

平成3年度 事業報告

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-03-06
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者:
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013610

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



平成 3 年度

事業報告

(社) 日本栽培漁業協会
五 島 事 業 場

平成3年度事業報告目次

I. 親魚養成及び採卵

	項	担当者名
1. 親魚保有状況	1	
3. プリ		
3-1 親魚養成と自然産卵	2 ~ 4	有元 操
3-2 光刺激による産卵試験	5 ~ 8	有元 操
3-3 非産卵期における産卵試験	9 ~ 19	有元 操
3. ヒラマサ親魚養成と自然産卵	20 ~ 29	有元 操
4. シマアジ親魚養成と採卵試験	30 ~ 36	有元 操
5. クエの親魚養成と採卵試験	37 ~ 43	有元 操
6. アオリイカの採卵試験	44 ~ 51	小金隆之
7. マダイの採卵	52 ~ 53	崎山一孝
8. ふ化仔魚の活力試験	54 ~ 59	崎山一孝

II. 種苗生産技術開発

1. プリ種苗生産		
1-1 陸上飼育	60 ~ 84	塩澤 聡
プリ形態異常の原因究明試験	85 ~ 97	塩澤 聡
プリの奇形症（ベコ病）対策	98 ~ 108	有元 操
1-2 海上飼育	109 ~ 121	小林 孝
2. ヒラマサ種苗生産		
2-1 陸上飼育	122 ~ 133	小磯雅彦
2-2 海上飼育	134 ~ 139	小林 孝
3. シマアジ種苗生産		
3-1 陸上飼育	140 ~ 157	塩澤 聡
3-2 海上飼育	158 ~ 164	小林 孝
4. クエ種苗生産		
4-1 陸上飼育	165 ~ 171	崎山一孝
4-2 海上飼育	172 ~ 173	小林 孝
5. アオリイカの飼育試験	174 ~ 180	小金隆之

III. 餌料培養技術開発

	項	担当者名
1. ナンノクロロブシス	181 ~ 184	崎山一孝
2. ワムシ	185 ~ 195	小金隆之
3. タイ産ワムシ	196 ~ 201	小金隆之
4. アルテミア	202 ~ 205	崎山一孝
5. 餌料生物の栄養強化	206 ~ 212	小金隆之

IV. 資源添加技術開発

1. ブリの標識放流試験	213 ~ 225	小林 孝
2. ヒラマサの標識放流試験	226 ~ 230	小林 孝
3. 日本海ブリ種苗輸送試験	231 ~ 233	有元 操

V. 種苗生産環境清浄化システム

1. シマアジのVNN症	234 ~ 237	有元 操
2. YAV症	238 ~ 243	有元 操

VI. 共同研究

1. MF21配合飼料試験	244 ~ 259	塩澤 聡
2. シマアジの飼付け試験	260 ~ 276	小磯雅彦
3. シマアジの行動特性に関する研究	277 ~ 300	塩澤 聡
4. オゾン処理海水利用に関する研究	301 ~ 324	塩澤 聡

VII. 環境測定及び来訪者一覽他

1. 環境測定（水温・比重・気温）	325
2. 来場者・映画フィルム貸出状況	326

I . 親魚養成及び採卵

I-1. 親魚保有状況

平成3年度五島事業場における親魚の保有状況 (平成3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2	平成元年5月	長崎県福江島三井楽	定置網	63	75.0(71.0~88.0)	7.5(6.8~11.4)
	天1	平成2年5月	同	定置網	90	67.0(63.0~96.0)	6.0(5.5~13.6)
	天0	平成3年5月	同	定置網	129	61.0(52.0~71.0)	5.1(4.3~7.0)
ヒラマサ	天4	昭和62年5月	長崎県福江島三井楽	定置網	15	84.0(81.0~88.0)	9.8(8.4~10.3)
	天3	昭和63年5月	同玉之浦	定置網	20	83.0(80.0~87.0)	9.5(8.3~11.1)
	天2	平成元年5月	同玉之浦	定置網	28	70.0(69.0~71.0)	5.9(5.2~6.3)
	天1	平成2年6月	同玉之浦	定置網	25	42.0(35.0~51.0)	2.1(1.7~2.9)
	天0	平成3年6月	同玉之浦	定置網	36	45.0(44.0~46.0)	1.3(1.2~1.5)
シマアジ	人工10	平成元年8月	古満目事業場	56年度上浦事業場	43	55.0(50.0~61.0)	4.1(3.0~5.5)
	天8	平成元年8月	宮崎県門川町庵川漁協	1本釣り	43	46.0(45.0~47.0)	2.3(1.9~2.5)
	人工8	昭和59年度	五島事業場	人工生産魚	60	46.0(44.0~47.0)	2.5(2.1~2.7)
	天13	平成2年10月	石川県能登島水族館	定置網	3	69.0(67.0~73.0)	7.7(6.7~8.9)
	天2	平成2年10月	千葉県鵜原漁協	定置網	18	43.0(34.0~45.0)	1.5(0.9~2.4)
	天2	平成2年10月	鹿児島県笠沙漁協	定置網	50	40.0(35.0~42.0)	1.5(1.2~2.7)
クエ	天1 ~ 天6	57 ~ 62年度	長崎県福江島玉之浦町 三井楽町	沈籠、1本釣り 定置網、養殖魚	22	64.0(51.0~98.0)*	5.0(4.7~15.0)
マハタ	天1 ~ 天5	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	10年魚	57年4月	長崎県福江島玉之浦町	養殖魚	78	65.0(60.0~73.0)	6.1(4.9~8.8)
	6年魚	62年5月	長崎県福江島玉之浦町	養殖魚	125	52.0(43.0~59.0)	3.1(2.2~3.4)

注) *は全長(cm)

I - 2. ブリの親魚養成と自然産卵

五島事業場 有元操

これまで自然産卵試験では、ドーナツ型回遊水槽（400 m³、以下回遊水槽）を用いて行ってきた。回遊水槽は、水路の幅が3.8mと狭く、遊泳中のブリの進路変更およびブリの産卵行動に何らかの支障があると考えられた。このため、本年度は、屋内角型水槽（90 m³）を用いて自然産卵試験を行った。

1. 材料および方法

基本的には、昭和62年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。

（1）供試親魚と収容方法

供試魚は、天1を25尾（内雌12尾）用い、平成2年12月21日に屋内角型水槽（90 m³）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4.4 kg（4.0~4.8）、67.0cm（66~68）、15.0（13.9~16.0）であった。

（2）餌料と投餌方法

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投餌を行った。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。

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）水温設定

低水温（水温13℃以下）では親魚の摂餌量が悪くなること、また、15℃以上の水温域では雌雄の成熟速度に差ができることを考慮して、2月上旬より3月上旬までの最低水温を14℃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℃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℃）で産卵を行わせることとした。

屋内角型水槽(90 m³)を用いた養成過程では親魚の遊泳状況には特に支障は見られなかった。しかし、目視観察ではあるが、親魚の肥満度および腹部の膨満状態は、例年と比較してやや低かったと思われた。このような状況の中で、試験は平成3年5月24日まで行ったが、産卵は認められなかった。

3. 考察

本年度は産卵水槽の構造を検討するため、屋内角型水槽で本試験を実施した。しかし、産卵は認められなかった。この要因として、産卵水槽の構造はもちろんであるが、用いた親魚の養成年数および養成方法等も疑われる。この点について2、3考察を行った

本試験では長期に渡り陸上水槽で養成するため、親魚には多くのストレスが加わると考えられる。このため、ストレスに強い親魚群を用いるほうが有利と考えられる。今回の試験では、これまでの試験と異なり、始めて天然1年養成魚を用いて行った。試験期間中での成熟調査は、親魚へのストレスを勘案し行わなかったが、養成過程における腹部の膨満程度は例年と比べ少なかったと判断され、成熟経過が必ずしも順調であったとはいえない。これまで、本試験で比較的良好な成績であったのは表1に示すように、天然2年養成魚であり、収容時の肥満度は17.0以上である。これらのことより考えると、本試験で1年養成魚を用いることは適当でないと判断される。従って、今後、2年以上養成した親魚を用いての養成水槽の検討が必要である。なお、今回、長日処理は行わなかったが、この点についての検討も今後必要と考えられる。

4. 要約

- (1) 屋外角型水槽を用いて、平成2年12月21日より翌年5月24日まで自然産卵試験を行ったが産卵は認められなかった。
- (2) 要因として、屋外角型水槽の形状も疑われるが、供試魚に天然1年養成魚を用いたことが考えられた。
- (3) 今後、天然2年養成魚を用いて、養成水槽の検討が必要である。

表 1 自然産卵試験の概要 (五島事業場)

実施 年度	試験期間 水温 (°C)	親魚区分 供試尾数	平均尾叉長 (cm)			産卵手法			産卵期間 産卵回数	総採卵数		ふ化 仔魚数 (万尾)	浮上率 受精率 ふ化率 (%)	
			平均体重 (kg)	平均肥満度	収容水槽 容量 (m ³)	加温	水温	電照 刺激		浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)			
平成 3	12.21~5.24	天 1	67 (66~68)		屋外角型	●			—	0	—	—	—	—
	14.0~21.8	25 (12)*	4.4 (4.0~4.8)	15.0 (13.9~16.0)	水槽 90				0	—	—	—	—	—
平成 2	11.15~5.29	天 2	78 (70~95)		親魚水槽	●		●	4.29~5.20	619.3	272.1	67.9	—	—
	14.2~20.8	60 (31)	7.7 (5.7~13.9)	16.6 (14.1~18.8)	400			12.22	8 回	420.8	—	89.4	—	—
平成 1	12.19~5.26	天 2	82 (80~84)		親魚水槽	●		●	4.29~5.20	299.2	192.9	90.8	—	—
	14.3~20.2	60 (37)	9.3 (8.1~9.9)	17.1 (15.8~18.2)	400			4.24	3 回	271.6	—	97.3	—	—
昭和 63	12.24~6.5	天 1	78 (68~83)		親魚水槽	●			18.7~19.5	264.4	—	73.0	—	—
	14.1~21.1	70 (42)	8.9 (7.2~10.1)	18.8 (16.9~22.9)	400				5.6~5.10	120.3	65.6	78.3	—	—
昭和 62	12.17~6.18	天 2	86 (77~89)		親魚水槽	●		●	2 回	94.2	—	98.1	—	—
	14.0~22.4	54 (23)	12.3 (9.2~13.4)	19.4 (18.4~20.5)	400				18.4~18.7	92.5	—	70.9	—	—
	12.17~6.18	天 2	86 (77~89)		親魚水槽	●		●	5.5~5.26	851.2	256.3	55.9	—	—
	14.0~22.4	54 (23)	12.3 (9.2~13.4)	19.4 (18.4~20.5)	400				5 回	476.0	—	77.7	—	—
	12.17~6.18	天 2	86 (77~89)		親魚水槽	●		●	18.0~19.1	369.9	—	69.3	—	—
	14.0~22.4	54 (23)	12.3 (9.2~13.4)	19.4 (18.4~20.5)	400				18.0~19.1	369.9	—	69.3	—	—

* () は雌の尾数

I - 3. 光り刺激による産卵試験

有元 操

これまで、HCGの投与に加え光り刺激を行うことで本種の大量採卵が可能となった。本年度は、採卵の基本的条件である電照時間および産卵における雌雄比について検討した。

1. 電照時間

電照処理の時間およびその照度は、本試験を進めるに当たって基本的な問題であるため、電照時間が産卵に及ぼす影響について検討した。

(1) 材料と方法

試験概要については表1に示した。試験は3時間照射区と6時間照射区を設けて行った。

①供試親魚

各試験区とも天然養成2年魚を12尾（内雌5尾）づつ用い、5月3日に屋外角型水槽（90 m³）に収容した。その平均尾叉長および平均体重は、75.0 cm、10.7kg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℃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分まで、6時間照射区では午後6時00分から午後12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0.5 m³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、浮上卵のみをピーカーですくい、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

試験結果は表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152.8万粒、64.2万尾が得られたのに対し、6時間照射区では同122.9万粒、25.6万尾が得られた。受精率では、3時間照射区が76.9%、6時間照射区では49.3%と低かった。浮上卵率およびふ化率では、両試験区で大差は認められなかった。試験区間で受精率に差が生じた要因として、ホルモン投与後から産卵に至るまでの時間が考えられ、3時間照射区で45時間、6時間照射区では56時間であった。

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10:5とする2試験区を設けた。試験概要については表2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1をそれぞれ20尾（内雌10尾）、15尾（内雌10尾）ずつ用い、4月23日に屋外角型水槽（90 m³）に収容した。平均尾叉長および平均体重は、それぞれ67.0cm、6.0kg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

試験結果は表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112.2 万粒、55.6万尾が、同10:5区でそれぞれ110.8 万粒、36.1万尾が得られた。浮上卵率では10:10 区が71.4%、10:5区が52.2%と10:10 区が高かった。ふ化率では前者が62.9%、後者が72.4% で10:5区が高い数値を示した。受精率では、両試験区間で差は認められなかった。

3. 考察

これまで、本法による採卵ではホルモン投与時間、電照時間等が採卵成績に大きく関与することを明らかにし、ホルモン投与時間は午前中に投与することが、電照時間については9時間以内の照射が適当であると考えられた。今回、電照時間についてさらに詳細に検討を行い、3時間照射が6時間照射に比較して採卵成績は良好であった。今後、この試験結果の確認が必要と思われる。

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でもある。雌雄比を10:10、10:5とした場合、今回の試験ではやや10:10 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。

4. 要約

- (1) 本年度は、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。
- (2) 3時間照射区と6時間照射区を設け試験を行った結果、雌一尾の採卵数および同ふ化仔魚数は、3時間照射区が6時間照射区に比較して多く得られた。受精率では、3時間照射区が6時間照射区に比較して高く、浮上卵率およびふ化率では、両試験区で大差は認められなかった。受精率に差が見られた要因として、ホルモン投与後から産卵に至るまでの時間が考えられた。
- (3) 雌雄比を10:10 および10:5とする区を設け試験を行った結果、雌1尾の採卵数、同ふ化仔魚数は、雌雄比10:10 区が10:5区に比較して多く得られた。今後、この点についてはさらに詳細な検討が必要である。

表1 照射時間別の産卵試験の概要 (五島事業場)

試験区 照射時間	試験期間 産卵期間	供試親魚 供試尾数 (雌)	大きさ 体重 尾叉長	試験水槽 容量 (m^3)	総採卵数 浮上卵数 (万粒)	受精卵数 ふ化仔魚数 (万粒、万尾)	浮上卵率 受精率 (%)	ふ化率 (%)	雌1尾の採卵数 と同一化仔魚数 (万粒、万尾)
3時間	5.3~5.8 5.3~5.7	天2 12 (5)	10.7 kg 75.0 cm	屋外角型 水槽、90	763.8 579.8	445.9 321.0	75.9 76.9	72.0	152.8 64.2
6時間	5.3~5.8 5.3~5.7	天2 12 (5)	10.7 kg 75.0 cm	屋外角型 水槽、90	614.5 376.5	185.6 128.0	61.3 49.3	69.0	122.9 25.6

表2 性比別の産卵試験の概要 (五島事業場)

試験区 ♀:♂	試験期間 産卵期間	供試親魚 供試尾数 (雌)	大きさ 体重 尾叉長	試験水槽 容量 (m^3)	総採卵数 浮上卵数 (万粒)	受精卵数 ふ化仔魚数 (万粒、万尾)	浮上卵率 受精率 (%)	ふ化率 (%)	雌1尾の採卵数 と同一化仔魚数 (万粒、万尾)
10:10	4.23~5.31 4.25~5.30	天1 20 (10)	6.0 kg 67.0cm	屋外角型 水槽、90	1122.0 800.8	695.9 556.0	71.4 86.9	62.9	112.2 55.6
10:5	4.23~5.31 4.25~5.30	天1 15 (10)	6.0 kg 67.0cm	屋外角型 水槽、90	1107.9 578.8	498.7 361.2	52.2 86.2	72.4	110.8 36.1

1-3) 非産卵期における産卵試験

有元 操

本種の計画的種苗生産を行うためには、任意の時期に産卵を誘発する技術が必要である。このため、昭和61年度より、水温制御、長日処理およびLH-RHを用いて非産卵期の採卵試験に取り組んでいる。そして、平成元年度は水温制御法に加え、長日処理法を組み込みこんだところ、通常の産卵期より1か月程度早い3月下旬には大量の受精卵を得ることができた。また、昨年度は、水温制御と長日処理およびLH-RHで卵黄形成を促進させ、HCGで産卵を誘発させる試験を2月下旬に行い、長期に渡る産卵がみとめられたものの、卵質的には問題が残された。この要因として、LH-RHの投与が本種本来のホルモン分泌のバランスを崩し産卵に支障を来したと考えられた。

本年度はこの点に留意し、陸上水槽で養成した親魚を用いての2月下旬、3月下旬の採卵試験、加えて、海面小割生簀の養成魚を用いての4月上旬での採卵試験も行った。以下にその概要について報告する。

1. 2月下旬における早期採卵試験

12月中旬に海面小割生簀より陸上水槽に供試魚を収容し、水温制御、長日処理で卵黄形成を早期化して、HCG並びにLH-RHで産卵を2月下旬に誘起させた。昨年度と異なる点は、LH-RHは産卵誘起を目的に用いた点である。

(1) 材料および方法

試験概要および試験結果について以下の試験も合わせて表1に示した。

1) 供試魚と収容方法

供試魚には、天2を24尾(うち雌12尾)用い、平成2年12月21日に屋外水槽(角型、90m³)に収容した。収容時の平均尾叉長および平均体重は、76cm(74~81)、7.8kg(6.4~9.4)であった。

2) 親魚の養成と管理方法

① 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、この他に冷凍したイカナゴ、スル

メイカ、アジ、サバ等を用いた。投餌回数は2日に1回程度を目安として投餌した。

②ホルモン剤と投与量

ホルモン剤には産卵誘起を目的として、ゴナトロピン（動物専用、帝国臓器製、以下HCGと略す）とLH-RH（des-Gly¹⁰, [D-Ala⁶]-LH-RH Ethylamide、シグマ社製）を用いた。1回目のホルモン投与は2月26日に行い、前者を雌5尾、雄6尾に、後者を雌7尾、雄6尾に投与した。2回目は3月18日に行い、すべての個体にHCGを投与した。なお、投与量はHCGで900IU/kg、LH-RHで75μg/kgとした。

③産出卵の回収

産卵水槽から卵の排出を3本のサイホン（カナラインホース：口径50mm）で行い、それを0.5 m³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。卵の分離は集卵バケツの浮上卵をピーカーですくってメスシリーダーへ移す方法をとった。

④飼育水槽の管理

使用海水にはろ過海水（5~9m³/時間）を使用した。水槽は、上面に寒冷紗（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。また、逸散したモイストベレットを回収する目的で、4基のエアリフト（40目のニップ強力網付き）を設置した。

⑤長日処理方法

長日処理は、レフランプ（500w×2灯）を用いて試験開始翌日より開始した。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2月下旬には6時間（午後6時～午前0時）点灯した。

⑥養成水温

養成水温は、2月上旬まで14℃台に維持させ、その後昇温し2月下旬までに17℃台とし、ホルモン打注後産卵は水温を18.5℃とした。

（2）結果

ホルモン投与時の卵巣卵の状況について表2に示した。1回目のホルモン投

与時（2月26日）の成熟状態は、平均卵巣卵径が508~737 μm とほとんどの個体が第一次卵黄球期から第二次卵黄球期の成熟段階で、本種で大量採卵が期待される第三次卵黄球期以降の個体は少なかった。このため、平均卵巣卵径が508~680 μm の雌7尾には成熟促進効果と産卵誘起効果があるLH-RHを投与した。2回目のホルモン投与時（3月18日）の成熟状態は、LH-RH投与群では7尾の内2尾に、HCG投与群では5尾のうち4尾に排卵痕が認められた。なお、排卵痕が認められた個体には多くの退行卵が出現していた。

このような成熟経過のもと、産卵は3月1日より認められ3月20日の間に、総採卵数110.7万粒、受精卵数498.4万粒を得、この内からふ化仔魚230.5万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ64.1%、70.0%、46.2%であった。雌1尾当たりの採卵数および雌1尾当たりのふ化仔魚数は、92.6万粒、19.2万尾となった（表1）。このように、産卵は長期間にわたり多くの卵は得られたものの、卵質の面で問題が残された。

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。

（1）材料と方法

1）供試魚と収容方法

供試魚は、天1を24尾（内雌13尾）用い、1990年12月21日に屋外水槽（角型、90 m^3 ）に収容した。収容時の平均尾叉長および平均体重は、67cm（66~68）、4.4kg（4.0~4.8）であった（表1）。

2）親魚の養成と管理の方法

餌料組成と投餌方法、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1.（1）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℃以上とし、その後3月下旬までに18℃台に昇温し、ゴナトロピン投与後は、18.5℃前後とした。

(2) 結果

ホルモン投与時の卵巢卵の成熟状況は、平均卵巢卵径が653 μm (459~774) と700 μm 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多く、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3月31日の間に、総採卵数189.6 万粒、受精卵数117.9 万粒を得、この内からふ化仔魚91.4万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ68.1%、91.3%、77.5% であった。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、14.6万粒、7.0 万尾となった。

表3に過去2年間の3月下旬における採卵試験結果を示した。試験は基本的には同様な方法で行ったが、詳細には異なる点もある。このため、一概に比較は難しい。しかし、いずれの試験でも雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、100 万粒、40万尾以上が得られていることより、今回の試験では養成過程で何らかの不都合が生じた可能性がある。特にホルモン投与時の卵巢卵の成熟状況は、過去2年間と比較して劣る。今後、この点についての詳細な検討が必要である。

3. 海面小割生簀養成群からの4月上旬における早期採卵試験

陸上水槽での養成を軽減するため、海面小割生簀の養成群にLH-RHを投与し、卵黄形成を早め、ゴナトロピンを投与して4月上旬に採卵を行った。

(1) 材料と方法

1) 供試魚と収容方法

供試魚には、天2を20尾（内雌10尾）用い、1991年3月29日に海面小割生簀でLH-RH ($30 \mu\text{g} / \text{kg}$) を投与した。さらに、4月8日にゴナトロピン ($900\text{IU} / \text{kg}$) を投与して屋外水槽（角型、 90m^3 ）に収容した。収容時の平均尾叉長および平均体重は、 75cm ($73\sim 78$)、 10.7kg ($9.9\sim 11.7$) であった（表1）。

2) 親魚の養成と管理の方法

餌料組成と投餌方法、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1. (1)と同様である。

3) 長日処理方法

電照は、レフランプ ($500\text{w} \times 2$ 灯) を用い、陸上水槽への収容時より開始した。電照時間は午後6時00分～午後12時00分まで6時間点灯した。

4) 養成水温

養成水温は、陸上水槽に収容までは自然海水温で、収容後は、2日間で 18.5°C に上昇させた。

(2) 結果

本試験における卵巣卵の成熟経過を個体別に表4に示した。LH-RH投与時の平均卵巣卵径は $644 \mu\text{m}$ ($527\sim 766$) でほとんどの個体が第一次～第二次卵黄球期であった。しかし、ゴナトロピン投与時の平均卵巣卵径は $723 \mu\text{m}$ ($620\sim 769$) となり、第三次卵黄球期の個体が多く認められ、LH-RHの成熟促進効果が認められた。

このような成熟経過のもと、産卵は、ゴナトロピン投与後2日目の4月10日に認められ4月24日までに、総採卵数1320.8万粒、受精卵数289.7万粒を得、この内からふ化仔魚200.3万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ35.8%、61.2%、69.1%であった。雌1尾当たりの採卵数および同化仔魚数は、132.1万粒、20.0万尾となった（表1）。このように、昨年同様、未成熟の親魚にLH-RHを投与し、卵黄形成を早期化し産卵させることは可能と考えられた。ただし、卵質の面では、依然として問題が残された。

4. 考察

今回、2月下旬の採卵では卵黄形成促進効果が認められるLH-RHは用いなかった。これは、本ホルモンが種本来のホルモン分泌のバランスを乱し、産卵に支障を来す恐れが考えられたためである。しかし、2月下旬の平均卵巣卵径は508~737 μm と、HCGの投与で産卵が可能と思われる成熟段階には達していなかった。このため長日処理および加温のみでは、本種を2月下旬に第三次卵黄球期以降の成熟段階まで高めることは難しいと判断された。今後、他の成熟促進要因についてさらに検討しておく必要がある。

3月下旬の採卵では過去2年間の採卵結果と比較して、雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は低い数値を示した。この要因として、ホルモン投与時の平均卵巣卵径が小さく、退行卵が多く出現したことが挙げられる。これは、ホルモン投与直前に停電があり、長日処理の時間が乱れたことが考えられた。このように長日処理時間は、得られる卵数および卵質に大きく影響するものと考えられ、今後、この点に留意した養成が必要である。

陸上水槽での長期に渡る長日および加温飼育を軽減するため、海面小割養成群を用いて卵黄形成をLH-RHで早期化し4月上旬に採卵試験を行った。その結果、昨年同様に採卵可能であると判断された。しかし、卵質には問題が残され、LH-RHが産卵に支障を来したと考えられた。今後、本ホルモンの投与法、投与量あるいは投与時期等の検討が必要と考えられた。

5. 要約

- (1) 本年度は、2月下旬および3月下旬の早期採卵試験を行うとともに海面小割生簀の養成魚を用いて4月上旬の採卵試験も行った。
- (2) 2月下旬における早期採卵試験では、12月中旬に海面小割生簀より陸上水槽に供試魚を収容し、加温および長日処理で卵黄形成を早期化し、LH-RHおよびHCGで産卵誘起を行った。
- (3) 同試験での成熟状況は、ホルモン投与時の2月26日には、平均卵巣卵径508~737 μm と多くの個体が第二次卵黄球期以前の成熟段階であった。産卵は3月1日より認められ3月20日の間に、総採卵数1110.7万粒、受精卵数498.4万粒を得、この内からふ化仔魚230.5万尾が得られ

た。今後、他の卵黄形成誘起要因についての検討が必要と思われた。

- (4) 3月下旬における早期採卵試験では、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月下旬に採卵を行った。
- (5) 同試験での成熟状況は、3月28日には平均卵巢卵径が653 μm (459~774)となりほとんどの個体が第二次卵黄球期以前の成熟段階で、多くの退行卵が認められた。産卵は3月30日より認められ同月31日の間に、総採卵数189.6万粒、受精卵数117.9万粒を得、この内からふ化仔魚91.4万尾が得られた。過去2年間の成績と比較すると採卵数および卵質とも悪く、ホルモン投与直前に停電があり、長日処理の時間が乱れたことが考えられた。
- (6) 海面小割生簀養成群からの4月上旬における早期採卵試験では、海面小割生簀の養成群にLH-RHを投与し、卵黄形成を早め、ゴナトロピンを投与して4月上旬に採卵を行った。
- (7) 本試験における卵巢卵の成熟経過は、ゴナトロピン投与時(4月8日)の平均卵巢卵径は723 μm (620~769)と、LH-RH投与時より100 μm 程度の卵径の増大が認められた。産卵は、4月10日に認められ4月24日のまでに、総採卵数1320.8万粒、受精卵数289.7万粒を得、この内からふ化仔魚200.3万尾が得られた。

表 1 平成3年度ブリの非産卵期における採卵試験の概要 (五島事業場)

試験区	試験期間 水温 (°C)	親魚系群 水温 (°C)	平均尾叉長 (cm)	収容 水槽 容量	産卵手法				総採卵数		浮上卵率		雌1尾の採卵 数 (万粒)
					———				浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	受精率 (%)	ふ化率 (%)	同ふ化仔魚数 (万尾)
					加温	LH-RH	電照	産卵期間					
2月下旬 早期採卵	12.21~3.21	天2	76 (74~81)	屋外角型	●	●	●	3.1~3.20	1110.7	230.5	64.1	92.6	
	14.2~19.8	24	7.8 (6.4~9.4)	90 (m³)	1.30	2.26	12.21	18.0~19.2	711.6		70.0	19.2	
	(12)*		17.5 (15.8~18.7)						498.4		46.2		
3月下旬 早期採卵	12.21~4.1	天1	67 (66~68)	屋外角型	●	●	●	3.30~3.31	189.6	91.4	68.1	14.6	
	14.0~19.2	24	4.4 (4.0~4.8)	90 (m³)	1.30		12.21	18.6~19.1	129.2		91.3	7.0	
	(13)		15.0 (13.9~16.0)						117.9		77.5		
海面小割 養成群 早期採卵	3.29~4.25	天2	75 (73~78)	海面小割	●	●	●	4.10~4.24	1320.8	200.3	35.8	132.1	
	16.2~19.0	20 (10)	10.7 (9.9~11.7)	生簀→	4.8	3.29	4.8	18.2~18.9	473.3		61.2	20.0	
			25.3 (23.9~27.6)	同水槽90m³					289.7		69.1		

注) 雌の尾数

表2 プリの2月下旬における産卵試験での平均卵巢卵径の変化

		卵巢卵の状況 (*は排卵、+は退化卵が30%以上認められる個体)	
個体 番号	ホルモン	2月26日 (1回目ホルモン投与時)	3月18日 (2回目ホルモン投与時)
1	LH-RH	553 (493~643)	732 (602~846)
2		679 (582~766)	736 (714~803) *, +
3		680 (617~733)	780 (761~994)
4		580 (533~655)	764 (721~899)
5		508 (392~648)	735 (703~865)
6		571 (523~618)	883 (756~984)
7		636 (559~695)	1085 (956~1195) *, +
平均		601 (508~680)	816 (732~1085)
8	HCG	719 (684~769)	962 (854~1205) *, +
9		631 (571~690)	766 (713~896) *, +
10		737 (636~845)	779 (698~1105) *, +
11		693 (612~748)	759 (621~1006) *, +
12		711 (646~817)	818 (738~1123)
平均		698 (631~737)	817 (759~962)

表3 これまでのブリの3月下旬における採卵試験の比較 (五島事業場)

実施年度 試験期間	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 (m ³)	HCG 投与日 平均卵巣卵 径 (μm)	採卵および 産卵期間	採卵 尾数	総採卵数 浮上卵数 (万粒)	受精卵数 ふ化仔魚数 (万粒、万尾)	浮上卵率 受精率 (%)	み化率 (%)	雌1尾の浮卵数 と同等化仔魚数 (万粒、万尾)
1990 年 11.15~4.11	天2 23(13)	7.7(5.7~13.9) 78.0(70.0~95.0)	屋外角型水槽 90	3月31日 763 (701~820)	4.2~4.11	9	1540.7 919.0	893.7 532.0	59.5 97.2	59.5	118.5 40.9
1989 年 12.19~4.8	天1 24(17)	4.8(4.1~5.7) 68.0(65.0~71.0)	屋外角型水槽 90	3月28日 781 (726~860)	3.30~4.5	16	1729.7 1257.2	1071.2 738.1	72.7 85.2	68.9	108.1 43.4

表4 ブリの海上小割生簀養成群における産卵試験での平均卵巢卵径の変化

個体 番号	平均卵巢卵径	
	3月29日 (LH-RH投与時)	4月8日 (HCG投与時)
1	622 (575~664)	754 (725~787)
2	766 (724~820)	769 (740~795)
3	646 (580~678)	769 (721~854)
4	527 (498~589)	620 (543~690)
5	541 (503~580)	636 (587~697)
6	639 (621~682)	692 (640~743)
7	702 (638~736)	765 (724~812)
8	633 (562~713)	749 (682~801)
9	635 (559~703)	740 (656~828)
10	728 (647~781)	734 (701~822)
平均	644 (527~766)	723 (620~769)

3) ヒラマサの親魚養成と自然産卵

有元操

本年度は、長日処理と水温制御による早期採卵試験、水温制御による採卵試験および光り刺激による産卵試験を行い、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. 長日処理と水温制御による早期採卵試験

2月中旬に親魚を陸上水槽に収容し、長日処理を行い、3月下旬の採卵を目的として自然産卵試験を行った。本年度行った試験概要については、他の試験も合わせて表1に取りまとめて示した。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) 方法

1) 供試親魚と収容方法

供試魚には、天然3年養成魚を25尾（内雌11尾）用い、平成3年2月13日に屋外角型水槽（90m³）1面に収容した。収容時の体重および尾叉長は、それぞれ9.5 kg、83cmであった（表1）。

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回の投餌量は、ほぼ飽食量与えた。投餌回数は、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℃以上とし、2月下旬より徐々に昇温し、3月下旬には20℃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 m³/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50 mm)で行い、それを0.5 m³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UNDERで計量し、浮上卵のみをふ化水槽(逆円錐型:実行水量≒1 m³もしくはふ化ネット実行水量≒0.25m³)に収容し、流水(20~21℃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、浮上卵のみをピーカーですくい、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

最初の産卵は3 月28日に確認され、その後4 月23日までに、総採卵数320.5 万粒(浮上卵数264.6 万粒、受精卵数224.9 万粒)、ふ化仔魚181.5 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、82.6%、85.0%、80.7%であった(表2)。雌1 尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌(11尾)が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ29.1万粒、16.5万尾となった。昨年同様、本法により約1 か月間早く採卵が可能となった。

2. 水温制御による自然産卵試験

冬季に15℃以下とならないように加温し、4 月下旬には20℃台とする水温経過のもとで、自然産卵手法による採卵を行った。

(1) 方法

1) 供試親魚と収容方法

供試魚には、天4を25尾（内雌10尾）用い、平成2年12月25日に屋外角型水槽（90m³）1面に収容した。収容時の体重および尾叉長は、それぞれ9.0 kg、87cmであった（表1）。

2) 水温設定

水温は、15℃以下となった2月下旬より加温し、その後昇温し、4月下旬には20℃台とした。なお、産卵期間中の水温刺激は行わなかった。

（2）結果

最初の産卵は4月22日に確認され、さらにその後5月10日までに、総採卵数531.2万粒（浮上卵数425.6万粒、受精卵数400.0万粒）を得、ふ化仔魚318.2万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、80.1%、94.0%、79.6%であった（表3）。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（10尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ53.1万粒、31.8万尾となった。

3. 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、その効果について検討した。試験概要について表1に示した。

(1) 方法

光り刺激処理区と無処理区（対照区）の2試験区を設けた。

1) 供試親魚と収容方法

試験に先立ち、供試魚は海面小割生簀でLH—RH（1尾当たり400 μ g）を平成3年4月11日に投与した。陸上水槽への収容は5月15日に行い、屋外角型水槽（90m³）2面に20尾（内雌11尾）づつHCG（900IU/kg）を投与した後収容した。収容時の体重および尾叉長は、それぞれ、5.9 kg（5.2～6.3）、70.0 cm（69.0～71.0）であった（表1）。

2) 水温設定

水温は、LH—RH投与後の海面小割生簀では自然海水温で16.0～18.3 で、陸上水槽収容後は加温し20.0～22.0℃を維持させた。なお、産卵期間中の水温刺激は行わなかった。

3) 光り刺激

光り刺激処理区では、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13日に確認され、5月31日まで採卵を行った。光り刺激処理区では総採卵数544.2万粒（浮上卵数444.5万粒、受精卵数421.4万粒）を得、ふ化仔魚344.0万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、81.7%、94.8%、81.6%であった（表4）。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（11尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ60.5万粒、34.4万尾となった。対照区では総採卵数293.4万粒（浮上卵数221.8万粒、受精卵数203.4万粒）を得、ふ化仔魚126.1万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ、75.6%、91.7%、62.0%であった（表5）。雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数は、全ての雌（11尾）が産卵に関与したと仮定すると、それぞれ26.7万粒、11.5万尾となった。このように試験区間で、雌1尾当たりの採卵数および同ふ化仔魚数に大

きな差が見られ、光り刺激は、ブリ同様、効果があると判断された。

4. 考察

長日処理と水温制御を併用することにより本種でもブリ同様に3月下旬に採卵が可能となり、長日処理による成熟促進効果は一応は認められた。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。このため、今回の試験では産卵関与個体が少なかった可能性がある。この要因については判然としないが、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。

光り刺激による自然産卵試験では海面小割養成群にLH—RHを投与してから試験を開始した。これは、本種では自然海水温で養成すると、順調に卵黄形成が発達しないからである。このような条件下で光り刺激を与えた結果、対照区より約3倍のふ化仔魚数が得られた。このように本種でも光り刺激は有効な方法と考えられた。

5. 要約

- (1) 長日処理と水温制御による早期採卵試験、水温制御による採卵試験および光り刺激による産卵試験を行った。
- (2) 長日処理と水温制御による早期採卵試験では、産卵は3月28日に確認され、4月23日までに総採卵数320.5万粒ふ化仔魚181.5万尾が得られた。本法により約1か月間早く採卵が可能となった。
- (3) 水温制御による自然産卵試験では、総採卵数531.2万粒ふ化仔魚318.2万尾が得られた。
- (4) 光り刺激による効果を検討するため、光り刺激処理区と無処理区（対照区）の2試験区を設けて産卵試験を行った。
- (5) 光り刺激処理区では総採卵数544.2万粒を得、ふ化仔魚344.0万尾が得られた。対照区では総採卵数293.4万粒を得、ふ化仔魚126.1万尾が得られた。このように本種でも光り刺激は有効な方法と考えられた。

表 1 平成3年度ヒラササの採卵試験結果の概要 (五島事業場)

試験区分 親魚区分	試験期間 産卵期間	水槽容量 個数	供試 尾数 (雌)	尾叉長 (cm) 体重 (kg)	採卵の 方法	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)
早期採卵 天 3	平3.2.13~4.25 平3.3.28 ~4.23	90 m ³ 1	25 (11)	83.0 9.5	自*	320.5	264.6	224.9	181.5
水温制御 天 4	平2.12.25~5.10 平3.4.22~5.10	90 m ³ 1	25 (10)	87.0 9.0	自	531.2	425.6	400.0	318.2
光り刺激区 天 2	平3.4.11~5.31 平3.5.15~5.31	90 m ³ 1	20 (11)	70.0 5.9	自 (温、電、ホ)	544.2	444.5	421.4	344.0
対照区 天 2		90 m ³ 1	20 (11)	70.0 5.9	自 (温、ホ)	293.4	221.8	203.4	126.1

* 自とは水槽内自然産卵、温とは加温、電とは電照、ホとはホルモン (HCGおよびLH-RH)

産卵 月日	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 (%)	平均卵径 (μm)	平均油球径 (μm)
3.28	16.3	16.3	16.3	11.5	100.0	100.0	70.6	1451	345
30	12.5	12.5	12.5	12.0	100.0	100.0	96.0	1437	333
4.1	28.4	21.5	17.6	16.3	75.7	81.9	92.6	1403	307
2	38.3	31.0	25.1	23.1	80.9	80.9	92.0	1434	350
3	6.9	4.7	3.2	3.1	68.1	68.7	96.9	1426	354
4	10.8	8.6	6.9	6.5	79.6	80.0	94.2	1392	333
5	13.8	12.0	10.8	4.6	87.0	89.7	42.6	1398	326
8	5.2	4.3	3.7	2.0	82.7	86.9	54.1	1371	336
9	19.8	17.2	14.9	11.3	86.9	86.9	75.8	1380	342
13	30.1	27.5	25.1	20.0	91.4	91.4	79.7	1415	334
15	20.3	18.3	14.2	10.5	90.1	77.6	73.9	1400	332
16	16.9	15.3	10.3	7.1	90.5	67.3	68.9	1396	330
18	34.4	30.1	26.3	19.5	87.5	87.5	74.1	1414	342
19	14.2	7.7	4.2	4.1	54.2	54.5	97.6	1405	339
21	22.4	18.1	14.6	11.7	80.8	80.7	80.1	1399	335
23	30.2	19.5	19.2	18.2	64.6	98.5	94.8	1383	320
合計	320.5	264.6	224.9	181.5	82.6	85.0	80.7	1407	335

表 3 ヒラヤサの水溫制御による採卵試験結果

産卵 月日	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 (%)	平均卵径 (μ m)	平均油球径 (μ m)
4.22	25.4	19.4	19.4	13.8	76.4	100.0	71.1	1389	342
23	26.7	20.6	20.2	15.3	77.2	98.0	75.7	1390	343
24	41.3	35.7	35.7	29.4	86.4	100.0	82.4	1436	344
25	63.6	55.9	55.9	43.0	87.9	100.0	76.9	1427	354
28	87.3	75.3	64.9	57.1	86.3	86.2	88.0	1427	339
29	42.1	37.0	29.3	19.5	87.9	79.1	66.6	1421	336
30	31.0	24.9	24.9	23.2	80.3	100.0	93.2	1432	338
5.1	34.8	31.0	30.5	16.9	89.1	98.3	55.4	1416	349
3	32.3	26.7	24.5	20.3	82.7	91.6	82.9	1398	346
5	15.5	15.5	15.2	8.2	100.0	98.0	53.9	1441	339
6	86.0	46.9	46.2	42.3	54.5	98.6	91.6	1456	345
7	6.5	2.2	2.2	1.8	33.8	100.0	81.8	1423	356
9	14.6	10.8	9.8	7.2	74.0	90.3	73.5	1410	375
5.10	24.1	23.7	21.3	20.2	98.3	89.7	94.8	1418	347
合計	531.2	425.6	400.0	318.2	80.1	94.0	79.6	1420	347

表4 ヒラマサの光り刺激による採卵試験結果

産卵 月日	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 (%)	平均卵径 (μ m)	平均油球径 (μ m)
5.16	40.0	29.2	26.2	10.1	73.0	89.6	38.5	1489	353
17	69.2	46.9	46.4	45.2	67.8	99.0	97.4	1431	346
18	60.6	47.7	42.0	32.6	78.7	88.0	77.6	1438	338
19	24.9	21.5	21.1	11.3	86.3	98.0	53.6	1426	336
20	103.2	98.7	94.8	93.0	95.6	96.0	98.1	1456	339
21	33.5	30.1	28.4	14.3	89.9	94.5	50.4	1458	343
22	28.0	25.8	23.2	20.2	92.1	90.0	87.1	1423	330
23	11.6	7.7	7.7	5.3	66.4	100.0	68.8	1420	332
24	44.7	42.1	41.4	35.2	94.2	98.3	85.0	1450	340
25	39.6	25.8	23.0	20.2	65.2	89.0	87.8	1416	321
26	28.4	23.2	23.2	20.6	81.7	100.0	88.8	1374	352
27	6.0	6.0	5.7	5.3	100.0	95.0	93.0	1398	330
28	23.2	19.8	19.2	15.6	85.3	97.2	81.3	1409	341
29	15.9	8.6	8.1	7.5	54.1	94.5	92.6	1402	336
30	7.7	5.1	4.8	3.0	66.2	93.8	62.5	1420	325
31	7.7	6.3	6.2	4.6	81.8	98.0	74.2	1395	335
合計	544.2	444.5	421.4	344.0	81.7	94.8	81.6	1425	337

表 5 ヒラマサの採卵試験結果 (対照区)

産卵 月日	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 (%)	平均卵径 (μm)	平均油球径 (μm)
5.16	8.2	3.0	2.9	1.2	36.6	96.0	41.4	1442	347
17	14.6	13.8	11.8	6.3	94.5	85.6	53.4	1443	339
18	24.1	21.5	19.3	11.3	89.2	89.6	58.5	1432	348
19	18.1	16.3	16.0	12.0	90.1	98.0	75.0	1429	345
20	25.8	12.9	12.3	10.1	50.0	95.0	82.1	1430	340
23	22.4	14.6	12.4	6.3	65.2	85.0	50.8	1426	339
24	42.6	33.5	32.2	20.3	78.6	96.0	63.0	1442	345
25	37.4	31.0	26.4	14.3	82.9	85.0	54.2	1431	342
26	25.8	21.5	21.1	15.3	83.3	98.0	72.5	1392	307
27	21.5	21.5	21.5	15.6	100.0	100.0	72.6	1426	332
28	9.0	9.0	8.8	4.9	100.0	98.0	55.7	1420	346
29	6.0	1.7	1.3	1.0	28.3	75.6	76.9	1432	324
30	31.0	20.6	16.5	7.3	66.5	80.0	44.2	1389	329
31	6.9	0.9	0.9	0.2	13.0	95.6	22.2	1386	332
合計	293.4	221.8	203.4	126.1	75.6	91.7	62.0	1423	337

4) シマアジの親魚養成と採卵試験

有元操

昨年度は、当海域のシマアジ親魚の成熟状況について明らかにし、水温が22℃以下となる10月下旬頃より卵黄形成が始まり、11月上旬には一部の個体は第二次卵黄球期に達することが判明した。そして、LH-RHを投与することで11月上旬には採卵可能となった。また、長日処理により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った。しかし、1月以降の種苗生産ではウイルス性神経壊死症が発生し大きな問題として残された。

本年度はウイルス性神経壊死症の対策を第一義的に考え採卵を行った。まず、本ウイルスに対する親魚血清中の抗体価を検査し、抗体価の高い群と低い群に分け採卵試験に供試した。また、若齢魚からの採卵を試みた。養成面では親魚の体力維持を計るため、連続産卵させないように水温を調整した。

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、ウイルス性神経壊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) 方法

人工7歳魚で抗体が低い群（以下、人工7抗体低群）、人工10歳魚で抗体が低い群（以下、人工10抗体低群）および人工10歳魚で抗体が高い群（以下、人工10抗体高群）を用いて採卵を試みた。試験概要について表1に取りまとめて示した。

I. 供試親魚

本年度の採卵試験に用いた供試魚について、来歴、本文での呼称および大きさの組み合わせで表2に示した。供試魚には人工7抗体低群を20尾（内雌10尾）、人工10抗体低群を10尾（内雌4尾）、人工10抗体高群を20尾（内雌10尾）用いた。供試魚の海面小割生簀から陸上水槽（屋外角型水槽、60m³）への収容は、それぞれ平成2年11月22日、同19日、12月3日に行った。HCGは、人工7抗体低群では12月10日から1月11日の間に3回、人工10抗体低群では、

12月11日から3月18日の間に5回、人工10歳魚陽性群では、12月18日から2月12日の間に4回を投与した。なお、投与量は900IU/kgを目安とした。

II. 飼育管理

海上での親魚養成は、小割生簀（5×5×深さ5m、実水容積113 m³）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。

III. 水温設定

水温は、陸上水槽収容後は20℃台を維持し、HCG投与後は2日間で22.0℃とし、産卵後は再び20℃台に降下させ、以後、次の産卵までこの水温を維持させた。

IV. 飼育水槽の管理

使用海水には、濾過海水（5~8 m³/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。

産出卵の回収と卵管理

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 m³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≒1 m³もしくはふ化ネット実行水量≒0.25 m³）に収容し、流水（20~21℃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。

V. 長日処理

長日処理は、いずれの試験でも水中灯（100W、2基）で行い、陸上水槽収容直後より照射した。照射時間は午後6時より午後12時までとした。

(2) 結果

人工7抗体低群では産卵は12月12日から認められ、翌年1月13日までに総採卵数330.3万粒（浮上卵数246.5万粒、受精卵数170.6万粒）を得、ふ化仔魚102.8万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ74.6%、69.2%、60.3%であった（表3）。雌1尾当たりの採卵数および雌1尾当たりのふ化仔魚数は、雌10尾が全て産卵に関与したと仮定すると、それぞれ33.0万粒、10.3万尾であった。

人工10抗体低群では産卵は12月13日から認められ、翌年3月20日までに総採卵数293.7万粒（浮上卵数240.4万粒、受精卵数213.3万粒）を得、ふ化仔魚128.5万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ81.9%、88.7%、60.2%であった（表3）。雌1尾当たりの採卵数および雌1尾当たりのふ化仔魚数は、雌4尾が全て産卵に関与したと仮定すると、それぞれ73.4万粒、32.1万尾であった。

人工10抗体高群では産卵は12月20日から認められ、翌年2月14日までに総採卵数1502.7万粒（浮上卵数932.7万粒、受精卵数810.1万粒）を得、ふ化仔魚626.7万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率は、それぞれ62.1%、86.9%、77.4%であった（表3）。雌1尾当たりの採卵数および雌1尾当たりのふ化仔魚数は、雌10尾が全て産卵に関与したと仮定すると、それぞれ150.2万粒、62.7万尾であった。

なお、本年度はいずれの群のふ化仔魚からもウイルス性神経壊死は発生しなかった。

(3) 考察

本年度はウイルス性神経壊死症対策を重視し採卵を行った。本ウイルスは雌親魚が主な伝染源とされている。このため、親魚血清中のSJNNVに対する抗体価の検出を行い、抗体価の高低により人工10歳魚群を選別し採卵に用いた。しかし、抗体価の高低にかかわらず本年度はウイルス性神経壊死症は発生しなかった。ここで重要なことは、抗体価の意味である。抗体価が高いにも関わらず本症が発生しなかったことより、さらに、抗体価については検討する必要がある。

今回、魚体重3 kg以下の人工7歳魚も試験に供試した。これは、SJNNVは養成年数が長いほど高い割合で感染している可能性があるからである。今回、この親魚群の抗体価が低い群からウイルス性神経壊死症は発生しなかった。しかし、養成年数が短い群ではストレスに敏感である可能性があり、ウイルスの感染を受けやすい可能性もある。今後、親魚群の選択については、この点についても考慮しておく必要がある。

ウイルス感染を受けた場合、宿主側の防御機構が重要である。この点に着目し、親魚の体力維持に努めた。すなわち、連続産卵を制御し、ホルモンにより適宜産卵させた。また、投餌回数を増加させ体力の減耗を防いだ。この効果については、今回の試験からでは判断できないため、さらに試験の積み重ねが必要である。

(4) 要約

- ① 本年度はウイルス性神経壊死症対策を第一義的に考え、抗体価の高い群と低い群に分け採卵を行った。また、若齢魚からの採卵を試みた。養成面では親魚の体力維持を計るため、連続産卵させないようにした。
- ② 人工7歳魚で抗体価が低い群、人工10歳魚で抗体価が低い群および人工10歳魚で抗体価が高い群を用いて採卵を試みた。
- ③ 人工7抗体低群では総採卵数330.3万粒を得、ふ化仔魚102.8万尾が得られた。
- ④ 人工10抗体低群では総採卵数293.7万粒を得、ふ化仔魚128.5万尾が得られた。
- ⑤ 人工10抗体高群では総採卵数1502.7万粒を得、ふ化仔魚626.7万尾が得られた。
- ⑥ 本年度はいずれの群のふ化仔魚からもウイルス性神経壊死は発生しなかった。
- ⑦ 今後、ウイルス性神経壊死症対策を考慮し、親魚血清中のSJNNVの抗体価、親魚の年令、連続産卵の抑制効果については、さらに検討する必要がある。

表2 シマアジ親魚の保有状況 (平成3年9月4日現在)

親魚の呼称	親魚の来歴				大きさ			
	親魚 系群	入手年月	場所	漁法	保有 尾数	魚体重 (kg)	尾叉長 (cm)	
人工10歳魚群	A	平成1年8月	古瀬田事業場	昭和56年 上浦事業場	41	4.1 (3.0~4.5)	56 (50~59)	
天然7歳魚群	B	平成1年8月	宮崎県門川町 庵川漁協	定置網	38	2.4 (2.0~3.0)	48 (45~50)	
人工7歳魚群	C	昭和59年	五島事業場	種苗生産	62	2.3 (1.91~3.0)	47 (41~52)	
新規 購入 入群	天然13歳魚群	D	平成2年10月	能登島水族館	56年度 定置網	3	7.7 (6.7~8.9)	69 (67~73)
	天然2歳魚群	E	平成2年10月	千葉県勝浦市 鶴原漁協	62, 63年 定置網	24	1.5 (1.1~2.2)	41 (39~48)
	天然2歳魚群	F	平成2年10月	鹿児島県笠沙町 笠沙漁協	63年度 定置網	50	1.7 (1.4~1.9)	44 (41~45)
	天然当歳魚群	G	平成3年4月	上浦事業場	釣り	99	-	20 (15~22)
	天然当歳魚群	H	平成3年4月	古瀬田事業場	釣り	185	-	21 (16~24)

表 1 平成3年度シマアジの採卵試験結果の概要 (五島事業場)

親魚区分 抗体価	試験期間 産卵期間	水槽 容量 (m ³) 個数	供試 尾数 (雌)	供試魚の大きさ		産卵 回数	採卵の 方法	総採卵数 浮上卵数 (万)	受精卵数 ふ化仔魚数 (万)	浮上卵率 受精率	ふ化率 (%)
				尾叉長 (cm)	体重 (kg)						
人工7 低い	H2.11.22~ H3.2.12 H2.12.10~ H3.1.11	90 1	20 (10)	49.0	2.7	3 (温、 自* 長)	自* ホ	330.3 246.5	170.6 102.8	74.6 69.2	60.3
人工10 低い	H2.11.19~ H3.4.9 H2.12.11~ H3.3.18	90 1	10 (4)	58.0	3.9	5 (温、 自 長)	自 ホ	293.7 240.4	213.3 128.5	81.9 88.7	60.2
人工10 高い	H2.12.3~ H3.2.20 H2.12.18~ H3.2.12	90 1	20 (10)	54.0	4.4	13 (温、 自 長)	自 ホ	1502.7 932.7	810.1 626.7	62.1 86.9	77.4

自* 自然産卵

表3 平成3年シマアジの採卵試験結果と浮上卵およびふ化仔魚のS-JNNVの検査結果(五島事業場)

親魚区分 尾数(尾) 平均体重	ホルモン 打注日	産卵日	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 (%)	卵径 (μm)	油球径 (μm)	SAI	検査結果(吸光度A495)		備考 (生産回次)
													浮上卵****	ふ化仔魚	
A人工7歳魚 抗体価低 20(10) 2.7kg	12.10	12.12	219.6	154.0	88.3	42.1	42.1	57.3	47.7	972	253	21.2	0.067	0.025	五島NO. 1
	12.26	12.28	80.7	67.5	59.8	49.0	49.0	88.6	81.9	987	258	24.5	0.054	0.008	上浦NO. 1、2
	1.11	1.13	30.0	25.0	22.5	11.7	11.7	90.0	86.7	1008	261	14.9	0.089	0.024	五島飼育試験1
	小計		330.3	246.5	170.6	102.8	74.6	59.2	60.3						
B人工10歳魚 抗体価低 10(4) 3.9 kg	12.11	12.13	58.8	48.0	47.6	28.8	81.6	99.2	60.5	991	252	25.6	0.095	0.058	五島NO. 2
	12.26	12.28	83.5	81.3	76.0	55.0	96.9	93.5	72.4	999	255	16.0	0.102	0.069	五島NO. 3
	1.14	1.16	51.3	47.3	38.2	-	92.2	80.5	-	987	258	19.2	-	-	五島オゾン試験
	2.14	2.16	28.6	15.4	6.0	2.7	53.8	39.0	45.0	1002	265	8.1	0.056	0.000	五島飼育試験2
	3.18	3.20	71.5	48.4	45.5	42.0	67.7	94.0	92.3	1005	257	28.1	0.032	0.032	五島NO. 8
小計			293.7	240.4	213.3	128.5	81.9	88.7	60.2						
C人工10歳魚 抗体価高 10(10) 4.4 kg	12.18*	12.20	331.0	276.0	248.4	187.0	83.4	90.0	75.4	1026	263	12.5	0.042	0.076	五島飼育試験3
		26	30.0	25.0	22.0	18.4	83.3	88.0	83.6	1005	261	18.5	-	-	
		27	45.0	40.0	35.6	24.3	88.9	89.0	68.3	1015	253	19.3	-	-	
		28	160.6	110.0	102.0	92.3	68.5	92.7	50.5	1001	251	23.1	0.113	0.059	五島飼育試験4
		29	30.4	30.0	29.8	19.4	98.7	99.3	99.3	1006	257	27.4	-	-	
		30	25.0	24.2	19.4	10.3	96.8	80.2	80.2	999	261	21.4	-	-	
		31	30.0	27.3	22.1	12.1	91.0	81.0	81.0	1000	255	15.2	-	-	
		1.1	25.0	21.4	20.3	10.8	82.3	94.9	94.9	1005	260	17.1	-	-	
		2	12.0	6.5	6.1	6.0	54.3	93.8	93.8	995	259	13.4	-	-	
		3	9.0	8.2	7.4	3.2	91.1	90.2	90.2	1002	261	19.2	-	-	
		1.2**	199.1	157.3	136.4	101.9	79.0	86.7	74.7	986	247	18.5	0.081	0.036	五島NO. 4、5
		9	125.0	110.0	92.8	91.2	96.3	84.4	96.3	997	259	13.3	0.022	0.054	五島NO. 6
		2.12***	479.6	36.8	67.8	47.8	20.2	70.0	70.5	996	244	-	0.045	0.072	五島NO. 7
小計			1502.7	932.7	810.1	626.7	82.1	86.9	77.4						
合計			2126.4	1419.6	1194.0	858.0	66.8	84.1	71.9						

(注) *: うち雄5尾、雄5尾にホルモン打注

**: 残り雄5尾、雄5尾にホルモン打注

***: 全ての雄、雄にホルモン打注

****: 採卵産卵1/80に大ける卵半量

昨年度の自然産卵試験では水槽環境特にシェルターの有無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あった。この要因として、親魚の収容尾数が考えられた。本年度は、この点に留意した自然産卵試験を行った。

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、親魚の収容尾数が異なる2例の自然産卵試験を行った。試験概要については表1に示した。

1) 方法

(1) 供試親魚の由来

供試親魚には、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。雌雄比を雌3尾、雄1尾とした区では屋外角型水槽(90m³)に、雌雄比を雌6尾、雄2尾とした区では親魚回遊水槽(400m³)に平成3年4月28日に収容した。供試魚の魚体組成について表2に示した。

(2) 水温

水槽収容後22℃台まですみやかに昇温し、その後はこの水温を維持させた。なお、自然海水温が22℃以上となった6月上旬以降は無加温とした(図1)。

2) 結果

雌3尾、雄1尾とした区では、産卵は5月22日より認められ6月11日までに総採卵数282.8万粒(浮上卵数49.2万粒、受精卵数22.4万粒)を得、ふ化仔魚19.2万尾が得られた。浮上卵率、受精率およびふ化率はそれぞれ17.4%、45.5%、85.7%であった(表3)。雌6尾、雄2尾とした区では、産卵は5月20日より認められ5月31日までに総採卵数98.0万粒(浮上卵数14.7万粒、受精卵数1.5万粒)を得、ふ化仔魚0.1万尾が得られた。浮上卵率および受精率はそれぞれ15.0%、10.2%、6.7%であった。このように、雌3尾、雄1尾とした区の方が

採卵成績は良かった。

2. マハタ

本年度は、雌雄比を雌3尾、雄1尾とした区（試験1）、雌2尾、雄2尾とした区（試験2）を設け、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箆で漁獲され当场で養成した天然養成魚を用いた。試験1では雌3尾と雄1尾を平成2年5月1日に、試験2では雌2尾と雄2尾を同6日に屋外角型水槽（90m³）にそれぞれ収容した（表1）。

(2) 水温

水温は水槽収容後22℃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℃以上となった6月上旬以降は無加温とした。

2) 結果

試験1では白点病が発生し6月17日に試験を中止した。この間産卵は認められなかった。試験2では7月5日まで産卵試験を行ったが産卵は認められなかった。

3. 考察

クエでは陸上水槽収容後、雄同士の闘争行動が認められ、これが本種の順調な成熟を阻害していると考えられる。このため、本年度は雌雄比について検討した。水槽容量が試験区間で異なるため一概には比較できない面もあるが、雌3尾、雄1尾とした区の方が雌6尾、雄2尾とした区より産卵数およびふ化仔魚数は多く得られた。ただし、浮上卵率および受精率が低く、卵質には問題が残されている。この要因として、排卵から産卵に至るまでの経過時間の問題あるいは雄の関与特に放出される精子の量等が挙げられる。今後、この点についての検討が急がれる。

マハタについては白点病が発生し試験を中止せざる得なかった。今後、白点病対策についても検討しておく必要がある。

4. 要約

(1) クエ

(1) 本年度は、親魚の収容尾数が異なる2例の自然産卵試験を行った。

(2) 雌3尾、雄1尾とした区では、総採卵数282.8万粒を得、ふ化仔魚19.2万尾が得られた。雌6尾、雄2尾とした区では、総採卵数98.0万粒を得、ふ化仔魚0.1万尾が得られた。このように、雌3尾、雄1尾とした区の方が採卵成績は良かった。

(2) マハタ

(3) 雌雄比を雌3尾、雄1尾とした区、雌2尾、雄2尾とした区を設け、自然産卵試験を行ったが、産卵は認められなかった。

表 1 クエの自然産卵試験の概要

試験区	♀ : ♂	水槽容量 (m^3)	産卵期間 産卵水温	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 (%) ふ化仔魚 (%)
1	3 : 1	90	H3.5.22~ 6.11 20.3~22.6	282.8 49.2	22.4 19.2	17.4 45.5 85.7
2	6 : 2	400	H3.5.20~ 5.31 20.9~22.9	98.0 14.7	1.5 0.1	15.0 10.2 6.7

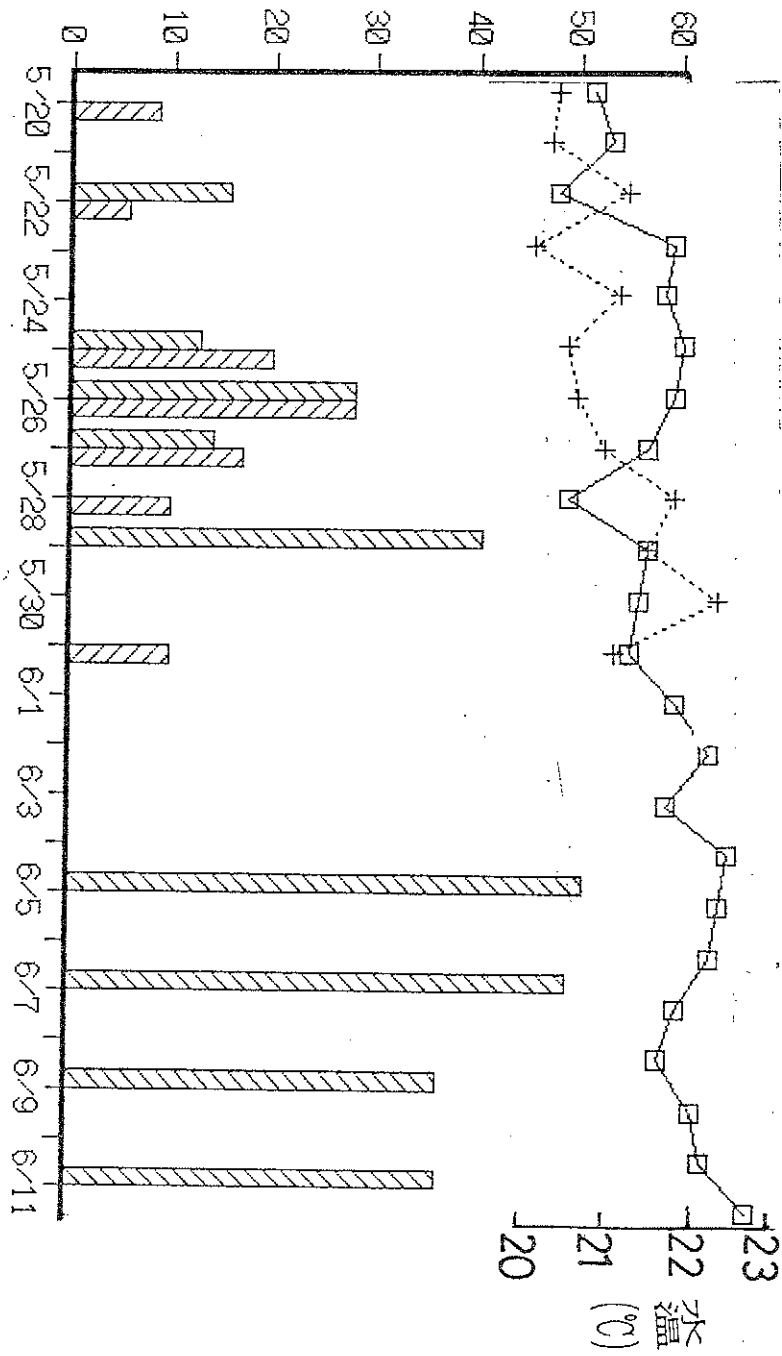


図1 クエの産卵経過と水温経過 (五島事業場)

試験1 (雄1、雌3) : □—□、試験2 (雄2、雌6) : +—+

表 2 クエおよびマハタの自然卵試験に用いた供試魚の魚体組成 (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				試験終了 時の成熟 状況		
			親魚区分	個体番号	雌雄	全長 (cm)		体重 (kg)	
クエ 1	H.3.4.28 ~7.15	90 m ³ 1	天3 ~ 天8	755515 756745	♂ ♀	98.0 80.0	15.0 9.4	放精 排卵	
	H.3.5.22 6.11			756F2B 5E3659	♀ ♀	74.0 72.0	7.6 6.8	排卵 排卵	
	クエ 2	H.3.4.28 ~7.1	400 m ³ 1	天3 ~ 天8	757745 755752	♂ ♂	88.0 85.0	12.6 9.6	放精 放精
		H.3.5.20 5.31			756B6A 78662E	♀ ♀	66.0 76.0	4.8 6.8	排卵 排卵
				755869 75554E	♀ ♀	73.0 66.0	6.8 5.7	排卵 排卵	
				755C41 756118	♀ ♀	71.0 65.0	6.1 4.7	排卵 未成熟	
マハタ 1		H.3.5.1 ~6.17	90 m ³ 1	天3 ~ 天8	757111 5E3A42	♂ ♀	69.0 56.0	5.0 3.4	放精 排卵
					756865 75523B	♀ ♀	59.0 57.0	3.5 3.4	卵黄球期 卵黄球期
	マハタ 2	H.3.5.6 ~7.5	90 m ³ 1	天3 ~ 天8	757170 773B31	♂ ♂	68.0 65.0	4.9 4.2	放精 未成熟
					75545A 75727D	♀ ♀	53.0 56.0	3.0 3.4	未成熟 卵黄球期

表3 雌雄比を雌3、雄1とした場合のクエの採卵試験結果

産卵 月日	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 (%)	平均卵径 (μm)	平均油球径 (μm)
5.22	15.4	0.0	0.0	0	0.0	4.0	0	920	216
25	12.5	0.0	0.0	0	0.0	2.5	0	910	209
26	28.0	0.0	0.8	0.4	0.0	8.7	50.0	912	212
27	14.0	0.0	0.0	0	0.0	12.5	0	914	209
29	40.6	0.0	0.0	0	0.0	10.2	0	922	210
6.5	50.4	26.8	20.8	18.8	53.2	77.5	90.4	906	210
7	49.0	0.0	0.0	0	0.0	9.1	0	902	208
9	36.4	2.8	0.1	0	7.7	3.6	0	900	205
11	36.4	19.6	0.7	0	53.8	3.5	0	929	217
合計	282.8	49.2	22.4	19.2	17.4	45.5	85.7	913	211

表4 雌雄比を雌3、雄1とした場合のクエの採卵試験結果

産卵 月日	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 (%)	平均卵径 (μm)	平均油球径 (μm)
5.20	8.4	0.0	0.0	0	0.0	8.3	0	957	203
22	5.6	0.0	0.0	0	0.0	10.0	0	921	201
25	19.6	11.2	1.2	0.1	57.1	10.5	8.3	885	198
26	28.0	0.0	0.0	0	0.0	2.3	0	896	223
27	16.8	0.7	0.0	0	4.2	2.5	0	886	205
28	9.8	2.8	0.3	0.0	28.6	11.7	0	896	202
31	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0	899	209
合計	98.0	14.7	1.5	0.1	15.0	10.2	6.7	906	206

アオリイカの採卵試験

小金隆之

(1) 人工産卵床の開発試験

人工産卵床の開発は昭和57年度から行われており、昭和59年には植毛板とロープを使用した立方体の人工産卵床で1基当たり1万粒以上の卵が得られ、人工産卵床の有効性が確かめられた。昨年度の試験は、これを改良した産卵床（図1の箱型産卵床）により、クロキのシバ漬けとほぼ同等の約2万粒の卵が得られた。今年度は作製を容易にするためさらにこれを単純な構造に改良した産卵床を用いて、素材と形状の試験を行った。

材料と方法

人工産卵床10基とクロキのシバ漬け1基を試験に供した。人工産卵床の形状は箱型、ちょうちん型、くらげ型の3タイプに分けられる（図1）。箱型産卵床は昨年度の産卵試験で試作し、産卵量が最も多かったもので、側面に12枚の板を取り付けた立方体の産卵床である。大きさは大小あり、大型の産卵床は一辺が80cm、小型は一辺が70cmであった。ちょうちん型産卵床は周囲の角部を漁網で覆った一辺が70cmの折り畳み可能な立方体型の産卵床で、土嚢を沈子にして海底に固定し、上部に発砲スチロールを付けその浮力で水中に立ち上がらせた。くらげ型産卵床は70cm四角の板の下に20×70cmの板を8枚取り付け下端をまとめ、前記の産卵床と同様土嚢に固定し、上部に発砲スチロールを取り付けた。全て人工産卵床の内部にはイカの卵塊の付着場所として直径10mm、長さ50～80cmの黒色ロープを約40本取り付けた。箱型産卵床の個数は大小各1基で、素材は何れも2cm目トリカルネットであった。ちょうちん型産卵床は上部と下部が黒色の2cm目トリカルネットとし側面を赤茶色の6mm目漁網で覆った、同型のものが2基であった。くらげ型産卵床は緑色の6cm目植毛板と黒色の2cm目トリカルネットおよび黒色3cm目トリカルネットの3種類の素材のものが各2基であった。

試験場所は昨年度と同じく荒川港内の鯨解体場跡距沖約20m、水深約10mの地点とその点から約500m離れた丹奈沖の防波堤東側、距岸約20m、水深約10mの地点であった。6月12日に全てを荒川港内に設置したが7月3日まで産卵が認め

られなかったため、7月3日にその内の4基（クロキのシバ漬け、箱型大、ちょうちん型、3cm目トリカルネットくらげ型各1基）を丹奈沖に移した。

6月14日から9月4日までの間に6回産卵調査を行った。試験中の平均水温（設置場所から約2km隔たった事業場地先の表面水温は24.9℃（19.8～29.6）であった。

結果と考察

表1に採卵結果の概要を示した。6月14日から7月8日までは産卵はなく、7月17日から9月4日まで産卵があった。産卵量はそれぞれ7月17日に230房、1523粒、8月6日に89房、303粒、9月4日に5278房、27360粒、合計5597房、29186粒であった。

各産卵床の産卵量を多い順に列挙すると、①ちょうちん型が9210粒、②箱型小が7310粒、③2cm目トリカルネットくらげ型が4791粒、④同3582粒、⑤クロキのシバ漬けが3113粒、⑥3cm目トリカルネットくらげ型が1180粒であった。産卵された産卵床はクロキのシバ漬けを除き全て荒川港内に設置したものであった。その他の5基には産卵がみられず、その内丹奈沖の2基（ちょうちん型と箱型小）は8月6日以降流失した。

同一場所に設置した産卵床で素材の異なる同型の産卵床間、および素材が同じで形状の異なる産卵床間で産卵量の違いがみられたため、これらの結果からアオリイカが産卵しやすい産卵床の条件を以下に推定した。くらげ型産卵床について素材と産卵量の関係を比較すると、2cm目トリカルネットが3cm目トリカルネットより産卵量が多く、6cm目植毛板には全く産卵されなかった。また2cm目トリカルネットを素材とした箱型小と同素材のくらげ型を比較すると箱型の産卵量が多い結果となった。

2cm目と3cm目トリカルネット間の産卵量の差は不明であるが、遮光率の違いによるのではないかと推定された。6cm目植毛板に産卵が認められなかった理由には目合の大きさと材質、色等の要素が考えられるが、3cm目の緑色の植毛板を素材とした産卵床でこれまで充分産卵が認められていることから（昭和59、62年）、材質や色よりむしろ上記と同様目合が産卵量を左右したと考えられた。くらげ型の産卵量が箱型より少なかった原因は、箱型に比べてくらげ型の産卵

床は内部のロープが入るスペースが狭くロープが外から完全に覆われなかったためではないかと考えられた。

以上のことからアオリイカの産卵床に必要な要素はある程度の暗さと、産卵場所となるロープとあるいはさらに産卵中の個体を外部から隠すに足る閉鎖されたスペースが必要と考えられた。今後アオリイカの産卵床に適した色や大きさ等についての再検討も必要と思われる。

(2) 卵管理とふ化

材料と方法

アオリイカの飼育試験に供するふ化幼生を得るため、7月10日に大浜より搬入した卵1002房、5710粒と7月17日に荒川港内で行った採卵試験で得られた卵230房、1523粒をふ化に供した。大浜産の卵には産卵時期が異なり、発生段階が違う2群が混合していた。採集場所別にそれぞれ200l円形ポリカーボネート水槽に収容し、一日約30回転の流水でふ化させた。卵塊は紐に結んで水中に垂下した。ふ化幼生はふ化槽の隣に設けた水槽にサイフォンで連続的に移して採集した。

大浜から搬入した卵の内発生の遅い卵と荒川で採集した卵についてそれぞれ、採集時からふ化までの間、5日毎に卵囊の長さ（房の付着基部から先端まで）と直径を測定した。測定した卵囊数は大浜産の卵は21個、荒川産卵は23個（試験中一部流失して終了時に17個となった）であった。

収容からふ化終了時までの水温はそれぞれ大浜産の卵のふ化槽が25.2℃（23.2～28.1）、荒川産の卵のふ化槽が25.7℃（24.2～28.2）であった。

結果と考察

図2、3にふ化幼生数とふ化時の外套長および卵囊の成長を示した。大浜産の卵のふ化は7月16日から8月12日まで行われ、総ふ化尾数は5192尾、ふ化率は90.9%であった。荒川産の卵のふ化は収容8月2日から8月15日までの14日間行われ、総ふ化尾数は1151尾、ふ化率は75.6%であった。

大浜産の卵の早期の群のふ化盛期は7月19～21日で平均外套長は6.62mm（6.57～6.65）、後期の群のふ化盛期は7月24～27日で平均外套長は6.32mm（6.28～

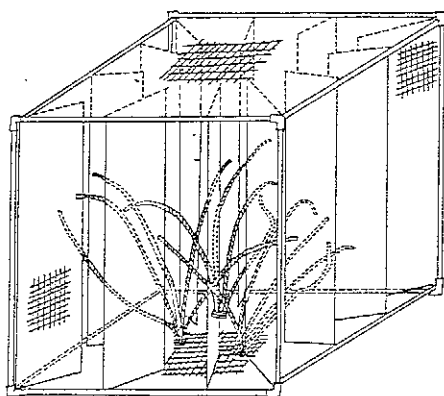
6.37) であった。荒川産の卵のふ化盛期は8月6日～8月8日でふ化時の外套長は6.35mm (5.7～6.7) であった。最も早くふ化した幼生のふ化時の外套長が最も大きかったが、同様の傾向は平成2年度にもみられた。

大浜産の卵は収容時(7月11日) 1卵囊当り平均卵数は5.2個(4～7), 平均の長さ71.2mm (49.6～71.2), 平均最大直径9.5mm (8.7～11.2) であり, 15日後のふ化開始直前には長さは115.9mm (100.3～132.6), 直径は17.0mm (15.4～19.5) に達し, それぞれ収容時の1.6倍, 1.8倍に成長した。荒川産の卵は収容時(7月17日) 1卵囊当り平均卵数は7.1個(5～8), 平均の長さは78.1 (66.0～90.7), 平均最大直径は10.9mm (9.7～11.6) であり, 15日後のふ化開始直前には長さは134.0mm (125.3～151.4), 直径は17.5mm (16.2～18.6) に達し, それぞれ収容時の1.7倍と1.6倍に成長した。

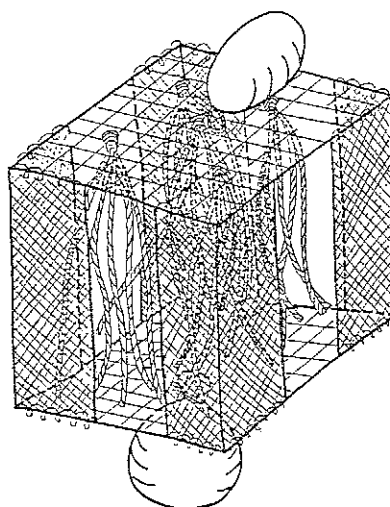
今後産卵時期と産卵量とふ化率及びふ化幼生のサイズとの関係について検討する必要がある。

表1 アオリイカ採卵試験結果の概要（平成3年度）

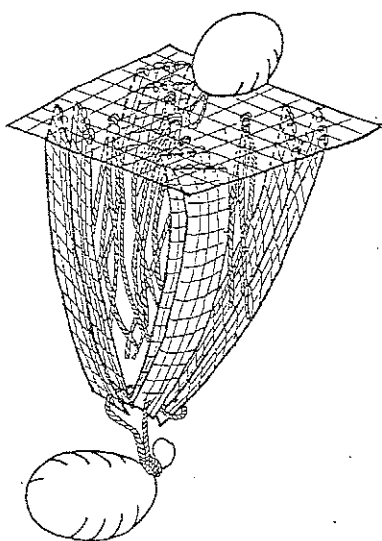
産卵床の種類										
番号	名称	主な素材	大きさ	6.14	6.24	7.03	7.08	7.17	8.06	合計
1	箱型大	トリカゼット (黒色) (2cm目)	一辺80cm	0	0	0	0	0	0	0
2	箱型小	トリカゼット (黒色) (2cm目)	一辺70cm	0	0	0	0	0	0	7310 1326 5.9
3	ちようちゃん型	通網 (赤茶色) (6mm目)	一辺70cm	0	0	0	0	0	0	9210 1690 5.5
4	ちようちゃん型	通網 (赤茶色) (6mm目)	一辺70cm	0	0	0	0	0	0	0
5	くちげ型	植毛板 (緑色) (9cm目)	一辺70,h70	0	0	0	0	0	0	0
6	くちげ型	植毛板 (緑色) (9cm目)	一辺70,h70	0	0	0	0	0	0	0
7	くちげ型	トリカゼット (黒色) (2cm目)	一辺70,h70	0	0	0	0	1241 170 7.3	0	3550 871 5.5
8	くちげ型	トリカゼット (黒色) (2cm目)	一辺70,h70	0	0	0	0	282 60 4.7	0	3300 582 5.3
9	くちげ型	トリカゼット (黒色) (3cm目)	一辺70,h70	0	0	0	0	0	0	1180 228 5.2
10	くちげ型	トリカゼット (黒色) (3cm目)	一辺70,h70	0	0	0	0	0	0	0
11	シバ漬け	クロキ (緑色) (3cm目)	120×150cm	0	0	0	0	0	0	3113 89 799 3.4 4.0 3.9
合計										
6月12日設置										
7月3日に1, 3, 10, 11番の4場を丹原へ移動										
6.6										
3.4										
5.2										



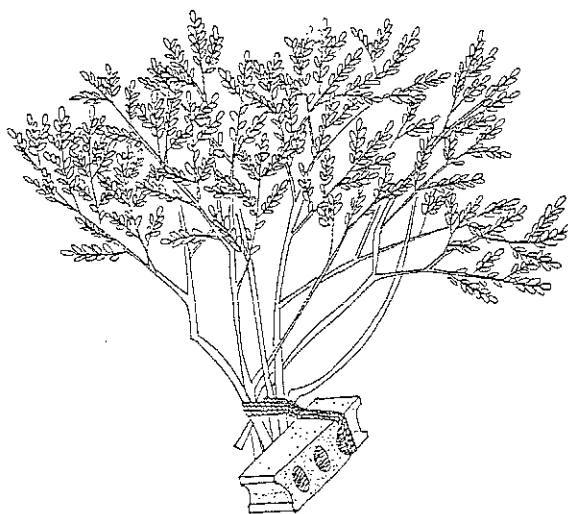
箱型人工産卵床



ちょうちん型人工産卵床



くらげ型人工産卵床



クロキのシバ漬け

図1 アオリイカ産卵床の形状

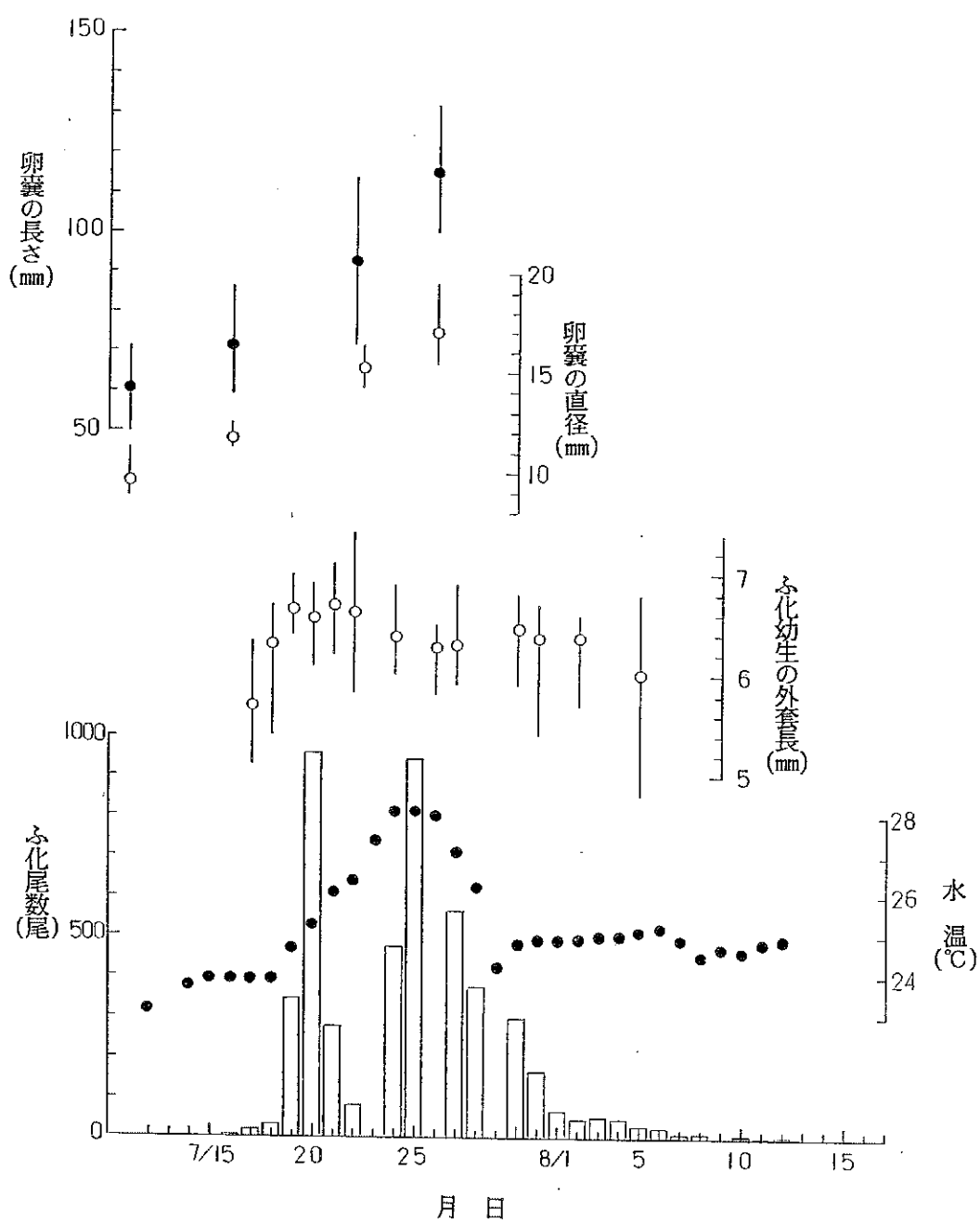


図2 大浜産アオリイカのふ化状況

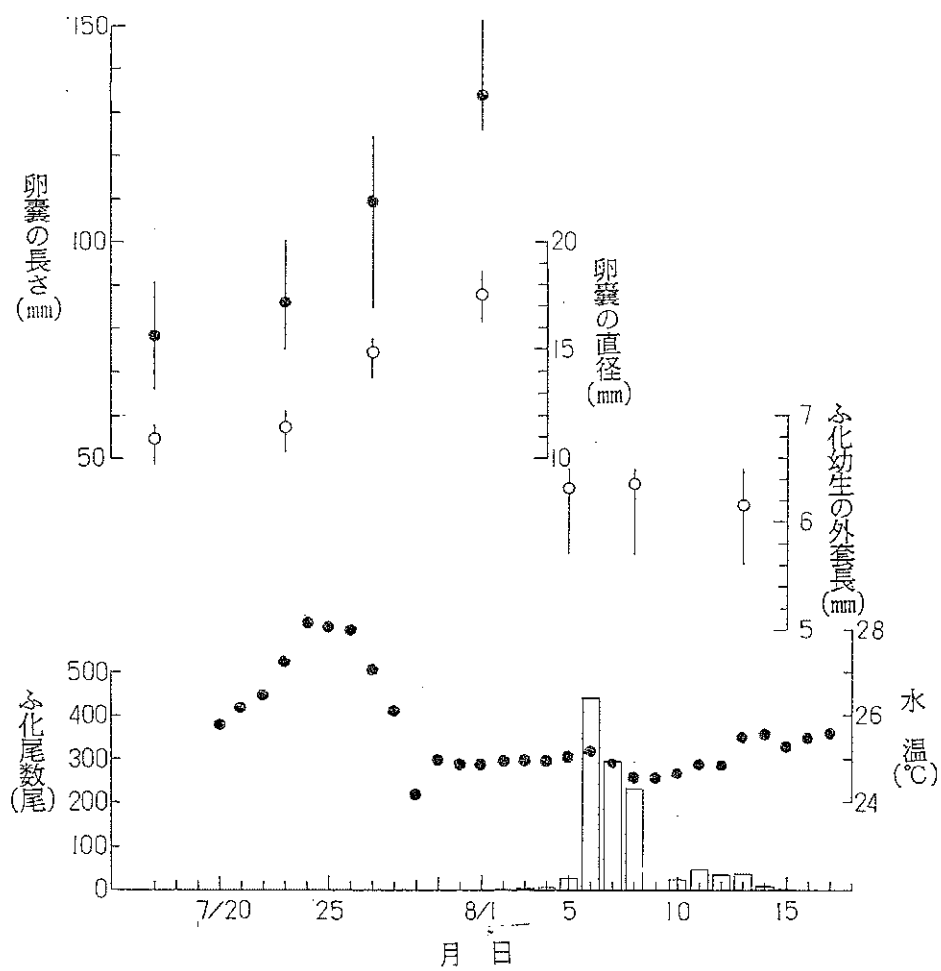


図3 荒川産アオリイカのふ化状況

マダイの採卵.(平成 3 年度)

五島事業場 崎山 一孝

近年、五島事業場では配合飼料の導入が進むにつれてアルテミアノープリウス以降の大型生物餌料（養成アルテミア、凍結養成アルテミア、凍結ミジンコ）の使用量が減っている。マダイの受精卵はこれらの生物餌料の量的、栄養的不足を補う目的で使用してきたが、配合飼料の導入によりその使用量は減少するものと考えられる。しかし、配合飼料は栄養的にまだ充分とは考えられず、その不足分を補うためにもマダイの受精卵は有効な餌料であると思われる。

今年度も例年同様にマダイの受精卵をアルテミアノープリウス以降の餌料として供給することを目的にマダイの採卵を行ったのでその結果を報告する。

1.材料と方法

供試魚には海上簗で養成した雄 36 尾、雌 37 尾を用い、採卵のため平成 4 年 4 月 23 日に陸上の 90m³ 角型水槽に収容して採卵を行った。収容時の親魚の平均尾叉長は 65cm(60~73)，平均体重は 6.1kg(4.9~8.8)であった。

採卵は親魚を陸上の水槽に収容した翌日から開始し、採卵方法は昨年と同じ、すべて卵のまま給餌し、ふ化仔魚での給餌は行わなかった。採卵数は、1g 当りの卵数を 1830 粒として算出した。

2.結果

採卵は 4 月 24 日から 6 月 1 日までの 38 日間行い、2.8 億粒の受精卵を得た。また、1 日当りの平均採卵数は 736 万粒、1 尾当りの平均産卵数は 756 万粒と昨年度に比べ採卵数が減少した。

