

平成9年度

事業報告書

第8巻

平成11年3月

高知県内水面漁業センター

目 次

I 内水面漁業センターの概要

1 所在地	1
2 沿革	1
3 機構組織	1
4 職員名簿	1
5 予算	2
6 施設の概要	2

II 平成9年度事業報告

試験研究指導事業	3
養殖水産動物保健対策推進事業	5
内水面資源利用向上対策事業	
放流資源添加方法等向上化試験	9
内水面放流資源等利用向上対策事業	16
新品種作出基礎技術開発事業	42
アユカケ増養殖技術開発事業	52

III 資料

飼育用水の水溫一覧（平成9年度）	79
------------------	----

I 内水面漁業センターの概要

1 所在地

住所：〒782-0016 高知県加美郡土佐山田町高川原682-4

TEL：0887-52-4231 FAX：0887-52-4224

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

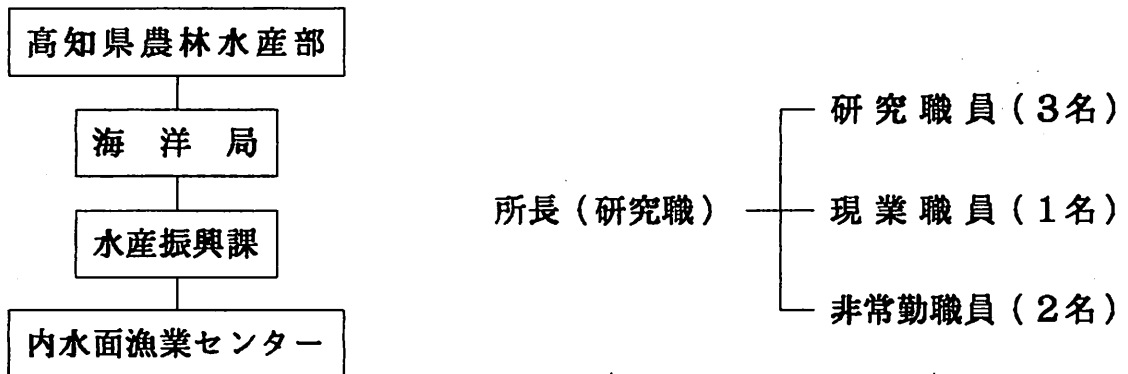
2 沿革

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）
（高知県山田養鯉場を廃止）

昭和55年 高知県内水面漁業センターに改組、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 機構組織



4 職員名簿

職名	氏名	現勤務先（職名）
所長	村岡捷三	宿毛漁業指導所（水産業改良普及員）
専門研究員	上野幸徳	
主任研究員	岡部正也	
"	西山勝	
技師	佐伯昭	
非常勤職員	田中ひとみ	
"	大坪瞳	

5 予 算

(単位：千円)

事業費名	予算額	備 考
管 理 運 営	2,121	
試 験 研 究 指 導 事 業	9,887	
養殖水産動物保護安全対策事業	3,044	水産庁補助事業
内水面資源利用向上対策事業		
放流資源添加方法等向上化試験	4,412	
内水面放流資源等利用向上対策事業	2,300	全国内水面漁連委託事業
新品種作出基礎技術開発事業	3,000	水産庁委託事業
アユカケ増養殖技術開発事業	5,824	
合 計	30,588	予算額；当初予算額

6 施設の概要

- (1) 敷地面積 9,343㎡
- (2) 建物
- ①庁舎（問診室、微生物・環境・組織検査室、研修室、事務室等） 369㎡
 - ②水槽実験棟（0.9t×5面） 115㎡
 - ③恒温水槽棟（10t×5面、1t×5面） 256㎡
 - ④バイテク恒温水槽棟（FRP 2t×10面） 100㎡
 - ⑤野外試験池（50t×5面） 326㎡
 - ⑥屋内試験池（30t×2面） 150㎡
 - ⑦作業棟（調餌室、倉庫、作業工作室） 105㎡
 - ⑧管理棟 42㎡
 - ⑨その他（ボイラー室、機械室、高架タンク、排水消毒槽等）

Ⅱ 平成9年度事業報告

試験研究指導事業

上野幸徳・岡部正也・西山 勝・佐伯 昭

基礎的・総合的な調査研究と普及指導を行い、内水面漁業・養殖業の振興に寄与するため、次の事業に取り組んだ。

(1) 内水面漁業・養殖業の現状調査

- ・農林統計資料等を整理し、河川漁業、内水面養殖業、遊漁の現況把握と課題の抽出に努めた。

(2) 養殖魚の疾病原因・予防治療方法の調査研究

- ・養殖アユ、ウナギ、アマゴ等の疾病の診断を行い、治療対策を指導した。
(魚病診断指導結果参照)
- ・ワクチンによるアユのシュードモナス感染症の治療試験を行ったが、有効性は認められなかった。
- ・巡回指導(60回)により防疫意識や養殖技術等の向上に努めた。

(3) 有用魚種の種苗生産・増養殖技術の開発

- ・アユの餌料として不稔性アナアオサの有効性を検討した。
- ・種苗生産に必要な生物餌料(シオミズツボワムシ)の高密度培養技術の改善を図った。
500個体/cc → 1,000~2,000個体/cc
- ・ダム湖の陸封化したアユの飼育特性を把握し、中山間地域での養殖を図るため、親魚生産を行った。

(4) 有用魚種の資源・環境調査

- ・主要河川におけるアユ遡上期の環境及び遡上状況を調査し、関係者へ情報提供を行った。

魚病診断指導結果

西山 勝

平成9年度の魚病診断依頼件数は55件で、その内訳はアマゴ7件、アユ29件、ウナギ12件、ヨーロッパウナギ1件、ニシキゴイ5件、トサキン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9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	せっそう病		1												1
	IPN													2	2
	ミズカビ病		1												1
	内臓真菌症												1		1
	不明		1												1
	異常なし				1										1
	小計		0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
アユ	冷水病	5			1							2	3	1	12
	細菌性鰓病	2	1			1	1								5
	シュードモノナス症				1								1		2
	エロモノナス症	1													1
	過食													2	2
	薬剤中毒+細菌性鰓病													1	1
	薬剤中毒+過食													1	1
	不明			1										4	5
小計		8	2	0	2	1	1	0	0	0	2	10	3	29	
ウナギ	パラコロ病					3					2	2		1	8
	ウイルス性血管内皮壊死症+パラコロ病												1		1
	シュードダクチロギルス症+点状充血症								1						1
	尾ぐされ病						1					1			2
	消化不良										1				1
	小計		0	0	0	0	4	0	1	0	2	4	0	1	12
ヨーロッパウナギ	シュードダクチロギルス症		1												1
ニシキゴイ	カラムナリス症						1								1
	エロモノナス症				1										1
	穴あき病(新タイプ)				1				1						2
	消化不良		1												1
	小計		0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5
トサキン	ダクチロギルス症									1					1
合計		8	7	2	3	5	2	2	1	2	6	11	6	55	

アマゴでは、数年ぶりにIPNが発生した。IPNは、ウイルス検査により毎年のように検出されてはいたが、実際に被害が発生したのは数年ぶりのことである。

アユでは、依然として冷水病の発生が多い。また、管理、飼育方法に起因する死亡も散見され、アユ養殖業の在り方自体が問われる時期にあると感じる。

ウナギでは、パラコロ病の診断件数が多かったが、これは多発していたというわけではなく、数件の業者で薬剤耐性菌が発生し、薬剤感受性試験が目的の診断依頼であった。

養殖水産動物保健対策推進事業

西山 勝・村岡 捷三・上野 幸徳・岡部 正也

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
9.10.30	高知市	養鰻関係団体代表	魚病発生動向、医薬品使用状況について

2) 魚病被害等調査

年月日	実施地域	調査経営体数	内 容
10. 1. 2. 3.	県内養殖地区	ウナギ：20件 アマゴ：8件 アユ：5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

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
9. 9.17	吉川村	養殖業者及び種苗業者（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	その他
巡回回数	25	29	2	4

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	その他
診断件数	12	29	7	7

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
アユ	冷水病	9	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
9年4月 ～10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
9年4月 ～10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
9.10.30	高知市	高知県養鰻団体協議会(12)	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
9.9.17	内水面漁業センター	県内養鮎業者及び種苗業者(8)		
10年1月 ～3月	調査場所	魚病被害等調査実施業者 (約40)		
9年4月～ 10年3月	内水面漁業センター	魚病診断依頼来所者(約50)	医薬品適正使用について	
9年4月～ 10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	10. 1.30	1(0)
		フロルフエニコール	"	1(0)
		トリクロロト'ロキシエチルジ'ミチルホスホネイト	"	1(0)
		小 計		3(0)
ウナギ	高知市	オキシリン酸	10. 3.19	1(0)
		フロルフエニコール	"	1(0)
		トリクロロト'ロキシエチルジ'ミチルホスホネイト	"	1(0)
		小 計		3(0)
ウナギ	南国市	オキシリン酸	10. 1.30	1(0)
		フロルフエニコール	"	1(0)
		トリクロロト'ロキシエチルジ'ミチルホスホネイト	"	1(0)
		小 計		3(0)
ウナギ	吉川村	オキシリン酸	10. 3.12	1(0)
		フロルフエニコール	"	1(0)
		トリクロロト'ロキシエチルジ'ミチルホスホネイト	"	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	10. 1.30	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小 計		2(0)
ウナギ	高知市	抗生物質	10. 3.19	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小 計		2(0)
ウナギ	南国市	抗生物質	10. 1.30	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小 計		2(0)
ウナギ	吉川村	抗生物質	10. 3.12	1(0)
		サルファ剤	"	1(0)
		小 計		2(0)
合 計				8(0)

(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	135	2.3	1.7	206	8.4	4.1

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
9.11.12 ～13	栃木県 塩谷郡 藤原町	徳島 幹事県 栃木	栃木、岐阜、長野 静岡、愛知、滋賀 和歌山、岡山、 福岡、大分、熊本 徳島、高知	冷水病の発生動向 早期診断法、保菌検査法の検討 感染試験、治療試験について シュードモナス病について

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	9.9.17	吉川村	アユ養殖業者 及び種苗業者	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	9	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	9年4月～ 10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細菌検査を行い、冷水病がみられた場合、昇温、投薬による治療を行った。

放流資源添加方法等利用向上化試験

上野 幸徳・佐伯 昭

1. 目的

放流時に低水温馴致を行った海産系人工種苗の遡上及び成長量を把握くする。

2. 河川の概要

1) 伊尾木川の概要

伊尾木川は、徳島県境を源とし、そこから安芸市を南下する幹線流路延長42.9km、流域面積140km²の2級河川である。本河川には河口から上流約22kmに伊尾木ダムがあり、このダムで取水された河川水は導水管で15km下流の発電所まで輸送されている。このため、ダムから発電所放水口の間17kmは、河川の維持用水量0.26m³/Sとダム下流域の降雨による水量及び支流からの流水量のみの減水区間となっている。伊尾木川の概要は表1及び図1に示した。

2) アユ種苗の放流状況

芸陽漁協は平成9年度には（財）高知県内水面種苗センターで生産された人工海産アユ種苗2,113kg（268,000尾）と天然海産種苗500kg（50,000尾）、合計2,613kg（318,000尾）を主に減水区となっている中流から天然遡上しないダム上流域にかけて放流を実施している。このうち調査を実施したダム下流域には、3月27日～4月26日にかけて人工海産種苗1,113kg（平均体重7～11g、142,000尾）と天然海産種苗500kg（平均体重10g、50,000尾）、合計1,613kg（192,000尾）が放流された。平成9年度に芸陽漁協が実施した放流量及び放流場所等を表2に示した。

3. 調査方法

1) 河川環境調査

昨年度に引き続き、伊尾木川の環境特性を把握するために、河川の主要な地点での水温測定を4月上旬から行った。測定地点は、河口（st1）、漁協前（st2:河口から1km）、川北堰（st3:4.5km）、伊尾木川発電所放水口（st4:5km）、放水口上流7m地点（st5:5km）、奈比賀（st6:7km）、黒瀬（st:12km）、伊尾木ダム（st7:22km）の8地点で、原則として各月3回行った。測定地点は図1に示した。

2) 標識放流

標識放流は、（財）高知県内水面種苗センターが平成8年11月に採卵して1～4月にかけて16～18℃で飼育したものを放流前に2日間かけて15℃に馴致した海産系人工稚ア

ユ10,000尾（平均体長 8.5 ± 0.7 cm、平均体重 8.3 ± 2.2 g）で、脂鱗切除による標識を施した後、4月11日に種苗センターから伊尾木川まで輸送し、河口から約12km上流の黒瀬橋下の平瀬域（水温 14.4°C ）に行った。ダム下流域の全放流魚に占める標識魚の比率は5%であった。

表1 伊尾木川の概要

河川名	伊尾木川(2級河川)	備 考
河川概要	徳島県境(安芸市別役北東部駒背越山・標高1,370m)	
漁獲量	アユ75トン、アマゴ20トン、ウナギ3トン	H7年農林統計
放流量	アユ2.6トン(ダム上流域:1トン、ダム下流域:1.6トン)、ウナギ230kg	H9年漁協資料

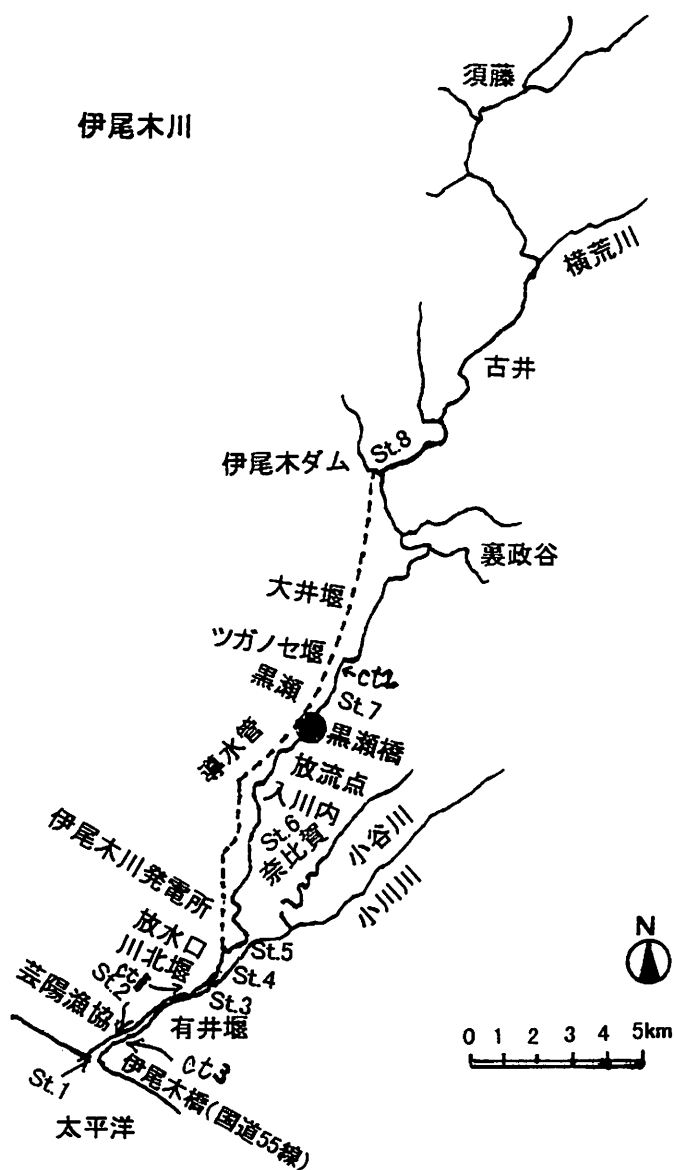


図1 標識種苗放流及び調査位置

表2 平成9年度芸陽漁協のアユ種苗放流実績

放流月日	種 苗	体重(g)	尾数(尾)	放流量(kg)	放 流 場 所
ダム下流域					
H.9.3.27	人工海産	7	74,000	500	奈比賀、荒谷、黒瀬、大井～小尻
4.11	天然海産	10	50,000	500	駐車場前、奈比賀、黒瀬～大井
4.26	人工海産	11	28,000	313	漁協前、駐車場前
4.26	人工海産	7	43,000	300	奈比賀、荒谷、黒瀬
小 計	人工海産種苗		142,000	1,113	
	天然海産種苗		5,000	500	
ダム上流域					
4.21	人工海産	7	55,000	500	古井学校前、嶋、下瀬、桑の木橋～須藤
4.26	人工海産	9	71,000	500	古井、赤橋、古井学校前～下瀬
小 計	人工海産種苗		126,000	1,000	
合 計			318,000	2,163	

3) アユの採捕調査

放流して31日後の5月12日から6月12日かけて友釣り調査を実施した。アユ漁解禁前の友釣り調査は、河口から約4.5km地点（ct1：川北堰下流）、14km地点（ct2：黒瀬ツガノ堰上流）で2名により各地点30分実施し、アユ漁が解禁された6月はct1、ct2で1名で実施した。採捕したアユは氷蔵して当センターに持ち帰り標準体長と体重を測定した。なお、6月12日は、ct1、ct2以外に河口から1km地点（ct3：伊尾木橋上流）でも調査を実施した。アユの採捕場所については図1に示した。

4. 調査結果及び考察

1) 河川環境

伊尾木川ダム下流域における各調査地点の水温の測定結果を表3に示した。伊尾木川河口（st1）の水温は、平成9年3月31日には13.5℃であったが、4月には14～15℃になり、その後徐々に上昇して夏期には24℃近くまで上昇した。9月中旬からは下降した。放水口下流の川北堰（st3）は4月下旬まで13℃台が続き、以後昇温して6月には18℃程度になった。夏期には20～22℃付近まで上昇したが、9月上旬からは下降した。一方、放水口上流の奈比賀（st5）、黒瀬（st6）の水温は、3月31日にはそれぞれ13.2℃、12.3℃となっていたが、4月には両地点とも15℃近くまで上昇し、6月には22℃台になった。以後水溫は徐々に上昇し、9月2日には26℃を少しオーバーした水溫が観

測された。放水口の水温は、3月31日には9.8℃、4月は12℃、6月は16℃、7月は18℃、8月は19℃台になり、最高水温は9月2日の20.8℃であった。その後水温は下降し9月下旬には17℃、10月上旬は15℃、下旬には12℃台となった。st4の放水口と本流の水温を比較すると、放水口の水温は本流の水温より3～6℃低めに推移した。当河川の水温特性は、伊尾木川ダムで発電用水して80～90%が取水され約10km下流へ導水されて発電後さらに1.2km下流に放水されることから、特にアユが遡上する3～5月にかけて放水口から河口まで水温が上昇しにくいことである。

表3 伊尾木川の水温調査結果

(℃)

観測定 観測日	St1 河口	St2 漁協前	St3 川北堰	St4 放水口※	St5放水口上流 7m地点(本流)	St6 奈比賀	St7 黒瀬	St8 ダム
3月31日	13.5	13.2	10.7	9.8	14.3	13.2	12.3	9.8
4月10日	15.2	15.0	13.5	12.8	15.6	14.7	14.6	11.0
4月21日	14.7	13.8	13.4	12.9	15.0	14.6	14.3	12.7
5月1日	16.0	17.0	15.6	13.5	18.7	17.0	16.8	13.5
6月10日	21.0	20.7	18.7	17.2	22.7	21.1	22.6	16.5
6月20日	20.7	20.8	19.5	16.9	21.3	21.2	21.6	16.5
6月30日	18.8	18.7	17.9	16.2	19.3	18.6	18.9	15.5
7月15日	24.8	19.9	18.8	17.4	20.0	21.2	21.4	16.5
7月22日	23.4	21.3	20.0	18.6	24.6	23.9	24.1	17.0
7月30日	20.5	19.9	19.3	18.0	20.4	20.3	20.9	17.0
8月11日	21.8	18.2	17.2	16.5	17.8	17.8	17.5	16.9
8月21日	22.7	22.2	20.7	19.4	24.8	23.4	23.7	18.0
9月2日	24.2	24.8	22.4	20.8	27.1	26.2	26.4	17.5
9月22日	23.6	20.7	19.3	18.0	20.0	21.2	21.4	16.5
9月22日	19.3	18.3	17.8	17.0	18.8	19.2	19.4	16.5
9月30日	19.3	18.9	17.6	16.0	18.6	18.8	19.0	16.0
10月8日	18.4	18.3	17.4	15.9	20.0	20.2	20.4	16.0
10月20日	17.6	18.2	17.0	14.8	19.3	19.2	19.4	14.0
10月30日	15.5	16.0	14.1	12.9	17.4	17.6	17.7	12.5
11月10日	14.5	16.0	13.2	11.3	16.8	17.0	16.8	10.5
11月20日	13.7	13.8	12.9	12.0	15.1	15.2	15.0	11.5
11月28日	13.7	13.0	12.7	12.3	14.7	14.7	14.6	11.0
12月10日	11.6	9.7	9.4	9.4	11.9	11.3	11.5	8.5
12月19日	9.2	9.2	10.0	6.3	10.6	10.4	10.8	6.0
1月9日	8.7	9.3	8.9		9.2	9.6	9.8	6.0
1月19日	9.6	9.3	9.1		9.3	9.4	9.6	5.5
1月30日	5.9	6.1	6.0		5.9	5.9	5.8	5.0
2月1日	7.5	7.7	7.5		7.1	7.0	7.1	6.0
2月20日	11.8	11.7	11.7		11.8			7.5
2月27日	11.2	11.6	11.1		11.2	11.5	11.7	8.0
3月10日	10.9	11.1	11.0		11.3	11.3	11.4	8.5
3月18日	13.7	12.1	10.9	9.3	11.8	10.7	10.4	8.5
3月31日	14.7	15.0	13.4	12.3	15.3	15.8	15.7	

※ 放水口の1月上旬から3月上旬にかけての水温は放水口工事のため欠測

2) アユの採捕調査結果

平成9年5月12日から6月12日の間に友釣りによる調査を5回実施し、合計154尾を採捕した。このうち標識魚の採捕は4尾で、調査期間中の友釣り採捕魚にしめる標識放流魚の割合は2.5% (4/154) で、標識放流魚と無標識魚の再捕比率は1:37.5 (4:150) であった。また、標識放流魚 (10,000尾) に占める再捕した標識魚 (4尾) の比率はわずか0.04% であった。標識魚を採捕したのは、6月1日のアユ漁解禁日の3尾 (平均体長 13.2 ± 1.0 cm、平均体重 33.7 ± 5.7 g、ct2:放流地点より約2km上流域) と6月12日の1尾 (体長10.8cm、体重20.9g、ct3:放流地点より11km下流域) のみであった。6月12日の採捕調査でct1とct2でアユが採捕できなかったのは、前々日の100ml/日を越す降雨によりアユが降下したためと考えられる。

人工種苗の遡上性については、放流の2日前から河川水温とほぼ同じ水温で馴致を行ったことにより放流後ほとんど全ての個体が遡上行動をとり、降下や滞留する個体は見られなかった。

なお、アユ漁が解禁されてから採捕したアユの魚体が小さくなったことについては、解禁後は多数の遊漁者が連日訪れ漁場が周日利用され成長の良いものから順に漁獲され、その後に新たな魚による「縄張り形成」がくり返されるためではないかと考えられた。

表4 アユ採捕調査結果

採捕日	採捕場所	水温(°C)	種苗区分	採捕数(尾)	体長(cm)	体重(g)	備考
9.5.12	ct1	16.5	無標識	19	14.2 ± 0.7	44.1 ± 5.6	
	ct2	17.6	無標識	17	12.7 ± 1.4	34.5 ± 1.4	
5.19	ct1	15.0	無標識	22	14.3 ± 1.1	46.3 ± 9.5	
	ct2	16.0	無標識	20	13.4 ± 1.1	38.2 ± 9.6	
5.26	ct1		無標識	4	15.1 ± 0.4	56.7 ± 7.9	
	ct2		無標識	10	14.4 ± 0.6	49.7 ± 7.3	
6. 1	ct2		人工海産	3	13.2 ± 1.0	33.7 ± 5.7	
	ct2		無標識	40	14.4 ± 1.5	45.9 ± 13.1	
6.12	ct1	18.7		0			
	ct2	22.6		0			
	ct3	20.7	人工海産 無標識	1 18	10.8 14.1 ± 1.8	20.9 49.0 ± 18.4	
採捕数合計計:154尾、採捕数うち有標識魚:4尾、無標識魚 :150尾 標識率:4/154=2.6%							

* : 無標識人工海産アユ・天然海産アユ・天然遡上アユ

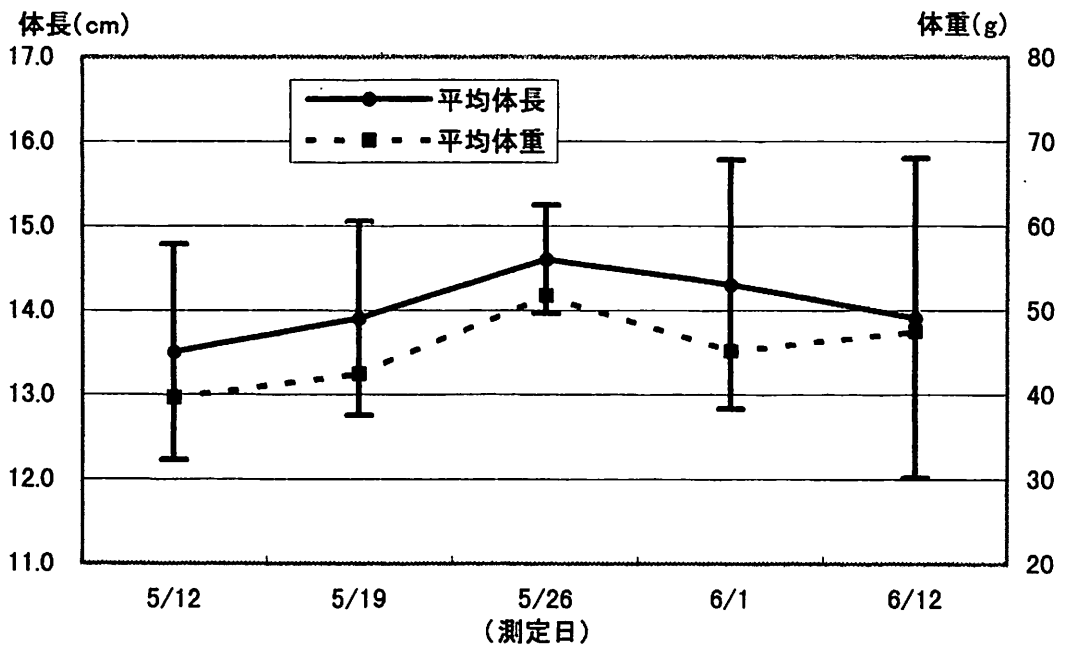


図2 採捕したアユ体長と体重の推移

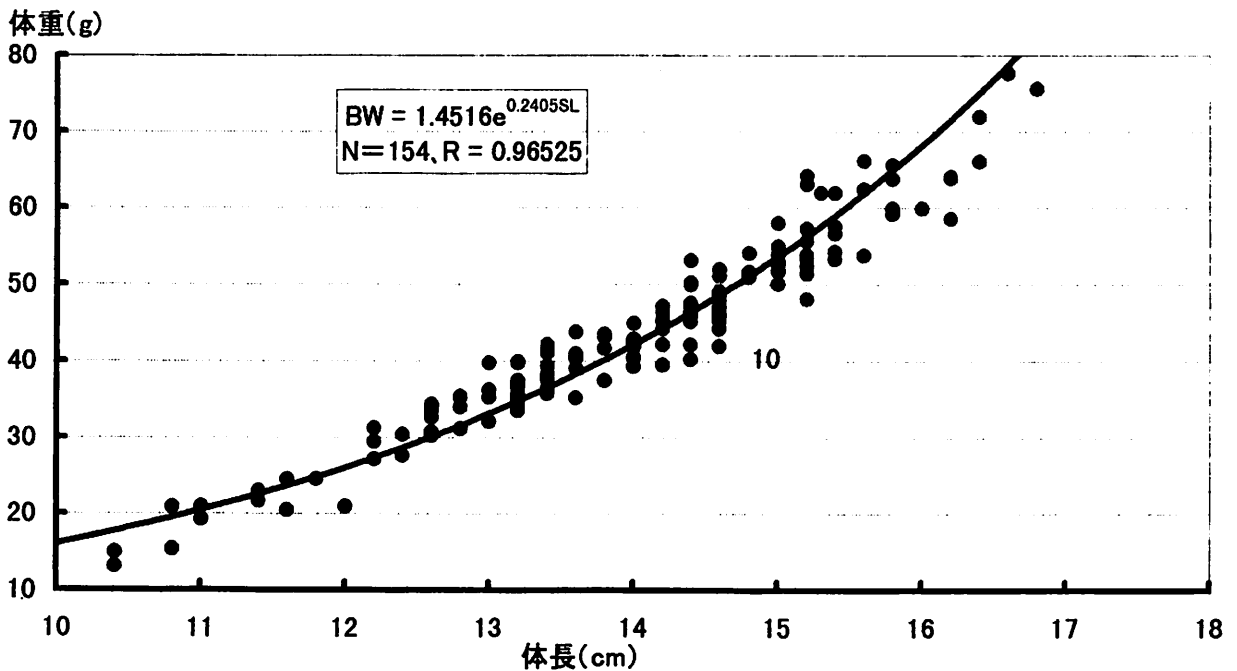


図3 採捕したアユの体長・体重関係

5. 平成9年度試験の問題点と今後の改善点について

- ・人工海産系種苗の脂鰭切除による標識放流試験を実施し、友釣りにより追跡調査を

行ったが、標識魚の採捕尾数が極めて少なかったことから、放流魚の成長を把握することはできなかった。

・人工海産系種苗と天然遡上魚との遡上、成長、釣獲等の特性を把握するためにはより多くのサンプルが必要なことから、調査方法や採捕場所について検討を要する。

・河川漁協により伊尾木川には海産系人工種苗が放流されているが、これと天然遡上魚の有効な識別方法を検討したい。

内水面放流資源等利用向上対策事業

上野 幸徳・佐伯 昭

1. はじめに

河川を遡上、あるいは降下する魚が生息域（本来とるべきコース）をはずれて、ダム発電所や工業・農業用水施設等の取水・放水口に入り込む現象を迷入¹⁾という。

河川では、設置されたダム発電所や工業・農業用などの施設の取水・放水口に魚類が迷入し、水産資源が減少するほか、生物の生態系に大きな影響を及ぼしており環境保全上からも大きな問題になっている。これらの防止策として各地の河川では、メッシュスクリーン、トラベリングスクリーン、ルバースクリーン、電気スクリーンなど様々な迷入防止策が取水口などに設置されているが、まだ、十分な効果をあげていないのが現状である。

