

平成7年度

事業報告書

第6巻

平成9年3月

高知県内水面漁業センター

は　じ　め　に

高知県内水面漁業センターは、内水面漁業の振興を目的とした試験研究機関として昭和55年度に開所しました。

この間に実施した試験研究の成果は、関係者の方々に技術の普及をおこなうとともに、さらに実績報告としてとりまとめて関係機関の方々に送付させていただいております。

今後とも、当所の業務の推進にあたり、皆さま方のご協力をいただけますようよろしくお願い申し上げます。

高知県内水面漁業センター
所　長　　村岡　捷三

目 次

I 内水面漁業センターの概要

所在地	-----	1
沿革	-----	1
組織及び機構	-----	1
職員名簿	-----	1
予算及び事業構成	-----	2
施設の概要	-----	2

II 平成7年度事業報告

試験研究指導事業

アユのシュードモナス症ワクチン試験	-----	3
魚病診断指導結果	-----	6
シオミズツボワムシの大量培養試験	-----	8
人工産アユ種苗の放流調査	-----	1 1
養殖水産動物保健対策推進事業	-----	1 8
放流稚魚等迷入防止対策事業	-----	2 2
新品種作出基礎技術開発事業	-----	4 8
人工湖におけるアユ資源増殖試験	-----	5 5
アユカケ増養殖技術開発試験	-----	7 3

III 資料

飼育用水の水溫一覽 (H7年度)	-----	1 4 3
------------------	-------	-------

I 内水面漁業センターの概要

1 所在地

住所：〒782 高知県香美郡土佐山田町高川原687-4

電話：08875-2-4231 FAX：08875-2-4224

交通機関：JR土讃線土佐山田駅から車で5分、高知空港から車で15分

2 沿革

昭和19年 高知県山田養鯉場を設置（土佐山田町八王子）

昭和42年 高知県内水面漁業指導所を設置（土佐山田町八王子）
（高知県山田養鯉場の廃止）

昭和55年 高知県内水面漁業センターとして改組、移転（現所在地）
（高知県内水面魚病指導総合センターを併設）

3 組織及び機構

高知県農林水産部海洋局

↓
水産振興課

所長（研）

研究職員 4名
現業職員 1名
非常勤職員 2名

↓
内水面漁業センター

4 職員名簿

職名 氏名 (現勤務先)

所長 村岡 捷三

主任研究員 桑原 秀俊 (水産振興課資源管理班長)

〃 小松 章博

〃 菊池 達人 (高知県栽培漁業センター主任研究員)

技師 西山 勝

技師 佐伯 昭

5 予 算

(単位：千円)

事業名	予 算 額 (当初)	備 考
養殖水産動物保護安全対策事業	3,689	水産庁補助
新品種作出基礎技術開発事業	3,516	水産庁委託
放流稚魚等迷入防止防止対策事業	1,030	水産庁委託
アユカケ増養殖技術開発試験	6,105	
人工湖沼活用技術開発試験	5,682	
試験研究指導事業	10,637	
管 理 運 営 費	6,336	
予 算 合 計	36,995	

6. 施設の概要

1) 敷地面積 9,342.7

2) 建物

- ① 庁舎 (問診室、微生物・組織・環境検査室、事務室ほか) 369㎡
- ② 水槽実験棟 (0.9トン水槽5面) 115㎡
- ③ 恒温水槽棟 (10トン水槽5面、1トン水槽5面) 256㎡
- ④ バイテク恒温水槽棟 (FRP2トン水槽10面) 100㎡
- ⑤ 屋外50トン試験池 (5面) 326㎡
- ⑥ 屋外30トン試験池 (2面) 150㎡
- ⑦ 小型水槽 (0.5t×15面, 0.3t×10面, 0.2t×21面)
- ⑧ 作業棟 (調餌室、倉庫、作業工作室) 105㎡
- ⑨ 管理棟 42㎡
- ⑩ その他

II 平成7年度事業報告

アユのシュードモナス症ワクチン試験

西山 勝・菊池 達人

1 目的

近年、アユの冷水病とともに、シュードモナス症も多発傾向にあり、養鮎業者にとって大きな脅威となっている。シュードモナス症に対しては、効果的な薬剤がほとんどないことから、ワクチンによる防除の可能性に期待がもたれるところであり、本試験を実施した。

なお、本試験は全国湖沼河川養殖研究会アユ冷水病研究部会の連絡試験として実施した。

2 方法

1) 第1回試験

ワクチンの作製 長野県水産試験場佐久支場から分与された *Pseudomonas sp.* NS-94815 株をブレインハートインヒュージョン寒天培地4枚に塗抹して25℃、24時間培養後、白金耳でかきとり、トリプトソイブイオン2,000mlに懸濁した。この懸濁液に0.3%ホルマリンを加え、マグネットスターラーで24時間攪拌したものをワクチン原液とした。懸濁液中の生菌数は 2.1×10^8 CFU/mlであった。

ワクチネーション 供試魚は当センター産の海産系F₁₀(平均魚体重1.3g)を用いた。ワクチン区は、ワクチン原液2,000mlを飼育水で100倍希釈し200ℓのワクチン液を調製し、供試魚860gを10分間浸漬した。対照区は供試魚800gをワクチンを除き同様の処理を行った。使用ワクチン液の水温は17.0℃であった。処理後は両区をそれぞれ2t角形コンクリート水槽に収容し、飼育を行った。給餌は3回/日、飼育水温は15.8~17.0℃であった。

攻撃試験 (1回目) *Pseudomonas sp.* NS-94815株を1回魚体通過後、トリプトソイブイオンを用いて25℃、24時間培養し、 8.6×10^7 CFU/mlの菌液を調製して、これを飼育水で10倍段階希釈し、3段階の菌液10ℓを調製した。各菌液に免疫14日目の供試魚30尾を10分間浸漬して攻撃し、21日間観察した。斃死魚は取り上げ、細菌検査を実施し、シュードモナス症による斃死か否かを判定した。

(2回目) *Pseudomonas sp.* NS-94815株を2回魚体通過後、トリプトソイ寒天培地に塗抹して25℃、48時間培養後、白金耳でかきとり、トリプトソイブイオンに懸濁して 4.3×10^8 CFU/mlの菌液を調製して、これを飼育水で10倍段階希釈し、3段階の菌液2ℓを

調製した。各菌液に免疫31日目の供試魚30尾を10分間浸漬して攻撃し、21日間観察した。斃死魚は取り上げ、細菌検査を実施し、シュードモナス症による斃死か否かを判定した。

2) 第2回試験

ワクチンの作製 長野県水産試験場佐久支場から分与された *Pseudomonas sp.* NS-94815 株をブレインハートインヒュージョン寒天培地15枚に塗沫して25℃、48時間培養後、白金耳でかきとり、トリプトソイブイオン2,000 mlに懸濁した。この懸濁液に0.3%ホルマリンを加え、マグネットスターラーで24時間攪拌したものをワクチン原液とした。懸濁液中の生菌数は 2.4×10^9 CFU/mlであった。

ワクチネーション 供試魚は当センター産の海産系F₁₀ (平均魚体重2.0 g) を用いた。ワクチン区は、ワクチン原液2,000mlを飼育水で100倍希釈し200 lのワクチン液を調製し、供試魚1,160 gを10分間浸漬した。対照区は供試魚1,040 gをワクチンを除き同様の処理を行った。使用ワクチン液の水温は15.5℃であった。処理後は両区をそれぞれ2t角形コンクリート水槽に収容し、飼育を行った。給餌は3回/日、飼育水温は14.3~16.0℃であった。

攻撃試験 *Pseudomonas sp.* NS-94815株を3回魚体通過後、トリプトソイ寒天培地に塗沫して25℃、24時間培養後、白金耳でかきとり、トリプトソイブイオンに懸濁して 2.3×10^9 CFU/mlの菌液を調製して、これを飼育水で10倍段階希釈し、3段階の菌液2 lを調製した。各菌液に免疫14日目の供試魚30尾を10分間浸漬して攻撃し、21日間観察した。斃死魚は取り上げ、細菌検査を実施し、シュードモナス症による斃死か否かを判定した。

3 結果

1) 第1回試験

攻撃試験の結果を表1-1と表1-2に示した。

表1-1 第1回目(14日目)の攻撃試験結果

() 内はシュードモナス症以外による斃死

攻撃菌数 (CFU/ml)	供試 尾数	経過日数																				シュードモナス症による			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	斃死尾数	斃死率	
8.6×10^3	30							1																1	3.3%
8.6×10^4	30									1		1						1	(1)					3	10.0%
8.6×10^5	30									1				2		1						1		5	16.7%
8.6×10^3	30 (1)							1													(1)			1	3.3%
8.6×10^4	30															1						1		2	6.7%
8.6×10^5	30							2					3									1		6	20.0%

表1-2 第2回目(31日目)の攻撃試験結果

()内はシェードモナス症以外による斃死

攻撃菌数 (CFU/ml)	供試 尾数	経過日数																				シェードモナス症による		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	斃死尾数	斃死率
2.2×10 ⁵	30						1	4	3	3		1			1						1(1)	14	46.7%	
対照区 2.2×10 ⁶	30			1	1			3	5	3	7	2	1						1	1			25	83.3%
2.2×10 ⁷	30				1	3	12	8	4	1													29	96.7%
2.2×10 ⁵	30						2	2	1	1		1	3	1			2						13	43.3%
ワクチン区 2.2×10 ⁶	30					1	7	2	3	3	1		2	2					1				22	73.3%
2.2×10 ⁷	30				1	2	12	5	1	1		2	1						1				26	86.7%

2) 第2回試験

攻撃試験の結果を表2に示した。

表2 攻撃試験結果

攻撃菌数 (CFU/ml)	供試 尾数	経過日数																				シェードモナス症による		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	斃死尾数	斃死率
1.2×10 ⁶	30					2	1		3	1	2		2	1		1							13	43.3%
対照区 1.2×10 ⁷	30					1	3	2	9	4	2	1	4		1	1							28	93.3%
1.2×10 ⁸	30					1	5	11	5	5													27	90.0%
1.2×10 ⁶	30								5	3		2	1			1	1						13	43.3%
ワクチン区 1.2×10 ⁷	30						2	5	6	4	3	1	1		2				1	1			26	86.7%
1.2×10 ⁸	30					1	7	7	6	1	1					1				1		1	26	86.7%

第1回試験、第2回試験ともに、ワクチン区と対照区との間で斃死率に差はなく、ワクチン接種の効果は認められなかった。

4 考察

第1回試験で効果が認められなかったことから、第2回試験ではワクチン原液作製時の生菌数を10⁹オーダーにまで高めたが、同様に効果は認められなかった。今後、ワクチンの投与方法、処理水温、魚体サイズ等の条件を変えて検討する必要があると思われる。

魚病診断指導結果

西山 勝・菊池 達人

平成7年度の魚病診断依頼件数は76件で、その内訳はアマゴ4件、アユ53件、ウナギ5件、ヨーロッパウナギ1件、ニシキゴイ11件、ウグイ1件、キンギョ1件であった。魚種ごとの診断結果を表1に示した。

表1 平成7年度魚病診断結果

魚種	魚病名	月												計	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
アマゴ	せつそう病		1		1										2
	不明			2											2
	小計	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
アユ	冷水病	2	2	1								1	4	1	11
	冷水病+シュードモナス症									1					1
	冷水病+シュードモナス症+細菌性鰓病									1					1
	冷水病+その他												1	1	1
	シュードモナス症				1										1
	ビブリオ病 C-type													1	1
	sp.										1				1
	細菌性鰓病	1	2										1	2	6
	カラムナリス症+細菌性鰓病								1						1
	ギロダクチルス症				1										1
	その他		1			1			1	2		2	2	2	9
	不明					1					1		4	13	19
	小計	3	5	1	2	2	0	1	1	6	1	11	20	53	
ウナギ	パラコロ病											1		1	
	鰓うっ血症			1										1	
	点状充血症					1								1	
	餌料性疾患									1				1	
	異常無し	1												1	
	小計	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	5	
ヨーロッパウナギ	シュードダクチロギルス症+その他				1									1	
ニシキゴイ	トリコジナ症			1				1						2	
	キロドネラ症							1						1	
	エビスチリス症							2						2	
	トリコジナ症+キロドネラ症			1										1	
	繊毛虫									1				1	
	ミズカビ病+繊毛虫												1	1	
	その他			1				1						2	
	不明										1			1	
小計	0	0	3	0	0	0	5	0	2	0	0	1	11		
ウグイ	不明		1											1	
キンギョ	トリコジナ症				1									1	
合計		4	7	7	5	3	0	6	1	9	1	12	21	76	

総診断件数は、昨年度の58件からやや増加した。アユが30件から53件に増加しており、全体の増加分はほぼこれによるものである。

アユでは、引き続き冷水病の発生が多かった。また、シュードモナス症、細菌性鰓病などとの混合感染の事例も見られた。細菌性鰓病では、発見が遅れ大きな被害を出した事例が多かった。早期発見すれば大量斃死をまねがれることができる疾病であり、日常の観察眼の向上が求められる。

ウナギの診断件数は少ないが、鰓うっ血症、点状充血症が見られており、これらのウイルス性疾病が根絶されていないことが懸念される。

ニシギゴイでは、特に秋季に寄生虫性疾病の発生が多く見られた。

シオミズツボウムシの大量培養試験

西山 勝・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ウムシ（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の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、10t長方形コンクリート水槽（以下10t水槽）3面を使用し、生産は間引き方式の連続培養で行った。

培養水温は28℃、培養塩分濃度は1/2海水濃度とし、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1回/日抜き取って、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。アレン処方人工海水は立ち上げ当初のみ注水した。

培養餌料は、主にパン酵母と濃縮淡水クロレラ（160～180億細胞/ml）を使用し、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0.8g前後、濃縮淡水クロレラが培養水量1tに対して1日当たり200ml、ナンノクロロプシスが培養水量1tに対して1日当たり100 μ 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10t水槽1面当たり3枚（160×80×1cm）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、20t円形シート水槽1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。

種苗生産のワムシの必要量とワムシの調子を考慮しながら、ほぼ全水量を使いきった時点で水量補完を行い、同時に施肥と消毒を行った。施肥は、水量1tに対して硫酸アンモニウム 100g、尿素 5g、過燐酸石灰 15g、クレワット32 10gを目安に、使用予定に合わせて適宜調整した量をよく溶かして投与した。消毒は、次亜塩素酸ナトリウム 0.8ppmで行った。

3) 培養方法の前年度との相違点

昨年度は、5枚のフロックフィルターのうち2枚を通常どおり普通に垂下し、残りの3枚を培養水槽の一部を遮断するように垂下したことで好結果が得られた。今年度は水槽の一部を遮断するフロックフィルター3枚のみの垂下とした。

3 結果

平成7年9月23日から10月28日までのワムシ培養総水量、総個体数、平均密度及び抜き取り総個体数を図1に示した。

培養期間中の培養密度は約150～700個体/mlと変動したが、概ね300～500個体/mlで推移した。

ワムシ生産量の期間総計は、約476億個体であった。平均培養密度は333個体/ml（間引き前・後の平均密度）、日間平均増殖率は20.2%であった。

10t水槽3面の植え替え（池洗浄）は、うち1面につき1度行っただけであった。

また、ワムシ476億個体を生産するために、パン酵母239kg、濃縮淡水クロレラ142ℓ、ナンノクロロプシス（1/2人工海水）60t、淡水89t、アレン処方人工海水7.5t、粉碎塩1.76tを使用した。

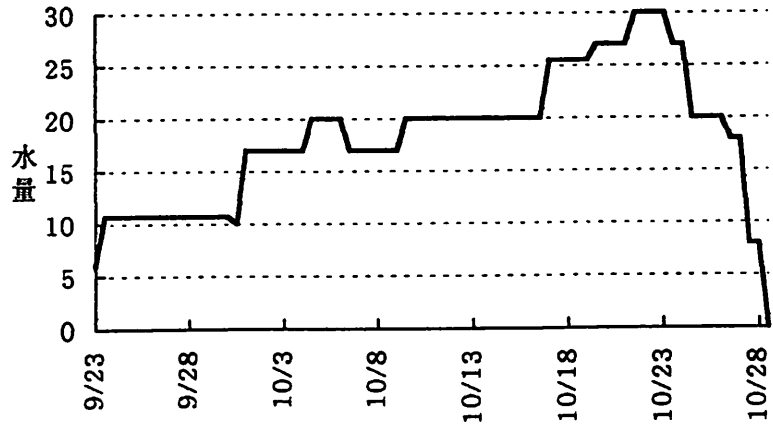
4 考察

今年度の培養結果は、平均培養密度333個体/mlと、まずまずであった。

フロックフィルターの垂下枚数は、止水域をつくるための3枚だけで十分であり、植え替え時の洗浄にかかる作業が一段と楽になった。すなわち、フロック対策には、フィルターによる吸着作用を期待するのではなく、1ヶ所に沈殿させることで消滅を図ることが、当センターでのワムシ培養槽には適していると考えられた。これにドレン抜きを効率的に加えることで、より安定した培養結果が得られることが期待される。

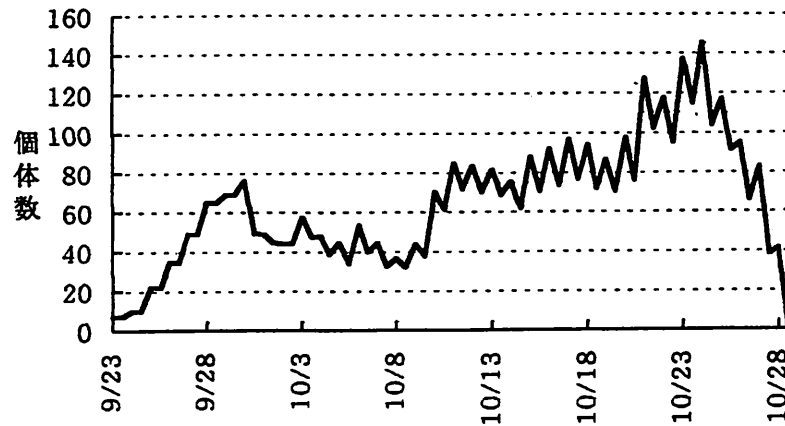
培養総水量

単位：t



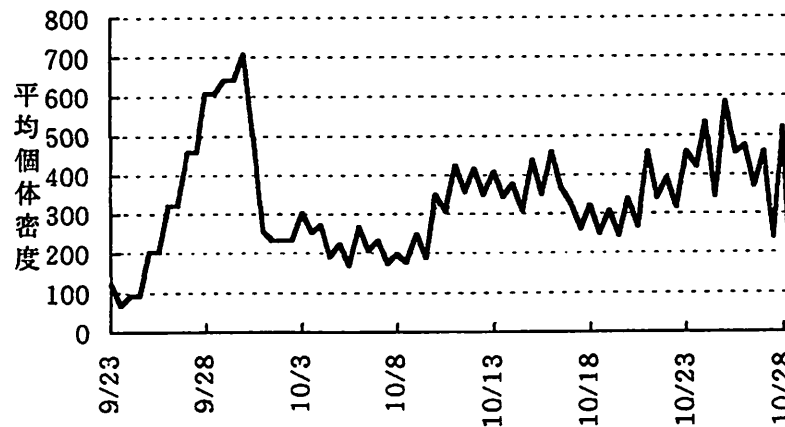
培養総個体数

単位：億個体



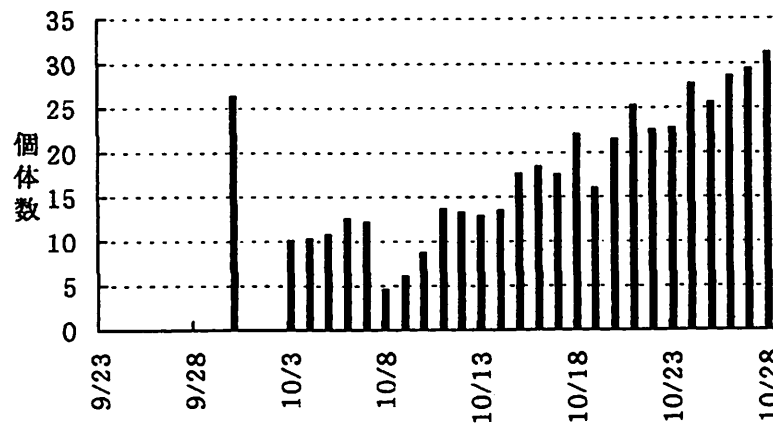
平均個体密度

単位：個体/ml



抜き取り総個体数

単位：億個体



人工産アユ種苗の放流調査

小松章博・佐伯昭・桑原秀俊*

1. 目的

平成6年7月から種苗生産を開始した高知県内水面種苗センター産の海産系人工アユ種苗の遡上・分散状況及び成長状況の把握

2. 調査対象河川及び区域

物部川漁協では河川の形態により漁場を3区分しており、それぞれ下流から上流にかけて中南支部（河口から杉田ダムの間）、上支部（杉田ダムから永瀬ダムの間）、北支部（永瀬ダム上流域）としている。今回の調査は、天然遡上が見られる中南支部区域のうち統合堰（通称町田堰）より下流の区域とした。

物部川の概要並びに調査漁場等については表1及び図1に示した。

表1 物部川の概要

源 流	流 程	河川勾配	水 面 積	漁 獲 量 (t)	流下仔魚数
香美郡物部村 (標高1200m)	km 68	% 17.6	m ² 3,402×10 ³ (平水値)	アユ類 1 アユ 25 コイ・フナ 2 ウナギ 2 ----- 合計 30トン	(億尾) 3.5~8.5

(漁獲量は1994年農林統計)

3. アユ種苗放流状況

1) 物部川の放流状況

平成7年春季に放流したアユ種苗は、人工産アユ(1,270kg)と湖産アユ(5,283kg)で合計6,553kgであった。このうち調査を実施した杉田ダムより下流の中南支部区域には、3月20日に海産系人工産アユ400kg、3月25日~4月6日にかけて湖産アユ2,123kg(平均BW10-15g、177,250尾)、合計2,523kg(約227千尾)が放流された。人工産アユ400kg(50,000尾)のうち360kg(45,000尾)の脂鰭を切除して標識を施し、残り40kgは無標識とした。人工産アユの放流時の平均体重は約8gであった。人工産アユへの標識率は90%で、この区域の全放流魚に占める標識魚の比率は19.8%であった。平成7年度に物部川漁協が実施した放流量及び採捕調査場所等は表2に示した。

*) 現高知県海洋局水産振興課所属

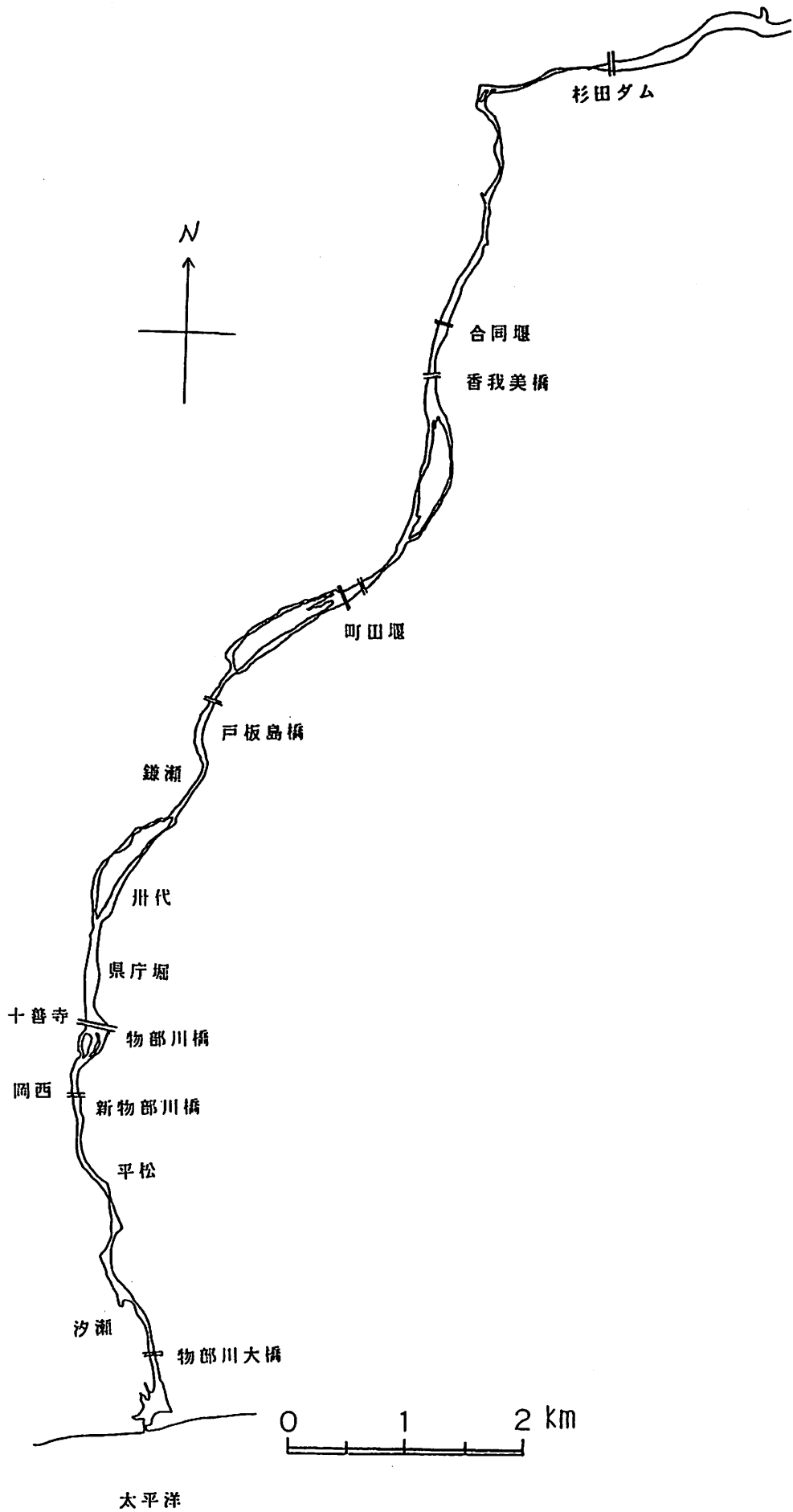


図1 物部川下流域の調査漁場

表2 平成7年度物部川漁協のアユ種苗放流実績

放流月日	区分	体重	尾数	放流量	標識数量	放流場所
中南区域 H7.3.20	人工	8g	尾 50,000	kg 400	360kg(45千尾)	平松 関西仁尾県庁姫戸坂島 御森町田仁尾住岡 関西御森蔵福島町田
3.25	湖産	10g	100,000	1,000	なし	
3.29	〃	14g	35,714	500	なし	
4.6	〃	15g	41,533	623	なし	
小計			227,250	2,523		
杉田ダム 上流区域	人工種苗 湖産種苗		72,500 212,400	870 3,160	4/21,24 4/22-5/1	杉田ダムから上流域
合計	人工種苗 湖産種苗		122,500 389,650	1,270 5,283	約512千尾 (6,553kg)	

(物部川漁協資料)

4. 調査方法

放流して23日後の4月12日から毎週水曜日に採捕を実施した。採捕方法は、4月12日は「と網」を用い、以後は「友釣り」を実施した。採捕したアユは直ちに氷蔵して本センターに持ち帰り標準体長(SL)と体重(BW)を測定した。

なお、6月7日は、アユの友釣り大会の参加者が釣獲したものに標識魚が含まれていた場合に限り、釣獲尾数と標識魚数を計数し併せて魚体測定も行った。

5. 調査結果及び考察

1) 採捕について

平成7年4月12日から6月26日の間に計8回の調査を実施し、このうち有標識の人工産アユ124尾、湖産アユ・天然遡上アユ・無標識人工産アユ(以下湖産アユ等と言う)379尾、合計503尾を採捕した。人工海産アユと湖産アユ等との採捕比率は1:3.1(25:75)であった。また、標識放流した人工産アユ(45千尾)に占める採捕した有標識アユ(124尾)の比率は約0.28%であった。

放流魚に占める標識放流魚比率(19.8%)と有標識人工産アユの採捕率(24.7%)とを比較すると人工産アユが採捕される率がやや高く、さらに、4月12日のと網による採捕を除いた友釣りによる採捕比率では29.2%となり、この傾向がより強く見られた。今回の調査は、人工産種苗の成長や分散状況を把握する目的で実施したことから、人工産種苗の釣獲を目的とした漁場選定を行ったことを

勘案してもやはり人工種苗は湖産アユ等と同等以上の採捕が期待されるものと思われた。人工産アユの採捕場所を漁場別に見ると、岡西漁場より上流で採捕したのは124尾のうち3尾(2.4%)で、他の121尾はこれより下流で採捕した。最も多く採捕したのは河口域の汐瀬漁場で、ここで採捕したものが人工産アユに占める比率は72.6%であった。このことから人工種苗は、放流地点からやや下流域で多く採捕される傾向が見られた。また、湖産アユ等は、各漁場で採捕され5～6月にかけては釣獲比率が高くなる傾向が見られた。

2) 成長について

人工産アユの成長は、放流時に平均体重が約8gであったものが23日後の4月12日には、SL9.6cm、BW13.2gとなり、これが5月24日にはSL14.2cm、BW48gとなった。この43日間に平均体重で約35g(3.6倍)成長した。湖産アユ等は、同期間にSL9.4cm、BW11.3gからSL14.6cm、BW50.7gとなり、増重量は39g(3.5倍)であった。両種苗の成長状況を比較すると、5月10日までは人工産種苗が体長体重ともにやや勝っていたが、5月19日に採捕した人工産アユが小型であったため両者が逆転した。これは河川水量や漁場の違いにより小型魚が多く採捕されたものと思われ、同様のことが6月22日の湖産アユ等についても見られた。放流から初漁期までの成長は、両種苗ともに同様であると考えられることから、放流時の魚体サイズの大小が以後の成長を左右するものと考えられた。

なお、これらの測定結果等は表3及び図2、3、4に示した。

3) 分散について

放流後の人工産アユは、3～4月は河川的水量が減少したことと河川改修工事及び農業用水の濁水が流入したためか、放流地点より約500m下流の「汐瀬」付近まで降河した。以後、5月初旬の降雨で河川水量は増加したがやはり濁りが多いためか遡上が殆ど見られなかった。6月に入ってから、水量が増加し、水温も上昇したことから戸板島橋下流域まで遡上して釣獲されだした。

この降河した他の原因として、人工産アユ種苗の育成水温が16-18°Cであるのに放流時の河川水温は10-12°Cと低く、この温度差が刺激となつたのではないかと考えられ、放流時には河川水温へ馴致することが今後の検討課題であると思われる。

なお、5月下旬以降人工産アユの釣獲率が低下したことについては、湖産アユ等が成長するに伴い両種苗の生態的地位が変化したことや調査を最も友釣りに適した場所で行ったことから、このような場所に湖産アユが多く分布したと考えるのが良いのかもしれない。

表3 物部川に標識放流した人工産アユの採捕調査結果

採捕日 人工放流後日	採捕場所	水温 °C	種 苗 区 分	採捕尾数	体長 cm	体重 g	備 考
4/12水 f.23日	汐 瀬	13.8	人 工 産	14	9.6	13.2	と 網
	" 松	14.8	湖 産 等	6			
	平 岡	-	人 工 産	0			
	" 西		湖 産 等	1			
	十 善 寺	14.1	湖 産 等	46	9.3	10.2	
			湖 産 等	63	9.5	11.8	
	計 130尾		人 湖 産 等	15	9.6	13.0	
			湖 産 等	115	9.4	11.3	
4/19水 f.30日	汐 瀬		人 工 産	55	10.7	17.1	友 釣 り
	" 西		湖 産 等	39	10.7	17.3	
	岡 西		人 工 産	1			
	" 善 寺		湖 産 等	4			
	十 善 寺		湖 産 等	3			
	計 102尾		人 湖 産 等	56	10.7	17.2	
			湖 産 等	45	10.7	17.3	
4/26水 f.37日	汐 瀬	15.3	人 工 産	21	12.1	27.1	友 釣 り
	戸 板 島		湖 産 等	34	12.1	26.1	
	計 55尾						
5/10水 f.51日	平 松 下 流		人 工 産	8	14.2	43.4	友 釣 り
	" 上 流		湖 産 等	12	12.8	32.3	
	平 松		人 工 産	3	13.1	40.1	
	"		湖 産 等	13	14.2	48.7	
	計 36尾		人 湖 産 等	11	13.9	42.5	
			湖 産 等	25	13.5	40.8	
5/19金 f.60日	岡 西 下 流		人 工 産	11	13.6	37.7	友 釣 り
	" 上 流		湖 産 等	33	13.8	42.1	
	戸 板 島 橋		人 工 産	1	14.2	40.1	
	"		湖 産 等	27	14.6	49.3	
	計 72尾		人 湖 産 等	12	13.6	37.9	
			湖 産 等	60	14.2	45.3	
5/24水 f.65日	岡 西 下 流	20.2	人 工 産	6	14.1	45.3	友 釣 り
	" 上 流	18.1	湖 産 等	31	14.3	44.8	
	岡 西		人 工 産	2	14.6	56.0	
	"		湖 産 等	50	14.8	54.4	
	計 89尾		人 湖 産 等	8	14.2	48.0	
			湖 産 等	81	14.6	50.7	
6/7水 f.79日	岡 西 下 流		人 工 産	26	14.6	49.0	友 釣 *1
	計 55尾		湖 産 等	29	-	-	
6/22木 f.94日	平 松		人 工 産	1	15.3	55.5	友 釣 り
	計 13尾		湖 産 等	12	14.1	43.5	
6/26月 c1.98日	戸 板 島	21.8	湖 産 等	7	15.6	58.3	友 釣 り
総 合 計	503尾 (人工産アユ124尾 (24.7%)・湖産等379尾 (75.3%))						

*1) 「がまかつ社」釣り大会で採捕されたものを測定 (総合計に含めず)

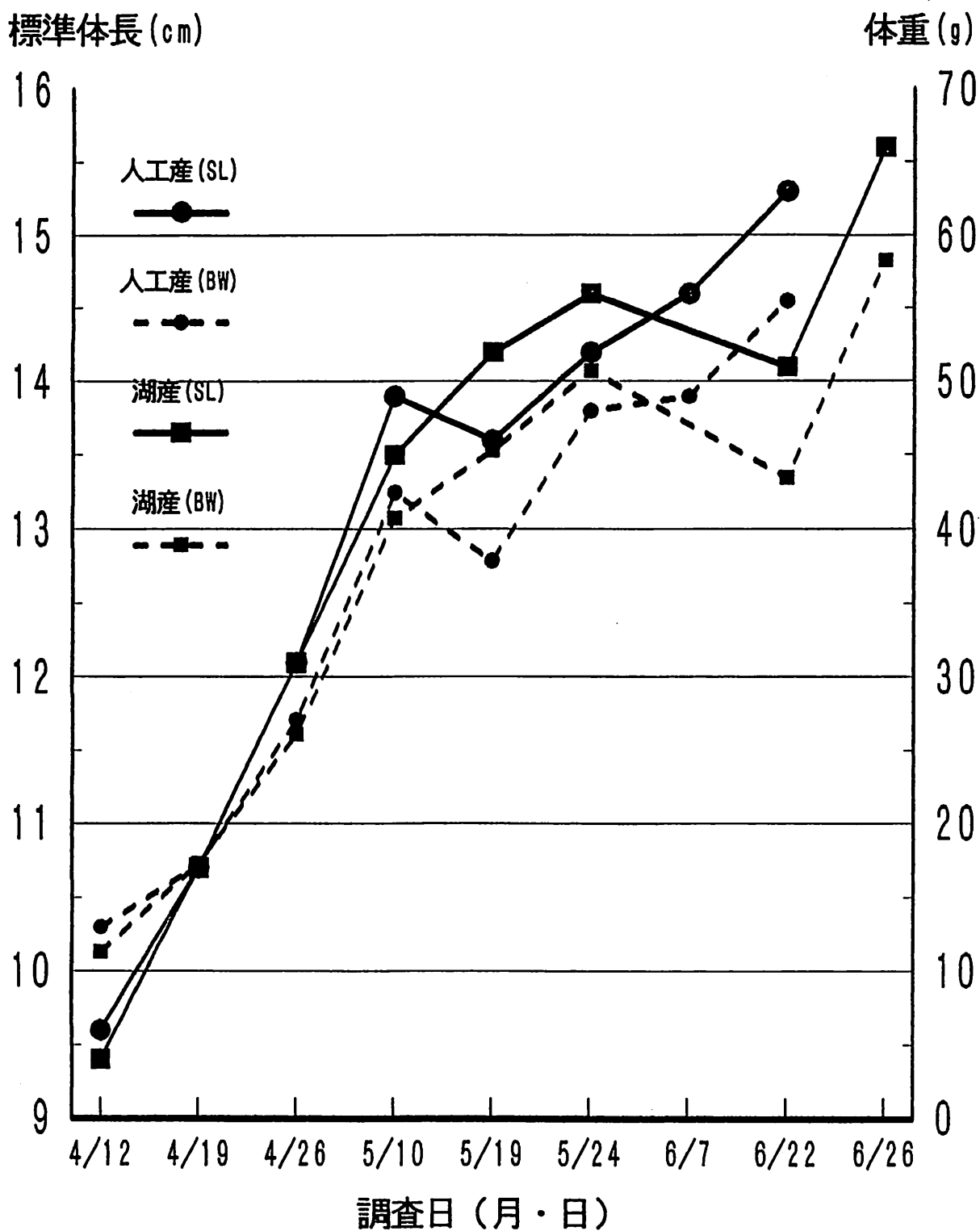


図2 人工産アユと湖産アユ等の体長と体重の成長

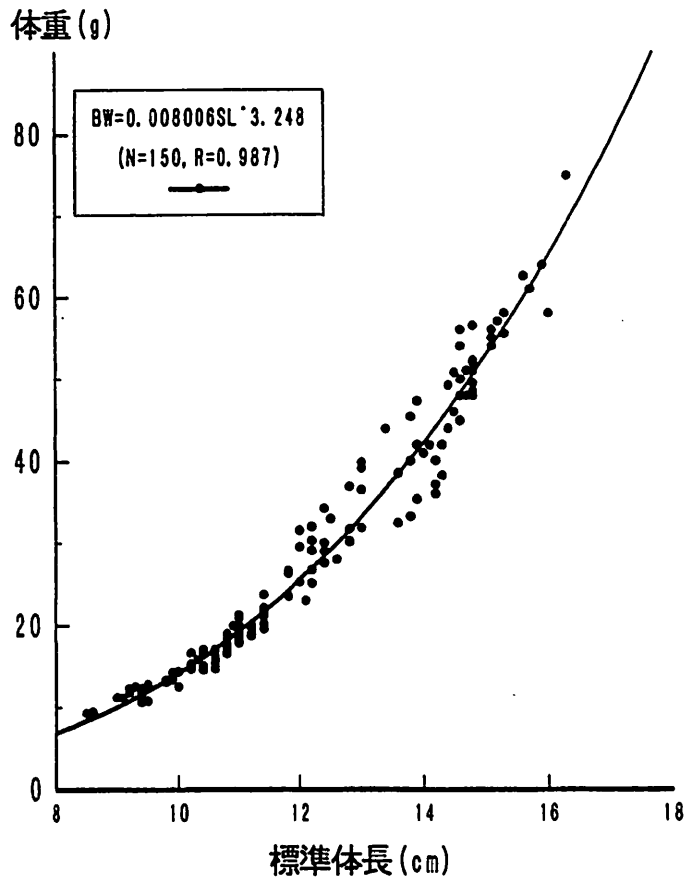


図3 海産系人工産アユの体長・体重関係

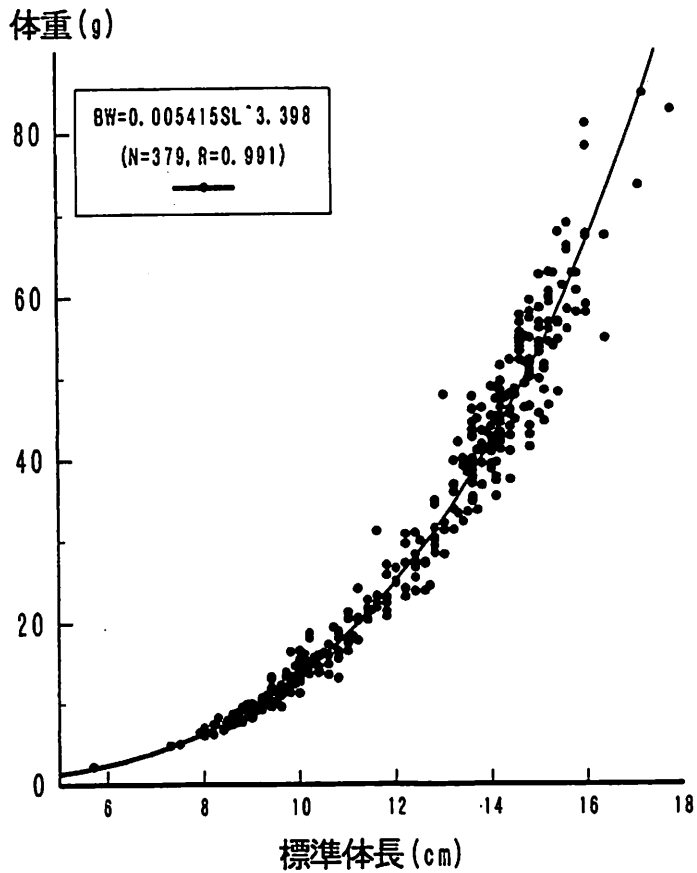


図4 湖産アユ等の体長・体重関係

養殖水産動物保健対策推進事業

西山 勝・村岡 捷三・桑原 秀俊・
小松 章博・菊池 達人

1 目的

魚病の発生は増加傾向にあり、その様相は多岐にわたっている。これに対して魚病被害等調査、防疫対策定期パトロール、魚類防疫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対策、医薬品残留総合点検を実施し、また、近年特に問題となっている新型伝染性疾病については、関係県と連携し、病原体侵入防止対策、抗病性種苗の確保対策を推進することにより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ともに、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

1) 魚類防疫会議（県内防疫対策会議）

年月日	開催場所	主な構成員	主な議題
7.11.8	高知市	高知県養鰻団体協議会	魚病発生動向、医薬品使用状況 事業計画について
8.3.25	高知市		優良種苗確保について

2) 魚病被害等調査

年月日	実施地域	調査経営体数	内容
8.1.	県内養殖地区	ウナギ：30件	魚種ごとに一年間の医薬品使用状況、魚病被害等を調査
2.		アマゴ：15件	
3.		アユ：6件	

3) 魚類防疫講習会

年月日	開催場所	対象者（人数）	内容	担当機関
7.9.1	土佐山田町	養殖業者(8)	1) 冷水病について 2) 優良種苗確保について	内水面漁業センター

4) 防疫対策定期パトロール

項目\魚種	ウナギ	アユ	マス類	コイ	スッポン
巡回回数	32	43	10	2	2

5) 魚病発生時の被害拡大防止対策

項目\魚種	ウナギ	アユ	マス類	コイ	その他
診断件数	6	53	4	11	2

6) 保菌種苗搬入防止対策

対象魚種	対象魚病	検体数	検査方法	検査実施機関
アマゴ	IPN、IHN	25	ウイルス検査	高知大学
アユ	冷水病	10	剖検、細菌検査	内水面漁業センター

7) 魚病情報ネットワーク化

ア 魚病関連情報の台帳化

調査対象期間	調査対象地域	調査項目	担当機関
7年4月 ～8年3月	県内全域	発生魚病種類、被害量	内水面漁業センター

イ 漁場観測

調査対象期間	調査対象地域	調査項目	担当機関
7年4月 ～8年3月	高知市、春野町、 南国市、吉川村	水温、NH ₄ -N NO ₂ -N	内水面漁業センター

(2) 水産用医薬品対策

1) 医薬品適正使用対策

年月日	開催場所	対象者(人数)	内容	担当機関
7.11.8	高知市	高知県養鰻団体 協議会(10)	水産用医薬品の適正使用 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	内水面漁業センター
7.9.1	内水面漁業 センター	県内養鮎業者 (8)		
8年1月 ～3月	調査場所	魚病被害等調査 実施業者 (約50)		
7年4月 ～8年3月	内水面漁業 センター	魚病診断依頼来 所者(約100)	医薬品適正使用について	
7年4月 ～8年3月	県内各地	防疫対策定期 パトロール実施業者 (約100)		

2) 医薬品残留総合点検

ア 公定法による検査

対象魚種	対象地域	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	オキシリン酸	8. 1. 29	1(0)
		フロルフェニコール	"	1(0)
		トリクロヒト・ロキシチルジ・ミルホスホネイト	"	1(0)
		小計		3(0)
ウナギ	高知市	オキシリン酸	8. 1. 29	1(0)
		フロルフェニコール	"	1(0)
		トリクロヒト・ロキシチルジ・ミルホスホネイト	"	1(0)
		小計		3(0)
ウナギ	南国市	オキシリン酸	8. 2. 1	1(0)
		フロルフェニコール	"	1(0)
		トリクロヒト・ロキシチルジ・ミルホスホネイト	"	1(0)
		小計		3(0)
ウナギ	吉川村	オキシリン酸	8. 2. 26	1(0)
		フロルフェニコール	"	1(0)
		トリクロヒト・ロキシチルジ・ミルホスホネイト	"	1(0)
		小計		3(0)
合 計				12(0)

()内は残留が認められた検体数

イ 簡易検査法による検査

対象魚種	対象地域	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	抗生物質	8. 1. 29	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小計		2(0)
ウナギ	高知市	抗生物質	8. 1. 29	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小計		2(0)
ウナギ	南国市	抗生物質	8. 2. 1	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小計		2(0)
ウナギ	吉川村	抗生物質	8. 2. 26	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小計		2(0)
合 計				8(0)

()内は残留が認められた検体数

(3) 新型伝染性疾病対策

1) 県内における新型伝染性疾病発生状況

魚病名	被害魚種	前年1月から12月の魚病被害状況					
		生産量 (千kg)	被害量 (千kg)	魚病被害 率(%)	生産額 (百万円)	被害額 (百万円)	魚病被害 率(%)
冷水病	アユ	219	12.9	5.9	394	23.2	5.9

2) 関係地域対策合同検討

ア 対象魚病

アユの冷水病

イ 対象魚種

アユ

ウ 関係地域対策合同検討会名：アユの冷水病関係地域対策合同検討会

開催年月日	開催場所	主催県	参加県	主な議題
6.11.6	和歌山県 橋本市	徳島 幹事県 和歌山	栃木、岐阜、長野 静岡、愛知、滋賀 和歌山、神奈川 岡山、福岡、大分 熊本、徳島、高知	冷水病の発生動向 分離手法、感受性検査法の検討 感染試験、治療試験について

3) 病原体侵入防止対策

ア 県内対策会議

対象魚病	対象魚種	開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
冷水病	アユ	7.9.1	土佐山田町	アユ養殖業者	発生状況、防除対策

イ 県内病原体侵入状況調査

対象魚病	対象魚種	対象地域	検体数	調査担当機関	病原体検査実施機関
冷水病	アユ	吉川村	10	内水面漁業センター	内水面漁業センター

4) 抗病性種苗の確保対策

魚病	魚種	実施期間	担当機関	実施内容
冷水病	アユ	7年12～ 8年3月	内水面漁業センター	県内種苗生産施設で生産されたアユについて定期的に細菌検査を行い、冷水病がみられた場合昇温治療による排除を行った

放流稚魚等迷入防止対策について

小松章博・佐伯昭

(はじめに)

河川漁業協同組合が放流をしているアユやアマゴなどの稚魚等が、河川に設置された取水口や排水口に迷入して資源が減耗しているとの報告が漁協関係者からなされているが、その実態は明らかになっていないのが現状である。そこで、これら用水等への迷入状況並びに堰堤等の設置状況を調査し実態を把握するとともに、迷入を効果的に防止する施設構造の検討を行った。また、迷入を防止する技術開発の一環として、高圧直流パルス電流を用いた電気バリアーの効果について検討を実施した。

なお、本事業は「平成7年度放流稚魚等迷入防止対策委託事業（水産庁）」によるもので、本報告は事業実績報告したものを再掲したものである。

1. 目的

河川漁業の主要魚種であるアユを対象として農業用水等への迷入現象を調査し、その実態を把握するとともに有効な迷入防止技術の検討を行い資源の維持・培養に資する。

2. 調査項目

(1) 用水施設等の現地調査

県内の主要11河川のうちアユの天然遡上が見られる区域に構築された堰堤等の設置状況及び用水路等への迷入実態と用水施設の構造を把握する。

(2) 迷入防止対策試験

成熟したアユを用いて直流電流に対する行動の観察を行い、取水施設等への迷入防止対策としての利用可能性を検討する。

(3) 文献等基礎資料収集

アユの行動と各種用水への迷入実態及び防止対策について、各県の試験研究機関の調査文献等の収集、整理を行う。

3. 調査方法

(1) 用水施設等の現地調査

7. 河川の概要

県内の主要河川のうち1級3河川と2級8河川の計11河川を対象とし、調査範囲は本流の天然アユが遡上する区域とした。いずれの河川とも漁業協同組合が放流事業を行っており、中でもアユの放流量が最も多い。アユの放流は毎年3月下旬から5月下旬にかけて実施され、成長の良いものは天然遡上アユとともに6月初旬には友釣りの対象となっている。対象河川の概要は表1及び図1に示した。

4. 調査方法

アユの遡上期である6～8月にかけて各河川に設置された堰堤や取水口、排水口及び用水内への迷入状況や魚道の設置状況を構造図等の資料を参考に目視観察を行った。

表1 調査対象河川の概要

河川名称	流程	平水量	流量	区分	総漁獲量	アユの漁獲量	アユの放流量	備考 (漁協名)
	km	t/s	t/s	級	t	t	t	
野根川	30	—	—	2	5	2	(1)	野根川漁協
奈半利川	55	18	12	2	28	23	3.0	奈半利川漁協
安田川	32	4	—	2	16	16	1.1	安田川漁協
伊尾木川	43	4	—	2	104	74	1.9	芸陽漁協
安芸川	28	—	—	2	67	36	1.9	
物部川	71	13	31	1	33	27	6.6	物部川漁協
鏡川	31	—	12	2	50	25	4.4	鏡川漁協
仁淀川	124	49	101	1	228	190	10.6	仁淀川漁協
新莊川	25	—	—	2	10	9	1.4	新莊川漁協
四万十川	196	48	115	1	1,106	717	10.1	四万十川漁連 ¹⁾
松田川	49	—	—	2	85	62	1.8	松田川漁協
合計	11河川				1,732	1,181	(43.8) 42.8	9漁協 1連合漁協

* : 流程・区分：河川調査、流量：年平均値、漁獲量：1993年農林統計、放流量：1995年度放流実績()に示したのは推定量。
1) : 四万十川漁連は流域4漁協で構成されている。

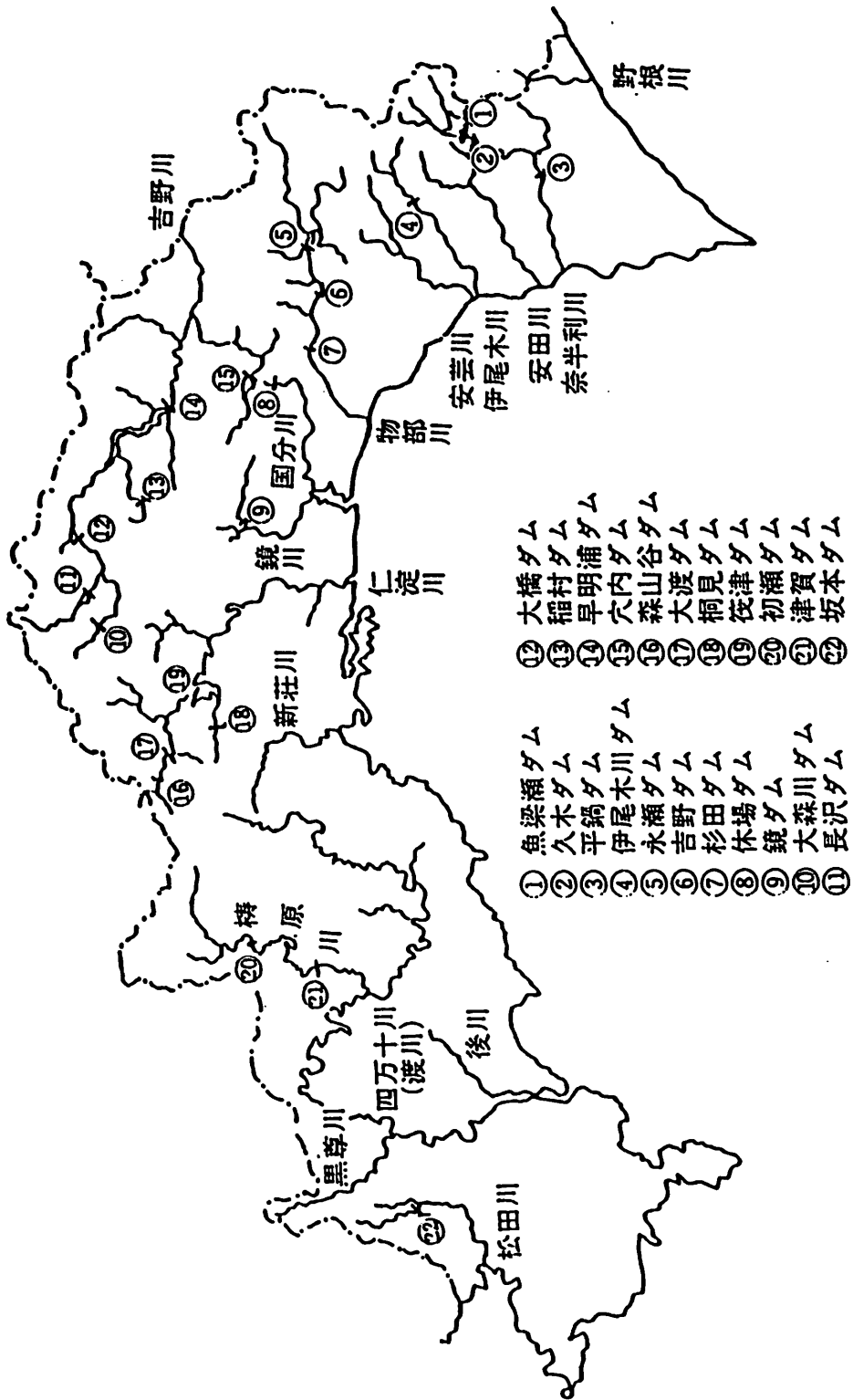


図1 調査対象河川の概略図

(2) 迷入防止技術開発試験

7. 試験概要

迷入現象が発生している水路等の施設に設置する、迷入防止機器の開発をおこなうための基礎試験として、直流パルス電流に対するアユの反応について水槽試験を実施した。

1. 試験方法

試験は、成熟したアユを用いて平成7年11月後半から12月初旬にかけて、当所の屋外水槽で実施した。電気バリアーに対する行動の観察は、電圧・発信周波数・通電時間等を変化させて行った。

① 試験魚及び飼育状況

試験魚は、当所で継代して育成したF9代を用いた。飼育は、貯水量を約5トン（水深0.5m）として行い、注水量は50ℓ／分として、換水率をあげることで昼夜間の水温差を少なくした。飼育期間中の水温は、概ね20～21℃であった。

