

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

ウナギの立て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
シオミズツボワ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

### Ⅲ 平成2年度業務報告

# ウナギの立て場における粘液過剰分泌症について

堀田 敏弘

## 1 目 的

昭和54年頃から県内の各出荷場（立て場）で発生し始め昭和59年をピークとして一時的に小康状態となっていた立て場での斃死事故（低温性粘液過剰分泌症：仮称）が再び昭和62年頃より発生の増加が見られたので、この斃死事故の実態と原因を明らかにしようとした。

## 2 方 法

平成2年6月に県内中央部の養鰻地区で得られた被検個体は外観症状及び解剖所見を記録した後、細菌検査を実施した。

続いてウイルス検査も実施する予定であったが、既に異常魚はもとの飼育池に戻されており、症状もかなり痕跡的であったので中止した。

## 3 結 果

今年度も異常魚発生情報を入手し、昭和63年度の報告にあるような典型的異常魚も得られた。

しかし、典型的な異常魚を入手できたのは一回のみであり、外観症状、解剖所見、病原細菌等の有無を過去に報告されたものと同様であるかどうかの確認のみにとどまった。

被検魚は魚体重 257.2 g および 175.2 g の 2 尾であった。

大型のウナギには粘液の過剰分泌が起因する潰瘍状の病変部（異常に粘液が分泌され、それが体表より剥離した部分と思われる）が体表に認められた。また尻鰭とその周辺に発赤が認められた。

小型のものは背鰭の一部（前半分）に発赤が認められたが粘液の過剰分泌又はそれに起因すると思われる病変は痕跡的であった。

内臓については肝臓にうっ血が認められた以外は特に異常は認められなかった。

ブレインハートインフュージョン寒天培地で肝臓及び腎臓から、トリプトソイ寒天培地で潰瘍状の病変部から細菌分離を試みたが、昭和63年度の報告と同様に特定の細菌は分離されなかった。

# フィッシュソリュブル添加餌料による ウナギ飼育試験

堀田 敏弘

## 1 目 的

土佐養鰻のブランド化と鰻の健全育成を図るため、高知県産フィッシュソリュブルの餌料添加物としての有効性を検討する。

## 2 飼 育 試 験

### 1) 材料及び方法

#### (1) 試験期間

平成2年12月12日～平成3年4月19日

#### (2) 供試魚

南国市の業者より購入したウナギ（新仔）

#### (3) 飼育試験開始以前の病歴

無し

#### (4) 飼育条件

飼育池：四角形コンクリート水槽

（W、L、Dがそれぞれ2.0 m×1.5 m×0.5 m、水深0.28 m、水量約0.9トン）

水源：河川伏流水

換水率：基本的には、0.8～1回/日。水質、水温等の状態により調整した。

曝気方法：エアストーン

加温：各試験区に1kwのチタンヒーターを2本投入し28℃になるように調整した。

（ただし、配線の都合上1%添加区は一部電源が異なる）

飼育水の水質測定：

溶存酸素及び水温：デジタルDOメーター（セントラル化学 UK-2000）

pH：パーソナルpHメーター（横河電気 モデルpH81）

アンモニア態窒素：ネスラー法

亜硝酸態窒素：グロス・ロミン法

硝酸態窒素：イオン電極法

にて、摂餌終了後に適宜測定した。

餌料の種類：

ソリュブル0%添加区：市販の配合餌料+1.4倍量の水

ソリュブル1%添加区：市販の配合飼料+1.4倍量の水

+配合餌料100gに対して1g（1%）のフィッシュソリュブル

ソリュブル5%添加区：市販の配合飼料+ 1.4倍量の水

+配合餌量100gに対して5g(5%)のフィッシュソリュブル

給餌方法及び回数：

上記のように調整した餌を良く混合して原則的には1日2回飽食するように給餌した。但し、土曜日は1日1回のみ、日曜日は餌止め、通常は暗黒状態におき、給餌時のみ電照した。

## 2) 結果及び考察

### (1) 自然発病：

飼育開始後9日目に0%添加区に、*E. tarda*による感染症(パラコロ病)が発生し斃死魚が1尾出現したので、3日間餌止めの後オキシソリン酸(水産用パラザン)投与を3日行ったところ、以後は同病による斃死はなかった。

### (2) 飼育環境：各項目とも飼育期間を通じて以下のようになった。

水温(°C) ソリュブル0添加区：最高30.4、最低25.3、平均28.2

ソリュブル1添加区：最高29.9、最低23.4、平均27.2

ソリュブル5添加区：最高31.3、最低25.6、平均28.0

pH ソリュブル0添加区：最高7.84、最低6.87、平均7.24

ソリュブル1添加区：最高7.85、最低7.00、平均7.30

ソリュブル5添加区：最高7.73、最低6.99、平均7.37

DO(mg/l)

ソリュブル0添加区：最高7.57、最低4.63、平均6.13

ソリュブル1添加区：最高7.60、最低4.51、平均6.26

ソリュブル5添加区：最高7.36、最低4.88、平均6.19

NH<sub>4</sub>-N(mg/l)

ソリュブル0添加区：最高5.0、最低<0.5、平均2.0

ソリュブル1添加区：最高15.0、最低<0.5、平均1.7

ソリュブル5添加区：最高15.0、最低0.5、平均2.5

NO<sub>2</sub>-N(mg/l)

ソリュブル0添加区：最高31.0、最低0.0、平均5.1

ソリュブル1添加区：最高24.3、最低0.0、平均3.8

ソリュブル5添加区：最高6.1、最低0.3、平均1.9

NO<sub>3</sub>-N(mg/l)

ソリュブル0添加区：最高29.0、最低1.7、平均9.7

ソリュブル1添加区：最高31.5、最低1.7、平均10.3

ソリュブル5添加区：最高13.9、最低2.2、平均7.5

水温については1月中旬以降飼育棟内の結露現象等によりしばしば1%添加区のヒーターの回路が短絡したため他の飼育池よりも平均水温がやや低くなった。

pHについては多少の変動はあったがどの飼育池も7前後で安定していた。

DOについては飼育開始後しばらくして低下し始めたためエアーホースとエアーストーンを交換し

改善をはかったので、これ以後のDOの大きな低下はみられなかった。

NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-Nについては共に最高値はウナギの成長にとって危険な値を示したが、発見後ただちに換水量を調整したため狂奔等の異常行動はみられず、この後の摂餌状態に大きな変化はみられなかった。

NO<sub>3</sub>-Nについては池の規模が小さいためかあまり高い値とはならず、いわゆる「水ができた」状態が長続きしなかった。

飼育成績：表1の様な結果となった。

飼育試験はソリュブル添加の効果を明白にするため、飼育現場で餌の調製時に添加されるフィードオイル等は省略した。このため、増肉係数、餌料効果、増重倍率は全体的にやや低めの値になっていた。

また、試験開始後38日目に行った選別を境にして1次試験、2次試験とした。

1次試験での斃死原因不明については飼育池に収容間もなくの斃死であった。

摂餌状態については1次試験では試験開始後5%添加区が最も早く摂餌を始め、1次試験終了まで良好な状態であった。次に対照区、1%添加区がそれに続いた。

しかし2次試験からはソリュブル添加区は徐々に摂餌状態が悪化し対照区と同量の餌を与えても残すことが多くなった。そこで従来の水質検査に加えて魚体調査も行い原因の究明を試みたが摂餌低下につながる異常は見あたらなかった。

これはソリュブルの缶を開封して長期間が経過したために酸化等で品質が低下し、ウナギの摂餌行動に影響を及ぼしたのではないかと思われる（開封後は冷蔵庫内に保管していたが2次試験を開始する頃にはソリュブルの表面が変色し、最初の頃の触感や粘度、匂いとは多少異なっていたので変色部分を除いて使用した）。

ソリュブル添加区が試験開始後最も早く摂餌を開始したことや（1次試験での）摂餌状態の活発さから、ソリュブルがウナギを餌に誘引する効果はかなりあると思われる。

開封後のソリュブル品質低下については1次試験終了までは全くウナギの摂餌に影響がなかったことから、開封後冷暗所に保管していれば少なくとも38日間（または安全をみてその半分の19日間）は十分に使用可能と思われる。

### 3 ソリュブル添加飼育試験魚成分分析

各試験池より3尾を抽出し背開きの状態に処理して日本冷凍食品検査協会神戸事業所に分析を依頼し、表2のような結果を得た。

#### 1) 結 果

成分分析に使用したウナギの平均重量は対照区が233g、1%添加区が220g、5%添加区が236gであった。

一般成分：

相対的に5%添加区が他の試験区に比べて高脂肪、高カロリー、低タンパクであったがそれほどの大きな差はみられなかった。

またこれらの分析結果を日本食品標準成分表（四訂、以下標準成分と略）と比べるとどの試験区も水



分量はやや多い (61.1 g / 100 g) が高タンパク (16.4 g / 100 g)、低脂肪 (21.3 g / 100 g) で、脂肪分が少ない関係でエネルギー量 (270 kcal / 100 g) はやや小さい値を示した。尚、( ) 内は標準成分の値である。

表 1. 飼育成績

(1) 第1次飼育試験 (12/12 ~ 1/18までの38日間)

項目	0%添加区	1%添加区	5%添加区
開始時総体重 (kg)	4.3	5.0	5.0
開始時総尾数 (尾)	73	71	76
開始時平均体重 (g)	59.2	70.4	65.8
終了時総体重 (kg)	7.0	7.0	7.8
終了時総尾数 (尾)	68	65	77
終了時平均体重 (g)	102.9	107.7	101.3
へい死尾数 (尾)	2	3	2
へい死原因 (尾)	E. tarda (1)		
へい死原因不明 (尾)	1	3	2
逃亡尾数 (尾)	3	3	-3
生残率 (%)	93.2	91.5	101.3
給餌量 (g)	4,208.3	3,388.9	4,287.3
給ソリュブル量 (g)	0	32.8	206.9
増重量 (kg)	2.7	2.0	2.8
増肉係数	1.6	1.9	1.5
飼料効率 (%)	64.2	59.0	65.3
増重倍率	1.6	1.4	1.6
日間給餌率 (%) *1	2.0	1.5	1.8

\*1 : 38日間の平均給餌率

(2) 第2次飼育試験 (1/19 ~ 4/18までの90日間)

項目	0%添加区	1%添加区	5%添加区
開始時総体重 (kg)	6.4	6.7	6.6
開始時総尾数 (尾)	59	60	60
開始時平均体重 (g)	108.5	111.3	110.0
終了時総体重 (kg)	13.8	12.4	11.3
終了時総尾数 (尾)	56	56	53
終了時平均体重 (g)	245.5	222.2	213.5
へい死尾数 (尾)	3	4	4
へい死原因 (尾)	成分検査 (3)		
	寄生虫検査 (0)		
		← (3)	← (3)
		← (1)	← (1)
逃亡尾数 (尾)	0	0	3
生残率 (%)	94.9	93.3	88.3
給餌量 (g)	14,608.0	13,563.3	12,302.5
給ソリュブル量 (g)	0	136.4	615.1
増重量 (kg)	7.4	5.8	4.7
増肉係数	2.0	2.3	2.6
飼料効率 (%)	50.3	42.5	38.4
増重倍率	2.1	1.9	1.7
日間給餌率 (%) *2	1.6	1.6	1.5

\*2 : 90日間の平均給餌率

表2. フィッシュソリュブル添加飼育試験魚成分分析結果

	対 照 区	1 % 添 加 区	5 % 添 加 区
<b>(一般成分)</b>			
水分 (g/100g)	61.7	61.5	61.3
粗脂肪 (g/100g)	19.6	16.4	20.4
粗蛋白 (g/100g)	17.2	17.7	16.9
粗灰分 (g/100g)	1.4	1.4	1.1
炭水化物 糖質	0.1	微量	0.3
繊維	微量	微量	微量
エネルギー (kcal/100g)	257	257	265
<b>(無機質成分)</b>			
カルシウム (mg/100g)	190	110	95
リン (mg/100g)	250	210	200
鉄 (mg/100g)	1.5	1.9	1.7
マグネシウム (mg/100g)	22	23	21
<b>(ビタミン類)</b>			
A (IU/100g)	3700	4000	4000
B <sub>6</sub> (mg/100g)	63	58	59
パントテン酸 (mg/100g)	0.8	1.2	1.3
コリン (mg/100g)	206	442	233
E (mg/100g)	5.0	6.3	9.0
<b>(必須アミノ酸含有量)</b>			
アルギニン (mg/100g)	1130(6.6 <sup>*3</sup> )	1130(6.4 <sup>*3</sup> )	950(5.6 <sup>*3</sup> )
ヒスチジン (mg/100g)	630(3.7)	660(3.7)	630(3.7)
イソロイシン(mg/100g)	740(4.3)	760(4.3)	740(4.4)
ロイシン (mg/100g)	1180(6.9)	1220(6.9)	1180(7.0)
リジン (mg/100g)	1390(8.1)	1420(8.0)	1370(8.1)
メチオニン (mg/100g)	600(3.5)	560(3.2)	540(3.2)
スレオニン (mg/100g)	650(3.8)	680(3.8)	630(3.7)
トリプトファン (mg/100g)	160(0.9)	170(1.0)	160(1.0)
バリン (mg/100g)	840(4.9)	840(4.7)	810(4.8)
<b>(必須脂肪酸含有量)</b>			
リノール酸 (mg/100g)	730	640	700
リノレン酸 (mg/100g)	500	470	530
沃素価 (gI/100g)	99	102	105
酸 価	0.8	0.7	0.8
過酸化物価 (meq/kg)	27.8	17.4	27.7

検査区分：可食部（皮＋筋肉。ただし、内臓は除く）

\* 3：アミノ酸含有率（%）＝アミノ酸含有量／タンパク質含有量×100

無機質成分：

鉄とマグネシウムについては各試験区間に大きな差はみられなかった。

カルシウムとリンについては、ソリュブル添加区より対照区のウナギに多く含まれていた。

また、標準成分の値と比べるとリン（230 g / 100 g）はソリュブル添加区がやや少ないものの、カルシウム（95 g / 100 g）や鉄（1.0 g / 100 g）は標準成分よりも多く含まれていた。

ビタミン類：

ビタミンAは対照区よりもソリュブル添加区の方が多く含まれており、餌料へのソリュブル添加の効果がみられた。パントテン酸、コリン、ビタミンEについても同様だった。

ビタミンB<sub>6</sub>は対照区がソリュブル添加区よりも僅かに多く含まれていた。

また、ソリュブル添加区と標準成分の値と比べるとビタミンAは添加区が700 IU / 100 g程少ない。これは第2次飼育試験ではソリュブル添加区が徐々に摂餌不良となってソリュブルに含まれるビタミンAを取り込めなくなっていたからではないかと思われた。

必須アミノ酸含有量：

全体的には各試験区間に大きな差はみられなかった。これはウナギ可食部に含まれる全てのアミノ酸やタンパク質について検査を実施したものであり、もしエキス分（アミノ酸や可溶性タンパク質）について検査を実施したならば各試験区間の結果に差が生じていた可能性もあった。

必須脂肪酸含有量：

リノール酸やリノレン酸はもともとソリュブルには多く含まれていなかったもので、各試験区間にこれといった傾向はみられなかった。

沃素価は対照区がソリュブル添加区よりも低い値を示し“ 相対的に ” あっさりとした淡泊な味のウナギであったと思われる。

また、ソリュブル中に含まれる脂肪の酸化が第2次飼育試験での摂餌低下の原因として考えられたので検査を行った、酸価・過酸化物価の値もソリュブル添加区が対照区と比べて特に大きな差がなかった。

酸価・過酸化物価とは脂質の酸敗の程度を示すもので新鮮な油脂では低い値を示すが、これは厚生省が油菓子や油揚げ麺等について定めた基準の一つであり、酸価は3未満、過酸化物価としては30meq / kg（ミリグラム当量）未満が安全な食品としての上限とされている。

ソリュブル添加試験ウナギについて分析が望ましい他の項目としてはEPA、DHA等が挙げられるが今回は分析を断念した。

## 4 味覚試験（食味検査）

### 1) 材料及び方法

味覚試験のアンケートは表3に示すような項目について実施した。

尚、食味検査に使用した鰻（合計6尾）の平均体重はそれぞれ、1番：256 g（ソリュブル5%添加区）、2番：260 g（ソリュブル1%添加区）、3番：285 g（対照区）で、各区とも炭火で1尾は白焼き、残りは蒲焼きに調理し、平成3年第1回養鰻団体協議会の出席者全員で試食した。その際、どの番号のウナギがどの試験区に当たるかはアンケートを回収するまで公表しなかった。

表3-1. 食味検査アンケート内容

一番好ましいと思ったものに○をつけて下さい。  
 尚、使用した鰻（6尾）の平均体重は、  
 1番 256g  
 2番 260g  
 3番 285g です。

皮質					
皮の色	1	2	3	差が無い	判らない
かたさ	1	2	3	差が無い	判らない
歯切れ	1	2	3	差が無い	判らない
肉質					
肉の色	1	2	3	差が無い	判らない
かたさ	1	2	3	差が無い	判らない
歯切れ	1	2	3	差が無い	判らない
水っぽさ	1	2	3	差が無い	判らない
脂っぽさ	1	2	3	差が無い	判らない
弾力	1	2	3	差が無い	判らない
匂い	1	2	3	差が無い	判らない
味覚	1	2	3	差が無い	判らない
総合評価	1	2	3	差が無い	判らない

表3-2. 食味検査アンケート結果

	1 (5%添加)	2 (1%添加)	3 (対照)	差が無い	判らない	無回答
皮質						
皮の色	(1/10)	(0/10)	(1/10)	(2/10)	<b>(3/10)</b>	<b>(3/10)</b>
かたさ	(1/10)	<b>(5/10)</b>	<b>(4/10)</b>	(0/10)	(0/10)	(0/10)
歯切れ	(0/10)	<b>(4/10)</b>	<b>(5/10)</b>	(0/10)	(0/10)	(1/10)
肉質						
肉の色	(2/10)	(0/10)	(2/10)	(2/10)	(3/10)	(1/10)
かたさ	(0/10)	<b>(5/10)</b>	<b>(4/10)</b>	(0/10)	(1/10)	(0/10)
歯切れ	(0/10)	<b>(6/10)</b>	(2/10)	(1/10)	(1/10)	(0/10)
水っぽさ	(2/10)	<b>(3/10)</b>	(1/10)	(0/10)	(2/10)	(2/10)
脂っぽさ	(0/10)	<b>(4/10)</b>	<b>(3/10)</b>	(0/10)	<b>(3/10)</b>	(0/10)
弾力	(1/10)	<b>(3/10)</b>	<b>(3/10)</b>	(1/10)	(2/10)	(0/10)
匂い	(1/10)	(1/10)	(1/10)	(2/10)	<b>(5/10)</b>	(0/10)
味覚	(1/10)	<b>(5/10)</b>	<b>(4/10)</b>	(1/10)	(1/10)	(0/10)
総合評価	(1/10)	<b>(5/10)</b>	<b>(4/10)</b>	(0/10)	(0/10)	(0/10)

注：（回答数／全回答数）、複数回答あり。また、**( /10 )**は他より回答数の多かったもの。

## 2) 結果及び考察

### 皮質について

「皮の色」：焼き上がったときの皮の色はどの区が最も食欲をそそる色になっていたかを質問したものであり、結果としては「差がない(2/10)」及び「判らない(3/10)」で回答の半数を占めており、各試験区間にそれほど差は現れなかったように思われた。

「かたさ」：皮を噛みしめたときの歯ごたえについてどの試験区が最も好ましいかを質問したもので、1%添加区(5/10)、対照区(4/10)の順位で回等があった。

「歯切れ」：皮を噛みきるときの歯ごたえについてどの試験区が最も好ましいかを質問したもので、対照区(5/10)、1%添加区(4/10)の順位で回答があった。

### 肉質について

「肉の色」：「皮の色」と同じく焼き上がったときの色について質問したものであり、結果としては「差がない(2/10)」及び「判らない(3/10)」で回答の半数を占めており、各試験区間にそれほど差は現れなかったように思われた。

「かたさ」：皮質での「かたさ」と同様の歯ごたえについて質問したものであり、1%添加区(5/10)、対照区(4/10)の順位で回答があった。

「歯切れ」：皮質での「歯切れ」と同様の歯ごたえについて質問したものであり、1%添加区(6/10)が最も回答が多かった。

「水っぽさ」：各試験区間に明確な差は現れなかった。

これは設問の設定があまり良くなかったので「口に含んだときの水分含有の程度」として質問を行った方が良かったかも知れない。

「油っぽさ」：各試験区間に明確な差は現れなかった。

これも設問の設定があまり良くなかったので「口に含んだときの油分含有の程度」として質問を行った方が良かったかも知れない。

「弾力」：これは箸で切ろうとしたときや歯で噛んだときの弾力について質問したが設問が「かたさ」や「歯切れ」と紛らわしく、各試験区間に明確な差は現れなかった。

「匂い」：これはウナギ(焼いたもの)を食べたときにどの区が最も食欲をそそる匂い(香り)か、または異臭はなかったかを質問したものであったが、判らないが(5/10)と最も多く、また差がない(2/10)と併せると回答の過半数を占めており各試験区間にそれほど差はなかったように思われた。

設問の設定が不十分で説明を加えながらの試食アンケートの実施となったが、味覚(うま味)や総合評価については1%添加区が他の試験区よりも成績はよく、1%程度のソリュブル添加がウナギの食味に良い影響を及ぼしたことがうかがえた。

(ただし、プロの調理人がウナギの処理を行った場合、結果は今回とは違っていた可能性は否定できない)

## 5 抗病性向上試験

ウナギ養殖における代表的な疾病であるパラコロ病(E. tarda感染症)について実施した。

### 1) 材料及び方法

#### (1) 試験期間

平成3年9月23日～平成3年10月18日（細菌検査のため取り上げ、解剖）

(2) 供 試 魚

フィッシュソリュブル添加餌料で飼育したウナギと添加せずに飼育したウナギ各40尾。  
ただし1%添加区は38尾。

(3) 抗病性試験開始以前の病歴

飼育開始後9日目に0%添加区にて、*E. tarda*による感染症（パラコロ病）が発生し斃死魚が1尾出現したので、3日間餌止めの後オキシリン酸（水産用パラザン）投与を3日行ったところ、以後は同病による斃死はなかった。

(4) 飼 育 条 件

飼育池、水源、換水率、ばっ気、加温、餌料の各条件は以前に実施した飼育試験と同じ。  
餌方法及び回数：原則的には1日1回給餌した。

(5) 供 試 菌 の 由 来

平成3年9月前半期に高知県内にて自然発病が確認されたパラコロ病魚より分離した菌(*E. tarda*)を実験に使用するまでBHI培地で培養し、試験開始前に魚体通過を行ったもの。

尚、菌の同定についてはSS培地と簡易細菌同定キットA p i 20 eを使用した。

(6) 接 種 方 法

永水で麻酔した供試魚の腹腔内（肛門より約1cm前方）に、滅菌生理食塩水に懸濁させた*E. tarda*を接種し、飼育池に収容した。

2) 結 果

それぞれの試験区で魚体が大きかったので、接種菌数も相当量使用した（ショック死しない程度）にもかかわらず9月24日～10月18日までの観察期間中には斃死はみられず、抗病性の優劣を判定するまでには至らなかった。

尚、試験終了時に計測した各区の総魚体重は、

{ 0%添加区：12.7kg（40尾）  
1%添加区：11.3kg（37尾、1尾逃亡）  
5%添加区：12.0kg（40尾）

であった。

## 5 土佐清水産フィッシュソリュブル分析結果

平成2年9月に日本冷凍食品検査協会神戸事業所に依頼した分析の結果を表4に示す。

ただし、このソリュブルの原料となるメジカ節加工の最盛期は10～12月であり、今回分析した時期の製品の品質は最盛期のものと比べるとやや劣るらしい（特にタンパク質含量）。

特にビタミン類については備考の欄にあげたコイの要求量と比べるとかなり豊富に含まれており、ソリュブルを添加することでこれらの強化が期待できた。

今回のソリュブルについて分析が望ましい他の項目としてはEPA、DHA、ヒスタミン（餌としての安全性）等が挙げられるが今回は分析を断念した。

表4. 土佐清水産フィッシュソリュブル分析結果

(1) 一般成分

項目\原料	ソリュブル	加工養成用(A社)	備考**
水分 (%)	60.5	25.7%以下	50%以下
粗脂肪 (%)	17.8	3.0%以上	ND
粗蛋白 (%)	19.7	50%以上	35%以上
粗灰分 (%)	2.0	18%以下	10%以下
炭水化物			
糖質 (%)	0	ND	ND
繊維 (%)	0	0.8%以下	ND
エネルギー (kcal/100g)	251	ND	ND

\*4: 日本科学飼料協会推奨基準 (フィッシュソリュブル), 水産ハンドブック; ND: データ無し

(2) 無機質成分

項目\資料	ソリュブル	A社餌料	備考 (欠乏症) *5
カルシウム (mg%)	100	2500	成長不良, 1-2w, 270mg
リン (mg%)	270	1500	成長不良, 0w, 250mg
鉄 (mg%)	34.2	ND	成長不良, 貧血等, 6-8w, 17mg
マグネシウム (mg%)	33	ND	成長不良, 4w, 40mg

\*5: 症状が出現するまでの期間、飼料100g中の必要量、はまな333号, 1988.

