

平成10年度

# 事業報告書

第 9 卷

平成12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10年度事業報告

### 試験研究指導事業

1.	魚病診断指導結果	3
2.	巡回指導実施結果	4
3.	アユ遡上調査	5

	養殖水産動物保健対策推進事業	6
--	----------------	---

### 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	11
--	----------------	----

	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	18
--	---------------	----

	アユカケ増養殖技術開発事業	25
--	---------------	----

## III 資料

	飼育用水の水温一覧（平成10年度）	41
--	-------------------	----

	河川漁業生産量等の推移（1971～1998）	44
--	------------------------	----

	森林面積等	47
--	-------	----

# I 内水面漁業センターの概要

## 1 所在地

住所：〒782-0016 高知県香美郡土佐山田町高川原687-4

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

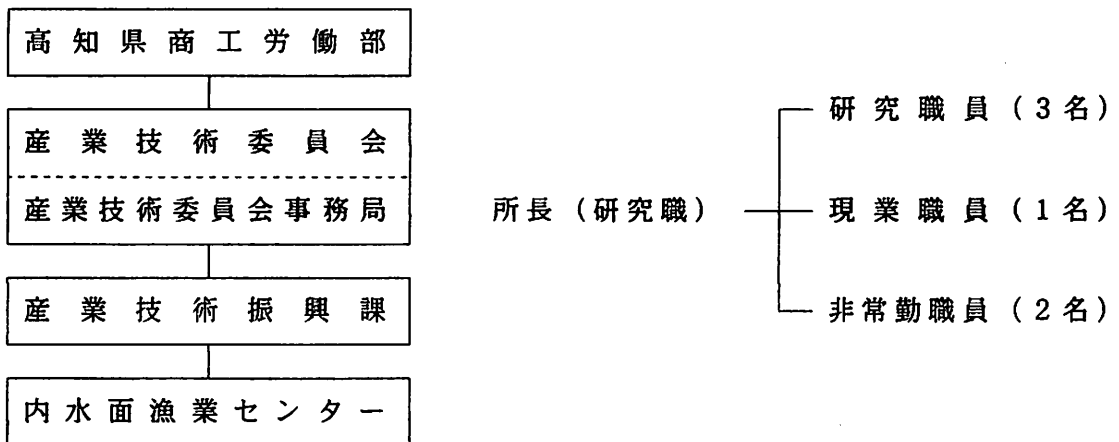
昭和19年 高知県山田養鯉場を設置（土佐山田町八王子）

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）

平成10年 機構改革により、産業技術委員会事務局へ移管

## 3 機構組織



## 4 職員名簿

職名	氏名	現勤務先(職名)
所長	則徳也朗	新採
専門研究員	重野部原	
主任研究員	政幸正健	
技師	昭ひとみ	
技師	ひとみ	
非常勤職員	山重政則	
"	上野部原	
"	岡黒佐田	
"	大坪	

## 5 予 算 (当初)

(単位：千円)

事 業 費 名	予 算 額	備 考
管 理 運 営	2,706	
試 験 研 究 指 導 事 業	8,660	
養 殖 水 産 動 物 保 健 安 全 対 策 事 業	2,600	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	3,967	
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	2,100	水産庁委託事業
アユカケ増養殖技術開発事業	5,113	
合 計	27,446	

## 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 (0.9 t × 5 面) 115㎡
  - ③ 恒温水槽棟 (10 t × 5 面、1 t × 5 面) 256㎡
  - ④ バイテク恒温水槽棟 (FRP 2 t × 10面) 100㎡
  - ⑤ 野外試験池 (50 t × 5 面) 326㎡
  - ⑥ 屋内試験池 (30 t × 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10年度事業報告

# 試験研究指導事業

## 1 魚病診断指導結果

黒原健朗・岡部正也・上野幸徳

平成10年度の魚病診断依頼件数は36件であり、その内訳は表1に示したとおりであり、アマゴ1件、アユ25件、ウナギ5件、ニシキゴイ5件およびキンギョ1件であった。

表1 平成10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	異常なし			1												1	
アユ	冷水病	3	2	1				1							3	1	11
	ギロダクチルス		2		1												3
	細菌性鰓病		2	1	2	1											6
	グルゲア				1												1
	シュードモナス症										1					1	2
	ビブリオ病														2		2
	小計		3	6	2	4	1	1	0	0	1	0	5	2			25
ウナギ	パラコロ病														1		1
	鰓棒状充血症														2		2
	餌料性疾患															1	1
	不明					1											1
	小計		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	5
ニシキゴイ	イカリムシ				2												2
	カラムナリス症										1						1
	エロモナス症										1						1
	不明								1								1
	小計		0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	5
キンギョ	エロモナス症				1												1
	合計	3	6	3	6	2	1	1	2	1	0	8	3			36	

アマゴではBKDの保菌検査依頼があり、結果は陰性であった。本年度の持ち込みの約7割がアユについてであり、4月から7月に集中してみられ、冷水病もしくは細菌性鰓病によるものが多かった。ウナギの持ち込みは例年に比べると半数近く少なかった。

# 試験研究指導事業

## 2 巡回指導実施結果

黒原健朗・岡部正也・上野幸徳

魚病対応・養殖指導のため、本年度は合計 37 件の巡回を行なった。その内訳は以下に示したとおりである。

年 月 日	実 施 場 所	年 月 日	実 施 場 所
10. 4. 2	吉川村・春野町	11.16	春野町
4. 3	南国市	11.26	土佐山田町・吉川村
4.27	吉川村	11.30	吉川村
5. 1	高知市	12. 4	春野町
5. 6	吉川村	12. 5	吉川村
5.18	吉川村	12. 9	吉川村
5.19	吉川村	12.15	吉川村
5.20	吉川村	12.17	吉川村
7. 3	吉川村	11. 1.12	高知市
7.15	中村市	2. 1	吉川村・高知市
7.23	大川村	2. 4	吉川村
7.27	香北町	2. 5	南国市
7.31	香北町	2. 9	南国市・吉川村
9.11	吉川村	2.10	春野町・南国市・吉川村
9.17	東洋町	2.18	吉川村
9.18	春野町	2.19	春野町
9.30	南国市・吉川村	3. 5	吉川村
10. 2	吉川村	3. 8	吉川村
10. 8	春野町	合計	37 件

# 試験研究指導事業

## 3 アユ遡上調査

佐伯 昭

### 1 目的

県内主要河川におけるアユ漁期の漁況予測の基礎資料とする。

### 2 調査期間

平成10年2月下旬～4月上旬

### 3 調査方法

目視観察により、河口付近及び第一堰堤へのアユの稚・若魚の蛸集・遡上状況を調査した。

### 4 調査結果

各河川における蛸集・遡上状況の概要はつぎのとおりである。

- ①野根川；3月初旬に遡上がみられ、サイズ、数量とも平年並み。
- ②奈半利川；3月初旬には奈半利川橋まで遡上。その後、水温が停滞気味に推移したため、それよりも上流への遡上は緩慢。サイズ、数量とも平年並み。
- ③安田川；例年、水温が他河川よりも高いため、遡上時期が他河川よりも一旬程度早い、今年はやや遅れて焼山堰への遡上が3月初旬。サイズは平年並み、数量は少なめ。
- ④伊尾木川；2月末には芸陽漁協前付近まで遡上。その後、水温停滞気味で上流への移動は緩慢。サイズはやや小さく、数量は平年よりも少なめ。
- ⑤物部川；2月末に汐瀬へ、3月下旬には横瀬へ来遊。サイズは他河川よりもやや大きめであったが数量は少なめ。
- ⑥仁淀川；水温が低めに推移したため、3月中旬になって河口を遡上し、八田堰への到達は4月上旬頃。サイズ、数量とも平年並みか。
- ⑦新庄川；3月初旬に遡上。サイズ、数量とも平年よりもやや良好。
- ⑧四万十川；3月初旬より遡上。3月下旬には赤鉄橋付近で数万単位の遡上群を確認。サイズ、数量とも平年並みの模様。

### 5 参考

今期の海産アユの出現状況は、前年をやや上回った模様であるが、その水準は、最近の傾向どおり、極めて低い（あゆ稚魚特別採捕漁獲統計資料より）。

2～4月の気象は、全般に高温・多雨の傾向が顕著で、2月19～20日、3月11日、4月12～15日には大雨に見舞われた（気象月報より）。



# 養殖水産動物保健対策推進事業

黒原健朗・岡部正也・上野幸徳

## 1 目的

近年、魚病発生が増加かつ複雑化する傾向にあるとともに、魚病による被害は養殖経営を圧迫する大きな要因となっている。そこで、養殖業者の経営安定を図るため、魚病被害等の調査、魚類防疫講習会ならびに防疫対策パトロールを実施し、魚病発生防止対策を講じる。また、適正医薬品使用対策を実施し、現場における適正な投薬法の指導・普及を実施し、医薬品残留総合点検によって養殖生産物の安全性を調べる。さらに、国、魚類防疫センターとの関係を蜜にして魚病情報の迅速な収集・伝達に努め、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、病原体進入防止対策および抗病性種苗の確保対策を講じる。

## 2 結果

### (1) 魚類防疫対策

#### 1) 魚類防疫会議

##### ①全体会議（魚類防疫推進会議）

年 月 日	開 催 場 所	主な構成員	主な議題
10.10.20 ～21	東京都	水産庁 都道府県魚病担当者 日本水産資源保護協会	(1)魚病関係情報について (2)魚病対策技術開発研究の概要 (3)魚病情報ネットワークについて (4)O I E 魚病委員会について
11. 3.12	東京都	水産庁 都道府県魚病担当者 日本水産資源保護協会	(1)H11魚類防疫センター事業について (2)H11魚病・養殖関係事業予算について (3)持続的養殖生産確保法について (4)アジア魚病情報ネットワークについて

##### ②アユ冷水病対策研究会

年月日	開 催 場 所	主な構成員	主な議題
10. 8.24 ～25	神奈川県 横浜市	水産庁 都道府県魚病担当者 日本水産資源保護協会	(1)研究会の方向性について (2)H10研究計画の作成 (3)分科会の結成について
11. 3.12	神奈川県 横浜市	水産庁 都道府県魚病担当者 日本水産資源保護協会	(1)H11検討計画について (2)冷水病の発生動向について (3)予防・治療対策について (4)防疫対策について

### ③ 県内防疫対策会議

年月日	開催場所	主な構成員	主な議題
10. 9. 30	高知市	養鰻関係団体代表	魚病発生動向、医薬品使用状況および種苗問題について

### 2) 魚病被害等調査

年月日	実施地域	調査経営体数	内 容
11. 1. 2. 3.	県内養殖地区	ウナギ：12件 アマゴ：4件 アユ：8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
11. 3. 23	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	18	29	0	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	5	25	1	6

### 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	部検、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

① 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
10年4月 ～11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

② 漁場観測

調査対象期間	調査対象地域	調査項目	担当機関
10年4月 ～11年3月	高知市、春野町、 南国市、吉川村	水温、NH <sub>4</sub> -N NO <sub>2</sub> -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
10. 9. 30	高知市	養鰻関係団体 代表(12)	水産用医薬品の適正使用 法ならびに魚種別の 使用基準一覧表を作成 し、関係者に配布。	内水面漁業センター
11. 11. 30	内水面漁業 センター	養鮎業者及び 種苗業者(8)		
11年1月 ～3月	調査場所	魚病被害等調査 実施業者(24)		
10年4月～ 11年3月	内水面漁業 センター	魚病診断依頼来 所者(約40)	医薬品の適正使用につ いて	
10年4月～ 11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

① 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	11. 2. 10	1(0)
		フロルフェニコール	〃	1(0)
		トリクロロヒド・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	11. 2. 1	1(0)
		フロルフェニコール	〃	1(0)
		トリクロロヒド・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	11. 2. 10	1(0)
		フロルフェニコール	〃	1(0)
		トリクロロヒド・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	11. 2. 9	1(0)
		フロルフェニコール	〃	1(0)
		トリクロロヒド・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)

② 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	11. 2. 10	1(0)
		サルファ剤	〃	1(0)
		小 計		2(0)
ウナギ	高知市	抗生物質	11. 2. 1	1(0)
		サルファ剤	〃	1(0)
		小 計		2(0)
ウナギ	南国市	抗生物質	11. 2. 10	1(0)
		サルファ剤	〃	1(0)
		小 計		2(0)
ウナギ	吉川村	抗生物質	11. 2. 9	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	141	22.7	16.1	215	82.9	38.6

#### 2) 関係地域対策合同検討

##### ①対象魚病

アユの冷水病

##### ②対象魚種

アユ

##### ③関係地域対策合同検討会名：アユ冷水病研究部会

開催年月日	開催場所	主催県	参加機関	主な議題
10.11.19 ～20	滋賀県 彦根市 古沢町	徳島  幹事県 滋賀	東京大学 水産庁 各県魚病担当者 水産資源保護協会	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

##### ①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	11. 3.23	吉川村	アユ養殖業者 及び種苗業者	発生状況、防疫対策

##### ②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	10年4月～ 11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、餌止め、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

当県では、平成6年度に開設された（財）高知県内水面種苗センタ（以下「種苗センター」という。）で生産された海産系人工種苗が平成7年度春季に初めて県下河川に放流された。そこで、人工種苗の遡上性及び分散性及びなわばり形成等の特性を把握するため、昨年度に引き続き、伊尾木川において標識放流調査を行った。

## 2. 河川の概要

### 1) 伊尾木川の概要

伊尾木川は、徳島県境（駒背越山・標高1,370m）を源とし、そこから安芸市を南下して太平洋に注ぐ流程42.9km、流域面積140km<sup>2</sup>の2級河川でアユの好漁場として知られている。本河川には河口から約22km上流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。発電後の水は河口から約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0.26m<sup>3</sup>/sとダム下流域へ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。伊尾木川では、芸陽漁協（以下「漁協」という。）が毎年約30万尾の人工産アユ種苗を放流しており、年50ト前後のアユが漁獲されている。図1に伊尾木川の概要を示した。

