し、昭和62,63 年放流群は放流初期に鹿児島県沿岸に南下した後北上し、一部は太平洋側の宮崎県や高知県への移動が確認された。また平成元年放流群は移動範囲は狭く、南下傾向を示し、主に長崎県野母崎から平戸島にかけての海域で再捕された。また小型魚放流との相違点は、広範囲な移動を行うことであり太平洋側との交流があることが秋～冬期放流（晚期放流）によって確認された。平成 2年放流群は、放流点から西側へ移動した後、上五島東岸域を南下する群と、北上して平戸島周辺海域へ至る群および長崎県西岸を南下して熊本県牛深に至る群がみられた。平成 3年放流群は、放流点周辺から北方向へは平戸島週辺、南方向へは西彼杵半島までの間が主であった。しかし、再捕魚の内、放流後 6日目に大韓民国の東側沖で始めて再捕され注目される。また、放流後17日目には甑島周辺（川内市沖）で再捕され放流初期に広範囲に分散する群の存在が示唆された。

## 2) 平成3年度有川秋～冬期放流（晚期放流群）の経過の概要（3年トウ1）

平成3年11月26日に平均全長318mm（260～364mm）の種苗2,080尾にダート型標識（黄色、コウA91）を装着して放流を実施した。再捕結果の概要を表-3、図-1に示した。平成5年3月31日現在（放流後492日目）の再捕尾数は46尾、再捕率は2.21%で、放流点から半径75km以内（96%）でほぼ再捕されている。主な再捕漁具は定置網（63%）と一本釣り（20%）であった。再捕場所は、放流点周辺から北方向へは平戸島週辺、南方向へは西彼杵半島までの間が主であった。しかし、再捕魚の内、放流後6日目に直線距離で525km北上した大韓民国の東側沖で始めて再捕（全長31cm、体重450g、肥満度15.1、曳繩漁業、 $r = 525\text{ km}$ 、 $\theta_N = 2^\circ$ ）され注目される。また、放流後17日目には170km南下した甑島周辺（鹿児島県川内市沖）で再捕（全長31cm、体重400g、肥満度15.1、定置網漁業、 $r = 170\text{ km}$ 、 $\theta_N = 142^\circ$ ）され放流初期に広範囲に分散する群の存在が示唆された。

## 3) 平成3年度有川春期放流（水温上昇期放流群）の経過の概要（3年トウ3）

平成4年3月28日に平均全長403mm（355～435mm）、平均体重695g（460～975g）の種苗1,000尾にダート型標識（白色、コウD90）を装着して放流を実施した。再捕結果の概要を表-4、図-2に示した。平成5年3月31日現在（放流後414日目）の再捕尾数は39尾、再捕率は3.90%で、放流点から半径50km以内ですべて再捕されている。再捕漁具はすべて定置網であった。再捕場所は、放流点周辺から北方向へは平戸島週辺、南方向へは五島列島中央部の奈留島までであった。移動距離別再捕尾数は、放流点から20kmまでが77%、30kmまでが92%となり半径30km以内でほとんど再捕されている。

## 4) 平成4年度有川秋～冬期放流（晚期放流群）の経過の概要（4年トウ1）

平成4年12月1日に平均全長320mmの種苗1,715尾にダート型標識（黄色コウA92、1,000尾および白色コウD89、715尾）を装着して放流を実施した。再捕結果の概要を表-5、図-3に示した。平成5年3月31日現在（放流後120日目）の再捕尾数は34尾、再捕率は1.98%で、放流点から半径50km以内ですべて再捕されている。再捕漁具は定置網（82%）、刺網（12%）、一本釣り（6%）であつ

た。再捕場所は、放流点周辺から北方向へは平戸島週辺、南方向へは五島列島中央部の奈留島までであり、現在のところ同年3月の春期放流の再捕結果と同じようになっている。移動距離別再捕尾数は、放流点から20kmまでが47%、30kmまでが71%となり半径50km以内ですべて再捕されている。

### 5) 平成4年度有川春期放流(4年コトウ3)

平成5年4月末に種苗1,000尾にダート型標識(黄色コトウB92)を装着して放流を行う予定である。

## 2. 甑島放流群

### 1) 過去の放流結果の概要

九州西岸域での本種の移動分散経路を把握する目的で昭和61年から標識放流調査を行っている。平成3年までの平均再捕率は3.6%(0.33~13.2%)であった。放流初年度が4.9%と高かったが、その後昭和62、63、平成2年度は0.33~0.44%と低く、平成元年は放流翌日に多数まとめて再捕されたため再捕率は高いが、それ以外の再捕例は少なかった。平成3年度は平均的な3.2%であった。

主な再捕漁具は年により異なり、昭和61年と平成2年は釣り(全再捕尾数の約60%)、昭和62年と平成元年は棒受網(約70~99%)、昭和63年と平成3年は定置網(50~60%)であった。放流初期の再捕が多く、長期間経過した後の再捕が少ない傾向があるが、移動範囲は放流点から半径70km以内の鹿児島県西岸域や甑島周辺海域に限られ、移動傾向は前記の有川町沖放流群と著しく異なるのが特徴である。

### 2) 平成3年甑島放流群の経過の概要(3年コトウ2)

平成3年11月27日に、平均全長321mm(294~354mm)の種苗2,130尾にダート型標識(白色、コトウC91)を装着して放流を実施した。平成5年3月31日現在(放流後491日目)までの放流結果の概要を表-6、図-4に示した。

平成5年3月31日現在の再捕率は3.24%(総再捕尾数69尾)で平成元年、昭和61年に次いで高率である。再捕状況は、放流点周辺から北方向へは天草諸島南部海域、南方向へは枕崎沿岸までであったが、この放流群の特徴は放流点か

ら南方向への移動（全再捕尾数に対する割合72%）が顕著であった。なお、鹿児島県笠沙町沖で放流3～7日目に再捕尾数の約半数に当たる37尾が再捕されたのが特徴的である。移動範囲は、半径75km以内の狭く、定置網（61%）と一本釣り（19%）で主に再捕されている。

### 3) 平成4年甑島放流群の経過の経過の概要(4年計2)

平成4年12月2日に、平均全長310mm（280～330mm）、平均体重400g（200～500g）の種苗2,000尾にダート型標識（白色、コトウC92）を装着して放流を実施した。平成5年3月31日現在（放流後119日目）までの放流結果の概要を表一7、図一5に示した。

平成5年3月31日現在の再捕率は2.75%（総再捕尾数55尾）である。再捕状況は、放流点周辺から北方向へは天草諸島南部海域、南方向へは薩摩半島西岸笠沙町沖までであつた。昨年同様放流点から南方向への移動（全再捕尾数に対する割合78%）が顕著であった。なお、鹿児島県串木野市沖で放流2、7、41日目に再捕尾数の約半数に当たる25尾が再捕されたのが特徴的である。移動範囲は、半径50km以内と例年どおり狭い。再捕は、定置網（67%）と一本釣り（27%）が主であった。

(小林 孝)

表

表一1 平成4年度プリの標識放流

放流群No.	放流月日 (予定)	放流場所	放流尾数	標識の種類	放流時の大きさ	
					全長(cm)	体重(g)
4年計1	平成4年12月1日	長崎県有川町北曾根	1,000 715	ダート型黄色50mmコトウA92 ダート型白色70mmコトウD89	約32 約32	約400 約300
4年計2	平成4年12月2日	鹿児島県甑島中の瀬	2,000	ダート型白色50mmコトウC92	約31	約400
4年計3	(平成5年4月末)	長崎県有川町北曾根	1,000	ダート型黄色70mmコトウB92	—	---

表一-2 五島事業場ブリ標識放流群の再捕経過(平成5年03月31日現在)

放流群	放流月日	放流点	標識放流尾数	平均全長(cm)	年別再捕尾数					累積再捕率(%)	備考	
					57	58	59	60	61			
1971年11月1日 57.9.7	三井楽町沖	9,293	17.6	34	0	0	0	0	0	0	0.37	ダート型(黄、赤)トウ82C
1971年11月2日 11.4	三井楽町沖	3,756	20.7	5	0	0	0	0	0	0	0.13	ダート型(黄)トウ82
1978年11月1日 58.9.13	玉之浦町沖	13,646	23.2	243	4	0	0	0	0	0	247	ダート型(黄)トウ83E、トウ83F
1978年11月2日 9.13	三井楽町沖	20,082	23.2	300	6	0	0	0	0	0	1.81	ダート型(黄)トウ83E、トウ83F
1979年11月1日 59.8.10	三井楽町沖	9,086	15.5	4	0	0	0	0	0	0	1.52	リボン型(黄, 70mm)
1979年11月2日 8.28	有川町沖	18,456	18.8	466	2	0	0	0	0	0	0.04	ダート型(黄)トウ84E
1979年11月3日 9.7	三井楽町沖	16,460	19.3	115	5	0	0	0	0	0	468	ダート型(黄)トウ84F
1980年11月1日 60.8.7	有川町沖	118	52.4~76.8	16	0	0	0	0	0	0	120	背骨型(赤)
1980年11月2日 9.5	三井楽町沖	14,851	21.4	479	28	0	0	0	0	0	16	13.56
1980年11月3日 9.6	三井楽町沖	13,098	20.6	120	5	0	0	0	0	0	507	ダート型(黄)、アカ型(赤)
1981年11月1日 61.8.5	三井楽町沖	274	50.0~94.3	23	0	0	0	0	0	0	125	背骨型(緑)、アカ型(赤)
1981年11月2日 8.6	三井楽町沖	5,000	17.1	27	2	0	0	0	0	0	23	背骨型(赤)
1981年11月3日 8.11	五島灘南	9,971	18.9	77	2	0	0	0	0	0	29	アンカー型(青)トウ85C
1981年11月4日 8.12	有川町沖	14,296	18.7	237	5	0	0	0	0	0	79	アンカー型(赤)トウ85B
1981年11月5日 9.24	甑島沖	5,506	28.2	268	3	0	0	0	0	0	242	背骨(黄、緑)タト(黄、赤)トウ85G
1981年11月6日 9.25	男女群島沖	6,469	27.3	161	0	0	0	0	0	0	151	ダート型(青)トウ86C
1981年11月7日 12.2	有川町沖	2,731	35.1	227	45	0	0	0	0	0	272	ダート型(白)トウ86A
1981年11月8日 9.18	男女群島沖	5,000	20.9	1	0	0	0	0	0	1	1	ダート型(青)トウ87
1981年11月9日 9.18	甑島沖	5,000	20.4	18	0	0	0	0	0	18	ダート型(白)トウ87	
1982年11月1日 6.6	有川町沖	12,000	20.6	79	1	0	0	0	0	80	背骨型(黄、赤)、タト型(黄、赤)、77型(黄、赤)	
1982年11月2日 7.7	三井楽町沖	2,800	20.7	3	0	0	0	0	0	3	0.67	
1982年11月3日 8.1	五島灘南	81	74.0~97.0	10	0	0	0	0	0	10	アソト型(白)トウ88	
1982年11月4日 10.5	有川町沖	8,750	23.3	17	3	0	0	0	0	20	0.01~0.45, 119~160(次番有)	
1982年11月5日 10.7	五島灘南	8,750	32.7	31	0	0	0	0	0	10	アソト型(赤)トウ88(4,720尾)	
1982年11月6日 10.7	有川町沖	8,50	17.6	15	1	0	0	0	0	20	・背骨型(赤)トウ88(500~600次番有)	
1982年11月7日 12.1	三井楽町沖	4,958	17.6	72	0	0	0	0	0	150	背骨型(白)トウ88(11,770尾)	
1982年11月8日 12.2	甑島沖	4,835	18.7	15	1	0	0	0	0	12.35	背骨型(白)トウ88	
1982年11月9日 12.2	五島灘南	5,000	26.8	72	0	0	0	0	0	150	ダート型(白)トウ88	
1982年11月10日 1.11	有川町沖	3,470	32.2	149	1	0	0	0	0	12.35	ダート型(白)トウ88	
1982年11月11日 4.5	玉之浦町沖	778	34.6	16	0	0	0	0	0	1	ダート型(白)トウ88	
1982年11月12日 4.5	有川町沖	4,360	22.8	53	7	0	0	0	0	1.40	ダート型(白)トウ88	
1982年11月13日 5.12	五島灘南	5,000	21.5	565	1	0	0	0	0	0.33	ダート型(白)トウ88	
1982年11月14日 5.12	玉之浦町沖	138	85.0~102.0	24	0	0	0	0	0	0.0	ダート型(白)トウ88	
1982年11月15日 5.12	有川町沖	2,000	34.6	21	7	0	0	0	0	28	ダート型(白)トウ88	
1982年11月16日 5.12	五島灘南	5,000	23.3	32	6	0	0	0	0	38	ダート型(白)トウ88	
1982年11月17日 5.12	甑島沖	5,000	27.7	22	0	0	0	0	0	60	ダート型(白)トウ88	
1982年11月18日 5.12	五島灘南	230	75.0~89.0	75	8	0	0	0	0	566	ダート型(白)トウ88(11,700尾)	
1982年11月19日 4.12.1	有川町沖	2,170	38.7	64	41	5	0	0	0	105	背骨型(緑)トウ88	
1982年11月20日 4.12.2	五島灘南	2,030	31.8	67	2	0	0	0	0	67	ダート型(白)トウ88	
1982年11月21日 4.12.2	甑島沖	2,130	32.1	64	41	5	0	0	0	39	ダート型(白)トウ88	
1982年11月22日 4.12.2	五島灘南	2,130	32.1	67	2	0	0	0	0	39	ダート型(白)トウ88	
1982年11月23日 4.12.2	有川町沖	1,000	40.3	64	41	5	0	0	0	31	ダート型(白)トウ88	
1982年11月24日 4.12.2	玉之浦町沖	1,715	32.0	67	2	0	0	0	0	31	ダート型(白)トウ88	
1982年11月25日 4.12.2	有川町沖	2,000	31.0	67	2	0	0	0	0	31	ダート型(白)トウ88	
1982年11月26日 4.12.2	五島灘南	1,000	31.0	67	2	0	0	0	0	31	ダート型(白)トウ88	

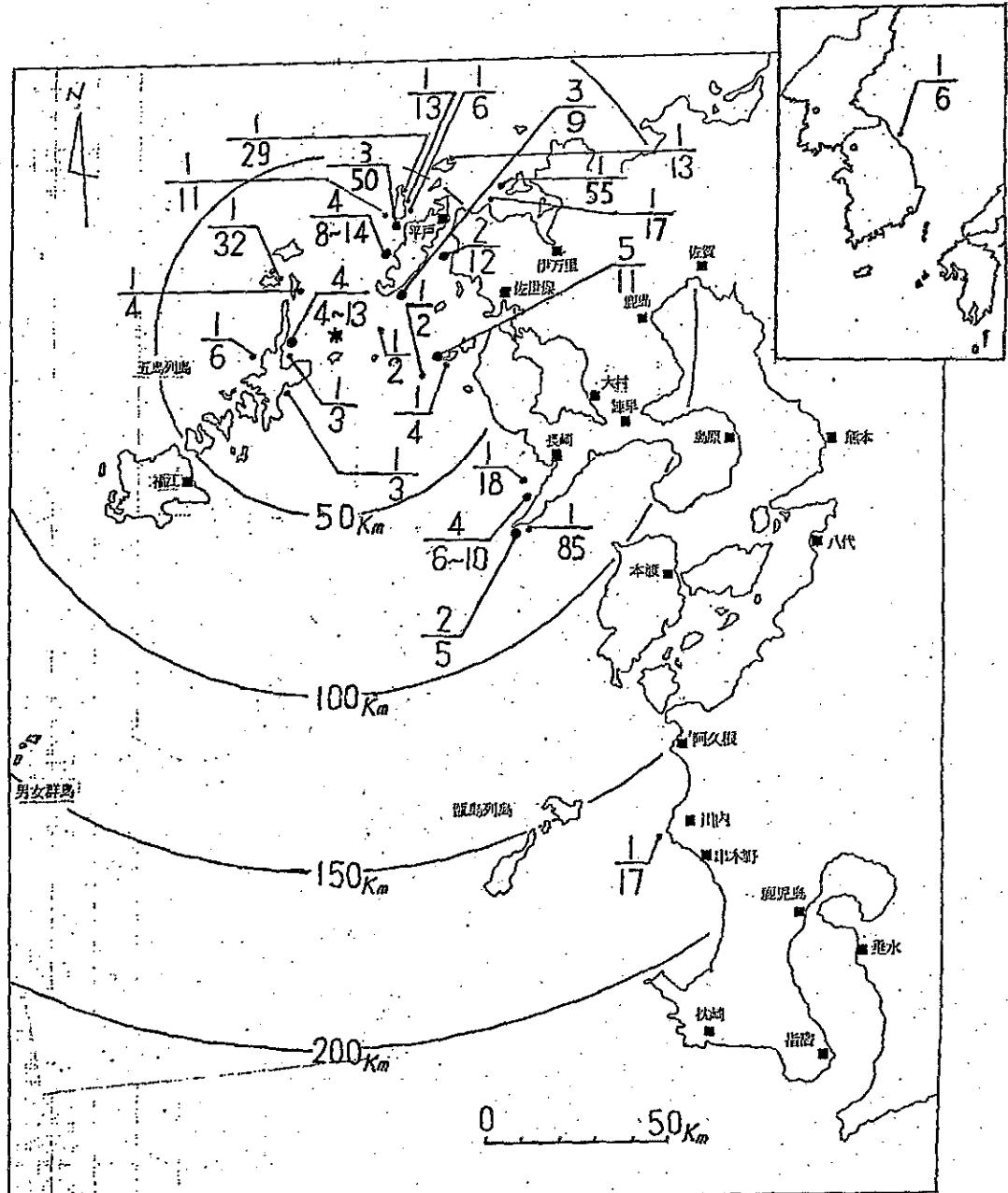


図-1 平成3年度11月有川町プリ放流の再捕状況(五島事業場)  
放流: 平成3年11月26日、(平成5年3月31日現在)  
★放流地点 1尾 ●1尾 ▲2~5尾 ◆6~10尾  
●11尾以上 上段: 再捕尾数 下段: 経過日数

表-3 平成3年度11月有川町北曾根放流再捕結果の概要(放流: 平成3年11月26日、放流尾数 2,080尾) タト型黄コウイカ91

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	漁具別再捕尾数			移動距離別再捕尾数							
						定置網	一本	他	0~20	~40	~60	~80	~180	~200	~520	~540
H 3.11	0~5	7	0.33	30.1	341	3	0	4	5	2	0	0	0	0	0	0
.12	6~36	34	1.64	30.2	365	22	8	4	3	17	4	8	0	1	0	1
H 4. 1	37~57	4	0.19			3	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0
2	68~96	1	0.05			0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3~12	97~402	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 5.~3	403~492	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		46	2.21			28	10	8	8	22	4	10	0	1	0	1

(平成5年3月31日現在)

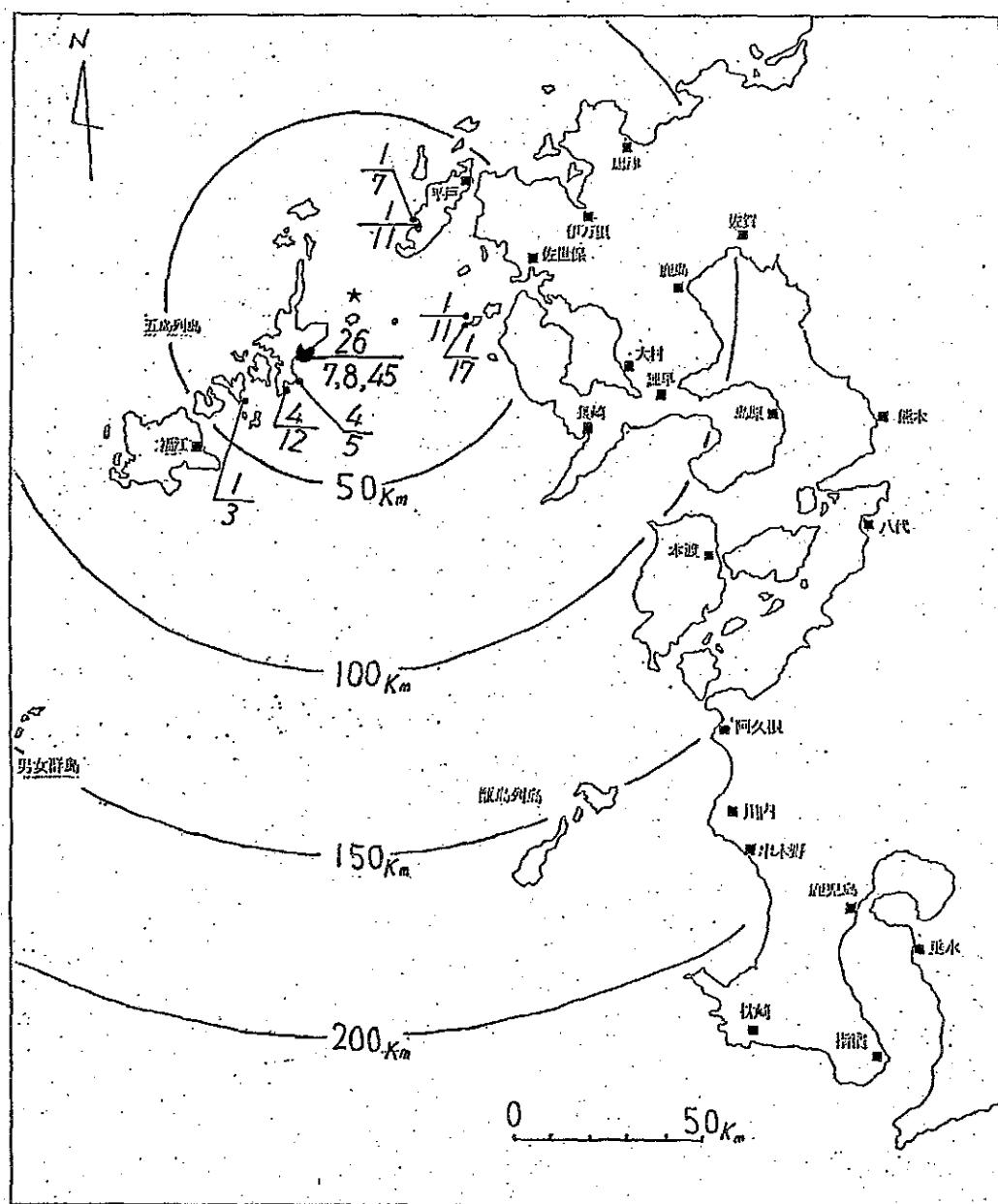


図-2 平成3年度3月有川町ブリ放流の再捕状況（五島事業場）  
放流：平成4年3月28日、（平成5年3月31日現在）

★放流地点 1尾 ●2～5尾 ○6～10尾  
●11尾以上

↑段：再捕尾数  
→段：經過日数

表-4 平成3年度3月有川町北曾根放流群の再捕結果の概要（放流：平成4年3月28日、1,000尾）  
ゲート型白カツクD90

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率	漁具別再捕尾数		移動距離別再捕尾数					
				定置網	一本	他	0~10	~20	~30	~40	~50
H4.3	0~3	1	0.10	1	0	0	0	0	0	0	1
.4	4~33	29	2.90	29	0	0	0	21	6	2	0
.5	34~64	9	0.90	9	0	0	0	9	0	0	0
6~12	65~342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H5.~3	343~414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		39	3.90	39	0	0	0	30	6	2	1
(平成5年3月31日現在)											

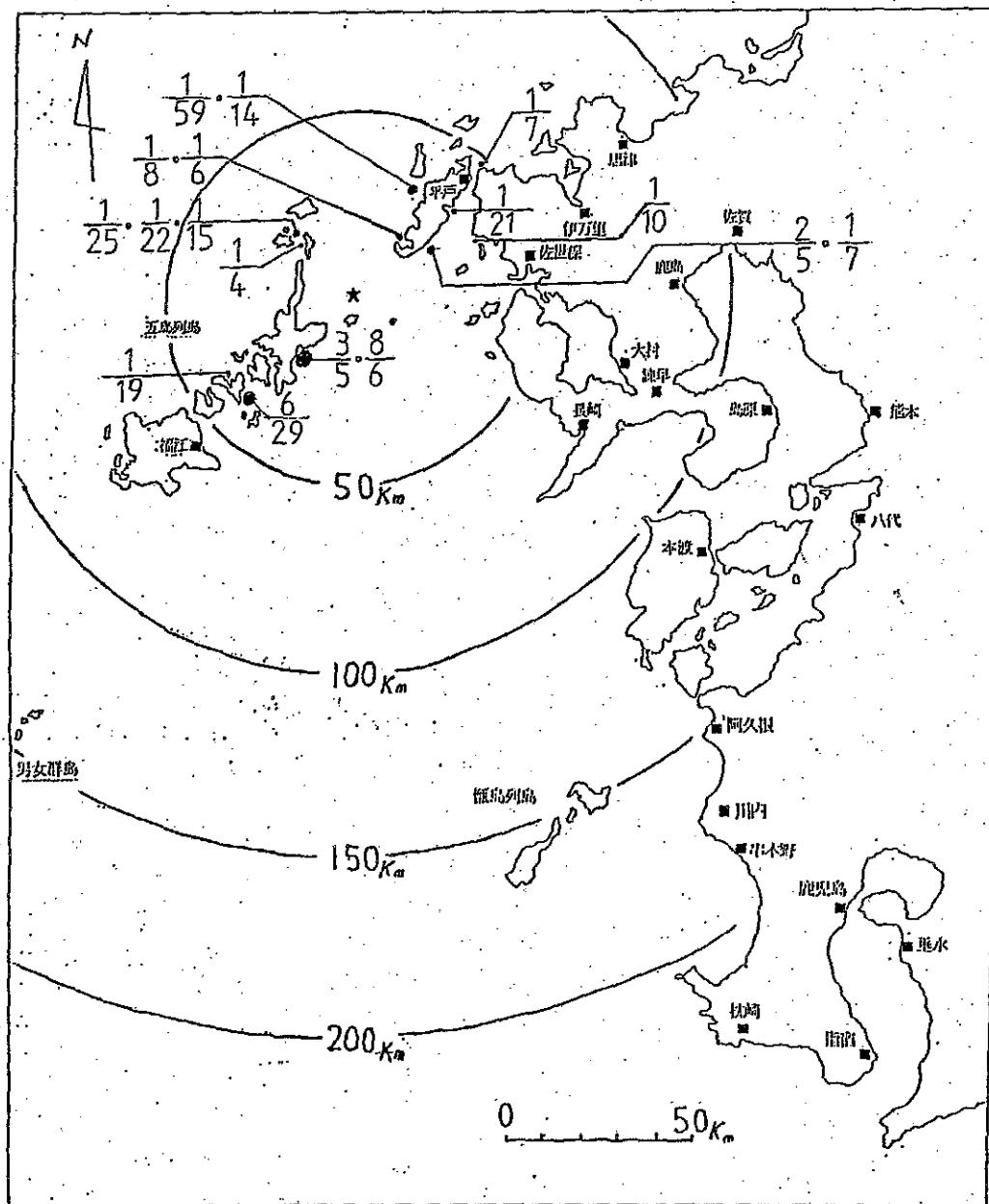


図-3 平成4年度12月有川町ブリ放流の再捕状況(五島事業場)

放流: 平成4年12月1日、(平成5年3月31日現在)

★放流地點 1尾 ●2~5尾 ▲6~10尾

●11尾以上 上段: 再捕尾数

下段: 経過日数

表-5、平成4年度12月有川町北曾根放流再捕結果の概要 (放流: 平成4年12月1日、放流尾数 1,715尾)  
タート型黄コウA92(1,000尾)、タート型白コウD89(715尾)

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率	全長 (cm)	体重 (g)	漁具別再捕尾数		移動距離別再捕尾数						
						定置網	一本	刺網	0~10	~20	~30	~40	~50	~100
H4.12	0~30	31	1.81	31	368	25	2	4	0	13	9	1	8	0
H5.~3	31~121	3	0.17	33FL	533	3	0	0	0	3	0	0	0	0
計		34	1.98			28	2	4	0	16	9	1	8	0

(平成5年3月31日現在)

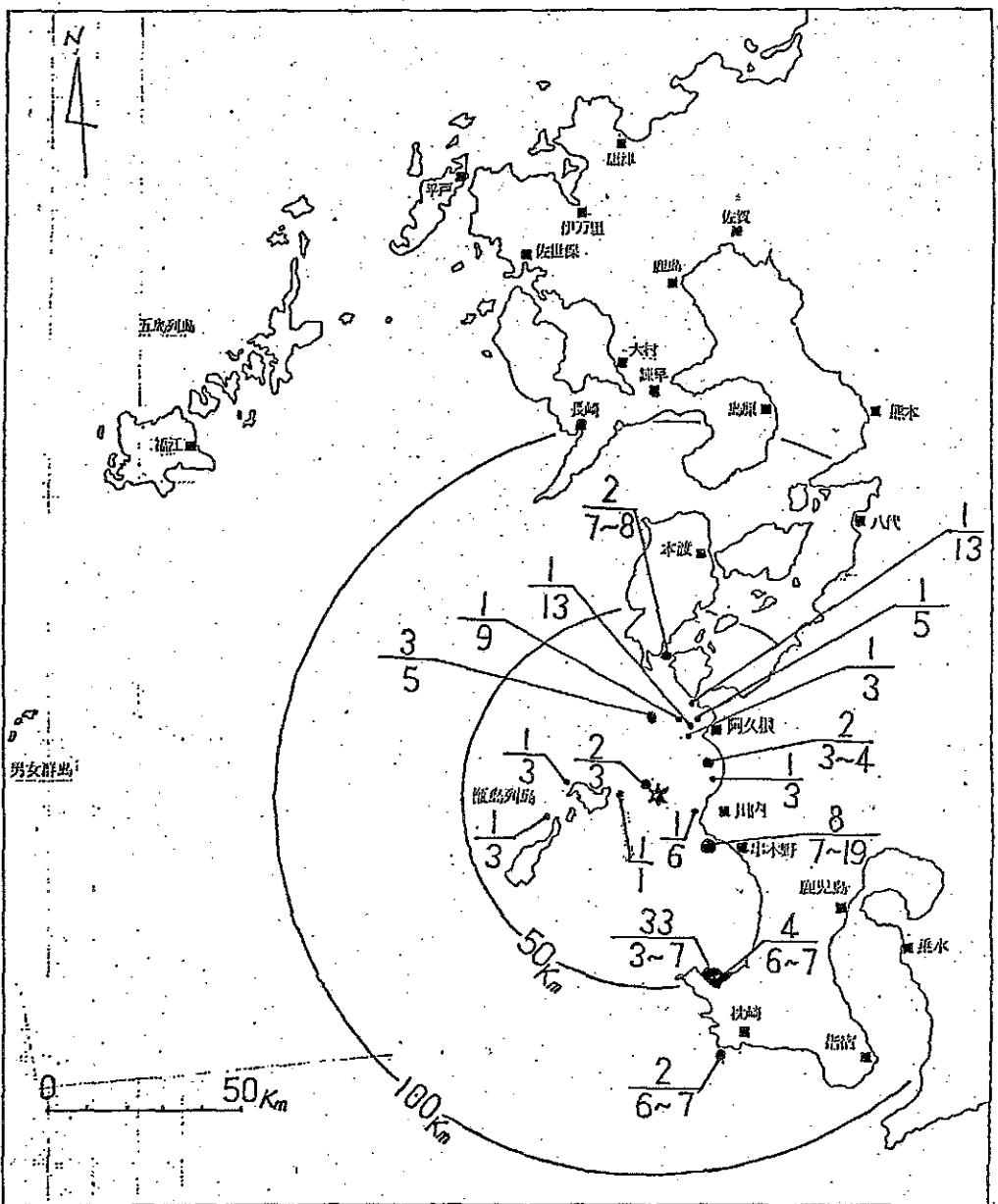


図-4 平成3年度11月瓶島ブリ放流の再捕状況（五島事業場）  
放流：平成3年11月27日、（平成5年3月31日現在）

★放流地点 1尾 ●2～5尾 ○6～10尾  
●11尾以上

上段：再捕尾数  
下段：経過日数

表-6、平成3年度11月鹿児島県瓶島中之瀬放流再捕結果の概要（放流：平成3年11月27日、放流尾数 2,130尾）タート型白マグロ

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	漁具別再捕尾数					移動距離別再捕尾数				
						定置網	一本	刺網	旋網	他	0~20	~40	~60	~80	~100
H3. 11	0 ~ 3	33	1.55	31.2	323	18	10	1	2	2	6	3	24	0	0
	12	4 ~ 35	34	1.59	32.7	353	23	3	0	0	8	11	8	13	2
H4. 1	36 ~ 66	1	0.05			0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
2	67 ~ 95	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	96 ~ 126	1	0.05			1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4~12	127 ~ 401	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H5. ~3	402 ~ 491	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		69	3.25			42	14	1	2	10	18	11	38	2	0

(平成5年3月31日現在)

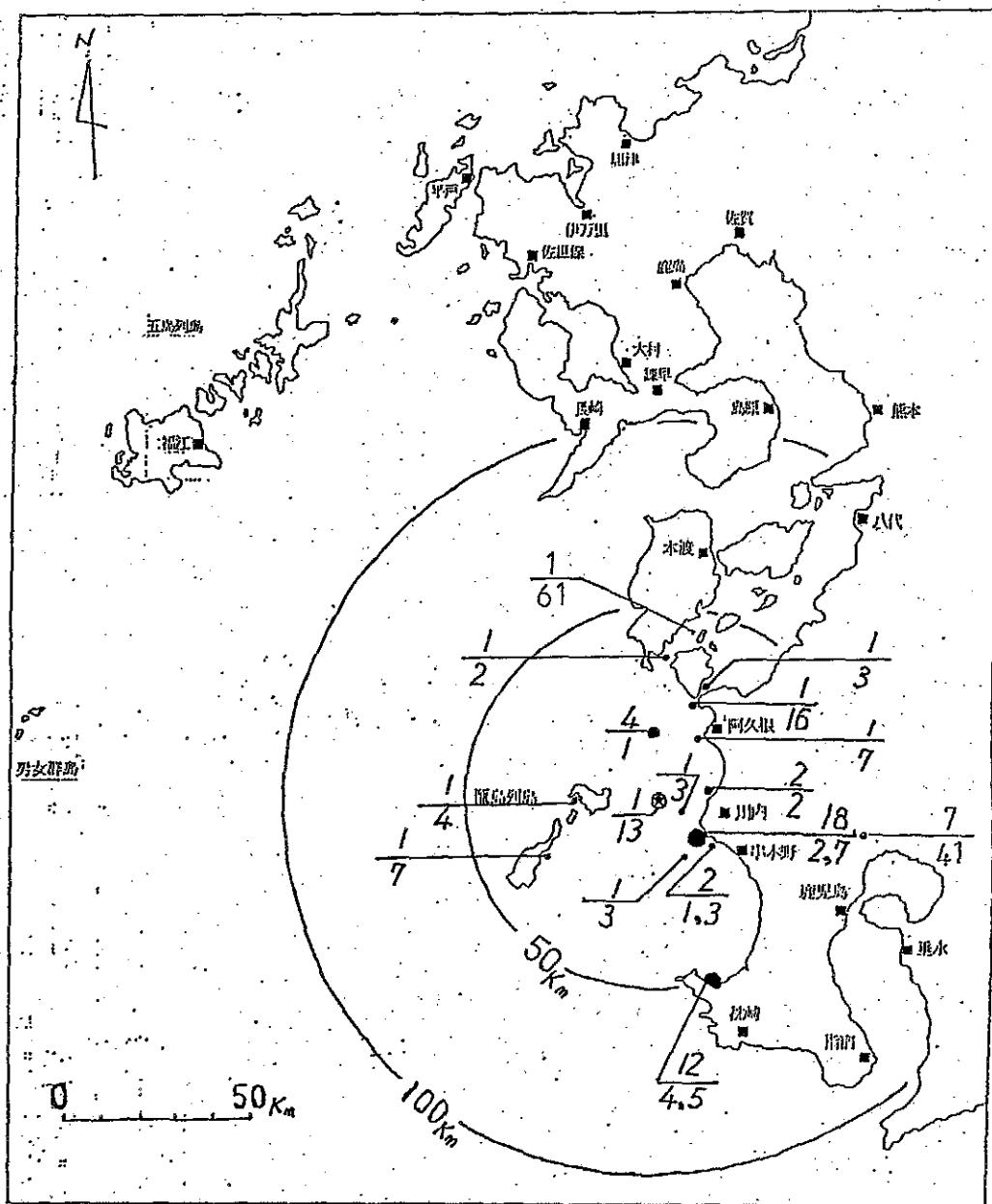


図-5 平成4年度12月鹿児島県五島事業場  
放流: 平成4年12月2日、(平成5年3月31日現在)  
 ★放流地点 ●1尾 ▲2~5尾 ●6~10尾  
 ○1尾以上 ■上段: 再捕尾数  
 □下段: 経過日数

表-7 平成4年度12月鹿児島県五島中之瀬放流再捕結果の概要 (放流: 平成4年12月2日、放流尾数 2,000尾)、アート型白コウC92

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	漁具別再捕尾数				移動距離別再捕尾数					
						定置網	一本	棒受	不明	0~10	~20	~30	~40	~50	~100
H4.12 H5.~3	0~29 30~120	47 8	2.35 0.40	34 31	363 500	30 7	12 1	3 0	2 0	1 0	27 7	5 1	2 0	12 0	0 0
計		55	2.75			37	13	3	2	1	34	6	2	12	0

(平成5年3月31日現在)

OK

平成4年度 五島事業場

五島列島周辺海域および九州西岸域での本種の放流適地の探索および放流海域からの移動、分散状況を把握する目的で昭和59年より標識放流を実施している。当歳魚の放流は、平成元年までに三井楽町沖、玉之浦町沖、五島灘沖、有川町沖で実施しているが、平成2年は放流用種苗の確保ができなかったため当才魚の放流は行わなかったが、成魚の放流をこれまでの三井楽町沖から玉之浦町沖に放流場所を移して実施した。平成3年度は秋期に有川町沖、4年度は有川町沖および三井楽町沖に放流した。以下に前年の有川町沖放流群と本年の秋期三井楽町沖放流群および冬期有川町沖放流群の、放流および再捕結果について示す。

なお、昭和59年から本年までの放流および再捕結果の概要と、本年の放流実施の概要を表-1、表-2に示した。

### 1. 平成3年放流群の再捕状況（有川町沖北曾根放流群）

放流および再捕結果を表-3、図-1に示した。

平成3年11月26日に種苗 1,000尾（平均全長 320mm、平均体重320g）に対してダート型標識（赤色、コトウA91）を装着して放流を実施した。平成5年3月31日現在（放流後492日目）の総再捕尾数は17尾、再捕率は1.7%である。再捕は、年内に12尾（放流後35日目以内：全再捕尾数の70.6%）が再捕され、それ以降は平成4年1月に2尾（放流後43と50日目）と4月15日に3尾（放流後139日目）のみであり、それ以降の報告はない。

移動範囲は狭く、すべて放流点から半径80km以内での再捕であった。移動方向は、同一場所で同時に放流したブリとは逆に西へ移動する傾向が若干あり、全再捕魚の59%が放流点の西側で再捕されている。漁法別再捕状況は、平成2年の成魚放流群とは逆に定置網が多く全体の88%(15尾)を占め、その他は一本釣り1尾、および磯立網1尾のみであった。

### 2. 平成4年放流群の再捕状況（三井楽町沖および有川町沖北曾根放流群）

放流および再捕結果を表-4、図-2に示した。

① 平成4年9月12日に平均全長 194mm、平均体重 66gの種苗 6,500尾にアンカー型標識（コトP およびコトO）を装着して三井楽町沖に放流した。平成5年3月31日現在（放流後200日目）の総再捕尾数は14尾、再捕率は0.2%である。再捕は、年内（放流後50日目）に13尾（再捕尾数の93%）で、その後は平成5年1月17日（放流後127日目：平戸市）に1尾の報告があるのみである。再捕場所は放流点からすべて東側で、北東部（上五島、平戸）で71%、南東部（福江市、岐宿町）で29%である。再捕漁具別割合は、定置網50%、一本釣り36%、遊漁一本釣り14%である。

② 平成4年12月1日に平均全長 260mm の種苗 1,000尾にダート型標識（赤色：コトウH92）を装着して有川町沖に放流した。平成5年3月31日（放流後120日目）現在、再捕報告はない。

(小林 孝)

表-1 ヒラマサ標識放流群の再捕経過（五島事業場）

放流群No.	放流月日	放流群	標識放流尾数	年別再捕尾数					累積再捕尾数	累積再捕率(%)	備考	
				昭59	60	61	62	63				
59年トウ1	11. 1	三井楽町沖	250	30	14	0	0	0	0	0	44	17.60
60年トウ1	8. 7	三井楽町沖	83	11	3	0	0	0	0	0	14	16.87
60年トウ2	9. 6	三井楽町沖	716	2	0	0	0	0	0	0	2	0.28
61年トウ1	8. 5	三井楽町沖	98		18	0	0	0	0	0	18	18.37
61年トウ2	10. 2	三井楽町沖	2,506		51	4	0	0	0	0	55	2.19
62年トウ1	8.21	玉之浦町沖	750		10	0	0	0	0	0	10	1.33
62年トウ2	10. 5	三井楽町沖	73		9	0	0	0	0	0	9	12.33
63年トウ1	8.23	五島灘南	5,750		4	0	0	0	0	0	4	0.07
元年トウ1	11.22	有川町沖	1,700		105	8	0	0	0	0	113	6.65
2年トウ1	12.13	玉之浦町沖	143		41	1	0	0	0	0	42	29.37
3年トウ1	11.26	有川町沖	1,000								17	1.70
4年トウ1	9.12	三井楽町沖	6,525								13	14
4年トウ2	12. 1	有川町沖	1,000								0	0.00

(平成 5年03月31日現在)

表-2 平成4年におけるヒラマサの放流実施状況（五島事業場）

放流群no.	担当事業場	放流点	放流月日	放流サイズ		標識のタイプ	標識番号	放流目的
				全尾数	内標識尾数			
4年トウ1	五島事業場	三井楽町姫島沖	9.12	6,525	6,525	アカ-カ型(青)	コトP、トO、秋期放流	
4年トウ2	五島事業場	有川町沖北曾根	12. 1	1,000	1,000	タト型(赤)	コトH 92	冬期放流

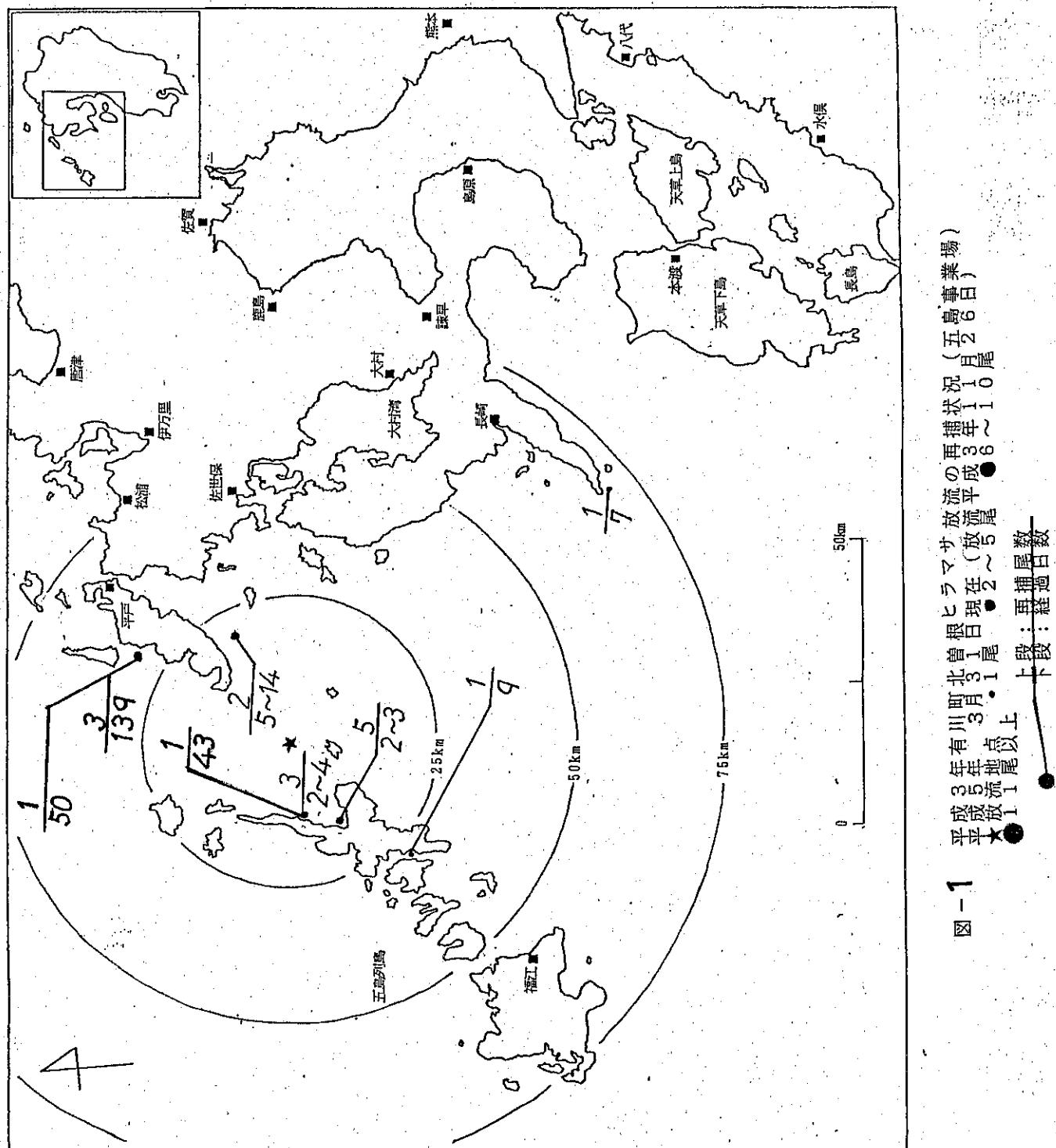


図-1 平成35年平成33年有川町北曾根1号地(放送局)の現況(2023年3月撮影)

1

表-3 ヒラマサ平成3年有川町北曾根放流群の再捕結果概要（放流日：平成3年11月26日、放流尾数 1,000尾 タト型赤コウA91）

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	漁具別再捕尾数					移動距離別再捕尾数			
						定置網	一本	刺網	旋網	他	0~10km	10~30	30~50	50~80
H3. 12	0 ~36	12	1.2	30.6	388	10	1	0	0	1	0	10	1	1
H4. 1	37 ~67	2	0.2	36.0	-	2	0	0	0	0	0	1	1	0
2~3	68 ~126	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	127 ~156	3	0.3	29.0	417	3	0	0	0	0	0	0	3	0
H5.	~3	157 ~491	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
			17	1.7		15	1	0	0	1	0	11	5	1

(平成5年03月31日現在)

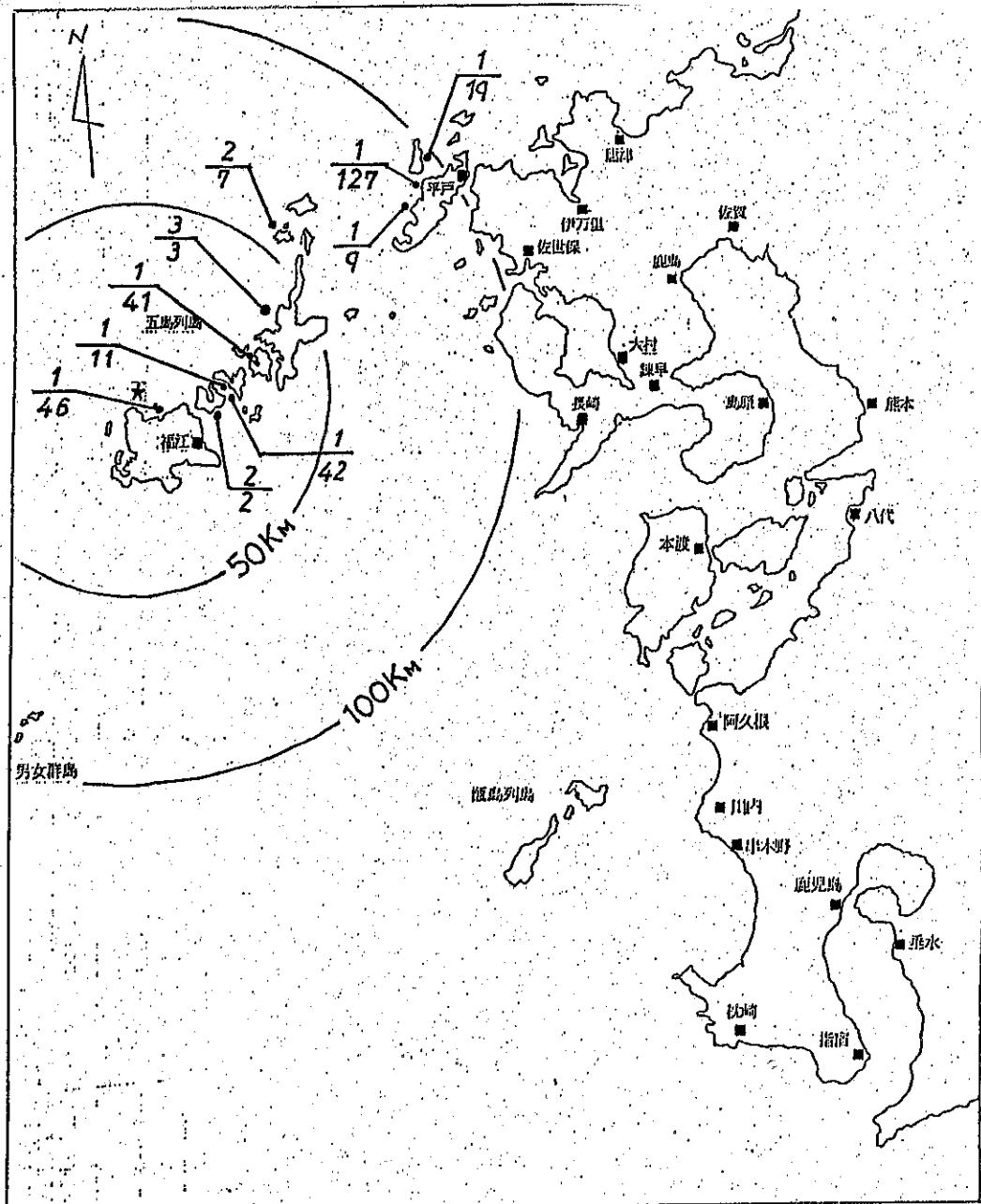


図-2 平成4年度9月三井漁町油ヒラマサ放流の再捕状況（五島事業場）

平成4年度9月三井栄町沖ヒラマリ放流の再捕状況(五  
故漁) 平成4年9月12日 (平成5年3月31日現在)

放流：平成4年9月12日、(平成5年3月5日)回収  
大坂漁地 占 1尾 2~5尾 ● 6~10尾

上以尾地流放1

上段：再捕尾数

### 下段：經過日數

表-4 ヒラマサ平成4年三井楽町沖放流群の再捕結果概要(放流日: 平成4年9月12日、放流尾数 6,525尾アンカ型コトP,コトO)

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	漁具別再捕尾数					移動距離別再捕尾数				
						定置網	一本	刺網	旋網	他	0~10km	10~30	30~50	50~80	80~110
H4. 9	0~16	9	0.1	19	80	3	4	0	0	2	0	2	5	2	0
	10 17~47	4	—	22	215	3	1	0	0	0	1	1	1	0	1
	11~12 48~108	0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H5. 1	109~139	1	—	FL37	800	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	~3 140~198	0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		14	0.2			7	5	0	0	2	1	3	6	2	2

(平成5年03月31日現在)