(3) ビタミン類

項目\資料	ソリュブル	備考*6	
		(欠乏症)	(要求量・日)
A (IU/g)	25.0	#, 体色白化, 鰓・皮膚出血等(日)	0.1~0.5IU/g・日
B <sub>6</sub> (ug/g)	1.3	#, 神経異常, 痙攣性発作, 痙攣	0.15ug/g・日
パントテン酸 (ug/g)	13	#, 表皮出血, 皮膚損傷, 皮膚炎	1.0~1.4ug/g・日
コリン (ug/g)	774	#, 腸管灰白色化	60~120 ug/g・日

\*6: 魚類の栄養と餌料, 新水産学全集; #: 食欲不振, 成長停滞

(4) 必須アミノ酸組成

アミノ酸	含有量(mg/100g)	要求量(%)*7
アルギニン	0.60	3.9
ヒスチジン	0.45	1.9
イソロイシン	0.64	3.6
ロイシン	1.03	4.1
リジン	0.95	4.8
メチオニン	0.33	3.1
スレオニン	0.45	3.6
トリプトファン	0.18	1.0
バリン	0.74	3.6

\*7: アミノ酸必要量/タンパク質含有量、(乾物換算)、はまな333号, 1988.

(5) 必須脂肪酸含有量

脂肪酸	含有量
リノール酸	0.35 g/100g
リノレン酸	0.17 g/100g
沃素価	152

# モクズガニ種苗生産試験

児玉 修・森山 貴光・近藤 敏・佐伯 昭

## 1 目的

モクズガニ資源の増殖を目的とした大量種苗放流を可能とするため、モクズガニの種苗生産技術の確立を図る。

昨年度までは、当センターの立地条件から汲み置き海水や人工海水を用いた種苗生産試験を試みてきたが、好結果を得るに至らなかった。そのため、今年度は天然海水を用いた種苗生産試験を行うため、高知県水産試験場（高知県須崎市）の協力を得て同試験場の施設を用いて種苗生産試験を行った。

## 2 材料と方法

### (1) 親ガニの由来と飼育方法

親ガニは、広島県八幡川河口で採捕された抱卵親ガニを用いた。

親ガニは甲羅に油性ペンで番号を記入して個体識別した後、水温22℃に調温して海水飼育した。

親ガニ飼育水槽には、コンクリートブロックをシェルターとして入れ、暗黒にして活アサリを体重の3%程度与えて飼育した。

親ガニは定期的に検卵して孵化日を推定した。孵化予定日の前々日に達した親ガニは、幼生飼育槽の周辺に設置した孵化槽（黒色 500 ℓ ポリエチレンタンク）に1尾ずつ収容して孵化を待った。

孵化槽は23℃に調温して暗黒とし、シェルターとしてコンクリートブロック1個を設置した。

孵化槽は止水通気状態として、1日1回調温した海水で全換水を行った。また、孵化幼生が孵化後すぐに摂餌出来るよう20個体/mlの密度でシオミズツボムシを投入した。

孵化した幼生は、孵化槽から100 mlのビーカーで5回計数して容量比から孵化数を算出し、孵化幼生の形態異常の有無を確認した後、サイホンを用いて幼生飼育槽に放養した。

### (2) 孵化幼生の飼育

幼生飼育槽として水量25 tの屋内8角形コンクリート水槽（1、2、5回次）および水量7 tの屋外長方形コンクリート水槽（3、4回次）を使用した。屋内25 t水槽は、23～25℃に調温し、50mm球形エアストーン25個を分散配置した。屋外7 t水槽は、調温せずに自然水温とし、50mm球形エアストーン10個を分散配置した。また、日光の直射を防ぐため、半透明のプラスチック製波板で水槽上面を覆った。

孵化幼生を収容する最初の飼育水は、有効塩素1 mg/ℓ（次亜塩素酸ナトリウム）で消毒後にチオ流酸ナトリウムで中和した海水を用いたが、注水に使用した海水は未消毒の海水を用いた。

飼育方式は、各生産回次とも半流水式とし、ゾエア1～2齢（以下、Z1、Z2）で止水飼育、Z3以降流水飼育とした。また、注水は24時間連続注水とした。

餌料として、パン酵母とナンクロロプシスで培養したS型シオミズツボムシ（以下、ワムシ）、北米産アルテミアノープリウス（以下、アルテミア）、粒径250、400、700 μの配合飼料（商品名：協和A、Bタイプ）および冷凍アミを冷凍カッターで粉砕して水分を切って作成したアミミンチを使用



した。また、餌料と水質維持のためにナンノクロロプシスを添加して、グリーンウォーターとした。

ワムシは、ゾエア期中の餌料密度が15個/ml程度になるように適宜投与した。

アルテミアは、Z 1～5の餌料密度が0.2から2個体/ml程度になるよう投与量を増加させ、メガロッパ期は2～4個体/ml程度を目安に毎日ほぼ一定量とした。なお、1日当たり2～4回に分けて投餌した。

アミミンチと配合餌料は、透明アクリルパイプで底面の残餌を少量吸い取って残餌状況を確認しながら投与し、それぞれ1日当たり2～4回投餌した。

ナンノクロロプシスは、池中濃度が10～50万細胞/ml程度になるように1日6時間程度かけてサイホンで少量づつ添加した。

底掃除は、メガロッパ期以降に池底の堆積物が多くなった時点を見計らって1～2回程度行った。また、メガロッパ期以降は共喰いを防止するために懸垂網を設置した。

### 3 結 果

今年度は延べ5回の生産を試み、2回と3回次が生産につながった。

図1と表1に生産につながった2回次と3回次の発育段階と投餌量を示した。また、1～5回次の飼育条件と飼育結果を表2に、飼育環境を表3に、親ガニの状態と幼生の変形、付着物を表4に示した。

#### (1) 1 回 次

本回次は屋内25 t水槽での生産であり、Z 1からZ 2への変態期に全滅した。生産につながった回次に比べて、平均飼育水温が25.8℃と高めに設定した以外は環境条件に大差は無かった。なお、サーモスタット不調のため、最高水温が一時26.9℃に上昇した。また、孵化直後の幼生からZ 2幼生まで背棘の先端部欠損がみられた。

#### (2) 2 回 次

本回次は屋内25 t水槽での生産であり、メガロッパ後期まではほとんど減耗がみられず順調な飼育経過であったが、着底期から稚ガニ期に大量斃死があり29,000個体を生産したにとどまった。なお、生残率は20%、1 t当たりの生産密度は1,200個体であった。

着底期から稚ガニ期に換水率を100%から412%に上げたことによって底面堆積物の状態が急激に変化し、暗緑色で柔らかい状態のものから、表面だけ白く黒色で底面に固着した状態に変化した。この中に稚ガニの死体が多量にみられ、堆積物中で大量斃死したものと考えられた。

#### (3) 3 回 次

本回次は屋外7 t水槽での生産であり、Z 5からメガロッパへの変態時にやや減耗がみられたものの、メガロッパ期以降の減耗はほとんどみられず、89,000個体を生産することが出来た。なお、生残率は52%、1 t当たりの生産密度は12,700個体であった。

ゾエア期の平均水温は23.4℃と他の生産回次と大差なかったが、自然水温としたために特に晴天日の日較差が大きく、最大で6.2℃(8:30と15:30の水温差)に達した日もあった。

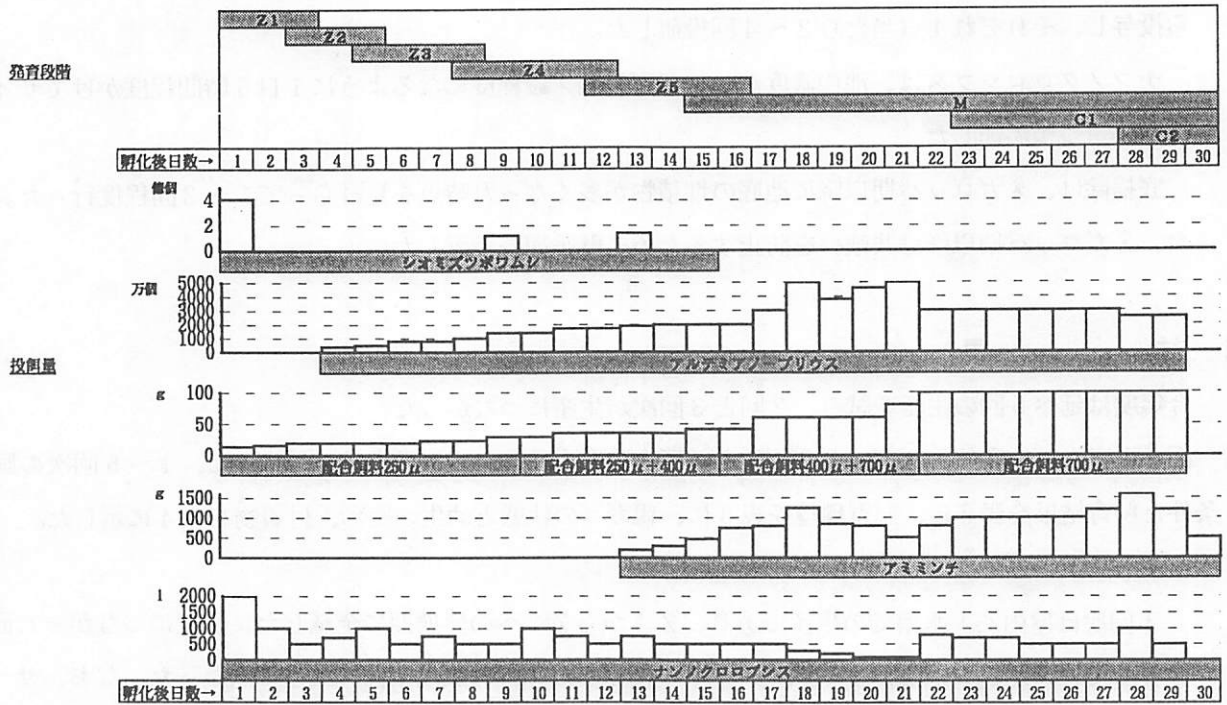
飼育水には毎日ナンノクロロプシスを添加したが、珪藻類の自然繁殖がみられ、幼生への珪藻類の付着もみられた。

Z 5期にはほぼ全個体の背棘が基部から欠損し、珪藻の付着もみられたが、幼生活力は極めて活発で

あり、昼間は底層で強いパッチを形成し、夜間は分散して活発に遊泳した。

メガロパ期から稚ガニ期の底面堆積物の状態は、褐色で浮遊状態であった。着底幼生はほとんどがその下や中に隠れた状態であり、死体はみられなかった。また、懸垂網に着く個体は極わずかであった。

## 2回次



## 3回次

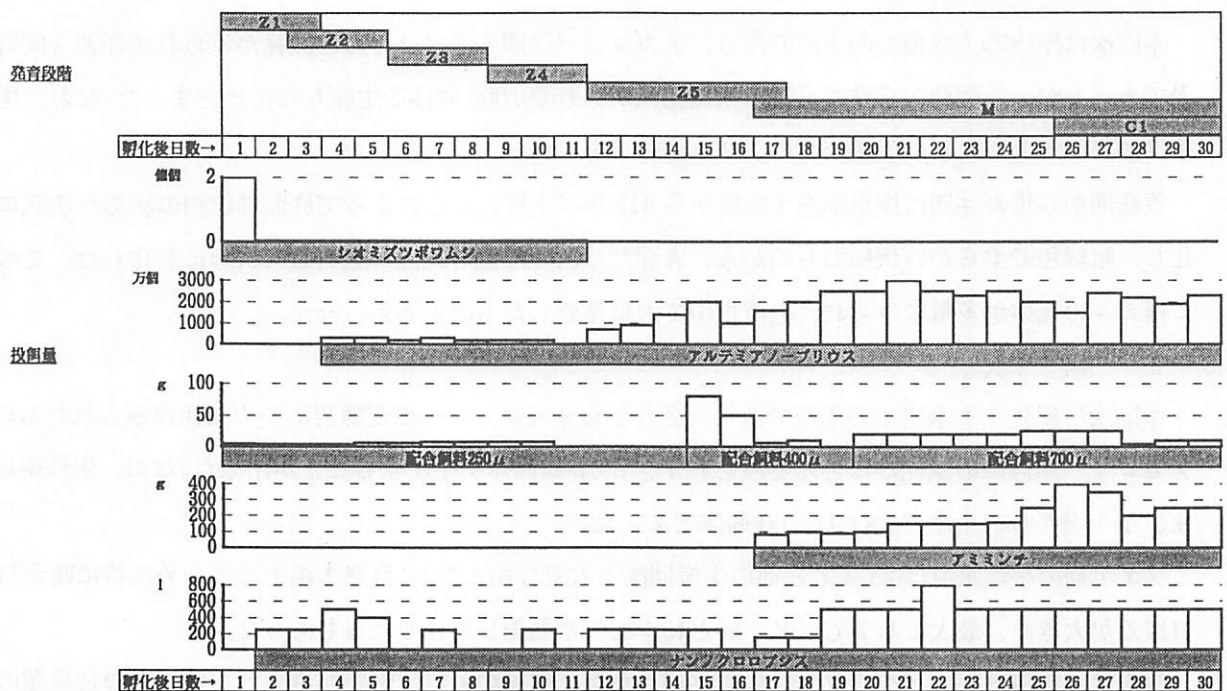


図1 2回次と3回次の发育段階および投餌量

表1 2回次と3回次の投餌量および投餌密度

発育段階	生産回次	飼料種類	投餌日数	日間最大投餌量	最大投餌密度	総投餌量
Z1~Z5 (16日間)	2回次	ワムシ	3	4.1 億円	16.4 個/ml	6.8 億円
		7A917	13	0.20 億円	0.8 個/ml	1.8 億円
		配合飼料	16	42 g	1.7 g/t	448 g
		7L17F	4	750 g	30 g/t	1,720 g
	7C019	16	2.0 t	0.08 t/t	12.0 t	
	3回次	ワムシ	1	2.00 億円	28.0 個/ml	2.00 億円
		7A917	12	0.20 億円	2.8 個/ml	0.77 億円
		配合飼料	16	80 g	11.4 g/t	191 g
		7L17F	0	0 g	0 g/t	0 g
		7C019	11	0.5 t	0.07 t/t	2.9 t
M~C2 (14日間)		2回次	7A917	13	0.5 億円	2.0 個/ml
	配合飼料		14	100 g	4.0 g/t	1,120 g
	7L17F		14	1600 g	64 g/t	13,500 g
	7C019		13	1.0 t	0.04 t/t	6.4 t
	3回次	7A917	14	0.3 億円	4.3 個/ml	3.12 億円
		配合飼料	14	25 g	3.8 g/t	216 g
		7L17F	14	400 g	57 g/t	2,680 g
		7C019	14	0.8 t	0.11 t/t	6.6 t

表2 1~5回次の生産結果

生産回次	飼育水槽	飼育容量 (t)	孵化日	飼育日数	孵化数 (千個体)	初期放養密度 (千個体/t)	生産数 (千個体)	生産率 (%)	生産密度 (千個体/t)	大量減耗時期
1回次	屋内水槽、調整	25	1990/5/10	3	330	13.2	0	0	0	Z1からZ2への変態期に全滅
2回次	屋内水槽、調整	25	1990/5/11	30	147	5.9	29	20	1.2	MからC1への変態期に大量減耗
3回次	屋外水槽、無調整	7	1990/5/13	30	170	24.3	89	52	12.7	Z5からMへの変態期に減耗
4回次	屋外水槽、無調整	7	1990/5/13	14	228	32.6	0	0	0	Z4からZ5への変態期に全滅
5回次	屋内水槽、調整	25	1990/5/16	9	510	20.4	0	0	0	Z4からZ5への変態期に全滅

表3 1~5回次の飼育環境

発育段階	生産回次	水温 (°C)		標準比濃		PH		溶存酸素(mg/l)		換水率(%)	
		平均	最高-最低	平均	最高-最低	平均	最高-最低	平均	最高-最低	平均	最高
Z1~5	1回次	25.8	26.9-23.4	23.5	23.5-23.5	8.1	8.1-8.1	9.1	9.1-9.1	0	0
	2回次	23.6	24.9-20.6	23.4	24.4-22.9	8.1	8.3-8.0	7.9	8.6-7.3	52	99
	3回次	23.4	25.1-18.5	22.5	23.8-20.9	8.3	8.7-8.0	10.5	12.3-9.4	29	74
	4回次	23.3	24.9-18.5	23.8	24.2-22.5	8.8	9.4-8.1	11.7	15.3-8.4	40	83
	5回次	25.1	25.8-24.1	23.5	23.9-23.0	8.1	8.1-7.9	7.6	8.6-7.1	31	86
M~C2	2回次	23.9	24.7-23.4	23.6	24.4-22.5	8.1	8.2-8.0	7.9	8.6-7.3	135	412
	3回次	23.6	25.9-21.7	22.9	24.3-21.1	8.3	8.5-7.4	8.5	9.8-7.5	114	123

表4 1~5回次の親ガニの状態と幼生の変形、付着物

生産回次	甲幅 (cm)	体重 (孵化後) (g)	脱殻の有無	孵化前の親ガニ活力	孵化後の親ガニ活力	孵化直後の変形	Z1幼生の変形	Z1幼生への付着物
1回次	54.2	82	正常	良	良	背棘先端部欠損33%	Z2で背棘先端部欠損25%	付着物無し
2回次	58.0	81	第4歩脚欠損	やや不良	やや不良	正常	Z4~5で背棘先端部欠損24%	7A917ごく少量付着
3回次	58.3	89	正常	良	良	正常	Z5で背棘基部より欠損100%	Z5で産卵付着100%
4回次	50.7	60	正常	良	非常に良	正常	正常	付着物無し
5回次	58.3	86	第3歩脚欠損	不良	良	正常	Z1で背棘先端部欠損20%	7A917ごく少量付着

(4) 4 回 次

本回次は屋外7t水槽での生産であり、Z4からZ5への変態時に全滅した。本回次はワムシを投与せずにアルテミアのみを生物餌料として与えたが、屋外池で高照度であることに加えて、アルテミアはワムシほどナンノクロロプシスを摂餌しないためにナンノクロロプシスの過剰繁殖を招き、pHが最高9.4、溶存酸素が15.3 mg/lに達した。また、ゾエア幼生には活力不振、摂餌不良、色素の収縮、が観測された。

Z5出現までの経過日数は14日目であり、2回次の11日目、3回次の12日目に比べてかなり遅かった。また、本回次のみ背棘の欠損が認められなかった。

## (5) 5 回 次

本回次は屋内25 t 水槽での生産であり Z 4 から Z 5 への変態時に全滅した。生産につながった回次に比べて、平均飼育水温が 25.1℃と高めに設定した以外は環境条件に大差は無かった。

Z 5 出現までの経過日数は 9 日目であり、2 回次の11日目、3 回次の12日目に比べてかなり早かった。また、Z 1 で背棘の先端部欠損がみられた。

## 4 考 察

以下には、各生産回次の生産結果がどのような条件に起因したかを推定した。

### (1) 1 回次 (Z 2 で全滅)

生産につながった回次と比べて、飼育水温が高い以外に特に目だった環境要因の差は無く、水温が高すぎて全滅した可能性が高い。特に最高水温が 26.9℃に達したことが早期の全滅につながったものと考えられた。

### (2) 2 回次 (生残率20%)

換水率を上げた時点で底の堆積物の状態が悪化したことから、換水率を上げすぎると有用細菌の流失によって堆積物が嫌氣的になり、酸素欠乏や硫化水素の発生によってその中に隠れている稚ガニを斃死させたものと考えられた。

### (3) 3 回次 (生残率52%)

本回次の様に水温の日較差が大きな水温条件下でも好結果を得たことから考えて、ゾエアやメガロップ幼生は水温変動に対して予想外に耐性があるものと考えられた。

本回次では、幼生の背棘の欠損が顕著であったが、幼生活力は非常に良かったことから、ゾエア期に度々観察される背棘や額棘の欠損は、昨年度にみられたそれらに変形する場合とは全く異なった現象と考えられ、かえって幼生活力の大きい場合に顕著に現われる様に思われた。また、幼生活力が非常に良かった原因は、日光の直射は遮っているものの屋内池より格段に照度が高いために幼生の摂餌が活発になり、活力が向上したためと考えられた。

また、本回次では底面の堆積物がかなり良い状態であったため、着底幼生のシェルターとして機能したのと考えられ、このことが高い生産密度を達成した一因となった可能性が示唆された。このことから、良い状態の堆積物であれば底掃除で除去するよりも残しておいた方が好結果につながるものと考えられた。

### (4) 4 回次 (Z 4 で全滅)

ナンクロロプシスの過剰繁殖による pH と溶存酸素の上昇が大量斃死の原因と考えられた。このことから、高照度の飼育環境で緑藻類を添加する場合は、過剰繁殖を押さえるためにワムシの投与が不可欠であることが示唆された。

本回次は、水温が特に低かった訳ではないのに非常に発育が遅かったが、これは摂餌不良による栄養不足が原因と考えられた。

また、本回次のみ背棘の欠損が認められず、幼生活力が低かったことから、先に指摘した幼生活力と背棘の欠損の関係を裏付ける結果であった。

## (5) 5回次 (Z4で全滅)

生産につながた回次と比べて、飼育水温が高い以外に特に目だった環境要因の差は無く、水温が高すぎて全滅した可能性が高い。水温の高かった1回次と5回次はいずれも全滅したことから、25℃以上の水温は適さないことが示唆された。この様な高水温下での発育は非常に早いものであったが、余り発育が早すぎると生理的あるいは栄養的にバランスをくずして斃死につながるものと考えられた。

また、他の回次がZ4～Z5で背棘の欠損がみられたのに対して、1回次と5回次では何れもZ1やZ2で背棘の欠損がみられ、高水温との関連が示唆された。

# シオミズツボワムシの大量培養試験

児玉 修・渡辺 貢・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、主に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、培養初期のみ1 t 長方形コンクリート水槽 (以下、1 t 水槽) 3面を併用した。生産方式は10 t 水槽が間引き方式、1 t 水槽がバッチ方式で行った。

培養水温は27℃、培養塩分濃度は1/2 海水濃度とし、1日1回、水量の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0.8 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100 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×4枚)、1 t 水槽1面当たり1枚 (80×55×1 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、過磷酸石灰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

ワムシ培養の相違点は、フロックフィルターの数を増やして池替え時以外は洗浄しなかったこと、換水率を高めた(20→30%)こと、ナンノクロロプシスの使用量を増やしたことであった。ナンノクロロプシス培養の相違点は、前年度の10 t水槽から20 t水槽に容量を増やし、肥料の組成を変更したことであった。

## 3 結 果

平成2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。

10月5日頃から原生虫が発生してワムシの増殖が不調となったが、強換水と植え替えによって10月20日には消滅した。原生虫消滅後は安定した培養となった。

ワムシ生産数の期間総計が819億個体、平均培養密度が343個体/ml(間引きの密度)、平均日間増殖率が24.4%、平均換水率が31.6%であった。

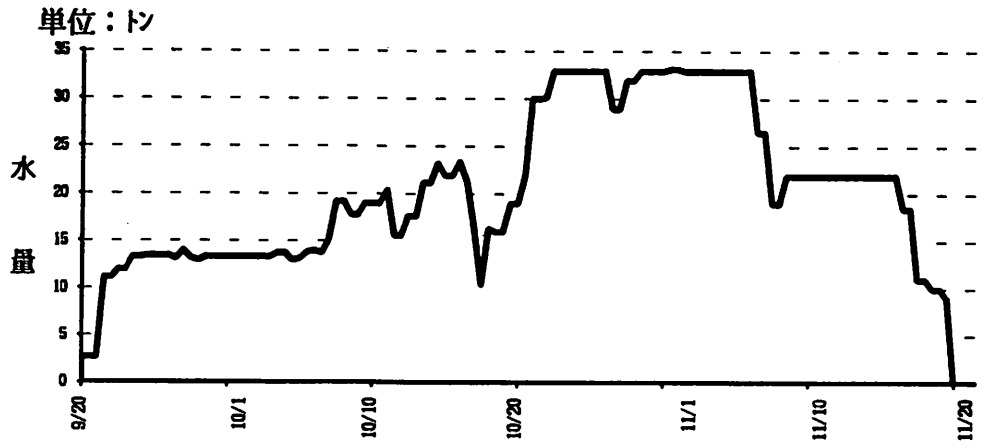
10 t水槽3面の植え替え(池洗浄)は、原生虫を除去するためはかなり頻繁に行い、期間中の植え替え回数は計7回であった。