試験魚は、成熟時期を揃えるために9月下旬から10月初旬にかけて外見上成熟が見られないアユ約170尾を選別し、実験水槽に収容して十分に成熟するまで通常の飼育を行った。試験魚の大きさや成熟状況は、試験期間中に実験によりショック死したものや衰弱した個体を逐次測定して把握した。供試魚の測定結果は表2に示した。

② 試験水槽

試験水槽は、FRP製で長さ7m、幅1.5m、深さ0.8mで容量約8トンのものを1基用いた。水槽は、中央部にブロック（15cm×19cm×38cm）を横に4個積み上げて仕切り、幅0.6mと幅0.8mで長さ5.4m水路を2本作り、幅の狭い水路側に水中ポンプ（450w）を2基設置して循環水槽とした。試験水槽の概要は図2に示した。

表2 電気バリアー試験に供したアユの測定結果

項目	雄 (21尾)				雌 (46尾)			
	体長	体重	生殖腺重量	GSI	体長	体重	生殖腺重量	GSI
最小値	7.2 ^{cm}	5.2 ^g	0.1 ^g	0.3	9.7 ^{cm}	15.0 ^g	1.4 ^g	8.3
最大値	16.1	58.8	11.9	28.6	16.8	108.0	58.5	59.7
平均値	13.1	30.7	4.6	13.7	13.8	53.4	24.7	44.0
標準偏差	1.9	11.9	3.8	—	1.7	22.1	13.0	—

注) GSI = (生殖腺重量/体重) × 100、♂ : ♀ = 21 : 46 (計67尾測定)

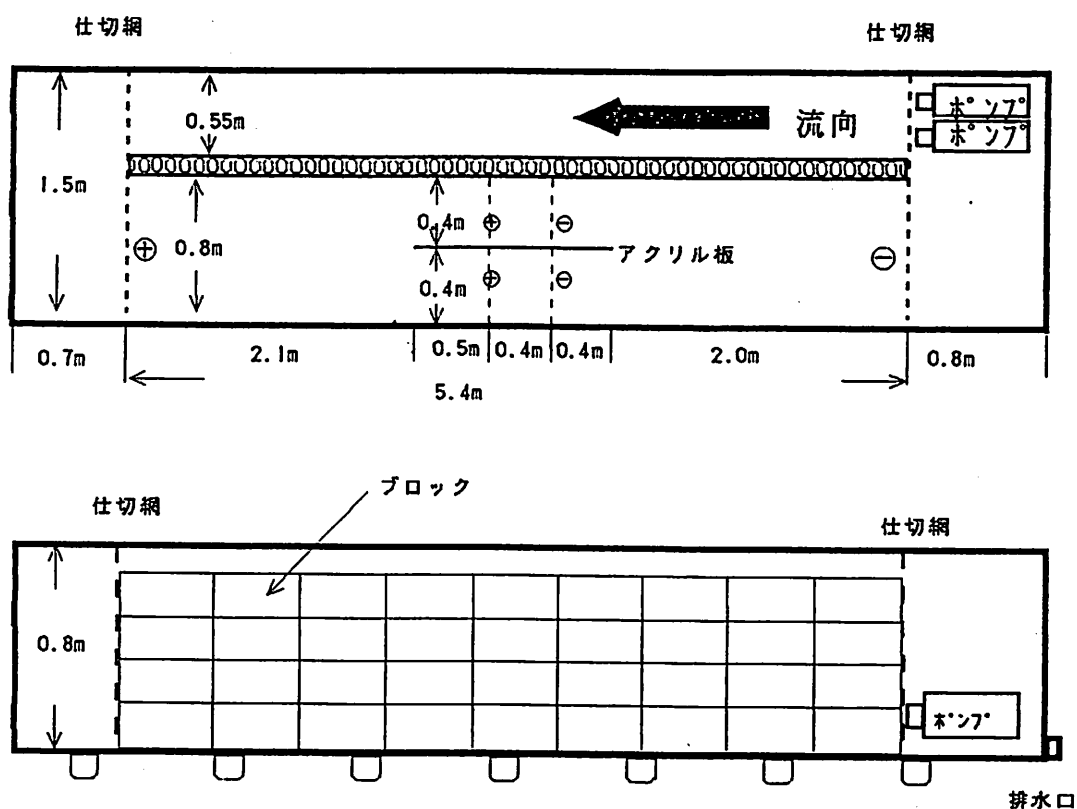


図2 電気バリアーによる忌避試験に使用した水槽

③高電圧直流パルス電流の発生機器について

実験に使用した機器は、主に北米地域で電撃により魚類を採捕するための電気漁具で、スミスルート社製のエレクトロフィッシャーモデル12型を用いた。

この機器の出力電圧は100～1,000V（10段階機）、出力電流は40A（1,000V時）、出力パルス数1～120hz、電源電圧は24V（12A電池）である。なお、当機器は豊橋技術科学大学の中村俊六教授から借用したものである。

④試験条件

直流パルス電流に対するアユの忌避条件は、新潟県内水面水産試験場による稚魚期を対象とした試験、及び熊本県内水面研究所が実施した成魚期を対象とした試験等を参考に、電極の設置方法や電気ショックの条件を設定した。また、電気ショックを与えたときの行動の観察は、水槽から約2m離れた高架上から5～10分間目視を実施した。試験中に麻痺や死亡した個体はそのつど取り除き、生残した個体を用いて試験を継続した。

a. 電極の設置

電極は、幅の広い水路の中央部を絶縁のため、長さ1.3m、高さ0.55mの亚克力板で分割したのち、⊕極と⊖極を0.4m離してそれぞれの通路に設置した。

電極は、真鍮製0.95mの棒金（φ6%）をもちいて作成し、上流側が⊕下流側が⊖になるように水路に直立させた。また、河川の取水施設等に同様の装置を設置して試験をおこなうことを想定して、水路の両端にも同様に上流側が⊕、下流側が⊖になるように電極をセットした。電極の設置状況は図2に示した。

b. 流速

水中ポンプ2基で水流を起こし、水深を調節して流速を変化させたが、いずれでも0.05～0.08m/sの流速しか得られなかった。流速の測定は東邦計測社製の流速計をもちいて行った。

c. 電気ショックの条件検討

機器は、電気ショックの強さを電圧・発信周波数・通電時間を切り換えることで変化させることから、これら組み合わせて試験条件を設定した。電圧は、直流の100Vと200Vとし、発信周波数は1～120hz、通電時間は0.5～8msで行った。100Vの電圧を用いた試験は、電極間の距離を0.4m及び5.4mに設定して行い、200Vの試験は、電極間の距離を5.4mに設定して実施した。また、電極間の距離を0.4mとした試験では、通電路を切り替える試験も実施した。当該機器が出力可能な条件は表3に示した。

表3 電気バリアー条件の試験に使用した機器の出力表

出力電圧 (V)	周波数 (hz)	通電時間 (ms)					
		2	3	4	6	7	8
100	1	1	2	3	4	6	8
	5	0.5	1	2	4	6	8
	10	0.5	1	2	4	6	8
7	15	0.5	1	2	4	6	8
	20	0.5	1	2	4	6	8
1000	30	0.5	1	2	4	6	8
	40	0.5	1	2	4	6	8
	50	0.5	1	2	4	6	8
	60	0.5	1	2	4	6	8
	70	0.5	1	2	4	6	8
	80	0.5	1	2	4	6	8
	90	0.5	1	2	4	6	8
	100	0.1	0.5	1	2	4	6
	110	0.1	0.5	1	2	4	6
	120	0.1	0.5	1	2	4	6

部が
社す
調入
文ル
字捕
がな
るの
件条
で表
がの
時電
有が
る。
い
て
8ms
とし
て
4
80hz
の
発信
は
30
間
効
を
示
し
る
の
を
あ
は
す
は
注
分
魚
の
を
あ
は
す
は

(スミスルト社資料)

(3) 文献等基礎資料収集

河川に放流した稚魚等が用水路等に迷入する現象については古くから知られており、迷入防止技術の開発研究が行われてきた。

近年、このような現象によって放流資源の減耗が協議されていることから、各県の試験研究機関での迷入実態調査や防止技術の開発状況について、アンケート調査を新潟県、熊本県とともに分担して実施した。当県は、四国・近畿・中部・東海の17府県を対象として迷入実態の調査状況と迷入防止技術の開発状況について文献の収集を行った。

4. 調査結果

(1) 用水施設等の現地調査

7. 用水施設等の設置状況

11河川に設置された施設を用途別に区分すると、農業用水施設が64カ所と最も多く、次いで電力用水関連施設18カ所、生活用水施設6カ所、工業用水施設1カ所、この他は砂防堰堤等であった。利水目的は、下流から中流にかけては農業用水や生活用水の取水が多く、中流から上流にかけては発電用の取水が多く、さらに上流は、砂防堰堤が多く設置されていた。河川区分では、1級河川の上流には大規模な発電用施設が設けられ、下流は比較的大きな農業用水の取水施設が設けられている。近年、最後の清流として紹介されている四万十川は、昭和初期に設置された家地川堰堤より上流域が、当県でも有数の稲作地帯であることから農業用水の取水施設が多く設けられていた。1級河川の農業用取水施設は、魚道は整備されているものの取水口への迷入防止対策は未実施のことが多かった。発電用の施設については、魚道も整備され、迷入防止にも配慮されたものも見られた。

2級河川の上流には、発電用施設や砂防堰堤等が多く建設されている。このうち砂防用施設には魚道等の設備が殆ど施されていない。これらの河川は、中流から下流にかけて優良な農業地域であることから農業用水の取水施設が多く設けられていた。これらの施設は小規模であり、魚道は設置されているものの効果が十分に発揮されていないものもあり、また、用水内に魚類の迷入を防止する装置などは未設置のものが多かった。一般に農業用水の施設は、大規模なものから小規模のものまであり、水門の構造は比較的簡単なものが多く、大部分が取水口を鉄板で塞ぐ方式であった。これらの中には、流下物等の流入を防止するための鉄柵が取水口の前面に付けられているものもあるが、幅が10cm以上もあり迷入を防げないものと思われた。ごく小規模の施設では、水門も設けられておらず水路の途中で捨て水を行って取水量を調整しているものが見られた。また、2級河川のうち中流から上流に施設された農業用水等の施設の中には、十分利用されていないと思われるものもあった。迷入を防止する目的で設置された施設としては、奈半利川の平鍋ダムの取水口に設置された音波式迷入防止装置と伊尾木川の伊尾木発電所放水口を改良したバイパス方式であった。また、用水への流入物を防止するために取水口を改良した安田川の鳩岡頭首工の浸透式取水口は、魚類の迷入防止にも非常に有効な施設であった。このほかには、取水口の前面にコンクリート壁を設けた平滑面型防止構造のものや取水口を堰堤から数十メートル上流に設置したものなども、魚類の迷入防止効果が期待される施設であった。

1. 迷入状況について

発電や生活用水は、用水路が地中に埋設されており用水内に迷入した魚類等の観察ができなかった。このうち発電用水については、施設を管理する電力会社等からの聞き取りによると、降河時期のアユが取水口から迷入する事が多く排水口から損傷したアユが排出されて問題となるため対策に苦慮しているとのことであった。一般に発電用の堰堤は落差が大きく、魚道が設置されていないか、されていても設置位置の問題や勾配等が急で十分に機能していないことが迷入の原因となっているようである。

降河アユのこのような迷入防止策として、(株)電源開発は、取水口に幅約5cmのスリット式スクリーンと音波防止装置を設置して迷入を防ぎ、堰堤にアユが集群したところを見計らって降雨時に一齐放水することを行っているとのことであった。また、(株)四国電力は、放水口に遡上期のアユが迷入するのを防止するための検討を重ね、前出したような伊尾木川のバイパス施設などを設置しているとのことであった。農業用水は、大部分が取水口の直ぐ近くから利水するため、殆どの施設が開渠となっていた。用水路の大きさは、1級河川に設置されている毎秒の流量が数トンと大規模なもの以外は、用水路の断面が1m²前後と小規模であった。これらの小規模な用水路内でよく見られる魚類は、オイカワ・カワムツ・ウグイ・ハゼ類などであり、そのほかにはアユやフナ類なども観察された。用水路で採捕したアユは、摂餌できる場所が限られるためかやせた個体が多かった。

用水路内の魚類は、増水時や利水量が減少したときには、取水扉が閉鎖されることから資源として利用されることなく逸失してると考えられる。調査結果は別表2(1-11)に示した。

(2) 迷入防止技術開発試験

高圧の直流パルス電流をもちいた試験を11月18日から12月4日の間に成熟した養成アユを用いて実施した。

7. 電極間距離0.4mでの試験

電圧100V・周波数1hz・通電時間2ms・水深0.5mの条件では、アユは通電直後は驚くためか、通電している側を通過する個体も見られたが、数分後には通電している側は通過しなくなった。この傾向は、通電時間や周波数を大きくするとともに顕著となり、特に周波数を高くするとより鋭敏に反応した。

通電する通路を切り替えた試験でも同様の結果が得られたことから、通路の幅0.4mで電極間の距離を0.4mとした条件では、電圧100V、周波数5hz、通電時間6ms以上ならばこの区域内に侵入するのを防止することが可能であった。

また、試験の一環としてアユが最も忌避する黄色のカラーパネルを通電しない側の通路に設置した試験でも、通電側は通過しないという結果が得られた。試験結果は別表3(7,1)に示した。

1. 電極間距離5.4mでの試験

電圧100V・周波数30hz・通電時間2msの条件では、麻痺する個体や苦悶する個体が見られ、8msで水面を飛び跳ねて狂奔する個体も観察された。

電圧100V・周波数60hzでは、通電時間を4ms以上にすると麻痺する個体が見られ通電を中止しても蘇生しない個体も見られた。さらに、周波数を120hzにすると通電時間が1msでも麻痺して横臥する個体が現れ、この条件で通電時間を4msとすると死亡する個体が見られた。

200Vでは、周波数10hz・通電時間2msで麻痺や横臥する個体が見られ、30hz・2msで全てのアユが狂奔し、死亡する個体も出現した。これ以上の条件では、ほぼ全てのアユが苦悶や死亡するという結果が得られた。結果は別表3(ウ,エ)に示した。

(3) 文献等基礎資料収集

回答があった府県のうち、迷入実態調査や迷入防止技術開発をおこなっているのは、長野県・山梨県・富山県であった。対象魚種は、サケ稚魚(長野)、ヒメマス稚魚(山梨県)、アユ・サクラマス(富山県)で、調査対象とした迷入施設はいずれも発電用・工業用の取水及び排水施設についてであった。調査で得られた文献等は以下のとおりである。

(収集文献等)

1) 長野県水産試験場事業報告

三城・大前：サケ迷入防止にかかわる音波誘導試験 (昭和59年度)

三城・薄井：サケ迷入防止にかかわる音波誘導試験-I (昭和60年度)

三城 : 音響によるサケ稚魚の学習 (昭和61年度)

2) 山梨県水産技術センター

成文報告はなし(本栖湖取水口改造工事概要図: 日本軽金属)

3) 富山県水産試験場研究報告(1995年、第6号)

田子泰彦: 発電用水路に迷入した魚類

5. 考 察

(1) 迷入実態調査

県内の主要河川に設置された農業用水等の取水や排水施設は、土木や農林水産及び企業サイドなどがそれぞれの目的にそって設置しており、これらの施設を統合的に管理する部署や組織などは設立されていなかった。

このため、これらの施設の情報が施設設置者ごとに管理されているため、十分な情報の収集までに到らず、詳細な構造図などの検討ができなかった。

河川の区分別の利用状況については、国が管理する1級河川については近年総合的な利用方策が打ち出され河川の改修計画や公園等への利用計画が策定されているようであるが、県管理の中小規模の河川の総合利用計画等は、ようやく緒についたところではないかと思われる。

今後は、このような中小の河川についても環境保全を図りながら、より効率的に利水を行うとともに「魚にやさしい川づくり」といった意識の啓発を行って行くことが必要であろうと思われる。

(2) 迷入防止対策試験

直流の高圧パルス電流の刺激に対して、成熟したアユはよく反応し忌避行動を取るという知見が得られた。これは、成熟したアユは体長が大きいいため魚体への加電圧も大きいからであろうと推察された。

このことから、迷入現象がみられる用水等の取水や排水施設にこのような直流パルス電流を用いたバリアー装置を設置することで、アユなど魚類の迷入を減少させることが可能になるのではないかと思われる。

特に、電気バリアーによる迷入防止効果は、用水の取水口よりも排水口に設置することで、大きな効果が期待される。

別表1 県内主要河川の用水堰堤等一覧

用途	河川名	堰堤・頭首工・ダム等の名称(河口→上流)	計	
農業用水	野根川	鴨田、長峰、余家、大斗第2、大斗第1	5	64
	奈半利川	田野堰、奈半利堰、加茂堰、柏木用水、崎山堰	5	
	安田川	焼山、東島、間下、与床、鳩岡、東瀬切、島石	7	
	伊尾木川	有井堰、川北堰、奈比賀堰、黒瀬堰	4	
	安芸川	正田、栃の木、長川原、太田、奈路、和田	6	
	物部川	統合堰(町田堰)、合同堰(山田堰)	2	
	鏡川	朝倉堰	1	
	仁淀川	八田堰、高岡用水取水口	2	
	新莊川	高保木、長谷角谷、長竹、中氏、下郷、遅越長田、寺尾、伊才野、首永、平野、古川、笹野	13	
	四万十川	葛切頭首工、越行堰、上秋丸堰、長野堰 いたずりの堰堤、他7堰堤	12	
松田川	河戸堰、高田(1,2)、和田、赤坂中角、淀、神有	7		
発電用水	奈半利川	長山発電所放水口、平鍋ダム取水口	2	18
	安田川	安田川取水ダム	1	
	伊尾木川	伊尾木川発電所排水口、伊尾木ダム取水口	2	
	物部川	杉田ダム	1	
	鏡川	鏡川ダム	1	
	仁淀川	鎌井田放水口、筏津ダム、加枝川発電所放水口 加枝調整ダム、大渡発電所放水口	5	
	四万十川	津賀発電所放水口、家地川堰堤取水口 松葉川発電所排水口、松葉川発電堰堤取水口	4	
松田川	坂本堰堤、坂本ダム	2		
生活用水	安田川	正弘下島、上坪		6
	鏡川	鏡川堰、江の口鴨田堰、鏡ダム(副ダム)		
	新莊川	岡本頭首工		
工業	鏡川	廊中堰	1	1
砂防堰堤	安田川	安田川砂防堰堤(この他に小砂防堰堤2カ所)	3	13
	安芸川	寺内頭首工	1	
	新莊川	赤木砂防堰堤(これより上流に砂防堰堤8カ所)	9	

別表2 県内主要11河川に設置された堰堤等の調査結果

2-1. 野根川(県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
鴨田頭首工 S40.6 40haの灌漑 野.中#.鴨楸船	農業	W:30m H:1.5m L:140m	W:1.5m D:1.2m ゲート式	堰堤左岸 直取水	W:1.5m、D:1m 約200m下流の 分岐点に71、 カマツガ分布	左岸(W:5m、L: 20m)、右岸・ 中央に幅3mの 階段式計3本	改修で魚道整備 アユは水門付近 に約30尾分布
長峰頭首工	//	W:6.7m H:1.5m L:95m	W:1.5m D:1.3m ゲート式	堰堤左岸上 流約50m	W:1.5m D:1.2m	中央に幅5-8m の魚道1本	用水路内にアユ 約50尾を目視し 10尾採捕
余家頭首工	//	W:8.8m H:1.6m L:91m	W:1m、D:1m ゲート式	堰堤右岸 直取水	W:1.5m D:1m	中央(W:5m)、 両岸(W:1m)に 階段式計3本	用水内アユ、 ウグイ、オイカ ワが分布。 アユを採捕
大斗第2頭首工	//	既に撤去され未使用					
大斗第1頭首工	//	W:6.6m H:3m L:42m	無し	堰堤左岸 直取水	W:0.8m H:1m 土砂で埋没	中央(W:5m、H: 4m、L:10m)、左 岸(W:3m、H:4m 、L:15m)階段 式魚道2本	堰堤の中床に2 ~3千尾、魚道 内を数千尾のア ユが遡上。

2-2. 奈半利川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
田野堰	農業	W:15m H:1.6m L:160m	W:3m, D:1m W:2m, D:1m 2水門で2用水を取水	右岸堰堤上 流約70m	W1, D1= 1.5m, 0.6m W2, D2= 1.7m, 0.5m	中央部に幅2mの階段式魚道2本	右岸に個人設置魚道が有るが機能していないH8年魚道改修、用水路内にはアユが数十尾分布
奈半利堰	//	W:16m H:0.5m L:150m	W:2m, D:1m ゲート式	左岸堰堤から直取水、幅2mの用水を約10m引込み分岐して水戻し	W:2m, D:1m	左岸に幅2mの階段式魚道1本、他は斜路1本	降河時期に取水をするとアユが迷入しやすい構造である。
加茂堰	//	W:15m H:0.4m L:90m	W:1m, D:1m ゲート式 流入物防止用幅10cm鉄柵有	堰堤右岸約30m上流	暗渠で用水路の規模不明	魚道無し 幅30mの斜路を中央右岸よりに設置	アユの迷入は殆どない
柏木用水	//	取水口不明					
崎山堰	//	W:10m H:2.1m L:34m	W:1m, D:— 幅10cmの鉄柵	左岸堰堤上 流約100m	W:1m, D:0.5m 野友用水	無し	下流約2kmを流れる用水内には多数のアユが迷入している。
平鍋ダム取水口 長山発電所 放水口 (株)電源開発 S35.7設置	電力	平鍋ダム L:124m H:38m	ダム取水口 W:6.5m, D:8m 2水門 取水口に幅20cmと幅5cmの鉄柵を設置	堰堤右岸 直取水	不明	無し 魚止め	河川水は発電に用水されるため堰堤から放水口の間にはアユは少ない。迷入防止装置として水中マイクを設置し効果をあげている。

2-3. 安田川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
焼山頭首工	農業	W:19m H:2m L:81m	W:1m, D:1m 幅15cmの塵 取柵有り	右岸堰堤上 流約20m	幅約1m	堰堤左右に階 段魚道2本 (W:1.5m, 2m)	用水路内に小型 アユが多数分布
東島頭首工	農?	W:7.3m H:0.3m L:35m	無し	無し	無し	中央に幅2m の階段式魚道	落差工
間下頭首工	農?	用途不明 (床固めのような)					
正弘下島頭首工	農業 生活	W:14m H:1m L:59m	W:0.8cm D:0.8m 幅10cm塵取柵	左岸約2m 上流	W0.8m, D0.8m の暗渠用水	中央に幅5m の階段魚道	右岸の揚水機は 現地になく生活 用水使用は不明
与床頭首工	農業	W:6.1m H:1m L:59m	W:0.6m D:0.5m ゲート式	右岸約20m 上流		左岸に幅2m の階段魚道	
安田川砂防堰堤	砂防	W:20 m H:4.7 m L:85 m	20cm角の穴に 鉄柵幅5cm	堰堤上端底 に20cm角の くり貫き穴	φ20cm×17' で下流へ	左右岸に幅1m の階段式2本 中央に幅1.8m の階段・石打 2本	堰堤が高く魚止 めになっている
鳩岡頭首工	農業	W:2.4 m H:0.5 m L:50 m	φ5cmの穴16 個でしみ出し 方式で取水	右岸堰堤 直取水	φ1mのヒム官	右岸に幅4mの 階段式魚道 幅5mの平斜路	迷入防止構造 小規模取水では 最もよい構造
東瀬切頭首工	農業	W:4.3m H:1 m L:37 m	堰堤直取水 切り込み	堰堤左岸 直取水	幅約30cmの用 水路	堰堤中央に幅 3mの階段魚道	
島石頭首工	農業	W:7 m H:1.5 m L:21 m	50cm角取水口 に幅5cmの柵	堰堤右岸 直取水	50cm角の埋め 込み	中央に幅3m の階段魚道	取水位置が低く 迷入可能性有り
上坪頭首工	生活	W:6.4 m H:1.3 m L:25 m					迷入等は無し

2-4. 伊尾木川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
有井堰	農業	W:19m H:2.8m L:82m	ゲート式 W:1.5m D:0.5m	堰堤左岸より約20m引込んで取水	W:1.5m D:0.5m	魚道はないが水落としが2所あり	降河・遡上期にアユが分布、用水量によっては迷入している
川北堰	農業	W:16.2m H:2m L:79m	ゲート式 W:1.5m D:1m	堰堤上流右岸30m、堰堤横に水戻水門有り	W:1.5m D:0.8m	右岸に幅15mの石埋め魚道 左岸にも石埋め魚道(W:3m)	遡上降河期ともにアユが集群する平瀬であり取水量によっては迷入あり
伊尾木川発電所放水口	発電	伊尾木川ダムより取水	中村式遡上アユ誘導施設 バイパス式 W:5m, D:3m	なし	W:5m, D:3mの約1kmのトンネル	なし	本流よりも排水量が多く、遊泳力の大きな個体が迷入している
奈比賀新井堰	農業	W:20m H:2.9m L:71m	ゲート式 W:0.6m D:0.6m	堰堤上流右岸20m	埋め込み式取水口と同じ大きさ	幅20mの斜路	遡上降河期ともに迷入は少ないと思われる
黒瀬堰	農業	W:8.4m H:0.8m L:32m	W:0.6m D:0.5m 幅5cmの鉄柵	堰堤右岸に直付け水門 水中埋設式	埋め込みで不明だが、取水口と同じ大きさと思われる	堰堤右岸に幅1mの石埋め魚道	魚道の整備を行えばアユは遡上が良好
伊尾木ダム	発電	H:23m L:57m 魚止まり	表層取水	堰堤右岸発電取水	不明	維持放水がされているためダム下は魚溜まりとなっている。	このダムまで天然遡上有り。降河期の放流アユが迷入しているとのこと。

2-5. 安芸川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
正田頭首工	農業	W:10.1m H:1.9m L:71m	W:1.2m D:0.5m	堰堤左岸より約10m用水した所に水門設置	W:1.2m D:0.5m	右岸(W:2m,L:5mの石埋式) 左岸(W:3m,L:10mの石埋式)	用水路中に小型アユ約10尾分布
栃の木頭首工	農業	W:25.4m H:2.2m L:64m	W:3m D:1m ゲート式	堰堤左岸より約40m下流へ用水して取水、一部を戻し	W:4m,D:1m 安芸市内の用水路に通水	両岸に幅1.5mの石埋め魚道2本、中央に幅4mの石埋め魚道1本	取水量が多く下流が減水するため天然アユが遡上しないことが多い。
長川原頭首工	農業	W:7.9m H:1.2m L:35m	無し	堰堤右岸	無し	中央に幅2mの切り欠き	流水なく堰堤下の溜まりにハエ類分布
寺内頭首工	砂防	W:8.6m H:6.1m L:28m	無し	無し	無し	右岸に幅1.5mの折れ曲がり魚道(50m)	魚道も改良の余地有り、砂で埋設、魚止め
太田頭首工	農業	W:6.5m H:2.5m L:38m	無し	堰堤左岸直取水	W:0.5m D:0.2m	左岸側に幅1mの切欠有り簡易ゲート魚道設置	小規模取水だが水量が少ないときには堰堤を遡上や降河は困難
奈路頭首工	農業	W:9.4m H:1.4m L:29m	W:0.7m D:0.3m	堰堤右岸から引込み式	W:0.7m D:0.3m	特に無し 左岸側が落差が少ない(1m)	右岸側に落差を作り、左岸側は落差の無い構造である。
和田頭首工	農業	W:8m H:2.2m L:18m	無し	堰堤左岸	W:0.5m D:0.2m	魚道無し 1.5m、4mの切欠き設置	用水利用は不明

2-6. 物部川 (国管理、一級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
物部川統合堰 (町田堰)	農業	W:42m H:2m L:224m	W:3.5m×3門 D:1m 幅10cmの鉄柵 ゲート式	堰堤左岸より直取水	W:5m, D:1.7m 流域左岸及び 右岸の農業灌 漑用水	堰堤中央部に 幅10mの石埋 め式魚道2本	取水量3~9t/s 下流域は減水
物部川合同堰 (山田堰)	農業	W:67m H:3m L:129m	W:7m D:3m ゲート式	堰堤右岸より直取水	W:5.7m D:1.6m 高知平野広域 の灌漑用水	W:10m, L:50m の階段式魚道 1本	取水量8.5t/s 少量だが左岸側 取水有(0.2t/s)
杉田ダム	電力	魚道等は設置されておらず、堰堤は魚止まりとなっている(H:44m, L:141m)					

2-7. 鏡川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
廊中堰	工業	W:13.6m H:2.9m L:93m	無し	左岸	不明	堰堤右岸	工業用水は地下 取水している
鏡川堰	生活	W:18.4m H:2.5m L:96m	ゲート式	堰堤左岸 直取水	W:5m D:1.5m 市内疎水		江戸時代より高 知市内の生活用 水、飲料水
江の口鴨田堰	生活	W:60m H:2.9m L:87m	ゲート式	左岸直取水 右岸直取水	W:2m, D:1m 江の口川用水 朝倉用水		
朝倉堰	農業	W:27m H:1m L:146m		右岸直取水	朝倉用水		
鏡ダム (副ダム)	生活	W:10m H:45m L:150m	高知市及び周辺域の生活用水であり魚止めとなっている。 副ダム：鏡ダムの下流にあって、流下水量の調整をしていると思われる。				

2-8. 仁淀川 (国管理、1級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
八田頭首工	農業	W:73.5m H:5m L:315m	3.5m×1.5m ゲート式4門 取水量6.5t/s 幅10cmの鉄柵	堰堤左岸から直取り	W:5m D:1.6m	幅5m石埋め魚道が3本	遡上降河期ともアユその他魚類が多く迷入
高岡用水取水口	農業	なし	5m×2m 2門 幅10cmの鉄柵	右岸より直接取水 堰堤なし	W:5m D:2m	なし	魚類が多く迷入
鎌井田放水口 (筏津ダム放水)	電力 治水	なし	W:8m, D:3m 幅15cm鉄柵 ゲート式	なし			放水量が多くあゆその他魚類が放水口に蟻集、好漁場となる 流速が速く遡上は困難
筏津ダム取水口	電力 治水	W:25.3m H:25.5m L:142m	幅4m×2門 水深は不明	堰堤の右岸側から直接取水	不明	右岸取水口部に長さ約100mの魚道設置 W:5m, D:0.5m 並行に2本	鎌井田放水口へ放出、アユの遡上が多く魚道としては好例 ダム下流減水区
加枝川発電所 放水口	電力	無し	幅5mのゲート 4本、水深不明	無し	不明	無し	本流の流量よりも放水量が多く多くのアユが迷入する
加枝調整ダム	電力	W:44m H:9.9m L:117m	ゲート式 10m×2本 測定できず	堰堤右岸から直取水	不明	堰堤左岸に幅2mの階段式魚道が2本	加枝川発電所取水ダム、ダム直下水少量、魚止め、水量の多い時は遡上可、堰堤左岸に大崎ダム放水口有り
大渡発電所 放水口	電力	大渡ダム W:256m H:96m L:325m	不明	不明	W:10m, D:5m 発電用水放出	無し	本流より水量多く迷入有り、迷入防止対策不明

2-9(1). 新莊川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
岡本頭首工 (上水道取水)	生活	W:14m H:1.2m L:60m	無し	左岸堰堤上 流約70m	不明	堰堤右岸幅3m の階段式魚道	魚道、床上にアユが集群
高保木頭首工	農業	W:10m H:0.3m L:84m	W:1.5m, D:1m 15cmスリット柵 ゲート式	堰堤左岸直 取水	W:1.5m D:1m	右岸幅10m、 左岸幅2mの 階段式2本	堰堤が砂利で埋 まり堰堤機能が 低下
長谷角谷頭首工	農業	W:10m H:1m L:80m	W:1.5m D:1m ゲート式	堰堤右岸直 取水	W:3m D:1m	右岸側に幅2 m階段式1本	堰堤中央部が中 州になり堰埋没 左岸側は落差工
長竹頭首工	農業	W:12m H:0.7m L:127m	W:1.8m D:1m ゲート式	堰堤右岸端 から約30m 引込み取水	W:2m D:1m	中央部に幅3 mの石埋め式	堰堤左岸寄りが 下流へ屈曲
中氏頭首工	農業	W:8m H:0.9m L:150m	W:1.8 m D:0.4 m ゲート式	堰堤左岸直 取水	W:1.8m D:0.4m	魚道は無し	水門前をアユ、 ハエ類が遊泳
下郷頭首工	農業	W:16m H:1.0m L:101m	W:1.5m D:不明	堰堤右岸直 取水	未調査	右岸に幅3mで 下流部が折り 返し階段魚道	堰堤途中に切欠 き2カ所あり
遅越頭首工	農業	W:20m H:0.8m L:66m	W:1.8m D:1m ゲート式	左岸堰堤上 流約30mか ら引込み	W:2m D:1m	左岸に幅6m 階段式魚道	用水路内にハエ 類が多数分布
長田頭首工	農業	W:18.6m H:1.3 m L:78 m	W:0.6m D:0.8m ゲート式	堰堤右岸直 取水	W:0.6m D:0.8m	右岸から3m位 置に幅2mの階 段式魚道1本	水門前にハエ類 分布
寺尾頭首工	農業	W:15.8m H:1.0 m L:68 m	W:0.6m D:0.5m ゲート式	左岸堰堤直 取水幅3m 40m引込み	W:1m D:0.5m	堰堤左右岸に 幅2mと1mの階 段式魚道2本	用水路内に材か かムツが迷入
伊才野頭首工	農業	W:11m H:1.0m L:106m	W:0.6m D:0.5m ゲート式	堰堤右岸 直取水	W:0.6m D:0.5m	堰堤中央部 幅3mの石埋め 式魚道1本	堰堤下にアユが 蝸集

2-9(2). 新莊川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
首永頭首工	農業	W:4m H:0.3m L:56m	未調査	堰堤左岸直取水	未調査	無し	極小規模
平野頭首工	農業	W:10m H:0.7m L:70m	W:0.5m D:0.6m ゲート式	堰堤左岸直取水	W:0.6m D:0.2m	堰堤左岸に幅1.8mの階段式1本	用水路中にハエ類が多数分布
古川頭首工	農業	W:6m H:1m L:82m	W:0.6m D:0.5m 上下に2門	右岸直取水	W:2m, D:0.3m	右岸沿いに幅2m階段魚道	魚道が2段落としである
笹野頭首工	農業	W:2m H:0.3m L:74m	W:0.6m、D:0.5m、ゲート式 10cmの鉄柵	堰堤左岸約5m上流	取水口から50m下流まで暗渠で不明	無し	堰堤下にアユが集群
赤木砂防堰堤 (砂防N02)	砂防	W:25m H:6.4m L:34m	無し	無し	無し	右岸沿いに幅1mの折れ曲がり魚道	魚止めで魚道の効果は不明
これより上流に砂防堰堤が8カ所設置されている。							

2-10. 四万十川 (国管理、1級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
津賀発電所放流	電力	津賀ダム	この放水口から家地川堰堤間は減水区で放水口周辺にはアユが集群する。				
家地川堰堤	電力 発電	W:5m H:8m L:113m	W:10m D:不明 幅5cmの鉄柵	堰堤左岸 用水路50m から取水	暗渠で不明	左岸取水路に 並設して折り 返し式の階段 魚道1本	下流は減水しア ユの遡上が妨げ られている。降 河時にアユが迷 入し発電所排水 口から損傷排出
大井野	詳細不明						
葛切頭首工 S40.3設置	農業	W:10m H:5m L:105m	W:4m、D:0.5m ゲート式、幅15 cmの鉄柵、取 水口下に水戻 し有り	左岸堰堤 直取水 取水門から 約10m下に 水量調整門	W:1m、D:1m 大規模の堰堤 にしては取水 量が少ない	両岸から20m 部に幅5mの階 段魚道が2本	用水路中にハエ ウグイ類が分布 降河時期にはア ユの迷入も有る と思われる
越行堰	農業	W:3m H:3.5m L:110m	W:2m、D:1m 水落門と併設	堰堤左岸か ら約100m下 流へ引込み	W:2m、D:1m 水量は多い	堰堤左岸用水 部に幅20mの 階段魚道併設	降河時期のアユ は迷入すると思 われる。
松葉川発電所 放水口	電力	無し	無し	無し	W:3m、D:0.5m L:10m	無し	排水口が短く迷 入は少ない。上 流堰堤から用水
上秋丸堰	農業	W:5m H:4m L:100m	形状不明 調査困難 ゲート式	堰堤左岸上 流約5m	W:1.5m D:1m	右岸に幅2m、 左岸に幅7-8m の階段式魚道 有り	
松葉川発電堰堤	電力	W:3m H:1.5m L:96m	ゲート式 W:4m、H:2.5m 幅20cmの鉄柵	堰堤左岸か ら直取水	埋設で不明	右岸側に幅3 mの階段魚道	松葉川発電所用 水、ハ類分布、 用水量多い
長野堰堤	農業	W:10m H:2.5m L:110m	ゲート式 確認困難	堰堤左岸か ら直取水	水門までの間 約50m、水路 は未確認	中央左岸より 幅5m斜路式	
いたずりの堰堤	砂防 農業	H:2.5m L:36m	無し	無し	無し	不明	
本流には、この他に7カ所の小規模堰堤が設置されている。							

2-11. 松田川 (県管理、2級河川)

堰堤等名称	用途	取水堰堤	水門形状	取水位置	用水路規模	魚道の設置	備考
江戸堰	農業	W:30m H:2m L:105m					江戸時代史跡で 大規模改修中
高田頭首工 (下流に落差工)	農業	W:15.3m H:1.5m L:70m	W:1.5m D:1-1.3m ゲート式	堰堤右岸直 取水	W:1.5m D:1.3m	中央部に幅5m の階段式2本	用水路の中にア ユのはみ痕あり 濁りでアユ見え ず、ナヒ類確認
和田頭首工 (両淵前曲構造)	農業	W:10m H:1.2m L:92m	ゲート式 W:1.8m D:1m	堰堤左岸直 取水	W:1.8m D:0.5-0.6m	階段式魚道中 央部2本	用水内にアユの はみ痕あり
赤坂中角頭首工 赤坂水利組合 (S42.5)	農業	W:26.2m H:1.5m L:92m 水落方式	ゲート式 右岸:W:1.2m, D:1m 左岸:W:60cm, D:60cm	右岸直取水 10m程引込 で水門設置 右岸直取水 約100m下流 に水門	両用水とも埋 め込み式で用 水路は見えず	右岸から1/3 と2/3の位置 に幅5m、3mの 階段式魚道2 本	右岸取水口は、 堰堤の前にコン クリ製水中がけ を付け迷入防止 。降河アユには 効果期待可
淀頭首工	農業	W:7m H:1m L:71m	W:1.5m D:0.6m ゲート式	堰堤右岸か ら用水路引 込み約15m	埋込み式で用 水路の規格は 不明	堰堤中央に幅 2mの魚道 (L: 50m) 1本	右岸水落としに アユ魚群有。 魚道の検討可
神有頭首工	農業	W:16m H:1m L:95m	W:1m D:0.5-1m ゲート式	堰堤右岸よ り約5m上流	調査不可	中央部 (W:5m, L:30m) 右岸部 (W:3m, L:30m) 計2本	床部にアユが集 合している
坂本堰堤	発電 砂防	W:13.3m H:5.6m L:43m	無し	無し	無し	右岸に幅1m 階段式1本	魚止まり
坂本ダム (多目的ダム)	工業 電力 生活	高知県西南工業団地用水の確保を目的とした多目的ダムで現在建設中である。					

別表3 電気バリアーによる水槽試験結果
3(7). 電圧100V、電極間距離0.4m

月 日 (水温)	電気条件		観 察 経 過	備 考
	周波数	時間ms		
11.18 (20.4)	5 5	1 2	電極側を通過する個体有り ⊕電極の0.5m以内に近づかない	水深0.5m、流速0.05m/s
11.19 (20.6)	1 60	2 30A<	アユは近づかない AC100Vを使用：衝撃が強く♀1尾死亡	水深0.5m、流速0.05m/s ブレーカー切断
11.20 (21.0)	1 1 1 1 5 15	2 3 4 8 1 8	殆どが忌避(2/16尾が通過する) 電極の0.5m以内には近づかない 電極を設置した側は通過しない // // //	水深0.5m、流速0.05m/s 試験的に♀を電極間に投入したが 刺激で放卵するものは無し。 発信周波数を上げることで効果が 期待できる。
11.22 (20.6)	5 1 1	1 6 3	電極を設置した側は通過しない // 驚かすと電極側も通過するが、落ち着くと 通過しない、無通電側は通過。	通路の左右(ⒶⒷ)に電極を設置 して、これを交互に切り替えて試 験を実施。 水深0.5m、流速0.05m/s
11.24 (19.9)	5 1	1 3	電極側を避けて通過する。	水深0.5m、流速0.05m/s
11.29 (20.1)	5 15 1 1 1	1 8 8 3 4	通電する電極の経路を左右変えても電極 の無い通路を通過し、同じ結果となる。 電極側にはアクリル板から約0.5mに近づ くと反転して遠ざかる。 電極側から1m以内には近づかない。電 極設置域を通過する個体も、電極のない 側を高速で通過。 電極設置域を通過しない。 学習によるものか電極域を通過しなくな り、通過した個体も無通電側を移動。 電極域は殆ど通過しない。	水深0.3m、流速0.075m/s 収容尾数約50尾 実験していくに従ってアユが耐性 を示すようになる。
11.30 (19.7)	1	6	通電側は通過しない。100V, 5hz, 6ms以上 ならば有効。100V, 1hz, 1msであっても、 脅かさなければ効果が期待される。	水深0.5m、流速0.05m/s 収容尾数約50尾
12.4 (19.9)	1	2	Ⓑ側はアユが上下するがⒶ側は通過しな い。Ⓐ側は近づいても引返す。 Ⓐ側は⊕側からも⊖側からも入らない。 下流から上流へ移動するときは必ずⒷ側 を通過し上流から下流へ移動するときは 希にⒶ側を通過する個体が見られた。	水深0.5m、流速0.05m/s Ⓐ側に電極設置 上流を⊕下流を⊖とする 電極間距離0.4mで試験 供試魚は約40尾

3 (イ). 電圧200V、電極間距離0.4m

月 日 (水温)	電気条件		観 察 経 過	備 考
	周波数	時間ms		
11.29 (20.1)	1	2	無電極側は通過する個体有り。両電極の1m以内に近づかない。脅かすと電極側も通過するが死魚はない。追っても通過せず、電極域には近づかない。	水深0.3m、流速0.075m/s
	5	1		

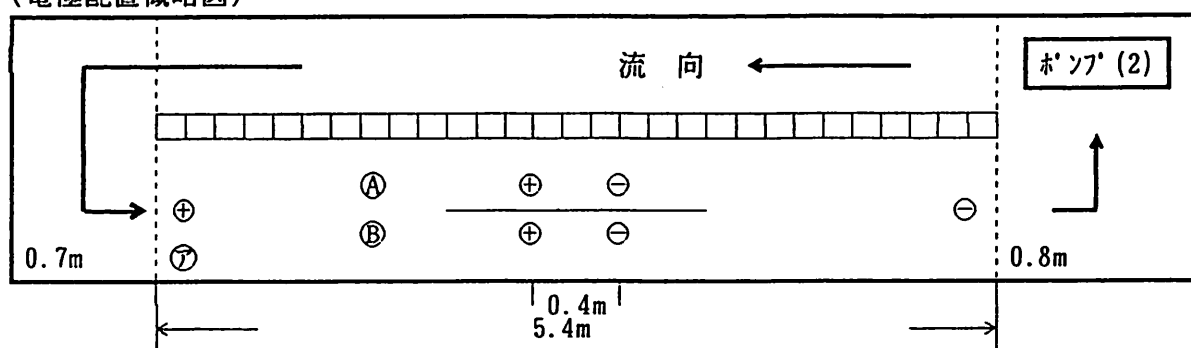
3 (ウ). 電圧100V、電極間距離5.4m

月 日 (水温)	電気条件		観 察 経 過	備 考
	周波数	時間ms		
11.30 (19.7)	60	8	狂奔して死亡する個体あり (3尾)	水深0.5m、流速0.05m/s、水槽の両端に電極を設置 (上流を⊕、下流を⊖) 触感: 100V.8ms.1~10hz弱痛感有
	30	0.5	反応する	
	30	8	麻痺遊泳不能個体有 (横臥流下)	
12.4 (19.9)	1	2	電極間のアユは逃げまどい、どちらかといえば⊖側に集まる	水深0.5m、流速0.05m/s 収容尾数約40尾。狂奔、横臥した個体のうち通電を停止した後にすぐ遊泳する個体と、呼吸はしているが放置しても遊泳までに長時間を要する個体があり。
	1	4	同上	
	1	8	通電後に飛び跳ね個体出現	
	5	1	全体に落ち着かず水槽内を行き来する。飛び跳ね個体あり	
	5	2	どちらかといえば⊖側に集まる。底層で1尾静止する	
	5	4	全体が⊕側へ移動、2msで静止した個体が動き出す	
	5	8	通電後着底していた個体が動き出す	
	10	0.5	⊕側に移動	
	10	1	⊕側に移動	
		2	1尾着底して静止	
		4	流下して動かなくなる (取上)	
		8	全体に動きが速くなる	
	15	2	慣れのためか大きく反応せず	
		4	〃	
		8	〃	
	30	1	全体に落ち着かない	
	2	1尾苦悶、全体に動きが鈍る		
	4	着底した1尾動かなくなる		
	8	狂奔個体出現		
60	1	全体に動かず着底し出す		
	2	〃		
	4	1尾麻痺流下 (取り上げ)		
	8	2尾麻痺流下 (取り上げ)		
120	1	横臥個体出現		
	2	〃		
	4	狂奔個体あり (⊕電極付近で1尾死亡)		

3 (エ). 電圧200V、電極間距離5.4m

月 日 (水温)	電気条件		観 察 経 過	備 考
	周波数	時間ms		
11.30 (19.7)	1 5	8 1	1尾死亡 1尾死亡、麻痺个体出る	水深0.5m、流速0.05m/s 200V.1hz.2ms強痛感有 200V.5hz.4mで十分忌避効果有り
12.4 (19.9)	1 5 10 15 30 60 120	2 4 8 2 4 8 2 4 8 2 4 8 2 4 8 2	着底个体あり " 全体に着底して動かず 全体に余り動かず 若干速く動く个体あり ⊕電極側の㊦の位置に集まる " ㊦の位置に集まる。 麻痺横臥个体有り(1尾取上) 麻痺と狂奔个体あり(1尾取上) 横臥个体多い。停電で遊泳 狂奔と麻痺个体あり、停電で復帰後遊泳 狂奔後横臥个体出る(1尾取上) 全个体狂奔後横臥苦悶 全个体狂奔、3尾死亡 " "、6尾死亡 " "、2尾死亡 2尾死亡	水深0.5m、流速0.05m/s 供試魚約40尾 苦悶、暴れ、横臥个体のうち通電を停止した後にすぐ遊泳する个体と、遊泳までに長時間を要する個に分かれる。

(電極配置概略図)



新品種作出基礎技術開発事業
(アユの高・低水温系品種作出技術開発試験)

桑原秀俊、西山勝

【要約】

本事業は水産庁研究委託事業「平成7年度新品種作出基礎技術開発事業」により実施したもので、この報告は平成7年度に当該事業報告したものを再掲したものである。

- 1) 高水温飼育(25℃)では、海産F1および海産とリュウキュウアユの交配F1ともに、仔魚期高水温選抜群の成長は無選抜群よりも優れ、選抜効果が期待されることがわかった。一方、低水温飼育(15℃)では、選抜効果が認められず、高水温系のリュウキュウアユは低温適応型品種作出の原種として適切ではないと考えられた。
- 2) クロソク魚の水温特性について、いずれの飼育水温(25℃、15℃)でも海産系クロソク2家系は対照の海産F1に比べて、成長率及び生残率が低く、ヘテロクロソクは最も良い成長率および生残率を示した。また、クロソク3家系の水温ショック耐性は高水温耐性は高いが低水温耐性は極端に弱い家系があり、ホモ型の均質性が顕著に現れた。
- 3) 雄性ホルモン¹の投与レベルが0.1、0.5及び1.0 μ g/g飼料の3試験区と、0.4 μ g/g飼料の5試験区を設け、成熟時の生殖腺を観察したが、いずれの試験区においても偽雄は出現しなかった。

偽雄の作出については、ホルモン¹処理のほか卵割阻止型雌性発生2倍体の雌雄同体魚から自家受精により作出したクロソク魚のなかに、73%が両性となる家系があり、今後このような家系の収集に努めることで、全雌生産の簡便化を図る方向も考えられた。

【目的・背景】

高水温あるいは低水温に適応範囲が広いアユの品種開発は、養殖生産時期の制約や山間部等の立地条件の制約を軽減させ、養殖生産性の向上に寄与できる。また、水温特性は様々な形質に関与する基本的特性であり、それらを明らかにすることは育種研究上の重要な知見となる。

本研究は海産アユ¹およびリュウキュウアユを用いて、交雑法、選抜法及び雌性発生法による高・低水温系品種の育種技術開発を目的とする。

【方法】

1 仔魚期高、低水温飼育選抜群の水温別飼育試験

1) 高水温飼育試験

海産F1の選抜群と無選抜群、海産A1とリュウキュウA1の交雑種である海産♀×リュウキュウ♂(F1)の選抜群と無選抜群、及びリュウキュウA1の5群を水温25℃で飼育し成長を比較した。選抜群とは、仔魚期10日間(2日令～11日令)を水温23℃で飼育し、生残魚をその後常温で飼育したものである。また、それぞれの飼育区にはヘロクローン(1994-EX98)を半数混合し、水槽間の比較指標とした。供試魚は平均体重約3gで500l水槽に100尾収容し、日間給餌率を4%とし7月19日～8月18日の30日間飼育した。

2) 低水温飼育試験

海産F1及び海産♀×リュウキュウ♂(F1)の選抜群と無選抜群、湖産の5群を水温15℃で飼育し成長を比較した。ここでの選抜群は、仔魚期10日間を水温10℃で飼育した生残魚である。上記試験と同じく収容尾数100尾のうち、半数はヘロクローンとした。日間給餌率を3%とし、30日間飼育した。

2 海産系クローン魚の形質評価

1) 水温別飼育試験

同一系統から作出したクローン2家系及びヘロクローン1家系について、飼育水温を25℃及び15℃に設定し、32日間の飼育を行った。それぞれの試験区には、区間対比のため海産F1を混合して飼育した。

2) 水温ショック試験

33℃または1℃に所定時間浸漬後、20℃に戻して30分後の蘇生率により、水温ショック耐性を判定した。供試魚は海産系卵割阻止型雌性発生2倍体(以下、海産系GBという。)及びクローン3家系である。

3 偽雄作出条件検討

1) テストステロン投与濃度の検討

m-テストステロンを配合飼料1gあたり0.1, 0.5及び1.0 μ gの濃度に調整し、天然海産を親魚とするGBに20日令から150日令まで投与した。投与期間中の給餌は4回/day、ほぼ飽食する量を与えた。飼育水の水温は18℃であった。引き続き同じ200lの水槽で、ホルモンを添加しない配合飼料を与え、310日令まで飼育して雄化を調べた。

2) 初代クローンの偽雄化

ヘロクローン作出のための偽雄を得ることを目的に、初代クローン5家系にm-テストステロン(0.4 μ g/g・飼料)を投与し、その後通常飼育して性熟した個体の雄化を調べた。

【結果】

1 仔魚期高、低水温飼育選抜群の水温別飼育試験

1) 高水温飼育試験 (25℃)

初期平均体重の区間差の検定結果を表1に示したが、海産F1がリュウキュウF1を除く試験魚より有意に大きかったほかは、試験区間に有意差はなかった。

表1 高水温飼育初期・終了時における体重の平均値の差の検定 (T検定)
※はP<0.05で有意差あり (上段：初期体重 下段：終了時体重)

	リュウキュウF1	海産F1選抜	海産F1	海産×リュウキュウ選抜	海産×リュウキュウ
リュウキュウF1					
海産F1選抜	※		※		
海産F1	※			※	※
海産×リュウキュウ選抜		※			
海産×リュウキュウ	※			※	

飼育結果を表2に示した。30日間の飼育で開始時の平均体重約3gから6~7gに成長したが、終了時の体重差はリュウキュウF1が有意に大きく、初期体重差のあった海産F1はリュウキュウF1以外の試験区との有意差はなくなった。日間成長率を見ると、海産F1選抜群と海産×リュウキュウF1(F1)選抜群は同等の2.7%、リュウキュウF1がそれに次いで2.5%であった。選抜を行わなかった海産×リュウキュウF1(F1)は2.3%、海産F1は2.0%であり、いずれも選抜群の成長に及ばなかった (図1)。

区間対比のため対照として混合飼育したヘテロロンは、3区を除く全ての飼育区で成長が劣った。さらに、5区ではヘテロロンのみに皮膚に点状出血を伴う疾病が発生し、成長・生残率ともに最も悪かった。このためヘテロロンを指標に品種間の比較を行うことはできなかった。

表2 選抜群の水温別飼育結果 (25℃)

飼育期間：7/19~8/18(30日間)

	1		2		3		4		5	
	リュウキュウ	コントロール	海産F1 (選抜)	コントロール	海産F1	コントロール	海産×リュウキュウ (選抜)	コントロール	海産×リュウキュウ	コントロール
開始時尾数	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
開始時平均体重(g)	3.39	3.06	2.67	3.12	3.52	3.18	2.96	3.00	3.00	2.98
標準偏差	0.8	0.27	0.53	0.27	0.97	0.27	0.61	0.27	0.55	0.27
終了時尾数	42	44	46	43	45	40	44	42	44	30
終了時平均体重(g)	7.10	4.86	6.04	5.46	6.32	6.27	6.65	4.49	5.95	3.95
標準偏差	1.81	0.75	0.92	0.62	1.68	0.73	1.23	0.41	1.13	0.37
生残率 (%)	84	88	92	86	90	80	88	84	88	60
増重量 (g)	160.0	84.7	161.8	106.8	132.6	140.5	173.8	70.4	137.5	50.2
平均体重増加比率	2.10	1.59	2.26	1.75	1.79	1.97	2.25	1.50	1.98	1.33
総給餌量(g)	536.7		478.2		554.5		496		432	
日間給餌率(%)	4.2		3.9		4.1		4.2		4.1	
餌料転換効率(%)	45.59		56.18		49.26		49.23		43.44	
日間成長率(%)	2.50	1.55	2.76	1.88	1.97	2.29	2.73	1.35	2.30	0.94
成長率対比	1.61		1.46		0.86		2.02		2.44	

コントロール：ヘテロロンEIX98

(選抜)：仔魚期23℃10日間高温選抜群

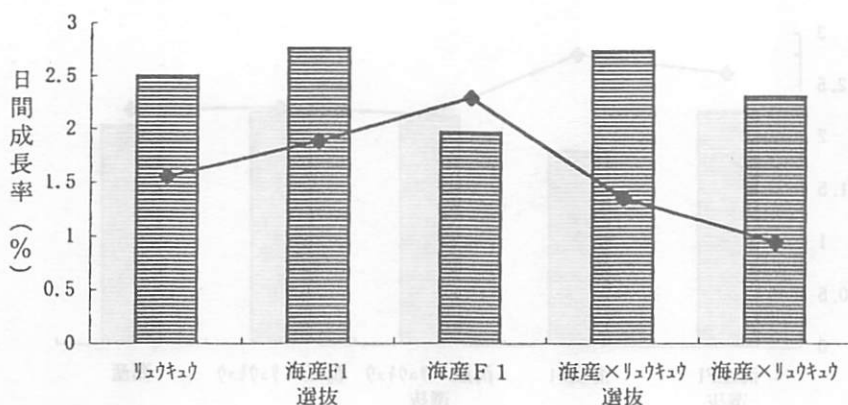


図1 高水温飼育時(25℃)の成長比較

—◆— 対照 (ヘテロクロン)

