

平成12年度

事業報告書

第 11 卷

平成13年11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
II	平成12年度事業（研究）報告	
	内水面放流資源等利用向上対策事業	
	遡上アユを対象にしたひさし付き越流堤	3
	直流パルス波試験	23
	電気スクリーンによる迷入防止現地効果調査	36
	人工産アユ生態特性調査	44
	耳石情報を用いた人工種苗、海系および琵琶湖産系アユの系統判別法の開発	44
	ウナギ資源調査	
	標本日誌・生物調査	49
	胸鰭切除による標識放流試験	64
	魚類防疫体制推進整備事業	74
	アユ冷水病防疫対策研究	77
	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	79
	モクズガニ資源培養技術開発研究	
	放流追跡調査	82
	陸上抱卵試験	89
	アユ遡上調査	91
	高知県における汽水・淡水産ハゼ類	92
	川干における水生生物調査	97
	PCR法を活用した病原体検出法および育種法の効率化の研究（プロジェクト研究）	
	アユの優良系統作出に関するDNAマーカー利用技術の開発	106
	海洋構造とアユの分布構造との関連に関する研究（プロジェクト研究）	
	産卵場における産卵日の確認と流下アユ仔魚数の計測	111
	浅海域におけるアユ仔稚魚の分布・回遊調査	118
III	資 料	
	飼育用水の水温	125
	落アユ魚体測定結果（1999～2000）	128
	淡水魚採捕記録（新聞記事；1974～2000）	129

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

T E L：0887-52-4231 F A X：0887-52-4224

交通機関：J R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

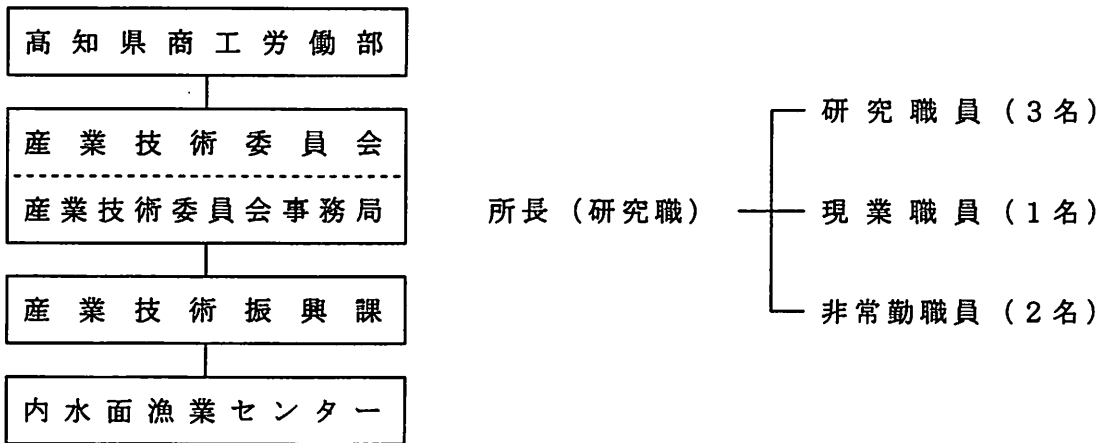
昭和19年 高知県山田養鯉場を設置（土佐山田町八王子）

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 専門研究員 主任研究員 技 師 技 師 非常勤職員 "	山 重 政 則 中 島 敏 男 岡 部 正 也 黒 原 健 朗 佐 伯 昭 田 中 ひとみ 大 坪 瞳	高知県水産試験場増養殖対策科（技師）

5 予算（当初）

（単位：千円）

事業費名	予算額	財源内訳
管理運営費	4,982	県費 4,982
試験研究費	17,471	県費 11,735 国費 3,749 諸収入 1,987
科学技術共同研究費 （プロジェクト研究費）	4,860	県費 4,860
合計	27,313	県費 21,577 国費 3,749 諸収入 1,987

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）

内水面放流資源等利用向上対策事業
—遡上アユを対象にしたひさし付き越流堤—

中島敏男

1 目的

水力発電所など河川に設置された取水施設や排水施設に魚類などの生物が入り込む現象を迷入という。本来の自然減耗や漁業生産による資源減少でない形で河川の生物資源が失われている。アユなどの放流種苗も減耗しているとの指摘が漁業関係者から寄せられた。このことをふまえて、高知県伊尾木川の水力ダム発電用水放水口に遡上魚迷入防止施設が設置された。この施設の現状を把握するため施設周辺の環境調査と標識放流アユ種苗の行動を観察した。

2 方法

調査対象河川の伊尾木川は徳島県境を源とする幹線流路延長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の水が取水される。その後、導水管によって発電所まで導かれ、発電に利用された後、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とダム下流への降雨による水量及び支流からの流入量のみ、いわゆる減水区間となっている。伊尾木川の位置を図1に示した。

調査対象魚種のアユは友釣り、餌釣りなどで年間40～70トン漁獲されている。同時に、伊尾木ダムは魚道を持たないダムで、ダムの上流と下流に分けてアユの人工種苗、びわ湖産種苗が毎年2.5トン前後放流されている。(表1)

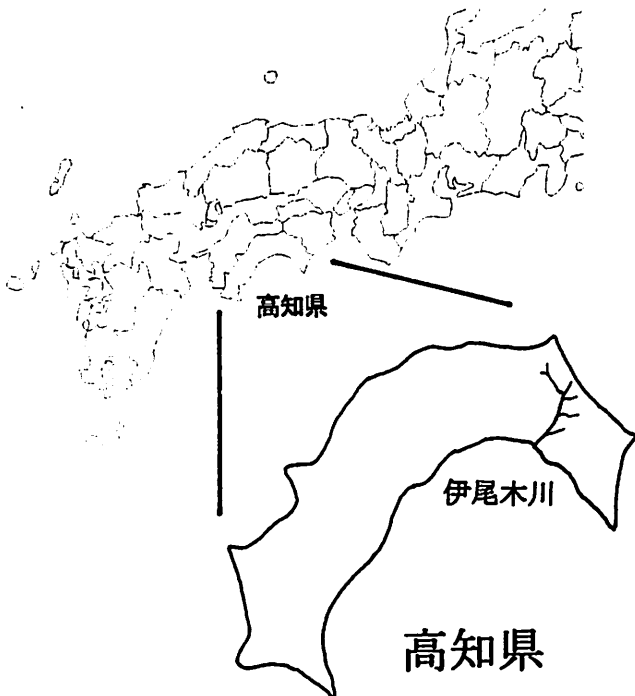


図1 伊尾木川の位置

表1 漁獲量及び放流量

	単位:トン					
	H7	H8	H9	H10	H11	H12
農林統計漁獲量						
アユ	75	76	50	45	40	
アマゴ	20	20	10	9	8	
ウナギ	3	3	2	2	2	
漁協統計放流量						
稚アユ ダム上流		1.0	1.0			
ダム下流		1.4	1.6			
ウナギ			0.23			

ア. 河川環境調査

年間を通じての伊尾木川の水温特性を把握するために主要な地点で水温測定を月3回を目標におこなった。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)、放水口すぐ上流 (st5:5km)、奈比賀 (st6:7km)、黒瀬 (st7:12km)、伊尾木ダム (st8:22km) の8定点である。測定定点は図2に示した。

標識魚放流時の河川環境を把握するために放水口及び放水口周辺、放水口の上下流本流で水温及び流量を測定した。

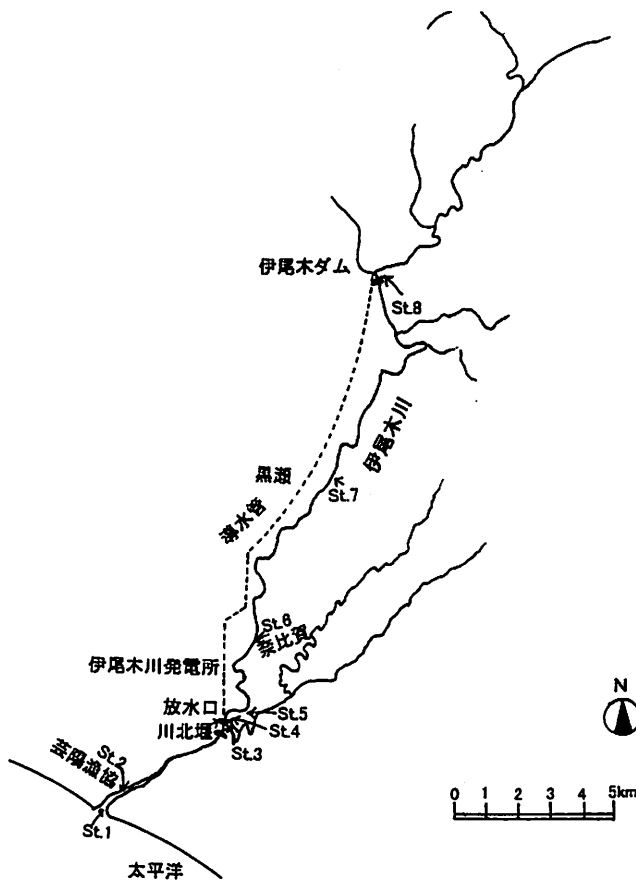


図2 河川環境調査定点(水温測定)

イ. 標識放流調査

遡上期のアユ稚魚が発電所放水口へ迷入する状況を知るため放水口周辺で標識種苗の行動観察をおこなった(図3)。放水口には当該施設への迷入防止を目的に設置されたひさし付き越流堤(図4)がある。この施設は越流堤によって放水口の流速を速くして魚の進入を困難にし、ひさしを設けることで本流の流れをひさし下部に集中させ、遡上魚を上流に誘導する機能を持つ。

種苗放流及び行動観察の概要を表2に示した。

放流の基本的手順は、人工生産した海産系アユ稚魚を用いた標識放流では、放流当日の午前中にリボンタグ(長さ40mm、幅3mmのビニール製)を脂鰭部に装着した。午後、活魚缶に収容して放流地点に運搬した後、約1時間水温馴致し、自然放流した。天然魚は放流当日に投網で採捕したものに順次リボンタグで標識し、人工海産標識魚と同様に放流した。

放水口での観察は、放水口上部からの目視観察と越流堤側方からの潜水目視観察によっておこなった。放流魚の分散状況確認は、放水口から上下流0.1~1 kmの範囲を潜水目視によって調査した。

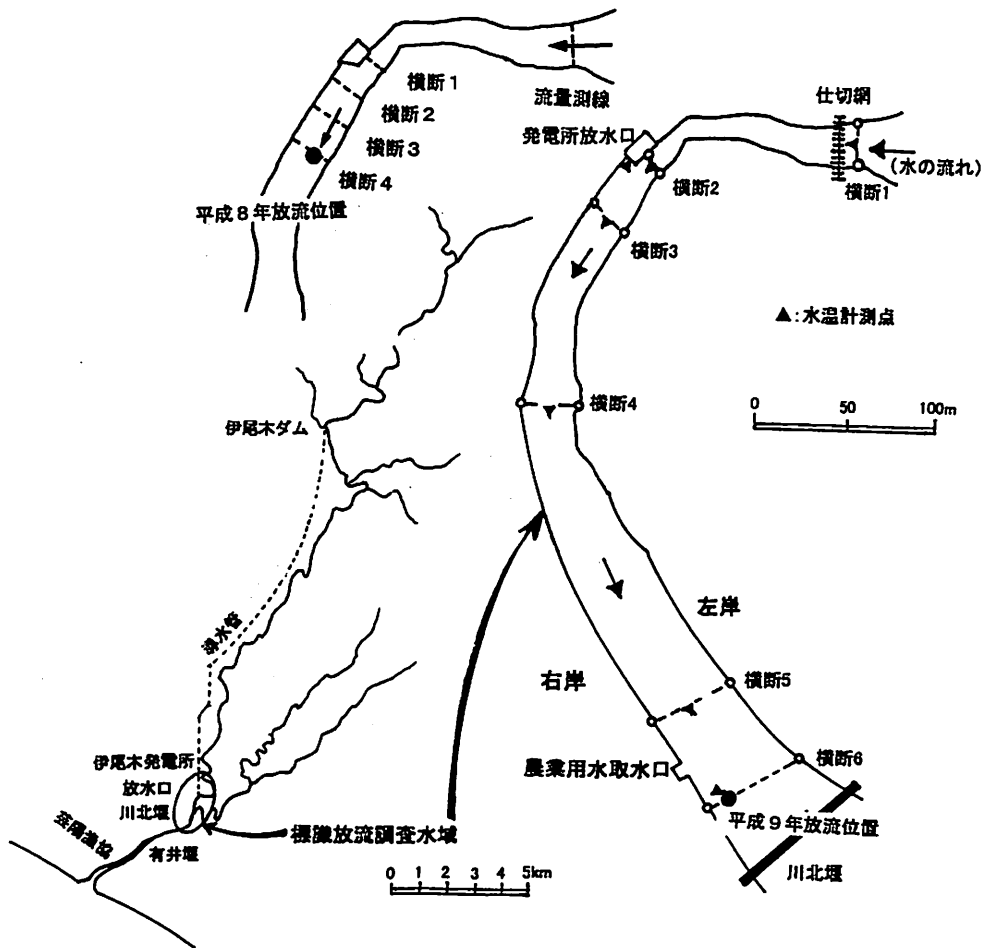
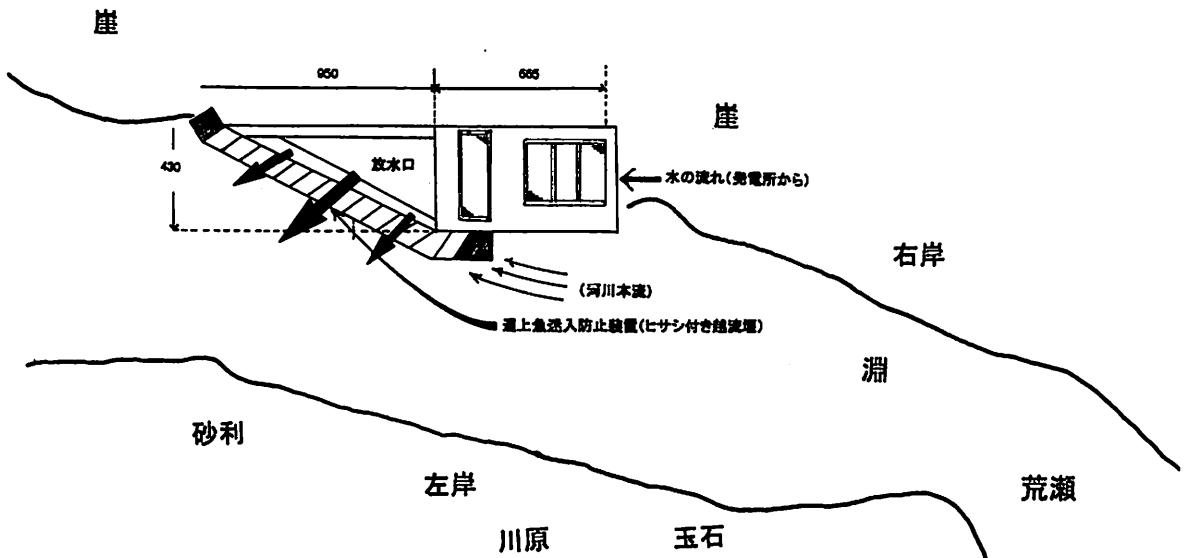


図3 標識放流魚調査水域

<平面図>



<従断面図>

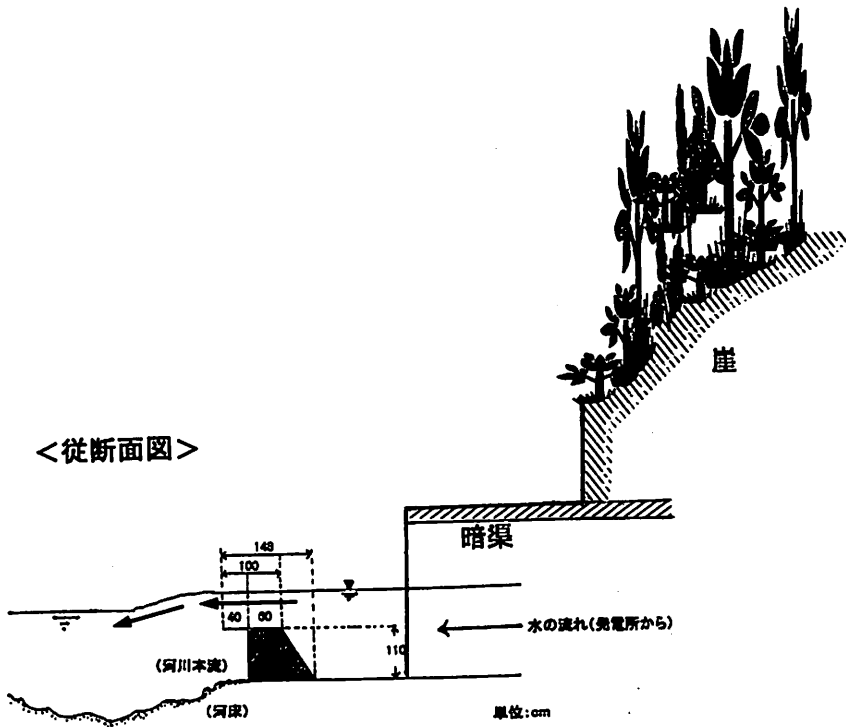


図4 遡上魚迷入防止装置(ひさし付き越流堤)

表2-1 8年度アユ種苗放流及び行動観察

放流回次	1	2	3	4
放流月日	5/5	5/14	5/20	5/27
放流時間	14:20	14:30	14:00	14:10
放流場所	放水口下流70m	放水口下流50m	放水口下流50m	放水口下流50m
放流尾数	290	303	300	300
由来	人工海産(F10)	人工海産(F10)	人工海産(F10)	人工海産(F10)
体長cm	11.5	11.2±0.9	11.4±1.0	11.2
体重g	-	-	24.0±6.2	22.5
馴致方法	おとり缶1時間静置	おとり缶1時間静置	おとり缶1時間静置	おとり缶1時間静置
標識有無	リボンタグ装着	リボンタグ装着	リボンタグ装着	リボンタグ装着
観察月日	5/5-6	5/14-15	5/20-21	5/27-28
観察時間	5/5 14:20-15:50 5/6 09:00-12:00	5/14 14:30-16:30 5/15 10:45-12:30	5/20 14:00-16:20 5/21 11:25-14:25	5/27 14:10-15:45 5/28 10:15-11:05
観察範囲	放水口及び放水口から500m 上流早瀬～500m 下流川北堰の間			
観察方法	陸上目視、潜水目視			

表2-2 9年度アユ種苗放流及び行動観察

放流回次	1	2
放流月日	4/22	5/20
放流時間	16:50	10:10
放流場所	放水口下流471m	放水口下流471m
放流尾数	973	884
由来	*1 天然海産	人工海産(F11)
体長cm	8.0±1.6	7.9±0.6
体重g	7.3±4.3	7.3±1.6
馴致方法	おとり缶1時間静置	おとり缶又はビニール袋1時間静置
標識有無	リボンタグ装着	リボンタグ装着
観察月日	4/22-25	5/20-22
観察時間	4/22 16:50-18:20 4/23 08:00-16:00 4/24 07:00-14:00 4/25 08:50-11:15	5/20 10:10-16:00 5/21 09:00-16:00 5/22 09:00-13:00
観察範囲	*2 放水口及び放水口から123m 上流平瀬～1km 下流有井堰の間	
観察方法	陸上目視、潜水目視	

