

平成元・2・3年度

業 務 報 告

第 4 卷

平成4年3月

高知県内水面漁業センター

目 次

I 内水面漁業センターの概要

1 所在地	1
2 沿革	1
3 組織及び機構	1
4 職員名簿	1
5 予算	2
6 事業の構成	3

II 平成元年度業務報告

ウナギの低温性粘液過分泌症（仮称）について	7
ビタミン剤添加餌料のパラコロ病予防効果試験	8
養鰻池水質調査	9
シオミズツボワムシの大量培養試験	10
アユ親魚養成試験	13
アユ種苗生産試験	15
モクズガニ種苗生産試験	18
ヤマトテナガエビ種苗生産試験	22
魚類防疫対策事業	27
ウナギ鰓病の感染・発病条件に関する研究	35
アユ品種改良試験	36
四万十川アユ資源動向調査	37
アユの里作り事業	45
内水面漁場周年利用推進調査	53

III 平成2年度業務報告

ウナギの立場における粘液過分泌症（仮称）について	57
フィッシュソリュブル添加餌料によるウナギ飼育試験	58
モクズガニ種苗生産試験	68
シオミズツボワムシの大量培養試験	73
魚類防疫対策事業	76
養殖ウナギの鰓病の感染・発病条件に関する研究	82
サツキマス放流技術開発試験	89

四万十川におけるアユ産卵用親魚の放流と仔魚の流下状況について	100
アユ種苗生産技術向上化試験	116
アユ品種改良試験	125
IV 平成3年度業務報告	
養殖アユのシュードモナス感染症について	127
シオミズツボウムシの大量培養試験	134
魚類防疫対策事業	137
サツキマス放流技術開発試験	143
平成3年四万十川におけるアユの産卵及び仔魚の流下状況について	165
人工産卵床造成によるアユ資源増強試験	177
アユ漁早期活性化試験について（概報）	192
アユ種苗生産技術向上化試験	197
アユ品種改良試験	227
資 料	229

Ⅳ 平成 3 年度業務報告

養殖アユのシュードモナス感染症について

堀田 敏弘

1 目 的

平成3年度の5月中旬より養殖アユで、一見連鎖球菌症または運動性エロモナス症を思わせる症状の、今まで本県では確認されていないタイプの細菌性疾病が発生し、終息するまで長いものでは80日間も斃死が続いた。

そこでこのタイプの細菌性疾病の蔓延を防ぐために原因菌の究明等について調査を実施した。

2 材料および方法

(1) 発 生 状 況

発生例1：1991年5月中旬に県東部のA養殖場で発生した。

種苗は琵琶湖産で同年5月9日に約120kg池入れし翌日10日には10kgの斃死があった。池入れ5日後には1.5kg/日、約2週間後には約1kg/日に徐々に減少し、自然終息に向かった。発病時の魚体重は0.8～0.9gであった。

養殖環境としては、池面積は約110㎡で水深は0.9m、池壁及び底の材質としてはコンクリートであった。また、用水は河川伏流水で発病時の水温は14.5℃であった。

その他、体表にギグダクチルス（Gigadactylus）の寄生が僅かに認められた。

発生例2：1991年5月から7月にかけて県中央部のB養殖場において発生。

本疾病は5月中旬より約30尾/日の斃死で始まり、同月20日には300尾/日に増加した。そして、5月28日には30～40尾/日に減少したがこれによるものと思われる斃死は7月末頃まで続いた。

養殖環境としては、池面積は約260㎡で水深は0.7m、池壁及び底の材質としては養魚用シートを使用していた。

また、養鰻用施設をアユ養殖にそのまま流用していたため換水率は通常の養殖業者よりも低く、1日1回転程度であった。曝気用水車は池1つにつき1馬力を3台使用していた。

これに20g台のアユを50,000尾（5月18日現在）收容し、給餌量は市販のアユ用配合飼料80kgに、オイルを2.5%、餌料添加剤（商品名：アクトミン）100ccを添加して1日4回に分けて与えていた。種苗は琵琶湖産で、90年12月に池入れしたもので、以前の病歴は過食（1月上旬、平均魚体重1g強）及びビブリオ病（4月下旬、平均魚体重約2g、血清型未検査）であった。

飼育用水は地下水（河川の伏流水）で水質は表1のとおりであった。水温は年間を通じてほぼ一定しており18～19℃であった。

表 1. 源水水質分析結果 (' 9 1 . 6 . 2 8 現在)

サンプルナンバー	L 2 3 6	
アルカリ度	3 3	mg C a C O ₃ / l
酸度	1 4	mg C a C O ₃ / l
全硬度	6 9	mg C a C O ₃ / l
カルシウム硬度	4 7	mg C a C O ₃ / l
塩化物	5 9	mg / l
全鉄	0 . 0 2	mg / l F e
全磷	0 . 0 9	mg / l P
マンガン	0 . 0	mg / l M n
濁度	2	F T U

注： 個々の項目の分析にはHACH社のDR/2000型を使用した。項目の分析方法については省略。

発生例3（5月下旬）及び4（6月下旬）：発生例2と同一の養殖業者。斃死魚の原因確認。

治療：

分離菌の医薬品感受性試験を行ったが（表2）、全ての分離菌株はアユに使用できる水産用医薬品に対して低い感受性しか示さなかったので投薬による治療は期待できないものと判断し、次善の策として換水率アップ、給餌量の制限、斃死または瀕死魚の回収等を行った。

病魚の症状：

外観的には頭部の発赤と出血（紙等で拭くと付着する程度）眼球の突出も一部にみられた。肛門は拡張・発赤がみられ、腹腔内脂肪に点状の発赤・出血や腸管の発赤、脾臓の腫大がみられた。症状が進行したものでは血液を混えた腹水が貯留し、腹部が膨満した個体もあった。

表 2. 薬剤感受性試験結果

月	疾 病	.O A	試 験 薬 剤 m p S O	イソフ	N d	K	0-129	(O)
4月下旬	ビブリオ病*	+++	—	+	++	++	+	+++
5月中旬	シュードモナス病	±	—	—	—	+	—	
5月中旬	シュードモナス病*	±	—	—	+	+	—	
5月下旬	シュードモナス病*	+	—	—	+	++	—	+++
6月下旬	シュードモナス病*	+	±	—	±	++	—	++

注： シュードモナス病と診断したものについてはA p i 2 0で確認（属まで）。

また、検出菌（シュードモナス）は、OF培地では全て好氣的反応を示した。

*： シート池養鮎に発生したもの

(2) 供試菌株

いずれの症例においても病魚の肝臓、腎臓から、ブレイン・ハート・インフュージョン寒天培地（20℃）やトリプトソイ寒天培地（20℃）で純培養状に細菌が分離された。そのうち5月18日に病魚の腎臓よりトリプトソイ寒天培地で分離培養したものを生化学的性状試験、および病原性試験に使用した。

(3) 生化学的性状

生化学的性状試験は簡易細菌同定キットA p 20 eを使用し、検査・分析はそのマニュアルに基づいて行った。培養は35℃で行った。

(4) 病原性試験

当センターで飼育しているアユ（人工産、初代は海産）を使用して病原性試験を行った（表3）。

実験方法：当センターで飼育した人工アユ（海産系、平均約6.5g）各区40尾（但し、 10^2 の区は39尾）を用い、FA-100で麻酔した後に5段階の菌濃度の異なる生理食塩水懸濁液0.1mlを腹腔内に接種した。対照区は滅菌生理食塩水のみを同様にして接種した。

これを60ℓ水槽（水量は50.1ℓ）に収容し薄明りの状態に置いた。使用水は物部川伏流水で水温約18～19℃、曝気にはエアストーンを使用した。換水率は210回/日であった。

回収した斃死および瀕死魚より分離した菌の同定には主に「魚類病原体の検出法並びに同定法」（D. マクダーニル編、1979 改版）及び、簡易細菌同定キットA p i 20マニュアルによった。

表. 3 再現試験 (シュードモナスにより斃死したもの)

菌量	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	生残尾数
(対照区)0	(8)	0	0	0	0	0	0	1(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
4.22×10^2	(2)	0	0	0	13(1)	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(1)	11
10^3	(3)	0	0	1	17(3)	11(2)	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
10^4	0	0	0	9	18(1)	12(3)	1												0
10^5	(3)	0	0	25(4)	10(2)	1													0
10^6	(3)	0	0	36(14)	1														0

() : コンタミネーション等でシュードモナスと確認できなかったもの。

* : 腹腔内に接種したときの菌量 (細胞数)。

3 結 果

生化学的性状：菌株の生化学的性状を表4に示す。

再現試験：接種した菌量は1尾あたりそれぞれ、 4.22×10^2 、 4.22×10^3 、 4.22×10^4 、 4.22×10^5 、 4.22×10^6 細胞であった。

10^6 細胞を接種したものは試験開始後4日目に、 10^5 では5日目、 10^4 では6日目に全てが斃死した。また、 10^3 を接種したものでは試験開始後9日目に約90%の被検魚が斃死し、 10^2 でも試験終了までに約70%が斃死した(表3、図1)。

再現試験での斃死・瀕死魚より分離した細菌のほとんど(斃死してからかなり時間が経過して回収されたものを除く)が「魚類病原体の検出法並びに同定法」に記述されているシュードモナス感染症の確定診断の条件を満たした(運動性を有し、チトクロームオキシダーゼ陽性、グラム陰性の短桿菌であり、グルコースを酸化的に分解し、蛍光色素を産生した)。また、分離菌の一部を抽出してA p i 20 eによる簡易同定を行ったが全て同一の結果を示した。

表4. 分離菌株の生化学的性状

項目\菌株	事例1	事例2	再現試験
グ ラ ム	—	—	—
O N P G	—	—	—
アルギニン	+	+	+
リ ジ ン	—	—	—
オルニチン	—	—	—
クエン酸利用	+	+	+
硫化水素の産生	—	—	—
ウレアーゼ	—	—	—
トリプトファンアミナーゼ	—	—	—
インドール	—	—	—
V P テ ス ト	+	+	+
ゼラチンの加水分解	—	—	—
ブ ド ウ 糖	—	—	—
マンニット	—	—	—
イノシット	—	—	—
ソルビット	—	—	—
ラムノース	—	—	—
白 糖	—	—	—
メリビオース	—	—	—
アミクダリン	—	—	—
アラビノース	—	—	—
オキシダーゼ	+	+	+
硫酸塩還元	+	+	+
窒素ガス産生	+	+	+
運 動 性		+	+
マッソキ-寒天培地			+
O F テ ス ト	+	+	+
カタラーゼ	+	+	+

注：空らんについてはデータなし

4 考 察

診断依頼された病魚や再現試験の斃死（瀕死）魚より分離された細菌の *A p i 20 e* による同定結果は同一で全てシュードモナス属（74%の確率で *Pseudomonas Putida/Ps. fluorescens*）であった。またゼラチンを加水分解していないことから、本分離細菌は *Ps. putida* であると推定された。

平成3年度の高知県に於けるアユ養殖業者は11経営体あり、内2経営体は養鰻業からの転業で、施設そのものはハウス養鰻の時のものを流用していた。

また、平成3年4月から平成4年3月までのアユの魚病診断件数は21件あり（表5）、細菌性疾病が10件あった。その細菌性疾病の内4件が今回のテーマであるアユのシュードモナス感染症だった。

今回の感染症（発生例2以降のもの）が発生した主な要因として次の点が考えられた。

- ① これまでに過食、ビブリオ病の病歴があり、種苗の状態としてはあまり良くなかったこと。
- ② 収容率は通常の半分位（ 3.9 kg/m^2 、通常は水深1mでは 10 kg/m^2 、水深0.7mでは 7 kg/m^2 ）ではあったが換水率が1回転/日と少なく、魚に常にストレスがかかっていたこと（これらの病魚の内にはチョウチン病を併発しているものかなり存在していた）。

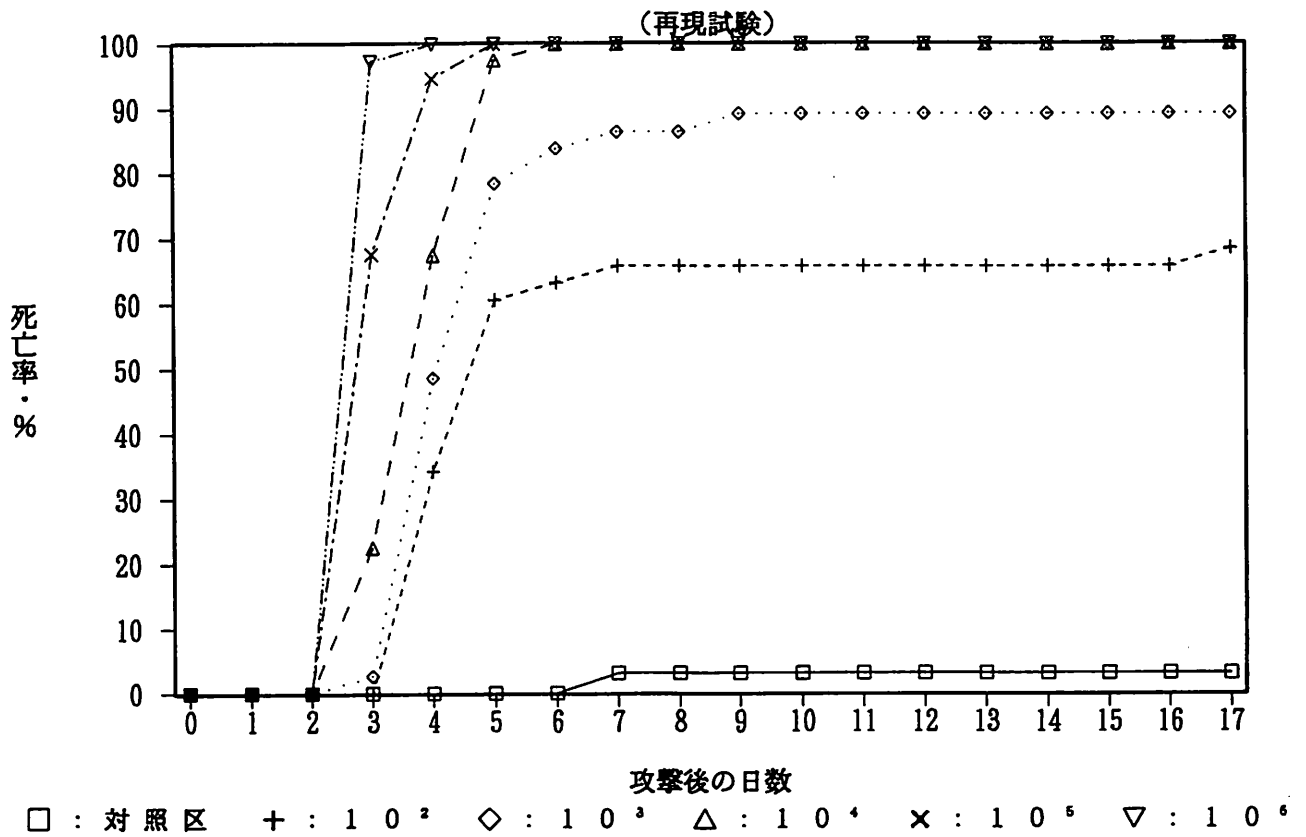
表 5-1. アユの魚病発生状況（平成3年1月～平成4年3月）

件数・病種\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
発生件数	2	5	2	0	2	0	1	0	1	4	1	3	21
生理障害（栄養）		1							1	1			3
生理障害（水質）										1			1
ビブリオ病	1	1	1							3			6
細菌性鰓病													0
冷水病													0
シュードモナス感染症		3	1										4
水カビ病										1			1
グルゲア症							1						1
ギロダクチル症	1	1			1								3
その他の疾病		1			1						1	2	4
不明					1							1	2
合計	2	7	2	0	3	0	1	0	1	6	1	3	26

表 5-2. アユのシュードモナス感染症発生の背景

発生例	発生時期	魚体重 (g)	種苗	混合症	対策等
1	5月中旬	0.8~0.9g	湖産	キロダケ病	餌止め
2	5月中旬	約20g	湖産	肥満(脂)	餌止め
3	5月下旬	20~30g	湖産	チャチ病	餌止め
4	6月下旬	26~79g	湖産	無し	餌止め

図 1. アユに対する本分離菌の病原性



シオミズツボワムシの大量培養試験

児玉 修・菊池 達人・佐伯 昭

1 目 的

当センターのアユ種苗生産時に餌として用いるシオミズツボワムシ（以下、ワムシ）の培養について、海水使用量の限られた条件での高能率で安定した大量培養法について検討した。

2 材 料 と 方 法

(1) ワムシ 培 養

種ワムシはS型を使用した。培養水槽は、10 t 長方形コンクリート水槽（以下、10 t 水槽）3面を使用し、生産は間引き方式で行った。

培養水温は27°C、培養塩分濃度は1/2 海水濃度とし、1日1回水量の20~30%程度を水中ポンプとプランクトンネット（オープニング45 μ ）で抜き取って、ナンノクロロプシスの注水（水量の10%程度）と淡水注水で減水分の補完を行い、さらに粉碎塩の投入による塩分調整を行った。

培養餌料は、主にパン酵母を使用し、濃縮淡水クロレラ（160~180 億細胞/ml）およびナンノクロロプシスを併用した。なお、餌料は朝・夕2回投与した。

餌料の投与基準は、パン酵母がワムシ100万個体に対して1日当たり1.0 g前後、濃縮淡水クロレラが培養水量1 tに対して1日当たり140 ml、ナンノクロロプシスが培養水量1 tに対して1日当たり100 ℓ とした。

また、培養水槽中にフロックフィルター（商品名：トラベロンエアフィルターAF111A）を10 t 水槽1面当たり4枚（160×80×1 cm）垂下し、植え替え時のみ洗浄した。

(2) ナンノクロロプシス培養

ナンノクロロプシスの培養は、20 t 円形シート水槽2面を用いて行い、アレン処方人工海水を1/2 海水濃度に調整して用いた。

生産サイクルは5日間前後とし、水槽を交代しながら培養水量の15%程度を毎日抜き取ってその分の水量補完を行った。施肥は水槽交代時に行い、水量1 tに対して硫酸アンモニウム100 g、尿素5 g、過リン酸石灰15 g、クレワットー32 5 gを良く溶かして投与した。

(3) 培養方法の前年度との相違点

パン酵母と濃縮淡水クロレラの投与基準を変更した。パン酵母は0.8から1.0 g/百万個体に、濃縮淡水クロレラは100から140 ml/1 tに変更した。

3 結 果

平成3年9月20日から11月20日までのワムシ培養総水量、総個体数、平均密度およびワムシ抜き取り総個体数を図1に示した。

培養期間中は、300 個体/ml前後の培養密度で終始安定した培養結果となった。

ワムシ生産数の期間総計が1,075 億個体、平均培養密度が318 個体/ml（間引き前の密度）、平均日間増殖率が26.7%、平均換水率が24.2%であった。

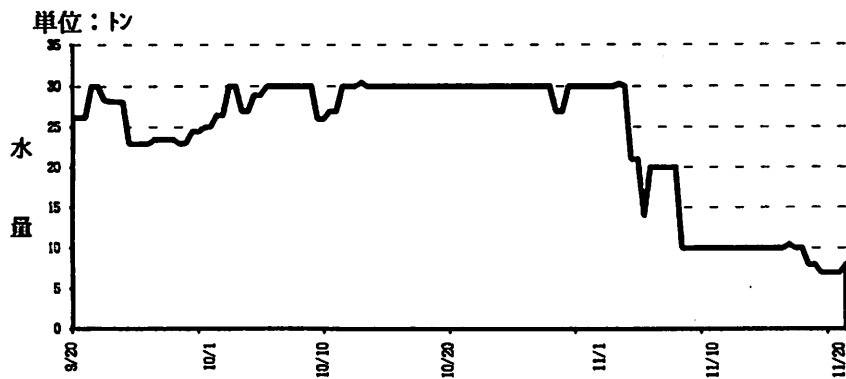
10 t水槽3面の植え替え（池洗浄）は、期間中計4回行った。

また、ワムシ1,075 億個体を生産するために、パン酵母352 kg、濃縮淡水クロレラ170 ℓ、ナンノクロロプシス（1/2人工海水）124 t、淡水231 t、粉碎塩3.5 tを使用した。

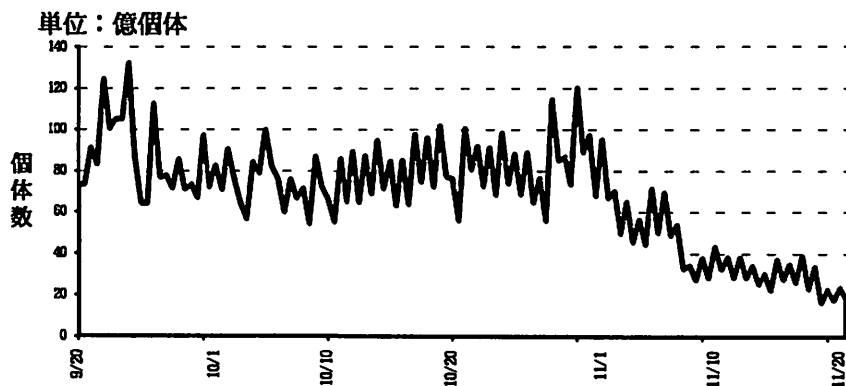
4 考 察

今年度の培養結果は、平均日間増殖率が25.6%とかなり高い値を示しながら安定した培養結果となった。この結果は、濃縮クロレラの投与量を多くしたことによるワムシの増殖速度と活力の向上に起因するものと考えられた。

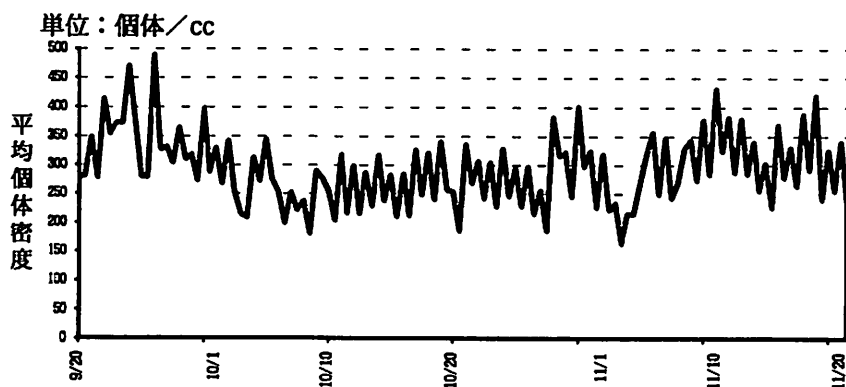
培養総水量



培養総個体数



平均個体密度



抜き取り総個体数



図 あゆ種苗生産時のシオミズツボムシ大量培養結果

魚 類 防 疫 対 策 事 業

黒川 成爾・森山 貴光・菊池 達人・児玉 修・堀田 敏弘

1 目 的

魚病の発生は増加の傾向にあり、その様相は多岐にわたっている。これに対して近年得られた知見をもとに養殖場の定期観測、防疫パトロール、魚病講習会の開催等の魚病発生防止対策及び水産用医薬品の適正使用のための説明会、医薬品残留検査等の対策を実施し、養殖漁家の経営安定を図る。

また、国・魚類防疫センターとの連絡を密にし、魚病情報の迅速な伝達に努めると共に、防疫構想に沿った体制作りを強化する。

2 結 果

(1) 魚類防疫対策事業

1) 魚類防疫対策

ア 魚類防疫会議・防疫検討会

高知県養鰻団体協議会を母体とする高知県魚類防疫会議内水面養殖部会において防疫会議を開催した。主な活動内容を表1に示す。

表 1. 高知県魚類防疫会議内水面養殖部会活動結果

年 月 日	開催場所	主な構成員	主 な 議 題
3. 4. 2 6 7. 8 8. 2 3 1 0. 9	高 知 市	高知県養鰻団体協議会	今年度の魚類防疫構想について 医薬品適正使用について 同上（続き） 医薬品の残留について

イ 養殖魚巡回健康診断

県内主要あまご養殖地区を対象に、種苗の健康や養殖環境を業者と共にチェックし、魚病発生の抑制、魚病被害の減少を目的として普及活動を行った。詳細を表2に示す。

表 2. 養殖魚巡回健康診断実施結果

年 月 日	実施地域	内 容	担 当 機 関
3. 1 0. 1 5 6. 1 8 4. 3. 1 1 3. 6	大 川 村 本 川 村 北 川 村 東津野村	県内主要アマゴ養殖地区を対象として、巡回指導を行った。	高知県内水面漁業センター

ウ 魚病被害等調査

各魚種ごとの養殖業者に対して平成2年1月から12月までの魚病被害の実態及び、水産用医薬品等の使用状況のアンケート調査を行い、得られた情報を基により適切な魚病対策を検討し普及指導の資料とした。実際の活動内容を表3に示す。

表 3. 魚病被害等調査実施結果

年月日	実施地域	調査対象経営体数	内 容
平成4年 1～3月	県内々水面 養殖地域全域	ウナギ： 40件 アマゴ： 13件 アユ： 6件 その他： 6件	平成3年の魚種ごとの魚病被害等を調査した。

エ 魚病講習会

防疫対策技術及び防疫意識の普及向上を計るため、平成3年度はアマゴについて魚病講習会を開催した。詳細を表4に示す。

表 4. 魚病講習会

年月日	開催場所	対象者(人数)	内 容	担当機関
4. 3. 30	土佐山田町	本県下の全アマゴ養殖業者(10)	本県における鱒類の魚病発生動向とその対策について	高知県内水面漁業センター

2) 水産用医薬品指導

ア 医薬品適正使用対策

魚病講習会並びに当センターに来所した養殖業者延べ278名に対して、水産用医薬品及び水産用医薬品以外の医薬品の適正使用について指導すると共に、魚種毎の使用基準の一覧表を作成し配布した。詳細を表5に示す。

表 5. 水産用医薬品適正使用対策実施状況

年月日	実施場所	対象者(人数)	内 容	担当機関
3. 6. 15	高知市	森山農協養鰻部防疫推進グループ(14)	水産用医薬品並びに水産用医薬品以外の医薬品の適正使用について。また、使用基準の魚種ごとの一覧表を作成し配布した	高知県内水面漁業センター
		高知市東部農協養鰻部防疫推進グループ(16)		
7. 8	高知市	高知県淡水養殖漁協防疫推進グループ(14)他		
8. 23		高知県養鰻団体協議会(14)		
10. 9	高知市	高知県養鰻大学養殖(101)		
9. 25	高知市	高知県養鰻大学養殖(101)		
4. 3. 30	土佐山田町	本県下の全アマゴ養殖業者(10)		

イ 医薬品残留検査

県内4地域の6出荷場に出荷されたウナギを無作為に抽出し、水産用医薬品4成分の魚体内への残留の有無を検討したが、表6に示されたとおり検査した24検体からは全く検出されなかった。尚、検査は（財）日本冷凍食品検査協会 神戸事業所に依頼した。

表 6. 水産用医薬品残留検査結果

対象魚種	対象地区	対象医薬品等の名称（成分名）	検査期間	検体数
ウナギ	春野町	塩酸オキシテトラサイクリン	4. 3. 24	1(0)
		スルファモノメトキシシン	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒト [*] ロキソ [*] ル [*] ミ [*] ル [*] ネ [*] ト	"	1(0)
		小 計		4(0)
ウナギ	高知市	塩酸オキシテトラサイクリン	4. 3. 25	1(0)
		スルファモノメトキシシン	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒト [*] ロキソ [*] ル [*] ミ [*] ル [*] ネ [*] ト	"	1(0)
		小 計		4(0)
ウナギ	南国市	塩酸オキシテトラサイクリン	4. 3. 24	1(0)
		スルファモノメトキシシン	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒト [*] ロキソ [*] ル [*] ミ [*] ル [*] ネ [*] ト	"	1(0)
		小 計		4(0)
ウナギ	吉川村 (1)	塩酸オキシテトラサイクリン	4. 3. 25	1(0)
		スルファモノメトキシシン	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒト [*] ロキソ [*] ル [*] ミ [*] ル [*] ネ [*] ト	"	1(0)
		小 計		4(0)
ウナギ	吉川村 (2)	塩酸オキシテトラサイクリン	4. 3. 25	1(0)
		スルファモノメトキシシン	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒト [*] ロキソ [*] ル [*] ミ [*] ル [*] ネ [*] ト	"	1(0)
		小 計		4(0)
ウナギ	吉川村 (3)	塩酸オキシテトラサイクリン	4. 3. 25	1(0)
		スルファモノメトキシシン	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒト [*] ロキソ [*] ル [*] ミ [*] ル [*] ネ [*] ト	"	1(0)
		小 計		4(0)
合 計				24(0)

(2) 特定魚類防疫強化対策事業

1) 魚病発生防止対策（養殖場の定期観測）

魚病発生を予察し、その蔓延防止を図るため表7に示す項目について養殖場の環境調査を行い、指導した。月毎の検査サンプル数は表8に示す。

表 7. 養殖場の定期観測

実施期間	実施場所	測定項目	実施機関
3. 4. 1 ~ 4. 3. 30	春野町森山	水温、pH、DO、無機三態窒素	高知県内水面漁業センター、並びに各地区養鯉部
〃	高知市布師田	〃	防疫推進グループ
〃	南国市久枝	〃	
〃	吉川村	〃	

表 8. 月毎の水質検査実績

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
件数	4	4	4	4	6	9	5	7	6	7	9	4	69
サンプル数	55	56	44	72	56	88	60	76	43	60	94	35	739

2) 防疫対策定期パトロール

魚病の予防、適切な治療方法に関する指導の徹底を図るため、県内養殖漁家等に対して92回、延べ268件の巡回指導を行った。各魚種別指導件数を表9に示す。

表 9. 巡回指導件数

項目\魚種	ウナギ	アユ	アマゴ	錦ゴイ	ドジョウ	計
巡回々数	71	3	12	1	5	92
延べ指導件数	246	3	13	1	5	268

(3) 魚病発生時の緊急対策

養殖業者並びに漁業者からの連絡に基づき、ウナギ25件、アユ21件、アマゴ32件、その他3件、合計81件について原因の究明を試み、対策を講じた。

診断の結果を表10に示す。

表10-1. 魚病診断指導件数

魚種\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
ウナギ	4	3	1	0	0	3	1	3	1	3	3	3	25
アユ	2	5	2	0	2	0	1	0	1	4	1	3	21
アマゴ	2	5	2	8	3	0	3	0	1	0	1	7	32
錦ゴイ			1	1								1	3
合計	7	13	6	9	5	3	3	3	3	7	5	14	81

表10-2. 魚病診断結果 (ウナギ)

病名 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
生理障害(栄養)			1						1		1	1	4
生理障害(水質)			1			1		1					3
鰓うっ血(棒状)		1			1	1							3
点状充血(点状)													0
頭部潰瘍病								1					1
ヒレ赤病													0
パラコロ病	1					2		1		1			5
鰓ぐされ病												1	1
尾ぐされ病	2	1									1	1	5
トリコジナ症			1									1	2
シュートダクワキル症	1											1	2
亜硝酸中毒症						1							1
その他の疾病	1									2	1		4
不明	2						1						3
異常無し		1											1
合計	7	3	3	0	1	5	1	3	1	3	3	5	35

表10-3. 魚病診断結果 (アユ)

病名 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
生理障害(栄養)		1							1	1			3
生理障害(水質)										1			1
ビブリオ病	1	1	1							3			6
細菌性鰓病													0
冷水病													0
シュートモス感染症		3	1										4
水カビ病										1			1
グルゲア症							1						1
キワダクワキル症	1	1			1								3
その他の疾病		1			1						1	2	4
不明					1							1	2
合計	2	7	2	0	3	0	1	0	1	6	1	3	26

表10-4. 魚病診断結果 (アマゴ)

病名 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
生理障害(栄養)		1									1	1	3
生理障害(水質)				1								2	3
I H N	1						2						3
I P N												1	1
せっそう病	1	3	1	3									8
連鎖球菌症							1						1
カラムナリス病				1									1
白点症				3	2							1	6
ガス病												1	1
薬剤中毒									1				1
その他の疾病		1	1										2
不明					1							1	2
合計	2	5	2	8	3	0	3	0	1	0	1	7	32

表10-5. 魚病診断結果 (錦ゴイ)

病名 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
乳頭腫症												1	1
白点症													0
アルゲルス症			1										1
薬剤中毒				1									1
合計	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3

サツキマス放流技術開発試験

菊池 達人・佐伯 昭

河川に放流後半年間沿岸海域を回遊した後、再び母川へ帰ってくる性質を持った南方系のサケであるサツキマス（降海性アマゴ）の稚魚を放流し、内水面並びに海面での新たな利用資源としての可能性を検討する。また、冬季に淡水あるいは海水で飼育し養殖用種苗としての可能性も併せて検討することを目的として、放流技術開発試験及び養殖用種苗適正試験を実施した。

I 放流技術開発試験

1 目 的

昭和62年度から平成元年度の3カ年にわたって、当センターが実施した内水面漁場周年利用推進調査の中で、伊尾木川の下流部へ秋にアマゴを放流したところ、その一部が海へ降下し、翌春河川へ遡上してきたことが認められた。このように、高知県の河川においても降海型アマゴの増殖の可能性が考えられたので、より効果的な放流方法の開発及び河川下流部の有効利用を目的とした。

本年度も、昨年にひきつづき、岐阜県産の銀毛したアマゴ（シラメ）を奈半利川河口に放流して、再捕率、放流後の成長及び再捕魚の胃内容物について検討した。

2 材料及び方法

1) 供 試 魚

供試魚は岐阜県産の銀毛アマゴを用いた。輸送は内水面漁連の4t水槽車で行った。輸送後ただちに、供試魚は標識として、脂鰭のカットおよびリボンタグ・スパゲッティタグの装着を行い、その日のうちに放流した。なお、供試魚はFA100で麻酔し標識作業を行った。

2) 放 流 時 期

第1回放流 平成3年11月27日

第2回放流 平成4年12月4日

3) 放 流 場 所

前年と同様に奈半利川河口左岸を放流場所とした。（放流点は前報の図1参照）

4) 追 跡 調 査

放流魚が遡上しはじめる3月から放流場所周辺でアユ活餌による餌釣り及びルアーで釣獲試験を実施した。

海域からの再捕については、海面漁協の田野漁協及び奈半利漁協の市場に水揚げされる分について、追跡調査を依頼した。

遊漁者に対してはサツキマス（降海性アマゴ）漁獲報告野帳を配布して、採捕魚の情報収集と提供を依頼した。

3 結果及び考察

(1) 放流の概要

放流の概要は表1に示した。平成3年度の放流総数は11,481尾であった。

第1回放流魚の平均体重及び全長はそれぞれ17.6 cm、86.9 gで、第2回放流魚のそれはそれぞれ15.9 cm、59.1 gであった。第1回及び2回放流魚の魚体重組成は図1に示した。

表1 放流の概要

	第1回放流	第2回放流	計
放流日	H3.11.27	H3.12.4	
放流場所	奈半利川河口	同左	
放流尾数 脂鱈カット	4,831	4,909	9,740
リボンタグ	843	0	843
スパゲッティタグ	165	733	898
(計)	5,839	5,642	11,481
放流魚の全長(cm)	17.6	15.9	
体重(g)	86.9	59.1	

前年度、海域での再捕報告がなかった。その原因の一つとして標識が脂鱈カットだけでは発見しにくいと考えられたので、一部の放流魚にリボンタグ・スパゲッティタグの標識を施した。リボンタグ装着魚は843尾、スパゲッティタグ装着魚は898尾であった。

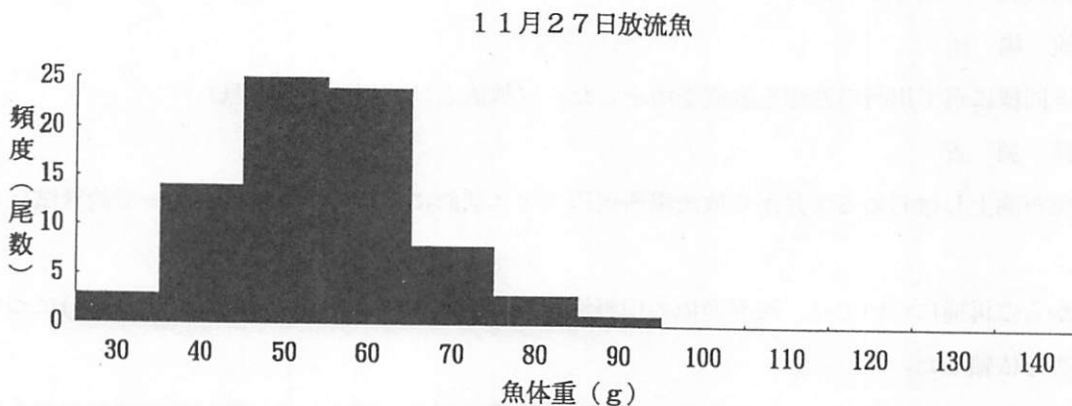
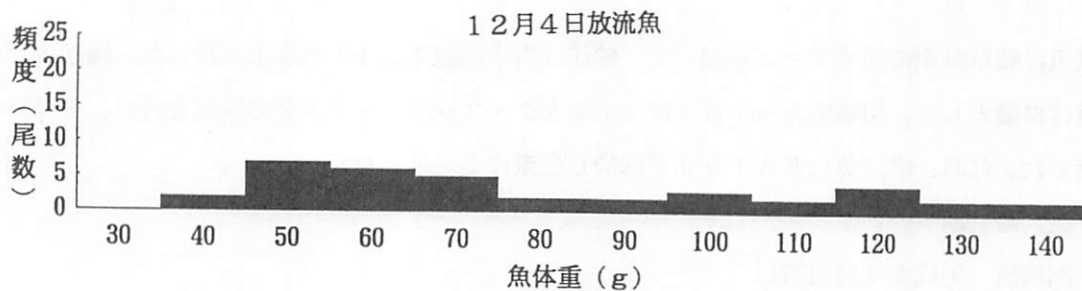


図1 放流魚の魚体重組成

(2) 追跡調査

追跡調査結果は表2に示した。調査は3月2日から6月28日までの間に23回実施し、計10尾釣獲した。2名の遊漁者から18尾の降海性あまご漁獲報告があり、その一覧は表3に示した。

1) 再捕場所について

本年度は、リボンタグ・スパゲッティタグを放流魚の約15%に装着したので、海域からの再捕報告を期待したが、昨年同様、海域での再捕報告は調査を依頼した海面2漁協からはなかった。この原因については、他県で実施された降海性アマゴの放流試験において、海域で再捕された時の小型底引網、ます網等の漁業が放流地区である高知県東部地域では行われていないことが考えられる。また、一方では、2年続けて約1万尾づつ放流しているにもかかわらず、昨年に続いて海域からの再捕報告がないということは、奈半利川の場合、放流魚の大半は海域に降海せず、放流地点周辺の汽水域から最初の堰である田野堰の間を回遊しているためではないかと思われた。

当センター及び遊漁者が釣獲した28尾の再捕場所はすべて河川域であった。その内訳は奈半利川が21尾、安田川が3尾、伊尾木川が4尾及び安芸川が1尾であった。奈半利川以外の8尾は無標識魚で、奈半利川の20尾中13尾は脂鰭カットの標識魚であった。

放流河川の奈半利川の西隣に位置する安田川河口で正常魚3尾採捕したこと、安田川ではサツキマスの放流を行っていないことから、この3尾は天然のサツキマスと考えられた。

伊尾木川、安芸川の採捕魚については、平成3年に伊尾木川にサツキマスを放流しているので、その時の放流魚と思われる。

表2 サツキマス産卵調査結果(平成4年3月~6月)

調査 回数	調査 人員	採 集 日 年 月 日	産 卵 場 名	産 卵 場 地 況	魚 体 測 定	魚 体 測 定				性 別	魚 体 No	胃 内 容	胃 内 容 物 種	備 考
						全長 (cm)	尾又長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)					
1	2	3月2日	彦半利川	田野徳徳	1	29.0	26.7	24.0	254.8	18.4	♀	72(4)、72(1)	5	卵果なし
2	2	3月6日	彦半利川	田野徳徳	2	38.0	34.8	31.5	810.0	19.5	♀	72(4)	8	卵果なし
3	2	3月9日	彦半利川	田野徳徳	3	30.0	27.5	24.9	315.0	20.4	♀	72(5)、魚類(5)	10	卵果なし、魚形有り
4	2	3月18日	彦半利川	田野徳徳	4	23.7	22.4	20.2	99.1	11.7	♀	昆虫片、糠、Jミ	2	13.1天然物と思われる
5	2	3月19日	彦半利川	田野徳徳	5	28.1	26.1	24.8	251.8	16.5	♀	卵	1	2.3魚体ヤセ
6	2	3月19日	彦半利川	田野徳徳	6	38.2	35.0	32.8	880.0	18.2	♀	消化魚類	1	卵果なし(ただし釣りにかし2尾)
7	2	3月25日	彦半利川	田野徳徳	7	33.0	30.5	27.8	406.0	18.9	♀	卵	1	卵果なし
8	2	3月25日	彦半利川	田野徳徳	8	27.1	25.1	23.2	190.0	15.2	♀	消化魚類	2	卵果なし
9	2	4月3日	彦半利川	田野徳徳	9	30.2	28.0	25.4	295.0	18.0	♀	消化魚類	1	卵果なし
10	3	3月30日	安田川	河口	10	42.6	40.5	38.7	1195.0	23.0	♂	72(5)、魚類(1)	5	卵果なし
11	1	4月1日	彦半利川	田野徳徳	11									卵果なし
12	2	4月2日	彦半利川	田野徳徳	12									卵果なし
13	2	4月2日	彦半利川	田野徳徳	13									卵果なし
14	4	4月4日	彦半利川	田野徳徳	14									卵果なし
15	2	4月8日	彦半利川	河口	15									卵果なし
16	1	4月30日	彦半利川	田野徳徳	16									卵果なし
17	1	5月19日	彦半利川	田野徳徳	17									卵果なし
18	1	5月19日	彦半利川	千夏岩	18									卵果なし
19	1	6月8日	彦半利川	田野徳徳	19									卵果なし
20	1	6月13日	彦半利川	田野徳徳	20									卵果なし
21	1	6月15日	彦半利川	田野徳徳	21									卵果なし
22	1	6月19日	彦半利川	田野徳徳	22									卵果なし
23	1	6月28日	彦半利川	田野徳徳	23									卵果なし