本事業は、河川に設置された施設等への魚類の迷入状況を把握するとともに、迷入防止技術の開発を行うものである。

今年度は、昨年度に引き続き、伊尾木川ダム発電所放水口に設置されている遡上魚迷入防止施設を対象として、当該施設の効果を把握するため、放水口周辺での標識アユ稚魚の行動観察と環境調査を実施した。また、迷入防止策の1手法として、効果が期待されているパルス波電流による電気スクリーン開発に向け基礎資料を収集するため、この電流を水中に通電し、電場の測定を行った。

本事業は「平成9年度内水面放流資源等利用向上対策委託事業（全国内水面漁業協同組合連合会）」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。

なお、表は文中に挿入したが、図は末尾に一括掲示した。

2. 目的

放流稚魚等が各種の用水施設などに迷入する状況の把握及び迷入を効果的に防止するための技術の開発を行う。

3. 調査対象魚種

アユ

4. 調査対象河川の概要

伊尾木川

伊尾木川は徳島県境を境とし、そこから安芸市を南下して太平洋に注ぐ幹線流路延長 42.9km、流域面積 140km² の2級河川である。河川の平水量は、河口から 22km 上流の伊尾木ダム域で約 4m³ / s であるが、このダムでほとんどが取水され、河口から約 5km 上流に設置された伊尾木川発電所放水口で放水されている。このため、ダムから発電所放水口の間約 17km は、河川の維持用水量 0.26m³ / s とダム下流の降雨による水量及び支流からの流水量のみの減水区間となっている。伊尾木川の

概略は図 1、概要は表 1 に示した。

表1 伊尾木川の概要

河川名	伊尾木川(2級)	備 考
河川概要	徳島県境(安芸市別役北東部駒背越山・標高1,370m)	
漁獲量	アユ75トン、アマゴ20トン、ウナギ3トン	H7年農林統計
放流量	稚アユ2.6トン(ダム上流域1トン、ダム下流域1.6トン)、ウナギ230kg	H9年漁協資料

5. 調査方法

1) 河川環境調査

昨年度に引き続き、伊尾木川の環境特性を把握するために、河川の主要な地点での水温測定を 4 月上旬から行った。測定地点は、河口 (st1)、漁協前、(st2 : 河口から 1km)、川北堰 (st3 : 4.5km)、伊尾木川発電所放水口 (st4 : 5km)、放水口上流 7m 地点 (st5 : 5km)、奈比賀 (st6 : 7km)、黒瀬 (st7 : 12km)、伊尾木ダム (st8 : 22km) の 8 定点で、原則として月 3 回行った。測定定点は図 2 に示した。

2) 標識放流調査

昨年度に引き続き、遡上期のアユ稚魚が発電所放水口へ迷入する状況と当該施設の遡上魚を対象とした迷入防止装置 (図 3 のヒサン付き越流堰) の効果を把握するために、放水口周辺での標識アユ稚魚の行動観察と環境調査を実施した。

(1) 放流種苗

1 回目の放流種苗は、4 月 22 日に有井堰でと網により天然遡上稚アユ (一部人工産放流種苗を含む) を採集して芸陽漁協の水槽にトラックで搬入し、順次、Ethylene Glycol Monophenyl Ether(200 ~ 250ppm) で麻酔してリボンタグ (長さ 40mm、幅 3mm のビニール製) を背鰭後部に装着し水槽に入れ、1 時間程度静養した後、おとり缶 (24L) に収容してトラックにて放流定点の近くまで搬送した。2 回目の放流種苗は、当センターで人工生産した稚魚 (海産系 F11) で、放流の前日 (5 月 19 日) に 1 回目と同様に標識としてリボンタグを装着した。標識付けした種苗は、FRP2m³ 水槽に収容して一晩静養させ、翌日の朝 (20 日)、飼育水 (水温 16.0℃) を 10L 程度入れたビニール袋 (25 × 33 × 60cm、7 袋) に収容し、酸素を封入した後、発泡スチロール箱 (50 × 50 × 100cm、厚さ 6cm) に収容してトラックで放流地点近くまで搬入した。放流地点に搬送した種苗はおとり缶又はビニール袋に収容した状態で川に 1 時間程度浸漬し、現場水温に馴致させ放流した。標識種苗の概要を表 2 に、放流後の調査水域を図 4 に示した。

表2 標識種苗の概要

回次	標 識	種 苗	標識数 (尾)	測定数 (尾)	種苗の大きさ	
					標準体長(cm)	体重(g)
1回目	リボンタグ(桃色)	天然遡上魚	1,000	100	8.0±1.6	7.3±4.3
2回目	〃 (黄又は白)	人工種苗	900	50	7.9±0.6	7.3±1.6

(2) 放流場所及び放流尾数

1 回目 (4 月 22 日 16 時 5 0 分)、2 回目の放流 (5 月 20 日 10 時 10 分) とも、放流地点は放水口下流 371.3m の右岸より川北堰の上流 32.5m (図 4 の横断 6) で、放流尾数は 1 回目は 973 尾で、2 回目は 884 尾を放流した。

(3) 標識魚の行動観察

1 回目は放水口上流 122.5m に標識魚がそれ以上遡上できないように仕切網 (目合い 1.5cm、二重張り) を設置して放流後 4 月 25 日までの 4 日間、2 回目は仕切網を設置しないで放流後 5 月 22 日までの 3 日間、標識放流魚の行動観察を夜間を除いてそれぞれ実施した。放流後の遡上行動、放水口周辺での標識魚の行動、放水口内への侵入個体数、放水口から上流にいる個体数 (放水口前通過個体数) を陸上からの目視観察と潜水観察により計数した。なお、放水口ではビデオ撮影を行った。

(4) 標識魚の行動観察期間の環境調査

1 回目は、環境調査として流量と水温を 4 月 21 ~ 25 日に測定した。流量については放流日 (22 日) をのぞき原則として 1 日 1 回、横断 1 (放水口上流 131.3m) と横断 3 (放水口下流 26.3 m) で測定し、25 日には横断 1 ~ 6 (放水口下流 371.3m) の流量を求めた。水温については、横断 1、横断 2 (放水口上流 10m)、放水口、横断 3、横断 6 の 5 定点で、発電所の点検のため、放水が中止された 23 日と 24 日以外は 1 日 2 回定期的に測定した。越流堰のヒサシから河床までの水深は 4 月 24 日に測深した (図 4)。

2 回目は、水温と流量を 5 月 19 日 ~ 22 日に測定した。流量は横断 1 と横断 4 (放水口下流 136.3m) で測定した。越流堰のヒサシ上の流速と越流堰のヒサシ ~ 河床までの水深は 5 月 22 日に測深した (図 4)。

横断 1 ~ 6 の水深については 1m 間隔で、流速については 1m 間隔で 60 % 水深の流速を測深した。

3) 直流パルス波電流を水中に通電したときに形成される電場の測定

水中に通電したときに形成される電場の測定方法や電場構造に関する知見^{2,3)}は少ない。このため、迷入防止策として効果が期待されている電気スクリーンの技術開発に向けての基礎資料を得るために、直流パルス波電流を水中に通電にし、この電流により形成された電場を測定した。

直流パルス波電流の通電試験は、平成 9 年 6 月 26 日 ~ 27 日に当所の屋外に設置している FRP7m³ 型水槽 (幅 1.5m、長さ 7.0m、深さ 0.8m) を用いて行った。両電極は長さ 100cm、直径 6mm の真鍮製の棒筋を使用し、電圧の測定には長さ 110cm、直径 4mm の真鍮製の棒筋の先端を 1cm 残してビニールチューブで被覆したものをを用いた。通電試験は、両電極間の距離を 1.0m 離して水中に直立させ、DC Voltage current & Mode Amplifier (Max. 26V) と Smith-Root 社製の Electorofisher Model 12-B(100V ~ 1000V) を用いて電圧を 20V、100V、200V に設定し、用いたパルス幅は 2ms で、周期は、20Hz、40Hz である。電位の測定は、通電している両極周辺に 20cm 間隔のメッシュを作りその交点 (図 5) の 30cm 深を一極と測定間の距離の電位差をストレジスコープで検出して、プロッターで打ち出して記録した。なお、モニターとして直流電流の電場の測定も一部実施した。測定機器

には次にあげたものを用いた。

電気伝導度計：YSI 社製、YSIMODEL 30 HANDHELD（水温、伝導度、塩分）

直流パルス発生器：SMITH-ROOT 社製、ELECTOROFISHERMODEL 12-B（出力電圧：100～1,000V、出力パルス：100～1,000V でパルス幅 10～100ms、周期：1～120 Hz）

直流パルス発生器：DC VOLTAGE & CURRENT MODE AMPLIFIER（Max. 26V）

直流パルス電圧測定器：IWATU 社製、PS-8623、DIGITAL STORAGE SCOPE（Max. 200V）

直流パルス波の記録・打ち出し：ADVANTEST PLOTTER R-9833

直流電圧発生器：HEWLETT PACKARD 社、DC POWER SUPPLY（型番 E3612A、定格電圧 0-60V、電流 0-0.5A）

電圧測定器：YOKOGAWA 社製、DIGITAL MULTIMETER 7541

6. 調査結果及び考察

1) 河川環境調査

伊尾木川ダムとダム下流域における各調査定点の水温の測定結果を図 6 に示した。

放水口（st4）の水温は、3月31日には9.8℃、4月は12℃、5月は13℃、6月は16℃、7月は18℃、8月は19℃台になり、最高水温は9月2日の20.8℃であった。その後水温は下降し9月上旬には17℃、10月上旬は15℃、下旬は12℃台となった。放水口と放水口前本流（st5）の水温を比較すると、放水口の水温は本流の水温より3～6℃低めに推移した。

河口（st1）の水温は、3月31日には13.5℃であったが、4月には14～15℃台になり、その後徐々に上昇して夏季には24℃近くまで上昇した。9月中旬から下降に転じた。放水口下流の川北堰（st3）は4月下旬まで13℃台が続き、以後昇温して6月には18℃程度になった。夏季には20～22℃付近まで上昇したが、9月上旬からは下降に転じた。一方、放水口上流の奈比賀（st6）、黒瀬（st7）の水温は、3月31日にはそれぞれ13.2℃、12.3℃となっていたが、4月には両定点とも15℃近くまで上昇し、6月には22℃台になった。以後水温は徐々に上昇し、9月上旬には26℃以上の水温が観測された。

当河川の水温特性は、伊尾木川ダムで発電用水として80～90%が取水され約10km下流へ導水されて発電後さらに1.2km下流に放水されることから、特にアユが遡上する3～5月にかけて放水口から河口まで水温が上昇しにくいことである。

2) 標識放流魚調査

1 回目

(1) 標識魚の行動観察

標識作業などのストレスにより、放流時に1,000尾中27尾がへい死し、973尾を放流した。

放流後、直ちにほとんど全ての放流魚は遡上行動をとり、放流地点（横断線6）より20～30m遡上した地点で、左岸よりの平瀬（横断線6～5の間）へ移動した。その後この経路をとった放流魚

の約3割程度の300尾は川北堰に遡上している天然魚と一体となり群を形成して、同上の平瀬で群泳しているのが観察された。平瀬に留まらない放流魚は、天然魚と小さな群をなして遡上し、放流30分後には一部の個体が放水口に到達した。放水口での目視観測、ビデオ撮影では、右岸側から直接放水口に迷入する他ヒサシ下を上流に移動しながら左岸側から放水口へ迷入する行動もみられた。放流当日（17時20分～18時20分の間）に放水口へ迷入した標識魚は8個体であった（表3）。放水口上流13m地点の目視観察では、放水口前を通過し、本流を遡上する個体を63尾確認したが、下流へ移動する個体も22尾が確認された（表4）。放流当日、放水口前を通過し本流上流への遡上尾数は48尾と推定された。それらは、放水口上流30mの淵に滞留し、それより上流の急瀬に遡上する行動はみられなかった。放水口前を通過して遡上した63尾のうち、48尾は左岸側から遡上した。放水口前を一時的に遡上した63個体の経路は、放水口のある右岸川からの遡上数は15尾、左岸側からの遡上数は48尾と左岸川から放水口前を遡上する傾向が強かった。左岸側から多く遡上したのは、放水口上流の護岸工事により越流堰のヒサシ下部に土砂の一部が堆積していたため（表6、図8）、昨年5月の状況と異なり、稚魚がヒサシ下部を通過して上流へ移動できない状態であった。ヒサシ下部への土砂の堆積により、河川本流の流れをヒサシ下部に集中させ、遡上魚を上流に誘導する誘導路としてのヒサシ付き越流堰の機能は低下していることが推察された。

4月25日まで（放流後概ね4日間）の観察では、放水口内へ迷入した標識魚は54尾で、放水口内への迷入率〔迷入標識個体数／全標識個体数（973）〕は5.5％と推定された（表3）。一方、放水口前を通過して上流へ移動したものを遡上魚とすると、遡上した標識魚は177尾で、遡上率〔遡上個体数／全標識個体数〕は18.2％と推定された（表4、表5）。

表3 放水口へ迷入した標識魚数

月日	時間	放水口中の標識魚数(尾)	累積迷入率(%)
4/22	15:20~18:20	8	1.0
4/23	8:00	10	1.8
	9:56	5	2.4
	11:45	5	2.9
	16:20	1	3.0
4/24	7:00	6	3.6
	8:45	2	3.8
	14:00	5	4.3
4/25	8:50	2	4.5
	11:15	10	5.5
迷入数	計	54	

表4 放流当日、放流魚が放水口上流13m地点を遡上又は遡上後下流へ移動した状況

月日	時間	放水口を遡上した標識魚(尾)	遡上後下流へ移動した尾数(尾)
4/22	17:20	10 (右岸側 0 左岸側 10)	
	25	13 (右岸側 0 左岸側 13)	
	30	22 (右岸側 15 左岸側 7)	3 (右岸側 0 左岸側 3)
	31	7 (右岸側 0 左岸側 7)	
	32		5 (右岸側 5 左岸側 0)
	33	6 (右岸側 0 左岸側 6)	
	40		1 (右岸側 0 左岸側 1)
	48		1 (右岸側 0 左岸側 1)
	49	1 (右岸側 0 左岸側 1)	
	51	1 (右岸側 0 左岸側 1)	
	54		12 (右岸側 12 左岸側 0)
	56	2 (右岸側 0 左岸側 2)	
	59	1 (右岸側 0 左岸側 1)	
	18:20(終了)		
	計	63 (右岸側 15 左岸側 48)	22 (右岸側 17 左岸側 5)

表5 4月22日～25日まで(放流後4日間)の標識魚の遡上状況

月日	時間	横断6下流	横断6～4	横断4～放水口	放水口～仕切網	仕切網上流
4/22	17:20～18:20	0尾	300尾	約100尾	41尾	0尾
4/23	11:00	1	300	37	30	0
	15:30	—	—	—	26	0
4/24	10:00	—	—	—	7	0
	14:30	—	—	—	5	0
4/25	10:00	—	180	—	25	2
	計				134	2

(2) 標識魚行動観察期間中の環境調査

放水口周辺の河道は、放水口上流 30 m 付近～横断 5 にかけて蛇行しており、そのために放水口のある右岸側の河床は洗掘され概ね淵の形態をしている (図 9)。

流速は、横断 1 で 0.13 ～ 0.14m / s、横断 3 では 0.29m ～ 0.33m / s であった。発電用水の放水が中止された 24 日はダムゲートからの放水により、横断 1 では 0.20m / s で、横断 3 では 0.19m / s となった (図 9)。

流量については、横断 1 で 0.83 ～ 0.99m³ / s、横断 3 で 3.58 ～ 4.31m³ / s であった。24 日は

日中に放水が中止され、横断1では水面が広がり $2.31 \sim 3.46 \text{m}^3/\text{s}$ と増水したが、横断3では $2.05 \text{m}^3/\text{s}$ に減少した(図9)。水温は、横断1で $14.9 \sim 19.8^\circ\text{C}$ 、横断2で $14.1 \sim 19.8^\circ\text{C}$ 、放水口では $12.9 \sim 13.5^\circ\text{C}$ 、横断3では $13.3 \sim 18.5^\circ\text{C}$ の間で変化した。概して河川本流と放水の水温は午前中は大差ないが、午後になると差が大きくなる。これは、本流は天候や外気温の影響を受け水温が高くなるのにたいして、放水の水温は一定に保たれ大きく変化しないためである(表7)。

表6 ヒサシ～河床までの距離

(単位: cm)

測定位置	下流←15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1→上流
ヒサシ～河床 の距離	28	37	38	43	39	48	63	83	91	75	46	40	30	16	13

表7 水温測定結果

(単位: $^\circ\text{C}$)

月日	時間	横断1	横断2	放水口	横断3	横断6
4/21	10:30	18.4	18.5	12.9	13.4	13.4
	12:40	18.9	18.9	12.9	14.9	15.0
4/22	17:00	18.6	18.7	13.5		
4/23	14:00	19.8	19.8	13.5	15.1	
4/24※	10:20	14.9	14.1		14.9	
	14:40	18.5	18.5		18.5	19.5
4/25	11:20	18.4	16.0	12.7	13.8	13.9
	13:30	18.4	18.4	12.9	13.3	14.1

※ 4月24日は発電所点検のため、放水中止

(2回目)

(1) 標識魚の行動

放流までに16尾が死亡し、884尾を放流した。

放流後、全ての放流魚は直ちに遡上行動をとり、放流後18分には、遡上先端の約100尾が横断線5に到着しているのを確認した。その後、放流魚の多くは遡上、下流への移動を繰り返しながら、全体として遡上し、放流後58分には遡上先端の30尾程度と50尾程度の群が横断線4付近まで遡上した。放流後1時間14分後に放流魚の最初の28尾が放水口に到着し、その後、観察終了時刻(14時55分)までに約280尾が放水口前を通過するのが観察(表8)されたが、このうち、下流へ移動する個体も150尾程度確認された。放水口前を通過した標識魚は放水口上流約30mの淵に滞留する傾向がみられ、それより上流への遡上は確認されなかった。標識魚の多くはヒサシ下を通過し右岸側から遡上した。また、放水口先端の左岸側と右岸側にそれぞれ約150尾程度の群が形成され、まさに放水口へ迷入しようとする行動もみられた。しかし放水量が多く速度が大きいため、放流魚は放水口へは迷入できないようであった(表10、図10)。放流当日(5月20日)、放水口へ迷入した標

識魚は1個体(12時25分に放水口内で確認)であった。放流翌日(5月21日)の放水口近傍の状況に変化はなく、放水口内への迷入は観察されなかった。5月22日には放水口近傍の標識魚の確認数は少なくなり、標識魚は分散したものとされた。5月22日まで(放流後概ね3日間)の観察では、放水口へ迷入した標識魚は前述した1尾のみであった。放水口前を通過し、遡上した標識魚は約235尾であった(表8、表9)。

表8 放流当日、放流魚が放水口上流13m地点を遡上又は遡上後下流へ移動した状況

月日	時間	放水口を遡上した標識魚(尾)	遡上後下流へ移動した尾数(尾)
5/20	11:28	28(右岸側 28 左岸側 0)	
	30	2(右岸側 2 左岸側 0)	
	31	1(右岸側 1 左岸側 0)	
	35	5(右岸側 5 左岸側 0)	
	42		1(右岸側 1 左岸側 0)
	45	18(右岸側 17 左岸側 1)	
	55	2(右岸側 2 左岸側 0)	
	57	2(右岸側 2 左岸側 0)	
	12:08	1(右岸側 1 左岸側 0)	
	21	7(右岸側 7 左岸側 0)	
	31	2(右岸側 0 左岸側 0)	
	37	約50(右岸側約50 左岸側 0)	
	38		約50(右岸側約50 左岸側 0)
	43		5(右岸側 5 左岸側 5)
	45	約40(右岸側 0 左岸側約40)	
	54	約40(右岸側 40 左岸側 0)	
	13:01	1(右岸側 0 左岸側 1)	
	02		約40(右岸側 0 左岸側40)
	20	約20(右岸側約20 左岸側 0)	
	41	10(右岸側 10 左岸側 0)	
5/20	13:50		2(右岸側 2 左岸側 0)
	51		1(右岸側 0 左岸側 1)
	14:10	1(右岸側 1 左岸側 0)	
	27	約50(右岸側約40 左岸側 10)	
	41	2(右岸側 0 左岸側 2)	約50(右岸側約50 左岸側 0)
	14:48		
	15:00(終了)		
		約280(右岸側約226 左岸側54)	約150(右岸側約100 左岸側46)

表9 5月21日～22日まで(放流後3日間)の標識魚の遡上状況

月 日	時 間	横断下流	横断6～4	横断4～放水口	放水口～横断1
5/20	11:28～15:00	0	約200尾	約400尾	130尾
5/21	9:45～12:25	0	約110	約 85	14
	13:45～15:30	0	25	約170	45
5/22	9:20～10:57	0	32	5	6
	11:00～12:30	0	40	42	41
計					136

(2) 標識魚行動観察期間の環境調査

ヒサシ下部に堆積していた土砂は1～2週間前の降雨により流失し、ほぼ昨年5月の状態に復元していた(表10)。

流速は、横断1では0.13～、0.18m/s、横断2では0.33～0.39m/s、を示し、流量は、横断1で1.3～2.1m³/s、横断4で6.6～85m³/であった(図11)。

水温をみると、横断1では午前中16.2～17.7℃を示し、午後は19.7～20.8℃に上昇した。横断4では午前中は14.3～15.7℃を示し、午後は16.2～17.2℃を示した(表11)。

ヒサシ付き越流堰はヒサシ～河床の間(ヒサシ下部の河道)が確保され、放水量が概して4m³/s以上で越流堰上の流水速度が1m/s以上であれば迷入防止装置として機能することが確認された。標識魚は低流速である放水口の両端、特に左岸側先端部に多く蟻集する傾向がみられ、ここから放水口へと迷入しているものと推察され(図10)、放水口の両端に滞留場ができないように改善すれば、ヒサシ付き越流堰は迷入防止策としてより高い効果が期待できるものと考えられた。

なお、今回の調査では本流の水温は1回目14.9～19.8℃、2回目16.6～20.8℃で、放水口の水温はそれぞれ12.7～13.5℃と13.5～16.0℃と低かったが、水温差が迷入の多少に関与しているかどうかについては不明である。また、天然遡上稚アユと人工産稚アユとの迷入差についても現場の状況が大きく異なっており、解析できなかった。

表10 ヒサシ～河床までの距離とヒサシ上の流速

(単位:cm)

測定位置	下流←	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1→上流
ヒサシ～河床 の距離(cm)		70	74	79	79	89	92	99	119	125	120	123.5	130	134	131	133
ヒサシ～水面 の距離(cm)		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ヒサシ上の流 速(cm/s)※		17.9	11.1	22.3	113.9	121.3	125.3	140.0	145.2	151.7	157.6	41.2	18.7	22.7	19.5	19.7
ヒサシ上の流行		一定せず	一定せず	一定せず	放水口	放水口	放水口	放水口	放水口	放水口	放水口	放水口	放水口	本線30°	放水口	本線30° 本線

※ 水面から45cm深(75cm×0.6)の流速

表11 水温測定結果

(単位：℃)

月日	時間	横断1	横断2	放水口	横断3	横断4	横断5	横断6
5/19	9:40	16.6	16.6	14.4	14.9		15.0	15.0
5/20	9:00	17.7	17.7	14.9	15.6	15.7	15.7	15.0
	15:00	20.8	21.0	16.0	17.1	17.2	17.4	17.3
5/21	8:50	16.4	16.4	14.3	14.8	14.8	14.8	14.9
	15:20	19.7	19.7	15.4	16.2	16.2	16.2	16.2
5/22	9:00	16.2	16.8	13.5	14.2	14.3	14.4	14.3

3) 直流パルス波電流を水中に通電したときに形成される電場の測定

水中に直流パルス波を通電したときに形成される電場は、一極と測定間の電位差をストレジスコープで検出して、プロッターで打ち出す方法とストレジスコープで検出した値の最大値を直接同測定器に記憶させた値を直読する方法によって測定できることが解った。負極からの電位差の測定結果(表 12-1 ~ 12-6) からパルス波電流の電位勾配図を作成した(図 12)。

電位勾配図(電位分布)をみると、水中に形成された電場は電極間では通電した電圧に比例し、距離の二乗に反比例していた。また、両極間の水平方向中央部には電位差の少ない場が形成されていた。

通電した電圧が異なっても電場の形状はほとんど同じなので、電位勾配を作成するとき電圧のスケールファクタを設定することにより、他の電圧を通電した電場の状態を推定できることがわかった。

7. まとめ

ヒサシ付き越流堰の効果調査について

本調査により、ヒサシ付き越流堰は、それ自体単独で遡上魚の迷入を防止する効果があることがわかったが、現状では、ヒサシ下部への土砂の堆積や放水量が少なく、放水流速が遅い場合には迷入防止施設としての機能を十分に果たさないことがわかった。ヒサシ付き堰の更なる効果を期待するためには、ヒサシ河道部確保の維持管理のほか、できるだけ放水流速を減退させないことや放水口両端先端部の魚類滞留場所を除去する方策の検討が必要である。

電場の測定試験について

水中に通電したときに形成される水平方向の電場については形状を把握することができるようになったが、電気スクリーンを用いた迷入防止技術の開発を図るためには、電極配置の違いによる電場の構造と通電電流(パルス波電流)の違い(出力)による電場の形状や環境要因(水深、流れ)が及ぼす影響を把握する必要がある。また、電気刺激に対するアユの感電・忌避反応についての試験を実施する必要がある。

表12-1 電極間電圧(DC20V)

距離(cm)	0	20	40	60	80	100	120	備 考
-20	14.3	13.9	12.9	12.3	11.8	11.5	11.1	出力:20.3V
0	20.0	13.8	12.7	12.1	11.6	11.4	11.2	電流値:105A
20	12.9	12.8	12.1	11.7	11.3	11.3	11.2	距離は正極からの距離(cm)
40	11.3	11.5	11.3	11.2	11.0	11.1	11.0	
60	9.9	10.2	10.4	10.7	10.7	10.8	10.8	WT:17.6
80	8.2	9.0	9.6	10.1	10.4	10.6	10.7	sal:0.1ppt
100	0	7.8	9.1	9.7	10.1	10.4	10.0	CD:161.0
120	6.5	7.6	8.8	9.6	10.0	10.3	10.5	(25°C:188.0)

注 ストレジスコープで検出した値

表12-2 電極間電圧(DCパルス波電流20V 周波数2ms 周期20Hz)

距離(cm)	0	20	40	60	80	100	120	備 考
-20	14.0	13.6	12.4	11.5	11.0	10.8	10.6	出力:20.0V
0	20.0	13.0	12.1	11.0	10.8	10.7	10.4	
20	12.0	12.3	11.4	11.0	10.7	10.4	10.5	距離は正極からの距離(cm)
40	10.8	10.7	10.6	10.2	10.3	10.5	10.0	
60	9.3	9.9	9.9	9.9	10.1	10.1	10.5	WT:18.8°C
80	7.8	8.0	9.0	10.2	10.0	10.0	10.2	sal:0.1ppt
100	0	8.0	8.4	9.1	9.8	9.9	10.2	CD:189.4
120	7.3	7.8	8.0	8.8	9.6	9.8	9.7	

注 ストレジスコープで検出したものをプロッターで打ち出し、読みとった値

表12-3 電極間電圧(DCパルス波電流100V 周波数2ms 周期20Hz)

距離(cm)	0	20	40	60	80	100	120	備 考
-20	71.4	68.3	64.8	58.8	55.5	54.1	52.9	出力:105.6V
0	100.0	70.7	61.5	57.6	55.1	53.7	52.8	
20	63.8	61.2	60.0	55.5	53.5	52.8	52.2	距離は正極からの距離(cm)
40	57.1	53.4	54.1	52.5	52.0	51.6	51.5	
60	48.0	48.1	50.8	49.2	49.9	50.3	50.5	WT:19.3°C
80	38.5	40.6	44.5	46.2	47.8	49.1	49.8	sal:0.1ppt
100	0	36.0	41.2	44.5	46.6	48.3	49.3	CD:190.3
120	27.9	33.5	40.0	43.7	46.0	47.8	49.0	

注 ストレジスコープで検出したものをプロッターで打ち出し、読みとった値

表12-4 電極間電圧(Dcパルス波電流100V 周波数2ms 周期40Hz)

距離(cm)	0	20	40	60	80	100	120	備 考
-20	72.5	69.0	62.9	58.2	55.9	54.3	53.1	出力:102.2V
0	100.0	67.8	61.3	57.8	55.3	53.8	52.9	
20	63.7	61.8	57.9	55.5	54.1	53.0	52.3	距離は正極からの距離(cm)
40	53.9	55.6	53.6	52.7	52.3	51.8	51.5	
60	46.3	47.7	48.7	49.4	50.1	50.3	50.6	WT:18.7°C
80	39.0	40.7	44.2	46.7	48.1	49.1	49.8	sal:0.1ppt
100	0	35.0	41.1	44.5	46.8	48.0	49.2	CD:190.8
120	28.9	33.6	39.8	43.8	46.0	47.8	48.9	(25°C:167.5)

注 ストレジスコープで検出した値

表12-5 電極間電圧(DCパルス波電流200V 周波数2ms 周期20Hz)