## V. 種苗生産

環境清浄化システム技術開発

## 種苗生産環境清浄化システム技術開発

### V-1. シマアジのVNNに関する試験

#### 1. 平成4年度シマアジの採卵試験結果とVNN発生状況

有元 操

本年度は、産卵親魚に対するSJNNVのワクチン投与の有効性および産卵制御の効果について把握するため以下の試験を行った。試験の概要について表1に示した。

#### (1) 方法

##### 1) 産卵親魚群と試験区

供試魚は、人工11歳魚（平均体重4.0 kg）、人工8歳魚（平均体重2.7 kg）および天然養成8歳魚（平均体重2.7 kg）を用いた。ワクチン投与の有効性を把握するため、人工11歳魚では、1990年にSJNNVの外皮蛋白を注射した群（1990年11月15日より一週間毎にSJNNVの外皮蛋白（アルカリで分解後、セシウムクロライドで外皮蛋白と核酸を分離）150  $\mu\text{g}$  を一週間毎にIncomplete adjuvantあるいはComplete adjuvantを加え混合し3回注射、A親魚群、8尾、うち雌2尾）と無処理群（C親魚群、19尾、うち雌12尾）に、人工8歳魚でも1991年に紫外線で不活化したSJNNVを注射した群（紫外線殺菌灯(15w、30分)により不活化した純化ウイルス150  $\mu\text{g}$  を1991年9月17日よりIncomplete adjuvantあるいはComplete adjuvantを加え混合し一か月毎に2回注射、B親魚群、20尾、うち雌10尾）と無処理群（D親魚群、11尾、うち雌6尾）に分け、連続産卵させた。加えて、産卵制御の有効性を把握するため、人工8歳魚（E親魚群、13尾、うち雌6尾）および天然養成8歳魚（F親魚群、21尾、うち雌13尾）を用いて、産卵制御する2群を設けた。なお、産卵制御は産卵後に水温を18~19°Cに降下させ、この水温域を10~15日間維持させることにより産卵を制御し、産卵時には再び水温を21~22°Cに上昇させて産卵させる方法によった。

##### 2) 長日処理と産卵誘起

いずれの試験でも平成3年10月31日に陸上水槽(90 m<sup>3</sup>あるいは60m<sup>3</sup>)に収容し、水温制御(18~22°C)と長日処理(日没後6時間照射、500W×2)を行いつつ、HCGによる産卵を試みた。

##### 3) 親魚血清中の抗体価および仔魚からの抗原検出

抗体ならびに抗原はELISAで検出した。図1に抗体の検出法について示した。IgMの部分純化については、1mlのチューブに血清100  $\mu\text{l}$ 、PBS 900  $\mu\text{l}$ 、平衡化したSephadexを200  $\mu\text{l}$ 入れ、上下逆さまに混合した。30分後、上澄みを捨て1mlのPBSを添加した。この操作を3回繰り返した後、上澄みを捨て1mlの1MNac1-PBSを添加した。得られたIgMを炭酸バッファで適宜希釈し、96穴マイクロプレートのウエルに200  $\mu\text{l}$ 入れ、IgMを吸着させた。25°Cで2時間反応させた。その後、PBSTで5回洗浄し、200ng/ml濃度の純化ウイルス液にブロックエース<sup>®</sup>1/4量を混合後、ウエルに200  $\mu\text{l}$ 入れ、IgMにウイルスを吸着させた。25°C、2時間反応後、上記と同様に洗浄した。ウサギにSJNNVを免疫して得られた一次抗体をウエルに入れ、ウイルスと一次抗体を反応させ、37°C、2時間反応させた。洗浄後、市販の酵素結合二次抗体を入れ、反応を增幅させ、37°C、3時間反応させた。洗浄後、基質を入れ発色させ、室温で30~40分後、マイクロプレートリーダーで405nm

における吸光値を測定した。

仔魚からの抗原検出では、仔魚10尾を炭酸バッファで適宜希釀し、96穴マイクロプレートのウエルに200  $\mu$ l 入れ、ウイルス抗原を吸着させ、25°Cで2時間反応させた。その後、PBSTで5回洗浄し、ウサギにSJNNVを免疫して得られた一次抗体(1/2000 希釀)にブロッカエースを1/4量を混合後、ウエルに200  $\mu$ l 入れ、ウイルスと一次抗体を反応させ、37°C、2時間反応させた。洗浄後、市販の酵素結合二次抗体を入れ、反応を増幅させ、37°C、3時間反応させた。洗浄後、基質を入れ発色させ、室温で30~40分後、マイクロプレートリーダーで405nmにおける吸光値を測定した。

## (2) 結果

採卵結果については表1に示すように、産卵は、11月25日より認められ、2月上旬までに、総採卵数2,180万粒、ふ化仔魚1,260万尾を得た。なお、A親魚群とE親魚群からは飼育ができるほどのふ化仔魚は得られなかった。各試験群の採卵の概要、得られたふ化仔魚のVNNの発生状況および抗体変化について以下に詳細に述べる。

### ① Aグループ（人工11歳魚、1990年ワクチン処理、連続産卵型）

成熟状況が悪く産卵がみとめられなかった。この要因として、水温管理（熱交換機の故障）に問題があったと思われる。親魚血清中の抗体価はウイルス外皮蛋白注射後（1990年11月15日）ほとんどの個体が注射後一ヶ月～2ヶ月後に急激に上昇し、その後も高い抗体価を維持した（図2）。

### ② Cグループ（人工11歳魚、抗体価低群、連続産卵型）

11月27日にHCGを投与した結果、2月10日までに総採卵数974.0万粒、ふ化仔魚585.3万尾を得た。

本群から得られたふ化仔魚でのVNNの発生は初回の産卵群（11月29日）を用いた生産回次1-1、2では、鰓異常魚が一部発生（日令11）したもの、飼育は比較的順調であった（生産回次1）（図3）。しかし、約10日後の（12月11日）の産卵分以降から飼育初期にVNNが発生し、全滅した（図4）。

抗体価は低く推移したが1尾（757F47、雌）のみ11月に抗体価の上昇が認められた。

### （図5）

### ③ Bグループ（人工8歳魚、1991年ワクチン処理、連続産卵型）

11月25日より自然産卵が認められたが産卵量が少なかった。このため、11月29日にHCGを投与した結果、12月24日までに総採卵数656.6万粒、ふ化仔魚419.3万尾を得た。

本群から得られたふ化仔魚でのVNNの発生（生産回次3、4）はホルモン投与後1回目の産卵分（12月1日）から認められた。図6に生産回次毎とのふ化仔魚からのSJNNV抗原の検出結果を示した。ELISA値は日令6から上昇が見られ、翌日には摂餌不良および浮上斃死が認められた。

抗体価は1990年11月以降の親魚血清中のSJNNVに対する抗体価は、低く推移したが、不活化ウイルス注射後（1991年9月17日）2ヶ月後に抗体価の上昇が認められ、その後も高い抗体価を維持した（図7）。

### ④ Dグループ（人工8歳魚、抗体価低群、連続産卵型）

11月29日にHCGを投与した結果、12月24日までに総採卵数188.0万粒、ふ化仔魚

109.9 万尾を得た。

本群から得られたふ化仔魚での VNN の発生はホルモン投与後 1 回目の産卵分 (12 月 1 日) から発生した (0.5m<sup>3</sup> 水槽で飼育試験)。

抗体価は低く推移した (図 8)。

⑤ E グループ (人工 8 歳魚、抗体価低群、単発産卵型)

11月 29 日と 12 月 26 日に HCG を投与し、1 月 11 日までに総採卵数 349.0 万粒、ふ化仔魚 143.9 万尾を得た。

本群から得られたふ化仔魚での VNN の発生はホルモン投与後 1 回目の産卵分 (12 月 1 日) から発生した (図 6、生産回次 2)。

抗体価は低く推移したが 1 尾 (78495F、雄) のみ 11 月に抗体価の上昇が認められた (図 9)。

⑥ F グループ (天年 8 歳魚、抗体価低群、単発産卵型)

未経産魚のため成熟個体が少なく、わずかしか採卵できなかった。

抗体価は低く推移した (図 10)。

⑦ 古満目天然 14 歳魚、陰性群

VNN の発生の発生がどの親魚群からも認められたため、古満目事業場で得られたふ化仔魚を用いて飼育した。VNN の発生は 2 月 3 日産卵では、認められず飼育 (生産回次 7-1, 2) は順調であったが、それから一ヶ月後の 3 月 3 日産卵群 (生産回次 8) では、日令 10 以降に鰐異常魚が発生し、ほぼ全滅した (図 11)。

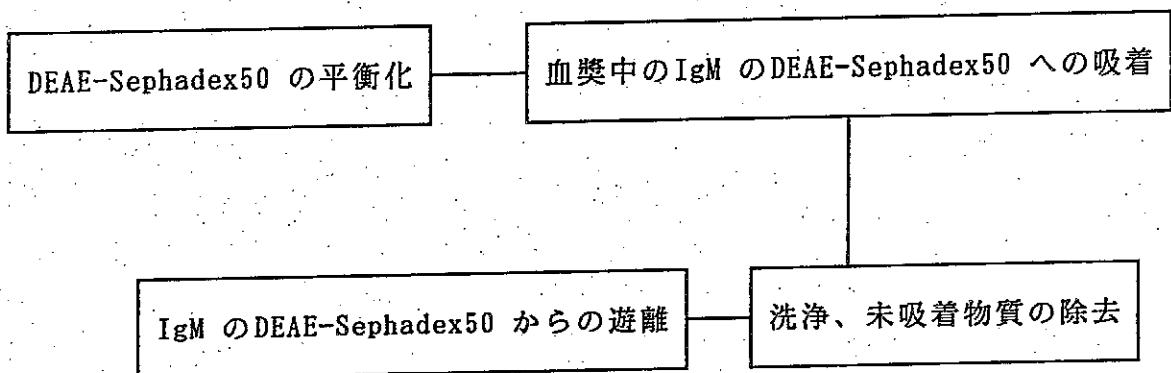
### (3) 考察

今回の試験では VNN の発生がどの親魚群から得られたふ化仔魚でも認められた。VNN の発生全てが親魚からの垂直感染であると仮定すると、ワクチン投与の有効性および産卵制御の有効性については疑問がもたれる。しかし、環境水から親魚あるいはふ化仔魚への水平感染があったとすると、ワクチン投与の有効性および産卵制御の有効性については再試験が必要である。なお、今後、親魚管理面からの VNN の防除が必要と考えられた。

表1 平成4年度シマアジの採卵試験の概要と結果(五島事業場)

アルーフ	供試親魚		抗体価と産卵形式			産卵手法と開始日			採卵結果						
	系群	年齢	体重(kg) 尾数(雌)	抗体価	ワクチン	産卵型	長日 試験	短日 処理	HCG 加温	11月 投与	産卵開始 終了日	総採卵数 浮上卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 受精卵数 (万粒)	浮上卵率 ふ化率 (%)	
A	人工 11歳魚	4.0 8(2)		高	1990年 11月	連続	10.31 11.1 11.1 11.27	— 12.10	0 0	0	— 0	656.6 539.8 437.6	419.3 81.1 95.8	82.2 81.1 95.8	未産卵 備考
B	人工 8歳魚	2.7 20(10)		高	1991年 9月	連続	10.31 11.1 11.1 11.27	11.25 ~12.24	656.6 539.8 437.6	0	— —	385.3 83.0 89.8	382.2 83.0 89.8	12.1の産卵分(2回 目)でVNN発生。	
C	人工 11歳魚	4.0 19(12)		低	—	連続	10.31 11.1 11.1 11.27	11.29 ~2.10	974.0 785.0 651.9	0	— —	585.3 83.0 89.8	80.6 83.0 89.8	12.11の産卵分以降 (10回目)でVNN 発生。 171	
D	人工 8歳魚	2.7 11(6)		低	—	連続	10.31 11.1 11.1 11.29	12.1 ~12.24	188.0 141.0 117.4	109.9	75.0 83.3 93.6	75.0 83.3 93.6	12.1の産卵分(1回 目)でVNN発生。		
E	人工 8歳魚	2.7 13(6)		低	—	単発	10.31 11.1 11.1 11.29	12.1 ~1.11	349.0 236.6 165.2	143.9	67.6 70.0 87.1	67.6 70.0 87.1	12.1の産卵分(1回 目)でVNN発生。		
F	天然 8歳魚	2.7 21(13)		低	—	単発	10.31 11.1 11.1 11.28	11.30 ~12.10	16.0 10.0 1.2	0.8	62.5 12.0 66.7	62.5 12.0 66.7	未経産魚のため成熟 状態悪く、試験中止		

## 1. 血漿中の IgM の部分画分法



## 2. 血漿中の SJNNV 抗体の測定

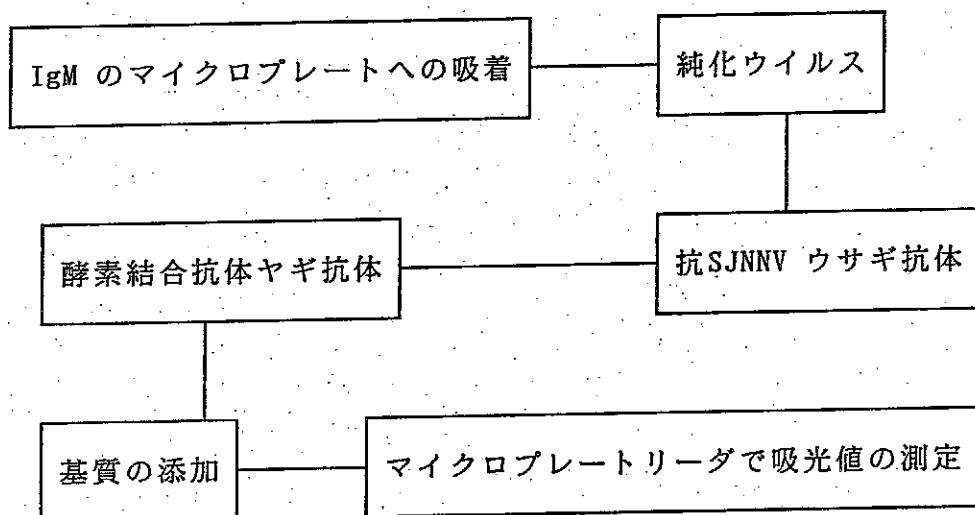


図1 ELISA法による親魚血漿中のSJNNVに対する抗体価測定方法

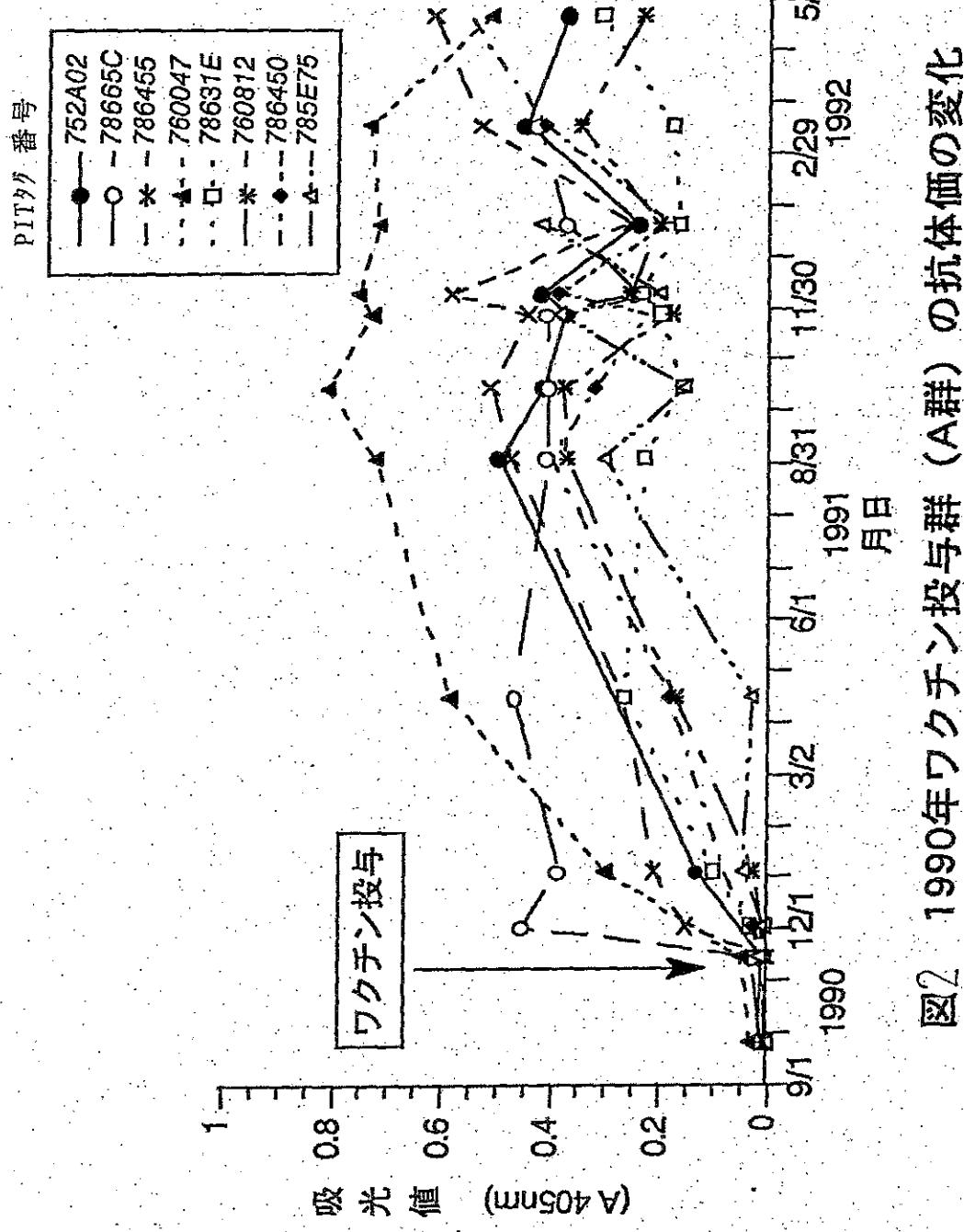
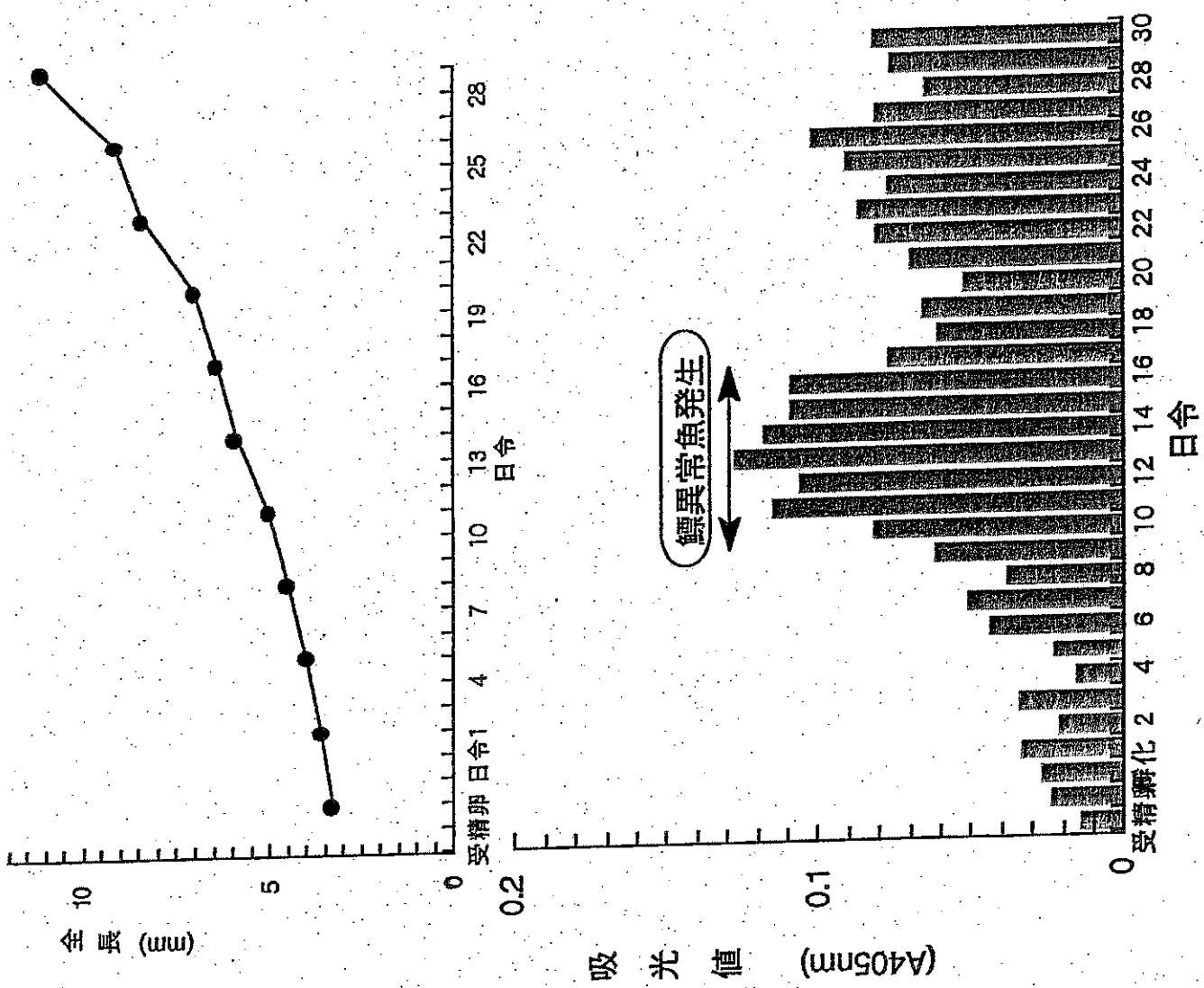
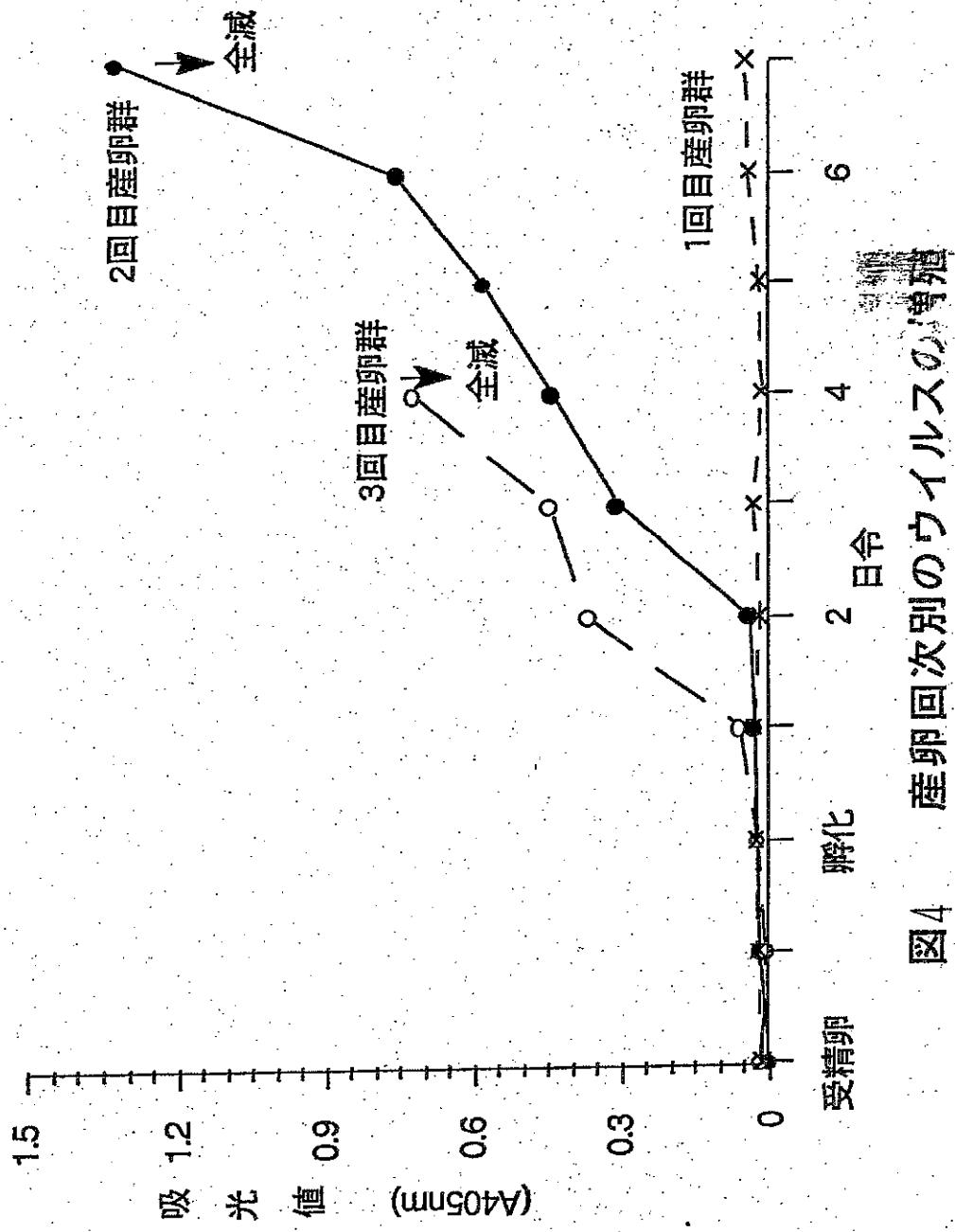


図2 1990年ワクチン投与群(A群)の抗体価の変化

図3 生産回次1-1の吸光値の変化と成長





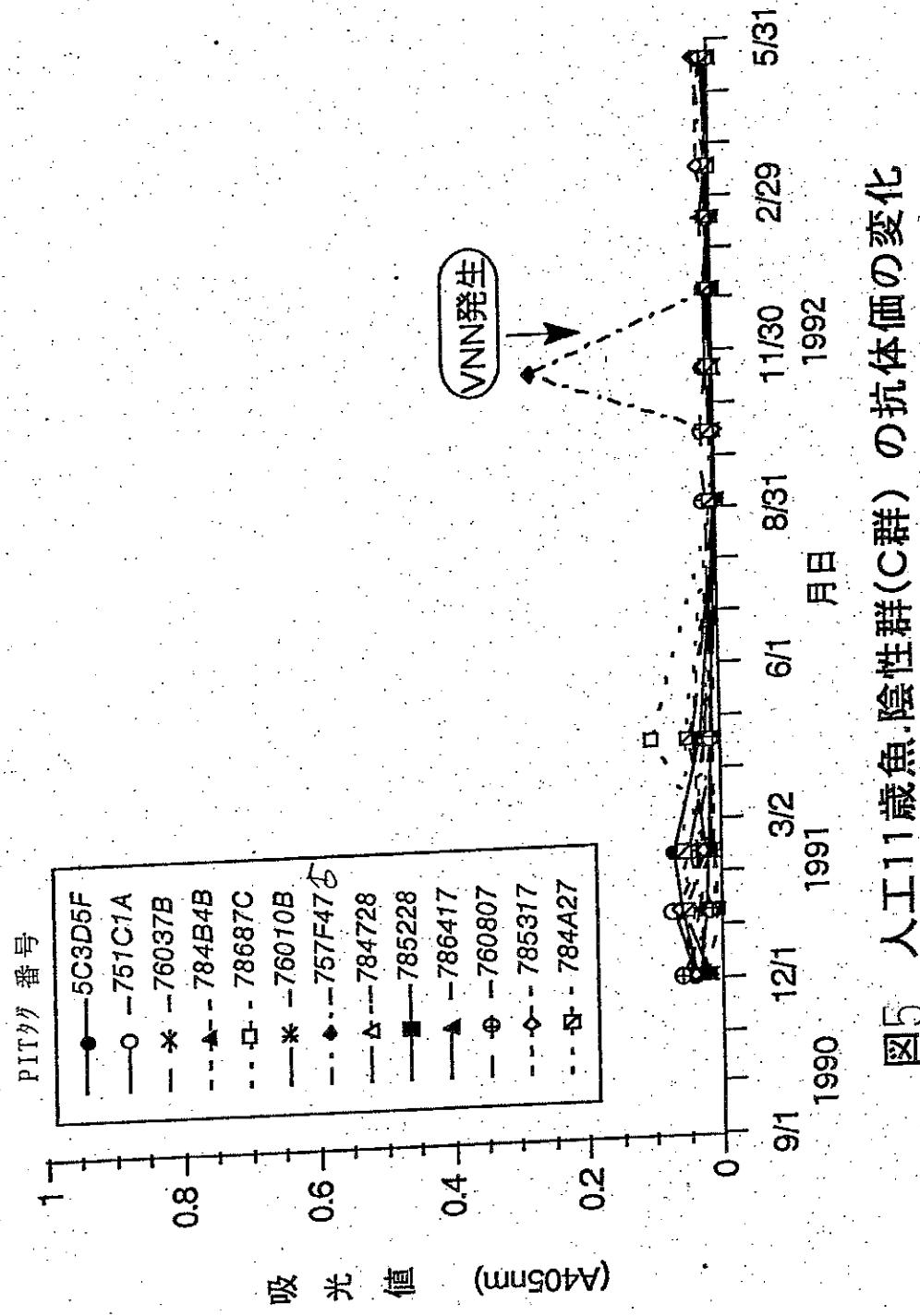
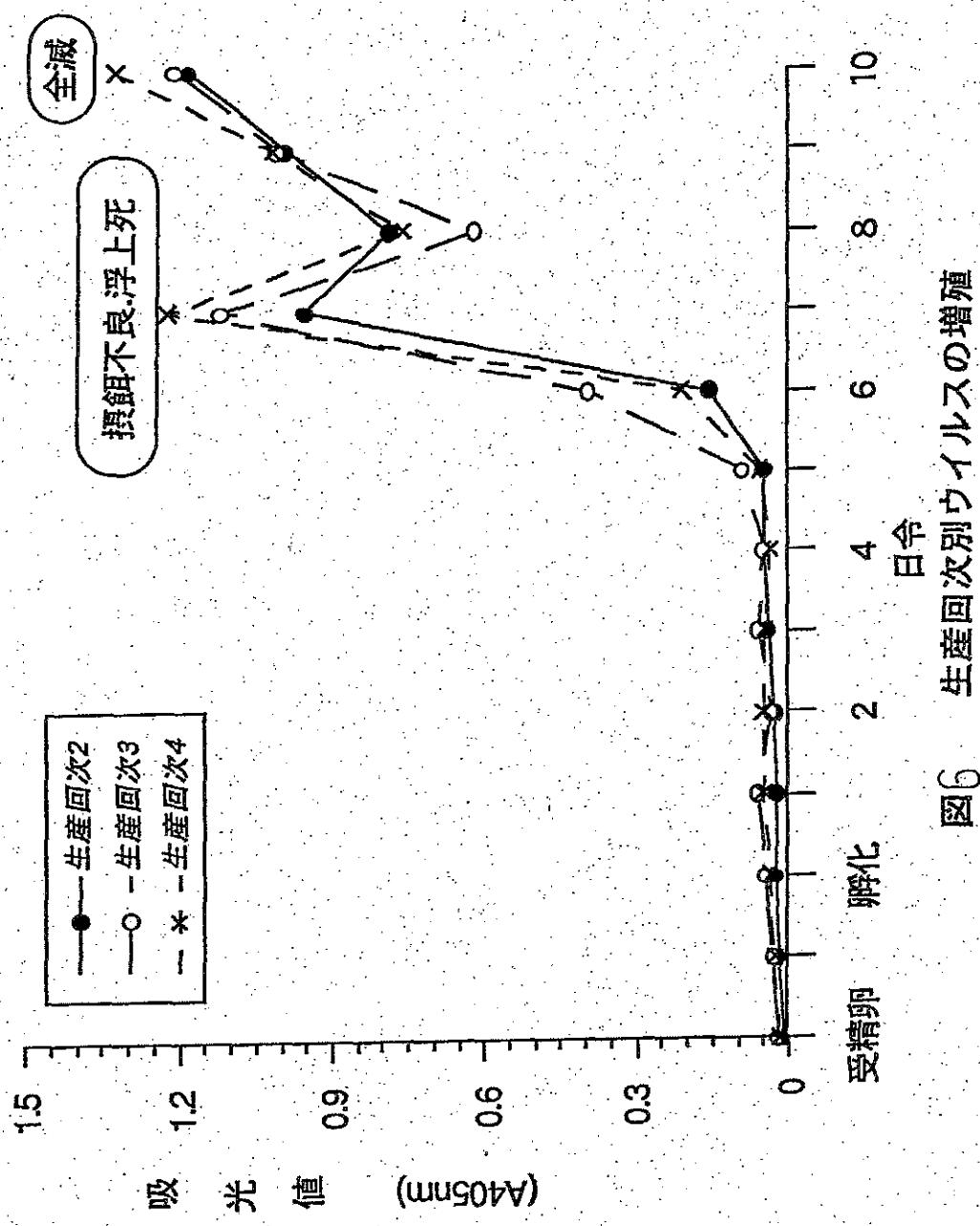


図5 人工11歳魚・陰性群(C群)の抗体価の変化



PITタグ番号
760A31
- 785F30
- * - 552929
- ▲ - 784957
- □ - 786850
- * - 784901
- ◆ - 785002
- △ - 760A6E
- ■ - 786142

ワクチン投与

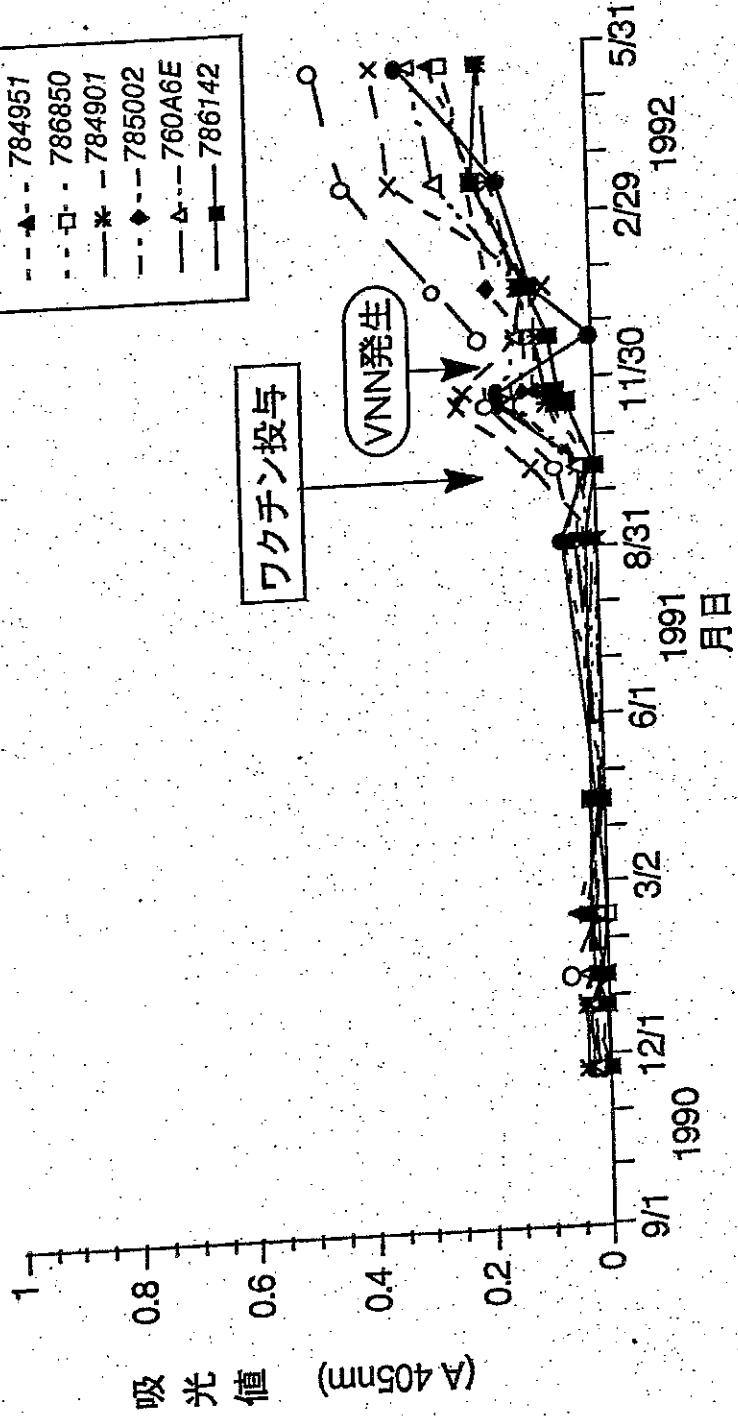


図7 1991年ワクチン投与群(B群)の抗体価の変化

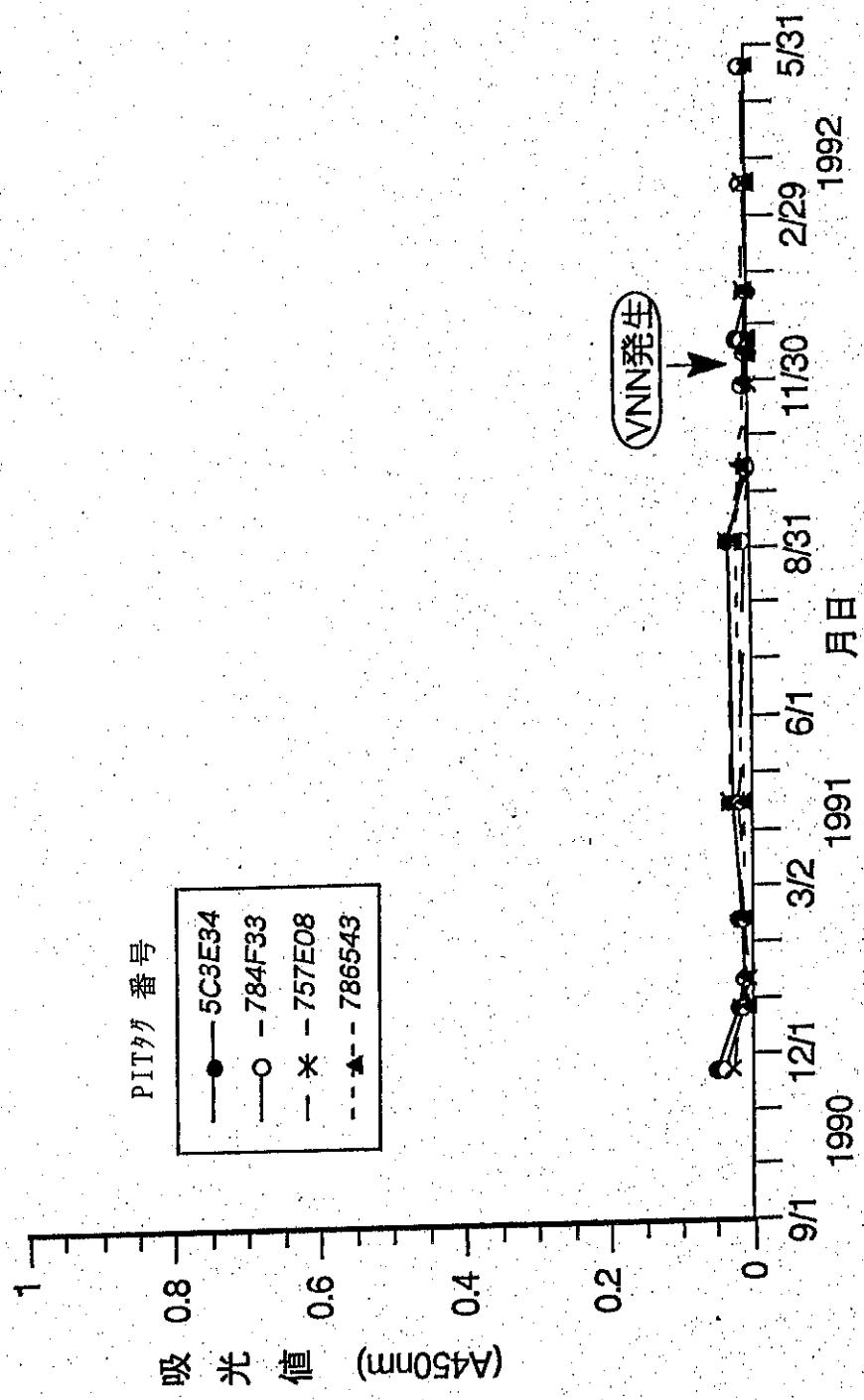


図8 人工8歳魚(D群)の抗体価の変化

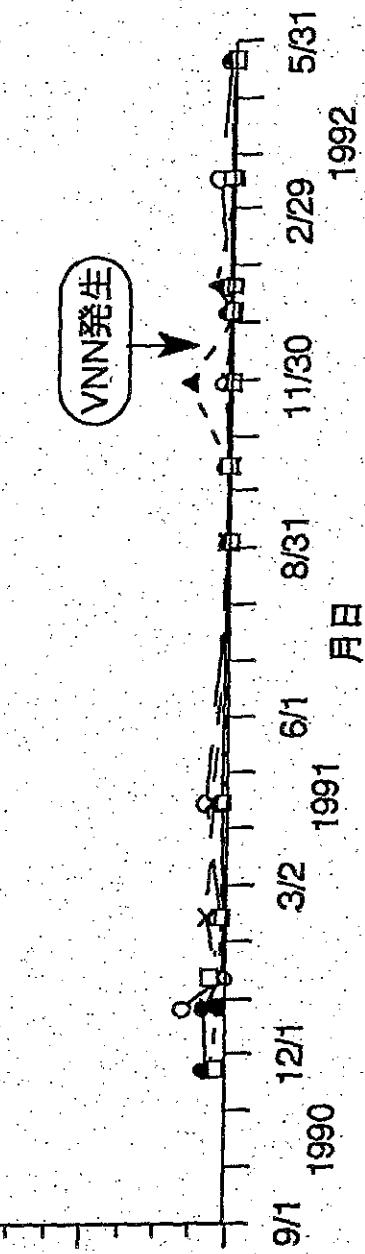
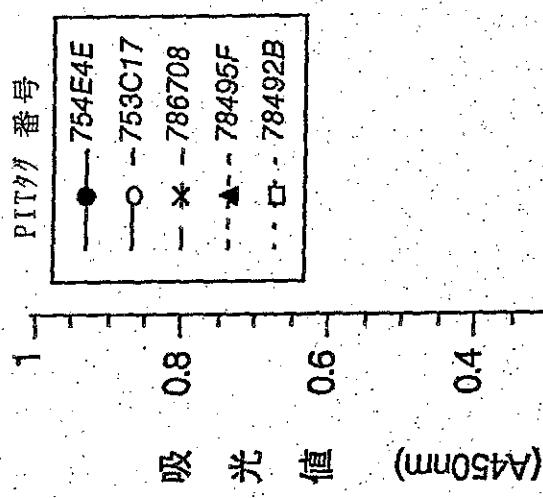
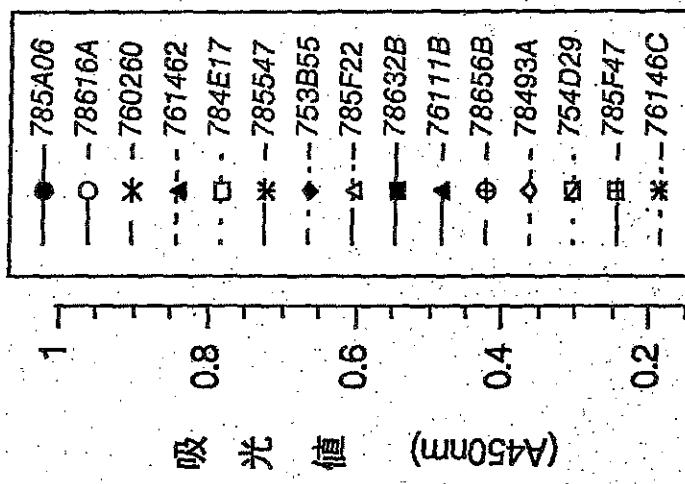


図9 人工8歳魚(Ⅲ群)の抗体価の変化

PITタグ 番号



吸光値 (A450nm)

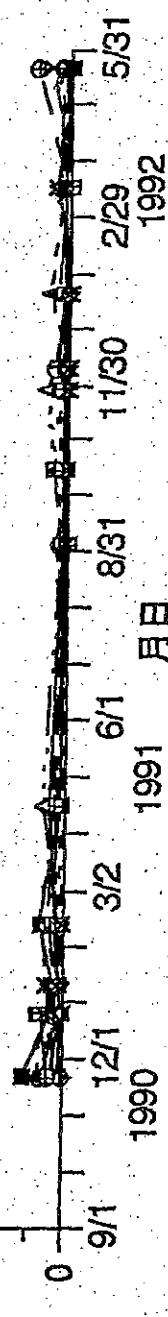


図10 天然8歳魚(F群)の抗体価の変化

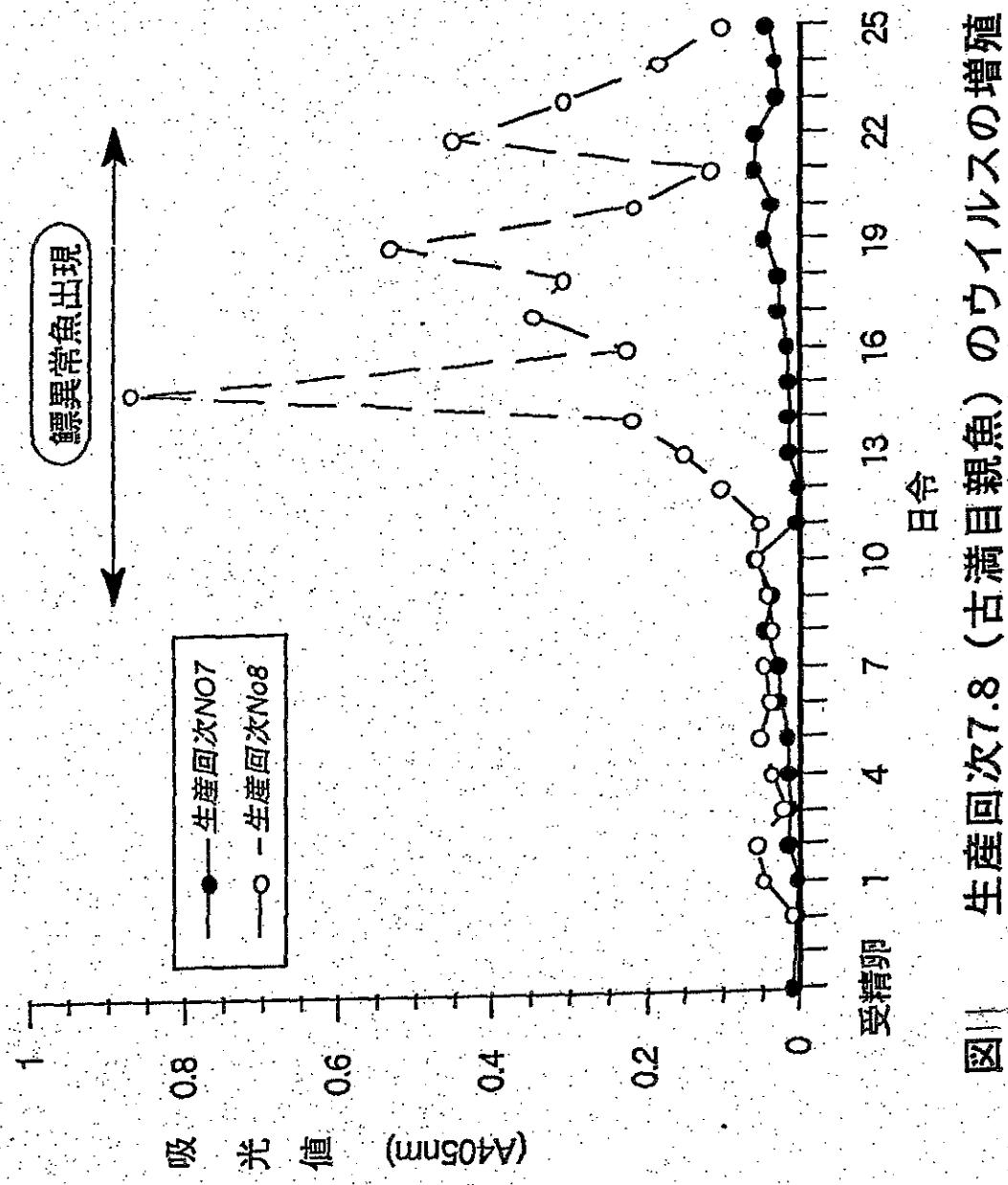


図11 生産回次7.8(古満目親魚)のウイルスの増殖

## 2. 飼育水温によるウイルスの増殖

本ウイルスの性状を把握するために、飼育水温と本ウイルスの増殖との関係について試験を行なった。

自然発症魚の飼育水温とウイルスの増殖との関係を把握するため3例の試験を行った。

### 1. 方法

飼育は0.5 m<sup>3</sup>水槽を用い、日令1のふ化仔魚を15000~20000 尾用いた。なお、試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシの投与を行ったが、換水は行わなかった。

ふ化仔魚には（D群、陰性、12月18日産卵）から得られたふ化仔魚を用いた。

### 3. 結果

各水温区（16.0、20.0、24.0、28.0 ℃）におけるELISAによるウイルス抗原の検出結果を図1に示した。飼育経過に伴い20.0、24.0 ℃区では吸光値が急激に上昇し、16.0、28℃区では吸光値は緩やかに上昇し、延命効果はあったものの日齢4あるいは5で全滅した。

この結果、本ウイルスは広範囲の水温域内で増殖すると考えられ、飼育水温を制御することにより本ウイルスの発生を防止することは出来ないと判断された。

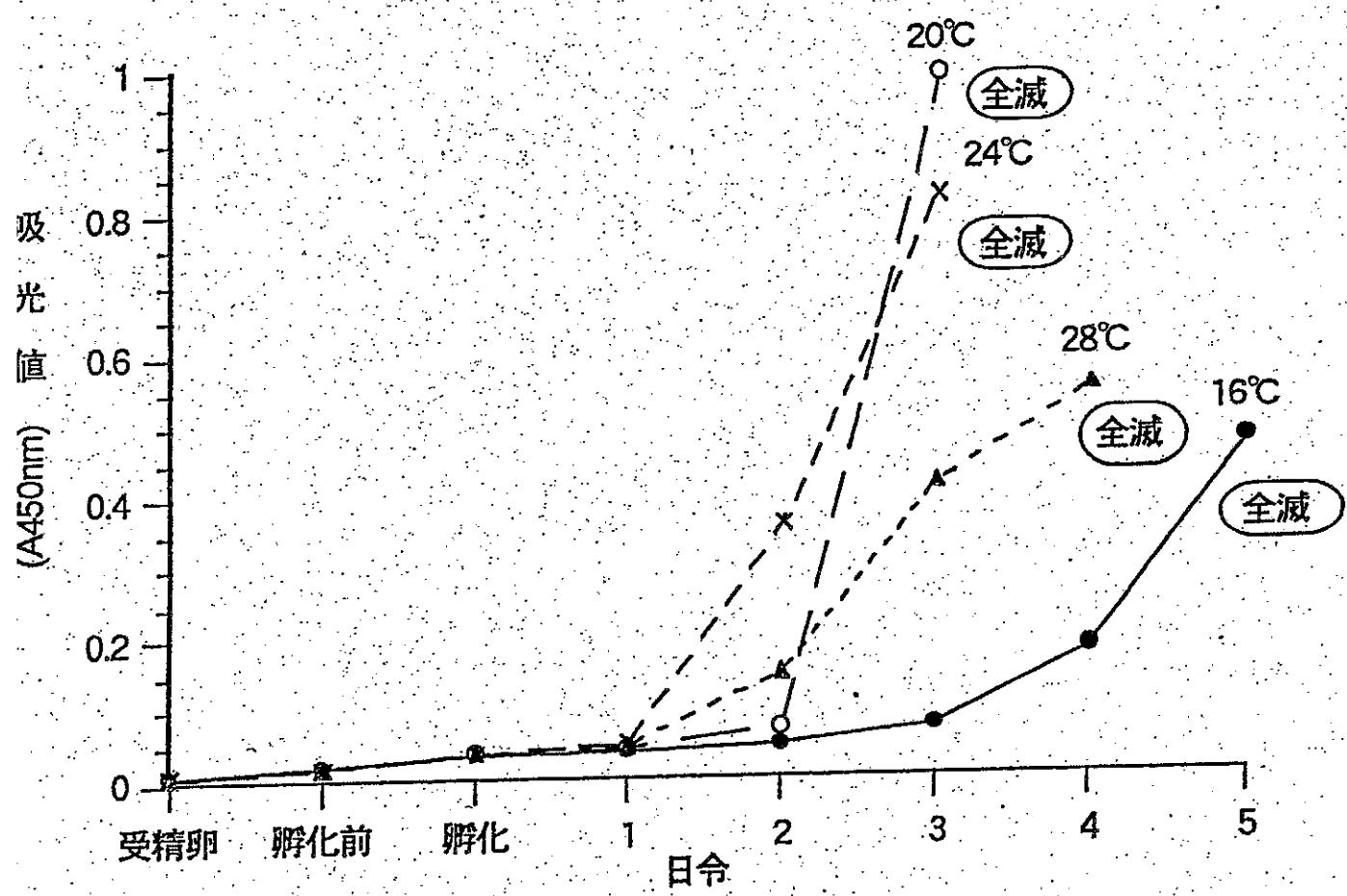


図1 飼育水温別のウイルスの増殖（試験1）

### 3. SJNNV の病原性に関する試験

#### (1) シマアジ病魚磨碎液の病原性

病魚磨碎液での感染が成立するかどうか試験を行なった。

##### 1) 方法

感染試験に供した仔魚は、古満目事業場で2月10日に産卵しふ化した仔魚（日令2、平均全長3.4mm）を各区13000尾を用いた。

供試ウイルス液の調整法について図1に示した。供試ウイルス液にはシマアジ病魚の磨碎液を用いた。凍結保存（-85°C）した斃死仔魚（日令5、平均全長3.8mm）20gを海砂で磨碎し、PBS 180mlを加えミキサーで5分間攪拌した後、遠心（3000rpm、30分、4°C）し、その上清を0.80μmおよび0.45μmのフィルターで濾過し、これを供試ウイルス液とした。