備考 0:正常魚
1:産卵カット
2:カウチワガ
3:卵ヤセ

表3 平成3年度採捕魚一覽

月日	体重 (g)	体長 (cm)	全長 (cm)	肥満度	採捕河川	胃内容物				再捕者
						標識	魚類	アユ	その他	
1月15日	182.0	22.9	27.0	15.2	奈半利川	脂カット				遊漁者H
3月13日	182.0	22.9	27.0	15.2	伊尾木川	正常				遊漁者H
3月13日	225.0	23.8	28.0	16.7	伊尾木川	正常				遊漁者H
3月17日	225.0	23.8	28.0	16.7	奈半利川	脂カット				遊漁者H
3月18日	254.8	24.0	29.0	18.4	奈半利川	脂カット	○	○		センター
3月23日	610.0	31.5	36.0	19.5	奈半利川	脂カット	○	○		センター
3月23日	182.0	22.9	27.0	15.2	奈半利川	脂カット				遊漁者H
3月23日	447.0	27.4	32.0	21.7	奈半利川	脂カット	○			遊漁者H
3月28日	165.0	22.9	27.0	13.7	伊尾木川	正常				遊漁者A
3月30日	315.0	24.9	30.0	20.4	安田川	正常	○	○		センター
3月30日	96.1	20.2	23.7	11.7	安田川	正常			○	センター
3月30日	251.8	24.8	28.1	16.5	奈半利川	脂カット	○			センター
4月2日	690.0	33.6	38.2	18.2	奈半利川	脂カット	○			センター
4月2日	406.0	27.8	33.0	18.9	奈半利川	脂カット	○			センター
4月2日	190.0	23.2	27.1	15.2	奈半利川	正常	○			センター
4月3日	295.0	25.4	30.2	18.0	奈半利川	脂カット	○			センター
4月4日	659.0	31.0	36.0	22.1	奈半利川	脂カット	○			遊漁者H
4月5日	405.0	31.0	36.0	13.6	奈半利川	正常				遊漁者A
4月5日	320.0	28.9	33.7	13.2	奈半利川	正常				遊漁者A
4月6日	606.0	30.1	35.0	22.2	奈半利川	脂カット	○	○		遊漁者H
4月13日	871.0	34.6	40.0	21.0	奈半利川	正常	○	○		遊漁者H
4月17日	341.0	25.6	30.0	20.3	奈半利川	正常		○		遊漁者H
4月20日	129.0	22.0	26.0	12.1	安田川	正常		○		遊漁者H
4月29日	500.0	28.3	33.0	22.1	奈半利川	正常	○	○		遊漁者H
5月3日	330.0	26.5	31.0	17.7	奈半利川	正常				遊漁者A
5月10日	394.0	26.5	31.0	21.2	伊尾木川	正常	○			遊漁者H
5月11日	394.0	26.5	31.0	21.2	安芸川	正常	○	○		遊漁者H
5月13日	1135	36.7	42.6	23.0	奈半利川	脂カット	○	○		センター
平均	385.7	26.8	31.3	17.9						

2) 成 長

再捕日別の再捕魚の魚体重は図2に示した。放流魚の成長は3月初旬まではゆるやかで、それ以降は急激に成長して、6月中旬には1kg以上になった。放流魚と再捕魚の全長及び体重の比較は表4に示した。体重は平均で5.3倍、再捕魚の最大のもので12倍になった。

表4 放流魚と再捕魚の全長及び体重の比較

	放 流 魚		再 捕 魚*		再捕魚/放流魚(平均)	
	全長(cm)	体重(g)	全長(cm)	体重(g)	全長(倍)	体重(倍)
平均	16.9	73.0	26.8	385.7	1.6	5.3
最大	18.3	94.6	36.7	1135.0	2.0	12.0
最小	14.1	31.1	22.0	129.0		
サンプル数	115		28			

放流魚の全長・体重は第1回放流と第2回放流の平均値で示した。

再捕魚は遊漁者からのデータを含む。

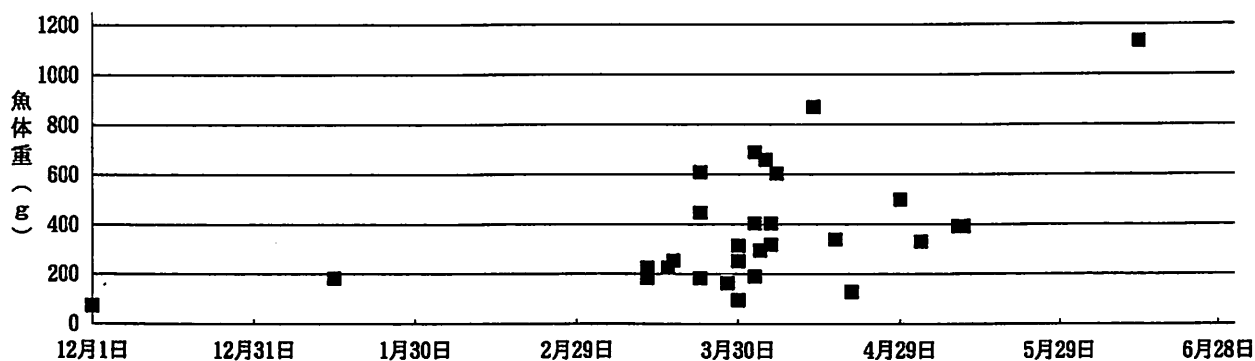


図2 再捕日別の魚体重

3) 胃 内 容 物

釣獲した28尾のうち、19尾について胃内容物を調査した。19尾のうち、魚類を捕食していたのは18尾であり、明らかにアユを捕食していたのは10尾であった。アユ以外の捕食されていた魚類はハゼ類、ボラ、ウグイであった。その他の胃内容物として昆虫、藻類及びゴミ片があった。河口域で、遡上途上の稚アユを大量に捕食していることが推察された。空胃魚はいなかった。

サツキマスを放流するにあたって、サツキマスによるアユ稚魚の捕食が大きな懸念事項であり、他県の胃内容物調査事例では、海域においてはイカナゴ、カタクチイワシ等の海産小型魚類の捕食はみられるが、溯河魚は空胃の個体が多く、アユの捕食はないとされていた。しかし、奈半利川の場合は、調査魚の半数以上がアユを捕食していたので、今後課題を残した。

4) 放流魚の再捕率について

当センターの追跡調査による再捕率は0.07%であったが、遊漁者からの再捕情報を合わせると0.11%で前年と同程度の値となった。

再捕率の低い原因としては、海域からの再捕報告がないことと、当県では河川域においてサツキマスが漁業あるいは遊漁の対象としてはなじみがうすいため、漁獲努力がきわめて低いこと等が考えられた。

Ⅱ 養殖用種苗適性試験 —サツキマス養殖試験—

目 的

サツキマス（降海性アマゴ俗に銀毛化したアマゴ）を海水及び淡水で飼育して、養殖技術を確立するための基礎的知見を得るとともに、養殖用種苗としての可能性を検討した。

<海水飼育>

1 海水馴致試験

(1) 目 的

前年の海水飼育試験は、海水無馴致で飼育を開始したために低い生残率に終わった。海水馴致と海水無馴致の沖出し後の生残率を比較することにより、馴致の有効性を確認するとともに、海水馴致における基礎的知見を得る目的で海水馴致試験を行った。

(2) 材料及び方法

1) 時 期

H 3. 12. 9～H 3. 12. 15（馴致期間）

H 3. 12. 16～H 4. 1. 13（馴致区の沖出し後の観察期間）

H 3. 12. 9～H 4. 1. 13（無馴致区の沖出し後の観察期間）

2) 試 験 場 所

高知県須崎市浦の内灰方地先高知県水産試験場専用水面

3) 方 法

予備飼育：平成3年12月4日に岐阜県から供試魚を搬入後、当センターの三角形コンクリート水槽2面に1,155尾を収容して12月8日まで淡水で予備飼育した。

なお、この間の水温は18.2～19.3℃で、斃死魚は39尾で、3日間だけ規定量以下の投餌を行った。

海水馴致方法：供試魚は12月9日に当センターから水試に搬入した。馴致区はハイポで中和した水道水に生海水と粉碎塩を加えて調整した30%海水を湛水した八角形コンクリート30t水槽に収容した。5日目に全海水になるように生海水を注水し、馴致7日目に3.5m角の海面小割に沖出しした。対照区として無馴致区は搬入直後に3.5m角の海面小割に収容した。沖出し後はヒラメ用のドライペレットを1～2回/日与えて、斃死状況を観察した。

馴致効果判定：馴致期間と沖出し後の斃死状況によって、馴致の効果を判定した。

4) 結果及び考察

① 馴致期間の斃死状況

馴致期間中の水温・比重及び日間斃死尾数の推移は図3に示した。馴致3日目、5日目及び7日目それぞれ1尾、1尾、38尾の斃死があった。

海水濃度は当初5日間で全海水にする予定であったが、海水の注水量がコントロールできなかったために当初の海水濃度が得られず、馴致5日目で σ_{16} が16.1であった。60%海水程度にしか海水濃度を上げることができなかったために、馴致5日目までの斃死が少なかったと考えられた。沖出し当日に38尾の斃死があったのは、5日目以降は海水を連続注水により、海水濃度が100%近くまで上昇したためと思われる。

アマゴを馴致する場合、海水濃度が60%までなら生死を分けるほどの大きな影響はないものと思われた。海水濃度が60%以上における馴致が今後の課題と考えられた。

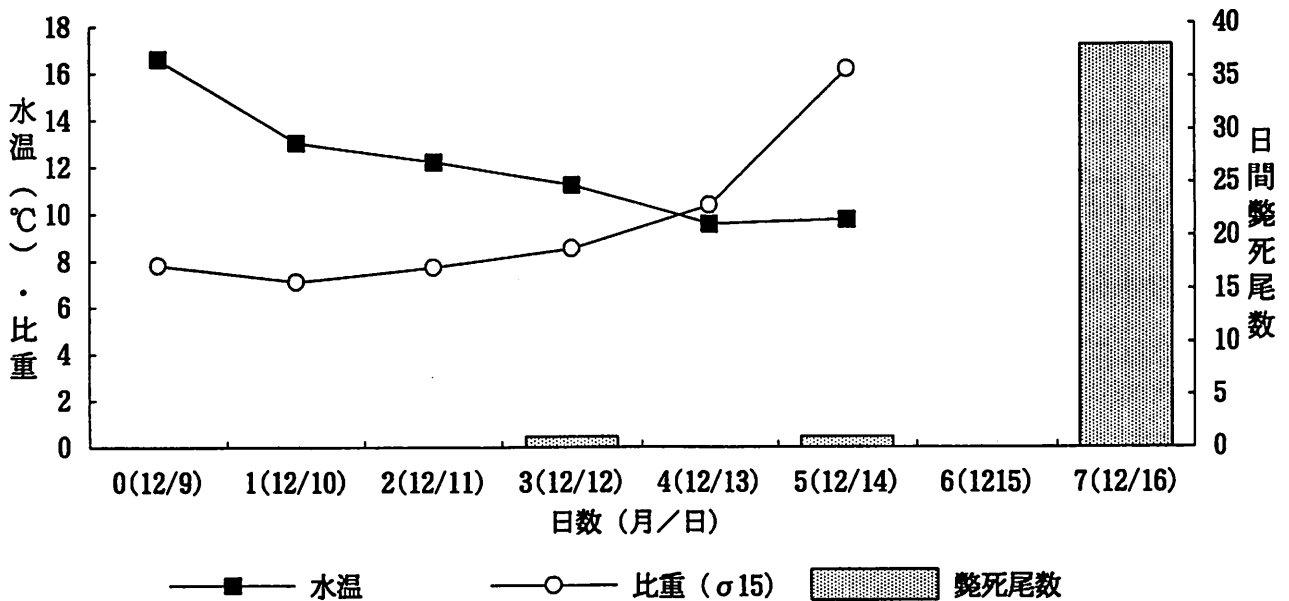


図3 馴致期間中の水温・比重及び日間斃死尾数

② 沖出し後の飼育及び斃死状況

沖出し後の飼育概要は表5に示した。無馴致区は12月9日に、馴致区は12月16日に沖出しして1月13日まで飼育し、斃死状況を観察した。馴致区の飼育尾数は沖出し時が591尾、終了時が374尾であった。無馴致区の飼育尾数は沖出し時が525尾、終了時が85尾であった。

沖出し後の水温・比重及び日間斃死尾数は図4に、生残率の推移は図5に示した。沖出し5日目までに、無馴致区では飼育期間中の全斃死魚の95%が、馴致区では同75%が斃死した。馴致無馴致を問わず、沖出し1週間以内に斃死が集中した。

沖出し後の生残率の推移は、1月9日(馴致区の沖出し24日目)に赤潮が発生して被害が出たので、赤潮の影響を考慮して、1月9日までの生残率について見ると、馴致区が81.5%、無馴致区が17.3%であった。馴致区が高い生残率を示した。海水飼育開始直後の生残率を向上させるには、海水馴致は有効であった。

赤潮の被害は発生翌日と翌々日に、無馴致区では1尾と0尾であったが、馴致区では64尾と9尾の斃死がみられた。

なお、沖出し後の水温は14.2～17.4℃(平均16.2℃)、現場比重は24.0～26.3(平均25.5)であった。

無馴致区の生残率の推移から判断して、海水飼育開始による生残率の低下は沖出し後10日間程度と思われた。今年と前年の沖出し10日後の生残率を比較すると、今年が19.4%、前年が69.5%であった。このような前年と今年の生残率の差は種苗の大きさによるものと思われた。種苗の平均魚体重は今年が59.1g、前年が80.0gであった。

今後の課題として、馴致期間、馴致時の海水濃度の設定等の馴致方法の検討が残された。

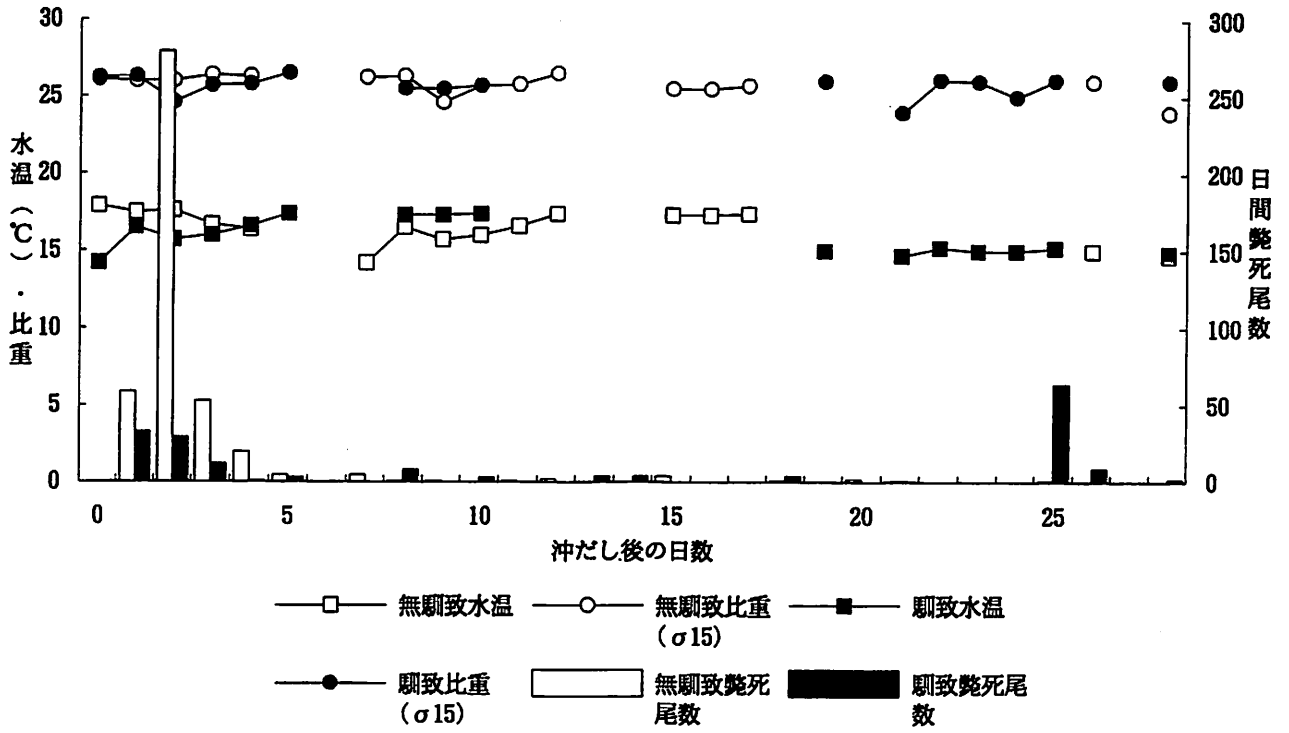


図4 沖出し後の水温・比重及び日間斃死尾数

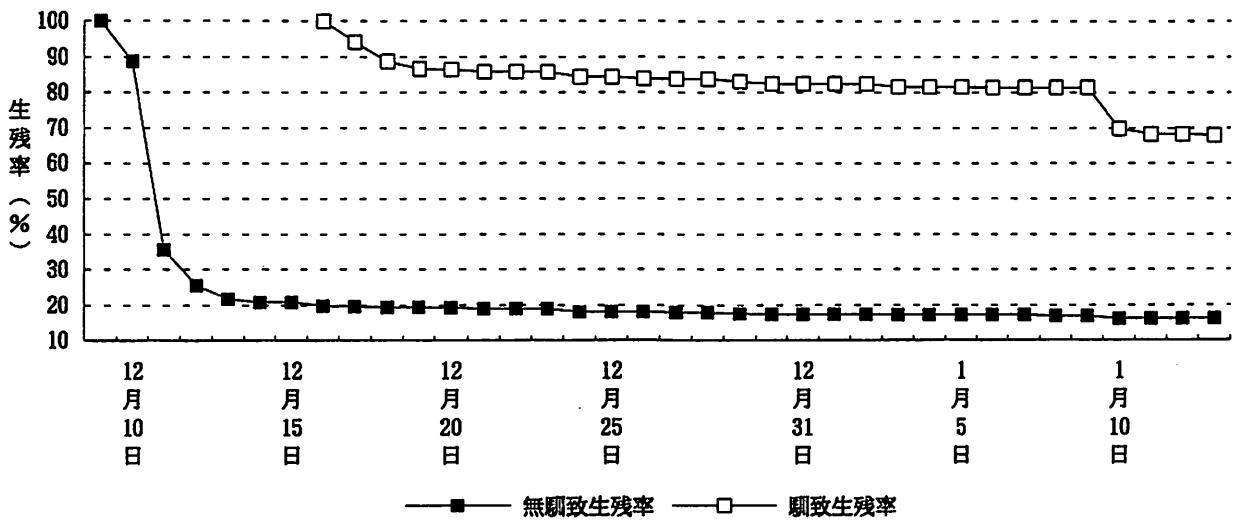


図5 沖出し後の生存率の推移

表5 沖だし後の飼育概要

項目	無馴致区	馴致区
試験期間	12/9~1/13	12/16~1/13
飼育日数	35	28
開始時 尾数	525	591
平均体重(g)	59.1	59.1
終了時 尾数	85	374
平均体重(g)	98.8	89
生存率(%)	16.2	63.3

2 餌料比較試験

(1) 目的

前年は淡水飼育用で使用されている市販のアマゴ育成用ドライペレットを与えて飼育試験を実施したので、今年は市販の海水魚用ドライペレット（ヒラメ用）と自家製モイスペレットを与えて成長・生残率等を比較した。

(2) 材料及び方法

1) 時期

H 4. 1. 14 ~ H 4. 5. 11

2) 試験場所

高知県須崎市浦の内灰方地先高知県水産試験場専用水面

3) 方法

供試魚は海水馴致試験の生残魚を用い、ドライペレット投餌区（DP区）及びモイストペレット投餌区（MP区）にそれぞれ192尾を3.5m角の海面小割に収容した。DPは市販されているヒラメ用をそのまま使用した。MPは冷凍マアジ、マダイ用Mash及びブリ用ビタミン混合物を混ぜ合わせて製造した。MPの組成は冷凍マアジ：Mash（マダイ用）＝1：1で、ビタミン混合物の添加量は冷凍マアジの外割り1%であった。投餌回数は1～2回/日であった。

魚体測定は開始時、中間時及び終了時に行った。なお、魚体測定に網替えも併せて行った。

(3) 結果及び考察

1) 飼育期間中の水温及び比重の推移

水温及び比重の推移は図6に、各月の水温及び比重の旬平均は表6に示した。水温は1月から3月までは14℃前後で推移し、3月下旬から上昇に転じ、4月下旬には20℃台に達した。比重は3月中旬から4月中旬にかけて不安定になったが、それ以外は23～26台で安定していた。

表6 海水飼育の旬平均水温・比重

		水温 (°C)	比重
1月	上旬		
	中旬	14.3	25.7
	下旬	14.1	25.6
2月	上旬	14.3	26.0
	中旬	13.6	26.1
	下旬	13.6	26.1
3月	上旬	14.2	26.0
	中旬	14.5	23.2
	下旬	14.8	16.6
4月	上旬	17.5	18.3
	中旬	17.5	22.7
	下旬	19.9	23.2
5月	上旬	20.6	24.5
	中旬		
	下旬		

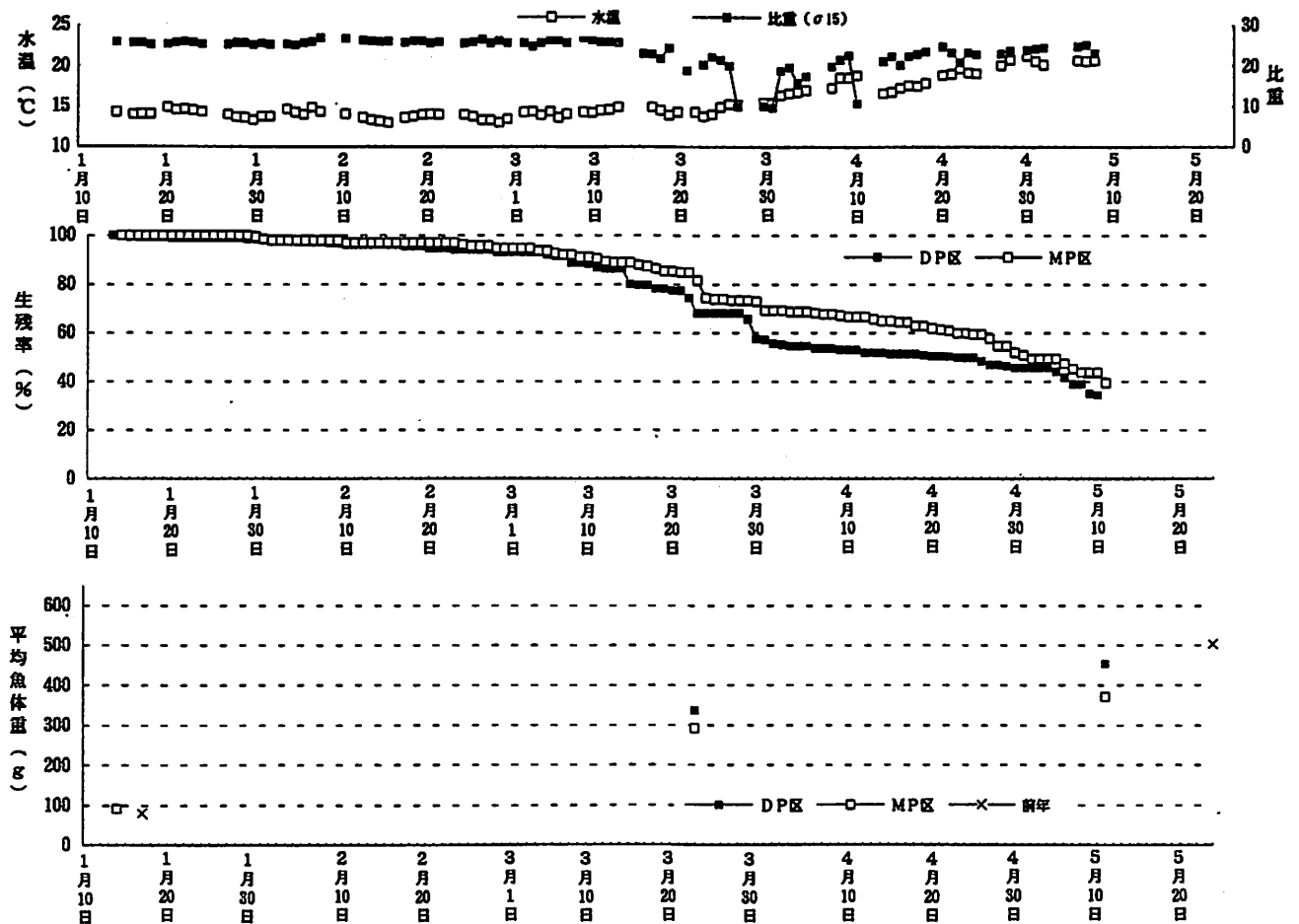


図6 飼育期間中の水温・比重・生残率・平均魚体重の推移

2) 飼育成績

飼育成績は表7に示した。

① 生残率の推移

生残率の推移は図6に示した。

3月23日に魚体測定をするまでの生残率は大量斃死もなく高い値を示し、DP区が74.0%、MP区が81.8%であった。魚体測定直後にまとまった斃死があり生残率は低下した。その後、水温の上昇が20°C以下の間は斃死尾数は少なく、生残率の低下はわずかであった。水温が20°Cに達する4月以降の水温と日間斃死尾数は図7に示した。水温が20°C以上になると、斃死尾数が増加して生残率の低下が目立った。試験が終了した5月11日までの生残率はDP区が34.4%、MP区が39.1%であった。3月中旬まで高生残率を維持した原因として、海水馴致済みの供試魚を用いたことと、水温が14°C前後で安定していたことが考えられる。3月中旬から生残率が低下しはじめた原因としては、魚体測定時の取り上げによるストレスの他に、3月中旬ごろから水温が上昇に転じたことによるストレスがかさなったためと思われる。サツキマスは水温降下期の環境変化よりも、水温上昇期の環境変化に対して弱いと思われた。

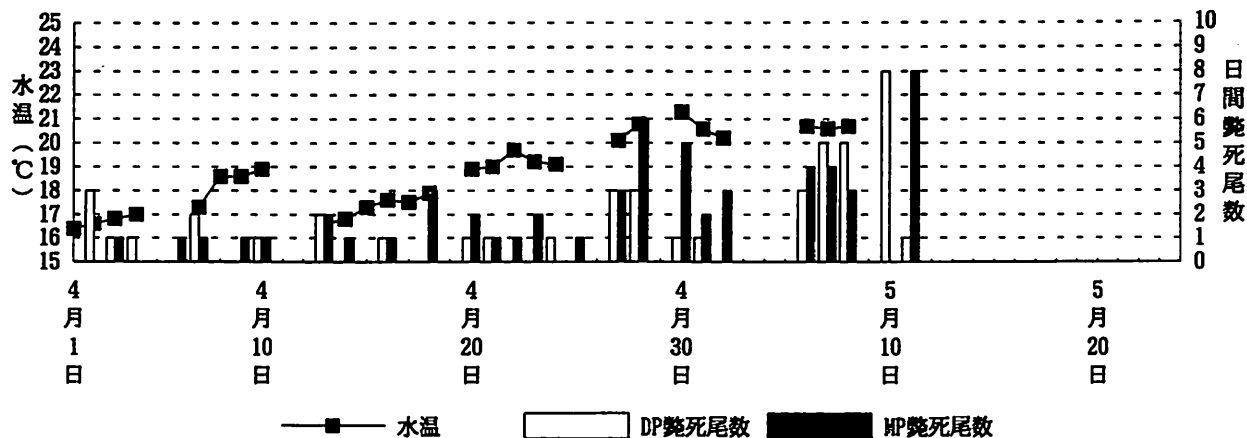


図7 4月以降の水温と日間斃死尾数

② 成長

平均魚体重の推移は図6に示した。

平成4年1月14日から平成4年5月11日までの118日間の飼育で、開始時89.1gの魚が終了時には、DP区454.2gに、MP区は371.4gに成長した。与えた餌の成分組成、水分量及び給餌率等は異なるが、増肉係数・日間増重率(%/日)についても、DPはMPより良い値を示した。

前年の海水飼育に用いた淡水飼育用のアマゴ専用ドライペレットと海産魚用(ヒラメ用)ドライペレットを比較した場合、図6から判断して大きな成長差はないように思われる。

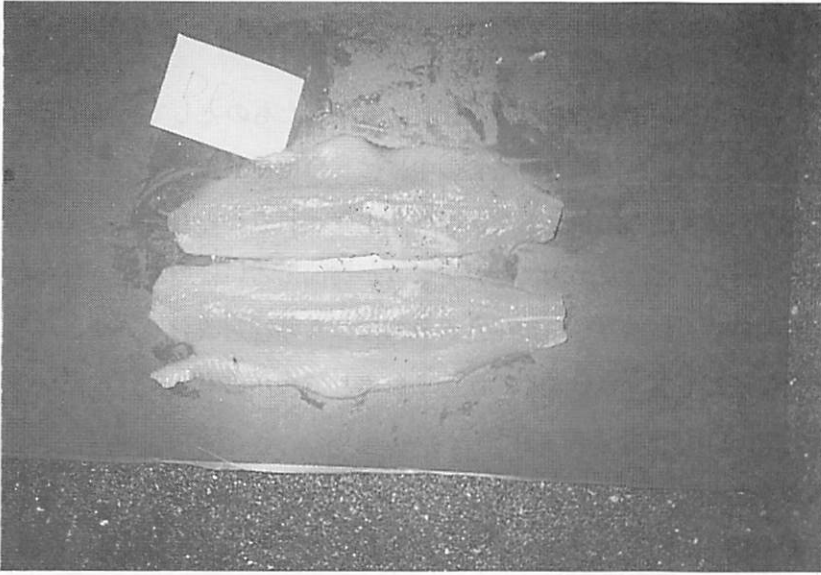
表7 飼育成績(海水飼育)

項目	海面飼育			海面飼育		
	ドライペレット区Ⅰ期 H4.1.14~H4.3.23	ドライペレット区Ⅱ期 H4.3.23~H4.5.11	ドライペレット区全期 H4.1.14~H4.5.11	モイストペレット区Ⅰ期 H4.1.14~H4.3.23	モイストペレット区Ⅱ期 H4.3.23~H4.5.11	モイストペレット区全期 H4.1.14~H4.5.11
試験期間	H4.1.14~H4.3.23	H4.3.23~H4.5.11	H4.1.14~H4.5.11	H4.1.14~H4.3.23	H4.3.23~H4.5.11	H4.1.14~H4.5.11
飼育日数	69	49	118	69	49	118
開始時 尾数	192	142	192	192	157	192
平均体重(g)	91.6	336.7	91.6	91.6	292.2	91.6
総重量(kg)	17.6	47.8	17.6	17.6	45.9	17.6
最大魚(g)	149	525	149	149	540	149
最小魚(g)	37	45	37	37	100	37
終了時 尾数	142	66	66	157	75	75
平均体重(g)	336.7	454.2	454.2	292.2	371.4	371.4
総重量(kg)	47.8	30.0	30.0	45.9	27.9	27.9
最大魚(g)	525	720	720	540	720	720
最小魚(g)	45	130	130	100	143	143
生存率(%)	74.0	46.5	34.4	81.8	47.8	39.1
斃死尾数	50	76	126	35	81	116
平均体重(g)				180		
総重量(kg)	11.6	24.3	35.9	6.3	18.5	24.8
不明魚尾数	0	0	0	0	1	1
平均体重(g)	0	0	0	0	231.5	231.5
総重量(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
増重量(kg)	30.2	-17.8	12.4	28.3	-18.0	10.3
日間増重量(g/日)	3.55	2.40	3.07	2.91	1.62	2.37
増重倍率(総重量)	2.72	0.63	1.70	2.61	0.61	1.58
増重倍率(平均魚体重)	3.68	1.35	4.96	3.19	1.27	4.05
総投餌量(kg)	42	30.6	72.6	60	49.2	109.1
投餌日数	53	34	87	53	31	84
日間投餌率(%)	2.42	2.31	3.51	3.57	4.31	5.72
日間増重率(%)	1.90	-1.36	0.61	1.83	-1.60	0.55
増肉係数	1.4	-1.7	5.9	2.1	-2.7	10.6
補正 増重量(kg)	41.8	6.5	48.3	34.6	0.7	35.3
日間投餌率(%)	2.06	1.76	2.00	3.25	3.43	3.69
日間増重率(%)	2.32	0.37	1.53	2.07	0.05	1.32
日間増重率(%)—平均体重	2.49	0.88	1.86	2.21	0.78	1.68
増肉係数	1.0	4.7	1.5	1.7	69.2	3.1

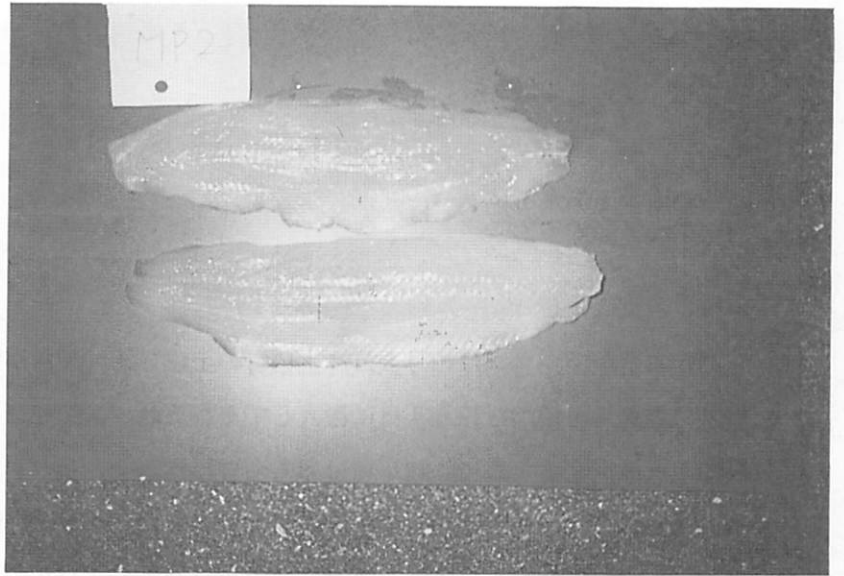
③ 肉質(色合い)

一般に、サケ科魚類の肉色はベニザケに代表されるように、赤味をおびた色合いを呈する。海産魚用のドライペレットとモイストペレットで飼育したサツキマスは写真A・Bに示したように赤味の少ない色合いを呈した。前年のアマゴ用配合飼料で飼育したサツキマスは写真Cのような赤味の強い色合いを示した。写真Cは本年度アマゴ用配合飼料で淡水飼育したサツキマスである。

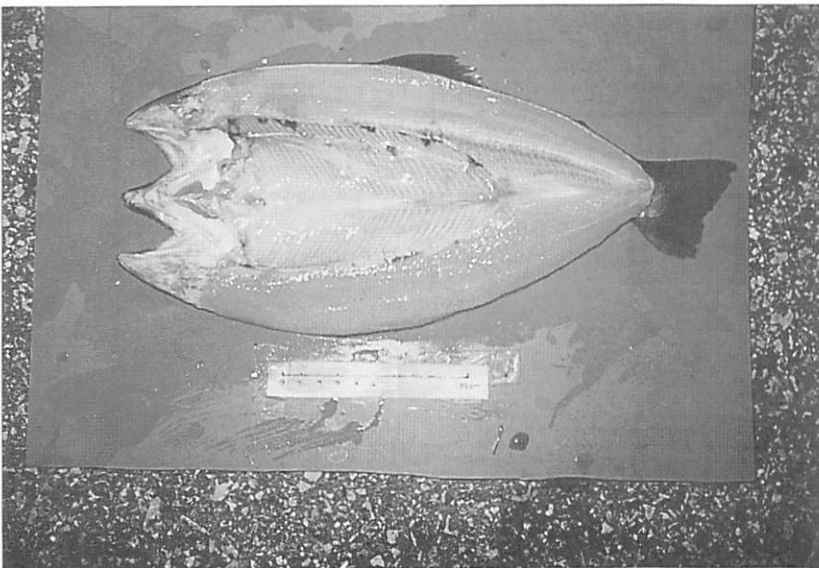
A



B



C



<淡水飼育>

3 高知県産と岐阜県産種苗の成長比較試験

(1) 目的

銀毛化（スマルト化）したアマゴは俗にシラメと称され、商品価値の低下したものとして1,000円/kg前後でしか販売されていないのが現状である。県内の養殖業者の中には養殖用種苗を自家生産している業者が数名おり、銀毛率は定かではないが、高率で銀毛したアマゴが生産されることもある。このために経営がかなり圧迫されている業者がいる。これらの銀毛したアマゴが海面あるいは内水面の新たな養殖用種苗として利用され、さらに付加価値の高い養殖魚が生産されれば、養殖経営改善の一助となろう。また、養殖した場合、一部で高知県産銀毛アマゴは岐阜県産のそれより成長が劣るのではないかの声も聞かれる。

そこで、岐阜県産銀毛アマゴと高知産銀毛アマゴを混養して、成長、生残率等を比較した。

本年度は、放流試験において、一部の放流魚にリボンタグ・スパゲッティタグの装着を試みたので、タグ装着魚を同時に淡水飼育してその影響について検討した。

(2) 材料及び方法

1) 時期

H 3. 12. 4～H 4. 5. 18

2) 試験場所

高知県内水面漁業センター

3) 方法

① 供試魚

高知県産銀毛アマゴは12月6日に土佐町の土佐アメゴ養殖から搬入し、岐阜県産銀毛アマゴは岐阜県の馬瀬川漁協から12月4日に搬入してそれぞれコンクリート三角水槽（水量3t）に収容した。高知産と区別するために、岐阜産は搬入当日に脂鰭をカットした。

供試魚の平均体重・体長及び尾数は表8に示した。タグの影響を見るために岐阜産種苗にタグを装着して同時に飼育した。リボンタグ装着魚は25尾、スパゲッティタグ装着は30尾であった。

表8 供試魚の平均体重・体長及び尾数

種苗	標識	平均体重 (g)	平均体長 (cm)	尾数
高知産	なし	107.1	18.9	202
岐阜産	脂鰭カット	59.0	15.9	327
同	リボンタグ			25
同	スパゲッティタグ			30

② 飼育

高知産は12月6日～18日まで、岐阜産は12月4日～14日までそれぞれ三角水槽で単独飼育した。12月18日からは8角50tコンクリート水槽に両種苗を混養した。餌は日本農産工業製アマゴ用配合飼料6号・7号を1～2回/日投餌した。

③ 測定項目

水温、投餌量及び斃死魚はほぼ毎日記録した。魚体測定は3月26日及び飼育終了日に行った。

(3) 結果及び考察

1) 飼育水温の推移

飼育水温の推移は図8に示した。水温は3月下旬に最低を記録し、10.2～19.8℃の間で推移した。各月の旬平均水温は表9に示した。

(2) 飼育成績

① 斃死状況及び生存率

生存率の推移は図8に示した。

高知産は搬入直後にせっそう病による大量斃死があったために生存率は大きく低下し、斃死は水温が14℃台になる1月下旬まで続いた。その後、3月までは横ばいで推移したが、4月以降は再びせっそう病による被害が出たために生存率が低下した。高知産の最終生存率は31.7%であった。高知産は搬入3日目でせっそう病が確認されたので、不顕性感染魚であったと思われる。

岐阜産は搬入直後に、スレ、水かび等で斃死したために生存率を下げたが、その後、3月までは横ばいで推移した。魚体測定後、混養飼育のため不顕性感染していたせっそう病が発症して斃死魚が増えたので、生存率が低下した。岐阜産の最終生存率は51.7%であった。

魚体測定を行わず横ばい状態で生存率が推移したならば、岐阜産の生存率は70%以上を確保できたと推定された。岐阜産は搬入直後の細菌検査で細菌が分離されなかったこと及び岐阜産の最初のせっそう病確認が高知産と混養してから2週間後であったことから、岐阜産からのせっそう病の持ち込みはなかったと思われる。