距離(cm)	0	20	40	60	80	100	120	備 考
-20	140.0	131.7	125.7	112.9	107.7	104.5	102.1	出力:197.0V
0	200.0	130.8	123.9	111.2	106.8	103.8	101.7	
20	123.7	119.0	115.6	107.4	104.0	102.1	100.7	距離は正極からの距離(単位:cm)
40	107.7	106.6	104.1	101.8	100.1	99.8	99.2	
60	92.9	93.1	93.8	95.9	96.2	97.0	97.4	
80	73.3	79.1	83.3	89.9	92.6	94.5	95.8	
100	0	68.7	73.9	85.9	90.1	92.3	94.8	
120	54.2	65.4	70.2	83.9	88.9	92.1	94.5	

注 ストレジスコープで検出した値

表12-6 電極間電圧(DCパルス波電流200V 周波数2ms 周期40Hz)

距離(cm)	0	20	40	60	80	100	120	備 考
-20	139.9	134.2	120.9	112.7	107.5	104.5	102.2	出力:197.2V
0	200.0	129.9	118.9	111.5	106.5	104.3	101.7	
20	125.3	119.1	111.7	106.3	103.8	102.2	100.8	距離は正極からの距離(単位:cm)
40	113.7	104.7	102.1	101.2	100.4	99.7	99.0	
60	90.9	91.2	93.3	95.5	96.0	97.5	97.2	WT:20.0°C
80	73.3	78.1	86.1	89.9	92.8	94.3	95.7	sal:0.1ppt
100	0	65.4	78.3	85.7	90.0	92.9	94.3	CD:189.3
120	54.2	63.7	75.6	83.4	89.0	91.8	94.2	(25°C:171.1)

注 ストレジスコープで検出した値

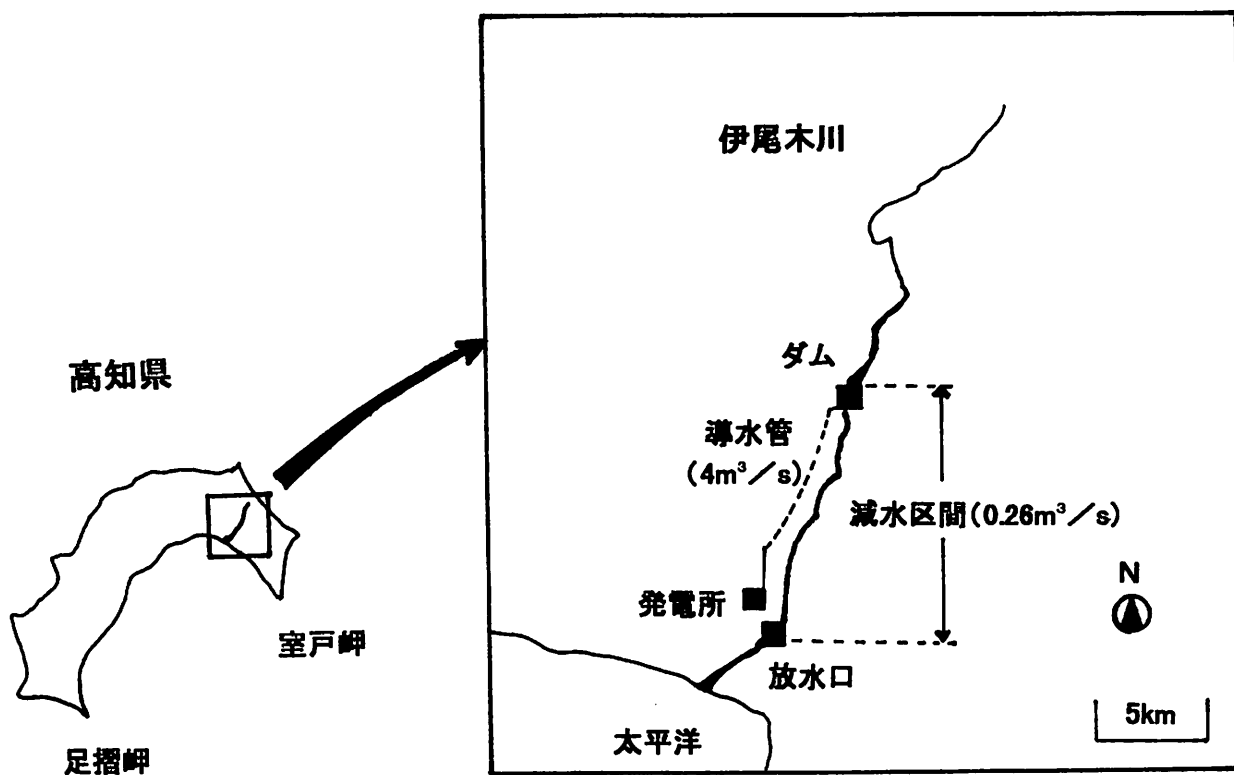


図1 伊尾木川概略図

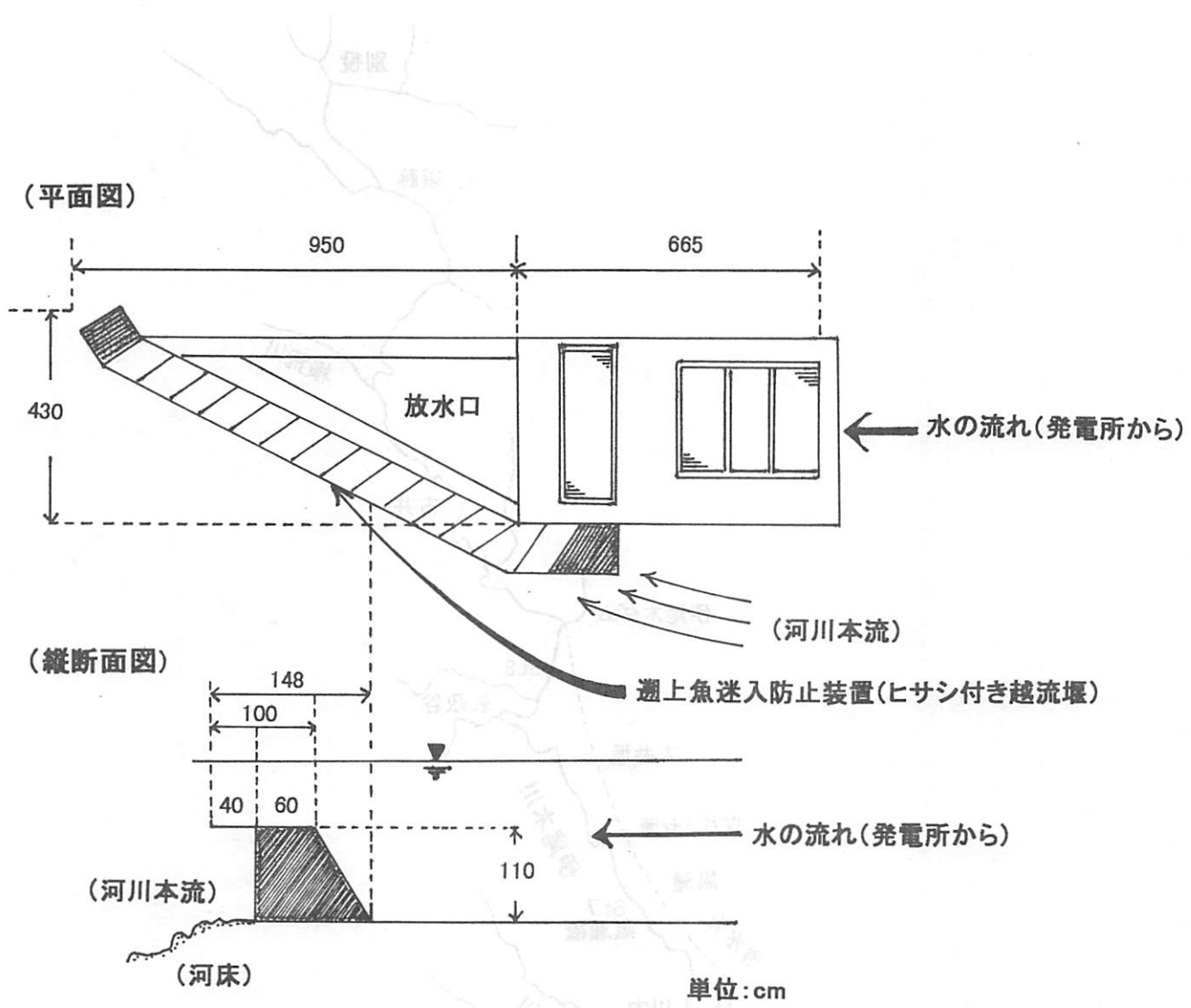


図3 遡上魚迷入防止装置(ヒサシ付き越流堰)の構造

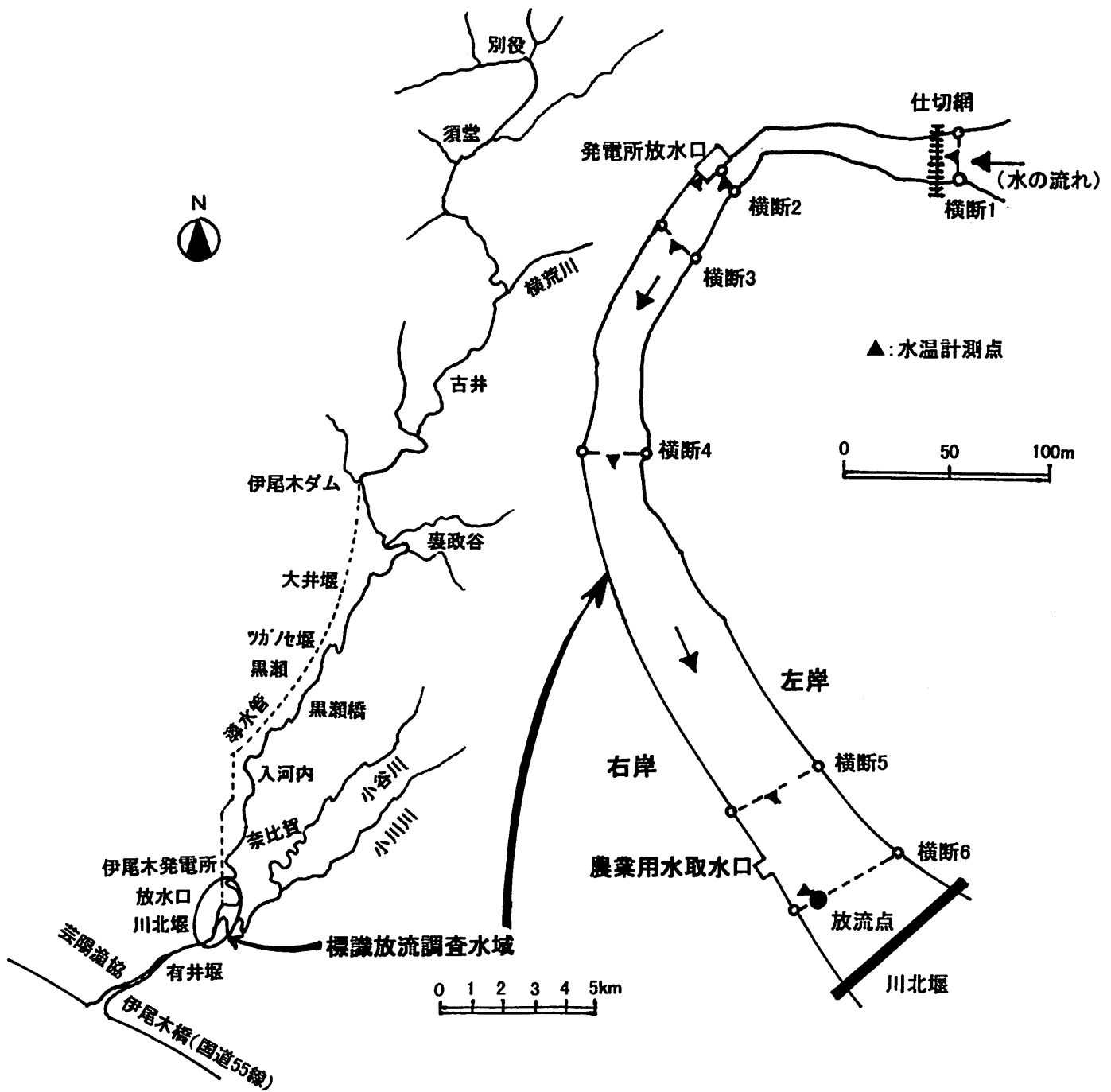


図4 標識放流魚調査水域

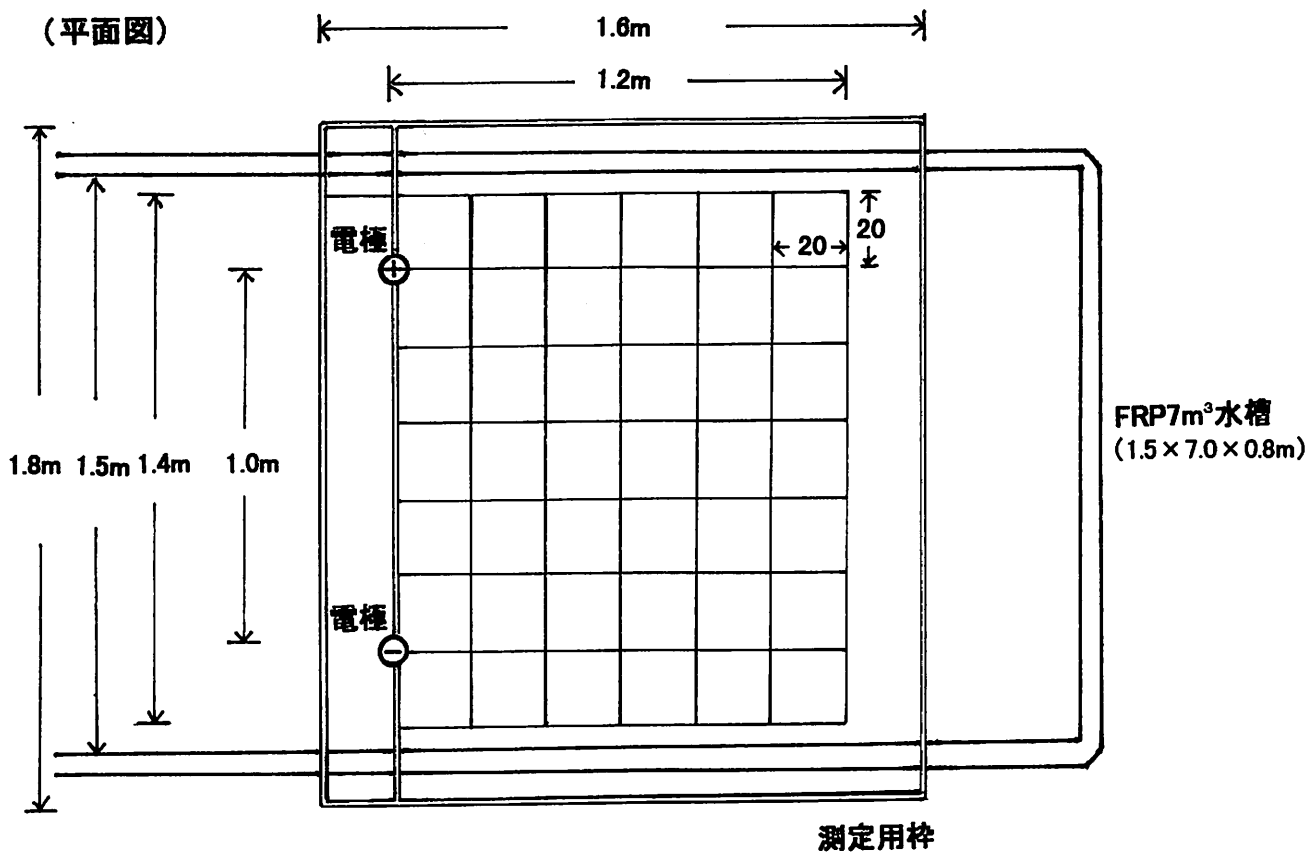


図5 直流パルス波電流通電試験の概要(平面図)

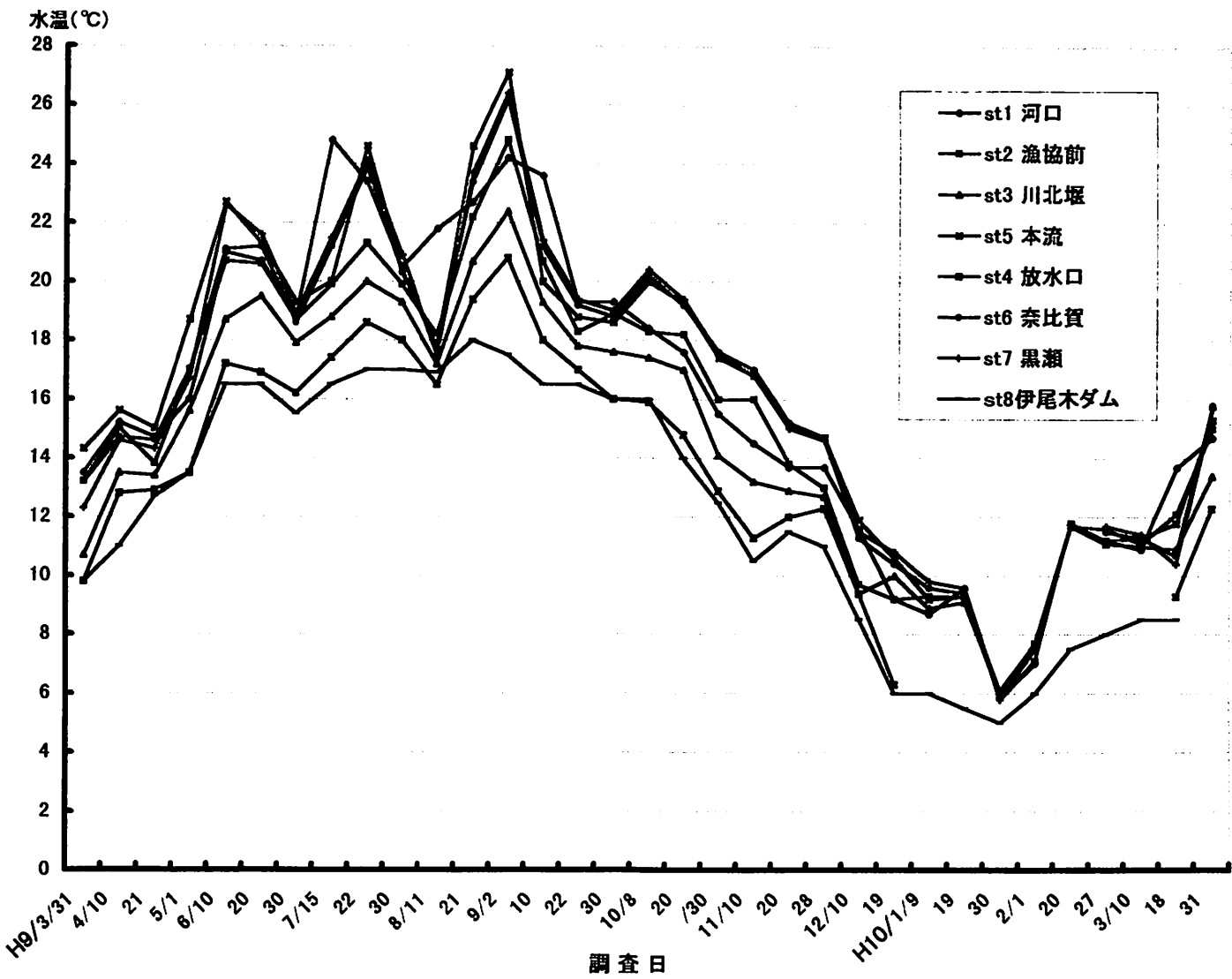


図6 各調査定点の水温の変動

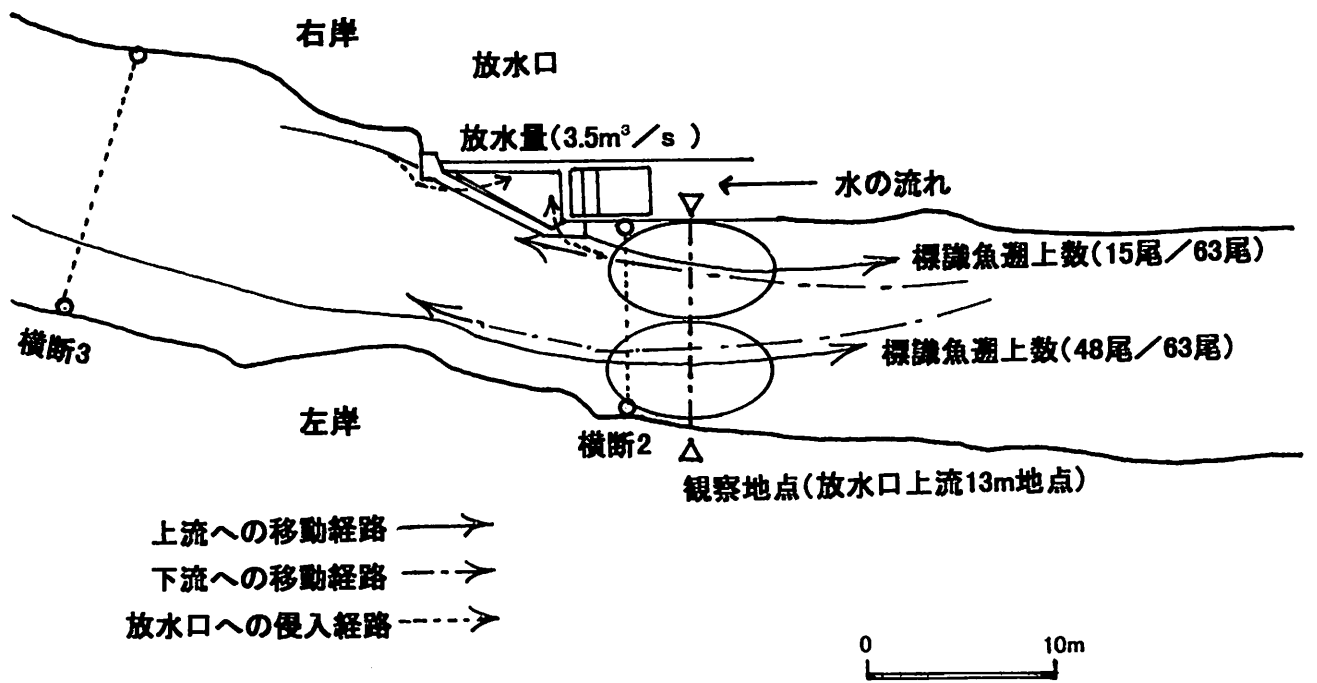
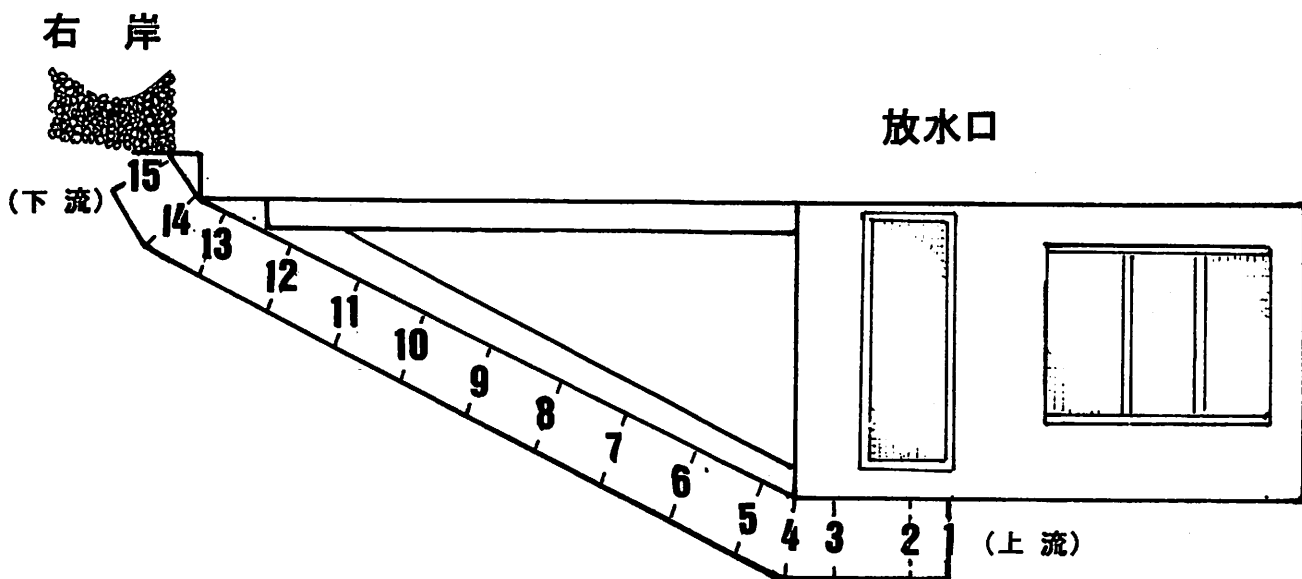
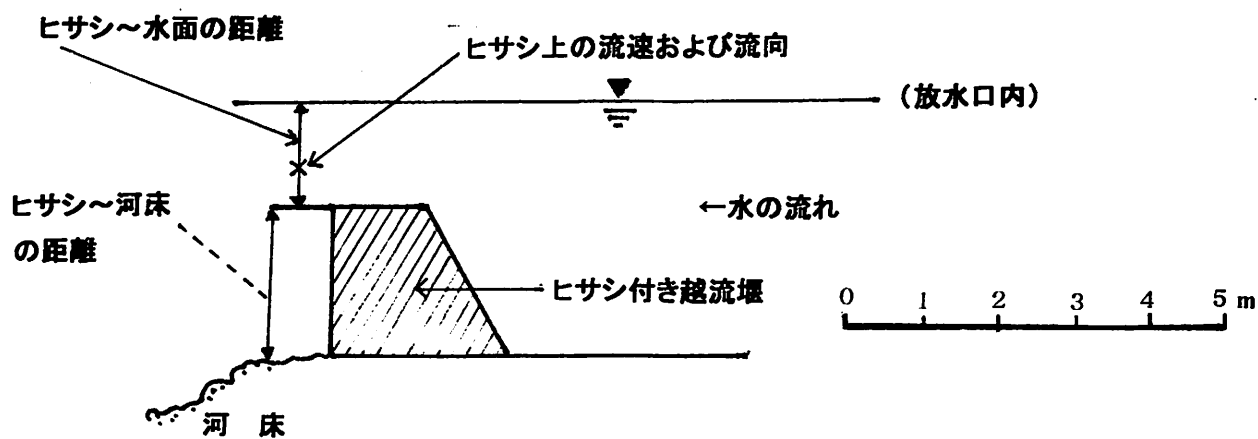


図7 放水口周辺の標識魚の行動(1回目)



ヒサシ付き越流堰上の測定位置(平面)



ヒサシ付き越流堰上の測定位置(縦断面)

図8 ヒサシ付き越流堰上の流速測定位置

放水口から主要点間の距離(m)

- 横断1: 131.3
- 横断2: 10.0
- 横断3: 26.3
- 横断4: 136.3
- 横断5: 321.3
- 横断6: 371.3
- 川北堰: 403.8

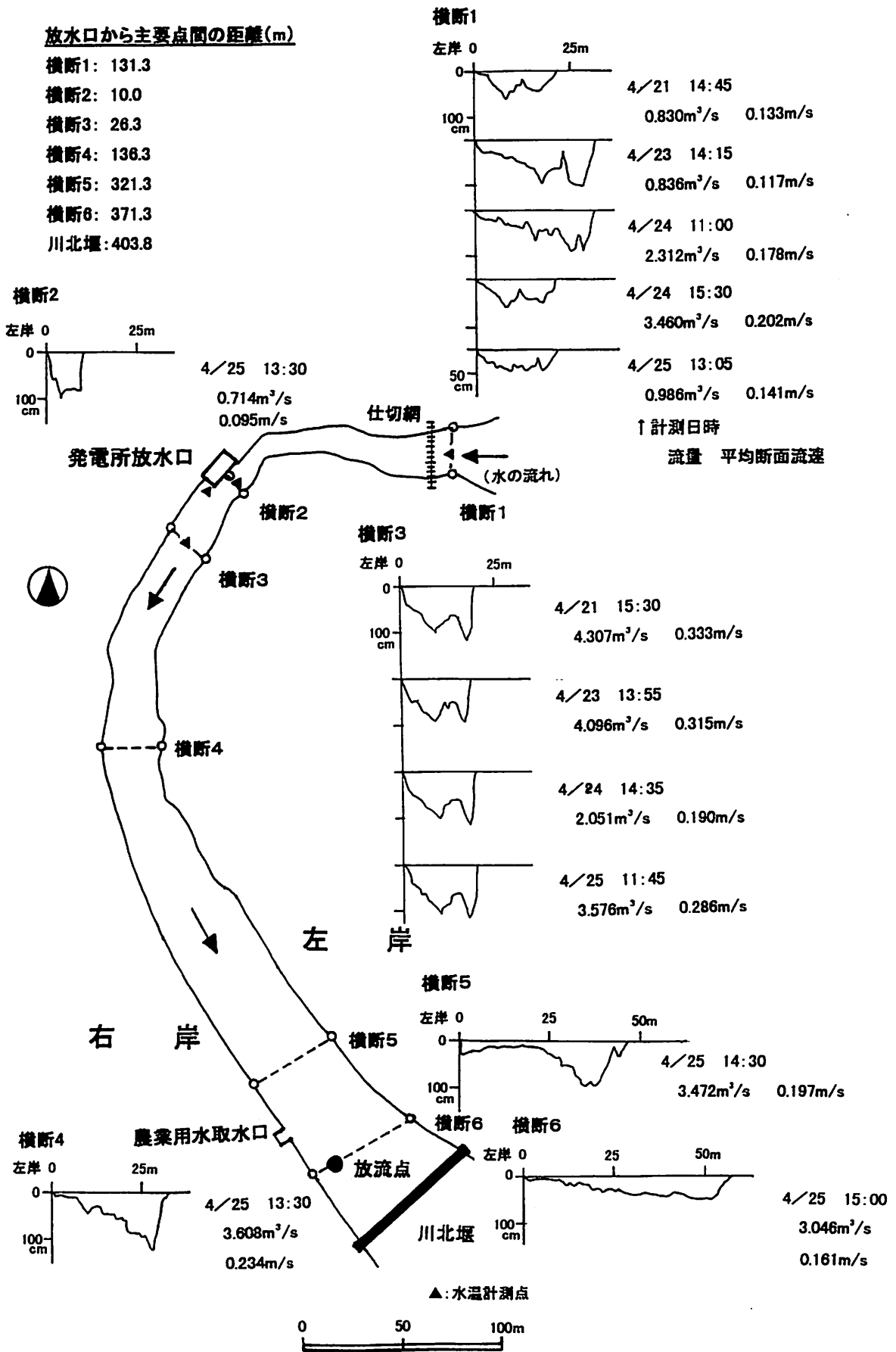


図9 放水口周辺の環境概要(河道、河床形態、流速、流量)

