

平成7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/2013614

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



平成 7 年度

事業報告

(社) 日本栽培漁業協会
五 島 事 業 場



平成 7 年度事業報告

目次

	担当者名	頁
1 . 親魚養成及び採卵		
1) 親魚保有状況	中野昌次	1
2) ブリの親魚養成と採卵	中野昌次	2 ～ 13
3) ヒラマサの親魚養成と採卵	中野昌次	14 ～ 26
4) シマアジの親魚養成と採卵	中野昌次	27 ～ 33
5) クエの親魚養成と採卵	中野昌次	34 ～ 44
6) ふ化仔魚の活力試験	崎山一孝	45 ～ 46
2 . 種苗生産技術開発		
1) ブリ種苗生産		
(1) 陸上飼育	塩澤 聡	47 ～ 51
(2) 海上飼育	中野昌次	52 ～ 61
(3) 健苗性試験	鶴巻克己	62 ～ 64
2) ヒラマサ種苗生産		
(1) 陸上飼育	鶴巻克己	65 ～ 69
(2) 海上飼育	中野昌次	70 ～ 76
3) シマアジ種苗生産		
(1) 陸上飼育	崎山一孝	77 ～ 79
(2) 海上飼育	中野昌次	80 ～ 88
4) クエ種苗生産		
(1) 陸上飼育	塩澤 聡	89 ～ 96
(2) 海上飼育	中野昌次	97 ～ 107

3. 餌料量産技術開発

1) ナンノクロロプシス	佐藤 純	108 ~ 110
2) ワムシ	西岡豊弘	111 ~ 115
3) アルテミア	西岡豊弘	116 ~ 117
4) 餌料生物の栄養強化	西岡豊弘	118 ~ 122

4. 資源添加技術開発

1) ブリの標識放流	崎山一孝	123 ~ 129
2) ヒラマサの標識放流	崎山一孝	130

5. 種苗生産環境清浄化システム

1) シマアジのVNN症	西岡豊弘	131 ~ 151
2) YAV症	佐藤 純	152

6. 共同研究

1) MF21配合飼料試験	塩澤 聡	153 ~ 170
2) シマアジの飼付け試験試験	崎山一孝	171 ~ 191
3) シマアジの行動特性に関する研究	塩澤 聡	192 ~ 202
4) オゾン処理海水利用に関する研究	塩澤 聡	203 ~ 218
5) LH-RH によるブリの成熟促進に関する研究	中野昌次	219 ~ 235
6) ブリのべこ病防除に関する研究	佐藤 純	236 ~ 245

7. 種苗配付・放流実績

丸山敬悟	246
------	-----

8. 環境測定

崎山一孝	247
------	-----

9. 職員一覧

丸山敬悟	248
------	-----

1. 親魚養成及び採卵

1-1 親魚保有状況

平成 7年度五島事業場における親魚保有状況 (平成 7年12月末現在)

魚種	親魚区分	入手年月日	親魚の来歴 場所	漁法	保有 尾数	尾叉長 (全長) (cm)	体重 (kg)
ブリ	天2	平成 5年 4月	長崎県福江島三井楽	定置網	62	78.5 (75.0~83.5)	9.5 (8.4~11.5)
	天1	平成 6年 4月	同上	定置網	99	82.1 (77.0~88.0)	9.8 (8.1~11.7)
	天0	平成 7年 4月	同上	定置網	113	-	-
ヒラマサ	天3	平成 4年 6月	同上玉之浦	定置網	41	81.9 (77.0~88.0)	8.6 (7.2~10.5)
	天2	平成 5年 6月	同上玉之浦	定置網	37	67.1 (64.0~69.0)	5.2 (4.4~ 5.6)
	天1	平成 6年 6月	同上玉之浦	定置網	47	-	-
	天0	平成 7年 6月	同上玉之浦	定置網	49	-	-
シマアジ	天11	平成元年 8月	宮崎県門川町庵川漁協	1本釣り	20	53.5 (49.0~58.0)	3.9 (3.3~ 4.7)
	天11	昭和59年度	五島事業場	人工生産魚	23	57.5 (55.5~59.0)	4.7 (4.1~ 5.5)
	天5	平成 2年10月	鶴原漁協・笠沙漁協	定置網	59	50.4 (46.5~55.0)	3.4 (2.4~ 4.2)
	天4	平成 3年 月	高知県大月町	定置網	175	41.1 (35.5~44.0)	1.7 (1.3~ 1.9)
クエ	天4~天12	57~62年度	長崎県福江島玉之浦三井楽	沈籠・1本釣り 定置網・養殖魚	20	83.6 (74.5~105)	11.3 (6.5~19.7)
	天1	平成 5年 1月	同上玉之浦	沈籠	43	-	-
	天0	平成 6年11月	同上玉之浦	養殖魚	8	69.9 (62.0~79.0)	6.4 (4.2~ 8.8)

*1 ; クエのみ全長

1 - 2 ブリの親魚養成と採卵

中野 昌次

昨年度、LHRH-aポリマーペレットを使用した産卵試験で3月上旬での良質卵の採卵が可能となった。本年度はその再現試験とLHRH-aコレステロールペレットによる催熟、採卵試験を実施した。また、この他にHCGの投与（注射部位別）試験、人工授精による採卵親魚別の採卵試験、および量産飼育試験にふ化仔魚を供与するための採卵試験も併せて実施した。

これらの試験結果の概要を表1に示した。

1) 早期産卵試験

詳細については、6.共同研究 5) LHRH によるブリの成熟促進に関する研究の項参照。

1. 材料と方法

平成6年12月22日に天然2年養成魚48尾を陸揚げし、長日処理（17時30分～23時30分）と冬期の最低水温を16℃となるように加温して養成した。平成7年2月22日にLHRH-aポリマーペレット（0.6mg/尾）を魚体に投与する区、LHRH-aコレステロールペレット（0.6mg/尾）を魚体に投与する区およびLHRH-aを使用しない対照区の3区を設け、それぞれ雌7尾、雄7尾を90m³角型水槽3面に収容した。産卵誘発のため、3月1日にそれぞれHCG（900IU/kg）を投与した。水温はHCG投与前は17℃、それ以降から採卵終了までは18.5℃とし、長日処理は継続した。

2. 結果と考察

HCG投与時の各区の平均最大卵巣内卵径は、LHRH-aポリマーペレット区が720μm、LHRH-aコレステロールペレット区が732μmに対し、対照区は667μmであった。産卵はLHRH-aポリマーペレット区では3月2日より認められ、3月22日までの間に総採卵数1,124万粒、ふ化仔魚数181万尾が得られた。また、LHRH-aコレステロールペレット区では3月3日より認められ、3月22日までの間に総採卵数918万粒が得

られたが、沈下卵が多くふ化仔魚数は45万尾と少なかった。一方、対照区では 3月 3日より産卵が認められ、 3月22日までの間に総採卵数 923万粒、ふ化仔魚数 135万尾が得られた。

L H R H - a をポリマーペレットで投与する方法では昨年度の再現ができ、本種の早期採卵には有効な方法と判断された。一方、L H R H - a をコレステロールペレットで投与する方法は、成熟が急速に促進されるため、今後、L H R H - a の投与量とH C Gの投与時期の検討が必要と考えられる。また、今回、対照区でも比較的良い結果が得られたことから、今後、L H R H - a の投与量および長日処理と水温制御による環境制御を検討することにより、さらに早期の採卵が可能と思われる。

2) 産卵期におけるL H R Hホルモンの投与効果試験

詳細については、6.共同研究 5) LHRH によるブリの成熟促進に関する研究の項参照。

1.材料と方法

産卵期でのL H R H - a の効果試験として、L H R H - a ポリマーペレット (0.6mg/尾) を魚体に投与する区、L H R H - a コレステロール (0.6mg/尾) を魚体に投与する区およびH C G (900IU/kg) を投与する対照区の 3区で比較した。供試魚には天然 2年養成魚を使用し、平成 7年 4月25日に海面小割生簀においてホルモン投与を行い、陸上水槽(角型90m³) 3面にそれぞれ雌 7尾、雄 7尾を収容した。陸上水槽に収容後、17時30分から23時30分まで電照を行い、水温は18.5~19.0 °Cを維持した。

2.結果と考察

産卵はL H R H - a コレステロールペレット区では 4月29日より認められ、 5月12日までの間に総採卵数 836万粒、ふ化仔魚数10万尾が得られた。しかし、L H R H - a ポリマーペレット区では 4月29日より認められ、 5月 2日までの間に総採卵数37万粒を得たが、ふ化仔魚は得られなかった。一方、対照区は 4月28日より産卵が認められ、 5月12日までの間に総採卵数1,051 万粒、ふ化仔魚数27万尾が得られた。各区とも浮上卵率が低く、卵質が劣った。

3) HCG投与部位別の産卵試験

1. 目的

当事業場でのHCG投与は躯幹筋肉へ行ってきたが、速効性があると思われる血管内への投与方法を検討した。

2. 材料と方法

躯幹筋肉への投与を対照区として、尾柄部血管からの採血方法と同じ要領で血管内より投与する区を設けた。天然 2年養成魚を、平成 7年 4月20日に海面小割生簀から陸上水槽 2面（角型90m³）にそれぞれ14尾ずつ収容した。HCG投与量は 1尾当り900IU/kgとし、水温は19.5℃、電照を17時30分から23時30分の間行った。

3. 結果

生データ1に供試魚の魚体測定結果、設定条件、HCG注射時の個体別の卵巣内卵径の測定結果を示した。また、生データ2に両区の産卵状況を示した。

産卵は血管内投与区で4月22日から、対照区では4月23日よりみられ、4月24日までの産卵数は、浮上卵数で、対照区が520万粒、血管内投与区は454万粒となり、産卵開始は血管内投与区の方が1日早く、即効性がみられた。

4) 親魚別の採卵試験

1. 目的

ふ化仔魚の活力試験に供するためのふ化仔魚を親魚別に得るために行った。

2. 方法

4月26日に海上筏にて、天然 2年および 4年養成魚の雌10尾と、天然 2年養成魚の雄 3尾にHCG投与を行い、4月28日に親魚別の人工授精試験を行った。媒精後は親魚別に、採卵数、受精率、ふ化率等を調べた。

3. 結果

生データ3に供試親魚別のHCG注射時の卵巣内卵径、採卵できた親魚の魚体測定結果、採卵量、卵測定結果、ふ化率の一覧を示した。

採卵は雌10尾中 5尾からでき、沈下卵はどの親魚でもほとんどなかった。浮上卵数は15~105万粒の差があり、卵径(1.21~1.25mm) , ふ化率(34.8~93.4%)にも差がみられたが、それらと養成年数、魚体重との間には相関はみられなかった。また、受精率はいずれも高く、平均受精率は94.3%(88.7~98.5)であった。親魚別に得られたふ化仔魚は、ふ化仔魚の活力試験に供した。

5) 産卵期における大量採卵試験

1.目的

平成 7年度種苗生産用の良質卵の供給のため、採卵試験を行った。

2.方法

5月 1日に天然 1年養成魚20尾(雌, 雄各10尾)を90m²水槽 2面に収容し, HCGを投与して自然産卵試験を行った。また, 5月 5日に同群の雌 9尾と雄 3尾にHCGを投与して人工授精試験を行った。

3.結果と考察

生データ5に自然産卵試験に供した親魚の魚体測定結果, 設定条件, HCG注射時の個体別の卵巣内卵径の測定結果を示した。また, 生データ6に産卵状況を示した。

生データ7に供試親魚別のHCG注射時の卵巣内卵径, 採卵できた親魚の魚体測定結果, 採卵量, 卵測定結果, ふ化率の一覧を示した。

自然産卵試験では 5月 3日に産卵がみられたが, 受精率が低くふ化率も極めて悪かった。今回, HCG投与時の平均卵巣卵径が 715 μ m で例年より小さかったことが影響した可能性がある。また, 人工授精試験はHCG投与時の卵巣内卵径が平均 763 μ m で, 雌 9尾中 8尾から採卵でき, 浮上卵数410 万粒, ふ化仔魚 280万尾が得られ, 受精率(98.2%), ふ化率(69.6%)とも高かった。

表 / ブリの産卵試験結果の概要

試験 No.	試験区	親魚区分	供試 尾数 (♀:♂)	採卵 期間	水槽		親魚の大きさ		採卵*1 方法	産卵 尾数	総 卵数 (万粒)	浮上 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	ふ化 率 (%)	ふ化 仔魚数		♀1 尾当り	
					容量 (m)	個数	尾又長 (cm)	体重 (kg)									採卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)
1 早期採卵試験 ブルガール区	初ア-区	天然 2年養成 同上	7: 7	3. 3~3. 22	90	1	79.0	9.4	自(ホ・電)	不明	918	162	81.9	39.6	52.5	131.1	7.5	
		同上	7: 7	3. 2~3. 22	90	1	79.0	9.4	自(ホ・電)	不明	1,124	466	91.9	37.7	161.5	160.6	23.1	(R)
		対照区	7: 7	3. 3~3. 22	90	1	79.0	9.4	自(ホ・電)	不明	923	383	90.4	40.8	141.3	131.9	20.2	
2 産卵期LHRH試験 ブルガール区	初ア-区	天然 2年養成 同上	7: 7	5. 3~5. 12	90	1	82.1	9.8	自(ホ・電)	不明	836	25	69.6	53.8	9.4	119.4	1.3	
		同上	7: 7	4. 29~5. 2	90	1	82.1	9.8	自(ホ・電)	不明	37	8	76.0	0	0	5.3	0	
		対照区	7: 7	4. 28~5. 10	90	1	82.1	9.8	自(ホ・電)	不明	979	155	75.2	23.6	27.5	22.1	3.9	
3 HCG注射部位 血管内区	筋肉区	天然 1年養成 同上	7: 7	4. 22~4. 24	90	1	78.5	9.6	自(ホ・電)	不明	871	417	70.3	23.2	68.0	124.4	9.7	
		同上	7: 7	4. 23~4. 24	90	1	78.5	9.6	自(ホ・電)	不明	1,100	580	68.0	25.1	99.0	157.1	14.1	
4 親魚別 採卵試験		天然2,4 年養成	5: 3	4. 28	海上 小割	-	79.6	10.5	人(ホ)	5	207	207	94.3	42.8	83.5	41.4	8.6	
5 量産飼育 試験対応		天然 1年養成	10:10	5. 4~5. 7	90	2	82.1	9.8	自(ホ・電)	不明	1,809	188	22.3	1.1	0.5	180.9	0.1	
		天然 1年養成	8: 3	5. 7	海上 小割	-	82.1	9.8	人(ホ)	5	410	410	98.2	69.6	280.2	51.3	35.0	

* 1; 自(ホ・電) はホルモン(HCG) 注射後、電照処理 (18:00~23:00) を行つて自然産卵、人(ホ) はホルモン(HCG) 注射による人工授精

生データ 1

HCG注射部位試験
血管内区, 筋肉区
4月20日
天2使用
測定

	雌 FL	BW	雄 FL	BW
1	79	10.5	78	9.1
2	76	8.4	77	8.7
3	78	9.7	81	10.1
4	75	8.9	77	9
5	80	10.2	83.5	11.5
AVG	77.6	9.54	79.3	9.68
MIN	75	8.4	77	8.7
MAX	80	10.5	83.5	11.5

雌10尾, 雄5尾, HCG7200/IU 背筋肉内 E5水槽収容 19 設定, 電照17:30-11:30
雌10尾, 雄5尾, HCG7200/IU 尾丙部血管 E6水槽収容 19 設定, 電照17:30-11:30

卵巢内卵径

	E5										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AVG	0.785	0.735	0.763	0.802	0.715	0.735	0.784	0.774	0.828	0.770	TAVG 0.769
MIN	0.746	0.636	0.676	0.739	0.688	0.661	0.726	0.679	0.790	0.685	TMIN 0.636
MAX	0.846	0.849	0.841	0.857	0.748	0.784	0.827	0.856	0.868	0.873	TMAX 0.873
STDEV	0.033	0.064	0.052	0.038	0.021	0.039	0.033	0.052	0.027	0.053	TSTDEV 0.041

	E6										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AVG	0.755	0.684	0.783	0.778	0.686	0.719	0.783	0.773	0.759	0.747	TAVG 0.74685
MIN	0.685	0.607	0.730	0.699	0.595	0.626	0.717	0.697	0.690	0.694	TMIN 0.595
MAX	0.839	0.746	0.819	0.826	0.784	0.813	0.856	0.843	0.799	0.808	TMAX 0.856
STDEV	0.049	0.049	0.031	0.047	0.055	0.053	0.047	0.043	0.036	0.033	TSTDEV 0.008353

生データ2

HCG注射部位試験産卵状況 E5水槽 コントロール区

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	ふ化 率(%)
H7. 4. 20											----
H7. 4. 21											----
H7. 4. 22	6.3	16.8	23.1	56.8	1.166	1.088	1.222	.306	0.290	0.319	
H7. 4. 23	396.9	195.3	592.2	82.5	1.204	1.060	1.283	.313	0.271	0.334	11.3
H7. 4. 24	176.4	308.0	484.4	64.7	1.061	1.030	1.096	.271	0.250	0.297	38.9
合計	579.6	520.1	1099.7								----
平均	193.2	173.4	366.6	68.0	1.144	1.059	1.200	.297	0.271	0.317	25.1
最小	6.3	16.8	23.1	56.8	1.061	1.030	1.096	.271	0.250	0.297	11.3
最大	396.9	308.0	592.2	82.5	1.204	1.088	1.283	.313	0.290	0.334	38.9

E6水槽 血管内打注

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	ふ化 率
H7. 4. 20											----
H7. 4. 21											----
H7. 4. 22	75.6	29.4	105.0	88.0	1.225	1.110	1.266	.299	0.285	0.312	45.0
H7. 4. 23	272.3	177.8	450.1	67.9	1.209	1.075	1.277	.317	0.296	0.338	45.0
H7. 4. 24	68.6	247.1	315.7	55.0	1.167	1.061	1.260	.327	0.296	0.344	----
合計	416.5	454.3	870.8								----
平均	138.8	151.4	290.3	70.3	1.200	1.082	1.267	.314	0.293	0.332	----
最小	68.6	29.4	105.0	55.0	1.167	1.061	1.260	.299	0.285	0.312	----
最大	272.3	247.1	450.1	88.0	1.225	1.110	1.277	.327	0.296	0.344	----

生データ3

ブリ人工授精1

4月26日

天2, 39尾. 天4, 5, 9尾取り上げ

雌 天2, 39尾中8尾雌

天4, 9尾中2尾雌

計10尾の雌にHCG7200IU/尾打注

雄 天2, 3尾にHCG7200IU/尾打注

天2

天4, 5

卵巣内卵 mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平均	0.749	0.764	0.764	0.763	0.769	0.779	0.827	0.776	0.808	0.786
最小	0.594	0.667	0.667	0.611	0.606	0.665	0.736	0.728	0.680	0.683
最大	0.852	0.858	0.858	0.937	0.859	0.977	0.968	0.854	0.895	0.922
標準偏差	0.065	0.047	0.047	0.067	0.057	0.061	0.067	0.037	0.052	0.058
								総平均		0.778
								平均最小		0.749
								平均最大		0.827
								標準偏差		0.056

4月28日 人工授精

14:00-15:00

雄

	1	2	3	平均	最小	最大
TL (cm)	91	88	86	88.3	86	91
FL (cm)	82	79	77	79.3	77	82
BW (kg)	9.8	9.6	8.5	9.3	8.5	9.8
搾出 精子量	20	20	20 cc			

雌

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TL (cm)		88			85	86		96	82	
FL (cm)		80			77	78		87	76	
BW (kg)		10.5			9.2	10.7		12.5	9.5	
								平均	最小	最大
								87.4	82	96
								79.6	76	87
								10.48	9.2	12.5

採卵量	できず*	可	できず*	できず	可	可	できず*	可	可	できず*
浮上卵		25.9			15.4	105		22.4	37.8	万粒
沈下卵	+			+	+		+	+		万粒
総卵量		25.9			15.4	105		22.4	37.8	万粒

卵径										
平均	1.2142			1.2071	1.2238		1.2484	1.2106		mm
最小	1.1655			1.1625	1.093		1.201	1.1175		mm
最大	1.2735			1.249	1.306		1.310	1.2655		mm
標準偏差	0.0236			0.024	0.052		0.029	0.0376		mm
油球径										
平均	0.2972			0.3115	0.320		0.2976	0.2844		mm
最小	0.2715			0.2735	0.2725		0.267	0.2555		mm
最大	0.3275			0.341	0.341		0.3355	0.308		mm
標準偏差	0.0168			0.0136	0.0152		0.016	0.0117		mm

受精率
(%)

98.5		92.7	93.4		98.2	88.7
------	--	------	------	--	------	------

ふ化収容

収容番号

ふ化器

卵数

ふ化月日

ふ化数

ふ化率(%)

	2	4	1	3	5
ネット	ネット	ネット	ネット	ネット	ネット
25.9	15.4	35.0	58.4	22.4	35.0
5月1日	5月1日	5月1日	5月1日	5月1日	5月1日
22.4	9.3	11.4	15.2	20.5	29.0
87.8	65.3	34.8	27.9	93.1	93.4

万粒

万尾

生データ4

量産飼育試験対応産卵試験1

5月1日
天1使用
測定

	雌		雄	
	FL(cm)	BW(kg)	FL(c)	BW(kg)
1	82	9.1	81	9.2
2	83	10.1	80	9.5
3	81	9.5	82	9.9
4	77	8.1	88	11.7
5	86	11	81	9.9
AVG	81.8	9.56	82.4	10
MIN	77	8.1	80	9.2
MAX	86	11	88	11.7

雌10尾, 雄10尾, HCG7200 背筋 E8水槽収容 設定, 電照17:30-11:30 水温18.5
雌10尾, 雄10尾, HCG7200 背筋 E7水槽収容 設定, 電照17:30-11:30 水温18.5

卵巣内卵径 mm

	E8水槽										
供試魚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AVG	0.721	0.724	0.715	.754	0.725	0.667	0.714	0.760	0.730	0.739	TAVG 0.725
MIN	0.661	0.617	0.641	.710	0.624	0.585	0.653	0.678	0.654	0.664	TMIN 0.585
MAX	0.797	0.784	0.815	.792	0.828	0.788	0.845	0.816	0.813	0.811	TMAX 0.845
STDEV	0.038	0.046	0.041	.028	0.052	0.053	0.055	0.040	0.046	0.039	TSTDE 0.044

卵巣内卵径 mm

	E7水槽										
供試魚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AVG	0.653	0.739	0.707	.695	0.689	0.709	0.687	0.719	0.729	0.714	TAVG 0.704
MIN	0.525	0.669	0.631	.596	0.602	0.645	0.603	0.661	0.647	0.664	TMIN 0.525
MAX	0.748	0.790	0.844	.784	0.763	0.753	0.750	0.819	0.856	0.809	TMAX 0.856
STDEV	0.060	0.038	0.049	.045	0.049	0.035	0.044	0.041	0.045	0.031	TSTDE 0.008

生データ5

量産飼育試験対応産卵試験1

5月1日
天1使用
測定

	雌		雄	
	FL(cm)	BW(kg)	FL(cm)	BW(kg)
1	82	9.1	81	9.2
2	83	10.1	80	9.5
3	81	9.5	82	9.9
4	77	8.1	88	11.7
5	86	11	81	9.9
AVG	81.8	9.56	82.4	10
MIN	77	8.1	80	9.2
MAX	86	11	88	11.7

雌10尾, 雄10尾, HCG7200 背筋 E8水槽収容 設定, 電照17:30-11:30 水温18.5
雌10尾, 雄10尾, HCG7200 背筋 E7水槽収容 設定, 電照17:30-11:30 水温18.5

卵巣内卵径 mm

	E8水槽										
供試魚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AVG	0.721	0.724	0.715	0.754	0.725	0.667	0.714	0.760	0.730	0.739	TAVG 0.725
MIN	0.661	0.617	0.641	0.710	0.624	0.585	0.653	0.678	0.654	0.664	TMIN 0.585
MAX	0.797	0.784	0.815	0.792	0.828	0.788	0.845	0.816	0.813	0.811	TMAX 0.845
STDEV	0.038	0.046	0.041	0.028	0.052	0.053	0.055	0.040	0.046	0.039	TSTDE 0.044

卵巣内卵径 mm

	E7水槽										
供試魚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AVG	0.653	0.739	0.707	0.695	0.689	0.709	0.687	0.719	0.729	0.714	TAVG 0.704
MIN	0.525	0.669	0.631	0.596	0.602	0.645	0.603	0.661	0.647	0.664	TMIN 0.525
MAX	0.748	0.790	0.844	0.784	0.763	0.753	0.750	0.819	0.856	0.809	TMAX 0.856
STDEV	0.060	0.038	0.049	0.045	0.049	0.035	0.044	0.041	0.045	0.031	TSTDE 0.008

生データ6

量産飼育試験対応産卵試験1

産卵状況

B8水槽

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	ふ化 率 (%)
H7.5.1											---
H7.5.2											---
H7.5.3											---
H7.5.4	5.6	25.9	31.5	9.2	1.208	1.101	1.245	0.3	0.25	0.32	0
H7.5.5	30.8	168.7	199.5	4.4	1.076	1.043	1.104	0.27	0.26	0.29	
H7.5.6	2.8	481.6	484.4								
H7.5.7	0	303.8	303.8								
合計	39.2	980	1019								
平均	9.8	245	254.8	27	1.142	1.072	1.175	0.28	0.26	0.3	0
最小	0	25.9	31.5	24	1.076	1.043	1.104	0.27	0.25	0.29	
最大	30.8	481.6	484.4	29	1.208	1.101	1.245	0.3	0.26	0.32	

E7水槽

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	ふ化 率
H7.5.1											---
H7.5.2											---
H7.5.3											---
H7.5.4	0.7	4.9	5.6	0.0	1.177	1.056	1.237	0.3	0.28	0.31	33.3
H7.5.5	118.3	252.7	371	5.7	1.054	1.002	1.094	0.28	0.27	0.29	0
H7.5.6	22.4	235.2	257.6								
H7.5.7	7	148.4	155.4								
合計	148.4	641.2	789.6								
平均	37.1	160.3	197.4	18	1.116	1.029	1.166	0.29	0.27	0.3	
最小	0.7	4.9	5.6	10	1.054	1.002	1.094	0.28	0.27	0.29	
最大	118.3	252.7	371	26	1.177	1.056	1.237	0.3	0.28	0.31	

生データ7

7月人工授精2

5月5日

天1、雌9尾、雄13尾

雌 天1 HCG7200IU/尾、9尾に打注

雄 天1 HCG7200IU/尾、3尾に打注

卵巣内卵

	1	2	3	4	5	6	7	8		
平均	0.766	0.786	0.786	0.753	0.738	0.778	0.749	0.751	総平均	0.763
最小	0.730	0.727	0.727	0.701	0.667	0.696	0.697	0.668	平均最小	0.738
最大	0.809	0.843	0.843	0.801	0.793	0.839	0.788	0.819	平均最大	0.786
標準偏	0.026	0.036	0.036	0.028	0.036	0.046	0.028	0.047	標準偏差	0.035

5月7日 人工授精

1回目11:00 2回目15:00

雄

	1	2	3		平均	最小	最大
TL(cm)							
FL(cm)					82.4	80.0	88.0 cm
BW(kg)					10.0	9.2	11.7 kg

搾出 20 20 20 cc

精子量

雌

	1	2	3	4	5	6	7	8	平均	最小	最大
TL(cm)											
FL(cm)									81.8	77.0	86.0 cm
BW(kg)									9.6	8.1	11.0 kg

採卵量

雌尾数

浮上卵

沈下卵

総卵量

卵径

平均

最小

最大

標準偏差

油球径

平均

最小

最大

標準偏差

受精率

(%)

1回目と2回目浮上卵統合

Vツルふ

収容卵(万粒)

ふ化日

ふ化数(万尾)

ふ化率(%)

96.8

90.0

98.2

3

4

5

6

10

74

66

73

67

52

5月11日

同左

同左

同左

同左

56

45.7

52.5

54.5

39.4

75.7

69.2

71.9

81.3

75.8

1 - 3 ヒラマサの親魚養成と採卵

中野 昌次

ホルモン注射後の電照刺激の有効性の検討，養成年数別の産卵量の比較及び産卵終期での採卵手法の開発について検討を行った。

1 電照刺激による産卵試験

1. 目的

昨年度の長日処理による早期産卵試験では，最終成熟期での成熟状態が悪く，電照の影響が懸念された。そこで，長日処理による有効な採卵方法と最終成熟段階での電照の影響について試験を行った。

2. 材料と方法

4月11日に，90m³水槽 2面に天然 3年養成魚を雌 8尾，雄 7尾ずつ収容した。試験区には日没後 6時間の電照処理をする区と，電照処理を行い最終成熟期に入る前に自然日長とする区を設けた。産卵はHCG注射により誘起させ，産卵状況を比較した。HCG注射を行う日は卵巣内卵径が 800 μ m 以上を基準とし，定期的に成熟度調査を行いこの卵径になる日を推定した。また，自然日長にする日はHCG注射の 5日前とした。水温は両区とも4月15日より17℃に加温し，4月28日からは 1日0.5℃ずつ昇温し 5月 1日から20℃を維持した。電照時間は17時30分から23時30分の間行った。

3. 結果と考察

表 1に採卵結果の概要を示した。生データ 1に飼育概要と卵巣内の卵径測定結果を示した。成熟度調査は，陸揚げ時，その10日後，HCG注射時の 3回行ったが，HCG注射を行う日は，昨年度の電照試験の結果と対比させた生データ 2を作成し推定し 5月 2日に実施した。陸揚げ10日後の成熟度調査で昨年度の無電照区の同時期の卵径よりも平均卵径が大きく，これまでと同様，長日処理期間での電照による成熟促進効果は確認できたが，最終成熟時期での両区での成熟状態に差がなかった。また，両区の産卵状況を生データ 3, 4

に示したが、両区ともに良質卵が大量に採卵できほとんど差はみられなかった。このことから、電照は最終成熟時期には成熟促進効果は少ないものの、産卵には悪影響を及ぼすことはないと考えられた。

2 養成年数別の産卵量の比較試験

1. 目的

採卵でどのような年齢の魚を用いるかは重要である。昨年度、天然 5年養成魚と天然 2年養成魚の比較を行ったが、若年魚の天然 2年養成魚でも十分種苗生産に供しうる受精卵を得た。本年度は天然 2年養成魚の採卵の再現と天然 4年養成魚との比較試験を行った。

2. 材料と方法

海上小割生簀で養成している天然 4年養成魚（平均体重 13.6kg）と天然 2年養成魚（平均体重 5.2kg）の親魚を 5月11日にHCG注射を行い陸揚げし90m²水槽 2面に雌 8尾、雄 7尾ずつをそれぞれ収容した。両区とも水温は20℃とし、以降その水温を維持した。

3. 結果と考察

表 1に採卵結果の概要を示した。生データ 5,6に両区の産卵状況を示した。雌 1尾当りの採卵数は、天然 4年養成魚で60.8万粒、天然 2年養成魚では13.0万粒であったが、受精率、ふ化率には差は認められなかった。本年度の試験では、天然 2年養成魚からの採卵量は少なく、昨年度の結果と異なった。生データ 7に供試親魚の魚体測定結果とHCG注射時の卵巣内の卵径測定結果を示した。本年は水温の上昇が昨年度よりも遅く、試験開始時の天然養成 2年魚の卵巣卵径が 709 μ m と小さかったことが影響したと思われる。

3 産卵終期における産卵手法の開発

1. 目的

海上小割網で養成中の雌親魚は、産卵終期になると過熟卵を持つ個体が増え、陸上水槽に陸上げしても自然産卵させることが困難となる。そこで、海上において自然産卵可能な親魚の選別手法について試験を行った。

2. 材料と方法

海上小割生簀で養成していた天然 2年養成魚雌15尾に対し、6月9日に海上筏で卵巣卵を採取し、目視により排卵後過熟になった卵、排卵した卵、成熟過程の卵（卵径で大、中、小に区別）の5段階に分けて親魚を選別した。成熟過程の卵のうち、大と中の卵を持つ親魚のみにHCGを注射し陸揚げし90㎡水槽1面で自然産卵させた。また、採取した卵の卵径を顕微鏡下で測定し、目視との差を比較した。

2. 結果と考察

採卵結果の概要は表1に示した。生データ8に目視による選別結果と成熟段階別の出現頻度および検鏡による卵径測定結果を示した。雌15尾中、排卵後過熟になった卵を持つ親魚13.3%，排卵した卵を持つ親魚6.3%，成熟過程で大きい卵を持つ親魚33.3%，中程度の卵を持つ親魚13.3%，小さい卵を持つ親魚33.3%となった。それらを顕微鏡下で測定した結果、成熟過程の大きい卵は卵径0.7 mm以上、中程度の卵が卵径0.7~0.5mm，小さい卵は卵径0.5mm 以下となり、目視では選別が可能であることがわかった。大中卵を持つ親魚7尾と同群の雄7尾にもHCGを注射し自然産卵させたが、その産卵状況を生データ9に示した。産卵末期のため産卵量は少なかったものの、受精率、ふ化率とも良好で、この方法は親魚の選別に有効な方法と思われた。

表1 ヒラマサの産卵試験結果の概要

試験 No.	試験区	親魚区分	供試 尾数 (♀:♂)	採卵 期間	水槽		親魚の大きさ		採卵 ^{*1} 方法	総 卵数 (万粒)	浮上 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	ふ化 ^{*2} 率 (%)	♀1尾当り	
					容量 (m)	個数	尾叉長 (cm)	体重 (kg)						採卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)
1	電照試験 電照継続区	天然	8: 7	4.30~5.13	90	1	81.9	8.5	白(ホ・電)	551	426	97.0	92.3	69	47
		3年養成													
	電照中止区	天然	8: 7	5.2~5.13	90	1	81.9	8.5	白(ホ・)	450	326	96.6	92.9	56	37
		3年養成													
2	養成年数別 4年魚区	天然	328: 7	5.9~5.24	90	1	90.5	12.8	白(ホ)	487	361	88.1	84.2	61	34
		4年養成													
	2年魚区	天然	8: 7	5.9~5.21	90	1	66.9	5.1	白(ホ)	104	60	86.4	79.5	13	5
		2年養成													
3	産卵終期 選別親魚	天然	7: 7	6.9~6.14	90	1	66.9	5.1	白(ホ)	68	60	98.5	92.4	10	8
		2年養成													

* 1: 自(ホ・電)はホルモン(HCG)注射後、電照処理(18:00~23:00)による自然産卵、人(ホ)はホルモン(HCG)注射による人工授精

* 2: ふ化仔魚数=浮上卵数×受精率×ふ化率

生データ 1

電照試験飼育概要と測定結果

4月11日

ヒラマサ天3収容

E1とE3水槽に収容雌8尾, 雄7尾ずつ

E1水槽

	雌		雄	
	FL	BW	FL	BW
	88.0	10.1	80.0	8.0
	81.5	8.5	77.0	7.2
	80.0	8.5	80.0	8.3
	87.0	10.5	81.5	8.4
	82.0	8.2	82.0	8.1
AVG	83.7	9.1	80.1	8.0
MIN	80.0	8.2	77.0	7.2
MAX	88.0	10.5	82.0	8.4

電照17:30-23:30時

卵巣内卵径

E1水 E3水槽

平均卵 .419 0.423

4月15日 17℃加温開始

4月21日

卵巣内卵径

E1水槽

個体番	1	2	3	4	5	6	7	8	総平均
AVG	.475	0.610	0.716	0.707	0.443	0.796	0.536	0.612	
MIN	.411	0.505	0.631	0.655	0.376	0.451	0.435	0.376	
MAX	.566	0.686	0.823	0.770	0.517	0.816	0.615	0.816	
STD	.041	0.044	0.048	0.034	0.033	1.229	0.042	0.210	

E3水槽

個体番	1	2	3	4	5	6	7	8	総平均
AVG	.729	0.569	0.554	0.531	0.663	0.590	0.425	0.648	0.589
MIN	.612	0.469	0.461	0.462	0.600	0.517	0.384	0.533	0.384
MAX	.821	0.643	0.653	0.589	0.751	0.653	0.481	0.732	0.821
STD	.055	0.044	0.057	0.036	0.042	0.039	0.025	0.053	0.044

4月28日

E3水槽の電照を切る

E1, E3水槽の水温0.5度ずつ加温開始

5月1日 水温20度

5月2日 卵巣内卵径とHCG打注 雄はすべて放精

雌HCG8100IU/1尾 雄HCG7200IU/1尾

卵巣内卵径

E1水槽

個体番	1	2	3	4	5	6	7	8	総平均
状態	排卵有り								
AVG	.780	0.828	0.814	0.747	0.763	0.741	0.724	0.775	0.772
MIN	.709	0.722	0.701	0.588	0.704	0.644	0.639	0.718	0.588
MAX	.872	0.923	0.893	0.818	0.869	0.845	0.804	0.845	0.923
STD	.047	0.061	0.052	0.057	0.042	0.052	0.037	0.041	0.049

E3水槽

個体番	1	2	3	4	5	6	7	8	総平均
状態	排卵有り		排卵		排卵有り				
AVG	.701	0.747	0.758	0.734	0.801	0.786	0.790	0.696	0.752
MIN	.593	0.686	0.634	0.620	0.726	0.718	0.685	0.605	0.593
MAX	.784	0.875	0.889	0.827	0.871	0.879	0.907	0.902	0.907
STD	.052	0.056	0.059	0.066	0.038	0.045	0.064	0.046	0.053

生データ2

ヒラマサ短期電照試験 卵巣内卵径の推定

月日	74年の結果			本年度の経過			E1水槽			E3水槽		
	電照 卵径 測定	日間 成熟 卵径	推定 卵径	対照 卵径 測定	日間 成熟 卵径	推定 卵径	卵径 測定	日間 成熟 卵径	推定 卵径	卵径 測定	日間 成熟 卵径	推定 卵径
3月24日	237		237	240								
3月25日			249									
3月26日			261									
3月27日			273									
3月28日			284									
3月29日			296									
3月30日			308									
3月31日			320									
4月1日			332									
4月2日			344									
4月3日			356									
4月4日			367									
4月5日			379									
4月6日			391									
4月7日			403									
4月8日			415									
4月9日			427									
4月10日			439									
4月11日			450				419			423		
4月12日			462									
4月13日			474									
4月14日			12									
4月15日	486	12	486	465	11							
4月16日			508									
4月17日			529									
4月18日			551									
4月19日			573									
4月20日			595									
4月21日			616				612	19	612	589	17	589
4月22日			638						634			611
4月23日			660						655			632
4月24日			681						677			654
4月25日			703						699			676
4月26日	725	22	22	631	15				721			698
4月27日									742			719
4月28日									764			741
4月29日									786			763
4月30日									807			784
5月1日									829			806
5月2日									851			828
5月3日												
5月4日												
5月5日												
5月6日												
5月7日												
5月8日												
5月9日												
5月10日												
5月11日	677			692								

74年結果より6月21日以降1日0.022mmずつ卵径増大する
として推定

日間成熟(mm/日):1日に増大する卵径の大きさ

卵 (μm)

生データ3

電照区産卵状況

B1水槽 電照コントロール区

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総・ 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	卵球径 最小 (mm)	最大 (mm)	ふ化 率	
H7.4.11												陸揚げ
H7.4.12												自然水温電照17:30-11:30
H7.4.13												
H7.4.14												
H7.4.15												水温17度設定
H7.4.16												
H7.4.17												
H7.4.18												
H7.4.19												
H7.4.20												
H7.4.21												卵巣卵径測定
H7.4.22												
H7.4.23												
H7.4.24												
H7.4.25												
H7.4.26												
H7.4.27												
H7.4.28												水温0.5度/日昇温
H7.4.29												
H7.4.30	10.8	2.8	13.6	94.3	1.452	1.414	1.501	0.350	0.340	0.363	93.6	
H7.5.1												
H7.5.2	29.2	6.0	35.2	96.7	1.452	1.372	1.514	0.341	0.325	0.354	93.1	卵巣チェック、HCG打注
H7.5.3	24.8	9.6	34.4	98.0	1.453	1.415	1.496	0.347	0.337	0.363	83.3	
H7.5.4	44.0	15.6	59.6	94.2	1.410	1.318	1.445	0.342	0.328	0.361	86.9	
H7.5.5	80.8	28.8	109.6	90.5	1.428	1.354	1.474	0.341	0.326	0.351	92.1	
H7.5.6	7.2	8.0	15.2									
H7.5.7	70.0	12.0	82.0	100.0	1.428	1.382	1.473	0.348	0.320	0.367	95.0	
H7.5.8	40.8	4.0	44.8	100.0	1.406	1.355	1.469	0.373	0.353	0.381	90.0	
H7.5.9	31.2	8.8	40.0	97.5	1.396	1.350	1.433	0.333	0.315	0.349	99.1	
H7.5.10	55.6	1.2	56.8	96.0	1.449	1.401	1.485	0.343	0.323	0.359	97.2	
H7.5.11	12.0	11.2	23.2									
H7.5.12	17.2	5.6	22.8	100.0	1.391	1.302	1.472	0.317	0.303	0.327		
H7.5.13	2.0	12.0	14.0	100.0								
合計	425.6	125.6	551.2									
平均	32.7	9.7	42.4	97.0	1.427	1.366	1.476	0.344	0.327	0.357	92.3	
最小	2.0	1.2	13.6	90.5	1.391	1.302	1.433	0.317	0.303	0.327	83.3	
最大	80.8	28.8	109.6	100.0	1.453	1.415	1.514	0.373	0.353	0.381	99.1	

生データ4

無電照区産卵状況

B3水槽 無電照区

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	卵球径 最小 (mm)	最大 (mm)	ふ化 率	
H7.4.11												陸揚げ
H7.4.12												自然水温電照17:30-11:30
H7.4.13												
H7.4.14												
H7.4.15												水温17度設定
H7.4.16												
H7.4.17												
H7.4.18												
H7.4.19												
H7.4.20												
H7.4.21												卵巣卵径測定
H7.4.22												
H7.4.23												
H7.4.24												
H7.4.25												
H7.4.26												
H7.4.27												
H7.4.28												自然日長へ、水温0.5度/日
H7.4.29												昇温
H7.4.30												
H7.5.1												
H7.5.2	6.0	1.2	7.2	98.0	1.464	1.430	1.496	0.334	0.325	0.344	74.7	卵巣チェック、HCG打注
H7.5.3	31.2	6.4	37.6	95.3	1.429	1.355	1.480	0.343	0.335	0.360	96.3	
H7.5.4	4.8	3.4	8.2	86	1.434	1.380	1.470	0.342	0.329	0.358	91.1	
H7.5.5	87.2	15.8	103	96	1.429	1.354	1.474	0.335	0.321	0.347	99.0	
H7.5.6	4.0	1.2	5.2									
H7.5.7	8.0	6.0	14	98.7	1.452	1.374	1.502	0.350	0.342	0.363	96.5	
H7.5.8	68	12.8	80.8	100.0	1.428	1.333	1.489	0.348	0.314	0.382	96.7	
H7.5.9	39.6	15.6	49.2	98.1	1.455	1.332	1.504	0.346	0.330	0.356	91.7	
H7.5.10	35.6	11.4	47	98.1	1.407	1.385	1.452	0.324	0.311	0.335	98.5	
H7.5.11	31.2	7.6	38.8	100.0	1.413	1.363	1.458	0.327	0.309	0.338	91.7	
H7.5.12												
H7.5.13	16.8	12.0	28.8	100.0	1.421	1.356	1.456	0.345	0.323	0.381		
合計	326.4	93.4	419.8									
平均	29.7	8.5	38.2	98.6	1.433	1.366	1.478	0.339	0.324	0.356	92.9	
最小	4.0	1.2	5.2	86.0	1.407	1.332	1.452	0.324	0.309	0.335	74.7	
最大	87.2	15.8	103.0	100.0	1.464	1.430	1.504	0.350	0.342	0.382	99.0	

生データ5

天然4年養成区産卵状況

B8水槽 天4区

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	本日卵 の割合	発生 段階	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	ふ化 率
H7.5.10															
H7.5.11	10.4	12.8	23	100	桑実期	5.9	1.443	1.382	1.51	0.036	0.34	0.330	0.343	0.004	100.0
H7.5.12	4.4	9.2	13.6	100.0	胚体期	100.0	1.458	1.406	1.522	0.028	0.326	0.326	0.354	0.009	75.0
H7.5.13	56.8	16.0	72.8	99.0	胚体期	100.0	1.399	1.31	1.513	0.047	0.343	0.327	0.379	0.013	84.2
H7.5.14	3.6	4.0	7.6	0.0	胚体期										
H7.5.15	18.8	15.6	34.4	99.1	胚体期	99.0	1.428	1.369	1.490	0.029	0.337	0.327	0.347	0.006	90.9
H7.5.16	1.6	4.0	5.6	0.0	胚体期										
H7.5.17	28.8	6.0	34.8	100.0	胚体期	100.0	1.426	1.384	1.519	0.033	0.337	0.325	0.350	0.008	81.7
H7.5.18	107.6	28.8	136.4	99.1	胚体期	100.0	1.455	1.357	1.492	0.032	0.337	0.320	0.352	0.009	89.1
H7.5.19	6.4	8.4	14.8	0.0	胚体期										
H7.5.20			0.0												
H7.5.21			0.0												
H7.5.22	26.0	3.2	29.2	100.0	囊胚期	100.0	1.430	1.385	1.471	0.026	0.331	0.319	0.343	0.007	68.3
H7.5.23	82.8	12.0	94.8	89.5	胚体期	100.0	1.431	1.356	1.464	0.032	0.342	0.326	0.356	0.007	
H7.5.24	13.6	6.0	19.6	0.0	胚体期										
H7.5.25	38.4	9.2	47.6												
H7.5.26	9.2	4.0	13.2												
H7.5.27	24.4	2.8	27.2												
H7.5.28	8.8	1.2	10.0												
H7.5.29	0.8	0.8	1.6												
H7.5.30			0.0												
H7.5.31			0.0												
合計	442.4	144.0	586.2												
1尾合計	55.3	18.0	73.3												
平均	26.0	8.5	27.9			88.1	1.434	1.369	1.498	0.033	0.337	0.325	0.3536	0.0079	84.17
最小	0.8	0.8	0.0			5.9	1.399	1.31	1.464	0.026	0.326	0.319	0.343	0.004	68.3
最大	107.6	28.8	136.4			100.0	1.458	1.406	1.522	0.047	0.343	0.33	0.379	0.013	100

生データ6

天然2年養成区産卵状況

B7水槽 天2区

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	本日卵 割合	発生 段階	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	ふ化 率
H7.5.10															
H7.5.11	5.6	1.6	7.2	100	桑実期	36.1	1.437	1.401	1.475	0.022	0.325	0.319	0.337	0.005	100.0
H7.5.12	4.4	6.0	10.4	100.0	胚体期	97.1	1.441	1.399	1.467	0.017	0.320	0.314	0.334	0.006	68.7
H7.5.13	26.0	8.8	34.8	100.0	胚体期	100.0	1.413	1.323	1.474	0.038	0.344	0.320	0.387	0.015	85.0
H7.5.14	2.4	2.8	5.2	0.0	胚体期										
H7.5.15	8.8	6.8	15.6	95.4	胚体期	100.0	1.376	1.343	1.431	0.021	0.338	0.326	0.346	0.005	88.3
H7.5.16	0.8	2.4	3.2	0.0	胚体期										
H7.5.17			0.0												
H7.5.18			0.0												
H7.5.19			0.0												
H7.5.20	8.8	12.0	20.8	100.0	囊胚期	99.0	1.426	1.385	1.474	0.023	0.320	0.310	0.324	0.003	55.6
H7.5.21	3.6	3.2	6.8	0.0	胚体期										
H7.5.22			0.0												
H7.5.23			0.0												
H7.5.24			0.0												
H7.5.25															
H7.5.26															
H7.5.27															
H7.5.28															
H7.5.29															
H7.5.30															
H7.5.31															
合計	60.4	43.6	104.0												
1尾合計	7.6	5.5	13.0												
平均	7.6	5.5	7.4			86.4	1.419	1.37	1.464	0.024	0.329	0.318	0.3455	0.0068	79.52
最小	0.8	1.6	0.0			36.1	1.376	1.323	1.431	0.017	0.32	0.31	0.324	0.003	55.6
最大	26.0	12.0	34.8			100.0	1.441	1.401	1.475	0.038	0.344	0.326	0.387	0.015	100

生データ7

養成年数別産卵試験飼育概要と測定結果

ヒマシ量産1

天4と天2の産卵比較

魚体測定

天4					天2				
雌		雄			雌		雄		
FL	BW	FL	BW		FL	BW	FL	BW	
1	89.0	12.9	90	12.9	1	68.0	5.4	66	4.9
2	96.5	13.5	89	11.5	2	69.0	5.6		
3	92.0	13.5	83.5	11.2	3	67.5	5.4		
4	96.0	14.3			4	64.0	4.4		
AVG	93.4	13.6	87.5	11.9	AVG	67.1	5.2		
MIN	89.0	12.9	83.5	11.2	MIN	64.0	4.4		
MAX	96.5	14.3	90.0	12.9	MAX	69.0	5.6		

雌8尾、雄7尾117001 背筋肉 B8水槽収容 雌8尾、雄7尾45001U 背筋肉内 B7水槽収容

水温19-20度

卵巣内卵径

B8水槽										B7水槽									
番号	1	2	3	4	5	6	7	8	6-2	1	2	3	4	5	6	7	8	3-2	
状態	排卵									排卵									
AVG	0.859	0.870	0.673	0.785	0.659	0.811	0.707	0.725	1.458	0.762	0.580	0.810	0.701	0.604	0.763	0.777	0.676	1.433	
MIN	0.752	0.577	0.589	0.703	0.559	0.659	0.642	0.650	1.370	0.671	0.530	0.727	0.612	0.506	0.659	0.668	0.591	1.374	
MAX	0.975	0.731	0.802	0.854	0.732	0.887	0.755	0.810	1.544	0.859	0.641	0.900	0.827	0.758	0.848	0.858	0.831	1.501	
STDEV	0.049	0.041	0.052	0.046	0.047	0.054	0.030	0.039	0.053	0.051	0.033	0.051	0.061	0.056	0.049	0.046	0.059	0.038	
TAVG	0.736									TAVG	0.709								
TMIN	0.659									TMIN	0.580								
TMAX	0.859									TMAX	0.810								
TSTDE	0.045									TSTDE	0.051								

生データ8

産卵終期における産卵手法の開発

ヒラマサ成熟度調査

天2, 筏丸6収容群 25尾

6月9日

雌 卵巣内卵径

目視観察 (排卵過熟, 排卵, 0.7mm以上, 0.7-0.5mm, 0.5mm以下の5段階)

陸揚げ魚の検鏡による測定

目視観察結果と処理および検鏡による測定結果

番号	目視観察 段階	検鏡測定 mm	処理
1	0.7-0.5mm	0.564	HCG打注, E1水槽収容
2	0.7-0.5mm	0.546	HCG打注, E1水槽収容
3	0.7mm以上	0.771	HCG打注, E1水槽収容
4	0.5mm以下		戻し
5	0.5mm以下		戻し
6	0.5mm以下		戻し
7	0.7mm以上	0.774	HCG打注, E1水槽収容
8	0.7mm以上	0.753	HCG打注, E1水槽収容
9	0.7mm以上	0.774	HCG打注, E1水槽収容
10	排卵		戻し
11	0.7mm以上	0.758	HCG打注, E1水槽収容
12	排卵過熟		戻し
13	排卵過熟		戻し
14	0.5mm以下		戻し
15	0.5mm以下		戻し

成熟度段階別出現頻度

目視観察 段階	尾数	出現 割合
排卵過熟	2	13.3
排卵	1	6.8
0.7mm以	5	33.3
0.7-0.5m	2	13.3
0.5mm以	5	33.3
計	15	100.0

卵巣内卵径測定結果

個体 番号	1 mm	2 mm	3 mm	7 mm	8 mm	9 mm	11 mm
AVG	0.564	0.546	0.771	0.774	0.753	0.774	0.758
MIN	0.493	0.456	0.686	0.713	0.684	0.700	0.688
MAX	0.623	0.642	0.831	0.873	0.816	0.835	0.868
STD	0.042	0.062	0.034	0.041	0.037	0.038	0.041

雄

10尾中10尾放精

ホルモン打注と陸揚げ

6月9日 11:30時

HCG打注による水槽内自然産卵

上記の雌7尾と雄7尾に4680IU/1尾HCG打注後E1水槽に収容

生データ9

産卵終期における産卵試験産卵状況

B1水槽 天2

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	本日卵 割合	発生 段階	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	ふ化 率
H7.6.9															
H7.6.10															
H7.6.11	28.6	0.0	28.6	100.0	胚胎期	98.0	1.332	1.302	1.359		0.313	0.306	0.3212		92.4
H7.6.12	18.4	2.8	21.2	87.5	胚胎期	99.0	1.337	1.253	1.381	0.318	0.309	0.328			
H7.6.13	3.2	3.6	6.8	0.0	胚胎期										
H7.6.14	9.2	1.6	10.8												
H7.6.15															
H7.6.16	18.0	1.6	19.6	78.2	胚胎期	99.0	1.332	1.282	1.37	0.316	0.302	0.322			26.1
合計	77.6	9.6	87.2												
平均	15.5	1.9	17.4			98.67	1.333	1.279	1.370	0.317	0.308	0.319	0.3212		59.25
最小	3.2	0.0	6.8			98.0	1.332	1.253	1.359	0.316	0.302	0.306	0.3212		26.1
最大	28.8	3.6	28.8			99.0	1.337	1.302	1.381	0.318	0.313	0.328	0.3212		92.4

1 - 4 シマアジの親魚養成と採卵

中野 昌次

本年度はシマアジのウイルス性神経壊死症（以下VNN）防除対策の一つとして、親魚候補群の 400m³回遊水槽での周年飼育を開始した。また、本年度もVNN陰性親魚の使用、水温コントロールによる産卵回数の制御等を行い、産卵試験を実施した。

1 半閉鎖循環方式での長期養成試験

1. 目的

VNN対策として親魚をストレスのない安定した飼育環境下で養成し、魚体内でのウイルスの増殖を抑制することを目的とする。

2. 材料と方法

400m³回遊水槽を使用し、平成 7年 6月 1日に天然 4年養成魚（平均全長46.4cm、体重1.5kg）を100 尾収容し、毎時 100m³の半閉鎖循環方式で長期養成を開始した。新水はろ過海水を、オキシダントにより殺菌して毎時5 m³注水した。また、夏期には注水の冷却を行い、飼育水の温度を自然水温に対し-2℃程度低い状態で管理した。飼育水の水質の変化を知るために、水温、DOを毎日また、pH、NH₃、NH₄、NO₂、NO₃を約10日に 1度の割合で測定した。ただし、NH₄、NO₂、NO₃の測定はサンプリング後冷蔵庫に保管し後日まとめて（株）荏原実業に分析依頼した。

3. 結果と考察

生データ 1に水質分析結果を示した。夏期の高水温による魚体への影響が懸念されたが、最高水温26.9℃でDOは5.5ppm、pHは7.81までの低下にとどまり、ほぼ安定した飼育環境で越夏できた。本飼育試験は、親魚にストレスを与えない安定した飼育環境下での養成により、親魚体内でのウイルスの増殖を抑制することを目的として行っており、平成10年度にはこの親魚候補群からの採卵を計画している。

2 産卵試験

1. 目的

VNNの発症がみられない種苗生産のための良質受精卵の供給を目的とする。

2. 材料と方法

親魚は間接ELISAによる抗体検査と、腸管内容物と生殖腺からのPCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法によるSJNNV遺伝子の検出を行い、ウイルス陰性魚を産卵用親魚として用いた。

供試親魚には人工生産11歳魚 8尾（平均体重3.1kg）と天然11年養成魚 6尾（平均体重3.6kg）の2群を用い、平成6年11月17日に屋内角型水槽（90m³）1面に収容した。長日処理は陸揚げ当日より行い、水中灯（100W×2灯）により、日没後6時間の照射を行った。水温は産卵を開始するまでは20~21℃を維持した。

3. 結果と考察

表1に採卵結果の概要をまた、飼育経過を生データ3~5に示した。例年の産卵開始時期は11月下旬であるが、本年度はそれまでに産卵がみられなかったため、12月5日にHCG（800IU/kg・BW）の注射による催熟を行ったところ、12月7日より産卵がみられ、平成7年4月12日までの間に5,004万粒を採卵した。そのうち受精卵は3,764万粒であり、この間、親魚と受精卵、ふ化仔魚、飼育仔稚魚のいずれからもSJNNVは検出されず、VNNは発生しなかった。

図1に採卵量と飼育水温の推移をまた、図2には採卵期間の受精卵の平均卵径の変化を示した。産卵開始後の水温コントロールを、18~22℃の範囲で行い、高水温帯（20~22℃）と低水温帯（18~19℃）を交互に設け、産卵回数、産卵量の変化を調べた。その結果、2月上旬までは水温帯と産卵状況との関係は明瞭でなかったが、3月上旬以降からは低水温帯には産卵回数が減る傾向がみられ、受精卵の卵径も昨年度と同様にこの頃から小さくなる傾向を示した。

表1 平成 7年度シマアジの採卵結果の概要

区分	産卵 期間	水槽		親魚の大きさ		採卵 方法	総 卵数 (万粒)	浮上 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	卵径 (mm)
		容量 (m^3)	個数	全長 (cm)	体重 (kg)					
平 6	平 7			人工11	57.2	3.1				
12. 7~	4.12	80	1			自然(木)	5004	3825	98.4	0.99
				天然11	61.3	3.6				(0.95~1.03)

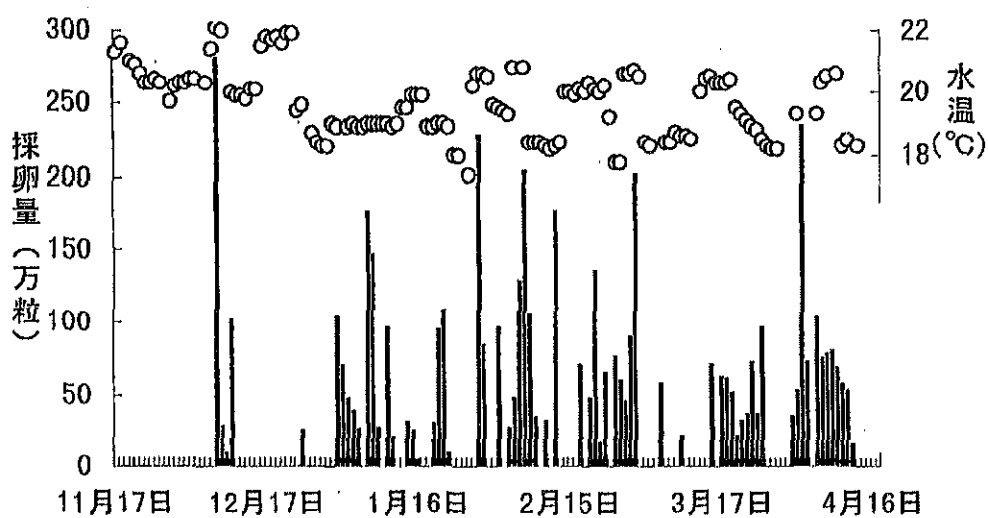


図 1 採卵量と飼育水温の推移

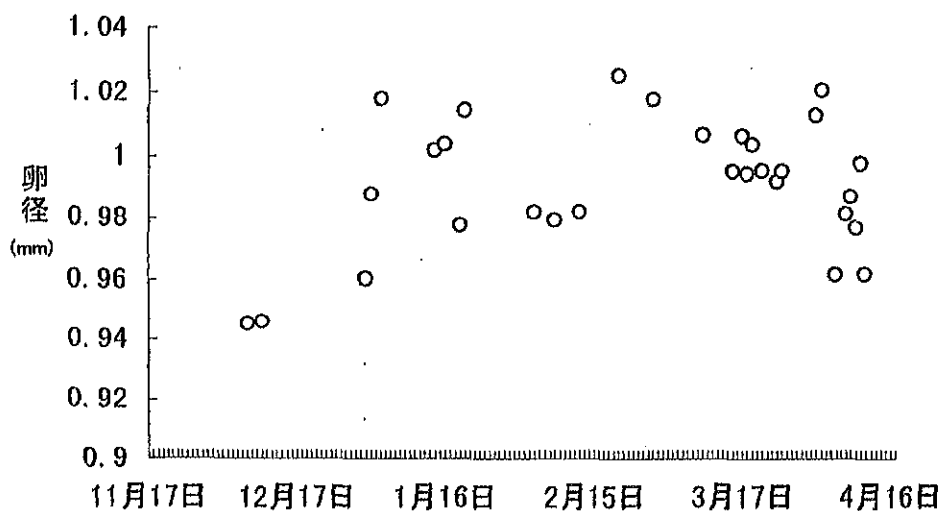


図 2 採卵期間の卵径の変化

生データ 1

親魚水槽772 閉鎖飼育

水質分析結果

分析方法

定量限界

NH4-N インドフェノール法

0.01

NO2-N ナフチルエレンゾアミン法

0.005

NO3-N イソクロマトグラフ法

0.01

月日	飼育水槽内							濾過槽内						
	WT	pH	DO	NH3	NH4 mgN/L	NO2 mgN/L	NO3 mgN/L	WT	pH	DO	NH3	NH4 mgN/L	NO2 mgN/L	NO3 mgN/L
5月25日	19.8	8.24	6.9	0.01	N.D.	N.D.	0.56	19.8	8.22	7.0	0.03	N.D.	N.D.	0.86
5月31日	20.0	8.08	7.2	0.02	N.D.	N.D.	0.03	20.0	7.98	7.2	0.04	0.049	N.D.	0.12
6月10日	20.8	8.04	7.3	0.06	0.05	0.02	0.91	20.8	8.14	7.3	0.05	0.034	0.02	0.84
6月20日	21.6	8.04	7.2	0.02	N.D.	N.D.	0.59	21.6	8.04	7.0	0.02	N.D.	N.D.	0.58
6月27日	22.2	8.12	7.0	0.00	0.044	0.01	0.99	22.2	8.11	7.0	0.00	0.047	0.007	1.04
7月3日	24.2	8.04	7.0	0.03	N.D.	N.D.	0.66	24.2	8.03	6.9	0.02	N.D.	N.D.	0.75
7月11日	24.3	8.03	6.5	0.02	0.021	N.D.	1.54	24.6	8.01	6.4	0.01	N.D.	N.D.	1.69
7月17日	24.7	8.01	7.1	0.00	N.D.	N.D.	0.79	24.7	7.98	6.6	0.00	N.D.	N.D.	0.74
7月31日	24.0	8.11	7.1	0.03	N.D.	N.D.	0.91	23.9	8.09	6.8	0.04	0.025	N.D.	1.03
8月8日	25.2	8.08	6.6	0.03	N.D.	N.D.	0.50	25.3	8.08	6.6	0.03	0.020	N.D.	0.55
8月18日	26.0	7.81	6.0	0.05	0.05	0.03	1.30	26.0	7.80	5.9	0.08	0.00	0.02	1.10
8月29日	26.5	8.07	6.3	0.06	0.00	0.00	0.60	26.4	8.03	6.1	0.09	0.00	0.00	0.59
9月11日	26.5	7.85	6.3	0.03	0.00	0.00	1.20	26.5	7.81	6.2	0.03	0.00	0.00	1.20
9月20日	23.4	8.18	6.7	0.04	0.05	0.00	0.71	23.4	8.19	6.5	0.02	0.02	0.01	0.63
10月3日	23.1	7.92	6.8	0.07	0.05	0.00	1.30	23.0	7.92	6.8	0.07	0.00	0.00	1.50

生データ2

H7年度シマアジ産卵状況

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	SD	備考
H6.11.17									自然水温 照明17:30-11:30
H6.11.18									タイマ故障朝まで照明
H6.11.19									PSAセット
H6.11.20									
H6.11.21									
H6.11.22									
H6.11.23									
H6.11.24									
H6.11.25									
H6.11.26									
H6.11.27									
H6.11.28									ボイラニ20℃設定
H6.11.29									
H6.11.30									
H6.12.1									
H6.12.2									21℃設定
H6.12.3									
H6.12.4									
H6.12.5									ホルモン打注800IU/KG,卵径
H6.12.6									22℃設定 雌3尾腹膨れる.
H6.12.7	269.0	12.0	281.0	100.0	0.945	0.908	1.004	0.0231	産卵確認 浮上卵中149万粒をふ化にセ
H6.12.8	25.5	2.3	27.8						21℃設定 一部ふ化
H6.12.9	0.0	10.0	10.0						20℃設定
H6.12.10	64.8	37.2	102.0	95.8	0.946	0.883	0.998	0.0276	卵収容
H6.12.11			0.0						
H6.12.12			0.0						
H6.12.13									
H6.12.14									
H6.12.15									22℃設定
H6.12.16									
H6.12.17									
H6.12.18									
H6.12.19									
H6.12.20									ホルモン打注800IU/1尾
H6.12.21									卵形0.464(0.0964-0.630)
H6.12.22									20℃設定へ22水槽にいた雌1尾,雄1尾収容
H6.12.23									雌1尾収容
H6.12.24	16.5	8.8	24.3						産卵確認 19℃設定へ
H6.12.25									
H6.12.26									
H6.12.27									
H6.12.28									
H6.12.29									
H6.12.30									産卵確認8:30回収は明日午前に
H6.12.31	85.0	19.2	104.2	100.0	0.961	0.929	0.997	0.0187	本日卵30%,卵収容
H7.1.1	55.0	19.8	70.8	96.4	0.988	0.952	1.054	0.025	本日卵70%
H7.1.2	36.0	21.6	47.9	100.0					
H7.1.3	25.3	13.2	38.5	100.0	1.018	0.98	1.038	0.0185	
H7.1.4	14.3	11.0	25.3	95.0					前日卵のみ
H7.1.5									
H7.1.6	165.6	10.8	176.4	97.9					
H7.1.7	124.8	21.6	146.4	100.0					
H7.1.8		26.4	26.4						
H7.1.9									
H7.1.10	72.0	24.0	96.0						
H7.1.11	15.4	4.4	19.8						前日卵のみ
H7.1.12									
H7.1.13									
H7.1.14	4.4	26.4	30.8	100.0	1.002	0.971	1.039	0.0175	
H7.1.15		180.0	24.0	98.0					
H7.1.16		17.6	4.4	100.0	1.004	0.961	1.051	0.0242	前日卵のみ
H7.1.17									
H7.1.18									
H7.1.19	29.8		29.8	100.0	0.978	0.95	1.005	0.0159	12万を卵収容
H7.1.20	78.0	16.8	94.8	100.0	1.014	0.975	1.065	0.0229	12万を卵収容
H7.1.21	96.0	12.0	108.0	94.0					
H7.1.22	6.6	3.2	9.8	100.0					

生データ3

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	SD	備考
H7.1.23									
H7.1.24									
H7.1.25									
H7.1.26									
H7.1.27									
H7.1.28	216.0	12.0	228.0	100.0					
H7.1.29	72.0	12.0	84.0	82.0					本日卵6割
H7.1.30									
H7.1.31									
H7.2.1	88.8	7.2	96.0						E2水槽へ移槽
H7.2.2									
H7.2.3	21.6	4.8	26.4	88.5	0.982	0.958	1.025	0.0188	実験に使用
H7.2.4	36.0	12.0	48.0	84.0					
H7.2.5	114.0	14.4	128.4	98.0					96万粒をふ化へ
H7.2.6	180.0	24.0	204.0	98.0					収容
H7.2.7	84.0	21.6	105.6	100.0	0.979	0.933	1.051	0.0383	10%は前日卵
H7.2.8	19.2	14.4	33.6	100.0					前日卵
H7.2.9									
H7.2.10	28.8	2.4	31.2						
H7.2.11									本日採卵せず
H7.2.12	163.2	13.2	176.4	100.0	0.982	0.944	1.029	0.0247	前日卵
H7.2.13									
H7.2.14									
H7.2.15									
H7.2.16									
H7.2.17	60.0	10.0	70.0	100.0					実験に使用
H7.2.18									
H7.2.19	19.2	28.8	48.0						
H7.2.20	120.4	14.4	134.8	100.0	1.025	0.953	1.081	0.032	収容 16.7%は前日卵
H7.2.21	12.0	4.8	16.8	100.0					
H7.2.22	57.6	7.2	64.8	100.0					収容
H7.2.23									
H7.2.24	33.6	42.0	75.6						実験に使用
H7.2.25	24.0	36.0	60.0	96.0					
H7.2.26	22.0	24.0	46.0	98.0					本日卵36%
H7.2.27	72.0	18.0	90.0	100.0	1.02	0.99	1.07	0.02	収容
H7.2.28	182.4	18.2	201.6	100.0					前日卵5%
H7.3.1									
H7.3.2									
H7.3.3									
H7.3.4									
H7.3.5	52.8	4.8	57.6						
H7.3.6									E4水槽へ移槽
H7.3.7									
H7.3.8									
H7.3.9	19.2	6.0	19.8	100.0	1.01	0.96	1.03	0.02	
H7.3.10									
H7.3.11									
H7.3.12									
H7.3.13									
H7.3.14									
H7.3.15	61.2	9.6	70.8	88.3	1.00	0.97	1.01	0.01	実験に使用
H7.3.16									
H7.3.17	48.0	14.4	62.4	100.0	1.01	0.98	1.05	0.02	実験に使用
H7.3.18	21.6	39.6	61.2	100.0	0.99	0.97	1.03	0.02	
H7.3.19	43.2	8.4	51.6	100.0	1.00	0.97	1.03	0.02	54.6%は 前日卵
H7.3.20	8.4	12.0	20.4	100.0					
H7.3.21	7.2	24.0	31.2	100.0	1.00	0.97	1.02	0.01	
H7.3.22	28.8	7.2	36.0	100.0					
H7.3.23									
H7.3.24	24.0	12.0	36.0	100.0	0.99	0.97	1.02	0.01	
H7.3.25	36.0	60.0	96.0	100.0	1.00	0.96	1.05	0.02	0.995125
H7.3.26									0.9645
H7.3.27									1.0455
H7.3.28									0.02315376
H7.3.29									100
H7.3.30									

生データ4

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	SD	備考
H7.3.31	24.0	10.0	34.0	100.0					
H7.4.1	28.8	24.0	52.8	100.0	1.01	0.95	0.95	0.03	
H7.4.2	216.0	18.0	234.0	98.0	1.02	1.00	1.05	0.02	
H7.4.3	48.0	24.0	72.0						
H7.4.4									
H7.4.5	48.0	45.6	103.6	100.0	0.96	0.92	1.00	0.02	
H7.4.6	48.0	26.4	74.4						
H7.4.7	50.0	22.2	72.2	100.0	0.98	0.95	1.03	0.02	
H7.4.8	67.2	12.0	79.2	100.0	0.99	0.96	1.02	0.20	
H7.4.9	49.2	10.2	68.4	100.0	0.98	0.94	1.01	0.02	25.4%は前日卵
H7.4.10	33.6	24.0	57.6	100.0	1.00	0.96	1.03	0.02	50%は前日卵
H7.4.11	38.4	14.4	52.8	100.0	0.96	0.92	0.99	0.02	4.3%は前日卵
H7.4.12	13.0	2.4	15.4						
H7.4.13									
H7.4.14									
H7.4.15									
H7.4.16									
H7.4.17									沖だし、PCRチェック
合計	3825.3	1280.9	5003.5						
平均	60.719	19.70615	72.51449	98.4212	0.991	0.9546	1.028	0.0271	
最小	0	2.3	0	82	0.945	0.883	0.951	0.0114	
最大	3825.3	1280.9	5003.5	100	1.025	0.995	1.081	0.2008	

1-5 クエの親魚養成と採卵

中野 昌次

本種の自然産卵試験では産卵はみられるが受精率が極めて低い問題があり，飼育試験に供する卵・ふ化仔魚の確保が難しい現状にある。本年度も昨年度に引き続いて，人工授精による大量採卵試験を主体に実施するとともに，自然産卵試験も併せて実施した。

1 親魚候補群の確保と自然産卵用親魚への馴致

1. 目的

採卵用親魚の確保

2. 材料と方法

平成 6年11月24日に雌 8尾(体重6.5kg)を購入し，海上筏で養成を開始した。平成 7年 4月13日に以前から保有している雄 1尾を加え，陸上水槽に陸上げし熟状況を観察した。水温は自然水温とした。

3. 結果と考察

表 1に採卵結果の概要を，生データ 1に飼育概要を示した。7月26日の沖出しまでの期間を通し，全体的に以前から保有している雌に比べ警戒心が強く，セルターから離れて遊泳することは少なかった。しかし，5月上旬には 1尾，腹が膨れ，同時に産卵前行動もみられた。5月下旬には 4尾の腹が膨れた。沖出し時の卵巣卵の調査では，4尾に排卵後過熟になった卵が確認され，次年度は少なくとも 4尾以上の雌が産卵試験に供試できるものと思われた。

2 成熟度調査

1. 目的

クエの採卵方法としては，現時点では自然産卵では受精卵が少ないことおよびVNN対策での親魚選別が容易なことより人工授精による採卵技術開発が必要である。そのためには，養成親魚の成熟状態を充分把握し人工授精時期の検討を行う必要がある。

2. 材料と方法

HCGの投与時期を把握するため、海上小割生簀で養成していた雌10尾に対し、平成7年5月16日から7月12日の間に6回の卵巢卵の採取による成熟度調査を行った。

3. 結果と考察

表2と図1に成熟度調査結果を示した。7月16日の調査では、卵巢内卵径が100~500 μ mの範囲でばらつきがあったが、2尾については人工授精が可能な段階まで成熟していた。その後の成熟度調査により、10尾中9尾が卵巢内卵径500 μ m前後に成熟していることが分かった。人工授精の結果、産卵量が少ない例がみられたが、これは調査のためのハンドリングが影響していることも考えられる。

3 採卵試験

1. 海上小割生簀で成熟した親魚からの人工授精による採卵試験

1) 材料と方法

成熟度調査で得られた卵巢内卵径500 μ m前後の親魚を試験に供した。人工授精の方法はこれまでと同様としたが、海上でHCGを注射し、水温を25℃に設定した陸上水槽に収容後、48~52時間目に人工授精を行った。

2) 結果と考察

表1に採卵結果の概要を、生データ2~3には人工受精の概要を示した。HCGの投与は雌には5月22日に3尾(1回目)、5月29日に2尾(2回目)、6月12日に3尾(3回目、うち1尾は6月14日再投与)に対して行った。雄は1尾に多回投与した。採卵は1回目に1尾から43万粒を採卵し、18万粒の受精卵が得られた。2回目と3回目は採卵できなかったが、3回目の1尾について、HCGの再投与により55万粒を採卵し、34万粒の受精卵が得られた。この結果、8尾中2尾の雌から98万粒を採卵し、52万粒の受精卵が得られ、平均ふ化率は30.1%であった。

2. 陸上水槽で加温管理して成熟した親魚からの人工授精試験

1) 材料と方法

5月17日に陸上げした雌6尾と雄2尾をそれぞれ等分して2水槽に収容した。飼育水温を20℃と25℃に設定し、20℃区では5月20日までに、25℃区では5月22日までに、自然水温18.5℃から設定温度にした。HCGの投与は、目視観察により雌の腹の膨らみ具合、生殖口の状態、体色変化および産卵前行動から判断して決定した。採卵と媒精方法は従来法

で行った。

2) 結果と考察

表 1に採卵結果の概要を、生データ 4と 5にはそれぞれ20℃区と25℃区の飼育概要を示した。HCGの投与は20℃区は 5月29日、25℃区では 5月22日に行った。採卵は20℃区では雌 1尾から採卵数 147万粒、受精卵数 125万粒が得られ、平均ふ化率は98.4%であった。また、25℃区では雌 2尾から総採卵数 136万粒、受精卵数48万粒が得られ、平均ふ化率は 7.1%であった。両区合わせて 6尾中 3尾から総採卵数 283万粒、受精卵数 173万粒、平均ふ化率73.1%が得られ、海上小割生簀での試験に比べて良質卵が得られた。

3. 自然産卵試験

1) 材料と方法

自然産卵に関する知見を得る目的で、水温20℃区で人工授精試験に供した 3尾の親魚を再収容し、産卵の有無と産卵行動の観察を行った。

2) 結果と考察

表 1に採卵結果の概要を、生データ 6には飼育経過を示した。自然産卵は 5月29日から 6月26日までに 3回みられ、採卵数 208万粒、受精卵数 7.8万粒が得られた。産卵前の雄、雌の相互関係、婚姻色を示した尾数の関係、および試験終了時の卵巢卵の調査により雌 3尾中 2尾に排卵痕がみられたことから、複数の雌が産卵したものと思われた。また、雄が雌を誘う行動と雌雄の婚姻色は 6月中旬までみられた。ただし、産卵前の行動が、これまで産卵行動が確認されている他機関の例に比べ、短時間で、未受精卵が多いことから正常な産卵ではない可能性も伺われた。飼育環境の設定あるいは雌だけではなく雄の成熟についても検討する必要がある。

表 1 平成 7年度クエの採卵結果の概要

試験区	採卵 期間 (収容)	水槽 容量 (m³)	個数	雌親魚の大きさ 尾叉長 体重 (cm) (kg)		採卵 総 方法 卵数 (万粒)	浮上 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	ふ化 率 (%)
自然産卵用親魚への馴致									
	(4.13~7.26)	90	1	69.9	6.4	自然	0	0	-
(雌 8尾、雄 1尾)									
成熟度調査から得た親魚による人工授精									
1回目	5.24	90	1	78.2	9.0	人工(ホ)	43	18	97.7
(雌 3尾、雄 1尾)									
2回目	5.31	90	1	76.8	7.2	人工(ホ)	0	0	-
(雌 2尾、雄 1尾)									
3回目	6.16	90	1	76.0	6.6	人工(ホ)	55	37	93.6
(雌 1尾、雄 1尾)									
水槽内成熟管理による人工授精									
20 °C区	5.31	90	1	85.7	13.2	人工(ホ)	147	132	98.4
(雌 3尾、雄 1尾)									
25 °C区	5.24	90	1	82.2	10.4	人工(ホ)	136	51	91.6
(雌 3尾、雄 1尾)									
自然産卵									
20 °C区	6. 1~6.21	90	1			自然(ホ)	208	23	33.7

表 2 平成7年度クエ成熟度調査結果

調査月日	5月16日	5月29日	6月12日	6月26日	7月12日
調査尾数	10	7	5	3	1
卵採取ができた尾数	6	5	3	2	0
HCG採卵に供した尾数	3	2	2	0	0
平均卵径	0.331	0.274	0.449	0.435	—
最小卵径	0.107	0.129	0.390	0.127	—
最大卵径	0.508	0.447	0.500	0.743	—

HCG採卵に使用できる成熟親魚は随時取り揚げた。調査10尾中1尾は6月26日の調査で雄に性転換していることが判明。6月26日の調査の1尾は過熟卵

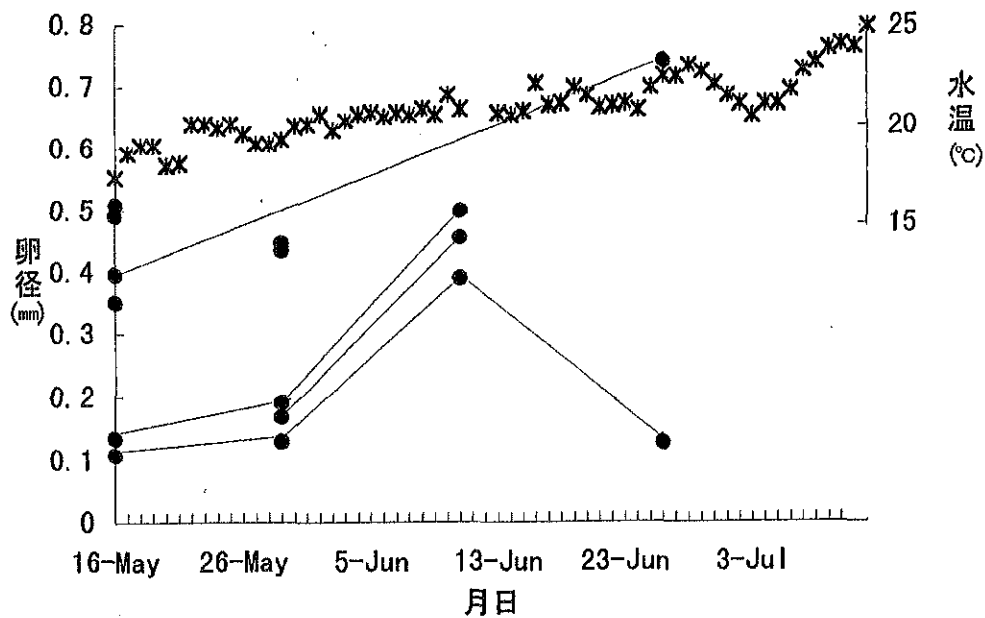


図 1 平成7年度クエ成熟度調査結果

生データ 1

自然産卵用親魚への馴致 飼育概要
クエ採卵試験

4月13日

柿森さん親雌8尾，保有雄1尾，E2水槽へ収容

	雌		雄	
	FL(cm)	BW(kg)	FL(cm)	BW(kg)
1	74		7.2	98
2	66		5.4	18.8
3	62		4.2	
4	70		5.8	
5	72		8.1	
6	66		5.6	
7	70		6	
8	79		8.8	
AVG	69.875		6.3875	
MIN	62		4.2	
MAX	79		8.8	

5月5日 お腹膨れ始める

5月11日 雄の産卵前行動見られる

5月16日 雌の生殖口飛びだしてきて充血

5月18日 4尾の雌膨れている

7月13日

雌1尾尾丙部に傷（肉が露出）喧嘩したもの

と思われ，F2水槽隔離

雌1尾（腹が最も膨れている個体）をカニコレクションした結果

過熟卵であった。

沖だし

7月26日 沖だし成熟度調査

沖だし

	外見状態	検鏡
雄1尾	放精，量多い	
雌1	腹大きい，堅くない	過熟卵
2	腹大きい，堅くない	過熟卵
3	腹普通，堅くない	過熟卵
4	腹小さい，生殖口閉じる	
5	腹小さくへこむ，生殖口閉じる	
6	腹大きいばんばん	
7	腹小さい，生殖口閉じる。	

生データ2

成熟度調査より得た親魚による人工授精

5月22日

人工授精1

夜3Bより陸揚げ

卵巣卵内調査

5月22日

PIT.TAG	卵径	状態	前回調査 卵径
1 76037B		卵巣液が多く卵は少ない。0.5mm程度の卵が肉眼で確認	0.608
2 756D2F	0.474	良	0.490
3 755371	0.355	卵巣液が多い	0.350
4 756B6A	卵なし	卵は見られない。戻し	0.395

雌	FL(cm)	BW(kg)	HCG	収容	水温	予定
1	74.5	7.5	9900IU/尾打注	B5水槽	25	5月24日 人工採卵
2	78.0	8.1	9900IU/尾打注	B5水槽	25	5月24日 人工採卵
3	82.0	11.4	9900IU/尾打注	B5水槽	25	5月24日 人工採卵
雄						
1	94.0	15.0	16650IU/尾打注	B5水槽	25	5月24日 人工採卵

5月24日 人工授精 14時

PIT.TAG	作業	卵巣内 卵径 mm	受精	浮上 卵量 万粒	沈下 卵量 万粒	総卵量 万粒	受精率 %	卵径 mm	ふ化率 %
雄 1 756B6A	精子搾出	少量							
雌 1 755371	搾出できず	0.338							
2 76037B	搾出	卵白濁	0.930 媒精	18.4	24.5	42.9	97.7	0.882	42.7
3 756D2F	搾出少しで止める	0.751							

5月24日 再収容

5月25日 沈下卵得られる。

5月29日

人工授精2

夜3Bより陸揚げ

卵巣卵内調査

雌	PIT.TAG	卵径	作業	番号
1 755D7B		0.129	戻し	
3 7554AB		0.169	戻し	
4 75561B		0.434	陸揚げ	1
5 756FOA		0.447	陸揚げ	2
6 756B6A	卵なし	0.172	戻し	
7 75565B		0.191	戻し	
8 756A78	採取できず		戻し	

雌	FL(cm)	BW(kg)	HCG	収容	水温	予定
1	75.5	6.5	9000IU/尾打注	B3水槽	25	5月31日 人工採卵
2	78.0	7.9	9000IU/尾打注	B3水槽	25	5月31日 人工採卵
雄						
1	94.0	15.0	1350IU/尾打注	B3水槽	25	5月31日 人工採卵

人工授精1でを使用した雄の再使用

5月30日 雌同士つつき合い確認

5月31日 人工授精

10時

採卵作業	卵巣内 卵径
雌 1 採卵できず	0.613
2 採卵できず	不採取 腹ぶよぶよ
14時	
採卵作業	卵巣内 卵径
1 採卵できず	0.606
2 採卵できず	0.534 卵巣内液多い
雄	
1 精子採取	

生データ3

成熟度調査より得た親魚による人工授精 続き

6月10日 産卵行動見られる。

6月11日 未受精卵得られる。

B5水槽人工授精後継続収容群の成熟度状況

6月12日

番号	pit.tag	卵巣内 卵径	状態	処理
雌				
1	756D2F	0.461	退行卵	戻し
2	756FOA	卵なし	血混じり卵巣液多い	戻し
3	755371	0.806	排卵退行卵	戻し
4	76037B	卵なし	血混じり卵巣液	戻し
5	75561B	測定不能	排卵退行つぶれ卵	HCG打注, 人工授精用
	AVG			
雄				
6	755F14		放精	HCG打注, 人工授精用

6月13日 沖だし

人工授精3

6月12日 11時ホルモン打注

	PL(cm)	BW(kg)	HCG打注量	収容	水温	採卵予定	収容元
雌							
1	7554AB	81.0	10.0 9000IU/尾	B3水槽	25	6月14日 筏3B	
2	75565E	76.0	6.6 5940IU/尾	B3水槽	25	6月14日 筏3B	
3	75561B	75.5	6.5 5850IU/尾	B3水槽	25	6月14日 B5水槽	
雄							
1	755F14	94.0	15.0 13500IU/尾	B3水槽	25	6月14日 B5水槽	

6月14日 14時採卵

6月14日

番号	pit.tag	卵巣内 卵径	状態	再収容	処理
雌					
1	75565E	0.799	排卵個数は僅か第2群は0.555	B3水槽	採卵できず, HCG再打注
2	75561B	測定不能	排卵退行つぶれ卵	B3水槽	採卵できず
3	7554AB	卵なし	血混じり卵巣液多し	B3水槽	採卵できず
	AVG				
雄					
6	755F14		放精	B3水槽	精子搾出

6月16日 11時

番号	pit.tag	卵巣内 卵径	状態	収容	処理
雌					
1	75565E	0.916	過熟白濁卵36.5%	沖だし	採卵
2	75561B	測定不能	排卵退行つぶれ卵悪臭	沖だし	採卵できず
3	7554AB	卵なし	卵巣液少なくなる	沖だし	採卵できず
	AVG				
雄					
6	755F14		放精	沖だし	精子搾出 1CC