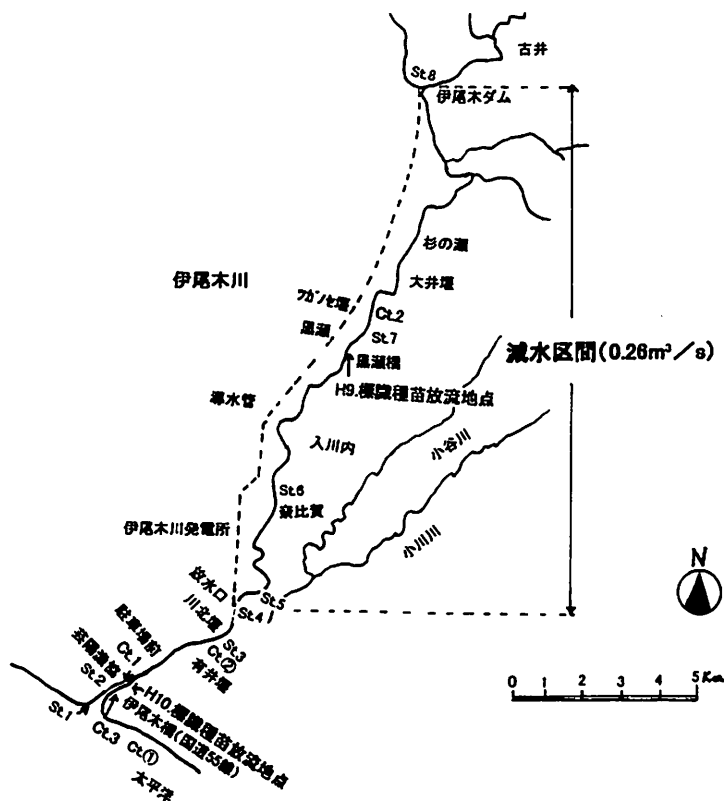


図1 伊尾木川の概要図

## 2) アユ種苗の放流状況

漁協による放流量は、平成10年度は、人工海産アユ種苗2,100kg(203,000尾)と天然海産種苗300kg(75,000尾)、合計2,400kg(278,000尾)を主に減水区となっている中流域から天然遡上しないダム上流域にかけて放流している。このうち調査を実施したダム下流域には、3月14日～4月23日にかけて人工海産種苗900kg(平均体重9～12g、78,000尾)と天然海産種苗300kg(平均体重4g、75,000尾)、合計1,200kg(153,000尾)が放流されている。平成10年度における放流状況の詳細は表2のとおりである。

表1 芸陽漁協のアユ種苗放流状況

放流月日	種苗区分	体重	尾数	放流量	放流場所
ダム下流域		g	尾	kg	
H10.3.14	人工海産	12	42,000	500	奈比賀 荒谷 仁井田 黒瀬～杉の瀬
3.18	人工海産	11	34,000	380	漁協前
4.17	天然海産	4	75,000	300	奈比賀 荒谷 黒瀬橋 岩戸 大井
4.23	人工海産	9	2,000	20	杉の瀬
小計	人工海産種苗		78,000	900	
	天然海産種苗		75,000	300	
ダム上流域					
4.4	人工海産	11	36,000	400	東海ナシ 古井赤橋 古井学校前～嶋
4.23	人工海産	9	89,000	800	仙谷口～古井学校前 下瀬～須藤
小計	人工海産種苗		125,000	1,200	
合計			278,000	2,400	

\* 標識放流分

## 3. 調査方法

### 1) 放流種苗及び放流方法

漁協が伊尾木川ダム下流域に放流する種苗のうち、海産系人工稚アユ34,000尾(体長 $9.6 \pm 0.5$ cm、体重 $11.1 \pm 1.8$ g)に脂鰭切除による標識を施し、3月18日に種苗センターから伊尾木川まで輸送、河口から約1km上流(漁協前)の平瀬域(水温 $10.9^{\circ}\text{C}$ )に放流した。ダム下流域の全放流魚に占める標識魚の比率は22.2%である。

### 2) アユの採捕調査

アユの採捕調査地点は図1に示したCt.1及びCt.2の2地点で行った。

放流して55日後の5月12日から8月21日までは友釣り、9月3日から12月1日の間とは網(目合8節)でそれぞれ採捕した。解禁前の友釣り調査は、河口から約0.5km地点(ct1:伊尾木川橋上流)と4km地点(ct2:沈下橋下流)で2名により各地点30分間実施し、アユ漁が解禁された6月以降はct1、ct2で1名で友釣り調査を実施した。と網による調査はct1で実施した。また、組合職員に依頼して解禁後漁協に水揚げされるアユ(友釣り漁獲)の市場調査を併せて実施した。

## 4. 調査結果及び考察

### 1) 採捕調査

採捕状況の詳細は表2のとおりである。

平成10年5月12日から8月21日の間に友釣りによる調査を13回、9月3日から12月1日の間にと網による採捕調査を7回実施し、合計217尾を採捕した。標識魚の採捕は、7月16日のCt2（放流地点より3km上流）での友釣りによる1尾のみであった。6月の解禁から8月の調査における友釣り採捕魚は、体長のバラツキは比較的小さいのに対し、体重ではバラツキが大きい。全般にCt1で採捕されたアユの方がCt2のものより大きい傾向にあった。友釣りの調査期間に採捕したアユに成長傾向が見られないのは、なわばりを形成した個体が順次釣獲されるためであろう。9月以降のと網で採捕されたアユがそれ以前の友釣りによるものより魚体がかかなり小さいのは、小さな石が河床となっている水域のため、なわばりを形成していない群が対象となっているためである。12月1日の落アユ解禁日に採捕されたものも小型が主体のものばかりであった。成長のよいアユはシーズン中に漁獲されているものと思われた。

表2 アユ採捕調査結果

採捕日	採捕場所	水温(℃)	標識	採捕尾数(尾)	体長(cm)(尾)	体重(g)	備考
H10.5.12	ct1	15.9	無標識	5	14.4±1.3	52.1±15.6	友釣り
	ct2			0			友釣り
5.19	ct1	16.8	無標識	0			友釣り
	ct2		無標識	0			友釣り
5.26	ct1	18.0	無標識	14	14.9±1.1	53.0±12.3	友釣り
	ct2		無標識	3	14.1±0.6	40.3±11.0	友釣り
6.1	ct1		無標識	26	15.3±1.0	54.0±10.4	友釣り
6.4	ct1		無標識	12	14.9±1.5	52.3±15.3	友釣り
6.11	ct2		無標識	3	13.8±1.1	38.7±10.5	友釣り
6.18	ct1		無標識	12	13.7±1.4	40.1±13.0	友釣り
6.30	ct2		無標識	2	11.2±2.0	22.0±11.3	友釣り
7.3	ct2		無標識	4	15.6±0.3	55.6±4.3	友釣り
7.7	ct2		無標識	11	15.6±0.8	56.4±9.3	友釣り
7.16	ct2		無標識	5	13.9±1.4	34.8±17.7	友釣り 友釣り
			有標識	1	13.6	39.0	
8.6	ct2		無標識	3	14.9±0.6	43.0±4.4	友釣り
8.21	ct2		無標識	1	14.4	38.0	友釣り
9.3	ct1		無標識	15	11.3±1.0	24.9±7.2	と網
9.9	ct1		無標識	19	10.5±0.8	18.9±4.9	と網
9.17	ct1		無標識	18	10.8±1.6	21.3±9.6	と網
9.29	ct1		無標識	4	11.0±1.8	19.5±9.3	と網
10.8	ct1		無標識	14	13.0±1.2	29.0±9.5	と網
10.15	ct1		無標識	5	12.2±1.6	23.6±7.5	と網
12.1	ct1		無標識	40	11.0±4.5	21.3±10.5	と網
採捕数合計:217尾、うち有標識魚:1尾、無標識魚*:216尾 有標識率:1/217=0.5% *:無標識魚:天然遡上アユ+人工海産アユ							



なお、落ちアユ解禁日に採捕したアユ（40尾）の雄雌の性比は2（40%）：3（60%）で、精巣の状態が放精前のものは0尾（0%）、放精中のものは15尾（94%）、放精後のものは1尾（6%）であった。また、卵巣の状態が放卵前のものは11尾（46%）、放卵中のものは10尾（42%）、放卵後のものは3尾（12%）で、解禁日がほぼアユの産卵のピークと重なっていた。産卵期のずれ「遅れ」から、この時期の産卵を保障する必要があることが考えられた。

## 2) 市場調査

組合員16名が6月1日から9月11日の間に友釣りにより延べ105回漁協に水揚げしたアユは2,062尾（107.6kg）で、そのうち標識魚は69尾（3.1kg）であった。市場調査における漁獲魚に占める標識魚の割合は3.3%で、標識放流魚に占める再捕魚の比率は0.2%であった。

漁協に水揚げされた標識放流魚の再捕尾数と場所は表3に示した。体重の推移は図2に示した。これによると標識魚の再捕地点は、放流地点から上流15kmまでに分散していた。しかし、放流地点から上流2km（駐車場前）、2kmから3.5km（川北堰）、3.5kmから12km（黒瀬橋）、12kmから15km（大井堰）における全再捕尾数（69尾）に占める再捕割合はそれぞれ4.4%（3尾）、85.5%（59尾）、1.4%（1尾）、8.7%（6尾）で、放流地点から上流2～3.5kmの間で大半が捕獲されている。定期的な定点での再捕でないため、経日的な移動や分散を把握するはできないが、今年度は、放流後種苗は、放流地点より2～3.5kmの上流域までに滞留しやすいことが示唆された。これは、堰（有井堰、川北堰）あるいは、放水口上流域は河川の維持用水量と支流からの流水量のみの減水区間となっているため、アユの遡上が阻害されていることが考えられた。今回の調査結果から、魚体の大きさ（魚体

表3 標識放流魚の再捕尾数と再捕場所

単位：尾

月	漁協前	駐車場前	川北堰	黒瀬橋	大井堰	杉の瀬	計
放流地点からの距離	0	2	3.5	12	15	17km	
6月 標識放流魚	3 (30.0)	33 (48.5)		3 (44.0)			39 (47.8)
天然遡上魚＋無標識放流	46 (45.2)	265 (59.2)			101 (50.7)	40 (53.5)	452 (53.9)
7月 標識放流魚		21 (45.6)	1 (37.0)	3 (49.3)			25 (41.0)
天然遡上魚＋無標識放流	75 (45.6)	665 (51.7)	21 (57.1)	108 (49.0)			869 (53.5)
8月 標識放流魚		5 (43.4)					5 (43.4)
天然遡上魚＋無標識放流	45 (47.3)	478 (54.1)					523 (53.5)
9月 標識放流魚				3 (49.3)			149 (52.8)
天然遡上魚＋無標識放流		149 (52.8)					
合計 標識放流魚	3 (30.0)	59 (45.1)	1 (37.0)	6 (46.7)			69 (44.9)
天然遡上魚＋無標識放流	66 (46.0)	1,557 (53.0)	21 (57.1)	108 (49.0)	101 (50.7)	40 (53.5)	1,993 (52.4)

※下段（ ）書きは1尾当たりの平均体重（g）

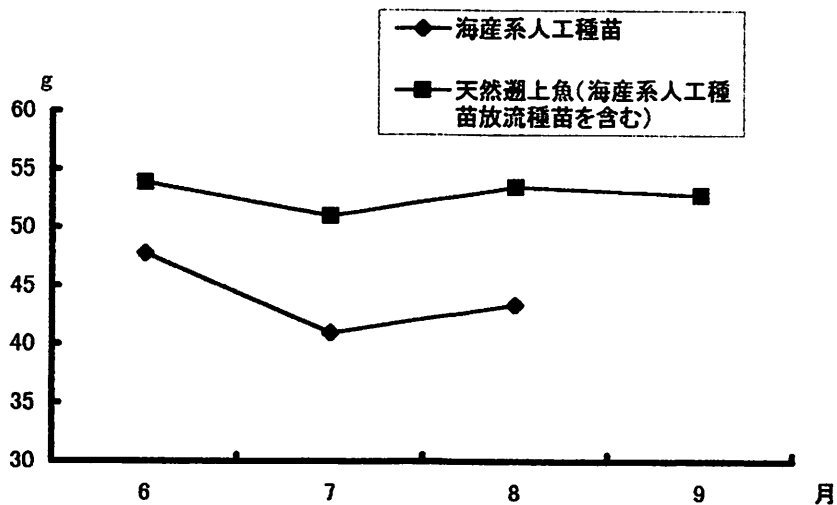


図2 漁協に水揚げされたアユの体重の推移

重)については標識放流種苗が小さかったのが特徴的であった。放流時には無標識魚(天然遡上アユ)に比べて大きかった標識魚が、漁獲時には無標識魚に比べて小さかった。このように成長に差が見られたことは、早期放流は、水温が低い(10℃台)ため加温飼育(16~18%)されたアユ種苗を2~3日間で河川水温に馴致し放流しても、河川で定着して成長するには必ずしも有利であるとは限らないと考えられた。

漁獲されたアユは6月の解禁から9月の調査期間中を通じて体重に大きな変化が見られなかったのは友釣り調査と同様である。友釣りではなわばりを作った成長のよい大きなものから順次漁獲されるために、アユは見かけ上ほとんど成長していないことが示された。また、標識魚が9月に入って再捕されなかったことから、放流した海産系人工種苗は友釣りで比較的釣獲されやすいものと思われ、海産系人工種苗のなわばり形成の性質は天然遡上アユに比べてあまり差がないと考えられた。

伊尾木川には漁協により毎年人工海産系のアユ種苗が約30万尾(無標識)放流されており、この種苗に由来するアユがかなり漁獲されているものと思われるが、この種苗と天然遡上アユの有効な識別方法がないため、どの程度混獲されているのかわからない。人工種苗と天然遡上魚との識別方法を検討する必要がある。

# 内水面放流資源等利用向上対策事業

## ( 要 旨 )

上野 幸徳・佐伯 昭

### 1. 調査目的

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防止技術の開発を行うことにより、内水面漁業の振興を図る。

### 2. 調査項目

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開発に向け基礎資料を収集するため、水槽試験により電極配置の違いによる電場の構造と通電電圧の違いによる電場の形状及び環境要因（流速）が電場に及ぼす影響、また、電気刺激に対するアユの反応行動について検討を行った。

#### 1) 水中に通電したときに形成される電場の形状について

電場の形成方法は、回流水槽に改良した7トン水槽に電極を垂直に対向させて設置したものと電極を水槽底に水平に対向させたものにより行った。両形式ともに電極間の距離は1.0mで、通電した直流パルス波電流は電圧10,20,100,200Vで、それぞれの周波数は20ms、周期は60Hzとした。電圧の測定は、水槽上面に20cm間隔でメッシュを作り、その交点で測定した。

#### 2) 電気刺激に対するアユの反応行動について

静水中のアユの感電反応試験は、ポリエチレン1トン水槽に電極を40cm離して垂直に対向させた形と電極を40cm離して水槽底に水平に対向させて設置し、その中へ全長約10cmのアユ稚魚200尾（全長約15cmの成魚の場合は50尾）を入れ、落ち着いた状態になってから、電圧を10、20、30Vに設定して、パルス波の条件をそれぞれ、周波数2ms、4ms、6ms、周期を20Hz、40Hz、60Hzに変化させた直流パルス波電流を通電した。

流水中の感電反応試験は、前述の水槽中央部に直径60cm、高さ70cmの円筒形の筒を設置し、電極の設置形式は先の垂直対向方式で、流速条件は水槽中央部に向かって、45～15cm/s、30～5cm/s、10～2cm/sとし、電圧10、20、30Vで、周波数2ms、周期60Hzのパルス波電流を通電した。

アユの電気刺激に対する反応行動は、水槽上面約2.5mに設置したビデオカメラにより通電開始8分前から通電解除後の8分間撮影し、このビデオ画像を予め測定していた電場と比較して調べた。なお、100V直流パルス波電流に対する感電反応については、成魚のみで実施した。