また、ワムシ819億個体を生産するために、パン酵母313 kg、濃縮淡水クロレラ171 ℓ、ナンノクロロプシス(1/2人工海水)366 t、淡水213 t、粉碎塩3.8 tを使用した。

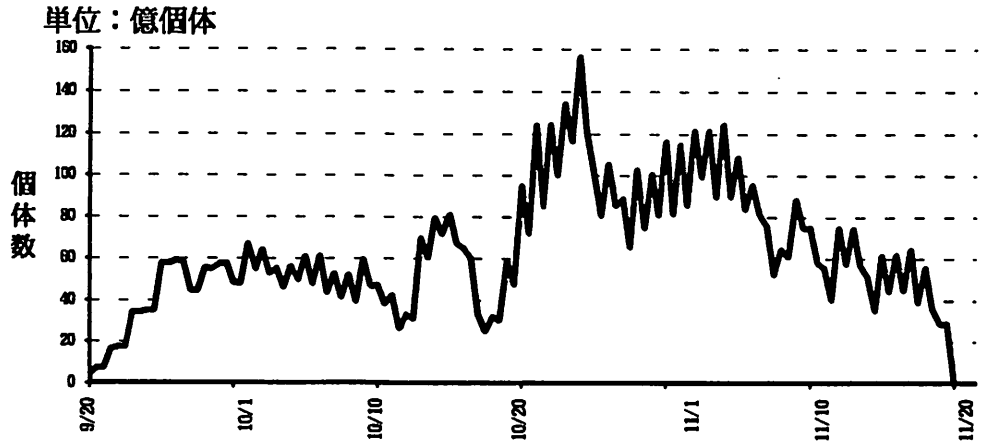
## 4 考 察

今年度の培養結果は、原生虫の発生によって培養が不安定になったものの、平均日間増殖率が前年度の16.2%を大きく上回って24.4%となり、生産効率の向上がみられた。この結果は、換水率を高めたこととナンノクロロプシス使用量の増加に起因するものと考えられた。なお、フロックフィルターの洗浄をしなくてもフロックの発生状況はあまり変わらない様であり、毎日の洗浄は不要と思われた。

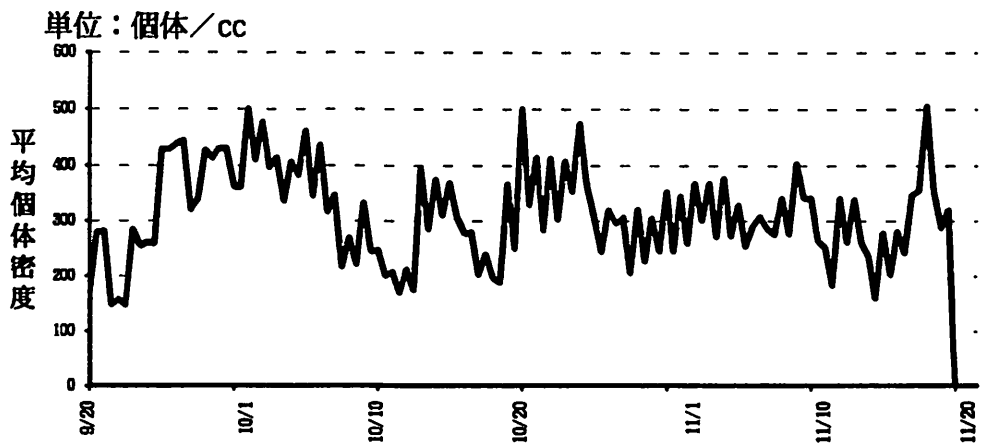
培養総水量



培養総個体数



平均個体密度



抜き取り総個体数

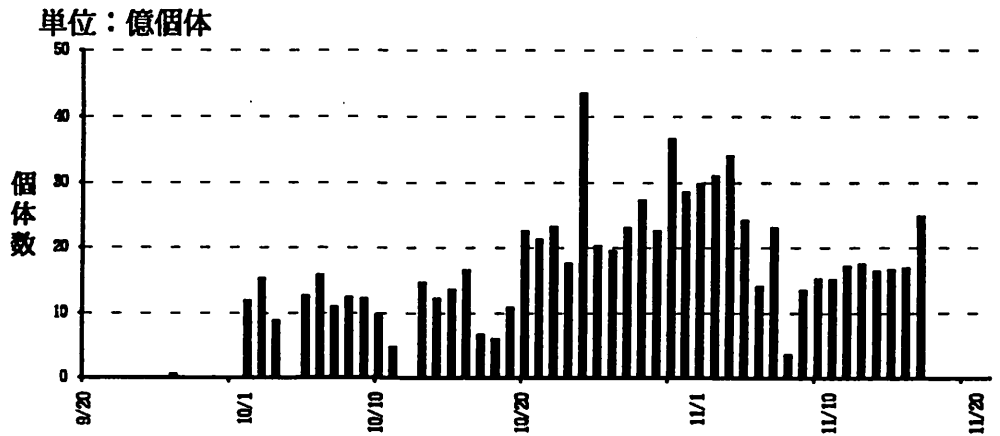


図1 あゆ種苗生産時のシオミズツボワムシ大量培養結果

# 魚 類 防 疫 対 策 事 業

黒川 成爾・森山 貴光・児玉 修  
渡辺 貢・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。

また、主要養鰻地区で結成されている防疫推進グループを対象として、防疫検討会を開催した。これらに関する主な活動内容を表1、表2に示す。

##### 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3に示す。

##### 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4に示す。

##### 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2年度はウナギおよびアユについて魚病講習会を開催した。詳細を表5に示す。

#### (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312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6に示す。



## 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7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。なお、検査は(財)日本冷凍食品検査協会 神戸事業所に依頼した。

## 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)

魚病の発生を予察し、その蔓延防止を図るため表8に示す項目について養殖場の環境調査を実施し、得られたデータを基に指導を行った。月毎の検査サンプル数を表9に示す。

### (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目的で、県内養殖漁家等に対して55回、延べ171件の巡回指導を行った。各魚種別指導件数を表10に示す。

### (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68件、アユ12件、アマゴ30件、錦ゴイ6件、その他3件、合計119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11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
2. 4.24 6. 7 6.28 8.10 10.11	高知市	高知県養鰻団体協議会	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 同上（続き）

表 2. 防疫検討会活動結果（ウナギ）

年月日	開催場所	主な構成員	主な議題
2. 5.29	春野町	森山農協養鰻部防疫推進グループ	餌料添加剤飼育試験魚官能検査（試食検査）
2. 6. 8	高知市	高知市東部農協養鰻部防疫推進グループ	魚病診断方法について
2. 8. 4	南国市	高知県淡水養殖漁協防疫推進グループ	養鰻技術、特に魚病の発生とその対策について

表 3. 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. 3.26 3.26 2. 9. 6 5.10	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

表 4. 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3年 1～3月	県内々水面 養殖地域全域	ウナギ： 40件 アマゴ： 14件 アユ： 5件 その他： 3件	平成2年の魚種ごとの魚病被害等を調査した。

表 5. 魚病講習会

年月日	開催場所	対象者（人数）	内 容	担当機関
2. 6. 8	高知市	高知市東部農協養鰻部防疫推進グループ（16）	マグネシウム欠乏飼料によるウナギ飼育試験	高知県内水面漁業センター
3. 3.20	土佐山田町	本県下の全アユ養殖業者等（18）	養アユ先進県における養殖と魚病被害の現状	高知県内水面漁業センター

表 6. 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
2. 5. 29	春野町	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
6. 8	高知市	高知市東部農協養鰻部 防疫推進グループ (16)		
6. 7	高知市	高知県養鰻団体協議会 (14)		
6. 28				
9. 21	高知市	高知県養鰻大学 (101)		

表 7. 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	3. 2. 7	1(0)
		スルファモノメトキシ	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒド・ロキエチル・ミチルホネイト	"	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	3. 2. 7	1(0)
		スルファモノメトキシ	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒド・ロキエチル・ミチルホネイト	"	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	3. 2. 16	1(0)
		スルファモノメトキシ	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒド・ロキエチル・ミチルホネイト	"	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	3. 2. 8	1(0)
		スルファモノメトキシ	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒド・ロキエチル・ミチルホネイト	"	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	3. 2. 8	1(0)
		スルファモノメトキシ	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒド・ロキエチル・ミチルホネイト	"	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	3. 3. 2	1(0)
		スルファモノメトキシ	"	1(0)
		オキシリン酸	"	1(0)
		トリクロヒド・ロキエチル・ミチルホネイト	"	1(0)
		小計		4(0)
合 計				24(0)

表 8. 養殖場の定期観測

実施期間	実施場所	測定項目	実施機関
2. 4. 1～ 3. 3. 31	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 各地区養鰻部 防疫推進グループ
〃	高知市布師田	〃	
〃	南国市久枝	〃	
〃	吉川村	〃	

表 9. 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	8	7	8	10	6	2	5	3	9	3	3	4	68
サンプル数	74	57	75	99	67	33	57	24	58	37	36	34	651

表10. 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	36	4	14	1	0	55
延べ指導件数	144	10	16	1	0	171

表11-1. 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	9	4	8	2	6	2	7	10	5	4	4	7	68
アユ				1		1	2	1	3	1	2	1	12
アマゴ	2	2	4	9	1	1	3			1	7		30
錦ゴイ		1	2				2					1	6
その他	1 <sup>*1</sup>		2 <sup>*2,3</sup>										3
合計	12	7	16	12	7	4	14	11	8	5	7	16	119

\*1 : ウグイ \*2 : 土佐金 \*3 : ニゴイ

表11-2. 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
ビブリオ病													0
運動性ロチス症							1						1
細菌性鰓病									3		1		4
冷水病													0
シュドモナス感染症													0
グルゲア症								1					1
ギョウクハシ症						1	1						2
不明				1							1	1	3
合計	0	0	0	1	0	1	2	1	3	1	2	1	12

表11-3. 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)	2				2		1						5
生理障害(水質)	1	1	1	1								1	5
鰓うっ血(棒状)		2			1	1	1	2	1	1	2		11
点状充血(点状)		1	1		2		1						5
頭部潰瘍病	1				1			1			1		4
ヒレ赤病							1	1					2
パラコロ病								3	4	3	3		13
鰓ぐされ病			1					3	1				5
尾ぐされ病							1						1
トリコジナ症	1			1			1	2					5
シュートダクワロキウス症	1		5	1	1		3	4	1	2	1	2	21
亜硝酸中毒症											1		1
その他の疾病	1				1	1	1			1	1	3	9
その他(事故等)								1				1	2
不明	3		1	1				2	2				9
異常無し	1									1		1	3
合計	11	4	9	4	8	2	10	19	9	8	9	8	101

表11-4. 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
I H N							1						1
I P N				1									1
ビブリオ病			1								1**	2**	4
せっそう病	1	2	2	4	1	1	1						12
白点症	1			2								1	4
その他の疾病	1			1								1	3
不明			1	1			2					3	7
合計	3	2	4	9	1	1	4	0	0	0	1	7	32

\* 4 : 海中飼育のものに発生(血清型未検査)

表11-5. 魚病診断結果 (錦ゴイ、その他)

病名 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
生理障害(栄養)							1**						1
乳頭腫症												1**	1
カラムナリス病			1(鰓)**				1**						2
トリコジナ症			1**										1
白点病			2**3										2
その他 寄生虫症			2**										1
薬剤中毒		1**											1
ガス病	1**												1
不明			1**										1
合計	1	1	7	0	0	0	2	0	0	0	0	1	12

\* 1 : ウグイ、\* 2 : 土佐金、\* 3 : ニゴイ、\* 5 : 錦ゴイ

# 養殖ウナギの鰓病の 感染・発病条件に関する研究

(魚病対策委託研究)

渡辺 貢・堀田 敏弘

## I 目 的

昭和50年頃から普及したハウス加温養鰻法による成長の促進や低水温期の魚病対策により、生産量の飛躍的な増大が可能となった。しかし、それにもなつてウナギの疾病発生状況が大きく変化して高水温期に発生しやすい鰓病やパラコロ病が増加する傾向にある。

中でも鰓弁の中心静脈洞の顕著な血液充満を特徴とする疾病が年々発生地域を拡大して経営上の問題となっており、最も重要な疾病として原因と対策の究明が急がれている。

平成元年度までの委託研究の成果から、本疾病の原因としてミネラル不足説(ハウス加温養鰻法による急成長に伴うマグネシウムの摂取不足)は否定され、同時に行われた病魚の磨砕組織濾過液接種により鰓弁の中心静脈洞にうっ血を伴う斃死魚が発生して本疾病が濾過性病原体である可能性が示唆された。

今年度は本疾病が濾過性病原体であることの確認や感染条件・発病条件等の検討を行うことを目的とした。

なお、詳細は平成2年度魚病対策技術開発研究成果報告書を参照されたい。

## II 感 染 実 験

ウイルスと鰓うっ血症との関係は明らかにされていない(平成2年度現在)が、全く否定されている訳でもない。しかし、平成元年度に行われた病魚の磨砕組織濾過液接種による再現試験では鰓弁の中心静脈洞にうっ血を伴う斃死魚が発生し本疾病が濾過性病原体である可能性が示唆された。そこで前年度と同様に発症魚の組織磨砕濾液を正常魚に接種して本症の再現等を試みた。

### 1 材料及び方法

#### (1) 供 試 魚

平成2年2月6日に購入し、当センターで飼育したニホンウナギ (*Anguilla japonica*) より、61尾を抽出して鰓試験区21尾、腎臓試験区20尾、対照区20尾の3区に分けて使用した。

尚、今回の実験に供したウナギは、池入れから再現試験終了まで鰓病(鰓うっ血症)の発生は認められなかった。

#### (2) 接 種 試 料

県内の養殖場で自然発病し鰓うっ血症と診断した発症魚(2尾分)より摘出した鰓及び腎臓からそれぞれ2.00gをホモジナイザーで磨砕し滅菌生理食塩水20mlに懸濁させ、3,000 rpm・15分の遠心分離後、孔径0.45 μmのメンブランフィルターで上澄液を吸引濾過して接種溶液とした。

### (3) 接種方法

上記方法で調製した鰓及び腎臓の接種溶液を麻酔した供試魚の腹腔内に0.1 mlずつ接種した（鰓の磨砕濾液を接種したウナギのうち4尾は0.05 ml）。

対照区は滅菌生理食塩水のみを0.1 mlずつウナギの腹腔内に接種した。

### (4) 飼育方法及び期間

供試魚は四角形コンクリート水槽（W、L、Dがそれぞれ2.0×1.5×0.5 m、水深0.28 m、水量約0.9トン）に収容してチタンヒーターを水温28℃になるようセットし、始めの57日間を給餌飼育、後の5日間を無給餌で飼育し経過を観察した。

給餌は市販の配合餌料を練り餌にして1日1回飽食量を与え、残餌が出た場合には回収して重さを計り、摂餌量を補正した。

換水率は0.2回転/日とした。

### (5) 斃死、瀕死魚の処理

今回は、斃死、瀕死魚が出なかったので実験終了後の供試魚の処理について記す。

実験終了後の供試魚は水槽から取り上げ、各々の区から成長の良いものを10尾ずつ抽出し、以下に示す項目の検査に用い、残った魚については体重のみ測定した。

外部症状：魚体重、全長を測定。体色、体の硬さ、体表の発赤や出血の有無等を観察。

鰓の観察：切り出した左側の鰓を肉眼または顕微鏡で色調・欠損やうっ血等の有無について。

血液検査：鰓観察時に、魚体側の鰓動脈より流出する血液を採取、ヘマトリット値を測定。

内臓の観察：肝臓、脾臓、腎臓、胃、腸の状態、腹水の有無等について。

細菌検査：肝臓、腎臓はブレインハートインフュージョン寒天培地（BHI）を、鰓はサイトファガ改変培地（MCYT）を使用して25℃、72時間の培養。

### (6) 飼育水の水質測定

溶存酸素及び水温：デジタルDOメーター（セントラル化学 UK-2000）

pH：パーソナルpHメーター（横河電気 モデル PH81）

アンモニア態窒素：ネスラー法

亜硝酸態窒素：グロース・ロミン法

にて摂餌終了後に適宜測定した。

## 2 結果及び考察

### (1) 飼育期間中の水質

実験期間中、各試験池の水質は以下ようになっていた。

水温 { 対照区：27.5～29.2℃  
鰓試験区：27.5～29.1℃  
腎臓試験区：28.1～30.9℃

溶存酸素 { 対照区：6.78～7.17 mg O<sub>2</sub> / ℓ  
鰓試験区：6.64～7.32 mg O<sub>2</sub> / ℓ  
腎臓試験区：5.24～6.60 mg O<sub>2</sub> / ℓ

pH	対 照 区： 7.58 ~ 8.26
	鰓 試 験 区： 6.97 ~ 8.16
	腎臓試験区： 6.30 ~ 7.98
アンモニア 態窒素	対 照 区：最高 0.5 mg NH <sub>4</sub> -N / ℓ
	鰓 試 験 区：最高 1.0 mg NH <sub>4</sub> -N / ℓ
	腎臓試験区：最高 2.0 mg NH <sub>4</sub> -N / ℓ
亜硝酸 態窒素	対 照 区：最高 0.2 mg NO <sub>2</sub> -N / ℓ
	鰓 試 験 区：最高 1.0 mg NO <sub>2</sub> -N / ℓ
	腎臓試験区：最高 1.0 mg NO <sub>2</sub> -N / ℓ

これらの測定結果より、どの区も鰻の生存（または成長）に悪影響を及ぼす水質の悪化はなかったものと思われる。

## (2) 飼育試験結果

飼育結果を表1に示す。

表1. 再現試験期間中の飼育成績

	鰓試験区	腎臓試験区	対照区
開始時総重量(kg)	1.271	1.203	0.289
尾数(尾)	21	20	20
平均体重(g)	60.5	60.2	14.4
終了時総重量(kg)	2.386	2.560	0.890
尾数(尾)	20	20	17
平均体重(g)	119.3	128.0	52.4
斃死尾数(尾)	0	0	0
逃亡尾数(尾)	1	0	3
生残率(%)	95.2	100.0	85.0
給餌量(kg)	1.734	1.830	0.898
内訳	市販配合餌料100%	←	←
日間給餌率(%)	1.5	1.5	2.4
最高給餌率(%)	4.6	4.6	7.3
増重量(kg)	1.115	1.357	0.602
餌料効率(%)	64.3	74.1	67.0
増重倍率	1.9	2.1	3.1

対照区は平均体重 14.4 g で試験を開始し、終了時には 3.1 倍に体重が増加した。

鰓試験区（以後鰓区と略す）は開始時が平均 60.5 g で終了時には 1.9 倍に増加した。

腎臓試験区（以後腎臓区と略す）では、開始時が平均 60.2 g で試験終了時には 2.1 倍に増加した。

給餌率や餌料効率が良くなかったのは摂餌の悪化により49日目より餌を控え、58日目からは無給餌で様子を見たこと、水槽より逃亡した個体があった（鰓区、腎臓区、対照区を隣合わせて設置していたので、他の水槽からの移動も考えられるが）こと等が考えられる。

鰓区や腎臓区は対照区と試験開始時の魚体重が異なっていたので一概に比較するわけにはいかないが、摂餌率をみると鰓区、腎臓区とも 1.5%、餌料効率はそれぞれ 64.3%、74.1% で良くない。それは試験開始 8 日目に摂餌量の落込みがあり、その影響がかなり後日まで残っていたので49日目より餌を控えていたことによるものと思われる。

次に試験期間中の摂餌量の変化を図1に示した。



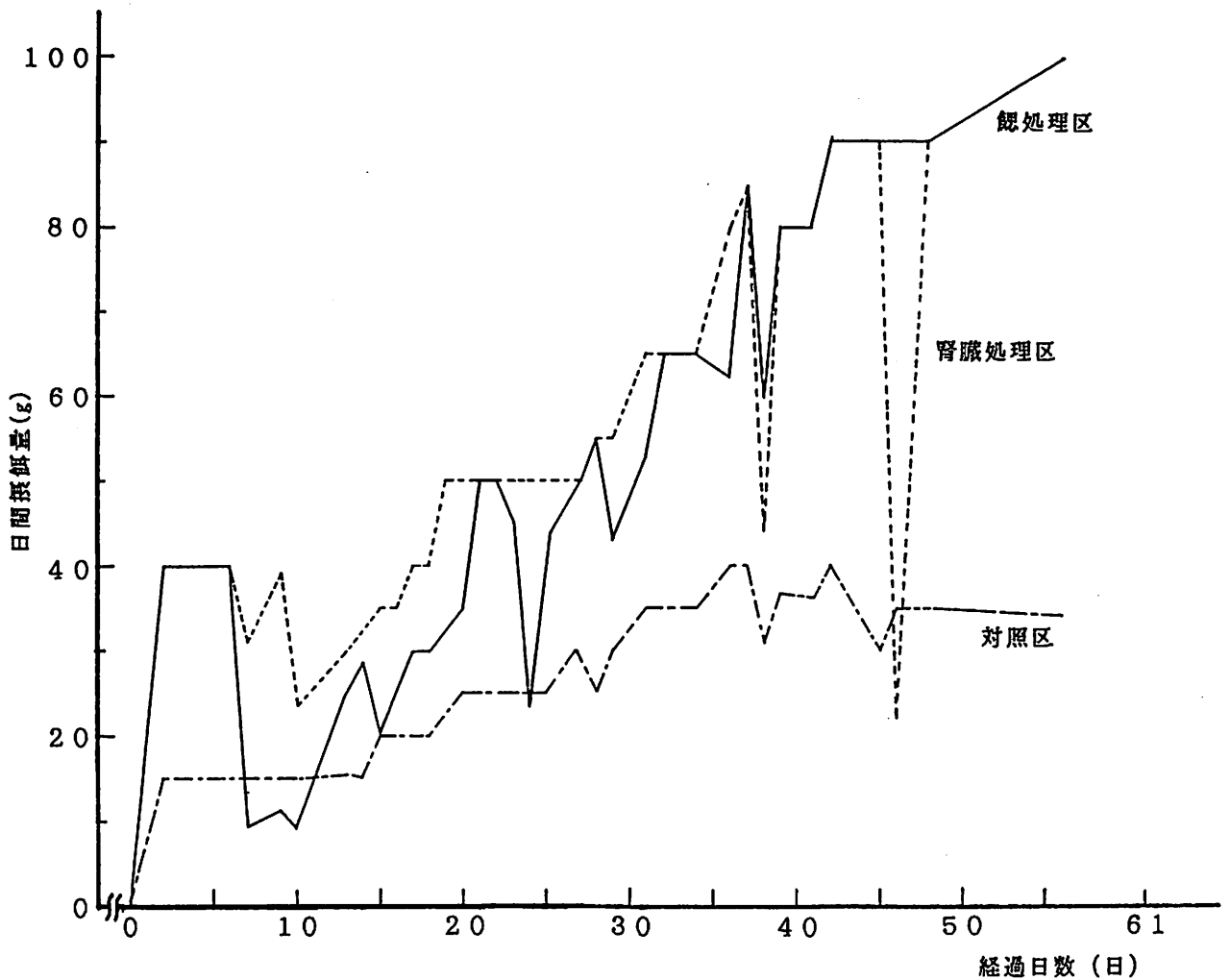


図1 鰓うっ血症再現実験におけるウナギの日間摂餌量の変化

給餌は2日目より全ての区で開始した。

対照区は38日目まではほぼ順調に摂餌量が増加していったが、それ以後は不安定な摂餌を示し、49日目からは給餌を控えて観察するに至った。

鰓区では試験開始8日目に摂餌量が落ち込み、その状態は3日間続いた。その後摂餌量は徐々に増加していったが、試験終了まで合計4回の落ち込みがあった。

腎臓区では、鰓区と同様8日目に摂餌量が落ち込み、11日目まで続いた。その後摂餌量の増加があったが、39日目と47日目に大きな落ち込みがあった。

### (3) 実験終了後の魚体検査結果

今回の実験では斃死もしくは瀕死の魚が現れなかったため、63日目に実験を打ち切り、鰓うっ血症の症状の有無を検査した。その結果が表2から表3である。

表2は抽出した全ての個体の検査結果をまとめたものである。

体の色、硬さ、腹部の状態は「標準」にあたるものが圧倒的に多くみられた。

発赤が出た部分は背鰭、肛門のみで、鰓区、腎臓区、対照区にそれぞれ1、4、3個体で、鰓うっ血症で特徴的な胸鰭と鰓蓋孔の発赤はみられなかった。

鰓の中心静脈洞にうっ血またはその痕跡がみられたのは鰓区の7個体、腎臓区の4個体、対照区の3

個体であった。鰓薄板の肥厚はまったくみられなかった。

点状充血はかなりの頻度でみられたが、その程度は1枚の鰓に多くて10カ所程度であった。

鰓の棍棒化は腎臓区で2個体に現れたが、鰓の一部でみられるという程度だった。

鰓弁の欠損も鰓区と対照区でそれぞれ1、3個体にみられた。症状としてはごく軽いものであった。

表2-1. 再現試験終了後に行った魚体検査の結果（外部症状）

	鰓試験区	腎臓試験区	対照区
体の色			
黒:標準:灰:白	0:8:2:0	1:7:2:0	0:10:0:0
体の硬さ			
硬:標準:軟	4:6:0	6:4:0	1:9:0
腹部の状態			
凸:標準:凹	0:10:0	0:10:0	0:10:0
発赤の部位*			
胸鰭	0/10	0/10	0/10
背鰭	0/10	1/10	0/10
臀鰭	0/10	3/10	1/10
体側	0/10	0/10	0/10
腹側	0/10	0/10	0/10
肛門	2/10	1/10	0/10
無し	8/10	7/10	9/10