2) 低水温飼育試験 (15℃)

当初、5区同時に開始したが、一部水槽にトラブルが生じたため、海産F1選抜、無選抜の2区は7月19日～8月18日(30日間)の飼育だが、海産×リュウキュウF1(F1)選抜、無選抜と湖産の3区は8月22日～9月21日(30日間)と飼育期日が異なった。そのため、初期平均体重は飼育期別で異なった。

したがって、同じ飼育期内の比較に止めると、まず海産F1の選抜群、無選抜群間では、初期平均体重及び終了時平均体重ともに有意な差はなく、また日間成長率にも差は認められなかった。次いで海産×リュウキュウF1(F1)の選抜群、無選抜群及び湖産間については、初期平均体重に差があったため終了時体重差の比較はできず、また日間成長率の差も認められなかった(表3、図2)。

高水温飼育と異なり、低水温飼育ではヘテロクロンの成長停滞は見られず、同じ飼育期内では区間差も僅少であったので、ヘテロクロンを指標として飼育時期の異なる海産F1、海産×リュウキュウ及び湖産の比較が可能と考えられた。ヘテロクロンの日間成長率を1とした成長率対比は、海産F1無選抜群が0.67とやや劣る以外は0.86～0.99とほとんど差がなかった。

表3 選抜群の水温別飼育結果(15℃) 飼育期間: 6, 7区; 7/19~8/18(30日間) 8, 9, 10区; 8/22~9/21(30日間)

	6		7		8		9		10	
	海産F1 (選抜)	コントロール	海産F1	コントロール	海産×リュウキュウ (選抜)	コントロール	海産×リュウキュウ	コントロール	湖産	コントロール
開始時尾数	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
開始時平均体重(g)	3.38	2.98	3.66	3.06	6.61	6.37	4.78	5.17	8.17	7.34
標準偏差	0.97	0.27	0.57	0.27	0.98	0.41	0.79	0.8	1.16	0.61
終了時尾数	49	49	50	47	49	50	45	50	46	48
終了時平均体重(g)	6.58	6.46	6.35	6.98	12.62	12.22	9.22	10.11	15.16	14.26
標準偏差	1.14	0.69	1.67	0.8	1.88	0.82	2.01	1.68	2.64	1.42
生残率(%)	98	98	100	94	98	100	90	100	92	96
増重量(g)	157.5	172.2	134.3	189.0	294.4	292.4	208.0	247.4	335.9	332.7
平均体重増加比率	1.95	2.17	1.73	2.28	1.91	1.92	1.93	1.96	1.86	1.94
総給餌量(g)	397.8		428.4		694.5		531.6		813.9	
日間給餌率(%)	2.8		2.9		2.5		2.5		2.5	
餌料転換効率(%)	82.88		75.47		84.49		85.67		82.15	
日間成長率(%)	2.25	2.61	1.85	2.79	2.18	2.20	2.21	2.26	2.08	2.24
成長率対比	0.86		0.67		0.99		0.98		0.93	

コントロール: ヘテロクロンEX98

(選抜): 仔魚期10℃10日間低温飼育選抜群

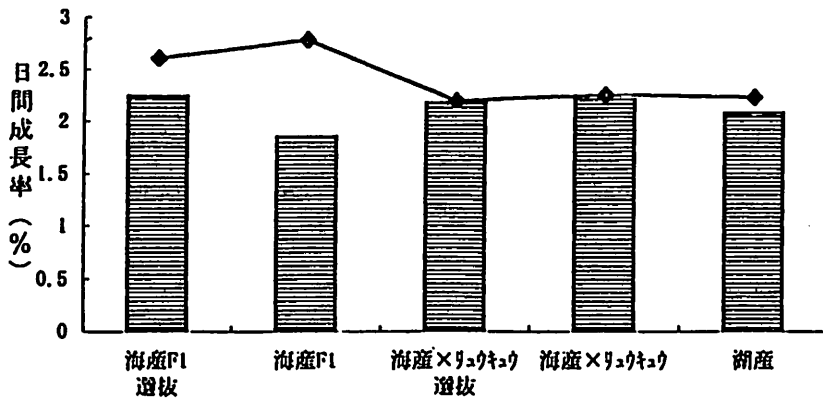


図2 低水温飼育時 (15°C) の成長比較

—◆— 対照 (ヘテロクローン)

2 海産系クローン魚の形質評価

1) 水温別飼育試験

クローン2家系はいずれの水温区においても42~64%と死亡率が高く、成長は対照と比較して著しく劣った。一方、ヘテロクローンでは、対照に比べて生残率には差がなかったものの、成長率は対照を上回り、雑種強勢の効果が認められた(図3)。

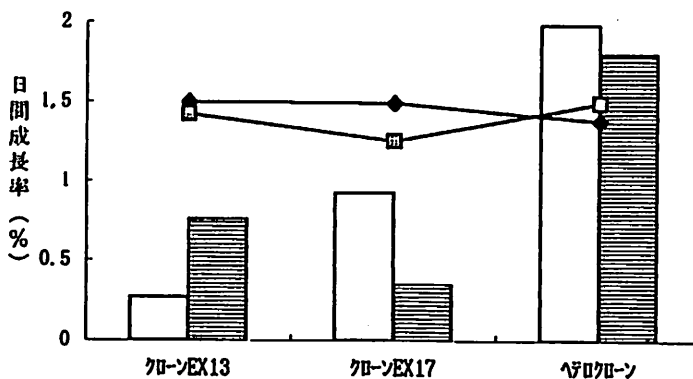


図3 クローンの評価 (水温別飼育結果)

□ 15°C ▨ 25°C
 ◆ 15°C海産F1 □ 25°C海産F1

2) 水温ショック試験

同一系統から作出したクローン3種のうち、クローンEX64は33°C、8分間の高水温耐性が最も高く蘇生率は74%であったが、1°C、3分間の低水温耐性では蘇生率は9%と極端に低く、高水温型の形質であった(図4, 図5)。対象的にクローンEX56は低水温型に属すると見られるが、供試尾数が少ないため再確認の必要があった。また、クローンEX36は両者の中間型の形質であった。

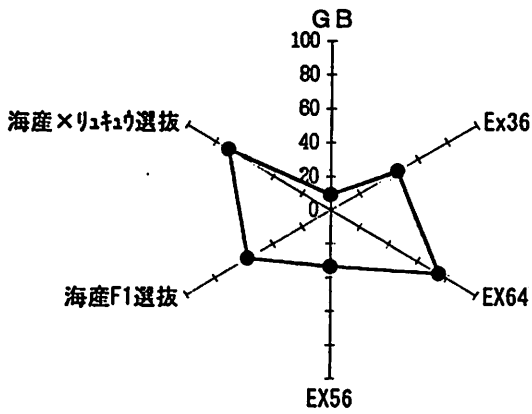


図4 高水温ショック耐性(33℃、8分間)

●—● 蘇生率(%)

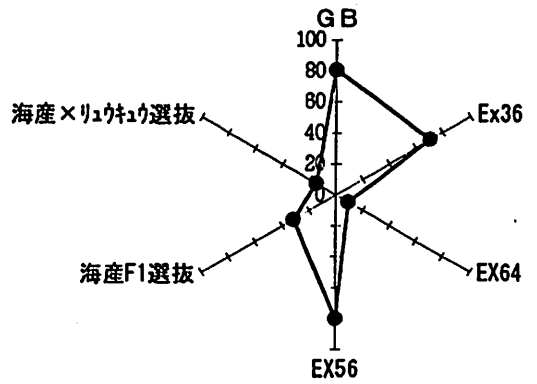


図5 低水温ショック耐性(1℃、3分間)

●—● 蘇生率(%)

3 偽雄作出条件検討

1) m-テストステロン投与濃度の検討

親魚にグルキア寄生があったため、飼育中にグルキア・シスト形成で斃死するものが多く、310日令までの生残は、0.1 μ g投与区が2尾、0.5 μ g区が23尾、1.0 μ g区が1尾であった。したがってテストステロン投与濃度の検討を行える状況ではなかったが、全個体の生殖腺を観察した結果、偽雄化したものはいなかった。生残魚の体重は最大29.6g～最小1.6gであり、総尾数の54%にあたる体重4g以上の個体のGSIは20～31と成熟が進んでいたが、体重がそれ以下では全て栄養失調のため生殖腺は未発達であった。

2) 初代加への偽雄化

初代加への5家系(1194-EX28, 36, 51, 56, 64)に、飼育水温16℃でテストステロンを20日令から150日令までの131日間投与した。投与終了時の平均体重は2gに達しており、性決定に必要なステージは経過したものと考えられた。

EX36、EX64の2家系について364尾の生殖腺を観察したが、精巣は認められなかった。その他の家系は生残が数尾であったが、これらも偽雄化しなかった。

【考察】

高水温飼育(25℃)では、リュウキュウの成長が最も良く、海産×リュウキュウ(F1)選抜群がそれに次いで良かった。海産とリュウキュウの交雑種は両親の中間的性質を示すことがこれまでも示唆されており、今回の試験でも海産×リュウキュウ(F1)の高水温時における成長はリュウキュウに及ばなかったが、選抜群は高水温特性が向上し選抜効果が示唆された。

一方、低水温飼育で選抜効果が見られなかった原因に、二つの仮説が立てられる。一つは仔魚期における低水温選抜方法が適切でなく、低水温特性が選択されなかった。すなわち選抜はワムシの摂餌限界水温である10℃で行っており、主要

因が絶食耐性に関わるものであったため、必ずしも低水温に対する生理特性を備えない個体であっても、低水温では代謝速度が小さいため10日間の絶食に耐えて、その後の常温飼育で生残し得たと考えられる。もう一点は、飼育水温の設定が不適當であったためと考えられる。低水温飼育条件を15℃としたが、低水温系の湖産71との成長差が認められなかったことから推察されるように、選抜効果を判定するためには、より低温での飼育が必要であった。

加-ン魚の利用による形質評価の検討では、同一系統から作出された加-ンであっても、家系により生理的形質は大きく異なることが示唆された。卵割阻止雌性発生2倍体において遺伝変異が拡大することが知られており、雌性発生法に加えて選抜手法を組み合わせることで、短期間に優良形質を抽出できると考えられ、次年度においては両手法の組み合わせ効果を検討する予定である。

ホモ処理による偽雄作出条件の解明については、当センターにおいても3ヶ年の取り組みを行ったが、成果は上がらなかった。ホモ処理以外に偽雄を得る方法として雌雄同体加-ン魚の利用が考えられる。卵割阻止により全雌を作出すると、しばしば雌雄同体の個体出現する。このような両性GBから自家受精により作出した加-ン2家系のうち、1家系は73%が雌雄同体であった。さらに自家受精して得た次代の雌雄同体率を調べる予定である。これが遺伝形質として固定したものであれば、容易に偽雄を得る方法として有効であり、今後このような家系を利用した全雌生産の簡便化が期待される。

【今後の課題】

- 1) 選抜効果が現れた飼育群の交雑二代目から、成長優良魚を選抜することで優良形質の固定化へ向けて飼育を継続する。
- 2) 天然海産魚から作出した卵割阻止型雌性発生2倍体魚の仔魚期水温選抜を行い、優良形質を持つ加-ン魚の洗い出しを行う。
- 3) 水温別飼育法、水温ショック法に加えて、より簡便な加-ン魚の形質評価手法を検討する。

人工湖におけるアユ資源増殖試験

小松章博・西山勝・佐伯昭

1 目的

ダムの構築によって湖沼化したダム湖にアユ資源を陸封化する増殖技術を確立する事で河川の上流域の有効利用を図る。

2 事業の概要

1) ダム湖の概要

四国最大の河川吉野川に1973年に完成した早明浦ダム湖は、高知県長岡郡本山町から土佐郡大川村にいたる面積7.5km²、平均水深41.1m、最大水深110m、総貯水量約3億2千万トンの広大な水域である。ダム湖への流入河川は、吉野川本流、瀬戸川、大北川のほかに数河川あり、このうち吉野川本流がもっとも流量が多い。なお、森下の調査¹⁾によれば、湖水の平均滞留日数は105日と長く、また、動物プランクトンの現存量が多いなど日本のダム湖の中では比較的自然湖の特徴を持つ大型のダム湖であると報告されている。これらの調査地域は図1に示した。

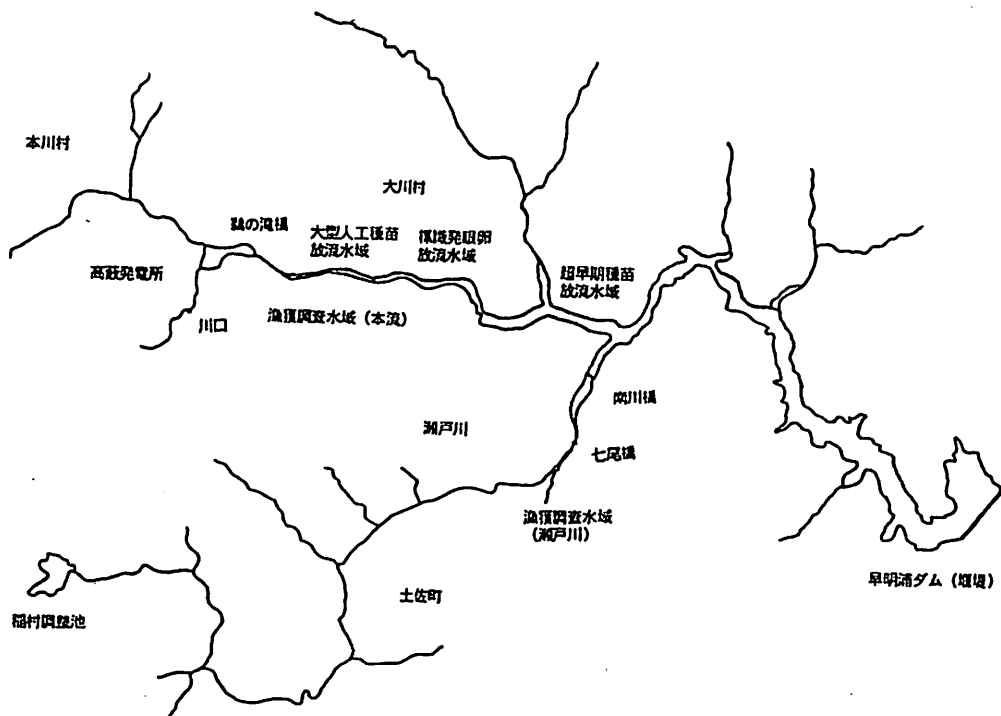


図1 種苗放流及び追跡調査位置

2) 事業の経緯

同ダム湖は人工湖の一般的特徴として、沿岸帯を欠くことや水位変動が大きいなど生物の生息にとって環境が不安定なことからダムが設置されて10年余りは内水面漁業としての利用はされなかった。

昭和50年代中ごろになって中山間地域振興の社会的要請が高まるにつれてこれら施策の一環としてダム湖及び流入河川の有効活用が検討されることになり、県及び県内水面漁連ではその具体的方法として地域住民に最も親しまれているアユの資源の定着と増大を図ることとして、発眼卵や親魚等の放流試験を行うとともに追跡調査を実施してきた。

調査によると、放流試験を開始してから同湖に流入する河川域で少数ではあるが通常の放流魚とは明らかに大きさが異なる小型アユの分布が見られるようになり、これらはダム湖に陸封化され再生産をしているアユ資源であろうと判断された。県は、これらの調査結果を参考にするとともに近年成果の著しい種苗生産技術や育種技術及び放流技術などを応用してダム湖の再生産力を活かしたアユの増殖技術開発に取り組むことになった。

近年は当水域に県内水面漁連や地元漁協の手により湖産アユが毎年150kgほど放流されていたが、平成7年度には同水域で再生産している陸封化アユ資源量を推定するために漁協がこれまでに実施してきた放流を休止し、当所で種苗生産した海産系人工種苗のみ放流した。また、当水域には地元漁協によりアマゴの稚魚が毎年250kg余り放流されている。

3) 事業の概要

同水域でアユの自然増殖を阻害する主な要因として、ダム湖の貯水量を調整するために頻繁に実施される流量調整により湖水面の水位が大きく変動して産卵場が喪失されることと冬季の低水温が考えられる。前者についてはダム湖の利用目的から、また、後者については山間部に位置すると言う地理的条件からいずれも解決策は見出されていない。しかし、水温条件については当県で平成2～4年に実施した早期放流試験から人工種苗についても7～10g程度の魚体であれば10°C程度の水温でも放流に支障は無く、他県においてはさらに低水温(約6°C)での放流事例²⁾も報告されている。

これらの報告とダム湖の冬季の水温調査結果から、流入河川では6°Cを下回る水温も観測されるものの、ダムサイトの表層～5m層の最低水温はこれを上回り、成長の良好な魚体であれば同湖で充分越冬しうるのではないかと考えられた。このことから人工種苗を越冬さす技術を確立すれば人工湖沼域への大量放流が可能となり、漁期の早期化はもとより湖沼環境への適応による陸封化資源としても期待されることから、早期採卵・養成を行った種苗を通常より極め

て早期に試験的に放流しその追跡調査を行った。また、陸封化による資源の再生産力の推定と資源添加手法の確立を目的として1994年10月にALCで耳石を染色標識して放流した発眼卵の追跡調査及び当所で育成した人工海産種苗(F8)の成長状況や分散状況を調査するために大型種苗の放流試験も実施した。

4) ダム湖のその他の利用

ダム湖には、遊漁者が移植したとみられるオオクチバスが広く分布、増殖しており、これを対象とした遊魚が盛んに行われ釣り大会も度々開催されている。

3 調査方法

1) 超早期種苗放流

1995年1月30日に脂鰭を切除して標識した養成アユ稚魚を水槽車で搬送して大川村小松地点に放流した。放流地点のダム湖の表面水温は8.2°C、放流尾数は56,500尾で、放流時の体長^(注1)は 6.7 ± 0.4 cm、体重は 3.9 ± 0.7 g、肥満度は 12.4 ± 0.8 であった。放流魚の体長体重関係を図2に示した。

(注1：体長は標準体長(SL)とする)

2) 大型種苗の放流

大型種苗の放流は、1984年から1988年までの間に琵琶湖産アユ及び鹿児島県鶴田湖産の陸封された海産系アユの親魚放流が実施された。それ以後は琵琶湖産の稚アユが毎年数十kgほど放流されていたが、海産系人工種苗の放流は試験放流以外は行われておらず、その成長や分布状況については知見が得られていない。大型種苗の放流は、これらの知見の集積と人工種苗が産卵することで再生産に寄与する可能性を検討するために実施した。

放流魚は1994年9月下旬に当所で種苗生産した海産系人工種苗(F8)を用い、放流にあたっては全個体の脂鰭を切除して標識したのち当所から水槽車で輸送して1995年5月17日に大川村鶴の滝橋地点に50kg、それより約3km上流の大平地点に60kg、合計110kgをサイホン方式により放流した。鶴の滝橋地点の水温は12.6°Cで、放流魚の体長は 8.9 ± 0.5 cm、体重は 9.8 ± 1.8 g、肥満度は13.7であった。放流魚の体長体重関係を図3に示した。

3) 標識発眼卵放流

人工湖沼に流入する河川に形成されるアユの産卵場は、水位の変動や流下した砂泥などにより喪失されることが多い。これを補う手法として1988年以降1992年まで流入河川のうち本流及び瀬戸川において毎年200～600万粒の発眼卵放流を実施し、1993年度は1,000万粒、1994年度は1,530万粒（第1回次830万粒、第2回次700万粒）の放流を実施した。本年は、1994年10月に発眼卵放流したものの生残状況について追跡調査を実施した。

なお、参考までに早明浦ダム湖へ試験放流したアユ卵、稚魚及び成魚の放流実績を表1に示した。

表1 早明浦ダム湖への放流状況（漁協放流分を除く）

種苗 年度	発眼卵放流 (万粒)	超早期種苗 放流数(尾)	大型種苗 放流数(尾)	産卵親魚 放流数(尾)	備 考
1984	-	-	-	20,000	
1985	-	-	-	8,180	
1986	-	-	-	13,600	鶴田湖産海産系
1988	400	-	-	4,500	
1989	400	-	-	親魚放流は県内水面漁連が実施（1987年は放流休止）。親魚は琵琶湖産を用いたが1986年は鹿児島県鶴田ダム湖産の海産系種苗を放流。	
1990	400	-	-		
1991	600	-	-		
1992	400	44,000	-		
1993	1,000	60,000	-		
1994	1,530	56,500	22,200		
1995	-	-	11,900		

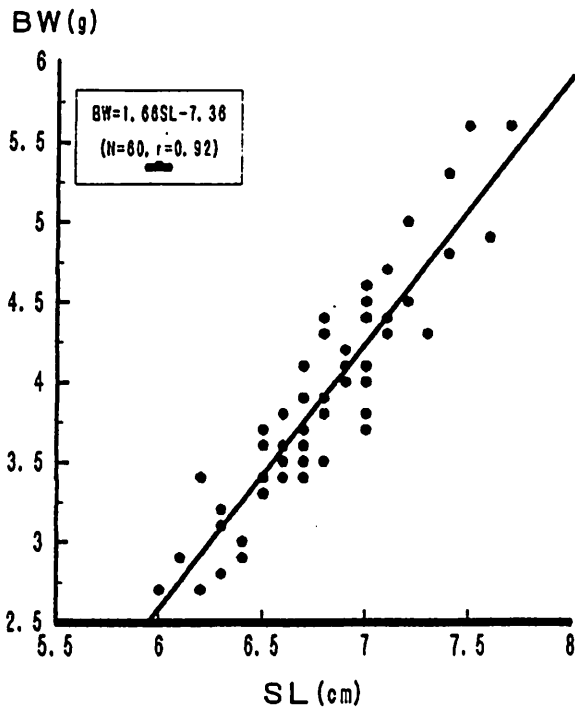


図2 超早期放流アユの体長体重関係

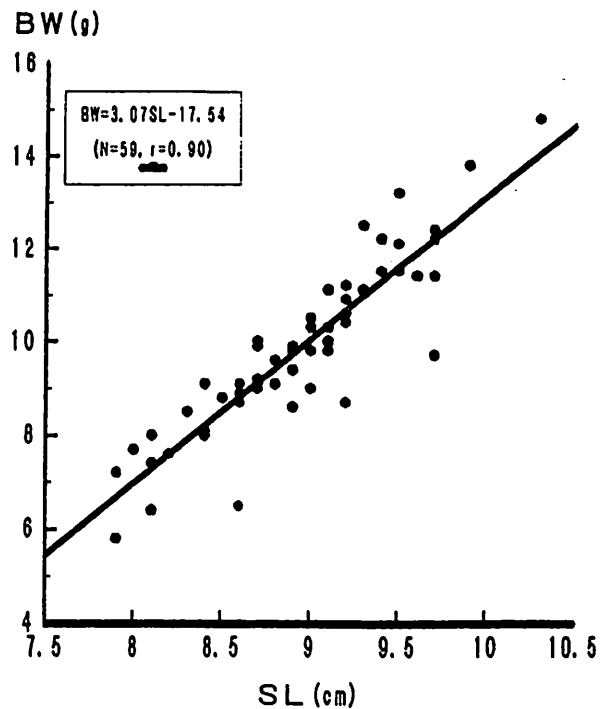


図3 大型種苗の体長体重関係

4) 追跡調査

放流した種苗の追跡調査は、同湖に流入する吉野川本流及び支流の瀬戸川において目視と各種漁具を用いて実施した。調査は、1995年2月から両河川のバックウォーター部から上流域で陸上からの目視調査を開始し、4月からは潜水による観察を実施した。6月下旬からはと網と金突を用いて追跡調査を行った。釣り漁が解禁された6月には、友釣りも試みたがダム湖の貯水量調整が頻繁に行われたためか、全体に成長が遅れたため釣獲に到らなかった。当所で実施した採捕以外にも地元漁業者に火光利用建網による採捕を依頼してこれらの漁獲量の調査も併せて実施した。なお、火光利用建網の漁獲物についてはアユ以外の魚種も調査した。

5) 環境調査

1995年も'94年に引き続く渇水のためダム湖の貯水量が減少して湖底が干出したため調査船を用いた観測が継続的に実施できなかった。ダム湖の水温変化については小松地先で毎日午前9時に地元漁協役員に依頼して測定した。それ以外の資料は水資源開発公団の資料及び県が実施した水質調査結果を参考とした。気象については高知地方気象台の資料^{3, 4)}及び(株)住友共同電力高藪発電所の降雨量調査報告を参考とした。

5 調査結果

1) 漁獲調査

(1) 採捕状況

漁獲調査は、1995年6月20日から9月29日の間に吉野川本流及び瀬戸川で合計10日実施し468尾のアユを採捕した。河川ごとの採捕状況は、本流域では金突・火振建網により6月20日から9月29日の間に計6回実施して221尾を採捕し、瀬戸川ではと網・金突を用いて同期間に計9回実施し247尾を採捕した。これらの採捕結果は表2に示した。

表2 場所・標識別採捕結果

河川	吉野川採捕				瀬戸川採捕				合計	備考
	腹鰭	脂鰭	其他	計	腹鰭	脂鰭	其他	計		
6.20	尾 2	尾	尾	尾 2	尾	尾	尾 23	尾 23	尾 25	金突・と網
6.28	4			4			32	32	36	金突・と網
6.29					1		42	42	43	と網
7.11							30	30	30	と網
7.21	5		19	24	2		6	8	32	金突・と網
8.1	4		9	13			11	11	24	金突・と網
8.21						2	50	52	52	と網
8.26	75		100	175					175	火振網
9.12							26	26	26	金突・と網
9.29			3	3			22	22	25	金突・と網
合計	90		131	221	3	2	242	247	468	

2) 魚体測定

採捕したアユを、採捕日別、採捕河川別、標識の有無で区分して測定した。本流域で採捕したアユのうち外部標識が見られなかったアユの大きさは7月下旬から9月下旬を通して体長10～13cm・体重20～35gであったが、標識放流したアユは6月下旬から8月下旬にかけて体長12～15cm・体重27～50gへと成長が見られた。瀬戸川で採捕したアユのうち外部標識の見られなかったものは6月下旬から9月下旬にかけて採捕され、それらの大きさは体長8～11cm、体重

7~25gであった。瀬戸川で成長が悪かった原因は、夏季の濁水で瀬戸川のバックウォーター部は本流部まで2 kmほど下がり一部は瀬切れするなど極端に水量が少なかったためと考えられる。また、成長の良い個体は遊漁者により建網などの漁獲対象とされたようである。瀬戸川で採捕したアユのうち外部標識が確認されたのは5尾で6月29日と7月21日に採捕した3尾は5月17日に放流したもので、8月21日に採捕した1尾は1月30日に超早期放流を実施した個体であった。採捕したアユの測定結果は表3、4に示し、採捕日ごとの体長組成を図4~13に示し、火振網で採捕した標識魚と無標識魚の体長体重関係を図14、15に示した。

表3 無標識アユの測定結果（外部無標識）

吉野川本流				瀬戸川			
月日	採捕尾数	SL	BW	月日	採捕尾数	SL	BW
		cm	g			cm	g
7.21	19	10.8±1.6	19.6±10.0	6.20	23	8.9±1.6	9.7± 5.5
8. 1	9	11.7	23.8	6.28	32	9.6±1.9	13.3±10.5
8.26	100	12.8±2.0	32.6±16.7	6.29	42	7.8±0.8	7.0± 1.7
9.29	3	11.7	20.4	7.11	30	10.9±2.5	20.9±14.7
				7.21	6	11.3	25.4
				8. 1	11	10.2	17.3
				8.21	50	10.9±1.2	19.3± 7.3
				9.12	26	9.7±1.5	14.1± 7.4
				9.29	22	10.2±1.4	17.0± 7.6
	131				242		

注) 8/26に吉野川本流で採捕したアユは火振網漁による。

表4 標識アユの測定結果（外部標識）

吉野川本流				瀬戸川			
月日	採捕尾数	SL	BW	月日	採捕尾数	SL	BW
		cm	g			cm	g
6.20	2	11.6	26.5	6.29	1	12.6	31.1
6.28	4	12.4	33.5	7.21	2	12.7	30.5
7.21	5	12.9	34.4	8.21	2	12.9	30.0
8. 1	4	14.9	50.6				
8.26	75	14.3±1.4	44.4±14.0				
	90				5		

注) 瀬戸川で8/21に採捕した2尾は1995/1/31に放流した個体。

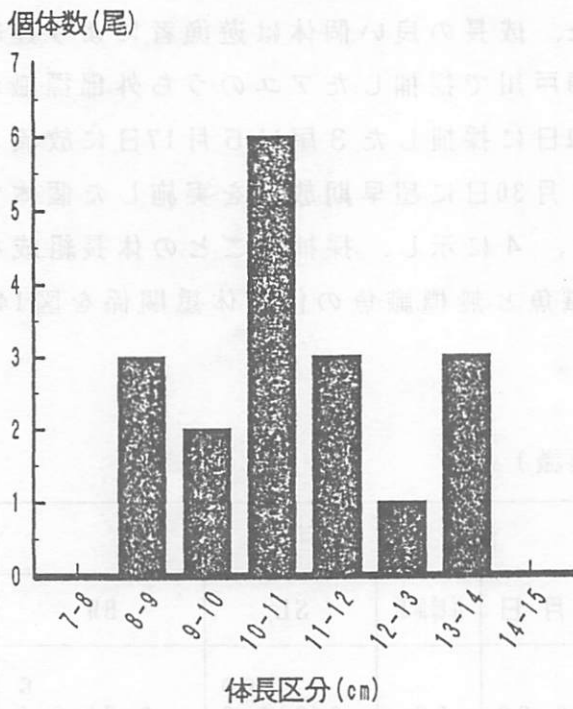


図4 体長組成 (本流 H7. 7. 21)

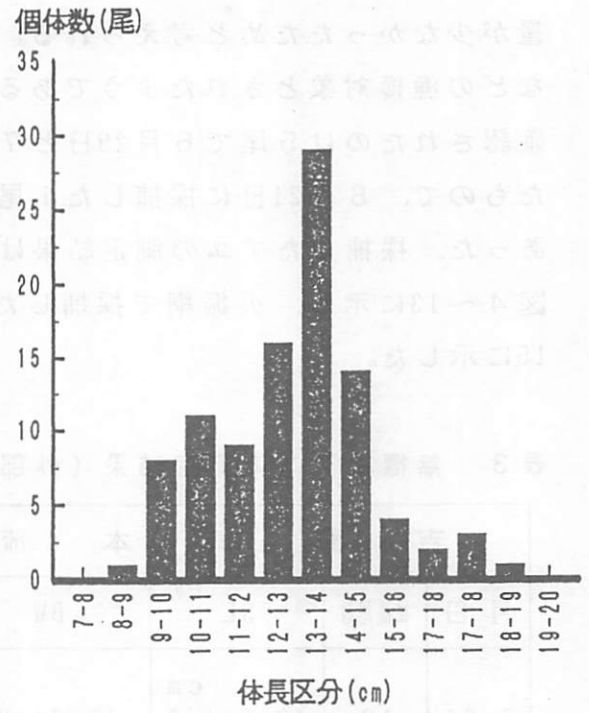


図5 体長組成 (本流 H7. 8. 26)

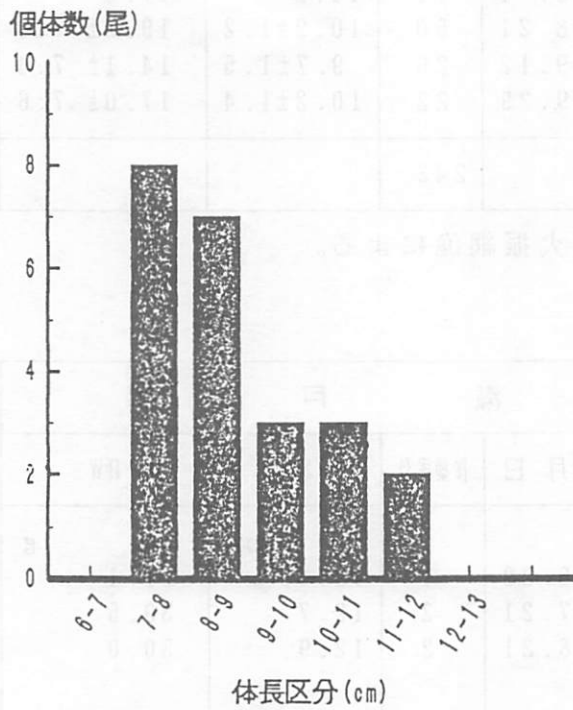


図6 体長組成 (瀬戸川 H7. 6. 20)

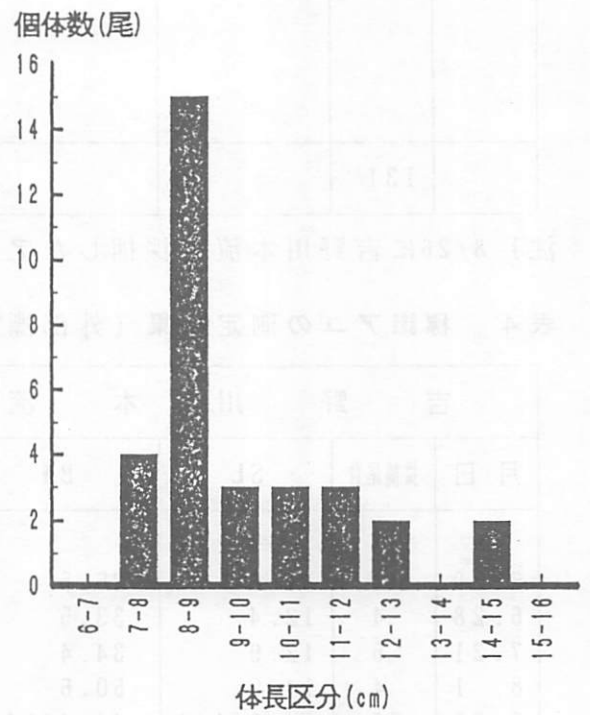


図7 体長組成 (瀬戸川 H7. 6. 28)

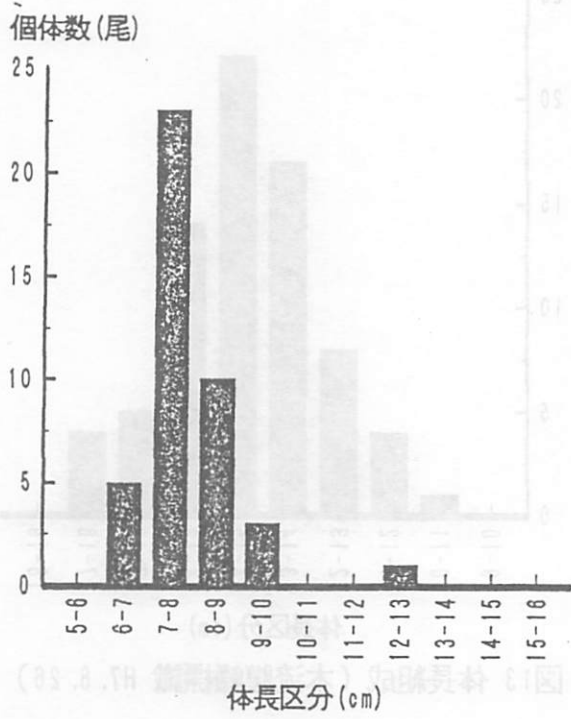


図8 体長組成 (瀬戸川 H7. 6. 29)

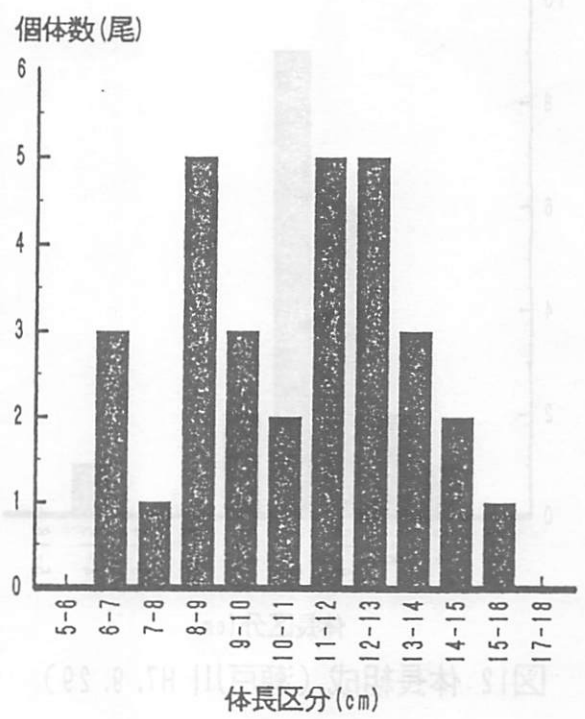


図9 体長組成 (瀬戸川 H7. 7. 11)

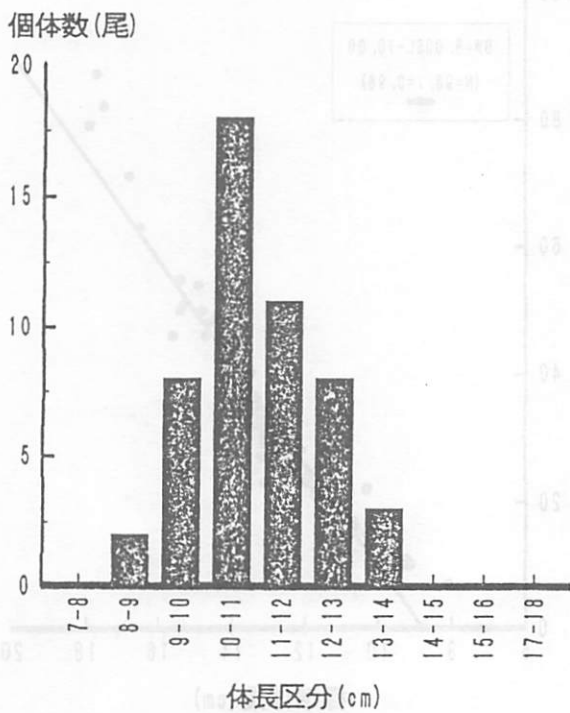


図10 体長組成 (瀬戸川 H7. 8. 21)

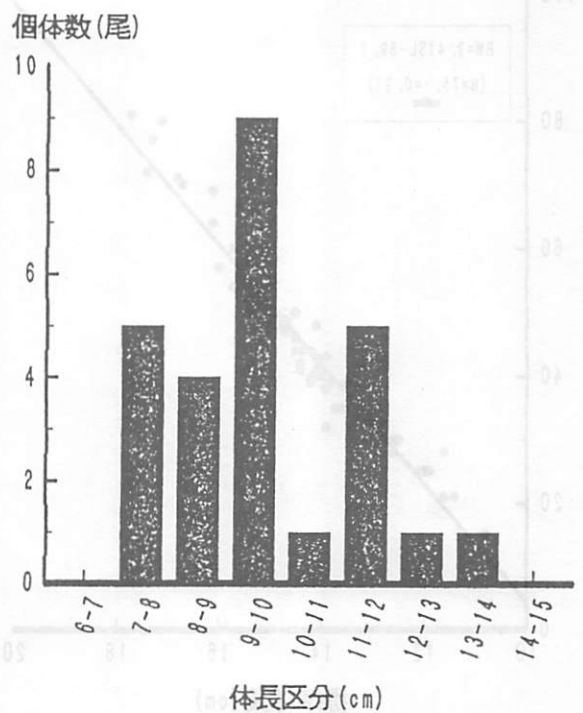


図11 体長組成 (瀬戸川 H7. 9. 12)

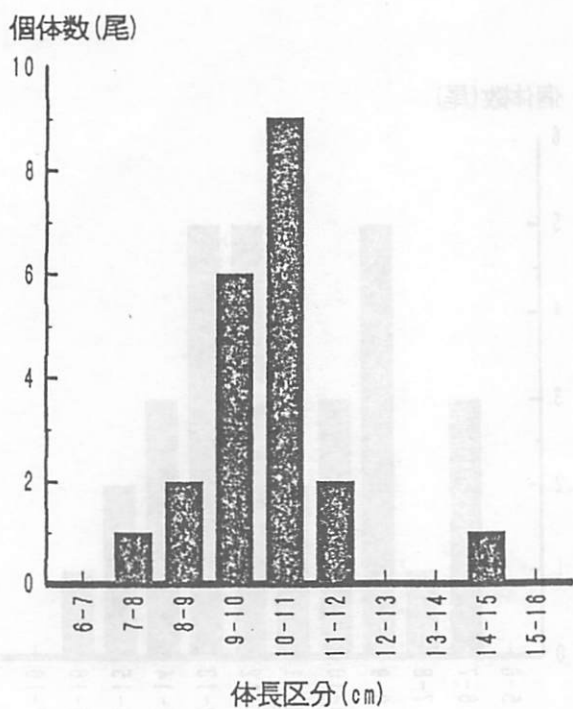


図12 体長組成 (瀬戸川 H7.9.29)

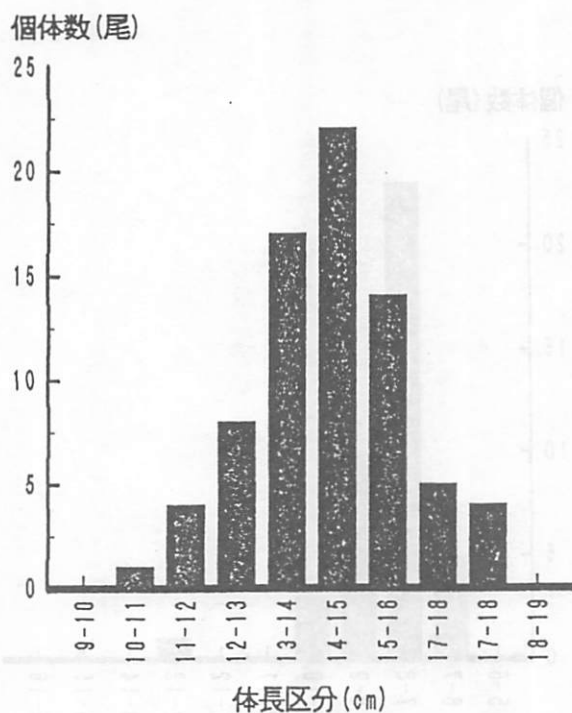


図13 体長組成 (本流腹鰭標識 H7.8.26)

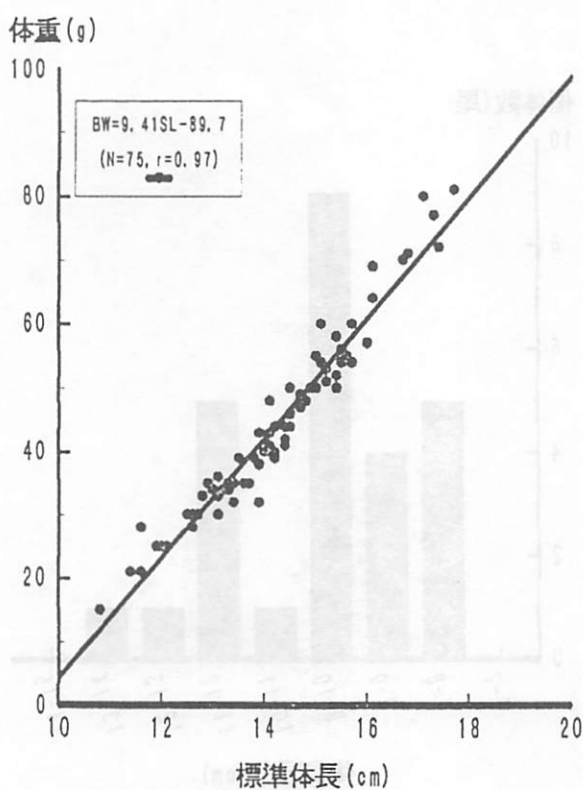


図14 腹鰭切除標識アユの体長体重関係

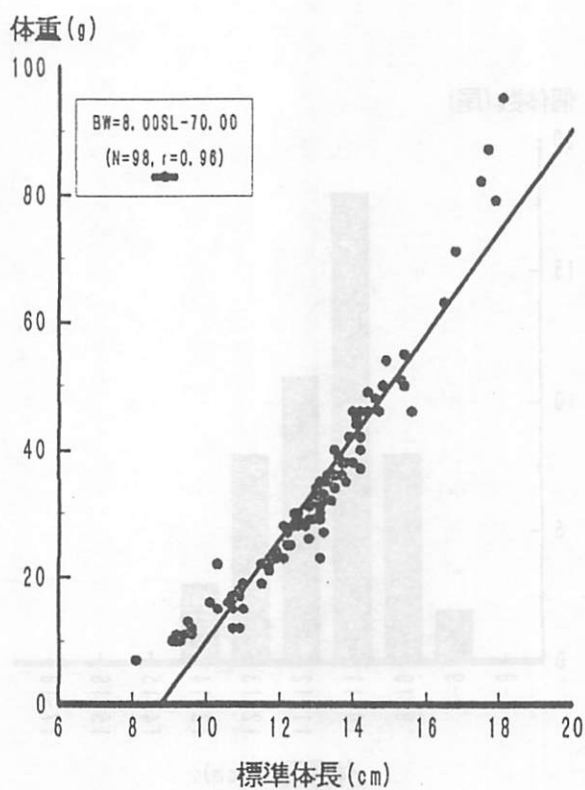


図15 無標識アユの体長体重関係

3) 標識調査

本年度はダム湖で再生産される資源量を推定するために、当水域に放流する全てのアユ稚魚及び発眼卵に標識を付した。標識方法は外部標識（脂鰭切除、腹鰭切除）とALCによる耳石染色とした。外部標識により判別した採捕尾数等は、前出の表2～4に示した。

(1) 低水温期放流アユの調査結果

1995年1月30日に大川村小松地先に超早期放流した56,000尾のうち採捕したのは8月21日に瀬戸川での2尾のみであった。これが本年度採捕した468尾に占める比率は0.4%で、また放流数に対する比率はさらに低いものとなった。このため、当該標識魚から成長や分布状況の把握は困難であった。採捕した個体の成長は、放流時平均の体長で約2倍、体重で約8倍であった。

(2) 大型種苗の放流結果

1995年5月17日に腹鰭を切除して放流した11,900尾のうち調査で合計93尾が採捕され、成長が最もよい個体は約70gに成長していた。採捕した93尾の放流数に対する採捕率は0.78%であった。また、総採捕数にたいする採捕比率は19.9%で、腹鰭切除標識魚の漁獲比率は無標識魚：腹鰭切除標識魚=375：93=4.03：1(80.1：19.9)であった。当該標識魚の採捕について放流を行った本流域での採捕数で見ると、無標識魚：腹鰭切除標識魚=131：90=1.46：1(59.3：40.7)となり、この比率は1994年の結果(52.3：47.7)⁵⁾と類似した。また、本流域での放流数に対する推定回収率は約0.76%で、昨年(3.3%)の約1/4であった。これらからダム湖で再生産して漁獲対象となったのは15,000～20,000尾と推定された。大型種苗の移動は、昨年同様⁵⁾に放流地点から5kmほど下流の大川村小松地先まで降下したのち同地先から瀬戸川沿いに2kmほど上流へ遡上したのも見られ、ダム湖の上流域に放流したアユの一部は一度ダム湖に降河して回遊し、再び他の河川等に遡上する事が確認された。

(3) 耳石染色標識魚の調査結果

採捕魚の体長等を測定したのち外部標識が確認された個体を除いて凍結保存し耳石の染色状況を調べたが標識は確認できなかった。

4) その他魚類の漁獲調査

1995年8月26～27日にかけて実施した火光利用建網で漁獲されたアユ以外の魚種でもっとも多かったのはカマツカ（80尾）で、次いでギギ（25尾）であった。この他にはニゴイ（7尾）・オイカワ（9尾）・ウグイ（5尾）・アマゴ（1尾）・サツキマス（3尾）・ハス（3尾）・ハゼ類（1尾）であった。このなかで、吉野川には本来分布していないニゴイは昨年引き続き採捕されたほか本年は新たにハスも採捕された。ニゴイはここ数年間で増殖したことが知られており、これらは各種の放流事業などにもともなって移入された可能性が高い。また、遊漁者によって移植されたオオクチバスもすでに定着しているが、今回の調査ではオオクチバスと潜水調査時によく見られるフナは当漁法では採捕されなかった。このほかには、昨年同様に銀毛化したアマゴ（サツキマス）が3尾採捕された。これらはいずれも卵巣がよく発達していることから、資源量は多くないものの降湖型のサツキマスとして定着しているようである。これらの測定結果は表5に示し、カマツカとギギの体長と体重関係を図16に示し体長組成を図17に示した。

表5 その他魚種の採捕状況

魚種	尾数	S L (cm)	B W (g)	備考
カマツカ	80	14.2 ± 1.1	39.9 ± 10.5	
ギギ	25	15.6 ± 2.2	46.2 ± 15.2	
カワムツ	10	12.1	35.2	
オイカワ	9	9.6	16.7	
ニゴイ	7	26.8	326.4	
ウグイ	5	15.8	73.3	
アマゴ	1	18.2	108	パーマーク個体
サツキマス	3	30.5	455.7	スモルト個体（卵巣有）
ハス	3	18.4	115.2	
ヨシノボリ	1	(TL)7.1	7.4	

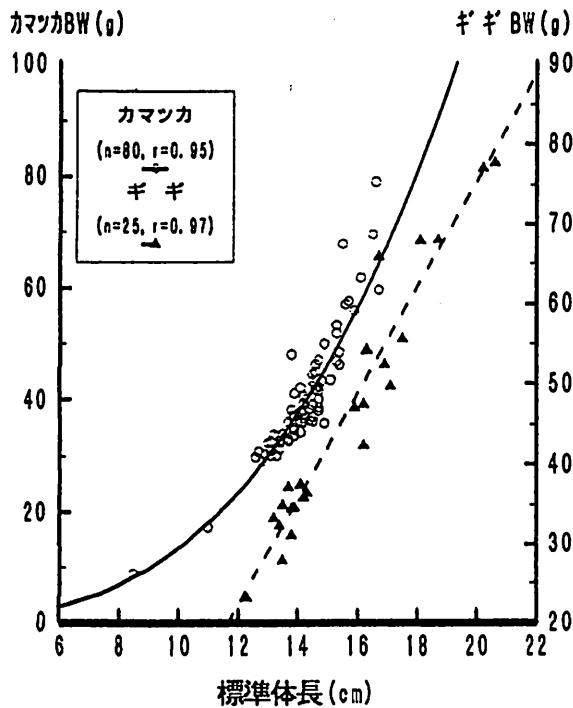


図16 カマツカとギギの体長体重関係

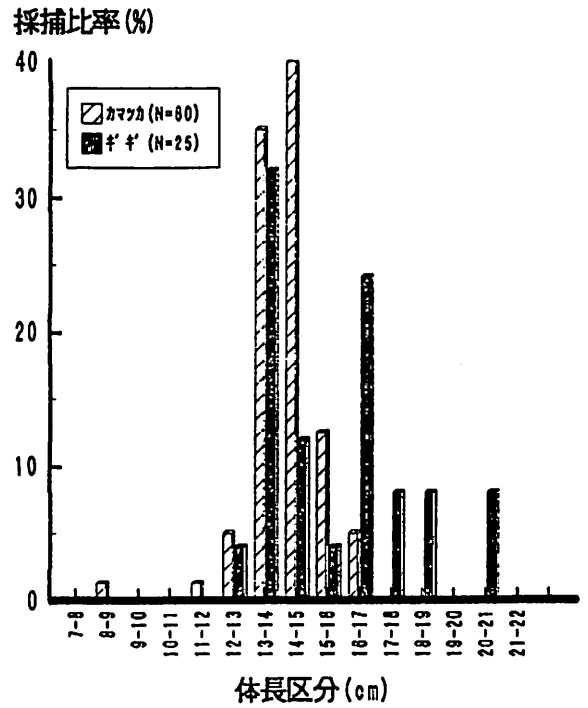


図17 カマツカとギギの体長別比率

5) 環境調査

1993年は多量の降雨の年でダム湖は春季から秋期にかけて満水であったが、1994年は一転して異常気象とされるほどの小雨でダム湖の流域ではほとんど降雨がなくダム湖は満水にはほど遠い状態であった。1995年は1月から3月にかけて-20~30mの水位であったが、4、5月の降雨により満水位から-10mほどまで回復していたが6月の小雨で再び減水した。7月にはまとまった降雨があったことから水量の回復が期待されたが8月には晴日が続き再び減水し始め以降減水状態が続いており、12月下旬には-30~35mまで水位が低下している。これに伴いバックウオーター一部は、通常位置から約5km下流の大川村小松地先に形成されている。また、ダム湖は水位低下するのに伴い湖岸の土砂が流入して濁水化するため魚類が生息するには極めて厳しい環境であった。

(1) 水温・酸素量・PH調査

吉野川本流のバックウオーター一部にもっとも近い大川村小松地先の年間の水温変化は、2月から3月にかけて最低水温となり8月に最高水温となる。1995年の最低水温は例年より遅く3月13日に6.7°Cを記録した。1月から3月の間の水温の変化は、1月初旬に11°C台であったものが月末には8°Cに降下した。

2月には平均8°Cと94年よりも約1°C高く推移した。3月初旬は7~8°Cで推移し、中旬に入り13日に6.7°Cの最低水温を記録したのちには昇温し始め3月下旬には10°C台、4月初旬~5月下旬にかけて約8°C昇温し6月下旬には20°Cを超えるまでになった。8月初旬から中旬に27.7°Cの最高水温となった後に徐々に降下した。以後9月下旬には約20°C、12月末には7°C前後となった。1995年の小松地先の水温は夏場に晴日が続いたためか、ダム湖の中でも比較的高水温であるダムサイトの平年値⁵⁾とほぼ同様であった。船舶による調査では8月には成層化していたものが10月には混合を始めていることがうかがわれた。この調査結果は図18~23に示した。