表9 淡水飼育の旬平均水温

		水温 (°C)
12月	上旬	18.9
	中旬	18.6
	下旬	17.4
1月	上旬	16.6
	中旬	15.9
	下旬	15.0
2月	上旬	13.7
	中旬	13.1
	下旬	12.5
3月	上旬	12.7
	中旬	12.1
	下旬	12.7
4月	上旬	13.0
	中旬	14.3
	下旬	15.5
5月	上旬	15.1
	中旬	15.2
	下旬	

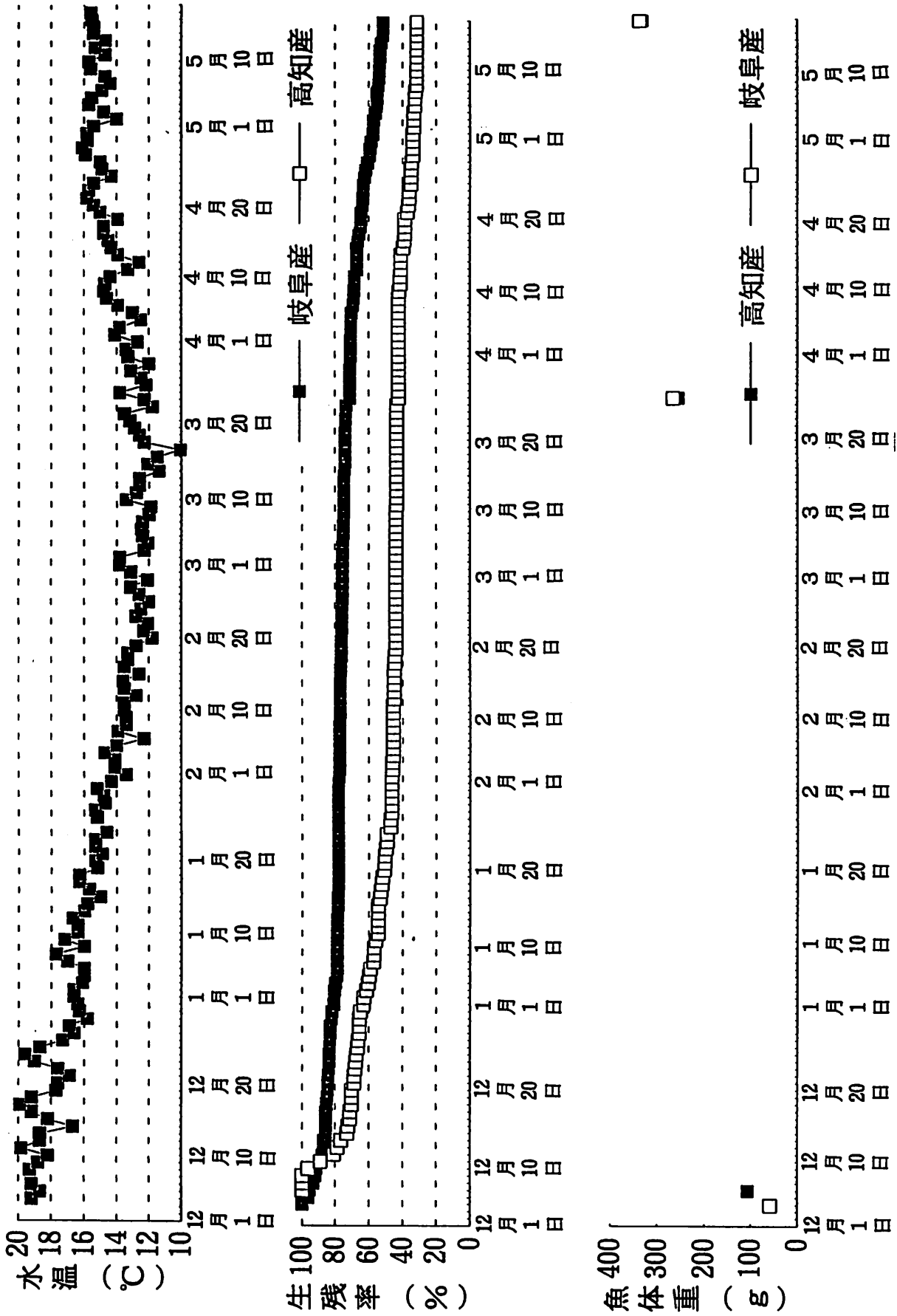


図8 飼育期間中の水温・生残率・平均魚体重の推移

② 成 長

魚体測定結果は表10、魚体重の推移は図8に示した。

試験終了時の平均体重は高知産が332.6g、岐阜産が337gであった。平均体重から求めた増重率は飼育開始から3月26日までは岐阜産が1.49%/日、高知産が0.85%/日で、高知産の増重率は岐阜産と比較すると劣っていた。3月26日から5月18日まででは岐阜産が0.61%/日、高知産が0.71g/日で、逆に高知産の増重率が良くなった。3月26日までの高知産の増重率が低かったのは、せっそう病が不顕性感染していた高知産種苗の健康状態が良くなかったためと思われる。3月26日以降、高知産の増重率が岐阜産を上回ったことから、健康状態の良好なものであれば、種苗の産地の違いによる成長差はないものと思われる。

参考として、高知産と岐阜産合わせた飼育成績は表11に示した。

表10 淡水飼育魚の魚体測定結果

高知産銀毛アマゴ										
年月日	体重 (g)				体長 (cm)				測定尾数	
	平均	STD	MAX	MIN	平均	STD	MAX	MIN		
H3.12.4	12.9	107.1	12.8	127.2	79	18.9	0.9	20.6	17.1	35
H4.3.26	254.4		413	83						86
5.18	331.9		518	110						64
岐阜産銀毛アマゴ										
年月日	体重 (g)				体長 (cm)				測定尾数	
	平均	STD	MAX	MIN	平均	STD	MAX	MIN		
H3.12.4	59.1	12.6	94.6	28.9	15.9	1	18.9	13.7		78
12.9										
H4.3.26	266.6	60.1	394	57						245
5.18	337		518	76						169

表11 飼育成績 (淡水飼育)

項目	岐阜産・高知産種苗混		
試験期間	H3.12.4~H4.3.26	H4.3.26~H4.5.18	H3.12.4~H4.5.18
飼育日数	113	53	166
開始時 尾数	584	361	584
平均体重(g)	75.6	261.9	75.6
総重量(Kg)	44.2	94.5	44.2
最大魚(g)	127.2	395(532)	127.2
最小魚(g)	31.1	57	57
終了時 尾数	361	259	259
平均体重(g)	261.9	331.6	331.6
総重量(Kg)	94.5	85.9	87.5
最大魚(g)	395(532)	518(770)	518(770)
最小魚(g)	57	76	76
生残率(%)	61.8	71.7	44.3
総斃死尾数	210	86	296
平均体重(g)	114.3	272.1	160.1
総重量(Kg)	24.0	23.4	47.4
不明魚尾数	13	16	29
平均体重(g)	168.8	296.8	
総重量(Kg)	2.2	4.7	6.9
増重量(Kg)	50.4	-8.7	43.3
日間増重量(g/日)	1.65	1.32	1.54
増重倍率(総重量)	2.14	0.91	1.98
増重倍率(平均魚体重)	3.46	1.27	4.39
総投餌量(Kg)	96.3	49.8	146.1
投餌日数	102	38	140
日間投餌率(%)	1.36	1.45	1.59
日間増重率(%)	0.75	-0.25	0.49
増肉係数	1.9	-5.7	3.4
補正 増重量(Kg)	76.6	19.5	97.7
日間投餌率(%)	1.15	1.26	1.12
日間増重率(%)	0.99	0.49	0.84
日間増重率(%)→平均体重	1.23	0.62	1.06
増肉係数	1.3	2.6	1.5

不明魚の平均体重は開始時と終了時の平均体重の平均値で示した

() 内はニジマス

3) 標識装着による飼育への影響

標識装着魚の生残尾数の推移及び平均体重は表12、13に示した。

約5ヶ月間の飼育でタグ装着魚で生残ったのはリボンタグ装着魚が1尾、スパゲッティタグ装着魚は9尾で、痕跡魚が16尾であった。生残魚のタグ装着状態は完全に筋肉に固着されておらず、指で引っ張ると簡単にタグが抜けた。タグ装着後10日間で装着魚全体の約20%が減耗していること、装着魚の生残率が低いこと及びタグが固着されないことからリボンタグ・スパゲッティタグは標識として有効ではないと思われた。

表13に示したように、終了時の平均体重はスパゲッティタグ装着魚が273.0g、脂鰭カットが337.0gであった。標識魚の斃死時の魚体重についてみると、3月25日(スパゲッティタグ)が160.6g、5月9日(タグ痕跡)が82.5g及び5月10日(タグ痕跡)が68.0gであった。タグ装着の影響により成長は劣ったと思われた。

脂鰭カットは無処理の高知産と同等の成長を示したので、脂鰭カットは標識方法としては問題ないと思われた。

表 12 タグを装着したサツキマスの飼育尾数の推移

飼育期間	標識の種類	池入尾数	斃死尾数	生残尾数	不明
12/4~3/26	スパゲティタグ	30	8	10	—
	リボンタグ	25	4	2	3
	タグ痕跡		10	18	—
	計	55	22	30	3
3/26~5/18	スパゲティタグ	10	0	9	1
	リボンタグ	2	0	1	1
	タグ痕跡	18	2	16	0
	計	30	2	26	2
12/4~5/18	スパゲティタグ	30	8	9	—
	リボンタグ	25	4	1	5
	タグ痕跡		12	16	—
	計	55	24	26	5

表 13 タグを装着したサツキマス平均体重

	12月4日		3月26日		5月18日	
	平均体重(g)	測定尾数	平均体重(g)	尾数	平均体重(g)	尾数
スパゲティタグ	59.1	30	231.0	10	273.0	9
リボンタグ	59.1	25	129.5	2	97.0	1
脂鰭カット	59.1	78	266.6	245	337.0	169

4) サツキマス試食アンケート調査

試験終了後、淡水飼育したサツキマスの試食アンケート調査を県職員及び飲食店関係者（客を含む）を対象に実施した。アンケートの内容は別紙に示した。

アンケート調査の結果は表14に示した。

表14 サツキマス試食アンケート結果

		実数	%	
配布先別	水産局	20	19.4	
	水試	43	41.7	
	内水面漁師- 飲食店	23	22.3	
		17	16.5	
性別	男	51	49.5	
	女	52	50.5	
年齢	10才	1	1.0	
	20才	15	14.8	
	30才	27	26.2	
	40才	34	33.0	
	50才	17	16.5	
	60才以上	9	8.7	
料理方法	刺身	22	21.4	
	塩焼	53	51.5	
	バター焼	30	29.1	
	煮物	1	1.0	
	揚げ物	6	5.8	
	干物	0	0.0	
	その他	6	5.8	
	とじ(2)、フリ(1)、あらい(1)			
	甘酢あんかけ(1)、煎す(1)			
	肉質	色合い	良い	59
普通			37	35.9
悪い			6	5.8
その他			0	0.0
無答			1	1.0
柔らかさ	柔らかさ	柔らかい	55	53.4
		普通	44	42.7
		硬い	4	3.9
		その他	0	0.0
		無答	0	0.0
臭味	臭味	あるが気にならなかつた。	38	38.9
		気になった。	37	35.9
		臭味はなかつた。	27	26.2
		無答	1	1.0
脂のり	脂のり	脂多い	7	6.8
		普通	64	62.1
		脂少ない	30	29.1
		その他	0	0.0
		無答	2	1.9
食味	食味	うまい	31	30.1
		普通	53	51.5
		まずい	14	13.6
		その他	5	4.9
		無答	0	0.0
その他	もう一度食べたいか?	はい	61	59.2
		いいえ	37	35.9
		無答	5	4.9
店頭価格?	(円/kg)	500円以下	16	15.5
		500~1000円	47	45.8
		1000~1500円	10	9.7
		1500~2000円	0	0.0
		2000以上	0	0.0
		無答	30	29.1

4 謝 辞

海面での養殖試験を実施するに当たり、快くご協力して頂いた水産試験場長石田善久氏に深く感謝致します。

飼育を引き受けて頂きました増殖科野村和行科長、実質的に飼育を担当された杉本昌彦主任研究員及び増殖科諸兄に深く感謝致します。

海水馴致のための陸上水槽の使用を許可して頂いた栽培漁業センターの三福郁夫所長に感謝致します。

Ⅲ 参 考 文 献

本荘鉄夫監修（1986）：水産増殖叢書34降海性アマゴの増殖・水産資源保護協会

平成3年、四万十川におけるアユの産卵及び仔魚の流下状況について

森山 貴光・佐伯 昭

(はじめに)

平成2年度から開始された鮎トピア事業のうち、産卵促進事業については簡易な産卵用人工河川(人工産卵床)を四万十川に造成し、養成親魚の産卵による流下仔魚数の増加を計画した。しかしながら、同河川では水位変動が大きく、その管理、保全が困難なことから造成を断念し、養成アユの放流を行った。同河川ではアユの産卵、再生産保護のため10月16日から11月20日までの間、禁漁期間が設定されており、この期間中に親魚放流を行えば、放流魚は漁獲されることなく、天然魚とともに産卵、再生産を行うことが平成2年の調査結果から明かとなったため、平成3年も引き続き養成親魚の放流を行った。

1 目 的

四万十川におけるアユの産卵並びに仔アユの流下状況について調査を行いアユ資源の変動について検討するとともに、鮎トピア事業によって放流した養成親魚の挙動を把握する。

2 調 査 方 法

1) 流下仔魚調査

流下仔魚数の調査はアユの主な産卵場である中村市「小畑の瀬」下流を対象水域として実施した(図-1)。流下仔魚の採捕にあたっては、川幅、水深、流速等を考慮して河川断面を5ブロック(図-2)に分け、ブロック毎に仔魚ネットを一定時間セットし、これに入網した流下仔魚を計数した。

なお、調査時間、使用したネットの規格等は平成2年のそれと同様であり、調査回数は定期調査(18:00~22:00)8回、連続調査2回の計10回である。また、調査によって得られた流下仔魚数からの、日流下数等の算出方法も平成2年に準じた。

2) 親魚調査

鮎トピア事業において行った養成親魚約30,000尾(全数脂鰭カット)の放流(10月15~16日)以後、11月21日の「落ち鮎漁」解禁日までの約1ヶ月間、「小畑の瀬」を中心とする主要産卵場において“横ガケ”(通称:シャビキ)による特別採捕を定期的実施した。また、標識魚を含めた親魚の挙動について目視及び聞き取り調査を行い、「落ち鮎漁」解禁日には幡多地方卸売市場における市場調査及び遊漁者のビク調査を行った。

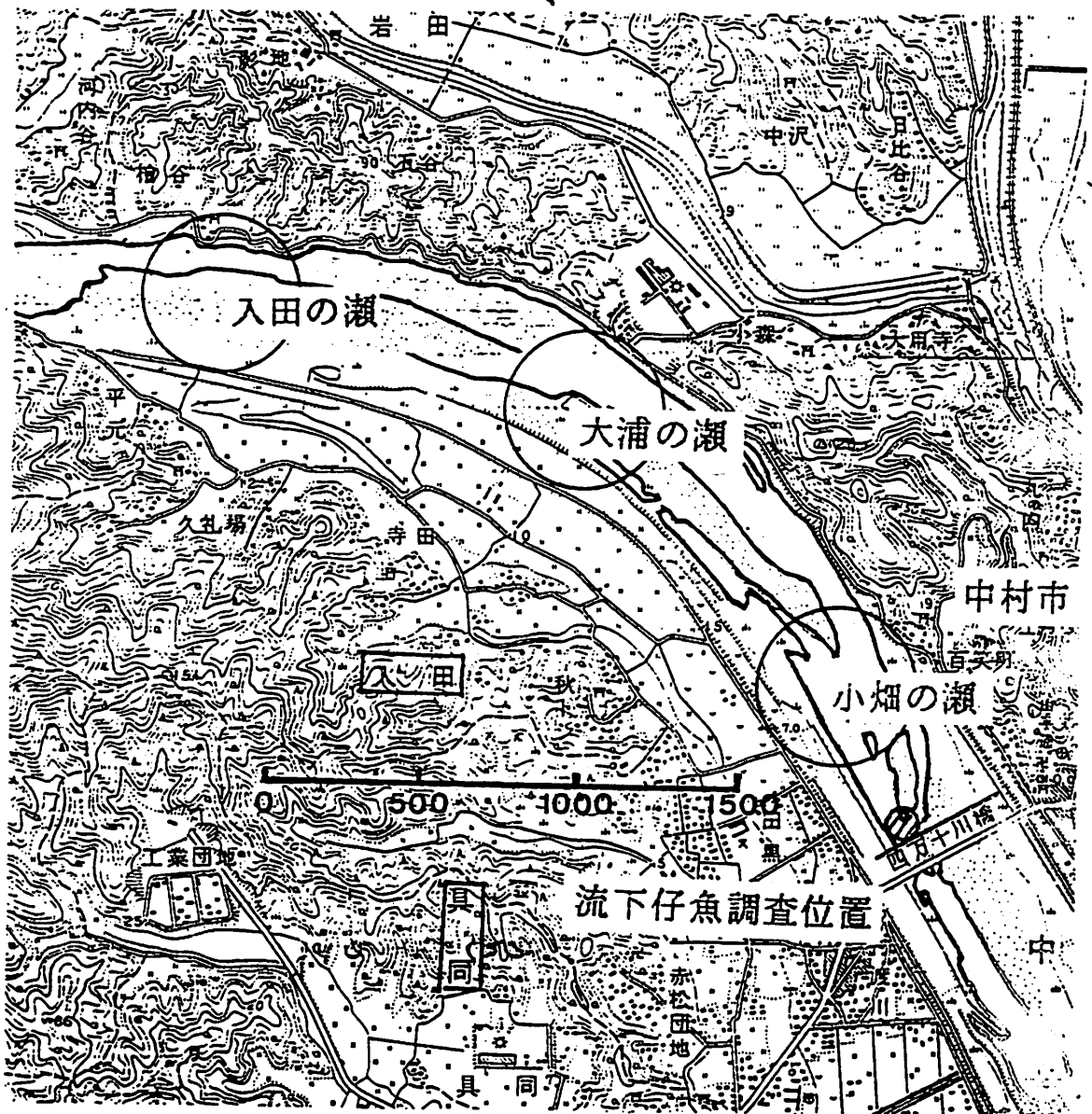
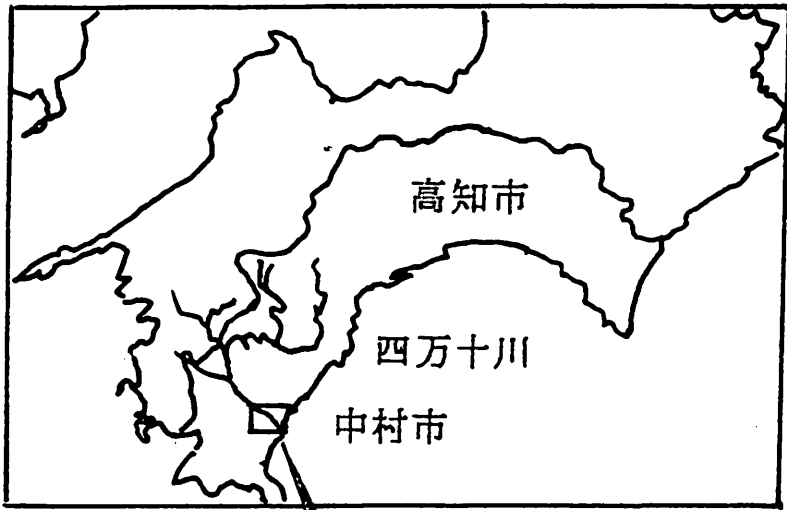
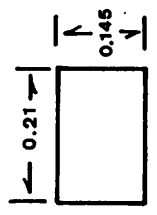
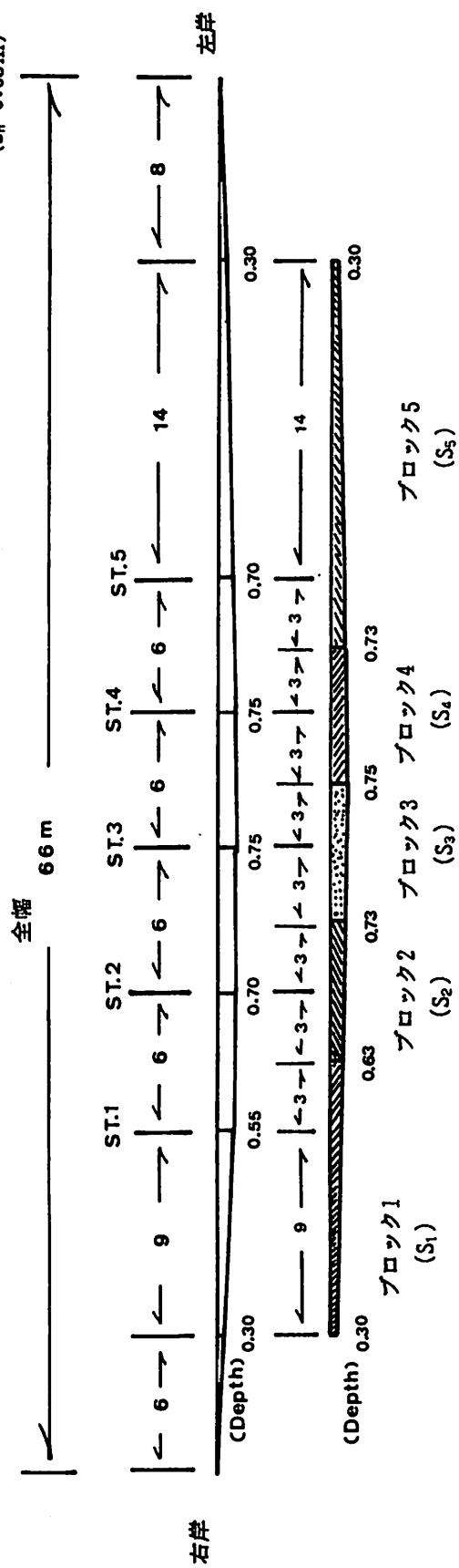


図-1 調査位置

ネット口部(1/10)



ネット面積
($S_n=0.03 \text{ m}^2$)



断面積計算

- ・ST.3における水深を X_m (図は91.11.6 15:00の値)として次式により算出した。
- ・水深30cm以下の水域での流下は無視した。

$$S_1 = \frac{((X-0.45)+(X-0.20)) \times 9}{2} + \frac{(X-0.20)+(X-0.12)}{2} \times 3$$

$$S_2 = \frac{((X-0.12)+(X-0.05)) \times 3}{2} + \frac{(X-0.05)+(X-0.02)}{2} \times 3$$

$$S_3 = \frac{((X-0.02)+X) \times 3}{2} + (X \times 3)$$

$$S_4 = (X \times 3) + \frac{(X+(X-0.02))}{2}$$

$$S_5 = \frac{((X-0.02)+(X-0.05)) \times 3}{2} + \frac{((X-0.05)+(X-0.45)) \times 14}{2}$$

$$S_{\text{total}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$$

図-2 調査位置並びにブロック概要 (単位: m)

3 結果及び考察

1) 流下仔魚調査

① 総流下数

10月22日～12月24日の間、24時間連続調査2回を含め計10回の調査を実施した。結果の概要は表—1に示すとおりで、調査期間中の仔アユの総流下数は約63.8億尾と推定された。

表—1 1991年度 四万十川流下仔魚調査結果

回次	調査日	調査時間	水温 (℃)	河川断面積 (㎡)	流下仔魚 採捕尾数 (尾)	推定流下 尾数 (万尾/日)	流下状況の概略
1	10.22	18:00 ～22:00	18.1 ～19.2	39.57	1,218	4,808	前年同期の約50倍の 高水準
2	10.29	18:00 ～22:00	18.5 ～19.0	27.82	2,444	7,576	流下量増加、前年 同期の2倍程度
3	11.6 ～7	6/16:00 ～7/12:00	15.8 ～16.7	25.47 ～44.27	3,259	9,572	減少認められず
4	11.12	18:00 ～22:00	13.9 ～14.6	25.47	10,642	20,971	増加は顕著で流下の ピークと考えられる が値は前年の57%
5	11.19 ～20	19/17:00 ～20/10:00	13.7 ～14.6	25.47 ～34.87	7,513	17,231	ピークは過ぎたが 高水準
6	11.26	18:00 ～22:00	14.0 ～14.4	20.77 ～30.17	9,314	18,763	〃
7	12.2	18:00 ～22:00	14.2 ～15.3	20.77 ～23.12	6,038	12,198	減少傾向認められる が依然高水準
8	12.11	18:00 ～22:00	11.8 ～12.9	27.82	1,400	2,089	大幅に減少
9	12.17	18:00 ～20:00	11.9 ～12.0	27.82 ～30.17	1,099	1,667	〃
10	12.24	18:00 ～20:00	13.1 ～13.4	41.92 ～44.27	5	185	流下ほぼ終了

* 第3次及び5次調査は連続調査

この値は1987年以降の調査のうち最も高い値を示した昨年の値（65.1億尾）にはほぼ等しい高水準の値である。

しかしながら、その流下パターンは従来のそれと大いに異なり、調査開始時の10月22日には既に約5,000尾/日と前年同期の50倍程度の高い値が観測されたが、その後は目立った増減を示すことなく1～2億尾/日の高水準の値が12月初旬まで続いた。このため、期間中の1日当たり最多流下数（ピーク）は、時期的には前年と同じ11月中旬に認められたが、その値は約2.1億尾/日で前年の約57%程度に止どまった（図—3）。

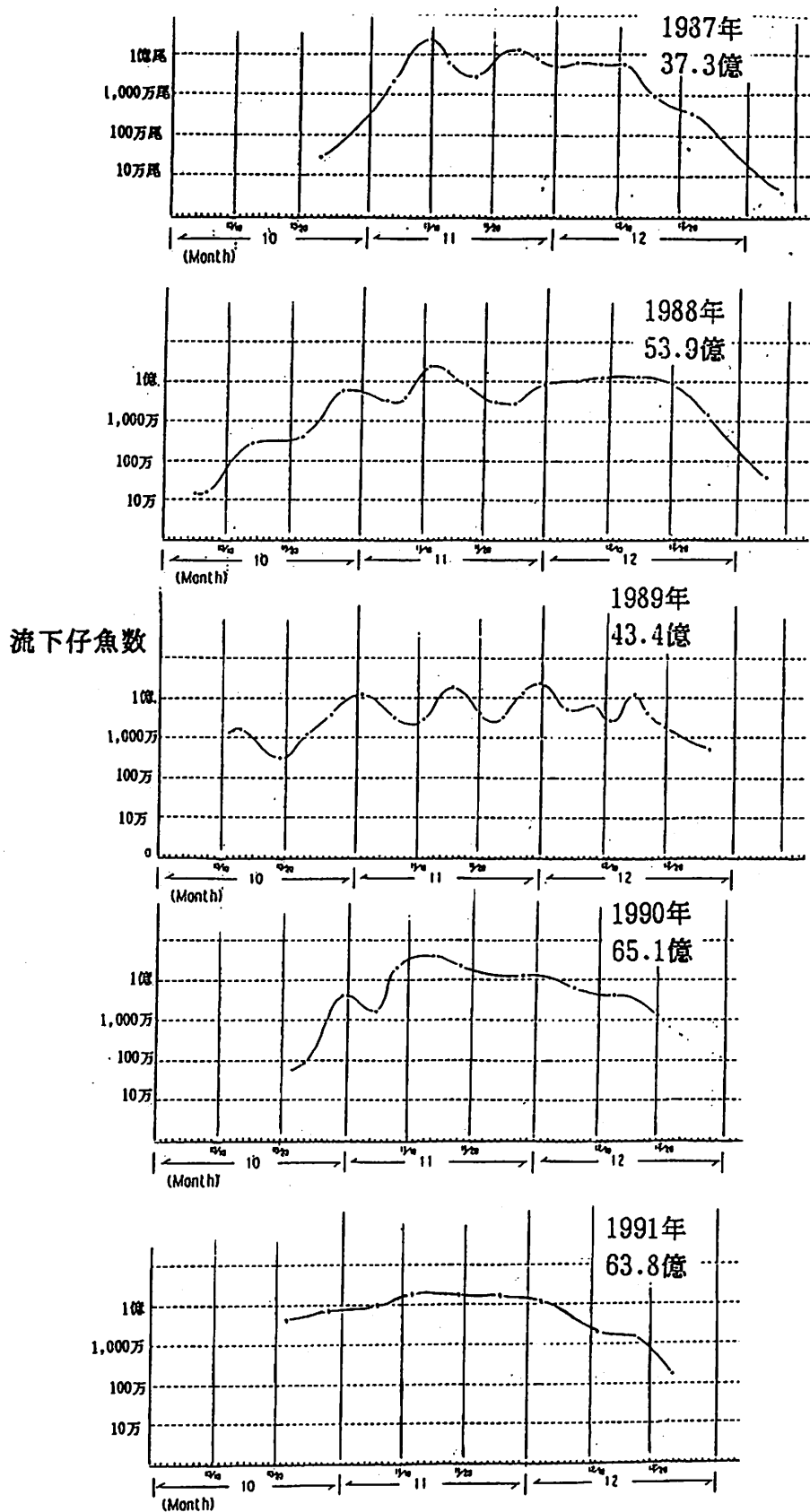
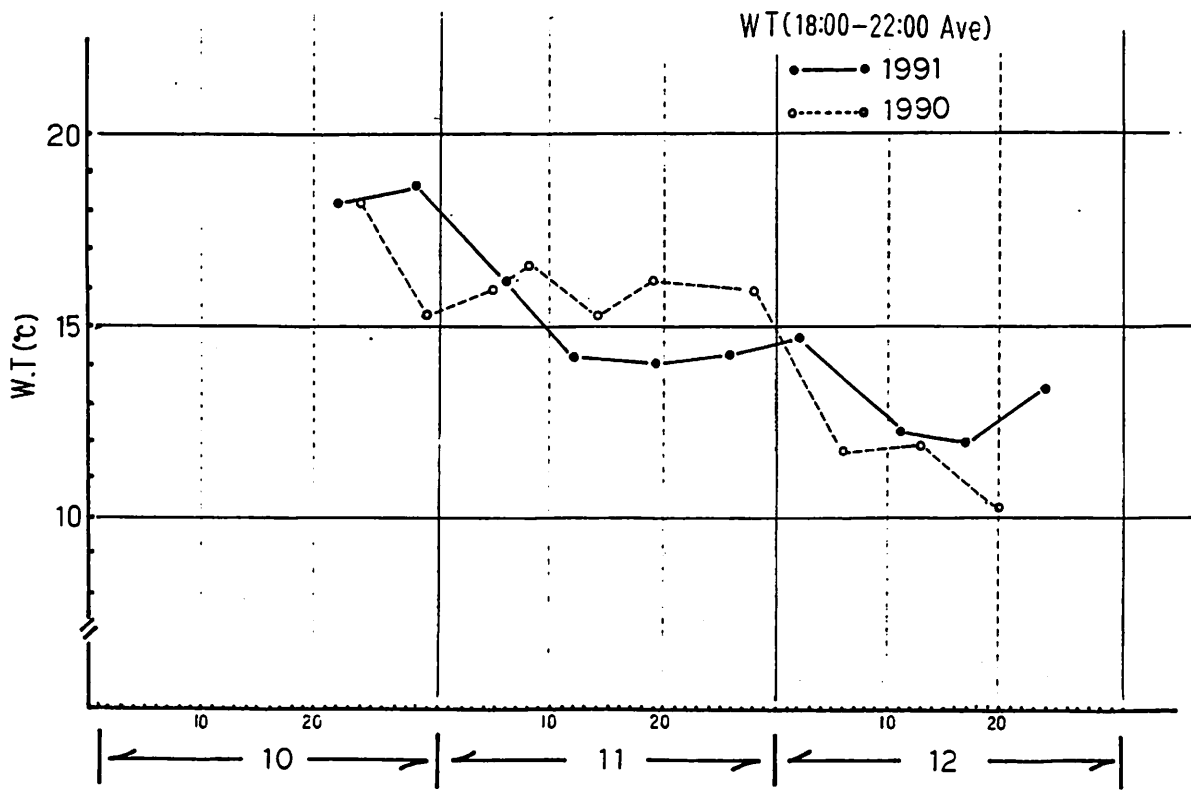


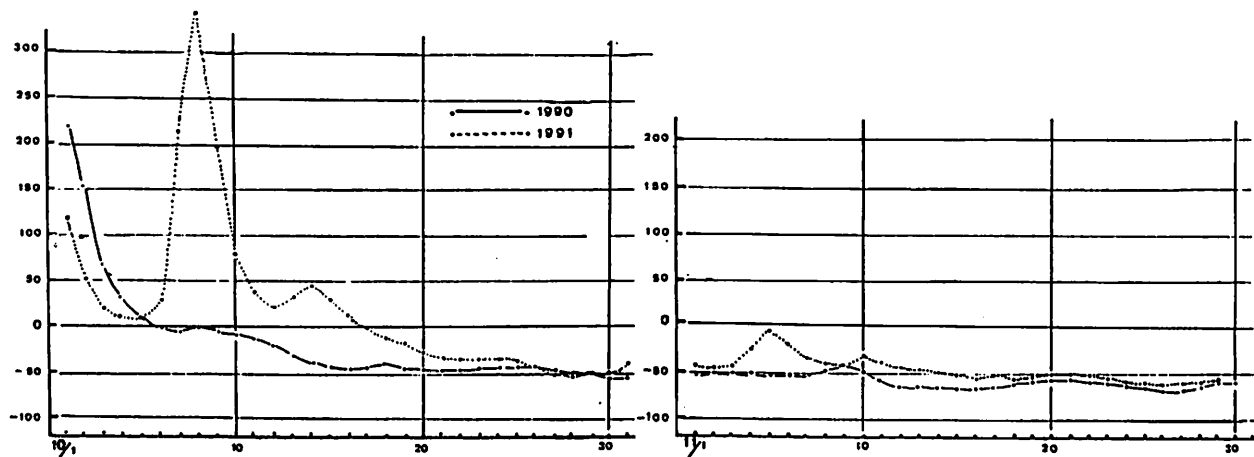
図-3 各年における仔アユの流下状況 (四万十川：1987—91)

これ等の調査期間中の水温（18：00～22：00平均）について見ると、調査開始当初の10月下旬には18℃台で推移していたが、以後急激に低下し、流下盛期と考えられる11月中～下旬には14℃台と昨年と比べ1～2℃低めに推移していた（図－4）。また、産卵場における水位は10月中～下旬の降雨量の減少のため低めに推移し、11月には-50cmを下回る渇水に近い状態が続いた（図－5）

87年以降の調査結果に比べ起伏に乏しい本年の仔アユの流下パターンの出現には、これ等の環境要因と後述する多数の小型親魚の分布が大きく影響しているものと考えられる。



図－4 流下仔魚調査時の水温（18：00～22：00平均）



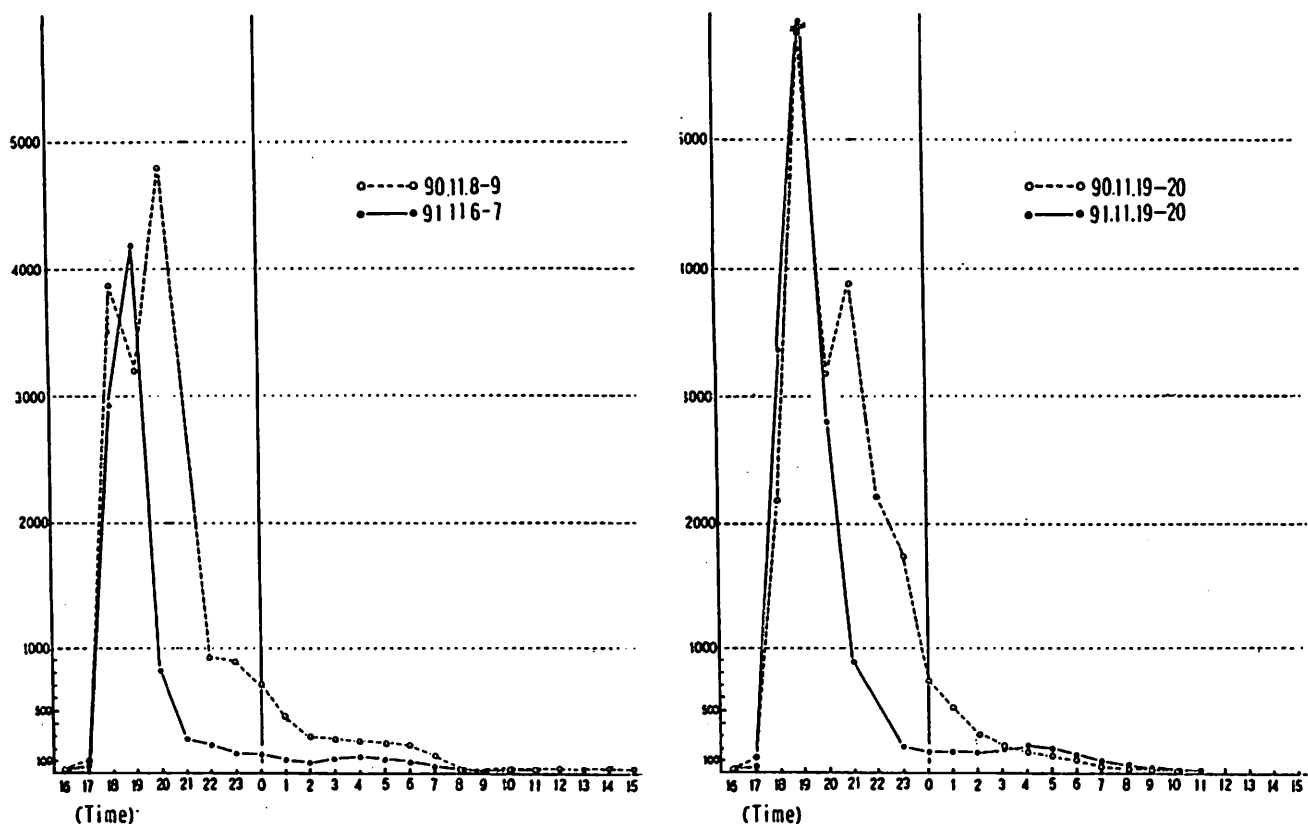
図－5 中村市具同における水位変動（単位：cm）

資料：建設省中村工事事務所

② 時間別流下数

11月6～7日及び19～20日に実施した連続調査によって得られた、時間別流下数の推移については、ほぼ同時期に実施した90年調査の値と比較すると、同年には流下のピーク時間帯と考えられる18：00～19：00のほかに、20：00～21：00にも増加の傾向が認められたのに対し、本年のそれは、何れも19：00にピークを持つ単峰型を呈していた（図一6）。

このような相違については、90年のそれは主産卵場である「小畑の瀬」より上流約2.5 kmに位置する「入田の瀬」における濃密な親魚の分布と広範な産着卵の分布から、同水域における産卵量の増加の結果と推察したが、本年の同水域における親魚の分布は特に濃密とは言えず、産着卵も左岸の一部に認められたのみであった。一方、同水域の下流に位置する「大浦の瀬」とこれに続く「小畑の瀬」においては、小型親魚の濃密な分布と産卵を終えた斃死魚の例年にない多量の集積が認められており、これ等の水域における集中的な産卵が本年の単峰型の時間別流下状況を生ぜしめたものと考えられる。



図一6 連続調査時における仔アユの時間別流下状況

2) 親魚調査

四万十川におけるアユ資源の増強をはかるため、昨年に引き続き約30,000尾の養成魚を10月15～16日に「小畑の瀬」地先に放流した。

放流魚は中村市にある県内水面漁連西部センターにおいて全数、脂鱒カット及び長日処理（6月20日～8月10日）を施し養成した海産魚で、放流時の魚体は表一2のとおりであった。

表一 2 放流用親魚 魚体測定結果 (91. 10. 15)

測定尾数	体長(FL:cm)	体重(g)	生殖腺指数
♂ 32	18.8±1.3	88.8±13.8	11.1±3.1
♀ 28	19.1±1.0	80.2±21.1	17.0±5.9

① 放流魚の再捕状況

これ等の放流魚の分布及び天然親魚の状況把握を目的としてアユ採捕禁止期間中、計4回の特別採捕(シャビキ)による調査を実施した。

このうち、放流魚の再捕状況について見ると、放流時に大半が「小畑の瀬」を越えて上流域に向かったためか、放流1週間後の10月29日には小畑水域には認められず、2週間後の11月7日ようやく♂2尾が、また、約1km上流の「大浦の瀬」で♂4尾が採捕された。これ等の放流魚は何れもGSIが7~10程度の未放精の状態であったが体色はかなり黒化していた。

その後、11月12日には第3次特別採捕を実施したが放流魚は認められず「落ち鮎漁」解禁前の11月19日に行った第4次特別採捕で「入田の瀬」において♂、♀各1尾が採捕された(表一3)。このうち♂はGSIが10.1と未放精の状況であったが、♀のそれは13.0と少なく経産魚の可能性があった。