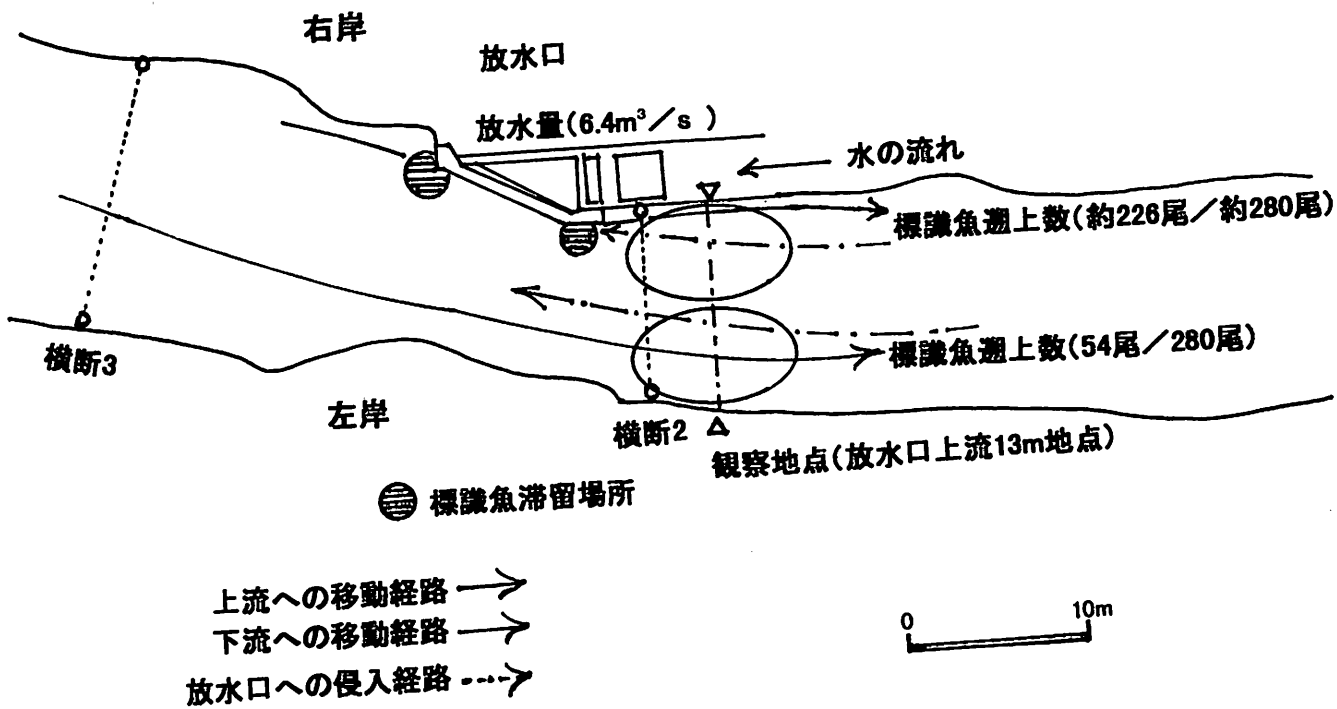
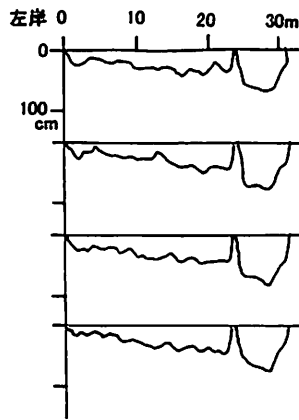


図10 放水口周辺の標識魚の行動(2回目)

放水口から主要点間の距離(m)

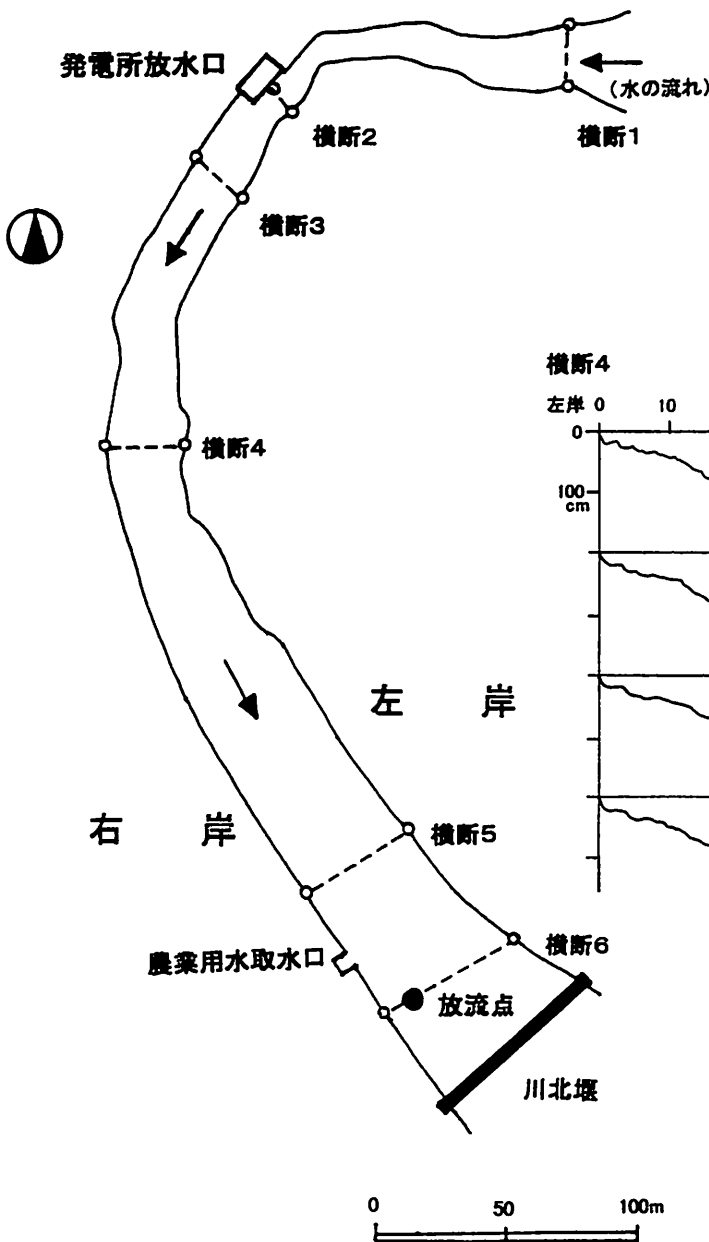
- 横断1: 131.3
- 仕切網: 122.5
- 横断2: 10.0
- 横断3: 26.3
- 横断4: 136.3
- 横断5: 321.3
- 横断6: 371.3
- 川北堰: 403.8

横断1

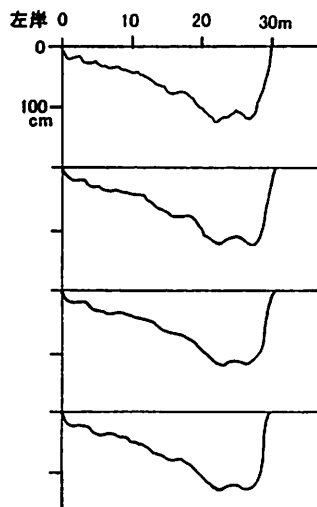


5/19	11:15	2.104m ³ /s	0.180m/s
5/20	15:00	1.900m ³ /s	0.172m/s
5/21	15:20	1.322m ³ /s	0.152m/s
5/22	11:35	1.322m ³ /s	0.128m/s

↑計測日時
流量 平均断面流速



横断4



5/19	12:20	8.455m ³ /s	0.391m/s
5/20	15:30	7.462	0.355m/s
5/21	15:35	6.701m ³ /s	0.333m/s
5/22	12:00	6.621m ³ /s	0.334m/s

▲: 水温計測点

図11 放水口周辺の環境概要(河道、河床形態、流速、流量)

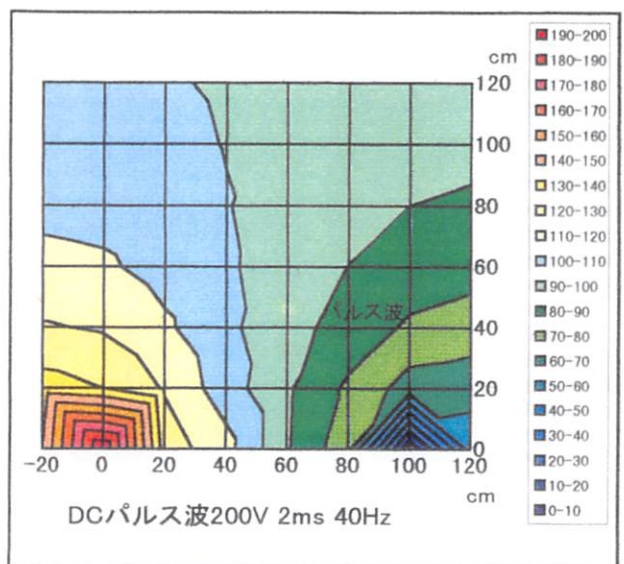
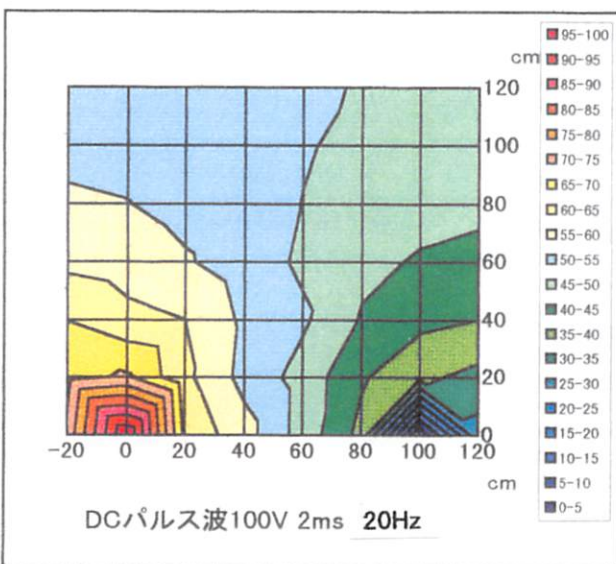
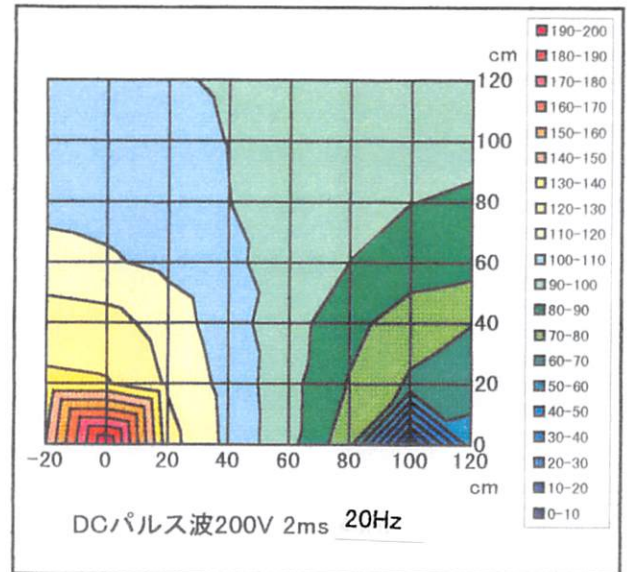
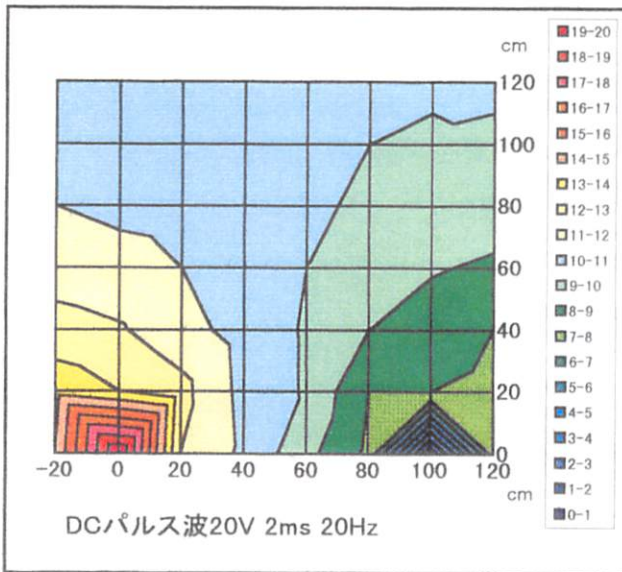
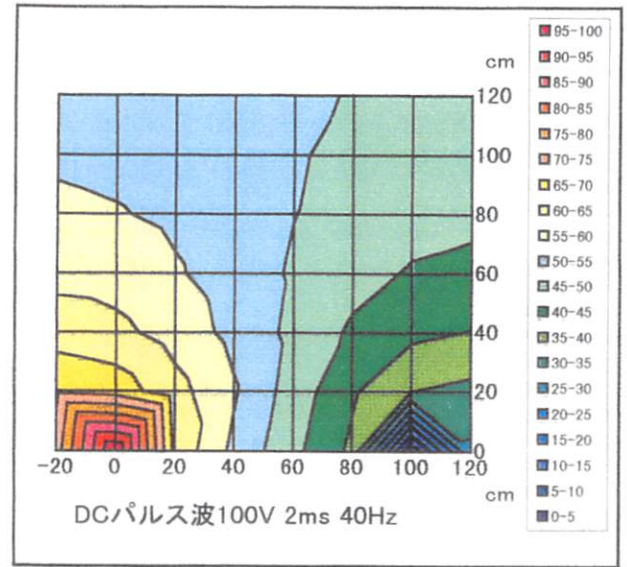
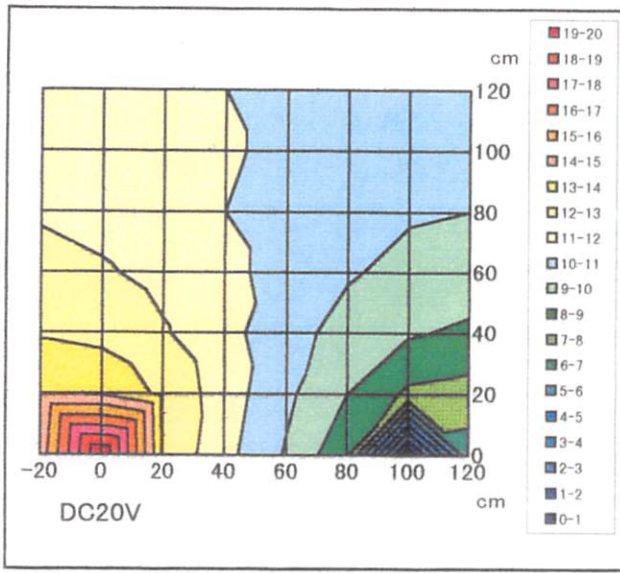


図12 電位勾配図(水深30cm水平方向の電場分布)

本事業を進めるにあたり、南西海区水産研究所科学技術特別研究員小出水規行博士（現在、豊橋技術科学大学工学部建設工学系助手）には調査全般について指導していただき、高知県工業技術センター刈谷学主任研究員には電場測定について指導をあおいだ。また、現場では芸陽漁業協同組合、四国電力（株）安芸電力区にご協力をいただいた。

参考文献

- 1) 中村俊六（1995）：迷入対策・降下魚対策・魚道のはなし、216～220、山海堂
- 2) 石田俊之、阿部守、前畑英彦（1992）：電力土木、NO.237、25～34
- 3) 前畑英彦（1996）：静電気学会誌、20, 2、62～67

新品種作出基礎技術開発事業
(アユの高水温耐性系統作出技術の開発試験)

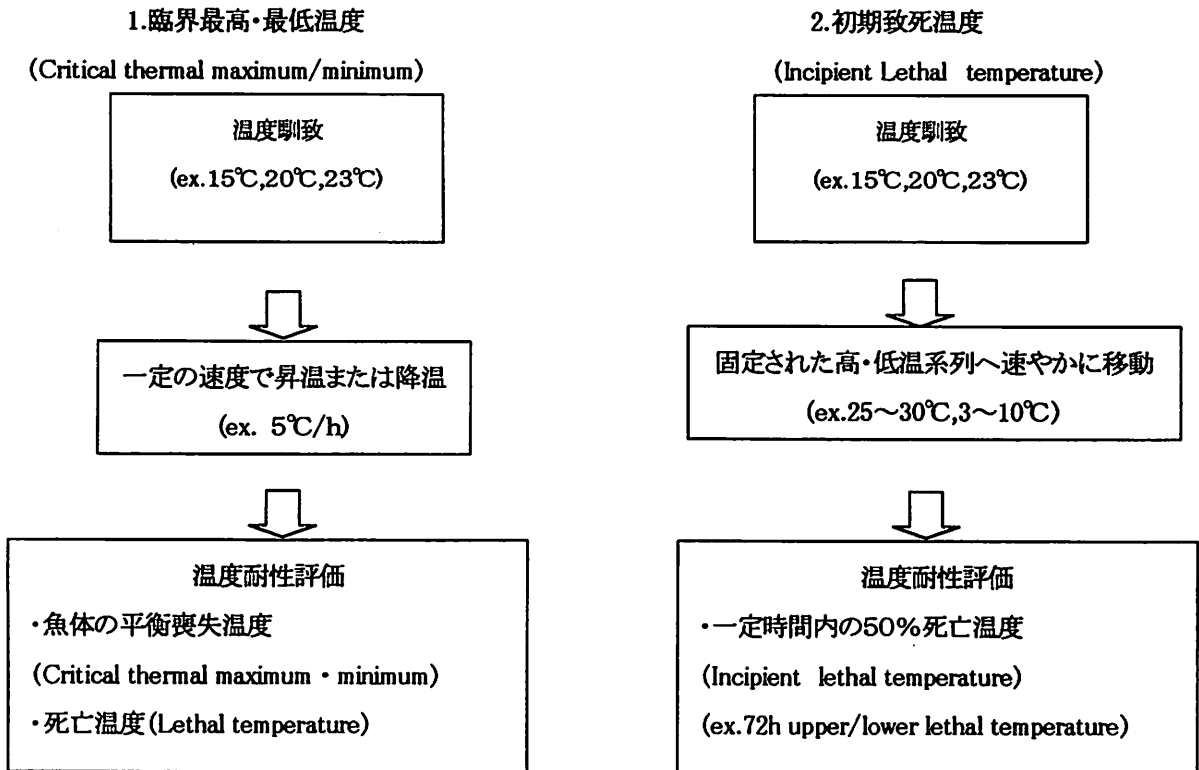
岡部正也・西山 勝・佐伯 昭

増養殖対象魚種において、高・低水温に対して耐性を有する系統は産業上極めて有用であるが、水温耐性系統作出の有効な手法は未だ確立されていない。本事業は、本県の内水面における重要な魚種であるアユについて、水温耐性を備えた系統を作出するための選抜ならびに形質評価の技術的開発を目的に試験研究を実施している。本年度は、アユの温度耐性形質についての基礎的な知見を得るために、アユの各系統について水温耐性の指標となるパラメータの推定ならびに形質評価手法の標準化について検討した。

1) 温度耐性試験について

一般に変温動物の温度耐性の評価法としては、以下の2つの方法が用いられている(Plate-1)。これらは、いずれも個体を異なる温度に馴致したのちに起こる致死限界温度の変化、すなわち温度順化能力の指標となりうるとみてよい。そこで、本研究でもこれらの方法を用いてアユの温度耐性形質について検討をおこなった。

Plate-1. 魚類の温度耐性評価法



報告例: ギンザケ、ブルーギル(Becker & Genoway, 1979)

ニシン、クロソイ(土田ら, 1997)

報告例: サケ科魚類5種(Brett, 1952) ニジマス、カワマス

(Fry, 1946), ニシン、クロソイ(土田ら, 1997)

2) 温度耐性の系統差の比較

【目的】

異なる水温に馴致飼育した海系F₁、琵琶湖系F₁、瀬戸川産(人工陸封化アユ)F₂のそれぞれの未成魚について臨界最高・最低温度(Critical thermal maximum・Critical thermal minimum:以下 CTMax・CTMin)、初期致死温度(Incipient lethal temperature)および最終致死温度(Ultimate lethal temperature)の各パラメータを推定し、系統間の温度耐性を比較する。

【材料及び方法】

実験に用いた各系統の由来については次のとおりである。

海系F1

1996年7月に高知県中部の物部川下流域で友釣りにより採捕した天然アユを当センターで親魚養成し、同年11月6日に♀6尾(平均体長19.3±1.12cm、平均体重84.7±18.09g)♂3尾(平均体長19.5±1.12cm、平均体重103.3±12.04g)を用いて人工授精をおこない、翌年7月にかけて種苗生産したものである。

琵琶湖系F1

1996年春に琵琶湖で採捕され、高知県東部のアユ養殖業者により飼育されていたアユを同年5月に買い受け、当センターで親魚養成し、同年11月13日に♀3尾(平均体長20.2±0.25cm、平均体重141.6±17.23g)、♂4尾(平均体長20.5±0.87cm、体重125.9±18.26g)を用いて人工授精をおこない、翌年7月にかけて種苗生産したものである。なお、産卵時期を調整するため、親魚には7月～10月の間、電照による成熟抑制を行った。

瀬戸川産F2

高知県北部の早明浦ダムのダム湖に流入する瀬戸川で1995年11月に採捕して継代し、1996年10月に♀5尾、♂6尾を用いて人工授精をおこない、翌年7月にかけて種苗生産したものである。なお、当ダム湖および流入河川には1984年以来、海系、琵琶湖系および鹿児島県鶴田ダム琵琶湖系アユが発眼卵、親魚または稚魚が放流されている。瀬戸川産アユは、これらのいずれかに由来する人工陸封化アユであるが、本種は後述するように海系に由来するものと見なされる。

各系統の供試魚は、温度耐性実験に先立ち15℃、20℃および23℃の3水温で温度馴致飼育をおこなった。各供試魚はスリット式選別器を用いてスリット径6mmを通らず、8mmを通過した個体群の中から無作為に抽出し、各馴致温度群ごとに背鰭基部にイラストマータグで標識を施したのち20℃に保った200lポリカーボネート水槽3基に各120尾を収容した。これらの水槽は半循環濾過方式とし、20℃および23℃区は500W石英ヒータおよびサーモスタットにより、15℃区はウォータークーラーにより温度調節をおこなった。各馴致温度への移行は、23℃区では約1日、15℃区では約2日をかけておこない、以後2週間以上温度馴致飼育を行った。各水槽の温度はデータロガーにより30分ごとに記録した。馴致飼育期間中には、魚体重の約3%に相当する量の

配合飼料を1日2回にわけて投与した。

各系統の馴致温度に対する温度耐性の変化を知る目的で、以下の実験を行った。

臨界最高・最低温度試験

・魚体を馴致した温度から一定の速度で加温または冷却した時、平衡を完全に消失する温度は臨界最高・最低温度 (CTMax・CTMin) および鰓蓋活動を完全に停止する温度は、死亡温度 (Lethal temperature 以下 LT) として定義される。各系統のアユについてこれらの推定を試みた。

試験方法は土田らおよび Becker らの方法に準じた。用いた実験装置は、30lパンライト水槽のチャンパーにプログラムサーモコントローラを接続したもので、定率勾配による水温の上昇、下降が可能である。各馴致温度と同じ温度に調節したチャンパー内に供試魚5尾を取容し、約1時間環境馴致後、5°C/hの速度で昇温または降温させた。チャンパー内の温度変化はデータロガーにより10秒間隔で記録し、昇、降温開始から供試魚が完全に平衡を喪失するまでおよび鰓蓋活動を停止するまでに要する時間をストップウォッチで計測した。実験は高温側ではすべての供試魚が死亡するまで、低温側ではすべての供試魚が平衡を喪失するまで継続し、実験終了後にデータロガーの記録と経過時間を照合することにより、正確な CTMax、CTMin および LT をもとめた。なお、チャンパー内の水温の昇・降温速度は、5°C (±0.02°C SD) / 時の定率勾配を保った。

得られたデータについて Scheffe の平均値の多重比較検定により各馴致温度における系統間の温度耐性の比較を行った。

温度接触試験

温度接触試験は土田らおよび Brett の方法に準じた。実験には各実験温度に設定した半循環濾過方式の50lアクリル水槽を用いた。実験は各系統ごとに行い、各温度馴致群より10尾づつを抽出し、同時に速やかに実験水槽中に移し、以後各実験温度区において72時間以内の死亡判定を行った。死亡した個体はイラストマータグにより識別し、馴致温度群ごとに集計した。実験温度と死亡率との関係から多項式近似または直線回帰により72時間50%死亡温度を推定した。なお、温度耐性実験中は無給餌とした。

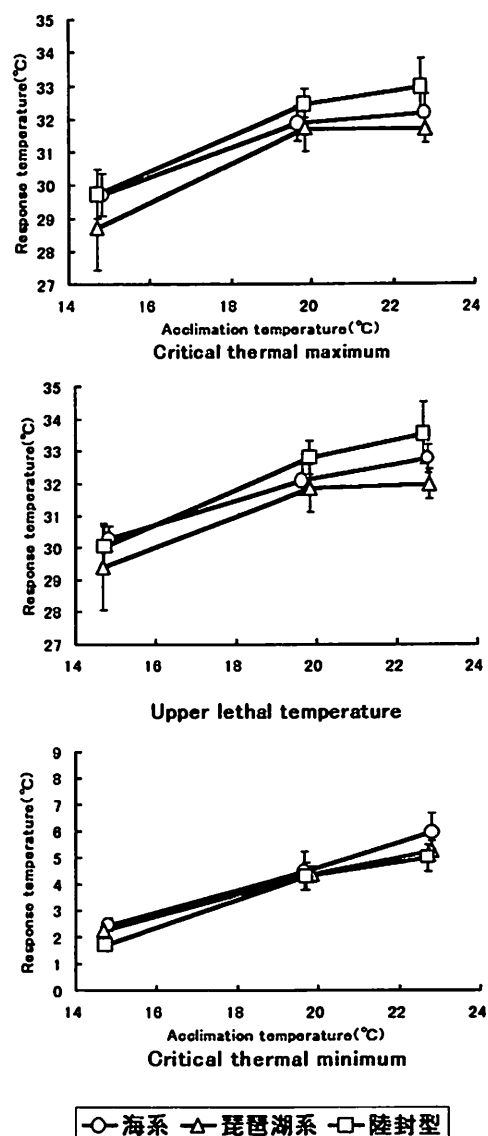


Fig.1 各系統の CTMax, ULT および CTMin の比

Table-1.各系統の各馴致水温におけるCTMax, LTおよびCTMinの比較

CTMax										
馴致水温(°C)	14.8			19.7			22.8			
	系統	海系	琵琶湖系	陸封型	海系	琵琶湖系	陸封型	海系	琵琶湖系	陸封型
海系										
琵琶湖系										
陸封型										**

LT										
馴致水温(°C)	14.8			19.7			22.8			
	系統	海系	琵琶湖系	陸封型	海系	琵琶湖系	陸封型	海系	琵琶湖系	陸封型
海系										
琵琶湖系										
陸封型										*

CTMin										
馴致水温(°C)	14.8			19.7			22.8			
	系統	海系	琵琶湖系	陸封型	海系	琵琶湖系	陸封型	海系	琵琶湖系	陸封型
海系										
琵琶湖系										*
陸封型		**	*						*	

Scheffe's multiple range test(*...P<0.05, **...P<0.01)

Table-2.異なる温度で馴致した各系統の初期致死水温(72h-ULT50, LLT50)

海系F1							
馴致水温(°C)	接触水温(°C)	高水温		低水温			
		72h死亡率(%)	72h-ULT50(°C)	馴致水温(°C)	接触水温(°C)	72h死亡率(%)	72h-LLT50(°C)
14.8 (0.10)	29.9 29.3 28.1 27.1 25.8	100 100 80 60 0	26.8	14.7 (0.10)	5.2 3.2	10 100	4.3
19.7 (0.28)	29.9 29.3 28.1 27.1 25.8	100 70 40 30 0	28.4	19.8 (0.11)	9.1 7.5 6.1	10 70 100	8.3
22.8 (0.11)	29.9 29.3 28.1 27.1	100 90 50 30	28.1	22.8 (0.09)	10.3 9.1 7.5	0 70 100	9.7

琵琶湖系F1							
馴致水温(°C)	接触水温(°C)	高水温		低水温			
		72h死亡率(%)	72h-ULT50(°C)	馴致水温(°C)	接触水温(°C)	72h死亡率(%)	72h-LLT50(°C)
14.7 (0.10)	29.2 28.1 27.1 25.8 25.1	100 100 100 70 10	25.1	14.7 (0.10)	5.2 3.2	10 100	4.3
19.8 (0.08)	29.2 28.1 27.1 25.8 25.1	100 100 80 60 10	26.0	19.8 (0.08)	9.1 7.3 6.1	10 70 100	8.2
22.8 (0.09)	29.2 28.1 27.1 25.8	100 100 70 10	26.4	22.8 (0.09)	10.3 9.2 7.3	0 60 100	9.5