### 3. 事業の成果

#### 1) 水中に通電したときに形成される電場の形状について

① 水中に通電したときに形成される電場の電位勾配は通電した電圧に比例し、距離の二乗に反比例する。また、形成された電場の形状は流れの影響を受けない（阻害されない）ことがわかった。

② 通電した電圧が異なっても電場の形状はほとんど同じであることから、電位勾配図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、他の電圧で形成さ

れた電場の状況を推定できることがわかった。

- ① 電極を垂直に対向させ通電したときに形成される電場の形状は、電極間の水平方向中央部に電位差の少ない場ができる。一方、電極を水平に対向させた場合には電極間の水平方向に電位勾配の少ない場はできないが、上部方向におよそ両電極間の距離離れると電圧が著しく減少し、電位差の少ない場ができることが判明した。形成された電場の形状比較から、水中に電流を通じて電場を形成させるには電極を垂直に対向させ通電する方式が適していることが確認された。

## 2) 電気刺激に対するアユの反応行動について

- ① 電気刺激に対するアユの反応行動には流速の影響が大きく関与していた。電位勾配分布から見ると、静水中での未成魚と成魚のおよその感知電位差は  $0.1 \text{ (V / cm)}$ 、忌避電位差は  $0.2 \text{ (V / cm)}$  で、電気刺激に対するアユの感知電位差、忌避電位差は流速が速くなる程大きくなり、流速  $45 \text{ cm / s} \sim 15 \text{ cm / s}$  の流水中での感知電位差、忌避電位差は、それぞれ  $0.3 \text{ (V / cm)}$ 、 $0.6 \text{ (V / s)}$  程度であった。流水中でのアユの忌避行動には、静水中の感知電位差の数倍の電位差を必要とすることが示唆された。
- ② パルス波電流に対するアユの忌避行動は、電位差以外にパルス波の条件（周波数、周期）が影響を与えていることが示唆された。今後、パルス波としての効果を把握するためには、平板電極を用いてパルス波の条件に対するアユの反応行動を検討する必要がある。

# 新品種作出基礎技術開発事業

## (アユの高・低水温耐性系統作出技術の開発試験)

岡部正也・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、水温耐性系統作出に有効な手法は未だ確立されていない。そこで、本事業では、本県の重要な産業対象魚種であるアユについて、水温耐性を備えた系統の作出ならびに形質評価手法の開発を行う。本年度は、前年度までに標準化された水温耐性形質の評価手法を用いて 1. アユの成長初期段階における温度耐性の変化、2. 温度耐性に関する形質の遺伝率の推定、3. 選抜効果の確認の3項目について検討した。

### 1. アユの成長初期段階における温度耐性の変化

#### 【目的】

著者らはこれまでに、アユ後期仔魚に対する昇温選抜により、高い温度耐性を示す個体群が選択的に得られることを報告した。しかしながら、アユは仔魚期から稚魚期にかけて変態し、浸透圧調節をはじめとする生理的機能にも著しい変化が生じるため、各成長段階によって温度耐性も変化することが予想される。したがって、より最適な選抜時期を決定するためには、成長初期段階における温度耐性とその個体変異を把握しておく必要があると考えられる。そこで、異なる水温に馴致した海系F<sub>1</sub> 仔稚魚および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)の各パラメータを推定し、成長初期段階における温度耐性の比較を行う。

#### 【材料及び方法】

本実験に用いた供試魚は、1998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、親魚養成した天然海系アユから人工採苗したものである。供試魚は、温度耐性実験に先立ち15℃、18℃、20℃および23℃の4水温で温度馴致飼育をおこなった。

各成長段階の温度馴致飼育における飼育条件は以下のとおりである。

**仔魚期** : 18℃に保った50リットルアクリル水槽 4 基に各300尾を収容して1週間飼育後、それぞれの馴致温度に設定した。これらの水槽は人工海水を用いた完全循環濾過方式とし、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℃および18℃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、ワムシおよび配合飼料を適宜与えた。

**稚魚期** : 18℃に保った50リットルアクリル水槽 4 基に各300尾を収容して1週間飼育後、それぞれの馴致温度に設定した。これらの水槽は淡水のかけ流しと循環濾過を併用した半循環濾過方式とし、仔魚期と同様の方法で温度馴致飼育を行った。なお、馴致飼育期間中には配合飼料を適宜与えた。

未成魚期：18℃に保った200リットル円形ダイライト水槽 4 基に各120尾を収容して1週間飼育後、それぞれの馴致温度に設定した。これらの水槽は淡水のかけ流しと循環濾過を併用した半循環濾過方式とし、仔魚期と同様の方法で温度馴致飼育を行った。なお、馴致飼育期間中には配合飼料を適宜与えた。

これらの供試魚について各成長段階におけ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

試験方法は前報に準じた。ただし、淡水馴致前の仔魚については、プログラムサーモコントローラの材質上、人工海水を直接加温・冷却することができないため、30リットル水槽のチャンバー中に飼育水と同じ濃度の人工海水を満たした円筒形 2リットルポリエチレン容器をいれ、その中に供試魚を収容してウォーターバスにより温度の調節を行った。各馴致温度と同じ温度に調節した容器内に供試魚(仔稚魚の場合は 15~18尾、未成魚の場合は10尾)を収容し、約1時間環境馴致後、5℃/hの速度で昇温または降温させた。チャンバ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に要する時間をストップウォッチで計測した。実験は高・低温側ともに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に記録された温度と経過時間を照合することにより、正確な CTMax、CTMin を求めた。なお、チャンバー内の水温の昇・降温速度は、5℃(±0.02℃ SD)/時の定率勾配を保った。

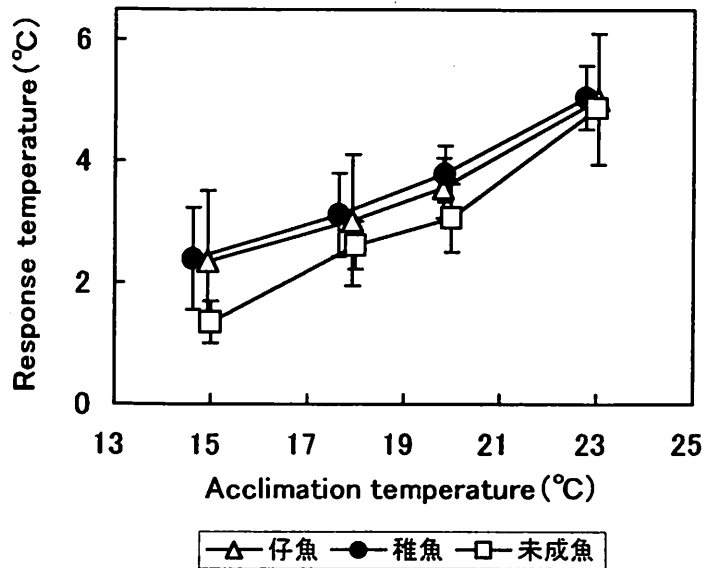
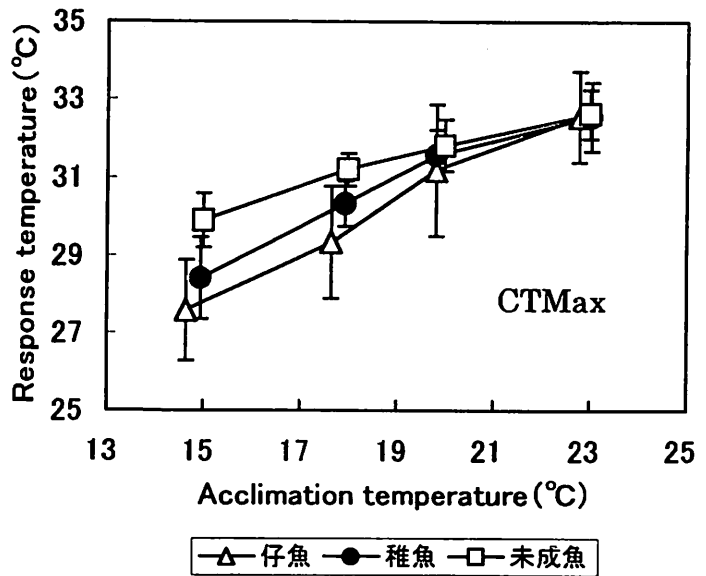


Fig.1 各成長段階における CTMax および CTMin の比較

Table.1 各成長段階における CTMax および CTMin の平均値、標準偏差および変異係数

CTMax		馴致温度 (°C)	15	18	20	23
仔魚期	Mean (°C)		27.6	29.3	31.2	32.6
	SD		1.31	1.44	1.68	1.17
	CV		0.05	0.05	0.05	0.04
稚魚期	Mean (°C)		28.4	30.3	31.6	32.6
	SD		1.06	0.57	0.64	0.89
	CV		0.04	0.02	0.02	0.03
未成魚期	Mean (°C)		29.9	31.2	31.8	32.6
	SD		0.69	0.42	0.66	0.63
	CV		0.02	0.01	0.02	0.02

CTMin		馴致温度 (°C)	15	18	20	23
仔魚期	Mean (°C)		2.4	3.1	3.8	5.1
	SD		0.84	0.69	0.46	0.52
	CV		0.35	0.22	0.12	0.10
稚魚期	Mean (°C)		2.4	3.0	3.6	5.0
	SD		1.16	1.08	0.49	1.08
	CV		0.50	0.36	0.14	0.21
未成魚期	Mean (°C)		1.4	2.6	3.1	4.9
	SD		0.35	0.40	0.56	0.02
	CV		0.26	0.15	0.18	0.00

【結果】

いずれの成長段階においても、高温側では馴致温度が高くなるほど CTMax が上昇し、低温側では馴致温度が低くなるほど CTMin が低下した。15°C、18°Cおよび 20°Cに馴致した場合には、成長段階が進むにしたがって CTMax が上昇する傾向を示したが、最も高い23°Cに馴致した場合には成長段階の違いによる CTMax の差は認められなかった (Fig. 1)。一方、CTMin では、いずれの馴致温度においても仔魚期と稚魚期の間にほとんど差はなかったが、未成魚期では23°Cより低い馴致温度では、他の成長段階よりも低い CTMin を示した (Fig. 1)。また、CTMax、CTMin の変異係数(CV)はいずれも成長に伴って縮小する傾向を示した (Table-1)。

【考察】

これらの結果から、アユの温度耐性は、高温側、低温側ともに各成長段階によって異なることが明らかとなった。高温側の CTMax では、馴致温度が 15°C~20°Cの間では仔魚期から未成魚期にかけて段階的に温度耐性が向上していく傾向が見られたが、最も高い23°Cに馴致した場合には、各成長段階の間に差はなく、アユでは仔魚期においてすでに未成魚と同程度の高温に対する馴化能力が備わっていることが確認された。また、CTMin では、いずれの馴致温度においても仔魚期と稚魚期の間にほとんど差は見られなかったが、未成魚期に達すると、低温耐性は著しく向上した。コイでは、筋肉タンパク質遺伝子について、温度馴化にともなう転写調節レベルでの研究がなされており、10°Cの低温と30°Cの高温にそれぞれ馴化させた場合には、骨格筋のミオシン重鎖に存在する3種類のアイソフォームの発現が異なるパターンを示したことが報告されていることから、温度馴化に関する形質は高・低温側で異なる機序により発現する可能性が高い。この実験ではコイ成魚を用いているが、今回アユで見られた成長に伴う温度馴化能力の発達の傾向は、温度耐性形質の発現機序が高・低温側で異なるだけでなく成長段階によっても異なる可能性を示唆するものとして興味深い。さらに、CTMax および CTMin の変異係数は、いずれも成長にともなって縮小する傾向が見られた。これは、飼育中の無意識な選抜により、脆弱な個体が淘汰されたことによるものと推察されることから、温度耐性の遺伝変異は成長段階が進むほど縮小する可能性があると考えられる。したがって、温度耐性のような悉無率形質では、より早い時期に選抜を行うほうがより明瞭な選抜効果を期待できると思われる。

## 2. 温度耐性に関する形質の遺伝率の推定

### 【目的】

アユ仔魚の温度耐性について半兄弟群の分散分析法を用いて遺伝率を推定する。

### 【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 2 尾と交配し、8 組の半兄弟群を作出した。各供試魚群は、500リットル円形ダイライト水槽で孵化から温度耐性試験に供するまで約120日間分離飼育を行った。各飼育槽は人工海水を用いた完全循環ろ過方式とし、孵化後から40日目まではワムシ、それ以降は配合飼料を投与した。飼育水は、1kw石英ヒータとサーモスタットにより18°C(±0.7°C SD)に保たれ、飼育期間中水槽間の水温に有意な差は生じなかった。これらの半兄弟群より12~19尾をランダムに抽出し、前述の方法により臨界最高・最低温度試験を行い、得られた数値からアユ仔魚の温度耐性に関する狭義の遺伝率を推定した。遺伝率の推定には、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-2)。

### 【結果】

アユ後期仔魚の CTMax および CTMin の狭義の遺伝率はそれぞれ 0.313 および 0.525 となり、いずれも個体選抜による選抜効果が期待できると判断される数値となった(Table-3)。

Table-2 級内員数が異なる半兄弟の場合の分散分析法

Source of variation	d.f	Expected Mean Squares
Between sires	S-1	E+k <sub>2</sub> D+ k <sub>3</sub> S
Between dams within sires	d-S	E+k <sub>1</sub> D
Between progeny within dams	n.-d	E

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

k<sub>1</sub>:Number of dams between sires={n..-Σ(Σn<sup>2</sup>/n..)} / (D-S)

k<sub>2</sub>:Number of progeny within dams={Σ(n<sup>2</sup>/n..)-Σn<sup>2</sup>/n..} / (S-1)

k<sub>3</sub>:Number of progeny within sires={n..-Σn<sup>2</sup>/n..} / (S-1)

Table-3 アユ仔魚の CTMax、CTMin の狭義の遺伝率

	h <sup>2</sup> s	h <sup>2</sup> D	Maternal effect
CTMax	0.313	0.712	0.100
CTMin	0.525	0.233	-0.073

### 【考察】

アユの温度耐性に関して、低温ショック試験からクローンを基準とした遺伝変異指数を求めた例では、0.2 程度の値が得られている。これは、今回半兄弟群の分散分析から求めた CTMin の狭義の遺伝率に比べると低い値であるが、用いた供試魚が未成魚であることや、馴致温度が本実験のものと異なっていたことなどから、実験条件の違いに起因するものである可能性が高い。また、CTMax、CTMin のいずれについても、一般的に選抜効果が期待できるとされる 0.2 を上回る遺伝率を示したが、CTMax の遺伝率については 0.3 と低いいため、実際の選抜に際しては、個体選抜のみでなく、家系選抜や交雑育種についても検討する



必要があると思われる。

### 3. 選抜効果の確認

#### 【目的】

前年度に昇温選抜により作出した海系 F1 後期仔魚高温選抜群について、元集団との温度耐性の比較を行い、選抜効果を確認する。また、異なる世代間で温度耐性を比較するためのコントロールとして、クローンの利用を検討する。