表一 3 特別採捕(横ガケ)による標識魚の再捕状況

回次	日時	場所	採捕尾数			うち標識魚		
			♂	♀	計	♂	♀	計
1	10.29	小畑	37	10	47	0(0)	0(0)	0(0)
2	11.7	小畑	58	8	66	2(3.4)	0(0)	2(3.0)
		大浦	45	5	50	4(8.9)	0(0)	4(8.0)
3	11.12	小畑	40	11	51	0(0)	0(0)	0(0)
		大浦	8	7	15	0(0)	0(0)	0(0)
4	11.19	小畑	15	18	33	0(0)	0(0)	0(0)
		入田	68	15	83	1(1.5)	1(6.7)	2(2.4)

()は%

放流魚の追跡調査については、この他、「落ち鮎漁」解禁時の市場調査及び遊漁者のビク調査を実施したが、漁獲物中の混獲は少なく採捕禁止期間中に大半が産卵を終えたものと考えられた。

なお、第4次調査時には、「入田の瀬」の岸辺あるいは流速の緩い湾入部に集積した産卵後の斃死魚の中かなりの割合で放流魚が認められ、同水域における放流魚の集中的な産卵が推察された。

② 産卵親魚の魚体

これ等の特別採捕によって漁獲された親魚の魚体測定結果について見ると、天然親魚の魚体の小型化が明瞭に認められ、「落ち鮎漁」解禁直前の11月19日に採捕された魚体は、10月29日のそれに比べ体長(FL)で1~2cm、体重で20~25g程度小型化していた(表一4)。

さらに、1987年以降の同時期における採捕魚の体長組成を比較すると、全体的に小型化の傾向にあるものの、本年の小型化は特に顕著であった(図一7)。

表一4 特別採捕魚の魚体推移 (91. 10. 19 ~ 11. 19)

回次	日時	場所	天然魚		標識魚		
			体長(cm)	体重(g)	体長(cm)	体重(g)	
1	10.29	小畑	♂	16.2	47.1	—	—
			♀	15.5	49.9	—	—
2	11.7	小畑	♂	14.2	30.8	19.0	64.0
			♀	15.1	34.2	—	—
		大浦	♂	13.4	26.9	18.7	67.3
			♀	12.1	29.5	—	—
3	11.12	小畑	♂	14.4	28.9	—	—
			♀	13.1	21.7	—	—
		大浦	♂	13.8	26.2	—	—
			♀	15.3	32.1	—	—
4	11.19	小畑	♂	13.4	24.1	—	—
			♀	13.8	25.5	—	—
		入田	♂	13.8	25.5	20.7	85.1
			♀	14.4	28.1	20.3	82.3

体長は尾又長(FL:cm)

親魚のこのような小型化は例年に比べて豊富であった遡上量に対し、7月上旬～8月中旬の降水量の極端な減少と高気温(図一8、9)によってもたらされた、渇水並びに高水温の影響によるものと考えられるが、大型魚の分布を含めた一層の検討が必要である。

② 親 魚 数

放流魚の再捕が断片的であったため、本年の産卵親魚数の推定は直ちには困難であるが、上記の天然親魚の小型化の一方、期間中の総流下仔魚数は87年以降最多となった90年の値とほぼ同レベルの高水準であったことを考えると、親魚数は例年に比べ非常に多かったものと推定される。

ちなみに、岡村他(1977)によって行われた四万十川におけるアユの卵単卵の計数結果から得られる体長と有効卵数との関係式を用い、本年11月19日及び90年同日の親魚の有効卵数を比較すると、前者で6.1万粒、後方で2.4万粒となる。両年の総流下数がほぼ同レベルと見なせば、本年の親魚数は昨年のその(6.1 / 2.4) = 2.5倍と試算され、産卵水域に認められた例年にないおびただしい斃死親魚の集積が理解される(図一10)。

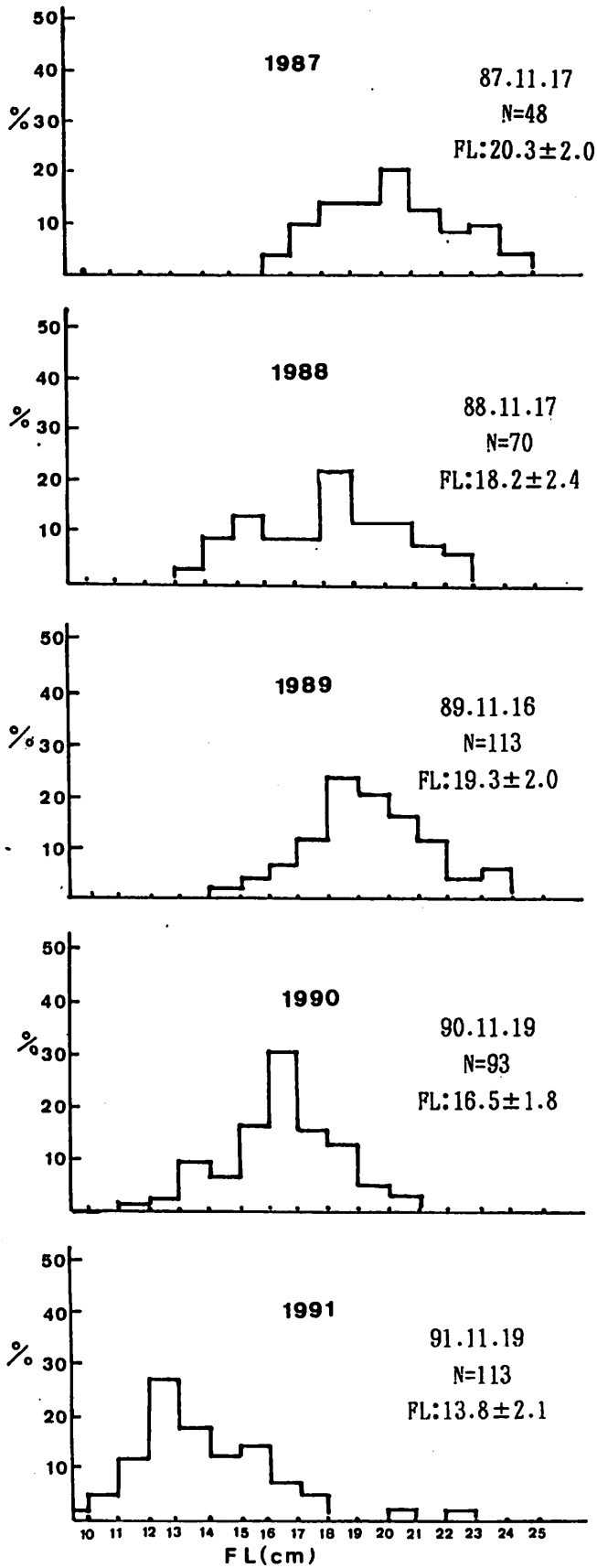


図-7 産卵親魚の年次別魚体組成
(FL: 1987-91)

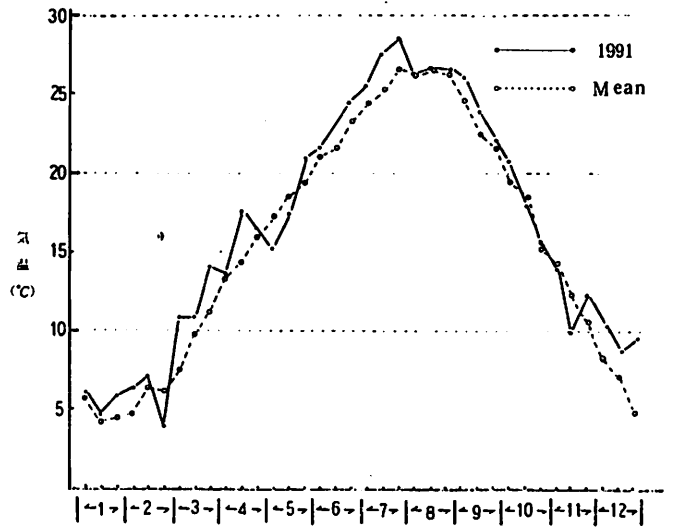


図-8 中村市における気温(旬別)推移

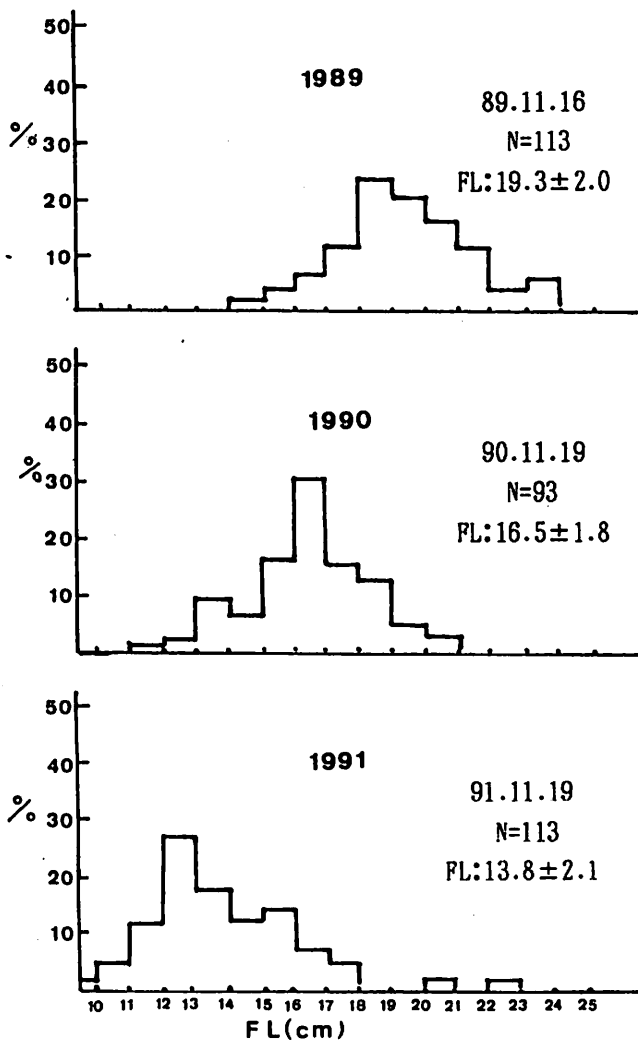


図-9 中村市における降雨量(旬計)推移

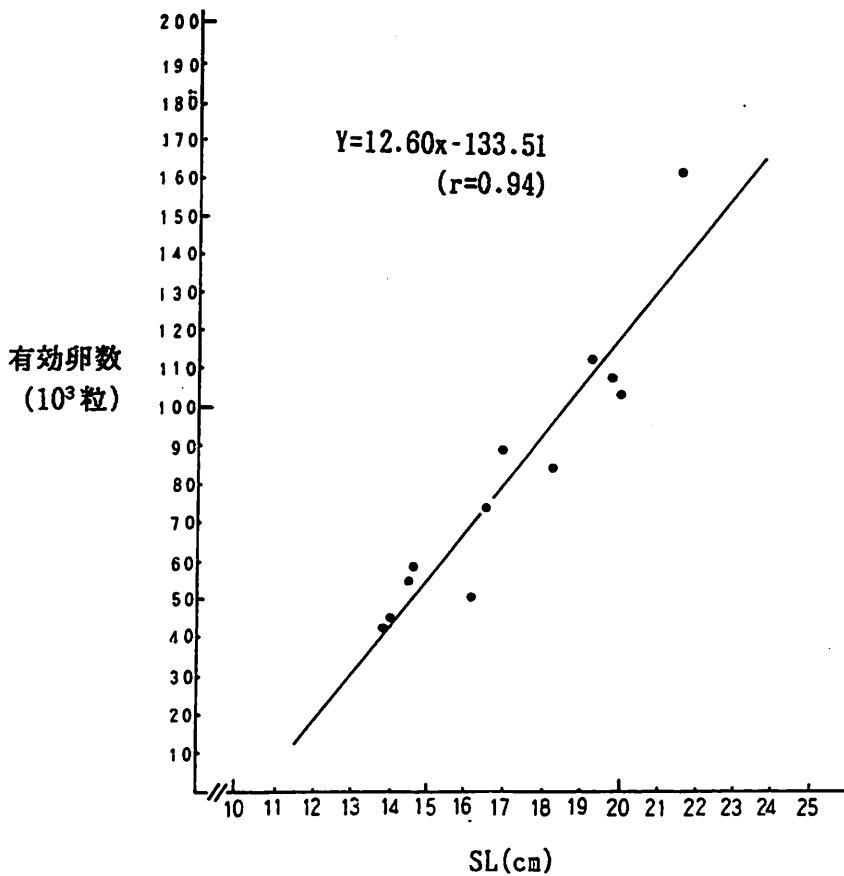


図-10 四万十川産アユの体長と有効卵数（岡村ほか：1977）

* 有効卵数：卵巣卵のうち初回産卵で放卵される
大型卵に中型卵を加えた卵数

要 約

1. 四万十川に放流した養成アユ及び天然アユの産卵、仔魚の流下状況を把握するため、下流の産卵水域における流下仔魚調査と親魚調査を行った。
2. 流下仔魚調査は1990年に引き続き、天然産卵場である「小畑の瀬」の下流において定期調査8回、連続調査2回の計10回実施した。
3. 調査の結果から1991年の四万十川における仔アユの総流下数は約63.8億尾と1990年とほぼ同レベルの高水準な値と推定された。
4. しかしながら、仔アユの流下のパターンは目立った増減の認められない単調なもので、1日当たり最多流下数も2.1億尾と前年の57%にとどまった。また、時間別の流下状況は前年と異なり19:00にピークを持つ単峰型を呈していた。
5. 放流親魚の追跡調査の結果から、放流魚は放流水域から上流の天然産卵場において集中的に産卵を行ったものと推定された。
6. 漁獲調査の結果、天然親魚の魚体の小型化が認められ、その原因を夏期の環境悪化によるものと推定した。

7. 観測された高水準の流下仔魚数と天然親魚の小型化から、1991年の四万十川における親魚数は前年の2.5倍程度の多数であったものと推察された。

謝 辞

親魚の放流作業及び調査の実施にあたって、様々な便宜を頂いた四万十川漁業協同組合連合会、竹内会長ほか役員各位並びに四万十川中央漁業協同組合組合員の皆様方に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 山村金之他（1969）養殖アユの産卵親魚としての放流効果：滋賀水試研究（23）
- 2) 岡村収他（1977）四万十川水系の生物と環境に関する総合調査：高知県
- 3) 十川重喜（1980）アユ産卵場造成について：徳島水試事報（昭和40—53追補）
- 4) 広田他（1987）アユ資源動向調査報告書(1)：高知県内水面漁業センター
- 5) 谷口順彦他（1989）土佐のアユ：高知県内水面漁業協同組合連合会
- 6) 全国湖沼河川養殖研究会アユ放流部会：アユの放流研究（昭和60—62年）
- 7) 高知県内水面漁連：（1989）四万十川鮎資源動向調査報告書

人工産卵床造成によるアユ資源増強試験

森山 貴光・佐伯 昭

(はじめに)

近年、河川の環境悪化はますます進み、生息する生物に大きな影響を与えつつあり、本県においても最重要魚種であるアユの産卵環境の悪化による再生産量の減少が認められ、その対策が急がれている。アユの再生産増強のための最も積極的な方策としては、琵琶湖における産卵用人工河川造成が知られているが、その規模、経費等、河川漁業者への導入は難しい。このため簡便かつ安価なアユの再生産手法として、天然河床を利用した人工産卵床の造成に取り組んできたが、対象河川の流況等により未だ十分な知見が得られていない。これ等の状況を踏まえ、平成3年度は比較的規模が小さく流況の安定した物部川を対象として、再び人工産卵床造成試験を実施した。

なお、本報告の内容は水産庁委託事業「平成3年度魚類再生産技術開発調査」の調査結果として別途報告した。

1 目 的

アユの産卵の再生産量増加のため人工的に産卵床を造成し、養成親魚の放流による集約的な産卵、仔アユの流下を図る。

2 対象河川の概要

物部川は徳島県との県境に近い、県東部の物部村に源を発し、県中部の南国市付近で土佐湾に流下する河川で、その流程は68.1 km、源流の標高は、200 m、河川勾配は17.6、平水時の水面積3,402 km^2 の一級河川である。同河川には上流より、永瀬、吉野、杉田の3つの大、中型ダムがあり杉田ダム下流(河口より約15 km)まではアユの天然遡上が認められる。しかしながら、近年、水質等の環境悪化に伴い遡上量は減少傾向にあり、物部川漁業協同組合では再生産保護のため河床耕耘を主とする産卵場造成を毎年実施している。

3 方 法

物部川下流のアユ産卵場付近(図-1)において、ブルドーザー、バックホウ等の重機を用い河床を掘削整形し天然産卵場とは別の水系を造成し、金網によって天然水系と遮断した後、大石の除去、防鳥ネットの設置等を行い人工産卵床として整備した。この様にして完成した人工産卵床に予め養成した親魚を放流し産卵床内での集約的な産卵を図った。

なお、産卵床における再生産の増加量は産卵床下流並びに天然産卵場における流下仔魚調査の結果から検討することとした。

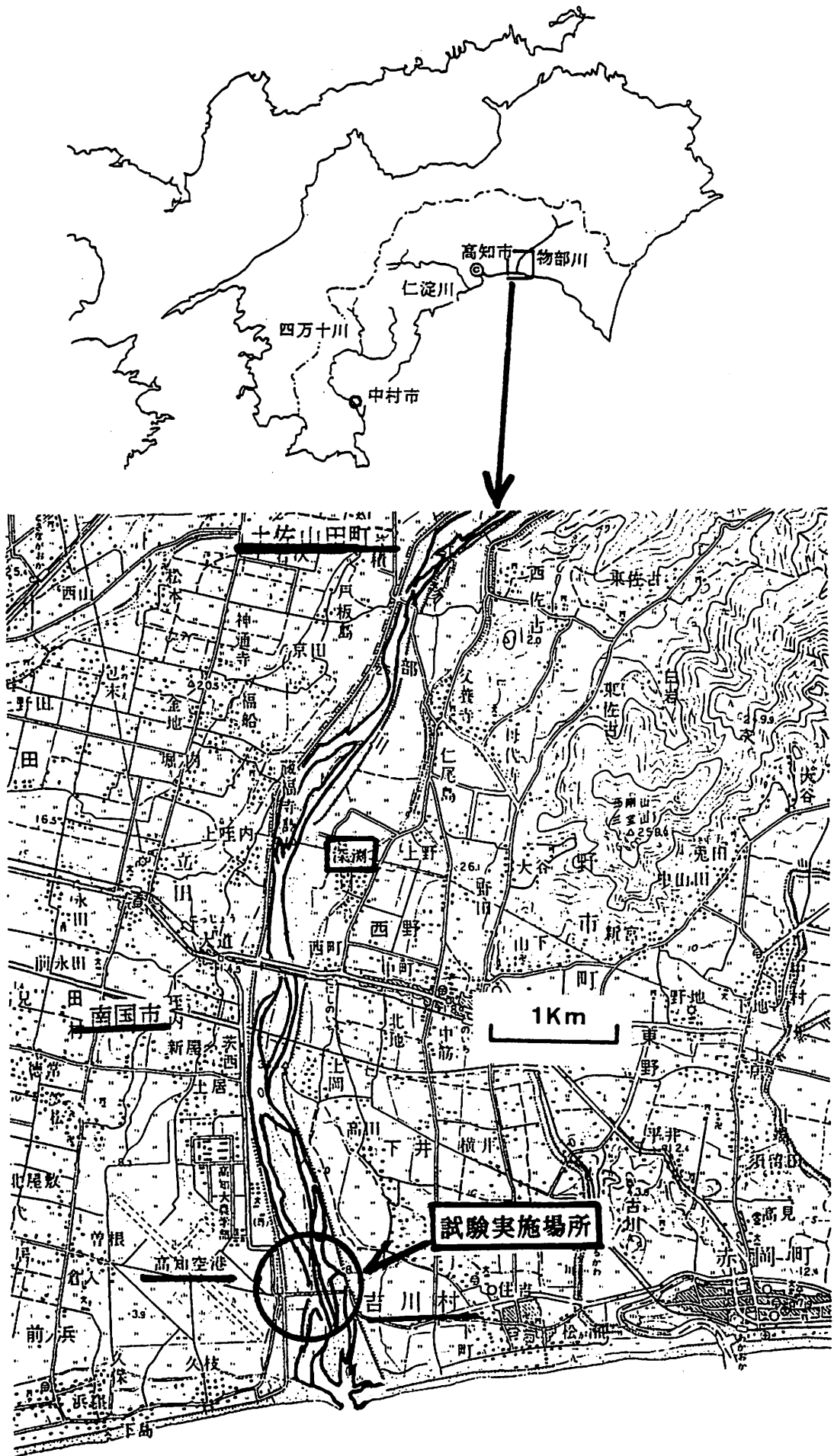


図-1 試験実施場所

4 結 果

1) 人工産卵床造成

人工産卵床は、物部川下流域の通称“汐瀬”の右岸に造成した。同瀬は平時には右岸が流下しているが、アユの産卵期に限り物部川漁協が上流部に簡易えん堤を造成し、上流域で河川水を一時的に湛水、砂礫の多い左岸側に通水し、アユ産卵場として利用している。この為、右岸側は渇水状況となるが、本来の河床にあたるため、河床はえぐられ、かつ河口域に到る勾配も比較的大きい。

産卵期に未利用となるこの水域（図-2）において、10月18～19日の2日間、図-3に示す配置計画に基づき人工産卵床を造成した。

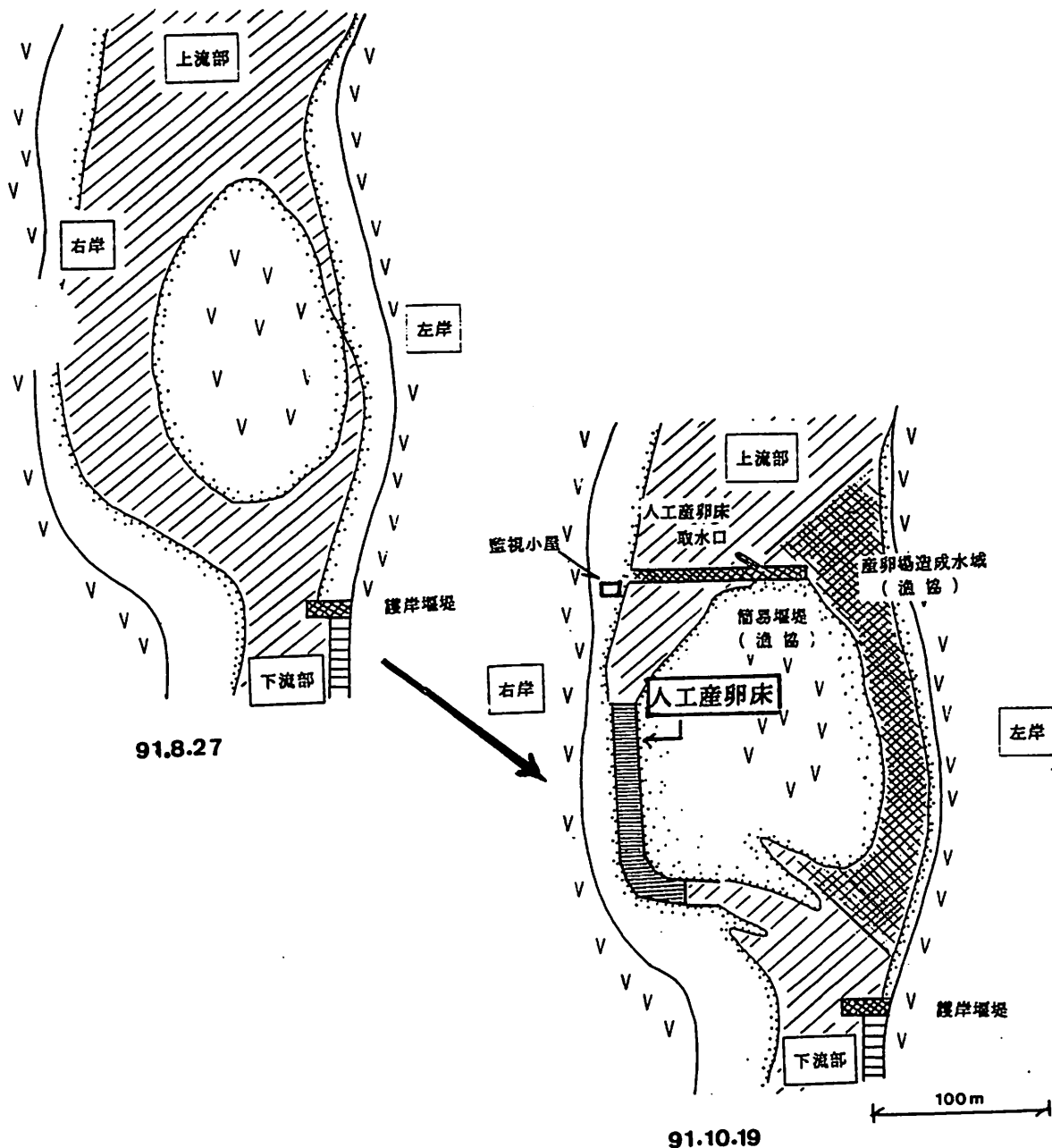


図-2 人工産卵床造成位置

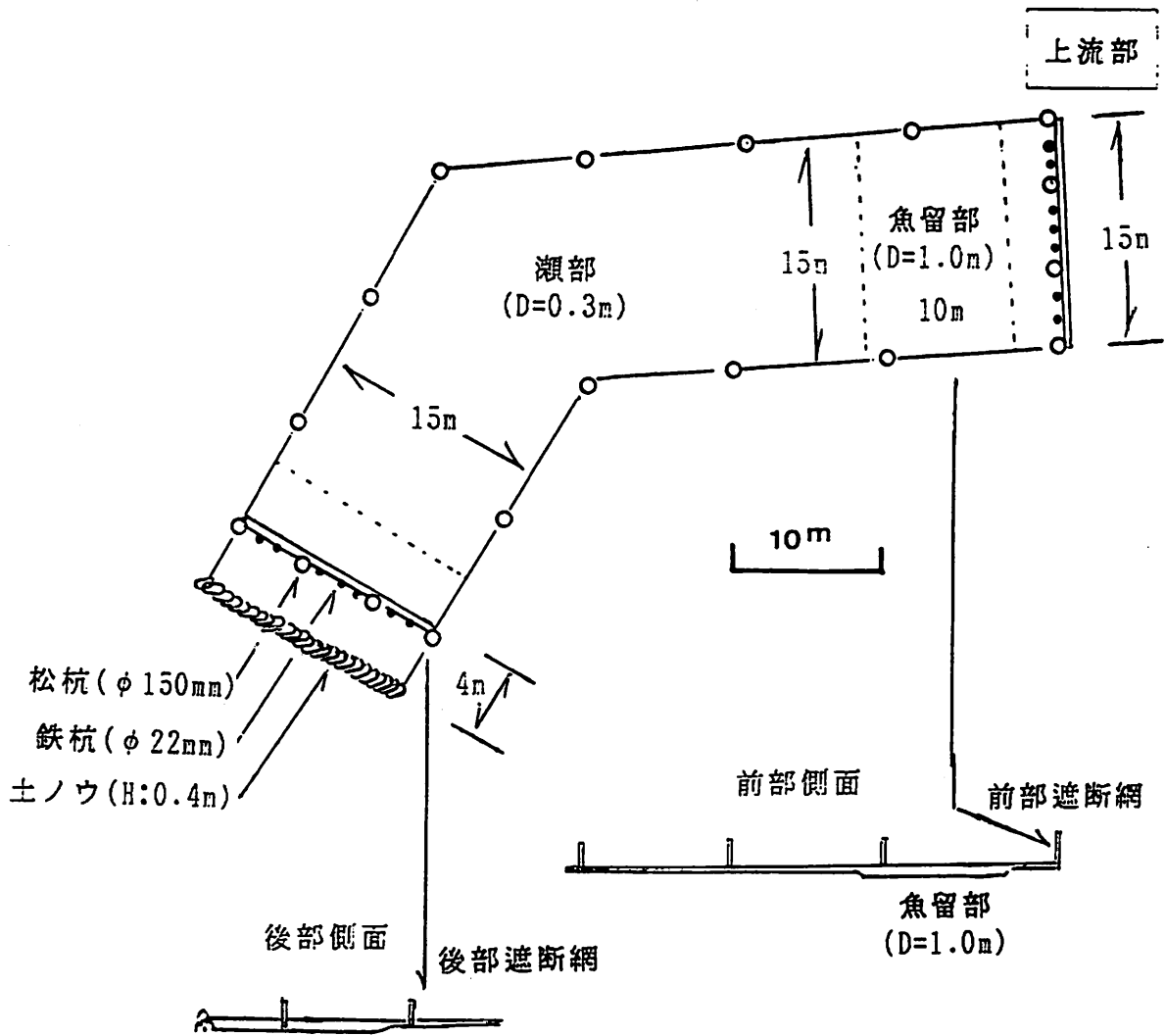


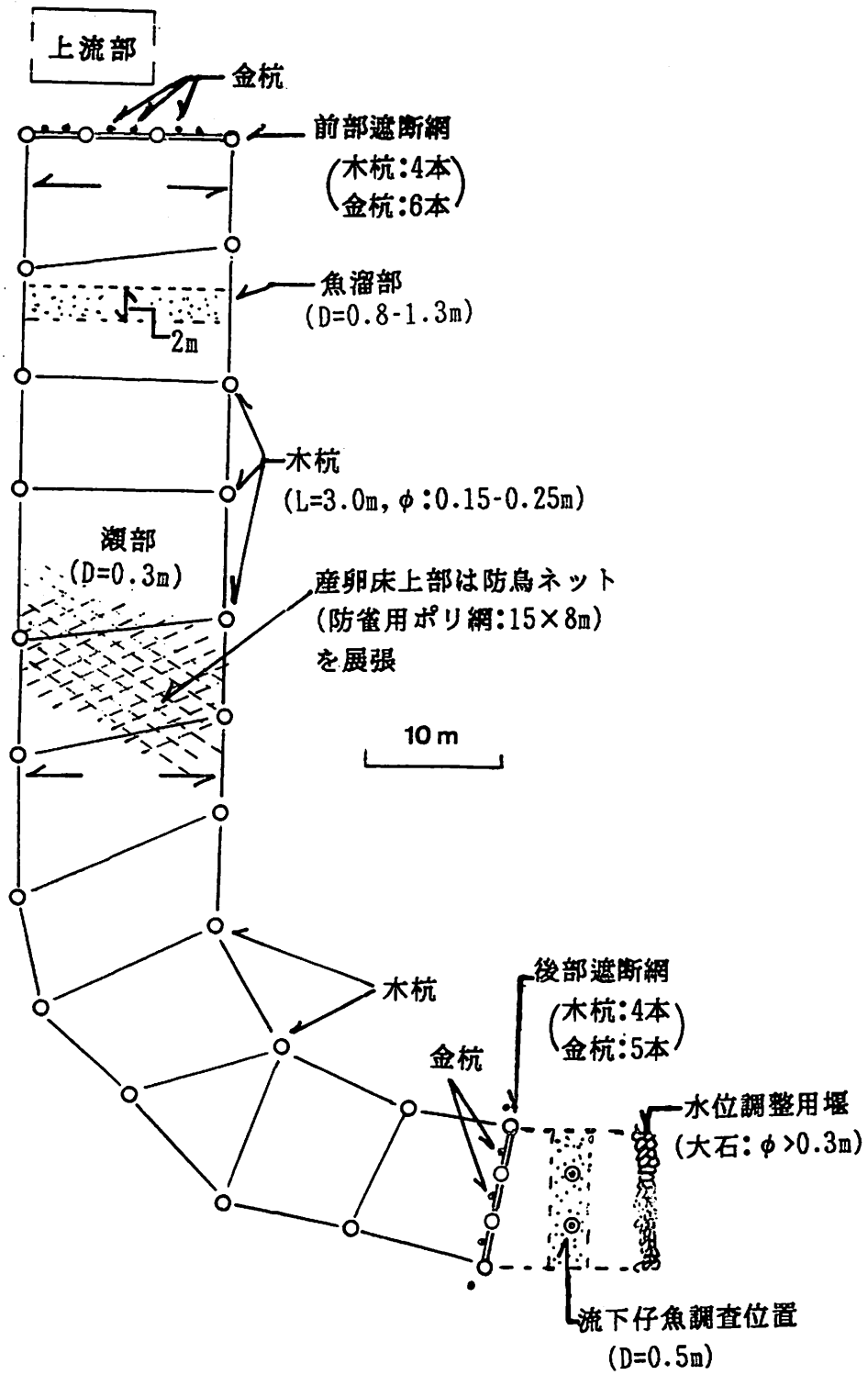
図-3 人工産卵床 計画配置

造成工事は、まず第一段階としてブルドーザー、バックホウ等の重機を用いて掘削、押土等により河床形状を整えた後、前記の簡易えん堤の一部を開削、通水し予定水域の流況を見た。この結果、予定水域における流量不足が懸念されたため、えん堤中央部に径0.5mのヒューム管を埋設し流量確保を図るとともに、流速の低下をさけるため、産卵床前部を計画位置より上流約40mまで延長した。

この様にして主要部を造成した産卵床の両側及び前後部に、先端を尖らせた木杭（L：3.0m φ 0.15～0.25m）をバックホウを用いて押し込み側柱とした。

これ等の工事の完了を待って、第二段階として漁協関係者10名の協力のもとに手作業により、前後部遮断網（鉄杭、金網等）、防鳥ネットほかの整備と産卵床内の大石の除去を行った。さらに側部からの鳥類の進入を防ぐためのビニールテープの展張、前後部水位柱、流下仔魚調査用鉄杭、立看板等の設置を行い人工産卵床を完成させた（図-4）。

この様にして完成した人工産卵床について、前部遮断網上流部から後部遮断網下流部までを0～12のブロックに分け、さらに各ブロック内を右岸（A）、中央（B）、左岸（C）の3部分に分け、水深、流速並びに河床貫入度を調べた（図-5、表-1）。

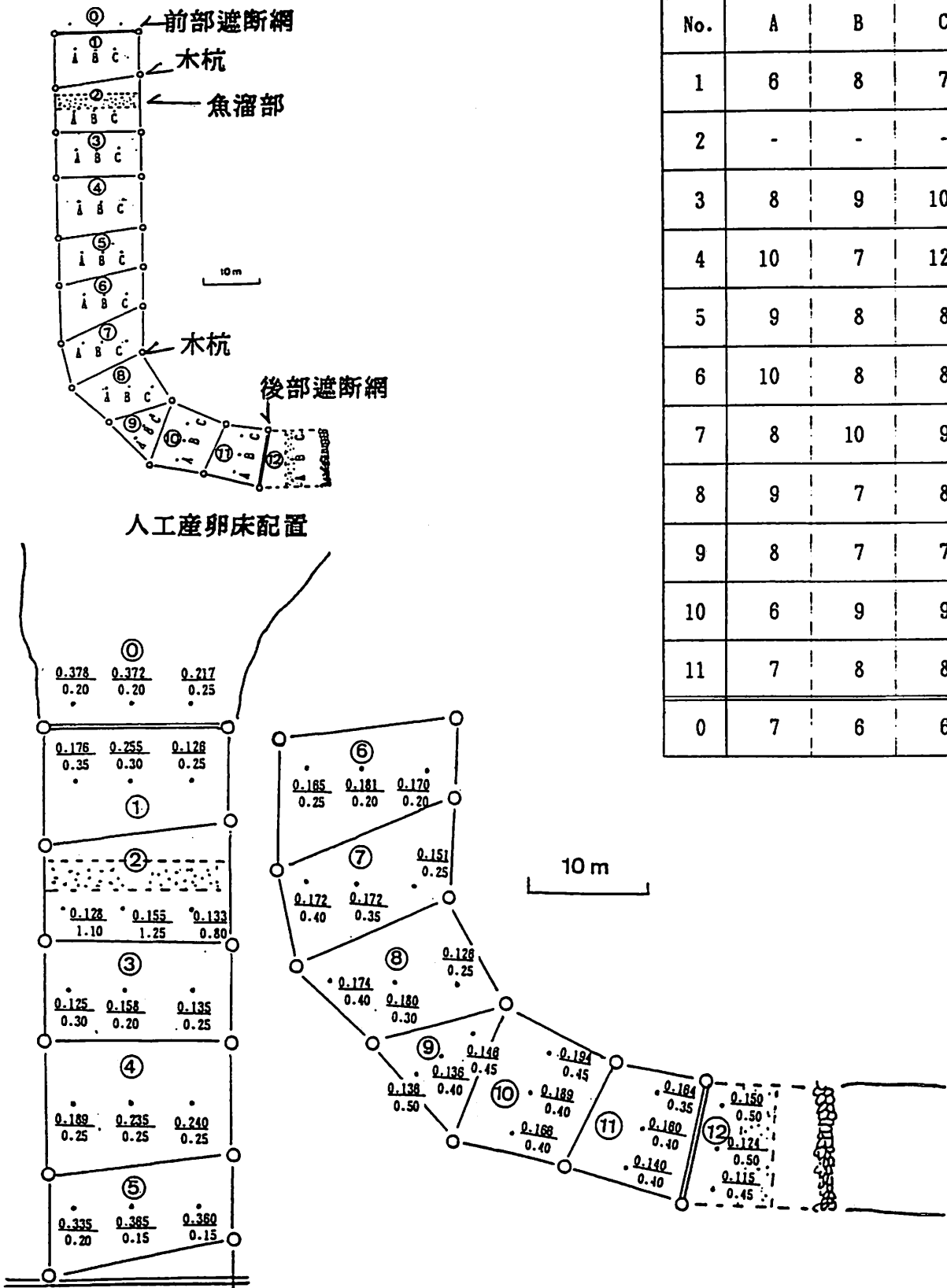


図一 4 人工産卵床配置

(91. 10. 19)

表一 河床貫入度 調査結果
(91. 10. 19 : cm/80kg)

No.	A	B	C
1	6	8	7
2	-	-	-
3	8	9	10
4	10	7	12
5	9	8	8
6	10	8	8
7	8	10	9
8	9	7	8
9	8	7	7
10	6	9	9
11	7	8	8
0	7	6	6



図一五 人工産卵床内の水深 (m) 及び流速 (m/sec)

(91. 10. 19)

このうち、水深についてみると最深部はブロック 2 における 1.05 m、最浅部はブロック 5 における 0.15 m、平均 0.40 m で、流速はこれに対応してブロック 5 が最も早く 0.353 m/sec ブロック 2 が最も遅く 0.139 m/sec で、平均値は 0.183 m/sec と全体的に低い結果となった。

また、シノを用いた河床貫入度の調査結果では、ブロック 4 の値が最も大きく 10cm をこえる箇所も認められたが、全体的には 7~9 cm (平均 8 cm) で、産卵床外のブロック 0 における値を若干上回る程度の値であった。なお、流速の最も早いブロック 5 では径 15~30cm の石が多数分布し、調査箇所が限られたほか、ブロック 8~9 においては、小石、礫が多いものの、掘削時に生じたシルト分が流去せず、産卵箇所として好適とは認め難い状態であった。

2) 親魚放流

人工産卵床への放流を目的とする親魚は、中村市にある県内水面漁連西部センターにおいて海産種苗を養成したもので、産卵床内において産卵を行わせるため 6 月 20 日~8 月 10 日の間、長日処理を施した。

これ等の親魚を平成 3 年 10 月 21 日に取り上げ、活魚輸送車 (4 トン車: 活魚槽 3 槽) 1 車により人工産卵床まで輸送した。なお、取り上げ時の魚体は表 2 のとおりであった。輸送にあたっては長時間を要することが予想されたため、各槽に氷を投入し水温を 14~15°C の範囲に保つよう留意した。この結果、輸送距離は約 170 km、時間は約 4.5 時間を要したが輸送中の斃死は少なく、放流作業時に、スレ、外傷 (サイホン放流による鰓蓋の剥離) 等を生じたものを合わせ、約 60 尾が斃死したのみであった。

表 2 放流用親魚 魚体測定結果 (91. 10. 15)

測定尾数	体長 (FL: cm)	体重 (g)	生殖腺指数
♂ 32	18.8 ± 1.3	88.8 ± 13.8	11.1 ± 3.1
♀ 28	19.1 ± 1.0	80.2 ± 21.1	17.0 ± 5.9

産卵床内に放流された親魚は輸送による体力消耗のためか、放流後、約 1 時間は後部遮断網部に蝟集し、極めて緩慢な遊泳状況が観察されたが、徐々に上流部に向い、約 4 時間後には殆どが前部遮断網下流の瀬の部分 (ブロック 1) とこれに続く魚溜部 (ブロック 2) に広く分布した。

3) 放流後の経過

放流後の施設並びに親魚については、定期的な観察を行い、状況を把握するとともに、夜間の管理 (流量調整、食害防止等) は、例年、漁協が実施する産卵場の夜間監視に併せて実施することを依頼した。

放流した親魚は放流当日には前部遮断網下流の瀬~魚溜部に広く分散していたが、翌 10 月 22 日の午前中には濃密な群れをつくり同水域を遊泳し、夕刻には既に産卵行動を行うものが出現した。産卵行動は輸送時の低水温 (14 から 15°C) によって誘発されたものと考えられるが、流速の最も速い、ブロック 5 の中央~左岸側 (B、C 部) において、15:00 頃から行われ始め 18:00 頃までに約 10 群、200 尾程度が観察された。