採卵したマダイの受精卵は全てブリの餌料として使用し、総給餌量は 153 kg、1 日当りの平均給餌量は 4 kg となった。

アルテミアノープリウス以降の大型生物餌料や配合飼料はまだ栄養的な面に問題があるため、魚卵を餌料として使用することはそれらを補うという面で有効であると思われる。しかし、今後配合飼料の普及にともない魚卵の必要性はなくなり、マダイの親魚養成費等の経済的な面を考えると、より有効な配合飼料の開発が望まれる。

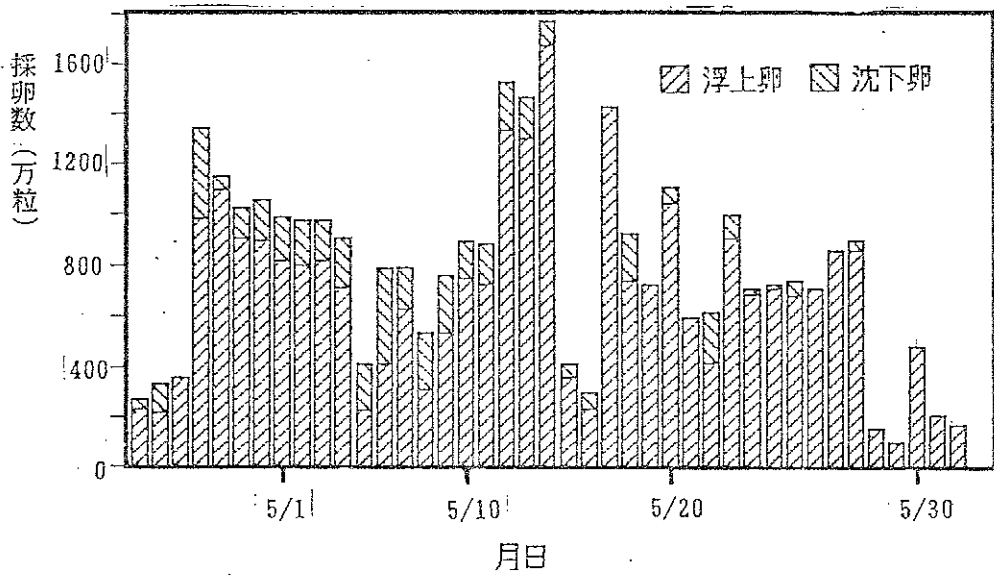


図 1 マダイ採卵量の経日変化

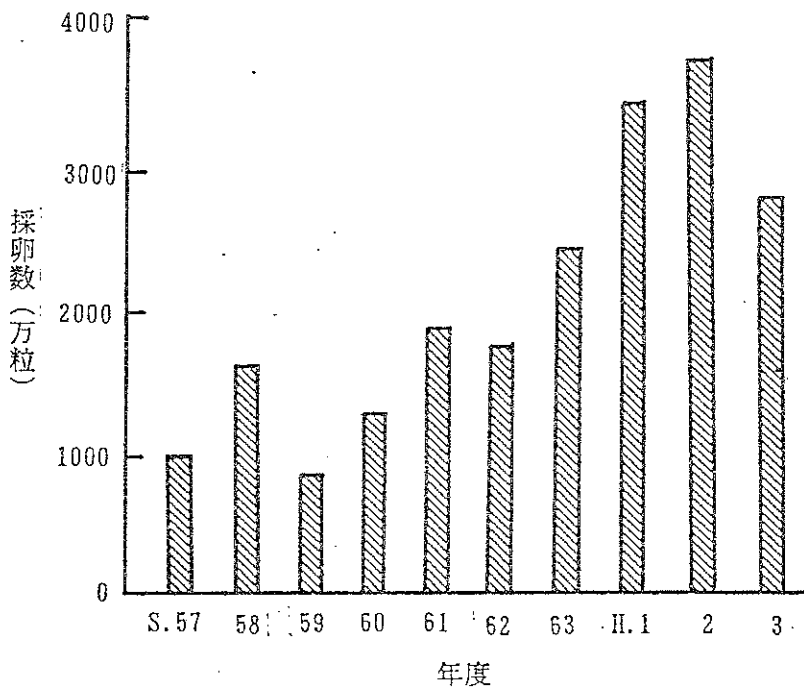


図 2 マダイ採卵量の年度別変化

ふ化仔魚の活力試験

崎山 一孝

種苗生産における初期減耗は種苗生産結果に大きく影響し、初期減耗が小さいほど取り上げ時における生残率が高い傾向にある。従来、初期減耗の小さいふ化仔魚が活力のあるふ化仔魚であるとされ、ふ化仔魚の活力を評価する試みが多く、種苗生産機関でなされてきたが、未だ有効な評価方法は開発されていない。当事業場でも卵径、油球径、浮上卵率、ふ化率等と初期減耗の関係を調査してきたが両者の間に相関関係は認められなかった。近年、多くの機関が新聞（1982）が提唱した無給餌生残指数（SAI）をふ化仔魚の活力の指標として使用しているが、その有効生について不明な点が多く、ふ化仔魚の活力の指標として否定的な意見も少なくない。

当事業場では昭和 59 年度より SAI の調査を開始したがブリとヒラマサ仔魚では SAI と初期生残率との間には相関関係は認められなかった。昨年度は試験例が少なかったため本年度はより多くの試験を行い SAI と初期生残率との関係を明らかにすることを目的に実験を行った。

1. 材料と方法

実験にはシマアジ、ブリ、ヒラマサ、のふ化仔魚を用いてそれぞれ 12 月 12 日～1 月 14 日、3 月 22 日～5 月 10 日、4 月 1 日～5 月 24 日の期間で実験を行った。ふ化仔魚は 1 m³アルテミアふ化槽でふ化させたものであり水槽中には通気を施し流水とした。ふ化水温は 21～22℃であった。

SAI を調査する実験には濾過海水を入れた 500ml ビーカーを使用し、その中に 30～40 個体のふ化仔魚を収容し、その後、全個体が斃死するまで毎日死亡個体を計数し、以下の式により SAI を求めた。

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

ただし、N はふ化仔魚数、h_i は i 日目の累積斃死個体数、k は飼育日数である。実験水温は恒温槽内で 21℃に保ち、通気と換水は行わなかった。

2. 結果及び考察

1) シマアジ

シマアジ仔魚の S A I は 12 月 20 日産卵群を除けば養成日数が長くなるにつれて低下する傾向が見られ、産卵初期には 20 以上あったものが産卵後期の 1 月中旬には 15 まで低下した (図 1)。

人工 9 年養成魚では 12 月中に得られたふ化仔魚の S A I は 24~26 と高く、初期生残率も 50% 以上あった。それに対し、1 月 6 日産卵群の S A I は 18.5 と前者に比べ低く、また、初期生残率も 11% と低い値を示した (表 1)。

2) ブリ

ブリふ化仔魚の S A I は全期間を通じて大きな変化は見られず 14~18 であった (図 2)。それに対し初期生残率は 15~85% と産卵群により大きく異なり S A I と初期生残率との間に相関関係は見られなかった (表 2)。

天然魚 1 年養成魚と天然魚 2 年養成魚の S A I と初期生残率は両者の間に大きな差は見られず、親魚による違いはなかった。

3) ヒラマサ

ヒラマサふ化仔魚の S A I は天然 4 年養成魚と天然 2 年養成魚では採卵期間が短く産卵期間中の S A I の変化については調査できなかった。天然 3 年養成魚では産卵初期の S A I は 12 と低いレベルであったが、産卵回数が増えるにしたがい約 20 まで高まり、その後、低下する傾向がみられ産卵後期には産卵初期と同じレベルになった (図 3)。

天然 4 年養成魚と天然 2 年養成魚の S A I は 14~20 の間で変動し両者に大きな違いはみられなかったが、初期生残率は天然 2 年養成魚の方が高く、天然 4 年養成魚の初期生残率は 9% と 14% であったのに対し天然 2 年養成魚では 65% と 47% であった (表 3)。

今年度の実験ではブリふ化仔魚の S A I は産卵期間を通してほぼ一定であり産卵時期による違いはみられなかったが、シマアジは産卵初期ほど、ヒラマサ

では天然 3 年養成魚に関しては産卵中期ほど高くなる傾向があった。

シマアジでは S A I と初期生残率との間に相関が見られたが、飼育例が少ないため、今後、より多くの飼育実験を行う必要がある。ブリとヒラマサでは S A I と初期生残率との間には明確な関係は認められなかった。

S A I の親魚による違いは顕著ではなかったが、初期生残率はヒラマサでは親魚による差が見られ、天然 3 年養成魚や天然 4 年養成魚よりも養成期間の短い天然 2 年養成魚の方が初期生残率が高かった。また、シマアジやブリでは同一経歴を持つ親魚であるにも関わらず初期生残率は産卵日により大きく異なり、産卵群による違いがみられた。

初期減耗の小さい活力のあるふ化仔魚を得るためには親魚や産卵時期を考慮し、ふ化方法や仔魚の飼育方法、飼育環境の検討が必要である。また、初期生残率に影響すると思われる摂餌率が産卵群により異なることからふ化仔魚の発育過程における運動能力の発達も検討する必要がある。

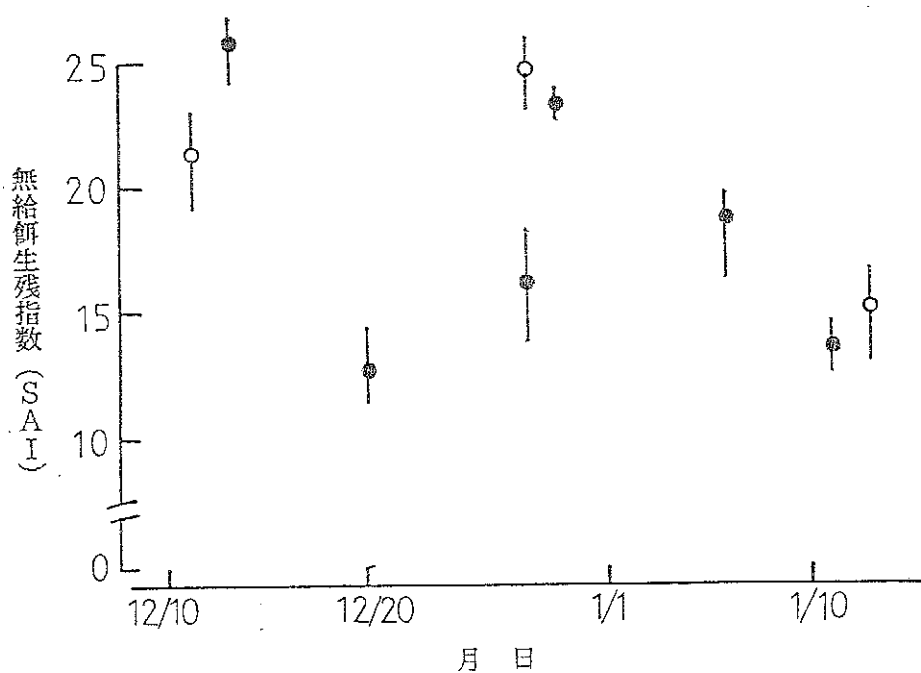


図 1 シマアジふ化仔魚の SAI の推移
○ 人工 7 年養成魚 ● 人工 9 年養成魚

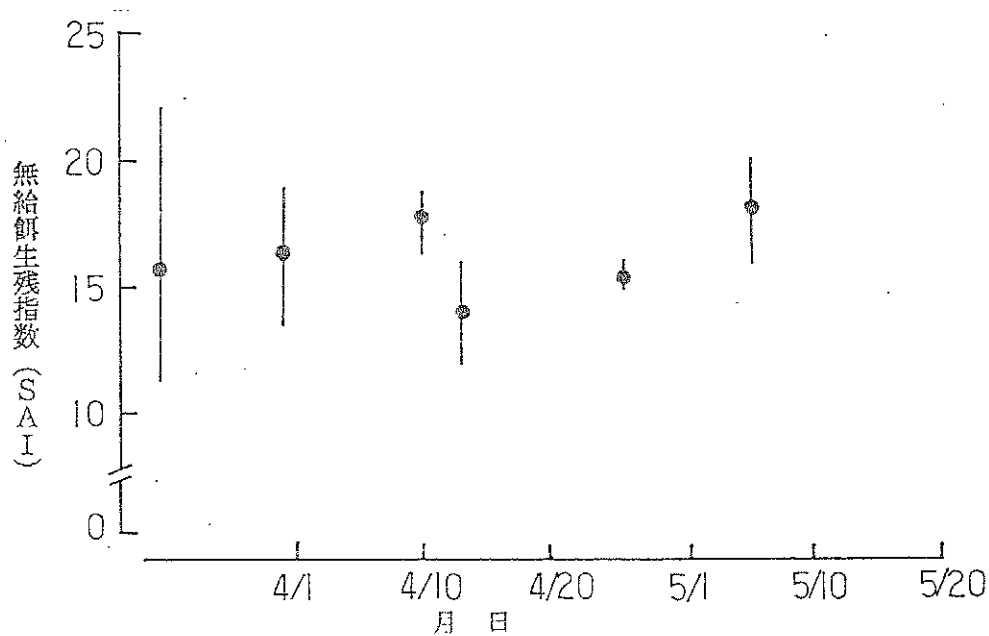


図 2 ブリふ化仔魚の SAI の推移

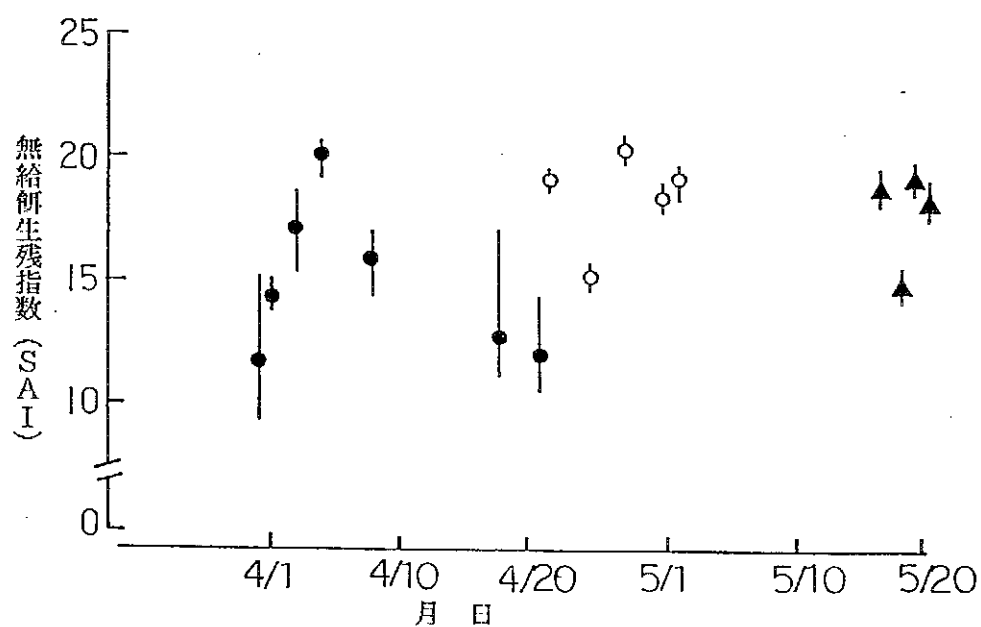


図 3 ヒラマサふ化仔魚のSAIの推移

- 天然 3 年養成魚 ○ 天然 4 年養成魚
- ▲ 天然 2 年養成魚

表1 シマアジ仔魚の初期生残率とSAI

親魚	飼育開始日	収容後日数	初期生残率(%)	SAI
人6	12.15	12	39	21.2
人9	12.16	11	53	25.6
人9	12.31	10	54	24.5
人9	1. 6	12	11	18.5
人6・・・人工生産 6年魚			人9・・・人工生産 9年魚	

表2 ブリ仔魚の初期生残率とSAI

親魚	飼育開始日	収容後日数	初期生残率(%)	SAI
天2	3.25	6	22	16.3 (11.3~23.0)
天2	3.25	6	32	16.3 (11.3~23.0)
天1	4. 3	7	60	16.4 (19.1~16.7)
天2	4.15			17.8 (16.5~18.9)
天1	4.27	7	15	
天1	4.29	7	39	15.4 (15.0~16.0)
天2	5. 9	5	85	18.2 (15.9~21.0)
天2	5.10	4	49	
天1・・・天然魚 1年養成魚			天2・・・天然魚 2年養成魚	

表3 ヒラマサ仔魚の初期生残率とSAI

親魚	飼育開始日	収容後日数	初期生残率(%)	SAI
天3	4.21	6	5	13.7 (11.2~17.2)
天4	4.28	6	14	14.2 (14.0~14.5)
天4	5. 1	4	9	20.3 (19.7~20.5)
天2	5.22	5	65	19.4 (19.0~19.6)
天2	5.24	5	47	18.2 (16.7~19.7)
天2・・・天然魚 2年養成魚			天3・・・天然魚 3年養成魚	
天4・・・天然魚 4年養成魚				

II. 種苗生産技術開発

ブリ種苗生産

昭和57年度より開始したブリの種苗生産は本年度で10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3年目を迎える。平成元年には全長25mmより、平成2年は全長20mmより配合飼料の単独投与を行い、量産規模飼育での配合飼料の実用化を検討してきた。この結果、沖出し前の陸上飼育における配合飼料の餌付けが可能となり、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。

今年度は、初期生残率の向上、開鰾率の向上、配合飼料を中心とした新餌料系列の確立、昨年度行った全長20mmからの完全配合飼料化の再現飼育、形態異常魚の発生状況の把握、防疫体制の確立の6課題に重点を置いて生産を行い、生産尾数40万尾（全長20～30mm）、生残率30%、取り揚げ密度2000尾/㎡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、当场で天然魚を1年または2年間養成したものから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1㎡水槽）でふ化させたものを0.5㎡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、90㎡水槽では40㎡、60㎡水槽では50㎡とした。

2) 飼育水槽及び飼育環境の管理

飼育水槽には、60㎡コンクリート水槽（4.5 × 8.0 × 2.0 m，実効水量50㎡）7面、90㎡コンクリート水槽（8.0 × 2.0 m 八角形水槽，実効水量80㎡）5面を使用した。

飼育水の加温はチタンパイプによる温水の循環により行い、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2日に1℃の割合で降下させ海面水温に合わせた。飼育水には濾過海水を使用し、ナンノクロブシスを添加した。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、60m³水槽ではふ化仔魚収容直後より注水（1m³/hr 昼間のみ注水）を開始し流水飼育とした。90m³水槽では、水深が開鰓に及ぼす影響をみるため開鰓までは止水飼育とし、開鰓直後より注水（10m³／日ずつ増水）を開始し、水量が90m³水槽では80m³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／槽用いて行い、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、エアブロック状で通気しながら飼育水を回すようにした。

計数は、飼育初期には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。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、水量を30ℓとした容器の中に1500尾収容してこれをサンプルとし、同型の容器5～6個に目視比較によりサンプルと同数の魚を収容して比較計数をした。

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 ノグック）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てまわし刺激に慣らした。

3) 餌料

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、アルテミアノーブリウス、養成アルテミアについては栄養強化を行ない、その栄養強化方法に

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 $200\mu\text{m}$ 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。

4) MF21 との共同研究における量産規模試験

今年度は、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、前年度に小規模試験で成績の良好であったメーカー2社（日水・丸紅）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8mmまで飼育した魚を3水槽に分槽し、試験区を2区（日水・丸紅配合飼料区）、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、5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。試験は全区が全長30mmを越えた時点で終了とした。

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25日～7月4日までの102日間に、5回次9例の飼育を行った。このうち5例では取り揚げまで飼育を行ない、1例は大量減耗のため飼育を中止した。また、3例はMF21試験用供試魚飼育（全長8mmまで飼育）とし分槽後は飼育中止とした。生産期間中の最も大きな減耗要因は初期減耗であった。全長10mm以上になると共食いによる減耗が最も大きかったが、従来の減耗率に比べれば小さいものであった。生産に供した総ふ化仔魚数は606.3万尾、平均収容密度は9976尾/ m^3 であった。また、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

飼育には、加温養成による天然2年養成魚にLH-RHを挿入して成熟させた後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3月25日から5月8日までの45日間で、60 m^3 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100万尾（20000尾/ m^3 ）、1R-2で

は40万尾（8000尾／ m^3 ）であった。

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18.2%, 24.0%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ったが、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 の間に差はなく、ふ化後40日目で全長30mmとなった。

投餌した餌料の種類と投餌量を表4に、餌料系列を図1に示した。餌料系列は、1R-1では ワムシ+アルテミアノープリウス+配合飼料 とし、1R-2では ワムシ+アルテミアノープリウス+養成アルテミア+配合飼料 であった。配合飼料の投餌は、1R-1, 1R-2 とともに全長18mmより行った。1R-1では全長20mmから、1R-2では全長25mmから積極的に摂餌をし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。

取り揚げは、ふ化後46日目に行った。取り揚げ尾数は、1R-1では 4.6万尾（920尾／ m^3 ），1R-2では3.35万尾（670尾／ m^3 ）であり、生残率は 4.6%, 8.4 %であった。尚、取り揚げ時の斃死はほとんどなかった。

取り揚げた種苗は、形態異常（頭部陥没：写真1，鰓蓋縁辺部成長不良：写真2）の割合が高いため焼却処分とした。

2) 2回次生産

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4月3日から5月17日までの45日間で、90 m^3 水槽1面を使用しての飼育を行なった。収容は水深を浅くして行い（水量40 m^3 ，水深80cm）、収容尾数は、66.3万尾（8288尾／ m^3 ）であった。

成長、生残状況を図4に示した。生残状況は初期減耗が大きく、ふ化後13日目までに生残率が20.0%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ったが、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と遅く、また沖出しに備えた水温降下により40日目以降の成長はさらに遅れた。

投餌した餌料の種類と投餌量を表4に、餌料系列を図3に示した。餌料系列は、ワムシ+アルテミアノープリウス+配合飼料 で行った。配合飼料の投餌

は、全長10mmより行った。全長20mmから積極的に摂餌をし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。

取り揚げは、ふ化後46日目に行った。取り揚げ尾数は、7.74万尾（968尾／ m^3 ）であり、生残率は11.7%であった。尚、取り揚げ時の斃死はほとんどなかった。

取り揚げた種苗は形態異常（頭部陥没、鰓蓋縁辺部成長不良）の割合が高いため焼却処分とした。

3）3回次生産

飼育には、加温養成による天然2年養成魚にHCGを打注し自然産卵より得られたふ化仔魚を供した。生産期間は4月15日から5月22日までの39日間で、90 m^3 水槽1面を使用して飼育を行なった。収容は水深を浅くして行い（水量40 m^3 、水深80cm）、通気は極弱く行った。収容尾数は、60万尾（7500尾／ m^3 ）であった。

成長、生残状況を図6に示した。生残状況は、初期減耗が大きく、ふ化後10日目までに生残率が30.0%まで低下した。その後、取り揚げまでほとんど減耗は見られなかった。

成長は、ふ化後39日目で全長35.7mmとなり速かった。

投餌した餌料の種類と投餌量を表4に、餌料系列を図5に示した。餌料系列は、ワムシ+アルテミアノープリウス+配合飼料とした。配合飼料の投餌は全長10mmより行った。全長20mmから積極的に摂餌をし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。

取り揚げは、ふ化後39日目に行った。取り揚げ尾数は、11.6万尾（1449尾／ m^3 ）であり、生残率は19.3%であった。尚、取り揚げ時の斃死はほとんどなかった。

取り揚げた種苗は、日本海側各県への配布用種苗として沖出しし、中間育成を行った。

4）4回次生産

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4月29日から6月15日までの49日間で90 m^3 水槽2面を使用して2例（4R-1, 4R-2）の飼育を行った。収容は水深を浅

くして行い（水量 40m^3 、水深 80cm ）、通気は4R-1では通常レベルで行い、4R-1では極弱に行った。収容尾数は、4R-1、4R-2の両区とも80万尾（ $10000\text{尾}/\text{m}^3$ ）であった。

成長、生残状況を図8に示した。生残状況は、4R-1では初期減耗が大きく、ふ化後10日目までに全滅した。4R-2ではふ化後10日目までに生残率が35.0%まで低下した。その後、共食いや突きあいによる斃死がみられたものの取り揚げまで大きな減耗は見られなかった。

成長は、ふ化後40日目で全長 35mm と速かった。

投餌した餌料の種類と投餌量を表4に、餌料系列を図7に示した。餌料系列は、ワムシ+アルテミアノープリウス+配合飼料であった。配合飼料の投餌は、全長 15mm より行った。5日間餌付けを行った後全長 20mm から配合飼料の単独給餌とした。

取り揚げは、ふ化後49日目に行った。取り揚げ尾数は、14.5万尾（ $1813\text{尾}/\text{m}^3$ ）であり、生残率は18.1%であった。尚、取り揚げ時の斃死はほとんどなかった。

5) 5回次生産

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9日から5月31日までの22日間で、 60m^3 水槽2面、 90m^3 水槽1面を使用して3例（5R-1, 5R-2, 5R-3）の飼育を行なった。収容尾数は、5R-1, 5R-3では40万尾（ $8000\text{尾}/\text{m}^3$ ）、5R-2では100万尾（ $12500\text{尾}/\text{m}^3$ ）であった。

成長、生残状況を図10に示した。生残状況は、5R-1, 5R-3では初期減耗が大きくふ化後10日目で飼育を中止した。5R-2では初期減耗が大きく、ふ化後10日目までの生残率が35.0%まで低下した。その後、全長 8mm まで大きな減耗は見られず、全長 8mm になった時点で3水槽（5R-4, 5R-5, 5R-6）に分槽し、MF21量産規模試験に供した。5R-2は分槽後飼育を中止した。

投餌した餌料の種類と投餌量を表4に、餌料系列を図9に示した。餌料系列は、ワムシ（S型）+アルテミアノープリウスであった。

MF21との共同研究における量産規模試験は、分槽後全長 15mm になった時点で開始し、5日間の餌付け期間の後10日間の配合単独給餌を行った。生残状況

は、生物餌料＞日本水産飼料＞丸紅飼料で良かった。成長は、日本水産飼料＞丸紅飼料＞生物餌料の順で良かった（詳しくは『ブリの配合飼料化試験』の項を参照）。

5R-2の間に差はなく、ふ化後40日目で全長30mmとなった。

取り揚げは、ふ化後57日目に行った。取り揚げ尾数は、5R-4では2.82万尾（742 尾／ m^3 ），5R-5では3.71万尾（742 尾／ m^3 ），5R-5では4.19万尾（838 尾／ m^3 ）であった。尚、取り揚げ時の斃死は5R-4，5R-5ではほとんどなかったが、5R-6では6300尾のハンドリングによる斃死（ショック死）があった。

考察

過去9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、平均生残率は低かったものの最も良い生産例の生残率は19.3%であり、陸上水槽での配合飼料化を押し進めてきて以来最高の成績であった。この理由としては、疾病が見られなかったこと、大型生物餌料（養成アルテミア，ミジンコ）を使わないことにより配合飼料への移行が順調に行えたことがあげられる。しかし、初期減耗は依然として大きく、形態異常魚が大量に出現するなど量産飼育を行ううえでの問題点が残っている。

1) 初期生残率の向上

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、良い飼育例でも40%程度であった。その原因としては、収容方法，ふ化仔魚の活力，初期飼育環境の悪化，収容過多等が考えられる。過去9年間の収容密度と初期減耗の関係を図11・12に示した。初期生残率は収容密度が10000 尾／ m^3 までは収容密度との間に相関が認められないが、10000 尾／ m^3 以上になると生残率の低下が起こり負の相関が見られた。今年度は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。一方、収容時の水深・通気の量を変えてみたところ1・2回次生産に比べて3・4・5回次生産では若干生残率が良い傾向が見られ、水深および通気の強さは初期生残に何らかの影響を及ぼしている可能性がある。

2) 開鰓率の向上

昨年度のブリの脊椎骨上彎症の原因として、マダイの脊椎骨上彎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5日目における開鰓時の開鰓率を向上させるため、収容直後からの初期飼育において水深を浅くしてエアレーションを極めて弱くして飼育した。その結果を表6に示した。開鰓率は40～90%であり、開鰓率の高いものでは80～90%以上となった(2R・3R・4R-2)。しかし、活力の弱いふ化仔魚は底へ沈み全滅するものもあった(4R-1)。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。今回、水深と通気の調整で開鰓率を高めることができたが、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。

3) 餌料系列

過去9年間の種苗生産に使用した餌料の種類と投餌料を表7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・天然コペポード)の代替餌料として配合飼料の導入を図ってきた。これにより、配合飼料の依存性は年々高くなり、配合飼料化にともなう新餌料系列を確立する必要が出てきた。

今年度は、大型の生物餌料の代替餌料としての配合飼料の効果を検討するために、①ワムシ+アルテミア幼生+養成アルテミア+配合飼料(1R-2)、②ワムシ+アルテミア幼生(全長10mmから給餌)+配合飼料(1R-1)、③ワムシ+アルテミア幼生(全長7～8mmから給餌)+配合飼料(2R・3R)、④ワムシ+アルテミア幼生(全長5～6mmから給餌)+配合飼料(4R)の4種類の餌料系列により生産を行った。②～④の養成アルテミアを使用しない生産区においても配合飼料の代替により生産が可能であり、また養成アルテミアを投餌した区よりも配合飼料への餌付きが良いことから、今後はワムシ、アルテミア幼生、配合飼料による餌料系列での生産の確立が可能であろう。

アルテミア幼生の投餌開始時期を全長6, 8, 10mmと変えてL型ワムシを中心とした初期飼育を行った結果、L型ワムシを全長10mmまで単独給餌を行った場合餌料サイズの不適当により成長が遅れたが、全長6mm・8mmまで単独給餌を行った場合では成長にほとんど差は見られなかった。しかし、S型ワムシの場合、ワムシ単独で全長8～10mmまで飼育すると成長で大幅な遅れがみられそ

の後の生残も悪かった。

4) 早期の配合飼料化

配合飼料を中心とした新餌料系列を確立するため、昨年度の再現試験として、全長20mmからの完全配合飼料化飼育を行った。今年度は配合飼料への馴致期間を長くして、全長10～12mmより10日間行った。配合飼料の投餌は全長10～15mmまでの5日間は早朝1回のみ行い、全長15～20mmまでの5日間で完全に配合飼料に切り替えた。配合飼料の単独給餌となった全長20mm以降の減耗は配合飼料に餌付けなかった個体の斃死によるもので斃死割合は5～30%であり、量産規模での全長20mmからの完全配合飼育はほぼ確立され、来年度はさらに小型サイズでの検討を行いたい。なお、配合飼料付けされた生産区は成長差が小さく共食いが少なかったが、配合飼料に餌付ける全長15mm以前に成長差が大きい生産区では配合飼料に切り替えた後にトビが生じ共食いが見られた。このため、全長15mm以前の飼育において成長差をなくすることが重要である。

5) 集約的生産

全長20mmからの配合飼料化により大型生物餌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、また共食いが減少したこと等により全長15mm以降での大きな減耗要因が無くなり、今年度は配合飼料化を推し進めて初めて取り揚げ密度が1800尾/m³を越えた。今後集約的生産を図るためには、最大の減耗要因である初期減耗を小さくして生残を高めることが必要である。

6) 疾病対策

疾病対策として、紫外線による殺菌処理をした海水を使用して飼育を行い、その有効性を検討した。今年度は、すべての区において疾病の発生は見られず、紫外線殺菌処理による効果は明らかにできなかったが、紫外線処理海水を使用した場合、注水量が2.0m³/h(換水率50%)と他の区の注水量に比べると50%以下の換水量で飼育が可能であった。また、共食いがほとんど見られず、紫外線処理海水との関連性については不明であるが今後検討の材料としてみる必要がある。

7) 形態異常魚

形態異常魚の出現状況をみると、今年度は9例中7例の生産で大量に出現し、頭部(陥没)と鰓蓋部(成長不良)に異常が認められた(表8, 9)。頭

部の異常については成長とともに異常が緩和されること、天然モジャコにおいてもみられることより、仔魚期の栄養状態に起因するものと思われる。鰓蓋縁辺部については、原因が不明であったが、5回次生産におけるMF21との共同研究において生物餌料区において異常が認められないこと、MF21試験において使用した2社の配合のうち生産に用いた配合飼料の会社と同じ会社の試験飼料で異常が認められたことから、生産に供した配合飼料に問題があるものと思われる。

脊椎骨上彎症は、開鰓率が向上したこと、比重選別により閉鰓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。

ブリの種苗生産については、配合飼料の導入により餌料系列の単純化を図ることが可能となり、また従来の生物餌料の飼育では困難と思われていた飼育の高密度化の可能性が出てきた。今後は、全長15mmからの配合飼料化に挑むとともに未解決の問題として初期減耗と形態異常の原因究明について検討を進めていきたい。

来年度の課題

1) 初期減耗の防止

- ① 収容方法の改善
- ② 収容密度の検討 収容密度と初期減耗の関連性

2) 開鰓率の向上

- ① 適正水深の把握
- ② 適正通気量の把握
- ③ 開鰓のメカニズムの解明

3.) 配合飼料化

- ① 短期餌付け 全長12mmからの併用、全長15mmからの単独投与。
- ② 長期餌付け 全長8mmからの併用、全長15mmからの単独投与。

4) 小型サイズでの取り揚げ

- ① サイホンによる間引き取り揚げ。
- ② 2次飼育による選別、沖出し（選別用小割網作成）。

5) 形態異常魚の把握

① 比重選別による開鰓と形態異常の関連性の把握

要約

- 1) 今年度は、初期減耗の防止、開鰓率の向上、配合飼料を中心とした新餌料系列の確立、全長20mmからの完全配合飼料化、飼育密度の向上、紫外線殺菌装置による防疫を目的に生産を行った。
- 2) 種苗生産には、天然1・2才魚を電照処理、HCG打注により産卵させた卵を使用した。
- 3) 生産期間は平成3年3月24日～7月4日までの102日間に、5回次9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) 初期減耗の防止、開鰓率の向上のため、収容直後の初期飼育において水深を浅くしてエアレーションを極めて弱くして飼育した結果、開鰓率は90%以上となった。
- 5) 大型の生物餌料の代替餌料としての配合飼料の効果を検討するために、①ワムシ+アルテミア幼生+養成アルテミア+配合飼料、②ワムシ+アルテミア幼生(全長10mmから給餌)+配合飼料、③ワムシ+アルテミア幼生(全長7～8mmから給餌)+配合飼料、④ワムシ+アルテミア幼生(全長5～6mmから給餌)+配合飼料の4種類の餌料系列により生産を行った。②～④の養成アルテミアを使用しない生産区においても配合飼料の代替により生産が可能であり、また養成アルテミアを投餌した区よりも配合飼料への餌付けが簡単であった。
- 6) 昨年度の再現試験として、全長20mmからの完全配合飼料化飼育を行った。全長20mm以降の減耗は配合飼料に餌付けなかった個体の斃死によるもので、その斃死割合は5～30%であった。
- 7) 疾病対策として、紫外線による殺菌処理をした海水を使用して飼育を行った。今年度は、すべての生産区において疾病の発生は見られず、紫外線殺菌処理による効果は明らかにできなかった。
- 8) 全長20mmからの配合飼料化により大型生物餌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、また共食いが減少したこと等により全長15mm

以降での大きな減耗要因が無くなり、今年度は配合飼料化を推し進めて初めて取り揚げ密度が1800尾/㎡を越えた。飼育密度については、初期減耗を小さくして生残を高めることにより、さらに向上させることが期待される。

9) 形態異常魚の出現状況をみると、今年度は9例中7例の生産で大量に出現し、頭部（陥没）と鰓蓋骨（欠損）に異常が認められた。頭部の異常は成長とともに異常が緩和されること、天然モジャコにおいてもみられることより仔魚期の栄養状態に起因するものと思われる。鰓蓋骨は、生物餌料区において異常が認められないこと、MF21試験において使用した2社の配合のうち1社では異常が認められないことから、生産に供した配合飼料に問題があるものと思われる。

10) ブリの種苗生産については、配合飼料の導入により餌料系列の単純化を図ることが可能となり、また従来 of 生物餌料の飼育では困難と思われていた飼育の高密度化の可能性が出てきた。今後は、全長15mmからの配合飼料化に挑むとともに未解決の問題として初期減耗について検討を進めていきたい。

表 1 プリ種苗生産における餌料の種類と給餌基準量

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
シオミズボウムシ	4.5 ~ 10.0	10 個体/ml	I 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	
養成アルテミア	10.0 ~ 25.0	0.1~0.4 個体/ml	3~7 日間養成したもの (全長 1~2 mm)	
マダイふ化仔魚	12.0 ~ 25.0	不定	当日孵化したものを投餌	
凍結養成アルテミア	15.0 ~ 30.0	5~10 K g	他の餌料の供給状況により適宜増減	
配合飼料	200~400 (μ)	少量	日水初期飼料 A-2	
	400~700	体重の約20%	" B-1	
	700~1000	体重の約10~20%	" C-1	
	1000	体重の約10%	" D-1	

表 2 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 満 度	養成水温 ($^{\circ}$ C)	水処理	浮上卵率 (%)	受精卵率 (%)	ふ化率 (%)	ふ化水温 ($^{\circ}$ C)	備考
1	3.21	天然2才魚	76	7.8	17.5	14.2~19.8	LH-RH	64.1	70.0	46.2	20~21	陸上水槽での養成
			74~81	6.4~9.3	15.8~18.7	14.2~19.8	HCG					
2	3.30	天然1才魚	67	4.4	15.0	14.0~19.0	HCG	68.1	91.3	77.5	20~21	陸上水槽での養成
			66~68	4.0~4.8	13.9~16.0	14.0~19.0						
3	4.10	天然2才魚	75	10.7	25.3	16.2~19.0	HCG	35.8	61.2	69.1	20~21	陸上水槽での養成
			73~78	9.9~11.7	23.9~27.6	16.2~19.0						
4	4.25	天然1才魚	67	6.0	19.8	13.9~19.2	HCG	91.4	86.9	79.9	20~21	海上筏での養成
			62~72	5.2~7.1	18.1~26.0	13.9~19.2						
5	5.6	天然2才魚	75	10.7	25.3	13.9~18.9	HCG	75.9	76.9	72.0	20~21	海上筏での養成
			73~78	9.9~11.7	23.9~27.6	13.9~18.9						

* 1~3の尾叉長, 体重, 肥満度は陸揚げ時に測定

* 4~5の尾叉長, 体重, 肥満度は水注時に測定

表3 プリ種苗生産結果の概要

生産 区分	水槽		収容		飼育		取り揚げ			備考					
	型	大きさ (実容量・m ³)	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾／m ³)	水温 (℃)	主な餌の種類	飼育日数	月日		尾数 (万尾)	密度 (尾／m ³)	全長 (mm)	生残率 (%)	
1-1	角型	60 (50)	1	3.25	100.0	20000	22	7Δ・7▽・配合	46	5. 8	4.60	920	35.4	4.6	形態異常魚が多いため廃棄処分、一部越冬
2	角型	60 (50)	1	3.25	40.0	8000	22	同上	46	5. 8	3.35	670	41.0	8.4	"
小計					140.0	14000					7.95	795	37.8	5.6	
2	八角型	90 (80)	1	4. 3	66.3	8288	22	同上	46	5.17	7.74	968	31.3	11.7	形態異常魚が多いため廃棄処分
3	八角型	90 (80)	1	4.15	60.0	7500	22	同上	39	5.22	11.59	1449	35.7	19.3	日本海配付
4-1	八角型	90 (80)	1	4.29	80.0	10000	22	同上	10	5. 8					初期減耗が大きいためふ化後10日目で飼育
2	八角型	90 (80)	1	4.29	80.0	10000	22	"	49	6.15	14.50	1813	45.5	13.1	地先放流
小計					160.0						14.50		45.5	9.1	
5-1	角型	60 (50)	1	5. 9	40.0	8000	22	7Δ・7▽・配合	22	5.27					5-4~6試験用供試魚飼育
2	八角型	90 (80)	1	5. 9	100.0	12500	22	"	22	5.31					"
3	角型	60 (50)	1	5. 9	40.0	8000	22	"	22	5.31					"
4	角型	60 (50)	1	5.29	5.5	1100	22	7Δ・7▽・配合	57	7. 4	2.82	564	45.0	51.3*	試験区 (マリノフォーラム21人工配合餌)
5	角型	60 (50)	1	5.29	5.5	1100	22	同上	57	7. 4	3.71	742	50.3	67.5*	試験区 (マリノフォーラム21人工配合餌)
6	角型	60 (50)	1	5.29	5.5	1100	22	7Δ・7▽・配合	57	7. 4	4.19	838	33.8	76.2*	対照区 (生物餌料給餌区)
小計					180.0	10000					10.72		42.5	6.0	
合計					606.3						52.50		39.4	8.7	

* 分槽後の生残率

表 4 ブリ種苗生産回次別給餌量

	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	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	5	6	
ワムシ (億個体)	70.3	89.1	108.5		78.0		23.0	128.0	131.0	229.0	112.0				948.9
アルテミア幼生 (億個体)	13.5	5.5	26.2		12.1			32.1				11.3		21.9	149.7
養成アルテミア (億個体)		5.0												17.1	22.1
凍結ミジンコ (kg)															
凍結養成アルテミア (億個体)															
マダイ卵・ふ化仔魚 (万個体)	15.1	15.1	17.0		16.2			25.9				23.8	27.3	28000	28000
配合飼料 (kg)															141.1
生産尾数 (万尾)	4.6	3.35	7.74		11.59		0	14.5				2.82	3.71	4.19	52.5

表 5 過去10年間に於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
收容尾数 (万尾)	277.0	391.0	432.0	358.0	370.0	485.0	483.0	451.7	483.6	606.3
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
生残率 (%)	2.0	12.9	16.1	15.4	37.5	15.8	20.7	9.7	10.5	8.7
全長 (mm)	29.8	24.8	23.5	22.1	22.8	28.0	29.0	29.2	39.3	39.4

表6 各生産回次における摂餌率と開鰓率

	摂餌率 (%)	開鰓率 (%)	生残率 (%)	備考
1 回次生産 - 1	60	17	4.6	高水位
- 2	47	47	8.4	高水位
2 回次生産	65	80	11.7	低水位
3 回次生産	80	90	19.3	低水位 エアレーション 極弱
4 回次生産 - 1	0	10	0	低水位 エアレーション 極弱
- 2	50	90	18.1	低水位
5 回次生産 - 1	25	40		低水位 エアレーション 極弱
- 2	70	70		低水位 エアレーション 極弱
- 3	0	65		低水位 エアレーション 極弱

* 高水位（水深160cm），低水位（水深 80cm）

* 摂餌率は開口後1日目に調査

* 開鰓率は開鰓1日目に調査

表7 過去9年間ににおけるブリ種苗生産の餌料別給餌量

		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
ワムシ	(億個体)	951.5	862.5	350.5	733.6	1508.0	856.4	442.0	313.4	948.9
凍結ワムシ	(kg)					20.0				
アルテミア幼生	(億個体)	94.3	137.5	201.7	214.7	247.5	374.9	184.1	141.5	142.3
養成アルテミア	(億個体)	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	(kg)				91.0	49.0	110.4		619.5	
天然コペポダ	(千万個体)	12.8	19.1	128.6	13.7	27.3	51.8	4.3		
凍結天然コペポダ	(千万個体)	11.0	116.0	9.0	16.3	0.5				
チグリオプス	(億個体)	30.0	27.4	14.2	1.6	4.2				
ミジンコ	(億個体)	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	
マダイふ化仔魚	(万尾)	2256	1718	3641	7250	8517	17563	12596	36328	28000
凍結マダイふ化仔魚	(万尾)	1500	710							
凍結魚卵	(万粒)				4344					
アミ	(kg)			53.9	35.5	138.9				
ミンチ	(kg)					8.0				
配合飼料	(kg)				30.9	59.2	65.9	38.9	177.9	141.1
種苗生産尾数	(万尾)	50.3	69.3	55.2	138.8	76.7	100.1	44.0	50.5	52.5

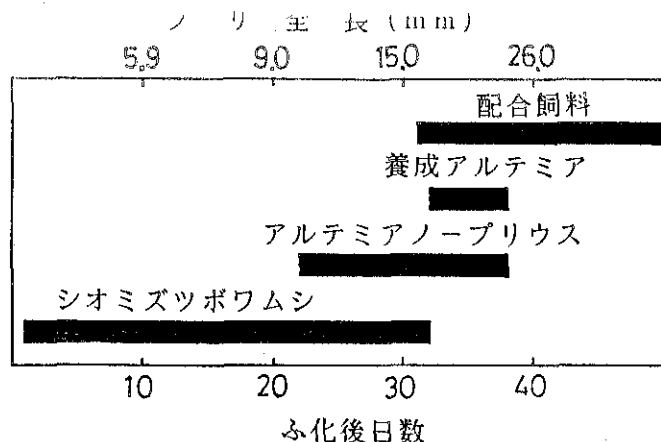
表8 形態異常の発生状況(ブリ生産回次別)

生産回次 (水層)	選別目合	調査 日	サイズ	調査 個体数	部 位 別 奇 形 率				開腹率 (%)	備 考
					頭部縮没	鰓蓋骨欠損	鰓骨異常	その他		
1回次生産 (D-4) (D-6)	6mm以上群	6.3	9.5(8.0~10.9)	52	41.9	43.5	4.8	0	57.7	サケ型奇形混入
	6mm以上群	6.19	13.4(10.3~16.0)	54	5.5	7.4	24.1	0	36.2	サケ型奇形混入
	5mm以上群	8.12	21.5(19.0~24.5)	1419	1.1	2.3	3.0	3.4	85.0	サケ型奇形混入
	5mm以上群	5.18	4.5(3.9~5.2)	103	30.0	69.9	6.8	0	20.0	焼酎処理
2回次生産 (C-3)	6mm以上群	6.3	7.3(5.2~8.7)	54	9.3	13.0	14.8	0	31.5	焼上飼育中
	5mm以上群	6.3	6.8(5.7~7.7)	65	15.4	13.8	12.3	0	33.8	焼上飼育中
3回次生産 (C-1)	6mm以上群	6.4	8.5(6.1~11.3)	59	8.7	2.9	0	0	11.5	日本産配付
	5mm以上群	6.4	5.7(5.1~6.7)	65	18.5	1.5	0	0	20.0	日本産配付
	5mm以上群	6.4	4.8(3.5~6.4)	53	22.8	0	7.5	0	26.4	日本産配付
	12mm以上群	6.20	10.7(10.1~11.7)	30	6.7	3.3	6.7	0	13.3	日本産配付
4回次生産 (C-4)	6mm以上群	6.15	3.8(3.4~4.5)	50	2.0	50.0	4.0	0	54.0	地産放流
	5mm以上群	6.17	5.4(4.6~6.0)	50	10.0	14.0	10.0	0	40.0	地産放流
上津井養魚場 屋島事業場	6mm以上群	6.11	2.3(1.9~3.2)	77	56.5	0	0	0	35.5	地産放流
	5mm以上群	6.11	3.8(2.6~4.9)	80	31.3	15.8	20.0	1.3	37.5	地産放流
天然モジャコ 野見島	6mm以上群	6.1	4.1(3.4~4.8)	51	0	0	0	0	0	地産放流
	5mm以上群	6.5	4.2(3.5~4.9)	12	50.0	0	0	0	50.0	地産放流

表9 形態異常の発生状況(MF21配合飼料試験)

試験区 (水層)	選別目合	調査 日	サイズ	調査 個体数	部 位 別 奇 形 率				開腹率 (%)	備 考
					頭部縮没	鰓蓋骨欠損	鰓骨異常	その他		
丸紅飼料区 (D-1)	7mm以上群	7.5	6.0(3.5~9.0)	51	5.8	5.9	5.9	0	18.0	地産放流
	6mm以上群	7.5	5.0(4.0~6.0)	50	8.0	10.0	12.0	0	28.0	地産放流
	5mm以上群	7.5	4.2(3.4~5.2)	50	8.0	6.0	10.0	0	20.0	地産放流
白水飼料区 (D-3)	7mm以上群	7.5	6.1(5.5~6.8)	50	8.0	80.0	4.0	0	82.0	地産放流
	6mm以上群	7.5	5.0(4.2~5.8)	50	14.0	68.0	10.0	0	72.0	地産放流
	5mm以上群	7.5	4.0(3.1~4.7)	48	4.2	50.0	6.3	0	56.7	地産放流
生物飼料区 (D-4)	5mm以上群	7.5	3.8(3.4~4.1)	50	2.0	0	18.0	0	18.0	ベコ型混入
	5mm以上群	7.5	3.3(2.6~4.2)	50	4.0	0	3.0	0	12.0	ベコ型混入

1 R - 2



1 R - 1

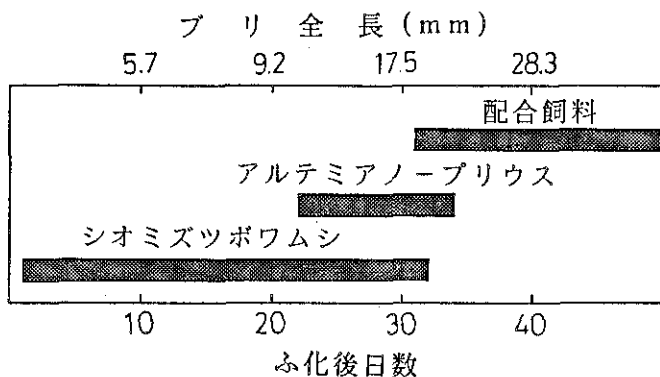


図 1 1 回次生産における餌料系列

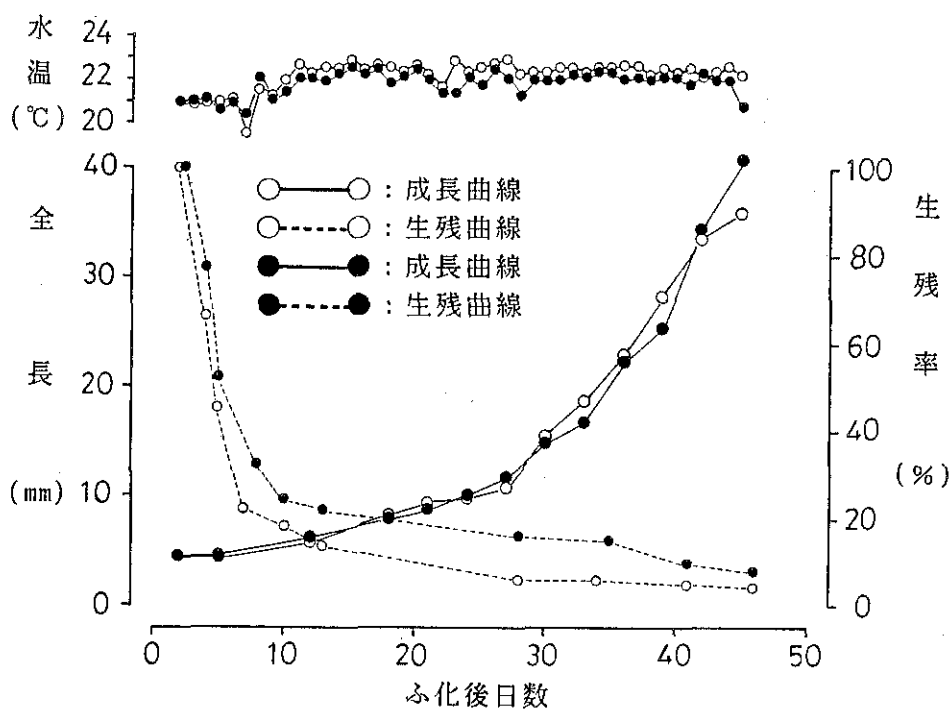


図 2 1 回次生産における成長・生存状況

○ : 1 R - 1

● : 1 R - 2

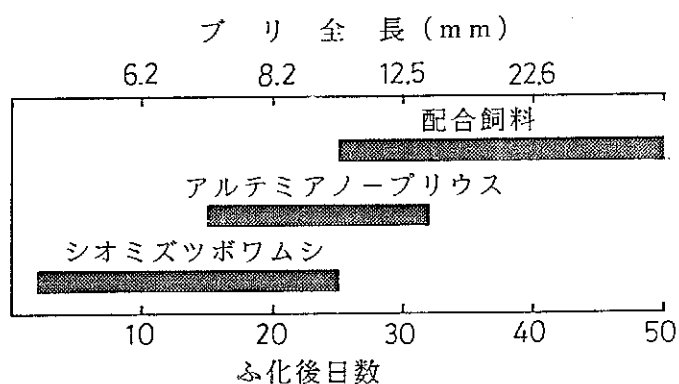


図3 2回次生産における餌料系列

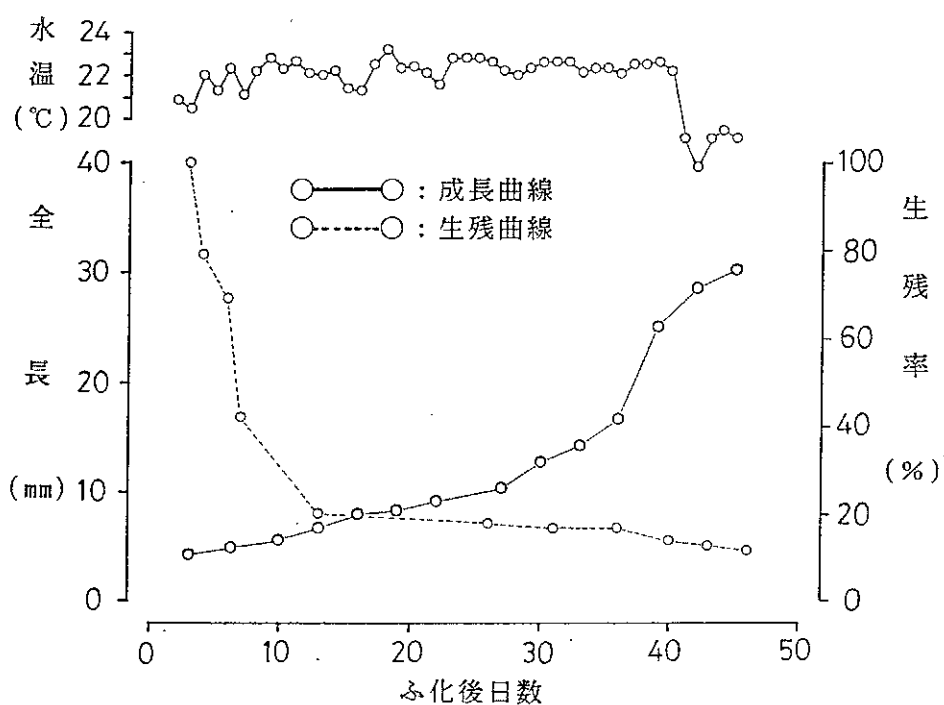


図4 2回次生産における成長・生残状況

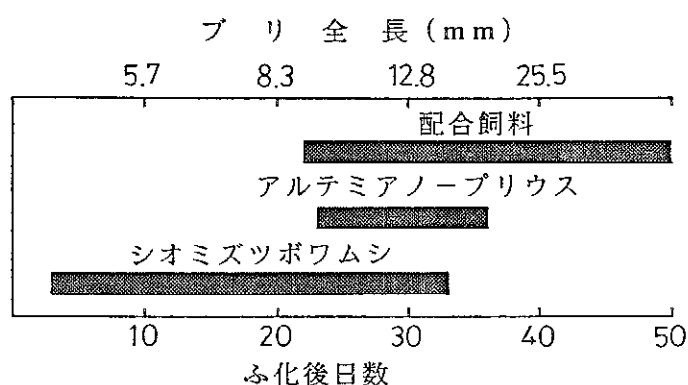


図5 3回次生産における餌料系列

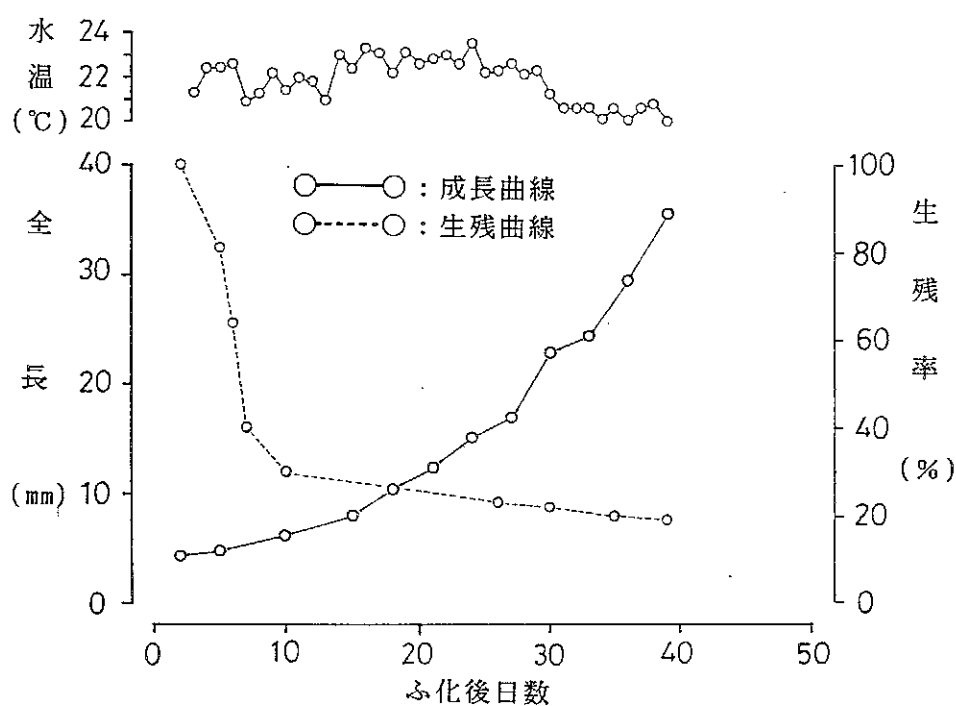


図6 3回次生産における成長・生残状況

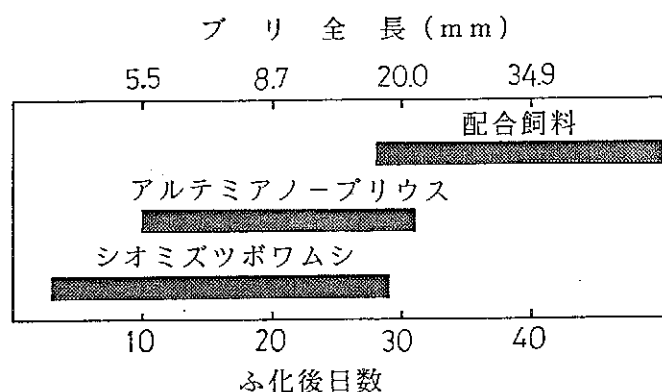


図7 4回次生産における餌料系列

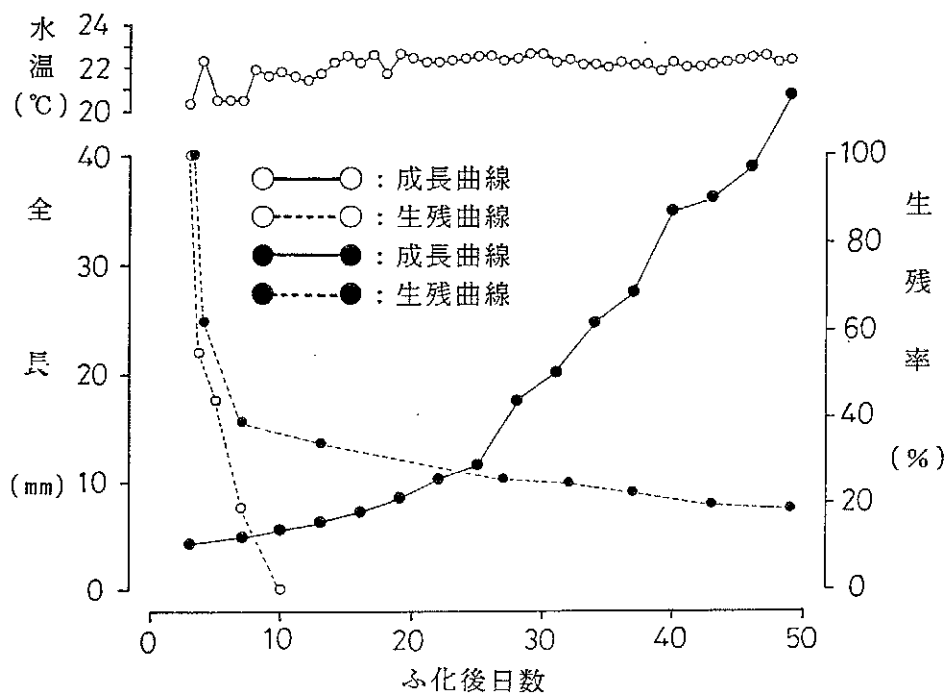


図8 4回次生産における成長・生残状況

○ : 4R-1

● : 4R-2

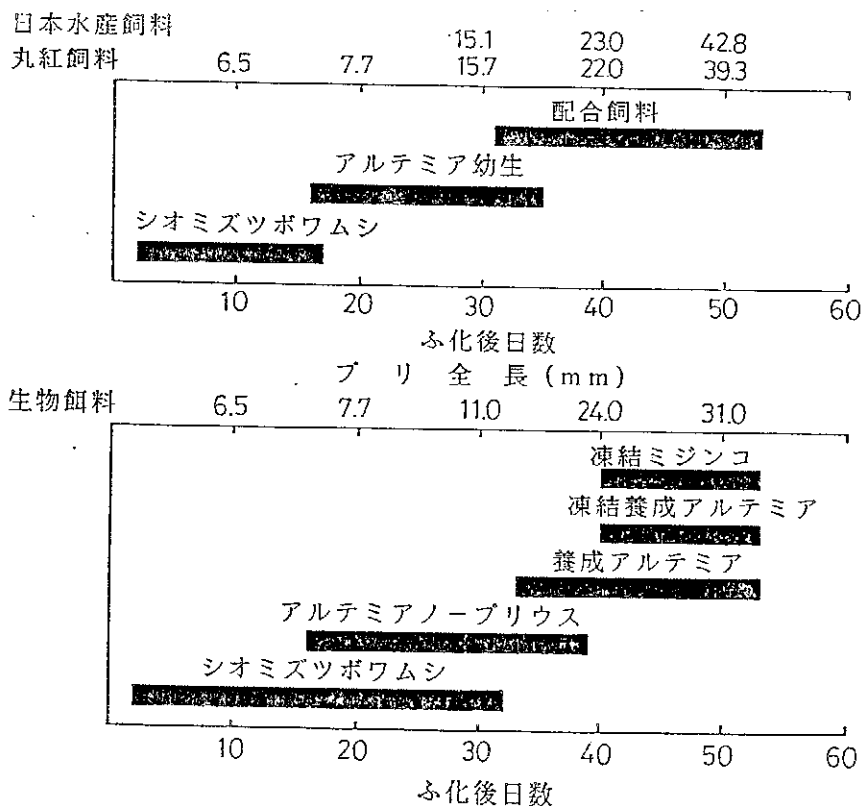


図9 5回次生産における餌料系列

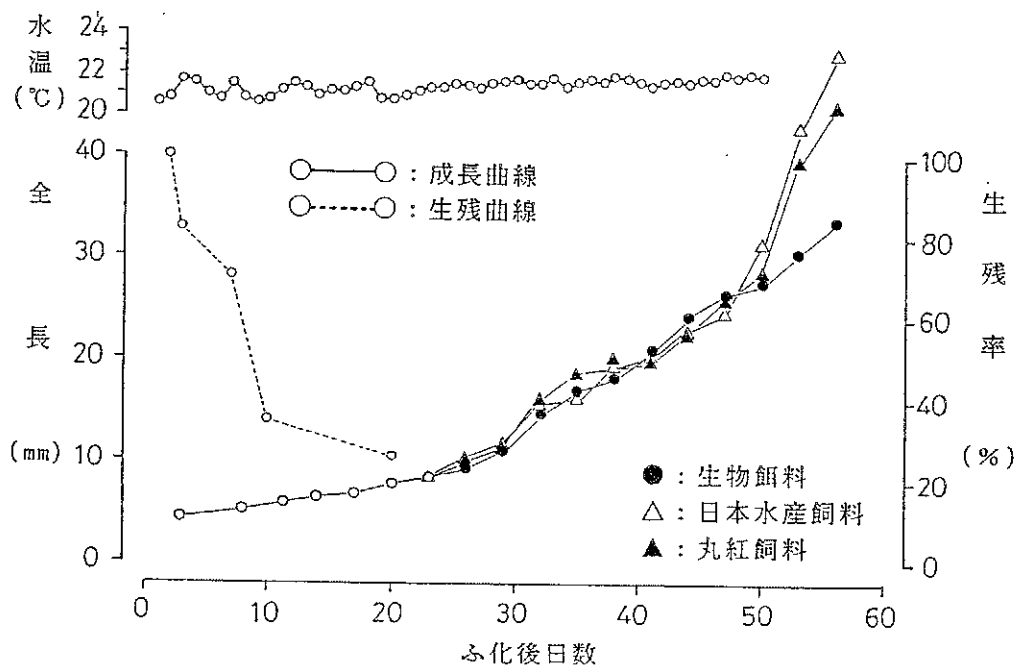


図10 5回次生産における成長・生残状況

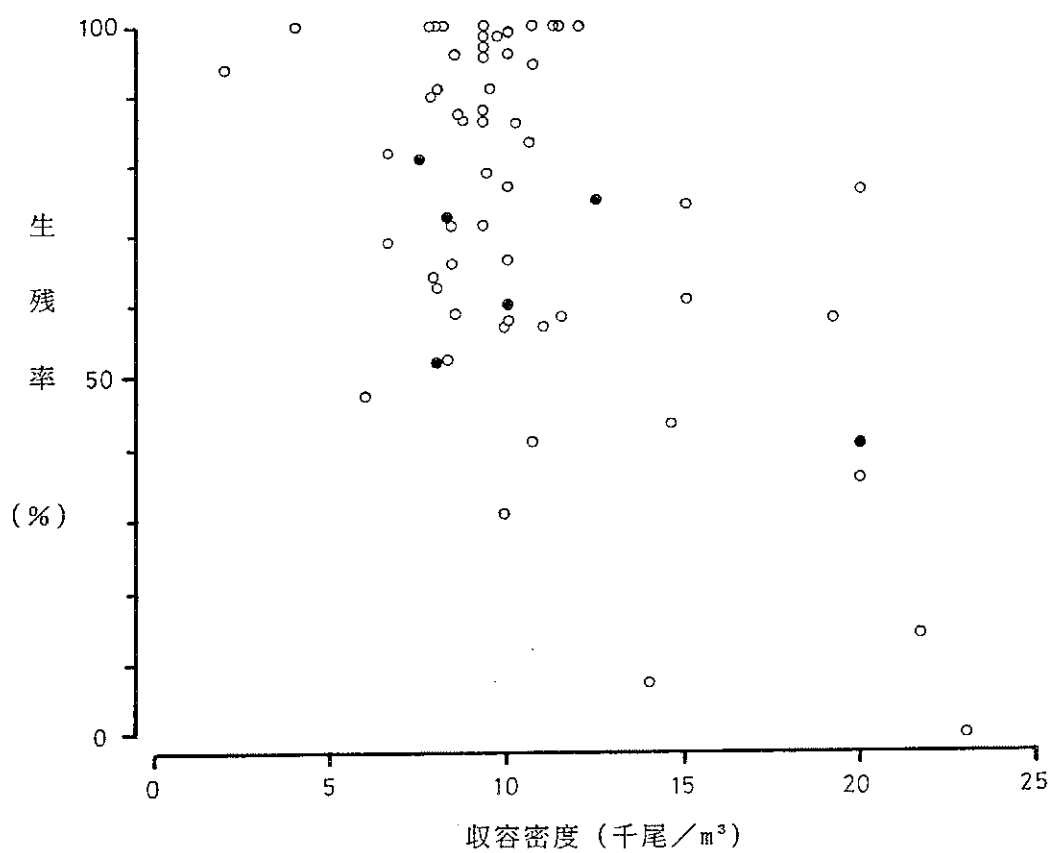


図11 収容密度と初期生存率（ふ化後5日目）

○：過去9年間の生産例

●：今年度の生産例

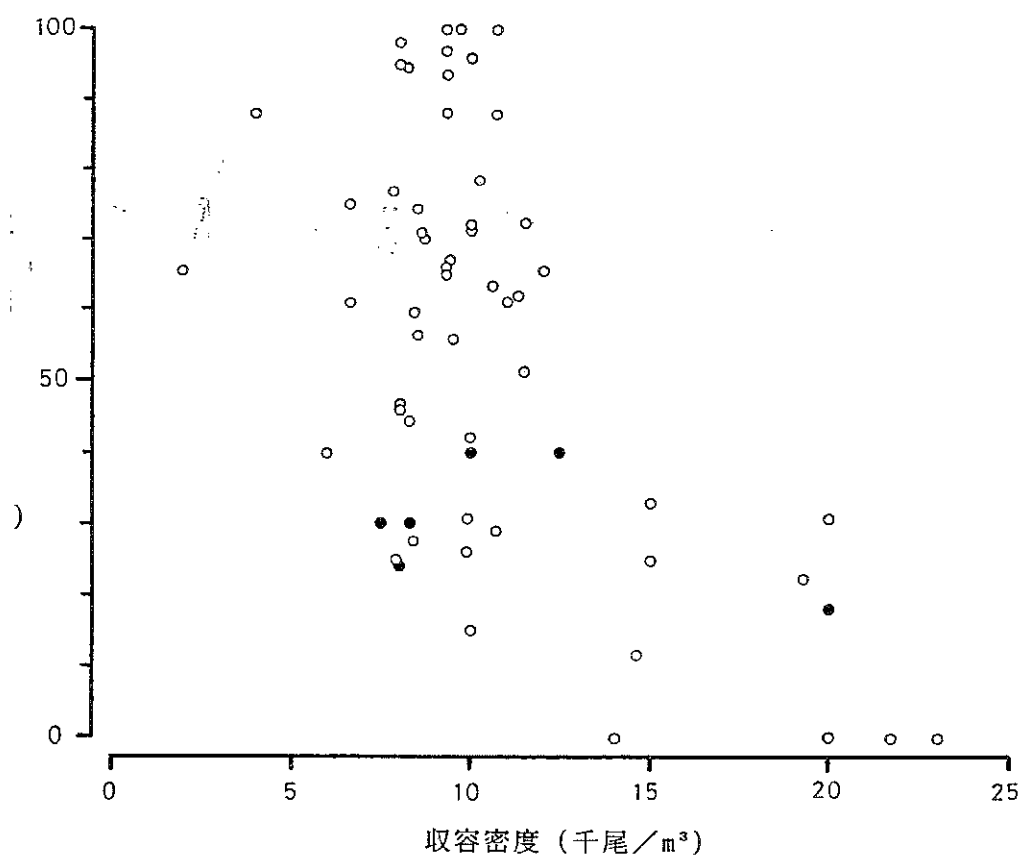


図12 収容密度と初期生残率（ふ化後10日目）

○：過去9年間の生産例

●：今年度の生産例

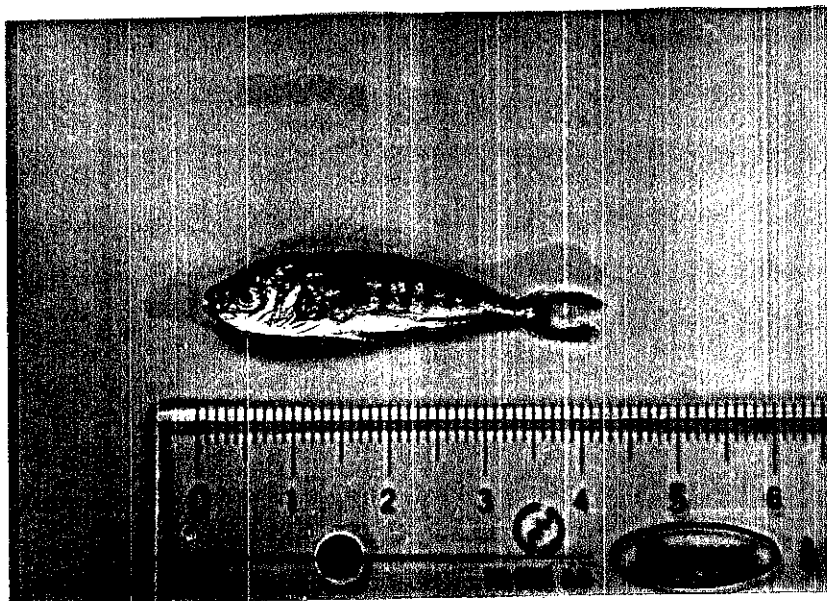


写真1 頭部陥没・鰓蓋縁辺部成長不良

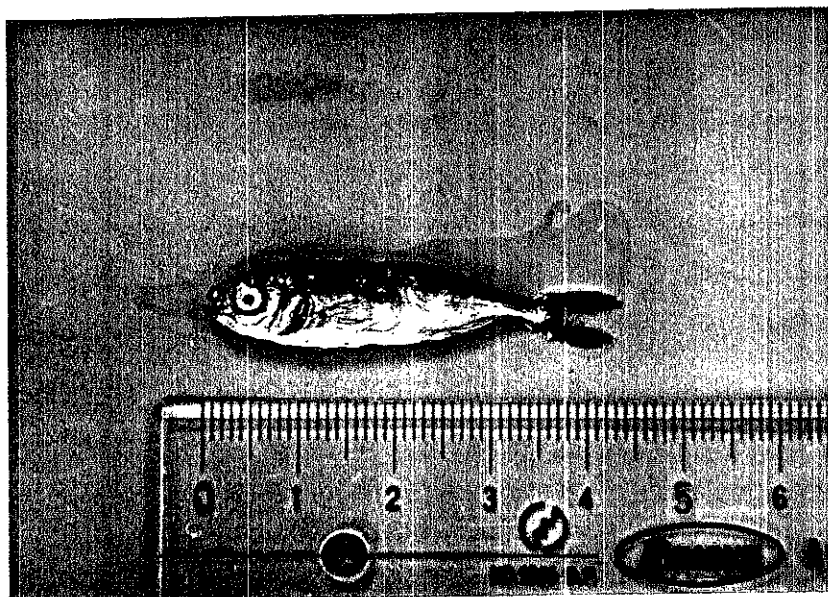


写真2 鰓蓋縁辺部成長不良

平成3年度ブリ形態異常の原因究明試験

ブリは、日本の養殖の歴史の中で過去から現在に至るまで常にその主要魚種であり、マダイやヒラメなどの他魚種を大きく上回っている。その生産量は16万トンに及んでいるが、養殖用種苗については100%天然に依存しているのが現状である。かつてマダイも養殖種苗の100%が天然種苗に依存していたが人工種苗生産技術の進歩と資源保護の動きのなかで天然種苗から人工種苗への移行がなされてきた。今後のブリ養殖を考えると、近年のブリ資源の減少とマダイ養殖の経緯から近い将来マダイと同様天然種苗依存から人工種苗へと移行していくことが考えられる。

現在、国内でのブリの種苗生産は、日本栽培漁業協会の屋島・上浦・五島の3事業場だけで行っているが、その種苗生産技術は急速に進み、昭和61年には五島事業場単独で100万尾の生産が行われ、量産技術においてもほぼ確立されている。一方、生産された人工種苗には形態異常魚が高率に出現するため、質的改良、いわゆる健苗性についての検討が必要である。ブリの人工種苗に見られる形態異常には、顎骨異常、頭部形状異常、脊椎骨異常がある。特に、脊椎骨異常にみられる頭部上方屈曲個体は、全長約150mm頃から発生し始め、成長につれて発生率が高くなり、健苗性を考える上で問題となっている。この頭部上方屈曲個体は脊柱前彎症、脊柱上彎症と呼ばれ、脊椎骨の屈曲により形態が逆“へ”の字を呈し、成長につれて屈曲が大きくなるものである。脊柱前彎症は他の数魚種においても見られるが、特にマダイでは昭和50年代初期において大きな問題となり研究が成されてきている。その結果、ほぼ原因究明が成され、現在では鼻孔欠損などの若干の問題が残されているものの人工種苗は養殖種苗、放流種苗として利用されている。

本試験では、ブリ人工種苗に現れる脊柱前彎症がマダイと同様の形態異常であるか否かを確認するため、マダイの調査研究の経緯を参考にしながら脊柱前彎症の原因究明を行った。昨年度は、脊柱前彎症の発生原因と思われる餌料に主目して、餌料別飼育試験を行った。その結果、配合飼料区が生物餌料区よりも高い形態異常発生率を示し、配合飼料の影響が伺われた。一方、脊柱前彎症個体には未開腔個体が多いことから、脊柱前彎症と開腔状況との関係について

調べたところ脊柱前彎症個体の大部分が未開腔魚であった。また、近年三重県の養殖業者の間で尾部が上方に屈曲している変形魚（通称ヒコーキ型、シャチホコ型）が多数発生しており、当場の脊柱前彎症との関連性について興味もたれる。そこで、本年度は、①比重選別による開腔魚・未開腔魚の脊柱前彎症個体の発生状況の把握、②成長にともなう未開腔魚の開腔状況の変化の把握、③当場における脊柱前彎症魚と三重県の養殖業者の間で問題となっている変形魚との関連性、④マダイ脊柱前彎症との同一性について検討を行ったので、以下、その結果について概略を報告する。

材料と方法

採卵および飼育 親魚は天然魚から2年養成したものを用いた。親魚には電照処理（18L：6D）とホルモン（HCG）打注を行い、自然産卵した受精卵を採卵し、ふ化管理を行った。ふ化仔魚は、飼育水槽（屋外60m³角型コンクリート水槽：8.0 × 4.5 × 1.7 m）2槽に収容し、全長28.2～49.3mmに達したふ化後46日目まで飼育を行った。その後地先海面に設置した小割網生簀（3 × 3 × 3.5m）に移し飼育した。

開腔個体と未開腔個体の選別 供試魚には、上に述べた飼育群からふ化後89日目に一部を間引いたものを使用し、塩分濃度 7.5%の塩水の中で比重差により開腔魚・未開腔魚の選別を行った。供試魚は ジェノキシエノールで麻酔をした後比重選別を行い、浮上したものを開腔魚、沈下したものを未開腔魚とした。選別後はそれぞれ別の小割網生け簀に収容した。

試験期間中の飼育 餌料には、全長 100mmまでは市販の配合飼料を用い、全長 100mm以降は当场で調餌したモイストペレットを用いた。給餌は毎日行い、1日1回午前中に行った。斃死魚は毎日取り揚げた。

脊柱前彎症出現率の調査 脊柱前彎症個体の発生状況の調査は約2ヶ月に一回行い、各試験区の成長、脊柱前彎症個体の発生尾数を調べた。調査時に発見した脊柱前彎症魚についてはすべてサンプリングを行い、脊椎骨の屈曲状況、開腔状況について調べた。試験期間中の斃死魚については、死亡時に成長、形態異常、開腔状況を調べた。試験終了時には、各試験区における供試魚は全部サンプリングを行い、成長、脊柱前彎症、開腔状況について調べた。

脊柱前彎症魚の解剖調査 昨年度の試験においてサンプリングした脊柱前彎症魚について解剖を行い、脊椎骨の屈曲状況を調べた。供試魚はすべて2枚腹部より開いた後、脊椎骨を有する側に熱湯を注ぎ、付随している肉片をブラシで取り除き、その後脊椎骨の観察を行った。

結果

比重選別結果 比重による開腔魚・未開腔魚の選別は試験開始時に行い、比重選別時の大きさは、全長13.4cm (10.8~16.0) であった。選別には稚魚600尾を用い、選別時に斃死または衰弱した個体を除去した浮上魚は1201尾、沈下魚は316尾であった。選別後、浮上魚は開腔魚、沈下魚は未開腔魚とし、それぞれ小割網生簀に収容した。比重選別直後の各試験区の開腔率は、開腔魚区が100%であるのに対し未開腔魚区では0%であった。

飼育結果 試験は、1991年6月20日から1992年3月3日までの256日間行った。調査は4回行い、第1回調査は8月12日、第2回調査は10月3日、第3回調査は12月17日、第4回調査は3月3日に行った。各試験区の成長、生残、脊柱前彎症個体の発生状況、開腔率を表1に示した。成長は、開腔魚区では8.0cm (33.0~40.0) であり、未開腔魚区では35.1cm (30.0~41.5) であった。生残状況は、開腔魚区が1090尾であり、未開腔魚区は168尾であった。4回の調査でサンプリングした尾数を加えた生残率は両区とも90.8%であり差がなかった。脊柱前彎症魚の出現尾数は、開腔魚区では1尾であり鰓は開腔していた。未開腔魚区では119尾であり、このうち5.9%の個体が開腔していた。試験区全体の開腔率は、開腔魚区では100%であり、未開腔魚区では46.4%であった。未開腔魚区では不完全ながら半分近くの個体で開腔していることが観察され、1部は完全に開腔していた。各試験区の成長を図1に示した。試験開始直後より開腔魚区と未開腔魚区との間に差が見られ始め、開腔魚の成長が開腔魚の成長を上回った。成長差は経過日数に伴い大きくなった。

未開腔魚の成長と脊柱前彎症魚の出現状況 未開腔魚区の成長と脊柱前彎症魚の出現尾数の経過日数に伴う変化を図2に示した。脊柱前彎症魚は、試験開始時の全長13.4cmから約3か月後の全長30cmまでの間に多く出現し、試験期間中の総脊柱前彎症個体数の80.7%がこのサイズの間で出現した。全長30cm以

降ではほとんど出現しなかった。

未開腔魚の成長に伴う開腔率の変化　未開腔魚区で出現した脊柱前彎症魚の開腔率の変化を図3に示した。脊柱前彎症魚の開腔は10月3日の第2回調査より見られ始め、第3回・第4回調査ではその割合は増加した。

未開腔魚の開腔段階別の成長　試験終了時における各試験区の開腔段階別の個体頻度および成長を表2、表3に示した。開腔段階は、完全開腔をA，不完全開腔をB，未開腔をCとした。開腔段階別の個体頻度は、開腔魚区ではAが88.0%，Bが12.0%であり、全体としての開腔率は100%であった。未開腔魚区ではAが20.2%，Bが26.2%，Cが53.6%であり、全体としての開腔率は46.4%であった。開腔段階別の成長（平均全長）は、開腔魚区ではAが37.6cm，Bが37.5cmであり、未開腔魚区ではAが37.3cm，Bが35.0cm，Cが34.3cmであった。

脊柱前彎症魚の解剖学的所見　昨年度の試験においてサンプリングした脊柱前彎症魚の外観を図4（写真）に、脊椎骨の屈曲状況を図5（写真）に、脊椎骨椎体の変形の発生部位を図6に示した。脊柱前彎症魚は頭部が上方に彎曲していること以外は正常魚と差が見られなかった。脊椎骨屈曲部分の椎体間隙が正常魚では平行であるが脊柱前彎症魚では“八”の字になり両側の椎体の上底が短縮した台形に変形しており、この椎体を境に前方が上方に屈曲していた。椎体変形の発生部位は第1椎体から第9椎体の範囲であり、第6椎体と第7椎体の間で屈曲する割合が29.8%と最も多く、次に第3椎体と第4椎体の間での屈曲する割合が24.6%で多かった。脊椎骨の屈曲は1か所のみでみられ、他の部位では椎体の変形などは認められなかった。

考察

昨年度までは、脊柱前彎症の原因として、金網選別時の脊椎骨損傷、配合飼料に起因する栄養疾患、ウイルス性疾病の3つが考えられた。しかし、本年度の結果より、脊柱前彎症個体は明らかに未開腔魚区に高率に発生していることから、脊柱前彎症は鰓の開腔の成否に起因しており、マダイと全く同様の症状であることが確認された。このため、ブリの開腔の成否の決定は大部分がふ化後5日目の開腔時に決定することから、脊柱前彎症の発生防止は飼育初期の開

腔率の向上を図ることにより可能と思われる。昨年度の餌料別試験結果では、脊柱前彎症の出現率は、生物餌料区が 3.0～ 6.2%であるのに対し、配合飼料区は14.9～30.6%であり、明らかに配合飼料区の方が高率に発生していた（表4）。しかし、配合飼料区と生物餌料区では供試卵は同じであるが全長30 cmまでの初期の飼育は飼育水槽が異なるために、初期の開腔率が異なっていたことが考えられる。事実、昨年度の開腔率は、配合飼料区は30%であるのに対し生物餌料区は50%であり、配合飼料区は生物餌料区より低くなっており、この結果からも配合飼料区の脊柱前彎症個体の発生率が高いことがうかがわれる。しかし、未開腔個体でも必ずしも脊柱前彎症になるわけではなく、開腔個体でも1尾ではあるが脊柱前彎症個体が発生していることから、必ずしも開腔の成否では説明できない点もあり更に検討する必要がある。

未開腔魚区で発生した脊柱前彎症個体は大部分が未開腔であったが、一部には鰓が不完全開腔している個体も観察された。この鰓の不完全開腔個体は、試験開始時点で既に不完全開腔形成であったのか、飼育試験途中で一部形成されたものかは不明であるが、試験開始時の比重選別直後の抜き取り調査では完全に選別されていたことから、試験開始時に未開腔であったものが成長に伴い開腔しているものと思われる。このような未開腔魚の開腔はマダイ・ヒラマサでも観察されており、ブリでも仔魚期と稚魚期の2回に開腔が行われるものと思われる。マダイでは稚魚期に開腔することにより脊柱前彎症魚の脊椎骨の屈曲が回復するとの報告がある。ブリの場合、脊柱前彎症は全長30cm以上になると出現率が低下するが、全長30cm以上での開腔率の上昇と考えあわせると開腔に伴い脊椎骨の屈曲が阻害されることにより脊柱前彎症の出現率が低下することが考えられる。どのようなメカニズムにより稚魚期の開腔が起きるのかは今後の研究課題であるが、このメカニズムを解明することにより、未開腔魚を開腔させ、それにより脊柱前彎症の出現を阻止することが可能となるかもしれない。

脊柱前彎症個体の脊椎骨の屈曲状況を見ると、第1～9椎体までのいずれか1部位で屈曲していた。屈曲部位には2か所がみられたがその原因は不明である。なお、昨年度五島事業場で生産したヒラマサの中間育成中に発生した脊柱前彎症のヒラマサの脊椎骨の発生部位をみると（図7）、椎体変形の発生部位

は第1椎体から第10椎体の範囲であり、第2椎体と第3椎体の間で屈曲する割合が28.0%と最も多く、次に第3椎体と第4椎体の間、第6椎体と第7椎体の間での屈曲する割合が20.0%で多く、ブリと同様に屈曲部位には2か所が見られた。ヒラマサの場合、調査サンプル尾数が少ないため明言は避けなければならないが、2か所の屈曲部位には有為な差があると思われ、脊柱前彎症の発生時期、サイズなどの他の要因との検討が必要であろう。

開腔魚と未開腔魚の成長をみると、両区の収容密度が異なるため単純に比較は出来ないが、高密度で飼育していた開腔魚の方が成長がよいことから、開腔魚の方が成長よいものと考えられる。このため、未開腔は成長阻害要因になっていることが推察される。このことは、これまで通称ビリと呼ばれる成長不良魚に未開腔魚が多いことから伺えられるものである。

三重県の養殖業者の間で見られる尾部が上方に屈曲している変形魚（通称ヒコーキ型、シャチホコ型）は、椎体の変形の発生部位が第15椎体から第19椎体の範囲であり、第16椎体と第17椎体の間で屈曲する割合が最も多く、また1才魚、2才魚で多く見られるとのことであり、当場の脊柱前彎症とは異なるものと思われる。しかし、脊椎骨の屈曲という症状は部位が異なっても同じものと思われ、当場の形態異常のメカニズムを解明するうえでも今後の研究成果に注目していきたい。

脊柱前彎症個体は、マダイ、スズキ、ヒラマサなどの他の魚種についても報告されている。特に、マダイでは昭和50年代において研究が成され、仔魚期の開腔には仔魚による水面での空気の取り込みが必須であることが確認されている。また高度不飽和脂肪酸が欠乏すると鰾内への空気の取り込みが順調に行われないため鰾の発達が不完全となり脊柱前彎症個体が発生するという報告もある。現在ブリに関してはマダイと同様に仔魚による水面での空気の取り込みにより開腔するのか否か不明であるため、今後はブリについても仔魚期の開腔のメカニズムを解明し開腔率の向上を図ることが必要である。また、稚魚期の餌料に含まれる高度不飽和脂肪酸に注目して稚魚期の開腔のメカニズムを解明し、脊柱前彎症の発生防止の検討を行っていくことが必要である。