#### 【材料および方法】

供試魚の由来および選抜方法については、前報に示したとおりである。また、比較に用いたクローンについては、和歌山県内水面漁業センターで継代されている海系クローン WA-1 を受精卵として譲り受け、当センターで種苗生産したものである。これらの各系統について、臨界最高

温度試験および温度接触試験を行い、温度耐性を比較した。各実験方法の詳細は、前報に準じた。

#### 【結果】

##### 臨界最高・最低温度試験

15℃、18℃、20℃および23℃に馴致した各供試魚群について、CTMax の比較を行った。その結果、15℃～20℃までの馴致温度では、元集団と高温選抜群の CTMax の間に有意差は認められなかったが、23℃では、高温選抜群の CTMax が元集団のそれを上回り、有意に高い値を示した (Fig.2)。また、海

系クローンでは、すべての馴致温度において他の2群より有意に低い値をとり、その変異係数も小さい値をとる傾向を示した (Table-4)。

##### 温度接触試験

高温側の初期致死温度ではいずれの馴致水温においても元集団、高温選抜群および海系クローンの間には見られなかったが、低温側では海系クローンが他の2群に比べて低い値を示した (Table-5)。また、これらの初期致死温度と、最終致死温度を用いて算出した各群の温度耐忍領域を比較すると、元集団で477℃<sup>2</sup>、高温選抜群で455℃<sup>2</sup>および海系クローンで 389℃<sup>2</sup>となり、元集団と高温選抜群では大きな差は認められなかったが、海系クローンは、他の2群より著しく低い値を示した (Fig.3)。

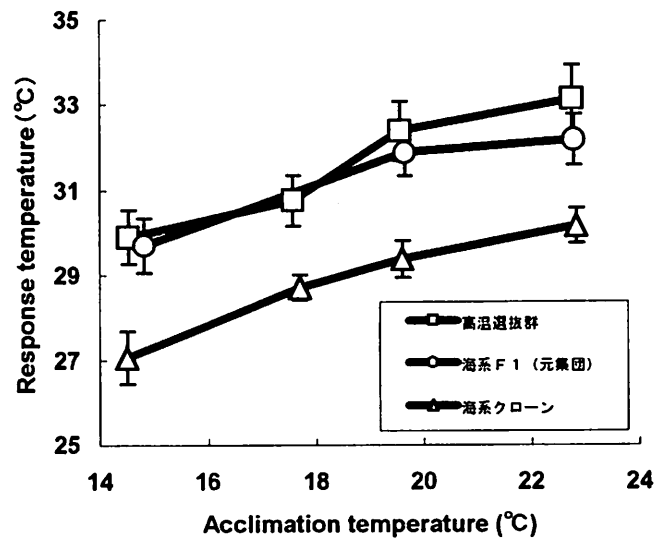


Fig.2 高温選抜群 元集団および海系クローンの CTMax の比較

Table-4 各供試魚群の CTMax の平均値、標準偏差および変異係数

馴致温度 (°C)	15	18	20	23	
海系 F1	Mean (°C)	29.7		31.9	32.2
	SD	0.64		0.54	0.59
	CV	0.022		0.017	0.018
高温選抜	Mean (°C)	29.9	30.8	32.4	33.1
	SD	0.63	0.59	0.69	0.79
	CV	0.021	0.019	0.022	0.024
海系クローン	Mean (°C)	27.1	28.7	29.4	30.2
	SD	0.62	0.30	0.44	0.41
	CV	0.023	0.010	0.015	0.014

Table-5 各供試魚群の初期致死温度(72h-ULT50,LLT50)

海系 F1

馴致水温(°C) (SD)	高水温			馴致水温(°C) (SD)	低水温			
	接触水温(°C)	72h 死亡率 (%)	72h-ULT50 (°C)		接触水温(°C)	72h 死亡率 (%)	72h-LLT50 (°C)	
14.8 (0.10)	29.9	100	28.6	14.7 (0.10)	5.2	10	4.3	
	29.3	100			3.2			100
	28.1	80						
	27.1	60						
	25.8	0						
19.7 (0.28)	29.9	100	28.4	19.8 (0.11)	9.1	10	8.3	
	29.3	70			7.5			70
	28	40			6.1			100
	27.1	30						
	25.8	0						
22.8 (0.11)	29.9	100	28.1	22.8 (0.09)	10.3	0	9.7	
	29.3	90			9.1			70
	28.1	50			7.5			100
	27.1	30						

海系高温選抜 F2

馴致水温(°C) (SD)	高水温			馴致水温(°C) (SD)	低水温			
	接触水温(°C)	72h 死亡率 (%)	72h-ULT50 (°C)		接触水温(°C)	72h 死亡率 (%)	72h-LLT50 (°C)	
14.5 (0.08)	30.0	100	27.5	14.5 (0.08)	7.0	10	5.7	
	29.1	100			6.0			30
	28.0	90			5.1			80
	27.0	20			4.1			100
	26.0	0						
17.6 (0.08)	30.0	100	27.5	17.6 (0.08)	9.0	0	7.4	
	29.1	100			7.8			0
	28.0	90			7.0			100
	27.0	10						
	26.0	0						
19.6 (0.08)	30.0	100	28.1	19.6 (0.08)	9.9	0	7.7	
	29.1	100			9.0			0
	28.0	40			7.8			10
	27.0	0			7.0			100
	26.0	0						
22.8 (0.06)	30.0	100	28.3	22.8 (0.06)	10.8	0	9.1	
	29.1	100			9.9			0
	28.0	10			9.0			90
	27.0	0			7.8			100
	26.0	0						

海系クローン

馴致水温(°C) (SD)	高水温			馴致水温(°C) (SD)	低水温			
	接触水温(°C)	72h 死亡率 (%)	72h-ULT50 (°C)		接触水温(°C)	72h 死亡率 (%)	72h-LLT50 (°C)	
14.5 (0.09)	29.8	100	28.7	14.5 (0.09)	8.7	0	7.7	
	29.1	100			8.0			30
	28.1	100			7.0			90
	27.1	80						
	25.8	10						
17.6 (0.13)	29.8	100	27.2	17.6 (0.13)	8.9	10	8.4	
	29.1	100			7.8			100
	28.1	60			7.0			100
	27.1	60						
	25.8	10						
19.6 (0.07)	29.8	100	28.9	19.6 (0.07)	10.2	0	9.2	
	29.1	70			8.9			80
	28.1	0			7.8			100
	27.1	0			7.0			100
	25.8	0						
22.8 (0.06)	29.8	100	28.6	22.8 (0.06)	11.3	0	10.3	
	29.1	100			10.2			80
	28.1	0			8.9			100
	27.1	0			7.8			100
	25.8	0						

【考察】

23°Cに馴致した選抜群が、CTMaxにおいて元集団よりも高い温度耐性を示したことから、アユでは仔魚後期における昇温選抜が高い温度耐性系統を作出するために有効な手法の一つであることが示唆された。しかしながら、CTMaxで認められた選抜効果は、もう一つの指標である温度耐忍領域の比較では検出できない程度のものであり、後期仔魚のCTMaxについての遺伝率の低さをあわせて考慮すると、個体選抜のみでは高成長選抜で確認されているような顕著な選抜効果は得られないものと推察される。したがって、より高い選抜効果を得るためには、家系選抜、交雑法およびこれらを組み合わせた手法など

についても検討する必要があると考えられる。また、温度耐性のような悉無率形質には、微小な効果をもった複数の遺伝子が形質発現にかかわる、いわゆるポリジーン支配が考えられることから、CTM や初期致死温度などの表現型値だけでなく、DNA 多型解析手法を用いた遺伝子レベルでの選抜効果のモニタリングの導入が必要であると考えられる。

海系クローンは、CTMax では通常2倍体である他の2群に比べて変異係数が小さく、世代間の温度耐性を比較する場合のコントロールとして利用できる可能性があると考えられた。ただし、実用化にあたっては、今後さらに再現性の確認に加え、半兄弟群の分散分析による狭義の遺伝率や、実現遺伝率の推定とあわせて比較し、環境分散の指標としての整合性を確認する必要がある。

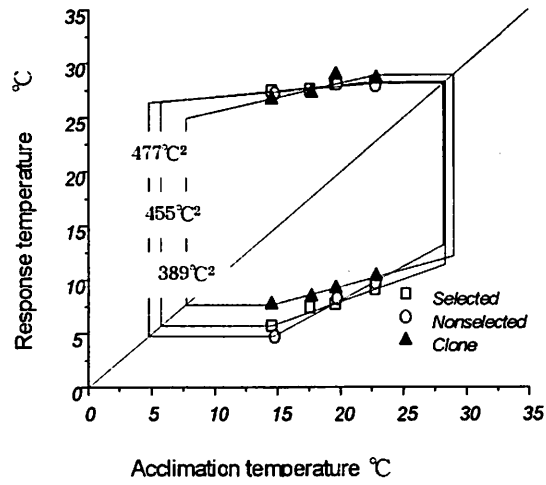


Fig.3 各供試魚群の温度耐忍領域

##### 5) 引用文献

- Gabriera del Valle, Nobuhiko Taniguchi, and Akio Tsujimura (1994) Reduced Variation of Physiological Traits in Ayu Clones, *Plecoglossus altivelis*. *Fisheries Science*, 60(5), 523-526.
- J. H. S. Blaxter (1992) The Effect of Temperature on Larval Fishes., *Netherlands J. Zool.*, 42(2-3), 336-357.
- Osamu Fukuoka and Toru Fushimi (1986) Development and Early Life History of the Ayu Reared in the Laboratory., *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52(1), 75-80.
- Yoshihisa Fujio, Masamichi Nakajima, and Go Nomura (1995) Selection Response on Thermal Resistance of the Guppy *Poecilia reticulata*, *Fisheries Science*, 61(5), 731-734.
- 岡部 正也・西山 勝・佐伯 昭 (1998) 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), 高知県内水面漁業センター平成9年度事業報告書, 8, 42-51.
- 佐藤 良三 (1995) 魚類の量的形質の遺伝率の推定, *水産育種*(21), 27-43.
- 新城 明久 (1992) 生データからの遺伝率の推定法, *動物遺伝育種学入門*, 97-103. 川島書店, 東京.
- 田中 克・川合 真一郎・山本 章造 (1972) アユ仔稚魚の消化系の発達と消化酵素活性について, *日水誌*, 38(10), 1143-1152.
- 谷口順彦 (1995) クローン魚による遺伝率の推定, *水産育種*(21), 57-66.
- 渡辺 終五 (1997) 筋肉タンパク質, 魚類の DNA, 201-218. 恒星社厚生閣, 東京.

# アユカケ増養殖技術開発事業

黒原健朗\*・岡部正也・佐伯 昭

アユカケ（標準和名：カマキリ）*Cottus kazika* はカサゴ目カジカ科に属する底棲魚であるが、近年全国的に生息数が減少していることから、希少種保護の見地からの取り組みが必要な魚種である。また、その一方で本種は非常に美味であり、その希少性も合わせて地方によっては高額で取り引きされていることから、新たな内水面養殖対象魚種としても期待されている。

そこで、アユカケの資源保護および増養殖への可能性を探るために種苗生産技術開発試験および養殖技術開発試験を実施した。

## I 種苗生産技術開発試験

### 1 種苗生産

#### 【材料および方法】

#### 生産時期

平成11年1月11日～平成11年8月9日

#### 親魚

当センターで養成した人工2才魚および本年度に奈半利川河口においてカニ籠を用いて採捕した天然魚を用いた。

#### 生産施設

種苗生産には、ろ過槽として200Lダイライト水槽を連結させた1 t FRP角型水槽を使用した。

#### 採卵および受精

従来までの方法に準じて行ない、ポリプロピレン製の容器に卵を取り、2/3濃度の人工海水（アレン処方）で100倍希釈した精子液を用いて媒精した。

#### 卵管理

受精卵をそのまま金魚ネットに入れ、人工2/3海水を満たした管理水槽中に収容した。

---

\* 執筆者

そして、500Wセラミックヒーターとサーモスタットによって15℃に設定し、循環ろ過しながら卵塊がゆるやかに攪拌されるように水槽上部よりシャワー注水するとともに、エアストーンによって十分な通気を行なった。また、死卵はピンセットを用いて可能な限り卵塊から取り除いた。

### **孵化後の飼育方法**

発眼が確認された後には、死卵等が一度に取り出せるように発眼卵を卵塊のまま網目が1mmの孵化ネットに入れ、飼育水槽中に垂下させた。また、飼育期間中はエアストーンによる十分な通気を行いながら、500Wセラミックヒーターとサーモスタットによって18℃に設定し、水温変動を可能な限り抑えて管理した。

### **餌料**

本年度も前年度と同様、初期餌料にはアルテミアを使用せず、濃縮淡水クロレラ（クロレラ工業株式会社製V12）で一次培養したものを、さらに栄養強化油脂（秋田十條化成社製ドコサ65E）で二次培養したワムシを用いた。そして生物餌料と平行して配合飼料の投与を行った。なお、配合飼料には日清飼料（株）製のおとひめAから同2号までを魚体の成長に合わせて単品もしくは併用して使用し、それらを魚の摂餌状態に応じて1日3回から4回に分けて与えた。

### **環境測定**

毎朝9時前後に水温を測定し、循環ろ過飼育期間中はアンモニア態窒素量および亜硝酸態窒素量を、また淡水馴致中はそれと平行して塩分濃度およびpHを測定した。

### **【結果および考察】**

#### **採卵および卵管理**

本年度の採卵結果は表1に示したとおりである。第1回目の採卵は1月11日であり、その後2月22日、同23日および3月5日に実施したが、孵化後の著しいへい死や摂餌活性の低下、あるいは卵の過熟などの理由により、2月22日分を除いて生産途中ですべて取り上げた。2月22日には自然産卵した養成2才魚を取り上げ、水中に排出された卵と人為的に搾出した残りの卵を用い、同じく養成2才の雄を用いて媒精させた。また、2月22日には1月11日に産卵したものと同一天然親魚を用いて2回目の採卵を行ない、受精方法は前者では乾導法を、後者では湿導法を用いた。養成2才魚を用いた採卵では推定孵化率は30%であったが、天然魚を用いた場合のそれでは90%と優れた結果がえられた。アユカケの卵は粘着性の強い卵塊を形成しやすいために酸欠になりやすい。そのため、従来まではそれを防止する目的で受精卵をサラロックに薄く塗抹し、それを卵管

理水槽に垂下して管理を行っていた。しかし、この方法では発眼率や孵化率にバラツキが生じることが多く、サランロックへの塗抹という物理的なストレスが受精卵に悪影響を及ぼしていると考えられることから、本年度はサランロックを使用しない方法を試みた。それにもかかわらずこのような好結果が得られたことから、卵塊の中から死卵を適宜取り除きながら適正な条件で管理すれば、サランロックの使用は必ずしも必要ないと思われた。