感染法については図2に示した。感染区では供試ウイルス液20mlを海水5l(301水槽)に添加し、仔魚を60分間浸漬した。浸漬後、2時間換水(60l/時間)し、感染濾液を取り除いた。対照区ではPBSを20ml添加した後、感染区と同操作を行った。

供試魚は、水温22.0°C~24°Cの範囲で飼育し、5001水槽で行った。試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシを投与した。

ウイルスの検出にはELISA法を行い、吸光値(A405nm)を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を0.01g(70尾程度)を用い、9倍量の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心(3000rpm、30分、4°C)後、上澄を100倍希釈してELISAに用いた。

##### 2) 結果

試験結果を表1に示した。試験区では病魚磨碎液を接種後2日目よりELISA値が高くなり、3日目にはELISA値が0.5以上となり4日目には全滅した。一方、対照区ではELISA値は0.1以下と低く、4日目の生残率も90%以上と高かった。このように、シマアジ病魚磨碎液により感染が成立し、病原性は究めて強かった。

表1 シマアジ病魚の磨碎液による感染試験結果－I

実験区	経過日数と水温				
	感染0日目 日令2	感染1日目 日令3	感染2日目 日令4	感染3日目 日令5	感染4日目 日令6
対照区	生残尾数 13000尾	12800尾	12200尾	12200 尾	12000 尾
	生残率 100%	98.4%	93.8%	93.8%	92.3%
	水温 22.2°C	23.1°C	23.8°C	24.2 °C	24.1°C
	全長 3.42mm		3.71mm		3.89mm
	A405nm 0.010	0.027	0.064	0.034	0.026
感染試 験区	生残尾数 13000尾	11100尾	8460尾	1900 尾	0 尾
	生残率 100%	84.6%	65.0%	14.6%	0%
	水温 22.6	23.5°C	23.5°C	24.6 °C	24.3°C
	全長 3.40mm		3.62mm		3.72mm
	A405nm 0.008	0.060	0.736	0.361	0.877

## (2) 病魚磨碎液のウイルス量

感染させた病魚磨碎液のウイルス量を把握するため、以下の方法で推定した。

## 1. 方法

500ng /cc の純化ウイルスと上記の供試ウイルス液を順次2倍希釀していき、各希釀段階の吸光値を測定した。

## 2. 結果

純化ウイルスと供試ウイルス液の各希釀段階における吸光値を図1に示した。純化ウイルス(500ng)では200~1600倍の希釀段階で濃度依存的に希釀された。この間のウイルス濃度と吸光値との関係を表1に示した。

表2 純化ウイルスの濃度と吸光値との関係

ウイルス量(x)	62.5 ng	31.3ng	15.6ng	7.8ng
A405nm(Y)	0.750	0.345	0.206	0.077

上記の値より  $Y = 0.085e^{0.037x}$  ( $\gamma = 0.939$ ) の回帰直線式が求められる。

供試ウイルス液では1/800以降で濃度依存性が認められ、1/1600の吸光値は0.32である。これを用いて上記の式から算出すると、ウイルス量は35.9ngである。感染ウイルス液の1/1600が35.9ngであるので、ウェル(0.2cc)には  $35.9ng \times 1600 = 57.44\mu g$  が存在する

ことになる。従って、1 cc中の感染ウイルス液は  $57.44 \mu\text{g} \times 5 = 287.2 \mu\text{g}/\text{cc}$  である。供試ウイルス液は20ccを用いたので、 $287 \mu\text{g} \times 20\text{cc} = 5744 \mu\text{g}$ 。5 L の海水に浸漬したのでウイルス量は  $5744 \mu\text{g} \div 5020\text{cc} = 1.1 \mu\text{g}/\text{cc}$ 。

以上の結果、本感染実験では約  $1 \mu\text{g}/\text{cc}$  のウイルス濃度で浸漬したと推定された。

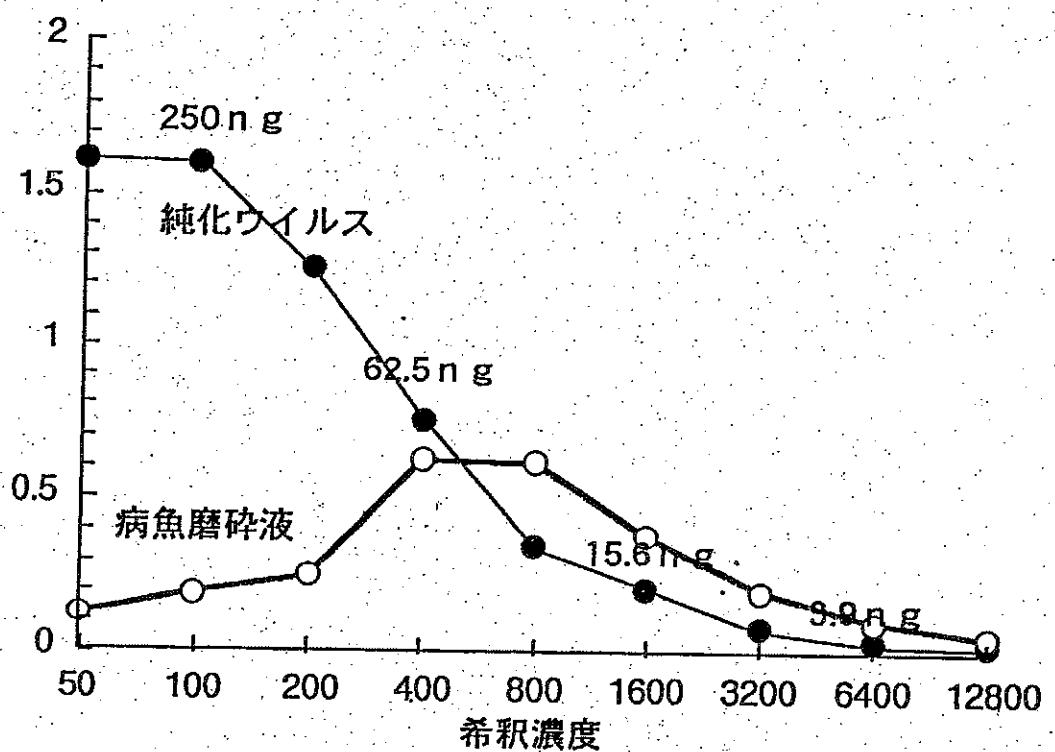


図1 病魚磨碎液のウイルス量

病魚20g をSea sandとホモジナイズ



PBS 180cc を加えミキサーでSuspension



遠心、3000rpm、30分、4 °C



上澄みをミボアフィルター 0.80 μm , 0.45 μm でろ過



ろ液20ccを感染液に供試

図1 病魚磨碎液の調整法

海水5Lにふ化仔魚を 13000尾（日令2）収容、水温22°C



感染区に感染ウイルス液を20cc、コントロールにPBS 20cc添加



60分浸漬



500L水槽で飼育

図2 感染方法

### (3) SJNNV 純化ウイルスの病原性と感染サイズ

本病の原因体がSJNNV であるかどうか、純化ウイルスを用いて感染試験を行なった。

#### 1) 方法

##### ①供試魚

古満目事業場で3月3日に産卵し、ふ化した仔魚を用いた。感染は日令1、6、9の3段階で感染させた。供試尾数は各区2000~500尾を用いた。

##### ②純化ウイルスの調整

Moriらが1991年に純化し、京都大学農学部植物病理研究室に凍結保存（-85°C）してあった10mg/cc の純化ウイルスを用いた。500、50、5、0.5μg の純化ウイルスをPBS 20CCに溶解し、これを供試ウイルス液とした。

##### ③感染方法と飼育

感染区では、上記のウイルス量を含むPBS 液20mlを海水51(301水槽)に添加し、ウイルス濃度が100ng、10ng、1ng、0.1ng/cc となるように仔魚を60分間浸漬した。浸漬後、ゆるやかに2時間換水(601/時間)し、感染濾液を取り除いた。対照区ではPBS を20ml添加した後、感染区と同操作を行った。供試魚は、301 水槽で飼育した。試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシを投与した。

##### ④ウイルスの検出法

ウイルスの検出にはELISA 法で行い、吸光値(A405nm)を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を各10尾を用い、300 μl (約100 倍) の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心(3000rpm、30 分、4°C) 後、ELISA に用いた。

#### 2) 結果

日令1、平均全長3.5mm のふ化仔魚での感染試験結果は表1、図1に示すように、純化ウイルス100~0.1ng/mlの濃度でELISA 値は高くなり接種後9 日内に全て全滅した。以上の結果、SJNNV が本病の病原体であることを確認した。

日令6 および9での感染試験結果を表2、3に示した。いずれのサイズでも感染が成立した。

表1 SJNNV 純化ウイルスによるシマアジ仔魚への感染試験  
(日令1、平均全長3.5mm)

試験区	感染後日数、( )は日令								
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	9 (10)
<b>100ng /cc 区</b>									
A405nm	0.011	0.067	0.810	0.915					
生残率(%)	112.0		42.0	0					
水温 (°C)	19.9	20.3	21.6	22.2					
<b>10ng/cc 区</b>									
A405nm	0.023	0.041	0.174	0.252	1.130				
生残率(%)	78.0		70.5		0				
水温 (°C)	20.0	20.2	21.5	22.1	23.4				
<b>1ng /cc 区</b>									
A405nm	0.032	0.022	0.004	0.153	0.407	0.840	0.888	0.930	
生残率(%)	81.0		92.5		60.5		11.0	0	
水温 (°C)	19.8	20.4	21.2	21.9	23.6	24.1	24.4	23.8	
<b>0.1ng /cc 区</b>									
A405nm	0.009	0.016	0.020	0.058	0.053	0.382	0.440	0.497	0.892
生残率(%)	72.5		81.0		52.5		48.0		0
水温 (°C)	20.1	20.3	21.6	22.0	23.5	24.3	24.3	23.6	23.7
<b>コントロール</b>									
A405nm	0.036	0.021	0.006	0.038	0.048	0.036	0.045	0.083	0.081
生残率(%)	90.0		79.0		68.0		77.0		51.5
水温 (°C)	20.0	20.2	21.4	22.1	23.7	24.2	24.3	23.8	23.9

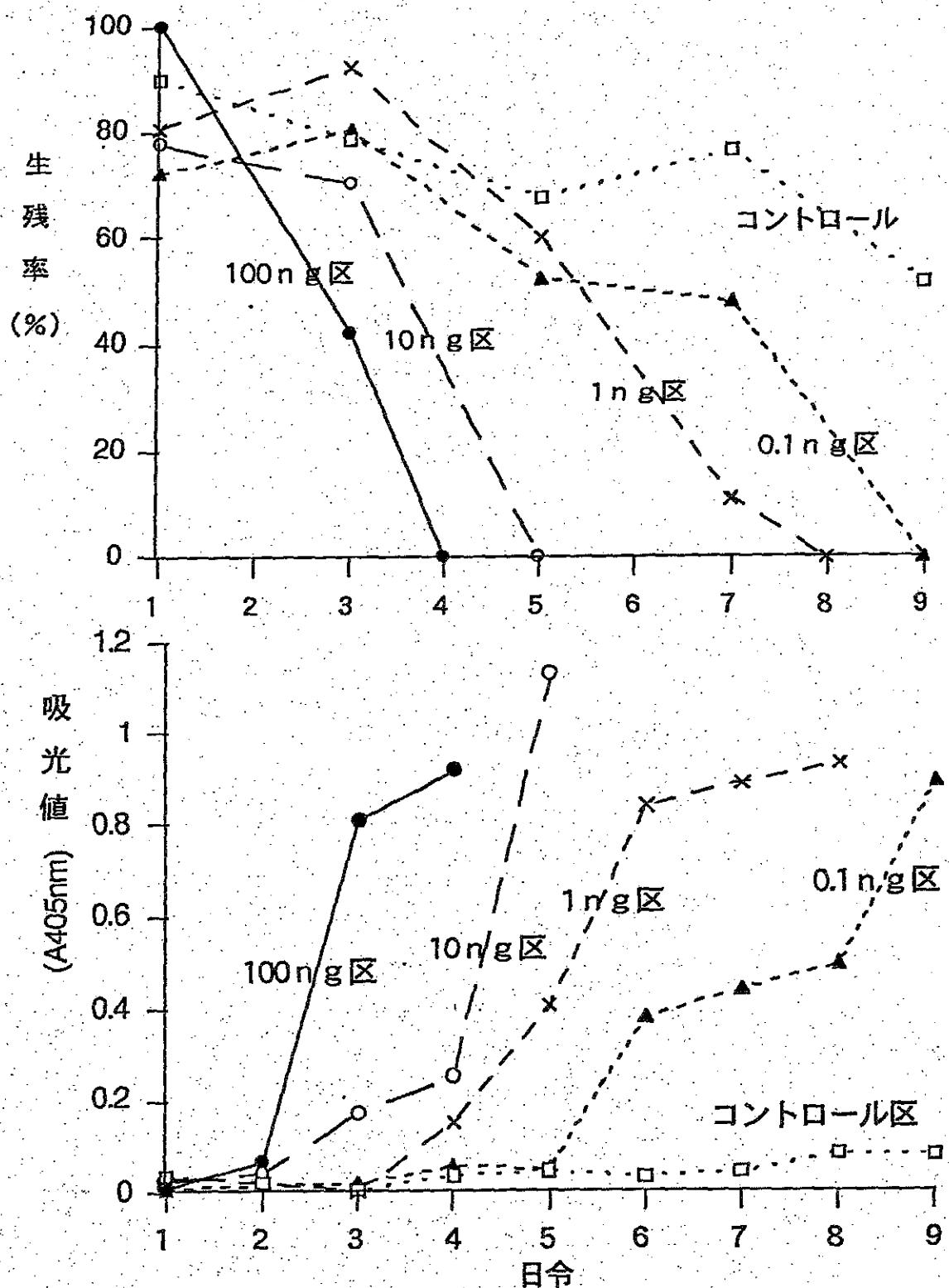


図1 全長3.5mmサイズでの感染試験

表2 SJNNV 純化ウイルスによるシマアジ仔魚への感染試験  
(日令6、平均全長4.0mm)

試験区	感染後経過日数、( )は日令				
	1 (7)	2 (8)	3 (9)	4 (10)	5 (11)
<b>10ng/cc 区</b>					
A405nm	0.044	0.040	0.347	0.046	0.137
生残率 (%)		98.1%			0%
水温 (°C)	22.9	23.2	23.3	22.8	23.0
<b>1ng /cc 区</b>					
A405nm	0.034	0.038	0.067	0.041	0.106
生残率 (%)		110.2%			0%
水温 (°C)	23.0	23.4	23.2	22.7	23.2
<b>0.1ng /cc 区</b>					
A405nm	0.038	0.034	0.064	0.007	0.344
生残率 (%)		109.3%			0%
水温 (°C)	22.8	23.4	23.0	22.6	23.1
<b>コントロール</b>					
A405nm	0.034	0.025	0.083	0.066	0.080
生残率 (%)		98.7%			62.3%
水温 (°C)	22.8	23.3	23.2	23.0	23.2

表3 SJNNV 純化ウイルスによるシマアジ仔魚への感染試験  
(日令9、平均全長4.4mmを感染させた場合)

試験区	感染後経過日数、( ) は日令				
	1 (10)	2 (11)	3 (12)	4 (13)	5 (14)
<b>10ng/cc 区</b>					
A405nm	0.024	0.033	0.080	0.097	0.413
生残率 (%)	123.5%		92.5%		0%
水温 (°C)	22.7	23.1	23.3	23.4	23.0
<b>1ng/cc 区</b>					
A405nm	0.061	0.035	0.148	0.222	0.406
生残率 (%)	106.0%		71.5%		0%
水温 (°C)	22.6	22.9	23.4	23.4	23.1
<b>0.1ng/cc 区</b>					
A405nm	0.051	0.032	0.033	0.127	0.324
生残率 (%)	112.5%		81.0%		0%
水温 (°C)	22.6	23.0	23.4	23.3	23.2
<b>コントロール</b>					
A405nm	0.036	0.012	0.066	0.085	0.063
生残率 (%)	121.0%		58.0%		64.2%
水温 (°C)	22.7	23.2	23.3	23.2	23.2

#### (4) 病魚から健康魚への同居感染

人為的に感染させた病魚から健康魚への感染が成立するかどうか試験を行なった。

##### 1) 方法

###### ① 感染病魚と感染方法

感染病魚は、日令1で海水に純化ウイルス濃度が100ng/ccとなるように浸漬感染させた。そしてこの仔魚を翌日採集し、正常魚（日令2）500尾に、各区それぞれ100、50、5、尾入れ30尾水槽で混合飼育した。試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシを投与した。

###### ② ウィルスの検出法

ウィルスの検出にはELISA法で行い、吸光値(A405nm)を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を各10尾を用い、300μl(約100倍)の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心(3000rpm、30分、4°C)後、ELISAに用いた。

##### 2) 結果

試験結果を表1に示した。健康魚に病魚を100および50尾を同居した区では、ELISA値が高くなり、試験開始後6日目には全て全滅した。以上の結果、飼育水中では病魚から健康魚に容易に感染が成立することを確認した。

表1 病魚による健康魚への同居感染試験結果

試験区	試験開始後日数、( )は日令					
	1 (3)	2 (4)	3 (5)	4 (6)	5 (7)	6 (8)
感染魚：正常魚						
100 : 500 区						
A405nm	0.032	0.021	0.004	0.103	0.349	0.603
生残率 (%)	144.2%		104.0%		16.0%	0
水温 (°C)	19.9	21.3	21.6	22.3	24.0	23.2
50 : 500 区						
A405nm	0.024	0.033	0.012	0.138	0.373	0.754
生残率 (%)	98.0%		76.0%		64.0%	0
水温 (°C)	19.9	21.4	21.7	22.4	24.0	23.1
5 : 500 区						
A405nm	0.036	0.014	0.012	0.044	0.042	0.045
生残率 (%)	107.2%		108.0%		56.0%	64.2%
水温 (°C)	20.0	21.3	21.6	22.3	23.9	23.2
0 : 500 区						
A405nm	0.022	0.019	0.038	0.036	0.033	0.062
生残率 (%)	84.6%		126.0%		96.0%	61.2%
水温 (°C)	20.3	21.3	21.5	22.2	23.8	23.1

### (5) SJNNV の他魚種に対する病原性

ブリ、マダイ、ヒラマサ、イシダイおよびクエ仔魚に対するSJNNV の病原性について試験を行なった。

#### 1) 方法

感染材料にはブリ、マダイ、ヒラマサ、イシダイおよびクエの仔魚（日齢 1）を150~2000尾用いた。純化ウイルス500  $\mu\text{g}$  をPBS 20CCに溶解し、海水5000cc中に混合し、ふ化仔魚を1時間浸漬した。感染後、2時間注水し(60 ℥ / 時間)、感染液を取り除いた。飼育は30ℓ水槽で行ない、試験期間中の水温はブリでは20.4~21.9 °C、マダイでは18.3~19.2 °C、ヒラマサでは21.2~22.9 °C、イシダイでは21.5~23.0 °Cであった。ウイルス抗原の検出はELISA で行ない、各区10尾づつ検査に供試した。

#### 2) 結果

表1~5に各魚種ごとに試験結果を示した。いずれの魚種でもELISA 値は低く、感染は成立しなかった。この結果、ブリ、マダイ、ヒラマサ、イシダイおよびクエの仔魚では本ウイルスの病原性は低いものと判断された。

表1 ブリ仔魚への感染試験結果

試験区	感染後経過日数、( ) は日令									
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	9 (10)	
<b>感染区</b>										
A405nm	0.080	0.005	0.008	0.018	0.018	0.015	0.026	0.045	0.02	
生残率	107.5%		61.5%		17.0%		21.3%		9.0%	
水温 (°C)	21.4	20.6	21.0	21.3	21.5	21.4	21.7	21.8	21.9	
<b>コントロール</b>										
A405nm	0.012	0.019	0.009	0.018	0.024	0.009	0.020	0.059	0.04	
生残率	91.5%		21.0%		26.0%		22.5%		7.5%	
水温 (°C)	21.3	20.4	21.1	21.2	21.6	21.3	21.7	21.8	21.8	

表2 マダイ仔魚へのSJNNV の感染試験結果

試験区	感染後経過日数、( ) は日令									
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	9 (10)	10 (11)
<b>感染区</b>										
A405nm	0.011	0.014	0.017	0.033	0.039	0.057	0.028	0.032	0.074	0.035
生残率	101.9%		94.5%		82.5%		86.0%		44.5%	49.3%
水温 (°C)	18.3	18.3	19.2	18.5	18.4	19.0	19.2	19.1	18.6	18.9
<b>コントロール</b>										
A405nm	0.021	0.024	0.023	0.032	0.026	0.026	0.030	0.039	0.033	0.046
生残率	131.0%		104.0%		68.5%		76.0%		57.5%	64.0%
水温 (°C)	18.2	18.3	19.1	18.5	18.4	19.0	19.2	19.1	18.5	19.0

表3 ヒラマサ仔魚へのSJNNV の感染試験結果

試験区	感染後経過日数、( ) は日令									
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	9 (10)	
<b>感染区</b>										
A405nm	0.001	0.007	0.014	0.008	0.016	0.001	0.016	0.044		
生残率	76.0%		99.0%		68.0%		16.0%	2.9%		
水温 (°C)	22.0	21.5	21.9	22.3	22.9	22.8	22.5	22.6		
<b>コントロール</b>										
A405nm	0.009	0.001	0.015	0.007	0.008	0.013	0.005	0.011	0.014	
生残率	102.5%		78.0%		66.0%		29.0%		7.8%	
水温 (°C)	22.1	21.8	22.2	22.3	22.8	22.7	22.5	22.9	22.4	

表4 イシダイ仔魚へのSJNNVの感染試験結果

試験区	感染後経過日数、( ) は日令									
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	9 (10)	10 (11)
<b>感染区</b>										
A405nm	0.012	0.012	0.014	0.036	0.039	0.024	0.029	0.019	0.026	0.028
生残率	107.5		61.5		81.0		52.5		41.0	26.2
水温 (°C)	21.5	21.8	22.2	22.8	23.5	24.0	23.2	23.4	23.6	23.9
<b>コントロール</b>										
A405nm	0.013	0.016	0.014	0.006	0.022	0.028	0.026	0.024	0.018	0.024
生残率	114.5		68.0		74.5		61.5		48.0	17.2
水温 (°C)	21.6	21.8	22.4	23.0	23.7	24.0	23.3	23.4	23.7	23.8

表5 クエへのSJNNVの感染試験結果

試験区	感染後経過日数、( ) は日令			
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)
<b>感染区</b>				
A405nm	0.013	0.016	0.012	0.012
生残率			0	
水温 (°C)	24.3	25.1	25.2	25.2
<b>コントロール</b>				
A405nm	0.016	0.014	0.014	0.006
生残率			0	
水温 (°C)	24.2	25.0	25.3	25.1

## (6) キジハタ病魚磨碎液のシマアジ稚魚への病原性

VNNが発生したキジハタ病魚のシマアジ仔魚に対する病原性について検討した。

### 1). 方法

#### ①供試魚

古満目事業場で2月10日に産卵しふ化した仔魚（日令2、平均全長3.4mm）を1000尾あるいは15000尾を用いた。

#### ②供試ウイルス液の調整

供試ウイルス液にはキジハタ病魚の磨碎液を用いた。キジハタ病魚には日栽協玉野事業場（1991年8月23日）および徳島県栽培センター（同17日）で斃死し、凍結保存（-85°C）してあつた稚魚をそれぞれ9.1g、2.4g用いた。斃死稚魚11.5gを海砂で磨碎し、PBS 103.5ccとホモジナイズ後、ミキサーで5分間攪拌した。遠心後（3000rpm 30分、4°C）上澄みを0.80μm、0.45μmでろ過し、このろ液を供試ウイルス液とした。

#### ③感染方法と飼育

感染区では供試ウイルス液20mlあるいは40mlを海水51（301水槽）に添加し、仔魚を60分間浸漬した。浸漬後、2時間換水（60l/時間）し、感染濾液を取り除いた。対照区ではPBSを20ml添加した後、感染区と同操作を行った。供試魚は、20.0°C~24°Cの水温範囲、301水槽および5001水槽で飼育した。試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシを投与した。

#### ④ウイルスの検出法

ウイルスの検出にはELISA法で行い、吸光値（A405nm）を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を0.01g（70尾程度）を用い、9倍量の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心（3000rpm、30分、4°C）後、上澄を100倍希釈してELISAに用いた。

### 2. 結果

試験結果は表1に示すように、A感染区（301水槽）およびB感染区（5001水槽）ともELISA値が高くなり、接種後5日目以内に全滅した。このようにキジハタ病魚はシマアジ仔魚に病原性があると判断された。

表1 キジハタ病魚磨碎液によるシマアジ仔魚への感染実験結果

試験区	供試尾数	A405nm				
		1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
浸漬濃度	水槽容量					
A感染区	1000尾	0.049	0.024	0.332	0.512	
生残率	301			76.2%	0%	
水温（°C）		20.4	21.3	22.1	22.7	
B感染区	15000尾	0.036	0.041	0.173	0.362	0.521
生残尾数	5001			100.0%	59.4%	0%
水温（°C）		20.1	21.2	22.2	22.9	23.2
コントロール	1000尾	0.044	0.011	0.032	0.056	0.082
生残尾数	301			78.2%	81.3%	69.8%
水温（°C）		20.3	21.2	22.1	22.9	23.1

(7) オゾン海水によるSJNNVの不活化効果

1. 病魚磨碎液中のSJNNVの不活化

1) 方法

①供試魚

古満目事業場で2月2日に産卵し、ふ化した仔魚（日令5、平均全長4.0mm）を各区200尾を用いた。

②供試ウイルス液の調整

供試ウイルス液にはシマアジ病魚の磨碎液を用いた。凍結保存（-85°C）した斃死仔魚（日令5、平均全長3.8mm）20gを海砂で磨碎し、PBS 180mlを加えミキサーで5分間攪拌した後、遠心（3000rpm、30分、4°C）し、その上清を0.80μmおよび0.45μmのフィルターで濾過し、これを供試ウイルス液とした。

③感染方法と不活化方法

感染区では供試ウイルス液20mlを海水5l(301水槽)に添加し、仔魚を60分間浸漬した。オゾン海水区では、残留オキシダント濃度が1.0ppmとなるように調整したオゾン海水3ℓに上記の供試ウイルス液20mlを入れ、10分間静置し、この液を活性炭で濾過して、上記と同操作を行った。対照区ではPBSを20ml添加した後、感染区と同操作を行った。浸漬後、2時間換水(60l/時間)し、感染濾液を取り除いた。供試魚は、301水槽で飼育した。試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシを投与した。

④ウイルスの検出法

ウイルスの検出にはELISA法を行い、吸光値(A405nm)を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を0.01g(70尾程度)を用い、9倍量の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心(3000rpm、30分、4°C)後、上澄を100倍希釈してELISAに用いた。

2. 結果

試験結果は表1に示すように、オキシダント区ではELISA値も低く、オゾンで本ウイルスを不活化することができると判断された。

表1 オゾン海水による病魚磨碎液中のSJNNVの殺ウイルス効果試験

試験区	感染後日数、( )は日令					
	1 (6)	2 (7)	3 (8)	4 (9)	5 (10)	6 (11)
<b>オキシダント区</b>						
A405nm	0.084	0.087	0.082	0.099	0.017	0.019
生残率(%)	160.0			22.5		26.0
水温 (°C)	19.8	22.6	23.2	24.0	23.9	24.2
<b>感染区</b>						
A405nm	0.076	0.086	0.100	0.252	0.810	
生残率(%)	110.5			46.5	0	
水温 (°C)	20.1	22.5	23.4	24.1	23.8	
<b>コントロール</b>						
A405nm	0.026	0.085	0.052	0.095	0.006	0.038
生残率(%)	102.5			73.0		31.0
水温 (°C)	20.2	22.6	23.3	24.2	23.7	24.3

## 2. SJNNV 純化ウイルスでの不活化

### 1. 方法

#### (1) 供試魚

古満目事業場で3月3日に産卵し、ふ化した仔魚（日令1、平均全長3.5mm）を各区2000尾を用いた。

#### (2) 純化ウイルスの調整

Moriらが1991年に純化し、京都大学農学部植物病理研究室に凍結保存（-85°C）してあった10mg/ccの純化ウイルスを用いた。500 μgの純化ウイルスをPBS 20CCに溶解し、これを供試ウイルス液とした。

#### (3) 感染方法と飼育

感染区では、上記のウイルス量を含むPBS液20mlを海水5l(301水槽)に添加し、ウイルス濃度が100ng/ccとなるように添加した。オゾン海水区では、残留オキシダント濃度が1.0ppmとなるように調整したオゾン海水3 ℥に上記の感染液20cc入れ、この液を活性炭で濾過して試験に用いた。活性炭区では海水3 ℥に上記の感染液20cc入れ、10分間静置後、この液を活性炭で濾過して試験に用いた。対照区ではPBSを20ml添加した後、感染区と同操作を行った。これらの感染液を、海水2 ℥中のふ化仔魚2000尾に浸漬し、1時間浸漬し、ゆるやかに2時間換水（60l/時間）し、感染液を取り除いた。供試魚は、301水槽で飼育した。試験期間中は、一日一回シオミズツボワムシを投与した。

#### (4) ウィルスの検出法

ウイルスの検出にはELISA法で行い、吸光値(A405nm)を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を各10尾を用い、300 μl（約100倍）の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心(3000rpm、30分、4°C)後、ELISAに用いた。

### 2. 結果

表2に示すようにオキシダントでは純化ウイルスを不活化した。

表2 純化ウイルスのオゾン海水による不活化効果

試験区	感染後日数、( ) は日令					
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	5 (6)	6 (7)
<b>オキシダント区</b>						
A405nm	0.006	0.029	0.032	0.003	0.019	0.026
生残率(%)	101.7		81.9			78.1
水温 (°C)	21.4	20.3	22.1	22.6	23.4	24.1
<b>活性炭区</b>						
A405nm	0.024	0.032	0.022	0.019	0.184	1.593
生残率(%)	92.8		112.5			0
水温 (°C)	21.6	20.3	22.0	22.7	23.4	24.5
<b>感染区</b>						
A405nm	0.034	0.033	0.045	0.174	0.252	1.130
生残率(%)	102.4		91.0			0
水温 (°C)	21.5	20.4	21.9	23.1	23.4	24.2
<b>コントロール</b>						
A405nm	0.022	0.029	0.036	0.006	0.038	0.036
生残率(%)	117.0		78.1			64.2
水温 (°C)	21.4	20.4	21.8	23.1	23.3	24.4

## (8) オゾン、紫外線および塩素によるSJNNVの不活化

### 1) 方法

#### ①供試魚

古満自事業場で4月19日に産卵し、ふ化した仔魚（日令1、平均全長3.5mm）を各区1500尾を用いた。

#### ②純化ウイルスの調整

Moriらが1991年に純化し、京都大学農学部植物病理研究室に凍結保存（-85°C）してあった10mg/ccの純化ウイルスを用いた。50μgの純化ウイルスをPBS 20CCに溶解し、これを供試ウイルス液とした。

#### ③オゾン処理装置、紫外線殺菌灯、紫外線照度計および塩素剤

オゾン処理装置には、無声放電式オゾン発生器（OZSD-1000型、荏原実業製）を、紫外線殺菌灯にはナショナル、GL-15型を用いた。U.V.照射量は紫外線照度計（C-1852-06型、浜松ホトニクス製）による実測値と照射時間から算出した。塩素剤には、次亜塩素酸ナトリウム（ハクヨー化工製、有効塩素100000ppm）を用いた。

#### ④感染方法

オゾン：オゾン区では、残留オイシダント濃度を0.1~1.0ppmとなるように調整したオゾン海水3ℓに上記の純化ウイルス液（50μg）20mlを入れ、0.5~10.0分間作用させた後、0.1Nチオ硫酸ナトリウムを加え、作用を停止させた。そして、この液を海水21(301水槽)に添加し、仔魚を60分間浸漬した。浸漬後、2時間換水（601/時間）し、ウイルス液を取り除いた。

紫外線：純化ウイルス50μg含むPBS液1ccを直径30mmのガラス製シャーレ（水の厚さ約0.1mm）を紫外線殺菌灯下に置き、殺菌灯からの距離と照射時間を変えることにより照射線量を変えた。紫外線照射強度を0.41、0.66、1.74mw/cm<sup>2</sup>、作用時間を60~760秒とした。作用液をPBS19mlと混合後、海水51(301水槽)に添加し、仔魚を60分間浸漬した。

塩素：純化ウイルス液50μg/ccを有効塩素1.0、5.0、10.0ppmの溶液(19ml)に、1.0、5.0、10.0分間作用させ0.1Nチオ硫酸ナトリウムを加え、作用を停止させた後、感染試験に用いた。いずれの試験でも対照区ではPBSを20ml添加した。

#### ⑤水温

感染試験期間中の水温は20.3~22.8℃であった。

#### ⑥ウイルスの検出法

ウイルスの検出にはELISA法を行い、吸光値(A405nm)を測定した。検査には生存魚あるいは死亡魚を10尾用い、300μlの炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心(3000rpm、30分、4°C)後、上澄をELISAに用いた。

### 2) 結果

表1に試験結果を取纏めて示した。オゾン区では0.1ppm, 0.5分以上で、紫外線では9.9~31.3×10<sup>4</sup> μW·sec/cm<sup>2</sup>で不活化効果が認められたが、塩素では10ppm, 10分の作用でも不活化は認められなかった。

表1 SJNNVに対するオゾン、紫外線および塩素の不活化効果試験における吸光値

試験番号 試験区	感染後日数と吸光度 (A405nm)							VNN 発生の有無
	1日目*	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	
コントロール・M#	0.016	0.026	0.037	0.055	0.052	0.048	0.048	-
コントロール・M# 感染染色区	0.029	0.030	0.048	0.072	0.082	0.086	0.070	-
オゾン	0.014	0.033	0.089	0.060	0.080	0.101	0.068	+
0.1ppm-0.5分	0.003	0.024	0.049	0.040	0.237	0.110	0.085	+
2.5	0.018	0.020	0.024	0.032	0.039	0.038	0.043	-
5.0	0.006	0.017	0.034	0.045	0.046	0.047	0.053	-
10.0	0.010	0.025	0.038	0.041	0.042	0.048	0.049	-
0.5ppm-0.5分	0.010	0.022	0.026	0.039	0.043	0.053	0.036	-
2.5	0.018	0.025	0.039	0.043	0.046	0.048	0.074	-
5.0	0.007	0.017	0.034	0.045	0.055	0.054	0.044	-
1.0ppm-0.5分	0.003	0.005	0.011	0.013	0.038	0.064	0.067	-
2.5	0.019	0.025	0.025	0.025	0.063	0.063	0.038	-
5.0	0.030	0.028	0.028	0.028	0.091	0.099	0.057	-
紫外線								
1.74mW/cm <sup>2</sup>								
180sec·313320	0.025	0.019	0.038	0.031	0.009	0.024	0.035	+
120	2088800	0.013	0.016	0.027	0.035	0.049	0.055	-
60	1044400	0.019	0.022	0.039	0.048	0.056	0.052	-
0.66mW/cm <sup>2</sup>								
460sec·303600	0.020	0.018	0.025	0.040	0.062	0.068	0.053	-
310	204600	0.018	0.021	0.023	0.030	0.035	0.043	-
150	990000	0.026	0.020	0.028	0.035	0.032	0.040	-
0.41mW/cm <sup>2</sup>								
760 sec·311600	0.015	0.037	0.063	0.083	0.101	0.085	0.074	-
510	209100	0.024	0.034	0.057	0.082	0.086	0.081	-
250	102500	0.045	0.042	0.054	0.092	0.078	0.068	-
塩素								
1.0ppm-1.0分	0.068	0.135	0.456	0.503	0.154	0.686		+
5.0	0.063	0.061	0.064	0.089	0.102	0.257		++
10.0	0.022	0.050	0.201	0.113	0.353	0.308		++
5.0ppm-1.0分	0.046	0.053	0.079	0.859	1.327	0.083		++
5.0	0.027	0.041	0.228	0.780	1.016	0.330		++
10.0	0.038	0.068	0.110	0.319	1.675	0.046		++
10.0ppm-1.0分	0.025	0.057	0.115	1.053	2.215	2.024		++
5.0	0.060	0.070	0.167	0.752	2.079	0.830		++
10.0	0.042	0.094	0.290	2.065	2.118	1.879		++

\* 日令1 (ふ化後1日目)

## (9) シマアジ親魚の卵巣卵、精子および各組織からのウイルスの検出結果

### 1. 方法

卵巣卵および精子は、定期的に親魚の生殖口よりカニュレーションにより排出した。親魚各組織は、VNNが発生した直後サンプリングした。

卵巣および精子では、約0.1gを用い、9倍量の炭酸緩衝液とともに磨碎し、遠心後(3000rpm、30分、4°C)後、上清を100倍希釈してELISAに供した。親魚各組織では、約1gの組織を用い1mM EDTA、2mM 2-メルカプトエタノールを含む0.1Mトリス塩酸緩衝液を9倍量加え、5分間ホモジナイザーで磨碎した。終濃度が30%となるようにクロロホルムを加え激しく攪拌し、遠心分離(8000g、30分、4°C)後水層を回収した。再度遠心分離(100000g、2.5時間、4°C)を行い、得られた上清を5倍希釈してELISAに供した。

### 2. 結果

試験結果は表1～6に取纏めて示した。卵巣卵および精子からは0.1以上となる組織が見られ、特に産卵後期に多く認められた。親魚組織では、肝臓、目、腎臓で吸光値の高い個体が認められた。

表1 A群(人工II歳魚、1990年ワクチン)の卵巣卵および精子からのSINV 検出結果

番号	吸光度(A405nm)と平均卵巣卵径(μm)			
	10.31(陸揚げ時)	11.27(初モソ打注時)	12.10(抽出時)	
A1	78631E ♀ 0.008	426 (322~562)	0.023 139 (121~151)	0.030 126 (102~184)
2	752A02 ♂ 0.012		0.008 ND	ND
3	786455 ♀ 0.023		ND	ND
4	78635C ♀ 0.004	542 (523~566)	0.014 326 (185~462)	0.021 198 (123~301)
5	786450 ♂ 0.002		ND	ND
6	786575 ♂ 0.009		ND	ND
7	760447 ♂ 0.016		ND	ND
8	760312 ♂ 0.012		ND	ND
陰性(天然) 0.016		0.032	0.032	

注) NDとは未成熟のため抽出出来なかったこと。

表2 C群(人工II歳魚、陰性)の卵巣卵および精子からのSINV 検出結果

番号	吸光度(A405nm)		
	10.31(陸揚げ時)	11.27(初モソ打注時)	1.8(回目モソ打注時)
1	78654A ♂ 0.024	0.021	0.034 サブル
2	78514E ♀ 0.032	0.040 603 (573~625)	0.070 694 (632~753)
3	760807 ♂ 0.046	0.036	0.039
4	760460 ♂ 0.032	0.042	0.030 サブル
5	784728 ♂ 0.018	322 (293~351)	0.035 583 (556~615)
6	784B4B ♂ 0.028	582 (513~623)	0.065 586 (538~619)
7	760D5D ♂ 0.031	999 (957~1092)	0.032 542 (489~565)
8	786417 ♂ 0.028	572 (525~617)	0.031 580 (543~652)
9	785228 ♂ 0.036	571 (550~611)	0.021 585 (552~619)
10	76076F ♂ 0.024	0.018	0.040 676 (647~724)
11	78687C ♂ 0.019	296 (274~333)	0.178 サブル
12	784A27 ♂ 0.031	0.026 321 (165~426)	0.076 608 (575~668)
13	751C1A ♂ 0.024	0.041	0.034 サブル
14	76010B ♂ 0.041	365 (298~426)	0.032 570 (531~641)
15	5C3D5F ♂ 0.031	0.026	0.083 600 (557~642)
16	76037A ♂ 0.026	412 (368~526)	0.031 598 (563~638)
17	784C0A ♀ 0.019	396 (421~538)	0.029 562 (530~580)
陰性	0.026	0.023 615 (525~823)	0.069 642 (612~693)
			0.064 589 (566~605)
			0.068 630 (597~689) サブル

D群(人工8歳魚、陰性)の卵巣卵および精子からのウイルス検出結果

吸光度(A405nm)

号  
10.31(陸揚げ時)  
11.29(射出時)  
12.16(2回目糞打注時)  
12.24(射出時)

		吸光度(A405nm)		
5535E34 ♀	0.057	564(533~625)	0.041	562(493~609)
784F33 ♀	0.076	101(85~116)	0.062	326(236~401)
757ATB ♀	0.071	565(542~630)	0.066	526(506~556)
784F50 ♀	0.048	607(534~663)	0.052	578(543~635)
786543 ♂	0.048	299(249~334)	0.051	311(257~386)
785F38 ♂	0.018	216(194~362)	0.050	512(456~592)
752652 ♂	0.056		0.041	0.076 サンガル
784E00 ♂	0.043		0.032	0.150 サンガル
752C55 ♂	0.059		0.036	0.026 サンガル
78525B ♂	0.046		0.032	0.040 サンガル
757E08 ♂	0.031		0.041	0.030 サンガル
陰性	0.082		0.042	0.098 0.015
				0.075

4. B群(人工8歳魚、1991年ワクチン)の卵巣卵および精子のウイルス検定

吸光度(A405nm)

番号  
10.31(陸揚げ時)  
11.18(血清採取時)  
11.29(糞糞打注時)  
12.24(射出時)

		吸光度(A405nm)		
784951 ♀	0.039	381(529~631)	0.040	499(382~589)
786850 ♀	0.042	465(390~632)	0.035	596(536~622)
784838 ♀	0.023	552(513~634)	0.065	565(541~584)
786045 ♀	0.035	502(421~653)	0.032	555(536~682)
786314 ♀	0.026	325(310~499)	0.046	509(484~544)
785F11 ♀	0.030	453(485~562)	0.052	563(496~621)
784901 ♀	0.031	409(331~559)	0.024	508(441~562)
78484B ♀	0.028	431(385~622)	0.022	575(497~632) 驚死
785002 ♀	0.038	398(296~496)	0.052	425(299~498) 驚死
1 786142 ♀	0.027	467(400~635)	0.052	512(452~638)
2 760A6E ♂	0.036	423(356~536)	0.038	512(456~563)
3 760A31 ♂	0.030		0.031	0.026
4 75191D ♂	0.035		0.021	0.036
5 753528 ♂	0.045		0.034	0.042
6 785F2C ♂	0.032		0.051	0.036 サンガル
7 785F30 ♂	0.021		0.034	0.031 サンガル
8 552929 ♂	0.030		0.026	0.023 サンガル
19 786209 ♂	0.042		0.012	0.022 サンガル
20 785013 ♂	0.052		0.045	0.049 サンガル
陰性	0.046		0.053	0.046 0.051

表5 E群(人工8歳魚、陰性、単発)の卵巣卵および精子のウイルス検定

番号	吸光度(A405nm)			
	10.31(陸揚げ時)	11.29(刺毛打注時)	1.7(刺毛打注時)	
1 7600F	0.102	29.1(210~514)	0.148	34.6(298~373)
2 76043F	0.104	53.1(497~581)	0.043	59.6(549~627)
3 78492B	0.075	37.2(294~519)	0.041	58.2(543~606)
4 753C17	0.080	42.6(369~511)	0.032	58.5(547~656)
5 786708	0.081	57.2(537~615)	0.056	58.6(551~623)
6 760917	0.062	35.6(226~462)	0.044	61.6(559~655)
7 75340A	0.050	0.032	0.021	0.008 サガル
7 76336C	0.072	0.041	0.025 サガル	
8 75454E	0.068	0.056	0.038 サガル	
9 78641C	0.051	0.035	0.034 サガル	
10 78495F	0.056	0.042	0.042 サガル	
11 78603E	0.071	0.040	0.084 サガル	
陰性	0.092	0.051	0.069	0.067

表6 種苗生産でVNNが発生親魚の組織からのウイルスの検出結果

親魚系群	NO.	Pit番号	体重 (kg)	尾文長 (cm)	生殖腺 重量(g)	性別	生殖腺	心臓	腎臓	筋肉	胃	目	脳	幽門垂	腸	脾臓	肝臓
E群 人工 陰性	N01	76136C	2.7	48.0	♂	60.0	92.1										
	N02	78603E	3.1	52.0	♀	86.0	1.11										
	N03	760COE	3.5	52.0	♀	56.0											
	N04	760917	2.5	47.0	♀	53.0											
	N05	786735	3.0	49.0	♂	149.0											
	N06	78641C	3.1	50.0	♂	99.0											
	N07	78603E	3.1	51.0	♀	99.0											
C群 人工 陰性	N01	76076F	5.0	62.0	♂	347.0	92.8										
	N02	76046D	3.8	58.0	♀	198.0	1.8	0.014	0.006	0.030	0.034	0.003	0.041	0.004	0.005	0.008	0.032
	N03	760D5D	4.3	54.0	♀	122.0		0.001	0.005	0.020	0.006	0.006	0.020	0.003	0.002	0.004	0.001
	N04	784A27	5.0	60.0	♀	243.0		0.020	0.010	0.023	0.008	0.003	0.014	0.001	0.005	0.010	0.130
	N05	784C0A	3.9	57.0	♂	165.0		0.008	0.019	0.113	0.003	0.002	0.015	0.013	0.008	0.09	0.004
	N06	78600F	3.1	48.0	♀	156.0											
	N07	785F2C	4.0	54.0	♂	158.0	91.1	0.010	0.013	0.030	0.014	0.002	0.015	0.005	0.007	0.005	0.010
B群 人工 陰性	N01	760645	2.9	50.0	♀	169.0	12.24	0.016	0.037	0.011	0.084	0.011	0.009	0.018	0.020	0.040	0.011
	N02	75191D	2.5	45.0	♂	117.0		0.010	0.008	0.009	0.018	0.013	0.008	0.006	0.025	0.008	0.010
	N03	753528	2.9	50.0	♀	214.0		0.007	0.015	0.027	0.017	0.010	0.008	0.006	0.007	0.007	0.012
	N04	784838	3.0	49.0	♀	241.0		0.019	0.031	0.042	0.009	0.005	0.019	0.016	0.018	0.011	0.020
	N05	78600F	3.1	48.0	♀	156.0		0.010	0.017	0.026	0.011	0.016	0.017	0.007	0.013	0.010	0.017
	N06	752C55	2.8	49.0	♂	177.0	91.1	0.020	0.009	0.031	0.012	0.007	0.130	0.017	0.007	0.009	0.008
	N07	784C1E	2.9	50.0	♀	83.0	12.24	0.070	0.028	0.265	0.023	0.022	0.080	0.027	0.082	0.012	0.010
D群 人工 陰性	N01	784950	2.8	50.0	♀	84.0		0.015	0.020	0.112	0.030	0.007	0.078	0.015	0.008	0.003	0.003
	N02	784E00	2.7	46.0	♂	48.0		0.016	0.015	0.070	0.032	0.010	0.021	0.018	0.014	0.022	0.011
	N03	784E00	2.7	46.0	♂	48.0											
	N04	784E00	2.7	46.0	♂	48.0											
	N05	784E00	2.7	46.0	♂	48.0											
	N06	784E00	2.7	46.0	♂	48.0											
	N07	784E00	2.7	46.0	♂	48.0											
天2	N01	0.5	34.0		92.17												
	N02	0.4	32.0		5.17												
	N03	0.3	27.0														
	N04	0.4	31.0														
	N05	0.3	28.0														
	N06	0.3	29.0														
	N07																
ブリ	天然1年養成魚	6.0	67.0	♀	92.3	4.28	0.009	0.020	0.015	0.037	0.010	0.070	0.002	0.008	0.010	0.007	0.007

### (10) 他魚種のSJNNVに対する抗体価

地先海面に棲息する他魚種がSJNNVに対する抗体価があるかどうかを調査した。

#### 1) 方法

平成4年8月10日に26種類の魚類をサンプリングし、血清中の抗体価を測定した。抗体価の測定はELISAで行なった。

#### 2) 結果

抗体の検出結果を図1に示した。いずれの魚種でも抗体価は低かった。

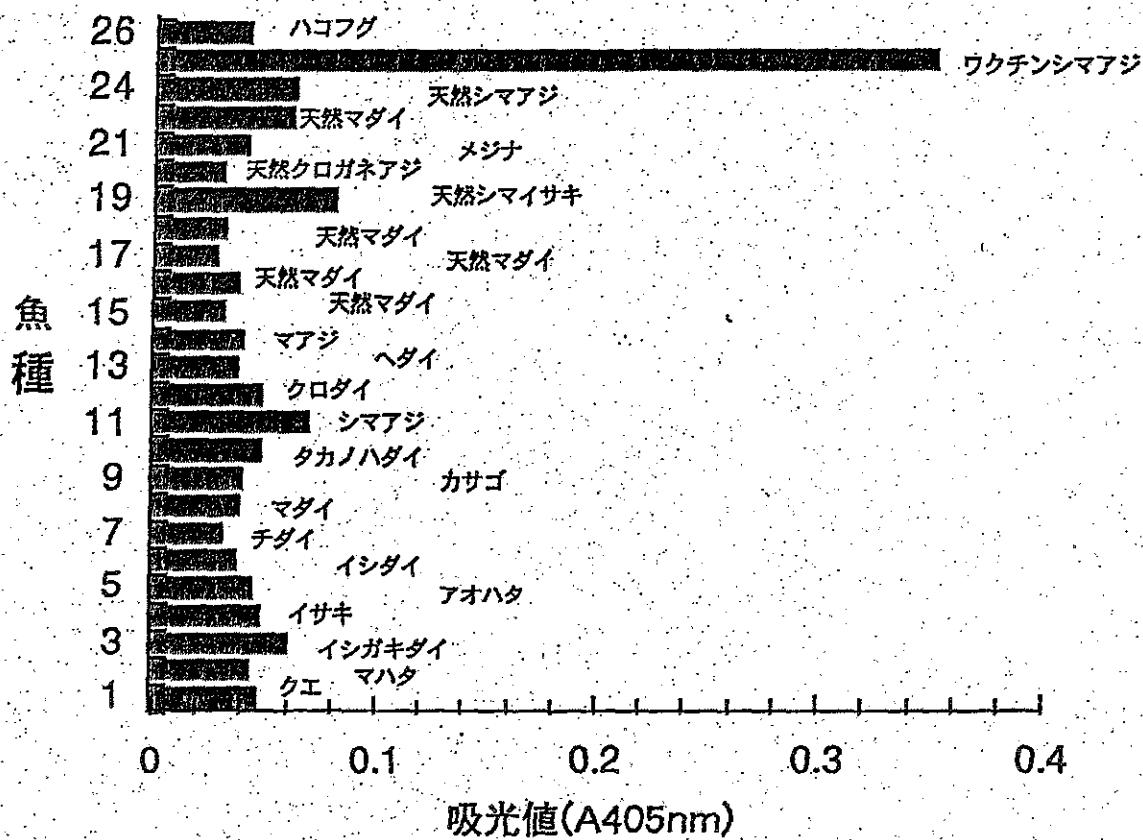


図1 他魚種の抗体価

# V-2、YAV (Yellowtail Ascites Virus)に関する試験

## YAVの大量培養法と純化法の開発

有元 操

YAVの検出は、感受性細胞 (CHSE-214細胞あるいはRTG2) によるCPEの観察により可能である。しかし、CPEの出現まで3~7日間が必要とされ、種苗生産現場では不利である。このため、特異的なYAVの診断法の開発が必要である。