その経過について述べると、14:00~15:00 に、まず ♂ 親魚が、魚溜部から散発的に下流域に向い、ブロック 3~5 の水域で小規模な群をつくり広範に遊泳し始め、さらに、16:00 頃、数尾の ♀ が魚溜部を離れブロック 4~5 に下った時、♂ の一群が追尾を開始、ブロック 5 の B、C 部に追い込む様にして始まった。その後、下流に向かう ♀ の数は徐々に増加したがブロック 5 より下流の水域に下ることはな

く、そのままブロック5のB、C部に移り産卵行動を開始するものが増した。

同日、16:00の水温は18.3℃で、産卵行動はほぼ日没まで続いたが日没後は再び上流域の瀬部（ブロック1）～魚溜部（ブロック2）に戻り、夜間はほとんどが魚溜部表層に分布していた。

3) 放流後の経過

放流後の施設並びに親魚については、定期的な観察を行い、状況を把握するとともに、夜間の管理（流量調整、食害防止等）は、例年、漁協が実施する産卵場の夜間監視に併せて実施することを依頼した。

放流した親魚は放流当日には前部遮断網下流の瀬～魚溜部に広く分散していたが、翌10月22日の午前中には濃密な群れをつくり同水域を遊泳し、夕刻には既に産卵行動を行うものが出現した。産卵行動は輸送時の低水温（14から15℃）によって誘発されたものと考えられるが、流速の最も速い、ブロック5の中央～左岸側（B、C部）において、15:00頃から行われ始め18:00頃までに約10群、200尾程度が観察された。

その経過について述べると、14:00～15:00に、まず♂親魚が、魚溜部から散発的に下流域に向い、ブロック3～5の水域で小規模な群をつくり広範に遊泳し始め、さらに、16:00頃、数尾の♀が魚溜部を離れブロック4～5に下った時、♂の一群が追尾を開始、ブロック5のB、C部に追い込む様にして始まった。その後、下流に向かう♀の数は徐々に増加したがブロック5より下流の水域に下ることはなく、そのままブロック5のB、C部に移り産卵行動を開始するものが増した。

同日、16:00の水温は18.3℃で、産卵行動はほぼ日没まで続いたが日没後は再び上流域の瀬部（ブロック1）～魚溜部（ブロック2）に戻り、夜間はほとんどが魚溜部表層に分布していた。

翌23日の08:00の水温は16.3℃と低下し、ほとんどの親魚がブロック1～2に群れていたが、ブロック5では小規模ながら既に追尾が認められ、以後その数は増加し、10:00以降は同ブロックの左岸（C部）で産卵行動を開始、14:00以降は同ブロック全域で産卵行動が観察された。これに併せるようにブロック1～2に分布していた親魚の主群も下流に向い、ブロック3～4の水域を緩やかに遊泳し始めた。しかしながら、ブロック5より下流の水域には時折、数～十数尾の小群が遊泳するのみで主群の遊泳は認められなかった。

なお、同日、16:00の水温は18.2℃でほぼ前日なみ、産卵床における水位も変化は認められなかった。

親魚のこのような行動パターンは以後25日まで続き、ブロック5においては多数の産着卵が認められた26日には四国沖を通過する台風（23号）の生じる波浪により物部川河口が閉塞し、産卵床の水位は前部で約15cm、後部で35cm程度上昇した。このため、後部遮断網をさらに上部60cm増設し、親魚の逸散を防いだが27日夜半には水位はさらに1m程度上昇し、人工産卵床は側柱上部を残し水没した。

河口閉塞は以後、29日まで続き、この間、水没した人工産卵床内の状況は視認出来なかった。河口の開削は波浪の収まるのを待って、同日夕刻に行われ水位は急速に低下、翌30日の08:00にはほぼ平水に復したが、産卵床内の親魚の大半は天然水系に逸散し、産卵床前部の瀬に約300尾、産卵床内に約200尾の残留魚が認められたのみであった。

このため漁協の協力を得て、上流瀬部の残留魚のうち約200を産卵床内に戻した。以後、11月29日の遮断網撤去までの間、これ等の親魚の産卵行動は把握することは出来なかったが、11月22日以降、産卵後の斃死魚が目立ち、11月29日の遮断網撤去時には放流魚の生残は殆ど認められなかった。

また、ブロック5において観察された産着卵も、水没時に産卵床内に侵入したウグイ、ヨシノボリ等

等の食害のためか、全く認められなかった。

一方、産卵床及び上流部の瀬には20～30 gの天然親魚約500尾が取り残され、小規模な産卵行動が時折観察された。これ等の親魚の斃死数には目立った増減は認められず、撤去時にもかなりの尾数が生残していた。

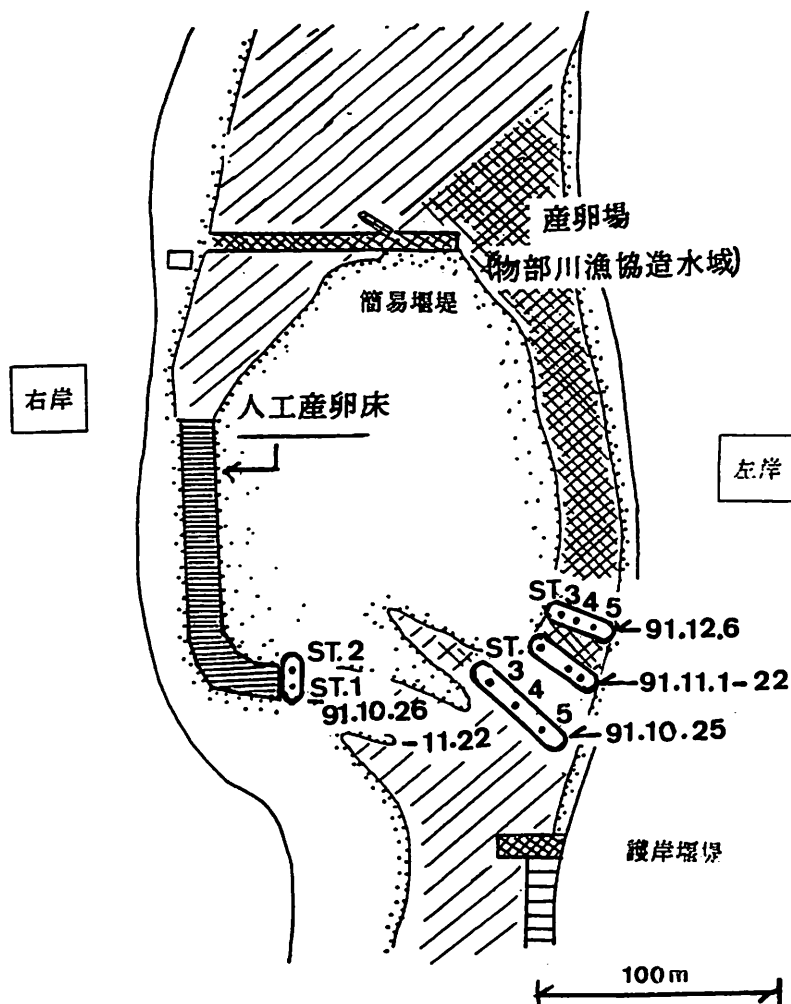
なお、人工産卵床の構造については、以後、撤去までの間、損壊、劣化は生じず、水位、流速についても完成時とほとんど変化なく推移した。

4) 流下仔魚数

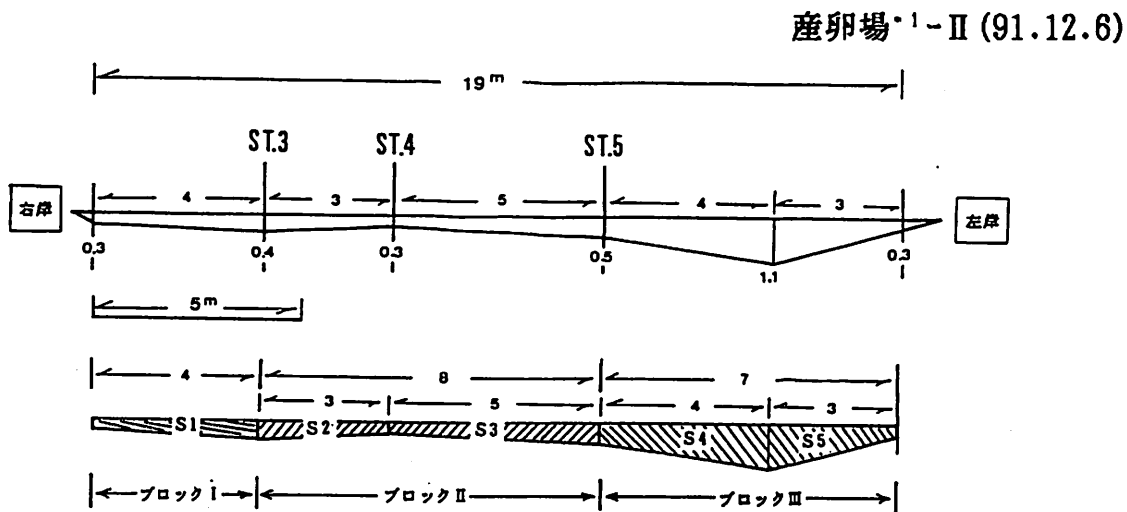
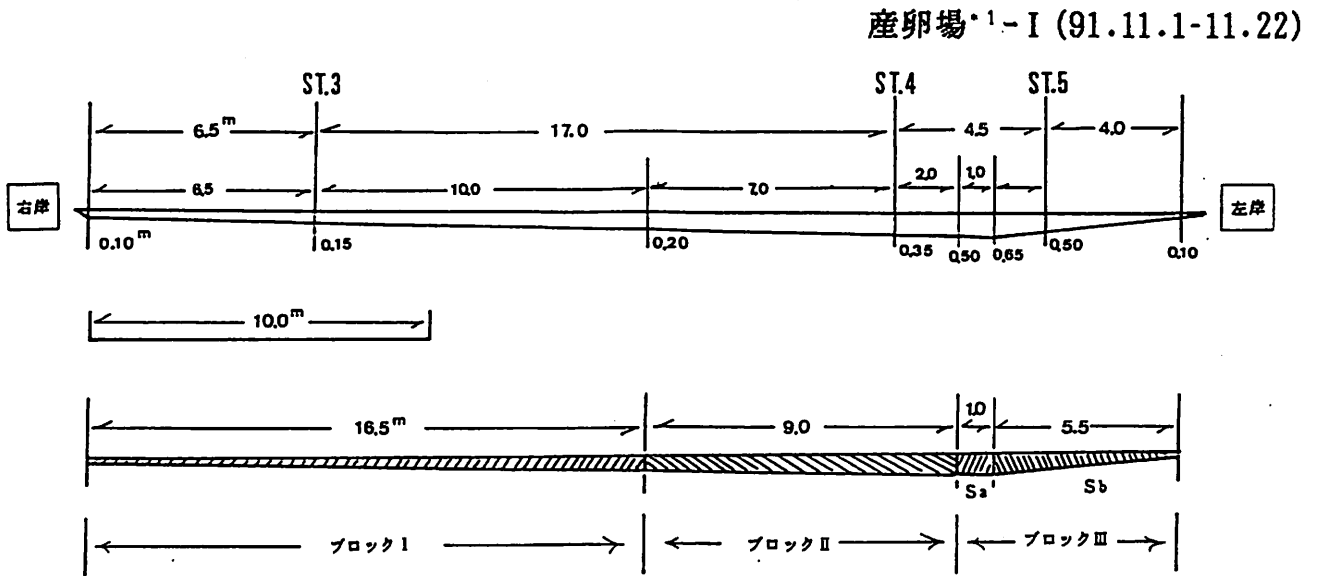
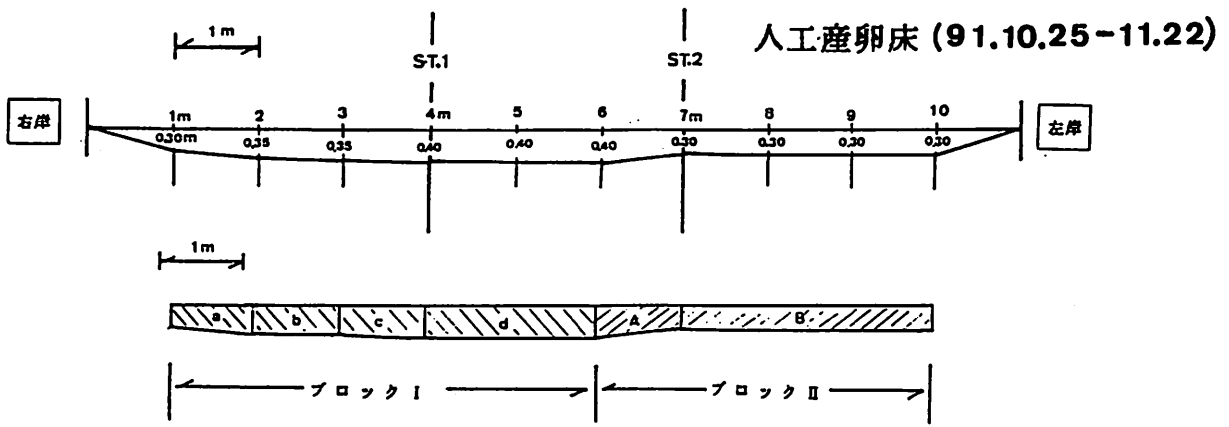
流下仔魚の調査は人工産卵床については、後部遮断網下流のブロック12内の2点において、10月25日～11月22日の間、連続調査1回を含む計6回を、また、漁協が造成した産卵場（以下、産卵場と記す）では、その下流部の3点において、10月25日～12月6日の間、連続調査1回を含む計7回を実施した。

このうち、人工産卵床では上記の経過から、放流親魚約500尾（体重約90 g）と天然親魚約500尾（体重20～30 g）の産卵による流下仔魚数を調査する結果となった。また、産卵場での10月25日の調査は河口閉塞による調査水域の水位上昇のため入網魚がなく、以後の調査点は流況をみて定めることとした（図—6）。

なお、仔魚ネットによる採捕時間はそれぞれ1分間とし、流下仔魚数の算出は断面積法により、また、期間内の総流下数は積分法によって求めた（図—7）。



図—6 流下仔魚調査位置



産卵場¹:物部川漁協が造成した産卵場

図-7 流下仔魚調査水域の河川断面
並びに設定ブロック概要
(単位:m)

これらの調査によって得られた人工産卵床並びに産卵場における総流下数はそれぞれ、約 1,535 万尾（28日間）及び約 118,507 万尾（42日間）と推定された。

流下の概要について述べると、人工産卵床では10月25日の第1回調査時には、放流親魚とは別のえん堤上流部からの取水に由来すると思われる9万尾の流下仔魚が観察された。流下数は以後、11月5日までではほぼ同レベルで推移したが11月11日には20万尾に増加し、さらに、放流24日後の11月14日にはピークと考えられる215万尾が観察されたが、11月22日には42万尾に減少した。

これに対し産卵場では、11月1日には260万尾程度であったものが11月5日には4,641万尾に急増し、以後、減少は認められるものの1,000万尾を超える値で推移し、11月22日には再び増加し、ピークと考えられる5,507万尾が観察されたが以後は減少に転じ、12月6日には305万尾にとどまった（表-3）。

表-3 物部川流下仔魚調査結果

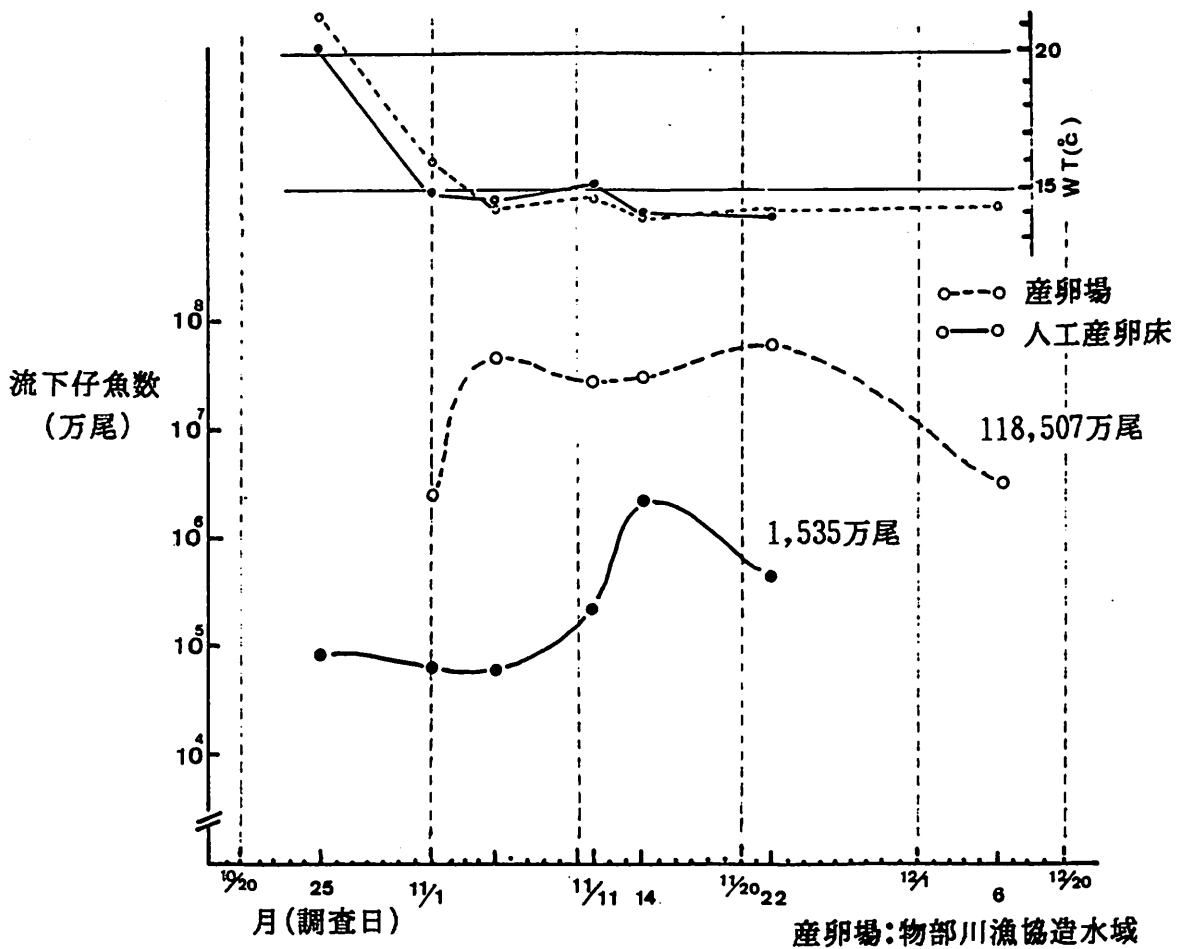
回次	調査	調査時間	水温(C) *1 産卵床 *2 産卵場	河川断面積 (㎡)	流下仔魚 採捕尾数 (尾)	1日あたり 推定流下尾数 (万尾)	流下の概要	備考
1	10.25	18:00-22:00	20.5	3.10	19	9	産卵床外の仔魚?	*3:水位上昇のため入網魚なし
			21.8	16.25	0	(0)*3		
2	11.1	18:00-22:00	15.0	3.10	16	6	(〃)	
			15.0	7.57	457	260	流下初期	
3	11.5	18:00-22:00	14.8	3.10	15	6	(〃)	
			14.4	7.57	2,682	4,641	急増、第1次ピーク	
4	11.11	18:00-22:00	15.3	3.10	48	20	かなり増加	
			14.8	7.57	1,592	2,726	減少するが高レベル	
5	11.14 -15	14/17:00 -15/10:00	14.1	3.10	627	215	急増、期間内ピーク	
			14.0	7.57	1,917	3,037	依然高レベル	
6	11.22	18:00-20:00	14.0	3.10	61	42	大幅に減少	
			14.1	7.57	2,059	5,707	再び増加、第2次ピーク	
7	12.6	18:00-20:00	—	—	—	—		産卵床は落鮎漁解禁のため11.29に撤去
			14.3	9.75	318	305	大幅に減少、終了?	

*1: 18:00の測定値

*2: 上段は人工産卵床における値、下段は物部川漁協造成の産卵場における値

これ等、両者の流下パターンを比較すると、産卵場では11月5日と11月22日に流下の山が認められるのに対し、人工産卵床では11月14日にピークが認められるのみで明かな相違があり、この相違は前述のえん堤上流部からの取水の影響はあるものの、人工産卵床造成水域内での再生産が行われたことを示すものと考えられた。

さらに、同水域において再生産に関与したと考えられる親魚は、放流親魚約500尾、天然親魚約500尾の計1,000尾程度であるが、天然魚の魚体は放流魚に比べて著しく小型で熟度も多様であったことから、同水域における流下数の増加は残留した放流魚による可能性が高い（図-8）。



図一八 物部川における仔アユの流下状況
(91. 10. 25 ~ 12. 6)

一方、天然水系に逸散した養成親魚（4,500尾）については特に分布調査を行わなかったため、その挙動については明らかではないが、落鮎漁解禁日（12月1日）におけるピク調査並びに聞き取り調査では確認できず、採捕禁止期間中（～11月30日）にほとんどが産卵、斃死したものと考えられた。

なお、物部川における流下仔魚数は昭和61年調査時には約8億尾で、本年の値はこれに比べてかなり多い結果となった。

5) 河川環境

「公共水域の水質測定結果」並びに「流量年報」から得られた物部川の水質、流量の概要は次のとおりであった。

① 水質

物部川は公共用水域の環境基準類型ではA型に該当し、産卵水域の上流約3.0kmにある測定地点「深淵」における水温、pH並びにDOの測定結果（1987～89年平均）は以下のとおりであった。

ア 水温：月別推移では2月に最低（7.4℃）、8月に最高（23.7℃）を示し、アユの産卵期にあたる10～11月のそれは15.0～18.0℃程度（図一9）。

イ pH：最低値並びに最高値はそれぞれ7.6（1月）および8.3（8月）に認められるが目立った季節性は認められない（図一10）。

ウ DO：2月に最高値（12.4 mg/L）、6月に最低値（9.5 mg/L）認められ、他河川同様冬季に高く夏季に低い推移を示す（図-11）。

この他、BODは0.5～2.4 mg/Lの範囲にありアユの生息に特に問題となる値は認められなかった。

② 流 量

流量年表（1983～87年）から得られた「深淵」における日平均流量の推移についてみると、最小量は2月（2.14 m³/sec）に、最大量は7月（72.68 m³/sec）に認められ季節的には夏季に多く冬季に少ない。また、産卵、仔魚の流下期にあたる10～12月では、10月には年平均値（24.87 m³/sec）に近い値が観測されるのに対し11月以降は5.0 m³/sec以下に急減している（図-12）。

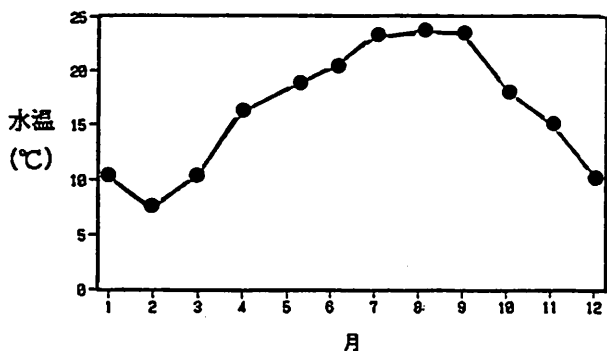


図-9 物部川（深淵）における水温の月別推移
(1987-89)

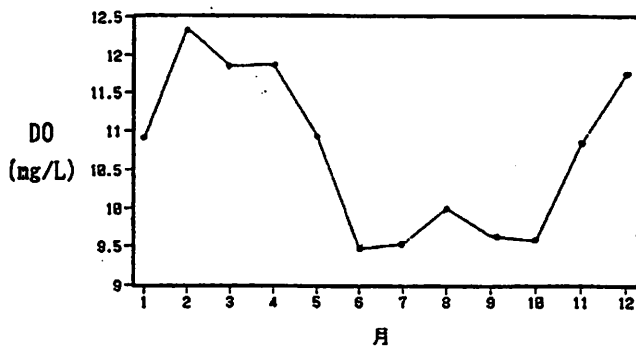


図-11 物部川（深淵）におけるDOの月別推移
(1987-89)

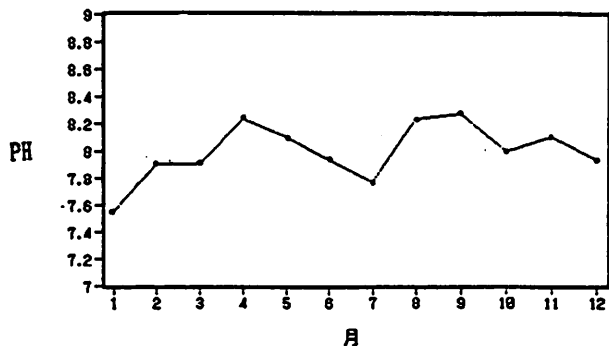


図-10 物部川（深淵）におけるpHの月別推移
(1987-89)

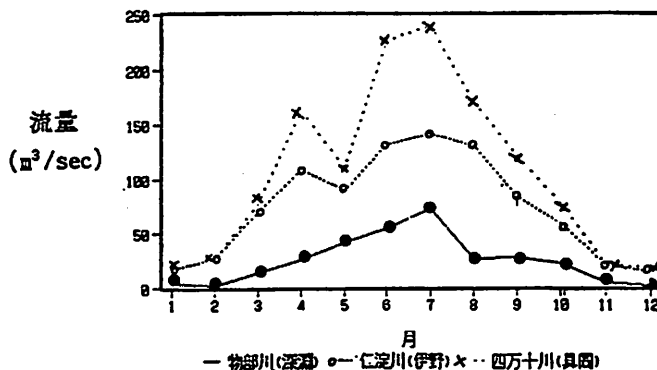


図-12 日流量の月別推移（1983-87）
：流量年報

6) 漁 業 概 要

農林統計並びに漁協からの聞き取り調査による物部川の漁業生産量及び放流量等の推移は次のとおりである。

① 生 産 量

農林統計によれば同河川の1989年における魚類生産は総計67トンで、その内訳はアユ（49トン）

が大半を占め、これにマス類（アマゴ：9トン）、ウナギ（5トン）、フナ（2トン）、コイ、ウグイ（各1トン）が続くが、アユの生産量についてみると、1983年以降、明らかな減少傾向が認められる（図-13）。

なお、同河川は高知市の近郊に位置し、漁協による漁場の整備、放流量の多さによって遊漁者数では県内屈指の河川となっている。

② 放流量、放流経費

1981年以降の物部川漁業協同組合によるアユ種苗放流量の推移は図-14に示すとおり増加の傾向にあり、1989年には4,300kgと県内総放流量の約13.7%に達する放流を行っている。種苗の種類について言えばその大半を湖産種苗が占め、平成2年度放流量6,931kgの内訳では海産種苗200kg、湖産種苗6,731kg、運搬費を含めた種苗放流経費は21,700千円であった。

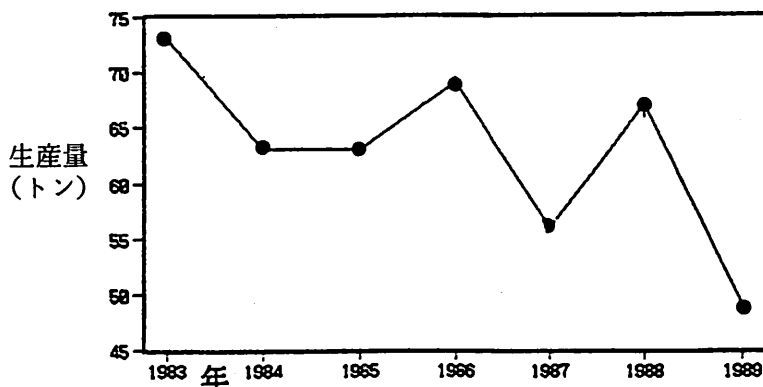


図-13 物部川アユ生産量推移（1983～89）：農林水産統計

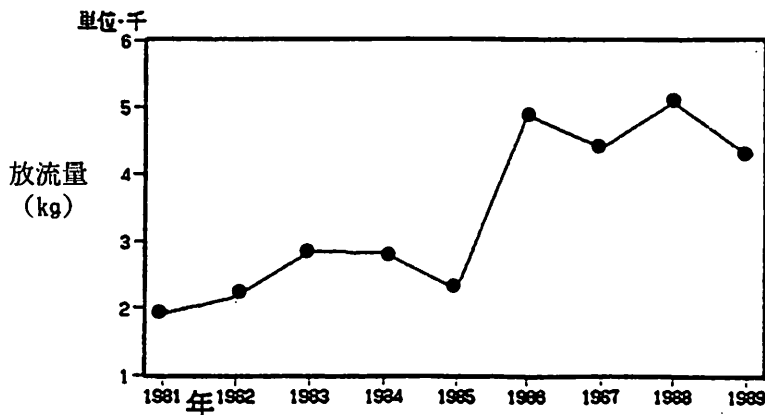


図-14 物部川アユ種苗放流量推移（1981～89）：「土佐のアユ」

5 考 察

平成2年度の四万十川における流失事例から、本年度は対象河川を物部川に変更し、人工産卵床の造成を試みた。

物部川は土佐湾中央部に流下し、河口域は海況の影響を直接受けるため時折河口閉塞が生じる。このため、人工産卵床造成箇所の選定並びに構造にあたっては河口閉塞に伴う水位の上昇の影響を防ぐよう留意した。

しかしながら、産卵床設置後の10月下旬に四国沖を北上した台風23号による約1週間におよぶ高い波浪は、当初の予想を超えた長期かつ大規模な河口閉塞を生じ、河口域の著しい水位上昇を招いた。このため、人工産卵床は水没し、放流した養成親魚は産卵床外に逸散したほか、分布が確認された産着卵も食害等により全滅した。

しかしながら、産卵床造成について見れば工事は特に支障なく終わり、また、産卵床内に放流した養成親魚についても、放流から水没までの短期間ではあるが活発な、産卵行動を行い、産着卵の分布も確認されたことから、異常気象に伴う水位上昇が無ければ、人工産卵床は本来の機能を十分に発揮したものと考えられる。

従って、物部川における今後の人工産卵床の造成にあたっては、水位上昇による放流親魚の産卵床外への逸散防止のための、より有効な構造の検討が緊急の課題と考えられる。さらに、放流から水没までの短期間の知見ではあるが産卵床内の流速が低く、特に後部ではシルト分の沈積が認められ、未利用水域が生じたことについても改良の必要がある。

また、放流魚の逸散の一方、水位低下後も産卵床造成水域に残留した天然小型親魚が、小規模ではあるが産卵行動を行ったことと、天然水系における親魚数が多く、小型親魚は産卵場の岸辺、最下流部等の不適と考えられる水域において産卵を行ったことを考えると、過剰な天然親魚の有効産卵のための、人工産卵床への誘導等の手法についても検討する必要がある。

これ等の事項のほか、人工産卵床とは別に、物部川漁協が例年実施している簡易えん堤の造成による産卵水域の確保（産卵場造成）についても、再生産量増加の1手法として十分検討の価値があるものと考えられる。

要 約

1. アユの産卵、再生産量の増加を図るため、河床に人工産卵床を造成し、産卵用に養成した親魚を放流した。
2. 放流した親魚は放流翌日から人工産卵床上流部で活発な産卵行動を開始し産着卵も認められたが、6日後には物部川の河口閉塞による大規模な水位上昇が生じ人工産卵床は水没、親魚は天然水系に逸散した。
3. この様な経過を辿った人工産卵床と物部川天然産卵場におけるアユの再生産状況を知るため、連続調査1回を含め計7回の流下仔魚調査を実施した。
4. 調査の結果、人工産卵床における仔アユの流下数は約1,500万尾と推定された。また、天然産卵場のそれは約11億9,000万尾と過去の調査より多く、水位上昇により逸散した養成親魚が産卵に寄与しているものと考えられた。

謝 辞

人工産卵床造成、親魚の放流等各種作業に協力を頂いた物部川漁業協同組合 谷合 巖組合長ほか組合員各位、特に山本氏には困難な夜間管理を実施して頂いた事を記して感謝いたします。

1. 白石芳一他（1962）アユの産卵生態に関する研究：淡水研研報（12）
2. 石田力三（1967）アユの産卵生態—Ⅴ産卵場の構造：淡水研研報（17）
3. 山村金之助（1969）養殖アユの産卵用親魚としての放流効果：滋賀水試研報（23）
4. 十川重喜他（1980）アユ産卵場造成について：徳島水試事報（昭和40—53年追補）
5. 広田他（1987）アユ資源動向調査報告書（1）：高知県内水面漁業センター

アユ漁早期活性化試験について（概報）

森山 貴光・佐伯 昭

（はじめに）

高知県の代表的な河川である四万十川、仁淀川のアユ漁の解禁日は5月15日及び6月1日と早いですが、近年の天然魚の遡上状況の悪化に伴い解禁直後の漁獲は不振で、本格的な漁獲は6月中旬に始まる状況が続いている。しかしながら両河川の水量は多く、水温も早くから上昇するという恵まれた条件を有しており、適切な種苗の生産、放流技術の開発により早期に設定された解禁日を有効に活用し得るものと考えられる。このため鮎トピア事業の一環として両河川への人工種苗の早期放流を試みた。なお、本試験は平成2年以降3ヶ年の継続試験であり、ここでは平成2年度放流魚の追跡調査の概要を報告する。

1 目 的

人工種苗の大型河川への早期放流を行いアユ漁解禁時の漁獲の増加を目指す。

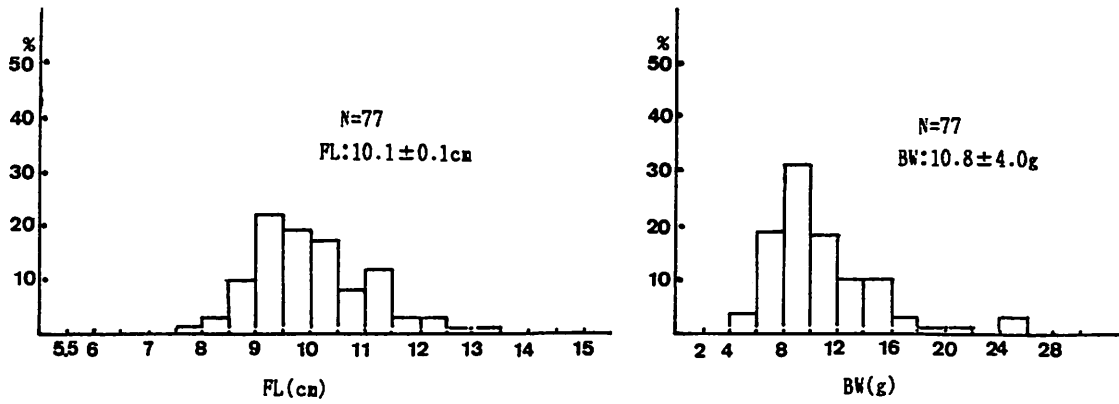
2 方 法

早期（90年9月20日）採卵、加温養成した海産系種苗（F-5）を、水温上昇期にあたる3月中旬に四万十川及び仁淀川の中流域に放流し、漁獲調査、アンケート調査等の追跡調査により分散、成長の把握を行った。

3 結 果 の 概 要

(1) 放 流

放流魚の魚体は体長（FL） 10.1 ± 0.1 cm、体重 10.8 ± 4.0 g（図-1）で全て脂鰭をカットし標識魚とした。輸送は活魚輸送車を用い、放流はサイホン法によった。放流場所は四万十川では西土佐村長生沈下橋、仁淀川橋、仁淀川では越知町鎌井田沈下橋のいずれも中流域で、放流日、放流尾数等は表-1のとおりである。なお、放流時の水温は四万十川で 12.4°C 、仁淀川で 11.2°C であったが放流魚の低水温による斃死は認められなかった。



図一 放流魚の魚体組成 (91. 3. 18)

表一 早期放流の実施状況 (1991年)

河川名	放流日	放流場所	放流尾数(尾)	放流時水温 水温(℃)	輸送所要 時間(hr)	備考
四万十川	3月20日	西土佐村 長生沈下橋	50,000	12.4	4.5	輸送は活魚輸送車 放流はサイホンを用いた。
仁淀川	3月21日	越知町 鎌井田沈下橋	20,000	11.2	2.0	

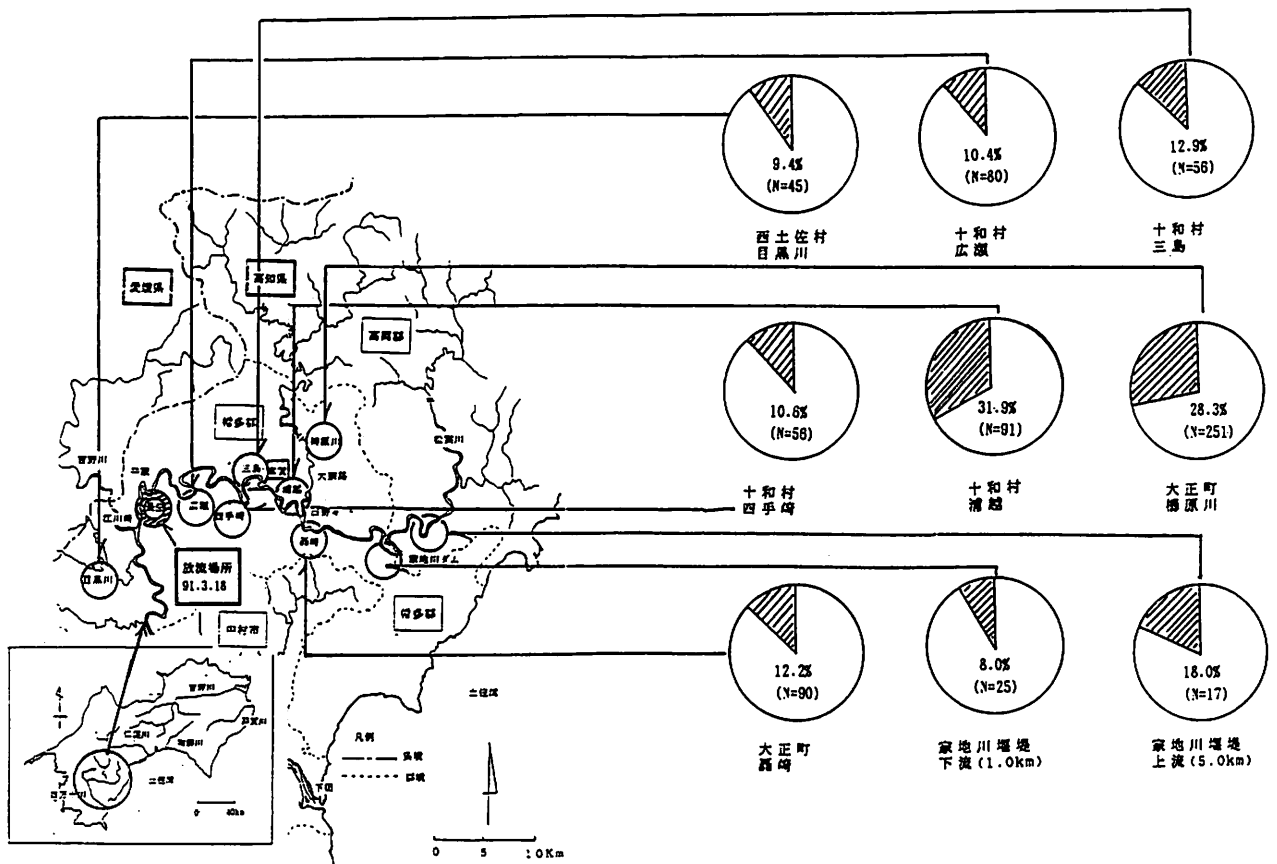
(2) 放流魚の分散

放流後、解禁日までの追跡調査は特別採捕許可に基づく漁獲調査(友釣り)によった。調査は四万十川では1991年4月4日～5月13日の間に計6回、仁淀川では3月29日～5月28日の間、計8回実施した。これ等の漁獲調査の結果、放流魚は四万十川では放流2週間後まで漁獲は無かったが、放流3週間後の4月10日には1尾ながら放流水域から約20km上流の十和村三島で漁獲され以後、同水域ではほぼ連続して採捕された。しかしながら漁獲魚に占める標識魚の割合(混獲率)は例年にない天然魚の遡上量の豊富さのため比較的少なく、放流直前の5月13日に総漁獲尾数67尾中12尾(17.9%)程度の値であった。これに対し仁淀川では放流魚の4月中の漁獲は全く無く5月17日以降、放流水域において漁獲されたが、混獲率は極めて高く5月21日には82.4%、解禁直前の5月28日にも64.2%に及んだ。(表一2)。

また、解禁直後のピク調査、アンケート調査等の結果、四万十川では過去に小河川において実施した同種の試験結果とは大いに異なり、放流後の分散は放流水域上流20～30kmの十和村、大正町境界付近の水域を中心に極めて広範囲に及んだ(図一2)。これに対し仁淀川では、分布は放流水域より下流約7kmの範囲に集中し、上流域、支流への分散は確認出来なかった。両者の相違は調査頻度、対象水域等の差はあるものの、放流水域の流況の相違、すなわち、前者では堰等の河床構築物が殆ど無く、自然の流況が保たれているのに対し、後者では放流水域上流、約3kmの位置にダムからの放水口があり、これを境に流況が大きく変化していることによるものと判断される(図一3)。