*1 4月22日 10:00～15:20 河口から4km 上流の有井堰下流で投網により採捕した。

*2 第1回目は放水口から123m 上流の平瀬にアユ遡上防止用の網を張った。

(3) 調査結果

ア. 河川環境調査

①伊尾木川の年間水温

平成8年度は3月中旬にアユ主群が遡上をはじめたという情報がよせられた。4月9日に河口から約5 km 上流の放水口周辺で50~100尾の小群が観察された。4月9日の放水口周辺の水温は本流域が15.4℃、放水口内は11.3℃であり、両者の温度差は4.1℃であった。このような温度差は放水口内と放水口より上流の本流間ではほぼ周年見られる。(表3、図5)

表3 平成8年度伊尾木川水温

観測定点 観測日	(単位:℃)			
	St2 漁協前	St4 放水口内	St5 放水口上流	St8 ダム
2月8日				4.0
2月23日			10.2	
2月29日			10.8	
3月6日			10.1	
3月19日	10.6	9.7	13.4	
3月26日	13.1	11.8	15.2	
4月9日		11.3	15.4	10.5
4月16日	12.4	11.8	14.6	
4月23日	14.8	10.9	15.5	
4月30日	15.1	13.2	14.4	
5月5日		14.0	17.4	
5月15日		13.8	20.8	
5月21日		14.2	19.1	
5月23日	18.0			16.0
5月26日		16.2	22.0	
6月5日	21.1			18.1
7月9日	20.6			19.0
8月20日	24.1			19.6
9月3日	26.2	20.2	26.1	21.8
9月11日	25.6	20.2	25.6	21.0
9月18日				20.4
9月25日	20.6			
10月9日	19.7			17.7
10月10日		16.2	21.7	17.8
10月14日	19.5	15.9	22.6	
10月16日	18.9	15.1	21.0	15.3
10月18日		14.7	20.0	
10月21日		14.1	19.6	
10月28日		13.6	16.8	
11月20日	15.5			

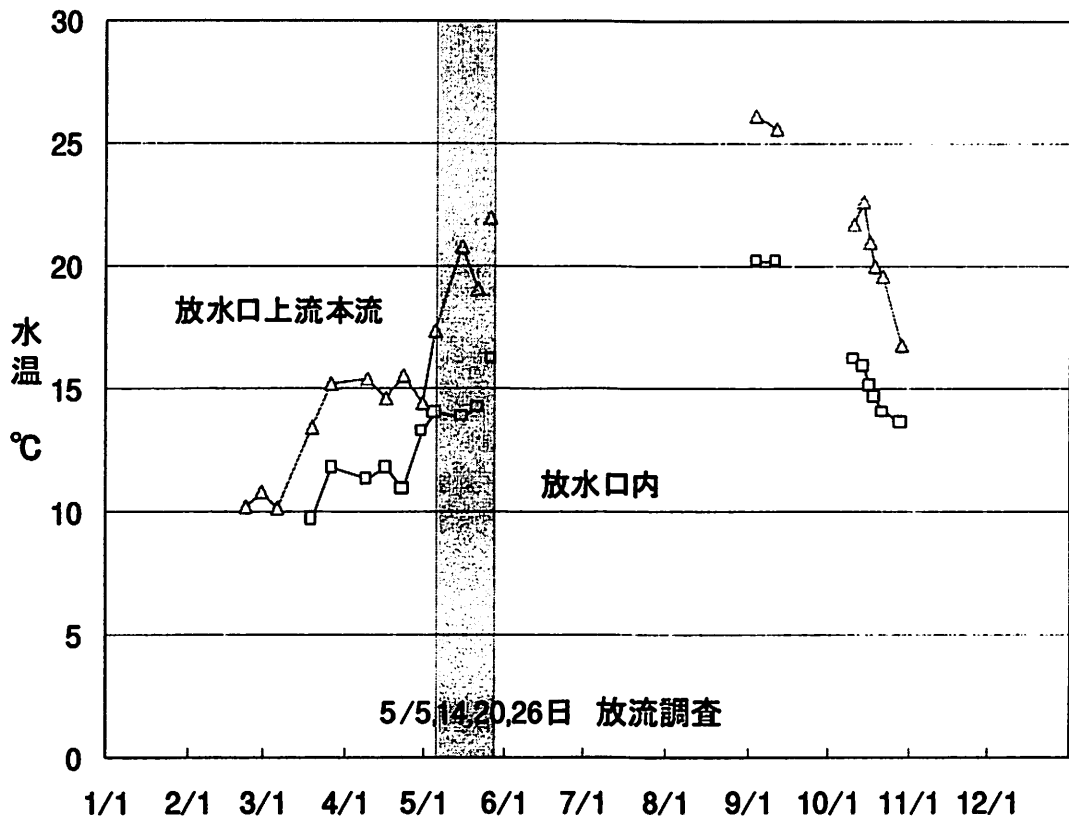


図5 平成8年度伊尾木川放水口内と放水口上流本流水温

平成9年度の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表4、図6に示した。

放水口の水温は、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月下旬には17℃、10月上旬は15℃、下旬は12℃台となった。放水口と放水口本流側の水温を比較すると、放水口は本流より3～6℃低めに推移した。このため、放水口から下流の水温は放水口に近いほど低めに推移する。放水口から4 km 下流の漁業協同組合前に近くなると水温も上昇してくるが、そこから1 km 下流では太平洋に注ぐ。

表4 平成9年度伊尾木川水温

(単位:°C)

観測定点 観測日	St1 河口	St2 漁協前	St3 川北堰	St4 放水口内	St5 放水口上	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10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	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		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	

※ 1月上旬から3月上旬まで放水口工事のため欠測

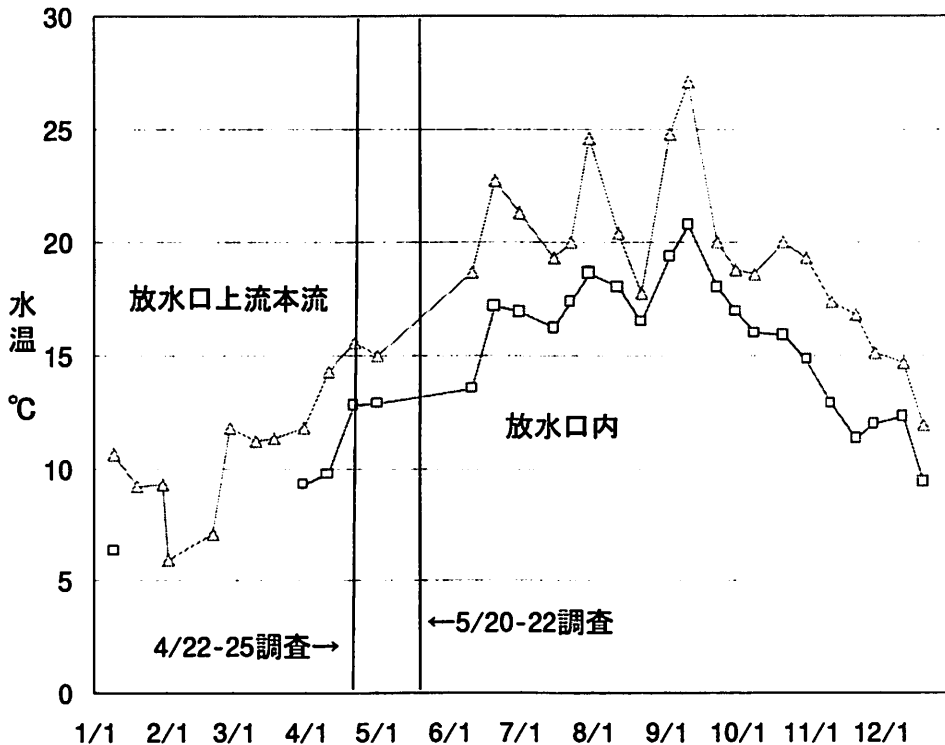


図6 平成9年度伊尾木川放水口内と放水口上流本流水温

②放流時の環境調査

標識放流調査では、放流場所、放水口及び放水口上流に適宜水温、流速の測線をもうけた。標識放流調査期間中は電力会社の水温、流量データの提供を受け、解析に使用した。

平成8年度は4回にわけて標識放流調査をおこなった。各放流時の環境調査結果を表5に示した。同時期の伊尾木ダム水温、発電用水量、河川維持用水量の電力会社資料を図7、表6に示した。

発電用水量と放水口越流堤上流速の関係は、発電用水量が6 t/s以上（最大用水量7 t/s）では越流堤中央の流速が5月5日の例に見られるように1.6～1.7m/sである。同時に越流堤両端は1.0～1.2m/sである。放流魚の行動観察の項で見ると、中央からの進入は困難であるが、両端から迷入が起きる場合もある。発電用水量が4 t/s以下になると越流堤中央の流速も1.3m/s以下になり、場合によっては中央から進入が起きる。

表5 8年度標識放流時の環境調査結果

5月5日						
位置	(時間)	流速(m/s)	流向	水温(°C)	流量(t/s)	
		9:30		9:00→11:00		
ひさし上中央		1.6-1.7		13.0→14.0		
ひさし上左岸		1.0-1.2				
ひさし上右岸		1.0-1.2				
ひさし下本流		0.6				
本流				14.0→17.4		
5月15日						
位置	(時間)	流速(m/s)	流向	水温(°C)	流量(t/s)	
		14:35	14:35	13:30	14:20	
放水口内部		0.36-0.65	放水下流			
ひさし上中央		0.33-0.93	放水下流	13.8		
ひさし上左岸		0.06-0.25	放水下流	15.8		
ひさし上右岸		0.47-0.89	放水下流			
本流				20.8		
放水口上流本流					0.842	
5月21日						
位置	(時間)	流速(m/s)	流向	水温(°C)	流量(t/s)	
		14:40	14:40	11:42		
放水口内部				14.2		
ひさし上中央		0.15-0.78	放水下流			
ひさし上左岸		0.07-0.42	放水下流			
ひさし上右岸		0.26-0.74	放水下流			
本流				19.1		
5月26～28日						
位置	(時間)	流速(m/s)	流向	水温(°C)	流量(t/s)	水深(cm)
放水口内部		0.35-1.27	放水下流	16.0-16.2		182
ひさし上中央		0.15-1.27	放水下流	16.5-17.0		70
ひさし上左岸		0.03-0.61	放水下流	17.0-19.5		69-70
ひさし上右岸		0.06-1.10	放水下流	16.5-17.0		69-70
ひさし下本流		0.25-0.58	本流下流	17.4-19.0		107
ひさし下流表層		0.34-1.15	放水下流	15.6-17.9		183
本流		0.04-0.14	本流下流	18.0-22.0		123
放流点		0.18-0.40	本流下流			105
放水口上流本流					0.69-0.71	

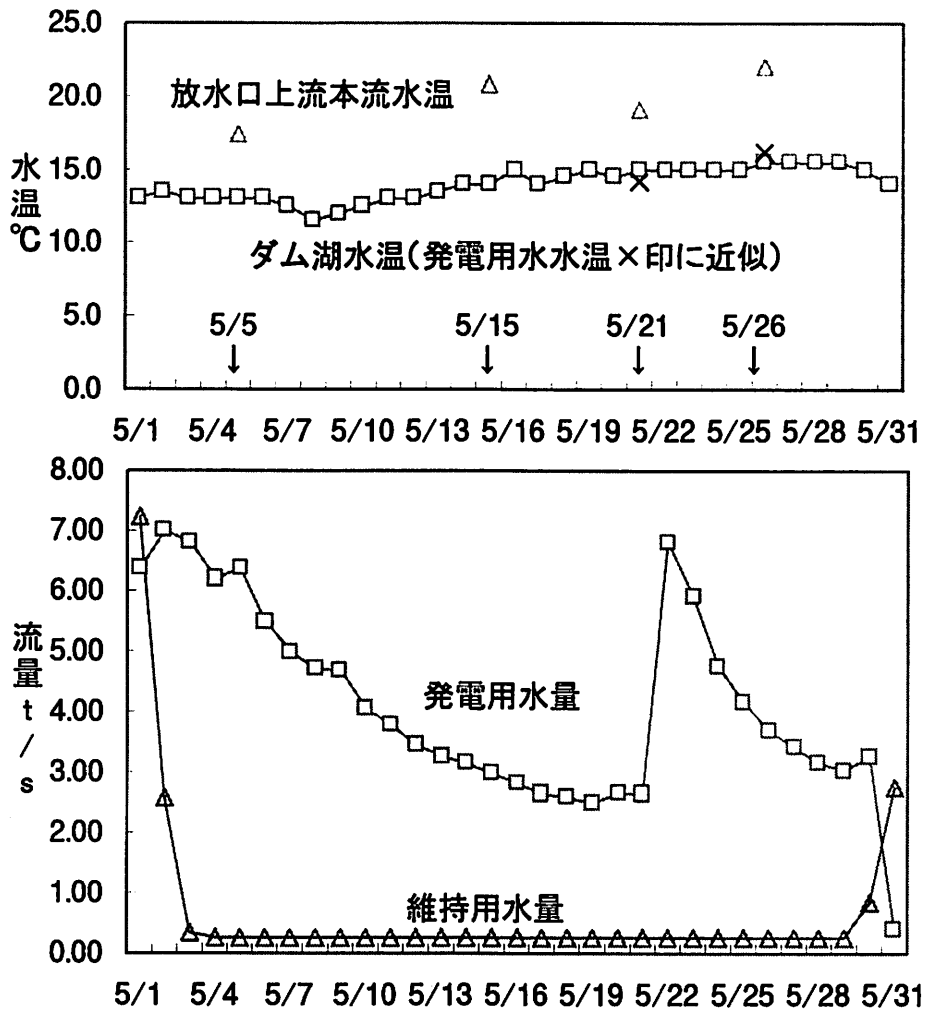


図7 8年度標識放流調査時の伊尾木ダム水温・流量

表6 8年度標識放流調査時の伊尾木ダム水温・流量（電力会社資料+調査データ）

日	ダム湖℃	本流℃	放水口℃	発電用水t/s	維持用水t/s	河川流量t/s	発電用水比率%
5/1	13.0			6.37	7.23	13.60	46.8
5/2	13.5			7.00	2.58	9.58	73.1
5/3	13.0			6.81	0.34	7.15	95.2
5/4	13.0			6.20	0.26	6.46	96.0
5/5	13.0	17.4		6.39	0.26	6.65	96.1
5/6	13.0			5.49	0.26	5.75	95.5
5/7	12.5			4.99	0.26	5.25	95.0
5/8	11.5			4.72	0.26	4.98	94.8
5/9	12.0			4.69	0.26	4.95	94.7
5/10	12.5			4.04	0.26	4.30	94.0
5/11	13.0			3.78	0.26	4.04	93.6
5/12	13.0			3.45	0.26	3.71	93.0
5/13	13.5			3.26	0.26	3.52	92.6
5/14	14.0			3.14	0.26	3.40	92.4
5/15	14.0	20.8		2.98	0.26	3.24	92.0
5/16	15.0			2.82	0.26	3.08	91.6
5/17	14.0			2.64	0.26	2.90	91.0
5/18	14.5			2.58	0.26	2.84	90.8
5/19	15.0			2.49	0.26	2.75	90.5
5/20	14.5			2.65	0.26	2.91	91.1
5/21	15.0	19.1	14.2	2.64	0.26	2.90	91.0
5/22	15.0			6.82	0.26	7.08	96.3
5/23	15.0			5.91	0.26	6.17	95.8
5/24	15.0			4.75	0.26	5.01	94.8
5/25	15.0			4.16	0.26	4.42	94.1
5/26	15.5	22.0	16.2	3.68	0.26	3.94	93.4
5/27	15.5			3.42	0.26	3.68	92.9
5/28	15.5			3.15	0.26	3.41	92.4
5/29	15.5			3.03	0.26	3.29	92.1
5/30	15.0			3.26	0.85	4.11	79.3
5/31	14.0			0.39	2.76	3.15	12.4
平均	13.98			4.12	0.66	4.78	88.2

9年度は2回の調査をおこなった。

1回目調査時の環境特徴は発電用水量が3.5t/sと少なかったこと、調査期間中に発電所点検のため発電水の放水が中止され、かわりにダムゲートからの放水に切り替わったこと、ひさし下部の河道が土砂で浅くなっていたことがあげられる。

2回目調査時の環境特徴は発電用水量が6.4t/sと多かったこと、ひさし下部の河道が確保されていたことがあげられる。

各調査地点はすでに図3に示した。1回目調査時の流速は、横断1で0.13~0.14m/s、横断3で0.29m~0.33m/sであった。24日は発電所点検のため日中に発電水の放水が中止され、かわりにダムゲートからの放水がおこなわれた。横断1で0.20m/s、横断3で0.19m/sとなった。相対的に放水口上流で流速が速くなり下流で遅くなった。

流量は、横断1で0.83~0.99m³/s、横断3で3.58~4.31m³/sであった。24日は上記の理由により横断1で水面が広がり2.31~3.46m³/sと増水した。

水温は、横断1で14.9~19.8℃、放水口で12.9~13.5℃、横断2で14.1~19.8℃、横断3で13.3~18.5℃の間で変化した。概して河川本流と放水口の水温差は午前中は小さく、午後は大きくなる。これ

は、減水区間本流は天候や外気温の影響を受け水温が高くなるのに対して、放水口の水温はダム湖の水温から大きく変化しないためである（表7）。

放流魚の行動観察の項で見ると迷入が見られた。

表7 9年度1回目放流調査水温測定結果 (単位:°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発電用水の放水が中止され、ダムゲートからの放水がおこなわれた。

2回目調査時の流速は、横断1で0.13~0.18m/s、横断2で0.33~0.39m/s、を示した。

流量は、横断1で1.3~2.1m³/s、横断4で6.6~8.5m³/であった。

水温は、横断1で午前中16.2~17.7°Cを示し、午後は19.7~20.8°Cに上昇した。横断4で午前中は14.3~15.7°Cを示し、午後は16.2~17.2°Cを示した（表8）。

ひさし下部に堆積していた土砂はなくなっていた。第1回目放流調査後の降雨出水により流されたと考えられる。（表9、図8）

放流魚の行動観察の項で見ると1尾のみ迷入が確認された。

表8 9年度2回目放流調査水温測定結果 (単位:°C)

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

表9 9年度調査時のひさし～河床までの距離とひさし上の流速

1回目調査(4月24日計測)

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

2回目調査(5月22日計測)

測定位置	下流←15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1→上流
ひさし～河床 の距離(cm)	70	74	79	79	89	92	99	119	125	120	123.5	130	134	131	133
ひさし上の流 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