表1 採卵状況

採卵日		1月11日		2月22日	2月22日	2月23日	3月5日
採卵方法		自然	搾出	搾出+自然	搾出	搾出	自然
雌親魚	由来	天然魚 <sup>*1</sup>		養成2才	天然魚 <sup>*1</sup>	養成2才 <sup>*2</sup>	養成2才
	全長 (cm)	21.1		19.6	21.5	20	15.1
	産卵前の体重 (g)						55.1
	産卵後の体重 (g)	146.0		151.6	120.2	150.4	46.9
	卵重量 (g)	12.5	22.5	33.8	21.5		8.2
	卵数 (粒/g)	650	650	360	448		500
	総卵数	8125	14625	12168	15276		4000
雄親魚	由来	養成2才		養成2才	養成2才		養成2才
	全長 (cm)	21.4		21.6	21.6		20.8
	体重 (g)	189.8		197.2	197.2		167.3
	精巣摘出の有無	有り		有り	有り		有り
	使用精巣重量 (g)	0.4		0.7	3.8		5.8
受精方法		湿導法		乾導法	湿導法		湿導法
受精日		1月11日		2月22日	2月22日		3月5日
着卵材使用の有無		有り	無し	無し	無し		無し
発眼までの日数		8		7	7		
推定発眼率 (%)		60	60	30	90		
発眼卵数		4875	8775	4000	12220		
推定孵化率 (%)		20.5		50.0	80.0		
推定孵化尾数		1000		2000	6000		
収容水槽				No.13	No.11,12		
備考		3月2日 廃棄	3月2日 廃棄	3月6日 池入れ	3月6日 分容して 池入れ	過熟卵の ため中止	3月13日 廃棄

\*1 奈半利川で採捕した同一の個体

\*2 電照魚

## 孵化後の管理

2月22日に採卵した天然魚および養成2才魚由来の2ロットについて、3月6日（受精後12日目）に発眼卵をFRP製1t容角型水槽へと池入れさせた。すなわち、天然魚由来のものはNo.11および12に分槽収容し、また同じ日に養成2才魚より自然産卵と搾出法によって得た発眼卵はNo.13に収容した。

種苗の生産結果を表2に示した。また、参考として各水槽ごとの水温、給餌量、へい死尾数、アンモニア態窒素量および亜硝酸態窒素量の推移を図1～3に示した。いずれの水槽でも孵化確認後直ちにワムシ投与を開始し、孵化後7日目以降はそれを1日2回に分けて与え、配合飼料の投与も開始した。また、孵化後5日目までは人工2/3海水を

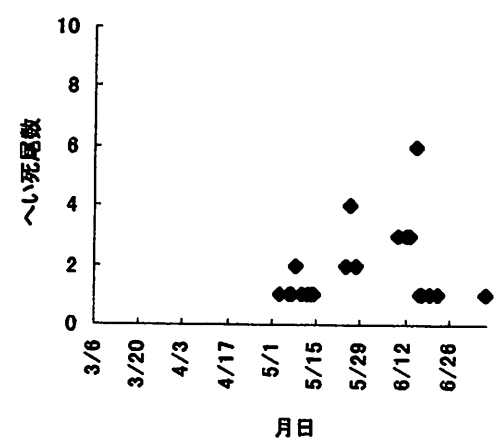
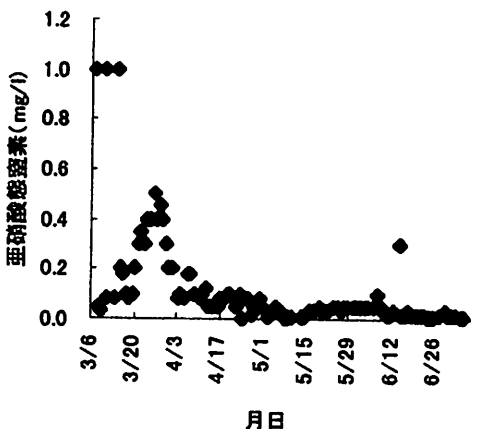
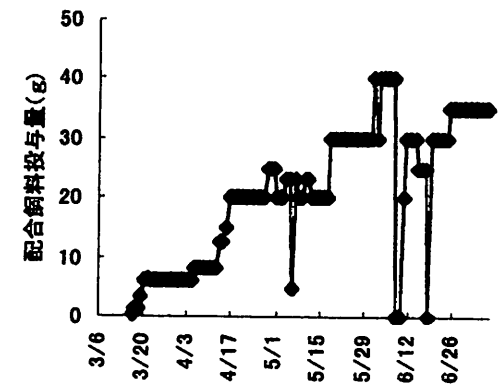
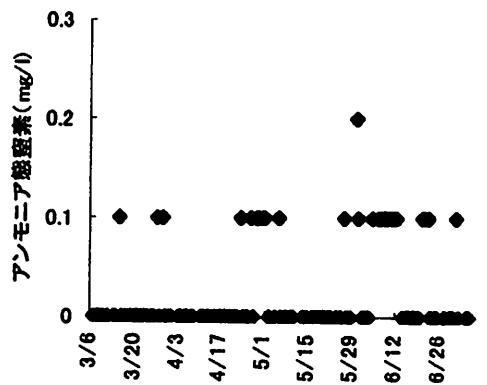
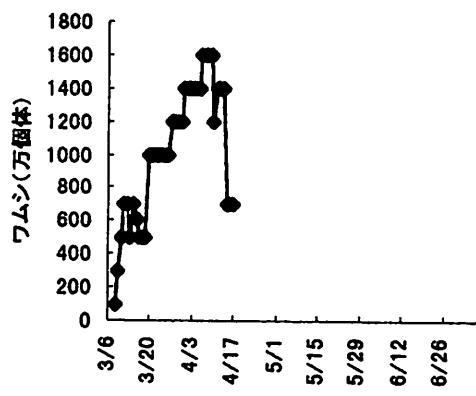
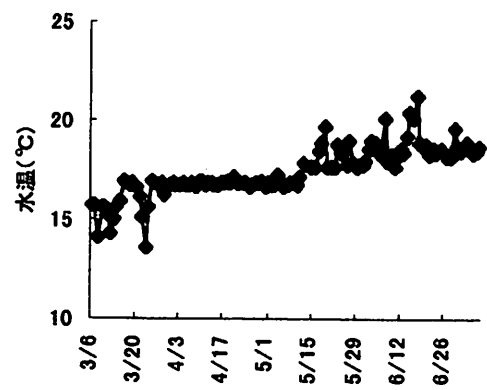


図1 No. 11における種苗生産結果

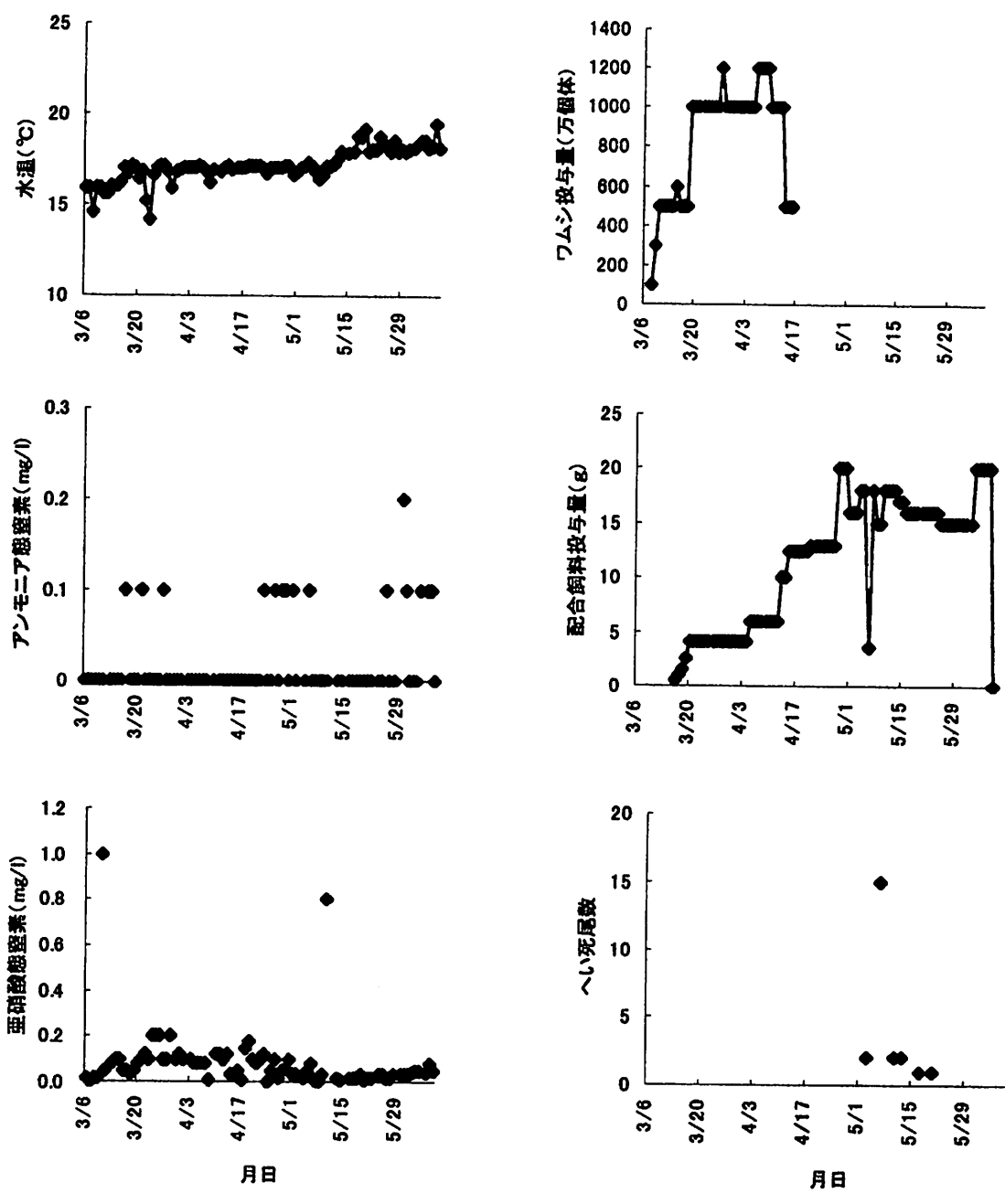


図2 No. 12における種苗生産結果



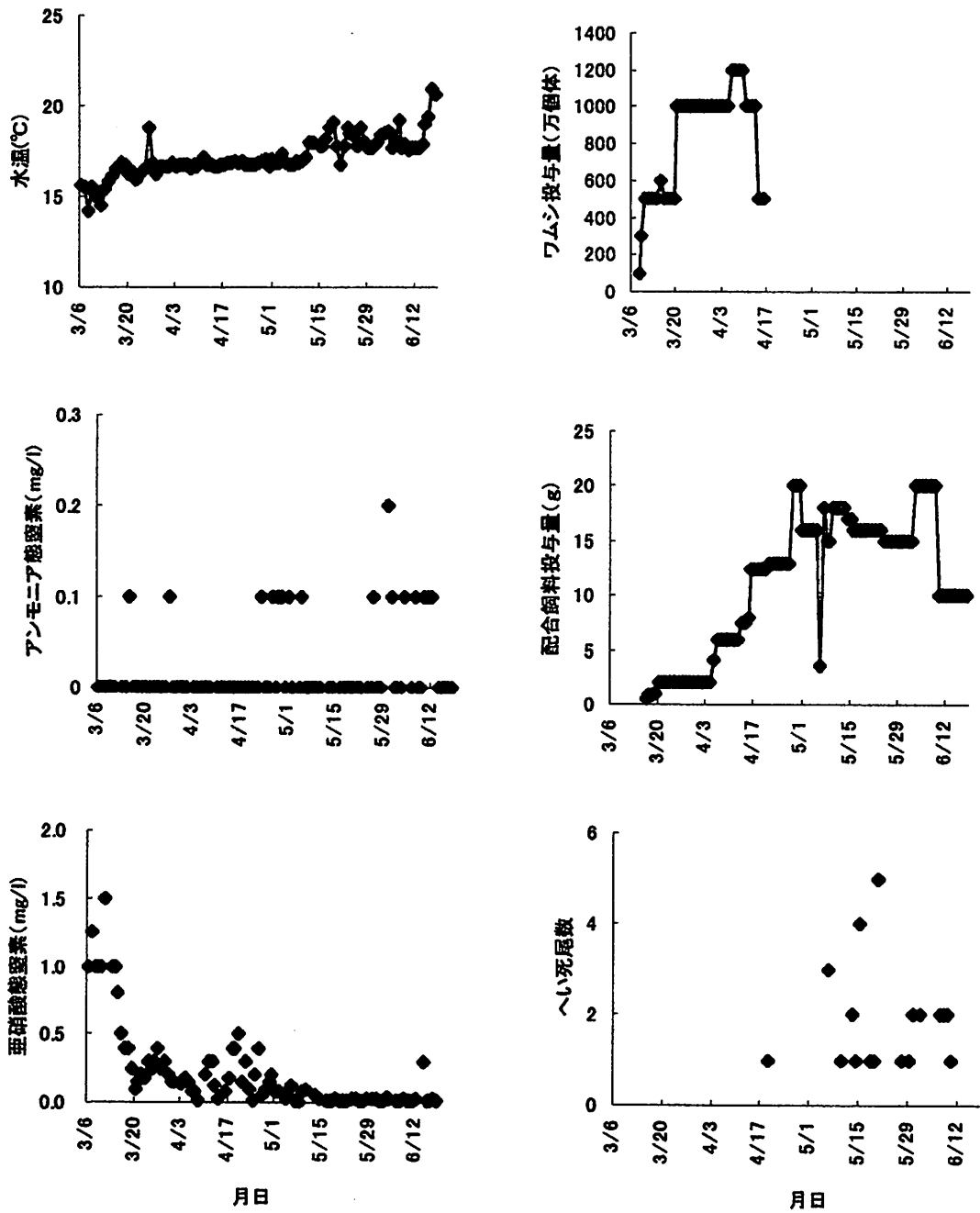


図3 No.13における種苗生産結果

用いて止水飼育し、その後は循環ろ過飼育とした。35日目には各池において着底魚が確認され始め、ワムシ投与は42日間で終了した。配合飼料へ完全に移行した後の稚魚の摂餌活性は極めて好調で、給餌時には水面近くに上昇してきて活発に摂餌する様子が観察された。そこで、孵化後77日目には手撒き給餌から自動給餌に切り替えた。

表2 種苗生産結果

水槽No.	11	12	13	
容量 (t)	1.0	1.0	1.0	
材質	角型FRP	角型FRP	角型FRP	
飼育方式	循環ろ過	循環ろ過	循環ろ過	
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2才魚	天然親魚	天然親魚	
採卵日	2月22日	2月22日	2月22日	
推定孵化尾数	(6000)	(6000)	2000	
飼育開始日	3月6日	3月6日	3月6日	
飼育終了日	8月9日	6月9日	6月19日	
飼育日数	124	95	105	
水温 (°C)	最高値	21.2	19.5	20.9
	最低値	13.6	14.2	14.2
	平均値±標準偏差	17.4±1.3	17.2±0.9	17.1±1.1
ワムシ	日数	42	42	42
	総給餌量 (百万個体)	407	335	328
	日間投餌量 (万個体/日)	969	798	781
配合飼料	期間	114	85	105
	総給餌量 (g)	2402.1	984.1	1064.2
測定結果	最終測定日	8月9日	6月9日	6月19日
	尾数	602	146	68
	生残率 (%)	10	—	3.4
	平均全長 (mm)	47.0	31.4	31.0
	平均体重 (g)	1.25	0.46	0.45
備考	池入れ時、No.12 6月9日にNo.11と 月19日に標識後、 と分容 混合 No.11と混合飼育			