\* : その症状がみられた個体数/検体数

表2-2. 再現試験終了後に行った魚体検査の結果（内部症状）

	鰓試験区	腎臓試験区	対照区
鰓の症状			
中心静脈洞のうっ血	7/10	4/10	3/10
鰓薄板の肥厚	0/10	0/10	0/10
点状充血	7/10	3/10	8/10
棍棒化	0/10	2/10	0/10
鰓弁の欠損	1/10	0/10	3/10
寄生虫*の存在	9/10	0/10	9/10
内臓症状			
肝臓のうっ血	4/10	5/10	2/10
胃の弛緩	3/10	7/10	8/10
腸の充血	0/10	0/10	0/10
腹水の貯溜	0/10	0/10	0/10
腹腔内発赤	0/10	0/10	0/10
平均魚体重(g)	153.7	157.9	68.7
ヘマトクリット値			
範囲(%)	22.5~42.0	26.5~44.0	23.0~41.5
平均値(%)	33.7	35.3	32.9
細菌分離			
BHI	未分離	←	←
MCT	雑菌のみ	←	←

その症状がみられた個体数/検体数

\* : Pseudodactylogyrus spp. の寄生

Pseudodactylogyrus spp. は腎臓区を除くほとんどの個体に寄生がみられた。

肝臓にうっ血の現れた個体がかかなりの数にのぼったが、臓器のごく一部にみられた程度であった。

胃では腎臓区、対照区でかなりの個体に弛緩がみられた。

腸の発赤、腹水の貯溜、腹腔内の出血はまったくみられなかった。

ヘマトクリット値は鰓区が22.5～42.0、腎臓区が26.5～44.0、対照区が23.0～41.5%の範囲内にあった。

表3は今回の再現試験で使用した供試魚のうち、鰓の中心静脈洞にうっ血またはその痕跡がみられた個体についての観察結果の一覧である。

外部の症状は鰓区に1個体、腎臓区に1個体それぞれ肛門、臀鰭及び体側に僅かに発赤がみられた。

内部の症状は肝臓にうっ血を示す個体が鰓区では2個体、腎臓区では全ての個体にみられた。

脾臓は肥大したものが鰓区では3個体、腎臓区では2個体にみられた。

胃は弛緩を示す個体が腎臓区に3個体みられた。

ヘマトクリット値は鰓区と腎臓区にそれぞれ2個体通常より高い値を示すものがみられたが、残りは全て通常の範囲内だった。

検査したウナギよりBHI及び、MCYTを用いて細菌の分離を試みたが、細菌は分離されなかった。

#### (4) 考 察

今年度も昨年度と同様に発病魚の組織磨砕濾液を健康魚に接種して、鰓うっ血症を再現させることに一応は成功した。

しかし、滅菌生理食塩水のみを接種したはずの対照区にも10尾に3尾の割合で発病したことについては、試験区から対照区へ鰓うっ血病キャリアーが逃亡し感染が成立した可能性が考えられる（各飼育池単独または相互の隔離条件が不十分だった）。

また、施設面での制約から、これらの試験を同一の建物内で行ったためエアレーション等に起因する試験区からの飛沫が対照区の試験池に入り、感染が成立した可能性も考えられる。

なお、これらの試験に使っていないウナギは、試験期間中に鰓うっ血症は全く発生していなかったことも考慮すると、今回の試験では鰓うっ血症が濾過性病原体（ウイルス）である確証は得られなかったがその可能性を示唆するものであると考えられた。

表3-1. 鰓うっ血症再現試験で鰓の中心静脈洞にうっ血またはその痕跡が認められた個体の検査結果(外部症状)

区No.	調査月	全長(cm)	体重(g)	体色	体の硬さ	腹部状態	胸部	各部位の発赤の有無	背鰭	腎臓	体側	腹側	肛門	うっ血またはその痕跡
G-1	12/3	53.5	207.8	N	N	N	—	—	—	—	—	—	±	痕跡
G-2	12/3	45.6	122.0	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
G-3	12/3	51.0	171.9	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	うっ血
G-4	12/3	46.5	150.8	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
G-5	12/3	45.5	139.6	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
G-6	12/3	47.0	165.8	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
G-7	12/3	47.3	152.4	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
K-1	12/4	52.4	168.9	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
K-2	12/4	46.3	133.7	N	H	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
K-3	12/4	50.0	169.6	N	H	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
K-4	12/4	46.4	125.9	N	N	N	—	—	—	±	—	—	—	痕跡
C-1	12/4	44.1	117.2	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
C-2	12/4	40.8	74.3	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	痕跡
C-3	12/4	38.4	65.3	N	N	N	—	—	—	—	—	—	—	うっ血

G: 鰓試験区; K: 腎臓試験区; C: 対照区; N: 標準; H: 硬い; —: 認められず; ±: わずかに認められる

表3-2. 検査結果続き(内部症状)

区No.	鰓の症状 うっ血 (痕跡)	鰓薄板 肥厚	点状 棍棒化	鰓欠損 <sup>+</sup>	寄生 <sup>+</sup> 虫	内臓の症状 肝臓 うっ血	脾臓	腎臓	胃	腸	体腔内 発赤	腹水	血液 Ht	その他
G-1	痕跡	—	—	—	++	+	肥大	—	—	—	—	—	32.5	
G-2	痕跡	—	—	+	++	—	—	—	—	—	—	—	31.5	
G-3	うっ血	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—	36.0	
G-4	痕跡	—	—	—	++	+	肥大	—	—	—	—	—	38.0	
G-5	痕跡	—	—	—	—	—	肥大	—	—	—	—	—	32.0	
G-6	痕跡	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—	39.0	
G-7	痕跡	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—	31.0	生殖腺発赤
K-1	痕跡	—	+	—	—	+	肥大	—	—	—	—	—	44.0	
K-2	痕跡	—	+	—	—	+	肥大	—	弛緩	—	—	—	37.0	
K-3	痕跡	—	—	—	—	+	肥大	—	弛緩	—	—	—	41.5	
K-4	痕跡	—	+	—	—	+	肥大	—	弛緩	—	—	—	29.5	
C-1	痕跡	—	+	+	++	—	—	—	—	—	—	—	29.0	
C-2	痕跡	—	+	+	+++	—	—	—	—	—	—	—	31.0	
C-3	うっ血	—	+	+	++	—	—	—	—	—	—	—	37.0	

G: 鰓試験区; K: 腎臓試験区; C: 対照区; Ht: ヘマトクリット値; +: ほんの一部でもそれが認められた場合には十としたり; —: 異常認められず; \*1: 欠損の程度は、ほんの一部であった; \*2: Pseudodactulogyrus spp.のみ認められた(鰓1枚に付き、—: 寄生無し; +: 10個体以下; ++: 11~50個体; +++: 51個体以上)

# サツキマス放流技術開発試験

渡辺 貢\*・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加え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、その一部が海へ降海し、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るので、より効果的な放流方法等の開発及び河川下流部の有効利用を目的とした。

本年度は、岐阜県産の銀毛アマゴ（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、脂鱈をカットによる標識を行い、その日のうちに放流した。

#### 2) 放流時期

第1回放流 平成2年11月28日

第2回放流 平成2年12月5日

#### 3) 放流場所

図1に示した奈半利川河口左岸を放流場所とした。

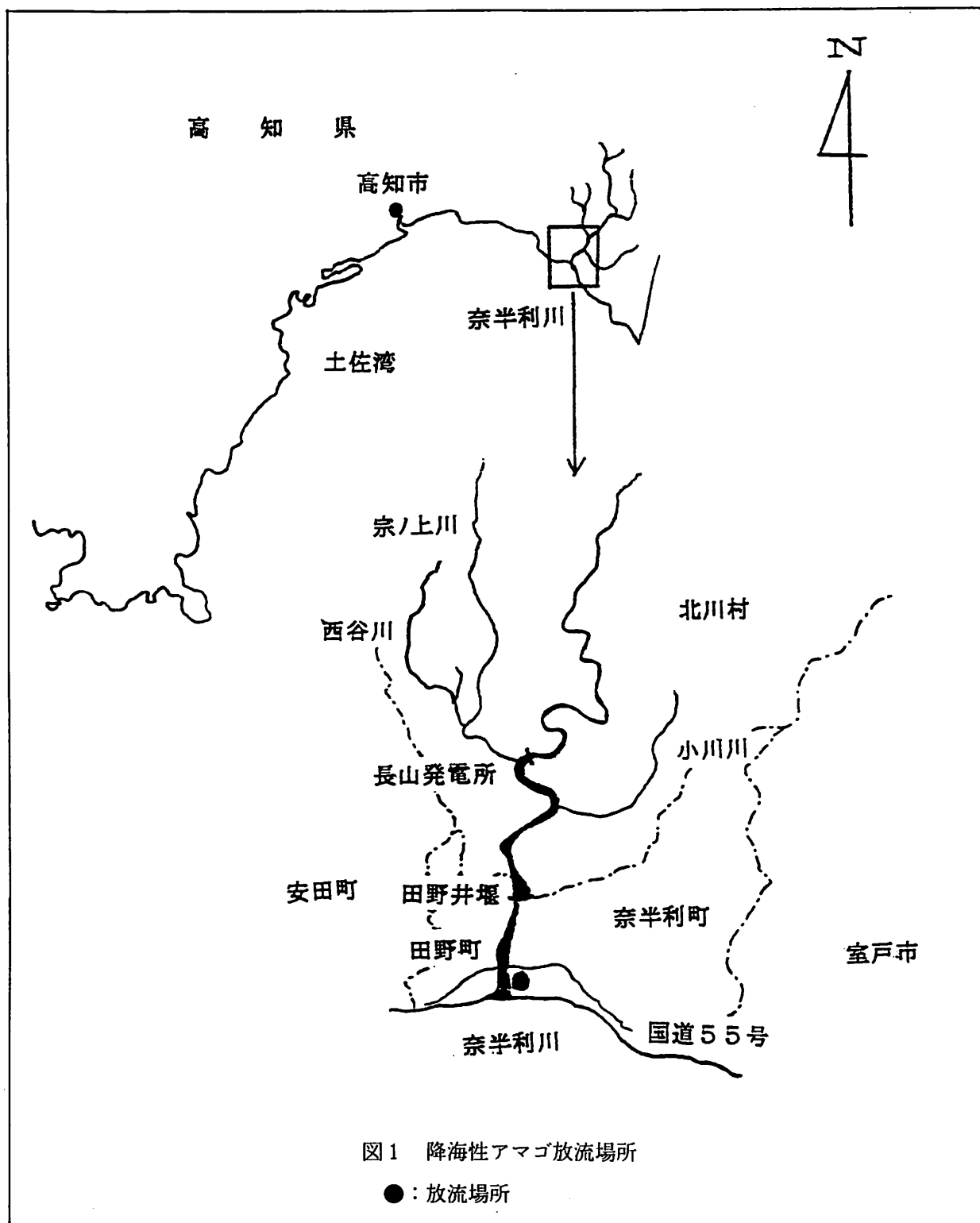
#### 4) 追跡調査

放流魚が溯河しはじめる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。

---

\*平成3年4月1日より高知県栽培漁業センターへ転勤

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川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。



### 3 結果及び考察

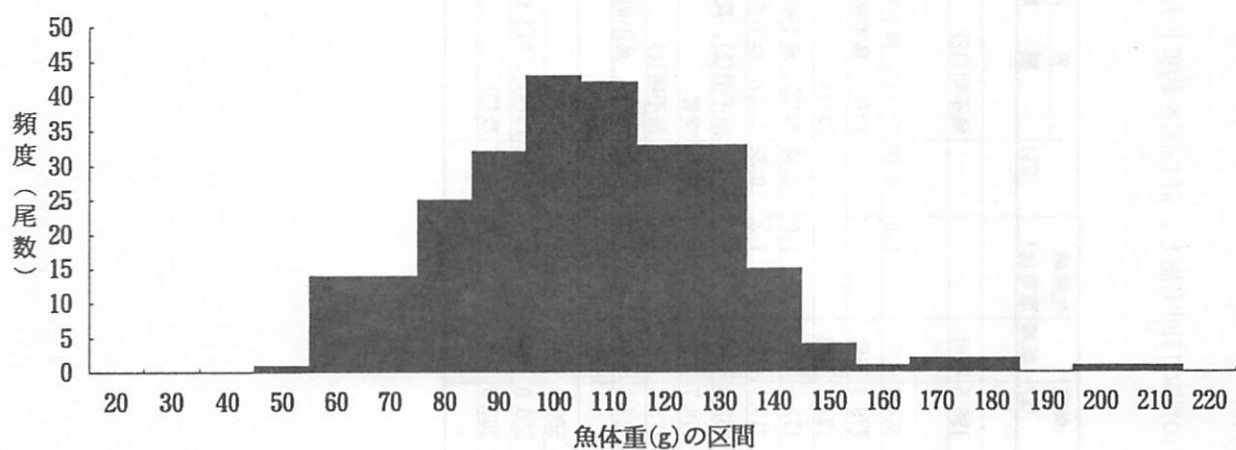
#### (1) 放流の概要

放流の概要は表1に示した。平成2年度の放流総数は10,334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22.0 cm、110.9 gで、第2回放流魚のそれはそれぞれ19.8 cm、71.7 gであった。第1回及び第2回放流魚の魚体重組成は図2に示した。

表1 放流の概要

	第1回放流	第2回放流
放流日	H2.11.28	H2.12.5
放流場所	奈半利川河口	同左
放流尾数	5,160	5,174
放流魚の全長(cm)	22.0	19.8
体重(g)	110.9	71.7
標識	全数脂鱗カット	同左

11月28日放流魚



12月5日放流魚

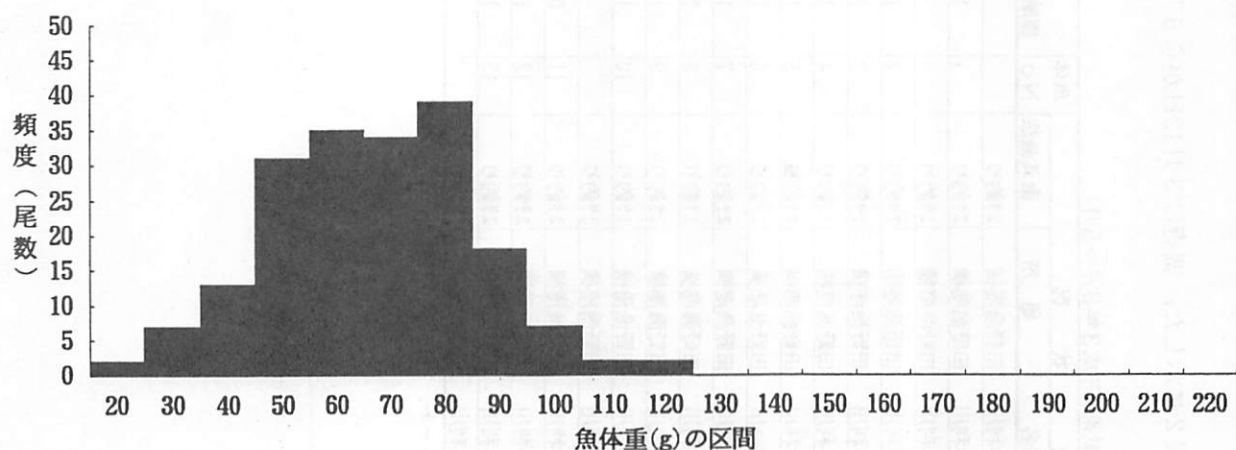


図2 放流魚の魚体重組成

(2) 追跡調査

追跡調査の概要は表2に示した。調査は3月12日から5月7日までの間に11回実施し、計13尾を釣獲した。

表2 サツキマス追跡調査結果(平成3年3月～5月)

調査 回数	調査 人員	漁 年月日	河川名	状 況		魚体 No	全長 (cm)	体重 (g)	雌雄 不明	生殖腺 重量(g)	GSI	胃 内 容 物		備 考
				場 所	漁 具 漁 法							種 類	尾 数	
1	2	3月12日	奈半利川	田野漁港横	1釣り									釣果なし
2	2	3月13日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	1	25.6	196.5	不明			魚不明(12)	12	釣果なし
3	2	3月22日	奈半利川	田野漁港横	1釣り									釣果なし
4	2	3月25日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	2	29.8	334.0	♀	2.0	0.60	ゴリ(2)、魚不明(1)	3	
5	2	3月27日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	3	28.0	279.3	不明			71(1)、魚不明(1)	2	
	2	3月27日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	4	27.0	194.8	不明			71(1)	1	
6	2	4月3日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	5	25.5	172.5	♀	1.0	0.58	71(2)、魚不明(1)、ゴリ片	4	
	2	4月3日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	6	29.6	319.1	♀	1.2	0.38	71(2)、魚不明(1)、ゴリ片(3)	7	
7	2	4月9日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	7	32.2	382.0	不明			魚不明(2)、昆虫	2	
	2	4月9日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	8	32.2	378.7	♀	1.8	0.48	空胃		
	2	4月9日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	9	30.0	275.3	♀	1.2	0.44	魚不明(1)	1	
8	2	4月16日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	10	32.4	323.6	♀	2.0	0.62	71(1)、魚不明(1)	2	
9	2	4月22日	奈半利川	田野漁港横	1釣り									釣果なし
10	2	4月30日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	11	34.2	500.0	♀	3.0	0.60	71(30)	30	
	2	4月30日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	12	34.0	520.0	♀	1.5	0.29	71(6)、ゴリ(2)魚不明(10)	20	
	2	4月30日	奈半利川	田野漁港横	1釣り	13	26.3	260.0	♀	2.0	0.77	71(3)	10	
	2	5月7日	奈半利川	田野漁港横	1釣り									釣果なし

標識 0:正常魚、1:脂鰭カット、2:20°ダゲツ、3:18°ダゲ



### 1) 採捕場所について

海域での再捕報告は調査を依頼した海面の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き網、ます網等の漁法が放流地区である高知県東部域では行われていないためと考えられる。

### 2) 成 長

再捕日別の再捕魚の魚体重は図3に示した。図3から判断して、サツキマスの放流後の成長は3月初旬まではゆるやかで、それ以降は急激に成長して、4月末には500g以上になると推測された。放流時と再捕時の全長及び体重の比較は表3に示した。体重は平均で3.5倍、再捕魚の最大のもので5.7倍になった。

表3 放流魚と再捕魚の全長及び体重の比較

	放 流 時		再 捕 時		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	20.9	91.4	29.8	318.1	1.4	3.5
最 大	27.0	211.3	34.2	520.0	1.6	5.7
最 小	14.5	23.7	25.5	172.5		
サンプル数	453		13			

放流魚の全長・体重は第1回放流と第2回放流の平均値とした。

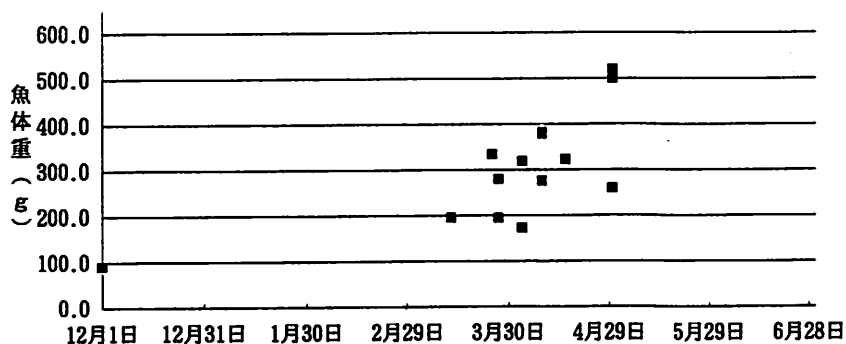


図3 再捕日別の再捕魚の魚体重

### 3) 胃 内 容 物

再捕魚13尾のうち空胃は1尾だけで、残り12尾は魚類を捕食していた。捕食した魚類はアユ、ハゼ類、シラスウナギ及び種不明の4種類であった。種不明の中には海産魚と思われるものも含まれていた。その他の胃内容物として昆虫、

ゴミ片があった。12尾中8尾までが稚アユを捕食しており、河口域で、遡上中に稚アユを大量に捕食していることが推察された。

### 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尾数は13尾で、再捕率は0.13%ときわめて低い値となった。再捕率の低い原因としては、海域からの報告がないことと、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なじみが少ないために、アユと比較すると、漁獲努力がきわめて低いこと等が考えられる。

再捕魚13尾のうち12尾が脂鱒カットの放流魚であった。

## Ⅱ 養殖用種苗適正試験

### 1 目 的

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。

### 2 材料及び方法

#### 1) 試験期間

- ① 淡水飼育 平成3年1月17日～平成3年7月30日
- ② 海水飼育 平成3年1月17日～平成3年5月24日

#### 2) 試験場所

- ① 淡水飼育 高知県香美郡土佐山田町高川原  
高知県内水面漁業センター
- ② 海水飼育 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) 供試魚

供試魚は岐阜県産の銀毛したアマゴを使用した。アマゴは平成2年12月4日～5日にかけて、当内水面センターまで陸送し、8角形コンクリート50t水槽に約1,000尾収容した。供試魚の平均体重及び全長はそれぞれ71.5g、19.9cmであった。なお、平成3年1月17日まで日本農産工業製アマゴ用配合飼料6号を与えて予備飼育した。

#### 4) 飼育方法

##### ① 淡水飼育

予備飼育に使用した50t水槽に362尾収容して飼育試験を開始した。飼育水は物部川河川伏流水を約1.7～2.3ℓ/cm sec注水した。給餌は日本農産工業製アマゴ用配合飼料6～7号を用いて、ライトリッツの給餌表を参考に1回～2回/日給餌した。

なお、水カビ発生時には、約12時間の0.3ppmマラカイトグリーン浴を実施し、薬浴時は餌止めとした。

##### ② 海水飼育

3.5m×3.5m×3.5mの小割網生けすに400尾を収容して、淡水飼育同様に給餌を行って飼育試験を開始した。

#### 5) 測定項目

水温、比重（海面のみ）投餌量及び斃死尾数はほぼ毎日記録した。魚体測定は淡水飼育が4月16日及び7月30日に、海面飼育が5月24日に実施した。

### 3 結果及び考察

#### 1) 水温及び比重の推移

各月の旬平均水温は表4に示した。海水飼育では飼育開始時の1月が13℃台で、2月下旬に最低水温

11℃台になり、それ以後は徐々に上昇し4月下旬に20℃を越えた。淡水飼育では開始時の1月が15℃台で、最低は3月の11℃台であった。4月中旬に急激に水温が上昇した後は、緩やかに上昇して、試験終了時の7月末には19℃台になった。