表一 2 放流魚の漁獲状況 (1991年)

河川名	調査月日	調査水域	漁獲尾数			平均体重		水温 (°C)	備考
			無標識魚 (尾) *1	標識魚 (尾)	混獲率 (%)	無標識魚 (g)	標識魚 (g)		
四万十川	91.4.4	西土佐村半家	0	0	-	-	-	14.6	
	4.10	十和村三島	0	1	100.0	-	43.5	16.0	
	4.17	" "	1	2	66.7	18.0	37.0	16.1	
	4.24	西土佐村半家	1	0	0.0	26.0	-	16.0	
	5.1	十和村三島	34	4	10.5	34.3	49.1	16.4	
	5.13	" 三島、昭和	55	12	17.9	48.9	62.0	17.6	
仁淀川	91.3.29	越知町鎌井田	-	-	-	-	-	12.7	*1:仁淀川では3月26日湖産種苗の放流実績があるため、ここでは無標識魚と表現した。
	4.15	" "	-	-	-	-	-	15.7	
	4.20	" "	-	-	-	-	-	15.0	
	4.26	" "	-	-	-	-	-	15.7	
	5.8	" "	-	-	-	-	-	15.9	
	5.17	" "	1	4	80.0	59.0	58.3	16.9	
	5.21	" "	3	14	82.4	57.7	72.3	17.1	
5.28	" "	5	9	64.3	72.2	81.3	17.7		



図一 2 四万十川アユ漁解禁直後の放流魚の混獲状況

(1991. 5. 15 - 5. 22)

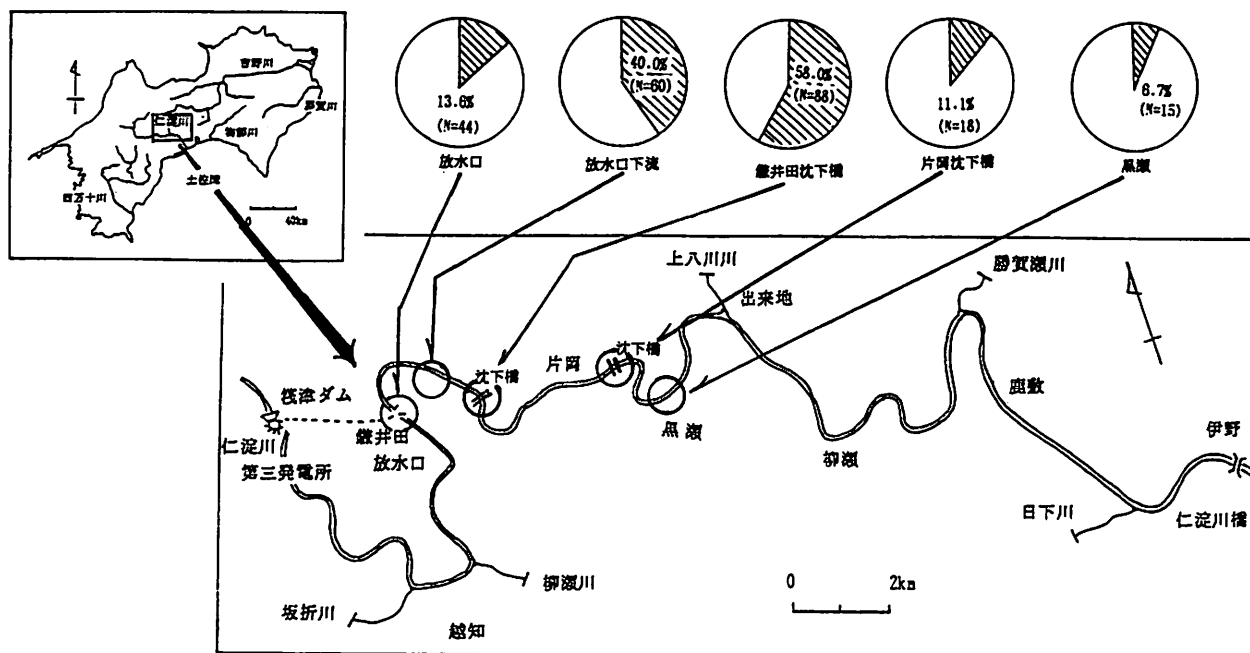


図-3 仁淀川アユ漁解禁時の放流魚の混獲状況

(1991. 6. 1)

(3) 放流魚の成長

放流魚の体重は四万十川では、放流1ヶ月後の4月10日に1尾であるが既に40gを超えており、4月17日以降の調査においても成長は天然魚を上回り、解禁直前の5月13日には平均体重62.0g、最大83.0gに達していた(図-4)。また、解禁直後の調査でも支流の橋原川との合流点付近で漁獲された標識魚の平均体重は66.7gと天然魚のそれ(46.7g)を大幅に上回っていたほか、回収されたアンケートにおいても概して、上流域における標識魚に大型のものが認められる旨の回答が見られた。仁淀川においては4月中の漁獲が無く、その変化は不明であるが、放流2ヶ月後の5月21日には平均体重55.7g、解禁直前の5月28日には81.6gの大型魚に成長し100gを超える魚体も認められた(図-5)。また、アンケート調査においても、解禁直後の放流魚の良好な成長が報告されている。

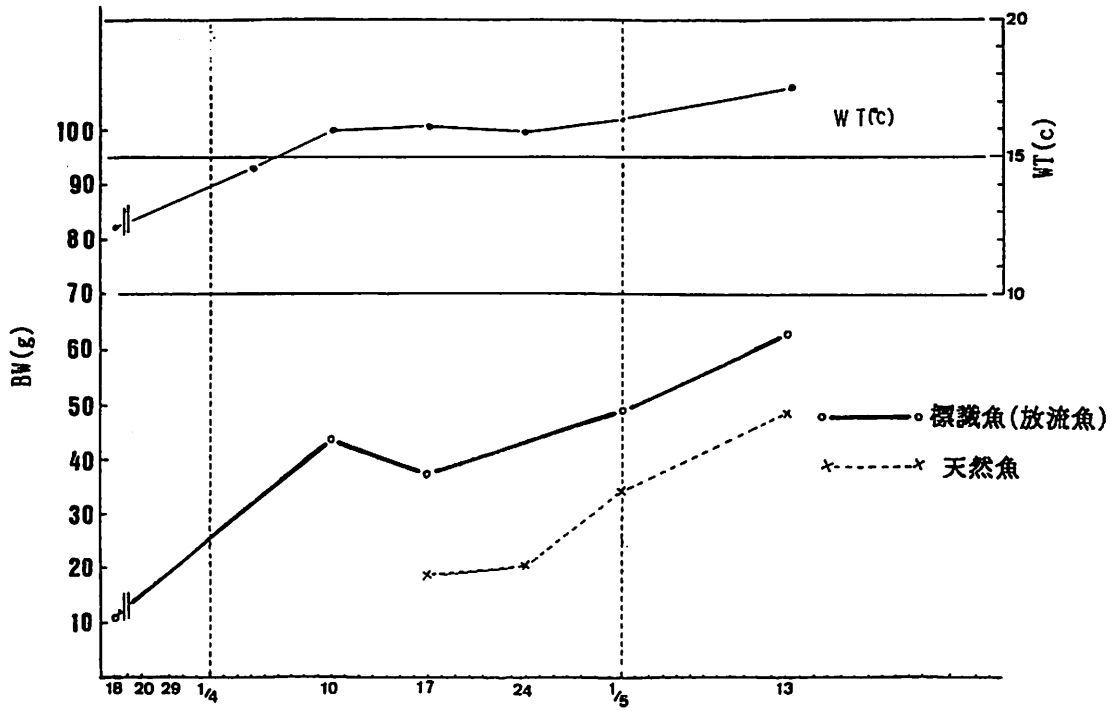


図-4 四万十川放流魚の体重変化

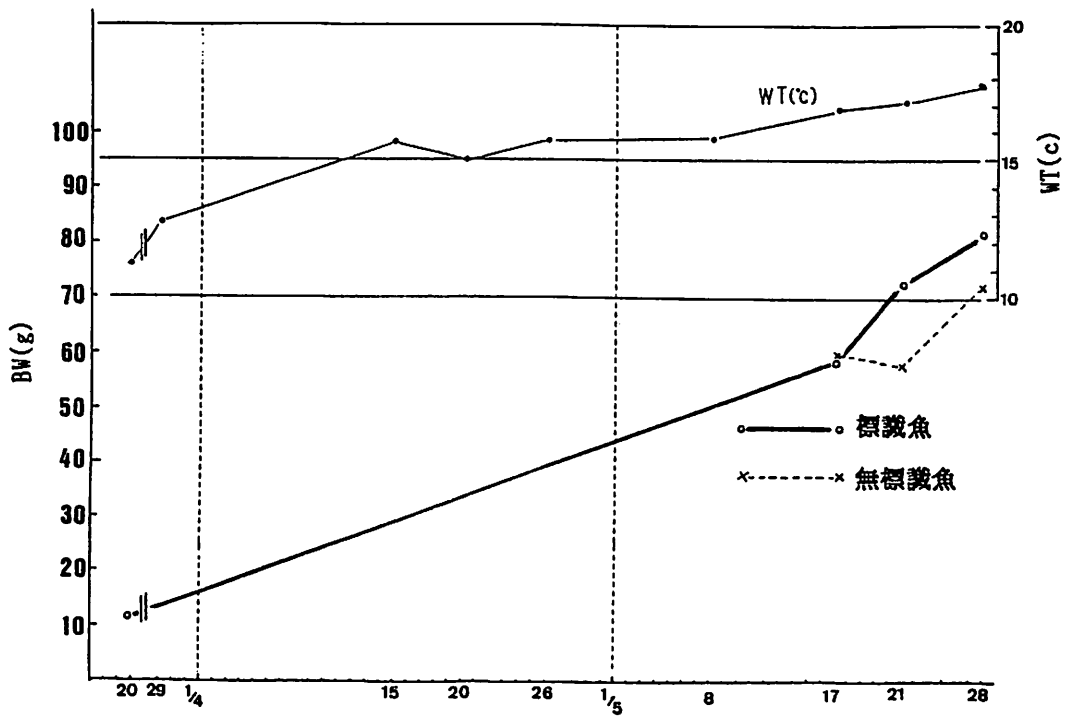


図-5 仁淀川放流魚の体重変化

文 献

1. アユの放流研究 (1986) : 全国湖沼河川養殖研究会、アユ放流研究部会報告10号
2. " (1989) : " " " 11号
3. 土佐のアユ (1989) : 高知県内水面漁業組合連合会

アユ種苗生産技術向上化試験

菊池 達人・児玉 修・佐伯 昭・山崎 一臣*

1 はじめに

本試験は、平成5年度に建設が予定され、第3セクター方式で運営されるアユ種苗生産施設の稼働に向けて、安定した大量種苗生産技術の確立を目的として行うものである。

前年の結果から、従来の低かん度反復方式による生産より、循環濾過方式・半止水方式による生産の方が労力の軽減及び生産性の向上が認められた。半止水方式の生産において、前年は淡水馴致前にはほぼ全滅に近い大量へい死を招いたので、本年は同方式で再試験を実施して、淡水馴致までの生産が可能か検討した。また、前年の循環濾過方式の生産において、比較的大きな濾過槽（飼育池：濾過槽＝2：1）を用いて高密度・好成長で生産できたので、本年は、濾過槽の容量が異なる循環濾過方式3面で種苗生産を実施して、濾過槽と飼育池の容量比を検討した。

2 材料及び方法

1) 親 魚

採卵用親魚は、当センターで平成2年度に人工種苗生産した稚魚を50t池で養成した海産系5代目(F5)を用いた。

2) 親 魚 養 成

① 飼 育

稚魚は平成2年12月12日に50t水槽に池出し、淡水飼育に移行した後、平成3年2月4日に特大魚2,863尾を選別して、50t水槽で親魚候補として養成を開始した。選別時の平均体重は17.6gであった。餌料は配合飼料（クランブルペレット）を使用した。クランブルペレットは魚体の大きさによって日清飼料のPC2号・3号及び大洋漁業のEP2号・3号・4号を与えた。配合飼料にはバイオ化学のビタミン剤バイオスイートを規定量添加した。

② 催 熟 方 法

早期採卵を行うため、親魚候補は平成3年5月10日から7月1日まで午後6時から午前1時まで電照を行った。電照の光源は40W昼白色蛍光灯を2灯用いた。光源は図1に示したように渡橋の下に設置した。

* 高知県内水面漁業協同組合連合会からの研修生

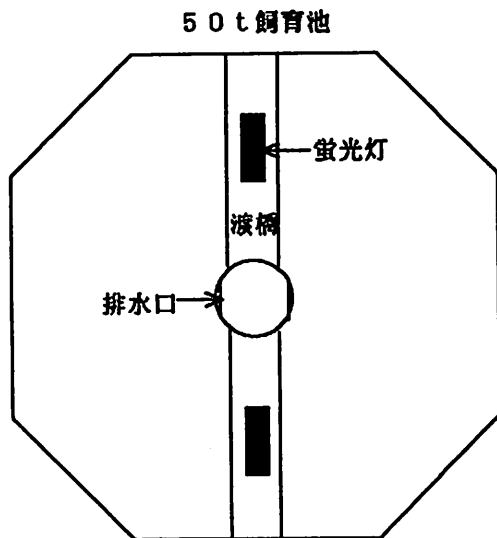


図1 光源の位置

③ G S I 調査

電照終了後から10日～14日おきに、雌雄各10尾前後取り上げてG S Iを調べた。G S Iは以下の式で求めた。

$$G S I = \text{生殖腺重量} / \text{魚体重} \times 100 (\%)$$

④ 雌雄の選別

雌の排卵及び放卵を防止するために、採卵予定の約1ヶ月前に雌雄を選別して、雌雄別々に飼育した。

⑤ 低温処理

排卵のピークを揃えるために、ウォーター・クーラ (7,500 caal / h)で飼育水を通常水温より3～5℃冷却して低温処理を実施した。実施時期はG S Iが20%以上になり、採卵予定日の3～5日前から採卵当日までとした。

雌雄別々に飼育していた親魚候補から、排卵可能な雌と放精する雄を選別して30t水槽に混養して低温処理を行った。

3) 採卵

採卵及び採精は搾出法で行った。採卵にあたっては過熟卵等の不良卵はできるだけ除外した。人工受精は基本的には乾導法で行い、一部は、受精液 (精子賦活剤) を使用する方法で行った。受精卵の着卵材は大きさが1.5 cm×20 cm×100 cmのサラン樹脂 (商品名: サランロック) を使用した。

低温処理をした親魚は30t水槽から1tFRP水槽に移し、雌雄を選別しながら採卵・採精に供した。1Lotの採卵量が100～200gになるように数尾の雌から採卵して、卵はポリプロピレン性の小型ボールに収容し、精子は採取した卵上に直接搾出した。乾導法は少量の生理的食塩水を加えて攪拌媒精後直ちに、水を張った大型バットにセットしたサランロック上に、なるべく均一になるように散布しながら付着させた。受精液を使う等調法は乾導法と同様に採精して、50ccの生理的食塩水で攪拌媒精後、同卵量～2倍量の精子賦活剤を加えて受精させて、サランロック上に散布して付着させた。卵はサランロックの表裏両面に付着させて、1枚のサランロックの付着量は10万粒前後とした。採卵手順のフローチャートは図2に示した。

1g当たりの卵数は採卵時にシャーレに1g秤量して計数した。

生理的食塩水及び精子賦活剤の組成は表1に示した。

4) 卵の管理

受精卵の付着したサランロックは図3に示す45ℓ容量の蓋付きペールバケツ (以下、ふ化槽と呼ぶ) に収容して、流水状態でふ化前日まで置いた。ふ化槽のサランロック収容枚数は、基本的には8枚とした。ふ化槽の環境は水温と注水量を測定した。卵の消毒は採卵後2日目から隔日ごとに、3ℓマラカイトグリーンに30分間浸漬した。受精卵が発眼期に達したのを確認後、流水によりシャワー洗浄した。消毒および洗浄時には、死卵・脱卵を回収し、発眼率を推定した。

スライドグラスに付着させて受精卵から受精率及び発眼率を求めた。受精率は約24時間後に胚体隆起した生卵を計数して算出した。発眼率は採卵5日目に発眼卵を計数して算出した。

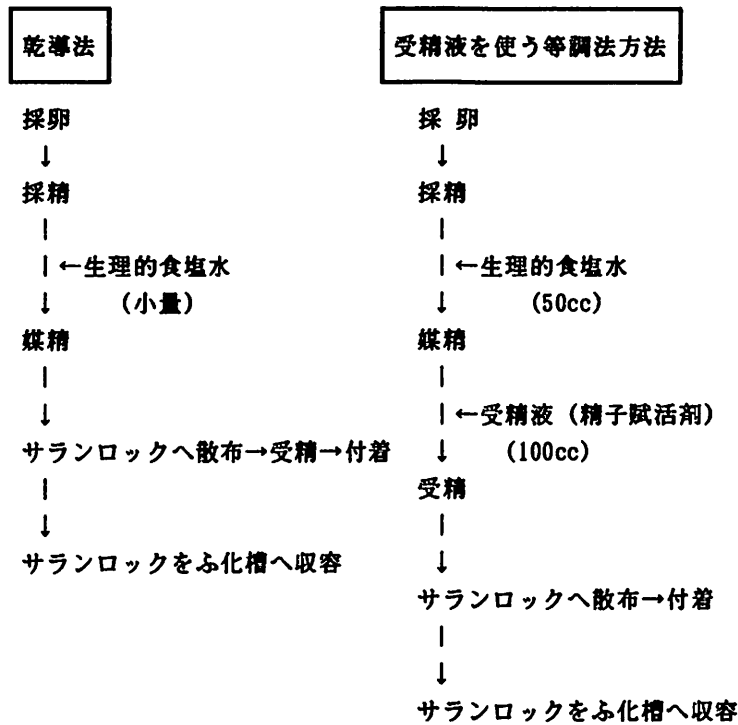


図2 採卵手順のフローチャート

表1 生理的食塩水及び受精液（精子賦活剤）の組成

成分	生理的食塩水	受精液
NaCl	7.5 g	4.0 g
KCl	0.48 g	
NaHCO ₃	0.08 g	
NH ₂ CONH ₂ (尿素)		3.0 g
H ₂ O	1 L	1 L

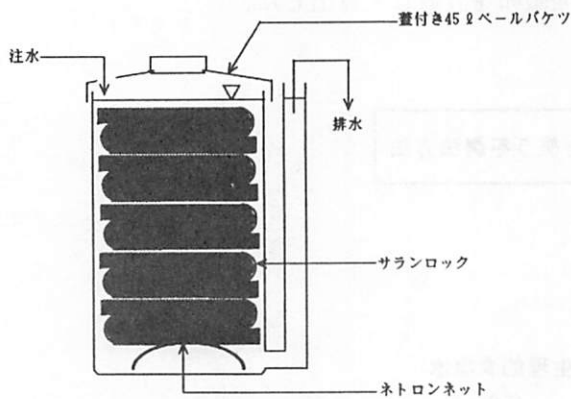


図3 ふ化槽の概略図

5) 発眼卵の池入れ

ふ化が予想される前日に、直射日光にふれないように注意しながら、発眼卵の付着したサランロックを寒冷紗で遮光した各飼育水槽の中層に垂下した。

6) 飼 育

① 飼 育 方 法

前報で示した半止水及び循環濾過方式で飼育を行った。

各方式とも、ふ化が終了するまでは淡水で飼育し、ふ化終了後はアレン処方的人工海水を注入して1週間程度で比重を $1/3 \sim 1/2$ 海水に調整して飼育した。その後は、減水時、環境悪化時及び淡水馴致時は人工海水または淡水を適宜注水した。

② 飼 育 施 設

各飼育池の構成図と概要は図4、5、6、7及び表2に示した。

飼育池は8角形50tコンクリート池1面（以下501号と呼ぶ）、同30tコンクリート池2面（以下301号、302号と呼ぶ）及び変形の8角形10tコンクリート池1面（以下102号と呼ぶ）を使用した。飼育池に付随する濾過槽は301号が飼育池に隣接する容量1.2tの三角池（以下△池と呼ぶ）、302号がFRP2t水槽2面（以下FRP2t1号及び2号と呼ぶ）及び102号が隣接する飼育池と同形の10tコンクリート池（以下10t濾過池と呼ぶ）を使用した。

循環濾過の構造は、図5、6、7に示すように、301号がポンプで飼育水を濾過池に送り、オーバーフローで濾材を通過した水を飼育池に返す方式、302と102号が飼育池からサイホンで濾過池へ飼育水を送り、ポンプで濾材を通過した水を飼育池に返す方式とした。濾材は $5\text{cm} \times 100\text{cm} \times 200\text{cm}$ のサラン樹脂（商品名：ニードフルマット）を使用した。濾過槽の起上げは配合飼料の懸濁液と海水用の硝化細菌（商品名：スーパバイオ）を濾過槽に添加して飼育開始約1カ月前から行った。

飼育池の遮光には寒冷紗（商品名：ダイオシート）を使用した。

③ 収 容 卵 数

収容卵数は種苗生産終了時（淡水飼育前まで）の目標飼育密度を $10,000\text{尾}/\text{t}$ に設定して、採卵数でその3倍を基準とした。しかし、サランロック採卵Lotによっては発眼率に良否があるので、2～3割程度の増分することがあった。各飼育池の予定収容尾数は表3に示した。

表2 飼育施設の概要

水槽	項目	501号	102号	301号	302号
飼育池	形状	8角形	変形8角形	8角形	8角形
	材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
	容量	50t	13t	30t	30t
	実質水量	45t	10t	25t	25t
	エアーストーン	50■球形	50■球形	50■球形	50■球形
	同個数	28	10	20	20
	換水筒	1	1	1	2
	同ネット	60目、40目	60目、40目	60目、40目	60目、40目
	中央堰板塩ビ板	目張り実施		目張り実施	目張り実施
	中央堰板ネット板	目張り実施		目張り実施	目張り実施
	同ネット目合	60目		60目	60目
	排水堰板塩ビ板	完全目張り（漏水防止）	完全目張り（漏水防止）	完全目張り（漏水防止）	完全目張り（漏水防止）
	シャワー	1	1	1	2
	同使用ポンプ	100w1台	100w1台	100w1台	250w2台
	遮光	ふ化時のみ寒冷紗使用	有り	有り	有り
	自動給餌器	ヤマ製（YDF-100）	ヤマ製（YDF-100）	ヤマ製（YDF-100）	ヤマ製（YDF-100）
同台数	3	1	2	2	
加温設備	温水循環	ボイラー加温	ヒーター（1kw2本）	ヒーター（1kw2本）	
濾過槽	形状		変形8角形	隣接の3角形	小判型
	台数	なし	1	1	2
	材質		コンクリート	コンクリート	FRP
	容量		5t	1.2t	4t（2t2台）
	実質水量		5t	1t	4t
	エアーストーン		長方形大型	長方形大型	長方形大型
	同個数		4	3	6（3個x2台）
	濾材		ニードフルマット	ニードフルマット	ニードフルマット
	同体積		1 m ³	0.9 m ³	1.8 m ³
	飼育池から濾過槽への取水		サイフォン（外径38■×S1本）	ポンプ（100W1台）	サイフォン（外径38■×S4本）
	濾過槽から飼育池への給水		ポンプ（100W1台）	オーバーフロー	ポンプ（250W2台）

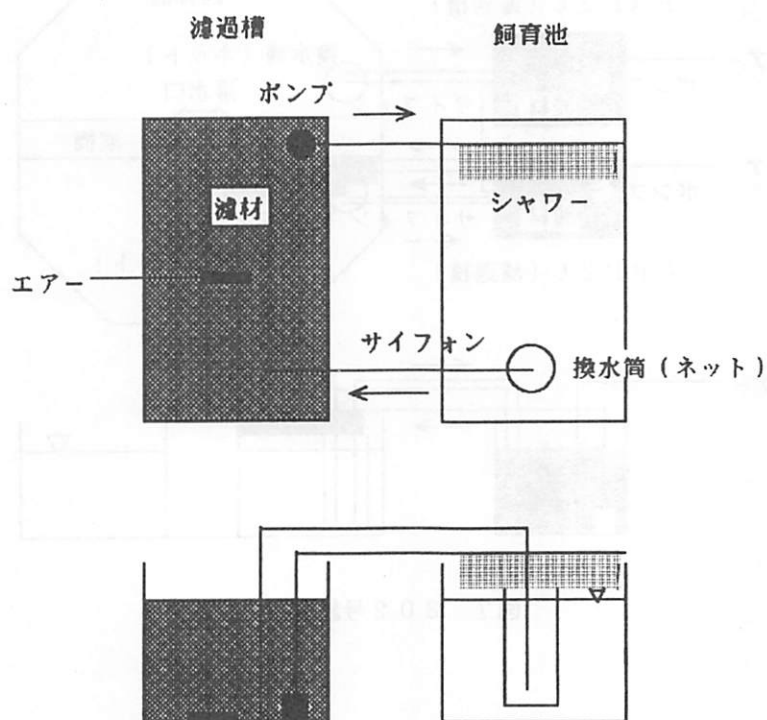


図4 102号飼育池の概略図

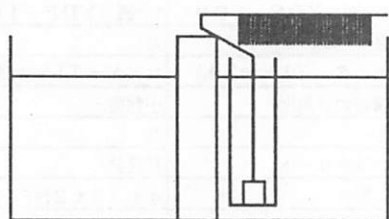
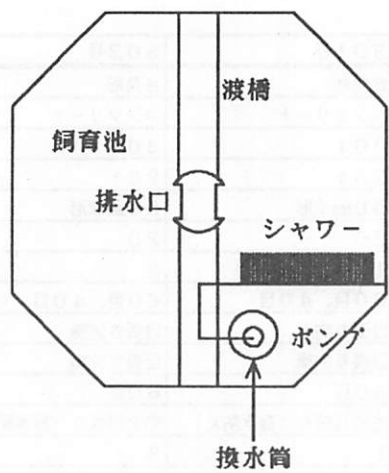


図5 501号飼育池の概略図

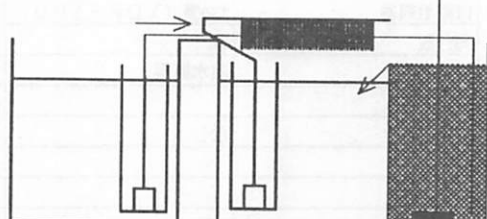
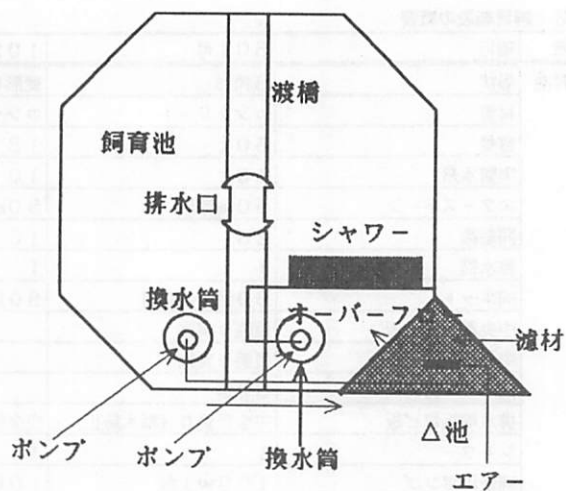


図6 301号飼育池の概略図

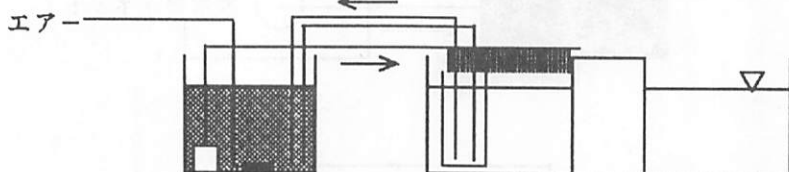
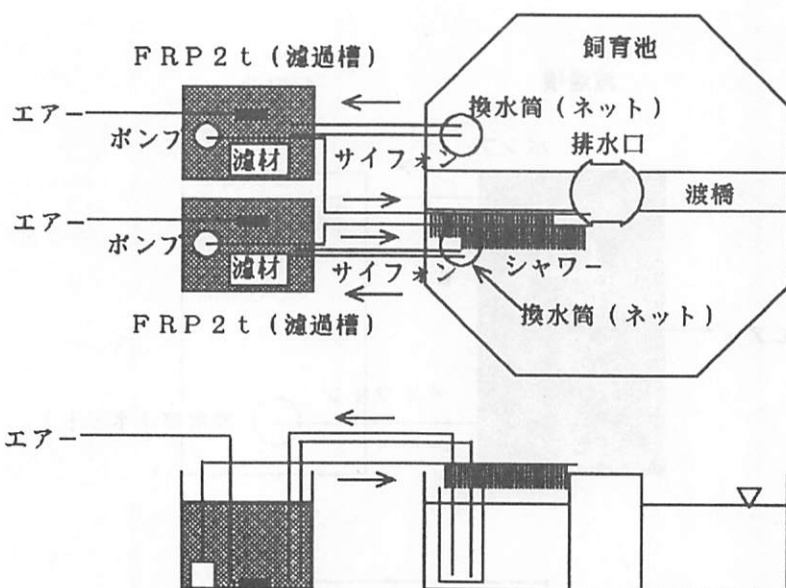


図7 302号飼育池の概略図

表3 各飼育池の予定収容尾数

池No.	水量	予定収容数		初期飼育密度 (尾/t)	飼育方式
		採卵数 (万)	ふ化尾数* (万)		
501号	45t	135.0	89.8	20,000	半止水
102号	10t	30.0	20.0	20,000	循環濾過
301号	25t	75.0	49.9	20,000	循環濾過
302号	25t	75.0	49.9	20,000	循環濾過

* ふ化尾数=発眼率(0.7)×ふ化率(0.95)×採卵数と仮定する
ふ化率は発眼卵からのふ化率

④ 餌料

餌料はワムシと配合飼料を用いた。ワムシは生及び濃縮クロレラで半日から1日2次培養したものを午前と午後の1日2回給餌した。飼育池のワムシの残量は1~2個/ccになるようにワムシの給餌量を調整した。

配合餌料はふ化4日目から与え、投与回数は1~5回/日とした。投餌量は在池量が明確に把握できないので、摂餌状況から判断して決めた。配合飼料はメーカー3社の製品を単独または混合して使用した。

7) 仔魚の魚体測定

測定はふ化直後、10日目毎及び終了時(淡水馴致終了池出し時)に適当量サンプリングしてホルマリン固定後、体重、全長を測定した。全長は1尾ずつ50尾測定した。体重は吸引濾過器で水切り後、全重量を計量して、サンプル数で除した値を平均体重とした。

8) へい死魚計数

特に、大量へい死がない限り、底掃除を行ったときだけ計数した。なお、大量にへい死した時は、重量法でへい死尾数を算出した。

9) 飼育水の環境測定

環境は水温、比重、溶存酸素、pH、NH₄-N、NO₂-N及び照度を測定した。比重、NH₄-N及びNO₂-Nは基本的には午前中1回、水温、溶存酸素及びpHは午前と午後の2回測定した。なお、照度は不定期に測定した。

使用した測定機器は表4に示した。

表4 環境測定機器一覧

項目	機器名	メーカー	型式
水温	デジタル水温計	佐藤計量器製作所	SK-1250MC
比重	比重計	赤沼	
溶存酸素	DOメータ	セントラル科学K. K	UK-2000
pH	パーソナルpHメータ	横河電機K. K	PH8111-J
NH ₄ -N	養鰻用ハウス池用水質測定器	丸榛吉田うなぎ漁業協同組合	
NO ₂ -N	同上	同上	
照度	ルクス計	Nakamura	LM-2B

10) 淡水馴致

アユの体側中央部の体表に黒色素胞が形成されたのを確認後、低かん度反復法により、比重を調整しながら淡水馴致を行った。

淡水の注水を1/10回転/日から開始し、比重が低下し過ぎた場合は適宜人工海水の注水及び粉碎塩を投入した。池出しの前日には、比重0～1以下にした。

11) 移送、選別及び池出し

池出し時のアユの選別網への移送は径50mmのサクシオンホースを使いサイフォンにより行った。選別網は120径もじ網で作成した1.5×1.5×1mの小割網を使用した。120径もじ網かかりを選別大、同抜けを選別小として、淡水飼育による中間育成を開始した。

3 飼育経過と結果

1) 親魚養成

① 親魚養成の経過

親魚候補の選別から採卵までの作業経過は表5に、親魚候補の使途明細は表6に、親魚候補の飼育状況は表7に示した。

表5 親魚養成の作業経過

月 日	作 業 内 容	備 考
2月4日	親魚候補の選別→養成開始	2,863尾、BW = 17.6g
3月27日	池替え	
4月14日	ホルマリン浴（300ℓ、30分）→塩水浴	ギロダクチルス対策
5月2日	マラカイトグリーン浴（0.3ℓ、半日）	水カビ対策
5月3日	同上	同上
5月4日	塩水浴	
5月10日	電照開始（18：00～1：00）	
6月3日	体測→BW = 65.4g	
6月19日	ホルマリン浴（250ℓ、30分）	ギロダクチルス対策
7月1日	電照終了	
7月2日	第1回G S I調査	
7月3日	50t池2面に分養及び体測→BW = 77g	
7月16日	第2回G S I調査	
7月29日	第3回G S I調査	
8月12日	第4回G S I調査	
8月22日	第5回G S I調査及び雌雄選別	
9月2日	第6回G S I調査	
9月3日	ホルマリン浴（250ℓ、30分）	ギロダクチルス対策
9月4日	塩水浴	
9月8日	ホルマリン浴（250ℓ、30分）	ギロダクチルス対策
9月11日	第7回G S I調査 排卵可能雌及び放精雄の選別後低温処理開始	
9月13日	採卵	

作業として、例年と異なる点は、本年はギロダクチルスの寄生がみられ、その対策のために、ホルマリン浴を各池3回実施したこと及び採卵日が例年より1週間早い9月13日になったことである。

電照は5月10日から7月1日までの52日間実施した。この間過食を避けたので目立ったへい死がなく電照による弊害はなかった。

7月3日に2面に分槽した。8月22日には全数雌雄選別を行い、雌雄別々に飼育した。選別時点での親魚尾数は♂が1,402尾、♀が1,274尾であった。

投餌回数は通常3回/日であったが、8月からは2回/日にし、9月からはほとんど摂餌しなくなったので無給餌にした。

養成期間中の総斃死尾数は391尾で、9月の成熟による生理障害以外は大量斃死はなかった。

表6 親魚候補の使途明細

斃死		391
G S I サンプル		127
その他のサンプル		63
低温処理魚(♀)		581
同上 (♂)		1,219
廃棄		206
未熟魚	♀	200
	♂	49
不明魚		27
計(池入れ尾数)		2,863

表7 親魚候補の飼育及び斃死状況

月	旬	日数	飼育水温 (℃)	投餌 日数	投餌 量(Kg)	減耗尾数		備考
						斃死	サンプル その他	
2	上	7	13.9	6	9.8	2		
	中	10	13.6	10	21.8	1		
	下	8	13.5	8	22.4	0		
3	上	10	13.3	10	34.5	1		
	中	10	11.8	10	42.8	0		
	下	11	12.0	9	42.3	0		
4	上	10	12.9	9	34.6	10		
	中	10	13.1	7	17.4	17		
	下	10	13.6	2	3.3	25		
5	上	10	13.9	7	6.2	43		
	中	10	14.1	8	9.8	7		
	下	11	17.3	11	27.3	4		
6	上	10	15.4	8	22.5	9		
	中	10	15.7	7	24.3	4		
	下	10	16.1	8	32.1	4		
7	上	10	16.8	8	34.6	1	19	分養
	中	10	17.4	9	43.7	1	19	
	下	11	17.9	8	33.9	17	21	
8	上	10	18.1	9	35.3	9		
	中	10	18.6	8	23.7	3	20	
	下	11	18.9	8	19.5	10	23	雌雄別々飼育
9	上	10	19.3	0	0.0	212	10	成熟による生理障害、♀207尾、♂5尾
	中	1	19.4	0	0.0	11	15	低温処理
計		220		170	541.5	391	127	545

② G S I 調査結果

G S I 調査結果は表8に、G S I の変化は図8に示した。

♀のG S I は電照終了2週間後の7月中旬から上がり始め、60日目の9月上旬からは急上昇して20を超えた。雌雄別々飼育では、雌は排卵しないと言われているが、9月11日の調査で、10尾中6尾が排卵

していた。排卵魚が出現したことから、低温処理により排卵する魚体が多数いると判断して、良質卵を得るために、過熟魚が多くなる前に採卵した。採卵日は9月13日であった。

♂のGSIは徐々に大きくなり、9月11日には10.2まで上昇した。9月2日の調査魚のうち10尾中9尾が放精した。♂は♀より成熟が早く、採精できる期間が長いように思われた。

表8 GSI調査結果

雌雄	月 日	電照終了 後の日数	GSI			生殖腺 重量(g)	尾数	平均体長 (cm)	平均体重 (g)	備考
			平均	最大	最小					
♀	7月2日	1	0.3	1.1	0.0	0.3	144	16.4	78.1	
	7月16日	15	1.0	1.5	0.5	0.8	10	16.5	79.7	
	7月29日	28	4.1	8.7	2.0	4.5	9	18.3	108.7	
	8月12日	42	10.9	18.2	2.4	12.0	14	18.2	108.3	
	8月22日	52	15.4	23.7	6.0	18.4	11	18.3	115.6	
	9月2日	63	18.0	22.6	17.5	21.5	10	19.3	119.4	
	9月11日	72	29.8	39.5	23.4	37.7	10	19.4	126.5	排卵魚有り
♂	7月2日	1	1.6	3.2	0	1.2	5	16.2	79.2	
	7月16日	15	2.5	7.0	0.2	2.3	9	17.3	93.1	
	7月29日	28	0.1	7.0	2.0	4.2	12	18.2	99.0	
	8月12日	42	7.7	11.2	4.5	8.3	6	18.7	105.6	
	8月22日	52	8.6	14.0	4.3	9.6	12	18.4	109.9	
	9月2日	63	8.9	12.4	6.8	10.4	10	19.4	116.6	放精魚有り
	9月11日	72	10.2	13.5	9.0	28.5	5	19.3	117.1	

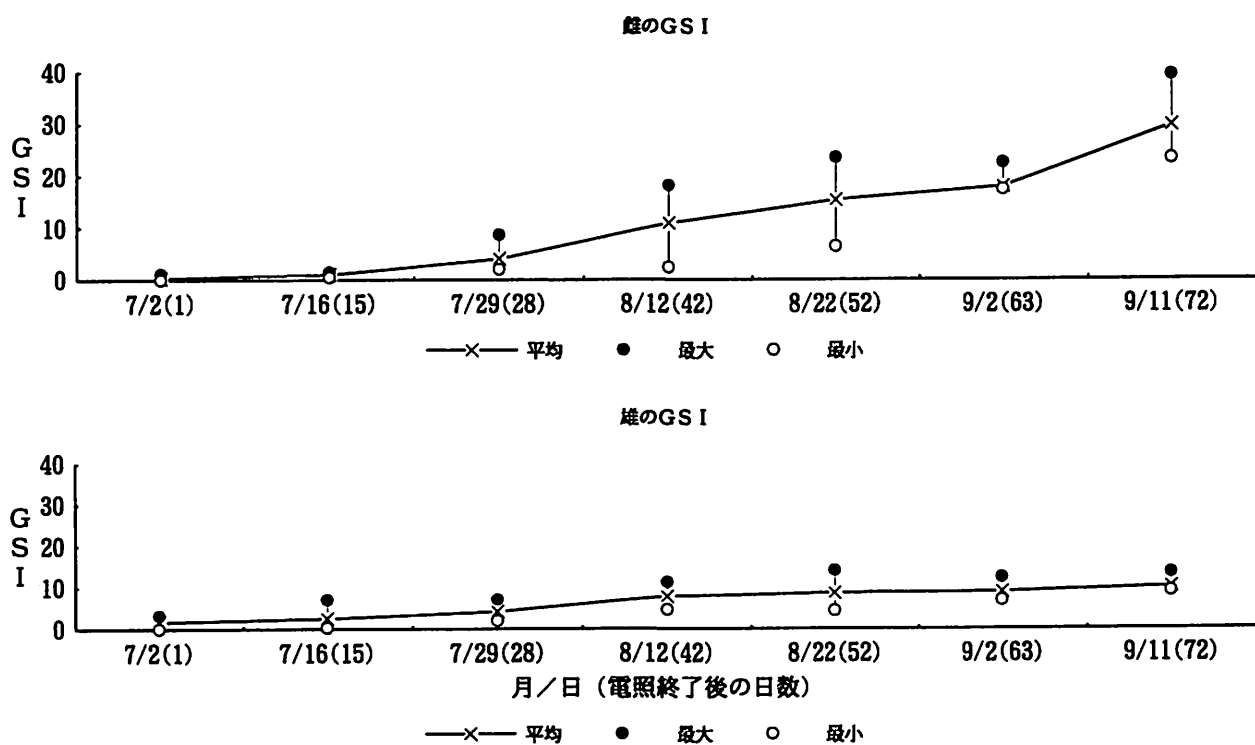


図8 GSIの変化

③ 低温処理の経過

低温処理の概要は表9に示した。

低温処理は9月10日に排卵可能♀と放精する♂を選別し、30t 1号と2号にそれぞれ♀268尾と♂601尾および♀313尾と♂618尾を収容した。飼育水の冷却は9月11日午後から開始し、採卵直前まで行った。冷却期間が3日で、水温差が0.7～1.9℃であったが、低温処理を行った♀581尾中177尾から採卵できた。使用率は30.5%であった。