人工授精3-2

6月16日 11:15時

雌75565Eと雄755F14(0.5cc)

番号	浮上卵 量	沈下卵 量	総卵量	受精 率	卵径	ふ化 25度	油球位置 正常率	ふ化 自然水温	油球位置 正常率
						88卵中		80卵中	
1	36.7	18.3	55.0	93.6	0.915	7.3	100	17.4	100

生データ4

B4水槽 水槽内ホ自(20度)区 飼育概要
5月17日 陸上げ

番号	後	pit.tag	sex	FL(cm)	BW(kg)	生殖腺 の状態
1	3B	756745	雌	84.0	11.5	柔らかい
3	3B	773A6C	雌	78.0	10.7	堅い
5	3B	755C41	雌	78.0	10.7	堅い
AVG				85.7	13.2	
8	3B	757475	雄	98.0	19.2	放精

5月18日 加温開始+1.5度
5月19日 加温+1.5度
5月20日 設定20度維持
5月23日 腹膨れてくる。
5月25日 雄のダンス確認
5月26日 1尾の雌は腹ばんばん (773A6C)
5月29日 ホルモン打注

番号	pit.tag	sex	卵径	状態	HCG打注
1	756745	雌	卵なし	膨らんでいるが堅い	9000IU/尾
3	773A6C	雌	不採取	膨らんでいるが堅い	9000IU/尾
5	755C41	雌	0.531	退行卵有り	9000IU/尾
AVG			0.531		
8	757475	雄	放精	13	13500IU/尾

5月30日 pt.tag773A6C雌の体色が鮮やかになる。
5月31日 午後よりpt.tag773A6C雌に対し雄がダンスを始める
5月31日 人工採卵

番号	pit.tag	sex	卵径	状態	作業	番号
1	756745	雌	0.908	排卵, 卵こぼれ出す	採卵	1
3	773A6C	雌	0.500	堅い, 卵巣内液多い	採卵できず	
5	755C41	雌	0.507	柔らかい	採卵できず	
AVG			0.638			
8	757475	雄	放精	13	精子採取	

人工授精
雌1尾+雄2尾 (pt.tag755C41, 755F14)

番号	浮上卵 量	沈下卵 量	総卵量	受精率	ふ化 率	油球位置 異常率	卵径
1	131.6	15.3	146.9	94.7	98.4	4.5	0.946

6月1日 自然産卵確認 受精卵があることから
6月2日 浮上卵7ml 773A6Cの雌色鮮やかになる。 受精卵あり
6月3日 沈下卵のみになる。 すべて未受精卵
6月4日 17時, 浮き産卵床をいれる。雌, 雌共色が黒くなる。警戒してじっとしてい 沈下卵で白濁卵多くなる。
6月5日 11時, 755C41の雌も色鮮やかになる。本日は午前中より4尾とも色鮮やかで雌はダンスしている。
卵有り
卵有り
雌はまだ体色を変える

	pit.tag	sex	卵径	生殖腺の状態	処理
7月13日	1	756745	雌	排卵痕 堅い	沖だし3B筏へ
	3	773A6C	雌	排卵痕 少し堅い	沖だし3B筏へ
	5	755C41	雌	不採取 柔らかい	沖だし3B筏へ
	8	757475	雄	放精子	沖だし3B筏へ

生データ5

B6水槽 水槽内ホ自(25度)区 飼育概要
5月17日 陸上げ

番号	筏	pit.tag	sex	FL(cm)	BW(kg)	生殖腺 の状態
2	2C	755869	雌	79.5	10.1	柔らかい
4	2C	78662E	雌	82.5	9.5	堅い
6	2C	756118	雌	84.5	11.5	堅い
AVG				82.2	10.4	
7	3B	755515	雄	105.0	18.5	放精 2A 水槽内ホ自

5月18日 加温開始+1.5度
5月19日 加温+1.5度
5月20日 加温+1.5度
5月21日 加温+1.5度
5月22日 25度設定
5月22日 腹が膨れているのでHCG打注 卵巣内卵測定

番号	筏	pit.tag	sex	卵径	HCG
2	3B	755869	雌	0.494	9900IU/尾
4	3B	78662E	雌	0.494	9900IU/尾
6	3B	756118	雌	0.427	9900IU/尾
AVG				0.472	
7	3B	755515	雄		17100IU/尾

5月24日 午後より雄のダンス確認 雌も鮮やかな色
5月24日 15時
人工授精

PIT.TAG	作業	少量	卵巣 卵径 mm	受精	浮上 卵量 万粒	沈下 卵 万粒	総卵量 万粒	受精率 %	卵径 mm	ふ化率 %
雄	1 755515 精子搾出	少量								
雌	1 755869 搾出		卵白濁	0.917 媒精	15.3	85.7	101.0	85.4	0.884	3.9
	2 756118 搾出できず		卵白濁	0.907						
	3 78662E 搾出		透明卵	0.880 媒精	35.2	0	35.2	97.7	0.897	10.2
計					50.5	85.7	136.2			

D1水槽収容

5月24日 16時再収容 雄まだダンスしている。 雌も鮮やかな色
5月25日 17:30-20:30電照
5月30日 色黒くなる
6月1日 ダンスしていない
6月2日 雄色鮮やかになる。
6月3日 雄、雌とも体色白っぽくなる。
6月4日
6月5日 13:30ホルモン打注

番号	pit.tag	sex	卵径	HCG	生殖腺の状態
2	755869	雌	0.384	9360IU/尾	卵巣液多い僅かに卵有り、排 卵巣堅い
4	78662E	雌	0.506	9360IU/尾	卵巣液多い僅かに卵有り、排 やや卵巣堅い
6	756118	雌	不採取	9360IU/尾	卵巣液多い、卵なし、排卵痕 卵巣堅い
AVG				0.445	
7	755515	雄		16650IU/尾	精液少量

6月20日 雌は白いままで、雄も産卵行動示さない
7月7日 加温切り

pit.tag	sex	卵径	生殖腺の状態	処理
7月13日 2 755869 雌	不採取	堅い		沖だし3B筏へ
4 78662E 雌	不採取	少し堅い		沖だし3B筏へ
6 756118 雌	不採取	堅い		沖だし3B筏へ
755515 雄		精液でない。		沖だし3B筏へ

生データ 6

自然産卵試験
B4水槽 20度区

月日	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	平均 (mm)	卵径 最小 (mm)	最大 (mm)	平均 (mm)	油球径 最小 (mm)	最大 (mm)	標準 偏差	備考
H7.5.17												収容雄1尾, 雌3尾
H7.5.18												加温開始+1.5度
H7.5.19												加温+1.5度
H7.5.20												設定20度維持
H7.5.21												
H7.5.22												
H7.5.23												
H7.5.24												
H7.5.25												
H7.5.26												
H7.5.27												
H7.5.28												
H7.5.29												HCG打注
H7.5.30												
H7.5.31												人工採卵
H7.6.1			+									
H7.6.2	1.2	71.3	72.5	90.9	0.913	0.845	0.945	0.187	.180	0.194	0.004	
H7.6.3	6.8	16.5	23.3	10.3	0.979	0.873	0.922	0.186	.179	0.193	0.003	
H7.6.4	15.0	87.0	102.0		0.927	0.894	0.963	0.138	.174	0.209	0.008	
H7.6.5				0.0	0.921	0.874	0.952	0.191	.183	0.200	0.005	
H7.6.6	0.0	10.5	10.5									
H7.6.7												
H7.6.8												
H7.6.9												
H7.6.10	0.0	15.0	15.0									
H7.6.11												
H7.6.12												
H7.6.13												
H7.6.14												
H7.6.15												
H7.6.16												
H7.6.17												
H7.6.18												
H7.6.19												
H7.6.20												
H7.6.21	0	42	42									
H7.6.22	0	4.5	4.5									
H7.6.23	1.5	48	49.5	86.9	0.94	0.91	0.961	0.19	0.19	0.201		
H7.6.24	+	10.5	10.5									
H7.6.25			+									
H7.6.26		0	13.5									
H7.6.27												
H8.7.13		6月27日-7月13日間卵みられず										沖だし
合計	23.0	185.3	208.3									
平均	5.8	46.3	52.1	33.7	0.94	0.87	0.946	0.18	0.18	0.199		
最小	0.0	10.5	10.5	0.0	0.91	0.84	0.922	0.14	0.17	0.193		
最大	15.0	87.0	102.0	90.9	0.98	0.89	0.963	0.19	0.18	0.209		

1 - 6 ふ化仔魚活力試験

崎山 一孝

目的

昨年度の試験において、血液中の中性脂質量が多い親魚ほど中性脂質の多い卵を産出し、ふ化仔魚のSAIも高くなる傾向がみられた。そこで、今年度は昨年度の再現試験を試みた。

方法

5尾のブリ親魚から個別に人工授精によって得られた受精卵，ふ化仔魚を試験に用いた。SAIは水温 20℃の条件で行い，親魚血液中の中性脂質量，受精卵の中性脂質量は簡易微量定量法により定量した。

結果

- ① SAIは 22.1～27.5 で昨年度より高い傾向にあった。また，親魚血液，受精卵の中性脂質量も，それぞれ 241～295 $\mu\text{g/ml}$ ，22.5～31.5 $\mu\text{g/個}$ と昨年度に比べ多かった。
- ② 昨年度の試験結果では，親魚血液中の中性脂質量と受精卵の中性脂質量，受精卵の中性脂質量とSAIにはそれぞれ相関関係がみられた。今年度もほぼ同様な傾向がみられたが，中性脂質量がもっとも多かった受精卵から得られたふ化仔魚のSAIは 25.0 であり，予測されたSAIより低かった。
- ③ 受精卵の中性脂質量とふ化仔魚のSAIに相関がみられたが，受精卵中の中性脂質量が多くても，ふ化仔魚のSAIが低い場合があり，このような卵が質的に問題があるのかどうか，今後確認する必要がある。

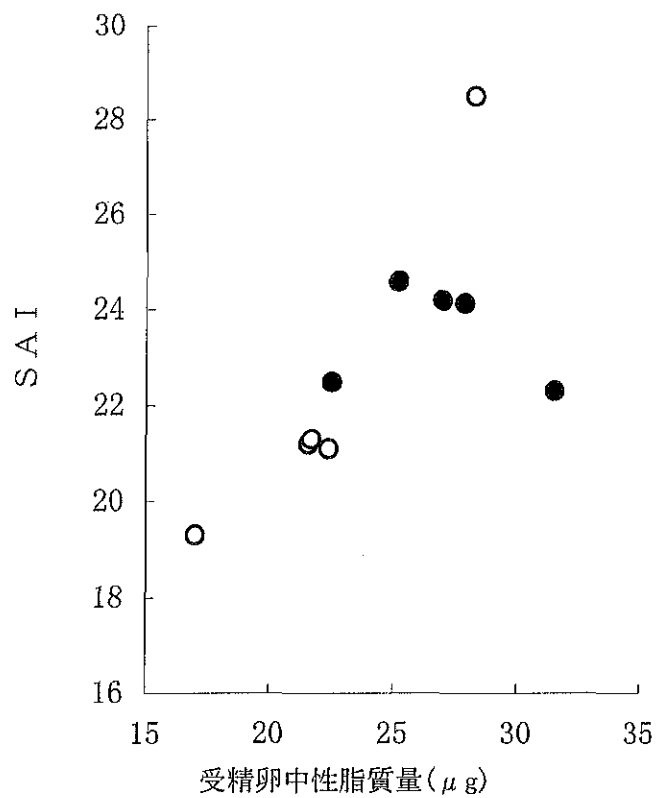


図 1 ブリ受精卵の中性脂質量と SAI の関係

○:平成 6 年度 ●:平成 7 年度

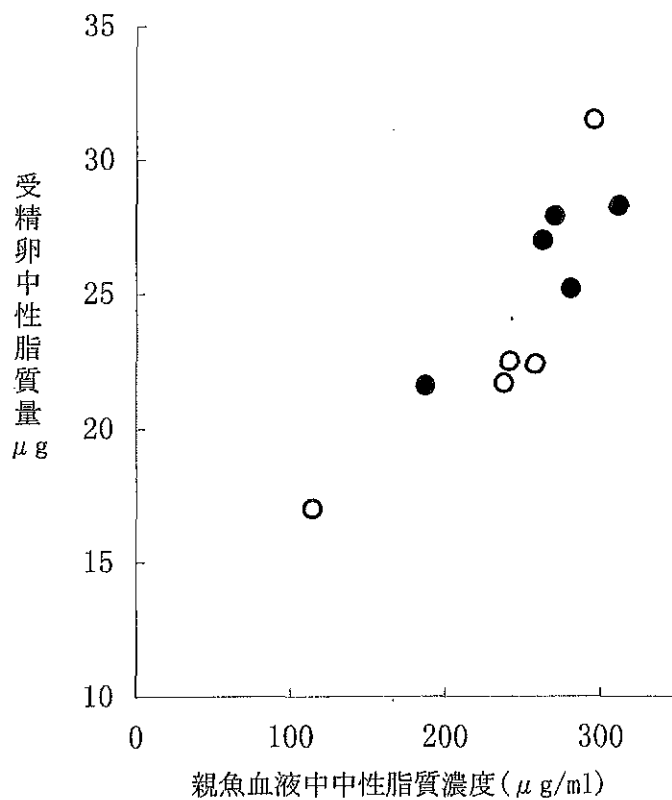


図 2 ブリ親魚血液中的中性脂質量と受精卵の中性脂質量との関係

○:平成 6 年度 ●:平成 7 年度

2. 種苗生産技術開発

2-1-1 ブリ種苗生産（陸上飼育）

1. 陸上飼育

昭和57年度より開始したブリの種苗生産は本年度で14年目を迎える。この間の技術開発をみると、量産化（昭和57年～63年）、配合飼料化（平成元年～4年）、省力化・健苗化（平成5～）と推移してきている。一方、これらの技術開発の推移の中で、当初よりの課題である初期減耗・共食い・形態異常については今なお重要課題として残されているとともに、配合飼料の導入により新たに生残率の低下・形態異常魚の出現などの問題も生じてきている。

本年度は、早期種苗の生産技術の開発（3月からの種苗生産）、初期飼育技術の開発（初期減耗の原因究明と鰾の開腔率の向上）、共食いの防止（全長15mmでのサイズ選別による共食い防止）、形態異常の発生状況の把握に重点をおいて飼育試験並びにマリノフォーラム21との共同研究として微粒子配合飼料による飼育試験（詳細は別項に記載）を行った。

2. 材料と方法

飼育水槽には、60m³水槽（実容量50m³）を6面と90m³水槽（実容量80m³）を2面使用し、3月6日から6月19日までの106日間に4回次、8例の飼育試験を行った。このうち、量産飼育試験は1回次、3回次、4回次生産で行い、2回次生産は日齢10までの初期飼育試験を行った。なお、3回次生産ではマリノフォーラム21との共同研究に一部種苗を供試した。

1回次生産で使用したふ化仔魚は、天然魚を2年間養成した親魚を用いて行った早期採卵試験により得られたものである。また、2回次～4回次生産では、天然魚を2年間養成した親魚を海上の小割網生簀で養成し、ホルモン（HCG）注射後、人工授精により得られたものを使用した。

3. 結果

種苗生産結果の概要を表1に示した。6例の飼育で、平均全長29.8mm（15.8～45.4）の種苗を30.7万尾生産し、その平均生残率は12.5%（1.4～23.3）であった。各生産回次の概要は以下の通りである。

1) 1回次生産

非産卵期である3月上旬における早期採卵によって得られたふ化仔魚を用い、60m³水槽2面で早期種苗生産試験を行った。さらに、初期の飼育条件の中で通気量について検討を行った。

初期飼育における通気は、1回次生産-1（以下1R-1と呼称、2回次生産以降も同様に呼称）ではエアーストーン12個を用いて弱通気〔10ℓ/分/槽〕とし、1R-2ではエアーストーン4個とエアブロック4個を用いて強通気〔230ℓ/分/槽〕とした。

日齢10までの摂餌個体率、鰾の開腔率、生残率は、1R-1ではそれぞれ68.7%、54.8%、21.7%、1R-2では92.5%、83.3%、58.1%となり、1R-2の方が高いことから昨年度と同様、通気方法の改善により初期生残率を向上することができた。

省力化試験として、1 R-2では全長15mmまで底掃除を行わない飼育を行い、また選別及び取り揚げは、夜間浮上横臥魚をサイホン方式により吸い出して隣接する水槽の小割網内に収容する方法により、取り揚げまでの一連の作業を1人で行うことが可能となった。

1 R-2では、日齢46で平均全長26.9mm (18.9~36.4) の種苗を3.9万尾取り揚げ、その最終生残率は15.8%と、産卵期における種苗生産と同様の結果が得られた。

2) 2回次生産

60m³水槽2面を用いてふ化後10日目までの飼育試験を2例行った。

2 R-1では、1 R-1の再現試験として弱通気による飼育試験を行ったが、日齢10での生残率は51.8%と比較的高い生残率となり、1回次生産の再現性がみられなかった。

2 R-2では卵収容による水槽内ふ化試験を行った。ふ化率は92.9%であり、ふ化水槽におけるふ化率69.2~81.3%を上回る成績であったことから、この方法が有効であることがわかった。

3) 3回次生産

60m³水槽2面を用いて2例の飼育試験を行った。3 R-1では飼育水に紫外線処理海水を用い、3 R-2ではろ過海水を用いて比較試験を行い、また、3 R-1では成長に伴う活力の変化を調べた。

昨年度は紫外線処理海水による飼育で腹鰭欠損の個体がみられたが、今年度の3回次1ではみられなかった。また、3 R-2では日齢15で珪藻の一種リクモフォラが大量発生し、体表面への付着による衰弱により大量斃死がみられたが、紫外線処理海水による飼育ではリクモフォラの発生が見られず、良好な成長、生残を示した。

空中干出により成長に伴う活力の変化を調べた結果、仔魚の活力は全長10mm頃より低下し始め、全長20mm前後で最低となり、その後上昇した。このことから、共食いによる斃死率が高くなる全長15mm以降は、最もストレスに対して弱い時期であることがわかった(図1)。

3 R-1では、日齢40で平均全長34.0mm (24.2~45.4) の種苗11.1万尾を取り揚げ、最終生残率は23.3%と良好であった。

4) 4次生産

共食い防止対策を目的として、90m³水槽2面を用いて2例の飼育試験を行った。

4 R-1では、日齢32 (平均全長15.1mm) に夜間浮上横臥しているブリをサイホン方式により吸い出して選別用小割網(160 径)に収容してサイズ選別を行い、大型群は小割網で、小型群は水槽内で飼育を継続した。一方、4 R-2は、対照区として全長30mmまで継続して飼育を行い、4 R-1との共食いによる減耗状況の比較を行った。

取り揚げは日齢40で行い、最終生残率は4 R-1が27.3%であるのに対し、4 R-2は8.5%であった。選別後の生残率は、4 R-1の78.9%に対し4 R-2では33.8%となり、このことから、全長15mmでの選別は、共食いによる減耗防止に有効であることが確認された。

4. 考察

初期飼育における鰓の開腔率の向上は、これまで重要な技術開発課題であったが、今年度も鰓の開腔前後のオーバーフローによる飼育水面の油膜除去を行うことによって、8例の飼育試験の日齢10における開腔率は平均70.2%となったことから、本課題についてはほぼ解決されたものとする。

形態異常については、例年と同様、頭部・口部の異常が多かったが、特に頭部の形態異常については、平成5年より多くみられるようになった前頭部陥没の形態異常が90%以上の個体にみられた。この形態異常は前頭骨の成長不良によるものであり、外見的には全長20mmより異常がみられ始めるが、その後成長にともない異常は緩和され、全長20cm頃には約90%の個体がほぼ正常な状態に回復した。なお、解剖学的には全長7mm頃より異常がみられ、今後、原因の究明が必要である。

陸上水槽での中間育成においてウイルス性腹水症の発生がみられたが、発生初期に飼育水温を25℃以上に加温することにより大量斃死を防止することが可能であることが確認された(図2)。

本種の種苗生産の技術開発課題として、初期減耗、配合飼料化、共食い、形態異常対策が主な課題となっている。このうち、初期減耗と共食いについては、本年度の結果から有効と思われる対策が見い出され、来年度さらに検討を行いたい。残された課題として、配合飼料化についてはマリノフォーラム21との共同研究により、また形態異常については本年度に引き続き屋島、上浦、五島の3場で共通試験を行う予定である。

3月
塩澤 聡

(塩澤 聡)

表1 平成7年度ブリ種苗生産の概要 (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 実容量 (m^3)	個数	月日	尾数 (万尾)	密 度 (尾/ m^3)	水 温 ($^{\circ}\text{C}$)	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	3.06	27.2	5440	22	ワシ, 配合	45	4.20	0.38	76	22.6 (15.8~37.8)	1.4	弱通気による飼育試験
1-2	角 型	60 (50)	1	3.06	24.6	4920	22	ワシ, ワルメシ, 配合	45	4.20	3.88	776	26.9 (18.9~36.4)	15.8	強通気による飼育試験
2-1	角 型	60 (50)	1	5.10	87.4	17480	22	ワシ	10	5.20	29.40	5880	5.6 (4.9~6.2)	33.6	受精卵収容による飼育試験
2-2	角 型	60 (50)	1	5.10	47.5	9500	22	ワシ	10	5.20	24.60	4920	5.8 (5.2~6.4)	51.8	弱通気飼育試験
3-1	角 型	60 (50)	1	5.10	47.7	9540	22	ワシ, ワルメシ, 配合	40	6.19	11.11	2222	34.0 (24.2~45.4)	23.3	紫外線処理海水区
3-2	角 型	60 (50)	1	5.10	48.2	9640	22	ワシ, ワルメシ, 配合	40	6.19	2.76	552	29.2 (21.7~44.8)	5.7	ろ過海水区
4-①	2八角形	90 (80)	1	5.10	47.8	5975	22	ワシ, ワルメシ, 配合	40	6.19	4.17	521	27.2 (19.7~36.2)	8.7	ろ過海水区・無選別区
4-②	1八角形	90 (80)	1	5.10	50.0	6250	22	ワシ, ワルメシ, 配合	40	6.19	8.42	990	27.4 (15.8~41.9)	16.8	ろ過海水区・15mm選別区
合 計					245.5						30.72		29.8 (15.8~45.4)	12.5	

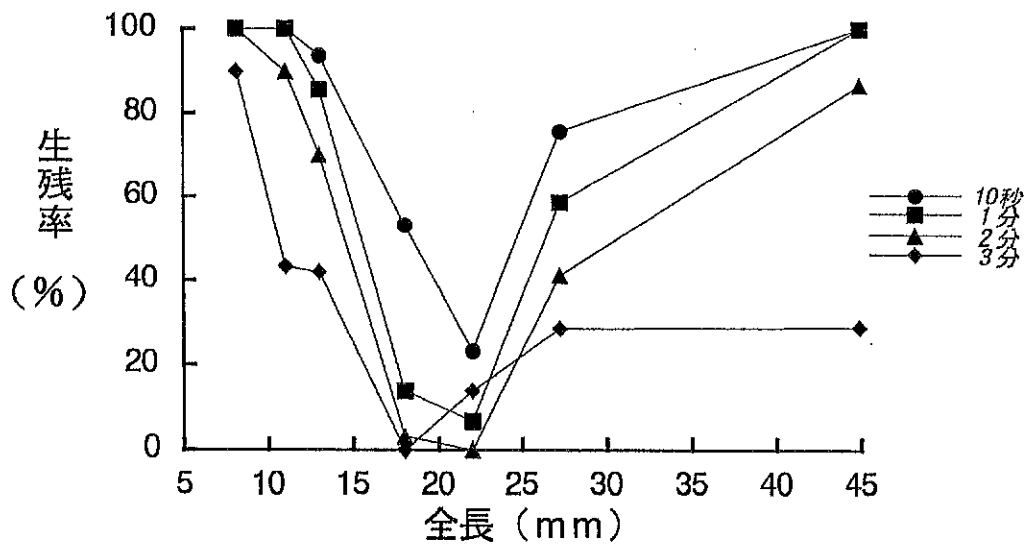


図1 空中干出による成長に伴う活力の変化

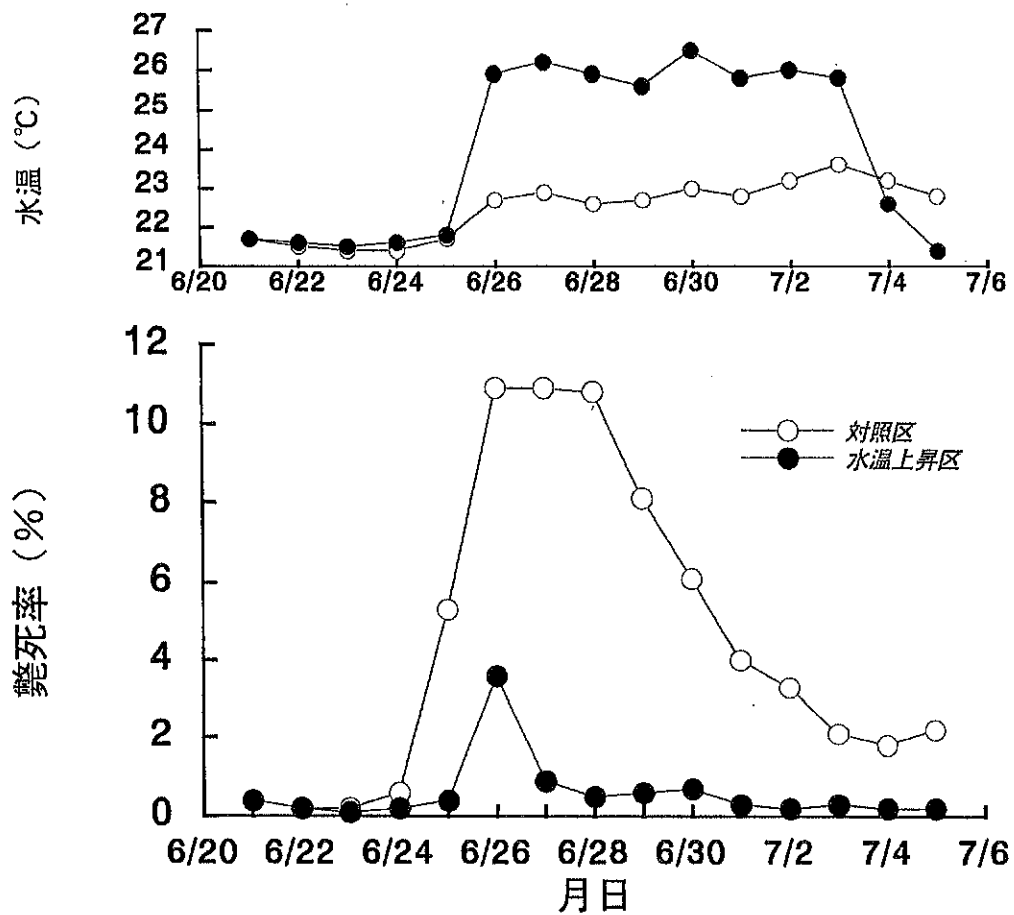


図2 YAV発生時の水温上昇によるブリ斃死率の変化

2-1-2 ブリ種苗生産（海上飼育）

中野 昌次

本年度も昨年度に引き続き、疾病の発生状況の把握と適正給餌量および健苗性に留意し各種試験を行い、健全な放流種苗の育成を目的とし中間育成を行った。

1 材料と方法

当场種苗生産魚と天然モジャコを使用して、べこ病試験 7区、給餌量試験 2区、形態異常調査 2区の海上での育成試験および給餌放流試験用種苗の中間育成を計画した。

平成 7年 6月15日から 7月31日の間に、平均全長38.3~147mmの天然採捕の種苗（モジャコ）と当场で種苗生産した人工魚5.64万尾を 6回に分けて海上小割生簀網11面に収容した。給餌は配合飼料を平成 6年度の育成結果より求めた全長に対する給餌率（給餌量／魚体重×100，平成 6年度事業報告参照）に従い給餌し、全長130mm 以降は給餌率 4%になるように給餌した。全長200mm 以降の育成では当场で調合したモイストペレット（材料；アジ，アミ，配合飼料）を 1日置きに給餌した。網替えは適時行い、はだ虫の駆除に対し淡水浴（4分間）を行い、細菌性疾病の発生時は抗生物質等の薬品を規定量で経口投与した。

2 結果と考察

海上生簀における育成試験結果の概要を表 1に示した。生データ 1に給餌放流用の育成事例をまた、生データ 2に健苗性試験の育成事例を生データ3~4 に天然モジャコの育成事例を示した。

平成 7年 7月14日から 9月12日の間に 4回行い平均全長99~355mmの種苗2.82万尾を取り揚げ、このうち2.05万尾を地先放流し 0.6万尾を給餌放流試験に供した。

1. 各種試験結果の概要

（給餌放流試験用の育成）

放流試験用の中間育成試験では、平成 7年 6月19日に平均全長40mmの種苗生産魚2.02万尾を海上小割生簀に収容し、8月28日に平均全長 195mmで1.01万尾（生残率61.5%）を取り揚げた。飼育期間中に、ビブリオ症，類結節症，滑走細菌症の細菌病や，ウイルス性腹水症，べこ病等が発生したが，疾病の蔓延防止に努めた結果比較的高い生残率が得られた。

(健苗性試験および形態異常魚の調査)

人工生産魚の健苗性を調べる基礎試験として、人工生産魚と天然モジャコを飼育し成長、生残率の比較を行った。天然モジャコは平成 7 年 6 月 15 日に平均全長 71mm で、人工生産魚は 6 月 19 日に平均全長 40mm で 4×4×3m の小割網に収容した。取り揚げは 10 月 18 日と 22 日に行い、取り揚げ時の天然モジャコが平均全長は 355mm、人工生産魚が 305mm であり、肥満度はそれぞれ 10.8 と 10.2 であった。両区の成長を平均全長 71mm から 305mm の間で比較すると、この間の日間成長量は 2.4mm と 2.3mm でほとんど変わらなかった。平均全長 305mm 時点での生残率は、天然モジャコ 81.5%、人工生産魚 61.5% で天然モジャコの生残率がやや高かった（人工生産魚と天然モジャコの形態的差異等については健苗性試験の項をまたは、形態異常の出現状況等については形態異常の項を参照）。

(べこ病試験)

べこ病に関する試験は、種苗の沖出し時期とべこ病の発生との関係を調べる目的で、平成 7 年 6 月 15 日から 7 月 31 日の間に平均全長 30.1~147.3mm の種苗を 6 回に分けて海上の小割網に収容して飼育し、7 月 31 日から 9 月 11 日の間に 3 回に分けて取り揚げた。1 試験区で腹水症を呈した斃死が多く、生残率は 51.5% にとどまったが、その他の区ではビブリオ症、腹水症、類結節症が発生したものの、斃死は少なく平均生残率は 80.2% (70.2~98.5) であった（詳細は、べこ病に関する試験の項参照）。

(給餌量試験)

昨年度に続いて、海上での中間育成における適正給餌量の把握試験を行った。平成 7 年 6 月 26 日に、平均全長 54mm の種苗を 4×4×3m の小割網 2 面に 8,600 尾ずつ収容し、配合飼料を成長に合わせて 1 日魚体重当り 7.5~11.0% 給餌する区（昨年度の給餌量）を基準として、その 60% を給餌する区との比較試験を行った。7 月 14 日までの 18 日間飼育試験を行った結果、生残率は基準量給餌区 73%、60% 給餌区 71% とほとんど差がみられなかったが、平均全長は基準量給餌区の 104mm (87~120) に対し 60% 給餌区では 99mm (75~121) と差があり、特に 10 日目以降 60% 給餌区の成長量が低下した。従って、昨年度給餌量の 60% の給餌量でも生残率には影響はないが、成長には影響があり、特に全長 70mm 以降の給餌量は不足であったと考えられる。

2. 疾病の発生状況と対策

表 2 に各試験別の本年度発生した疾病の種類とそれぞれの疾病別の斃死状況を示した。斃死魚は当場の魚類防疫士による検査と診断を行い疾病の有無を判断した。

給餌放流試験用の育成を例に取れば、収容初期に滑走細菌症(0.1%)とビブリオ症(14.8%)がまたウイルス性腹水症(2.9%)とはだ虫の寄生(淡水浴駆除を行い、本症での斃死はみられず)と変形症(0.9%)の斃死個体 7月中旬に、また 7月下旬から 8月中旬にかけてべこ病(11.6%)が発症し斃死した。8月中旬には類結節症(8.0%)等の疾病(症状右の数字は収容尾数に対する斃死魚の各症状の重複比率)が発症した。他の試験区も同様な発生状況であった。

薬品の使用に際しては、当場の魚類防疫士による薬剤感受性試験を行い、適正と考えられる薬品を使用した。滑走細菌症とビブリオ症に対し塩酸オキシテトラサイクリン(水産用テラマシシン;台東ファイザ(株))をまた、類結節症にはアスピリン(水産用アスピリン散;三共(株))等を使用した。明瞭な効果がみられなかった。疾病が多かった割には生残率が良かった原因として、適正な収容密度で適時分養できたこと、淡水浴網替えの時期が適切であったことと適正給餌量であったことが挙げられる。

4. 成長

育成期間の水温を図 1にまた、給餌放流用の育成での成長と生残率について図 2に示した。育成水溫は20~30℃の範囲であったが、この間の成長はほぼ一定で1日当り全長で平均2.3mmの成長がみられた。昨年度にみられたように水溫の上昇とともに成長量が増える傾向はなく、一昨年、前年度と比べ成長は早く、肥満度については差はみられなかった。

5. 給餌量

図 3に給餌結果による全長に対する給餌率の推移を示した。本年度は昨年度の給餌量を昨年度の成長量をもとにして本年度の成長を推定しながら給餌したが、結果としては成長が昨年度よりも早いため給餌量は少なくなった。昨年度よりも成長が早く、生残率も悪くなかったことから、本年度の給餌量でも結果としては良いと考えられる。図 4には全長135mmまでの給餌率との関係式について示した(育成の作業上の都合で少なめに給餌した日を除く)。(全長(T)と給餌率(S)の関係は $(T)=206.37(T)^{-0.778}$, $r^2=0.938$ の式で示され今後、給餌量試験で得た知見を加えて給餌量のより適正化を図りたい。

表 1 平成 7 年度ブリの海上生簀における育成試験結果の概要

生産 区分	型	生簀			収容			飼育			取り揚げ			使途			
		大きさ (実容: m ³)	個数	月日 (万尾)	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ²)	全長 (mm)	水温 (°C)	餌料の種類	日数 (日間)	月日 (万尾)	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ²)		全長 (mm)	生残率*1 (%)	
1	給餌放流用	角型	4×4×3	2	6.19	2.02	210	38.3 (29.4~48.0)	25.7 (20.5~30.2)	配合飼料	70	8.28	1.01	53	189 (151~226)	61.5	0.61万尾飼付け 試験に、残りは 地先無標識放流
	予備	角型	4×4×3	1	6.26	0.75	156	58.5 (47.1~69.1)	26.1 (20.5~30.2)	配合飼料	61	8.28	0.24	51	204 (158~241)	32.6	地先無標識放流
2	健苗性試験 人工種田 (給餌放流用継続)	角型	4×4×3	1	(8.25)	0.10	21	185)	26.7 (23.8~28.6)	配合飼料	52	10.19	0.09	10	305 (151~226)	61.5	調査取り揚げ
	天然放流 (2病試験兼ねる)	角型	4×4×3	1	6.15	0.20	43	71.2 (51.4~83.5)	25.6 (20.5~30.2)	配合飼料	126	10.19	0.07	17	355 (332~391)	81.5	調査取り揚げ (126)
3	べ病に関する試験 朝夕給餌区 対照区 収容時期 1 2 3 4	角型	4×4×3	1	6.19	0.20	42	30.1	23.6	配合飼料	42	(7.31)	0.13	28	128	79.7	育成継続 1
		角型	4×4×3	1	6.19	0.20	42	30.1	23.6	配合飼料	42	(7.31)	0.08	18	124	77.0	育成継続 1
		角型	4×4×3	1	6.19	0.20	42	30.1	26.2	配合飼料	85	9.12	0.02	15	226	70.2	地先無標識放流
		角型	4×4×3	1	6.30	0.20	42	57.0	25.1	配合飼料	41	(8.10)	0.07	20	153	55.1	育成継続 2
		角型	4×4×3	1	7.10	0.10	21	87.7	26.1	配合飼料	31	(8.10)	0.04	13	154	81.2	育成継続 2
		角型	4×4×3	1	7.31	0.05	10	147	28.8	配合飼料	85	9.12	0.01	3	229	98.5	地先無標識放流
	育成継続 1	角型	4×4×3	1	(7.31)	0.20	42	126 }	28.8	配合飼料	28	8.28	0.17		190		地先無標識放流
	育成継続 2	角型	4×4×3	2	(8.10)	0.12	13	153 }	29.2	配合飼料	18	8.28	0.11		202		地先無標識放流
4	給餌量試験 基準量区	角型	4×4×3	1	6.26	0.86	179	53.6 (48.6~57.8)		配合飼料	18	7.14	0.53	112	104 (87~120)	70.8	地先無標識放流
	60%給餌区	角型	4×4×3	1	6.26	0.86	179	53.6 (48.6~57.8)		配合飼料	18	7.14	0.52	109	99 (75~121)	73.2	地先無標識放流
	計					5.64		30.1~71.2					2.82		99~355		

* 1 : 健苗性試験では全長71~305mm間の生残率

表 2 平成7年度ブリ中間育成での疾病発生および斃死状況

区分	斃死 尾数 尾	べこ 症 尾	疾病の種類								その他 の症状 尾数	不明 尾数
			背曲がり 尾数	腹水 尾数	鳥害 尾数	がり 尾数	滑走 細菌症	ヒブ 症	リ 症	類血節 症		
天然マヤコ												
飼育期間	6月15日～8月28日											
計	431	67	0	0	0	0	46	0	18	0	303	
収容尾数 対して%	20.8	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.9	0.0	14.6	
給餌放流												
飼育期間	6月19日～8月28日											
計	3594	1169	89	290	12	6	6	1489	807	11	502	
収容尾数 対して%	35.6	11.6	0.9	2.9	0.1	0.1	0.1	14.8	8.0	0.1	5.0	
健苗性試験												
飼育期間	6月19日～8月28日											
計	5182	2110	177	349	7	35	0	1661	1780	11	377	
収容尾数 対して%	51.5	21.0	1.8	3.5	0.1	0.3	0.0	16.5	17.7	0.1	3.7	
予備												
飼育期間	6月26日～8月28日											
計	4492	347	39	3641	85	0	0	0	308	11	58	
収容尾数 対して%	59.9	4.6	0.5	48.5	1.1	0.0	0.0	0.0	4.1	0.1	0.8	
給餌量試験												
飼育期間	6月26日～7月14日											
計	4138	0	0	3805	0	12	0	0	0	0	321	
収容尾数 対して%	57.3	0.0	0.0	52.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	
人工計												
飼育期間	6月19日～8月28日											
計	17406	3626	305	8085	104	53	6	3150	2895	33	1258	
収容尾数 対して%	49.9	10.4	0.9	23.2	0.3	0.2	0.0	9.0	8.3	0.1	3.6	
収容尾数	34883尾											

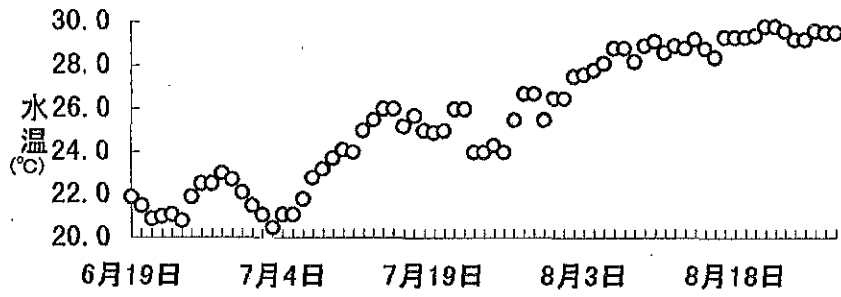


図 1 育成期間の水温

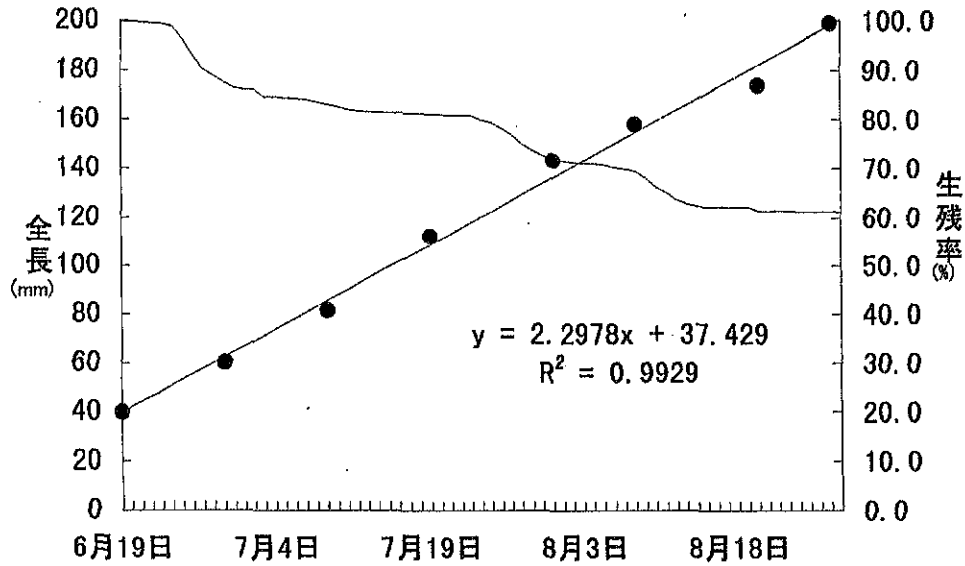


図 2 成長と生残率

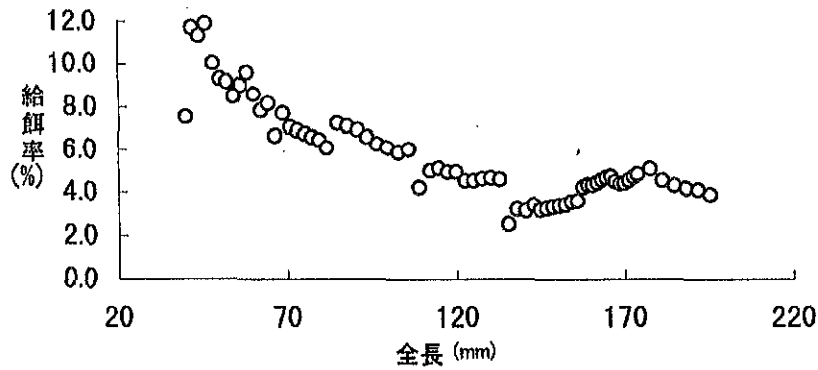


図 3 給餌率の推移

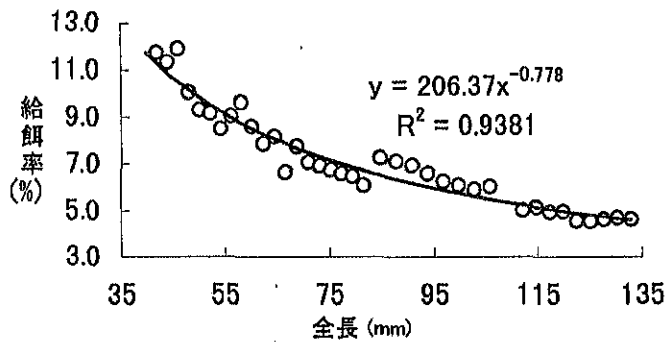


図 4 給餌率の計算

生データ 1

ブリ中間育成飼育事例 (給餌放流用)

月日	飼育 日数	水温 ℃	保有 尾数	サブリ 引き 尾	死亡 尾数	生残 率 %	測定 全長 mm	日間 成長量 mm/日	総給 餌量 g	実給 餌率 %	備考
6月19日	0	21.9	10090		10	99.9	39.2		500	7.6	D6水槽より
6月20日	1	21.5	10090		0	99.9			900	12.2	4回/日給餌
6月21日	2	20.9	10069		21	99.7			1000	12.3	
6月22日	3	21.0	10051		18	99.5			1200	13.4	
6月23日	4	21.1	10037		14	99.4			1150	11.7	滑走死6
6月24日	5	20.8	9979		59	98.8			1200	11.3	
6月25日	6	21.9	9737		241	96.4			1300	11.3	アミノ酸投与
6月26日	7	22.5	9366		371	92.7			1300	10.6	餌食いからふらふら個体有り 脾臓から検出
6月27日	8	22.5	9116		250	90.3			1500	11.3	白い糸引き糞をする個体有り
6月28日	9	23.0	8984		132	89.0			1750	12.1	
6月29日	10	22.7	8794	52	138	87.6	60.2	2.10	1700	10.9	
6月30日	11	22.1	8683		111	86.5			1700	10.1	アミノ酸投与中止
7月1日	12	21.5	8649		34	86.2			1950	10.7	
7月2日	13	21.1	8649			86.2			1750	9.0	
7月3日	14	20.5	8496		153	84.6			2200	10.8	網起こし 死亡取り
7月4日	15	21.1	8496			84.6			2200	10.1	
7月5日	16	21.1	8476		20	84.4			2350	10.1	
7月6日	17	21.8	8467		9	84.3			2500	10.0	死亡に腹水見られる。
7月7日	18	22.8	8448		19	84.2			2650	9.8	死亡中がり2尾、腹水17尾 3回/日給餌
7月8日	19	23.2	8395		53	83.6			2800	9.6	全腹水
7月9日	20	23.7	8253	94	48	83.1	81.7	2.15	2800	8.9	
7月10日	21	24.1	8213		40	82.7			3700	8.1	夕方500g追加
7月11日	22	24.0	8147		66	82.0			4000	8.1	
7月12日	23	25.0	8110		37	81.7			4300	8.1	
7月13日	24	25.5	8099		11	81.5			4500	7.8	死亡腹水10尾、がり1尾
7月14日	25	26.0	8091		8	81.5			4700	7.4	死亡全腹水
7月15日	26	26.0	8082		9	81.4			5000	7.3	死亡腹水4尾、がり1尾、べこ1尾、がり尾なし1尾、不明
7月16日	27	25.2	8082		0	81.4			5300	7.2	
7月17日	28	25.7	8071		11	81.3			5900	7.4	死亡中腹水5尾、不明5尾、べこ小1尾、棒にこつこKつた
7月18日	29	25.0	8063		8	81.2			4500	5.2	死亡中不明4尾、べこ2尾、溶出2尾、2回/日給餌へ
7月19日	30	24.9	4003	4053	7	81.1	112.2	3.05	2900	5.0	分養2等分して10A,B投へ 9A網24節 死亡べこ1尾
7月20日	31	25.0	3999		4	81.0			3200	5.1	死亡べこ中3尾、不明1尾
7月21日	32	26.0	3985		14	80.7			3300	4.9	死亡べこ9尾、不明5尾
7月22日	33	26.0	3985			80.7			3550	4.9	荒天準備
7月23日	34	24.0	3985			80.7			3500	4.5	給餌なし
7月24日	35	24.0	3942		43	79.9			3700	4.5	
7月25日	36	24.3	3917		25	79.4			4000	4.5	死亡べこ16尾、不明9尾
7月26日	37	24.0	3860		57	78.2			4250	4.6	死亡べこ34尾、不明20尾、背曲がり3尾、べこ重傷個体1
7月27日	38	25.5	3794		66	76.9			4400	4.5	死亡べこ39尾、背曲がり25尾、不明12尾
7月28日	39	26.7	3702		92	75.0			2500	2.5	淡水浴
7月29日	40	26.7	3639		63	73.7			3300	3.1	死亡べこ35尾、背曲がり22尾、不明18尾 1回/日給餌
7月30日	41	25.5	3589		50	72.7			3400	3.0	死亡べこ32尾、背曲がり12尾、不明8尾 アミノ酸投与
7月31日	42	26.5	3548		41	71.9	143.2	8.50	3600	3.4	死亡べこ22尾、不明19尾
8月1日	43	26.5	3533		15	71.6			3500	3.2	死亡べこ11尾、不明4尾
8月2日	44	27.5	3513		20	71.2			3700	3.3	死亡べこ19尾、がり1尾 網替え15節
8月3日	45	27.6	3508		5	71.1			3900	3.3	死亡べこ4尾、背曲がり1尾 アミノ酸投与と本日まで
8月4日	46	27.8	3503		5	71.0			4100	3.4	死亡べこ4尾、背曲がり1尾
8月5日	47	28.1	3494		9	70.8			4300	3.4	死亡べこ8尾、背曲がり1尾
8月6日	48	28.8	3465		29	70.2			4800	3.6	死亡べこ 7日 - 終口投与
8月7日	49	28.8	3447		18	69.8			4800	3.6	死亡べこ 類結節症か
8月8日	50	28.2	3423		21	69.3	157.9	1.64	5800	4.2	死亡べこ11尾、短軀1尾、不明8尾 計数、測定
8月9日	51	28.9	3362		61	68.1			6000	4.3	死亡べこ58尾、不明3尾 類血症と診断
8月10日	52	29.1	3272		90	66.3			6000	4.3	90 アミノ酸投与
8月11日	53	28.6	3207		65	65.0			6200	4.5	65 エルベ-ツェ投与
8月12日	54	28.9	3143		64	63.7			6400	4.6	62 共倒れ2
8月13日	55	28.8	3101		42	62.8			6600	4.7	42 アミノ酸投与
8月14日	56	29.2	3079		22	62.4			6800	4.7	22
8月15日	57	28.8	3072		7	62.2			6600	4.5	7
8月16日	58	28.4	3070		2	62.2			6600	4.4	1
8月17日	59	29.3	3069		1	62.2			6800	4.4	1 肌虫少ない
8月18日	60	29.3	3069		0	62.2			7200	4.6	0 (15節網かえ)
8月19日	61	29.3	3069		0	62.2			7800	4.7	0
8月20日	62	29.4	3030		0	61.4	174	1.34	7900	4.9	
8月21日	63	29.8	2719	310	1	61.4			7900	5.1	1 標識付け、計数
8月22日	64	29.8	2719		0	61.4			7500	4.6	0 108投へベリ310尾移動、9B投へ
8月23日	65	29.6	2717		2	61.4			7500	4.3	0
8月24日	66	29.2	2713		4	61.3			7700	4.2	アミノ酸投与中止
8月25日	67	29.2	2712		1	61.2			8000	4.1	アミノ酸投与
8月26日	68	29.6	2712		0	61.2			8000	3.9	8月28日取り揚げ給餌試験へ

生データ2

ブリ中間育成飼育事例（健苗性、形態異常調査試験用）

月日	飼育日数	水温 ℃	保有 尾数	サブリ 引き	死 尾数	生残 率 %	通算 生残 率 %	シヤ 比較 生残 率 %	死亡率 率 %	全長 mm	配合飼料 配合 実際	モイスト 実際	総投 餌量	実給 餌率 %	備考
	日		尾	尾	尾	%	%	%	%		g	g	g	%	
			1000				56.2								
8月25日	67	29.2	1000		0	100.0	56.2		0.0	185.2	3500		3500	5.4	10A後より形態異常
8月26日	68	29.6	1000		0	100.0	56.2		0.0		3000		3000	4.5	健康性試験に分類
8月27日	69	29.5	1000		0	100.0	56.2		0.0				0	0.0	
8月28日	70	29.5	997		3	99.7	56.0		0.3			4300	2866.67	4.0	エリスマイン経口投与、110後へ
8月29日	71	29.0	995		2	99.5	55.9		0.2			4400	2933.33	3.9	連鎖球菌か
8月30日	72	28.8	995		0	99.5	55.9		0.0			4500	3000	3.9	経口投与中止
8月31日	73	29.0	993		2	99.3	55.8		0.2				0	0.0	
9月1日	74	29.5	992		1	99.2	55.8		0.1			9300	6200	7.5	ヒマリ経口投与
9月2日	75	29.3	992		0	99.2	55.8		0.0			8000	5333.33	6.2	ヒマリ経口投与
9月3日	76	29.3	992			99.2	55.8		0.0				0	0.0	
9月4日	77	28.8	991		1	99.1	55.7		0.1			12000	8000	8.8	ヒマリ経口投与
9月5日	78	28.7	991		0	99.1	55.7		0.0				0	0.0	
9月6日	79	28.9	990		1	99.0	55.6		0.1			15800	10533.3	10.8	
9月7日	80	28.8	981	9	0	99.0	55.6		0.0	215.3			0	0.0	ふらふら個体1尾
9月8日	81	29.0	980		1	98.9	55.6		0.1			16000	10666.7	10.4	測定
9月9日	82	28.8	980			98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月10日	83	28.5	980		0	98.9	55.6		0.0			18000	12000	11.1	ほとんど飽食量
9月11日	84	27.6	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月12日	85	26.5	980		0	98.9	55.6		0.0			18000	12000	10.4	ヒマリ経口投与
9月13日	86	26.9	980		0	98.9	55.6		0.0			10000	6666.67	5.6	ヒマリ経口投与
9月14日	87	25.7	980		0	98.9	55.6		0.0			18000	12000	9.9	ヒマリ経口投与
9月15日	88	25.2	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月16日	89	25.0	980		0	98.9	55.6		0.0			22000	14666.7	11.4	
9月17日	90	25.0	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月18日	91	25.1	980		0	98.9	55.6		0.0			16000	10666.7	7.8	
9月19日	92	25.0	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月20日	93	24.8	980		0	98.9	55.6		0.0			18000	12000	8.3	
9月21日	94	24.5	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月22日	95	24.5	980		0	98.9	55.6		0.0			18000	12000	7.9	荒天準備
9月23日	96	24.8	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月24日	97	24.6	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月25日	98	24.8	980		0	98.9	55.6		0.0			18000	12000	7.3	荒天準備解除
9月26日	99	24.5	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月27日	100	24.4	980		0	98.9	55.6		0.0			27000	18000	10.4	中モイストへ
9月28日	101	24.1	980		0	98.9	55.6		0.0				0	0.0	
9月29日	102	24.5	980		0	98.9	55.6		0.0			27000	18000	9.9	
9月30日	103	24.5	980			98.9	55.6		0.0				0	0.0	
10月1日	104	24.5	980			98.9	55.6		0.0				0	0.0	
10月2日	105	25.1	980			98.9	55.6		0.0			27000	18000	9.2	
10月3日	106		979		1	98.8	55.5		0.1				0	0.0	
10月4日	107		979			98.8	55.5		0.0			27000	18000	8.8	
10月5日	108		979			98.8	55.5		0.0				0	0.0	
10月6日	109		979			98.8	55.5		0.0			27000	18000	8.4	
10月7日	110		978		1	98.7	55.5		0.1				0	0.0	
10月8日	111		978			98.7	55.5		0.0				0	0.0	
10月9日	112		978			98.7	55.5		0.0			27000	18000	7.8	
10月10日	113		978			98.7	55.5	69.8	0.0				0	0.0	連鎖球菌症か、ヒマリ投与
10月11日	114	23.9	976		2	98.5	55.4	69.6	0.2			20000	13333.3	5.5	ヒアリ症と診（網替え6節）
10月12日	115	23.8	974		2	98.3	55.2	69.5	0.2			20000	13333.3	5.4	連鎖球菌症と再診断
10月13日	116		974			98.3	55.2	69.5	0.0			20000	13333.3	5.3	
10月14日	117		974			98.3	55.2	69.5	0.0			20000	13333.3	5.2	
10月15日	118		974			98.3	55.2	69.5	0.0			20000	13333.3	5.1	ヒマリ投与今日まで
10月16日	119		968		6	97.7	54.9	69.1	0.6				0	0.0	死亡のうち刺し網状態2尾
10月17日	120		965		3	97.4	54.7	68.8	0.3				0	0.0	
10月18日	121		965			97.4	54.7	68.8	0.0	305.4		27000	18000	6.5	
10月19日	122		934	31		97.40	54.7	68.9	0.0				0	0.0	
10月20日	123	23.8	934			97.4	54.7	68.9	0.0			27000	18000	6.4	
10月21日	124		934			97.4	54.7	68.9	0.0				0	0.0	
10月22日	125		934			97.4	54.7	68.9	0.0			20000	13333.3	4.5	取り揚げ、網から逃けたのた
10月23日	126	23.5	491			51.2	28.8	36.2	0.0				0	0.0	

生データ3

ブリ中間育成飼育事例(天然差採捕ミナ形異常調査用)

月日	飼育 日数	水温 ℃	保有 尾数	サブリ 引き 尾	死 尾	生 残 率 %	全長 mm	配合 実際 g	モルト 実際 g	総配合 換算 量 g	実投 飼料 率 %	備考
6月15日	0	20.7	2070	30	0	100	71.2	500		500	7.2	宿舎養殖より2100尾搬入, 500尾観察
6月16日	1	22.1	2037	5	28	98.4		750		750	9.3	青ブリ魚病班へ検査依頼, 異常なし
6月17日	2	21.0	1852		185	89.5		750		750	9.6	3回/日給餌
6月18日	3	21.1	1838	3	11	88.8		750		750	9.2	ふらふら個体まだいる, 検査依頼
6月19日	4	21.9	1826		12	88.2		750		750	8.7	
6月20日	5	21.5	1816		10	87.7		750		750	8.2	滑走細菌症の死増える(べこ2, 滑走1)
6月21日	6	20.9	1797		19	86.8		800		800	8.4	エバ-ジ-経口投与, 死(滑走死12)
6月22日	7	21.0	1771		26	85.6		850		850	8.6	同上, 死(滑走死17)
6月23日	8	21.1	1755		16	84.8		850		850	8.3	同上, 死(滑走死11, べこ1)
6月24日	9	20.8	1755		0	84.8		850		850	7.9	
6月25日	10	21.9	1749		6	84.5		900		900	7.9	テマ-ジ-経口投与 べこ1, 滑走5
6月26日	11	22.5	1725	21	3	85.8	94.4	600		600	4.0	エバ-ジ-薬浴, べこ調査
6月27日	12	22.5	1725		0	85.8		1100		1100	7.0	経口投与中止
6月28日	13	23.0	1723		2	85.7		1200		1200	7.2	2回/日給餌, 死べこ2尾
6月29日	14	22.7	1723		0	85.7		1200		1200	6.8	
6月30日	15	22.1	1721		2	85.6		1250		1250	6.8	べこ1尾
7月1日	16	21.5	1719		2	85.5		1250		1250	6.5	べこ2尾
7月2日	17	21.1	1719			85.5		750		750	3.7	1回/給餌
7月3日	18	20.5	1719			85.5		1300		1300	6.3	
7月4日	19	21.1	1719			85.5		1800		1800	8.3	
7月5日	20	21.1	1719		0	85.5	30.3	1500		1500	6.7	夕方給餌時量不足のため500g追加
7月6日	21	21.8	1699	20	0	85.5	124.7	1500		1500	4.5	べこ病調査
7月7日	22	22.8	1699			85.5		1650		1650	4.7	給餌率5%へ変更
7月8日	23	23.2	1693		6	85.2		1900		1900	5.2	古い死
7月9日	24	23.9	1691		2	85.1		2000		2000	5.2	
7月10日	25	24.1	1687		4	84.9		2000		2000	5.0	死はべこ病1尾は肉が露出
7月11日	26	24.0	1682		5	84.6		2150		2150	5.1	死べこ4尾
7月12日	27	25.0	1677		5	84.4		2700		2700	6.1	死べこ5尾 夕方500g追加
7月13日	28	25.5	1675		2	84.3		2350		2350	5.0	死べこがり
7月14日	29	26.0	1671		4	84.1		2450		2450	5.0	死べこがり3尾, べこ1尾
7月15日	30	26.0	1663		8	83.7		2650		2650	5.1	死べこ3尾, 不明大1尾, 不明中4尾
7月16日	31	25.2	1658		5	83.4		2750		2750	5.1	死べこ
7月17日	32	26.0	1551	100	7	83.0	155.6	2900		2900	4.9	死べこ べこ調査
7月18日	33	25.0	1544		7	82.7		2900		2900	4.6	死べこ
7月19日	34	24.9	1541		3	82.5		3000		3000	4.5	死べこ中3尾
7月20日	35	25.0	1540		1	82.4		3000		3000	4.3	死べこ
7月21日	36	25.0	1540		0	82.4		3000		3000	4.0	
7月22日	37	26.0	1539		1	82.4		4350		4350	5.5	荒天準備
7月23日	38	24.0	1539			82.4		0		0	0.0	給餌なし
7月24日	39	24.0	1527		12	81.7		3500		3500	4.0	
7月25日	40	24.3	1525		2	81.6		3650		3650	4.0	1回/日給餌 死べこ
7月26日	41	24.0	1573		5	84.2	2.4	4300		4300	4.3	死べこ
7月27日	42	25.5	1473	100	0	84.2	179.5	3900		3900	4.5	死べこ, べこ調査, 淡水浴, 計数1580尾
7月28日	43	26.7	1465		8	83.7		3000		3000	3.3	人工魚との健苗性試験開始
7月29日	44	26.7	1465		0	83.7		3000		3000	3.1	
7月30日	45	25.5	1463		2	83.6		3000		3000	3.0	死べこ
7月31日	46	26.5	1463		0	83.6		4200		4200	4.0	
8月1日	47	26.5	1462		1	83.6		3300		3300	3.0	死不明1尾
8月2日	48	27.5	1461		1	83.5		3500		3500	3.0	死べこ軽度1尾
8月3日	49	27.6	1460		1	83.5		3600		3600	2.9	死不明
8月4日	50	27.6	1459		1	83.4		8980		8980	7.0	死不明
8月5日	51	28.1	1457		2	83.3		0		0	0.0	死不明
8月6日	52	28.8	1455		2	83.2		8000		8000	5.7	死不明, 類結節症か
8月7日	53	28.1	1452		3	83.0		5300		5300	3.6	死不明, 類結節症か マルビ-経口投与
8月8日	54	28.2	1451		1	82.9	3.2	6000		6000	3.9	死不明
8月9日	55	28.9	1449		2	82.8	221.0	6300		6300	4.0	死不明
8月10日	56	29.1	1446		3	82.7		6900		6900	4.2	2 テマ-ジ-経口投与
8月11日	57	28.6	1445		1	82.6		6950		6950	4.2	0 淡水浴12節網かえ
8月12日	58	28.9	1444		1	82.5		7200		7200	4.2	0
8月13日	59	28.8	1444		0	82.5		7500		7500	4.3	
8月14日	60	29.2	1444		0	82.5		7800		7800	4.3	
8月15日	61	28.8	1444		0	82.5		8000		8000	4.3	0
8月16日	62	28.4	1444		0	82.5			12000	8000	4.2	0
8月17日	63	29.3	1444		0	82.5			12000	8000	4.1	
8月18日	64	29.3	1444		0	82.5			12600	8400	4.2	0
8月19日	65	30.2	1444		0	82.5			13200	8800	4.3	0
8月20日	66	29.4	1444		0	82.5			13650	9100	4.4	0
8月21日	67	29.8	1444		0	82.5			14100	9400	4.4	0
8月22日	68	29.8	1444		0	82.5		1000		0	0.0	0

生データ4

ブリ中間育成飼育事例(天然差採捕シヤ形態異常調査用) その2

月日	飼育 日数	水温 ℃	保有 尾数	ワブ 引き 尾	死 尾数	生残 率 %	全長 mm	配合 実際 g	モイト 実際 g	総配合 換算給 量 g	実投 餌率 %	備考
8月23日	69	29.6	1444		0	82.5			15300	10200	4.6	0
8月24日	70	29.2	1444		0	82.5		1000	10000	6667	2.9	
8月25日	71	29.2	1444		0	82.5			16000	10667	4.6	
8月26日	72	29.6	1444		0	82.5			17000	11333	4.7	
8月27日	73	29.5	1444		0	82.5				0	0.0	
8月28日	74	29.5	1443		1	82.5			20000	13333	5.3	連鎖球菌症
8月29日	75	29.0	1442		1	82.4			25500	17000	6.6	リスロマイシン経口投与
8月30日	76	28.8	1442		0	82.4				0	0.0	経口投与中止
8月31日	77	29.0	1442		0	82.4			38000	25333	9.5	
9月1日	78	29.5	1441		1	82.4			25000	16667	6.1	ビマリン経口投与
9月2日	79	29.5	1441		0	82.4			30000	20000	7.2	ビマリン経口投与
9月3日	80	29.3	1441			82.4				0	0.0	
9月4日	81	28.8	1440		1	82.3			44000	29333	10.1	ビマリン経口投与
9月5日	82	28.7	1440		0	82.3				0	0.0	
9月6日	83	28.9	1440		0	82.3	1.9		46000	30667	10.1	
9月7日	84	28.8	1432	7	1	82.2	277.0			0	0.0	連鎖球菌
9月8日	85	29.0	1432		0	82.2			48000	32000	10.2	
9月9日	86	28.8	1432			82.2				0	0.0	
9月10日	87	28.5	1432		0	82.2			50000	33333	10.2	飽食量位の給餌
9月11日	88	27.6	1428		4	82.0			50000	33333	10.0	
9月12日	89	26.5	831	596	1	81.9				0	0.0	ビマリン経口投与
9月13日	90	26.9	830		1	81.8			12000	8000	4.0	ビマリン経口投与
9月14日	91	25.7	830		0	81.8			23000	15333	7.5	ビマリン経口投与
9月15日	92	25.2	830		0	81.8			23000	15333	7.3	ビマリン経口投与
9月16日	93	25.0	830		0	81.8				0	0.0	
9月17日	94	25.0	830		0	81.8				0	0.0	
9月18日	95	25.1	830		0	81.8			24000	16000	7.2	
9月19日	96	25.0	830		0	81.8				0	0.0	
9月20日	97	24.8	830		0	81.8			24000	16000	7.0	
9月21日	98	24.5	830		0	81.8				0	0.0	
9月22日	99	24.5	830		0	81.8			20000	13333	5.6	荒天準備
9月23日	100	24.6	830		0	81.8				0	0.0	
9月24日	101	24.5	830		0	81.8				0	0.0	
9月25日	102	24.8	830		0	81.8			20000	13333	5.3	荒天準備解除
9月26日	103	24.5	830		0	81.8				0	0.0	
9月27日	104	24.4	830		0	81.8			33000	22000	8.4	中モイトへ
9月28日	105	24.1	830		0	81.8				0	0.0	
9月29日	106	24.5	830		0	81.8			33000	22000	8.1	
9月30日	107	24.5	830		0	81.8				0	0.0	
10月1日	108	24.5	830		0	81.8				0	0.0	
10月2日	109	25.1	829		1	81.7			33000	22000	7.7	
10月3日	110		829			81.7				0	0.0	
10月4日	111		829			81.7			33000	22000	7.5	
10月5日	112		829			81.7				0	0.0	
10月6日	113		829			81.7			33000	22000	7.2	
10月7日	114		827		2	81.5				0	0.0	
10月8日	115		827			81.5				0	0.0	
10月9日	116		827			81.5			33000	22000	6.9	
10月10日	117		827			81.5				0	0.0	
10月11日	118	23.9	821		6	80.9			20000	13333	4.1	
10月12日	119		818		3	80.6			20000	13333	4.0	
10月13日	120		814		4	80.2			20000	13333	4.0	
10月14日	121		804		10	79.2			20000	13333	4.0	
10月15日	122		801		3	78.9			20000	13333	3.9	
10月16日	123		800		1	78.8			20000	13333	3.9	
10月17日	124		798		2	78.6				0	0.0	
10月18日	125		798		0	78.6	1.857			0	0.0	
10月19日	126		767	31	0	78.6	355.2	33000	22000	5.3		
10月20日	127	23.8	767		0	78.6				0	0.0	
10月21日	128		764		3	78.3			33000	22000	6.2	
10月22日	129		764			78.3				0	0.0	
10月23日	130	23.5	763		1	78.2			33000	22000	6.0	人工種苗区の保有数が少なくなったため、試験終了

2 - 1 - 3 ブリの健苗性試験

鶴巻克己

1, 目的

ブリの種苗量産と中間育成の技術開発のなかでは、人工種苗は形態異常個体が発生することが、解決すべき課題の一つとして残されている。また健全で良質な種苗の判定、評価基準を確立することも必要である。

過去に行われた天然魚と人工魚の比較飼育試験の結果では、天然魚に対する人工産開腔魚の比較では、生残率、成長、給餌率、餌料効率に関しては顕著な差はみられなかったが外部形態についてはかなりの形質について有意差がみられた。

今年度はこれまでの結果を再確認するためと、長期間（3年間）にわたる飼育でも外部形態や相対成長に違いがみられるかどうかを主な目的として、人工種苗と天然モジャコの比較飼育試験を行った。

2, 材料と方法

天然モジャコは地元の養殖業者が採捕し、配合飼料に餌付けて飼育した群（TL:71mm）2,000尾を6月15日に生簀網（4×4×3m）一面に搬入して飼育した。人工種苗も既に配合飼料に餌付けて飼育していた群（TL:40mm）2,000尾を6月19日から飼育した。網替え、淡水浴と収容尾数調整後の10月19日に両区から31尾を取り揚げ、①全長②尾叉長③体長④頭長⑤吻長⑥眼径⑦上顎長⑧肛門前長⑨体高⑩尾柄高⑪体重の各形質を測定した。

3, 結果と考察

外部形態の測定結果は表1と2に示した。10月19日の一回目の測定後、両区の網替えを行ったところ、人工魚が大きすぎた目合いから逃亡した。魚体の大きさと目合いの大きさを確認しなかったことが人為的な単純な失敗の原因であった。人工魚が不注意から逃亡してしまったことから、結果が得られないまま、試験を終了した。

本年度は結果が得られなかったので、来年度に再び新たに試験区を設けるとともに、断片に終わってしまった今年度の測定値についても比較検討しなければならない。

951010 12D 養成天然モジャコ測定部位計測結果											
No,	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
	全長	尾叉長	体長	頭長	吻長	眼径	上顎長	肛門 前長	体高	尾柄 高	体重
1	352	316	283	87.0	31.2	12.9	33.4	187	76.8	12.6	489.5
2	345	303	269	82.0	29.8	13.2	33.3	177	73.1	14.0	428.5
3	335	296	259	83.0	30.4	13.0	32.3	178	70.9	12.6	372.5
4	359	310	281	87.7	31.5	13.0	34.8	189	79.0	14.3	490.6
5	351	309	273	86.0	31.0	12.7	34.0	189	76.9	16.2	464.9
6	360	317	280	86.2	31.0	13.6	34.9	188	80.3	13.7	548.2
7	381	341	300	91.2	33.2	13.2	35.0	199	82.1	14.0	592.0
8	346	306	270	85.3	30.3	12.5	33.4	181	78.7	16.8	476.4
9	368	329	292	89.6	32.0	13.1	33.8	192	82.2	16.3	550.5
10	391	347	309	93.4	33.3	14.0	36.8	205	90.1	17.4	680.2
11	339	301	265	82.9	30.0	12.1	32.0	177	72.6	15.8	415.6
12	352	313	277	86.0	30.2	13.4	34.3	182	75.5	15.8	457.2
13	368	325	290	87.8	31.4	13.4	33.4	191	79.7	15.6	523.5
14	363	325	286	88.3	31.2	13.1	33.2	192	78.4	16.7	520.2
15	347	308	272	82.0	29.5	12.1	33.3	178	74.6	15.9	453.0
16	370	326	290	88.0	31.6	12.7	34.3	190	82.6	15.8	549.4
17	357	316	280	84.0	31.2	13.0	32.6	187	76.4	14.8	482.5
18	356	317	280	84.2	30.0	13.3	33.9	182	75.1	15.7	455.6
19	353	312	275	85.4	30.1	13.0	33.6	181	76.8	14.4	470.6
20	368	328	289	88.6	31.4	13.4	33.7	194	79.0	16.1	522.0
21	344	305	271	83.9	30.0	13.0	32.5	178	74.2	14.7	424.8
22	348	308	271	82.6	29.3	13.0	33.2	178	74.4	16.2	448.1
23	348	307	271	85.5	30.6	12.3	33.6	181	76.5	16.7	465.5
24	363	321	285	86.1	30.3	13.3	34.6	188	79.6	16.7	522.9
25	337	299	265	81.9	29.0	12.4	31.9	175	73.0	14.9	408.4
26	370	327	289	88.3	31.1	13.1	34.1	191	81.6	18.0	533.6
27	347	305	268	81.6	29.2	13.1	32.5	178	74.9	16.3	442.3
28	357	316	279	85.7	29.0	13.4	32.4	188	78.3	15.9	480.3
29	332	294	259	82.3	28.7	13.0	32.7	177	72.4	14.6	400.3
30	346	303	268	84.8	31.1	12.7	33.2	181	76.1	16.3	418.7
31	358	318	282	85.1	31.0	12.8	33.3	183	77.0	16.0	485.4

単位 ① ~ ⑩ : mm, ⑪ : g

No.	951019 12C			養成人工ブリ			測定部位計測結果				
	① 全長	② 尾叉長	③ 体長	④ 眼長	⑤ 吻長	⑥ 眼径	⑦ 上顎長	⑧ 肛門 前長	⑨ 体高	⑩ 尾柄 高	⑪ 体重
1	313	276	243	76.2	27.9	12.4	27.4	162	66.7	13.3	292.7
2	312	276	243	74.8	26.1	12.8	29.5	162	67.6	13.7	298.1
3	321	285	256	76.1	26.8	12.0	29.2	166	68.9	14.5	330.8
4	301	266	235	74.3	26.4	11.9	27.5	156	70.0	13.9	279.9
5	311	273	238	73.2	25.8	11.1	29.0	159	68.7	13.1	297.3
6	292	257	224	71.0	23.5	12.6	27.5	152	65.4	12.6	260.9
7	312	273	241	75.6	26.7	12.5	29.0	162	66.1	13.0	291.6
8	316	279	244	76.8	26.7	12.4	28.5	164	69.8	14.0	325.0
9	298	263	229	72.6	25.5	12.4	29.1	155	64.4	12.4	267.2
10	283	248	218	67.7	24.2	11.6	26.3	144	60.4	12.5	224.4
11	315	277	243	76.5	26.0	12.6	29.2	163	67.5	13.7	315.0
12	307	273	240	76.1	27.3	12.5	29.2	160	66.6	13.6	294.2
13	311	273	239	75.5	26.9	11.1	31.1	162	70.9	13.6	321.3
14	321	280	247	76.5	27.6	12.3	28.6	163	65.8	13.4	309.7
15	303	267	234	72.0	26.3	12.4	29.2	158	64.7	13.6	273.6
16	302	264	232	75.0	26.4	12.0	29.1	158	66.9	13.6	275.8
17	283	249	218	69.1	24.6	12.2	27.1	150	60.8	13.4	225.2
18	274	242	213	69.7	24.4	10.4	27.3	144	54.5	11.6	209.2
19	293	261	229	70.0	26.5	11.5	28.1	155	63.1	11.3	257.3
20	305	269	235	72.0	25.6	12.4	27.8	158	64.4	13.9	284.2
21	326	287	257	79.8	29.0	11.9	30.9	167	72.9	15.2	352.8
22	322	284	246	79.8	28.3	12.7	31.3	168	72.9	14.3	351.7
23	311	274	233	76.9	26.0	12.2	29.5	162	68.9	13.7	311.0
24	306	272	237	74.0	26.1	12.1	28.3	159	66.6	13.9	290.2
25	296	262	229	73.0	25.0	11.6	27.3	153	65.8	13.0	271.0
26	278	243	213	68.7	24.6	10.7	27.6	144	59.8	11.4	216.0
27	293	260	226	71.9	25.3	12.3	28.2	150	65.3	14.2	260.2
28	323	288	250	77.1	27.7	11.2	30.2	167	72.0	14.8	354.4
29	309	274	239	75.4	27.0	12.4	30.3	161	68.3	13.3	305.6
30	298	263	230	71.6	25.6	12.5	29.1	152	65.8	13.4	269.4
31	333	296	258	79.1	27.8	12.5	30.0	174	71.7	15.1	371.5

単位 ①～⑩ : mm, ⑪ : g

2-2-1 ヒラマサの種苗生産（陸上飼育）

鶴巻克巳

1, 目的

本種の種苗生産技術開発における問題点は飼育初期の減耗、形態異常個体の発生及び疾病の発生等が挙げられる。本年度は量産試験を行う中で、飼育初期餌料のワムシの栄養強化方法の違いが、形態異常個体の発生に及ぼす影響についての試験を行った。生産目標尾数は10万尾である。また、昨年度実施した、飼育水表面の油膜をオーバーフローさせて除去することで鰾の開腔率と飼育初期生残率が高まった効果を再確認するための小型水槽における小試験を行った。

1) 種苗生産試験

2, 材料と方法

本年度の種苗生産試験は、5月8日から6月13日までの間に、60m³水槽2面を用いて1回次2例行い、同じ親魚群（天然4年養成）由来のふ化仔魚を1区に34万尾、2区に33万尾をそれぞれ収容した。飼育方法はほぼ昨年度に準じ、鰾の開腔率を高めるためにふ化後9日目まで飼育水をオーバーフローさせて油膜の除去を行った。ワムシの栄養強化方法と形態異常との関係を調べるため、ワムシの栄養強化に濃縮ナンノクロロプシスを用いた区（1区）と、濃縮ナンノクロロプシスとアクアランを併用した区（2区）を設けた。

3, 結果と考察

飼育試験結果の概要を表1に示した。飼育データは表3-1と表3-2に示した。取り揚げは飼育開始後36日目に行い、1区は平均全長26.8mm(20.1～56.5)の種苗1.4万尾(生残率4.1%)、2区では平均全長29.0mm(20.1～56.5)の種苗3.0万尾(生残率9.1%)が得られた。それらの種苗を6mm目合いの選別器で選別し、6mmで止まった群の一部を

沖出しして飼育を行い、形態異常個体の発生状況調査用に供した。

今年度も飼育初期の減耗は大きく、ふ化後10日目の生残率は1区が30%、2区が22%であった。その後1区と2区では減耗状況に差が見られ、ふ化後30日目では1区が6%、2区が13%と推定され、成長も1区は2区に劣った。また、近年は比較的少なくなっていた共食い・共倒れが、両区ともに飼育25日目以降から取り揚げまでみられ生残率を低下させる原因となった。取り揚げ尾数の合計は4.4万尾(生残率6.6%)だけで、目標生産尾数は達成できなかった。

ふ化後56日目の種苗について、外観により形態異常個体の発生状況を調査した結果、両区ともブリ同様に頭部の異常個体が多かった(形態異常個体の発生状況を表2に示した)。口部やその他の部位での異常個体は比較的少なく、両区の間で明瞭な差はみられなかったが、2区で鰓蓋異常個体がみられた。今回は両試験区とも生残率が低く、十分な比較検討ができなかったことから、今後、生物餌料の栄養強化と形態異常の発生の関係については追試が必要である。

2) 小型水槽試験

2. 材料と方法

飼育水表面の油膜の除去と初期生残率の関係について、同じ由来のふ化仔魚をそれぞれ1万尾ずつ収容した500ℓ水槽4面を用い、油膜を除去した区2面と除去しない区2面を設けて、14日間の飼育試験を行い、その生残率を比較した。

3. 結果と考察

油膜を除去した区の平均生残率は22.6%、除去しない区は6.4%となった。開鰓当日、飼育水表面に仔魚の濃密なパッチが形成され、試験区での油膜の除去が不十分となり生残率は低くなったが、油膜を除去することにより初期生残率が向上するという、従来の試験結果が再確認された。

表1 ヒラマサの種苗生産試験結果の概要 (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 ³ (実水量)	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 (日数)	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	生残率 (%)
1	角型	60 (50)	1	5.8	34	6,800	22.8 (19.8~24.1)	ワムシ・アルデミ アノープリウス 配合飼料	36	6.13 (36)	1.4	280	26.8 (20.1~56.5)	4.1	ワムシの強化には濃縮 ナンノクロロプシスの みを用いた
2	角型	60 (50)	1	5.8	33	6,600	22.9 (20.0~25.3)	ワムシ・アルデミ アノープリウス 配合飼料	36	6.13 (36)	3.0	600	29.0 (20.1~56.5)	9.1	ワムシの強化には濃縮 ナンノクロロプシスと アクアランを用いた
計			2		67						4.4			6.6	

表2 ヒラマサの形態異常個体の発生状況 (五島事業場)

試験区分*	調査月日 (ふ化後日数)	尾叉長 (mm)	形態異常の発生部位					開腔率 調査尾数	
			頭部 (%)	口部 (%)	鰓蓋 (%)	脊椎骨 (%)	肛門部 (%)	合計 (%)	(尾)
1	7.3 (56)	74.1	40.6	3.1	0	0	0	43.7	88.2 32
2	7.3 (56)	78.7	34.4	3.1	6.3	0	0	43.8	83.2 32

*: 種苗生産区分と同じ

表3-1 平成7年度 ヒラマサ種苗生産試験 (RをNaで強化した区) 飼育データ
1区 使用水槽: B-6 (60m³RC角型水槽) 飼育水: 砂ろ過海水

ふ化後 日数	水温 (℃)	pH	NH ₃ (ppm)	DO (ppm)	注水量 (m ³ /h)	全長 (mm)	生残 (万尾)	斃死 (万尾)	Na (m ³)	R (億)	AN (億)	配合 (g)	備考
0													
1	19.8	8.24		7.3	0	4.73	34.0		1.0				
2	20.6	8.20	0.03	7.2	0		36.5		0				
3	20.4	8.27	0	7.5	0		32.9		0	5.0			
4	21.5	8.24	0.02	7.1	0				1.0	2.0			油膜除去
5	22.0	8.19	0.05	7.0	1.1		25.1		1.0	0			換水開始
6	22.2	8.04	0.05	6.9	2.0		24.4	不明	1.0	3.0			油膜除去
7	22.4	8.09	0.01	6.9	2.5	5.30	24.7		0.5	4.0			油膜除去
8	22.0	8.27	0.05	6.8	2.5		17.3	不明	0.5	5.0			S A I 全滅
9	22.2	8.25	0.03	6.7	2.8				0.75	5.0			
10	22.4	8.23	0.03	6.7	2.8	5.36		不明	1.0	6.0			斃死多数
11	23.1	8.23	0.04	6.8	2.3		13.4		1.0	7.0			
12	22.9	8.25	0.05	6.7	2.3				1.0	7.0			80日→60日
13	23.0	8.18	0.04	6.7	3.4	6.08	10.7		1.0	5.0	0.18		
14	22.9	8.26	0.05	6.3	3.4			3.0	1.0	10.0	0.1		
15	22.7	8.19		6.4	3.4				1.0	8.0	0.18		
16	22.8	8.25		6.3	3.4	7.16		0.52	1.0	10.0	0.17		体色は黒色
17	23.0	8.26	0.04	6.4	4.1				1.0	10.0	0.2		AN残餌多い
18	23.8	8.24		6.2	4.1			1.5	1.0	12.0	0.2		
19	23.8	8.24		6.2	4.3	7.71	4.5		1.0	13.0	0.3		ボイラ停止
20	24.0	8.26	0.04	6.2	4.3		3.9	0.6	1.5	10.0	0.3		生残少ない?
21	23.7	8.28		6.2	3.8				1.0	10.0	0.3		
22	23.5	8.23		6.1	3.6	8.90	3.8	0.1	1.0	10.0	0.25		
23	24.1	8.25	0.02	6.1	3.6				0.5	10.0	0.3	A400	
24	23.4	8.23		6.0	3.6		3.75	0.05	0.75	10.0	0.4	80	
25	23.8	8.27		5.9	4.0		3.71	0.04	1.0	10.0	0.5	70	配合給餌開始
26	23.7	8.29	0.05	5.9	4.0	13.85	3.80	0.11	1.0	10.0	0.6	70	
27	23.8	8.25		5.8	4.5		3.52	0.08		10.0	0.6	70	
28	24.1	8.25		5.5	4.5		3.34	0.18		10.0	0.6	70	60日→40日
29	23.4	8.24	0.08	5.6	4.5	13.45	3.17	0.17		10.0	0.8	150	
30	23.7	8.25		5.6	4.5		3.02	0.15		10.0	0.8	180	
31	23.6	8.20		5.6	5.7		2.87	0.15		10.0	0.8	190 M450	オーバーフロー
32	23.4	8.27	0.08	5.7	5.7	19.75	2.8	0.07		9.0	0.8	190 380 L750	事故
33	24.0	8.26		5.5	5.7		2.65	0.15		9.0	0.8	540	共喰い共倒れ
34	23.1	8.23		5.6	5.7		2.56	0.09		9.0	0.8	500 800	
35	22.3	8.21	0.1	5.7	5.7		2.51	0.05			0.8	50 170	配合残餌多い
36	22.3	8.23		5.8	6.2		2.34	0.17			0.4	50 750	注水停止
37	21.1	8.23	0.08	6.0	6.2	26.8	1.40	0.22					ビリ死亡多い

表3-2 平成7年度 ヒラマサ種苗生産試験(RをNaとアクアランで強化した区) 飼育データ

2区

使用水槽: B-8 (60m³RC角型水槽)