※ ひさし上の水面までの距離75cmの60%水深(45cm)の流速

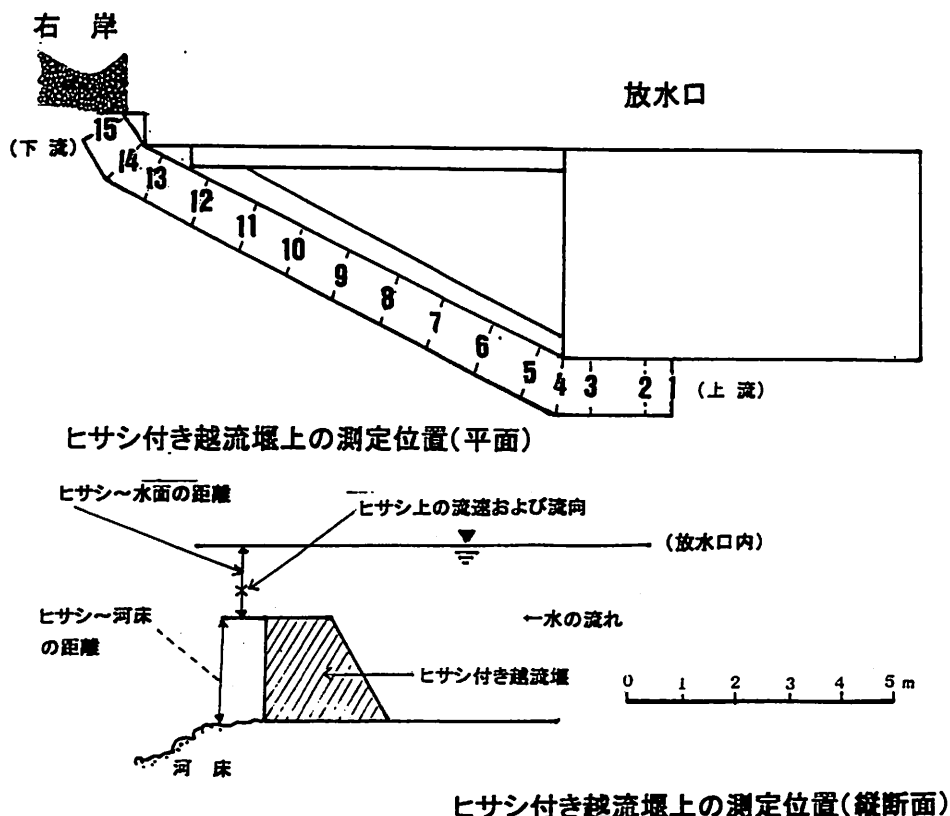


図8 ひさし付越流堤の流速測定位置

イ. 標識放流調査

(事業開始以前の状況)

平成2、4年に地元漁業協同組合と電力会社が放水用導水管(約1.2km)内の魚類調査をおこなった。平成2年6～8月の調査では導水管内のアユ密度は5～13.3尾/㎡であった。本流との魚体比較では体長で約2cm、体重で約50%、肥満度で5ポイント低い結果が報告されている。

平成4年7月30日に実施された導水管内の魚類全数採集調査では、多数のアユとともに全9種類の魚類が確認されている。アユの標準体長12.4cm、体重24.8g、肥満度11.6であった。

平成7年2月に遡上期アユ迷入防止のための工事がおこなわれ、ひさし付きの越流堤が設置された。

(平成8年度)

表2-1に示したように平成8年5月に4回の標識放流と放流魚の行動観察をおこなった。調査回次ごとに放流魚を体長ランク別にリボンタグで色分けして放流をおこなった。放流魚の行動に体長別のちがいがあることが予期された。ひさし上の流速が速い場合は大型放流種苗ほど放流口近くに蟻集する現象もみられたが、結果的には体長別の行動のちがいは明確でなかった。

流速に起因するとみられる放流魚の行動パターンが観察された。放水口からの流速があまりにも遅い(流量が少ない?)と本流側を好んで遡上することがありそうである(5月21日3回目放流)。ひさし中央の流速が0.15～0.78m/s(2.64t/s)以上になると放水口へ誘引されるようであるが、ひさし上中央の流速が1.6m/s(6t/s)以上になると放水口周辺に蟻集していても進入の機会は少なくなる(5月5日1回目放流)。放水口への迷入割合が最も多くなるのはひさし上中央の流速が1.1m/s(流量3～4 t/s)であると推察される(5月15日2回目、27日4回目)。

5月5日の流速及び水温実測値から放水口と本流の流況の関係を図9に模式的に示した。この条件によって放水口周辺でのアユの行動が、以下に述べるように左右されたと推察される。

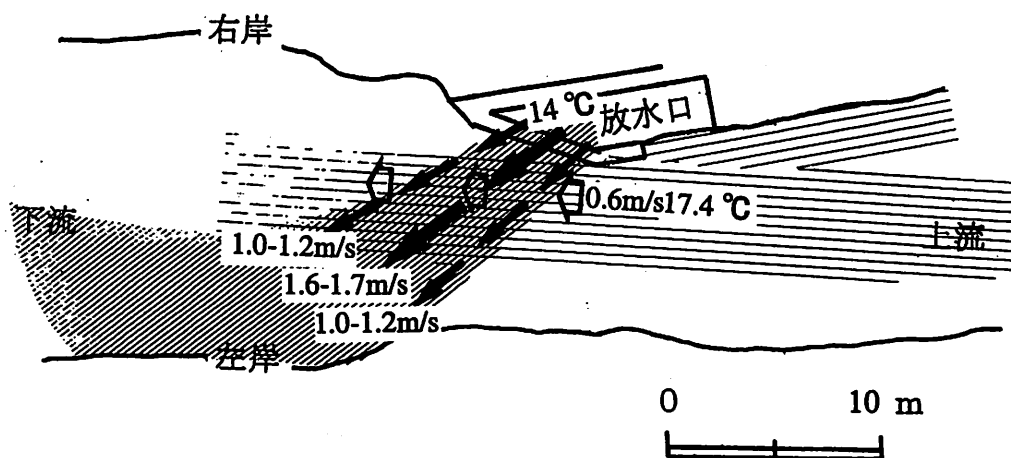


図9 放水口周辺の流況(数字は平成8年5月5日の実測値)

1回目（5月5～6日）

放流地点から全放流魚が遡上し、3群に分散した。第1群（12cm以上の大型魚約150尾）はひさし下部を群泳した。第2群（小型魚数十尾）は約100m上流の早瀬直下の淵に集群した。第3群は放水口と淵の間を遊泳した。第1群の中から放水口に迷入する個体がみられた。

翌日、放水口を挟んで上流側500mと下流側500mの間の潜水目視調査をおこなった。放水口周辺に約150尾が群泳した。ひさし周辺に数尾が分布した。早瀬より上流域へ5尾遡上していた。下流500mで1尾を確認した。

放水口に進入を試みて放水口周辺にとどまる個体と本流側を上流へ向かう個体にわかれた。

2回目（5月14～15日）

放流後に1群26尾が放水口へ迷入した。他の1群35～70尾はひさし下を通過しながら放水口周辺を回遊した。1～5尾がひさし上や放水口周辺を単独遊泳した。放水口周辺で1回目放流魚5尾を確認した。

翌日、放水口内で2尾を確認した。9～45尾が放水口周辺で群泳した。数尾が単独で遊泳した。放水口から500m下流で標識アユ1尾を確認した。

放水口周辺に残っている個体が多いと推察された。

3回目（5月20～21日）

放流後、放水口内迷入は3個体であった。放水口から本流側上流500mで13尾を確認した。放水口周辺で遊泳は見られない。2回目調査時の標識個体11尾が放水口内にみられた。

翌日、放水口内で3回目標識魚3尾、2回目標識魚8尾、計11尾を確認した。放水口周辺で22尾の群がみられた。500m上流で3回目標識魚9尾、2回目標識魚1尾、計10尾を確認した。

本流側上流に移動した個体が多いと推察された。

4回目（5月26～27日）

放流20分後に150～200尾の群がひさし中央下部から浮上して放水口内へ迷入した。その他は放水口周辺を回遊した。3回目までの標識魚が放水口を挟んで上流側で28尾、下流側で15尾確認された。

翌日は放水口内で7個体を確認した。放水口周辺に4尾が見られた。3回目までの標識魚がほとんどと推察されるが、放水口を挟んで上流側で11尾、下流側で14尾確認された。

ほとんどの標識魚が放水口内に迷入し、管奥部にとどまっていると推察された。

（平成9年度）

1回目

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標識魚は遡上行動をとり、放流30分後には一部の個体が放水口に到達した。

本流放水口上流13m地点の目視観察では、本流を遡上する個体を63尾確認した。遡上後、下流へ移動する個体も22尾が確認された。本流を遡上した標識魚は放水口上流30mの淵に滞留したが、そこからさらに上流の早瀬に遡上する行動は放流当日はみられなかった。本流を遡上した63尾のうち、

48尾は左岸側から、15尾は右岸側から遡上した。下流へ移動した標識魚は22尾の内5尾が左岸側から、17尾が右岸側から移動した。左岸側から多く遡上した理由は、右岸側にある放水口のひさし下部へ土砂が堆積していたためと推察された（表10、図10）。

表10 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

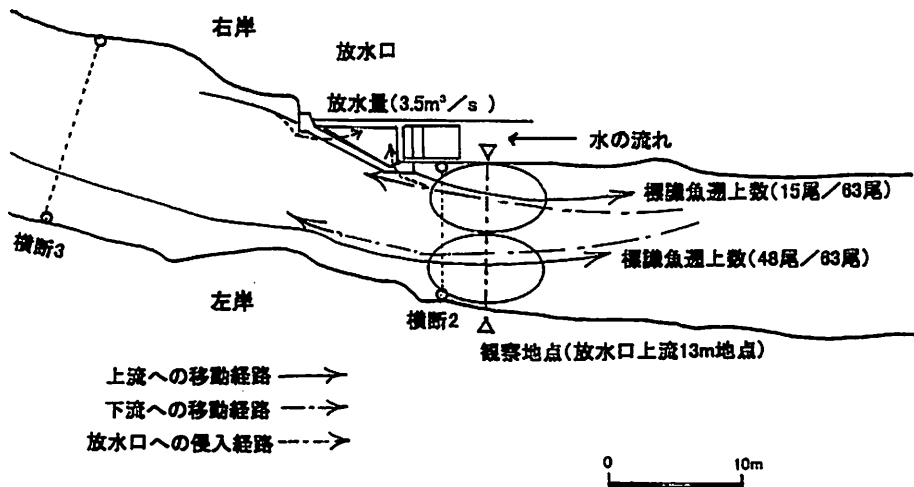


図10 放水口周辺の標識魚の行動(1回目)

放水口での迷入目視観測及びビデオ撮影では、右岸側から直接放水口に迷入する行動と、ひさし下を上流に移動した後、放水口左岸側から迷入する行動がみられた。放流日の17時20分～18時20分間に放水口へ迷入した標識魚は8尾であった。この1時間に放水口の前を流れて本流側を遡上した標識魚は延べ63尾、遡上後、下流に向かった標識魚は延べ22尾で、差引41尾が上流に残ったことになる（表11、図11）。

放流日の17時20分から18時20分までの1時間の標識魚の迷入率は8/973尾で0.8%、本流を遡上した標識魚の遡上率は63(41)/973尾で6.5%(4.2%)であった。ただし、()内は下流へ移動したアユを除いた尾数。迷入アユと上流側へ残ったアユの比率は1：5と推察される。

表11 放水口へ迷入した標識魚数

月日	時間	放水口へ入った標識魚数(尾)
4/22	15:20~18:20	8
4/23	午前	20
	午後	1
4/24	午前	8
	午後	5
4/25	午前	12
迷入数	計	54

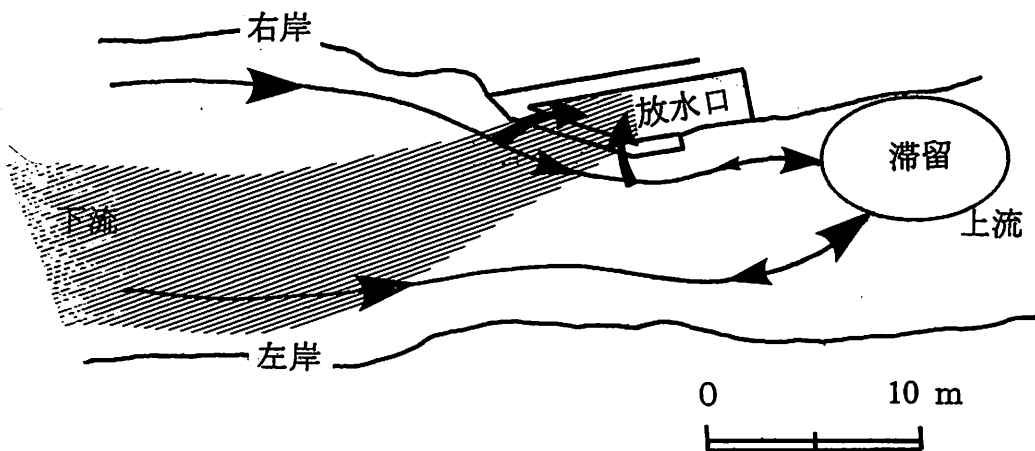


図11 発電用水量が少ない場合の標識魚迷入模式図

(2回目)

放流までに16尾がへい死し、884尾を放流した。

放流後、全ての標識魚は直ちに遡上行動をとり、放流後1時間14分後に標識魚の最初の28尾が放水口に到着した。

放水口本流上流13m 地点の目視観察では、本流を遡上する個体延べ280尾を確認した。遡上後、下流へ移動する個体延べ150尾が確認された。本流を遡上した標識魚は差引130尾が放水口上流30mの淵に滞留し、それより上流の早瀬に遡上する行動はみられなかった。本流を遡上した280尾のうち、54尾は左岸側から、226尾は右岸側から遡上した。標識魚の多くはひさし下を通過し右岸側から遡上した(図12、13)。下流へ移動した標識魚150尾のうち、46尾が左岸側から、104尾が右岸側から移動した。

本流を遡上して放水口から上流で観察された標識魚は、放流当日に130尾、放流翌日から22日までの2日間に延べ106尾、合計延べ236尾であった（表12）。

放流日（11時28分～14時55分の間）に放水口へ迷入した標識魚は1個体であった。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、まさに放水口へ進入しようとする行動もみられた。しかし放水量が多く（6.4ト/s）流速が大きいため、標識魚は放水口へ迷入できないようであった。

放流翌日（5月21日）の放水口周辺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日には放水口周辺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推察された。放流日から5月22日までの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。

表12 5月20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					236

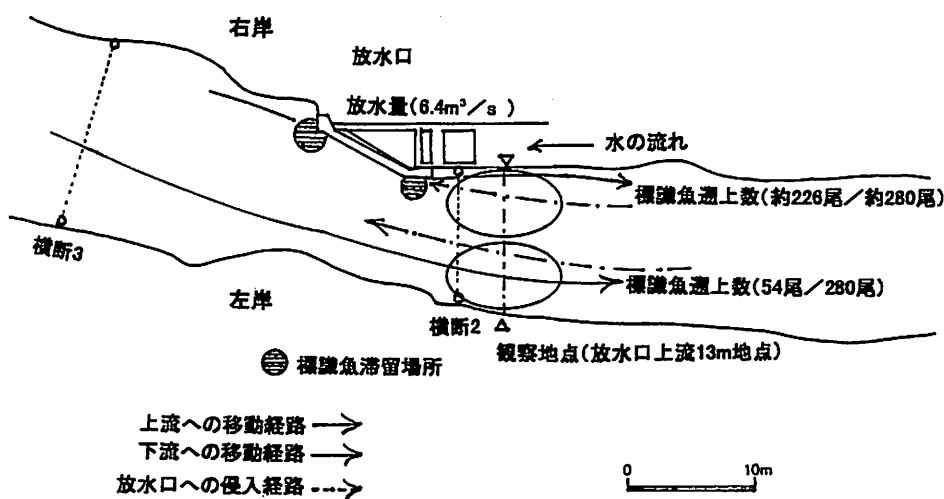


図12 放水口周辺の標識魚の行動(2回目)

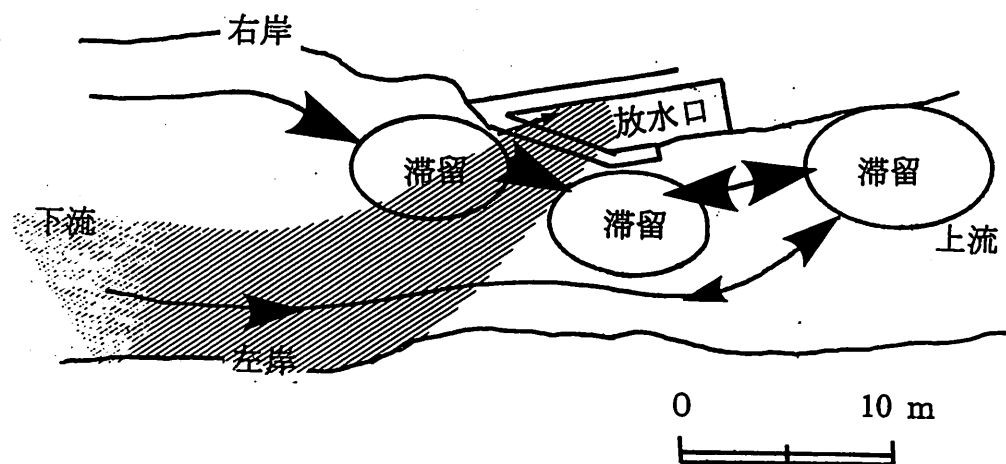


図13 発電用水量が多い場合の標識魚迷入模式図

4 まとめ

ひさし付き越流堤はひさし～河床の間(ひさし下部の河道)が確保されていて、発電用水量が6.4t/s以上流れ、越流堤上の流水速度が1.1～1.5m/sであれば標識魚が迷入できないことが確認された。

9年度の調査では1回目は迷入し、2回目は迷入しなかった。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℃であったことから、本流と放水口の水温差が迷入の有無に関係することも考察されなければならないが、1回目の放流魚は放水口へ迷入し、2回目の放流魚も放水口両端に群泳して進入の機会をうかがっていたことから、今回程度の水温差が迷入の多少に関与するとは考えられなかった。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は、今回の試験設定では論じられなかった。他の条件設定を同じにして混合放流するなど、別の試験設定を要したと考える。

5 参考文献

- 1)高知県他(1997)：平成8年度内水面放流資源等利用向上対策事業報告書,水産庁
- 2)高知県他(1998)：平成9年度内水面放流資源等利用向上対策事業報告書,水産庁