要約

- 1) 比重選別により開腔魚・未開腔魚とに選別し、それぞれの脊柱前彎症の発生状況を追跡した。
- 2) 脊柱前彎症魚は未開腔魚に多く出現し、開腔との関連性が伺われた。
- 3) 脊柱前彎症魚の大部分は未開腔であったが、一部の個体は開腔していた。
- 4) 開腔魚と未開腔魚では開腔魚の方が成長が良く、未開腔は成長阻害要因となっていた。
- 5) 未開腔魚は成長に伴って開腔するものが見られ、ブリの開腔は仔魚期と稚魚期の2回見られた。また、開腔の進んでいる個体ほど成長が良かった。
- 6) 脊柱前彎症魚の脊椎骨の屈曲部位は、第1椎体から第9椎体の範囲であり、第6椎体と第7椎体の間で屈曲する割合がもっとも多く、次に第3椎体と第4椎体の間での屈曲する割合が多かった。
- 7) 脊柱前彎症は開腔との関連性が認められることから、ブリの脊柱前彎症はマダイと同じものと考えられる。よって、脊柱前彎症の防止にはふ化後5日目の開腔時の開腔率の向上対策について検討する必要がある。

参考文献

- 板沢靖男・羽生 功 編(1991): 魚類生理学. 恒星社厚生閣
- 北島 力・岩本 浩・藤田矢郎(1977): 人工マダイにおける鰾の未発達と脊柱屈曲の関係. 長崎水試研報, 3, 23-32
- 北島 力・塚島康生・藤田矢郎・渡辺 武・米 康夫(1981): マダイ仔魚の空気呑み込みと鰾の開腔および脊柱前彎症との関連. 日水誌, 47, 1289-1294
- 北島 力(未発表): 人工採苗ヒラマサの脊椎前彎症
- 北島 力(1974): 海産魚類人工種苗の奇形の原因究明と防除研究報告書-I. 長崎増養研
- 北島 力(1975): 海産魚類人工種苗の奇形の原因究明と防除研究報告書-II. 長崎増養研
- 津田平蔵・藤原正嗣・青木秀夫(1990): ブリの上彎症対策に関する研究. 平成2年度三重県水産技術センター事業報告, 157-158

表 1 開腔魚・未開腔魚*1の飼育結果概要

試験開始時 (6月20日)				試験終了時 (3月3日)					
	全 長 (cm)	尾 数		全 長 (cm)	尾 数	生残率*2 (%)	脊柱前彎症 出現尾数	脊柱前彎症 出現率 (%)	開蹼率 (%)
開腔魚	13.4 (10.8~16.0)	1201		38.0 (33.0~40.0)	1090	90.8	1	0.09	100
未開腔魚	13.4 (10.8~16.0)	316		35.1 (30.0~41.5)	168	90.8	119	41.5	5.9**3

* 1 開腔魚・未開腔魚の選別は、塩分濃度 7.5%の塩水の中での比重差によって選別した

* 2 生残率の計算は、生残尾数にサンプリング尾数を含めた

* 3 開腔魚の鰓は、いずれも不完全開腔

表 2 ブリの開腔魚・未開腔魚における開腔段階の頻度

開腔段階*	開腔魚 (%)	未開腔魚 (%)
A	88.0	20.2
B	12.0	26.2
C		53.6

*開腔段階 A : 完全開腔魚
B : 不完全開腔魚
C : 完全未開腔魚

表 3 ブリの開腔魚・未開腔魚における開腔段階別の成長状況

開腔段階*	開腔魚の全長	未開腔魚の全長
A	37.6cm	37.3cm
B	37.5cm	35.0cm
C		34.3cm

平均全長

*開腔段階 A : 完全開腔魚
B : 不完全開腔魚
C : 完全未開腔魚

表 4 脊柱前彎症個体の餌料別出現状況

試験開始 (5月11日)		試験終了 (11月15日)						
試験区		尾数	サイズ (mm)	仔魚期の開腔率 (%)	サイズ (mm)	脊柱前彎症個体累積発生尾数 (%)	脊柱前彎症個体開腔率 (%)	正常魚開腔率 (%)
生物区	No. 1	5000	27 (23~30)	50	366 (294~400)	310 (6.2)	33.3	94.0
	No. 2	12000	27 (23~30)	50	365 (318~407)	850 (7.1)	—	84.0
	No. 3	12000	27 (23~30)	50	386 (330~422)	354 (3.0)	0	100
配合区	No. 1	12000	27 (23~30)	30	375 (340~430)	3675 (30.6)	26.9	94.0
	No. 2	1000	161 (131~188)	30	380 (336~409)	149 (14.9)	20.5	98.0
天然魚 (モヅ)		1000	52 (46~63)	100	384 (358~415)	0 (0)	—	100

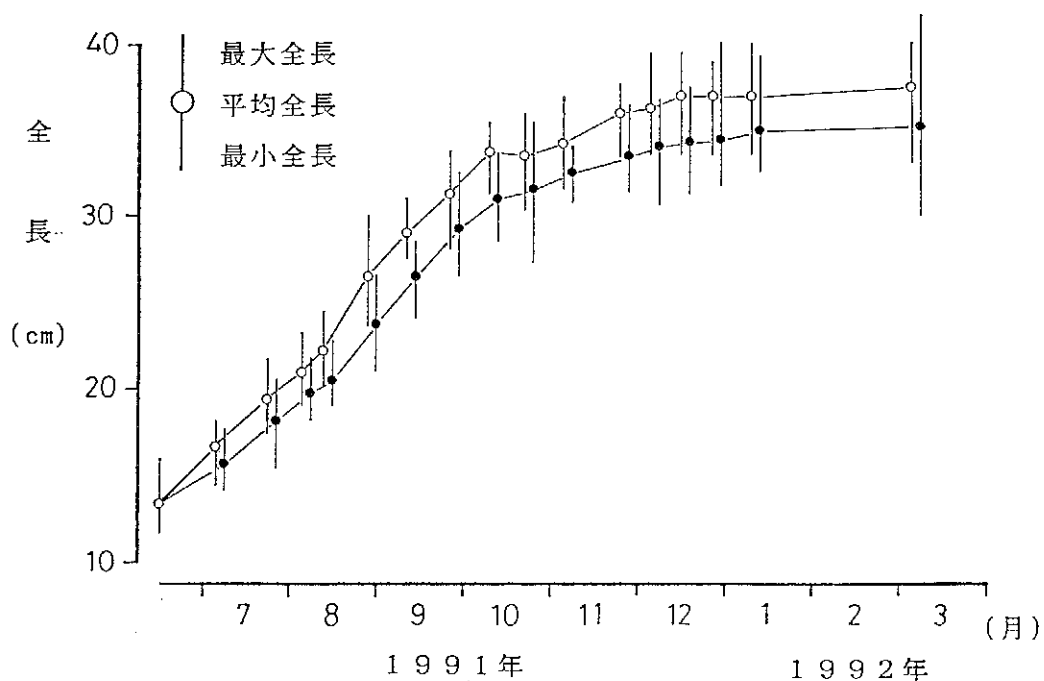


図1 開腔魚・未開腔魚の成長

○：開腔魚 ●：未開腔魚

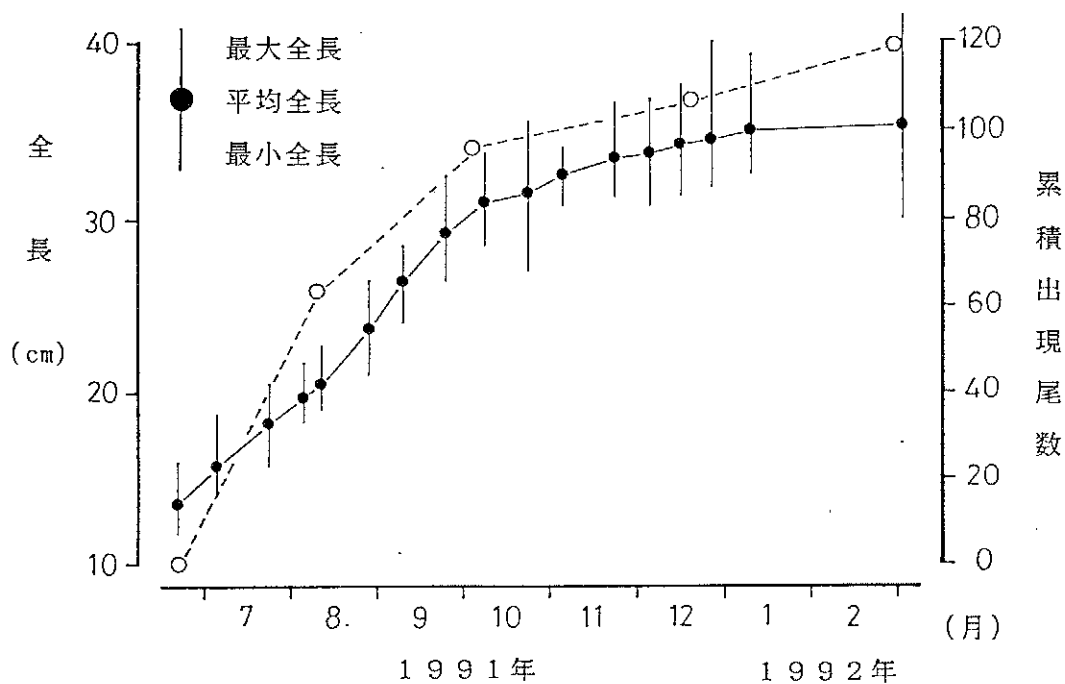


図2 未開腔魚の成長と脊柱前彎症の出現状況

●：未開腔魚の全長 ○：脊柱前彎症の累積出現尾数

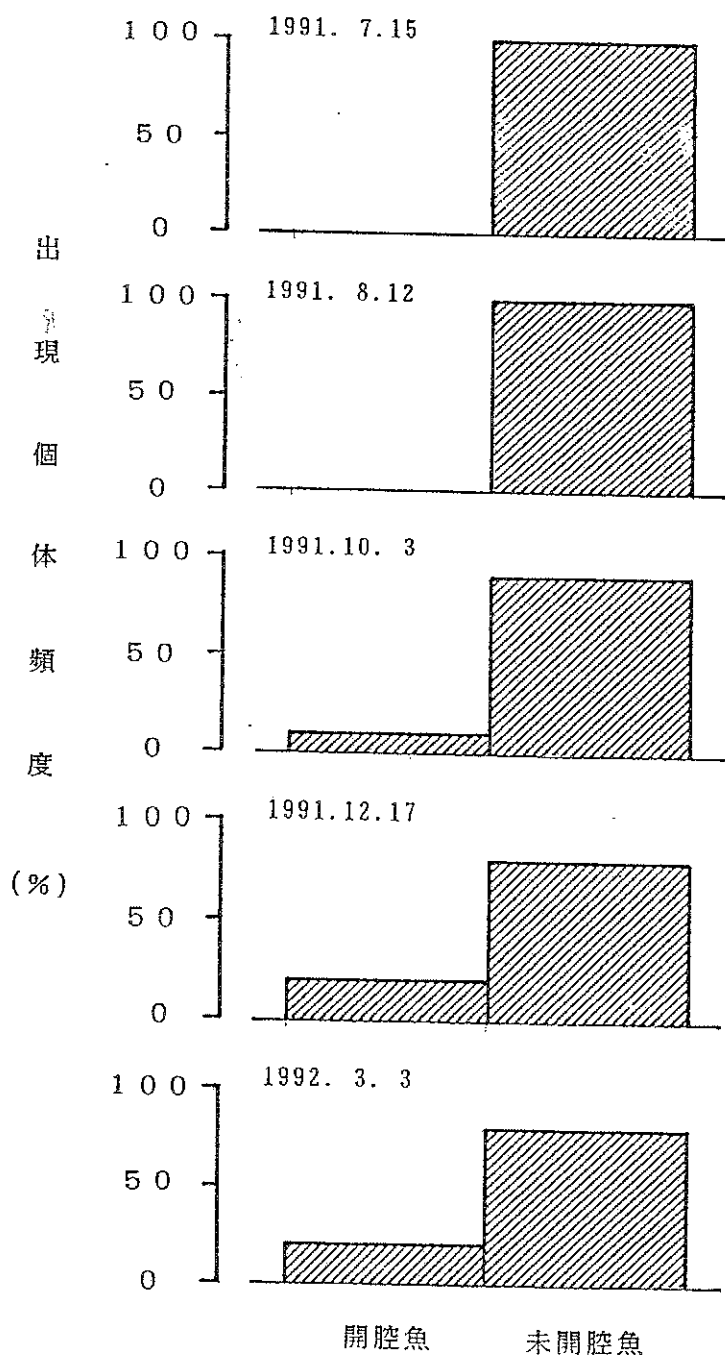


図3 未開腔魚の開腔状況

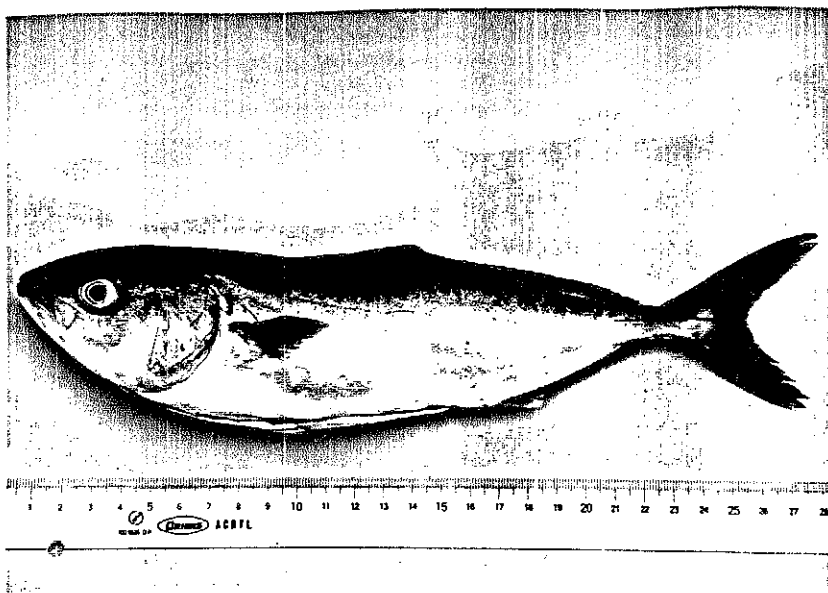


図4 ブリ脊柱前彎症魚の外観

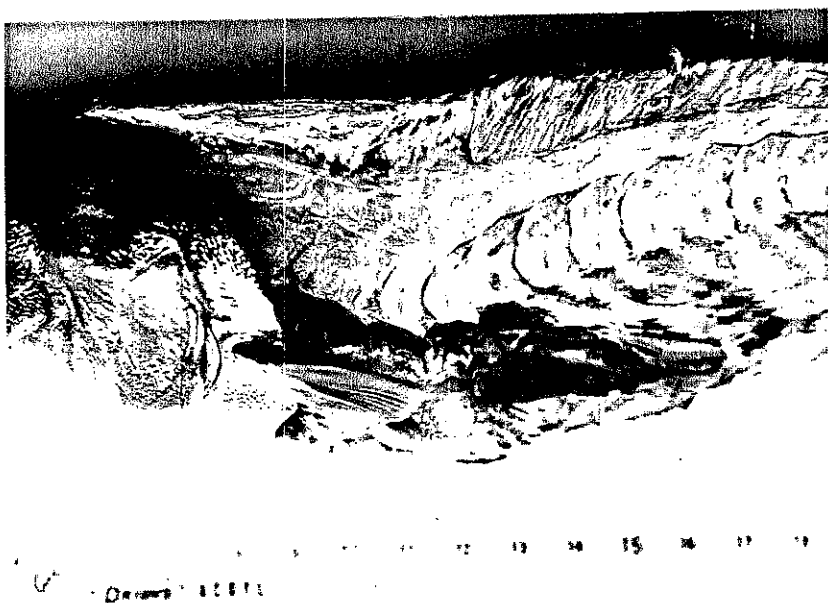


図5 ブリ脊柱前彎症魚の脊椎骨屈曲状況

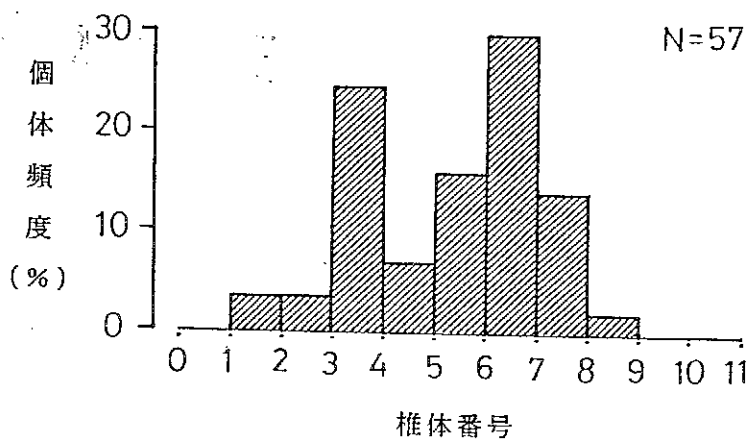


図6 プリ脊柱前彎症魚の脊椎骨屈曲部位

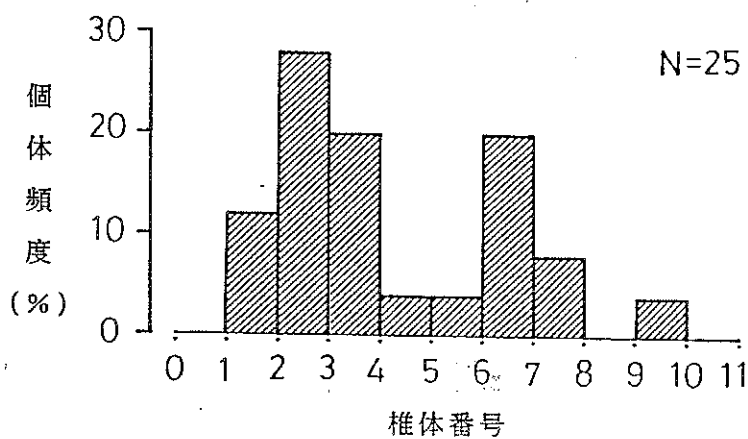


図7 ヒラマサ脊柱前彎症魚の脊椎骨屈曲部位

これまで本症に対する薬剤防除効果について試験を行い、抗生物質のフマジリンの経口投与が有効であることを明らかにした。

本年度はフマジリンの投与時期、Microsporidium seriolae の感染方法および当該における感染場所等を検討した。

1. 薬剤防除試験

海面小割生簀で育成中の未発症魚および発症魚に対してフマジリンの経口投与が有効であるかどうかを陸上水槽で検討した。試験概要について表1、表2に示した。

（1）方法

未発症魚は本年4月下旬に採卵し種苗生産した稚魚を、発症魚では3月下旬に採卵し種苗生産した稚魚を用いた。この稚魚は海面小割生簀で前者では10日間、後者では約2か月間育成した稚魚で、7月17日に陸上水槽に収容し試験を開始した。供試尾数は各区50尾づつを用いた。試験開始時の全長および体重は、それぞれ前者で4.8 cm(3.7~5.9)、1.0g(0.4~1.6)、後者では12.0 cm(11.1~13.3)、15.2g(10.3~20.2)であった。

1) フマジリンの投与方法

本剤の投与量は未発症魚では、5、10、20、40 mg/kg/日および対照区（無投薬）の5区、発症魚では、投与量を25、50、100 mg/kg/日および対照区（無投薬）の4区を設けた。

投与方法は、市販の配合飼料に本剤の所定量を淡水に懸濁した後添加し、これにフィードオイルを加えて投与した。

投与期間は前者では30日、後者では10日間である。

2) 飼育管理

試験は、未発症魚では501水槽を、発症魚では500 1水槽を用い、流水下で行った。水温は自然海水温とし、前者で25.1~28.6℃、後者では25.4~28.9℃の範囲であった。

3) 調査方法

調査は、試験開始後10日間間隔で行い、肉眼的に病変の認められる個体を発症個体とした。なお、病変を判別しにくい個体については、筋肉部を切り取り乳鉢で磨砕し、顕微鏡下で胞子の確認を行った。

(2) 結果

未発症魚に対する本剤の防除試験結果を表1に示した。試験開始40日後(内10日間は休薬)の本症の発症率は、対照区では6.0%であったのに対し、投薬区では濃度に関わらず本症の発症は認められなかった。成長はフマジリンの濃度が高いほど鈍る傾向が見られた。

発症魚に対する本剤の防除試験結果を表2に示した。試験開始後30日後(内20日間は休薬)の本症の治癒率は、対照区では37.5%であったのに対し、投薬区では12.5~20.0%で、むしろ対照区の方が治癒率は高かった。成長は試験区間で大きな差は見られなかった。

このように、未発症魚ではフマジリン5 mg/kg/日の濃度でも本症に対し有効と判断されたが、発症魚では本剤の治癒効果はないものと判断された。

1. 飼育場所および餌料による発症率

これまで本症は陸上水槽での発病は報告されていない。このため、海面小割生簀で感染している可能性が高い。このため、この点を確認するため実験的に本症の感染場所の検討を行った。また、海面小割生簀での中間育成において餌料による発病率の差があること知られている。イカナゴミンチ肉と市販の配合飼料で育成し、稚魚の発病率を調査した。試験概要について表3に示した。

(1) 方法

試験には養成場所および投与餌料の異なる稚魚群を用いて、陸上水槽で発病率を調査した。試験概要について表3に示した。基本的には1の2)、3)と同様で、以下に特記すべき点のみ記す。

1) 供試魚

陸上水槽で種苗生産し、海面小割生簀で10日間イカナゴミンチ肉を投与した稚魚(以下、海上・生餌区)、同様に市販の配合飼料を投与した稚魚(以下、海上・配合)、海面小割生簀に沖出しせずにそのまま陸上水槽でイカナゴミン

チ肉を投与した稚魚（以下、陸上・生餌）、同様に市販の配合飼料を投与した稚魚（以下、陸上・配合）を用いて、陸上水槽で本症の発病率を調査した。

試験開始時の全長および体重は、試験区間で異なり、それぞれ4.8~6.6 cm、0.7~1.8g であった（表3）。

2) 飼育管理

試験は、501 水槽を用い流水下で行った。水温は自然海水温で行った。なお、試験開始後は、いずれの試験区でも市販の配合飼料を投与した。

(2) 結果

試験開始後40日後の本症の発症率は、海上・生餌区では6.0%、海上・配合区では22.0%、陸上・生餌区および陸上・配合区では本症の発症は認められなかった。この結果、本虫は海面小割生簀で感染するものと判断された。また、生餌で育成するよりも配合飼料で育成した方が発病率は高い傾向が認められた。

3. Microsporidium seriolae の実験的感染方法

本症の防除法を検討する場合、実験的感染方法の確立が重要である。しかし、これまで、ブリのMicrosporidium seriolae の実験的感染が成立した報告は見当たらない。このため、実験的感染を試みた。

(1) 方法

試験概要について表4に示した。経口感染区、浸漬感染区、注射感染区および対照区の4区を設けた。

1) 供試魚

非感染魚と判断される陸上水槽のみで育成した稚魚を用いた。7月19日に屋内角型水槽（8 m³）より、501 水槽に収容し試験を開始した。供試尾数は各区50尾づつを用いた。試験開始時の全長および体重は、4.2 cm(3.4~5.4)、0.7g(0.4~1.2) であった。

2) 感染方法

感染胞子は、発症魚の筋肉患部より抽出し、滅菌生理食塩水を加えて乳鉢で磨砕した後、ガーゼで濾過し、ろ液を3000rpm にて10分間遠心分離し、沈渣を感染胞子とした。胞子の30% H_2O_2 液による極管弾出率は20.4% であった。なお、発症魚1尾あたりの胞子数は、 $5.5 \times 10^8 \sim 2.1 \times 10^9$ 個（体重14.6

~21.2g) であった。

経口感染では、一尾当たり 7.4×10^5 個の胞子を配合飼料に加えて7日間投与した。浸漬感染では、 2.3×10^5 個/cc の感染胞子濃度の海水に10分間ブリを浸漬した。注射感染区では、一尾当たり 6.5×10^3 個の胞子をブリに注射した。

(2) 結果

いずれの試験区でも発症魚は認められなかった。この結果、本微胞子虫は、ウナギの Pleistophora anguillarum と異なり、水平感染しにくいと判断された。なお、今後、感染胞子の成熟状態、あるいは極管弾出率等の検討が必要である。

4. 同居感染

未発症魚と発症魚を混合飼育し、海水を通じて接触感染が成立するかどうかを試みた。試験概要については表5に示した。

(1) 方法

試験には、未発症魚(50尾、平均体重1.0g)に発症魚(10尾、平均体重15.2g)を5日間同居させた区(同居感染区)と、未発症魚(同)のみの区(対照区)を設けた。試験は30日間行い、未発症魚からの発症率を調査した。試験開始時の全長および体重は、4.8 cm(3.7~5.9)、1.0g(0.4~1.6)であった。

(2) 結果

発症尾数は、同居感染区で5尾(10.0%)、対照区で6尾(12.0%)で差は認められなかった。この結果、本病の海水を通じて接触感染の可能性は少ないと判断された。

5. 考察

抗生物質フマジリンの投与時期および投与量を検討した。その結果、未発症魚に対する効果はこれまで同様認められたが、発症魚には治癒効果は見られなかった。この結果、本剤は感染初期あるいは感染前の防除剤として有効と考えられる。なお、発症魚に対しては、対照区と逆に発症率が高くなる傾向が見られたことから、本剤は生体防御機構を阻害する可能性もある。適正投与量につ

いては5mg/kg/ 日でも効果が見られたこと、高濃度では成長が遅れることを考えると、この程度の濃度を目安としての投与が妥当と考えられた。今後、投与期間の検討が必要である。しかし、本剤は国内では入手困難の事から他薬剤の検討も必要である。

本症は海面小割生簀で感染している可能性が高いため、海面小割生簀で10日間育成した稚魚と、陸上水槽で育成した稚魚のその後の発病率を調査した結果、海面小割生簀の稚魚のみから本症が発生した。このため、本原因虫は、海面小割生簀で感染すると判断される。なお、当場の飼育水は、重力式急速ろ過槽によるろ過海水を用いている。餌料による発症率では、市販の配合飼料で飼育した場合がイカナゴミンチ肉で飼育した場合より発症率が高かった。これは、生体防御能と関係するものと考えられ、配合飼料には依然として何らかの栄養的に問題があるのかもしれない。

本症の感染環を明らかにするためには実験的感染方法の確立が必須である。このため実験的感染を試みた。しかし、経口感染、浸漬感染および注射感染でも感染は成立しなかった。この要因として、試験に用いた感染胞子が、感染能があったかどうかが問題である。胞子の30% H_2O_2 液による極管弾出率は20.4%であった。ウナギのPleistophora anguillarumの極管弾出率は15~40%で、今回の試験の極管弾出率と大きな差は見られない。このため、今後、成熟胞子以外の未成熟胞子での感染が必要で、感染因子の検索が重要である。

未発症魚と発症魚を混合飼育し、海水を通じて接触感染が成立するかどうかを試験も試みた。しかし、感染は成立しなかった。このため、海面小割生簀内での水平感染の可能性は少ないと判断される。ただし、中間宿主が介在した場合この限りではない。

6. 要約

1) 抗生物質のフマジリンの経口投与が未発症魚および発症魚に有効であるかどうか試験を行った。この結果、未発症魚ではフマジリン5 mg/kg/ 日の濃度でも本症に対し有効と判断されたが、発症魚では本剤の治癒効果はないものと判断された。

2) 養成場所および投与飼料の異なる稚魚群を用いて、陸上水槽で発病率を

調査した。この結果、本虫は海面小割生簀で感染するものと判断された。また、生餌で育成するよりも配合飼料で育成した方が発病率が高い傾向が認められた。

3) Microsporidium seriolae の実験的感染を、経口感染、浸漬感染、注射感染で試みた。しかし、いずれの試験でも発症魚は認められなかった。感染因子の検索が重要である。

4) 未発症魚と発症魚を混合飼育し、海水を通じて接触感染が成立するかどうかを試みた。この結果、本病の海水を通じて接触感染の可能性は少ないと判断された。

表 1 未発症魚に対するフマシリンの薬剤防除試験結果 (五島事業場)

試験期間		7月17日～8月26日			
試験区	対照区	5mg 区	10 mg 区	20 mg 区	40 mg 区
飼育日数 ^{*1} (日)	40	40	40	40	40
投薬日数 ^{*2} (日)	0	30	30	30	30
試験開始尾数 (尾)	50	30	30	30	30
開始時の全重量 (cm)	4.8 (3.7～5.9)	4.8 (3.7～5.9)	4.8 (3.7～5.9)	4.8 (3.7～5.9)	4.8 (3.7～5.9)
開始時の体重 (g)	1.0 (0.4～1.6)	1.0 (0.4～1.6)	1.0 (0.4～1.6)	1.0 (0.4～1.6)	1.0 (0.4～1.6)
10日目の尾数 (尾)	49	48	45	47	48
10日目の全重量 (cm)	6.4 (5.3～7.5)	6.2 (5.3～6.6)	5.7 (4.8～6.4)	6.1 (5.9～6.6)	5.6 (5.1～6.5)
10日目の体重 (g)	2.7 (1.5～4.2)	2.7 (2.0～3.5)	2.0 (1.1～2.8)	2.3 (2.0～2.7)	1.8 (1.4～2.8)
発症尾数 (尾)	2	0	0	0	0
20日目の尾数 (尾)	39	41	40	40	33
20日目の全重量 (cm)	9.8 (9.3～10.1)	8.1 (7.4～9.4)	7.8 (7.1～8.8)	7.7 (7.3～8.2)	7.0 (5.3～8.9)
20日目の体重 (g)	9.7 (8.1～11.6)	5.8 (4.6～8.5)	5.1 (3.5～8.4)	4.8 (4.3～5.3)	3.9 (1.6～7.4)
発症尾数 (尾)	1	0	0	0	0
30日目の尾数 (尾)	33	34	32	34	28
30日目の全重量 (cm)	11.4 (10.2～13.1)	10.1 (8.7～10.6)	8.5 (7.8～9.4)	8.6 (7.8～9.5)	8.2 (6.7～9.3)
30日目の体重 (g)	18.2 (12.7～25.1)	10.1 (6.5～12.1)	6.3 (5.2～8.5)	6.4 (4.4～8.7)	5.4 (2.7～8.1)
発症尾数 (尾)	0	0	0	0	0
40日目の尾数 (尾)					
40日目の全重量 (cm)					
40日目の体重 (g)					
発症尾数 (尾)					
発死尾数 (尾)	7	6	8	6	12
サソリ尾数 (尾)	10	10	10	10	10
生存率 ^{*2} (%)	86.0	88.0	84.0	88.0	76.0
発症率 ^{*3} (%)	3	0	0	0	0
発症率 ^{*3} (%)	6.0	0	0	0	0
投薬量 ^{*4} (mg/kg/日)	0	3.8	12.0	23.0	57.4

^{*1} 連続投与
^{*2} 投薬日数 (%) = $\frac{\text{試験終了時の尾数} / \text{試験開始尾数} \times 100}{\text{投薬日数}}$
^{*3} 発症率 (%) = $\frac{\text{罹病魚尾数} / \text{試験開始尾数} \times 100}{\text{投薬日数}}$
^{*4} 投薬量 (mg/kg/日) = $\frac{F}{N} \times \frac{(N_0 + N_t)}{2} \times \frac{(W_0 + W_t)}{2} \times t \times 0.712$
 F = 二期投薬中の総投薬量 (mg) N = 試験開始時の平均体重 (kg) t = 投薬期間 (日)

表2 発症魚に対するフマジリンの薬剤防除試験結果(五島事業場)

試験期間		7月17日～8月16日			
試験区	対照区	25mg区	50 mg 区	100 mg区	
飼育日数(日)	30	30	30	30	
投薬開始日数(日)	0	10	10	10	
試験開始時の体重(g)	50	50	50	50	
開始時の体重(g)	12.0(11.1～13.3)	12.0(11.1～13.3)	12.0(11.1～13.3)	12.0(11.1～13.3)	
開始時の体重(g)	15.2(10.3～20.2)	15.2(10.3～20.2)	15.2(10.3～20.2)	15.2(10.3～20.2)	
10日目の尾数(尾)	42	45	38	25	
10日目の全長(cm)	14.0(13.4～14.5)	13.9(13.1～14.9)	13.9(13.1～14.5)	12.6(12.3～12.8)	
10日目の体重(g)	27.1(24.0～31.5)	25.2(19.0～30.0)	22.4(16.2～28.5)	15.4(13.1～19.9)	
10日目の尾数(尾)	4	2	4	2	
20日目の尾数(尾)	37	38	29	20	
20日目の全長(cm)	15.3(14.2～16.2)	14.8(13.7～15.8)	14.3(12.8～16.0)	13.7(12.6～16.0)	
20日目の体重(g)	43.5(31.1～57.3)	32.1(21.8～39.5)	29.5(22.3～40.6)	24.2(16.7～39.6)	
20日目の尾数(尾)	11	2	4	2	
30日目の尾数(尾)	28	32	24	15	
30日目の全長(cm)	16.3(14.9～17.3)	15.9(13.3～18.0)	15.8(14.3～16.8)	16.2(14.8～17.4)	
30日目の体重(g)	39.9(30.0～46.7)	37.5(22.2～56.1)	36.0(24.5～47.4)	39.7(26.3～50.4)	
30日目の尾数(尾)	15	8	7	5	
死亡尾数(尾)	12	8	16	25	
サシ尾数(尾)	10	10	10	10	
生存率(%)	56.0	64.0	48.0	30.0	
投薬開始時の体重(g)	15	8	7	5	
投薬開始時の体重(g)	37.5	20.0	17.5	12.5	
投薬開始時の体重(g)	0	16.7	37.5	80.0	

表 3 餌料および飼育場所によるべっ病の発症率(五島事業場)

試験期間		7月17日～8月16日			
試験区		海上・生餌	海上・配合	陸上・生餌	陸上・配合
飼育日数(日)	40	40	40	40	40
試験開始尾数(尾)	50	50	50	50	50
試験開始時の全長(cm)	4.8(3.7～5.9)	6.6(6.0～7.5)	4.2(3.4～5.2)	5.1(4.2～6.0)	5.1(4.2～6.0)
開始時の体重(g)	1.0(0.4～1.6)	1.8(1.1～2.5)	0.7(0.4～1.2)	1.2(0.7～2.3)	1.2(0.7～2.3)
10日目目の全長(cm)	49	47	45	47	47
10日目目の体重(g)	6.4(5.3～7.5)	9.7(9.1～10.3)	5.7(5.2～6.2)	12.6(12.3～12.8)	12.6(12.3～12.8)
10日目目の発症率(%)	2	5	0	0	0
20日目目の全長(cm)	39	27	37	0	0
20日目目の体重(g)	9.8(9.3～10.1)	11.8(10.9～12.9)	8.5(7.7～9.3)	—	—
20日目目の発症率(%)	1	6	0	—	—
30日目目の全長(cm)	34	22	32	—	—
30日目目の体重(g)	12.5(12.1～13.1)	14.3(12.7～16.2)	12.4(11.4～13.1)	—	—
30日目目の発症率(%)	0	0	0	—	—
死亡尾数(尾)	6	18	8	45	45
生存率(%)	10	10	10	5	5
発症率(%)	88.0	64.0	84.0	0	0
発症率(%)	3	11	0	0	0
発症率(%)	6.0	22.0	0	0	0

投薬日数¹: 連続投与
 生存率²(%) = $\frac{\text{試験終了時の尾数} - \text{試験開始尾数}}{\text{試験開始尾数}} \times 100$
 発症率³(%) = $\frac{\text{死亡尾数}}{\text{試験開始尾数}} \times 100$
 生存率⁴(%) = $\frac{\text{生存尾数}}{\text{試験開始尾数}} \times 100$
 投薬期間(日) = $\frac{\text{試験終了時の平均体重} - \text{試験開始時の平均体重}}{\text{投薬期間(日)}} \times 0.712$
 W.O.、W.t = 試験開始時の平均体重と試験終了時の平均体重(kg)

表 4 *Microsporidium serialae* のフリ稚魚に対する感染試験結果 (五島事業場)

試験期間		7月19日～8月18日			
試験区	対照区	浸漬区	経口投与区	打注区	
飼育日数 (日)	30	30	30	30	
供試尾数 (尾)	50	50	50	50	
胆管濃度 (%)	0	2.3×10 ⁵ /ml (10分)	7.4×10 ⁵ /尾 (7日間)	6.5×10 ⁵ s/尾	
極管強出率 (%)	20.4	20.4	20.4	20.4	
開始時の全長 (cm)	4.2 (3.4～5.2)	4.2 (3.4～5.2)	4.2 (3.4～5.2)	4.2 (3.4～5.2)	
開始時の体重 (g)	0.7 (0.4～1.2)	0.7 (0.4～1.2)	0.7 (0.4～1.2)	0.7 (0.4～1.2)	
10日目の尾数 (尾)	43	44	43	40	
10日目の全長 (cm)	6.1 (4.6～8.1)	5.7 (4.3～6.6)	5.9 (5.6～6.2)	5.4 (4.7～5.8)	
10日目の体重 (g)	2.9 (1.1～6.6)	2.2 (0.9～3.3)	2.0 (1.8～2.4)	1.8 (1.2～2.2)	
発症尾数 (尾)	0	0	0	0	
20日目の尾数 (尾)	32	33	30	30	
20日目の全長 (cm)	8.6 (7.3～9.9)	9.2 (6.5～10.6)	8.2 (7.1～8.8)	7.9 (6.2～9.8)	
20日目の体重 (g)	7.0 (8.1～11.6)	8.6 (2.5～12.9)	5.4 (3.0～7.0)	5.9 (4.2～6.1)	
発症尾数 (尾)	0	0	0	0	
30日目の尾数 (尾)	27	27	25	24	
30日目の全長 (cm)	12.1 (11.2～14.2)	12.4 (11.4～13.1)	12.7 (11.1～13.8)	11.8 (10.0～13.5)	
30日目の体重 (g)	19.9 (16.0～26.2)	20.7 (15.5～25.5)	21.9 (12.7～28.7)	17.3 (9.0～25.9)	
発症尾数 (尾)	0	0	0	0	
斃死尾数 (尾)	13	13	15	16	
サンプリング尾数 (尾)	10	10	10	10	
生存率 (%)	74.0	74.0	70.0	68.0	
発症率 (%)	0	0	0	0	

生存率 (%) = [試験終了時の尾数 / 試験開始尾数] × 100
 罹病率 (%) = (罹病魚尾数 / 試験開始尾数) × 100
 実投薬量 (mg) = (F / L) × { (N₀ + N_t) / 2 } × { (W₀ + W_t) / 2 } × t
 F = 期間中の総投薬量 (mg) N₀、N_t = 試験開始尾数と終了尾数 (尾)
 W₀、W_t = 試験開始時の平均体重と試験終了時の平均体重 (kg) t = 投薬期間 (日)

表 5 同居感染試験結果 (五島事業場)

試験期間		7月19日～8月18日	
試験区	対照区	同居感染区	
飼育日数 (日)	30	30	
供試尾数 (尾)	50	50	
発症魚尾数 (尾)	0	10 (5日間)	
開始時の全長 (cm)	4.8 (3.7～5.9)	4.8 (3.7～5.9)	
開始時の体重 (g)	1.0 (0.4～1.6)	1.0 (0.4～1.6)	
10日目の尾数 (尾)	42	48	
10日目の全長 (cm)	5.7 (4.5～7.5)	6.6 (4.2～8.4)	
10日目の体重 (g)	2.3 (0.8～5.4)	3.8 (0.8～8.0)	
発症尾数 (尾)	3	1	
20日目の尾数 (尾)	39	36	
20日目の全長 (cm)	8.6 (7.3～9.9)	9.0 (8.0～10.5)	
20日目の体重 (g)	7.0 (4.2～10.2)	8.0 (5.8～12.5)	
発症尾数 (尾)	3	4	
30日目の尾数 (尾)	34	31	
30日目の全長 (cm)	12.2 (11.2～13.1)	12.5 (12.0～13.8)	
30日目の体重 (g)	19.1 (14.3～24.5)	20.8 (12.7～29.3)	
発症尾数 (尾)	0	0	
斃死尾数 (尾)	6	9	
サソリ尾数 (尾)	10	10	
生残率** (%)	88.0	84.0	
発症率** (%)	6	5	
発症率 (%)	12.0	10.0	

生残率** (%) = $\frac{[\text{試験終了時の尾数} / \text{試験開始尾数}] \times 100}{[\text{罹病魚尾数} / \text{試験開始尾数}] \times 100}$
 実質投薬量** (mg/kg/日) = $\frac{(F / \{1 + (NO + Nt)\}) / 2 \times \{ (Wo + Wt) / 2 \} \times t}{F \times \text{期間中の総投薬量 (mg)}}$
 F = 期間中の総投薬量 (mg) NO、Nt = 試験開始尾数と終了尾数 (尾)
 Wo、Wt = 試験開始時の平均体重と試験終了時の平均体重 (kg) t = 投与期間 (日)

ブリの海上での中間飼育

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ベレットを使用し生残率の向上と健苗の生産を目指して、配付用および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

5月上旬から7月上旬にかけて514,700尾(平均全長:40.7mm、31.7~52.0)を6回に分けて沖出した。種苗は(後半2回を除き)全て沖出しの翌日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、5mm目合の篩を抜けたものが105,300尾(総選別尾数290,400尾の36%、全長21~35mm、選別銘柄:5ヌケ)、6mm目合を抜けて5mm目合に止まったものが123,700尾(同43%、全長35~50mm、銘柄:5トマリ)、7mm目合を抜けて6mm目合に止まったものが61400尾(同21%、全長50~55mm、銘柄:6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5トマリ、および6トマリとなる大きさであった。

(2) 小割生簀網

小割簀には4×4mの規格を18面(収容には延べ38面)使用した。収容時の小割生簀網の目合いは、銘柄で:5ヌケ稚魚を120径に、同:5トマリ稚魚を105径に、また同:6トマリ稚魚サイズでは24節に収容し、その後ブリの成長に合わせて順次大きな目合いの網(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、120径が4.2mm(最大目合=目合× $\sqrt{2}$ =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、120径と105径はナイロン・モジ網製の4×4×2.5m、24節と15節はハイゼックス網製の4×4×3.0m、12節と10節はハイゼックス網製の4×4×3.5m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

配合飼料を使用した。6月下旬から放流用種苗にはモイストペレットを使用した。配合飼料には、日本配合飼料㈱；EP-2号（ ϕ ：1.6mm ×長さ 1～2mm）、EP-3号（同 2.0× 2～3mm）、日本水産㈱；D-1（ ϕ 1.0mm）、D-2（同2.0 mm）、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、B₁、B₂、B₆、B₁₂、C、D₃、E、K₃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 ϕ 2～16mm（2mm、3mm、4mm、6mm、8mm、10mm、12mm、16mm）に成型して 1日 1～ 2回給餌した（ただし10月上旬からは隔日給餌の週 3回とした）。

(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に篩網で行った。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。篩網の目合いは、5mm、6mm、7mm、9mm、12mm、15mm（以上ステンレス製）、20mm、30mm（以上樹脂製）のもの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、配付および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

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 514,700尾で、取り揚げ尾数が 442,940尾（35～400mm、主群平均全長60～90mm）であったので、86.1%となった。（昨年度の生残率51.4%、平均全長59～387mm、主群平均全長119mm）。取り揚げの内訳は、配付用88,000尾、放流用244,180尾、試験用13,060尾、形態

異常のため廃棄 107,700尾である。

選別は、平成元昨年度の沖出し回次 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年度は例年どおり選別を行った。そこで、本年度（3年度）は、取り揚げ時に種苗をなるべく痛めないように直接沖出しして、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った。

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 0.3万尾となった。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）に対して微々たるものであった。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、疾病による斃死が少なく形態異常が多かったことである。

本年度の生残率86.1%(取り揚げ主群平均全長60～90mm) は、例年の30～50%(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) に比べて高かった。その要因としては、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および沖出しサイズが大きかった(平均全長 40.7mm) こと、沖出し作業の簡素化および疾病被害が少なかったこと等が挙げられる。なお、各年の沖出し平均全長は、平成2年度: 40.8mm(21.0 ～94.0)、元年度: 29.3mm (26.3～37.0)、昭和63年度: 28.4mm (25.5～35.2)、62年度: 29.7mm (17.5～53.8)、61年度: 24.1mm (21.1～38.7) 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。

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(5月)から 6月下旬までが1.8mm/日、6月下旬～11月下旬までが1.4mm/日、11月下旬～翌年 3月下旬までが0.7mm/日となった。また、この日間成長量とその期間の平均全長との比を取り相対的な成長割合を見ると、各々2.4%、0.7%、0.2% (

例年;0.2～2.7%)であった。

(3) 餌料

給餌量および飼餌料費

総給餌量は、約 6,100kgである。その内訳は、配合飼料約 2,100kg(EP-2 号:200kg、3号:1,900kg、D-1、D-2若干)、モイストペレット約4,000kg であった。

各飼餌料の単価(円/kg)は、EP-2号:850円、3号:750円、冷凍アジ:79円、冷凍サバ:86円、ビタミン剤(ハマチエイド):1,750円、添加用油脂(フィードオイル):244円、強肝剤(水産用ウルソウ):6,400円、モイスト用粉末飼料(ハマチ・スプリング):240円である。

本年度のブリの中間飼育の総飼餌料費は、約 240万円であった。その内訳は、配合飼料費 67%(160万円)、モイストペレット費 33%(80万円)、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、ブリのウィルス性腹水症、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。

本年度使用した水産用薬品は65kgで、その内訳はパラザン:30kg、テラマイシン:30kg、エルバージュ:5kgである。各薬品の単価(円/kg)はパラザン:9,000円、テラマイシン:5,000円、エルバージュ:5,300円であるのでブリの中間育成の水産用薬品費は約45万円となった。

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月下旬～8月上旬に観察された。斃死魚は1,600尾で、これは餌付け尾数(沖出し尾数)の0.3%に当たる。斃死魚の全長は60～160mmで、その時期の水温は20～30℃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、餌付け尾数に対す斃死率は平成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%、斃死時の全長は平成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2年度:21～30℃、元年度:21～25

℃、昭和63年度：25～26℃、62年度：24～27℃、61年度：21～25℃であった。

ベコ病の発生状況を本年度および過去 5年までの計 6年間の結果から見ると、発生時期は 6月中旬から 8月下旬まで、水温は20℃から30℃まで、斃死時の全長は4cm から19cmまで、斃死率は、0～1%ということになる。

なお、本年度、同時期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、斃死尾数 150尾（沖出し尾数の0.3%）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

㊸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。

㊹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

㊸ 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。

㊹ 本剤によるブリ稚魚の成長阻害は認められなかったが、対照区を含めて罹病魚が出現しなかったため予防効果については判然としなかった。

③ 平成元年度

㊸ スルファジメトキシナトリウムの追試を行った（試験方法は63年度に準ずる）。

㊹ 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 50 mg/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日目に行なった。

㊺ 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った。また、奇形個体の出現率に各区とも差はなかったことで、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った。

㊦ ベコ病の特に目立った 6小割について 7月17日に、その一部をランダムに取った調査（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尾であったので、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っ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った。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った。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）

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、9月上旬に発生した。しかし、投薬の結果、斃死個体は観察されなかった。罹病時の全長は25cmであり水温は26～27℃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 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、餌付け尾数に対する斃死率は平成 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%、斃死時の全長は平成 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、斃死時の水温は平成 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 5年までの計 6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24℃から29℃まで、斃死時の全長は 5cmから26cmまで、斃死率は0.0%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、適正水温範囲は狭いものの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、モイストベ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; オキシリン酸製剤) ㈱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、本疾病の発生は観察されなかった。なお、親魚(ブリ、ヒラマサ)には昭和57年から毎年 7月から10月にかけて発生している。本症の過去の発生状況は、発生時期で見ると平成 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 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 5年までの計 6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）ブリのウイルス性腹水症（YAV）

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月中旬に発生した。斃死尾数は1,100尾で、これは沖出し尾数の0.2%である。斃死時の全長は、6～10cmであり水温は20～25℃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2年度：6月上旬～7月上旬、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2年度：4.6%、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2年度：5～10cm、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2年度：21～27℃、元年度：22℃、昭和63年度：25～26℃、62年度：21～28℃61年度：23～27℃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 5 年までの計 6 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 21℃ から 28℃ まで、斃死時の全長は 4 cm から 32 cm 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℃ の高水温期にも発生していること、小形魚から全長 32 cm までと大型サイズにも見られている。

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。

昨年度、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た。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の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、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ビラン（糜爛）する個体は若干観察されていたが、昨年度は大量斃死を起こしている。

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、5 cm 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）、白色化して斃死する。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）」を使用したのが、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。

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（晩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、本症によるとと思われる斃死は現在のところ観察されていない。

7) ウイルス性と思われる不明な疾病

本年度は、本症の発生は観察されなかった。

昨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は、初期沖出し群のほとんどの個体に鰓蓋縁辺部の成長不良個体および頭部形態異常個体が認められてこの群はすべて廃棄処分したが、この一部を継続飼育した結果約2ヵ月後の90mmサイズでの調査ではほぼ正常となっていたことから、陸上飼育での飼育餌料、特に配合飼料が疑われた。

なお、標識装着時（11月下旬、平均全長230mm）の調査では形態異常率は1.7%

であった。

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%である。

(6) 種苗の利用

本年度の種苗利用概況を表-1に示した。

本年度の配付総尾数は86,400尾(2県2業場)であった。積込尾数は88,000尾であったので、船舶輸送中の歩留まりは98.2%(97.4~99.6)である。配付尾数の内訳は、島根県:10,800尾(美保関漁協:6月24日)、石川県:22,400尾(6月26日)、小浜事業場:21,900尾(6月25日)、能登島事業場:31,300尾(6月26日)である。配付全長サイズは、島根県:10.7cm(10.1~11.7)、石川県:9.1cm(7.8~11.0)、小浜事業場:9.2cm(6.3~10.3)、能登島事業場:9.1cm(7.8~7.8)であった。

本年度の放流総尾数は244,180尾(平均全長48~400mm)であった。その内訳は、標識放流:5,480尾(五島有川沖:3,350尾、鹿児島県甕島沖:2,130尾)、地先無標識放流:238,700尾である。

また、各試験用に13,060尾を取り揚げて使用した。

(要 約)

1. 当場の陸上水槽で生産された514,700尾(平均全長40.7mm、31.3~52.0)を5月上旬~7月上旬にかけて6回に分けて沖出して442,940尾(平均全長35~400mm)を取り揚げた。その生残率は86.1%であった。また、平均全長の日間成長量は、0.7~1.8mm/日(例年:0.4~3.4mm/日)であった。本年度の生残率が、例年の30~50%に対して高かった要因として配合飼料に餌付いていたことと、沖出しサイズが大きかったこと、疾病による減耗が少なかった等が挙げられる。

2. 本年度の海上飼育期間中の疾病は、ベコ病が6月下旬~8月上旬、類結節症が9月上旬、ブリのウイルス性腹水症が6月下旬~7月中旬に見られた。

3. 本年度の形態異常魚の発生率は、標識装着時(T.L:230mm)1.7%であった。

初期沖出し群のほとんどの個体に鰓蓋縁辺部の成長不良個体および頭部形態異常個体が認められたが、この一部を継続飼育した結果約2ヵ月後の90mmサイズ

での調査ではほぼ正常となっていた。ことから、陸上飼育での飼育餌料、特に配合飼料が疑われた。

4. 本年度の中間育成の総給餌量は約6,100kgであった。一方総飼餌料費は、240万円であった。

(小林 孝)

表-1 海上小割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		
	型	大きさ(m)	個数	月 日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/m ²)	全 長 (mm)	水 温 (℃)	主な餌の 種類	飼育 日数	月 日	尾 数 (尾)		密 度 (尾/m ²)	全 長 (mm)
I	角型	4×4×2.5	7	5. 8	79500	325	37.8				5.18	76200	311	52	廃棄
	角型	4×4×2.5	6	5.17	77400	389	31.3				5.21	31500	300	35	廃棄
	角型	4×4×2.5	9	5.22	115900	368	35.7				6.18	112700	335	59	放流
	角型	4×4×2.5	2	6. 7	17500	251	52.0				6.19	49100	701	55	放流
	角型	4×4×2.5	6	6.15	127400	607	45.5	13~30	配合餌料	2~312	6.23	88000	262	93	配付
	角型	4×4×2.5	8	7. 4	96900	346	48.1		モロヘイヤ		6.25	13200	151	107	放流
											7. 5	63700	303	48	放流
											7.22	1500	43	90	試験
											11.26	4210	19	320	放流
											3. 3	11560	17	362	試験
										3.28	1270	11	400	放流	
合計			38		514700	387	40.7					442940			

ヒラマサ陸上飼育（平成3年度）

五島事業場 小磯雅彦

当事業場では昭和58年からヒラマサの種苗生産技術の開発を行い、昭和61, 63年には生産尾数が10万尾をこえ、近年は量産化を目標としてきた。しかし、平成元年以降は、飼育初期の大量減耗や飼育後半の疾病等の問題がみられるようになり、生産尾数は10万尾以下となっている。また、生産魚においては、口部の不整合や鰓の閉腔等の形態異常魚の出現率が高いことも問題となっている。

本年度は、飼育初期の適正昇温時期と鰓の開腔と通気量の関係を検討するため、小型水槽を用いて基礎試験を行った。また、種苗生産では、飼育初期の減耗状況と形態異常の出現状況の把握に重点をおいて、全長30mmで10万尾を生産目標として種苗生産を行ったのでそれらの結果の概要を報告する。

1. 基礎試験

（1）飼育初期の適正昇温時期の検討

初期減耗の要因と思われる昇温時期の知見は、これまでの調査からは初期減耗は日令3日目前後からの昇温では大きく、日令7～12日目と昇温時期を遅らせる方が比較的少ない傾向がみられている。しかし、同一環境条件下ではまだ試験していないため基礎試験を行った。

1) 材料および方法

昇温は、ふ化仔魚収容時の水温である21℃から飼育水温である24℃までとして、1℃/日ずつ昇温する方法をとった。

試験区は、日令2, 4, 8日目を昇温開始時期とした3試験区を設け、0.5m³のポリカーボネイト水槽に、天然養成3歳魚から得られた日令1日目のふ化仔魚を各5000尾ずつ収容して10日間飼育試験を行い、生残率と成長を比較検討してみた。

2) 結果および考察

試験結果の概要については、表1に示した。各試験区の試験終了時の生残率と全長は日令2日目区が59.6%で6.4mm（5.7～7.1）、日令4日目区が82.0%で6.4mm（6.0～6.8）、日令8日目区が68.9%で6.5mm（6.1～6.7）であった。しかし、生残率に関しては変動幅が大きく十分な把握はできなかった。一方、全長に関し

ては、平均全長ではあまり差はみられなかったが、全長範囲では昇温時期を遅らせた方が小さくなる傾向がみられた。飼育を行う場合、飼育魚の全長範囲が小さいほど飼育しやすいと思われるため、今後はこの点も含めた検討が必要と考えられる。

(2) 鰓の開腔と通気量の検討

本種の生産魚の開腔率は30～40%程度と低いため、開腔率をより高める手法の開発を早急に行う必要がある。そこで本年度は鰓の開腔と通気量との関係を検討するため、基礎試験を行った。

1) 材料および方法

試験区は、毎分の通気量を300ml、650ml、2400mlとした3試験区を設けた。通気はエアストーン1個で行い、0.5m³ポリカーボネイト水槽に、天然養成3歳魚から得られた日令1日目のふ化仔魚を各5000尾ずつ収容して5日間飼育試験を行い、鰓の開腔率と生残率を比較検討してみた。

2) 結果および考察

試験結果の概要を表2に示した。各試験区の試験終了時の鰓の開腔率と生残率は300ml区では50.0%で78.2%、650ml区では50.0%で76.9%、2400ml区では28.6%で77.6%であった。この結果から、生残率に関しては差はみられなかったが、鰓の開腔率は通気量が2400ml/分と過大な場合は低下するようである。しかし、300ml/分の弱い通気でも50%しか開腔していないことから、今後は、他の要因（ふ化仔魚の活力、飼育環境など）についても検討していく必要がある。

2. 種苗生産

(1) 材料および飼育方法

1) 供試ふ化仔魚

供試ふ化仔魚は、1R-1回次では天然養成3歳魚、2R-1,2回次では天然養成4歳魚から自然産卵で得られたものを使用し、3R-1,2回次では天然養成2歳魚をLH-RH処理を行い、HCGで産卵誘起して得られたものを用いて、合計5回の生産で289.2万尾のふ化仔魚を供試した。

2) 飼育環境

飼育水槽は、60m³コンクリート角型水槽（実容量50m³）を使用した。

通気は、エアストーンを12個／槽と多数の穴（1m/m穴）を開けた塩ビパイプを4個／槽使用して、塩ビパイプによる通気で飼育水を回す方法をとった。

飼育水温は、基礎試験の結果をふまえて、1R-1回次から2R-2回次までは21.0℃でふ化仔魚を収容し、収容翌日には22.0℃まで昇温し、日令8日目から1℃ずつ昇温し、24.0℃で飼育を行った。3R-1,2回次では22.0℃でふ化仔魚を収容し、日令4日目から1℃ずつ昇温して24.0℃で飼育を行った。

飼育水の換水状況は、収容翌日から10%の換水を行い、それ以降は徐々に換水率を高め、ふ化後30日目前後から取り揚げまでは200～300%とした。

飼育水へのナノクロプシの添加は、ふ化仔魚収容前日からワムシの給餌停止（ふ化後20日目前後）まで行い、濃度が30～50万細胞／ml程度を保つように毎日添加した。

3) 餌料

生物餌料の給餌については、ワムシは従来生産に用いてきたL型ワムシが生産不調のためにS型ワムシを給餌した。給餌量は、日令2日目（開口0日目）から飼育水中に5個体/ml、日令5日目（開口3日目：全長5～6mm）以降からは15個体/mlを維持し、日令25日目前後（全長約15mm）まで給餌した。アルミアノプリスは日令10日目前後（全長約5～6mm）から約1000万尾／槽／日を給餌し、日令25日目前後（全長約15mm）以降からは約1億個体／槽／日で、日令35日目前後（全長約30mm）まで給餌した。なお、養成アルミアは2R-2回次に7000万個体を給餌した以外は用いなかった。

人工配合飼料は日本水産飼料の仔稚魚用微粒子人工飼料を使用し、日令25日目以降（全長約15mm）から給餌を開始して、日令35～40日目（全長30mm以降）からは人工配合飼料の単独給餌を行った。

生物餌料の栄養強化方法は、ワムシではナノクロプシ単独（約2000万細胞／ml）で1次栄養強化した後、ナノクロプシ（同）と乳化オイル85（サトウ糖酵母製：10ml/m³）で2次栄養強化してから給餌した。アルミアノプリスでは乳化オイル85を30ml/m³、養成アルミアではナノクロプシ単独（同）で1次栄養強化をしてから給餌した。

4) 形態異常調査

本年度は本種の種苗生産における形態異常魚の出現状況を把握する目的で、生産回次毎に出現した形態異常を口部、鰓蓋部、肛門部、鰾の閉腔の4項目に分けて

調査し、検討してみた。

(2) 結果および考察

本年度ならびに五島事業場のこれまでの生産結果の概要を表3, 4に示した。

生産結果は、平均全長37.8mm (27.1~57.9) で総生産尾数4.97万尾を取り揚げ、その生残率は1.72% (0~3.01) と近年では低かった。

この要因としては、全ての生産回次の飼育初期の減耗が大きく、日令10日目までに生残率が0~30%まで低下し、飼育初期での中止が2例みられたことが挙げられた。しかし、本年度は例年みられる飼育後半の疾病による大量斃死はおこらなかった。

1) 各回次別生産結果の概要

各生産回次の生産結果の概要を下記した。

① 1R-1回次生産

4月21日にふ化仔魚22.2万尾を収容して飼育を開始し、日令4日目には生残率100%、摂餌率95.2%、開腔率33.3%で良好な状態であったが、日令5日目から急激な減耗が起こり、日令6日目には生残率が1.1%まで低下したため飼育を中止した。この回次のふ化仔魚の無給餌生残指数(以下、SAIと称する)は13.7(通常18前後)と低かったが、日令4日目までは良好な状態と思われたので、一概にふ化仔魚の活力のみの問題とは思われない。

② 2R-1回次生産

4月28日にふ化仔魚41.0万尾を収容して飼育を開始し、1R-1回次同様に日令4日目までは良好な状態であったが、日令5日目から摂餌率が低下し、日令6日目には生残率が14.1%となり、その後も減耗が続いた。このため5月11日(日令13日目)にエアレーションを停止して仔魚を水面に浮かし、サイホン方式(50m/mのカナインホス)で2R-2回次に約2万尾の仔魚(全長約6mm)を移送して、2R-1回次の飼育を中止した。この回次のふ化仔魚のSAIも14.2と低かった。

③ 2R-2回次生産

5月1日にふ化仔魚56.0万尾を収容して6月7日まで(37日間)飼育を行った。飼育途中の5月11日に2R-1回次から約2万尾の仔魚を収容したが、生産結果は平均全長39.4mm (28.7~57.9) で1.51万尾(総生残率1.56%)に留まった。この回次のふ化仔魚のSAIは20.3と高いにもかかわらず、日令3日目には生残率が

18.2%まで低下し、仔魚が開口する前に大量減耗が起こっていることから、初期の飼育条件が何らかの影響したと考えられるが、現時点では判然としない。

④ 3R-1回次生産

5月22日にふ化仔魚80.0万尾を収容して7月2日まで(43日間)飼育を行った結果、平均全長37.4mm(27.1~53.5)で0.75万尾しか生産できず、その生残率は0.94%であった。この回次のふ化仔魚のSAIは19.4と高く、飼育水は紫外線殺菌装置(千代田工販製)で処理したものを用いたが、日令4, 5日目の摂餌率が51.9%, 54.2%と低く、日令6日目から大量減耗がみられた。

⑤ 3R-2回次生産

この生産回次は本年度、最も多く生産できた回次であるため、生産結果の概要を図4に示した。

5月24日にふ化仔魚90.0万尾を収容して7月2日まで(41日間)飼育を行った結果、平均全長37.1mm(28.5~48.4)で2.71万尾を生産し、その生残率は3.01%であった。この回次は本年度、最も初期減耗が少なく、日令6日目の生残率は約40%と高かった。その後の生産は、日令15日目(全長7~8mm)には約15万尾(生残率約16%)が生残していたが、日令27日目(全長約17mm)以降の配合飼料への餌付け期間(7日間)に約2000~5000尾/日の斃死がみられ、生残率が低下した。なお、この回次のふ化仔魚のSAIは18.2であった。

(3) 本種の種苗生産における問題点

1) 初期飼育における減耗

本種の種苗生産の最大の問題点は、初期減耗が激しいことであるが、まだ初期減耗の原因については十分に解明されていない。そこで本年度行った5回次の生産結果から、日令10日目前後までの仔魚の生残率、摂餌率、鰾の開腔率を調査して初期減耗の時期やその時期の仔魚自身の状況等の検討を行った。

① 初期生残率(図1)

飼育初期の大量減耗は、大きく分けると収容直後にみられた例(2R-2回次)と日令3日目~6日目にかけてみられた例(2R-2回次以外)の2タイプがあり、後者の場合は日令7日目以降では緩やかな減耗となっている。このことから本種の飼育初期の減耗はふ化後7日目までに起こっていることがわかった。なお、本年

度の日令7日目までの平均生残率は(1R-1回次は除く)は16.6%(8.9~33.3)と例年(日令10日目で約20~30%)よりも悪く、初期減耗が大きかったことがうかがえた。

② 摂餌率(図2)

仔魚のオモツツボリシの摂餌率(消化管内にワムシが確認された個体/調査個体)は、全回次とも開口時の日令3日目に12.9~79.3%となり、その後は徐々に高くなった。しかし、2R-1回次では日令4日目の摂餌率は88.9%であったが、日令5, 6日目には一時的に57%まで低下し、その後は再び高くなった。このような摂餌率の傾向は3R-1回次でもみられた。この摂餌率が低下した時に減耗が起きているのではないかと考えられる。なお、摂餌率が100%近い値となる時期は、早い回次では日令5日目(1R-1、2R-2、3R-2回次)からで、遅い回次でも日令7日目であることがわかった。

③ 開腔率(図3)

本種の開腔は、日令3~4日目からみられはじめ、日令7日目以降はほぼ一定となった。回次別の開腔率では1R-1回次が日令5日目で47.6%で、3R-2回次が日令7日目で44.8%と本年度の回次の中では高かったが、他の回次では日令7日目で6.5~11.5%と低かった。

以上のことから、本種の初期減耗は日令7日目までに起こり、同時にこの時期から仔魚の摂餌率や開腔率が一定となることがわかった。また、摂餌率が早期に一定となる場合がみられたが、1R-1、2R-2回次の様に早期に減耗が起こり、結果的に摂餌率が一定となる場合と、3R-2回次の様に事実初期減耗が少ない場合があるため、一概に良好な状態とはいえない。これは開腔率が高い場合も同様であると思われた。しかし、摂餌率の一定となる時期が遅い場合や開腔率が低いレベルで一定となる場合には、初期減耗は大きく、取り揚げ時の生残率が低いことがうかがえた。

2) 形態異常魚の出現状況

生産回次毎の形態異常魚の出現状況を表5に示した。

2R回次の形態異常率は、口部は27.3%と高く、鰓蓋部や肛門部は0.5%以下であった。鰻の開腔率は30.3%で約3割しか開腔しなかった。3R-1回次では、口部が5.7%で鰓蓋部は0.6%であったが、肛門部は0.1%以下と少なかった。しかし、

鰓の開腔率は22.7%と低かった。3R-2回次では、口部が2.7%で鰓蓋部は0.7%であったが、3R-1回次同様に肛門部は0.1%以下であった。鰓の開腔率は45.2%で本年度最も高かった。

なお、生産魚を選別で大小群に分けて、形態異常魚の調査を行った結果、特に口部の異常では、小型群は大型群の4倍近い割合で多く出現し、鰓の開腔率も同様に大型魚群より小型魚群が低い結果となった。

以上のことから、生産回次により形態異常の出現状況は若干異なるが、本種の形態異常で特に問題となるのが口部の異常と鰓の開腔であり、この異常は小型個体に多く出現していることがわかった。

今後の対策としては、鰓の開腔については、本種の開腔は日令3～7日目の期間で決定するため、この期間で開腔率を高める飼育手法を開発する必要がある。口部の形態異常については、どの成長段階で発生しているのかをまず把握し、その後発生原因を解明していく必要がある。

3. 要旨

- ① 本年度は、基礎試験では飼育初期の適正昇温時期、鰓の開腔と通気量の関係を検討し、種苗生産では飼育初期の減耗状況と形態異常の出現状況の把握に重点をおいて生産を行った。
- ② 飼育初期の適正昇温時期については、昇温時期を日令2, 4, 8日目とした3試験区を設けた結果、生残率は変動が大きく把握できなかったが、全長範囲は昇温時期を遅らせた方が小さくなるようであった。
- ③ 鰓の開腔と通気量の関係については、通気量を300ml、650ml、2400ml/分とした3試験区を設けた結果、300ml区と650ml区は50%が開腔したが、2400ml区は28.6%しか開腔せず、通気量が過大な場合は開腔率は低下すると思われた。
- ④ 本年度の種苗生産は、ふ化仔魚289.2万尾を用いて、5回の生産を行った結果、平均全長37.8mm (27.1～57.9) で4.97万尾を生産した。この生残率は1.72% (0～3.01) と近年では低かった。この要因としては、全ての生産回次の初期減耗が大きかったことが挙げられた。
- ⑤ 初期減耗の状況を把握するため、日令10日目前後までの生残率、摂餌率、鰓の開腔率を調査した。その結果、初期減耗は日令7日目までに起こることがわか

り、摂餌率が一定となる時期が遅い場合や、鰾の開腔率が低いレベルで一定となった場合には初期減耗は大きいことがうかがえた。

⑥ 生産魚の形態異常の出現状況を調査した結果、問題となるのは口部異常と鰾の閉腔であり、この異常は小型個体に多く出現していることがわかった。

表1 昇温時期の違いによる生残率及び成長試験

試験区	ふ化後	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ふ化後 2日目	生残率(%) 全長(mm) (最小~最大)	100.0 4.9 (4.8~5.1)	100.0 5.0 (4.8~5.1)	74.9 5.0 (4.9~5.1)	56.4 5.2 (4.6~5.4)	83.1 5.4 (5.3~5.6)	100.0 5.6 (5.2~5.8)	78.0 5.9 (5.8~6.3)	97.6 6.1 (5.7~6.5)	100.0 6.1 (5.2~6.5)	100.0 6.5 (5.8~6.8)	59.6 6.4 (5.7~7.1)
ふ化後 4日目	生残率(%) 全長(mm) (最小~最大)	100.0 4.9 (4.8~5.1)	100.0 5.0 (4.8~5.1)	93.4 4.9 (4.7~5.0)	100.0 5.0 (4.7~5.2)	100.0 5.4 (5.1~5.5)	100.0 5.6 (5.5~5.9)	100.0 5.6 (5.5~5.9)	100.0 5.9 (5.5~6.2)	100.0 6.1 (5.7~6.3)	100.0 6.3 (5.9~6.6)	82.0 6.4 (6.0~6.8)
ふ化後 8日目	生残率(%) 全長(mm) (最小~最大)	100.0 4.9 (4.8~5.1)	100.0 4.9 (4.8~5.0)	69.8 4.8 (4.5~5.1)	100.0 5.1 (4.9~5.3)	94.7 5.2 (5.0~5.4)	88.2 5.6 (5.3~5.8)	90.4 5.8 (5.4~6.1)	87.1 6.0 (5.3~6.3)	87.5 6.3 (5.9~6.5)	100.0 6.5 (6.2~6.7)	68.9 6.5 (6.1~6.7)

表2 通気量の違いによる鰾の開腔率試験

試験区	ふ化後	1	2	3	4	5
300ml 区	生残率(%) 開腔率(%)	91.5 0.0	90.5 0.0	93.5 26.3	80.5 27.6	78.2 50.0
600ml 区	生残率(%) 開腔率(%)	98.6 0.0	96.7 0.0	100.0 16.7	85.0 33.3	76.9 50.0
2400ml 区	生残率(%) 開腔率(%)	100.0 0.0	98.5 0.0	89.0 11.1	82.0 20.0	77.6 28.6

*) : 0.5m³ 水槽でIP-ストリ1個で1分間あたり300ml の通気を行った。

表3 年度別ヒラマサの種苗生産結果の概要 (五島事業場)

年度	水 槽			収 容			飼 育			取 り 揃 げ		
	型	個数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/㎡)	水 温 (℃)	主な餌の種類	飼育 日数	尾数 (万尾)	密度 (尾/㎡)	全長 (mm)	生残率 (%)
58	1㎡バット 60㎡ ³	(2) (1)	5.21-5.24	7.9	500-23000	22.0	ワシ、ワカシ、シロコ 冷凍アミ、ふ化仔魚	40	0.03	6	42.3	0.4
59	1㎡バット (1)		6. 4	1.2	12000	22.0	ワシ、ワカシ、天バ	35	0.09	237	37.5	7.5
60	60㎡ ³ 90㎡ ³	(1) (1)	5.30-6. 2	70.0	5700-6000	23.0-24.0	ワシ、ワカシ、シロコ 冷凍アミ、ふ化仔魚	29-32	1.14	43-56	29.0	1.6
61	60㎡ ³	(2)	5.20-5.25	90.0	8000-10000	23.7	ワシ、ワカシ、シロコ 冷凍アミ、ふ化仔魚	29-30	16.05	1500-1700	23.6	17.8
62	60㎡ ³ 90㎡ ³	(4) (1)	5.14-6.14	220.0	6000-10000	23.7	ワシ、ワカシ、シロコ 冷凍アミ、ふ化仔魚	29-33	5.59	0-560	32.0	2.5
63	60㎡ ³	(3)	5.20-6. 6	148.0	8000-13600	22.3	ワシ、ワカシ、シロコ 配合飼料等	29-38	14.15	1200-1630	32.7	9.6
元	60㎡ ³ 90㎡ ³	(2) (1)	5.15-6. 4	165.9	6300-17300	22.3	ワシ、ワカシ、シロコ 配合飼料等	33-42	9.00	1800	38.0	5.4
2	60㎡ ³ 90㎡ ³	(2) (2)	5. 5-6.20	185.0	6800-8400	23.4	ワシ、ワカシ、シロコ 配合飼料等	46-59	6.04	232	50.6	3.2

表4 ヒラマサの種苗生産結果の概要 (五島事業場)

生産回次	水 槽			収 容			飼 育			取 り 揃 げ			備 考
	型	大きさ (実用量m ³)	個数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/㎡)	水 温 (℃)	飼育 日数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/㎡)	全長 (mm)	生残率 (%)
1-1	角型 (50)	60	1	4.21	22.2	4400							ふ化後6日目で生残率の低下により飼育中止。
2-1	角型 (50)	60	1	4.28	41.0	8200							ふ化後13日目と生残率の低下により2-2回次へ移送。
2-2	角型 (50)	60	1	5. 1	56.0	11200	23.5 (21.5-25.9)	37-40	5. 7	1.51	302 (28.7-57.9)	39.4	1.56
3-1	角型 (50)	60	1	5.22	80.0	16000	23.2 (21.1-24.0)	4 3	7. 2	0.75	150	37.4	0.94
3-2	角型 (50)	60	1	5.24	90.0	18000	23.6 (22.0-24.7)	4 1	7. 2	2.71	542 (28.5-48.4)	37.1	3.01
合計	-	-	5		289.2					4.97		37.8 (27.1-57.9)	1.72

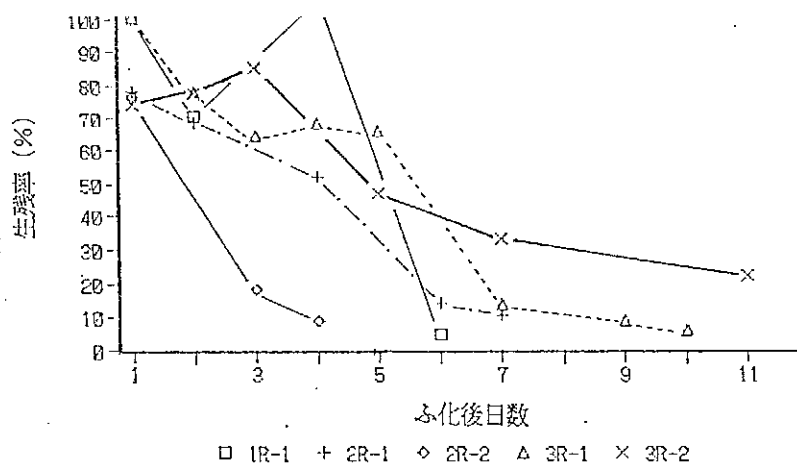


図 1 生産回次別の初期生存率

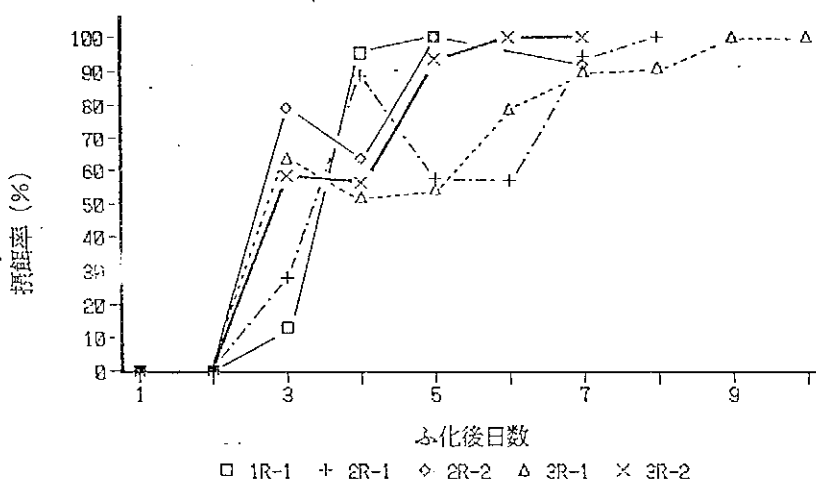


図 2 生産回次別の初期摂餌率

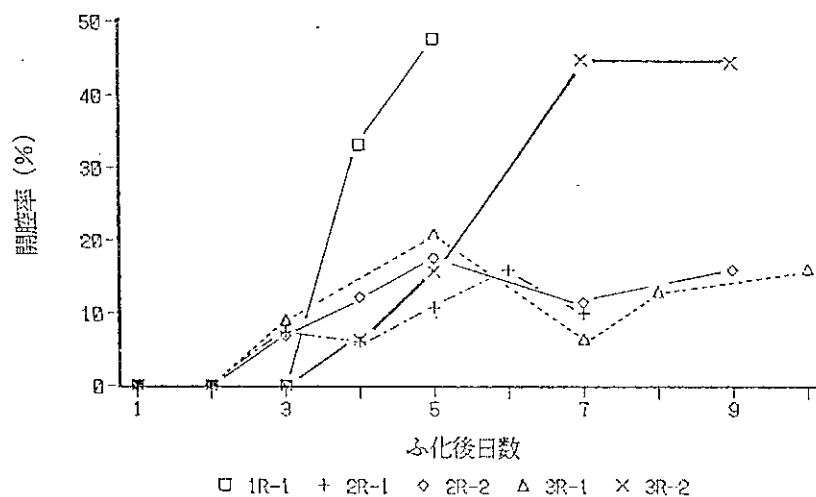


図 3 生産回次別の鰓の開腔率

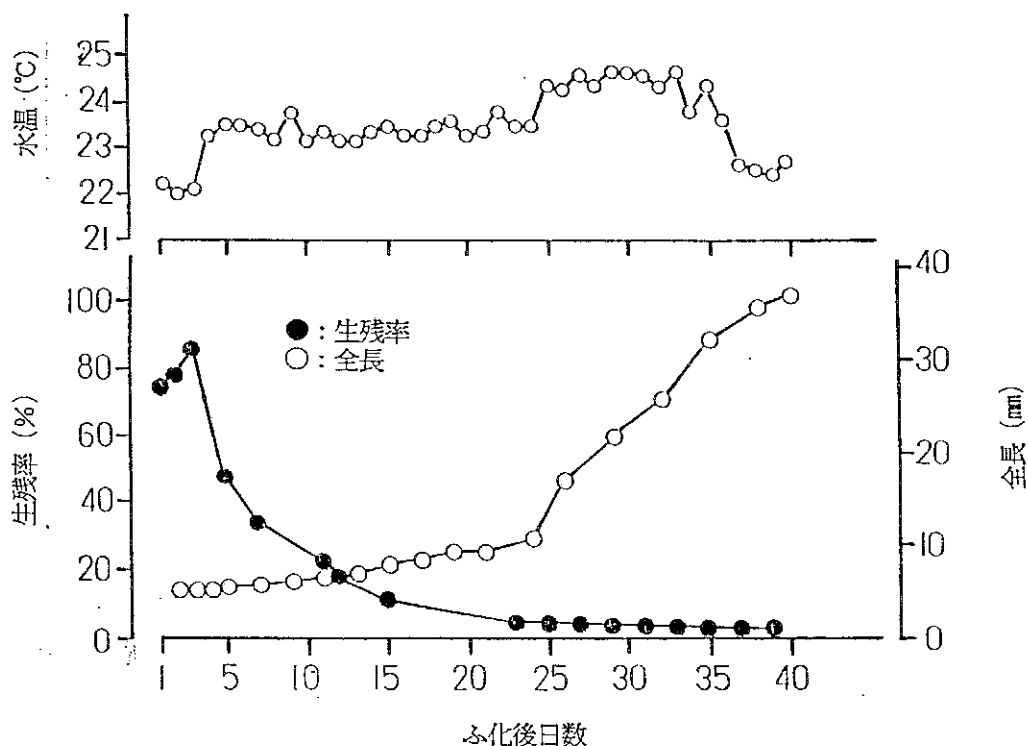


図 4 3 R-2 回次生産結果の概要

表 5 平成 3 年度ヒラマサ種苗における形態異常出現状況 (五島事業場)

回次	選 別	全長 (mm)	総尾数 (尾)	形態異常率 (%)			
				口部	鰓蓋部	肛門部	鰓閉腔
2 R	7mm抜群	44.3	5634	48.58	0.96	0.50	84.39
	7mm止群	54.9	9345	14.28	0.21	0.43	60.91
	合 計	50.9	14979	27.30	0.49	0.45	69.74
3 R-1	7mm抜群	40.1	3900	8.82	0.56	0.15	76.60
	7mm止群	51.9	3600	2.33	0.67	0.00	78.06
	合 計	45.8	7500	5.71	0.61	0.08	77.33
3 R-2	7mm抜群	41.5	11200	4.97	0.55	0.03	69.18
	7mm止群	55.1	15900	1.13	0.83	0.10	44.60
	合 計	49.4	27100	2.72	0.71	0.07	54.80

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 lalandi）稚魚を取り揚げ、海上小割生簀へ収容し、配付用種苗および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、6月7日に15,100尾：平均全長39.4mm、と7月2日に34,600尾：平均全長37.2mmの合計49,700尾（平均全長：37.9mm、27.1～57.9mm）を海上小割網生簀（平均収容密度203尾/m²）に収容した。

（2）筏および小割網

4×4mの小割りのべ7面に収容し、その後選別・配付等により5面とし、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小さかったので収容時には、120 経網を使用し、その後ヒラマサの成長に合わせて105 経、ハイゼックス網24節、15節（4×4×3m；実水量42m³）、12節、10節（4×4×3.5m；同49m³）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）餌料

配合飼料および放流用種苗には後半モイストペレットを使用した。配合飼料は、D-1（粒径1.0mm）およびD-1（粒径2.0mm（㈱日本水産））、EP-2号（粒径1.6mm）およびEP-3号（粒径1.8mm、㈱協和発酵）、を給餌した。モイストペレットは魚肉（アジ）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。

（4）選別

沖出し翌日に7mm目合いの篩網で選別し、大小2グループとした。その後、選別は行わなかった。

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49,700尾に対して27,123尾(54.6%)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った昭和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%、本年度55%、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甚だ不安定である。

平成2年度の生残率が良好であった原因として考えられることは①沖出しサイズが大きかったこと(本年度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)

②元年度以前と比較して2年度は沖出し時に配合飼料に餌付けが完了していたこと。

③沖出しサイズが大きかったために海上での飼育期間が短かった(本年度の主群は13~30日間、2年度の主群は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)こと等が挙げられる。

また、本年度が2年度と比較して生残率が低かったのは、Y A Vによる斃死が挙げられる。

(2) 成長

本年度の海上飼育におけるヒラマサの成長は、日間成長量で、2.9~1.9mm/日(沖出し→配付~沖出し→放流)であった。2年度は2.2~1.9mm/日であった。

全長;5~10cm時期の日間成長量を本年度、2年度、元年度および昭和63年度で見ると、それぞれ1.8mm、2.1mm、2.2mm、2.2mmであったので本年度はやや低い値となった。沖出し(TL:2~4cm)から(TL:18~35cm)までの長期間の成長を日間成長量で見るとは無理があるが平成3年度から過去9年間(昭和58年度まで)の日間成長量(mm/日)は、それぞれ1.9、2.1、2.0、3.0、2.8、2.4、3.3、2.9、3.2で、ほぼ2~3mmの間を推移している。

(3) 飼餌料

給餌量および餌料費

本年度は、沖出しから配付（平均全長12～13cm）まですべて配合飼料（飼日水「D-1、D-2、および飼日配「EP-2号、EP-3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400kg、モイストペレットは成長に合わせて直径2～12mmに成型して1日1～2回給餌し、総給飼餌量は約2t、（添加ビタミン剤20kgと添加油脂20kgを含む）であった。

餌料費は、配合飼料費が約30万円、モイストペレット費が約30万円であった。

(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て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。本年度は昨年程大きくはないが沖出し種苗の平均全長が約4cmであったので、沖出し翌日に海上において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、Y A V、類結節症、ペコ病、ノカルディアの寄生であった。

① Y A V

7月2日に沖出した群（2回目沖出し群）が、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ったが、30～60%が斃死した。この時の種苗の全長は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Y A V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った。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

れなくなった。

②類結節症

本年度は、2回発生した。1回目は7月下旬から8月中旬までで種苗サイズ85mm（種苗全体平均）、斃死尾数60尾（この時点の飼育尾数が約2,800尾であったので斃死率約2%）で、この時の水温は26～27℃であった。2回目は、9月上旬で種苗サイズ200mm（同）、斃死尾数若干、水温26～27℃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」（オキシリン酸製剤、㈱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。

③ペコ病

7月下旬から8月上旬に本症によると思われる斃死があった。種苗サイズ100mm、斃死尾数150尾（この時点の飼育尾数が約50,000尾であったので斃死率約0.3%）、水温26～27℃であった。

④ノカルディアの寄生

10月中旬から下旬にかけて、ノカルディアの寄生が観察された。その時の種苗サイズは平均全長280mmであったが、斃死個体はほとんど観察されずその後、自然治癒した。

（6）外観的形態異常

本年度は、1回目沖出し直後（6月11日）、2回目沖出し直後（7月3日）、および放流直前（11月13日）の計3回調査を行った。

その結果は、

①1回目沖出し群

全尾数14,979尾（平均全長4cm）の調査の結果、外観的形態異常率は28%（形態異常魚4,165尾）で、その内の94%が顎骨異常（上顎骨1%、下顎骨42%、上下顎骨共に異常51%）であった。

②2回目沖出し群

全尾数34,600尾（平均全長4cm）の調査の結果、外観的形態異常率は4.0%（形態異常魚1,383尾：顎骨異常）であった。

③放流群

全尾数1,257尾（平均全長32cm）の調査の結果、外観的形態異常

率7.8%で、その内訳は、いわゆるガリ42%、顎骨異常28%、サケ型20%等であった。

なお、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

21,600尾を配付し、1,159尾を放流した。配付の内訳は、大分県に6月19日に平均全長58mmの種苗を10,000尾、鹿児島県に7月31日に同124mmを11,600尾である。また、放流の内訳は、有川沖に11月26日に1,159尾（平均全長：320mm、標識1,000尾、無標識159尾）である。

(要 約)

1) 当場の陸上水槽で生産された種苗を6月上旬～7月上旬にかけて2回の沖出しで49,700尾（平均全長37.9mm；27.1～57.9mm、平均収容密度は203尾/㎡）を海上小割生簀に収容した。

2) 海上飼育の生残尾数は飼育日数5～148日間で27,123尾（平均全長：40～320mm）、生残率は54.6%であった。

3) 日間成長は、1.3～2.7mm/日であった。

4) 総投飼餌量は約2,400kgで、その内訳は配合飼料が400kg、モイストペレット2,000kgであった。

5) 疾病の発生は、7月上中旬にYAV、7月下旬～8月上旬にペコ病、8月上旬と9月上旬に類結節症、10月中下旬にノカルディアが見られた。

6) 外観的形態異常魚は、1回目調査では28.0%、2回目は4.0%、3回目は7.8%であった。本年度は、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、県配付用に21,600尾（平均全長：6cmと12cm）、放流用に1,159尾（平均全長：320mm）を使用した。

(小林 孝)

表一 / 海上小飼りによるとヒラマサの中間育成の概要 (五島事業場)

(平成3年度)

生産区分	生産			収容			飼育			取り揚げ			備考		
	型	大きさ(m) (種苗期)	個数	月日	尾数 (尾)	密度 (尾/㎡)	全長 (mm)	水温 (℃)	主な餌の種類	飼育日数	月日	尾数 (尾)		密度 (尾/㎡)	全長 (mm)
1	角型	4×4×2.5 (D-2)	2	6.07	15100	216	39.4	21~22	配合餌料	5	6.11	4256	---	40	奇形4165尾+101尾(ヤカ) 配寸(大分県) 配寸(鹿児島) 放流(宮川河、橋識1000、無標識)
2	角型	4×4×2.5 (B-8、D-5)	5	7.02	34600	198	37.2	21~22	配合餌料	13	6.19	10000	119	58	
								21~30	配合餌料	30	7.31	11600	69	124	
合計			7		49700	203	37.9	19~30		148	11.26	1257	11	320	37.2
												27123		96	54.6