飼育水: 砂ろ過海水

ふ化後 日数	水温 (℃)	pH	NH ₃ (ppm)	DO (ppm)	注水量 (m ³ /h)	全長 (mm)	生残 (万尾)	死亡 (万尾)	Na (m ³)	R (億)	AN (億)	配合 (g)	備考
0													
1	20.6	8.12		7.1	0	4.73	33.0		1.0				
2	21.3	8.22	0.06	7.2	0		29.7		0				
3	21.3	8.26	0.05	7.3	0		21.8		0	5.0			
4	22.0	8.23	0.03	7.0	0				1.0	2.0			油膜除去
5	21.9	8.15	0	7.0	1.1		22.4		1.0	0			換水開始
6	22.1	8.13	0.05	6.9	2.0		20.3	不明	1.0	3.0			油膜除去
7	22.5	8.14	0.05	6.8	2.5	5.41	15.7		0.5	4.0			油膜除去
8	22.1	8.28	0.05	6.8	2.5		12.6	不明	0.5	5.0			SAI全滅
9	22.4	8.26	0.04	6.7	2.8				0.75	5.0			
10	22.2	8.23	0.03	6.7	2.8	5.74		不明	1.0	4.0			死亡多数
11	23.1	8.24	0.03	6.8	2.3		8.2		1.0	5.0			
12	23.0	8.27	0.04	6.7	2.3				1.0	6.0			80目→60目
13	22.7	8.15	0.04	6.6	3.4	5.36	7.7		1.0	4.2	0.12		
14	22.8	8.27	0.04	6.4	3.4			0.3	1.0	10.0	0.1		
15	22.4	8.21		6.3	3.4				1.0	12.0	0.12		体色は黒色
16	23.3	8.25		6.3	3.4	7.19		0.11	1.0	12.0	0.17		AN残餌多い
17	23.5	8.26	0.03	6.4	4.1				1.0	14.0	0.2		
18	23.7	8.25		6.1	4.1			0.2	1.0	12.0	0.2		ボイラ停止
19	23.5	8.26		6.2	4.3	8.73	7.5		1.0	13.0	0.35		生残増えた?
20	23.8	8.23	0.05	6.1	4.3		7.1	0.4	1.5	16.0	0.4		
21	23.7	8.22		6.1	3.0				1.0	16.0	0.4		
22	23.5	8.21		6.0	4.0	8.84	6.8	0.3	1.5	16.0	0.5		掃除機故障
23	25.3	8.23	0.05	6.0	4.0				0.5	16.0	0.5	A400	
24	23.4	8.20		5.9	4.0		6.34	0.46	0.75	14.0	0.6	120	配合給餌開始
25	23.4	8.25		5.9	4.2		6.25	0.08	1.0	16.0	0.8	90	
26	23.6	8.26	0.08	5.8	4.2	14.26	6.11	0.15	1.0	16.0	0.9	90	
27	23.6	8.20		5.7	4.5		5.94	0.17		16.0	1.0	90	60目→40目
28	23.7	8.12		5.5	4.5		5.68	0.26		17.0	0.9	100	
29	23.8	8.18	0.1	5.4	4.5	15.73	5.50	0.18		16.0	1.0	230	
30	24.0	8.19		5.5	4.5		5.33	0.17		16.0	1.0	290	
31	23.5	8.21		5.5	5.7		5.18	0.15		17.0	1.0	320	M450 オーバーフロ
32	23.4	8.17	0.12	5.5	5.7	24.17	5.09	0.09		16.0	1.0	330	560 L750 事故
33	23.5	8.22		5.3	5.7		5.05	0.04		10.0	1.0	920	共喰い共倒れ
34	23.6	8.17		5.3	5.7		4.97	0.08		12.0	1.0	760	720
35	22.8	8.14	0.12	5.3	5.7		4.85	0.12		1.0		70	230 配合残餌多い
36	22.3	8.15		5.5	6.2		4.65	0.2		0.7		200	1840 注水停止
37	21.2	8.17	1.2	5.7	6.2	29.0	3.00	0.66					ビリ死亡多い

2-2-2 ヒラマサの種苗生産（海上飼育）

中野 昌次

ヒラマサの海上での育成は、ウイルス性腹水症、滑走細菌症および類血節症のいずれかによる大量斃死が起こり易く、昨年度も腹水症により全滅状態の育成結果に終わった。

また、種苗生産時の形態異常個体の出現割合も多く、昨年度に引き続き種苗生産時の種苗の質的問題も考えられるために、種苗生産の飼育方法別に中間育成を行い比較検討することにした。

1. 中間育成の概要

(1) 目的

標識放流用の種苗を育成する目的で、健全な種苗の育成を目指し適正環境、給餌量等の検討、形態異常魚の防除に努める。

(2) 材料および方法

平成 7年 6月22日に種苗生産において ナノ強化区の平均全長51.9 (37.9~65.6) mm の種苗3400尾とアカアソ 強化区の平均全長56.7 (41.7~ 71.4) mmの種苗3400尾をそれぞれ海上筏に設置した小割網 (4×4×3m) 2面に収容し、中間育成を行った。

餌料には配合飼料（協和醗酵社製；初期飼料C1000, マルハ社製；アソ3~4号, 日本農産工業社製；海彦3B）と三陸アミと当场で作成したモイストペレットを使用した。給餌量は成長に合わせて全長110mm までは給餌率（総給餌量／総魚体重×100）4~10%で手撒で給餌した。全長110mm 以降は給餌率が 3~4%になるように給餌した。ただし、総給餌量は各餌料の餌料転換効率を考慮して配合飼料の重量を基準に三陸アミをその1/4 , モイストペレットをその1/2 として同価値になるように算出した。給餌回数は 4回／日より成長に合わせて回数を減らし全長160mm 以降は 1回／日給餌とした。

はだ虫の駆除には適時淡水浴（4分間）を行い、収容当初みられた共食いによる尾部の

損傷に対し、滑走細菌症の発生を防除するためテトラサイクリンの規定量による経口投与を行った。また、鳥害対策として、木枠付きの天井網を製作し天井網が弛まないように改善した。

全長、体重の測定は収容小割網別に約10日置きで行い、成長量の推定、全長と魚体重の関係を調べ給餌量の算出に使用した。また、測定魚は形態異常魚の出現部位、割合等の調査用に供した。

(2) 結果と考察

表 1に育成結果の概要を示した。また両区の育成経過を生データ 1~2に示した。ナンノ強化区とアクアラン強化区の比較試験は 8月22日まで行い、ナンノ強化区から平均全長223mm(168~275)の種苗 2,180尾をまた、アクアラン強化区は平均全長225mm(182~272)の種苗 1,220尾を取り揚げた。生残率は64.2%と39.4%でナンノ強化区の方が高かった。

育成期間中の疾病は、6月28日頃から 7月12日にかけてウイルス性腹水症がみられ、この間にナンノ強化区13%、アクアラン強化区で42%の減耗があった。また、7月16日頃から 8月17日にかけてべこ病の症状を呈した斃死がみられ、この間にナンノ強化区20%、アクアラン強化区で16%が減耗した。アクアラン強化区の疾病による減耗が大きかった原因については、種苗生産からの由来のものであるかどうかは形態異常個体の出現割合の調査結果も考慮して今後再試験を行い検討する必要がある。

また、取り揚げ魚の一部に標識付けを行い、8月28日に標識魚 2,000尾、平均全長235mm(167~280)と無標識魚 1,400尾、平均全長229mm(171~298)を長崎県南松浦郡三井楽町姫島地先に放流した。

2. 成長

図 1に育成期間の飼育水温の推移をまた、図 2に両区の成長と生残率の推移を示した。成長は両区ともほぼ飼育日数に対し一定割合で成長し、全長(T)と飼育日数(D)の関係にはナンノ区で $(T) = 2.73 (D) + 50.2$ ($r^2 = 0.994$), アクアラン区は $(T) = 2.78 (D) + 53.5$ ($r^2 = 0.997$) の式で表され、両区とも 1日に約2.7mmの成長がみられ、平

成 5年度の場合低生残率の事例で 1日の成長量は 1.3~2.1mmに留まったが、今回は生残率に差がみられたのに両区に成長の差がほとんどみられなかった。飼育水温が 20~29℃の範囲では、ブリの成長にみられるような水温と成長量の関係あるいは水温28℃以上での成長量の鈍化はみられなかった。

3. 給餌量

図 3に育成期間の給餌率の推移を、またアクアラン区の全長115mm までの全長と給餌率の関係を示した。前年度自動給餌器による飽食給餌を行ったが、腹水症による大減耗を引き起こし、その二次的原因として過食の影響も考え、今回適正給餌量を検討した。しかし給餌量の目安がなかったので平成 6年度ブリの給餌結果（平成 6年度事業報告書参照）による全長と給餌率の関係式を体重と給餌率の関係式に置き換えてこの式をヒラマサの体重と給餌率に当てはめて給餌量を決定した。その結果、得られた測定結果と給餌結果から全長（T）と給餌率（S）には全長68~115mmの範囲では $(T) = -0.215 (S) + 7.728$ $r^2 = 0.964$ の式が得られ、今回この給餌量でも成長は良かったのでこの給餌量をもとに今後、適正給餌量の把握に努めたい。

また、全長150mm 以降にモイストペレットを給餌したが、予定の給餌率 3~4%の給餌が全長175mm までの間できなく2.5 %程度で飽食に近い給餌量となった。この要因として、この時期もともと摂餌量が減るのか、モイストペレットと配合飼料との餌料価値の換算基準が間違っているのかあるいは同時期発生していたべこ病により摂餌量が落ちていたのか今後検討する必要がある。全長175mm 以降から標識付け時、放流までは給餌率 3%で給餌した。

4. 形態異常魚の出現割合

形態異常の項参照

表 1 平成 7年度ヒラマサの海上生簀における育成試験結果の概要

生簀			収容			飼育			取り揚げ			用途		
生産 区分	大きさ (実容: m ³)	個数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	水温 (℃)	餌料の種類	日数 (日間)	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	生残率*1 (%)
1 ナリ 強化区	4×4×3	3	1	6.22	0.340	71	51.9 (37.9~65.6)	25.6 (20.5~29.8)	配合飼料 モイストペレット アミ	61	8.22	0.218	45 (168~275)	223 64.2 標識放流
2 アケラン 強化区	4×4×3	3	1	6.22	0.340	71	56.7 (41.7~71.4)	25.6 (20.5~29.8)	配合飼料 モイストペレット アミ	61	8.22	0.122	25 (182~272)	225 39.4 放流
計														0.680
														0.340

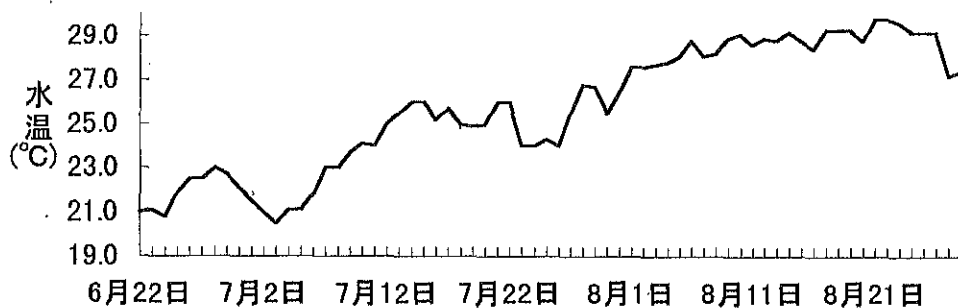


図 1 育成水温の推移

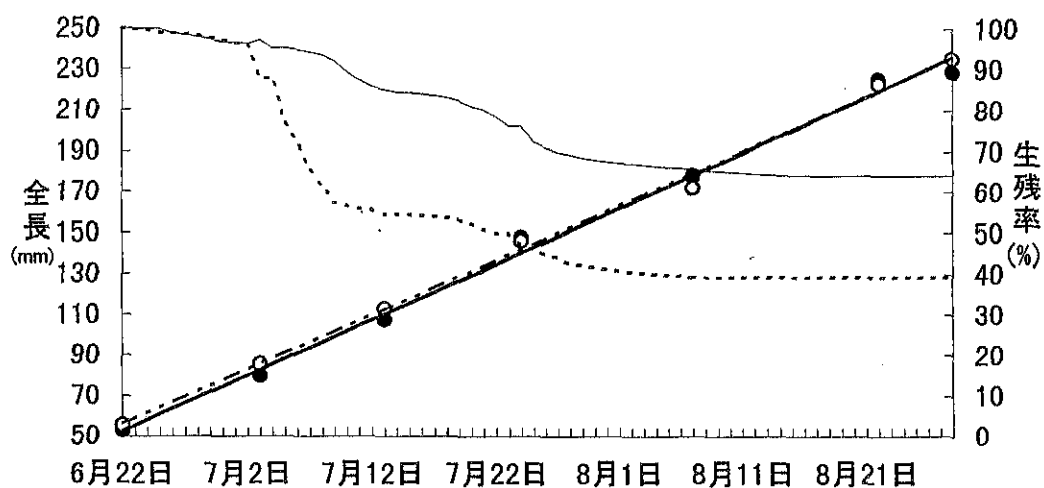


図 2 成長と生残率(ナノ強化区; —●— アケラン強化区; -○-)

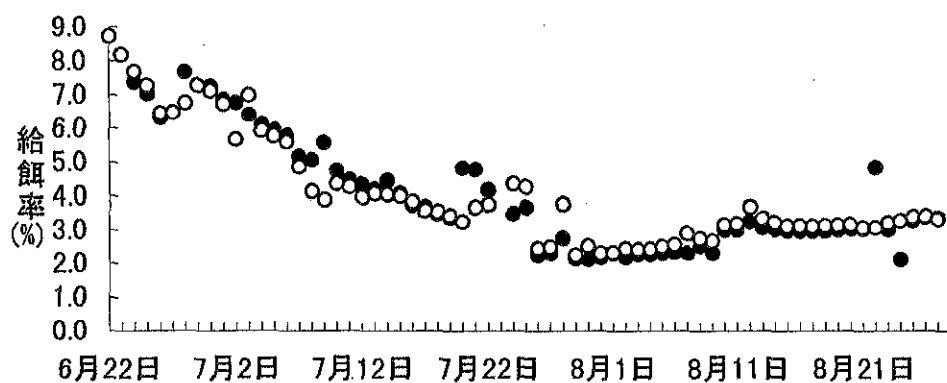


図 3 給餌率の推移(ナノ強化区; ● アケラン強化区; ○)

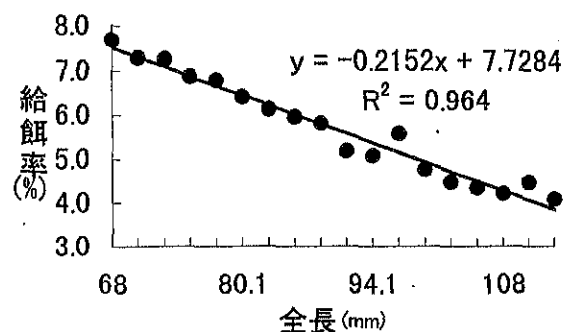


図 4 全長と給餌率の関係

生データ 1

ヒラマサ中間育成事例 (ナ/強化区)

月日	飼育水温 日数 日	水温 °C	保有 尾数	生残 率 %	測定 全長 mm	日間 成長 mm/日	測定 体重 g	配合 給餌 g	7ミ 給餌 g	モイロ 給餌 g	総給 餌量 g	給餌 率 %	備考
6月22日	0	21.0	3435	100.0	53	2.08	1.84	200			200		16時收容 海上育成開始
6月23日	1	21.1	3435	100.0				800			800	10	4回/日給餌
6月24日	2	20.8	3433	99.9				650			650	7.4	
6月25日	3	21.9	3433	99.9				700			700	7.0	
6月26日	4	22.5	3398	98.9				700			700	6.3	尾切れ滑走死有り, 共食か
6月27日	5	22.5	3387	98.6				800			800	6.5	斃死中尾切れ20尾, 飽食状態, 7ミ/日給餌
6月28日	6	23.0	3386	98.0				1050			1050	7.7	斃死中尾切れ13尾, 腹水3尾
6月29日	7	22.7	3350	97.5				1100			1100	7.3	斃死中尾切れ12尾, 腹水5尾, 3回/日給餌
6月30日	8	22.1	3324	96.8				1200			1200	7.2	7ミ/日給餌中止
7月1日	9	21.5	3320	96.7				1250			1250	6.9	7ミ/日給餌中止
7月2日	10	21.0	3308	96.3				1350			1350	6.8	雨で海水濁る斃死取りせず
7月3日	11	20.5	3308	97.3	80	2.47	6.1	1400			1400	6.4	斃死中尾切れ13尾
7月4日	12	21.1	3243	95.4				1450			1450	6.1	網起こし斃死取り
7月5日	13	21.1	3243	95.4				1550			1550	5.9	
7月6日	14	21.8	3225	94.9				1650			1650	5.8	
7月7日	15	23.0	3205	94.3				1600			1600	5.2	全部腹水
7月8日	16	23.0	3176	93.4				1700			1700	5.1	
7月9日	17	23.7	3125	91.9				2000			2000	5.6	
7月10日	18	24.1	3034	89.2				1800			1800	4.8	7ミ/日給餌
7月11日	19	24.0	2972	87.4				1800			1800	4.5	腹水死6尾 網替え24節
7月12日	20	25.0	2914	85.7				1850			1850	4.3	腹水死減る
7月13日	21	25.5	2889	85.0	108	2.8	14.3	1900			1900	4.2	
7月14日	22	26.0	2870	84.4				2200			2200	4.5	斃死原因不明 2回/日給餌へ
7月15日	23	26.0	2864	84.2				2200			2200	4.1	斃死原因不明
7月16日	24	25.2	2856	84.0				2200			2200	3.7	斃死腹水, ベコ?
7月17日	25	25.7	2845	83.7				2350			2350	3.7	斃死中不明13尾, 肛門陥没1尾, 奇形がり1尾, がり2尾
7月18日	26	25.0	2828	83.2				2400			2400	3.5	斃死中不明23尾, 奇形2尾, ベコ1尾
7月19日	27	24.9	2802	82.4				2500			2500	3.4	3回/給餌へ
7月20日	28	25.0	2753	81.0				3150	2800		3850	4.8	斃死ベコ15尾, 不明15尾
7月21日	29	26.0	2723	80.1				3400	2800		4040	4.8	斃死ベコ32尾, 不明24尾
7月22日	30	26.0	2667	78.4				3000	3000		3750	4.2	荒天準備 7ミ給餌, 配合2回/日給餌
7月23日	31	24.0	2595	76.3				0			0	0.0	給餌なし
7月24日	32	24.0	2595	76.3	148	3.6		3100	1800		3550	3.5	斃死ベコ
7月25日	33	24.3	2458	72.3				3250	1800		3700	3.7	斃死ベコ46尾, 不明1尾
7月26日	34	24.0	2411	70.9				0		4600	2300	2.3	7ミ/2回/日給餌 斃死ベコ34尾, 寸詰まり2尾
7月27日	35	25.5	2375	69.9				0		4850	2425	2.3	斃死ベコ全
7月28日	36	26.8	2356	69.3				1750		2500	3000	2.8	淡水浴
7月29日	37	26.7	2327	68.4				0		4800	2400	2.2	斃死ベコ 1回/日給餌へ
7月30日	38	25.5	2310	67.9				0		4500	2450	2.1	斃死ベコ
7月31日	39	26.5	2297	67.6				0		5200	2600	2.2	斃死ベコ13尾, 不明2尾
8月1日	40	27.6	2282	67.1				0		5700	2850	2.3	斃死ベコ5尾 網替え12節
8月2日	41	27.6	2277	67.0				0		5600	2800	2.2	斃死ベコ
8月3日	42	27.7	2265	66.6				0		6000	3000	2.3	斃死ベコ
8月4日	43	27.8	2256	66.4				0		6200	3100	2.3	斃死ベコ7尾, 不明1尾
8月5日	44	28.1	2248	66.1				0		6500	3250	2.3	斃死ベコ6尾, 不明1尾
8月6日	45	28.8	2242	65.9				0		6800	3400	2.3	斃死ベコ
8月7日	46	28.1	2234	65.7	178	2.2		0		7000	3500	2.3	斃死ベコ 計数, 測定
8月8日	47	28.2	2227	65.5				2000			4000	2.5	7
8月9日	48	28.9	2220	65.3				0		7750	3875	2.3	7
8月10日	49	29.1	2213	65.1				0		10500	5250	3.0	7
8月11日	50	29.6	2204	64.8				0		11000	5500	3.0	7 淡水浴, 12節網かえ
8月12日	51	28.9	2197	64.6				500		11500	6250	3.3	6
8月13日	52	28.8	2193	64.5				200		12000	6200	3.1	4
8月14日	53	29.2	2187	64.3				100		12600	6400	3.0	6
8月15日	54	28.8	2186	64.3				0		13200	6600	3.0	1
8月16日	55	28.4	2184	64.2				0		13800	6900	3.0	2
8月17日	56	29.3	2182	64.2				0		14400	7200	3.0	2
8月18日	57	29.3	2182	64.2				0		15100	7550	3.0	0
8月19日	58	29.3	2182	64.2				0		15900	7950	3.0	
8月20日	59	29.8	2182	64.2				0		16800	8400	3.0	0
8月21日	60	29.8	2182	64.2				0		17500	8750	3.0	0
8月22日	61	29.8	1406	64.2	225	3.34		0		18100	9050	4.9	0 913尾に標識を付け120銭へ
8月23日	62	29.6	1405	64.2				0		11300	5650	3.0	1 120銭より1137尾加える
8月24日	63	29.2	1405	64.2				500		7000	4000	2.1	0
8月25日	64	29.2	1405	64.2				0		12500	6250	3.3	0
8月26日	65	29.2	1405	64.2				0		13000	6500	3.4	
8月27日	66	27.2	1405	64.2				0		13000	6500	3.4	
8月28日	67	27.4	1405	64.2	229	0.67		0			0	0.0	姫島沖放流

生データ 2

ヒラマサ中間育成事例(7ク7ラン強化区)

月日	飼育日数	水温℃	保有尾数	生残率%	測定全長mm	日間成長mm/日	測定体重g	配合給餌g	7匹給餌g	1匹給餌g	モイト給餌g	総給餌量g	給餌率%	備考
6月22日	0	21.0	3400	100.0	56	2.1	2.2	650				650	8.7	
6月23日	1	21.1	3398	99.9				700				700	8.2	
6月24日	2	20.8	3391	99.7				750				750	7.7	
6月25日	3	21.9	3369	98.1				800				800	7.3	
6月26日	4	22.5	3363	98.9				800				800	6.5	
6月27日	5	22.5	3356	98.8				900				900	6.5	斃死中尾切れ5尾, 7匹給餌口投与
6月28日	6	23.0	3348	98.5				1050				1050	6.8	斃死中尾切れ6尾腹水4尾 3回/日給餌
6月29日	7	22.7	3330	97.9				1250				1250	7.3	斃死中尾切れ7尾, 不明11尾, 2回/日給餌
6月30日	8	22.1	3309	97.3				1350				1350	7.1	斃死中尾切れ3尾, その他不7匹給餌投与中止
7月1日	9	21.5	3278	96.4				1400				1400	6.7	斃死中尾切れ3尾, 不明胃出ウイロ性腹水症陰性の判定
7月2日	10	21.1	3278	96.4				1300				1300	5.7	雨のため斃死取らず
7月3日	11	20.5	2987	87.9	86	2.7	7.5	1600				1600	7.0	斃死中腹水32尾, 尾切れ数1網起こし斃死取り
7月4日	12	21.1	2987	87.9				1500				1500	5.9	
7月5日	13	21.1	2617	77.0				1400				1400	5.8	3回/日に変更 ウイロ性腹水症と診断される
7月6日	14	21.8	2456	72.2				1400				1400	5.6	
7月7日	15	22.8	2219	65.3				1200				1200	4.9	全部腹水
7月8日	16	23.2	2094	61.6				1050				1050	4.1	斃死は腹水であるが, 吻部, 胸鰭に鬱血有り
7月9日	17	23.7	1951	57.4				1000				1000	3.9	
7月10日	18	24.1	1925	56.6				1200				1200	4.4	7匹給餌口投与
7月11日	19	24.0	1899	55.9				1250				1250	4.3	腹水死滅る 網替え24節
7月12日	20	25.0	1893	55.7				1250				1250	4.0	腹水死1尾
7月13日	21	25.5	1855	54.6	113	3.0	16.1	1300				1300	4.1	
7月14日	22	26.0	1854	54.5				1400				1400	4.1	斃死原因不明 2回/日給餌へ
7月15日	23	26.0	1851	54.4				1500				1500	4.0	斃死不明2尾, 吻部鬱血1尾
7月16日	24	25.2	1846	54.3				1550				1550	3.8	
7月17日	25	25.7	1840	54.1				1550				1550	3.6	斃死不明3尾, がり3尾
7月18日	26	25.0	1829	53.8				1650				1650	3.6	斃死中大7尾, 小2尾, 奇形中1尾, ベコ大1尾
7月19日	27	24.9	1814	53.4				1700				1700	3.4	3回/給餌へ
7月20日	28	25.0	1779	52.3				1700				1700	3.3	斃死ベコ22尾, 不明16尾, がり12尾
7月21日	29	26.0	1734	51.0				1700	1200			2000	3.7	斃死ベコ18尾, 不明27尾
7月22日	30	26.0	1697	49.9				1850	1200			2150	3.8	荒天準備 7匹給餌, 配合2回/日給餌
7月23日	31	24.0	1697	49.9				0				0	0.0	給餌なし
7月24日	32	24.0	1598	47.0	146	3.3		2150	1500			2525	4.4	斃死ベコ
7月25日	33	24.3	1558	45.8				2250	1000			2500	4.3	斃死ベコ37尾, がり1尾, 奇形大1尾, 不明小1尾
7月26日	34	24.0	1522	44.8				0		2900		1450	2.5	斃死ベコ28尾, 不明2尾, 腹水1尾
7月27日	35	25.5	1492	43.9				0		3000		1500	2.5	斃死ベコ20尾, 不明10尾
7月28日	36	26.8	1445	42.5			1500	1550	2275				3.8	淡水浴
7月29日	37	26.7	1438	42.3			0	2800	1400				2.3	斃死ベコ (やせ, がり, 奇形)
7月30日	38	25.5	1417	41.7			0	3200	1600				2.5	斃死ベコ 1回/日給餌へ
7月31日	39	26.5	1403	41.3			0	3000	1500				2.3	斃死ベコ10尾, 不明4尾
8月1日	40	26.5	1391	40.9			0	3100	1550				2.3	斃死ベコ 網替え12節
8月2日	41	27.6	1380	40.6			0	3350	1675				2.5	斃死ベコ
8月3日	42	27.6	1371	40.3			0	3400	1700				2.4	斃死ベコ
8月4日	43	27.8	1364	40.1			0	3500	1750				2.4	斃死ベコ
8月5日	44	28.1	1357	39.9			0	3700	1850				2.5	斃死ベコ
8月6日	45	28.8	1351	39.7			0	3900	1950				2.6	斃死ベコ
8月7日	46	28.1	1218	39.4	172	1.9	0	4100	2050				2.9	斃死ベコ12尾, 不明4尾, 背曲がり1尾 計数, 測定
8月8日	47	28.2	1210	39.4			0	4100	2050				2.8	8
8月9日	48	28.9	1203	39.4			0	4200	2100				2.7	7
8月10日	49	29.1	1201	39.4			0	5200	2600				3.2	2
8月11日	50	28.6	1196	39.4			0	5500	2750				3.2	4 淡水浴, 12節網換え
8月12日	51	28.9	1194	39.4			500	5700	3350				3.7	2
8月13日	52	28.8	1193	39.4			200	6000	3200				3.4	1
8月14日	53	29.2	1191	39.4			100	6300	3250				3.2	1
8月15日	54	28.8	1189	39.4			0	6600	3300				3.1	2
8月16日	55	28.4	1188	39.4			0	6900	3450				3.1	1
8月17日	56	29.3	1187	39.4			0	7200	3600				3.1	1
8月18日	57	29.3	1187	39.4			0	7600	3800				3.1	0
8月19日	58	29.3	1187	39.4			0	8000	4000				3.2	
8月20日	59	28.8	1187	39.4			0	8400	4200				3.2	0
8月21日	60	29.8	1224	39.4			0	8800	4400				3.1	0
8月22日	61	29.8	1224	39.4	223	3.4	0	9200	4600				3.1	標識付け, 計数
8月23日	62	29.6	2000	39.4			0	16200	8100				3.2	120匹へビリ137尾移動, 120より標識魚913尾加える.
8月24日	63	29.2	2000	39.4			0	16900	8450				3.3	元気, OK
8月25日	64	29.2	2000	39.4			0	18000	9000				3.4	
8月26日	65	29.2	2000	39.4			0	18500	9250				3.4	
8月27日	66	29.0	2000	39.4			0	18500	9250				3.3	
8月28日	67	29.0	1980	39.4	236	2.1	0	0	0			0	0.0	姫島沖放流

2-3-1 シマアジの種苗生産（陸上飼育）

崎山 一孝

目的

VNN防除対策を最優先課題とし、飼付け試験用種苗の生産を目的とした。また、昨年度の飼育方法に若干の改良を加え、種苗生産中期の減耗と形態異常対策に努めた。

方法

- ① VNN防除対策として、オキシダント海水（0.5ppm）による受精卵の洗浄とオゾンにより飼育水の殺菌を行った。また、飼育関連施設への担当者以外の立ち入りを禁止するなどの防疫対策を実施した。
- ② 飼育水槽には 90m³ 角型水槽を使用し、収容直後から 2～3m³ の注水を行った。
- ③ ワムシとアルテミアの栄養強化剤として、本年度は理研ビタミン社製のアクアランを使用した。ワムシには 150g/m³，アルテミアは 200g/m³ の濃度で本剤を使用した。
- ④ 飼育水表面の油膜を除去するために、飼育開始初期からエアブロックを使用し、L字型の塩ビパイプにより油膜を除去した。
- ⑤ 本年度の飼育方法で昨年度と大きく異なる点は、飼育開始初期からエアブロックを使用したこと、生物餌量の栄養強化にアクアランを使用したこと、アルテミア給餌開始時期を平均全長 8 mmから平均全長 6 mmに早めたことである。

結果

- ① 本年度は 6 回次の飼育を行った。その結果、VNNの発生は見られず 1, 5, 6 回次飼育で合計 36.3 万尾の種苗を生産できた。取揚げ

時の平均全長は 30.6mm, 平均生存率は 11.2% であった.

② 3, 4 回次生産はエボ類症により飼育を中止した. その対策として水温を 23℃以下に設定し, ワムシを栄養強化前にエルバージュ(100ppm, 2 時間)で薬浴したところ, その後の飼育ではエボ類症は発生しなかった.

③ 強通気によるエアレーション方法の改良により初期減耗を押さえられる可能性が示唆されたが, 2, 4 回次生産では同一方法で飼育したにもかかわらず初期減耗が大きく, 通気方法に関しては今後さらに検討が必要である.

④ 平均全長 12~13mm の時期における小型個体の斃死対策として, 従来は 8mm から行っていたアルテミア給餌開始時期を平均全長 6mm に早めたところ, その後の減耗が軽減された.

⑤ 口部の形態異常対策として飼育初期の水面の油膜除去を行った. 今年度の口部形態異常出現率は 1% と低かった. また, 鰓蓋欠損個体出現率も 1% 以下であり例年に比べ低かった. 今年度の飼育ではアクアラン(理研ビタミン)をワムシとアルテミアの栄養強化に使用したことが, 例年とは異なるところであるが, エアレーション方法, アクアランとも形態異常との因果関係はわかっていない.

⑥ オキシダント海水により卵洗浄を行ったが, 従来の方法では有機物によるオキシダント濃度が低下するため, 今年度は卵洗浄中に洗浄用水を交換することによりオキシダント濃度の低下を防止した. 卵洗浄方法については今後さらに検討が必要であろう.

表 1 シマアジ種苗生産試験結果の概要

生産 区分	水 槽		個数	収 容		水温 (℃)	主な餌 の種類	日数	月日	尾数 (万尾)	取 り 揚 げ		SJVW 検査	備 考
	型	大きさ (実容量 m ³)		尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)						全長 (mm)	生残率 (%)		
1	角型	90 (80)	1	12. 9	60	8500	20～23 ワムシ, アルテ ミア, 配合飼料	48	1. 25	17. 8	2, 230	32. 7	未検出	
2	角型	90 (80)	1	1. 2	46	6500	20～23 ワムシ, アル テミア	33	2. 03				未検出	
3	角型	90 (80)	1	1. 17	52	7400	20～23 ワムシ, アル テミア	27	2. 13				未検出	エゴ類症により飼育
4	角型	90 (80)	1	2. 8	60	8500	20～23 ワムシ, アル テミア	10	2. 18				未検出	エゴ類症により飼育
5	角型	90 (80)	1	2. 22	60	8500	20～23 ワムシ, アルテ ミア, 配合飼料	50	4. 13	12. 8	1, 603	29. 1	未検出	
6	角型	90 (80)	1	3. 1	45	6400	20～23 ワムシ, アルテ ミア, 配合飼料	48	4. 17	5. 7	706	27. 6	未検出	
合計					323					36. 3		30. 6	11. 2	

表 2 シマアジ形態異常出現率の年度別比較

年 度	下 類 異 常		総 査 欠 損	
	調査回次	出現率 (%)	調査回次	出現率 (%)
平成 5 年度	4	15 (8. 2-23. 6)	4	5. 3 (4. 8-6. 2)
平成 7 年度	4	1. 1 (0. 8-1. 6)	3	0. 7 (0. 5-1. 0)

2-3-2 シマアジの種苗生産（海上飼育）

中野 昌次

1 目的

冬期に種苗生産したシマアジの稚魚を健全に育成し、適正な時期に、必要に応じたサイズと量を配布または、飼付け試験等の放流用に供与する。

2 これまでの知見（平成 4、5 年度）

1. 海上小割網での飼育は、全長60mm以上であれば水温12～13℃下でも可能である。よって、同サイズまでは陸上での加温飼育が必要である。ただし、沖出し時の水温に合わせるため、加温飼育時より徐々に水温を下げる必要がある。
2. 各水温と成長の関係は、水温10～15℃で、全長は0.3mm/日（海上）、17℃で1.0mm / 日20℃で、全長が1.2mm / 日、成長する。
3. 種苗生産の取り上げ全長30mm以降は、あまり共食いは見られないが、成長差を抑えることと管理上、適サイズごとに選別網によるサイズの選別は必要である。この選別に5mm選別器を使用すれば全長24mmを境に、6mm選別器で全長31mmを境に選別できる。以下7, 9, 12, 15mmの選別器による選別を行っている。
4. 配合飼料を餌料としてサイズごとの1日の飽食量を検討した結果、全長30mmで魚体重の10%にあたる量を摂餌した。以下、成長するごとに少しずつ魚体重に対する摂餌量の割合が減り、全長60mmには4 %程度の摂餌であった。
5. 陸上飼育での収容量の最大は、90m³水槽に全長28mmの 5.5万尾を収容し、55日間の飼育によって全長71mmの 5.1万尾（生残率93%）を取り上げた。取り上げ時 1m³あたりの総魚体重は 4kgであった。

3 課題

沖出しサイズと時期の検討

陸上飼育での適正飼育水温の把握

陸上飼育での適正収容密度

飼育水温ごとの適正給餌量の把握

海上育成でのサイズごとの適正収容密度の把握

疾病対策

4 本年度のねらい

（陸上飼育）

海上への沖出し時の時期は水温16℃以上の4月からが適正と思われるので、それまでの間は可能な限り陸上水槽での飼育を行う。ただし、3月中旬からは順次全長60mm以上になった時点で沖出しを行う。適正収容密度を維持し、選別群ごとの適正給餌量と成長を把握する。

（海上飼育）

適正収容密度を維持し、選別群ごとの適正給餌量を把握をする。

5 飼育方法

1. 管理水温

水温は17℃とするが、種苗生産終了時は20℃であるので、摂餌状況を判断しながら徐々

に下げる。沖だし時は3月中旬で最低15℃程度になるので、育成水温から徐々に温度を下げる。

2. 収容量

水質の悪化または、病原菌等の増大を防ぐため、水量 1m³あたりの総魚体重を 2.0～2.5 kgまでとし、成長に伴いこれを越える時は分槽等を行う。

3. 餌料

餌料は配合飼料のみとして、給餌量は全長60mmまでは(給餌率) = $-0.185 * (\text{その日の推定全長}) + 15.86$ [平成5年度、小磯氏データからの回帰直線式]で求め、給餌率を出し、その日の総魚体重と給餌率の積の値をその日の一日の配合飼料量とした。全長 60mm以降は、給餌率を0.03～0.04にした。魚体重は(魚体重) = $0.0635 * \text{EXP}[0.0638 * (\text{全長})]$ [平成5年度、小金氏データからの回帰曲線式]で求め、水温17℃での成長量を全長1.02 mm/日[平成5年度、小磯氏データから計算]として、その日の魚体重を割り出した。全長と魚体重の測定を5日ごとに行い、上記算出を補正する。

4. 沖出し

3月中旬より順次収容量の調整を兼ねて数回に分けて、沖出しを行う。ただし、3月中旬からの沖出後の育成が順調であれば、まとめて沖出しすることを検討する。

5. 海上での育成

収容時の1小割網への収容量を1万尾以下とし、成長に応じて分養し飼付け試験用には全長150mmまでの育成を行う。餌料には配合飼料を給餌率 3%で給餌する。また、全長100mmからはモイストペレットを併用給餌する。

6 結果及び考察

1. 中間育成結果の概要

本年度のシマアジの中間育成試験は1回次を1月下旬から、2,3回次を4月に開始した。1回次の中間育成は、3月上旬まで陸上水槽で加温育成し、それ以降は海上で育成した。2,3回次は一部を陸上水槽で育成し、その他は随時沖出しした。

1) 陸上飼育

表1に陸上水槽での育成結果の概要を示した。生データ1には1回次の6mm止まり群の育成事例を示した。

1回次は、平成7年1月25日に平均全長32.7mm(22.0～33.0)の種苗17.8万尾を6mmの篩で2群に選別し、90m³水槽2面にそれぞれ収容して、中間育成を開始した。育成水温は16℃とし、給餌は配合飼料を自動給餌機と手撒で行った。分槽は飼育水槽の1m³当りの魚体重が2.0kgを越える時期を目安に行った結果、最終的には90m³水槽4面を用いた。取り揚げも同様な目安で間引き後、3月13日から27日までの間に4回沖出しした。取り揚げ時の平均全長68～75mm、取り揚げ尾数は17.3万尾(生残率97.2%)であった。

2,3回次は4月13日と17日にそれぞれ平均全長29.7mmと27.6mmの種苗18.3万尾を6mm篩で2群に選別し、90m³水槽3面の中に設置した小割網6面に収容した。取り揚げは4月17日から5月8日までの間に5回行い、平均全長26～45mmの種苗、18.1万尾(生残率98.8%)を取り揚げた。

2) 海上飼育

表2に海上小割生簀網での育成結果の概要を示した。また、配付状況について表3に示

した。生データ 2~3には 1回次の 6mm止群の育成事例を示した。

陸上で育成した種苗30.4万尾を4 × 4 × 3m の小割網21面に収容した。1回次の取り揚げは、4月27日と6月12日の2回行い、平均全長100mm(61~162)の種苗17.2万尾を県への配付または当事業場での飼付け試験に供した。2,3回次の取り揚げは、4月27日から8月1日までの間に3回行い、平均全長51mm(36~99)の種苗12.9万尾を県への配付または当事業場での各種試験に供した。

1回次の陸上育成から海上での育成までの通算生残率は96.7%, また2,3回次は96.3%となり、高い生残率が得られた。この好結果の要因として、形態異常個体が少なく供試種苗の質が良かったことが第一に考えられるが、その他陸上育成では、良好な環境維持のため給餌量を控えたこと、収容密度を適時調整し、篩により選別を行ったこと等が、また海上育成では適正密度で育成ができたこと等が挙げられる。

2. 陸上飼育での成長

1回次の6mm止まり群と6mm抜け群の育成結果からの飼育水温と成長量(全長の日間成長量)をそれぞれ図1と2に示した。

水温15~19℃の範囲では両群ともその関係は不明瞭であるが、6mm止まり群では水温17~18℃で1.0mm/日の成長であったが、水温15~16℃では0.5mm/日の成長であった。一方6mm抜け群では18~19℃でも1.0mm/日程度で水温17~18℃で0.5mm/日の成長量で成長が遅い傾向にあった。

3. 陸上飼育での給餌量

1回次の6mm止まり群と6mm抜け群の育成結果からの全長に対する給餌率の推移をそれぞれ図3と4に示した。

全長(T)と給餌率(S)との関係は6mm止まり群では $(S) = -0.172(T) + 14.936, r^2 = 0.886$
6mm抜け群は $(S) = -0.203(T) + 15.905, r^2 = 0.884$ の式で表された。平成5年度の飽食給餌の結果と比べると回帰式の傾きから判断して6mm止まり群は飽食ではないのに平成5年度より多く摂餌しており、6mm抜け群は平成5年度より少なく摂餌していることが考えられた。このように選別した大小によって摂餌量が異なるので、今後は今回得た式を元にして選別群別の適正給餌量の把握に当たりたい。

表 1 平成 7年度陸上水槽におけるシマアジ中間育成結果の概要

生産区分	収容 月日	水槽 (個数) 小割数	収容 尾数 (万尾)	サイズ (mm)	取り上げ 月日 (回数)	取り上げ 尾数 (万尾)	サイズ (mm)	生残率 (%)	備考
1R	平7 1.25	2	17.84	32.7 (22.0~33.0)	平7 3.13~3.27 (4)	17.34	68~75	97.2	海上中間育成へ
5R	平7 4.13	2	12.82	29.7 (17.7~42.1)	平7 4.17~5. 8 (3)	12.67	25.8~44.7	98.8	海上中間育成へ 大分県配布5.08万尾
6R	平7 4.17	1	5.65	27.6 (13.1~36.2)	平7 4.21~5. 8 (2)	5.58	33.3~35.2	98.8	海上中間育成へ
計	平7 1.25~4.17		36.31	27.6~32.7	平7 3.13~5.8	35.59	25.8~75	98.0	

表 2 平成 7年度海上におけるシマアジ中間育成結果の概要

生産区分	収容 月日	水槽 (個数) 小割数	収容 尾数 (万尾)	サイズ (mm)	取り上げ 月日 (回数)	取り上げ 尾数 (万尾)	サイズ (mm)	生残率 (%)	備考
1R	平7 3.14~3.28	16	17.34	68~76	平7 4.27~6.12 (2)	17.26	61~162 100	99.5	買付け用提供7.10万尾 鹿児島県配布4.08万尾 高知県配布 6.03万尾 熊本県配布 0.05万尾
5R	平7 4.21~5. 8	3	7.57	41~45	平7 4.27~7.31 (2)	7.66	45~104 58	101.2	愛媛県配布 6.03万尾 宮崎県配布 1.63万尾
6R	平7 4.21~5. 8	2	5.58	33~35	平7 4.27~8. 1 (3)	5.25	36~ 99 51	94.1	愛媛県配布 3.94万尾 宮崎県配布 0.38万尾 熊本県配布 0.83万尾 試験用継続 0.10万尾
計	平7 3.14~5. 8	21	30.49	33~76	平7 4.27~8. 1 (7)	30.17	36~162	99.0	

表 3 平成 7年度シマアジ配布状況

月日	配布先	尾数 (万尾)	全長 (mm)	由来	取り揚げ場所
平7					
4.18	大分県	5.08	25.8 (17.0~34.0)	5R-2 (6mmｽｸ)	C4水槽
4.27	高知県	6.03	77 (43~ 97)	1R-2 (6mmｽｸ)	筏11-B、C、D、12-A、B、C、D
4.27	愛媛県	9.97	41 (31~ 52)	5R-1 (6mmﾄﾞﾘ)	筏13-C、D
				6R-1 (5mmｽｸ)	筏14-D
4.27	鹿児島県	4.08	87 (72~101)	1R-1 (6mmﾄﾞﾘ)	筏10-B、C、D
				1R-2 (6mmｽｸ)	筏11-A
7.31	宮崎県	2.01	104 (72~125)	5R-2 (6mmｽｸ)	筏 7-D 104 (72~125)
				6R-2 (5mmｽｸ)	筏 8-D 99 (76~114)
8. 1	熊本県	0.88	99 (76~114)	6R-2 (5mmｽｸ)	99 (76~114)
				1R-1 (6mmﾄﾞﾘ)	162 (130~179)

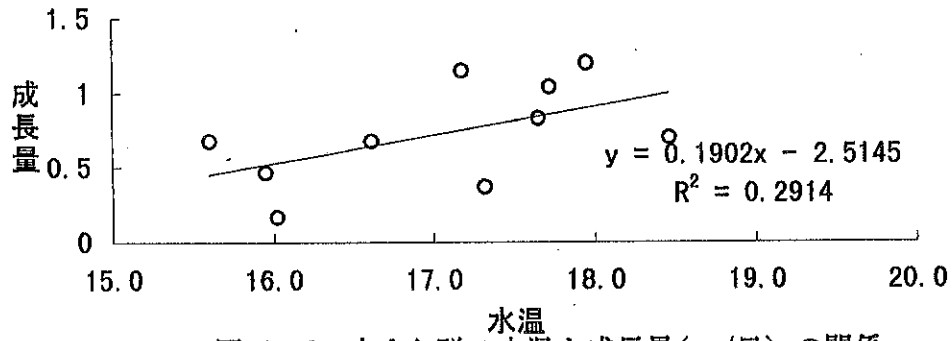


図 1 6mm止まり群の水温と成長量(mm/日)の関係

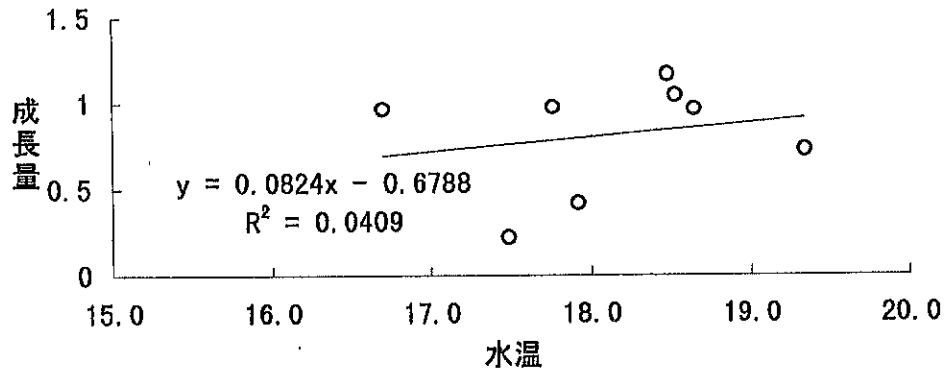


図 2 6mm抜け群の水温と成長量(mm/日)の関係

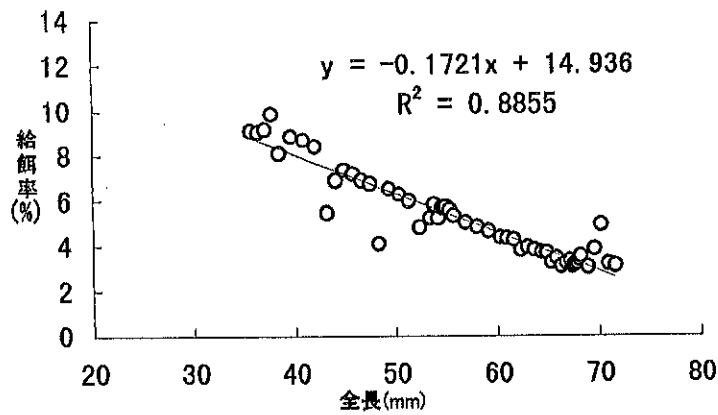


図 3 6mm止まり群の給餌率の推移

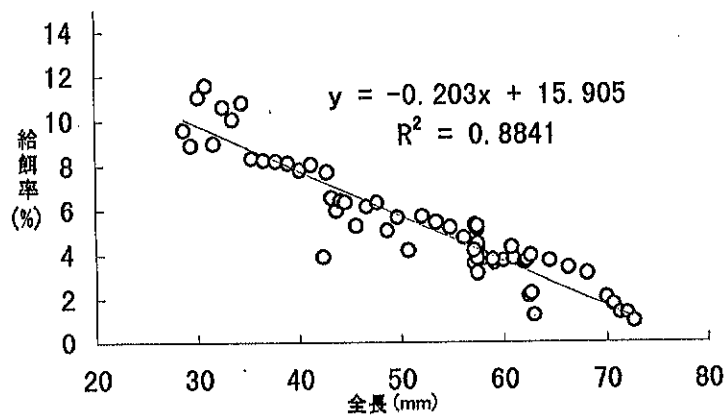


図 4 6mm抜け群の給餌率の推移

生データ 1

シマアジ陸上水槽での育成事例(6mmトマリ群)

月	飼育 日数 日	水温 ℃	pH	Do ml	保有 尾数 尾	死亡 尾数 尾	生残 率 %	推定 全長 mm	保有 密度 kg/m	投餌 率 %	日間 成長 mm/日	総給 餌量 g	給餌 率 %	備考
								29.1						
1月25日	0	19.0	8.05	5.9	83951	145	100	35.7				1700		直接収容
1月26日	1	19.1	8.01	5.7	83806	46	99.8	35.7	0.46	9.124		3800	9.12	
1月27日	2	18.1	8.07	5.8	83794	12	99.8	36.4	0.49	8.992		4000	9.05	
1月28日	3	18.1	8.06	5.8	83787	7	99.8	37.1	0.52	8.86		4300	9.18	
1月29日	4	18.0	8.04	6.1	83785	2	99.8	37.8	0.55	8.728		4900	9.88	
1月30日	5	17.9	8.03	6.0	83781	4	99.8	38.5	0.67	8.596	0.7	4900	8.12	測定
1月31日	6	18.3	8.02	6.3	83778	3	99.8	39.7	0.64	8.37		5100	8.86	
2月1日	7	18.3	8.02	6.3	83775	3	99.8	40.9	0.7	8.143		5500	8.72	
2月2日	8	17.3	8.01	6.3	83771	4	99.8	42.1	0.77	7.917		5800	8.42	
2月3日	9	17.5	7.94	6.0	83770	1	99.8	43.3	0.95	7.691	1.2	4700	5.48	
2月4日	10	18.0	7.97	5.8	83764	6	99.8	44.1	0.88	7.534		5500	6.92	工事騒音のためか餌食悪し
2月5日	11	17.5		6.1	83752	12	99.8	45	0.93	7.378		6200	7.37	注水口配管破裂, 修理のため1時間30分水
2月6日	12	17.5	7.99	5.7	83740	12	99.7	45.8	0.99	7.221		6400	7.2	
2月7日	13	17.7	7.96	5.9	83729	11	99.7	46.6	1.04	7.064		6500	6.92	
2月8日	14	17.7	7.81	5.4	83718	11	99.7	47.5	1.1	6.908		6700	6.76	
2月9日	15	17.6	7.85	5.7	83711	7	99.7	48.3	1.21	6.748	0.83	4500	4.12	測定
2月10日	16	17.4	7.93	5.9	83701	10	99.7	49.3	1.24	6.551		7300	6.54	15時まで工事停電のため餌止め
2月11日	17	17.5	7.86	5.5	83695	6	99.7	50.4	1.32	6.355		7600	6.3	
2月12日	18	18.0	7.92	6.2	83683	12	99.7	51.4	1.41	6.159		7600	6	
2月13日	19	18.1	7.88	5.5	83677	6	99.7	52.5	1.5	5.963		6500	4.83	
2月14日	20	17.3	7.87	5.5	83669	8	99.7	53.5	1.7	5.767	1.04	8000	5.24	測定
2月15日	21	17.3	7.79	5.0	83662	7	99.7	53.9	1.62	5.697		8500	5.83	
2月16日	22	17.3	7.82	5.4	83661	1	99.7	54.2	1.66	5.627		7800	5.24	C1~40233尾分槽
2月17日	23	17.3	7.97	6.3	43428	1	99.7	54.6	0.88	5.558		4500	5.7	3回/日投餌
2月18日	24	17.4	8.05	6.3	43426	2	99.7	55	0.9	5.488		4600	5.71	
2月19日	25	17.3	8.00	6.5	43424	2	99.7	55.4	0.91	5.418		4600	5.59	
2月20日	26	17.3	8.02	6.4	43420	4	99.7	55.7	0.98	5.352	0.37	4700	5.35	測定
2月21日	27	17.2	8.02	6.1	43418	2	99.7	56.9	0.99	5.135		4500	5.04	
2月22日	28	17.3	8.03	6.0	43416	2	99.7	58	1.05	4.918		4600	4.85	
2月23日	29	17.1	8.02	6.5	43414	2	99.7	59.2	1.12	4.701		4700	4.67	
2月24日	30	17.0	7.99	6.3	43414	0	99.7	60.3	1.21	4.484	1.15	4800	4.39	測定
2月25日	31	16.9	8.01	6.4	43412	2	99.7	61	1.23	4.356		4800	4.34	
2月26日	32	16.8		6.0	43411	1	99.7	61.7	1.27	4.228		4900	4.29	
2月27日	33	16.8	7.99	5.6	43404	7	99.6	62.3	1.31	4.1		4500	3.81	
2月28日	34	16.2	8.04	5.8	43403	1	99.6	63	1.36	3.971		4800	3.93	
3月1日	35	16.0		6.1	43400	3	99.6	63.7	1.4	3.843		4800	3.8	
3月2日	36	16.0	8.02	6.7	43398	2	99.6	64.4	1.47	3.711	0.68	4900	3.7	測定
3月3日	37	15.9	8.02	7.1	43396	2	99.6	64.9	1.48	3.623		4900	3.67	
3月4日	38				43395	1	99.6	65.3	1.51	3.534		4450	3.26	
3月5日	39				43395	0	99.6	65.8	1.55	3.445		4800	3.45	
3月6日	40	15.9	8.03	6.8	43395	0	99.6	66.3	1.59	3.357		4400	3.09	
3月7日	41	16.0	7.99	6.3	43394	1	99.6	66.8	1.62	3.268		4700	3.23	
3月8日	42	16.2	8.02	6.6	43394	0	99.6	67.2	1.6	3.183	0.47	4800	3.33	測定
3月9日	43	16.3	8.00	6.7	43389	5	99.6	67.4	1.66	3.151		4600	3.07	
3月10日	44	16.1	7.85	8.0	43388	1	99.6	67.5	1.68		3	4700	3.12	2回/1日投餌
3月11日	45	16.1	7.92	5.9	43388	0	99.6	67.7	1.69		3	4900	3.22	
3月12日	46				43387	1	99.6	67.9	1.7		3	4800	3.2	
3月13日	47	15.4	7.84	6.8	23252	0	99.6	68.1	0.92		3	2800	3.39	20135尾をD2水槽内に小割2面張り収容,
3月14日	48	15.8	8.21	7.0	23251	1	99.6	68.2	0.91		3	2900	3.53	日沖だし, 測定
3月15日	49	15.9	8.08	7.3	23250	1	99.6	68.9	0.95		3	2600	3.03	
3月16日	50	16.1	8.08	7.1	23250	0	99.6	69.6	0.98		3	3400	3.85	
3月17日	51	15.3	8.00	7.0	23250	0	99.6	70.2	1.01		3	4500	4.94	
3月18日	52	15.1	8.02	6.9	23250	0	99.6	70.9	1.04		3	3000	3.2	
3月19日	53	15.4	8.04	6.8	23250	0	99.6	71.6	1.07		3	3000	3.11	
3月20日	54	15.4	8.00	7.0	34583	6	148	72.3	1.64		3	1500	1.01	取り上げ, 34583尾をD2水槽内に小割2面

生データ2

シマアジの海上小割生け簀での育成事例 (6mmマリ群)

その1

月日	飼育日数	水温 ℃	保有 尾数	サブリ 引き	断死 尾	全長 mm	日間 成長 mm/日	配合 飼料 給餌量 g	モイスト 給餌 量 g	配合 換算 g	総投 餌量 g	実給 餌率 %	
	日		尾	尾	尾								
3月13日	47		10000		0	29.1 71.2					0	0.0	20135尾をD2水槽内に小割2面張り収容,
3月14日	48		10000		0	71.27		600			600	1.5	9C夜へ沖だし
3月15日	49		10000		0	71.34		1000			1000	2.4	
3月16日	50	14.2	9999		1	71.41		1300			1300	3.2	
3月17日	51	14.5	9999		0	71.48		0			0	0.0	時化のため投餌なし
3月18日	52	14.2	9999		0	71.55		700			700	1.7	時化のため午前1回投餌
3月19日	53	15.1	9999		0	71.62		1100			1100	2.6	時化のため午前1回投餌
3月20日	54	14.6	9998		1	71.69		1000			1000	2.4	
3月21日	55	14.5	9998		0	71.76		1100			1100	2.6	
3月22日	56	14.7	9998		0	71.8	0.07	1500			1500	3.6	
3月23日	57	15.1	9998		0	72.03		1150			1150	2.7	
3月24日	58	14.3	9998		0	72.26		1100			1100	2.6	
3月25日	59	14.5	9998		0	72.49		1350			1350	3.1	
3月26日	60	14.3	9998		0	72.72		1300			1300	3.0	
3月27日	61	14.8	9998		0	72.95		1400			1400	3.2	
3月28日	62	14.7	9998		0	73.18		1400			1400	3.2	
3月29日	63	14.7	9998		0	73.4	0.23	1300			1300	2.9	
3月30日	64	14.4	9998		0	73.84		1500			1500	3.3	
3月31日	65	14.7	9998		0	74.28		1400			1400	3.0	
4月1日	66	14.7	9998		0	74.72		1400			1400	3.0	
4月2日	67	14.8	9998		0	75.16		1200			1200	2.5	
4月3日	68	14.9	9998		0	75.6		1400			1400	2.9	
4月4日	69	14.6	9997		1	76.04		1200			1200	2.4	
4月5日	70	15.1	9997		0	76.48		1300			1300	2.6	網換え
4月6日	71	15.3	9997		0	76.92		1500			1500	2.9	
4月7日	72	15.8	9997		0	77.36		1500			1500	2.9	
4月8日	73	15.9	9997		0	77.8		1500			1500	2.8	
4月9日	74	16.2	9997		0	78.24		1500			1500	2.8	
4月10日	75	16.6	9997		0	78.7	0.44	1600			1600	2.9	
4月11日	76	17.1	9997		0	79.24		1700			1700	3.0	
4月12日	77	16.0	9997		0	79.78		1700			1700	2.9	
4月13日	78	16.0	9997		0	80.32		1800			1800	3.1	
4月14日	79	16.6	9996		1	80.86		1800			1800	3.0	
4月15日	80	16.9	9996		0	81.4		1800			1800	2.9	
4月16日	81	17.0	9996		0	81.94		1900			1900	3.0	
4月17日	82	16.5	9996		0	82.48		1650			1650	2.6	
4月18日	83	16.9	9996		0	83.02		2000			2000	3.1	
4月19日	84		9996			83.56		0			0	0.0	時化のため投餌なし
4月20日	85	17.0	9996		0	84.1		2100			2100	3.1	
4月21日	86	15.9	9996		0	84.64		2100			2100	3.0	
4月22日	87		9996		0	85.18		1950			1950	2.8	
4月23日	88		9996			85.72		900			900	1.3	時化のため午前1回投餌
4月24日	89		9996		0	86.3	0.54	2200			2200	3.0	
4月25日	90		9996		0	86.96		1900			1900	2.5	
4月26日	91	16.7	9996		0	87.62		2300			2300	3.0	
4月27日	92	16.2	9996		0	88.28		2400			2400	3.1	
4月28日	93	16.5	9996		0	88.94		2400			2400	3.0	
4月29日	94	16.8	9996		0	89.6		2400			2400	2.9	
4月30日	95	16.9	9996		0	90.26		2500			2500	3.0	
5月1日	96		9976	20	0	90.92		2600			2600	3.0	
5月2日	97		9971	5	0	91.58		2600			2600	3.0	
5月3日	98		9971		0	92.24		2700			2700	3.0	
5月4日	99	18.1	9971		0	92.9		2550			2550	2.8	
5月5日	100	17.8	9971		0	93.56		2600			2600	2.8	
5月6日	101	18.0	9971		0	94.22		2750			2750	2.9	
5月7日	102	18.0	9971		0	94.88		3300			3300	3.4	
5月8日	103	19.0	9971		0	95.5	0.66	3300			3300	3.3	
5月9日	104	18.0	9971		0	96.15		3100			3100	3.0	
5月10日	105	17.5	9971		0	96.8		3100			3100	3.0	網替え
5月11日	106	17.0	9971		0	97.5		2000			2000	1.9	時化のため午後1回投餌
5月12日	107	17.5	9971		0	98.1		3400			3400	3.1	
5月13日	108	18.0	9971		0	98.8		3500			3500	3.2	
5月14日	109	17.2	9971		0	99.4		3400			3400	3.0	
5月15日	110	17.5	9971		0	100.1		2100	1000	667	2766.67	2.4	
5月16日	111	18.2	9971		0	100.7		2100	1200	800	2900	2.5	

生データ3

シマアジの海上小網生け簀での育成事例 (6mmトマリ群)

その2

月日	飼育 日数	水温 ℃	保有 尾数	サンダル 引き	死亡 尾	全長 mm	日間 成長 mm/日	配合 飼料 給餌量 g	モイスト 給餌 量 g	レフト 配合 換算 g	総投 餌量 g	実給 餌率 %	
5月17日	112	20.0	9971		0	101.4		2100	1500	1000	3100	2.6	
5月18日	113	20.0	9971		0	102.0		2300	2500	1667	3966.67	3.3	午後モイスト給餌
5月19日	114	18.3	9971		0	102.7		2000	2500	1667	3666.67	3.0	
5月20日	115	18.3	9971		0	103.3		1750	2250	1500	3250	2.6	
5月21日	116	18.3	9971		0	104.0		2250	2250	1500	3750	2.9	
5月22日	117	18.6	9971		0	104.6		2250	2250	1500	3750	2.9	
5月23日	118	19.8	6971	3000	0	104.8	0.62	2400	2500	1667	4066.67	4.4	
5月24日	119	21.2	6971		0	105.8		1750	2750	1833	3583.33	3.8	
5月25日	120	21.0	6971		0	106.7		1750	2750	1833	3583.33	3.7	
5月26日	121	21.9	6971		0	107.7		1750	3000	2000	3750	3.7	
5月27日	122	21.0	6971		0	108.6		2000	3000	2000	4000	3.9	
5月28日	123	21.0	6971		0	109.6		2000	3000	2000	4000	3.8	
5月29日	124	19.4	6971		0	110.5		2000	3000	2000	4000	3.7	
5月30日	125	20.6	6971		0	111.5		2100	3000	2000	4100	3.7	
5月31日	126	21.0	6971		0	112.4		2100	3000	2000	4100	3.6	
6月1日	127	20.6	6971		0	113.4		2100	3000	2000	4100	3.5	
6月2日	128	21.0	6971		0	114.3	0.95	2000	3500	2333	4333.33	3.6	
6月3日	129	21.0	6971		0	115.2		2000	4500	3000	5000	4.0	
6月4日	130	21.0	6971		0	116.1		3000	3500	2333	5333.33	4.2	夕方モイストと配合 1.0kg
6月5日	131	21.0	6971		0	117.0		2500	3500	2333	4833.33	3.7	
6月6日	132	21.9	6971		0	117.9		3000	4000	2667	5666.67	4.3	網替え15節
6月7日	133	22.6	6971		0	118.9		3500	4000	2667	6166.67	4.5	
6月8日	134	21.6	6971		0	119.8		3500	4000	2667	6166.67	4.4	
6月9日	135	20.9	6971		0	120.7		3500	4000	2667	6166.67	4.3	
6月10日	136	21.0	6971		0	121.6		4000	4000	2667	6666.67	4.6	
6月11日	137	21.0	6971			122.5		4000	4000	2667	6666.67	4.5	
6月12日	138		6971			123.4							飼付担当者に引き渡し

2-4-1 クエ種苗生産（陸上飼育）

はじめに

五島事業場におけるクエの種苗生産技術開発は昭和56年より開始し、今年で15年目を迎える。本種の種苗生産技術開発は、昭和56年～平成元年までは雄親魚を確保するための雄性化の技術開発を中心に進められ、種苗生産については平成2年度の受精卵の確保により着手された。これまでの種苗生産実績をみると、平成3年度 1,038尾、平成5年に 3,400尾の種苗を生産したが、平成2年、平成4年、平成6年は生産尾数は0尾であり、その種苗生産技術レベルは低くかつ非常に不安定なものである。さらに、本種は、シマアジ同様、VNNが発生しており、防疫対策の確立も急務である。

本年度は、初期減耗の防止及びVNN対策（オゾンによる用水及び施設の殺菌、餌料の洗浄）に重点をおき、生産尾数1万尾を目標に飼育を行った。

材料と方法

1) ふ化仔魚

親魚には、当場の海面小割網生簀で養成した天然7～12歳魚を使用した。このうち、第2次卵黄球期以上に達している個体を陸上水槽に雄：雌＝1：3の割合で収容し、加温養成（20℃，25℃）した。種苗生産には、HCGを打注後、人工授精により得られた受精卵を使用した。（詳しくは『クエの親魚養成と採卵』の項を参照）。

飼育水槽への収容は、1回次・2回次生産では受精卵で行った。飼育水槽には、60m³コンクリート水槽（8.0 × 4.5 × 1.7m角型水槽、実効水量50m³）を使用し、収容時の水量は50m³とした。

2) 飼育環境の管理

飼育水の加温は水槽内に配置したチタンパイプに温水を循環させて行い、飼育水温は受精卵収容時は21～22℃に調温し、その後1日に1℃の割合で昇温して日齢3（収容後5日目）までに25℃に調温して飼育を行なった。

飼育水には濾過海水をオゾンで処理した殺菌海水を使用し、*ナノクロガス*（冷蔵濃縮*ナノクロガス* 100～200億cells/ml）を添加した。その添加はワムシ給餌期間中のみ行ない、50～100万cells/mlを保つように1日に2～4回、飼育水槽の上に置いた30ℓ水槽からφ4mmのビニールホースを通してサイホン方式により注入した。

換水は、受精卵収容直後より開始し、ふ化管理は2m³/hr（換水率：50%/日）の流水飼育とした。ふ化後は日齢10までは2m³/hr（換水率：100%/日）の流水飼育とし、その後は魚の成長に合わせて増大し、最大4m³/hr（換水率：200%/日）まで増大させた。

照度調節は、水槽上面を遮光率85%の寒紗で覆い、2000lux前後を維持するように適宜開閉して行なった。

通気は収容直後より行い、エアストーン（4個/槽）とエアブロック（1m/m穴を10cm間隔で開けた長さ2mの塩ビパイプを水槽底面の4隅に配置したもの）を併用した。

生残尾数の計数は、飼育初期にはφ40mm塩ビパイプを用いて柱状サンプリングを行ない容量法により推定した。

底掃除は、自動底掃除ロボット（神戸メカトロニクス株式会社製）を用いて行った。

3) 防疫体制

本種は、シマアジ同様、VNNの発症がみられることから、防疫体制の確立が重要課題として浮上した。このため、今年度は、特にウイルスの水平感染の防止に重点を置き、水槽および使用器具についてはNaOH(水酸化ナトリウム)によるアルカリ消毒(pH12)を行い、用水はろ過海水をオゾンで殺菌したものを使用した。

4) 餌料

生物餌料を中心とした餌料系列(ワムシ + アルテミア + 配合飼料)で飼育を行った。ワムシはS型ワムシを使用した。ワムシの栄養強化は、冷蔵濃縮ナノクロフィスとアクアラン(武田化学飼料株式会社)により行った。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』の項に示した。

結果

本年度の飼育に供した受精卵の由来を表1に、種苗生産結果を表2に、成長・生残状況を図3に示した。生産期間は平成7年5月26日から7月30日までの66日間で、60m³水槽2面を用いて2例の飼育を行った。

以下、各生産回次毎の生産結果の概要を記す。

1) 1回次生産

海上で養成した天然7~12歳の親魚を5月17日に陸上水槽に収容し、25℃で5日間加温養成した後にHCGを注射した。採卵は人工授精により行い、得られた浮上卵113.2万粒(受精卵53.9万粒)を飼育水槽に収容した。ふ化した仔魚は35.4万尾(飼育水槽内計数)で、ふ化率は65.7%(受精卵数より算出)であった。

ふ化仔魚には油球位置異常個体が多くみられ、正常個体率は18.2%であった(表3)。

餌料には、日齢2よりS型ワムシ、日齢16よりアルテミア幼生、日齢31より養成アルテミアを給餌し、取り揚げ後の日齢57より配合飼料を給餌した。

初期減耗が大きく、日齢10での生残率は14.4%であった。その後も減耗が続き、全長10mm(日齢23)での生残率は2.8%であった(図1)。

日齢25以後、成長率が低下し、全長10mmから15mmまで成長するのに、約15日間を要し、この時期に成長の遅滞がみられた(図1)。

日齢23より浮上斃死個体が多く出現したため、ウイルス検査を行った結果、VNNであることが確認された(表4)。

日齢50より共食いにより斃死する個体がみられ始めたため日齢57で取り揚げた。総生産尾数は343尾、取り揚げサイズは平均全長24.0mm(18.6~30.9)、生残率は0.1%であった。

2) 2回次生産

海上で養成した天然7~12歳の親魚を5月17日に陸上水槽に収容し、20℃で12日間加温養成した後にHCGを注射した。採卵は人工授精により行い、得られた浮上卵137.6万粒(受精卵124.9万粒)を飼育水槽に収容した。ふ化した仔魚は100.3万尾(飼育水槽内計数)で、ふ化率は80.3%(受精卵数より算出)であった。

ふ化仔魚には油球位置異常個体が多くみられ、正常個体率は23.7%であった(表3)。

餌料には、日齢2よりS型ワムシ、日齢12よりアルテミア幼生、日齢30より養成アルテミアを給餌し、取り揚げ後の日齢59より配合飼料を給餌した。

初期減耗が大きかったが、日齢10での生残率は34.9%であり、本種の初期生残率としては過去の事例の中でもっとも高かった。その後、斃死が少なくなったが、日齢15より定位遊泳することのできない個体が発生し大量斃死が起きたため、ウイルス検査をした結果、VNNであることが確認された(表4)。なお、日齢10~15にかけて、大部分の仔魚の膀胱内には1~2個の結石がみられた。

日齢50より共食いにより斃死する個体が増えたため日齢59で取り揚げた。総生産尾数は702尾、取り揚げサイズは平均全長23.9mm(19.6~31.1)、生残率は0.1%であった。

3) 昨年度に引き続き、人工授精による採卵を試みたところ、今年度は100万粒を越える大量の受精卵が得られ、量産飼育の可能性がうかがえた。

4) 飼育水槽内での卵管理における通気方法について、1回次生産ではふ化終了まで、2回次生産ではふ化直前までエアブロックによる強通気を行ったところ、ふ化率には大きな差はみられなかった。しかし、ふ化後の通気をエアブロックにを用いて行ったところ、日齢10までの生残率が向上し、有効性がみられた。

5) 今年度行った2例の飼育で、日齢15~25に大量斃死がおきVNNの発症が確認された。本種のVNNは、平成5年度に初めて発症が確認された後、今年度までに7例の飼育中5例でVNNの発症がみられている。シマアジの種苗生産と同様、VNNに関する防疫体制を確立する必要がある。

考察

本種の種苗生産技術開発に関しては、現在のところ飼育手法として確立されたものはほとんどない。これまでの種苗生産事例をみると、取り揚げまで飼育できた事例は平成3年に1例と平成5年に1例の合計2例のみであり、ほとんどの飼育事例においてふ化後3~4日目までに大量斃死により全滅している(表5)。また、取り揚げまで飼育できた事例においても、ふ化後10日目までに大量斃死がおきている。このように当面の重要課題として初期の大量減耗の防止があげられる。

今年度行った2例の飼育においても初期減耗が大きく、日齢10までに生残率が大きく低下した。しかし、通気方法をエアブロックによる強通気にしたところ、初期の生残率の向上が伺えたことから、初期減耗の要因としては、親魚由来のふ化仔魚の活力(卵質)・および初期餌料の他に初期飼育環境の3点が考えられる。このため、今後の種苗生産技術開発は、優良親魚の養成による良質卵の確保に努めるとともに、水温・照度・通気量などの適正初期飼育環境の把握、初期餌料としてのS型ワムシの適性に重点をおいて進めることが重要である。

また、今年度行った2例の飼育で、日齢15~25に大量斃死がおきVNNの発症が確認された。本種のVNNは、平成5年度に初めて発症が確認された後、今年度までに7例の飼育中5例でVNNの発症がみられている。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など防疫体制の確立が急務である。このため、シマアジと同様、PCR手法によるウイルスフリーの親魚の選抜養成が有効と考えられる。昨年度より、人工授精による採卵手法を導入しているが、ウイルスフリーの親魚のみを選抜して採卵できることから、本手法はVNN防止の見地からも有効と思われる。

要約

本種の種苗生産試験では、平成 3年度に初めて1,038 尾の種苗を生産し、平成 5年度にも3,400 尾を生産した。しかし、昨年度は 3例の飼育事例すべてにVNNが発生し、そのうち 2例は全滅した。このため、本年度はVNN対策（オゾンによる用水及び施設の殺菌、餌料の洗浄）に重点をおき、生産尾数 1 万尾を目標に飼育を行った。

- 1) 平成 7年 5月 26日から 7月 30日までの66日間で、60m³水槽 2面を用いて 2例の飼育試験を行った。
- 2) 1 回次生産では、陸上水槽で加温養成した天然 7～12歳の親魚からHCG打注後の人工授精により得られた受精卵 53.9 万粒を用いた。収容は受精卵で行った。ふ化仔魚は35.4万尾（ふ化率は65.7%）であった。初期減耗が大きく、日令10での生残率は14.4%であった。日令23より浮上斃死個体が多く出現したためウイルス検査を行った結果、NNVが検出された。取り揚げは日齢57で行い、平均全長24.0mmの種苗 343尾（生残率 0.1%）を取り揚げた。
- 3) 2回次生産では、陸上水槽で加温養成した天然 7～12歳の親魚からHCG打注後の人工授精により得られた受精卵 124.9万粒を飼育水槽に収容した。ふ化仔魚は 100.3万尾（ふ化率は80.3%）であった。日齢10での生残率は34.9%で、過去の飼育例の中ではもっとも高かった。日齢15より浮上斃死個体が多く出現したためウイルス検査を行った結果、NNVが検出された。取り揚げは日齢58で行い、平均全長23.9mmの種苗 702尾（生残率0.07%）を取り揚げた。
- 4) 人工授精により大量の受精卵の確保が可能になったこと、初期飼育における通気方法の改良により初期生残率が向上したことかたら、量産飼育の可能性がうかがわれた。しかし、日齢10以降も減耗が大きく、残された多くの課題の整理が重要である。

（塩澤 聡）

表1 生産に供試したクエ受精卵の由来

生産回次	親魚	雌雄比 (雌:雄)	平均魚体重 (kg)	養成期間 産卵期間	採卵月日	浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	備考
1	天7~12	3:1	13.2	5.17~5.24	5.24	113.2	53.9	H C G打注後人工授精 養成水温20℃
2	天7~12	2:1	10.4	5.17~5.31	5.31	137.6	124.9	H C G打注後人工授精 養成水温25℃

* 水温別成熟度調査試験より採卵

表2 平成7年度クエ種苗生産の概要 (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 実容量 (m^3)	個数	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾/ m^3)	水温 ($^{\circ}C$)	主な餌の種類	飼育 日数		月日	尾数 (尾)	密度 (尾/ m^3)	全長 (mm)	生残率 (%)
1	角型	60(50)	1	5.26	35.4	7080	25	ワシ・アサギ・配合	57	7.22	343	7	24.0(18.6~30.9)	0.1	人工授精, 受精卵収容
2	角型	60(50)	1	6.2	100.3	20060	25	ワシ・アサギ・配合	58	7.30	702	14	23.9(19.6~31.1)	0.07	人工授精, 受精卵収容
合計					135.7	13570					1045	10	23.9(18.6~31.1)	0.08	

表3 油球位置異常個体発生状況

生産回次	採卵 月日	受精率 (%)	ふ化率 (%)	ふ化仔魚油球部位 (%) *					採卵方法
				A	B	C	D	E	
1	5.24	47.6	65.7	3.0	8.1	27.3	43.4	18.2	人工授精
2	5.31	85.0	80.3	1.5	4.4	27.4	43.0	23.7	人工授精

* 卵嚢を垂直方向に前部より5等分しA～E部位と設定
E部位が油球位置正常

表5 過去6年間におけるクエの年度別種苗生産結果

項 目	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	平成6年	平成7年
収容尾数* (万尾)	少量	13.3	35.2	102.1	146.0	135.7
取り揚げ尾数 (尾)	0	1038	0	3400	0	1045
生残率 (%)	0	0.78	0	0.33	0	0.08
全長 (mm)	-	36.3	-	27.3	-	23.9

*卵収容後の水槽内ふ化尾数

表4 クエ種育苗生産状況及びPCR によるクエ仔魚及び稚魚からのVNNの検出結果 (1995年 五島事業場)

年度	生産 回次	ふ化後日数												生産尾数 (尾)	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		60
平成2年度	1 R		★ (日齢8 全滅)												0
平成3年度	1 R												★ (日齢56)	1,088	
平成4年度	1 R		★ (日齢3 全滅)												0
	2 R														
平成5年度	1 R	生魚													3,300
		死魚													
	2 R	生魚													0
		死魚													
	3 R	生魚													0
		死魚													
平成6年度	1 R	生魚													0
		死魚													
	2 R	生魚													0
		死魚													
平成7年度	1 R	生魚													343
		死魚													
	2 R	生魚													702
		死魚													

★：飼育終了

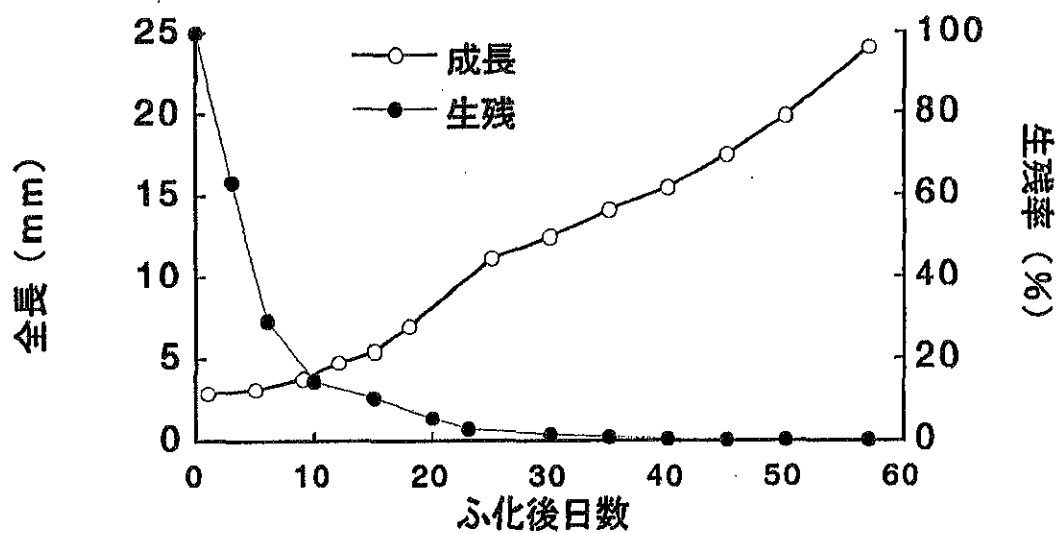


図1 1回次生産における成長と生残

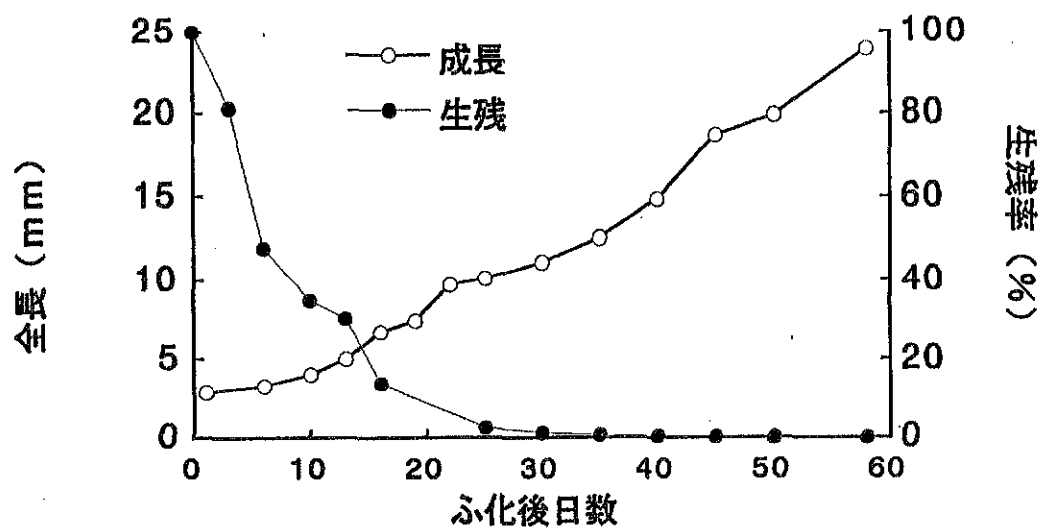


図2 2回次生産における成長と生残

2-4-2 クエ種苗生産（海上飼育）

中野 昌次

クエの中間育成は、種苗生産が困難で平成 3年度と 5年度の 2回しか行っておらず、十分な技術開発がなされていないのが現状である。2回の育成試験では、冬期の生残率の急減が問題で、その原因が低水温の影響にあることが考えられた。本年度は冬期に陸上水槽で飼育を行い自然水温下の飼育が可能であるか確認した。

1 材料と方法

平成 7年 9月19日に陸上水槽で飼育された平均全長88mm(72~102)の種苗423尾を海上筏に設置した4×4×3 mの小割網1面に収容した。餌料には配合飼料を主体に当场で調餌したモイストペレット（配合飼料：アジ：オキアミ=1:0.5:0.5）を1日1~2回ほぼ飽食になるように与えた。斃死魚は毎日除去し、適時網替えを行った。

11月27日に陸上の8m³コンクリート水槽1面に陸揚げし自然水温で飼育し、摂餌量、行動等の観察を行った。2月24日からは生残魚を2面に分け、同日より加温を開始する区と3月3日より加温する区に分け加温開始時期の差異による生残率の影響を両区の斃死がなくなるまで調べた。2区とも加温は徐々に昇温し約10日後に18~19℃を維持した。餌料には水温が低下し摂餌量が減ってからは配合飼料のみとし、1日置きの給餌を行い、加温後はモイストペレットを毎日給餌した。

2 結果及び考察

表1に結果の概要を、表2に魚体測定結果を示し、図1に全長と体重の関係を示した。また、3月3日加温区の事例について中間育成期間の飼育水温の推移を図2に、成長と生残率について図3に示した。図4には1尾当りの給餌量の推移を示した。

海上小割網と陸上水槽での飼育より平成 8年 5月21日の時点で平均全長164mm(112~218)

の212 尾が生き残り、その生残率は47.8%であった。また、全長(TL)と体重(BW)の関係は $(BW) = 0.00002 * (TL)^{2.91}$ 、 $r^2 = 0.99$ の式で表された。

1. 小割生簀での飼育

生データ 1に飼育概要を示した。10月までの飼育は共食いによる損傷または斃死はみられず 1尾当りの給餌量は0.4~0.7gを給餌し、給餌率(1日の給餌量/総魚体重×100)に換算して 3~4%となった。11月より時化の回数が増え、共食いにより尾部に損傷を受け斃死するものもみられた。このため11月27日に管理が容易な陸上水槽に平均全長105mm(82~132)の412 尾を陸揚げした。取り揚げ時の観察で生存魚の 8割に鳥害を受けた痕跡があり、クエは空胃時水面近くを漂う習性があり時化が収まった時に鳥害に会いやすいものと考えられた。この時点での生残率は90.8%であった。当场では冬期期間、時化が続き、平成 3,5 年度にも滑走細菌症の発生、鳥害により海上飼育ができておらず、当歳魚のクエを海上で飼育することは困難であると思われる。

2. 陸上水槽での飼育

生データ 2~6に飼育概要を示した。陸揚げ後は共食いはみられず中間育成を開始した平均全長88mm以上では餌が十分あれば共食いをしないと考えられた。2月上旬まではほとんど斃死はみられず 2月15日時点での生残率は通算で89.4%であり平均全長116mm(86~147)であった。しかし飼育水温は収容時の25℃から徐々に低下し最低13℃まで下がり、飼育水温の低下に伴い摂餌量も減って 1尾当りの給餌量は収容時の0.5gから0.05g まで下がり、

2月15日時点での給餌率は 0.3%であった。成長は海上での飼育で全長の 1日当りの成長が0.23mmあったのに対し、陸上水槽収容から 2月15日までの全長の 1日当り成長は0.14mmまで下がった。

2月中旬以降は飼育水温はさらに下がることはなかったが、給餌時の摂餌はほとんどなくなった。給餌時以外に水槽底面にある餌を摂餌しているかもしれないので置餌として 1日置きに給餌した。斃死は 2月中旬よりだんだん多くなり 2月24日の時点の生残率は82.0%まで下がった。斃死および生魚の外部症状はみられず、解剖所見でも異常はなく、VN

Nと病原性細菌の有無の検査も行ったが、死因を特定することができなかった。

(加温試験)

表 3に加温開始時期別の生残状況を示した。2月24日より加温した区は加温後 9日より摂餌が良くなり初め 1尾当りの給餌量は0.2g(モイストペレット給餌, 配合飼料の1/2 換算で算出)であった。その時の水温は17℃で水温下降の同水温時とほぼ同量の給餌量であった。水温19℃の 3月10日には極めて摂餌状況は良くなり、以後順次給餌量を増やした。ただし、斃死は加温後も続いたが完全に止まったのは 3月18日で加温試験開始後の生残率は、68.9%であった。一方、3月 3日から加温した区は加温後13日目より摂餌が良くなり始めたが、加温開始後の斃死も多く 3月18日には斃死は止まったものの加温試験開始後の生残率は48.2%で早く加温を開始した区よりも摂餌回復が遅く、斃死も多かった。この結果より冬期の斃死原因は水温低下によるものと判断され、加温を開始しても直には生理代謝機能は回復するものではなく時間を要し、低水温期間が長い程、その回復時間を要するものと考えられる。従って、水温13℃を経験してもこの水温では直に斃死するものではなくこの水温帯を長期間経験することにより生理代謝機能が低下し、やがて斃死にいたっているものと考えられる。すなわち当场での自然水温下での飼育は不可能であると断定した。

3月18日以降両水槽とも全く斃死はみられず、平成 8年度にまたがってしまったが、取り揚げの 5月21日時点の給餌量は 1尾当り 0.9g を給餌し給餌率 1.6%で、2 月15日からの 1日当り全長の成長量は0.65mmとなり、自然水温での飼育に切り替えた。

表 1 クエ中間育成結果の概要

收容 月日	尾数	全長(mm)	取り揚げ 月日	尾数	全長(mm)	生残 率(%)
	(尾)	平均(最小-最大), SD		(尾)	平均(最小-最大), SD	
9月19日	423	88(72-102), 8	5月21日	212	164(112-218), 25	47.8

表 2 クエ中間育成魚体測定結果

測定月日	サンプル 尾数	全長(mm)	体重(g)	肥満度
		平均(最小-最大), SD	平均(最小-最大), SD	平均(最小-最大), SD
9月19日	50	88(72-102), 8	10.4(5.4-16.5), 2.9	14.9(13.4-17.3), 1.0
10月12日	20	109(93-141), 12		
10月27日	20	98(78-110), 20	15.7(9.0-21.5), 3.6	16.6(14.8-20.7), 1.6
11月27日	20	105(82-132), 20		
2月15日	30	116(86-147), 17	23.3(9.5-46.0), 10.5	14.2(12.5-16.0), 0.8
5月21日	40	164(112-218), 25	67.9(28.0-158.3), 32.5	14.5(11.9-19.9), 1.3

表 3 加温開始時期の差異による生残率の差

区分	收容 尾数	3月3日の 生残率 %	へい死が見れなくなった時の 月日	生残率 %
2月24日加温区	151	78.6	3月18日	68.9
3月3日加温区	224	82.1	3月18日	48.2