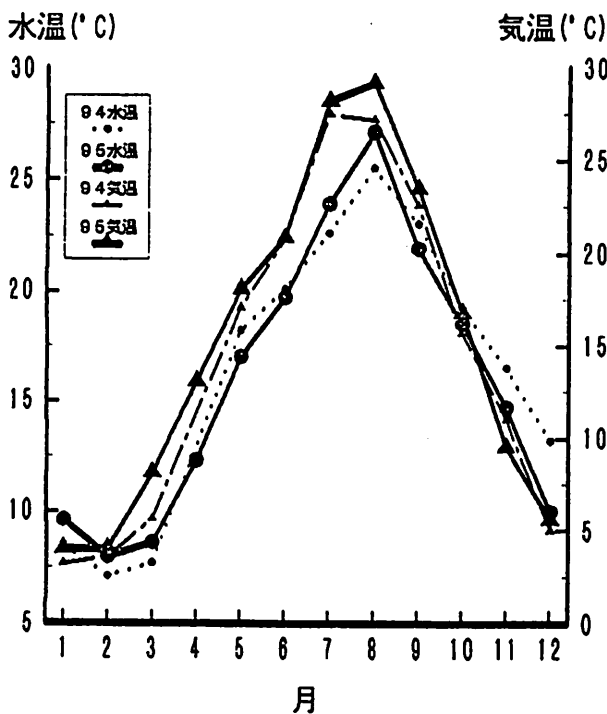


図18 大川村小松地先の水温と気温の変化

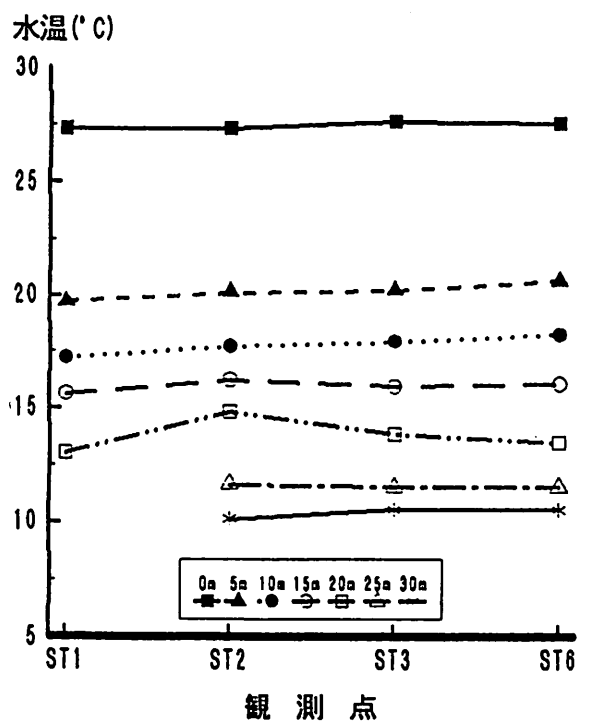


図19 水深別水温分布(1995. 8. 11)

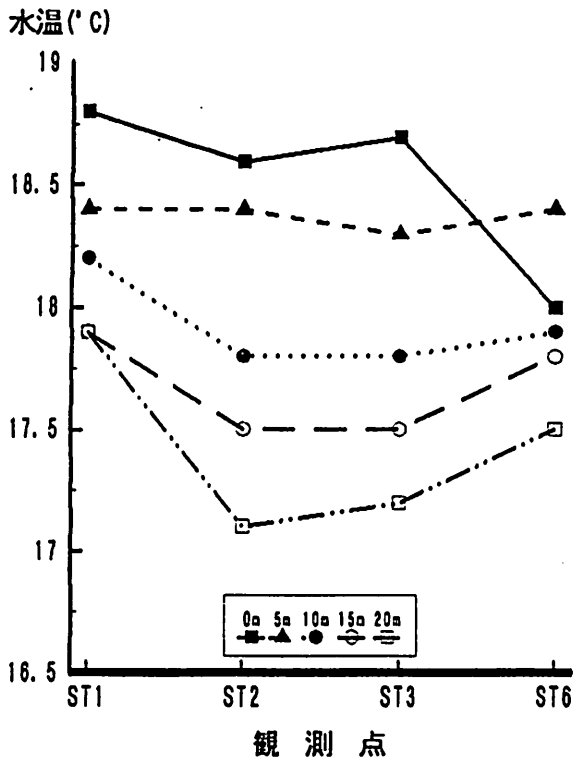


図20 水深別水温分布(1995. 10. 20)

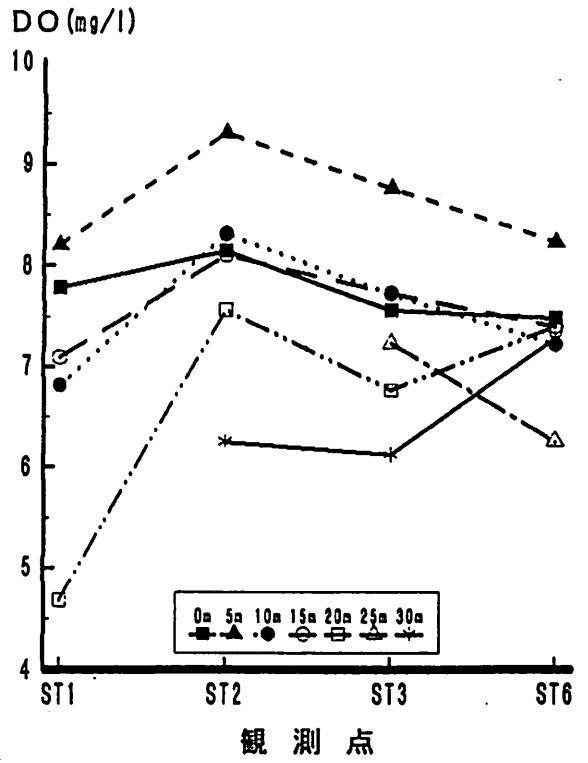


図21 水深別溶存酸素量分布(1995. 8. 11)

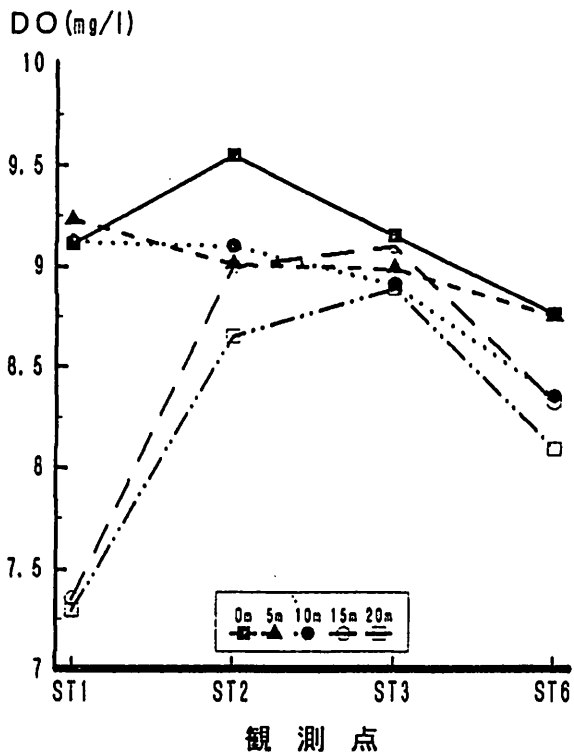


図22 水深別溶存酸素量分布(1995. 10. 20)

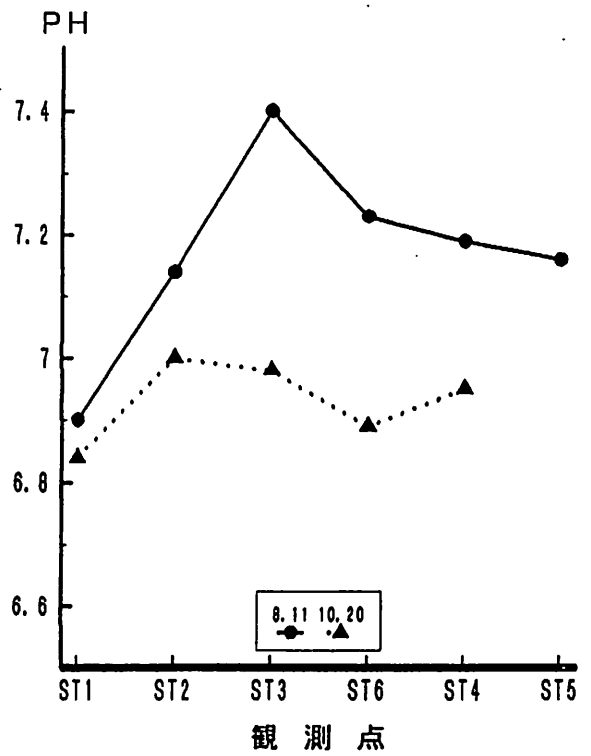


図23 PH測定値

(2) 気温、降水量及び日照時間

1993年は降雨続きであったが、'94年、'95年は一転して西日本は晴天日が続き多くの地方で渇水が発生した年であった。95年の流域の降水量はダム上流の本川では平年の約74%で、高知市でも同じく平年の約74%であった。また、(株)住友共同電力高藪発電所の降雨量観測でも1993年に比べ'94年、'95年は降雨量が非常に少なかったことが記録されている。これとは反対に高知市の夏季から秋期にかけての日照時間は平年よりも10~30%多かったことがこのような減水の要因であると考えられる。これらの調査結果は図24~27に示した。

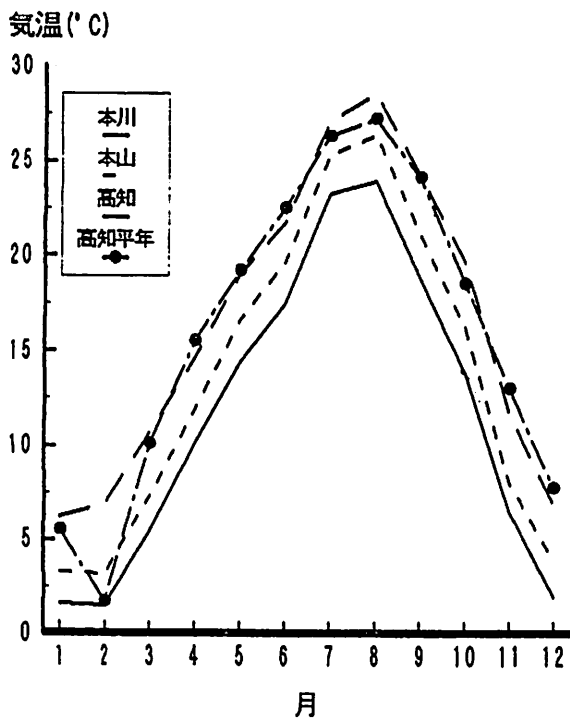


図24 1995年の本川・本山・高知の気温変化

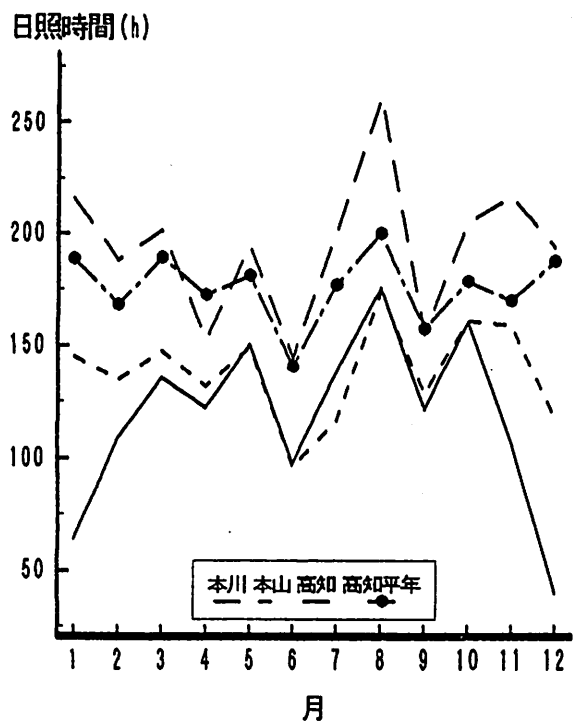


図25 1995年の本川・本山・高知の日照変化

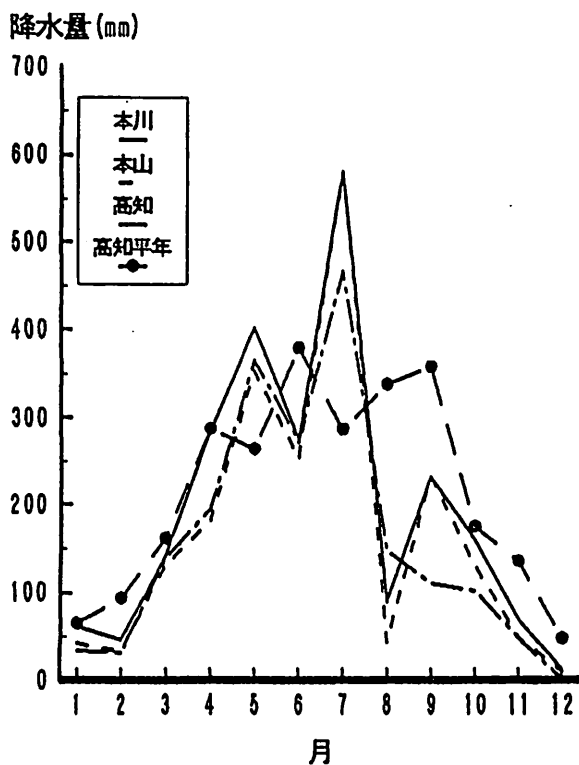


図26 1995年の本川・本山・高知の降雨量

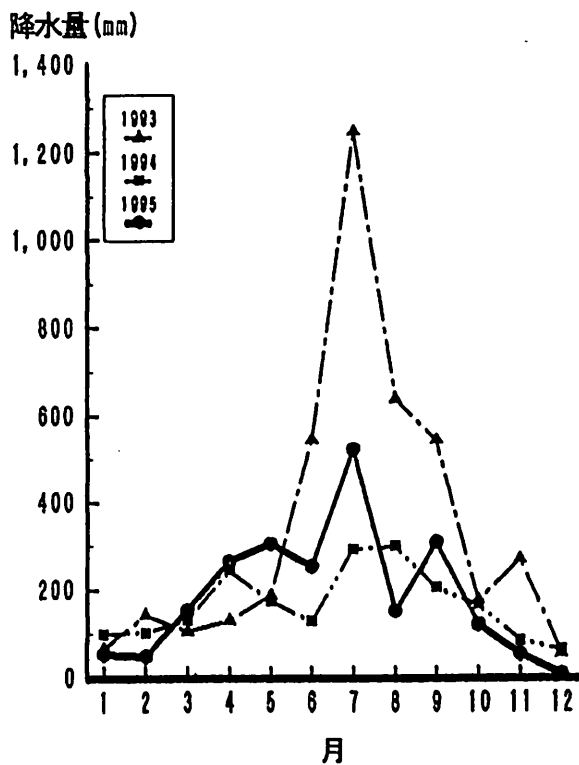


図27 大川村川口の降雨量（住友共同電力観測）

6 考察

1) まとめ

1993年度は多量の降雨のため調査河川は増水が続き、反対に1994年度と1995年度は希にみる小雨のため流入する河川の流量が著しく減少し、アユの生息には極めて不適當であった。本流では減水に伴い本来のダム湖底域が露出して産卵場が喪失したことと、1994年春季から'95年の春まで渇水による減水が続いたことから陸封化されて再生産しているアユの資源が失われたのではないかと思われたが、1995年の2～3月にかけて瀬戸川がダム湖へ流入している水域で小型のアユが多数見られ再生産したことを確認した。

1995年度は、ダム湖より上流域に放流した全てのアユに標識を施し再生産量の検討を行うとともに、採捕したアユのうち放流魚よりも明らかに小型で陸封化し再生産したと判断される個体を高知大学農学部の谷口教授の協力を承けてアイソザイム分析を実施し、これらは琵琶湖産系統のアユではないかとの結果を得た。この結果について、谷口教授は「海産系アユの耐寒温度は10°C前後であり、それに比べて琵琶湖産系のアユの耐寒温度は約6°Cであることから、冬季の平均水温が7°C前後である早明浦ダム湖では琵琶湖産系のアユが定着して再生産しているのではないか」との見解であった。

2) 今後の取り組み

1984年から取り組んできた早明浦ダム湖へアユ資源を陸封化し着定する試みについては一定の成果をみたが、ダム湖は降雨量などに影響されて水位の変動が大きいためアユ資源を陸封化して再生産することが難しく、また、再生産して採捕の対象となる資源量もせいぜい数万尾のオーダーであろうと考えられた。

ダム湖は水位変動などが激しくその環境が不安定であるため、これらの資源を維持しながら利用して行くためには、毎年資源添加をして行くことが必要であると考えられる。

今後は、これらの陸封化し再生産しているアユを親魚として種苗生産を行い、この種苗をダム湖の上流域への放流用として用いることで資源の維持増殖を図って行くことがこのような水域の有効利用につながるものと思われる。

7 文 献

- 1) 森下郁子、(1983)、ダム湖の生態学:154
- 2) 全国湖沼河川養殖研究会アユ放流研究部会、(1993)、アユの放流研究:153-158
- 3) 高知地方気象台、(1994)、高知県気象月報
- 4) 日本気象協会高知支部、(1994,1995)、土佐の気象
- 5) 小松章博(1996):人工湖におけるアユ資源増殖試験、平成4・5・6年度高知県内水面漁業センター事業報告(5)、208-220

アユカケ増養殖技術開発試験

菊池達人・西山 勝・佐伯 昭

アユカケの種苗生産は予備試験として、平成4年度から試験研究指導事業のなかで実施してきた。予備試験の結果から、小規模ではあるがアユカケの種苗生産の可能性が明らかになったので、本年度から県単事業としてアユカケ増養殖技術開発試験を実施することになった。大きな試験項目は、Ⅰ 種苗生産技術開発試験、Ⅱ 養殖技術開発試験、Ⅲ 河川調査及びⅣ 放流技術開発試験である。

アユカケ増養殖技術開発試験は希少魚種としてアユカケ資源の維持増大及びアユカケ養殖技術の完成をめざして調査・試験研究を行う。

Ⅰ 種苗生産技術開発試験

1 アユカケの採卵・採精・人工受精について

種苗生産が順調に軌道に乗るためには、採卵・採精技術の確立が望まれる。アユカケ採卵・採精に関する知見を得るために、当センターで平成5年～7年に実施した採卵・採精結果を取りまとめた。

表1 月別採卵尾数

月	天 然 魚 自然産卵			天 然 魚 搾出採卵		
	H 5	H 6	H 7	H 5	H 6	H 7
	12		1	1		
1	1	3	5		2	
2	3	8	6	4	20	23
3	3	2	2		7	4
4		1			0	
計	7	15	14	4	29	27
月	養 成 0 年 魚 自然産卵			養 成 0 年 魚 搾出採卵		
	H 5	H 6	H 7	H 5	H 6	H 7
	12				2	
1	1			20		
2	2	8		3	12	18
3				1		5
4						
計	3	8	0	4	34	23
月	養 成 1 年 魚 自然産卵			養 成 1 年 魚 搾出採卵		
	H 5	H 6	H 7	H 5	H 6	H 7
	12					
1						
2						27
3						30
4						
計	0	0	0	0	0	57

表2 月別採卵日数

月	H5	H6	H7
12		1	1
1	1	5	5
2	6	15	17
3	3	7	2
4		1	

1) 月別採卵尾数と採卵日数

アユカケ天然魚の採卵日と採卵尾数は図1に、月別採卵尾数と採卵日数は表1、2に示した。H5の採卵日と採卵尾数がH6・H7に比べて少ないのは保有していた親魚が少なかったためである。ちなみに各年度の保有天然♀親魚はH5が5尾、H6とH7が30尾前後であった。余裕を持って採卵に臨むためには最低でも20～30尾の♀親魚の確保が望まれる。

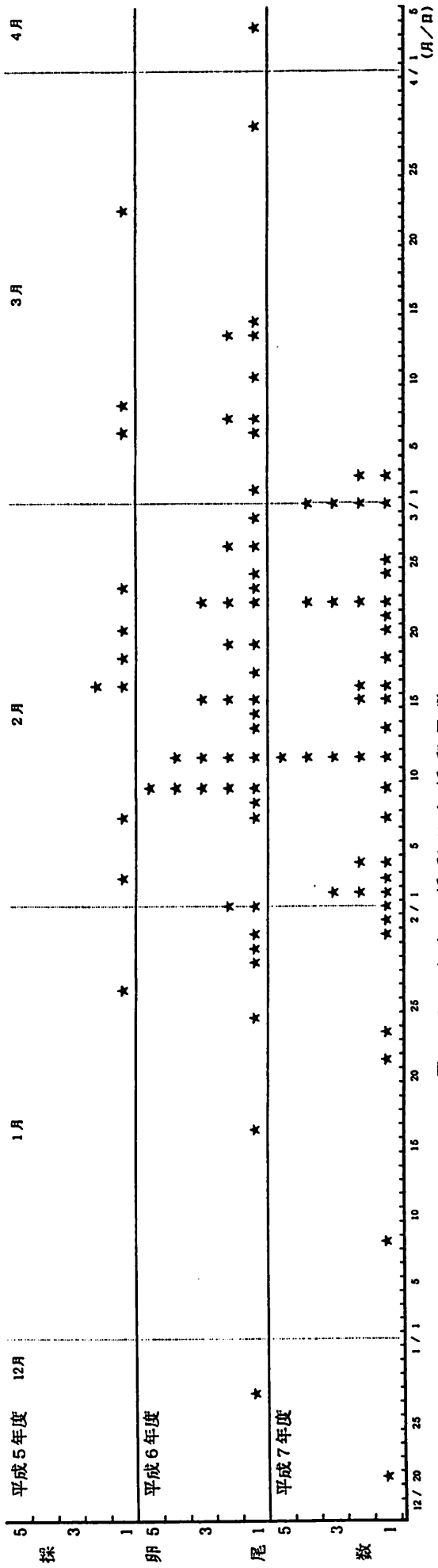


図1 アユカケの採卵日と採卵尾数

図1から、アユカケの産卵期は12月下旬から3月下旬で、最盛期は1月下旬から3月上旬と思われる。H6・H7における2月の採卵日数が延べ15日と17日で、採卵は2日に1回行った。搾出採卵を確実にを行うためには、ほぼ毎日選別を行う必要がある。H6・H7の採卵経験から、選別によるハンドリングが親魚の成熟・排卵に悪影響を及ぼすことはないように思われた。

2) 採卵方法別の受精率

天然魚から採卵したときの採卵方法別の受精率は表3に示した。搾出採卵と自然産卵における平均受精率はH5が62.2%と13.7%、H6が81.6%と25.9%、H7が83.8%と30.6%であった。搾出採卵により人工授精したときは、76%以上の高受精率が得られる確立が高く、逆に、自然産卵では低かった。量産を行うには搾出採卵が有利と考えられた。

表3 天然魚から採卵した時の受精率

受精率%	搾出採卵			自然産卵		
	H5	H6	H7	H5	H6	H7
0~25			3*	5	10	7
26~50	1	1		1	2	1
51~75	3	5	5	1	3	1
76~100		23	18		1	2
未調査					1	3
平均受精率	62.2	81.6	83.8	13.7	25.9	30.6

*): 低受精率の原因は卵質と精子活性問題があったので平均値の算出からは除外した。

3) 親魚由来別の受精率

搾出採卵したときの親魚由来別の受精率は表4に示した。養成0年魚の受精率は天然魚に比べて低く、また、発眼するまでに死滅することが多かった。養成1年魚は天然魚と同等の受精率が得られた。養成0年魚は採卵しても採卵量が少なく、受精・発眼率が低いことから、親魚として使用するには不向きであった。養成0年魚は産卵期に成熟・排卵→自然産卵・搾出採卵が順調に行われずに、生理障害になって大量に減耗することがあるので、初年度の成熟を抑制して次年度以降の採卵に備えるような親魚養成方法の検討が必要と思われた。

表4 搾出採卵した時の親魚由来別の受精率

年度	天然魚		養成0年魚		養成1年魚	
	平均受精率	採卵尾数	平均受精率	採卵尾数	平均受精率	採卵尾数
H5	62.2	4	*	4		
H6	81.6	29	50.9**	36		
H7	74.3	26	11.9***	21	81.2	57

*): 極めて受精率が悪い

**): 受精率はH5・H7より高いが発眼までに死滅する例が多い

***): 受精してもほとんどが発眼までに死滅する

表5 採卵率 (採卵重量/魚体重)

年度	天然魚の採卵率%			
	平均	最大	最小	調査個体数
H5	16.7	23.8	4.3	11
H6	18.5	35.3	5.3	42
H7	19.7	28.1	1.8	37
年度	養成0年魚の採卵率%			
	平均	最大	最小	調査個体数
H5	13.4	21.6	7.3	7
H6	22.8	34.8	2.2	40
H7	19.9	35.4	3.6	23
年度	養成1年魚の採卵率%			
	平均	最大	最小	調査個体数
H5				
H6				
H7	27.6	36.0	5.2	56

4)採卵率

採卵率は表5に示した。採卵率は親魚の由来を問わず、概ね20%前後であった。

5)卵1gあたりの卵粒数

卵1gあたりの卵粒数は表6に示した。天然魚の卵粒数は450～500程度で、最大で716、最小で330であった。養成0年魚の卵粒数は年によりばらつきを示した。多い年は700台、少ない年は400台であった。養成1年魚の卵粒数はH7のデータだけであるが、概ね300台であった。

表6 卵1gあたりの卵粒数(卵粒数/g)

年度	天然魚の卵粒数			
	平均	最大	最小	調査個体数
H5	502	644	421	7
H6	464	716	330	27
H7	460	550	385	21
年度	養成0年魚の卵粒数			
	平均	最大	最小	調査個体数
H5	735			1
H6	586	775	433	26
H7	449	454	444	2
年度	養成1年魚の卵粒数			
	平均	最大	最小	調査個体数
H5				
H6				
H7	378	522	256	42

6)採卵回数と採卵間隔

天然アユカケを産卵前に採捕して陸上水槽で飼育した場合、産卵期間中に複数回採卵できる。天然魚の採卵回数は表7に示した。H5は5尾中4尾が、H6が29尾中11尾が、H7が23尾中11尾が複数回採卵できた。複数回採卵したときの採卵間隔は表8に示した。採卵間隔は11～20日と21～30日の間に全体で32例中25例が見られた。

7)精子希釈液

精巢内精子で精子液を調整するときの希釈液が25%以上の海水であれば、75%以上の受精率が得られることを平成6年度に報告した。平成7年度の採卵ではすべての回次で、2/3海水を使用して高受精率が得られた。

表7 天然魚採卵回数

採卵回数	採卵尾数		
	H5	H6	H7
1	1	18	12
2	2	9	9
3	2	2	2
計	5	29	23

8)精子液調整時の精巢重量と希釈液量

精巢重量と希釈液量は細かい検討はしていないが、H7の採卵事例から見ると、精巢重量の100倍の希釈液で精子液を調整している例が多い。精子液量は受精に用いる卵重量に比例すると考えられる。H7の場合、平均卵重量が23.9gで、平均精子液量が42.4ccであった。

表8 採卵間隔

採卵間隔	採卵尾数		
	H5	H6	H7
～10日		1	3
11～20日	4	5	8
21～30日	2	6	
31～40日			1
41～日		1	1
計	6	13	13

9)精子活性の持続性

現在のところアユカケ天然親魚を多数確保するのは困難な状況にある。♀が複数回採卵することを考慮すれば、1回の採卵で1尾のみを使用すると、♂が不足する。

精巢を摘出して乾燥しないように密閉状態で冷蔵保存したときの精子活性の持続性を調べた。精子活性の持続性は表9に示した。調査した10尾の精子活性は保存4日目まではほぼ+++の活性を保った。H7の採卵で保存1日目と2日目に使用した例が3例あり、3例とも保存0日目と同等の受精率を得ている。

表9 アユカケの精巢を冷蔵保存した時の精子活性

魚体No	TL (cm)	BW (g)	アユカケ 取上げ日	精 巢 冷 蔵 保 存 日 数													
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
天-215	14.4	57.0	H8.1.10	+++	+++	+++		+++									-
天-218	10.7	18.5	H8.1.10	+++	+++	+++		+++					+~+++				
天-219	13.2	36.9	H8.1.10	+++	+++	+++		+++					+				
天-220	14.9	51.3	H8.1.10	+++	+++	+++		+++					+				
天-221	13.3	37.9	H8.1.10	+++	+++	+++		+~+++									-
天-222	15.9	51.6	H8.1.10	+++	+++	+++		+~+++					+~+++				
天-208	12.7	31.9	H8.1.10	+++		+++				+~++							
天-197	21.1	175.8	H8.1.7											+++	+++		-
天-198	21.5	154.9	H8.1.7											+~+++	-		-
養0-402	8.3	10.5	H8.1.14			+++		+++						+~+++			

+ : 運動性微弱 ++ : 運動性弱い +++ : 運動性良好

10)人工受精の手順

人工受精の手順は図2に示した。

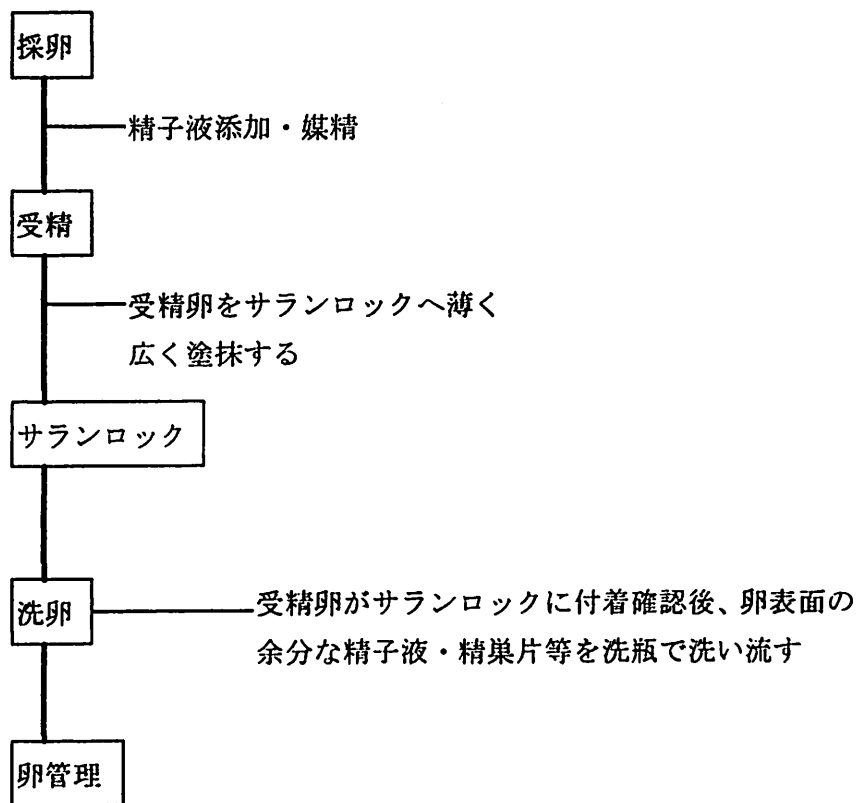


図2 人工受精の手順

2 小試験

小試験① 一精子活性と受精率一

精子活性の差による受精率に差が出るか確認した。同一♀から採卵した卵を用いて、精子活性を三段階に分けた精子液で受精させた時の受精率を検討した。結果は表 10 に示した。精子活性が+++であれば 96.0%の受精率が得られた。

表10 精子活性と受精率

精子活性	受精率
+	57.3
++	47.8
+++	96.0

小試験② 一養成0年魚と天然魚の交雑一

平成7年度の採卵において天然魚と同じ方法で人工受精をおこなっているにもかかわらず、養成0年魚の卵を用いた人工受精では受精率が著しく低く、発眼に至らなかった。

受精率が低いのは養成0年魚の卵質に問題があると思われる。そこで養成0年魚と天然魚の交雑を行って受精率の差を検討した。

表11 親魚の概要

親魚の由来	採捕河川	採捕日	TL(cm)	BW(g)	採卵・採精量(g)	精子活性	備考
天然♀	奈半利川	H7.11.8	22.3	194.5	37.2		2/3海水飼育
天然♂	同上	H7.9.21	16.7	75.1	1.2	+++	同上
養成0年魚♀			6.8	5.9	1.5		淡水飼育
養成0年魚♂			9.3	10.5	0.2	+++	同上

使用した親魚

の概要は表 11

に、交雑による

受精率の差は表

12に示した。受

表12 天然魚と養成0年魚交雑による受精率の差

♀親魚	♂親魚	受精率%	発眼状況	備考
天然魚	天然魚	94.3	良好	
天然魚	養成0年魚	87.6	良好	
養成0年魚	天然魚	41.0	発眼せず	発生進まず
養成0年魚	養成0年魚	28.3	発眼せず	発生進まず

精率は天然魚卵と天然魚精子で

は 94.3%、天然魚卵と養成0年

魚精子では 86.7%であったが、

養成0年魚卵と天然魚精子では

41.0%、養成0年魚卵と養成0年魚精子では 28.3%であった。養成0年卵は受精しているものの発生が進まず、発眼卵が得られなかった。

養成0年魚は産卵期から夏季にかけて大量に減耗した。周年淡水飼育はアユカケにとって悪影響及ぼすのかもしれない。また、塩のみ 2/3 海水で飼育した物部川産天然魚が正常に排卵せず、採卵が不調であった。以上のことから、アユカケを陸上水槽で飼育して採卵するためには海水飼育が必要と思われる。今後は用水管理を含めた親魚養成方法の検討が必要であろう。

小試験③ 一精子希釈液の検討一

2/3海水で精子液を調整して受精させた場合、高受精率が得られる。精子希釈液をもっと簡

表13 精子希釈液の種類と受精率

精子希釈液	受精率%	備考
2/3海水	92.6	
塩のみ2/3海水	65.0	受精3日後には発生が止まり、5日後には生卵なし

便にするために、粉碎塩のみの 2/3 海水で精子液を調整して受精率を検討した。結果は表

13に示した。塩のみ 2/3 海水では受精率も低く受精卵は正常な卵発生が見られなかった。

小試験④ -卵管理用水の検討-

当センターでは卵管理用水は 2/3 人工海水を使用しているが、人工海水の調整は労力と経費がかかるので、塩のみ 2/3 海水で卵管理を試みた。卵管理用水別の生残率は表 14 に示した。卵管理用水には人工海水を使用しなければ、死滅することがわかった。

表14 卵管理用水別の生残率

受精後 日数	1回次				2回次					
	卵管理 A		卵管理 B		卵管理 A		卵管理 B		卵管理 C	
	受精率	生残率	受精率	生残率	受精率	生残率	受精率	生残率	受精率	生残率
0										
1	89.1		78.9		80.6		46.1		82.9	
2										
3										
4						65.9				64.5
5										
6										
7		90.6		0 (廃棄)						
8										

受精は通常受精

卵管理 A : 2/3人工海水で管理

卵管理 B : 塩のみ2/3海水で管理

卵管理 C : 受精24時間は2/3人工海水で、以後は塩のみ2/3海水で管理

小試験⑤ -搾出後の卵放置時間による受精率・発眼率の検討-

採卵作業において、卵質の低下を考えれば、搾出から受精が完了するまでの時間が短いほど良い結果が得られると思われる。そこで、搾出から精子液添加までの時間別に受精率・発眼率を検討した。搾出から最初に精子液を添加したときを0分として、1分、2分、4分、7分、10分、15分後にそれぞれ精子液を添加した。

精子液添加時間別の受精率・発眼率は図3に示した。精子液添加までの時間が長くなると受精率・発眼率は低下する傾向を示した。受精率は大幅な低下は見られず、75%以上の受精率を示した。0分から4分までに精子液を添加したときの発眼率 67.4~77.6%であったが、7分以降の精子液添加では 35.6~53.8%に低下した。

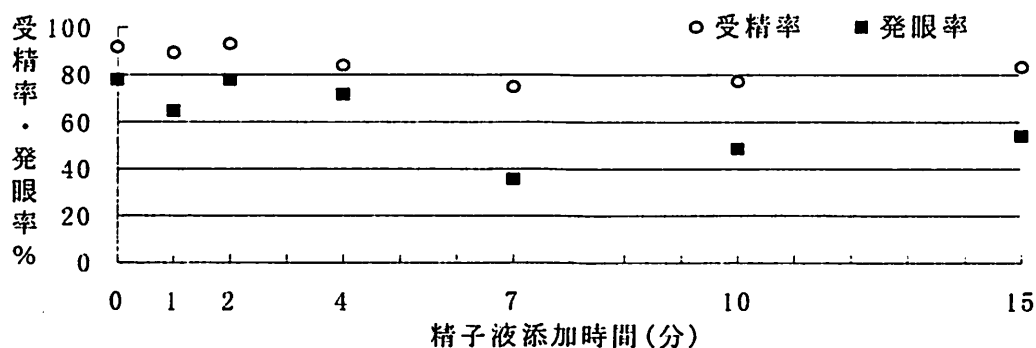


図3 精子液添加時間別の受精率・発眼率

3 種苗生産について

1) 目的

アユカケ種苗生産における量産技術の開発を行う。

2) 材料及び方法

(1) ワムシ投餌日数試験

ワムシ投餌日数別に種苗生産を行い、ワムシの投餌日数を検討した。飼育条件は表 15 に示した。ワムシの投餌日数は No34 水槽がふ化 2 日目～17 日目まで、No35、36 水槽がふ化 2 日目～37 または 40 日目までとした。アルテミア幼生、練餌及び配合飼料の投餌日数は各水槽とも同じにした。

表15 ワムシ投餌日数試験におけ飼育条件

水槽 No	水槽容量 (t)	池入れ日	投 餌 日 数 (ふ化後日数)				供試数(粒or尾/水槽)	
			ワムシ	アルテミア	練 餌	配合飼料	卵粒数	ふ化仔魚数*
34	0.2	3月9日	2～17	4～60	30～87	8～67	6,000	4,500
35	0.2	3月9日	2～37	4～60	30～87	8～67	6,000	4,500
36	0.2	3月9日	2～40	4～60	30～87	8～67	6,000	4,500

*次式で推定し端数を切り捨てた
 ふ化仔魚数=卵粒数×受精率×0.9×0.9

表16 練餌の組成

飼 料 名	商 品 名	配合A	配合B
アユ用初期餌料	日清 ゴールド1号	60	70
ウナギ用配合飼料	日清 ウナギ用配合飼料くろこ用	30	30
オキアミ粉末	特製	10	
栄養剤	バイオ科学 バイオスイート	1	

ワムシはナンノクロロ
 プシス、濃縮クロレラ及
 びパン酵母で1次培養後、
 生クロレラーω3(クロレ
 ラ工業製)で2次培養し

表17 使用した配合飼料

配合No	内 容
1	G2 : G3 = 1 : 1
2	協和B250 : G1 = 1 : 1
3	G1 単品
4	G2 単品
5	G3 単品
6	あゆっ子4号単品

G1 : 日清 ゴールド1号
 G2 : 日清 ゴールド2号
 G3 : 日清 ゴールド3号

たものを与えた。アルテミア幼生は栄養強化なしで与えた。練餌は表 16 に示した配合 A を約 4～5 倍量の水で練って与えた。配合飼料は摂餌状況を見ながら、表 17 に示した配合 No1、2、4、5、6 を適宜与えた。

供試受精卵は 2 月 25 日に養成 1 年魚 7 尾から搾出採卵して受精させた同一 Lot を用いた。受精卵は定量ずつサランロックに付着させて卵管理を行い、ふ化直前の 3 月 9 日に各

水槽に收容してふ化を待った。飼育水槽は円形 0.2t を使用した。

(2) アルテミア投餌日数試験

アルテミア投餌日数別に種苗生産を行い、アルテミアの投餌日数を検討した。飼育条件は表 18 に示した。アルテミアの投餌日数は No30・37 水槽がふ化 10 日目～30 日目まで、No29・38 水槽がふ化 10 日目～50 日目までとした。ワムシ、練餌及び配合飼料の投餌日数は各水槽とも同じにした。

ワムシ及びアルテミア幼生は上記(1)と同様に与えた。練餌は No30・29 に表 16 に示し

た配合 B を、No37・38 に配合 A を上記(1)と同様に与えた。配合飼料は摂餌状況を見ながら、表 17 に示した配合 No1、4、5 を適宜与えた。

表18 アルテミア投餌日数試験における飼育条件

水槽 No	水槽容量 (t)	池入れ日	投 餌 日 数 (ふ化後日数)				供試ふ化仔魚数 (尾/水槽)
			ワムシ	アルテミア	練 餌	配合飼料	
30	0.2	2月17日	1~30	10~30	15~109	32~60	1,700
37	0.2	2月17日	1~30	10~30	15~108	32~60	1,700
29	0.2	2月17日	1~30	10~50	15~109	32~60	1,700
38	0.2	2月17日	1~30	10~50	15~108	32~60	1,700

供試ふ化仔魚は2月2日に天然魚3尾から搾出採卵して受精させた同一 Lot の受精卵からふ化したものを用いた。ふ化仔魚は1水槽当たり1700尾収容した。飼育水槽は円形0.2tを使用した。

(3)冷凍ワムシによる種苗生産試験

生ワムシの代替として冷凍ワムシを用いた種苗生産を行った。飼育条件は表19に示した。No29水槽は対照区として生ワムシを、No28水槽は試験区として冷凍ワムシを与えた。ワムシ以外の餌及びそれぞれの投餌日数は両水槽とも同じにした。なお、用いた餌はワムシ及びアルテミア幼生が(1)上記と同じものを、練餌はNo28に配合Aを、No29に配合Bを、配合飼料は配合No1、4を与えた。

供試ふ化仔魚、飼育水槽及び初期収容尾数は上記(2)と同じであった。

表19 冷凍ワムシによる種苗生産試験における飼育条件

水槽 No	水槽容量 (t)	池入れ日	ワムシの規格	投 餌 日 数 (ふ化後日数)			供試ふ化仔魚数 (尾/水槽)	
				ワムシ	アルテミア	練 餌		
28	0.2	2月17日	冷凍	1~30	10~50	15~109	32~60	1,700
29	0.2	2月17日	生	1~30	10~50	15~109	32~60	1,700

(4)配合飼料による種苗生産試験

練餌の投餌は配合飼料に比べて、時間と手間がかかり、給餌器が使えない等の欠点がある。

練餌の代替として配合飼料を用いた種苗生産を行った。飼育条件は表20に示した。No39水槽は対照区として練餌と配合飼料併用して、No33水槽は試験区として配合飼料単独で与えた。練餌は配合Aを、配合飼料は配No2、3、4、5を、ワムシ及びアルテミア幼生は上記(1)と同じものを与えた。

表20 配合飼料による種苗生産試験における飼育条件

水槽 No	水槽容量 (t)	池入れ日	投 餌 日 数 (ふ化後日数)				供試数(粒or尾/水槽)	
			ワムシ	アルテミア	練 餌	配合飼料	卵粒数	ふ化仔魚数*
39	0.2	3月23日	0~38	7~60	16~72	7~53	1,400	770
33	0.2	3月23日	0~35	3~35	無投餌	3~72	6,500	3,600

*次式で推定し端数を切り捨てた

ふ化仔魚数=卵粒数×受精率×0.85×0.85

供試受精卵は3月8日に養成1年魚4尾から搾出採卵して受精させた同一 Lot を用い

た。卵は第4章の「2 発眼卵のALC染色試験」において報告したALC染色液に浸漬した卵で、供試卵数はNo33水槽が6500粒、No39水槽が1400粒であった。ALC染色発眼卵はふ化直前の3月23日に0.2tの各飼育水槽に収容してふ化を待った。なお、No33水槽に収容した卵が染色できなかつた卵で、No39水槽に収容した卵が染色に成功した卵であった。

3) 結果及び考察

(1) ワムシ投餌日数試験

飼育期間中の水温、p h、DO、NH₄-N及びNO₂-Nの推移は図4、5、6、7、8に示した。各環境測定項目は3水槽とも同じ傾向の推移を示した。3水槽における各項目の平均値は水温が17.0~17.3℃、p hが7.53~7.55、DOが5.29~5.40mg/L、NH₄-Nが0.33~0.35ppm、NO₂-Nが0.29~0.41ppmでほとんど差は見られなかつた。

NO₂-Nの最高値が例年より高く推移したことから、練餌の投餌開始がふ化8日目からであったために、濾過槽への負荷が大きかったことが想像される。アンモニアについては亜硝酸菌の起ち上がりが比較的速いために、NH₄-Nは初期の段階では容易に押さえられるが、亜硝酸については硝酸菌の起ち上がりが遅いために、NO₂-Nは消費されず数値が大きくなった。飼育初期から練餌または配合飼料を使用する場合は濾過槽の起ち上げを十分に行う必要がある。

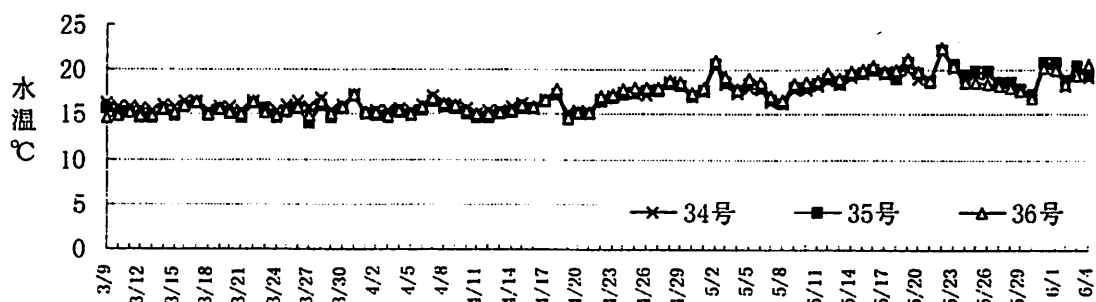


図4 ワムシ投餌日数試験における水温の推移

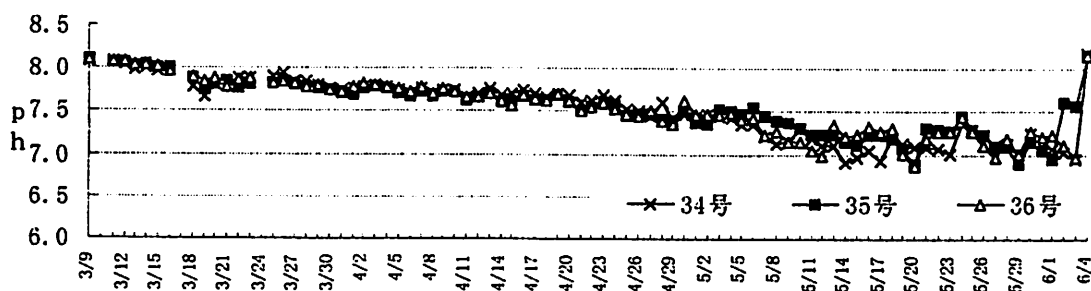


図5 ワムシ投餌日数試験におけるp hの推移

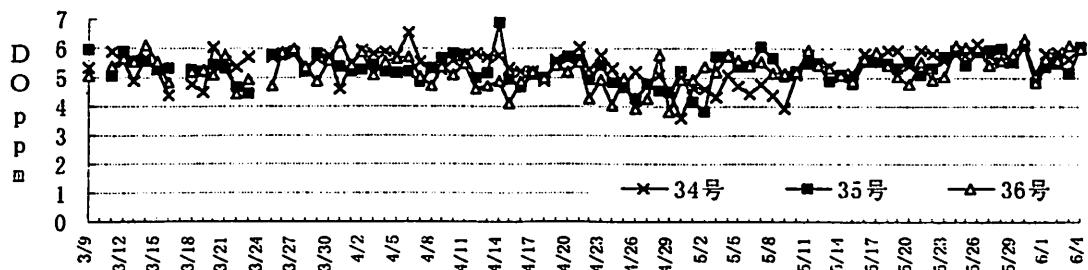


図6 ワムシ投餌日数試験におけるDOの推移

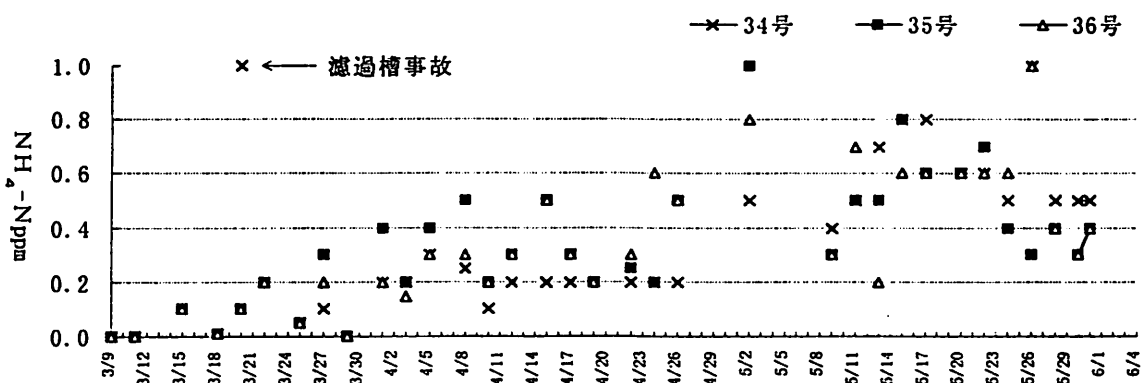


図7 ワムシ投餌日数試験におけるNH₄-Nの推移

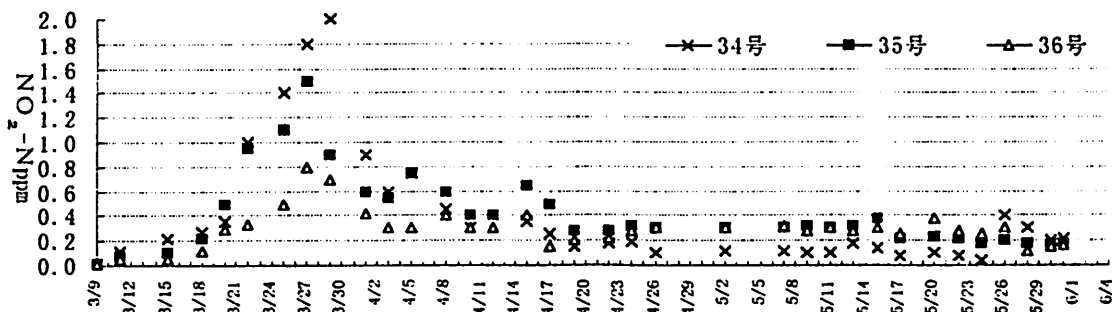


図8 ワムシ投餌日数試験におけるNO₂-Nの推移

ワムシ投餌日数試験における種苗生産結果は表 21 に、餌料系列は図 9 に、ワムシおよびアルテミアの投餌と残餌の状況は図 10、11 に、練餌及び配合飼料投餌状況は図 12、13 に、斃死魚取上げ状況は図 14 に示した。

飼育期間を通じて、上記に示した飼育環境、餌料関係でワムシの投餌日数と投餌量が大きく異なるだけで、他の項目は 3 水槽ともほぼ同様の推移を示した。ワムシ投餌日数がふ化後 17 日目までの No34 水槽はワムシをふ化後 37・40 日目まで与えた No35・36 水

槽とほぼ同等の取上げ尾数と生残率を示した。各水槽の取上げ尾数と生残率は No34 が 730尾で 16.2%、No35 が 627尾で 13.9%、No36 が 780尾で 17.3%であった。ワムシの投餌日数がふ化後 17 日目までも種苗生産は十分可能と判断できた。

今後はさらに短いワムシ投餌期間及び適正投餌量について検討する必要がある。

表21 ワムシ投餌日数試験における種苗生産結果

水槽No	No 3 4	No 3 5	No 3 6
飼育水槽の大きさ (t)	0.2	0.2	0.2
同 形状	円形	円形	円形
同 色	黒	黒	黒
飼育法式	循環濾過	循環濾過	循環濾過
使用用水	2/3人工海水	2/3人工海水	2/3人工海水
親魚の由来	養成1年魚	養成1年魚	養成1年魚
採卵日	2月25日	2月25日	2月25日
飼育開始日	3月9日	3月9日	3月9日
飼育終了日	6月4日	6月4日	6月4日
飼育日数	87	87	87
収容卵粒数	6000	6000	6000
初期収容尾数	4500	4500	4500
取上げ尾数	730	627	780
途中追加尾数	220	0	0
途中分養尾数	0	0	0
飼育期間中の取上げた斃死尾数	432	603	834
生残率	16.2	13.9	17.3
ふ化時の平均全長(mm)			
取上げ時の平均全長(mm)	28.1	25.8	26.5
取上げ時の平均体重(mg)	0.27	0.22	0.22
ワムシ投餌期間(ふ化後日数)	2~17	2~37	2~40
同 日数	15	33	36
同 総投餌量(万個)	2550	4350	4650
同 日間投餌量(万個/日)	170	132	129
アルミア投餌期間(ふ化後日数)	4~60	4~60	4~60
同 日数	56	56	56
同 総投餌量(万個)	6900	6760	7595
同 日間投餌量(万個/日)	123	121	136
練餌投餌期間(ふ化後日数)	30~87	30~87	30~87
同 日数	57	57	57
同 総投餌量(g)	342	342	342
配合飼料投餌期間(ふ化後日数)	8~67	8~67	8~67
同 日数	60	60	60
同 総投餌量(杯)	178	178	178
水温 [平均(最低~最高)] °C	17.3(15.1~22.3)	17.0(14.0~22.2)	17.2(14.7~22.43)
p h [同上]	7.53(6.92~8.18)	7.55(6.89~8.15)	7.54(6.88~8.17)
DO [同上] mg/L	5.40(3.59~6.53)	5.34(3.86~6.89)	5.29(3.83~6.32)
NH ₄ -N [同上] ppm	0.33(0~1.00)	0.35(0~1.00)	0.35(0~1.00)
NO ₂ -N [同上] ppm	0.39(0.01~2.00)	0.41(0.01~1.50)	0.29(0.01~0.80)