瀬戸川産F2							
馴致水温(°C)	接触水温(°C)	高水温		低水温			
		72h死亡率(%)	72h-ULT50(°C)	馴致水温(°C)	接触水温(°C)	72h死亡率(%)	72h-LLT50(°C)
14.7 (0.13)	29.2 28.1 27.0 26.1	100 60 10 10	27.8	14.7 (0.14)	5.8 4.7 3.7	0 30 100	4.1
19.8 (0.11)	30.2 29.2 28.1 27.0 26.1	100 40 20 20 0	29.6	19.8 (0.10)	6.8 5.8 4.7	60 100 100	7.0
22.7 (0.09)	30.2 29.2 28.1 27.0 26.1	100 50 20 0 0	29.3	22.7 (0.12)	6.8 5.8 4.7	100 100 100	8.7

は20°Cに馴致させた場合に比べて72h-ULT₅₀がわずかに低下した。また、低温側の接触温度ではいずれの系統においても馴致水温が低いほど72h-LLT₅₀は低下した(Table-2)。

【結果】

臨界最高・最低温度試験

各系統について測定された異なる馴致温度に対するCTMax, CTMinおよびLTはいずれの系統においても馴致温度によって大きく変化し、馴致温度が高くなるほど上昇する傾向がみられたが、CTMaxおよびLTは馴致温度が20°Cを越えると鈍化した。一方、CTMinは、馴致温度の低下に従い、直線的に低下した(Fig-1)。それぞれの系統および馴致水温における各パラメータを比較すると、同一系統内ではすべての馴致水温間においてCTMax, LTおよびCTMinに有意差が認められた。また、同一水温に馴致した異なる系統間では、15°C馴致群のCTMaxにおいて瀬戸川産>海系*、23°C馴致群のLTにおいて瀬戸川産>琵琶湖系*、15°C馴致群のCTMinにおいて瀬戸川産>海系*および23°C馴致群のCTMinにおいて瀬戸川>海系**、琵琶湖系>海系*の組み合わせで温度耐性に有意差が認められた(Table-1, *...危険率5% **...危険率1%)

温度接触試験

いずれの系統の各温度馴致群においても、高温側では接触温度が高くなるに伴い、また低温側では接触温度が低くなるに伴い生残率が低下したが、23°Cに馴致した瀬戸川産および海系では

アイソザイム分析

【材料及び方法】

各系統より無作為に抽出した50尾についてアイソザイム分析をおこない、系統差の比較を行った。各系統のサンプルは、分析に供するまで-80℃に保ったディープフリーザ中で凍結保存し、室温で解凍後体側筋、心臓および肝臓より採取したドリップを粗酵素液として用い、水平式デンブング電気泳動法により分析した。泳動条件および染色法は谷口らの方法に準じた。

【結果】

各系統について検出した酵素、検出された遺伝子座数および対立遺伝子数をTable-3に示した。検出した14酵素、18遺伝子座のうち、海系では *GPI-1*, *MPI*, *ME-1*, *6Pgd* の4酵素4遺伝子座で、琵琶湖系では *GPI-1*, *MPI*, *6Pgd* の3酵素3遺伝子座で、瀬戸川産では *GPI-1*, *MPI* の2酵素2遺伝子座でそれぞれ多型が認められた。各系統の *GPI-1* および *MPI* 座の表現型分布の実測値は HARDY-WEINBERG の平衡式に基づく期待値とよく一致しており、いずれのサンプルもそれぞれ単一のメンデル集団に由来するとみなされた。瀬戸川産は、*GPI-1* および *MPI* の

遺伝子頻度から海系であると判断された。また、各系統間の *Gpi-1* および *Mpi* 遺伝子座の遺伝子頻度には、すべての組み合わせについて有意差が認められた(Table-4)。つぎに、根井の公式により用いた各系統の遺伝的距離(D)を推定すると、海系-琵琶湖系間では 0.0357、海系-瀬戸川産間では 0.0021、琵琶湖系-瀬戸川産間では 0.0231 となり、琵琶湖系と他の2系統との距離は、海系-瀬戸川産間の距離に比較して著しく大きかった(Table-5)。集団内の遺伝変異保有量の尺度である多型的遺伝子座率、1遺伝子あたり対立遺伝子数、平均異型接合体率を Table-6 に示した。これらの指標のうち、多型的遺伝子座率は瀬戸川産でやや低い値が、平均ヘテロ接合体率(HO/He)では、海系でやや低い値がみられたほかは、既報の数値と大きな差はなく、本実験で用いた供試魚は、それぞれの系統を代表しているものと判断された。

Table-3. Allele frequencies of polymorphic loci in 3 strains.

Locus	Allele	Amphi	Land	Setogawa
<i>Gpi-1</i>	A	0.580	0.390	0.570
	C	0.420	0.610	0.430
<i>Mpi</i>	A	0.064		
	B	0.926	0.190	0.800
	C	0.011	0.810	0.200
<i>ME-1</i>	A	0.875	1.000	1.000
	B	0.094		
	C	0.031		
<i>6Pgd</i>	A		0.060	
	B	0.980	0.800	1.000
	X	0.020	0.140	

Table-4. χ^2 test of Allele frequencies of *Gpi-1* and *Mpi* among 3 strains.

	Amphi	Land	Setogawa
Amphi		**	
Land	**		*
Setogawa	*	**	

Upper: *GPI-1*, Lower: *MPI*

Table-5. Genetic distance among 3 strains.

	Amphi	Land	Setogawa
Amphi			
Land	0.0357		
Setogawa	0.0021	0.0231	

Table-6. Estimates of genetic variability in 3 strains.

Strains	Number of alleles per locus	Proportion of polymorphic loci
Amphi	1.350	0.190
Land	1.300	0.143
Setogawa	1.150	0.100

Table-7. Observed heterozygosity (Ho) and expected heterozygosity (He).

Strains	(Ho)	(He)	(Ho/He)
Amphi	0.040	0.045	0.897
Land	0.060	0.056	1.071
Setogawa	0.049	0.041	1.210

【考察】

アユ3系統の臨界最高温度試験において、瀬戸川産は、高温側では琵琶湖系より有意に強く、低温側では海系より有意に強い温度耐性を示した。

馴致温度に対する初期致死温度は、究極的には高・低温の両側で一致するとされており、この温度が最終致死温度と呼ばれている。Brett は、初期致死温度と最終致死温度によって囲まれる領域を、その魚種の温度耐忍領域とよび、その面積の違いによりサケ科魚類数種の温度耐性を比較している。そこで、本実験で得られた結果から、アユ3系統の温度耐忍領域を求めると、瀬戸川産で 543°C^2 、海系で 472°C^2 、琵琶湖系で 414°C^2 となり、瀬戸川産がもっとも広い温度耐性範囲を有していることが明らかとなった(Fig-2.)。

アイソザイム分析において、遺伝的変異性を示す各指標と温度耐性との関連は見出だせなかったが、用いた3系統の間には明らかな遺伝

子頻度の差が存在することから、本実験で認められた温度耐性の違いは遺伝的差異に起因する系統差であると考えられた。海系由来であるとみられる人工陸封型が海系に比べてより強い温度耐性を示したことは、海系アユが本来の生息環境と異なる環境に移植されたことにより、何らかの選択を受けた結果である可能性も考えられ興味深い。しかしながら、本研究に用いた系統は採捕後2代にわたって継代されていることから、継代による機会的遺伝的浮動の影響などについてさらに検討を要すると思われる。

3) 温度耐性に関する形質の遺伝率の推定

【目的】

異なる温度環境で、アユの初期生残にかかわる形質の遺伝率がどのように変化するかを知るために半兄弟群の分散分析法を用いて各水温における発眼率、孵化率および孵化日数についての狭義の遺伝率を推定する。

【材料および方法】

高知県西部の沿岸で採捕されたアユシラスを養成して得られた海系親魚の雄1尾に対し雌3尾と交配し、5組の半兄弟群を作出した。得られた受精卵を約100粒ずつ2組に分け、各家系ごとに6穴マルチプレート製のウェルにランダムな配置で附着させ、水温を 15°C 、 20°C および 23°C に調節した50リットルアクリル水槽3基に收容した。以後1日一回、各水温区よりマルチプレートを取り出して実体顕微鏡で観察し、発生段階の確認、死卵の

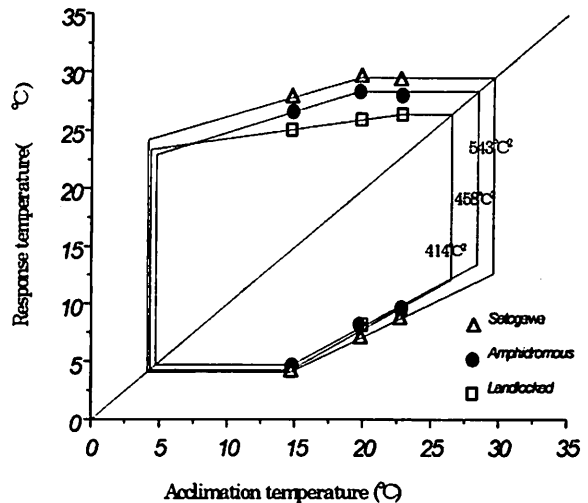


Fig-2.各系統の温度耐忍領域

計数および除去をおこなった。なお、水槽中のマルチプレートの配置は毎日ランダムに入れ替えをおこなった。卵の各発生段階の判定は、岩井(1989)に従った。計数は、各家系のすべての受精卵が孵化または死亡するまで継続し、各家系について各温度区における発眼率、孵化率、および孵化までに要した日数を求め、これらの数値を用いて、各形質の狭義の遺伝率を推定した。発眼率および孵化率の遺伝率の推定には、割合を逆正弦変換して級内員数が異なる半兄弟の場合の分散分析法を(Table-8)、また、孵化日数の遺伝率にはロットの繰り返しを伴う級内員数が異なる半兄弟の場合の分散分析法を用いた(Table-9)。

Table-8. Estimation of heritability for percentage of eyed eggs and hatchability.

Source of variation	d.f	Expected Mean Squares
Between sires	$s-1$	$E+2D+6S$
Between dams within sires	$d-s$	$E+2D$
Between progeny within dams	$n..-d$	E

S : Sire component D : Dam component E : Within-progeny component

Table-9. Estimation of heritability for hatching time.

Analysis of variance of lot means

Source of variation	d.f	Expected Mean Squares
Replicates	$r-1$	
Sires	$s-1$	$C+n_k E+n_1 D+n_2 S$
Dams	$d-s$	$C+n_k E+n_0 D$
Sire-Dam Crosses × replicates	$d-1$	$C+n_k E$

$n_k : (\sum 1/n) / d$, C : Environmental variance of lot means

Analysis of variance of individuals

Source of variation	d.f	
Between lots	$dr-1$	
Between full sibs within lots	$n..-dr-1$	E

$n..$: Total number of progeny

【結果】

各温度区間の発眼率、孵化率には、有意差は認められなかったが、発生速度は環境水温により大きく異なった。最も低温の15℃区では、受精の翌日からすでに他の2区に比べて1~2日の発生速度の差が生じ、その

差は日数が経過するにしたがって拡大する傾向を示した。15℃区の孵化開始は、20℃区に比べて5日、23℃区より6日遅れ、すべての孵化が終了するまでに8日を要したが、20℃区と23℃区の間ではその差はわずかであった。初期発生に関する形質における狭義の遺伝率(h^2S)は、いずれも環境温度が高くなるに従って低下する傾向が認められ、23℃では他の2温度区より著しく低い値を示した。一方、母性効果は、発眼率、孵化率では23℃で他の温度区よりかなり大きな値をとったが、孵化日数では逆に小さい値となった。

Table-10.環境水温と初期発生速度の関係

受精後 経過日数	環境水温			
	15℃	20℃	23℃	
1	E	F	FG	記号説明 E…囊胚期(前期) F…囊胚期(胚体)隆起 G…眼胞形成、体節分化 H…水晶体の分化、脳の発達 I…耳胞出現 J…発眼期 K…孵化前 L…孵化期 *複数記号の部分は、各発生段階が混在していたことを示す。
2	F	G	GH	
3	FG	H	I	
4	G	I	J	
5	H	J	K	
6	HI	K	L	
7	J	L		
8	K		孵化開始	
9	KL	孵化開始		
10	L			
11				
12				
13			孵化終了	
14	孵化開始			
15		孵化終了		
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22	孵化終了			

Table-11. Comparisons of heritability for % of eyed eggs, hatchability and hatching time by different WT(°C).

WT(°C)	% of eyed eggs		
	h^2s	h^2D	Maternal effect
15	0.224	0.375	0.038
20	0.148	0.249	0.025
23	0.054	0.954	0.225

Hatchability

WT(°C)	h ² s	h ² D	Maternal effect
15	0.181	0.375	0.049
20	0.146	0.297	0.038
23	-0.002	0.933	0.234

Hatching time

WT(°C)	h ² s	h ² D	Maternal effect
15	0.163	0.107	0.014
20	0.106	0.057	0.012
23	0.013	0.011	0.001

【考察】

魚類の初期生残にかかわる形質において、環境水温により遺伝率が変化する例はギンザケの孵化日数などでも知られており、発生適水温付近で高い遺伝率を示したことが報告されている。本実験でも同様の傾向が認められたことから、アユのこれらの形質には、環境水温が大きく影響することが示唆された。

15°C区の発生速度が20°C区および23°C区に比べて著しく遅く、20°C区と23°C区の発生速度にはあまり差がなかったにもかかわらず、23°C区の発眼率、孵化率および孵化日数の遺伝率は他の2区に比べて極端に低い値を示した。また、母性効果については、発眼率および孵化率で23°C区が他の2区に比べて極端に高い値を示した。これらのことから、初期生残にかかわる形質の発現は、発生至適水温である20°C付近より高温側では遺伝的要因よりはむしろ、親魚が成熟の過程で受けた環境要因に起因する卵質の差により大きく影響を受ける可能性があると考えられる。

また、一般に狭義の遺伝率が0.2以上あれば選抜効果が期待できるとされているが、アユの初期発生に関する形質では、遺伝率は今回検討したいずれの形質についても低く、選抜による効果は期待できないと考えられた。

4) 温度耐性選抜群の作出

海系F1および琵琶湖系F1について高・低水温選抜を実施し、次代を作出した。また、新たな選抜群の作出に用いるため、天然海系親魚より次代を作出した。

5) 引用文献

Becher, D. C., Genoway, R. G. (1979) *Env. Biol. Fish.* 4(3):245-256.

Brett, J. R. (1952) *J. Fish. Res. Bd. Can.* 9(6):265-323.

Brett, J. R. (1956) *Quart. Rev. Biol.* 31(2):75-87.

Fujio, Y., Nakajima, M., Nomura, G. (1995) *Fisheries Science.* 61(5):731-734.

Iwama, G. k., Pickering, A. D., Sumpter, J. P., Schreck, C. B. (1997) *Fish Stress and Health in Aquaculture.* 171-193. Cambridge Univ. Press.

- 中島・藤原・佐伯・藤尾(1992) 水産育種. 17:63-69.
- Pichering,A.D.(1981) Stress And Fish,pp209-245.London and NewYork:Academic Press.
- 佐藤(1980) 養殖研報. 1:21-28.
- 佐藤・森川(1982) 養殖研報. 3:21-30.
- 関・浅井・佐藤・谷口(1994)水産増殖. 42(3):459-463.
- 関・谷口(1988)水産育種. 13:39-44.
- 隆島・羽生(1989) 水族繁殖学. 195-204. 緑書房 東京.
- 谷口・関・稲田(1983) 日水誌. 49(11):1655-1663.
- 谷口・松本・小松・山中(1995) Nippon Suisan Gakkaishi. 61(5):717-726.
- 辻村・谷口(1995) Nippon Suisan Gakkaishi. 61(2):165-169.
- Tsuchida,S.(1995) J.Them.Biol. 20(1/2):35-41.
- 土田・瀬戸熊(1997) Nippon Suisan Gakkaishi. 63(3):317-325.
- 土田・田端・永井(1997) 東海大学紀要. 43:117-129.

アユカケ増養殖技術開発試験

西山 勝・岡部正也・佐伯 昭

アユカケ（標準和名カマキリ；*Cottus kazika*）は、全国的に生息数が減少していることから、希少種としてその保護、保存の取り組みが必要な魚である。一方では、本種は非常に美味であり、その希少性から地方によっては高額で取り引きされており、内水面における新たな養殖対象魚種としても期待される。

このため、本事業では、アユカケの資源保護および養殖への可能性を探るため、Ⅰ 種苗生産技術開発、Ⅱ 養殖技術開発、Ⅲ 河川調査を実施している。

Ⅰ 種苗生産技術開発試験

1 産卵期制御試験

【目的】 アユカケの採卵は、ほぼ毎日親魚（これまでは天然親魚が主体）を取り上げ排卵状況を確認し、排卵が確認された魚から搾出していた。この方法は親魚が少数の場合には対応できるが、今後養殖用として大量の生産をするには、一定の期間内にまとまった採卵を行えるようにする必要がある。

また、当センターでは完全循環濾過方式によって種苗生産を行っているため、種苗生産後期に水温が上昇し、減耗の一因となることが大きな問題であった。

これらのことから、種苗生産の効率化を図るため、本年度は電照処理による産卵期制御の効果を検討した。

【方法】 供試魚は、当センターで種苗生産、養成された1才魚である。試験開始まで50t水槽で養成し、7月5日以降本実験に入るまでは18:00～1:00の電照により長日処理を行った。10月8日、ポリエチレン製0.5t長方形水槽3基に雌雄20尾ずつを収容し試験を開始した。試験開始時の魚体測定結果を表Ⅰ-1-1に示した。1区は試験開始時から自然日長とした。他の試験区には、18W蛍光灯1基を設置し17:00～1:00の間電照を行った。その後、2区は11月8日に、3区は12月9日にそれぞれ自然日長に戻した。

飼育水は当初は淡水の流水とし、アレン処方人工海水により12月18日から塩分濃度12%、12月29日からは23%に調整し、循環濾過飼育を行った。循環濾過飼育時の水温は、サーモスタットとセラミックヒーターにより14℃前後に調節した。飼育槽内には、コンクリート

ブロック4ヶを井形に沈設しシェルターとした。給餌は、市販DP（サカモト製ハマチ用SDP2号）を、1回/日、魚体重の1.5%を目安に行った。

およそ1ヶ月ごとに魚体を測定した。

表Ⅰ-1-1 産卵期制御試験における試験開始時の魚体測定結果

	1区	2区	3区
♀ 全長(cm)	16.8±1.2*	16.8±1.5	16.2±1.3
♀ 体重(g)	76.6±17.5	80.5±22.1	71.5±18.3
♀ 肥満度	15.8±1.2	16.8±1.4	16.4±1.2
♂ 全長(cm)	17.3±1.0	17.7±1.3	16.8±1.2
♂ 体重(g)	87.7±16.7	97.2±19.7	80.1±20.1
♂ 肥満度	16.9±1.9	17.3±1.7	16.8±1.6

*平均値±標準偏差

表 I-1-2 1区の飼育結果

飼育期間		I期	II期	III期	IV期	V期
飼育水温	平均 (°C)	19.3	16.0	14.0	14.1	14.5
	標準偏差	0.6	2.2	0.1	0.3	1.0
	最高 (°C)	20.4	18.6	14.7	15.4	18.9
	最低 (°C)	17.2	7.0	13.7	13.8	13.7
飼育開始時	月日	10月8日	12月4日	1月9日	2月12日	3月9日
	尾数 (尾)	40	38	38	37	37
	魚体重 (g)	82.1	97.7	107.2	110.4	108.5
	総重量 (g)	3284.7	3712.2	4074.8	4086.0	4014.2
飼育終了時	月日	12月4日	1月9日	2月12日	3月9日	4月15日
	尾数 (尾)	38	38	37	37	30
	魚体重 (g)	97.7	107.2	110.4	108.5	100.7
	総重量 (g)	3712.2	4074.8	4086.0	4014.2	3022.4
飼育日数 (日)	57	36	34	25	37	
給餌日数 (日)	28	17	17	8	7	
生残率 (%)	95.0	100.0	97.4	100.0	81.1	
総給餌量 (g)	840	490	330	80	70	
日間給餌率 (%)	0.42	0.35	0.24	0.08	0.05	
日間成長率 (%)	0.30	0.26	0.09	-0.07	-0.20	
増肉係数	1.38	1.35	2.75	-1.11	-0.27	

表 I-1-3 2区の飼育結果

飼育期間		I期	II期	III期	IV期	V期
飼育水温	平均 (°C)	19.4	16.0	13.9	14.1	14.5
	標準偏差	0.5	2.2	0.1	0.3	1.0
	最高 (°C)	20.4	18.7	14.1	15.3	18.8
	最低 (°C)	17.7	7.3	13.8	13.8	13.6
飼育開始時	月日	10月8日	12月4日	1月9日	2月12日	3月9日
	尾数 (尾)	40	40	40	40	40
	魚体重 (g)	88.8	100.4	110.3	112.7	111.2
	総重量 (g)	3553.2	4014.9	4412.9	4509.6	4446.7
飼育終了時	月日	12月4日	1月9日	2月12日	3月9日	4月15日
	尾数 (尾)	40	40	40	40	39
	魚体重 (g)	100.4	110.3	112.7	111.2	110.0
	総重量 (g)	4014.9	4412.9	4509.6	4446.7	4290.8
飼育日数 (日)	57	36	34	25	37	
給餌日数 (日)	28	17	17	8	7	
生残率 (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	
総給餌量 (g)	840	490	330	80	70	
日間給餌率 (%)	0.39	0.32	0.22	0.07	0.04	
日間成長率 (%)	0.21	0.26	0.06	-0.06	-0.03	
増肉係数	1.82	1.23	3.41	-1.27	-1.55	

表 I-1-4 3区の飼育結果

飼育期間		I期	II期	III期	IV期	V期
飼育水温	平均 (°C)	19.4	16.1	14.0	14.1	14.5
	標準偏差	0.5	2.3	0.1	0.2	1.0
	最高 (°C)	20.4	18.7	14.3	15.1	19.1
	最低 (°C)	18.0	7.2	13.8	13.8	13.2
飼育開始時	月日	10月8日	12月4日	1月9日	2月12日	3月9日
	尾数 (尾)	40	39	39	39	39
	魚体重 (g)	75.8	90.4	98.4	99.5	97.8
	総重量 (g)	3031.2	3525.6	3839.0	3878.7	3815.0
飼育終了時	月日	12月4日	1月9日	2月12日	3月9日	4月15日
	尾数 (尾)	39	39	39	39	39
	魚体重 (g)	90.4	98.4	99.5	97.8	97.2
	総重量 (g)	3525.6	3839.0	3878.7	3815.0	3790.6
飼育日数 (日)	57	36	34	25	37	
給餌日数 (日)	28	17	17	8	7	
生残率 (%)	97.5	100.0	100.0	100.0	100.0	
総給餌量 (g)	840	490	330	80	70	
日間給餌率 (%)	0.45	0.37	0.25	0.08	0.05	
日間成長率 (%)	0.31	0.24	0.03	-0.07	-0.02	
増肉係数	1.45	1.56	8.31	-1.26	-2.87	

産卵期には2～3回/週の割合で全数を取り上げ、成熟状況を確認した。

【結果と考察】 各試験区の飼育結果を表 I-1-2～4 に、平均全長と肥満度の推移を図 I-1-1 にそれぞれ示した。供試尾数が少なく、生殖腺重量の測定が行えなかったため、肥満度によって成熟度を推定した。

試験開始時には各区での肥満度に差が見られるものの、雌の1区、2区では、自然日長に戻した日時の早い順に肥満度の上昇が認められた。3区については、3月から4月にやや上昇しただけであった。いずれの試験区も1月中旬頃から摂餌が不活発になった。3区では、自然日長に戻すのが遅すぎ、体重の減少により生殖腺重量の増加が相殺されたものと考えられる。1区の肥満度は4月15日に極端に低下した。これは、自然産卵にいたった魚が数尾いたのと、すでに卵の吸収が始まっていたためである。

一方、雄では、各試験区ともに1月以降肥満度が下降した。これは、上記のように摂餌が不活発になり、瘦化が進んだためである。

実際の採卵は、3月15日と19日に1区の親魚のみを用いて行った。1区では、それ以前に、3月9日の魚体測定時に自然産卵済みの個体が1尾のみ確認され、また、3月25日以降に飼育槽内で自然産卵に至った雌が散見された。その他の試験区では、3月末時点でも産卵は確認されなかった。雄については、瘦せていたものの精子の運動性や受精率などは良好であった。

以上の結果、採卵実験は十分なものではなかったが、ほぼ自然日長に戻した日時の早い順に肥満度が上昇したことから、電照処理による産卵期制御の可能性は示唆された。なお、こ

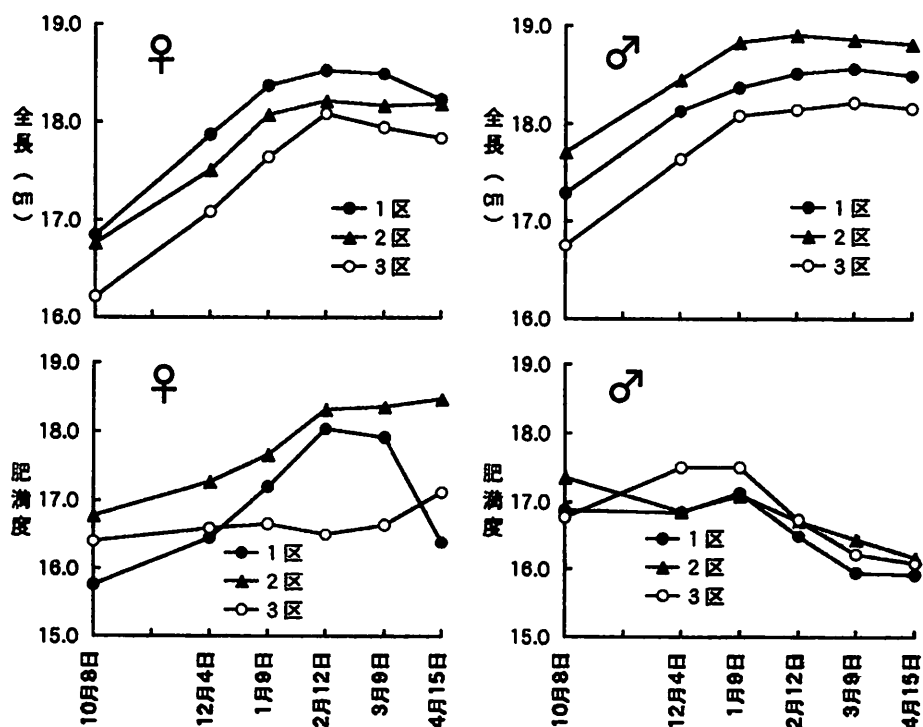


図 I-1-1 産卵期制御試験における平均全長と肥満度の推移

れまでの天然採捕魚による採卵の経験から、1区の雌は2月頃にはすでに排卵直前の状態にまでなっていたが、そこからスムーズな排卵、産卵にまでは至らなかった。今後は、電照処理方法と併せて、排卵の誘起条件を検討する必要がある。

2 種苗生産試験

(1) 天然親魚と継代養成親魚との採卵比較

【方法】 従来の天然親魚に頼った採卵では、親魚の採捕状況が種苗生産の制限要因になりかねない。特に、養殖種苗の供給を視野に入れると、継代養成親魚による大量採卵が重要である。そこで、供試魚として、奈半利川で採捕した天然親魚と、当センターで種苗生産、養成した1才魚、当才魚を用い、採卵結果を比較した。

採卵、媒精、卵管理法等は、基本的にはこれまでの方法に準じて行った。従来、当センターでの受精法は、ポリプロピレン製容器に卵を搾出後、精子懸濁液を加えて媒精するいわゆる乾導法であった。今年度の後半には、搾出した卵をサランロックに薄く塗布し人工海水中に浸漬後、精子懸濁液を加える湿導法を試みた。

【結果と考察】 各親魚からの採卵状況を表I-2-1~3に示した。天然魚からの採卵時期は、おおむね例年通り2月上旬から3月上旬であった。また、養成1才魚から得られた卵の受精率は、天然親魚のそれと大きな差は見られなかった。しかし、産卵開始時期およびピークの時期は天然魚よりも1ヶ月程度遅れ、採卵に至った親魚数も養成親魚数に見合うものではなかった。催熟、排卵誘起の条件を検討することが必要と考えられた。一方、当才魚からの採卵は、低調であった。これは、本種の本格的な産卵が1才魚以降であることを示唆するものではないかと思われた。

卵管理槽の水温は $14.6 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ で維持した。この水温では7~8日目頃に発眼が確認されるが、今年度は、発眼直前にほとんどの卵が死亡し発眼率が著しく低下した事例が多かった。この原因は、水中ポンプによる循環水のシャワーが強すぎ、発生した微細な気泡が常に卵に接触していたことから、振動により卵に悪影響を与えていたことであった。2月下旬にシャ