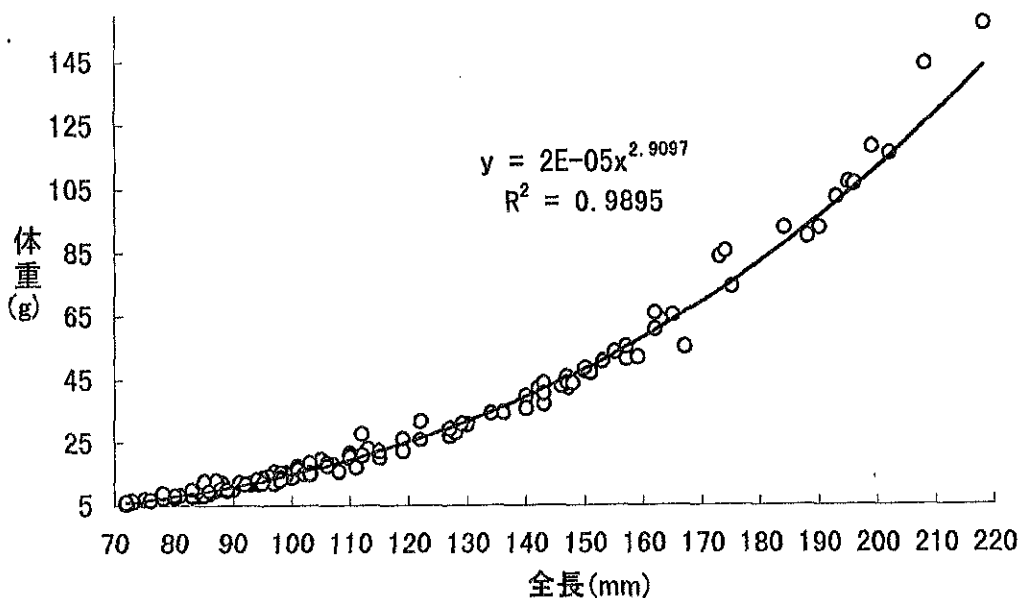


図 1 クエの全長と体重の関係

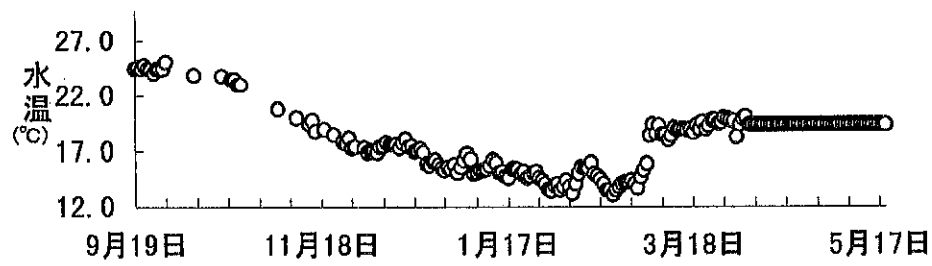


図 2 中間育成期間の飼育水温

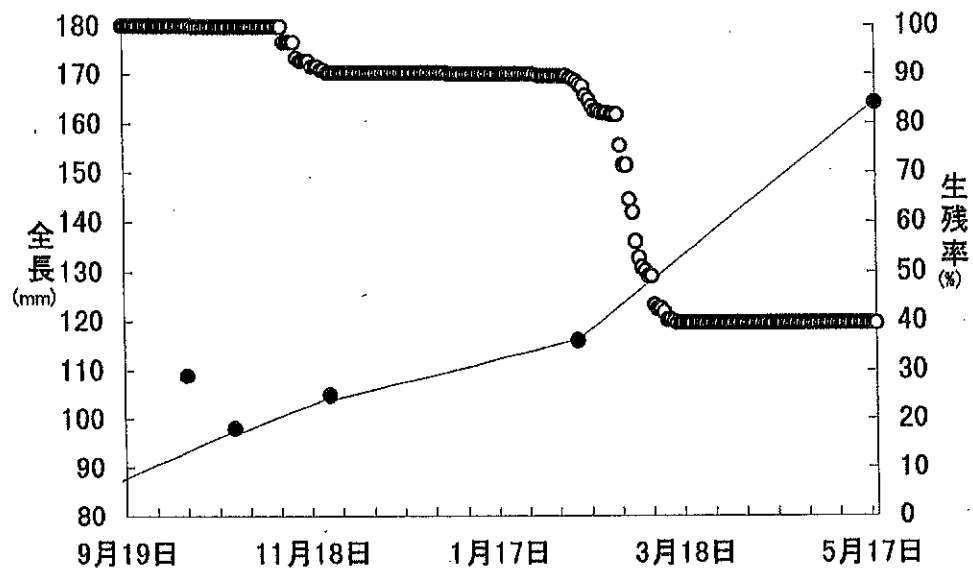


図 3 クエの成長と生残率

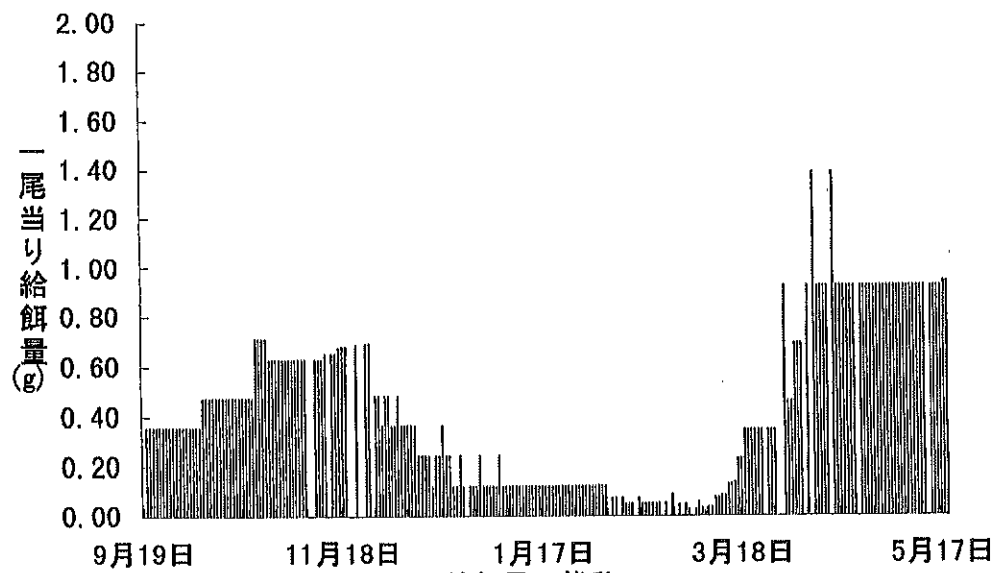


図 4 一尾当りの給餌量の推移

生データ 1

クエ海上小割生け簀による中間育成の飼育概要

月日	飼育日数	水温 ℃	保尾 尾数	サツ 引き 尾	生残 率 %	測定 全長 mm	日間 成長 mm/日	測定 体重 g	給餌 餌量 g	1尾7割 給餌量 g	備考
9月19日	0	25.0	423		100.0	88		10.4	15	0.04	大小2群に選別し大を24節小割網110Dに収容
9月20日	1	24.8	423		100.0				150	0.35	小割網の中間まで上がって来て摂餌するようになる
9月21日	2	24.5	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月22日	3	24.5	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月23日	4	24.6	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月24日	5	24.5	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月25日	6	24.8	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月26日	7	24.5	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月27日	8	24.4	423		100.0				150	0.35	透明度悪い
9月28日	9	24.1	423		100.0				150	0.35	透明度少し良くなる
9月29日	10	24.5	423		100.0				150	0.35	
9月30日	11	24.5	423		100.0				150	0.35	
10月1日	12	24.5	423		100.0				150	0.35	
10月2日	13	25.1	423		100.0				150	0.35	
10月3日	14		423		100.0				150	0.35	
10月4日	15		423		100.0				150	0.35	
10月5日	16		423		100.0				150	0.35	
10月6日	17		423		100.0				150	0.35	
10月7日	18		423		100.0				200	0.47	
10月8日	19		423		100.0				200	0.47	
10月9日	20		423		100.0				200	0.47	
10月10日	21		423		100.0				200	0.47	
10月11日	22	23.9	423		100.0				200	0.47	
10月12日	23		423		100.0	109	0.91		200	0.47	
10月13日	24		423		100.0				200	0.47	
10月14日	25		423		100.0				200	0.47	
10月15日	26		422		99.8				200	0.47	
10月16日	27		422		99.8				200	0.47	
10月17日	28		422		99.8				200	0.47	
10月18日	29		422		99.8				200	0.47	
10月19日	30		422		99.8				200	0.47	
10月20日	31	23.8	422		99.8				200	0.47	
10月21日	32		422		99.8				200	0.47	
10月22日	33		422		99.8				200	0.47	
10月23日	34	23.5	422		99.8				300	0.71	
10月24日	35	23.5	422		99.8				300	0.71	
10月25日	36	23.0	422		99.8				300	0.71	
10月26日	37	23.0	422		99.8				300	0.71	
10月27日	38		477	-55	99.8	98		15.7	300	0.63	小を統合TL98(78-110)mm, BW15.7(9.0-21.5)
10月28日	39		477		99.8				300	0.63	
10月29日	40		477		99.8				300	0.63	よく上がって摂餌
10月30日	41		477		99.8				300	0.63	
10月31日	42		477		99.8				300	0.63	
11月1日	43		477		99.8				300	0.63	
11月2日	44		477		99.8				300	0.63	
11月3日	45		477		99.8				300	0.63	
11月4日	46		477		99.8				300	0.63	
11月5日	47		477		99.8				300	0.63	
11月6日	48		477		99.8				300	0.63	
11月7日	49	20.8	477		99.8				300	0.63	
11月8日	50		477		99.8						海上時化
11月9日	51		477		99.8						
11月10日	52		477		99.8				300	0.63	
11月11日	53		477		99.8				300	0.63	
11月12日	54		477		99.8				300	0.63	
11月13日	55	20.0	462		96.7				300	0.65	しっぽかまれて死
11月14日	56		462		96.7						海上時化
11月15日	57		462		96.7				300	0.65	
11月16日	58		462		96.7				300	0.65	しっぽかまれて死
11月17日	59	19.5	446		93.3				300	0.67	
11月18日	60	19.8	443		92.7				300	0.68	ふらふら個体有り
11月19日	61	18.8	443		92.7				300	0.68	
11月20日	62		443		92.7						海上時化
11月21日	63		443		92.7						
11月22日	64	19.0	437		91.4				300	0.69	斃死は腐敗
11月23日	65		437		91.4						海上時化
11月24日	66		437		91.4						海上時化
11月25日	67	18.5	434		90.8				300	0.69	
11月26日	68		434		90.8				300	0.69	約8割は鳥害みられる。

生データ2

クエ陸上コンクリート水槽での中間育成概要 その1

月日	飼育 日数	水温 ℃	保有 尾数	引 尾	生残 率 %	測定 全長 mm	日間 成長 mm/日	測定 体重 g	給餌 量 g	1尾7日 給餌量 g	備考
11月27日	69		412	19	90.1	105	0.23				陸揚げ、傷魚28尾分離、F水槽収容
11月28日	70	17.9	412		90.1				200	0.49	
11月29日	71	17.7	412		90.1				200	0.49	午後から夕方の方が摂餌が良い
11月30日	72	18.2	412		90.1				150	0.36	バ イ 投入
12月1日	73	17.3	412		90.1				200	0.49	
12月2日	74	17.4	412		90.1				200	0.49	
12月3日	75		412		90.1				150	0.36	底掃除
12月4日	76		412		90.1				150	0.36	
12月5日	77	17.3	412		90.1				200	0.49	底に沈んだ配合食べている
12月6日	78	16.9	412		90.1				150	0.36	
12月7日	79	17.1	412		90.1				150	0.36	底掃除
12月8日	80	17.0	412		90.1				150	0.36	バ イ 増やす
12月9日	81	16.9	412		90.1				150	0.36	午後の浮き上がっている時食べる
12月10日	82	17.4	412		90.1				150	0.36	
12月11日	83	17.5	412		90.1				100	0.24	底掃除
12月12日	84	17.8	412		90.1				100	0.24	
12月13日	85	17.6	412		90.1				100	0.24	給餌の際驚かなくなった
12月14日	86	17.6	412		90.1				100	0.24	底掃除
12月15日	87	17.6	412		90.1				50	0.12	餌食い悪い
12月16日	88	17.3	412		90.1				100	0.24	餌食い良い
12月17日	89	17.8	412		90.1				100	0.24	底掃除
12月18日	90	18.1	412		90.1				150	0.36	餌食い良い
12月19日	91	17.4	412		90.1				100	0.24	バ イ 増やす
12月20日	92	17.5	412		90.1				100	0.24	底掃除
12月21日	93	17.0	412		90.1				50	0.12	
12月22日	94	17.1	412		90.1				50	0.12	
12月23日	95	17.2	412		90.1				100	0.24	
12月24日	96	16.9	412		90.1				50	0.12	底掃除
12月25日	97	15.9	412		90.1						
12月26日	98	15.7	412		90.1				50	0.12	
12月27日	99	16.1	412		90.1				50	0.12	
12月28日	100	16.2	412		90.1				50	0.12	底掃除
12月29日	101	15.8	412		90.1				100	0.24	
12月30日	102	15.5	412		90.1				50	0.12	底掃除
12月31日	103	15.3	412		90.1				50	0.12	食べない
1月1日	104	15.6	412		90.1				50	0.12	
1月2日	105	15.4	412		90.1				50	0.12	
1月3日	106	15.8	412		90.1				50	0.12	少し食べた
1月4日	107	15.1	412		90.1				100	0.24	
1月5日	108	15.6	411		89.9				50	0.12	底掃除 糞死はずれ魚
1月6日	109	16.2	411		89.9				50	0.12	
1月7日	110	16.8	411		89.9				50	0.12	
1月8日	111	16.3	411		89.9				50	0.12	
1月9日	112	15.0	411		89.9				50	0.12	
1月10日	113	15.1	411		89.9				50	0.12	
1月11日	114	15.3	411		89.9				50	0.12	
1月12日	115	15.3	411		89.9				50	0.12	
1月13日	116	15.4	411		89.9				50	0.12	
1月14日	117	15.7	411		89.9				50	0.12	
1月15日	118	16.2	411		89.9				50	0.12	底掃除
1月16日	119	16.0	411		89.9				50	0.12	
1月17日	120	15.1	411		89.9				50	0.12	
1月18日	121	15.2	411		89.9				50	0.12	
1月19日	122	14.8	411		89.9				50	0.12	
1月20日	123	14.6	411		89.9				50	0.12	
1月21日	124	15.4	411		89.9				50	0.12	底掃除
1月22日	125	15.5	411		89.9				50	0.12	
1月23日	126	15.4	411		89.9				50	0.12	
1月24日	127	15.0	411		89.9				50	0.12	
1月25日	128	15.2	411		89.9				50	0.12	
1月26日	129	14.6	411		89.9				50	0.12	
1月27日	130	14.8	411		89.9				50	0.12	
1月28日	131	15.1	411		89.9				50	0.12	
1月29日	132	15.2	411		89.9				50	0.12	
1月30日	133	14.6	411		89.9				50	0.12	仕切取る 底掃除
1月31日	134	14.4	411		89.9				50	0.12	
2月1日	135	14.1	411		89.9				50	0.12	
2月2日	136	13.6	410		89.7				50	0.12	糞死TL141mm, TL111mm, BW46.3g
2月3日	137	13.4	409		89.5				50	0.12	糞死腐敗

生データ3

クエ陸上コンクリート水槽での中間育成概要

その2-1

月日	飼育日数	水温 ℃	保仔 尾数	サブリ 引き 尾	生残 率 %	比較 生残率 %	測定 全長 mm	日間 成長 mm/日	測定 体重 g	給餌 量 g	1尾7日 給餌量 g	備考
2月4日	138	13.9	409		89.5					50	0.12	
2月5日	139	14.1	409		89.5					50	0.12	
2月6日	140	13.5	409		89.5							
2月7日	141	13.8	409		89.5					30	0.07	
2月8日	142	14.4	409		89.5					30	0.07	
2月9日	143	13.8	409		89.5							
2月10日	144	13.2	409		89.5					30	0.07	底掃除
2月11日	145	14.1	409		89.5					20	0.05	餌食い極めて悪い
2月12日	146	15.0	409		89.5					20	0.05	
2月13日	147	15.6	407		89.0					20	0.05	斃死TL121mm, aBL97mm, BW24.7g, TL154mm, BL123mm, BW56.0g
2月14日	148	15.5	406		88.8					0	0.00	餌少し食べる斃死続く。背鰭基部が白くなっている個体
2月15日	149	15.5	404		88.4		116	0.14	23.3	30	0.07	エメーションにて100g/4t.4時間で薬浴, 測定, 計数
2月16日	150	16.0	401		87.7					20	0.05	同上薬浴
2月17日	151	15.0	399		87.3					20	0.05	
2月18日	152	14.8	391		85.5					20	0.05	
2月19日	153	14.5	387		84.7					20	0.05	少し摂餌回復
2月20日	154	14.1	381		83.4					20	0.05	
2月21日	155	13.5	377		82.5					20	0.05	1日置き給餌に変更
2月22日	156	13.5	377		82.5							
2月23日	157	13.1	375		82.0					20	0.05	体色が良いもの増える
2月24日	158	13.5	224	151	82.0	100.0						151尾をF2水槽へ分養
2月25日	159	13.8	224		82.0	100.0				20	0.09	
2月26日	160	14.1	223		81.6	99.6						底掃除
2月27日	161	14.2	223		81.6	99.6				10	0.04	
2月28日	162	14.2	223		81.6	99.6						
2月29日	163	14.4	206		75.4	92.0				10	0.05	底掃除
3月1日	164	14.1	195		71.4	87.1				5	0.03	1/1給餌へ
3月2日	165	13.7	195		71.4	87.1						
3月3日	166	14.7	176		64.4	78.6				5	0.03	加温開始
3月4日	167	15.3	169		61.9	75.4				10	0.06	
3月5日	168	15.9	153		56.0	68.3				5	0.03	底掃除
3月6日	169	18.4	144		52.7	64.3				2.5	0.02	
3月7日	170	19.4	139		50.9	62.1				5	0.04	
3月8日	171	18.6	137		50.2	61.2				5	0.04	底掃除
3月9日	172	19.3	134		49.1	59.8				10	0.07	
3月10日	173	18.5	134		49.1	59.8				10	0.07	
3月11日	174	18.5	118		43.2	52.7				10	0.08	底掃除
3月12日	175	18.0	116		42.5	51.8				10	0.09	摂餌はまだ良くないが、敏捷になる
3月13日	176	18.4	116		42.5	51.8				15	0.13	
3月14日	177	19.1	114		41.7	50.9				15	0.13	
3月15日	178	18.9	110		40.3	49.1				15	0.14	
3月16日	179	19.0	110		40.3	49.1				25	0.23	摂餌良くなる
3月17日	180	19.0	109		39.9	48.7				25	0.23	
3月18日	181	18.9	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月19日	182	19.0	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月20日	183	18.7	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月21日	184	19.3	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月22日	185	19.0	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月23日	186	19.6	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月24日	187	19.0	108		39.5	48.2						
3月25日	188	19.3	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月26日	189	19.8	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月27日	190	19.8	108		39.5	48.2				37.5	0.35	
3月28日	191	19.5	108		39.5	48.2						
3月29日	192	19.6	108		39.5	48.2						
3月30日	193	20.0	108		39.5	48.2				100	0.93	
3月31日	194	19.9	108		39.5	48.2				50	0.46	
4月1日	195	19.8	108		39.5	48.2				50	0.46	
4月2日	196	19.7	108		39.5	48.2				75	0.69	
4月3日	197	18.3	108		39.5	48.2				75	0.69	
4月4日	198	19.4	108		39.5	48.2				75	0.69	
4月5日	199	19.9	108		39.5	48.2						
4月6日	200	20.1	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月7日	201	19.4	108		39.5	48.2						
4月8日	202	19.4	108		39.5	48.2				150	1.39	
4月9日	203	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月10日	204	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月11日	205	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月12日	206	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	

生データ4

クエ陸上コンクリート水槽での中間育成概要

その2-2

月日	飼育 日数	水温 ℃	保有 尾数	サブリ 引き	比較 生残率 %	給餌 餌量 g	1尾7割 給餌量 g	備考
2月24日	158	15.2	151		100.0	10	0.07	151尾をF2水槽へ分養
2月25日	159	15.3	149		98.7			11:30, 14.3℃17:00, 15.0℃で育成開始
2月26日	160	15.7	146		96.7	10	0.07	摂餌まだ良くならない
2月27日	161	16.2	146		96.7			
2月28日	162	17.3	141		93.4	10	0.07	
2月29日	163	18.1	138		91.4			底掃除
3月1日	164	19.2	131		86.8	15	0.11	モイスト給餌へ
3月2日	165	17.0	131		86.8	10	0.08	
3月3日	166	17.3	124		82.1	15	0.12	
3月4日	167	17.4	119		78.8	25	0.21	摂餌良くなる
3月5日	168	17.1	117		77.5	25	0.21	底掃除
3月6日	169	18.8	113		74.8	20	0.18	
3月7日	170	19.8	110		72.8	25	0.23	
3月8日	171	19.5	109		72.2	15	0.14	底掃除
3月9日	172	19.5	107		70.9	15	0.14	
3月10日	173	19.3	107		70.9	35	0.33	摂餌かなり良くなる
3月11日	174	19.5	106		70.2	30	0.28	底掃除
3月12日	175	18.5	105		69.5	50	0.48	摂餌極めて良くなる
3月13日	176	19.3	105		69.5	50	0.48	
3月14日	177	19.5	105		69.5	50	0.48	
3月15日	178	19.6	105		69.5	50	0.48	
3月16日	179	19.4	105		69.5	50	0.48	
3月17日	180	19.6	105		69.5	50	0.48	
3月18日	181	19.4	104		68.9	50	0.48	
3月19日	182	19.4	104		68.9	50	0.48	
3月20日	183	19.6	104		68.9	50	0.48	
3月21日	184	19.5	104		68.9	50	0.48	
3月22日	185	19.7	104		68.9	50	0.48	
3月23日	186	19.2	104		68.9	50	0.48	
3月24日	187	19.6	104		68.9	0	0.00	
3月25日	188	19.2	104		68.9	50	0.48	
3月26日	189	19.7	104		68.9	50	0.48	
3月27日	190	19.7	104		68.9	50	0.48	
3月28日	191	19.8	104		68.9	50	0.48	
3月29日	192	19.8	104		68.9	50	0.48	
3月30日	193	19.9	104		68.9	50	0.48	
3月31日	194	19.7	104		68.9	75	0.72	
4月1日	195	19.7	104		68.9	75	0.72	
4月2日	196	19.6	104		68.9	75	0.72	
4月3日	197	19.2	104		68.9	75	0.72	
4月4日	198	19.3	104		68.9	0	0.00	
4月5日	199	19.8	104		68.9	75	0.72	
4月6日	200	20.0	104		68.9	75	0.72	
4月7日	201	19.8	104		68.9	75	0.72	
4月8日	202	19.8	104		68.9	75	0.72	
4月9日	203	19.8	104		68.9	75	0.72	
4月10日	204	19.8	104		68.9	75	0.72	
4月11日	205	19.8	104		68.9	75	0.72	
4月12日	206	19.8	104		68.9	75	0.72	

生データ5

クエ陸上コンクリート水槽での中間育成概要

その3-1

月日	飼育 日数 日	水温 ℃	保母 尾数 尾	サブリ 引き 尾	生残 率 %	比較 生残率 %	測定 全長 mm	日間 成長 mm/日	測定 体重 g	給餌 量 g	1尾7列 給餌量 g	備考
4月13日	207	19.4	108		39.5	48.2						
4月14日	208	19.4	108		39.5	48.2				150	1.39	
4月15日	209	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月16日	210	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月17日	211	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月18日	212	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月19日	213	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月20日	214	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月21日	215	19.4	108		39.5	48.2						
4月22日	216	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月23日	217	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月24日	218	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月25日	219	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月26日	220	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月27日	221	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月28日	222	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月29日	223	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
4月30日	224	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月1日	225	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月2日	226	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月3日	227	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月4日	228	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月5日	229	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月6日	230	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月7日	231	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月8日	232	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月9日	233	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月10日	234	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月11日	235	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月12日	236	19.4	108		39.5	48.2						
5月13日	237	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月14日	238	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月15日	239	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月16日	240	19.4	108		39.5	48.2				100	0.93	
5月17日	241	19.4	212	-104	47.8					200	0.94	F2水槽より統合
5月18日	242	19.4	212		47.8					200	0.94	
5月19日	243	19.4	212		47.8					200	0.94	
5月20日	244	19.4	212		47.8					200	0.94	
5月21日	245	19.4	212		47.8		164	0.65	67.9	0	0.00	

生データ6

クエ陸上コンクリート水槽での中間育成概要							その3-2
月日	飼育 日数	水温 ℃	保育 尾数	サンプリ 引き 尾	比較 生残率 %	1尾7リ 給餌量 g	備考
4月13日	207	19.8	104		68.9	75	0.72
4月14日	208	19.8	104		68.9	75	0.72
4月15日	209	19.8	104		68.9	75	0.72
4月16日	210	19.8	104		68.9	75	0.72
4月17日	211	19.8	104		68.9	75	0.72
4月18日	212	19.8	104		68.9	75	0.72
4月19日	213	19.8	104		68.9	75	0.72
4月20日	214	19.8	104		68.9	75	0.72
4月21日	215	19.8	104		68.9	75	0.72
4月22日	216	19.8	104		68.9	75	0.72
4月23日	217	19.8	104		68.9	75	0.72
4月24日	218	19.8	104		68.9	75	0.72
4月25日	219	19.8	104		68.9	75	0.72
4月26日	220	19.8	104		68.9	75	0.72
4月27日	221	19.8	104		68.9	75	0.72
4月28日	222	19.8	104		68.9	75	0.72
4月29日	223	19.8	104		68.9	75	0.72
4月30日	224	19.8	104		68.9	75	0.72
5月1日	225	19.8	104		68.9	75	0.72
5月2日	226	19.8	104		68.9	75	0.72
5月3日	227	19.8	104		68.9	75	0.72
5月4日	228	19.8	104		68.9	75	0.72
5月5日	229	19.8	104		68.9	75	0.72
5月6日	230	19.8	104		68.9	75	0.72
5月7日	231	19.8	104		68.9	75	0.72
5月8日	232	19.8	104		68.9	75	0.72
5月9日	233	19.8	104		68.9	75	0.72
5月10日	234	19.8	104		68.9	75	0.72
5月11日	235	19.8	104		68.9	75	0.72
5月12日	236	19.8	104		68.9	75	0.72
5月13日	237	19.8	104		68.9	75	0.72
5月14日	238	19.8	104		68.9	75	0.72
5月15日	239	19.8	104		68.9	75	0.72
5月16日	240	19.8	104		68.9	75	0.72
5月17日	241	19.8	104		68.9	75	0.72
							F1水槽へ統合

3. 餌量量産技術開発

3-1 ナンノクロロプシスの生産

目的

五島事業場ではナンノクロロプシスの培養をワムシ培養、飼育水への添加、動物性餌料生物の栄養強化に供給するために行っている。本年度も培養不調時の保有量減少に備えて濃縮装置（株三井造船社製 4M1型）を用いて、収穫したナンノクロロプシスを濃縮冷蔵して、種苗生産に供給した。

I 方法

培養は50m³角型コンクリート水槽10面を使用し、元種には当场産の濃縮ナンノクロロプシスを使用した。培養水には砂濾過を使用し、1水槽に角型エアーストーン（5×5×17）を8個使用し通気を行った。低水温期の保温や降雨による比重低下を防止するための上屋カバーは使用しなかった。

拡大は平成6年9月11日から行い、種苗生産への供給は12月9日から開始した。本年度は7月14日まで種苗生産への供給を行った。その後一部の濃縮ナンノクロロプシスを来年度の元種として冷蔵保存した。

培養方法は砂濾過海水と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、スタート密度が1,000万セル/ml前後になるように調製し、その後、2000万セル/ml程度の濃度になった時に、全量を収穫するバッチ方式で行った。収穫したナンノクロロプシスは全て濃縮した。施肥は硫酸、尿素、過磷酸石灰、クレワット32を用いて、それぞれの規準量を100g/m³、15g/m³、10g/m³、5g/m³として行った。培養開始時には基準量の1/2量を施肥し、その4日～5日毎に基準量の1/2を追肥した。原生動物の発生時には1.0ppmの次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度60%）を用いて防除した。

ナンノクロロプシスの濃縮は三井造船製の濃縮機（4M1型）を用いて行った。15m³角型コンクリート水槽2面に収穫したナンノクロロプシスを移送し、約24時間の運転で5m³～25m³の処理を行った。

II 結果及び考察

本年度の種苗生産への供給は、平成6年12月9日から平成7年7月14日までの217日間で、その間に97回の収穫を行い濃縮ナンノクロロプシスを生産した。その結果、総生産量は2,000万セル換算で1,689m³、日平均生産量は7.78m³であった。収穫したナンノクロロプシスの平均密度は2,160万セル/mlで（表1）、それらを濃縮処理したナンノクロロプシスの平均密度は152.36億セル/ml、平均水量21.96.ℓであった。

本年度のナンノクロロプシス培養水の保有量は生産期間中200m³前後で推移した。拡大は9月10日頃からはじめ12月上旬の生産期前には150m³に達した。12月から3月上旬までの保有量は安定して推移し、各月の平均保有量はそれぞれ139.0m³、165.2m³、177.7m³、150.1m³、219.6m³、199.0m³、171.4m³であった。3月には原生動物の混入により約100m³減少する落ち現象が見られ、次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度60%）を1pp

mの割合で添加したが、保有量が約70m³にまで減少した。その後3月下旬には約200m³にまで回復した（図1）。

濃縮ナンノクロロプシスの日平均生産量は生産量は12月，1月はそれぞれ6.05m³，4.47m³で，2月，3月は5.33m³，6.53m³であった。4，5，6月のそれぞれの日平均収穫量は6.07m³，7.76m³，6.07m³であった（図3）。濃縮ナンノクロロプシスの利用割合はワタニ培養に24.6%，シマアジ，ブリ，ヒラマサ，クエの飼育水添加に48.6%，生物餌料の栄養強化に23.8%であった（図2）。

今後の課題として濃縮ナンノクロロプシスの有効利用法（培養に代わる原種維持法，長期保存方法，濃縮処理排水の培養への利用）の検討を行う必要がある。計画的な濃縮ナンノクロロプシスの生産を行い安定供給を維持し，今後省力化を進める上で再生方法の確立を行う必要がある。

表1 ナンノクロロプシスの生産結果

生産区分 (生産回次)	水 槽	培養方法	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)
1	角 型 コンクリート	バッチ	12.9～7.14 (217)	15.0 (3.3～24.3)	97	1,270 (480～1,850)	1,689.0	2,160 (1,510～3,360)
計					97		1,689.0	

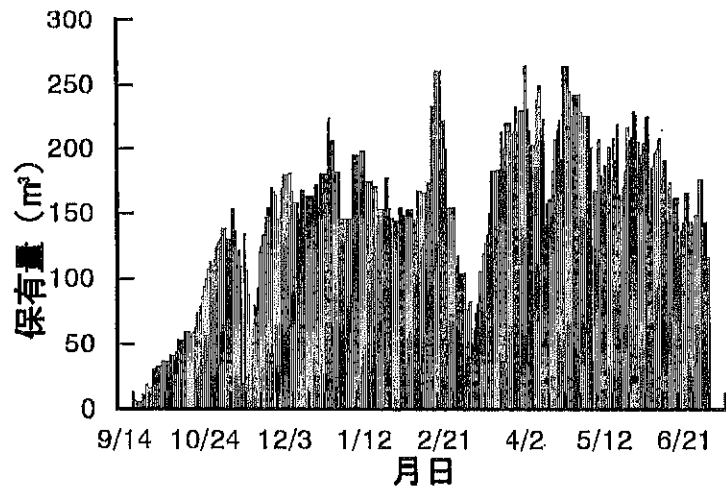


図1 ナンノクロプシス培養水の保有量の推移

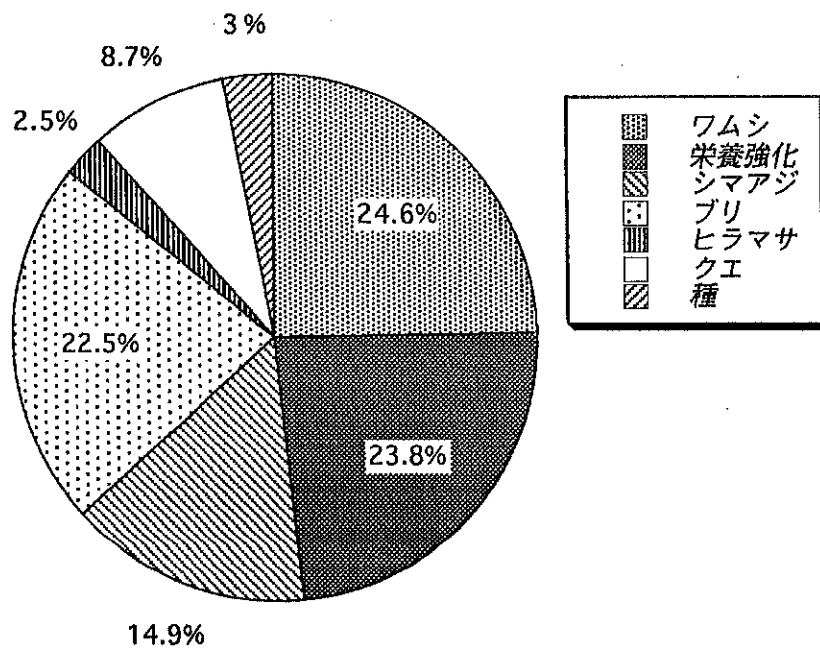


図2 濃縮ナンノクロプシスの利用割合 (%)

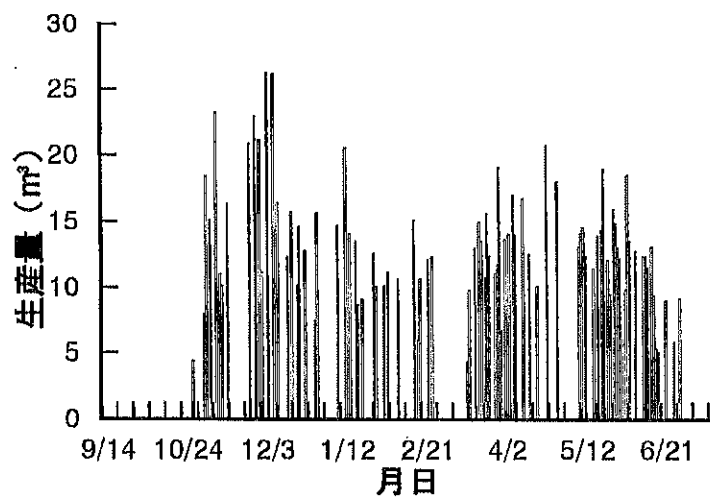


図3 濃縮ナンノクロプシスの生産量

3-2 シオミズツボムシの生産

西岡 豊弘

(1) 大型水槽におけるS型ワムシの培養

本年度はシマアジ・ブリ・ヒラマサ・クエの種苗生産用の初期餌料として供給するためにS型ワムシを長期間の安定的に培養することを目的に生産を行った。

1 材料と方法

元種：平成6年度に玉野事業場より搬入し種培養を行っていたS型ワムシを用いた。

培養水槽：培養水槽には最大同時に屋内80m³コンクリート水槽3面または屋内60m³コンクリート水槽4面を使用した。

培養方法：培養方法は抜き取り方式とし、培養日数5～37日で全換水による移槽を行った。培養水は濾過海水を使用し、ワムシ接種時には自場産の濃縮ナンノクロロプシスを添加し、ワムシを120～150個体/mlの密度になるよう接種した。以後は主に生クロレラV₁₂ (150万セル/ml, (株)クロレラ工業社製)とイーストを給餌した。収穫は1～3日毎に行い、収穫した水量分の海水を添加し元の水量に復元した。6月までは加温を行い培養水温は26～27℃とし、以後は水温の上昇に伴い自然水温とした。通気は屋内80m³コンクリート水槽ではエアーストーン10個で、屋内60m³コンクリート水槽では直径13mmの塩化ビニール製パイプに20cm間隔でφ8mmの穴を開けたエアブロックにより強めに行った。

給餌：ワムシ接種時にナンノクロロプシスを200万セル/mlになるよう添加した。生クロレラは培養日数2日目以降に50万セル/mlになるよう給餌した。イーストはワムシ1億個体当たり80～100gを目安に、定量ポンプを用い1日4回に分けて給餌した。

脱糞処理：壁面にエアフィルター(幅：80cm, 長さ：150cm, AF-111A, (株)金井重要工業)を5～10枚垂下し水槽内の懸濁物を吸着させ、1～2日毎に取り揚げ洗浄し脱糞処理を行った。

収穫：培養水槽に設置した100mmの排水パイプまたは水中ポンプ(SQ2-Y, 鶴見ポンプ)2台で収穫した。収穫には円筒形に作製したNXX25規格のネット(幅20cm, 長さ200cm)を使用した。

2 生産結果

本年度のワムシ生産の概要を表1に示した。ワムシの総保有量と生産量の推移を図1に、生産量の内、餌料として収穫した割合の状況を図2に示した。生産期間は平成6年11月22日から平成7年7月3日までの223日間(延日数：570日)となり、総生産量は12427.89億個体を生産した。日平均生産量は55.48億個体, 単位生産量は0.42億個体/m³/日, 日平均増殖率は30.4%であった。

総生産量の内、餌料として使用されたのは4786.53億個体, 廃棄が7641.36億個体となり、利用率は38.5%であった。これは、昨年度(33.6%)よりやや向上した。供給

したワムシの利用状況を表2に示した。ブリが最も多く1874.86億（供給したワムシ全体の利用割合15.1%）となり、ついでシマアジが1836.81億個体（利用率14.8%），以下ヒラマサ611.46億個体（4.9%），クエ463.4億個体（3.7%）となった。

ワムシ生産に用いた餌料別の総使用量および1億個体生産当りの使用量を表3に示した。したのイーストの総使用量は3930.8kg，日平均使用量は17.3kg，ワムシ1億個体の生産に要したイーストは0.32kgであった。

同様に生クロレラは総使用量993.7ℓ，ワムシ1億生産当たり0.08ℓ，ナンノクロロプシスは総使用量329.8m³（2000万セル／ml換算），ワムシ1億生産当たり0.03m³となった。ワムシ1億個体を生産するのに使用した各餌料の使用量を昨年度と比較すると，イーストでは昨年度が0.52kg，クロレラは0.13ℓ，ナンノクロロプシスは0.05m³であり，イーストは約60%多く使用したが，クロレラ・ナンノクロロプシスでは逆に約60%少ないの使用量になった。これは，培養日数が20日以上になる長い日数の培養では，培養7～10日以降はイーストのみを給餌したためと考えられる。

多くの年度で4月～6月にかけてみられる培養不調は，本年度は6月初旬の培養日数6～7日目にかけて2日連続で増殖率がマイナスになった培養が1例，6月末の2～4日目に3日連続で増殖率が例がマイナスになった培養が1例の計2例において，連続で培養不調に陥ったが，他の培養ではほぼ順調であった。

（2）培養期間が異なる培養例の比較

1 目的

大型水槽（80m³，60m³）を使用した培養のうち培養期間が20日以上的事例と，7日以下のものについて総生産量，単位生産量および餌料の使用量について比較した（表4，5）。

2 方法

培養期間が7日以下の事例の培養方法は前述と同じであるが，20日以上培養では培養開始7～10日以降はイーストのみを給餌した。

3 結果

長期培養では単位生産量が0.35億個体／日／m³，短期培養では0.36億個体／日／m³となり，短期培養の方が若干ではあるが生産量は多くなった。また，給餌餌料のうち，イースト（370円／kg），生クロレラ（800円／ℓ），冷蔵ナンノクロロプシス（マリーンバイオ株式会社の冷蔵ナンノクロロプシスを例にとると1m³当り528円：2,000万セル／ml）の使用量から1億当たりの単価を計算すると，長期培養の方が216.1円，短期培養では197.0円となり，短期培養の方が単価が約1割安くなった。これは短期培養の方が生産効率が良かったためと考えられる。

S型の培養においても，長ければ1ヵ月以上の培養が可能ではあるが，今年度の結果からでは，一週間以内に水槽替えを行う短期の培養の方がワムシ生産に関しては効率的であることが分かった。しかし，長期培養では水槽替えの回数が短期培養に比べて1／4と少なく，水槽替えのための収穫や水槽の洗浄などの作業の軽減では長期培養の方が勝っていると考えられる。今後はS型ワムシの増殖に最適な生クロレラと単価

の安いイーストの効率的な給餌量の検討が必要である。

1 シオミズツボワムシ生産結果の概要（平成7年度）

水槽名	槽数 (個)	水量 (m ³)	期間 (日数)	水温 (°C)	スタート密度 (個体/ml)	収穫密度 (個体/ml)	日平均生産量 (億個体/日)	単位生産量 (億個体/日/m ³)	生産量 (億個体)	備 考
1m ³ 水槽	3	30~80	H6.11.22~H7.3.1 (99)	25.7 (20.1~27.8)	143 (62~335)	195 (110~335)	41.23	0.40	4122.66	延べ培養日数：203 水槽替え回数：11
1m ³ 水槽	4	17~60	H7.3.2~H7.7.3 (123)	26.3 (22.5~32.8)	131 (60~335)	182 (78~335)	66.98	0.43	8305.23	延べ培養日数：367 水槽替え回数：45
合計	7	17~80	H6.11.22~H7.7.3 (223)	26.1 (20.1~32.8)	135 (60~335)	188 (78~335)	55.48	0.42	12427.9	

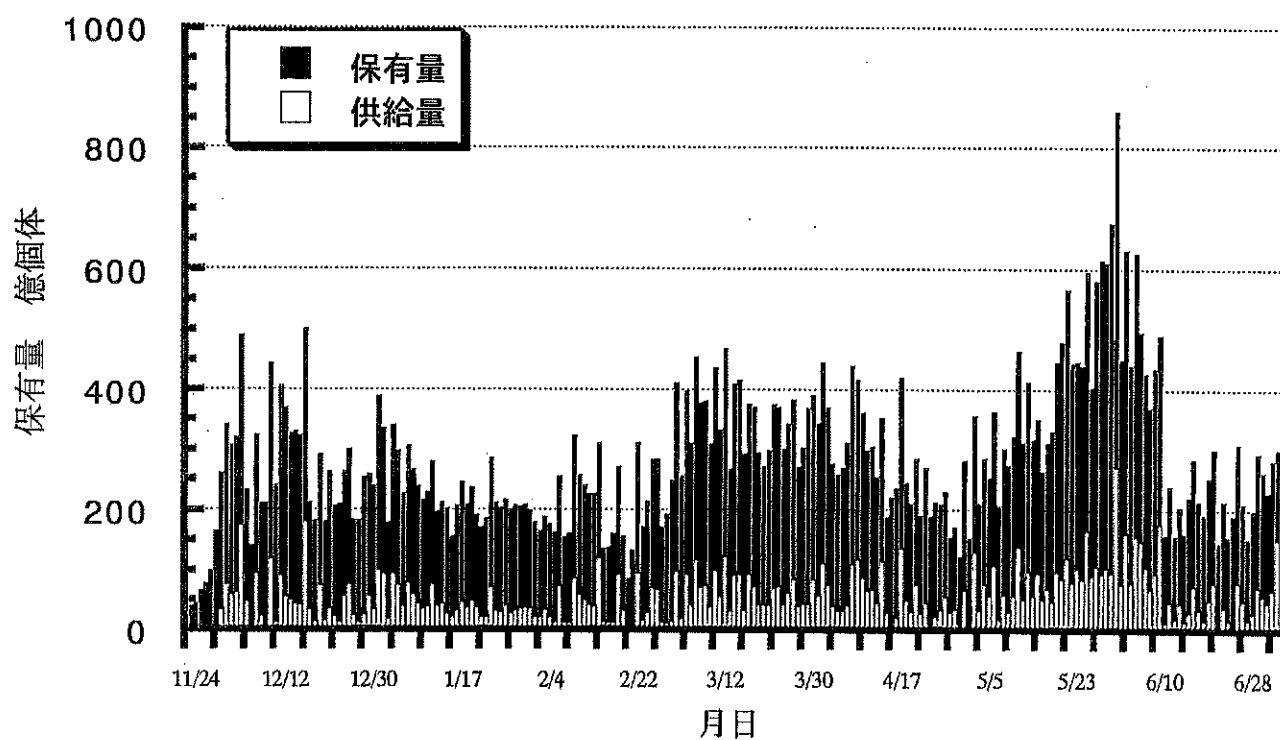


図1 ワムシ保有・供給量（平成7年度）

表2 供給したシオミズツボワムシの利用状況（平成7年度）

水槽名	生産量 (億個体)	餌料 (%)	廃棄 (%)	利用状況（億個体）			
				シマアジ (%)	ブリ (%)	ヒラマサ (%)	クエ (%)
80m ³ 水槽	4122.66	1181.29 (28.7)	2941.37 (71.3)	1181.29 (28.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
60m ³ 水槽	8305.23	3605.24 (43.4)	4699.99 (56.6)	655.52 (7.8)	1874.86 (22.6)	611.46 (7.4)	463.4 (5.6)
合計	12427.89	4786.53 (38.5)	7641.36 (61.5)	1836.81 (14.8)	1874.86 (15.1)	611.46 (4.9)	463.4 (3.7)

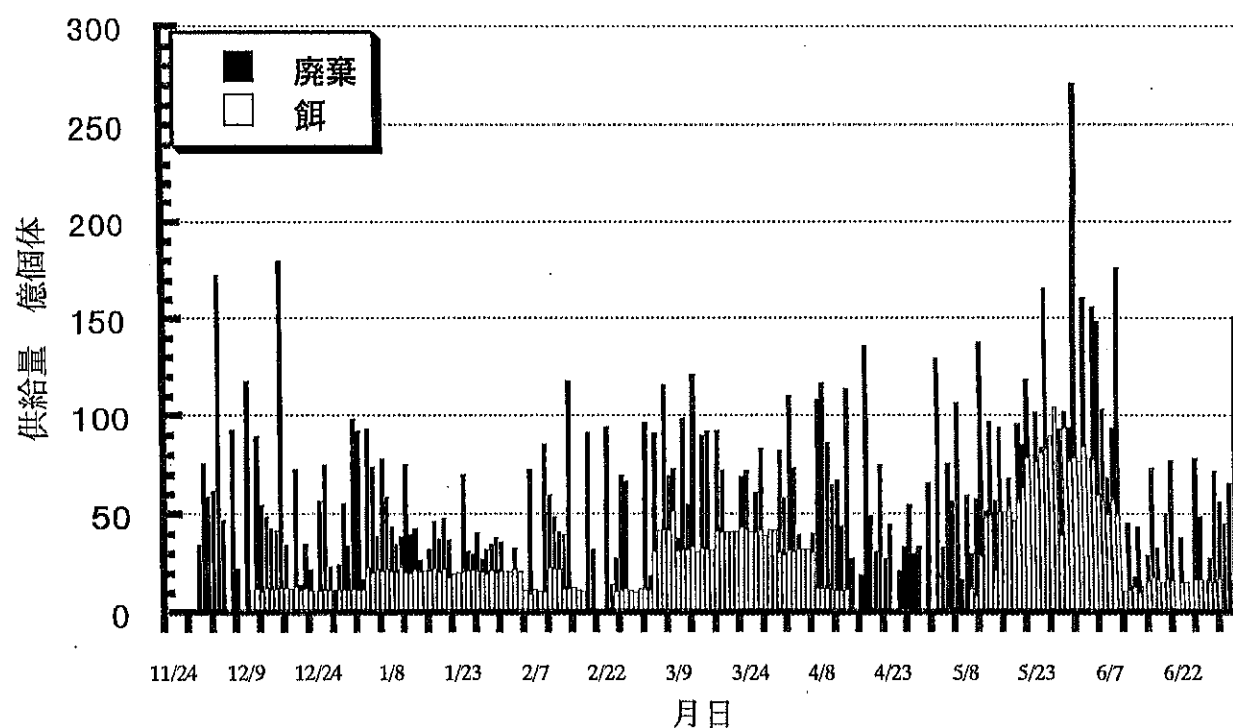


図2 ワムシ供給量の変化（平成7年度）

表3 ワムシ生産に使用した餌料別の使用状況

水槽名	イースト		クロレラ		ナンノクロロプシス	
	(kg)	(kg/億個体)	(ℓ)	(ℓ/億個体)	(m ³)	(m ³ /億個体)
80m ³ 水槽	1451.0	0.35	275.2	0.07	123.5	0.03
60m ³ 水槽	2479.8	0.30	718.5	0.09	206.3	0.02
合計	3930.8	0.32	993.7	0.08	329.8	0.03

表4 培養日数が異なる培養事例の生産結果の概要

培養事例	事例数 (回)	培養日数 (日)	総生産量 (億個体)	単位生産量 (億個体/日/m ³)
長期培養*1	5	27.6 (22~37)	2438.07	0.35
短期培養*2	21	6.2 (5~7)	2953.22	0.36

*1：培養日数が20日以上

*2：培養日数が7日以下

表5 培養日数が異なる培養事例で使用した餌料の内訳

培養事例	イースト		クロレラ		ナンノクロロプシス		備 考
	(kg)	(kg/億個体)	(ℓ)	(ℓ/億個体)	(m ³)	(m ³ /億個体)	
長期培養*1	957.5	0.39	192.2	0.08	35.9	0.01	216.1円/億個体*1
短期培養*2	875	0.30	274.1	0.09	73.5	0.02	197.0円/億個体*1

*1：餌料の使用量からの単価計算

3-3 アルテミア幼生の生産

西岡 豊弘

当事業場で種苗量産が可能なシマアジ、ブリ、ヒラマサは、ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料で飼育を行っている。このうちアルテミア幼生は、仔稚魚に対して摂餌誘因性が非常に高く、且つ、耐久卵から12~24時間後に幼生をほぼ計画した量だけ確保できるため、配合飼料へと餌料の切り替え段階の生物餌料として非常に重要である。本年度も例年通り、アルテミアのふ化、分離を行い飼育に供給したので概要を報告する。

1 アルテミア幼生

1) 材料と方法

北米産の耐久卵（協和発酵（株）、500g缶入り）を、1^m水槽（逆円錐形部 直径1.3m深さ0.8m、円筒形部深さ0.7m）、2.5^m水槽（F R P角形1.4m×2.5m×0.9m）用いた。収容卵数に合わせて使用水槽の種類、数は適宜調節した。

1kwヒーターを0.5~0.6^mに1本の割合（冬期）で設置し、水温を27~28℃に加温したろ過海水に、耐久卵を1,000g/ ^m以下で収容し、24~30時間後に卵殻とふ化幼生を分離した。

通気は、1^m水槽ではエアーストーン2個、2.5^mF R P水槽では、エアーストーン1個とエアープロック（20cm間隔で直径0.8mmの穴をあけた直径13mmの塩化ビニール製パイプ）を用い強く行った。

2) 生産結果の概要

生産の概要を表1に示した。平成6年12月24日~平成7年7月29日までの144日間に耐久卵208.58kgを使用し、355.19億個体の幼生を分離した。耐久卵1g当たりの卵数を23万とすると、479.73億粒を使用したことになった。平均ふ化率（分離した幼生数をふ化幼生とした）は、74.0%（30~156）であった。

生産したアルテミア幼生は、主としてシマアジ、ブリ、ヒラマサ、クエの種苗生産に使用した。利用の内訳はシマアジが132.58億個体（37.3%）、ブリ158.07億個体（44.5%）、ヒラマサ23.8億個体（6.7%）、クエ36.54億個体（10.3%）、廃棄4.2億個体（1.2%）となり、ブリの使用割合が最も多くなった。

表1 アルテミア幼生産概要（平成7年度）

生産期間 （年月日）	使用水槽 （㎡）	個数 （個）	総収容卵数*1 （億粒）	生産幼生数 （億個体）	平均ふ化率*2 （％）	対象魚種等	使用幼生数 （億個体）	使用割合 （％）
H6.12.24	1	2	479.734	355.19	74.0	シマアジ	132.58	37.3
～H7.7.29 (144)	2.5	2				ブリ	158.07	44.5
						ヒラマサ	23.80	6.7
						クエ	36.54	10.3
						廃棄	4.20	1.2

*1：1 g 当たりの粒数を23万粒とした

*2：分離幼生数をふ化幼生とした。

3-4 生物餌料の栄養強化

西岡 豊弘

1 目的

種苗生産に使用した生物餌料の栄養強化の状況を把握する目的で、主に脂肪酸組成について検討した。

2 方法

今年度使用した生物餌料の栄養強化方法を表1に示した。

(1) ワムシ

洗浄：ワムシの体表面の汚れとワムシ培養水の栄養強化水槽への混入を減少させる目的で、オゾン処理海水が入った0.5m³水槽にワムシを収容し、エルバージュ50 g/500 ℓの割合で添加し1時間薬浴を行った（収容密度5～20億個体/m³）。

1) ブリ、シマアジ、クエの種苗生産で使用したワムシの栄養強化

1次強化：洗浄したワムシは1時間後に0.5m³水槽から回収し、別の2.5m³FRP水槽に移送し、アクアラン（武田化学飼料株式会社製）を50 g/m³の割合で添加し16～21時間強化した。

2次強化：1次強化したワムシは、給餌1～3時間前に自場産の冷蔵ナンノクロロプシス（2,000万セル/ml）で栄養強化した。

2) ヒラマサの種苗生産に使用したワムシの栄養強化

1次強化：洗浄したワムシを1時間後に0.5m³水槽から回収し、別の2.5m³FRP水槽に移送し、アクアランを50 g/m³の割合で添加し16～21時間強化した。または、栄養強化の試験として冷蔵ナンノクロロプシス（2,000万セル/ml）のみで1～3時間の強化後給餌し2次強化を行わなかった。

2次強化：1次強化したワムシを給餌1～3時間前に冷蔵ナンノクロロプシス（2,000万セル/ml）で栄養強化した。

(2) アルテミア幼生

洗浄：28℃に加温した海水に耐久卵をセット後24～30時間後に幼生を回収し、ろ過海水が入った1m³水槽に収容し、エルバージュ50 g/500 ℓの割合で添加し薬浴を行った（収容密度0.5～2億個体/m³）。

1次強化：洗浄したアルテミア幼生は給餌16～21時間前にアクアランを100g/m³の割合で添加し栄養強化を行った後給餌した。

(3) サンプルの内容

1) ワムシ

強化前：オゾン処理海水で洗浄した。

1次強化：アクアラン50 g/m³で12時間栄養強化した。

2次強化：1次強化後、アクアラン50 g/m³で8時間栄養強化した。

3次強化：2次強化後、ナンノクロロプシスで1時間栄養強化した。

4次強化：3次強化後、ナンノクロロプシスで3時間栄養強化した。

2) アルテミア幼生

分離直後：28℃に加温した海水に耐久卵を入れ24時間後に回収した。

1次強化：アクアラン100 g/m³で17時間栄養強化した。

3) 天然プランクトン

天然コペポーダ (*Acartia* sp.)：平成7年6月17日に日裁協上浦事業場池先にて採集した。

(4) サンプルの保存と分析

分析に供したワムシ、アルテミア幼生、天然コペポーダは10 gを1ロットとし30 mlサンプル瓶に密封し-85℃で凍結保存した。分析は東京水産大学資源育成養殖講座（竹内先生）に委託した。

2 結果

生物餌料中の粗脂肪、水分、および総脂質中の脂肪酸組成について表2に示した。

(1) ワムシ

粗脂肪の含量は、強化前のワムシでは14.0%（ワムシ乾物当り%，以下同様）であったのが、アクアランで1次強化することで19.9%に増え、以後、2次強化、ナンノクロロプシスによる3次、4次強化により20%以上を維持した。

Σn-3HUFA（n-3高度不飽和脂肪酸）の含量は強化前の0.4%が1次強化することで1.9%に増え、以後、2次から4次強化を行うことで3～4%を維持した。

EPAの含量は強化前は0.03%であったが1次強化により0.5%に増加し、以後、2次強化で0.9%、3次強化で1.3%、4次強化で2.2%と強化の回数に従いEPA含量は増加した。

DHAの含量は強化前が0.05%であったが、1次強化で0.9%、2次強化で1.8%に増加したが、ナンノクロロプシスによる3次、4次強化では1.2と1.4%と若干減少した。

水分含量では74～79%の範囲で大差は認められなかった。

(2) アルテミア幼生

粗脂肪の含量は、分離直後の強化前の幼生では42.6%（アルテミア乾物当り%，以下同様）であった。アクアランで強化しても43.1%とほとんど変化はなかった。

Σn-3HUFA（n-3高度不飽和脂肪酸）の含量は強化前は1.6%であったが、強化後は4.7%と3倍近くまで増加した。

EPAの含量は、強化前は0.9%であったが、強化後は2.1%になり2倍以上に増加した。

DHAの含量では強化前は0.02%とほとんど含まれていなかったが、強化後は1.4%まで増加した。

水分含量は77と79%であった。

(3) 天然コペポーダ (*Acartia* sp.)

粗脂肪の含量は、8.1% (*Acartia* sp. 乾物当り%, 以下同様) と強化前のワムシが14%, 強化前のアルテミア幼生が42%であるのと比べて極端に少なかった。

$\Sigma n-3$ HUFA ($n-3$ 高度不飽和脂肪酸) の含量は給餌前のワムシ (3次強化: 3.2%, 4次強化: 4.4%) とアクアランで強化したアルテミア幼生 (4.7%) より少し低い程度であった。

EPAの含量は1.8%であり、4次強化したワムシ及び強化後のアルテミア幼生よりも低い値であった。

DHAの含量は4次強化したワムシ、強化後のアルテミア幼生よりも高く1.6%であった。また、*Acartia* sp.ではEPA, DHAの含量は1.8と1.6%と共に良く似た割合であった。

水分含量は85.7%とワムシ、アルテミア幼生より高い値を示した。

3 考察

給餌前の生物餌料つまり3次、4次強化したワムシと1次強化したアルテミア幼生について乾燥重量あたりの $\Sigma n-3$ HUFA, EPA, DHAの含量を*Acartia* sp.と比較すると、 $\Sigma n-3$ HUFAの含量は3次強化のワムシでは3.2%と*Acartia* sp.の3.6%に比べると若干少なかったが、4次強化のワムシ、1次強化のアルテミア幼生では、それぞれ4.4%と4.7%と多く、高度不飽和脂肪酸の含量には問題はないと考えられる。

同じようにEPAの含量も、3次強化のワムシでは1.3%と*Acartia* sp.の1.8%に比べるとやや少なかったが、4次強化のワムシ、1次強化のアルテミア幼生では、それぞれ2.2%, 2.1%と若干多く、EPAの含量については充分強化されていると考えられる。DHAの含量では、*Acartia* sp.のDHA含量 (1.6%) を1とした場合、強化したいずれの生物餌料も73~91%の割合までしか強化されていない。しかし、平成6年度の*Acartia* sp. (天然コペポーダと記載) のDHA含量は1.3%¹⁾であり、これと比較すると89~110%になり、充分に強化されているものと考えられる。

以上のことから、本年度種苗生産で使用したワムシ、アルテミア幼生は $\Sigma n-3$ HUFA, EPA, DHA含量については、ほぼ*Acartia* sp.のそれらの含量と遜色がない程度まで強化されており、強化方法及び強化剤としてアクアランは適当と考えられ、その使用量も適切であったと判断できる。一方、指標として使用する天然コペポーダの脂肪酸組成含量は、年により少し違いがあることから、含有量のバラツキを把握しておく必要がある。

今後は、現在の強化水準 ($\Sigma n-3$ HUFA, EPA, DHA含量) を維持できる最低限のアクアランの使用量の検討や魚が生物餌料を主として摂餌する時期のみにアクアランを使用し、配合飼料への移行期には他の栄養強化剤を用いるなど工夫を行い、使用量を少なくし経費節減を図る必要がある。また、強化剤の選択については予備試験を行い決定する必要がある。

参考文献

- 1) 西岡 豊弘 1995: 生物餌料の栄養強化 日裁協会五島事業場平成6年事業報告書, pp125.

表2 生物餌料の粗脂肪・水分含量及び粗脂質中の脂肪酸組成（平成7年度）area%

Fatty acid	ワムシ*1					アルテミア		天然 コハポーク
	強化前	1次強化	2次強化	3次強化	4次強化	分離直後	1次強化	
13 : 0	0.3	0.18	0.08	0.12	0.12	0.03	0.1	1.77
14 : 0	1.52	1.68	1.42	1.88	1.91	0.71	0.73	8.62
15 : 0	0.47	0.47	0.4	0.42	0.36	0.54	0.38	0.79
16 : 0	7.24	12.09	13.44	13.34	12.8	10.83	10.93	17.21
16 : 1n-7	21.02	14.88	10.7	13.15	12.55	4	4.14	4.15
17 : 0	0.53	0.51	0.49	0.46	0.42	0.88	0.57	0.48
16 : 3n-6	0.75	0.65	0.63	0.57	0.51	0.71	0.71	0.69
16 : 3n-3	2.41	0.98	0.61	0.68	0.7	0.37	0.94	0.77
18 : 0	4.42	4.14	4.04	3.63	3.44	4.73	4.91	3.14
18 : 1	32.04	28.69	27.67	27.14	24.79	26.29	28.48	4.29
18 : 2n-6	10.56	7.61	6.15	6.12	5.65	5.36	4	0.87
18 : 3n-6	0.09	0.09	0.1	0.13	0.15	0.55	0.33	0.18
18 : 3n-3	1.71	1.27	1.07	1	0.89	28.3	18.93	1.58
18 : 4n-3	0.13	0.25	0.4	0.34	0.33	4.56	2.48	2.04
20 : 0	0.1	0.13	0.11	0.1	0.1	0.21	0.2	0.09
20 : 1	2.66	4.13	5.2	4.31	4.08	0.74	2.94	0.17
20 : 2n-6	0.21	0.2	0.24	0.22	0.23	0.16	0.28	0.23
20 : 3n-6	1.11	0.83	0.7	0.66	0.66	0.08	0.07	0.12
20 : 4n-6	0.46	1.25	1.94	1.88	2.3	0.55	1.57	1
20 : 3n-3	0.11	0.11	0.14	0.11	0.1	0.83	0.66	0.05
20 : 4n-3	0.97	1.18	1.38	1.22	1.21	0.77	0.78	0.29
20 : 5n-3	0.22	2.5	3.84	6.34	9.84	2.33	5	23.18
22 : 1	0.7	3.59	2.65	1.66	1.61	0.12	1.5	0.63
22 : 4n-6	0.08	0.29	0.44	0.41	0.35	nd	0.38	nd
22 : 5n-6	nd*2	0.19	0.35	0.25	0.29	nd	0.16	0.21
22 : 4n-3	0.67	0.05	0.05	0.09	0.09	nd	nd	
22 : 5n-3	0.63	1.31	2.18	1.71	2.03	nd	1.06	0.63
22 : 6n-3	0.33	4.53	7.94	5.58	6.49	0.05	3.46	20.08
Σ Saturated	14.74	19.2	19.99	19.94	19.14	17.93	17.99	32.17
Σ Monoene	56.42	51.29	46.23	46.26	43.03	31.15	37.06	9.26
Σ n-3	7.17	12.18	17.61	17.05	21.67	37.2	33.32	48.61
Σ n-6	13.26	11.11	10.56	10.25	10.16	7.41	7.51	3.3
Σ n-3HUFA	2.93	9.68	15.53	15.03	19.75	3.97	10.97	44.22
BPA in sample*3	0.03	0.5	0.89	1.36	2.2	0.99	2.16	1.89
DHA in sample*3	0.05	0.9	1.84	1.2	1.45	0.02	1.49	1.63
Σ n-3HUFA	0.41	1.93	3.61	3.23	4.41	1.69	4.73	3.6
in sample*3								
Moisture(%)	78.4	79.48	77.04	74.3	75.73	77.25	79.6	85.77
Crude lipid(%)*3	14.07	19.92	23.22	21.48	22.31	42.61	43.15	8.13

*1 : 1・2次強化 : アクアラン, 3・4次強化 : ナンノクロロプシス

*2 : 未検出

*3 : 乾燥重量当たり割合

表 1 餌料生物の栄養強化 (平成 7 年度)

対象餌料	水 槽 容 量 (m ³)	個 数	収容密度 (億個体/m ³)	使用魚種	方 法
ワムシ	2.5角型 FRP (2.5)	1~3	2.0~8.0	ブリ・シマアジ・クエ	オゾン処理水にアクアラン50 g/m ³ 水を添加して16~21時間強化後、2,000万セル/mlのナンノクロロプシスで1~3時間強化後使用。強化水温20℃。
				ヒラマサ	栄養強化の試験として2,000万セル/mlのナンノクロロプシス添加海水単独で1~時間強化。または、ろ過海水にアクアラン50 g/m ³ 水を添加して16~21時間強化し、さらにナンノクロロプシスを添加し1~3時間強化した後使用。強化水温は20℃。
アルデミア 幼生	2.5角型 FRP (2.5)	1~2	0.8~2.6	ブリ・シマアジ・クエ・ ヒラマサ	ろ過海水にアクアラン100 g/m ³ を添加し16~21時間強化後使用した。強化水温は20℃。

4. 資源添加技術開発

4-1 ブリの標識放流

崎山 一孝

五島事業場では、昭和 57 年度より九州西岸から日本海に至る海域でのブリ幼魚の移動分散、滞留場所の探索を目的として標識放流を行ってきた。

主な放流群である有川放流群の再捕状況は、毎年似た傾向が見られ放流地点から北東 30～70km に位置する平戸島や伊万里湾周辺で再捕された。甕島放流群は他の放流群に比べ比較的長期にわたり再捕される傾向が見られた。その他の三井楽、男女群島、五島灘放流群は放流後北方向へ移動する傾向が見られたが、再捕率が非常に低かった。

放流直後の移動分散経路は各放流群により異なったが、再捕率が低く、放流直後にまとまって再捕される傾向にあった。この結果、放流直後の移動傾向はつかめたものの、その後の再捕報告が得られないため長期にわたる移動分散状況を明らかにできなかった。

そこで、平成 6 年度から天然海域への馴致、放流直後の広範囲にわたる逸散防止を目的とし、シマアジ等で調査研究が進められている飼付け手法を導入した給餌放流を実施した。

1. 平成 7 年度放流試験の概要

① 福江島北部の戸岐湾で昨年度に引き続きブリの給餌放流試験を行った。放流は昨年度と同一場所で行い、放流尾数は 6,000 尾、給餌期間は 10 日間に設定した。

② 放流当日に給餌場から逸散し給餌場には約 200 尾が滞留するのみとなり、放流 1 日目には 12 尾が確認されただけであった。放流 2 日目には給餌場に約 3,000 尾の滞留が確認され活発に摂餌していた。その後、給餌停止の放流 7 日目まで給餌中は常時約 3,000 尾の滞留が確認された。また、湾内数カ所でもブリの群が確認されており、推定で約 4,000 尾が湾内にとどまったものと思われた。

- ③ 放流直後から活発にキビナゴ等を捕食し，約 60%の個体の消化管内にキビナゴやイカが確認され，給餌中以外は湾内を群泳し，それらを摂餌しているものと思われた．
- ④ 放流時の平均全長は 208mm，平均体重は 94.2g であったが，給餌停止時には 245mm，165gとなり，放流約 30 日目には全長 35cm の個体が漁獲され，給餌停止後も摂餌し，十分に成長することが明らかとなった．
- ⑤ 放流 1 日目に放流地点から 20km 離れた定置網で 2 尾が漁獲されたことから，放流直後に逸散したブリは短時間で広範囲に分散したものと思われた．
- ⑥ 給餌停止 25 日目頃から湾内で確認される尾数が減少し，放流 35 日目にはほとんど見られなくなったが，放流後 4 ヶ月後に数尾が確認されており，長期間湾内に滞留する個体もいることが確認された．
- ⑦ 湾外での再捕尾数は給餌期間中は 11 尾，給餌停止後は 6 尾と少なく，逸散後の動向がつかめなかった．再捕場所は，すべて福江島北部海域であった．
- ⑧ 給餌停止直後の標識装着率は 94% と高く，逸散直後に限ると，標識の脱落による再捕の報告漏れは考えにくい．逸散時には飼付け場近辺の定置網がまだ入網していなかったことが初期の再捕が少なかった原因の一つと考えられる．また，飼付けたことにより一般放流されたブリと行動が異なり，初期に漁獲されなかったことも考えられる．
- ⑨ 現在までに再捕されたものは市場調査や聞き取りによるものであり，再捕報告書による報告は 1 件もない．再捕されても報告されていない可能性があり，今後の調査体制を見直す必要がある．

2. 問題点

- ① 湾外へ逸散した放流魚の動向がつかめていない．
- ② 遊漁による再捕の実態がつかめていない．
- ③ 漁獲規制中の遊漁者とのトラブル

3. 今後の対策

- ① 標識方法の検討
- ② 漁業者への聞き取り調査の強化
- ③ 公共機関等による広報活動の利用

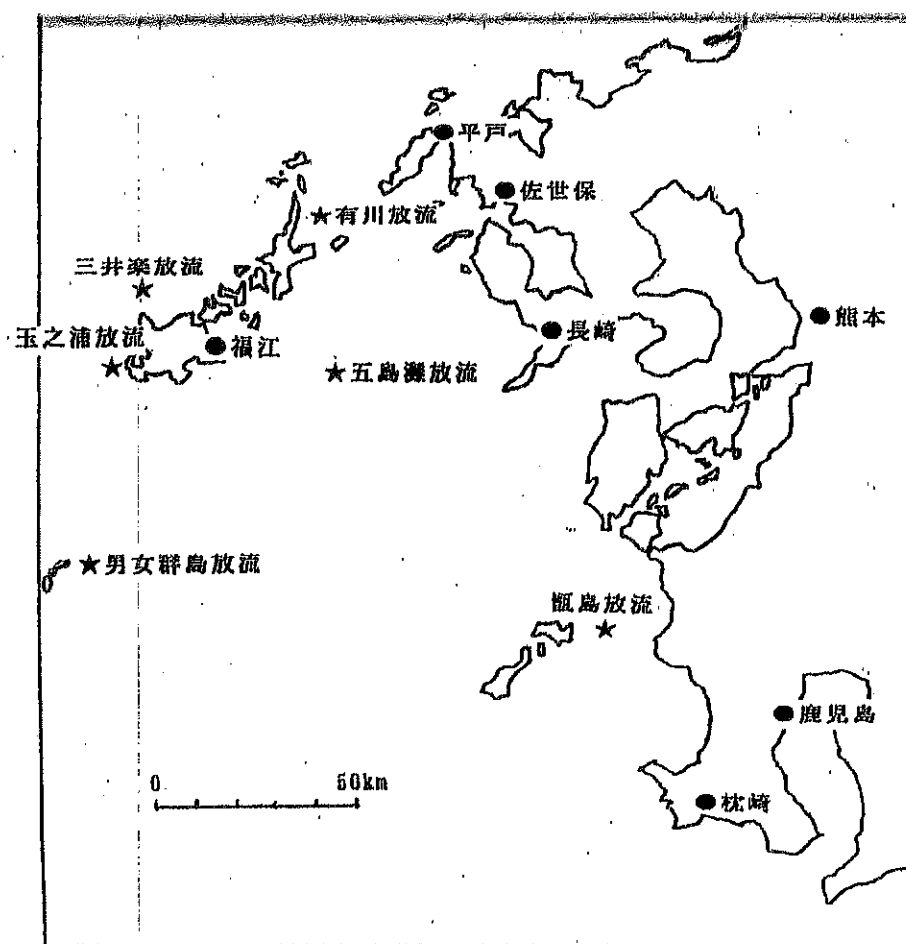


図1 五島事業場でのブリ標識放流場所

表1 五島事業場でのブリ放流群別の再捕状況

放流群名	放流年度	放流月	放流回数	標識放流尾数	平均全長 (cm)	平均再捕率 (%)
有川放流群	S59~62	8~9	4	59,603	20.0	2.08
冬前	S61~H5	11~1	8	19,016	33.7	5.51
水温上昇期	H1~5	3~4	4	4,778	37.7	3.71
三井楽放流群 (嵯峨島含)	S57~62	8~11	8	79,575	19.3	0.55
男女群島放流群	S61~63	8~9	3	16,427	21.9	0.78
五島灘南放流群	S61~H2	8~10	5	33,021	23.0	0.92
甕島放流群	S61~H2	8~2	5	24,641	23.3	3.85
冬前	H3~H4	11~12	2	4,130	31.5	2.99
玉之浦放流群	S58	9	1	13,646	23.3	1.81

平成 5 年度までのブリ放流技術開発上の問題点

1. 放流翌年の再捕率が極端に低い
2. 放流直後の放流地点近くでまとまって漁獲される。



長期にわたる移動分散状況を明らかにできなかった。

給餌放流の目的

1. 放流直後の刺激を軽減し、自然環境に馴致させ初期生残を高める。
2. 飼付け放流されたシマアジは移動距離が短いことが知られており、ブリにおいてもその効果を確認する。
3. 一定期間、給餌場に留めることにより漁業者の意識を高める。

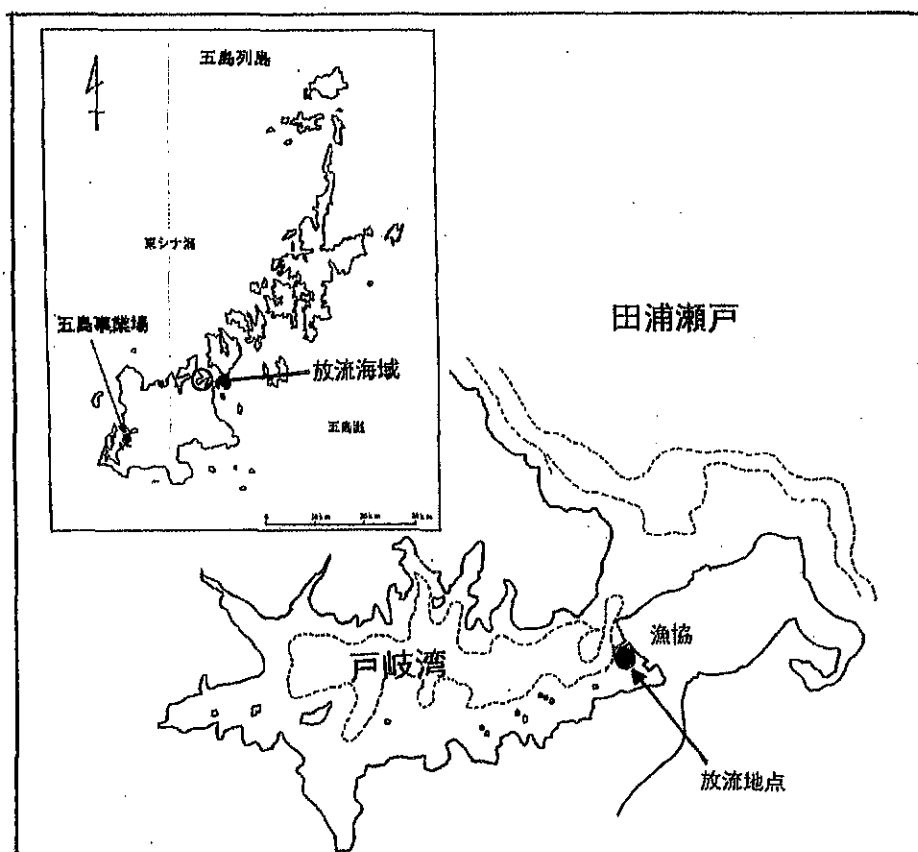


図 2. 飼付け放流海域

表2 ブリ飼付け放流実施状況

年度	放流日	放流尾数	全長 (mm)	体重 (g)	給餌期間	滞留尾数
平成 6 年度	9月16日	2000	*18.2	*64	57	200
平成 7 年度	9月8日	6000	20.8	94	10	3000

*放流 8 日前の大きさ

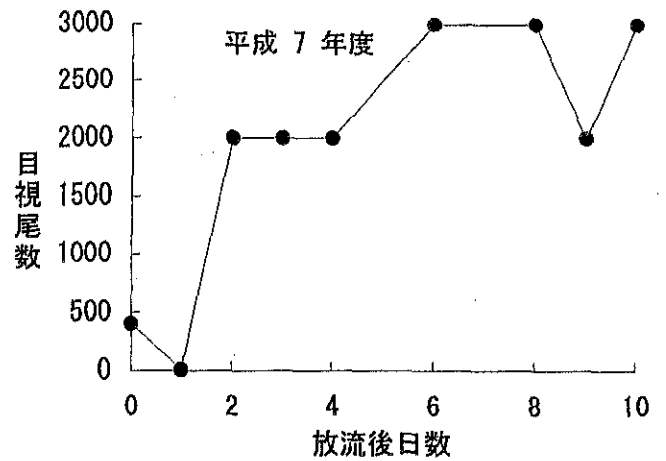
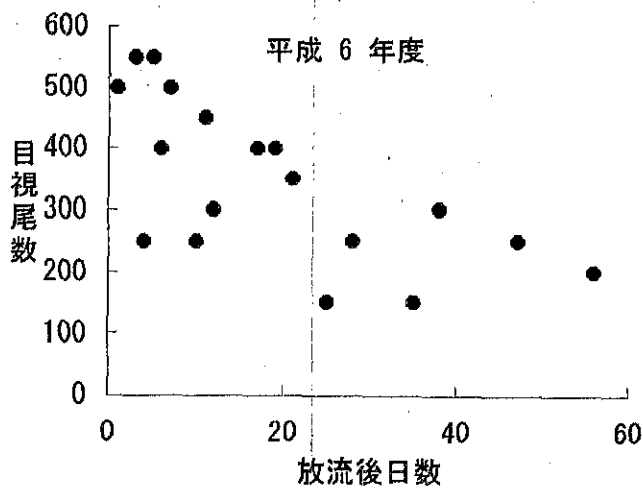


図 給餌場におけるブリ滞留尾数の変化（給餌期間中）

図 給餌場におけるブリの滞留尾数の変化（給餌期間中）

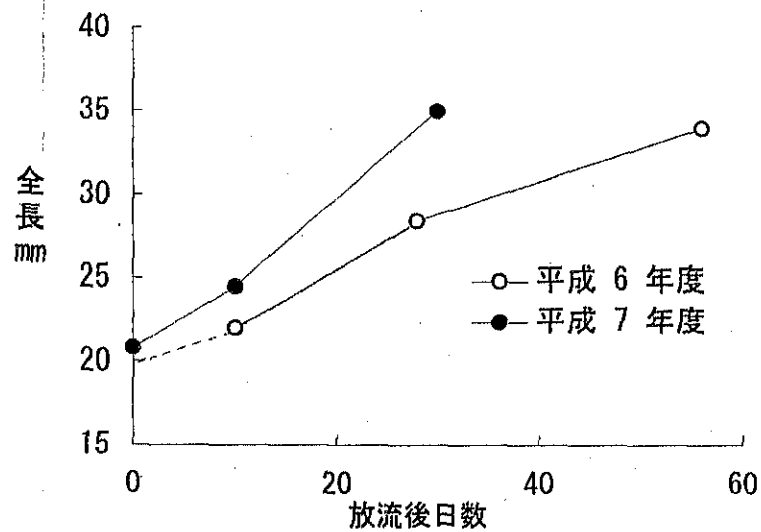


図 飼付け放流されたブリの成長

表 3 放流後 10 日目のブリの状況

年度	滞留尾数	滞留率 (%)	全長 (cm)	体重 (g)	標識 装着率 (%)	天然餌量 摂餌率 (%)
平成 6 年度	200	10	22	151	80	15
平成 7 年度	3,000	50	24.5	164	94	60

給餌放流の結果

1. 給餌停止後も湾内に滞留し、成長することがわかった。
2. 湾外へ逸散した個体の動向が解らなかった。
 - ① 逸散時には入網している定置網が少なかった。
 - ② 再捕報告書による報告は 1 件もなく、すべて聞き取り調査によるものであり、報告漏れがかなりあると思われた。
 - ③ 飼付けたことにより、ブリの行動が変化し、初期に漁獲されなかったか可能性が考えられた。
 - ④ 遊漁による漁獲の実体がつかめなかった。
 - ⑤ 漁獲規制中の遊漁者とのトラブル

今後の対策

1. 標識方法の検討
2. 漁業者への聞き取り調査の徹底
3. 公共機関等による広報活動の利用

4 - 2 ヒラマサの放流試験

- 1) 五島列島周辺海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 年度より標識放流を実施している。本年度は, 平成 7 年 8 月 28 日に, 五島列島福江島三井楽町沖で標識放流を実施した。
- 2) 放流尾数は 3,400 尾, 平均全長は 236mm であり, そのうち 2,000 尾にアンカー型標識を装着した。
- 3) 平成 8 年 3 月までに 54 尾 (再捕率 2.7%) が再捕されたが, ほとんどが放流点から 20km 以内で再捕されたものであった。放流点から 20 km 以内では, 放流後約 2 ヶ月間再捕があったが, その後の再捕報告はなかった。一方, 放流後 7 日目に放流点から北方約 50km 離れた有川町沖で 1 尾再捕されたことから, 一部, 放流後早期に北上する群の存在が考えられた。

(崎山 一孝)

5. 種苗生産

環境清浄化システム

西岡 豊弘・佐藤 純・有元 操

1) シマアジのウイルス性神経壊死症 (Viral nervous necrosis : VNN)

本疾病は親魚からの垂直感染が主な感染源と考えられており、平成5年度より種苗生産ではVNNの発生を防除するため、産卵に供する親魚は抗体価が低くかつPCR法 (Polymerase chain reaction, ポリメラーゼ連鎖反応) で生殖腺および糞からウイルス遺伝子が検出されなかった個体を選別し産卵親魚とした。この結果、従来の抗体価の高低のみで選別し、種苗生産したときに比べVNNの発生件数が減少し、シマアジの種苗生産が可能となってきた。

本年度は平成6年度と同様の方法で産卵親魚の選別を行い、その効果について検討した。また、PCR法の感度向上の検討、VNN原因ウイルスの親魚での増殖様式、VNNの防除方法の一つとしてワクチン試験について検討を行ったので報告する。

1 PCR法による親魚選別と種苗生産におけるVNNの発生状況

本年度の産卵親魚には天然及び人工生産11歳魚群を用いた。産卵期前の10月下旬と11月中旬にPCR法及び抗体による選別を2回実施した。抗体では2回目の調査時に抗体価の上昇がない個体を、PCR法ではウイルス遺伝子が検出されない親魚を選別し、陸上の産卵水槽 (90m³水槽1面) に収容した。

(1) 方法

1) PCR法によるSJNNVRNAの検出方法

- ① 供試材料からのウイルスRNAの抽出は平成5年度と同様の方法で行った (平成5年度事業報告p168~169参照)。
- ② サンプルとして、0.1gの受精卵、仔魚、親魚組織では0.5mlのジエチルカーボネイト処理水 (以下、DDWと記載) で磨碎し、遠心分離 (12,000×g, 10分間) した。なお、精液では、0.1mlのサンプルに0.5mlのDDWを加え、激しく攪拌した後、遠心分離 (12,000×g, 5分間) し、上清を以下の操作に用いた。0.32mlの上清に0.04mlの1% SDS, 0.04mlのproteinaseK (1mg/ml) となるように加え、37℃で30分間処理した。
- ③ 0.4mlのTE飽和フェノールを加え、激しく攪拌した後、遠心分離 (12,000×g, 5分間) し、上清を別なチューブに移した (以下、この操作をフェノール抽出と記載)。このフェノール抽出をさらに繰り返して行い、上清を別のチューブに移した。上清と同量のクロロホルムを加え、十分に攪拌した後、遠心分離 (12,000×g, 10分間) し、上清を別なチューブに移した。上清の1/10容量の3M酢酸ナトリウム (pH 5.2) 及び2.5倍量のエタノールを加え、良く混合した。
- ④ -85℃で15分間以上保った後、遠心分離 (12,000×g, 15分間) し、上清を捨てた。

再度遠心分離 (12,000×g, 1 秒間) し, 内壁に残っているエタノールを沈殿させマイクロピペットで完全に除いた後, デシケーター内で5 分間減圧乾燥した (以下, この操作をエタノール沈殿と記載)。

⑤ 得られた核酸をDDW100~200 μ l に溶解して, RT-PCRに供した。

2) PCR法によるSJNNV RNAの増幅と増幅産物の分析

① ウイルスRNAの検出にはNishizawa *et al.*(1994)が確立したSJNNVの構造タンパク質遺伝子の一部426bpを増幅し検出する方法を用いた。

② cDNAの合成はSJNNV RNA 2 の塩基配列に基づいて合成された下流プライマー (R3 : 5'-CGAGTCAACACGGGTGAAGA-3'), M-MLV逆転写酵素 (Perkin-ElmerCetus社) を用いて, 42°C (30分), 99°C (10分) の条件下で行った。

③ 逆転写酵素の反応後, 上流プライマー (F2 : 5'-CGTGTCAGTCATGTGTCGCT-3') とAmpli Taq DNAポリメラーゼ (Perkin-ElmerCetus社) を加えて, 95°C (40秒), 55°C (40秒), 72°C (40秒) の条件下でPCRを25または30サイクルを行い, 1.5% (W/V) アガロースゲル電気泳動により増幅産物を分析した。

④ 泳動バッファにはTAEバッファ (40mM Tris-酢酸, 1mMEDTA) を, 泳動装置はミニゲル電気泳動装置 (Mupid2, アドバンス社) を使用した。

⑤ PCRにより得られた増幅産物10 μ l に1/10容量の10×ローディングバッファを混合した後, マイクロピペットで1.5%アガロースゲルのサンプル溝に注入した。100V で15~20分間泳動した後, ゲルを0.5 μ g/mlのエチジウムブロミドを含むTAEバッファ中に10~15分間浸漬した。染色を終えたゲルを取り出し, トランスイルミネーターを用いて観察し写真撮影した。

3) 結果と考察

① 陸上水槽収容前に2 回 (10月下旬から11月中旬) のPCR法によるウイルス検査を行ったが, 生殖腺及び糞からもウイルスは検出されなかった。しかし, 一部の親魚では抗体は高かった。産卵期間中は親魚の生殖腺と糞からウイルスは検出されなかった。

② 6 回の種苗生産を行い, VNNは全く発生せず363,000尾の稚魚を生産した。生産期間中は5 日令毎に100尾の仔魚についてウイルス検査を行ったが, ウイルスは全く検出されなかった。

③ これらのことから, 抗体価の上昇がなくかつPCR法で生殖腺, 糞について検査し陰性であった親魚から採卵し, 種苗生産することで, VNNの発生はかなり低く抑えられると考えられた。