アユカケは高水温に弱く、これまでの結果から23℃以上では摂餌活性の低下等から飼育に適さないことがわかっている<sup>1)</sup>。そこで、5月以降は水温上昇によるものと考えられるへい死が各水槽で確認され始めたため、水道用のフレキパイプに飼育水を通したものを冷却管とし、それを各水槽にセットした。また、6月以降は投げ込み式冷却機によって10℃前後に冷却させた水をフレキパイプを介して各水槽に循環させた。そして、水温上昇期にはへい死や稚魚の遊泳状況を観察しながら各水槽における給餌量も適宜調整した。

アユカケの馴致可能サイズは全長20mm以上と報告されているが、6月9日にNo.12をNo.11へ移入させるためにNo.12における稚魚の全長を測定したところ、平均で31.4mmに達していた。本年度は採卵日・孵化日とも各水槽で同日に確認されたことから、い

ずれの飼育水槽についても淡水馴致は孵化後97日目に当たる6月14日から一斉に開始した。しかし、これまでの方法では、馴致は1週間程度で行っていたが、水温上昇期における無理な馴致が稚魚の生残率を左右する大きな要因となっていることから、本年度は7月7日まで3週間かけて徐々に行なった。馴致期間中のpHおよびへい死状況は図4に示したとおりであり、顕著なpH変動や稚魚のへい死は認められなかった。なお、6

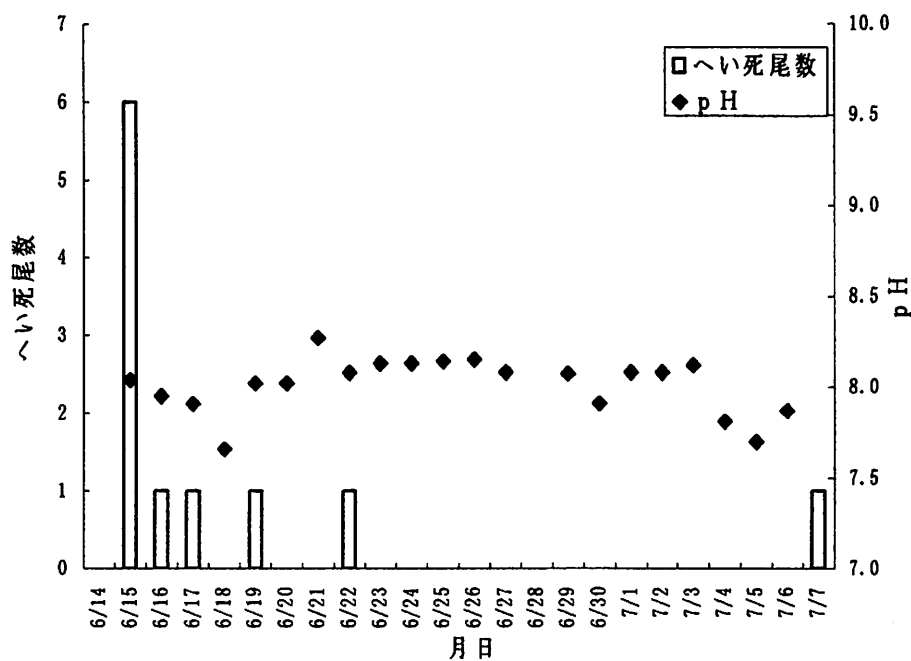


図4 淡水馴致期間中のpHおよびへい死尾数の推移

月19日には、No.13に收容していた養成魚由来のすべての生残魚をイラストマータグにより標識し、中間育成時における由来判別を可能にした上でNo.11の天然魚由来の稚魚と混合した。

以上、本年度の種苗生産成績は8月9日の測定時で602尾となり、最終的な

生残率は10%であったが、本年度は採卵尾数が少なかったために種苗の大量生産にはつながらなかった。なお、飼育期間中の各水槽におけるアンモニア態窒素量および亜硝酸態窒素量は一時的に上昇することもあったが、図1～3に示したとおり、いずれもほぼ0.1mg/L以下であり、期間中の水質は良好に保たれていた。

## 2 成熟に及ぼす電照処理の影響

【参考】

### 【目的】

アユカケの採卵は2月を中心として行われ、当センターでは採卵時期には親魚をほぼ毎日取り上げ、熟度をチェックしながら排卵が確認された個体から卵を搾出している。しかし、この方法では親魚数が増加すると多大な労力となるとともに、一定期間内にまとまった採卵が行えず、種苗生産の効率化を妨げる大きな要因となっている。また、当センターでは立地条件上人工海水を用いた循環ろ過方式により種苗生産を行っているが、従来法では種苗生産後期すなわち着底期前後に水温が上昇することとなり、これに起因すると思われる減耗が例年認められている。

そこで、本年度は採卵の早期化ならびに種苗生産の効率・安定化を図るため、成熟におよぼす電照処理の影響について調べた。

### 【材料および方法】

供試魚には、当センターで種苗生産した奈半利川由来の養成2才魚（平均体重：雄123.0g、雌92.3g）を用いた。これらを0.5tポリエチレン製角型水槽3基に雌雄15尾ずつ収容し、図5に示した試験区を設定した。すなわち、天然日長に加えて18:00から23:00まで22.5W屋外用蛍光灯による電照処理を与える長日区、遮光ネットで水槽全体を完全に覆い、9:00から15:00の6時間の電照処理のみ行う短日区、および試験開始2ヶ月後に長日条件から短日条件に切り替える長日短日区を設けた。試験は平成10年6月25日から11月15日まで流水飼育下で実施し、飼育期間中の水温は17.2~23.2℃であった。そして、試験開始2ヶ月後、以降約1ヶ月ごとに体重、全長を測定するとともに、増重率、飼料効率および肥満度を算出した。また、測定時には抱卵具合、婚姻色の出具合を総合して成熟度を+（変動なし）、++および+++の3段階で評価した。なお、長日短日区

の電照切り替えは8月20日の測定後に行い、9月18日に全区の電照を終了して、その後は天然日長条件下で飼育した。また、飼育期間中は供試魚のシェルターとして、水槽内に3つ穴のコンクリートブロックを井形に設置した。飼料には坂本飼料株式会社製の海産魚用固形飼料（海産ソフト2号）を使用し、16:00を目安に1日1回投与した。

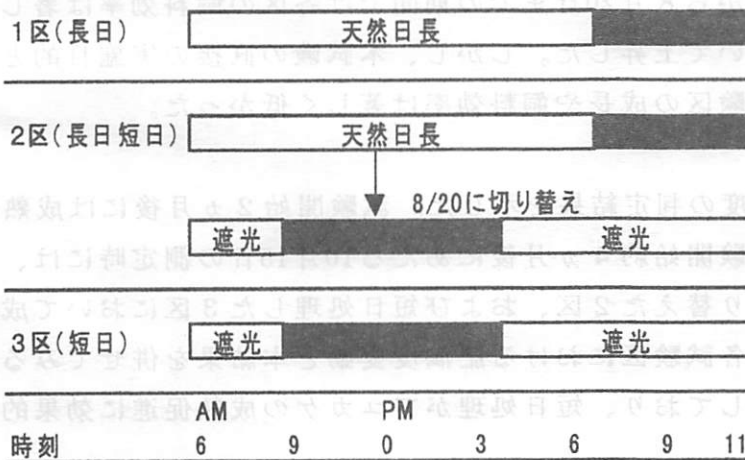


図5 各試験区の照射条件(■:電照照射)

【結果および考察】

**成長および飼料効率** 試験期間中の測定結果を中心とした飼育成績を表3および図6に示した。飼育期間中、各区の供試魚は雌雄とも緩やかながらも体重の増加が認められた

表3 試験期間中の飼育成績(1)

試験区	1			2			3		
	長日区		計	長日短日区		計	短日区		計
	雄	雌		雄	雌		雄	雌	
<b>開始時</b>									
尾数	15	15	30	15	15	30	15	15	30
全長(cm) * <sup>1</sup>	19.4±1.3	18.0±1.2	18.7±1.4	20.0±1.1	18.3±1.3	19.1±1.5	20.0±1.1	18.5±1.4	19.3±1.4
体重(g) * <sup>1</sup>	116±19	93±20	104±22	128±18	92±18	110±25	125±19	92.4±18	109±24
肥満度 * <sup>1</sup>	15.7±1.3	15.7±1.4	15.7±1.4	16.0±1.9	14.9±1.5	15.5±1.8	15.6±1.7	14.4±1.7	15.6±1.7
<b>終了時</b>									
尾数	12	11	23	9	7	16	12	6	18
生残率(%)	80.0	73.3	76.7	60.0	46.7	53.3	80.0	40.0	60.0
全長(cm) * <sup>1</sup>	19.7±1.1	18.5±1.4	19.2±1.4	20.5±1.3	18.8±1.4	19.7±1.5	19.4±1.3	18.0±1.0	19.0±1.3
体重(g) * <sup>1</sup>	133±24	101±20	118±27	142±26	104±20	126±30	128±18	102±10	119±20
肥満度 * <sup>1</sup>	17.2±1.4	15.7±2.1	16.5±1.9	16.5±0.8	15.6±1.2	16.1±1.0	17.5±1.7	17.3±2.4	17.5±1.7

\*<sup>1</sup> 平均値±標準偏差

が、いずれの試験区でも全長の増加は小さく、停滞もしくは低下する傾向が認められた。しかしながら肥満度においては各区とも変動が大きく、雄では試験開始2ヶ月に各区とも17前後に上昇した後、短日処理した3区を除いては一度低下したが、飼育終了時には再び上昇した。一方、3区では試験期間中の継続的な肥満度増加が認められ、他の試験区とは明かに異なる傾向を示していた。次に雌をみると、1および2区では増減を繰り返していたが、3区では雄同様に試験期間を通しての上昇がみられた。

測定結果を基に算出した増重および飼料効率は表4および5に示したとおりである。期間を通しての給餌日数はいずれの試験区でも同一であり、飼育水温にも区間差は認められなかった。第1期の6月25日から8月20日までの期間では各区の飼料効率は著しく低かったが、それ以降は1区を除いて上昇した。しかし、本試験の直接の実施目的とは離れるが、飼育全般を通して各試験区の成長や飼料効率は著しく低かった。

**成熟度** 図7に飼育期間中の成熟度の判定結果を示した。試験開始2ヵ月後には成熟状態に差は認められなかったが、試験開始約4ヵ月後にあたる10月15日の測定時には、長日から短日へと電照処理条件を切り替えた2区、および短日処理した3区において成熟促進が認められた。図8に示した各試験区における肥満度変動と本結果を併せてみると、3区において雌雄とも高い値を示しており、短日処理がアユカケの成熟促進に効果的であると判断される。

**今後の課題** 図8に示したように、本試験では飼育経過にともなって各区のへい死尾数が増加し、短日区および短日長日区でそれが顕著であった。また、試験終了時には卵吸

収の傾向もうかがわれたことから、今後は電照処理の期間を再検討する必要があるとともに、化学・組織学的な判定法を確立する必要があるだろう。

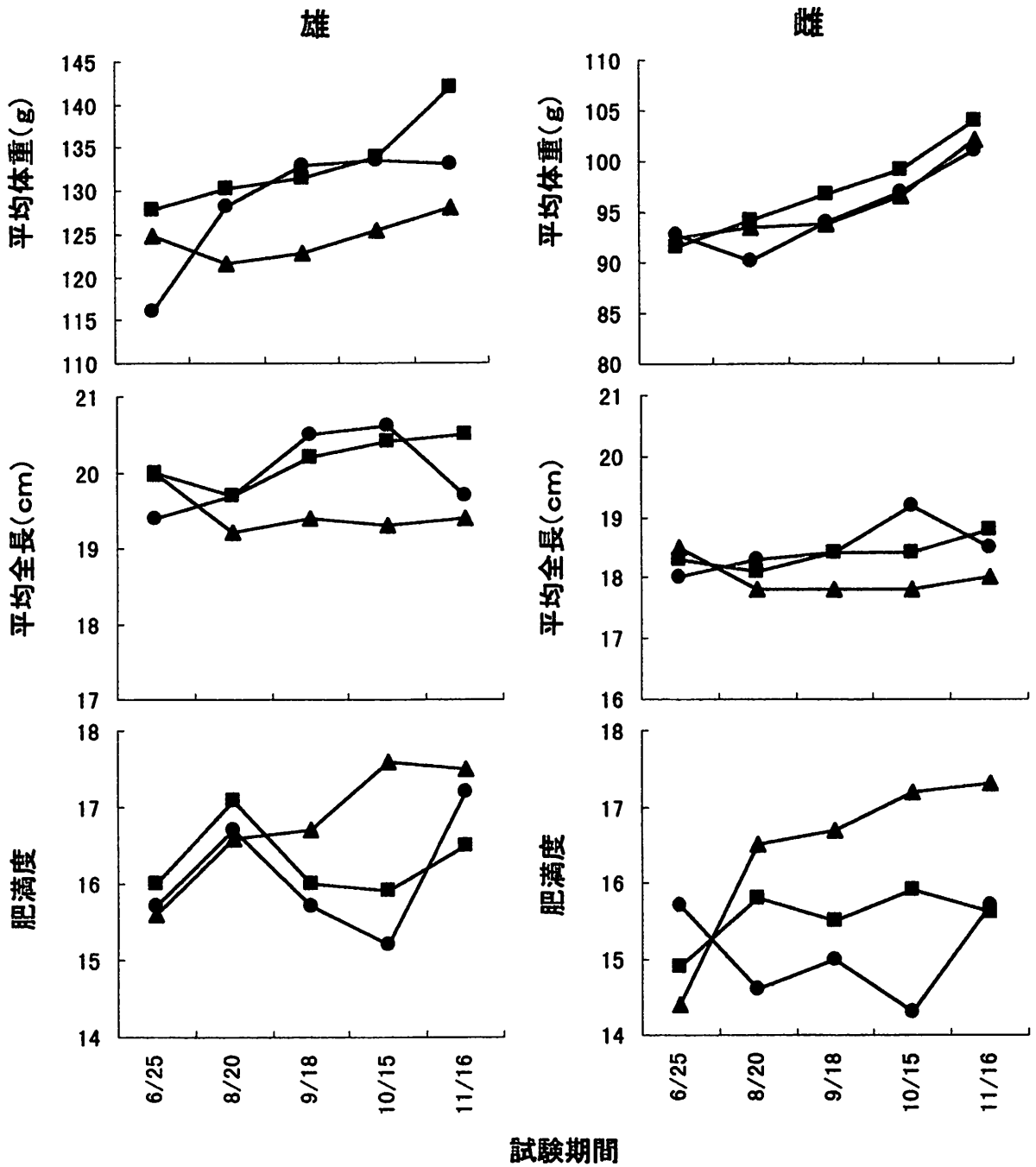


図6 飼育期間中の体重、全長および肥満度の推移  
 ●：1区（長日）、■：2区（長日短日）、▲：3区（短日）

表4 試験期間中の飼育成績(2)