途中追加は同一飼育条件のものを追加した

途中追加した水槽は初期の減耗が大きかったので生残率の算定には途中追加尾数は無視した

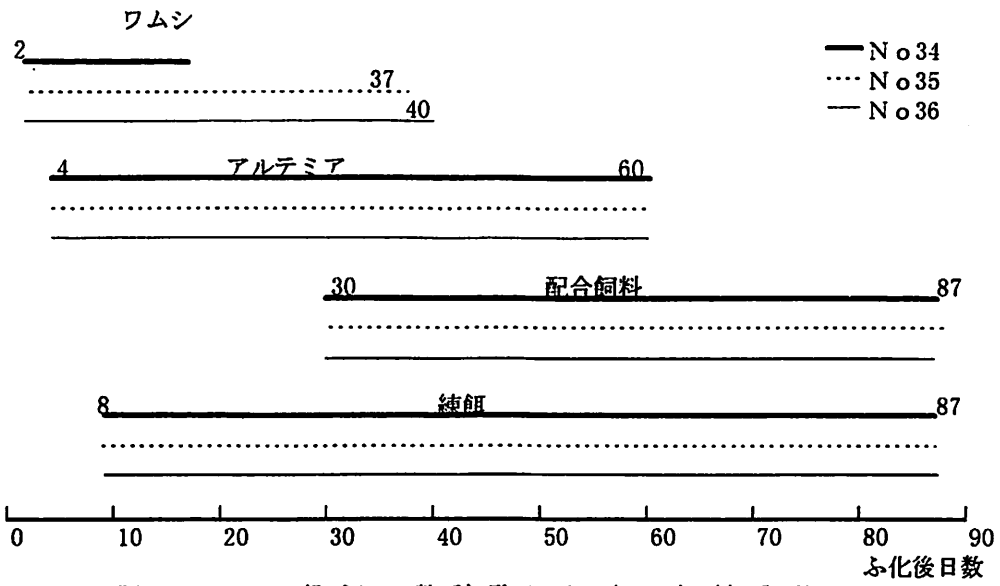


図9 ワムシ投餌日数試験における餌料系列

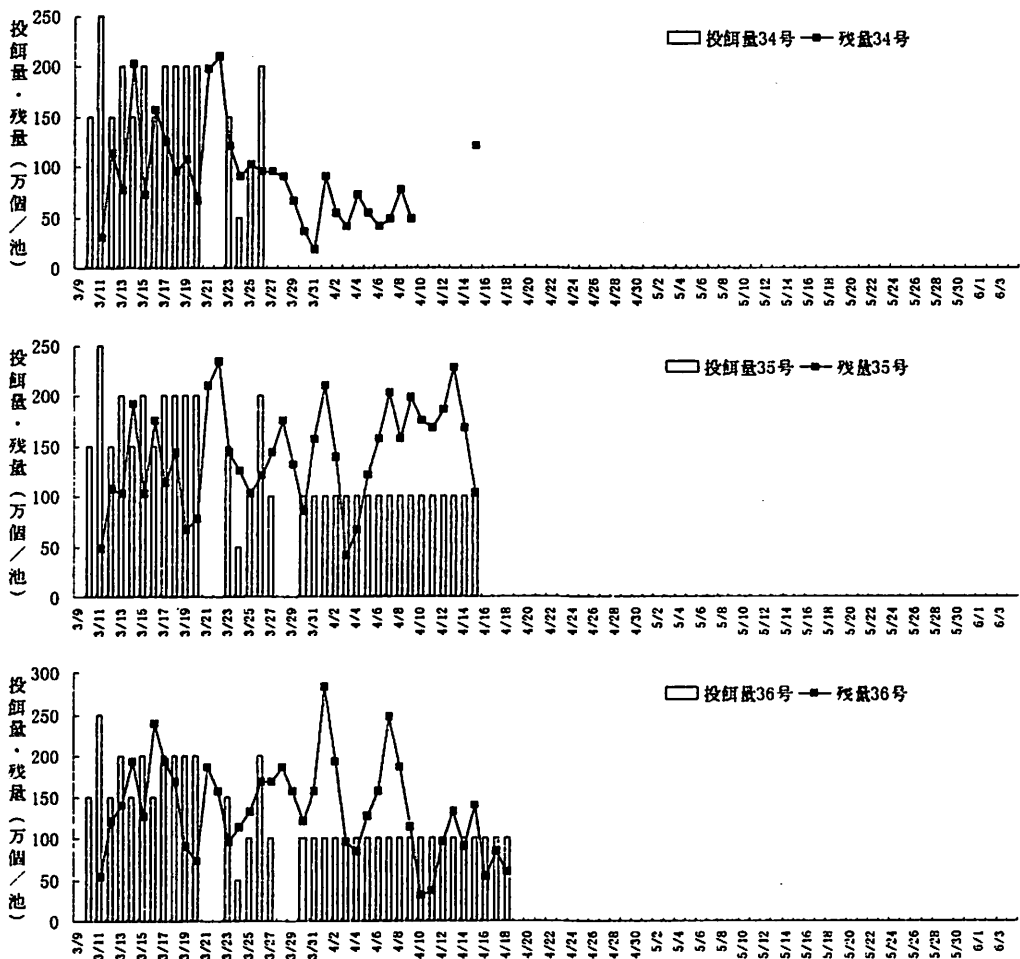


図10 ワムシ投餌日数試験におけるワムシ投餌と残餌の状況

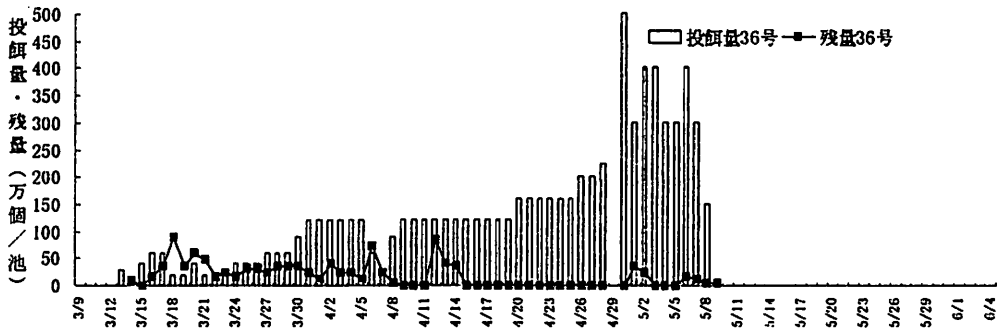
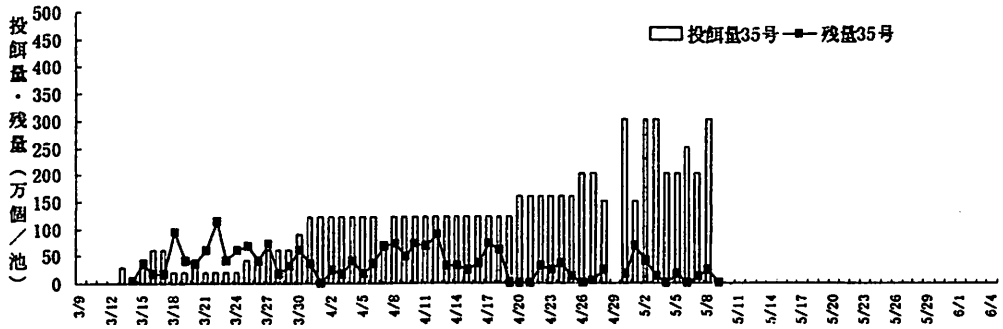
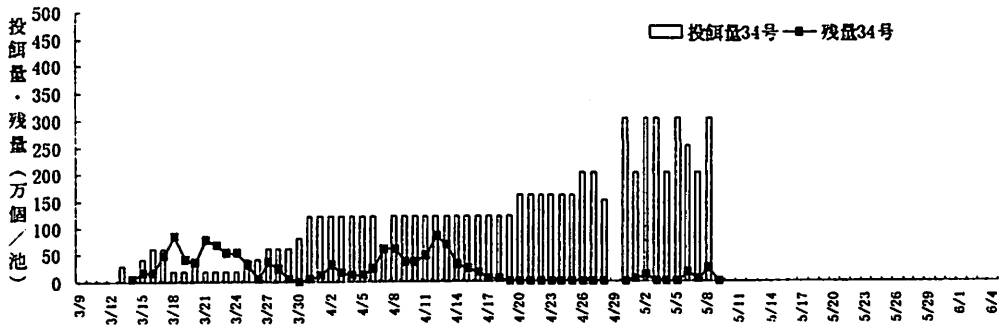


図11 ワムシ投餌日数試験におけるアルテミア投餌と残餌の状況

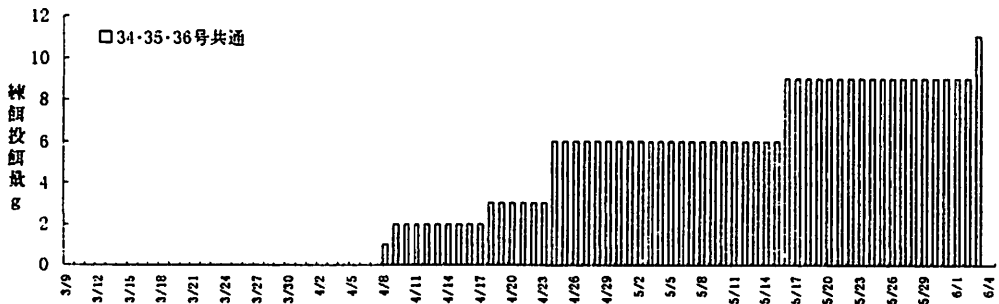


図12 ワムシ投餌日数試験における投餌投餌状況

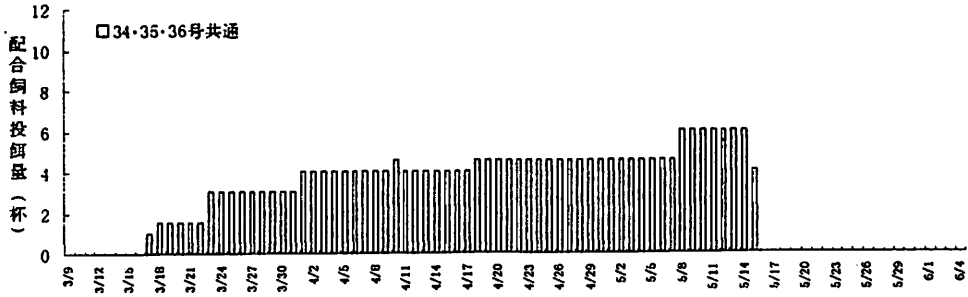


図13 ワムシ投餌日数試験における配合飼料投餌状況
単位：計量スプーン小のすりきり一杯が1単位

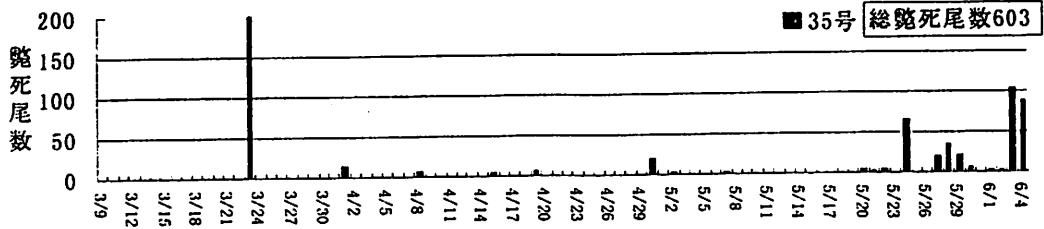
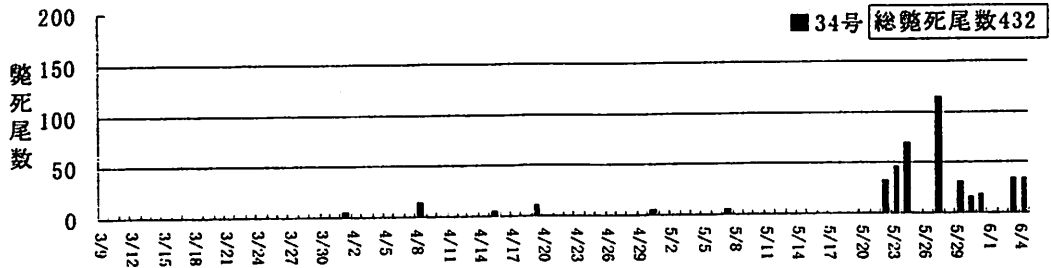


図14 ワムシ投餌日数試験における斃死魚取上げ状況

(2)アルテミア投餌日数試験

飼育期間中の水温、p h、DO、NH₄-N及びNO₂-Nの推移は図15、16、17、18、19に示した。各環境測定項目の推移は4水槽とも概ね同じ傾向を示しが、特に、相違点はNo29水槽におけるp hが他の3水槽より終盤に低く推移したことである。No29水槽における最初の斃死のピーク時とp h低下時期が一致した。p hの変化に対してアユカケは弱いのかも知れない。

4水槽における各項目の平均値は水温が16.3~16.9℃、p hが7.55~7.73、DOが5.36~5.79mg/L、NH₄-Nが0.16~0.36ppm、NO₂-Nが0.27~0.60ppmで飼育に支障をきたすほどの大差は見られなかった。

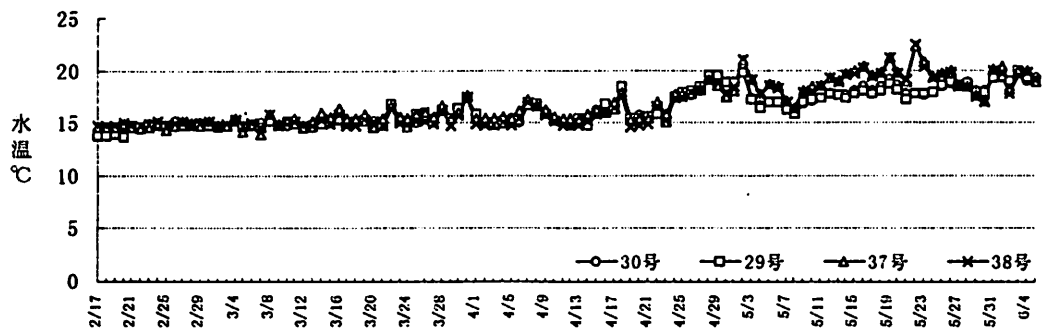


図15 アルテミア投餌日数試験における水温の推移

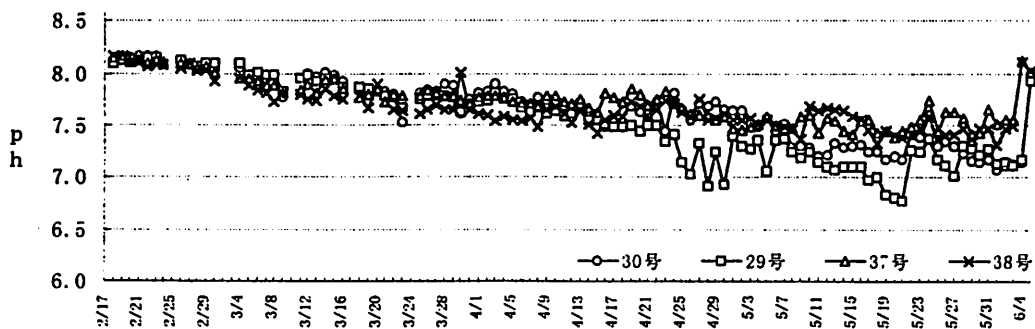


図16 アルテミア投餌日数試験におけるp hの推移

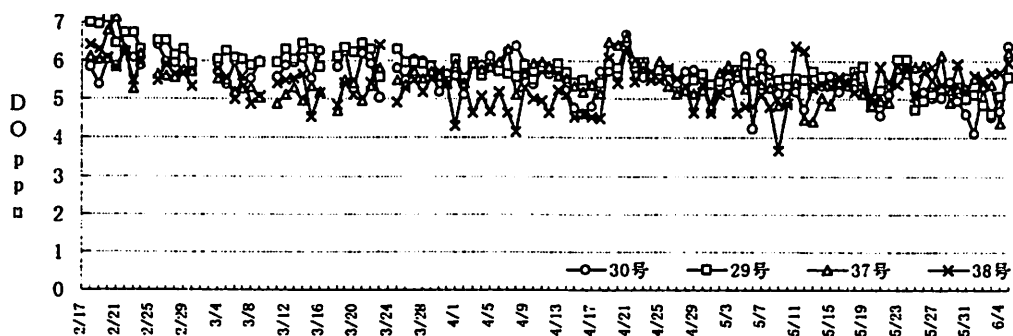


図17 アルテミア投餌日数試験におけるDOの推移

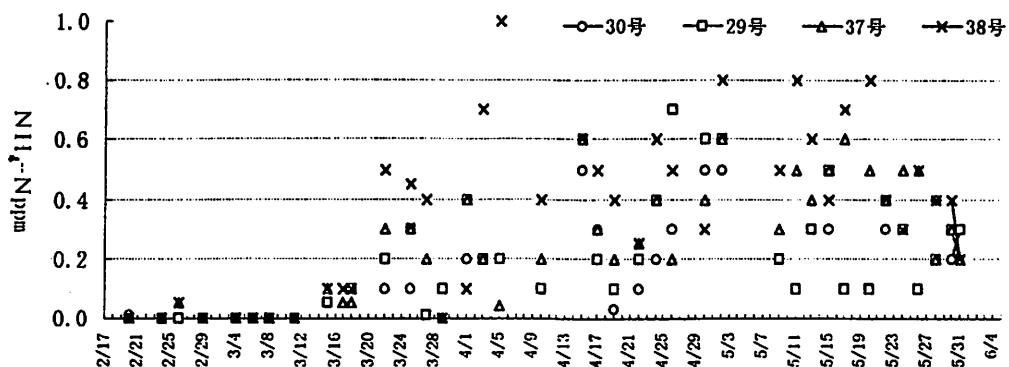


図18 アルテミア投餌日数試験における $\text{NH}_4\text{-N}$ の推移

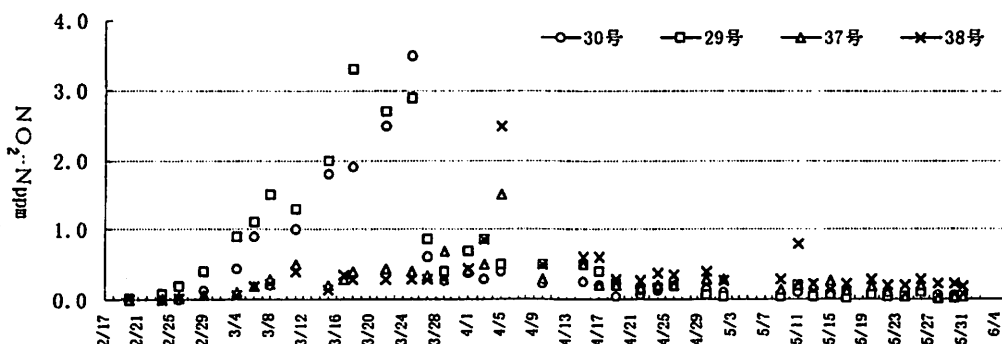


図19 アルテミア投餌日数試験における $\text{NO}_3\text{-N}$ の推移

アルテミア投餌日数試験における種苗生産結果は表 22 に、餌料系列は図 20 に、ワムシ及びアルテミアの投餌と残餌の状況は図 21、22 に、練餌及び配合飼料投餌状況は図 23、24 に、斃死魚取上げ状況は図 25 に示した。

飼育期間を通じて、上記に示した飼育環境、餌料関係でアルテミアの投餌日数と投餌量が大きく異なるだけで、他の項目は4水槽ともほぼ同様の推移を示した。アルテミア投餌日数がふ化後 30 日目までの No30・37 水槽はアルテミアをふ化後 50 日目まで与えた No29・38 水槽とほぼ同等の取上げ尾数と生残率を示した。各水槽の取上げ尾数と生残率は No30 が 439 尾で 25.8%、No37 が 158 尾で 9.3%、No29 が 393 尾で 23.1%、No38 が 318 尾で 18.7%であった。なお、No37 において途中追加したにもかかわらず、生残率が低いのは生産開始当初の原因不明の減耗が大きいためである。アルテミアの投餌日数がふ化後 30 日目までも種苗生産は十分可能と判断できた。

今後は、適正投餌量及び投餌期間について検討する必要がある。

表22 アルテミア投餌日数試験における種苗生産結果

水槽No	No 30	No 37	No 29	No 38
飼育水槽の大きさ (t)	0.2	0.2	0.2	0.2
同 形状	円形	円形	円形	円形
同 色	黒	黒	黒	黒
飼育法式	循環濾過	循環濾過	循環濾過	循環濾過
使用用水	2/3人工海水	2/3人工海水	2/3人工海水	2/3人工海水
親魚の由来	天然魚	天然魚	天然魚	天然魚
採卵日	2月2日	2月2日	2月2日	2月2日
飼育開始日	2月17日	2月17日	2月17日	2月17日
飼育終了日	6月5日	6月4日	6月5日	6月4日
飼育日数	109	108	109	108
収容卵粒数				
初期収容尾数	1700	1700	1700	1700
取上げ尾数	439	158	393	318
途中追加尾数	200	1000	0	0
途中分養尾数	0	0	0	0
飼育期間中の取上げた斃死尾数	102	72	596	318
生残率	25.8	9.3	23.1	18.7
ふ化時の平均全長(mm)				
取上げ時の平均全長(mm)	32.5	34.7	32.5	29.7
取上げ時の平均体重(mg)	0.4	0.53	0.43	0.37
ワムシ投餌期間(ふ化後日数)	1~30	1~30	1~30	1~30
同 日数	29	28	29	28
同 総投餌量(万個)	7400	5810	8100	5840
同 日間投餌量(万個/日)	255	208	279	209
アルテミア投餌期間(ふ化後日数)	10~30	10~30	10~50	10~50
同 日数	21	21	41	41
同 総投餌量(万個)	908	768	4418	2518
同 日間投餌量(万個/日)	43	37	108	61
練餌投餌期間(ふ化後日数)	15~109	15~108	15~109	15~108
同 日数	93	92	93	92
同 総投餌量(g)	798	602	834	694
配合飼料投餌期間(ふ化後日数)	32~60	32~60	32~60	32~60
同 日数	28	28	28	28
同 総投餌量(杯)	222	139	220	225
水温 [平均(最低~最高)] °C	16.4(13.9~20.2)	16.9(13.9~22.4)	16.3(13.6~20.0)	16.7(14.6~22.4)
p h [同上]	7.66(7.07~8.17)	7.73(7.39~8.17)	7.55(6.78~8.15)	7.67(7.31~8.16)
DO [同上] mg/L	5.56(4.12~6.68)	5.52(4.39~7.15)	5.79(4.62~7.13)	5.36(3.69~6.42)
NH ₄ -N [同上] ppm	0.16(0~0.50)	0.25(0~0.60)	0.21(0~0.70)	0.36(0~1.00)
NO ₂ -N [同上] ppm	0.44(0~3.50)	0.27(0.01~1.50)	0.60(0.02~3.30)	0.35(0.01~2.50)

途中追加は同一飼育条件のものを追加した

途中追加した水槽は初期の減耗が大きかったので生残率の算定には途中追加尾数は無視した

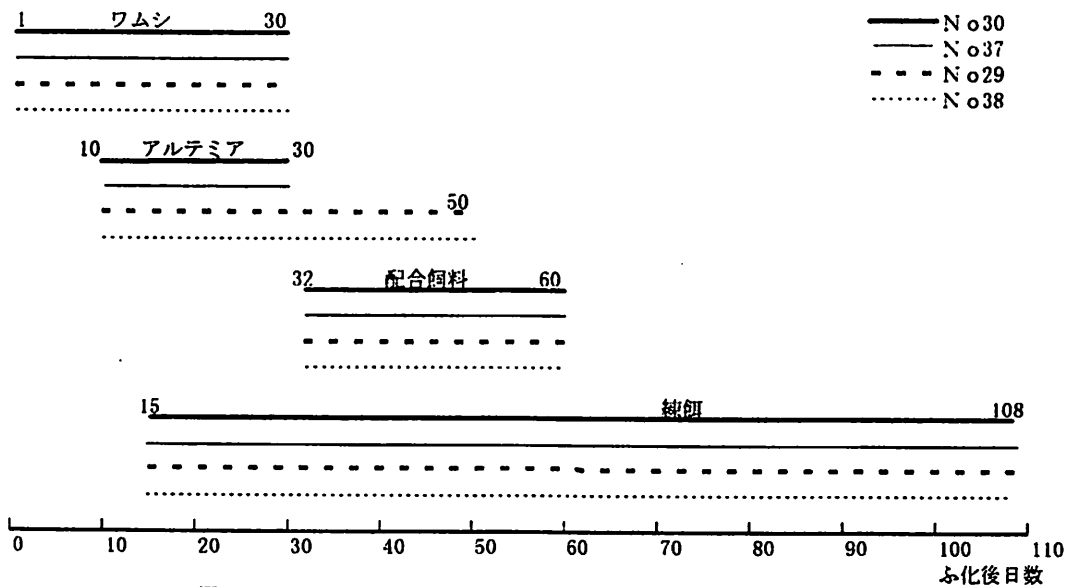


図20 アルテミア投餌日数試験における餌料系列

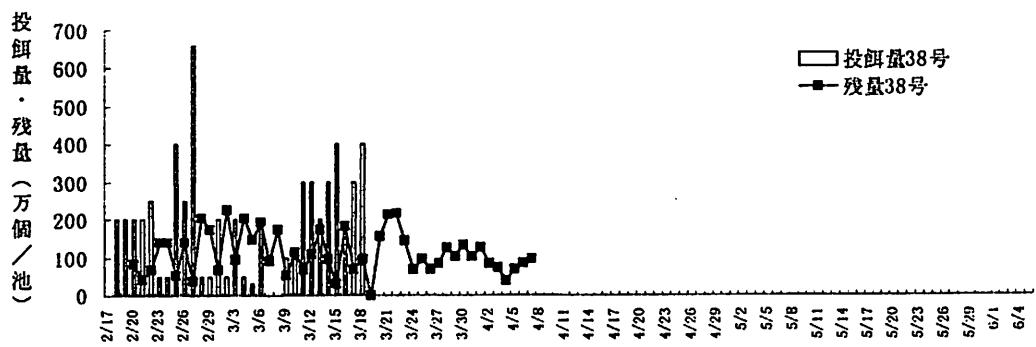
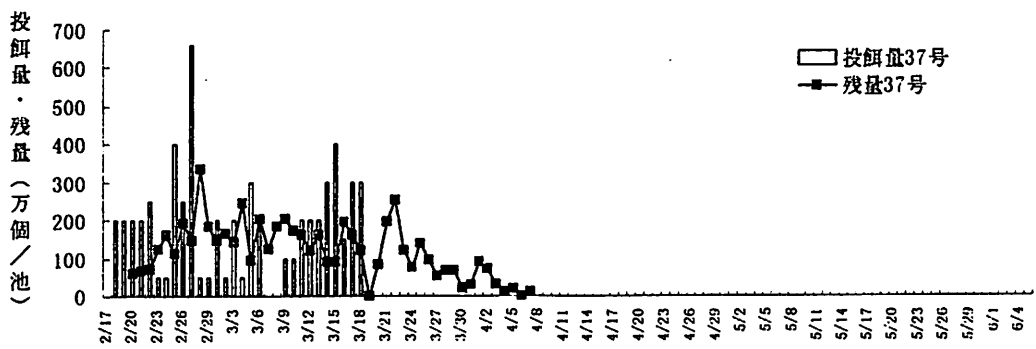
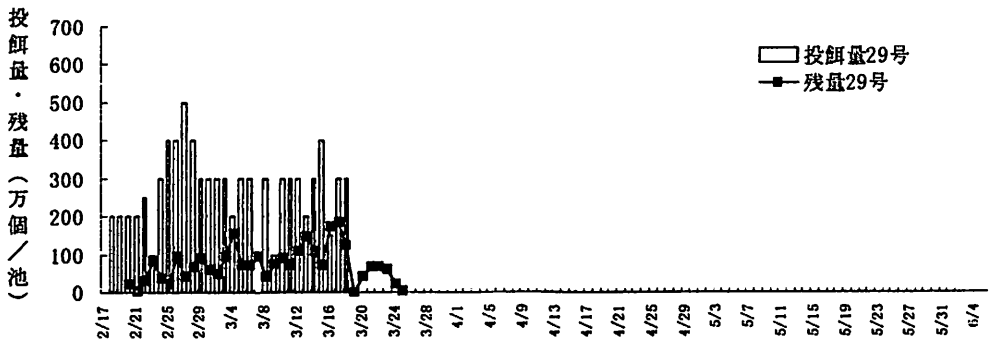
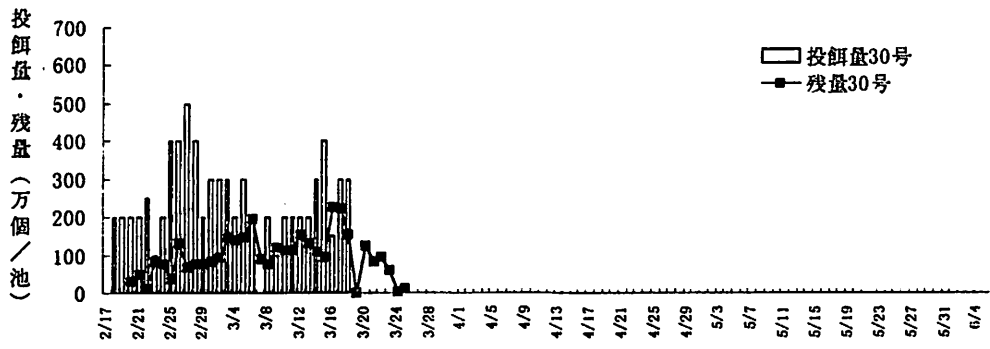


図21 アルテミア投餌日数試験におけるワムシ投餌と残餌の状況

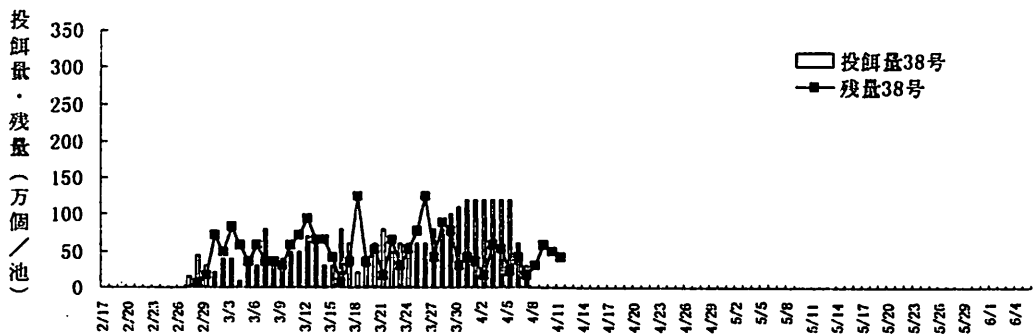
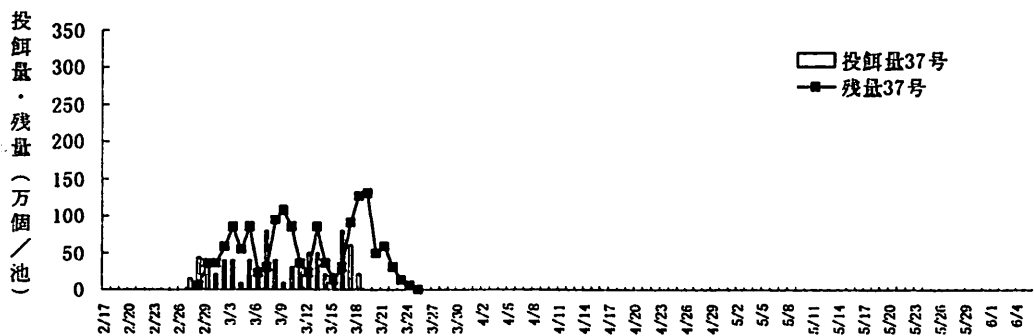
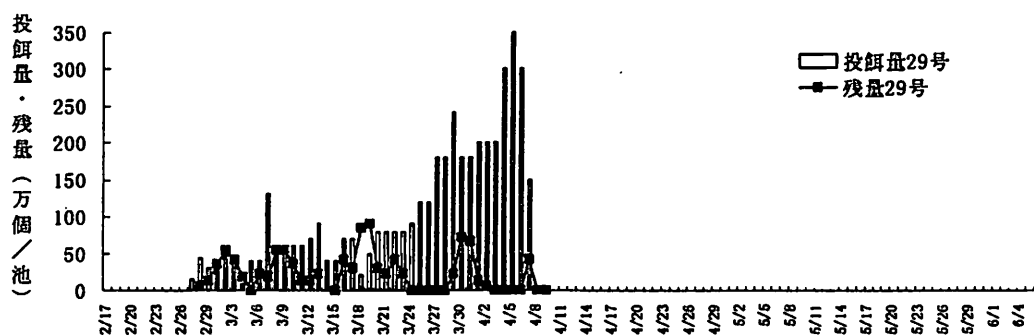
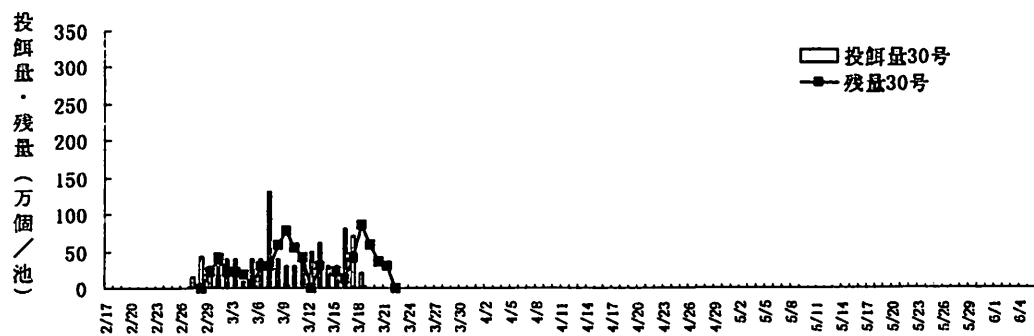


図22 アルテミア投餌日数試験におけるアルテミア投餌と残餌の状況

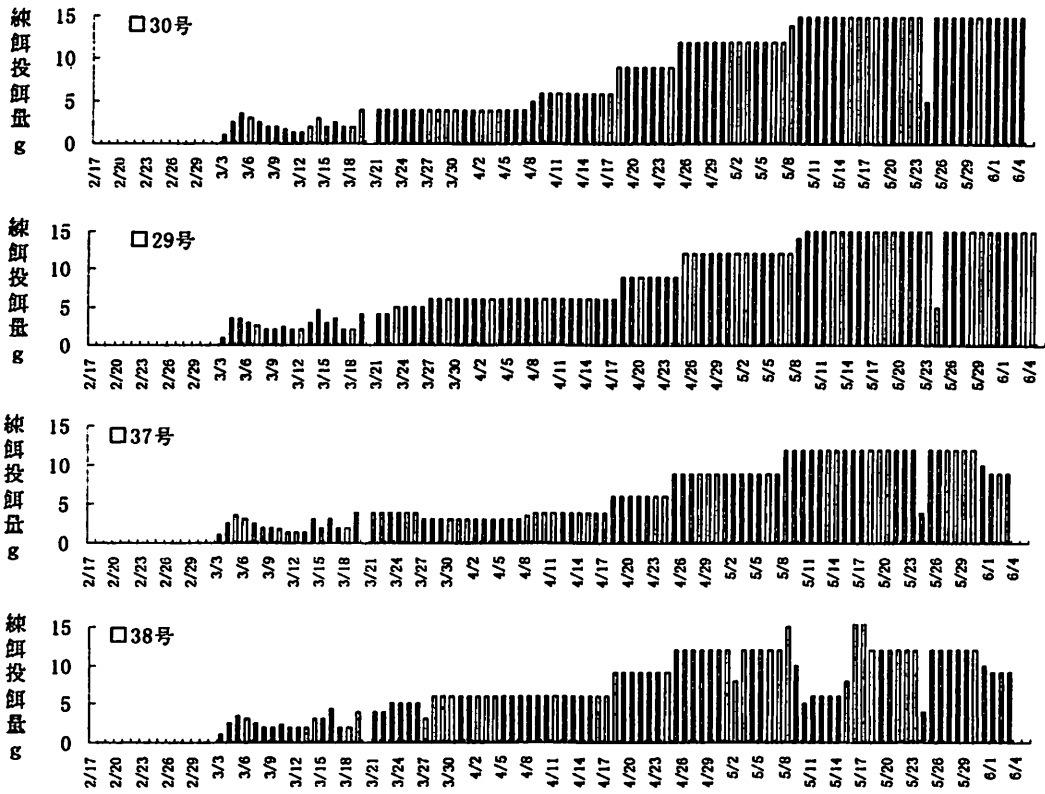


図23 アルテミア投餌日数試験における練餌投餌状況

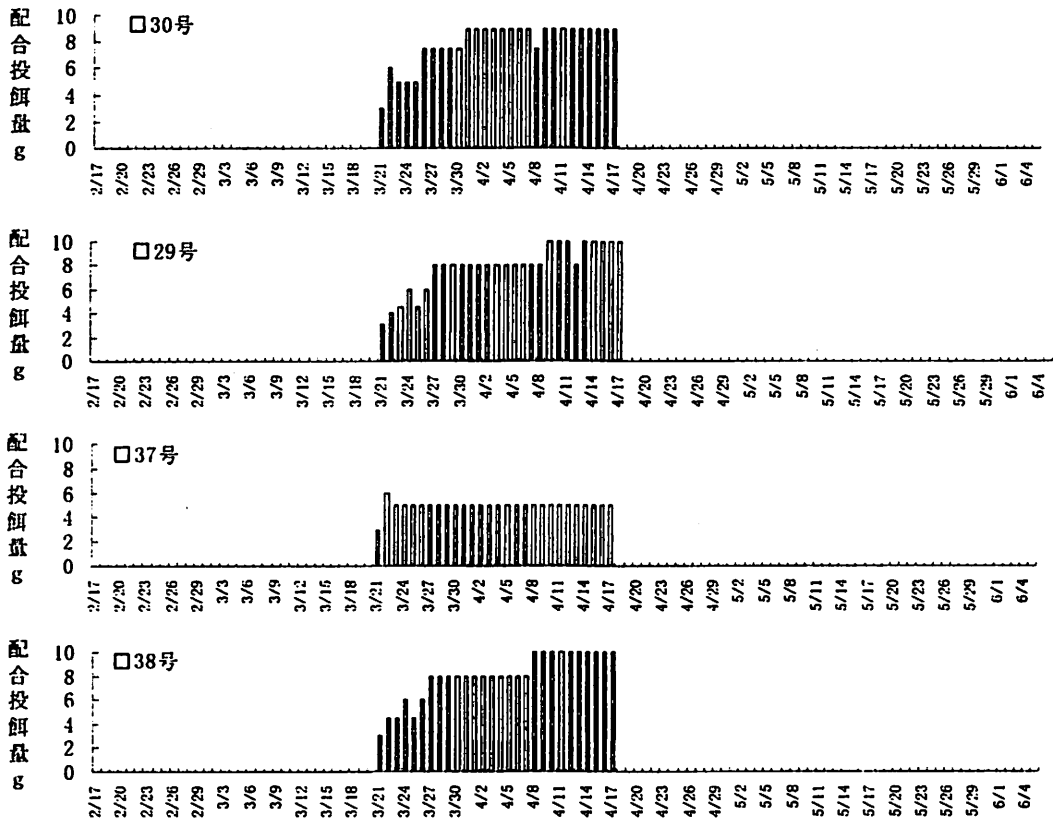


図24 アルテミア投餌日数試験における配合飼料投餌状況

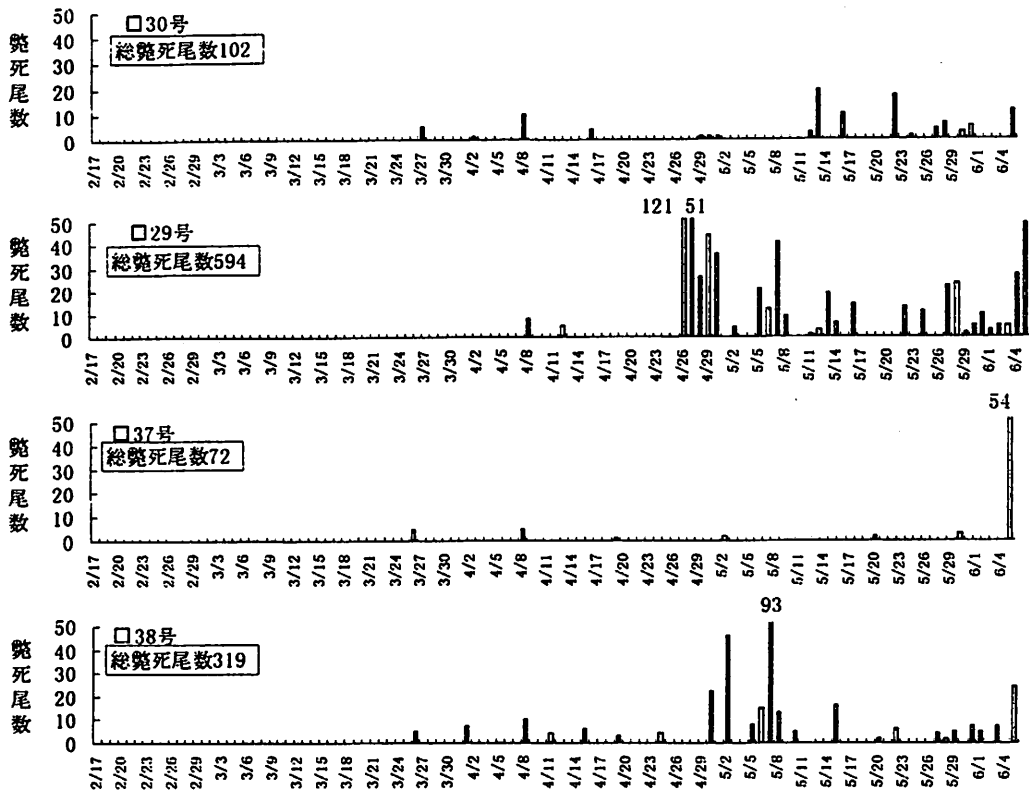


図25 アルテミア投餌日数試験における斃死魚取上げ状況

(3) 冷凍ワムシによる種苗生産試験

飼育期間中の水温、p h、DO、NH₄-N及びNO₂-Nの推移は図 26、27、28、29、30 に示した。水温及びDOは両水槽ともほぼ同様の推移を示した。p hについては飼育後半に No29 水槽が一時的に低下した。NH₄-N及びNO₂-Nの推移は同じ傾向を示した。NO₂-Nについては冷凍ワムシを与えた No28 水槽が飼育初期から急上昇した。No28 におけるNO₂-Nの急上昇は冷凍ワムシの過給餌と濾過槽内の硝酸菌の起ち上がりが遅いためと思われた。生ワムシの過給餌による環境悪化は今までの経験ではあまり考えられなかったが、冷凍ワムシを使用する場合は過給餌にならないよう注意しなければいけない。

両水槽における各環境測定項目の平均値は水温が両方 16.3℃、p hが 7.55~7.56、DOが 5.60~5.79mg/L、NH₄-Nが 0.21~0.22ppm、NO₂-Nが 0.53~0.60ppm で飼育に支障をきたすほどの大差は見られなかった。

冷凍ワムシによる種苗生産結果は表 23 に、餌料系列は図 31 に、ワムシ及びアルテミアの投餌と残餌の状況は図 32、33 に、練餌及び配合飼料投餌状況は図 34、35 に、斃死魚取上げ状況は図 36 に示した。

冷凍ワムシを使用したNo28水槽は生ワムシを使用したNo29水槽より上回る取上げ尾数と生残率を示した。両水槽の取上げ尾数と生残率はNo28が481尾で28.3%、No29が393尾で23.1%であった。生ワムシの代替として冷凍ワムシを使用しても種苗生産は十分可能と判断できた。

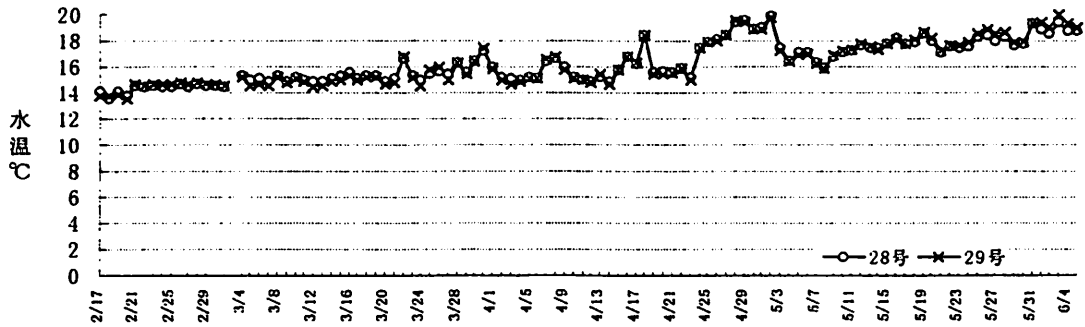


図26 冷凍ワムシによる種苗生産試験における水温の推移

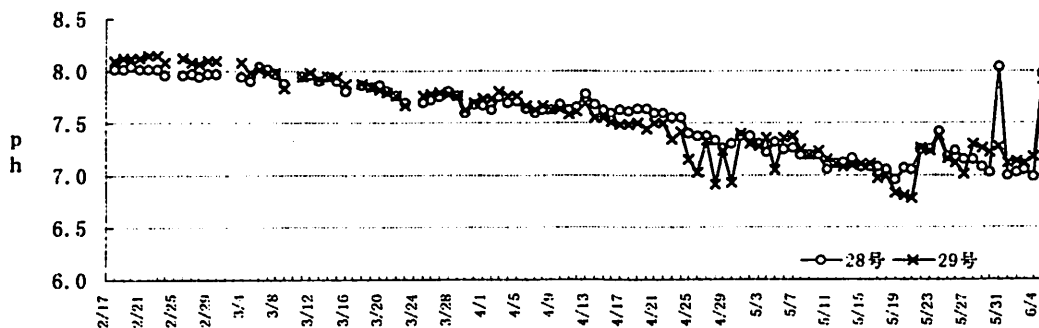


図27 冷凍ワムシによる種苗生産試験における pH の推移

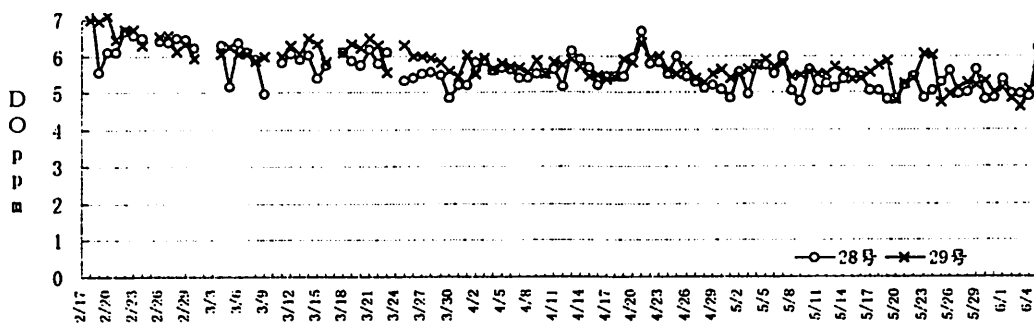


図28 冷凍ワムシによる種苗生産試験における DO の推移

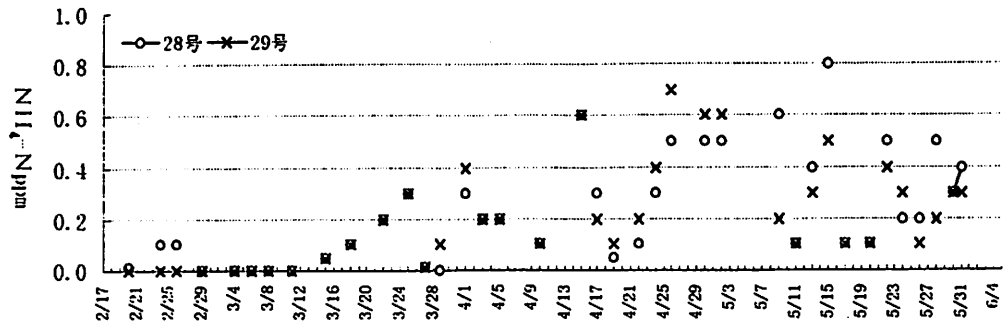


図29 冷凍ワムシによる種苗生産試験におけるNH₄-Nの推移

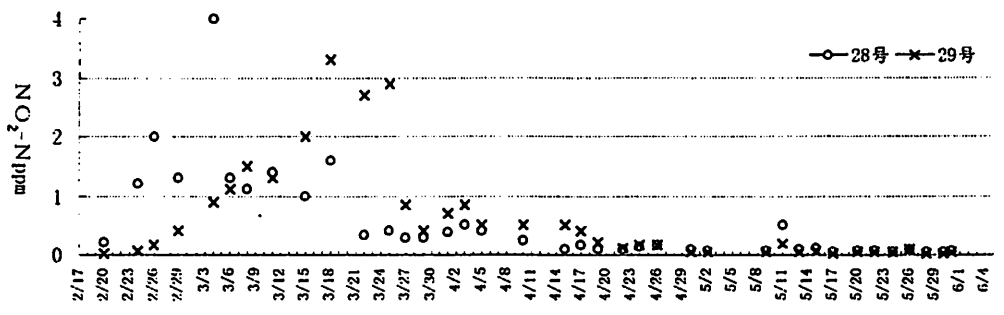


図30 冷凍ワムシによる種苗生産試験におけるNO₂-Nの推移

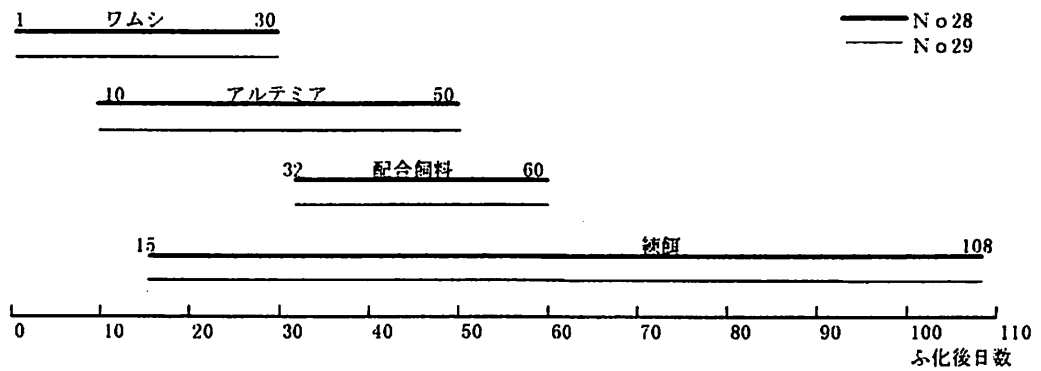


図31 冷凍ワムシによる種苗生産試験における餌料系列

表23 冷凍ワムシによる種苗生産試験結果

水槽No	No 28	No 29
飼育水槽の大きさ (t)	0.2	0.2
同 形状	円形	円形
同 色	黒	黒
飼育法式	循環濾過	循環濾過
使用用水	2/3人工海水	2/3人工海水
親魚の由来	天然魚	天然魚
採卵日	2月2日	2月2日
飼育開始日	2月17日	2月17日
飼育終了日	6月5日	6月5日
飼育日数	109	109
収容卵粒数		
初期収容尾数	1700	1700
取上げ尾数	481	393
途中追加尾数	0	0
途中分養尾数	0	0
飼育期間中の取上げた斃死尾数	84	596
生残率	28.3	23.1
ふ化時の平均全長 (mm)		
取上げ時の平均全長 (mm)	31.7	32.5
取上げ時の平均体重 (mg)	0.48	0.43
ワムシの規格	冷凍	通常(生)
ワムシ投餌期間(ふ化後日数)	1~30	1~30
同 日数	29	29
同 総投餌量(万個)	13620	8100
同 日間投餌量(万個/日)	568	279
アルテミア投餌期間(ふ化後日数)	10~50	10~50
同 日数	41	41
同 総投餌量(万個)	3063	4418
同 日間投餌量(万個/日)	75	108
練餌投餌期間(ふ化後日数)	15~109	15~109
同 日数	93	93
同 総投餌量(g)	833	834
配合飼料投餌期間(ふ化後日数)	32~60	32~60
同 日数	28	28
同 総投餌量(杯)	222	220
水温 [平均(最低~最高)] °C	16.3(13.6~19.9)	16.3(13.6~20.0)
p h [同上]	7.56(6.96~8.04)	7.55(6.78~8.15)
DO [同上] mg/L	5.60(4.78~7.64)	5.79(4.62~7.13)
NH ₄ -N [同上] ppm	0.23(0~0.80)	0.21(0~0.70)
NO ₂ -N [同上] ppm	0.53(0.04~4.00)	0.60(0.02~3.30)

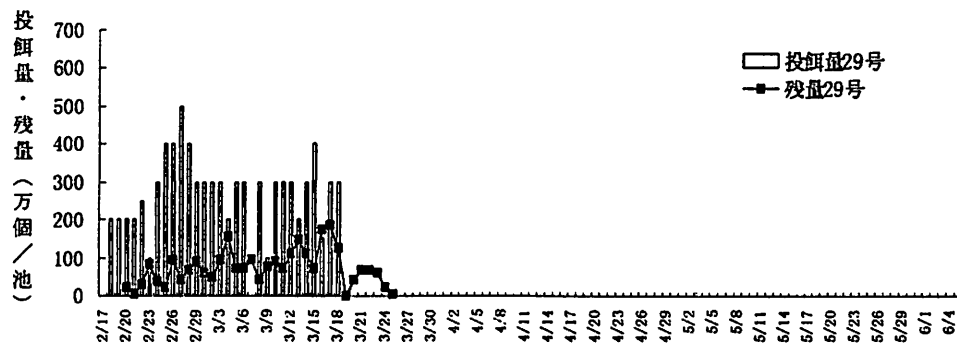
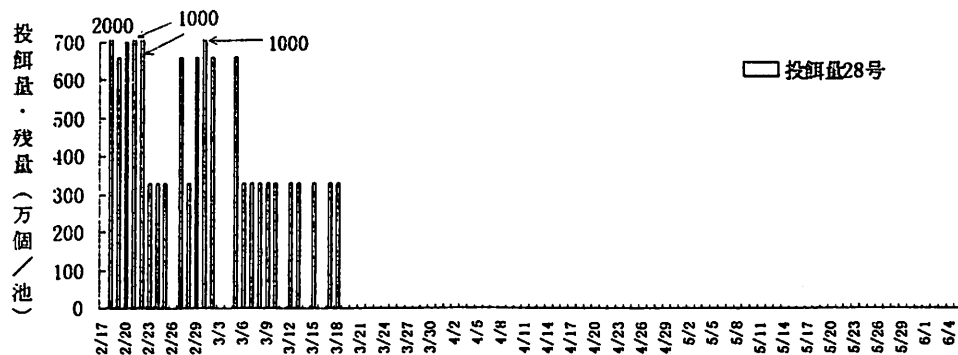


図32 冷凍ワムシによる種苗生産試験におけるワムシ投餌と残餌の状況
No28は冷凍ワムシのため残餌は計数できず

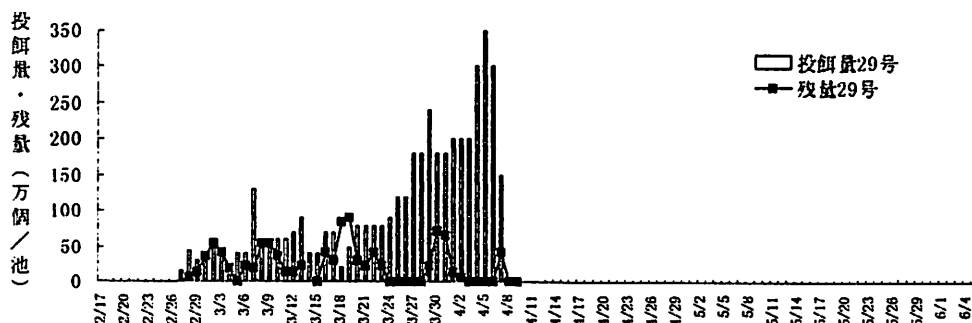
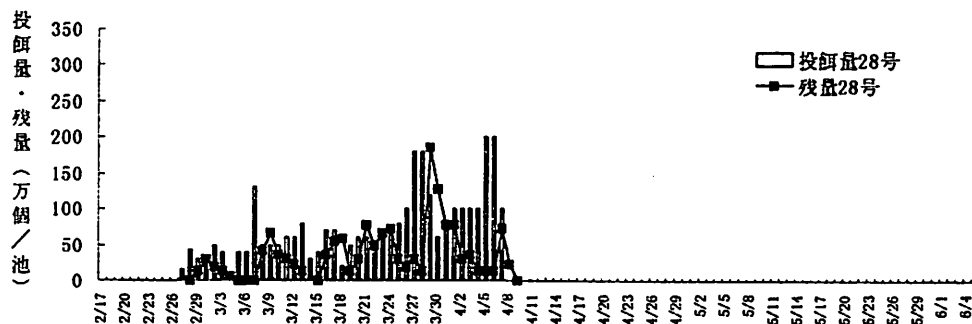