表I-2-1 天然親魚からの採卵状況

採卵日	2月2日	2月5日	2月7日	2月9日	2月12日	2月15日	2月19日	2月20日	2月27日	3月3日	
採卵方法	搾出	搾出	搾出	搾出	自然産卵	搾出	搾出	搾出	自然産卵	搾出	
雌親魚 個体識別No.	100107B	ND1*	91224B	91224B	91224A	ND2*	91224A	ND1	ND1	ND1	
全長 (cm)	20.9	20.3	16.8	16.8	22.2	20.3	22.5	20.3	20.2	20.0	
産卵前の体重 (g)	171.8	121.7	75.3	75.3	242.4	122.6	225.9	113.8	99.5	117.3	
卵重量 (g)	38.3	21.8	9.3	6.2	18.1	23.9	35.9	14.3	3.7	18.5	
1gあたりの卵数 (粒/g)	620	532	未計数	560	562	430	480	383	未計数	457	
総卵数 (粒)	23,746	11,608		3,472	10,172	10,277	17,232	5,476		8,455	
雄親魚 全長 (cm)	19.5	2/2の	同左	同左	17.8	2/9の	19.7	2/15の	不明	19.7	
体重 (g)	133.9	搾出保存した			85.7	搾出保存した	135.4	搾出保存した		108.0	
精巢搾出の有無	有	有			有	有	有	有		有	
使用精巢重量 (g)	0.4	0.4	0.3	0.1	0.2	1.2	0.6	0.4		0.3	
受精率 (%)	83.1	30.7	41.0	0.0	0.0	85.3	84.6	87.7		100.0	
発眼率 (%)	46.6	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	61.5	37.7		91.6	
推定ふ化率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		82.8	
推定ふ化尾数 (尾)	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	7,000	
取得した池No.									29	11	
備考	廃棄	廃棄	廃棄	廃棄 死亡魚から搾出	廃棄 うち4.4gは自然産卵前に搾出	廃棄	廃棄 みは2/2に使用した魚を再切開	廃棄	シムラ-内に産卵 ふ化後廃棄		7/7の卵は8割以上が発眼

*平成8年度以前の採捕魚

表 I-2-2 1才魚からの採卵状況

採卵日	採卵方法	2月23日	2月28日	3月1日	3月8日	3月10日	3月11日	3月13日					
		擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出
雌親魚	飼育水槽	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501
	全長 (cm)	14.3	18.2	14.7	18.4	12.8	17.1	16.0	14.6	15.1	19.8	18.0	21.7
	産卵前の体重 (g)	51.1	114.8	66.7	113.3	35.7	98.9	84.1	56.7	75.9	118.5	101.4	194.0
	卵重量 (g)	12.5	18.5	10.4	13.7	6.7	14.2	18.4	11.5	17.0	17.8	16.3	46.0
	1gあたりの卵数 (粒/g)	506	600	515	670	420	446	550	480	580	457	545	555
	総卵数 (粒)	6,325	11,100	5,356	9,179	2,814	6,342	10,120	5,520	9,860	8,135	8,884	25,530
雄親魚	全長 (cm)	18.7	18.7	16.3	17.8	16.5	15.7	17.8			18.5		
	体重 (g)	96.3	117.8	73.0	87.3	66.5	58.3	91.0	同左	同左	103.0	同左	同左
	精巣摘出の有無	有	有	有	有	有	有	有			有		
	使用精巣重量 (g)	0.5	0.6	0.7	1.1	1.3	0.7	0.3	0.5	0.7	0.7	0.8	2.4
受精率 (%)		14.7	91.9	84.3	95.0	58.3	82.8	91.3	90.7	98.2	31.3	28.7	36.3
発眼率 (%)		0.0	67.0	14.7	60.5	14.3	10.4	67.9	73.0	72.6	35.0	6.8	30.0
推定ふ化率 (%)		0.0	9.0	0.0	3.3	0.0	0.0		35.2	35.5	0.0	0.0	0.0
推定ふ化尾数 (尾)		0	1000	0	300	0	0		5500	3500	0	0	0
収容した池No.			30		28				13		28		
備考		廃棄	湿導法	湿導法 廃棄	湿導法	湿導法 廃棄	湿導法 廃棄	湿導法	湿導法	湿導法	湿導法 廃棄	湿導法 排卵が 不十分	湿導法 排卵が 不十分

(続き)

採卵日	採卵方法	3月15日		3月17日		3月18日	3月19日
		擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出
雌親魚	飼育水槽	501	51	501	501	501	51
	全長 (cm)	16.5	19.7	14.5	17.3	14.5	18.2
	産卵前の体重 (g)	85.5	152.0	62.1	100.0	55.9	108.2
	卵重量 (g)	16.3	26.8	11.8	23.4	12.7	22.6
	1gあたりの卵数 (粒/g)	478	443	500	333	370	503
	総卵数 (粒)	7,791	11,872	5,900	7,799	4,699	11,375
雄親魚	全長 (cm)	17.4	17.4	15.8		3/17の	18.6
	体重 (g)	75.9	79.0	67.4	同左	摘出保存 したもの	103.0
	精巣摘出の有無	有	有	有		有	
	使用精巣重量 (g)	0.6	1.3	0.7	1.2	0.9	0.7
受精率 (%)		94.1	88.6	14.1	95.9	95.5	95.8
発眼率 (%)		55.3	31.1	3.0	80.6	92.7	91.7
推定ふ化率 (%)		36.6	15.6	0.0		54.8	73.0
推定ふ化尾数 (尾)		2850	1850	0		6850	8300
収容した池No.		29			新2-3		
備考		湿導法	湿導法	湿導法 廃棄 排卵が 不十分	湿導法	湿導法	湿導法

表 I-2-3 当才魚からの採卵状況

採卵日	採卵方法	1月29日									2月23日						3月4日					
		擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出	擲出		
雌親魚	全長 (cm)	10.1	8.2	7.6	7.0	7.2	7.6	6.4	9.2	9.3	10.5	10.0	9.9	9.8	9.4	9.2	9.0	9.5	10.2	10.1	9.1	9.4
	産卵前の体重 (g)	18.8	8.0	7.2	5.1	5.8	7.2	8.0	12.7	12.4	18.9	16.0	16.4	17.2	14.3	15.6	11.8	11.5	18.8	16.5	12.6	12.5
	卵重量 (g)	3.7	1.7	1.6	0.8	1.2	1.3	0.3	3.1	2.6	0.4	0.1	1.8	3.7	0.6	3.3	2.1	0.2	3.3	2.9	2.7	1.3
	1gあたりの卵数 (粒/g)	600		695				622						560							655	
	総卵数 (粒)	3,240		3,405				3,732						6,832							7,335	
雄親魚	全長 (cm)	10.2		10.1				10.8						11.7							11.1	
	体重 (g)	16.2		16.6				21.0						27.9							21.2	
	精巣摘出の有無	有		有				有						有							有	
	使用精巣重量 (g)	0.1		0.3				0.4						0.2							0.4	
受精率 (%)		58.8		61.1				60.1						12.4							13.0	
発眼率 (%)		56.1		58.6				55.9						0.0							0.0	
推定ふ化率 (%)		0.0		0.0				0.0						0.0							0.0	
推定ふ化尾数 (尾)		0.0		0.0				0.0						0.0							0.0	
収容した池No.																						
備考		廃棄		廃棄				廃棄						廃棄							廃棄	
														サランロック上では、一部かたまって発眼								

ワーの水流を弱めたところ、それ以降の卵管理ではほぼ例年並の発眼率を示した。

また、湿導法については、同一事例での比較実験を行っていないので明確には言えないが、従来の方法と遜色があるとは思えなかった。省力化の観点からも、サランロックに塗布することの是非を含めて、検討の余地があると思われる。

(2) 種苗生産

【方法】 種苗生産方法は、基本的にはこれまでの方法に準じて行った。当センターでは従来、ワムシーアルテミア配合飼料の餌料系列で生産を行っていたが、今年度はアルテミアは用いず、市販強化剤で二次強化したワムシと、配合飼料を用いて生産を行った。

【結果と考察】 種苗生産結果を表 I-2-4 に、環境等の飼育経過を図 I-2-1~7 にそれぞれ示した。

No.11, 12 は 5 月 18 日 (63, 62 日目)、No.13 は 5 月 21 日 (54 日目) 頃、新 2-3 も 5 月 21 日 (49 日目) 頃に淡水馴致を終了したが、その後、大量死亡が続いた。取り上げ、魚体測定を行わなかったため、正確にはわからないが、唯一体重測定を行った No.11 でもこの時点で平均魚体重が 0.34g であり、このときの平均全長は 25~30 mm 前後であったと考えられる。過去の結果から淡水馴致可能サイズは全長 25 mm 以上であり、馴致は 1 週間程度をかけて徐々に行っていた。しかし、今年度は馴致可能サイズを若干上回る程度であり、しかも急激な馴致を行ったことが大量死亡の主原因であろうと推察される。

No.28~30 についても、5 月 21 日 (54~65 日目) に淡水馴致を終了し、計量後ひとつの水槽にまとめて淡水飼育を行ったが、その後大量死亡がみられた。これも馴致終了時の平均魚体重が 0.16~0.19g と非常に小さく、淡水飼育への移行が早すぎたことに起因していると思われる。

淡水馴致を急いだのは、過去の結果から、気温の上昇期まで循環濾過飼育を継続すると、

表 I-2-4 種苗生産結果

水槽No.	11	12	13	28	29	30	新2-3
容量 (t)	1.0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.2	2.0
形状	長方形	長方形	長方形	円形	円形	円形	長方形
飼育方式	循環濾過	循環濾過	循環濾過	循環濾過	循環濾過	循環濾過	循環濾過
使用用水	2/3濃度人工海水	2/3濃度人工海水	2/3濃度人工海水	2/3濃度人工海水	2/3濃度人工海水	2/3濃度人工海水	2/3濃度人工海水
親魚の由来	天然親魚	天然親魚	養成1才魚	養成1才魚	養成1才魚	養成1才魚	養成1才魚
採卵日	2月27日	3月3日	3月13日	3月8, 13日	3月15日	2月28日	3月17, 18, 19日
飼育開始日	3月16日	3月17日	3月28日	3月28日	3月28日	3月16日	4月3日
飼育終了日	7月5日	7月5日	6月16日	5月21日	5月21日	5月21日	7月6日
飼育日数	112	111	81	55	55	67	95
推定ふ化尾数	7,000	4,000	5,500	3,800	4,700	1,000	15,150
取り上げ時 尾数	138	-	500	1,881	782	1,114	1,542
生存率 (%)	2.0	-	9.1	49.5	16.6	111.4	10.2
終了時の 平均体長 (mm)	-	-	-	-	-	-	-
平均体重 (g)	-	-	-	0.16	0.18	0.19	0.22
ワムシ 期間 (ふ化後日数)	0~39	1~43	1~39	1~39	2~39	0~39	2~39
日数	40	43	39	39	38	40	38
総投餌量 (百万個体)	686.0	789.0	770.0	419.5	421.0	215.0	1524.5
日間投餌量 (万個体/日)	1715.0	1834.9	1974.4	1075.6	1107.9	537.5	4011.8
配合飼料 期間 (ふ化後日数)	7~	13~	7~	7~	7~	7~	10~
総投餌量 (g)	2258.7	1865.5	1317.1	323.1	323.1	400.0	1697.4
備考	淡水馴致後、5月21日に2t FRP水槽に移動 その後大量死亡したため6月16日にNo.11に戻し海水循環濾過飼育へ						

水温が上昇し大量死亡を招くことが予想されたためである。、今年度は、種苗生産の開始時期が非常に遅く、高水温時期までに淡水馴致可能なサイズに達していなかった。今後、計画的かつ安定的に種苗生産を行うためには、親魚養成、催熟、排卵誘起などの条件を再検討し、適切な時期に採卵を可能にする技術の開発が必要である。

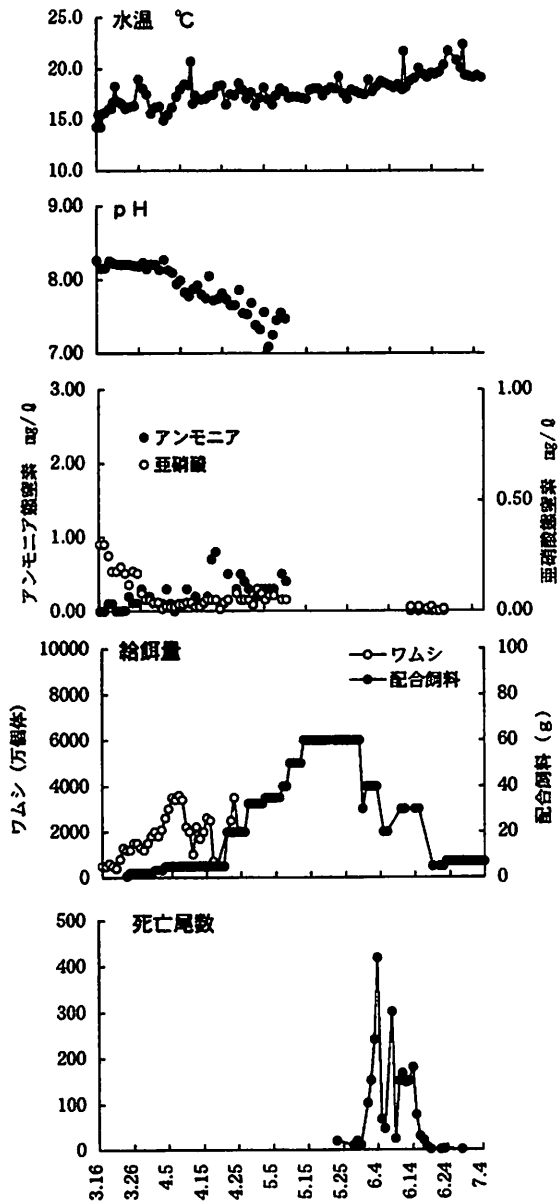


図 I-2-1 No.11水槽の飼育経過

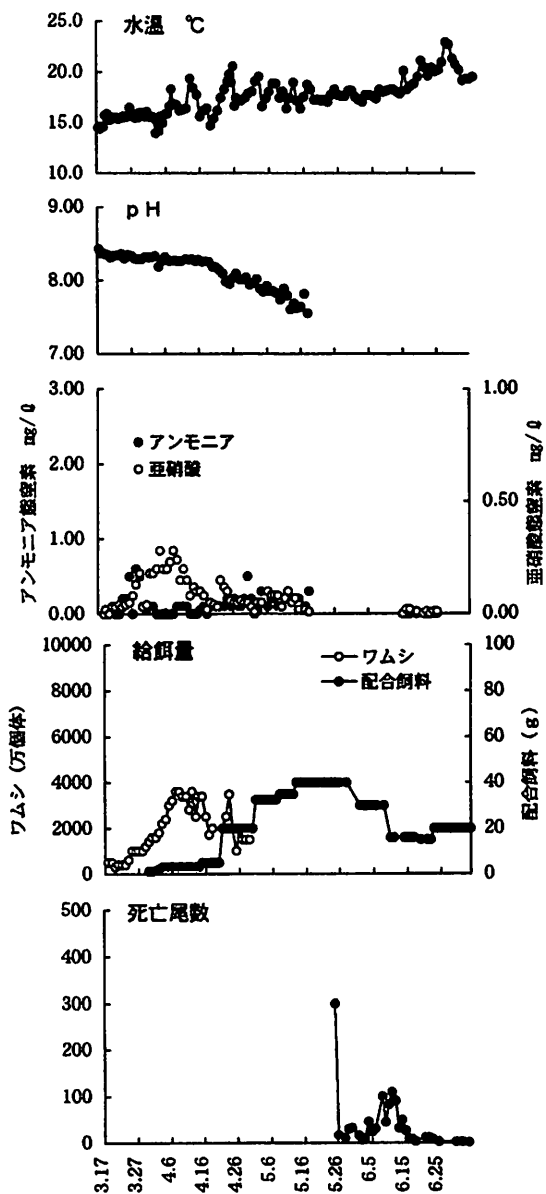


図 I-2-2 No.12水槽の飼育経過

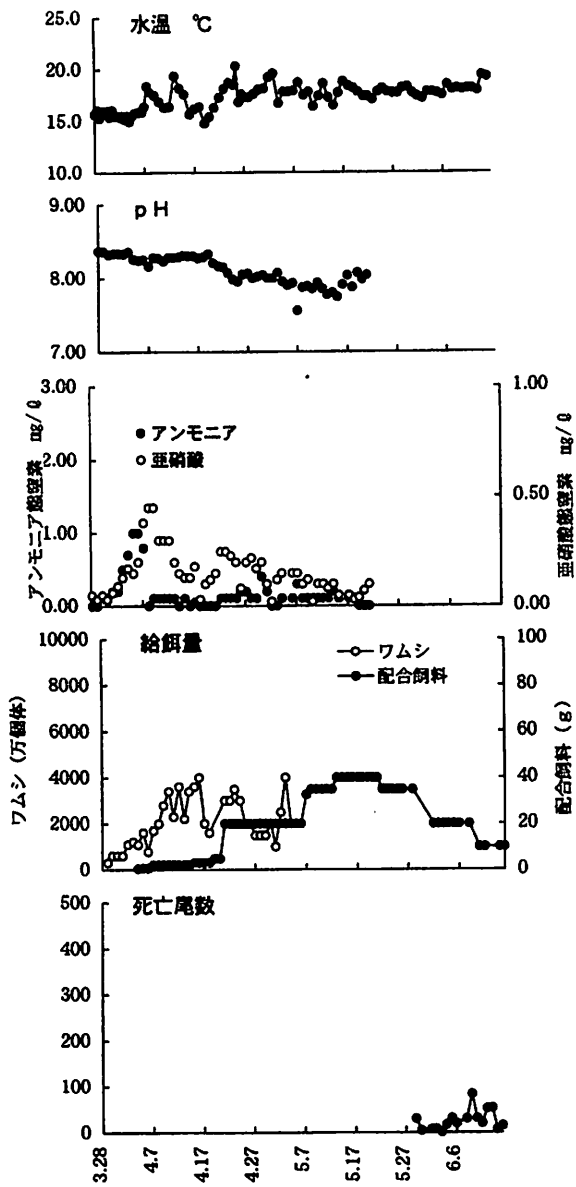


図 I-2-3 No.13水槽の飼育経過

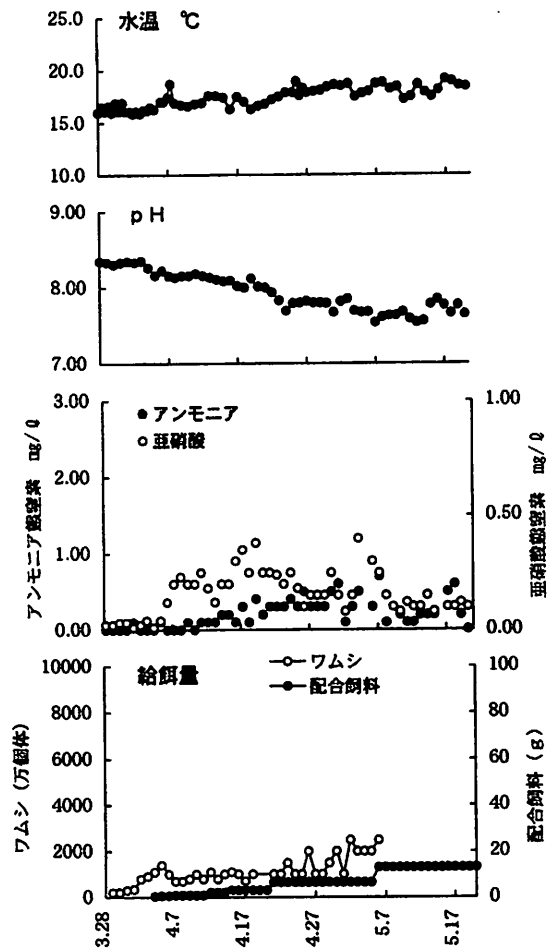


図 I-2-4 No.28水槽の飼育経過

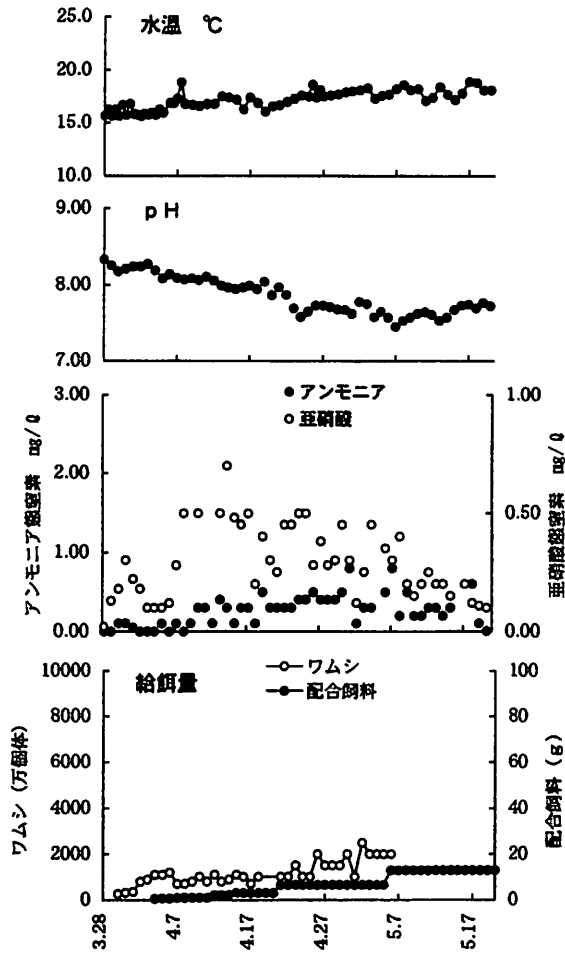


図 I-2-5 No.29水槽の飼育経過

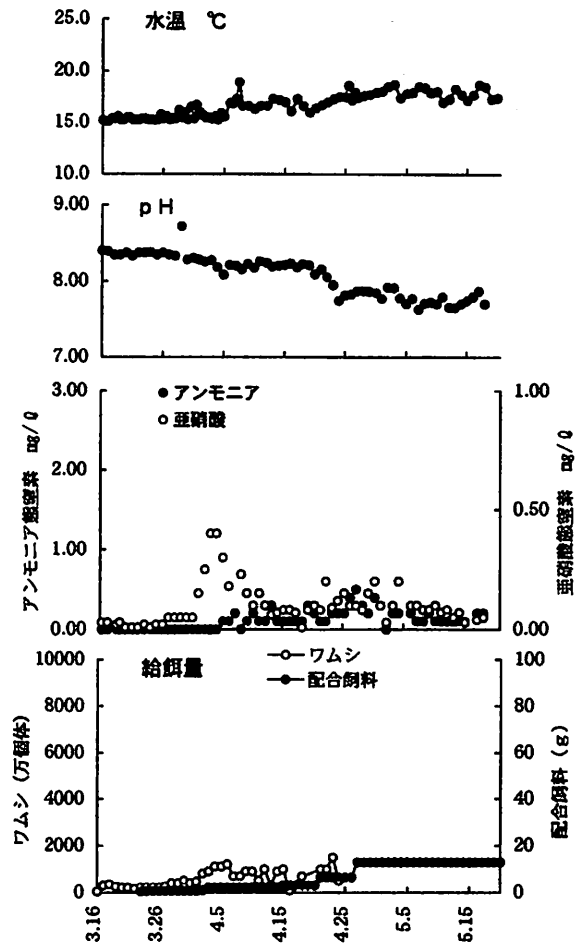


図 I-2-6 No.30水槽の飼育経過

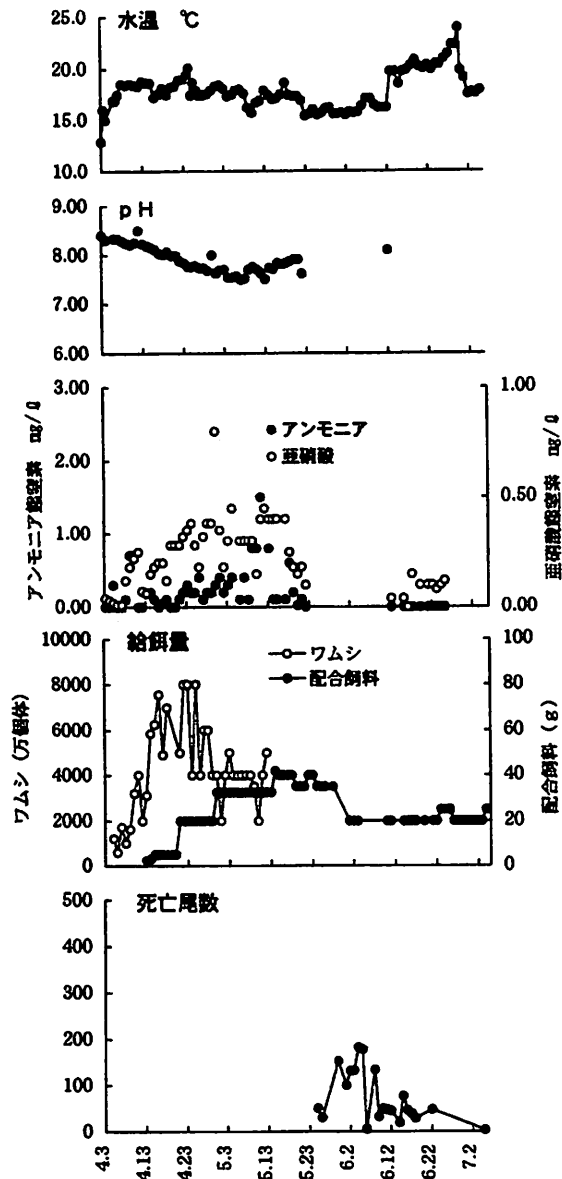


図 I-2-7 新2-3水槽の飼育経過

II 養殖技術開発試験

1 配合飼料比較試験

【目的】 当センターでは、従来、ウナギ用配合飼料をベースにした練餌を使用してアユカケを養成していたが、これには多大な労力を要していた。そのため、昨年度に配合飼料による養成試験が行われたが、練餌を混合して試験飼料としていたため、試験魚が練餌だけを選択して摂餌したことや、供試魚の由来や試験前の養成飼料が異なっていたことなどから、効果が判然としなかった。そこで、配合飼料を中心とした餌料系列の確立を目的として、再び比較飼育試験を行った。

(1) 第1回試験

【方法】 供試魚は、天然親魚から生産した当才魚である。各 50 尾ずつを肥満度をそろえて選び出し、ポリエチレン製 200 l 円形タンク 4 基に収容した。飼育水は当センターが取水している河川伏流水を使用した流水とし、試験水槽間で換水率に差異が生じないように努めた。試験に供した 4 種類の飼料（市販品）の主成分は、表 II-1-1 に示すとおりである。粗蛋白および糖質：4.0cal/g、粗脂肪：9.0cal/g を乗じて各飼料の 1 kg あたりの熱量を算出し、最も熱量の高い飼料の給餌率を魚体重の 4% として、各飼料の投与時の熱量が等しくなるように各試験区の給餌量を

決定した。給餌は、毎日 9 時と 16 時の 2 回行った。

得られた結果は、Scheffé の平均値の多重比較検定により、各試験区間の肥満度の平均値の有意差を判定した。

表 II-1-1 試験飼料（第 1 回試験）

試験飼料	A	B	C	D
粗蛋白(%)	51.6	52.0	51.9	51.3
粗脂肪(%)	5.6	8.0	14.9	12.6
糖質(%)	22.6	9.0	8.0	15.5
熱量(kcal/kg)	3,472	3,160	3,737	3,806

【結果と考察】 試験期間中の水温は 16.7~17.7℃ で推移した。試験開始時および終了時の魚体測定結果を表 II-1-2 に、肥満度の検定結果を表 II-1-3 にそれぞれ示した。

試験終了時には、アユ用配合飼料 2 種（A、B）と海産稚魚用配合飼料 2 種（C、D）の間で有意差が認められた（ $P < 0.01$ ）。残餌の回収は行わなかったが、特に A 飼料では常に残餌がある状態であった。A 飼料以外の試験区では、水底や換水筒に粉末状の残餌が若干認められたことから、摂餌の際に飼料の碎片が鰓蓋から噴出され、そのほとんどが流失したも

表 II-1-2 配合飼料比較試験結果（第 1 回試験）

試験飼料	A	B	C	D
試験開始時	平成9年6月3日			
年月日				
尾数(尾)	50	50	50	50
全長(mm)	47.8±2.2*	46.8±2.4	46.7±2.7	46.4±2.3
体重(g)	1.53±0.20	1.43±0.22	1.43±0.23	1.41±0.23
肥満度	14.0±0.7	13.9±0.8	13.9±1.0	14.0±0.7
試験終了時	平成9年6月20日			
年月日				
尾数(尾)	50	49	50	50
全長(mm)	48.8±2.3	47.7±2.5	49.4±2.7	49.0±2.5
体重(g)	1.38±0.20	1.28±0.20	1.52±0.22	1.52±0.25
肥満度	11.8±0.8	11.8±0.9	12.5±0.9	12.8±0.7

* 平均値±標準偏差

のと考えられた。

これらのことは、低カロリー飼料は高カロリー飼料よりも当然給餌量が多くなっていることも一因ではあろうが、主には飼料に対する嗜好性を示したものであると考えられる。したがって、アユカケの養成飼料としては海産肉食魚用の飼料が適していることが示唆された。なお、今後は、成長段階や飼育環境に応じた最適給餌率を求めることが必要である。

表Ⅱ-1-3 検定結果 (第1回試験)

試験飼料	A	B	C	D
A				
B	-			
C	※※	※※		
D	※※	※※	-	

※※ P<0.01

(2) 第2回試験

【方法】 表Ⅱ-1-4 に示した2種の飼料を用いて再度比較試験を行った。供試魚は、天然親魚から採卵し当センターで種苗生産した当才魚である。各50尾ずつを体長、体重、肥満度をそろえて選び出し、ポリエチレン製200l円形タンク4基に収容した。給餌は1回/日、16時に行った。その他の試験方法は、第1回試験と同様に行った。得られた結果は、t検定により有意差を判定した。

表Ⅱ-1-4 試験飼料 (第2回試験)

商品名	D	E
粗蛋白(%)	51.3	48.6
粗脂肪(%)	12.6	14.1
糖質(%)	15.5	13.3
熱量(kcal/kg)	3,806	3,747

【結果と考察】 試験期間中の水温は19.1~20.7℃で推移した。試験開始時および終了時の魚体測定結果を表Ⅱ-1-5 に示した。検定の結果、体長に差は見られなかったが、体重と肥満度に有意差が認められた (P<0.01)。給餌率は、初日は2%で行ったが、残餌があまりにも多かったため、2日目からは1%とした。それにも関わらず、D飼料では常に残餌が