試験区	1			2			3		
	長日区			長日短日区			短日区		
第1期(6.25-8.20)									
飼育日数(日)	56	56	56	56	56	56	56	56	56
給餌日数(日)	53	53	53	53	53	53	53	53	53
飼育水温(°C)	20	19.8	19.6	19.8	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
最高値	16.7	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6
最低値	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8
平均値±標準偏差	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8	18.6±0.8
総体重(g)	3259	3293	3131	3293	3131	3131	3131	3131	3131
開始時	2839	3083	3226	3083	3226	3226	3226	3226	3226
終了時	9.00	-2.70	94.8	-2.70	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
増重量(g)	0.28	-0.08	3.03	-0.08	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
増重率(%)	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090
総給餌量(g)	0.69	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
日間給餌率(%)	0.83	-0.25	8.70	-0.25	8.70	8.70	8.70	8.70	8.70
飼料効率(%)									

表5 試験期間中の飼育成績(3)

試験区	1			2			3		
	長日区			長日短日区			短日区		
第3期(9.19-10.15)									
飼育日数(日)	27	27	27	27	27	27	27	27	27
給餌日数(日)	20	20	20	20	20	20	20	20	20
飼育水温(°C)	21.5	21.4	21.4	21.5	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4
最高値	20.1	20	20	20.1	20	20	20	20	20
最低値	20.8±0.3	20.8±0.3	20.8±0.4	20.8±0.3	20.8±0.4	20.8±0.4	20.8±0.4	20.8±0.4	20.8±0.4
平均値±標準偏差	20.8±0.3	20.8±0.3	20.8±0.4	20.8±0.3	20.8±0.4	20.8±0.4	20.8±0.4	20.8±0.4	20.8±0.4
総体重(g)	2947	3036	2321	2947	3036	2321	2947	3036	2321
開始時	2904	2965	2403	2904	2965	2403	2904	2965	2403
終了時	41.7	63.4	81.5	41.7	63.4	81.5	41.7	63.4	81.5
増重量(g)	1.41	2.09	3.51	1.41	2.09	3.51	1.41	2.09	3.51
増重率(%)	305	305	305	305	305	305	305	305	305
総給餌量(g)	0.53	0.51	0.62	0.53	0.51	0.62	0.53	0.51	0.62
日間給餌率(%)	13.7	20.8	26.7	13.7	20.8	26.7	13.7	20.8	26.7
飼料効率(%)									
第4期(10.16-11.16)									
飼育日数(日)	32	32	32	32	32	32	32	32	32
給餌日数(日)	28	28	28	28	28	28	28	28	28
飼育水温(°C)	21.6	21.4	21.4	21.6	21.4	21.4	21.6	21.4	21.4
最高値	19.9	20.3	20.5	19.9	20.3	20.5	19.9	20.3	20.5
最低値	20.7±0.3	20.7±0.3	20.7±0.2	20.7±0.3	20.7±0.2	20.7±0.2	20.7±0.3	20.7±0.2	20.7±0.2
平均値±標準偏差	20.7±0.3	20.7±0.3	20.7±0.2	20.7±0.3	20.7±0.2	20.7±0.2	20.7±0.3	20.7±0.2	20.7±0.2
総体重(g)	2904	2965	2403	2904	2965	2403	2904	2965	2403
開始時	2704	2011	2137	2704	2011	2137	2704	2011	2137
終了時	31.9	161.2	101.9	31.9	161.2	101.9	31.9	161.2	101.9
増重量(g)	1.10	5.44	4.24	1.10	5.44	4.24	1.10	5.44	4.24
増重率(%)	420	420	420	420	420	420	420	420	420
総給餌量(g)	0.54	0.60	0.66	0.54	0.60	0.66	0.54	0.60	0.66
日間給餌率(%)	7.60	38.4	24.3	7.60	38.4	24.3	7.60	38.4	24.3
飼料効率(%)									



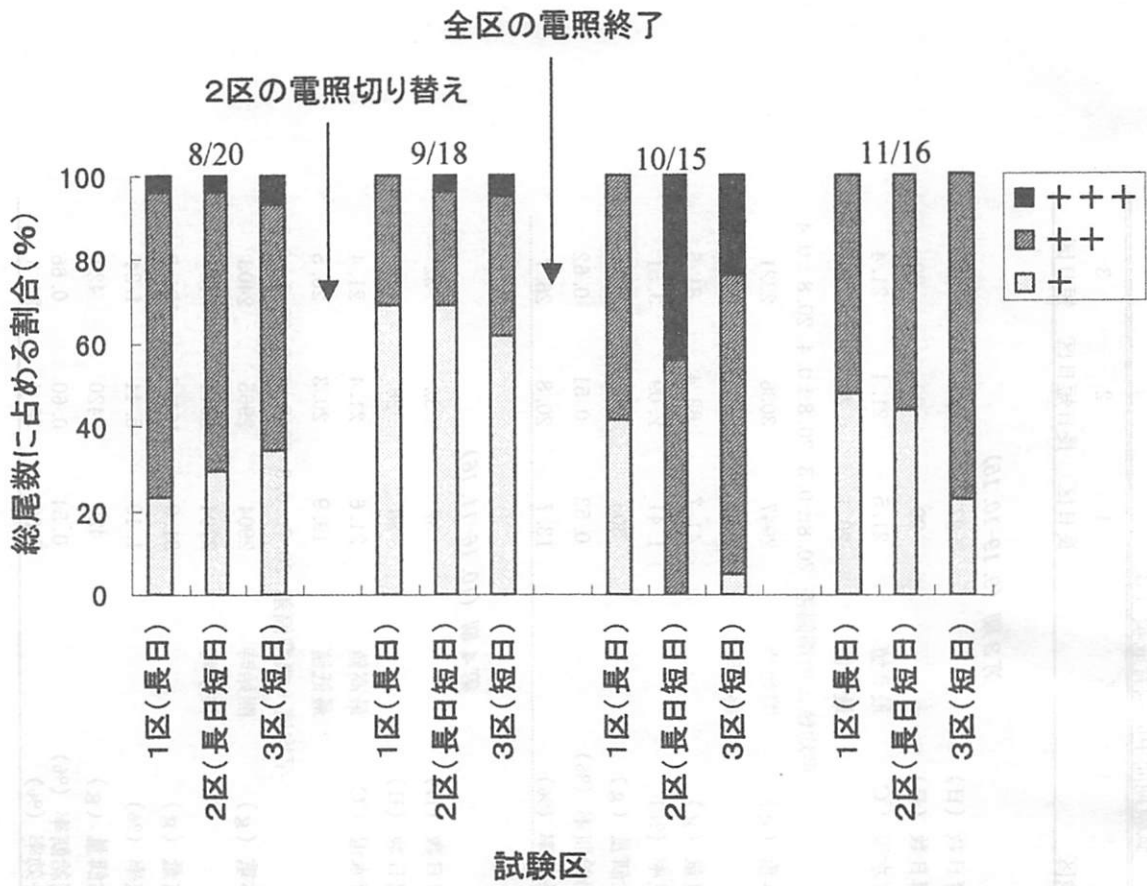


図7 飼育期間中の成熟度変化

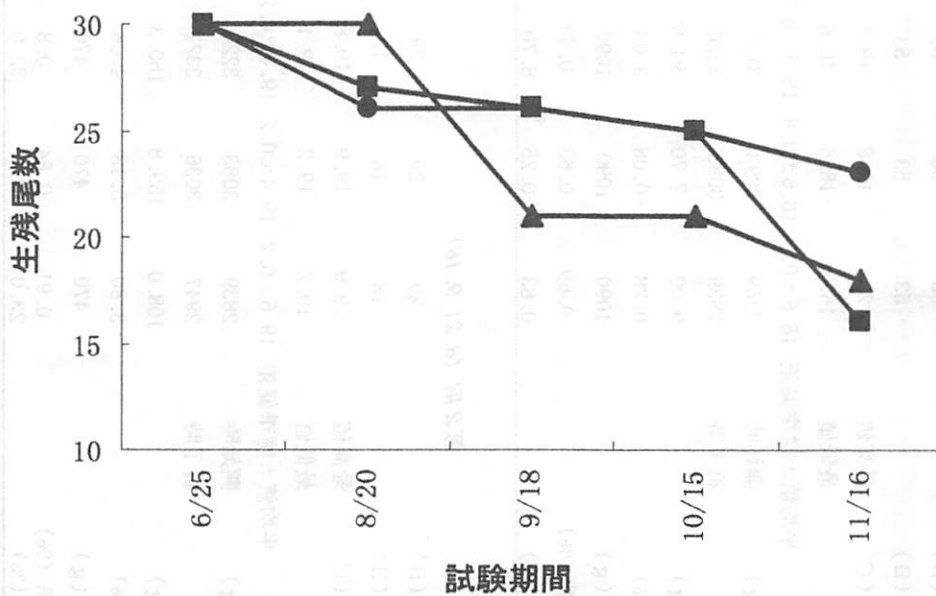


図8 飼育期間中の各試験区における生残尾数の推移  
 ● : 1区(長日)、■ : 2区(長日短日)、▲ : 3区(短日)

## Ⅱ 養殖技術開発試験

### 大型水槽を用いた 2 才魚の養成

#### 【目的】

本魚種の養殖事業化をにらみ、大型水槽での養成を行うことによって養殖技術確立のための知見を得ることを目的とした。

#### 【材料および方法】

##### 飼育魚

当センターで種苗生産した奈半利川由来の養成 2 才魚（平均体重107.6 g）

##### 飼育水槽

コンクリート製50 t 屋外水槽

##### 飼育期間

平成10年 6 月 25 日～平成11年 2 月 12 日

##### 飼育方法

飼育水には淡水を用い、期間中は流水環境下で飼育した。さらに、飼育水槽内には400Wバーチカルポンプを1基設置して水流を造りだし、エアーストーンによる通気も行った。さらに、ステンレスボルトを60cm×45cmのスレートパネルに固定し、それを水槽内に沈下させたものを供試魚用のシェルターとした。飼料には市販の海産魚用固形飼料（坂本飼料株式会社製の海産ソフト2号）を用い、供試魚の摂餌状況に応じて給餌量を調整しながら自動給餌機により17:00頃を目安に投与した。飼育期間中、10月11日、1月13日および2月12日には魚体重および尾数を測定し、増重率や増肉係数を算出した。

#### 【結果および考察】

飼育結果を表6に、飼育期間中の水温変動を図9に示した。飼育開始時の開始時から10月11日の測定時までの平均飼育水温は20.1℃とアユカケの摂餌に影響をおよぼす水温ではなかったが、この期間中には平均体重の減少が認められ、増重率および増肉係数は低下したが、続く1月13日の測定時には平均体重141.4gにまで上昇し、その時の増肉係数は2.28であった。しかし、飼育終盤すなわち1月13日から2月12日までの期間では再び増重率および増肉係数が低下した。本年度における2才魚養成では良好な飼育成績

が得られたとは言い難いが、冬季の低水温期を除くと供試魚の配合飼料に対する摂餌は

表6 大型水槽における2才魚養成結果

		第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期
養成水槽		501	501	501
容量 (t)		50	50	50
飼育日数		108	95	30
給餌日数		79	20	7
飼育水温 (°C)	平均値±標準偏差	20.1±1.1	17.9±2.1	14.4±0.8
	最高値	22.5	22.2	15.8
	最低値	17.8	13.4	12.6
飼育開始時	月日	6月25日	10月11日	1月13日
	尾数 (尾)	388	350	194
	平均体重 (g)	107.6	98.5	141.4
	総重量 (g)	41749	34480	27432
飼育終了時	月日	10月11日	1月13日	2月12日
	尾数 (尾)	350	277	181
	平均体重 (g)	98.5	141.4	113
	総重量 (g)	34475	39168	20453
生残率 (%)	90.2	79.1	93.3	
増重量 (g)	-3185	11879	-5141	
増重率 (%)	-9.24	30.3	-25.1	
総給餌量 (g)	24270	5200	650	
日間給餌率 (%)	0.81	0.69	0.39	
増肉係数	-0.13	2.28	-7.91	

概ね良好であった。本年度は2才魚という成魚を用いた飼育であったため、当才魚や1才魚と比較しての成長停滞傾向は避けられず、増肉係数についても当才魚や1才魚では概ね1前後で推移しているのと比較して著しく悪かった。このため、本種の栄養要求を解明し、飼料や給餌方法を検討していく必要がある。

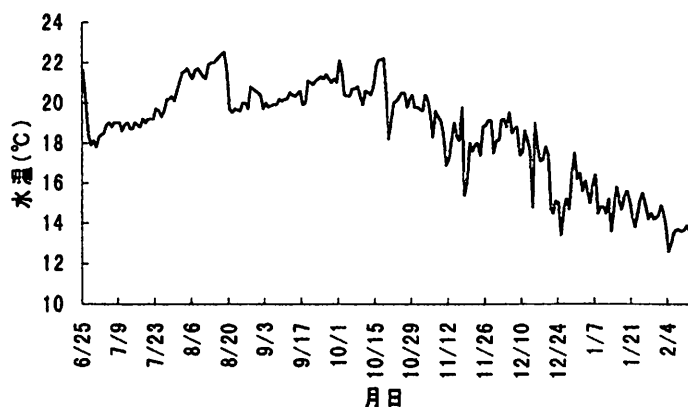


図9 2才魚養成水槽における水温変動

## 参考文献

- 1) 上野幸徳・西山 勝・岡部正也・佐伯 昭 (1998) アユカケ増養殖開発試験。高知県内水面漁業センター事報 (平成8年度) . 74-94.