本年度は、まず、YAVの大量培養法と純化法を検討した。本試験は、京都大学農学部植物病理学研究室古澤巖教授の指導のもとに行なった。以下に試験概要を報告する。

### 1. 材料と方法

#### 1) 供試ウイルス

接種した供試ウイルスには-85℃で凍結保存してあった1990年6月に五島事業場のブリ稚魚から分離したYAV-GB901を用いた。供試ウイルス液の感染力価は $10^{7.9}$ TCID<sub>50/ml</sub>であった。

#### 2) ウィルスの培養

ウイルスの大量培養には、150cm<sup>2</sup>の培養フラスコを用いた。接種するCHSE-214細胞は、ウイルス接種の4日前に継代をしたもの用いた。供試ウイルス液を $10^{-4}$ まで希釈し、そのウイルス液の100μlを培養細胞に接種し、20℃で5日間培養した。

#### 3) 電子顕微鏡観察

中性ホルマリンで固定した感染細胞を2.5%グルタルアルデヒド-2.5%パラホルムアルdehyドを含む0.1M磷酸緩衝液(pH7.4)で固定した。1%オスミウム酸で固定した後、常法に従ってエポキシ樹脂(Quetol-182:日新EM社)に包埋した。頭部組織の超薄切片を作製し、60kVの加速電圧で透過型電子顕微鏡(H7100-F、日立)で観察した。

#### 4) ウィルスの純化

純化法について図1に示した。細胞変性が見られた培養フラスコ30本をウイルスの純化に用いた。まず、培養フラスコを凍結融解し、底面に付着している細胞を底面より剥取り、変性細胞を含む培養液をピベットで吸い取った。約840mlの細胞培養液に5%ポリエチレングリコールと3%NaClを加え3時間攪拌し、4℃で一晩静置後、遠心分離(15,000rpm, 60分間、4℃)し、遠心後にペレットを採取した。ペレットをTEバッファで溶解し、ホモジナイズした後、等量のクロロルホムを加え攪拌し、遠心分離(8,000rpm, 20分間、4℃)後、上清(A試料)と沈殿物(B試料)を採集した。A試料およびB試料ともに更に遠心分離(25,000rpm, 180分間、4℃)し、ペレットをTEバッファで溶解し、4℃で一晩静置し、浮遊液をウイルス液とした。この試料をコロジオン、カーボン補強支持膜を用いて、1%酢酸ラウニルでネガティブ染色し、透過型電子顕微鏡(H7100-F、日立)で観察した。

### (2) 結果および考察

YAVの電顕像を図1に示した。YAVは細胞質内にのみ認められ、平面的には6角形を呈し、エンベロープを有さず、ウイルス粒子の大きさは直径56~67nmであった。ほとんどの細胞よりウイルス粒子が認められたことより、上記の方法によるYAVの培養方法に

は問題ないと判断された。

純化YAVの電顕像を図2に示した。ほとんどのウイルス粒子に外皮蛋白の破壊が認められた。外皮蛋白の大きさは直径16~24nmであった。

A試料およびB試料から得られたウイルス液をDWで100倍希釈し吸光度を測定した。A<sub>260</sub>/A<sub>280</sub>の値は、それぞれ1.57、1.63であった。本ウイルスに比較的よく類似したIPNの吸光係数より純化ウイルスの濃度を算出すると、それぞれ1.3mg/ml、5.8mg g/mlとなり、総ウイルス量は520 μg、1160 μgと算出された。

外皮蛋白の破壊が見られたことより、今後、純化法についてはさらに検討する必要がある。

### (3) 要約

- 1) 特異的なYAVの診断法の開発するため、YAVの大量培養法と純化法を検討した。
- 2) CHSE-214細胞にウイルスを接種し、CHSE-214細胞でウイルスを増殖させる方法でYAV大量の培養を行った。
- 3) 細胞変性が見られた培養フラスコ30本をウイルスの純化に用い、分画遠心法でウイルスの純化を行った。
- 4) CHSE-214細胞中のYAVは細胞質内にのみ認められ、平面的には6角形を呈し、ウイルス粒子の大きさは直径56~67nmであった。
- 5) 純化YAVの粒子は外皮蛋白の破壊が認められた。今後、純化法についてはさらに検討する必要がある。

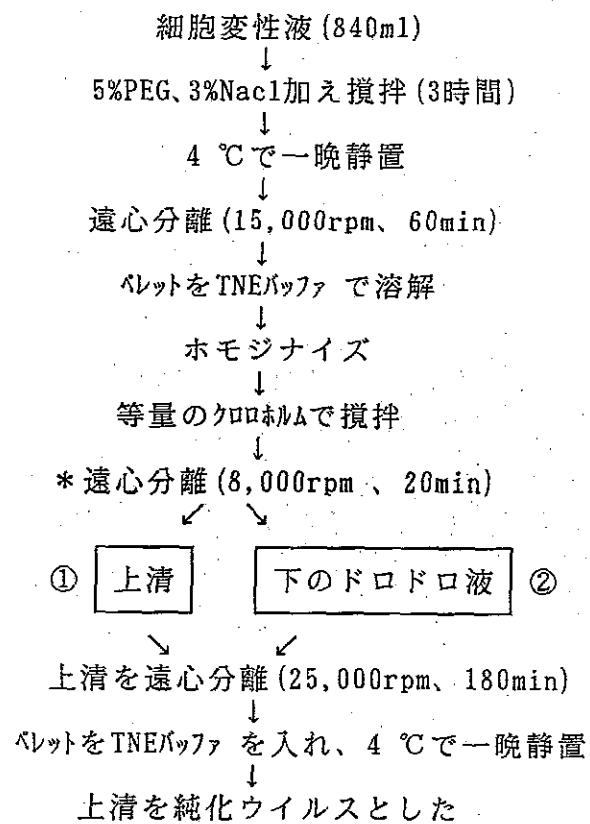


Fig 1. 細胞変性液からのYAVの純化法

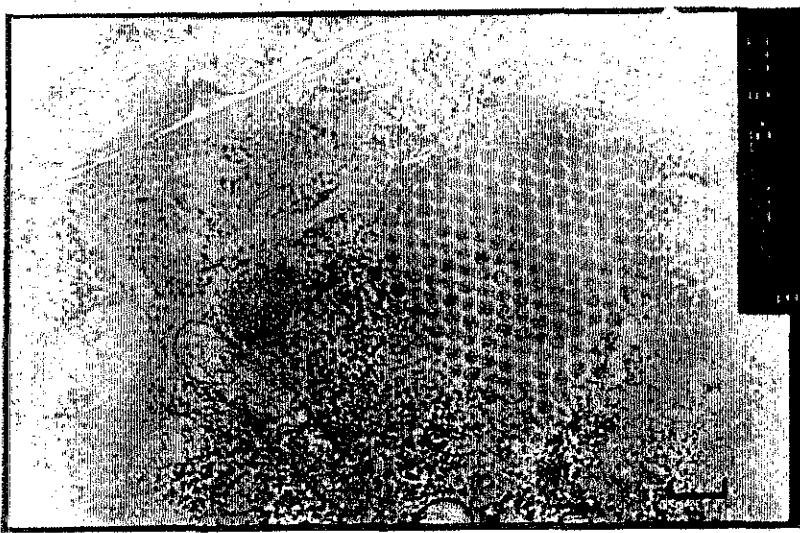


図1 CHSE-214細胞質内のYAV粒子の電顕像

×30,000, bar=200nm

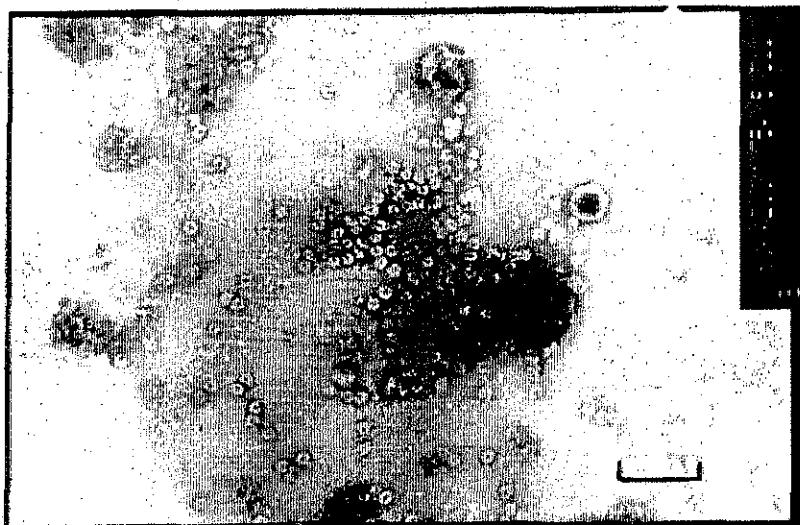


図2 純化YAVの電顕像

×50,000, bar=100nm

## V-3. クルマエビのBMNV(Baculoviral Mid-Gut Gland Necrosis Virus)に関する試験

### 1. BMNVの検出方法の開発

有元 操

これまでBMNVの診断法は、桃山らにより圧平染色標本観察診断法および暗視野観察診断法があり、中腸腺上皮細胞核の肥大と核質の崩壊を伴う核内無構造化を観察により診断されていた。しかし、この診断法は直接的ではなく、組織の変性による間接的診断法のため、多くの時間と専門的な知識を要する。また、この組織変性が本ウイルスのみ特徴的な病徵かどうかが問題である。このため、特異的なBMNVの検出法の開発を行った。なお、本研究は、京都大学農学部植物病理研究室古澤巖教授の指導のもとに行った。以下にその概要を報告する。

#### (1) 材料および方法

##### 1) 供試エビ

1991年6月に日本栽培漁業協会志布志事業場でポストラーバ(P8~10)のクルマエビに大量斃死が発生し、その発生状況および圧平染色標本観察診断によりBMNと判断された全長6~9mmの病エビを採集した。これらの病エビは、一部は10%中性ホルマリンで固定した。また、ウイルス純化に使用するために死亡エビを含む大量のエビを-80°Cで凍結保存した。

##### 2) 電子顕微鏡観察

中性ホルマリンサンプルを2.5%グルタルアルデヒド-2.5%パラホルムアルデヒドを含む0.1M磷酸緩衝液(pH7.4)で固定した。1%オスミウム酸で固定した後、常法に従ってエポキシ樹脂(Quetol-182:日新EM社)に包埋した。頭部組織の超薄切片を作製し、60kVの加速電圧で透過型電子顕微鏡(H7100-F、日立)で観察した。

##### 3) ウィルスの純化

凍結サンプル300gに3mM 2-メルカプトエタノールと1mM EDTAを含む1,000mlの0.1Mトリス塩酸緩衝液(pH7.4)を加え、冷却しながら15分間ブレンダーで磨碎した。終濃度が2%となるようにTriton-X100を加えて、室温で30分間攪拌し、遠心分離後(8,000xg, 30分間、4°C)水層を回収した。再度遠心分離(17,000xg, 30分間、4°C)を行い、得られた沈殿に1%Triton-X100を含むTE緩衝液(10mM Tris-HCl, 1mM EDTA, pH7.2)を加え、室温で30分間攪拌し、上記と同様に遠心分離を行った。得られた沈殿にTE緩衝液を加え、4°Cで一晩放置し、ウイルス粒子を浮遊させ、その浮遊液を30~70%ショ糖密度勾配に重層して20,000xgで70分間(16°C)で遠心した。ウイルスバンドを回収し、これに5倍量のTE緩衝液を加え、遠心分離(20,000xg, 70分間、4°C)して濃縮したものを純化ウイルス試料とした。この試料をコロジオン、カーボン補強支持膜を用いて、1%酢酸ラウニルでネガティブ染色し、透過型電子顕微鏡(H7100-F、日立)で観察した。

##### 4) ウィルス構造蛋白の分析

Laemmli(1970)の方法によりSDS-ポリアクリラミド電気泳動(SDS-PAGE)を行い、ウイルス構造蛋白を分析した。純化ウイルス液に1/3量の試料緩衝液(250mM Tris-HCl, pH6.8, 8% SDS, 8% 2-メルカプトエタノール, 40% グリセロール、0.04% プロモフェノールブルー)を加え、100°Cで5分間煮沸したものを泳動試料とした。12.5%分離ゲル、2.5%濃

縮ゲルを用い、30Vの定電圧で5時間泳動した。分子量マーカーにはLow Molecular Weight Standards(Bio-RAD社)を使用した。泳動後、ゲルをクマシーブリリアントブルーで染色した。

### 5) ウィルス核酸の分析

#### ① ウィルス核酸の抽出

ウィルス核酸はSDS-フェノール法で抽出した。100 $\mu$ lの純化ウィルス液に、300 $\mu$ lの1% SDSと1mg/mlプロティナーゼKを含むTE緩衝液(pH8.0)を加え、55℃で2時間反応させた。等量の1Mトリス飽和フェノール／クロロホルム混液(1:1)を加え、ゆっくりと室温で1時間攪拌した。遠心分離(12,000xg、3分間)後、水層を回収し、再度、等量のトリス飽和フェノール／クロロホルム混液を加え混合し、遠心分離(12,000xg、3分間)し、水層を回収した。さらに、等量のクロロホルム、イソアミルアルコール混液(24:1)を加え攪拌後、遠心分離(12,000xg、1分間)し、水層を回収した。等量のジエチルエーテルを加え、攪拌後、遠心分離(12,000xg、5秒間)し、水層を回収した。1/10量の3M酢酸ナトリウム(pH5.2)および2.5倍量のエタノールを加えて混合し、-80℃で15分間冷却後遠心分離(12,000xg、10分間)し、上澄を捨て、適当量の70%エタノールを加え、攪拌後、遠心分離した。上澄を完全に取り除いた後、デシケーターの中で20分間減圧乾燥した。得られた核酸は適当量のTE緩衝液(pH8.0)に溶解し、-80℃で保存した。

#### ② 制限酵素によるウィルス核酸の切断

約1.5 $\mu$ gのウィルス核酸にBamH I、Hind III、Sal I、EcoR I、Pst IおよびSau3A Iを加え、酵素の製造元の焚める条件下で1晩反応させた。切断後、フェノール／クロロホルムで1回抽出し、2回のエーテル抽出の後、エタノール沈殿によってDNA沈殿を得た。

#### ③ ウィルス核酸のアガロースゲル電気泳動

制限酵素により切断したウィルス核酸に、1/10量の10×ローディングバッファ(0.25%プロモフェノールブルー、0.25%キシレンシアノールFF、2%ドデシル硫酸ナトリウム、1mM EDTA、50%グリセロール)を加えたものをサンプルとした。ゲル濃度を0.7%としたアガロースゲル(15×9.5×0.4cm)を作製し、100Vで30分間電気泳動した後、0.5 $\mu$ g/mlのエチジウムプロミドを含む泳動バッファ中に10分間浸漬した。染色を終えたゲルを取り出し、トランスイルミネーターを用いて、暗所で観察または写真撮影した。

### 6) ウィルス核酸のクローニング

#### ① DNA断片のアガロースゲルからの回収

BamH Iで切断したウィルスのDNA断片を0.7%低融点アガロースゲル(BRL社)で電気泳動し、比較的大きいDNA断片のバンドをUV照射下でカミソリで切りだし、マイクロチューブに回収した。1mlのTE緩衝液を加えよく攪拌した後、遠心分離し、上清を捨てた。再び同じ操作を繰り返しゲルを洗浄した後、400 $\mu$ lのTE緩衝液を加え、65℃に5分間保ち、ゲルを融解させた。室温まで冷却した後、フェノール抽出、フェノール／クロロホルム抽出およびクロロホルム抽出をそれぞれ1回づつ行い、さらに3回のエーテル抽出の後、エタノール沈殿によってDNAの沈殿を得た。

#### ② ベクターDNAの脱磷酸化

BamH Iで切断した約1 $\mu$ gのpBluescript sk(+)を34 $\mu$ lのDWに溶解し、4 $\mu$ lの100mM Tris-HCl(pH8.0)と牛小腸アルカリホスファターゼ(1unit/ $\mu$ l,Calf intestine phosph

hatase, Boehringer Mannheim社、以下CIP)を加え、37°Cで1時間、さらに55°Cで15分間反応させた。反応後、4 μlの10%SDSを加え、65°Cで15分間熱処理した後、106 μlのTEバッファーを加えた。フェノール抽出、フェノール／クロロホルム抽出およびクロロホルム抽出をそれぞれ1回づつ行い、さらに3回のエーテル抽出の後、エタノール沈殿によってDNAの沈殿を得た。

#### ③ライゲーション

ライゲーションには、Ligation Kit(宝酒造社)を用いた。挿入DNAとベクターDNAのモル比が1:3になるように混合し、0.5~1.0 μgのDNAにTEバッファーを加えて2 μlにし、16 μlのA液(反応バッファー)と2 μlのB液を加えてよく攪拌した後、16°Cで30分間から一晩反応させ、これを大腸菌の形質転換に供した。

#### ④大腸菌の形質転換

-70°Cで保存したE. coli DH5 αコンピテントセルを氷中に10~15分間置き、融解後ただちに、形質転換に用いるDNAを含む10 μl以下のライゲーション反応液を加え軽く振り混ぜ、再び氷中に30分間置いた。42°C、45秒間の熱処理を行い、氷中に2分間置いた後、900 μlのSOC(20mMグルコースを含むSOB培地)を加え軽く懸濁した後、10mlのポリプロピレン製培養チューブに移した。37°C、120rev/分で1時間培養した後、遠心分離(1,500xg、5分間、室温)し、集菌した。850 μlの上清を捨て、残った培地に大腸菌を懸濁し、50 μg/mlのアンピシリンを含むLM寒天平面培地上に植菌した。10~20分間風乾した後、逆さまにして37°Cで12時間以上培養した。培養後、白色のコロニーを採集した。

#### 7) サザンハイブリダイゼーション

クルマエビの親および稚エビから核酸を抽出し、クローニングしたウイルスDNAを標識して、ハイブリダイゼーションさせることによりウイルスの検出を行った。

##### ①プローブDNAの標識

プローブDNAにはクローン化されたpBAC-3(6100bp)を用いた。プラスミドDNAはアルカリ溶菌法によるスモールスケールで分離・精製した。プローブDNAの標識には、DIG-ELISA法(ペーリング-)により標識した。

##### ②サザントランスファー

クルマエビの親および稚エビの各組織から得られた核酸をBamH Iで切断し、0.7%アガロースゲルで電気泳動した。ゲルをプロッティング装置に載せ、ニトロセルロースメンブレンにDNA断片を移し取った。以下常法に従いハイブリダイゼーションを行った。

## (2) 結果および考察

### 1) 電子顕微鏡観察

病エビの中腸腺上皮細胞の肥大した核内に桿状のウイルス粒子が多数観察された。ウイルス粒子の大きさは、約330nm × 70nmであった(Fig1)。

### 2) ウィルスの純化

Triton-X100(界面活性剤)を用いたため、エンベロープを持たないウイルス粒子の純化に成功した。ウイルス粒子の大きさは約260nm × 50nmであった(Fig2)。

### 3) ウィルス構造蛋白の分析

SDS-ポリアクリルアミド電気泳動を行い、ウイルス構造蛋白を分析した結果、本ウイルス粒子に

は5種類の蛋白質が認められ、分子量はそれぞれ72kDa、65kDa、35kDa、14kDa、12kDaである。コアープロテインの分子量は35kDaおよび14kDaからなっていると思われる。非構造蛋白の分子量は72kDa、65kDaおよび12kDaと思われる(Fig3)。

#### 4) ウイルス核酸の分析

純化されたウイルス粒子よりDNAを抽出し、制限酵素(BamH I、HindIII)でDNAを切断し、アガロースゲル電気泳動でDNAを分析した結果、両制限酵素の切断片の塩基対の合計は、前者で約129Kbs、後者では約125Kbsであった。このため、本ウイルスのDNAの分子量は、約 $75.9 \times 10^6$  Da(約126.5Kbs)と算出された(Fig4)。

#### 5) サザンブロッティング法によるウイルスDNAの検出

Positive control(純化ウイルス)および斃死稚エビ(P10)でウイルス特異的なバンドが検出された。この結果、本法を用いて、クルマエビの中腸腺壞死症の原因ウイルスを正しく検出できると判断した(Fig5)。なお、簡易的なドットプロット法でも原因ウイルスを検出できた。

以上述べたように、本研究の目的は、バキュロウイルスの特異的な検出方法の開発である。今回、バキュロウイルスの遺伝子の一部をクローニングすることにより、サザンハイブリに必要なプローブを作成し、サザンブロッティング法によるウイルスDNAの検出を行った。この結果、本法を用いてBMNVが検出できることを明らかにした。今後、より感度の良いPCRによる検出法の開発が必要である。

#### (3) 要約

- 1) 病エビの中腸腺上皮細胞の肥大した核内に桿状のウイルス粒子が多数観察された。
- 2) エンベロープを持たないウイルス粒子の純化に成功した。
- 3) ウィルス構造蛋白は、5種類の蛋白質が認められ、分子量はそれぞれ72kDa、65kDa、35kDa、14kDa、12kDaであった。
- 4) 本ウイルスのDNAの分子量は、約 $75.9 \times 10^6$  Da(約126.5Kbs)と算出された。
- 5) サザンブロッティング法によるウイルスDNAの検出を行った結果、Positive control(純化ウイルス)および斃死稚エビ(P10)でウイルス特異的なバンドが検出された。この結果、本法を用いて、クルマエビの中腸腺壞死症の原因ウイルスを正しく検出できると判断した。

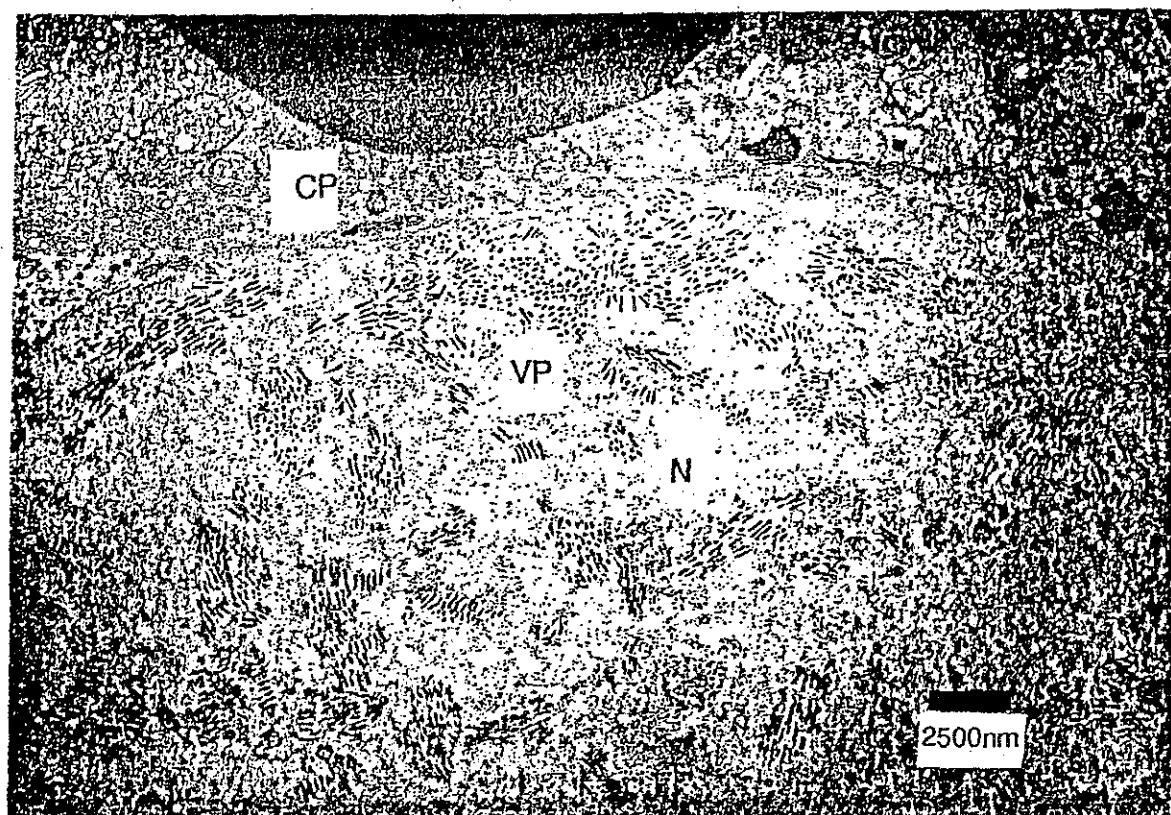


Fig.1 病エビの中腸腺細胞におけるウイルス粒子の電子顕微鏡写真  
N : 核 CP : 細胞質 VP : ウイルス粒子

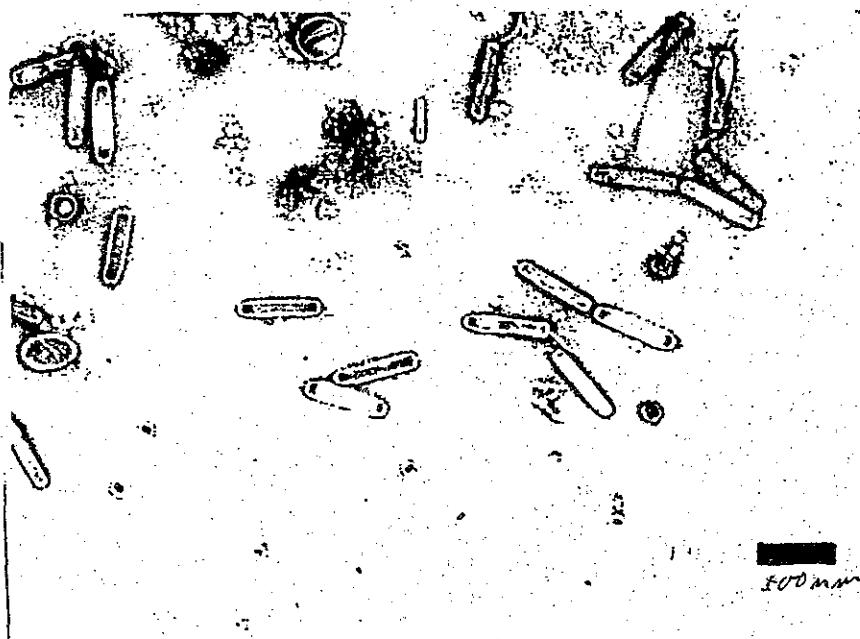


Fig. 2 ネガティブ染色した純化ウイルスの電子顕微鏡写真

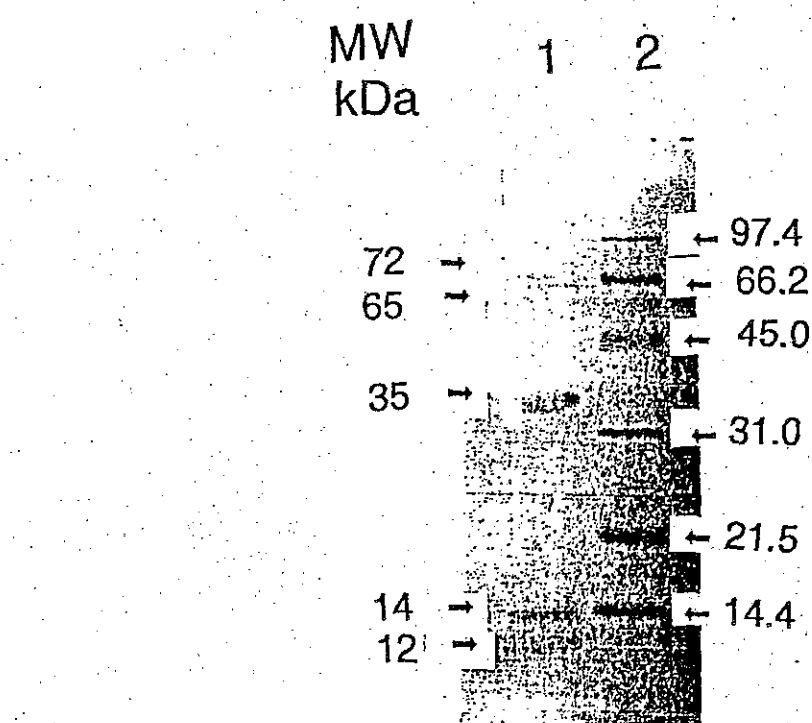


Fig. 3 ウィルス構造蛋白の SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動結果  
 Lane 1 : ウィルスの構造蛋白  
 Lane 2 : 分子量マーカー

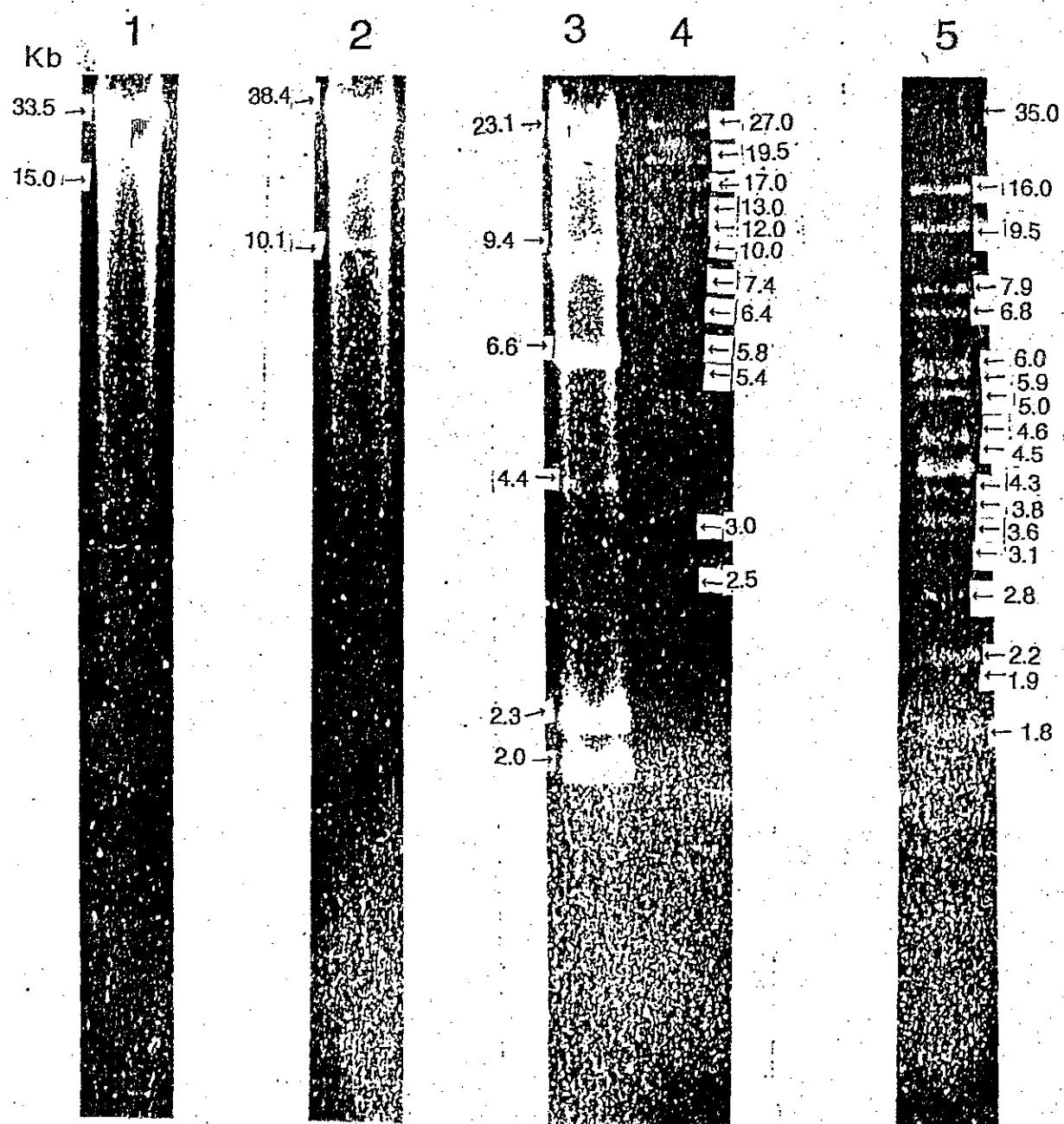


Fig. 4 ウィルス核酸の0.7%アガロースゲル電気泳動結果

Lane 1 : ApaIによる $\lambda$ DNAの切断

Lane 2 : XhoIによる $\lambda$ DNAの切断

Lane 3 : HindIIIによる $\lambda$ DNAの切断

Lane 4 : HindIIIによるウイルスDNAの切断

Lane 5 : BamH IによるウイルスDNAの切断

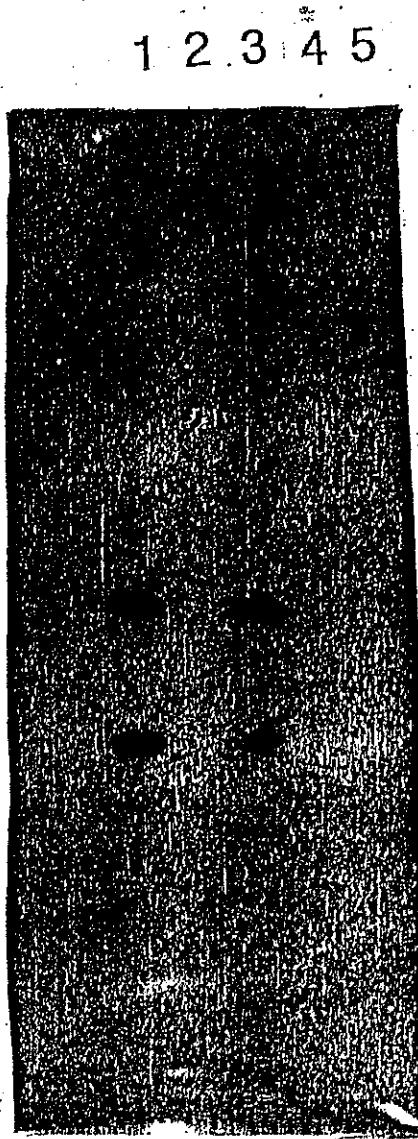


Fig. 5 サザンプロット法によるウイルスDNAの検出結果

Lane 1 : 純化ウイルス

Lane 2 : P15 (ポストラバー) のエビ

Lane 3 : P10 (ポストラバー) のエビ

Lane 4 : 親エビの中腸腺

Lane 5 : 親エビの卵巣

## VI. 共同研究

## ブリ配合飼料試験

MF21との共同研究を行なっているブリ人工配合飼料化試験は、昭和62年より開始し今年度で6年目を迎える。これまでの経緯を見ると、配合飼料の開発は年々進み、全長20mmサイズでの配合飼料化は、小規模試験では平成元年度までに生物餌料とほぼ同等の成績が得られ実用段階への見通しが得られた。そこで、平成2・3年度は、量産規模での配合飼料の実用化試験を行った結果、全長20mmサイズで生物餌料区に匹敵する生残率が得られ、また成長が速いこと、サイズがそろっていること、共食いが少ないことなども認められ、このサイズでは実用化が可能となっている。一方、全長10・15mmの小型サイズでの配合飼料の利用の可能性については、共同研究開始当初よりほとんど進んでいないのが現状である。今年度は従来と同様に全長10・15mmの小型サイズでの小規模試験を行う一方、特に15mmサイズに重点を置き、各メーカー2種類の試験飼料を試作することによりこのサイズでの配合飼料の有効性について検討を行った。

## 材料と方法

試験は、小規模試験（0.5m<sup>3</sup> 水槽）とし、全長10mm（試験Ⅰ）および全長15mm（試験Ⅱ）の2つの配合飼料試験を行った。

1) 試験期間：馴致期間と本試験に分けて、合計10日間行う。

馴致期間（生物餌料併用期間）は5日間行う。

本試験（配合飼料単独期間）は生残率が安定化する5日目まで行う。

2) 飼育水槽：0.5m<sup>3</sup> ポリカーボネイト水槽を使用する。

3) 供試魚：同一種苗生産群より間引いて使用する。

4) 収容尾数：各試験区とも500尾／槽とする。

5) 試験区：生物餌料区

無給餌区（本試験から無給餌）

配合飼料区 試験Ⅰ：メーカー3社、1大学

試験Ⅱ：メーカー6社、1大学

6) 試験Ⅰ・Ⅱにおける使用飼料

各試験における使用飼料を表1に示した。

試験Ⅰ：全長8mmより試験を開始し、アルテミア幼生、配合飼料（No.1）\*を使用。

全長10mmより配合飼料（No.2）\*を単独使用。

試験Ⅱ：全長12mmより試験を開始し、アルテミア幼生、配合飼料（No.1・2）\*を使用。

全長15mmより配合飼料（No.2・3）\*を単独使用。

(\*配合飼料粒径番号：各社別の配合飼料の各粒径は表2に示した)

7) 投餌方法：試験Ⅰ～Ⅱにおける基準投餌量を表3に、投餌時間を図1に、餌料の種類と投餌量を図2に示した。

投餌は1日に5回、自動給餌機（ヤマハ自動給餌機）により行った。

投餌基準量は、全長10mmサイズでは体重の200%、全長15mmサイズでは体重の100%とした。

馴致期間では、生物餌料（アルテミア幼生）から配合飼料へ1日20%ずつ移行していった。

#### 8) 配合飼料提供会社

A : 日本水産      B : 協和発酵      C : ハリマ化成  
D : オリエンタル酵母      E : メルシャン      F : 丸紅  
G : 鹿児島大学

各メーカーの配合飼料の特性を表2に示した。試験飼料は1社につき2飼料の提供とし、2つの飼料の成分は基本的に同じであるが、摂餌誘因物質などの添加・無添加による差を設けた。

#### 9) 調査項目 ① 成長と生残

- ② 消化管内容物（摂餌率）
- ③ 共食い状況
- ④ 種苗の活力状況
- ⑤ 種苗の体組成分析

（種苗の体組成分析は東京水産大学水族栄養学研究室に依頼して行った）

以上の調査結果および生残指数<sup>\*1</sup>・生産指数<sup>\*2</sup>をもとに配合飼料の有効性の検討を行なった。

#### 配合飼料区の生残尾数

$$*1 \text{ 生残指数} = \frac{\text{生物餌料区の生残尾数}}{\text{生物餌料区の生残尾数}} \times 100$$

$$*2 \text{ 生産指数} = \frac{\text{取り揚げ時の配合飼料区の総重量}}{\text{取り揚げ時の生物餌料区の総重量}} \times 100$$

## 結果と考察

試験Ⅰ・Ⅱにおける飼育概要を表4に示した。以下、試験Ⅰ・Ⅱにおける結果の概要を記す。

### 1. 試験Ⅰ

試験期間は5月18日～5月27日までの10日間行った。試験結果を表9に示した。

#### 1) 成長と生残

馴致期間終了時の生残率は、生物餌料区が81.4%であるのに対し配合飼料区は39.2～83.4%であった。その後、配合飼料区はいずれも本試験開始3～4日目に急減し、試験終了時の通算生残率は生物餌料区が71.0%であるのに対し配合飼料区は1.0～40.4%であった。配合飼料区の中でA社の飼料Ⅰは通算生残率が40.4%で過去最高の成績であった。他の飼料については例年と同様の結果であった。

成長は、生物餌料区が15.8mmと最も良く、配合飼料区は11.8～14.5mmであった。

配合飼料区のうち最も成長・生残の良かったA社の飼料Ⅰの成長・生残状況を図3に示した。成長は試験期間を通じて生物餌料区が配合飼料区を上回っていた。生残状況は試験開始後7日目までは差は見られなかったが、8日目以降の減耗が生物餌料区に比べて大きく、生残率が低下した。

#### 2) 配合飼料の摂餌率

配合飼料区の配合飼料の摂餌率を表5に示した。試験開始後5日目（馴致期間終了時）の摂餌率は平均37.8%（10～55）であり、試験開始後10日目（試験終了時）の摂餌率は平均77.1%（40～100）であった。

#### 3) 生残指數・生産指數

各試験区の生残指數および生産指數を表7、図5に示した。各配合飼料区の生残指數は平均24（1～57）であり、生産指數は平均15（1～42）であった。A社が生残指數・生産指數とも良かったが、生物餌料区に比較すると低いものであった。

#### 4) 摂餌誘因物質等の添加効果

摂餌誘因物質等の添加効果は、各メーカーの飼料ⅠとⅡの間の摂餌率（表5）で比較すると摂餌率には添加効果は認められなかった。また、生産指數で比較すると、B社が1：16、C社が1：4であり、生産指數に差が見られ、添加効果が伺われたが、その生産指數は低いものであった。

#### 5) 活力試験（1分間の空中露出）

試験終了後の活力試験の結果を表8に示した。各試験区の生残率は、配合飼料区が平均90.1%（77～100）であり、生物餌料区は35%であった。

#### 6) 体組成分析結果

ブリ魚体中に含まれる総脂肪中の脂肪酸組成を表11に示した。8検体中分析可能であったのは5検体であった。 $\Sigma n-3HUFA$ は、8.35～11.67%で各試験区の間で大きな差は見ら

れなかったが、魚体中の脂肪含量は生物餌料区が4.55%であるのに対し配合飼料区は1.94～2.70%と低かった。

## 2. 試験Ⅱ

試験期間は5月29日～6月7日までの10日間行った。試験結果を表10に示した。

### 1) 成長と生残

馴致期間終了時の生残率は、生物餌料区が89.2%であるのに対し配合飼料区は56.0～79.2%であった。その後、配合飼料区はいずれも本試験開始3～4日目に急減し、試験終了時の通算生残率は生物餌料区が83.4%であるのに対し配合飼料区は18.4～62.6%であった。配合飼料区の中でA社の飼料Ⅱは通算生残率が62.6%で、過去最高の成績であった平成2年度の65.8%に次ぐ成績であった。他の飼料については例年と同様の結果であった。

成長は、B社の飼料Ⅰの27.2mmが最も良く、続いてA社の飼料Ⅰの26.9mm、そして生物餌料区の25.5mmであった。

配合飼料区のうち最も生残指数・生産指数の高かったA社の飼料Ⅱの成長・生残状況を図4に示した。成長は、馴致期間終了までは生物餌料区の方が良かったが、その後配合飼料区が生物餌料区を少し上回った。生残状況は、試験開始後4日目より生物餌料区に比べて生残率が低下し始めた。これは共食いによるものと思われ、試験期間中の共倒れの尾数は生物餌料区が8尾であるのに対して配合飼料区は17尾（3～36）であり、配合飼料区のほうが共倒れが多かった。

### 2) 配合飼料の摂餌率

配合飼料区の配合飼料の摂餌率を表6に示した。試験開始後5日目（馴致期間終了時）の摂餌率は平均67.6%（35～85）であり、試験開始後10日目（試験終了時）の摂餌率は平均94.6%（80～100）であった。

### 3) 生残指数・生産指数

各試験区の生残指数および生産指数を表7、図6に示した。各配合飼料区の生残指数は平均55（22～75）であり、生産指数は平均45（11～83）であった。A社の飼料Ⅱが生残指数が75、生産指数が83であり最も良く、生残率では生物餌料区に劣るもの成長は上回っていた。

### 4) 摂餌誘因物質等の添加効果

摂餌誘因物質等の添加効果は、各メーカーの飼料ⅠとⅡの間の摂餌率（表6）で比較すると摂餌率には添加効果は認められなかった。また、生産指数で比較すると、A社が52：83、C社が11：47、E社が14：27であり生産指数に差が見られ、添加効果が伺われた。C社は試験Ⅰにおいても2つの飼料の差が見られた。

### 5) 活力試験（1分間の空中露出）

試験終了後の活力試験の結果を表8に示した。各試験区の生残率は、配合飼料区が99.6%（95～100）であり、生物餌料区は32%であった。

## 6) 体組成分析結果

ブリ魚体中に含まれる総脂肪中の脂肪酸組成を表12に示した。Σn-3HUFAは、3.30～22.65%と大きな差が見られた。魚体中の脂肪含量は生物飼料区が2.05%であるのに対し配合飼料区は2.22～5.84%と高く、試験Ⅰとは逆の結果であった。

今年度の試験結果をみると、全長10mmサイズでは、最も成績のよいA社の飼料Ⅱの生産指数が42であり、生物飼料区に比べて大きく劣っていた。このため、このサイズでの配合飼料化については、活力試験の成績では生物飼料区を上回っているものの、まだ多くの問題が残っている。特に、試験開始5日目（馴致期間終了時）での配合飼料の摂餌率を見ると、平均37.8%（10～55）と低く、餌付きの点に問題があると思われる。

全長15mmサイズでは、配合飼料区の生産指数が11～83であり一部の配合飼料では生物飼料区に匹敵するものも見られた。しかし、全体としては、まだ生物飼料に比べて劣っている。これは、試験開始5日目（馴致期間終了時）での配合飼料の摂餌率を見ると、平均67.6%（35～85）と低く、全体的にこのサイズにおいても摂餌率が低いためと思われる。

試験Ⅰと試験Ⅱの試験終了後、各試験区のサンプルの体成分分析を行い脂肪酸組成を調べた結果、脂肪含量・脂肪酸組成と成長・生残・種苗の活力との間に関連性が認められなかった。

今年度は、試験Ⅰでは生残指数が50以上の配合飼料が開発され今後の飼料開発に期待がもたれるものであった。試験Ⅱでは全体的にはまだ問題が残されているもの一部飼料では量産規模への応用が可能な飼料が認められた。このサイズでの生残指数の低い原因の1つとして、試験手法に問題があるものと思われる。特に、試験Ⅱでは、収容時での供試魚の成長差が大きいため試験開始直後より共食いによる減耗が観察され、餌料以外に共食いが大きな減耗要因となっている。今後、供試魚のサイズをそろえるなどの共食い防止の検討も必要である。

## 今後の展望

今年度は、各メーカーが1試験当たり2種類の飼料を作成し、2種類の飼料を比較することにより飼料の有効性を検討しようと試みた。しかし、各メーカーの2種類の飼料の間での試験結果の差異を見ると、試験Ⅰと試験Ⅱの間で整合性が見られず、クリアな結果が得られなかった。これは、試験ごとにブリの飼育手法が安定していないため再現性を求めることが困難なことが一つの原因となっている。今回は、各社自由なテーマで2種類の飼料を作成したが、より結果を明瞭にするため共通テーマの検討も必要と思われる。今回のような試験の試みは今後の配合飼料の開発の促進には有効と思われ、来年度も検討したい。

## 要約

- 1) MF21との共同研究によるブリの配合飼料化試験は、年々開発が進み、全長20mmサイズからの量産規模での配合飼料の実用化が可能となっている。しかし、全長10mmと15mmサイズでの小規模試験では、過去の経緯を見るとほとんど開発が進んでいない。そこで、今年度は、全長10・15mmサイズでの小規模試験に重点を置き試験を行った。
- 2) 参加会社は、試験I(全長10mm)では3社1大学、試験II(全長15mm)では6社1大学である。試験飼料は1社につき2種類の飼料の提供とし、2つの飼料の成分は基本的に同じであるが、摂餌誘因物質等の添加・無添加による差を設けた。
- 3) 試験内容は例年と同様であり、0.5m<sup>3</sup>水槽を使用し、供試尾数は500尾、試験期間は配合飼料への馴致期間を5日間、本試験を5日間とした。
- 4) 全長10mmサイズの試験Iでは、A社の飼料の生残指数が57, 50と例年に比べてよかつたが、他の区は例年とほぼ同様の結果(1~27)であった。B社の飼料IとC社の飼料Iの試験区はほぼ全滅し、飼料としては問題が残された。成長は、生物餌料区が最も良かった。
- 5) 全長15mmサイズの試験IIでは、生残指数は一部の飼料を除いて50~70を示し、全体としては例年と同様の結果であったが、A社・B社・F社は70前後と成績が良く、特にA社・B社は成長が生物餌料区を上回り実用化の期待できる結果であった。成長は、2飼料区を除いて生物餌料区のほうがよかつた。
- 6) 摂餌誘因物質の添加効果については、試験Iで2社、試験IIで3社に見られたが、効果のみられた飼料の生残指数は低いものであった。
- 7) 今年度の結果から、試験Iでは生残指数が50以上の配合飼料が開発され今後の飼料開発に期待がもたれる。試験IIでは一部飼料では量産規模への応用が可能な飼料が認められるものの全体的にはまだ問題が残されているものと思われる。生残指数の低い原因として、収容時の供試魚の成長差による共食いなどの餌料以外の要因の減耗が考えられる。今後、供試魚のサイズをそろえるなどの共食い防止の検討も必要である。
- 8) 今年度行った1社当たり2種類の飼料の比較による試験は、配合飼料の開発の促進に有効と思われ、今後もこのような試験が望まれる。

(塩澤 聰)

表1 各試験における使用飼料

試験No.	馴致期間（5日間）		本試験（5日間）	
	サイズ	飼料	サイズ	飼料
I	8mm	アルテミア	10mm	配合飼料 (No.2*)
II	12mm	アルテミア 配合飼料 (No.1*)	15mm	配合飼料 (No.2·3*)

\* 配合飼料粒径番号：各社の配合飼料の粒径は表2に示した

表2 試験I・IIに使用した各メーカーの配合飼料の特性

試験区	試験I			試験II		
	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3
日水	1 150~250	250~500	500~700	150~250	250~500	500~700
日水	2 150~250	250~500	500~700	150~250	250~500	500~700
協和	1 125~250	250~500	500~710	125~250	250~500	500~710
協和	2 125~250	250~500	500~710	125~250	250~500	500~710
N.Y?	1 150~250	250~500	500~750	150~250	250~500	500~750
バリマ	2 150~250	250~500	500~750	150~250	250~500	500~750
カリエンタル	1 150~250	250~500	500~700	150~250	250~500	500~700
カリエンタル	2 150~250	250~500	500~700	150~250	250~500	500~700
マルシャン	1 ~250	250~500	500~700	~250	250~500	500~700
マルシャン	2 ~250	250~500	500~700	~250	250~500	500~700
丸紅	1 125~250	250~500	500~710	125~250	250~500	500~710
丸紅	2 125~250	250~500	500~710	125~250	250~500	500~710
鹿大	~250	250~500	500~700	~250	250~500	500~700

注) 摂餌率は20尾測定

表3 試験Ⅰ・Ⅱにおける基準投餌量

	馴致期間（5日間）					本試験（5日間）		備考
	1	2	3	4	5	1~5		
試験Ⅰ 配合飼料 (g) アルミア (万個体)	0 30	1.0 24	2.0 18	3.0 12	4.0 6	5.0 0	体重の200%投与	
試験Ⅱ 配合飼料 (g) アルミア (万個体)	0 60	2.0 48	4.0 36	6.0 24	8.0 12	10.0 0	体重の100%投与	