2 親魚におけるウイルスの増殖部位

種苗生産初期に発生するVNNは親魚からの垂直感染が主な感染源と考えられているが, 親魚抗体と生殖巣からのSJNNV遺伝子の有無は, 必ずしも一致せず, SJNNVが親魚の生殖腺以外の器官で増殖することが, 示唆されている。そこで, SJNNVの増殖部位を検討するために, 検出方法であるPCR法におけるSJNNV検出感度の向上と親

魚体内に潜伏しているウイルスの人為的な増殖法について検討を行った。

(1) PCR法によるウイルス検出感度の向上

1) ウイルスRNAの抽出方法

- ① 従来のSDS-ProteinaseK-Phenol-Chloroform法（以下、SPK法：図1）およびCold Acid-Phenol-Chloroform法（以下、GTC法：図2）を比較した。GTC法がSPK法に比較して得られる核酸のRNAの精製度ははるかに良かった（表1・図3）。
- ② SPK法で病魚を用いてPCRを行うと、使用酵素によっては検出できない場合があった。しかし、GTC法では全ての酵素で確実に検出できた。組織中のRNaseがPCRの検出に大きく影響すると推定された（図4）。
- ③ 病魚でのウイルスの検出感度はGTC法がSPK法に比較して10倍程度優ると判断された（図5）。
- ④ 組織でもGTC法がSPK法に比較して、検出感度が良かった（図6）。
- ⑤ 本検出系（グアニジン500 μ l使用）でのサンプル量は、100mg以下が適切と考えられた（表2，図7・8）。
- ⑥ 従って、GTC法を行うことにより親魚組織中の感度をあげられると判断した。

2) PCRの条件

① Cycle数

キャリオーバーの防止するため、廃液および使用チップを廃液瓶にその都度封入することにより、30サイクルでのPCRが可能となった。従って、検出感度を上昇させることが出来た（図9）。

② 酵素

7) MuLV Reverse Transcriptase-*Ampli Taq* DNA polymerase(Perkin Elmer), AMV Reverse Transcriptase XL-*Takara LA Taq*(Takara), SuperscriptTM II RNaseH Reverse Transcriptase(GiBco BRL)-*Takara EX Taq*(Takara) の各酵素の組み合わせを用いて、感度を高める酵素の種類を検討した結果、Reverse Transcriptase XL-*Takara LA Taq*およびSuperscriptTM II RNaseH・Reverse Transcriptase(GiBco BRL)-*Takara EX Taq*の組み合わせで高感度にウイルスを検出できた（図10）。

1) PCRにおける1検体当たり使用する酵素の値段は、Reverse Transcriptase XL-*Takara LA Taq* (*Takara LA RNA PCR Kit*)では490円、Reverse Transcriptase-*Takara EX Taq*の組み合わせでは283円であるため、以降はReverse Transcriptase-*Takara EX Taq*を用いた。

2) RNase Inhibitor, SuperscriptTM II および*Takara EX Taq*の各酵素の最適酵素量について検討した結果、RNase Inhibitorは最終濃度1U/ μ l, SuperscriptTM IIでは4U/ μ l, *Takara EX Taq*では2.5~0.625U/Samplesの範囲での使用が適切と考えられた（図11・12・13）。

③ MgCl₂およびdNTPの濃度

病魚核酸の10⁴の希釈液を用いて、MgCl₂およびdNTPの濃度について検討した結果、dNTPの終濃度を100あるいは200 μ M/ μ lとしMgCl₂の濃度を2.5mM/ μ lあるいは2.0mM/

μlとする検出系で、高感度にウイルスを検出できると判断された（図14）。

④ 以上述べたように、T4領域を増幅させるPCRではGTC法によるウイルスRNAの検出、PCRのCyclesの増加およびSuperscript™ II およびTakara EX Taqの使用により、ウイルス検出感度を従来法よりも100倍程度向上させることができた（図15）。

3) 新プライマーの検索とPCRの条件

① 検出感度および特異性を向上するために、24-merの上流および下流プライマーを合成し、226-984の領域（T6領域、758bp）を増幅するPCRの条件およびこのプライマーを用いた場合のウイルスの検出限界を検討した（図16）。

② dNTP濃度を200 μM, MgCl₂濃度を1.5 mM, プライマー濃度を0.125 μMとし、アニーリング温度を59℃とすることにより、T6領域、758bpを特異的に増幅させることが出来た（図17）。

③ 病魚を用いた場合の検出感度は、T4領域の増幅と差は見られ病魚の10⁵まで検出することができた（図18）。

（2）親魚体内に潜伏しているウイルスの人為的な増殖法

1) 稚魚および成魚に関する人為的感染実験法の確立

① 稚魚および成魚では病魚磨砕液の注射のみで感染が成立する。注射直後はほぼ全身感染し、血液中（20日目）からでもウイルスが検出される。注射後、160日目では腸（9尾中1尾、1/9）、肝臓（1/9）、脾臓（5/9）、腎臓（3/9）および心臓（6/9）から検出され、心臓が最も検出率が高く、目および脳からは検出されなかった。なお、斃死率は160日間で97%に達した（平成6年度）。

② 病魚磨砕液の注射部位を検討した結果、腹腔内よりも鼻孔および筋肉での注射が感染率が高かった。

③ 病魚磨砕液の0.5ml注射するとショック死するが、0.1mlに注射するとショック死せず、その後の斃死率も少ない。また、感染直後はほぼ全組織からウイルスが検出される。

④ 以上のことより、病魚磨砕液を0.1mlを筋肉部に注射することにより、死亡しない程度の感染を再現できると判断された。

2) CuCl₂の浸漬による親魚体内でのウイルスの増殖方法

① 病魚磨砕液を0.1ml注射した3日後の稚魚（体重14.4g、全長10.3cm）をCuCl₂に浸漬し、8日目に取りあげPCR法によりウイルスの検出を行った（図19）。

② 1000 μg/lの濃度で浸漬したSJNNV感染魚は、浸漬4日以内に斃死し（表3）、高率にウイルスが検出された。500および250 μg/lで浸漬した感染魚では、斃死率およびウイルスの検出率はコントロールと大差は見られなかった（表4、図20）。

③ 従って、シマアジを1,000 μg/l以上のCuCl₂で浸漬することにより、体内に潜伏しているウイルスを増殖させることができると判断された。

3) ウイルス潜伏感染魚からのウイルス検出

- ① 平成5年度にVNNが発生し生残したウイルス潜伏感染魚（VNN発生50日後のPCR陽性率80%，同116日後以降は0%，体重207g，全長24.4cm）を CuCl_2 で浸漬し，PCRによりウイルスの検出を行った。
- ② いずれの濃度で浸漬した潜伏感染魚からもウイルスが検出された。1000 $\mu\text{g/l}$ で浸漬した潜伏感染魚では，目（5尾中5尾が陽性，以下5/5と記載），胃（2/5），肝臓（2/5），心臓（5/5），幽門垂（1/5）および脳（5/5）からウイルスが検出され，目，脳および心臓で高率に検出された（表5，図21）。
- ③ 従って，本法を用いることで親魚の組織からウイルスを検出できると判断された。

3 SJNNVの水平感染の抑制に関する試験

（1）オゾン処理海水のウイルス感染抑制効果

- 1) オゾン処理海水で飼育したシマアジはVNNが発生しても一部が生残する。このため，オゾン処理海水がどのようにSJNNVの感染に影響するかを検討した。
- 2) オゾンは水中の2価の金属イオンを酸化することが知られている。まず，2価の金属イオンとSJNNVの感染について実験した。2価の金属イオンをキレートするEDTAを添加したところ，SJNNVの感染は抑制された。従って，SJNNVの感染には2価の金属イオンが重要な要因と推定された（図22）。
- 3) 次に，海水中の主な2価の金属イオン Mg^{2+} と Ca^{2+} のSJNNVの感染への影響について実験した。EDTAを添加した後， MgCl_2 および CaCl_2 を添加したところ， MgCl_2 を添加した仔魚では，感染が促進される傾向があった。従って，SJNNVの感染には Mg^{2+} イオンが Ca^{2+} よりも重要と推定された（図23）。
- 4) 次に，実際のオゾン処理海水でSJNNVの感染抑制効果について調べた。海水を残留オキシダント5ppm，0.5ppm，0.1ppmで処理し，活性炭でオキシダントを除去した後，仔魚を各処理水中で感染させた。5ppmのオキシダント処理した海水が，多少ウイルス感染が抑制された程度であった（図24）。なお，オゾン処理海水の Mg^{2+} と Ca^{2+} の量は，通常海水と大差はない（荏原実業で分析）。このため，オゾンのSJNNVの感染抑制効果については，依然とし問題が残された。

（2）ナンノクロロプシスのSJNNVの感染抑制効果

- 1) 飼育水槽内に添加されるナンノクロロプシスがVNNの発生を抑制するかどうかを検討した。
- 2) 50万セルおよび2000万セルのナンノクロロプシスにSJNNVを1ng/mlを添加し，30分間，浸漬感染させた。50万セルにSJNNVを添加した区では，コントロールと差は見られなかったが，2000万セルでは感染がやや抑制される傾向があった。この点については今後詳細な検討が必要である（図25）。

4 SJNNV外被タンパクワクチン処理に関する試験

(1) ワクチンの作製および中和抗体の産生

- 1) 大腸菌発現ベクターおよび宿主大腸菌の組換え体を作製し、直接発現法によりシマアジ神経壊死症原因ウイルス (SJNNV) の外被タンパク質の発現誘導を行った。
- 2) 得られた発現タンパクをシマアジ (平均体重1.0kg) に注射し、得られたシマアジの免疫血清でウイルス中和試験を行ったところ、ウイルス中和活性が認められた。

(2) ワクチン接種親魚における抗体価の変化および飼育仔魚の発病状況

- 1) 7月31日に天然養成7年のシマアジ親魚のうち雄15尾 (尾叉長: 48.7cm, 体重2.6kg), 雌15尾 (尾叉長50.7cm: 体重2.6kg) に発現タンパク (1mg/尾) を筋肉内接種した。以後31日後 (8月31日), 63日後 (10月2日) に追加免疫した。初回のワクチンにはアジュバントを使用した。2回目以降のワクチンには使用しなかった。なお、各々のワクチン接種前に各個体より採血を行った。
- 2) 免疫した親魚は海面小割りにて、適宜モイストペレットを給餌し養成したが、11月16日までに雄2尾、雌2尾が斃死した。
- 3) ワクチン接種直前、2回目、3回目の接種時に血清中の抗ウイルス抗体価を抗シマアジIgMウサギ血清を用いたELISAで測定した結果、一部の個体で抗体価が高かったが、個体間でバラツキが見られた (図26)。
- 4) 11月17日に雄7尾、雌7尾 (尾叉長49.6cm, 体重3.2kg) を陸上水槽に収容し、水温20℃で養成後、加温およびホルモン処理より産卵を誘発した結果、平成7年12月27日および平成8年1月24日に受精卵を得た。
- 5) 飼育結果及び発病状況については平成8年度に報告する。

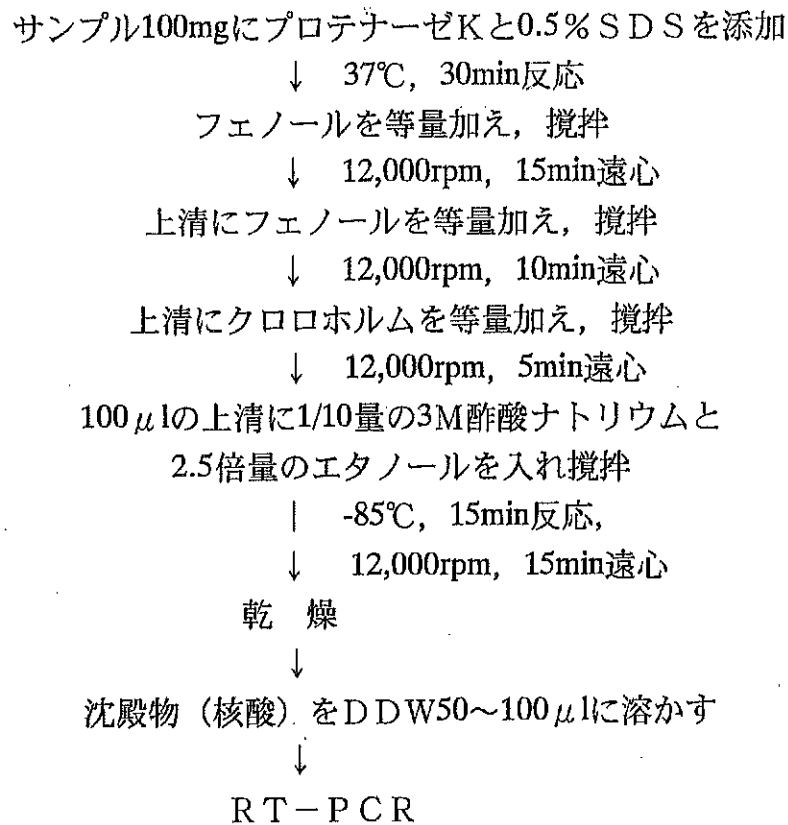
(3) シマアジ幼魚における抗ウイルス抗体の産生およびウイルス増殖抑制効果

- 1) シマアジ幼魚 (全長: 158mm, 体重: 46.0g) に、ワクチン区 (165尾) は発現タンパク (0.1mg/尾) を、対照区 (190尾) にはPBS (0.1ml/尾) を腹腔内に注射した。以後、31日後 (8月31日), 63日後 (10月2日) に追加免疫した。なお、初回のワクチンにはアジュバントを使用した。
- 2) 供試魚は5m×5m×5mの海面小割りに収容し、魚体重の3~4%の配合飼料またはモイストペレットを適宜給餌し養成した。両区とも斃死は見られず、攻撃試験のため77日目 (10月16日) にワクチン区125尾、対照区150尾を取り揚げた (取り揚げまでに両区とも40尾ずつサンプリングした)。
- 3) 病魚磨碎濾液を1尾あたり100 μ lずつ筋肉内注射し、両区の抗体価の変化およびPCRによる各組織からのウイルス核酸の検出を行った。供試魚は0.5m²パンライト水槽3面に収容し、ろ過海水を用いて流水飼育し適宜配合飼料を給餌した。
- 4) ワクチン区では攻撃試験後9日目に9尾が斃死したが、その後大きな減耗はなかった。対照区では17~21日にかけて17尾が斃死した。斃死原因については良く分からなかった。 (図27)。
- 5) 攻撃前、および攻撃後10日目、20日目に採血し、血清の抗ウイルス抗体価を抗シ

マアジIgMウサギ血清を用いたELISAで測定したがワクチン区、対照区ともに抗体は検出されなかった。

- 6) 攻撃後、目と脳からウイルス核酸を検出した結果では、ワクチン区では10日目に目からの検出率が25%であったが、21日目、30日目では75%になった。脳からは10日目で60%、21日目で90%、30日目で75%になった。対照区の目では10日目に65%、21日目で90%、30日目で75%となり、脳からはいずれの日数でも90~100%と高率で検出された(表5)。
- 7) 10日目のサンプルについて各組織別にウイルス核酸を検出した結果、ワクチン区での検出率が対照区に比べてやや低く、攻撃初期ではワクチンにより目・脳へのウイルスの移行が抑制されている可能性があると考えられた(表6)。
- 8) 今回、幼魚のワクチン区において抗体価の上昇が見られなかったため、今後、ワクチンの投与期間、回数の検討および攻撃量の検討を行い、再度試験を実施したい。

【図 1 フェノール法による核酸の抽出】



【図 2 グアニジン法による核酸抽出】

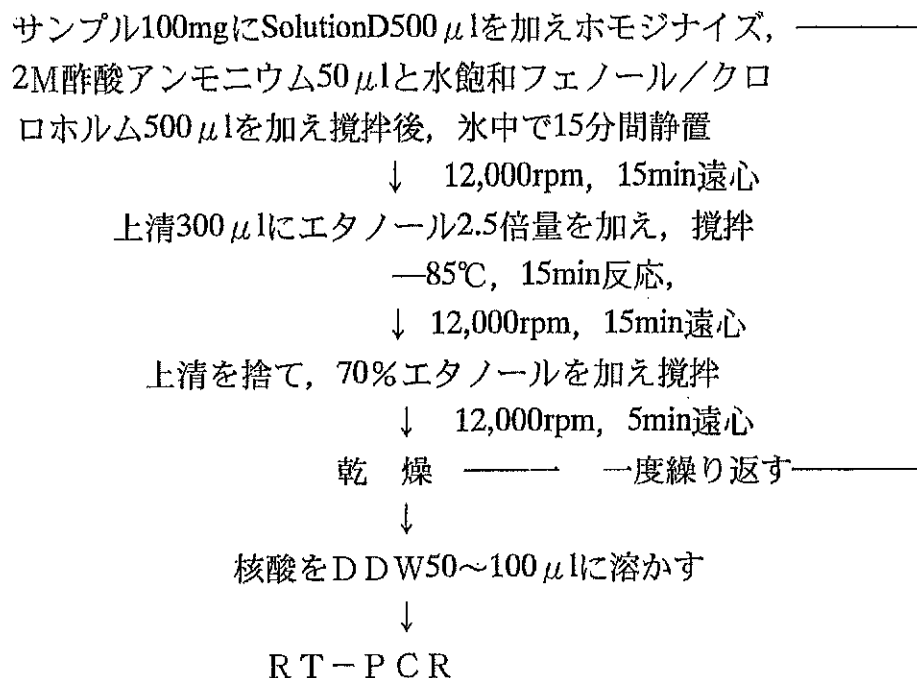


表1 SPK (従来法) とGTC法 (コールド
グアニジン法) から得られた核酸の比較

	比 率		収穫量	
	A260/A280		(μg/mg) *1	
抽出法	肝臓	仔魚	肝臓	仔魚
SPK	1.13	1.72	8.74	7.71
GTC	2.02	1.96	6.72	3.05

*1: 組織 1 mg 当りから得られたRNA量

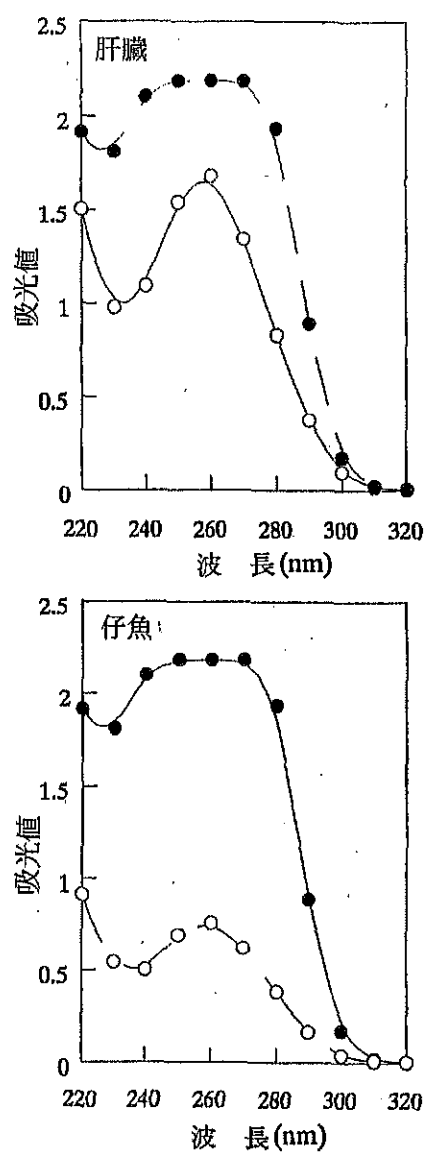


図 3 SPK法およびGTC法で得られた核酸の紫外線吸収部曲線
●: SPK法で得られた核酸, ○: GTC法で得られた核酸.

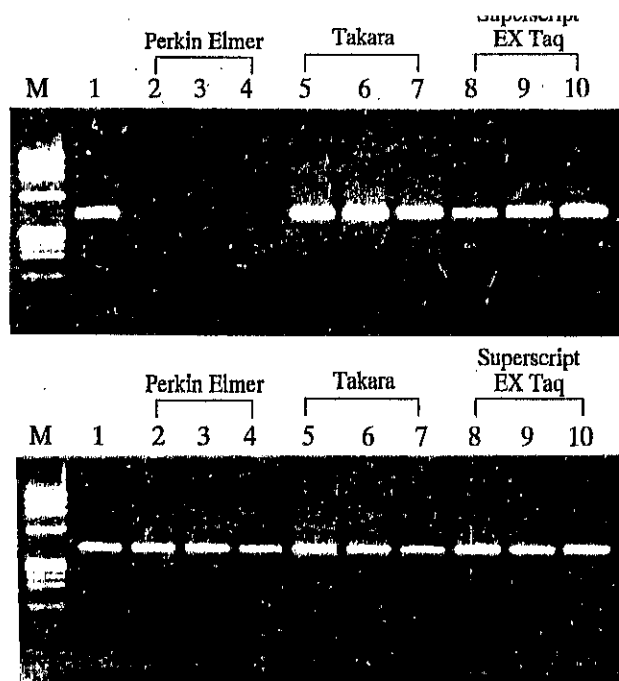


図 4 SPKおよびGTC法で処理した病魚の酵素別のPCR検出結果

上段 ; SPK法

下段 ; GTC法

Lane M:DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)

Lane 1:Perkin Elmer, SJNNV

Lane 2:Perkin Elmer, シマアジ病魚-1

Lane 3:Perkin Elmer, シマアジ病魚-2

Lane 4:Perkin Elmer, シマアジ病魚-3

Lane 5:Takara, シマアジ病魚-1

Lane 6:Takara, シマアジ病魚-2

Lane 7:Takara, シマアジ病魚-3

Lane 8:Superscript-EX Taq, シマアジ病魚-1

Lane 9:Superscript-EX Taq, シマアジ病魚-2

Lane 10:Superscript-EX Taq, シマアジ病魚-3

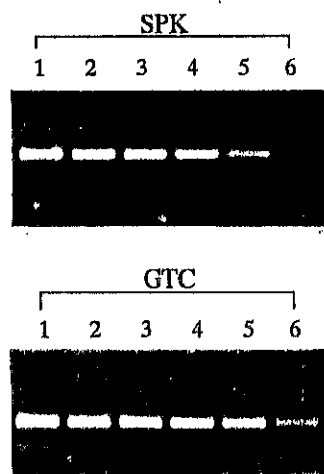


図 5 SPK およびGTC法で処理した感染仔魚からのウイルス検出

上段 : SPK法

下段 : GTC法

Lane 1: 病魚 10^{-0}

Lane 2: 10^{-1}

Lane 3: 10^{-2}

Lane 4: 10^{-3}

Lane 5: 10^{-4}

Lane 6: 10^{-5}

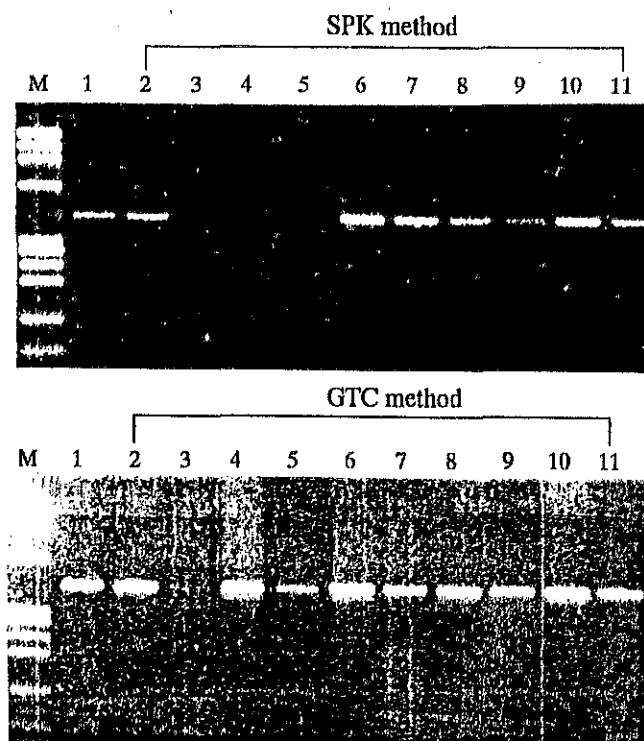


図 6 SPK法およびGTC法による感染組織からのPCR

上段：SPK法，下段：GTC法

Lane M:DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)

Lane 1: SJNNV

Lane 2: Eye

Lane 3: Stomac

Lane 4: Intestine

Lane 5: Liver

Lane 6: Spleen

Lane 7: Kidney

Lane 8: Heart

Lane 9: Pyloric caecum

Lane 10: Brain

Lane 11: Muscles

表 2 GTC法における供試サンプル量の違いによるRNAの精製度及び得られるRNA量

サンプル量*1	比 率	収穫量
(mg)	A260/A2k80	(μ g/mg) *2
500	1.60	1.65
250	1.99	2.3
100	2.05	4.57
50	2.04	4.78

*1：肝臓

*2：組織 1 mg当りから得られたRNA量

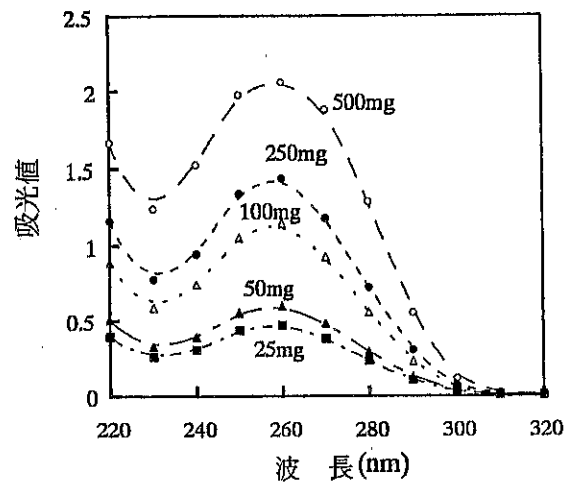


図 7 GTC法に用いるサンプル量と得られるRNAの紫外線部吸収曲線
○：シマアジ肝臓500mg, ●：同250mg, △：同100mg
▲：同50mg, 同25mg.

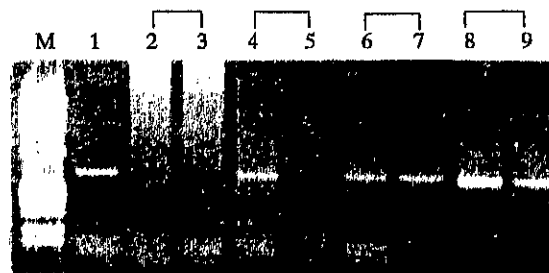


図 8 GTC法におけるサンプル量とウイルス検出
Lane M: DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)
Lane 1: SJNNV
Lane 2: Liver 500 mg SJNNV 100 ng
Lane 3: 10 ng
Lane 4: 250 mg 100 ng
Lane 5: 10 ng
Lane 6: 100 mg 100 ng
Lane 7: 10 ng
Lane 8: 50 mg 100 ng
Lane 9: 10 ng



図 9 PCRのサイクル数と増幅産物
Lane 1: 30 Cycles (病魚10mg)
Lane 2: 25 Cycles (病魚10mg)
Lane 3: 20 Cycles (病魚10mg)

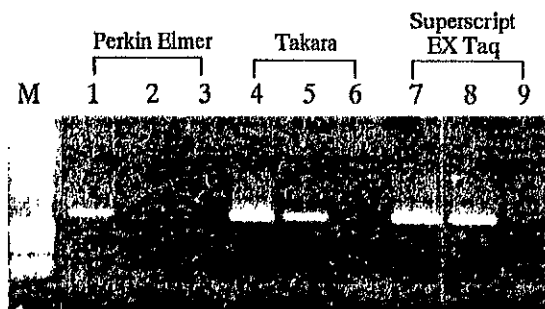


図 10 各酵素におけるウイルスの検出限界
Lane M:DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)
Lane 1:Perkin Elmer, 病魚の核酸 10^{-5}
Lane 2:Perkin Elmer, 病魚の核酸 10^{-6}
Lane 3:Perkin Elmer, 病魚の核酸 10^{-7}
Lane 4:Takara, 病魚の核酸 10^{-5}
Lane 5:Takara, 病魚の核酸 10^{-6}
Lane 6:Takara, 病魚の核酸 10^{-7}
Lane 7:Superscript-EX Taq, 病魚の核酸 10^{-5}
Lane 8:Superscript-EX Taq, 病魚の核酸 10^{-6}
Lane 9:Superscript-EX Taq,病魚の核酸 10^{-7}

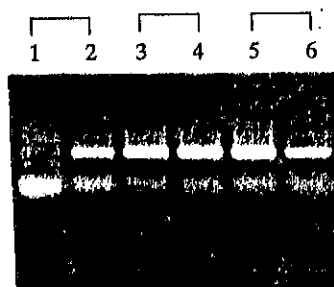


図 11 Superscriptの酵素量とPCR増幅産物
Lane 1: Superscript 2U 病魚 No 1
Lane 2: Superscript 2U 病魚 No 2
Lane 3: 4U No 1
Lane 4: 4U No 2
Lane 5: 8U No 1
Lane 6: 8U No 2

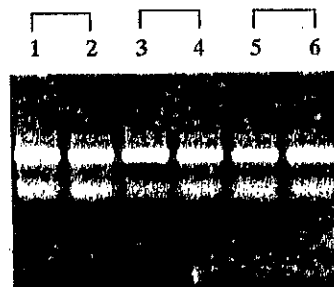


図 12 RNase Inhibitorの酵素量とPCR増幅産物
Lane 1: RNase Inhibitor 1 U 病魚 No 1
Lane 2: RNase Inhibitor 1 U 病魚 No 2
Lane 3: 2 U No 1
Lane 4: 2 U No 2
Lane 5: 4 U No 1
Lane 6: 4 U No 2

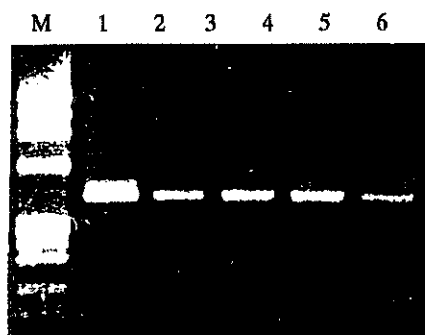


図 1 3 *Takara EX Taq*の酵素量とPCR増幅産物
Lane M: Lane M: DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)

Lane 1:	<i>Takara EX Taq</i>	5.0U	病魚	10^{-3}
Lane 2:		2.5U	病魚	10^{-3}
Lane 3:		1.25U	病魚	10^{-3}
Lane 4:		0.63U	病魚	10^{-3}
Lane 5:		0.31U	病魚	10^{-3}

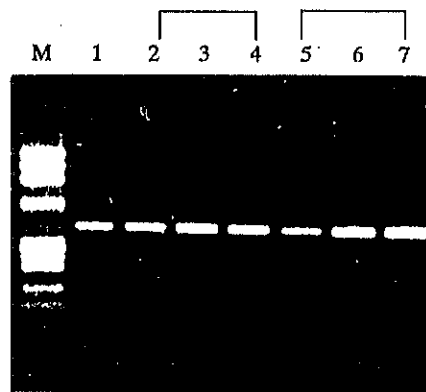


図 1 4 dNTPおよび $MgCl_2$ 濃度

Lane M:	DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)	
Lane 1:	SJNNV	
Lane 2:	dNTP 100 μ M $MgCl_2$ 3.0 mM	病魚 10^{-4}
Lane 3:		2.5 mM 10^{-4}
Lane 4:		2.0 mM 10^{-4}
Lane 5:	dNTP 200 μ M $MgCl_2$ 3.0 mM	10^{-4}
Lane 6:		2.5 mM 10^{-4}
Lane 7:		2.0 mM 10^{-4}

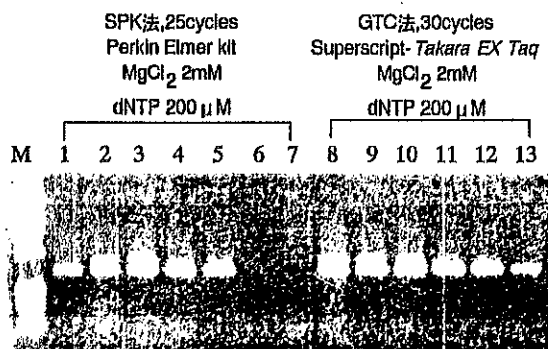


図 1 5 従来法 およびGTC法で処理した感染
仔魚からのウイルス検出

Lane M: DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)

Lane 1: SJNNV

Lane 2:	SPK法	病魚	10^{-0}
Lane 3:			10^{-1}
Lane 4:			10^{-2}
Lane 5:			10^{-3}
Lane 6:			10^{-4}
Lane 7:			10^{-5}
Lane 8:	GTC法		10^{-0}
Lane 9:			10^{-1}
Lane 10:			10^{-2}
Lane 11:			10^{-3}
Lane 12:			10^{-4}
Lane 13:			10^{-5}

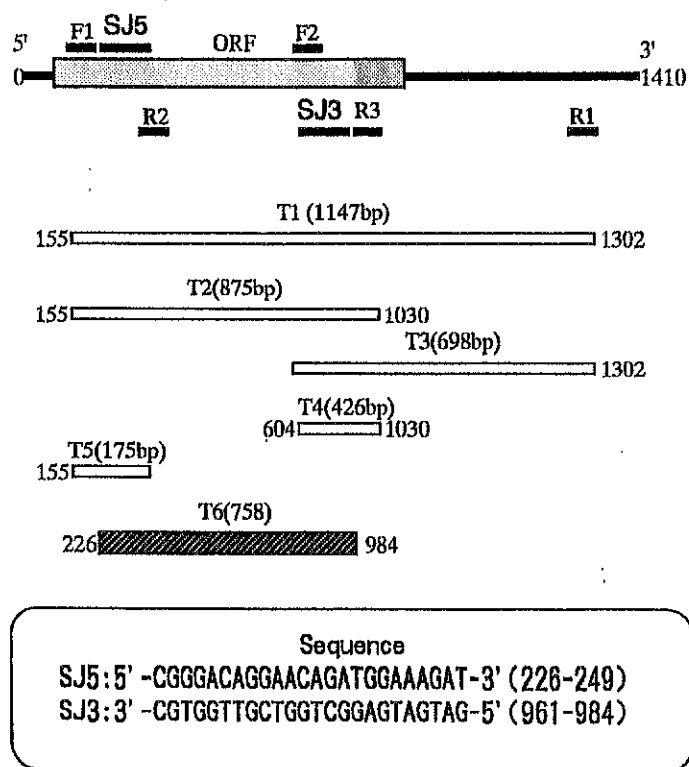


図 1 6 新しく合成したプライマーの塩基配列および増幅領域の模式図

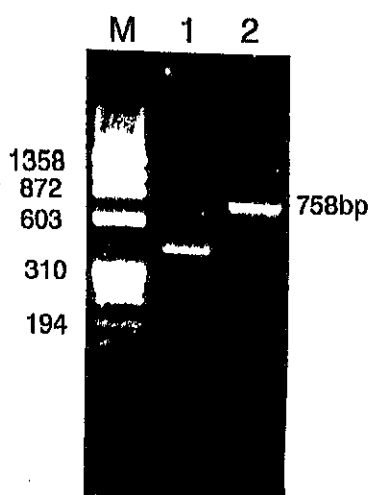


図 1 7 T6領域のPCR産物のアガロースゲル電気泳動
Lane M: DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)
Lane 1: T4(426bp)
Lane 2: T6 (758bp)

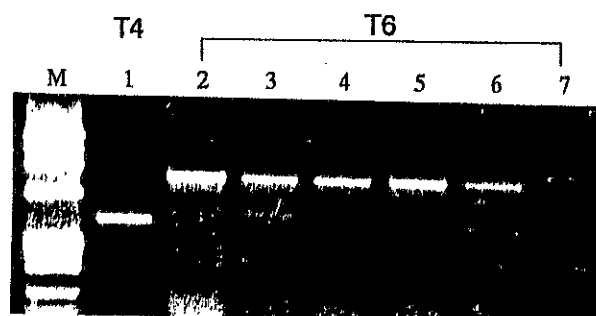


図 1 8 T6領域を用いたPCRにおけるウイルスの検出限界
Lane M: DNA ladder(ϕ X174/Hae III digest)
Lane 1: T4(426bp)
Lane 2: T6(758bp) 病魚 10^{-0}
Lane 3: 10^{-1}
Lane 4: 10^{-2}
Lane 5: 10^{-3}
Lane 6: 10^{-4}
Lane 7: 10^{-5}

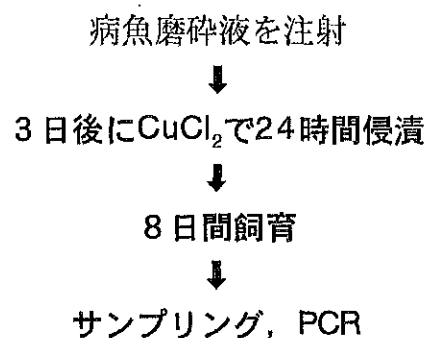


図19 CuCl₂を侵漬したシマアジ感染魚
からのウイルス検出方法

表3 SJNNVを人為的に感染させたシマアジの塩化銅侵漬後の死亡率

塩化銅濃度 ($\mu\text{g}/\text{l}$)	ウイルス 接種	供試尾数 (尾)	ウイルス接種後の日数別の死亡尾数								合計	死亡率 (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8		
1,000	あり	5			3	2					5	100
	なし	5										0
500	あり	5									0	0
	なし	5										0
250	あり	5						1			1	20
	なし	5										0
対照	あり	5									0	0
	なし	5										0

表4 塩化銅で侵漬したSJNNV人為感染シマアジからのウイルス検出

器官名	ウイルス 侵漬前	塩化銅濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)			
		1,000	500	250	対照
目	1 / 5	5 / 5 *1	3 / 5	1 / 5	2 / 5
胃	1 / 5	3 / 5	1 / 5	0 / 5	2 / 5
腸	1 / 5	3 / 5	1 / 5	2 / 5	1 / 5
肝臓	2 / 5	3 / 5	1 / 5	2 / 5	2 / 5
ひ臓	3 / 5	5 / 5	3 / 5	3 / 5	2 / 5
腎臓	2 / 5	5 / 5	1 / 5	2 / 5	1 / 5
心臓	3 / 5	4 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5
幽門垂	2 / 5	2 / 5	3 / 5	1 / 5	2 / 5
脳	2 / 5	5 / 5	2 / 5	3 / 5	2 / 5
筋肉	1 / 5	1 / 5	1 / 5	0 / 5	1 / 5

*1 : PCR陽性 / 検査尾数

表5 塩化銅で侵漬したSJNNV潜伏感染魚からのウイルス検出

器官名	塩化銅濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)		
	1,000	500	対照
目	5 / 5 *1	3 / 5	2 / 5
胃	3 / 5	1 / 5	2 / 5
腸	3 / 5	1 / 5	1 / 5
肝臓	3 / 5	1 / 5	2 / 5
ひ臓	5 / 5	3 / 5	2 / 5
腎臓	5 / 5	1 / 5	1 / 5
心臓	4 / 5	2 / 5	2 / 5
幽門垂	2 / 5	3 / 5	2 / 5
脳	5 / 5	2 / 5	2 / 5
筋肉	1 / 5	1 / 5	1 / 5

*1 : PCR陽性/検査尾数

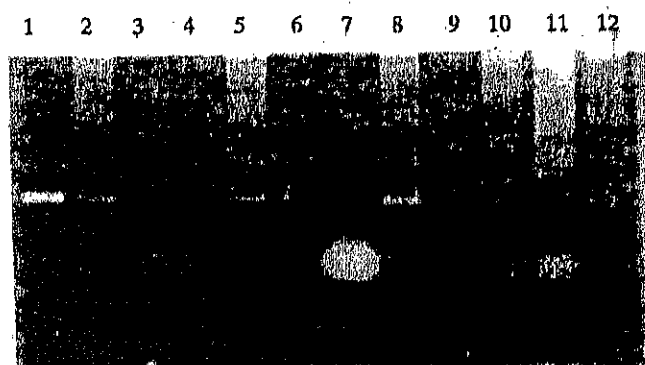


図 2 1 SJNNV潜伏感染魚からのPCRによるウイルス検出

Lane 1: SJNNV純化ウイルス
Lane 2: Eye
Lane 3: Stomac
Lane 4: Intestine
Lane 5: Liver
Lane 6: Spleen
Lane 7: Kidney
Lane 8: Heart
Lane 9: Pyloric caecum
Lane 10: Brain
Lane 11: Muscles
Lane 12: Gonad

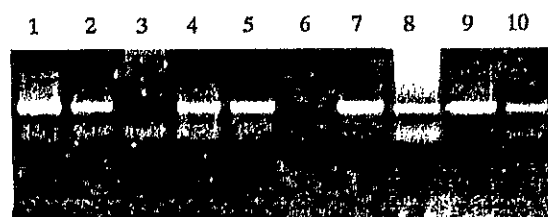


図 2 0 CuCl_2 1000 $\mu\text{g}/\text{l}$ で浸漬させた人為的感染魚からの

Lane 1: Eye
Lane 2: Stomac
Lane 3: Intestine
Lane 4: Liver
Lane 5: Spleen
Lane 6: Kidney
Lane 7: Heart
Lane 8: Pyloric caecum
Lane 9: Brain
Lane 10: Muscles

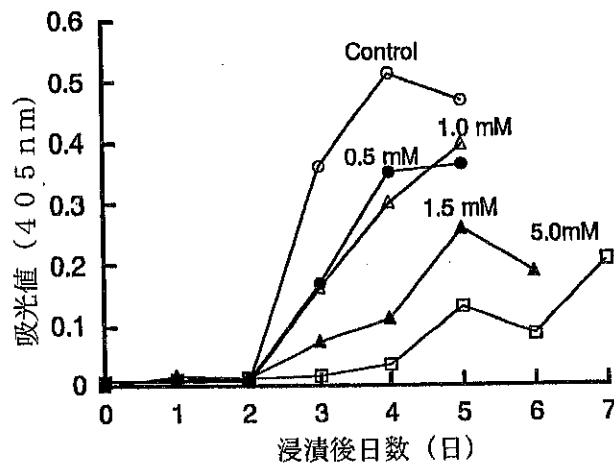


図 2 2 EDTAによるSJNNVの感染抑制効果
0~5.0mMのEDTAを含む海水にシマアジ仔魚を收容し、1ng/mlのウイルス濃度で10分間浸漬した。浸漬後、ウイルスおよびEDTAを取り除き飼育し、仔魚をELISAに供試した。

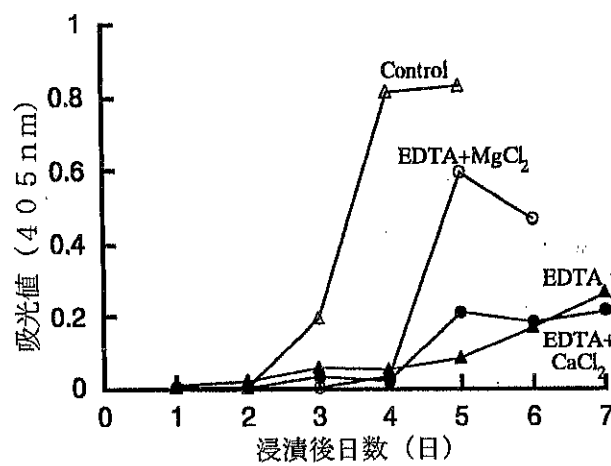


図 2 3 MgCl₂およびCaCl₂のSJNNVの感染力に及ぼす影響
5.0mM のEDTAをふ化仔魚を含む海水に添加し、15分間浸漬した。浸漬後、MgCl₂およびCaCl₂をそれぞれ20mM添加し、さらに1ng/mlとなるようにSJNNVを加え10分間浸漬した。

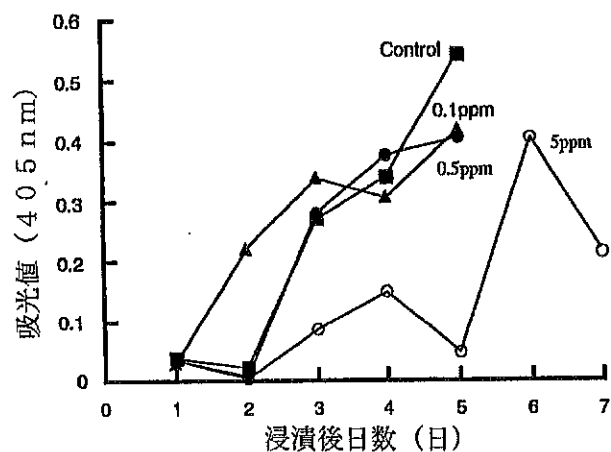


図 2 4 オゾン処理海水のSJNNVの感染力に及ぼす影響
残留オキシダント濃度0.1ppm, 0.5ppm, 5.0ppm
で海水を処理し, 活性炭でオキシダントを除去
した海水中に仔魚を入れ, 1ng/mlのSJNNVで10分
間浸漬感染した。

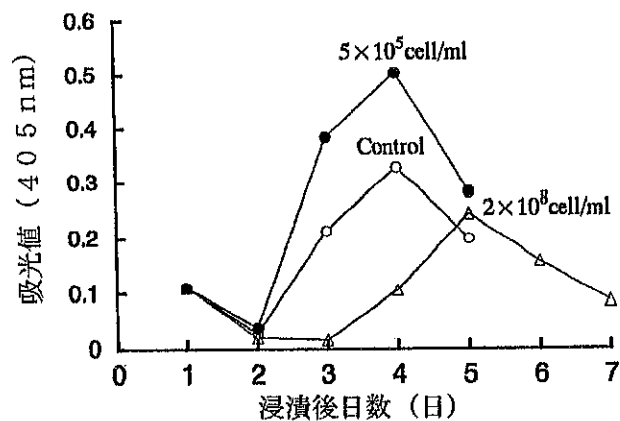


図 2 5 ナンノクロプシスのSJNNVの感染抑制効果
所定濃度のナンノクロプシスにSJNNV (1ng/ml)
を添加し, 30分後に仔魚に接種した。

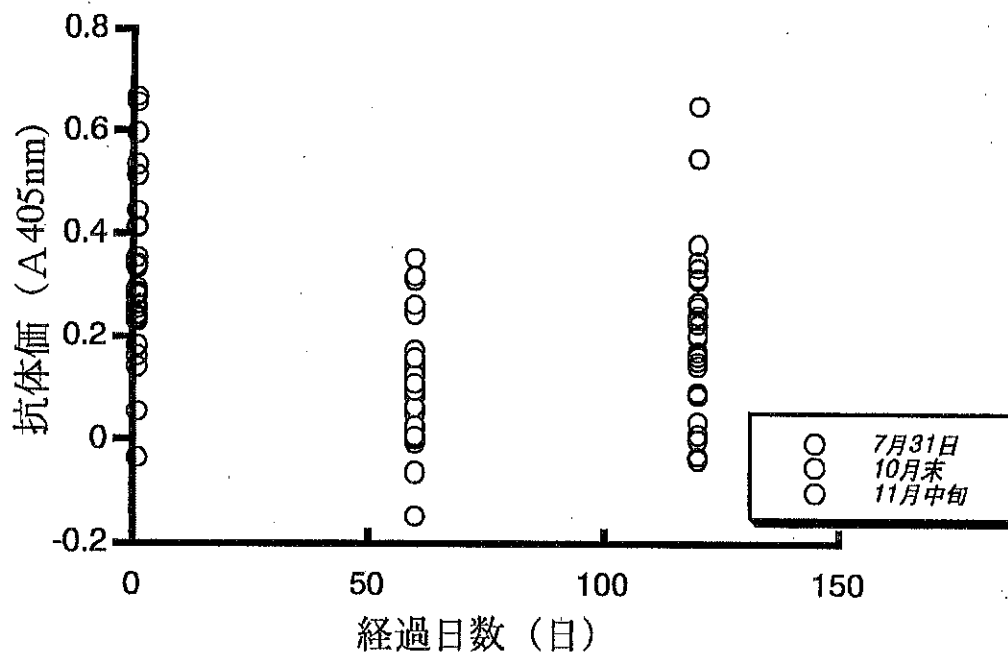


図26 親魚のワクチン区における抗体価の変化

図27 ワクチン試験におけるシマアジ幼魚の生残状況

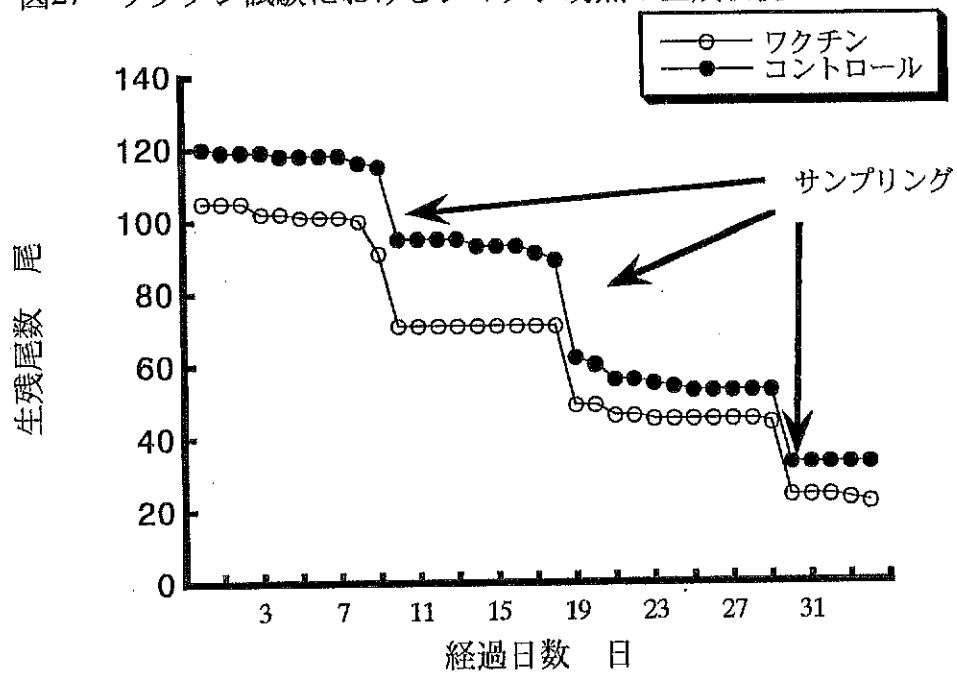


表5 病魚磨碎濾液注射後の組織からのウイルス核酸検出結果

試験区	組 織	10日後 陽性個体 (%)	21日後 陽性個体 (%)	30日後 陽性個体 (%)
ワクチン区	目	5/20 (25)	15/20 (75)	15/20 (75)
	脳	12/20 (60)	18/20 (90)	16/20 (75)
対照区	目	13/20 (65)	18/20 (90)	15/20 (75)
	脳	20/20 (100)	16/20 (90)	18/20 (90)

表6 攻撃10日目の組織からの
ウイルス核酸検出結果

組 織	試 験 区	
	ワクチン区	対 照 区
	陽性個体 (%)	陽性個体 (%)
目	5/20 (25)	13/20 (65)
胃	5/20 (25)	9/20 (45)
腸	4/20 (20)	7/20 (35)
肝臓	9/19 (47)	12/20 (60)
脾臓	16/20 (80)	15/20 (75)
腎臓	47/20 (85)	20/20 (100)
心臓	10/20 (50)	16/20 (80)
幽門垂	4/20 (20)	9/20 (45)
脳	12/20 (60)	20/20 (100)
筋肉	2/20 (10)	7/20 (35)

5-2 ウイルス性腹水症

目的

ウイルス性腹水症はブリ、ヒラマサの稚魚に発生し、致死性の高い疾病である。この疾病の防除を行うためのひとつの手段として、本ウイルスの特異的な検出法を開発する必要がある。本ウイルスの大量培養手法、ウイルスの純化手法の検討を行い特異的な検出系の確立を目指した。

材料と方法

供試ウイルスには1995年7月に五島事業場で発病し、顕著な腹水を呈したブリ稚魚からCHSE-214細胞により分離したYAV（-85℃で凍結保存）を用いた。CHSE-214細胞でYAV大量培養を行うための指標として、CHSE-214細胞へのウイルス接種濃度の検討を行った。CHSE-214細胞の継代後の培養日数を20℃で4日間とし、細胞密度 $5.0 \times 10^5/\text{ml}$ に達した時に $10^{-2} \sim 10^{-6}$ に希釈したウイルス液でウイルス接種を行ったあとさらに3日間培養し、変性細胞および浮遊液を採集し、核酸抽出を行った。得られた核酸は吸光度法による定量と、0.7% TAEアガロースゲル電気泳動を行った。また、同じウイルス液を 10^{-4} に希釈し、 150cm^2 のフラスコ39本（1,170ml）に培養したCHSE-214細胞に接種し、得られた変性細胞と培養液をウイルス純化に用いた。数回の遠心処理後、塩化セシウムによる密度勾配遠心を行った。

結果

細胞変性は全てのウイルス接種濃度で確認されたが、核酸抽出物の分析の結果、ウイルス核酸が認められなかった。CHSE-214細胞でのYAV大量培養の指標となるウイルス接種濃度を把握するには至らなかった。

YAVの大量培養と純化を試みたが得られたウイルス量はわずかであった。

今後は、CHSE-214細胞へのウイルス接種方法を検討し、効率の良いYAV大量培養法を行う必要がある。

6. 共同研究

微粒子人工配合飼料によるブリ飼育試験

MF21と共同研究を行っている微粒子人工配合飼料によるブリ配合飼料化試験は、昭和62年より始まり今年度で9年目を迎える。当初、大型生物餌料の代替餌料の開発を目的に微粒子人工配合飼料の開発が行われ、全長20mm以降では配合飼料の単独給餌が可能となった。その結果、現在、ブリの種苗生産はワムシ+アルテミア幼生+配合飼料の餌料系列で行われている。しかし、この餌料系列では、全長20mmまではアルテミア幼生が大量に必要となることから、アルテミア幼生の使用量を軽減するために、更に小型サイズから有効な配合飼料の開発が必要となっている。

全長15mmでの配合飼料の開発については、共同研究開始当初より取り組んでいるが、生物餌料に匹敵する配合飼料が開発されていないのが現状である。このため、平成4年度より、全長15mm以下の小型サイズの配合飼料の開発速度を進めるために、各社とも摂餌性をテーマに2種類の飼料を試作し、このサイズでの配合飼料化試験を行なってきた。

今年度は、昨年度と同様、摂餌性の向上を共通テーマとして試作した各社2種類の飼料を用いて、全長15mmでの配合飼料化試験を行うこととした。

材料と方法

試験は、全長15mmサイズにおいて1回行った。

- 1) 試験月日 6月6日から6月15日までの10日間
- 2) 試験期間 配合飼料への馴致期間(餌付け期間)は、5日間行なう。
本試験は、馴致期間終了後、生残率が安定化する5日目まで行なう。
- 3) 飼育水槽 0.5m³ ポリカーボネイト水槽(黒色)
- 4) 供試魚 同一種苗生産群(90m³水槽)より間引いて使用する。
- 5) 収容尾数 625尾/槽
- 6) 飼育水温 21℃
- 7) 換水 流水飼育 10回転/日 (1000%)
- 8) 給餌
 - ① 使用餌料 表1参照
 - ② 給餌方法 配合飼料の給餌は手撒きで行う
 - ③ 給餌量 試験期間中の給餌量は体重比で設定(表5参照)
 - ④ 給餌時間 配合飼料区: 表6-1参照
生物餌料区: 表6-2参照
制限給餌区: 表6-3参照
- 9) 実験区 実験区は合計16区設置した。
配合飼料区(13区): 6社1大学の飼料を用いて行う。
生物餌料区(2区): 生物-① アルテミア幼生単独給餌区
生物-② アルテミア幼生+天然コペポータ併用区
制限給餌区(1区): 配合飼料区と同じ割合で生物餌料を単独給餌

参加会社(大学)は次の通りである

協和発酵株式会社	(対照飼料・改良飼料)
オリエンタル酵母株式会社	(対照飼料・改良飼料)
中部飼料株式会社	(対照飼料・改良飼料)
丸紅飼料株式会社	(対照飼料・改良飼料)
日本水産株式会社	(対照飼料・改良飼料)
富士製粉株式会社	(対照飼料・改良飼料)
鹿児島大学	

(各社の飼料の粒径と特性については表2・3参照)

(改良飼料は、対照飼料を摂餌性の向上のために改良した飼料である)

10) 調査項目

- | | |
|---------------|--|
| ① 成長と生残 | 成長は0日目, 6日目, 11日目に調査を行う
生残は毎日の底掃除の斃死より推定する |
| ② 消化管内容物(摂餌率) | 6日目に調査を行う |
| ③ 活力試験(空中露出) | 試験終了時に行う |
| ④ 体成分組成の分析 | 試験終了時にサンプリングを行う
(種苗の体組成分析は東京水産大学水族栄養学研究室に依頼して行った) |

以上の調査結果および生残指数*¹・生産指数*²・健苗指数*³をもとに配合飼料の有効性の検討を行なった。なお、基準とする生物餌料区は、生物-②とした。

$$*1 \quad \text{生残指数} = \frac{\text{配合飼料区の生残尾数}}{\text{生物餌料区の生残尾数}} \times 100$$

$$*2 \quad \text{生産指数} = \frac{\text{取り揚げ時の配合飼料区の総重量}}{\text{取り揚げ時の生物餌料区の総重量}} \times 100$$

$$*3 \quad \text{健苗指数} = \frac{\text{配合飼料区が生産指数} \times \text{活力試験の生残率}}{\text{生物餌料区が生産指数} \times \text{活力試験の生残率}} \times 100$$

結果

試験における飼育概要を表4に示した。また、試験結果を表7に示した。

以下、試験結果の概要を記す。

試験は、6社1大学の配合飼料区に生物餌料区を加えて行った。試験期間は6月6日～6月15日までの10日間である。

1) 成長と生残

成長は、馴致期間終了時には生物-①区, 生物-②区が全長19.0, 17.7mmであるのに対し、配合飼料区は全長14.8～17.6mmであり、生物餌料が全ての配合飼料区を上回っていた。

本試験終了時には生物－①区が全長24.6mmであり、富士（対）区のみが全長25.6mmでこれを上回った。しかし、生物－②区は19.4mmであり、協和（改）区以外の配合飼料区は全てこれを上回った。

馴致期間の減耗は、生物餌料区・配合飼料区ともにほとんどなく、馴致期間終了時の生残率は86.7～98.9%であった。

本試験期間の減耗は、配合飼料区では本試験開始2～3日目に見られ、本試験終了時の生残率は19.9～86.7%であった。一方、生物餌料区が生残率は、生物－①区が96.4%であるのに対し、生物－②区は84.2%であった。

通算生残率は、配合飼料区が7.5～81.6%であるのに対し、生物－①区が93.1%，生物－②区が79.5%であった。

2) 生残指数・生産指数・健苗指数

生残指数では富士（対）区が生物－②区を上回った。また、生産指数では日水（改），富士（対），富士（改）が生物－②区を上回った。健苗指数では富士（対），富士（改）が生物－②区を上回った。なお、生物餌料区では、生物－①区は生物－②区に比べて生残指数は117，生産指数は248と上回ったが、活力が低かったため健苗指数では35と大きく下回った（表8・図3）。

3) 配合飼料の摂餌率

馴致期間終了時の摂餌率は、平均43.2%（16.6～86.7）であった。また、対照飼料と改良飼料の摂餌率を比較すると、4社で改良飼料が対照飼料を上回り摂餌性の向上が認められ、生残指数が向上した（表9）。この中で、摂餌率の高い富士（対）区の飼料では生残・成長も良かった（表10）。

4) 活力試験（2分間の空中露出）

各実験区の試験終了時の活力試験の生残率は、配合飼料区が平均46.9%（6.7～83.3）であるのに対し、生物－②区が93.3%であり最も高かった。なお、生物－①は13.3%と低く、天然コペポダの活力向上効果が伺われた（表11）。

5) 体組成分析結果

試験に使用した生物餌料（アルテミア，天然コペポダ）の乾燥重量当たりのEPA・DHAの割合をみると、アルテミア（7ヶアランにより強化）のEPAは2.16%，DHAは1.49%であるのに対し、天然コペポダのEPAは1.89%，DHAは1.63%であり、両者の間の割合に大きな差はみられなかった（表15）。

試験終了時の供試魚の乾燥重量当たりのEPA・DHAの割合をみると、EPAの割合は、生物－①区が0.61%であるのに対し生物－②区が0.67%であり、生物餌料中のEPAの差はみられなかった。また、DHAの割合は、生物－①区が0.29%であるのに対し生物－②区が1.67%であり、大きな差がみられた。配合飼料区におけるEPAの割合は、平均1.01（0.64～1.68）%であり、試験区間で大きな差がみられた。一方、DHAの割合は、平均1.94（1.13～2.42）%であり、生物－②を上回る試験区はみられなかった。なお、生残・成長・活力についてそれぞれEPA，DHAとの関係をみると、特に関連性はみられなかった。また、一般組成中の脂質（dry）の割合は、生物餌料区が配合飼料区に比べて低かった（表16）。

考察

1. 生残指数・生産指数・健苗指数

全長15mmサイズでは、生残指数では1区、生産指数で3区、健苗指数で2区が生物餌料区を上回り、特に富士（対）区、富士（改）区は好成績であった。

これまで本実験の結果の評価は、平成3年までは生残指数を用いて行ってきた。しかし、この評価方法だと配合飼料の特徴である成長の良さが評価されないということで、平成4・5年は生残指数に成長を加味した生産指数を用いて行った。さらに、今年度は、種苗の活力を加味して総合的に評価するため、生残指数・生産指数の他に健苗指数を用いて評価することとした。しかし、この評価方法は、生物餌料区の活力試験の生残率が低い場合に配合飼料区の健苗指数が著しく高く評価される傾向がある。このため、今年度は生物餌料区に天然コペポダを使用した結果、活力試験の生残率が高くなり、これにより配合飼料区の健苗指数も妥当な値が得られるようになった。健苗指数は、今後さらに改良の余地はあると思われるが、実験結果の相対評価に有効であると思われる。

2. 上浦事業場との比較

本試験は、上浦事業場においても共通の飼育マニュアルで行っている。上浦事業場で行われた試験結果と比較すると、活力・摂餌率及び3指数の間に整合性が見られず、本試験方法について検討する必要があることがわかった。

3. 今後の展開

近年、本共同研究の停滞している理由として、全長15mm前後の配合飼料の開発が遅れていることがあげられる。これまでに、いくつかの飼料で生物餌料を上回る飼料が開発されたが、いずれも再現性に乏しく単年度の成果で終わっている。本種の飼育方法において不安定要因が多いことも再現性が乏しい原因となっている。このため、本共同研究を進展させるためには成果の再現性が重要な課題となっている。

全長15mmサイズは、種苗の活力が急激に低下し始めるサイズであり（図4）、また共食いが最も激しくなるサイズであることから（図5）、このサイズの試験では、配合飼料の良否以外の要因による減耗が大きく、試験結果の評価が難しくなっている。今後は、引き続き摂餌性の向上を目指して全長15mmサイズでの試験を行う一方、来年度はブリの微粒子配合飼料の開発を開始して10年目になるため、共同研究に1区切りをつける意味で本共同研究の見直しが必要と考える。

要約

1) 本試験は、マリノフォーラム21（人工配合飼料研究会）との共同研究として行い、今年度で9年目を迎える。今年度は、全長15mmサイズでの配合飼料化に重点をおいて試験を行った。

2) 配合飼料は、各企業から摂餌性を高める工夫をした2種類の試験飼料の提供を受けて、全長15mmサイズでの小規模水槽（0.5m³ 水槽）による飼育試験を行った。なお、今年度の参加企業は、6社と1大学であった。

3) 試験区は6社の配合飼料区と大学の配合飼料区、さらに対照区として生物餌料区を設けた。供試尾数は1試験区につき625尾とした。飼育期間は、配合飼料への馴致期間を5日間、本試験を5日間とした。また、対照区は、栄養強化したアルテミアノープリウスのみを給餌する生物-①区の他に、栄養強化を行ったアルテミアノープリウスと天然コペ

ポード（冷凍）を併用して給餌する生物－②区を設けた。試験の結果は、生物－②区を基準として、生残・成長・活力および生残指数・生産指数・健苗指数により評価した。

4) 生残指数・生産指数・健苗指数のいずれも富士（対）区が16試験区のうち最も高く、生残指数は 103, 生産指数は 249, 健苗指数は 151となり生物－②区より高かった。また、富士（改）区も、生産指数は 146, 健苗指数は 130となり生物－②区より高かった。生物－①区と生物－②区を比較すると、生物－①区は生残指数が117, 生産指数が248 となり、成長・生残で生物－②区を上回ったが、健苗指数は35となり生物－②区の方が著しく高かった。

5) 各企業の試作飼料に対する摂餌性の改良効果は、日水および富士以外の飼料では改良飼料の方が摂餌率が高く改良効果が見られた。しかし、それらの改良飼料の摂餌率は日水（対）および富士（対）に比べて低くかった。また、摂餌率の最も高い富士（対）区は3指数のすべてで他を上回っていた。

6) 試験終了時の活力試験の結果は、生物－②区が最も生残率が高く、すべての配合飼料区を上回った。一方、生物－①区はリエンター②区を除けば最も生残率が低く、活力に及ばず天然コペポードの影響がうかがわれた。

7) 対照区である生物－②に天然コペポードを給餌した結果、活力が著しく向上し、その結果、各配合飼料区の健苗指数は相対的に低下した。その中で富士区は生物餌料区を上回り、このサイズでの実用化の可能性がうかがえた。

8) 全長15mmサイズは、種苗の活力が低下し始めるサイズであるとともに共食いが最も激しくなるサイズであることから、このサイズの試験では、配合飼料の良否以外の要因による減耗が大きく、試験結果の評価が難しくなっている。今後は、引き続き摂餌性の向上を目指して全長15mmサイズでの試験を行う一方、来年度はブリの微粒子配合飼料の開発を開始して10年目になるため、共同研究に1区切りをつける意味で本共同研究のあり方を見直す必要があると考える。

（塩澤 聡）

表 1 試験区別の使用餌料

	馴致期間 (5 日間)		本試験 (5 日間)	
	サイズ	餌 料	サイズ	餌料
配合飼料区 (試験区)	12mm	アルテミア 配合飼料 (No.1・2) *	15mm	配合飼料 (No.2・3) *
生物餌料区 (対照区)	12mm	アルテミア 天然コペ	15mm	アルテミア 天然コペ
制限給餌区	12mm	アルテミア	15mm	無

* 配合飼料の粒径は表 2 参照

表 2 実験に使用した各社の配合飼料の粒径

配合飼料区	造粒法	No. 1	No. 2	No. 3
協和 (対)	凍結乾燥法	250 (19)	400 (28)	700 (67)
協和 (改)	//	250 (21)	400 (34)	700 (64)
オリエンタル (対)	流動層造粒法	150~250 (5)	250~500 (11)	500~750 (12)
オリエンタル (改)	//	150~250 (7)	250~500 (10)	500~750 (22)
中部 (対)	攪拌造粒法	150~250 ()	250~500 ()	500~750 ()
中部 (改)	//	150~250 ()	250~500 ()	500~750 ()
丸紅 (対)	流動層造粒法	125~250 (25)	250~500 (30)	500~750 (40)
丸紅 (改)	//	125~250 (25)	250~500 (30)	500~750 (45)
日水 (対)	流動層造粒法	150~250 (50)	250~500 (65)	500~750 (80)
日水 (改)	//	150~250 (30)	250~500 (45)	500~750 (70)
富士 (対)	攪拌造粒法	150~250 (21)	250~500 (57)	500~750 (107)
富士 (改)	//	150~250 (17)	250~500 (40)	500~750 (86)
鹿大	凍結乾燥法	180~250 (28)	250~500 (32)	500~750 (51)

* 粒径: μm

* () : 沈降速度 cm/分

表 3 実験に使用した各社の配合飼料の特性

配合飼料区	飼 料 の 特 性
協和 (対)	
協和 (改)	嗜好性・消化性の向上
オリエンタル (対)	
オリエンタル (改)	嗜好性・消化性の向上
中部 (対)	
中部 (改)	粉碎方法の改善
丸紅 (対)	
丸紅 (改)	
日水 (対)	
日水 (改)	魚介類エキスを添加し、摂餌性の向上
富士 (対)	甲殻類エキス添加区
富士 (改)	魚卵添加区
鹿大	沈降速度を改良

表4 飼育実験の概要

期間：馴致期間	6/6 ~ 6/10 (5日間)
本試験	6/11 ~ 6/15 (5日間)
供試魚 (TL: mm)	12.6 (9.8~16.6)
(BW: mg)	20.4 (8.9~45.0)
収容尾数	625
水槽	0.5m ³ 黒色 ポリカーボネート 水槽
水温 (°C)	21.1 ~ 22.1
換水率 (%/日)	1000

表5 各試験区における基準給餌量 (体重比%)

餌料の種類	馴致期間					本試験				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
アルテミア										
配合飼料区	100	80	60	40	20	0	0	0	0	0
生物餌料区	100	100	80	80	60	60	50	50	50	50
制限給餌区	100	80	60	40	20	0	0	0	0	0
天然コペポダ										
配合飼料区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生物餌料区	300	300	300	250	250	250	250	200	200	200
制限給餌区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
配合飼料										
配合飼料区										
125~250	200	200	150	150	100	100	50	50	0	0
250~500	150	150	100	100	100	150	150	150	120	120
500~750	50	50	80	80	80	100	100	100	120	120
合計	400	400	330	330	280	350	300	300	240	240
生物餌料区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
制限給餌区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
総給餌量										
配合飼料区	500	480	390	370	300	350	300	300	240	240
生物餌料区	400	400	380	330	310	310	300	250	250	250
制限給餌区	100	80	60	40	20	0	0	0	0	0

表6-1 試験区における給餌時間及び給餌餌料

飼育日数	8:00	9:30	11:00	13:00	15:00	16:30	18:00
1日	○	○	○△	○△	○△	○△	○△
2日	○	○	○	○△	○△	○△	○△
3日	○	○	○	○	○△	○△	○△
4日	○	○	○	○	○	○△	○△
5日	○	○	○	○	○	○	○△
6日	○	○	○	○	○	○	○
7日	○	○	○	○	○	○	○
8日	○	○	○	○	○	○	○
9日	○	○	○	○	○	○	○
10日	○	○	○	○	○	○	○

○：配合飼料

△：生物餌料

表6-2 対照区における給餌時間及び給餌餌料

飼育日数	8:00	9:30	11:00	13:00	15:00	16:30	18:00
1日	▲	△	△	▲	△	△	△
2日	▲	▲	△	▲	△	△	△
3日	▲	▲	▲	▲	△	△	△
4日	▲	▲	▲	▲	▲	△	△
5日	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△
6日	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△
7日	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△
8日	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△
9日	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△
10日	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△

△：アルテミア

▲：冷凍天然コペポーダ

表6-3 制限給餌区における給餌時間及び給餌餌料

飼育日数	8:00	9:30	11:00	13:00	15:00	16:30	18:00
1日	—	—	△	△	△	△	△
2日	—	—	—	△	△	△	△
3日	—	—	—	—	△	△	△
4日	—	—	—	—	—	△	△
5日	—	—	—	—	—	—	△
6日	—	—	—	—	—	—	—
7日	—	—	—	—	—	—	—
8日	—	—	—	—	—	—	—
9日	—	—	—	—	—	—	—
10日	—	—	—	—	—	—	—

△：アルテミア

表7 ブリ微粒子人工配合飼料試験結果 (五島事業場)

試験区	試験開始			馴致期間（5日間）終了			本試験（5日間）終了			通算 生残率 (%)	摂餌率 (%)	活力 (%)	*3 生残 指数	*4 生残 指数	*5 生産 指数	*6 健苗 指数					
	開始 月日	収容 尾数	全長 (mm)	体重 (mg)	生残 尾数	全長 (mm)	体重 (mg)	生残率 (%)	終了 月日								生残 尾数	不明 尾数	全長 (mm)	体重 (mg)	生残率 (%)
協和	5. 6	625	12. 6	20. 4	6. 10	568	15. 4	37. 3	90. 9	6. 15	131	33	21. 6	101. 1	32. 4	21. 0	16. 6	46. 7	26	38	19
(改)	"	"	"	"	"	587	16. 7	44. 4	93. 9	"	179	20	16. 7	50. 0	37. 1	28. 6	20. 0	33. 3	36	26	9
初江丸	"	"	"	"	"	553	16. 7	46. 7	88. 5	"	47	39	22. 5	103. 9	19. 9	7. 5	30. 0	30. 0	9	13	4
(改)	"	"	"	"	"	542	16. 1	43. 5	86. 7	"	126	26	23. 0	129. 0	31. 7	20. 2	43. 3	6. 7	25	46	3
中部	"	"	"	"	"	559	14. 8	34. 4	89. 4	"	175	22	21. 6	99. 3	38. 5	28. 0	23. 3	50. 0	35	50	27
(改)	"	"	"	"	"	564	16. 0	47. 0	90. 2	"	226	25	23. 4	134. 3	47. 3	36. 2	51. 7	13. 3	46	89	13
丸紅	"	"	"	"	"	559	15. 1	34. 8	89. 4	"	146	40	21. 5	102. 9	35. 8	23. 4	36. 7	70. 0	29	43	32
(改)	"	"	"	"	"	557	15. 9	46. 4	89. 1	"	275	19	20. 5	96. 1	55. 1	44. 0	51. 7	40. 0	55	76	33
日水	"	"	"	"	"	582	16. 8	50. 6	93. 1	"	404	23	20. 2	78. 9	74. 5	64. 6	58. 6	80. 0	81	92	79
(改)	"	"	"	"	"	545	17. 2	51. 9	87. 2	"	329	23	22. 9	130. 6	66. 4	52. 6	53. 3	33. 3	66	124	44
富士	"	"	"	"	"	610	17. 6	63. 0	97. 6	"	510	15	25. 6	168. 1	86. 7	81. 6	86. 7	56. 7	103	249	151
(改)	"	"	"	"	"	584	17. 0	48. 5	93. 4	"	382	18	24. 2	132. 4	71. 2	61. 1	43. 3	83. 3	77	146	130
鹿児島大学	"	"	"	"	"	598	15. 7	38. 4	95. 7	"	135	40	19. 5	76. 7	32. 6	21. 6	46. 7	66. 7	27	30	21
生物-①	"	"	"	"	"	618	19. 0	82. 6	98. 9	"	582	13	24. 6	147. 6	96. 4	93. 1	13. 3	117	248	35	
生物-②	"	"	"	"	"	607	17. 7	58. 2	97. 1	"	497	9	19. 4	69. 6	84. 2	79. 5	93. 3	100	100	100	100
制限給餌	"	"	"	"	"	590	18. 4	61. 5	94. 4	"	5	76	-	-	18. 0	0. 8	-	-	-	-	-

*1 各企業の試作飼料

対：対照飼料区

改：対照飼料を改良し摂餌性を高めた改良飼料区

・生物餌料

①：Ar-N

②：Ar-N+天然コペ

・制限給餌：配合飼料区と同量の生物餌料を給餌

*2 馴致期間終了時 (試験開始後6日目) の摂餌率

*3 2分間空中露出して水に戻し、1時間後の生残率

配合飼料区の生残尾数

*4 生残指数 = $\frac{\text{配合飼料区の生残尾数}}{\text{生物餌料区の生残尾数}} \times 100$

生物餌料区の生残尾数

*5 生苗指数 = $\frac{\text{取り揚げ時の配合飼料区の総重量}}{\text{取り揚げ時の生物餌料区の総重量}} \times 100$

取り揚げ時の配合飼料区の総重量

取り揚げ時の生物餌料区の総重量

*6 健苗指数 = $\frac{\text{配合飼料区の生産指数} \times \text{活力試験の生残率}}{\text{生物餌料区の生産指数} \times \text{活力試験の生残率}} \times 100$

配合飼料区の生産指数 × 活力試験の生残率

生物餌料区の生産指数 × 活力試験の生残率

表8 生残指数・生産指数・健苗指数

	生残指数	生産指数	健苗指数
協和発酵 (対)	26	38	19
(改)	36	26	9
サトウキビ酵母 (対)	9	13	4
(改)	25	46	3
富士製粉 (対)	103	249	151
(改)	77	146	130
中部飼料 (対)	35	50	27
(改)	46	89	13
日 水 (対)	81	92	79
(改)	66	124	44
丸紅飼料 (対)	29	43	32
(改)	55	76	33
鹿児島大学	27	30	21
生物餌料-①	117	248	35
生物餌料-②	100	100	100

表9 配合飼料の摂餌率 (試験開始6日目)

試験区	対照飼料	改良飼料
協和発酵	16.6%	20.0%
サトウキビ酵母	30.0%	43.3%
中部飼料	23.3%	51.7%
丸紅飼料	36.7%	51.7%
日水	58.6%	53.3%
富士製粉	86.7%	43.3%
鹿 大	46.7%	

* 測定尾数 30尾

表10 摂餌率と生残率

配合飼料区	摂餌率	生残率
富士 (対)	86.7	81.6
日水 (対)	58.6	64.6
日水 (改)	53.3	52.6
丸紅 (改)	51.7	44.0
中部 (改)	51.7	36.2
鹿大	46.7	21.6
富士 (改)	43.3	61.1
サトウキビ (改)	43.3	20.2
丸紅 (対)	36.7	23.4
サトウキビ (対)	30.0	7.5
中部 (対)	23.3	28.0
協和 (対)	20.0	28.6
協和 (改)	16.6	21.0

表11 活力試験結果 (空中露出: 2分間)

試験区	生残率 (%)	試験区	生残率 (%)
協和 (対)	46.7	協和 (改)	33.3
サトウキビ (対)	30.0	サトウキビ (改)	6.7
中部 (対)	50.0	中部 (改)	13.3
丸紅 (対)	70.0	丸紅 (改)	40.0
日水 (対)	80.0	日水 (改)	33.3
富士 (対)	56.7	富士 (改)	83.3
鹿大 (対)	66.7		
生物-①	13.3		
生物-②	93.3		

* 測定尾数 30尾

* 1 アルテミア単独給餌

* 2 アルテミア, 天然コペポダ併用給餌

表12 生残・摂餌・活力における上浦事業場と五島事業場の比較

上浦事業場				五島事業場		
	生残率*1	摂餌率*2	活力試験*3	生残率	摂餌率	活力試験
協和醗酵 (対)	41.2	0	66.7	21.0	16.6	46.7
(改)	11.3	0	60.0	28.6	20.0	33.3
オリエント酵母 (対)	12.1	0	60.0	7.5	30.0	30.0
(改)	44.3	10.0	61.9	20.2	43.3	6.7
富士製粉 (対)	18.5	0	75.0	81.6	86.7	56.7
(改)	29.6	0	95.0	61.1	43.3	83.3
鹿児島大学	5.8	0	50.0	21.6	46.7	66.7
生物餌料-②	82.3	—	10.0	79.5	—	93.3
中部飼料 (対)	78.0	40.0	95.5	28.0	23.3	50.0
(改)	55.6	20.0	77.8	36.2	51.7	13.3
日 水 (対)	59.6	30.0	75.0	64.6	58.6	80.0
(改)	85.5	50.0	36.4	52.6	53.3	33.3
丸紅飼料 (対)	60.4	10.0	85.0	23.4	36.7	70.0
(改)	65.1	30.0	100.0	44.0	51.7	40.0
鹿児島大学	12.8	0	45.5	—	—	—
生物餌料-①	—	—	—	93.1	—	13.3
生物餌料-②	86.9	—	57.9	79.5	—	93.3

* 1 : 試験終了時の生残率 (%)

* 2 : 試験開始6日目における配合飼料の摂餌率 (%)

* 3 : 試験終了時における2分間の空中露出試験の1時間後の生残率 (%)

表13 上浦事業場と五島事業場の各指数の比較

上浦事業場				五島事業場		
	生残指数*1	生産指数*2	健苗指数*3	生残指数	生産指数	健苗指数
協和発酵 (対)	50	25	170	26	38	19
(改)	14	6	30	36	26	9
オリエント酵母 (対)	15	6	40	9	13	4
(改)	54	36	220	25	46	3
富士製粉 (対)	23	17	120	103	249	151
(改)	36	22	200	77	146	130
鹿児島大学	7	3	10	—	—	—
生物餌料-②	100	100	100	—	—	—
中部飼料 (対)	90	70	116	35	50	27
(改)	64	47	62	46	89	13
日 水 (対)	69	41	53	81	92	79
(改)	98	75	47	66	124	44
丸紅飼料 (対)	70	34	50	29	43	32
(改)	75	40	69	55	76	33
鹿児島大学	15	7	5	27	30	21
生物餌料-①	—	—	—	117	248	35
生物餌料-②	100	100	100	100	100	100

表14 試験に使用した生物餌料中の水分・粗脂肪含量および粗脂肪中の脂肪酸組成

(area%)

Fatty acid	ワムシ ^{*1}					アルテミア		天然
	強化前	1次強化	2次強化	3次強化	4次強化	孵化直後	7/77ラン	
13:0	0.30	0.18	0.08	0.12	0.12	0.03	0.10	1.77
14:0	1.52	1.68	1.42	1.88	1.91	0.71	0.73	8.62
15:0	0.47	0.47	0.40	0.42	0.36	0.54	0.38	0.79
16:0	7.24	12.09	13.44	13.34	12.80	10.83	10.93	17.21
16:1n-7	21.02	14.88	10.70	13.15	12.55	4.00	4.14	4.15
17:0	0.53	0.51	0.49	0.46	0.42	0.88	0.57	0.48
16:3n-6	0.75	0.65	0.63	0.57	0.51	0.71	0.71	0.69
16:3n-3	2.41	0.98	0.61	0.68	0.70	0.37	0.94	0.77
18:0	4.42	4.14	4.04	3.63	3.44	4.73	4.91	3.14
18:1	32.04	28.69	27.67	27.14	24.79	26.29	28.48	4.29
18:2n-6	10.56	7.61	6.15	6.12	5.65	5.36	4.00	0.87
18:3n-6	0.09	0.09	0.10	0.13	0.15	0.55	0.33	0.18
18:3n-3	1.71	1.27	1.07	1.00	0.89	28.30	18.93	1.58
18:4n-3	0.13	0.25	0.40	0.34	0.33	4.56	2.48	2.04
20:0	0.10	0.13	0.11	0.10	0.10	0.21	0.20	0.09
20:1	2.66	4.13	5.20	4.31	4.08	0.74	2.94	0.17
20:2n-6	0.21	0.20	0.24	0.22	0.23	0.16	0.28	0.23
20:3n-6	1.11	0.83	0.70	0.66	0.66	0.08	0.07	0.12
20:4n-6	0.46	1.25	1.94	1.88	2.30	0.55	1.57	1.00
20:3n-3	0.11	0.11	0.14	0.11	0.10	0.83	0.66	0.05
20:4n-3	0.97	1.18	1.38	1.22	1.21	0.77	0.78	0.29
20:5n-3	0.22	2.50	3.84	6.34	9.84	2.33	5.00	23.18
22:1	0.70	3.59	2.65	1.66	1.61	0.12	1.50	0.63
22:4n-6	0.08	0.29	0.44	0.41	0.35	nd	0.38	nd
22:5n-6	nd ^{*2}	0.19	0.35	0.25	0.29	nd	0.16	0.21
22:4n-3	0.67	0.05	0.05	0.09	0.09	nd	nd	nd
22:5n-3	0.63	1.31	2.18	1.71	2.03	nd	1.06	0.63
22:6n-3	0.33	4.53	7.94	5.58	6.49	0.05	3.46	20.08
ΣSaturate	14.74	19.20	19.99	19.94	19.14	17.93	17.99	32.17
ΣMonoene	56.42	51.29	46.23	46.26	43.03	31.15	37.06	9.26
Σn-3	7.17	12.18	17.61	17.05	21.67	37.20	33.32	48.61
Σn-6	13.26	11.11	10.56	10.25	10.16	7.41	7.51	3.30
Σn-3HUFA	2.93	9.68	15.53	15.03	19.75	3.97	10.97	44.22
EPA in sample ^{*3}	0.03	0.50	0.89	1.36	2.20	(0.99)	(2.16)	1.89
DHA in sample ^{*3}	0.05	0.90	1.84	1.20	1.45	(0.02)	(1.49)	1.63
Σn-3HUFA in sample ^{*3}	0.41	1.93	3.61	3.23	4.41	(1.69)	(4.73)	3.60
Moisture (%)	78.40	79.48	77.04	74.30	75.73	77.25	79.60	85.77
Crude lipid (%) ^{*3}	14.07	19.92	23.22	21.48	22.31	(42.61)	(43.15)	8.13

^{*1}・1・2次強化：アクアラン、3・4次強化：ナンノクロロブシス^{*2}：未検出^{*3}：乾燥重量あたり割合

表15-1 魚体の水分・粗脂肪含量および粗脂肪中の脂肪酸組成

(area%)

Fatty acid	ヒラマサ		Initial	生物飼料		鹿児島大学
	B-6	B-8		707:7	天然ハ	
13:0	0.45	0.60	0.62	1.11	1.67	1.37
14:0	2.32	2.09	0.68	0.72	1.46	2.37
15:0	0.32	0.31	0.28	0.25	0.45	0.37
16:0	19.60	19.13	14.87	16.68	22.96	22.09
16:1n-7	4.35	4.29	4.63	3.37	3.19	4.28
17:0	0.55	0.54	0.91	0.90	1.11	0.51
16:3n-6	0.54	0.55	1.25	0.88	0.71	0.55
16:3n-3	0.73	1.02	0.67	2.00	1.49	1.56
16:4n-1	0.25	0.27	0.11	0.67	0.25	0.58
18:0	5.86	5.58	7.62	8.51	8.93	5.60
18:1	22.14	20.88	29.72	26.11	17.97	21.15
18:2n-6	9.71	9.74	4.54	4.54	2.14	9.79
18:3n-6	0.15	0.16	0.23	0.19	0.11	0.14
18:3n-3	5.40	5.31	13.15	8.03	3.75	2.08
18:4n-3	1.19	1.20	0.95	0.42	0.30	0.81
20:0	0.12	0.11	0.17	0.18	0.14	0.10
20:1	1.50	1.33	1.12	1.02	0.59	1.17
20:2n-6	0.16	0.15	0.21	0.20	0.17	0.17
20:3n-6	0.09	0.11	0.17	0.18	0.13	0.12
20:4n-6	1.66	1.94	2.49	3.89	2.39	2.07
20:3n-3	0.22	0.25	0.45	0.42	0.33	0.09
20:4n-3	0.50	0.51	0.61	0.59	0.62	0.42
20:5n-3	8.19	8.84	5.48	7.56	6.58	7.38
22:0	0.05	nd ^{*1}	0.11	0.12	nd	0.04
22:1	0.81	0.54	0.09	0.13	1.14	0.12
22:4n-6	0.14	0.16	0.53	0.81	0.65	0.14
22:5n-6	0.18	0.17	0.09	0.13	0.15	0.14
22:5n-3	1.37	1.41	1.57	2.06	1.34	1.32
22:6n-3	8.45	9.89	2.79	3.63	16.38	10.02
ΣSaturate	29.28	28.35	25.28	28.47	36.72	32.44
ΣMonoene	28.80	27.04	35.56	30.63	22.90	26.72
Σn-3	26.03	28.45	25.67	24.71	30.78	23.67
Σn-6	12.63	12.98	9.51	10.84	6.44	13.12
Σn-3HUFA	18.72	20.91	10.90	14.26	25.24	19.22
EPA in sample ^{*1}	1.25	1.12	0.88	0.61	0.67	0.83
DHA in sample ^{*1}	1.29	1.26	0.45	0.29	1.67	1.13
Σn-3HUFA in sample ^{*1}	2.85	2.65	1.75	1.15	2.57	2.17
Moisture (%)	80.12	78.98	88.53	80.16	78.46	79.67
Crude lipid (%) ^{*1}	15.23	12.70	16.08	8.09	10.18	11.28