図1 伊尾木川ダム発電所放水口付近地形

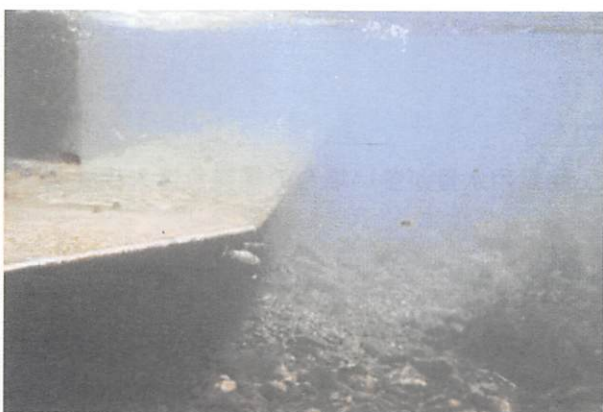


図2 右岸本流側から見た放水口ひさし付き越流堤

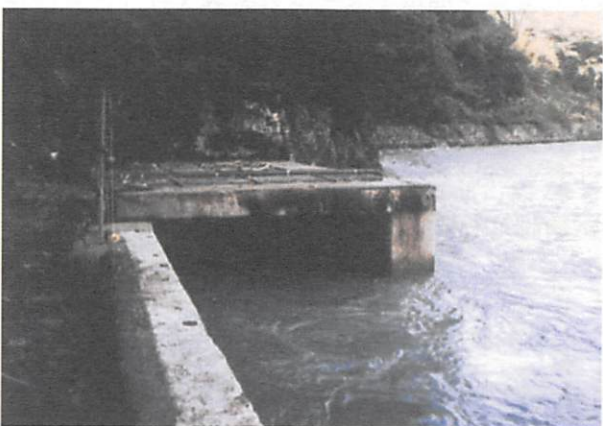


図3 洪水モード時の放水口

内水面放流資源等利用向上対策事業 — 直流パルス波試験 —

上野幸徳・刈谷学^{*1}

1 直流パルス波の電場形成

(1) 目的

ダム・堰堤等の放水溝へ有用魚類が迷入して水産資源が減耗するのを防止するため、迷入防止効果が期待される直流パルス波の電場形状を把握する。

(2) 方法

① 実験期間

平成9年6月26～27日、平成10年5月25～28日

② 実験水路

実験には、長方形7 t水槽（FRP：W1.5×L7.0×H0.8m）及び円形1 t水槽（ポリエチレン：D1.4～1.3×H0.8m）を野外で用いた（図1-1）。

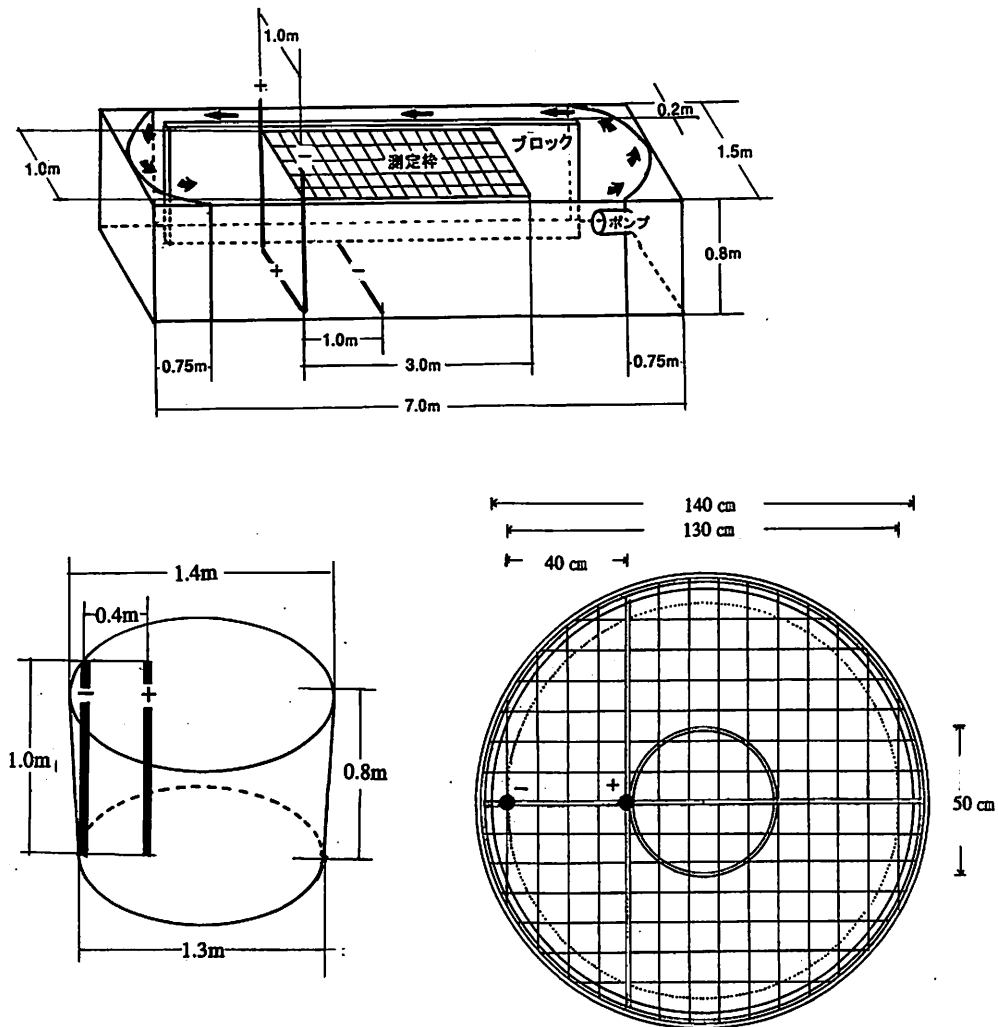


図1-1 実験水槽の概要（上段：長方形水槽、下段：円形水槽）

^{*1}高知県工業技術センター生産情報部

③電気設備

直流パルス波の発生には、生物採集に利用されているSMITH-ROOT社製電気ショッカー（出力電圧：100～1,000v、パルス幅：10～100ms、周波数：1～120v）とHEWLETT PACKARD社製の直流電圧発生器（定格電圧：0～60v、電流：0～0.5A）をパルス波が発生できるように改良したものをそれぞれ電源として用いた。電極は、真鍮棒（L1.0m×D6mm）を使用した。

④電圧測定

電圧の測定には、真鍮棒（L1.1m×D4mm）の先端を1cm残して耐水性粘着テープで被服したものを使い、負極と測定位置との電位差をIWATU社製の直流パルス電圧測定器で検出して、これが記憶した最大値を読み取った。測定は、長方形水槽では20cmメッシュ、円形水槽では10cmメッシュごとの10、30、50、70cm深の値を記録した。

⑤実験条件

長方形水槽では、電極を垂直又は底面に水平にそれぞれ1m間隔で両極を対向させて設置して、パルス幅を2msに固定し、周波数20、40、60Hz、電圧10、20、100、200vの組み合わせの実験を行った（表1-1）。一方、円形水槽では、40cm間隔の垂直対向型による2ms、60Hz、30vのパルス波発生の実験を止水中で行った（表1-2）。

表1-1 実験条件（長方形水槽）

流れ	電極設置形式	電圧 V	パルス幅 ms	周波数 Hz
無	垂直対向	10	2	20 40 60
		20	2	20 40 60
	水平対向	100	2	20 40 60
		200	2	20 40 60
有	垂直対向	200	2	20 40 60

表1-2 実験条件（円形水槽）

流れ	電極設置形式	電圧 V	パルス幅 ms	周波数 Hz
無	垂直対向	30	2	60

(3) 結果

電極を垂直又は水平に設置したときに形成される電場は、いずれも流れには影響されず、しかも印加電圧を変化させても形成電場のパターンは変わらないことが検証された（図1-2）。

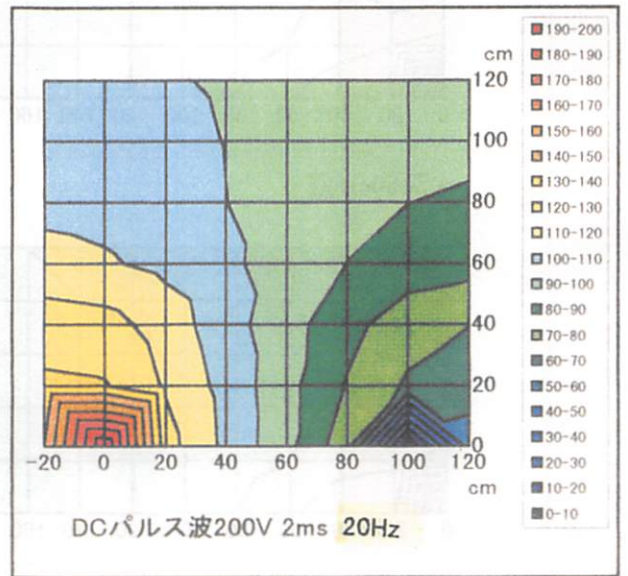
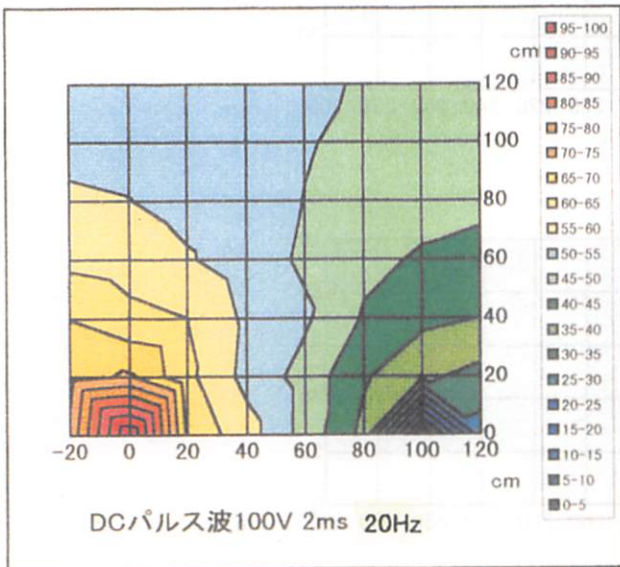
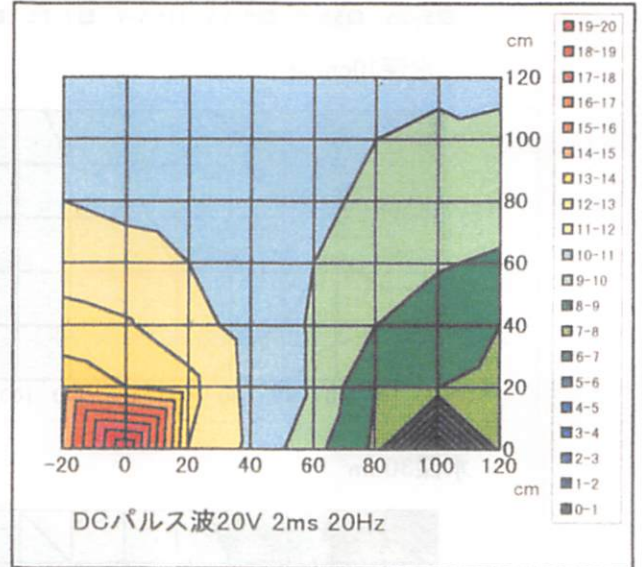
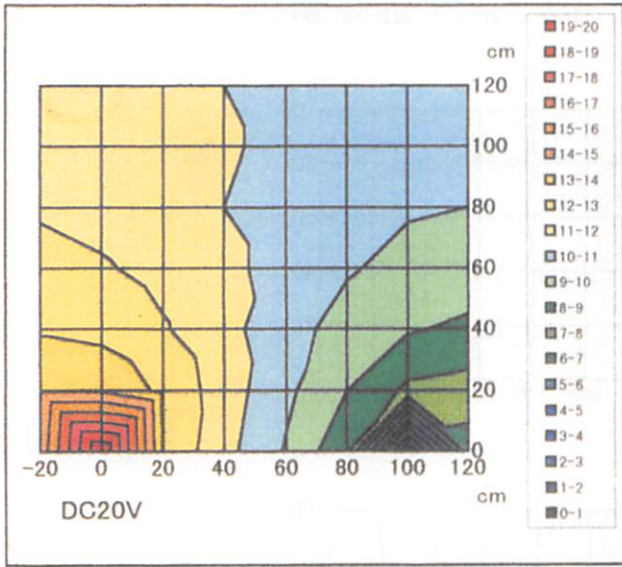


図 1 - 2 垂直対向型の電位勾配 (水深30cm)

また、電極を垂直対向型に設置したときに形成される電場は、表面から底面まで同一の形状を呈することが確認された (図 1 - 3)。なお、電極間の中央部には電位勾配の小さい電場がみられる (図 1 - 2、3)。

一方、電極を底面に水平対向型に設置した場合には、電極に沿って底面から20cmの範囲で大きな電位勾配をみるが、それより表層に向かっては電位勾配が急激に小さくなることを確認された (図 1 - 4、5)。

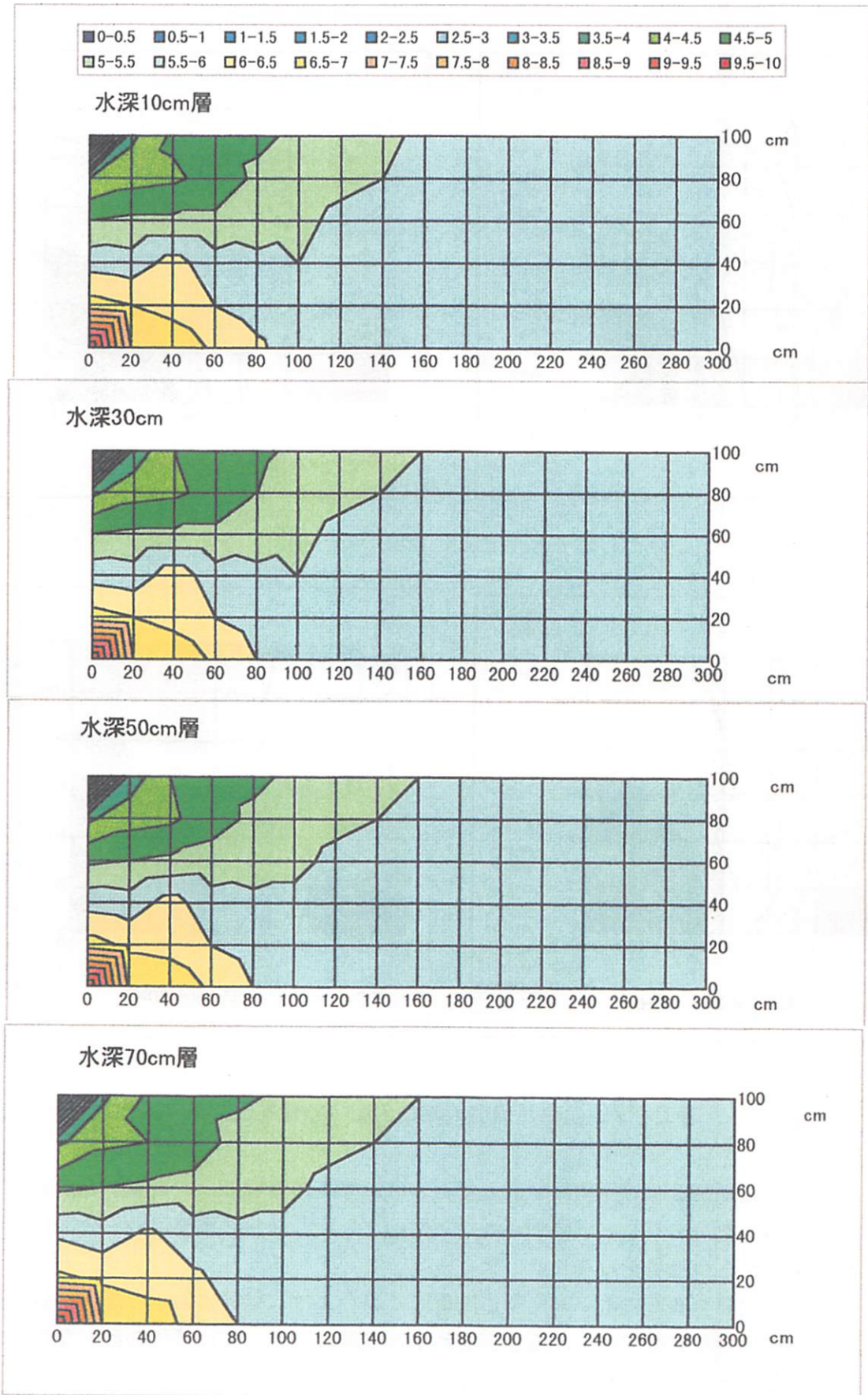


図 1 - 3 垂直対向型の水深別電位勾配 (10 v、2 ms、60Hz)

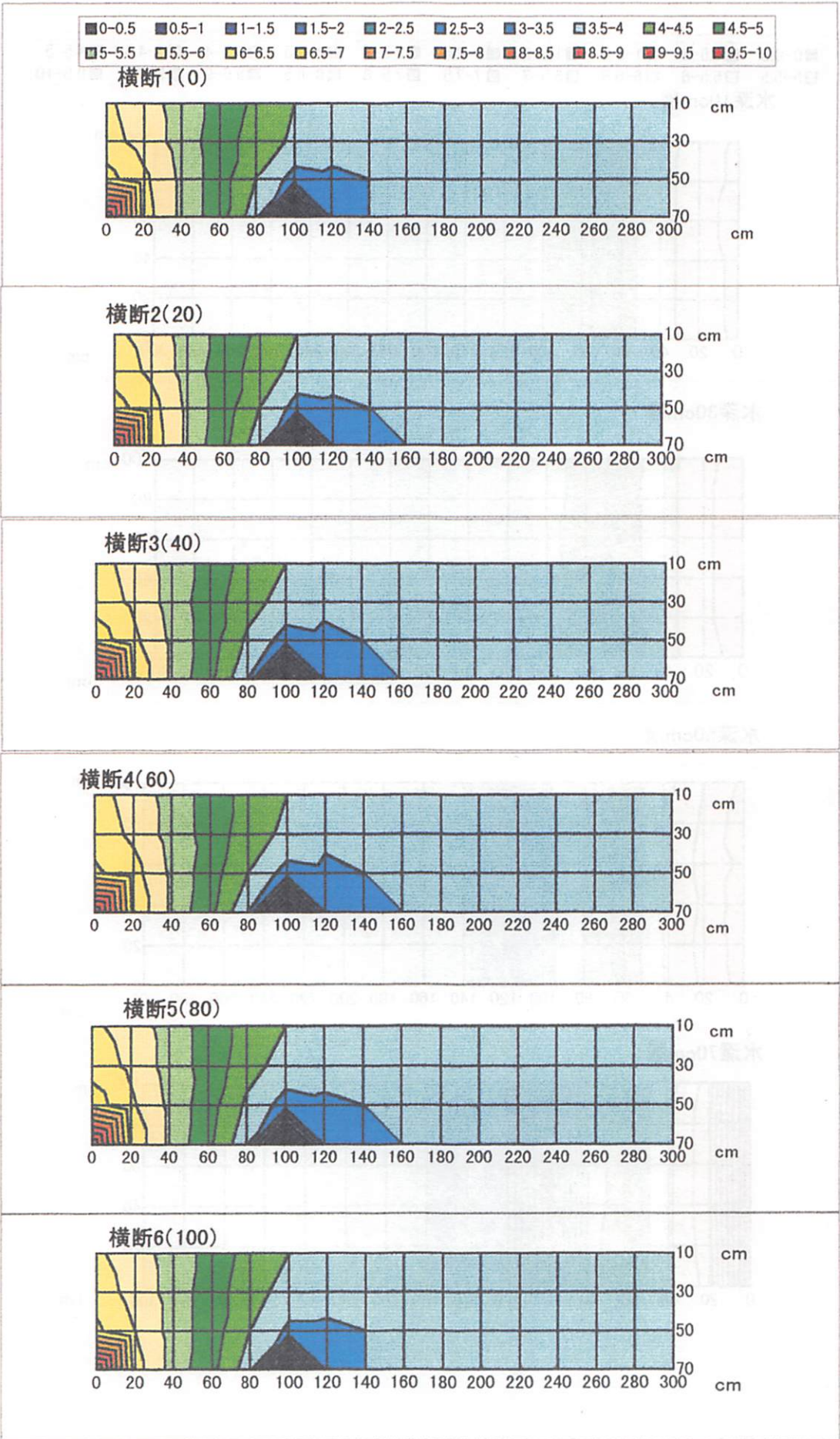


図 1 - 4 水平対向型の電位勾配の側面図 (10 v、2 ms、60Hz)