\* アルミアは1個体を18gで換算

表4 プリ試験飼育概要

	試験Ⅰ			試験Ⅱ			本試験終了 (試験開始5日目)
	期間	馴致期 間	試験	期間	馴致期 間	試験	
供試魚 (TL: mm) (BW: mg)	5/18 ~ 5/22 5/23 ~ 5/27	(5日間) (5日間)	5/29 ~ 6/2 6/3 ~ 6/7	(5日間) (5日間)	5/29 ~ 6/2 6/3 ~ 6/7	(5日間) (5日間)	90%
収容尾数	7.6 (6.9~9.2) 4.4 (2.5~7.0)		12.5 (10.5~13.9) 19.0 (12.1~24.5)		12.5 (10.5~13.9) 19.0 (12.1~24.5)		100%
水槽	0.5m <sup>3</sup> ボリカーネルト	水槽	0.5m <sup>3</sup> ボリカーネルト	水槽	0.5m <sup>3</sup> ボリカーネルト	水槽	55%
水温 (°C)	20.5 ~ 23.0		20.1 ~ 23.1		20.1 ~ 23.1		50%
pH	8.24 ~ 8.30		8.14 ~ 8.18		8.14 ~ 8.18		40%
換水率 (% / 日)	1000		1000		1000		60%
							90%

注) 摂餌率は20尾測定

表5 各試験区における配合飼料の摂餌率(試験Ⅰ)

試験区	馴致期間終了		本試験終了 (試験開始10日目)
	(試験開始5日目)	(試験開始10日目)	
日水	1	50%	90%
日水	2	55%	100%
協和	1	50%	70%
協和	2	40%	90%
バリア	1	50%	40%
バリア	2	10%	60%
鹿大		10%	90%

表 6 各試験区における配合飼料の摂餌率（試験Ⅱ）

試験区 募致期間終了  
(試験開始5日目) 本試験終了  
(試験開始10日目)

	試験Ⅰ	試験Ⅱ
日本水	1 75%	100%
日本水	2 80%	100%
日本協和	1 70%	100%
日本協和	2 80%	90%
ハリマ	1 35%	80%
ハリマ	2 55%	100%
オリエタル	1 60%	90%
オリエタル	2 60%	100%
メルシャン	1 75%	100%
メルシャン	2 50%	80%
丸紅	1 50%	90%
丸紅	2 60%	100%
鹿児島大学	1 85%	100%
生物飼料	2 80%	100%
鹿児島大学	3 75%	100%

注) 摂餌率は20尾測定

表 7 各試験区における生残指數と生産指數(五島事業場)

試験区	試験Ⅰ		試験Ⅱ		備考
	生残指數	生産指數	生残指數	生産指數	
A-1	5.7	4.2	6.4	5.2	コントロール添加
A-2	5.0	3.2	7.5	8.3	魚介類エキス添加(市販飼料)
B-1	2.2	2.7	5.0	6.2	必須脂肪酸・ミノ酸添加
B-2	2.1	1.0	6.3	5.9	必須アミダニ
C-1	2.2	1.4	3.5	4.7	従来粘結方式
C-2	1.0	1.0	5.9	4.3	新粘結方式
D-1	2.1	1.0	5.5	4.1	
D-2	2.1	1.0	5.2	4.1	
E-1	2.1	1.0	2.4	2.7	タンパク原料使用
E-2	2.1	1.0	4.6	4.9	コントロール
F-1	2.2	1.0	6.8	5.4	コントロール添加
F-2	1.0	0.0	5.9	4.8	摂餌促進物質添加
G 生物飼料	1.0	0.0	1.0	0.0	

表 8 活力試験結果(1分間の空中露出)

	試験Ⅰ	試験Ⅱ
日本水	1 100%	79
日本水	2 100%	77
日本協和	1 100%	100
日本協和	2 100%	87
ハリマ	1 100%	97
オリエタル	1 100%	100
メルシャン	1 100%	100
丸紅	1 100%	100
鹿児島大学	2 96	100
生物飼料	3 5	3.2

表9 ブリ人工配合飼料試験結果(試験I)(五島事業場)

試験区	試験開始			馴致期間(5日間)終了			本試験(5日間)終了			生産指數		
	開始月日	収容尾数	全長(mm)	体重(mg)	終了月日	生残尾数	全長(mm)	体重(mg)	生残率(%)	全長(mm)	体重(mg)	生残率(%)
A-1	5.18	500	7.6	4.4	5.23	399	11.5	79.8	5.27	202	14.5	32.1
			6.9~9.2	2.5~7.0			8.8~15.2	4.4~35.8			11.2~18.1	12.9~58.3
A-2											13.5	42.4
											11.0~17.6	13.0~70.7
B-1											13.1	26.2
B-2											7	3.1
C-1											10.3~16.3	10.8~50.3
C-2											94	13.4
G											94	26.0
生物餌料											11.3~15.5	14.1~41.3
無給餌											5	11.8
											5	11.5
											5	12.6
											34	12.6
											5	11.5~14.6
											68	12.2
											68	12.2
											355	15.8
											0	0
											0	0

\* 生残指數 =  $\frac{\text{配合飼料区の生残尾数}}{\text{生物餌料区の生残尾数}} \times 100$

\* 生産指數 =  $\frac{\text{取り揚げ時の配合飼料区の総重量}}{\text{取り揚げ時の生物餌料区の総重量}} \times \text{生残率}$

表10 プリ人工配合飼料試験結果(試験II)(五島事業場)

試験区	試験開始日			全長 (mm)			体重 (mg)			生残尾数 終了月日			本試験(5日間)終了			生殖指數		
	開始月日	収容尾数	全長 (mm)	体重 (mg)	全長 (mm)	生残尾数	終了月日	体重 (mg)	生残率 (%)	終了月日	生残尾数	全長 (mm)	体重 (mg)	生残率 (%)	運算率 (%)	生殖指數		
A-1	5.29	500	12.5	19.0	6.3	352	14.2	36.0	70.4	6.7	268	23.2	143	76.1	53.6	52		
A-2		〃	10.5~13.9	12.1~24.5	〃	〃	11.5~19.7	14.2~91.2	14.2~91.2	〃	366	16.3	52.1	73.2	45~289	64	52	
B-1		〃	〃	〃	〃	〃	11.2~19.3	14.0~82.5	50.3	73.2	〃	26.9	196	5.5	62.6	75	83	
B-2		〃	〃	〃	〃	〃	12.3~21.9	16.4~97.7	56.0	73.2	〃	22.2~30.2	120~262	22.2~30.2	220	41.4	50	
C-1		〃	〃	〃	〃	〃	11.5~18.5	13.1~74.0	43.7	74.2	〃	20.7~31.1	104~328	20.7~31.1	73.9	50	62	
C-2		〃	〃	〃	〃	〃	11.5~18.5	13.1~74.0	43.7	74.2	〃	23.6	155	75.7	56.2	67	59	
D-1		〃	〃	〃	〃	〃	11.5~18.5	13.1~74.0	43.7	74.2	〃	18.5~26.8	70~227	18.5~26.8	70~227	34.9	27.2	
D-2		〃	〃	〃	〃	〃	11.6~17.9	14.2~51.0	44.1	60.6	〃	18.5	62	62	35~92	33	11	
E-1		〃	〃	〃	〃	〃	10.7~21.9	10.5~97.9	48.6	71.6	〃	15.3~21.0	151	75.5	45.8	47	47	
E-2		〃	〃	〃	〃	〃	12.5~20.8	21.3~93.6	30.7	70.8	〃	22.8	151	51~235	51~235	48.8	55	
F-1		〃	〃	〃	〃	〃	11.3~18.8	12.3~57.4	39.0	67.0	〃	24.1	15.8~27.1	142	68.1	43	43	
F-2		〃	〃	〃	〃	〃	13.0~21.6	17.4~92.5	40.4	68.8	〃	23.2	17.4~26.4	142	53~205	53~205	59	
G		〃	〃	〃	〃	〃	11.4~18.9	17.4~75.6	40.4	68.8	〃	21.6	22.7	139	61.0	43.2	41	
生物飼料		〃	〃	〃	〃	〃	13.7~21.6	24.9~86.5	31.1	73.6	〃	15.3~30.2	52~272	15.3~30.2	52~272	43.2	52	
無給餌		〃	〃	〃	〃	〃	12.3~18.2	16.5~55.6	42.7	79.2	〃	92	22.3	109	27.4	22	14	
							13.7~21.6	24.9~86.5	32.8	71.2	〃	19.2~25.8	63~161	19.2~25.8	63~161	37.0	44	27
							14.7	31.1	73.6	73.6	〃	20.9	108	53.7	53.7	56.8	54	54
							12.3~18.2	16.5~55.6	42.7	79.2	〃	15.7~24.6	42~171	15.7~24.6	42~171	45	45	45
							14.8	31.1	73.6	73.6	〃	27.5	22.8	133	69.4	55.0	66	66
							13.7~21.6	24.9~86.5	32.8	71.2	〃	17.7~29.3	57~274	17.7~29.3	57~274	49.4	59	48
							14.7	31.1	73.6	73.6	〃	23.8	142	77.1	77.1	68	68	68
							12.3~18.2	16.5~55.6	42.7	79.2	〃	19.0~29.5	76~237	19.0~29.5	76~237	49.4	59	48
							14.8	32.8	71.2	71.2	〃	24.2	145	69.3	69.3	68	68	68
							12.9~16.8	22.3~46.4	54.6	89.2	〃	18.8~29.6	66~256	18.8~29.6	66~256	83.4	100	100
							17.4	54.6	89.2	89.2	〃	24.6~105.1	178	93.4	93.4	100	100	100
							13.2~23.8	32.1	76.6	76.6	〃	18.8~29.4	74~244	18.8~29.4	74~244	0	0	0
							15.4	32.1	76.6	76.6	〃	18.0~49.4	383	13.2~18.2	18.0~49.4	0	0	0

\* 生産指數 =  $\frac{\text{配合飼料区の生残尾数}}{\text{生物飼料区の生残尾数}} \times 1.00$

\* 生産指數 =  $\frac{\text{取り揚げ時の配合飼料区の総重量}}{\text{取り揚げ時の生物飼料区の総重量}} \times \text{生残率}$

表11 Fatty acid composition of total lipid from whole body in yellowta (area %) (Experiment I)

	1	2	3	4	5	6	7	8
14:0	2.32	3.82		4.43			5.68	3.72
15:0	0.11	0.17		0.11			0.21	0.21
16:0	12.39	14.40		12.64			13.41	14.30
16:1n-7	5.23	4.95		6.21			6.08	5.63
17:0	0.11	0.54		0.53			0.47	0.37
16:3n-6	25.33	22.46		19.31			14.17	20.84
18:0	13.27	9.08		10.76			7.50	9.66
18:1n-9	12.07	8.95		6.91			6.75	8.51
18:2n-6	2.41	5.28		7.37			9.48	4.79
18:3n-6	0.36	0.11		0.08			0.18	nd
18:3n-3	1.87	1.92		2.41			3.07	2.74
18:4n-3	0.46	1.09		1.32			1.95	1.04
20:0	0.11	nd		0.13			nd	0.08
20:1n-9	0.56	0.63		0.10			0.16	0.18
20:2n-9	nd	nd		nd			nd	nd
20:2n-6	0.72	1.30		2.03			2.87	1.76
20:3n-6	0.19	0.28		0.15			nd	0.22
20:4n-6	1.07	1.41		2.65			2.13	1.11
20:3n-3	0.09	nd		nd			nd	0.05
20:4n-3	0.28	0.26		0.58			0.49	0.23
20:5n-3	4.72	6.40		7.24			8.18	5.75
22:0	nd	nd		nd			nd	nd
22:1n-11	0.96	0.11		0.50			0.21	0.09
22:4n-6	nd	nd		nd			nd	nd
22:5n-6	nd	nd		nd			nd	nd
22:5n-3	0.58	0.74		0.31			0.18	0.22
22:6n-3	2.68	3.23		3.30			2.82	3.57
24:1	0.11	nd		1.02			1.44	0.69
$\Sigma n-3$	10.68	13.64		15.16			16.69	13.60
$\Sigma n-6$	30.08	30.84		31.59			28.83	28.72
$\Sigma$ monoenoic	18.03	14.64		14.74			14.64	15.10
$\Sigma n-3$ HFA	8.35	10.63		11.43			11.67	9.82
%CL	2.01	2.13		2.30			1.94	4.55

表12 Fatty acid composition of total lipid from whole body in yellowtail (area %) (Experiment II)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14:0	2.23	3.59	1.60	1.93	2.81	1.37	2.49	5.83	4.46	4.67	3.57	2.91	1.57	1.21	
15:0	0.21	0.27	0.24	0.24	0.26	0.27	0.24	0.16	0.25	0.16	0.40	0.26	0.72	0.42	
16:0	22.01	19.86	17.98	19.65	19.34	15.71	20.42	15.32	16.63	12.66	14.53	19.94	5.52	8.85	
16:1n-7	5.71	6.18	4.43	4.68	4.30	2.81	5.25	5.08	8.00	5.01	8.74	4.36	4.56	6.22	
17:0	0.45	0.30	0.36	0.39	0.42	0.24	0.33	0.37	0.11	0.35	0.67	0.39	2.83	0.81	
16:3n-6	4.46	3.40	0.72	1.34	2.13	0.77	1.42	15.15	23.26	17.19	17.84	2.13	17.79	27.80	
18:0	7.43	5.38	7.78	6.33	4.51	5.71	7.33	8.38	16.19	14.17	12.85	4.51	15.41	12.20	
18:1n-9	16.62	14.44	23.30	18.42	15.77	14.36	19.51	11.64	6.03	9.48	6.89	15.57	6.20	11.55	
18:2n-6	5.59	13.53	11.70	15.07	18.27	14.18	7.49	9.23	4.25	5.22	3.76	17.57	1.95	3.98	
18:3n-6	0.10	0.09	0.13	0.04	nd	0.08	0.09	1.48	nd	0.05	nd	0.06	nd	nd	
18:3n-3	3.25	3.72	3.10	2.97	4.11	3.48	2.62	3.84	2.30	2.48	1.97	4.15	18.48	4.64	
18:4n-3	0.75	1.49	0.87	0.61	1.41	0.91	0.86	1.85	1.86	1.17	1.34	1.42	4.46	0.86	
20:0	0.07	0.07	0.11	0.07	0.09	0.12	0.12	nd	0.11	nd	0.32	0.08	0.12	nd	
20:1n-9	0.64	0.98	1.10	2.84	1.34	1.29	2.60	0.06	nd	0.29	0.13	1.43	0.59	0.05	
20:2n-9	0.04	0.05	0.06	nd	0.05	0.05	0.03	nd	nd	0.11	nd	0.05	0.11	0.03	
20:2n-6	0.24	0.20	0.21	0.25	0.19	0.23	0.20	0.52	1.16	1.30	2.35	0.19	0.70	0.42	
20:3n-6	0.12	0.06	0.11	0.05	0.03	0.05	0.08	0.16	0.25	0.16	0.19	0.04	0.37	0.11	
20:4n-6	1.52	1.24	1.89	0.81	0.95	1.41	1.19	0.74	0.75	0.92	0.99	0.94	0.41	0.93	
20:3n-3	0.21	0.14	0.29	0.19	0.15	0.19	0.24	0.06	nd	0.17	0.20	0.15	0.16	0.11	
20:4n-3	0.47	0.49	0.49	0.38	0.37	0.44	0.48	0.19	0.27	0.23	0.36	0.37	0.27	0.17	
20:5n-3	9.23	9.11	7.28	7.06	7.78	9.40	9.62	4.51	2.39	3.95	1.69	7.76	2.87	3.73	
22:0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.05	nd	nd	0.87	nd	nd	nd	nd	
22:1n-11	0.16	0.24	0.28	1.26	0.42	0.76	1.31	0.09	nd	0.98	1.52	0.39	0.12	nd	
22:4n-6	0.11	0.14	0.39	0.11	0.09	0.23	0.22	nd	nd	nd	nd	0.09	nd	nd	
22:5n-6	0.09	0.11	0.61	0.14	0.11	0.23	0.10	nd	nd	nd	nd	0.07	nd	nd	
22:5n-3	1.93	1.52	1.44	1.66	0.78	1.90	1.85	0.23	nd	0.10	0.16	0.78	nd	0.49	
22:6n-3	8.90	7.45	11.29	11.33	7.55	10.69	10.46	2.78	1.44	1.98	0.89	7.52	0.79	0.70	
24:1	0.11	0.05	0.09	0.11	0.08	0.27	0.15	0.08	nd	0.30	0.20	0.08	0.30	0.05	
$\Sigma n-3$	24.74	23.92	24.76	24.20	22.15	27.01	26.13	13.46	8.26	10.08	6.61	22.15	27.03	10.71	
$\Sigma n-6$	12.23	18.77	15.76	17.81	21.77	17.21	10.79	27.28	29.67	24.84	25.13	21.09	21.22	33.24	
$\Sigma$ monoenic	23.24	21.89	29.20	27.31	21.91	19.49	28.82	16.95	14.03	16.06	17.48	21.83	11.77	17.8	
$\Sigma$ n-3nFA	20.74	18.71	20.79	20.62	16.63	22.62	22.65	7.77	4.10	6.43	3.30	16.58	4.09	5.2	
%CL	2.22	3.01	4.42	4.13	4.33	5.42	3.25	5.84	3.96	5.35	4.09	4.85	4.68	2.0	

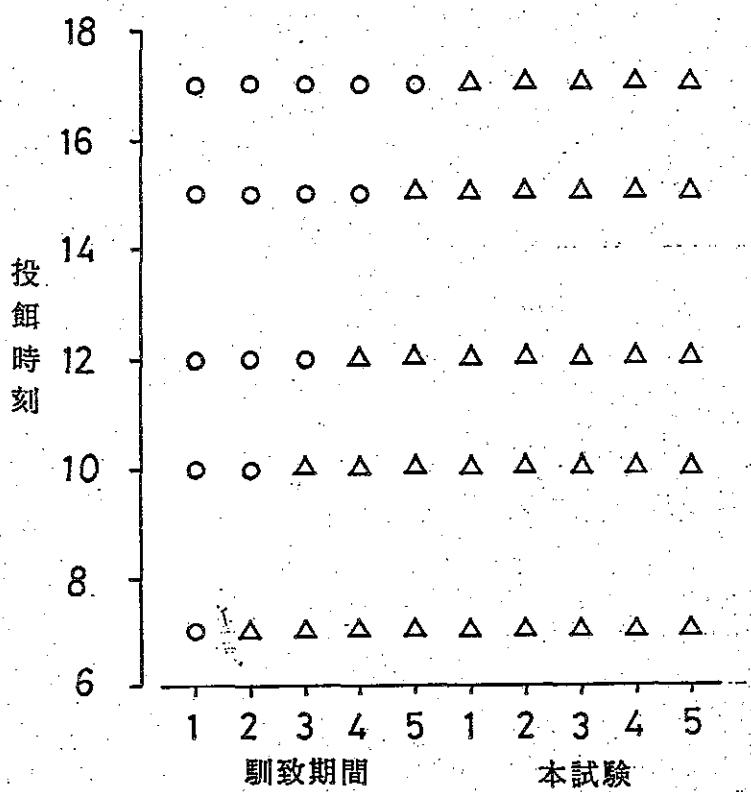


図1 試験I・IIにおける投餌時間  
○：アルテミア幼生 △：配合飼料

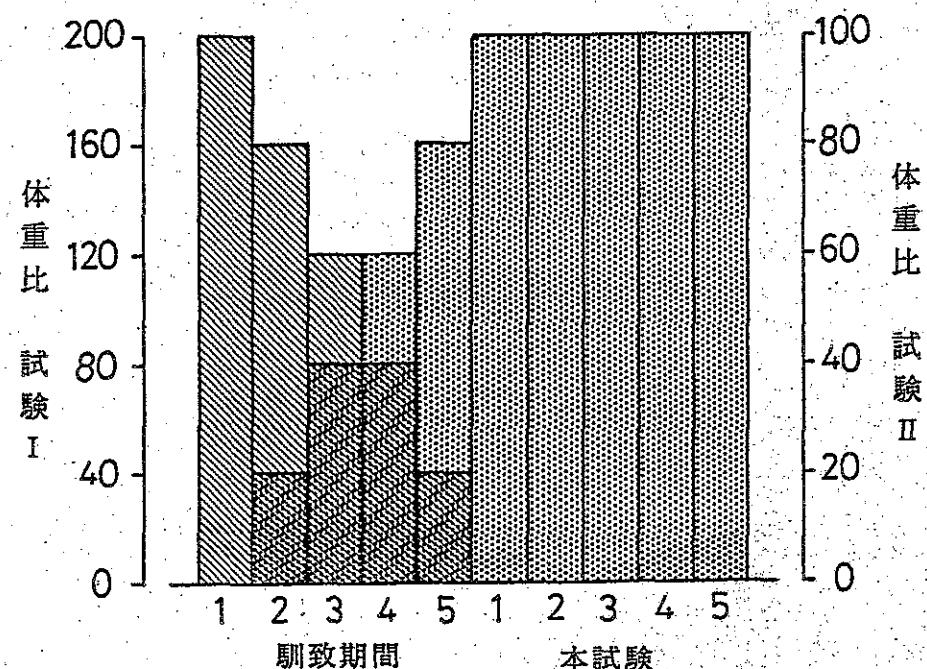


図2 試験I・IIにおける投餌量(体重比)

■ アルテミア幼生 ■ 配合飼料

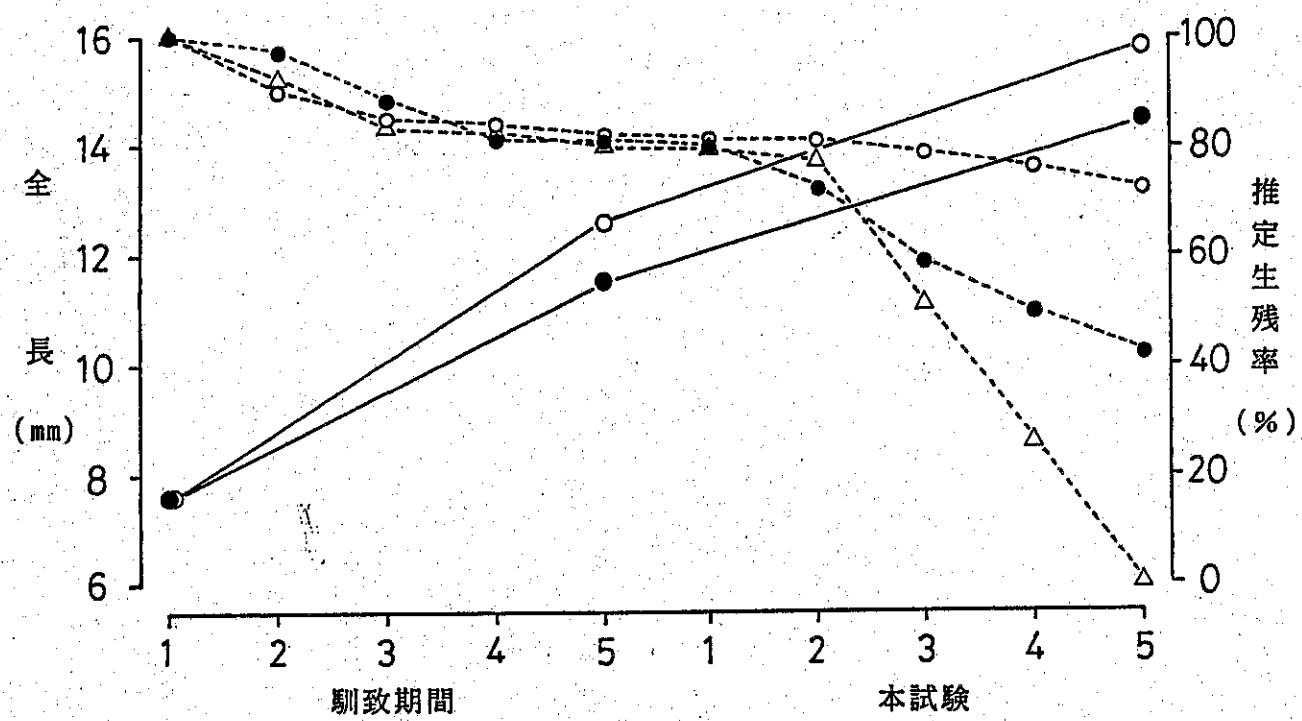


図3 試験Ⅰにおける成長と生残

○: 生物餌料区  
 ●: 配合飼料区 (A-I)  
 △: 無投餌区

○—○: 成長曲線  
 ○---○: 生残曲線

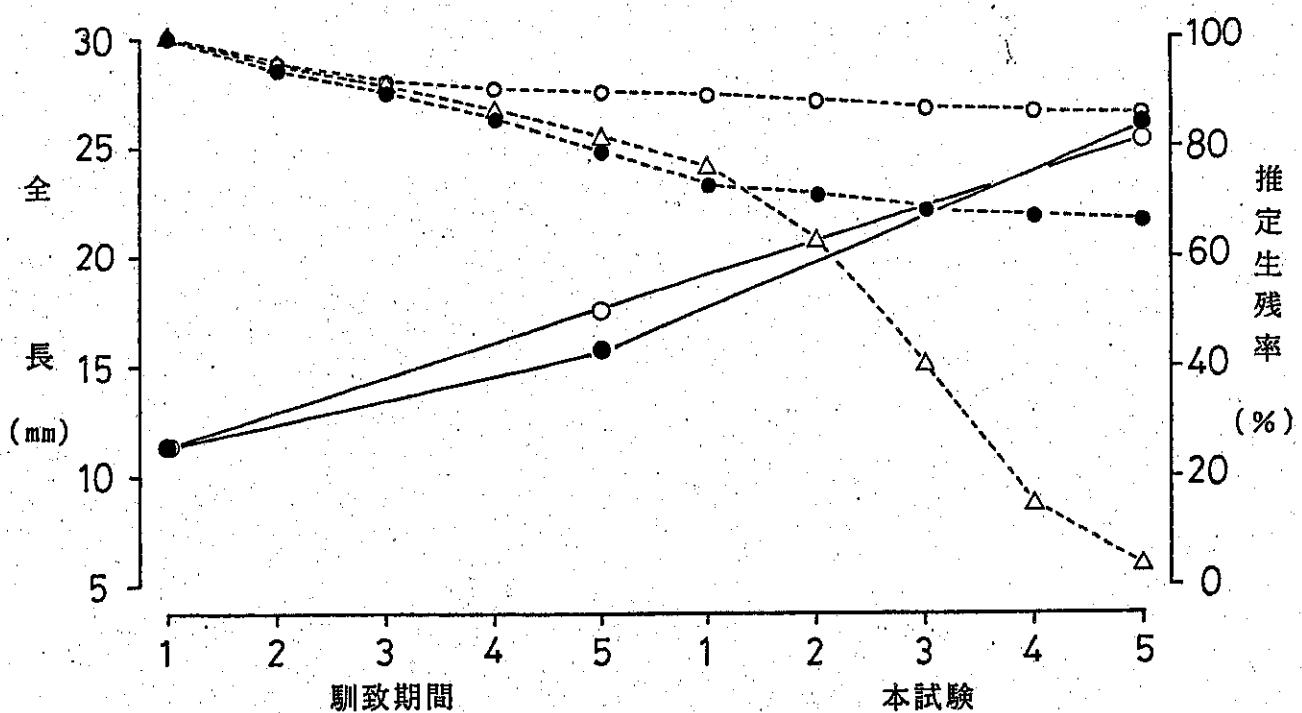


図4 試験Ⅱにおける成長と生残

○: 生物餌料区  
 ●: 配合飼料区 (A-II)  
 △: 無投餌区

○—○: 成長曲線  
 ○---○: 生残曲線

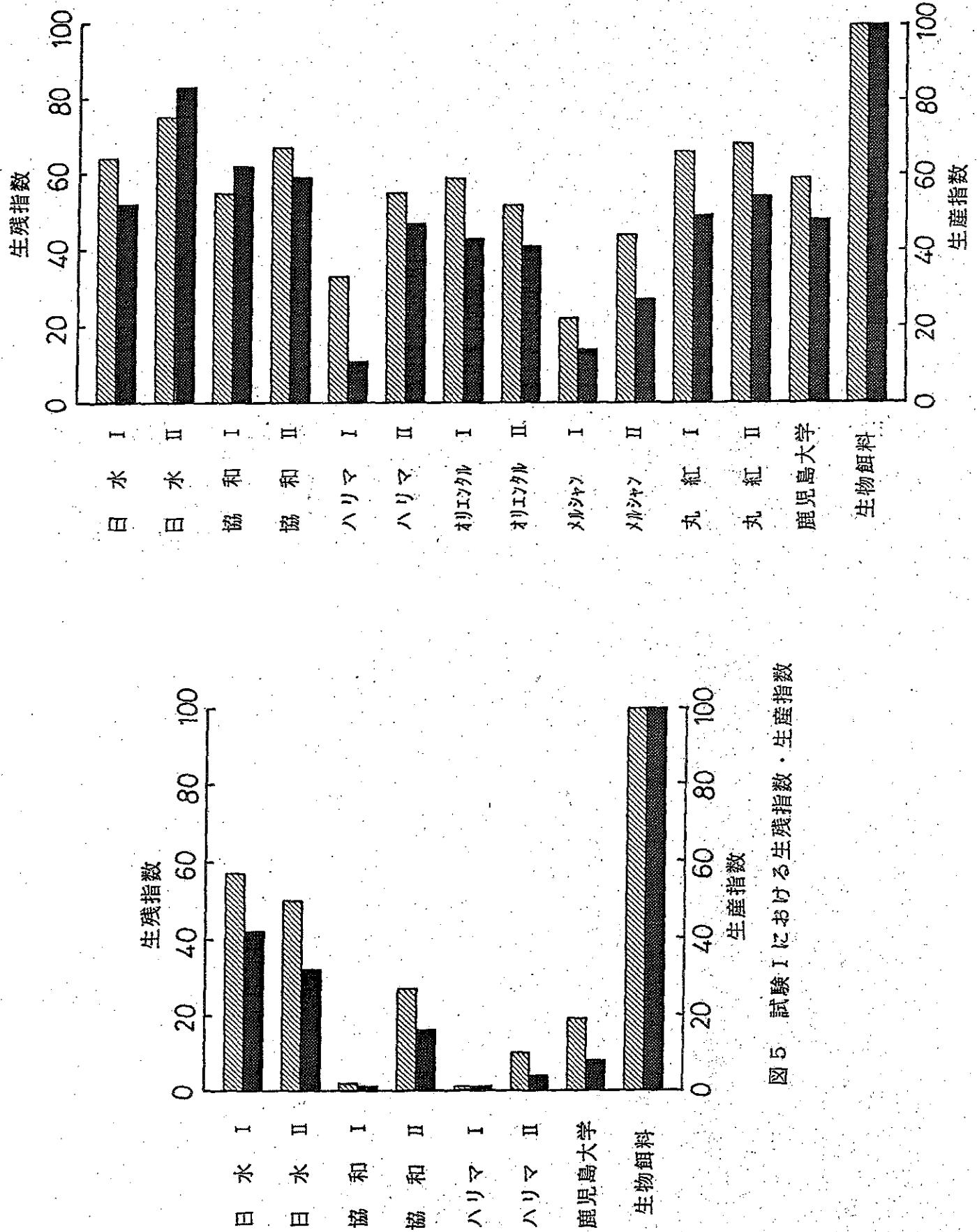


図5 試験Iにおける生残指數・生産指數

## VI-2 シマアジの飼付け試験（平成3年度飼付け群の継続調査結果）

小磯雅彦

### はじめに

当事業場で実施した昭和63年度の飼付け試験の結果から、シマアジは当事業場海面筏群に1年以上の長期間にわたって飼付されることから、放流魚を飼付け場周辺海域に残留させ、商品サイズまで生育させて、回収するという海洋牧場的な考え方の可能性が示唆された。一方、放流魚を飼付け場に一定の期間残留させることで放流後の初期減耗や不合理漁獲をさけることができ、また、この放流群の再捕率はこれまでの標識放流に比べ、30%以上と高く、飼付け場から逸散後の移動経路、滞留場、漁獲場などが把握されやすいことなどから、放流技術の新たな手法としても注目された。

本年度の飼付け試験は、平成3年度飼付け試験の継続として、昭和63年度の再現試験を目的として、平成4年3月末に飼付け場に残留している平成3年度飼付け群約15,000尾（残留率約35%）を対象として試験を行った。

調査は、日本栽培漁業協会五島事業場と東京水産大学の野中グループとの共同研究として行われた。ここでは、平成3年度の飼付け群の継続調査結果を述べるとともに長期間飼付け試験で得られた知見を整理し報告する。

### 1. 平成3年度飼付け試験の概要

#### （1）平成3年度飼付け試験の平成4年3月末までの結果の概要

平成3年度の飼付け放流は、平成3年8月26日に当事業場で生産したシマアジ稚魚42,000尾（平均尾叉長11.8cm、平均体重28.9g）にアンカー型標識（赤色：コトX）を装着して、飼付け場である長崎県玉之浦湾内の当事業場海面筏群に放流して試験を開始した（図1）。なお、平成3年10月25日には残留尾数推定のため1,176尾を追加放流して、総放流尾数43,176尾となった。

給餌は、自動給餌機2機で配合飼料（日本農産製：マダイ用配合飼料）を給餌し、給餌量は魚体重あたり3%量を目安に、1日最大60kgの上限を設けて33～60kg／日を給餌した（表1）。

平成4年3月末に、飼付け場に残留していた放流魚の平均尾叉長は190mmで、平均体重は130gとなり、残留尾数は目視観察による推定では約15,000尾（残留率約35%）であった。

{詳細は、平成3年度飼付け型栽培漁業技術開発報告書（3）を参照}。

### 2. 平成4年度飼付け試験

#### （1）平成4年度の飼付け方法

平成4年3月末に平成3年度飼付け群が飼付け場に約15,000尾残留していたので、この群を対象として試験を継続した。

給餌は、自動給餌機および配合飼料は平成3年度と同じものを使用し、給餌時間は9:00～12:00と14:00～16:00の5時間と設定したが、給餌量は平成4年4月7日までは33kgで、それ以降は水温の上昇と共に適宜増加して、平成4年6月1日から平成4年9月28日の給餌停止時までは60kg／日の給餌を行った。

#### （2）平成4年度の飼付け調査方法

### 1) 飼付け場での環境調査

飼付け場での海水温（水深約30cm）、透明度を毎日測定した。

### 2) 成長および標識装着率調査

放流魚の測定は、全長、尾叉長、体重を1カ月に1回程度行った。

この時に放流魚の標識装着率を調査した。

### 3) 飼付け場での残留量調査

飼付け場での放流魚の残留尾数を把握する目的で、平成3年度と同様にピーターセン法と目視観察による尾数の推定を行った。

飼付け場の実数を把握する目的で敷網（ $10 \times 10 \times 5\text{ m}$  : 10節網）調査を行った。

### 4) 天然餌料生物捕食調査

放流魚の天然餌料生物の捕食状況を検討する目的で、給餌前の放流魚を釣獲して、胃内の生物の種類と量を1カ月に1回程度調査した。

### 5) 飼付け場での放流魚の生態行動調査

飼付け場の海面筏上と船上から目視観察によって、放流魚の水平分布の経時および経日変化を調査した。また、水中での放流魚の観察を行うために水中ビデオカメラ（NTS製アイボール）を使用した。

### 6) 飼付け場からの逸散状況調査

玉之浦湾内の漁業者15名、遊漁者7名、玉之浦湾外の漁業者9名、計31名にシマアジ漁獲日誌を渡し、漁獲日、漁獲尾数、全長、体重および標識の有無の記帳を依頼した。

放流魚の情報収集のため、玉之浦湾内の漁業者および遊漁者から聞き取り調査を行った。

福江魚市に入荷したシマアジの全長、尾叉長、体重とその漁獲日、漁獲場所、漁獲方法、漁獲者名の調査を行った。

### 7) 玉之浦漁協のシマアジ漁獲量調査

玉之浦漁協でのシマアジの漁獲統計の調査を行った。水揚げ伝票調査を行い、シマアジの漁獲日、漁獲者名、漁獲方法、銘柄、漁獲量、水揚げ金額および単価を調査した。

### (3) 結果および考察

#### 1) 飼付け場の環境

飼付け期間中の最低水温は3月上旬の13.9°Cで最高水温は7月下旬の28.0°Cであった。

飼付け期間中の透明度は、11月下旬から4月下旬までの期間は10~17mと高く、5月上旬から11月中旬までの期間は5~9mと低かった。

#### 2) 飼付け場での残留状況

飼付け場での残留尾数の推定は、目視観察や飼付け場からの逸散状況などを参考にして行い、飼付け場の実数を把握するために敷網調査を行った。一方、ピーターセン法に関しては、現段階では推定精度に問題があるため技術開発を目的に行った。

#### ① 目視観察による残留尾数の推定結果

平成3年8月の飼付け放流開始から、平成3年10月下旬までの約60日間では、飼付け場での残留尾数は減少したが、その後平成4年3月中旬までの間には大きな逸散もなく、残留尾数は15,000尾前後で安定していた。平成4年4月から平成4年6月までは再び減少がみられ、平成4年9月上旬には3,500尾前後と推定された。平成4年9月28日に給餌を停止したが、その後も平成4年11月頃までは減少がみられ、11月下旬には1,000尾程度と推定さ

れた。平成4年12月以降は大きな減少はみられていない(図2)。

#### ②飼付け場からの逸散状況

平成4年4月以降の逸散は、布浦湾口の定置網や養殖場での漁獲情報などからは、平成4年6月上旬から8月中旬までの期間と、平成4年9月28日の給餌停止以降は特に、10月中旬と11月下旬に多かったと考えられる。6月上旬からの逸散については、逸散期間が2カ月以上にわたり漁獲尾数も1日最大550尾が漁獲されていることから、この期間飼付け場からは放流魚が大量に逸散したと考えられる。給餌停止後の逸散は、10月10日に布浦湾口部の定置網に32尾が入網したことで、給餌停止後13日目頃から逸散が始まったとみられるが、その後の逸散は連続的ではなく単発的に起こったと思われる。なお、平成5年1月に布浦湾口部の定置網では3回網上げを行ったが、シマアジは漁獲されていないことから平成5年1月以降はあまり逸散していないと考えられる(図3)。

本年度の飼付け場からの逸散要因を検討してみると、平成4年6月上旬の逸散については、平成4年5月下旬の魚体重あたりの給餌量が1.8%（推定残留尾数約15,000尾、1尾あたりの魚体重182g、給餌量50kg／日から算出）と低かったことから給餌量不足が関与していると考えられた。逸散が長期化したことに関しては、この時期は水温上昇期で、給餌量はほぼ一定であることから、放流魚の成長により餌が不足し、逸散するという現象が繰り返し飼付け場で起こっていたのではないかと推察される。

一方、飼付け給餌停止後の逸散については、給餌停止直後に肥満度が低下していることから給餌停止による餌不足が関与していると考えられた。逸散が単発的にみられたことに関しては、給餌停止により常に餌不足状態の放流魚が環境変化（大雨や波浪など）に影響されて逸散したのではないかと推察される。また、平成5年1月以降は逸散はみられていないが、これは低水温の影響で放流魚の行動が緩慢になったためと考えられる。

なお、布浦湾口の定置網に入網した逸散魚と飼付け場の放流魚の尾叉長組成を比較すると、6月末では前者は231mm（207～264）、後者は207mm（152～250）となり、給餌停止後の11月末では前者は267mm（239～303）、後者は247mm（191～294）となり、飼付け場から逸散する魚は飼付け場の放流魚の中では大型個体であることが再確認された。

#### ③敷網調査

飼付け場の放流魚の実数を把握する目的で平成4年9月3日（飼付け374日目）に敷網調査を行った結果、約8,000尾となり、残留率は18.5%であった。この時期の目視観察の推定尾数は実数の約半分であった。

これらの結果から、平成4年4月以降の飼付け場の推定残留状況は、平成4年4月から5月末までの期間は15,000尾程度が残留していたが、平成4年6月上旬から8月中旬までは大きな逸散のために残留尾数は減少して平成4年9月上旬には8,000尾程度となった。給餌停止後から平成4年12月までは単発的な逸散のため残留尾数は日々に減少し、平成4年12月頃の残留尾数は、先述したように目視観察では1,000尾程度と推定されたが、実数はその2倍とすると約2,000尾となる。

#### ④ピーターセン法による残留尾数の推定の検討

平成3年度飼付け群に対して、ピーターセン法による残留尾数の推定は合計6回行った。

平成3年8月29日（飼付け3日目）には約58,300±9,800尾となり、平成3年9月30日（同35日目）でも約63,500±13,000尾となり、共に過大推定となった。この飼付け開始か

ら1カ月前後の期間の推定が過大となった原因には、標識を付けた放流魚が飼付け初期で十分に飼付けされていない上に、敷網や標識装着によりストレスを受けて飼付け場から逸散しやすかったことが考えられる。

平成3年10月25日（同60日目）には放流魚に標識をつけて行った場合が約33,300±6,100尾、小割網育成魚に標識をつけて行った場合が22,100±11,400尾となり、放流魚の方が推定値のばらつきが少なかった。この傾向は昭和63年度飼付け群でも同様な傾向がみられている。

平成4年1月8日（同135日目）では約49,300±28,900尾と再び過大推定となり、標準偏差も大きくなっている。この原因には低水温のため放流魚の行動が緩慢になり、均一混合しなかったことが考えられる。

平成4年6月22日（同301日目）には約8,400±2,900尾となり、この推定値は比較的実数に近いと考えられる（図3）。

ピーターセン法の推定精度については、実数が把握されていないため比較検討できないが、これまでの知見を整理してみると、推定精度が悪くなる事例については、①小割網で育成中の魚に標識をつけて行った場合、②飼付け初期に推定調査を行った場合、③低水温期に推定調査を行った場合、④ピーターセン法のため新たな標識放流を行った直後に再捕して調査を行った場合などが挙げられる。

### 3) 成長調査

試験開始時の放流魚の平均尾叉長は118mmで、それが平成4年1月25日（飼付け152日目）には183mmまで達したが、平成4年3月26日（同213日目）には190mmと成長は停滞した。しかし、その後は再び成長がみられ、飼付け給餌停止時の平成4年9月27日（同398日目）には240mmまで達した。平成4年11月23日（同455日目）には247mm、平成5年1月6日（同499日目）には247mmとなり、飼付け給餌停止後は尾叉長の増加はみられなかった。

放流魚の肥満度は、飼付け開始時には17.1であったが、飼付け15日目には19.4まで高くなり、その後飼付け給餌停止までの期間は19~20の範囲で安定していた。飼付け給餌停止後は、平成4年10月5日（給餌停止8日目）には18.5まで低下し、その後も18台で推移したが、平成5年1月6日には19.6となった（図4）。

平成3年度飼付け群の成長の停滞は、平成4年1月から3月まで、平成4年5月から6月まで、平成4年10月以降の3度みられている。平成4年1月から3月までの成長の停滞については、この時期はあまり大きな逸散ではなく、飼付け給餌も行われていたことから低水温による成長の停滞と考えられる。なお、この時期の海水温は16°C以下であった。平成4年5月から6月までの成長の停滞は、この期間大きな逸散がみられたことで、飼付け場から大型個体が逸散して見かけ上成長が停滞したと思われる。平成4年10月以降の成長の停滞については、飼付け給餌停止直後から肥満度が低下していることから餌不足による成長の停滞と、逸散により飼付け場の大型個体が減少して、見かけ上成長が停滞したことなどが関与していると考えられる。

飼付け給餌を停止すると肥満度の低下、成長の停滞、逸散などの現象が起こることから、給餌の重要性が示唆された。

### 4) 放流魚の天然餌料生物捕食

調査は平成3年9月10日から平成4年11月2日まで行った。

放流魚の胃内で観察される天然餌料生物の種類は、平成3年9月10日では、匍匐性や浮遊性コペポーダ類やアミ類が主体であったが、平成3年9月25日では新たにヨコエビ類が、平成3年11月25日ではワレカラ類が観察される様になった。その後、平成4年5月27日の調査までは主にヨコエビ類やワレカラ類が観察されたが、給餌停止後以降はワレカラ類は減少して主にヨコエビ類が観察される様になった。

上記の天然餌料生物以外にシマアジの胃内で観察された生物は、ムツキイガイの稚貝、カブザシ類、カツラボ類の触手などであった。

捕食される天然餌料生物が変化していることについては、放流魚は成長段階によって捕食する天然餌料生物を選択していると考えられる。

天然餌料生物の捕食量は、一部の個体はかなりの量を捕食していたが、全般的には微量であると思われる。なお、給餌停止時以降も天然生物餌料の捕食量の増加はみられなかった（表2）。

#### 5) 放流魚の標識装着率

標識は、放流群の放流効果を検討するときの重要な指標となるため、飼付け場に残留している平成3年度飼付け群のアンカー型標識の装着率を調査して、標識の有効性を検討した。

放流魚の標識装着率は、平成4年2月28日（飼付け開始後186日目）には80.6%で、飼付け開始から約1年後の平成4年9月3日（同374日目）には61.0%、平成5年1月6日（同499日目）には53.5%と徐々に低下した。

放流魚の尾叉長別の標識装着率を調査した結果、標識装着率は大型個体ほど低くなる傾向がみられた。

今回の調査結果では、アンカー型標識は約1年間で6割程度は残存していたが、放流魚全体を考えると標識装着率の低い大型個体が逸散により飼付け場から減少しているため、実際の標識装着率は今回の調査結果より低くなると推測される。

#### 6) 飼付け場の収容量の検討

飼付けを実施する場合に飼付け場での収容量は重要であるため、目視観察の推定尾数と敷網で調査した実数により飼付け場の総魚体重を求め、飼付け場での収容量を検討してみた。

目視観察の推定尾数から計算した総魚体重は、平成4年1月末に最大約2tとなり、平成4年9月3日には約1tであった。しかし、平成4年9月3日の実数調査から計算した総魚体重は約2tであることから、目視観察の推定尾数での総魚体重は実際の値よりも低めに推定されたと考えられる。仮に平成4年1月末の目視観察の推定尾数も実数の半分であるとして計算してみると、この時の総魚体重は約4tとなる（図5）。

低水温期には摂餌が落ちるため給餌量を減らし、水温上昇期には摂餌量の増加とともに再び60kg／日まで給餌量を増やしたが、放流魚は逸散して飼付け場の総魚体重も低下した。

これらのことから、当事業場の飼付け場で、最大60kg／日の給餌を行う現行の飼付け方法では飼付け量は多くても3～4tではないかと考えられる。

#### 7) 今後の課題

飼付け試験の技術開発を大きく分けると、ある特定の飼付け場に魚を残留させる技術開

発とそれら残留した魚を効率よく漁獲する方法の技術開発があると思われる。

当事業場ではこれまで長期飼付け試験を2度実施して、この経験から飼付け放流において初期逸散を防止し、基盤への残留を成功させるための留意点を考えてみた。

①放流前に放流場所、飼付け時の自動給餌機および餌への馴致を行った。

②標識の装着は放流魚にストレスを与えるため、標識装着直後には放流を行わず、平成3年度飼付け群では18~19日目に放流した。

③放流は、小割網内に給餌を行い、魚群を海面に浮かしてから小割網をゆっくり4~5mまで落として行った。なお、小割網の回収は翌日行った。

④放流直後は放流魚が飼付け場に慣れていないため、自動給餌に加えて手撒き給餌も行い、給餌場周辺部に放流魚を留める努力をした。

以上のことふまえて、今後はより短期間で小型サイズでの飼付け技術開発を進める考え方である。

一方、飼付け場から逸散した魚について、当事業場の現状では、再捕率は高いが飼付け場からの移動直後に定置網や養殖場の敷網で小型魚がかなり再捕されており、不合理漁獲がみられている。これは、放流魚が飼付けにより、小割網に慣れているため養殖場に滞留しやすく、表層を群れて遊泳することで取られやすい魚になっていると考えられる。このため、今後、これらの魚を効率よく漁獲するためには、養殖業者や定置網業者、遊漁者などに小型魚を取らないことや、仮に釣れたり、入網した場合には再放流してもらうこと、また、飼付け放流魚の漁獲実態を明らかにして漁業者等に理解してもらう場を作るなどの啓蒙活動を行っていく必要がある。この不合理漁獲が減少すれば、現在よりももっと明らかに飼付け放流魚の動向が把握できると思われ、飼付け放流の場合は、その後の漁場管理が十分でなければ、放流の効果をあげることはできないと考えている。

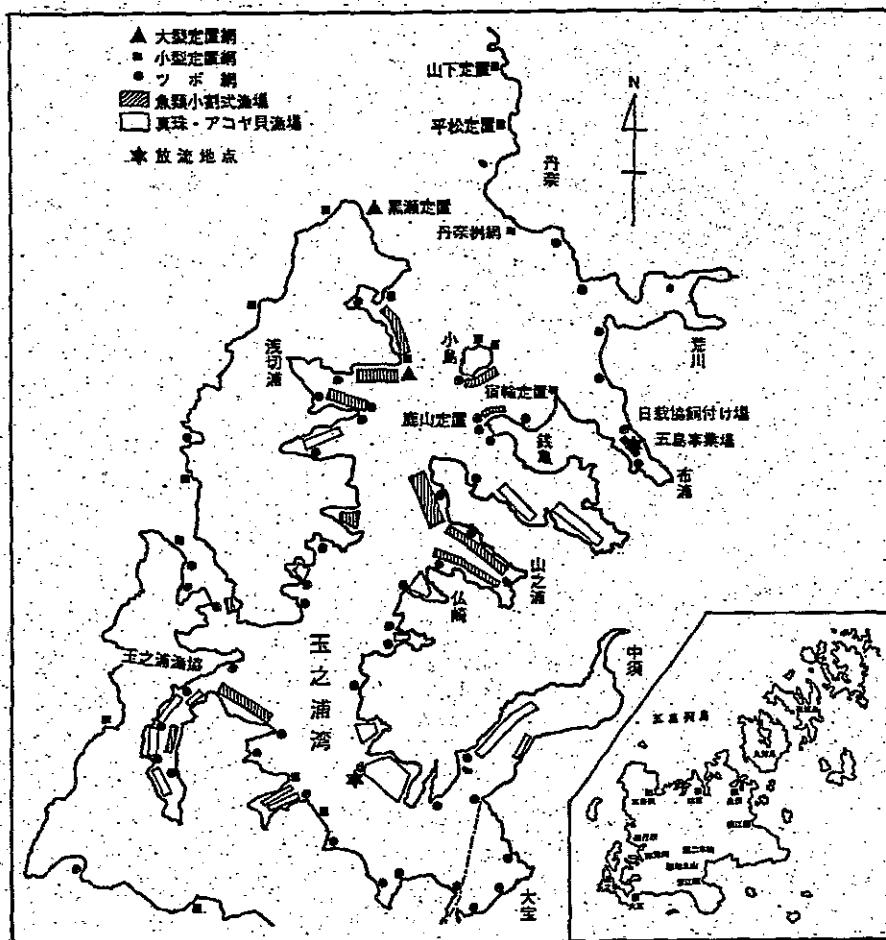


図1 玉之浦湾内の定置網、養殖場、飼付け場の位置

表1 昭和63年度群と平成3年度群の飼付け場での概要

	昭和63年度群	平成3年度群
放流前	①配合飼料への馴致 ②自動給餌への馴致 ③標識の装着日 ④標識の種類	①放流7日前から ②放流7日前から ③放流10~12日前 ④アカ一型標識(赤色:15mm:コA88)
飼付け場の環境	中間育成場 ①約3240m <sup>2</sup> ②約22~24m ③12.5~28.4°C	中間育成場 ①約3240m <sup>2</sup> ②約22~24m ③13.9~28.0°C
放流時	①放流時期 ②放流時のサイズ ③放流尾数 ④放流方法	①昭和63年10月19日 ②FL:139mm, BW:45g ③32,600尾 ④自動給餌機を稼動させ、小割網内に手撒き給餌を行い、魚群を海面に上げた後、小割網をゆっくり水深5mまで落として放流した。
放流後	①給餌方法 ②給餌量(kg/日) ③初期の給餌時間	①自動給餌機1基+手撒き ②30~160kg/日(飽食量の80%を基準とした)。 ③放流後約2週間は8:00~12:00と13:00~17:00の8時間給餌した。
飼付け給餌停止時	①飼付け給餌停止月日 ②残留尾数(%) ③給餌停止時のサイズ	①平成2年4月17日(536) ②10,000尾(30.7) ③FL:263mm, BW:377g
		①平成4年9月27日(398) ②8,000尾(18.5) ③FL:240mm, BW:287g