海水飼育における比重の推移は図4に示すとおりであった。

## 2) 飼育成績

飼育成績は表5に示した。

### ① 斃死状況及び生残率

飼育期間中の旬別斃死状況は表6、生残率の推移は図6に示した。

海水飼育では海水無馴致で飼育を開始したために、全斃死尾数の1/3強が試験を開始した1月に斃死した。その後も斃死は3月中旬まで続き、3月下旬から4月中旬まで斃死は減少したが、水温が20℃に上昇した5月中旬以降は斃死が増加した。試験終了時の生残率は23.2%であった(ただし、不明魚を斃死魚に含めると生残率は16.3%に低下する)。種苗に与えるストレスを軽減し、初期減耗をできるだけ少なくし、サツキマスを順調に育成するためには海水馴致を行うことが必要であろう。

4月1日以降の水温と日間斃死尾数との関係は図7に示した。水温が20℃に上昇すると斃死が増えることがわかる。また、試験終了時に取り上げた魚体の体表にスレ・発赤及び各鰭基部の発赤が目立った。海面養殖する場合のサツキマスの高温耐性は20℃以下と思われる。

淡水飼育では開始から中間時の魚体測定を行った4月16日までは斃死が少なく89%の生残率を示した。しかし、4月中旬から5月中旬までは斃死が増加し、全斃死尾数の半分強がこの間に斃死した。その後は断続的に斃死は続いた。試験終了時の生残率は45.3%であった。4月中旬以降に斃死が増加した原因の一つとして、その時期に水温が急激に上昇したこと及び魚体測定のために全数取り上げし、麻酔したことによるストレスが考えられる。また、斃死魚はほとんどが水カビ罹病魚であった。

### ② 成長

魚体重と飼育水温の推移は図8に示した。

海面飼育では開始時(1月17日)平均体重80gが終了時(1月24日)には503.6gに成長した。淡水飼育では開始時が80gが中間時(4月16日)には320.3g、終了時(7月30日)には778.8gに成長した。飼育終了時の最大体重は海水飼育が878g、淡水飼育が1310gであった。

飼育期間が異なるので、終了時の魚体重に差がみられた。図8から判断して5月24日の段階では淡水飼育は海水飼育と同程度成長したと推測されるが、4月中旬までならば、水温の高い海水飼育の方が淡水飼育より成長は良かった。

斃死尾数が多いので、単純には比較できないが、増肉係数は海水飼育が1.6、淡水飼育が1.5で、

表4 飼育水温の旬平均

月	旬	淡水飼育	海水飼育
1	上	15.3	13.0
	中		
	下	14.6	13.3
2	上	13.6	13.1
	中	13.0	12.8
	下	12.0	11.6
3	上	11.5	13.2
	中	11.0	14.7
	下	11.2	15.9
4	上	12.0	16.4
	中	14.0	19.2
	下	14.7	19.7
5	上	14.7	19.1
	中	14.8	20.0
	下	15.1	21.4
6	上	15.3	
	中	15.8	
	下	16.4	
7	上	16.9	
	中	17.5	
	下	18.0	
平均		14.5	16.0

日間増重率は海水飼育が1.58、淡水飼育が1.37で、日間投餌率は海水飼育が1.42、淡水飼育が1.34であった。

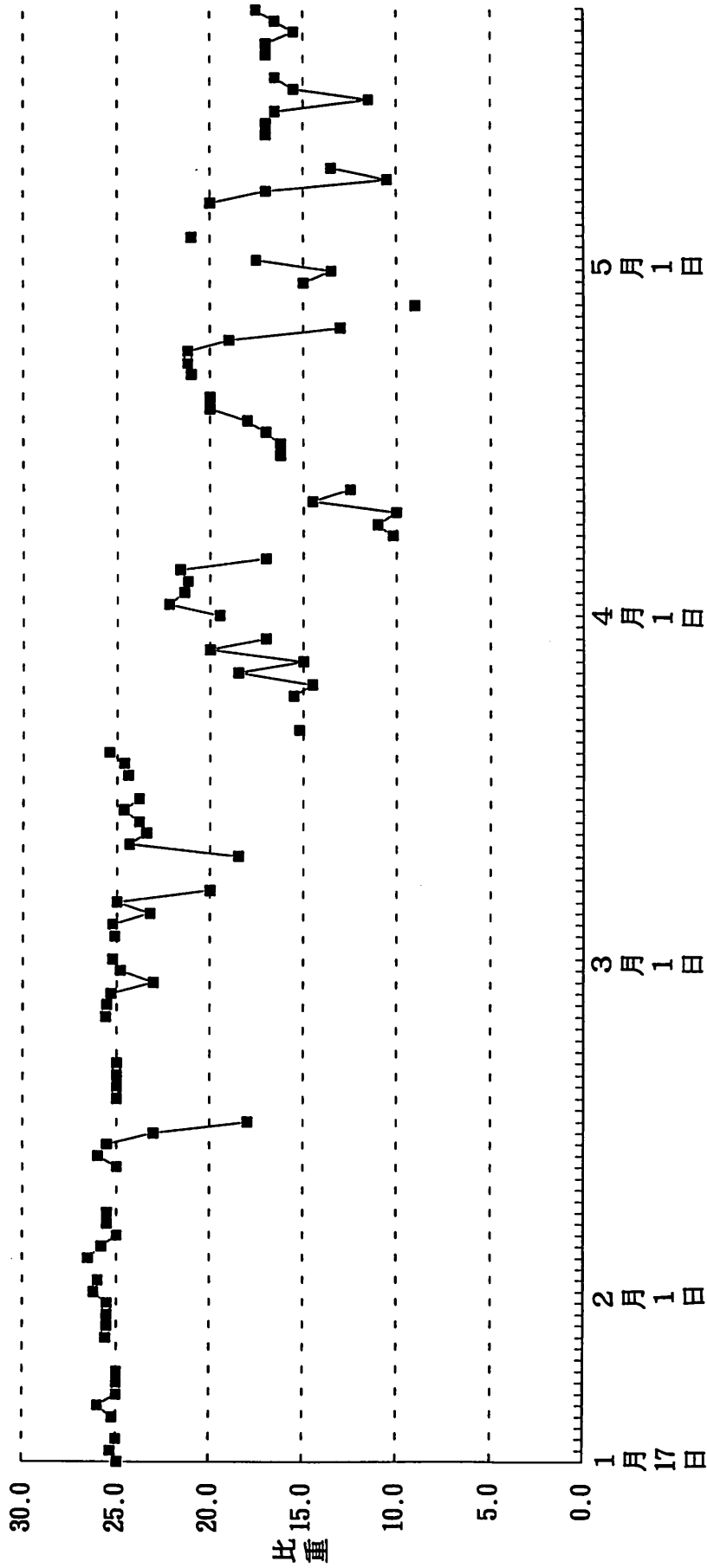


図4 海水飼育における比重の推移

表5 飼育成績

項目	海水飼育 H 3. 1. 17 ~ H 3. 5. 24 128	淡水飼育 H 3. 1. 17 ~ H 3. 7. 30 195	淡水飼育 H 3. 1. 17 ~ H 3. 4. 16 89	淡水飼育 H 3. 4. 16 ~ H 3. 7. 30 106
試驗期間	H 3. 1. 17 ~ H 3. 5. 24 H 3. 1. 17 ~ H 3. 7. 30 H 3. 1. 17 ~ H 3. 4. 16 H 3. 4. 16 ~ H 3. 7. 30			
飼育日数	128	195	89	106
開始時				
尾数	400	362	362	322
平均体重 (g)	80	80	80	320.3
総重量 (kg)	32.0	29.0	29.0	103.1
最大魚 (g)	124.4	124.4	124.4	600
最小魚 (g)	27.7	27.7	27.7	38
終了時				
尾数	65	164	322	164
平均体重 (g)	503.6	778.8	320.3	778.8
総重量 (kg)	32.7	127.7	103.1	127.7
最大魚 (g)	878	1,310	600	1,310
最小魚 (g)	330	231	38	231
生残率 (%)	16.3	45.3	89.0	50.9
総死亡尾数	307	191	40	151
平均体重 (g)				
総重量 (kg)	56.9	79.7	10.6	69.1
不明魚尾数	28	7	0	7
平均体重 (g)	291.8	778.8	0	778.8
総重量 (kg)	8.2	5.5	0.0	5.5
増重量 (kg)	0.7	98.8	74.2	24.6
日間増重量	3.31	3.58	2.70	4.33
増重倍率 (総重量)	1.02	4.41	3.56	1.24
増重倍率 (平均魚体重)	6.30	9.74	4.00	2.43
総投餌量 (kg)	107.7	271.3	96.5	174.8
投餌日数	117	167	84	83
日間投餌率 (%)	2.84	2.07	1.74	1.82
日間増重率 (%)	0.02	0.89	1.52	0.26
増肉係数	146.7	2.7	1.3	7.1
補正増重量 (kg)	65.8	183.9	84.8	99.1
日間投餌率 (%)	1.42	1.34	1.61	1.38
日間増重率 (%)	0.96	1.20	1.64	0.81
日間増重率 (%)	1.58	1.37	1.67	1.08
増肉係数	1.6	1.5	1.1	1.8

表6 月別斃死状況

月	旬	海水飼育					淡水飼育				
		月計	旬計	累計	斃死率	累積斃死率	月計	旬計	累計	斃死率	累積斃死率
1	上	144	61	61	15.3	15.3	1	1	1	0.3	0.3
	中		83	144	20.8	36.0		0	1	0.0	0.3
2	上	70	30	174	7.5	43.5	7	4	5	1.1	1.4
	中		28	202	7.0	50.5		0	5	0.0	1.4
3	上	59	22	236	5.5	59.0	4	1	9	0.3	2.5
	中		32	268	8.0	67.0		1	10	0.3	2.8
4	上	12	1	274	0.3	68.5	80	4	16	1.1	4.4
	中		2	276	0.5	69.0		28	44	7.7	12.2
5	上	22	8	294	2.0	73.5	55	23	141	6.4	39.0
	中		13	307	3.3	76.8		8	149	2.2	41.2
6	上						25	9	158	2.5	43.6
	中							7	165	1.9	45.6
7	上						17	4	178	1.1	49.2
	中							6	184	1.7	50.8
	下						7	191	1.9	52.8	

ただし、試験期間中の不明魚は海水飼育が28尾、淡水飼育が0尾であった。

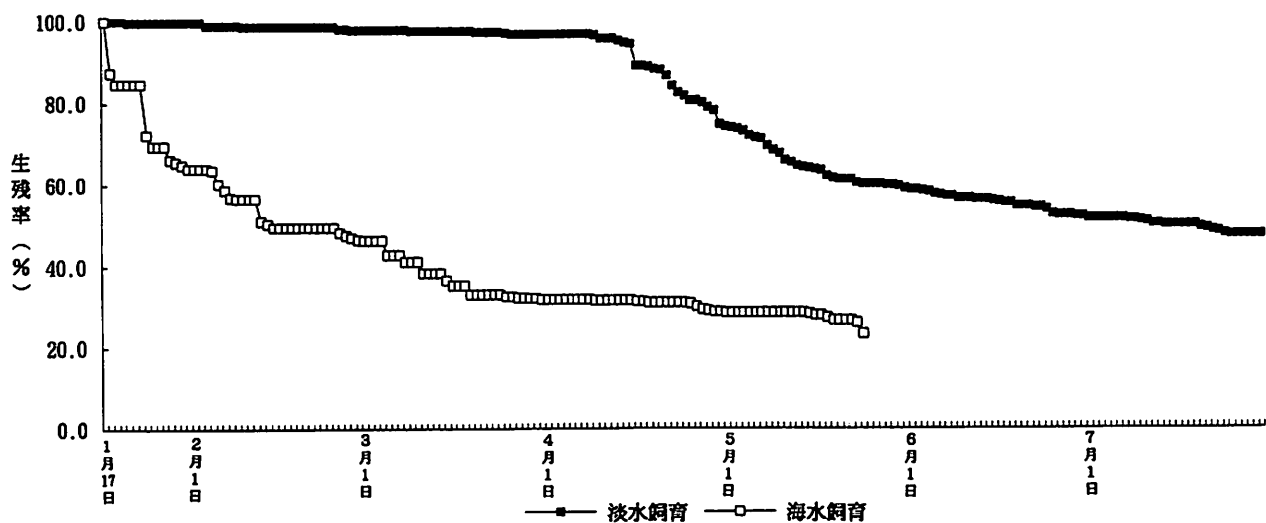


図5 生残率の推移

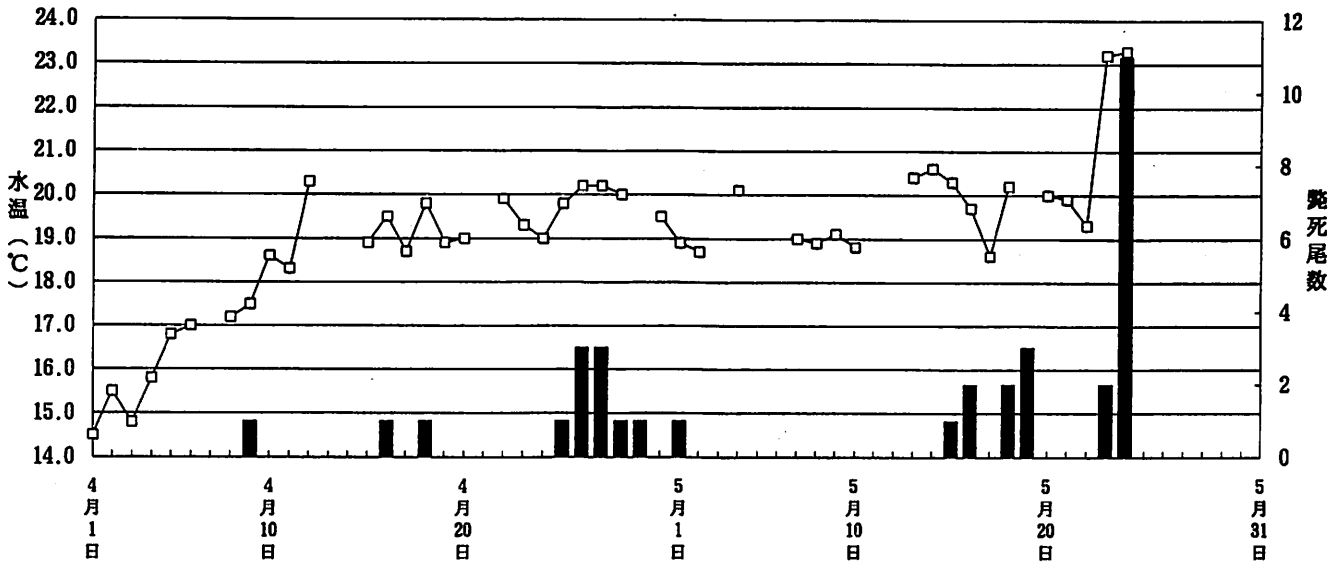


図6 海水飼育における水温と日間斃死尾数

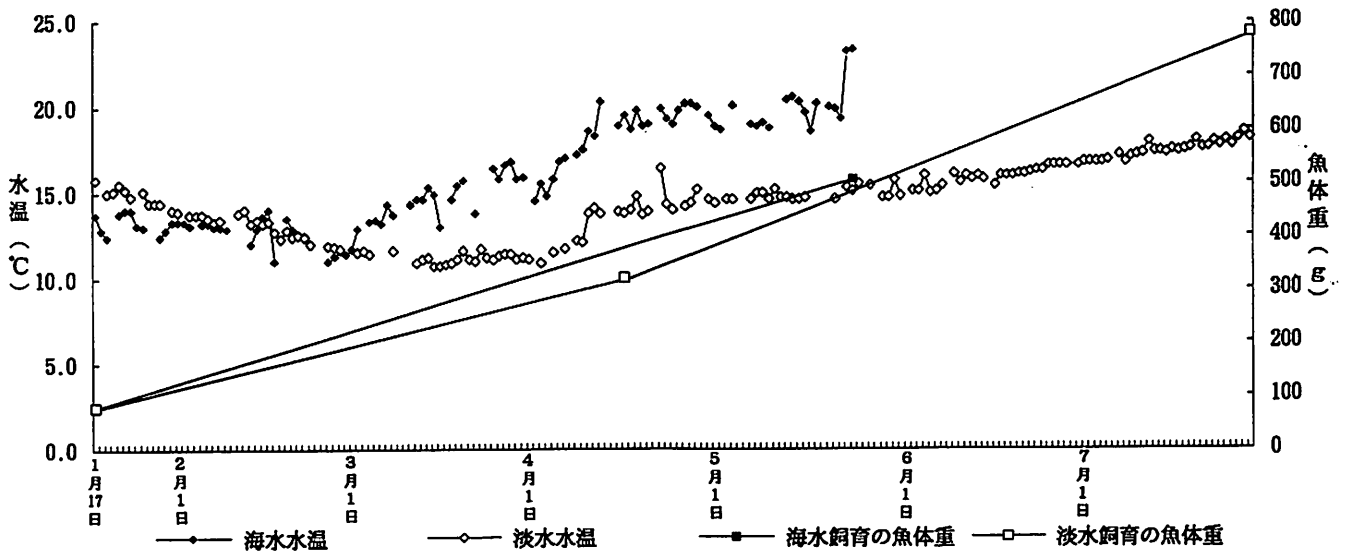


図7 魚体重及び飼育水温の推移

#### 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前水産試験場長窪田敏文氏及び現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小松章博主任研究員及び増殖科諸兄に深く感謝致します。

# 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

森山 貴光・近藤 敏・佐伯 昭

(はじめに)

高知県においては河川漁業の中心魚種であるアユの資源を増強し、その有効利用を図ることを目的とする鮎トピア事業を平成2年度から実施している。

鮎トピア事業は人工種苗(海産系)を通常より早期に放流し、鮎解禁日に大型アユの漁獲を目指す「アユ漁早期活性化事業」、資源増強のため養成親魚による産卵、流下仔魚数の増加を目指す「アユ産卵促進事業」及び河川漁業関係者への産卵、流下仔魚数の増加を目指す「アユ産卵促進事業」及び河川漁業関係者への資源、漁場管理方法の普及、啓蒙を目指す「地域研修会事業」の3事業からなっている。このうち平成2年度のアユ産卵促進事業としては、過去に仁淀川において「アユの里づくり事業」として試験、実績を得た、人工産卵床による産卵促進方式を四万十川において実施することとした。しかしながら、人工産卵床造成工事の期間中に台風19号及び20号が連続して来襲し、造成中止の止むなきに至った。このため、人工産卵床への放流を目的として養成した産卵用親魚約40,000尾についても、一部に標識を施し、造成予定位置に近い中村市具同地先(図-1)に放流した。ここでは、これらの経過を踏まえて行った放流親魚の追跡調査と流下仔魚調査の結果について報告する。

なお、本報告の内容は水産庁委託事業「平成2年度魚類再生産技術開発調査」の調査結果として別途、報告を行った。

## 1 目 的

四万十川流域の産卵場におけるアユ親魚の分布、並びに仔魚の流下状況を把握する。

## 2 調 査 方 法

(四万十川の概況)

四万十川は四国カルストの東端、高岡郡東津野村船戸越にその源流を發し高岡郡大野見村、窪川町等を経て、大正町田野々に到り、東津野村五段城に源を發する檜原川水系と合流し中村市に流下している。その流程は約196 km、源流の標高は1,336 m、河川勾配は0.005、流域面積は約2,270 km<sup>2</sup>の一級河川である。同河川の1990年における調査は前述の経過を踏まえ下記の方法で実施した。

### (1) 流 域 仔 魚 数

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実施した。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)に分ち、ブロック毎に仔魚ネット(図-3)を一定時間(60秒)セットし、これに入網した流下仔魚を計数した。

流下仔魚数は、これらの実測値をもとに各ブロック毎に断面積と時間の引き伸ばしを行い算出した。また、調査時間は日流下数の大半が流下する18:00~22:00の時間帯をベースとして実施し(8回)、その日の全流下数(Total / dae)は別に実施した24時間調査(2回)による流下数の推移をもとに算



出した。

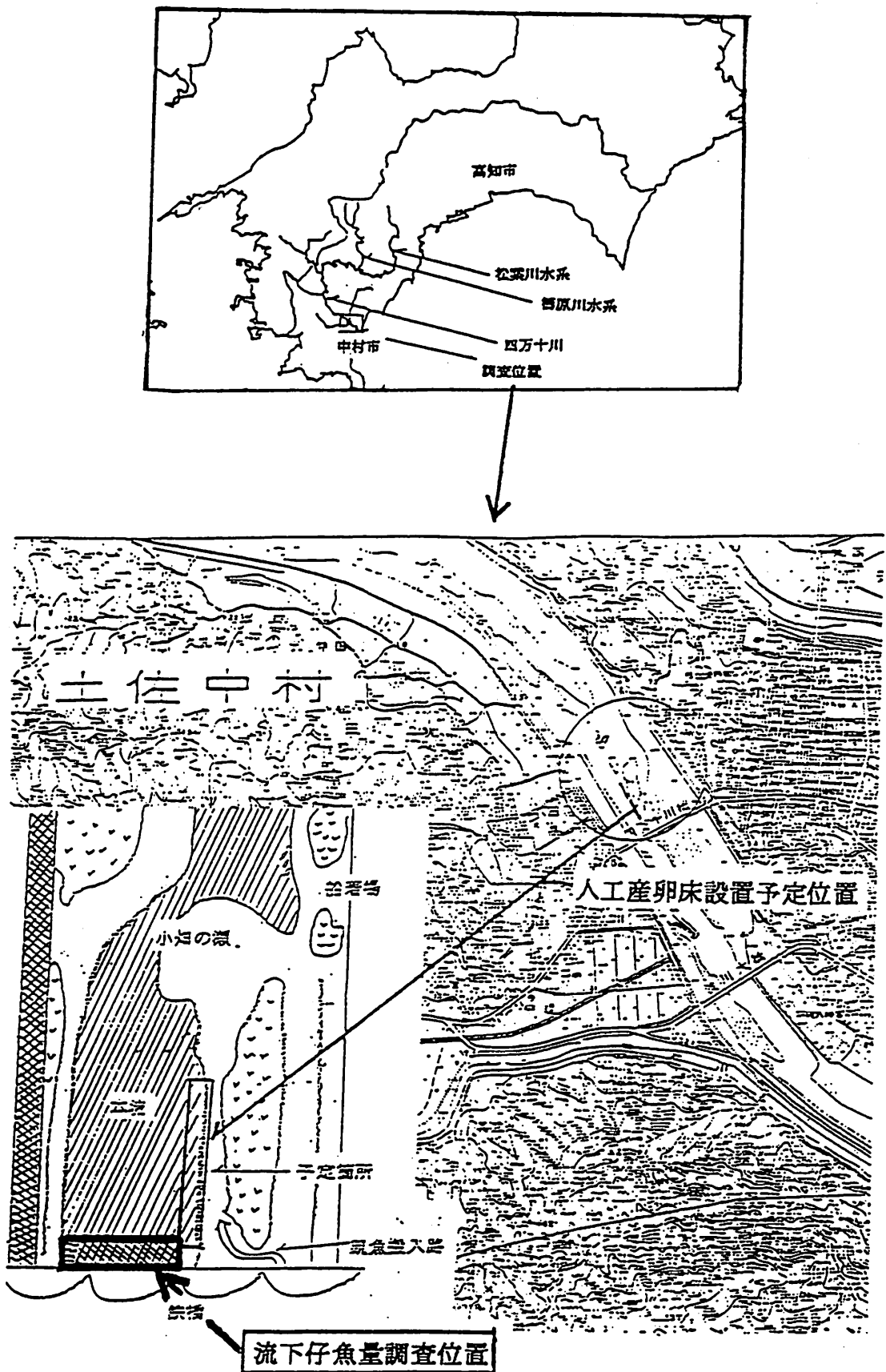
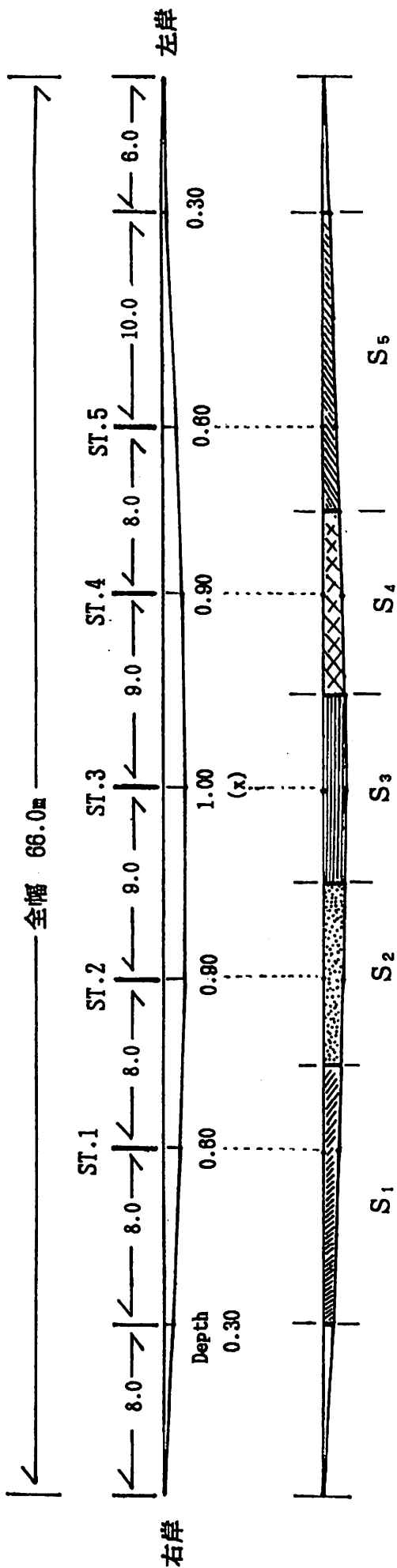