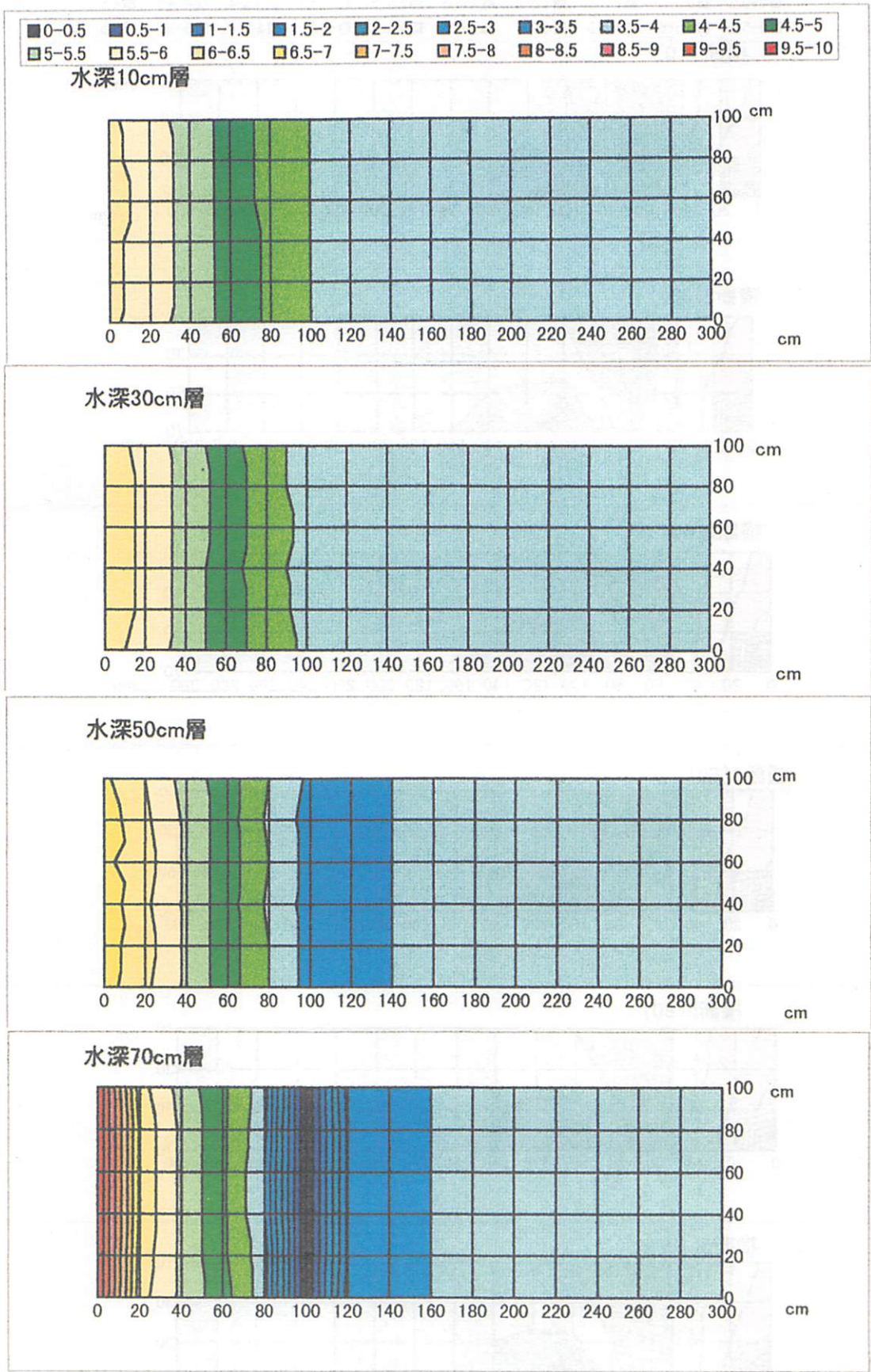


図 1 - 5 水平対向型の電位勾配の水深別平面図 (10 v、2 ms、60Hz)

(4) まとめと今後の課題

形成される電位勾配は、流れに影響されず、印加電圧 (v) を変化させても形状パターンは変わらない。また、表面から底面まで、同様の形状を呈することが確認された。また、電位勾配 (v/cm) は、印加電圧に比例し、電極からの距離の二乗に反比例することが理解された。これらの結果から電圧のスケールファクターを設定することにより、異なる電圧の電位勾配の形状を推定できることが示唆された。

なお、電極を垂直対向型又は水平対向型に設置したときに形成される電位勾配の形状からみて、表・中層を遊泳する魚類に対しては、電極を垂直対向型にした方が迷入防止には効果的であろうと考えられる。

そこで、直流パルス波の電位勾配に対するアユの反応を推測するため、図1-1に示した円形水槽における垂直対向型の電位勾配図を作成した(図1-6)。

今後の課題として、今回の実験では電極に真鍮棒 (D 6 mm) を用いたが、電極の形状、水温、底質の違い等により電場の形状に変化があるかを検証する必要がある。

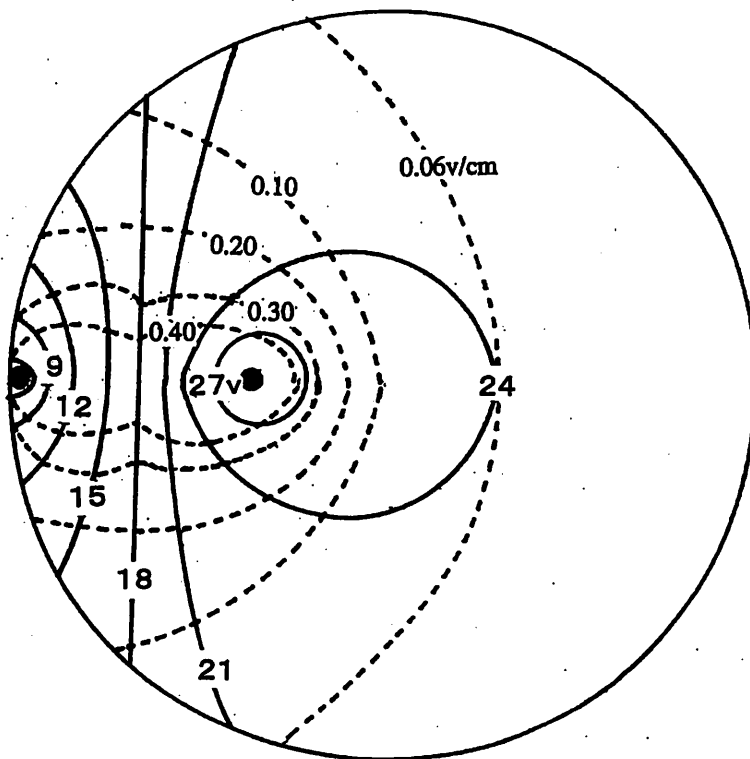


図1-6 等電圧 (実線) と等電位差 (破線) 図 (30 v、2 ms、60Hz)

2 直流パルス波電場に対するアユの反応

(1) 目的

有用魚類の放水溝への直流パルス波による迷入防止の実用化に資するため、直流パルス波電場に対するアユの反応を把握する。

(2) 実験期間

平成10年6月15日～7月15日

(3) 実験方法

電場実験に用いた円形水槽にプラス極とマイナス極（距離：40cm）を垂直対向型に設置した。この水槽へ全長約10cmのアユ未成魚200尾を入れ、落ち着いた状態（止水通中では時計回りの遊泳状態）を呈してから直流パルス波を印加した。流水中でのアユの反応実験では、先の水槽側壁に穴をあけた管を設置し、それから水を注入して水流を起こさせた。また、流向を一定にするため中央部に直径50cm、高さ70cmの円筒形の筒を設置した。流速は水の注入量で調節した（図2-1）。

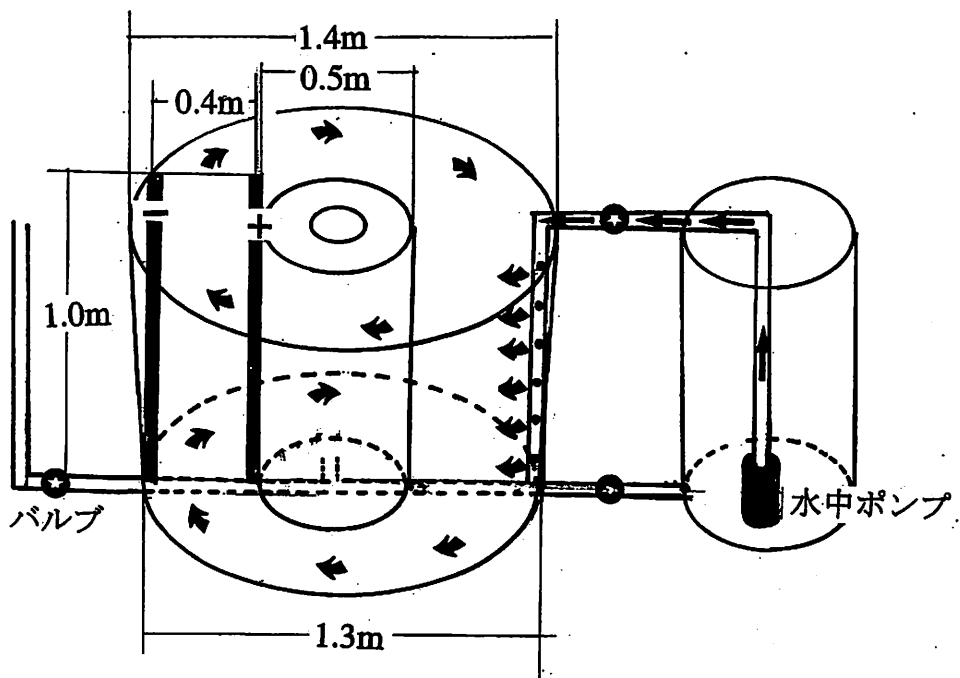


図2-1 実験水槽の概要

実験に供したアユは、各条件の実験ごとにアユが定常な状態に回復するのを待つて繰り返し使用し、一連の実験を行った。

アユの反応観察は、水槽上面約2.5mに設置したビデオカメラで印加開始8分前から印加解除後の8分間までの行動を撮影した。印加時間は8～10分である。このビデオの静止画像に予め作図しておいた電位勾配図（図1-6）を重ね合わせて反応する電位勾配（ v/cm ）を推定した。なお、100V直流パルス波に対する実験では、全長約15cmの成魚50尾を用いた。実験は、表2-1に示すように112通りの組み

合わせで行った（表 2-1）。

表 2-1 直流パルス波に対するアユの反応実験条件

流れ	電極設置式	電圧 V	パルス幅 ms	周波数 Hz
無	垂直対向	10	2 4 6	20 40 60
		20	2 4 6	20 40 60
		30	2 4 6	20 40 60
		100	2	20
* 有	垂直対向	10	2 4 6	20 40 60
		20	2 4 6	20 40 60
		30	2 4 6	20 40 60
		100	2	20

使用水槽；円形水槽（ポリエチレン：D 1.4×H 0.8m）
* 3 区分（2～10cm/s、5～30cm/s、15～45cm/s）

(3) 結果

実験結果は、止水中のものを表 2-2 に、流水中のそれを表 2-3 にそれぞれまとめた。止水中の反応をみると、10v では20Hz・40Hzの条件下には目立った反応はみられなかったが、60Hzの4ms・6msで顕著な忌避行動が観察された。20v になると全ての実験条件で忌避反応を示し、30v では瞬時にその反応を示した（表 2-2）。

表 2-2 直流パルス波電場に対するアユの反応（止水中）

10v				30v			
	2ms	4ms	6ms		2ms	4ms	6ms
20Hz	A	A	A	20Hz	C	C	C
40Hz	A	A	A	40Hz	C	C	C
60Hz	A	B	B	60Hz	C	C	C

20v				100v			
	2ms	4ms	6ms		2ms	4ms	6ms
20Hz	B	B	B	20Hz	D	-	-
40Hz	B	B	B	40Hz	-	-	-
60Hz	B	B	B	60Hz	-	-	-

- A: 電極間近の個体はピクピクと通電を感じているが、他は無通電時と同じ遊泳行動で電極間を通り抜ける。
- B: 忌避反応を示し、電極間から遠ざかる。
- C: 瞬時に忌避反応を示し、電極から離れた場所に群れる。
- D: 瞬時に激しい痙攣を起こす。

2 ms・60Hzで印加電圧を10、20、30 vに変化させたときのビデオの静止画像を先に作成しておいた電場図に重ね合わせてみると、アユの感知電位勾配は0.1 v/cm、忌避電位勾配は0.2~0.3 v/cm程度であることが推測された（図2-2）。

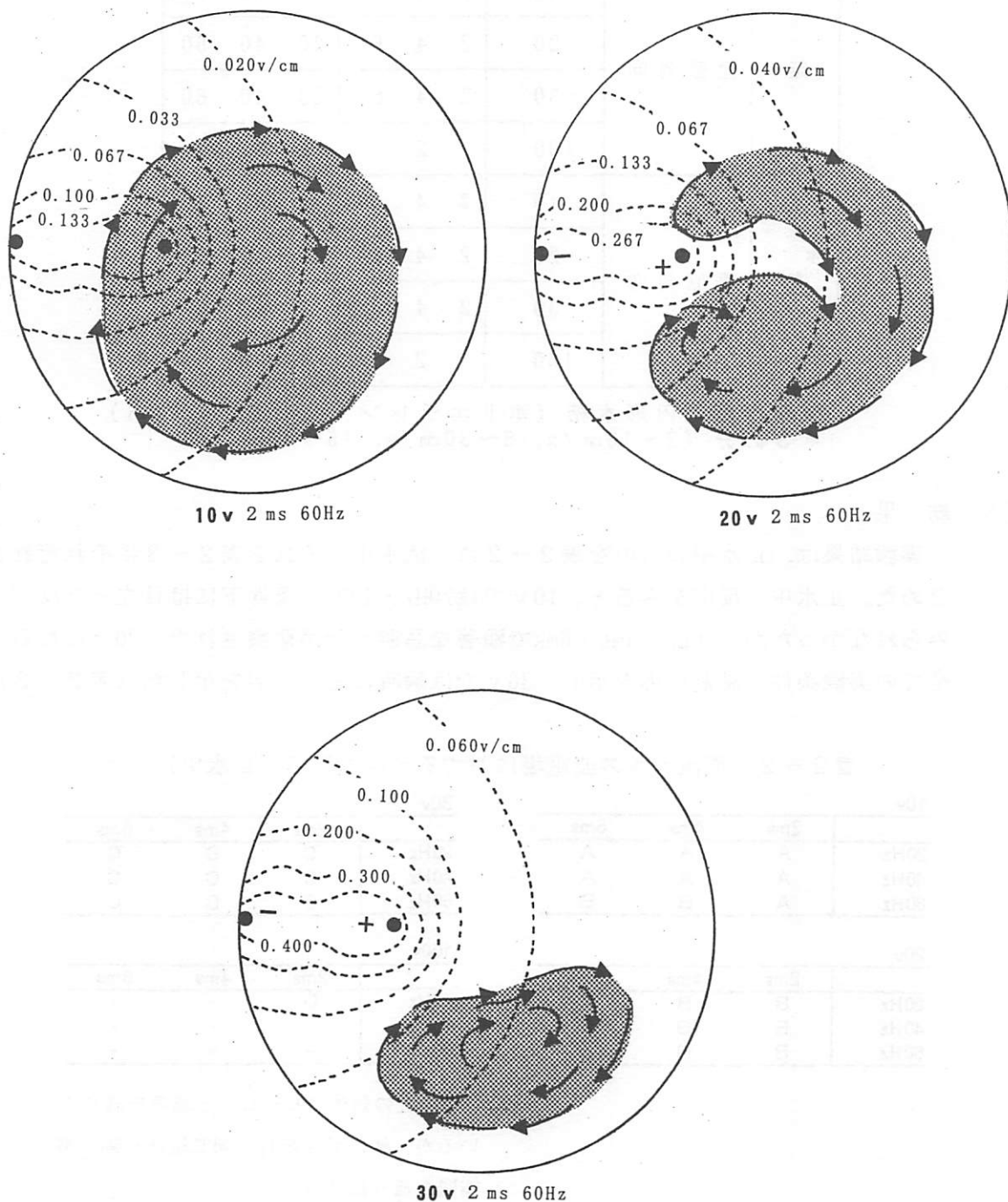


図2-2 直流パルス波電場に対するアユの反応（止水中）

つぎに、流水中における直流パルス波電場に対するアユの反応をみると、印加電圧が10vの時にはいずれの実験条件下でもほとんどアユ群の行動に異常が見られなかった。20v以上になると直流パルス波を感知し遊泳状態に変化がみられた。特に、流速が2~10cm/sの実験区は、20v以上で顕著な忌避反応を示したのに対し、流速がそれ以上の実験区(5~30cm/s、15~45cm/s)では、瞬間的には忌避反応を示したが、数秒も経過するとほとんどの個体は流れに向かって電極間を貫通するのが確認された(表2-3)。

表2-3 直流パルス波電場に対するアユの反応(流水中)

流速	15~45cm/s			5~30cm/s			2~10cm/s		
	2ms	4ms	6ms	2ms	4ms	6ms	2ms	4ms	6ms
10v									
20Hz	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40Hz	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60Hz	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20v									
20Hz	2	2	2	2	2	2	3	3	3
40Hz	2	2	2	2	2	2	3	3	3
60Hz	2	2	2	2	2	2	3	3	3
30v									
20Hz	2	2	2	2	2	2	3	3	3
40Hz	2	2	2	2	2	2	3	3	3
60Hz	2	2	2	2	2	2	3	3	3
100v									
20Hz	4	-	-	4	-	-	4	-	-
40Hz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60Hz	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- 1: 無通電時と同じ遊泳行動を示し、流れに逆らって電極間を通り抜ける。
- 2: 通電を感知して遊泳行動に変化を示すが、ほとんどの個体が流れに逆らって電極間を通り抜ける。
- 3: 忌避反応を示し、電極間から遠ざかる。
- 4: 瞬時に痙攣を起こし、流れに流される。