表15-2 魚体の水分・粗脂肪含量および粗脂肪中の脂肪酸組成

(area%)

Fatty acid	協和発酵		オリエンタル酵母		中部飼料	
	対照区	改良区	対照区	改良区	対照区	改良区
13:0	0.26	0.94	0.42	0.34	0.35	0.29
14:0	1.15	1.07	1.55	1.64	1.76	2.37
15:0	0.27	0.29	0.31	0.44	0.28	0.28
16:0	21.71	22.54	22.23	22.34	20.14	20.15
16:1n-7	2.98	2.64	2.91	3.29	3.52	4.17
17:0	0.55	0.62	0.61	0.86	0.46	0.41
16:3n-6	0.48	0.45	0.44	0.49	0.42	0.44
16:3n-3	0.75	1.52	0.83	0.88	0.62	0.56
16:4n-1	0.30	0.56	0.26	0.23	0.23	0.28
18:0	8.21	8.96	9.86	8.70	6.90	6.13
18:1	25.71	21.58	22.15	16.68	20.46	20.40
18:2n-6	12.03	8.58	10.57	10.01	11.58	9.90
18:3n-6	0.17	0.17	0.15	0.19	0.14	0.14
18:3n-3	1.47	1.29	1.52	1.83	1.82	1.81
18:4n-3	0.29	0.18	0.38	0.51	0.48	0.84
20:0	0.15	0.14	0.14	0.20	0.14	0.12
20:1	1.15	0.99	1.20	1.37	2.10	1.71
20:2n-6	0.25	0.20	0.26	0.28	0.22	0.15
20:3n-6	0.16	0.19	0.28	0.14	0.12	0.09
20:4n-6	2.47	3.56	2.53	2.45	1.56	1.25
20:3n-3	0.11	0.15	0.16	0.15	0.16	0.12
20:4n-3	0.28	0.26	0.40	0.44	0.41	0.45
20:5n-3	4.55	3.56	6.16	6.51	7.75	10.27
22:0	0.08	0.05	0.07	0.09	0.07	0.08
22:1	0.13	0.08	0.09	0.29	0.99	1.25
22:4n-6	0.22	0.22	0.30	0.27	0.20	0.17
22:5n-6	0.34	0.39	0.14	0.38	0.13	0.10
22:5n-3	1.26	1.74	1.77	1.52	1.70	1.75
22:6n-3	9.88	11.54	9.76	14.63	12.57	11.09
ΣSaturate	32.39	34.60	35.20	34.61	30.10	29.83
ΣMonoene	29.97	25.30	26.35	21.62	27.07	27.53
Σn-3	18.60	20.24	20.98	26.48	25.50	26.90
Σn-6	16.13	13.77	14.65	14.20	14.36	12.25
Σn-3HUFA	16.09	17.26	18.25	23.25	22.59	23.69
EPA in sample ^{*1}	0.82	0.64	0.75	1.06	1.21	1.68
DHA in sample ^{*1}	1.78	2.06	1.18	2.39	1.96	1.81
Σn-3HUFA in sample ^{*1}	2.90	3.08	2.21	3.80	3.53	3.87
Moisture (%)	79.54	81.12	83.09	79.23	81.98	78.61
Crude lipid (%) ^{*1}	18.02	17.87	12.13	16.33	15.63	16.33

表15-3 魚体の水分・粗脂肪含量および粗脂肪中の脂肪酸組成

Fatty acid	(area%)					
	丸紅飼料		日水		富士製粉	
	対照区	改良区	対照区	改良区	対照区	改良区
13:0	0.32	0.32	0.51	0.36	0.15	0.43
14:0	1.62	1.62	1.51	1.39	1.24	2.15
15:0	0.30	0.31	0.31	0.29	0.37	0.49
16:0	21.87	21.63	22.49	21.59	21.39	23.50
16:1n-7	2.49	2.77	2.48	2.53	2.74	3.81
17:0	0.54	0.50	0.54	0.54	0.65	0.59
16:3n-6	0.31	0.37	0.37	0.45	0.38	0.48
16:3n-3	1.07	0.96	1.36	1.18	0.38	0.73
16:4n-1	0.36	0.33	0.47	0.43	0.19	0.26
18:0	8.17	7.61	8.45	8.55	7.17	5.98
18:1	16.69	17.62	17.56	16.83	15.79	15.74
18:2n-6	12.06	13.16	4.43	8.42	16.28	15.71
18:3n-6	0.20	0.16	0.17	0.17	0.17	0.15
18:3n-3	1.49	1.77	1.60	1.47	1.76	1.88
18:4n-3	0.32	0.37	0.60	0.37	0.31	0.35
20:0	0.18	0.15	0.21	0.20	0.18	0.14
20:1	1.22	1.36	0.97	1.79	2.16	1.80
20:2n-6	0.24	0.26	0.17	0.23	0.24	0.21
20:3n-6	0.12	0.09	0.12	0.14	0.06	0.05
20:4n-6	2.31	2.09	2.34	2.39	1.70	1.58
20:3n-3	0.16	0.17	0.23	0.18	0.15	0.12
20:4n-3	0.31	0.38	0.53	0.49	0.27	0.26
20:5n-3	6.58	6.68	9.60	7.88	5.37	5.50
22:0	0.09	0.07	0.09	0.10	0.97	0.07
22:1	0.17	0.17	0.09	0.27	0.52	0.69
22:4n-6	0.25	0.30	0.34	0.35	0.18	0.13
22:5n-6	0.28	0.26	0.19	0.24	0.45	0.39
22:5n-3	1.61	1.75	3.37	2.26	1.27	1.18
22:6n-3	15.52	13.53	16.13	15.29	14.50	12.40
ΣSaturate	33.09	32.22	34.11	33.03	32.13	33.35
ΣMonoene	20.57	21.91	21.11	21.42	21.21	22.04
Σn-3	27.07	25.62	33.43	29.13	24.02	22.42
Σn-6	15.77	16.68	8.12	12.41	19.46	18.70
Σn-3HUFA	24.19	22.52	29.86	26.10	21.56	19.46
EPA in sample ^{*1}	0.92	1.07	1.27	1.06	0.90	0.88
DHA in sample ^{*1}	2.17	2.16	2.13	2.05	2.42	1.98
Σn-3HUFA in sample ^{*1}	3.38	3.60	3.95	3.51	3.59	3.10
Moisture (%)	83.29	78.39	78.78	79.29	79.74	78.22
Crude lipid (%) ^{*1}	13.97	15.98	13.21	13.43	16.67	15.93

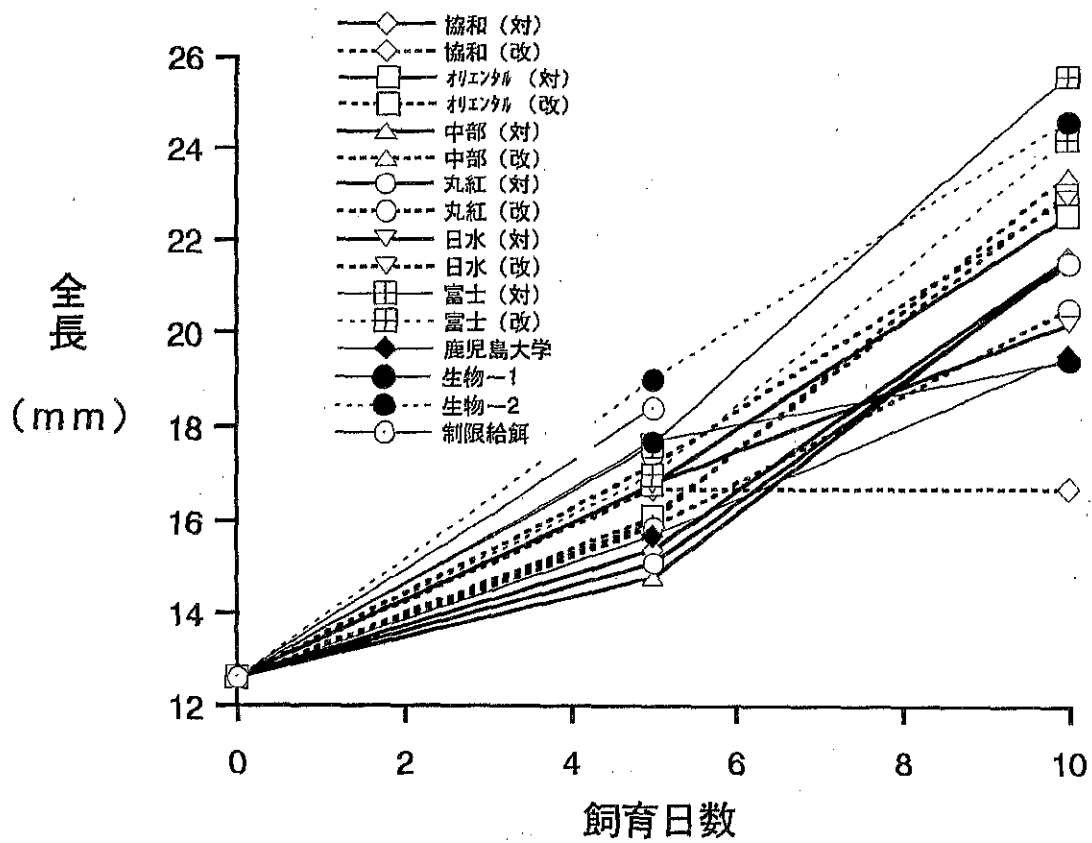


図1 各実験区における成長

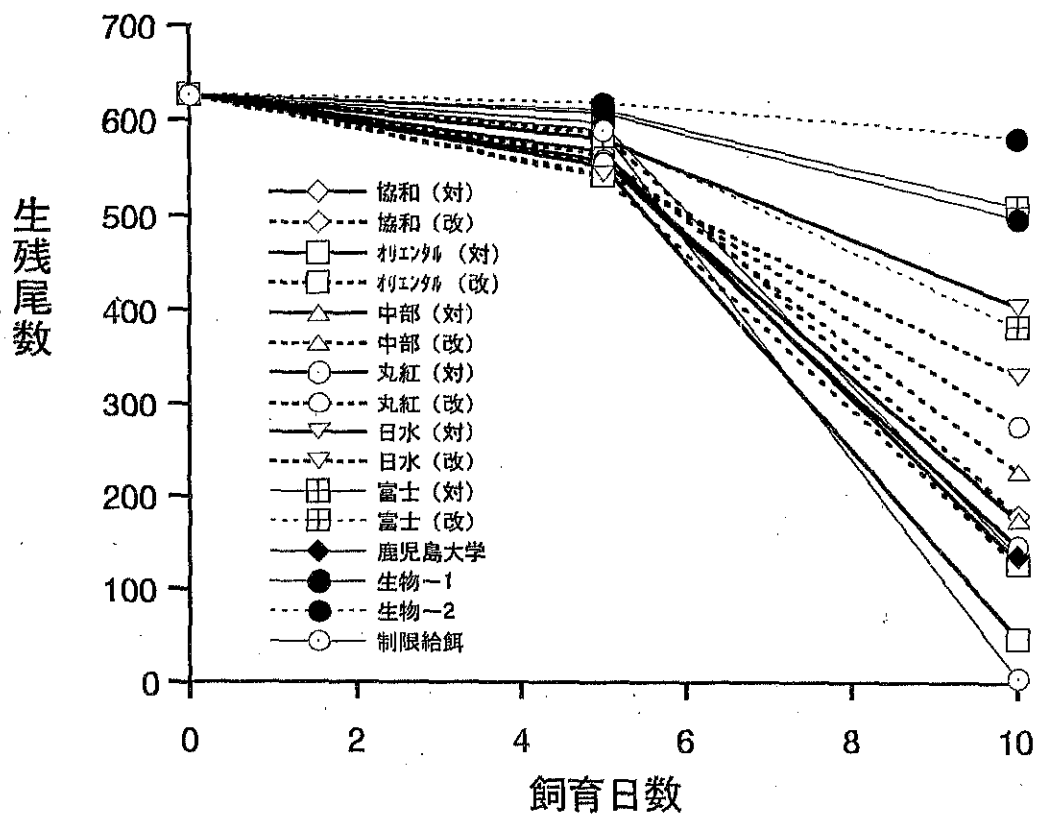


図2 各実験区における生残

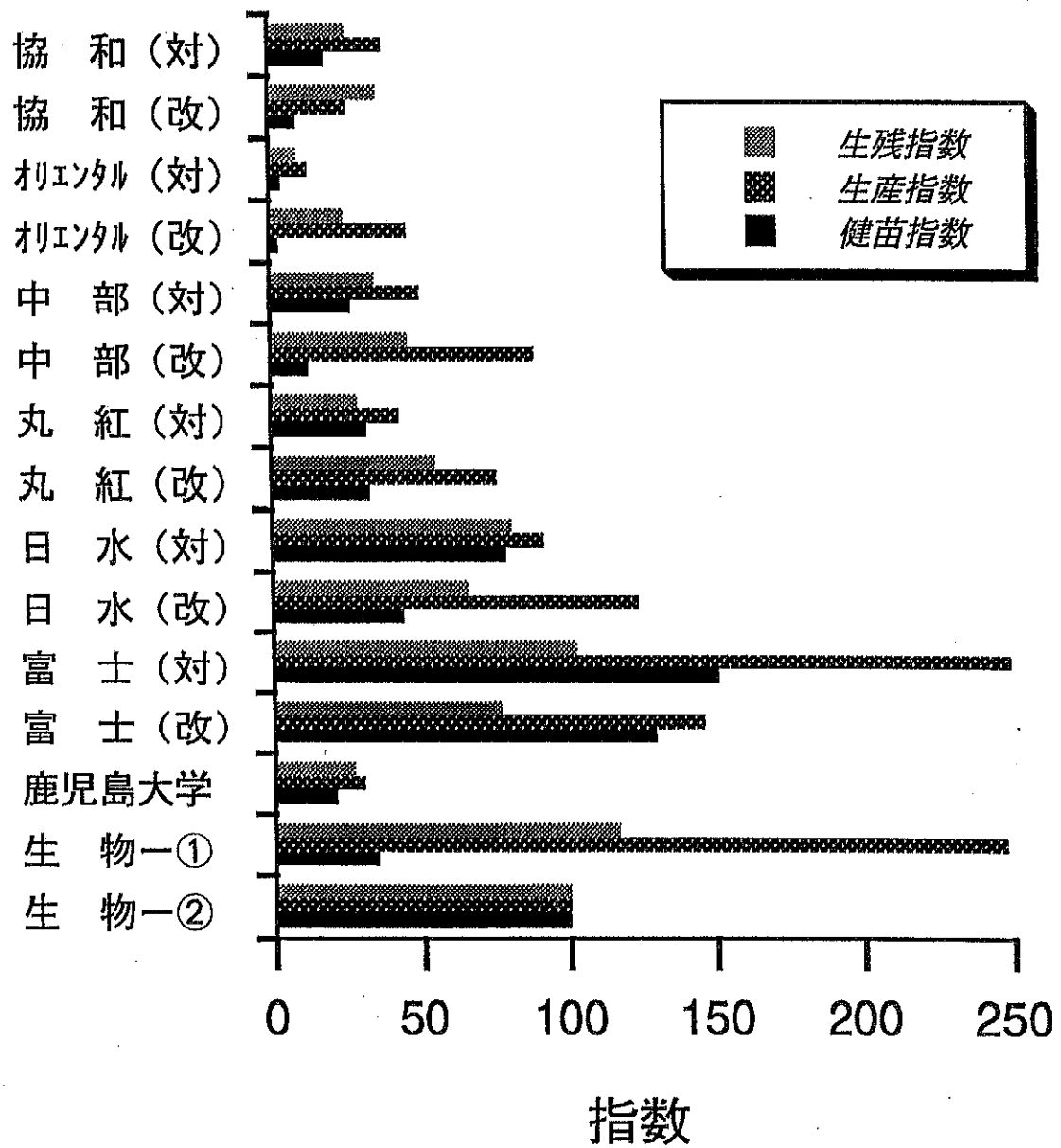


図3 各実験区における生残指数・生産指数・健苗指数

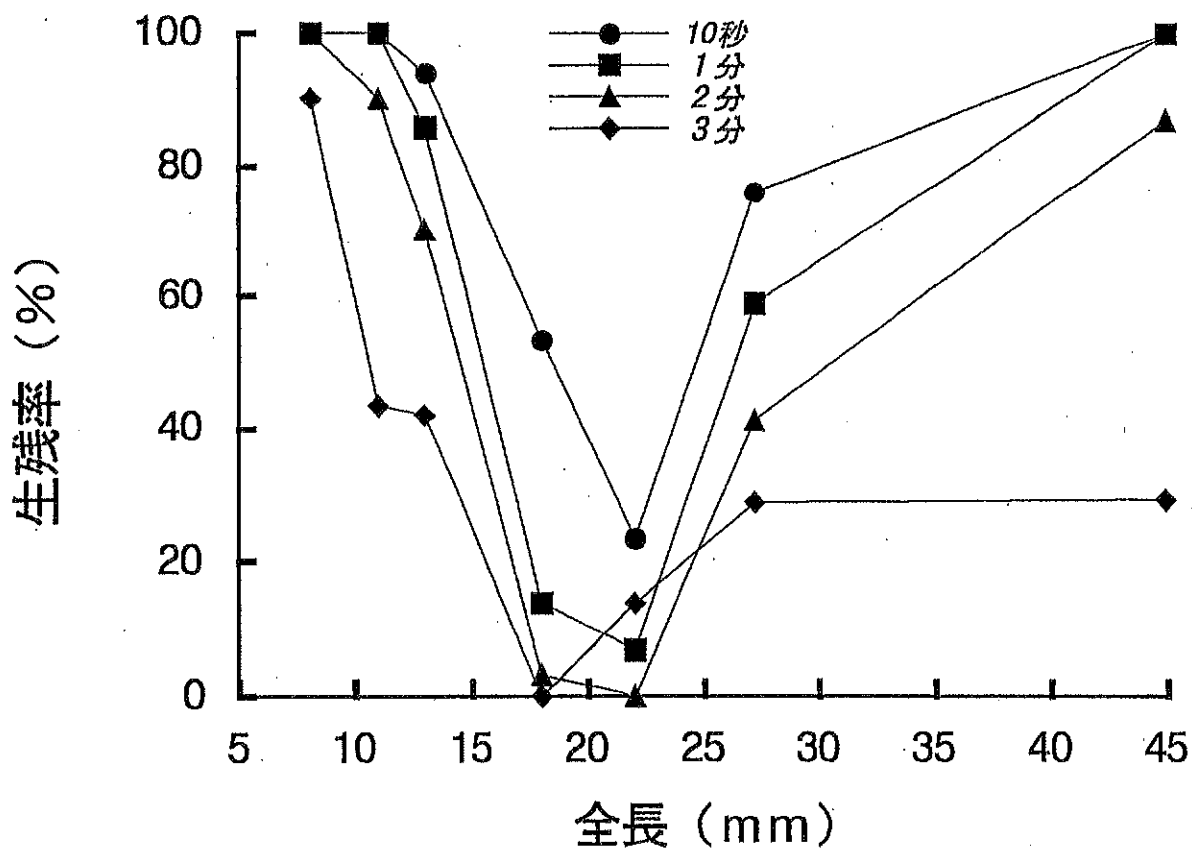


図4 成長に伴う活力の推移

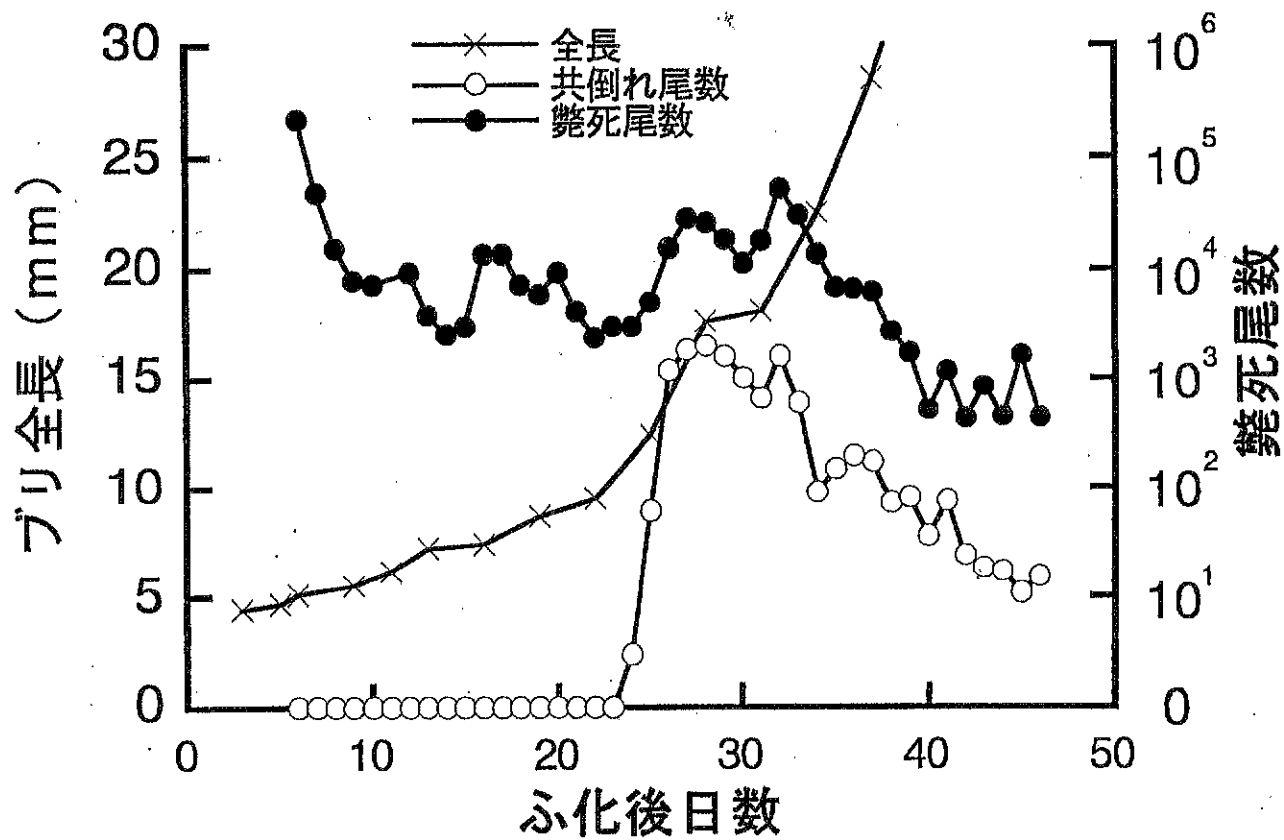


図5 ブリの成長及び斃死状況

6-2 シマアジの飼付け試験

崎山 一孝

1. 目的

五島事業場では東京水産大学と共同で飼付け場でのシマアジの生態調査、飼付け期間とシマアジの移動、漁獲との関係を調査している。昭和 63 年度は 536 日間、平成 3 年度は 398 日間の長期間の飼付けを行った。平成 5 年度は 35 日間、平成 6 年度は 30 日間の短期間の飼付け試験を行った。しかし、平成 6 年度は放流尾数が少なく、種苗の質が良好であったとはいえ、初期逸散が大きく、再捕状況から資源への添加がうまく行われなかったと思われた。そこで平成 7 年度は約 2 ヶ月間の短期飼付けを実施し、飼付け場におけるシマアジの生態調査、逸散後の移動漁獲について調査を行った。

ここでは、今年度の飼付け試験をもとに、飼付けによるシマアジの行動変化についてとりまとめ、飼付けの成立について報告する。また、今年度は五島列島北部の若松瀬戸でも飼付け試験を実施したのでその概要についても報告する。

1. 事業場地先放流群

(1) 方法

① 当場で生産した種苗（平均尾叉長 130mm(±6.0mm)、平均体重 38.6g(±5.1g)）50,000 尾を例年飼付け試験を行っている事業場海上筏群に平成 7 年 7 月 7 日に放流した。

② 給餌は 7 月 7 日から 9 月 2 日までの 58 日間行い、給餌量は体重の 3% を目安とし、上限を 60kg に設定した。

(2) 結果

1) 飼付け場における滞留尾数の変化

① 放流直後の逸散はほとんど見られず、給餌場で活発に摂餌した。放流後 13 日目に台風が襲来し約 5,000 尾が逸散したと推察された。

② 放流 38 日目まで大きな逸散は見られなかったが、放流 38 日目から 40 日目にかけて約 20,000 尾が逸散した。これは、肥満度の低下した時期と一致したことから、餌不足による逸散であると推察された。

③ 給餌停止による大量逸散は給餌停止 6 日目に見られ、湾内各所で観察された逸散シマアジの尾数が増加する時期と一致した。

2) 成長

① 放流時のシマアジは平均尾叉長 130mm, 平均体重 38.6g, 肥満度 17.4 であり、放流まで疾病の発生も見られず活力も良好であった。

② 放流後、経過日数とともに尾叉長、体重、肥満度とも増加したが、放流 35 日から 42 日目にかけて尾叉長、体重、肥満度とも低下した。この時期は大量逸散の発生時期と一致した。その後、再び増加する傾向にあったが、体重、肥満度は給餌停止とともに低下した。餌条件は飼付け場に滞留させるためには重要な条件であると考えられた。

2. 若松瀬戸放流群

(1) 方法

① 放流魚は放流 10 日前に事業場から給餌場所 (10X10m 筏) へ移送し、放流前日まで自動給餌機による給餌を行った。

② 平成 7 年 7 月 1 日に事業場地先放流群と同一群 20,000 尾を若松瀬戸七つ山浦に放流した。給餌量は体重の 3% を目安とした。

(2) 結果

① 放流日前後は梅雨末期の大雨であったが、濁りや比重の低下はなかった。

② 放流直後の摂餌が不活発であり、給餌場である筏から 10m 程度離れる個体があった。放流当日、翌日とも給餌場への集まりが悪く、大部分は給餌場に隣接する円形筏周辺に滞留していた。給餌場に集合している時、筏に人が乗ると給餌場から離れる傾向が見られた。

③ 放流 3 日目にはほぼ全個体が飼付け場から逸散していた。湾奥

のガラモ場で 20～30 尾のシマアジを確認できたがほぼ飽食状態で配合飼料への反応は鈍かった。

④ 逸散したシマアジは若松島，中通島の入り江や漁協で数 10～数 100 尾の群で確認されており，短期間のうちに広範囲に移動したもののと思われた。

⑤ 飼付け場から約 3km 離れたマダイ稚魚筏で約 50 尾が確認されたが，それ以外の養殖場からの確認報告はなかった。

3. 今年度の飼付け試験における逸散要因

(1) 逸散状況

1) 事業場地先放流群

① 放流後 13 日目の逸散は台風の襲来によるものであると思われた。台風襲来後，飼付け場周辺の漁港，防波堤等で確認された。

② 放流後 38～40 日目にかけての逸散は，肥満度の低下する時期と一致したことから餌不足によるものであると推察された。また，逸散後の平均尾叉長，平均体重が減少したことから大型個体が逸散しと推察された。

③ 給餌停止翌日から飼付け場がある湾内数カ所でシマアジが確認されたことから給餌停止直後に若干の逸散が考えられた。給餌停止後 6 日目には目視尾数の減少，湾内逸散個体の増加からこの時期に給餌停止による大量逸散がおこったと思われた。

④ 放流 13 日目には台風による環境の急変，悪化にも関わらず，大量逸散はおこらなかった。飼付けが進行するに従い，ある程度の環境急変に耐えうるものと思われた。

⑤ 給餌量の不足により肥満度が低下し，大量逸散が起こったことから餌条件は飼付け場にシマアジを留めるための重要な条件であると思われた。

2) 若松瀬戸放流群

① 放流 2 日から 3 日目にかけてほぼ全個体が飼付け場から逸散し，逸散した個体は短期間の内に広範囲に分散し，シマアジが逸散後，

給餌場周辺にはボラ（60-70cm）とブリ（35cm）が来遊していたことから、これらの魚種に追われ逸散した可能性がある。

② 飼付け場近くにガラモ場が存在し、逸散したシマアジがわずかではあるが確認されたことから、何らかの原因により給餌場から離れガラモ場へ移動した可能性がある。

（2）飼付け種苗の質

① 事業場地先放流群は放流後活発に摂餌し、大部分の個体が給餌場周辺に分布していた。一方、若松瀬戸放流群は摂餌が不活発で給餌場から離れる個体もあり、両者の放流直後の性質は明らかに異なった。

② 事業場地先放流群、若松瀬戸放流群とも同一群を使用した。若松瀬戸放流群は放流 10 日前の中間育成を漁協に委託し、自動給餌機のみで給餌を行ったが、所定時間に規定量が給餌されていなかった時もあった。その結果、自動給餌機や人に十分に慣れていなかったと思われる。

③ 放流前の飼育は放流直後の逸散を防止する上で重要であり、少なくとも自動給餌機と人に慣れるような飼育に心掛ける必要がある。そのための馴致方法、馴致期間については今後検討が必要である。

4. 飼付け成立に関する評価

飼付けを行うにあたって、飼付け期間の判断は重要であり、放流効果を最大にする飼付け期間が最も望ましい。また、飼付けを天然への馴致や飼付け種苗としての特性の付与を考えた場合、飼付けの経過に伴う放流魚の変化を明らかにすることは重要である。今回、飼付け期間中の飼付け場におけるシマアジの分布状態の経時的、経日的変化を明らかにすることを目的として調査を行った。

（1）シマアジの分布行動の日周変化

① 飼付け場でのシマアジの分布、行動は経時的、経日的に変化した。

② 日の出前は 1 部の親魚養成筏内とその周辺に集合していたが、明るくなるとともに筏群全体に分布範囲を広げ、給餌期間中は給餌

場を中心に分布した。

③ 日没とともに照度が 50lux 以下になると親魚養成筏に移動し、夜間も同一場所に集合していた。

④ 例年に比べ夜間に親魚養成小割網内に入る個体が多く、また、給餌中に給餌場以外の筏周辺に滞留する個体が多かった。

(2) シマアジ分布行動の経日変化

① 給餌中の給餌場におけるシマアジの個体数は放流直後は少なく、その後増加し、放流 5 日目には最も多くなった。

② 給餌停止直後に親魚育成筏側に集まる傾向は放流 5 日目から観察され、放流 29 日目にはその傾向がますます強くなった。

③ 給餌開始前に給餌場に集まる傾向は放流 18 日目に観察されたが、放流 37 日目にはその傾向が弱くなった。大量逸散はその後 2～3 日目に起こった。

④ 飼付けることによりシマアジの行動に様々な変化が見られ、その中には毎年似た傾向を示すものもある。夜間の特定の場所への集合や給餌時刻の認識は毎年観察されている。今年度の調査の結果、夜間の集合場所の特定は放流後 5 日目、給餌時刻の認識は放流後 18 日目に認められ、これらは飼付け成立を検討する上での評価の基準となり得るものと思われる。

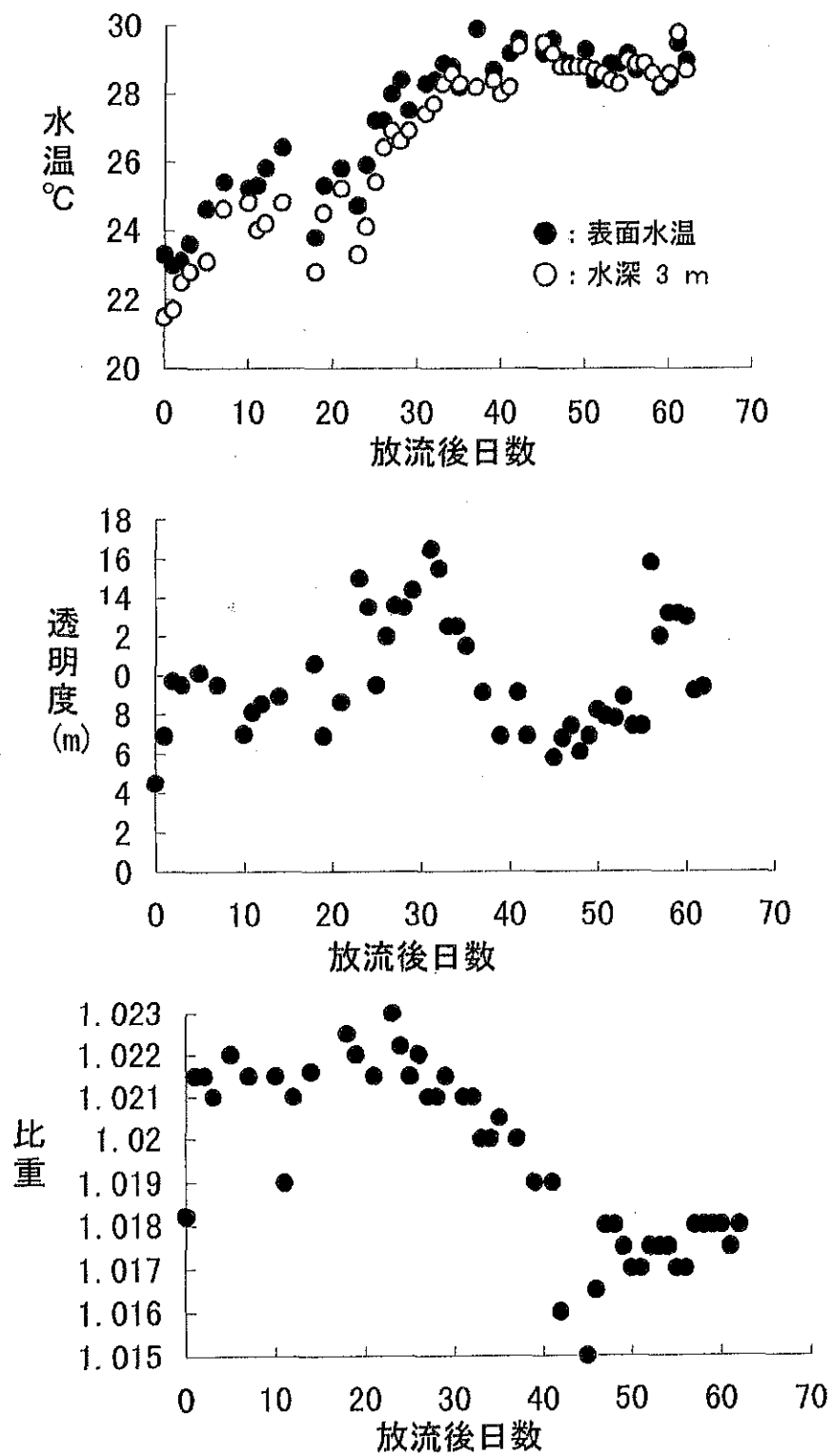


図 1 飼付け場の環境変化

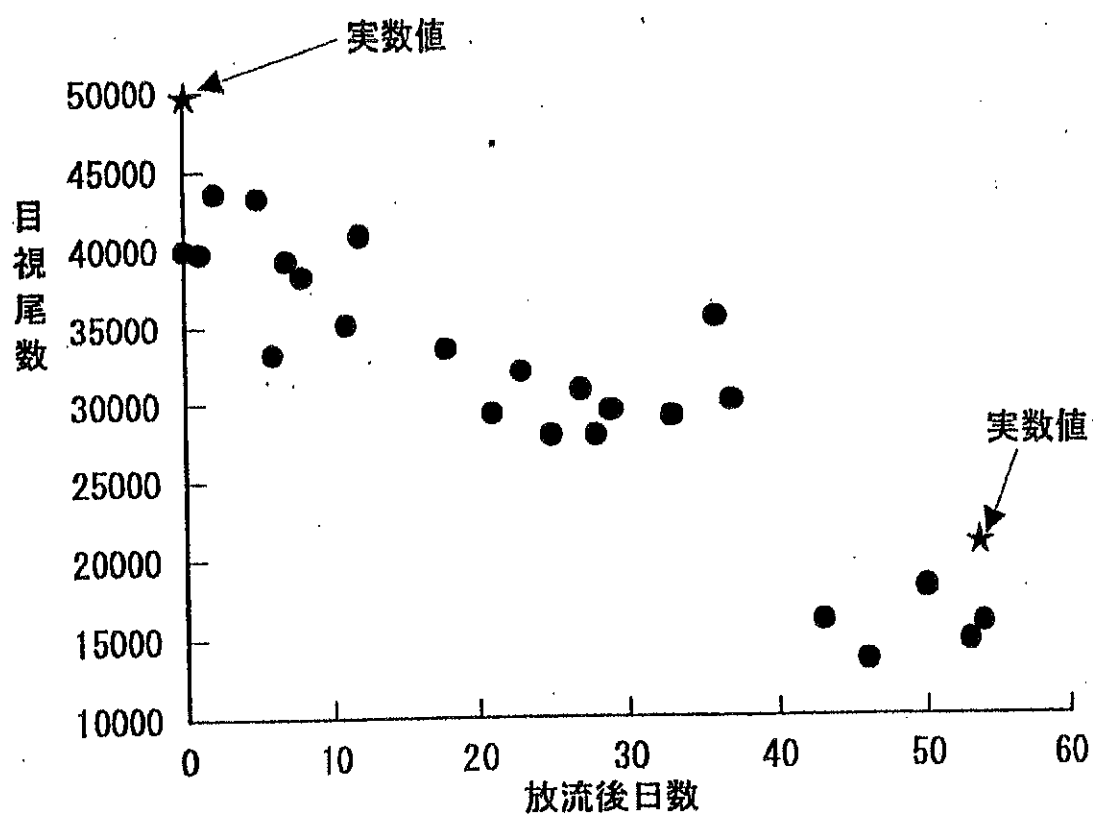


図2 シマアジ目視尾数の経日変化

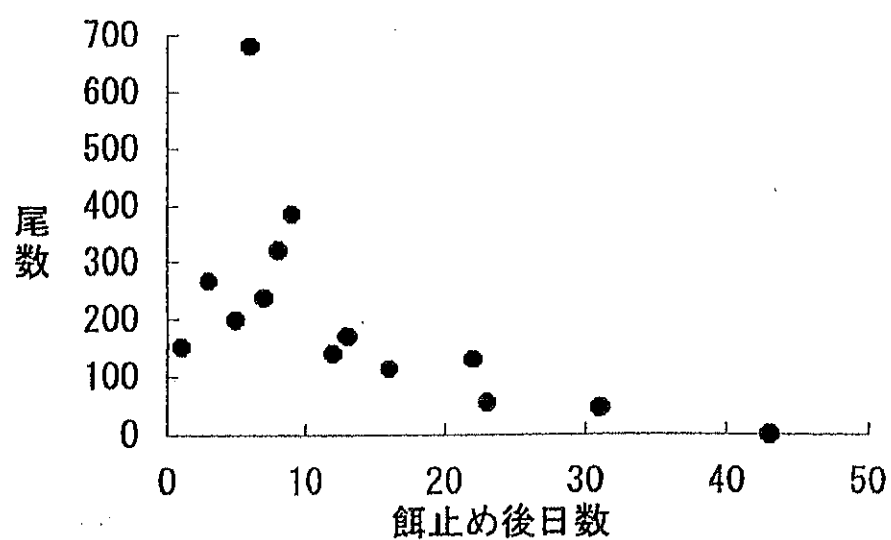


図3 給餌停止後の湾内確認尾数の経日変化

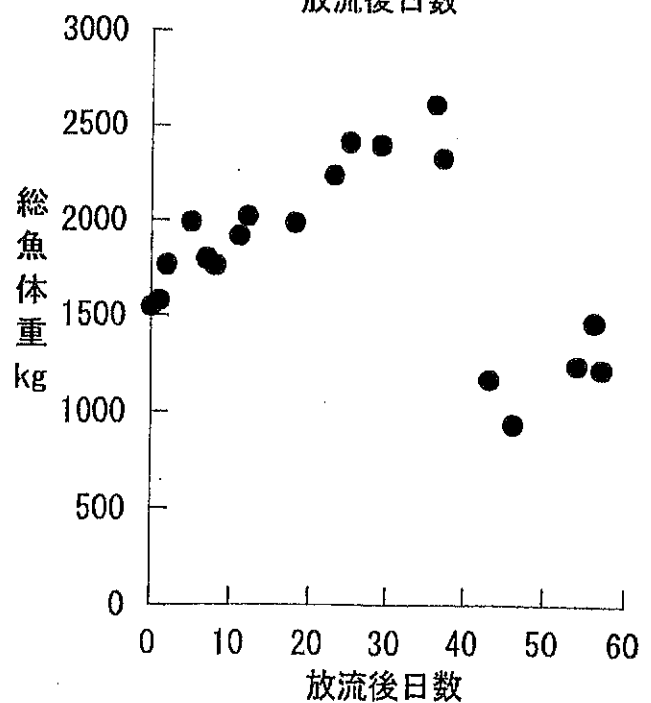
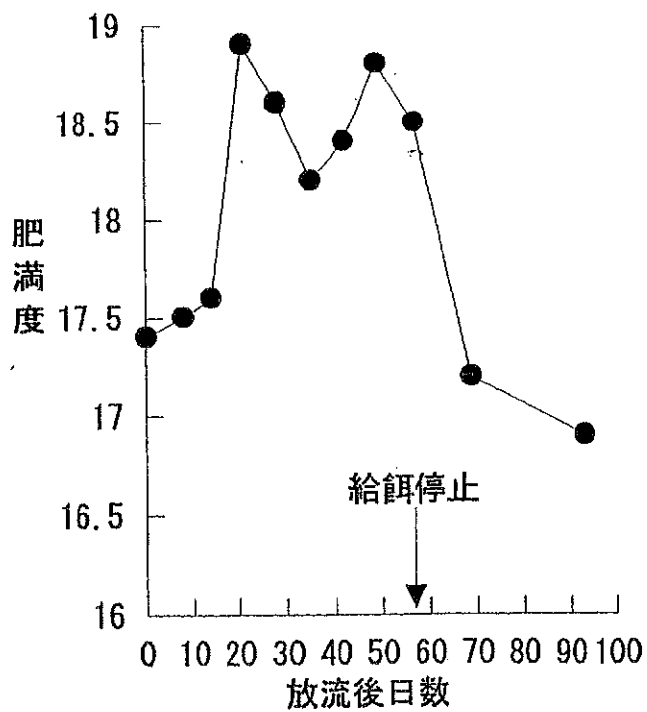
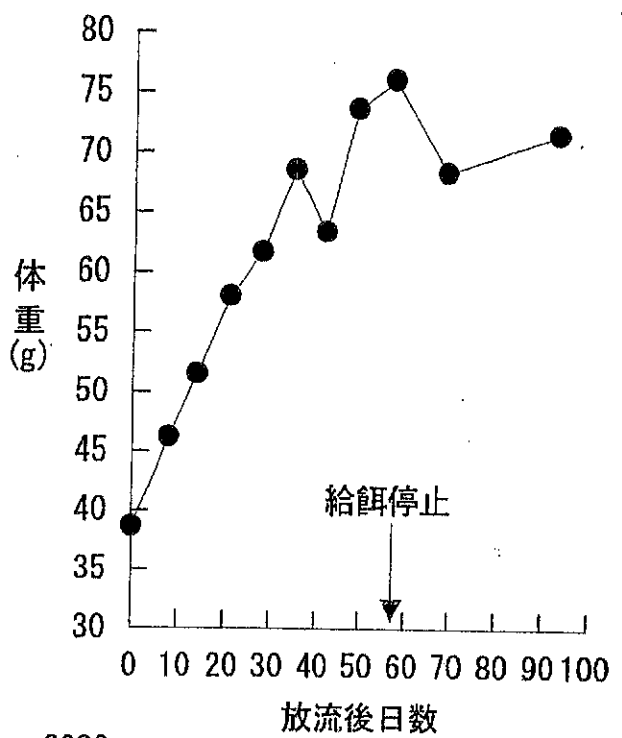
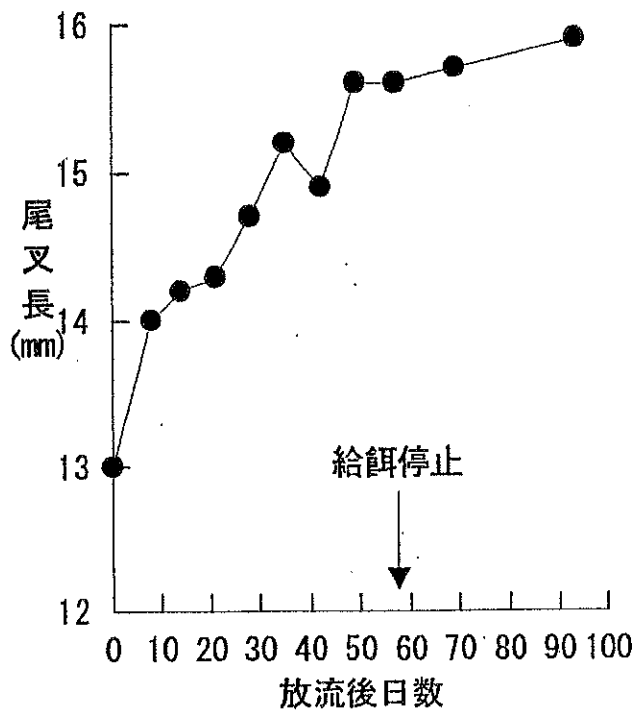


図 4 飼付けシマアジの成長

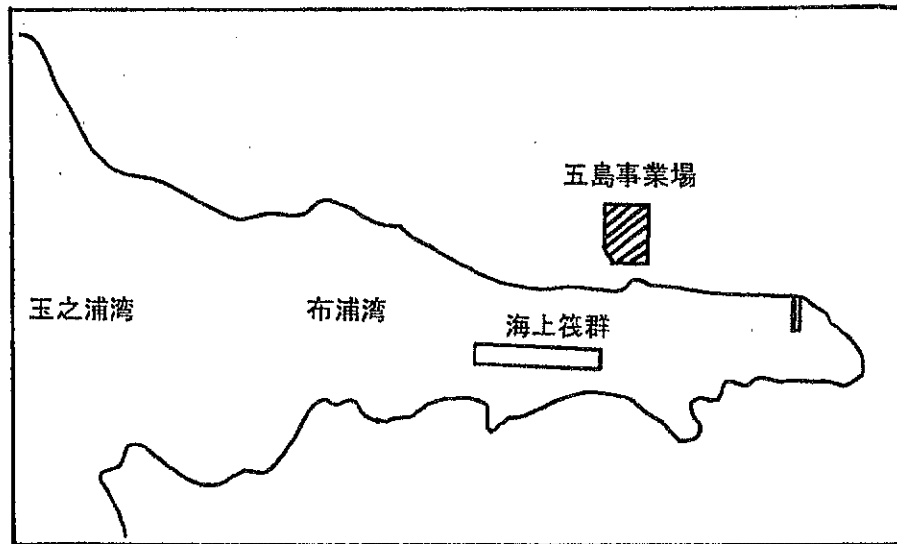


図5 飼付け試験実施海域

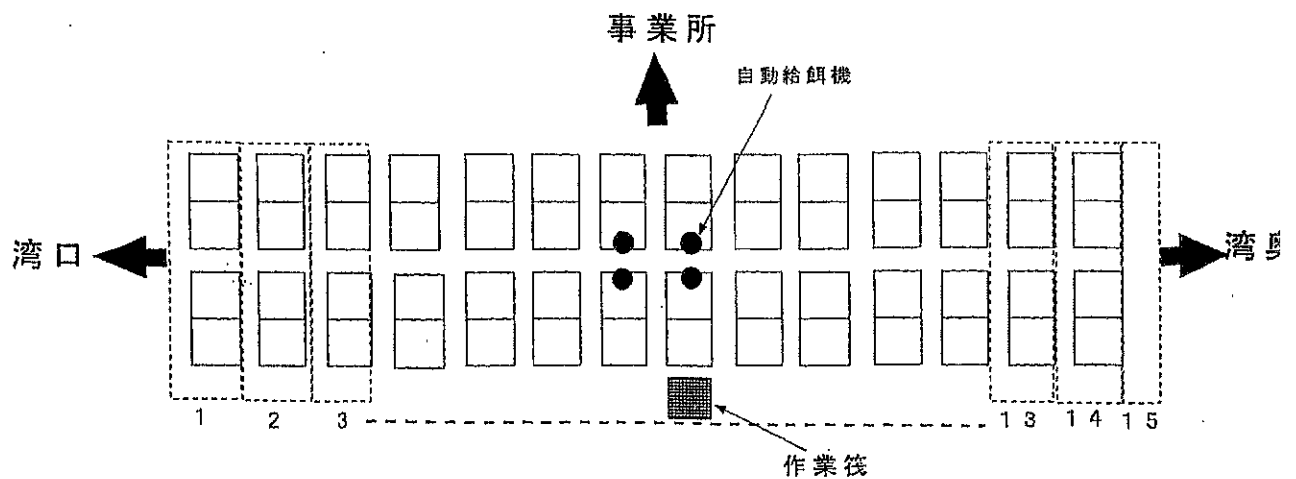


図6 分布状態調査のための筏の分け

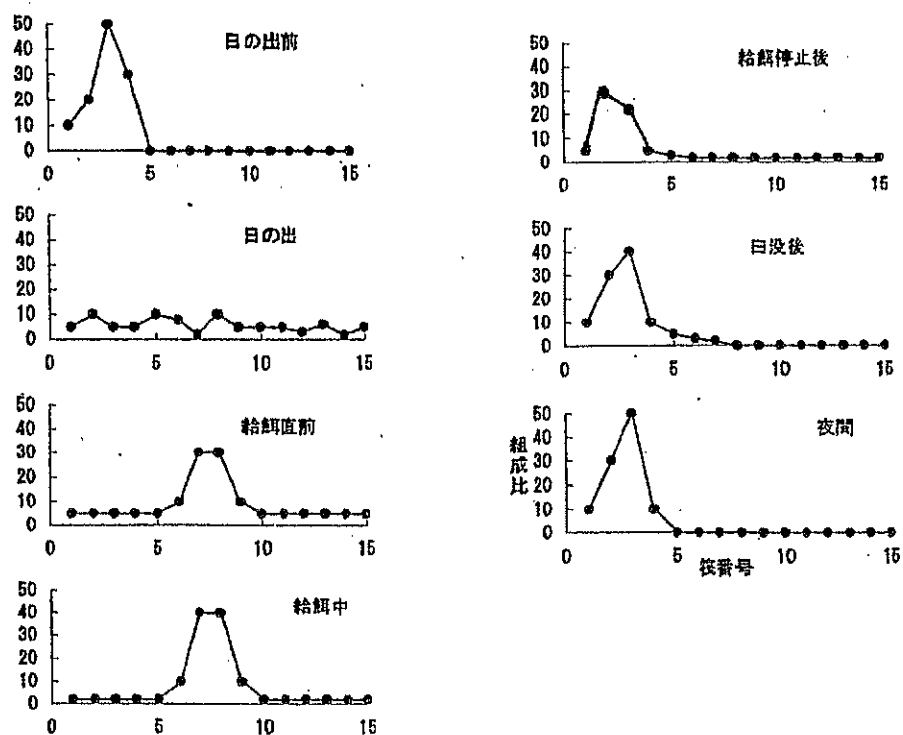


図7 飼付け場におけるシマアジの分布状態 (モデル)

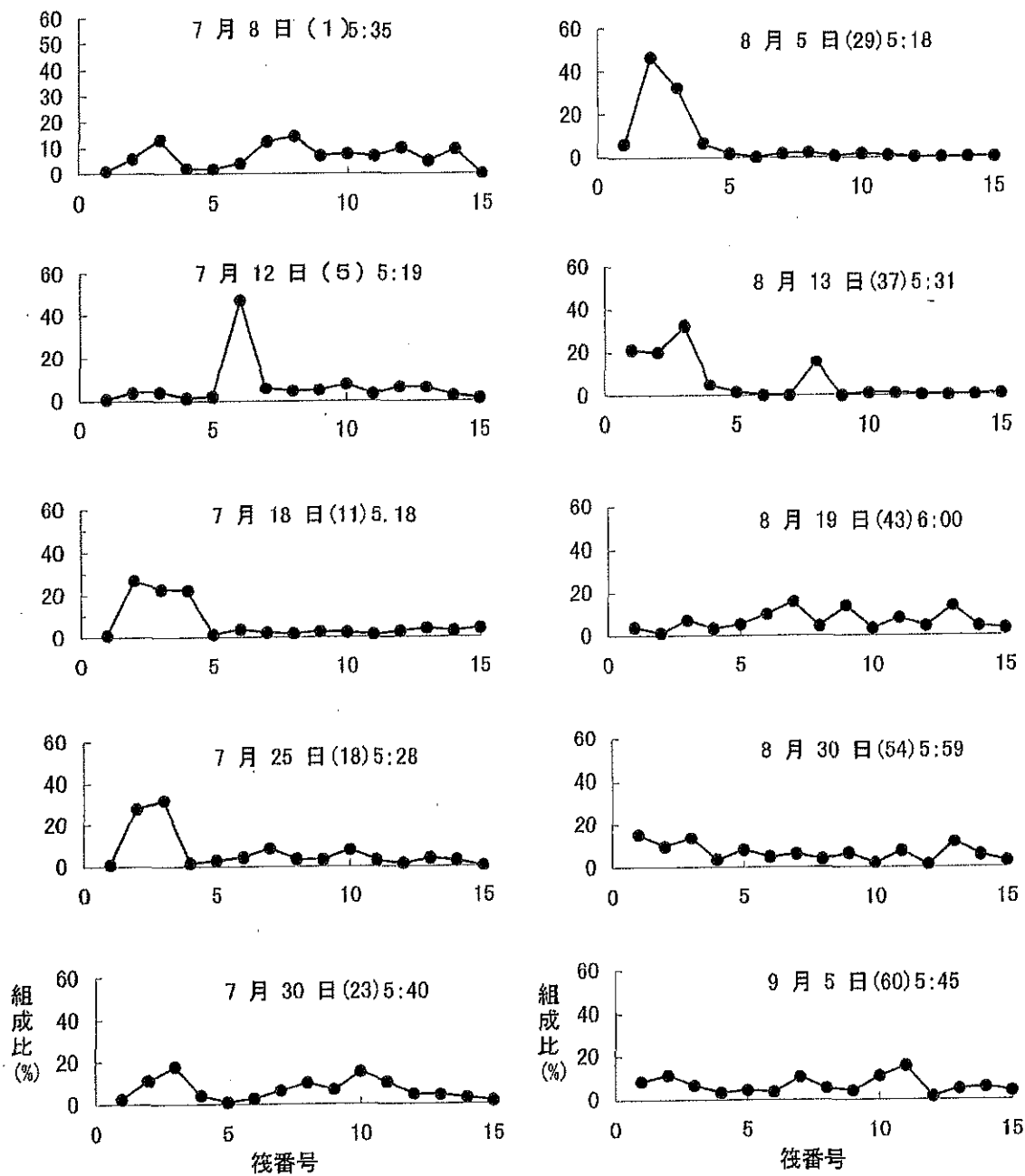


図8 飼付け場におけるシマアジの分布（早朝）

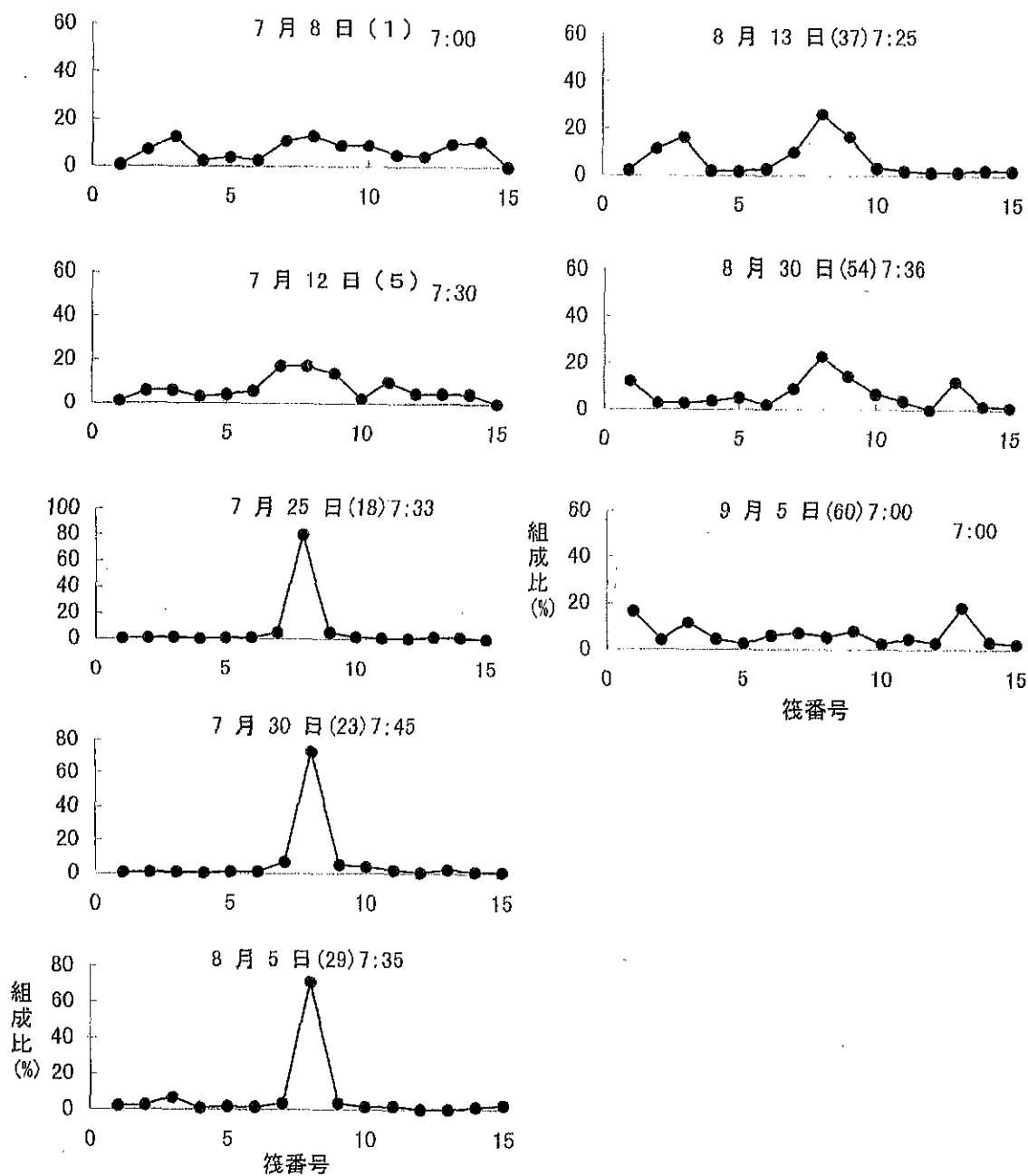


図 9 飼付け場におけるシマアジの分布（給餌前）

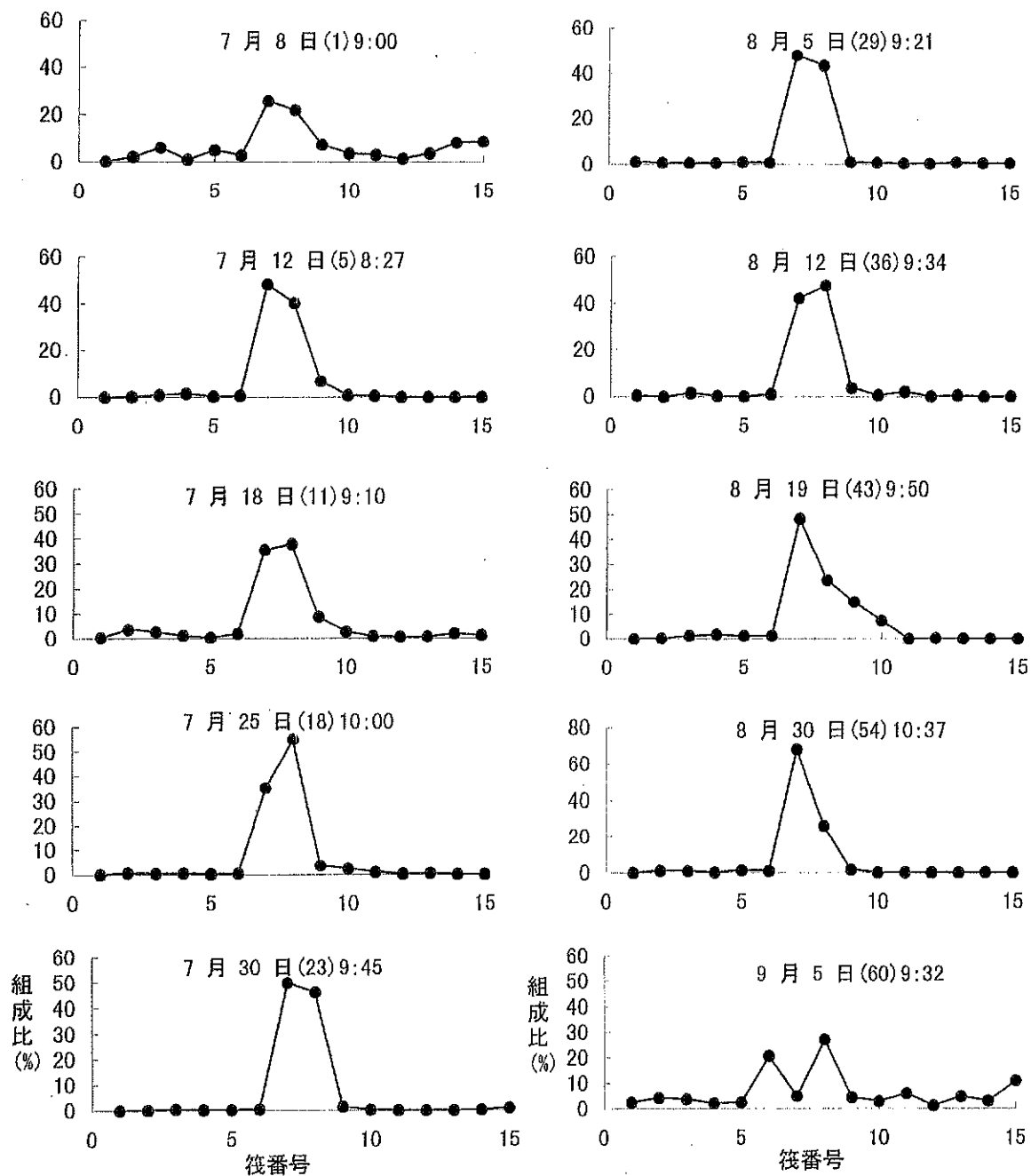


図10 飼付け場におけるシマアジの分布（午前給餌中）

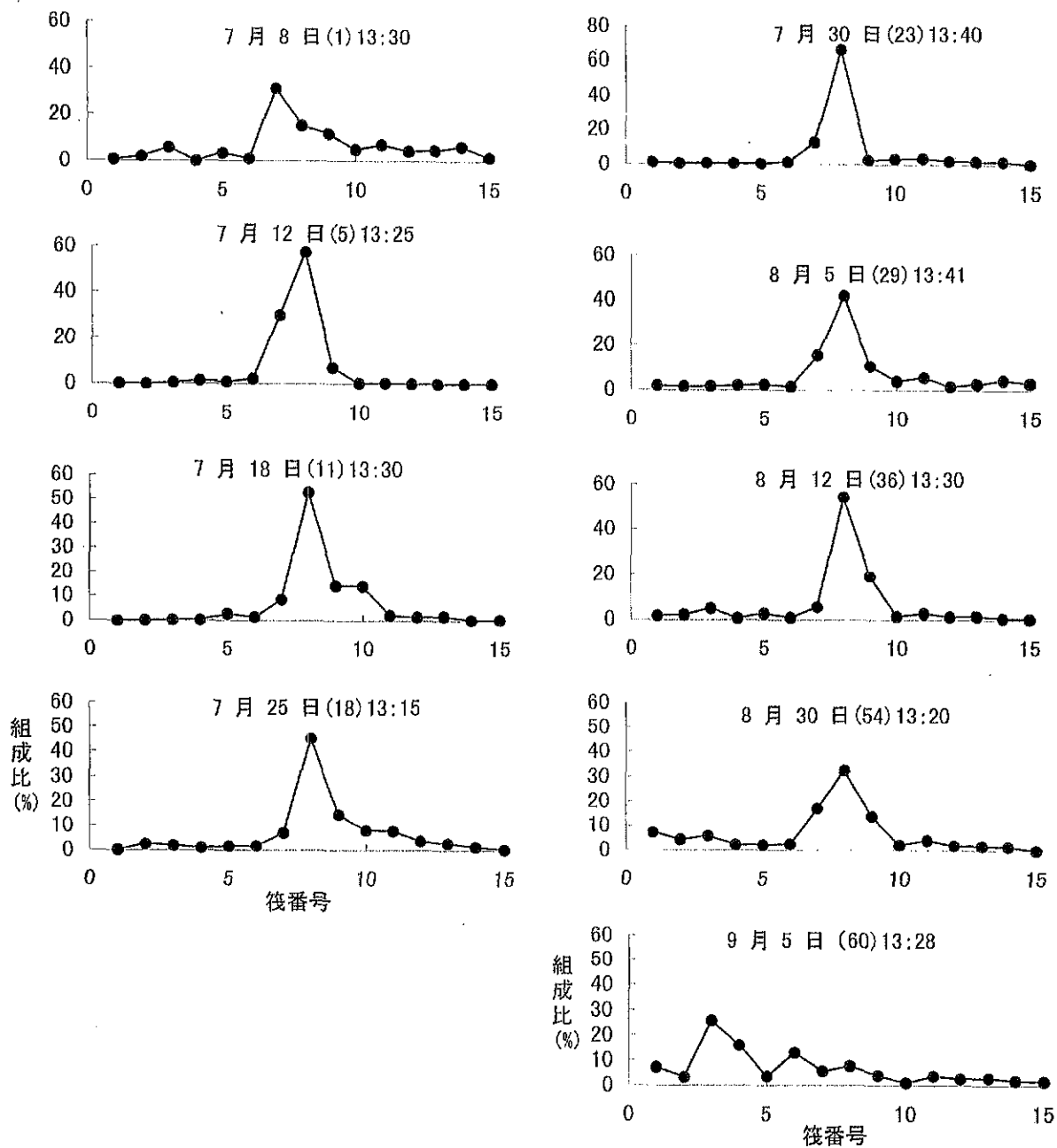


図11 飼付け場におけるシマアジの分布 (給餌停止中 12:00~14:00)

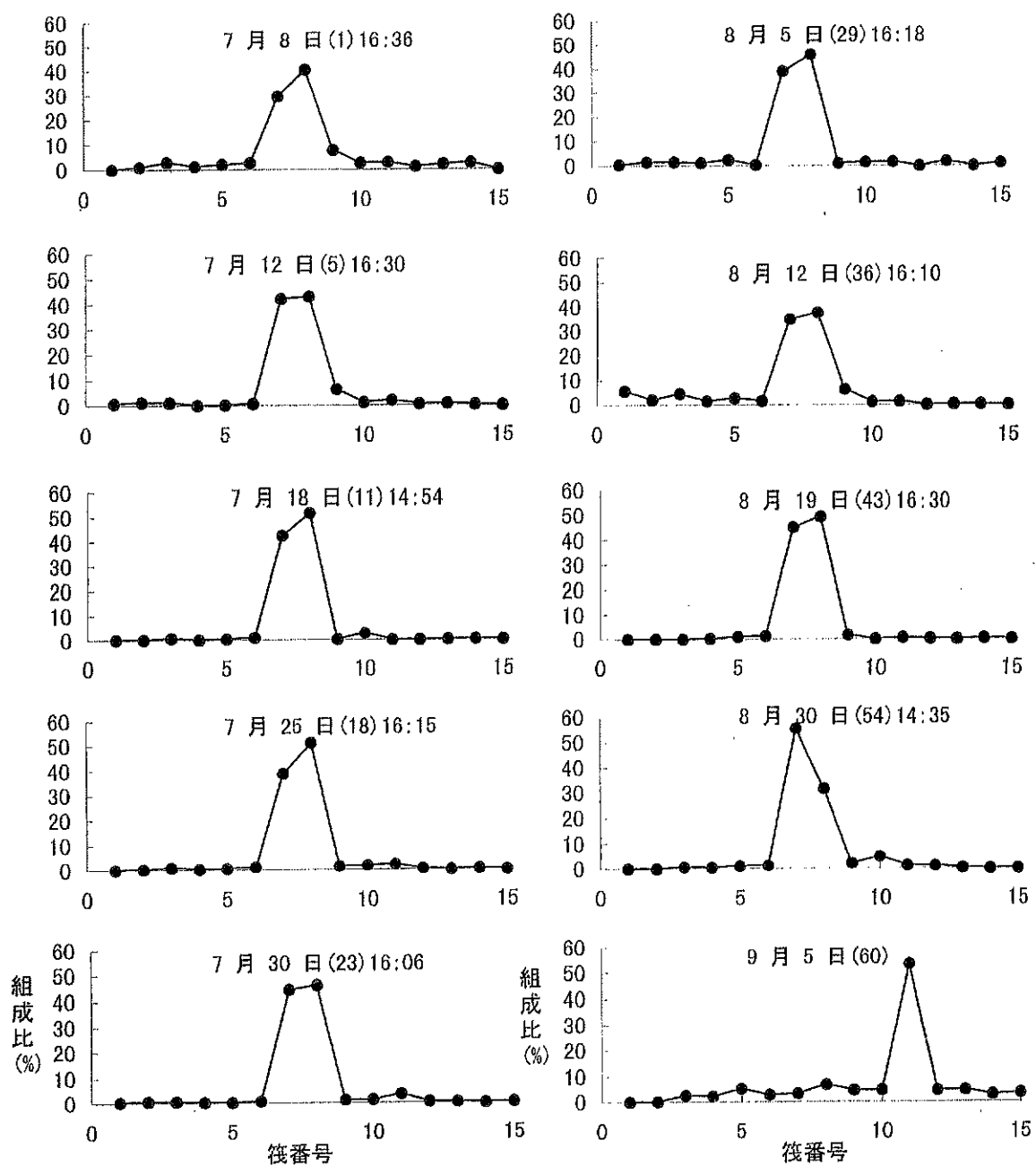


図12銅付け場におけるシマアジの分布（午後給餌中）

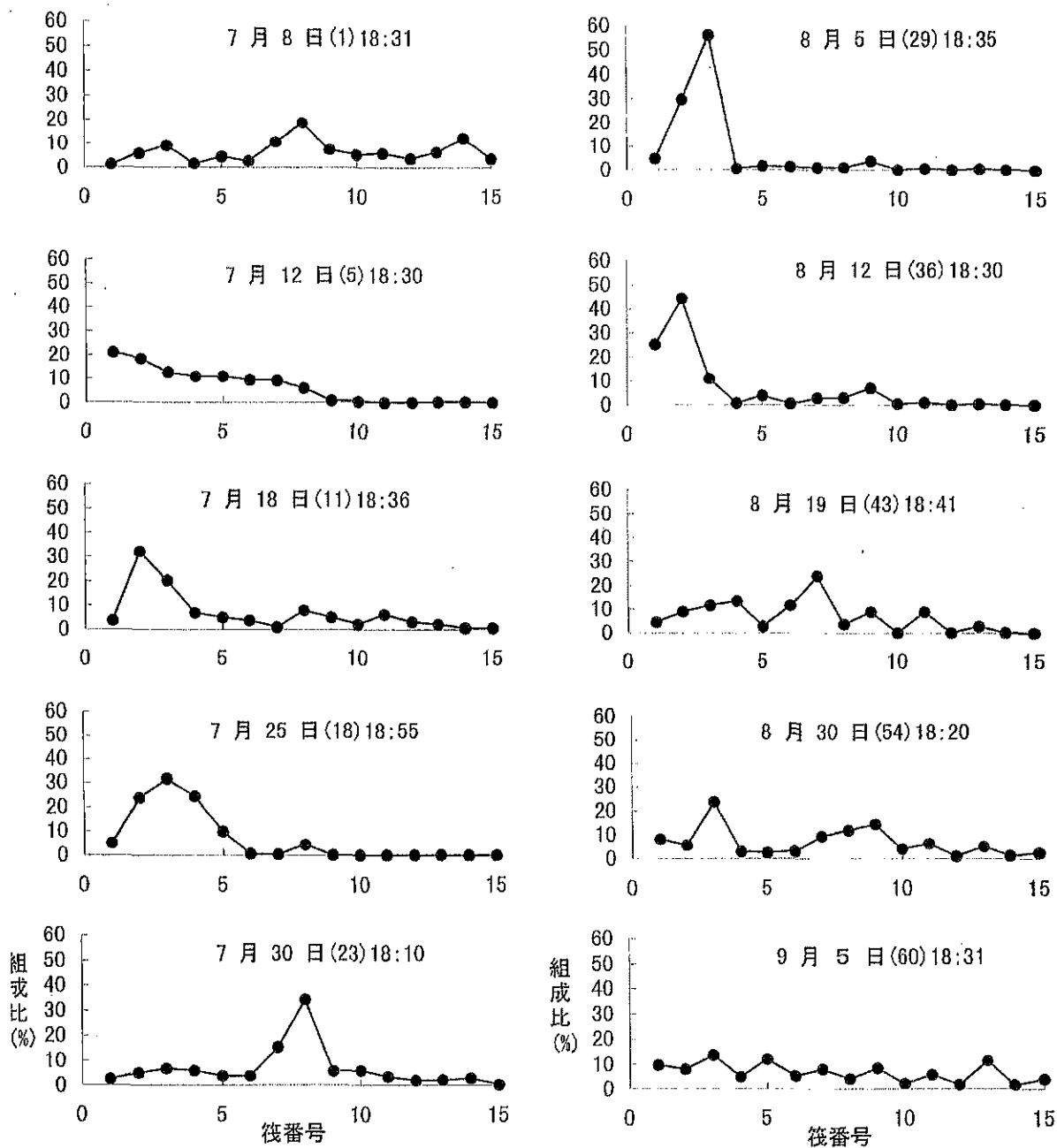


図13飼付け場におけるシマアジの分布（給餌停止直後）

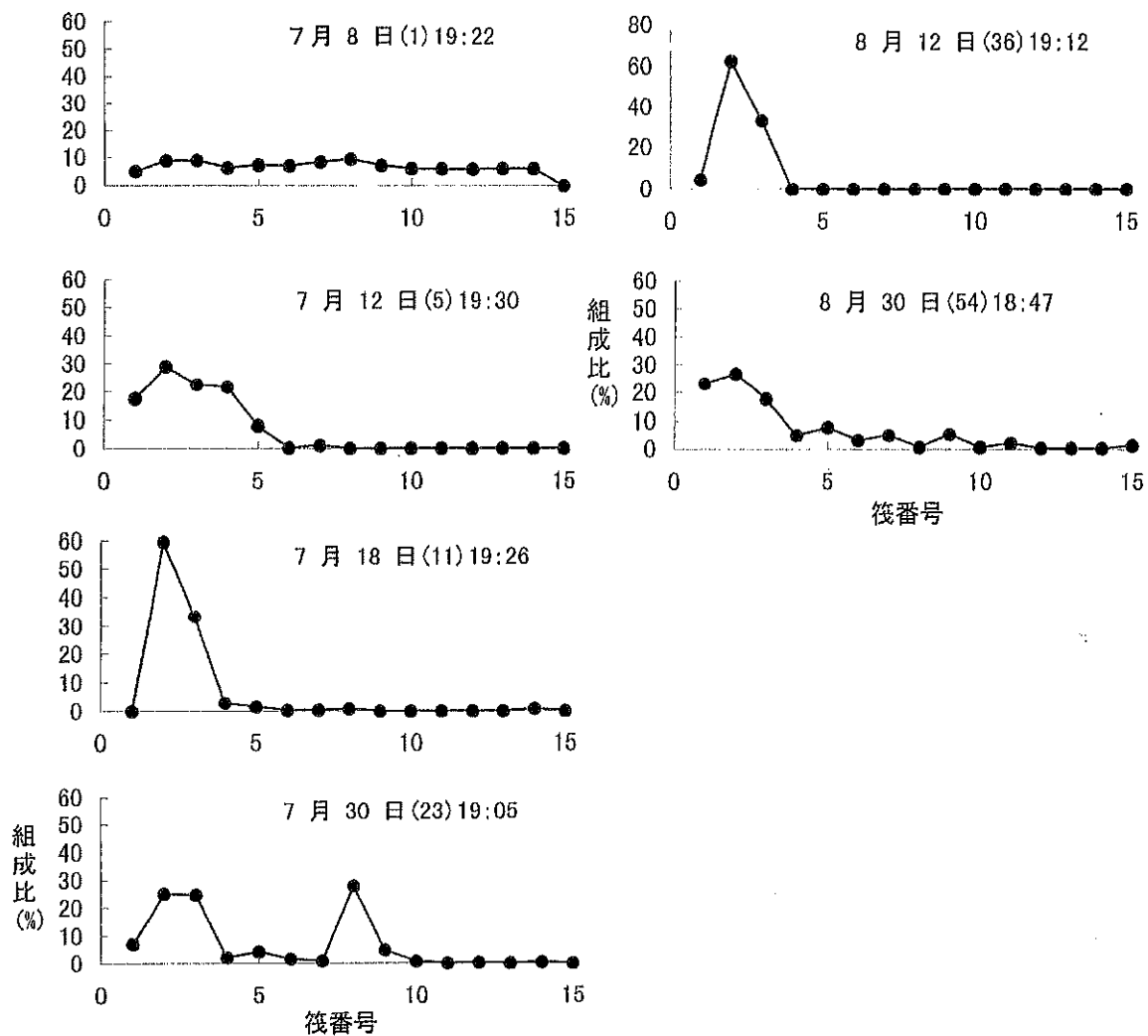


図14飼付け場におけるシマアジの分布（日没時）

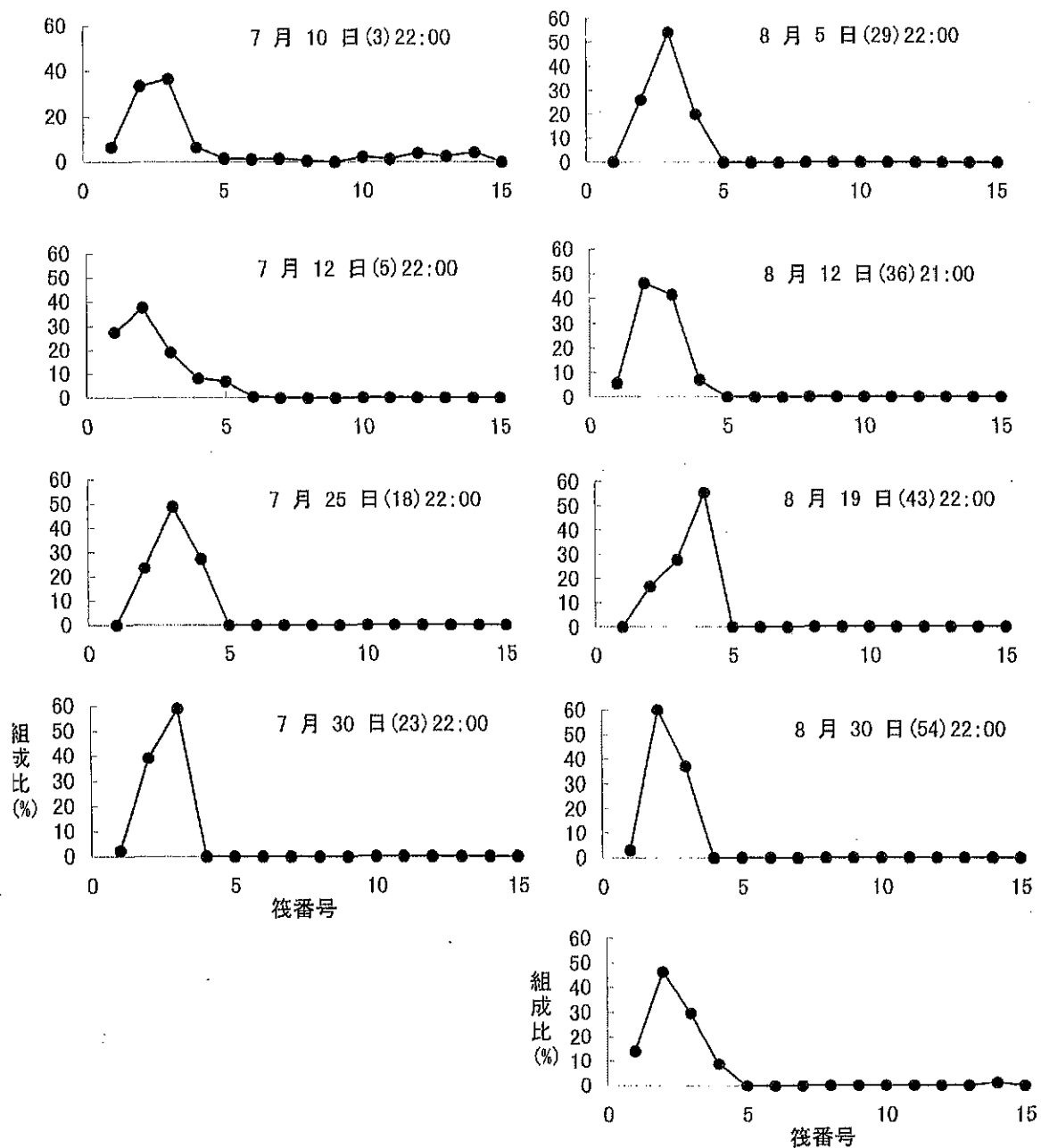


図15飼付け場におけるシマアジの分布（夜間）

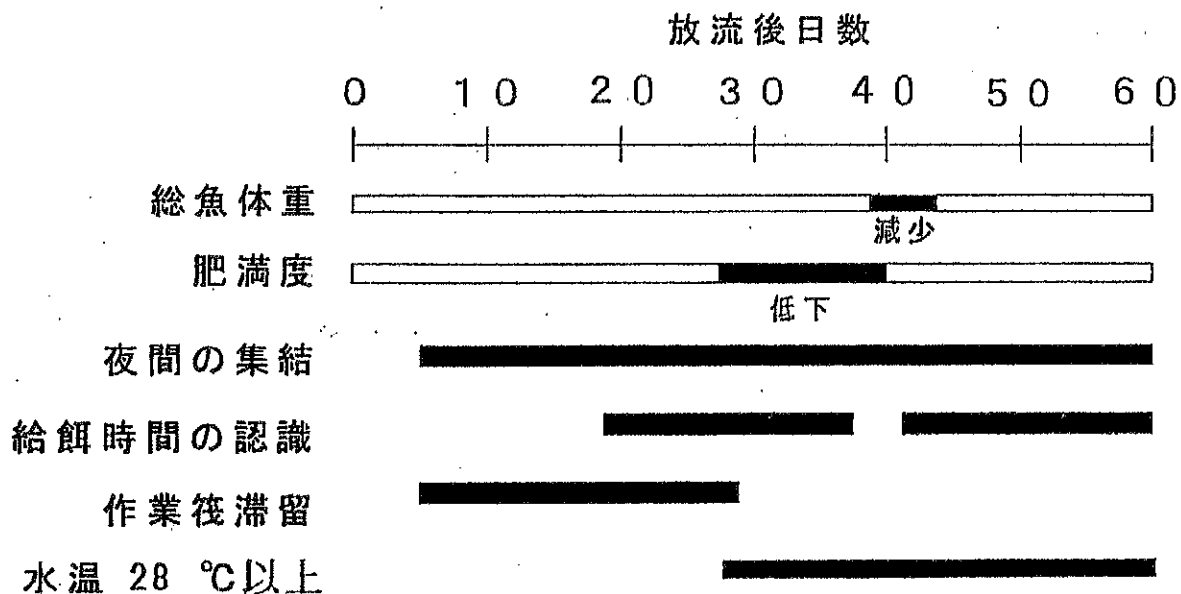


図16 飼付け期間中のシマアジの変化

1. 放流後 40 日前後の総魚体重の減少は逸散によるものである。
2. 肥満度の低下は放流後 28 日目から見られた。
3. 放流後 5 日目に夜間の集結場所が特定された。
4. 作業筏下の滞留は放流後 5 日目から見られたが、水温が 28 °C 以上になった放流後 28 日目以降は作業筏下への滞留が激減した。
5. 給餌開始前に給餌場に集合する傾向は放流後 18 日目頃から見られるようになった。しかし、大量逸散が起こる 2~3 日前から大量逸散直後まで、一時的に給餌場へ集まりにくくなった。
6. シマアジの分布様式が安定し、さらに、給餌時刻を認識し始める放流後 18 日目頃にシマアジが飼付け場に慣れたものと思われた。

若松瀬戸放流群の概要

放流種苗と放流場所

中間育成：平成 7 年 6 月 23 日～30 日

放流：平成 7 年 7 月 1 日

放流場所：若松瀬戸七山浦（10m筏を給餌場とした）

放流尾数：20,000 尾（標識 アンカー型 5B）

放流魚の大きさ：平均尾叉長 130mm, 平均体重 38g

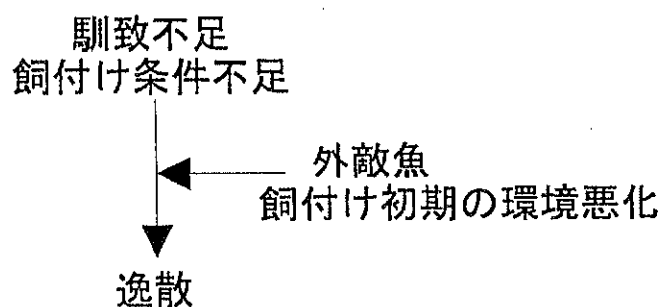
若松瀬戸放流群の飼付け状況

- ① 放流 1 日目までは給餌場とその周辺に滞留
- ② 魚が神経質で人が給餌場の筏に乗っただけで給餌場から離れる。
- ③ 放流後 3 日目の午前中にはほぼ全個体が逸散していた。