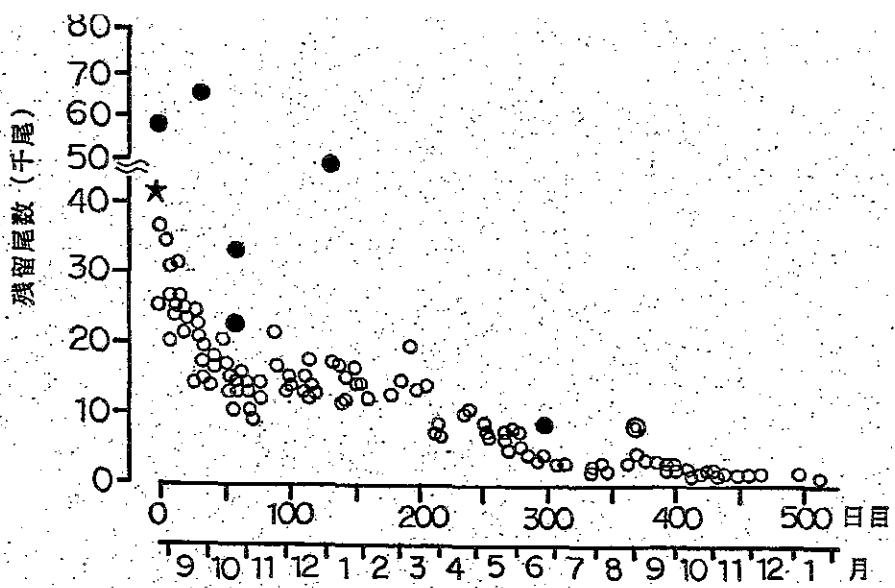


図2 銅付け場での放流魚の推定残留尾数  
 ○：目視観察による推定尾数 ●：ピーター・セン法による推定尾数  
 ○：漁獲調査による実数 ★：放流尾数

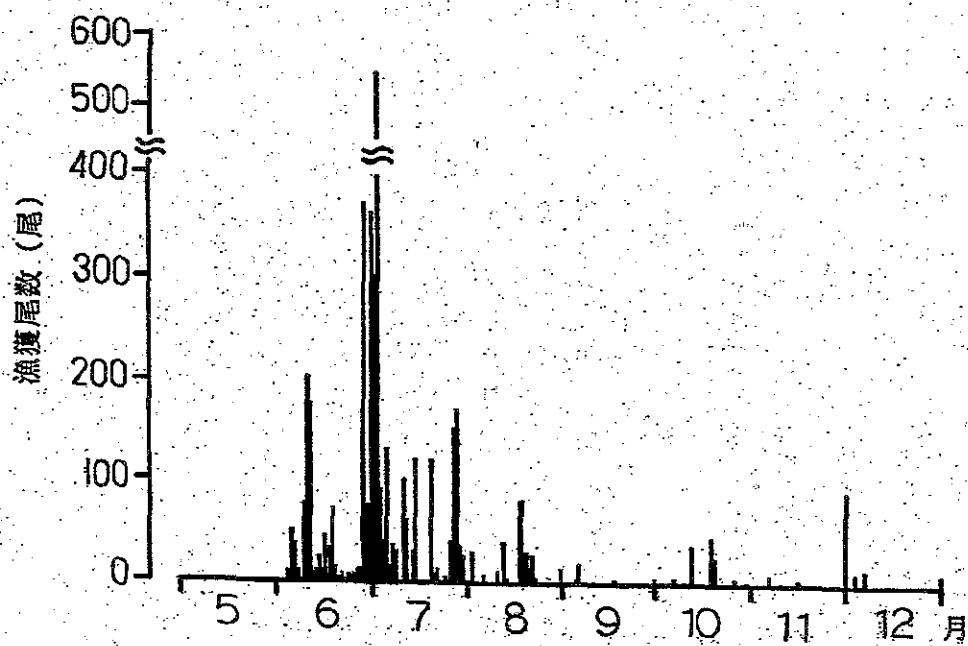


図3 布浦湾口付近の定置網および養殖場での  
 シマアジ漁獲状況(平成4年5月1日～12月31日迄)

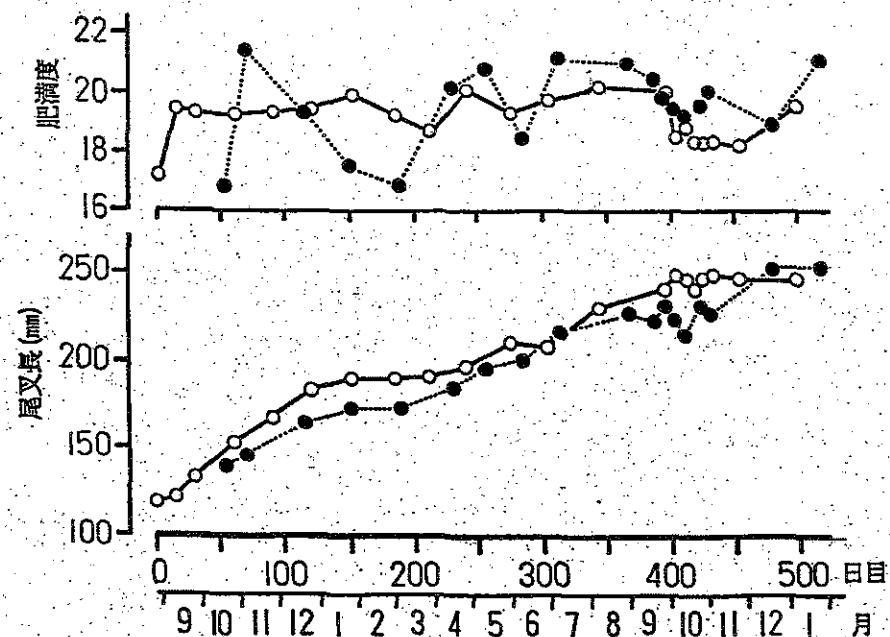


図4 放流シマアジの尾叉長と肥満度  
 ○：平成3年度群 ●：昭和63年度群

表2 放流魚の天然餌料生物の捕食状況

月日	尾叉長 (mm)	体 重 (g)	サンプル 数(尾)	天然餌料生物の摂餌個体率(1尾あたりの最大捕食数)				
				匍匐性 コベーラ類	浮遊性 コベーラ類	ヨコ エビ類	ワレ カラ類	アミ類
91. 9.10	112.3	26.8	30	43.3(5)	50.0(6)	0(0)	0(0)	40.0(3)
9.25	128.8	40.8	28	0(0)	25.0(2)	7.1(1)	0(0)	0(0)
10.25	147.6	64.5	30	46.7(4)	73.3(29)	3.3(1)	0(0)	13.3(1)
11.25	159.4	79.9	26	7.7(1)	0(0)	15.4(1)	3.8(1)	0(0)
12.25	179.2	112.4	40	0(0)	2.5(1)	2.5(1)	0(0)	0(0)
92. 1.25	180.2	119.0	30	0(0)	0(0)	10.0(13)	3.3(1)	0(0)
2.28	189.1	131.6	30	0(0)	0(0)	90.0(27)	20.0(3)	0(0)
3.26	190.0	129.7	30	3.3(1)	0(0)	30.0(27)	16.7(4)	0(0)
5.27	209.6	182.0	35	0(0)	0(0)	28.6(4)	48.6(5)	0(0)
6.26	207.6	180.4	30	0(0)	0(0)	6.7(2)	0(0)	0(0)
8.05	230.0	254.2	37	0(0)	0(0)	8.1(2)	2.7(4)	0(0)
10.05	248.0	290.0	20	0(0)	0(0)	20.0(2)	0(0)	0(0)
10.12	246.0	284.0	20	0(0)	0(0)	30.0(5)	0(0)	0(0)
10.19	241.0	263.0	20	0(0)	0(0)	10.0(3)	0(0)	20.0(11)
11.02	248.0	284.0	22	0(0)	0(0)	9.1(2)	9.1(1)	0(0)

\* 調査は、放流魚を飼付け開始前の午前7～8時間の間に釣りならびに敷網で採捕し、胃内の天然餌料生物を種類別に計数した。

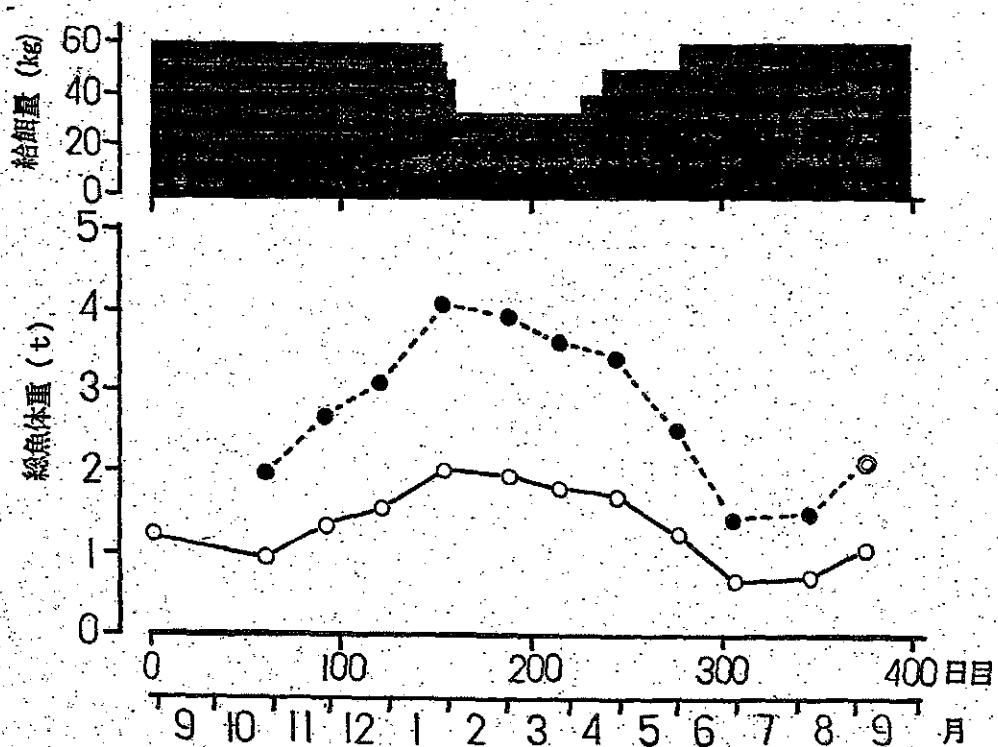


図5 平成3年度放流群への給餌状況(上)と  
飼付け場での放流魚の推定総魚体重(下)  
 ○：目視観察による推定尾数からの総魚体重  
 ●：目視観察による推定尾数を2倍した総魚体重

## シマアジの行動特性に関する研究

## はじめに

シマアジの飼付け型栽培漁業では、飼付け場に滞留させることが第一の目的であり、そのためには寄り付き性を強化することと逸散を防止することが必要である。まず、寄り付き性は、成群行動と共に本種が先天的に持っている遺伝的な行動特性であり、それゆえにシマアジが飼付け対象魚種として選定されたともいえる。しかし、飼付け場への寄り付き性を学習訓練を行うことにより人為的にさらに強化する可能性も考えられる。また、飼付け場からの逸散を防止する方策を案出することも重要であり、それには、まず逸散要因の解明が急務と考えられる。

シマアジプロジェクトにおける本研究の目的はシマアジ種苗の行動特性に関する基礎研究を行い、これらの行動の発現と発達を調べるとともに、飼付け型栽培漁業に適した種苗性を検索し、これを付与する技術を開発することにある。昨年度は、種苗性強化の可能性を検討するためにシマアジの学習能力の有無とサイズの影響について実験を行った。その結果、全長10~20cmの範囲では小型サイズのシマアジの方が学習速度が早く、忘れにくいという結果を得た。今年度は、この学習訓練が実際の海域で有効であるか否かを確認するための予備的段階として、陸上大型水槽に学習魚・非学習魚を模擬放流して行動を観察した。また、あわせて飼付け放流における初期逸散の原因を究明するため、逸散の大きな要因と思われる水温変化について室内実験を行った。さらに、放流時の初期逸散を極力防止するための放流方法を模擬放流実験により検討した。一方、実際の飼付け放流において、放流直後のシマアジの行動を知る目的で、天然海域において小規模な模擬放流実験を行い、シマアジの行動を潜水観察により追跡した。また、シマアジの行動研究の対照として、大分県蒲江と小笠原で天然魚の生態調査をした。

## 本年度実験言十画と経緯

1. 1990年以来主課題としてきたシマアジ稚魚の学習能に関する研究の発展段階として、学習能に及ぼす令とサイズの影響を更に詳しく解析することとした。今年度は、同一のふ化日を持つシマアジ稚魚の成長を追って、成長差によりトビ(T), モード(M), ビリ(B)の3群にそれぞれ分け、全長3cm~20cmの範囲内で学習速度の違いを検討する予定であった。しかし、3月中旬の本シリーズ第2回目の実験中に取水ポンプの配管系の故障により、以降の実験を断念した。
2. 飼付け場からの逸散と水温変化の関係を考察する際の基礎知見を得る目的で、水温とシマアジの行動の関係について計4回の実験を行った。実験1では15~25°Cの水温帯でのシマアジの成群行動と遊泳速度について、また実験2, 実験3では8~33°Cの範囲で水温をシフトし、シマアジの限界水温に関する実験を行った。実験4では各種刺激に対するシマアジの反応を水温別に観察した。
3. 実際の野外における飼付け放流時の初期逸散の過程を把握し、逸散要因を考察する目的で、上浦事業場において、実験室と野外において模擬放流実験を行い、放流直後のシマアジの行動を観察した。学習区・非学習区の放流後の行動の違い、および放流尾数、サイズ差、種苗差、放流時のショックなどの種々の要因がシマアジの放流直後の行動に及ぼす影響について検討した。
4. シマアジの行動研究のリファレンスを得、また放流後の中・長期の逸散を考える際の基礎知見を得る目的で、大分県蒲江町と小笠原諸島において、天然シマアジの生態観察を潜水観察、釣獲調査により行い、天然魚の生息場所と成長に伴う移動回遊について考察した。

## 水温別行動重力特性

シマアジの飼付け場からの逸散の原因として、成長に伴う回遊移動の他に水温・塩分・流況などの環境条件の悪化が考えられる。中でも水温はシマアジの生理状態や行動に大きな影響を及ぼす。また、水温は、飼付け場におけるシマアジの餌生物の消長にも影響を及ぼし、種々の環境要因の中でも最も重要なものの一つと考えられる。ここでは、放流シマアジの飼付け場からの逸散と水温変化の関係を考察する際の基礎知見を得る目的で、環境水温がシマアジの行動に及ぼす影響、並びに水温耐性とその生理的反応についても検討を加えた。

### 1. 水温実験-I (水温シフト-1)

#### 1) 材料と方法

供試魚は、日令 118日、平均全長7.0cm のシマアジ60尾である。これを無作為に各20尾ずつ3群に分けて1 m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽に収容し、水温別に3実験区 (A : 15°C→25°C, B : 25°C→15°C, C : 20°C→20°C) を設けた (図1)。

実験水槽は全体を暗幕で覆い、各水槽上に設置した蛍光灯をAM 6時からPM 6時まで点灯し、12L : 12Dで実験を行った。初期はアイボール、暗期は暗視装置 (ナイトビュア、浜松ホトニクス) を使用し、1日に6回、シマアジの行動をビデオにより記録した。

観察は群の面積・遊泳速度・成群状態の3項目について行った。

#### 2) 結果と考察

A, B, Cの3区の成群状態、遊泳速度、群面積と水温の関係を表1に示した。

表1 高水温時と低水温時における遊泳速度・群面積・成群

観察項目	A		B		C	
	25°C	15°C	25°C	15°C	20°C	20°C
遊泳速度 (cm/sec)	19.3	12.8	20.1	7.62	15.2	13.3
群面積 (cm <sup>2</sup> )	2384	4778	3642	5431	5479	5112
成群 (S%)	83.6	74.5	89.6	38.9	16.0	45.8

高水温期と低水温期のシマアジの遊泳速度、群面積および成群状態に関するデータを、実験区間を水温期間で比較すると、A区の成群行動を除けば他の組み合わせはすべて低水温期と高水温期で有意な差が認められた (U-test P<0.01)。すなわち高水温になるとシマアジの遊泳速度と成群率は上昇し、群面積は小さくなると考えられる。図4に低水温期と高水温期の初期と暗期それぞれの成群状態を典型的と考えられるビデオフレームからトレースした。高水温でシマアジは群を作り高速遊泳する傾向があった。

### 2. 水温実験-II

#### 1) 材料と方法

供試魚は、水温実験-I の終了後そのまま継続使用し、A・B区の全個体が斃死するまで水温を変化させて観察を行った。水温の変化は2段階に分けて行った (図2)。水温の変化中、ビデオ撮影は連続して行った。観察は群の面積、遊泳速度、成群状態について行った。

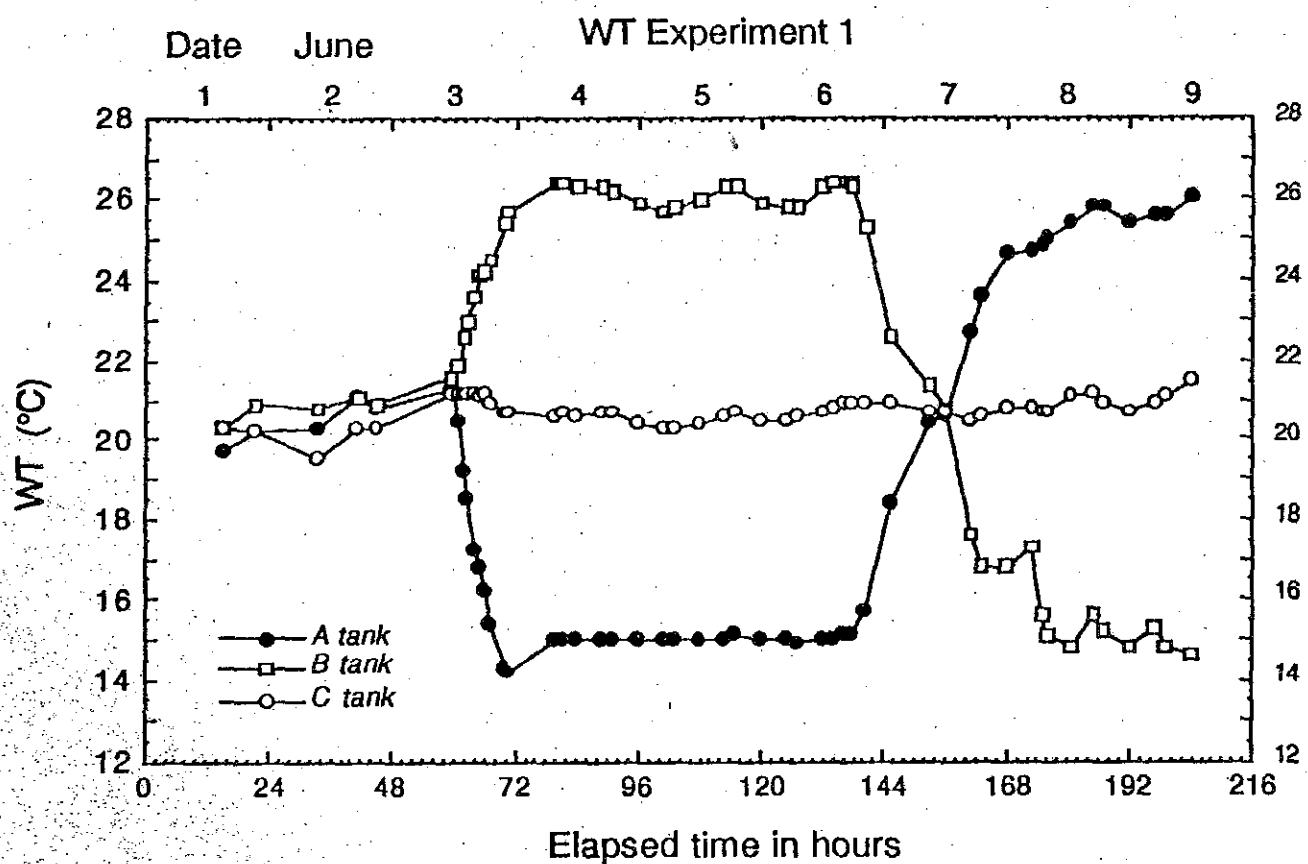


図1 水温実験－Iにおける水温の推移

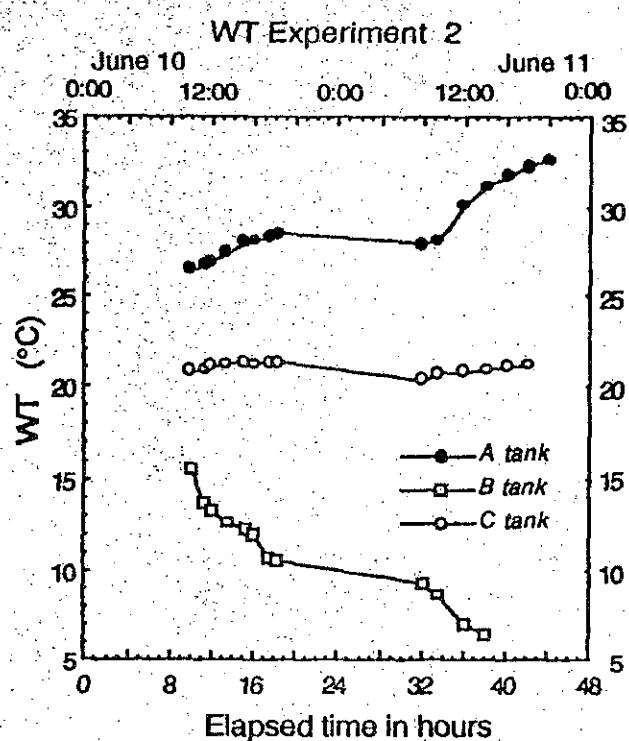


図2 水温実験－IIにおける水温の推移

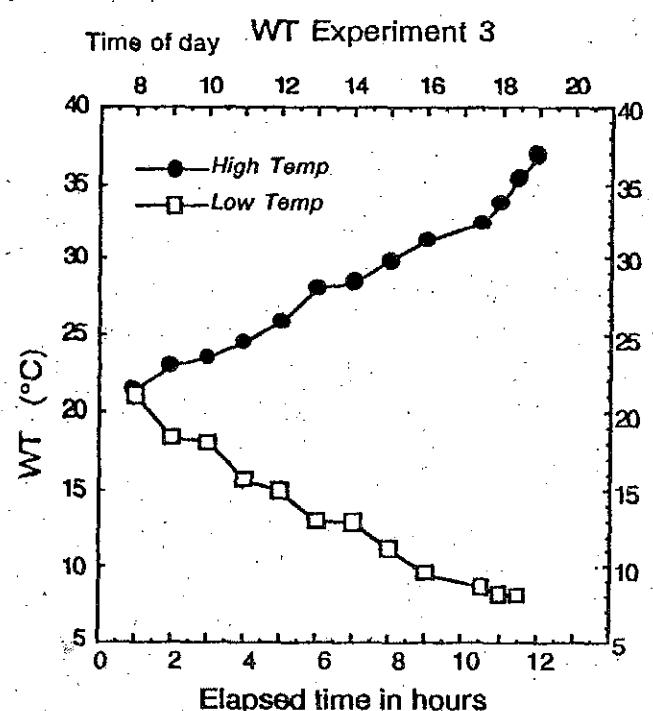
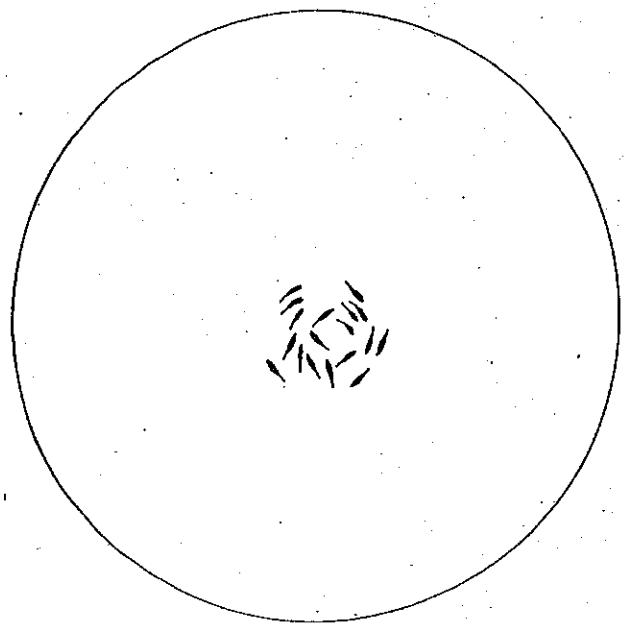
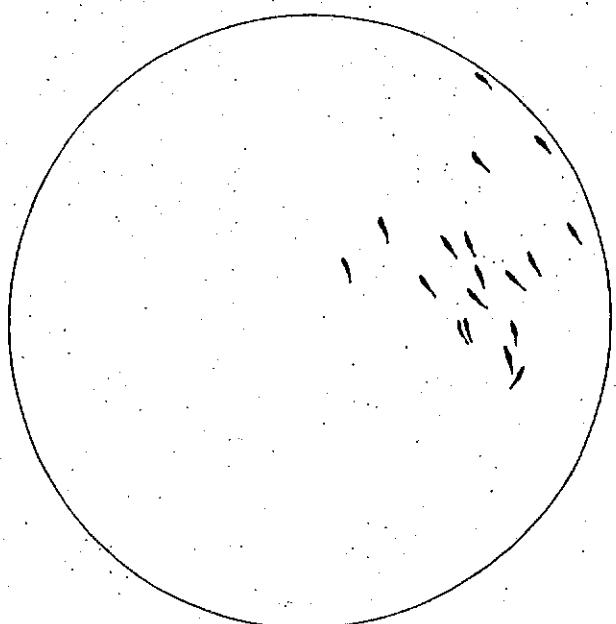


図3 水温実験－IIIにおける水温の推移

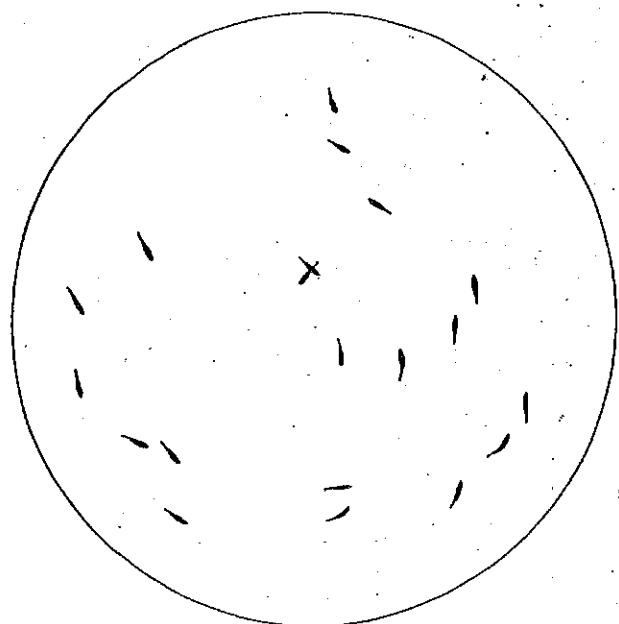
高水温区（明期）



高水温区（暗期）



低水温区（明期）



低水温区（暗期）

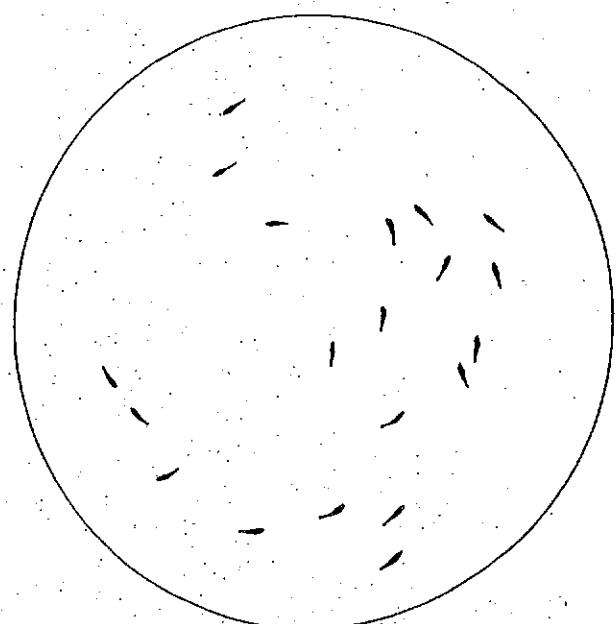


図4 高水温区・低水温区における成群状態

## 2) 結果と考察

水温変化に伴うシマアジの行動の変化を表2に示した。

表2 水温を極限まで変化させたときの遊泳速度・群面積・成群 ( $1\text{m}^3$ 水槽)

観察項目	水温上昇 ( $25^\circ\text{C} \rightarrow$ 極限高水温)	水温下降 ( $15^\circ\text{C} \rightarrow$ 極限低水温)	水温一定 ( $20^\circ\text{C}$ 一定)
遊泳速度 (cm/sec)	上昇	明瞭な変化無し	明瞭な変化無し
群面積 ( $\text{cm}^2$ )	明瞭な変化無し	増大	明瞭な変化無し
成群 (S%)	上昇	低下	明瞭な変化無し

水温と行動の関係についてみると、遊泳速度と成群状態では、正の相関が、また群面積では負の相関が認められた。ただし、いずれの項目でも温度変化のなかった $20^\circ\text{C}$ の対照区では、それぞれの行動の変動が大きく明瞭な傾向は見られなかった。水温の影響を示すステージングでは、低温シフトしたB区で $11^\circ\text{C}$ を境に急激に異常行動を示す個体が出現し、 $11^\circ\text{C}$ がシマアジの行動・生理に異常をきたす臨界点であろうと推測された。

表3 ステージングの規準

## 3. 水温実験-III

### 1) 材料と方法

供試魚にはふ化後133日目の平均全長7.4cmの人工魚を用いた。実験にはガラス水槽( $28 \times 60 \times 33\text{ cm}$ )2槽を使用し、高水温シフト区と低水温シフト区の2区を設けた。供試尾数は、各実験区にそれぞれ10尾ずつ収容した。水温のシフトの割合は、実験開始までは両区とも自然水温 $21^\circ\text{C}$ とし、実験開始後、昇温・降温共に1時間に $1^\circ\text{C}$ とした。

各水槽に水中ビデオカメラ(アイボール)を1台ずつ設置し、モニター画面により観察を行った。また、同時に録画も行った。観察は1時間毎に行い、観察項目は、成群行動、遊泳速度、呼吸数、横縞の出現状況、異常行動のステージング(表3)である。実験期間中の水温の変化を図3に示した。

ステージ	ステージングの規準
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 常にバランスを保って遊泳・定位している。</li> <li>② 滑らかなテールビートを行い、連続的に遊泳する</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 時折、遊泳時にバランスがくずれる。</li> <li>② 連続遊泳するが、遊泳姿勢に上傾・下傾などの軽度の異常が認められる。</li> <li>③ 水槽壁に衝突することがある。</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 遊泳時に常にバランスがくずれている。</li> <li>② 突発的な遊泳運動が頻繁に見られる。</li> <li>③ 正常な定位が出来ない。</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 連続的遊泳が不能となり、水底に横たわる。</li> <li>② 呼吸運動、テールビートまたは胸鰭運動が見られ体がかすかに振動する。</li> <li>③ 時々、急激なテールビートにより遊泳する</li> </ul>
E	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 不動の状態で、水底に横たわる。</li> <li>② 呼吸運動が全く認められない。</li> <li>③ 假死・または死亡の状態にある。</li> </ul>

## 2) 結果

水温変化に伴うシマアジの行動の変化を図5に示した。限界水温が近づくにつれ、表3に示す異常

な行動が順次出現した(図6)。これらの異常行動は昇温・降温時共におおむね共通していた。

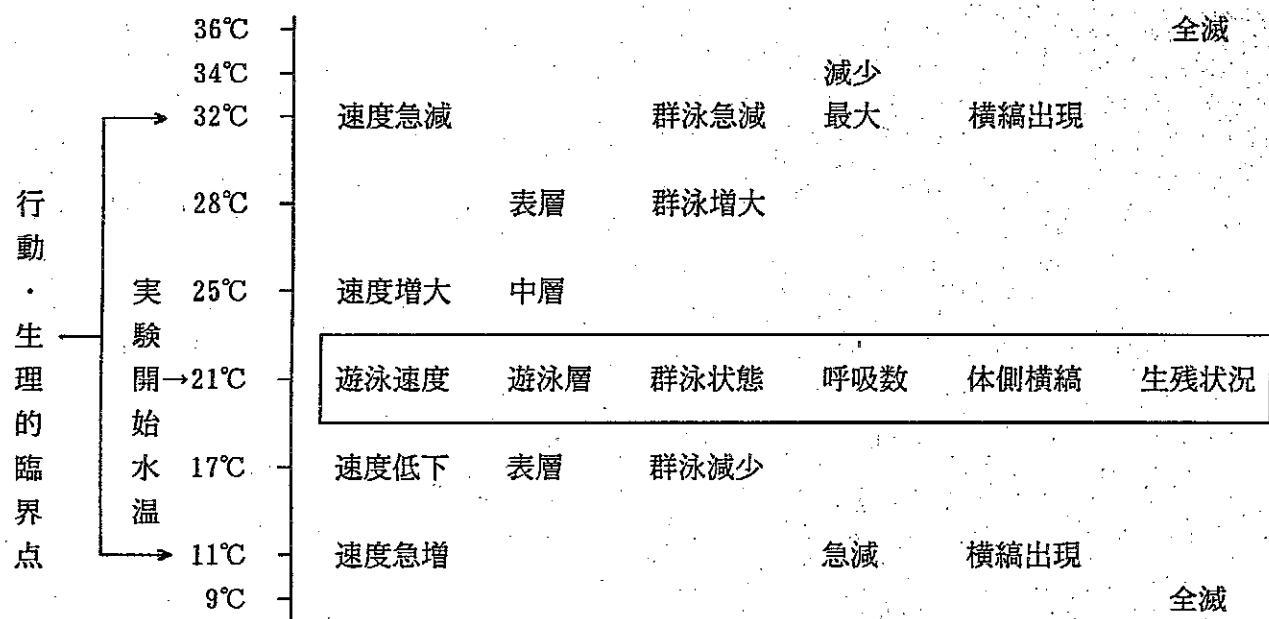


図5 極限水温における遊泳速度・群面積・成群(ガラス水槽)

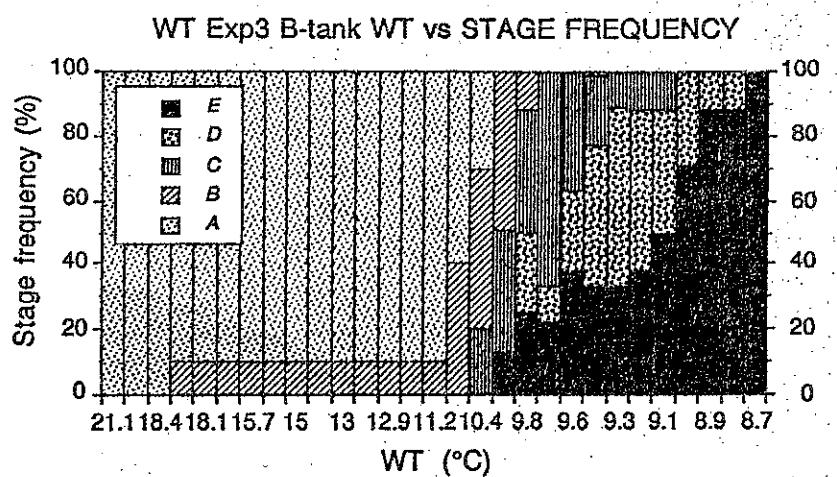
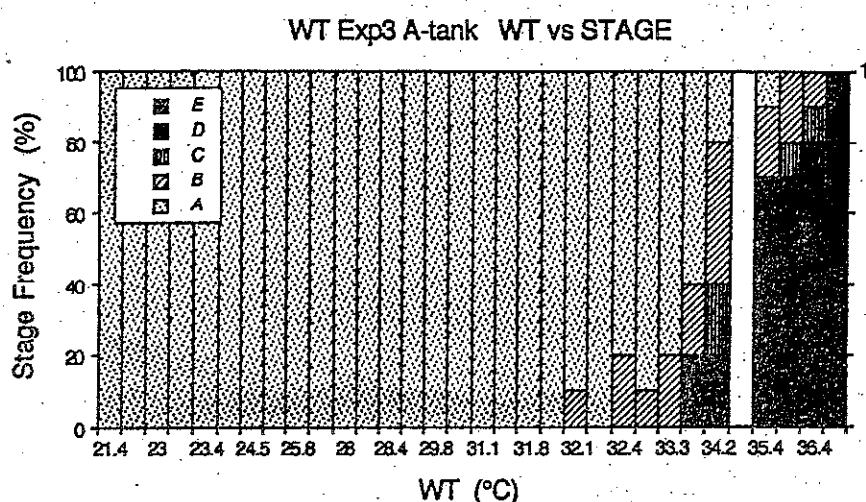


図6 水温と異常行動の出現率(上:高水温区, 下:低水温区)

#### 4. 水温実験-IV (刺激実験)

##### 1) 材料と方法

刺激実験は、水温実験-I・IIの終了後に、材料と装置を継続して実験を行った。各種刺激を15°C, 20°C, 25°Cに馴致したシマアジに与えてその反応を比較した。

光刺激 : 刺激としてアイボールのライト (3000 lux) を3秒間点灯

水刺激 : 100ml ピーカーに入れた水100ml を水上約1.5 mの位置から落下

機械刺激 : 木の棒の一端を手で持ち、他端を水槽縁に30cmの高さから落下

給餌刺激 : 各区の飽食量の人工配合飼料を10等分し、1分間隔で10回給餌

観察は、ビデオカメラ (アイボール) により撮影し、実験終了後に再生して調査した。刺激を与える1, 2分前に平常時の観察を行った後、刺激を与えた後の反応をみた。刺激に対する反応として急激な群の収縮と拡張に注目し、これらの出現する頻度と間隔および群面積、遊泳速度の変化を観察した。また刺激による興奮がおさまり、急激な変化がみられなくなった場合は1秒~10分間隔で定時的観察を行った。

##### 2) 結果と考察

刺激に対する反応は、一般に、図7に示すような群の拡張と収縮それに続く弛緩が見られた。

各刺激に対する潜時・拡張時・収縮時までの所要時間は、一般に低水温ほど長い傾向が見られた(表4)。また、全く刺激に対して反応しなかったものは低水温区に多く、高水温区では1例もみられなかった。

表4 各種刺激に対する潜時及び群の拡張時と収縮時

刺激の種類	潜時			拡張時			収縮時		
	25°C	20°C	15°C	25°C	20°C	15°C	25°C	20°C	15°C
光刺激-1	0.10	0.30	0.26	0.33	0.53	0.66	0.79	1.19	3.63
2	0.30	1.23	∞	0.37	∞	∞	1.47	3.33	∞
3	0.20	∞	∞	0.34	∞	∞	1.07	∞	∞
水刺激-1	-	-	-	0.39	0.46	0.33	1.40	1.66	1.00
棒刺激-1	-	-	-	0.26	0.26	0.26	1.00	4.00	2.00
平均値	0.20	(0.77) (0.26)		0.34 (0.42) (0.42)			1.15 (2.55) (2.21)		

\* 潜時は刺激を与えてから反応するまでの時間

\* 表中の数字は、刺激を与えた時を起点とした経過時間(秒)

\* ∞は刺激に対して無反応であることを意味する

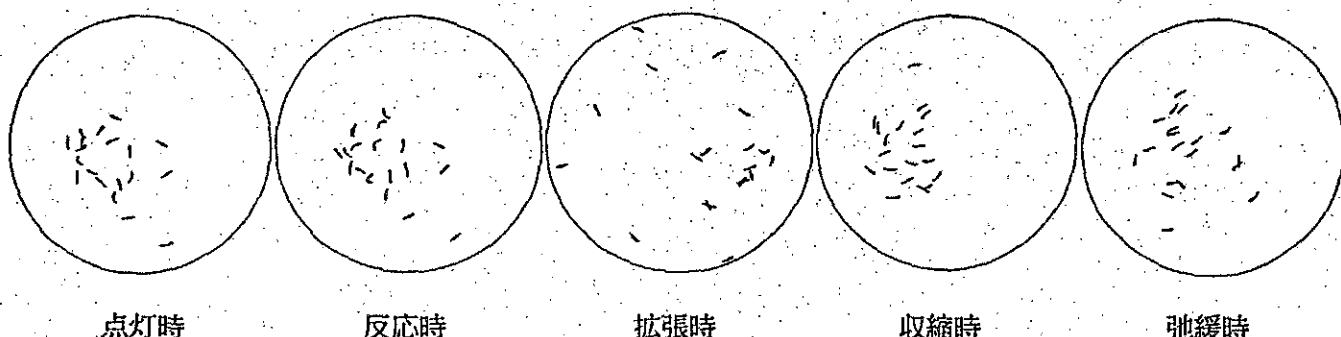


図7 刺激に対するシマアジの反応(光刺激)

## 5 考察

天然海域では、本実験のような急激な水温温化はなく、また空間的な条件も全く違うのでここで得られた実験結果を直ちに野外へ応用することは危険である。しかし、生理的な臨界点として得られる高水温では32°C、低水温では11°Cという値は確からしい。また、半数致死水温が33°Cと9°Cであることが明らかになった（図8）。

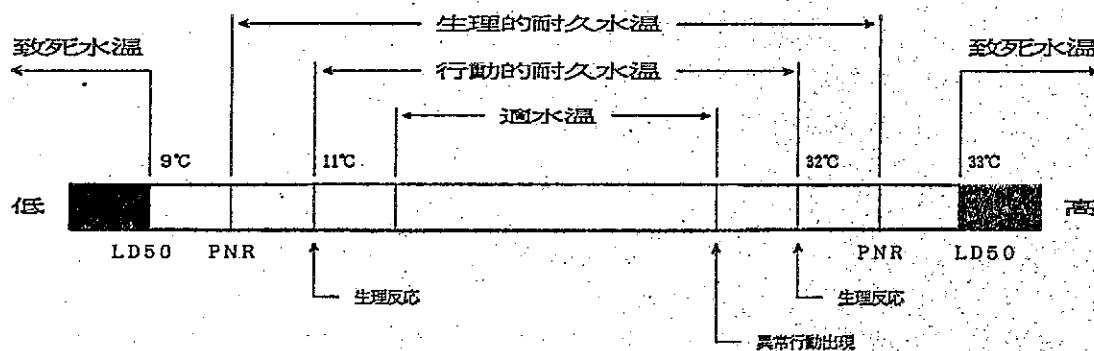


図8 シマアジの適水温と限界水温

水温が魚の摂餌に大きな影響を及ぼすことはよく知られている。本実験、餌刺激の実験において、その反応レベルから低水温ほど摂餌活動が鈍ることが行動学的に実証された。一方、種々の刺激に対する警戒反応も水温が低下するにつれそのレベルが下がることが示された。水温変化により魚の内部の動因レベルが変化し、これに外部より本実験で示されたような刺激が加わることにより警戒反応が起こる。こうした警戒反応は実際の飼付け放流においてどのような結果を生じるかはまだ明らかでないが、水温のレベルによりシマアジが異なる反応をすることだけは確かである。

以上、水温実験の結果をまとめると、表5に示すようになる。

表5 水温実験結果のまとめ

水温	群	遊泳	群泳	反応	限界
高水温	密	速い	多い	鋭い	32°C
低水温	粗	遅い	少ない	鈍い	11°C

## 模擬放流実験

シマアジの飼付け型栽培漁業におけるもっとも重要な減耗要因は、飼付け場所からの逸散である。しかし、逸散の過程や原因はまだよく分かっていない。飼付け魚の逸散には、放流当日に起きる初期逸散とその後数年にわたって起きる中・長期的逸散があり、両者の逸散の過程とメカニズムは恐らく全く違ったものであると考えられる。初期逸散は放流時のストレスによって生じるのに対し、中・長期的逸散は、放流魚の成長・発育とともに回遊衝動の増大や不適な環境条件によって引き金が引かれるものと考えられる。ここでは、放流直後の初期逸散に焦点を当て、これを軽減する放流技術の開発を目指すこととした。本年はまず、実際の野外における飼付け放流を再現する実験系を確立することを狙いとして、日本栽培漁業協会上浦事業場において、各種実験スケール（図9）で模擬放流を行い、放流後の行動パターンを観察した。本実験の全体の概要を表6に示した。

### 1. 基本条件

模擬放流の実験系を確立するため、放流位置、放流方法、放流尾数、基盤の設置、餌寄り付き、カメラアングル、測定項目等の基本条件について予備実験を行った。

#### 1) 材料と方法

実験には天然魚と日本栽培漁業協会上浦事業場および五島事業場で生産した人工魚の計3群を用いた（表6）。天然魚は1992年7月に大分県蒲江町元猿の地先で再捕したものを用いた。

模擬放流実験には150m<sup>3</sup>コンクリート水槽（八角形）4面を用いた。水槽内部の底面には観察用の補助線として水槽中央部から放射状に白線を入れた（図10）。

実験中の水深は水槽周囲で203cm、中央部で230cmとし、水量は125m<sup>3</sup>とした。実験中は注水および通気は行わなかった。

観察は、遊泳速度・分布水深・成群行動・摂餌関連行動・餌寄り付きについて行い、これらの項目について1つの水槽を1分間ずつ、観察者2人が記録した。なお、餌の寄り付き尾数は各水槽に1台ずつ設置したアイボールと計4台のモニター画面により水平方向から計数した。

#### 2) 結果

##### (1) 基本条件の設定

予備試験の結果、模擬放流実験の基本条件は表7のように設定された。

なお、以後の各模擬放流実験については、原則としてここで定めた基本条件のもとに行った。

##### (2) 基本条件下の放流魚の行動

数回の放流実験から観察された一連の行動の経過を図11に示した。また、各実験事例をまとめて模式的に示すと図12のようになる。SchoolingがAggregation、さらにDispersionを経てclimaxに

達する流れの中で、AggregationからDispersionへの移行期が重要であると考えられる。これは異常な環境に放流されたストレスから立ち直り、警戒を解いて通常の行動に移行する時期と考えられる。この時餌袋を発見し、これをつつく個体が出現する。

のことから、遊泳水深と速度、群がり時間と底面つつき行動（以下ツツキと略称）の回数、分散時間と水面反転行動（以下バシャと略称）の回数、および餌の寄り付き尾数が初発行動の指標として

表7 基本条件の設定

基本条件	基本条件の設定
カメラ位置	水槽側壁側の中層（水槽の位置：2a）
放流尾数	30～50尾
基盤	設置しない
餌袋	水槽底から50cmの位置にイサザアミ20gを入れたビニール製餌袋（φ1mmの針穴60個開き）を垂下
放流位置	図10の●印
放流方向	図10の矢印の方向
放流方法	バケツに魚を収容した後に水面から緩やかに放流

表 6 模擬放流実験の概要

実験項目(検討項目)	月日	実験水槽	実験群	尾数	FL±SD(mm)	日令	処理
基本条件一 放流方法(バケツ・バケツバニック・タモ), 放流位置, カメラアンダルの検討	7.15	150m <sup>3</sup> : A B C D	上浦人工魚中サイズ	10×3回 〃	92±6 〃	118 〃	
基本条件二 放流尾数の決定, 基盤の検討	7.16	150m <sup>3</sup> : A C D A C D	〃	〃	〃	119 〃	
基本条件三 放流位置, カメラアンダルの決定, 餌やり付きの検討	7.17	150m <sup>3</sup> : A C D A C D	〃	100 100 30×4回 〃	100 100 30	119 〃	
基本条件四 放流方法, 測定項目の決定, 餌袋の決定	7.18	150m <sup>3</sup> : A C D A C D	〃	〃	93±4 92±6 92±6	120 121 122	小割網に4日間収容
放流方法 タモ・小割網・バケツ標準・バケツバニックで放流し、 初発行動の違いを検討	7.20	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	〃	10 2 2 10 2 2 10 2	97±6 91±7 91±7 97±6 97±6 97±6 96±6 97±6	128 128 128 128 128 128 128 128	
放流尾数 2, 10, 50および250尾について初発行動の違いを検討	7.25	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	上浦人工魚特大サイズ 中サイズ 小サイズ	50 250 250 250 50 50 50 50	97±9 126±2 112±2 89±2 97±6 126±2 112±2 97±6	171 171 171 171 171 171 171 171	
放流サイズ 特大, 大, 中および小サイズについて初発行動の違いを 検討	7.22	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	上浦人工魚特大サイズ 中サイズ 小サイズ	〃	64±4 74±5 74±5 64±4	124 124 124 124	
T・B・M 中サイズ群のトビ(T), ピリ(B), モード(M) について初発行動の違いを検討	7.21	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	〃	30 30 30 30	94±6 97±7 97±7 94±6	132 132 132 132	3日間絶食 毎日給餌
餌食 7日間および3日間絶食した群と毎日給餌した群について 初発行動の違いを検討	7.29	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	〃	30 30 30 30	96±6 96±6 96±5 96±5	132 132 132 132	7日間絶食 毎日給餌
種苗差 天然魚と由来の異なる2群の人工魚について 初発行動の違いを検討	7.26	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	天然魚 上浦人工魚特大 上浦人工魚中サイズ	22 22 22 22 30 30 30 30	132±9 126±3 127±4 115±4 100±5 102±4 97±7 102±3	175 175 175 175 173 173 173 173	非学習魚 50尾で10日間学習訓練 模擬放流には使用せず
学習効果 250尾および30尾を1グループとして訓練した学習魚と 对照の非学習魚について連続あるいは30分間隔に信号を 与えて初発行動の違いを検討	7.27・28	150m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	上浦人工魚中サイズ	5 5 5 5 30×7回	106±4 106±4 106±4 106±4 92±6	131 131 131 131 131	
野外放流調査 150m <sup>3</sup> 水槽の実験結果との比較: 中サイズ群を地先海域 (水深25m)に放流し、天然海域における初発行動を観察 (成群行動)	7.29	0.5m <sup>3</sup> : A B C D A B C D	天然魚 五島人工魚 上浦人工魚 天然魚 上浦人工魚 上浦人工魚 上浦人工魚 上浦人工魚	10 10 10 10 10 10 10 10	132±11 114±5 125±3 131±9 126±2 103±6 98±6 101±6	176 176 176 176 176 176 176 176	
成群行動 天然魚と由来の異なる2群の人工魚(上浦・五島)を 0.5m <sup>3</sup> 水槽に収容し、成群行動を観察	7.29・30	ガラス水槽: 1 2 1 2 1 2 1 2	ガラス水槽 上浦人工魚中サイズ 上浦人工魚 上浦人工魚 上浦人工魚 上浦人工魚 上浦人工魚 上浦人工魚	1 2 1 2 1 2 1 2	132±11 114±5 125±3 131±9 126±2 103±6 98±6 101±6	176 176 176 176 176 176 176 176	
生理反応 天然魚と人工魚(上浦)、学習魚と非学習魚、7日間絶食魚 と毎日給餌魚をガラス水槽に収容し、呼吸数、本バリシング時 のテールビートの回数および胸鱗の使用頻度を観察					96±2	132	