ここでは、流速が2~10cm/sと15~45cm/sとの実験区における30v、2ms、60Hzの直流パルス波電場に対するアユの反応を対比してみると、流速が小さい実験区では、パルス波印加直後は電位差勾配が0.2~0.3v/cm域でアユ群の混乱がみられ、その後も0.3v/cm以上の電位勾配域には侵入しなかった(図2-3)。これに対し流速が大きい実験区では、印加直後には0.3v/cm付近で瞬時に反転行動がみられたが、数秒も経過するとほとんどの個体が両極間を貫通するようになり、通常の遊泳状態(反時計回り)に復するのが観察された(図2-3)。しかし、この流速条件下で印加電圧を100vにすると瞬時に退避し、その後も0.6v/cm以上の水域への侵入は全く見られなかった。

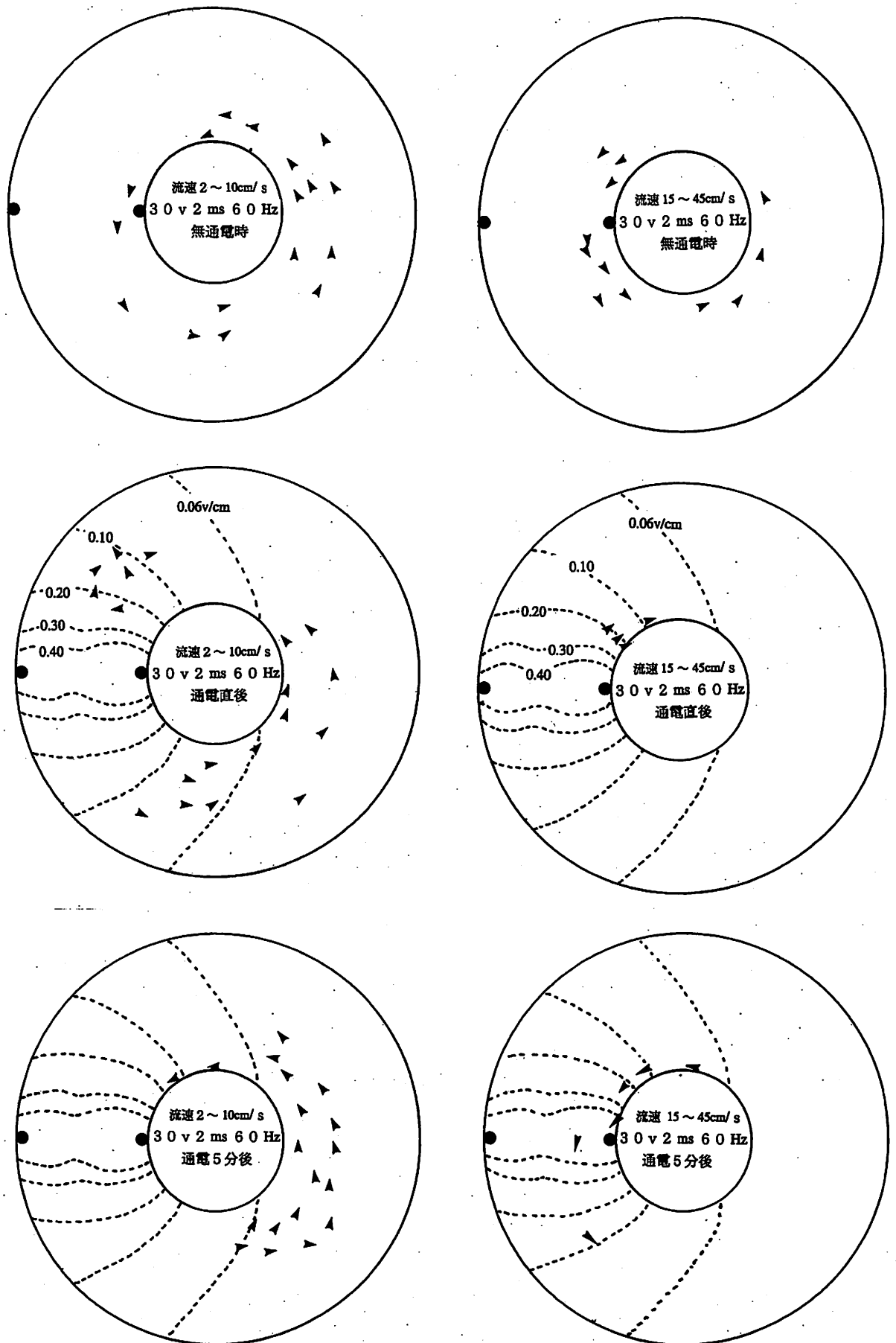


図2-3 直流パルス波電場に対するアユの反応(流水中)
 (左図:流速2~10cm/s、右図:流速15~45cm/s)

(4) まとめと今後の課題

直流パルス波に対する感電・忌避反応を示す電位勾配は、未成魚及び成魚とも止水では、およそ0.1~0.2v/cmであるのに対し、流水中では0.3v/cm程度とやや大きくなることが推測され、しかも、流速が大きくなるほど一旦は忌避行動を示してもしばらくすると通常の遊泳状態に復することが観察された。これは、アユの忌避反応には、流速が大きく影響することを示しており、持続的な忌避反応を示す電位勾配は、止水中では0.3v/cm、流水中では0.6v/cm程度で流水中でのアユの忌避行動には、止水中の数倍の電位勾配を必要とすることが示唆された。

小山(1978)は、アユは流れが弱すぎると、泳力を発揮できず、ある適当な流速のとき泳力を最大に発揮する。それは、体長が大きくなるにつれて適当な流速も大きくなり、体長8~9cmでは流速50~70cm/sがアユの持続遊泳行動の最適条件と考えられるとしている。従って、現場での大きな流速域で忌避行動を持続させるためにはもっと大きな電位勾配が必要であろうと予測される。

なお、本実験が野外で行われたため、日射量や風等気象要因の日・時変化やアユの日周期的な変動などの影響に起因する日々・時々の差異が生ずることは避けられなかった。また、直流パルス波に対するアユの反応には、パルス幅(ms)や周波数(Hz)の効果も窺えたが十分な検証には至らなかった。

今後の課題として、魚体面積によってパルス波に対する感度の差異が推察されることから対象魚種のサイズ別の有効な電位勾配の把握が必要である。さらには直流パルス波による迷入防止への実用化に向けて、人体に対する安全性の確保、河川の生物への後遺症も含めた生理的な影響の解明、直流パルス波を利用した迷入防止装置の運用に係わる経済性についての検討等が必要である。

参考文献

小山長雄(1978) 巡航速度と突進速度、アユの生態、中央公論社、東京、121-122.

内水面放流資源等利用向上対策事業 －電気スクリーンによる迷入防止現地効果調査－

中島敏男・刈谷学

1 目的

内水面漁業資源は環境の影響を受けやすい。資源の増殖・管理に当たっては河川構造物等を考慮した効果的かつ適正な手法の開発が望まれる。河川構造物が内水面資源に与える影響等を調査し、その調査結果に基づき構造物の影響を軽減するための効果的な技術開発をおこなう。開発された技術を用いて、迷入の見られる現場で効果を検証する。

2 方法

時期：平成12年10月17日

場所：伊尾木川発電所放水路暗渠出口

水深：1.9～2.0m

水温：放水口15.0℃、本流19.0℃

直流パルス発生器：SMITH-ROOT 社製、ELECTOROFISHERMODEL 12-B（出力電圧：10
0～1,000V、出力パルス：100～1,000V でパルス長100 μ s ～10ms、周期：1～120Hz）

電圧測定器：YOKOGAWA 社製、DIGITAL MULTIMETER 7541

使用電流：直流パルス波 100V 2ms 60Hz

使用電極：真鍮棒 長さ3.2m 直径15mm

電圧測定用電極：真鍮棒 長さ3.2m 直径20mm 先端20mm を残し耐水性粘着テープで覆った。

流速測定器：プロペラ式流速計 LR-101 KENEK

その他資材：透明塩ビ板(1.8×0.9m)、方眼枠、歩み板、梯子

オプション機器：超音波スイッチ PS1-D6MNG、電極棒式水位スイッチ61F 型

観察方法：透明塩ビ板をとおしての目視、ビデオカメラ撮影

3 結果

ア. 流速

流速は表1に示した。流芯は100cm/s以上の流速であるが、放水路床面直上は10.2～31.3cm/s、特に側壁に近い床面直上は10.2cm/s及び11.9cm/sと流速が遅くなっていた。放水口に右岸側から進入するアユが見られる一方、放水路内では床面または側壁に張り付いて泳ぐアユが多く見受けられた。

表1 電極設置位置の流速(右岸側からの距離 単位cm) 単位cm/s

	250	150	50	0
電極横断面表層	103.4	118.4	84.6	36.6
電極横断面底層	10.2	26.6	31.3	11.9

*1高知県工業技術センター生産情報部

イ. 電場の状況

流速が速く、電圧測定用電極を支えることができないため、電場の測定は表層でのみ可能であった。10年度におこなわれた陸上試験の結果から放水路床面の電場も表層と同様であると推測した。右岸側壁を基点にとり+極、-極の位置を表示した。計測は25cm 方眼枠の交点でおこなった(表2)。それぞれの極を100と0で置き換え(表3)、電圧図を描いた(図4)。

表2 電圧実測値

		単位:V										
		250	225	+極	175	150	125	-極	75	50	25	0
0		65.5	71.9	107.1	78.1	63.2	48.9	34.2	41.4	48.2	53.2	56.9
25		63.6	63.5	70.6	62.6	65.6	55.4	50.1	52.4	52.3	52.7	54.9
50		63.0	61.3	62.7	60.2	60.0	56.9	55.4	53.5	54.2	54.9	55.0
75		61.4	60.6	60.9	58.9	57.2	57.0	56.6	55.1	54.8	55.3	56.3
100		61.4	59.6	59.3	58.5	57.0	57.3	57.0	56.7	56.2	56.8	56.6

横軸:右岸側壁からの距離 cm

縦軸:電極設置横断面から下流側への距離 cm

表3 電圧補正值(+極を100、-極を0に置き換えた)

		単位:V										
		250	225	+極	175	150	125	-極	75	50	25	0
0		65.5	71.9	100.0	78.1	63.2	48.9	0.0	41.4	48.2	53.2	56.9
25		63.6	63.5	70.6	62.6	65.6	55.4	50.1	52.4	52.3	52.7	54.9
50		63.0	61.3	62.7	60.2	60.0	56.9	55.4	53.5	54.2	54.9	55.0
75		61.4	60.6	60.9	58.9	57.2	57.0	56.6	55.1	54.8	55.3	56.3
100		61.4	59.6	59.3	58.5	57.0	57.3	57.0	56.7	56.2	56.8	56.6

横軸:右岸側壁からの距離 cm

縦軸:電極設置横断面から下流側への距離 cm

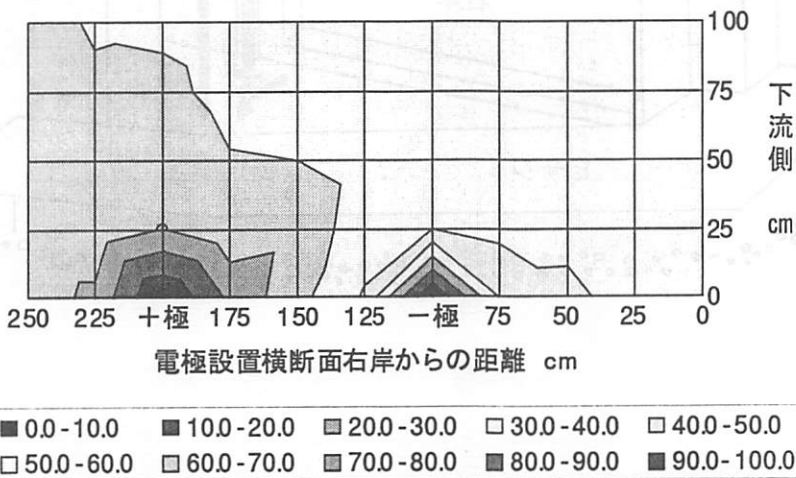


図4 放水路暗渠出口電場(100V 表面)

ウ. 直流パルス波に対するアユの反応

放水路暗渠出口から放水口までの間、床面に張り付くように泳いでいるアユ約30尾が確認された。主に全長15cm 前後と推測された。20cm 近いサイズと推測できるアユも2尾いた。越流堤内側にある斜路の直前と推察される場所で、上流に向かって泳ぎながら並んで定位しているアユがみられた。時々上流に向かって泳ぎ始めるが、ほとんど流れに押されて右岸または左岸へ横断する結果となっていた。右岸側壁から泳ぎ出るアユもかなり見られた。上流の暗渠から猛スピードで流れ下ってくるアユも見られることから、暗渠部分にアユがいることも推察された。

設置電極は暗渠天蓋からロープで控えを取り床面にしっかり固定しているが、中層は水压に押され、やや、たわんでいた。床面に固定された-電極突端から右岸側壁寄り20cm の位置に白く見えるコンクリート石材があった。これをマーカーに電極の周りに20cm の円を想定し、無通電時と通電時に円内に進入してくるアユの個体数を計数した。この円内に進入するアユは多方面から来たが、右岸側壁から最も多かった。他の方向から来るアユに比べ遊泳速度も遅く、確実に計数できた(図5)。

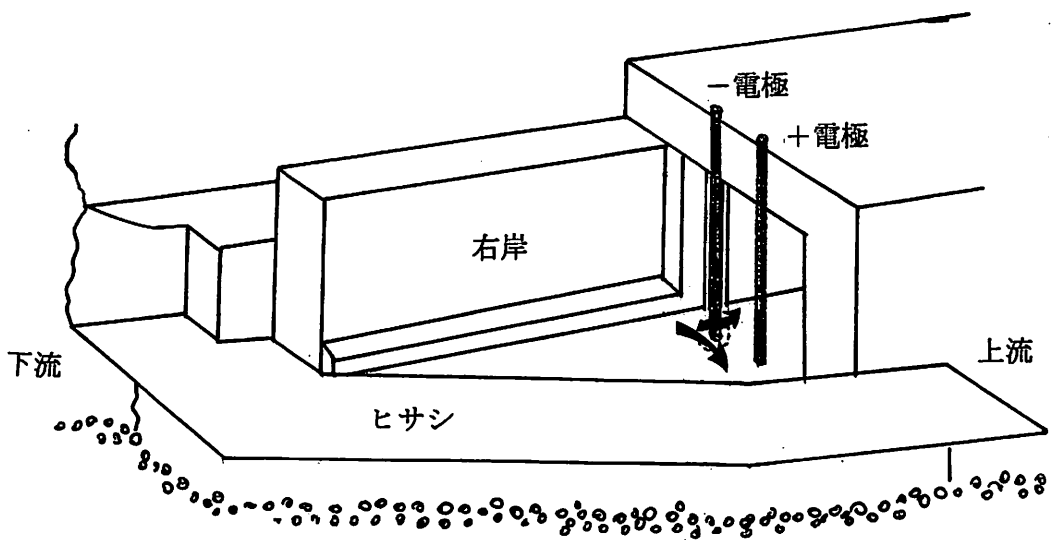


図5 計数に利用した円内へのアユの侵入経路

4回の無通電時に合計延べ69尾、4回の通電時に合計延べ19尾が計数円内に進入した(表4、図6)。通電時に進入したアユの中で3尾が身をくねらした。これ以外に、流芯側からの1尾、下流側からの2尾が身をくねらすのが観察された。電極の直近まで行ったか、電極に接触したアユであると推察された。身をくねらした後、普通に泳ぎ始めるため、流されたり浮き上がったりするアユはいなかった。

電極から1m下流で床面に張り付くようにして泳いでいるアユの群は100V 直流パルス波で何ら影響を受けている様子はなかった。直流パルス波の電圧のみを200V にあげてこの群の反応を見たが変化はなかった。

観察回次を追うごとに円内進入尾数が減っている理由は、アユの学習能力など新たな課題の存在を予感させるものであった(図7、8)。

表4 アユの一電極への接近個体数

	A 右岸側壁から上流へ向かった個体数	B 右岸側壁から流芯へ向かった個体数	A+B 個体数	Aの痙攣 個体数	Bの痙攣 個体数
無通電	14	6	20		
100V通電	7	2	9	1	1
無通電	21	2	23		
100V通電	6	1	7		1
無通電	14	0	14		
100V通電	3	0	3		
無通電	10	2	12		
200V通電	0	0	0		

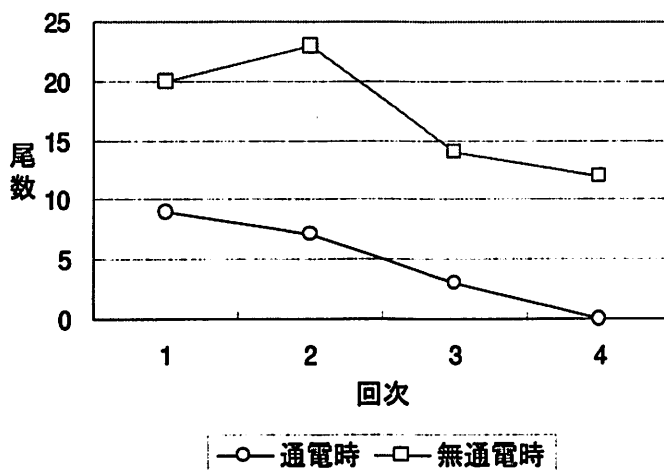


図6 通電時—無通電時のアユ円内侵入尾数

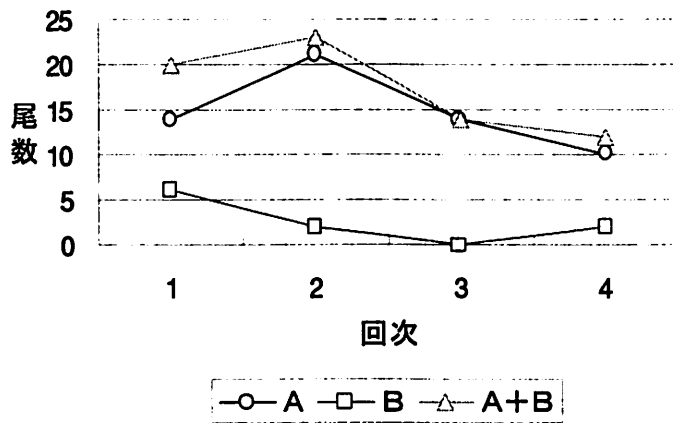


図7 無通電時のアユの接近尾数変化

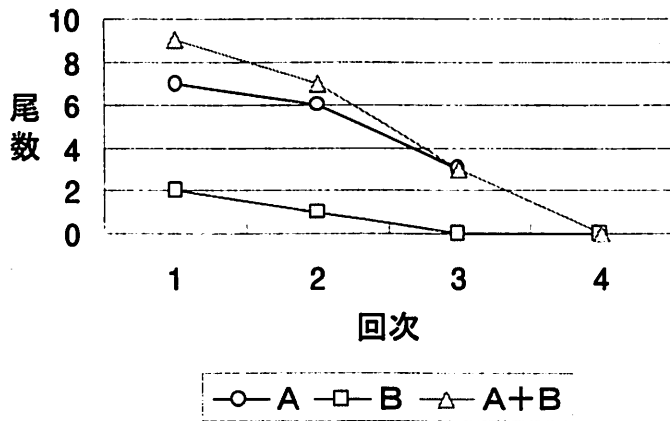


図8 通電時のアユの接近尾数変化

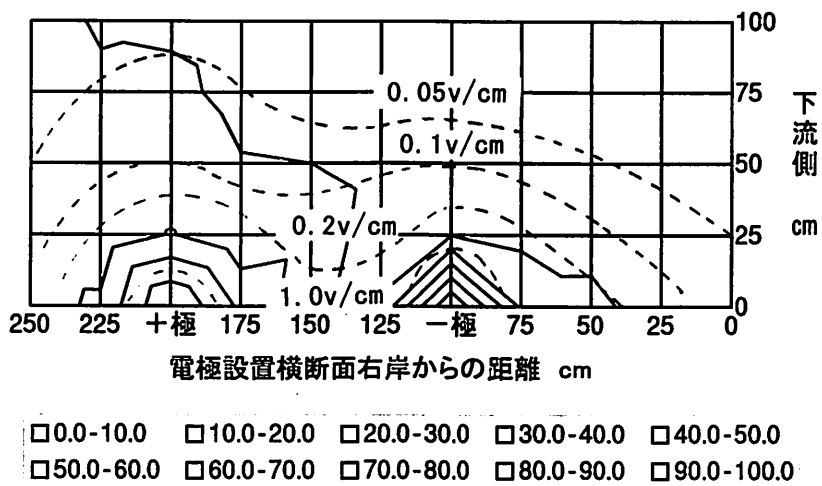


図9 放水路暗渠出口電位差

4 まとめ

現場試験においても直流パルス波に対するアユの反応は水槽試験と基本的にかわらなかった。現場では水流が強く、これに向かって泳ぐアユの遊泳力にうち勝つには、水槽試験で得られた値の数倍の印可を必要とした。電場に向かって垂直に進入してくると仮定して、15cmのアユであれば1v/cmの電位差が必要であると考察された(図9)。