奇形4165尾+101尾(97%)
 配付(大分量)
 配付(産卵島尾)
 放流(有川沖、揚義1000、無揚義)

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鰐の異常膨満による浮上横臥死は、平成2年度においても発生し、32例の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、昨年度、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、平成元年度よりの鰐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。昨年度は、ウイルス疾病対策として水温別飼育（20℃～26℃）、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。今後種苗生産を行うためには、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、健全卵の確保と防疫体制の確立が急務である。今年度は、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（単産産卵）の4点に重点をおいて健全卵の確保を図り、得られた卵を使用して生産を行った。

1 材料と方法

1) ふ化仔魚

供試したふ化仔魚及び受精卵には、当场で養成した人工7歳魚または10歳魚より自然産卵によって得られたものを使用した。親魚は、年令別、抗体価別に4群に分けて養成を行った（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、当场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1m³水槽）より0.5m³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、90m³水槽では60m³、60m³水槽では40m³とした。

なお、受精卵はすべてポピドンヨード（80ppm）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、60m³コンクリート水槽（4.5 × 8.0 × 2.0 m，実効水量50m³）、90m³コンクリート水槽（8.0 × 2.0 m 八角形水槽，実効水量80m³）を使用した。

飼育水の加温は温水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℃に調温し、その後1日1℃の割合で昇温して最終的に24℃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（5 m³／日ずつ増水）を開始し、満水（90m³水槽では80m³，60m³水槽では50m³）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（1 m/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。

計数は、飼育初期は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。

底掃除は、全長5 mm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を行った。飼育水についても紫外線による殺菌処理を行った。

4) 餌料

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

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）により栄養強化を行った。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』の頁に示した。

5) 小規模飼育試験

親魚の抗体価別の養成群より採卵した卵の垂直感染状況を調べるために、大型水槽における種苗生産の他に0.5m³ ポリカーボネイト水槽において全長5mmまでの飼育試験を行った。

2 結果

種苗生産は、平成2年12月15日から平成3年5月15日までの152日間行い、60m³水槽6面・90m³水槽3面を用いて7回次9例の生産を行った（表2）。

種苗生産は放流用種苗生産と純化ウイルス作成用種苗生産の2方式に分けて行った。前者は抗体価の高低にかかわらず産卵回数が1回目の親魚群より得られた卵を使用し（6回次生産のみ4回目産卵親魚を使用）、9例中6例の生産を行った。後者は抗体価の高い親魚の3回目以降の産卵によって得られた卵を使用し、9例中3例（4・5・7回次）の生産を行った（表3）。

生産に供したふ化仔魚は、9例中8例は当场において加温、電照処理、ホルモン打注後の自然産卵から得られたものである。1例は、当场において既に産卵が終了した4月25日に古満目事業場より搬入したふ化仔魚である。

総生産尾数は27.39万尾、取り揚げサイズは32.0(16.3～56.0)mm、生残率は5.5(0～46.2)%であった。

以下、生産結果の概要を記す。

1) 抗体価別飼育

抗体価の低い親魚群（A・B群）より採卵したふ化仔魚を用いて行った飼育では、親魚の年令にかかわらずウイルス性疾患は見られなかった。抗体価の高い親魚群（C・D群）より採卵したふ化仔魚を用いて行った飼育では、3回次生産（3R-2）ではふ化後4日目に、4回次生産（4R）ではふ化後10日目にウイルス性疾患と思われる大量斃死が見られ、飼育を中止した。ウイルス検査（ELISA法）を行った結果、陰性であった。

2) 産卵回数別飼育

抗体価の低いA・B群における1～4回目の産卵より採卵したふ化仔魚を用いた飼育(1R-1・2, 2R, 6R-1・2, 試験Ⅲ・Ⅴ)では、いずれも全長5mm前後で1部浮上死が見られただけでウイルス性疾病は認められなかった。抗体価の高いC群では2回目の産卵まではウイルス性疾病は認められなかった(試験Ⅰ・Ⅱ)。抗体価の高いD群では1回目の産卵より採卵したふ化仔魚を用いて飼育(3R-2)を行ったが、ふ化後4日目に大量斃死が起こり飼育を中止した。ウイルス検査の結果は陰性であった。C・D群を混成した群における3回目産卵より採卵したふ化仔魚を用いた飼育(4R)では、ふ化後10日目に大量浮上横臥死して全滅した。しかし、その後この群における4回目・5回目産卵より採卵したふ化仔魚を用いた飼育(5R・試験Ⅳ)ではウイルス性疾病は認められなかった。なお、大量斃死が認められた4Rの斃死魚についてウイルス検査を行った結果、陰性であった。

3) 純化ウイルス作成

純化ウイルスを作成するため、抗体価の高い親魚群(C・D群)を用いて3回の生産(4R・5R・7R)を行った。

4Rでは、ふ化後10日目に大量浮上死がみられたため、斃死魚を採集して純化ウイルス作成用サンプルとしたが、ウイルス検査の結果は陰性であった。

5Rでは親魚の抗体価が高く5回目の産卵にもかかわらず7.77万尾の生産ができた。この種苗からはウイルスは検出されなかった。

7Rでは古満目事業場産のふ化仔魚を用いて飼育を行った結果、ふ化後5日目に大部分の個体が摂餌不良となり純化ウイルス用サンプルとして回収した。ウイルス検査の結果、ウイルス陽性であり純化ウイルス作成に供した。

4) 餌料系列

各生産回次に用いた餌料の種類と給餌量を表4に示した。今年度は配合飼料の導入に伴う餌料系列の検討を行うために、①ワムシ+アルテミア幼生+養成アルテミア+配合飼料, ②ワムシ+アルテミア幼生+配合飼料, ③ワムシ+配合飼料の3区を設けて餌料試験を行った(図1・2・3・4)。1R, 2Rでは①の餌料系列で生産を行った。配合飼料は全長18mmより投餌を行い、全長25mmより単独給餌とした。3Rでは養成アルテミアの代替餌料としての配合飼料

の可能性を検討するため早期の配合飼料の給餌を行った。配合飼料は全長10mmより投餌を行い、全長20mmより単独給餌とした。6 Rではアルテミアの代替餌料としての配合飼料の可能性を検討するため③の餌料系列で生産を行った。全長12mmまでワムシ単独給餌で飼育を行い、配合飼料に切り替えた（6 R-2では配合飼料とともにアルテミアを併用した）。ふ化後40日目で各生産区の成長・生残を比較すると成長は① $\geq$ ② $>$ ③の順であったが、生残は③ $>$ ② $\geq$ ①の順であった（表5）。

5) 成長と生残

9例の生産中取り揚げまで飼育を行った6例について、成長・生残状況を図5・6・7・8・9に示した。各生産回次の成長は、③の餌料系列で飼育を行った6 R以外はふ化後約50日で全長30mmとなり大差はなかった。生残状況は、いずれの生産回次も開口後より大量斃死が起き、ふ化後15日目（全長6 mm前後）までに生残率が20～30%まで減耗した。その後の減耗率は低く、取り揚げまで疾病による大量斃死を除けばほとんど減耗はなかった。

また、3例は2～10日までに大量斃死が起き飼育中止とした。このうち2例は純化ウイルス作成用生産であった。

6) 疾病と形態異常

ウイルス性疾病と思われる浮上横臥、摂餌不良による大量斃死は3回（3 R-2, 4 R, 7 R）見られたが、ウイルス検査の結果ウイルス陽性と判定されたのは古満目事業場より搬入したふ化仔魚を用いて飼育を行った7 Rの生産だけであった。

1 R-2, 2 Rでは類結節症（1回は同定済）と思われる疾病が発生した。症状は2回の生産とも旋回遊泳して斃死するというもので、ふ化後32～35日目の全長18mm頃より発生し、取り揚げまで続いた。疾病対策として、テラマイシンの経口投与を行い、さらに飼育水温を26℃に昇温して飼育を行ったが斃死は治まらなかった（1 R-2）。取り揚げ時の尾数は6200尾と1400尾であり、ほぼ全滅であった。

形態異常の出現割合は、生産回次によって異なり0.5～1.6%の割合であった。また、異常部位の出現状況を見ると鰓蓋骨と顎骨に多く見られたが、それぞれの出現割合は生産回次によって異なり、餌料系列との関係が伺われた。さ

らに、成長の面から出現割合を見ると同一飼育群でも成長の悪い個体は良い個体よりも2～3倍ほど形態異常率が高かった（表6）。

7) 開鰓状況

今年度行った7回次9例の飼育のうち、取り揚げまで飼育が行えたのは6例であった。6例の飼育における開鰓状況と飼育概要を表7に示した。開鰓個体の全長は4.02mm(3.7～4.4)であり、開鰓までの日数は、開口後3.5日(3～4)、ふ化後6.3日(6～7)であった。開鰓時の鰓の形状は真円ないしは楕円であり、鰓長径は269 μ (175～380)、鰓短径は221 μ (160～300)であった。成長に伴う鰓の異常膨満は見られなかった。

3 考察

1) ウイルス性疾病対策

平成元年度の種苗生産の後期より発生した鰓異常膨満による大量斃死は昨年度も発生し、通算13回次42例の飼育を行ったにもかかわらず生産尾数は0尾であった。本疾病に関しては昨年度の種苗生産後期よりウイルス性疾病であることが確認され、ウイルス疾病対策が検討されてきた。昨年度はウイルス疾病対策として卵消毒（ホルマリン・ヨード）、水温別飼育（20℃～26℃）を行ったが有効性は認められなかった。今年度は、飼育に供する健全卵の確保という点で親魚養成の面から検討を行った結果、一昨年度より不調であった種苗生産を行うことができた。このことから、本ウイルス性疾病の対策として若令親魚の使用、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が有効な手法であると考えられ、来年度再現試験を行い確認することが必要である。

2) 配合飼料の利用

過去5年間にシマアジの飼育に使用した餌料の種類と投餌量を表8に示した。今年度は配合飼料の導入による餌料系列の検討を行った結果、ワムシ+アルテミア幼生+配合飼料での餌料系列で飼育を行うことが十分可能であり、配合飼料は大型の生物餌料（天然コペポダ、養成アルテミア、ミジンコ、マダイふ化仔魚）の代替餌料として有効であることが分かった。さらに小型サイズでの配合飼料の導入の可能性を検討していきたい。

3) 生残状況

本種の生残状況を見ると、ふ化後15日目までに大きく減耗し、その後の減耗率は低いものである。このため、5R・6Rのようにこの時期までの減耗が低い場合の生産結果は良好であることから、シマアジの生産量はふ化後15日目までの生残状況で決まるといえる。よって、シマアジの生産量を向上させるためにはふ化後15日目までの生残率をいかにして高めるかが重要な課題であり、減耗要因の解明と対策が急務である。

4) 鰾の形状

本ウイルス性疾病の特長として、成長にともなう鰾の異常膨満が見られる。昨年度は開鰾直後に全滅したため鰾異常膨満は見られなかった。開鰾直後の鰾の大きさを見ると、疾病の発生した昨年度の長径－短径(μm)は273－227であるのに対し今年度は269－221であり、両者の間にほとんど差はなく、開鰾時の鰾の大きさと疾病の発生には関連性は認められなかった。

4 今後の展望

今年度の結果から、今後安定した種苗生産を行うためには、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、正常卵の確保と防疫体制の確立が急務である。以下、平成4年度の親魚養成ならびに種苗生産に対する考え方について記す。

1) 親魚養成

① ウイルスフリー親魚からの卵の確保

- ・ウイルスフリー親魚の確保(天然魚・他機関からの確保)

② ウイルス抗体価の低い親魚からの卵の確保

- ・若令親魚の養成(未經産魚の利用)
- ・低抗体価親魚の選別養成
- ・産卵初期の採卵
- ・産卵回数の抑制(単発産卵)

③ ワクチンの開発

2) 種苗生産

① 防疫体制の見直し

- ・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消毒法

- ・施設の消毒
- ・飼育水の殺菌（オゾン・紫外線による殺菌処理）

5 要約

- 1）本年度はシマアジのウイルス性疾病対策に重点を置いて飼育を行った。
- 2）親魚はウイルス抗体価の高低により選別を行い養成した。
- 3）種苗生産は、放流用種苗生産と純化ウイルス作成用種苗生産に分けて行った。前者は抗体価にかかわらず1回目産卵の卵を使用し、後者は抗体価の高い親魚の3回以上産卵した卵を使用して生産を行った。
- 4）生産期間は、平成2年12月15日から平成3年5月15日までの152日間行い7回次9例の生産を行った。総生産尾数は27.39万尾，取り揚げサイズは32.0(16.3～56.0)mm，生残率は5.5(0～46.2)%であった。
- 5）放流用種苗生産は6例中3例で大量斃死が起き、うち2例は全長18mmより大量斃死（類結節症）、1例はふ化直後に全滅した。しかし、ウイルス検査の結果、陰性であった。
- 6）純化ウイルス作成用種苗生産は3例行い、うち2例はふ化直後に浮上横臥により大量斃死をしたが1例はウイルス陰性であった。もう1例は親魚の抗体価が高く5回目の産卵にもかかわらず7.77万尾の生産が出来た。
- 7）大型生物餌料（養成アルテミア・ミジンコ・天然コペポダ・マダイふ化仔魚）の代替餌料として配合飼料を導入した結果、成長・生残とも従来の餌料系列に比べて差がなく有効であった。
- 8）形態異常は鰓蓋部・口部に多く見られ、その割合は0.6～1.6%であった。
- 9）今年度行った抗体価による親魚選抜養成は健全卵の確保として有効な手法と思われ、来年度再現飼育を行う必要がある。

（塩澤 聡）

表 1 餌料の種類と基準投餌量

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
シオミズツボムシ	3.5 ~ 10.0	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	
養成アルテミア	10.0 ~ 25.0	0.1~0.4 個体/ml	3~7日間養成したもの (全長1~2mm)	
配合飼料	425 (μ)	少量	日本水産株式会社	日本初期飼料 (A-2)
	710	体重の約20%		(B-1)
	500~700	体重の約10~20%		(C-1)
	700~1000	体重の約10%		(D-1)

表 4 シマアジ生産回次別投餌量

	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		6 回次生産		7 回次生産		合 計
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
L型ワムシ (億個体)	41.5	50.0	68.5	69.5	5.5	28.0	235.0	145.6	129.0	2.5	765.1				
アルテミア幼生 (億個体)	8.2	8.2	11.3	14.4			7.6	8.5			58.1				
養成アルテミア (億個体)	7.2	7.7	6.9								21.3				
配合飼料 (Kg)	10.1	5.1	3.1	29.6			39.1	42.3			155.6				
生産尾数 (万尾)	2.98	0.62	0.14	4.33	0	0	7.77	7.88	0		27.39				

表2 シマアジ種苗生産結果の概要

産分	水槽		収容		飼育		取り揚げ				備考				
	型	大きさ (実容量・m ³)	個数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	水温 (℃)	主な餌の種類	飼育日数	月日		尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	生残率 (%)
-1	角型	60 (50)	1	12.15	20.8	4160	24	7kg・7kgシ・配合	48	1.31	2.98	586	32.1	14.3	親魚：人工7才魚、抗体価低、1回目産卵
2	角型	60 (50)	1	12.16	19.8	3960	24	同上	47	1.31	0.62	124	32.3	3.1	親魚：人工10才魚、抗体価低、1回目産卵
計					40.6	4060					3.60	360	32.1	8.9	
	角型	60 (50)	1	12.31	54.3	10860	24	同上	60	2.28	0.14	28	44.0	0.3	親魚：人工10才魚、抗体価低、1回目産卵
-1	角型	60 (50)	1	1.9	24.8	4960	24	同上	51	2.28	4.33	866	30.8	17.5	親魚：人工10才魚、抗体価高、1回目産卵
2	八角型	90 (80)	1	1.9	47.5	5938	24	7kg	4	1.12	0			0	親魚：人工10才魚、抗体価高、1回目産卵
計					72.3	5561					4.33	333	30.8	0.6	
	八角型	90 (80)	1	1.14	75.0	9375	24	7kg	10	1.23	0			0	親魚：人工10才魚、抗体価高、3回目産卵 純化ウイルス作成用
	角型	60 (50)	1	2.18	53.0	10600	24	7kg・7kgシ・配合	51	4.9	7.77	1554	31.9	14.7	親魚：人工10才魚、抗体価高、5回目産卵 純化ウイルス作成用
-1	角型	60 (50)	1	3.24	25.0	5000	24	7kg・配合	53	5.15	3.66	732	31.5	73.2*	親魚：人工10才魚、抗体価低、4回目産卵
2	角型	60 (50)	1	4.12	10.0	2000	24	7kg・7kgシ・配合	34	5.15	7.88	1556	32.8	78.8*	6—1より分槽
計					25.0						11.54	1154	32.4	46.2	
	角型	90 (80)	1	4.26	180.9	22613	24		2	4.26	0			0	親魚：人工13才魚、抗体価高、数回目産卵 純化ウイルス作成用 (古瀬目事業場)
計					501.1	8493	24				27.39	464	32.0	5.5	

親魚：人工13才魚、抗体価高、数回目産卵
純化ウイルス作成用 (古瀬目事業場)

後の生残率

表 3 シマアジ親魚群別生産結果

親 魚 群		1 回目産卵	2 回目産卵	3 回目産卵	4 回目産卵	5 回目産卵
A	人工7才魚	① 1990.12.12 ② 1 回次生産-1	1990.12.28 上浦事業場へ輸送 ウイルス疾病未発症	1990.1.15 試験 III ウイルス疾病未発症		
	抗体価：低	③ ウイルス疾病未発症 27700尾	90000尾			
		④				
B	人工10才魚	① 1990.12.13 ② 1 回次生産-2	1990.12.29 2 回次生産	1990.2.18 試験 V ウイルス疾病未発症	1991.3.20 6 回次生産-1・2 ウイルス疾病未発症	
	抗体価：低	③ 類結節症により大量死亡 6200 尾	類結節症により大量死亡 1400 尾		115400尾	
		④				
C	人工10才魚	① 1990.12.20 ② 試験 I	1990.12.28 試験 II	1991.1.11 4 回次生産	1991.1.22 試験 IV	1991.2.14 5 回次生産
	抗体価：低	③ ウイルス疾病未発症	ウイルス疾病未発症	浮上横臥により大量死亡 ウイルス疾病不明	ウイルス疾病未発症	ウイルス疾病未発症
		④				77700 尾
D	人工10才魚	① 1991.1.6 ② 3 回次生産-1・2		7 回次生産 ウイルス作成用サンプルとして回収		
	抗体価：低	③ 1 は未発症, 2 は不明				
		④ 33900尾				

*① 産卵月日 ② 生産回次 ③ ウイルス性疾病 ④取り揚げ尾数

*C群とD群は1月7日に混成群とする

*試験I～Vは 0.5m³水槽において全長5mmまで飼育を行いウイルス疾病の発症の有無を確認する

*ウイルス疾病不明は、疑いはあるがELISA法では検出されなかったものである。

表 5 餌料系列による成長・生残状況（ふ化後40日目）

生産回次	餌料系列	成長	生残率	備考
1 R-1	ワムシ+Ar-N+AY+ 配合飼料	25.3mm	14.4%	
2	ワムシ+Ar-N+AY+ 配合飼料	25.7mm	6.4%	疾病発生
2 R	ワムシ+Ar-N+AY+ 配合飼料	20.6mm	1.3%	疾病発生
3 R-1	ワムシ+Ar-N+ 配合飼料	23.5mm	16.6%	
2			0 %	全滅
4 R			0 %	全滅
5 R	ワムシ+Ar-N+ 配合飼料	22.4mm	15.6%	
6 R-1	ワムシ+ 配合飼料	16.7mm	53.5%*	一部分槽
2	ワムシ+ (Ar-N) + 配合飼料	18.3mm		
7 R			0 %	全滅

* 6 R 全体の生残率

表 6 生産回次別の形態異常個体の発生状況

生産回次	選別目合	部 位 別 形 態 異 常 率					形態異常率 (%)	全形態異常率 (%)
		鰓蓋骨	顎骨	短鰭	腹部陥没	背鰭欠如		
3 回次生産	9 mm抜け群	56.9	41.0	7.8	0.8		11.6	11.6
5 回次生産	6 mm抜け群 6 mm止り群	34.9 52.9	48.4 21.6	7.9 11.8	3.2 3.9	7.8 11.8	0.9 0.3	0.5
6 回次生産 1	6 mm抜け群 6 mm止り群	92.3 95.8	4.0 1.9	3.7 1.2	1.5 0.4	0.7 1.5	2.1 1.2	1.6
6 回次生産 2	6 mm抜け群 6 mm止り群	92.8 98.6	2.1 1.4	4.1 0.7	1.4	0.7	1.7 1.0	1.3

表7 開鰓日数，開鰓全長および鰓のサイズ

生産回次	開鰓日数		開鰓サイズ (mm)	鰓サイズ 長径 — 短径 (μ m)	
	ふ化後日数	開口後日数			
1 R - 1	3	6	3.84 (3.7~3.9)	295 —	250
2	3	6	4.03 (3.9~4.1)	320 —	275
2 R	3	6	4.03 (3.8~4.1)	290 —	240
3 R - 1	4	7	3.91 (3.8~4.0)	380 —	300
2	—	—			
4 R	3	6	4.10 (3.8~4.4)	270 —	210
5 R	3	6	4.18 (4.0~4.4)	270 —	190
6 R - 1	4	7	4.06 (3.8~4.3)	275 —	238
2	—	—			
7 R	—	—			
	3.5	6.3	4.02 (3.7~4.4)	269 —	221

表8 過去5年間に於ける餌の種類と投餌量

		昭和62年	昭和63年	平成元年	平成2年	平成3年
ウムシ	(億個体)	221.0	153.0	556.5	360.6	765.1
アルテミア幼生	(億個体)	24.1	11.1	159.0	0.9	58.1
養成アルテミア	(億個体)	6.1	3.6	45.3		21.8
天然コペポダ	(千万個体)	16.5	34.0	18.4		
凍結天然コペポダ	(千万個体)	6.4				
デグリオプス	(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)	2689	981	16760		
アミ	(kg)	19.9				
配合飼料	(kg)	10.2	41.8	35.3		155.6
種苗生産尾数	(万尾)	11.2	10.1	23.4	0	27.39

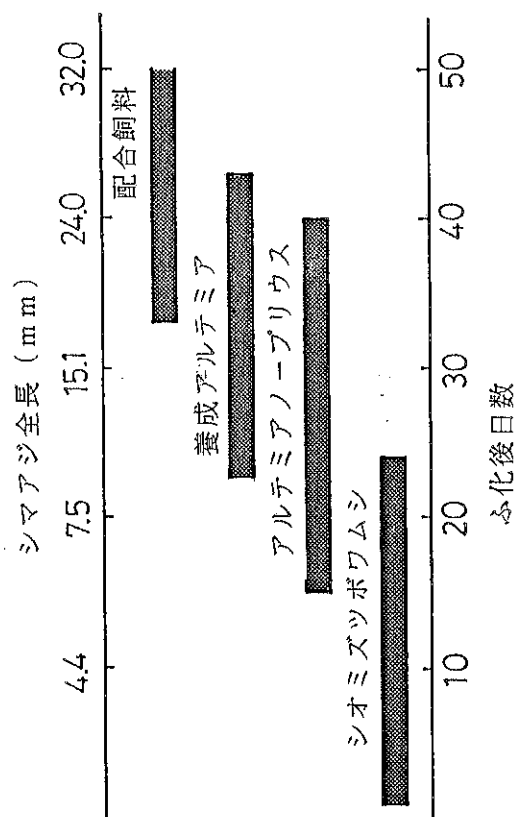
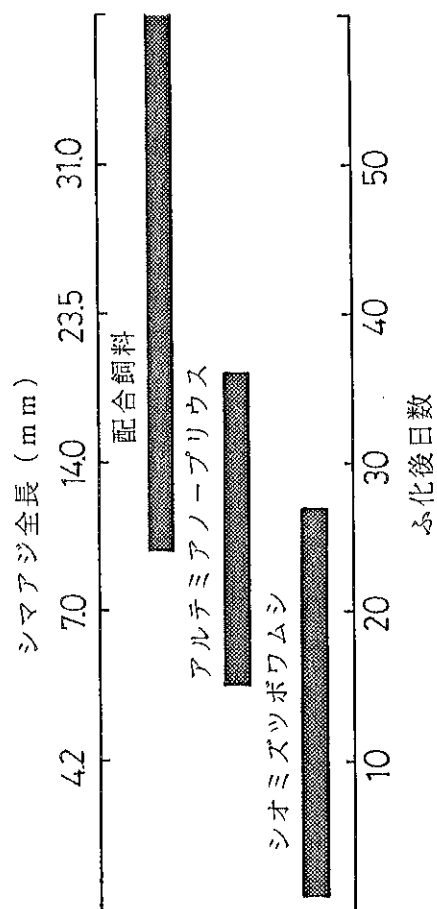


図1 餌料系列 (1 R ~ 1・2, 2 R)



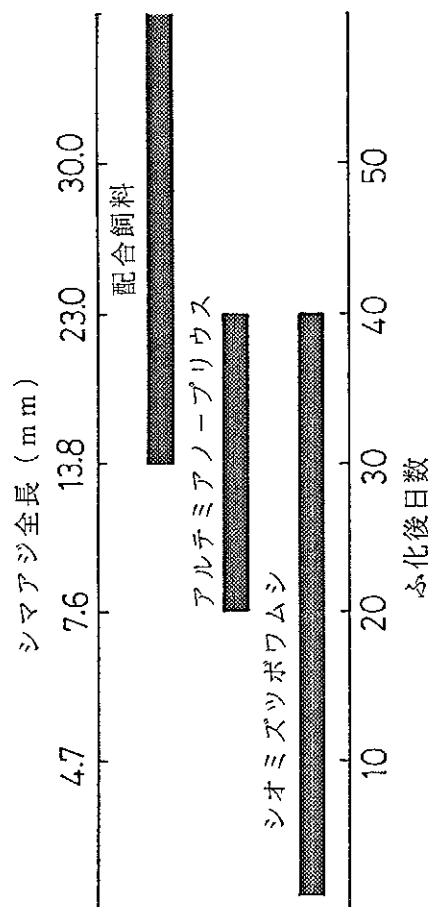


図 3 餌料系列 (5R)

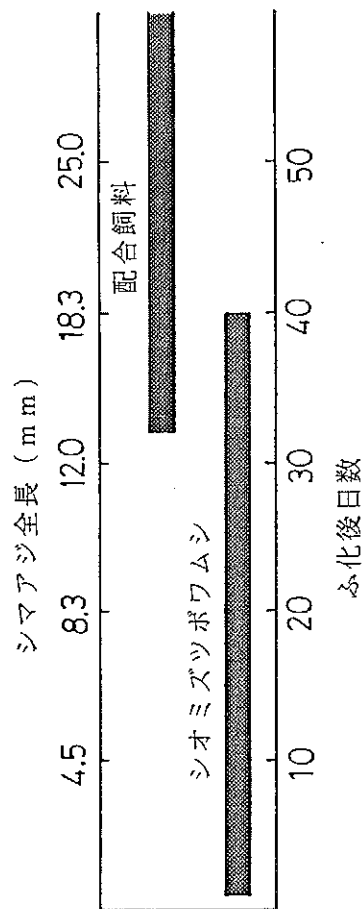


図 4 餌料系列 (6R)

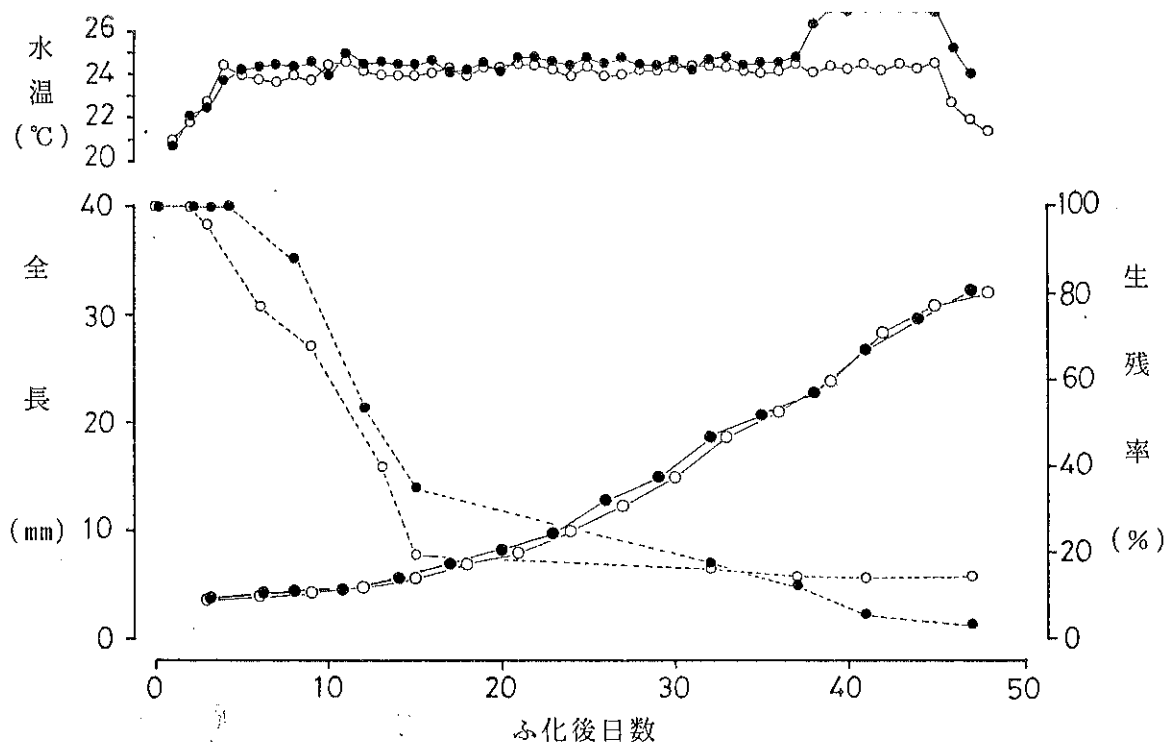


図5 成長と生残 (1 R - 1・2)

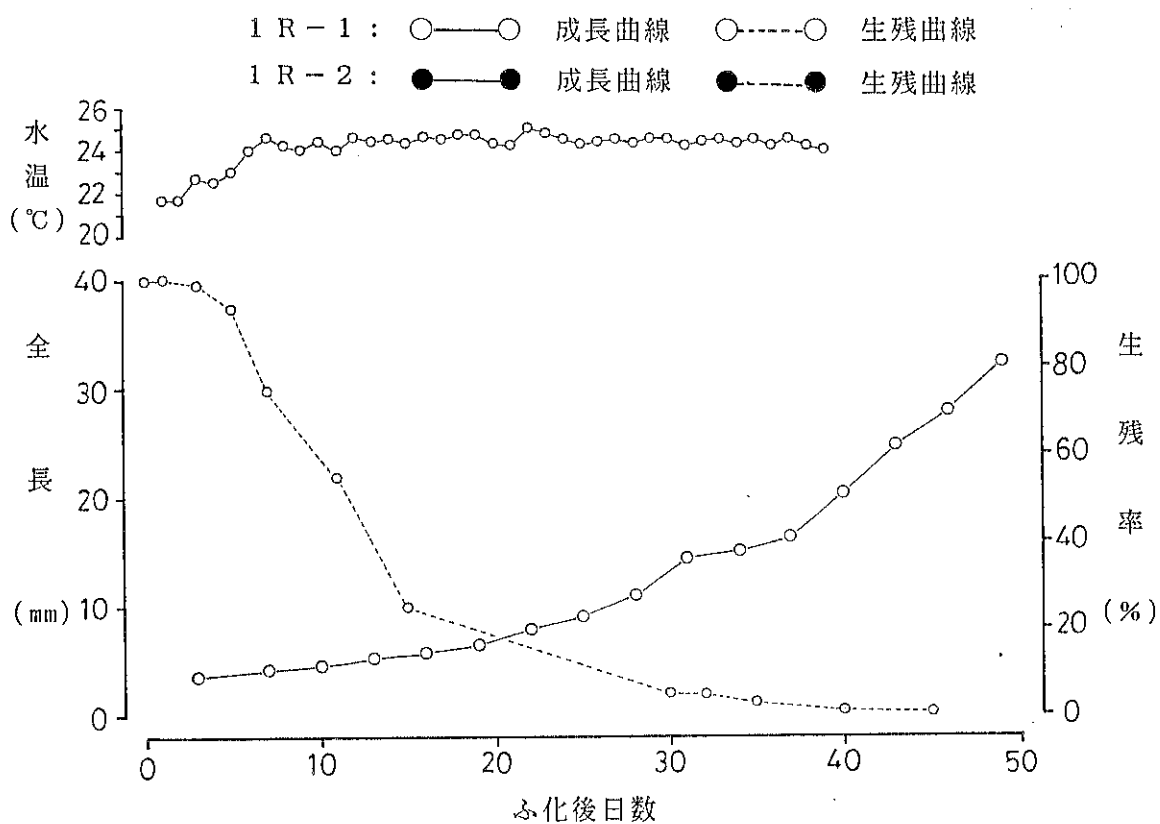


図6 成長と生残 (2 R) ○—○ 成長曲線 ○---○ 生存曲線

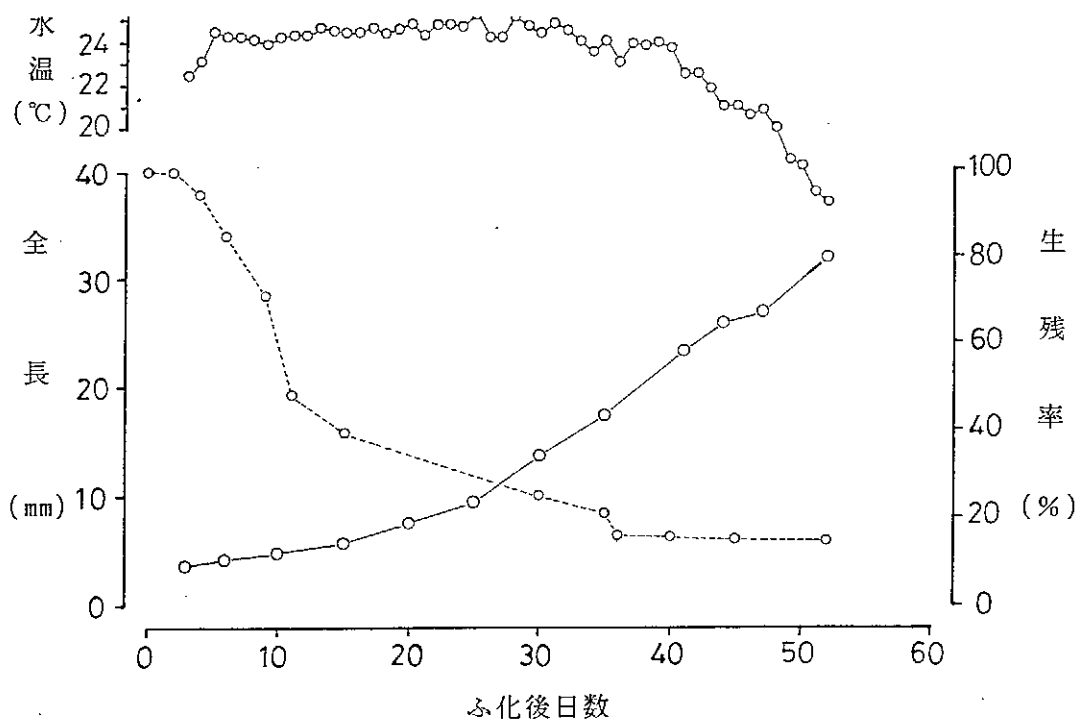


図7 成長と生残 (3R) ○—○ 成長曲線 ○---○ 生残曲線

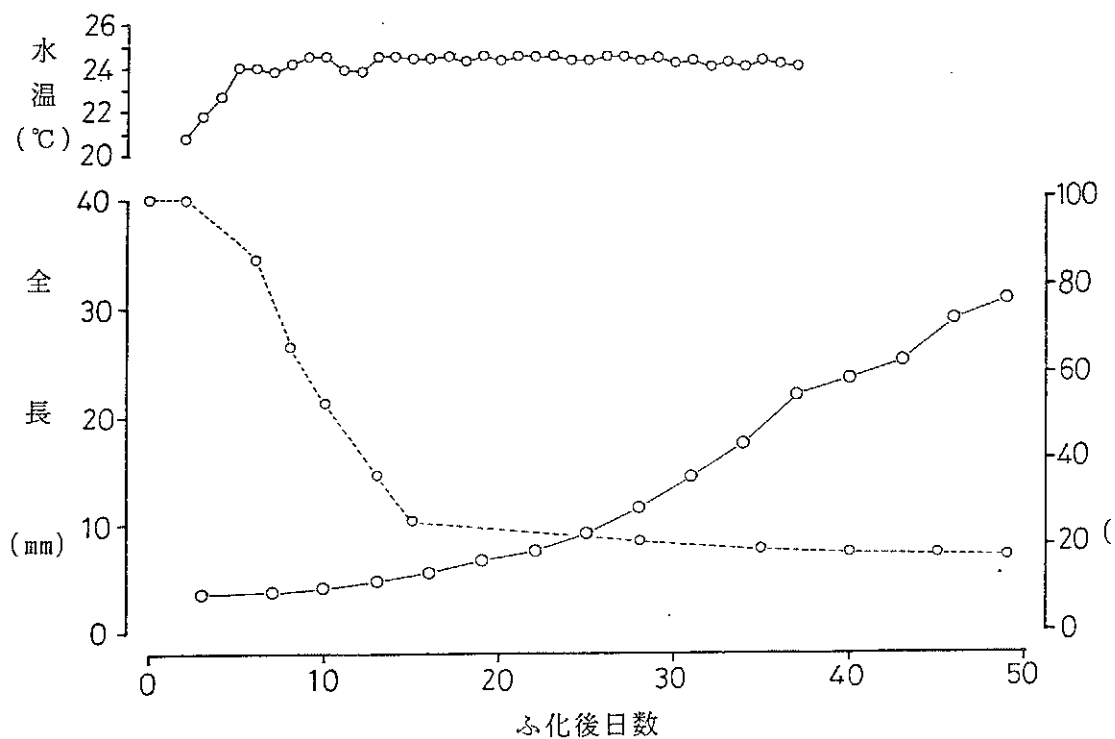


図8 成長と生残 (5R) ○—○ 成長曲線 ○---○ 生残曲線

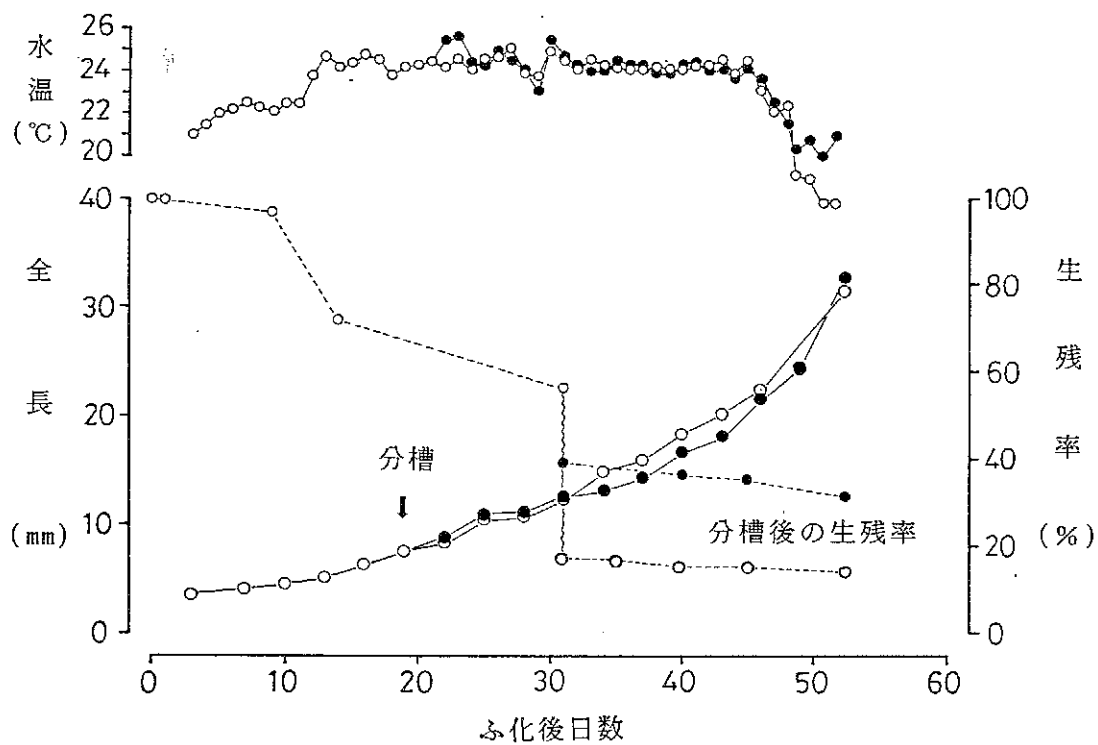


図9 成長と生存 (6R)

6R-1 : ○—○ 成長曲線 ○---○ 生存曲線
 6R-2 : ●—● 成長曲線 ●---● 生存曲線

シマアジの陸上および

海上での中間飼育

1. 目的

当場で種苗生産されたシマアジ (Pseudocaraux dentex; スズキ目アジ科シマアジ属) 稚魚を供試して、県配付および飼付け試験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。なお、低水温時の1～2月の取り揚げ分については、陸上水槽で加温育成後沖出した。

2. 飼育方法

(1) 供試魚

a) 陸上飼育

当場で生産された種苗を 1月 31 日に 29,800 尾 (平均全長; 32.1mm, 16.3～42.2)、および 6,200尾 (平均全長; 32.3mm, 23.4～40.0) の計 36,000 尾、2月 28 日に 43,300 尾 (平均全長; 30.8mm, 27.0～38.0)、および 1,400尾 (平均全長; 44.4mm, 37.0～56.0) の計 44,700 尾で総計 80,700 尾 (平均全長; 31.6mm, 16.3～56.0) を飼育用に供試した。

b) 海上飼育

前述の陸上で中間飼育された67,800尾を 3月25～27日にかけて、またこれとは別に生産された種苗を4月9日に77,800尾 (平均全長; 32mm, 22～39)、および5月14日に115,400尾 (平均全長; 32.4mm,) の総計261,000尾を沖出しし飼育した。

(2) 水槽および筏と小割網

a) 陸上飼育

八角型コンクリート水槽 (一辺 3m×深さ 2m; 実容量80m³) を2面、角型コンクリート水槽 (8m×4m×深さ 2m; 実容量60m³) を2面の計4面を使用した。

b) 海上飼育

4×4mの小割りを使用して、収容時に18面を、県配布後は飼

付け試験用種苗育成に8面使用した。小割り網には、収容時にナイロンモジ網160径、その後120径、105径（ $4 \times 4 \times 2.5$ m）、ハイゼックス網24節、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）餌料

陸上中間飼育は配合飼料のみを使用し、海上飼育には配合飼料とモイストレットを使用した。

3. 結果および考察

（1）生残

本年度の陸上における中間育成結果の概要を表-1に示し、海上における育成結果の概要を表-2に示した。

a) 陸上飼育

80,700尾を収容し19～24℃まで加温して、26～55日間の飼育後67,800尾を取り揚げ、その平均生残率は84.0%であった。4回の飼育例の個々の生残率は、それぞれ65.8%, 77.4%, 97.0%, 100%であり、1回目の飼育例が極端に低いのは、類結節症のためである。2回目は浮上して斃死する個体が目立った。3回目、4回目は順調に飼育できた。特に4回目は収容密度が23尾/m³と低かったためか、斃死個体は観察されなかった。なお、当場のシマアジ飼育において類結節症が確認されたのは本年度が初めてである。

b) 海上飼育

3月下旬から5月中旬にかけて、5回に分けて合計261,000尾を沖出しして、24～140日の飼育後252,200尾を取り揚げた。生残率は96.6%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2年度；飼育なし、同元年度；86.3%、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40mm）ことと思われる。過去の

沖出しサイズは平均全長で、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。61年度は沖出し尾数が1,000尾単位で参考にならないが、62年度からは100,000尾単位となっているので、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に思われる。

平成元年度は、沖出し直後に育成筏周辺で遊泳している飼付けシマアジからの食害が観察され、今後の対策として小割り網の底の中心部に沈子を設けること、小割り網を二重に設置すること、あるいは飼付けシマアジに対する給餌量を増加させること等が考えられたが平成3年度は、2年度に飼付け放流していない、また3年度の放流以前であったので影響はなかった。

昭和63年度は、20mmと30mm目合の篩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7mm、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。このようにシマアジの人工種苗はスレに強いということが再確認された。そこで、本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ったが生残率からみても問題はなかった。

(2) 成長

a) 陸上飼育

本年度のシマアジの開口後日数(x)と平均全長mm(y)との関係は、

$$y = 62.6 \log_e x - 208.8$$

$$n = 12, 46 \leq x \leq 96, r^2 = 0.9478$$

となった。

b) 海上飼育

本種もブリ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。そこで、陸上で中間飼育してから3月に平均全長約5~8cmで沖出しした群を1R、4~5月

に直接沖出しした平均全長約 3cm で沖出しした群を 2 R と便宜上してラウンドごとの平均全長の日間成長量は、1 R は 0.2~0.5mm / 日 (TL: 5~9cm)、2 R は 0.3~0.9mm / 日 (TL: 3~130cm) となった。(ちなみにブリの海上飼育においては例年 0.4~3.4mm / 日、ヒラマサでは 2~3mm / 日である。)

本年度は、沖出し群毎の成長を追跡できなかったが、平成元年度、昭和63年度、昭和62年度の結果では以下のものであった。

平均全長に対する経過日数は、平均全長が 50 mm になるのは平成3年度：開口後 62 日目、平成元年度：65~78 日目、昭和63年度：56 日目、62年度：74 日目、同 100 mm になるのは平成元年度：99~114 日目、63年度：100 日目、62年度：124 日目、同 150 mm になるのは平成元年度：150 日目、63年度：178 日目、62年度：153 日目、同 200 mm になるのは平成元年度：227 日目、63年度：318 日目ということになる。

(3) 餌料

a) 陸上飼育

すべて配合飼料を使用した。種類は、協和醗酵 C-1；粒径 400~700 μ 、日水 C-1；粒径 700~1000 μ 、協和醗酵 C-2；粒径 700~1700 μ 、日水 D-1；粒径 1000 μ 、日配 EP-1 号；粒径 1400 μ である。使用量は、各々 63kg、71kg、3kg、66kg、17kg、の合計 220kg であった。

b) 海上飼育

配付用種苗はすべて配合飼料を使用し、配付終了後の飼付け用種苗は主にモイストベレットを使用した。配合飼料は日水 C-1、D-1、D-2；粒径 2000 μ 、日配 EP-1 号、EP-2 号；粒径 1600 μ 、EP-3 号；粒径 1800 μ 、でモイストベレットは魚肉ミンチと粉末配合飼料を約 3：1 の割合で混合したものにビタミン剤および油脂重量外割比で約 1% を添加して使用した。

使用量は、C-1；少々、D-1；140kg、D-2；200kg、E

P-1号; 130kg、EP-2号; 380kg、EP-3号; 650kg、
モイストベレット; 約4,000kgであった。

(4) 外観的形態異常魚の出現状況

本年度は、配付時および飼付け放流時に調査を行ったが、配付時が0.9% (形態異常魚は処分)、放流時は0%であった。

過去の外観的形態異常魚の出現状況は、平成元年度; 0.9%、昭和63年度; 0.6%、62年度; 2%、61年度; 6%であったので、外観的形態異常率は減少しているが、この原因については明らかでない。

(5) 種苗の配付および放流

本年度生産した種苗は、一部飼付け基盤等 (約5,000尾) を除いて全て飼付け放流および関係各県に配付した。

本年度配付した総尾数は204,600尾で、その平均全長は65mm (33~114mm) であった。

その内訳は、4月23日に鹿児島県へ20,000尾 {平均全長95mm (83~101mm)} を、また熊本県に5月15日と同31日および6月15日の3回に分けて合計55,000尾 {同80mm (50~108mm)}、6月6日に長崎県へ43,000尾 {同52mm (40~73mm)}、6月10日に大分県へ30,000尾 {同42mm (33~51mm)}、6月14日に愛媛県へ56,600尾 {同63mm (41~114mm)} である。

また、22,000尾 {平均全長134mm (103~164mm)} に全数標識を装着して8月26日に当场小割に飼付け放流した。標識はダート型 (赤) コトXを使用した。

(要約)

① 当场の陸上水槽で生産された種苗 (一部陸上水槽で1月下旬~3月下旬まで中間飼育したものを含む) を3月下旬~5月中旬に261,000尾 (平均全長40.0mm; 31.9~76.3mm) 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252, 200尾{平均全長78mm (42~134)}であったので、96.6%となった。

③本年度の陸上中間飼育の成長は、次式で示された。

開口後日数(x)と平均全長mm(y)とすれば、

$$y = 62.6 \text{ L o g } x - 208.8$$

$$n = 12, 46 \leq x \leq 96, r^2 = 0.9478 \quad \text{となった。}$$

一方海上飼育の平均全長の日間成長量は、1Rは0.2~0.5mm/日 (TL:5~9cm)、2Rは0.3~0.9mm/日 (TL:3~130cm)となった。

⑤外観的形態異常魚の出現状況は、配付時および飼付け放流時に調査を行ったが、配付時が0.9%(形態異常魚は処分)、放流時は0%であった。

(小林孝)

表-1 海上水槽によるシマアジの中間育成の概要 (五島事業場)

生産区分	水槽		収容		飼育		取り揚げ		備考							
	型	大きさ (m)	個数	月日	尾数 (尾)	密度 (尾/m ²)	全長 (mm)	水温 (℃)		主な餌の種類	飼育月日	尾数 (尾)	密度 (尾/m ²)	全長 (mm)	生残率 (%)	
八角型	一辺 3×2		1	1.31	29800	373	32.1	16-22		55	3.26	19600	245	76.3	65.8	沖出し
	角型 8×4×2		1	1.31	6200	103	32.3	15-24	配合飼料	54	3.25	4800	80	74.4	77.4	沖出し
	一辺 3×2		1	2.28	43300	541	30.8	16-21		28	3.27	42000	525	54.3	97.0	沖出し
	角型 8×4×2		1	2.28	1400	23	44.0	16-19		26	3.25	1400	23	61.5	100.0	沖出し
合計			4		80700	288	31.6			26~55		67800	242	62.2	84.0	

表-2 海上(断り)によるシマアジの中間育成の概要 (五島事業場)

生産区分	生 養		収 容		飼 育		取 り 揚 げ		備考						
	型 大 き さ (m)	個 数	月 日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/㎡)	全 長 (mm)	水 温 (℃)	主 な 餌 の 種 類		飼 育 日 数	月 日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/㎡)	全 長 (mm)	生 残 率 (%)
1 角型	4×4×3	2	3.25	6200	74	71.5				4.23	20000	238	95	配付	
	4×4×3	2	3.26	19600	233	76.3				5.15	20000	238	84	配付	
	4×4×3	3	3.27	42000	333	54.3				5.31	20000	204	89	配付	
	4×4×2.5	3	4.9	77800	741	31.9	14-30	配合飼料	24-140	6.06	43000	410	52	配付	
	4×4×2.5	8	5.14	115400	412	32.4				6.10	30000	429	42	配付	
										6.14	56600	270	63	配付	
										6.15	15000	357	61	配付	
											8.26	47600	161	134	飼付放流等
合計		18		261000	414	40.0					252200		78	96.6	

クエの種苗生産

崎山 一孝

クエの種苗生産は過去に近畿大学、長崎県増養殖研究所、マリンパレス、日裁協屋島事業場において行われ、数十～数百尾の稚魚が飼育されている。しかしながら、充分量の卵を得ることができなかつたため量産規模の種苗生産は行われていない。日裁協上浦事業場と五島事業場では約十年前から親魚養成を開始し、上浦事業場では昭和 62 年から、五島事業場では平成元年度から自然産卵により卵を得ることができるようになった。さらに、上浦事業場では平成 2 年度に小型水槽での飼育に成功し、五島事業場では平成 3 年度に大型水槽での飼育により稚魚の生産ができた。ここでは五島事業場における平成 3 年度までのクエの親魚養成と種苗生産の技術開発の経過について報告する。

平成 2 年度までの概要

1. 親魚養成

五島事業場では昭和 57 年度よりクエの親魚養成を行ってきた。その過程で、クエの雄を確保することを目的としてメチルテストステロン（以下MTと略す）の経口投与による雄性化試験を行ってきた。その結果、昭和 63 年度に採精が可能な雄個体を確保することができた。

2. 産卵と種苗生産

五島事業場では平成 2 年度に初めて自然産卵により 1.5 万粒の受精卵が得られ、ふ化仔魚もわずかではあるが得ることができた。そのふ化仔魚を用いて飼育を行ったが、ふ化後 8 日目には全滅した。

一方、上浦事業場では昭和 62, 63 年度にそれぞれ 18.6, 2.96 万尾のふ化仔魚が得られている。平成 2 年は得られた 5500 尾のふ化仔魚を用いて飼育試験を行った結果、平均全長 41.6mm（ふ化後 59 日）の個体 22 尾を取り揚げた。

平成 3 年度の概要

1. 親魚養成

1) 個体識別のための標識

クエは数年にわたって産卵に関与することが予想されるので、雌雄の区別も含めて個体識別を行う必要がある。そこで、ピットタグ（無線周波タグ）を全個体に装着した。ピットタグは背鰭基部の前方の筋肉部分に埋め込んだ。

2) 産卵

成熟期にステロイドホルモンを投与すると種本来の成熟が阻害される可能性があるため五島事業場では平成 2 年度からホルモンの投与は中止した。

五島事業場では、性比と収容密度が産卵に及ぼす影響を検討するために 2 例の試験を実施した。試験 1 では雌 3 尾と雄 1 尾を 4 月 28 日に 90 m³ 水槽に収容し、水槽中にはシェルターを 4 か所設けた。水温は 22℃に設定した。産卵は 5 月 22 日から 6 月 11 日までみられ総採卵数 282.8 万粒、ふ化仔魚 18.0 万尾を得た。

試験 2 では雌 6 尾と雄 2 尾を 4 月 28 日に 400 m³水槽へ収容し、水槽中にシェルターを 4 か所設けた。水温は 22℃に設定した。産卵は 5 月 20 日から 31 日までみられ、総採卵数 98.0 万粒、ふ化仔魚 0.1 万尾を得た（表 2, 図 1）。

2. 種苗生産

五島事業場では平成 2 年度に少数のふ化仔魚が得られたが、飼育には成功しなかった。本年度は 10 万尾台のふ化仔魚が得られたので大型水槽での飼育実験を行った。以下にその概要を示した。

① 平成 3 年 6 月 7 日に得られたふ化仔魚 13.3 万尾を用いて飼育を行い、ふ化後 56 日目に平均全長 36.3mm、平均体重 10.0g の種苗 1038 尾を生産した（表 3）。

② 飼育水にはナンノクロプシスを約 50 万セル/ml になるように添加した。飼育水温はふ化仔魚収容時 23.0℃であったが、その後 1 日に 1℃ずつ上昇させ、飼育期間中の水温を 25℃に設定した。

- ③ 開口直後からの初期餌料にはタイ国産のシオミズツボウムシを使用し、5 個体 /ml になるように給餌したが、飼育水中でのウムシの増殖が著しく、最高 32 個体/ml まで増殖した。その後、ふ化後 7 日目から S 型ウムシを、16 日目からアルテミアノープリウスを、26 日目から養成アルテミアを給餌した（図 2）。
- ④ ふ化直後の仔魚の平均全長は 1.8mm で、開口時（ふ化後 3 日目）の平均全長は 2.9mm であった。開口までは水中に浮遊し目立った動きは見られなかったが、開口後は遊泳行動が活発になり、開口 1 日後にはほぼ全個体が摂餌していた。
- ⑤ 減耗は収容直後から激しく、開口時までには生残率が 30% に低下し、その後も徐々に斃死が続き、ふ化後 9 日目の生残率は 15% になった。その後は大きな減耗はみられなかったが、全長 15~16mm（ふ化後 36 日目）にビブリオ病による大量斃死が起こった。それ以降は特に大きな減耗はみられなかった。共食いによる減耗は大小差が顕著となってくる 20~30 mm 頃からみられるようになった（図 3）。
- ⑥ 形態変化は他のハタ科魚類と同様に仔魚期における背鰭と腹鰭の伸長が著しく、腹鰭第一棘と背鰭第二棘は全長約 4 mm から伸長し、全長に対する腹鰭第一棘と背鰭第二棘の割合は全長 8 mm 頃で最大となった（図 5,6）。
- ⑦ 着底は全長 30 mm 前後（ふ化後約 40 日目）で見られたが、大部分の個体は中層から底層にかけて遊泳し、長時間着底している個体は少なかった。

3. 今後の技術開発計画

1) 親魚養成と産卵

- ① 従来どうりの養成方法を継続すると共に、ピットタグによる個体識別を行い優良親魚の識別飼育を行う。
- ② 外部装着標識によって得られた産卵にいたる行動観察の結果を基にして、雌雄の組合わせを検討する。
- ③ 数個体の雄を同一水槽に収容すると雄間で攻撃行動が見られるため 1 水槽中に収容する雄は 1~2 尾とする。

2) 種苗生産

- ① ふ化後 10 日間の減耗が大きかったため、活力のあるふ化仔魚を確保すると

ともに、ふ化水温，収容方法，飼育水温，餌料密度など適正な飼育，環境条件を把握する飼育試験を行う。

② 全長 15～16 mm（ふ化後 35 日目）でピブリオ病のために大量斃死を起こした。この対策として、給餌する際の生物餌料の洗浄や薬浴を実施する。

③ 着底期前後の共食いが激しいため、選別方法や配合飼料の給餌方法を検討する。

表 1. クエの親魚養成の概要

	昭和 58 年度	昭和 59 年度	昭和 60 年度	昭和 61 年度	昭和 62 年度	昭和 63 年度	平成元年度	平成 2 年度
親魚体重	1.5kg (0.9~2.5)	1.5kg	4.4kg (2.5~6.7)	4.6kg (2.2~10.6)	6.1kg (3.0~10.0)	4.7kg (4.1~5.6)	6.3kg (5.1~7.0)	7.6kg (5.2~12.2)
メチレテストロン の使用		○	○	○	○	○	○	
メチレテストロン 投与量		2mg/kg/day	1mg/kg/day	1mg/kg/day	1mg/kg/day	1mg/kg/day	1mg/kg/day	
メチレテストロン 投与期間		5/14~8/23 (100)	5/16~7/25 (70)	5/20~7/29 (70)	4/1~7/25 (116)	3/1~7/2 (125)	(2/1~3/31) (59)	
雄雌化					○	○	○	○
β イスタグマール の使用					○	○	○	
LH-RH の使用					○	○	○	
成熟雌個体の確認					○	○	○	○
人工採卵						○	○	
自然産卵							○	○
備考	昨年度から漁獲した 天然魚の養成	メチレテストロンによる 雄雌化試験	メチレテストロンによる 雄雌化試験	メチレテストロンによる 雄雌化試験 LH-RH を用いた 成熟産卵試験	メチレテストロンと β イスタグマールを用いた 雄雌化・雌性化試験 LH-RH を用いた 成熟産卵試験	メチレテストロンと β イスタグマールを用いた 雄雌化・雌性化試験 LH-RH を用いた 成熟産卵試験	メチレテストロンと β イスタグマールを用いた 雄雌化・雌性化試験 LH-RH を用いた 成熟産卵試験 性比試験	メチレテストロンと β イスタグマールの 使用を中止 リレターの有効性に 関する試験

表 2. 平成 3 年度のクエの採卵結果

試験区	♂:♀ (尾)	水槽容量 (m³)	産卵期間 産卵水温	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 (%) ふ化仔魚 (%)
1	3:1	90	H3.5.22~ 6.11 20.3~22.6	282.8 49.2	22.4 19.2	17.4 45.5 85.7
2	6:2	400	H3.5.20~ 5.31 20.9~22.9	98.0 14.7	1.5 0.1	15.0 10.2 6.7

*浮上卵の受精率

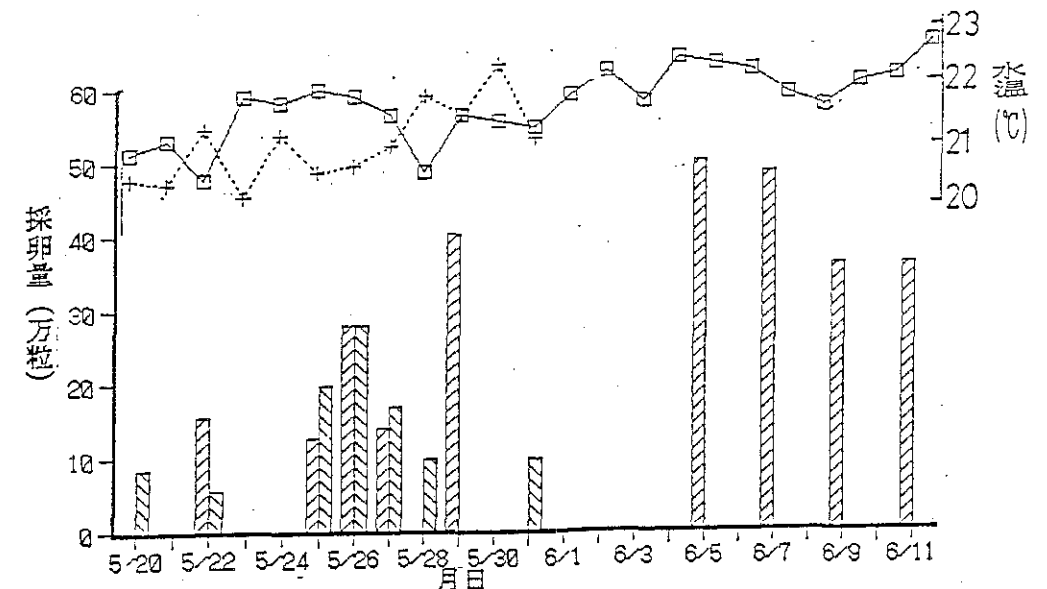


図 1. 平成 3 年度のクエの採卵量と水温の経日変化

■ 試験1 ▨ 試験2

試験1 (雄1、雌3) : □-□、試験2 (雄2、雌6) : +

表 3 平成 3 年度のクエの種苗生産結果

月日	水槽	収容尾数 (万尾)	取揚げ月日	生産尾数 (尾)	生残率 (%)	全長 (mm)
6.6	60m ³	13.3	8.1	1038	0.78	36.3 (26.3 - 46.1)

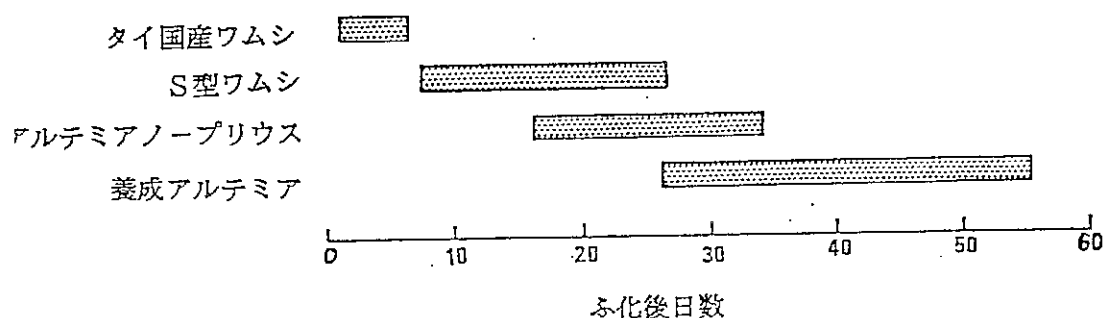


図 2 クエの種苗生産期間中の餌料系列

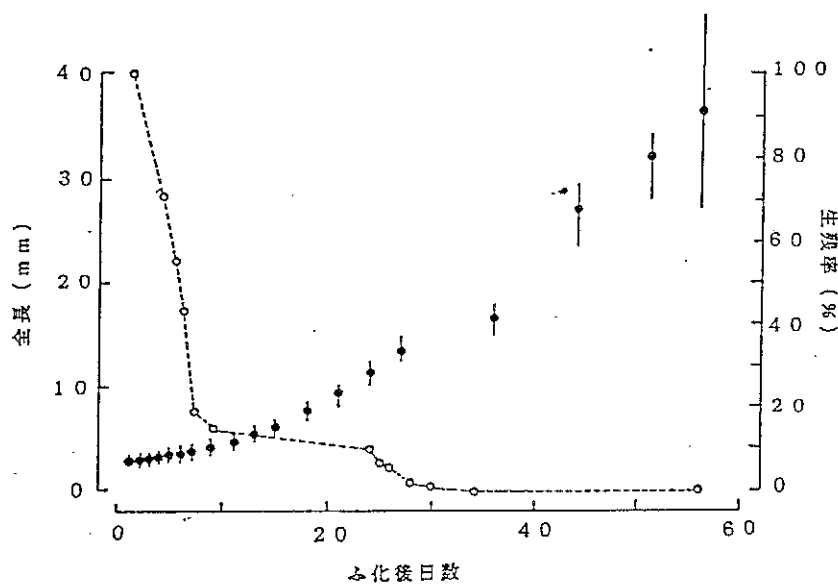


図 3 平成 3 年度のクエの成長と生残率の変化

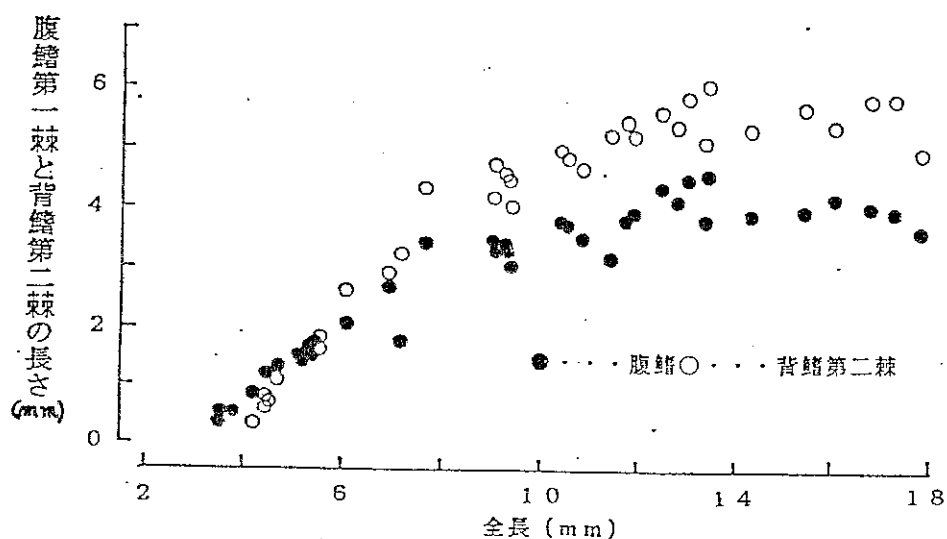


図 4 クエの成長に伴う腹鰭第一棘と背鰭第二棘の長さの変化

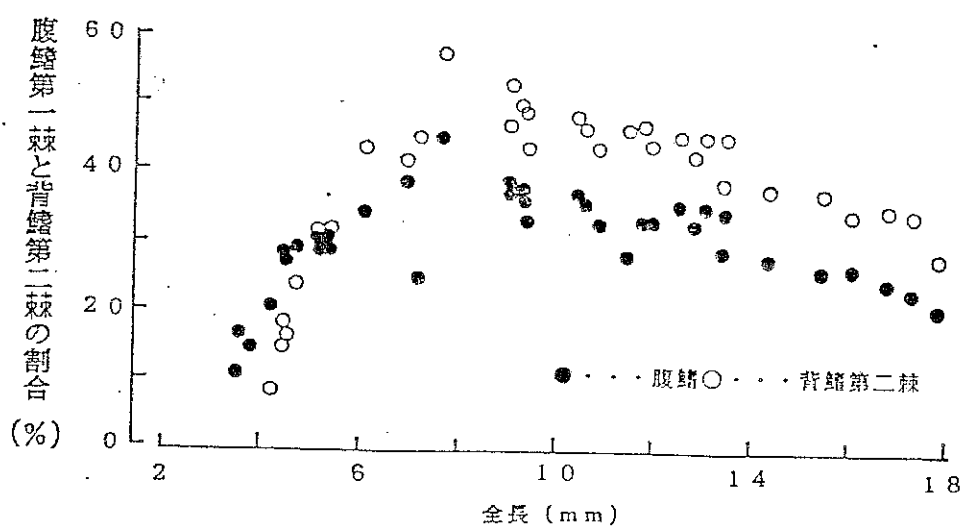


図 5 クエの成長に伴う全長に対する腹鰭第一棘と背鰭第二棘の割合の変化

クエの海上中間飼育

五島事業場

① 当場の陸上水槽で生産された 400尾、平均全長85.4mm (69.0～104.7mm)、を 9月上旬に海上生簀に収容(収容密度10尾/ m²) し、モイストレットを投餌して育成を行った。飼育日数 180日目の 2月下旬に、全尾数 196尾、平均全長127mm(92～162mm)、を陸揚げした。生残率は49.0%であった。海上中間飼育の概要を表-1に示した。

② 育成期間中、体表が白化ビランする個体が常に観察され徐々に斃死していった。対策としてエルバージュ薬浴およびテラマイ投与を行ったがその効果は判然としなかった。12月下旬から 1月中旬まで陸上水槽で20℃で飼育した結果、徐々に斃死が止り、海上生簀にもどしたが再び疾病が発生し斃死が出だしたので、2月下旬にすべての種苗を取り揚げ陸上水槽に移し20℃で飼育を行った。

③ クエの成長を図-1に示した。9月上旬の沖出しから10月中旬までは順調に成長しているが、その後海水温度の降下とともに成長も鈍った。12月下旬に成長が伸びているのは陸揚げ飼育によるものであり、その後の再沖出し後にはほとんど成長が見られなかった。なお、海水温度は9月の沖出し時には26℃であったが、2月下旬には13℃まで下がることもあった。(小林 孝)

表-1 海上小割りによるクエの中間間育成の概要 (五島事業場)

生 簀			収 容			飼 育			取 り 揚 げ					
型	大きさ(m)	個数	月 日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/m ²)	全 長 (mm)	水 温 (°C)	主な餌の 種類	飼育 日数	月 日	尾 数 (尾)	密 度 (尾/m ²)	全 長 (mm)	生 残
角型	4×4×3.0	1	9. 2	400	10	85.4	13~26	モエトバレット	180	2.23	196	4	127	48.

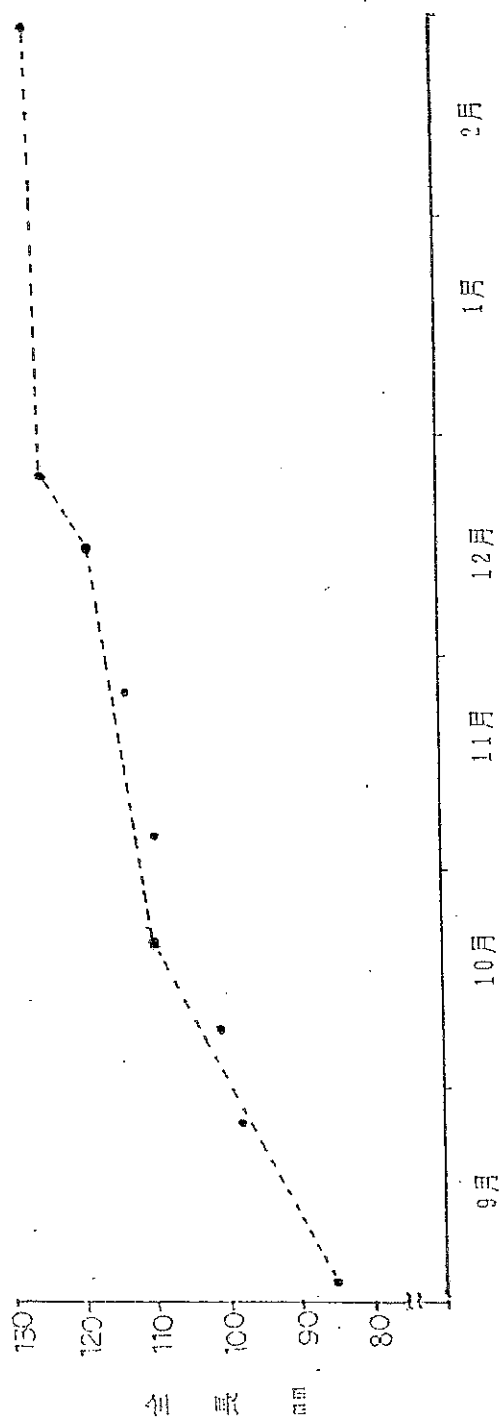


図-1 クエの海上飼育における成長

アオリイカの飼育試験

小金 隆之

目的

アオリイカの飼育試験に主に使用した餌は、昭和57年度の開始当初は魚類の稚仔魚と養成アルテミアであつたが、59年度以降大量供給の容易な養成アルテミアに重点を置いて技術開発を行っている。前年度はナンノクロロプシスの飼育水への添加と投餌密度の増加によって初期生残率を高めることができた。今年度は餌料密度と乳化オイルによる栄養強化の効果等の餌料についての試験および飢餓試験を行った。

材料と方法

試験Ⅰ 餌料試験

以下の4区の試験区を設け、餌料密度と乳化オイルの添加効果についての試験を行った。

- 1区：ナンノクロロプシスで約12時間栄養強化した養成アルテミアを1個体/mlの密度になるように給餌
- 2区：1区と同じ餌を0.3個体/mlになるように給餌
- 3区：ナンノクロロプシスと乳化オイルで栄養強化した養成アルテミアを1個体/mlになるように給餌
- 4区：網目の細かいストレーナーを使用して養成アルテミアの流失を防ぎながら、1区と同様、ナンノクロロプシスのみで栄養強化した養成アルテミアを1個体/mlになるように給餌

卵は7月10日に福江市大浜漁協地先で採集し、7月19、20日にふ化したふ化幼生を試験に使用した。収容時の幼生の外套長はそれぞれ1、2区が6.6mm (6.1~7.0)、3、4区が6.6mm (6.1~6.9)であつた。使用した水槽は側面を寒冷紗で覆った500l円形ポリカーボネート水槽で、通気は水槽中央1ヶ所から弱く行った(約1.4 l/分)。1日5回転の流水飼育とし、注水は水槽中央からゆるやかに落下させ、排水は水槽壁ぎわに設置したストレーナー(縦20×横20×高

さ70cm)を使用し、サイフォンで行った。ストレーナーのネットの目合は1, 2, 3区が18目, 4区が60目であった。屋内で自然光下, 無加温で試験を行った。

1区と2区はふ化幼生を試験開始の前日(7月19日)に163尾と翌日に137尾の合計300尾, 3区と4区は試験開始日(7月20日)にまとめて300尾を收容した。試験期間は7月20日から8月5日までの17日間であった。各試験区にそれぞれ注水量の1/10容量のナンノクロロプシスを添加した。養成アルテミアは1日1回午前9時頃に残餌を計数した後, 所定の密度になるように投餌した。養成アルテミアの栄養強化はナンノクロロプシス培養水に養成アルテミアを0.5~2個体/mlの密度で12時間收容して行い, 乳化オイルによる強化をする場合はさらにエステル85を30ml/m²ナンノクロロプシスに添加した。

1日1回サイフォンにより斃死個体を取り除き計数した。生残率の推移は毎日の斃死尾数と試験終了後計算した斃死個体の回収率(74~85%)から推定した。

試験Ⅱ 飢餓試験

7月11日に福江市大浜地先で採集した卵から, 7月22日にふ化したふ化幼生を使用して飢餓試験を行った。供試したふ化幼生の外套長は6.6mm(5.8~7.2), ふ化時の水温は26.4℃であった。側面を黒色のビニールシートで覆った100 l円形ポリカーボネイト水槽を使用し, 1日約10回転の流水とした。これに上記のアオリイカ幼生を60尾(600尾/m²)收容した。斃死個体は1日1回サイフォンで取り除き計数した。斃死個体の取り残しがあったため, 飼育途中の生残率は飼育試験と同様, 毎日の斃死尾数と試験終了後計算した斃死個体の回収率(85%)から推定した。試験期間中の平均水温は27.0℃(24.3~28.2)であった。

結果と考察

試験結果の概要を表1, 図1に示した。試験期間中の4試験区の平均水温は26.2℃(24.5~28.6)であり, 各区のナンノクロロプシスの濃度はそれぞれ1区が96万セル/ml, 2区が105万セル/ml, 3区が96万セル/ml, 4区が84万セル/mlであった。各試験区の養成アルテミアの総投餌量はそれぞれ1区が696万個体, 2区が229万個体, 3区が438万個体, 4区が405万個体でその平均全長は2.4mm(1.6~3.8)であった。

試験終了時の生残尾数と生残率はそれぞれ高い順に1区が13尾で4.9%，3区が11尾で4.1%，4区が5尾で1.8%，2区が1尾で0.4%，であつた。取り揚げ時の外套長はそれぞれ1区が7.9mm（7.2～8.9），2区が8.9mm，3区が8.2mm（7.6～8.6），4区が7.5mm（7.3～7.9）であつた。何れの区も5日目から減耗が始まり6日目以降急激に斃死個体が増加した。各試験区間の生残率に若干の差がみられたので，以下に各区の試験結果を比較した。

1区と2区を比較すると1区の生残率が高く，1区と3区の生残率はほぼ同じであつたことから投餌密度が高い方が生残率が高く，乳化オイルの添加効果はなかったと推定された。また4区の生残率が1区より低く，この原因は4区の養成アルテミアは飼育水槽に長く留まった結果飢餓状態となり栄養価が低下したためではないかと考えられた。しかしこの結果は全体の生残率が非常に低いため正常な飼育結果とは言い難く，再試験が必要と思われる。養成アルテミアを餌料とした昨年の飼育試験の飼育結果（飼育期間16日間，取り揚げ時の平均外套長8.7～9.2mm，生残率49.0～91.3%）と比較して，生残率は著しく低く，成長も遅かつた。その原因は不明であるが，当実験の収容時の幼生の平均外套長が6.6mmと昨年の7.3～7.4mmに比べて小さかつたこと，試験実施時期が前年度より約1ヶ月遅いため飼育時の平均水温が昨年に比べ約5℃高かつたこと（昨年度の試験開始日は6月11日，平均飼育水温は21.6～22.4℃），飼育日数3日から4日にかけて水温が約2.5℃急上昇したこと等が挙げられる。

ふ化時の大きさは活力に関係し，収容後の生残率を左右する要因の一つであるとも考えられる。ふ化時の大きさは早期に産卵されたもの程ふ化時の外套長が大きく（平成2,3年度事業場報告），同日に産卵されたとと思われる卵からのふ化幼生でも，ふ化ピーク時にふ化した幼生が，ふ化の初期と後期にふ化したものより大きい傾向（平成2年度事業場報告）がみられている。今後ふ化時期，ふ化時の大きさ等と活力の相互の関連性について検討する必要があると考えられる。具体的な方法の一つとしては，ふ化時期別の飢餓試験およびその結果と飼育結果との関連性の検討が考えられる。

一方，昭和58年度に60m³水槽を使用し，魚類の稚仔を主な餌とした飼育試験では26日間の飼育で平均外套長19.8mmのアオリイカを916尾生産し，生残率は30.5%と，良い結果が得られている。特に飼育開始15日目の平均外套長が15mmと

養成アルテミアを餌料とした場合と比較して成長が良かった。しかし現時点では魚類の稚仔を餌料とした飼育法はまだ十分な検討が行われていないと考えられ、今後この方向の技術開発の再検討も必要と思われる。

飢餓試験の結果を図2に示した。2日目に一部が斃死し（生残率94.1%）、3日目には大部分の個体が斃死した（生残率7.6%）。最長生存日数は7日間であった。今後産卵時期毎の活力を比較するために水温、密度等の条件を一定にした試験が必要と考えられる。

表1 アオリイカの餌料別飼育試験の結果の概要 (平成3年度 五島事業場)

試験区	水槽		収容			取り揚げ						
	型	大きさ (実容量・m ³)	月日	尾数 (尾)	密度 (尾/m ³)	外套長 (mm)	月日	飼育日数 (日)	尾数 (尾)	密度 (尾/m ³)	外套長 (mm)	生残率 (%)
1	円型刺 カ-ホ-ト	0.5	7/19.20	300	600	6.6 6.1~7.0	8/5	18	13	26	7.9 7.2~8.9	4.9
2	円型刺 カ-ホ-ト	0.5	7/19.20	300	600	6.6 6.1~7.0	8/5	18	1	2	8.9	0.4
3	円型刺 カ-ホ-ト	0.5	7/20	300	600	6.6 6.1~6.9	8/5	18	11	22	8.2 7.6~8.6	4.1
4	円型刺 カ-ホ-ト	0.5	7/20	300	600	6.6 6.1~6.9	8/5	18	5	10	7.5 7.3~7.9	1.8

1区：ナンノクロロブシスで約12時間栄養強化した養成アルテミアを1個体/mlになるように給餌
 2区：1区と同じ餌を0.3個体/mlになるように給餌
 3区：ナンノクロロブシスと乳化したオイルで約12時間栄養強化した養成アルテミアを1個体/mlになるように給餌
 4区：網目の細かいストレーナーを使用して養成アルテミアの流失を防ぎながら1区と同じ養成アルテミアを1個体/mlになるように給餌

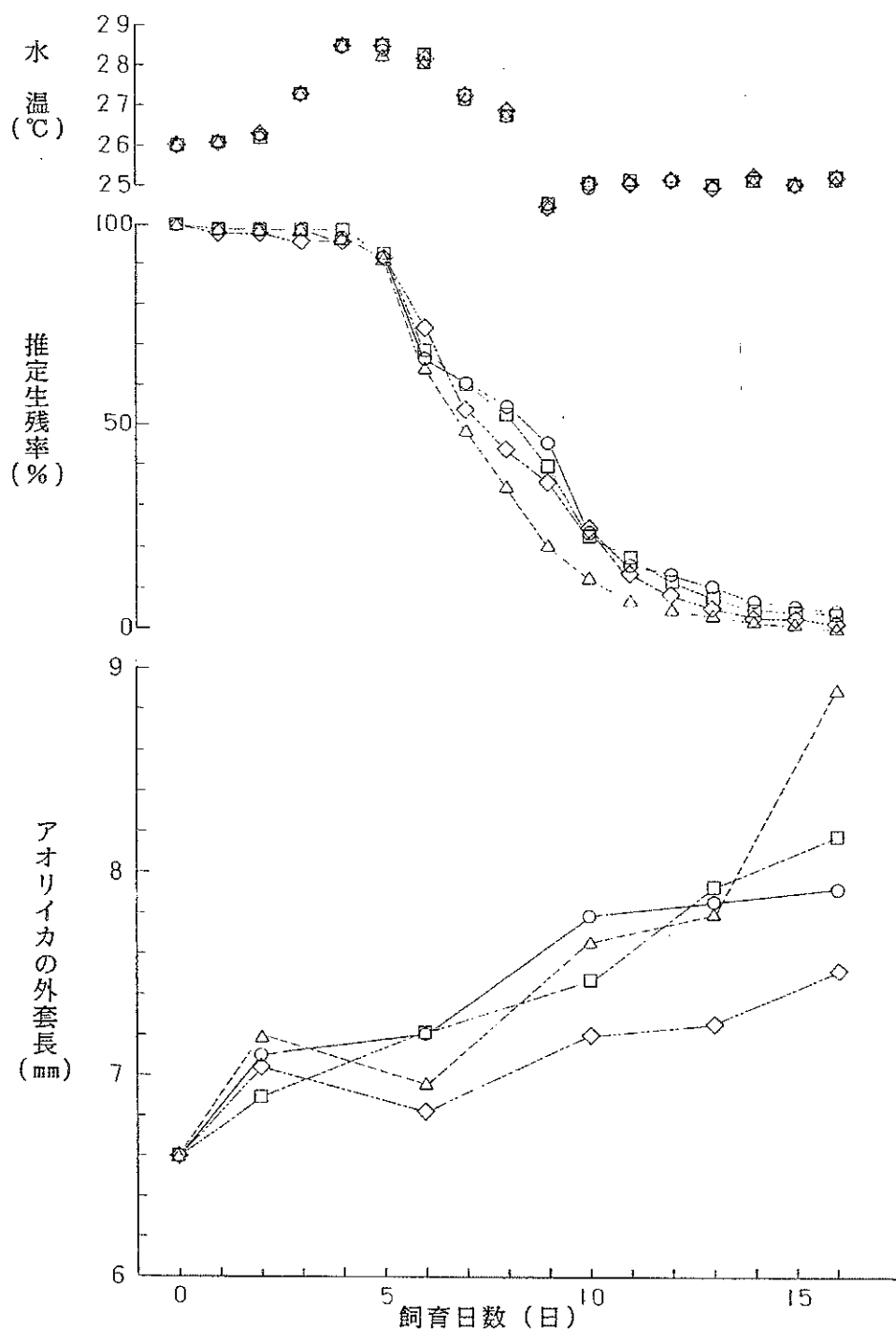


図1 アオリイカの成長と生残率

- : 1区
- △ : 2区
- : 3区
- ◇ : 4区

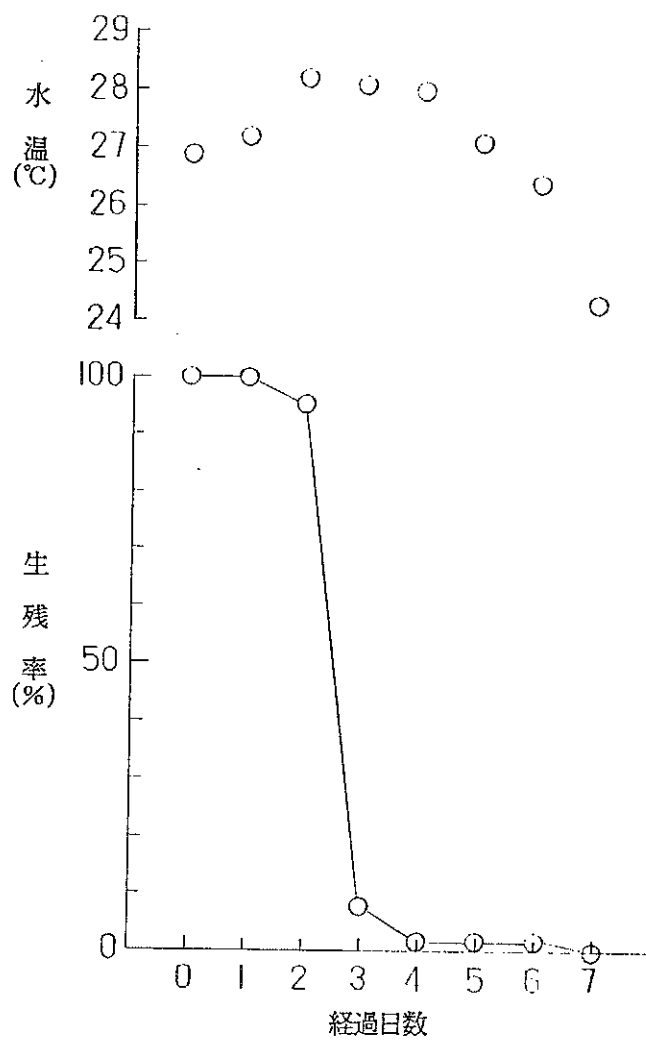


図2 飢餓試験の結果

Ⅲ. 餌料量産技術開発

ナンノクロロプシスの生産（平成 3 年度）

崎山 一孝

当事業場ではナンノクロロプシスをワムシの餌料として使用する以外に飼育水への添加やワムシと養成アルテミアの栄養強化に使用しているが、最近はそれらに使用する割合が高くなり、使用するナンノクロロプシスの量も増加する傾向にある。

本年度はシマアジの種苗生産時期が早まったため冬期にナンノクロロプシスの培養を行う必要がある。また、例年、梅雨期になると”落ち現象”多発し生産量が減少し種苗生産に支障をきたす時期があるため冬期の安定培養と”落ち現象”の多発する時期の環境条件の変化に留意しナンノクロロプシスの生産を行った。