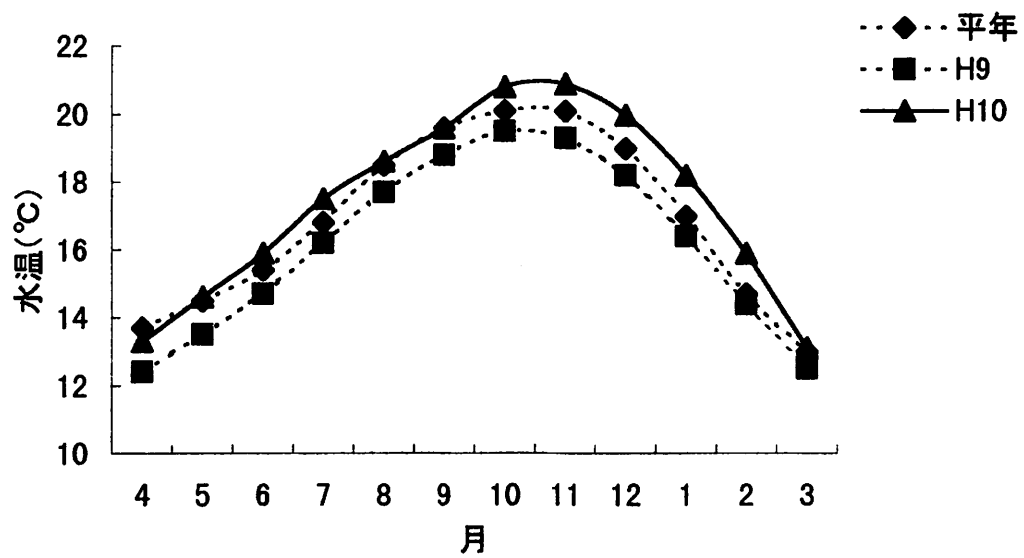
# III 資 料

平成10年度 飼育用水の水温一覧(高知県内水面漁業センター)

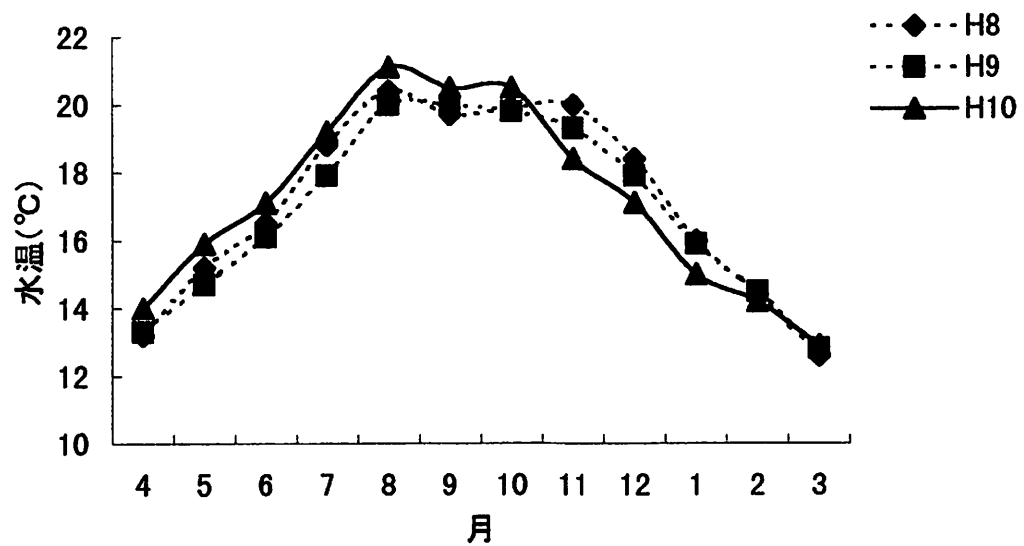
日	4月		5月		6月		7月		8月		9月	
	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水
1	12.0	12.1	14.3	15.7	15.3	15.8	16.8	18.3			18.8	20.4
2	12.0	12.0	14.4	16.2	15.3	15.5	16.9	18.4	18.7	21.5	18.8	19.7
3	12.1	12.0	14.4	16.5	15.4	16.1	17.1	18.5	18.2	21.6	18.9	20.0
4			14.2	15.3	15.5	16.4	17.2	18.9	18.2	21.7	19.9	19.8
5			14.3	15.3	15.5	16.0	17.3	19.0	18.2	21.4		
6	12.4	12.6	14.2	15.3	15.6	16.0	17.3	18.9	18.3	21.2	19.2	19.9
7	12.5	13.1	14.4	15.5	15.7	17.4	17.4	19.0	18.4	21.6	19.1	19.9
8	12.6	12.8	14.3	16.4	15.6	16.6	17.4	19.0	18.4	21.7	19.2	20.2
9	12.7	13.2	14.4	16.2	15.6	16.5	17.4	19.0			19.2	20.1
10	12.8	13.5	14.4	16.3	15.7	16.7	17.4	18.6	18.5	21.3	19.2	20.2
11	13.3	13.5	14.3	15.0	15.7	16.8	17.4	18.9	18.5	21.2	19.3	20.2
12		13.6	14.4	15.5	15.7	17.2	17.5	19.0	18.5	21.9	19.6	20.5
13	13.7	14.1	14.8	15.6	15.7	16.8	17.5	18.7	18.5	22.0		
14	13.8	13.8	14.5	15.8	15.7	16.8	17.5	18.7	18.6	21.9	19.4	20.3
15	12.9	13.7	14.4	15.3	15.8	17.1	17.5	19.0	18.6	22.0		
16	12.9	13.5	14.4	15.9	15.8	16.9	17.5	18.9			19.6	20.6
17	13.1	13.7	14.4	16.7	16.0	16.8	17.6	18.8	18.7	22.4	19.5	19.9
18	13.3	14.3	14.4	15.5	16.0	17.5	17.6	19.2	18.7	22.5	19.6	20.0
19	13.5	13.9	14.5	15.8	16.1	18.2	17.6	19.2	18.7	21.7	19.5	21.1
20	13.5	14.4	14.6	15.8	15.9	16.9	17.6	19.0	18.6	19.7		
21	13.7	14.3	14.8	15.7		16.8	17.6	19.2	18.6	19.5	19.7	20.9
22	13.7	14.6	14.9	15.8	16.0	17.2	17.6	19.2	18.6	19.7	19.9	21.1
23	14.0	15.0	15.1	15.7	16.0	17.0	17.7	19.2				
24	13.9	15.1		16.1	16.1	17.2	17.7	19.6	18.7	19.6	20.1	21.3
25	14.0	15.1	15.3	16.4	16.2	17.8	17.8	19.3	19.0	20.0	21.1	21.2
26	13.9	15.2		16.8	16.2	21.6	17.9	19.6	19.0	20.0	20.7	21.4
27	14.1	15.7	15.4	16.4	16.4	18.4	17.8	20.2	19.1	19.7		
28	14.1	15.5	15.4	16.2	16.4	17.9	17.9	20.2	19.1	20.8	20.5	21.0
29	14.1	15.6	15.4	16.3	16.5	18.1	17.9	20.3	19.1	20.7	20.3	21.2
30	14.3	15.9	15.2	16.2	16.6	17.8	17.9	20.1			20.4	21.0
31			15.2	16.9			18.0	20.6	18.8	20.5		
回数	27	28	29	31	29	30	31	31	26	26	24	24
平均	13.3	14.0	14.6	15.9	15.9	17.1	17.5	19.2	18.6	21.1	19.6	20.5

平成10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	
	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水	源水	飼育水
1	20.5	22.1	21.3	19.7	20.2	18.1	19.4	16.5	17.1	14.9	14.7	14.0
2	20.7	21.5	21.4	19.6	20.1	19.1	19.4	15.6	17.1	14.5	13.9	13.9
3	20.5	20.4	21.4	20.4	20.1	19.2	19.3	16.1	16.7	13.8	14.0	15.6
4			21.4	20.1	20.1	18.8	19.2	15.6	16.7	12.6	14.0	13.5
5	20.3	20.7	21.4	19.5		19.5	19.1	15.0	16.7	13.0	14.0	13.8
6	20.7	20.7	21.3	18.3		18.5	18.4	15.9	16.6	13.5	13.9	13.8
7	20.9	20.7	21.4	19.6	20.0	18.7	18.9	16.4	16.6	13.7	13.9	13.8
8	20.8	20.8	21.3	19.3	20.2	18.8	18.2	14.5	16.4	13.7	13.7	13.2
9	20.7	20.3	21.3	19.1	20.3	17.4	18.8	14.8	16.4	13.6	13.6	13.3
10	20.7	19.9	21.2	18.4	20.5	17.6	18.8	14.8	16.3	13.7	13.5	13.0
11		20.6	21.3	16.9	20.2	18.6	18.7	14.5	16.1	13.9	13.4	12.8
12	20.9	20.5	21.3	17.2	20.4	18.1	18.5	15.2	16.1	13.6	13.2	12.7
13	20.9	20.4	21.2	18.1	20.3	17.6	18.1	13.6	16.1	14.8	13.2	12.9
14	20.4	20.8	21.2	19.0	20.1	14.8	18.0	14.9	15.9	14.5	13.1	13.2
15	20.6	21.8		18.3	20.4	19.0	18.4	15.8	15.9	14.5	13.1	13.4
16	20.5	22.1	21.2	18.1	20.3	17.7	18.4	15.0	15.9	14.3	12.7	13.4
17			21.2	19.8	20.3	17.1		14.7	15.8	14.8	12.5	12.3
18	20.7	22.2	21.0	15.4	20.2	17.2	18.1	15.3	15.7	15.0	12.4	12.6
19	20.6	20.4	20.9	16.0	20.2	17.8	18.2	15.6	15.6	14.8	12.5	12.8
20	20.4	18.2	20.6	18.0	20.1	17.4	18.1	15.1	15.5	14.5	12.4	11.9
21	20.6	19.1	20.7	17.6	20.0	14.7	18.0	14.3	15.4	14.3	12.3	11.9
22	20.7	20.0	20.7	17.9	20.0	14.5	17.8	13.8	15.4	14.3	12.3	11.6
23	20.7	20.1	20.7	18.0	20.0	15.1	17.9	14.5	15.3	14.2	12.3	11.5
24			20.6	17.4	19.3	15.0	17.6	15.1	15.1	14.2	12.4	11.9
25	21.2	20.5	20.0	18.8	19.7	13.4	17.7	15.5	15.1	14.4	12.6	12.5
26	21.3	20.5	20.1	18.9	19.7	14.7	17.5	14.9	15.0	14.5	12.6	12.8
27	21.1	19.8	20.2	19.1	19.7	15.2	17.4	14.2	15.0	14.7	12.7	12.9
28	21.3	20.2	20.2	19.1	19.2	14.7	17.4	14.5	14.8	14.0	12.6	12.2
29	21.3	20.4	20.2	17.5	19.5	16.4	17.4	14.2			12.6	12.1
30	21.1	19.8	20.1	18.1	19.7	17.5	17.3	14.3			12.8	12.4
31	21.3	19.8			19.4	16.2	17.2	14.4			12.9	12.8
回数	27	28	29	30	29	31	30	31	28	28	31	31
平均	20.8	20.5	20.9	18.4	20.0	17.0	18.2	15.0	15.9	14.2	13.1	12.9



飼育源水の水温変動



飼育用水の水温変動

河川漁業生産量の推移

単位：トン

年	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
ア ユ	603	429	795	1,558	2,257	1,807	1,340
ウ ナ ギ	145	84	80	136	193	168	163
コ イ	122	39	42	58	116	88	69
マ ス 類	10	2	4	53	68	75	20
その他魚類	444	342	365	423	514	405	353
貝 類	15	7	6	9	8	7	7
その他動物	113	60	61	103	131	101	72
藻 類	186	167	349	253	304	323	241
合 計	1,638	1,130	1,702	2,593	3,591	2,974	2,265

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
ア ユ	1,402	1,052	1,479	1,837	1,754	1,630	1,290
ウ ナ ギ	166	168	181	177	184	157	106
コ イ	72	75	75	76	74	66	54
マ ス 類	21	21	26	32	37	36	36
その他魚類	341	372	362	346	359	307	233
貝 類	7	17	11	9	31	40	37
その他動物	58	58	70	103	103	129	149
藻 類	227	205	444	208	438	542	177
合 計	2,294	1,968	2,648	2,788	2,980	2,907	2,082

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
ア ユ	1,270	1,153	1,053	1,369	1,422	1,368	1,430
ウ ナ ギ	122	129	124	127	131	117	101
コ イ	59	60	67	65	66	59	47
マ ス 類	44	40	37	40	66	62	69
その他魚類	212	184	198	196	194	194	187
貝 類	37	26	25	14	14	13	10
その他動物	155	111	114	108	106	104	109
藻 類	253	279	248	282	224	281	258
合 計	2,152	1,982	1,866	2,201	2,223	2,198	2,211



河川漁業生産量の推移

単位：トン

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ア ユ	1,283	1,195	1,115	821	849	721	591
ウ ナ ギ	112	111	112	59	59	51	63
コ イ	48	47	52	35	34	32	28
マ ス 類	64	67	69	66	65	43	42
その他魚類	184	182	181	127	125	118	104
貝 類	6	6	6	5	5	4	3
その他動物	103	105	104	64	60	50	52
藻 類	230	60	202	136	123	141	30
合 計	2,030	1,773	1,841	1,313	1,320	1,160	913

農林水産統計

## 内水面養殖業

		1973	1978	1983	1988	1993	1998	2003
経営体数		225	321	298	265	177	106	
養殖池数（面）		1534	3281	7033	7368	5185	3497	
養殖面積（a）		4776	8273	6646	7962	4323	2587	
養殖業従業者数（人）		542	754	670	668	403	260	
1経営体販売金額（万円）					2178	1950	2151	
営んだ養殖種類別経営体数		225	321	298	265	177	106	
食 用	ニジマス	18	5	8	10	10	5	
	その他マス		21	29	43	30	27	
	アユ	9	8	8	8	14	11	
	コイ	6	2	1	2	2	—	
	ウナギ	170	276	198	137	65	37	
	その他	13	12	54	75	60	30	
観 賞 用	錦ごい	30	17	9	4	4	2	
	きんぎょ	4	2	2	2	3	1	
	その他	1	—	—	—	—	1	

漁業センサス

## 年間遊漁者数の推移

単位：千人

年	ます類	あゆ	こい	ふな	その他	計
1983	6	49	5	1	3	64
1988	6	79	4	1	16	106
1993	74	370	21	13	51	529
1998	58	402	17	7	40	525

漁業センサス

### 森 林 面 積 ( h )

		1957	1965	1970	1980	1990	'90/'57
天 然 林	針葉樹	48,142	39,403	32,295	24,438	20,157	0.419
	広葉樹	287,566	243,286	237,628	168,130	175,582	0.611
	計	335,708	282,689	269,923	192,568	195,739	0.583
人 工 林	針葉樹	202,968	258,773	288,551	381,274	379,446	1.869
	広葉樹	1,201	2,354	877	3,794	6,732	5.605
	計	204,169	261,127	289,428	385,068	386,178	1.891
合 計		539,877	543,816	559,351	577,636	581,917	1.078

高知県統計書

### 民 有 課 税 地 ( h )

	1955	1965	1975	1985	1995	1997	'97/'55
田	34,276	34,149	31,534	29,194	27,488	27,069	0.790
畑	52,348	23,514	20,313	16,954	16,084	15,728	0.300
宅地	3,302	4,504	6,231	7,670	8,755	8,989	2.722

高知県統計書

### 経 営 耕 地 面 積 ( h )

	1960	1970	1980	1985	1990	1995	'95/'60
総 面 積	55,680	42,793	33,549	30,476	27,935	25,279	0.454
田	31,733	29,857	24,021	22,164	20,985	19,138	0.603
樹 園 地	2,860	6,027	5,277	4,362	3,506	2,874	1.005
普 通 畑	12,821	6,909	4,251	3,950	3,441	2,775	0.216
牧草専用地	3,981	2,510	603	1,417	133	154	0.039

高知県統計書

平成 10 年度  
事業報告書  
(第 9 卷)

平成 12 年 3 月 発行

編集 高知県内水面漁業センター  
発行 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 (088) 822-0492