若松瀬戸放流群の逸散要因

表 2 事業場放流群と若松瀬戸放流群の比較

	項目	若松瀬戸放流群	事業場放流群
放 流 前	輸送	放流 10 日前輸送	輸送無し
	収容小割	10x10x5m (1 面)	4x4x4m (8 面)
	尾数 (密度)	20,000尾 (400 尾/m)	50,000尾 (970 尾/m)
	給餌方法	自動給餌機	自動給餌機 (4 台) + 手撒き
	人の出入り	少ない	多い
放 流 後	小割の状況	他の筏から離れている	筏が密集している
	水深	14m	22m
	岸	近い (ガラモ場)	遠い
	天候	曇り	曇り
	放流時間	午前	午後
	潮	大潮 (●から 3 日後)	小潮 (○ 5 日前)
	放流後天候	大雨	晴れ
	外敵魚	ボラ, ブリ	アジ



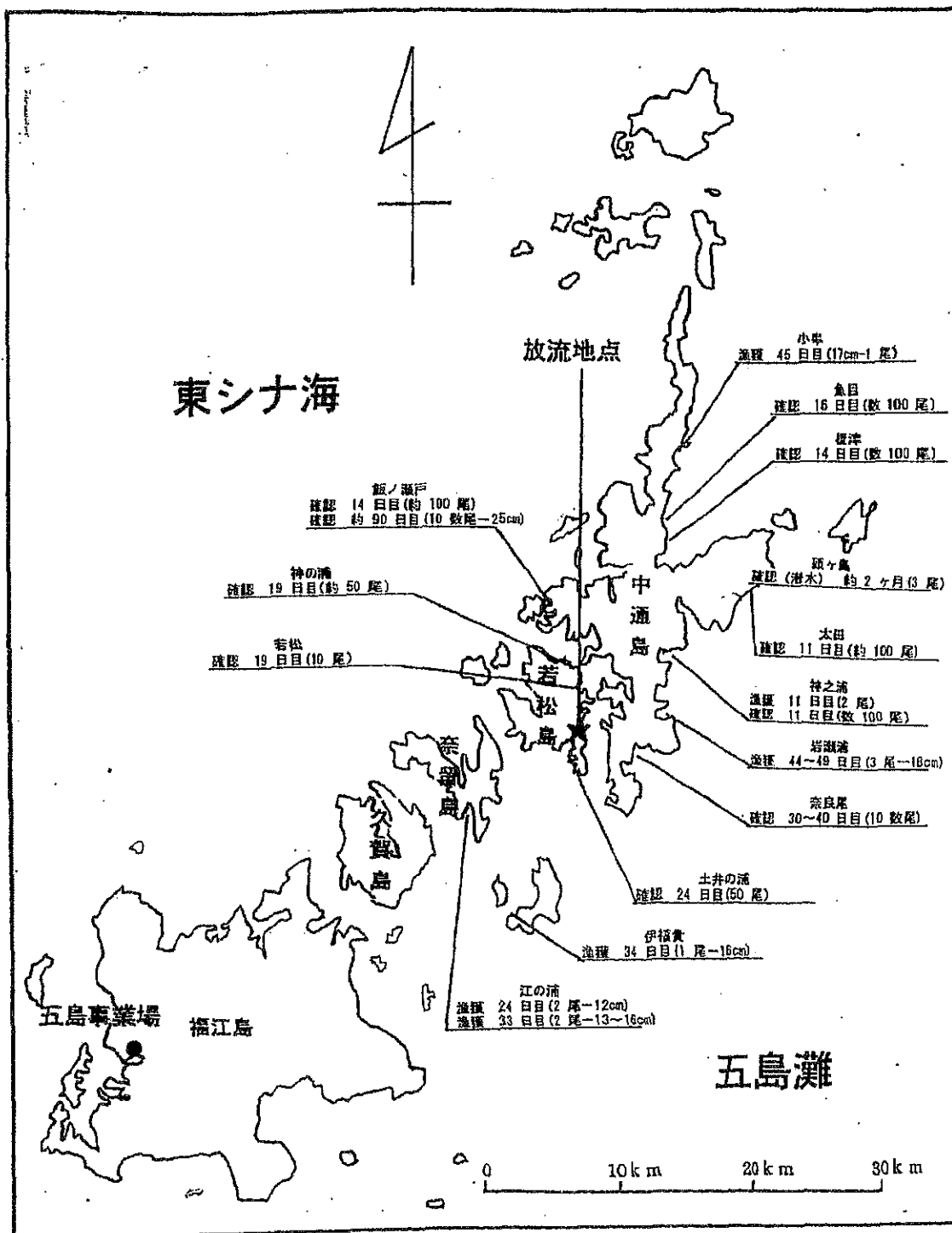


図17 若松瀬戸放流群の逸散状況

放流種苗の性質

1.平成6年度との比較

- ①放流時の摂餌が活発であった。
- ②放流直後は給餌場を中心に分布
- ③コンクリートパネル（1×1.5 m合板）に付かなかった。
- ④初期逸散はほとんどなかった。

放流種苗の性質は年度により異なる。

放流種苗の性質を良く把握する。 同一の性質を持つ種苗の養成方法

2.飼付け経過に伴う性質の変化

- ①経時的、経日的にシマアジの分布様式が変化した。
- ②環境の変化（水温）にともないシマアジの行動が変化した。

放流時に有している性質は飼い付けの経過とともに変化するものもある。

シマアジの性質の変化を考慮した 飼い付け場の設定

3.その他

- ①若松瀬戸放流群と事業場地先放流群は同一群であったにも関わらず、その性質に差が見られた。

放流時の種苗の性質は放流直前の養成方法に左右される。

飼い付け放流魚としての 養成方法の検討

シマアジの行動特性に関する研究

1. はじめに

平成元年より始まったシマアジの飼付け型栽培漁業技術開発研究は、本年度で7年目を迎えた。この間、基礎研究及び野外放流実験において多くの成果が得られた。

平成元年から平成5年に至る第1期においては、成群行動と学習能に焦点を当てて研究を進めた。基礎実験を中心に知見を集積するかたわら、野外においては生態観察を併用して、実験室で得られた結果の補正・検証に努めた。また、野外観察から、新しい行動実験のための着想が数多く得られた。特筆すべき成果は、成群行動の個体発生に関する一連の研究である。高度不飽和脂肪酸の投与実験からは、成群性の発現に能神経系に局在するDHAが不可欠であることが明らかにされ、成群行動のメカニズム解明に向けて大きな一歩がしるされた。一方、光信号による輪くぐり行動の条件付けを行ったところ、シマアジには、ある特定の場所を記憶する学習能があり、この能力ゆえに飼付け漁業が成り立つものと確認された。また、学習実験からは、10~20cmの放流サイズでは小サイズほど学習速度が速く、一度学習したことを忘れにくいことが示された。以上の基礎知見はシマアジの行動を人為的に制御し、一定の区域内に滞留させる技術を開発する際に重要な示唆を与えるものとする。その他、シマアジは強照度を避け、基盤等によって生じる日陰を選好すること、高水温では緊密な群れを作って高速遊泳し、低水温になると逆に群れを解く傾向がみられること、また空腹条件は群れを分散させることなどが明らかになった。これらの結果から、夏季・冬季の飼付けシマアジの逸散の要因と行動が推測された。

大分県蒲江、五島高浜、小笠原及び屋久島で行った生態調査では、シマアジ稚魚の沿岸域への加入の実態・摂餌行動・成群行動が観察された。中でも、シマアジが沈船・サンゴ礁・岩礁など海底の視覚目標物に寄りつき、成長に伴ってより深い場所へと移動してゆくことが明らかになり、本種の飼付け放流を行う際、重要な示唆を与えるものとなった。すなわち、シマアジは“底の魚”であり、また“回遊する魚”であることから、表層付近に飼付けすることは自然の生態に則していないこととなる。しかし、逆にこの性質を利用して、海底基盤に魚を滞留させ、成長に伴って順次深い場所に誘導すれば、これまでより一層高い飼付け効果が期待される。更にこうして得られた知見を実際の飼付け放流へ応用する目的で、平成4年度からは大型陸上水槽及び海上飼育施設を利用した模擬放流実験を開始した。その結果、放流直前のハンドストレスは放流直後に急激な潜降を引き起こし、これが大規模な初期逸散につながるということがわかった。逆に、あらかじめ一定場所に条件付けした学習魚は放流後も基盤周辺に滞留し、学習処理により飼付け放流における滞留尾数を増大させることが可能であることが明らかになった。

第2期の平成6年度と7年度では、実験室レベルの基礎研究をこれまで同様継続すると同時に、大規模な野外実験にも取り組み、重点を基礎から応用へと移した。すなわち、大分県水産試験場と共同で実用スケールの放流実験を行ったところ、飼付け放流魚と飼付けを行わず通常の放流を行った魚とは明らかに放流後の分散状況が違うことが明らか

になった。この実験は現在も継続中であり、今後長期にわたる再捕率や再捕地域の違いなどが明らかになれば、飼付け放流効果を確認できるだけでなく、実地の飼付け放流に則した有効な指針が得られるものと考えられる。また、第1期末に始まった模擬放流実験を第2期も継続することにより、放流前の1～3日程度の現場馴致が放流直後の逸散防止に顕著な効果を示すことを科学的に実証した。さらに、“おとり”として、放流基盤に同種のシマアジを蓄養しておくことで滞留率が向上すること、また室内実験により、シマアジは表層の基盤よりも底に設置した基盤を選好することなどの新知見が得られている。

一方、第2期の基礎実験では、特に寄りつき行動に着目して研究した。まずシマアジの寄りつき行動の個体発生過程を調べた。また、この行動は視覚に基づいており、急激な照度変化や外敵などの外界のストレスに対して逃避的意味を持つ寄りつき行動と餌場や日陰などの好適な条件を持つ場所に対して積極的に寄りつく場合の2タイプに分けられた。さらに、寄りつき行動と類似しているが夜間のみに見られる睡眠様行動が発見され、寄りそい行動と名づけられた。これは、放流シマアジが天然海域で夜間度のように生活しているかを知る上で鍵となる行動と考えられる。また、潮流のある場所に設置された基盤に対する滞留を考えると、夜間の大規模逸散の主要因となる可能性が高く重要である。こうした放流シマアジの夜間の行動を理解する一端として成群と寄りつき行動の照度閾値について検討したところ、成群の閾値は 10^{-2} lxであったのに対し、寄りつき行動の場合は 10^{-3} lxで前者よりも1桁低い値まで寄りつくことが可能であることがわかった。このことから、潮流の速い新月の夜の大逸散が懸念される。また、十分な結果が得られていないが、基盤に点灯し夜も視覚目標物として基盤を魚に認識させて逸散を防ぐ夜間照明の効果の実証と実用的技術開発も今後の課題であろう。

ここでは、本年度の成果をとりまとめると同時に、飼付け放流技術開発の基礎となる行動特性に関する研究を見直し、今後の研究の方向性を探ることとした。

なお、本共同研究は、東大海洋研・五島事業場・上浦事業場・古満目事業場の4者が、研究テーマ毎に個別にあるいは共同で試験を行った。

以下、今年度五島事業場で担当した項目について、とりまとめて報告する。

2. シマアジの成群行動の照度閾値

成長に伴う閾値の変化

シマアジは幼魚期から群れを作り、また、流れ藻や流木、大型魚類等の浮体に付随する性質をもっている。本種の飼付け型栽培漁業はこれらの性質によって成り立っていると言っても過言ではない。これらの重要な行動がふ化後どの成長段階で発現し、成長に伴いどのように変化していくかを知ることが、放流技術の確立のみならず、健全な種苗を育成する上でも無視できない。

昨年度は、全長130mmのシマアジについて成群可能な照度閾値を調べ、 10^{-3} lxと 10^{-4} lxの間にあることを報告した。しかしながら、組織・生理学の分野では、魚の網膜の構造は成長に伴い変化し、視力や光に対する感度は向上することが知られており、シ

マアジが成群可能な照度閾値も成長で変化するものと考えられる。

今年度は、全長60 mmのシマアジについて成群可能な照度閾値および低照度下における行動を調べ、これらと130 mmの場合とを比較した。

飼付け放流においては最も逸散の可能性が低いサイズの種苗を放流することが望ましく、これまで多くの野外模擬放流実験を行い放流適正サイズの検討がなされてきた。しかし、いまだ明確な解答は出されていない。夜間も強固な群れを維持し得るか否かは、本検討要因の1つと考える。

材料と方法

実験は1995年6月1日から12日にかけて日本栽培漁業協会五島事業場で行った。実験材料には当事業場で育成された日齢105日（TL64.1 mm $\pm$ 4.1 mm）の人工生産種苗を用いた。

暗室内に設置した実験装置の概要を図1に示す。実験水槽には0.2 m³の透明パンライト水槽を用い、周囲を黒色塗色した。これをブロックで組んだ脚の上に載せた透明アクリル板上に置き、地面から約50 cmの位置に高架させた。水槽の底面からは赤外線アルミホイルで反射させて照射し、観察は水槽直上から赤外線カメラで行った。これにより、低照度下でカメラは実験魚をシルエットとして捉えることができる。実験の照明には100～40 Wの白熱球を用い、各白熱球を取り付けた照明箱の口に乳白色のビニールシートをそれぞれ0, 2, 4, 8, 12および16枚重ねて張ることにより、照度が300, 1, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} および 10^{-4} lxになるようにした。各照度の切り替えは遠隔操作できるようにした。水槽にはろ過海水を深さ30 cmまで入れ80 ml/sで換水した。水槽に体長がほぼ等しいシマアジを10尾入れ、約1時間馴致し、魚の緩やかな群泳が観察されてから実験を開始した。実験は300 lxで成群した状態から上記の各実験照度に変化させて1時間の観察を行った。終了後は0 lxで群れを一旦崩壊させ、再び300 lxで成群させた後次の実験照度に変化させた。実験1では照度を300 lxから 10^{-4} lxまで1桁ずつ減少させ、実験2では同じ魚で再び300 lxまで1桁ずつ増加させた。魚を新規に入れ替えて繰り返し、実験3および実験4を行った。実験中の水温は20.2～23.0℃であった。解析は、成群率（%）、遊泳速度（cm/s）、および個体間距離（cm）について行った。

結 果

成群率（%） 300 lxの照度下では水槽に収容後約1時間でシマアジはコンパクトな群れをつくり、約30 cm/sの速度で群泳した。成群した状態から水中照度を0 lxに減少させると群れは即座に崩壊し、水槽壁に沿って個々ばらばらの周回遊泳を始めた。この現象は昨年度の130 mmの場合と同様であった。

各実験照度に変化させた場合、魚の行動は 10^{-1} lxと 10^{-2} lxの間で大きく変化した。すなわち、 10^{-1} lx以上では300 lxの場合と同様に群泳が継続されたのに対し、 10^{-2} lx以下では前述の0 lxのように無秩序な周回遊泳が開始された。成群率を表1にまとめた。同表より、成群率はいずれの実験でも 10^{-2} lx以下では0%であり、全長60 mmの成長段階における成群の照度閾値は 10^{-1} lxと 10^{-2} lx間にあることが明らかに判断できる。ここで130 mmとの違いは、成群可能な照度においては130 mmの場合は98%以上の高い成

群率を示したのに対し、60mmでは26~96%とかなり低いことである。これはある個体が群れから逸脱したり、群れが2群に分かれたりすることが頻繁にあったためである。60mmの群れの場合、遊泳速度はコンスタントではなく、また、遊泳方向を急転換させるのも数多く見られ、群れとして互いに歩調を統制する能力は130mmよりも低いように思われた。

遊泳速度 (cm/s) 各実験照度下での遊泳速度の度数分布を図2に示した。遊泳速度に関しても、成群の照度閾値を境にして130mmの場合と同様な現象が見られた。すなわち、成群可能な $10^{-11}x$ 以上の照度では分布範囲はと比較的狭く(20~30cm/s)、明瞭なモードを有した。これに対し、成群できなかった $10^{-21}x$ 以下の照度では分布範囲は広く(約50cm/s)、なだらかな分布を示した。危険率5%のF検定により各照度間で分散を比較すると、成群可能な $10^{-11}x$ 以上では、 $3001x$ と $11x$ および $10^{-11}x$ との間に有意な差があったものの、 $11x$ と $10^{-11}x$ の間には差はなかった。また、 $11x$ と $10^{-11}x$ は成群できなかった $10^{-21}x$ 以下のいずれの照度とも有意な差が認められた。一方 $10^{-21}x$ 以下の照度間ではいずれにも差は認められなかった。各照度におけるモードは、成群可能な $10^{-11}x$ 以上では $3001x$ で約30cm/s、 $11x$ と $10^{-11}x$ で約10cm/sと照度が低下するに伴い次第に遅くなった。これに対し、成群できなかった $10^{-21}x$ 以下では逆に速く、いずれでも約30cm/sにモードが見られた。すなわち、成群可能な $10^{-11}x$ 以上では警戒する行動が、また成群不可能な $10^{-21}x$ 以下では狂奔する行動が反映したものである。上記結果は4回のいずれの実験においても得られた。

個体間距離 (cm) 個体間距離を成群した照度についてのみ解析し、度数分布を図3に示した。各照度におけるモードには大きな違いは認められなかったものの、分布範囲については、仲間の視認が十分可能な $3001x$ では約40cmと比較的広いのに対し、見えにくくなる $11x$ と $10^{-11}x$ では約20cmと狭くなっている。とくに $10^{-11}x$ では他の照度よりモードが明確に現れており、照度が減少するほど群れがコンパクトになったことがわかる。危険率5%のF検定で比較すると、 $3001x$ と $11x$ の間でのみ有意差が認められなかった。

考 察

60mmの成長段階におけるシマアジの成群行動の照度閾値は $10^{-11}x$ と $10^{-21}x$ の間にあり、130mmの場合より2桁も高いことが明らかになった。魚の網膜における視細胞は成長に伴い増加し、視力や光に対する感度は向上する。すなわち、60mmでは130mmより仲間を視認する能力は低く、このため両者間で成群可能な照度閾値に差が生じたと推察される。

昨年度に試算した130mmサイズのシマアジが成群できる夜間の水深は、満月時(海面直上における照度; $10^{-11}x$)で約33m、半月時(同; $10^{-21}x$)で約13mであった。ところが60mmサイズでは満月時に僅かでも水深を深くすると成群できず、半月時では海表面でも成群できないことになる。また、遊泳速度は成群できない照度下では速くなり、逸散の危険性をより高めると考えられる。さらに、前述の通り60mmサイズにおける群れの統一性は130mmサイズよりも弱く、このことも逸散要因になるであろう。これらから判断するならば、放流後の飼付け場への滞留は60mmよりも130mmでより高い期待が持たれる。

3. シマアジの寄りつき行動の照度閾値

シマアジは行動を視覚に依存する魚であることから、昨年度視覚が効きにくくなる夜間にシマアジがどのような群れ行動をしているかを調べるとともに、成群可能な照度閾値を明らかにした。さらにその結果から、低照度下で仲間が視認できなくなり、かつ、方向性を失ったシマアジにとって、飼付け基盤は重要な目標物になるであろうことを考察した。

益田らが行った20 mmのシマアジの寄りつき行動に関する実験では、夜間の自然光下でシマアジは実験水槽に入れた直径60 mmの円形垂直基盤の周りに集合していたと報告している。また、飼付け現場では全長約150 mmのシマアジがロープに体を寄りそわせて静止しているのが観察されている。これらの報告から、寄りつき行動は飼付け場からの逸散を防ぐ役目の行動であることが示唆される。しかしながら一方では、夜間に飼付け場の周囲を高速で群泳していたという報告もある。

本研究ではシマアジの基盤に対する寄りつき行動について、どれくらいの照度で発現し低照度下では必ず見られる行動なのか、また、照度の減少に伴いどのように変化するかを調べた。

材料と方法

実験は1995年6月1日から12日にかけて日本栽培漁業協会五島事業場において日齢105日（TL64.1 mm $\pm$ 4.1 mm）の人工生産種苗を用いて行った。

図4に示すように、前報の60 mmでの成群行動に関する実験で用いた0.2 m²の透明パンプライト水槽の一端に直径60 mmのエンピ管を垂直に設置し基盤とした。

実験照度は300, 1, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} および 10^{-4} lxの6段階であり、観察はシルエット手法によった。照度が300 lxの水槽に体長がほぼ等しいシマアジを10尾入れ、照度を 10^{-4} lxまで1時間毎に1桁ずつ減衰させた後、再び1桁ずつ増加させ、これを1実験とした。解析は照度を変化させた最初の20分間について行い、基盤から1魚体長内にいる尾数を寄りつき個体数として1分ごとに計数した。実験は2回繰り返した。実験中の水温は21.5～23.3℃であった。

結 果

各実験照度における寄りつき個体数の経時変化を図5に示した。照度が300 lxのとき、シマアジは水槽内を30～40 cm/sの高速で群泳し、基盤の付近を通過しても寄りつくことはなかった。基盤通過時に単独で基盤をついたり、基盤を小さく1周したりする個体も稀にあったが、すぐ群れにもどり群泳した。照度を1 lxに変化させると、最初の5分間は強い寄りつきが見られたものの、その後群泳が始まり寄りつき個体数は減少した。 10^{-1} lxにすると寄りつき個体数は急に増加し、基盤に対する距離は短くなり、また、群泳も緩やかになった（遊泳速度；約15 cm/s）。 10^{-2} lxでは寄りつき個体数は急減し、遊泳速度もさらに低下した（約10 cm/s）。群泳はほとんど見られなくなったものの、群がりになることもなく、基盤を手探りで探すかのように個々がばらばらに、非常にゆ

っくりと移動した。基盤近くに来ると寄りつき行動を示したが、そのまま基盤に留まることなく、再び基盤からゆっくりと離れた。 $10^{-3}lx$ にすると寄りつきはおろか群泳も見られなくなり、成群の照度閾値以下で観察された水槽壁に沿う個々ランダムな周回遊泳となった。その後再び照度を上げていくと、 $10^{-2}lx$ 以後で基盤に寄りついた。これらの結果より、寄りつき行動の照度閾値は $10^{-2}lx$ と $10^{-3}lx$ の間にあると判断された。本結果は同じ成長段階のシマアジで調べた成群行動の照度閾値より1桁低い値である。

考 察

益田らがシマアジの寄りつき行動に対する照度の影響を調べた実験においては、夜間の自然光下で水銀灯を点灯あるいは消灯した直後、瞬時に基盤に寄りつき、数分後から徐々に基盤から離れ、緩やかな群泳となるのが観察されている。本実験においてもこれに類似した行動が $1lx$ で見られた。組織学の分野においては、十分に明順応あるいは暗順応させた網膜に急激な照度の変化を与えた場合、新しい明るさに順応するのには約5～20分必要であることが知られている。おそらく上記の現象も、急激な照度の変化により生理的に眼が見えにくくなり、これによる忌避、あるいは不安がシマアジに強い寄りつき行動を発現させた結果ではないかと考えられる。

寄りつき行動の照度閾値は $10^{-2}lx$ と $10^{-3}lx$ の間にあり、成群行動に比べて1桁低い結果を得た。 $10^{-3}lx$ においては群泳は見られなかったものの、それ以下の照度で見られた狂奔的な周回遊泳は起こらず、基盤付近をきわめてゆっくりと移動した。これについて考察するならば、60mmのシマアジは $10^{-3}lx$ では仲間は視認できなくても基盤は視認することができるのか、あるいは、水槽内の基盤が機械刺激となり、シマアジの側線感覚をより敏感に働かせ、基盤に寄りつかせたのかも知れない。いずれにしても、飼付け場における基盤の存在はシマアジに目標物としての効果を与え、飼付け場からの逸散を防ぐのに役立つものと考えられる。

本結果は、実験水槽という小さな空間で何段階かの一定の照度を断片的に与えて得たものである。もしこれが自然光のように非常に緩やかな勾配で照度変化したならば、あるいはシマアジは $10^{-3}lx$ 以下になっても基盤に寄りついたままなのかも知れない。今後、飼付け現場における夜間の行動を観察し、基盤に対する寄りつき行動が実際に行われているのか否かを検証する必要は残される。

4. シマアジの飼付け型栽培漁業の展望

放流技術の開発では、実験室レベルの基礎研究が不可欠である。天然海域における放流実験が同様に不可欠であることはいうまでもないが、これのみでは環境条件が複雑すぎて、逸散にもっとも影響している要因を正確に評価することができないからである。すなわち、実験室レベルの基礎研究とこれをややスケールアップした模擬放流から得られた知見を実用レベルの現場実験で検証し、ここから生じた問題点を逆に実験室へフィードバックして詳しく検討することが肝要と考える（図6）。また、その際忘れてならないことは、天然海域の放流実験であっても、必ず対照区を設け、科学的・実験的に調査研究を行うことである。

現在、実験室レベルで緊急の課題は、寄りつき行動と寄そい行動の解発メカニズムとこれらの行動を修飾する環境要因を知ることである（図6）。また、模擬放流においては、放流尾数による滞留状況の違いをさらに詳しく把握することである。一方、実用レベルの天然海域においては、夜間の飼付けシマアジの行動を自然状態で正確に知ることが急務であろう。さらに、スキューバダイビング・水中カメラやバイオテレメトリー等の手法によって、放流直後の逸散状況を把握することが重要である。放流直後の大規模逸散はいくつかの放流事例では防ぐことができたが、依然として逸散した例がある。これを解決するには、放流後の行動を正確に知らねば再現性のある対策が立てられない。一方、飼付け放流のメリットをしっかりと押さえておく意味で、通常の放流を対照区として放流実験を放流実験をする必要がある。これには、マイクロコードッドワイヤータグ（CWT）を導入して長期にわたる放流計画を立てる必要があるだろう。

シマアジを一定場所に飼付けて成長させることは、成長に伴うホームレンジの拡大と回遊が必然的に起こるので、生態調査からも明らかなようにかなり困難な試みと言わざるを得ない（図7）。しかしながら、先にも述べたように、成長に伴って順次飼付け場所を変更したり、飼付け対象海域を拡大させることによって、こういった問題も解決できる道が開けるものと考えられる。飼付け放流事業について経済的試算を行うことも、技術的問題点を摘出する意味で今まさに時宜を得たものであろう。以上の実験結果とこれまで得られた放流事例を総合して、タイプ別マニュアルを作成したい。このマニュアルプロトタイプを地域別あるいは事業団体別に修正し、有効な放流マニュアルを作成することが重要である。放流はすべてがケーススタディであるからである。

研究の進め方

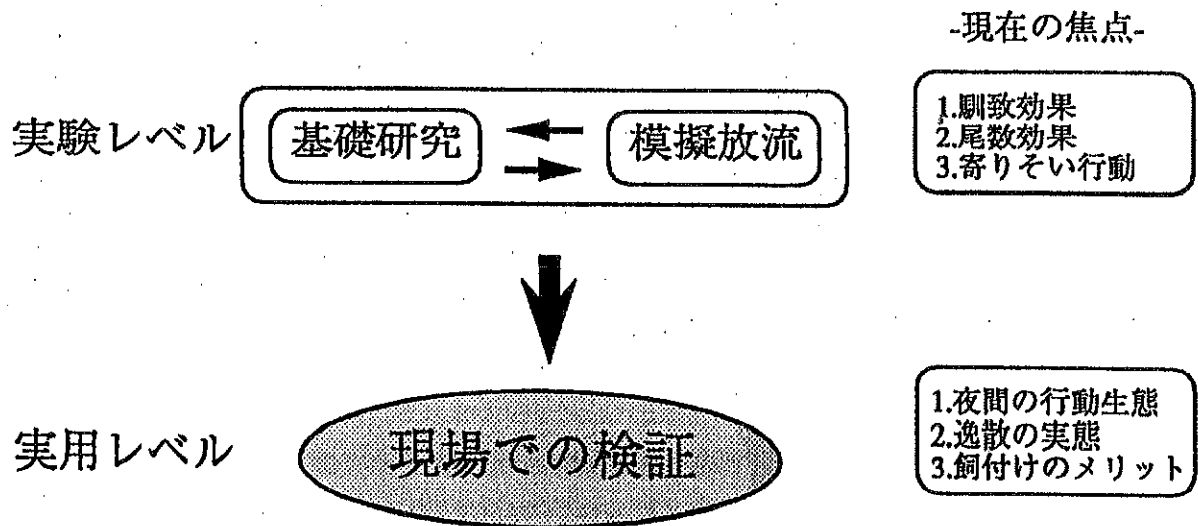


図6 研究の進め方の模式図

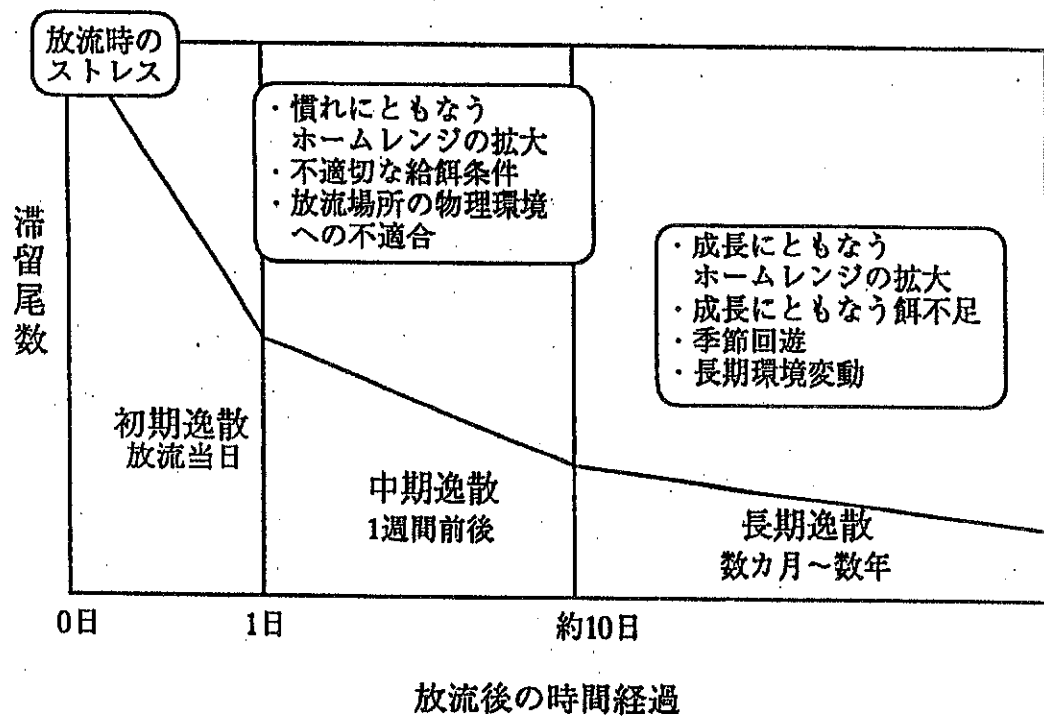


図7 飼付け放流されたシマアジの逸散過程と要因

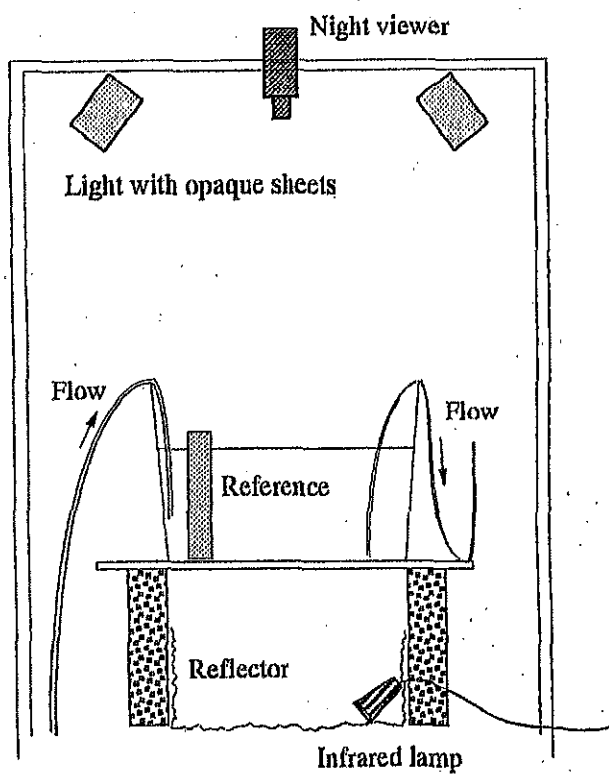


図4 寄りつき照度閾値実験装置の概要

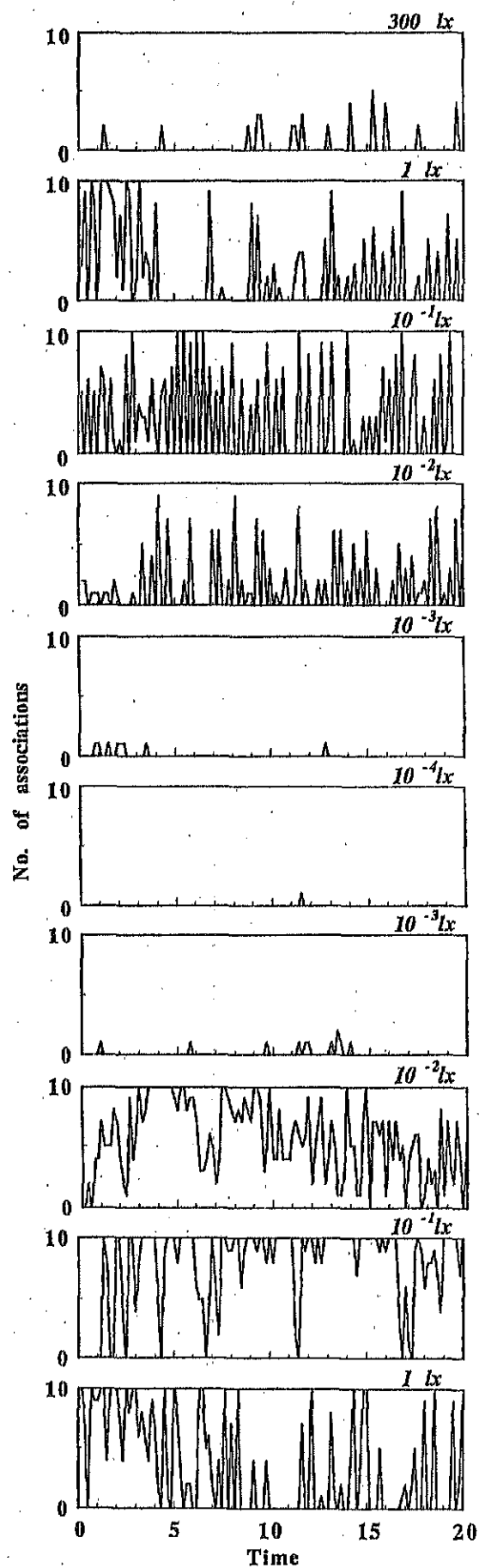


図5 寄りつき尾数の変化

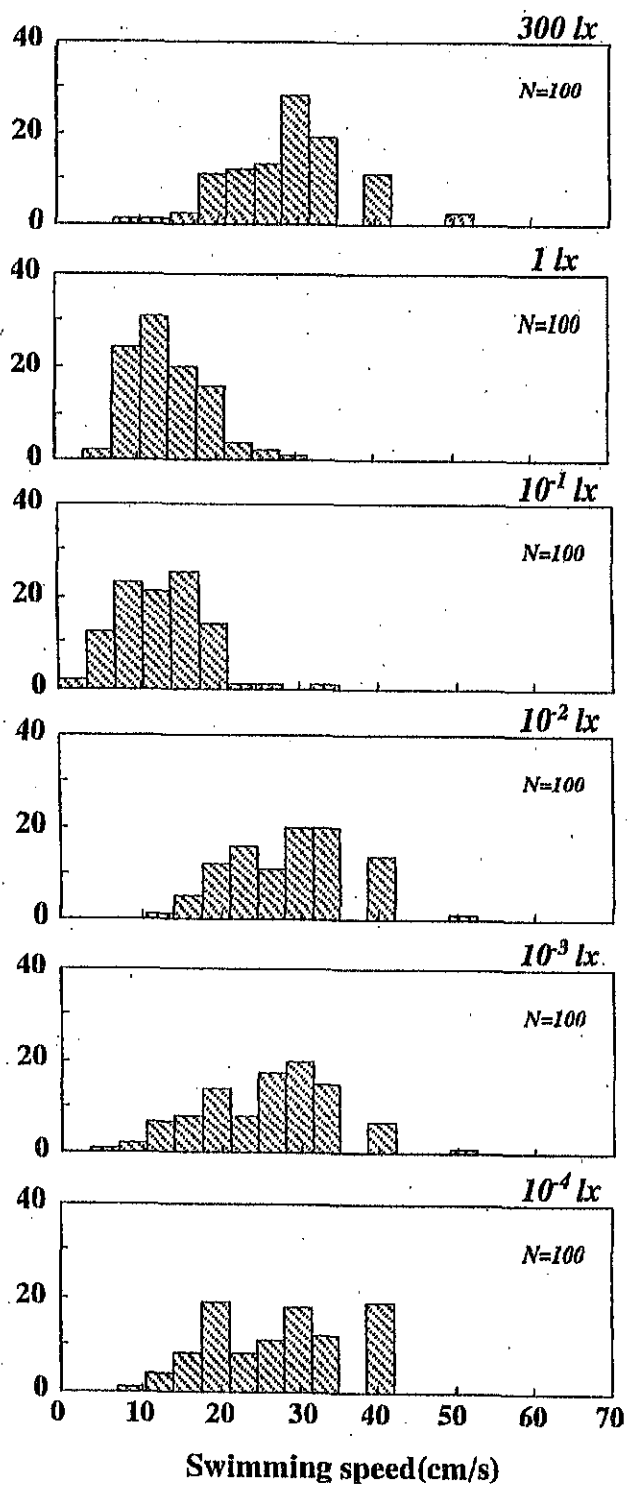


図2 遊泳速度の変化

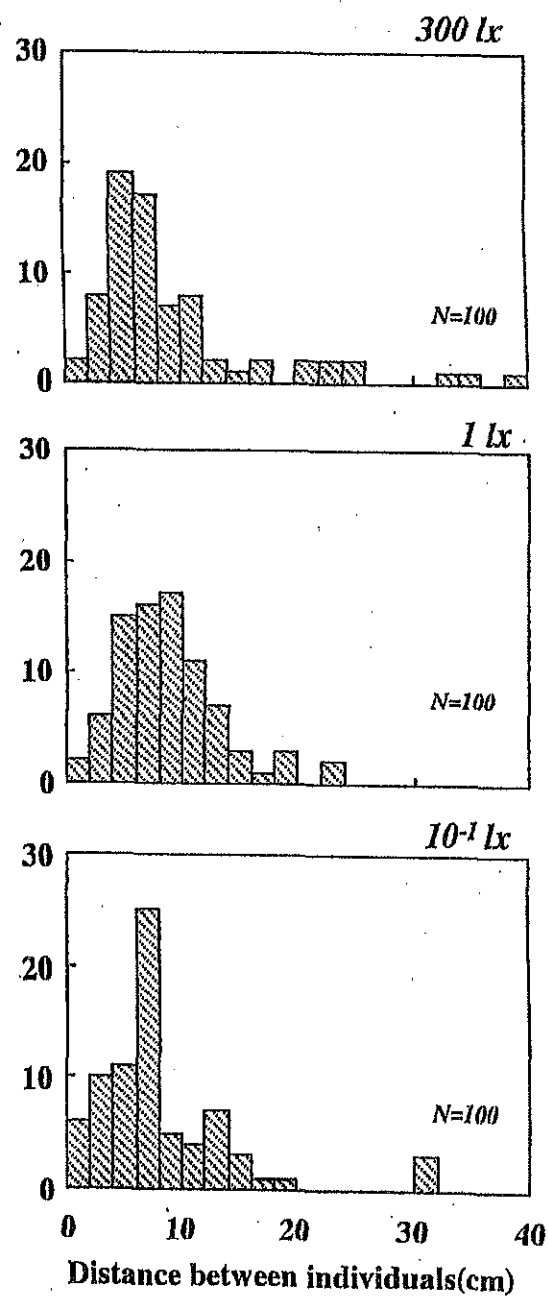


図3 個体間距離の変化

表 1 各照度条件における成群率の変化

	300 lx	1 lx	10^{-1} lx	10^{-2} lx	10^{-3} lx	10^{-4} lx
Exp.1	92.9	91.7	82.1	0	0	0
Exp.2	—	93.3	89.6	0	0	0
Exp.3	96.3	41.3	26.3	0	0	0
Exp.4	—	83.8	77.5	0	0	0

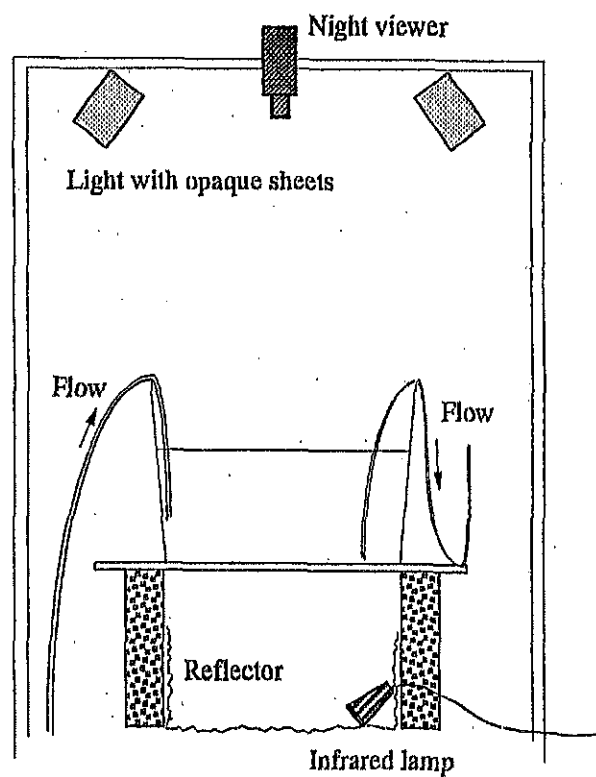


図 1 成群照度閾値実験における装置の概要

オゾン処理海水の利用に関する研究

昨年度は、オゾンを用いた防疫対策の有効性を確認するため、量産規模でのシマアジの飼育試験、オキシダント海水による卵消毒、オゾン処理海水を用いたシマアジ受精卵のふ化管理方法、施設の消毒、排水処理及び循環飼育について検討した。

本年度は、このうち、量産規模でのシマアジの飼育試験、排水処理及び循環飼育について再実験を行い、オゾン及びオゾン処理海水の利用について検討した。

1. 量産規模における飼育試験

(1) 目的

過去2年間の結果より、オゾン処理海水を用いることによるVNN発生防除の有効性が確認された。しかし、いずれの生産も生残率が低く、オゾン処理海水の仔魚に及ぼす影響が懸念された。ここでは、オゾン処理海水による量産飼育の可能性を確認するため、量産規模での飼育実験を行った。

(2) 材料と方法

供試魚には当场産のVNN陰性親魚(PCR法により判定)より得られたシマアジ仔魚(日齢1)を用いた。受精卵は、採卵後、オキシダントによる卵消毒(0.5ppm, 1min)を行った。今年度は、卵洗浄中のオキシダント濃度の低下を防ぐため、卵を数回に分け、また卵洗浄中に洗浄用水を交換することにより卵洗浄を行った。

飼育水槽は90m³水槽4面を使用し、用水にはオゾン処理海水区を用いた。飼育試験は平成7年度シマアジ種苗生産で行った。

飼育試験における防疫対策は、オゾンを利用してウイルスの感染経路を断つことを中心に進め、昨年度と同様に、オゾンによる用水の殺菌、オキシダント海水(0.5ppm)およびアルカリ(pH12)による施設・用水・餌料・飼育器具と人の出入り時の消毒を行い、水平感染の防止に重点を置いた。

(3) 結果と考察

今年度のシマアジの種苗生産結果を表1に示した。生産期間は、平成6年12月9日から平成7年4月17日までの130日間である。6回次6例の飼育を行い、そのうち2回次生産では初期減耗が大きく、3回次・4回次生産ではエピテリオシスティス類症により飼育を中止したが、VNNの発生はみられず、その他の3回の生産で平均全長30.6mm(13.2~45.7)の種苗36.3万尾を生産し、中止例も含めた平均生残率は11.2%であった(シマアジの種苗生産の詳細は『シマアジの種苗生産』の項を参照)。

1回次生産は、平成6年12月9日にふ化仔魚60万尾を90m³水槽1面に収容し、飼育を開始した。収容密度は8500尾/m³である。取り揚げは日齢48に行い、全長32.7mm(13.2~45.7)の種苗17.8万尾を生産し、生残率は29.7%であった。

5回次生産は、平成7年2月22日にふ化仔魚60万尾を90m³水槽1面に収容し、開始した。収容密度は8500尾/m³である。取り揚げは日齢50に行い、全長29.1mm(17.7~42.1)の種苗12.8万尾を生産し、生残率は21.4%であった。

6 回次生産は、平成 7 年 3 月 1 日にふ化仔魚 45 万尾を 90m³水槽 1 面に収容し、開始した。収容密度は 6400 尾/m³である。取り揚げは日齢 48 に行い、全長 27.6mm (13.2~36.2) の種苗 5.7 万尾を生産し、生残率は 12.5%であった。

3 回次・4 回次生産ではそれぞれ全長 7 mm, 4 mm でエピテリオシスティス類症が発生し、いずれも数日間で大量減耗した。このため、飼育水温を 22℃とし、また生物餌料 (ワムシ・アルテミア) を給餌前にエルバージュ (100ppm) で洗浄した結果、その後の飼育では発生しなかった。

日齢 5 より 5 日間ごとに PCR 法による飼育魚のウイルス検査を行った結果、いずれの生産回次もすべての検査で NN V の陰性反応であった。

オゾン処理海水を使用した飼育は、過去 2 年間に 10 例の飼育を行い、10 例中 3 例の飼育で取り揚げが行われた。しかし、その総生産尾数は 5.22 万尾と低調なものであり、最も生産尾数多い飼育例でも 2.6 万尾であった。このため、オゾン処理海水が仔魚の生残に及ぼす影響が懸念されたが、今年度の生産において 1 回次・2 回次生産において生産尾数が 10 万尾以上であったことから、オゾン処理海水による量産飼育が確認された。

なお、3 回次・4 回次生産で発生したエピテリオシスティス類症は、生物餌料の薬剤洗浄により以後の生産で発生していないことから、水平感染によるものと推察された。

2. 排水処理実験

(1) 目的

種苗生産排水をオゾン殺菌する場合、ワムシ等の混入により、殺菌力が著しく低下することが、昨年までの実験でわかった。今年度は、濾材に浮上ろ材を用いて、ワムシ除去の可能性及びワムシ除去の有無によるオゾン殺菌効果の比較検討を行った。

(2) 材料と方法

実験装置の概要を図 1 に示した。直径 300mm, 高さ 600mm の塩化ビニール製の円筒型のろ過槽に浮上ろ過材を充填して、底部より飼育配水をポンプで圧送した。ろ過効率の指標として、ろ過槽通過前後の排水中のワムシの計測を行った。なお、実験 1 ではシマアジの飼育排水及び底掃除排水を用いて、実験 2 ではブリの底掃除排水を用いて、それぞれろ材 (FM フィルター：浮上ろ材) の粒径 (500μm・300μm) を変えて 2 回行った。

1) 実験 1 (ろ材粒径：500μm を用いた実験)

オゾン反応槽には、実容量 230ℓ のアクリル製円筒型容器を使用した。ろ過槽の運転範囲を 1~2 m³/h (LV 14~28m/h) にて運転を行った。使用した浮上ろ材は、粒径 500μm のものを使用し、静止時層厚 300mm になるように充填した。まお、上部のストレーナーは、円筒型のステンレスストレーナーを使用した (スリット幅：180 μm, 直径 60mm, 幅 44mm)。(LV : Linear Velocity 線密度)

2) 実験 2 (ろ材粒径：300μm を用いた実験)

現場でのポンプ設置、オゾン装置設置等の都合により、オゾン反応槽には、実容量 11ℓ の容器を使用、ろ過槽の運転範囲を 0.8~1.2 m³/h (LV 11~17m/h) にて運転を行った。使用した浮上ろ材は、粒径 300μm のものを使用、静止時層厚 300mm になるように充填した。まお、上部のストレーナーは、円筒型のステンレスストレーナーを使用した (スリット幅：60 μm, 直径 60mm, 幅 44mm)。

ろ過槽にてろ過された海水に関してはオゾン滞留時間、オキシダント濃度を変えてオゾン処理を行った。そしてオゾン処理前後での水をサンプリングした。オキシダントを含有していると思われるオゾン処理後の水に関しては、速やかに過剰量の滅菌地緒硫酸ナトリウムを添加して中和し細菌測定の水とした。

細菌数は、zobel2216 培地を用い、希釈平板法により平板上に出現した菌数を測定求めた。

(3) 結果と考察

1) 実験1 (ろ材粒径: 500 μ mを用いた実験)

平均粒径 500 μ mのろ材を充填した場合は、ワムシを完全に補足できず、飼育排水中のワムシ数の20~50%がろ過後の排水から検出された。しかし、アルテミアの卵、及び幼生に関しては、飼育排水中に1個体/ml程度検出されたが、ろ過後の水からは検出されなかった(表2)。

飼育排水では細菌数が100CFU/ml程度、底掃除排水では1000CFU/ml程度の細菌がオゾン処理後も残っていた。また、底掃除排水に関しては、オゾン滞留時間20分、オキシダント濃度0.7mg/lでも200CFU/ml以上の細菌数が残り、オゾンの処理強度をあげても効果は低かった(図2, 3)。

2) 実験2 (ろ材粒径: 300 μ mを用いた実験)

平均粒径 300 μ mのろ材を充填した場合は、ワムシを完全にろ過槽で補足され、ろ過後の水からはワムシは検出されなかった(表3)。

飼育排水では細菌数が滞留時間1.5分、オキシダント濃度0.3mg/lで10CFU/ml以下まで減少しており、また底掃除排水の場合でも滞留時間2.5分、オキシダント濃度0.4mg/lで10CFU/ml程度まで減少しており、殺菌効果の著しい上昇がみられた(図4・5)。また、各サンプリングにおける原水に対する殺菌率は、いずれも99.99%を越えた。よって、ワムシの除去は浮上ろ過材の300 μ m径を用いることで100%除去が可能であり、その前処理によってオゾンによる殺菌効果も飛躍的に上昇することが示唆された。

3. 循環飼育実験

(1) 目的

オゾン処理循環飼育の可能性を検討するため、種苗生産対象魚種の中でも魚体重当たりの代謝量の多いブリ稚魚を用いて、オゾンによる水質浄化効果及びブリ稚魚への影響を調べた。

(2) 材料と方法

供試魚には、当场産のブリ稚魚(全長: 11.8cm, 体重: 18.6g)を用いた。供試魚は、あらかじめ陸上水槽に設置した小割網生け簀に5000尾ずつ収容し養生しておいた。

実験区は、対照区としてろ過海水区2区と試験区として循環オゾン処理海水区1区の合計3区を設けた。

① オゾン区

昨年度浄化能力の確認されたオゾン循環処理8m³/h, 新水注水2m³/hの注水条件で飼育を行った。循環オゾン処理には、荏原実業製のオゾン殺菌装置(オザイザ-19g/hr, 処理水量10m³/hr)を使用した。

② 対照区－1

ろ過海水流水区で、 $10\text{m}^3/\text{h}$ のろ過海水を注水した。

③ 対照区－2

オゾン区と同量 ($2\text{m}^3/\text{h}$) の新水注入による流水飼育とした。また、P S Aによる酸素供給を行い、オゾン区と同程度の酸素濃度を維持した。

飼育は、平成7年7月25日に、 50m^3 水槽にそれぞれ5,000尾ずつ収容し、平成7年7月26日から8月4日までの10日間行った。各水槽の収容密度は $1.5\text{kg}/\text{m}^3$ である。

各区とも給餌量は飽食給餌とし、1日の給餌量を記録した。

底掃除は、毎日、底掃除ロボットにより行った。

実験期間中は、飼育水の環境測定、生菌数の測定、成長・生残尾数の測定について行った。環境測定は、1日に1回、水温・R p H・p H・アンモニア（インドフェノール法）・亜硝酸態窒素（ナフチルエチレンジアミン法）・オゾン処理海水の残留オキシダントの項目について調べた。生菌数は、一般細菌・ビブリオ属を測定した。成長は飼育開始時及び飼育終了時に全長・尾叉長・体重を測定した。生残尾数は、斃死魚数より算出した。

（3）結果

各区とも、飼育期間中、飼育魚の大量斃死はなく実験終了した。実験後半に、対照区－2での斃死が若干増加した。症状は酸欠であった（図6）。

成長は、3区とも大差なく、収容時、平均体重18gの個体が10日間で28gまで成長した（図7）。摂餌量に関しては、大差はなかったが、D Oとの相関が伺われた（図8）。

1）水温（図9）

試験開始時 23°C であったろ過海水が終了時には 27°C まで上昇した。対照区－1はろ過海水と比較して 0.1°C 、対照区－2は 0.5°C 上昇したが、試験区は 1.5°C 上昇した。なお、室内気温は $30\sim 40^\circ\text{C}$ であった。よって、オゾン装置通過による水温上昇が 1°C 程度あったことが観察された。

2）溶存酸素（図10）

溶存酸素濃度は、朝9:00の測定時がもっとも高く、夕方がもっとも低く、その日較差は $1\text{mg}/\ell$ 以上あった。給餌は、朝9:00～18:00にかけて行っており、給餌による溶存酸素量の影響がみられた。平均溶存酸素量は、試験区・対照区－2と比較して、対照区－1が低く推移した。特に、対照区－2に関してはP S Aによる酸素供給によって対照区－1以上の溶存酸素量を維持したことから、換水量の不足分を純酸素の供給により補うことは有効な手段と思われた。。ただし、本実験では、いずれの区も酸素飽和度は低く推移し、かつ日間変化も大きかったことから、より条件の良い飼育を目指すには、酸素供給方法・新水注水率のスペックアップは必要であった。

3）p H・R p H（図11）

p Hは、試験区・対照区－2が低めで、7.3付近を推移した。対照区－1は、7.6付近を推移した。また、溶存酸素量とp Hの減少には相関がみられた。実験期間を通じて、R p Hの変化はなかったことから、p Hを下けている要因としては、 CO_2 のような曝気によりパージされる成分の蓄積によるものと推測された。

4）濁度（図12）

オゾン区は飼育開始当初は飼育水が白濁したが、50時間経過後から水槽底が見えるよう

になった。対照区－１と比較して透明度は若干劣ったが、魚体の観察には支障はなかった。対照区－２は、飼育開始翌日から褐色に濁り、やがて緑褐色になった。水槽底はまったく見えなかった。

５）アンモニア態窒素（図13）

対照区－２が3.0～3.5mg/ℓ付近を推移し、試験区は1.5～2.0mg/ℓ付近を推移した。対照区－１は0.5mg/ℓを推移した。よって、オゾン浄化によって約2.0mg/ℓのアンモニアが減少している計算となった。活性炭処理後の水からは、いずれもアンモニア態窒素は検出され、かなりの部分のアンモニアが未反応のまま再循環されていることとなっている。非解離アンモニアの割合はpHの低下によってわずかであったと思われる。

６）亜硝酸態窒素・硝酸態窒素（図14・15）

各区とも大きな蓄積はなかった。ただし、オゾン区は対照区－１・２区と比較して高めに推移した。また、オゾン反応槽では亜硝酸が検出されなかったが、活性炭槽ではわずかながら亜硝酸が生成していき、増加傾向にあった。よって、活性炭槽でのアンモニア酸化の可能性が示唆された。

７）COD（図16・17）

対照区－２と比較して、試験区はCODの濃度で2.0mg程度低く推移した。対照区－１と比較すると高く、アンモニア濃度と相関しているような傾向であった。また、日変化は顕著でなかった。

８）細菌数（図18・19）

試験区・対照区－２の一般細菌数は大差はなかった。対照区－１は若干低くしたが、1オーダーの差はなかった。TCBSでの細菌数に関しても水槽間で大差はなかったが、活性炭処理後の水からはTCBS細菌は検出されなかった。

（４）考察

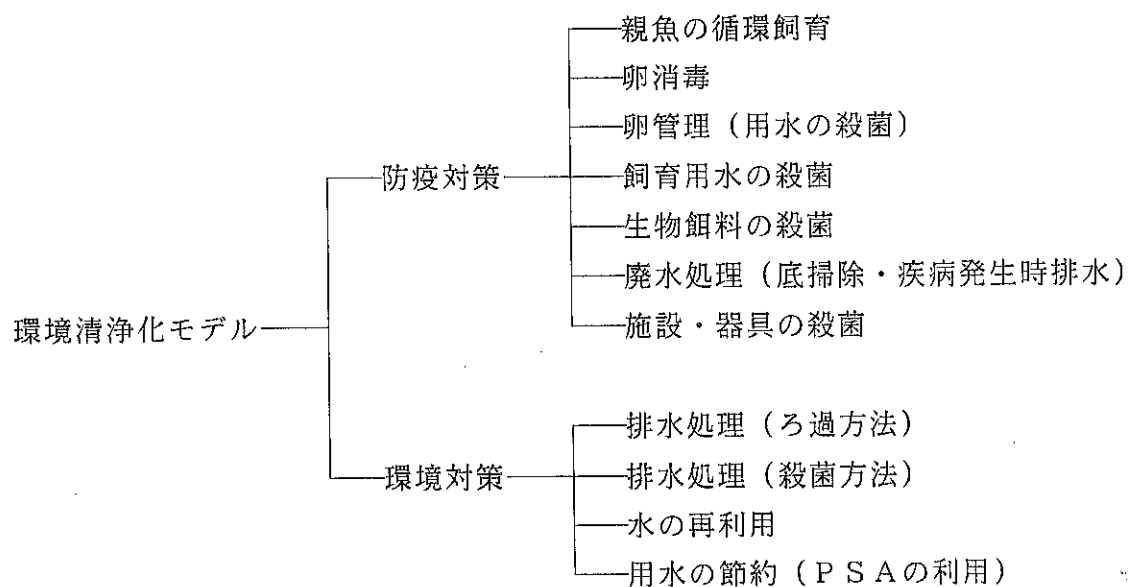
今回の実験結果から、オゾン循環処理飼育の安全性等が確認された。しかし、アンモニア等の蓄積等から判断して、今回の実験のように高密度で飼育を行う場合には、オゾン量を増やす、水槽回転率を上げるなどの対策が必要かもしれない。また、ワンパスの流水式でも水槽内の溶存酸素等の低下があり、本実験程度の密度・給餌量での飼育に関しては、水槽に対する水の回転数等が絶対的に不足しており、今後水槽の回転率等を検討する場合は、今回の実験結果を踏まえて行うべきである。特に、給餌・摂餌による負荷は水質に影響すると思われるため、今後の水槽飼育の際には、中間育成のように魚体を大きくするための摂餌と、親魚養成のような魚体を維持するための飼育と条件を分けて考えるべきである。

また、回転率の不足による溶存酸素濃度の低下に関しては、純酸素の吹き込みによりある程度補うことが可能であり、非常設備としてのPSAの設置は、用水を十分確保できない条件での飼育には、効果的であることがうかがわれた。

本実験では、量的な問題は明確ではないが、活性炭槽でも生物ろ過としての機能を有していることが示唆された。また、水槽の濁度の変化等から考えて、オゾンと生物ろ過の両者が浄化に寄与していると思われた。

4. 今後の展開

本共同研究の最終的目標は、以下に示すオゾンを中心とした環境清浄化モデル施設としての施設整備にある。



これまでは、シマアジのVNN対策を目的にした防疫対策を中心に実験を行ってきた。今後は、これまでにやり残した課題の整理を行うとともに、新たに環境対策を目的として排水処理方法、循環飼育方法に焦点を当てて実験を進めていきたい。

（塩澤 聡）

表1 平成7年度シマアジ種苗生産の概要 (五島事業場)

生産 区分	水 槽		収 容		飼 育				取 り 揚 げ		備 考 (親魚, 用水, 疾病)				
	型	大きさ 実容量 (m^3)	個数	月日	尾数 (万尾)	密 度 (尾/ m^3)	水 温 ($^{\circ}\text{C}$)	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	三角形	90(80)	1	12.09	60.0	8500	24	ワサ, ワサ, ワサ, 配合	48	1.25	17.84	2230	32.7(23.0~45.7)	29.7	
2	三角形	90(80)	1	1.02	46.0	6500	24	ワサ	33	2.03	0	0		0	初期減耗大、飼育中止
3	三角形	90(80)	1	1.17	52.0	7400	24	ワサ	27	2.13	0	0		0	エボ類症により飼育中止
4	三角形	90(80)	1	2.08	60.0	8500	24	ワサ	10	2.18	0	0		0	エボ類症により飼育中止
5	三角形	90(80)	1	2.22	60.0	8500	22	ワサ, ワサ, ワサ, 配合	50	4.13	12.82	1603	29.1(17.7~42.1)	21.4	
6	三角形	90(80)	1	3.01	45.0	6400	22	ワサ, ワサ, ワサ, 配合	48	4.17	5.65	706	27.6(13.2~36.2)	12.5	
合計					323.0	7400					36.31	1513	30.6(13.2~45.7)	11.2	

表2 シマアジ種苗生産排水における排水処理データ

	原水 汚濁密度 (個体/ml)	ろ過水 汚濁密度 (個体/ml)	オゾン処理水 汚濁密度 (個体/ml)	ろ過後 汚濁除去率 (%)	流量 (m^3/h)	圧力 (kgf/cm^2)	圧力 (kgf/cm^2)	運転時間 (h)
飼育排水 - 1	19	5	3	26	2.0	0.50	-	4
- 2	11	5	3	45	1.0	0.45	0.50	6
- 3	15	6	3	40	1.8	0.55	0.60	6
底掃除廃水 - 1	23	6	4	26	2.0	0.50	-	5
底掃除廃水 - 2	12	6	4	50	1.1	0.50	0.65	4
底掃除廃水 - 3	27	13	-	48	1.1	0.50	0.65	3

* 500 μm のろ材を使用

表3 ブリ種苗生産排水における排水処理データ

	原水 汚濁密度 (個体/ml)	ろ過水 汚濁密度 (個体/ml)	オゾン処理水 汚濁密度 (個体/ml)	ろ過後 汚濁除去率 (%)	流量 (m^3/h)	圧力 (kgf/cm^2)	圧力 (kgf/cm^2)	運転時間 (h)
飼育排水 - 1	10	0	0	100	1.2	0.20	0.25	4
底掃除廃水 - 1	15	0	0	100	0.9	0.20	0.65	4
底掃除廃水 - 2	19	0	0	100	0.9	0.20	0.70	8

* 300 μm のろ材を使用

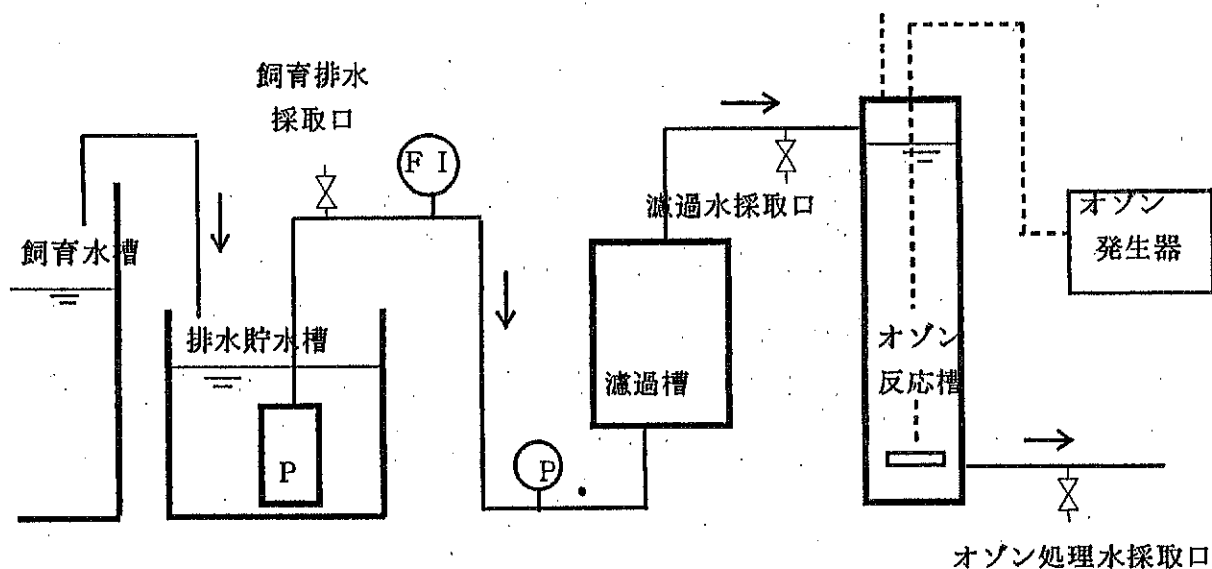


図1 排水処理実験装置の概要

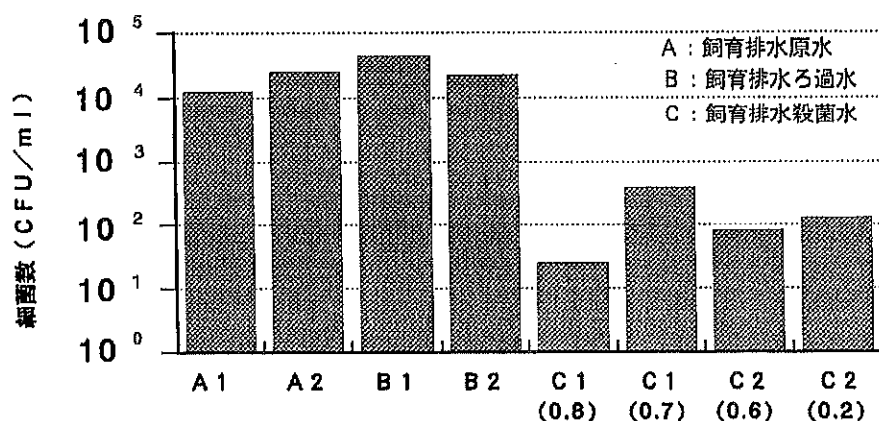


図2 シマアジ飼育排水の処理別細菌数

ろ材: 500 μ m, オゾン滞留時間: 7分
()内はオキシダント濃度: ppm

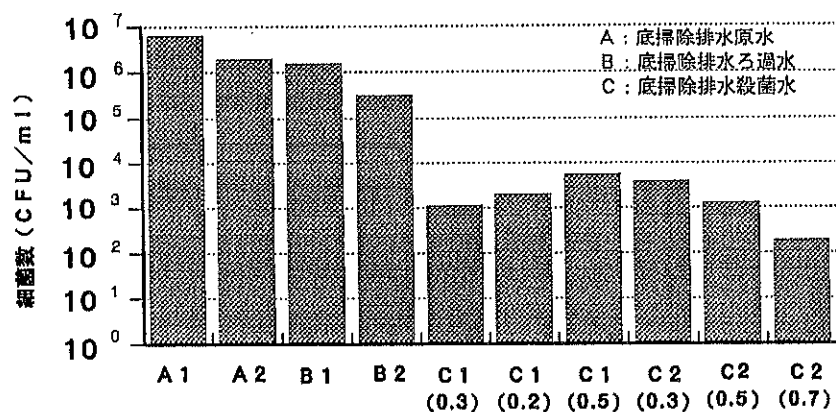


図3 シマアジ底掃除排水の処理別細菌数

ろ材: 500 μ m, オゾン滞留時間: 13分
()内はオキシダント濃度: ppm
オキシダント濃度0.7ppmのみオゾン滞留時間: 20分

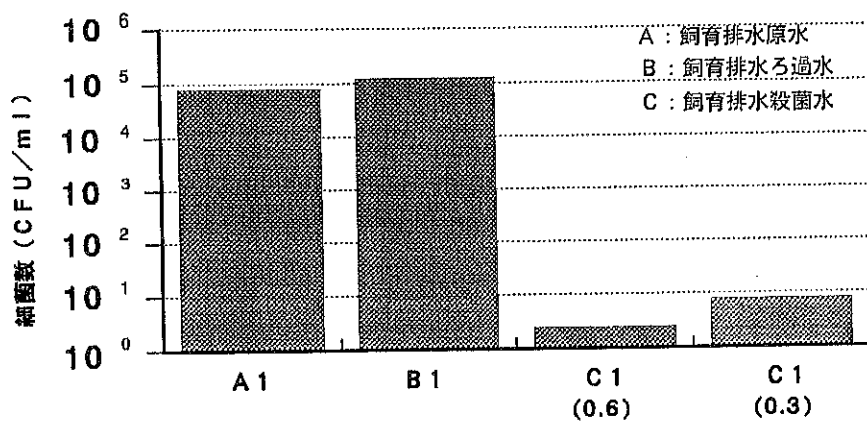


図4 ブリ飼育排水の処理別細菌数

ろ材: $300\mu\text{m}$, オゾン滞留時間: 1.5分
() 内はオキシダント濃度: ppm

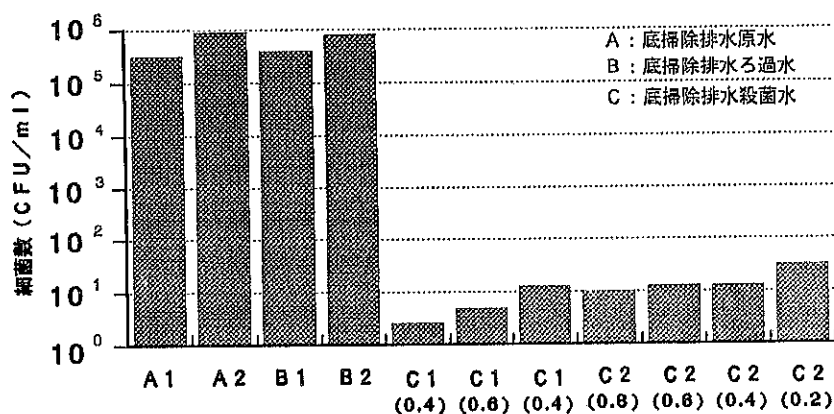


図5 ブリ底掃除排水の処理別細菌数

ろ材: $300\mu\text{m}$, オゾン滞留時間: 2.5分
() 内はオキシダント濃度: ppm

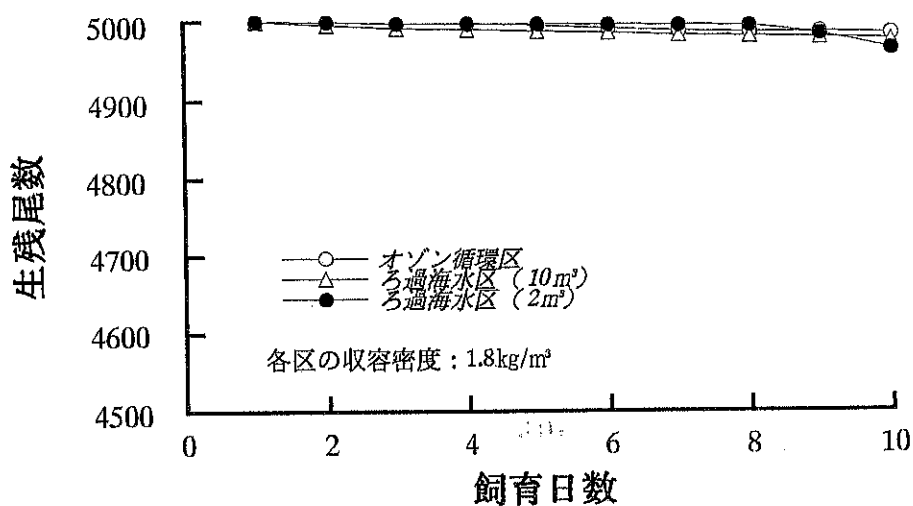


図6 飼育期間中の生残尾数の推移

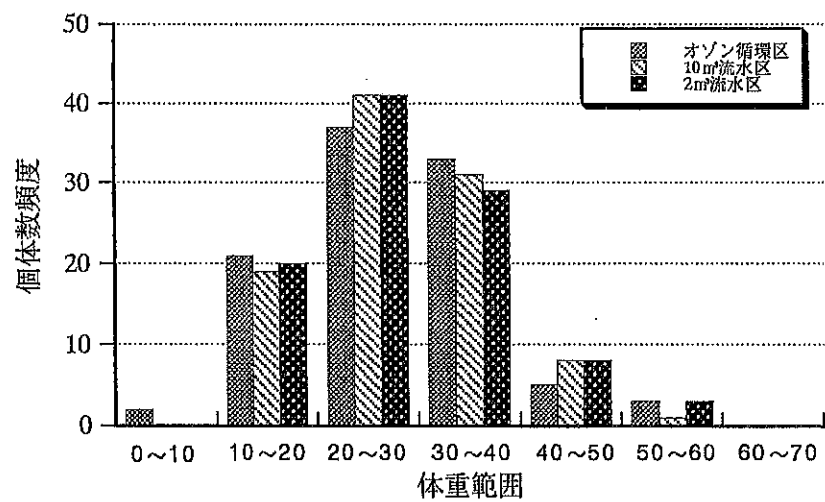


図7 試験終了時の体重分布

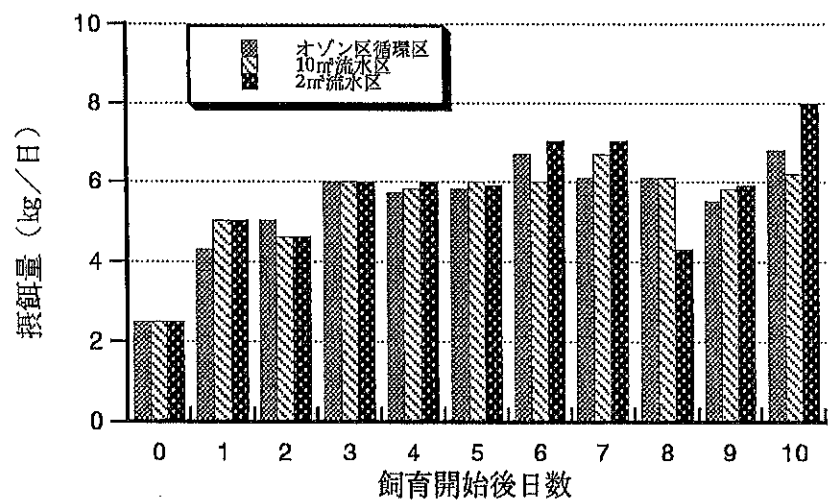


図8 飼育期間中の摂餌量

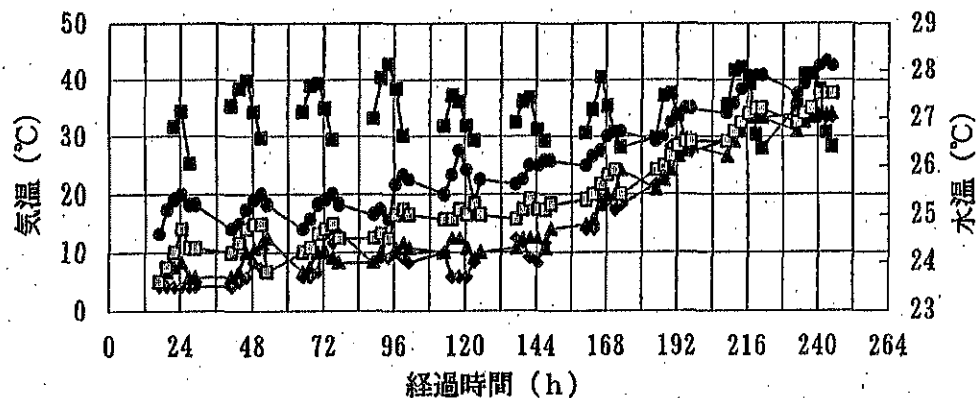


図9 気温と水温の経時変化

● : オゾン循環区, ▲ : 10m³流水区, □ : 2m³流水区
■ : 気温 ◆ : ろ過海水

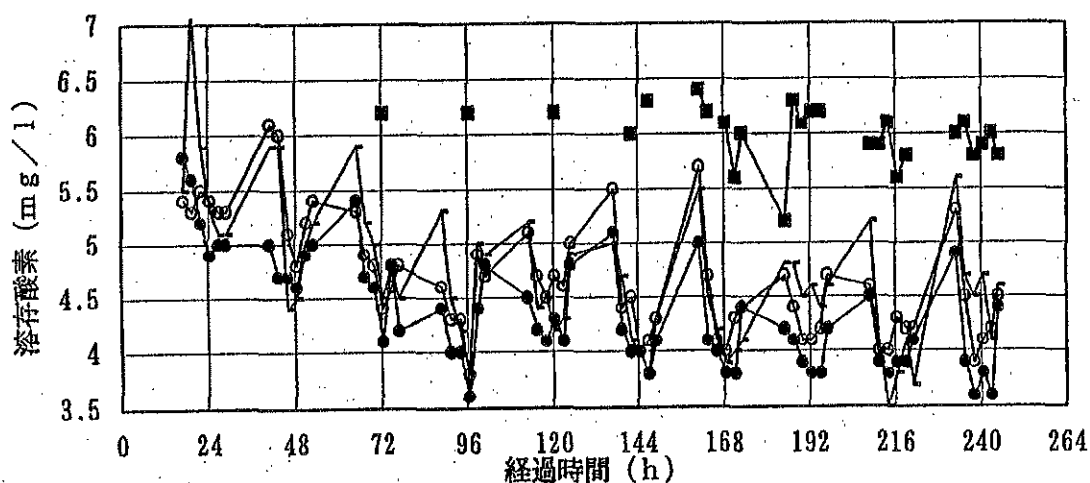


図10 溶存酸素量の経時変化

○ : オゾン循環区, ● : 10m³流水区, — : 2m³流水区, ■ : ろ過海水

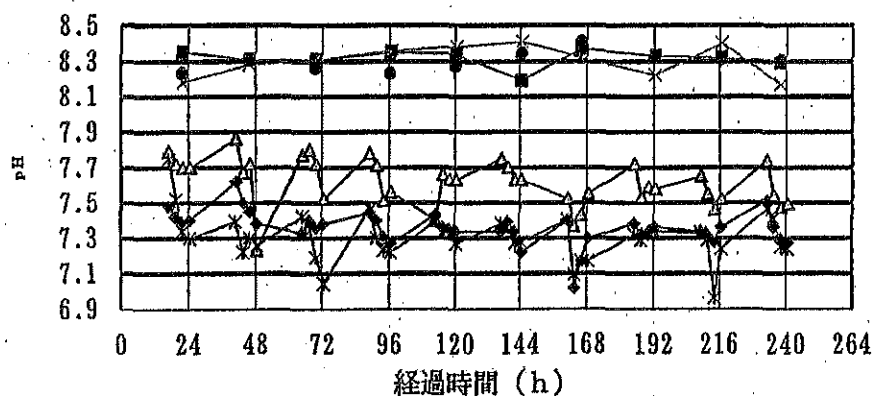


図11 pHとR pHの経時変化

◆ : オゾン循環区 (pH), △ : 10m³流水区 (pH), * : 2m³流水区 (pH)
■ : オゾン循環区 (R pH), × : 10m³流水区 (R pH), ● : 2m³流水区 (R pH)

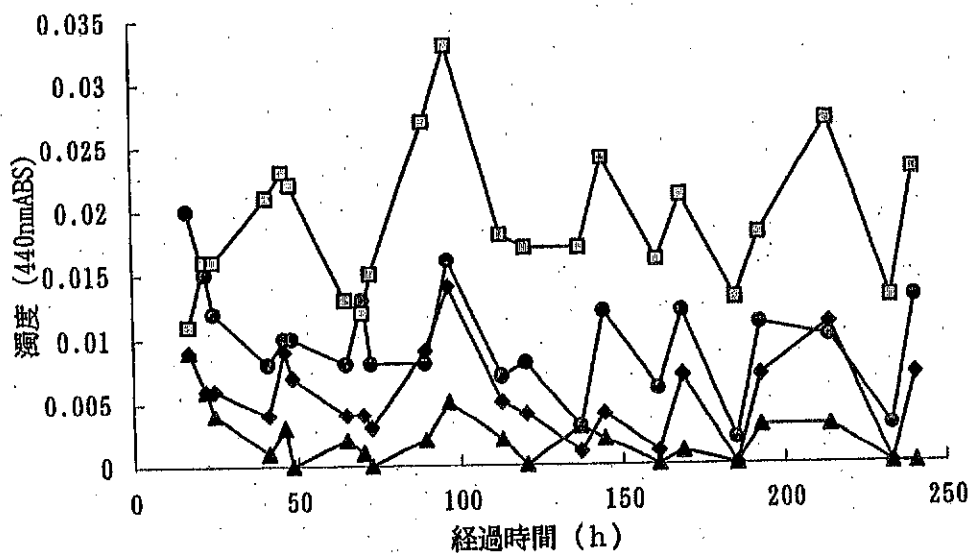


図12 飼育水中の濁度の経時変化

○：オゾン循環区，◆：10m³流水区，□：2m³流水区，▲：活性炭処理水

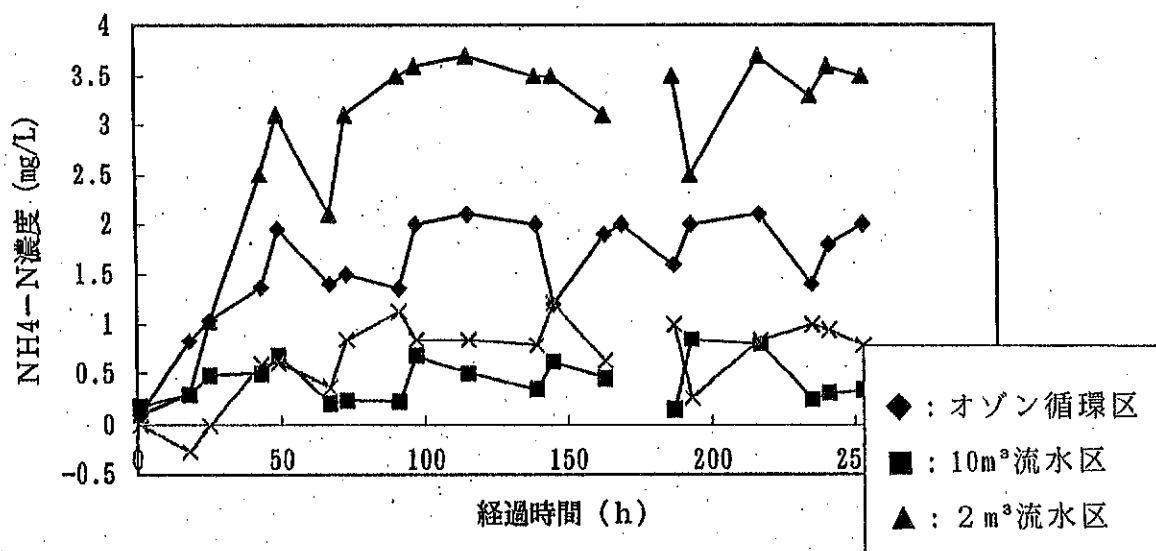


図13 アンモニア態窒素の経時変化

×： 浄化量

(オゾン循環区) - (2m³流水区)