1. 方法

元種には日裁協能登島事業場から譲り受けたナンノクロロプシスを使用し、培養水槽には 55m³ 円形キャンバス水槽を最大 11 面使用した。培養水には濾過海水を使用し、1 水槽に角形エアストーン（5×5×7cm）を 6 個ずつ用いて通気を行った。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。

培養方法には、濾過海水と NXX25 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、密度を約 1000 万セル/ml に調整し、その後、2000 万セル/ml 以上になったときに全量を抜き取るパッチ方式を採用した。

肥料には硫安、尿素、過リン酸石灰、クレワット 32 を使用し、それぞれ 100g/m³、15g/m³、10g/m³、5g/m³ を基準量とし、培養開始時には基準量の 1/2 を施肥した。原生動物や藍藻の除去には 2.0ppm の次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度 60%）を用いた。

培養期間中は水温の測定とナンノクロロプシスのセル数を計数し、保有量と供給量を 2000 万セル換算で求めた。

2. 結果及び考察

本年度のナンノクロロプシスの培養期間は平成 2 年 12 月 3 日から平成 3 年 7 月 30 日までの 230 日間と例年に比べ長く、その間に 212 回の収穫を行った結果、総生産量は 2000 万セル換算で 2336m³ と過去最高となった。しかし、日平均生産量は 12.1 m³ と例年

表 1 平成 3 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 大きさ	個数	培養方式	生産期間 (日数)	平均水温 (℃)	収穫回数	スタート密度 (万セル/ml)	総生産量 (m ³)	収穫密度 (万セル/ml)	備考
1	円型 キャンパス	55m ³ 11	バッチ	12.3~7.30 (230)	14.2	212	1100	2336.0	2050	藍藻や原生動物の 除去に次亜塩素酸 カルシウムを添加

* 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 (m ³)	日平均生 産量 (m ³)	スタート密度 (万セル/ml)	取り出し密度 (万セル/ml)	水 温 (℃)	肥料使用量 (m ³ /分)
57	90m ³ 7ヶ所(2) 60m ³ 2ヶ所(6) 55m ³ 7ヶ所(3)	4. 1 ~ 7.15 (105)	1199.3	11.3			(10.9 - 26.1)	1223.0
58	55m ³ 7ヶ所(9)	4. 2 ~ 7.30 (120)	1609.2	16.0	1200 (200 - 2500)	1900 (1900 - 3000)	23.6 (11.5 - 33.7)	2795.0
59	55m ³ 7ヶ所(9)	4. 2 ~ 7.11 (101)	1791.1	17.7	300 (300 - 1700)	1300 (600 - 3000)	23.6 (13.2 - 33.9)	1995.0
60	55m ³ 7ヶ所(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	55m ³ 7ヶ所(9)	3. 7 ~ 7.23 (139)	1957.1	14.1	1400 (1000 - 2200)	2700 (1400 - 3800)	19.0 (3.7 - 29.5)	1357.5
62	55m ³ 7ヶ所(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	55m ³ 7ヶ所(10)	3.31 ~ 7. 4 (96)	1871.9	17.4	1200 (600 - 2300)	2700 (1900 - 4000)	19.8 (10.8 - 27.5)	2235.0
1	55m ³ 7ヶ所(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	55m ³ 7ヶ所(11)	2.13 ~ 7. 8 (146)	2170.5	14.9	1070 (700 - 1600)	2030 (1400 - 3800)	15.5 (12.0 - 37.0)	2355.0
3	55m ³ 7ヶ所(11)	H2-12.3~7.30 (230)	2336.0	12.1	1100 (700 - 1500)	2050 (1300 - 2600)	14.2 (4.0 - 33.5)	3051.0

1), 2): 総生産量及び日平均生産量は2000万セル換算

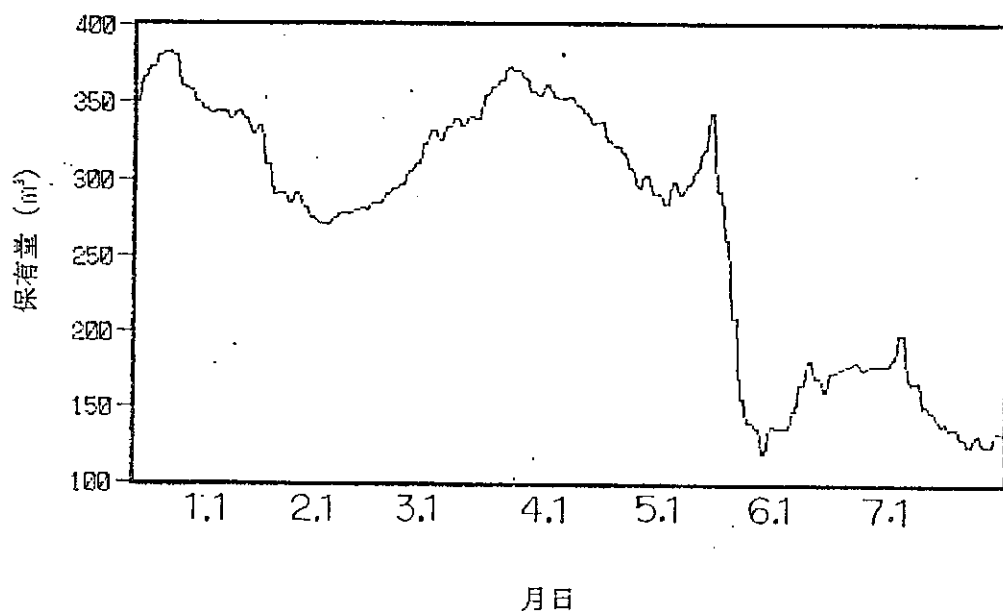


図 1 ナンノクロブシス保有量の推移

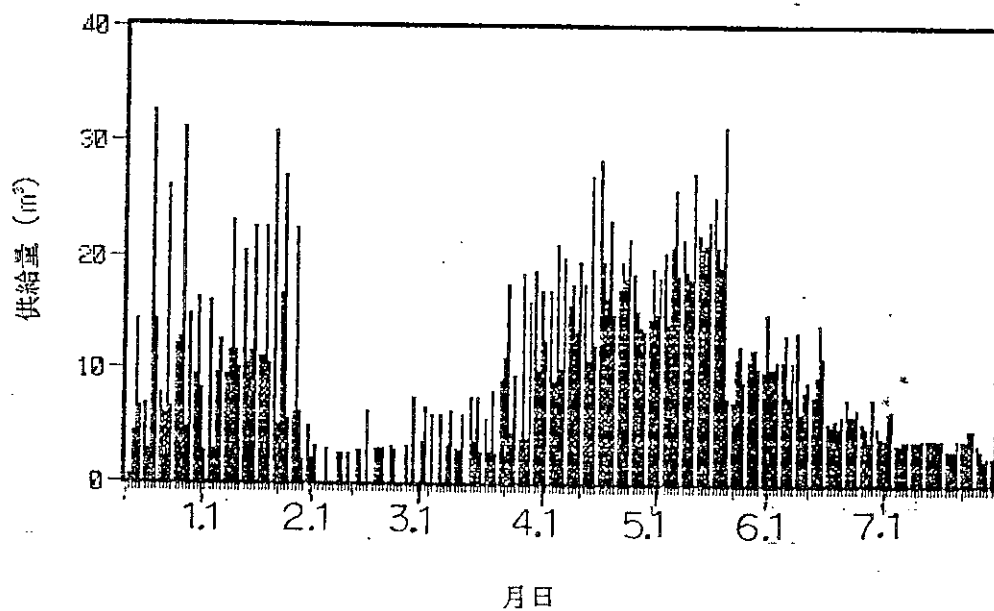


図 2 ナンノクロブシス供給量の推移

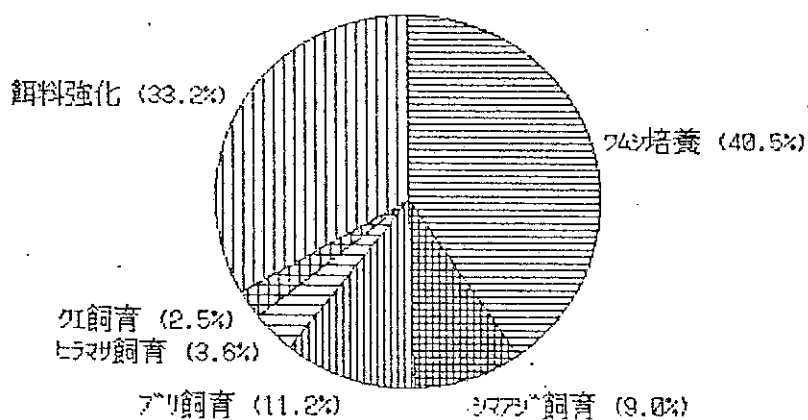


図 3. ナンノクロロプシスの利用状況

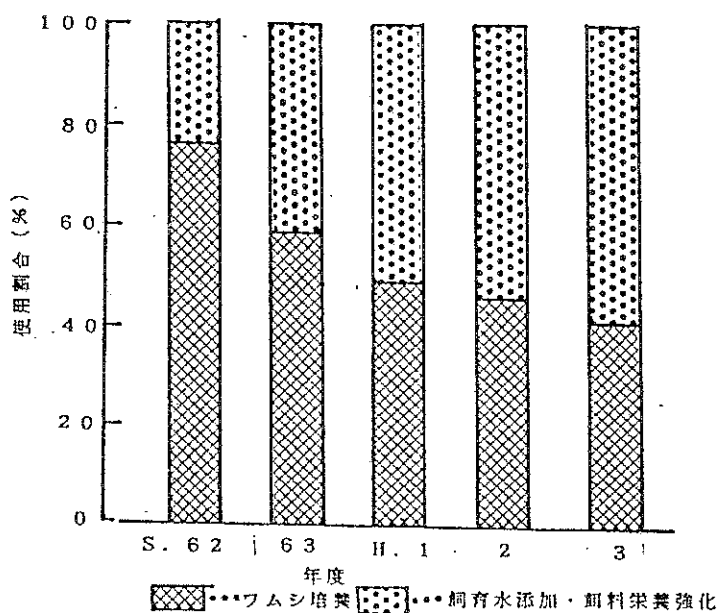


図 4 ナンノクロロプシスの利用状況の年度別変化

ワムシ生産

小金隆之

ワムシの安定供給を第一の目的として昭和57年度から生産を行っているが、これまでに1～2年毎に培養不調が発生し問題になっている（表3）。発生時期は4～5月に集中し、昨年は4月下旬に全ワムシが全滅し、本年度も5月上旬に培養不調が発生した。今年度は培養不調原因解明のために継続的にワムシを固定保存し、不調時のワムシの背甲長等の推移を観察したので以下に報告する。

1 材料と方法

60m³角型水槽（6.8×4.8×2.0m）を2～6面使用しワムシの生産を行った。水槽上面には5月以降寒冷紗を張り遮光した。通気は1水槽当り13ヶ所からエアーストンを使用し強く行った。脱糞処理は100×120cmのエアフィルターを10枚設置した400 l 容器内にエアリフトで培養水を毎時4～5m³循環させて行った。培養方法 培養方法は毎日増殖分を収穫する間引き方式による長期連続培養であり、収穫後ナンノクロロプシス培養水と海水および淡水を補充した。4/5海水になるように淡水を補充した。

培養水温は2月を除き12～4月は20～22℃に加温し、5月以降は培養不調対策としてS型ワムシを主体とした培養を行うため24℃に加温した。2月は種苗生産を休止したため水温を13～18℃で培養を行った。およそ1週間毎に底掃除を行い底面の沈澱物を除去した。

投餌 イーストはワムシ1億個体当り100グラム弱を目安に定量ポンプとタイマーを使用して1日分を8回に分けて投餌し、ナンノクロロプシスは1水槽に対して、1日置きに3m³あるいは毎日1.5m³を収穫後に添加した。

元種 元種は当事業場で昭和61年に生産し、冷蔵保存していた耐久卵を平成2年9月にふ化したものであった。

ワムシの測定 毎日各水槽の培養水を固定して保存し、生産終了後に培養不調時のワムシの背甲長と卵径プロトゾアの密度の測定を行った。培養水を5mlの培養水に、ルゴール液一滴、ホルマリンを10%添加して保存した。

2 結果と考察

生産結果 生産結果の概要を表1，2，図1に示した。平成2年12月15日か

ら3年7月4日までの202日間生産を行い、その間に合計5537億個体のワムシを生産した。日平均生産量は27.4億個体、日平均増殖率は12.1%、平均単位生産量は0.18億個体/日/m³であった。昨年に比べ生産期間は63日間長く（2月2日から38日間の種苗生産休止期を含む）総生産量は1055億個体増加したが、日平均生産量、平均増殖率、単位生産量はそれぞれ昨年の0.8倍、0.8倍、0.9倍とやや低かった。これは昨年（22.7℃）に比べて今年度の培養水温（20.6℃）がやや低かったこと、種苗生産休止期（2月の約1ヶ月間）に低水温で培養したこと、4月下旬に約2週間培養が不調になったこと等が挙げられる。生産期間中の培養例数は42例、1例当りの平均連続培養日数は13日間（2～88）であった。2113億個体（38.2%）を種苗生産に使用し、その対象魚種別の使用内訳はブリが908億個体（16.4%）、シマアジが754億個体（13.6%）、ヒラマサが363億個体（6.6%）、クエが88億個体（1.6%）であった。

投餌 生産期間中の総投餌量はそれぞれナンノクロロプシスが912m³（2000万t換算）、イーストが3883kg、ワムシ1億個体当りの投餌量はそれぞれナンノクロロプシスが231、イーストが83gであり、昨年（ナンノクロロプシス261、イースト88g）と大きな差はなかった。またナンノクロロプシス1m³当りおよびイースト1kg当りワムシ生産量はそれぞれ6.1億個体と1.4億個体でこれらも昨年（5.0億個体と1.5億個体）と大きな差はみられなかった。

S型ワムシの動向 S型ワムシは3月12日に初めて確認された後漸増し、1ヶ月後の4月13日には全体の14%となった。その後再び減少して4月20日から5月4日までの約2週間は4～5%を維持したが、5月5日から再び急激に増加し、5月12日は43%、5月16日には93%となった。

培養不調 4月28日頃から5月12日までの約15日間は全水槽の平均増殖率が0.8%と、それまでの30日間の平均増殖率10.8%に比べて著しく低下し、培養不調となった。この時期はS型ワムシの比率の増加が著しく、この間に5%から43%に増加した。このため5月12日以降は培養水温をそれまでの20℃から24℃に上げS型ワムシ主体の培養にかえた結果、以後安定した培養を行うことができた。この間の増殖率の動向をワムシの種類毎に個々にみると、L型ワムシの増殖率は不調前30日間の11.6%から、培養不調時には-1.7%に低下したのに対し、S型ワムシは不調前30日間の13.4%から培養不調時には18.2%に増加した。水温上昇後18日間の平均増殖率はそれぞれS型ワムシが27.5%、L型ワムシが-10.8%となった（図2）。このように培養不調時の増殖率はL型ワムシとS型ワムシ

シ間で逆の傾向がみられた。この原因にはそれぞれの好適環境が異なることと相互に影響を与えあうことが考えられるが、今後これらについて検討が必要と考えられる。

培養不調時のワムシの背甲長と卵径の変化 培養不調が発生した培養例（表2の培養例番号15番，培養期間：3月29日～5月10日）の培養日数35日目までの培養経過（35日目以降は他の水槽からワムシを加えたため，元のワムシの動向が不明となった）と培養不調が発生する10日前の培養日数20日目から33日目までのワムシの背甲長組成と卵径組成および培養日数12日目から33日目までの培養水中のプロトゾアの動向について図3，4に示した。この間のS型ワムシ個体数の割合は4.8%（2.3～7.1）であったが，測定はL型ワムシについてのみ行い，離卵は除外した。

培養開始から最初の29日間の平均増殖率は13.0%と培養は安定したが，30日目に増殖率-14.5%と突然落ち現象が発生し（以下30日目を“培養不調発生日”と呼称），以後培養不調となった。30～33日目の平均増殖率は-7.5%であった。

卵径組成は25日目から変化が始まり，24日目から31日目の間に140 μ m未満の卵は約80%から45%に減少したのに対し，140 μ m以上の卵は約20%から55%に増加した結果平均卵径の大型化がみられた。背甲長組成は28日目から変化がみられ，27日目から240 μ m未満の小型個体の割合が70%から35%以下に減少したのに対して240 μ m以上の大型個体が30%から65%に増加し，平均背甲長も卵径と同様顕著な大型化が観察された。また培養水中の大型プロトゾア（長径70～83 μ mの楕円形，ユーフロテスと考えられる）は20日目以降増加し10日間で約30個体/mlから200個体/mlに達し，この間に培養環境に何らかの変化があったと考えられた。小型のプロトゾア（長径20～30 μ mの楕円形）は約10日間の周期で約100個体/mlから2000個体/mlまでの増減がみられた。

ワムシの背甲長と卵径の組成の変化は“培養不調発生日”の2～5日前に発生したことから，培養不調となんらかの関係があることが示唆された。今後，観察例数を増やしながら，これらの変化の機構について詳しく検討すると共に細菌相やアンモニア濃度等の環境要因との関連性についても検討する必要があると思われる。

表 1 半月毎の生産結果の概要 (平成3年度 五島事業場)

月	日	平均 水温	平均 水槽数	平均 培養水 量 (m ³)	平均 保有量 (個体)	平均 培養密度 (個体/ml)	日平均 生産量 (個体/日)	平均単位 生産量 (個体/m ³)	平均 増殖率 (%)	平均 卵率 (%)	S型 の割合 (%)
12	15-31	21.7	2.0	105	168	160	12.5	0.12	8.8	23.9	0
1	1-15	21.5	2.0	117	193	166	15.9	0.14	10.8	31.2	0
1	16-31	21.2	1.6	92	182	199	31.6	0.34	15.5	29.2	0
2	1-15	16.8	1.1	60	85	124	8.7	0.15	9.4	24.6	0
2	16-28	12.8	2.0	94	94	89	7.2	0.08	8.4	27.0	0
3	1-15	17.2	2.9	159	196	119	10.7	0.07	9.8	28.3	0.3
3	16-31	19.4	3.8	212	338	157	18.6	0.09	9.1	25.8	4.3
4	1-15	19.7	4.9	283	483	169	45.8	0.16	10.5	27.2	10.7
4	16-30	19.4	5.4	300	519	170	59.7	0.20	10.5	29.9	5.6
5	1-15	20.3	4.9	256	324	124	16.5	0.06	2.4	33.7	22.3
5	16-31	24.1	3.0	175	381	217	65.9	0.38	22.3	34.6	96.6
6	1-15	24.6	2.1	117	245	207	59.0	0.50	20.5	35.8	99.9
6	16-4	24.5	1.0	59	89	146	14.4	0.24	15.8	41.3	100.0
平均		20.6	2.8	154	251	159	27.4	0.18	12.1	30.3	27.1

表2 培養例毎の生産結果の概要（平成3年度 五島事業場）

[illegible]

表 3 五、鳥事業場における過去 10 年間の培養不調の発生状況の概要

年度	生産期間 (日数)	総生産量 (個/個体)	平均増殖率 (%)	単位生産量 (個/個体/日)	時 期	培 養 不 調 発生状況	対 策	効 果	フムシの種類
H 3	12. 1～7. 4 (202)	5500	12. 5		4月下旬～5月上旬 (約15日間)	15日間の平均増殖率 0.8% この期間にS型フムシの割合は5 %から43%に増加。	培養水温を20℃から24℃に上げ、S型培養に切り替える。	S型フムシが優先して増殖率が急増する	昭和6年に生産した耐久卵から分化したL型フムシ。S型が3月からコンタミ。
H 2	2. 12～6. 30 (139)	4832	13. 2	0. 20	4月下旬	産卵期間に全滅。全滅の6～12日前に一時的な増殖不調がみられた後4～8 日間は正常に増殖した。その後 2～3 日間の内に全滅。	上清事業場と志布志事業場からフムシを投入。	その後は順調に培養を行うことができた	L型フムシ。全滅後はL、S混 合であったがS型が優先。
H 1	3. 20～6. 20 (93)	5818	13. 5	0. 29	特になし				L型
S 63	4. 1～7. 3 (94)	2306	10. 0	0. 15	4月下旬～5月下旬	4. 21～5. 23(35 日間) の平均増殖率は5. 5 %。卵率約30%程度であったにもかかわらず仔虫が観察されなかったことから、卵がほとんど分化しなかったと考えられた。	植え替え、イースト投餌量の減少、投餌回数の増加、メーカーの異なるイーストの使用、フロックの除菌。	効果なし	L型
S 62	4. 1～7. 22 (113)	6146	20. 6	0. 30	特になし				L型
S 61	3. 15～7. 25 (128)	3166		0. 13	4月中旬～5月中旬	運動不活発、摂餌量少なく、強似水灌内、または植え替え後に落ちる。	植え替え時のクロレラ濃度を100～300 万個/ml に下げ、イーストは通常の1/2 量を1日数回に分けて投餌。フイルターを1日2回洗浄。	徐々に回復。	L型
S 60	4. 1～7. 19 (110)	1884		0. 09	特になし				L型
S 59	4. 19～7. 12 (85)	2307		0. 20	4月下旬～5月中旬	フムシ及び卵に付着物(原生動物?) が付き、死卵の出現や増殖の停滞がみられたが、培養水槽の一部に止まり、生産に大きな影響はなかった。			L型
S 58	4. 30～7. 25 (84)	2809	19. 2	0. 17	5月初旬と6月中旬	自然水温で水温が22～24℃になるとき培養不調になる。	自然水温が22℃になった時点で23℃に加温する(案)。		L型
S 57	4. 30～7. 25 (120)	3826		0. 23	特になし				上清事業場系 S+L型フムシ

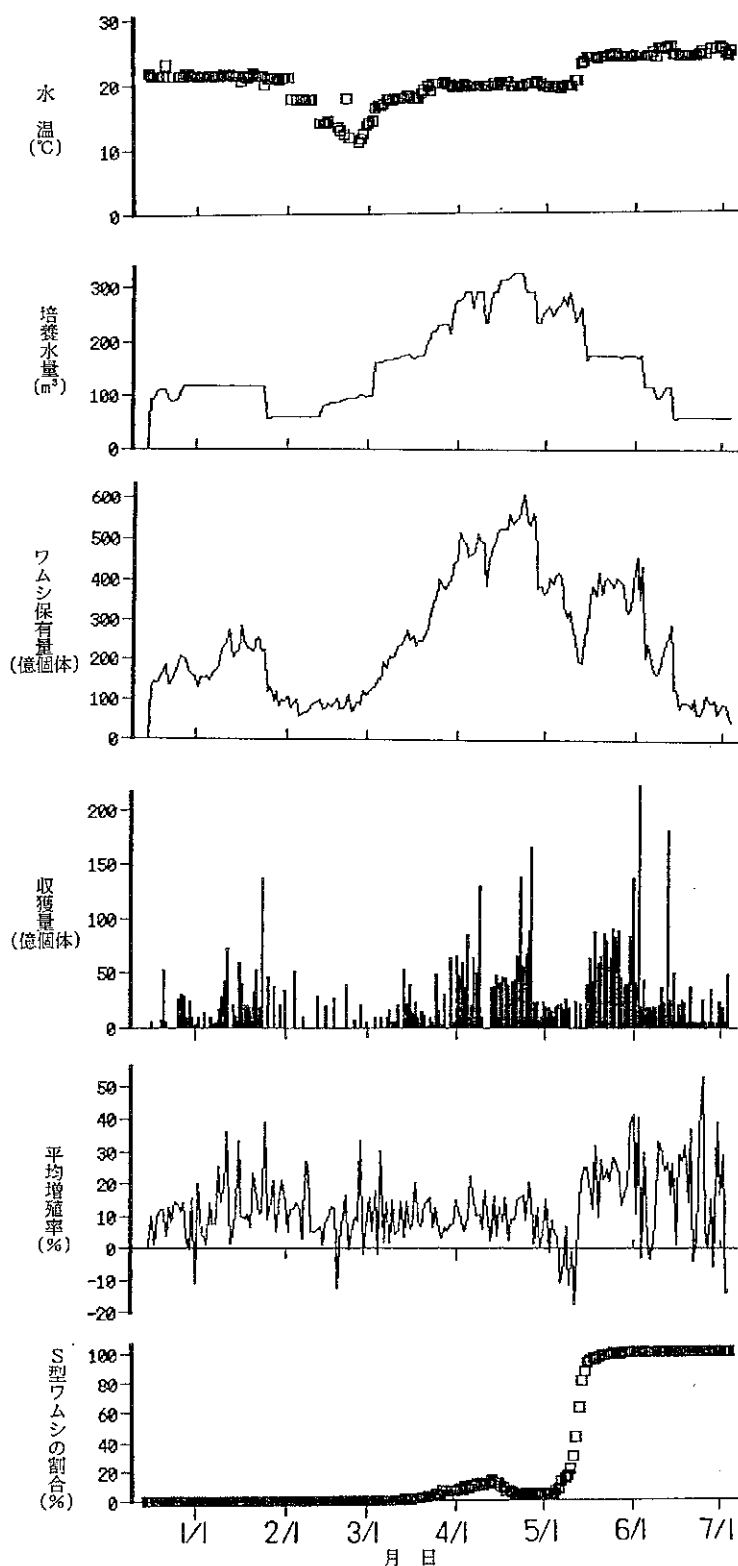


図1 全培養水槽におけるワムシの培養経過

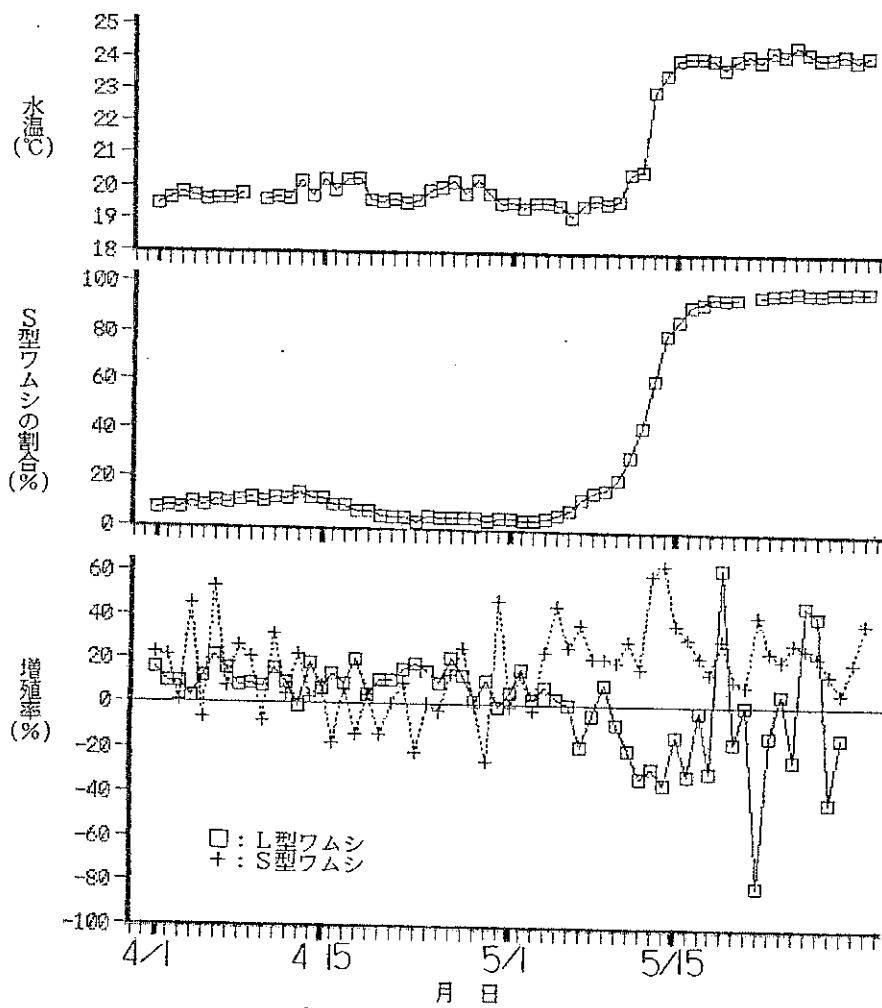


図2 落ち現象発生時前後の全培養水槽における
S型ワムシとL型ワムシの増殖率の推移

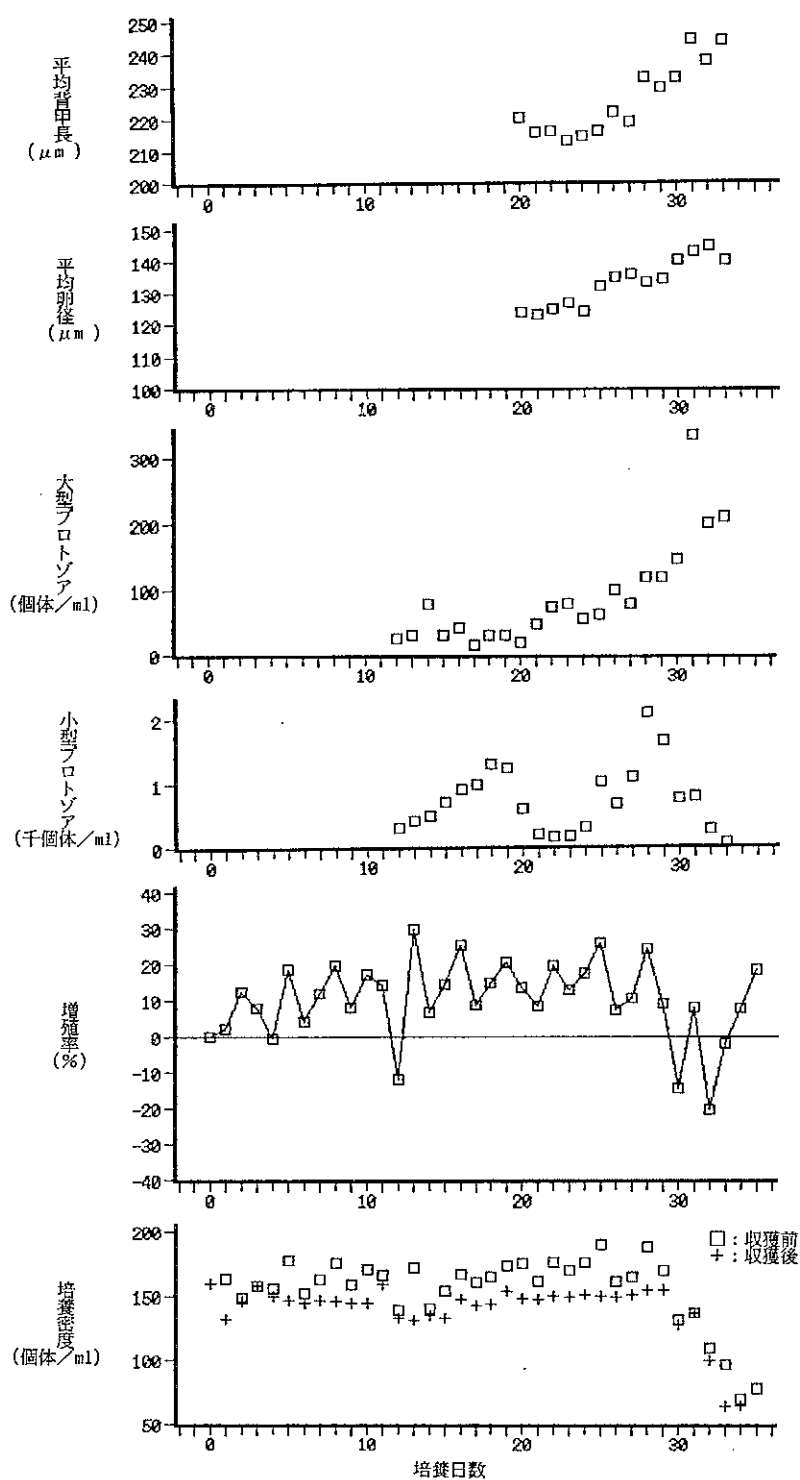


図 3-1 落ち現象発生例の培養結果

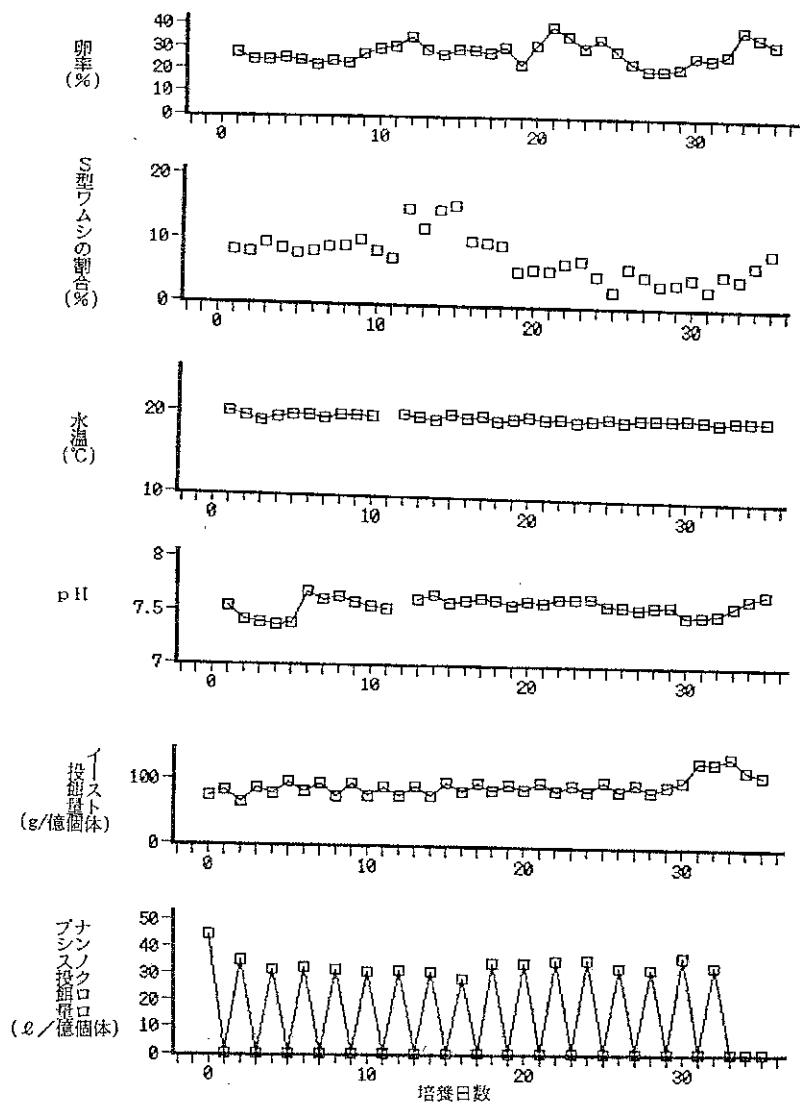


図3-2 落ち現象発生例の培養結果

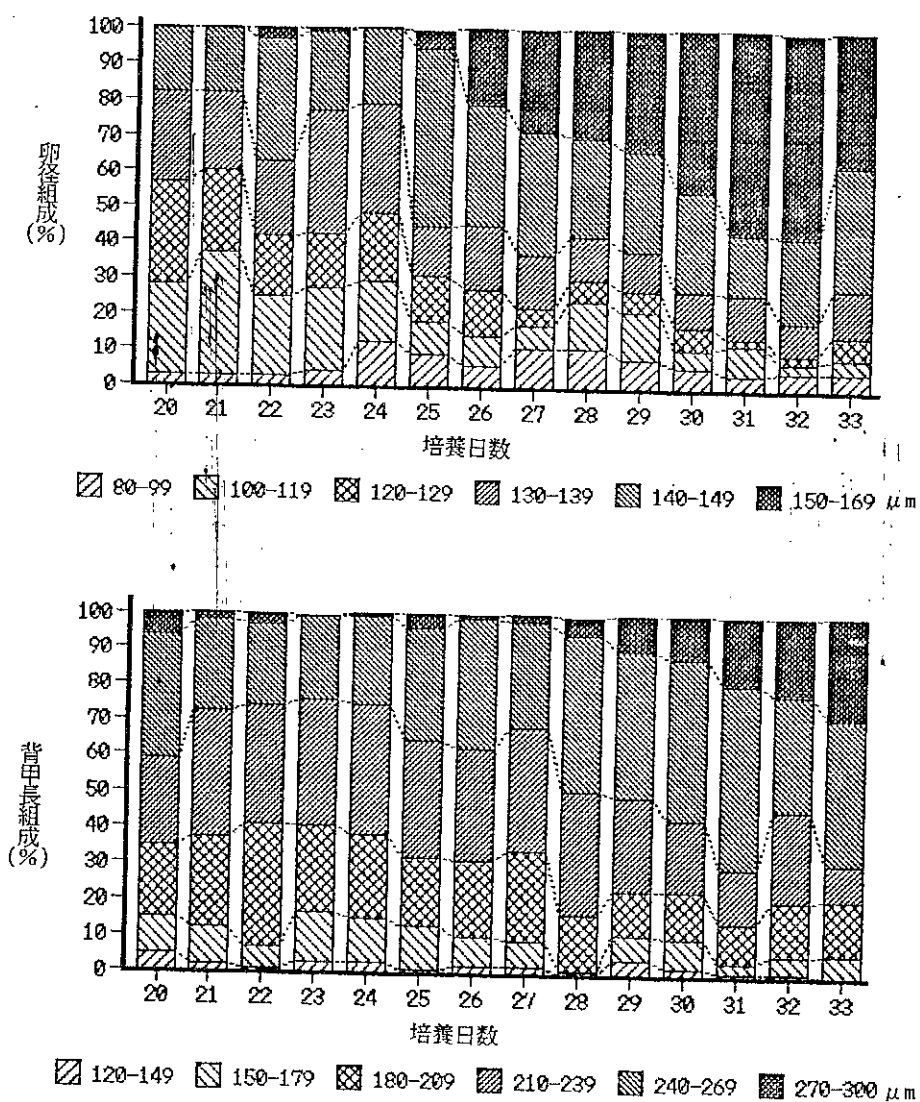


図4 培養不調時のL型ワムシの背甲長組成と卵径組成の推移

タイ産ワムシの生産

小金隆之

1 材料と方法

塩ビ製350 l 逆円錐型水槽 3 面と500 l ポリカーボネイト円形水槽 1 面を使用して生産を行った。350 l 水槽には100×50cm, 500 l 水槽には120×100cmのエアフィルターを各1枚垂下して脱糞処理を行った。通気は1水槽当り1ヶ所からエアーストンを使用して強く行い、水温は約30℃に加温した。

生産方法は72時間バッチ方式で行ったが、一部は短期間の間引き方式とした。スタート時にはナンノクロロプシス培養水中に同容量のワムシ培養水を収容するかあるいはネットで収獲したワムシのみをナンノクロロプシス培養水に収容した。2日目以降はイーストを1億個体当り50 gを目安に投餌し、間引きを行った場合はナンノクロロプシス培養水を添加して元の水量にし復元した。

元種は平成3年5月22日と24日に日裁陸王野事業場より搬入した。ナンノクロロプシス培養水15 l にワムシを200個体/mlになるように収容し、発砲スチロール内にナイロン袋詰めして宅急便で輸送した。

2 結果と考察

元種の輸送結果と元種の拡大 輸送に要した時間は46時間、着時の水温は24～25℃、生残率は27～112%で、着時のワムシの状態は良好であった。元種の拡大はナンノクロロプシスを主な餌料としておこなった。搬入後の7日間の平均増殖率は53.5%でその間に総個体数は330万個体から5600万個体に増加した。

生産結果 全培養水槽の10日毎、および各培養例毎の生産結果の概要をそれぞれ表1, 2に、全培養水槽における生産結果の概要を図1に示した。生産期間は5月27日から6月27日までの35日間でその間に18.52億個体を生産した。生産期間中の日間平均生産量と平均増殖率、および平均単位生産量はそれぞれ0.53億個体, 49%, 1.05億個体/日/m³であった。昨年行ったフィジー産ワムシの培養と比べ、平均増殖率は低かった（昨年のフィジー産ワムシ：73%）が、培養密度が昨年のフィジー産ワムシの288個体/mlに比べて今年度は344と高く、単位生産量も1.05億個体/日/m³と昨年度（0.47億個体/日/m³）より高かった。

最も単位生産量が高かった例（表2の培養番号23番）は3日間の培養で密度が232から900個体／mlに増加し、単位生産量と平均増殖率はそれぞれ2.22億個体／日／m³と58%であった。生産期間中の平均水温は30.5℃であった。

培養状態の良好な時のバッチ式培養での培養経過 図2に生産開始から終了時までの一連の培養例を示した。このうち培養状態が比較的良好であった72時間バッチ培養例の20, 22番（培養番号）は、密度200個体／mlでナンノクロロプシス培養水中に植え替えた後、1日目に268～300個体／ml, 2日目には600～716個体／ml, 3日目に681～865個体／mlとなった。植え替え1日目の増殖率は34～50%, 2日目は127～139%, 3日目は12～21%であった。植え替え1日目の卵率は71～85%, 2日目は13～18%, 3日目は20～26%であった。増殖率は2日目が最も高く、3日目には低下した。この傾向は多くの培養例でみられており、72時間バッチ培養より48時間バッチ培養の生産効率がが良いと考えられた。

投餌 ワムシ1億個体当りのイーストとナンノクロロプシスの投餌量はそれぞれ38gと137lであり、本年度のL型ワムシとS型ワムシへの投餌量と比べ、前者は約1/2, 後者は6倍であった。またナンノクロロプシス1m³当り生産量とイースト1kg当り生産量はそれぞれ2.8億個体と9.9億個体であった。

表1 5日毎の生産結果の概要 (平成3年度 五島事業場)

月	日	平均 水温 (℃)	平均 水槽数 (個)	平均 培養水量 (l)	平均 保有量 (億個体)	平均 培養密度 (個体/ml)
5	24				0.03	
	25-13	30.3	2.0	129	0.22	183
6	1-5	30.7	2.0	378	0.98	263
	6-10	30.4	2.8	930	1.81	213
	11-15	30.5	2.0	646	2.47	405
	16-20	30.8	2.2	662	2.90	458
	21-26	30.2	2.0	522	2.97	574
	27				1.37	
平均 合計		30.5	2.1	503	1.76	344

(続き)

日平均 収獲量 (億個体 /日)	日平均 増殖量 (億個体 /日)	平均単位 生産量 (億個体 /日/m ³)	平均 増殖率 (%)	平均 卵率 (%)	ラムシ1億個体 当りナンクロ ロフシス投餌 (l)	ラムシ1億個体 当りイースト 投餌量 (g)
-0.03					1680	0
0.01	0.08	0.58	53	26	158	24
0.01	0.14	0.38	23	29	118	27
0.65	0.63	0.68	55	51	363	23
0.76	0.92	1.42	81	31	170	40
0.73	-0.29	0	46	38	80	27
1.06	0.96	1.84	57	32	89	68
1.37	-0.52					
0.53		1.05	49	34	137	38

表2 培養例毎の生産結果の概要(平成3年度 五島事業場)

培養例 番号	水槽名	生産期間 (月日)	培養日数 (日)	平均水温 (℃)	平均水量 (l)	スタート 密度※ (個体/ml)	収穫 密度 (個体/ml)	1水槽当り 総生産量 (億個体)	1水槽当り 日平均 生産量 (億個体/日)
1	V4	5/23-6/3	6	30.6	85	187	309	0.37	0.06
2	V6	5/24-5/28	4	30.2	61	62	105	0.06	0.02
3	V5	5/24-5/29	5	30.7	69	14	149	0.10	0.02
4	V6	5/29-6/4	6	30.3	158	139	263	0.61	0.10
5	V5	6/3-6/6	3	30.6	267	163	168	0.10	0.03
6	V4	6/4-6/9	5	30.3	316	277	234	1.05	0.21
7	V6	6/6-6/8	2	30.8	315	202	205	0.28	0.14
8	V5	6/6-6/9	3	30.4	360	163	167	0.62	0.21
9	ハシライ	6/7-6/8	1	28.5	560	109	183	0.41	0.41
10	V6	6/8-6/9	1	—	350	78	198	0.42	0.42
11	ハシライ	6/9-6/12	3	30.7	310	181	369	1.46	0.49
12	V6	6/9-6/12	3	30.2	320	181	372	1.50	0.50
13	V5	6/11-6/12	1	30.0	380	256	334	0.30	0.30
14	V4	6/12-6/15	3	30.5	253	229	514	0.90	0.30
15	V5	6/12-6/13	1	30.2	350	197	338	0.50	0.50
16	V5	6/14-6/17	3	30.8	243	324	433	0.48	0.16
17	V6	6/15-6/18	3	30.7	277	325	439	1.01	0.34
18	V5	6/17-6/18	1	30.9	350	178	255	0.27	0.27
19	V4	6/17-6/20	3	30.6	350	178	636	1.60	0.53
20	V5	6/18-6/21	3	30.6	300	200	681	1.44	0.48
21	V6	6/20-6-23	3	30.7	287	212	505	1.51	0.50
22	V4	6/21-6/24	3	29.8	250	200	865	1.66	0.55
23	V5	6/23-6/25	3	30.2	232	232	900	1.60	0.53
24	V6	6/24-6/27	3	30.3	250	200	331	0.33	0.11
25	V4	6/26-6/27	1	31.0	250	245	216	-0.07	—
平均 合計		5/24-6/27 (35)	2.9 73	30.5	241	189	353	18.52	0.25

(続き)

単位 生産量 (億個体 /日/㎡)	平均 増殖率 (%)	平均 卵率 (%)	収穫 回数 (回)	総投餌量 (l)	ナンノクロ ロブシス フムシ 個体当り 日間投餌量 (l)	1㎡当り 生産量 (億個体)	総投餌量 (g)	イースト フムシ 個体当り 日間投餌量 (g)	1kg当り 生産量 (億個体)
0.73	38	24	2	116	99	3.2	31	26	11.9
0.25	49	23	1	49	188	1.2	3	12	20
0.29	84	22	1	49	258	2	5	8	20
0.65	52	26	2	198	113	3.1	51	29	12
0.13	16	32	1	255	138	0.4	53	28	1.9
0.67	64	53	4	358	156	3	90	39	11.8
0.44	25	26	1	355	335	0.8	20	19	14
0.57	69	56	3	398	337	1.6	24	20	25.8
0.73	67	32	1	210	344	2	0	0	—
1.20	153	23	1	168	622	2.5	0	0	—
1.57	93	58	2	488	270	3	40	55	36.5
1.56	111	55	2	488	287	3.1	40	24	37.5
0.79	31	53	1	127	131	2.4	30	31	10
1.18	35	39	2	370	147	2.4	120	48	7.5
1.43	72	16	1	176	255	2.8	20	29	25
0.66	18	30	2	250	100	1.9	105	42	4.6
1.22	35	29	2	437	145	2.3	125	42	8.1
0.77	43	90	1	285	460	0.9	0	0	—
1.52	56	43	1	285	89	5.6	155	48	10.3
1.60	58	35	1	315	98	4.6	180	56	8
1.76	54	27	2	300	113	5	175	66	8.6
2.21	70	43	1	238	78	7	195	64	8.5
2.22	58	30	1	240	76	6.7	230	73	7
0.44	29	30	1	275	103	1.2	180	67	1.8
—	-12	41	1	275	451	—	0	0	—
1.05	49	34	38	6705	137	2.8	1872	43	9.9

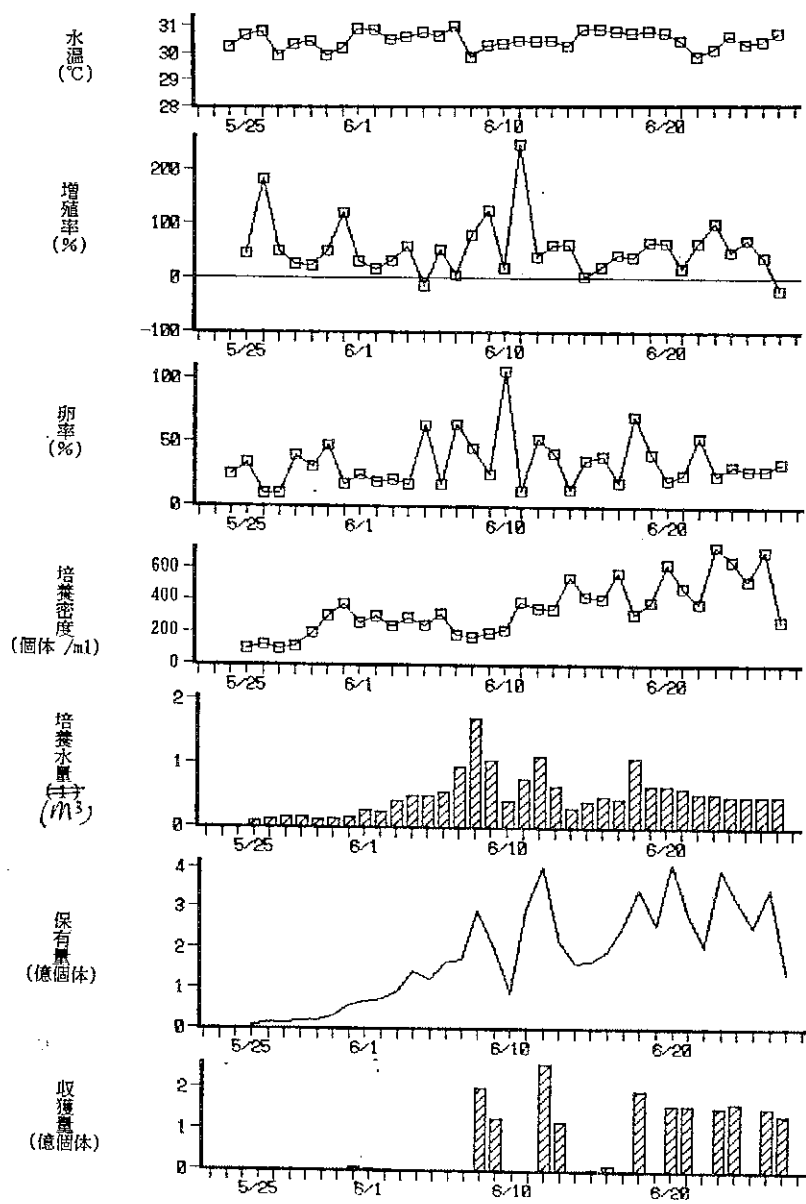


図1 全培養水槽における生産結果の概要 (平成3年度 五島事業場)

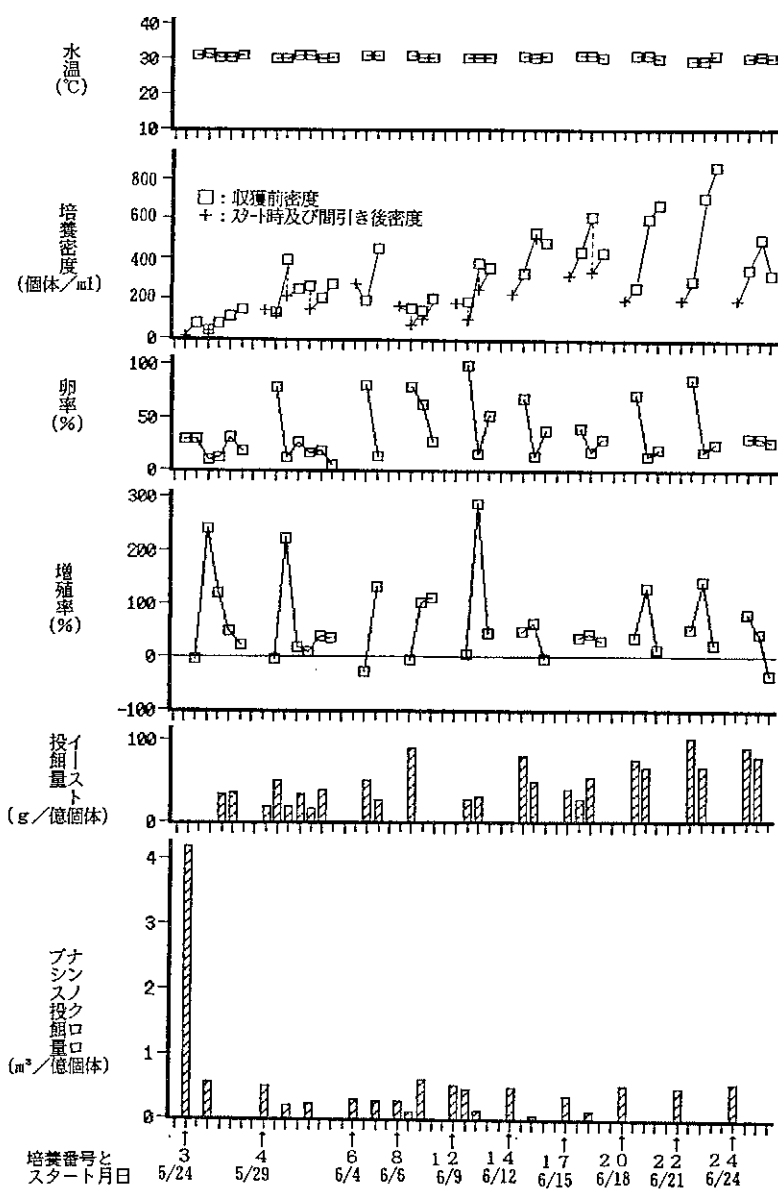


図2 タイ産ワムシの培養例

アルテミアノープリウスと養成アルテミアの生産（平成 3 年度）

五島事業場 崎山 一孝

当事業場ではワムシ以降の生物餌料としてアルテミアノープリウスをブリ、ヒラマサ、シマアジ、クエの種苗生産に使用している。養成アルテミアは上記の魚種に加えアオリイカの飼育にも使用している。アルテミアは計画的な生産が可能であり、また、ある期間養成することによって種苗生産対象種の成長段階に合ったサイズを供給できることからワムシに続く生物餌料として重要な位置を占めている。

近年、配合飼料の開発が進み、種苗生産現場でも普及するにともない養成アルテミアの使用量は年々減少する傾向にある。しかし、アルテミアノープリウスに代わる配合飼料は普及していないためワムシから即配合飼料に切り替えるのは難しく、アルテミアノープリウスはいまだ重要な餌料となっている。

今年度も例年同様にアルテミアの生産を行い、一部は養成アルテミアとして、残りはノープリウスとして種苗生産に使用したのでその概要を報告する。

1. アルテミアノープリウス

1) 材料と方法

アルテミアの耐久卵はBIOMARINE（新東亜交易株式会社）を使用し、25 万粒/gで換算し収容卵数、ふ化率を算出した。アルテミア耐久卵は 1000g/m³ 以下の密度で 1t 水槽に収容し、水温 28℃でふ化させ、収容後約 30 時間後に収穫した。

収穫したアルテミアノープリウスは乳化オイル(30ml/m³)で 12～24 時間の栄養強化を行い、その後エルバージュ(100ppm)で 2 時間以上の薬浴を行った後給餌した。

2) 生産結果

アルテミアノープリウスの生産は平成 2 年 12 月 29 日から平成 3 年 7 月 19 日まで計 149 回行った。本年度はシマアジの種苗生産が加わったにもかかわらず総生産量は昨年度よりも約 100 億個体少なく 353.7億個体となった（表 1）。生産したアルテミアノープリウスはシマアジ、ブリ、ヒラマサ、クエの種苗生産と養成アルテミアの生産に使用し、その使用割合はそれぞれ 13.7%,46.4%,13.5%

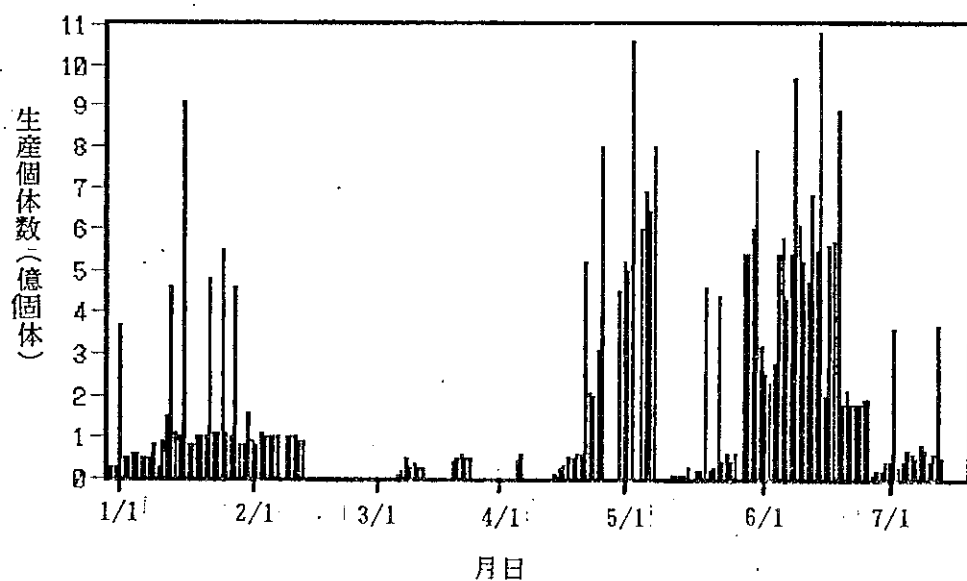


図 1 アルテミアノープリウス生産量の経日変化

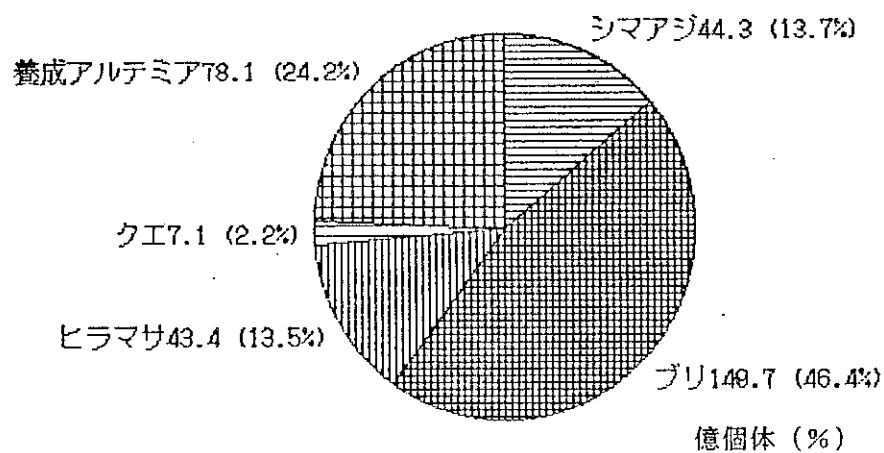


図 2 アルテミアノープリウスの利用割合

表 1 平成 3 年度養成アルテミア生産概要

生産区分	水槽		養成期間	平均水温	餌料種類	養成回数	収容量の		総収獲量	収獲密度	収獲サイズ	備考
	(生産回数)	型 大きさ 個数	(日数)	(℃)			果積値	(個体/ml)	(個体)	(個体/ml)	(mm)	
1	角 型	90m ³	1	5.15 - 5.24	20.5	7/6ミ7 飼料	1	4.8	5.3	4.1	4.6	1.67 収容 1 日前に培養 100g/m ³ 添加
				(9)								
2	角 型	60m ³	3	1.3 - 7.24	22.2	7/6ミ7 飼料	15	73.2	8.8	62.2	8.1	1.55 収容後、アルテミア飼料 40g/m ³ / 日給餌
				(198)								
小 計								78.0		66.3		

表 2 年度別養成アルテミア生産概要

生産区分	使用水槽	回次	養成期間 (日数)	収容密度 (個体/ml)	収獲回数 (個体)	生残率 (%)	取り上げ全長 (mm)	水 温 (℃)
5 7	60m ³ 2295-(12)	8	6.3 - 7.22	7.8	32.97	17.59	53.4	1.55
	55m ³ 2262(1)		(50)	(3.7 - 10.4)		(11.3 - 79.6)	(1.20 - 3.80)	(22.2 - 27.9)
5 8	60m ³ 2295-(1)	9	5.5 - 7.30	11.5	67.50	29.70	44.0	1.54
	55m ³ 2262(1)		(55)	(7.3 - 12.2)		(13.0 - 95.0)	(0.80 - 3.50)	(19.7 - 31.2)
5 9	60m ³ 2295-(1)	10	5.22 - 7.22	6.8	35.81	26.27	71.4	2.09
	55m ³ 2262(1)		(45)	(4.6 - 9.3)		(26.4 - 100.0)	(1.10 - 3.50)	(20.0 - 30.6)
6 0	60m ³ 2295-(12)	11	5.21 - 7.18	8.4	42.44	19.38	46.3	1.58
	55m ³ 2262(1)		(59)	(6.1 - 11.2)		(0.0 - 91.4)	(0.62 - 7.80)	(21.3 - 27.8)
6 1	60m ³ 2295-(12)	26	3.13 - 7.23	4.9	80.14	38.28	47.8	1.31
	55m ³ 2262(1)		(133)	(2.9 - 8.8)		(9.4 - 85.8)	(0.72 - 2.44)	(17.0 - 28.7)
6 2	60m ³ 2295-(12)	25	2.27 - 7.17	4.4	77.32	55.97	71.8	1.82
	55m ³ 2262(1)		(141)	(3.2 - 7.3)		(18.3 - 95.0)	(1.14 - 4.82)	(19.0 - 27.0)
6 3	60m ³ 2295-(12)	20	4.1 - 7.2	4.9	72.70	56.70	78.0	1.85
	55m ³ 2262(1)		(93)	(4.1 - 5.9)		(39.2 - 94.4)	(1.11 - 3.28)	(18.2 - 26.0)
1	60m ³ 2295-(12)	34	3.18 - 7.6	6.5	125.60	94.08	74.3	1.75
	55m ³ 2262(1)		(110)	(3.9 - 8.6)		(0.0 - 100.0)	(0.80 - 3.68)	(20.7 - 25.2)
2	60m ³ 2295-(12)	29	4.17 - 7.13	6.3	145.8	122.35	83.3	1.77
	55m ³ 2262(1)		(87)	(6.0 - 11.4)		(44.3 - 100.0)	(0.51 - 4.38)	(20.7 - 25.2)
3	60m ³ 2295-(12)	16	1.3 - 7.24	6.0	78.0	65.3	84.3	1.65
	55m ³ 2262(1)		(198)	(4.0 - 8.5)		(33.8 - 100.0)	(1.1 - 3.7)	(19.5 - 25.3)

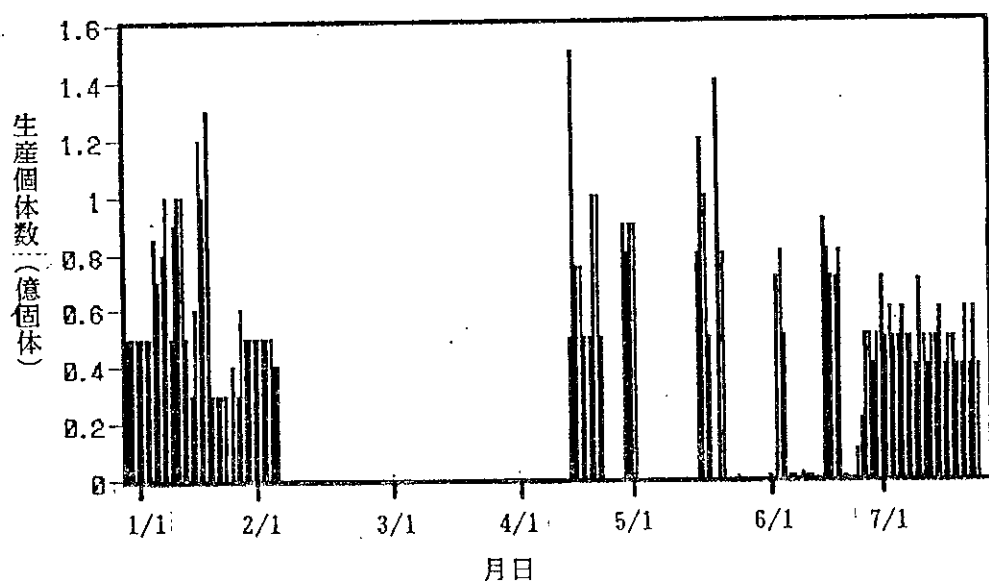


図 1 養成アルテミア生産量の経日変化

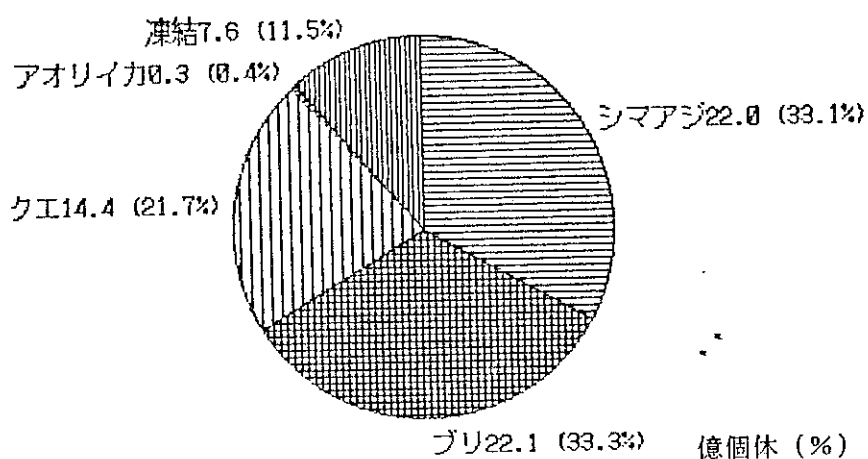


図 2 養成アルテミアの利用割合

餌料生物の栄養強化

小金隆之

1 餌料生物の栄養強化の概要

今年度使用した餌料生物の栄養強化方法を表1に示した。

2 ワムシの栄養強化試験

目的

従来ワムシはナンノクロロプシス培養水に収容後24時間で使用していたが、その場合ワムシは最初の数時間内にナンノクロロプシスを食いつくしその後は飢餓状態になり栄養価が低下すると考えられるため、近年は2次栄養強化まで行っている。しかし飢餓の進行に伴う栄養組成の変化や2次栄養強化の効果についての調査は当场ではまだ行われていない。この試験では1次強化したワムシの強化開始後48時間目までの、時間の経過に伴う栄養価の変化と2次栄養強化による栄養価の変化について、主に脂肪酸組成に注目して調査した。

方法

S型ワムシ 1次強化：細胞密度2200万個/mlのナンノクロロプシス培養水2.5m³に16.2億個体のワムシを収容。収容密度は650個体/ml。6時間後に1/2収穫し2次強化に供した。2次強化：上記の収穫したワムシ7.8億個体を2200万個/mlのナンノクロロプシス培養水1.25m³に収容。使用した水槽は2.5m³FRP製角型水槽で、試験中の水温は自然水温で23.1～26.0℃であった。強化前のワムシと強化開始後、3、6、24、48時間目のワムシ栄養分析を行った。

タイ国産ワムシ 栄養強化前と1次強化開始後6時間目のワムシについて栄養分析を行った。1次強化は1270万個/mlのナンノクロロプシス培養水350 lに4700万個体、135個体/mlの密度で収容して行った。サンプルの分析は、-85℃で凍結保存した後行った。分析は東京水産大学の竹内先生に委託して行った。

栄養強化試験の結果

1) S型ワムシ

1次栄養強化後の栄養組成の時間の経過に伴う変化 栄養分析の結果を表2、

図1に示した。総脂質量（ワムシ乾物当たり%）は1次栄養強化により、強化前の14.3%から強化開始後3時間目には1.2倍の17.2%に増加した。その後時間の経過と共に低下し、6時間目には3時間目の含有量の0.99倍の17.0%，24時間目には0.86倍の14.8%，48時間目には0.76倍で強化前の値より低い13.0%となった。

$\Sigma n-3\text{HUFA}$ （ $n-3$ 高度不飽和脂肪酸）の含量（ワムシ乾物当たり%）は強化前の1.06%から3時間目には2.87倍の3.04%に増加した。その後、6時間目には3時間目とほぼ同じ3.03%であったが、24時間目には3時間目の値の0.88倍の2.69%，48時間目には0.63倍の1.91%に減少した。

EPAの含量（ワムシ乾物当たり%）は強化前の0.74%から3時間後には3.6倍の2.68%に増加した。その後、6時間目には3時間目の値の0.95倍の2.55%，24時間目には0.89倍の2.38%，48時間目には0.46倍の1.24%に減少した。

栄養強化前のDHAの含量はEPAの1/17の0.043%と非常に少なく、ナンノクロロプシスのみの栄養強化による増加はみられなかった。

2次栄養強化を行ったワムシの栄養組成 1次強化開始後6時間目再度ナンノクロロプシス培養水に植え替えて2次強化したワムシの24時間目と48時間目の栄養組成を1次強化のみのワムシと比較した。

2次強化を行ったワムシの24時間目と48時間目の総脂質量はそれぞれ17.0%と14.1%で1次強化のみのワムシのそれぞれ1.2倍、1.1倍の値となった。同様に $\Sigma n-3\text{HUFA}$ は3.81%と2.88%で1.42倍と1.51倍、EPAは3.06%と1.95%で1.29倍と1.57倍であり、DHA含量は2次強化により低下した。

以上の結果を要約すると、1次栄養強化により $\Sigma n-3\text{HUFA}$ とEPAは3時間目で最大となった後徐々に低下し、24時間目には3時間目の値の約9割、48時間目には5～6割に低下した。特に24時間以降EPAの減少速度が速くなる傾向がみられた。

2次栄養強化により24時間目の $\Sigma n-3\text{HUFA}$ とEPAの含有量を1次強化のみのワムシのそれぞれ1.2倍と1.4倍に高められ、2次栄養強化の効果が確かめられた。栄養強化開始後3時間目以降栄養価の低下がみられることから、今回は未測定であるが、2次強化開始後3時間目の $n-3\text{HUFA}$ は24時間目よりさらに高かったと考えられる。

これらのことから1次または2次栄養強化は給餌の3時間前、長くとも24時間前に行うのが望ましいと考えられた。また栄養強化前のワムシにはDHAが殆ど含まれず、ナンノクロプシスのみではまったく強化できないことが確かめられた。稚仔魚の飼育に必要な餌料生物中のDHA含量はマダラのワムシ給餌期で1.0%程度、ブリのアルテミア給餌期で1.78~3.13%であり、マダイ、シマアジ、イシダイ、ヒラメの稚仔魚および幼魚に対してもEFAとしての効果が高いといわれており¹⁾、今後DHAの強化方法の検討が必要である。

2) タイ国産ワムシ 栄養分析の結果を表2、図2に示した。強化前と強化後の総脂質含量はそれぞれ15.2%と17.3%でS型ワムシとほぼ同じであった。また強化により1.14倍に増加した。強化前後の $\Sigma n-3$ HUFA含量は2.68%と4.36%でS型ワムシに比べそれぞれ強化前で2.5倍強化後は1.4倍の値であった。強化により $\Sigma n-3$ HUFA含量は1.6倍に増加した。

強化前後のEPA含量は2.01%と3.13%でそれぞれ強化前はS型ワムシの2.7倍、強化後は1.2倍であった。強化によりEPA含量は1.6倍に増加した。強化前のDHA含量はほぼ0であったが、強化後もS型ワムシの約1/2の0.017%と僅かに増加したのみであった。

これらの結果から栄養組成はS型ワムシと特別大きな差はなく、栄養強化もS型ワムシと同様に行われることがわかった。また $\Sigma n-3$ HUFA含量やその内のEPA含量がS型ワムシよりかなり多かった原因は、タイ国産ワムシは培養がバッチ方式で行われている結果、S型ワムシに比べてナンノクロプシスの投餌量が多いためと考えられた。タイ国産ワムシにおいてもS型ワムシと同様に今後DHAの強化方法についての検討が必要と思われる。

引用文献

- 1) 重要海産稚仔魚の栄養要求解明および微粒子配合飼料の開発に関する報告書 平成3年度 東京水産大学

表 1 餌料生物の栄養強化 (五島事業場)

対象餌料	水 槽		収容密度 (個体/m ³)	使用魚種	方 法
	(実水量: m ³)	槽数			
ワムシ	1.5m ³ F R P 水槽	1~5	3~7	ブリ、シマアジ	1次強化: ナンノクロロアジス (1500~2000 万個/ml) に
	(1.5)			ヒラマサ、クエ	6時間強化後3次強化へ
	0.5m ³ リサイクル 水槽	1~3	1~2	ブリ、シマアジ	2次強化: 1次強化したものをナンノクロロアジス (1500
	(0.5)			クエ	~2000 万個/ml) に植え替え後、エスター85乳化オイル (10ml/m ³) を添加し、1~2 時間後に使用
アルテミア ノーゾリウス	2.5m ³ F R P 水槽	1~2	1~2.5	ブリ、シマアジ	ろ過海水にエスター85乳化オイル (30ml/m ³) を添加し、
	(2.5)			ヒラマサ、クエ	15時間後に使用
養成アルテミア	2.5m ³ F R P 水槽	1~2	0.2~1.8	ブリ、シマアジ	ナンノクロロアジス (1500~2000 万個/ml) に収容し 6~
	(2.5)			クエ	15時間後に使用

表2 ワムシ、の一般栄養組成と総脂質の脂肪酸組成

	S 型ワムシ						タイ国産ワムシ					
	強化前			1 次強化			2 次強化			強化前		
										1 次強化		
	3 H	6 H	2,4 H	4,8 H	2,4 H	4,8 H	4 H	6 H				
Fatty acid												
14:0	2.0	3.2	3.5	3.4	2.5	2.5	3.8	2.7	4.4	4.0	3.4	
15:0	0.6	0.6	0.5	0.5	0.9	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.2	
16:0	8.2	12.1	13.8	13.9	12.2	15.2	16.8	15.2	17.3	15.3	21.6	
16:1n-7	18.8	21.1	18.7	18.6	12.1	12.7	20.7	20.7	20.7	18.0	0.5	
16:3n-6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	
16:4n-1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.8	0.6	0.5	0.6	0.4	0.4	0.1	
16:0	3.8	1.8	2.5	1.6	4.8	3.2	2.1	2.1	3.4	3.8	5.1	
18:1n-(7+9)	4.2	3.8	3.5	3.5	4.8	3.7	3.2	4.0	14.5	13.4	10.4	
18:2n-6	25.4	16.7	15.0	17.3	14.9	13.6	3.9	5.2	2.9	0.3	5.9	
18:3n-6	7.2	5.7	5.7	5.8	6.8	5.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.9	
18:3n-3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	
18:4n-3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	
20:0	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	
20:1n-(9+11)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	
20:2n-9	2.1	1.5	1.7	1.6	2.6	2.6	2.1	3.5	2.0	1.9	2.8	
20:2n-6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.8	
20:3n-6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.8	
20:4n-6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.8	0.4	0.5	1.6	
20:5n-3	1.2	1.9	2.1	2.3	2.3	3.1	3.1	2.3	2.3	2.8	4.1	
20:5n-3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	1.6	
20:5n-3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.5	0.5	0.4	10.5	
22:0	5.2	15.6	15.0	16.1	9.5	18.0	13.8	13.2	13.2	18.1	10.5	
22:1	0.7	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6	0.2	0.2	0.1	
22:3n-6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	1.0	0.8	0.7	0.7	
22:4n-6	0.2	0.5	0.5	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.7	0.5	0.2	
22:5n-3	0.1	1.6	2.7	2.2	4.0	4.1	4.1	5.9	3.9	6.5	0.7	
?	1.5	0.6	1.0	0.5	2.3	2.3	0.9	1.8	0.5	1.8	ND	
22:6n-3	1.8	0.7	1.0	0.6	2.4	0.8	0.8	1.7	0.8	0.6	ND	
24:1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	tr	0.1	tr	0.1	24.4	
?	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5	0.2	0.3	
Σ monene	1.3	40.1	36.3	38.5	31.0	34.1	32.7	38.3	34.2	34.2	1.7	
Σ n-3	8	17.9	18.4	18.8	14.1	22.8	18.2	18.2	25.7	25.7	9.5	
Σ n-6	10.9	10.1	10.4	10.7	12	8.9	11.1	7.4	5.4	5.4	6.7	
Σ n-3HUF	7.4	17.7	17.8	18.2	14.7	20.4	22.4	17.6	25.2	25.2	37.3	
Moisture(%)	86.2	84.8	84.9	86.3	86.3	82.4	88.7	81.2	81.2	81.2	81.0	
Crude lipid dry (%)	14.3	17.2	17.0	14.8	13.0	17.0	14.1	15.2	15.2	13.6	13.6	
Crude lipid wet (%)	1.97	2.59	2.58	2.03	1.52	2.74	2.67	2.67	2.67	2.59	2.59	
Crude protein dry (%)	78.4	77.5	75.5	80.3	80.6	70.8	69.8	67.0	69.7	73.2	73.2	
Crude protein wet (%)	10.8	11.7	11.4	11.0	9.43	11.4	9.28	11.8	13.1	13.8	13.8	
VitaminE(mg/100g-Sample)dry(%)												
VitaminE(mg/100g-Sample)wet(%)												
EPA dry(%)	0.74	2.68	2.55	2.38	1.24	3.06	1.95	2.01	3.13	1.43	2.34	
DHA wet(%)	0.10	0.40	0.39	0.33	0.14	0.49	0.35	0.35	0.59	0.27	0.27	
DHA dry(%)	0.043	0.034	0.032	0.030	0.028	0	0.014	0.014	0.017	0.017	0.017	
Σ n-3HUF dry(%)	0.0059	0.0052	0.0052	0.0041	0.0030	0	0.0019	0	0.0033	0.0033	0.0033	
Σ n-3HUF wet(%)	1.06	3.04	3.03	2.69	1.91	3.81	2.68	2.68	4.36	5.07	5.07	
Σ n-3HUF dry(%)	0.15	0.46	0.46	0.37	0.22	0.61	0.38	0.47	0.82	0.97	0.97	

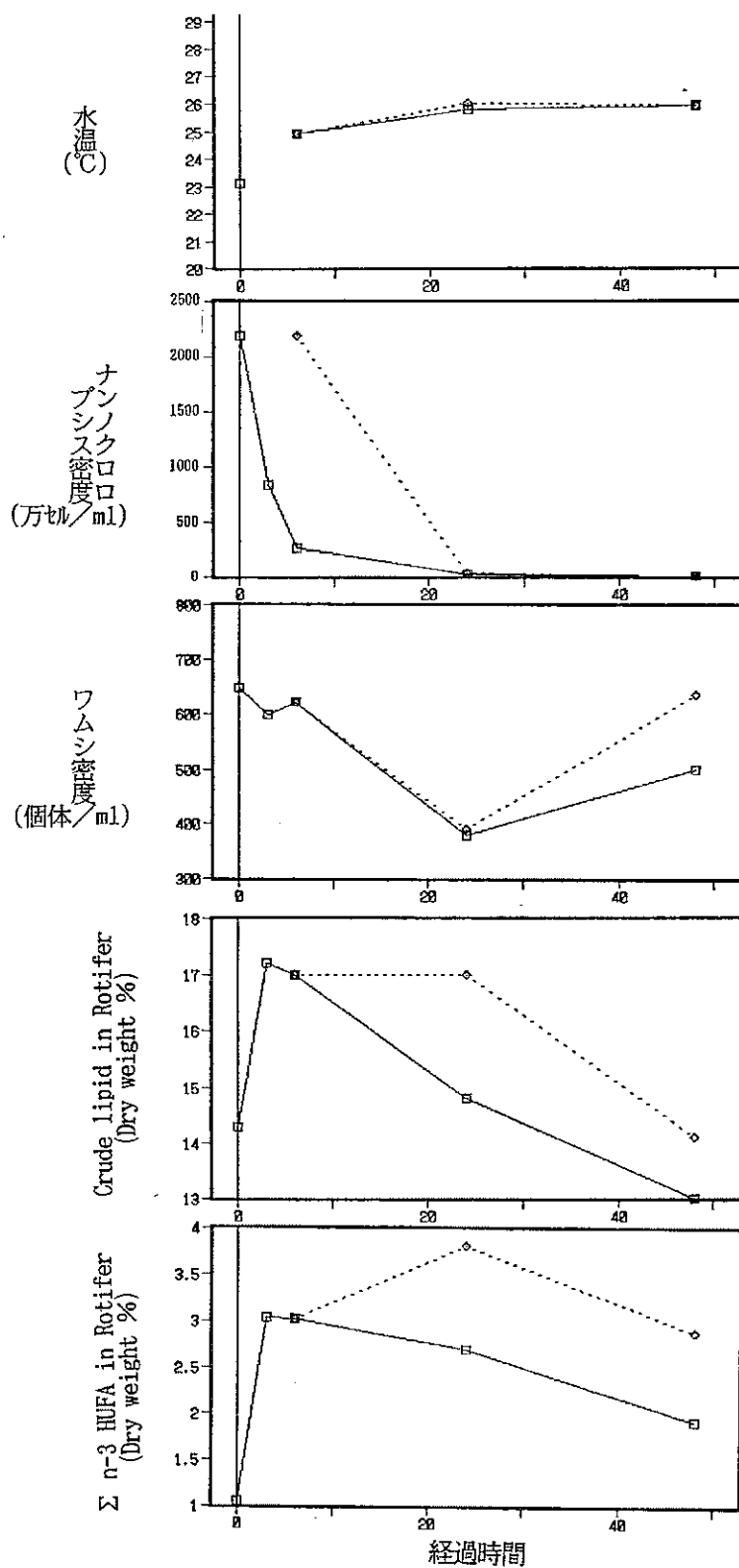


図1-1 栄養強化したS型ワムシの時間の経過に伴う栄養組成の変化

□: 1次強化のみ
◇: 6時間目に2次強化

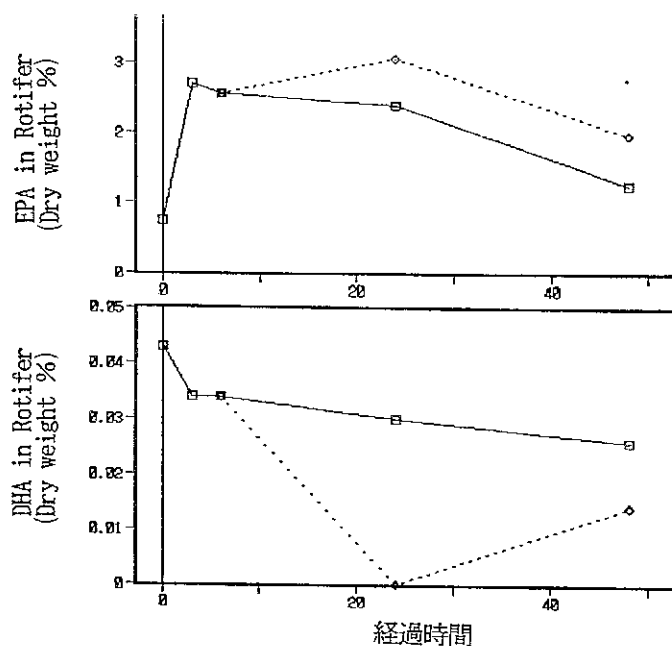


図1-2 栄養強化したS型ワムシの時間の経過に伴う栄養組成の変化
 □: 1次強化のみ
 ◇: 6時間目に2次強化

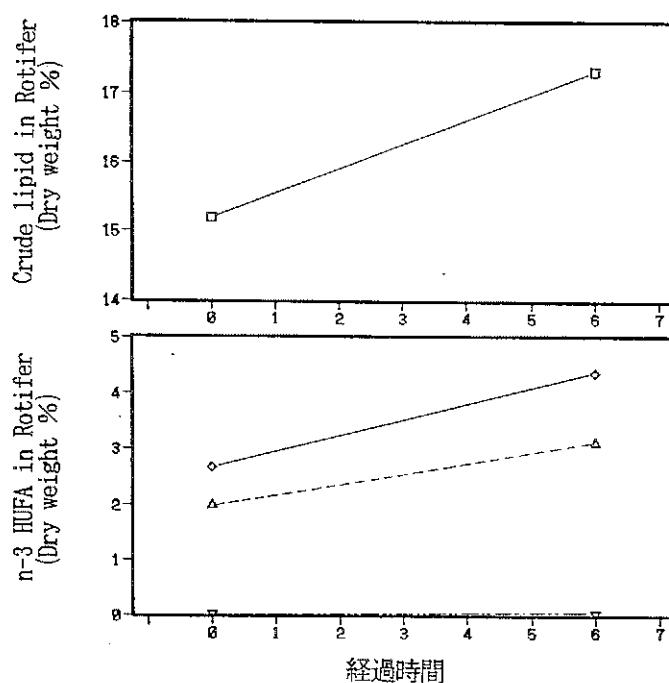


図2 栄養強化前と後のタイ国産ワムシの栄養組成
 □: Crude lipid
 ◇: Σ n-3 HUFA
 △: EPA
 ▽: DHA

IV. 資源添加技術開発

ブリの標識放流

平成3年度 五島事業場

五島事業場のブリ標識放流は、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年から開始された。

五島三井楽町（昭和57～62年）、五島玉ノ町沖（昭和57年）、五島中通島有川町沖北曾根（昭和59～）である。放流は夏期行われ、放流サイズは全長約20cmであった。再捕結果は、年内の移動分散状況については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年からブリ種苗を秋～冬期まで育成した全長約30cmの標識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甕島沖、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年～平成元年の結果から判明したので、平成2年からこの秋～冬期放流を鹿児島県甕島沖でも行うこととした。

その結果、甕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。

このように甕島沖放流群と有川町沖北曾根放流群は、対称的また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年度からは有川町沖北曾根放流群と甕島沖放流群に的を絞り秋～冬期放流を行うこととした。

そこで以下、平成2年度と平成3年度秋～冬期の有川町沖北曾根放流群と甕島沖放流群、平成2年度の五島灘南放流群と玉ノ浦町大瀬崎沖大型魚（成魚）放流群の放流および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と過去6年間の標識放流魚の再捕状況についてそれぞれ表－1、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（晩期放流）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年から行っている。平成元年までの平均再捕率は4.83%（1.40～9.96）と他の放流群より比較的高く、主な再捕漁具は定置網であり、これにより平均61.5%（21.4～85.3）が再捕されている。また放流後30日目以内に平均75.3%（51.6～86.7）、101日目以降に平均15.2%（8.0～32.3）が再捕され、早期の再捕が多いものの、比較的長期に渡り再捕がみられている。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大型魚の秋～冬期放流（晩期放流）によって確認された。

2) 平成2年有川秋～冬期放流（晩期放流群）の経過の概要

平成2年12月25日に平均全長387mm（318～432）の種苗2,170尾のうち、2,000尾にダート型標識（白色,㊦C90）、170尾に背骨型標識（緑色,㊦A87）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3年12月31日現在（放流後371日目）の再捕尾数は105尾、再捕率は4.84%で、昭和62,63年放流群と同程度であった。再捕状況は、放流初期に再捕が集中し、放流後10日目以内に全再捕尾数の93.3%にあたる98尾が再捕され、23日目以降、平成3年12月31日現在（371日目）までは2例2尾の再捕がみられている（平戸西岸、五島北部）。

放流魚の移動方向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。移動範囲は当放流群としては昨年と同様狭く、放流地点から半径20km以内で84尾（全再捕魚数の80.0%）、半径40km以内で98尾（全

再捕尾数の93.3%)が再捕され、最長移動距離は熊本県牛深までの126kmであった。

漁法別の再捕状況は定置網による再捕が89尾(全再捕尾数の84.7%)と多く、その内82尾(定置網による再捕尾数の92.1%)は放流点から西方約15kmの地点にある上五島東岸域での定置網による再捕であった。

3) 平成3年有川秋～冬期放流(晩期放流群)の経過の概要

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4、図1～2に示した。平成3年12月31日現在(放流後36日目)の再捕尾数は40尾、再捕率は1.92%で、放流点から半径75km以内の定置網(63%)と一本釣り(20%)でほぼ再捕されている。再捕場所は、放流点周辺から北方向へは平戸島周辺、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され注目される。また、放流後17日目には170km南下した甕島周辺(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. 五島灘南放流群(長崎県五島灘南)

1) 過去の放流結果の概要

九州西部海域中央部での本種の移動分散経路を把握する目的で昭和61年度から五島灘南での放流を実施している。平成2年までの5年間の平均再捕率は0.66%(0.23～1.44)と低い。主な再捕漁具は定置網と釣りで、その全再捕尾数に占める割合の平均はそれぞれ約50%と約40%であった。また放流後30日目以内に約70%、100目以降に約10%がそれぞれ再捕されている。移動傾向は年により異なり、昭和61年と63年及び平成元年、2年放流群は北上傾向がみられ長崎県の西彼杵半島から平戸島にかけての海域で主に再捕されたのに対し、昭和62年放流群は南下傾向を示し、熊本県天草から鹿児島県串木野市沖にかけての海域で主に再捕されている。