放水路の流量が少なく流速が遅いと迷入があるが、流量が多く流速が速いときはアユの迷入が既存の施設で阻止されている。流量の多さを水面の高さととらえ、超音波スイッチまたは電極式水位スイッチで電流を切って、電力を節約する装置を製作した。現場試験にいたらなかったが、図10にシステムの設置数値を示した。

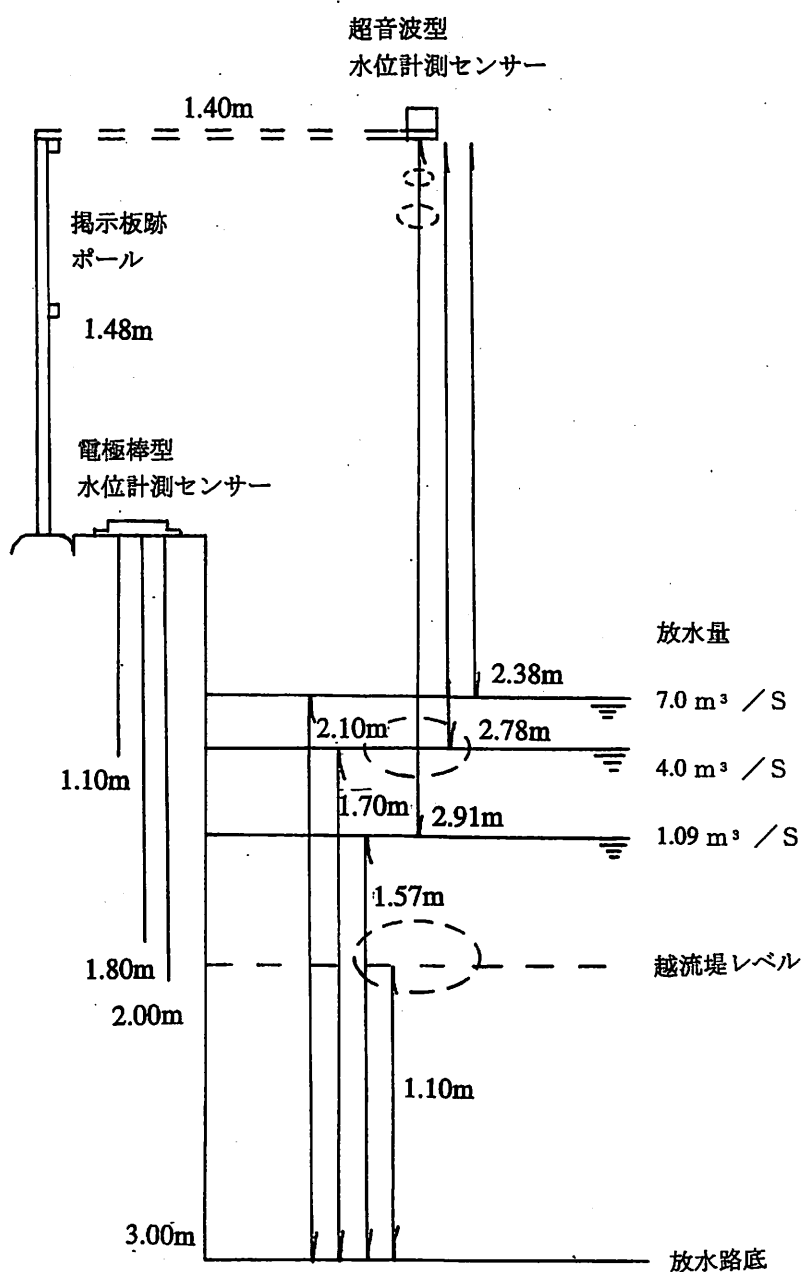


図10 水位検知機器用略図



図1 伊尾木川ダム発電所放水口内に進入したアユ

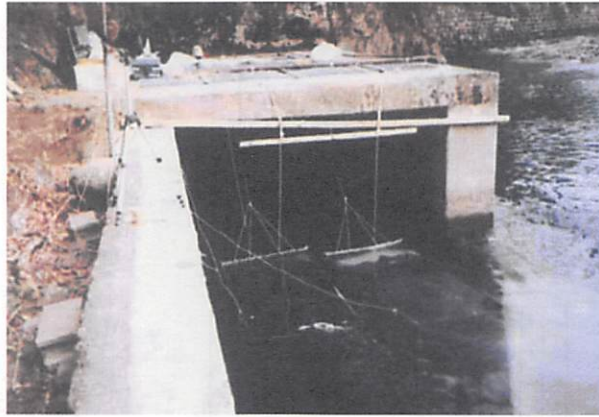


図2 電気スクリーンによる現地アユ反応試験



図3 電気スクリーンの現地電場測定

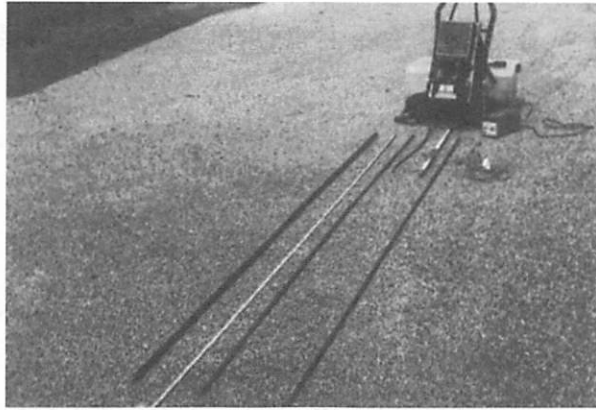


図4 電気スクリーン現地アユ反応試験使用電極

人工産アユ生態特性調査

(耳石情報を用いた人工種苗、海系および琵琶湖系アユの系統判別法の開発)

佐伯 昭・岡部正也[○]・海野徹也^{*}・清家 暁^{*}

【目的】

種苗放流および移植放流における放流効果を正確に把握するためには個体レベルでの系統判別が不可欠であるが、これまでのところ脂鰭切除による外部標識などを除き、有効な判別手法は見出されていなかった。そこで、当センターでは、広島大学との共同研究により耳石に蓄積した微量元素の濃度比を用いた個体レベルでの系統判別法の開発を試み、ストロンチウム・カルシウム比の違いにより人工種苗、天然海系、琵琶湖系が高率で判別できること、および天然海系アユでは海域から河川域への移動に伴いストロンチウム比が低下するため、そのプロファイルと耳石日周輪を照合することにより、遡上開始時期が推定できることなどを明らかにし、その有効性を確認した(平成11年度)。最終年度となる本年度は、この技術をより実用的なものとし、大学との連携によりサンプルを大量に処理できる体制を確立するため、EPMAによるストロンチウム・カルシウム比の測定に必要な耳石の精密研磨技術および日周輪解析システムの導入を図った。

【方法】

昨年度にひきつづき、人工種苗、琵琶湖系が放流されている県内2河川について友釣りによるサンプリングを行い、捕獲されたアユの耳石の解析から系統判別を試みた。1) 耳石の精密研磨行程の検討については、広島大学生物生産学部水産増殖学研究室で技術研修後、手順を一部改変した方法により当センターで実施し、ストロンチウム・カルシウム比の分析に供した。また、2) 物部川および伊尾木川におけるアユの系統判別については、同研究室海野徹也助教授のグループにより耳石の研磨およびストロンチウム・カルシウム比の分析が行われた。

【結果および考察】

1) 耳石の精密研磨行程

- ① 摘出した耳石をエタノール中に入れ、5分間超音波洗浄
- ② 耳石の凸面が上になるようにマルチフォーム(型枠)に入れ、樹脂(エポフィックス)中に包埋 12時間放置して硬化
- ③ マルチフォームから取り出し、エポキシ系接着剤でスライドガラスに貼り付ける。
- ④ 精密研磨機(ストルアスS5629)により 研磨紙を #300→#500→#1200(耳石中心まで研磨)→#2400→#4000→ダイヤモンドスプレーを噴霧したMDクロスで鏡面仕上げの

○：執筆者 *：広島大学生物生産学部水産増殖学研究室

順で交換しながら精密研磨

⑤ 電子線マイクロアナライザーによる Sr : Ca 比の測定 (広島大学に依頼)、日周輪の計測

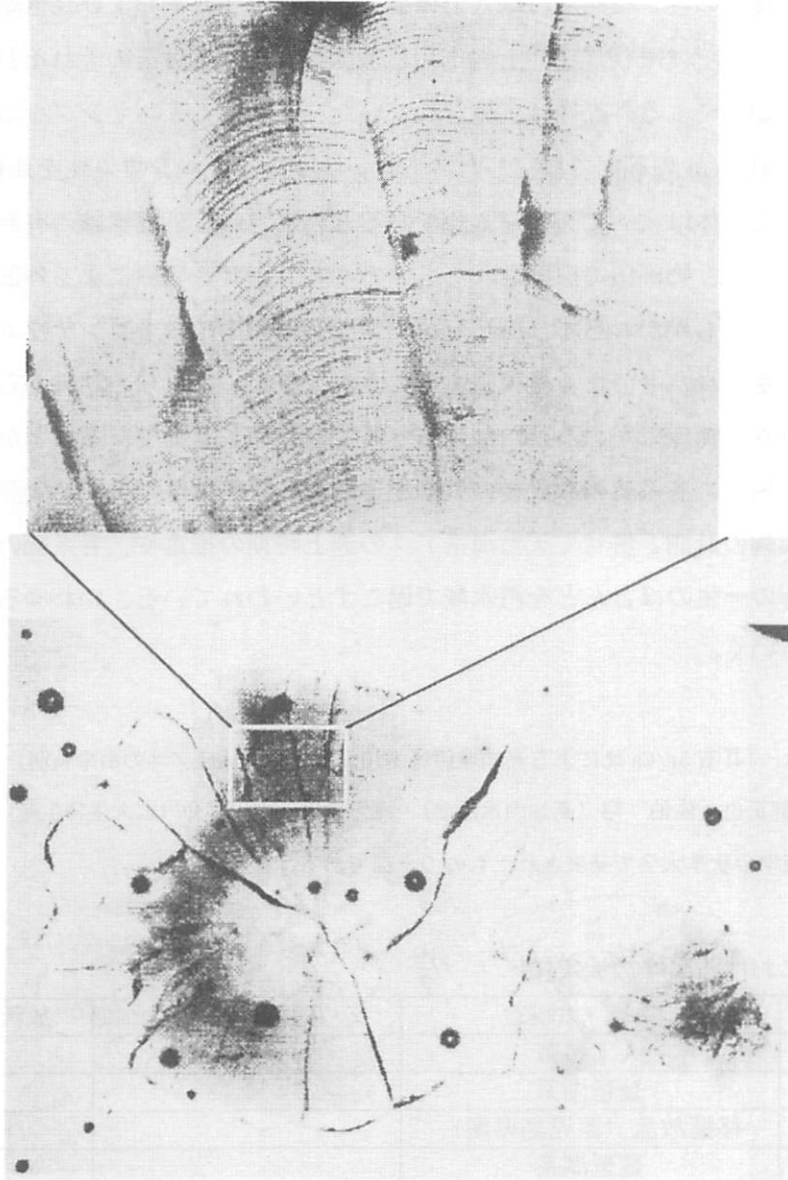


図-1 精密研磨後のアユ耳石 (Upper: $\times 400$, Lower: $\times 40$)

上記の耳石研磨行程により、遡上期のアユ稚魚の日周輪解析が十分可能であることが明らかとなった。また、研磨された耳石を広島大学に送付し、EPMAによるストロンチウム・カルシウム比の測定を行ったところ、十分分析に耐えうることを確認された。したがって、今後は研磨までを当センター内で、EPMAによる分析を広島大学で分担して行うことにより、より大量のサンプルを短時間で処理することが可能になるとと思われる。

2) 物部川および伊尾木川におけるアユの系統判別

1999年5月～8月にかけて伊尾木川および物部川で採捕されたアユ、各13個体について、ストロンチウム・カルシウム比による系統判別の結果を表-3, 4に示す。なお、この年には、伊尾木川には人工種苗のみ、物部川には人工種苗、鹿児島県産海系および琵琶湖系が放流されている(表-1, 2)。このうち、伊尾木川と物部川に放流された人工種苗のそれぞれ32%、51%の個体には脂ビレ切除による外部標識が施されていた。これらのアユサンプルの耳石中心から外縁部にむかって250 μmの範囲で測定したストロンチウム・カルシウム比を比較した結果、伊尾木川で採捕された個体はすべて天然遡上魚であると判定され、外部標識の有無との整合性にも問題はなかった。一方、物部川で採捕されたもののうち、脂ビレ切除による外部標識のある個体は確認できなかったにもかかわらず、脂ビレが正常な個体の中にストロンチウム・カルシウム比では人工種苗と判定されたものを4尾確認することができた。これらの結果から、耳石情報を用いた系統判別法は外部標識にかわる新たな手法としてきわめて有効であることが示された。今後は、この判別法を用いて各系統の放流後の動向を追跡し、人工種苗の効率的資源添加法の開発に資するほか、日周輪の計測と併せて天然海系アユの遡上時期の推定や、各系統の産卵場への来遊の確認、およびその一生のほとんどを汽水域で過ごすといわれている、いわゆる滞留アユの確認などにも応用していく。

* 2) の内容は、「耳石 Sr/Ca 比による高知県伊尾木川および物部川産アユの由来判別」：清家 暁（広大生物生産）・岡部正也・佐伯 昭（高知内水漁セ）・海野徹也・中川平介（広大生物生産）として、平成12年度日本水産学会秋季大会で発表されたものの一部である。

表-1 物部川におけるアユ放流実績

放流月日	系統・由来	標識の有無	放流尾数(千尾)
4月4日	人工種苗	脂ビレ切除	84
4月12日	琵琶湖系		41
4月17日	移植放流(鹿児島県産)		83
5月24日	琵琶湖系		5
6月11日	人工種苗		80
7月18日	人工種苗		1

表-2 伊尾木川におけるアユ放流実績

放流月日	系統・由来	標識の有無	放流尾数(千尾)
3月22日	人工種苗		43
3月25日	人工種苗	脂ビレ切除	28
3月30日	人工種苗		16
4月4日	移植放流(鹿児島県産)		88
5月28日	移植放流(鹿児島県産)		79

表-3 物部川で採捕されたアユの系統判別結果

採捕月日	No.	脂ビレの形状	Sr/Ca 比 (~250 μm)	判定	外部標識との整合性
5月18日	1	正常	9.73	天然遡上	○
	2	正常	12.03	天然遡上	○
	3	正常	9.77	天然遡上	○
	4	欠損	2.63	琵琶湖系	×
	5	正常	7.17	人工種苗	×
	6	正常	7.36	人工種苗	×
	7	正常	3.86	琵琶湖系	○
5月25日	1	正常	8.43	人工種苗	×
	2	正常	8.63	天然遡上	○
	3	正常	9.92	人工種苗	×
	4	正常	9.79	天然遡上	○
8月2日	1	正常	9.34	天然遡上	○
	2	正常	9.14	天然遡上	○

表-4 伊尾木川で採捕されたアユの系統判別結果

採捕月日	No.	脂ビレの形状	Sr/Ca 比 (~250 μm)	判定	外部標識との整合性
5月20日	1	正常	8.56	天然遡上	○
	2	正常	7.96	天然遡上	○
	3	正常	8.57	天然遡上	○
	4	正常	7.16	天然遡上	○
	5	正常	7.95	天然遡上	○
	6	正常	7.88	天然遡上	○
	7	正常	7.82	天然遡上	○
	8	正常	7.75	天然遡上	○
	9	正常	8.40	天然遡上	○
	10	正常	8.33	天然遡上	○
	11	正常	7.81	天然遡上	○
	12	正常	8.62	天然遡上	○
	13	正常	8.89	天然遡上	○

【参考文献】

Otake, T., Uchida, K.: Application of otolith microchemistry for distinguishing between amphidromous and non-amphidromous stocked ayu, *Plecoglossus altivelis*.