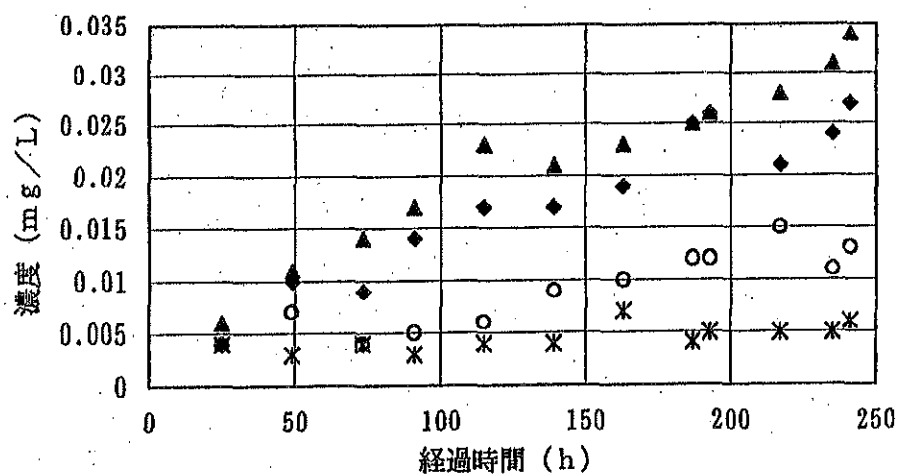


図14 亜硝酸態窒素の経時変化

▲：オゾン循環区，＊：10m³流水区，○：2m³流水区，◆：活性炭処理水

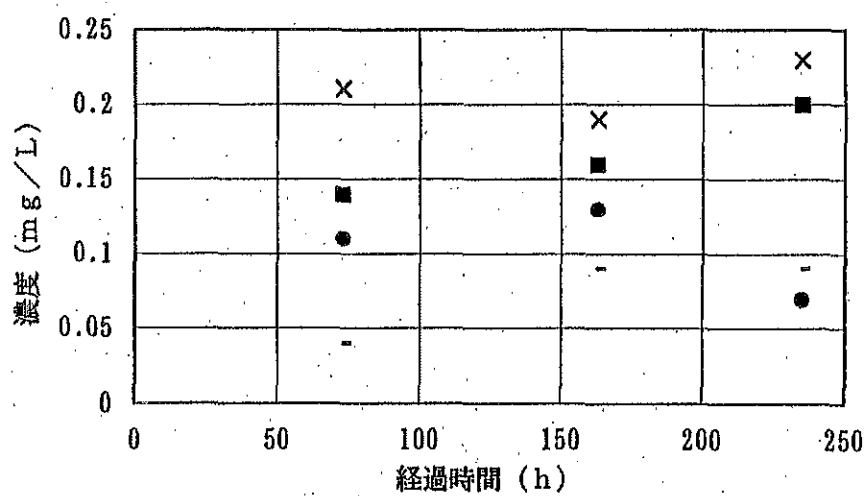


図15 硝酸態窒素の経時変化

×：オゾン循環区，●：10m³流水区，—：2m³流水区，■：活性炭処理水

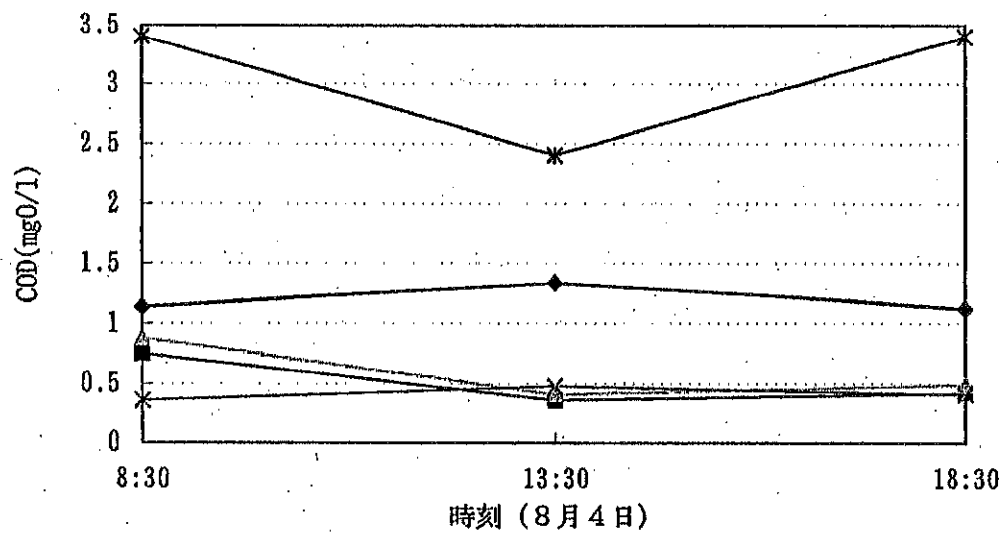


図16 CODの日周変化

◆ : オゾン循環区, × : 10m³流水区, × : 2m³流水区,
 ■ : 活性炭処理水, ▲ : ろ過海水

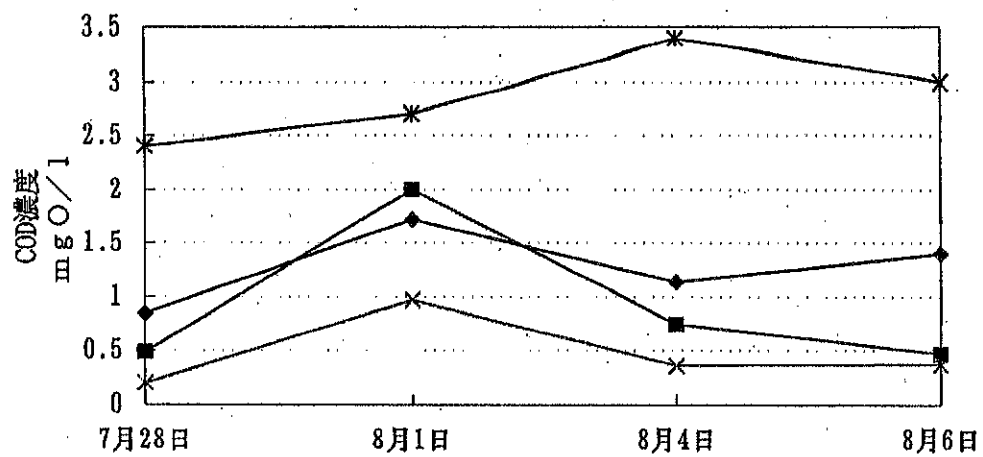


図17 CODの経時変化

◆ : オゾン循環区, × : 10m³流水区, × : 2m³流水区,
 ■ : 活性炭処理水

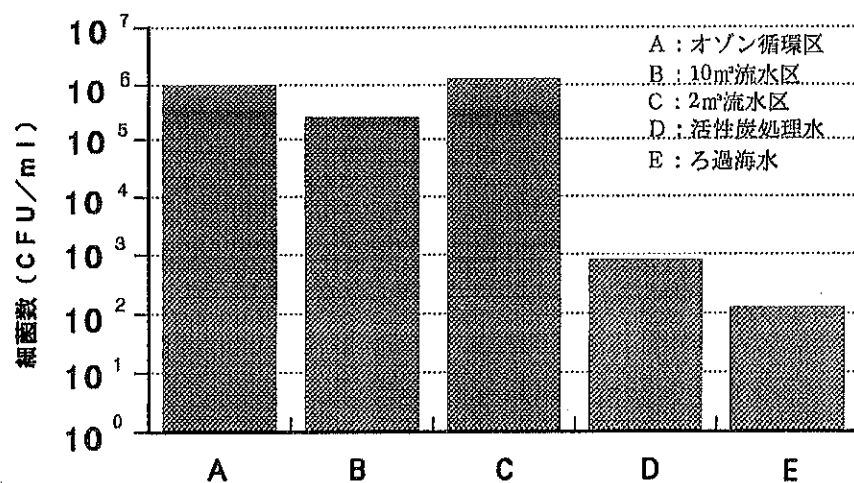


図18 一般細菌数の比較

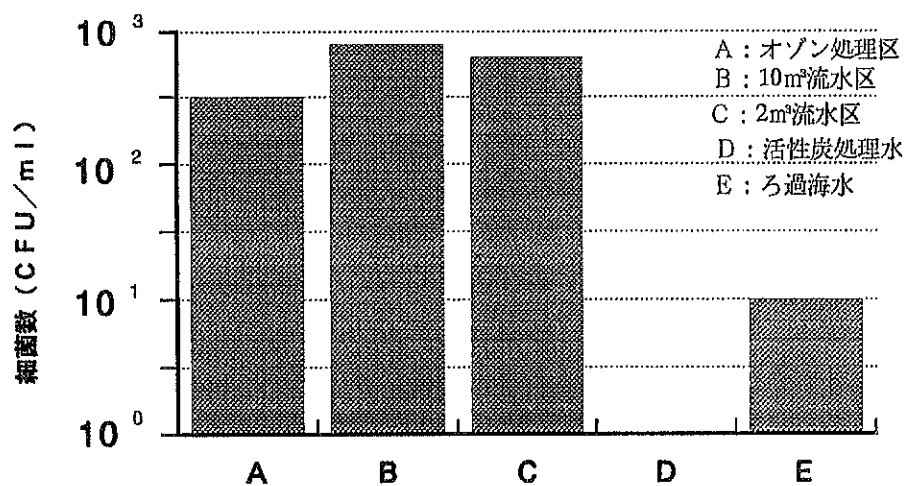


図19 ビブリオ細菌の比較 (TCBS)

6-5 LHRHによるブリの成熟促進に関する研究

中野 昌次

本研究は、養殖研と行っていた共同研究を引き継ぎ、平成6年度より九州大学農学部水産学第一講座の松山倫也助教授と行っている。平成6年度にはポリマーベレットによりLHRHを投与した試験区から早期に良質卵が得られた。本年度はその再現試験とコレステロールベレットの使用による試験も合わせて行った。

共同研究の役割分担は、昨年度に引き続き五島事業場でブリの親魚飼育、ホルモン投与と卵巣卵、血液のサンプリング、採卵を、九州大学ではホルモン剤の作成、卵巣卵の組織学的調査と血中ステロイドホルモンの調査を行った。五島事業場と九州大学の結果を合わせた考察はまだ両者による検討会を行っていないためできないので、ここではそれぞれの結果を報告する。

五島事業場での試験結果報告

平成7年度ブリのLHRH-aによる産卵試験

昨年度、LHRH-aをポリマーベレットに封入し、卵黄形成を促進させ、HCGで産卵誘起させた結果3月上旬に良質卵が得られた。本年度はこの手法の再現と同時に基質に普及型であるコレステロールベレット使用して試験を行った。

(1) 試験にはLHRH-aポリマーベレットを魚体に挿入する区、LHRH-aコレステロールベレットを魚体に挿入する区および無挿入区(対照)の3区を設けた。いずれの試験でも長日処理と水温制御を行った。

1) 供試魚と収容

供試魚には、天然養成2年魚(1993年5月、定置網で漁獲)を48尾用い、1994年12月22日に海面小割生簀から陸上水槽2面(角型80m²)に24尾ずつ収容した。尾叉長、平均体重および肥満度は、それぞれ77.2(74.0-84.5)cm、7.8(6.6-9.4)kg、16.9(15.6-18.0)[5尾中]であった。また、1995年1月27と30日には水槽替えを行い魚体測定を行った。LHRH-aの挿入と試験区設定は2月22日に行い、各試験区には雌7尾、性別不明7~9尾ずつの計45尾を同上の水槽3面に収容した。HCG打注時の3月1日にLHRH-aの挿入時の性別不明魚のうち雌と分かったものを取り上げ各区雌7尾、雄7尾ずつになるように尾数調整した。

2) ホルモン量と投与量

LHRH-aにはdes Gly¹⁰-[D-Ala⁶]-LH-RH Ethylamide(シグマ社製)を用い、1995年2月22日に1尾あたり0.6mgを投与した。また、HCGは同3月1日に1尾あたり900IUを投与した。

3) 長日処理

長日処理は陸上水槽収容後に開始し、午後5:30時より午前11:30時まで6時間の照射をレフレランプ(500W)2基で行った。

4) 養成水温

養成水温は1月24日までは自然水温とし、その後16.0℃を維持させ、LHRH-aを投与後は17℃とし、HCG投与後は18.5℃とした(図1)。

5) 成熟状況の調査

成熟状況を把握するため、陸揚げ日の12月22日、LHRH-aを投与した2月22日とHCGを投

与した 3月 1日および沖出し日の 3月30日に卵巢卵の搾出と採血を行った。

6) 飼育水槽の管理

使用海水にはろ過海水(8m³/時間)を用いた。水槽上面は寒冷紗(遮光率85%)で覆った。

7) 餌料組成と給餌方法

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

(2) 結果と考察

生データ 1 に魚体測定結果を示した。水槽替え時の肥満度は18.4(16.4~20.6)[10尾中]でHCG投与時は17.9(16.9~19.1)[4尾中]になっており、陸揚時より肥満度が増加した。経験的に産卵前の肥満度は18以上が必要と考えている。

試験結果の概要を表 1に、各試験区の水温経過を図 1にまた、平均最大卵巢卵径の変化を図 2、個体ごとの成熟状況を表 2に示した。

試験開始時の平均最大卵巢卵径は 136 μ m であった。LHRH-a投与時の平均最大卵巢卵はLHRH-a投与の 2区で 639 μ m、対照区で 618 μ m であった。HCG投与時の平均最大卵巢卵径は、LHRH-aコレステロールベレット区で 732 μ m(687-732) μ m、LHRH-aポリマーベレット区は720(623-771) μ m、[排卵または退行した卵は除く。以下同じ。]で両区とも排卵した卵を持つ個体がすでにそれぞれ 2尾ずつみられた。対照区では667(553-769) μ m であった。LHRH-a投与時からの 1日あたりの卵径肥大量は、LHRH-aコレステロールベレット区で13.2 μ m、LHRH-aポリマーベレット区は11.6 μ m また、対照区が7.0 μ m であり、LHRH-a挿入の両区は対照区に比べ成熟が早くなった。また、雄はCG投与時で、LHRH-aコレステロールベレット区が 7尾中 6尾、LHRH-aポリマーベレット区は 7尾中 4尾、対照区で 6尾中 2尾の精子が確認できた。沖出し時の卵巢卵は各区とも排卵、排卵痕、大きさが異なる卵がみられ、ともに多回産卵をしたまたはしていると思われる卵構成であった。

各区の産卵結果を表 3~5 に示した。産卵はLHRH-aコレステロールベレット区では 3月 3日より認められ 3月22日の間に総採卵数 918万粒、推定ふ化仔魚数45万尾(得られた浮上卵に対し、受精率、ふ化率を換算したふ化仔魚数)が得られた。また、LHRH-aポリマーベレット区では 3月 2日より認められ 3月22日の間に総採卵数1124万粒、推定ふ化仔魚数 181万尾を得た。一方、対照区は 3月 3日より産卵が認められ 3月22日の間に総採卵数 923万粒、推定ふ化仔魚数 135万粒が得られた。LHRH-aコレステロールベレット区は沈下卵が多かった。

今回の試験では長日処理、水温制御を行いながら 2月中旬に、2種の挿入方法によりLHRH-aを投与し、成熟促進させ、HCGにより産卵を誘起させた。その結果、3月上旬に産卵が認められ、卵質も比較的良好であった。LHRH-aをポリマーベレットで投与する方法は昨年の再現ができ、本種の早期採卵には有効な方法とあらためて判断された。一方、LHRH-aをコレステロールベレットで投与する方法は成熟促進の効果は高いが、産卵結果が悪かった。今後、卵の組織学およびホルモンの血中変化の検討と合わせて分析し、LHRH-aの量とHCGの投与時期の検討が必要と考えられる。また、今回、対照区でも比較的良好結果が得られたことから、長日処理と水温制御の検討を加えれば、LHRH-aをポリマーベレットを使用して更に早期に採卵が可能と思われる。

表1 早期LHRH産卵試験の概要

試験区	試験 (採卵) 期間	水槽		親魚 区分	供試 尾数 (♀)	親魚の大きさ		総 卵数 (万粒)	浮上 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	ふ化 率 (%)
		容量 (m)	個数			尾叉長 (cm)	体重 (kg)				
LHRH-a コレステロール ベレット区	H6 H7 12.22-3.30 (3. 3-3.22)	80	1	天然養成 2年魚	14 (7)	77.2	7.8	918	162	82.9	39.6
LHRH-a ポリマー ベレット区	H6 H7 12.22-3.30 (3. 2-3.22)	80	1	天然養成 2年魚	14 (7)	77.2	7.8	1124	466	91.9	37.7
対照区	H6 H7 12.22-3.30 (3. 3-3.22)	80	1	天然養成 2年魚	14 (7)	77.2	7.8	923	383	90.4	40.8

表2 LHRH-aコレステロール 区、LHRH-aポリマーベレット区および対照区の平均卵巣卵の変化

個体 番号	平均卵径 (μm)		試験区	個体 番号	排卵、排卵痕の有無と平均卵径 (μm)						
	陸揚げ時 12.22	卵径			LHRH-a挿入時 2.22	HCG 打注時 3.01	排卵	卵径	排卵	痕	卵径
			LHRH-a コレステロ ベレット区	1	736 (649-792)	有	740 (662-817)	有			
				2	644 (572-757)		698 (628-780)	有	有	709 (571-846)	
				3	755 (668-862)		762 (673-846)	有	有	369 (276-459)	
				4	633 (537-734)	有	812 (707-922)	有	有	682 (606-758)	
				5	583 (480-685)		687 (596-818)	有	有		
				6	595 (494-684)		733 (647-825)	有	有	733 (661-847)	
				7	525 (434-582)		694 (614-803)	有	有		
1	128 (83-160)			平均	639 (525-755)	2	732 (687-812)	7	1	623 (528-727)	
2	140 (122-175)		LHRH-a ポリマー ベレット区	1	588 (501-684)		715 (664-793)	有		698 (607-784)	
3	135 (113-159)			2	697 (616-759)		771 (661-820)	有		208 (168-269)	
4	146 (112-174)			3	733 (674-790)	有	768 (671-885)	有		130 (63-198)	
5	137 (112-157)			4	587 (520-667)		711 (625-794)	有	有	747 (584-897)	
6	132 (102-155)			5	533 (472-617)		622 (552-682)			774 (690-883)	
7	128 (97-154)			6	602 (542-665)		684 (584-808)	有	有		
8	137 (112-163)			7	733 (638-800)	有	768 (659-862)	有		723 (618-805)	
9	146 (123-177)			平均	639 (533-733)	2	720 (623-771)	6	2	547 (455-639)	
10	131 (97-160)										
平均	136 (128-146)										
			対照区	1	534 (465-629)		553 (467-645)		有	177 (101-249)	
				2	591 (526-660)		673 (580-772)		有	748 (630-790)	
				3	531 (454-688)		570 (497-663)	有	有	713 (630-790)	
				4	569 (482-624)		653 (544-791)		有	758 (657-877)	
				5	705 (573-793)		748 (671-824)			690 (589-781)	
				6	630 (561-707)		706 (600-775)	有	有	683 (563-819)	
				7	766 (673-872)		769 (668-843)			740 (642-880)	
				平均	618 (531-766)	0	667 (553-769)	2	5	644 (552-744)	

表3 LHRH-aテストロール区の産卵経過

月日	採卵 日数	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	浮上 受精卵 (万粒)	卵径 (mm)	油球径 (mm)	ふ化 率 (%)	推定 ふ化尾数 (万尾)
3. 1										
2										
3	0	2.5	0.6	3.1	100.0	2.5	1.177 (1.000-1.314)	0.321 (0.289-0.345)	80.0	2.0
4	1	28.0	42.0	70.0	89.0	19.6	1.160 (1.040-1.284)	0.312 (0.297-0.332)	78.7	15.4
5	2	10.5	51.8	62.3	100.0	10.5			29.6	3.1
6	3	5.6	40.6	46.2	98.3	5.5	1.058 (1.018-1.095)	0.288 (0.270-0.312)	0.0	0.0
7	4	3.5	36.4	39.9	37.2	1.3	1.090 (1.053-1.120)	0.285 (0.270-0.303)	100.0	1.3
8	5	4.2	62.3	66.5	100.0	4.2	1.091 (1.049-1.145)	0.303 (0.277-0.342)	67.9	2.9
9	6	20.3	77.0	97.3	3.2	0.7	1.122 (1.112-1.140)	0.284 (0.264-0.301)	100.0	0.7
10	7	9.8	42.0	51.8	85.3	8.4	1.088 (1.049-1.138)	0.286 (0.257-0.334)	14.4	12.1
11	8	4.2	63.0	67.2	76.0	3.2	1.126 (1.083-1.173)	0.316 (0.296-0.329)	28.2	0.9
12	9	16.8	100.8	117.6	74.8	12.6	1.110 (1.068-1.154)	0.289 (0.276-0.308)	13.8	1.7
13	10	5.6	46.2	51.8	100.0	5.6			21.4	1.2
14	11	2.8	22.4	25.2	51.6	1.4			10.4	0.1
15	12	2.8	5.6	8.4	93.4	2.6	1.167 (1.119-1.184)	0.317 (0.301-0.343)	30.6	0.8
16	13	7.0	9.1	16.1	91.4	6.4			44.5	2.8
17	14	2.8	19.6	22.4	71.8	2.0	1.089 (1.072-1.125)	0.282 (0.258-0.304)	00.0	0.0
18	15	12.6	23.1	35.7	98.4	12.4	1.143 (1.119-1.199)	0.296 (0.272-0.313)	14.0	1.7
19	16	2.4	10.5	12.9	98.1	2.4			40.7	1.0
20	17	7.0	19.6	26.6	78.0	5.5	1.150 (1.085-1.183)	0.309 (0.289-0.318)	38.5	2.1
21	18	9.1	2.8	11.9	96.4	8.8	1.072 (1.040-1.120)	0.277 (0.258-0.302)		
22	19	4.9	79.8	84.7	94.3	4.6	1.121 (1.062-1.162)	0.296 (0.286-0.312)		
合計		162.3	755.2	917.5		120.2				49.8
平均					81.9		1.118 (1.065-1.169)	0.297 (0.277-0.320)	39.6	
最小					3.2		1.058 (1.000-1.095)	0.277 (0.257-0.301)	00.0	
最大					100.0		1.177 (1.119-1.314)	0.321 (0.301-0.345)	100.0	

表4 LHRH-aポリマーベレット区の産卵経過

月日	採卵 日数	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	浮上 受精卵 (万粒)	卵径 (mm)	油球径 (mm)	ふ化 率 (%)	推定 ふ化尾数 (万尾)
3. 1										
2	0	0.1	0.0	0.1	94.0	0.1	1.231 (1.181-1.275)		00.0	0.0
3	1	47.6	2.6	50.2	94.0	44.7	1.216 (1.065-1.323)	0.330 (0.295-0.347)	100.0	44.7
4	2	74.2	42.0	116.2	58.0	43.0	1.194 (1.083-1.291)	0.322 (0.304-0.338)	53.9	23.2
5	3	35.0	49.0	84.0	98.4	34.4	1.083 (1.057-1.112)	0.295 (0.260-0.335)	40.7	23.2
6	4	16.8	30.8	47.6	96.4	16.2	1.112 (1.063-1.145)	0.293 (0.269-0.324)	55.6	9.0
7	5	22.4	51.8	74.2	91.7	20.5	1.133 (1.106-1.171)	0.301 (0.288-0.317)	77.9	16.0
8	6	41.3	63.0	104.3	100.0	41.3	1.126 (1.088-1.199)	0.297 (0.285-0.307)	1.3	0.5
9	7	26.6	59.5	86.1	98.1	26.1	1.131 (1.083-1.165)	0.310 (0.294-0.325)	100.0	26.1
10	8	23.8	41.3	65.1	95.6	22.8	1.146 (1.118-1.182)	0.309 (0.285-0.339)	24.0	5.5
11	9	5.6	21.7	27.3	100.0	5.6			32.1	1.8
12	10	42.0	73.5	115.5	98.6	41.4	1.161 (1.113-1.231)	0.310 (0.288-0.328)	18.1	7.5
13	11	8.4	42.0	50.4	100.0	8.4	1.182 (1.143-1.211)	0.321 (0.307-0.338)	32.1	2.7
14	12	14.0	15.4	29.4	66.3	9.3	1.174 (1.145-1.206)	0.305 (0.287-0.338)	6.5	0.3
15	13	23.1	58.8	81.9	93.4	21.6	1.182 (1.120-1.241)	0.312 (0.298-0.333)	9.2	2.0
16	14	28.0	21.0	49.0	95.0	26.6	1.181 (1.143-1.216)	0.313 (0.294-0.328)	4.1	1.1
17	15	28.0	8.4	36.4	98.5	27.6	1.185 (1.123-1.233)	0.318 (0.298-0.348)	49.3	13.6
18	16	7.0	9.1	16.1	100.0	7.0			4.3	0.3
19	17	1.5	8.4	9.9	97.0	1.5	1.166 (1.136-1.206)	0.296 (0.278-0.326)	40.1	0.6
20	18	14.7	33.6	48.3	59.0	8.7	1.208 (1.175-1.270)	0.316 (0.300-0.332)	32.7	2.8
21	19	4.2	16.1	20.3	98.3	4.1			74.6	
22	20	1.4	9.8	11.2	97.1	1.4			34.3	
合計		465.7	657.8	1123.5		412.3				180.9
平均					91.9		1.165 (1.114-1.216)	0.309 (0.289-0.331)	37.7	
最小					58.0		1.083 (1.057-1.112)	0.293 (0.260-0.307)	00.0	
最大					100.0		1.231 (1.181-1.323)	0.330 (0.307-0.348)	100.0	

表5 対照区の産卵経過

月日	採卵 日数	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	浮上 受精卵 (万粒)	卵径 (mm)	油球径 (mm)	ふ化 率 (%)	推定 ふ化尾数 (万尾)	
3.	1										
	2										
	3	0	0.2	1.1	100.0	0.2	1.221 (1.176-1.265)		0.0	0.0	
	4	1	77.0	28.0	105.0	94.0	72.4	1.203 (1.056-1.285)	0.319 (0.310-0.343)	44.6	32.3
	5	2	18.2	18.2	23.1	74.6	13.6	1.079 (1.025-1.117)	0.282 (0.257-0.306)	51.6	7.0
	6	3	7.0	35.0	42.0	91.8	6.4	1.109 (1.038-1.171)	0.295 (0.263-0.331)	77.8	5.0
	7	4	11.9	37.8	49.7	69.3	8.2	1.151 (1.103-1.228)	0.307 (0.274-0.349)	100.0	11.9
	8	5	44.8	76.3	121.1	99.2	44.4	1.112 (1.072-1.176)	0.297 (0.283-0.325)	23.0	10.2
	9	6	26.6	77.0	103.6	96.8	25.7	1.130 (1.077-1.177)	0.294 (0.272-0.318)	36.9	9.5
	10	7	46.2	40.6	86.8	100.0	46.2	1.138 (1.099-1.171)	0.302 (0.272-0.319)	21.4	9.9
	11	8	25.2	28.0	53.2	76.0	19.2	1.148 (1.092-1.208)	0.302 (0.278-0.322)	39.5	7.6
	12	9	44.8	28.0	72.8	100.0	44.8	1.160 (1.115-1.209)	0.315 (0.298-0.337)	32.9	14.7
	13	10	19.6	37.1	56.7	91.3	17.9	1.156 (1.105-1.193)	0.308 (0.280-0.337)	39.9	7.1
	14	11	9.8	18.2	28.0	98.9	9.7	1.185 (1.149-1.225)	0.297 (0.282-0.311)	15.5	1.5
	15	12	9.8	39.2	49.0	80.1	7.8	1.133 (1.097-1.171)	0.286 (0.271-0.311)	9.6	0.8
	16	13	22.4	30.8	53.2	98.6	22.1	1.195 (1.130-1.253)	0.312 (0.280-0.333)	33.4	9.2
	17	14	4.2	11.9	16.1	97.4	4.1			51.3	2.1
	18	15	2.8	7.4	10.2	73.3	2.1			100.0	2.1
	19	16	0.0	0.0	0.0						
	20	17	4.2	9.8	48.3	78.0	3.3	1.201 (1.137-1.230)	0.315 (0.305-0.326)	25.0	0.8
	21	18	4.2	9.8	20.3	98.5	4.1	1.154 (1.122-1.216)	0.294 (0.284-0.308)	0.0	0.0
	22	19	4.2	19.6	23.8	100.0	4.2	1.174 (1.136-1.200)	0.299 (0.286-0.309)	73.3	3.1
合計		383.1	553.6	923.4		356.4					134.8
平均					90.4		1.156 (1.102-1.205)	0.301 (0.281-0.324)	40.8		
最小					69.3		1.079 (1.025-1.117)	0.282 (0.257-0.306)	00.0		
最大					100.0		1.221 (1.176-1.285)	0.319 (0.310-0.349)	100.0		

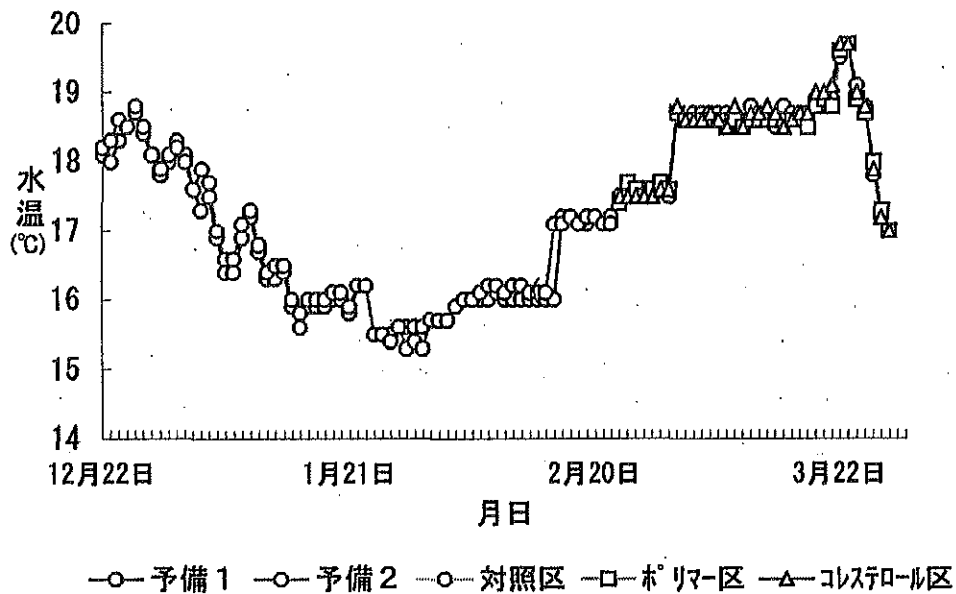


図1 各試験区の水溫経過

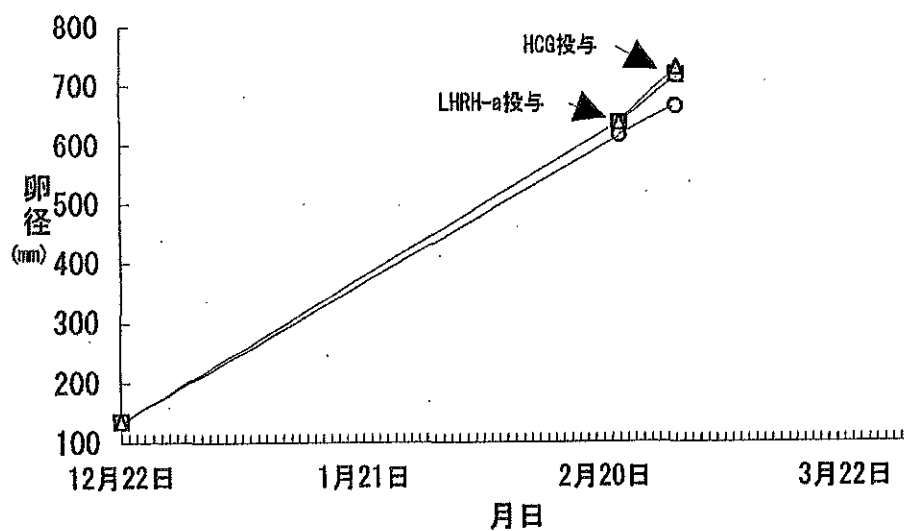


図2 LHRH-a投与群と対照区の卵巢卵径の変化

生データ 1

LHRH-aを使用した産卵試験

12月22日陸上げ, E2, E3水槽へ48尾収
魚体測定

NO	TL	FL	BW	肥満度
	cm	cm	kg	
1	84.0	75.0	7.6	18.0
2	91.5	84.5	9.4	15.6
3	87.5	78.5	8.4	17.4
4	83.0	74.0	6.6	16.3
5	82.5	74.0	7.0	17.3
AVG	85.7	77.2	7.8	16.9
MIN	82.5	74.0	6.6	15.6
MAX	91.5	84.5	9.4	18.0

1月30日 E2からE3水槽へ移槽

NO	TL	FL	BW	肥満度
	cm	cm	kg	
1		74	6.8	16.78
2		76	8.1	18.45
3		77	8.2	18.32
4		81	8.7	16.37
5		73	8	20.56
AVG		76.1	8.0	18.1
MIN		73.0	6.8	16.4
MAX		81.0	8.7	20.6

1月27日 E3からE5水槽へ移槽
魚体測定

NO	TL	FL	BW	肥満度
	cm	cm	kg	
1		74.0	7.8	19.2
2		82.0	9.6	17.4
3		79.0	9.8	19.9
4		74.0	7.4	18.3
5		76.0	8.4	19.1
AVG		77.0	8.6	18.8
MIN		74.0	7.4	17.4
MAX		82.0	9.8	19.9

1月1日 へい死魚

NO	TL	FL	BW	肥満度
	cm	cm	kg	
1		83.0	8.5	14.9

2月10日 へい死魚

NO	TL	FL	BW	肥満	GW	LW
	cm	cm	kg		g	g
1	90	80.5	9.0	17.3	30.0	130 雄

卵巣

産卵期におけるLHRHを使用した産卵試験

4月25日

試験区設定, LHRH挿入, 採血, 卵巣卵採取, 個体識別 (鰭カット)
天2使用, 42尾海上にて作業後陸揚げ

魚体測定

	雌			雄		
	FL(cm)	BW(kg)	肥満度	FL(cm)	BW(kg)	肥満度
1	82.0	9.1	16.5	81.0	9.2	17.3
2	83.0	10.1	17.7	80.0	9.5	18.6
3	81.0	9.5	17.9	82.0	9.9	18.0
4	77.0	8.1	17.7	88.0	11.7	17.2
5	86.0	11.0	17.3	81.0	9.9	18.6
AVG	81.8	9.6	17.4	82.4	10.0	17.9
MIN	77.0	8.1	16.5	80.0	9.2	17.2
MAX	86.0	11.0	17.9	88.0	11.7	18.6

2. 産卵期におけるLHRH-aによる産卵試験

前年度、コレステロールベレットとポリマーベレットを使用してLHRH-aによる産卵試験を行ったが、対照区を含めて浮上卵量が少なく、卵質も悪かった。供試尾数が少なかったことが考えられたので、本年は供試尾数を増やして再試験を行った。

(1) 試験にはLHRH-aポリマーベレットを魚体に挿入する区、LHRH-aコレステロールベレットを魚体に挿入する区および無包埋区(対照)の3区を設けた。いずれの試験でも長日処理と加温を行った。

1) 供試魚と収容

供試魚には、天然養成2年魚(1993年5月、定置網で漁獲)を42尾用い、1995年4月25日に海面小割生簀から陸上水槽3面(角型80m²)に14尾ずつ収容した。尾叉長、平均体重および肥満度は、それぞれ82.1(77.0-88.0)cm、9.8(8.1-11.7)kg、17.7(16.5-18.6)であった。

2) ホルモン量と投与量

LHRH-aにはdes Gly¹⁰-[D-Ala⁶]-LH-RH Ethylamide(シグマ社製)を用い、1995年4月25日に1尾あたり0.6mgを投与した。また、HCGは対照区のみと同4月25日に1尾あたり900IUを投与した。

3) 長日処理

長日処理は陸上水槽収容後に開始し、午後5:30時より午前11:30時まで6時間の照射をレフレランプ(500W)2基で行った。

4) 養成水温

18.5～19.0℃を維持した。

5) 成熟状況の調査

成熟状況を把握するため、陸揚げ日のLHRH-aを投与した4月25日と沖出しの5月12日に卵巣卵の搾出と採血を行った。

6) 飼育水槽の管理

使用海水にはろ過海水(8m³/時間)を用いた。水槽上面は寒冷紗(遮光率85%)で覆った。

(2) 結果と考察

試験結果の概要を表1に、各試験区の個体ごとの成熟状況を表2に示した。

陸揚時の平均最大卵巣卵径は733～752μmであり、例年のHCG処理を行えば産卵が期待できる卵の状態であった。また、雄は全尾放精が確認できた。

沖出し時の卵巣卵はLHRH-aコレステロールベレット区と対照区では排卵しているが白濁している個体が多く、LHRH-aポリマーベレット区は退行している個体が多くみられ、ともに産卵までには卵の成熟が達していない個体が多いように思われた。

各区の産卵結果を表3～5に示した。産卵はLHRH-aコレステロールベレット区では4月29日より認められ5月12日の間に総採卵数836万粒、推定ふ化仔魚数10万尾(得られた浮上卵に対し、受精率、ふ化率を換算したふ化仔魚数)が得られた。また、LHRH-aポリマーベレット区では4月29日より認められ5月2日の間に総採卵数37万粒得たが、ふ化仔魚は得られなかった。一方、対照区は4月28日より産卵が認められ5月12日の間に総採卵数1051万粒、推定ふ化仔魚数27万粒が得られた。各区とも浮上卵率が低く、卵質が悪かった。

今回の試験でLHRH-aによりHCG 処理なしでも産卵誘起し産卵させることができることが再確認できたが、対照区よりも悪い産卵結果であった。対照区の産卵結果も例年の同手法の結果よりも悪く、条件設定に問題があったものと思われる（肥満度、HCG 投与量、設定水温までの昇温方法が違ってないか。）。このような条件の中ではリマーベレットよりもコレステロールベレットの即効性がある方が有効であると思われるが、卵の組織学的およびホルモンの血中変化の結果と合わせて検討したい。しかし、これまでの結果より今後、改善を加えても対照区よりも大きく卵量が多く、卵質が向上することが見込めないことまた、最終成熟ホルモンの決定試験を予定しているため、施設の、人員の余裕がないため、平成 8年度は産卵期におけるLHRH-aの産卵試験を休止したい。

表1 産卵期LHRH産卵試験の概要

試験区	試験 (採卵) 期間	水槽		親魚 区分	供試 尾数 (♀)	親魚の大きさ		総 卵数 (万粒)	浮上 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	ふ化 率 (%)
		容量 (m)	個数			尾叉長 (cm)	体重 (kg)				
LHRH-a コレステロ レット区	H7 4.25-5.12 (4.29-5.12)	80	1	天然養成 2年魚	14 (7)	82.1	9.8	836	25	69.6	53.8
LHRH-a ポリマ レット区	H7 4.25-5.12 (4.29-5.2)	80	1	天然養成 2年魚	14 (7)	82.1	9.8	37	8	76.0	00.0
対照区	H7 4.25-5.12 (4.28-5.10)	80	1	天然養成 2年魚	14 (7)	82.1	9.8	1051	155	75.2	23.6

表2 LHRH-aコレステロレット区、LHRH-aポリマレット区および対照区の
卵巣卵の変化

試験区	個体 番号	卵の状態と平均卵径 (μm)		
		HCG 打注時時 4.25	冲出し時 5.12	
		卵径	卵の状態	卵径
LHRH-a コレステロ レット区	1	739 (655-839)	排卵、白濁のみ	
	2	734 (620-819)	排卵、白濁のみ	
	3	729 (642-852)	排卵、白濁のみ	
	4	725 (669-782)	排卵、白濁有り	272 (236-316)
	5	738 (673-856)	排卵、白濁のみ	
	6	719 (607-801)	排卵、白濁有り	239 (203-286)
	7	745 (669-834)	排卵、白濁のみ	
	平均	733 (719-745)		
LHRH-a ポリマ レット区	1	760 (683-822)	卵なし	
	2	767 (692-835)	排卵のみ	
	3	805 (718-886)	退行卵のみ	
	4	752 (698-809)	退行卵のみ	
	5	718 (643-782)	退行卵のみ	
	6	732 (655-811)	退行卵のみ	
	7	728 (607-820)	退行卵のみ	
	平均	752 (718-805)		
対照区	1	700 (641-835)	排卵、白濁のみ	
	2	736 (660-798)	排卵、白濁のみ	
	3	787 (682-889)	排卵、白濁のみ	
	4	742 (654-853)	卵なし	
	5	748 (672-824)	排卵、白濁のみ	
	6	725 (637-825)	排卵、白濁のみ	
	7	712 (587-790)	排卵、白濁のみ	
	平均	736 (700-787)		

表3 LHRH-αテストローレット区の産卵経過

月日	採卵 日数	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	浮上 受精卵 (万粒)	卵径 (mm)	油球径 (mm)	ふ化 率 (%)	推定 ふ化尾 (万尾)
4.25										
26										
27										
28										
29	0	0.0	1.4	1.4	0.0					
30	1									
5. 1	2									
2	3									
3	4	15.4	44.8	60.2	74.2	11.4	1.201 (1.158-1.229)	0.304 (0.273-0.323)	31.0	3.5
4	5	6.3	184.1	190.4	85.0	5.4			100.0	5.4
5	6	0.0	88.2	88.2						
6	7	+	68.6	68.6						
7	8	1.4	109.9	111.3	88.8	1.2	1.133 (1.082-1.217)	0.288 (0.251-0.326)	50.7	0.6
8	9	1.4	44.8	46.2	100.0	1.4	1.084 (1.019-1.163)	0.297 (0.274-0.347)	33.3	0.5
9	10	0.0	18.9	18.9						
10	11	0.0	27.3	27.3						
11	12	0.0	88.2	88.2						
12	15	0.0	135.1	135.1						
合計		24.5	811.3	835.8		19.4				10.0
平均					69.6		1.139 (1.086-1.203)	0.296 (0.266-0.332)	53.8	
最小					0.0		1.084 (1.019-1.163)	0.288 (0.251-0.323)	31.0	
最大					100.0		1.201 (1.158-1.229)	0.304 (0.274-0.347)	100.0	

表4 LHRH-αポリマーレット 区の産卵経過

月日	採卵 日数	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	浮上 受精卵 (万粒)	卵径 (mm)	油球径 (mm)	ふ化 率 (%)	推定 ふ化尾 (万尾)
4.25										
26										
27										
28										
29	0	8.4	11.2	19.6	76.0	6.4	1.247 (1.208-1.287)	0.320 (0.307-0.330)	0.0	0.0
30	1	0.0	10.5	10.5						
5. 1	2									
2	3	0.0	7.0	7.0						
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
合計		8.4	28.7	37.1		6.4				0.0
平均					76.0		1.247 (1.208-1.287)	0.320 (0.307-0.330)	0.0	
最小										
最大										

表5 対照区の産卵経過

月日	採卵 日数	浮上 卵数 (万粒)	沈下 卵数 (万粒)	総 卵数 (万粒)	受精 率 (%)	浮上 受精卵 (万粒)	卵径 (mm)	油球径 (mm)	ふ化 率 (%)	推定 ふ化尾 (万尾)
4. 25										
26										
27										
28	0	79.8	70.0	149.8	92.2	73.6	1.220 (1.095-1.294)	0.320 (0.280-0.360)	1.8	1.3
29	1	68.6	274.4	343.0	59.1	40.5	1.087 (0.973-1.133)	0.295 (0.268-0.317)	59.2	24.0
30	2	3.5	71.8	75.3	94.2	3.3			38.9	1.3
5. 1	3									
2	4	2.8	59.5	62.3	55.0	1.5	1.074 (1.040-1.151)	0.286 (0.268-0.311)	18.2	0.3
3	5	0.7	44.1	44.8	75.3	0.5	1.135 (1.105-1.180)	0.289 (0.248-0.309)	0.0	0.0
4	6	0.0	29.4	29.4						
5	7	0.0	74.2	74.2						
6	8	0.0	91.0	91.0						
7	9	0.0	71.4	71.4						
8	10	0.0	51.1	51.1						
9	11	0.0	43.4	43.4						
10	12	0.0	15.4	15.4						
11										
12										
合計		155.4	895.7	1051.1		119.4				26.9
平均					75.2		1.124 (1.053-1.189)	0.297 (0.266-0.324)	23.6	
最小					55.0		1.067 (0.973-1.133)	0.286 (0.248-0.309)	0.0	
最大					94.2		1.220 (1.105-1.294)	0.320 (0.280-0.360)	59.2	

平成7年度ブリ採卵試験結果報告

日裁協五島事業場・九州大学共同研究

早期産卵試験（九大調査分）

12月に陸揚げし、加温および長日処理を施し卵巣の成長を促進した親魚に対し、2月22日に異なった2種のホルモン投与を行い、さらに3月1日にHCGを投与することにより最終成熟を誘起し、各実験群の産卵状況を比較した。九州大学では12月22日（陸揚げ時）、2月22日（ホルモン投与時）、3月1日（HCG投与時）、3月30日（実験終了時）に卵径計測、卵巣の組織学的調査、および血中のステロイドホルモン量の測定を行った。ステロイドホルモンとして、これまで数種の魚類の卵成熟誘起ホルモン（MIH）として同定された $17\alpha,20\beta$ -ジヒドロキシ-4-プレグネン-3-オン（ $17,20\beta$ -P）と、最近我々によってトラフグのMIHとして同定された $17\alpha,20\beta,21$ -トリヒドロキシ-4-プレグネン-3-オン（ 20β -S）の2種の血中量の測定を行った。

1. 卵径および卵巣組織

図1に卵径の変化を、また表1に各個体の卵巣組織の観察結果を示す。陸揚げ時（12月22日）の平均卵径は $136\mu\text{m}$ で、2月22日までの間に $620\sim 640\mu\text{m}$ に成長していた。陸揚げ時は卵黄形成以前の周辺仁期にあったが、2月22日ではいずれの個体も第二次卵黄球期で、卵黄形成を活発に行っていた。

2月22日に異なったホルモン投与を行った結果、3月1日において、卵径がコレステロールペレット（LHRH-a 0.6 mg/尾）投与区では $732\mu\text{m}$ 、ポリマーペレット（LHRH-a 0.6 mg/尾）投与区では $720\mu\text{m}$ に達しているのに対して、ホルモン無投与（対照）区では $667\mu\text{m}$ で、LHRH-a投与による卵の成長促進効果が認められた。またそのときの卵巣は、コレステロールペレット投与区で7尾中5尾がすでに核移動期以降の成熟状態にあったが、ポリマーペレット投与区では成熟状態にあるのは7尾中1尾のみであった。一方、ホルモン無投与区では全て卵黄形成の後期にあった。

3月1日にHCGを三つの区に投与し、成熟、排卵および産卵を促した。成績は、総卵数、浮上卵数、受精率、孵化率の4項目で比較してみると

	総卵数	浮上卵数	受精率	孵化率
ポリマーペレット区	1124万	466万	92%	38%
コレステロールペレット区	918万	162万	82%	40%
対照区	923万	383万	90%	41%

となり、LHRH-aポリマーペレットを投与した区が最も良い結果を示し、昨年の試験を再現する結果となった。このように、平成6年、および平成7年の試験結果から、昇温および長日処理を行い卵黄形成を促進させた体重約10 kgのブリ親魚に対し、LHRH-aポリマーペレット (0.6 mg/尾) を投与することにより、卵径の増大および卵質の維持がはかられ、HCG単独投与の従来法より良質卵を多数得られることが明らかとなった。また、コレステロールペレット (0.6 mg/尾) 投与は卵径の増大と、特に成熟促進にはポリマーペレットより効果が見られるが、卵質が保持されにくく、産出卵の卵質が悪い傾向にあった。ブリの早期採卵については、今後水温および日長処理法を改善することにより、今より早い時期に卵巢の成長を促進することが可能であるが、そのような場合でもポリマーペレットの併用により、良質で多量の受精卵が安定して供給されることが期待される。

2. ステロイドホルモン量の変化

ブリの成熟、産卵の内分泌機構の基礎的知見を得るため、これまで硬骨魚の卵成熟誘起ホルモン (MIH) として同定されている2種のステロイドホルモン、 $17,20\beta$ -Pおよび 20β -Sの成熟に伴う血中量の測定を行った。

図2に、早期産卵試験に用いた個体を卵巢の成熟度毎に分け、卵巢の成長成熟、産卵に伴う血中ステロイドホルモン量の変動を示した。 $17,20\beta$ -P量は卵黄形成期 (第二次卵黄球期SY、第三次卵黄球期TY) から核移動期にかけて高い値を示し (156-177 pg/ml)、成熟期 (M) の個体では減少していた (75 pg/ml)。一方、 20β -S量も第二次卵黄球期 (SY) で最大値 (233 pg/ml) を示した後、成熟期 (61 pg/ml) にかけて減少していった。

一般に、MIHは成熟期の個体の卵濾胞組織で生成されるので成熟、排卵時にその血中量はピークを示し、卵黄形成期はほとんど生成されない。今回ブリで硬骨魚の2種の血中MIH量を測定したが、いずれも卵黄形成期の個体で高く、逆に成熟期の個体では減少していた。この結果は、これら2種のステロイド、 $17,20\beta$ -Pおよび 20β -SはブリのMIHでないことを示唆するものである。安定したブリの種苗生産技術を確立するうえで、卵形成の内分泌機構の理解は不可欠であるので、今後ブリのMIHを特定する実験を行う必要があると考えられ、平成8年に行う実験の一つとして計画している。

九州大学農学部水産学科
松山 倫也

表 1. ブリの卵巢成熟度

1994, 12, 22		卵巢成熟度		
1		PN		
2		PN		
3		PN		
4		PN		
5		PN		
6		PN		
7		PN		
8		PN		
9		PN		
10		PN		

1994, 2, 22		卵巢成熟度		
		コレステロールベレット	ポリマーベレット	コントロール
1		SY	SY	SY
2		SY	SY	SY
3		SY	SY	SY
4		SY	SY	SY
5		SY	SY	SY
6		SY	SY	SY
7		SY	SY	SY

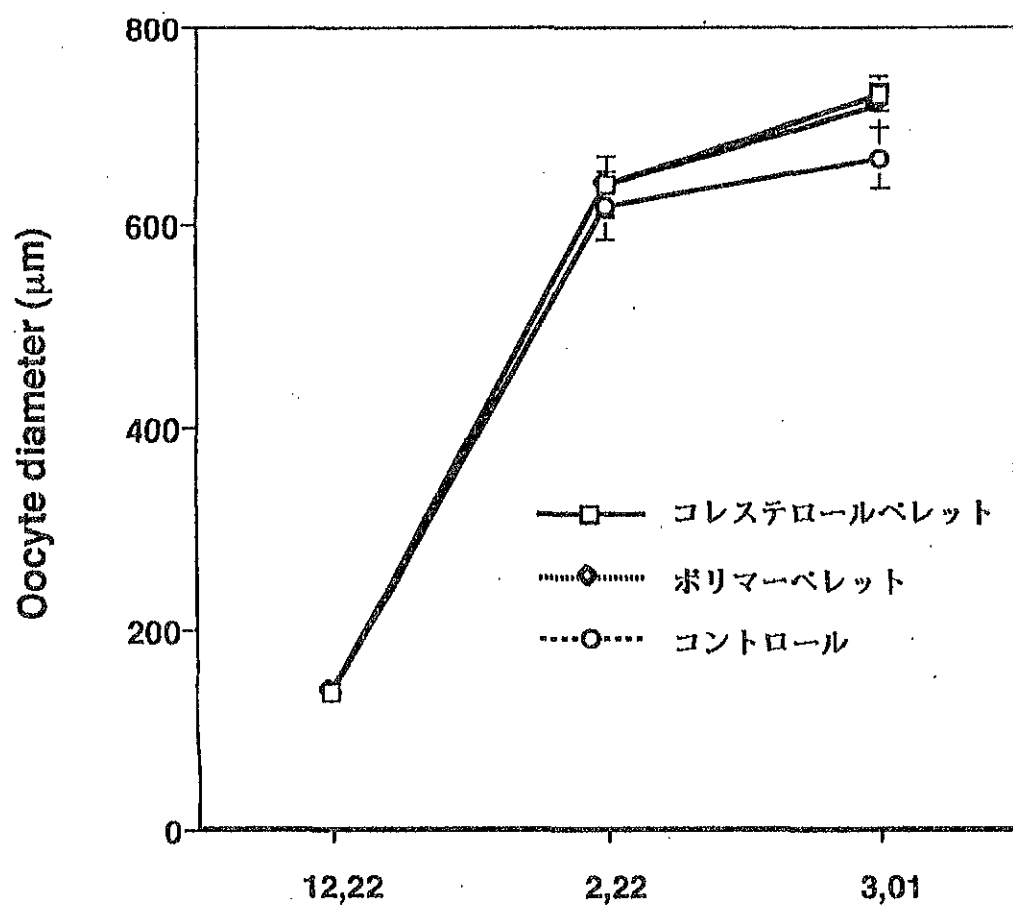
1994, 3, 1		卵巢成熟度		
		コレステロールベレット	ポリマーベレット	コントロール
1		M	SY	SY
2		MN	TY	TY
3		TY	TY	SY
4		MN	TY	TY
5		MN	TY	SY
6		MN	TY	SY
7		SY	MN	TY

1994, 3, 30		卵巢成熟度		
		コレステロールベレット	ポリマーベレット	コントロール
1		M	AT	AT
2		AT	AT	AT
3		AT	AT	AT
4		AT	AT	AT
5		AT	M	AT
6		AT	AT	AT
7		AT	AT	AT

卵巢成熟度は卵巢内の最も発達した卵群の組織学的成熟段階で示した。

SY: 第二次卵黄球期、TY: 第三次卵黄球期、MN: 核移動期、

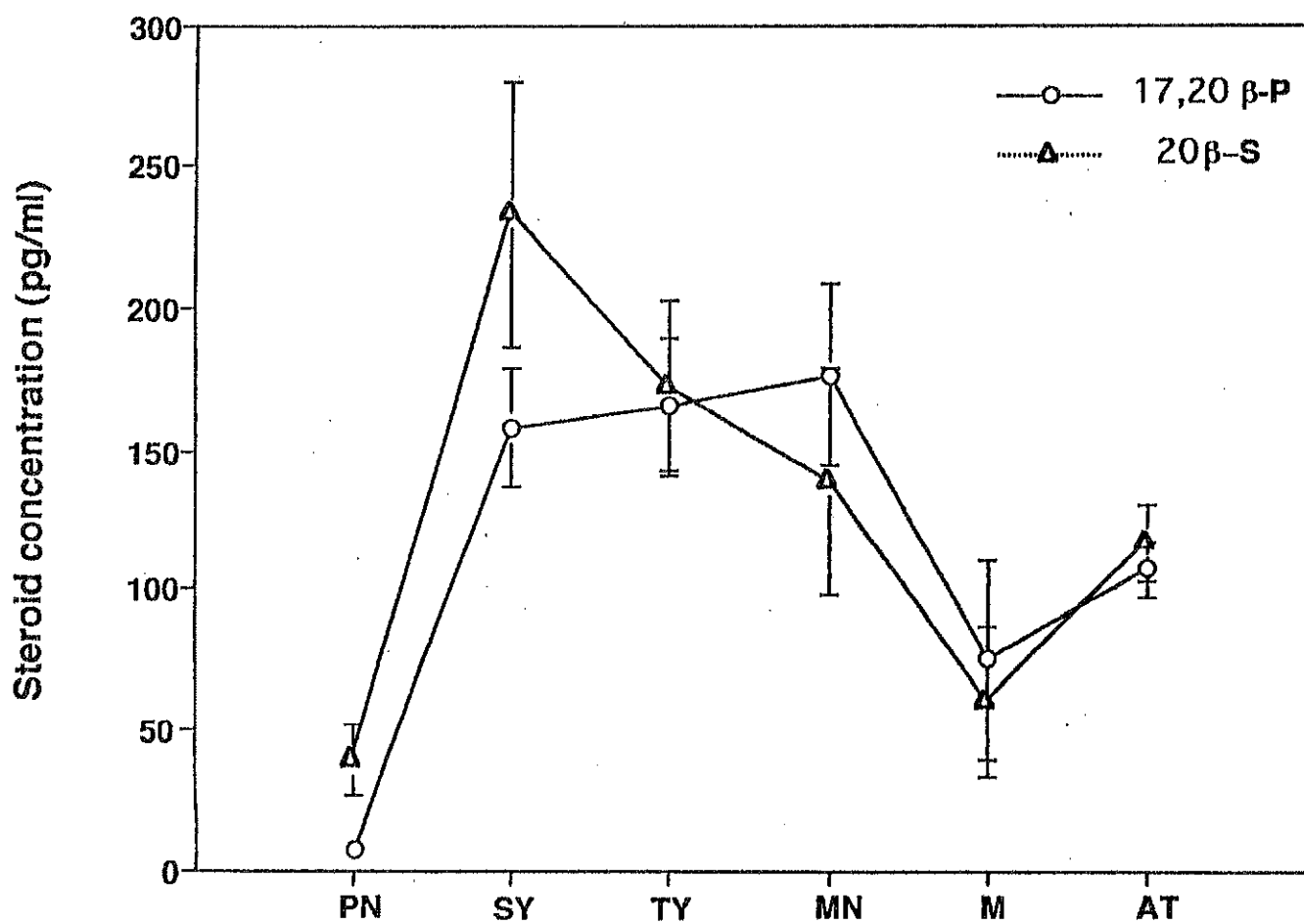
M: 成熟期、AT: 産卵後の退行卵



卵経の変化

12月22日：陸揚げ 2月22日：実験開始（ペレット投与）

3月1日：HCG注射



PN:周辺仁期 SY:第二次卵黄球期 TY:第三次卵黄球期
 MN:核移動期 M:成熟期 AT:退行卵巢

卵巢の発達段階別血中ステロイドホルモン量

6-6 ブリのべこ病防除に関する研究

I 目的

この疾病はほぼ毎年ブリ，ヒラマサの海上での中間育成中に高い発生率を示し，直接あるいは間接的に斃死要因になり問題である。

現在までに薬剤および，給餌方法の改善による防除試験を行ってきたが，防除効果が得られたのはフマジリンの予防的投与を行った時のみである。また，感染機構の解明に重要な基礎試験である実験感染も成立していない。

本年度は，一部の試験を水産庁 西海区水産研究所 資源増殖部 魚類増殖研究室 研究員 佐野元彦博士と共同で行い，本疾病防除対策のための以下の試験に取り組んだ。また，東京大学大学院生命科学研究科 横山 博 博士の研究協力を行った。

II 試験

1. 感染時期の特定試験（水産庁西海区水産研究所 資源増殖部 研究員 佐野元彦博士との共同研究）

材料と方法

採卵親魚は天然養成1年魚のブリを用い，5月5日に雌9尾、雄3尾にHCG処理をした。供試魚には5月7日に人工授精により得られた受精卵410万粒を用いて，陸上水槽において濾過海水で種苗生産を行って得られた同一群のブリ稚魚を用いた。6月20日（試験群1）、6月30日（試験群2）、7月10日（試験群3）、7月31日（試験群4）の4回に分けて、それぞれ2000，2000，1000，500尾を海面小割り生け簀（4×4×3m）に収容し，試験群1および4は9月11日まで，試験群2および3は8月10日まで飼育した。（表1）また，対照区として陸上で濾過海水で飼育する区を設け9月11日まで飼育を行った。それぞれについて，ほぼ10日毎にサンプリングし，その後の発症率を外観観察により調べ（n=60）、感染率を剖検観察でのシストの有無（n=60）およびUvitex 2B蛍光染色によるスタンプ標本における蛍光顕微鏡観察での胞子の有無（n=20）によって調べた。また，10%ホルマリン固定後，常法に従いパラフィン切片を作成し，寄生部位の病理組織学的検討を行った。

結果

飼育試験の結果，全ての試験群で発症が確認された。対照区は6500尾中7月10日，8月21日にそれぞれ1尾確認されるにとどまった（表2）。試験群1は沖だし後30日目に外観，剖検何れでも発症が確認され，51日目には，最高の値を示し，それぞれ59%，95%であった。その後62日目から84日目では外観では減少し，体表に見えていた凸凹の病変は痕跡となり，ほぼ治癒したように観察されるようになったが，剖検では依然として高い寄生率を示し，その差が大きくなった。Uvitex染色法では沖だし10日目に既に5%の検出が認められた。

試験群2，3については沖出し後20日目で，外観，剖検とも確認され，最高の値を示したのは外観，剖検ともそれぞれ41日目，30日目であった。Uvitex染色法では試験群1

と同様に沖出し10日目で検出が確認できた。

試験群4では沖だし後10日目で既に外観、剖検で確認され、20日目に剖検では最高値を示した。外観、剖検による観察結果の値は試験群1から3に比較して低くなった。

シスト周辺の病理組織学的な変化を各試験群について経時的に観察した結果、試験群1では、シストが初めて観察された30日目のHE染色による筋肉横断切片では、筋繊維間に形成されたシスト内部に、*M.seriolae*の増員生殖が観察され、シスト周辺部の筋肉の融解が始まっていた(図4)。増員生殖像を拡大すると、江草1982に報告されているように、シスト周辺部には、複数の核を有する多核体、その内側にはその分裂で生じたと考えられる一核体、次いでスポロブラスト、そして成熟胞子の順に観察された(図5)。41日目の筋肉横断切片では、シストの内部には、30日目と同じく増員生殖が観察され、シスト周辺の筋繊維の融解がより顕著になった。このような状態のシストでは白血球の遊走などの防御反応はほとんど観察できなかった(図6)。51日目の筋肉横断切片では、シスト内部には増員生殖像は見られず、多くのシストが崩壊し、内部の胞子が流出して、貪食細胞によって盛んに貪食されていた。シスト周辺の筋肉融解部には肉芽組織の増生が顕著に見られ、以降シストの被包化が進行していった(図7)。84日目の筋肉横断切片では、被包化によって胞子は局所に閉じこめられ、シスト周辺の筋肉融解も見られなくなり、治癒へと向かう像が観察された。筋肉の成長とともに病変部は相対的に小さくなり、外観病変も認められなくなった(図8)。

以上のようなシストの発育と宿主反応の観察結果を表3に簡略にまとめた。

感染率は剖検による観察結果元に割り出し、増員生殖が観察されるステージとシストが崩壊し、胞子が貪食される、あるいは結合織による被包化が進む2つステージに便宜的に分けている。

試験群1では、沖だし30日目に筋肉内のシストの増員生殖、41日目には増員生殖と共に、シスト周辺の筋肉の融解が顕著になり、51日目には増員生殖は見られなくなり、シストの崩壊、貪食がみられ肉芽組織の増生が起こり、最終的にはシストが被包化され治癒へと向かう一連の過程が観察された。

試験群2についても同じく30日目に増員生殖が観察され、41日目には既にシストの崩壊・貪食が観察され、肉芽組織の増生も始まっていた。

試験群3では沖だし後20日目で増員生殖が観察でき、30日目には既にシストの崩壊、貪食、肉芽組織の増生が観察された。

試験群4は試験群1から41日後に沖だしたが、沖だし後20日目に既にシストが崩壊し、貪食細胞の出現、肉芽組織の増生が見られ、胞子の増殖像観察されなかった。30日目にはシスト周辺部の融解部はなくなり、結合織による被包化によって治癒へと向かう、試験群1の84日目で観察された像が既に観察された。

考察

6月20日～7月31日までの期間で海面飼育を開始することで感染することが確認された。今回の試験では感染時期の特定には至らなかったが、少なくともこの時期には感染源が常在することが明らかになった。また、それぞれの試験群を比較すると、発症までの期間は海面飼育の開始時期が遅くなるほど、すなわち水温が上昇するほど短くなる傾向が

うかがわれた（図1）。

試験群4では感染が確認できるまでの期間は短かったが、感染率の値が最高でも62%と低く推移した。これは試験群4ではシストが大きくなり、そのため患部が見つけない状態になっていたためとも考えられた。また、41日目のホルマリンサンプルからはシストを見つけることが出来なかったことから、水温が高いほど孢子形成が速く進行することが考えられた。

Uvitex 2B染色による孢子検出率と、剖検によるシスト検出率を比較すると、試験群1では体側筋内のシスト確認は7月20日が初めてであったのに対し、Uvitex 2B染色では6月30日に確認された。他の試験群についても同様の結果が得られ、検出率も高く、検出感度が良いことが示された。

また、以上のような経時的な観察の結果何れの試験群においても治癒へと向かった個体に新しい孢子の増殖部位が観察されなかったことから、再感染が起こっていないことが示唆された。

今後は感染実験を成立させて、これらについてさらに検討を加える必要がある。

まとめ

- ・6月20日～7月31日までの期間に海面飼育を開始することで感染が起こることが確認された。感染時期の特定には至らなかったが、少なくともこの時期には感染源が常に存在することが明らかになった。

- ・海面飼育の開始時期を遅らせた試験群ほど発症までの期間が短いことが確認された。これは水温が高いほど孢子形成が速く進行するためと考えられた。

- ・一連の孢子形成過程はそれぞれの試験群に一度しか観察されなかったことから、再感染が起こっていないことが示唆された。

- ・Uvitex 2B染色を施した体側筋ホモジネートの塗末標本による孢子検出率は、剖検によるシスト検出率より感度が高く、迅速診断法として有用と考えられた。

2. 給餌方法改良による微孢子虫症防除試験

材料と方法

べこ病を引き起こす要因として、媒介生物が存在すると仮定し、それをコペポダなどの天然プランクトンと考え、その摂餌を妨げることで本症の防除ができないか検討した。上記試験と同一群のブリ稚魚を海上小割生簀に収容し（表4）、試験区を午前5時45分～午前8時00分、午後5時30分～午後7時45分まで自動給餌機により給餌し、天然プランクトンの給餌を妨げた。対照区は午前9時～午後4時までの給餌を行った。罹病状況の調査は10日毎100尾のサンプリングを行い剖検により行った。

結果

試験区で30日目の罹病率が31.1%と対照区の25.0%より高くなった。その10日後の7月31日には対照区64%、試験区58.6%とほぼ同程度の罹病が確認できた（図9）。

考察

この方法による本疾病の防除は困難であると考えられた。天然プランクトンの補食を妨げることが困難であるか、僅かな補食によっても感染が成立することが考えられた。プランクトンの補食をこの方法で完全に妨げることは困難であり、たとえ防げたとして

も、微胞子虫の感染が径皮、径鰓的に起こることも考えられるため、有効な方法とは考えにくいと判断した。

3.海面飼育開始後の微胞子虫の寄生成立までに要する期間についての検討

材料と方法

上記試験と同一群の稚魚を海上小割生簀に沖だししてから、1日後、5日後、10日後、20日後に100尾陸上水槽（100ℓパンライト水槽）に移し、その後の発症状況を陸揚げから1ヶ月間飼育し10日毎に外観により調査を行った。

結果

海面飼育開始後1日区以外で発症が確認できた。発症の確認は沖だしを行った日から数えると20日～30日後にできた。（表5）

考察

海上小割り生け簀で、2日以上5日間以内の飼育期間に感染が成立していることが示唆された。

4.天然魚モジャコの養成場所の違いによる罹病率比較検討

材料と方法

天然モジャコを五島事業場地先と玉之浦湾内の養殖生け簀で飼育し、罹病率に違いがあるか比較した。

5月下旬に東シナ海で捕獲された天然モジャコを養殖委生け簀で餌付け後、6月15日に2000尾五島事業場地先小割生簀に収容し、10日毎に五島事業場地先生け簀育成モジャコと養殖生け簀育成モジャコを各200尾外観による調査で発症率を比較した。

結果

試験開始時点で、すでに0.8%（4/500）の罹病が確認できた。発症率は各時点で若干の差は見られたが両養成場所とも、最高の発症率が約50%であった。（表6）

考察

べこ病は地域によって発症差が見られるが、同じ湾内という狭い地域差においても発症率に違いが有るのでは無いかと考えたが、特にそれを示すことがなかった。供試魚に使用したブリ稚魚は天然種苗であることから、捕獲時に既に感染していたことが考えられること、養殖生け簀で感染が成立していた可能性を考えられ、今回の比較調査からは養成場所の違いによる発症率の差を判断する材料にはならないと判断された。

今後、捕獲時の天然モジャコの感染の有無、人工種苗の養成場所の違いによる発症率を調査すること考えられる。

まとめ

- ・給餌方法の改善では本疾病の防除は不可能と判断された。
- ・海面飼育開始から感染が成立するまでの期間は2日から5日であることが示唆された。
- ・狭い地域差による発症率の違いは今回の調査で得られた材料では判断できなかった。

表1 試験概要

	試験期間	全長 (mm)	体重 (g)	収容尾数 (尾)
対照群 (陸上水槽)	6/20~9/11 (83)	36.1	0.46	6500
試験群1	6/20~9/11 (83)	36.1	0.46	2000
試験群2	6/30~8/10 (41)	57.0	2.08	2000
試験群3	7/10~8/10 (31)	87.7	7.22	1000
試験群4	7/31~9/11 (42)	147.3	32.80	500

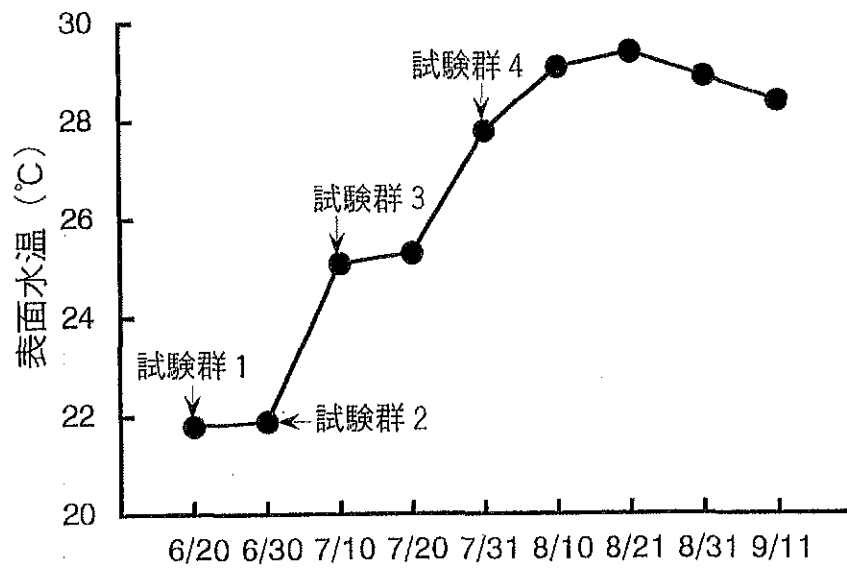


図1 試験期間中の水温変化

表2 M.seriolae寄生率の推移

試験群	試験 開始日	水温 (°C)		寄生率 (%)								
				0	10	20	30	41	51	62	73	84
1	6/20	21.8	外観	0	0	0	24	55	59	23	8	6
			剖検	0	0	0	25	83	95	87	80	78
			Uvitex	-	5	10	50	95	100	95	85	100
2	6/30	21.9	外観	0	0	2	27	44				
			剖検	0	0	3	59	95				
			Uvitex	-	10	25	80	95				
3	7/10	25.1	外観	0	0	14	55					
			剖検	0	0	67	97					
			Uvitex	-	10	80	95					
4	7/31	27.8	外観	0	2	1	0	0				
			剖検	0	2	62	42	27				
			Uvitex	-	32	45	44	30				
対照	6/20		外観	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			剖検	0	0	2	0	0	0	2	0	0
			Uvitex	-	5	5	0	0	-	-	5	-

* 外観とは外観病変によりベコ病と判断した検出率 (n=100)

* 剖検とは剖検により筋肉内の微胞子虫のシストの有無を調査した検出率 (n=60)

* UvitexとはUvitex2B染色を施した体側筋ホモジネートの塗末標本による胞子検出率
(東京大学大学院農学生命科学研究科 横山 博 博士のデータに基づく)

表3 試験群における寄生体シストの発育と宿主反応の推移

試験群	試験 開始日		試験期間								
			0	10	20	30	41	51	62	73	84
1	6/20	寄生率	0	0	0	25	83	95	87	80	78
		増員生殖				○	○				
		シスト崩壊⇒貪食⇒被包化						●	●	●	●
2	6/30	寄生率	0	0	3	59	95				
		増員生殖				○					
		シスト崩壊⇒貪食⇒被包化					●				
3	7/10	寄生率	0	0	67	97					
		増員生殖			○						
		シスト崩壊⇒貪食⇒被包化				●					
4	7/31	寄生率	0	2	62	42	27				
		増員生殖									
		シスト崩壊⇒貪食⇒被包化			●	●					

* 寄生率は剖検によって調査した (n=60)

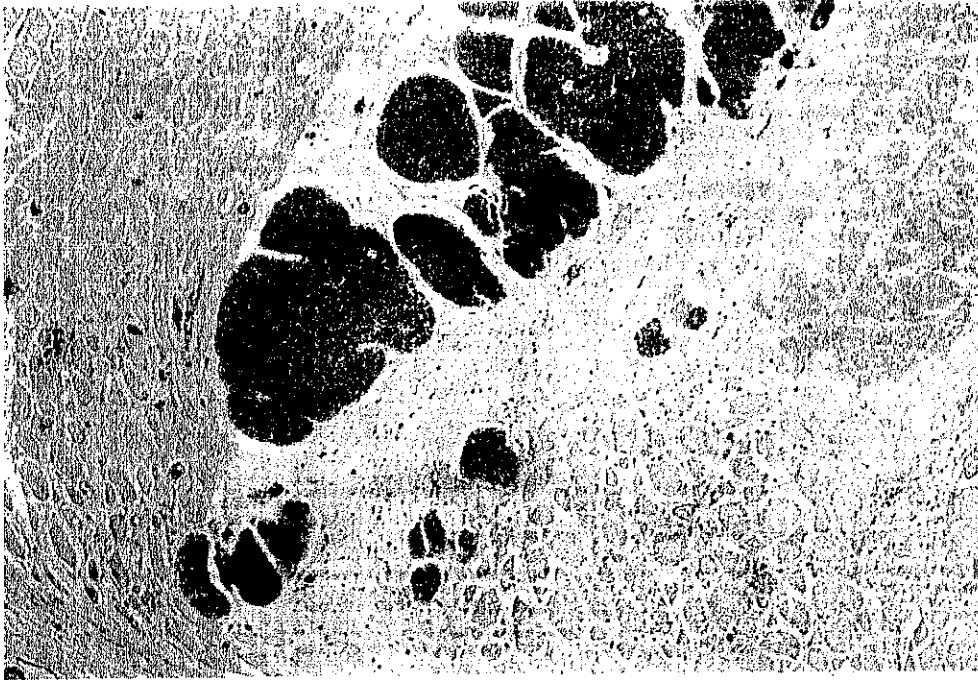


図4 筋繊維内の *Microsporidium seriolae* の増員生殖

試験群1 30日目HE染色による筋肉横断切片シスト周辺部は筋繊維の融解が進行している（西水研 佐野博士提供）



図5 増員生殖の拡大像

HE染色による筋肉横断切片 シスト外側から多核体→一核体→スポロプラスト→成熟胞子の順に観察される（西水研 佐野博士提供）

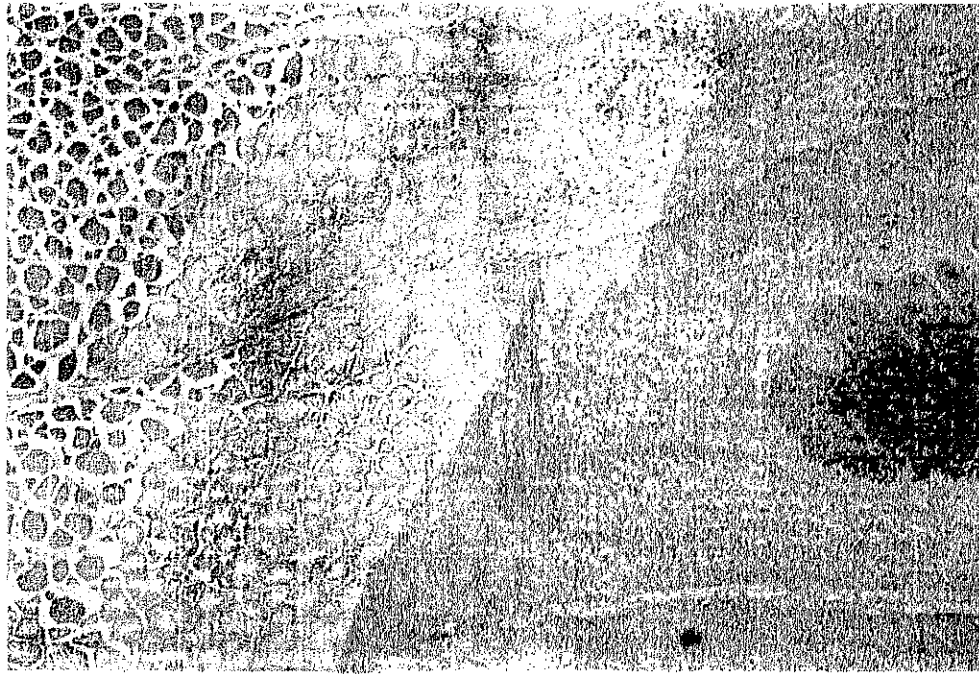


図6 シスト周辺の筋繊維の融解

試験群1 41日目HE染色による筋肉横断切片シスト内部の増員生殖と
顕著となった筋繊維の融解が認められる（西水研 佐野博士提供）

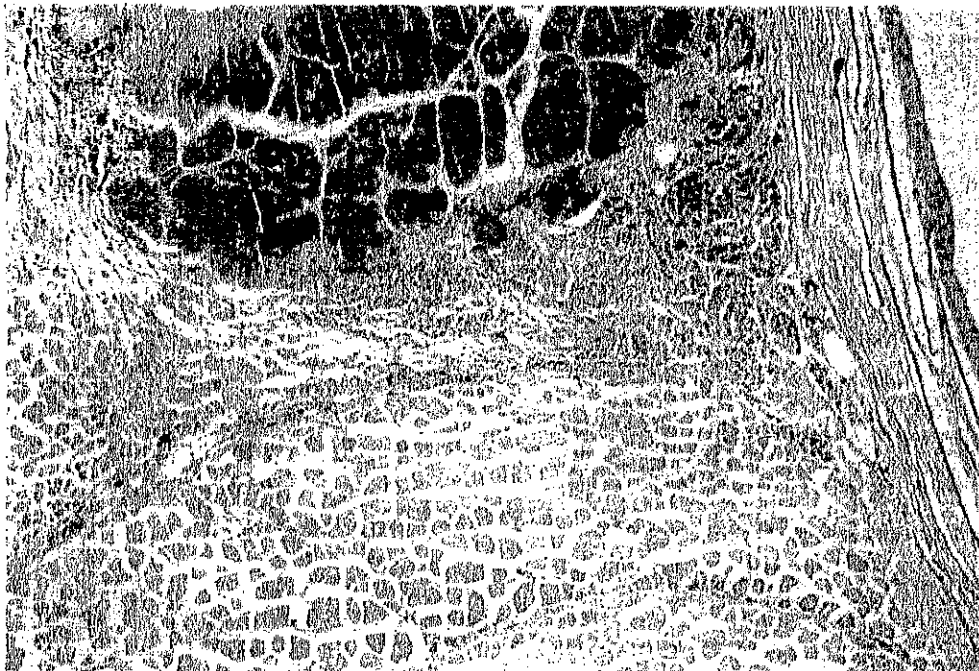


図7 胞子の流出と貪食細胞による貪食

試験群1 51日目HE染色による筋肉横断片 （西水研 佐野博士提供）

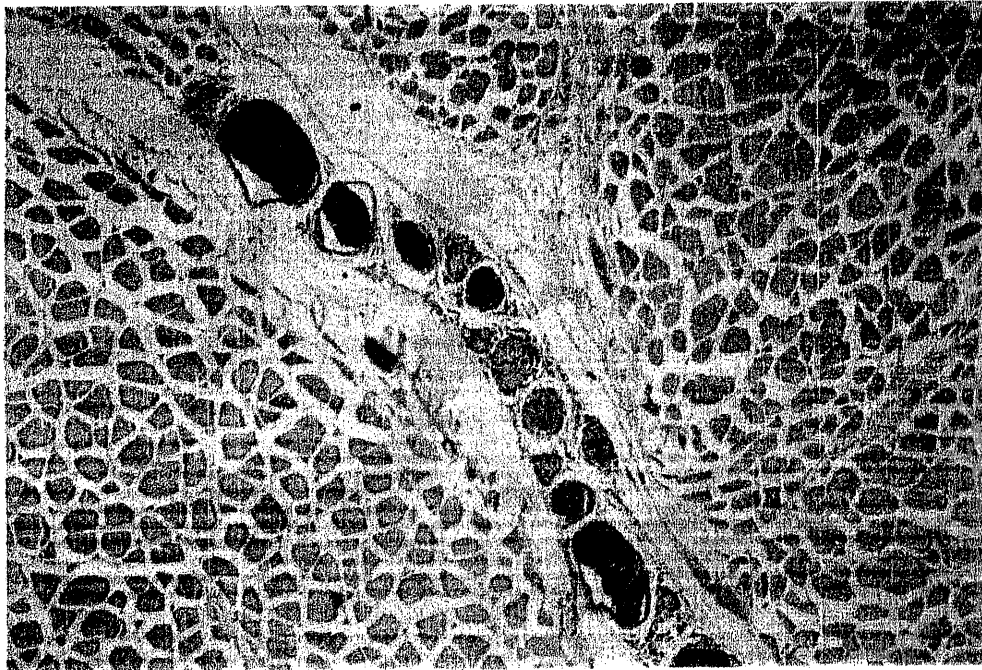


図8 シストの被包化

試験群1 84日目HE染色による筋肉横断片シストは宿主の結合織に被包化され、治癒へと向かっていく（西水研 佐野博士提供）

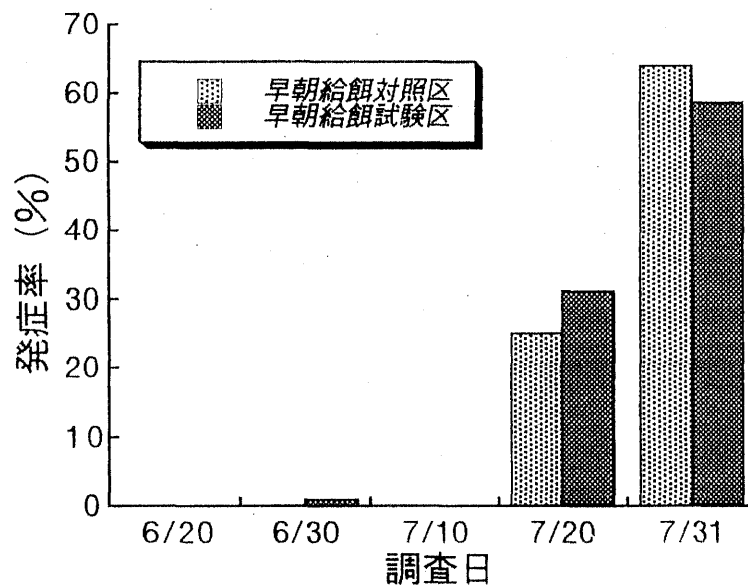


図9 給餌方法の改善による
べこ病の防除効果について

表4 給餌方法の改善による防除効果について

サンプリング日	6月20日	6月30日	7月10日	7月20日	7月31日
早朝給餌対照区					
飼育日数	0	10	20	30	41
全長 (mm)	36.0 (30.71~40.7)	50.3 (43.22~56.1)	77.4 (68.7~96.9)	97.1 (78.9~110.2)	124.0 (94.9~139.6)
体重 (g)	0.462 (0.313~0.636)	1.42 (0.75~1.90)	4.88 (2.91~10.03)	10.2 (4.9~16.8)	20.7 (7.8~30.2)
発症魚/調査魚	0/100	0/103	0/100	26/104	64/100
生残率 (%)	100	90.1	85.5	80.8	75.8
発症率 (%)	0%	0%	0%	25.0%	64.0%
早朝給餌試験区					
飼育日数	0	10	20	30	41
全長 (mm)	36.0 (30.71~40.7)	55.3 (40.51~62.11)	80.1 (72.9~89.5)	104.9 (88.4~115.3)	128.0 (115.0~138.0)
体重 (g)	0.462 (0.313~0.636)	1.85 (0.76~2.80)	5.70 (3.86~7.38)	12.5 (6.0~16.7)	23.1 (16.0~29.4)
発症魚/調査魚	0/100	1/101	0/100	32/103	58/100
生残率 (%)	100	92.4	87.8	84.3	76.5
発症率 (%)	0%	0.99%	0%	31.1%	58.6%

表5 沖だし期間別の発症率の違い

サンプリング日	6月21日	6月25日	6月30日	7月5日	7月10日	7月15日	7月20日	7月25日	7月30日	8月5日
海面飼育1日区										
飼育日数	0	4	9	14	19	24	29	34	39	
全長 (mm)	37.4								95.7	
体重 (g)	0.504								8.84	
発症魚/調査魚	0/100	—	0/57	—	0/55	—	0/42	—	0/39	
発症率	0%	—	0%	—	0%	—	0%	—	0%	
海面飼育5日区										
飼育日数		0	5	10	15	20	25	30	35	40
全長 (mm)		41.5								86.9
体重 (g)		0.84								6.45
発症魚/調査魚		0/100	—	0/90	—	2/30	—	2/30		2/27
発症率		0%	—	0%	—	6.66%	—	6.66%		7.41%
海面飼育10日区										
飼育日数			0	5	10	15	20	25	30	
全長 (mm)			57						95	
体重 (g)			2.08						8.59	
発症魚/調査魚			0/100	—	0/58	—	6/22	—	7/21	
発症率			0%	—	0%	—	27.3%	—	33.3%	
海面飼育20日区										
飼育日数					0	5	10	15	20	25
全長 (mm)					78					112.5
体重 (g)					4.77					12.7
発症魚/調査魚					0/100	—	5/43	—		6/31
発症率					0%	—	11.6%	—		19.4%

表6 養成場所の違いによる発症率の比較

サンプリング日	6月15日	6月26日	7月6日	7月17日	7月27日
五島事業場池先					
飼育日数	0	11	21	32	42
全長 (mm)	71.2 (51.4~83.5)	94.5 (81.6~105.8)	124.7 (99.8~139.9)	155.6 (126.9~175.7)	179.5 (150.0~200.1)
体重 (g)	3.28 (1.30~5.3)	7.94 (4.84~10.79)	21.2 (8.6~30.4)	40.75 (26.5~58.4)	61.9 (41.9~84.4)
発症魚/調査魚	4/500	9/200	107/200	89/203	46/200
生残率 (%)	100	84.5	83.9	81.7	78.3
発症率 (%)	0.80%	4.50%	53.50%	43.80%	23.0%
養殖生け簀					
飼育日数	0	11	21	32	42
全長 (mm)	71.2 (51.4~83.5)	93.9 (71.5~118.8)	118.1 (95.7~143.0)	144.8 (126.4~166.8)	166.2 (148.9~195.8)
体重 (g)	3.28 (1.30~5.30)	7.33 (2.99~14.23)	16.9 (12.6~23.8)	27.5 (17.5~44.5)	46.9 (28.8~78.8)
発症魚/調査魚	4/500	14/200	61/200	103/200	70/200
発症率 (%)	0.80%	7.0%	30.5%	51.5%	35.0%

7. 種苗配布・放流実績

7 種苗配付・放流実績

7-1 種苗配付実績

魚 種	配布先	配布月日	配布尾数	平均全長 (mm)
ブリ	屋島事業場	4.28	18,000	49.0
	沖縄県	6.21	2,000	30.1
	屋島事業場	7.11	15,000	75.0
	上浦事業場	7.25	4,000	117.0
シマアジ	大分県	4.18	25,000	25.8
	上浦事業場	4.18	25,000	25.8
	鹿児島県	4.27	40,000	87.0
	高知県	4.27	60,000	77.0
	愛媛県	4.27	100,000	41.0
	宮崎県	7.31	20,000	99.0
	熊本県	8.01	8,800	108.0

7-2 種苗放流実績

魚 種	月 日	放流尾数	標識種類	標識尾数	平均全長 (mm)	放流場所
ブリ	6.22	50,000			42.6	玉之浦町黒瀬沖
	7.14	45,500			79.0	:
	8.07	15,000			142.0	:
	8.28	9,400			192.0	:
	9.08	6,000	アソカー コトB	6,000	208.0	福江市奥浦（給餌放流）
ヒラマサ	6.15	28,000			28.4	玉之浦町黒瀬沖
	8.28	3,400	アソカー コトH	2,000	236.0	三井楽町沖
シマアジ	7.01	20,000	アソカー 5B	20,000	145.0	上五島神戸（飼付け放流）
	7.07	50,000	アソカー 5A	50,000	146.0	事業場地先（飼付け放流）

8. 環境測定

8. 地先海面水温

五島事業場

月	旬	五 島
1	上	15.5
	中	15.2
	下	14.6
	月平均	15.1
2	上	14.3
	中	14.7
	下	15.2
	月平均	14.6
3	上	15.0
	中	14.6
	下	15.8
	月平均	15.2
4	上	15.7
	中	17.0
	下	16.6
	月平均	16.5
5	上	18.7
	中	18.7
	下	20.0
	月平均	19.1
6	上	21.3
	中	21.3
	下	21.8
	月平均	21.4
7	上	22.0
	中	24.9
	下	25.3
	月平均	23.9
8	上	28.0
	中	28.9
	下	25.3
	月平均	27.4

月	旬	五 島
9	上	28.7
	中	25.7
	下	24.0
	月平均	26.1
10	上	24.3
	中	24.3
	下	24.0
	月平均	24.2
11	上	23.0
	中	20.9
	下	20.0
	月平均	21.3
12	上	19.5
	中	19.1
	下	17.2
	月平均	18.6
1~3 月平均		14.9
同前年差		- 0.3
4~6 月平均		19.0
同前年差		0.0
7~9 月平均		25.8
同前年差		- 1.2
10~12月平均		21.3
同前年差		+ 0.8
平成 4年平均		21.4
平成 5年平均		20.2

9. 職員一覽

9. 平成7年度五島事業場職員一覧

平成8年3月31日現在

場長	丸山敬悟	業務の統括
主任技術員	塩沢聡	種苗生産技術開発
技術員	中野昌次	親魚養成・中間育成技術開発
技術員	鶴巻克己	種苗生産技術開発
技術員	西岡豊弘	環境清浄化システム・餌料培養技術開発
技術員	崎山一孝	種苗生産・放流技術開発
技術員	佐藤純	環境清浄化システム・餌料培養技術開発
常勤職員	宿輪仁	親魚養成技術開発
事務職員	山下富子	総務
常勤職員	出口加代子	雑務