2) 平成2年五島灘南放流群の経過の概要

平成2年9月7日に平均全長233mm(200～250mm)の種苗5,000尾にダート型標識(白色,コウA90)を装着して放流を行った。平成3年12月31日現在(

放流後 480日目)までの再捕結果の概要を表一7、図一5に示した。総再捕尾数は38尾、再捕率は0.76%と昭和61年放流群の0.79%より低く今迄の最低値である。越年後の再捕尾数は平成 3年12月31日現在 6尾である。

移動分散は放流直後に速やかに行われ、放流後 3日目以内には西彼杵半島沿岸域と平戸島周辺海域および上五島周辺海域に北上する群と熊本県天草南部に南下する群がみられ、さらに 6日目以降は放流点東側内湾の橘湾への移動がみられた、その後、天草南部では放流後 4日目以降の再捕はなく、それ以南への移動もみられなかったことから、一度南下した後再び北上したと考えられた。上五島周辺海域では放流後約 1 ヶ月目まで再捕がみられ、平戸島周辺海域では放流直後平戸島西側の生月島周辺まで北上した後、東へ移動し長崎県田平町から松浦市沿岸域で約 1 カ月間滞留した後再捕が途絶えたが、約 3カ月後平戸島西側で再び 1尾が再捕された、長崎市北側の西彼杵半島沿岸域に放流直後移動した群は長崎市南側の沿岸域に南下して約 2カ月間滞留し、橘湾に移動した群は越冬して翌年 2月上旬まで滞留した後天草周辺海域へ南下した。

主な再捕漁具は定置網と釣りで各16尾、19尾合計35尾(総再捕尾数の92%)が再捕され、他は刺網で 2尾、棒受網で 1尾が再捕されたのみであった。

3. 甕島放流群

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 年は0.33~0.36%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。

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。移動範囲は放流点から半径70km以内の鹿児島県西岸域や甕島周辺海域に限られ、移動傾向は前記の 2放流群と著しく異なった。

2) 平成2年甌島放流群の概要

平成2年10月2日に、平均全長277mm(260～294mm)の種苗5,000尾にダート型標識(黄色, コウ B90)を装着して放流を実施した。平成3年12月31日現在(放流後456日目)までの放流結果の概要を表―5、図―3に示した。

平成3年12月31日現在の再捕率は0.44%(総再捕尾数22尾)で昭和62,63年放流群(0.33～0.36%)と同様低かった。再捕は放流初期に集中し、放流10日目以内に13尾(全再捕尾数の59%)、30日目以内に20尾(全再捕尾数の91%)が再捕され、その後の再捕は69日目まで継続した。移動範囲は当放流群の過去4年間の傾向と同様狭く、ほとんどが放流点から50km以内での再捕であったが、例外的に放流点から150km地点での再捕が一例があった。北上する傾向がやや強く、総再捕尾数の64%が放流点北側で再捕され、他は南側で再捕された。北上群は放流後3～5日目に放流点から約25km地点の鹿児島県阿久根市沖を通過して北上し、熊本県牛深市沿岸および八代海内で1～2ヶ月間滞留した後再捕が途絶えた。また9日間で九州西岸を150km北上し佐世保市沖で再捕された個体が1尾あった。南下群は放流点から約50kmの地点の鹿児島県笠沙町沖で、放流後4日目に6尾、14日目に2尾がそれぞれまとめて再捕された後は再捕がみられなかった。主な再捕漁法は釣りと定置網で、それぞれの再捕尾数は前者が12尾(総再捕尾数の55%)、後者が9尾(総再捕尾数の41%)であった。

3) 平成3年甌島放流群の概要

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, コウ C91)を装着して放流を実施した。平成3年12月31日現在(放流後36日目)までの放流結果の概要を表―6、図―4に示した。

平成3年12月31日現在の再捕率は3.15%(総再捕尾数67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。

4. 大型魚（成魚）の放流

1) 過去の放流結果の概要

大型魚（成魚）の放流は三井楽町沖で昭和60年から62年までの3年間行い、平成元年、平成2年は玉之浦町沖で行っている。ただし、平成3年は放流をしていない。三井楽町沖では3年間に平均全長50.0～94.3cmの大型魚を473尾放流し、平均再捕率は10.0%（8.4～13.6）で、大部分が放流地点付近の瀬や放流点から半径20km以内の福江島北西部沿岸で再捕された。平成元年には玉之浦町沖に平均全長90.0cmの大型魚を138尾放流し、再捕率は17.4%で、主に釣りにより（全再捕尾数の79%）再捕された。移動範囲は狭く、全再捕尾数の92%が放流点から半径20km以内で再捕された。また、放流地点から5km離れた地点のブリの飼付け場での再捕はなかった。

2) 平成2年大型魚（成魚）放流群の再捕状況（長崎県玉之浦町沖）

平成2年12月13日に、平均全長850mm（750～890mm）の成魚280尾にダート型標識（黄色、コウ200～482）を装着して放流を実施した。放流結果の概要を表一8、図一6に示した。平成3年12月31日現在（放流後383日目）総再捕尾数は83尾、再捕率は29.64%で、大型魚の放流としても最も高い結果となった。再捕状況については、放流後10日目までに65尾（総再捕尾数の78.3%）、30日目までに80尾（総再捕尾数の96.4%）が再捕され、放流初期に再捕が集中した。移動範囲は狭く、放流点から10km以内で総再捕尾数の98.8%に当たる82尾が再捕された。移動方向は東に移動する群と西に移動する群に分かれたが、東に移動する傾向が比較的強く、総再捕尾数の72%が放流点の東側で再捕された。漁法別の再捕尾数の割合は釣りが94%、定置網が6%であった。また放流後6日目までに、放流点から約5kmの位置にあるブリの飼付け場で20尾（全再捕尾数の24%）が再捕された。

5. 平成4年度における技術開発計画

1) 有川沖と甕島沖に12月に大型種苗を各2,000尾、さらに有川沖に翌年3月に1才魚を1,000尾放流し、本種の越年後の移動分散調査を行う。

（小林 孝）

表-2 プリ標識式漁船の捕獲経過 (庄屋・養魚場)

漁船番号	出航日	出航点	捕獲漁獲量	平均水深(m)	年 別 捕 獲 量					捕獲量 割合 (%)	備 考
					55	56	57	58	59		
51-191	61.5.5	三ノ浦町沖	274	50.0~94.3	23	0	0	0	0	23	6.40
51-192	6.6	三ノ浦町沖	5000	17.1	27	2	0	0	0	29	0.58
51-193	6.11	三ノ浦町沖	9971	18.2~19.5	17	2	0	0	0	19	0.79
51-194	6.12	三ノ浦町沖	14286	16.2~16.9	23	5	0	0	0	28	1.68
51-195	6.24	三ノ浦町沖	3505	29.2	25	3	0	0	1	27	1.94
51-196	6.25	三ノ浦町沖	6469	27.3	15	0	0	0	0	15	1.32
51-197	12.2	三ノ浦町沖	3731	38.1	45	0	0	0	0	45	9.95
51-198	62.5.16	三ノ浦町沖	5000	20.9	16	0	0	0	0	16	0.62
51-199	5.18	三ノ浦町沖	5000	20.4	18	0	0	0	0	18	0.36
51-200	5.19	三ノ浦町沖	12003	20.6	79	1	0	0	0	80	6.67
51-201	5.24	三ノ浦町沖	2800	20.7	3	0	0	0	0	3	0.11
51-202	10.5	三ノ浦町沖	81	64.0	10	0	0	0	0	10	10.2
51-203	62.1.26	三ノ浦町沖	8753	22.1~24.5	37	3	0	0	0	20	0.23
51-204	62.1.26	三ノ浦町沖	850	32.7	31	0	0	0	0	31	2.55
51-205	62.1.26	三ノ浦町沖	4955	17.5	6	0	0	0	0	6	0.0
51-206	62.1.26	三ノ浦町沖	4955	15.7	13	1	0	0	0	14	0.33
51-207	62.1.26	三ノ浦町沖	5009	26.5	14	0	0	0	0	14	1.44
51-208	62.1.26	三ノ浦町沖	3479	32.2	14	1	0	0	0	15	4.32
51-209	62.1.26	三ノ浦町沖	776	34.5	15	0	0	0	0	15	2.05
51-210	62.1.26	三ノ浦町沖	4300	21.5	53	7	0	0	0	60	1.40
51-211	62.1.26	三ノ浦町沖	4300	21.5	53	7	0	0	0	60	1.40
51-212	62.1.26	三ノ浦町沖	138	85.0~102.0	24	0	0	0	0	24	17.35
51-213	62.1.26	三ノ浦町沖	2000	34.6	32	7	0	0	0	39	1.40
51-214	62.1.26	三ノ浦町沖	5009	23.3	32	5	0	0	0	37	6.76
51-215	62.1.26	三ノ浦町沖	5000	21.7	22	0	0	0	0	22	0.44
51-216	62.1.26	三ノ浦町沖	250	75.0~85.0	75	5	0	0	0	80	26.64
51-217	62.1.26	三ノ浦町沖	2179	36.7	64	41	0	0	0	105	4.34
51-218	62.1.26	三ノ浦町沖	2086	31.8	40	40	0	0	0	80	1.92
51-219	62.1.26	三ノ浦町沖	2139	32.1	67	67	0	0	0	134	3.16

(平成 8 年 12 月 31 日現在)

表-1 平成 3 年度におけるプリの捕獲状況表

漁船番号	出航点	出航日	捕獲量		全長 (mm)	捕獲のタイプ
			全尾数	内捕獲尾数		
51-191	三ノ浦町沖	11.26	2360	2360	313 (125~364)	タイプ 1 (黄)
51-192	三ノ浦町沖	11.27	2130	2130	321 (294~354)	タイプ 2 (白)
51-193	三ノ浦町沖	11.27	2130	2130	319 (294~354)	タイプ 3 (白)

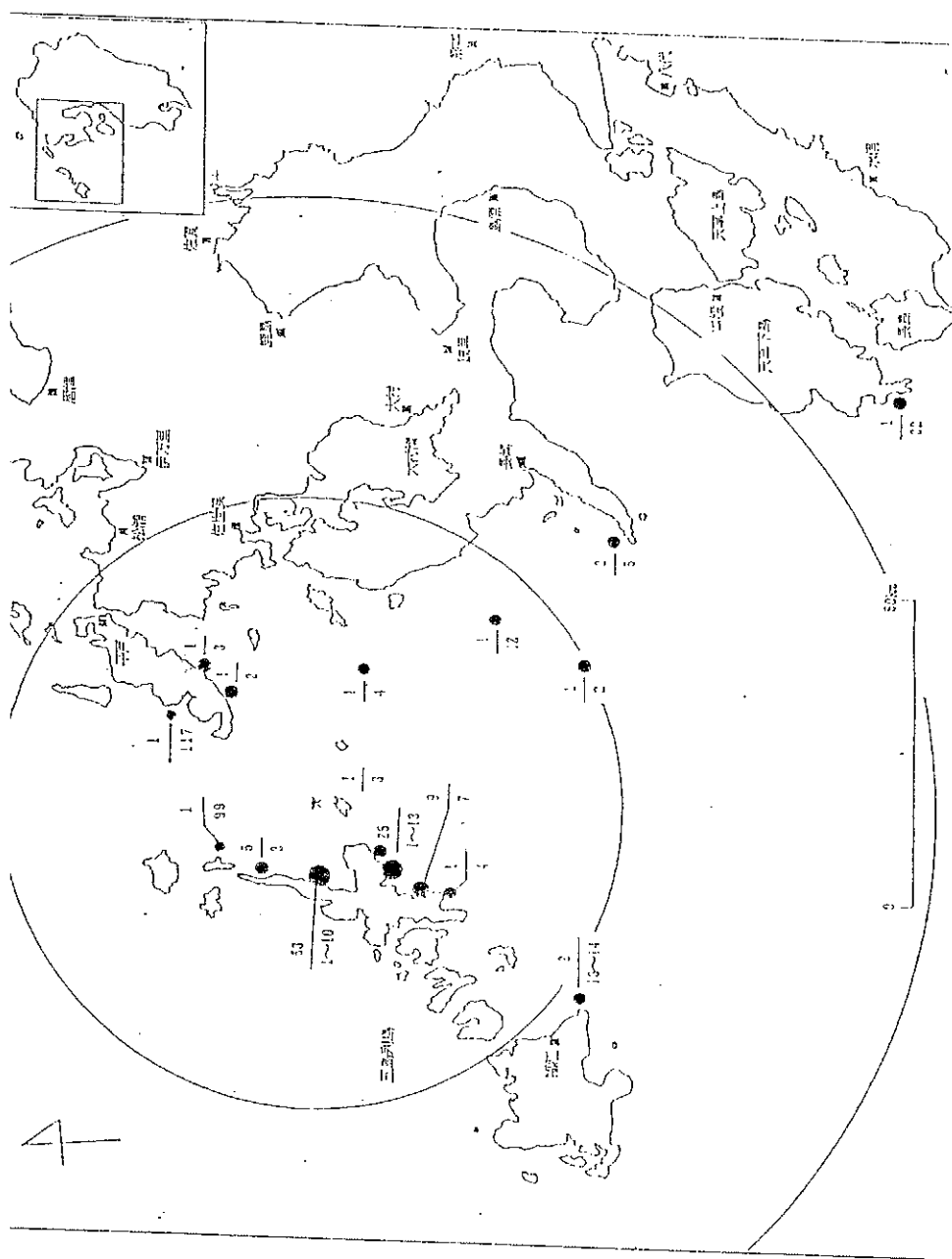


図1 平成2年有川町北倉根晩期放流結果の概要 (三島郡三島町) (平成2年12月25日放流、放流尾数2170尾、平成3年1月31日現在)

●：放流尾数
○：経過日数

3 平成2年有川町北倉根晩期放流結果の概要 (平成2年12月25日、放流尾数2170尾) 背骨番号 白 コトウ C90 2000尾
緑 コトウ A87 170尾

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	0-20km	~40	~60	~80	~100	~120	~140
2.12	0~6	64	2.95	36.1	714	60	2	2	57	4	1	2	0	0	0
3.1	7~37	39	1.80	35.8	714	23	1	10	26	10	2	0	0	0	1
2~3	38~96	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	97~126	2	0.09	39	750	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
5~12	127~371	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		105	4.84			89	3	13	84	15	3	2	0	0	1

(平成3年12月31日現在)

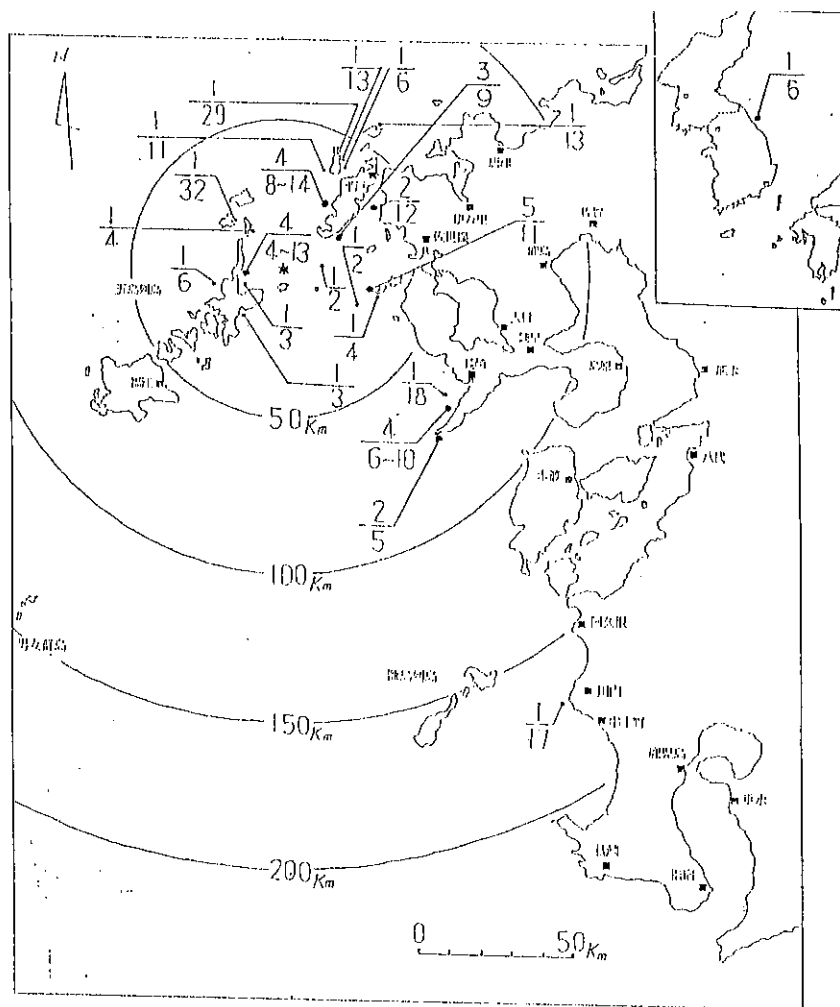


図-2 平成3年有川町北曾根放流再捕結果の概要 (平成3年11月26日、放流尾数2080尾) ギート型 黄色コトウA91
 ● 平成3年12月31日現在 1尾以上
 ● 平成3年12月31日現在 2~5尾
 ● 平成3年12月31日現在 6~10尾
 ● 平成3年12月31日現在 11尾以上
 ● 10尾以上再捕尾数

表-4 平成3年有川町北曾根放流再捕結果の概要 (平成3年11月26日、放流尾数2080尾) ギート型 黄色コトウ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	他	0~20	~40	~60	~80	~180	~200	~520	~540 _{Km}
H 3.11	0~5	7	0.33	30.1	341	3	0	4	5	2	0	0	0	0	0	0
H 3.12	6~36	33	1.59	30.2	365	22	8	3	3	17	4	7	0	1	0	1
計		40	1.92	30.2	361	25	8	7	8	19	4	7	0	1	0	1

(平成3年12月31日現在)

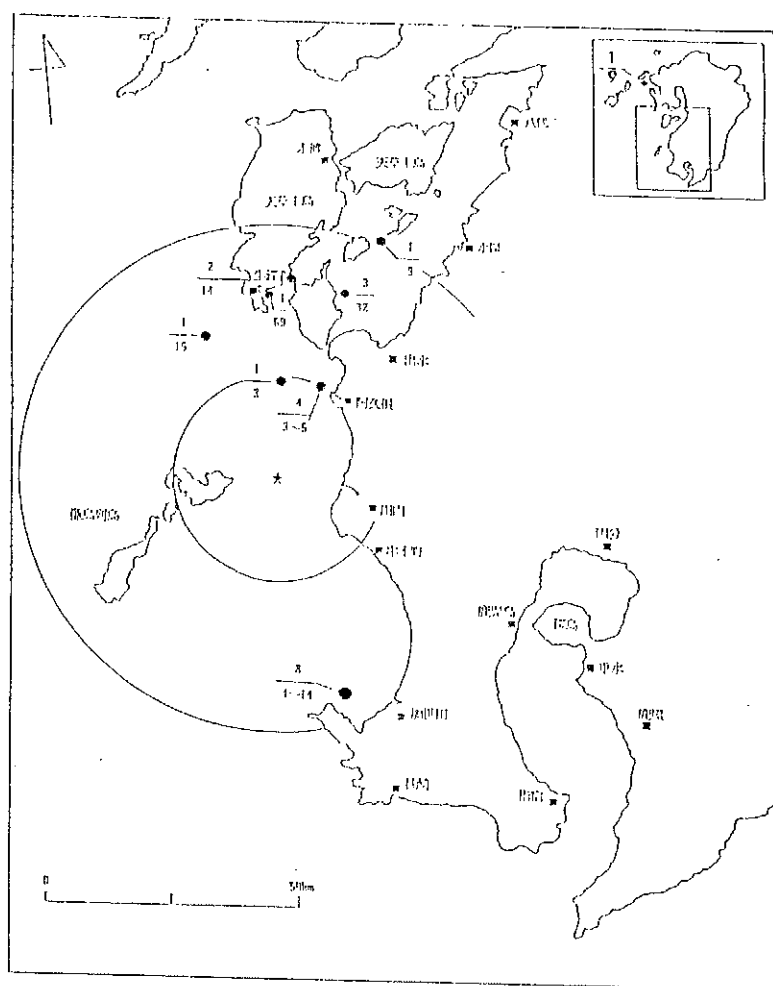


表-5 平成2年鹿児島県瀬島中瀬放流結果の概要(放流日 平成2年10月2日、放流尾数 5000 尾) タ-ト型 貴コトウ890

河浦年月	經過日数	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	不明	0-20	20-50	50-100	100-150	
H2. 10	1 ~ 30	13	0.36	24.3	200	9	3	0	0	1	0	7	10	1	
11	31 ~ 60	3	0.05			0	3	0	0	0	0		3	0	
12	61 ~ 91	1	0.02	40.0	700	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
H3. 1 ~ 12	92 ~ 456	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		22	0.44			9	12	0	0	1	0	3	13	1	

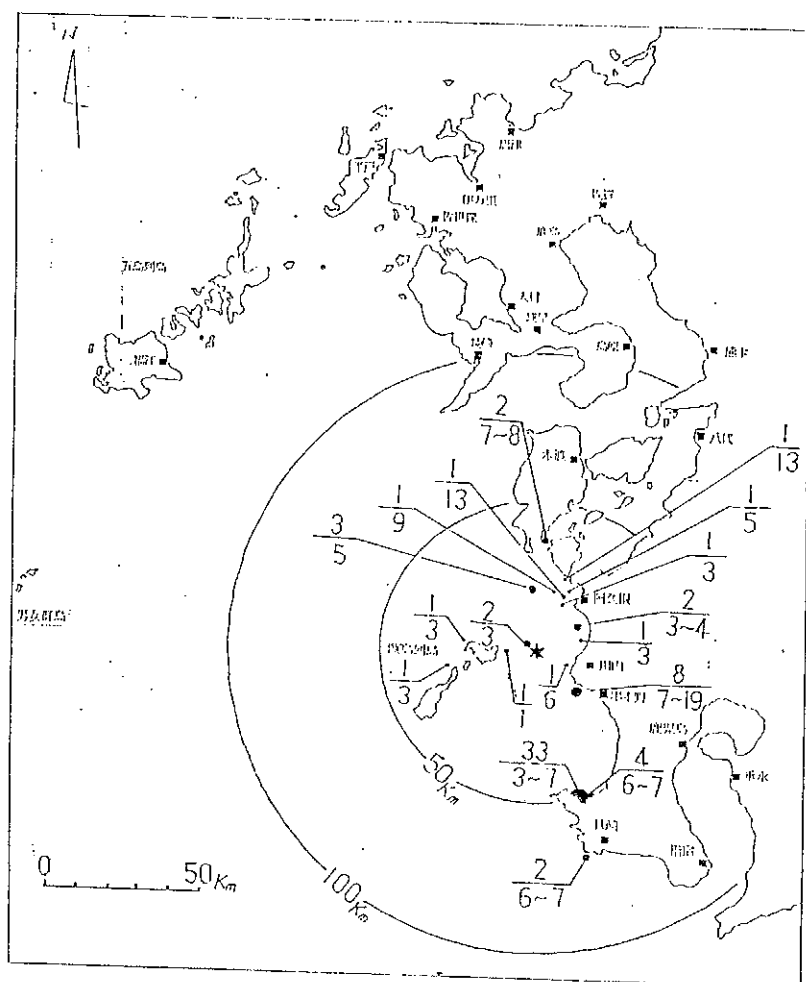
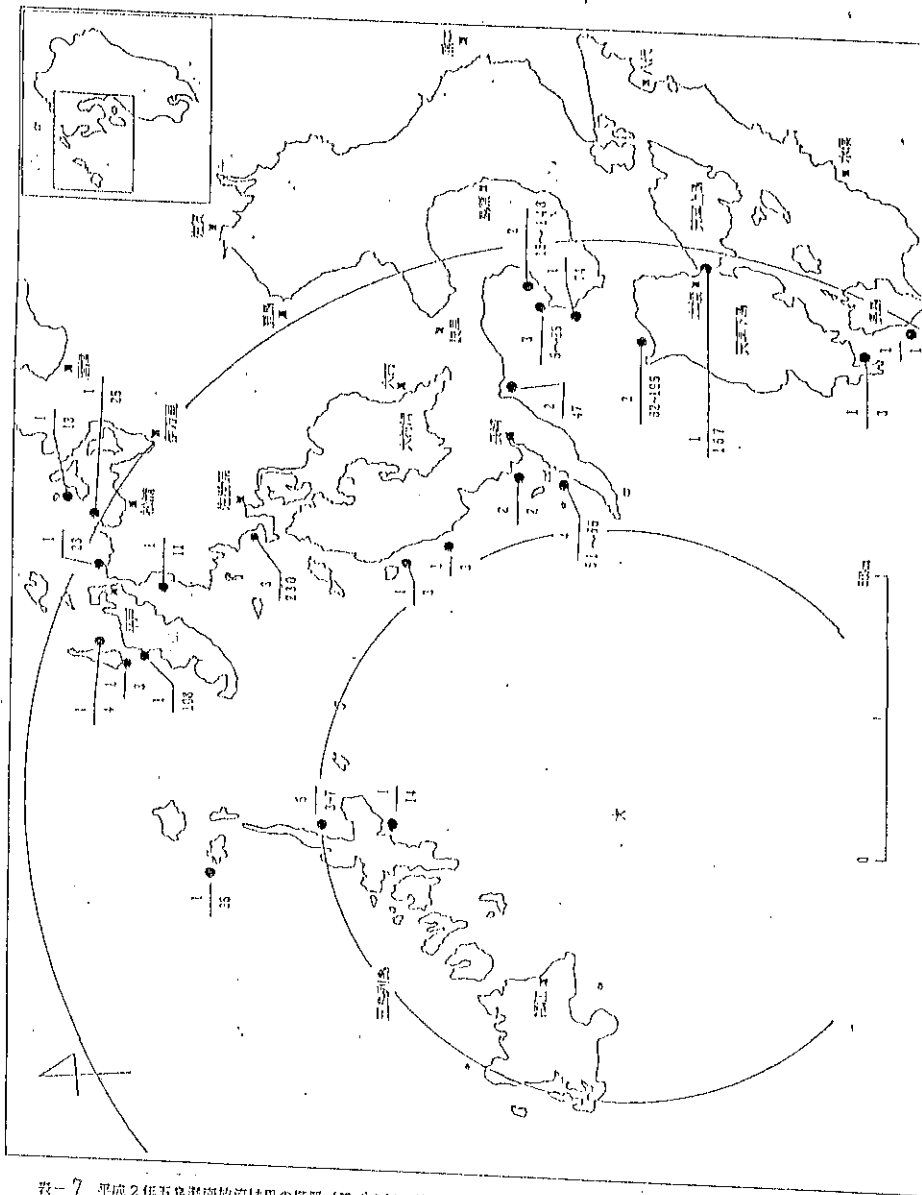


図-4 平成3年度鹿児島県瀬戸内海放流結果の概要 (放流日 平成3年11月27日、放流尾数 2130尾) グート型 白コトウC91

表-6 平成3年度鹿児島県瀬戸内海放流結果の概要 (放流日 平成3年11月27日、放流尾数 2130尾) グート型 白コトウC91

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	釣り	刺網	旋網	他	0~20	~40	~60	~80
H 3.11	0~ 3	33	1.55	18	11	1	2	1	6	3	24	0
12	4~ 36	34	1.60	23	3	0	0	8	11	8	13	2
		67	3.15	41	14	1	2	9	17	11	37	2



昭和22年
昭和23年
昭和24年
昭和25年
昭和26年
昭和27年
昭和28年
昭和29年
昭和30年
昭和31年
昭和32年
昭和33年
昭和34年
昭和35年
昭和36年
昭和37年
昭和38年
昭和39年
昭和40年
昭和41年
昭和42年
昭和43年
昭和44年
昭和45年
昭和46年
昭和47年
昭和48年
昭和49年
昭和50年
昭和51年
昭和52年
昭和53年
昭和54年
昭和55年
昭和56年
昭和57年
昭和58年
昭和59年
昭和60年
昭和61年
昭和62年
昭和63年
昭和64年
昭和65年
昭和66年
昭和67年
昭和68年
昭和69年
昭和70年
昭和71年
昭和72年
昭和73年
昭和74年
昭和75年
昭和76年
昭和77年
昭和78年
昭和79年
昭和80年
昭和81年
昭和82年
昭和83年
昭和84年
昭和85年
昭和86年
昭和87年
昭和88年
昭和89年
昭和90年
昭和91年
昭和92年
昭和93年
昭和94年
昭和95年
昭和96年
昭和97年
昭和98年
昭和99年
昭和100年

表-7 平成2年五島諸島放流結果の概要 (平成2年9月7日、放流尾数5000尾) 8-1型 白 コナギ

再捕年月	経過日数	再捕尾数	再捕率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	漁獲別再捕尾数				放流尾数別再捕尾数					
						定置網	一本	刺網	採集網	0-20cm	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
II 2. 9	0~23	19	0.38	22.5	160	13	7	0	1	0	1	7	3	7	1
10	24~54	7	0.14	26.6	368	2	5	0	0	0	0	1	3	2	1
11	55~84	5	0.10	32.6	441	1	4	0	0	0	0	3	0	2	0
12	85~115	1	0.02	42.0	1400	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
II 3. 1	116~146	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	147~174	2	0.04	45.7	855	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	175~205	1	0.02	32.0	950	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
4~6	206~296	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	297~327	3	0.06	40.0	--	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8~12	328~480	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		38	0.76			16	19	2	1	0	1	11	9	15	2

(平成3年12月31日現在)

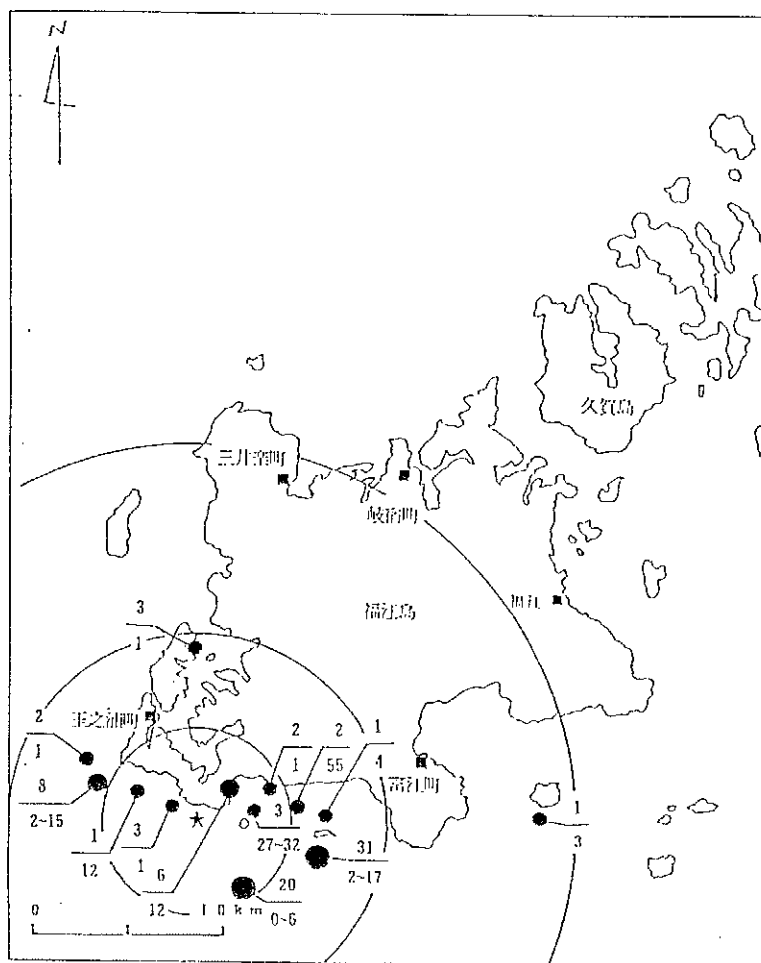


図-6 平成2年毛之浦町大浦崎沖大型魚放流時の再捕状況（五島事業場）
 （平成2年12月13日：280尾放流、平成3年12月31日現在）

大：放流地点 ●：1～5尾 ●：6～10尾 ●：11尾以上
 再捕尾数
 経過日数

表-8 平成2年大型魚放流結果の概要（平成2年12月13日、放流尾数280尾）
 ダート型 黄コウ200～482

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	釣り	0～5km	～10	～20
H 2.12	0～13	78	27.85	5	73	40	37	1
H 3.1	19～49	3	1.07	0	3	3	0	0
3.2	50～77	2	0.72	0	2	0	2	0
～3.12	78～383	0	0	0	0	0	0	0
計		83	29.64	5	78	43	39	1

（平成3年12月31日現在）

ヒラマサの標識放流

平成3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歳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年は予定どおり秋期に有川町沖に放流した。以下に前年の玉之浦町沖における成魚の放流群と本年の秋期有川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2年成魚放流群の再捕状況（長崎県玉之浦町）

放流および再捕結果を表-3、図-1に示した。

平成2年12月13日に平均全長850mmの成魚143尾にダート型標識（白色、コウ200～342）を装着して放流を実施した。平成3年12月31日現在（放流後383日目）の総再捕尾数は42尾、再捕率は29.37%と高い再捕率であった。再捕は放流初期に集中し、放流後12日目以内に41尾（全再捕尾数の97.6%）が再捕され、それ以降は41日目に1尾再捕されたのみである。移動範囲は狭く、すべて放流点から半径10km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成魚と同様東へ移動する傾向が強く、全再捕魚の81.0%が放流点の東側で再捕された。漁法別再捕状況は、釣りが多く全体の83.3%（35尾）を占め、他は定置網の16.7%であった。釣りによる再捕魚の内16尾（全再捕尾数の38.1%）は放流点から北東方向約5km地点のブリの飼付け場での再捕であった。これまでの三井楽町

沖での成魚の移動状況は、移動範囲が放流点から30km以内に限られて狭く、南下して福江島周辺海域で再捕される傾向がみられたのに対し、玉之浦町沖放流群は移動範囲が狭い点は同様であったが、大多数が東方向へ移動することが相違点として挙げられる。

2 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－4、図－2に示した。

平成3年11月26日に平均全長320mmの種苗1,000尾にダート型標識（赤色, トウA91）を装着して放流を実施した。平成3年12月31日現在（放流後35日目）の総再捕尾数は12尾、再捕率は1.2%である。再捕は、放流後9日目以内に11尾（全再捕尾数の91.7%）が再捕され、それ以降は現在のところ14日目に1尾再捕されたのみである。移動範囲は狭く、すべて放流点から半径75km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あり、全再捕魚の75%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83.3%（10尾）を占め、一本釣りは1尾（8.3%）のみであった。

（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	放流月日	放流点	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	
				59	60	61	62	63	平1	2				3
59三ツリ 1	11. 1	三井炭田沖	250	30	14	0	0	0	0	0	0	44	17.60	背骨型 (黄色)
59三ツリ 1	8. 7	三井炭田沖	83		11	3	0	0	0	0	0	14	16.87	背骨型 (赤色・黄色)
60三ツリ 2	9. 6	三井炭田沖	716		2	0	0	0	0	0	0	2	0.28	背骨型 (赤色)・カサノ型 (黄色)
61三ツリ 1	8. 5	三井炭田沖	98			16	0	0	0	0	0	16	16.37	背骨型 (黄色)
61三ツリ 2	10. 2	三井炭田沖	2506			51	4	0	0	0	0	55	2.19	背骨型 (黄色)
62三ツリ 1	8. 21	三之浦沖	750				10	0	0	0	0	10	1.23	アンカー型 (白色)
62三ツリ 2	10. 5	三井炭田沖	73				9	0	0	0	0	9	12.33	アンカー型 (白色)
63三ツリ 1	8. 23	三輪堤屋	5750					4	0	0	0	4	0.07	タート型 (黄色)
7三ツリ 1	11. 22	有川町沖	1700						103	8	0	113	6.65	タート型 (白色)
8三ツリ 1	10. 13	三之浦沖	143							41	1	42	29.37	タート型 (白色)
8三ツリ 1	11. 26	有川町沖	1000								12	12	1.20	タート型 (赤色)

(平成 34年12月31日現在)

(平成 3年12月31日現在)

表-2 平成3年におけるヒラマサの放流票記状況 (五島事業場)

放流群No.	放流場所	放流月日	放流尾数		放流サイズ (mm)	標識のタイプ	標識番号
			全尾数	内標識尾数			
3年三ツリ 1	黒崎県南松浦郡 有川町北曾根	11. 25	1000	1000	318 (250~364)	ダート型 (赤色)	コトブ A91

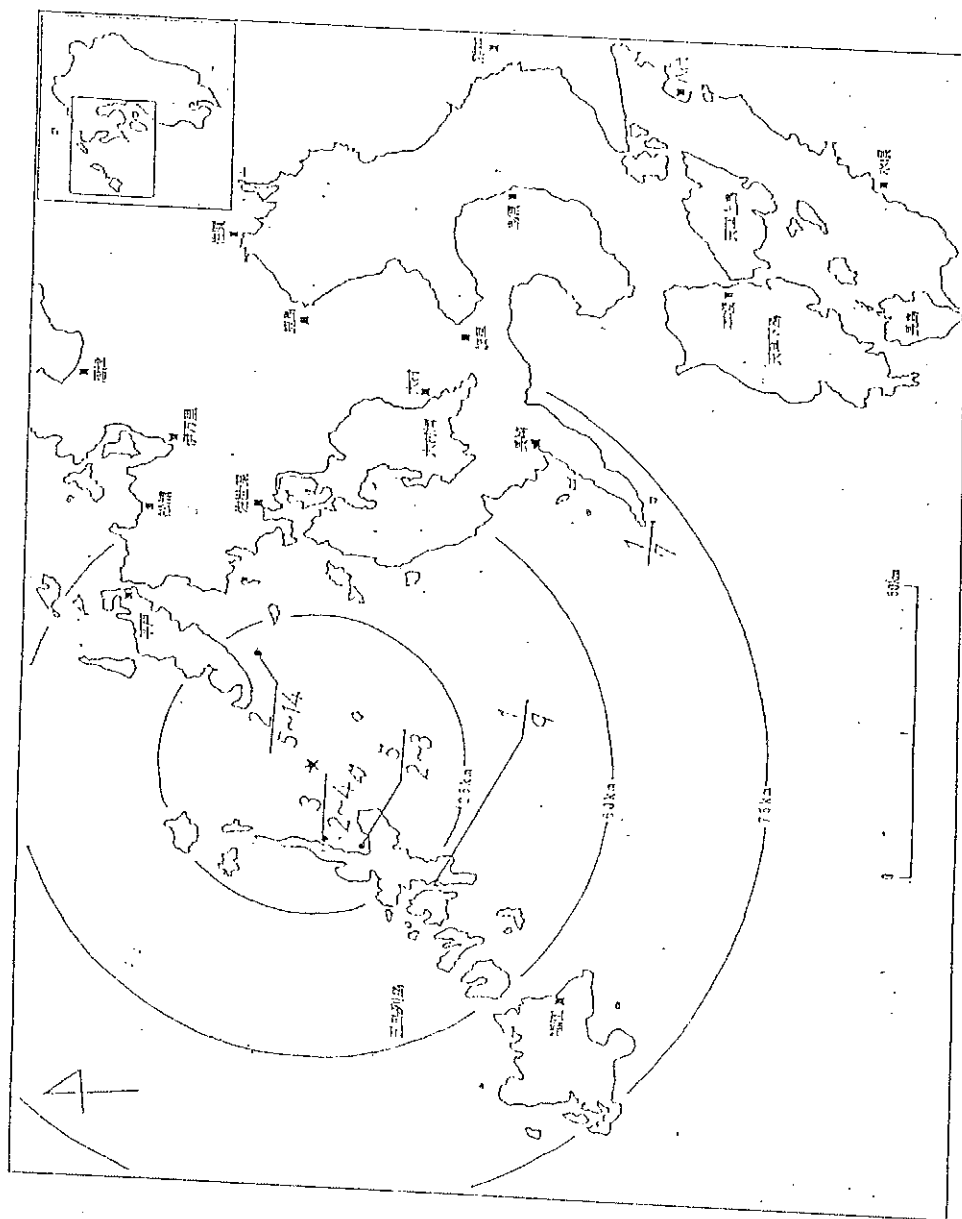


図-2
 上段：再捕尾数
 下段：経過日数
 ●：再捕尾数1尾以上
 ○：経過日数1日以上
 △：経過日数1日以上、再捕尾数1尾以上
 ×：経過日数1日以上、再捕尾数1尾以上、かつ、再捕尾数1尾以上
 ○：経過日数1日以上、再捕尾数1尾以上、かつ、再捕尾数1尾以上
 △：経過日数1日以上、再捕尾数1尾以上、かつ、再捕尾数1尾以上
 ×：経過日数1日以上、再捕尾数1尾以上、かつ、再捕尾数1尾以上

表-4 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1000尾) ゲート型 赤コトウ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	30-80
H3. 12	0 ~ 35	12	1.2	30.6	388	10	1	0	0	1	0	10	2

(平成3年12月31日現在)

2. 日本海ブリ種苗輸送試験

有元 操

海上で餌付け後のブリ種苗を島根県、石川県、当協会小浜事業場並びに能登島事業場へ輸送した。以下に輸送試験結果について述べる。

1. 方法

航海の概要を表1に、輸送試験結果については表2に示した。

1) 輸送種苗

輸送試験に供したのは、当場で3月下旬に採卵し、陸上水槽で種苗生産後、さらに海上の小割生簀(4×4×深さ2.5 m、目合い160～105 径)で配合飼料で養成した種苗である。輸送尾数は88000尾で、平均全長は93mm(63～117)であった(表2)。

2) 輸送方法

輸送には、活魚運搬船(第一協和丸、120トン、九州海洋開発(株)所有)を用い、8槽(16.5～18.9m³)の活魚槽を使用した。海水は、船底から緩やかに流入し、上部両舷より流出するような構造となっており、種苗が押し流されるような現象は認められなかった。換水率は、20～25分/回転とのことであった。収容密度は4.73kg/m³(3.87～6.19)であった(表2)。

3) 配付先および輸送経路

配付先は、島根県(美保関漁協)、当協会小浜事業場(福井県)、石川県(増養殖水試)および当協会能登島事業場(石川県)の4か所である。輸送は、6月23日から同26日までの4日間にわたり、輸送距離は約1150km、輸送時間は約69時間であった(表1)。

4) 輸送中の管理方法

餌料は、通常飼育の30～40%を目安として、配合飼料(モジャコ用EP・No1とNo2:日配製)を1日に2回投与したが、寄港を考慮して投餌しなかった魚槽もある。斃死魚は、適宜タモ網ですくい、計数後、一部は開腹して原因究明に努めた。なお、定期的に、水温および比重を測定した。また、魚体のスレが予想されたために、夜間には照明(60W/魚槽)を行った。

2. 結果および考察

配付尾数は86300尾で、生残率は98.1%と昨年度(99.1%)と同様に高かった。この要因として、大型種苗であったこと、YAVの発生が見られなかったこと、種苗を完全に配合飼料に餌付けさせてから輸送したこと等が考えられる。なお、本年度もYAVの対策として、当场で種苗のウィルスチェックを行い、健苗であることを確認して輸送を実施した。

海況は、24日の午前中は風力3～4程度でやや波高が高かったが、以降は風力1～2程度で穏やかで、投餌等の作業には支障を来たさなかった。また、水温は、出港時に20.0℃で、航海中も21.6～22.4℃で急激な水温低下は見られなかった。比重(σ_{t5})は、出港時1.0251で輸送中1.0246～1.0261であったが、美保関港内が1.0226とやや低かった。

摂餌状況は、通常飼育の30～40%を目安に投与したが、摂餌状況は極めて良好であった。斃死魚は、同一水槽内では大小に関係なく見られた。斃死要因として、滑走細菌症およびペコ病が考えられた。

今回の収容密度では過密による弊害は特に感じられなかった。

3. 要約

1) 6月23日から同26日にかけて島根県(美保関漁協)、小浜事業場、石川県および能登島事業場にブリ種苗(平均全長は93mm、88000尾)を活魚運搬船で輸送した結果、86300尾を配付し、生残率は98.1%であった。

表 1 航海日程

月日	出入港時間	場 所
6月23日	8:10	五島事業場出港
24日	16:20	島根県美保関漁協着
	17:30	〃 出港
25日	6:00	福井県小浜市日裁協小浜事業場着
	10:00	〃 出港
26日	5:20	石川県能登島町県増殖水試 日裁協能登島事業場着

表 2 日本海ブリ種苗の輸送試験結果の概要（五島事業場）

配布先	積み込み尾数	全長 (mm)	収容密度 (kg/ m ³)	配付尾数	生残率 (%)
島根県美保関漁協	11000	107 (101 ~117)	3.87	10800	98.2
小浜事業場	22000	92 (63~103)	4.55	21800	99.1
石川県 増殖水試	23000	91 (78~110)	4.26	22400	97.4
能登島事業場	32000	91 (78~110)	6.19	31300	97.8
合計	88000	93 (63~117)	4.73	86300	98.1

V. 種苗生産

環境清浄化システム技術開発

シマアジのウイルス性神経壊死症（VNN）に関する試験

有元 操

本年行ったシマアジのウイルス性神経壊死症に関する試験の概要について報告する。

① 本年度は本疾病対策として、若齢魚からの採卵、早期採卵、親魚の抗体価の高低による選別養成および単発産卵を実施した。その結果、親魚の抗体価の高低にも関わらずVNNは発生しなかった。今後、抗体価については年変動を把握する必要があり、抗体の基礎的試験も必要である。

② 当场で得られた受精卵およびふ化仔魚を定法によりELISAで検出したが、すべて検出限界以下であった（図1）。また、産卵時期別（12~3月）および親魚群別に飼育試験を行い、成長段階別にELISA法でウイルス検出を行ったが、いずれもウイルスは検出されなかった。ただし、4月中旬に感染試験用として古満目事業場（天然13歳魚）から搬入したふ化仔魚では、ウイルスが検出され、これを用いて京大でウイルスの純化に再び成功した（写真1）。

③ 親魚の血漿中のIgMを部分純化する方法（図3）で再度親魚チェックを行った結果、陰性と考えられた親魚群でもかなりの割合で陽性と判断される個体があった。また、能登島水族館および千葉県鵜原漁協から購入した親魚でも、小笠原養成魚と同様に陽性と判断される個体があり、天然シマアジも本ウイルスに感染している可能性が示唆された（表1）。

④ 平成2年11月より翌年9月まで個体ごとに（磁気標識による識別）SJNNVに対する抗体価を調査した結果、抗体価の変化はさほど認められなかった。

⑤ 免疫による本ウイルスの防除対策を図るため、ウイルス外被蛋白を用いて免疫試験を行った。SJNNVの不活化はセシウムクロマイド塩で行った。不活化したSJNNV（150 μ g）にIncomplete adjuvant（2回目以降はcomplete adjuvant）を加え、人工生産10年魚（平均体重4.1 kg、10尾）に11月15日から12月3日まで一週間ごとに3回注射した。親魚血清中の抗体価は2か月後に急激に上昇し、その後はこの抗体価を維持した。この結果、親魚へのワクチン投与効果は十分期待されると判断されたが、採卵は出来なかった（図2）。

⑥ ウイルス感染ふ化仔魚を用いて、シマアジ稚魚（全長15と26mm）およびブ

リ稚魚（全長25mm）への感染試験を行った。シマアジ稚魚では、摂餌不良や旋回運動を示し斃死する個体が見られたがELISA 法ではウイルスを検出できなかった。ブリ稚魚では異常斃死は認められなかった（表3）。この結果、全長15mm以降のシマアジ稚魚では、水平感染は起こりにくいと考えられた。今後、仔魚期における感染試験が必要と考えられる。

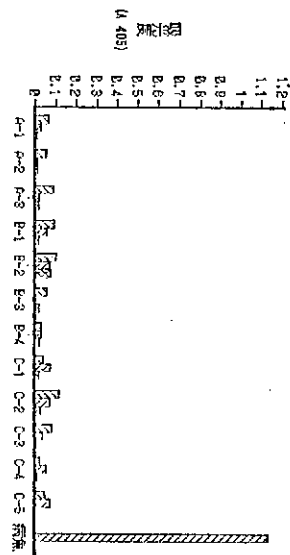


図1 シマアジの浮上群とよみ化仔魚からのSNMの検出 (五島新集場)
A1-9とは人工7歳魚・前年度産の11・12・13までの浮上群とよみ化仔魚
B1-4とは人工10歳魚・前年度産の11・12・13・20までの浮上群とよみ化仔魚
C1-5とは人工10歳魚・前年度産の11・20・21までの浮上群とよみ化仔魚

観測群と浮上群
浮上群 浮上群

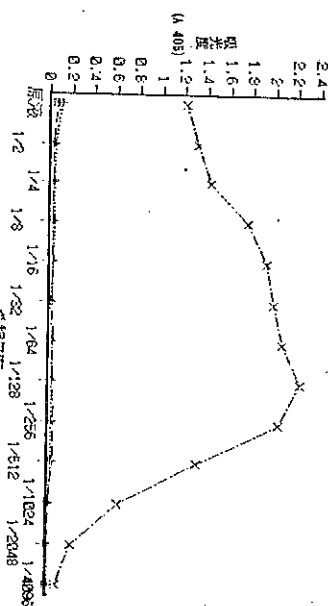


図2 シマアジ配付槽苗のSNMの検定 (五島新集場)
□ NO1 + NO2 ○ NO3 △ NO4 × NO10
配付槽苗
NO1とは観測群、配付槽苗
NO2とは配付槽苗と五島新集場向け用槽苗
NO3とは配付槽苗と五島新集場向け用槽苗
NO4とは観測群、配付槽苗、配付槽苗
NO10とは観測群

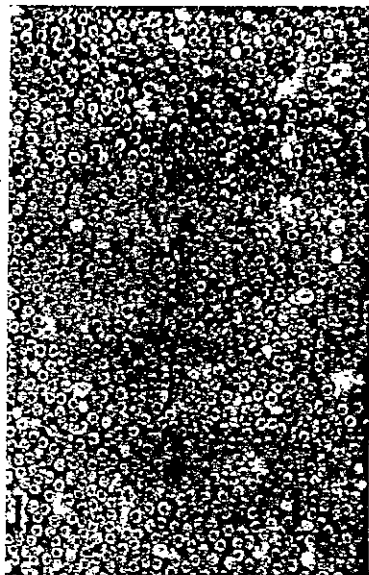


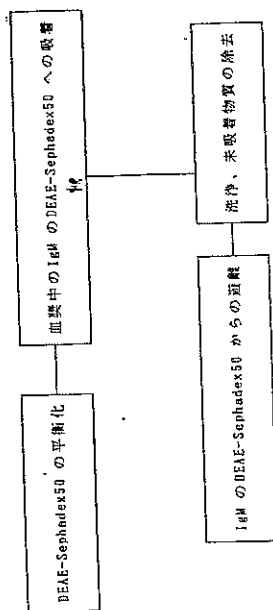
写真1 シマアジの浮上群から採れたツノムシのnegative染色による電子顕微鏡写真
スケールは100μmをします。

表1 シマアジ観測面中のSNMに対する観測面判定 (1/4 画分法) 結果

由来	観測区分	検定結果	判定結果
		大きさ	検定結果
五島	人工7歳魚	検定結果	判定結果
	20	2.4 45.0 ~5.2kg ~50.0 cm	6 14 70.0
	人工10歳魚	3.5 59.0 ~4.5kg ~71.0 cm	3 7 70.0
	人工10歳魚	3.2 57.0 ~4.5kg ~71.0 cm	1 19 95.0
子安集場	天然2歳魚	0.9 36.0 ~2.4kg ~50.0	3 6 66.7
石川集場	天然10歳魚	5.7 67.0 ~8.9 ~72.0	2 1 35.3

図3 ELISA法による鯉魚血漿中のSJNNVに対する抗体価測定方法

1. 血漿中のIgMの部分画分法



2. 血漿中のSJNNV 抗体の測定

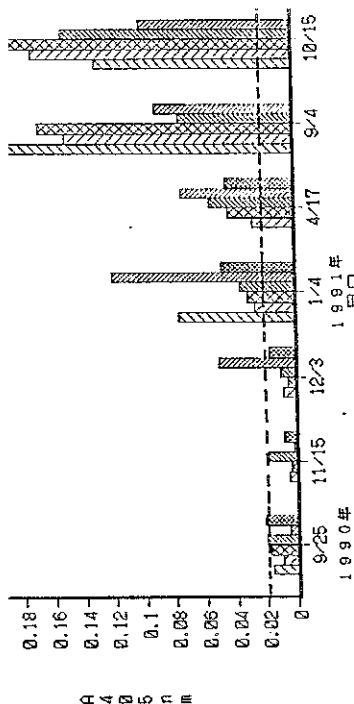
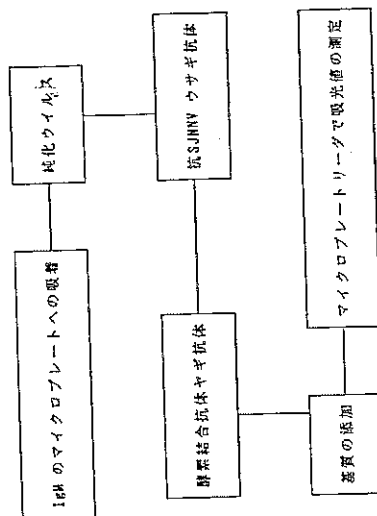


図4 1990年ワクチン試験点(人工9歳点)の抗体価の変化

1990年11月15日、同22日、12月3日に約150 μ g のウィルス外被蛋白を10尾に注射し、抗体価の変化を測定した。陰性試料の吸光度は図中の点線、11月15日のワクチン注射後30日後の12月3日の抗体は1尾に上昇が認められたが、他の個体ではさほど上昇していない。しかし、その後、高くなる傾向が認められている。

表2 シマアジ (SJNNV) およびキジハタから分離されたウィルスのシマアジ稚魚への感染試験結果 (五島事業場)

試験区	試験期間	供試尾数	感染魚の大きさ			SJNNV	
			全長	体重	死亡尾数	死亡尾数	検出結果
コントロール	83.5.11~5.30	50	26.9mm	0.24g	4	8.0	—
SJNNV 感染区							
キジハタウィルス感染区							
					14	25.0	—
					21	42.0	—

表3 SJNNV のプリ稚魚への感染試験結果

試験区	試験期間	供試尾数	感染魚の大きさ			SJNNV	
			全長	体重	死亡尾数	死亡尾数	検出結果
コントロール	83.5.18~5.30	50	24.9mm	0.21g	2	4.0	—
試験区					2	4.0	—

V-2. YAVに対するオゾン処理海水および紫外線照射の殺ウイルス効果試験

有元 操

1. オゾン処理海水のYAVに対する殺ウイルス効果試験

(1) 方法

1) 供試ウイルス

供試ウイルス（1990年6月に五島事業場のブリ稚魚から分離したYAVーGB901）にはCHSE-214細胞を用いて、20℃で7日間培養し、細胞片などを遠心分離して除去した後、-85℃で凍結保存したものを用いた。供試ウイルス液の感染力価は $10^{8.3}$ TCID₅₀/mlであった。

2) オゾン発生装置

オゾナイザーMG1型（荏原実業製）を用いた。

3) 残留オキシダントの濃度と作用時間

残留オキシダント海水には濃度1.49ppmと1.44ppmのものを用いた。前者ではPBS(-)（燐酸緩衝食塩バッファ）で1/2、1/4、1/8に、後者では3/4、2/3にそれぞれ希釈した後、1/10容のウイルス液を添加した。作用時間は前者で0.5、1.0分間、後者では0.5、1.0、2.0分間とした。その後、N/10チオ硫酸ナトリウム溶液を0.1mlを加え、残留オキシダントの作用を停止させ、細胞への接種材料とした。

接種材料は96穴マイクロプレートに培養したCHSE-214に接種し、20℃で10日間培養し、ウイルス感染価（TCID₅₀）を求めた。

(2) 結果および考察

表1、2に試験結果を示した。いずれのウイルス濃度および残留オキシダント作用時間でも感染価は残留オキシダントで処理しなかった場合と大差は見られなかった。この要因として、残留オキシダントが速やかにPBSあるいはウイルス液と作用し、その効力を低下させた可能性がある。

今回の試験では、培地および希釈液がオキシダント海水の殺ウイルス効果に支障をもたらしたため、期待した成果は見られなかった。このため、今後、培地の希釈濃度（1/1000）、オキシダント海水濃度を高める措置および希釈液の選択（超純水）等の検

討が必要である。

2. 紫外線照射のYAVに対する殺ウイルス効果試験

(1) 方法

1) 供試ウイルス

供試ウイルス液をPBS (一) で10倍あるいは1000倍希釈して紫外線に作用させた2例の試験を行った。供試ウイルス(1990年6月に五島事業場のブリ稚魚から分離したYAV-GB901)にはCHSE-214細胞を用いて、20℃で7日間培養し、細胞片などを遠心分離して除去した後、-85℃で凍結保存したものを用いた。供試ウイルス液の感染力価は $10^{8.3}$ TCID₅₀/mlであった。

2) 紫外線殺菌灯と紫外線光強度計

紫外線殺菌灯にはGL-15(National製)を用い、照射線量は紫外線光強度計(浜松ホトニクス製)で測定した。

3) 供試ウイルス液の調整と照射線量

供試ウイルス液はPBS (一) で10倍あるいは1000倍希釈し、ガラス製シャーレ(径70mm)に入れ紫外線殺菌灯の下に置いた。照射線量は距離と照射時間を変えることにより照射線量を調整した。CHSE-214を培養した96穴マイクロプレートに接種材料を0.05ccずつ5 Wellに接種し、20℃で10日間培養し、CPE(細胞変性効果)を観察した。

(2) 結果および考察

試験結果を表3、4に示した。供試ウイルス液はPBS (一) で10倍希釈して用いた場合、いずれの紫外線照射量でも細胞変性効果が認められた(表3)。ウイルスの不活化効果が認められなかった要因として、培地が紫外線照射に支障を来した可能性がある。

このため、供試ウイルス液を1000倍希釈し培地が紫外線照射に与える影響を軽減して試験を行った。この結果、 $200000 \mu \text{w} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ 以上の照射線量でウイルス感染価は

99.9% 以上減少した。この数値は吉水らの報告とほぼ一致し、本ウイルスは紫外線照射に強い耐性を示すと判断された。今後、さらに詳細な試験が必要と考えられた。

3. 要約

- 1) YAVに対するオゾン処理海水（残留オキシダント）の殺ウイルス効果を試験したが、ウイルス感染価は低下しなかった。この要因として、残留オキシダントが速やかにPBSあるいはウイルス液と作用し、その効力を低下させた可能性がある。今後、培地の希釈濃度 (1/1000)、オキシダント海水濃度を高める措置および希釈液の選択（超純粋）等の検討が必要である。
- 2) 同様に紫外線の殺ウイルス効果試験を行った。この結果、 $200000 \mu \text{ w} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ 以上の照射線量でウイルス感染価は99.9% 以上減少した。

表1 オゾン処理海水（残留オキシダント、1.49ppm）の殺ウイルス効果試験結果

接種材料			処理後の残留オキシダント濃度	
濃度	作用時間	ウイルス感染価 (TCID ₅₀)	PBS(-)で希釈後	ウイルス液を添加後
YAV		10 ^{8.3}		
原液	0.5 分	10 ^{7.8}		0ppm
1/2	0.5 分	10 ^{7.6}	0ppm	0ppm
1/4	0.5 分	10 ^{7.6}	0ppm	0ppm
1/8	0.5 分	10 ^{7.8}	0ppm	0ppm
原液	1.0 分	10 ^{7.6}	0ppm	0ppm
1/2	1.0 分	10 ^{7.3}	0ppm	0ppm
1/4	1.0 分	10 ^{7.3}	0ppm	0ppm
1/8	1.0 分	10 ^{8.3}	0ppm	0ppm

表2 オゾン処理海水（残留オキシダント、1.44ppm）の殺ウイルス効果試験結果

接種材料			処理後の残留オキシダント濃度	
濃度	作用時間	ウイルス感染価 (TCID ₅₀ /ml)	PBS (-) で希釈後	ウイルス液を添加後
原液	0.5 分	10 ^{8.1}	—	0ppm
3/4	0.5 分	10 ^{7.6}	0.73ppm	0ppm
2/3	0.5 分	10 ^{7.3}	0.42ppm	0ppm
原液	1.0 分	10 ^{7.8}	—	0ppm
3/4	1.0 分	10 ^{7.8}	0.73ppm	0ppm
2/3	1.0 分	10 ^{7.8}	0.42ppm	0ppm
原液	2.0 分	10 ^{8.1}	—	0ppm
3/4	2.0 分	10 ^{8.1}	0.73ppm	0ppm
2/3	2.0 分	10 ^{7.3}	0.42ppm	0ppm

表3 照射線量別の感受性

照射線量 ($\times 10^4 \mu w \cdot sec/cm^2$)	C P Eの有無
10.8 (1.80 $\times$ 60sec)	+ *
21.6 (1.80 $\times$ 120sec)	$\pm^{**}$
43.2 (1.80 $\times$ 240sec)	$\pm$
4.6 (0.78 $\times$ 60sec)	+
9.2 (0.78 $\times$ 120sec)	+
18.4 (0.78 $\times$ 240sec)	+
5.8 (0.48 $\times$ 120sec)	+
11.6 (0.48 $\times$ 240sec)	+
23.2 (0.48 $\times$ 480sec)	+
8.2 (0.34 $\times$ 240sec)	+
16.3 (0.34 $\times$ 480sec)	+

* +とはすべてのWellでC P Eが認められた。

** $\pm$ とは一部のWellでC P Eが認められた。

表4 照射線量別のウイルス感染価

照射線量 ($\times 10^4 \mu w \cdot sec/cm^2$)	ウイルス感染価
0 (YAV)	$10^{9.3}$ T C I D ₅₀ /ml
43.2 (1.80 $\times$ 240sec)	$10^{5.8}$ T C I D ₅₀ /ml
21.6 (1.80 $\times$ 120sec)	$10^{5.8}$ T C I D ₅₀ /ml

VI. 共同研究

ブリ配合飼料化試験

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5年目を迎える。昭和63年度の試験では、全長25mmサイズで4社の配合飼料において約80%以上の生残率が認められた。さらに、平成元年度の試験では、全長20mmサイズで3社の配合飼料において約70%以上の生残率が認められ、その最良成績区では91.8%という生残率が認められ、このサイズ以上での配合飼料化はほぼ実用段階への見通しが得られた。そこで、平成2年度は、これまでに開発されてきた配合飼料の中で20mmサイズ以上で好成績が得られている配合飼料を用いて量産規模での配合飼料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約70%の生残率が認められ、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た。そこで、今年度は、全長15mm以下の小型サイズでの配合飼料の利用の可能性について検討を行なうとともに、昨年度の再現試験として全長20mmサイズにおける量産規模での配合飼料化試験を行った。

材料と方法

試験は、小規模試験（0.5m³ 水槽）と量産規模試験（60m³水槽）を行った。小規模試験では全長10mm（試験Ⅰ）および全長15mm（試験Ⅱ）の2つの配合飼料化試験を、量産規模試験では全長20mm（試験Ⅲ）からの配合飼料化試験を行った。

1. 小規模試験（0.5m³ 水槽）

1) 試験期間：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：0.5m³ 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

無投餌区（本試験から無投餌）

配合飼料区（MF 2 1 参加メーカー 3 社）

6) 試験 I・II における使用餌料

試験No.	馴致期間（5日間）		本試験（10日間）	
	サイズ	餌料	サイズ	餌料
I	8mm	アルテミア 配合飼料 (No.1) *	10mm	配合飼料 (No.1) *
II	12mm	アルテミア 配合飼料 (No.1) *	15mm	配合飼料 (No.2) *

* 配合飼料粒径番号：各社別の配合飼料の各粒径は表 1 に示した。

7) 投餌量：試験 I～II における基準投餌量を表 2 に示した。

投餌基準量は、全長10mmサイズでは体重の 200%、全長15・20mmサイズでは体重の 100%とした。

馴致期間では、生物餌料（アルテミアノープラス）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：日水 B：丸紅 C：メルシャン

2. 量産規模試験（60m³水槽）

1) 試験期間：馴致期間（生物餌料併用期間）は全長15mmより5日間行う。

本試験は、基本的に全長20mmサイズより生残率が安定化するまで行う。

2) 飼育水槽：60m³コンクリート水槽を3面使用する。

3) 供試魚：同一種苗生産群を全長12mmで分槽して使用する。

4) 収容尾数：各区（対照区・試験区）とも 1000 尾/m³とする

5) 試験区：A 社区（配合飼料区）

B 社区（配合飼料区）

対照区（生物餌料併用区）

6）試験Ⅲにおける使用餌料

試験区	馴致期間（5日間）		本試験（10日間）	
	サイズ	餌料	サイズ	餌料
対照区	12mm	アルテミア	20mm	アルテミア
	15mm	アルテミア		凍結アルテミア
		凍結アルテミア		
試験区	12mm	アルテミア	20mm	配合飼料 (No2・3) *
	15mm	アルテミア		
		配合飼料 (No2) *		

* 配合飼料粒径番号：各社別の配合飼料の各粒径は表1に示した。

7）投餌量：試験Ⅲにおける餌料別投餌料を表2に示した。

投餌基準量は、基本的に体重の100%とした。

馴致期間は、生物餌料（凍結餌料を含む）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：丸紅

3．調査内容

成長・生残・消化管内容物（摂餌率）・生産指数（生物餌料区の通算生残率を100とした場合の各試験区の通算生残率比）の結果より配合飼料の有効性の検討を行なった。なお、試験Ⅲでは、形態異常、種苗の活力についても検討した。

結果と考察

試験Ⅰ～Ⅲにおける飼育概要を表3に、試験期間中の餌料別投餌量を表2に、配合飼料の総投餌量を表4に、配合飼料の摂餌率を表5に示した。以下、試験Ⅰ～Ⅲにおける結果の概要を記す。

1. 小規模試験

試験Ⅰ・Ⅱにおける試験期間中の投餌時間と投餌餌料の種類を図1・図2に示した。

1) 試験Ⅰ

試験期間は4月19日～4月28日までの10日間行った。試験結果を表6，図3，図4に示した。本試験の生残状況は、配合飼料区はいずれも本試験開始3～4日目に急減した。本試験開始後5日目の生残率はA区，B区では32.3～33.0%であり約3分の1の個体が配合飼料に餌付き、通算生残率では25.0～27.0%であった。しかし、C区は餌付きが悪く、本試験終了時には全滅した。一方、生物餌料区の通算生残率は73.6%であった。無投餌区は本試験開始4日目より急減し5日目には全滅した。成長は、生物餌料区がもっともよかったが、A区，B区と大きな差はみられなかった。しかし、生残率は、生物餌料区に比べると配合飼料区はいずれも悪かった。各配合飼料区の生産指数は、A区：34，B区：37，C区：0であり、このサイズでの配合飼料の有効性は認められなかった。

2) 試験Ⅱ

試験期間は5月26日～6月4日までの10日間行った。試験結果を表7，図5，図6に示した。生残状況は、配合飼料区はいずれも本試験開始後に減耗が見られたものの大部分が配合飼料に餌付き、その減耗は小さいものであった。本試験終了時の配合飼料区の生残率は63.7～75.0%、通算生残率は53.0～65.8%であった。一方、生物餌料区の本試験終了時の生残率は85.9%、通算生残率は74.4%であった。無投餌区は本試験開始3～4日目より急減し、本試験終了時の生残率は8.4%、通算生残率は6.4%であった。成長は、A区がもっともよく、次に生物区，C区，B区の順であり、いずれも生物餌料区と大差がなかった。各配合飼料区の生産指数は、A区：88，B区：86，C区：71であり、生

残状況からみると配合飼料の有効性が伺われた。

2. 量産規模試験

試験Ⅲにおける試験区・対照区の餌料系列を図7, 図8に示した。

1) 試験Ⅲ

試験期間は6月11日～7月3日までの18日間行った。試験結果を表8, 図9, 図10に示した。生残状況は、試験区では本試験開始7～9日目に配合飼料に餌付かない個体が斃死することにより急減し、完全に配合飼料に餌付き生残率が安定したのは10日目以降であった。本試験における生残率は、A区では74.2%, B区では60.1%であり、試験開始からの通算生残率はA区では68.3%, B区では52.6%であった。対照区では全期間を通じて共食いによる斃死が見られたが、その割合は試験区における配合飼料に餌付けない個体の斃死の割合に比べて小さいものであった。本試験における生残率は91.1%であり、試験開始からの通算生残率は82.8%であった。成長は本試験開始10日目まではほとんど両区の間で差はみられなかったが、10日目以降は試験区が対照区を上回る成長を示し、その後成長差は大きくなった。試験区の生産指数は、A区では82であり、B区では64であった。

種苗の活力については、10秒間の空中乾出によるショック死は試験区では馴致期間が終了した全長20mmサイズの時点でほとんど見られなかったが、対照区では全長25mm以上になるまで見られた(図11)。また、3分間の空中乾出による活力試験では、全長30mmの時点で対照区の生残率が10%以下であるのに対し試験区では50～60%であり、種苗の活力に明らかな差が認められた(図12)。

形態異常の発生率は、対照区に比べて試験区は高い傾向があり、特にA社では鰓蓋部に異常が多く認められた(表9)。

今年度の試験結果をみると、全長10mmサイズでは、もっとも成績のよいB区が生産指数が37であり、生物餌料区に大きく劣っており、このサイズでの配合飼料化にはまだ多くの問題を残しているように思われる。特に、予備試験終了時での配合飼料の摂餌率を見ると、B区(80%)以外の区では低く、餌付きの点に問題があると思われる。

全長15mmサイズでは、各試験区の生産指数が71～88であったが、馴致期間終了時での配合飼料の摂餌率を見ると、C区以外は80%と高いことから、配合飼料の給餌方法等の改善により生残率の向上が図れるものと思われる。

全長20mmサイズにおける量産規模試験では、試験区の実験指数は64～82と低い結果であった。しかし、成長面では、成長が速いこと、大きさがそろっている等試験区の方が好結果が得られた。種苗の活力については、取り揚げサイズが大きいこともあり取り揚げ時のショック死は見られなかった。また、同じサイズにおいても試験区のほうが活力が高かった。

今回の結果より、20mmサイズでの量産規模での配合飼料の実用化は、生残率・形態異常などの問題があるものの十分可能である。今後、馴致期間における配合飼料の投餌方法を工夫することにより、生残率の向上が期待される。

来年度は、小規模試験では全長15mm以下のサイズでの配合飼料化試験を進めるとともに、量産規模試験では栄養面および種苗の活力面からの検討、すなわち配合飼料の栄養欠陥からの形態異常の出現状況および成長にともなう種苗の活力の変化等について検討したい。

要約

- 1) ブリ稚仔魚用餌料としての配合飼料の有効性について、マリノフォーラム 21 との共同研究を行なった。
- 2) 全長10mmサイズでは、B社製で27.0%の生残率が得られたものの、生物餌料と比較すると、餌料としては多くの問題を残している。
- 3) 全長15mmサイズでは、配合飼料の摂餌はみられるものの生残率は60%台であり、配合飼料の質的改善が必要と思われる。
- 4) 全長20mmサイズの量産規模試験では、成長、活力の面で生物餌料区を上回る結果が得られ、このサイズでの実用化は十分可能であった。
- 5) 今後は、全長15mm以下での配合飼料化試験を進めるとともに、成長・生残以外の面での配合飼料の有効性について、特に種苗の活力、栄養欠陥からの形態異常の出現状況等について検討を行なう必要がある。

表 1 プリ配合飼料の粒径 (μm)

No.	A 社		B 社		C 社	
	小規模試験	量産規模試験	小規模試験	量産規模試験	小規模試験	量産規模試験
1	~250	~250	~250	~250	~250	~250
2	250~500	250~500	250~500	250~500	250~500	250~500
3	500~750	500~750	500~750	500~750	500~750	500~750
4		750~1000		750~1000		750~1000

表 2 各試験区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			
試験 I	配合飼料 (g)	0	1.08	2.16	3.24	4.32	5.4		体重の200%投与
	7M7 (万個体)	30	24	18	12	6	0		
試験 II	配合飼料 (g)	0	2.92	5.84	8.76	11.68	14.6		体重の100%投与
	7M7 (万個体)	80	64	48	36	18	0		
試験 III	配合飼料 (g)	100	150	200	250	300	350~3000		本試験は18日間
	7M7 (億個体)	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0		

注) 7M7 は 1 個体を 18 γ で換算

表 3 プリ試験飼育概要

試験 I		試験 II		試験 III	
期間：馴致期間	4/19 ~ 4/23 (5日間)	5.26 ~ 5/30 (5日間)	6/11 ~ 6/15 (5日間)	6/11 ~ 6/15 (5日間)	
本試験	4/24 ~ 4/28 (5日間)	5/31 ~ 6/4 (5日間)	6/16 ~ 7/3 (18日間)	6/16 ~ 7/3 (18日間)	
供試魚 (TL: cm)	8.8 (7.6~9.3)	14.3 (10.3~17.7)	9.0 ~ 19.0	9.0 ~ 19.0	
収容尾数 (BW: mg)	5.4 (3.5~6.4)	29.2 (10.4~47.7)	7.2 ~ 74.6	7.2 ~ 74.6	
収容水槽数	500	500	53800 ~ 55300	53800 ~ 55300	
水 槽	0.5m ³ リカ-リ付 水槽	0.5m ³ リカ-リ付 水槽	60m ³ コンクリート水槽	60m ³ コンクリート水槽	
水 温 (°C)	21.5 ~ 22.7	21.4 ~ 22.3	21.8 ~ 22.7	21.8 ~ 22.7	
pH	8.14 ~ 8.21	8.13 ~ 8.24	7.91 ~ 8.25	7.91 ~ 8.25	
換水率 (%/日)	1000	1000	200	200	

表 4 各試験における配合飼料の総投餌量

粒径 No.	給 餌 量 (g)	
	試験 I	試験 II
A 社	1 37.8	14.6
	2	102.2
	3	1000
	4	5750
B 社	1 37.8	14.6
	2	102.2
	3	5250
	4	17000
C 社	1 37.8	14.6
	2	102.2
	3	

表 5 各試験における配合飼料の摂餌率

試 験	試 験 区	馴致期間終了 (試験開始 5 日目)	本試験終了 (試験開始 10 日目)
試験 I	A	60%	100%
	B	80%	90%
	C	0%	100%
試験 II	A	80%	100%
	B	80%	100%
	C	30%	90%
試験 III	A	91%	100%
	B	84%	100%

注) 試験 I・II は各 10 尾測定
試験 III は 30 尾測定

表6 平成3年度MF21対応ブリ配合飼料試験結果(試験Ⅰ:全長10mm)

試験区	試験開始				馴致期間(5日間)終了					本試験(5日間)終了						通算 生残率 (%)	生産 指数
	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 (%)	終了 月日	生残 尾数	不明	全長 (mm)	体重 (mg)	生残率 (%)		
A (白水)	4.19	500	8.8 7.6~9.3	5.4 3.5~6.4	4.23	387	10.6 9.2~13.0	10.6 6.2~21.3	77.4	4.28	125	20	13.4 12.0~17.0	22.6 14.7~49.4	32.3	25.0	34
B (丸紅)	4.19	500	8.8 7.6~9.3	5.4 3.5~6.4	4.23	409	10.4 8.3~13.3	11.3 3.6~22.9	81.8	4.28	135	23	13.6 10.8~16.0	24.2 10.8~40.0	33.0	27.0	37
C (三楽)	4.19	500	8.8 7.6~9.3	5.4 3.5~6.4	4.23	355	10.9 9.4~12.4	11.8 6.7~17.3	71.0	4.28	0	26			0	0	0
生物餌料	4.19	500	8.8 7.6~9.3	5.4 3.5~6.4	4.23	398	11.1 9.4~12.7	14.2 8.1~17.1	79.6	4.28	368	5	13.7 11.0~16.0	24.7 13.1~38.4	92.5	73.6	100
無投餌	4.19	500	8.8 7.6~9.3	5.4 3.5~6.4	4.23	374	9.5 7.6~11.2	7.8 3.8~12.8	74.8	4.28	0	8			0	0	0

表7 平成3年度MF21対応ブリ配合飼料試験結果(試験Ⅱ:全長15mm)

試験区	試験開始				馴致期間(5日間)終了					本試験(5日間)終了						通算 生残率 (%)	生産 指数
	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 (%)	終了 月日	生残 尾数	不明	全長 (mm)	体重 (mg)	生残率 (%)		
A (白水)	5.26	500	14.3 10.3~17.7	29.2 10.4~47.7	5.30	439	17.9 11.9~23.5	62.7 18.2~137.4	87.8	6.4	329	28	25.5 18.6~32.2	164 63~322	74.9	65.8	88
B (丸紅)	5.26	500	14.3 10.3~17.7	29.2 10.4~47.7	5.30	428	16.7 10.6~19.3	47.6 11.2~70.1	85.6	6.4	321	19	23.4 16.7~28.3	130 25~238	75.0	64.2	86
C (三楽)	5.26	500	14.3 10.3~17.7	29.2 10.4~47.7	5.30	416	15.6 12.1~17.6	38.4 13.6~54.1	83.2	6.4	265	40	23.8 19.5~29.7	149 68~294	63.7	53.0	71
生物餌料	5.26	500	14.3 10.3~17.7	29.2 10.4~47.7	5.30	433	16.2 12.6~19.2	50.8 23.1~79.0	86.6	6.4	372	37	25.4 21.3~29.1	165 102~228	85.9	74.4	100
無投餌	5.26	500	14.3 10.3~17.7	29.2 10.4~47.7	5.30	380	18.0 15.9~20.7	59.3 41.5~90.80	76.0	6.4	32	51			8.4	6.4	9

表8 平成3年度MF21対応ブリ配合飼料試験結果(試験Ⅲ:全長20mm)

試験区	試験開始				馴致期間(5日間)終了					取り揚げ時(18日間)					通算 生残率 (%)	生産 指数
	開始 月日	収容尾数 (尾)	全長 (mm)	体重 (mg)	終了 月日	生残尾数 (尾)	全長 (mm)	体重 (mg)	生残率 (%)	終了 月日	生残尾数 (尾)	全長 (mm)	体重 (g)	生残率 (%)		
A (白水)	6.11	54300	15.1 9.0~18.3	29.5 7.2~65.8	6.15	50000	19.3 16.1~22.0	70.1 36.6~119.3	92.1	7.3	37100	50.3 43.7	1.2 58.1	74.2 0.9~1.7	68.3	82
B (丸紅)	6.11	53800	15.7 10.0~18.9	36.6 9.4~73.1	6.15	47100	19.8 16.3~26.2	76.9 38.0~189.0	87.5	7.3	28300	45.0 34.9~62.1	1.0 0.5~2.5	60.1	52.6	64
生物区	6.11	55300	15.5 10.3~19.0	34.5 10.3~74.6	6.15	50300	18.3 13.3~28.6	73.1 21.2~90.8	91.0	7.3	45800	33.8 27.6~40.0	0.4 0.2~0.8	91.1	82.8	100

表9 試験Ⅲにおける形態異常の出現状況

試験区	選別目合	調査 個体数	調査 月日	サイズ	部位別形態異常			形態 異常率 (%)	開標率 (%)	備考
					頭部陥没	鰓蓋骨欠損	顎骨異常			
A 社	7mm上り群	50	7.5	6.1(5.5~8.5)	8.0	80.0	4.0	82.0	62.0	白水飼料区
	6mm上り群	50	7.5	5.0(4.2~5.8)	14.0	68.0	10.0	72.0	65.0	
	6mm抜け群	48	7.5	4.0(3.1~4.7)	4.2	50.0	6.3	66.7	60.4	
B 社	7mm上り群	51	7.5	6.0(3.5~9.0)	5.8	5.9	5.9	18.0	94.1	丸紅飼料区
	6mm上り群	50	7.5	5.0(4.0~6.0)	8.0	10.0	12.0	28.0	80.0	
	6mm抜け群	50	7.5	4.2(3.4~5.2)	8.0	6.0	10.0	20.0	56.7	
生物飼料区	5mm上り群	50	7.5	3.8(3.4~4.1)	2.0	0	18.0	18.0	86.0	
	5mm抜け群	50	7.5	3.3(2.6~4.2)	4.0	0	8.0	12.0	72.0	

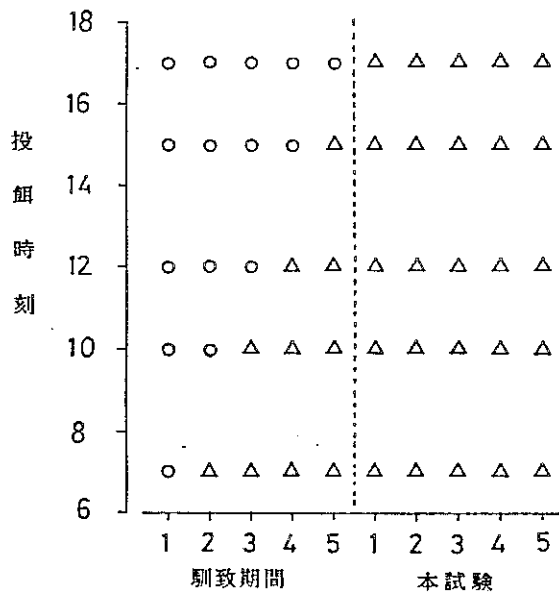


図1 試験Ⅰ・Ⅱにおける投餌時間

△ アルテミア幼生 ○ 配合飼料

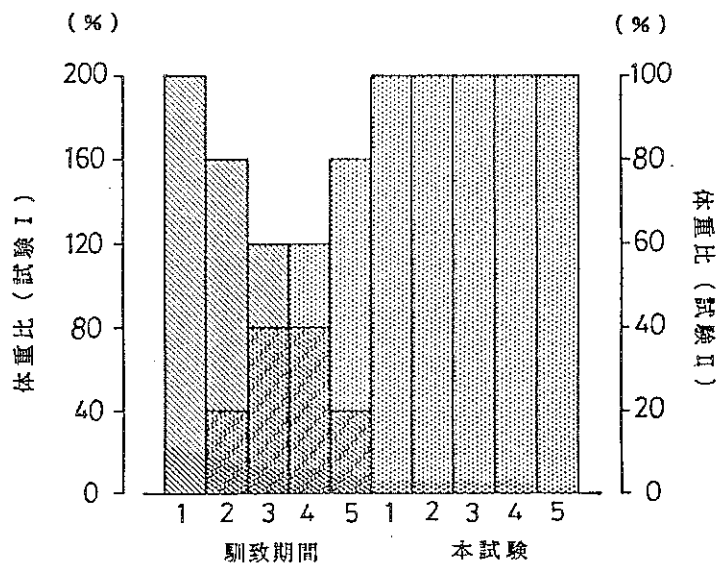


図2 試験Ⅰ・Ⅱにおける投餌量(体重比)

斜線 アルテミア幼生 点線 配合飼料

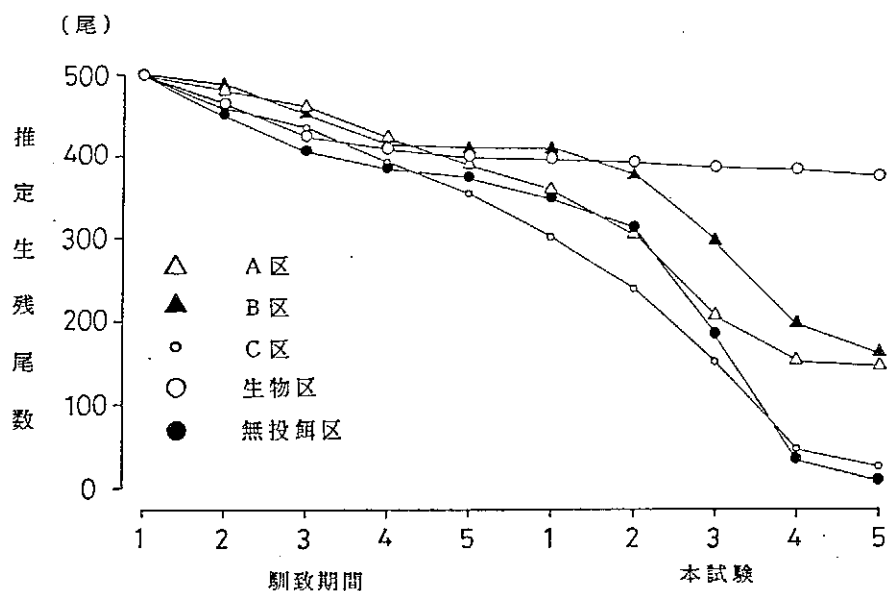


図3 試験Ⅰにおける成長・生残状況

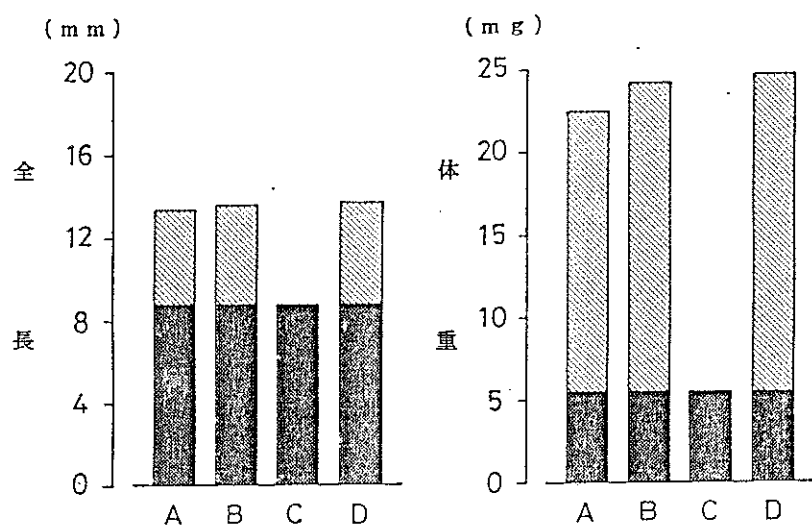


図4 試験Ⅰにおける全長・体重の比較

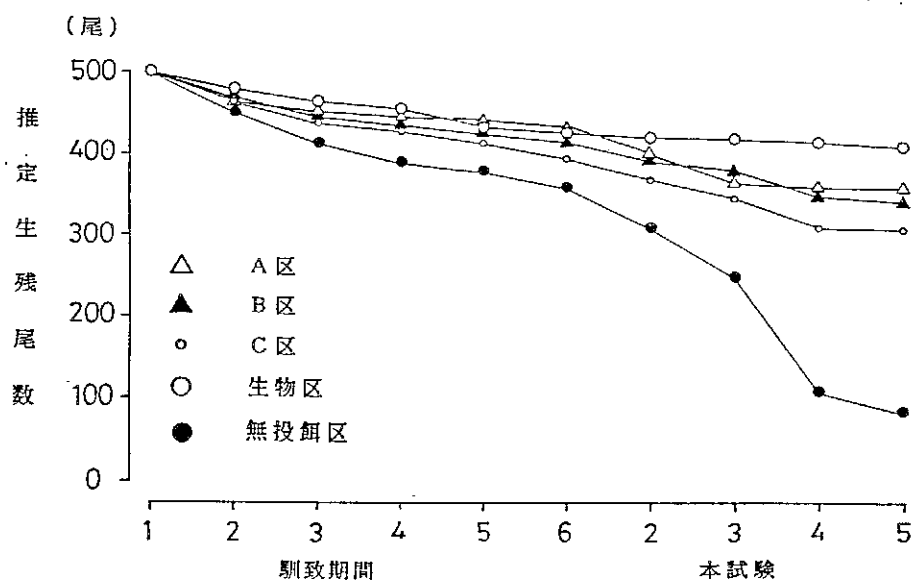


図5 試験Ⅱにおける成長・生残状況

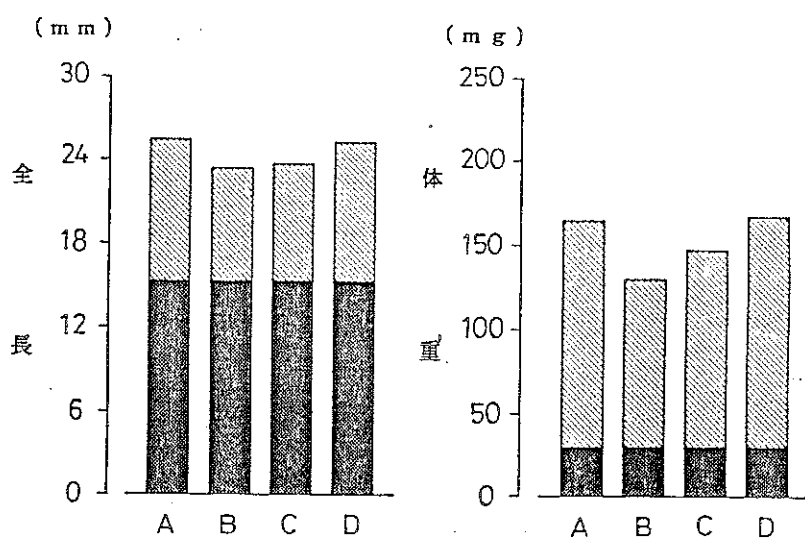


図6 試験Ⅱにおける全長・体重の比較

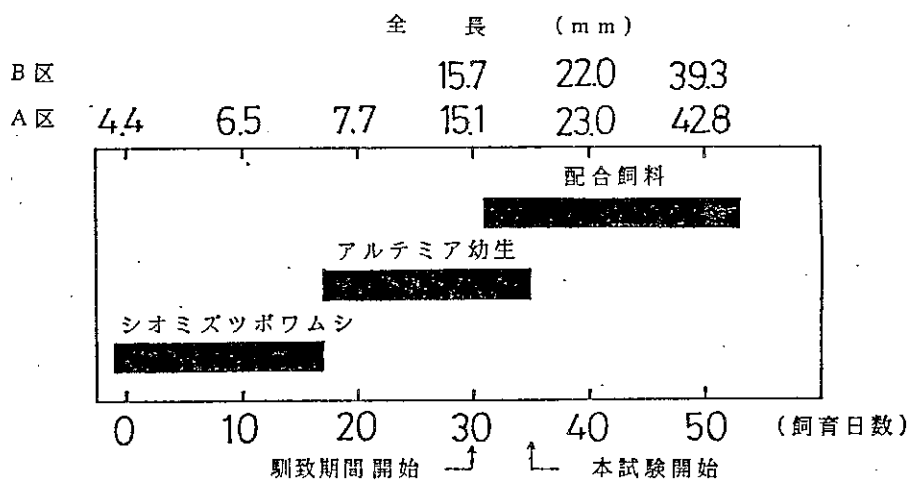


図 7 試験Ⅲにおける餌料系列 (試験区)