図33 冷凍ワムシによる種苗生産試験におけるアルテミア投餌と残餌の状況

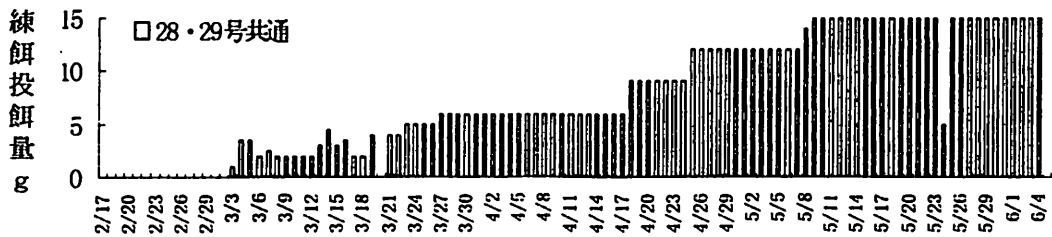


図34 冷凍ワムシによる種苗生産試験における練餌投餌状況

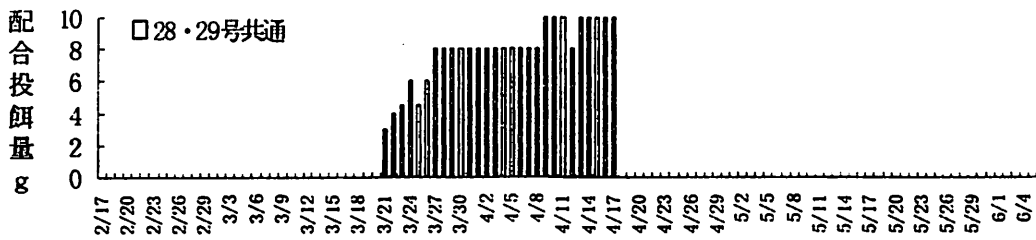


図35 冷凍ワムシによる種苗生産試験における配合飼料投餌状況

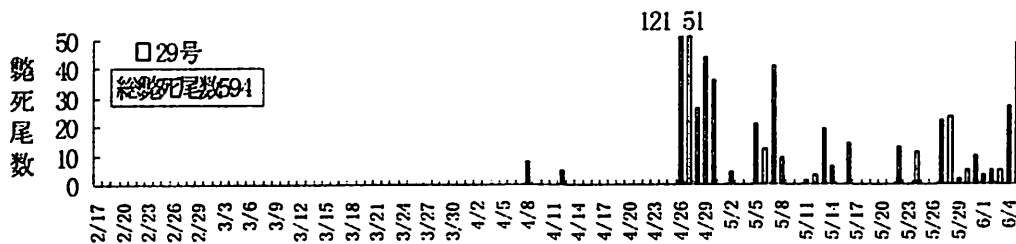
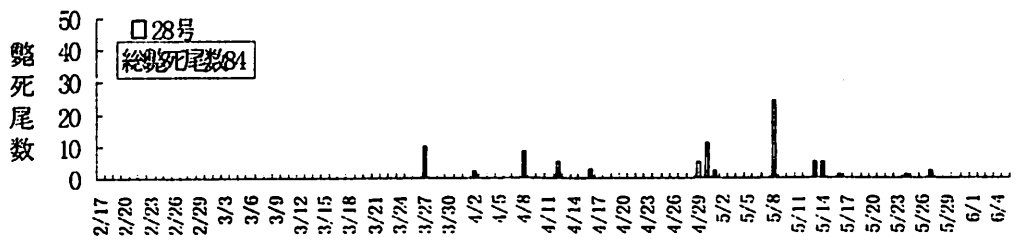


図36 冷凍ワムシによる種苗生産試験における斃死魚取上げ状況

4) 配合飼料による種苗生産試験

飼育期間中の水温、p h、DO、NH₄-N及びNO₂-Nの推移は図 37、38、39、40、41 に示した。

水温、p h及びDOの推移は両水槽間には大きな差は見られなかった。NH₄-N及びNO₂-NについてはNo33水槽がNo39水槽より常に高く推移した。これは飼育期間を通じて収容尾数がNo33がNo39より多いためと考えられた。No33水槽においてNH₄-Nが0.8ppm前後で推移しはじめた時期と飼育終盤の斃死が多くなる時期が一致した。この時期は飼育魚が大きくなること、投餌量が増大すること、環境的にはp hとDOの低下等のいろいろな要因が重なって、循環濾過飼育にとっては危険期と考えられるので、飼育管理には細心の注意が必要である。

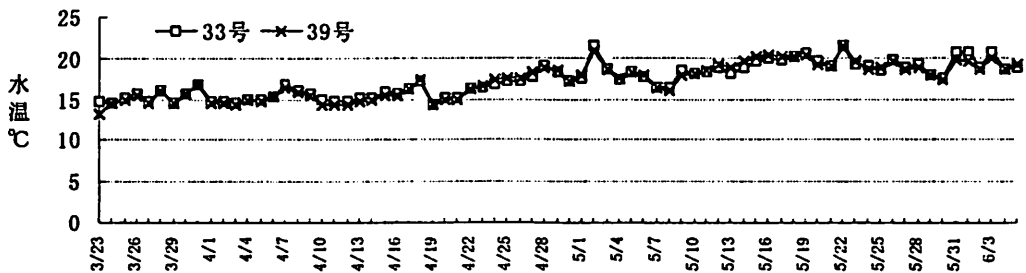


図37 配合飼料による種苗生産試験における水温の推移

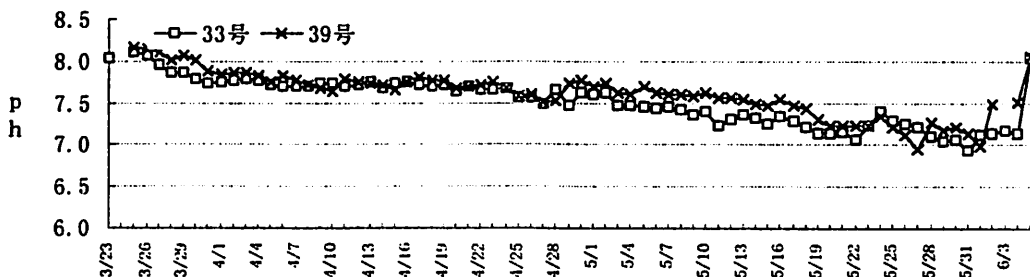


図38 配合飼料による種苗生産試験におけるp hの推移

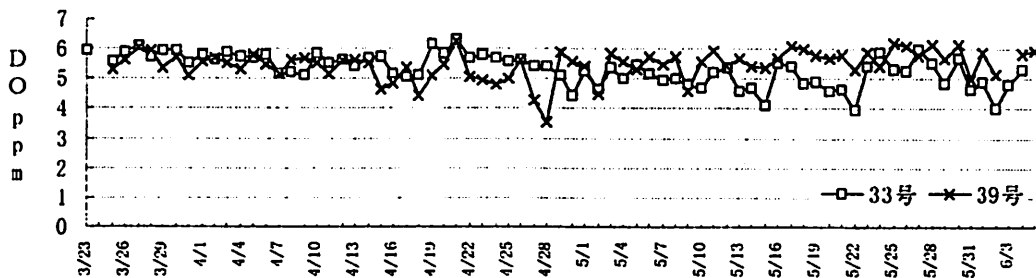


図39 配合飼料による種苗生産試験におけるDOの推移

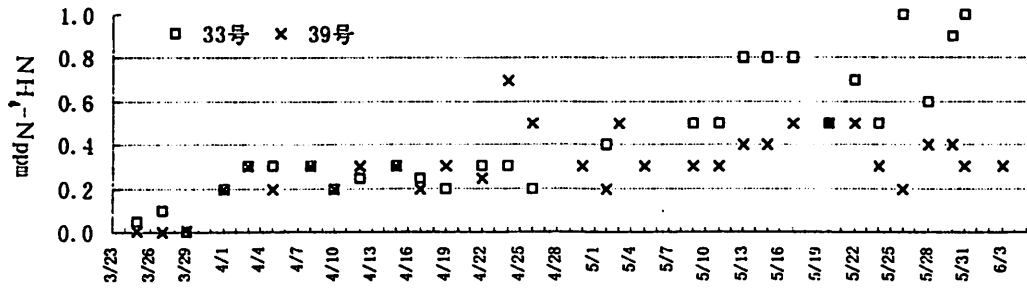


図40 配合飼料による種苗生産試験における $\text{NH}_4\text{-N}$ の推移

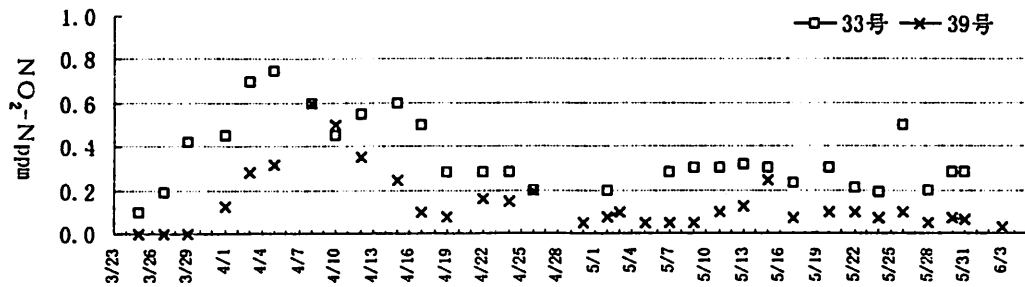


図41 配合飼料による種苗生産試験における $\text{NO}_2\text{-N}$ の推移

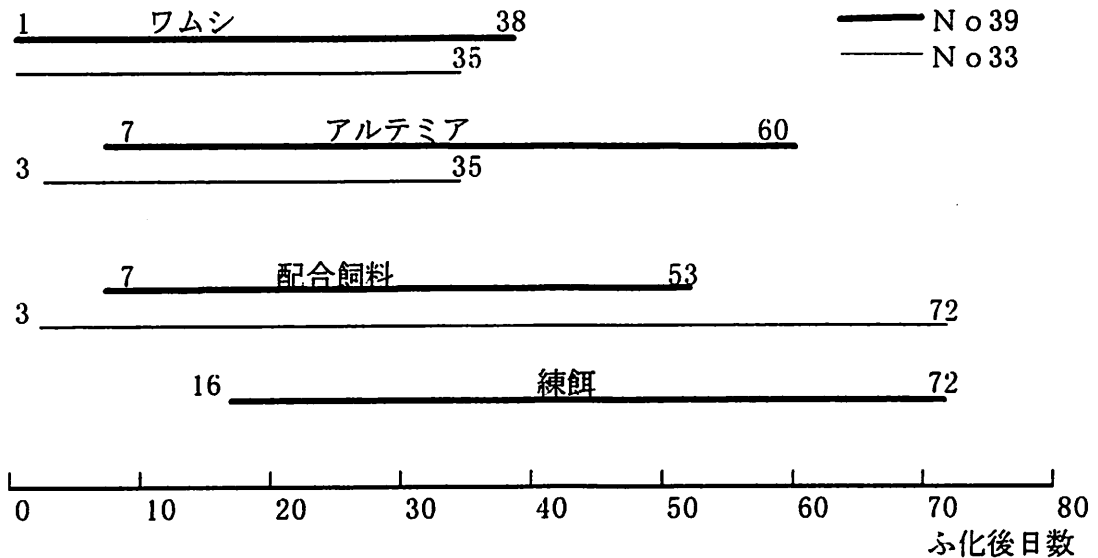


図42 配合飼料による種苗生産試験における餌料系列

両水槽における各環境測定項目の平均値は水温が両方 17.3°C 、p h が $7.52\sim 7.62$ 、D O が $5.34\sim 5.49\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が $0.31\sim 0.44\text{ppm}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が $0.14\sim 0.35\text{ppm}$ で飼育に支障をきたすほどの大差は見られなかった。

表24 配合飼料による種苗生産試験結果

水槽No	No 33	No 39
飼育水槽の大きさ (t)	0.2	0.2
同 形状	円形	円形
同 色	黒	黒
飼育法式	循環濾過	循環濾過
使用用水	2/3人工海水	2/3人工海水
親魚の由来	養成1年魚	養成1年魚
採卵日	3月8日	3月8日
飼育開始日	3月23日	3月23日
飼育終了日	6月5日	6月5日
飼育日数	74	74
収容卵粒数	6500	1400
初期収容尾数	3600	770
取上げ尾数	1628	623
途中追加尾数	0	355
途中分養尾数	0	0
飼育期間中の取上げた斃死尾数	260	34
生残率	45.2	55.4
ふ化時の平均全長 (mm)		
取上げ時の平均全長 (mm)	22.6	27.3
取上げ時の平均体重 (mg)	0.21	0.3
ワムシ投餌期間 (ふ化後日数)	0~35	0~38
同 日数	35	37
同 総投餌量 (万个)	4250	3850
同 日間投餌量 (万个/日)	121	104
アルテミア投餌期間 (ふ化後日数)	3~35	7~60
同 日数	33	53
同 総投餌量 (万个)	3060	6325
同 日間投餌量 (万个/日)	93	119
練餌投餌期間 (ふ化後日数)		16~72
同 日数	0	57
同 総投餌量 (g)	0	158
配合飼料投餌期間 (ふ化後日数)	3~72	7~53
同 日数	69	47
同 総投餌量 (杯)	413	124.5
水温 [平均(最低~最高)] °C	17.3 (14.4~21.5)	17.3 (13.3~21.4)
p h [同上]	7.52 (6.94~8.10)	7.62 (6.96~8.16)
DO [同上] mg/L	5.34 (3.96~6.32)	5.49 (3.55~6.28)
NH ₄ -N [同上] ppm	0.44 (0~1.00)	0.31 (0~0.70)
NO ₂ -N [同上] ppm	0.35 (0.1~0.75)	0.14 (0~0.6)

途中追加は同一飼育条件のものを追加した

途中追加した水槽は生残率の算定には追加尾数を考慮した

配合飼料による種苗生産結果は表24に、餌料系列は図42に、ワムシ及びアルテミアの投餌と残餌の状況は図43、44に、練餌及び配合飼料投餌状況は図45、46に、斃死魚取上げ状況は図47に示した。

アルテミアの投餌をふ化後35日目で終了して、配合飼料のみで生産を続けたNo33水槽はアルテミアの投餌をふ化後60日目まで続け、配合飼料と練餌を併用したNo39水槽と大差なく生産することができた。両水槽の取上げ尾数と生残率はNo33が1628尾で45.2%、No39が623尾で55.4%であった。ふ化後35日目以降、配合飼料のみで生産が可能ながわかった。

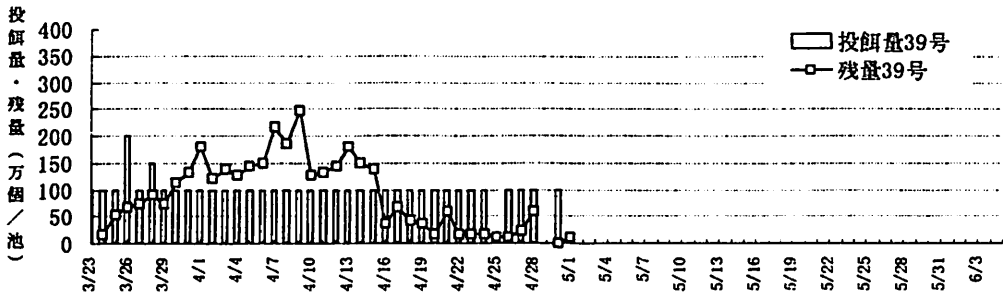
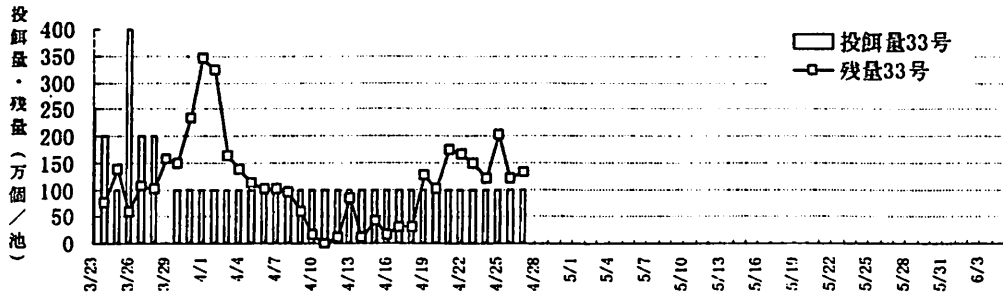


図43 配合飼料による種苗生産試験おける
ワムシ投餌と残餌の状況

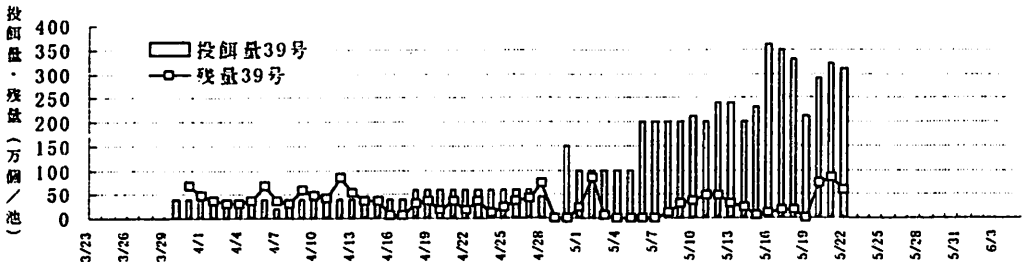
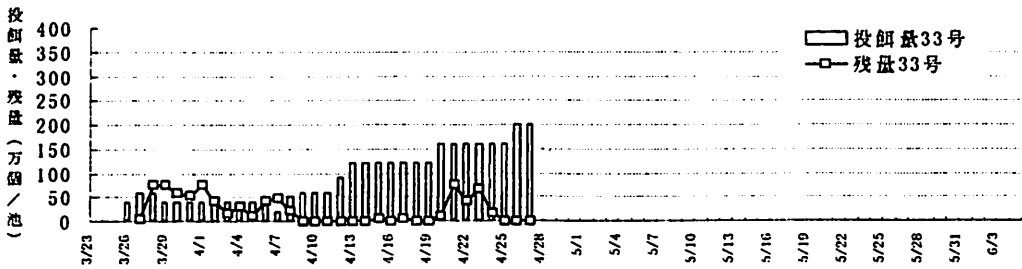


図44 配合飼料による種苗生産試験おける
アルテミア投餌と残餌の状況

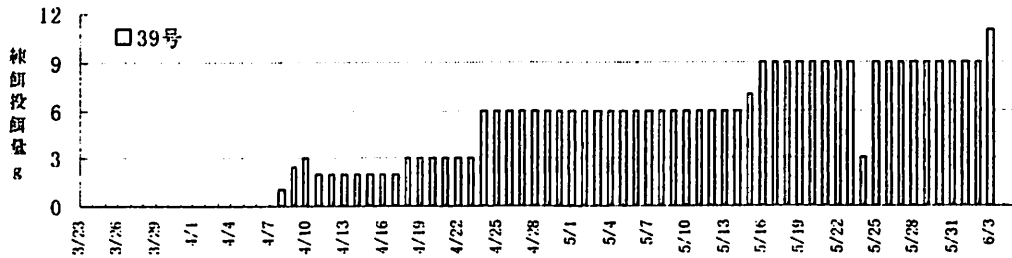


図45 配合飼料による種苗生産試験おける練餌投餌状況

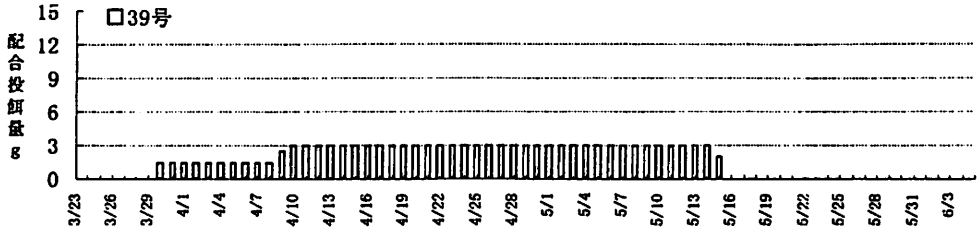
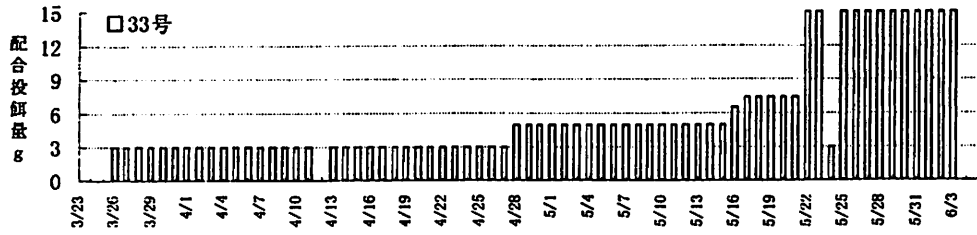


図16 配合飼料による種苗生産試験における配合飼料投餌状況

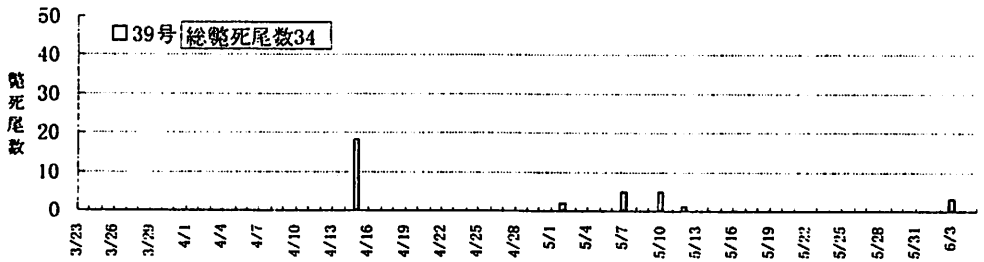
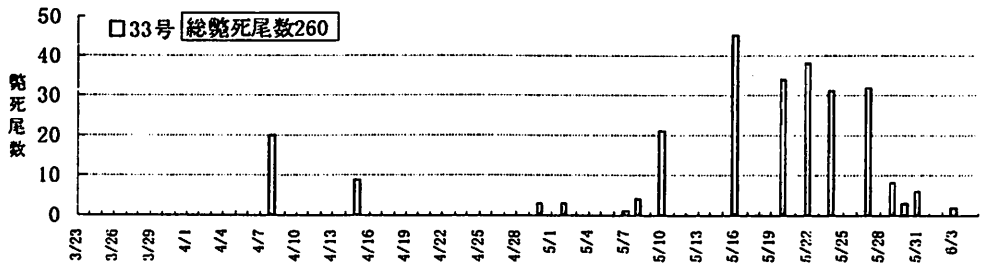


図17 配合飼料による種苗生産試験における斃死魚取上げ状況

Ⅱ 養殖技術開発試験

アユカケは図鑑等^{1)・2)・3)・4)}によると味は美味とあり、食味に関しては第一級の食材である。近年のグルメ指向を考え合わせると、アユカケは内水面における新養殖魚種としての可能性は十分にあると思われる。当センターにおいても平成6年度から飼育試験を開始し、アユカケ養殖技術開発は緒に付いたばかりである。

1 目的

アユカケの飼育技術に関する知見を得る。

2 材料及び方法

1) アユカケの淡水長期飼育について

(1) 供試魚

供試魚は当センターで平成5年度に種苗生産した0年魚を用いた。供試尾数は35尾で、平均全長及び体重が3.7cm、0.83gであった。

(2) 飼育期間

平成6年6月16日～平成8年2月24日

(3) 飼育方法

飼育水槽は120cm X 65cm X 45cmのダイライト300%水槽を使用し、実質水量は約200%であった。通気は直径50mmのエアーストーン2個で行い、コンクリートブロックまたはセメント瓦によるシェルターを設置した。用水は常に淡水を用いた。

餌はウナギ用配合飼料、アユ初期飼料及びドジョウ用配合飼料等を混合して約3倍の水で調整した練餌を与えた。なお、混合した配合飼料の外割で1%の栄養剤(商品名：バイオスイート)を添加した。投餌回数は基本的には開始時から平成6年8月22日まで朝夕2回投餌で、それ以後は1回投餌とした。投餌量は摂餌状況を見ながら適宜調整した。サイフォンによる底掃除はほぼ毎日実施した。

魚体測定は30日前後に1回、水槽洗浄は2回/月で実施した。測定及び洗浄後は0.5%塩水浴を行った。

2) アユカケ養成1年魚の飼育について

(1) 供試魚

供試魚は当センターで平成5年度に種苗生産した1年魚を用いた。供試尾数は195尾で、開始時の平均体重が14.2gであった。

(2) 飼育期間

平成7年7月14日～平成8年1月22日

(3) 飼育方法

飼育水槽は7m X 1.5m X 0.7mのFRP7t水槽を使用し、実質水量は約5tであった。通気は直径50mmのエアーストーン6個で行い、コンクリートブロック、塩ビパイプ(一

部半割りで使用)及びセメント瓦によるシェルターを設置した。用水は常に淡水を用いた。

餌はウナギ用配合飼料、アユ初期飼料及びドジョウ用配合飼料等を混合して約3倍の水で調整した練餌を与えた。なお、混合した配合飼料の外割で1%の栄養剤(商品名:バイオスイート)を添加した。投餌回数は基本的には夕方1回投餌とした。投餌量は摂餌状況を見ながら適宜調整した。サイフォンによる底掃除はほぼ毎日実施した。

魚体測定は30日前後に1回行い、全数取上げて総重量と総尾数を計測した。水槽洗浄は取上げ時に実施し、測定終了後は0.5%塩水浴を行った。

3) アユカケ養成0年魚の飼育について

(1)供試魚

供試魚は当センターで平成6年度に種苗生産した0年魚を用いた。供試尾数は300尾であったが、平成7年11月9日に47尾、平成8年1月18日に16尾追加した。開始時の平均体重が3.22gであった。

(2)飼育期間

平成7年8月21日～平成8年3月13日

(3)飼育方法

飼育水槽は開始時から平成7年10月3日までがFRP角2t水槽で、それ以後が円形1t水槽を使用した。実質水量はそれぞれ約1.5t及び0.7tであった。通気はFRP角2t水槽では直径50mmのエアーストーン3個で、円形1t水槽では大型ストーン1個で行い、コンクリートブロック、半割り塩ビパイプ及びセメント瓦によるシェルターを設置した。用水は常に淡水を用いた。

餌は上記養成1年魚と同様のものを与えた。投餌回数は基本的には開始時から平成8年1月17日まで朝夕2回投餌で、それ以後は1回投餌とした。

魚体測定・投餌量の調整・底掃除等は上記養成1年魚の飼育と同様に行った。

4) アユカケの給餌率別飼育試験

(1)供試魚

供試魚は当センターで平成6年度に種苗生産した0年魚を用いた。

(2)飼育期間

第Ⅰ期 平成7年7月11日～平成7年7月30日

第Ⅱ期 平成7年8月1日～平成7年8月15日

(3)試験区

給餌率は1区が4%、2区が8%になるように投餌量を調整した。供試尾数は1区が303尾で、2区が307尾であった。供試魚の平均体重は1区が1.37gで、2区が1.24gであった。

(4)飼育方法

飼育水槽は1.5m X 1.1m X 0.6mのFRP1t水槽を使用し、実質水量は約0.9tであった。通気は直径50mmのエアーストーン3個で行い、シェルターは四角に高さ3cmの足を

つけたセッコウボード (50cm X 30cm) を 2 枚使用した。用水は常に淡水を用いた。

餌は上記 0 年魚飼育と同じものを使用し、投餌回数は基本的には朝夕 2 回投餌した。サイフォンによる底掃除はほぼ毎日実施した。

魚体測定は試験終了翌日に全数取上げて、総重量及び総尾数を計数した。測定後は 0.5% の塩水浴を行い、次期飼育試験を開始した。

5) アユカケの飼育密度別試験

(1) 供試魚

供試魚は当センターで平成 7 年度に種苗生産した 0 年魚を用いた。

- (2) 飼育期間
- 第Ⅰ期 平成 7 年 8 月 17 日～平成 7 年 8 月 31 日
 - 第Ⅱ期 平成 7 年 9 月 2 日～平成 7 年 9 月 14 日
 - 第Ⅲ期 平成 7 年 9 月 16 日～平成 7 年 10 月 1 日
 - 第Ⅳ期 平成 7 年 10 月 3 日～平成 7 年 10 月 17 日
 - 第Ⅴ期 平成 7 年 10 月 19 日～平成 7 年 10 月 28 日

(3) 試験区

飼育密度は 1 区が 242 尾/m²、2 区が 121 尾/m²、3 区が 60 尾/m²であった。供試尾数は 1 区が 400 尾で、2 区が 200 尾で、3 区が 100 尾であった。供試魚の平均体重は 1 区が 1.52g で、2 区が 1.58g で 3 区が 1.71g であった。

4) 飼育方法

飼育方法は上記の給餌率別試験とほぼ同様に行った。なお、給餌率は各区が同じに成るように調整した。

3 結果及び考察

1) アユカケの淡水長期飼育について

アユカケの淡水長期飼育における飼育結果は表 1 に示した。

表 1 アユカケの淡水長期飼育結果

使用水槽 No.	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	
水槽容量 (L)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
飼育開始月日	H6. 6. 15	H6. 7. 13	H6. 8. 13	H6. 9. 16	H6. 10. 16	H6. 11. 15	H6. 12. 16	H7. 1. 17	H7. 2. 15	H7. 3. 19	
開始時尾数	35	34	28	28	25	24	23	23	23	22	
総重量 (g)	29	45	65	99	130	182	233	283	297	294	
魚体重 (g)	0.83	1.32	2.32	3.54	5.20	7.58	10.13	12.30	12.91	13.36	
飼育終了月日	H6. 7. 12	H6. 8. 12	H6. 9. 15	H6. 10. 15	H6. 11. 14	H6. 12. 15	H7. 1. 16	H7. 2. 14	H7. 3. 18	H7. 4. 13	
終了時尾数	34	28	28	25	24	23	23	23	22	20	
総重量 (g)	45	65	99	130	182	233	283	297	294	265	
魚体重 (g)	1.32	2.32	3.54	5.20	7.58	10.13	12.30	12.91	13.36	14.25	
飼育日数	27	31	34	30	30	31	32	29	32	26	
投餌日数	25	31	33	30	29	31	31	29	29	26	
死亡尾数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
不明尾数	0	6	0	3	1	1	0	0	1	2	
死亡魚等重量 (g)	1.1	10.9	0.0	13.1	6.4	8.9	0.0	0.0	13.1	27.6	
生残率 (%)	97.1	80.0	80.0	71.4	68.6	65.7	65.7	65.7	62.9	57.1	
増重量 (g)	16	20	34	31	52	51	50	14	-3	-9	
補正増重量 (g)	17.1	30.9	34.0	44.1	58.4	59.9	50.0	14.0	10.1	18.6	
総投餌量 (g)	104	138	202	339	386	442	453	388	182	98	
増肉係数	6.09	4.46	5.94	7.69	6.61	7.38	9.06	27.71	17.95	5.26	
飼料効率 (%)	16.4	22.4	16.8	13.0	15.1	13.5	11.0	3.6	5.6	19.0	
日間給餌率 (%)	11.2	8.1	7.5	9.9	8.5	6.9	5.9	4.6	2.1	1.3	
成長率 (%)	総重量	1.77	1.19	1.28	0.91	1.17	0.80	0.65	0.17	-0.04	-0.12
	平均体重	1.89	1.83	1.28	1.29	1.31	0.94	0.65	0.17	0.12	0.25
水温 (°C)	平均	19.9	19.9	20.7	20.5	19.8	18.5	17.4	15.6	15.5	16.5
	最高	22.8	22.8	22.2	22	21	20.2	18.4	17.7	16.9	17.9
	最低	18.3	18.3	19.8	18.8	18.9	17.1	16.4	13.9	14	15.6
備 考		灰食い有り	投餌回数 1 回から 2 回へ								

表1のつづき

使用水槽No	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5
容量 (L)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
飼育開始月日	H7.4.14	H7.5.16	H7.6.16	H7.7.15	H7.8.15	H7.9.13	H7.10.20	H7.11.14	H7.12.16	H8.1.18	H8.2.24
開始時尾数	20	19	19	19	19	19	16	16	15	7	6
総重量 (g)	285	326	359	433	443	536	495	543	542	236	206
魚体重 (g)	14.25	17.16	18.89	22.79	23.32	28.21	30.94	33.94	36.13	33.71	34.33
飼育終了月日	H7.5.15	H7.6.15	H7.7.14	H7.8.14	H7.9.12	H7.10.19	H7.11.13	H7.12.15	H8.1.17	H8.2.24	
終了時尾数	19	19	19	19	19	16	16	15	7	6	
総重量 (g)	326	359	433	443	536	495	543	542	236	206	
魚体重 (g)	17.16	18.89	22.79	23.32	28.21	30.94	33.94	36.13	33.71	34.33	
飼育日数	32	31	29	31	29	37	25	32	33	38	
投餌日数	32	30	27	29	29	32	23	31	30	37	
病死尾数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
不明尾数	1	0	0	0	0	3	0	1	8	1	
臨死魚等重量 (g)	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	88.7	0.0	35.0	279.4	34.0	
生残率 (%)	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	45.7	45.7	42.9	20.0	17.1	
増重量 (g)	41	33	74	10	93	-41	48	-1	-306	-30	
補正増重量 (g)	56.7	33.0	74.0	10.0	93.0	47.7	48.0	34.0	-28.6	4.0	
投餌餌量 (g)	175	378	397	443	561	768	527	543	260	240	
増肉係数	3.09	11.45	5.36	44.30	6.03	16.09	10.98	15.96	-9.77	59.64	
飼料効率 (%)	32.4	8.7	18.6	2.3	16.6	6.2	9.1	6.3	-10.2	1.7	
日圍給餌率 (%)	1.8	3.7	3.7	3.5	4.0	4.7	4.4	3.2	2.2	2.9	
成長率 (%)	0.42	0.32	0.70	0.08	0.66	-0.25	0.40	-0.01	-2.73	-0.37	
平均体重	0.58	0.32	0.70	0.08	0.66	0.29	0.40	0.20	-0.23	0.05	
水温 平均 (°C)	16.7	17.5	18.5	19.7	20.1	20.1	18.9	17.8	17.4	16.3	
水温 最高 (°C)	17.6	18.3	20.9	21.4	21.4	21.1	20.2	19.4	18.6	17	
水温 最低 (°C)	16	16.5	17.2	18.8	19.6	17.8	17.7	16.7	16	15.5	
備 考									鳥害有り		

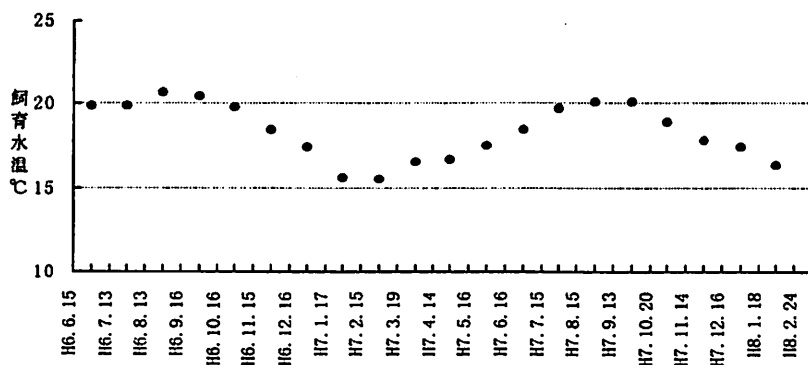


図1 アユカケの淡水長期飼育における飼育水温の推移

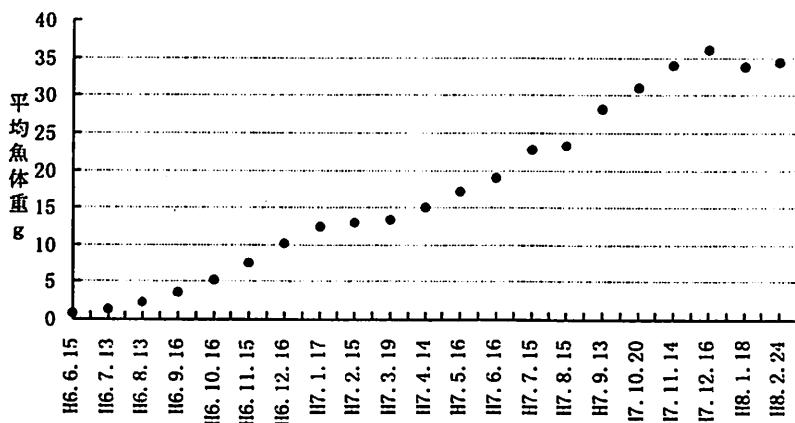


図2 アユカケの淡水長期飼育における平均魚体重の推移

飼育水温の推移は図1に示した。飼育水は当センターの源水（河川伏流水）を直接注水した。水温は2月～3月が最低で15℃台で、最高は8月～9月で20℃台であった。

魚体重の推移は図2に示した。平均体重0.83gのアユカケを約1年8ヶ月淡水で飼育した結果、平均体重は36.1gで、大きいものは約70gに、

小さいものでは約20gに成長した。飼育開始から12月までは順調に成長したが、1月～3月は水温降下とアユカケの産卵期と重なり成長は停滞した。2年目についても産卵期の終了と水温上昇があいまって、4月～12月までは順調に成長したが、12月に鳥害により飼育尾数が半減したが、1月以降も1年目と同様に成長が停滞するものと思われた。

筆者はアユカケの試食経験からアユカケの商品サイズは全長15cm、体重70g以上が

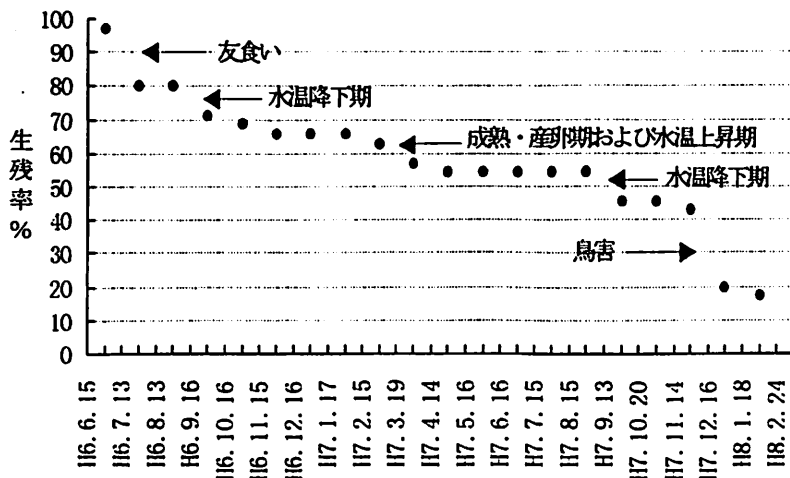


図3 アユカケの淡水長期飼育における生残率の推移

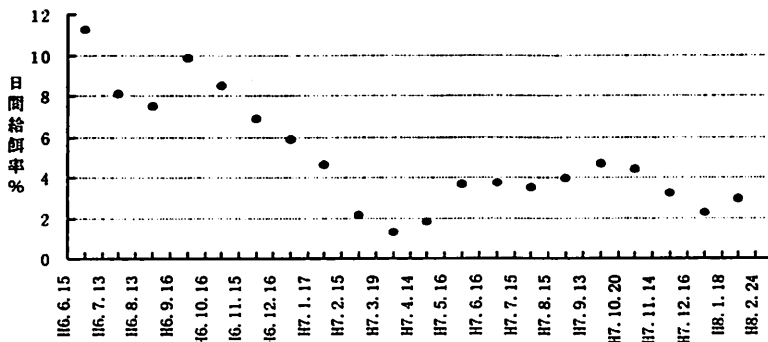


図4 アユカケの淡水長期飼育における日間給餌率の推移

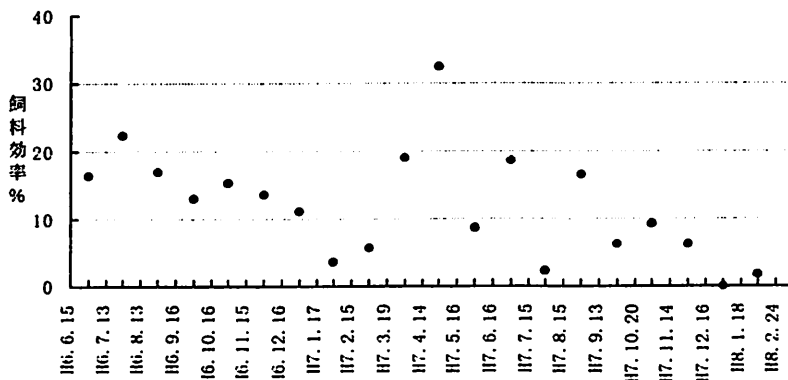


図5 アユカケの淡水長期飼育における飼料効率の推移

いために起こる生理障害による斃死と考えられる。おそらく、アユカケにとって夏季の高水温がストレスとなり、水温が降下しはじめる9月～10月の微妙な水温変化に対して生理的に対応できないために、体色に変化したり、動きが緩慢になったり、水カビの寄生を受けやすくなると思われた。1月～4月の減耗原因は成熟・産卵による生理的变化に対応できないこと、及び3月～4月の水温上昇期が重なったためと考えられた。

日間給餌率の推移は図4に示した。日間給餌率は当初10%以上あったが、成長とともに低下し、2年目以降は4%前後で推移した。高水温期と低水温期における日間給餌率は低くなった。

最低ラインと考える。福井水試⁵⁾の飼育例では約2年で15cmに成長していることや、また、図鑑⁶⁾によれば、全長は1年半で13～15cm、2年半で15～17cmと記載されていることから、アユカケを商品サイズまでに育てるには、2年以上の養殖期間が必要と推察される。

生残率は図3に示した。友食い・鳥害による減耗を除けば、飼育期間中の減耗は9月～10月と2月～5月に見られた。9月～10月の減耗原因は環境変化に適応できない

飼料効率の推移は図 5 に示した。飼料効率は時期によって変動が見られた。順調な成長を示す 6 月から 12 月であれば、飼料効率は 1 年目が 15~20%、2 年目が 10~15% で推移した。

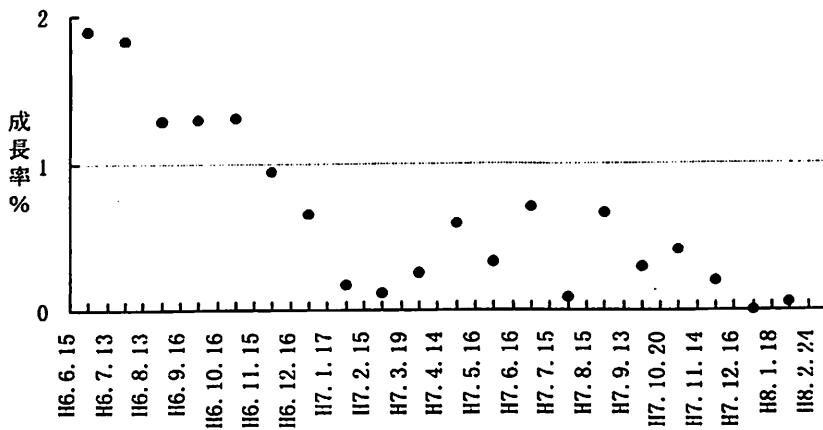


図6 アユカケの淡水長期飼育における成長率の推移

成長率の推移は図 6 に示した。成長率は魚体重が 1g 前後の飼育開始当初は 2% 近い高い値を示したが、魚体重の増加とともに値は低下した。成長率は 1 年目が 1% 前後、2 年目が 0.5% で推移すると考えられた。

2) アユカケ養成 1 年魚の飼育について

アユカケ養成 1 年魚の飼育結果は表 2 に示した。

表2 アユカケ養成 1 年魚の飼育結果

使用水槽No	LL2号	LL2号	LL2号	LL2号	LL2号	LL2号
水槽容量 (t)	7	7	7	7	7	7
飼育開始月日	H7.7.14	H7.8.15	H7.9.14	H7.10.15	H7.11.18	H7.12.17
開始時尾数	195	179	171	165	155	145
総重量 (g)	2760	2703	2800	3515	4020	4205
魚体重 (g)	14.2	15.1	16.4	21.3	25.9	29.0
飼育終了月日	H7.8.14	H7.9.13	H7.10.14	H7.11.17	H7.12.16	H8.1.22
終了時尾数	179	171	165	155	145	133
総重量 (g)	2703	2800	3515	4020	4205	4580
魚体重 (g)	15.1	16.4	21.3	25.9	29.0	34.4
飼育日数	32	30	31	34	29	37
投餌日数	32	26	31	34	29	31
斃死尾数	10	8	1	10	2	12
不明尾数	6	0	5	0	8	0
斃死魚等重量 (g)	234	126	113	236	275	381
生残率 (%)	91.8	87.7	84.6	79.5	74.4	68.2
増重量 (g)	-57	97	715	506	185	375
補正増重量 (g)	177	223	828	742	460	756
総投餌量 (g)	3330	2170	3465	4885	4635	4600
増肉係数	18.82	9.73	4.19	6.59	10.08	6.09
飼料効率 (%)	5.3	10.3	23.9	15.2	9.9	16.4
日間給餌率 (%)	3.8	3.0	3.5	3.8	3.9	3.4
成長率 (%)	総重量 -0.07 平均体重 0.20	0.14 0.31	0.74 0.85	0.40 0.58	0.16 0.39	0.28 0.56
水温 平均 (°C)	22.3	22.9	21.6	21.4	19.5	16.7
最高 (°C)	23.2	24.3	24.2	23.2	21.4	18.6
最低 (°C)	20.5	19.9	18	19.8	18.1	13.4

飼育水温の推移は図7に示した。飼育水は当センターの源水（河川伏流水）を直接注水したが、注水量が少なかったために、夏季と冬季の飼育水は外気温の影響を受けた。飼育期間中の最高水温は 24.3℃で最低水温は 13.4℃であった。7月～9月は平均水温が 22℃を超えた。

魚体重の推移は図8に示した。平均体重 14.2gのアユカケを7月中旬～1月下旬まで飼育した結果、約 34gに成長した。平均水温が 22℃を超えた7月～9月は成長が停滞したが、それ以後1月下旬までは1ヶ月に3～5gの増重を示した。

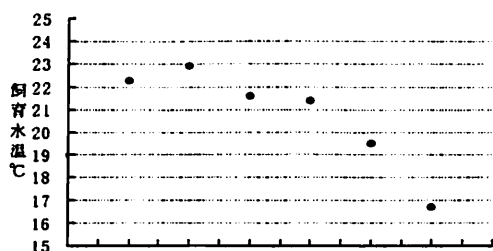


図7 アユカケ養成1年魚飼育における飼育水温の推移

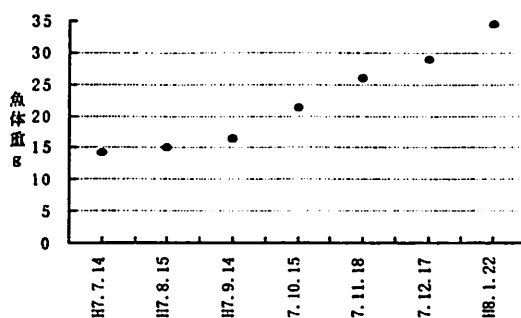


図8 アユカケ養成1年魚飼育における魚体重の推移

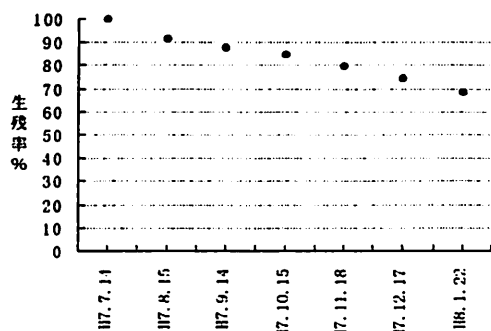


図9 アユカケ養成1年魚飼育における生残率の推移

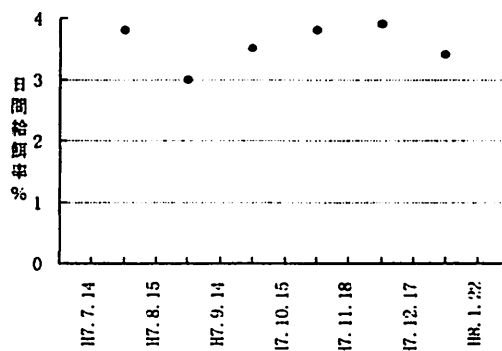


図10 アユカケ養成1年魚飼育における日間給餌率の推移

生残率の推移は図9に示した。飼育期間中の生残率は徐々に低下した。1月22日の飼育終了時は 68.2%であった。

日間給餌率の推移は図10に示した。日間給餌率は飼育期間を通じて 3～4%で推移した。

飼料効率の推移は図11に示した。飼料効率は成長が停滞した7月～9月が 10%以下であったが、成長が最もよかった9月～10月が 23.9%であった。水温等の環境条件が整えば、飼料効率は 20%以上が期待できると思われた。

成長率の推移は図12に示した。成長率は飼料効率とほぼ同様の動きを示した。成長率は7月～9月が 0.2～0.3%であったが、9月～10月が 0.85%であった。

飼育水温が 22℃を超える飼育環境下では、アユカケ1年魚にとって、成長を期待するには厳しい環境と言えた。

これまでの飼育経験からアユカケは中層を遊泳することはない。水槽内にシェルター

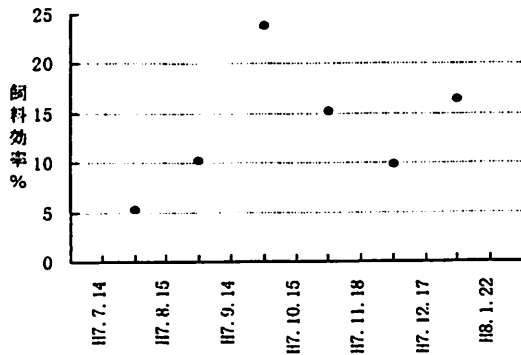


図11 アユカケ養成1年魚飼育における飼料効率の推移

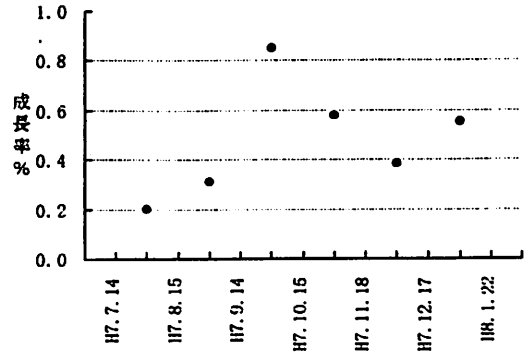


図12 アユカケ養成1年魚飼育における成長率の推移

を設置すると、アユカケはシェルター内にかくれて静態する。練り餌が投餌されると、アユカケはシェルター内から外を覗き餌を確認すると、シェルター内から外へ出て底に沈んだ練餌を1口摂餌してはすぐにシェルター内へ戻る。すべてのアユカケがシェルター内にかくれるので、シェルター内は極めて密集状態になる。例えば、直径 100mm、長さ 50cm の塩ビパイプ中に 10~20 尾のアユカケが入っていることがある。

表3 アユカケ0年魚の飼育結果

使用水槽No	新2t4号	青1t	青1t	青1t	青1t	青1t
水槽容量 (t)	2	1	1	1	1	1
飼育開始月日	H7.8.21	H7.10.4	H7.11.9	H7.12.16	H8.1.18	H8.2.15
開始時尾数	300	289	330	276	263	213
総重量 (g)	965	1245	1806	2070	2181	1745
魚体重 (g)	3.22	4.31	5.47	7.50	8.29	8.19
飼育終了月日	H7.10.3	H7.11.8	H7.12.15	H8.1.11	H8.2.14	H8.3.13
終了時尾数	289	283	276	247	213	191
総重量 (g)	1245	1613	2070	2120	1745	1710
魚体重 (g)	4.31	5.70	7.50	8.58	8.19	8.95
飼育日数	44	36	37	27	34	28
投餌日数	34	36	34	19	27	25
斃死尾数	11	6	16	29	39	20
不明尾数	0	0	38	0	11	2
斃死魚等重量 (g)	41	30	350	233	412	189
生残率 (%)	96.3	94.3	79.5	71.2	58.7	52.6
増重量 (g)	280	368	264	50	-436	-35
補正増重量 (g)	321	398	614	283	-24	154
総投餌量 (g)	1387	2088	3048	1331	495	1055
増肉係数	4.32	5.25	4.96	4.70	0.00	6.87
飼料効率 (%)	23.2	19.1	20.2	21.3	0.0	14.6
日間給餌率 (%)	3.69	4.06	4.63	3.34	0.93	2.44
成長率 (%) 総重量	0.75	0.72	0.40	0.13	0.00	0.00
平均体重	0.86	0.78	0.93	0.71	0.00	0.36
水温 平均 (°C)	21.4	20.9	19.3	17.7	16.9	16.3
最高	25.3	22.2	20.3	18.6	19.1	18.2
最低	19.1	19.6	17.2	15.3	14.6	14.4
備考			当期初47尾追加	斃死増える	当期初16尾追加	斃死増える

増肉係数、飼料効率および成長率の数値がマイナスを示したときは0とした。

今回の1年魚の飼育は7t水槽を使用した。飼育密度は20尾/m²で後述する密度別飼育試験よりも比較的低密度であった。本飼育ではシェルターを水槽の端1/3に集中して設置し、餌をシェルター周辺に投餌したため、シェルターを設置していない水槽の2/3にはアユカケはほとんどいなかった。アユカケの飼育においてシェルターは重要な役割をもっていると思える。

今後はシェルターの配置、大きさ及び構造等について検討する必要がある。アユカケが常にシェルター内に静態していることは、アユカケが暗い所を好むことを示唆しており、遮光飼育の検討も必要であろう。

3) アユカケ養成0年魚の飼育について

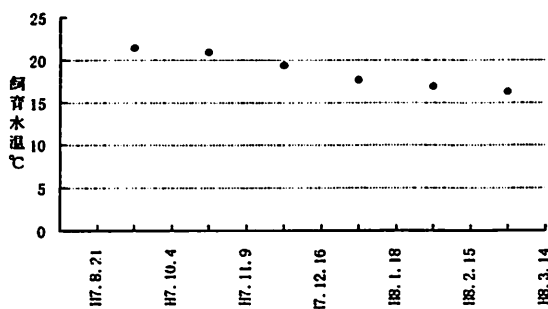


図13 アユカケ0年魚の飼育における飼育水温の推移

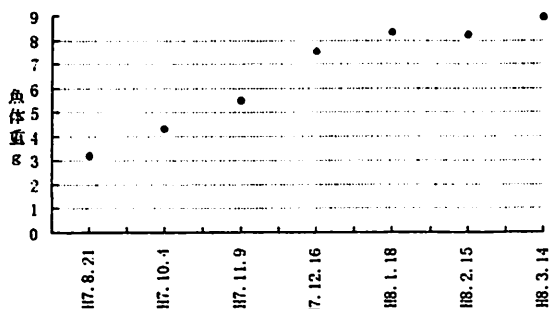


図14 アユカケ0年魚の飼育における魚体重の推移

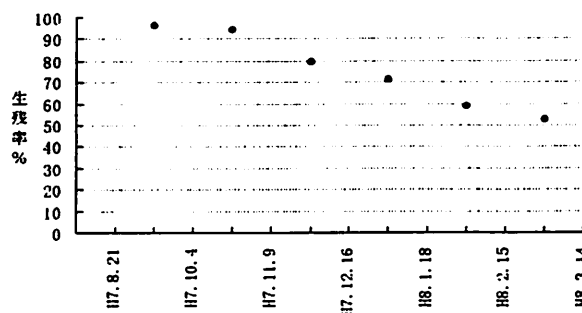


図15 アユカケ0年魚の飼育における生残率の推移

要であろう。

日間給餌率、飼料効率及び成長率の推移は図16、17、18に示した。順調に成長した8月下旬～1月上旬までについてみると、日間給餌率は4%前後、飼料効率は20%、成長率0.8%前後と安定した。