図1 調査位置



断面積計算

- ・ ST.3における水深を  $x$  (図は90.10.30調査時の値:1.00m)とし  
次式より算出した。
- ・ 算出に当たっては水深0.30m以下の水域での流下は除外した。

$$S_1 = ((x - 0.25) + (x - 0.70)) \times 12 / 2$$

$$S_2 = ((x - 0.05) + (x - 0.25)) \times 8.5 / 2$$

$$S_3 = ((x + (x - 0.05)) \times 4) / 2 + ((x + (x - 0.05)) \times 4.5) / 2$$

$$S_4 = ((x - 0.05) + (x - 0.25)) \times 8.5 / 2$$

$$S_5 = ((x - 0.25) + (x - 0.70)) \times 14 / 2$$

$$\text{断面積計} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$$

図2 調査位置並びにブロック概要 (単位: m)

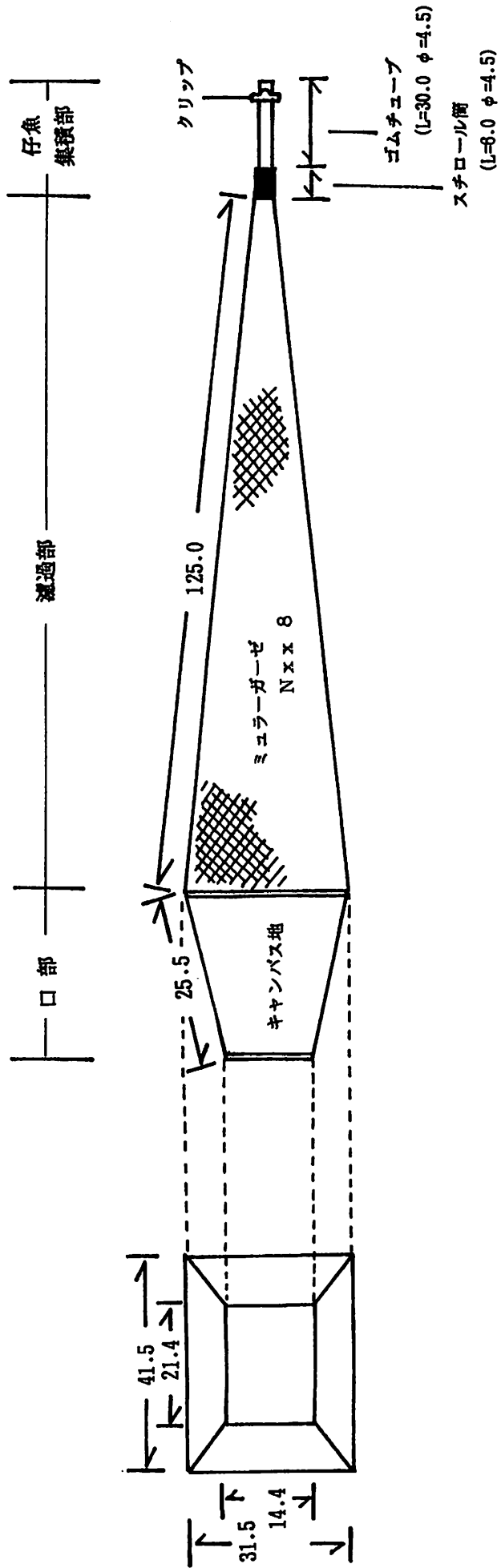


図3 流下仔魚採捕用ネット概要 (単位: cm)

## 2) 親 魚

親魚放流（10月16～17日）以後、落アユ漁の解禁日（11月21日）までの間、「小畑の瀬」を中心として横ガケ（通称シャビキ）による特別採捕を実施するとともに、産卵場における標識魚を含めた親魚の行動について潜水目視調査を行った。また、解禁後については落アユが集荷される幡多地方卸売市場での集荷魚の調査及び遊漁者のビク調査を実施した。この他、落アユ採捕の主力を占める四万十川中央漁業協同組合の組合員を対象とし漁獲日誌の調査並びにアンケート調査を実施した。

## 3) 河川環境等

流下仔魚数調査時に測定した水温のほか、気象資料（気象協会等）、水質資料（県環境保全課）その他を用い対象水域の環境について検討した。

## 3 結果及び考察

### (1) 流下仔魚数

調査の結果は表－1に示す通りで、定期調査8回、連続調査2回の結果から平成2年10月24日～12月20日の間の総流下仔魚数は65.1億尾程度と推定される。また、期間中の流下状況（流下パターン）は調査回数多寡も影響すると思われるものの、第2次ピーク以降の減少は緩やかで11月上旬から下旬のほぼ3週間は、1日当たり1億尾を超える高水準を維持していた。

表－1. 平成2年度 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）	1日当たり 推定流下尾数 （万尾）	流下状況の概略
1	10.24	18：00～22：00	19.1～17.4	40.51	16	96	流下極めて少い 標識魚放流1週間後
2	10.30	18：00～22：00	15.7～15.0	36.39	718	3,950	流下急増 第一次ピーク
3	11.5	18：00～22：00	17.1～15.2	54.41	210	1,744	流下減少 流下の谷
4	11.8～9	8 / 16：00 — 9 / 14：00	16.6～15.6	36.39	11,301	19,684	流下急増 第二次ピークに向う
5	11.14	18：00～22：00	16.1～14.8	31.75	13,444	35,121	第二次ピーク
6	11.19～20	19 / 17 00 — 20 / 10：00	16.5～15.9	29.18	17,343	21,717	ピークは過ぎたが依然、 高水準
7	11.28	18：00～22：00	16.1～15.8	27.12	9,648	12,777	減少傾向認められるが依然、 高水準
8	12.6	18：00～22：00	12.5～11.3	29.69	3,855	5,776	減少続く
9	12.13	18：00～22：00	12.1～11.5	27.63	2,919	4,033	同 上
10	12.20	18：00～22：00	10.3～10.1	24.54	1,028	1,248	大幅に減少

\* 第4次及び6次調査は連続調査

調査によって得られた、総流下数 65.1 億尾は過去 3 ケ年間、高知県内水面漁連が実施した同様の調査の結果と比べかなり多い (図-4)。

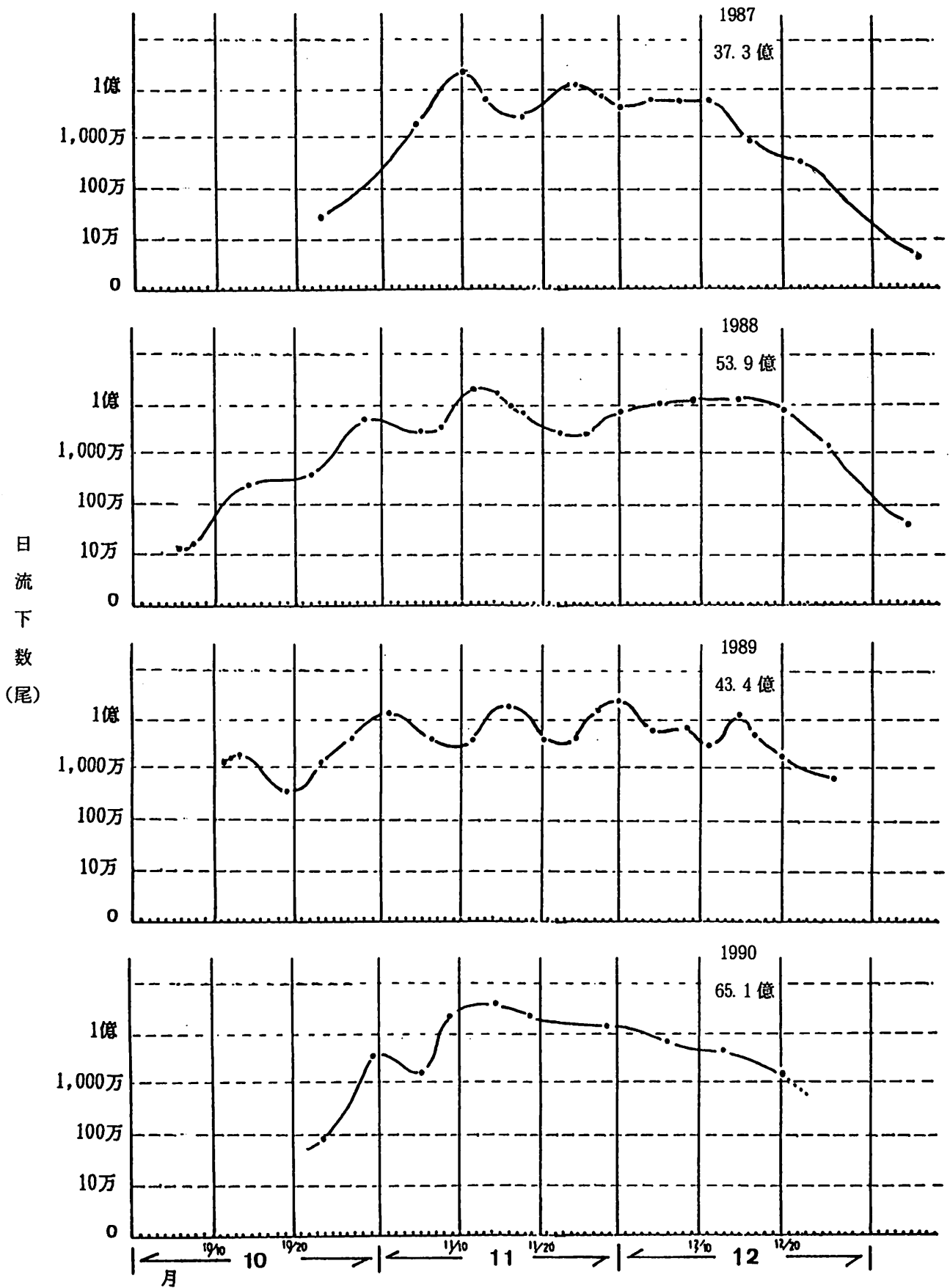


図-4 各年度における仔アユの流下状況

この原因の一つとして考えられる事は、過去の資源量調査ではふ化仔魚は17:00~22:00の日量の約90%が流下するとする仮定のもとに推算された値であるのに対し、本年度の24時間連続調査等の結果では18:00~22:00のそれが75~80%程度とかなり低率であり、従って1日当たり流下数はより多く見積られる可能性がある。

しかしながら、上述の24時間調査を含めた本年度の調査では、特に11月中旬~12月上旬においては20:00以降においても流下量が増加する傾向が認められたこと(図-5)、本年度は小畑のみならず、より上流域の入田の瀬においても濃密な産卵親魚の分布が確認されていたこと、さらにまた、四万十川のアユが集荷される中村市の公設地方卸売市場での取扱量が、最盛期である9~10月期に大幅に減少していた事(図-6)等を考慮すると、夏季の渇水期を乗り越えたかなりの親魚が、9月から10月にかけて連続的に来襲した台風による降水(図-7)によって生じた増水のため有効に漁獲されず、産卵期まで温存され多量の産卵を行ったものと考えられる。

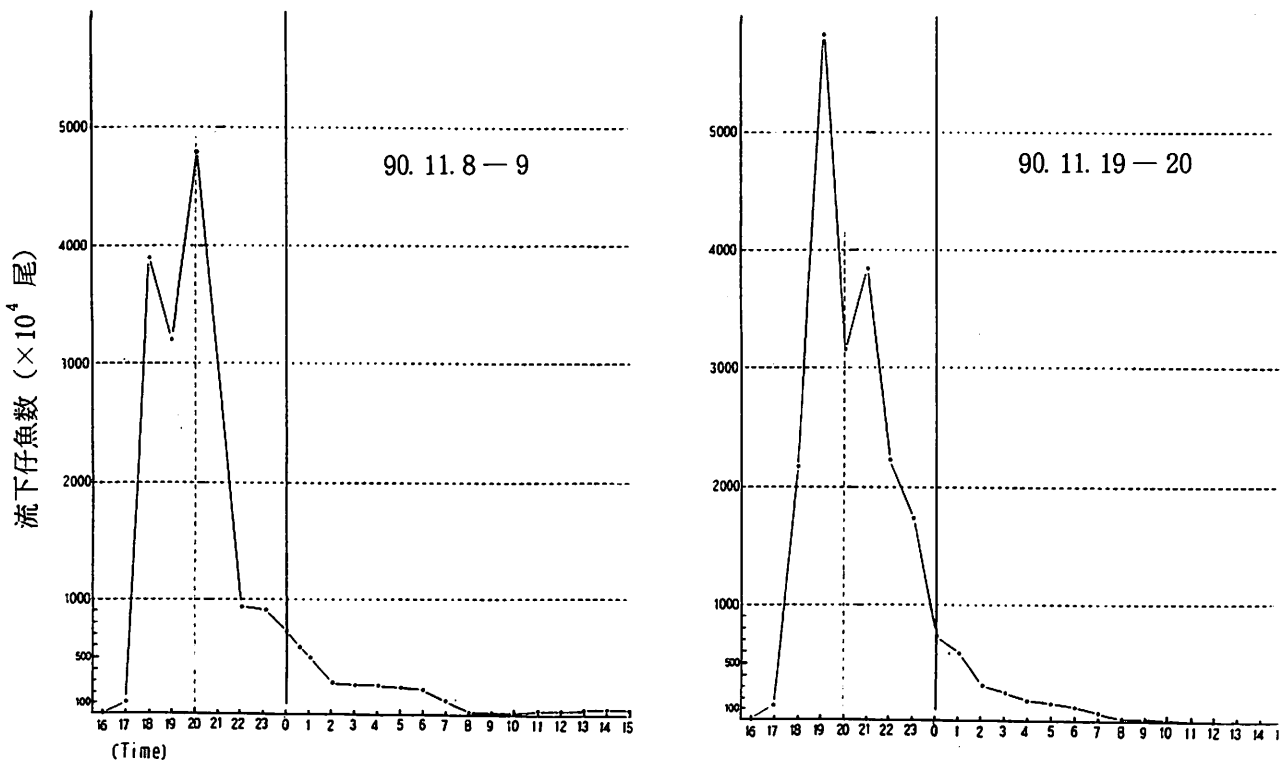


図-5 連続調査時における時間別流下状況

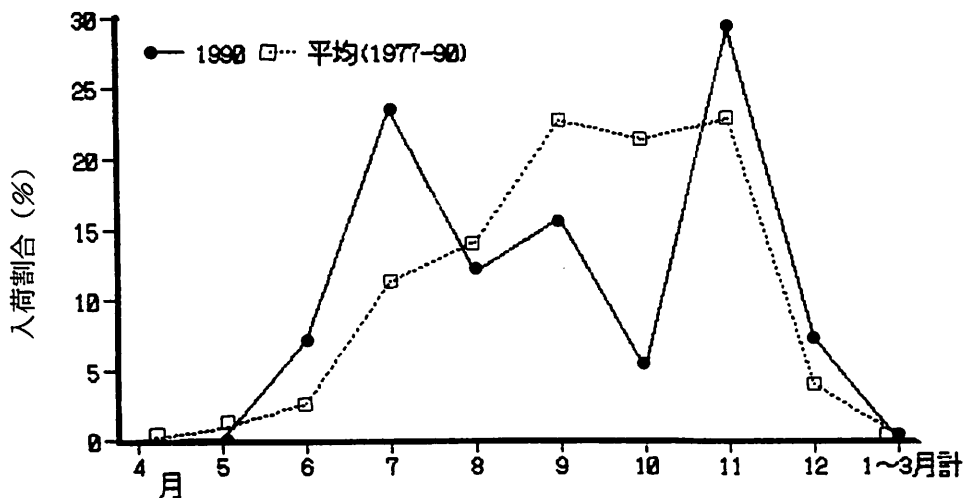


図-6 幡多地方公設卸売市場におけるアユの入荷割合(%)

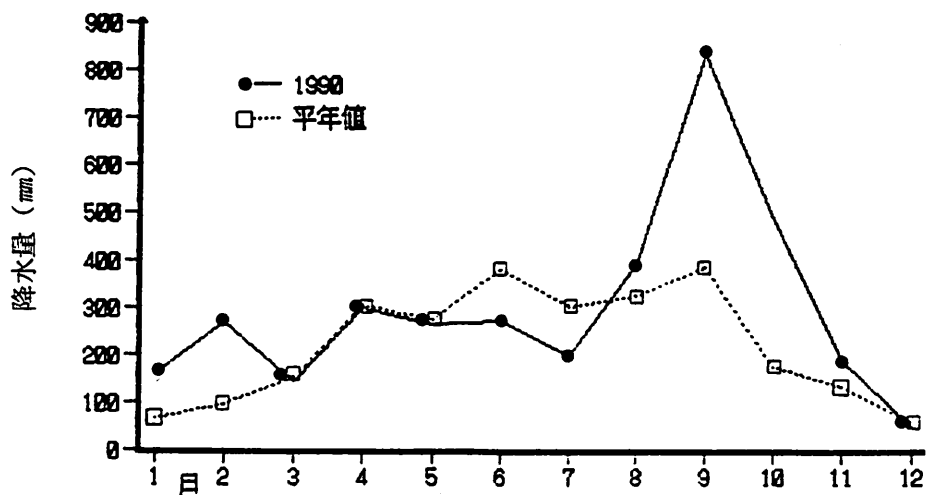


図-7 中村市における月別降水量 (mm)

## 2) 親 魚 数

人工産卵床流失に伴い放流した養成親魚（海産）は、当センター分約 20,000 尾、県内水面漁連西部センター分約 20,000 尾の計約 40,000 尾で両者の放流時の魚体は表 2 に示すとおりであった。これ等の親魚はいずれも産卵床における早期産卵のための長日処理を、6 月 10～7 月 31 日の間実施しており、また、当センター分については追跡調査のための鰭（脂鰭）カットを 8 月に施した標識魚である。

表-2 放流親魚の魚体

サンプル		体重 (S L : cm)	体重 (g)
当所飼育魚 N=56	♂	17.0 ± 0.9	74.4 ± 12.3
	♀	16.6 ± 0.8	79.0 ± 9.5
漁連飼育魚 N=58	♂	17.9 ± 1.4	85.0 ± 26.7
	♀	17.9 ± 1.0	101.1 ± 20.3

放流後の追跡調査のうち横ガケ（通称シャビキ）による特別採捕は、放流場所に近い天然産卵場の「小畑の瀬」で 11 月 9 日、14 日、及び 19 日に各々 1 回、また前記した上流部の「入田の瀬」において 19 日に 1 回実施し、♂ 176 尾、♀ 35 尾、総計 211 尾を採捕した。これ等の採捕魚の測定結果は表-3 に示すとおりで、雌雄比の平均値は ♂ : ♀ = 5.0 であった。

表-3 特別採捕魚 測定結果

採捕月日	♂				♀				♂/♀	備 考
	N	FL (cm)	BW (g)	G. S. I * 1	N	FL (cm)	BW (g)	G. S. I		
90.11.9	45	17.1 ± 2.2	51.4 ± 15.5	6.50 ± 2.05	8	16.2 ± 1.6	44.2 ± 12.3	13.56 ± 5.64	5.6	小畑の原
90.11.14	58	17.5 ± 1.6	50.9 ± 12.7	5.46 ± 1.53	7	15.3 ± 1.5	34.1 ± 8.1	10.61 ± 4.29	8.3	"
90.11.19 (A)	24	15.7 ± 1.4	37.0 ± 8.3	6.86 ± 1.59	10	16.5 ± 1.8	46.9 ± 13.8	16.04 ± 2.59	2.4	入田の瀬
" (B)	49	16.8 ± 1.6	43.6 ± 11.9	5.60 ± 1.75	10	16.9 ± 2.7	44.7 ± 18.9	9.92 ± 4.58	4.9	小畑の瀬
" (A+B)	73	16.4 ± 1.6	41.4 ± 11.3	6.02 ± 1.80	20	16.7 ± 2.3	43.6 ± 16.6	11.80 ± 4.82	3.7	
計	176				35				5.0	

\* 1 : G. S. I =  $GW/BW \times 100$

得られた採捕魚の体長 (FL : cm)、体重 (g) 並びに G. S. I 各値の組成についてみると、サンプル数の多寡にもよるが体長では、♂ が時期を追うに従って小型化するのに対し、♀ の組成変動は不明瞭であり11月19日のサンプルにも20cmを超える大型魚が認められた。この傾向は体重においても同様に認められ、11月19日にも70gを超える個体が出現した。また、G. S. I については♂では比較的明瞭な組成が認められるのに対し、♀ではいずれの調査時においてもかなり分散していた (図-8、9、10)。

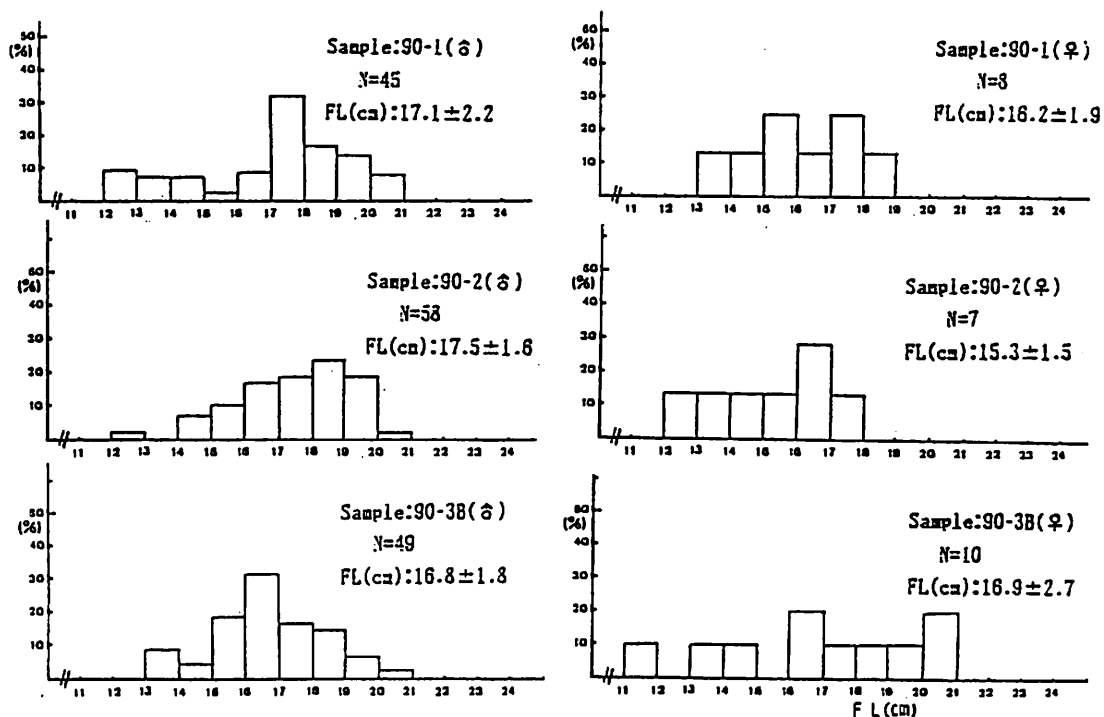


図-8 採捕魚の体長組成 (FL : cm)