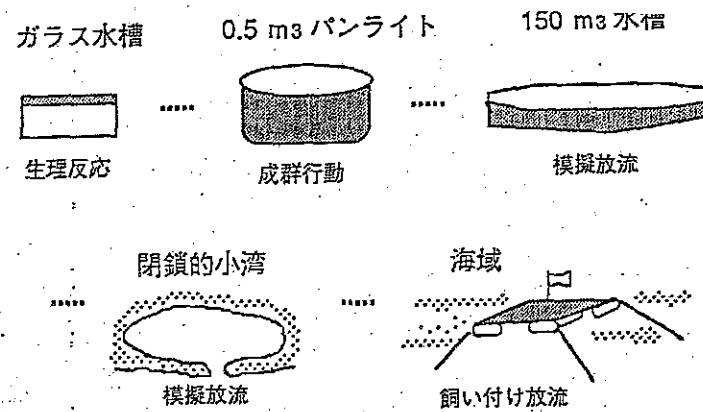


図9 模擬放流における各種実験スケール

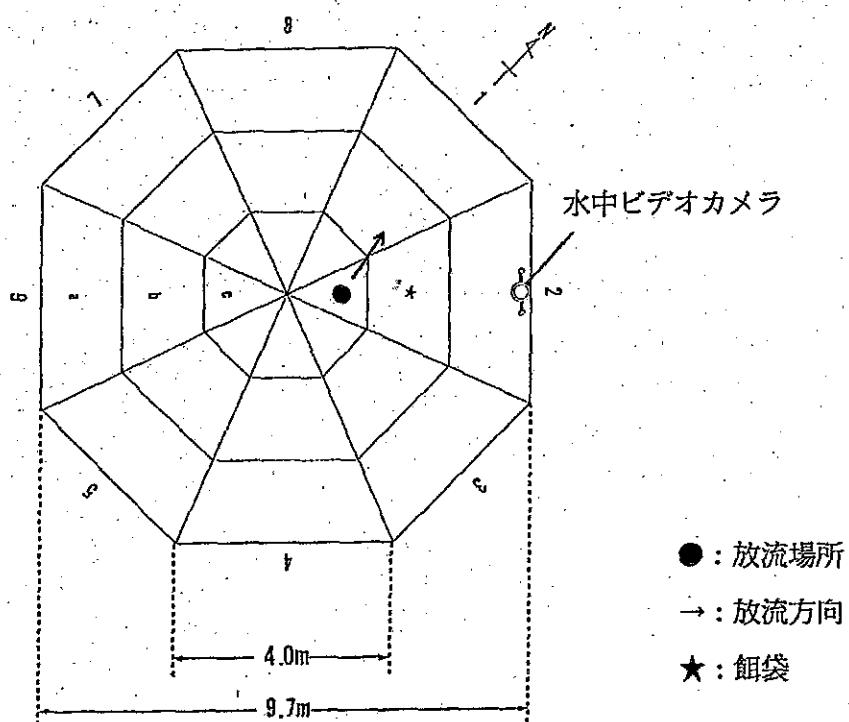


図10 模擬放流実験に用いた $150\text{m}^3$  水槽の概要

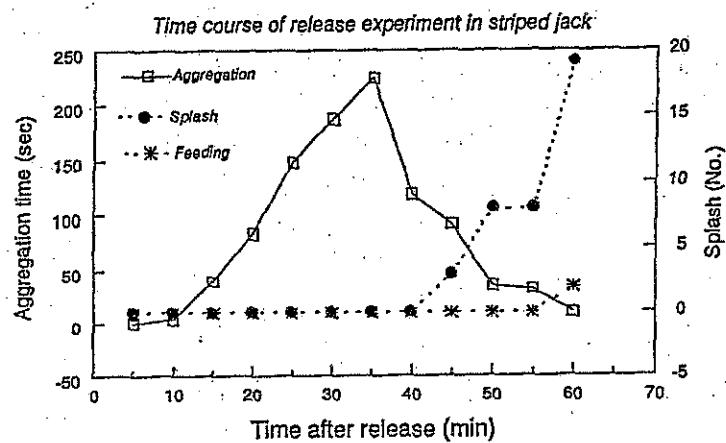


図11 模擬放流実験における放流魚の行動変化 (基本条件)

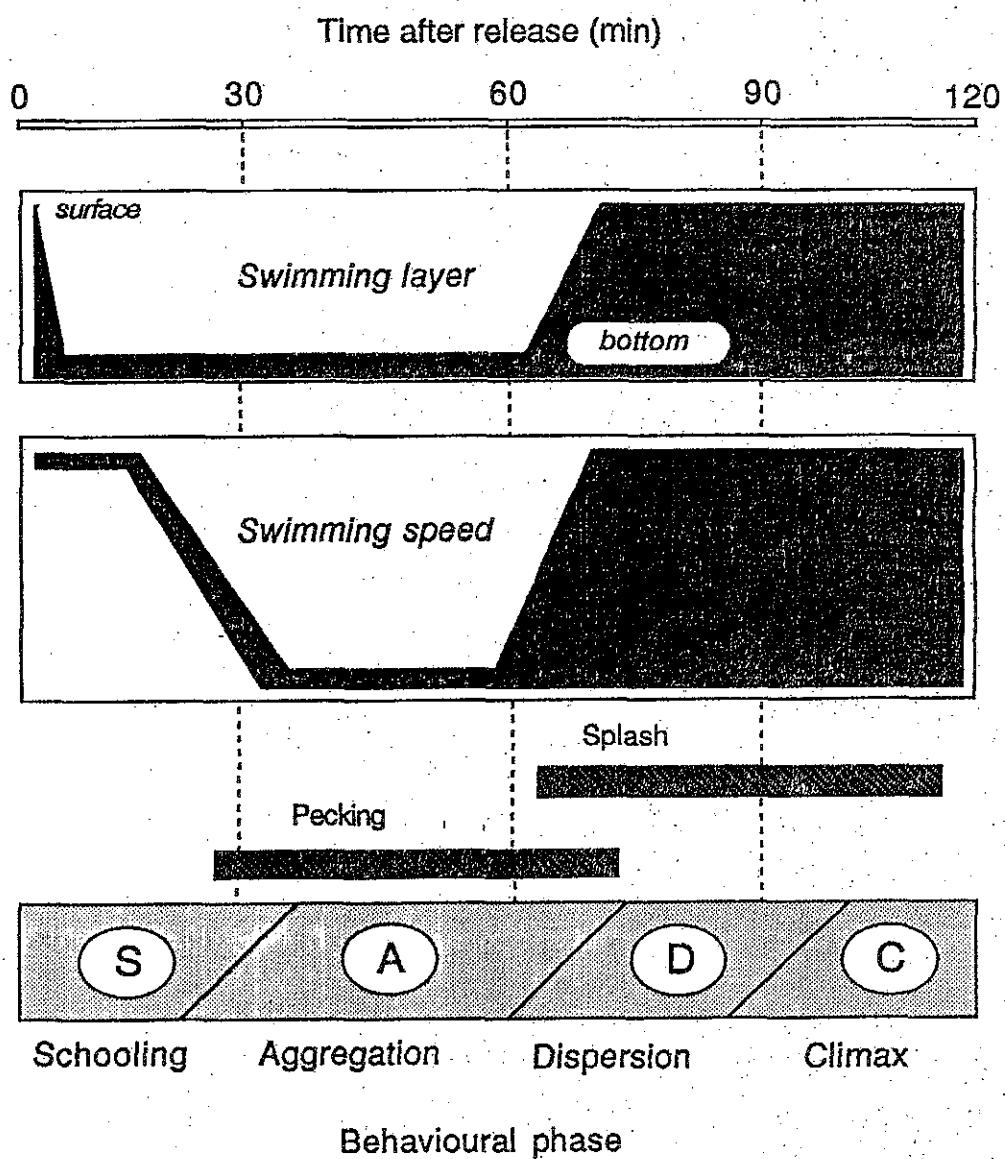


図12 150m<sup>3</sup> 水槽に放流されたシマアジの行動の推移

重要なことが窺われた。以下に行った模擬放流実験では、これらの指標を数値化して比較することにより、様々な条件下での放流後の行動様式を解析した。

## 2. 放流方法

前節で、放流時のショックが後の行動に影響する可能性が示唆されたので、ここでは放流方法を種々に変えた場合に放流後の寄り付きがどのように変わると詳細に検討し、表8にその結果を示した。これより放流時の取り扱いは放流後の魚の初発行動に大きな影響を与えることが明らかになった。

## 3. 放流尾数

1回に放流する群の尾数は、魚の放流直後の行動に何らかの影響を及ぼすものと考えられる。ここでは、群の構成員数が群行動に及ぼす影響について検討を行った。実験結果を表9に示した。

初発行動は、2尾区

と10尾区との間で、遊

泳速度・遊泳層・餌寄

り付きに差が見られ

た。10尾区は、群がり

の消失・餌への寄り付

きが比較的早く、遊泳

層も早期に浅くなるこ

とから、シマアジの群

サイズは10尾程度い

れば行動が安定し模擬

放流実験に問題ないものと考えられた。

## 4. 放流サイズ

放流する魚のサイズの違い（日令差）により放流後の行動に差異があるのかどうか検討を行った。実験結果を表10に示した。ツツキ・バシャ・餌寄り付き等の摂餌関連行動に大と小の間に差が見られ、小サイズの方が餌への寄り付き性が高いことが窺えた。

表8 放流方法別の初発行動の開始時間

	手網	空中バケツ	水中バケツ	囲い網
群がり	遅い	遅い	早い	早い
ツツキ	遅い	遅い	早い	早い
バシャ	遅い	遅い	早い	早い
餌寄り付き	遅い	遅い	早い	最も早い

表9 放流尾数の違いによる初発行動の差異

観察項目	2尾	10尾	50尾	250尾
遊泳速度	水底に静止	活発に遊泳	遊泳	活発に遊泳
遊泳層	底層	底層～表層	底層	底層～表層
群がり	終始群がり	群がり→群泳	群泳・群がり	群がり→群泳
ツツキ	少	少	少→多→少	少→多→少
餌寄り付き	遅い	早い	早い	最も早い

表10 放流サイズの違いによる初発行動の差異

	特大	大	中	小
遊泳速度	各区とも、放流後は早く、時間経過とともに遅くなる傾向があり			
遊泳層	底層→中・表層	底層→中・表層	底層→中層→底層	底層→中・表層
群がり	群がり・群泳	終始群がり	群がり→群泳	群がり→群泳
ツツキ	有り	頻繁に有り	有り	無し
バシャ	無し	有り	有り	頻繁に有り
餌寄り付き	少ない	少ない	多い	特に多い

## 5. トビ・ビリ・モード (TBM)

日令の同じ魚のサイズの違いにより放流後の行動に差異があるのかどうか検討を行った。実験結果を表11に示した。この結果から、トビ、モード、ビリの3群の初発行動、特に摂餌関連行動に明瞭な差が存在した。ビリ群は摂餌関連行動がほとんど見られず野外の飼付け放流に適さないものと予想される。

表11 トビ・ビリ・モードの違いによる初発行動の差異

	トビ	ビリ	モード
遊泳速度	高速	低速	中速
遊泳層	底層→中・表層	終始底層	底層→中・表層
群がり	群泳	終始群がり	群がり・群泳
ツツキ	有り	ほとんど無し	頻繁に有り
バシャ	頻繁に有り	ほとんど無し	有り
餌寄り付き	頻繁に有り	ほとんど無し	頻繁に有り

## 6. 絶食

放流前の飢餓状態が放流後の行動にどのような影響を及ぼすのか検討した。結果を表12に示した。飽食させて放流した群は、3~7日絶食させた群に比べ明らかに放流後の遊泳層・摂餌関連行動が異なり、飼付け放流においても空腹状態が放流後のシマアジの行動や滞留状況に影響することが示唆された。

表12 空腹状態の違いによる初発行動の差異

	7日絶食	3日絶食-a	3日絶食-b	毎日給餌
遊泳速度	中速	中速	中速	中速(一部高速)
遊泳層	中・表層	中・表層	中・表層	底層
群がり	群がり→群泳	群がり→群泳	群がり→群泳	終始群がり
ツツキ	多→少	多→少	多→少	多→少
バシャ	特に多い			多い
餌寄り付き	多い	多い	多い	少ない

\* 3日区bは3日間の絶食以前は配合飼料で飼育。他の区はすべてアミを給餌。

## 7. 種苗差

来歴の異なるシマアジの間に放流後の行動に差があるのかどうか模擬放流(150m<sup>3</sup>水槽)により検討した。また、小型水槽において成群行動・生理反応についても検討した。

### (1) 模擬放流(150m<sup>3</sup>水槽)

来歴の異なる4種類のシマアジを放流し、種苗差による初発行動の差異を観察した。結果を表13に示した。この結果、天然魚と人工魚、また産地の違う人工魚(G・K)の間においても明確な種苗差が存在することが推察された。

### (2) 成群行動(0.5m<sup>3</sup>水槽)

来歴の異なる3種類のシマアジを放流し、成群行動について比較検討を行った。結果を表14に示した。天然魚と人工魚(G)の間では類似の成群行動を示し、両者は似た性質を有しているものと思われる。また、人工魚(K)は、他の2区とは異なる成群行動を示し、種苗差が存在することが確認された。

表13 種苗差による初発行動の差異

	天然魚	人工魚 (K <sub>1</sub> )	人工魚 (K <sub>2</sub> )	人工魚 (G)
遊泳速度	遅い	速い	速い	遅い
遊泳層	中層	中層・表層	中層	中層
群がり	群がり→群泳	群がり・群泳	群がり・群泳	終始群がり
分散	特に多い	少ない	少ない	多い
ツツキ	無し	頻繁に有り	頻繁に有り	無し
バシャ	頻繁に有り	頻繁に有り	無し	無し
餌寄り付き	最も多い	少ない	無し	多い

表14 種苗差による成群行動の差異

	天然魚	人工魚 (k)	人工魚 (G)
遊泳速度		高速遊泳	
群がり	群泳→群がり	終始群泳	終始群がり

## (3) 生理反応 (ガラス水槽)

来歴の異なる2種のシマアジの生理反応を比較した結果を表15に示した。また、放流直後の遊泳軌跡を図13に示した。天然魚と人工魚 (K) の間には、生理・行動面において明瞭な差が認められた。

表15 種苗差による生理反応の差異

	天然魚	人工魚 (k)
遊泳速度	狂奔状態→静止	狂奔状態→高速遊泳
お出掛け行動*	少ない	多い
ホバリング回数	少ない	多い
テールビート回数	少ない	多い
呼吸数	少ない	多い

\*探索行動：群から一時的に離れる行動

このような種苗間の生理・行動の違いは何に起因するのか現在の所不明であるが、本実験で用いた人工魚 (K) は閉所での輸送の経験がないため、天然魚・人工魚 (G) よりもハンドリングや水槽のストレスを感じていた可能性がある。群泳から群がりへの移行の早さや分散とバシャ行動の出現頻度と時期は、放流魚の種苗性の指標として有望である。また、行動面だけでなく生理面でも両者間に明瞭な差の有ることは注目に値する。

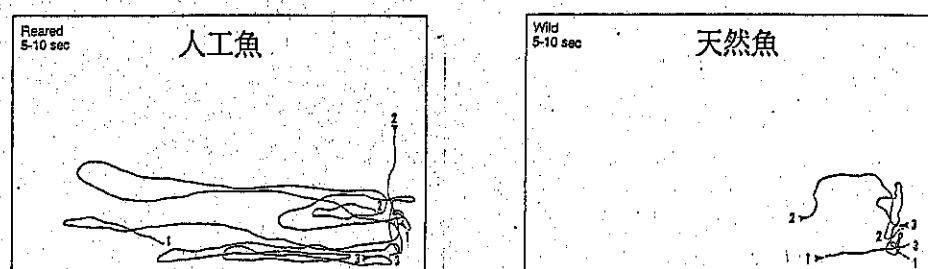


図13 天然種苗と人工種苗の放流直後の行動軌跡（お出掛け行動）

## 8. 学習効果

### 1) 材料と方法

学習訓練には、上浦人工魚の中群より5尾、50尾、250尾を無作為に選んで用いた。訓練水槽には、 $30\text{m}^3$ コンクリート角型水槽3面を使用した。各水槽内には直径80cm、長さ100cmのトンネルを垂下した。トンネルの上側中央部に $20 \times 15\text{cm}$ の投餌孔を設けた。間欠的（5秒に1度）に水中に空気を放出し、その時に生じる音を信号とした。訓練は9日間行った。

### 2) 訓練

学習内容は輪くぐりとし、学習の訓練段階は3段階に分け、各段階の規準を表16に示した。

表16 学習段階の規準

学習段階	学習段階の規準
第1段階	信号と餌の連結を行う。信号と同時に水槽全体に餌をばらまく。信号を与えただけで索餌行動が現れたら合格とする。
第2段階	投餌場所（トンネル入口）の学習させる。信号と同時にトンネル入口前に投餌する。信号でトンネル入口に集まれば合格とする。
第3段階	投餌場所（トンネル内）の学習とする。信号と同時にトンネル内に投餌する。信号でトンネル内に集まれば合格とする。

### 3) 放流と観察

#### (1) 模擬放流 ( $150\text{m}^3$ 水槽)

模擬放流には、学習が終了した250尾区より30尾ずつ2群（計60尾）、50尾区より30尾を選び1群とした。さらに、これに加えて学習していない対照群として30尾（非学習魚）を作った。

250尾区の2群のうち1群には放流後連続的に訓練に用いた信号を聞かせた（250尾区-a）。他の1群と50尾区および非学習区には、30分間に1回ずつ3分間信号を与え、反応を見た。

観察は、初発行動のほかにトンネル寄り付きとトンネル抜け行動について、1つの水槽を1分間ずつ、観察者2人により記録した。

一方、各水槽に1台ずつ設置したアイボール計4台のモニター画面により、5秒に1回1槽ずつ、餌袋寄り付き尾数、トンネル寄り付き尾数並びに輪くぐり尾数を計数した。

実験終了直前に4区にそれぞれ給餌しその後の反応を見た。

#### (2) ガラス水槽

前述の種苗差と同じ装置に学習区（50尾区）と非学習区（上浦人工魚中サイズ）をそれぞれ3尾ずつ収容し、行動をビデオで記録し解析した。水温は $24.1^\circ\text{C}$ であった。

### 4) 結果

#### (1) 学習過程

5尾区、50尾区、250尾区を比較すると、250尾区が3日で輪くぐりが完成したのに対し、50尾区では4日かかり、5尾区は1週間の条件付けの期間では学習は完成しなかった（図14）。すなわち、群サイズが大きいほど学習速度は大きいと考えられた。

#### (2) 模擬放流 ( $150\text{m}^3$ 水槽)

学習魚・非学習魚の計4群を $150\text{m}^3$ 水槽に放流し、放流後の初発行動を観察した。観察結果を表17に示した。

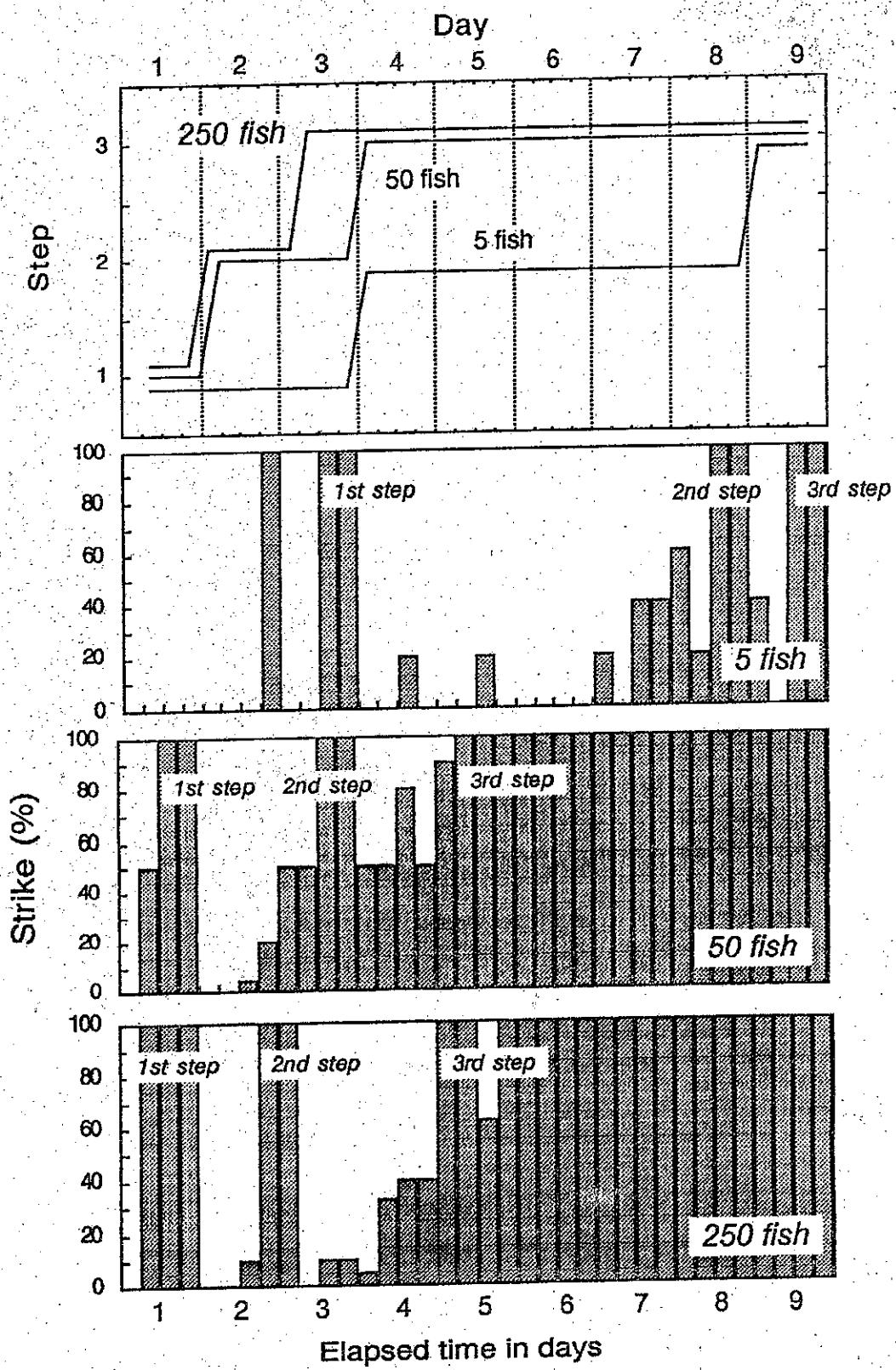


図14 群サイズによる学習速度

表17 学習魚・非学習魚の初発行動

	250 尾-a	250 尾-b	50尾区	非学習魚
遊泳速度		各区間に大きな差は無し		
遊泳層	底層→中層	底層→中層	底層→中層	底層
群がり	少ない	少ない	少ない	多い
分散	多い	多い	多い	無し
ツツキ	少ない	少ない	少ない	多い
バシャ	多い	多い	多い	少ない
トンネル抜け	15回	4回	6回	無し
ノ（給餌後）	頻繁	頻繁	多い	無し
トンネル寄り付き	多い	多い	最も多い	無し

## (3) ガラス水槽

学習魚・非学習魚の成群行動について、表18に示した。

学習魚と非学習魚の間には、成群行動に明瞭な差があり、学習することによりパニック状態に陥りにくくなることが推察された。

表18 学習魚・非学習魚の成群行動

	学習魚	非学習魚
遊泳状態	狂奔状態→静止	狂奔状態→高速遊泳
お出掛け回数	無し	頻繁

## 9. 野外模擬放流

天然海域にシマアジを放流してその行動を観察することにより、飼付け放流直後のシマアジがどのような行動をするか明らかにすることを狙いとした。また、陸上150m<sup>3</sup> 水槽の模擬放流実験で得られた結果を実際の飼付け放流へ橋渡しする意味も含めた。

## 1) 材料と方法

1992年7月28日、大分県上浦町の豊後二見沖（水深26.8m）において放流実験を行った。

供試魚として、上浦人工中サイズを用いた。放流尾数は1回30尾とし、合計7回行った（表19）。放流後潜水観察者2名がシマアジを追跡し、また1名が常にシマアジを追跡する潜水観察者の真上の水面に位置することとした。船上観察者は、これを頼りにシマアジの水平方向の位置を記録した。

## 2) 結果と考察

表19 野外模擬放流における放流の概要

放流回次	進行方向	遊泳状態	最大水深	最終水深	備考
1回目	真下	螺旋状	20m	(12m)	急潜降後急浮上
2回目	真下	螺旋状	9m	( 6m)	潜降後浮上
3回目	真下	螺旋状	7m	( 5m)	潜降後段階的に浮上
4回目	斜め下		5m	2m	段階的に潜降
5回目	斜め下		5m	2m	潜降後段階的に浮上
6回目	真下	螺旋状	10m	2.5m	急潜降後急浮上
7回目	真下	螺旋状	16m	( 8m)	急潜降後急浮上

放流後シマアジの潜降する最大水深は放流回次により5~20mの間で異なった。いずれの場合にも最大水深に到達後反転浮上し、最終的には2~2.5 mの水深で緩やかな成群状態となって安定した行動を示した。この層は、水温22.1~22.3°Cであり、また溶存酸素濃度のピークにも当たる。放流されたシマアジはこのような水温・溶存酸素濃度の条件を好んだものか、他の水深の条件を忌避した結果この層へ集まったかは不明である。しかし、放流前にシマアジを飼育していた生簀の当日の水温は23.6°Cであり、水深は2.7 mであったことから、シマアジは放流後もそれまでにいた飼育場所に類似した条件をむしろ選好したものと推測される。一方、放流直後の急潜降を制止し、浮上させる原因は何か明らかではない。

螺旋状の潜降は放流後急激に降下する際特徴的に見られ、7回中5回の放流で観察された。その際船のアンカーロープを中心にきりもみ状態で潜降することもあった（第1回放流）。このことからシマアジは放流直後、直ちに寄り付き性を示すことが推測される。なぜきりもみ状態になるのかは今のところ不明であるが、恐らく明確な定位目標がないため直線的に潜降しているつもりでも群により右旋回・左旋回の癖があり、これにより螺旋状軌跡になったものと考えられる。なお、150m<sup>3</sup> 水槽の模擬放流実験では、きりもみ状の潜降は1例も見られなかった。水深が2 mと浅く、水槽底が容易に見渡せ、これを目標として放流後直ちに潜降して、以後底沿いに移動したためと考えられる。

## 10. 考察

今回の一連の実験を通じて陸上の大型水槽によるシマアジの模擬放流の実験系を確立できた。野外放流実験からの結果からも分かるように、模擬放流で見られるシマアジの行動すべてが天然海域で見られるものでないことは明らかであるが、種々の成群行動やつつき行動は、小笠原海域や五島福江島・高浜で見られた天然シマアジのそれと共通していた。また、たとえ天然で見られない行動であってもそれが天然海域における逸散と密接に関連している場合には放流効果の指標として使用することが出来る。今回用いた実験水槽の規模によって、行動の表現型は様々であったが、それらの背景に放流行為に伴うショックと不案内な環境下で受けるストレスが原因として存在するものと考えられる。そうするといずれの装置で観察された結果も統一的に説明がつく。すなわち、ガラス水槽で呼吸数・ホバリング回数・お出掛け回数の多い魚は0.5m<sup>3</sup> パンライト水槽で終始緊密な群泳状態を解かず、高速で遊泳を続けた。またこれらは、模擬放流でも他に比べ遊泳速度は大きく、警戒を解いた成群状態と考えられる分散の状態の出現は遅かった。今後、これらの行動特性が天然海域で起こる逸散とどのような関係があるかを調べる必要がある。

もう一つの特筆すべき結果は、放流直後の行動に学習効果が認められたことである。実験期間中には信号に対する明瞭な反応は認められなかったが、訓練期間や放流後の実験期間を十分に長く取れば、期待される反応も得られる可能性がある。一方、学習していない対照区と学習区の差は明瞭で学習訓練をさせることによって人為的に放流魚の行動を調整できる可能性が示唆された。今後、学習効果についても野外放流により確認していく必要がある。今後の課題としては、今回のような模擬放流実験を繰り返し行って行動の変異を把握するとともに、実験結果の再現性の検討を行う必要がある。

## 生態観察

これまでに行ってきた実験は、いずれも実験室内で行動観察を行ってきたものである。しかし、実験室で観察される行動は天然水域での行動とかけ離れていることが多い。また供試魚である人工種苗の行動も天然魚と大きく異なっていることが予想される。このため、シマアジの飼付け放流の研究を進めていくうえで人工種苗を使った実験室の結果の対照として天然魚の天然水域での行動を把握しておくことは不可欠なことと考えられる。

ここでは、大分県蒲江と小笠原沿岸海域で天然シマアジの生態観察を行い、これを飼付けシマアジの研究の基礎資料とすることである。さらに、天然魚の自然条件下の行動を知ることにより、人工生産魚の特性をより明確に把握することを狙いとしている。

### 1. 大分県上浦町蒲江

1992年4月～10月まで大分県蒲江町元猿地先において天然シマアジの生態調査を行った（図15）。

観察は、餌籠設置後1時間以上経過した後、これを中心に半径5～10mの円状の水域で15～30分間潜水により行い、シマアジの有無・サイズ・成群状態を観察した。観察の後、すべてのシマアジを棒受け網により採集した。

採集個体は全個体について全長・尾叉長を測定し、一部は持ち帰り湿重量・胸部体高・胸鰓長を測定した。また、ソフテックスにより脊椎骨数を計数し、脊椎骨数25のものをAタイプ、24のものをBタイプとした。調査の結果を表20に示した。

表20 大分県蒲江における天然シマアジ生態調査

調査場所	地形の概要	シマアジ出現時期	備考
St. 1	外洋に面した磯根	4・7月	7月に模擬放流用に29尾採捕
St. 2	外洋に面した磯根	4月	
St. 3	岸に近い岩礁	4月	
St. 4	砂地、所々に磯根	9月	数千尾以上のシマアジの群れ出現
St. 5	砂地、所々に磯根		
St. 6	岸に近い岩礁	5・10月	10月に約30尾の群れを見たとの情報あり

漁師からの聞き取り調査によれば、最小サイズ（全長約4cm）のシマアジは12月下旬に出現する。また、1991年の11月には体長19～24cmのシマアジが沿岸の定置網に入網していることから、蒲江沿岸にはシマアジが周年棲息しているものと思われる。

定点調査の採集個体中77個体について脊椎骨数を調べると、Bタイプが4個体含まれていた。これら約5%のBタイプシマアジはAタイプシマアジに混ざって行動しており、潜水観察で行動の差異を識別することは出来なかった。

## 2. 小笠原父島・母島

1992年6月20日から7月5日にかけて、シアアジの主産卵場といわれる小笠原海域において生態調査を行った。

### 1) 概要と方法

#### (1) 分布と生息場所

小笠原におけるシマアジの分布を調べるために、父島列島21地点および母島周辺4地点において、シマアジの分布状態を確認するための潜水調査を行った(図16,17)。調査は、素潜りおよびスキューバ潜水により、原則として2人以上で15分以上行い、シマアジの尾数とサイズ、他の魚種の分布状況を目視により観察した。

#### (2) 釣獲調査

天然シマアジサンプルを入手するため、父島列島周辺の6か所で釣獲調査を行った。

#### (3) 分布の日周期性(定点調査)

宮之浜南西岸から北東岸へ向かう約210mの側線(Leg. 1)と、宮之浜のリーフエッジから岸へ戻る約170mの側線(Leg. 2)で、素潜りによる調査を行った(図18)。調査線は幅3mとし、調査時にはナビゲーターがコンパスと山立てによりラインを辿りつつ、ライン上に出現する魚の種類と個体数を水中で記録した。カメラマンはナビゲーターにしたがって泳ぎながら、調査線上に出現する魚をビデオカメラにより撮影した。

### 2) 結果

#### (1) 分布と棲息場所

父島列島では、14カ所中、滝の浦沈船、宮之浜リーフ、巽湾東、巽湾裏の4地点でシマアジの存在を確認した。母島ではシマアジの存在は確認できなかった(表21)。

表21 小笠原父島におけるシマアジの生態調査

調査場所	地形の概要	水深	サイズ	尾数	群の状態
滝の浦	砂地・沈船	15m	30cm		沈船の陰で静止、沈船上で群泳
		30m	20cm	300~1000	沈船中央部にて密な群れを形成
		30m	25~30cm	100~200	沈船上で群泳
		30m	35~40cm	50~100	沈船側の砂地で摂餌
宮之浜	リーフ			6	アカヒメジと混合群
巽湾東	岩礁	5m	12~18cm	7	アカヒメジ(50~100尾)と混合群
巽湾裏	岩礁				アカヒメジと混合群

#### (2) 釣獲調査

合計5尾のシマアジが早朝の滝の浦の調査で釣獲された。釣獲された個体の全長はいずれも31~36cmとよくそろっており、6時頃に2尾または3尾が続けて釣獲されたことから、これらのシマアジは1つの群れの中にいた個体と考えられる。

#### (3) 分布の日周期性(定点調査)

宮之浜に調査側線を設けて6回にわたりシマアジの出現状況を調査した。

宮之浜の定点調査では午前中に行った3回の調査でシマアジが出現し、昼および夜の調査ではシマアジは見られなかった(図19)。宮之浜ではシマアジを含め合計40種の魚がライントランゼクト上で確認できた。定点調査時にはシマアジは混合群ではなく単一種の群れを形成していた。

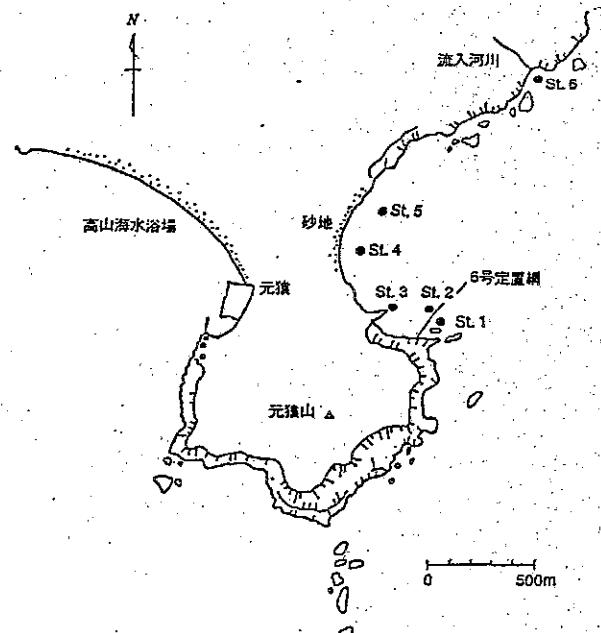


図15 大分県蒲江町地先のシマアジ調査地点

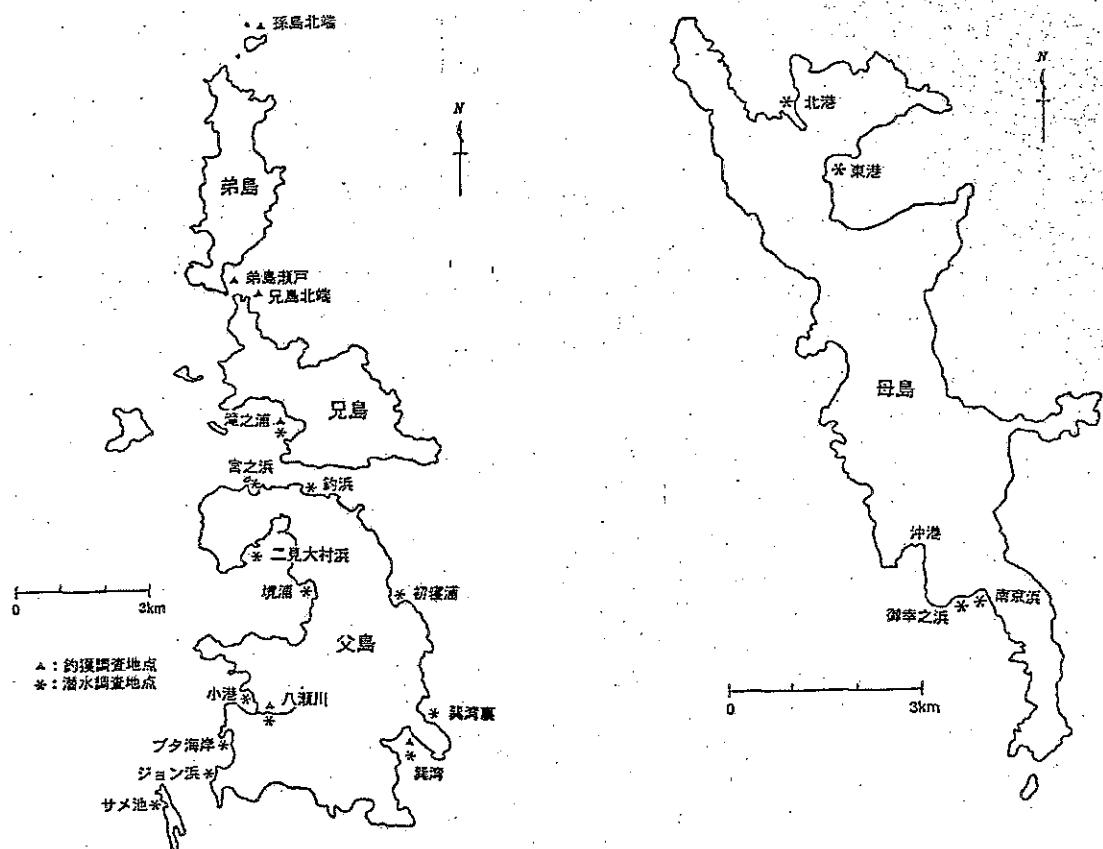


図16 小笠原父島列島のシマアジ調査地点

図17 小笠原母島のシマアジ調査地点

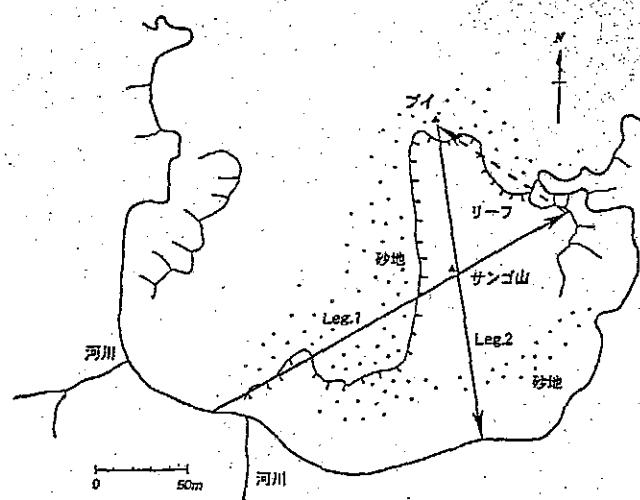


図18 小笠原父島宮之浜におけるシマアジの潜水観察測線

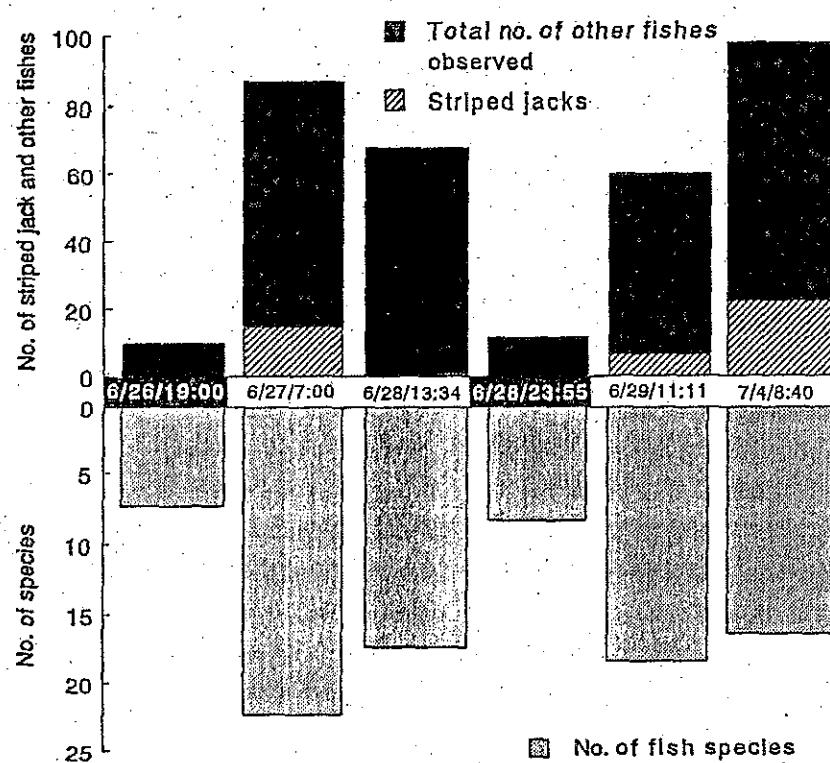


図19 小笠原父島宮之浜に出現したシマアジとその他魚種の個体数と種類

### 3. 考察

#### (1) 混合群

多くの沿岸性魚類では、他魚種との混合群を形成することが観察されている。宮之浜のシマアジ(全長12~16cm)は自分より少し大きいサイズのアカヒメジ(全長20cm)の群れに入り、体側にアカヒメジによく似た黄色い縦線が強く出ていた。大分県蒲江のシマアジはしばしばメジナと混成群を作り、小笠原のシマアジよりも黒味が強い。また時にイシダイの群れに隠れることがあり、そのときは顕著な横縞を生じる。このようにシマアジは自分自身が身を隠すのに適した他の魚種を選び、しかもその魚に似た体色を呈することができるようである。これは一種の保護色あるいは擬態でもあると考えられた。

#### (2) 分布と棲息域

大分県蒲江では全長20cm以下のシマアジは3~10mの水深の、磯と砂浜域の境界に多く見られた。しかし、小笠原では全長20cm以下のシマアジは水深1~2mのごく浅いリーフ内かまたは沈船の周辺で見られ、大分のシマアジで一般的な3~10mの水深ではほとんど見られなかった。これは、AタイプとBタイプのシマアジの生態の違いであるかもしれない。潜水調査で見るかぎり、小笠原の水深5~10mにはヒレナガカンパチを始めとする大型の魚食性魚類が多く、その捕食を避けるためにシマアジは浅いリーフ内かやや深い沈船周辺に追いやられている可能性がある。

今回シマアジが多く見られた滝之浦と宮之浜には、いずれも少量ながら陸上からの淡水が流入している。蒲江で本年もっとも多くシマアジが採集されている観音ばえという定点にも、やはり沢からの少量の淡水が常時流入している。低鹹な水塊や何らかの陸水の影響を好む性質がシマアジにはあるのかかもしれない。大分、小笠原のいずれにおいてもシマアジは砂地かまたは砂地に近いところにある立体構造物(岩礁・サンゴ礁・沈船等)で観察された。摂餌行動や生態的位置も考慮すると、本種の棲息環境として砂地の餌場と立体構造物の棲家が重要であるものと考えられる。

#### (3) 九州沿岸における回遊

大分県の漁師からの聞き取りによれば、シマアジの若齢魚は夏には岩礁周辺の浅瀬から砂地へ棲息域を変えるという。8月に五島列島の高浜の砂地でシマアジが多数観察されたことも考えあわせると、沖合から接岸したシマアジ稚魚は最初は岩礁により、夏には砂地で成育し、秋になるとやや沖合の根に付くか、または産卵海域へ回遊を開始するといった生活史が推定できる。しかし、いずれにしてもシマアジの全生活史の中で分かっているのは稚魚期の沿岸の生活だけで、それ以前の初期生活史とその後の若齢魚～老成魚の部分はよく分かっていない。

#### (4) 小笠原における回遊

小笠原での潜水調査および聞き取り調査の結果を統合し、シマアジの接岸回遊の経路について考察した(図20)。小笠原周辺に見られる最小サイズのシマアジは、境浦のシロワニに付いているものである。サメや流木などについて沖合から小笠原沿岸に加入したシマアジは、ヒレナガカンパチなどの大型魚の捕食を避けるため、まず浅いリーフ内に入るものと推定される。15cmを越えるとやや生息水深を深め、沈船などの安全な魚礁へ移動する。リーフに入らず直接沈船に付く個体もいるかもしれない。成長するにともない捕食にあう危険は減りまた摂餌の量が増すため、シマアジは行動半径を広げ、また沈船間での移動も行うであろう。そして40cmを越えると、捕食を受ける危険がさらに減少し、また沈船周辺の餌ではまかないきれなくなるためか、あるいは産卵回遊のために単独または少數個体の群れで沖へ回遊するのであろう。

#### (5) A, B両タイプの回遊経路

大分県蒲江町元猿の定置網に入網するシマアジ56尾を解析した結果、45尾がAタイプ、11尾がBタイプであった。両者のサイズを比較すると、Aタイプは平均全長99±SD33mm(最小44mm、最大200mm)であるのに対しBタイプは平均全長138±SD46mm(最小91mm、最大235mm)であった。また、Bタイプが定置網に入るのは4~11月に限られ、Aタイプ小型魚の多くが加入する12~3月には採集されていない。以上の結果から、蒲江のBタイプは全長90mm以上になってから当海域へ加入するものと思

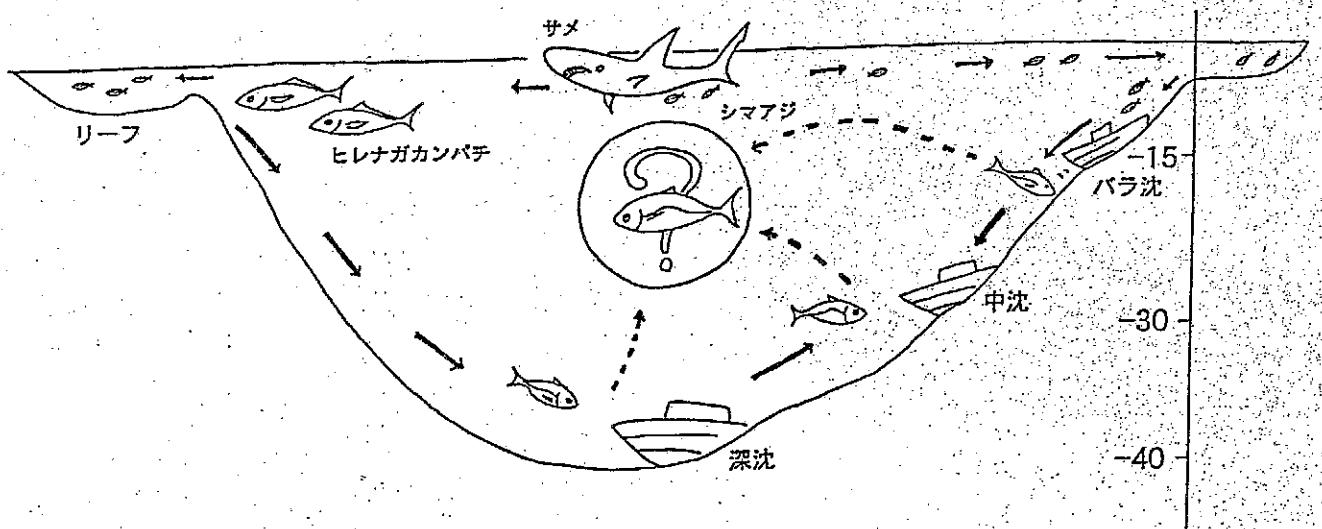


図20 小笠原父島列島瀧之浦周辺におけるシマアジ回遊経路推定図

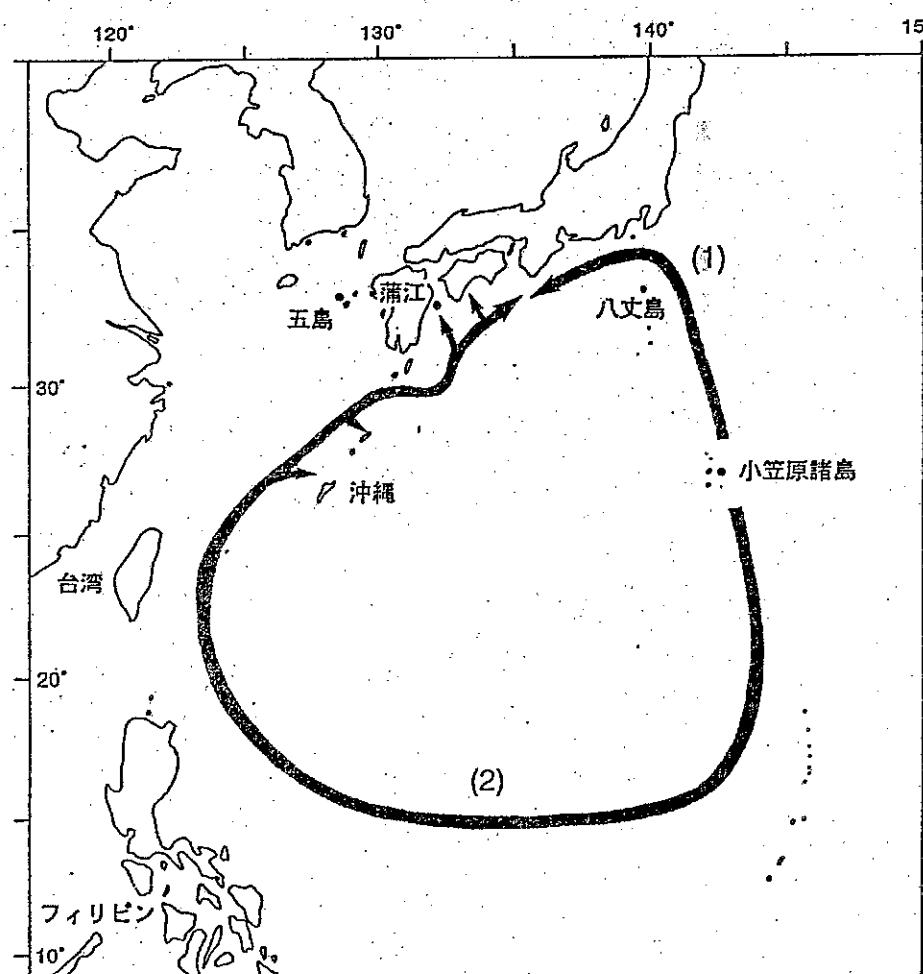


図21 Bタイプシマアジの九州への加入経路推定図

われる。

小笠原のシマアジは9個体すべてBタイプであった。小笠原シマアジの産卵期が12~2月であることから、Bタイプのシマアジがこの時期に小笠原周辺でふ化し、4月に90mm以上になって蒲江に加入しているとすれば、時期・サイズとも矛盾はしない。九州産のBタイプシマアジが小笠原由来であると仮定すると、これらBタイプシマアジは小笠原から島伝いに北上し本州より加入するのか、また北赤道海流および黒潮にのり沖縄方面を経由して加入するものと推定される(図21)。一方、大分で90%程度を占めたAタイプの個体は既に12月に40mmになって加入していることから、シマアジの成長速度を考慮すると、Aタイプシマアジのふ化時期はこれより2か月程度前の10月頃であると考えられる。両タイプシマアジの回遊経路を解明するには、今後更に多くの地点での採集知見を必要とする。

## VI 総合考察

### 1. サイズと学習効果

小サイズのシマアジ(全長10cm)は大サイズのシマアジ(全長20cm)に比べて学習速度は大きく、脱学習速度は小さかった(1991年度)。すなわち、サイズが小さいものほど覚え易く忘れにくいと考えられる。これは一つには、警戒心が弱いため容易に条件付けされたと考えられる。逆に、サイズが大きくなるにつれて警戒心が強くなるので条件付けが難しくなり、その結果学習速度は遅いと判断されたのかもしれない。しかし、ある一定レベルの条件付けが終わった段階で、脱学習速度を比べた場合に、大サイズが小サイズより忘れ易いという事実は警戒心では説明されない。魚のサイズや発育段階のほかに群れサイズ(構成員数)も学習速度に影響する(本実験)。群サイズが大きいものほど一群中に含まれる条件付けされ易い個体の尾数は多くなり、これらの先導効果により条件付けが早く進むものと考えられる。

上記学習実験の結果と一致して、模擬放流実験でも、小サイズ程餌への寄り付きは良く、逆に大サイズは悪いことが認められた(図22)。しかし、これと逆に、トビ・ビリ・モードの実験では、小サイズのビリはやはりサイズの大きいトビやモードに比べ寄り付きは悪いと判断された。このことは、単に学習能はサイズのみの問題ではなく、ある1群中の社会関係をも反映することを示唆している。今後同日令のトビ・ビリ・モード、同サイズのトビ・ビリ・モードなどの比較を通じて、サイズ・日令・社会関係が行動に及ぼす影響を検討する必要がある。