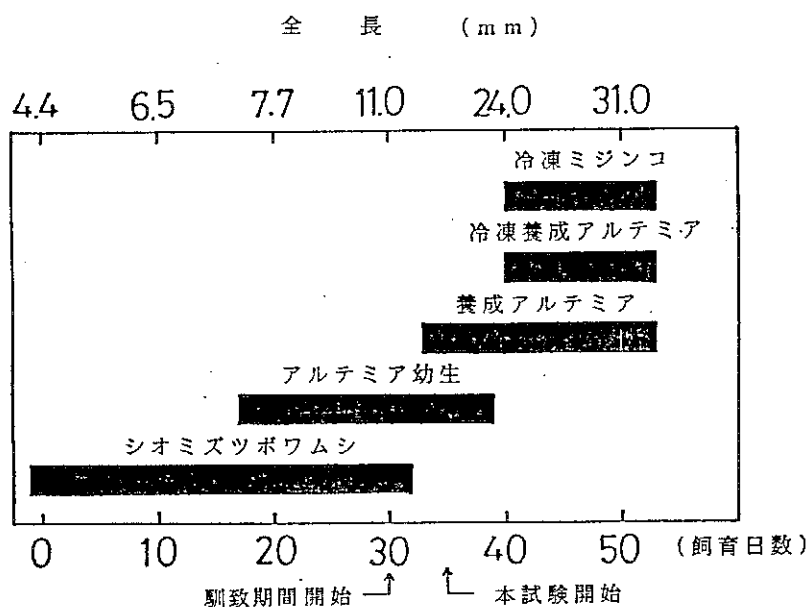


図 8 試験Ⅲにおける餌料系列 (対照区)

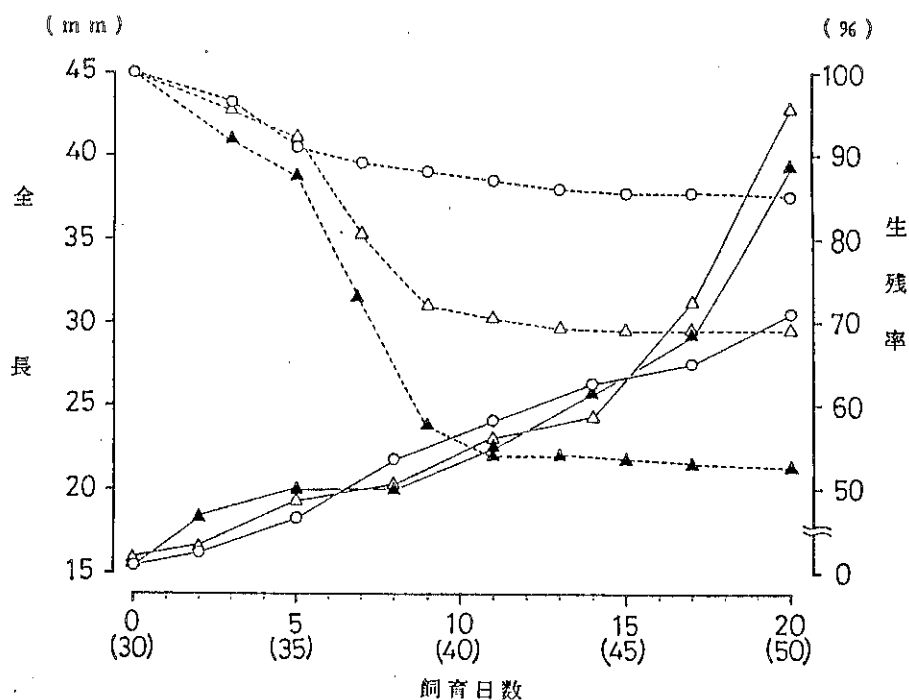


図9 試験Ⅲにおける成長・生残状況

△ A区
▲ B区
○ 生物区

— 成長曲線
--- 生残曲線

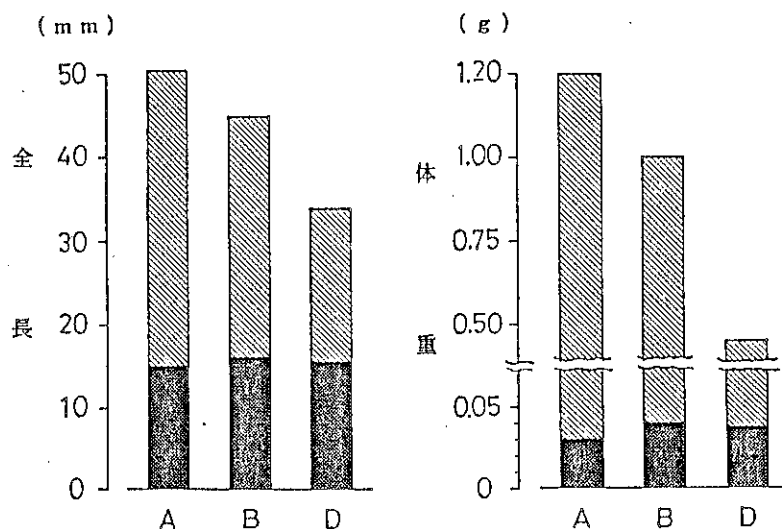


図10 試験Ⅲにおける全長・体重の比較

■ 試験開始時 ▨ 試験終了時

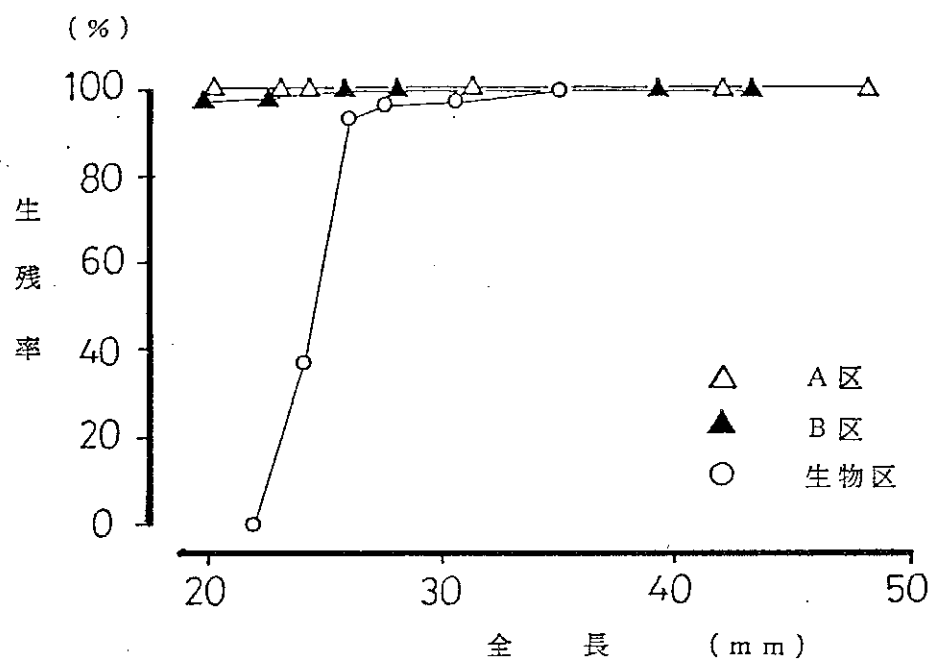


図11 試験Ⅲにおける活力試験（10秒間の空中乾出）

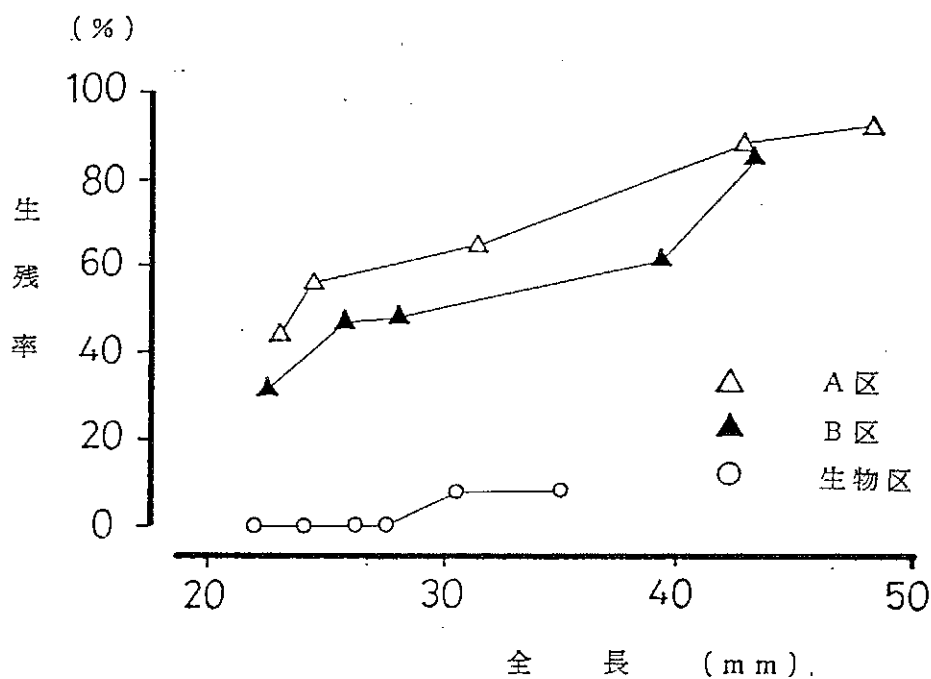


図12 試験Ⅲにおける活力試験（3分間の空中乾出）

シマアジ飼付け試験（平成3年度）

五島事業場 小磯雅彦

当事業場では昭和63年から飼付けの可能性と飼付けに関する基礎的な知見の収集を目的に、昭和63年度にはシマアジ、平成2年度にはブリの種苗放流を行い、飼付けに関する調査を行ってきた。シマアジに関しては放流後2カ年間にわたって飼付け場での滞留が確認され、長期間の飼付けの可能性が示唆された。しかし、ブリに関しては放流直後から徐々に逸散がみられ、放流年内に全てが飼付け場から逸散してしまった。これらのことからブリよりもシマアジの方が長期間の飼付けには適しているように思われた。

本年度はシマアジ種苗を用いて昭和63年度のシマアジ飼付け試験の再現を目的に飼付け試験を行った。なお、調査については、前回の調査では不十分と思われた飼付け場での飼付け魚の生態行動調査等を主として、継続調査を行う計画である。

1. 飼付け試験方法

- ① 試験開始日：平成3年8月26日
- ② 飼付け場所：長崎県玉之浦町布浦の当事業場海上筏群内（前回試験と同じ場所図1）。
- ③ 放流尾数：42000尾、平均全長134mm、平均尾叉長118mm、平均体重28.9g
なお、飼付け場での残留量調査のため10月25日に1176尾（アンカー型標識、青色）を追加標識放流し、総放流尾数は43176尾となった。
- ④ 標識の装着と種類：平成3年8月8、9日にアンカー型標識（赤色、ㄗX）を全放流尾数に装着した。
- ⑤ 給餌方法：自動給餌機で配合飼料（日本農産製マダイ2、3号）を2カ所の給餌場から給餌した。なお、給餌量は魚体重当り3%量を基準として最高60kg/日までとした。
- ⑥ その他：給餌量とシマアジの成長を把握するために、魚体重当たり1%と3%量の配合飼料による給餌量試験を小割網で行った。また、飼付け魚

の初期逸散を軽減するために一部の放流予定魚に対して自動給餌への馴致を放流2週間前から行い、飼付け試験開始から7日間は自動給餌に加えて手まき給餌も行った。

2. 飼付け調査方法

本年度の飼付けシマアジの調査項目ならびに調査内容については表1に示した。

3. 結果および考察

1) 環境調査

平成3年度の飼付け場の海水温は飼付け開始時の8月下旬には26℃前後で、その後は徐々に低下し、平成4年1月下旬には16℃前後となった。なお、本年度の海水温は昭和63年度より変動が少ないことがうかがえた(図2)。

飼付け場での透明度は、11月下旬までは5~9 m前後を推移していたが、それ以降では10~17mと高くなった。なお、9月中、下旬に急激な低下がみられているが、これは台風17,19号の影響によるものである(図3)。

飼付け場での付着生物は、個体数では9月25日の調査では一時的に約18000個体/900cm²と多く付着していたが、他の調査日では約8000~12000個体/900cm²となり、季節的な変動はあまりみられなかった。種類別では、匏匏性コペポダ類とヨコエビ類が主に観察され、ヨコエビ類は海水温の低下に伴ってやや減少傾向がみられたが、匏匏性のコペポダ類は季節的な変動はあまりみられなかった(図4)。

2) 成長調査

飼付け魚の平均尾叉長は、試験開始時には118mmで、開始後15日目には121mmとこの間の成長率は小さかったが、その後、成長率が増大し、平成4年1月25日(152日目)には189mmとなった。飼付け魚の肥満度は、試験開始時には17.1であったが、15日目には19.4に増加し、その後は19~20の間で安定した。平成3年度飼付け群と昭和63年度飼付け群の成長を11月と12月の日間成長量で比較すると、前者はそれぞれ0.49mm/日と0.48mm/日に対し、後者はそれぞれ0.40mm/日と0.33mm/日となり平成3年度の方が大きいことがわかった。

魚体重あたり1%と3%の給餌量試験区の成長は、平均尾叉長では開始時には飼付け魚とほぼ同サイズであったが、平成4年1月28日には魚体重あたり3%給餌区では141mmで魚体重あたり1%給餌区では125mmとなり、両者とも飼付け魚に比べて小さかった。なお、試験開始から10月下旬の間で3%給餌区の肥満度が低下していることから、22℃以上の水温帯では魚体重あたり3%以上の給餌量が必要と思われた。また、平成4年1月中旬には1%給餌区と3%給餌区の肥満度が18前後とほぼ同様になったことから、16℃前後の水温帯では魚体重あたり3%量の給餌は過大給餌になっている可能性があると思われた（表2、図5、6）。

3) 残留量調査

飼付け場での飼付け魚の残留尾数をピーターセン法と目視観察で調査した。ピーターセン法での推定残留尾数は、総放流尾数42000尾に対して、放流後約40日目までは約45000～78000尾と過大評価され、放流後60日目には約25000～46000尾となった。また、放流後60日目には小割網育成魚に標識を付けて推定したところ、約10000～43000尾となり飼付け魚に標識したものよりやや推定精度が低下した。平成4年1月8日の放流後135日目の調査では約20000～93000尾と推定され、標識装着後、再放流された飼付け魚が均一に混合していないことが示唆された。

本年度のピーターセン法による飼付け場での推定の残留尾数の最大と最小値の差は20000尾以上となり、残留尾数の推定値には信頼性に欠ける結果となった。しかし、昭和63年度飼付け群では、平成元年8月～10月に3回残留尾数を推定して約12000～15000尾と高い精度で推定された事例があるため、今後もピーターセン法の技術開発を行うと共に、新たな手法の開発も進める必要がある。

目視観察による残留尾数は、試験開始直後から徐々に減少傾向がみられ、約50日目までには15000尾前後となったが、その後は減少はみられず安定していた。なお、飼付け場での目視観察調査では観察できない部分があるため、飼付け場での残留尾数は観察尾数よりも多いと思われた（図7）。

4) 食性調査

① 飽食量調査

尾叉長 110～170mmのシマアジを用いた配合飼料の飽食率（飽食給餌後の胃内

容物重量(乾物)／魚体重×100)は、8月17日と12月24日の調査では共に2.43%で、平成4年1月には1.8%前後と低下した。なお、12月10日にも1.27%と低下しているが、これは配合飼料をマダイ2号からマダイ3号へ変えたことが影響しているのではないかと推察された(表3)。

魚体のサイズと飽食量の関係については図8に示したが、尾叉長90～140mmの範囲での飽食率はほぼ同じであった。

以上のことから、日本農産製のマダイ配合飼料を用いた場合のシマアジの飽食量は、海水温が18～27℃までは2.4%前後であるが、16℃台では1.8%まで低下することがうかがえた。

② 天然餌料生物捕食調査

飼付け場での飼付け魚の天然餌料生物捕食状況を調査した結果、9月～10月までは匍匐性、浮遊性コペポダ類やアミ類が観察されたが、11月の調査からはヨコエビ類やワレカラ類が主に観察されるようになった。この天然餌料生物の捕食の変化について検討してみると、付着生物調査からは個体数や種類の変動はあまりみられないため、飼付け魚の食性は尾叉長160mm前後で変化するのではないかと推察された。また、個体によっては、天然餌料生物を29個体も捕食し、好んで天然餌料生物を捕食する個体も観察された(表4)。

5) 生態行動調査

飼付け場(海上筏)での飼付け魚の分布を目視観察で行った。

① 平成3年9月22日(放流後27日目)

給餌前の分布は、小割網の無い筏No12～14でも確認され、ほぼ海上筏全域に分布がみられた(1-1)。給餌が始まると給餌場を中心とした筏No5～9の範囲に主に分布するようになり(1-2)、経過時間と共に再び筏全域に広がる傾向がみられた(1-3,1-4)。なお、給餌中の給餌場での尾数は約15000尾程度とほぼ一定していた(図9)。

② 平成3年11月3日(放流後69日目)

給餌前の分布は、筏No5,6のD側から筏No9,10のA側間の範囲に主に分布していた(2-1)。給餌開始から14時までは筏No5～9のD側から筏No8～12のA側の範囲で主に確認された(2-2,2-3)が、17時には給餌場周辺部と筏No1～9のD側で確認されるようになった(2-4)。なお、給餌中の給餌場での尾数は約7000尾とほぼ

一定であった。飼付け魚の経時変化については、給餌開始と共に筏No5、6のC、D部から筏No8～12のA側への魚の移動がみられたが、17時には後者よりも前者で再び多くの魚が確認された（図10）。また、夜間調査（一部、魚群探知機使用）を行った結果、筏No5、6のC、D間の水深5mまでに大量の飼付け魚が一晩中滞留しているのが観察された。

以上のことから、飼付け場での飼付け魚の日周行動は、夜間の滞留場所である筏No5、6のC、D部から給餌開始後、給餌場方向へ徐々に移動し、その後筏No8～12のA側に滞留してから、筏No1～9のD側へ移動して、再び夜間は筏No5、6のC、D側で滞留するのではないかと推察された。

③ 平成4年1月16日（放流後143日目）

飼付け魚の分布は、給餌前では筏No1～8のB～Dの範囲内で大部分が確認され（3-1）、給餌が開始されても分布状態に大きな変化はなく、新たに給餌場での分布が確認されただけであった（3-2、3-3、3-4）。なお、給餌開始から14時30分までの給餌場での尾数は約6000尾でほぼ一定であったが、17時30分には全く確認されなくなった。経時変化に伴う筏No5、6のC、D部の尾数は、給餌前には約7000尾で、給餌開始に伴って減少し、14時30分には約2600尾まで減少したが、17時30分には約5600尾まで再び増加した（図11）。夜間調査を行った結果、平成3年11月の結果と同様に筏No5、6のC、D間で大量に確認され、それ以外の場所では全くみられなかった。

以上のことから、飼付け場での飼付け魚の日周行動はNo5、6のC、D部から給餌場へ向かう群と筏No1方向へ向かう群がみられ、給餌場で給餌した魚は筏No3～6のD側へ移動し、夜間には再びNo5、6のC、D部で滞留するのではないかと推察された。

平成3年度飼付け群は、海上筏の外側から10m以上離れて漂っている大群が、午前中には西側（A側）、午後には東側（D側）で観察されたことが、特徴でこのような現象は昭和63年度飼付け群では観察されなかった。

6) 逸散状況調査

飼付け場からの飼付け魚の逸散状況について、布浦湾口に設置された小型定置網での飼付け魚の漁獲状況から調査した。その結果、9月中、下旬の台風の来襲後の網揚げ時でも漁獲は20尾程度しかみられず、それ以外でも0～3尾

程度しか漁獲されなかった（図12）。この小型定置網で漁獲された飼付け魚と飼付け場の飼付け魚の尾叉長を比較すると、平均値よりもやや大型個体が小型定置網で漁獲されているように思われる（図13）。

玉之浦湾内での飼付け魚の逸散状況については、情報は10月中旬頃から得られはじめ、布浦からの移動は荒川、丹奈の北方向と島山島への西方向で確認された。また、11月上旬には玉之浦と島山島の湾口で10尾程度が確認されたことで、玉之浦湾外への逸散の可能性も考えられた（図14）。

本年度の飼付け場の飼付け魚の減少は、少なくとも10000尾以上と考えられたが、布浦湾口の小型定置網ではあまり漁獲されていない。これについては飼付け魚がまだ小型であり、かつ天然魚とは異なり比較的網に慣れていることで定置網の道網を抜けて布浦から逸散しているのではないかと考えられた。また、他の要因としては、鳥害（ゴイサキ等）や病気（冬季に類結節症で罹病）等が挙げられた。

7) 漁獲量調査

玉之浦漁協での昭和62年から平成3年までのシマアジの漁獲量の推移を図15に、各年の月別漁獲量を図16に示した。玉之浦湾内でのシマアジ飼付け試験は昭和63年度に五島事業場が、平成元年に長崎県がそれぞれ行い、合計で40100尾を放流している。飼付けによる漁獲への添加については、平成元年の8月から平成3年6月までみられ、平成元年には424.3kg、平成2年には314.6kg、平成3年には186.2kgと昭和62、63年（100kg前後）に比べて漁獲量の増加がみられた。

4. 要約

- ① 本年度は昭和63年度シマアジ飼付け試験の再現を目的に、平成3年8月26日に長崎県玉之浦町当事業場海上筏群内に平均尾叉長118mm、平均体重28.9gのシマアジ種苗42000尾（総放流尾数43176尾）を放流して飼付け試験を行った。
- ② 飼付け方法は、当事業場海上筏群を飼付け場として、自動給餌機で配合飼料の給餌（給餌時間5～10時間、給餌量33～60kg）を行った。
- ③ 飼付け場の環境は、海水温は試験開始時には約26℃で翌年の1月末には16℃前後まで低下した。透明度は11月下旬までは5～9mでそれ以降は10～17mと高くなった。付着生物の種類は筒筒性ユペポード類とヨコエビ類が主に観察

されたが、その量は季節的には変動しなかった。

④ 飼付け魚の成長は、平成4年1月25日には平均尾叉長189mm となり、肥満度は試験開始から19～20の間で推移し安定していた。平成3年度飼付け魚の成長は、昭和63年度飼付け魚の成長や別に設けた魚体重あたり3%の給餌量別試験魚の成長よりも良いことがわかった。

⑤ 飼付け場の飼付け魚の残留尾数をピーターセン法で推定した結果、推定尾数の範囲が20000尾以上となり信頼性にかけた。一方、目視観察で残留尾数を推定した結果、試験開始後から徐々に減耗し、約50日目までに15000尾前後となったが、それ以降はあまり減耗はみられなかった。

⑥ シマアジ（尾叉長110～170mm）の飽食量を調査した結果、配合飼料の場合では、海水温が18～27℃までは魚体重あたり2.4%で、16℃台では1.8% まで低下することがうかがえた。また、尾叉長が90～140mmの範囲では魚体のサイズが異なっても飽食率はほぼ同じであった。

⑦ 天然餌料生物の捕食状況は、10月までは匏匏性、浮遊性コペポダ類やアミ類が主に観察されたが、11月以降からはヨコエビ類、ワレカラ類が主に観察された。付着生物はこの期間、個体数や種類に変化はみられていないので、尾叉長160mm前後でシマアジの食性が変化するのではないかと推測された。

⑧ 飼付け場での飼付け魚の分布状態は、放流後27日目にはまだ海上筏全域に分布していたが、放流後69日目にはある一定の日周行動を示すようになり、夜間は比較的狭い範囲に大部分の飼付け魚が集結している状況が確認された。なお、平成3年度飼付け群は、海上筏の外側から10m以上離れて漂っている大群が午前中には西側、午後には東側で観察されたことが特徴であった。

⑨ 飼付け魚の逸散状況は、布浦湾口の定置網での飼付け魚の漁獲状況からは、9月下旬に20尾程度が漁獲された以外はほとんど漁獲されなかった。なお、この定置網で漁獲された魚は飼付け場に滞留している魚よりもやや大型個体であった。

⑩ 玉之浦漁協でのシマアジの漁獲量は、平成元年には424.3kg、平成2年には314.6kg、平成3年には186.2kgとなり、飼付け試験開始前の昭和62,63年（100kg 前後）に比べて増加がみられた。

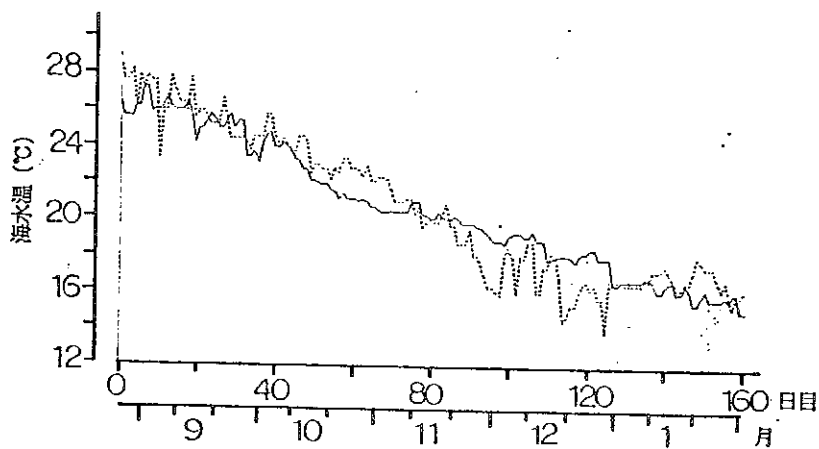


図 2 飼付け場の表面水温
— : 平成3年度
--- : 昭和63年度

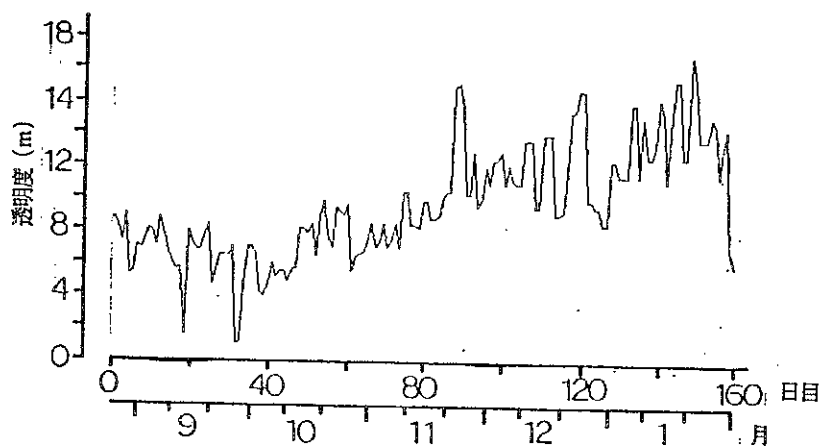
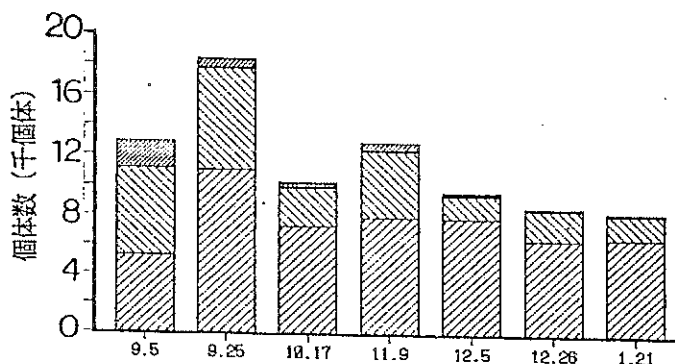


図 3 飼付け場の透明度



■ 多毛類 ■ 巻貝類 ■ フナ類 ■ エビ類 ■ ホタテ類

図 4 飼付け場での付着生物調査
親魚養成網内の水深 2 m に植毛板 (30×30cm)
を 10 日間垂下して付着生物を調査した

表 2 平成3年度飼付けシマアジの成長

調査日 (日付)	全長(mm) (最小~最大)	尾叉長 (最小~最大)	体重(g) (最小~最大)	*肥満度 (最小~最大)	サンプル数
91. 8.26 (0)	133.7 (103.0~164.0)	118.0 (91.0~147.0)	28.9 (13.6~ 60.0)	17.12 (16.87~18.89)	208
9.10 (15)	136.2 (100.2~177.0)	120.6 (90.9~157.0)	35.6 (11.7~ 90.1)	19.41 (15.18~23.28)	239
9.25 (30)	149.7 (115.0~193.0)	132.7 (101.0~171.0)	46.4 (20.6~114.3)	19.27 (16.30~22.85)	222
10.25 (60)	173.2 (122.0~205.0)	152.8 (108.0~182.0)	70.2 (25.1~122.0)	19.23 (17.67~21.03)	203
11.25 (91)	190.2 (140.0~226.0)	166.1 (122.0~197.0)	89.7 (38.9~157.0)	19.30 (17.48~21.66)	197
12.24 (120)	209.3 (173.0~248.0)	182.5 (152.0~217.0)	120.0 (65.5~213.9)	19.41 (17.28~21.20)	200
92. 1.25 (152)	217.3 (175.0~260.0)	188.8 (150.0~227.0)	136.2 (68.5~248.8)	19.86 (17.24~21.94)	197

*: 肥満度は、体重 / (尾叉長)³ × 10⁶ で求めた。

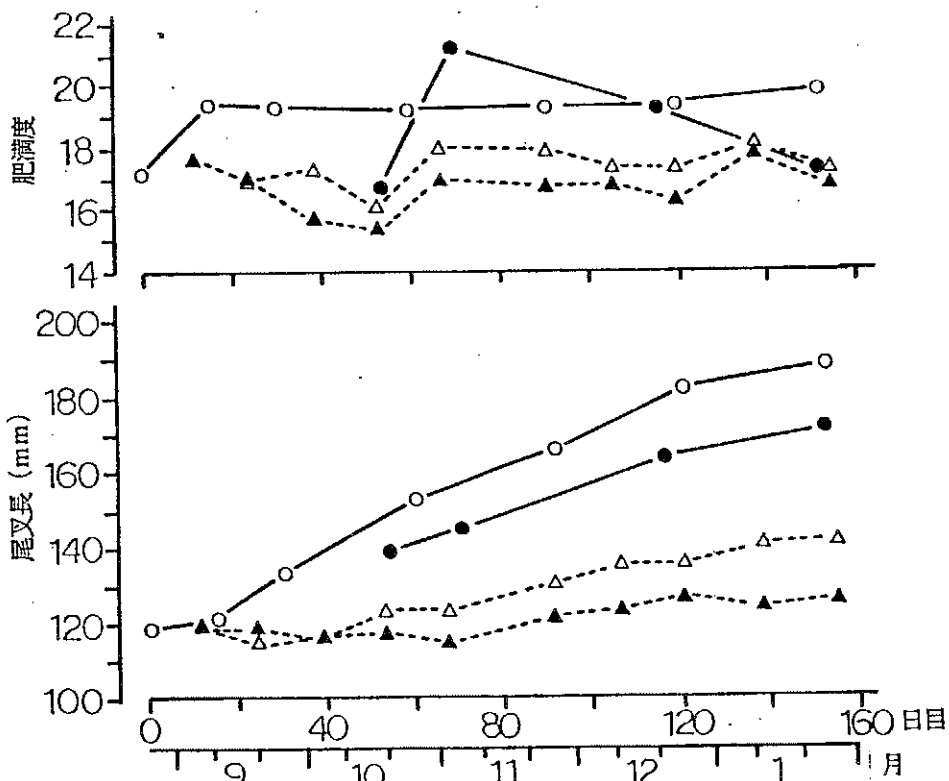


図 5 飼付け魚と給餌量試験区の成長

- : 平成3年度飼付け魚
- : 昭和63年度飼付け魚
- △—△: 魚体重あたり3%給餌区
- ▲—▲: 魚体重あたり1%給餌区

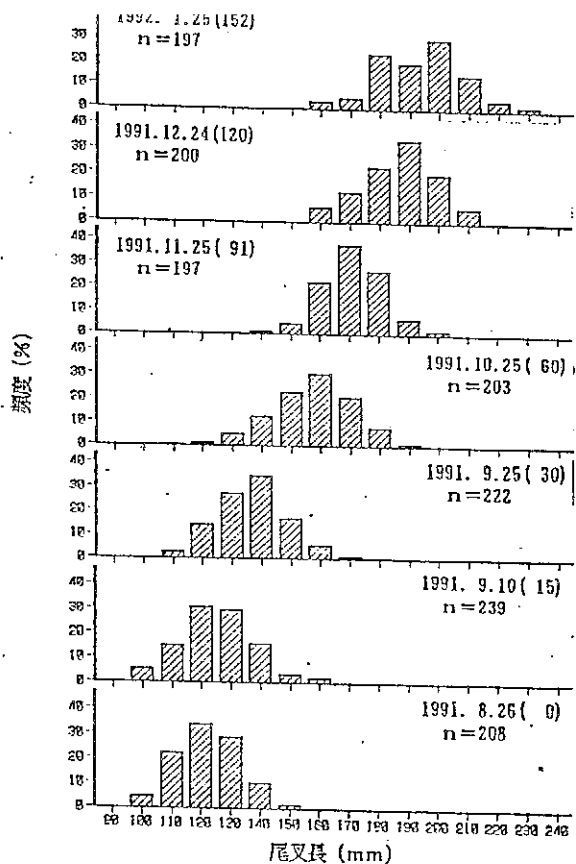


図 6 飼付け魚の尾叉長組成

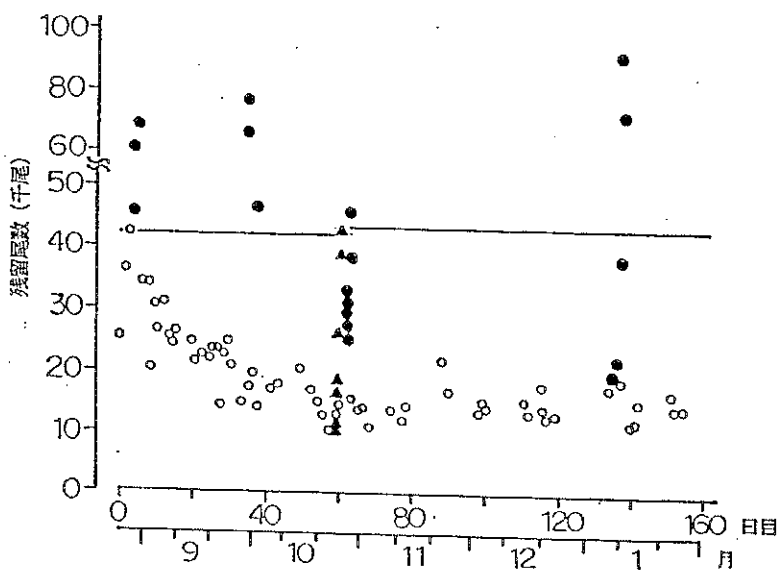


図 7 飼付け場での飼付けシマアジ残留尾数

表 3 シマアジの飽食量調査

月日	尾叉長 (mm)	体 重 (Wg)	飽食量 (Fg) (乾物)	F/W×100 (%)	水 温 (℃)	サンプル (尾数)
8.17	110.5 (89.0~135.7)	24.8 (12.7~46.4)	0.62 (0.00~2.43)	2.43 (0.00~6.36)	27.0	60
10.18	124.8 (95.0~148.0)	33.8 (13.6~55.1)	0.78 (0.30~1.51)	2.35 (1.41~3.70)	21.7	30
11.25	128.6 (109.0~148.0)	38.7 (20.7~57.9)	0.79 (0.35~1.62)	2.01 (1.19~3.40)	19.7	30
12.10	136.1 (105.0~164.0)	45.6 (20.1~77.5)	0.56 (0.14~1.13)	1.27 (0.44~2.22)	19.0	30
12.24	131.3 (102.0~163.0)	40.8 (17.9~79.0)	0.99 (0.03~1.92)	2.43 (0.09~3.69)	18.5	30
1.11	138.0 (118.0~168.0)	49.2 (29.9~91.4)	0.89 (0.01~1.52)	1.81 (0.02~3.10)	16.5	30
1.28	136.9 (102.0~173.0)	46.4 (14.4~95.4)	0.77 (0.10~1.73)	1.78 (0.31~3.75)	16.1	30

餌料には試験開始から日本農産製の配合飼料（マダイ2号）を使用し、12月2日以降はマダイ3号に切り替えて試験を行った。

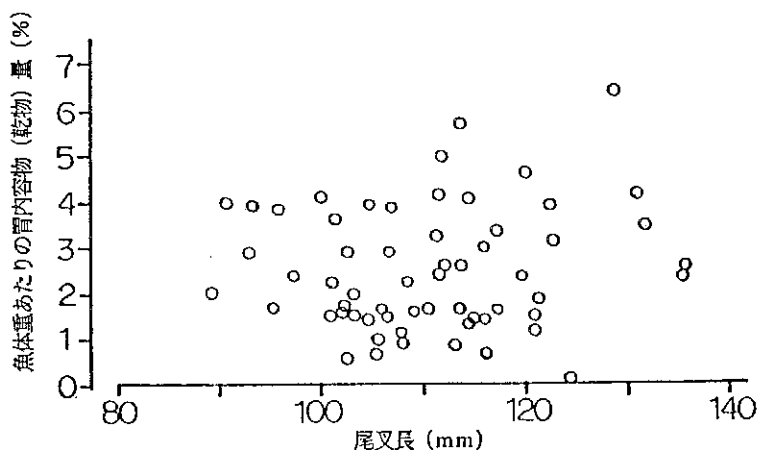
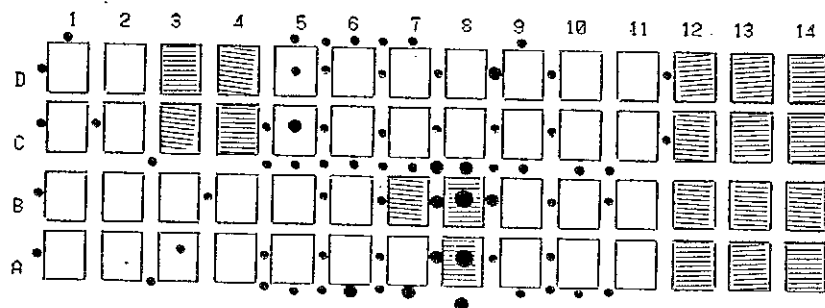
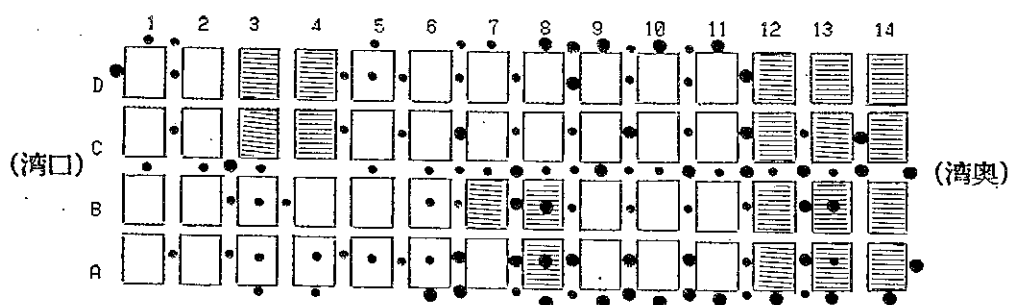


図 8 シマアジの飽食量 (平成3年8月17日)
餌料には日本農産製配合飼料 (マダイ2号)
を手まきで飽食状態になるまで給餌した

表 4 飼付けシマアジの天然餌料捕食状況

月日	尾叉長 (mm)	体 重 (g)	サンプル (尾)	天然餌料摂餌個体率% (最高捕食数)				
				オキナブ	浮遊性バ	ヨコビ類	ワカ類	アミ類
91. 9.10	112.3	26.8	30	43.3 (5)	50.0 (6)	0.0 (0)	0.0 (0)	40.0 (3)
9.25	128.8	40.8	28	0.0 (0)	25.0 (2)	7.1 (1)	0.0 (0)	0.0 (0)
10.25	147.6	64.5	30	46.7 (4)	73.3 (29)	3.3 (1)	0.0 (0)	13.3 (1)
11.25	159.4	79.9	26	7.7 (1)	0.0 (0)	15.4 (1)	3.8 (1)	0.0 (0)
12.25	179.2	112.4	40	0.0 (0)	2.5 (1)	2.5 (1)	0.0 (0)	0.0 (0)
92. 1.25	180.2	119.0	30	0.0 (0)	0.0 (0)	10.0 (13)	3.3 (1)	0.0 (0)

飼付け魚の再捕は、自動給餌開始前の午前7～8時の間に釣りならびに敷網で行った。



(1-4) 16:00 (給餌開始8時間後)

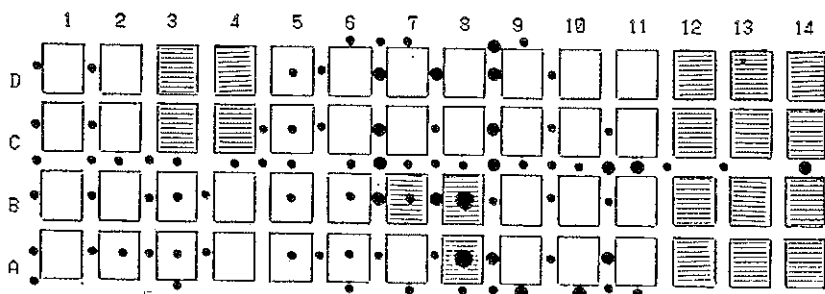
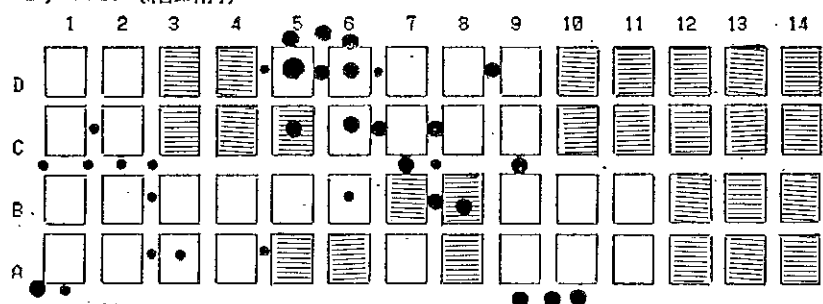
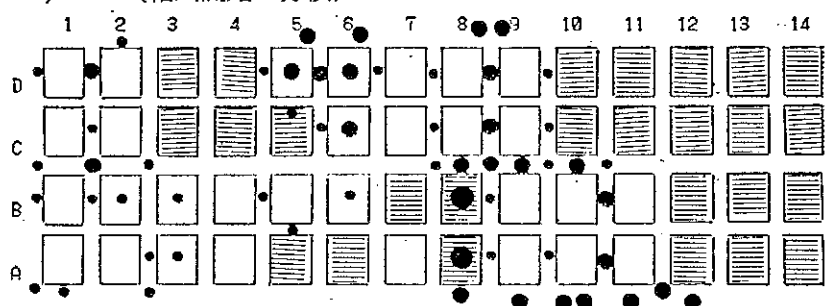


図 9 飼付け場での飼付け魚の分布 (1) ≡ : 小割網が無い
 (平成3年9月22日: 放流後27日目)
 ●: 1~100尾 ●: 101~1000尾 ●: 1001尾以上

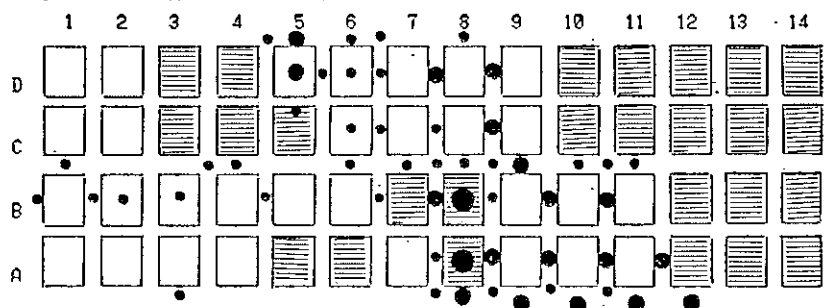
(2-1) 7:20 (給餌前)



(2-2) 8:30 (給餌開始30分後)



(2-3) 14:00 (給餌開始6時間後)



(2-4) 17:00 (給餌開始9時間後)

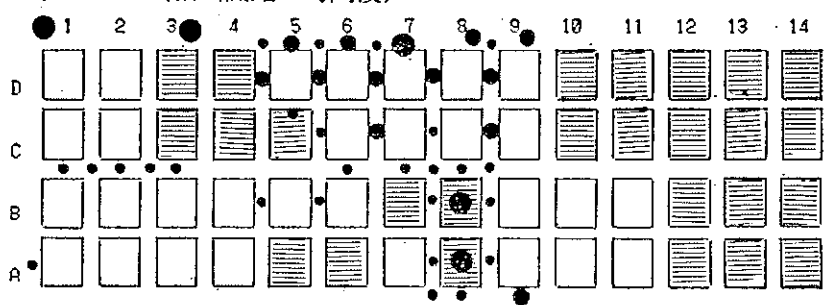
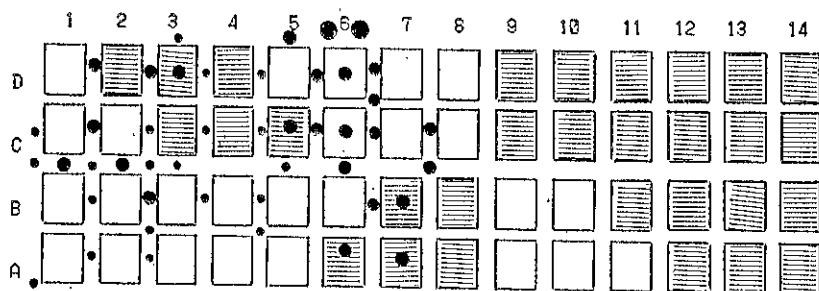
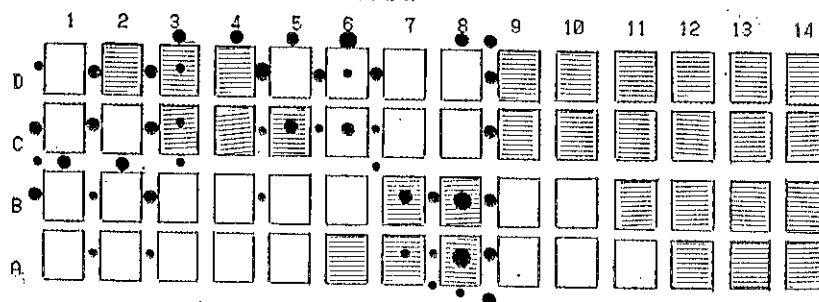


図10 飼付け場での飼付け魚の分布 (2)
(平成3年11月3日:放流後69日目)
●: 1~100尾 ●: 101~1000尾 ●: 1001尾以上

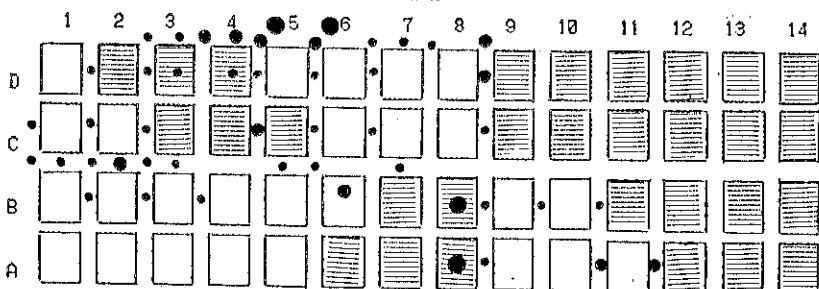
(3-1) 7:50 (給餌前)



(3-2) 9:30 (給餌開始1時間30分後)



(3-3) 14:30 (給餌開始6時間30分後)



(3-4) 17:30 (給餌開始9時間30分後)

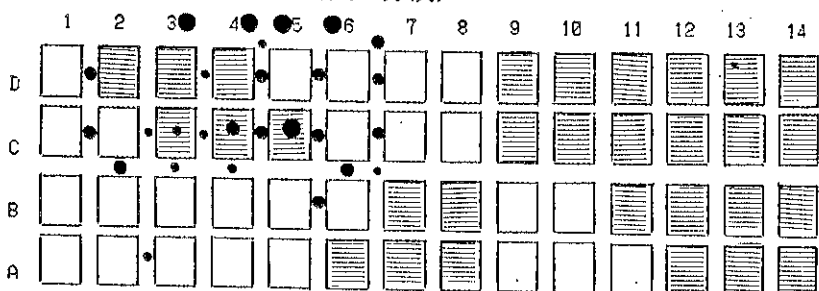


図 11 飼付け場での飼付け魚の分布 (3)

(平成4年1月16日: 放流後 143日目)

○: 1~100尾 ●: 101~1000尾 ●: 1001尾以上

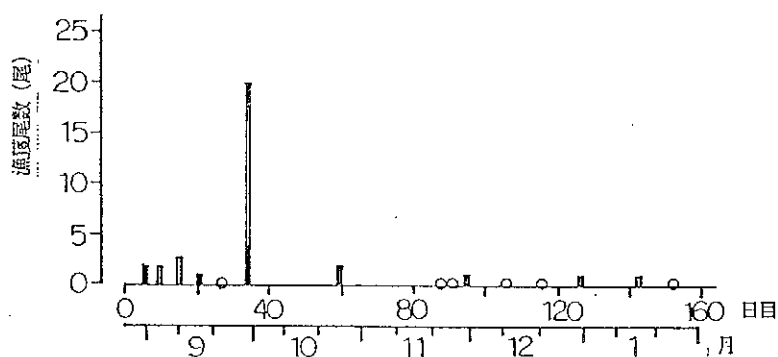


図 12 宿輪定置での鯛付り魚の漁獲状況

・○：網揚げ時に漁獲がない場合

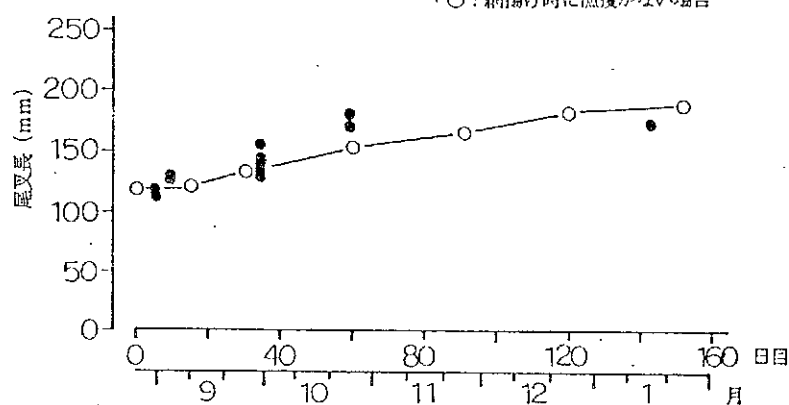


図13 逸散シマアジと滞留シマアジの尾叉長比較

●：宿輪定置で漁獲された飼付け魚

○：飼付け場での飼付け魚

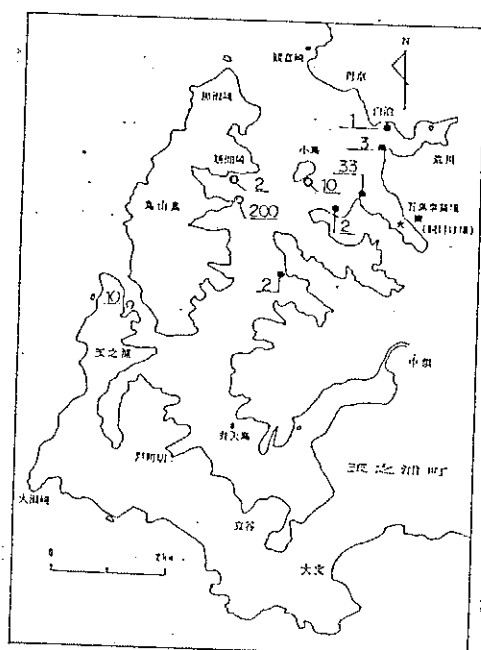


図14 平成3年度飼付け魚の玉之浦湾内での逸散状況
(平成3年12月末現在)

●:再捕情報 ○:聞き取り情報

●:再抽情報 ○:聞き取り情報

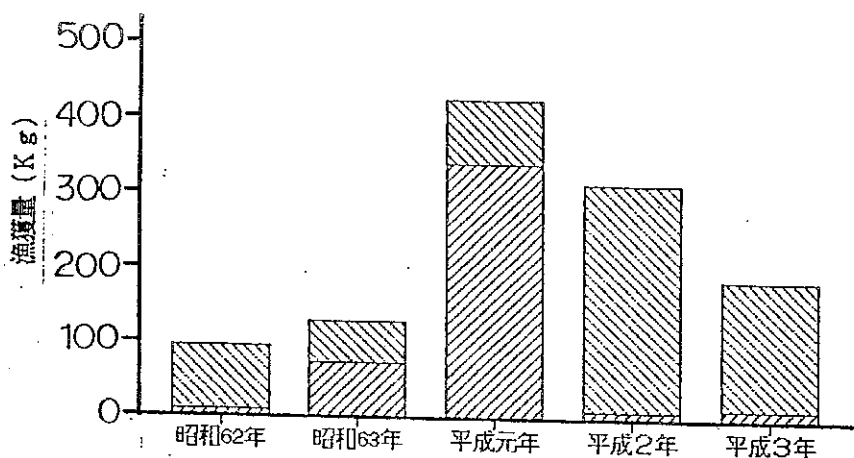


図15 玉之浦漁協における昭和62年から平成3年までのシマアジの年別漁獲状況

500g未満 500g以上

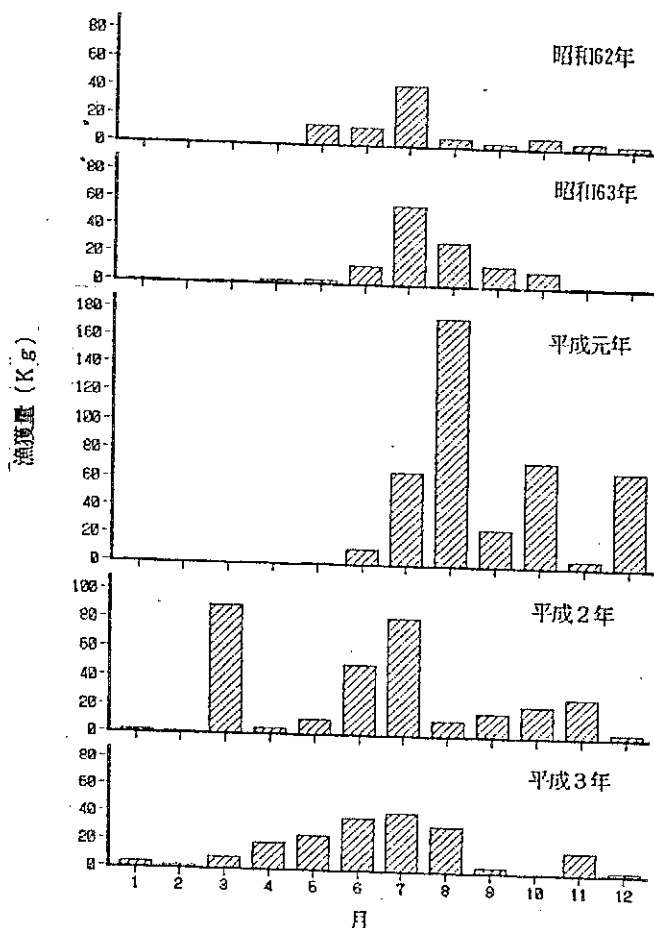


図16 玉之浦漁協における昭和62年から平成3年までのシマアジの月別漁獲状況

I 目的

① 現生の生物種は、長い年月の競争や環境の激変に打ち勝って生き残ってきたものであり、その過程において生き残りに必要な行動特性を獲得して進化してきた。こうした行動特性は純粹に遺伝的なものとして次世代に伝っていくのか、あるいは子が親から学習して後天的に獲得することにより次世代に伝っていくのか興味深い。一方、単に一世代の生き残りを考えても種々の生き残りに有利な行動を学習できたものはそうでないものより戦略として重要な意味を持ち、学習研究は生物の生態を把握する手法の1つとして意義のあるものである。

② 行動の個体発生には、本能のように遺伝的にプログラムされた先天的行動の発現・発達の他に学習や経験によって後天的に獲得した行動の発達も重要である。後者の場合、学習や経験の程度によりその個体の行動特性や生き残りに及ぼす影響も大きく学習の研究は生物の行動特性の発現・発達のメカニズムを解明するうえで意義のあるものである。

③ 栽培漁業において、放流効果の高い種苗を生産することは重要なことであり、放流効果を高める飼育手法を開発することは種苗生産技術開発の究極の目的の一つである。この種苗生産技術を開発するためには、放流効果の高い種苗の行動特性を調べ、行動特性の発現と発達のメカニズムを把握し、さらにこれを付与する飼育手法を開発することが必要である。学習研究は、種苗性の高い生産技術の開発、放流前の判定性、放流前の馴致技術の開発などの技術の開発に有益な指針を与えるものと思われる。

以上のように、学習研究は生物の生態の把握、生物の行動特性の発現と発達のメカニズムの解明、種苗生産技術、放流技術開発の向上に意義のあるものであり、今年度はシマアジを材料として学習能の存否の確認、発育段階による学習能の差を検討した。

II 材料と方法

供試魚は、1990年12月～1991年3月にかけて生産したシマアジ稚魚を使用した。それらを全長約21cmの大サイズ群、全長約16cmの中サイズ群、全長約10cmの小サイズ群の3群として、それぞれ5尾ずつ容量8 m³のコンクリート水槽に収容した。それぞれの群の来歴、成長の過程は表2、図1に示した。

試験装置の概要は、図2、3に示した。

各水槽には黒いプラスチック製の格子網（目合1 cm）で作った円筒（長さ1 m、直径48cm）を設置した。これら実験水槽全体を黒いビニールで覆い、水中にそれぞれハロゲンランプ（アイボールの照明）を設置した。実験では図4に示したようにハロゲンランプの点灯を信号として円筒をくぐり抜けるように条件付けを行った。

学習実験のスケジュールは図5に示したが、信号を5分間与えた後、それぞれのサイズ群の飽食量の配合飼料を5分間与えた。給餌は天井の観察窓より行った。12L : 12Dの光条件下で1日3回、7:00、12:00、17:00に実験を行った。なお、各群の飼育条件は表3に示した。

実験では表4に示したように4段階の学習基準を設定し、それぞれの条件付けの完成に至る学習段階の所要日数と条件付けを忘れるまでの脱学習過程の所要日数を調べた。また、各実験時のシマアジの行動を水中ビデオシステム（図6）で記録した。特に、摂餌行動について図7に示した4つのパターンに分けて記録し解析を行った。

III 結果

試験は、1991年10月25日から12月24日までの60日間行った。試験期間中の水温は17.8～21.5℃の間で変化した（図8）。また、12L : 12Dの光条件下での明時の水槽各部位の照度は4.5～95 Lux（トンネル内を除く）であった（表5、図9）。

① 学習能

学習時、完成時および脱学習時のいずれもテスト前後の反応の程度はテスト時に比べて明らかに小さく、光信号に対してシマアジが反応していることが確認された（図10）。給餌時に最初の餌が落ちてからこれを食べるまでの所要時

間は、大・中・小群いずれも時間の経過とともに減少する傾向があった（図11）。いずれの群も時間経過とともに反応の回数は上昇してゆき、脱学習に入ると急減した（図12）。これを更に詳細に見ると、訓練期間の学習速度は小がもっとも速く、大が遅かった（図13）。中は途中事故のため、試験を中断せざるを得なかったが、第一段階から第二段階へ進む速度は、大と中の中間にあった。一方、脱学習時の反応の割合を見てみると、大が急激に低下したのに対して小はゆるやかな反応の低下を示した（図14）。60日間の学習、脱学習の観察から、小サイズ群のほうが学習速度が速く、脱学習速度が遅いことが分かった。

② 潜時

信号を与えてから条件反応の出現するまでの潜時と餌に対する反応時間は、ともに小サイズ群の方が短かった（図11, 図15）。大と小では学習の完成期に潜時は極めて短くなり、脱学習期には再び増大した（図15）。

③ 輪くぐり

信号を与えた時、中には反対方向から輪くぐりをする個体がいる。正方向と逆方向の輪くぐりの回数を調べてみると、大小ともに両者の間におおむね正の相関がありそうである（図16）。詳細に見ると、大は両者の反応頻度にほとんど差はないが、小では明らかに正方向の反応の方が大きく、正確に学習内容を記憶していた。信号のアイボールのハロゲンランプが強すぎたためか、点灯直後、数秒程度狂奔する場合があった。このパニックの時間を計測してみると1～7秒の間で、時間の経過とともにわずかに漸減する傾向が見られた（図17）。

④ 摂餌行動

大と小サイズ群ともに学習過程では体を上傾させる行動（Look up）と水面で跳ねる行動（Splash）が多く見られ、逆に脱学習過程では体を下傾させる行動（Look down）と底面をつつく行動（Peck）が多く観察された（図18, 図19, 図20）。これら4つの行動の相関をみてみると明瞭な関係は認められないが、おおむねハネとツツキ、下傾の間には負の相関がありそうである（図21, 図22）。

IV 考察

60日間の学習および脱学習過程の観察から、シマアジには学習能が高く条件付けを長く記憶していることが示された。今後はなぜ若い魚の学習能が高いのかを明らかにする必要がある。また、そもそも学習能の発現時期についても検討を加えたい。さらに、環境要因が学習能・脱学習能に及ぼす影響についても明らかにする必要がある。

本研究では、4つの摂餌に関すると思われる行動を観察した(図23)。これらの相関の詳細はまだ明らかではないが、おそらく上傾はハネに、下傾はツツキに関係した行動であると思われる。事実、上傾からハネに、また下傾はツツキに移行する場合は観察された。ハネとツツキに逆相関が見られたことは、試験時の投餌方法が餌を水面に落とす方法であったためと推察される。つまり、学習時には信号と輪くぐり及び餌と輪くぐりの連係が切れ、輪くぐりと強く結び付いていた水面の摂餌行動も忘れてしまう(図24)。しかし、条件付けの3要素の中で信号と餌の結び付きは餌が根源的であるがゆえにもっとも強く、脱学習の過程で最後まで残る。シマアジは本来ツツキによって摂餌することが多いと考えられ、信号によって上傾やハネのかわりにツツキが多発したものである。

表 1 供試魚のサイズ

試験区	開 始 時		終 了 時		備 考
	全長 (cm)	体重 (g)	全長 (cm)	体重 (g)	
Large	1	20.2	23.2	167.4	試験中に 2 尾飛び出し 1 尾追加
	2	20.7	24.0	161.8	
	3	21.0	25.6	214.5	
	4	22.2	27.0	252.5	
	5	22.3			
	平均	21.3	25.0	199.1	
	標準偏差	0.8	1.5	37.0	
Middle	1	15.2	19.5	90.3	試験中に 3 尾飛び出し 中止
	2	15.5	21.7	137.5	
	3	15.7			
	4	16.0			
	5	16.3			
	平均	15.7	20.6	113.9	
	標準偏差	0.4	1.1	23.6	
Small	1	9.1	12.7	23.5	試験中に 1 尾飛び出し
	2	9.7	14.1	34.6	
	3	9.8	14.3	40.4	
	4	10.1	14.6	39.5	
	5	10.5	15.0	43.3	
	平均	9.8	14.1	36.3	
	標準偏差	0.5	0.8	7.0	

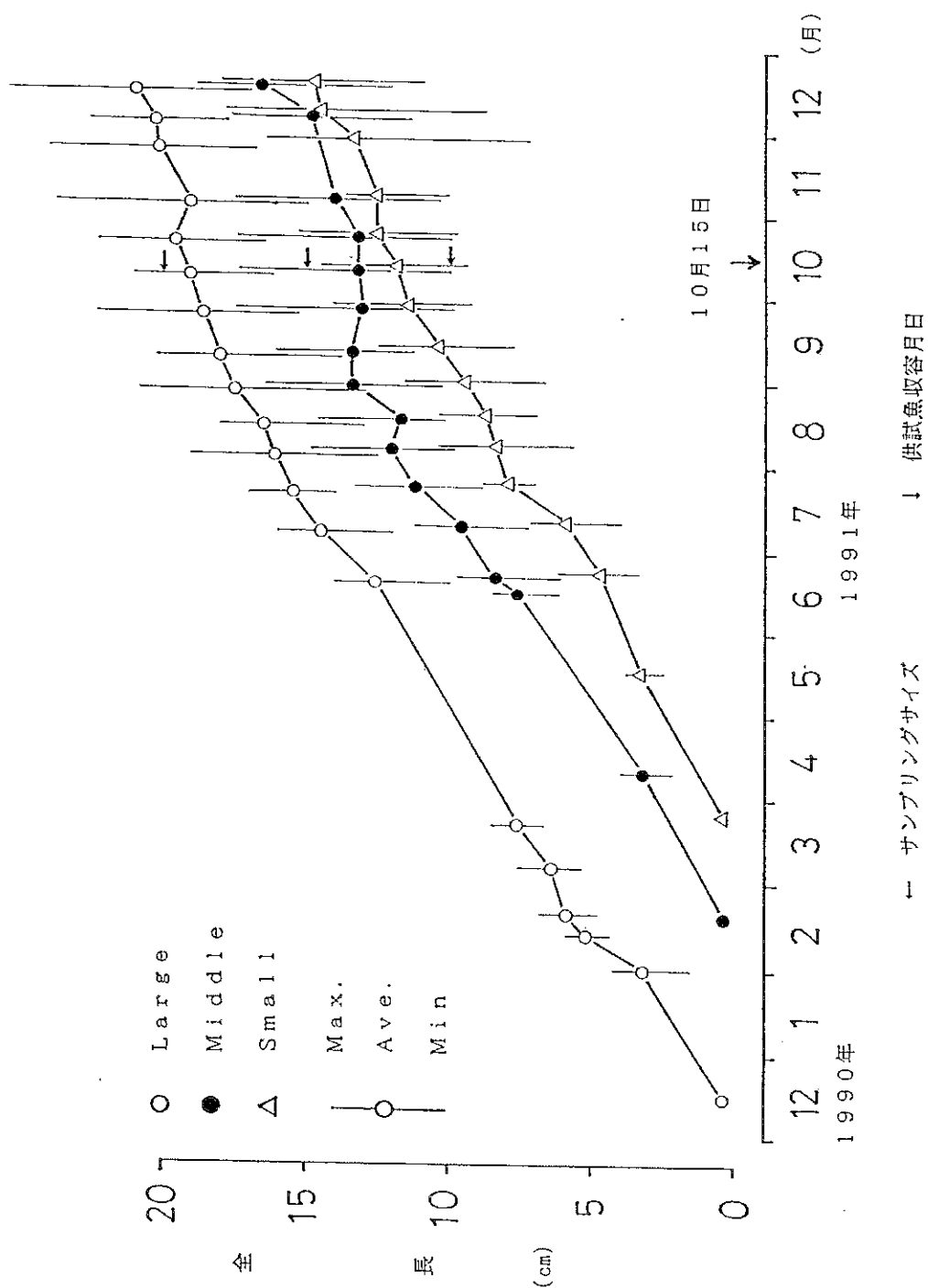


図1 供試魚の成長

表2 学習試験供試魚の由来

試験区	Large	Middle	Small
供試尾数	5	5	5
ふ化日	平成2年12月14日	平成3年2月16日	平成3年3月22日
ふ化水温	20℃	20℃	20℃
採卵親魚	人工7歳魚	人工10歳魚	人工10歳魚
親魚の由来	五島事業場産	古満目事業場産	古満目事業場産
親魚の親	天然養成魚	天然養成魚	天然養成魚
養成水温	20℃	20℃	20℃
成熟方法	ホルモン（HCG）打注 電照処理（18L・6D）	ホルモン（HCG）打注 電照処理（18L・6D）	ホルモン（HCG）打注 電照処理（18L・6D）
産卵方法	自然産卵	自然産卵	自然産卵
試験開始時の日令	315日	251日	217日
供試魚の全長組成 (cm)	20.2, 20.7, 21.0, 22.2*, 22.3*	15.2, 15.5, 15.7, 16.0 16.3	9.1, 9.7, 9.8, 10.1 10.5
供試魚の平均全長 (cm)	21.3 (20.2~22.3)	15.7 (15.2~16.3)	9.8 (9.1~10.5)

* 試験開始1日目に2尾（20.0, 20.5）死亡、2尾追加（*）

表3 飼育条件の概要

	Large	Middle	Small
収容尾数	5	5	5
サイズ（全長cm）	21.3 (20.2~22.3)	15.7 (15.2~16.3)	9.8 (9.1~10.5)
水温（℃）	17.8~21.5	17.8~21.5	17.9~21.5
比重	24.2~26.2	24.2~26.2	24.2~26.2
水面照度（lux）	11.0~85.0	13.5~95.0	10.0~70.0
換水量（回転/日）	7	7	8
エアレーション	なし	なし	なし
投餌量（g）	13（10日目まで） 8（11日目以降）	11（10日目まで） 6（11日目以降）	3（10日目まで） 3（11日目以降）

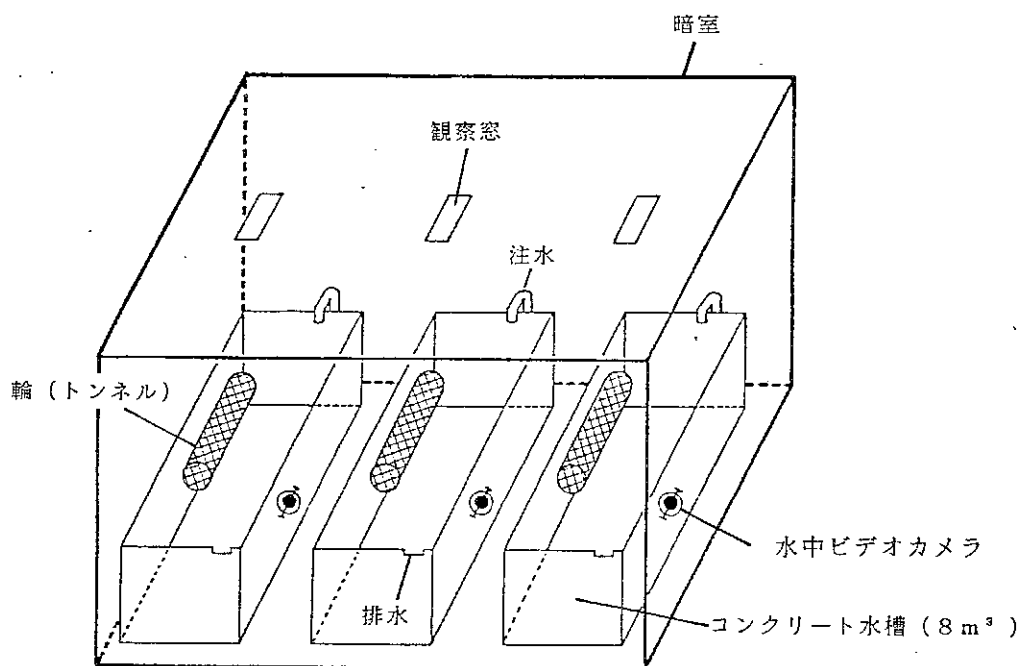


図2 実験装置の概要

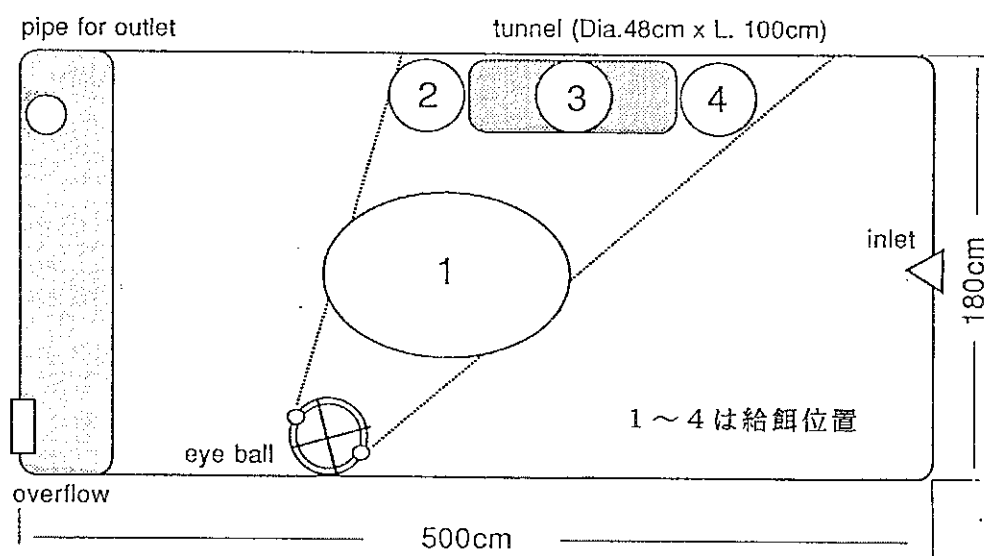


図3 実験水槽と各学習段階における投餌位置

表4 学習段階の規準

学 習 段 階		各段階別における学習目的と合格判定規準
学 習 期		学習開始
	第1段階	【目的】 点灯時に①と②で1分おきに投餌、光への馴致と餌の結合を狙う 【合格判定規準】 光に対して狂奔しない 索餌行動（非成群性：体軸傾斜，方向転換，浅深移動）が観察される 摂餌行動（バシャ，ツツキ）が観察される
	第2段階	【目的】 第1段階に加え、場所②と光と餌を結びつける 【合格判定規準】 トンネル入り口のOKゾーン（輪の下，トンネル底辺より水面まで）に 索餌のため出現した個体数が15尾以上
	第3段階	【目的】 トンネルに入る警戒を取り除き、③で摂餌するように訓練 【合格判定規準】 トンネル内に索餌のため入った個体数が15尾以上
	第4段階	【目的】 この段階より目視しつつ任意に投餌、トンネルを通過すると予想される 個体のみに④で給餌、トンネル通過と餌を結びつける 【合格判定規準】 トンネルを順方向（②から④）に通過した個体数が15尾以上
完 成 期		学習の完成 【目的】 脱学習に備えて3日間さらに訓練を続け、学習を完全なものとする
脱 学 習 期		脱学習の開始 【目的】 1日3回の訓練時（7:00, 12:00, 17:00）での給餌は止めて、10:00, 15:00 に水槽全体に給餌を行い、芸と餌との関係を切り離す 【合格判定規準】 点灯後、トンネルを通過する個体が1尾もいなくなる 脱学習の終了

* 各学習段階の合格判定テストは、1日3回の訓練時の合図後5分間の観察時に行う

条件づけの3要素

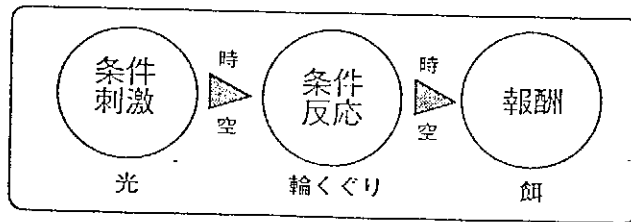


図4 条件付けの3要素

Experimental Design

	Before	Test	Feeding	After
Time	5min	5min	5min	3~5min
Signal	OFF	ON	ON	OFF

図5 学習実験のスケジュール

Observation: 7:00, 12:00, 17:00

12L:12D (light: 100 lux, 6:00~18:00)

WT: 17.8~21.5°C

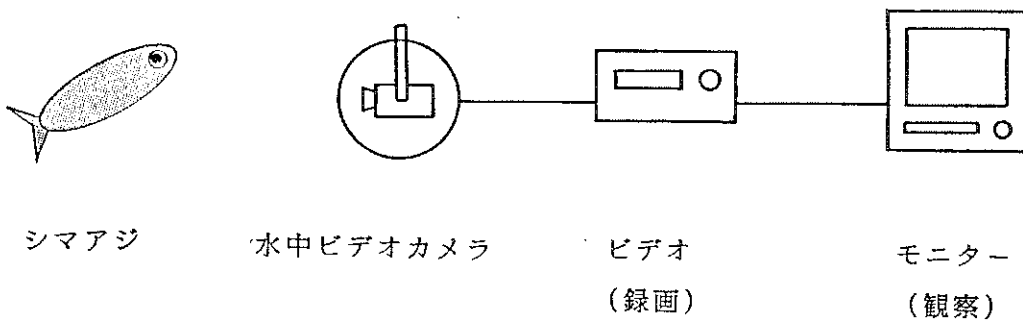


図6 水中ビデオシステム

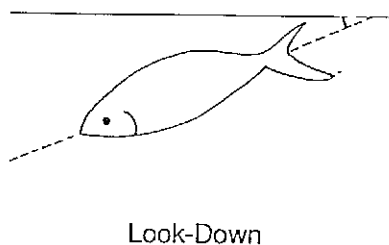
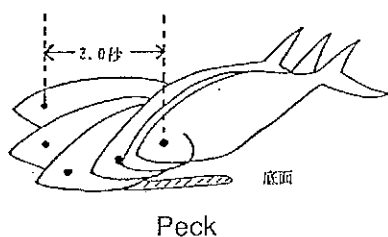
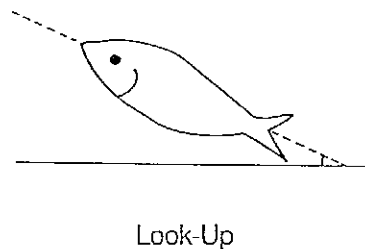
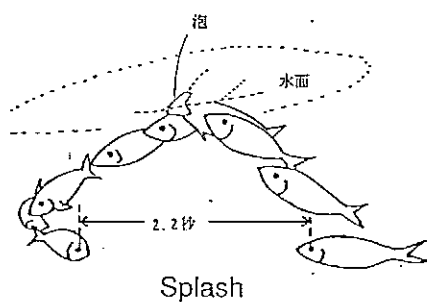


図7 シマアジの摂餌関連行動

ハネ (Splash) , ツツキ (Peck) , 上傾 (Look up) , 下傾 (Look down)

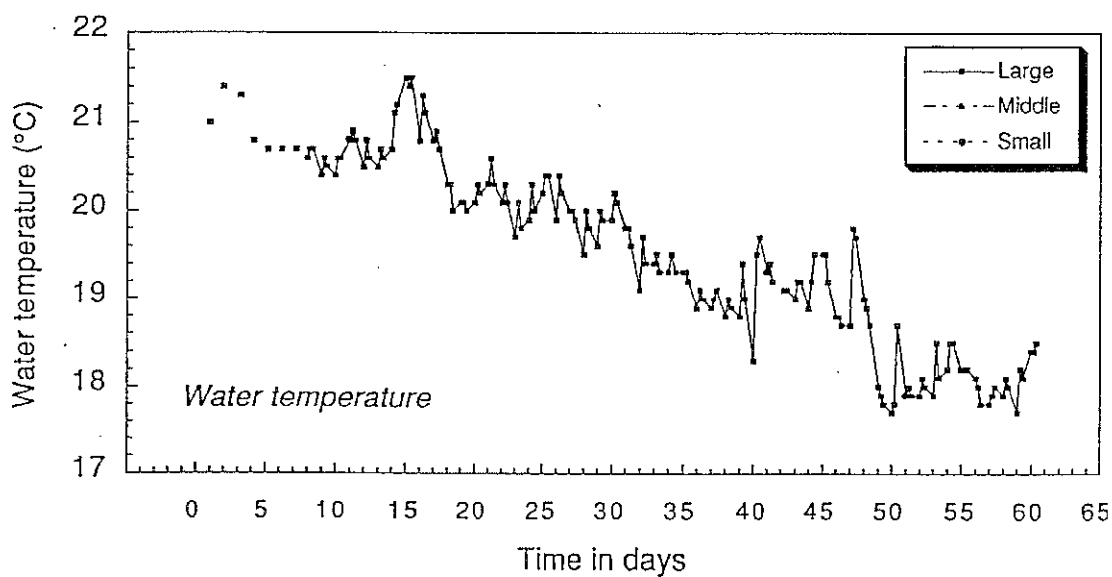


図8 実験期間中の水温変化

表 5 試験時の照度

試験区	測定場所	無点灯		点灯	
		水面 (Lux)	水底 (Lux)	水面 (Lux)	光源方向 (Lux)
Large	1	14.0	9.0		
	2	11.0	4.5		
	3	—	6.3		
	4	85.0	46.0		
	5	31.0	11.0		
	6	23.5	10.5		
Middle	1	14.5	7.2	20.5	180.0
	2	13.5	8.0	10.0	17.0
	3	—	7.5	30.0	670.0
	4	95.0	46.0	68.0	3000.0
	5	35.0	11.0	10.5	6.5
	6	39.0	10.5	16.0	11.0
Small	1	10.0	7.0		
	2	16.0	9.6		
	3	—			
	4	70.0	54.0		
	5	34.0	7.7		
	6	45.0	15.5		