認められたことから、摂餌量の差がそのまま生長結果となったと考えられる。

なお、試験に用いた飼料は市販品で、各飼料にはビタミン類等がそれぞれ異なる割合で添加されており、これらの効果がどのように影響したのかは不明である。今後、専用飼料の開発も視野に入れ、アユカケの栄養要求、嗜好性などを明らかにする必要がある。

表Ⅱ-1-5 配合飼料比較試験結果 (第2回試験)

商品名	D	E
試験開始時	平成9年7月29日	
年月日	平成9年7月29日	
尾数(尾)	50	50
体長(mm)	58.9±4.6	59.1±5.2*
体重(g)	2.82±0.64	2.84±0.71
肥満度	13.6±1.0	13.6±1.0
試験終了時	平成9年8月15日	
年月日	平成9年8月15日	
尾数(尾)	50	50
体長(mm)	60.3±4.7	61.6±5.7
体重(g)	2.64±0.63	3.11±0.87
肥満度	11.9±0.8	13.0±1.7

*平均値±標準偏差

2 水温別飼育試験

【目的】 アユカケの飼育適温を求めるため昨年度に実施した水温別飼育試験では、23℃以上は不適であろうとの結論を得た。しかしながら、昨年度の試験では、水温設定が全体に高すぎたため、より低温域でのデータを得る必要があると考え、本年度はさらに設定水温の範

囲を広げて、再度水温別飼育試験を実施した。

(1) 第1回試験

【方法】 供試魚は、天然親魚から採卵し当センターで種苗生産した当才魚である。各 25 尾ずつを体長、体重、肥満度をそろえて選び出し、50 l アクリル水槽 (60×30×36 cm) 5 基に収容した。各水槽は、半循環濾過方式とし、ウォータークーラーに接続した冷却管およびサーモスタットに接続したセラミックヒーターによって水温を調整した。飼育水温はデータロガーにより 30 分間隔でモニターし、冷却水量などの調整により水温変化を最小限に抑えた。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素を毎日測定し、飼育環境を確認した。給餌は、市販 E P (日清おとひめ 3 号) を使用し、16 時頃に行った。

供試魚は、同一飼料により一貫して養成し、飼料に馴化させたが、アユカケは人影等に敏感に反応し摂餌しなくなることがあるため、常に残餌がでる程度の量を一度に投与し、投餌量から残餌を除いて摂餌量を推定した。給餌の翌朝 9 時頃にサイフォンにより残餌を回収し、濾紙で水切り後、80℃のオーブンで 24 時間乾燥、計量し、予備実験で得られた図 II-2-1 の換算式により残餌量を算出した。

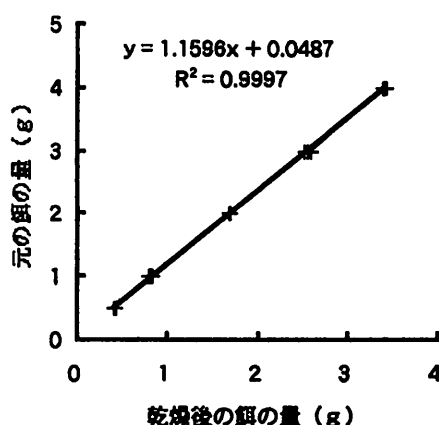


図 II-2-1 予備実験の結果

【結果と考察】 試験期間中の各設定水温は、一定に維持された。アンモニア態窒素は 0.0 ~ 0.2 mg/l、亜硝酸態窒素は 0.00 ~ 0.04 mg/l と、アユカケの生育に問題となる数値は認められなかった。

飼育試験の結果を表 II-2-1 および図 II-2-2 に示した。日間摂餌率は 14 ~ 20℃までが 1.25 ~ 1.60% であるが、22℃では 3.27% と非常に大きな値となった。18℃における日間成長率、飼料効率が 1.30%、80.9% と最も高い値となった。それより低い水温では日間成長率は 0.92

表 II-2-1 水温別飼育試験結果 (第1回試験)

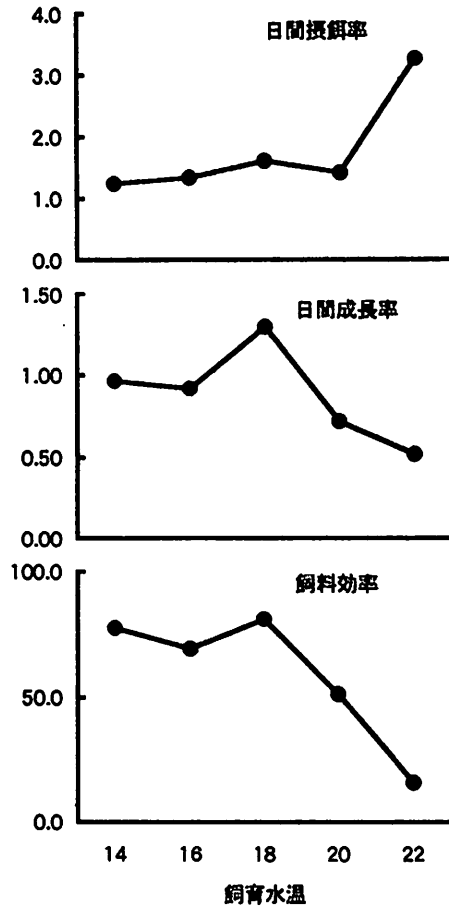
設定水温(℃)	14	16	18	20	22
飼育水温(℃)	14.11±0.87*	15.76±0.21	17.92±0.12	19.98±0.13	22.00±0.10
試験開始時	平成9年10月14日				
年月日					
尾数(尾)	25	25	25	25	25
全長(mm)	67.9±4.1*	68.3±3.5	67.1±4.8	68.7±4.1	68.1±3.8
体重(g)	4.20±0.55	4.44±0.68	4.23±0.89	4.54±0.79	4.41±0.74
肥満度	13.4±1.3	13.8±0.5	13.8±0.5	13.9±0.6	13.8±0.6
試験終了時	平成9年11月14日				
年月日					
尾数(尾)	25	25	25	25	25
全長(mm)	72.1±4.2	73.7±4.4	74.1±7.0	73.7±4.9	71.2±4.0
体重(g)	5.24±0.99	5.50±0.98	5.71±1.76	5.36±1.11	4.96±0.98
肥満度	13.8±0.8	13.6±0.6	13.6±1.1	13.2±0.8	13.6±1.5
開始時総魚体重(g)	104.92	111.00	105.78	113.46	110.16
終了時総魚体重(g)	131.10	137.38	142.80	133.90	124.02
総摂餌量(g)	34.00	38.19	45.77	40.03	88.08
給餌日数(日)	23	23	23	23	23
日間摂餌率(%)	1.25	1.34	1.60	1.41	3.27
日間成長率(%)	0.96	0.92	1.30	0.72	0.51
飼料効率(%)	76.99	69.08	80.88	51.07	15.74

*平均値±標準偏差

～0.96%と低下したが、飼料効率は 69.1～77.0%とそれほどの低下は見られなかった。20℃では、日間成長率、飼料効率がやや低下し、22℃では極端な低下が見られた。

試験中の目視観察では、水温が高い試験区ほど活発に活動しており、特に 22℃で最も活発な動きが観察された。このことは、飼育水温の高低が餌の同化率に大きく影響し、20℃以上では、活動エネルギー転換率が成長に対する利用効率を上回っていることを示すものであろう。

これらのことから、アユカケの成長適水温は 18℃前後にあることが示唆された。また、飼料効率を考慮すると、養成適水温は 18℃以下であるといえるだろう。引き続き 14℃以下の試験設定が必要であると考えられたため、以下の第 2 回試験を行った。



(2) 第 2 回試験

【方法】 供試魚は、天然親魚から採卵し当センターで種苗生産した当才魚である。各 25 尾

ずつを体長、体重、肥満度をそろえて選び出した。試験方法は、第 1 回試験と同様に行った。

【結果と考察】 試験期間中の各設定水温は、一定に維持された。アンモニア態窒素は 0.0～0.2 mg/l、亜硝酸態窒素は 0.00～0.02 mg/l と、アユカケの生育に問題となる数値は認

図 II-2-2 水温別飼育試験結果 (第 1 回試験)

表 II-2-2 水温別飼育試験結果 (第 2 回試験)

設定水温(°C)	10	12	14	16	18
飼育水温(°C)	9.80±0.28*	11.55±0.14	13.83±0.10	15.70±0.20	17.95±0.12
試験開始時	平成9年12月25日				
年月日					
尾数(尾)	25	25	25	25	25
全長(mm)	85.1±2.7*	85.4±3.6	85.1±3.7	85.2±3.4	85.3±3.4
体重(g)	9.00±0.92	9.04±1.09	9.08±1.21	9.01±1.11	9.08±1.18
肥満度	14.6±0.8	14.5±0.5	14.7±0.8	14.5±0.7	14.6±0.8
試験終了時	平成10年2月1日				
年月日					
尾数(尾)	25	25	25	25	25
全長(mm)	84.8±2.9	85.3±3.7	84.6±3.8	85.5±3.32	85.9±3.2
体重(g)	8.93±1.05	9.28±1.49	8.68±1.41	8.97±1.28	9.18±1.43
肥満度	14.6±0.8	14.8±1.0	14.3±1.5	14.3±1.5	14.4±1.7
開始時総魚体重(g)	224.40	225.98	227.04	225.34	226.92
終了時総魚体重(g)	223.28	232.04	217.06	224.22	229.58
総摂餌量(g)	40.72	47.10	46.24	49.73	59.89
給餌日数(日)	28	28	28	28	28
日間摂餌率(%)	0.65	0.73	0.74	0.79	0.94
日間成長率(%)	-0.02	0.09	-0.16	-0.02	0.04
飼料効率(%)	-2.8	12.9	-21.6	-2.3	4.4

*平均値±標準偏差

められなかった。

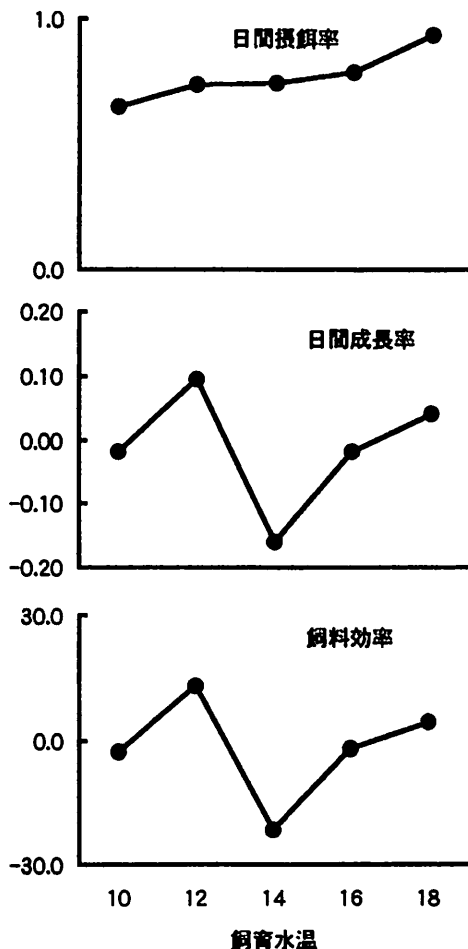
飼育試験の結果を表Ⅱ-2-2、図Ⅱ-2-3 に示した。日間摂餌率は、高水温になるほど緩やかに上昇したが、日間成長率、飼料効率には明確な傾向は見られず、マイナスとなった試験区もあった。

表Ⅱ-2-3 試験終了時の雌の産卵状況

設定水温(℃)	10	12	14	16	18
雌の尾数	15	8	13	12	16
既産卵雌の尾数	0	1	3	6	9
割合(%)	0.0	12.5	23.1	50.0	56.3

本試験中のアユカケはすでに産卵期に入っており、試験開始と同時に 18L の長日処理を行ったが、試験終了時には相当数の雌が排卵済みとなっていた(表Ⅱ-2-3)。試験終了時に各試験区の未産卵の雌 5 尾ずつの生殖腺重量を測定したが、有意差は認められなかった。また、水温が高くなるほど既産卵個体が多かったことは、温度が成熟促進の一要因となる可能性を示唆するものとして興味深い。

本試験は、第 1 回試験の結果を受けて 10～18℃での適水温を探るために行ったが、以上のことから目的の知見は得られなかった。したがって、今後このような実験を行う際には、成熟の影響のない時期を選定する必要があると思われる。



図Ⅱ-2-3 水温別飼育試験結果(第2回試験)

3 当才魚成熟抑制試験

【目的】 アユカケは、ふ化後満 1 年で成熟するが、その際に正常に排卵にいたらなかった場合は大きく減耗し、たとえ正常に排卵した場合でもこの時期に成長が著しく鈍化する。したがって、養殖事業化のためには、成熟自体を抑制する技術の開発が必要である。そこで、本年度は、電照処理による成熟抑制の効果について検討した。

【方法】 供試魚は、天然親魚から採卵し当センターで種苗生産した当才魚である。10 月 7 日、あらかじめ同一水槽で飼育していた魚群を二分し、FRP 製 2 t 楕円形水槽 2 基に 498 尾ずつ収容した。飼育水は全期間を通じて淡水の流水とした。水深は中央の最深部で 30 cm 程度とし、通気はエアーストーンにより行った。シェルターとして、100 mm のステンレスポルトを足とした 60 cm×45 cm のスレートパネル 1 枚を沈設した。給餌は、市販 EP (日清お

とひめ) を魚体重の 1.5% を目安に、自動給餌器を使用して 1 回/日行った。

成熟を抑制する条件として、18W 蛍光灯 1 基を水面上 50 cm に設置し、試験開始当初から 17:00~1:00 の間照射した。対照区は自然日長とした。

月に 1 度、各区 30 尾ずつの体長、体重を測定し、さらに雌雄 10 尾ずつの生殖腺重量を測定した。

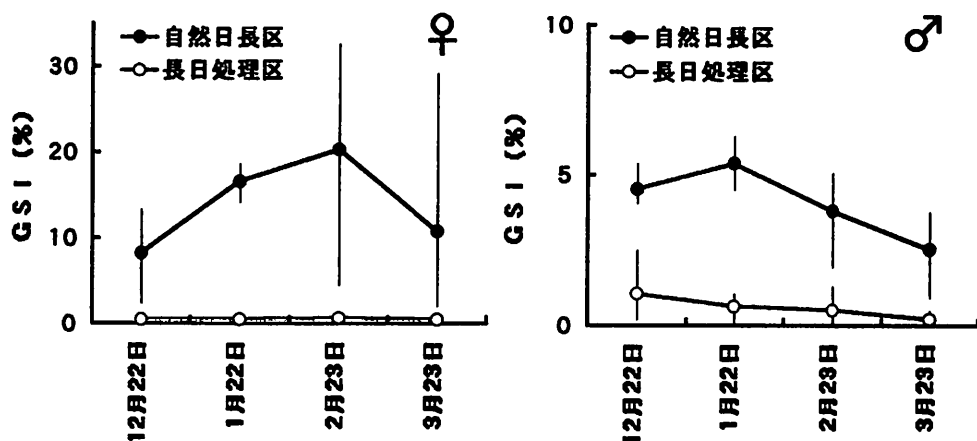
【結果と考察】 各試験区の飼育結果を表 II-3-1、2 に、G S I の推移を図 II-3-1 に、生残率の推移を図 II-3-2 に示した。電照処理区では G S I の上昇は全く認められず、3 月 23 日時点の生残率も 98.8% となった。一方、自然日長区では G S I が上昇し、2 月下旬頃か

表 II-3-1 自然日長区の飼育結果

試験期間		I 期	II 期	III 期	IV 期
飼育水温	平均 (°C)	18.8	16.9	16.1	15.7
	標準偏差	1.1	0.5	0.5	0.5
	最高 (°C)	21.2	18.0	17.4	16.7
	最低 (°C)	13.5	15.8	15.1	14.9
飼育開始時	月日	10月7日	12月22日	1月22日	2月23日
	尾数 (尾)	498	456	434	390
	魚体重 (g)	8.1	11.4	13.9	16.0
	総重量 (g)	4018.4	5210.6	6033.8	6225.2
飼育終了時	月日	12月22日	1月22日	2月23日	3月23日
	尾数 (尾)	476	454	410	376
	魚体重 (g)	11.4	13.9	16.0	14.1
	総重量 (g)	5439.1	6311.8	6544.4	5287.6
飼育日数 (日)	76	31	32	28	
給餌日数 (日)	56	21	18	9	
生残率 (%)	95.6	99.6	94.5	96.4	
総給餌量 (g)	2,000	1,230	1,260	570	
日間給餌率 (%)	0.56	0.69	0.63	0.35	
日間成長率 (%)	0.45	0.63	0.43	-0.45	
増肉係数	1.22	1.09	1.45	-0.78	

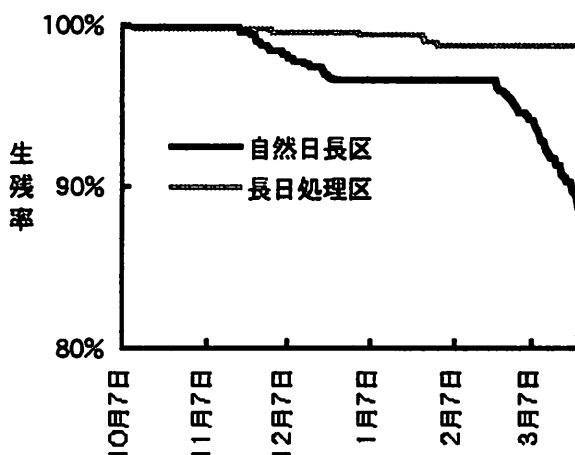
表 II-3-2 長日処理区の飼育結果

試験期間		I 期	II 期	III 期	IV 期
飼育水温	平均 (°C)	18.7	17.0	16.2	15.8
	標準偏差	1.3	0.5	0.4	0.4
	最高 (°C)	20.9	18.0	17.4	16.6
	最低 (°C)	11.8	15.2	14.8	15.0
飼育開始時	月日	10月7日	12月22日	1月22日	2月23日
	尾数 (尾)	498	465	437	420
	魚体重 (g)	8.1	14.0	16.2	21.5
	総重量 (g)	4018.4	6507.5	7097.2	9010.7
飼育終了時	月日	12月22日	1月22日	2月23日	3月23日
	尾数 (尾)	485	457	442	409
	魚体重 (g)	14.0	16.2	21.5	24.5
	総重量 (g)	6787.4	7422.0	9482.7	10029.5
飼育日数 (日)	76	31	32	28	
給餌日数 (日)	57	21	25	18	
生残率 (%)	97.4	98.3	101.1	97.4	
総給餌量 (g)	2,035	1,230	2,120	1,600	
日間給餌率 (%)	0.50	0.57	0.80	0.60	
日間成長率 (%)	0.71	0.48	0.86	0.48	
増肉係数	0.70	1.19	0.93	1.26	



図Ⅱ-3-1 当才魚成熟抑制試験におけるG S I の推移

ら、ほとんどの死亡魚が雌となり、魚体測定時にも産卵済み個体が見られるようになった。自然産卵された卵塊の発見は数例にとどまったが、産卵された卵塊は速やかに他の個体に食べられたものと考えられた。3月23日時点での生残率は88.8%となり、例年に比べると高いものとなったが、電照処理区とは明らかな差が認められた。これらのことから、電照処理による成熟抑制が可能であることが明らかとなった。



図Ⅱ-3-2 当才魚成熟抑制試験における生残率の推移

死亡魚の症状としては、例年は、12

～1月は腹水の貯留、2月以降では過熟卵を持ったままの異常排卵と思われるものがほとんどであった。しかし、今年度はこのような症状は全く観察されず、淡水での養成であったにもかかわらず、すべてが自然産卵に至っていた。卵色についても、例年は淡黄色～白色であったが、今年度は赤色で天然親魚に近い色調であった。養成上、前年までとの相違点はいろいろあるが、飼料が異なることが最も大きい要因ではないかと思われる。これらのことを考え合わせると、例年の異常は栄養的な要因が大きかったのではないかと疑いがもたれる。そのため、養殖種苗を確保するための大量種苗生産には、親魚の養成飼料の検討が不可欠である。

4 大型水槽での養成試験

【目的】 これまで当センターでは数百l～数t程度の小規模な水槽でしかアユカケの養成を行っていなかった。そこで、今後の養殖事業化への展開のため、大型水槽での飼育試験を

表Ⅱ-4-1 大型水槽での養成試験結果

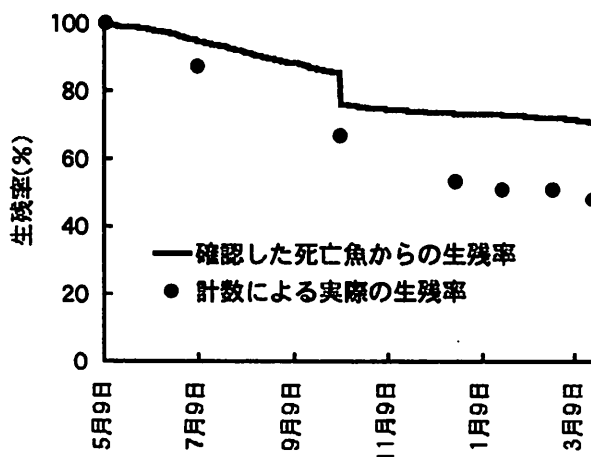
試験期区分		I期	II期	III期	IV期	V期	VI期
飼育水温	平均(℃)	15.4	18.9	18.9	16.1	14.9	12.7
	標準偏差	1.1	1.1	0.8	1.1	1.7	2.6
	最高(℃)	18.4	21.2	21.6	18.3	20.3	17.7
	最低(℃)	13.6	16.3	17.3	13.0	11.3	8.2
飼育開始時	月日	5月9日	7月8日	10月8日	12月22日	1月21日	2月23日
	尾数(尾)	1302	1138	869	697	662	664
	魚体重(g)	16.2	25.8	54.4	75.3	83.6	81.2
	総重量(g)	21,150	29,340	37,370	52,500	55,340	53,933
飼育終了時	月日	7月8日	10月8日	12月22日	1月21日	2月23日	3月20日
	尾数(尾)	1,138	869	697	662	664	625
	魚体重(g)	25.8	54.4	75.3	83.6	81.2	80.9
	総重量(g)	29,340	47,240	52,500	55,340	53,933	50,535
飼育日数(日)	60	92	75	30	33	25	
給餌日数(日)	46	65	58	30	11	2	
生残率(%)	87.4	76.4	80.2	95.0	100.3	94.1	
総給餌量(g)	11,750	27,450	23,915	6,400	2,400	400	
日間給餌率(%)	0.78	1.19	0.89	0.20	0.07	0.01	
日間成長率(%)	0.77	0.81	0.78	0.35	-0.09	-0.02	
増肉係数	1.01	0.96	0.91	1.14	-1.53	-1.69	

行い、養殖技術の確立に資することを目的とした。

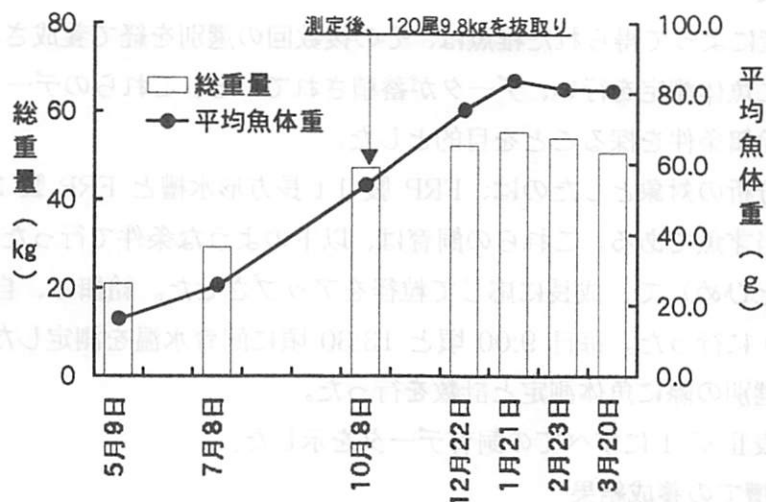
【方法】 供試魚は、平成8年度に当才魚へい死防止試験に用い越年した、人工生産養成1才魚である。5月9日に計量、計数のうえ、コンクリート製八角形50t屋外水槽に収容した。水深は、中央の魚取部で40cm、外周部で30cmとした。飼育槽内には、イジェクターを装備した400W水中ポンプを1台稼働させ、槽内に旋回流を起こし、加えてエアストーン曝気により溶存酸素の供給を行った。シェルターとして、100mmのステンレスポルトを足とした60cm×45cmのスレートパネル8枚を沈設した。飼育水は当初は淡水の流水とし、アレン処方人工海水により12月24日から塩分濃度11%、1月21日からは15~20%に調整し、循環濾過飼育を行った。水温の低下を防ぐため、投げ込み式の加温管に温水を通水し、さらに飼育水温の変動を最小限にするため、気温に応じて加温管の通水温の変更、停止などの調整を頻繁に行った。給餌は、市販DP(サカモトハマチ用SDP2号)を用い、1回/日行った。

また、採卵用親魚としても期待されたことから、40W蛍光灯2基を渡橋の下に設置し、7月5日から18:00~1:00の電照により長日処理を行い、10月8日に自然日長に戻した。

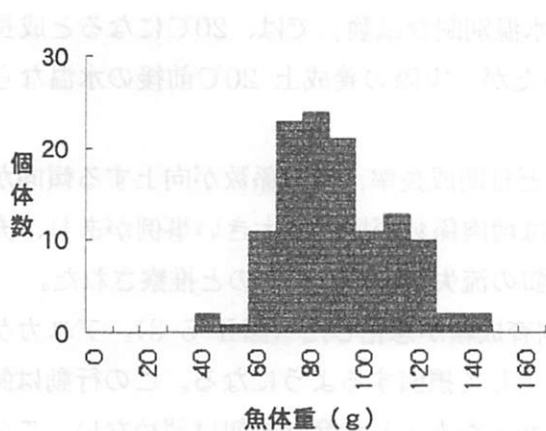
1~2ヶ月に一度、全数を取り上げ、総重量と尾数を計測した。産卵期には2~3回/週の割合で飼育槽内に浮かべた浅型容器にほぼ全数を取り上げ成熟状況の確認を行った。



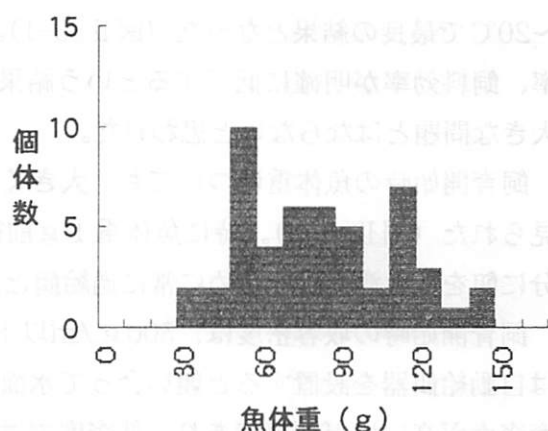
図Ⅱ-4-1 大型水槽養成試験における生残率の推移



図Ⅱ-4-2 大型水槽養成試験における総重量と平均魚体重の推移



図Ⅱ-4-3 10月8日、産卵期制御試験に供した魚の体重分布



図Ⅱ-4-4 12月20日の体重分布

【結果と考察】 飼育試験の結果を表Ⅱ-4-1 に示した。Ⅰ～Ⅲ期については、日間成長率 0.77～0.81%、増肉係数 0.91～1.01 と良好な値を示した。しかし、図Ⅱ-4-1 に示したように、確認した死亡魚数からの生残率と魚体測定時の計数による生残率には大きなずれがあった。実際に共食いをしている魚も確認できたことから、この差が共食いによるものであると推察され、日間成長率、増肉係数に影響することから、選別養成が重要である。Ⅳ期以降は成熟の進行に伴い、摂餌が低下し、日間成長率、増肉係数ともに著しく低下した。

総重量と平均魚体重の推移を図Ⅱ-4-2 に示した。10月8日の魚体測定後「Ⅱ 種苗生産技術開発試験 1 産卵期制御試験」に親魚として期待できそうな大きめの魚を 120 尾供試したため、総重量は減少している。その時の 120 尾についての魚体重の分布が図Ⅱ-4-3 である。また、本試験での 12月20日魚体測定時の魚体重の分布も図Ⅱ-4-4 に示した。アユカケの商品サイズは約 120g からであり、特に抱卵した雌は年末に高値で取り引きされる。これからすると、1才魚の秋から年末にかけて一部が出荷サイズに達する。

採卵状況については、「Ⅰ 種苗生産技術開発試験 2 種苗生産試験 (1) 採卵状況」に記した。

5 当才魚養成結果

【目的】 種苗生産によって得られた稚魚は、その後数回の選別を経て養成される。その間、およそ1ヶ月ごとに魚体測定を行い、データが蓄積されている。これらのデータを分析して、当才魚の主に最適給餌条件を探ることを目的とした。

【方法】 データ分析の対象としたのは、FRP製1t長方形水槽とFRP製2t楕円形水槽で飼育されていた当才魚である。これらの飼育は、以下のような条件で行った。使用飼料は、市販EP（日清おとひめ）で、成長に応じて粒径をアップさせた。給餌は、自動給餌器を用い、1回/日15:00に行った。毎日9:00頃と13:30頃に飼育水温を測定した。およそ1ヶ月ごと、あるいは選別の際に魚体測定と計数を行った。

【結果と考察】 表Ⅱ-5-1にすべての飼育データを示した。

(1) 1t長方形水槽での養成結果

各飼育条件と日間成長率、増肉係数の関係を図Ⅱ-5-1～4に示した。

1t長方形水槽では、飼育水温が高くなるほど日間成長率、増肉係数は向上し、およそ19～20℃で最良の結果となった（図Ⅱ-5-1）。「2水温別飼育試験」では、20℃になると成長率、飼料効率が明確に低下するという結果であったが、実際の養成上20℃前後の水温なら大きな問題とはならないと思われた。