表9 低温処理の概要

月日	時刻	水温(℃)		使用池			備考
		301号	302号	容量(t)	水量(t)	注水量(回転数/日)	
9/10		19.1					通常飼育
	11 15:00	19.2	19.2	30	10	1	冷却池に移動、冷却開始
	12	18.4	17.9	30	10	1	
	13	18.0	17.9	30	10	1	採卵

2) 採卵結果

採卵親魚の状況は表10に示した。

採卵尾数は177尾、採精尾数は76尾であった。採卵魚の平均魚体は体長が18.7cm、体重が129.4g、肥満度が19.7、GSIが25.5であった。177尾からの総採卵重量は3,313.1gで、1尾当たりの平均採卵重量は18.7gで、残卵率は44.0%であった。2回のサンプリングから卵1g当たりの卵数は、2,065粒で、総採卵数は684.2万粒であった。生産には発眼率の良いサランロックを使用した。残りのサランロックは早明浦ダム上流に発眼卵放流した。

採卵状況は表11に示すとおりであった。

表10 採卵親魚の状況

採卵日	採精尾数	親魚(雌)の平均				採卵					
		体長(cm)	体重(g)	肥満度	GSI	尾数	総重量(g)	g/尾	残卵率(%)	粒数/g	総粒数(万)
9/13	76	18.7	129.4	19.7	25.5	177	3313.1	18.7	44.0	2065	684.2

表11 採卵状況

採卵 Lot	ふ化槽 No	尾 数		採卵量(g)	採卵数	サランロック		備 考
		採卵	採精			枚数	卵数/枚	
1	1	9	3	156.6	323,379	4	80,845	1~4
2		7	2	137.5	283,938	4	70,984	5~8
3	2	6	1	119.2	246,148	4	61,537	9~12
4		6	2	112.4	232,106	4	58,027	13~16
5	3	5	3	115.3	238,095	4	59,524	17~20
6		6	4	130.3	269,070	4	67,267	21~24
7	4	6	4	106.7	220,336	4	55,084	25~28
8		6	3	108.8	224,672	4	56,168	29~32
9	5	9	2	135.4	279,601	4	69,900	33~36
10		8	2	157.5	325,238	4	81,309	37~40
11	6	7	2	128.5	265,353	4	66,338	41~44
12		6	3	118.8	245,322	4	61,331	45~48
13	7	7	4	111.6	230,454	4	57,614	49~52
14		3	1	73.8	152,397	4	38,099	53~56
15	8	7	3	140.4	289,926	4	72,482	57~60
16		7	3	146.9	303,349	4	75,837	61~64
17	9	8	3	124.7	257,506	4	64,376	65~68
18		8	5	122.9	253,789	4	63,447	69~72
19	10	8	4	103.0	212,695	4	53,174	73~76
20		6	3	129.5	267,418	4	66,854	77~80
21	11	9	5	185.1	382,232	4	95,558	81~84 ケム7. 廃棄
22		9	5	181.4	374,591	4	93,648	85~88 85.86は賦活剤使用
23	12	9	3	176.3	364,060	4	91,015	89~92
24		10	6	189.4	391,111	4	97,778	93~96
25	13	6	3	83.1	171,602	4	42,900	97~100
計		178	79	3,295.1	6,804,382	100	1,701,095	
平均				18.5	38,227			

卵数は卵1g当たり2,065粒として計算した。

3) 卵管理の経過

卵管理の状況は表12に示した。採卵からふ化が終了するまでに要した日数は12日で、平均水温は19.7℃(19.1~22.3)で、積算水温は236℃であった。発眼卵は採卵5日目に、ふ化の走りは採卵10日目に確認できた。採卵10日目の夕方に池入れを行い本格的なふ化を待った。

消毒・洗卵は表12のとおり実施した。卵への水カビの寄生はほとんど見られなかった。洗卵時の死卵等の回収量は1,026gで、死卵1g当たりの卵数は概ね1,100個で、回収死卵数は112.7万粒であった。回収死卵から発眼率を算出すると83.5%になるが、流水管理のため流失する未回収死卵があること、洗卵が完全に出来ないためにサランロックに死卵の付着がみられること、発眼卵自体がサランロックから離脱することなどを考慮すると、実質の発眼率は50~70%と考えられた。発眼率は平均すると60%程度と推定される。

スライドグラスに付着させた受精卵からの受精率は乾導法では94.6%、受精液を使う等調法では96.8%であった。発眼率は管理不備のため水カビが発生して、計数できなかった。

次年度からは、スライドグラス等に受精卵を付着させて、発眼率、ふ化率等を推定する方法を確立することが必要であろう。

表12 卵 管 理 状 況

月 日	採 卵 日 数	水 温 (°C)	作 業	死 卵 等		備	考
				回収量 (g)	粒 数 (万)		
9 / 13	1	19.1	採卵				
14	2	19.1					
15	3	19.2	消毒	10	1.1		
16	4	19.1					
17	5	19.2	消毒	54	5.9	一部発眼確認	
18	6	19.2					
19	7	19.3	消毒	165	18.1		
20	8	19.4	洗卵	541	59.5		
21	9	19.5	消毒	120	13.2		
22	10	20.0	洗卵	136	14.9	洗卵後池入れ刺激で一部ふ化	
23	11	20.6					
24	12	22.3				ふ化ピーク	
計		236.0		1026	112.7		
平均		19.7					

4) 飼 育 経 過

① 作 業 経 過

主な作業経過は表13に示した。各池とも9月13日に採卵した発眼卵を9月22日に池入れした。翌々日にはふ化ピークに達して、9月25日をふ化1日目として生産を開始した。

飼育水の比重調整のための人工海水の注水は各池とも、ふ化1日目から10日目まで行い、比重は501号が8～9に、102号、301号及び302号が11～12に調整した。

半止水方式の501号へのクロレラの添加は飼育水の水色でクロレラ濃度を判断しながら適宜行った。クロレラの添加は9月27日が2.5 t、9月28日が3.0 t 10月3日が3.5 t 及び10月8日が1.5 tであった。9月28日のクロレラ添加直後にはDOが14.08 ppmまで上昇して、仔アユの体内には気泡が認められた。仔アユは水面直下に浮上して浮いているような状態になったが、大量斃死には至らなかった。仔アユは翌日には正常に戻った。11月8日には飼育水が褐変した。飼育水の植物プランクトン相がクロレラ主体から珪藻主体に変化したためである。褐色の飼育水は池出し時まで続いたが、珪藻発生によるアユへの悪影響は認められなかった。

各池とも、環境悪化を防ぐために、ふ化40日目前後から適宜人工海水、淡水を注水した。

投餌作業についてはワムシはじょろで散水し、配合飼料はふ化25日までは料理用の粉ふり器で行った。ふ化26日目からは配合飼料の投餌は自動給餌器を使用した。

循環濾過飼育開始は102号がふ化4日目、301号及び302号がふ化8日目であった。302号はふ化21日目から濾過槽2面を使用した。

淡水馴致のための淡水の注水はふ化52日目から1/10回転/日で開始し、徐々に換水率を上げて、池出し前日には比重1以下にした。

底掃除は従来どおりサイフォンで行い、斃死魚除去と池出し前のへどろ除去時に実施した。底掃除回数は102号が1回、501号と301号が2回、302号が6回であった。

選別・池出し作業は102号がふ化69日目、301号が70日目、302号が73日目、501号が76日目であった。501号については選別池の都合で無選別で池出した。

表13 種苗生産における作業経過

月日	ふ化 日数	作業内容	池NO				備考
			501号	102号	301号	302号	
9月22日		発眼卵池入れ	○	○	○	○	
9月23日							ふ化開始
9月24日							ふ化ピーク
9月25日	1	人工海水注水	○	○	○	○	
9月26日	2	ワムシ投餌開始 サランロック撤去 サンプリング	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
9月27日	3	人工海水注水 クロレラ飼育水注水 寒冷紗撤去 極一部採光(寒冷紗一部開ける)	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	摂餌を活発にするため
9月28日	4	配合飼料投餌開始 クロレラ注水 人工海水注水 ウォーター・クーラーで冷却	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	水温22℃に上昇
9月29日	5	濾過槽稼働 シャフ開始 人工海水注水	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
10月2日	8	シャフ開始 濾過槽稼働			○ ○	○ ○	
10月3日	9	シャフ開始 クロレラ注水	○	○	○ ○	○ ○	
10月4日	10	サンプリング	○	○	○	○	
10月8日	14	クロレラ注水 換水ネット交換	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	
10月14日	20	サンプリング	○	○	○	○	
10月15日	21	濾過槽2台目稼働				○	
10月20日	26	自動給餌器使用	○	○	○	○	
10月24日	30	サンプリング	○	○	○	○	
10月31日	37	斃死魚散見			○	○	
11月2日	39	換水ネット交換 斃死魚散見			○ ○	○ ○	
11月3日	40	サンプリング	○	○	○	○	
11月6日	43	ワムシ投餌終了 水質悪化(飼育水濁る)	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	
11月7日	44	底に斃死魚有り			○	○	
11月8日	45	ワムシ投餌終了 クロレラからケイ藻に変わる	○ ○		○ ○	○ ○	
11月11日	48	底掃除				○	
11月13日	50	加温開始(ボイラー稼働) 底掃除 サンプリング	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	
11月15日	52	第1次換水馴致開始	○	○	○	○	換水注水して比重下げる
11月16日	53	換水ネット交換		○			
11月19日	56	加温開始(温水循環) 底掃除	○ ○		○ ○	○ ○	
11月20日	57	加温開始(チタンヒーター投入)			○	○	
11月23日	60	第2次換水馴致開始 サンプリング	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	
11月25日	62	第3次換水馴致開始	○	○	○	○	
11月27日	64	摂餌不興	○				
11月28日	65	水質悪化(NH4-N上昇) 底掃除	○ ○			○	排水して換水の注水量増
11月29日	66	底掃除		○	○		
11月30日	67	底掃除				○	
12月2日	69	池出し・選別 サンプリング		○ ○			
12月3日	70	池出し・選別 サンプリング 底掃除			○ ○	○ ○	
12月6日	73	池出し・選別 サンプリング				○ ○	
12月9日	76	底掃除 池出し・選別	○ ○				
12月10日	77	池出し・選別	○				
12月13日	80	サンプリング	○				

○印は実施

② 発眼卵の池入れ

池入れ状況は表14に示した。採卵数での池入れ数は501号が134.5万粒、102号が31.1万粒、301号が76.6万粒、302号が77.4万粒であった。発眼率60%、ふ化率95%と仮定すると各池のふ化仔魚尾数は501号が76.6万尾、102号が17.7万尾、301号が43.7万尾、302号が44.1万尾と推定された。

表14 池入れ状況

池 No	サランロック		卵数/枚	計
	ふ化水槽No	番号		
102号 (5枚)	6	44	66,388	311,712
		45	61,331	
		46	61,331	
		47	61,331	
		48	61,331	
301号 (13枚)	4	25	55,084	766,479
		26	55,084	
		27	55,084	
		28	55,084	
	4	29	56,168	
		30	56,168	
		31	56,168	
		32	56,168	
		7	49	
	7	50	57,614	
		51	57,614	
		52	57,614	
		12	89	
302号 (11枚)		2	13	58,027
	14		58,027	
	15		58,027	
	16		58,027	
	3	21	67,267	
22		67,267		
23		67,267		
24		67,267		
12	90	91,015		
	91	91,015		
	92	91,015		
501号 (21枚)	1	1	80,845	1,345,759
		2	80,845	
		3	80,845	
		4	80,845	
	1	5	70,984	
		6	70,984	
		7	70,984	
		8	70,984	
	6	41	66,338	
		42	66,338	
		43	66,338	
	7	53	38,099	
		54	38,099	
		55	38,099	
		56	38,099	
	10	73	53,174	
		74	53,174	
75		53,174		
8	62	75,837		
	63	75,837		
	64	75,837		
合計	(50枚)	3,198,171		

卵数は1g当り2065粒で計算した

③ 飼育環境

飼育期間中の水温、比重、pH、DO、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 及び亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$) の推移は図9、10、11、12、13、14に示した。上記測定項目の飼育開始から10日間ごとの平均値は表15に示した。午前と午後の2回測定した項目についてはその平均値で示した。

表15 飼育水の水質

501号 (半止水)							102号 (循環濾過)					
飼育日数	水温 (°C)	比重 σ_{15}	pH	DO (ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (ppm)	水温 (°C)	比重 σ_{15}	pH	DO (ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (ppm)
0~10	22.4	7.61	7.20	7.94	0.59	0.23	22.7	9.95	7.58	5.89	0.08	0.17
11~20	20.6	9.84	7.97	6.74	1.20	0.27	21.4	12.86	7.49	5.54	0.10	1.25
21~30	16.7	9.45	8.52	6.84	1.61	0.62	19.8	13.41	7.87	5.92	0.05	3.38
31~40	16.5	9.44	8.24	7.12	1.51	0.39	19.4	13.60	7.86	6.18	0.05	5.13
41~50	14.2	8.67	8.14	8.30	3.00	0.39	17.6	13.63	7.58	5.95	0.08	4.27
51~60	14.2	6.75	7.90	7.46	3.35	0.47	18.2	9.10	7.19	4.83	0.37	0.65
61~70	17.7	2.87	7.61	5.67	4.39	0.49	18.3	3.32	7.02	4.04	1.12	0.25
71~77	18.5	1.02	7.14	4.45	2.69	0.22						
平均	17.7	7.27	7.89	6.87	2.37	0.40	19.7	10.96	7.52	5.46	0.28	2.28

301号 (循環濾過)							301号 (循環濾過)					
飼育日数	水温 (°C)	比重 σ_{15}	pH	DO (ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (ppm)	水温 (°C)	比重 σ_{15}	pH	DO (ppm)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (ppm)
0~10	22.1	9.04	7.53	5.80	0.07	0.06	22.2	8.95	7.52	5.76	0.07	0.06
11~20	21.8	12.59	7.56	5.88	0.63	0.94	21.9	13.10	7.52	5.76	0.04	1.03
21~30	17.8	13.70	7.93	6.64	0.05	3.38	17.8	14.23	7.91	6.18	0.05	3.43
31~40	17.7	14.03	7.90	6.85	0.05	8.73	17.7	14.83	7.88	6.42	0.05	9.50
41~50	16.2	13.93	7.68	6.50	0.05	10.50	16.8	13.61	7.59	5.95	0.06	10.35
51~60	17.2	10.06	7.38	5.90	0.28	1.62	16.1	10.49	7.26	5.52	0.24	10.30
61~70	19.9	3.05	7.07	4.84	0.93	0.40	19.3	3.11	6.97	4.24	0.96	2.67
71~77							18.9	0.90	7.02	4.34	0.90	0.25
平均	18.9	10.94	7.58	6.08	0.31	3.87	18.8	10.79	7.50	5.63	0.29	5.49

(1) 水温

各池の平均(最低~最高)は501号が17.7°C(10.7~25.3)、102号が19.7°C(16.1~24.1)、301号が18.9°C(13.8~23.2)、302号が18.8°C(14.4~23.3)であった。501号は15°Cをきる水温になって成長が鈍った。

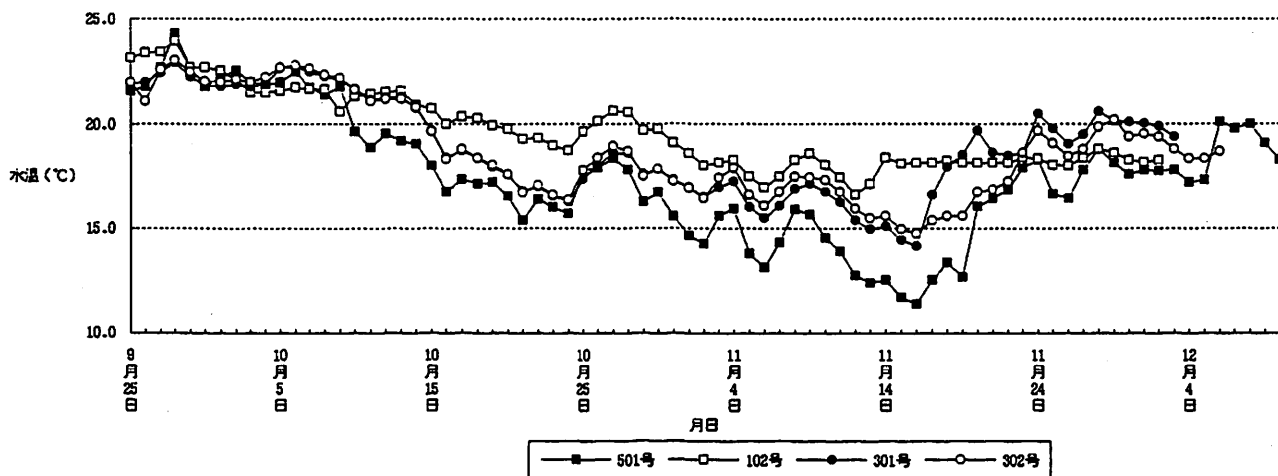


図9 水温の推移

(2) 比 重

各池の平均（～最高）は501号が7.27（～10.56）、102号が10.6（～14.74）、301号が10.94（～15.92）、302号が10.79（～15.62）であった。

初期の比重調整は飼育開始から1週間程度で1/3海水～1/2海水になるように調整した。飼育初期と淡水馴致時を除いた期間の比重は501号が8～10台、102号が12～15台、301号と302号が11～14台で推移した。

淡水馴致時の比重調整は⑥参照。

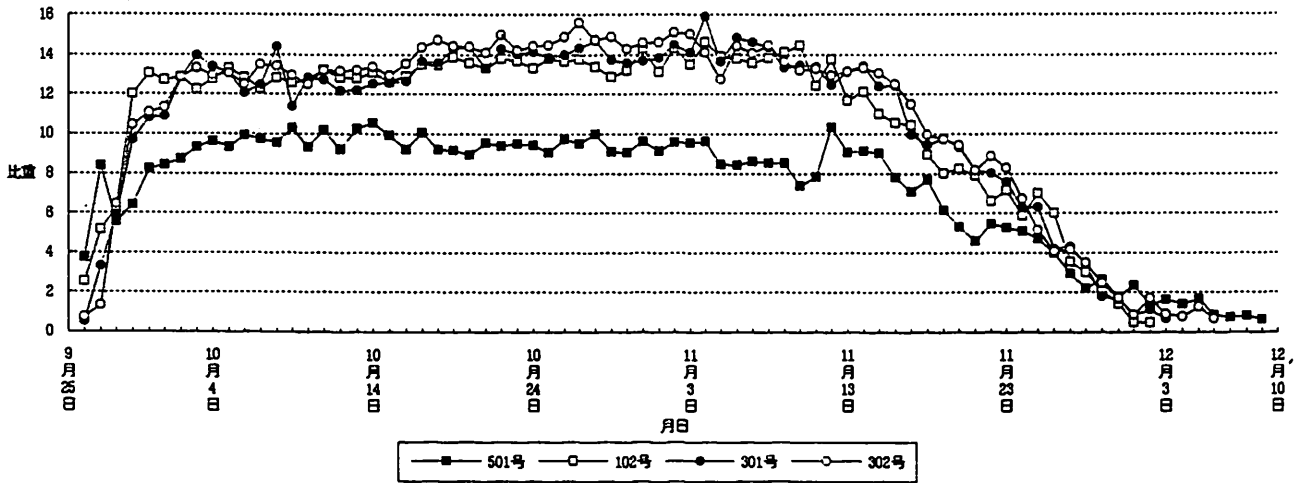


図10 比重の推移

(3) pH

各池の平均（最低～最高）は501号が7.89（6.64～8.88）、102号が7.52（6.90～8.09）、301号が7.58（6.85～8.12）、302号が7.50（6.74～8.08）であった。各池とも比重が安定する飼育中期にpHが高い傾向を示した。501号は他の池よりpHは高く推移した。これは止水でクロレラを添加した影響と考えられた。

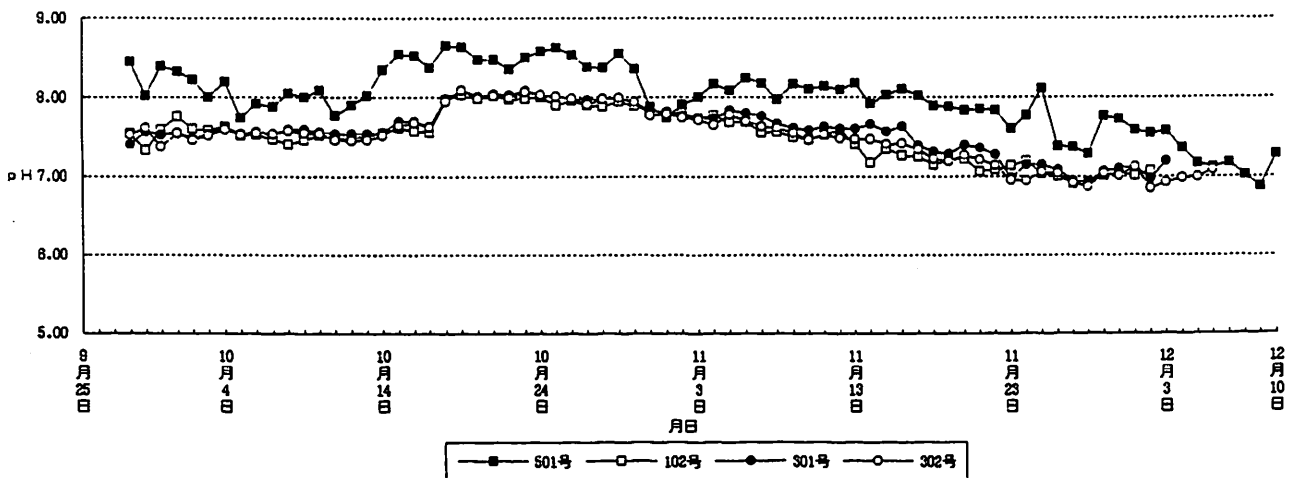


図11 pHの推移

(4) DO

各池の平均(最低～最高)は501号が6.87(3.54～14.08)、102号が5.46(3.37～7.51)、301号が6.08(3.36～7.50)、302号が5.36(2.77～7.63)であった。

各池とも、概ね5～7ppmで推移した。池出し前には4ppmの前半～3ppmに低下したために、飼育魚は活力がやや低下し、摂餌不良となり酸欠状態になった。

飼育後半になれば、魚体は成長して酸素消費量が増大する一方で、エアーストーンは目詰まりして空気の吹出量が低下するので、結果的に酸欠状態を招いた。

501号はクロレラを添加しているために、午前と午後ではDOの値に大きな差がみられた。

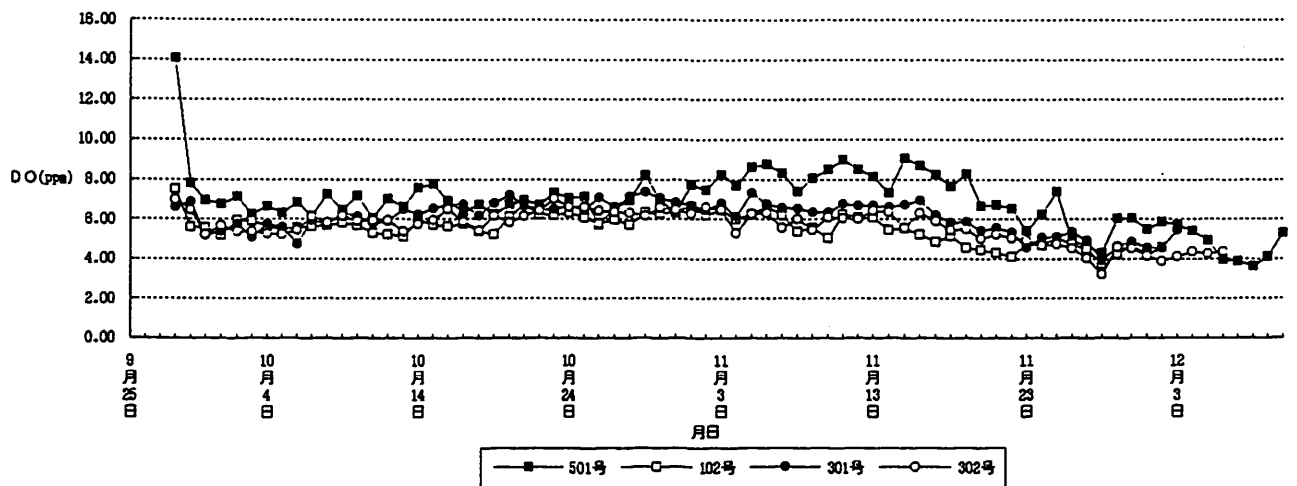


図12 DO の 推 移

(5) アンモニア態窒素 (NH₄-N)

各池の平均(最低～最高)は501号が2.37ppm(0～6.0)、102号が0.26ppm(0～2.0)、301号が0.31ppm(0～1.5)、302号が0.29ppm(0～1.3)であった。

半止水飼育の501号は淡水馴致による淡水の注水量が多くなるまで、NH₄-Nは全期間を通じて上昇傾向を示した。11月28日(ふ化後65日)にはNH₄-Nが6ppmになり、飼育魚は全体的に活力がなく、摂餌不良になり危険な状態になった。水温およびpHとのかねあいもあるがNH₄-Nが5ppmを超えると飼育魚にとっては危険となるので、換水及び連続注水などの処置が必要である。

濾過槽の大きい102号は飼育終期に2ppmまで上昇したものの、濾過槽稼働当初からほぼ0に近い濃度で推移した。301号及び302号は濾過槽稼働初期と飼育終期に上昇した他は、ほぼ0に近い濃度で推移した。濾過槽の亜硝酸菌がNH₄-Nの除去に有効に作用したと推測された。

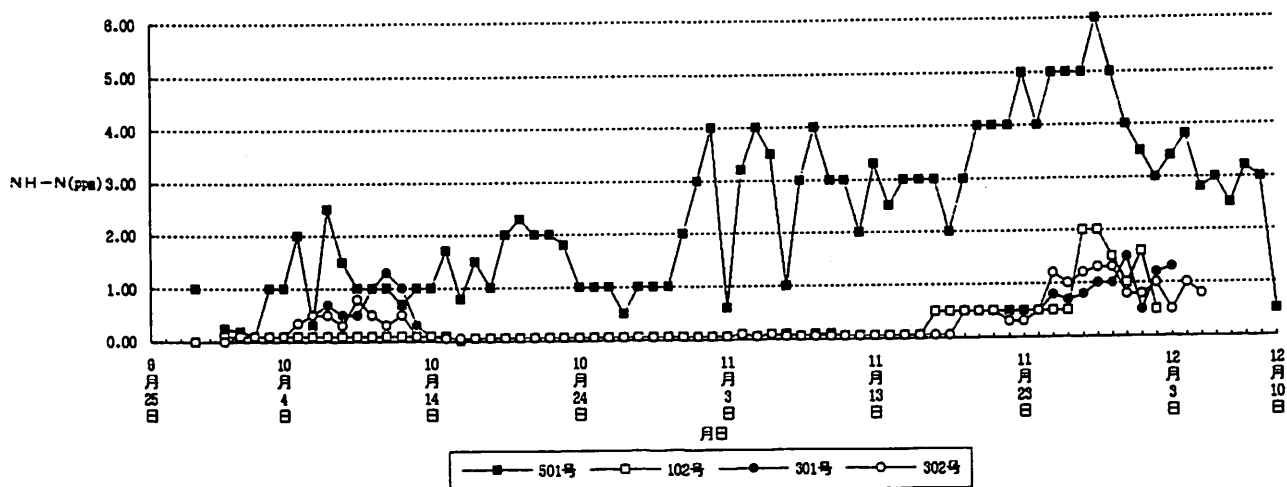


図13 NH₄ - Nの推移

(6) 亜硝酸態窒素 (NO₂ - N)

各池の平均 (最低～最高) は 501 号が 0.40 架 (0～1.0)、102 号が 2.28 架 (0～10.0)、301 号が 3.87 架 (0～15.0)、302 号が 5.49 架 (0～15.0) であった。

501 号は飼育期間を通じて、1 架以下で推移した。

循環濾過飼育した 102 号、301 号及び 302 号は濾過槽稼働から 1 カ月ぐらいまでは上昇してその後は降下に転じた。濾過槽比の大きい 102 号は 301 号、302 号より早く 1 架以下に降下した。302 号は降下途中に 10 架前後で停滞したために、301 号より 1 架以下に降下するのが遅れた。これは 301 号と 302 号の飼育密度の差によるものと考えられた。

水温条件・汚染負荷量等にもよるが、濾過槽内の硝酸菌が大増殖して NO₂ - N を除去するまでには濾過槽稼働後 1 カ月程度かかるものと思われた。

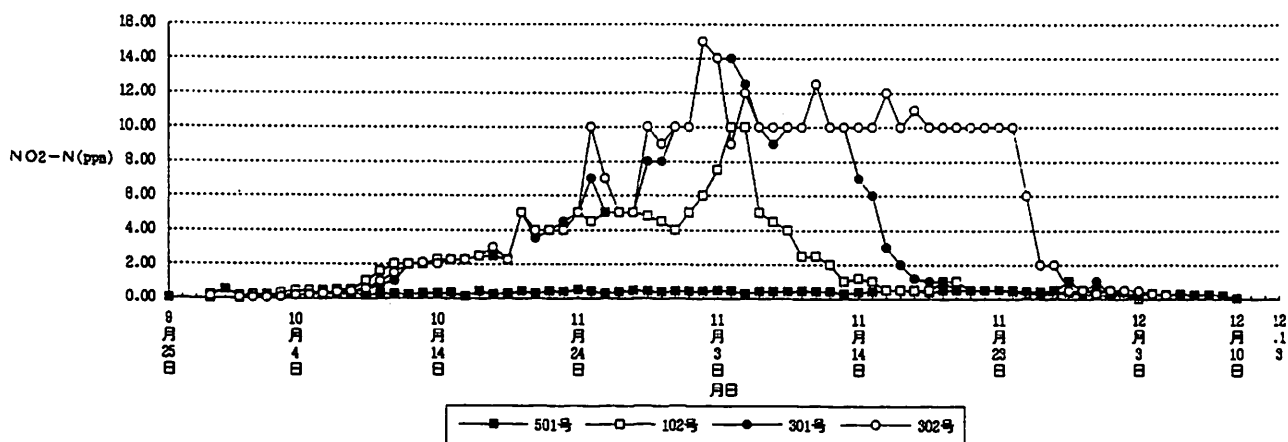


図14 NO₂ - Nの推移

(7) 照 度

省 略。

④ 投 餌 状 況

本年度は、昨年同様にアルテミア幼生を与えず、ワムシと配合飼料で飼育した。両者の投餌状況と投餌量の推移は表16、17に示した。

表16 投餌状況

種類	項 目	平成3年			
		501号	102号	301号	302号
ワムシ	投餌開始日 (ふ化日数)	2	2	2	2
	投餌終了日 (ふ化日数)	43	43	45	45
	投餌日数	42	42	44	44
	総投餌量 (億個)	310.1	128.4	133.7	205.9
	1尾当たりの投餌量 (万個/尾)	11.3	17.1	15.7	10.3
	日間投餌量 (万個/水量1 t/日)	1640.7	3057.1	1215.5	1871.8
	配合飼料	投餌開始日 (ふ化日数)	4	4	4
投餌終了日 (ふ化日数)		77	69	70	73
投餌日数		74	66	67	70
総投餌量 (g)		47223	9135	15134	28165
1尾当たりの投餌量 (g/尾)		0.17	0.12	0.18	0.14
日間投餌量 (g/水量1 t/日)		14.2	13.8	9.0	16.1
魚体・生産等		ふ化60日目の平均体重 (mg)	156.6	266.1	214.6
	生産密度 (尾/t)	6111	7500	3400	8000
	生産方式	半止水	循環濾過	循環濾過	循環濾過
	飼育日数	77	69	70	73
	水量 (t)	45	10	25	25
	生産尾数 (万尾)	27.5	7.5	8.5	20

表17 ワムシ・配合飼料の投餌量の推移

ふ化後日数	期 間	501号		102号		301号		302号	
		配合飼料 (g)	ワムシ (億個)	配合飼料 (g)	ワムシ (億個)	配合飼料 (g)	ワムシ (億個)	配合飼料 (g)	ワムシ (億個)
0~10	9/25~10/4	108	18.2	43	12.3	75	16.5	75	16.5
11~20	10/5~10/14	182	68.5	669	32.5	107		109	41.5
21~30	10/15~10/24	327	84.9	182	45.2	196	33.5	249	49.5
31~40	10/25~11/3	2,704	128.5	977	33.5	1,687	41.3	2,698	44.6
41~50	11/4~11/13	7,947	10.0	2,530	5.0	4,775	36.5	5,330	53.8
51~60	11/14~11/23	12,415		6,065		8,615	5.9	11,515	
61~70	11/24~12/3	26,262		8,510		12,650		21,540	
71~77	12/4~12/10	21,220						6,720	
計		771,165	310.1	183,777	128.5	28,104	133.7	48,236	205.9

ワムシはふ化後2日目から投餌を開始し、最終投餌日は501号と102号がふ化後43日目、301号と302号がふ化45日目であった。ワムシの総投餌量は501号が310.1億個、102号が128.4億個、301号が133.7億個、302号が205.9億個であった。

配合飼料はふ化後4日目から投餌を開始した。ふ化後8日目には摂餌行動がみられた。飼育魚は継代を重ねるたびに配合飼料に対する餌付きが年々早くなっている。配合飼料の総投餌量は501号が47.2kg、102号が9.1kg、301号が15.1kg、302号が28.2kgであった。

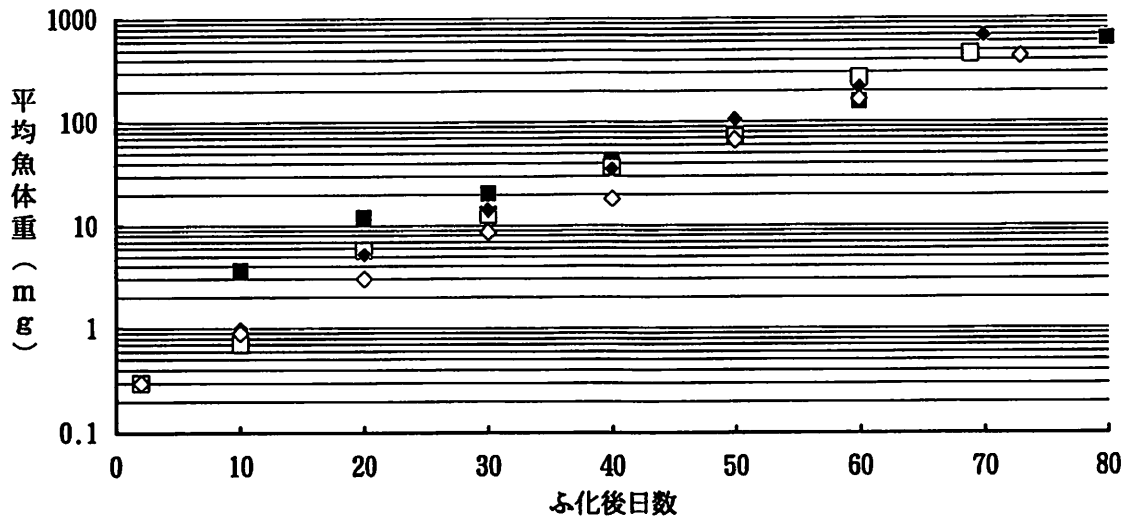
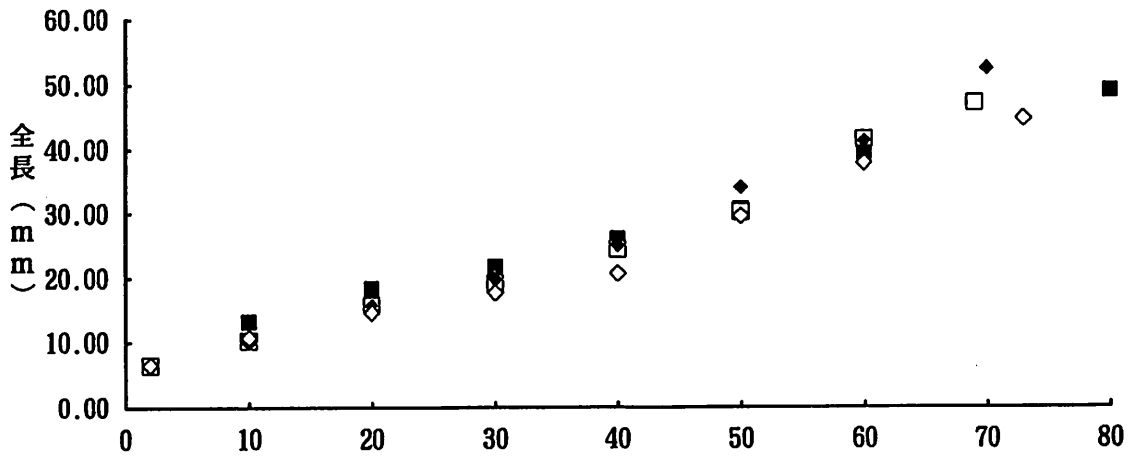
アユの大きさと使用した配合飼料の粒径は以下のとおりであった。アユの全長20mm以下では粒径が100~200μmのものを、20mm以上になれば140~280μmのものを、30mm以上になれば190~410μmのものを、35mm以上になれば300~500μmのものを使用した。

⑤ 成 長

種苗生産魚のふ化から10日ごとの全長及び体重の推移は表18に示し、そのグラフ化したものは図15に示した。飼育日数が共通するふ化後60日目までについてみると、全長と体重は大きい順に102号が41.6mmと266.1mg、301号が41.2mmと214.6mg、302号が37.8mmと164.0mg及び501号が36.9mmと156.8mgであった。加温設備のある102号が最も良い結果を得た。301号と302号の成長差は生産終了時の飼育密度差によるものと考えられた。野外池の501号は飼育後半に他の池より低水温で推移したために、結果的には循環濾過飼育より成長は劣った。水温条件の良かった飼育前半は循環濾過飼育より圧倒的によい成長を示した。このことはクロレラの添加効果と考えられた。つまり、飼育池にクロレラを添加することにより、投餌したワムシは栄養的に強化されると同時に、飼育池内に餌となるクロレラがあるので増殖していると思われた。ふ化仔魚は投餌したワムシに加えて飼育池内で増殖したワムシも摂餌しているため、飼育前半は好成長するものと思われた。

表18 全長及び体重の推移

月日	ふ化後 日数	501号		102号		301号		302号	
		平均全長 (mm)	平均体長 (mg)	平均全長 (mm)	平均体長 (mg)	平均全長 (mm)	平均体長 (mg)	平均全長 (mm)	平均体長 (mg)
9月26日	2	6.6	0.3	6.6	0.3	6.6	0.3	6.6	0.3
10月4日	10	13.3	3.7	10.3	0.7	10.0	1.0	10.8	0.9
10月14日	20	18.3	12.0	15.7	5.7	15.8	5.2	14.6	3.0
10月24日	30	21.7	20.5	19.2	12.8	19.8	14.2	17.7	8.7
11月3日	40	26.1	42.4	24.4	36.4	25.1	35.3	20.7	18.3
11月13日	50	30.8	74.9	30.3	71.2	34.1	106.4	29.7	66.5
11月23日	60	36.9	156.6	41.6	266.1	41.2	214.6	37.8	164.0
12月2日	69			47.1	455.3				
12月3日	70					52.5	688.4		
12月6日	73							44.7	428.2
12月13日	80	49.0	6635.0						



■ 501号 □ 102号 ◆ 301号 ◇ 302号

図15 平均全長・魚体重の推移

⑥ 淡水馴致

11月11日（ふ化後48日）ごろから、各池のふ化仔魚の体側中央部に黒い色素が形成されはじめたので、11月15日（ふ化後52日）から淡水の注入を約1/10回転/日で開始して、馴致態勢に入った。

淡水馴致開始から池出しまでの淡水・海水の注入及び比重の降下状況は表19に示した。比重は2～3週間かけて概ね0まで下げた。この間に、大量斃死はなく、魚にとってはほとんど問題にならなかった。