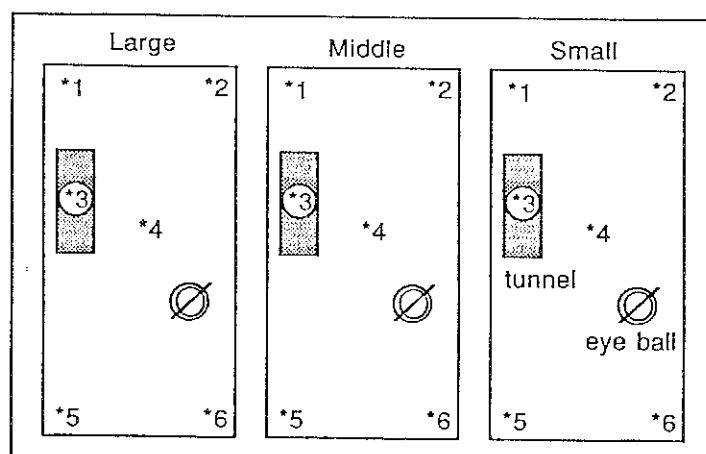


図 9 実験水槽の照度測定位置

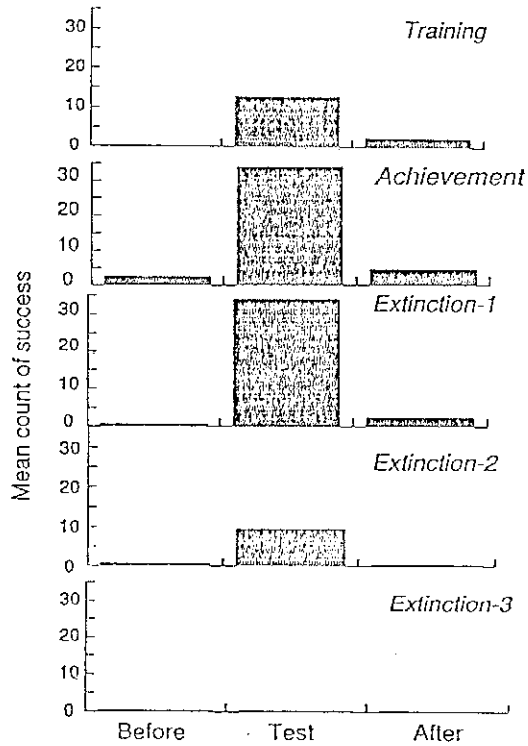


図10 各実験回次のテスト時とテスト前後の反応頻度

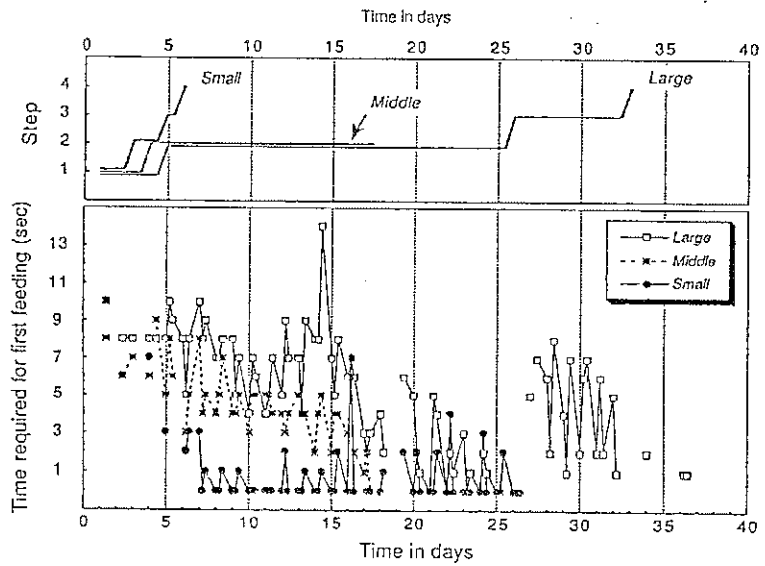


図11 投餌から最初の摂餌までの反応時間

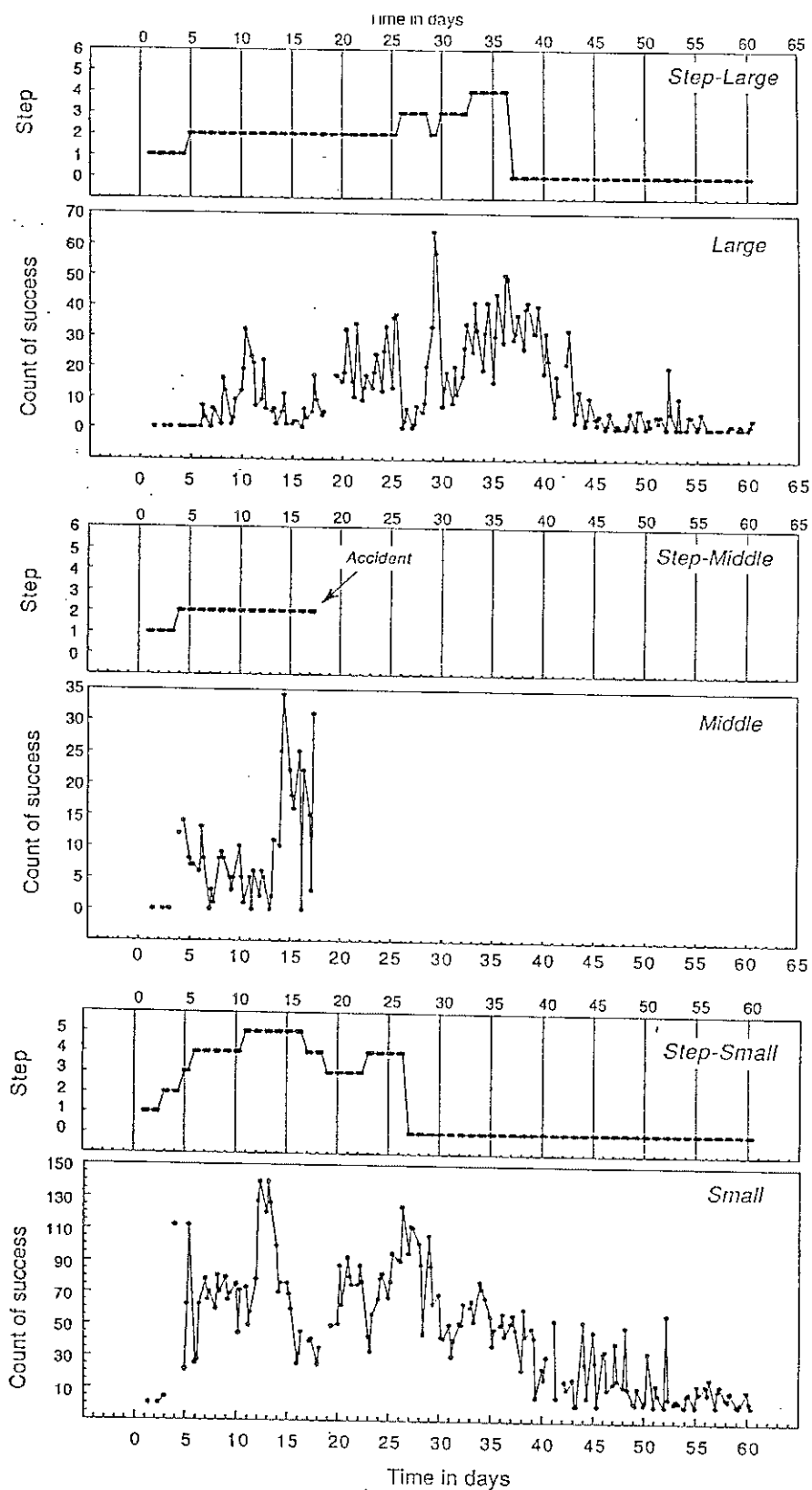


図12 大中小各群の反応頻度の経緯

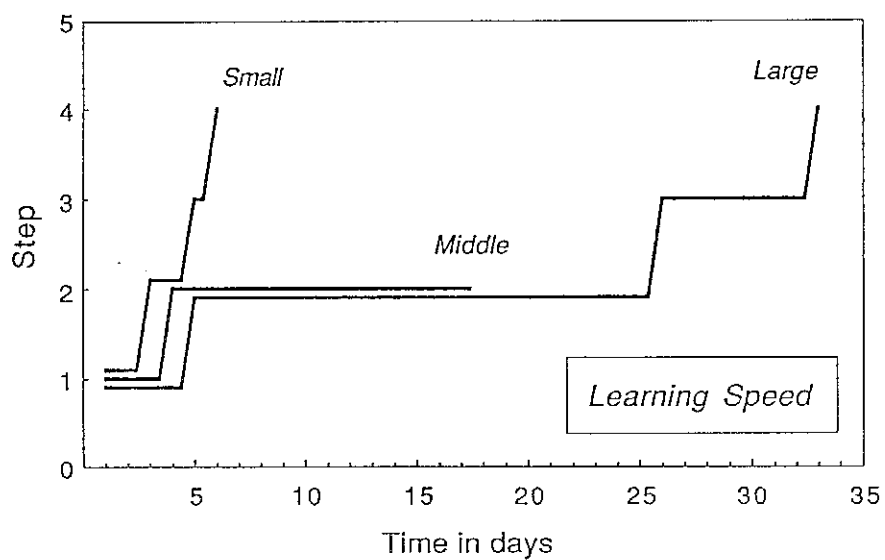


図13 大中小各群の学習速度

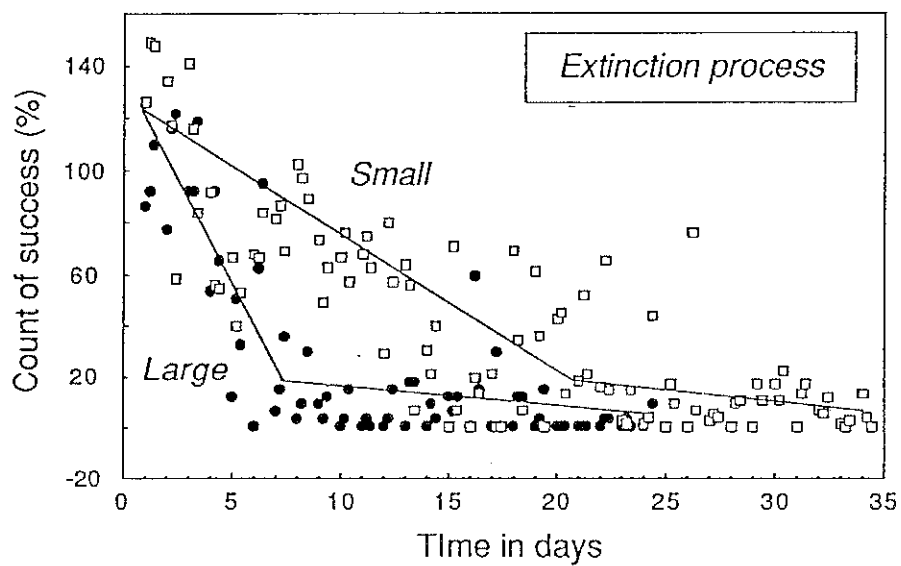


図14 大中小各群の脱学習速度

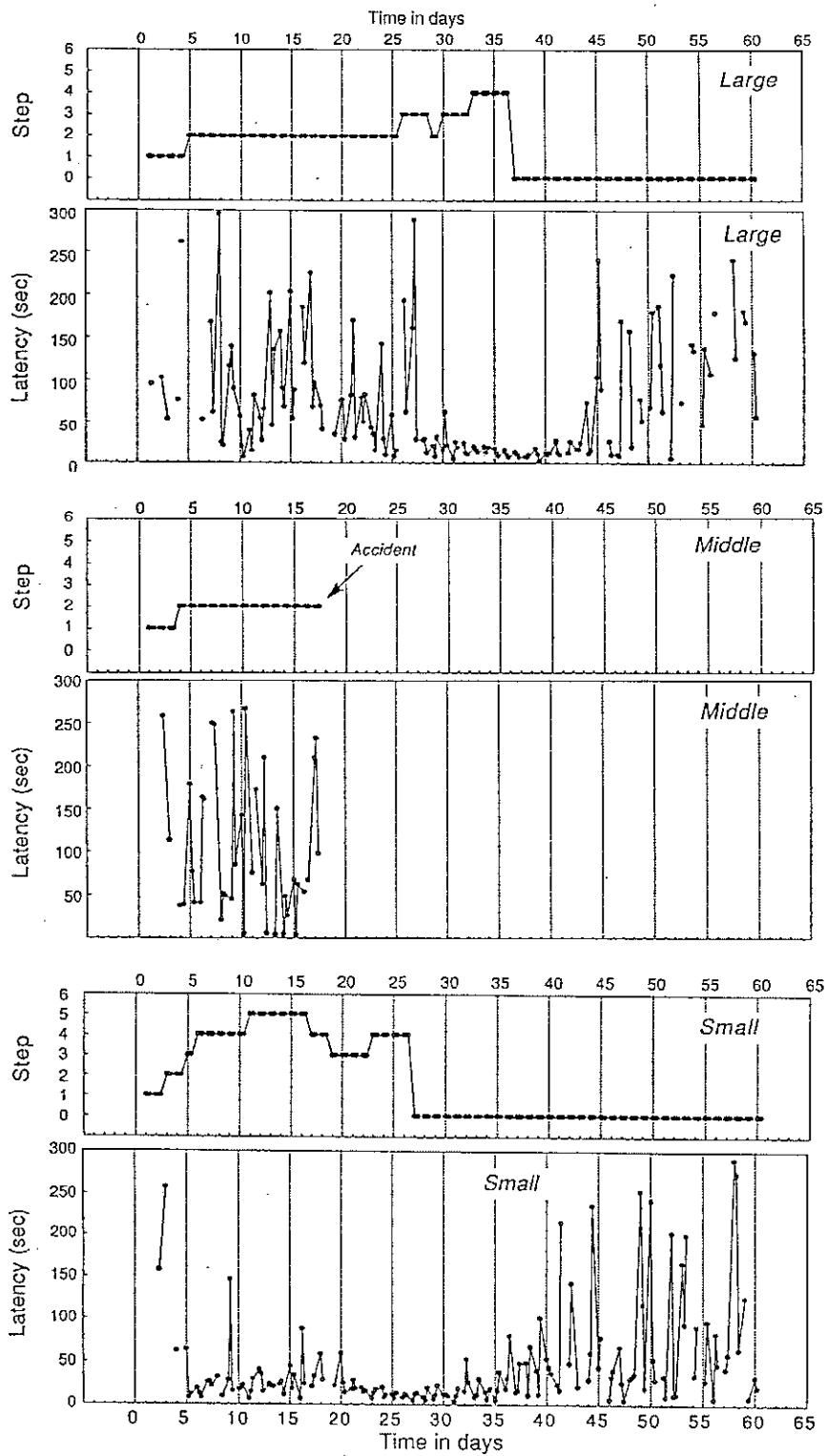


図15. 大中小各群の信号に対する潜時

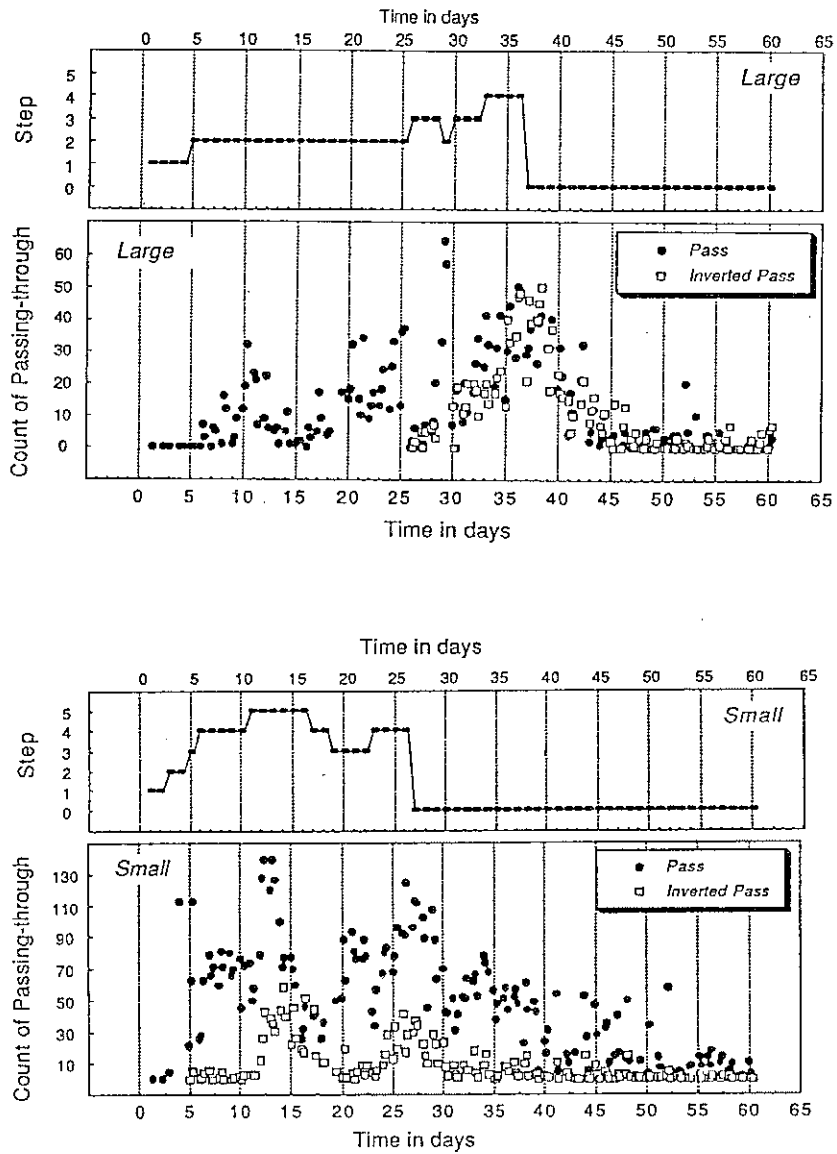


図16 正方向と逆方向の輪くぐり頻度

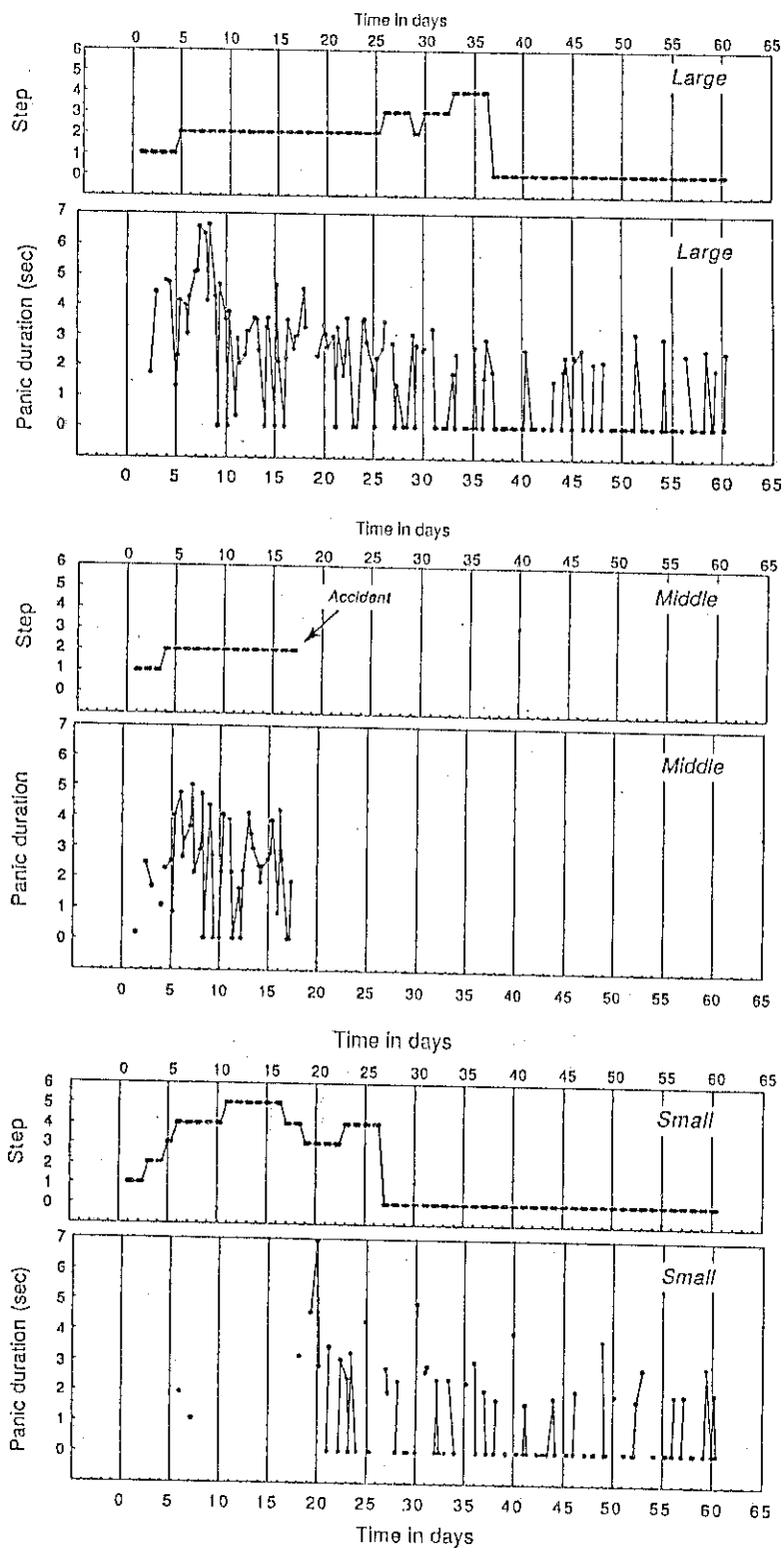


図17 大中小各群の点灯直後の狂奔時間

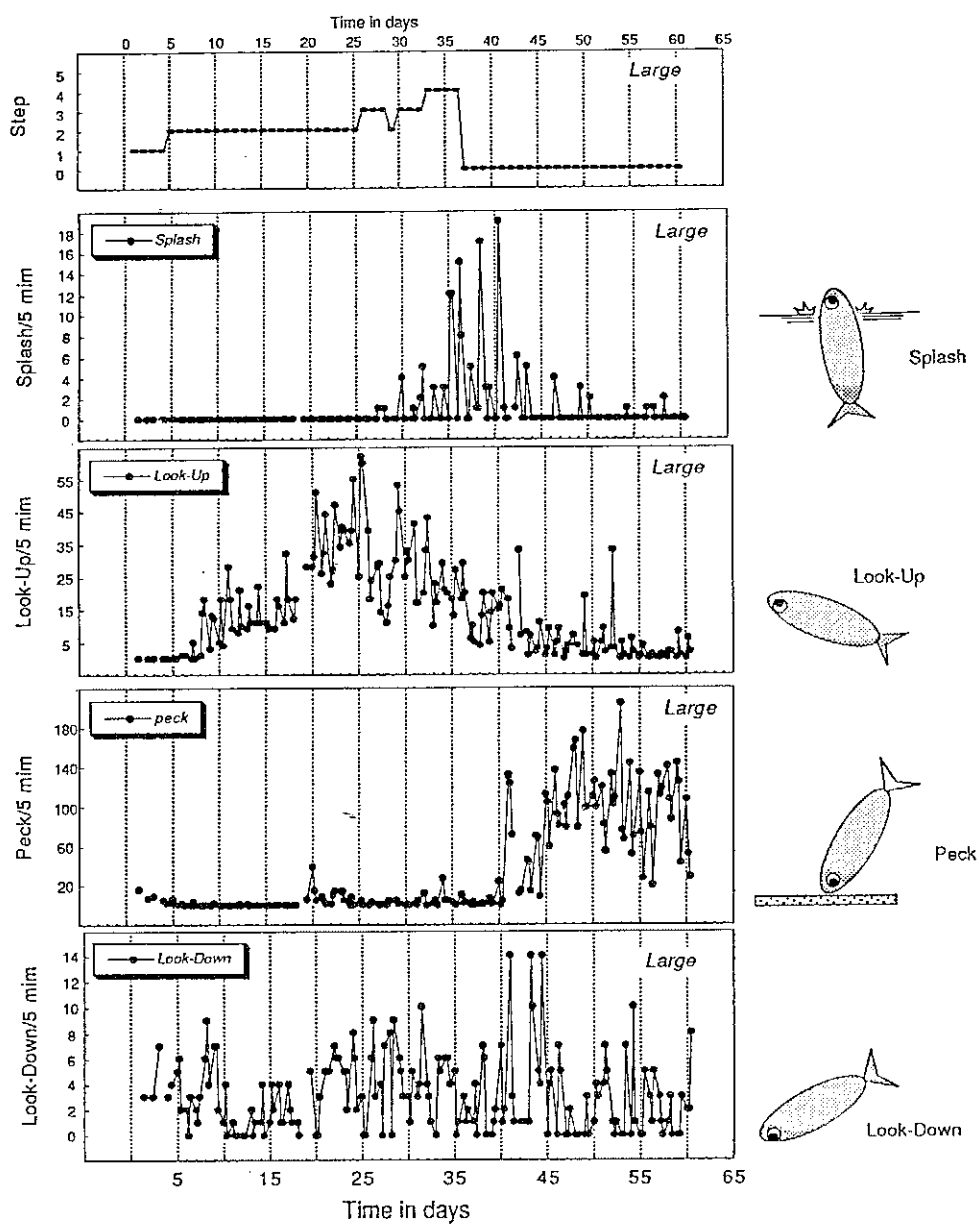


図18 大サイズ群における4つの摂餌関連行動の頻度

ハネ (Splash) , ツツキ (Peck) , 上傾 (Look up) , 下傾 (Look down)

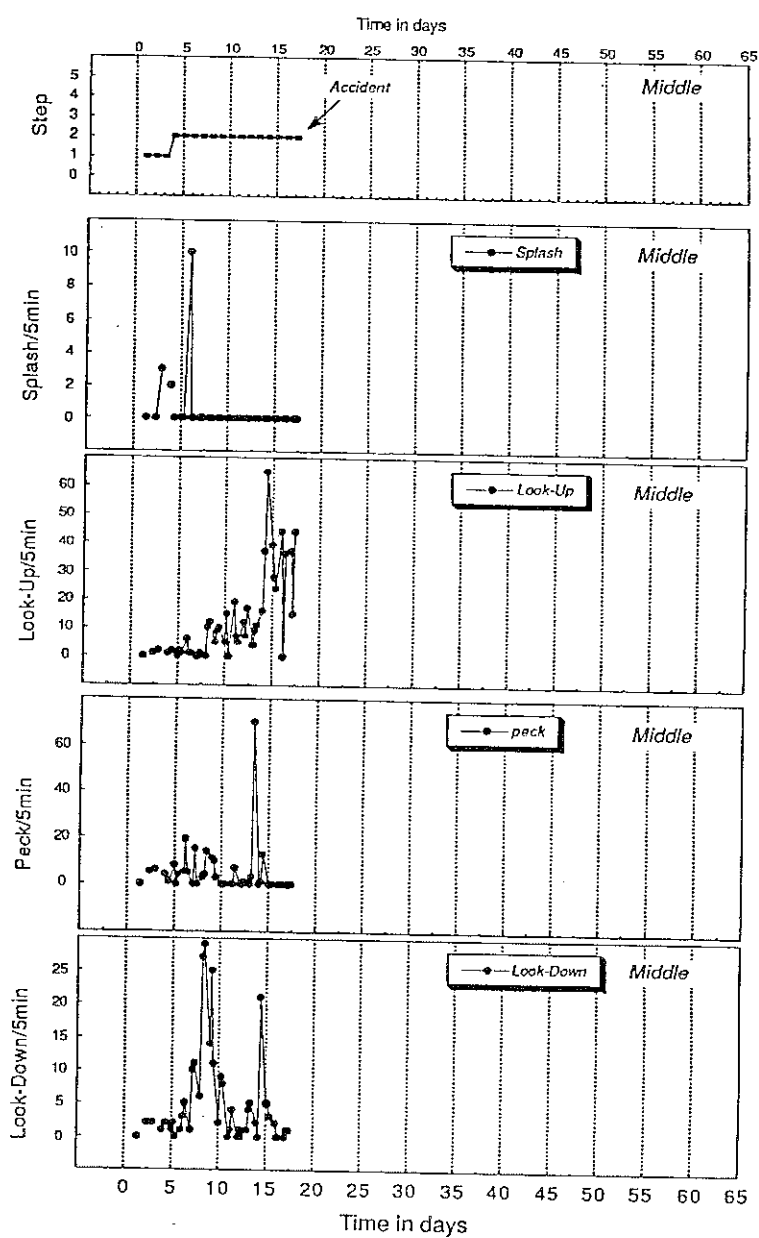


図19 中サイズ群における4つの摂餌関連行動の頻度
ハネ (Splash) , ツツキ (Peck) , 上傾 (Look up) , 下傾 (Look down)

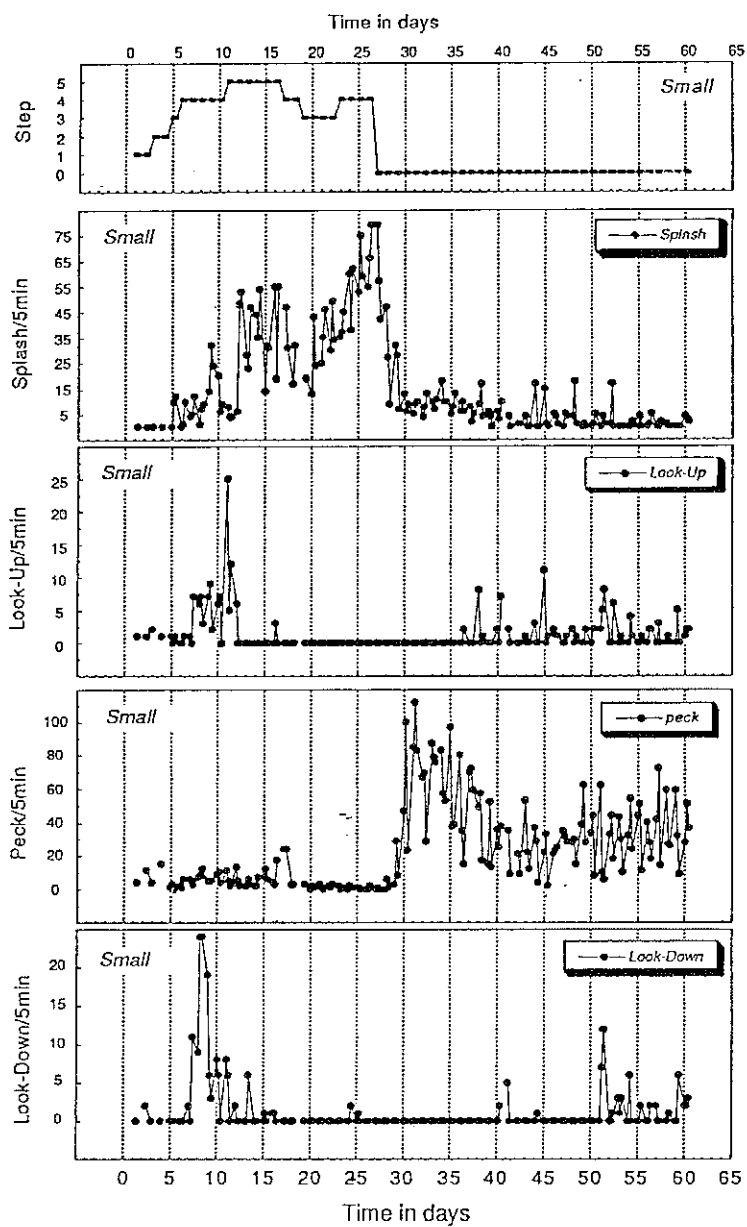


図20 小サイズ群における4つの摂餌関連行動の頻度

ハネ (Splash) , ツツキ (Peck) , 上傾 (Look up) , 下傾 (Look down)

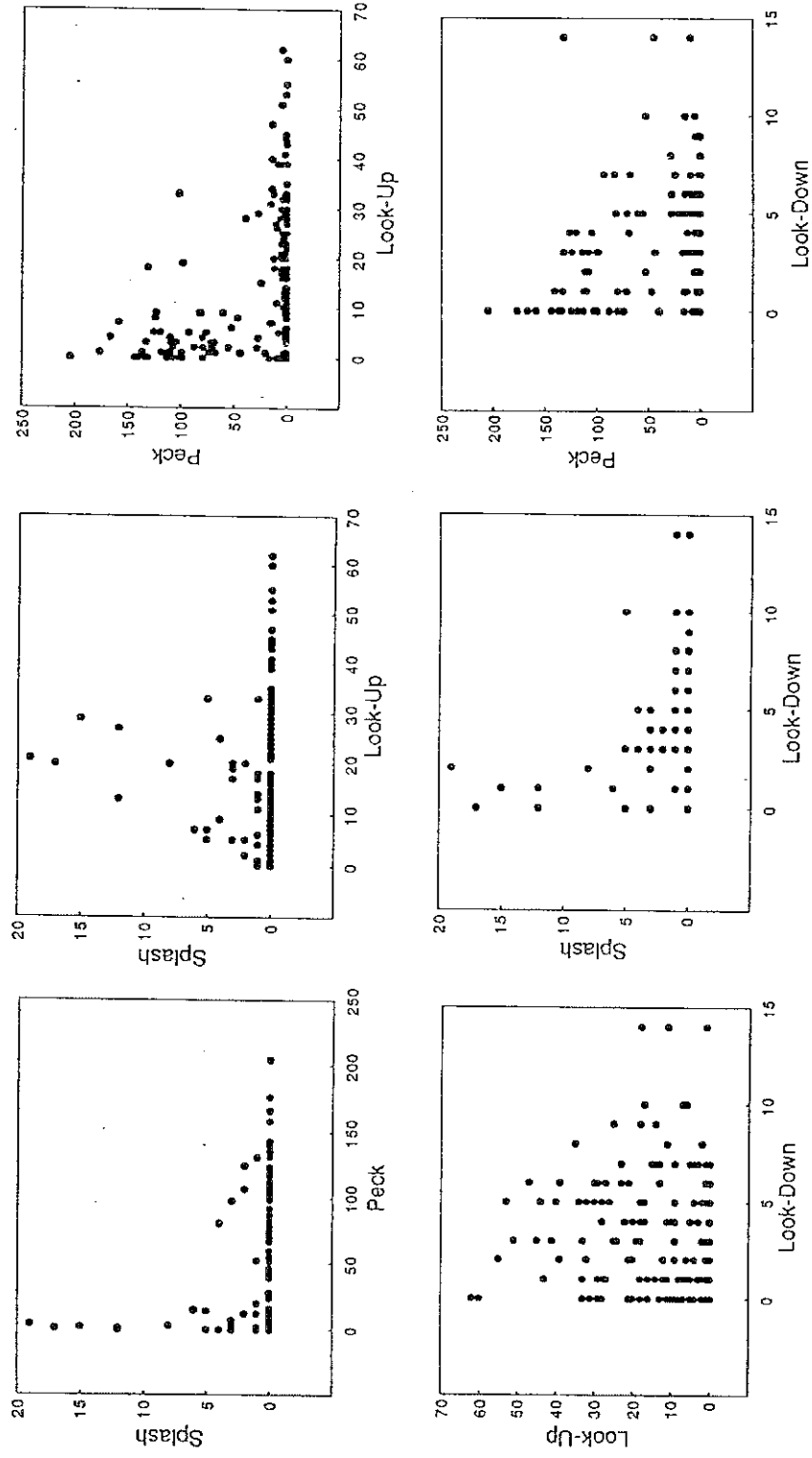


図21 大サイズ群における4つの摂餌関連行動の相関

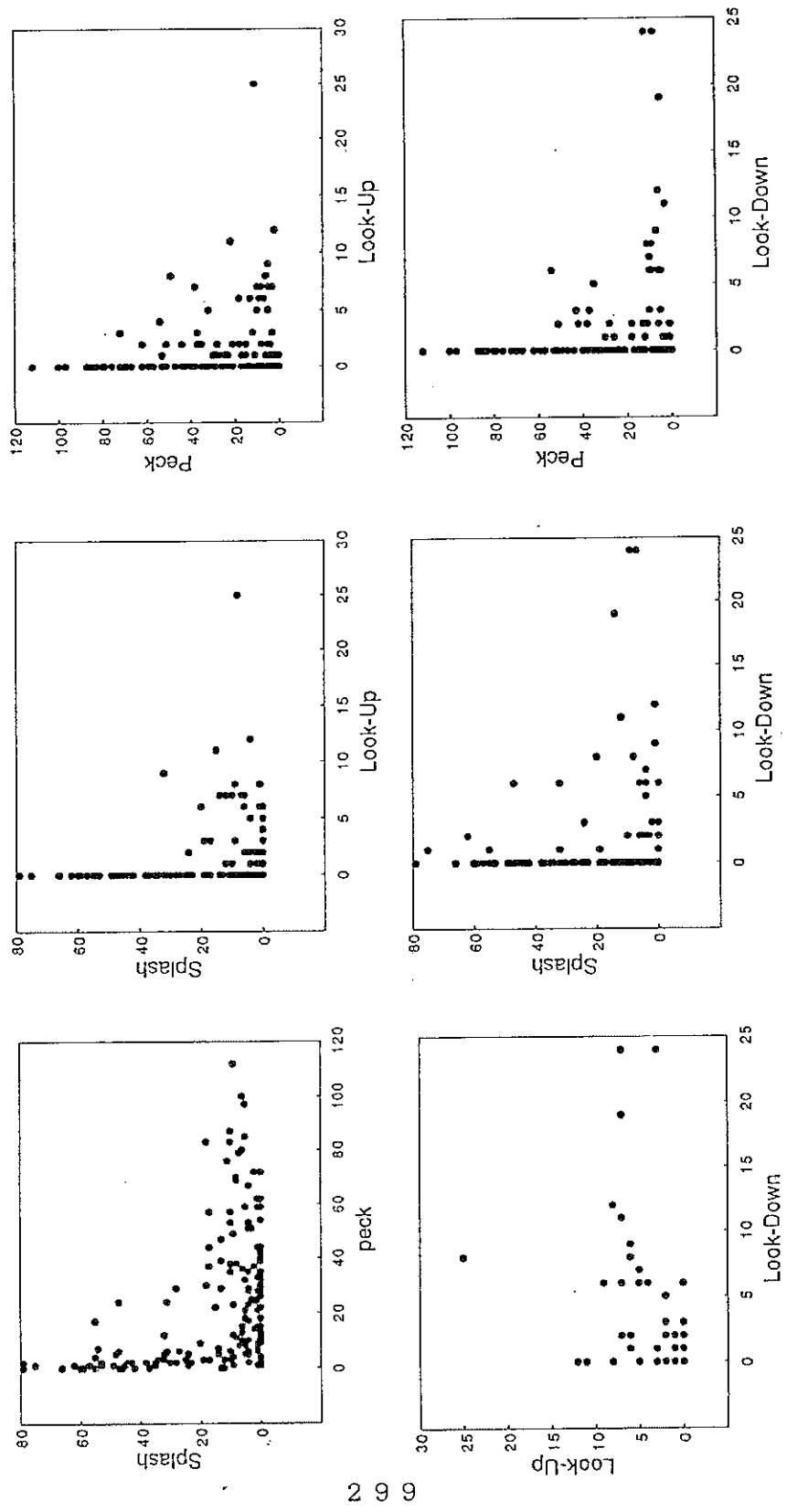


図 22 小サイズ群における 4 つの摂餌関連行動の相関

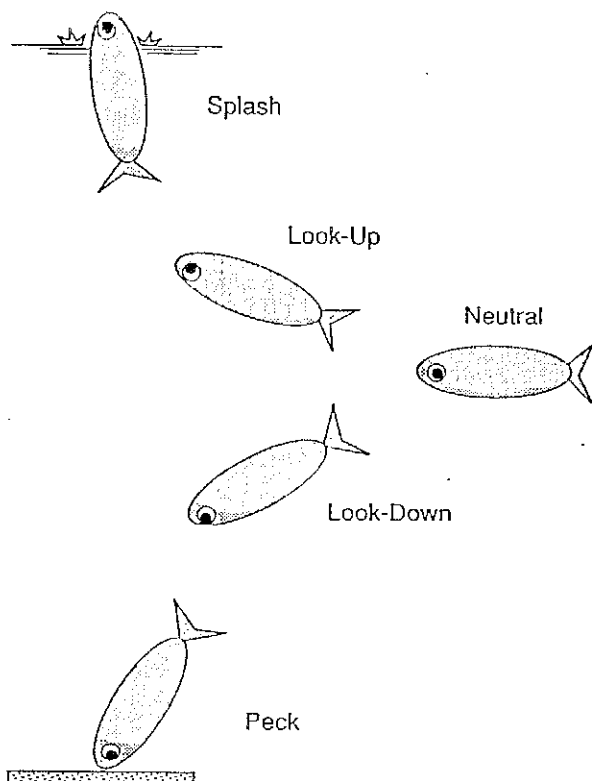


図23 シマアジの4つの摂餌行動

ハネ (Splash) , ツツキ (Peck) , 上傾 (Look up) , 下傾 (Look down)

脱学習過程

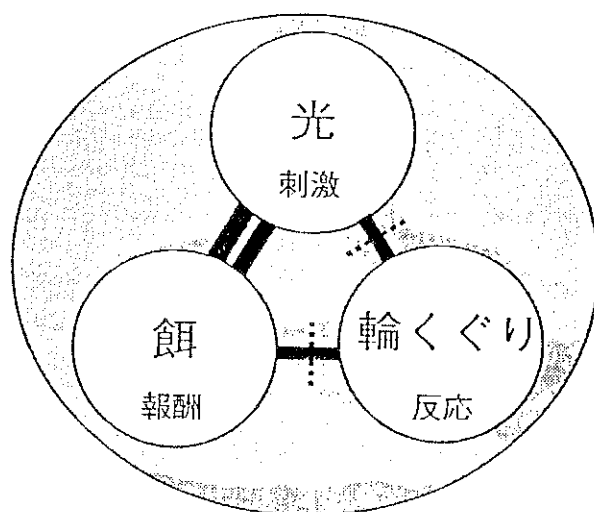


図24 条件付けの3要素

オゾン処理海水利用に関する研究

オゾンは海水と接触すると臭素酸化物（残留オキシダント）を生成し、この臭素酸化物はアンモニアの浄化効果、有機物の分解効果、亜硝酸の浄化効果、殺菌効果、溶存酸素量を高める効果がある反面、生物に対して極めて強い毒性を示す。このようなオゾン処理海水の特性を利用して、種苗生産過程でのオゾンの有効利用方法について荏原実業株式会社と共同研究を開始した。

今年度は、シマアジ、ヒラマサについて、残留オキシダント含有海水による卵洗浄効果並びにふ化仔魚の飼育に及ぼす影響について検討した。

I オゾンによる魚病予防対策実験

1. 残留オキシダント含有海水による受精卵洗浄実験－1

1) 目的

シマアジ種苗生産時の魚病予防対策として、残留オキシダントを用いて受精卵の洗浄を行う場合、受精卵そのものの残留オキシダントに対する耐性について調べておく必要がある。本実験では受精卵を残留オキシダント含有海水に浸漬し、浸漬後の卵発生を観察した。

2) 材料と方法

供試卵は、シマアジの胚環期受精卵を用いた。残留オキシダント含有海水は荏原実業製作のオゾン発生装置により発生したオゾンを海水に接触させ調整した（図1）。

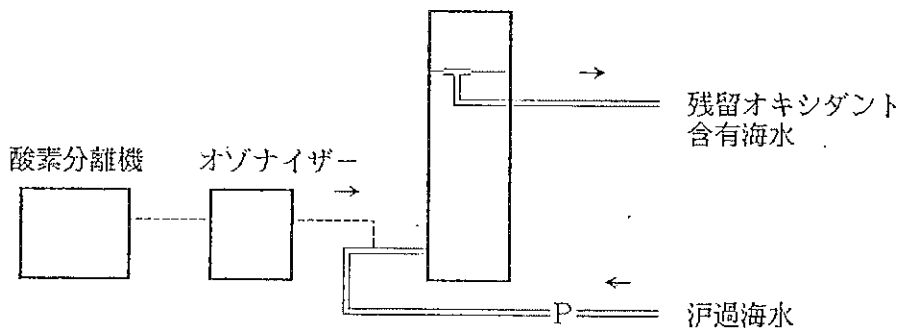


図1 オキシダント含有海水処理の概要

試験区の設定は以下の通りである。

試験区 1：残留オキシダント含有海水に30分浸漬

試験区 2：残留オキシダント含有海水に60分浸漬

試験区 3：残留オキシダント含有海水に90分浸漬

試験区 4：残留オキシダント含有海水に5分浸漬

試験区 5：残留オキシダント含有海水に5分浸漬

試験区 6：遊離ヨウ素量100ppmのイソジン含有海水に15分浸漬

試験区 7：無処理区

なお、残留オキシダント濃度の測定は、チオ硫酸ナトリウムによる中和滴定法により行った。

3) 結果と考察

試験は、平成2年12月17日から12月23日までの7日間行った。試験結果を表1に示した。

表1 受精卵洗浄実験－1

試験区	オキシダント濃度 (mg/ℓ)		卵密度 (粒/ℓ)		ふ化方法	ふ化率 (%)
	初発	処理後	洗卵時	収容時		
試験区 1	3.4	1.9	2000		ふ化ネット	0
試験区 2	3.4	2.2	2000		ふ化ネット	0
試験区 3	3.4	2.1	2000		ふ化ネット	0
試験区 4	3.3		11000	440	0.5m ³ 水槽	0
試験区 5	3.3	0.7	21000	420	1.0m ³ 水槽	0
試験区 6			21500	430	1.0m ³ 水槽	87
試験区 7				400	1.0m ³ 水槽	86

受精卵を3ppmの残留オキシダント含有海水に浸漬すると卵のふ化への影響が見られ、正常なふ化が行われなかった。ふ化率0%の実験区の受精卵は、いずれもふ化直前で発生は停止していた。このことから、卵発生に影響を与える残留オキシダント濃度は3ppmよりも低い濃度であり、さらに低濃度での卵洗浄実験を行い濃度限界を調べる必要がある。

2. 残留オキシダント含有海水による受精卵洗浄実験－2

1) 目的

前回の試験で、残留オキシダント 3 ppm では受精卵のふ化は認められなかった。今回は、オキシダント濃度を変えて、卵発生に及ぼす限界濃度を検証し、オキシダントの卵消毒への利用の可能性について調べた。

2) 材料と方法

供試卵は、シマアジの胚環期受精卵を用いた。試験区は以下の様に設定し、実験は2回行った。

第1回試験

試験区1：残留オキシダント3.0ppm海水に1分浸漬

試験区2：残留オキシダント1.1ppm海水に1分浸漬（3倍希釈）

試験区3：残留オキシダント0.3ppm海水に1分浸漬（10倍希釈）

試験区4：残留オキシダント0.08ppm 海水に1分浸漬（100倍希釈）

試験区5：ろ過海水に1分浸漬

試験区6：高溶存酸素海水（23.7ppm）に1分浸漬

第2回試験

試験区1：残留オキシダント3.0ppm海水に1分浸漬

試験区2：残留オキシダント0.3ppm海水に1分浸漬（10倍希釈）

試験区3：残留オキシダント0.03ppm 海水に1分浸漬（100倍希釈）

試験区4：残留オキシダント0.003ppm海水に1分浸漬（1000倍希釈）

試験区5：ろ過海水に1分浸漬

3) 結果と考察

試験は、平成3年1月14日から1月18日までの5日間行った。試験結果を表2、表3に示した。

卵洗浄試験では、3回の試験を行い、残留オキシダント濃度を0～3.4ppmに変えて卵の発生の濃度限界をシマアジの受精卵で検討した。しかし、無処理区の試験区でもふ化率が低く、供試卵の卵質かふ化方法に問題があったと考えられる。残留オキシダント濃度とふ化率の関係は、傾向性が認められなかった。今後、卵質の良い卵を使用し、かつふ化方法を改善して再試験を行う必要がある。

表 2 受精卵洗浄試験－2（第1回試験）

試験区	初発オキシダント濃度 (ppm)	D O (ppm)	洗卵時の密度 (粒 / ℓ)	ふ化方法	ふ化率 (%)
試験区 1	3.0	10.6	650	ふ化ネット, 流水	8.5
試験区 2	1.1	10.8	600	ふ化ネット, 流水	0.0
試験区 3	0.3	11.3	700	ふ化ネット, 流水	17.6
試験区 4	0.08	11.3	600	ふ化ネット, 流水	0.0
試験区 5	0.0	10.9	650	ふ化ネット, 流水	37.5
試験区 6	0.0	23.7	500	ふ化ネット, 流水	23.0

* 試験区 1 のふ化仔魚の状態は不良であった。

表 3 受精卵洗浄試験－2（第2回試験）

試験区	初発オキシダント濃度 (ppm)	D O (ppm)	洗卵時の密度 (粒 / ℓ)	ふ化方法	ふ化率 (%)
試験区 1	3.2	9.9	650	ふ化ネット, 流水	31.3
試験区 2	1.06	9.9	650	ふ化ネット, 流水	11.4
試験区 3	0.49	10.0	600	ふ化ネット, 流水	0.0
試験区 4	0.0	10.1	700	ふ化ネット, 流水	0.0
試験区 5	0.0	10.4	600	ふ化ネット, 流水	0.0

* 試験に供したふ化仔魚の状態は不良であった。

2. 残留オキシダント含有海水による受精卵洗浄実験－3

1) 目的

これまでの卵洗浄試験では、シマアジ受精卵を材料として卵発生の濃度限界を検討したが、供試卵、試験手法に問題がありオキシダント濃度とふ化率の關係に傾向性が認められなかった。今回は、ヒラマサ受精卵を用いて、ヒラマサ卵の発生に影響を及ぼすオキシダント洗浄濃度を検証し、卵消毒への利用の可能性について検討を行う。

2) 材料と方法

供試卵には、ヒラマサ胚環期受精卵を用いた。ヒラマサ受精卵は各オキシダント濃度で洗浄後1ℓのボトルに収容し、エアレーションのみの止水方式でふ化まで飼育を行い、ふ化に至るまでの発生の過程を観察した。試験は3回行い、試験区は以下のように設定した。

第1回試験（胚環期受精卵を使用）

試験区1：残留オキシダント0.6ppm海水に1分浸漬

試験区2：残留オキシダント0.3ppm海水に1分浸漬

試験区3：残留オキシダント0.1ppm海水に1分浸漬

試験区4：ろ過海水に1分浸漬

試験区5：ろ過海水に1分浸漬後、活性炭処理水に収容

第2回試験（胚環期受精卵を使用）

試験区1：残留オキシダント3.2ppm海水に1分浸漬

試験区2：残留オキシダント1.3ppm海水に1分浸漬

試験区3：残留オキシダント0.4ppm海水に1分浸漬

試験区4：ろ過海水に1分浸漬

試験区5：ろ過海水に1分浸漬後、活性炭処理水に収容

第3回試験（胚体期受精卵を使用）

試験区1：残留オキシダント3.2ppm海水に1分浸漬

試験区2：残留オキシダント1.3ppm海水に1分浸漬

試験区3：残留オキシダント0.4ppm海水に1分浸漬

試験区4：ろ過海水に1分浸漬

試験区5：活性炭処理水に1分浸漬後、ろ過海水に収容

なお、オゾンが卵にどのような影響を及ぼすかをみるため、各試験区の卵を発生過程ごとにサンプリングし、ブアン固定し組織標本を作成し、比較した。卵の組織標本の作成・調査は鹿児島大学水産学部増殖生理学教室（中村助教授）に依頼した。

3) 結果と考察

試験は、平成3年3月30日から4月13日までの15日間行った。試験結果を下の表4、表5、表6に示した。

試験は、第1回試験、第2回試験では1試験区に対して3系列で行い、ふ化率は3系列の平均値である。第3回試験では1試験区に対して2系列で行い、ふ化率は2系列の平均値である。

表4 受精卵洗浄試験-3 (第1回試験)

試験区	初発オキシダント濃度 (ppm)	水温 (℃)	D O (ppm)	卵の収容密度 (粒/ℓ)	ふ化率 (%)
試験区 1	0.6	16.4~21.1	8.7~9.5	50	66.9
試験区 2	0.3	16.3~20.6	8.7~9.4	50	77.9
試験区 3	0.1	16.7~20.8	8.9~9.4	50	69.7
試験区 4	0.0	16.9~20.6	8.7~9.3	50	75.8
試験区 5	0.0	17.1~20.6	8.7~9.2	50	43.6

各オキシダント処理濃度におけるふ化率の差は明確でなく、少なくとも0.6ppmのオキシダントではヒラマサの卵に対する発生への影響は少ないように思われた。

表5 受精卵洗浄試験-3 (第2回試験)

試験区	初発オキシダント濃度 (ppm)	水温 (℃)	D O (ppm)	卵の収容密度 (粒/ℓ)	ふ化率 (%)
試験区 1	3.2	19.9~20.6	9.4~9.6	50	84.1
試験区 2	1.3	19.9~20.6	9.4~9.7	50	85.7
試験区 3	0.4	16.7~20.8	9.2~9.7	50	87.0
試験区 4	0.0	16.9~20.6	9.2~10.5	50	90.9
試験区 5	0.0	17.1~20.6	9.2~9.7	50	86.3

第1回試験では、0.6ppmのオキシダント処理濃度ではヒラマサ卵に対する影響が認められなかったため、第2回試験と第3回試験ではより濃い濃度系列において試験を行った。0~3.2ppmの各オキシダント処理濃度におけるふ化率には大きな差はなく、第1回試験よりも高かった。

表6 受精卵洗浄試験-3 (第3回試験)

試験区	初発オキシダント濃度 (ppm)	水温 (℃)	D O (ppm)	卵の収容密度 (粒 / ℓ)	ふ化率 (%)
試験区 1	3.1	19.6~20.5	8.7~9.4	50	49.2
試験区 2	1.3	19.6~20.4	9.0~9.7	50	93.0
試験区 3	0.4	19.5~20.5	9.1~9.7	50	97.4
試験区 4	0.0	19.6~20.5	9.0~9.7	50	86.1
試験区 5	0.0	19.6~20.5	8.8~9.4	50	91.1

第3回試験では、0~1.3ppmの各オキシダント処理濃度におけるふ化率には大きな差はなく、3.1ppm区のみが低かった。これは、供試卵が胚環期を過ぎた卵であったために卵のオキシダントに対する耐性が低下していることが考えられ、卵消毒に関しては受精後の発育段階も考慮する必要があると思われる。

なお、鹿児島大学に依頼した各濃度における卵の組織標本の観察からは、いずれのサンプルに関しても差はないとのことであった。

II オゾンによるふ化仔魚毒性試験

1. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育-1

1) 目的

O₃処理海水を飼育水として飼育を行った場合のシマアジの成長・生残状況、及びO₃処理によって作られた飼育環境の特性を把握するため、通常飼育(生物濾過海水)との比較飼育試験を行う。また、飼育水をO₃処理によって浄化する環境浄化システムにより飼育水循環による閉鎖系での種苗生産の可能性について検討する。

2) 方法

供試魚は、ピコルナウイルスの抗体価の高いシマアジ親魚より得られた卵をO₃処理海水で洗卵後ふ化させたもの(日令1)を使用する。試験区は以下のよう設定した。

試験区1 : O₃処理海水により卵洗浄, O₃処理海水により飼育(流水)

試験区2 : O₃処理海水により卵洗浄, 生物濾過海水により飼育(流水)

対照区 : 生物濾過海水により卵洗浄, 生物濾過海水により飼育(止水)

各区とも収容尾数は5000尾とする。飼育水槽は、環境浄化システム装置(荏

原実業製作：容量 500m³）を使用する。飼育水は、駆け流し（非循環飼育）とする。用水以外については通常の飼育マニュアルに準ずる。飼育は全長30mmに成長するまで行う。試験区 1・2 の処理方式を図 2 に示した。

3) 結果と考察

試験区 1 は試験開始 4 日目までに大量斃死を起こし試験を中止した。大量斃死の原因として、開始直後からオゾン処理による高 D O が考えられる。しかし、試験区 2 においても対照区にくらべて生残状況が悪かったことより、試験区 1・2 は試験開始直後からの流水飼育による影響があったものと思われる。再試験に際しては、注水方法の改良が必要である。

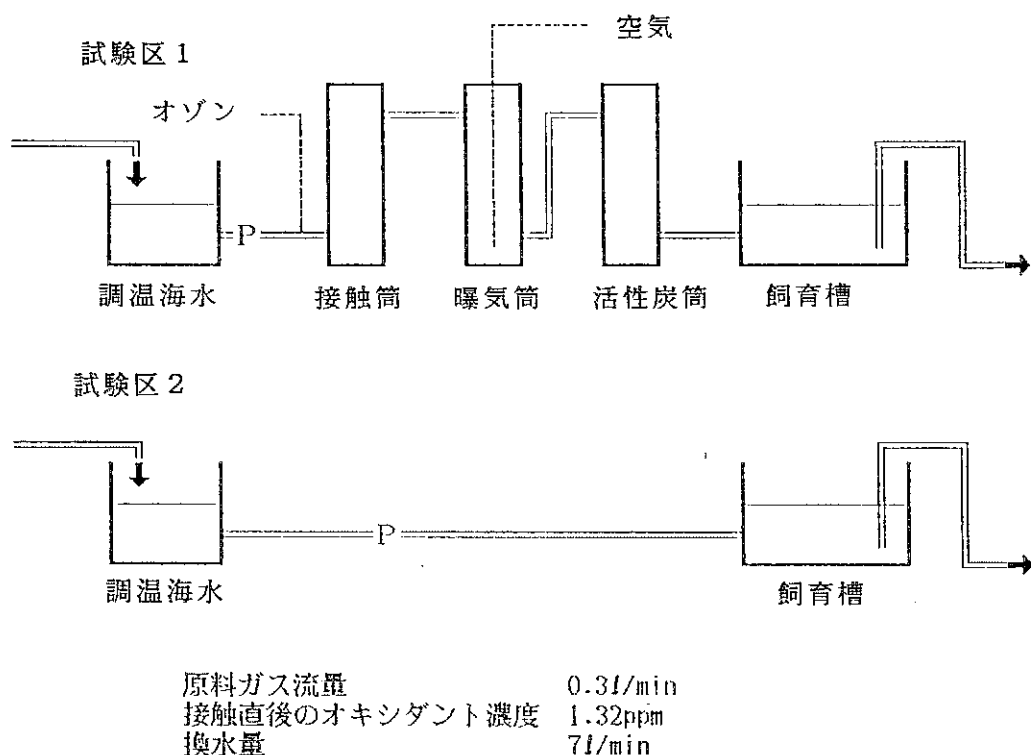


図 2 試験区 1・2 の概要

2. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育－2

——オゾン処理水の空気曝気効果について——

1) 目的

前回、オゾン＋活性炭処理を行った処理海水でシマアジふ化仔魚を飼育したところ、生残率が対照区よりも劣っていた。原因の一つとして、オゾン処理区のDOが対照区に比べて高かったことが考えられた。今回は、シマアジを材料にして、処理区の処理水を空気曝気し、DOを下げた処理水を用いて再度飼育試験を行った。

2) 材料と方法

供試魚は、シマアジふ化仔魚（日令1）である。試験方法は、前回と同様であるが、収容尾数は各試験区 10000尾とした。試験は2回行い、2回目の試験はオゾン処理海水を使用した止水飼育も行った。

3) 結果と考察

各試験の結果を表7，表8，表9，表10に示した。

第1回試験

表7 生残尾数の推移（柱状計数）

試験区	収容時	24時間後	48時間後
処理区	9400	3791 (40.3%)	2182 (23.2%)
対照区	9600	6341 (66.1%)	5768 (60.1%)

表8 飼育環境の変化

試験区		0 時間後	17時間後	23時間後	40時間後
処理区	DO	9.7ppm	10.5ppm	10.4ppm	11.1ppm
	水温	23.9℃	20.7℃	21.8℃	20.7℃
対照区	DO	8.4ppm	10.0ppm	9.8ppm	10.0ppm
	水温	23.4℃	21.2℃	21.4℃	20.6℃

第2回試験

表9 生残尾数の推移（柱状計数）

試験区	収容時	24時間後	48時間後	72時間後	25日目
処理区	26900	10200 (37.9%)	5800 (21.6%)	5260 (19.6%)	165 (0.6%)
対照区	27900	14200 (50.1%)	12000 (43.0%)	10200 (36.6%)	462 (1.7%)
止水区	26700	21600 (97.8%)	17000 (63.6%)	14300 (53.6%)	0 (0%)

表10 飼育環境の変化

試験区		0時間後	24時間後	48時間後	72時間後
処理区	D O		11.2ppm	11.1ppm	11.1ppm
	水温	20.2℃	21.0℃	21.5℃	21.2℃
対照区	D O		10.3ppm	10.0ppm	9.9ppm
	水温	20.7℃	21.4℃	21.7℃	21.5℃
止水区	D O		10.0ppm	9.8ppm	9.1ppm
	水温	20.7℃	22.1℃	22.3℃	22.3℃

1回目の試験では、処理区の生残状況が明らかに悪い。原因としては、処理区の飼育水のD Oが常に高い状態にあること、オゾン処理により水質に何らかの変化があったことが考えられる。しかし、対照区もD Oが高めに出ており、D Oメーターの校正の問題、測定技術の問題などが考えられる。

2回目の試験では、1回目と同様処理区の生残状況が悪かった。原因としては、1回目の試験と同様と考えられる。しかし、オゾン処理海水を使用した止水区が48時間後まで高生残率を示しており、今後の検討課題として重要である。なお、止水区では、6～12日目にかけて大量斃死を起こしたが、これは換水を行わなかったため水質が悪化したためと思われる。

3. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育－3

——高溶存酸素下におけるふ化仔魚の飼育——

1) 目的

前回、オゾン＋活性炭処理を行った処理海水でシマアジふ化仔魚を飼育したところ、処理区の生残率が対照区より劣っていた。その原因の1つとして、処理区のDOが対照区に比べて高かったことが考えられる。今回は、DOがふ化仔魚に与える影響について検討を行った。

2) 材料と方法

材料は、シマアジふ化仔魚（日令2）を用いた。飼育水は、ろ過海水に純酸素を接触させて高溶存酸素の海水を作り、ろ過海水で希釈しDOの異なる海水を6段階調整したものである。飼育は、室温が約20℃の室内で飼育し、飼育容器（1ℓサンプル瓶）に蓋をしない方法（開放系）と容器に蓋をしてDOの変化を小さくする方法（閉鎖系）で行った。供試魚は1ℓの容器に各30尾ずつ収容し、無給餌飼育を行い生残率を求めた。

3) 結果と考察

開放系・閉鎖系の試験の結果を表11、表12に示した。

開放系の試験では、各試験区とも生残率に大きな差は見られなかった。

閉鎖系の試験では、24時間後に生残率に大きな差が見られた。試験区1～5までの高溶存酸素区は、濾過海水を使用した試験区より明らかに生残率が悪かった。試験区1～5までの高溶存酸素区のDOを開放系と閉鎖系とで比較すると、閉鎖系では高溶存酸素状態が長時間継続することが伺え、このことが生残率を悪くしている要因となっている可能性が考えられる。また、閉鎖系では、仔魚の呼吸によって生じたCO₂が蓄積し、ルート効果*によって呼吸困難を起こした可能性も考えられるが、閉鎖系のろ過海水区で生残率がよかったことを考えると、この要因は否定できると考える。

*ルート効果：CO₂分圧の上昇やpHの低下によってヘモグロビンの酸素親和性が低下して、酸素分圧をいくら高めても血液が酸素飽和に達せず、血液の酸素量が減少する現象。

表11 開放系におけるD O，水温，生残率の変化

試験区		0 時間後	2 時間後	8 時間後	16時間後	24時間後
試験区 1	D O	23.8ppm	23.6ppm	18.0ppm	13.1ppm	11.6ppm
	水温	19.1 ℃	17.4 ℃	17.1 ℃	17.4 ℃	19.6 ℃
	生残率	100 %		100 %		93.4 %
試験区 2	D O	23.1ppm	20.6ppm	16.4ppm	12.4ppm	11.2ppm
	水温	19.6 ℃	17.5 ℃	17.0 ℃	17.2 ℃	19.3 ℃
	生残率	100 %		96.7 %		90.1 %
試験区 3	D O	18.8ppm	17.0ppm	14.2ppm	11.8ppm	10.8ppm
	水温	19.2 ℃	17.2 ℃	17.1 ℃	17.4 ℃	19.3 ℃
	生残率	100 %		100 %		100 %
試験区 4	D O	15.5ppm	15.3ppm	13.3ppm	11.3ppm	10.5ppm
	水温	19.1 ℃	17.0 ℃	16.9 ℃	17.2 ℃	19.1 ℃
	生残率	100 %		100 %		96.7 %
試験区 5	D O	12.9ppm	12.6ppm	11.6ppm	10.7ppm	10.1ppm
	水温	19.8 ℃	17.2 ℃	17.0 ℃	17.3 ℃	19.1 ℃
	生残率	100 %		100 %		100 %
試験区 6	D O	10.2ppm	10.3ppm	10.2ppm	10.1ppm	9.9ppm
	水温	19.8 ℃	17.1 ℃	17.1 ℃	17.4 ℃	19.2 ℃
	生残率	100 %		96.7 %		86.8 %

表12 閉鎖系におけるD O，水温，生残率の変化

試験区		0 時間後	2 時間後	8 時間後	16時間後	24時間後
試験区 1	D O	23.1ppm	24.4ppm	22.9ppm	20.9ppm	19.9ppm
	水温	19.7 ℃	18.2 ℃	18.2 ℃	18.4 ℃	20.9 ℃
	生残率	100 %		90.1 %		63.3 %
試験区 2	D O	22.2ppm	21.7ppm	21.0ppm	19.1ppm	18.3ppm
	水温	19.6 ℃	18.3 ℃	18.3 ℃	18.7 ℃	20.8 ℃
	生残率	100 %		96.7 %		63.3 %
試験区 3	D O	19.5ppm	19.1ppm	18.7ppm	17.5ppm	16.8ppm
	水温	19.5 ℃	18.1 ℃	18.2 ℃	18.7 ℃	20.6 ℃
	生残率	100 %		96.7 %		80.0 %
試験区 4	D O	17.0ppm	16.7ppm	16.0ppm	15.2ppm	14.4ppm
	水温	19.3 ℃	17.9 ℃	18.0 ℃	18.5 ℃	20.6 ℃
	生残率	100 %		96.7 %		80.0 %
試験区 5	D O	13.4ppm	13.5ppm	13.5ppm	13.1ppm	12.7ppm
	水温	19.3 ℃	18.2 ℃	18.1 ℃	18.7 ℃	20.5 ℃
	生残率	100 %		93.4 %		56.7 %
試験区 6	D O	10.2ppm	10.1ppm	10.2ppm	9.9ppm	9.8ppm
	水温	18.9 ℃	17.7 ℃	18.0 ℃	18.7 ℃	20.2 ℃
	生残率	100 %		96.7 %		96.7 %

4. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育－4

———残留オキシダントの致死濃度の推定———

1) 目的

前回、オゾン＋活性炭処理を行った処理海水でシマアジふ化仔魚を飼育したところ、処理区の生残率が対照区より劣っていた。その原因の1つとして、処理区の残留オキシダントの除去が十分でなかったことが考えられる。今回は、残留オキシダントがシマアジふ化仔魚に与える影響について検討を行った。

2) 材料と方法

材料は、シマアジふ化仔魚（日令2）を用いた。飼育水は、オキシダント含有海水を作り、ろ過海水で希釈し残留オキシダントの異なる海水を6段階調整

したものであり、十分に空気で曝気を行い、D Oを低下させてから使用した。

試験区は次のように設定した。1試験区は2系列で行った。

試験区1：残留オキシダント濃度 2.96ppm

試験区2：残留オキシダント濃度 0.24ppm (10 倍希釈)

試験区3：残留オキシダント濃度 0.00ppm (100 倍希釈)

試験区4：残留オキシダント濃度 0.00ppm (1000倍希釈)

試験区5：残留オキシダント濃度 0 ppm ろ過海水

試験区6：残留オキシダント濃度 0 ppm オゾン+活性炭処理海水

飼育は、室温が約20℃の室内で飼育し、水温はほぼ一定に保った。供試魚は1ℓの容器に各30尾ずつ収容し、無給餌飼育を行い生残率を求めた。

3) 結果と考察

各試験区の試験開始時の飼育水の状態を表13に、生残尾数の変化を表14に示した。

表13 飼育水の状態

試験区	D O (ppm)	水温 (℃)	オキシダント
試験区1	9.0	18.2	2.69
試験区2	9.8	18.3	0.24
試験区3	9.5	18.1	0.00
試験区4	9.1	17.9	0.00
試験区5 (ろ過海水)	9.7	18.2	0
試験区6 (オゾン処理)	11.0	17.7	0

試験の結果から、残留オキシダント濃度が 0.24ppm以上であると、急性毒性を示すことが判明した。

なお、荏原実業が、北海道大学で行った実験 (ヒラメ稚魚：約20mm~30mm) では、初発濃度 0.55 ~ 0.86ppmでは急性毒性を示さなかった。また、オゾン処理水で流水飼育した場合には、0.05ppm で5時間後に大量斃死を起こしている。

表14 生残尾数の変化

(単位: 尾)

試験区		0	1	7	10	25	34	49	68時間後
試験区 1	①	30	0						
	②	30	0						
試験区 2	①	30	0						
	②	30	0						
試験区 3	①	30	30	30	30	30	30	30	30
	②	30	30	29	29	29	29	29	29
試験区 4	①	30	30	28	28	28	28	28	28
	②	30	30	30	30	30	30	30	30
試験区 5	①	30	30	30	30	30	30	30	30
	②	30	30	30	30	30	30	29	29
試験区 6	①	30	30	30	30	30	29	29	29
	②	30	29	29	29	29	28	28	28

5. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育-5

——高溶存酸素下におけるふ化仔魚の飼育——

1) 目的

オゾン+活性炭処理を行った処理海水を用いてシマアジふ化仔魚を飼育した時の生残率低下の原因として、活性炭処理水の毒性、高D Oが考えられる。

今回は、飼育規模を大きくして活性炭処理水の毒性、高D Oがふ化仔魚に与える影響について検討を行った。

2) 材料と方法

供試魚は、ヒラマサのふ化仔魚(日令2)である。飼育水槽には500ℓ水槽を使用し、エアレーションのみの止水飼育とした。収容尾数は6000尾とし、4日間飼育した後、成長・生残・摂餌率を測定した。試験は2回行い、試験区の設定は以下に示した。

試験1

高D O区: 飼育海水はろ過海水を使用し、エアレーションは酸素発生機を用いて純酸素を吹き込む。

処理区: 空気を原料としてオゾンが発生し、オゾン処理海水を作成し、

それを活性炭処理したものを飼育海水として使用した。

対照区 : 飼育海水はろ過海水を使用し、エアレーションは空気を吹き込む。

試験 2

対照区 1 : 飼育海水はろ過海水を使用し、エアレーションは空気を吹き込む。

対照区 2 : 飼育海水はろ過海水を使用し、エアレーションは空気を吹き込む。

処理区 : 純酸素を原料としたオゾンを用いてオゾン処理海水を作成し、それを活性炭処理したものを飼育海水として使用した。

なお、対照区 1 と処理区はオゾン処理海水作成装置に付属している円形水槽を使用した。対照区 2 はパンライト水槽を使用した。

3) 結果と考察

試験は、1991年3月30日～4月13日までの15日間行った。試験 1・試験 2 の結果を表15、表16、表17、表18に示した。

表15 試験 1 における成長・生残・摂餌率・開鰓率

試験区		収容時	24時間後	48時間後	72時間後	96時間後
対照区 1 (高 D O 区)	成長 (mm)	4.96		4.83		5.25
	生残 (尾)	5600		5510		3305
	摂餌率 (%)	0	82.6	92.3	96.6	100
	開鰓率 (%)				33.3	40.0
処理区	成長 (mm)	4.96		4.98		5.45
	生残 (尾)	5600		5340		2335
	摂餌率 (%)	0	76.3	100	99.1	92.5
	開鰓率 (%)				23.5	50.0
対照区 2	成長 (mm)	4.96		4.95		5.50
	生残 (尾)	5600		5727		4240
	摂餌率 (%)	0	90.2	90.2	100	100
	開鰓率 (%)				67.6	50.0

表16 試験2における成長・生残・摂餌率・開鰓率

試験区		収容時	24時間後	48時間後	72時間後	96時間後
対照区1	成長 (mm)	4.87		4.85		5.00
	生残 (尾)	5900		3500		3305
	摂餌率 (%)	0	4.4	31.3	81.8	83.3
	開鰓率 (%)			12.5	22.7	29.2
処理区	成長 (mm)	4.87		4.76		4.90
	生残 (尾)	5900		3300		2335
	摂餌率 (%)	0	5.6	30.8	69.2	89.5
	開鰓率 (%)			0	0	10.5
対照区2	成長 (mm)	4.87		4.90		5.15
	生残 (尾)	5900		5386		4240
	摂餌率 (%)	0	5.5	27.3	97.3	100
	開鰓率 (%)			31.8	45.9	51.7

表17 試験1における飼育環境

試験区		収容時	24時間後	48時間後	72時間後	96時間後
高DO区	水温 (℃)	20.0	17.8	20.9		20.9
	DO (ppm)	20.7	24.2	21.3		22.2
処理区	水温 (℃)	21.1	21.8	21.2		21.1
	DO (ppm)	9.9	10.4	9.4		9.6
対照区	水温 (℃)	22.0	22.5	22.1		22.2
	DO (ppm)	9.6	9.9	9.4		9.5

表18 試験2における飼育環境

試験区		収容時	24時間後	48時間後	72時間後	96時間後
対照区1	水温 (°C)	21.1		21.7		
	D O (ppm)	9.8		9.3		
処理区	水温 (°C)	22.2		23.0		
	D O (ppm)	20.8		9.7		
対照区2	水温 (°C)	21.5		22.1		
	D O (ppm)	9.5		9.7		

2回の試験のいずれも処理区（オゾン＋活性炭処理区）の生残が悪く、オゾン処理、活性炭処理を行うことによりふ化仔魚の生残に影響を及ぼす物質が出ている可能性がある。なお、高D O区に関しては対照区よりも生残が劣ったものの大きな差はなく、高D Oがふ化仔魚に与える影響は少ないものと思われる。但し、2回の試験とも対照区1の成長・生残が悪い傾向にあり、これはシマアジの飼育試験でも同じ傾向が見られた。実際、対照区2のパンライト水槽と比較すると、ヒラマサ仔魚は底に沈み横たわる傾向があり、水槽照度などの違いが飼育結果に影響したことが考えられる。今後は、飼育条件を同じにした上で試験を行うことが必要である。

6. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育－6

——ハイポによる微量オキシダントの中和効果——

1) 目的

オゾン＋活性炭処理を行った処理海水を用いてシマアジおよびヒラマサふ化仔魚を飼育した時の生残率低下の原因として、検出限界以下の微量残留オキシダントの毒性が考えられる。今回は、検出限界以下の微量残留オキシダントを中和するためにハイポ（チオ硫酸ナトリウム）を添加し、ハイポの添加効果について検討を行った。

2) 材料と方法

供試魚は、ヒラマサのふ化仔魚（日令1）である。飼育容器には1ℓサンプル瓶を使用し、各区30尾ずつ収容した。水温は20℃を維持し、無給餌飼育を行い生残尾数を測定した。

試験区は次のように設定し、1区2系列で行った。

- 1区（対照区）：ろ過海水
 2区（オゾン区）：オゾン＋活性炭処理を曝気しDOを下げたもの
 3区（オゾン＋ハイボ区）：オキシダント0.01ppmを中和するハイボを2区の処理水に添加したもの
 4区（ハイボ区）：3区と同量のハイボをろ過水に添加したもの

3) 結果と考察

試験は、1991年5月30日～6月7日までの9日間にわたって行った。試験結果を表19に示した。

表19 斃死尾数とSAI

試験区	5.30	5.31	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	合計	SAI
1区 ①	0	4	5	7	3	1	4	1	4	29	8.7
②	0	14	0	4	2	1	1			22	2.2
2区 ①	0	5	5	7	6	9	3			35	5.6
②	0	0	1	9	6	5	0	7		28	9.3
3区 ①	0	2	7	8	1	1	7	3		38	9.2
②	0	1	4	2	2	21	16			33	8.4
4区 ①	0	6	15	3	3	1	3			28	1.9
②	0	2	20	3	2	0				28	2.0

ハイボ区はSAIが低いことよりハイボがふ化仔魚に悪影響を及ぼしていることが伺われる。対照区とオゾン区では差は見られず、オゾンがふ化仔魚に及ぼす影響は見られなかった。また、オゾン区とオゾン＋ハイボ区でも差は見られず、ハイボの添加効果は見られなかった。今回の試験結果はかなりのバラツキがあり、明確な結果は得られず、再試験の必要がある。

7. オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育－7

——照度がヒラマサ飼育に及ぼす影響について——

1) 目的

前回の試験（オゾン処理水によるふ化仔魚の飼育－5）において、飼育初期にヒラマサ仔魚が水槽の底に横臥する状態が観察され、水槽内照度がヒラマサ

の飼育に大きな影響を及ぼしている可能性が伺われた。今回の試験では、飼育水槽をすべて同形状の 500ℓ パンライト水槽を使用し、水槽の底部の色を白色もしくは黒色にすることにより水槽内照度がヒラマサの飼育に及ぼす影響を見るとともに、オゾン処理水の有無がヒラマサふ化仔魚の飼育に及ぼす影響について検討を行った。

2) 材料と方法

供試魚は、ヒラマサのふ化仔魚（日令 1）である。飼育容器には 500ℓ パンライト水槽を使用し、各区 10000尾ずつ収容した。試験区は、次のように設定した。

試験区 1（オゾン明区）：オゾン＋活性炭処理水，パンライト底は白色

試験区 2（オゾン暗区）：オゾン＋活性炭処理水，パンライト底は黒色

試験区 3（対照 明区）：ろ過海水，パンライト底は白色

試験区 4（対照 暗区）：ろ過海水，パンライト底は黒色

なお、オゾン区海水は曝気により DO を 9.0 まで低下させた後、ヒラマサ仔魚を収容した。

3) 結果と考察

試験は、1991年 5 月 30 日～6 月 7 日までの 9 日間にわたって行った。試験結果を表 20 に示した。

対照区とオゾン区では、対照区の方がやや生残状況がよいと思われたが、全体的に生残率が悪く、飼育結果に明確な差は見られなかった。水槽の底部の明るさの違いによる飼育結果は、明区の方が生残状況はよかった。なお、今回の試験では、水槽底部に横臥する個体はほとんど見られなかった。

表 20 生残尾数の変化

試験区	5.30	5.31	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7
オゾン明区	10000			8500			10500		2833
オゾン暗区	10000			11250			7300		600
対照 明区	10000			7000			8000		3700
対照 暗区	10000			9250			8200		2300

Ⅲ オゾンによるワムシ洗浄試験

1. 残留オキシダント海水によるワムシ洗浄

1) 目的

投餌前のワムシを残留オキシダント含有海水に浸漬させることによりワムシ消化管中の洗浄を行い、残留オキシダントに対するワムシ耐性、ワムシ消化管内の殺菌の可能性について検討を行う。

2) 材料と方法

材料は、ナンノクロプシスにて培養されたシオミズツボワムシ（L，S混合：2次培養後のワムシを使用）を使用した。試験は3回行った。第1回試験は、卵洗浄試験と同様にオキシダント含有海水を調整し、ワムシを一定時間浸漬させた後ろ過海水に収容し、2時間後にワムシの活性を観察した。また、処理したワムシをホモジナイズし、体内中の細菌数をビブリオ属選択培地，一般細菌培地を用いて測定した。第2・3回試験に関しては、一定濃度の残留オキシダント含有海水を流水式に10ℓのバケツに流し、試験1と同様にワムシを浸漬させた後ワムシの活性の観察，細菌数の測定を行った。なお、ワムシの斃死の判定は繊毛の停止をもって死亡と判定した。

試験区の設定を次に示した。

第1回試験（止水式ワムシ洗浄）

- 試験区1：残留オキシダント3.0ppmに5分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区2：残留オキシダント3.0ppmに1分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区3：残留オキシダント1.0ppmに5分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区4：残留オキシダント1.0ppmに1分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区5：ろ過海水に5分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区6：ろ過海水に1分浸漬後、ろ過海水に収容

第2回試験（流水式ワムシ洗浄）

- 試験区1：残留オキシダント0.81ppmに10分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区2：残留オキシダント0.81ppmに5分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区3：残留オキシダント0.81ppmに3分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区4：残留オキシダント0.81ppmに1分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区5：ろ過海水に10分浸漬後、ろ過海水に収容

第3回試験（流水式ワムシ洗浄）

- 試験区1：残留オキシダント0.10ppmに10分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区2：残留オキシダント0.10ppmに5分浸漬後、ろ過海水に収容
- 試験区3：残留オキシダント0.10ppmに3分浸漬後、ろ過海水に収容

試験区 4：ろ過海水に10分浸漬後、ろ過海水に取容

3) 結果と考察

試験は、1991年3月30日～4月13日までの15日間にわたって行った。試験結果を表21、表22、表23に示した。

表21 第1回試験における結果

試験区	ワムシ生残率	ビブリオ属菌数/g	一般細菌数/g
試験区 1	40.3 %		
試験区 2	67.0 %	7.60×10^6	5.85×10^6
試験区 3	34.5 %		
試験区 4	74.5 %	1.71×10^6	1.21×10^7
試験区 5	84.4 %		
試験区 6	80.0 %	3.24×10^6	6.06×10^6

残留オキシダントに対するワムシの毒性は、浸漬濃度よりも浸漬時間との相関性が強い傾向にあるようである。また、止水式よりも流水式の方が同濃度、同時間で行った場合、ワムシに対する毒性が強いようである。これは、止水式の場合、ワムシ以外の有機物などで残留オキシダントが消費されてしまった可能性が考えられる。なお、第3回試験では、試験区1でビブリオ属、一般細菌の90%が除去された。このことから、低濃度の残留オキシダントの流水方式でワムシ洗浄を行うことにより、ワムシ体内中の殺菌の可能性が伺われた。

表22 第2回試験における結果

試験区	ワムシ生残率	ビブリオ属菌数/g	一般細菌数/g
試験区 1	9.6 %		
試験区 2	32.2 %		
試験区 3	57.4 %		
試験区 4	91.2 %		
試験区 5	93.6 %		

表23 第3回試験における結果

試験区	ワムシ生残率	ビブリオ属菌数/g	一般細菌数/g
試験区1	85.6 %	4.21×10^6	5.18×10^6
試験区2	87.7 %	1.58×10^7	3.42×10^7
試験区3	95.3 %	1.15×10^8	7.84×10^7
試験区4	91.2 %	5.81×10^7	7.88×10^7

Ⅲ 要約

- ① 種苗生産でのオゾン処理海水の利用法について荏原実業と共同研究を行った。
- ② 今年度はオゾンによる魚病予防対策として卵洗浄試験、ふ化仔魚への毒性試験、ワムシの洗浄試験を行った。
- ③ シマアジの受精卵を用いた卵洗浄試験では、供試卵、試験手法に問題があったためにふ化率が低く、オキシダント濃度（0～3.0ppm）とふ化率との間に有為な関係は認められなかった。
- ④ ヒラマサ受精卵を用いた卵洗浄試験では、0～1.3ppmのオキシダント処理濃度におけるふ化には問題がなかった。しかし、3.2ppmでは胚環期以降の受精卵ではふ化率の低下が見られ、受精卵のオキシダントに対する耐性は受精後の卵の発生段階により差が伺えた。
- ⑤ オゾン処理海水によりシマアジふ化仔魚を飼育した結果、ろ過海水区に比べてオゾン処理海水区の方が生残状況が悪かった。原因として、残留オキシダント、高DO、活性炭からの有害物質の流出が考えられた。
- ⑥ 高DO区は対照区に比べて生残率が悪い傾向が見られた。しかし、空気曝気による低DO区においても生残率は悪く、生残率の低下には他の要因も考えられる。
- ⑦ 残留オキシダントは 0.24ppm以上でシマアジふ化仔魚に対して毒性が認められた。
- ⑧ 活性炭処理水を用いた飼育ではろ過海水区と差はなく、活性炭からの有害物質の流出は認められなかった。
- ⑨ ワムシの残留オキシダント（0～3.0ppm）に対する耐性は、浸漬濃度よりも浸漬時間との相関性が強い傾向が見られた。ワムシは低濃度の残留オキシダント含有海水（流水系）で洗浄することにより体内細菌数の90%が除去さ

れワムシ洗淨の可能性が伺われた。

- ⑩ 今年度の試験では、オゾン処理海水を用いた卵洗淨，ふ化仔魚の飼育には期待された有効性が認められなかった。この理由の1つとして、試験結果に大きなバラツキが見られたことがあり、今後の試験に際して試験装置，飼育手法の検討が必要と思われる。

VII. 環境測定及び来訪者一覽他

平成3年水温比重測定表

月	気 温 (°C)			水 温 (°C)						比 重 (σ_{15})					
				表 面			中 層			表 面			中 層		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
1月上旬	10.9	12.8	7.5	14.7	15.3	14.2	15.2	16.3	14.3	26.5	27.2	25.8	27.0	27.4	26.7
1月中旬	10.0	14.8	5.9	14.8	15.6	13.4	15.4	15.9	14.8	26.5	27.0	26.2	26.3	26.8	26.1
1月下旬	10.9	15.0	8.0	15.1	15.7	13.8	15.2	16.3	14.4	26.6	27.0	26.0	26.6	27.0	25.9
1月平均	10.7	15.0	5.9	14.9	15.7	13.4	15.3	16.3	14.3	26.5	27.2	25.8	26.5	27.4	25.9
2月上旬	9.4	10.9	7.5	14.7	15.5	13.8	15.0	15.3	14.7	26.9	27.5	26.5	26.7	27.0	26.4
2月中旬	9.2	12.2	4.3	13.9	14.6	12.8	14.5	15.1	13.6	26.1	27.1	22.8	26.6	27.0	26.0
2月下旬	7.4	11.0	4.0	13.3	14.4	12.4	13.9	14.7	13.2	26.4	27.0	25.4	26.7	27.6	25.9
2月平均	8.6	12.2	4.0	13.9	15.5	12.4	14.4	15.3	13.2	26.5	27.5	22.8	26.7	27.6	25.9
3月上旬	13.0	14.1	11.0	14.7	15.2	14.0	15.2	15.5	15.0	26.9	27.0	26.0	26.6	26.8	26.4
3月中旬	12.6	16.2	9.1	15.0	16.1	14.3	15.2	16.0	14.9	26.9	27.3	26.6	26.9	27.1	26.6
3月下旬	13.5	14.5	12.0	14.9	15.5	14.3	15.2	15.6	15.1	23.6	26.3	11.8	26.5	26.8	26.1
3月平均	13.2	16.2	9.1	14.9	16.1	14.0	15.2	16.0	14.9	25.6	27.3	11.8	26.7	27.1	26.1
4月上旬	14.8	18.7	9.4	15.1	16.7	14.2	15.3	15.9	14.5	26.3	27.1	25.0	26.7	27.0	26.3
4月中旬	17.0	19.4	14.4	16.9	17.5	16.0	16.9	17.5	16.3	25.3	27.0	22.8	26.4	27.7	23.2
4月下旬	17.1	18.9	16.1	17.3	17.8	17.0	17.0	17.3	16.7	26.0	26.9	25.1	26.6	27.0	26.1
4月平均	16.3	19.4	9.4	16.4	17.8	14.2	16.4	17.5	14.5	25.8	27.1	22.8	26.5	27.7	23.2
5月上旬	17.0	19.6	14.2	17.1	17.8	16.4	17.1	17.6	16.8	25.7	26.7	25.3	26.4	26.9	26.0
5月中旬	19.7	21.2	18.6	18.1	19.4	17.4	17.7	18.0	17.6	20.3	26.4	13.0	26.2	26.4	26.0
5月下旬	20.3	23.2	18.0	19.8	20.5	19.1	18.7	19.2	18.1	20.0	21.2	18.4	26.2	26.7	25.6
5月平均	19.1	23.2	14.2	18.5	20.5	16.4	17.9	19.2	16.8	22.0	26.7	13.0	26.3	26.9	25.6
6月上旬	20.1	21.7	17.6	22.1	23.7	20.1	20.8	21.7	19.0	21.9	25.6	15.6	25.5	26.1	24.6
6月中旬	25.3	26.5	22.8	22.8	25.1	21.8	21.8	22.1	20.8	28.8	25.6	14.4	25.8	26.7	25.0
6月下旬	26.2	27.8	22.8	22.5	23.6	21.3	22.0	22.8	21.2	23.9	26.7	13.2	24.1	26.1	15.2
6月平均	24.2	27.8	17.6	22.5	25.1	20.1	21.6	22.8	19.0	23.3	26.7	13.2	25.1	26.7	15.2
7月上旬	24.7	26.2	23.6	22.5	23.6	21.4	22.1	22.8	21.6	20.7	22.9	15.7	24.1	24.6	23.8
7月中旬	29.4	31.4	28.3	25.4	26.8	24.6	24.1	24.7	23.5	23.6	24.0	22.9	24.0	24.7	23.6
7月下旬	30.9	33.2	27.2	27.8	29.6	25.0	26.9	28.3	25.0	22.6	23.9	19.5	23.7	24.2	23.3
7月平均	28.8	33.2	23.6	25.8	29.6	21.4	24.9	28.3	21.6	22.3	24.0	15.7	23.9	24.7	23.3
8月上旬	27.8	29.1	26.1	26.0	26.5	25.4	25.1	25.3	24.8	24.2	24.4	23.8	24.6	25.3	23.9
8月中旬	29.1	30.3	27.9	27.1	27.5	26.7	26.0	26.0	25.9	25.8	26.0	25.5	25.3	25.3	25.3
8月下旬	26.2	27.3	26.1	26.2	27.3	25.2	26.1	26.3	25.8	25.0	25.9	24.6	25.1	25.2	24.9
8月平均	27.4	30.3	26.1	26.3	27.5	25.2	25.6	26.3	24.8	24.8	26.0	23.8	24.9	25.3	23.9
9月上旬	28.5	31.0	27.1	26.5	27.3	25.9	-	-	-	25.0	25.6	24.1	-	-	-
9月中旬	26.0	26.5	25.5	26.1	26.8	25.5	-	-	-	25.0	25.4	24.5	-	-	-
9月下旬	24.0	26.5	20.9	24.9	25.5	23.1	-	-	-	24.2	25.7	21.4	-	-	-
9月平均	26.7	31.0	25.9	25.9	27.3	23.1	-	-	-	24.9	25.7	21.4	-	-	-
10月上旬	22.5	23.2	21.2	24.4	25.1	23.2	-	-	-	23.5	26.0	16.3	-	-	-
10月中旬	21.3	23.1	19.5	22.3	23.0	22.0	22.0	22.2	21.8	25.9	26.0	25.7	26.0	26.1	25.9
10月下旬	17.2	18.1	16.1	20.9	21.3	20.5	21.3	22.0	20.7	26.0	26.3	25.9	25.7	26.1	25.7
10月平均	20.3	23.2	16.1	22.4	25.1	20.5	21.6	22.2	20.7	25.1	26.3	16.3	25.9	26.1	25.7
11月上旬	16.7	17.5	15.1	20.9	21.1	20.5	21.0	21.5	20.6	26.3	26.5	25.9	26.3	26.7	26.1
11月中旬	13.4	17.2	10.5	20.1	20.5	19.6	20.3	20.7	19.9	26.6	27.2	26.0	26.4	26.8	26.1
11月下旬	14.6	16.5	11.5	19.3	20.0	19.0	19.7	20.2	19.3	26.3	26.6	25.8	26.4	27.0	25.9
11月平均	14.5	17.5	10.5	20.0	21.1	19.0	20.2	21.5	19.3	26.4	27.2	25.8	26.4	27.0	25.9
12月上旬	15.1	19.6	10.4	19.2	19.6	18.2	19.1	19.8	18.0	26.2	27.0	25.5	26.2	27.0	25.4
12月中旬	12.7	17.1	10.1	17.8	18.9	17.3	18.2	19.2	17.0	26.4	26.8	25.9	26.4	26.8	25.9
12月下旬	14.3	17.5	11.5	18.0	18.6	17.5	18.4	18.9	18.0	26.1	26.6	25.7	26.1	26.4	25.8
12月平均	13.9	19.6	10.1	18.3	19.6	17.3	18.6	19.8	17.0	26.3	27.0	25.5	26.3	27.0	25.4

平成 3 年度 場内指導活動一覧

水産関係	件数	44
一般	件数	118
一	件数	25
学	件数	168
生	件数	5
	件数	334
計	件数	124
	件数	620

平成 3 年度映画フィルム・ビデオ貸出

映画名	栽培の海
貸出回数	4 *
延べ人数	304

* 場内放映