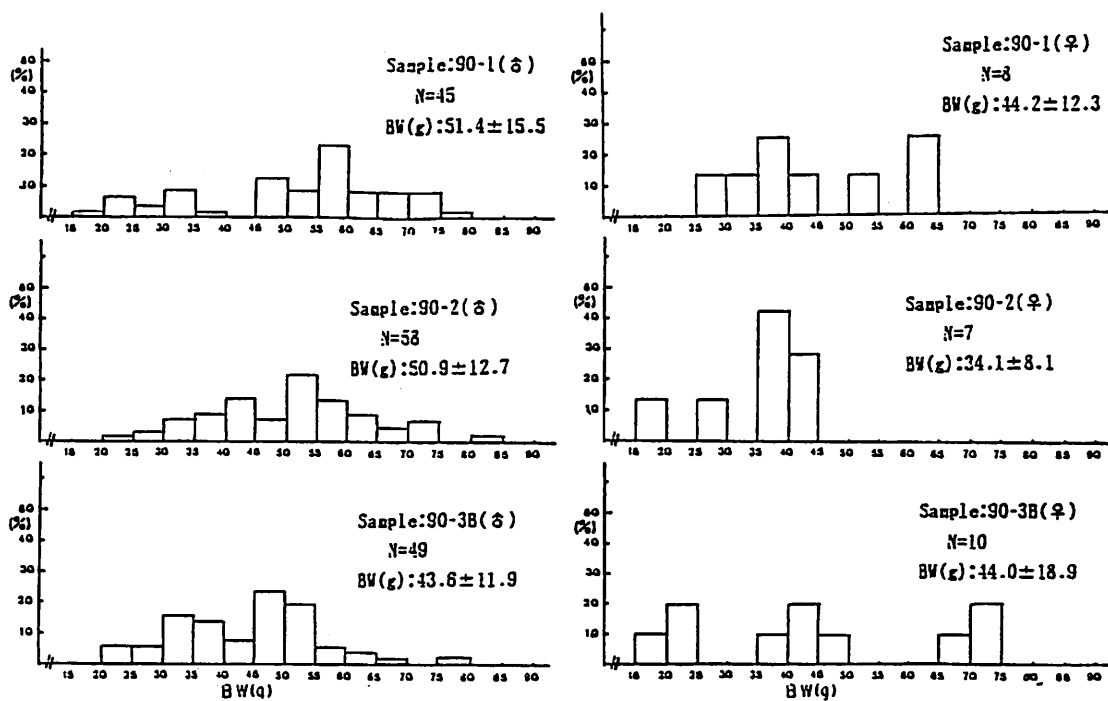
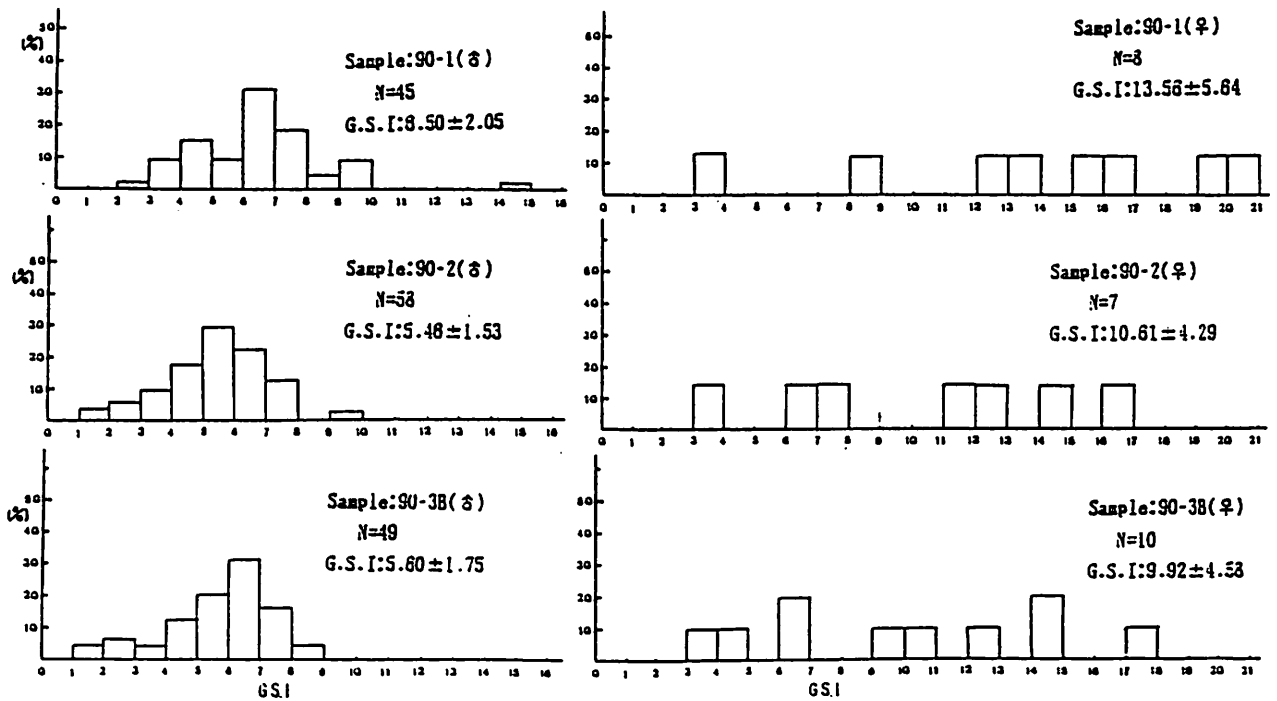


図-9 採捕魚の体重組成 (g)





図—10 採捕魚のG. S. I 組成

また、特別採捕における標識魚を含めた放流魚の混獲率は表—4に示すとおりで、♂：0～4.4%、♀：0～28.6%、平均4.1%であった。

この他、解禁後に行った遊漁者を対象としたピク調査でも正確な計数は出来なかったものの、小畑の瀬兩岸、鉄橋下（右岸）さらには約5 km上流の佐古の沈下橋付近においても放流魚の分布が2～4%程度認められた。また、同日午前、幡多地方公設卸売市場に集荷された落アユの調査においてもほぼ同率の放流魚が認められた。

一方、解禁後のアユ資源並びに放流魚の分布状況を把握するために四万十川中央漁協組合員を中心とする関係者に対し行った漁獲日誌の調査並びにアンケート調査については結果を取りまとめ中であるが、その概略を記すと、①標識魚はほとんど認められず、比較的早期（解禁前）に産卵を終え斃死した可能性が強いこと、②本年の落アユは魚体にバラツキが多く、かつ全体的に小振りであったこと等が共通して述べられている。

これ等の結果と前述の調査結果との間に見られる数値の不一致については、アユの標識方法、養成親魚の魚体等、放流に当たる事前の説明不足が大きく影響しているものと考えられる。

以上の内容を参考とし、特別採捕において得られた、放流魚の採捕率平均4.1%を用いて単純計算をすると、本年の四万十川における産卵親魚数（♂♀合計）は下記のとおり98万尾程度と推定される。

表一 4 特別採捕（横ガケ）による放流魚の採捕状況

回次	日時	場所	採捕 尾数			うち放流魚		
			♂	♀	計	♂	♀	計
1	11.9	小畑	45	8	53	2(4.4)	0(0)	2(3.8)
2	11.14	小畑	58	7	65	0(0)	2(28.6)	2(3.1)
3	11.19	入田	24	10	34	1(4.2)	1(10.0)	2(5.9)
4	11.19	小畑	49	10	59	1(2.0)	1(10.0)	2(3.4)
平均								(4.1)

\* 1 : ( ) 内は%

\* 2 : 当センター養成魚（鱒カット）は11月9日の♂1尾のみで  
他は西部センター養成魚（頭部、尾鰭形状より識別可）

放流魚採捕結果からの親魚数算定

$$100 / 4.1 = X / 40,000 \text{ 尾}$$

$$X / 980,000 \text{ 尾}$$

この値は極めて少ないデータからの大胆な推定値であるが、過去の人工産卵床における試験結果並びに小河川への親魚放流試験の結果と比較した場合、人為的な管理、操作を加えない環境下において約65.1億尾の仔魚を流下させるための親魚数として比較的、妥当な尾数とも考えられる。

(3) 河川環境等

① 水 温

流下仔魚数がピークを示す18:00の水温の旬別平均値について見ると本年の値は過去3ケ年（1987～1989）の平均値に比べ10月下旬には約2℃、11月上旬には約1℃低かったが、11月中旬以降は逆に高目に推移し特に11月下旬には約3℃も高い値が観察された（図一11）。

なお、既往の資料に基づき具同水域の水温の月別推移（1984～89平均）を気温のそれと対比して見ると1～3月には水温が0.5～3.0℃高目に推移するが、その後は気温が上回る。また、その推移は気温のそれと酷似し、流程が長く、ダムの無い四万十川の特徴が認められる（図一12）。

ちなみにアユの産卵期にあたる10月及び11月の同水域の平均水温はそれぞれ19.3℃及び16.5℃である。

② 降 水 量

1990年の中村市における旬別降水量の推移について見ると、7月中旬～8月上旬には0～7mmと極めて少なく晴天、高気温が続いた。このため、四万十川上流域では渇水とアユの斃死が伝えられたが、8月中旬以降は連続して来襲した台風による大量の降水が認められ、8月中旬には485mm、9月中旬には299mm、10月上旬には396mmと平均値（1977—1989）をはるかに上回る値が記録された。

これ等の降水は冒頭に述べた人工産卵床流失の原因となったが、一方、河床の改善と漁獲努力量の減少をもたらし、近年にない多量の産卵、仔魚流下を生ぜしめたものと考えられる（図一13）。

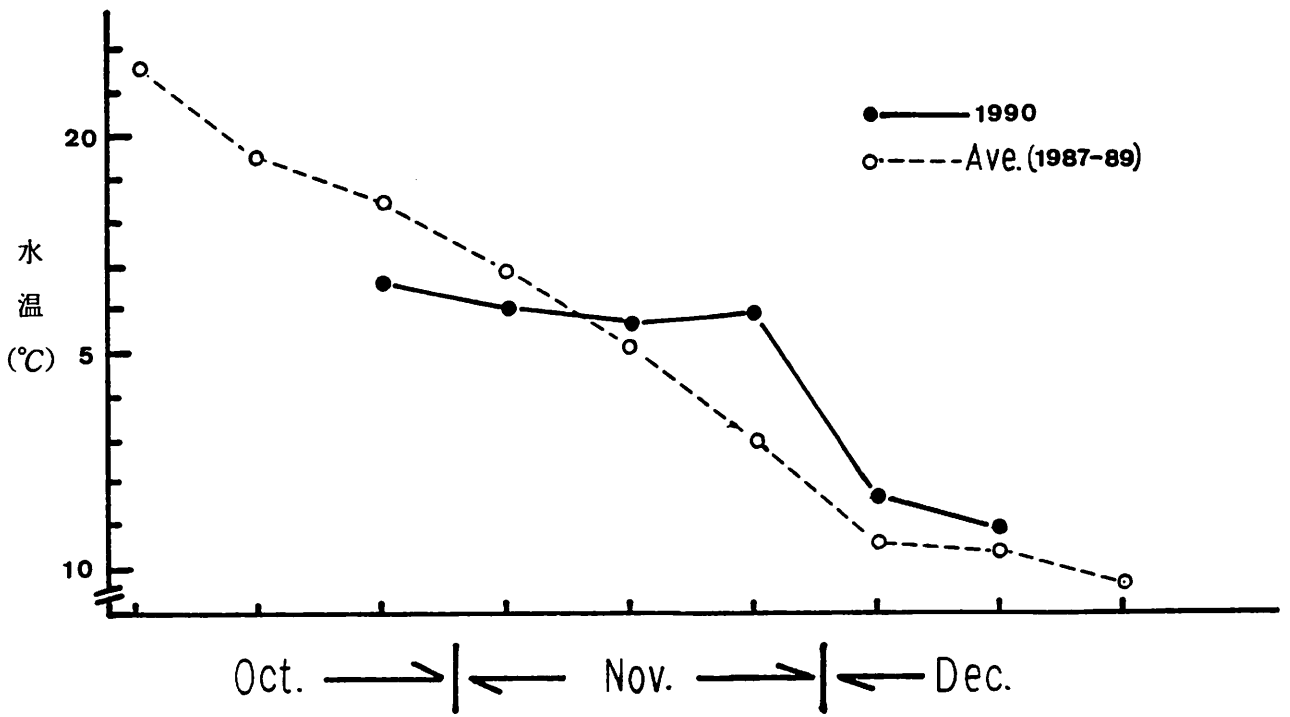


図-11 流下仔魚調査時の水温推移 (18:00 旬平均)

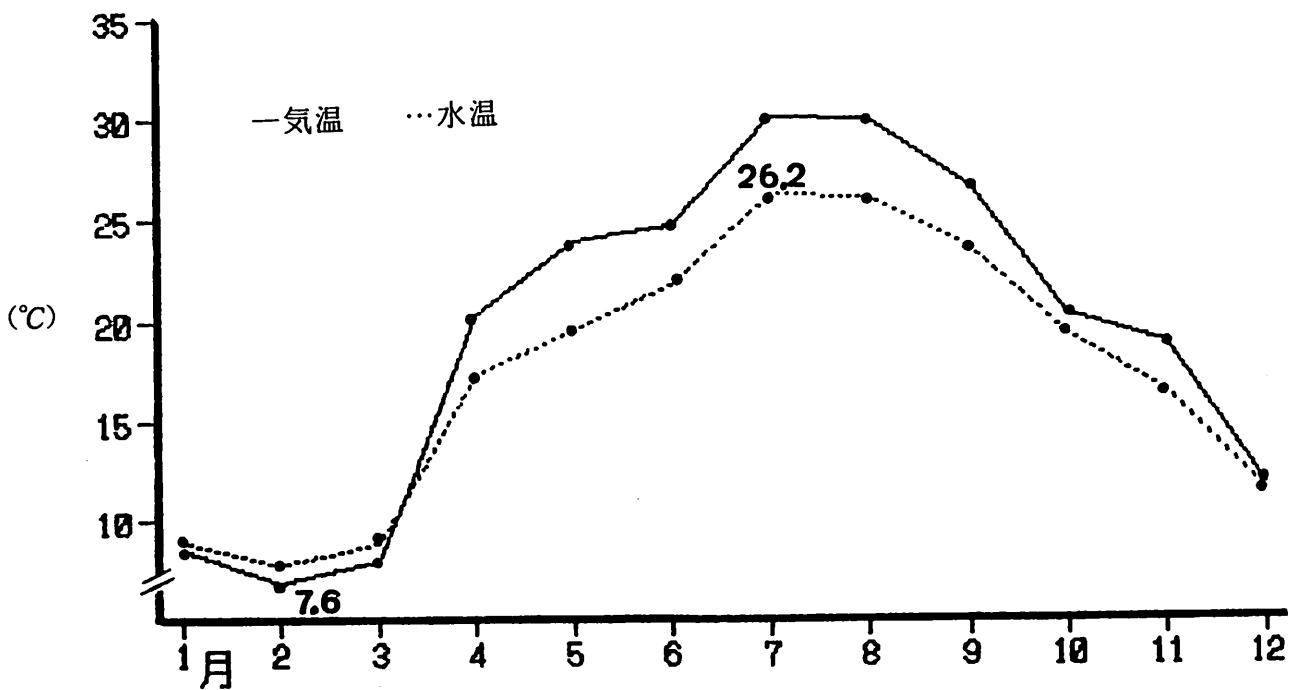


図-12 中村市具同における月別水温及び気温推移

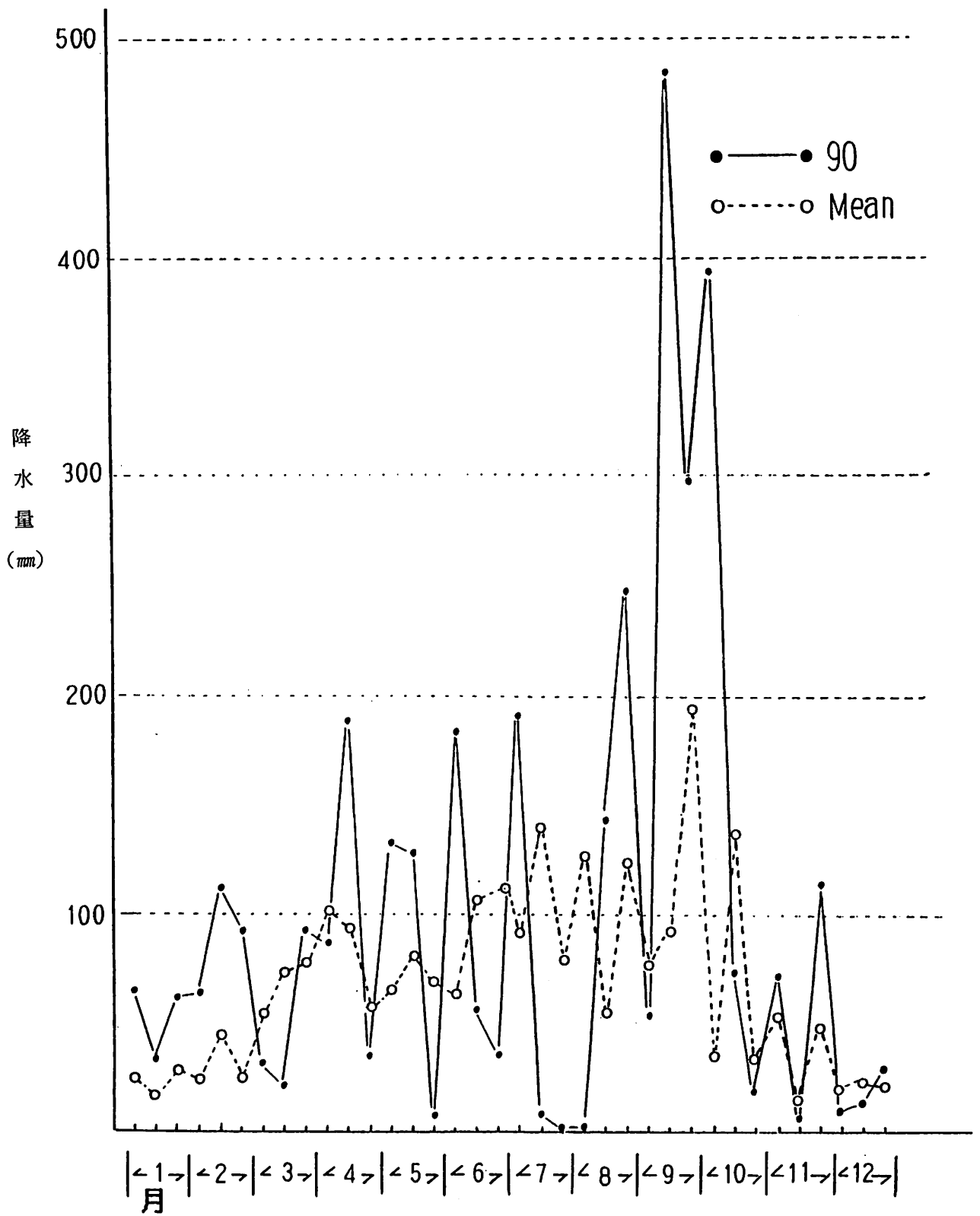


図-13 中村市における旬別降水量 (mm)

### ③ 水 位

建設省中村工事事務所が連続観測を実施している中村市具同における水位の日平均値を10月以降について見ると、10月上旬の1日には+127mm、8日には+360mmの高水位が記録されているが、これ等は先に述べた台風のうち20号（9月30日：降水量180mm）及び21号（10月5～7日：同159～167mm）によるもので以後は低下が続き、10月中旬にはほぼ平水に復した。その後は、40～60mm程度の降水に伴う50cm程度の上昇が断続的に認められるものの、同水域におけるアユの産卵期にあたる10月下旬以降は-50cm程度で安定していた（図-14）。

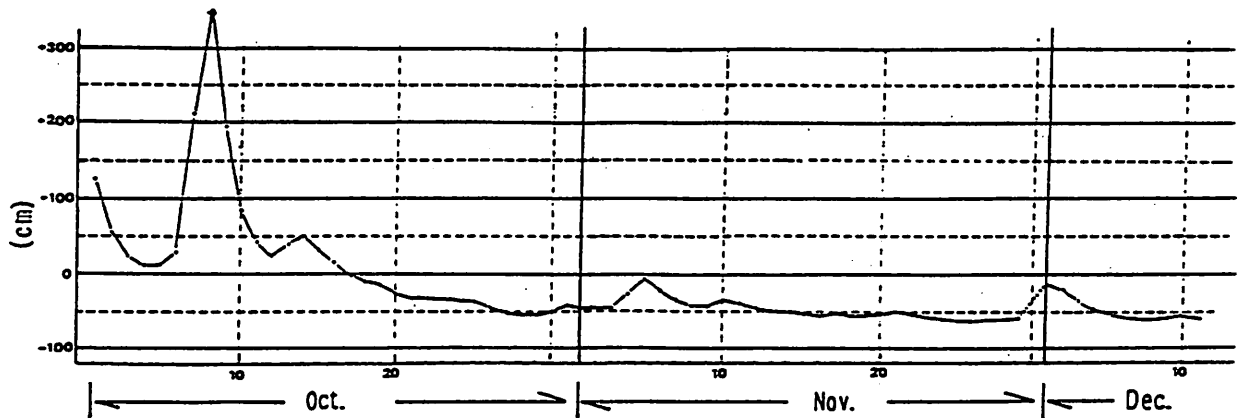


図-14 中村市具同における水位変動（1990.10～12）

資料：建設省中村工事事務所

### ④ 潮 位

四万十川では河口域の改修工事等により感潮域が拡大し、下流域のアユ産卵場が減少したこと、また、アユ仔魚の流下に潮位が関係している可能性のあることが関係漁業者から伝えられた。

このため、1987年以降の各年度の仔アユの流下状況と潮位差（高知市桂浜検潮所における実測値）との対比を行ってみた。

この結果、1990年を除く各年においては流下初期にあたる10月下旬には潮位差の増加、減少に伴う流下量の増加、減少の傾向がかなり明瞭に認められ、特に1989年には流下初期のみならず後期にあたる12月下旬においても、この傾向が認められた。

潮位差と仔魚流下量との間のこの様な関係については十分な知見を持たず、また、調査の方法、回数等による影響も考え得るが、四万十川におけるこの現象がどのような機構によって生ずるものか、今後の課題としたい（図-15）。

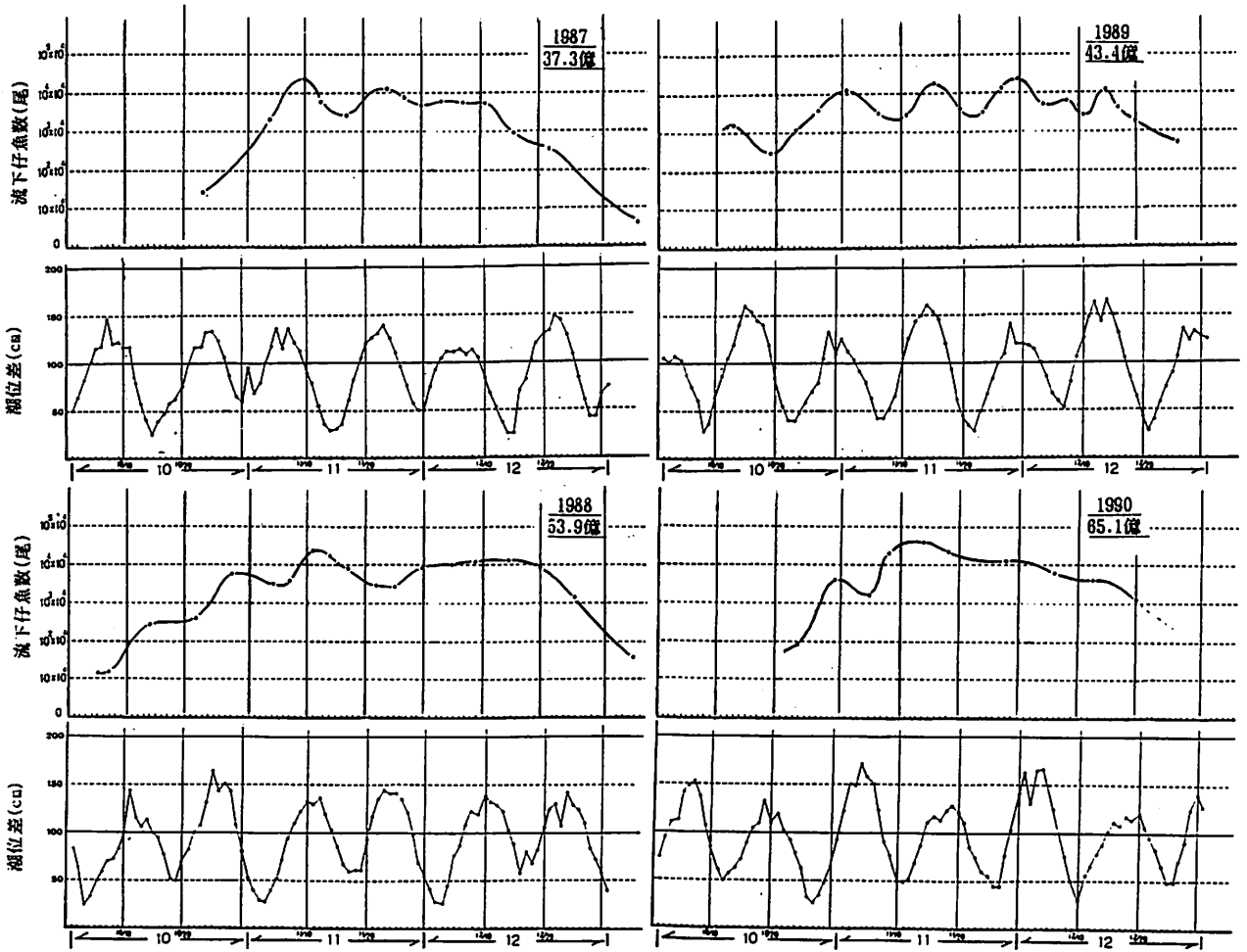


図-15 仔アユの流下状況と潮位差 (cm) の変動

潮位資料：高知气象台（桂浜検潮所）

## 要 約

1. 四万十川におけるアユ資源の増強を図るため、養成した産卵用親魚 40,000 尾（うち標識魚 20,000 尾）を下流域、中村市具同地先に放流し、流下仔魚、親魚及び河川環境の調査を行った。
2. 流下仔魚の調査は、天然産卵場のうち最も規模の大きい「小畑の瀬」の下流域で定期調査 8 回、連続調査 2 回の計 10 回を行った。
3. 調査の結果から 1990 年の四万十川における総流下仔魚数は、約 65.1 億尾の高レベルな値と推定された。またその増加については、秋期の台風による増水が影響しているものと考えた。
4. 親魚については漁獲調査、市場調査、聞き取り調査等による標識魚の追跡調査を行った。
5. 調査の結果から 1990 年の四万十川における産卵親魚の総数は ♂ ♀ 合計約 98 万尾と推定した。また、天然親魚は小型魚が多く、夏期の渇水の影響が推定された。
6. 河川環境のうち、産卵期の水温は前半は低めに、後半は高めに推移した。また、水位は台風による降雨のため 10 月上旬までは、高めで変動も大きかったが、産卵盛期にあたる 10 月下旬以降は安定していた。