表19 海水調製状況

月日	日数	501号			102号			301号			302号		
		海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)	海水注水量 濃度 量 比重 備考 (t)		
11月15日	52	0.1		9.02	0.1		11.02	0.1		12.40	0.1		13.06
11月16日	53	0.1		7.79	0.1		10.56	0.1		12.44	0.1		12.52
11月17日	54	0.1	1/3海水	18	7.10		10.45	0.1	1/2海水	2	9.98	0.1	11.51
11月18日	55	0.1		7.70	0.1		8.96	0.1		9.43	0.1		9.96
11月19日	56	0.1		6.14	0.1		8.02	0.1	1/2海水	5	9.76	0.1	9.75 底掃除、菌死魚有り
11月20日	57	0.1		5.28	0.1		8.25	0.1		8.33	0.1		8.45
11月21日	58	0.1	全海水	3	4.60		7.90	0.1		8.18	0.1		8.16
11月22日	59	0.1		5.44	0.1		6.61	0.1		8.02	0.1		8.90
11月23日	60	0.2	全海水	1	5.26		7.15	0.2	3/11海水	5.5	7.57	0.2	8.29
11月24日	61	0.2		5.09	0.2		5.84	0.2		6.26	0.2		6.71
11月25日	62	0.33	1/2海水	4	4.69		7.01	0.2	1/2海水	3	6.30	0.2	5.16
11月26日	63	0.33		3.98	0.2		6.01	0.2		4.17	0.2		4.05
11月27日	64	0.33		2.94	0.2		3.54	0.2		4.27	0.2		4.13
11月28日	65	0.5		2.18	0.4		3.01	0.33		3.43	0.33		3.49
11月29日	66	0.65		2.63	0.9		2.08	0.33		1.77	0.33		2.44
11月30日	67	0.65		1.80	0.9		1.43	0.33		1.64	0.33		1.72
12月1日	68	0.65	2/11海水	11	2.36	浮上菌死魚見	0.49	0.9		0.84	0.33		0.94 塩50kg投入
12月2日	69	0.65		1.39	0.9		0.49	0.33		1.10	0.33		1.70
12月3日	70	0.65		1.64	0.9		0.49	0.33		0.87	0.33		0.89
12月4日	71	0.65		1.42									0.79
12月5日	72	0.65		1.66		浮上菌死多し							1.26
12月6日	73	0.65		1.86									0.65 逃出し
12月7日	74	0.65		0.74									
12月8日	75	1.1		0.82									
12月9日	76	1.1		0.63		逃出し							
12月10日	77	1.1		0.00		逃出し							0.65 逃出し

⑦ 移送・選別・池出し

各池の移送・選別・池出しは図16、17に示した。生産池から選別網への移送はサイフォンで行い、選別網から抜け出る魚体を選別小、選別網内に残る魚体を選別大にした。選別小はそのまま選別池で飼育し、選別大は金魚ネットを取り上げ、計量して中間育成池に移送した。

このときの平均魚体重は0.4～0.6gであったが、餌で蝸集させてサイフォンで取り上げた結果、生産池内のほぼ9割程度の魚が取り上げられた。魚体重が1g以下であれば、サイフォンによる取り上げは十分可能と考えられた。

選別網は120径もじ網を使用した。池出し時の平均体重が0.455gであった102号は選別小群と選別大群の尾数比が1：2.5であり、選別した大小2群にはそれぞればらつきはみられなかった。これに対して池出し時の平均体重が0.688gであった301号のそれは1：4.5で、選別結果は選別大群に集中し、選別大群そのものにばらつきがみられた。選別網として、120径もじ網は0.4gの魚体には適しているが、0.6gの魚体では網の目合が小さいと判断された。

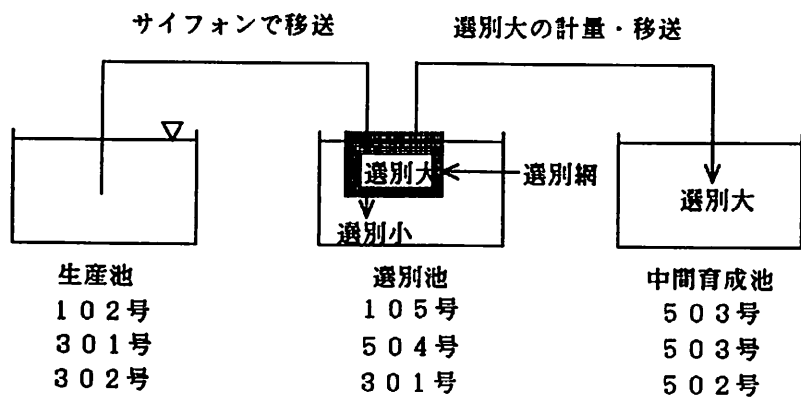


図16 102号・301号・302号の移送・選別・池出し

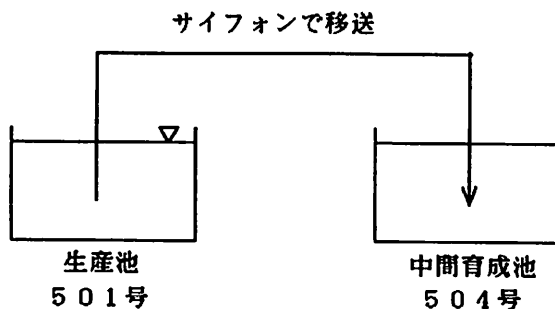


図17 501号の移送・池出し

⑧ 斃死魚の取り上げ状況

底掃除時に回収した斃死魚および浮上斃死魚の出現状況は表20に示した。10月7日に301号で5,000尾の斃死がみられた以外は大量の斃死はなかった。斃死魚が散見されはじめたのは淡水馴致開始前後であった。501号についてはNH₄-Nが5~6ppmに上昇した11月下旬から浮上する斃死魚が目立つようになった。

種苗生産中の最も大きな減耗は生産開始からふ化後20日目までに集中すると思われ、その斃死原因は餌付き不良によると推測された。

表20 底掃除時に回収したへい死尾数及び浮上斃死魚の出現状況

月 日	ふ 化 日 数	501号		102号		301号		302号	
		尾 数	状 況	尾 数	状 況	尾 数	状 況	尾 数	状 況
10月7日	13					5,000	底		
11月7日	44							1,000	底
11月11日	48							200	底
11月13日	50							少数	底
11月19日	56					500	底	500	底
11月28日	65	やや多し	浮					少数	底
11月29日	66	やや多し	浮	450	底	少数	底		
11月30日	67							200	底
12月1日	68	散見	浮					散見	浮
12月2日	69			池出し					
12月3日	70	散見	浮			池出し			
12月5日	71	やや多し	浮						
12月6日	72							池出し	
12月8日	75	やや多し	底						
12月9日	76	やや多し	底						
			池出し						
12月10日	77		池出し						

底…底掃除時に回収して重量法計数
 浮…浮上斃死有り

⑨ 生産尾数

池出し時の生産尾数は表21に示した。生産尾数は501号が27.5万尾、102号が7.5万尾、301号が8.5万尾及び302号が20.0万尾であった。ふ化仔魚からの生残率は501号が35.9%、102号が42.4%、301号が19.5%及び302号が45.3%であった。生産密度は501号が6,111尾/t、102号が7,500尾/t、301号が3,400尾/t及び302号が8,000尾/tであった。

301号と302号は濾過槽比の差以外には飼育条件に大きな差がないにもかかわらず、生産成績は301号は302号の半分以下であった。当初、301号の低調な生産成績は濾過槽比の差に起因すると考えたが、図13、14に示したように、301号および302号のNH₄-NとNO₂-Nの挙動には著しい差がみられなかったため、他に原因があると考えられた。

表2.1 池出し時の生産尾数

池No	飼育方式	水量 (t)	初期放容 尾数(万尾)	濾過槽比 (%)	総重量(Kg)		平均魚体重(g)		推定生産尾数(万尾)		生残率 計 (%)	生産密度 (尾数/t)	
					選別大	選別小	選別大	選別小	選別大	選別小			
501号	半止水	45	76.6						25.0	2.5	27.5	35.9	6111
102号	循環濾過	10	17.7	50.0	26.2		0.558		4.7	2.8	7.5	42.4	7500
301号	循環濾過	25	43.7	4.8	37.8		0.540		7.0	1.5	8.5	19.5	3400
302号	循環濾過	25	44.1	16.0	73.0		0.456		16.0	4.0	20.0	45.3	8000
計		105	182.1						52.7	10.8	63.5	34.9	6048

濾過槽比=濾過槽容量/飼育池容量×100(%)

⑩ 分養・放流・中間育成状況

池出し後の分養系統図は図18に示した。他機関への分養は12月24日と2月3日に内水面漁連に分養した。尾数は12月24日が約8万尾(0.5～3gサイズ)、2月3日が7.5万尾(平均魚体重4.8g)であった。

河川放流は1月31日に早明浦ダム上流、3月17日に四万十川、3月18日に仁淀川及び4月17日に物部川へ放流した。放流尾数は早明浦ダム上流が4.2万尾(平均魚体重4.7g)、仁淀川が2.8万尾(平均魚体重8.4g)、四万十川が5.8万尾(平均魚体重8.4g)及び物部川が1.5万尾(平均魚体重8.2g)であった。

次年度の親魚候補は302号の選別大と循環濾過による中間育成試験魚から分養したものをを用いた。4月24日に、302号の選別大は50t池3面に分養して親魚養成を開始した。各池の収容尾数はそれぞれ3,000尾、3,200尾及び5,500尾であった。循環濾過飼育試験魚は5月14日に3,400尾を分養して親魚養成を開始した。平均魚体重は10.9gであった。

＜種苗生産池＞

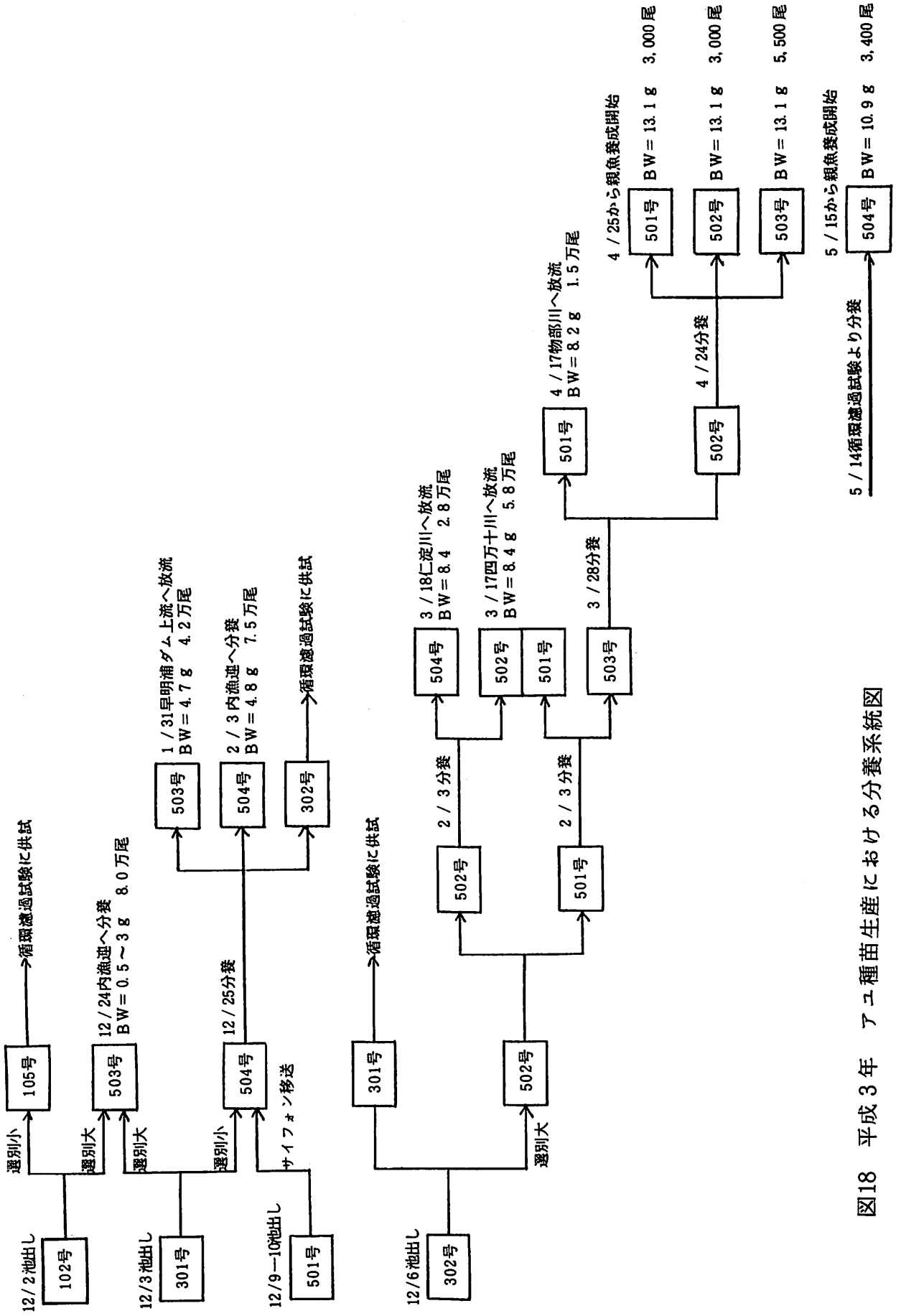


図18 平成3年 アユ種苗生産における分養系統図

⑪ そ の 他

仁淀川と四万十川への放流用として中間育成していたアユに1月下旬ごろからサビ魚が出現した。サビ魚の因果関係ははっきりしないが、その一因として例年より採卵日が一週間早かったことが考えられる。放流前に明らかにサビ魚とわかるアユを選別し取り除いて放流した。放流魚のサビに関する情報はなかった。次年度以降サビの原因を検討する必要がある。

3月3日～5日に約10万尾を放流用として脂鰭の鰭切り作業を実施したときのサビ魚と変形魚（肉眼的に外観が変形しているもの）の出現率は表22に示した。各池のサビ魚の出現率は1.44～2.82%であった。各池の変形魚の出現率は0.01～0.07%であった。

表22 中間育成魚の鰭切り時におけるサビ魚と変形魚の出現率

水槽No	501号	502号	503号
年月日	3月5日	3月4日	3月3日
鰭切り尾数	35,808	29,051	34,877
サビ魚尾数	1,010	419	847
変形魚尾数	23	20	2
サビ出現率(%)	2.82	1.44	2.43
変形出現率(%)	0.06	0.07	0.01
鰭切り時の平均魚体重(g)	6.5	5.5	6.3
同 平均体長(cm)	8.0	7.5	7.9

4 考察及び問題点

本年度の試験目的は濾過槽比（濾過槽比＝濾過槽の容量／飼育池の容量×100%）の検討であった。前年度は濾過槽比50%で好結果を得たので、本年度は濾過槽比を4%及び16%にして生産したところ、濾過槽比4%では成績は劣ったものの、濾過槽比16%では濾過槽比50%に匹敵する生産成績をおさめた。

新設されるアユ種苗供給施設の濾過槽比は設計段階では、20%とされているので、今年の試験結果から、循環濾過方式による生産が可能と推察された。

次年度の検討課題として、本年度の半止水方式の飼育において、飼育前半に驚異的な好成長を示したので、半止水と循環濾過を併用した飼育方式及びクロレラ循環濾過方式を考えている。

アユ品種改良試験

児玉 修・菊池 達人・佐伯 昭

1 目的

本県のあゆ養殖およびダム湖や河川への放流に適したあゆの品種を作出する技術を開発するため、日本水産資源保護協会の委託事業「水産生物有用形質識別評価手法開発事業」を受けて、平成元年度から5ヶ年計画で雌性発生技術の応用によるアユの水溫関連形質の評価と評価方法の技術開発を行った。なお、詳細は日本水産資源保護協会発行の「平成3年度水産生物有用形質識別評価手法開発事業報告書」に記載した。

2 要約

- (1) 海産系、湖産系、奄美産系、奄美産♂×海産♀（以下、ハイブリッド）および海産系クローン（以下、クローン）の混合群について、高温（28℃）・常温（20℃）・低温（14℃）の3温度で混合飼育試験を行い、体長と肥満度増加率の対クローン比と生残率を比較した結果、生残率は、奄美産系とハイブリッドが高温区ほど高い傾向がみられ、体長と肥満度の増加率は、海産系が低水温で大きい傾向がうかがわれた。
 - (2) 高水温前歴および低水温前歴の海産系、湖産系、奄美産♂×海産♀（以下、ハイブリッド）およびクローンの混合群に対して、それぞれ高、低水温ショック試験を行って経過時間に対する生残率曲線を比較した結果、高水温飼育前歴魚と低水温飼育前歴魚では前歴水温による水温耐性の違いが認められたが、系統間の順位に関しては同様の傾向となり、ハイブリッドと海産系が高水温に強く、湖産系が低水温に強い結果となった。
 - (3) 海産系第一卵割阻止型雌性発生魚（以下、G2N-B）、海産系第二極体放出阻止型雌性発生魚（以下、G2N-A）、海産系通常二倍体魚（以下、CONT）および海産系クローン（以下、クローン）を用いて、高温（28℃）・常温（20℃）・低温（13℃）の3温度で混合飼育試験を行い、体長と肥満度の変動係数（以下、CV）増加率の対クローン比を比較した結果、体長のCV増加率では、各供試群とも高水温ほど体長のCV増加率が高くなる傾向を示し、G2N-BとG2N-AがCONTより高い値を示した。また、肥満度のCV増加率では、高温区および低温区でG2N-BとG2N-Aがより高い値を示した。このことから、雌性発生魚の遺伝的変異の大きさが、高水温や低水温の厳しい環境下ほど体長や肥満度のバラツキに大きな影響を及ぼしたことが推察された。
- 低水温ショック試験を行って経過時間に対する生残率曲線を比較した結果、全実験区においてG2N-A、CONT、クローンの順で生残率曲線が急勾配となる傾向がうかがわれ、供試魚の遺伝的変異の大小がへい死時間のバラツキに影響したことが示唆された。

資 料

平成元年度 飼育用水の水溫一覧（高知県内水面センター）

日	(4月)				(5月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	15.1		14.2		15.4		15.4	
2					15.4		15.5	
3	14.9		14.7					
4	14.8		14.5					
5	15.1		14.6					
6	14.9		14.5		14.7		14.8	
7	15.0		14.6					
8					14.6		15.2	
9					14.6		14.9	
10	15.4	15.0	15.0	14.6	14.7	14.9	15.1	15.2
11	15.2		14.8		14.7		15.0	
12	15.1		14.1		14.7		15.1	
13	15.1		14.4					
14	15.1		14.4					
15	15.1		15.0		14.8		15.4	
16					14.8		14.7	
17	15.1		14.8		14.9		14.8	
18	15.2		14.8		14.8		15.1	
19	15.1		15.0		14.9		15.3	
20	15.1	15.1	14.9	14.7	14.9	14.8	15.7	15.2
21	15.1		15.1					
22					15.0		15.5	
23					15.0		15.2	
24	15.1		15.2		15.1		15.6	
25	15.2		14.2		15.1		15.5	
26	15.3		14.9		15.1		15.5	
27	15.4		15.4					
28	15.6		14.6					
29								
30					15.1		15.8	
31		15.3		14.9	15.1	15.1	15.4	15.5
計	333.0		323.7		313.4		320.5	
回数	22		22		21		21	
平均	15.1		14.7		14.9		15.3	

平成元年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(6月)				(7月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	15.1		15.7		16.0		16.8	
2	15.2		15.7					
3	15.2		15.9		16.1		16.8	
4					16.1		17.0	
5	15.2		16.6		16.2		17.0	
6	15.2		16.4		16.2		17.1	
7	15.2		15.9		16.2		17.2	
8	15.2		15.9					
9	15.2		15.7					
10		15.2		16.0	16.4	16.2	17.7	17.1
11					16.4		17.5	
12	15.3		15.7		16.6		17.9	
13	15.3		15.9		16.5		17.5	
14	15.4		15.9		16.5		17.9	
15	15.4		16.0		16.6		18.2	
16	15.4		16.3					
17	15.4		16.1					
18					16.8		18.2	
19	15.4		16.3		16.9		18.4	
20	15.6	15.4	16.1	16.0	16.9	16.7	18.2	18.0
21	15.7		16.1		16.9		18.0	
22	15.7		16.4					
23	15.7		16.3					
24					17.0		18.5	
25					17.1		18.3	
26	15.8		17.1		17.3		18.5	
27					17.2		18.6	
28	15.9		17.0		17.2		18.7	
29	16.0		16.8		17.5		18.9	
30	16.0		16.5					
31		15.8		16.6	17.4	17.2	18.5	18.5
計	355.5		372.3		384.0		411.4	
回数	23		23		23		23	
平均	15.5		16.2		16.7		17.9	

平成元年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(8月)				(9月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	17.5		18.5		19.0		20.0	
2	17.9		19.2		19.1		20.6	
3	17.7		19.1					
4	17.7		18.8		19.3		20.0	
5	17.8		19.0		19.3		19.7	
6					19.4		20.4	
7	18.0		19.1		19.6		20.6	
8	18.2		19.5		19.7		20.8	
9	18.1		19.4					
10	18.2	17.9	19.4	19.1		19.3		20.3
11	18.2		19.1		19.8		21.5	
12					19.7		21.2	
13					19.7		21.6	
14	18.3		19.4		19.9		21.1	
15	18.3		19.1		19.8		21.1	
16	18.4		19.2		19.9		21.1	
17	18.3		19.4					
18	18.4		19.6		19.8		21.0	
19	18.4		19.9		20.2		21.0	
20		18.3		19.4	19.9	19.9	19.9	21.1
21	18.4		19.8		19.9		19.9	
22	18.5		19.9				20.7	
23	18.6		20.0					
24	18.8		19.8					
25	18.9		20.0		20.1		19.9	
26					20.1		20.5	
27					20.2		20.7	
28	19.0		20.1		20.4		21.1	
29	19.1		19.8		20.3		20.0	
30	19.1		21.2		20.3		19.7	
31	19.1	18.8	20.4	20.1		20.2		20.3
計	458.9		488.7		455.4		494.1	
回数	25		25		23		24	
平均	18.4		19.6		19.8		20.6	

平成元年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面センター）

日	(10月)				(11月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1					20.1		19.1	
2	20.4		19.8		19.9		18.3	
3	20.4		19.8		20.0		18.4	
4	20.5		20.0		20.0		19.2	
5	20.5		19.6		19.8		19.6	
6	20.6		20.3		19.8		19.4	
7	20.3		20.3		19.7		19.5	
8	20.4		19.6		19.8		19.6	
9	20.3		18.4		19.7		19.4	
10	20.3	20.4	18.4	19.6	19.7	19.9	18.3	19.1
11	20.3		19.7		19.7		17.9	
12	20.3		19.9		19.6		18.7	
13	20.4		19.8					
14	20.3		19.4		19.9		18.4	
15			19.0		19.9		18.1	
16	20.1		19.4		19.9		18.5	
17	20.1		18.8		19.8			
18	20.0		17.5		19.6		18.2	
19	19.9		18.2		19.6		18.0	
20	19.9	20.1	18.4	19.0	19.8	19.8	18.0	18.2
21	19.8		17.8		19.9		17.9	
22	20.1		18.5		19.7		17.9	
23	20.2		18.6		19.7		18.6	
24			18.3		19.6		18.1	
25	20.0		18.3		19.5			
26	19.9		18.4		19.5			
27	19.9		18.4					
28	20.2		19.4					
29			18.3		19.6		17.4	
30	20.1		18.3		19.4			
31	20.0	20.0	18.7	20.3		19.6		18.0
計	545.2		569.3		533.2		426.5	
回数	27		30		27		23	
平均	20.2		19.0		19.8		18.5	

平成元年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(12月)				(1月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	19.6		18.8		18.1		17.3	
2	19.5		18.7		18.1		16.9	
3	19.5		18.9					
4	19.4		18.7		18.2		14.4	
5	19.4		18.6		17.7		16.7	
6	19.7		18.6		17.8		16.8	
7	19.6		19.0		17.2		16.8	
8	19.6		18.6		17.2		16.4	
9	19.5				17.5		16.8	
10	19.2	19.5	18.5	18.7	17.7	17.7	17.3	16.6
11	18.9				17.2		16.2	
12	19.0				17.5		16.8	
13	19.0		18.0		16.8		16.3	
14	19.0				16.4		16.2	
15	18.0				16.6		16.0	
16	18.8				16.4		16.0	
17	18.8				16.5		15.9	
18	18.7						15.9	
19	18.7				16.4		16.1	
20	18.6	18.8		18.0	16.1	16.7	15.5	16.1
21	18.6				16.0		15.2	
22	18.5				15.9		15.3	
23					16.7		15.6	
24	18.4				16.5		15.4	
25					16.4		15.3	
26	18.1				16.2		15.3	
27	18.0		14.7		16.2		15.4	
28	17.9		13.7					
29			14.7		16.4		15.4	
30	18.0		14.8		15.9		15.3	
31	17.9	18.2	16.2	14.8	15.7	16.2	15.3	15.4
計	527.9		260.5		471.3		463.8	
回数	28		15		28		29	
平均	18.9		17.4		16.8		16.0	

平成元年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(2月)				(3月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	15.7		15.1		15.5		15.1	
2	15.6		14.8		15.5		15.0	
3	15.6		15.1		15.3		15.0	
4	15.5		15.0		15.3		14.6	
5	15.4		14.7		15.4		14.7	
6	15.4		15.1		15.3		14.7	
7	15.5		15.1		15.3		14.6	
8	15.4		14.8		15.3		14.2	
9	15.4		14.7		15.3		14.3	
10	15.2	15.5	14.8	14.9		15.4		14.7
11	15.5		15.4		15.3		14.7	
12	15.1		14.6		15.2		14.9	
13	15.0		14.3		15.2		14.2	
14	15.1		14.7		15.0		14.3	
15	15.3		15.0		14.9		14.9	
16	15.4		14.9		14.8		14.4	
17	15.4		14.8					
18	15.6		14.9		14.7			
19	15.6		15.3		14.6		14.0	
20	15.3	15.3	15.1	14.9	14.5	14.9	15.9	14.7
21	15.2		14.3					
22	15.2		14.8		14.6		17.3	
23	15.3		15.2		14.0		16.8	
24	15.0		14.8				17.3	
25	15.0		14.7		13.8		15.7	
26	15.2		14.8		13.8		14.8	
27	15.4		14.7		13.6		15.9	
28	15.5		14.5					
29					13.5		17.3	
30					13.4		16.7	
31		15.2		14.7	13.4	13.8	17.3	16.6
計	429.8		416.0		382.5		398.6	
回数	28		28		26		26	
平均	15.4		14.9		14.71		15.3	

平成2年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(4月)				(5月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	13.4		17.3		14.6		14.3	
2	13.5		18.1		14.6		14.5	
3	13.4		16.5		14.7		14.7	
4	13.5		17.5		15.5		15.4	
5	13.7		16.3		15.1		15.1	
6	13.8		15.9		14.9		14.8	
7	13.7		16.2		14.6		14.9	
8	13.7		17.3		14.6		15.4	
9	13.8		16.4		14.6		15.0	
10	14.0	13.7	17.2	16.9	14.7	14.8	15.2	14.9
11	14.2		16.2		14.7		15.3	
12	14.2		15.9		14.9		15.4	
13	14.3		16.6		14.9		15.3	
14	14.0		16.1					
15			15.0		15.1		15.4	
16	14.3		13.9		15.0		15.9	
17	14.9		14.4		15.0		15.3	
18	14.9		14.1		15.0		15.3	
19	14.3		13.7		15.0		15.9	
20	14.4	14.4	14.1	15.0	14.9	14.9	15.6	15.5
21	14.4		14.3		14.9		15.9	
22	14.5		14.7		15.0		15.3	
23	14.5		14.9					
24	14.5		14.9		15.1		15.2	
25	14.5		13.8		15.2		15.6	
26	14.6		15.2		15.2		15.6	
27	14.6		14.9				15.5	
28	14.6		15.0					
29	14.6		15.2					
30			14.7		15.2		15.6	
31		14.5		14.8	15.2	15.1	15.7	15.6
計	396.8		466.3		388.2		413.1	
回数	28		30		26		27	
平均	14.2		15.5		14.9		15.3	

平成2年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面センター）

日	(6月)				(7月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	15.5		16.1		16.1		16.8	
2	15.5		16.1					
3	15.4		15.5		16.2		16.6	
4					16.0		17.8	
5	15.4		16.3		16.2		16.9	
6	15.4		16.1		16.1		16.9	
7	15.4		16.0		16.3		17.0	
8	15.5		16.1		16.4		17.7	
9	15.5		17.0		16.4		17.4	
10		15.5	16.1	16.1	16.4	16.2	17.3	17.2
11	15.4		17.2					
12	15.4		16.9		16.6		17.4	
13	15.1		16.3		16.6		17.5	
14					16.6		17.8	
15	15.7		16.3		16.7		17.8	
16	15.7		16.4		16.5		17.5	
17	15.8		16.6		16.7		17.8	
18	15.7		16.3		16.8		17.6	
19	15.8		16.4		16.9		17.7	
20	15.8	15.6	16.5	16.5	16.9	16.7	17.9	17.7
21	15.9		16.8		16.7		17.8	
22	15.9		16.9		16.7		18.2	
23	15.9		16.9		16.8		17.9	
24			17.2		16.8		17.8	
25	16.0		16.9		16.9		18.1	
26					16.9		18.0	
27	16.1		17.1		17.0		18.1	
28	16.1		16.8		17.1		18.0	
29	16.1		16.6		17.1		18.4	
30	16.1		16.6		17.1		18.1	
31		16.0		16.9	17.2	16.9	18.2	18.1
計	392.1		446.0		482.7		512.0	
回数	25		27		29		29	
平均	15.7		16.5		16.6		17.7	

平成2年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面センター）

日	(8月)				(9月)			
	原水	旬平均	飼育水	旬平均	原水	旬平均	飼育水	旬平均
1	17.2		18.5		20.0		20.8	
2	17.3		18.1					
3	17.3		18.2		20.1		20.6	
4	17.3		18.5		20.3		20.5	
5	17.9		18.9					
6	17.9		18.7					
7	18.0		18.8					
8	18.1		18.8					
9	18.0		18.9					
10	18.1	17.7	19.1	18.7	20.3	20.2	20.7	20.7
11	18.1		19.1		20.4		20.9	
12	18.3		19.1					
13	18.2		19.1		20.5		21.2	
14	18.0		19.1		20.4		21.1	
15	18.1		19.0					
16	18.2		19.3					
17	18.3		19.3		20.4		20.8	
18	18.5		19.5					
19	18.6		19.4					
20	18.5	18.3	19.5	19.2	20.5	20.4	20.4	20.9
21	18.6		19.7		20.4		20.1	
22								
23	18.8		20.4					
24	19.1		20.0					
25	19.2		19.8		20.8		21.1	
26	19.3		19.6		20.8		21.1	
27	19.3		19.8		20.9		20.8	
28	19.5		19.7					
29	19.6		19.8					
30	19.7		20.5					
31		19.2		19.9		20.7		20.8
計	533.0		558.2		265.8		270.1	
回数	29		29		13		13	
平均	18.4		19.3		20.5		20.8	

平成2年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面センター）

日	(10月)				(11月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	21.0		21.2				19.9	
2	20.9		21.1		20.3		19.8	
3	20.9		20.6					
4	20.9		20.9					
5	21.1		21.3				19.9	
6			21.4					
7							19.8	
8	21.0		20.9					
9	21.0		20.5				19.8	
10		21.0		21.0		20.3		19.8
11								
12								
13					20.0		19.4	
14							19.6	
15	20.6		20.4					
16								
17							19.6	
18								
19								
20	20.5	20.6	19.9	20.2		20.0		19.5
21								
22	20.5		20.1					
23								
24	20.5		20.1					
25								
26			20.1		19.8		17.9	
27					19.8		17.7	
28								
29	20.5		20.0					
30			18.9					
31		20.5	20.0	19.9		19.8		17.8
計	249.4		327.4		79.9		193.4	
回数	12		16		4		10	
平均	20.8		20.5		20.0		19.3	

平成2年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(12月)				(1月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1							17.4	
2							17.4	
3					17.9		16.5	
4								
5					18.1		17.4	
6					18.3		16.6	
7					18.3		17.4	
8					17.8		16.8	
9					17.6		16.6	
10	19.3	19.3	18.4	18.4	17.8	18.0	16.6	17.0
11	19.2		18.2					
12	19.1		17.4					
13					16.9		15.9	
14					18.0		16.8	
15							15.7	
16					17.0		15.7	
17	18.9		17.7		16.5		15.8	
18	18.9		17.6					
19	18.9		17.7		16.3		15.0	
20		19.0		17.7	16.2	16.8	15.1	15.7
21					16.0		15.5	
22					15.9		15.2	
23					15.9		14.8	
24								
25	18.6		16.8		15.6		15.1	
26					15.5		14.4	
27					15.4		14.4	
28	18.2		16.6		15.3		14.4	
29								
30			16.7		15.1		14.0	
31		18.4		16.7	15.3	15.6	13.9	18.8
計	151.1		157.1		366.7		394.4	
回数	8		9		22		25	
平均	18.9		17.5		16.7		15.8	

平成2年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面センター）

日	(2月)				(3月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1								
2			13.7		12.8		11.5	
3	14.6		13.7				11.6	
4	15.0		13.7		12.7		11.4	
5			13.5					
6	14.8		13.3					
7	14.7		13.4					
8					12.3		11.6	
9	14.6		13.5				11.9	
10	14.5	14.7	13.8	13.6		12.6	11.4	11.6
11	14.7		14.0					
12	14.6		13.2				10.9	
13	14.9		13.4				11.1	
14	14.1		13.2				11.2	
15	14.0		13.3				10.7	
16	13.9		12.7				10.7	
17			12.3				10.8	
18	13.8		12.8		11.6		10.9	
19	13.7		12.4		11.1		11.1	
20	13.6	14.1	12.5	13.0	11.5	11.4	11.6	11.0
21	13.6		12.4				11.1	
22	13.4		12.0		11.0		11.0	
23							11.7	
24							11.2	
25	13.2		11.9		11.8		11.1	
26	13.1		11.8		11.3		11.3	
27	13.1		11.7		11.4		11.4	
28							11.4	
29					11.2		11.1	
30							11.2	
31		13.3		12.0		11.3	11.1	11.2
計	281.9		298.2		128.7		292.0	
回数	20		23		11		26	
平均	14.1		13.0		11.7		21.2	

平成3年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(4月)				(5月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1					14.3		14.4	
2	11.3		10.9					
3					14.1		14.6	
4	11.5		11.5		14.4		14.6	
5	11.5		11.6					
6			11.6					
7					14.5		14.6	
8			12.2		14.6		15.0	
9			12.1		14.5		15.0	
10		11.4	13.8	12.0	14.5	14.4	14.6	14.7
11			14.1		14.6		15.2	
12			13.8		14.3		14.7	
13					14.5		14.7	
14					14.5		14.6	
15	13.8		13.9		14.5		14.6	
16	13.8		13.8		14.4		14.7	
17	13.8		14.0					
18	13.9		14.8					
19	13.8		13.7					
20	13.9	13.8	13.9	14.0		14.5		14.8
21					14.4		14.6	
22								
23			14.3		14.8		15.3	
24			14.0		14.7		15.1	
25							15.5	
26	13.9		14.2					
27	14.0		14.4		14.8		15.4	
28	14.2		15.2					
29					14.3		14.7	
30	14.3		14.6		14.3		14.7	
31	14.3	14.1	14.4	14.4	14.4	14.5	15.7	15.1
計	188.0		296.8		289.4		312.3	
回数	14		22		20		21	
平均	13.4		13.5		14.5		14.9	

平成3年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(6月)				(7月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1	14.4		14.8		16.0		16.6	
2					16.1		16.8	
3	14.5		15.1		16.1		16.8	
4	14.4		15.1		16.1		16.8	
5	14.5		16.0		16.1		16.8	
6	14.5		15.0		16.2		16.9	
7	14.5		15.1				17.4	
8	14.7		15.4		16.4		17.2	
9					16.3		16.8	
10	14.7	14.5	16.1	15.3	16.4	16.2	17.1	16.9
11	14.7		15.6		16.5		17.2	
12	14.8		16.0		16.5		17.3	
13	15.2		15.8				18.0	
14	15.3		16.0		16.6		17.4	
15	15.2		15.8		16.6		17.4	
16					16.3		17.3	
17	15.3		15.4		16.7		17.5	
18	15.4		16.0		16.9		17.4	
19	15.5		16.0		16.8		17.5	
20	15.5	15.2	16.0	15.8	16.8	16.6	17.6	17.5
21			16.1				18.1	
22			16.1		16.9		17.6	
23			16.2		17.0		17.7	
24	15.7		16.3		17.1		18.0	
25	15.7		16.3		17.0		17.8	
26			16.6				18.1	
27	15.9		16.6		17.2		17.8	
28	16.0		16.6				18.2	
29			16.6		17.3		18.6	
30					17.3		18.2	
31		15.8		16.4		17.1		18.0
計	316.4		412.6		415.2		523.9	
回数	21		26		25		30	
平均	15.1		15.9		16.6		17.5	

平成3年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(8月)				(9月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1			18.1		18.6		23.1	
2			18.2		18.6		22.9	
3			18.1		19.3		23.0	
4			19.4		19.1		23.0	
5			18.0		19.5		23.4	
6			18.3		19.3		23.1	
7			19.1		19.6		23.2	
8			18.2					
9			18.3		19.8		19.7	
10			18.4	18.4		19.2	19.0	22.3
11							19.2	
12			18.3				19.0	
13			19.6				19.1	
14			21.0				19.9	
15			20.6				18.9	
16			18.4				19.3	
17			20.9		19.5		19.4	
18			21.6				19.3	
19	18.1		18.6				20.2	
20	18.2	18.2	18.7	19.7		19.5	19.7	19.4
21			24.9				19.6	
22			23.8					
23	18.3		23.9				20.4	
24	18.3		23.9				19.6	
25	18.3						19.6	
26			18.6				19.8	
27	18.4		21.8				20.4	
28	18.4		22.1					
29	18.5		21.7					
30	18.5		23.2				19.9	
31		18.4	19.0	22.3				19.9
計	165.0		584.7		173.3		533.7	
回数	9		29		9		26	
平均	18.3		20.2		19.3		20.5	

平成3年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面センター）

日	(10月)				(11月)			
	原水	旬平均	飼育水	旬平均	原水	旬平均	飼育水	旬平均
1			20.2				17.7	
2			20.3				17.6	
3			20.0					
4			20.2					
5			20.0				15.8	
6							19.4	
7							19.3	
8			20.2				19.3	
9			19.8					
10				20.1				18.2
11			19.9				17.3	
12							16.6	
13							17.8	
14			19.9				18.3	
15			19.5				17.8	
16			19.6				19.5	
17			20.0					
18			19.7				18.7	
19			19.6				19.2	
20				19.7			19.4	18.3
21			19.7				19.3	
22			19.5				19.3	
23			19.4					
24	19.5		19.2					
25			19.8				18.9	
26							18.9	
27							19.5	
28			20.5				20.3	
29			17.7				19.7	
30			18.9					
31		19.5	17.3	19.1				19.4
計	19.5		450.9				409.6	
回数	1		23				22	
平均	19.5		19.6				18.6	

平成3年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(12月)				(1月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1								
2			19.2					
3			19.4					
4			19.2		18.2		15.4	
5							15.0	
6			18.5				16.1	
7			18.7				16.4	
8							15.6	
9			17.5				16.3	
10				18.8		18.2	16.1	15.8
11	18.3		18.2		18.1		15.4	
12			18.0		17.8		15.0	
13			18.1				15.1	
14			18.4				15.6	
15	19.2		17.7				13.9	
16			17.6				14.1	
17			19.2				15.8	
18	22.6		21.7				15.6	
19			16.9				14.3	
20		20.0	16.7	18.3		18.0	14.1	14.9
21			16.9				14.4	
22			17.6				14.3	
23			18.4				14.5	
24			19.5				13.8	
25			17.3					
26	18.9		17.0				13.9	
27			15.6				13.5	
28			16.9				13.0	
29			15.8				13.3	
30			16.3				14.6	
31		18.9	16.4	17.1			14.0	13.9
計	79.0		482.7		54.1		399.1	
回数	4		27		3		27	
平均	19.8		17.9		18.0		14.8	

平成3年度 飼育用水の水溫一覽（高知県内水面センター）

日	(2月)				(3月)			
	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均	原 水	旬 平 均	飼 育 水	旬 平 均
1			12.8		12.6		13.1	
2			12.4				12.3	
3			13.1		12.5		11.0	
4			14.1		12.3		10.2	
5			13.1		12.3		11.9	
6	14.7		12.3		12.0		11.3	
7	14.8		13.0		12.0		10.8	
8	14.5		12.6		11.9		10.4	
9	14.5		12.1		11.8		11.0	
10	14.3	14.6	12.3	12.8	11.8	12.1	11.5	11.4
11			12.2		11.7		10.9	
12	14.1		12.2		11.5		10.7	
13	14.3		11.9		11.5		10.9	
14	14.0		12.3		11.4		11.5	
15	13.7		11.9				12.1	
16	13.9		12.4		11.4		11.6	
17	14.3		11.6		11.0		10.1	
18	13.4		12.0		11.5		11.0	
19	13.2		11.6		12.4		12.4	
20	13.1	13.8	11.5	12.0	12.4	11.6	12.3	11.4
21	13.0		11.3		12.5		12.4	
22	12.9		11.1		12.5		11.9	
23	13.1		11.4		12.0		11.9	
24	12.8		11.2		11.8		11.6	
25	12.7		11.3		11.9		12.6	
26	12.7		10.5		12.4		12.4	
27			11.1		11.5		11.5	
28	12.6		11.4		11.6		11.7	
29	12.7		12.5		11.7		12.0	
30					11.8		12.0	
31		12.8		11.3	12.1	12.0	12.0	12.0
計	299.3		349.2		345.8		359.0	
回数	22		29		29		31	
平均	13.6		12.0		11.9		11.6	