養成0年魚の飼育結果は表3に示した。

飼育水温の推移は図13に示した。8月下旬から飼育を開始したため、水温は徐々に低下した。飼育期間中の水温は25.3～14.4℃で推移した。

魚体重の推移は図14に示した。開始時8月21日の平均体重3.2gが終了時3月14日には9.0gに成長した。開始時から1月上旬までは順調に成長した。成熟・産卵期に入って成長は停滞した。

生残率の推移は図15に示した。生残率は鳥害がなければ12月中旬までは90%維持したが、それ以後は斃死魚が増え、3月中旬の終了時では52.6%まで低下した。1月以降の斃死魚は成熟しても自然産卵できずに腹部が膨満した状態になり、生理的に異常を招いたものと考えられた。

アユカケ養殖をする上で、成熟・産卵期における成長の停滞及び生残率の低下は大きなマイナス要因になると考えられる。特に、0年魚時には成熟しないような飼育方法の検討が必要

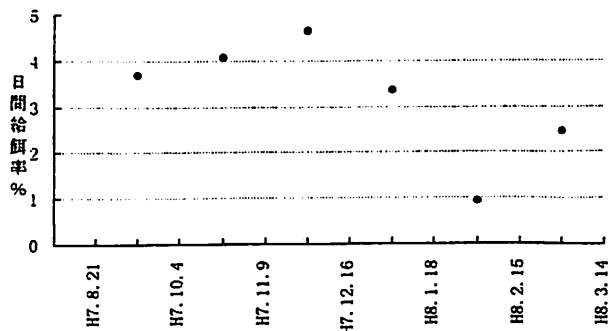


図16 アユカケ0年魚の飼育における日間給餌率の推移

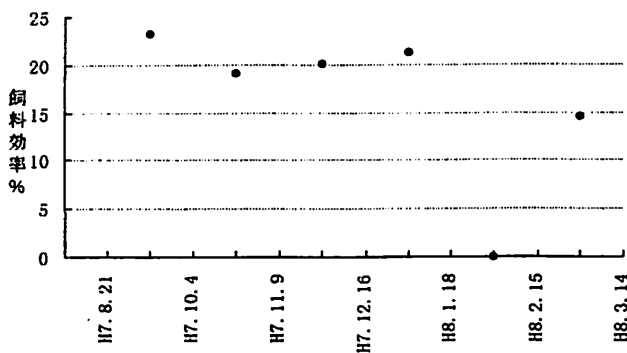


図17 アユカケ0年魚の飼育における飼料効率の推移

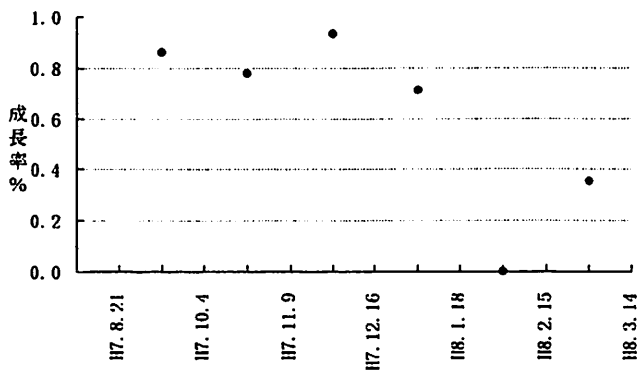


図18 アユカケ0年魚の飼育における成長率の推移

4) アユカケの給餌率別飼育試験

給餌率別飼育試験結果は表4に示した。

飼育期間中の平均飼育水温は両試験区とも差がなく、7月11日～7月30日までが21.4～21.8℃で、8月1日～8月15日までが21.6～21.8℃であった。

給餌率は4%と8%に成るように試験区を設定したが、実際の給餌率は7月11日～7月30日までが4.22%と8.52%で、8月1日～8月15日までが5.17%と8.94%であった。

給餌率別に飼育した結果、平均魚体重及び生残率には差がみられなかったが、飼料効率及び成長率に差が見られた。特に、7月11日～7月30日まで飼料効率についてみると、4%給餌区が33.5%に対して8%給餌区が10.3%であった。

給餌率試験については前報⁶⁾と同様の結果が得られており、夏季におけるアユカケ0年魚の練餌に対する給餌率は4～5%が適当と考えられた。

5) アユカケの飼育密度別飼育試験

前報⁶⁾で、飼育密度を50尾/m²と100尾/m²に設定して飼育試験を実施した結果、両区にはほとんど差が見られなかったことを報告した。本年度は、飼育密度を60尾/m²、121尾/m²及び242尾/m²に設定して飼育試験を実施した。

飼育密度別飼育試験結果は表5に示した。

飼育水温の推移は図19に示した。飼育期間中の水温は3試験区とも大差なく、18.9～23.5℃で推移した。

魚体重の推移は図20に示した。試験開始時の平均体重は低密度区が1.71g、中密度区が1.58g、高密度区が1.52gであった。I・II期までの魚体重についてみると高密度区の方がほぼ同等か、好成長を示した。飼育期間が長くなるにつれて密度差によりわず

表4 給餌率別飼育試験結果

試験区No	1		2	
	I期	II期	I期	II期
水槽容量 (t)	1	1	1	1
飼育開始月日	H7.7.11	H7.8.1	H7.7.11	H7.8.1
開始時尾数	314	303	318	307
総重量 (g)	323	414	330	380
魚体重 (g)	1.03	1.37	1.04	1.24
飼育終了月日	H7.7.30	H7.8.15	H7.7.30	H7.8.15
終了時尾数	303	300	307	304
総重量 (g)	414	493	380	451
魚体重 (g)	1.37	1.64	1.24	1.48
飼育日数	20	15	20	15
投餌日数	20	15	20	15
斃死尾数	9	3	11	3
不明尾数	2	0	0	0
斃死魚等重量 (g)	13.2	2.9	12.5	2.8
生残率 (%)	96.5	99.0	96.5	99.0
増重量 (g)	91.0	79.0	50.0	71.0
補正増重量 (g)	104.2	81.9	62.5	73.8
総投餌量 (g)	311.0	351.6	604.9	557.2
増肉係数	3.0	4.3	9.7	7.6
飼料効率 (%)	33.5	23.3	10.3	13.2
日間給餌率 (%)	4.22	5.17	8.52	8.94
成長率 (%) 総重量	1.25	1.17	0.71	1.15
平均体重	1.43	1.24	0.89	1.21
水温 平均 (°C)	21.8	21.8	21.4	21.4
最高	23.0	22.1	22.3	21.7
最低	20.8	21.6	20.4	21.1

かであるが魚体重に差が出て、低密度区の方が成長は良くなった。試験終了時の平均体重は低密度区が 4.5g、中密度区が 4.2g、高密度区が 4.0g であった。

生残率の推移は図 21 に示した。生残率については 3 試験区とも差が見られず、95%以上で推移した。

日間給餌率、飼料効率及び成長率の推移は図 22、23、24 に示した。

表5 飼育密度別飼育試験結果 (試験区No: 1区)

試験期間	I期	II期	III期	IV期	V期
飼育密度(尾/m ²)	242	242	242	242	242
飼育開始月日	H7.8.17	H7.9.2	H7.9.16	H7.10.3	H7.10.19
開始時尾数	400	394	392	400	396
総重量 (g)	606	723	880	1176.7	1490
魚体重 (g)	1.52	1.84	2.24	2.94	3.76
飼育終了月日	H7.8.31	H7.9.14	H7.10.1	H7.10.17	H7.10.28
終了時尾数	394	392	380	396	395
総重量 (g)	723	880	1130	1490	1565
魚体重 (g)	1.84	2.24	2.97	3.76	3.96
飼育日数	15	13	16	15	10
投餌日数	15	13	16	15	10
斃死尾数	6	2	5	4	1
不明尾数	0	0	7	0	0
斃死魚等重量 (g)	10.1	4.1	31.3	13.4	3.9
生残率 (%)	98.5	98.0	95.0	99.0	98.8
増重量 (g)	117.0	157.0	250.0	313.3	75.0
補正増重量 (g)	127.1	161.1	281.3	326.7	78.9
総投餌量 (g)	487.7	617.6	945.9	1131.0	900.6
増肉係数	3.8	3.8	3.4	3.5	11.4
飼料効率 (%)	26.1	26.1	29.7	28.9	8.8
日間給餌率 (%)	4.89	5.93	5.88	5.65	5.90
成長率 (%) 総重量	1.18	1.52	1.58	1.59	0.49
平均体重	1.29	1.56	1.77	1.65	0.52
水温 平均 (°C)	22.3	22.0	21.0	20.1	19.7
最高	22.8	23.5	23.6	21.7	20.6
最低	21.8	20.9	19.3	19.0	18.9

日間給餌率は給餌量を調整したために 3 試験区ともほぼ一定した値を示した。給餌率は 5~6% 前後で推移した。

飼料効率と成長率は飼育期間を通じてほぼ同様の動きを示した。V期は白点病が発生したために予定飼育期間を短縮した。V期

表5のつづき(試験区No: 2区)

試験期間	I期	II期	III期	IV期	V期
飼育密度(尾/m ²)	121	121	121	121	121
飼育開始月日	H7. 8. 17	H7. 9. 2	H7. 9. 16	H7. 10. 3	H7. 10. 19
開始時尾数	200	199	197	200	199
総重量(g)	315	386	440	653.5	771
魚体重(g)	1.58	1.94	2.23	3.27	3.87
飼育終了月日	H7. 8. 31	H7. 9. 14	H7. 10. 1	H7. 10. 17	H7. 10. 28
終了時尾数	199	197	194	199	199
総重量(g)	386	440	640	771	840
魚体重(g)	1.94	2.23	3.30	3.87	4.22
飼育日数	15	13	16	15	10
投餌日数	15	13	16	15	10
斃死尾数	1	2	1	1	0
不明尾数	0	0	2	0	0
斃死魚等重量(g)	1.8	4.2	8.3	3.6	0.0
生残率(%)	99.5	98.5	97.0	99.5	99.5
増重量(g)	71.0	54.0	200.0	117.5	69.0
補正増重量(g)	72.8	58.2	208.3	121.1	69.0
総投餌量(g)	253.5	330.0	472.9	668.9	466.0
増肉係数	3.5	5.7	2.3	5.5	6.8
飼料効率(%)	28.7	17.6	44.0	18.1	14.8
日間給餌率(%)	4.82	6.15	5.47	6.26	5.79
成長率(%) 総重量	1.36	1.01	2.37	1.11	0.86
平均体重	1.40	1.09	2.47	1.14	0.86
水温 平均	21.9	21.7	20.7	19.8	19.5
(°C) 最高	22.3	22.9	23.6	21.4	20.7
最低	21.5	20.6	19.0	19.0	18.5

表5のつづき(試験区No: 3区)

試験期間	I期	II期	III期	IV期	V期
飼育密度(尾/m ²)	60	60	60	60	60
飼育開始月日	H7. 8. 17	H7. 9. 2	H7. 9. 16	H7. 10. 3	H7. 10. 19
開始時尾数	100	99	98	100	100
総重量(g)	171	187	210	329.2	421
魚体重(g)	1.71	1.89	2.14	3.29	4.21
飼育終了月日	H7. 8. 31	H7. 9. 14	H7. 10. 1	H7. 10. 17	H7. 10. 28
終了時尾数	99	98	96	100	100
総重量(g)	187	210	320	421	450
魚体重(g)	1.89	2.14	3.33	4.21	4.50
飼育日数	15	13	16	15	10
投餌日数	15	13	16	15	10
斃死尾数	1	1	2	0	0
不明尾数	0	0	0	0	0
斃死魚等重量(g)	1.8	2.0	5.5	0.0	0.0
生残率(%)	99.0	98.0	96.0	100.0	100.0
増重量(g)	16.0	23.0	110.0	91.8	29.0
補正増重量(g)	17.8	25.0	115.5	91.8	29.0
総投餌量(g)	137.6	159.7	231.5	349.3	250.0
増肉係数	7.7	6.4	2.0	3.8	8.6
飼料効率(%)	12.9	15.7	49.9	26.3	11.6
日間給餌率(%)	5.12	6.19	5.46	6.21	5.74
成長率(%) 総重量	0.60	0.90	2.67	1.65	0.67
平均体重	0.67	0.98	2.80	1.65	0.67
水温 平均	22.3	21.6	20.7	20.1	19.7
(°C) 最高	22.8	23.0	24.0	21.5	20.6
最低	21.8	20.6	18.8	19.2	18.9

の飼料効率と成長率は他期に比べて低調であったのは白点病の影響があったのかもしれない。

I・II期は低密度区よりも高密度区が良い値を示した。

飼育期間を通じて高密度区は安定した飼料効率・成長率を示したのに対して、低・中密度区は時期により変動が見られた。

以上のことから、0年魚を飼育する場合、順調な成長が期待できる12月下旬までは、100尾/m²の以下の低密度より、200~300尾/m²の高密度で飼育した方が安定した飼育成績が得られるのではないと思われる。今後は、さらに高密度飼育を検討する必要があるだろう。

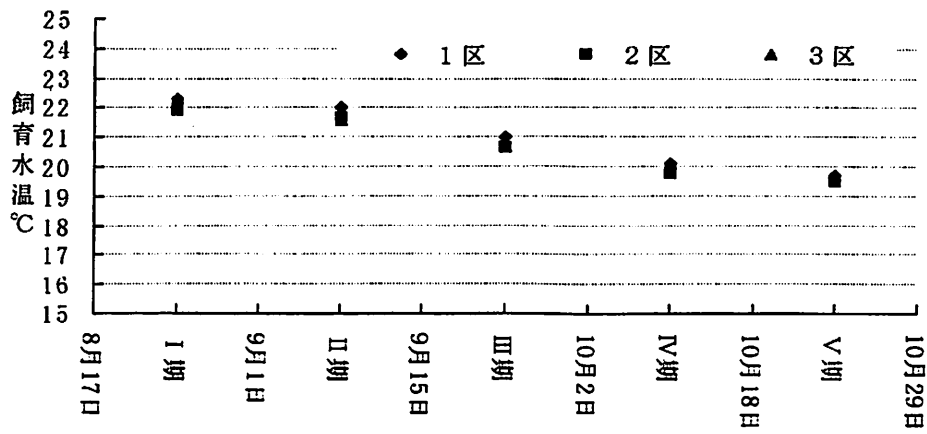


図19 飼育密度別飼育における水温の推移

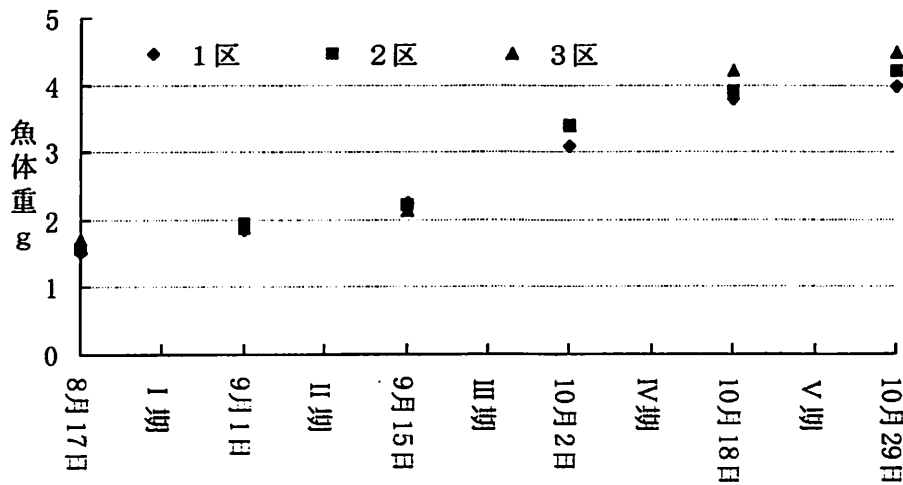


図20 飼育密度別飼育における魚体重の推移

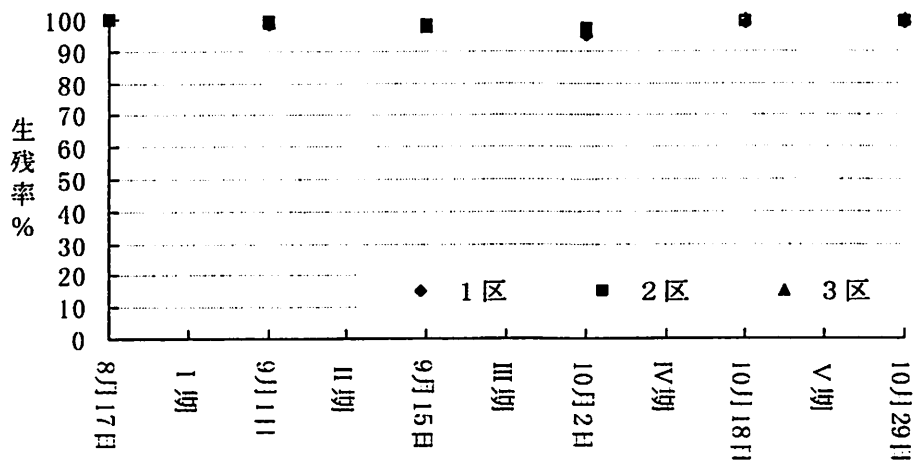


図21 飼育密度別飼育における生残率の推移

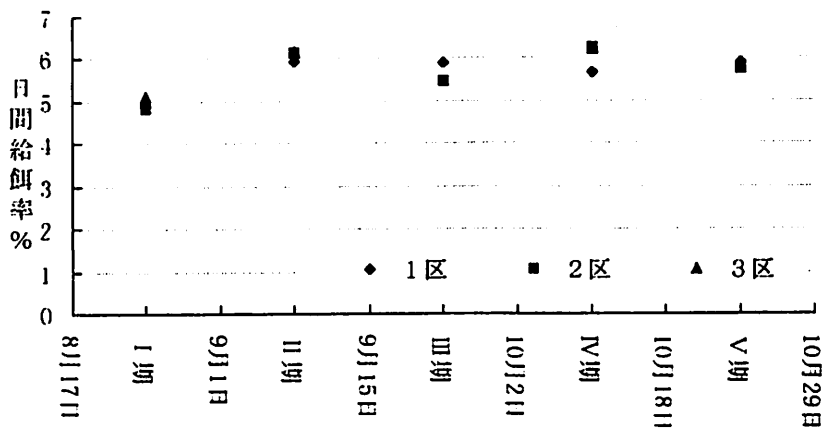


図22 飼育密度別飼育における日間給餌率の推移

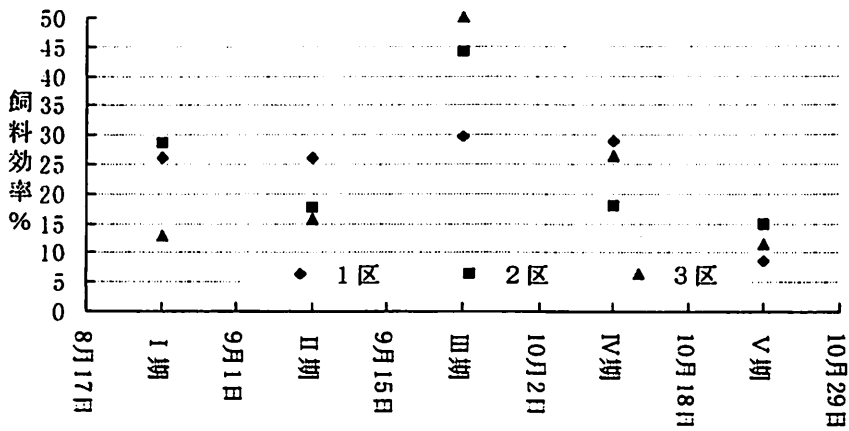


図23 飼育密度別飼育における飼料効率の推移

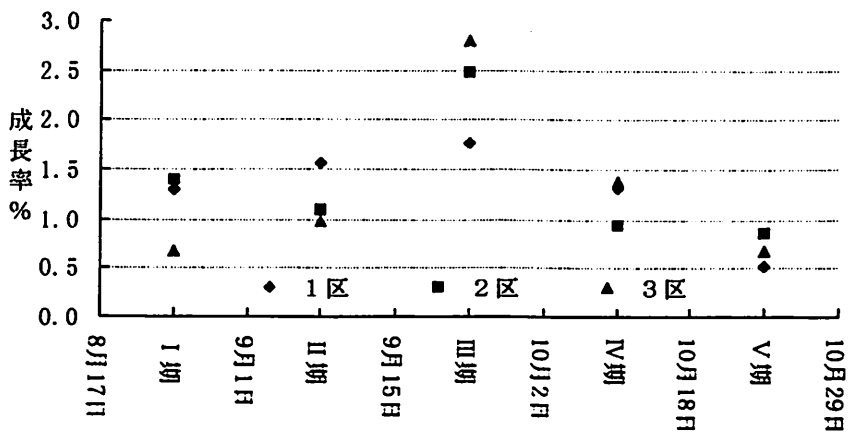


図24 飼育密度別飼育における成長効率の推移

4 文献

- 1)宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦(1983):原色日本淡水魚類図鑑. 保育社 300-302
- 2)田口 哲(1990):FIELD GUIDE 3 日本の魚淡水編. 小学館 170-171
- 3)益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫編(1984):日本産魚類大図鑑<解説>. 東海大学出版会 311
- 4)菅野 徹:JTBブックスカラー図鑑5 淡水魚. (株)日本交通公社出版事業局 130-131
- 5)プリント:福井水試資料平成4年第14号. 全国湖沼河川養殖研究会東海北陸ブロック会議及び水産試験場長会内水面東海北陸支部会議資料
- 6)菊池達人・児玉 修・西山 勝(1996):アユカケ種苗生産技術開発試験. 高知県内水面漁業センター事業報告書(平成4・5・6年度) 197-203

Ⅲ 河川調査

アユカケは生理・生態的知見が乏しい魚種である。アユカケの種苗生産、養殖及び種苗放流を実施する上で、アユカケの生理・生態を知ることが重要と思われる。県下において、アユカケが比較的容易に採捕できる奈半利川をフィールドに選び、アユカケの河川調査を実施することにした。

初年度は、奈半利川でアユカケを採捕して、生息状況、成長、胃内容物、成熟状況及び耳石について調べた。

アユカケの自然界における産卵生態はあまり知られていない。当センターでは、飼育中のアユカケがコンクリートブロックの穴内で自然産卵することから、ブロックを人工産卵巣に見立てて、奈半利川河口付近にブロックを沈設して自然産卵の有無を調査した。

奈半利川以外の県内河川では生息確認調査を行った。

1 目的

アユカケの生理・生態的知見を得る。

2 材料及び方法

1)アユカケ生態文献調査

すでに出版されている書籍・図鑑等から、アユカケの生態を調べた。

2)採捕調査

採捕調査は毎月1～3回、2～3人の調査員で実施した。採捕用具は市販のえびたま、幅20m、深さ1mの刺網を使用した。調査地点は図1に示した。奈半利川最河口から国道下の堰までをSt1、河口から約3km上流にある最初の本格的な堰である田野堰直下約100mの範囲をSt2とした。調査時には各Stの水温を測定した。

採捕したアユカケは、放流試験用として、現場で左腹鰭をカットして放流したもの以外は全数持ち帰り、TL及びBWを測定した。

胃内容物、成熟状況及び耳石については一部の採捕魚で実施した。胃内容物は全量取り出し、総重量の測定及び種類の判別を行った。成熟状況は生殖腺重量と♂の場合は精子活性を調べた。耳石は取り出してキシレンに1～2分浸漬後、耳石長、輪径の測定は焦点が不明瞭であったので、図2に示したように長径の直径を測定した。測定値は左右の平均を用いた。ただし、左右取り出せなかった場合は、片方のみの値を用いた。

3)奈半利川河口におけるアユカケ産卵場推定調査

アユカケの産卵期とされる冬季に、奈半利川河口域のSt1に人工産卵巣としてコンクリートブロック及び塩ビパイプ(φ100mm×600mm)を沈設して、ブロックの穴内に産卵卵塊を確認することによって、産卵場を推定することにした。

ブロックの沈設は平成6年度はブロック一個一個を沈設したが、平成7年度はブロッ

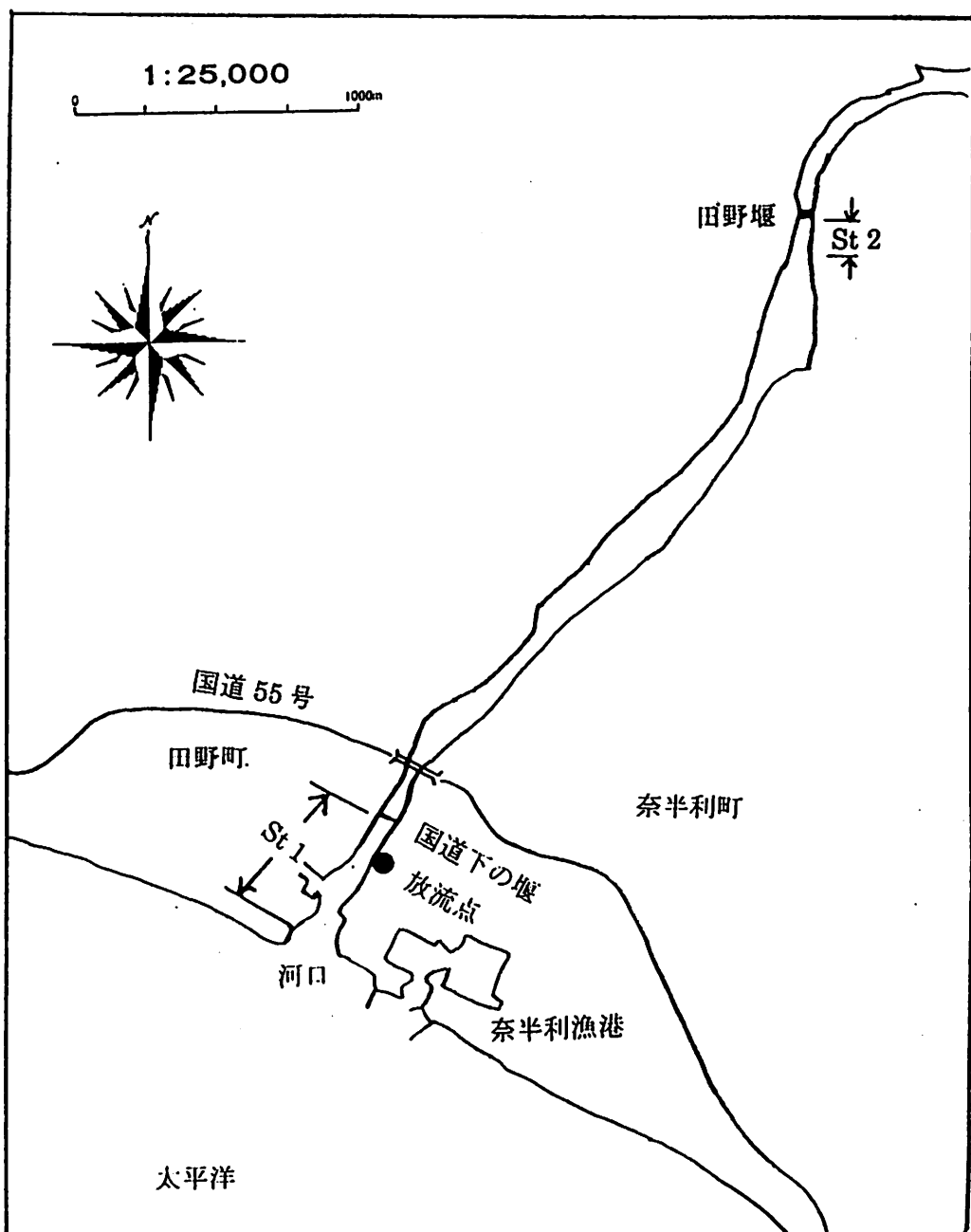


図1 奈半利川におけるアユカケ調査地点

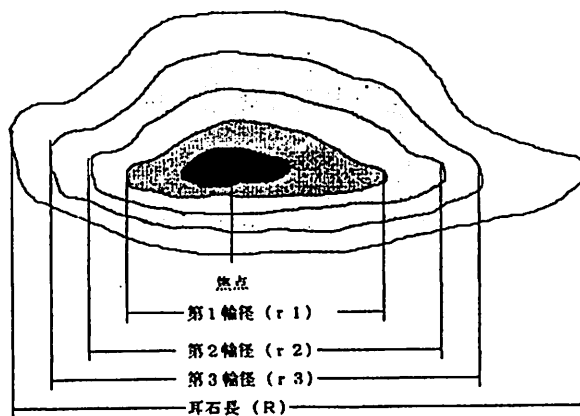


図2 アユカケの耳石年輪模式図

ク 10 個前後を適宜積み重ねて沈設した。

ブロック沈設場所は 6 年度が最河口と国道下の堰の中間点より上流左岸に、7 年度はそれより下流の図 3 に示した A～F の 6 定点に沈設した。使用したブロック数は 6 年度が 24 個で、7 年度が 48 個であった。沈設日は 6 年度が平成 7 年 1 月 12 日、7 年度が平成 7 年 11 月 8 日と 12 月 5 日であった。

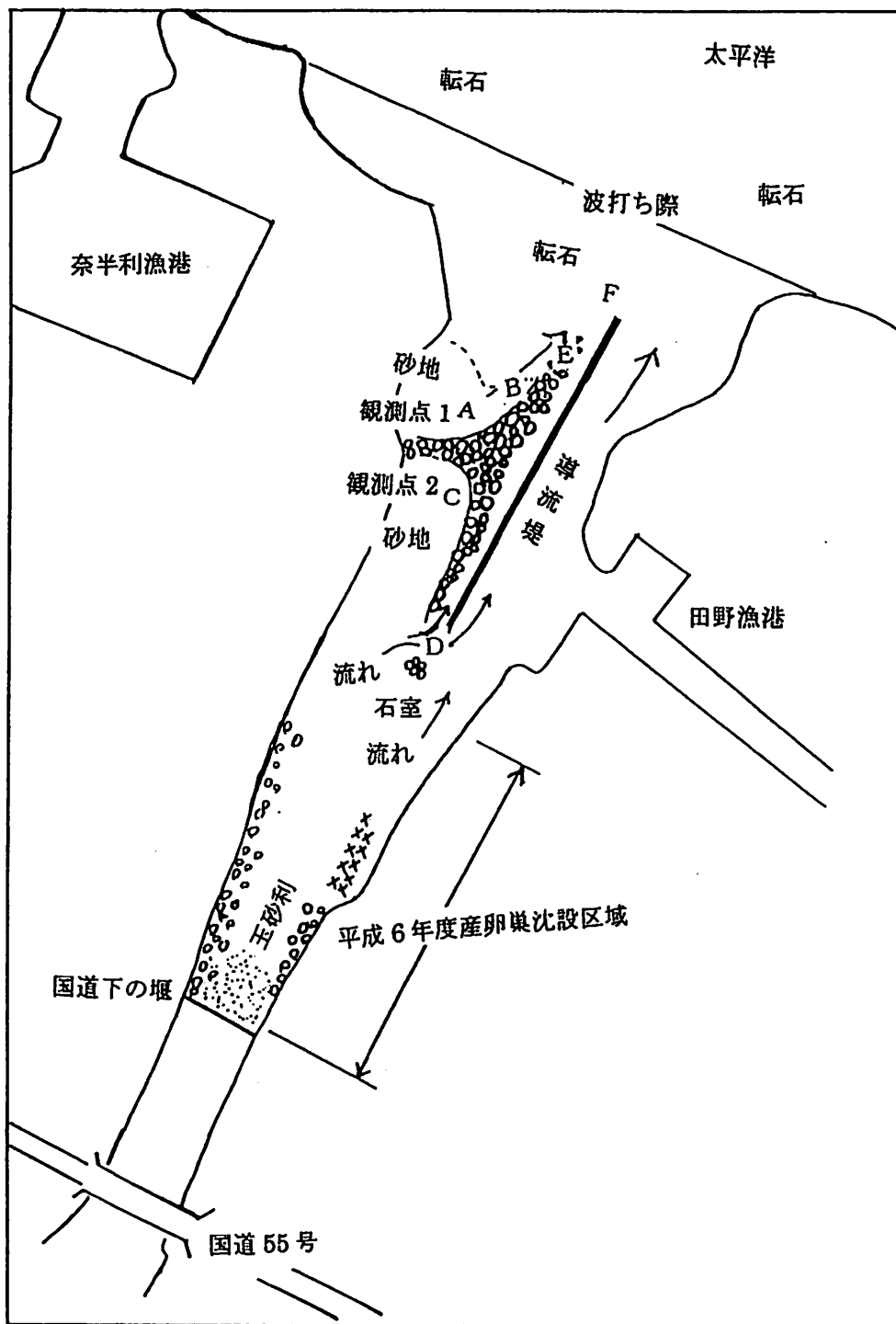


図 3 奈半利川河口部における産卵巣沈設位置略図

4) 生息確認調査

調査河川は安田川、伊尾木川、安芸川、物部川、仁淀川及び四万十川で実施した。高知県における主要河川の位置は図4に示した。調査場所は安田川、伊尾木川および仁淀川が河口から最初の堰の直下付近で、安芸川が河口から2km以内で、物部川が町田堰直下および物部川橋付近では四万十川が図4に示した4ヶ所であった。

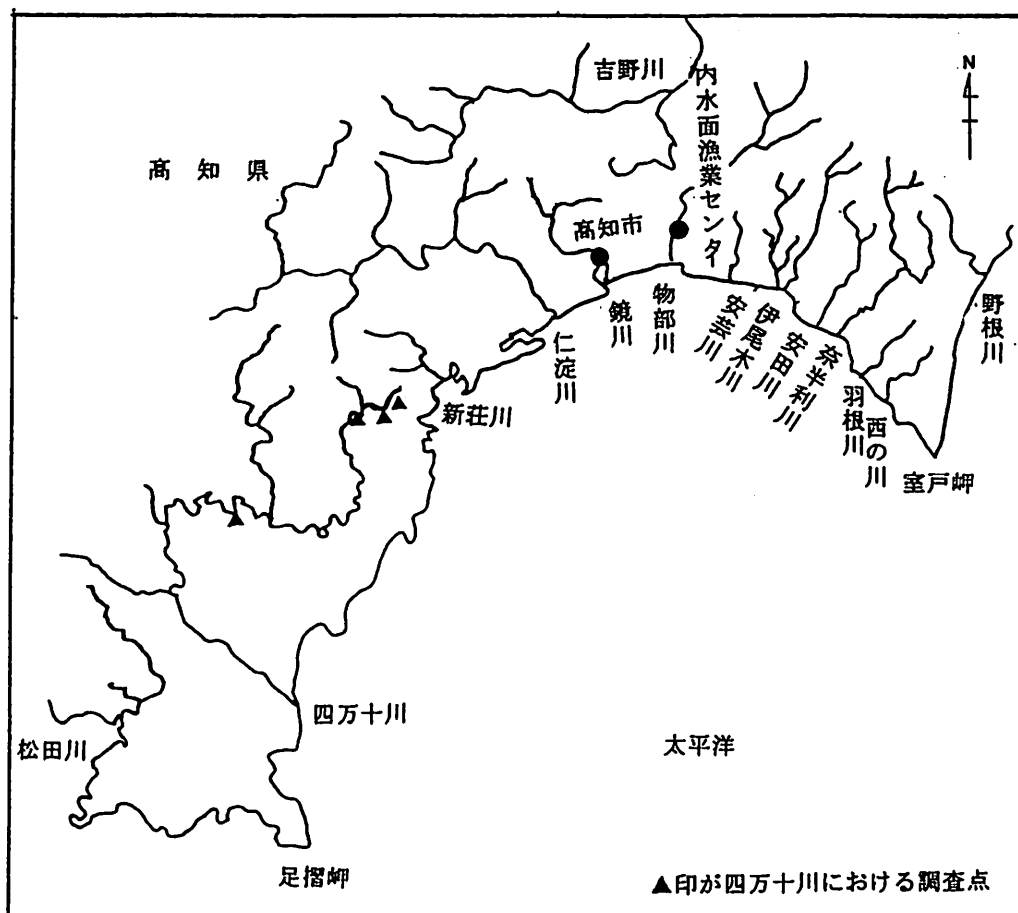


図4 高知県の主要河川

3 結果及び考察

1) アユカケ生態文献調査

アユカケの生態特性一覧は表1に示した。

2) 採捕調査

(1) 生息状況

平成7年度奈半利川におけるアユカケ採捕調査結果は表2に示した。採捕調査は平成7年3月下旬～翌年3月中旬までに28回実施した。濁りのためアユカケを確認できなかった8月の2回の調査を除けば、ほぼ、周年アユカケを確認することができた。

表1 アユカケの生態特性一覧

産卵期 (推定) 特に早春が 盛期	産卵場所 海の沿岸	ふ化仔魚	生活史		成長	食性	その他	著・編者 監修	出典	出版社
			上 期 時 期 ふ化後1 か月	下 期 時 期 ふ化後1 か月						
12月~3月	海の沿岸		秋から冬にかけて 夜間中層を下る 未成魚下流部で越冬 夏中流の石礫底を好 む	半年 7~8cm 1年半 13~15 2年半 15~17 25cm以上	仔稚魚期は水生昆虫 10cm以上魚食性(アユを好む)	成熟は2年	宮地博三郎 川那部浩哉 水野信彦	原色日本淡水魚類 図鑑	保育社	
1月~3月	海の沿岸近く	沿岸で浮遊生 活	河川中流の砂礫底 夜間中層を下り産卵		幼魚期は水生昆虫、10cm以上 は7~8cmまでの小魚	魚道や堰で稚魚の遡 上阻害 全体的に減少 ちよとした堰で移 動ができない 県内でダムや堰によ って生息数減少	川那部浩哉 水野信彦	日本の淡水魚	山と溪谷社	
11月~3月	海辺	1ヶ月間海で 生活	夏季下流から中流の 小石の多い川底	半年 7~8cm 2年 15 3年 20	7~8cmまで水生昆虫、10cm 以上は小魚		落合明 古屋八重子 大野正夫 谷口順彦	高知県の淡水生物	高知県内水面 漁業協同組合 連合会	
冬	下流	海に降り出ひ 遡河する	ふ化仔魚は海へ下る やや成長して再び遡 河 河川中流域の礫底		小型魚は昆虫、大型魚は小魚	産卵期の稚成魚は口 腔内壁が朱色になる	不明			
冬期	河口・海		夏は中流域 秋から冬にかけて 下流へ		7~8cmの魚食性		益山一 尾岡邦夫 荒賀忠一 上野朝綱 菅野哲夫	日本近魚類大図鑑 《解説》	東海大学出版 会	
冬期	海の沿岸部			25cm	成魚は7~8cmを食べる	低い堰などで海との 往復がはばまれ、激 激減	田口哲	ワニ・カド・3 日本の魚淡水編	小学館	
冬	河口付近かさ らに海に近い 所	ふ化後1 か月	11月から12月下旬に かけての大雨後に川 を下る 未成魚は下流で越冬	30cmを超える	小型の魚は水生昆虫を主食 10cmを超すころから魚を食う 特に、7~8cmが好物		松井敏史	野外ベストブック・10 魚淡水編	山と溪谷社	
早春	海	春先	夏は中流 秋冬には下流 成熟個体は海に入る 底生性	20cm	10cm程度までは水生昆虫を食 べるが、以後は魚を捕食 7~8cmを好む		菅野 徹	JTB77ブック・10 淡水魚	日本交通公社 出版事業局	
1~3月	沿岸近く		川の中・下流にすみ 産卵のために海に下 る 礫底の石の下に潜む ことが多い	25cmに達する	食食で水生昆虫た小魚などを 食う。大型魚はアユを食う		川那部浩哉	フィールド 図鑑淡水魚	東海大学出版 会	
	河口・海	春	川の中・下流に生息 大石の多いところを 好む	25cm以上	水生昆虫を主食とするが、10 cmを超えると魚食性に変わる		川那部浩哉 水野信彦	川と湖の魚②	保育社	
	汽水域の中ぐ らい	幼魚期を海で 過ごし 晩春 体色がで きる	成長期は純淡水域 秋から初冬汽水域			今ではめったにお目 にかかれない	山崎 武	四万十川漁師も のがたり	同時代社	
12~3月	汽水域	海	砂礫や石の多い清冷 な中流で底生生活	1年 14cm 25cm前後	小魚時代は水生昆虫 大形になると小魚を食食	成熟した雄は雌より 大きい 雌は口腔の内側が 朱色	木村 重	魚紳士録上巻	緑書房	

表2 平成7年度奈半利川におけるアユカケ採捕調査結果

調査日	St1の採捕尾数		St2の採捕尾数		0年魚のサイズ		多年魚のサイズ		水温(°C)		備考
	放*	SAM*左*右*	放*	SAM*左*右*	T L (cm)	B W (g)	T L (cm)	B W (g)	St1	St2	
H7.3.23	3				2.0	0.3	20.1	113.2	13.7		
H7.4.10	14				4.0	0.8	21.2	145.2	15.1		
H7.4.17	51				4.1	0.9	11.0	22.6			
H7.4.27	39				4.5	1.1			15.3		
H7.5.9	110	6			4.6	1.3					St1:タも網より抜ける小型魚あり→2番仔の廻河
H7.5.25	54		66		5.1	1.5	12.3	27.9	16.7	15.4	St1:採捕魚に大小差あり、3番仔の廻河か?
H7.6.9	23	2	3	94			13.8	50.9	16.7	15.9	St2:生息数増
H7.6.16	5		14		5.1	1.5	13.1	37.3	17.8	17.4	St2:生息数は前回と同程度
H7.6.23	45	3	1	24	1	1.6	12.6	28.7	16.8	16.6	St2:St1より数・サイズ大
H7.7.13	7	1		8			12.4	29.0	22.8	21.4	St2:生息数減
H7.7.20				16		2.3	15.8	46.9	23.6	22.4	St2:生息数減
H7.8.10									23.5	24.3	St1;魚影なし
H7.8.24									24.4	24.4	St1, 2:濁りのため調査不可、水温測定のみ
H7.9.21				5		3.2	19.2	105.7	20.4		St1:アユが確認できず他の魚も少ない
H7.10.30				5		3.4	19.4	123.0			St2:数はかなり少ない
H7.11.8				11		2.9	20.5	154.2	16.2	14.7	
H7.12.5			1	4		3.3	20.9	112.8			St2:流れがなく岩表面に腐泥多し
H7.12.20			3				18.0	92.7	11.7		
H7.12.21			14				19.5	116.2			
H8.1.8			3				19.6	124.0	10.5	9.6	St1:他魚魚影散見・えび多し
H8.1.9			6				17.9	93.6			St2:アユが ^{上のつぎ} 度せている、エビ多し
H8.2.6			1				20.7	128.7	9.8	6.0	他魚魚影なし
H8.2.7			1				17.3	70.2			St1:産卵終了魚、0年魚見えず
H8.2.20			3				15.1	48.1	12.3		St1:産卵終了魚
H8.2.21			2				18.1	81.2			St1:海水の影響するところで採捕
H8.3.4									11.7		St1:産卵放流
H8.3.7		7	1				1.7	0.1			St1:新規0年魚確認
H8.3.13		3					1.6	0.1			St1:産卵放流
計	239	134	6	1	35	102	148	1	0	53	

放*: 採捕魚のうちで現場で左腹割かして放流したもの
 SAM*: 採捕魚のうちでサンプルとして持ち帰り測定したもの
 左*: 採捕魚のうちで左腹割かしていたもの
 右*: 採捕魚のうちで右腹割かしていたもの

その年生まれの0年魚と思われる全長1.8~2cmのアユカケ稚魚が平成7年3月23日に最河口と国道下の堰との中間点付近で、また、8年は3月4日に最河口部で全長1.5~1.7cmの稚魚が確認された。奈半利川ではアユカケ稚魚の遡河は3月上旬から始まるものと思われた。

0年魚のSt別、時期別の採捕状況を図5に示した。St1では3月上旬の遡河開始から7月中旬ごろまでは国道下の堰直下で採捕できたが、それ以後は採捕できなかった。St2では5月下旬ごろから多数採捕できたが、夏季から冬季にかけて採捕尾数が減った。アユカケ稚魚は遡河後1・2ヶ月は最初の堰である国道下の堰直下に滞留した後、徐々に本格的堰である田野堰直下まで移動するものと推測された。

多年魚のSt別、時期別の採捕状況を図6に示した。夏季は中流域のSt2で、冬季は河口域のSt1で多く採捕できた。多年魚は夏場中流域で生息し、産卵のために冬場河口域に移動するものと思われた。

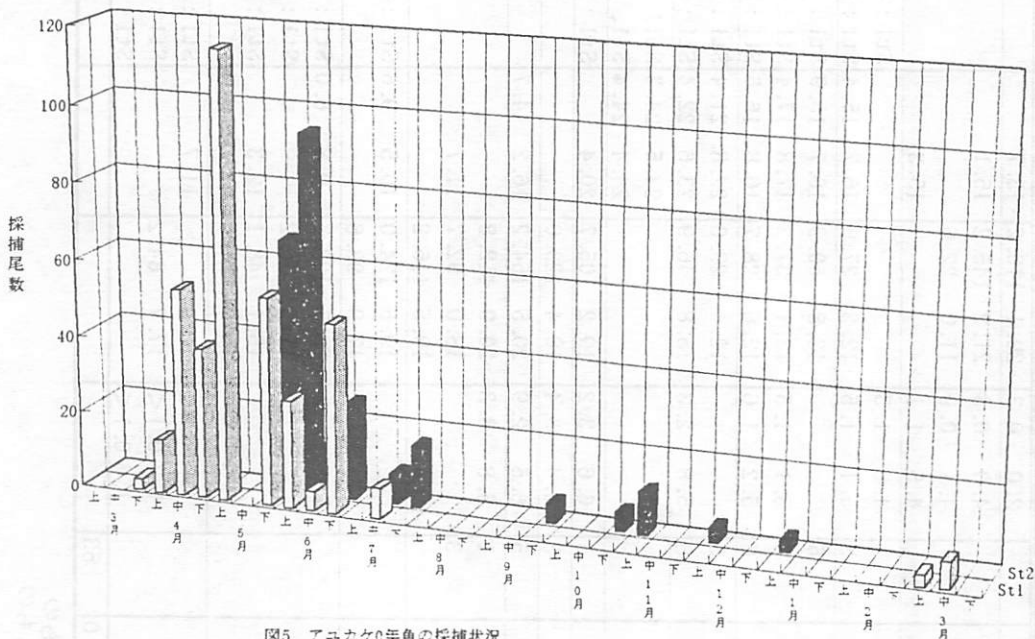


図5 アユカケ0年魚の採捕状況

(2)成長

採捕したアユカケの全長の推移を年令別に図7、8に示した。0年魚についてみると、St1で採捕した群は短期間に急激な成長を示したが、St2で採捕した群は緩やかな成長を示したが、水温が低下する11月以降は成長が停滞した。この時期に採捕したアユカケは春先の魚体に比べてややヤセ型で肥満度も小さかった。成長停滞の原因は水温の低下により成長が鈍ることに加えて、調査時における他の生物の生息状況から判断して、春・夏に比べて秋・冬は餌料生物が少ないことが考えられる。

全長と体重の関係は図9に示した。

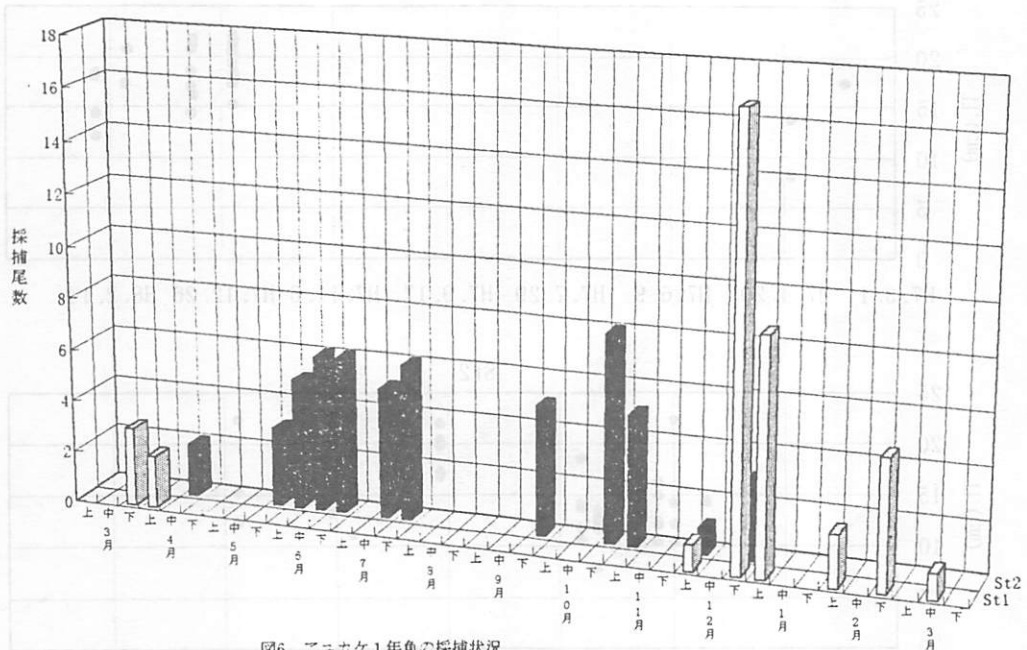


図6 アニカケ1年魚の採捕状況

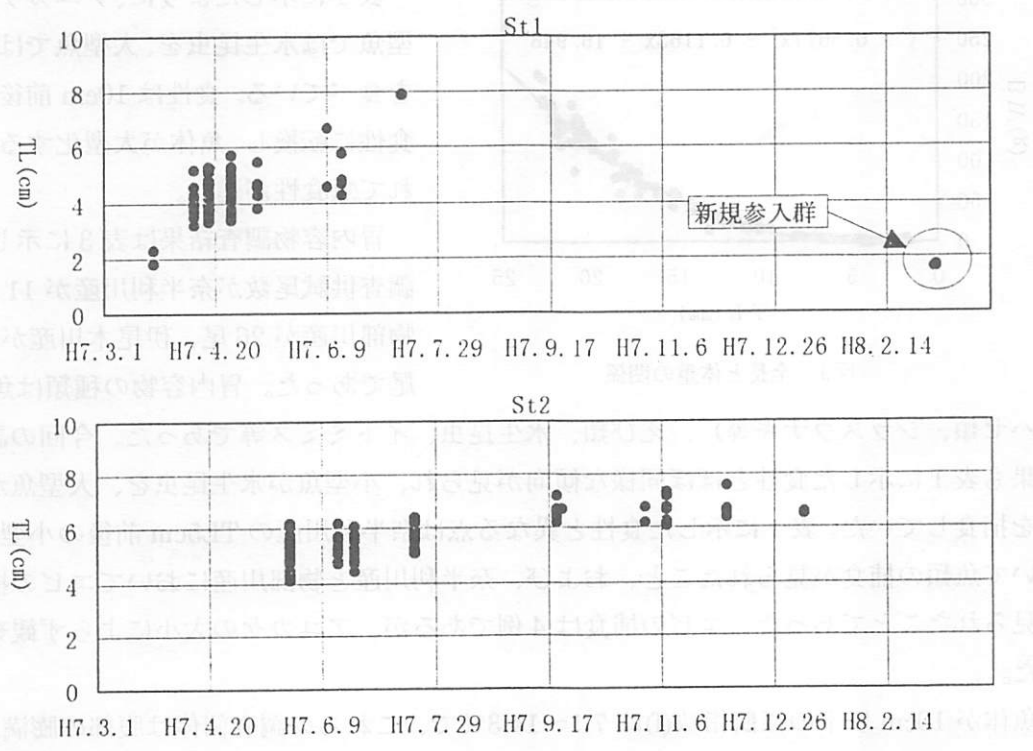


図7 採捕した0年魚のTLの推移

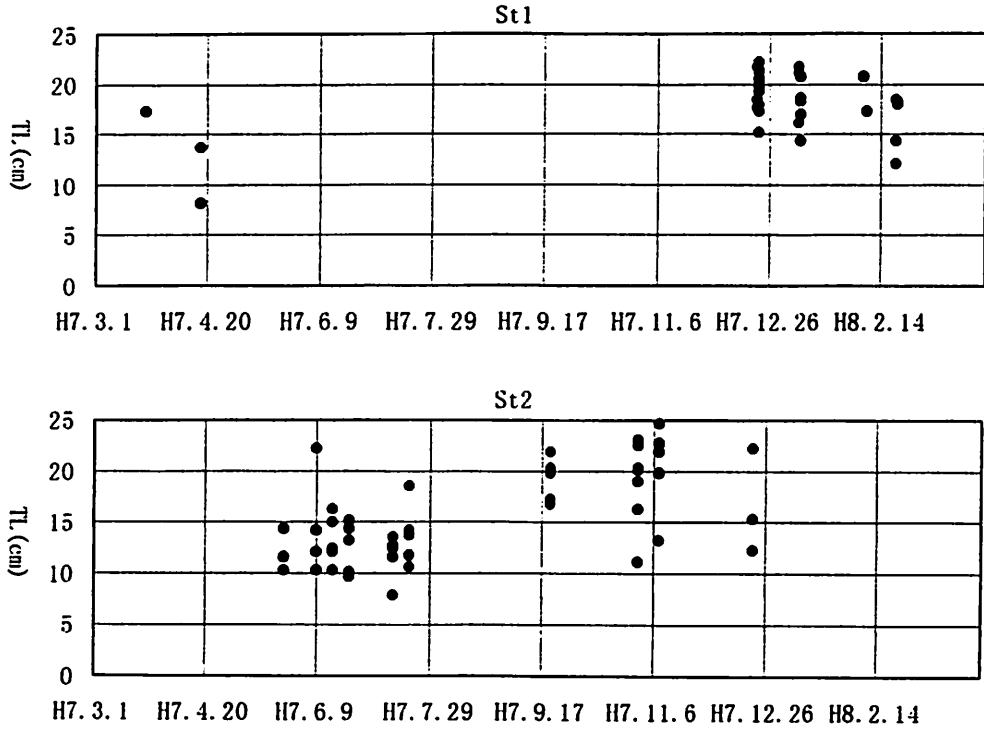


図8 採捕した多年魚の全長の推移

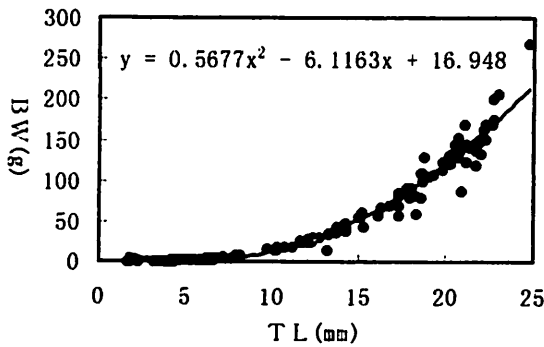


図9 全長と体重の関係

(3) 胃内容物

表1に示したように、アユカケは小型魚では水生昆虫を、大型魚では小魚を食べている。食性は10cm前後で魚食性に転換し、魚体が大型化するにつれて魚食性が進む。

胃内容物調査結果は表3に示した。調査供試尾数が奈半利川産が11尾、物部川産が26尾、伊尾木川産が10尾であった。胃内容物の種類は魚類

(ハゼ類、シラスウナギ等)、えび類、水生昆虫、イトミミズ等であった。今回の調査結果も表1に示した食性とほぼ同様な傾向が見られ、小型魚が水生昆虫を、大型魚が小魚を捕食していた。表1に示した食性と異なる点は奈半利川産のTL5cm前後の小型魚において魚類の捕食が見られたこと、および、奈半利川産と物部川産においてエビの捕食が見られたことであった。エビの捕食は4例であるが、アユカケの大小によらず観察された。