## 謝 辞

調査にあたり各種の御便宜を頂いた四万十川漁業協同組合連合会、竹内熊男会長他役員各位の皆様、人工産卵床造成並びに調査に御協力を頂いた四万十川中央漁業協同組合の皆様方に対して感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 成岡俊男（1969）鮎産卵場の産卵効果調査：神奈川県淡水魚増殖試験場報告書（7）
- 2) 山村金之他（1969）養殖アユの産卵親魚としての放流効果：滋県水試研報（23）
- 3) 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) “（1991）アユの里づくり事業：高知県内水面漁業センター報告書（3）
- 6) “（1991）四万十川、新莊川、仁淀川人工産卵床における流下仔アユ数と付着藻類について：  
“（“）
- 7) （1989）：四万十川鮎資源動向調査報告書：高知県内水面漁連

# アユ種苗生産技術向上化試験

渡辺 貢・児玉 修・佐伯 昭

## 1 目 的

数年後に建設が予定されている民間主導のアユ種苗生産施設稼働時における安定的な大量種苗生産技術の確立を目的として行うものであるが、従来当センターで行われていた種苗生産方式では、多分に労力が掛かり過ぎる点が懸念されるため、より省力化を図り生産性を高める技術を開発する必要性に迫られている。そこで、本年度は3水槽を使用し3種類の種苗生産方式を試みた。

## 2 内 容

本年度は次に示す3方式を行った。

### (1) 半止水方式（水槽番号1、有効水量25 t）

飼育水中にクロレラ等の植物プランクトンを添加し、その緩衝作用等を利用する方法である。これによって、飼育水中での餌料生物であるワムシやアルテミアの飢餓状態を防ぐことができるとともに、飼育水中において食物連鎖のバランスがとられれば、そのなかで餌料生物の再生産も可能であり給餌回数の低減と餌料生物の培養に要する経費と労力が節約できる。また、飼育期間中に使用する用水も循環濾過方式よりさらに節約が可能であり、水槽の底に堆積した浮泥中に繁殖した微生物による水質浄化作用が付加されれば底掃除の必要は全くなくなる。

しかし、植物プランクトンの添加量や餌料生物の給餌量さらに稚魚による摂餌及び排泄量等のバランスが崩れれば、循環濾過方式同様一夜にして全滅の危険をはらんでおり、循環濾過方式と同様の注意点がこの方式にも適用されなければならない。

### (2) 低鹹度反復方式（水槽番号2、有効水量25 t）

当センターで数年前から行われている方法である。これは、水質の悪化を防ぐため毎日底掃除を実施するとともに、換水率を高めて飼育水中の塩分濃度を一日のうちに上下させるものである。これにより、水質の悪化はかなり防止することができ、給餌量を多めに与えることが可能であるため成長が良く、短期間での飼育が見込まれている。

しかし、この方式では排水とともに生物餌料も流失するため、餌料生物の培養に余分な経費と労力が必要であり、さらに一日当たりの給餌回数も必然的に多くなる傾向にある。また、注水に関しては淡水と海水の比率を考慮しながら毎日注意深く行わなければならない。

### (3) 循環濾過方式（水槽番号3、有効水量10 t）

飼育水槽とは別に設けた水槽に濾材を設置し、そのなかを通過させ浄化した水を飼育水槽内に循環させる方法である。これは、毎日の底掃除を行う手間が省けるうえ、飼育用水のかかなりの節約が可能であるため当センターのように人工海水を調製し用いている施設では好都合といえる。また、濾過槽における微生物用相のバランスが整えばうまく生物濾過が行われ、低鹹度反復方式に比べ1.5倍程度の収容密度で飼育可能である。



しかし、濾過槽内に繁殖する水質を浄化させる有益な微生物のバランスが崩れれば水質の急変を招き、たちまち大量斃死に結びつく恐れがあり、危険分散を図るために数多くの水槽を用意しなければならない。このため、毎日の水質環境の把握並びに稚魚の行動には細心の注意を払う必要があり、そのためにはある程度の経験と十分な観察が不可欠である。

### 3 材料と方法

#### (1) 親魚と採卵

採卵用親魚は、当センターで継代飼育している海産由来の養成4代目を用い、9月20日に採卵を行った。

採卵は前年と同じ方法で行い、採卵に供した親魚数は雌約300尾、雄約200尾で、媒精は約30万粒の卵に対して雄3～6尾の精子を適量使用した。

#### (2) 卵の管理

サラシロックに付着させた卵を市販のゴミペール(45リットル)に収容した。卵はサラシロック1枚(100×15×1cm)に約10万粒程度を付着させ、予め流水にしておいたゴミペール1個当たり8枚を折り重ねて収容した。卵収容後は3日おきにマラカイトグリーン(3脚)で30分間消毒し、真菌の発生を防除した。

採卵後6日目に発眼状況を観察し、ホースの噴射水で死卵の除去を行った。

採卵後9日目に発眼率の高いサラシロックから順に、予め寒冷紗で遮光しておいた飼育水槽へ垂下していった。その後、ふ化の状況をみながらふ化開始後2日目に全てのサラシロックを取り除いた。

#### (3) 飼育

飼育海水は、いずれの方式もアレン処方的人工海水を作成し、調整後12時間以上強く曝気したものを用いた。また、淡水には地下伏流水をポンプアップしたものを直接用いた。

ふ化後1日令より海水を注入し、2日令にはいずれの方式も比重6程度とし、低鹹度反復方式では比重2～6を3～4日のうちで上下させたが、循環濾過方式では淡水馴致まではほぼ一定に保ち、また半止水方式では水質が悪化するまで止水状態を保ち、飼育水の水色をみながらクロレラ(半海水濃度)を適宜添加していった。注水量の増減は水質測定の結果を参考に、前年度までの飼育例にならって行った。水質測定は原則として午前9時前後に実施し、水温、比重、pHについては0日令から、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-Nについては7日令から毎朝測定を行った。

飼育水槽は、半止水及び低鹹度反復方式では30t八角形コンクリート水槽(使用水量25t)をそれぞれ使用し、循環濾過方式では12t角形コンクリート水槽(使用水量10t)を用い、濾過槽には隣接している同型の水槽を当てた。濾材としては、主に接触曝気材とサンドマットを詰めた。

各水槽ともφ50mmの球形エアーストンを8個づつ用い、水面が少し盛り上がる程度に通気した。また、また、循環濾過方式における環流はシャワー方式で飼育水槽に戻した。

餌料はワムシを0～35日令まで午前と午後の2回、その後45日令まで午前中に1回、濃縮クロレラで5～22時間二次培養した後投与した。配合飼料は8日令から淡水馴致まで1日当たり1～6回に分けて手撒きで与えた。なお、30日令以降は自動給餌器で投与した。また、前年度まで実施していたアルテミア幼生の投与は行わなかった。配合餌料の給餌量の加減は経験と前日の摂餌状況並びに水質環境を考慮

して実施した。

淡水馴致後、低鹹度反復方式では86日令で120径のもじ網を用い選別分養し、循環濾過方式では70日令で屋外50t水槽にサイホンで移送した。

底掃除は、低鹹度反復方式では21日令より毎日行い、循環濾過方式では移送前日の69日令に1回行った。なお、半止水方式では飼育期間中全く底掃除を行わなかった。

飼育期間中の死魚数は、底掃除を行った低鹹度反復方式以外は飼育仔魚の目視観察によって行った。

仔魚の魚体測定は、ふ化後10日毎に全長と体重について測定を行った。いずれの飼育方式も1回当たりの試料数は100尾であった。

## 4 結果と考察

### (1) 採卵とふ化

採卵の結果を表1に示した。採卵に使用できた親魚数は雌213尾、雄84尾であった。雌1尾当たりの採卵数は5,200～68,000粒、平均26,620粒ではほぼ例年並であった。

表1 採卵の状況

採卵 月日	親魚の大きさ		採卵尾数		採卵粒数 (粒)
	平均全長	平均体重	♂	♀	
	(cm)	(g)	(尾)	(尾)	
9.20	21.5	112.2	84	213	5,670,000

収容卵のふ化状況は、表2に示すとおりである。ふ化率は平均で67.4%で、ふ化仔魚数は合計1,688,000尾であった。

採卵からふ化までは11日間で、その間の平均水温は19.8℃であった。

表2 収容卵のふ化状況

水槽 番号	容量 (t)	収容卵粒数 (粒)	ふ化月日	採卵後日数 (日)	ふ化仔魚数 (尾)	ふ化率 (%)
1	25	1,185,000	10. 1	11	740,000	62.4
2	25	997,000	//	11	705,000	70.7
3	10	322,000	//	11	243,000	75.4

(2) 飼育水の水質

淡水馴致を開始するまでの各方式における使用水量は、表3のとおりである。単位飼育水量当たりの海水使用量は、従来行われてきた低鹹度反復方式が3.66であるのに対して、今年度初めて試みた半止水及び循環濾過方式ではそれぞれ1.99、1.82と約半分の使用量となっている。さらに、以前の飼育例でこの値が5～6となっており、これら2方式ではかなりの海水使用量を節減できるものと思われた。

半止水方式では、当初30日令まで止水状態を保つ予定であったが、NH<sub>4</sub>-N濃度が5脚を超え始めたため22日令より換水を開始した。

表3 各方式における注水量

水槽 番号	飼育方式	水量 (t)	海水量 (t)	淡水量 (t)	クロレラ (t)
1	半止水	25	49.7 (0～69)	141.2 (22～69)	3.5 (1～32)
2	低鹹度反復	25	91.5 (0～78)	536.2 (13～82)	-
3	循環濾過	10	18.2 (0～59)	74.1 (31～67)	-

( )内は注入期間の日令

飼育期間中の水質の変化を表4に示した。

水温は、飼育期間を通じて北側に位置する半止水方式では低く、ワムシ培養水槽の隣に位置していた循環濾過方式では高めに推移した。特に半止水方式では季節風をまともに受け、12月3～6日(63～66日令)の冷え込みで12.9℃まで下がった。

比重は、低鹹度反復方式では換水による比重の低下を防ぐために3～4日おきに海水を注入したため、10日毎の平均値ではほぼ一定の値で推移した。半止水方式ではクロレラの注入及び水質の悪化を防ぐため希釈海水を随時注入したため、40日令まで比重は高くなっていった。循環濾過方式も同様に水質の悪化を防ぐための希釈海水の注水により、40日令まで比重が高くなっていった。

pH値は、いずれの飼育方式においても飼育期間の延長に伴って漸減していったが、循環濾過方式では50日令まで良好な値が保たれた。また、いずれの飼育方式においても換水率を高めることによって、水質の改善がみられた。

三態窒素の動向は、低鹹度反復方式では13日令より流水飼育としたため、飼育期間中を通じて低レベルで推移した。半止水方式では40日令まで $\text{NO}_2 - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3 - \text{N}$ が高い値を示したものの、35日令から開始した流水飼育により漸減していった。一方、循環濾過方式では半止水方式同様 $\text{NO}_2 - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3 - \text{N}$ は高レベルで推移したが、 $\text{NH}_4 - \text{N}$ は3方式のなかで飼育期間中最も低レベルで安定しており、濾材中の硝化細菌が有効に働いていたものと考えられた。

なお、循環濾過方式による飼育水の回転率は、4～5回転/日であった。

また、飼育期間中不定期に測定した溶存酸素量の値は、半止水方式で6.90～8.34 $\mu\text{mol/L}$ 、低鹹度反復方式で7.15～8.42 $\mu\text{mol/L}$ 、循環濾過方式で6.64～8.48 $\mu\text{mol/L}$ の範囲内であった。

### (3) 給 餌 量

飼育期間中の餌料の種類と給餌量を表5に示した。餌料の種類別の総合給餌量は、ワムシ675.3億個体、配合飼料33,053gであった。

表4 飼育水の水質

飼育方式 項目	半 止 水				低 鹹 度 反 復				循 環 濾 過									
	2.10.1 ~ 2.12.11				2.10.1 ~ 2.12.26				2.10.1 ~ 2.12.10									
飼育 日数	水 温 (°C)	pH	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	NO <sub>2</sub> -N (ppm)	NO <sub>3</sub> -N (ppm)	水 温 (°C)	pH	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	NO <sub>2</sub> -N (ppm)	NO <sub>3</sub> -N (ppm)	水 温 (°C)	pH	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	NO <sub>2</sub> -N (ppm)	NO <sub>3</sub> -N (ppm)			
0 ~ 10	21.8	6.3	7.98	1.0	0.9	-	21.8	3.5	8.11	0.7	0.1	-	22.0	4.0	8.16	0.7	0.1	-
~ 20	19.5	8.1	7.77	1.4	1.9	-	19.8	4.1	7.95	0.6	0.7	-	20.4	5.1	8.02	0.2	1.6	-
~ 30	17.4	9.4	7.66	0.2	4.5	592	18.5	3.6	7.82	0.2	0.5	258	19.0	7.1	8.19	0.1	4.0	590
~ 40	16.7	10.9	7.63	0.3	5.1	335	17.9	4.5	7.84	0.4	0.5	121	18.6	9.0	8.15	0.2	5.8	102
~ 50	15.9	6.6	7.66	0.3	3.0	493	16.8	3.5	7.79	0.3	0.7	273	16.8	6.4	7.97	0.2	3.4	624
~ 60	16.0	4.6	7.56	0.7	1.5	-	16.6	3.0	7.69	0.4	0.7	-	16.8	4.5	7.69	0.3	0.4	-
~ 70	14.7	4.8	7.45	1.1	1.5	334	15.7	4.6	7.57	0.6	0.8	210	15.3	1.9	7.48	0.5	0.2	313
~ 80							18.2	3.3	7.48	0.9	0.4							
~ 86							18.1	0.7	7.37	1.1	0.4							
平均	17.4	7.3	7.67	0.7	2.7	469	18.1	3.6	7.75	0.5	0.6	224	18.4	5.5	7.94	0.3	2.4	444

表 5 餌料の種類と給餌量

飼育 方式 日令	半 止 水		低 鹹 度 反 復		循 環 濾 過	
	ワ ム シ	配 合 飼 料	ワ ム シ	配 合 飼 料	ワ ム シ	配 合 飼 料
	(億 個 体)	(g)	(億 個 体)	(g)	(億 個 体)	(g)
0 ~ 10	39.5	14	29.5	14	16.8	9
~ 20	46.0	68	43.6	68	26.4	70
~ 30	71.0	145	86.5	145	72.0	141
~ 40	56.0	385	69.0	386	59.0	370
~ 50	20.0	1048	20.0	1046	20.0	1020
~ 60		3031		2757		2991
~ 70		2795		3380		3635
~ 80				5875		
~ 86				3660		
合 計	232.5	7486	248.6	17331	194.2	8236

前年度当たりからふ化後配合飼料を摂餌する時期が早まってきたため、いずれの飼育方式においても今年度はアルテミア幼生を与えなかったが、その影響は全くみられず、成長及び生残率等は例年に比べるとやや良い結果が得られた。ちなみに、20日令でほとんどの仔魚が配合飼料を摂餌していた。これは、継代飼育していくうちに獲得された性質かもしれない。

(4) 淡水馴致及び選別分養

淡水馴致は、まず循環濾過方式において68日令から行い、70日令で完了し、そのまま屋外の50 t 水槽にφ50mmのサクションホースを用いサイホンで移送した。次いで、低鹹度反復方式で飼育したものを83日令から3日間で淡水馴致し、86日令で120径のもじ網を通して大小2群に選別分養した。

淡水馴致時における推定生存尾数は、表6のとおりである。

表 6 淡水馴致時の推定生存尾数

水槽 番号	水量 (t)	飼育方式	推定生存尾数 (尾)	生残率 (%)	生残尾数 / t (尾)
1	25	半 止 水	*177,000	23.9	7,080
2	25	低 鹹 度 反 復	83,000	11.8	3,320
3	10	循 環 濾 過	80,000	32.9	8,000

\*淡水馴致予定2日前の斃死魚数

## (5) 歩留まり

ふ化仔魚から淡水馴致に至るまでの減耗は、いずれの飼育方式においても配合飼料に餌付くまでの20日令までに約60%みられ、次いでその後の成長による共食いにより漸減していった。特に、配合飼料への餌付きが最も早かった循環濾過方式では、45日令頃から大型と小型の2群に完全に分かれ、その小型群は摂餌が不良となり底層で群れることが多かった。また、低鹹度反復方式では21日令より開始した底掃除のため神経過敏気味となり、摂餌不良となったものから順に斃死していった。

## (6) 疾病

水温が急激に下降し始めた63日令よりいずれの飼育方式においても摂餌が不活発となったため、翌日から3日間1kwチタンヒーターを各水槽に数本ずつ投入し加温に努めたが思ったほど水温は上がらず、67日令から加温施設を有する水槽から25℃の温水をφ50mmのサクションホースを使って注水した。その翌日にはいずれの飼育方式においても水温は18℃台を維持することが可能となった。しかしこの間、淡水馴致目前であった半止水方式では、約30%を占めていた成長優良群（体重0.3g以上）が、仔魚から稚魚への変態時期とも重なり生理障害を起こし、ビブリオ病と思われる疾病に感染したため68日令より斃死し始め、これが小型群にも水平感染し70日令でほぼ全滅状態となった。このような短期間のうちに大量斃死が起こった要因としては、一昼夜で3℃下がった水温と淡水馴致時期であったことに加えて、この水槽がふ化後69日間一度も底掃除を行っていなかったため、底層に堆積していた浮泥物が病原微生物の温床になっていた可能性が考えられる。循環濾過方式で飼育していた水槽にも同量の浮泥物が観察されたが、こちらは濾過槽のほうで有益な微生物が優先的に繁殖していたために、飼育水槽中でも病原微生物が繁殖し難い状態であったのではないかと考えられる。

## (7) 成長

仔魚の成長を飼育方式別に表7に示した。

配合飼料に餌付いた順に成長は良く、30日令からは循環濾過方式のものが他の2方式を圧倒的に引き離し、70日令で淡水馴致することができた。

## (8) 飼育結果

従来行われてきた低鹹度反復方式では、例年とほぼ同様の結果が得られた。ちなみに、今回は30t水槽一槽のみであったため、例年に比べて作業量は1/3程度に感じられた。

循環濾過方式については、以前にも当センターで実施した低鹹度反復方式において71~72日令で淡水馴致に成功した事例はあるものの、今回の飼育水槽1t当たりの生存尾数は当時の2~6倍程度生産出来ていることを考えれば、省力化も併せて有望な種苗生産方式であると考えられる。ただし、今回使用した濾過槽は飼育水槽と同規模のものであり、このままのモデルで事業規模までスケールアップするには無理が生じてしまうため、飼育水槽より小型の濾過槽を用いた試験が必要であると考えられる。

また、半止水方式については、飼育密度差や使用水槽の形状が異なるので断定はできないが、成長や飼育水槽1t当たりの生存尾数では循環濾過方式とほとんど遜色のない結果が得られた。毎日の底掃除の省略や使用海水の節減等かなりの労力の軽減が実現しており、今回のような大量斃死を招く要因を排除できれば、安定した生産結果が得られるものと期待される。

なお、生残魚は随時選別分養を行い、試験放流用として当センターで継続して中間育成を実施した。

表7 ふ化後の全長と体重の変化

飼育 方式 日令	半 止 水		低 鹹 度 反 復		循 環 濾 過	
	平均全長 (mm)	平均体重 (mg)	平均全長 (mm)	平均体重 (mg)	平均全長 (mm)	平均体重 (mg)
10	12.8 (10.3~14.2)	3.32 —	11.3 (8.5~13.1)	1.90 —	12.3 (9.8~14.2)	2.86 —
20	14.3 (10.7~16.1)	5.13 —	12.1 (9.2~14.0)	3.21 —	14.8 (11.5~17.0)	6.47 —
30	16.9 (13.2~20.3)	8.73 —	15.9 (13.5~19.4)	8.13 —	19.1 (14.2~22.3)	15.54 —
40	19.4 (13.2~25.2)	13.25 —	17.9 (13.3~22.6)	10.57 —	22.8 (16.8~27.5)	27.30 —
50	21.5 (17.1~32.6)	22.90 —	20.0 (15.2~29.1)	18.40 —	24.8 (18.3~34.6)	43.21 —
60	27.7 (20.2~42.0)	71.48 —	26.5 (20.6~40.0)	57.62 —	35.7 (24.5~49.0)	193.72 —
72	全 滅		—	—	40.3 (29.6~64.2)	301.82 —
87			36.1 (30.3~70.4)	224.47 (?~2762.4)	—	—

( ) 内は測定値の最低と最高



# アユ品種改良試験

児玉 修・渡辺 貢・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温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2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) 海産系第二極放出阻止型雌性発生魚（以下G2N-A）と海産系通常二倍体魚（以下、対照群）について高水温（25.1～22.9℃）と常水温（17.3～20.2℃）で水温別混合飼育試験を行い成長特性を比較した結果、体長の変動係数の増加率はG2N-Aが対照群より大きかった。
- (2) G2N-Aと対照群について常水温（17.1～20.0℃）で分離飼育試験を行い、成長特性を比較したが、試験初期段階で共食いによってG2N-Aの成長不良群が減少したため明瞭な成長特性差は確認出来なかった。
- (3) 湖産系、海産系について高水温（23.4～25.4℃）と常水温（17.2～20.1℃）で水温別混合飼育試験を行い系統間の比較を行った結果、水温による差異は確認出来ず、設定水温を再検討する必要性が認められた。また、両水温区とも、肥満度の増加率は海産系が湖産系より高く、体長の変動係数の増加率は湖産系が海産系より高い傾向を示した。
- (4) 常水温（17.1～20.0℃）で湖産系、海産系、湖産系♀×海産系♂（以下、ハイブリッド）の分離飼育試験を行い系統間の比較を行った結果、肥満度の増加率は海産系、ハイブリッド、湖産系の順に高く、体長の変動係数の増加率は湖産系、ハイブリッド、海産系の順に高い傾向を示し、ハイブリッドは両親系統の中間的傾向を示した。
- (5) 湖産系、海産系を10尾ずつ混合した供試群に対し、飼育水槽（25℃）から高温水槽（31～32℃一定）または低温水槽（10℃一定）に移して高・低水温ショックを行った結果、低水温ショックでは湖産系が海産系より低水温に強いという結果を得たが、高水温ショックでは有意の結果を得られなかった。