### 2. 水温変化と飼付けシマアジの逸散

シマアジは低水温になると群は拡がり、成群性は逆に強くなった。こうした行動特性は野外と室内で大いに違うこともあるが、シマアジの逸散と水温の変化の関係をあえて推論すれば以下のようになる。すなわち、野外においては夏期に水温が上昇するにつれて高速の緊密な群泳が多くなるため、夏期の高水温で逸散があるとすれば、短期間のうちにまとまって大規模な逸散が予想される(“暴走族逸散”)。一方、冬期の降温期には遊泳速度は低下し不活発となり群を解くことが多くなるため、冬期の低水温による逸散は三々五々バラバラの状態でいわば櫛の歯が抜け落ちるような様相を呈する。



図22 シマアジの大きさと寄り付き性

ものと想像される（“櫛の歯逸散”）。いずれにしても、実際の野外の観察結果と対応させてみる必要がある。

### 3. 飼付けシマアジの放流技術

野外の模擬放流実験結果より、シマアジが放流直後きりもみ状態で潜降すること、また目標物に対し寄り付き性を示すこと、放流前に馴致された環境条件を選好することが示唆された。野外模擬放流を繰り返し行って、さらに確証を得る必要があるが、これまでに得られた行動実験の結果もあわせて考察すると飼付けシマアジの放流に当たって以下のことがいえよう（表22）。

飼付けシマアジの放流に当たり、放流点付近に何らかの顕著な定位目標があった方が視覚に頼って行動するシマアジの滞留性を高めるうえで有効であると考えられる。放流後直ちに餌場の浮体に寄り付くことが理想とすると、飼付けの放流シマアジが水深27mの海域で表層2～2.5mをあてもなく漂う行動は逸散につながって好ましくない状況であろう。そこで、例えば、透視度が低く十分に深い海域を飼付け場に選び、周囲に明確な目標物のない状態の所へ定位のための飼付け餌場の目印をただ一つ与えることによって、その場所へ寄り付きを高め、飼付け放流の初期逸散を防ぐといった方法も一考に値するものと考えられる。

逆に、全く目標物がない場合、シマアジ群は放流時のショックから定位目標を求めて狂奔するだろう。このとき透明度の高い海域であったり、あるいは水深の浅い放流点であったりすると、直ちに水底へ潜降し、底づたいに逸散を開始するであろう。天然魚の生態調査の結果より、シマアジは、本来、底に付く魚であると考えられる。このことは、小笠原における生態調査で水深10～30mの沈船にシマアジの大群が寄り付いていたことや五島高浜のシマアジが群れを作つて砂地で摂餌行動をしていたことからも容易に想像がつく。サンゴ礁域の小サイズ群から沈船の大サイズ群へ成長するに伴つて底をつたって回遊しているものと推測された。放流直後に大規模逸散を引き起こした放流事例で放流域の透明度や水深が関与してはいなかつたろうか。

一方、放流時のショックをできるかぎり和らげることも配慮したい。放流方法の模擬放流実験でも確かめられたように、数日間放流現場で囲い網により馴致し、放流に当たっては給餌しつつこれをそつと下に落とす方法（日本栽培漁業協会五島・上浦）は、十分な効果が期待される。また、これは現場の環境条件にあらかじめ馴致させる意味でも有効であろう。種苗差の実験から現在生産されている人工種苗は、放流時のショックやハンドリングに対する反応が天然魚と大きく異なることが示唆された。ガラス水槽の実験において呼吸数などの生理的反応が大きく違つたことは当然その行動も違うことが予想される。こうした差異は、飼付け放流で好ましいものか否かは将来の研究を待たねばならないが、少なくとも両者の行動・生理にどのような差があるかは正確に把握しておく必要があろう。もし、天然魚を基本としてこれに近い種苗を得ることを目指すなら、天然魚の生態を基本とした飼付け技術を開発すべきである。例えば、前述のように、シマアジは底へ付く魚であるとすると、浮体（筏）を基盤とするのではなく、むしろ海底より立ち上がった磯根のような構造物を代替品として考え、給餌は上から撒くのではなく海底にばらまき、シマアジ本来の摂餌行動と考えられるツツキにより摂餌させるのはどうであろうか。

模擬放流実験では、群がりとツツキが出現したあと早期にバシャ行動や上下動を伴つた分散状態が

表22 飼付けシマアジの将来

	基礎試験	応用化
放流技術	空腹 囲い網 ビリの除去 小サイズ	餌止めして放流 既に実施 種苗の選択放流（トビ・ビリ） 小型サイズでの放流
種苗性	種苗差有り	種苗性の改良
学習	訓練効果有り	学習訓練・馴致飼育

出現するものほど餌袋への寄り付き性が高いと考えられた。また、これらの経過の早いものが現在のスタイルの飼付け放流に適した種苗といえよう。すなわち、水面からの人為的給餌に適応した魚と考えられる。人間が積極的に魚の行動特性に関与し、放流後の生産性を管理・制御するためにいろいろな方法・技術が提案されている。しかし、まず簡単なことではあるが絶食させ空腹状態の魚を放流してみることである。これにより、餌場への寄り付き性の動因が高まるものと考えられる。空腹魚の寄り付き性が高いことは今回の模擬放流によっても確かめられた。また、学習魚はトンネルへの寄り付きが高く、ガラス水槽では非学習魚より落ち着いていた。まだ、初期段階の学習ではあるが、学習訓練により魚の行動を制御できる見通しもついてきた。

(文責 塩澤 聰)

VI-4-1 魚群探知機による放流  
シマアジの滞留量の観測  
東京水産大学 濱田 悅之

魚群探知機により飼付けシマアジの餌止め前後の滞留量を観測し、逸散時期の調査と、逸散率の推定を行った。

### 1 方法

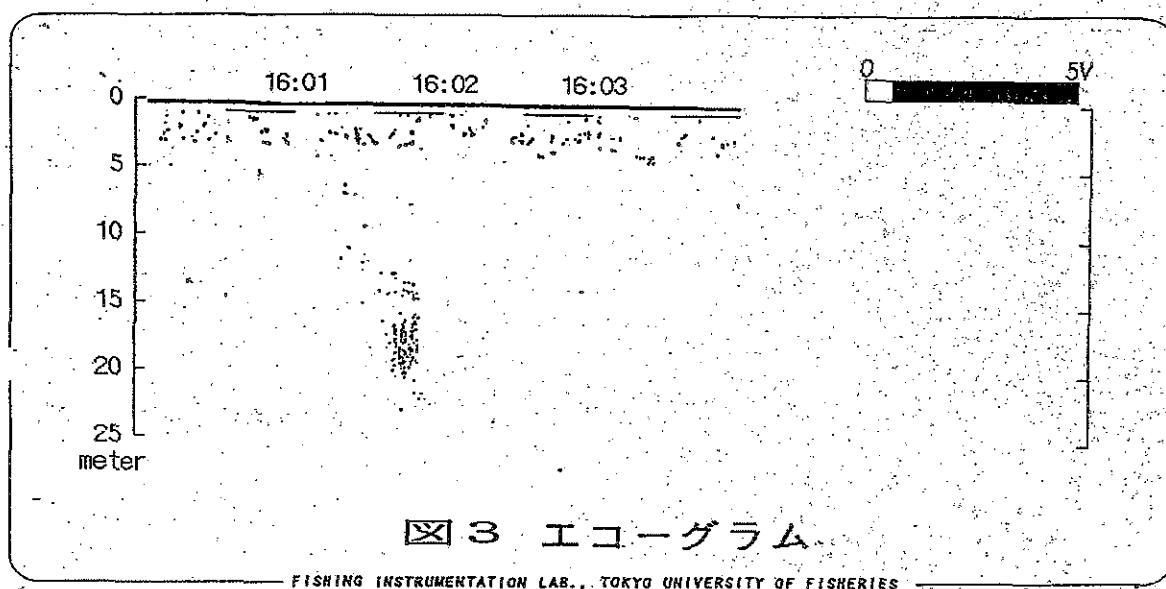
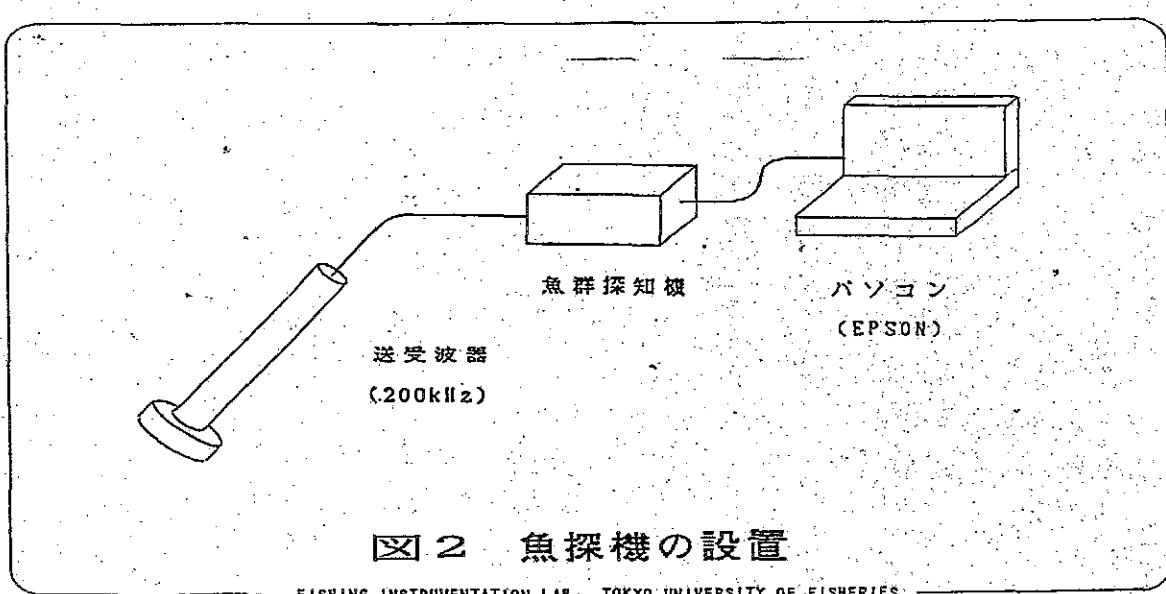
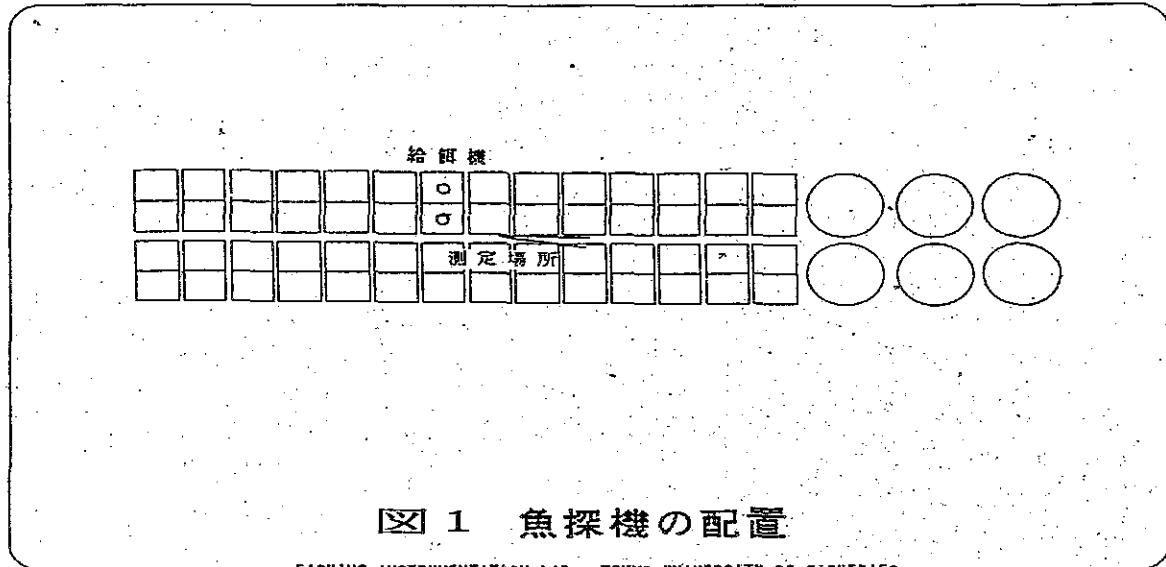
五島事業場地先の小割筏に設置した自動記録魚群探知機で飼付けシマアジの滞留量を測定した。測定場所はシマアジが多く分布する小割筏中央部(図1)とし、送受波器を鉛直下向きから45°傾けて設置した。飼付けシマアジは平成3年8月26日に放流された魚で観測時の残留尾数は約8000尾、平均尾叉長は24.0cmであった。試験期間は平成4年9月10日から10月10日までの約1ヶ月間で、観測は1~4日に1回行った。1回の観測時間は24時間で、2時間毎に4分間パソコンに記録した。

### 2 結果

4分間の測定で図3のようなエコーグラムが測定される。測定時間内に、測定範囲内に分布するシマアジ個体数の計量が可能であった。シマアジかどうかの判断は反射強度から測定される体長で判断した。このため同サイズの他魚種とまちがえてる可能性もある。図4に1日の計測値の積算尾数の経日変化を示した。餌止めを行った9月28日までは緩やかな減少であったが、餌止め直後から減少率が大きくなかった。逸散率を図6の②式で計算すると餌止めを行うまでは-0.5%/日、餌止め以降は-10.9%/日であった。また餌止め前後の日周変化を図5、7に示した。餌止め前後に魚探でキャッチされるシマアジ量が大きく減少した他、昼間多く、夜間減少する日周変化が餌止め前と後の観察に共通してみられ、シマアジの昼夜の分布場所が異なることが推定された。

今回の観測では測定範囲内のシマアジの計量は可能であり、餌止めによる分布量の減少を観察することができた。しかし、以下のような問題点もあった。魚探の測定範囲が限られていることから、その計測値は、全体の尾数を考えた場合相対的とならざるを得ない。このため、魚探による残留尾数の推定は今の所不可能である。また密集して表面を泳ぐ給餌場のシマアジの尾数の計測は不可能であった。今後魚探を有効に利用する方法の検討が必要である。

文責 小金隆之



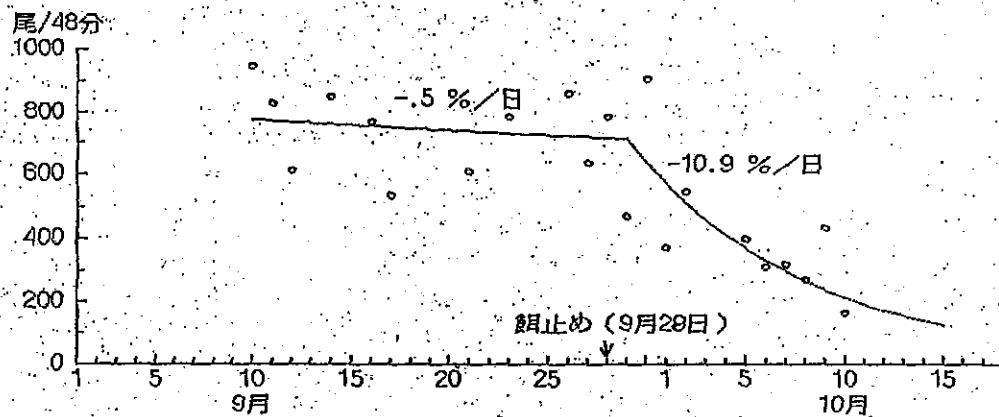


図4 餌止め前後のシマアジの逸散率の推移

FISHING INSTRUMENTATION LAB., TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

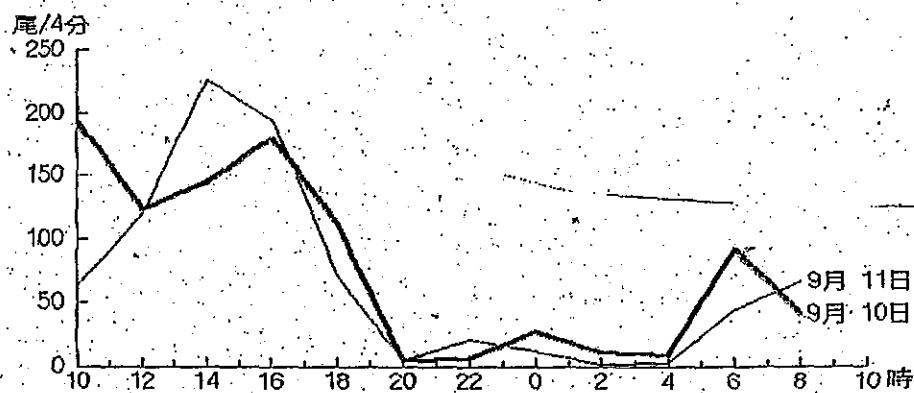


図5 魚探でキャッチしたシマアジ量の日周変化  
(餌止め前)

FISHING INSTRUMENTATION LAB., TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

#### 逸散率

- ① 時間経過に比例して逸散する場合

$$\frac{dN}{dT} = -k$$

$$N = N_0 e^{-kT}$$

- ② 現存量に比例して逸散する場合

$$\frac{dN}{dT} = -kN$$

$$N = N_0 e^{-kT}$$

図6 (図4の逸散率はこの式を用いた)

FISHING INSTRUMENTATION LAB., TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

#### 尾/4分

250

200

150

100

50

0

10

12

14

16

18

20

22

0

2

4

6

8

10時

10月8日

10月7日

図7 魚探でキャッチしたシマアジ量の日周変化  
(餌止め後)

FISHING INSTRUMENTATION LAB., TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

## VI-4-2 超音波ピンガーによる放流 シマアジの追跡

東京水産大学 濱田 悅之

放流シマアジの行動解析を目的として船上の受波器からピンガーまでの距離の測定試験を行った。

### 1 方法

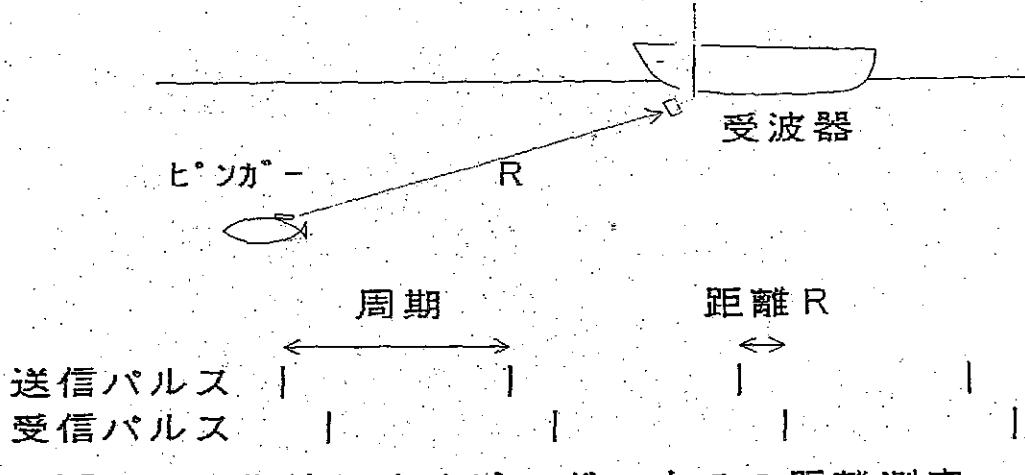
玉之浦湾内の小島周辺でピンガーを装着したシマアジの追跡試験を行った。試験に使用したシマアジは平成3年度放流群の飼付けシマアジを再捕したもので、尾叉長は22cmであった。ピンガーの大きさは直径が8mm、長さが33mmであった。ピンガーはシマアジに放流時に装着したアンカータグに糸で結び付けた。受波器を作業船に設置して放流魚を追跡した。また船の位置は地上の定点に置いた観測器で測定した。試験は2回行い1回に1尾を放流した。1回目試験では平成4年2月3日に布浦湾口付近に放流し、2回目試験では2月4日に湾口から離れた、小島の南約500mの位置に放流した。追跡は両試験とも放流当日と翌日の2日間行った。

### 2 結果

図4に放流したシマアジの移動経路を示した。1回目試験のシマアジは、放流当日は湾口の浅瀬の岩場に付いて動かなかったが、翌日には元の住み場所の飼付け場周辺に帰った。2回目試験のシマアジは放流当日は小島に近づき定置網の下に隠れたが、翌日は反対側の小島の浅瀬で確認された。また20日後に定置網で再捕された。

今回の試験では2日間に渡って放流シマアジの位置を追跡することができた。このことから、ピンガーによる追跡は玉之浦湾内での飼付けシマアジの行動解析の有力な方法となり得ると考えられた。しかし一方ではまだサイズ（現在の大きさでは小型魚に使用できない）、価格（現在1個7万円と高価）、信号持続日数（約1週間と短い）等の点で問題があり、多数の魚を長期間追跡することは今の所難しい。今後以上の諸点についての改良と現有ピンガーの有効利用の二課題が考えられる。

文責 小金隆之



## 図 1 同期法によるピンガーまでの距離測定

- FISHING INSTRUMENTATION LAB., TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

$$T = T_0 + \pi \cdot i + R/C$$

$$R = (T - T_0 - \tau^2 i) \cdot C$$

ただし、下：一番目のパルスの受信時刻

#### TO：最初のパルスの受信時刻

## モード：パルスの周期

R : ピンガーまでの距離

### C : 海中の音波伝搬速度

## 図2 同期法の距離の計算式

## FISHING INSTRUMENTATION LAB., TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

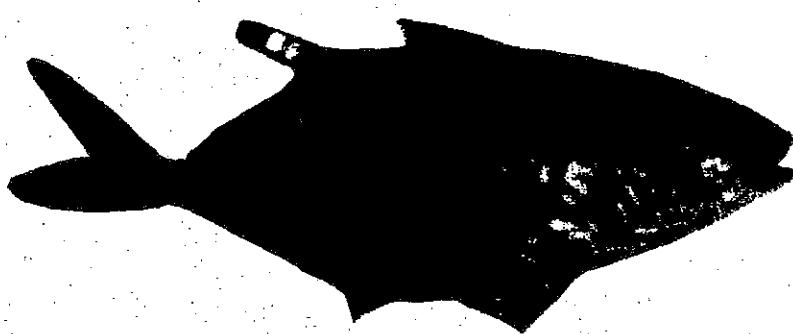


図3 ピンガーを装着したシマアジ

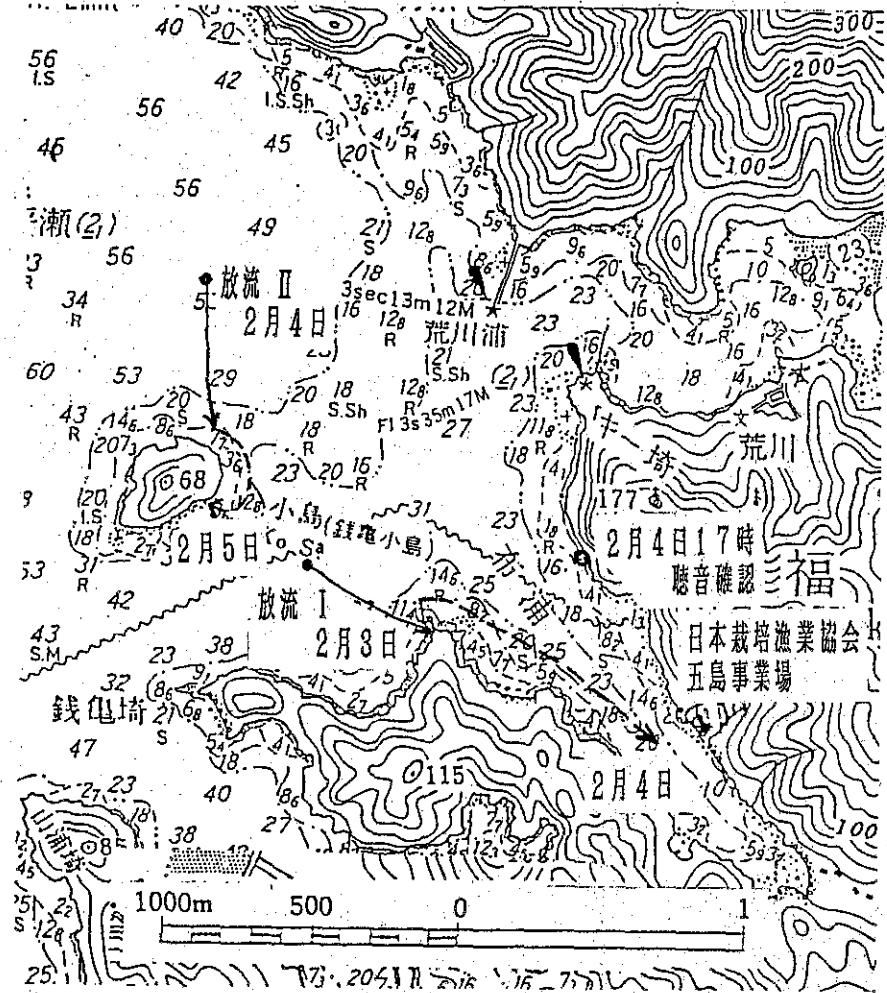


図4 シマアジの放流

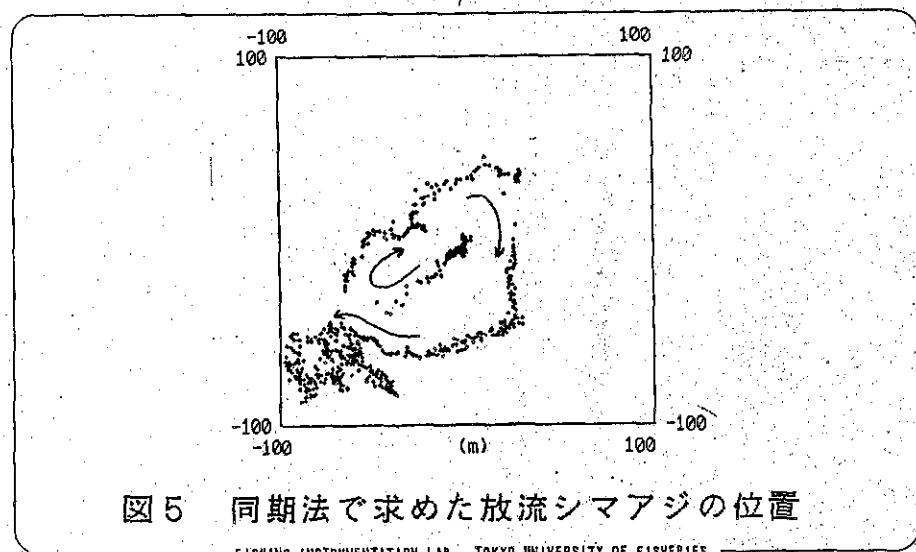


図5 同期法で求めた放流シマアジの位置

VI — 5 平成4年度荏原実業との共同研究  
オゾン処理海水の利用に関する研究

昨年度は、シマアジ、ヒラマサを用いて、残留オキシダント含有海水による卵洗浄効果並びにオゾン処理海水がふ化仔魚の飼育に及ぼす影響について検討した。その結果、卵洗浄試験では残留オキシダント 3.0ppm 以下ではふ化に影響のないこと、オゾン処理海水によるふ化仔魚の飼育ではろ過海水による飼育に比べて生残率が低い傾向があることが窺われた。

今年度は、ふ化仔魚の飼育において生残率を低下させる要因として考えられる高溶存酸素量、残留オキシダント、活性炭の3つに注目して試験を行った。また、オゾンによるS J N N V の不活化の可能性について検討を行った。

1. オゾン処理海水によるシマアジ仔魚の急性毒性試験

試験は2回を行い、試験1は平成4年2月4日から2月20日まで、試験2は平成4年3月6日から3月13日まで行った。

(1) 試験1

1) 目的

オゾン処理海水によるシマアジふ化仔魚の飼育において、生残率の低下の原因と思われる高溶存酸素量、残留オキシダント、活性炭についてその毒性を検討するため試験を行った。

2) 方法

供試魚は、ふ化後1日目のシマアジふ化仔魚である。毒性試験は、1ℓスチロール容器を使用して行った。

1ℓスチロール容器に供試魚を30尾ずつピペットで収容し、ウォーターバスで約20℃に保ち、無給餌で飼育した。飼育期間中の斃死尾数は毎日計数した。飼育期間中の換水は行わなかった。各試験区の飼育水の概要是表1に示した。試験区は9区設定し、各区3例の飼育を行い、合計27例の飼育を行った。

各区の飼育結果の比較は、無給餌飼育による生残状況 (S A I : 無給餌生残指数) により行った。

$$S A I = \sum_{i=1}^n (N - h_i) / N$$

N : 収容ふ化仔魚数  
i : 飼育開始後日数  
h<sub>i</sub> : i日目の斃死個体数

なお、海水のオゾン処理は、反応槽におけるオキシダント濃度 1.0ppm で行い、活性炭処理を行ったものである。

表1 各試験区の飼育水の概要

No.	試験区	飼育水の概要
1	コントロール区	濾過海水
2	オゾン（純酸素） + 純酸素注入区	純酸素オゾンを海水に接触後、活性炭処理し、その後も純酸素を少量注入し高DOを維持した海水
3	オゾン（純酸素）区	純酸素オゾンを海水に接触後、活性炭処理し、空気による曝気を行いDOを低下させた海水
4	オゾン（空気）区	空気オゾンを海水に接触後、活性炭処理をした海水
5	オゾン（空気）+曝気区	No.4の水を更に曝気した海水
6	高酸素区	濾過海水に純酸素を微量注入し、高DOを維持した海水
7	活性炭区	濾過海水を活性炭処理した海水
8	活性炭-曝気区	No.7の水を更に曝気した海水
9	高酸素変動区	濾過海水を純酸素曝気してDOを高くした海水により毎日換水し、DO変化を与えた海水

## 3) 結果と考察

各試験区のSAIの結果を表2に示した。

表2 各試験区のSAI値

No.	試験区	1	2	3	平均
1	コントロール区	6.6	14.2	12.0	10.9
2	オゾン（純酸素）+純酸素注入区	2.9	8.5	2.7	4.7
3	オゾン（純酸素）+曝気区	14.7	15.2	12.6	14.2
4	オゾン（空気）	13.4	14.7	14.8	14.3
5	オゾン（空気）+曝気区	13.7	9.5	11.6	11.6
6	高酸素区	8.8	3.4	6.6	6.3
7	活性炭区	12.5	15.2	14.0	13.9
8	活性炭-曝気区	13.7	15.0	14.0	14.2
9	高酸素変動区	2.5	2.1	1.7	2.1

飼育水の溶存酸素量が高い区（2・6・9区）で減耗が早く起き、S A I 値は低かった。このことから、ふ化仔魚に対して高溶存酸素量は何らかの影響を及ぼした可能性が考えられる。しかし、高溶存酸素量を維持するために行なった微弱なバブリングがふ化仔魚に影響を与えた可能性も考えられる。その他の溶存酸素量の低い区では S A I に差はなく、残留オキシダント、活性炭の影響はないものと思われる。

### （1）試験 2

#### 1) 目的

試験 1 では、高酸素濃度の区の S A I 値が低かったが、高酸素濃度の影響なのか純酸素のバブリングの影響なのか明確でなかったので、両者がシマアジふ化仔魚に及ぼす影響について検討を行なった。

#### 2) 方法

試験方法は、試験 1 に準じた。各試験区の概要を表 3 に示した。

表 3 各試験区の飼育水の概要

No.	試験区	飼育水の概要
1	コントロール区	濾過海水
2	空気注入区	濾過海水に空気のバブリングを行なった海水
3	オゾン（空気）+曝気区	空気原料オゾン処理海水を空気で曝気した海水
4	オゾン（空気）	空気原料オゾン処理海水
5	高 D O + 酸素注入区	高 D O 海水に酸素のバブリングを行なった海水
6	高 D O + 放置区	仔魚収容時のみ高 D O 状態の海水
7	オゾン（純酸素）+曝気区	純酸素オゾン処理海水を空気で曝気した海水
8	オゾン（純酸素）	純酸素オゾン処理海水
9	オゾン（純酸素）+酸素注入区	純酸素オゾン処理海水に酸素のバブリングを行なった海水
10	活性炭区	濾過海水を活性炭処理した海水
11	高酸素変動区	酸素のバブリングを間欠的に行ない D O を変動させた海水

なお、試験区は11区設定し、各区3例の飼育を行い、合計33例の飼育を行なった。

### 3) 結果と考察

各試験区の S A I の結果を表 4 に示した。

表 4 各試験区の S A I 値

No.	試験区	1	2	3	平均
1	コントロール区	11.1	11.5	12.8	11.8
2	空気注入区	9.9	6.1	10.1	8.7
3	オゾン（空気）+曝気区	12.0	15.4	11.6	13.0
4	オゾン（空気）区	13.3	11.4	10.7	11.8
5	高 D O + 酸素注入区	9.8	9.1	1.0	6.6
6	高 D O + 放置区	11.8	13.3	7.5	10.9
7	オゾン（純酸素）+曝気区	17.5	15.1	15.0	15.7
8	オゾン（純酸素）	11.0	11.5	12.7	11.7
9	オゾン（純酸素）+酸素注入区	5.2	9.5	7.7	7.4
10	活性炭区	12.5	11.3	13.2	12.3
11	高酸素変動区	10.8	8.5	9.7	9.6

S A I 値を比較すると、No. 2・5・9・11 など、容器内で直接バーリングを行った区のみ S A I 値が低い値となっている。このことは、バーリングのストレスが仔魚の体力を消耗させ、S A I 値を低下させたものと思われる。No. 6 の S A I 値が比較的高いこと、No. 11 が No. 2 の S A I 値と大きく変わらないことから、試験 1 で推察された高 D O、D O の変動が S A I 値に影響を与えていた可能性は少ないとと思われた。なお、No. 3・4・7・8 などの海水にオゾンを接触させ活性炭を通過させるだけの試験区は、No. 1 と比較して S A I 値は同程度か高い値を示しており、オゾン処理そのものの有害性は否定されると考えられる。

### 2. オゾン処理海水によるシマアジの飼育実験

試験は 2 回行い、試験 1 は平成 4 年 2 月 4 日から 2 月 20 日まで、試験 2 は平成 4 年 3 月 6 日から 3 月 13 日まで行った。

#### (1) 試験 1

##### 1) 目的

オゾン処理海水を用いてシマアジふ化仔魚の初期飼育を行い、オゾン処理海水のシマア

ジ仔魚への影響について調べた。

## 2) 方法

飼育容器は 200ℓ パンライト水槽を使用した。各試験区の供試魚は2000尾ずつ収容した。各試験区の飼育水の概要を表5に示した。

表5 各試験区の飼育水の概要

No.	試験区	飼育水の概要
1	コントロール区	濾過海水
2	オゾン（空気）+曝気区	乾燥空気を原料としたオゾンを海水と接触後に活性炭処理し、さらに30分程度空気で曝気した海水
3	オゾン（空気）+曝気区	No.2を16時間放置した海水
4	純酸素注入区	純酸素を通気して高DOを維持した海水
5	活性炭処理区	濾過海水を活性炭処理のみをした海水

各試験区は2例ずつ飼育を行い、合計10例の飼育を行った。各試験区の水槽は、位置による差が影響しないようにするため、ランダムに設置した。

水温は、種苗生産飼育と同様とし、供試魚の収容時は21℃とし、徐々に昇温して飼育6日目以降は24℃で飼育した。

換水は毎日行い、換水量は各区50ℓ(25%)ずつとした。換水方法は、減水した後新しい水を注水する方式とした。

測定項目は、水温・pH・DO・RPH(曝気後のpH)とし、毎日行った。また、6・11日目には、攪拌計数により生残尾数を推定した。飼育終了時には、全数を計数し、また同時に20尾をランダムサンプリングを行い、全長・摂餌率・鱗の開腔率を測定した。

## 3) 結果と考察

飼育は13日間行った。各試験区の生残状況を表6に、飼育終了時の全長・摂餌率・鱗の開腔率・生残率を表7に示した。生残率は、全体的に低く0~47.9%であった。オゾン処理海水を使用したNo.2・3区ではそれぞれ1例が11日目までに全滅した。また、コントロール区も6.3~8.7%と低かった。しかし、飼育後6日目までの生残状況には各区の間で大きな差が見られないのにかかわらず、6日目以降に急激に減耗していることから、攪拌計数によるストレスがその後の生残状況に大きな影響を与えていていることが推測される。このため、6日目までの生残状況で結果を考察すると、オゾン処理海水が仔魚飼育に及ぼす影響はほとんどないことが伺われる。

表6 各試験区の生残尾数（生残率：%）

No.	試験区	0日目	6日目	11日目	13日目
1	コントロール区	2000	1250(62.5)	400(20.0)	126(6.3)
		2000	950(47.5)	350(17.5)	174(8.7)
2	オゾン（空気）+曝気区	2000	1650(82.5)	0(0)	0(0)
		2000	1100(55.0)	200(10.0)	73(3.6)
3	オゾン（空気）+曝気区 +16時間放置	2000	1550(77.5)	0(0)	0(0)
		2000	1250(62.5)	1100(55.0)	203(10.2)
4	純酸素注入区	2000	2200(110)	1200(60.0)	356(17.8)
		2000	1300(65.0)	1000(50.0)	229(11.4)
5	活性炭処理区	2000			667(33.4)
		2000			958(47.9)

表7 各試験区の結果の概要

No.	試験区	平均全長 (mm)	摂餌率 (%)	開腔率 (%)	生残数（生残率） (尾) (%)
1	コントロール区	5.08	50.0	100	126(6.3)
		5.14	33.3	100	174(8.7)
2	オゾン（空気）+曝気区				0(0)
		4.90	10.0	100	73(3.6)
3	オゾン（空気）+曝気区 +16時間放置	5.18	40.0	100	203(10.2)
4	純酸素注入区	5.32	50.0	100	356(17.8)
		5.14	10.0	100	229(11.4)
5	活性炭処理区	5.08	36.3	100	667(33.4)
		5.36	95.2	90.5	958(47.9)

全長は、No.2が4.90mmでもっとも低かったが、他の区は5.08~5.36mmで大差はなかった。

摂餌率は、10.0～95.2%で試験区ごとに大きな差があり、No.5の95.2%を除けば全体的に50%以下で低いものであった。

開腔率は、No.5が90.5%であり、その他の区はすべて100%であった。

以上の結果から、オゾン処理海水を使用したNo.2・3の結果がもっとも悪く、オゾン処理海水のシマアジ仔魚への悪影響が考えられた。しかし、最も生残率が高いNo.5においても仔魚の活力は悪かったこと、コントロール区の生残率が6.3～8.7%と低いことから、試験方法そのものに問題があることが伺われる。

全体的に試験結果が悪かった理由として、以下のことが考えられる。

- ① 試験開始6日目と11日目の計数で、攪拌計数を行ったことにより仔魚にストレスを与えた。
- ② 換水時に一度に200ℓから150ℓまで減水し、その後50ℓ注水を行った換水方法が仔魚にストレスを及ぼした。
- ③ ヒーターの真下にエアストンを設置したが、試験区によってヒーターの真下からエアストンが移動した場合があり、このためヒーターからの熱が拡散せずヒーターの回りに滲み、仔魚がその熱水に巻かれストレスを受けた。

以上の理由により、今回の試験については、再度検討してみる必要がある。

## (2) 試験2

### 1) 目的

試験1では、オゾン処理海水を用いてシマアジふ化仔魚の初期飼育を行い、オゾン処理海水のシマアジ仔魚への影響について検討した。しかし、試験方法に不備があり、結果の解析が困難であったため、試験方法を検討し、再度試験を行った。

### 2) 方法

飼育方法は、基本的に試験1に準じた。試験1の反省点から、攪拌計数は行わず、ヒーターとエアストンの位置に注意し、換水は定量ポンプを使用した。定量ポンプによる換水は、日間100ℓの水を6時間で行い、それ以外の時間帯は止水状態とした。水槽内では、軽くエアレーションを行い、飼育環境が均一になるようにし、かつDOが低くならないよう配慮した。

各試験区の飼育水の概要は表8に示した。試験の再現性を期するため、1試験区当たり3例の試験区を設定し、合計9例の飼育を行った。

表8 各試験区の飼育水の概要

No.	試験区	飼育水の概要
1	コントロール区	濾過海水
2	オゾン（空気）	乾燥空気を原料としたオゾン処理海水
3	オゾン（空気）+曝気区	乾燥空気を原料としたオゾン処理海水を曝気した海水

## 3) 結果と考察

飼育試験は、9日間行った。成長と生残率を表9に、摂餌率の変化を表10に、鰓の開腔率の変化を表11に示した。

表9 各試験区の成長と生残率

No.	試験区	全長 (mm)	平均全長 (mm)	生残率 (%)	平均生残率 (%)
1	コントロール区	4.16	4.09	24.1	22.8
		4.17		26.1	
		3.94		18.4	
2	オゾン（空気）	4.25	4.22	45.9	27.7
		4.22		15.2	
		4.19		22.2	
3	オゾン（空気）+曝気区	4.25	4.28	28.6	30.6
		4.40		23.6	
		4.21		39.6	

成長・生残は、全体的に大きな差はなかったが、オゾン処理海水を使用したNo.2・3区がコントロール区に比べて良かった。

表10 各試験区の摂餌率の変化 (%)

No.	試験区	3日目	5日目	7日目	9日目
1 コントロール区	30	70	100	73	
	30	70	80	63	
	40	100	90	10	
2 オゾン (空気)	20	100	100	83	
	20	80	100	83	
	30	78	100	57	
3 オゾン (空気) + 曝気区	20	60	100	83	
	20	100	100	93	
	50	70	100	77	

摂餌率は、全体的に大きな差はなかったが、オゾン処理海水を使用したNo.2・3区がコントロール区に比べて良かった。なお、9日目にはいずれの区も摂餌率が低下しているが、これは9日目で飼育終了のため、給餌を行わなかったためである。

表11 各試験区の鰓の開腔率の変化 (%)

No.	試験区	3日目	5日目	7日目	9日目
1 コントロール区	0	0	60	100	
	0	0	70	100	
	0	0	80	100	
2 オゾン (空気)	0	0	50	100	
	0	0	70	100	
	0	0	100	100	
3 オゾン (空気) + 曝気区	0	0	80	97	
	0	0	90	90	
	0	0	70	100	

鰈の開腔率は、全体的に大きな差はなかったが、オゾン処理海水を使用したNo.2・3区がコントロール区に比べて良かった。

なお、No.2では、0.005ppmの残留オキシダントが漏洩していたが、飼育結果から見ると問題はないようであった。

以上の結果から、オゾン処理海水を使用したNo.2・3区では、成長・生残・摂餌率・鰈の開腔率とも濾過海水を使用したコントロール区よりも良い結果が得られ、オゾン処理海水がふ化仔魚に及ぼす影響は認められなかった。

今後は、オゾン処理海水により長期飼育を行った場合の影響について検討を行う必要がある。

### 3. ウィルスのオゾンによる不活化試験

ウィルスの不活化試験は2回行い、試験1は平成4年3月6日から3月11日まで、試験2は平成4年5月6日から5月17日まで行った。

(ウィルスの不活化試験については、環境清浄化システムを参照)

### 4. 今後の展開

五島事業場では、環境清浄化システムの確立を事業場の重要課題として、平成2年度より“ウィルス疾病の基礎研究”を京都大学・広島大学と、また、“種苗生産過程におけるオゾン・紫外線処理海水利用に関する研究”を荏原実業と共同研究を行っている。このうち荏原実業と行っている“種苗生産過程におけるオゾン・紫外線処理海水利用に関する研究”は、MF21の種苗生産システム研究会でも研究が行われている。

五島事業場における環境清浄化システムの環境清浄化の手法を紫外線に求めるのかオゾンに求めるのか検討していくかなければならないが、① 紫外線の有効作用が主に殺菌作用なのに対してオゾンは殺菌作用の他に有機物やアンモニアの分解作用などの浄化作用があること、② 紫外線は少量の懸濁物があっても透過力が減衰し殺菌効果が低下するのに対してオゾンは少々の懸濁物があっても殺菌効果が低下しないこと、③ 病原微生物の紫外線感受性から紫外線の照射能力は $10^6 \mu\text{w}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ 程度必要であるが市販されている低圧ランプ・中圧ランプの紫外線レベルではウィルスなどの不活化処理が困難でありまた一度不活化された病原生物の核酸の修復（光回復、etc.）の可能性があること、④ オゾンでは紫外線に比べて大量の水（排水を含む）が処理可能でありコストが安いことなどから、環境浄化システムの浄化手法としては、オゾンによる環境浄化またはオゾンと紫外線を組み合わせた環境浄化手法を開発することが有効と思われる。

(塩澤 聰)

## VII. 環境測定及び來訪者一覽他

## 平成4年度環境測定

月	水温		比重		气温
	表層	中層	表層	中層	
1月	上旬 15.7 (14.6-16.5)	16.1 (15.5-16.7)	26.1 (25.1-26.8)	26.4 (26.2-26.7)	8.1 (6.1-10.0)
	中旬 15.8 (15.3-16.6)	16.0 (15.5-16.6)	26.4 (25.7-26.8)	26.3 (25.7-26.5)	10.9 (7.5-17.0)
	下旬 15.9 (14.6-17.2)	16.2 (15.5-16.9)	26.3 (25.1-26.8)	26.3 (25.5-26.7)	10.1 (6.1-17.0)
	月平均				
2月	上旬 15.0 (14.7-15.3)	15.4 (14.8-16.0)	26.5 (26.0-27.2)	26.5 (26.4-27.0)	9.0 (8.0-12.2)
	中旬 15.0 (14.5-15.4)	15.2 (14.5-15.6)	26.5 (26.0-27.1)	26.4 (26.9-26.7)	9.2 (7.0-10.4)
	下旬 14.8 (13.1-16.0)	14.8 (14.2-15.8)	26.6 (26.2-27.1)	26.7 (26.4-27.2)	12.4 (6.5-19.5)
	月平均	14.9 (13.1-16.0)	15.6 (14.2-16.0)	26.5 (26.0-27.2)	10.3 (6.5-19.5)
3月	上旬 14.8 (13.1-15.5)	15.6 (15.2-15.9)	25.8 (23.4-26.9)	26.5 (25.6-27.0)	11.5 (9.8-14.2)
	中旬 15.5 (14.7-16.0)	15.5 (14.5-16.0)	25.4 (22.6-26.8)	26.1 (12.0-16.2)	14.6 (12.0-16.2)
	下旬 15.0 (14.3-15.6)	15.8 (15.2-16.2)	22.6 (18.5-24.9)	25.8 (25.5-26.4)	13.8 (11.9-15.0)
	月平均	15.1 (13.1-16.0)	15.6 (14.5-16.2)	24.6 (18.5-26.9)	13.3 (9.8-16.2)
4月	上旬 16.9 (15.9-18.2)	16.8 (16.2-18.4)	24.1 (23.4-26.3)	25.7 (25.1-26.4)	17.8 (15.2-23.0)
	中旬 16.7 (14.8-18.3)	16.8 (16.2-18.4)	25.6 (23.4-26.3)	25.9 (25.3-27.1)	16.1 (13.3-19.8)
	下旬 18.2 (17.1-19.2)	17.6 (17.0-18.0)	26.7 (24.5-26.1)	25.7 (25.5-25.9)	19.4 (18.5-20.9)
	月平均	17.2 (14.8-19.2)	17.1 (16.2-18.4)	25.1 (23.4-26.3)	17.9 (13.3-23.0)
5月	上旬 16.0 (17.5-18.6)	17.8 (17.2-18.2)	23.6 (19.5-26.3)	25.7 (24.8-26.3)	18.7 (17.1-20.0)
	中旬 19.9 (18.9-21.8)	18.7 (18.2-20.0)	24.7 (21.6-25.7)	25.6 (25.0-25.9)	21.0 (18.2-24.1)
	下旬 20.9 (20.2-22.3)	20.0 (19.3-20.4)	25.7 (24.9-26.2)	25.8 (25.3-26.2)	20.4 (18.0-22.2)
	月平均	19.8 (17.5-20.2)	19.0 (17.2-20.4)	24.8 (19.5-26.3)	20.3 (17.1-24.1)
6月	上旬 21.3 (19.9-22.5)	20.5 (19.2-21.6)	26.1 (25.8-26.7)	26.2 (25.6-27.1)	23.0 (21.0-24.0)
	中旬 22.6 (21.2-23.0)	22.0 (21.0-23.3)	25.7 (21.8-26.9)	26.4 (25.7-26.9)	23.9 (21.5-25.5)
	下旬 22.3 (21.1-23.2)	22.3 (21.1-22.9)	24.6 (22.5-26.2)	26.1 (24.9-26.5)	21.4 (19.0-23.0)
	月平均	22.0 (19.9-23.2)	21.5 (19.2-23.3)	25.5 (21.8-26.9)	22.9 (19.0-25.5)
7月	上旬 23.2 (22.0-24.8)	22.3 (21.9-23.1)	25.0 (24.1-25.5)	25.3 (24.7-25.6)	24.8 (23.0-27.3)
	中旬 23.2 (21.5-24.8)	23.0 (22.1-23.9)	20.3 (12.8-24.9)	24.9 (24.3-25.5)	25.0 (23.6-29.5)
	下旬 27.0 (25.2-28.2)	25.7 (24.1-27.0)	24.2 (23.6-24.6)	24.4 (24.1-24.9)	30.4 (28.6-30.5)
	月平均	24.5 (21.5-28.2)	23.7 (21.9-27.0)	23.4 (12.8-25.5)	26.9 (23.0-30.5)
8月	上旬 25.4 (23.5-26.6)	24.7 (24.0-25.4)	24.1 (21.9-24.8)	24.7 (24.3-25.8)	27.0 (22.7-29.4)
	中旬 25.5 (23.9-26.6)	25.0 (24.8-25.1)	23.3 (14.4-25.3)	25.1 (25.0-25.2)	27.2 (25.2-29.4)
	下旬 26.4 (25.7-27.5)	25.8	25.1 (24.4-25.7)	25.2	28.5 (27.3-30.0)
	月平均	25.7 (23.5-27.5)	24.9 (24.0-25.4)	24.1 (14.4-25.7)	27.5 (22.7-30.0)
9月	上旬 27.5 (26.3-28.8)		25.1 (24.6-25.6)		28.6 (26.4-29.3)
	中旬 27.0 (26.6-27.4)		25.1 (25.1-25.3)		26.5 (25.6-27.1)
	下旬 25.1 (23.6-26.7)		25.6 (24.6-26.1)		23.8 (21.3-26.4)
	月平均	26.5 (23.6-28.8)	25.3 (24.6-26.1)		26.1 (21.3-29.3)
10月	上旬 25.2 (25.1-26.3)		26.2 (25.9-26.5)		22.3 (22.2-22.4)
	中旬 23.9 (23.2-24.2)		24.8 (16.6-26.6)		21.8 (20.3-22.8)
	下旬 22.1 (21.2-23.2)		26.6 (26.1-26.9)		18.8 (16.6-20.3)
	月平均	23.2 (21.2-25.3)	25.8 (16.6-26.9)		20.5 (16.6-22.8)
11月	上旬 20.7 (19.4-21.8)		26.4 (26.2-26.7)		16.3 (12.4-19.6)
	中旬 19.8 (18.5-20.6)		26.7 (25.6-27.2)		16.1 (12.4-22.1)
	下旬 18.3 (16.9-19.4)		26.6 (26.5-26.9)		12.6 (8.9-16.0)
	月平均	19.6 (16.9-21.9)	26.6 (25.6-27.2)		15.2 (8.9-22.1)
12月	上旬 19.3 (18.8-20.3)	19.2 (18.7-19.8)	27.2 (26.5-30.0)	26.8 (26.7-27.0)	15.5 (13.7-18.6)
	中旬 16.7 (16.4-16.8)	16.6 (16.2-16.9)	26.9 (26.6-27.3)	26.4 (26.2-26.5)	9.3 (7.7-10.9)
	下旬 17.3 (17.2-17.4)	17.7 (17.4-17.9)	26.6 (26.4-26.8)	26.6 (26.5-26.7)	12.9 (10.7-15.1)
	月平均	18.2 (16.4-20.3)	18.1 (16.2-19.8)	26.9 (26.4-30.0)	12.9 (7.7-18.6)

平成 4 年度

場内指導活動一覧

水産関係	件数	1 8
	人数	9 9
一般	件数	1 0
	人数	1 0 0
学生	件数	4
	人数	2 7 8
計	件数	3 2
	人数	4 7 7

平成 4 年度映画フィルム・ビデオ貸出

貸出件数	0
貸出人数	0