魚体が10cm以下の摂餌指数(f)は7.1~14.3%で、これらの調査個体は腹部の膨満が外観からでも認められるほど、胃内には餌が充満していた。このことはアユカケ幼魚期の摂餌活動が活発なことを示唆している。

表3 胃内容物調査結果

調査日	TL (cm)	BW (g)	GW (g)	採捕場所	胃内容物						
					SCW (g)	f (%)	魚類*	エビ類	昆虫	その他	空胃
H6.7.7	5.0	1.5		奈半利川 St1							●
H6.7.7	5.1	1.6		奈半利川 St1			●	●			
H6.7.7	4.5	0.9		奈半利川 St1					●		
H6.7.7	9.4	10.3		奈半利川 St2							●
H6.7.7	9.7	12.4		奈半利川 St2					●		
H6.7.7	9.0	8.7		奈半利川 St2					●		
H6.4.27	4.5	1.3		奈半利川 St1	0.1	8.3	●**		●		
H7.5.9	5.5	2.4		奈半利川 St1	0.3	14.3	●				
H7.6.9	6.7	4.3		奈半利川 St1	0.5	13.2	●				
H7.6.9	4.6	1.5		奈半利川 St1	0.1	7.1	●				
H7.9.6	6.8	3.9		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.8	2.7		物部川 旧国道物部川橋下					●	トミズ*	
H7.9.6	6.3	2.7		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.7	2.2		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.9	2.4		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.8	2.3		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.6	2.1		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.5	2.0		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.6	5.4	2.1		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.9.7	9.1	10.0		伊尾木川 有井堰下	0.9	9.9	●				
H7.9.7	8.7	7.3		伊尾木川 有井堰下							●
H7.9.7	6.9	4.0		伊尾木川 有井堰下							●
H7.9.7	7.3	4.6		伊尾木川 有井堰下							●
H7.9.7	6.7	3.5		伊尾木川 有井堰下							●
H7.9.7	7.0	4.0		伊尾木川 有井堰下					●		
H7.9.7	6.1	2.7		伊尾木川 有井堰下					●		
H7.9.7	6.0	2.4		伊尾木川 有井堰下					●		
H7.9.7	6.7	3.6		伊尾木川 有井堰下					●		
H7.9.7	6.0	2.4		伊尾木川 有井堰下					●		
H7.11.29	15.6	62.1	3.0	物部川 旧国道物部川橋下	2.5	4.4		●			
H7.11.29	9.7	11.3		物部川 旧国道物部川橋下					●		
H7.11.29	6.2	2.9		物部川 旧国道物部川橋下						消化物	
H8.1.10	9.1	8.7	0.1	物部川 旧国道物部川橋下				●			
H8.1.10	13.1	37.4	6.9	物部川 旧国道物部川橋下			●	●			
H8.1.10	14.4	57.0	2.1	物部川 旧国道物部川橋下	3.1	6.0	●				
H8.1.10	12.7	31.9		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	10.8	10.8		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	11.1	24.7		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	12.3	35.2		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	16.6	67.6		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	20.1	134.7		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	10.7	18.5		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	13.2	36.9		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	14.9	51.3		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	13.3	37.9		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.1.10	15.0	51.6		物部川 旧国道物部川橋下							●
H8.2.21	18.2	81.9	3.6	奈半利川 St1	1.2	1.6	●				

*) 捕食した魚類はハゼ類、シソウギ等であった

**) 自分のTLの6割程度の大きさの魚体を捕食

$$f = SCW / \{ BW - (GW + SCW) \} * 100$$

f : 摂餌量指数

SCW : 胃内容重量

GW : 生殖腺重量

(4)成熟について

♂の成熟状況調査結果は表4示した。

雌雄の判別は多年魚については口腔内壁が朱色になっている固体を♂と判別できたが、0年魚については口腔内壁の朱色が観察される一部の固体は判別できたが、殆どは外観からは判別できなかつた。生殖腺が確認できた9月以降は生殖腺によって判別した。精巢を肉眼で最初に確認できたのは0年魚が9月7日で、多年魚が9月6日であった。その時

表4 アユカケ♂の成熟調査結果

魚体 No	調査日	採捕日	採捕 河川	飼 育 歴	TL (cm)	BW (g)	生殖腺 重量 (g)	GSI (%)	耳石 の 輪数	体型	備 考
天 96	H7.9.6	H7.6.9	奈半利	◎	22.3	116.8			1		精巢できはじめ
天 108	H7.9.7	H7.9.7	伊尾木		8.7	7.3			0		精巢できはじめ
天 109	H7.9.7	H7.9.7	伊尾木		6.9	4.0			0		精巢できはじめ
天 110	H7.9.7	H7.9.7	伊尾木		7.3	4.6			0		精巢できはじめ
天 116	H7.9.7	H7.9.7	伊尾木		6.0	2.4			0		精巢できはじめ
天 201	H7.9.9	H8.9.6	物部		19.8	143.5	0.1	0.1	2		
天 126	H7.9.25	H8.7.13	奈半利	◎	15.7	46.6	0.1	0.2	2		
天 129	H7.9.28	H8.9.21	奈半利		5.8	2.2			0		精巢できはじめ
天 132	H7.9.28	H8.7.13	奈半利	◎	12.7	23.3	0.1	0.4	1		
天 133	H7.9.28	H8.7.13	奈半利	◎	11.8	21.2	0.1	0.5	1		
天 134	H7.9.28	H8.7.13	奈半利	◎	14.0	34.4	0.1	0.3	2		
天 135	H7.9.28	H8.7.13	奈半利	◎	11.7	18.4	0.1	0.5	1		
天 140	H7.10.14	H8.9月	奈半利	◎	7.3	4.8			0		精巢できはじめ
天 152	H7.11.6	H8.8.29	物部	◎	12.8	20.8	0.1	0.5	1		
天 158	H7.11.12	H8.9.6	物部	◎	15.6	44.2	0.3	0.7	1		精子活性なし
天 159	H7.11.12	H7・10月	奈半利	◎	20.7	120.1	1.7	1.4	2		精子活性有り
天 160	H7.11.12	H7・10月	奈半利	◎	22.7	176.4			2		
天 170	H7.11.16	H8.11.16	仁淀		21.0	137.3	4.8	3.5	3		精子活性有り
天 181	H7.11.23	H8.10.30	奈半利	◎	23.2	192.5			2		精子活性有り
天 197	H8.1.7	H7.12.28	物部		21.1	157.9	7.1	4.5	1		精子活性有り
天 198	H8.1.7	H7.12.28	物部		21.5	175.8	8.5	4.8			
天 205	H8.1.10	H8.1.8	奈半利		6.6	3.5	0.1以下		0		精巢できはじめ
天 206	H8.1.10	H8.1.8	奈半利		6.5	2.9	0.1	3.4	0	ヤ	
天 207	H8.1.10	H8.1.8	奈半利		6.3	3.1	0.1以下		0		精巢できはじめ
天 208	H8.1.10	H8.1.10	物部		12.7	31.9	1.3	4.1	0		精子活性有り
天 215	H8.1.10	H8.1.10	物部		14.4	57.4	2.1	3.7	1		精子活性有り
天 218	H8.1.10	H8.1.10	物部		10.7	18.5	1.0	5.4	0		精子活性有り
天 219	H8.1.10	H8.1.10	物部		13.2	36.9	1.6	4.3	0		精子活性有り
天 220	H8.1.10	H8.1.10	物部		14.9	51.3	2.1	4.1	1		精子活性有り
天 221	H8.1.10	H8.1.10	物部		13.3	37.9	1.7	4.5	1		精子活性有り
天 222	H8.1.10	H8.1.10	物部		15.0	51.6	2.5	4.8	1		精子活性有り
天 227	H8.2.13	H6年採捕	奈半利		13.7	40.2	1.2	3.0	2		2/13採精魚
天 238	H8.2.25	H7.12.28	物部	◎	16.1	56.4	1.6	2.8	1		精子活性有り
天 240	H8.2.28	H7.12.28	物部	◎	19.5	115.8	6.0	5.2	1		排精、精子活性良好
天 241	H8.2.28	H7.12.28	物部	◎	19.8	120.5	6.8	5.6	1		排精、精子活性良好
天 242	H8.2.28	H7.12.28	物部	◎	18.0	83.7	4.2	5.0	1		排精、精子活性良好
天 243	H8.2.28	H7.12.28	物部	◎	18.4	102.2	5.2	5.1	1		排精、精子活性良好
天 244	H8.2.28	H7.12.28	物部	◎	17.5	83.2	3.4	4.1	2		排精、精子活性良好
天 248	H8.3.15	H8.12.20		◎	20.6	131.2	2.7	2.1	2		精子活性なし、精巢変色

時の魚体は0年魚が全長6.0~8.7cmで、多年魚が22.3cmであった。精巢内精子の活性を最初に確認できたのは多年魚で11月12日であった。確認できたアユカケは10月30日採捕して11月12日まで当センターで飼育したもので、全長が20.7cm、体重が120.1g、

GSIが1.4であった。

1月10日に物部川で採捕した7尾のGSIは3.7~5.4であった。2月28日に調べた物部川産5尾はGSIが4.1~5.6で腹部を圧迫すると放精し、その精子活性は極めて良好であった。3月15日に調べた奈半利産1尾は前2者よりGSIが2.1に下がり、精巢の色が灰白色に

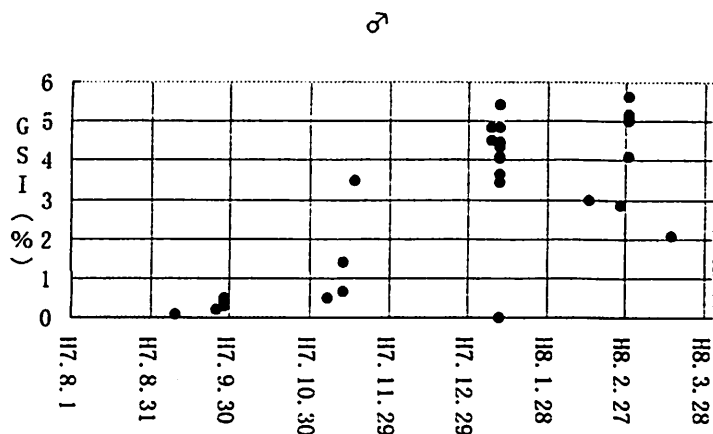


図10 アユカケ♂のGSIの推移

変色して、精巢内精子の活性は見られなかった。福井水試の親魚養成試験おいてのアユカケ♂は1月下旬にGSIが5~6.5になり、精子活性が認められたと報告している。)

♂のGSIの推移は図10に示した。♂のGSIは10月まで1以下で推移し、その後急激に発達して、産卵期の12月~3月にかけて4.5前後を維持するものとおもわれた。

アユカケ♂はGSIが4~6になれば、十分に成熟して採精可能なことがわかった。

♀の成熟状況調査結果は表5示した。

卵巣を肉眼で最初に確認できたのは0年魚が8月24日で、多年魚が9月8日であった。その時の魚体は0年魚が全長5.9~7.3cmで、多年魚が17.4cmであった。

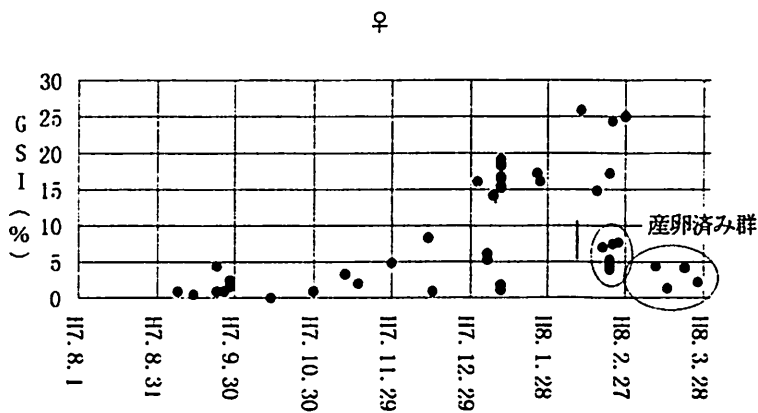


図11 アユカケ♀のGSIの推移

♀のGSIの推移は図11に示した。♀のGSIは8月下旬以降順調に発達して、産卵盛期には25以上になるとなると思われた。2月下旬から3月にかけてGSIの小さい群は産卵が終了した個体であった。その中で2月21日に奈半利川で採捕した4尾のうち2尾は耳石の輪数から0才魚であったことから、0才魚も産卵に加わるものと推定された。

表5 アユカケ♀の成熟調査結果

魚体 No	調査日	採捕日	採捕 河川	飼 育 歴	TL (cm)	BW (g)	生殖腺		耳石 の 輪数	産卵 の 体型	備考
							重量 (g)	GSI (%)			
天 90	H7. 8. 25	H7. 8. 24	伊尾木		7.3	4.7			0		卵巣できる
天 91	H7. 8. 25	H7. 8. 24	伊尾木		5.9	2.2			0		卵巣できる
天 93	H7. 8. 30	H7. 6月~7月	奈半利	◎	6.3	2.9			0		卵巣できる
天 94	H7. 8. 31	H7. 6月~7月	奈半利	◎	6.0	2.7			0		卵巣できる、左腹カット
天 95	H7. 8. 31	H7. 6月~7月	奈半利	◎	5.4	1.3			0		卵巣できる
天 97	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		6.8	3.9			0		
天 98	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		5.8	2.7			0		
天 99	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		6.3	2.7			0		
天 101	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		5.9	2.4			0		
天 103	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		5.6	2.1			0		
天 104	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		5.5	2.0			0		
天 105	H7. 9. 6	H7. 9. 6	物部		5.4	2.1			0		
天 112	H7. 9. 7	H7. 9. 7	伊尾木		7.0	4.0			0		
天 113	H7. 9. 7	H7. 9. 7	伊尾木		6.1	2.7			0		
天 115	H7. 9. 7	H7. 9. 7	伊尾木		6.7	3.6			0		
天 200	H7. 9. 8	H7. 8. 29	物部		17.4	88.8	0.7	0.8	2		
天 202	H7. 9. 14	H7. 9. 6	物部		16.2	69.1	0.3	0.4	1		
天 122	H7. 9. 23	H7. 9. 6	物部		18.5	101.8	0.9	0.9	2		
天 123	H7. 9. 23	H7. 7. 13	奈半利	◎	11.9	25.9	1.1	4.2	1		
天 127	H7. 9. 26	H7. 9. 21	奈半利		16.7	45.7	0.4	0.9	2		
天 128	H7. 9. 28	H7. 9. 21	奈半利		7.8	4.3	0.1	2.3	0		
天 130	H7. 9. 28	H7. 9. 21	奈半利		5.2	0.9			0	大々	
天 136	H7. 9. 28	H7. 7. 13	奈半利	◎	12.1	26.2	0.4	1.5	1		
天 141	H7. 10. 14	H7. 9月	奈半利	◎	6.3	2.3			0		
天 145	H7. 10. 30	H7. 8. 29	物部	◎	14.9	43.4	0.4	0.9	1		
天 146	H7. 10. 30		奈半利	◎	11.7	17.0			1		
天 157	H7. 11. 11		奈半利	◎	12.3	32.9	1.1	3.3	1		
天 171	H7. 11. 16		物部		7.4	5.1	0.1	2.0	0		
天 185	H7. 11. 29	H7. 11. 29	物部	◎	15.6	62.1	3.0	4.8	1		
天 192	H7. 12. 13	H7. 6. 16	奈半利	◎	15.5	60.5	5.0	8.3	2		
天 193	H7. 12. 15		奈半利		10.3	11.1	0.1	0.9	1		
天 194	H8. 1. 1	H7. 12. 28	奈半利		22.3	193.3	30.9	16.0	2		
天 195	H8. 1. 5	H7. 10. 30	奈半利	◎	22.8	190.6	11.7	6.1	2		
天 196	H8. 1. 5	H7. 12. 20	奈半利		21.5	93.3	4.9	5.3	2	大々	
天 199	H8. 1. 7	H7. 12. 28	物部		20.6	154.9	21.9	14.1	2		
天 203	H8. 1. 10	H8. 1. 5	奈半利		5.8	2.6	0.5	19.2	0	々	
天 204	H8. 1. 10	H7. 12. 5	奈半利		7.8	5.5	0.1	1.8	0	々	
天 209	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		9.1	8.7	0.1	1.1	0		
天 210	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		11.1	20.5	3.1	15.1	0		
天 211	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		10.8	18.5	3.1	16.8			
天 212	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		11.1	24.7	4.1	16.6	0		
天 213	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		12.3	35.2	6.4	18.2	0		
天 214	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		13.1	37.4	6.9	18.4	0		
天 216	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		16.6	67.6	10.4	15.4	1		
天 217	H8. 1. 10	H8. 1. 10	物部		20.1	134.7	20.7	15.4	2		
天 224	H8. 1. 24	H8. 9. 21	奈半利	◎	17.4	87.5	15.1	17.3	2		
天 225	H8. 1. 25	H7. 10. 28	伊尾木	◎	14.5	53.7	8.6	16.0	1		
天 226	H8. 2. 10	H7. 12. 28	物部	◎	20.5	163.7	42.3	25.8	1		未排卵
天 228	H8. 2. 16	H7. 12. 20	奈半利	◎	22.2	159.5	23.7	14.9	2		
天 229	H8. 2. 18	H7. 12. 21	奈半利	◎	20.1	110.7	7.8	7.0	2		2/11採卵
天 230	H8. 2. 21	H8. 2. 21	奈半利		18.2	81.9	3.6	4.4	2		済み
天 231	H8. 2. 21	H8. 2. 21	奈半利		18.6	80.2	3.1	3.9	1		
天 232	H8. 2. 21	H8. 2. 21	奈半利		14.9	42.2	2.2	5.2	0		済み
天 233	H8. 2. 21	H8. 2. 21	奈半利		18.1	82.0	14.0	17.1	1		排卵
天 234	H8. 2. 21	H8. 2. 21	奈半利		12.1	22.0	1.0	4.5	0		済み
天 235	H8. 2. 22	H8. 12. 5	奈半利	◎	22.1	134.3	9.8	7.3	2		済み
天 236	H8. 2. 22	H7. 12. 28	物部	◎	20.9	163.7	40.0	24.4	2		
天 237	H8. 2. 24	H7. 12. 28	物部	◎	16.4	57.9	4.4	7.6	2		
天 239	H8. 2. 27	H7. 12. 28	物部	◎	18.2	101.0	25.2	25.0	1		
天 245	H8. 3. 10	H8. 1. 9	奈半利	◎	18.4	61.4	2.7	4.4	2	大々	
天 247	H8. 3. 14			◎	20.5	73.4	1.0	1.4	2	大々	
天 249	H8. 3. 21			◎	14.5	56.5	2.3	4.1	1		
天 250	H8. 3. 26	H8. 1. 9		◎	18.5	42.8	0.9	2.1	2	大々	
天 251	H8. 3. 27			◎	21.8	128.6			2	々	

(5) 耳石について

耳石の縁辺成長率の月変化は輪群別に図 12 に示した。縁辺成長率は次式によって表される。

1 輪の場合 $\text{縁辺成長率} = (R - r_1) / r_1$
 2 輪以上の場合 $\text{縁辺成長率} = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$
 R : 耳石長、 r_n : 第 n 輪径

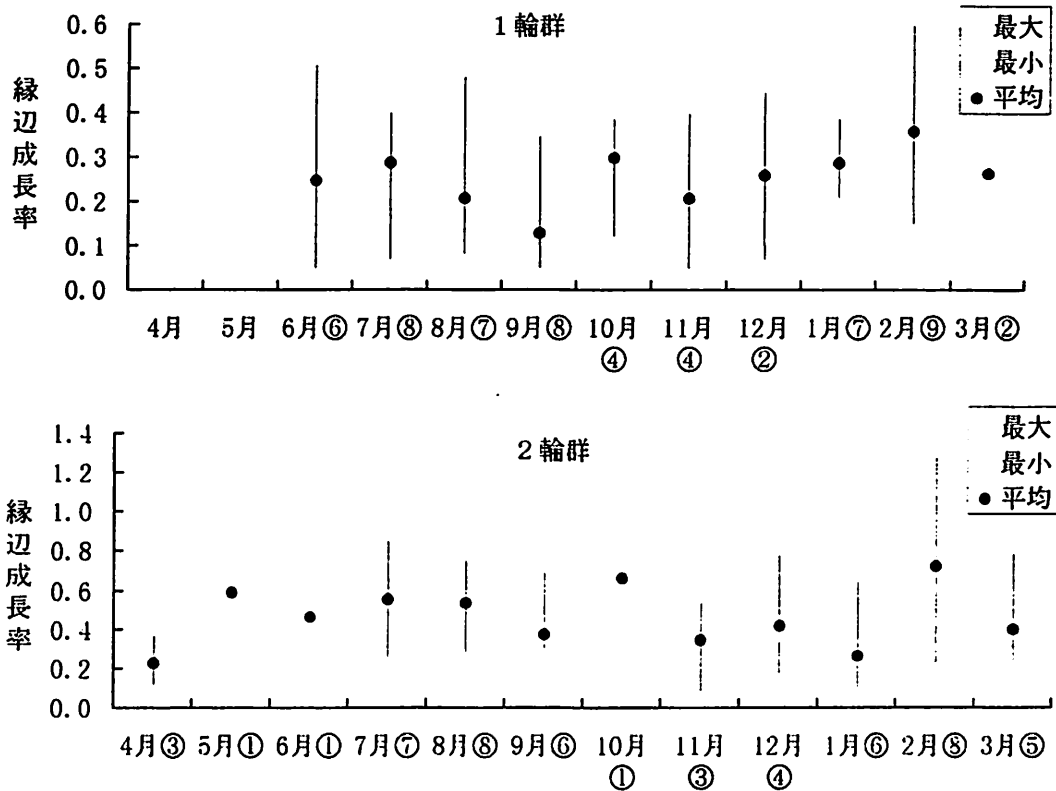


図12 アユカケ耳石の縁辺成長率の月変化
 ○内数字はサンプル数

縁辺成長率は輪形成時期を知るための指標で、図 13 に示したように縁辺成長率は鋸歯状に変化して、最大と最小を示す時期が一致する。この時期が輪形成時期とされる。²⁾

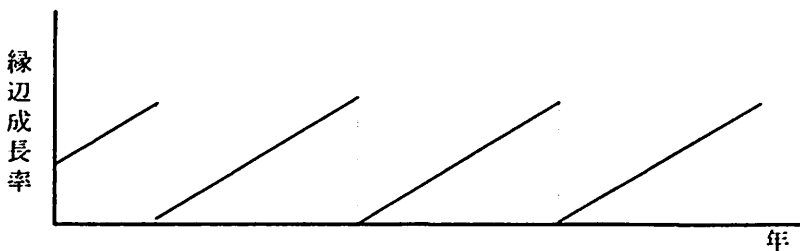


図13 年輪形成が同時に起こる場合の縁辺成長率の鋸歯状の変化
 (能勢幸雄・石井丈夫・清水 誠(1988) : 水産資源学. 東京大学出版会より一部改変)

縁辺成長率の変化から輪形成時期を推定するには、図 12 に示した縁辺成長率の推移は両輪群とも明瞭と言えない。強いて言うならば、1 輪群では 9 月、2 輪群では 1 月と 4 月の縁

辺成長率が他の月より低かった。

仮に、輪形成時期が1輪群では9月、2輪群では1~4月であるならば、アユカケの産卵期は12月~3月と言われているので、2輪群においては産卵期とほぼ一致するが、1

輪群においては一致しなかった。

当センターで養成した1年魚の耳石を調べたところ、3月~7月までに調べた17尾には輪形成が見られなかったが、8月に調べた16尾中12尾に輪形成がみられ、縁辺成長率は0.09であった。養成1年魚の輪形成時期は天然魚1輪群とほぼ一致した。

以上のことから、アユカケの耳石輪形成時期が2回あることが推察される。8・9月に輪形成される個体は0年魚としては産卵しなかった群で、産卵期と輪形成時期が重なる個体は0年魚のときから産卵に加わった群と想像される。

輪数別の平均耳石長及び輪径は表6に示した。輪数別の個体数は0輪群が161尾、1輪群が74尾、2輪群が59尾、3輪群が4尾であった。耳石長の平均は0輪群が1.95mm、1輪群が3.73mm、2輪群が4.39mm、3輪群が4.57mmであった。

輪数別の全長は図14に、耳石長と全長の関係は図15に示した。輪数別の平均全長は0輪群が62.6mm、1輪群が156.0mm、2輪群が194.2mm、3輪群が192.5mmであった。

今回調査した耳石のサンプル数が少なかったため、今後も耳石調査は継続して行い、アユカケの輪形成時期及び成長曲線等を明らかにする必要がある。

3) 奈半利川河口におけるアユカケ産卵場推定調査

平成6年度の産卵場推定調査結果は表7に示した。6年度は国道の堰直下から中間点までの間にブロックを沈設したが、ブロックの穴内には卵塊が見られなかった。平成7年3月23日の調査では、ブロックの穴内に全長21.7cmのみ1尾を発見した。

表6 アユカケの輪数別の平均輪径

輪数	標本数	平均輪径 (mm)			
		R	r 1	r 2	r 3
0	161	1.95			
1	74	3.73	2.92		
2	59	4.39	2.76	3.89	
3	4	4.57	2.64	3.61	4.38

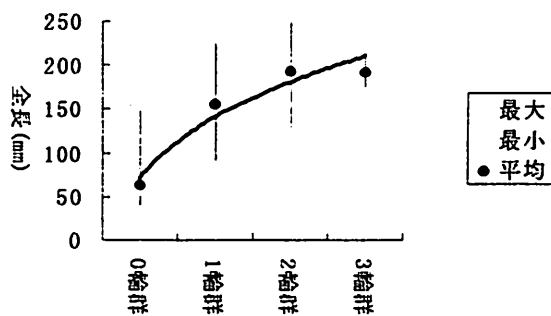


図14 輪数別の全長

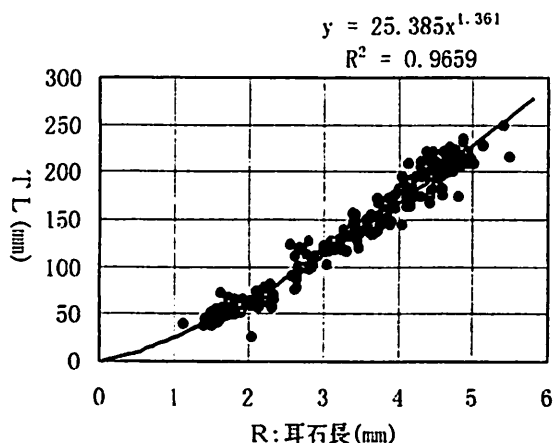


図15 アユカケの耳石長とTLの関係

前報¹⁾で報告したように、精子希釈液が25%以上の海水でないと高い受精率が得られないことを考えれば、6年度のブロック沈設場所は込み潮のときだけ海水の影響を受ける水域で、調査時には淡水のときが多かった。このような場所で産卵したとしても、受精率が極めて低いことが予想され、産卵場所としての可能性は低いと思われた。

表7 平成6年度産卵場推定調査結果

年 月	人工産卵	産卵の有無	水温		比重		備考
			表層1m深	表層1m深	表層1m深	表層1m深	
H7.1.12	沈設	なし	11.1	15.0	0.5	5.5	込み潮、海水流入
H7.1.13		なし	9.9		0.0		海水の差込なし、ダム放水あり
H7.1.19		なし	12.8		0.0	3.0	
H7.1.20		なし					
H7.2.2	下流へ移動	なし	9.1		0.0	1.0	
H7.2.3		なし	9.0		2.5		海水の差込なし。淡水と海水混合
H7.2.16		なし	12.3				
H7.2.17		なし	12.3				
H7.3.2		なし	12.3		2.0		
H7.3.23		なし	13.7		0.0	8.5	ブロック内で1尾採捕、平成7年生まれの0才魚3尾採捕

平成7年度の産卵場推定調査結果は表8に示した。7年度は最河口から中間点までの間に6定点を決めて、ブロック10個前後を積み重ねて沈設したが、ブロックの穴内には卵塊が見られなかった。7年度のブロックを沈設したA, B, E, Fは調査期間を通じて、比重が10.0~24.0を維持したので、産卵場としての塩分条件は満たしていると思われた。D以外の沈設点は干潮時に、一部または完全に干出状態になったので、産卵場所としては不向きと推察された。

表8 平成7年度産卵場推定調査結果

年 月 日	水温		比重		ブロック沈設点の産卵の有無					
	観測点1	観測点2	観測点1	観測点2	A	B	C	D	E	F
H7.11.8	20.9	16.2	24.0	3.5						A・Cに沈設
H7.12.5	15.8	11.6	15.5	3.5	無	無				B・Dに沈設
H7.12.20	14.7	11.7	14.5	3.5	無	無	無	無		
H7.12.21	15.2	12.0	11.7	2.5	無	無	無	無		A・BからE・Fに移動
H8.1.8	13.3	11.7	10.5	6.5			無	無	無	無
H8.2.6	14.8	9.8	21.0	2.0			無	無	無	無
H8.2.20	16.7	12.3	16.7	14.5			無	無	無	無
H8.3.4	14.3	11.4	10.0	1.0			無	無	無	無
H8.3.7	13.7	10.0	14.4	0.5			無	無	無	無
H8.3.18	14.1	12.9	11.0	0.0			無	無	無	無

観測点1・2および沈設点A~Fは図3を参照。

福井水試の報告²⁾によれば、水温別のふ化率は9~15℃で85%、18℃で75%、21℃で死亡と報告している。海水の影響を常に受けた観測点1は、11月の測定では20.9℃であったが、12月から3月までは15℃前後であったので、水温的に見れば、奈半利川最河口付近は産卵適地と思われた。

奈半利川最河口沖合い 100 m程は礫底の遠浅でしかもアユカケの隠れ場所に適した直径 0.5~1m 程の平たい石が多く点在しているので、産卵適所と思われた。

来年度は大潮の干潮時でも水深が 0.5m 以上確保できる奈半利川最河口沖合いにブロックを沈設すべきである。

4) 生息確認調査

生息確認調査結果は表 9 に示した。伊尾木川及び物部川は奈半利川と同様に、0 年魚、多年魚ともに確認された。安田川及び安芸川は 0 年魚が確認された。四万十川は生きたものは確認されなかったが、多年魚の死体が確認されたので、生息は確実と思われる。

平成 2 年 9 月から 11 月にかけて高木らが行った高知県内の生息調査³⁾によれば、物部川及び仁淀川については詳しく観察したにもかかわらず、直接確認することができなかつたと報告している。今回の調査では、両河川ともに直接観察された。特に、物部川については 0 年魚は容易に観察されたので、アユカケ資源は増加に転じたものと思われた。

表9 生息確認調査結果

河川名	安田川	伊尾木川	安芸川	物部川	仁淀川	四万十川
場所	焼山堰下	有井堰下	河口2km以内	町田堰下 旧国道橋付近	八田堰下	図4参照
生息の有無						
0年魚	○	○	○	○	×	×
多年魚	×	○	×	○	○	×
調査日	H6. 6. 16	H6. 7. 7 H6. 9. 20 H7. 7. 20 H7. 8. 24 H7. 9. 7	H6. 7. 7	H7. 8. 29 H7. 9. 6 H7. 10. 23	H7. 11. 16	H7. 8. 8 H7. 8. 9
備考	伊尾木川に比べて少ない。	生息数は比較的多い。	伊尾木川に比べて少ない。	生息数は比較的多いが、奈半利に比べると小型である。	多年魚は落ちアユと混獲。	多年魚の死体発見。

高木らは物部川のアユカケ生息環境について、中流域に土佐山田町市街から生活廃水、野市町からし尿処理場の排水が流入し、水質汚濁の一つの指標である大腸菌数も他のアユカケが生息する中東部河川に比較して顕著に多く、アユカケの生息環境としては良好とはいえないと報告している。この状態は今も続いていると考えられるので、アユカケ資源が増加に転じた原因は生息環境だけでなく、別な面に原因があると考えられた。

アユカケは稚魚期に遡河し成魚期に産卵のために川を下る降河回遊魚と言われている。アユカケの降河回遊特性を考えた場合、親魚の産卵降河あるいは稚魚の遡河時期に河口閉塞が起こると、アユカケ資源の増減の大きく影響すると考えられる。物部川は冬季に河口閉塞が起こると言われている。高木らの調査の前年は河口閉塞が冬季に長期間続いたこと、また、筆者らの調査の前年は河口閉塞がなかったか、または、短期間であったことが想像される。

近年、アユカケは減少していると言われていた中で、河川調査を実施した奈半利川は筆者らが想像していたより、容易にアユカケを採捕、また、周年観察することができた。奈半利川は河口閉塞がみられない川と言われている。このような状況を考えると、奈半利川はアユカケの生息および資源維持にとって良好な河川環境を持った川と言えた。物部川で生息が確認できたり、できなかつたりすることを考えると、アユカケの生息及び資源を維持するための絶対必要条件は河口閉塞が起こらない川であることが推察される。

今後は、河口閉塞の有無が稚魚の遡上に影響を与えるか調査検討する必要があるだろう。

奈半利川のように、アユカケの生息環境が良好な河川であれば、3月上旬から5月にかけてアユカケ稚魚の遡上が見れるので、調査時を3月～5月に限定して県下一斉に生息調査を行えば、各河川におけるアユカケ稚魚の遡河状況が把握できると思われる。

4 文献

- 1)杉本剛士・山田洋雄・鈴木聖子(1993) : カマキリ (アラレガコ) 養殖技術開発試験. 福井県水試事報(平成4年度) 171-204
- 2)能勢幸男・石井丈夫・清水 誠(1988) : 水産資源学. 東京大学出版会 41-42
- 3)高木基裕・谷口順彦(1992) : 高知県におけるカマキリ, *Cottus kazika* の分布. 水産増殖 40(3) 329-333

IV 放流技術開発試験

近年、アユカケは河川環境の変化で全国的に激減していると言われている。高知県においても、四万十川の川漁師の話では、アユカケは年間に数尾捕獲できる程度とのことである。アユカケは内水面における希少魚の一つになっている。

本試験の目的はアユカケ資源維持・増大するための放流技術に関する知見を得ることである。本年度は種苗生産したアユカケ稚魚を河川に放流して、放流後の移動及び成長を観察するとともに、発眼卵放流が資源添加手法として有効かどうか検討することにした。また、発眼卵のALC染色方法についても検討した。

1 あゆかけの稚魚及びALC染色発眼卵放流試験

1)目的

アユカケの放流技術に関する知見を得る。

2)材料及び方法

(1)稚魚の放流

供試魚は平成7年2月22日に奈半利川産親魚から自然産卵で得られた受精卵を用いて、当センターで種苗生産したアユカケ稚魚及び河川調査時に採捕した0年魚と思われる天然小型魚を使用した。

表1 アユカケ稚魚放流状況

放流日	放流尾数	
	種苗生産魚	天然小型魚
5月9日		110
5月24日		54
5月30日	1056	
6月9日		117
6月23日		45
7月13日		15
計	1056	341

放流魚のTLは種苗生産魚が3~4cmで、天然小型魚が3~6cmであった。種苗生産魚の放流時の日令は96であった。放流魚は標識として、種苗生産魚については放流前の5月26日に右腹鰭を、天然小型魚については、現場で採捕当日に左腹鰭をカットした。放流尾数は種苗生産魚が1056尾、天然小型魚が341尾であった。

放流年月日は種苗生産魚が平成7年5月30日に、天然小型魚は表1に示すよう、平成7年5月9日から7月13日かけて5回放流した。放流場所は奈半利川左岸で最河口から200m前後の地点とした。

(2)ALC染色発眼卵の放流

採卵親魚は当センターで生産した奈半利川産養成1才魚及び奈半利川産天然魚を用いた。採卵して人工受精した後、受精卵をサランロックに付着させて卵管理を行い、発眼終了後にALC染色を行った。染色はALC濃度が100~200ppmの染色液に24~30時間浸漬した。

放流は3月4日及び13日に発眼卵がサランロックに付着した状態で放流した。発眼

卵の食害を防ぐために、放流時にサランロックをみかんコンテナで囲うか、または、コンクリートブロックの穴の中にまるめて設置した。

発眼卵の放流数はそれぞれ推定で、3月4日放流群が6万粒、3月13日放流群が9.6万粒であった。

(3)追跡調査

追跡調査は前章の河川調査と同様に実施した。

3)結果及び考察

稚魚放流に関する追跡調査結果は表2に示した。放流後、3月末までに22回追跡調査を実施した。天然物放流魚である左腹鰭カットの再捕尾数はSt1においては6月9日の3尾及び6月23日の3尾で、St2においては6月23日の1尾であった。種苗生産物放流魚である右腹鰭カットの再捕尾数はSt1における6月23日の1尾のみであった。今回の放流では、St2における再捕が1尾のみであったので、放流後の移動及び成長を検討できなかった。

表2 アユカケ採捕状況

調査日	St1の再捕尾数				St2の再捕尾数				備考
	小型魚(0年魚)		大型魚 (多年魚)	小型魚(0年魚)		大型魚 (多年魚)			
	正常	右カット 左カット		正常	右カット 左カット				
5月25日	54			64		3			
6月9日	23		3	94		5			
6月16日	0			18		6			
6月23日	45	1	3	25	1	6			
7月13日	8			7		6			
7月20日	0			16		6			
8月10日								にごりのため調査不能	
8月24日	0			0				視界不良	
9月21日	0			6		5			
10月30日	0			5		8			
11月8日	0			11		5			
12月5日	0		6	4					
12月20日	0		3	0					
12月21日	0		14						
1月8日	0		3	3					
1月9日			6						
2月6日			1						
2月7日			1						
2月20日			3						
2月21日			2						
3月6日	7								
3月13日	5								
計	142	1	6	39	253	0	1	50	

発眼卵放流については、3月13日の放流では放流直後にふ化があり、放流点付近では多数のふ化仔魚が観察されたので、今後の追跡調査が期待される。

なお、3月4日放流分については、放流当日に一部が現場でふ化したので、ふ化仔魚を持ち帰り、蛍光顕微鏡下(UV励起)で蛍光反応を確認した。

2 発眼卵の ALC 染色試験

1) 目的

ALC 染色条件の検討。

2) 材料及び方法

(1) 供試発眼卵

養成 1 年魚から採卵・採精して人工受精で得られた発眼 3 日目の発眼卵を用いた。人工受精後は ALC 濃度別、NaOH 添加量別、染色時間別に約 7cm 角サランロック 24 枚に受精卵 1~2 g を塗布した。

(2) 卵管理

染色中の卵管理が異なるだけで、通常の管理はできるだけ差がないように努めた。

ALC 染色までは同一水槽で管理し、染色後は各々個別の水槽で管理した。用水はアレン処方 of 2/3 人工海水を用いた。

表 3 ALC 染色液の調整

染色水槽No	1	2	3	4	5	6
ALC(g)	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5
5N-NaOH(cc)	2.5	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0
2/3人工海水(L)	5	5	5	5	5	5

(3) ALC 染色液の調整

染色液の調整は表 3 に示した。海水はアレン処方の 2/3 人工海水を用いた。染色液の ALC 濃度は 100、200 および 300ppm とし、pH 調整のために 5N-NaOH を 2.5cc または 5.0cc 添加した。染色液の総容量は 5L になるように調整した。

(4) 染色方法

発眼 3 日目の発眼卵を強い通気しながら、12、24、36、48 時間各染色液に浸漬した。染色水槽の大きさは 32cm x 26cm x 14cm であった。

(5) 染色条件の判定

染色条件の判定はふ化仔魚の耳石染色率から判定した。耳石の蛍光反応の確認は蛍光顕微鏡下 (UV 励起) でおこなった。検鏡数は各区 15 尾とした。

表 4 ALC 染色中の pH および水温

測定時間	染色水槽 No 1 100ppm・2.5cc区		染色水槽 No 2 100ppm・5.0cc区	
	ph	水温℃	ph	水温℃
染色 0 h	9.58	14.0	10.35	13.8
12 h	8.36	13.8	8.52	13.8
24 h	8.24	13.8	8.47	13.6
36 h	8.38	14.7	8.53	14.2
48 h	8.29	13.8	8.46	13.7
平均	8.57	14.0	8.87	13.8
測定時間	染色水槽 No 3 200ppm・2.5cc区		染色水槽 No 4 200ppm・5.0cc区	
	ph	水温℃	ph	水温℃
染色 0 h	8.95	13.9	10.26	13.8
12 h	8.25	13.7	8.48	13.5
24 h	8.14	13.7	8.43	13.5
36 h	8.25	14.5	8.49	14.3
48 h	8.19	13.8	8.42	13.7
平均	8.36	13.9	8.82	13.8
測定時間	染色水槽 No 5 300ppm・2.5cc区		染色水槽 No 6 300ppm・5.0cc区	
	ph	水温℃	ph	水温℃
染色 0 h	8.35	13.8	9.93	13.9
12 h	8.15	13.7	8.53	13.5
24 h	7.94	13.3	8.29	13.4
36 h	8.14	14.6	8.39	14.8
48 h	8.05	13.6	8.30	13.8
平均	8.13	13.8	8.69	13.9

3) 結果及び考察

染色中の pH と水温は表 4 に示した。p h は染色開始時が各水槽とも最も高く、時間の経過とともに低下した。p h が最も高かったのは 100ppm・5cc 区で 10.35~8.46、低かったのは 300ppm・2.5cc 区で 8.35~8.05 であった。水温は概ね 14.0℃前後で推移した。

ALC 染色中は各水槽とも高 p h であったが、ALC 濃度別、NaOH 添加量別、染色時間別にサランロックに塗布した発眼卵すべてから、ふ化仔魚が得られた。

ふ化仔魚耳石の染色結果は表 5 に示した。p h 調整用に 5N-NaOH を 5cc 添加した染色液は ALC 濃度及び染色時間によらず、染色率は 0~7% であった。同 2.5cc 添加した染色液についてみると、ALC100ppm 濃度における各染色時間の染色率は 0% であったが、ALC200ppm 濃度における染色率は 12h が 0%、24h は 20%、36h が 53%、48h が 73% で、ALC300ppm 濃度における染色率は 12h が 7%、24h は 87%、36h が 93%、48h が 100% であった。

以上のことから、アユカケ発眼卵の ALC 染色条件は ALC 濃度が 300ppm で、p h 調整用 5N-NaOH 添加量が 0.5cc/L (ALC 液) で、染色時間が 24~48 時間の場合が適当と考えられた。また、この条件で、多数のふ化仔魚が得られたので、ALC 染色によるふ化への影響は少ないものと考えられた。

表 5 ふ化仔魚耳石の染色率

水槽No	サランロックNo	5N-NaOH		染色時間 (h)	耳石の染色状況			染色率 (%)
		ALC濃度 (ppm)	添加量 (cc)		全体染色 ①	周辺染色 ②	未染色 ③	
1	1	100	2.5	12	0	0	15	0
	2	100	2.5	24	0	0	15	0
	3	100	2.5	36	0	0	15	0
	4	100	2.5	48	0	0	15	0
2	5	100	5.0	12	0	0	15	0
	6	100	5.0	24	0	0	15	0
	7	100	5.0	36	0	0	15	0
	8	100	5.0	48	0	0	15	0
3	9	200	2.5	12	0	0	15	0
	10	200	2.5	24	3	0	12	20
	11	200	2.5	36	8	1	6	53
	12	200	2.5	48	11	4	0	73
4	13	200	5.0	12	0	0	15	0
	14	200	5.0	24	0	0	15	0
	15	200	5.0	36	0	0	15	0
	16	200	5.0	48	0	0	15	0
5	17	300	2.5	12	1	0	14	7
	18	300	2.5	24	13	1	1	87
	19	300	2.5	36	14	0	1	93
	20	300	2.5	48	15	0	0	100
6	21	300	5.0	12	0	0	15	0
	22	300	5.0	24	0	0	15	0
	23	300	5.0	36	1	0	14	7
	24	300	5.0	48	0	2	13	0

III 資 料

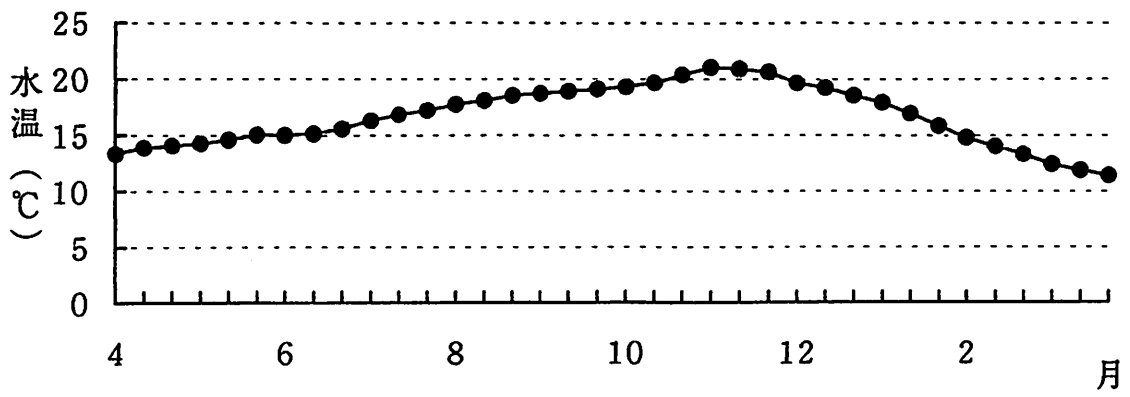
飼育用水の水溫一覽表 (H7年度)

平成7年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面漁業センター）

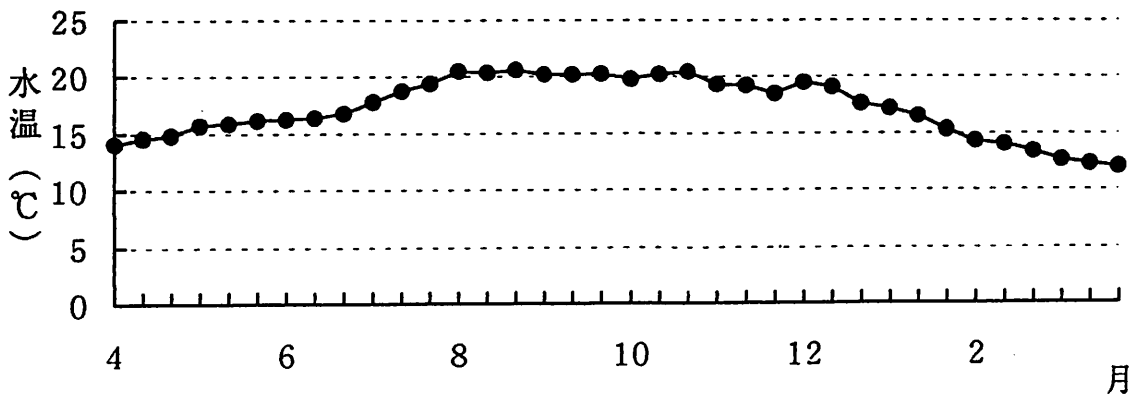
日	4月		5月		6月		7月		8月		9月	
	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水
1	13.1	14.8	14.5	15.5	14.9	16.4	15.9	17.5	17.8	19.9	18.6	20.5
2	13.5	14.2	14.3	15.6	15.0	16.7		17.1	17.7	19.8	18.6	20.5
3	13.8	14.2	14.2	14.8	15.5	16.4	16.5	17.8	17.7	20.0	18.6	19.9
4	13.9	14.9	14.2	15.2		16.1	16.8	17.7	17.6	20.2	18.8	20.8
5	13.9	13.4	14.1	15.5	15.0	16.4	15.9	17.3	17.8	21.2	18.7	20.1
6	13.0	13.3	13.9	15.8		16.3	16.0	17.3	17.7	21.8	18.8	20.6
7	12.9	13.9	14.2	15.6	14.9	16.4	16.3	17.6			18.8	19.5
8	12.8	13.9	14.3	16.4	14.9	15.2	16.3	18.4	17.8	21.1		
9	13.2	14.0	14.5	16.3		15.8	16.5	18.4	17.9	20.3	18.8	19.7
10	13.5	14.4	14.3	16.4	14.9	16.7	16.5	18.8	17.9	20.0	18.8	20.5
11	13.0	13.1	14.6	15.2	15.0	17.0	16.6	18.4	17.9	20.1	19.0	20.6
12	13.4	14.1	14.4	16.1			16.5	18.3	17.9	19.7	18.7	20.1
13	13.5	14.2	14.5	16.3	15.2	16.0	16.9	18.8	18.0	20.2	18.7	20.8
14	13.6	13.7	14.2	14.7	15.0	15.9	17.0	18.5	18.1	20.4	18.7	20.2
15	13.7	14.7	15.3	16.2	14.9	16.1	16.8	18.7	18.1	20.3	18.9	20.9
16		13.9	14.6	15.8	15.4	16.7		19.1	18.1	20.4	18.9	20.2
17	14.5	15.5	14.7	16.2	15.0	16.8	17.1	19.0	18.1	20.6	19.0	19.0
18	14.1	15.7	14.5	16.2		15.6	16.9	18.7	18.3	20.6	19.0	19.7
19	15.4	15.6	14.4	16.3	15.1	16.7	16.9	18.9	18.3	20.7	19.1	20.3
20	13.8	15.0	14.6	15.6	15.4	16.7	16.9	19.0	18.2	20.7	19.0	20.2
21		14.8		15.6	15.8	16.1	17.0	19.5	18.5	20.6	19.1	20.7
22			14.6	16.1	15.4	16.9	17.2	18.7	18.5	20.7	18.7	19.1
23	13.3		14.5	16.2	15.4	16.4	17.2	19.6	18.4	20.8	18.9	19.4
24	13.9		14.7	15.8	15.4	17.2			18.4	20.7	19.1	21.6
25	14.2	14.9	14.7	15.8	15.5	16.1			18.4	20.5	19.4	21.1
26	14.1	14.8	14.8	16.1	15.5	17.2			18.7	21.0		20.6
27	14.0	14.9	14.8	16.3	15.5	16.3			18.5	20.3	19.4	
28	14.0	14.1	15.5	16.3	15.5	16.6	17.2	19.7	18.5	20.9	19.1	19.9
29	14.4	15.0	15.3	15.7	15.8	17.4	17.3	19.5	18.6	20.3	19.1	20.2
30	14.8	15.5	15.9	17.6	15.7	17.4			18.6	20.6	19.1	19.6
31			15.5	16.3			17.5	19.5	18.7	20.0		
平均	13.8	14.5	14.6	15.9	15.3	16.5	16.7	18.5	18.2	20.5	18.9	20.2

平成7年度 飼育用水の水温一覧（高知県内水面漁業センター）

日	10月		11月		12月		1月		2月		3月	
	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水
1	19.1	19.4	21.2	20.0	20.4	19.2	18.3	17.2	15.2	14.9	13.0	13.4
2	19.3	21.1	21.2	19.9	20.2	19.1	18.2	17.4	15.1	14.7	12.8	13.0
3	19.3	20.8	21.2	20.2	19.7	18.9	18.2	17.6	15.1	14.8	12.7	12.5
4	19.3	19.8	21.0	19.3	19.6	19.1	18.1	16.9	14.9	13.8	12.5	13.0
5	19.2	19.3				19.9	18.0	17.3	14.8		12.4	12.3
6	19.3	19.7	21.1	19.5	19.6	19.8	17.9	17.5	14.7	14.0	12.3	12.7
7	19.3	19.6	21.0	19.3	19.5	19.8	17.9	17.6	14.6	14.4	12.3	11.8
8	19.3	19.0	21.0	18.2	19.4	19.7	17.7	17.4	14.6	14.1	12.2	12.7
9	19.4	19.7	21.1	18.7	19.4	19.6	17.6	16.5	14.5	14.2	12.1	12.5
10	19.6	19.5	21.1	18.8	19.5	19.8	17.5	16.6	14.4	14.0	12.1	12.3
11	19.4	19.9	21.0	19.1	19.5	19.6	17.4	16.6	14.4	14.4	12.0	12.5
12	19.5	20.1	21.0	19.3	19.4	19.4	17.2	16.6	14.4	14.5	12.1	12.3
13	19.5	20.0	20.9	17.8	19.4	19.6	17.3	16.8	14.2	13.9	12.0	11.9
14	19.5	20.2	20.8	19.3	19.4	19.5	17.2	16.5	14.2	14.7	11.9	12.4
15	19.6	19.9	20.9	18.8	19.2	19.3	17.1	17.3	14.1	14.7	11.9	12.2
16	19.9	20.6	21.0	19.6	19.2	18.8	17.2	17.0	14.0	14.0	11.9	12.7
17	19.7	20.4	21.0	19.5		18.9	16.9	16.7	13.9	13.4	11.8	12.6
18	20.1	20.7	20.9	19.4	19.3	18.7	16.7	15.8	13.8	13.8	11.7	12.1
19	19.8	20.4	20.9	19.6	19.0	18.6	16.5	16.0	13.7	13.2		
20	19.8	19.9	20.8	19.7	19.0	18.4	16.3	16.1	13.7	13.7	11.6	11.9
21	19.9	20.3	20.9	18.8	18.9	18.1	16.5	16.0	13.6	13.5	11.6	11.6
22	19.9	20.2	20.8	19.2	18.9	18.1	16.2	15.6	13.5	13.7	11.6	12.6
23	19.9	20.3	20.8	19.7	18.8	18.0	16.1	15.5	13.5	13.5	11.5	12.1
24	20.0	19.7	20.6	18.8		17.8	16.0	15.3	13.4	13.4	11.5	11.3
25	20.0	19.9	20.6	19.3	18.6	17.4	15.9	15.4	13.3	13.0	11.4	12.3
26	20.0	20.2	20.6	18.2	18.4	17.4	15.8	15.1	13.2	13.5	11.4	12.3
27	20.1	20.2	20.5	18.7	18.5	17.5	15.7	15.5	13.2	13.6	11.3	11.7
28	21.1	21.0	20.5	16.7	18.4	17.5	15.7	15.3			11.4	12.2
29	21.2	21.4	20.5	17.2	18.4	17.6	15.6	15.3	13.0	13.1	11.3	11.5
30	21.2	21.5	20.5	18.2		17.1	15.4	14.7			11.3	12.2
31	21.2	20.2			18.2	17.5	15.4	14.9			11.2	12.6
平均	19.8	20.2	20.9	19.0	19.2	18.7	16.9	16.3	14.1	13.9	11.9	12.3



旬別の平均原水温の推移



旬別の平均飼育水温の推移