飼育開始時の魚体重についても、大きくなるほど日間成長率、増肉係数が向上する傾向が見られた（図Ⅱ-5-2）。特に魚体重1g前後までは増肉係数が極端に大きい事例があり、十分に餌を行き渡らせるために常に過給餌となり、餌の流失が多かったものと推察された。

飼育開始時の収容密度は、500g/m³以下では飼育成績が悪化した（図Ⅱ-5-3）。アユカケは自動給餌器を設置すると競い合って水面まで浮上して摂餌するようになる。この行動は飼育密度が高いほど顕著であり、低密度では警戒心からかあまり活発な摂餌は望めない。この摂餌活性化の効果が500g/m³以上で発揮されるものと考えられた。また、500～1,000g/m³のデータがなかったが、1,200g/m³以上では再び悪化傾向が見られることから、これ以上では過密となり日間成長率の低下、増肉係数の増大を招いたと思われる。魚体重1.52～4.50gの供試魚を用いた平成7年度の試験では、100尾/m³以下の低密度よりも200～300尾/m³のほうが安定した飼育成績が得られることが報告されており、さらなる高密度飼育の確認が必要であると述べている。その時の安定した成績が得られた最高の密度は1,177g/m³であり、今回の結果とほぼ一致した。

日間給餌率との関係（図Ⅱ-5-4）では、日間給餌率がおおよそ1.0～1.5%で最良の結果となり、それ以上では悪化した。これ以下の給餌率でのデータはないが、増肉係数が1.0を切っていることから、最適な日間給餌率はおおむね1.0～1.5%と考えて良い。

(2) 2t楕円形水槽での養成結果

各飼育条件と日間成長率、増肉係数の関係を図Ⅱ-5-5～8に示した。

2t楕円形水槽でも、飼育水温が高くなるほど日間成長率は向上する傾向が見られた（図Ⅱ-5-5）。逆に、飼育開始時の魚体重が大きいほど、収容密度が高いほど、日間成長率は低下する傾向にあった（図Ⅱ-5-6、7）。日間給餌率は0.51～1.26%といずれも低かったが、

表Ⅱ-5-1 当才魚養成結果

試験水槽No.		11	11	11	11	12	12	12	12	12	13
水槽底面積 (㎡)		1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
飼育水温	平均 (℃)	17.8	19.4	20.1	20.2	17.0	18.3	19.3	20.1	20.1	19.3
	標準偏差	0.7	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6
	最高 (℃)	19.6	20.6	20.9	21.3	18.2	19.6	20.5	21.4	21.1	20.6
	最低 (℃)	16.7	18.0	19.6	19.2	15.9	17.5	17.9	19.5	19.1	17.9
飼育開始時	月日	6月6日	7月14日	8月13日	9月8日	5月27日	6月24日	7月14日	8月13日	9月8日	7月14日
	尾数 (尾)	682	648	461	517	3192	682	648	461	821	1238
	平均魚体重 (g)	0.71	0.85	1.20	1.47	1.01	0.94	1.13	1.84	2.51	2.02
	総重量 (g)	482.8	550.8	551.4	611.5	3,238.8	641.1	732.2	845.9	2,060.7	2,500.8
	収容密度 (g/㎡)	296.6	338.4	338.8	375.7	1,990.0	393.9	449.9	519.8	1,266.2	1,536.6
飼育終了時	月日	7月14日	8月13日	9月8日	10月14日	6月19日	7月14日	8月13日	9月8日	10月14日	8月13日
	尾数 (尾)	648	461	416	490	3167	648	461	416	814	1088
	平均魚体重 (g)	0.85	1.20	1.47	2.69	1.17	1.13	1.84	2.51	4.40	4.57
	総重量 (g)	550.8	551.4	611.5	1,318.1	3,705.4	732.2	845.9	1,044.2	3,581.6	4,972.2
	収容密度 (g/㎡)	338.4	338.8	375.7	809.9	2,276.7	449.9	519.8	641.6	2,200.7	3,055.1
飼育日数 (日)	38	30	26	36	23	20	30	26	36	30	
給餌日数 (日)	37	29	25	32	19	18	29	25	31	27	
生残率 (%)	95.0	71.1	90.2	94.8	99.2	95.0	71.1	90.2	99.1	87.9	
総給餌量 (g)	925.0	326.0	337.0	561.0	1,810.0	600.0	545.0	621.0	1,132.0	1,255.0	
日間給餌率 (%)	4.71	1.97	2.23	1.62	2.27	4.37	2.30	2.53	1.11	1.12	
日間成長率 (%)	0.48	1.16	0.79	2.20	0.62	0.92	1.65	1.20	1.52	2.65	
増肉係数	9.79	1.70	2.80	0.74	3.66	4.75	1.39	2.10	0.73	0.42	

(続き)

試験水槽No.		13	2tFRP2号	2tFRP1号	2tFRP2号	2tFRP2号	2tFRP2号	2tFRP2号	2tFRP2号
水槽底面積 (㎡)		1.63	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
飼育水温	平均 (℃)	20.1	20.1	20.4	20.3	18.7	17.0	16.2	15.8
	標準偏差	0.4	0.6	0.6	0.5	1.3	0.5	0.4	0.4
	最高 (℃)	21.4	21.0	22.0	21.6	20.9	18.0	17.4	16.6
	最低 (℃)	19.5	19.3	19.6	19.6	11.8	15.2	14.8	15.0
飼育開始時	月日	8月13日	8月13日	9月8日	9月8日	10月7日	12月22日	1月22日	2月23日
	尾数 (尾)	807	381	746	247	498	465	457	442
	平均魚体重 (g)	2.76	5.31	5.25	8.62	8.07	13.99	16.24	21.45
	総重量 (g)	2,226.5	2,022.7	3,916.5	2,129.1	4,018.4	6,507.5	7,422.0	9,482.7
	収容密度 (g/㎡)	1,368.1	859.7	1,664.5	904.9	1,707.8	2,765.7	3,154.3	4,030.1
飼育終了時	月日	9月8日	9月8日	10月7日	10月7日	12月22日	1月22日	2月23日	3月23日
	尾数 (尾)	793	375	746	247	465	457	442	409
	平均魚体重 (g)	4.86	7.36	6.36	13.24	13.99	16.24	21.45	24.52
	総重量 (g)	3,854.0	2,760.0	4,744.6	3,270.3	6,507.5	7,422.0	9,482.7	10,029.5
	収容密度 (g/㎡)	2,368.0	1,173.0	2,016.4	1,389.9	2,765.7	3,154.3	4,030.1	4,262.5
飼育日数 (日)	26	26	29	29	76	31	32	28	
給餌日数 (日)	23	22	21	22	57	21	25	18	
生残率 (%)	98.3	98.4	100.0	100.0	93.4	98.3	96.7	92.5	
総給餌量 (g)	980.0	785.0	1,095.0	710.0	2,035.0	1230.0	2120.0	1600.0	
日間給餌率 (%)	1.24	1.26	0.87	0.91	0.51	0.57	0.78	0.59	
日間成長率 (%)	2.13	1.25	0.66	1.46	0.71	0.48	0.87	0.48	
増肉係数	0.58	1.01	1.32	0.62	0.71	1.19	0.90	1.23	

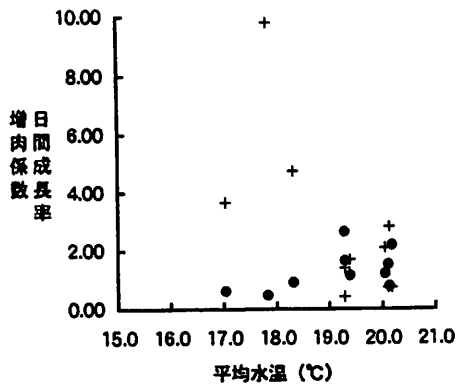


図 II-5-1 平均水温と日間成長率、増肉係数の関係

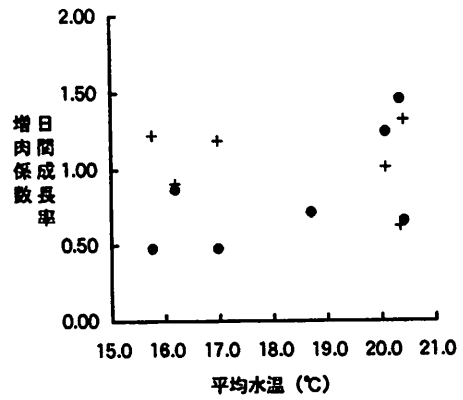


図 II-5-5 平均水温と日間成長率、増肉係数の関係

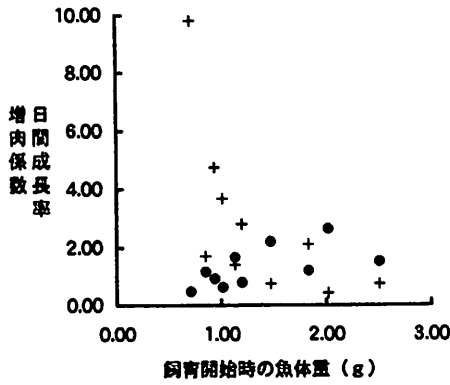


図 II-5-2 魚体重と日間成長率、増肉係数の関係

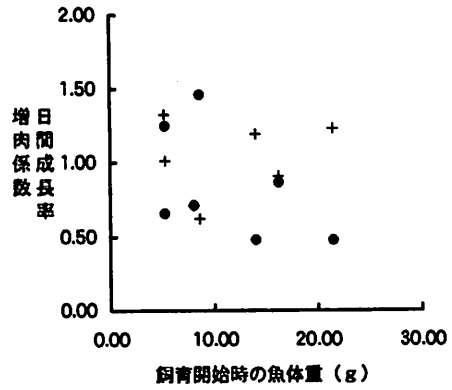


図 II-5-6 魚体重と日間成長率、増肉係数の関係

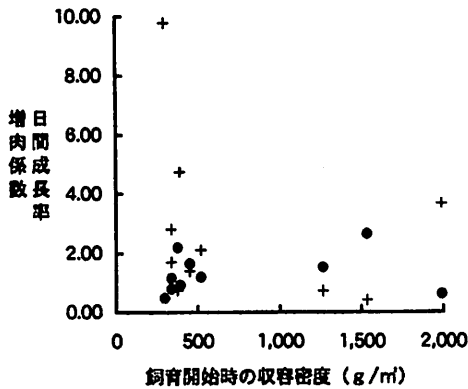


図 II-5-3 収容密度と日間成長率、増肉係数の関係

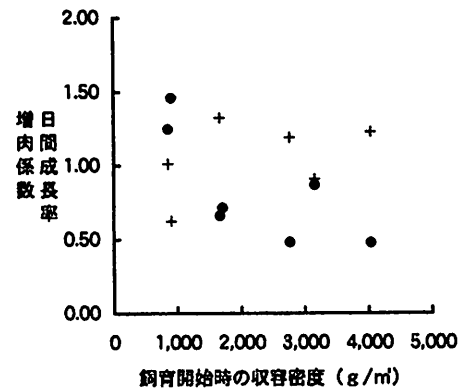


図 II-5-7 収容密度と日間成長率、増肉係数の関係

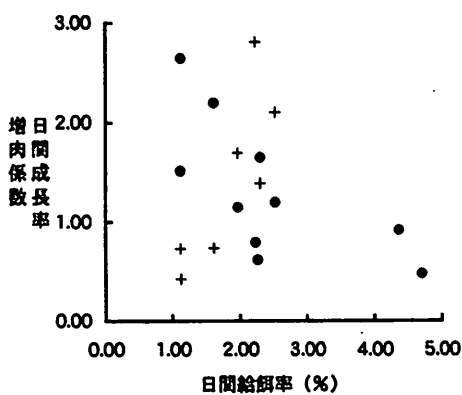


図 II-5-4 日間給餌率と日間成長率、増肉係数の関係

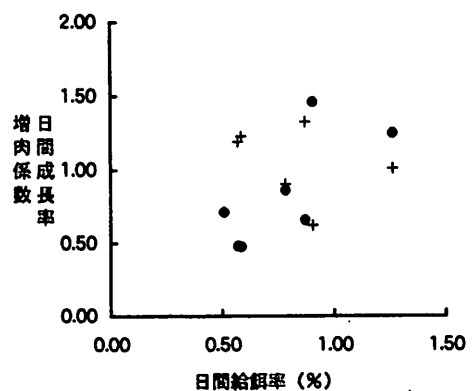


図 II-5-8 日間給餌率と日間成長率、増肉係数の関係

グラフ中、●が日間成長率、+が増肉係数

この範囲では高いほど日間成長率は向上した（図Ⅱ-5-8）。

増肉係数は 0.62～1.32 と非常に良好な結果を示し、それぞれの飼育条件による影響は明確には見られなかった。本水槽で飼育したのは 5 g 以上の魚であり、1 t 長方形水槽で飼育した魚よりも大きな魚であった。したがって、5 g 以上のサイズになれば、他の飼育条件の影響が小さくなり、安定した飼育成績が得られると考えられた。また、この水槽は、その形状から飼育水によどみがなく、また底面には中央の排水に向かって傾斜がついているため、糞の排出等がスムーズである。このような条件が好影響を及ぼしたとも考えられた。また、日間給餌率は最高でも 1.26% であったが、飼育期間中は常に残餌をチェックし、もしあればすぐに給餌量を調整あるいは休餌した。また、増肉係数が非常に良好であることから、これ以上の日間給餌率は実用上不要と考えられた。

Ⅲ 河川調査

1 採捕調査

【目的】 例年の調査対象河川としている奈半利川において、遡上状況の追跡を行った。また、採卵用親魚の確保も目的として、降河調査も行った。

【方法】 調査方法は、前年までの方法に準じて行った。採捕用具は、エビ手網を用い、降河親魚用にはカニ籠3ヶも使用した。調査定点は前年までと同様に、奈半利川河口部を St. 1、田野堰付近を St. 2 とした。

【結果と考察】 採捕状況については表Ⅲ-1-1 に示した。遡上のピーク時に調査することはできなかったが、遡上ピークは4月中旬以降から5月中旬くらいまでの間にあったと考えられた。しかし、ピーク時を外れた調査であったにしても、確認尾数は例年に比して少なかった。St. 2 における夏期の調査は充分に行えなかったが、例年であれば6月には当才魚の遡上が多数確認されるのに対し、今年度はごく少数しか確認されなかった。

冬期の降河調査においても、調査開始が12月末と例年より遅かったためか、親魚の採捕はきわめて低調に終わった。また、例年ならばカニ籠による漁獲も期待できるが、今年度は1尾も漁獲することはできなかった。

表Ⅲ-1-1 アユカケ採捕状況

調査日	St.1の採捕尾数			St.2の採捕尾数			水温		備考	
	0才魚	多年魚		0才魚	多年魚		St.1	St.2		
	天	右		天	右	左				
4月1日							14.9		ゴリ、アユ稚魚が若干河口にいる	
4月7日	3						15.1		河口導流堰横の潮だまりに多数、遡上ピークはこれから	
5月21日	8						16.3		遡上ピークは過ぎた模様	
7月3日	5	8				3				
7月24日				2		3			濁り	
12月24日			2				11.8			
1月7日			2				10.7			
1月12日			1				10.9			
1月20日							9.8			
1月26日										
2月2日										
2月9日							9.4		濁り	
2月16日							10.1		濁り	
計	16	8	5	0	0	2	0	6	0	0

天：天然魚、右：右腹鰭切除（人工種苗放流）、左：左腹鰭切除（平成7年度天然遡上魚標識再放流）

今年度は十分な調査を行えなかったが、平成7年度までの調査結果と比べると、平成8、9年度と年々、遡上稚魚、降河親魚ともに確認・採捕尾数は減少傾向にある。今後の資源動向に注意が必要であると思われた。

2 放流追跡調査

【目的】 アユカケの放流技術に関する知見を得る。

【方法】 供試魚は、平成9年2月に奈半利川産天然親魚から採卵し、当センターで種苗生産したアユカケ当才魚である。放流魚の魚体測定結果を表Ⅲ-2-1 に示した。放流尾数は3,147尾で、全数の右腹鰭を切除し標識とした。放流場所は、前年までと同じ奈半利川左岸の河口から約200mの地点である。

6月23日、1袋あたり400尾を目安にウナギ出荷用のビニール袋に酸素詰めし、大型ス

表Ⅲ-2-1 放流魚の魚体測定結果

	全長 (mm)	体重 (g)
平均	45.0	1.17
標準偏差	3.4	0.23
最大	52.5	1.76
最小	34.5	0.46

チロール容器 (60×70×110 cm) に収容して運搬した。一個ずつタオルで包んだ拳大の氷を袋の隙間に収容し、運搬中の水温上昇を防いだ。放流地点の水温は 18.4℃であった。

追跡調査は、「1 採捕調査」と同様に実施した。採捕魚については腹鰭切除の有無を確認した。

認した。

【結果と考察】 放流場所到着時の、放流魚を入れた袋内の水温は、現場河川の水温とほぼ同じであった。そのうえで十分に水温合わせを行ったため、放流時の魚の状態は良好であった。また、今年度の放流魚は、今までになく大型の魚であったため、他の魚に捕食される個体は見られなかった。

追跡調査の結果、再捕されたアユカケの内訳は表Ⅲ-1-1 の中に示した。放流魚は、放流直後の 7 月 3 日 (放流 10 日目) に St.1 で再捕された。再捕地点は、放流した左岸側ではなく、右岸側および堰堤直下の河川中央部であり、昨年度と同じ傾向であった。

放流魚を確認できたのはこの日までであり、それ以降の調査時には全く確認できなかった。天然遡上魚も、St.1 では 7 月 3 日の調査までしか確認できておらず、これは昨年度の結果と全く同じものとなった。

平成 8 年度以前の標識放流魚については、全く確認できなかった。

Ⅲ 資 料

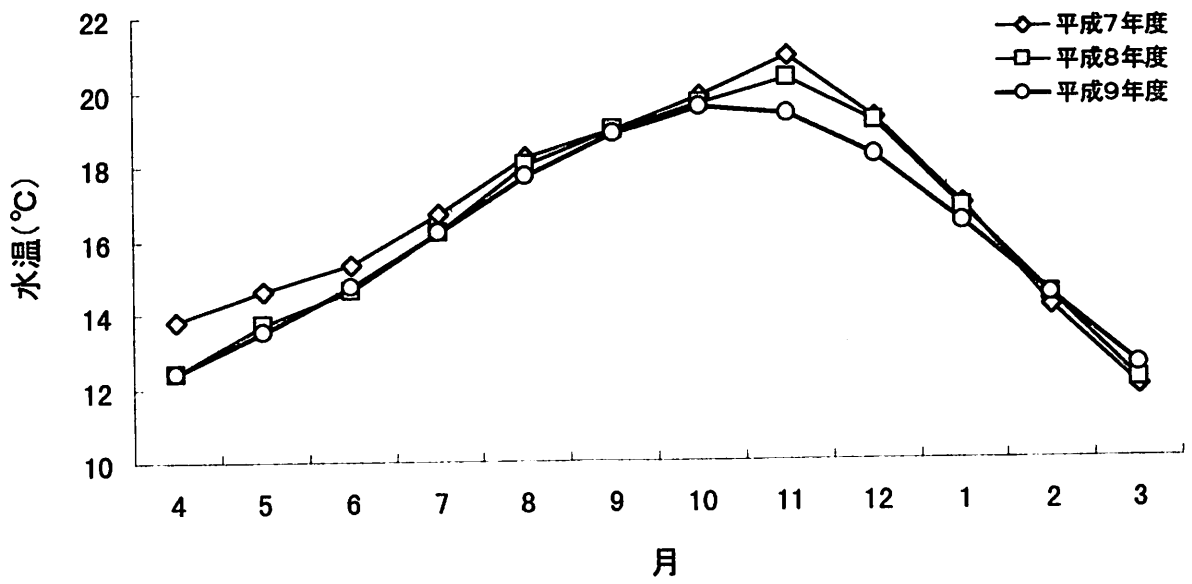
飼育用水の水溫一覽表（平成9年度）

平成9年度 飼育用水の水温一覧(高知県内水面漁業センター)

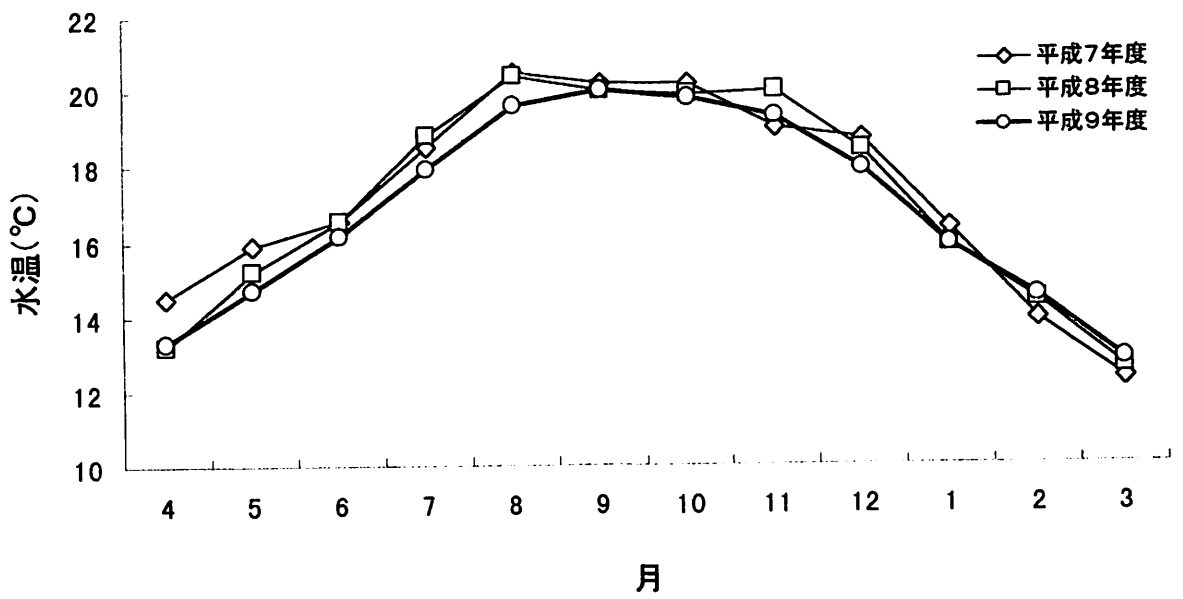
日	4月		5月		6月		7月		8月		9月	
	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水	原水	飼育水
1	11.4	12.5	13.2	14.7	14.2	15.7	15.3	17.2	17.1	19.2	18.3	20.1
2	11.5	11.9	13.2	14.0	14.2	14.8	15.4	16.2	17.0	19.0	18.3	20.3
3	11.5	12.0	13.2	14.2	14.2	14.7	15.4	18.0	17.2	19.4	18.3	19.8
4	11.7	12.2	13.3	15.2	14.3	15.5	15.6	17.7	17.2	19.2	18.3	20.0
5	11.7	12.5	13.4	15.1	14.3	16.0	15.5	17.9	17.2	18.6	18.3	20.0
6	11.7	12.2		18.6	14.3	15.4	15.6	17.8	17.3	18.6	18.5	19.4
7	11.7	12.7	13.3	14.9	14.4	16.1	15.7	16.9		21.7	18.5	19.6
8	11.9	12.8	13.4	14.5	14.3	15.2	15.8	16.7	17.4	20.0	18.7	19.7
9		14.9	13.3	14.6	14.5	16.1	15.8	16.9	17.3	19.2	18.7	20.3
10	12.0	13.1	13.4	14.7	14.5	16.2	15.8	17.0	17.5	19.6	18.7	20.1
11	12.2	13.1	13.4	14.6	14.4	14.9	15.9	17.2	17.5	19.4	18.7	20.1
12		16.7	13.5	15.0	14.5	15.6	15.9	17.2	17.6	18.9	18.7	20.2
13	12.2	13.4	13.4	14.0	14.6	16.3	16.1	17.6	17.5	19.5	18.8	19.8
14	12.3	13.1	13.4	14.1	14.6	16.2	16.1	18.0	17.7	20.0		
15	12.3	12.6	13.4	14.6	14.6	15.0	16.2	18.2	17.7	19.6	18.8	19.1
16	12.4	13.4	13.5	14.8		19.7	16.3	18.4	17.7	18.4	18.8	19.1
17	12.4	13.5	13.5	14.9	14.7	16.6	16.3	17.6	17.7	18.3	19.0	20.7
18	12.5	13.7	13.6	15.0	14.7	16.2	16.4	18.3	17.9	20.1	19.1	20.8
19	12.5	13.8	13.6	15.0	14.8	15.8	16.4	18.5	17.9	18.8	19.1	20.2
20	12.7	13.8	13.6	14.9	14.8	16.9	16.5	18.6	17.9	19.8		
21	12.7	12.9	13.6	14.6	14.8	17.1	16.5	18.0	18.0	19.9	19.2	20.2
22	12.8	14.0	13.7	14.9	14.8	15.6		21.1	18.0	19.7	19.1	19.5
23	12.8	14.0	13.8	15.2	14.9	16.6	16.6	18.6	18.1	20.2		
24	12.8	13.8	13.2	14.5	15.0	17.0	16.7	18.8	17.9	18.6	19.2	20.4
25	12.9	13.8	13.9	14.7	15.0	16.3	16.7	18.1	18.1	19.8	19.2	19.3
26	13.0	14.1	13.8	14.3	15.1	16.8			18.1	20.0	19.2	19.4
27	13.0	14.4	14.0	15.2	15.1	16.7	16.8	17.7	18.2	20.0		
28	13.1	14.3	14.0	15.3	15.1	16.5	16.8	18.4	18.2	19.9	19.2	19.9
29	13.1	14.4	14.0	14.4	15.3	17.1	16.9	18.9	18.3	19.7	19.0	20.1
30	13.1	13.6	14.0	14.8	15.3	17.3	17.0	18.8	18.1	19.8	19.3	20.1
31							17.0	19.1	18.3	20.2		
平均	12.4	13.3	13.5	14.7	14.7	16.1	16.2	17.9	17.7	19.6	18.8	20.0

平成9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	19.3	19.9	19.4	18.6	18.8	18.6	17.3	15.8	15.5	15.2	13.3	13.5
2	19.3	19.4	19.4	18.8	18.7	17.9	17.3	17.1	15.4	15.5	13.4	13.7
3	19.4	19.8	19.4	18.8	18.6	18.0	17.2	17.0	15.3	15.3		
4	19.4	19.3	19.4	19.5	18.6	18.5	17.1	17.3	15.3	14.9	13.4	13.7
5	19.3	19.5	19.5	19.5	18.7	18.6	17.0	16.3	15.2	15.1	13.2	12.8
6	19.4	20.2	19.4	19.3	18.7	18.7	17.0	15.7	15.1	15.1	13.3	13.6
7	19.4	20.1	19.4	19.4	18.6	18.5	16.9	15.2	15.0	14.7	13.2	13.3
8	19.4	19.9	19.3	18.8	18.6	18.7	16.8	16.1	14.9	14.7	13.1	13.4
9	19.4	19.9	19.4	19.3	18.6	18.1	16.8	16.6	14.9	14.9	13.1	13.6
10	19.3	19.2	19.4	19.5	18.5	18.1	16.6	15.2	14.8	14.8	13.0	12.8
11	19.4	19.9	19.4	19.6	18.5	18.0	16.6	16.1	14.7	14.9	12.9	13.0
12	19.3	18.7	19.3	19.6	18.4	18.1		16.0	14.8	15.2	12.8	13.0
13	19.4	19.8	19.4	19.7	18.4	18.0	16.5	17.0	14.7	15.2	12.6	12.9
14	19.4	19.7	19.3	19.5	18.4	18.3	16.3	16.9	14.7	15.2		12.9
15	19.4	19.8	19.3	19.2	18.3	18.3		16.7	14.4	14.5	12.4	12.6
16	19.4	19.9	19.6	19.7	18.3	18.2		15.7	14.3	14.4	12.3	12.6
17	19.5	19.8	19.4	19.4	18.3	17.9	16.2	16.2	14.2	14.1	12.3	12.7
18	19.4	18.9	19.4	19.0	18.2	18.1	16.2		14.1	14.2		
19	19.5	19.0	19.4	18.9	18.2	18.1	16.0	15.2	14.1	14.2	12.1	12.4
20	19.5	20.0	19.4	18.9	18.1	17.9	16.0	15.4	14.0	14.2	12.0	12.3
21	19.5	20.1	19.3	19.2	18.0	17.8		14.1	13.6	13.8	11.8	12.1
22			19.3	19.4	16.4		16.0	15.6	13.4	13.3	11.8	12.3
23	19.6	20.1	19.2	19.0	17.9	17.1	15.9	15.5	13.5	13.8	11.9	12.3
24	19.6	20.5	19.1	18.3	17.8	17.4	15.9	15.3			11.8	11.9
25	19.5	19.3	19.2	18.9	17.7	17.6	16.0	15.8	13.4	13.6	11.9	12.1
26	19.1	19.5	19.1	19.3	15.6		15.9	15.9	13.4	13.7	11.9	12.3
27	19.5	19.3	19.0	19.0	17.7	17.8	15.8	15.7	13.4	13.8	11.9	12.5
28	19.5	19.5	18.9	18.6	17.6	17.3	15.7	15.3	13.4	13.7	12.0	12.6
29	19.5	19.5	18.9	18.7	17.5	17.3	15.7	15.3				
30	19.5	19.5	18.9	18.7	17.4	17.2	15.7	15.6			12.1	12.8
31	19.5	19.1			17.4	16.0	15.6	15.5			12.1	12.9
平均	19.5	19.8	19.3	19.3	18.2	17.9	16.4	15.9	14.4	14.5	12.5	12.8



飼育原水の水溫變動



飼育用水の水溫變動

平成 9 年度
事業報告書
(第 8 卷)

平成 11 年 3 月 発行

編集発行 高知県内水面漁業センター
土佐山田町高川原 687-4
電話 (08875) 2-4231

印刷 (有) 西村 謄写堂
高知市上町 1 丁目 6-4
電話 (0888) 22-0492