Fisheries Science, 64(4), 517-521(1998)

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、多大なるご協力をいただいた高知県内水面種苗センター 樋口清允 代表専務理事ならびに物部川漁業協同組合 岩上篤彦代表組合長理事に深謝いたします。

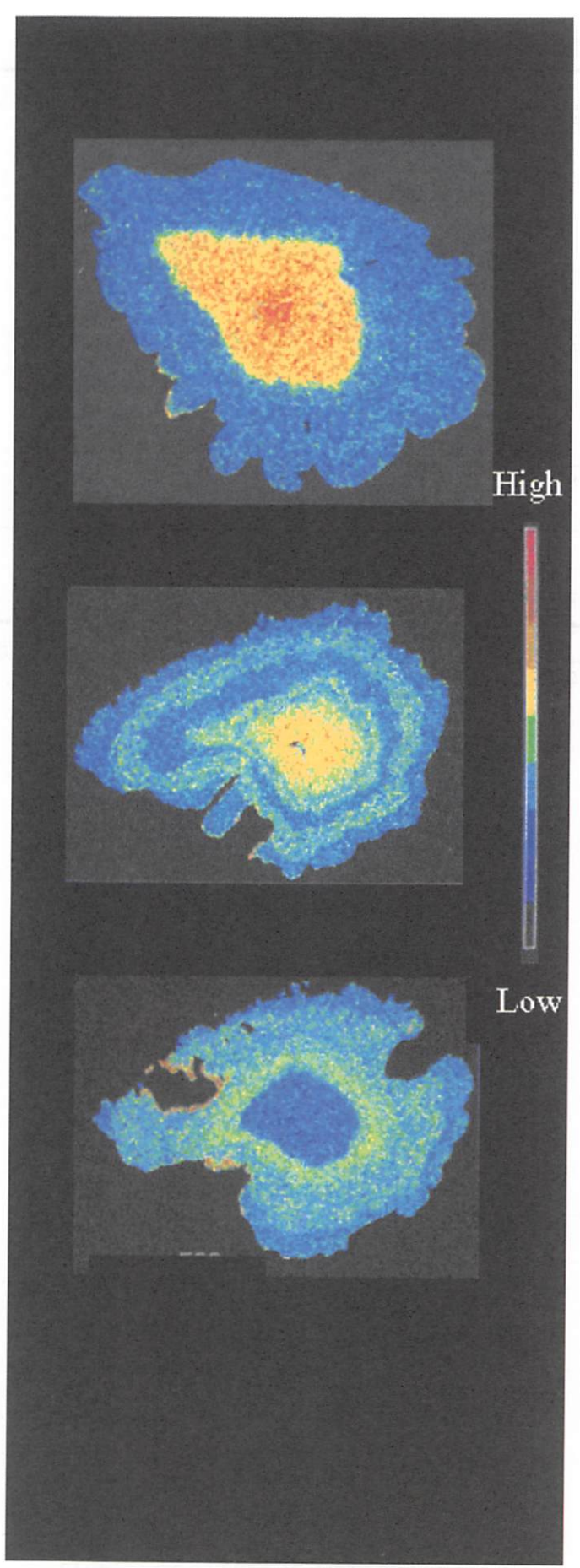
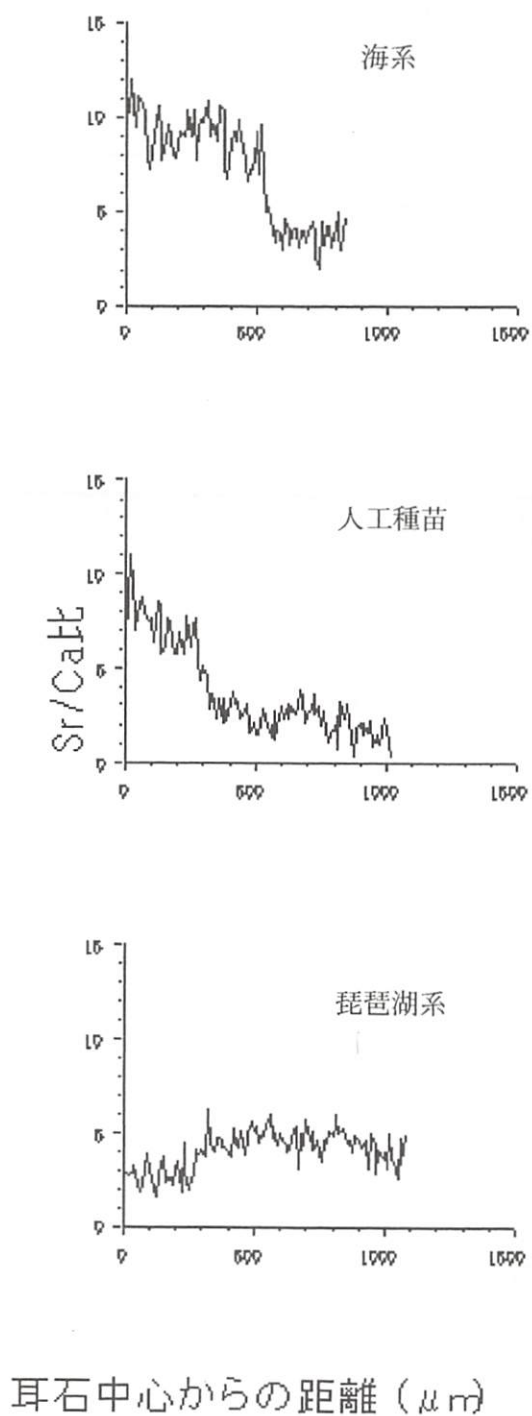


図-2 各系統の耳石の Sr/Ca 比のプロファイルと面分析チャートパターン

ウナギ資源調査 —標本日誌・生物調査 I—

中 島 敏 男

1 調査の背景

本県のウナギ漁獲量はいずれの河川でも著しく減少している。高知全県の漁獲量もまた近年では1982年の184トンピークに1999年は64トンにまで減少している。このためウナギ資源の動向が危惧されることから、増養殖対策として毎年ウナギ種苗の放流がおこなわれているが漁獲量は回復の兆しを見せていない。

一方、ウナギ資源の適切な管理や効率的な増養殖対策が求められながら、河川における本

種の生物・生態学上の知見はほとんどない。

2 調査の目的

減少著しいニホンウナギの適切な資源管理及び効率的な増殖対策に資するため、県内河川における親ウナギの生物、生態特性を把握する。

3 調査の方法及び用語の定義

1) 標本調査

県内3河川6名の漁業者に日誌記帳を依頼した(図1、表1)。

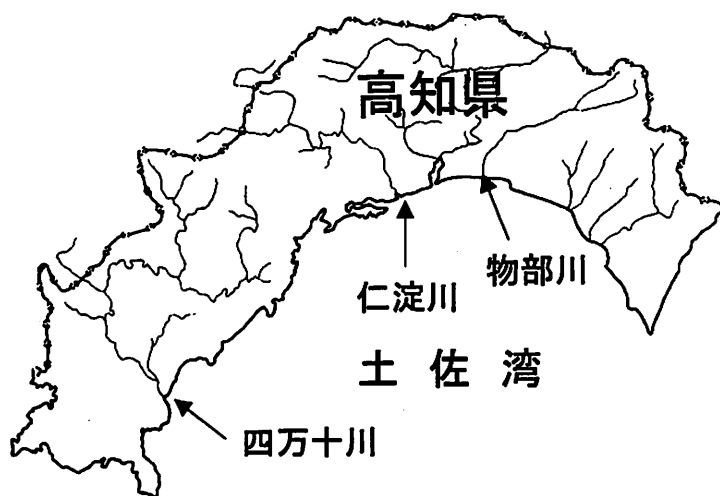


図1 調査河川

表1 標本調査項目

河川名	流域	標本者	主漁法	調査期間	調査項目
物部川	下流	A	筒	5~9月	操業年月日、場所、水温、漁業種類、漁具数、餌種類、サイズ別尾数、サイズ別重量、標識の有無
		B	筒	7~10月	操業年月日、場所、水温、漁業種類、漁具数、餌種類、サイズ別尾数、標識の有無
		C	石倉	5~11月	操業年月日、場所、水温、漁業種類、漁具数、餌種類、サイズ別尾数、サイズ別重量、標識の有無
仁淀川	上流~河口	D	筒・延縄	5~7月	操業年月日、場所、水温、漁業種類、漁具数、餌種類、サイズ別尾数、サイズ別重量
四万十川	中流	E	筒・延縄	5~10月	操業年月日、場所、水温、漁業種類、漁具数、餌種類、サイズ別尾数
	中流~河口	F	筒・延縄	5~9月	操業年月日、場所、水温、漁業種類、漁具数、餌種類、サイズ別尾数

2) 魚体精密測定

日誌依頼者が採取したウナギの一部を買い取り、体長、体重、生殖腺、胃内容物重量の測定、性、胃内容物の判別、耳石の採取をおこなった。生殖腺は80%アルコールに固定した後、スクリーン管瓶に保管して社団法人日本水産資源保護協会に送付した。耳石(扁平石)は水分及び付着物を取り除いた後、スクリーン管瓶に保管して同協会に送付した。

3) 漁獲統計調査

農林水産統計によって県内河川の漁獲量を調査した。中村市公設市場及び四万十川西部漁業協同組合の運営する西土佐あゆ市場のウナギ取扱量を調べ、四万十川流域の漁獲統計の充実をはかった。

4) 環境調査

3河川の標本日誌から季節別、平水・洪水モード別水温変化を調査した。

5) 標識魚追跡調査

物部川において標識魚放流・追跡調査を東京大学海洋研究所と共同でおこなった。2000年5月19日物部川河口から上流約3km地点に、平均体長約34cm、平均体重約40gの養殖ウナギ7,977尾を右胸鰭カットして放流した。3ヶ所の標識ウナギ追跡試験操業定点を設定し、2週間に1回それぞれの定点で5本の筒漁具をしかけて調査した。標識魚追跡試験操業の調査項目

は再捕年月日、場所、漁具、体色、天然魚との混獲状況、切除した胸鰭の再生状況等、標識魚の再放流を前提に設定した。得られた再捕ウナギが再放流に耐えられない状態であれば、上記調査項目にくわえて体長、体重、胃内容物、性別、耳石採取など精密測定をおこなった。

6) 用語の定義

天然型ウナギ: 12年度に標識放流した小型養殖ウナギは放流後まもなく天然餌料の摂餌を始め体色が黄色化しはじめた。調査期間中再捕された標識放流ウナギの肥満度は低かったが、摂餌が十分なされると、将来、体色及び体型から天然遡上ウナギと区別することは困難になると予想された。過去に放流されたウナギで区別できない状態にあるものも考えられ、天然遡上を含む黄ウナギ及び銀ウナギを天然型ウナギと表現した。ただし、12年度に調査河川に資源維持放流された大型養殖ウナギで、調査期間中に採捕された個体のなかに、黄色化しているウナギはいなかった。また、漁業者の日誌の中でも放流ウナギとして明確に区分されていた。断りのない限りウナギは天然型ウナギを指す。

黄ウナギ: 餌としている生物の色素が沈着すると考えられる。夏場漁獲されるウナギに多い。餌の豊富な梅雨時、急速に黄色くなる。場所や季節によって黄色の濃淡がある。

銀ウナギ: 下りウナギを意味すると考えられて

いる。秋以降漁獲される大型のウナギに多い。生殖腺も発達し始めている。背部が薄墨色で腹部が銀色の個体から全身が薄墨色の個体まで変化がある。

性：目視観察により、不明、雌、雄、無性と分類した。ウナギは全長30cm以上で性分化をとげているとされているが、初期の生殖細胞では厳密には組織学的な決定を必要とする。外観上は雌と見えても、不明に分類する個体が多かった。養殖ウナギでは生殖腺の外観が雄に見える個体が多いのに比べ天然型ウナギでは雌に見える個体が多かった。無性は銀ウナギなど相当な生殖腺の発達が期待される個体であるにもかかわらず、生殖腺のあるべき場所に痕跡も認められない個体とした。無性2尾、片側欠落1尾を観察した。

生殖腺指数：生殖腺重量 g / 体重 g $\times 10^2$ で算出した。

肥満度：(体重 - 胃内容物重量) g / 全長³ $\times 10^4$ で算出した。

筒漁具：木製箱形、竹編製円筒形、塩ビパイプ製円筒形をしていて、中に餌を入れてウナギをおびき入れ、出られないようにしたトラップ型の漁具を総称した。

洪水モード：出水によって通常河川水が流れていない旧河道及び溜まりなどに水が流れる状態を指した。

河口域：瀬がない区域を指した。

感潮区間：干満によって河川水位が変動する区間を指した。

汽水区間：海水と淡水が混じり合う区間を指した。

4 調査の結果

1) 標本調査

物部川下流の標本漁業者は2名が木製のウナギ筒を使用して5～10月にウナギ漁をおこなっている。設置は徒歩でおこなう。物部川は

高知県の多くの河川同様、急峻な山間から太平洋にすぐ注ぐため河口域がほとんどない。山間を出て9kmあまりの間、河口直前まで中下流域の様相を呈し、平瀬、早瀬、淵と続く。ウナギ筒はこの平瀬や早瀬の中の流速の少し弱くなった場所、少し窪んだ場所及び植生のきわなどに1本1本丁寧に設置される。これらの場所にはこぶし大から人頭大の礫が見られる。1回の操業に10本前後の筒を使用する。餌は操業期間中ミミズを使用する。8月以降は餌のミミズ確保のために餌場開拓の努力をしている。満月を中心に1週間程度操業を休む。洪水モード時はウナギの逃げ込む溜まり河道や植生の中に漁具を設置して好漁する。このため、洪水モードの多い年は漁獲量も多いと認識されている。主漁期は7～8月で、漁具1本当たりの漁獲尾数は100g以下のウナギ主体に1～1.5尾、漁獲重量は100～120gであった。銘柄を大200g以上、中100～200g、小50～100g、小々50g以下として区別すると、100gを堺にした銘柄の大中と小・小々の重量比が半々になる(図2)。標本漁業者1名は5～9月に合計518尾、38.6kgを漁獲した。他の1名は6～10月に合計346尾を漁獲した。

物部川下流のもう1名の標本漁業者は5～11月に石倉漁をおこなっている。石倉は主に感潮区間から1つ上流の早瀬が流れ込む場所に設置されている。その他にも感潮区間の最上流部に石倉を設置して初夏に短期間操業したり、礫が重なって天然の石倉が形成された場所などで操業することもある。洪水で石倉が破壊されたり、ダム放水の濁りが続くと操業できない。初夏は海から入ってくる遡上ウナギを対象にしていると認識していて、頻繁に操業する。秋は下りウナギを対象にしていると認識していて、設置している石倉を操業が一巡すると1週間かそれ以上休み、次のウナギが石倉に入るのを待っている。10月以降はそれまでの黄ウナギ

にかわって、下りの銀ウナギと言われる200g以上のウナギが主体になる。1操業当たりの漁獲尾数・重量は9月までは4～10尾、0.5～1kg、10、11月は8～9尾、2～3.5kgになる。12月以降は水温の低下と共にウナギが石倉からさらに底の河床に潜ると認識して、ほとんど操業しない(図2)。5～12月に152尾26.0kgを漁獲した。

仁淀川上流～河口域で操業する標本漁業者1名(専業)は5月に河口の汽水域で延縄や木製のウナギ筒によって操業を開始する。初漁の様子を見て、本格的な操業をおこなうか操業を遅らすか判断する。ウナギの商品価値を損なわないため、主にウナギ筒を使用する。仁淀川は山間部を出てすぐ太平洋に注ぐが、太平洋に注ぐ河川としては四万十川に次いで県内2番目の流量を持ち、淵や瀬の規模も大きい。このため、船を使って1回の操業でウナギ筒50～100本を投入する。漁模様を見ながら、下流から上流に向かって幹川及び下流に注ぐ支川で操業する。12年度は河口から55kmにあるダム湖でも操業をおこなった。餌はミミズを使用する。例年7月一杯で操業を切り上げ、モクズガニ漁に転換している。漁具1本当たり漁獲尾数は0.5尾、重量は80gであった。銘柄別では小以上の3銘柄が尾数比で同様の割合で主体となり、重量比は大が50%以上を占めた。比較的大きいウナギを操業対象にしている(図3)。延縄漁業も含め6、7月に1,312尾、192.1kgを漁獲した。

四万十川は山間部を出るとすぐ太平洋に注ぐ点では県内他の河川と同様であるが、山間部を流れる方向は他の県内河川のように南北方向ではなく、傾斜の緩やかな東西方向に流れるため、上流域においても川の流れは緩やかで、中流域の様相を示す。山間部を出てか

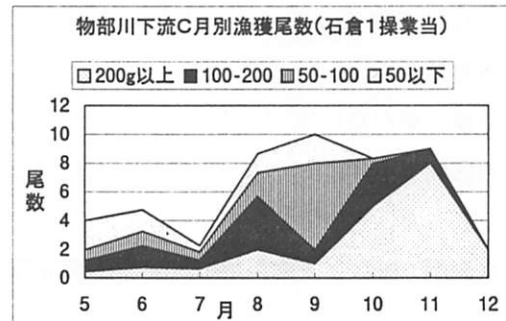
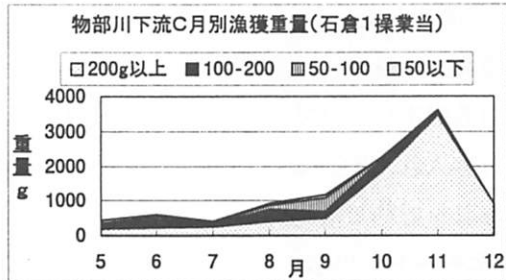
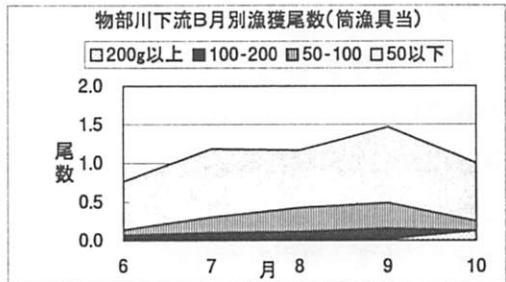
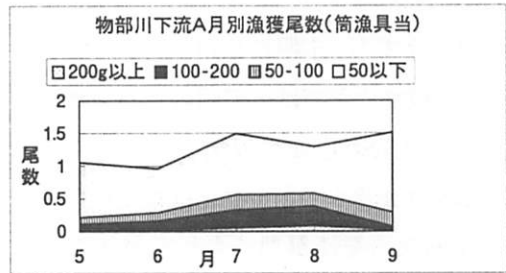
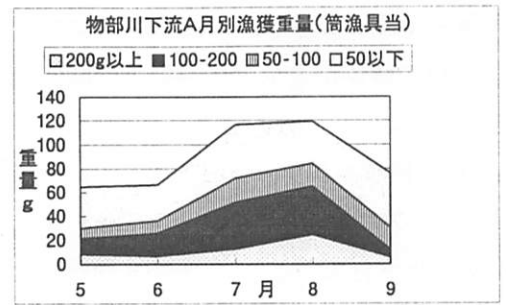


図2 物部川下流域ウナギ漁獲状況

ら後の中下流域の発達は他の県内河川同様貧弱である。流量が多いため河口域は比較的発達していて、8～9kmの汽水区間及び感潮区間がある。河口域から中流域で操業する標本漁業者1名（専業）は6月は主に河口域で延縄操業をおこなう。梅雨の時期になるとウナギの活動にあわせてウナギ筒操業を下流から上流に向かっておこなう。四万十川周辺の市場では100g前後のウナギが最も商品価値が高い。ウナギ筒はそれにあわせて大きいウナギが入らないように口径の小さい塩ビパイプで制作されている。1回の操業は、延縄は釣針320本、筒は150本を船を使って設置する。餌はミミズを使う。操業は6、7月で、筒漁具1本当たり漁獲尾数は100g以下の銘柄が0.1～0.3尾である（図4）。延縄漁業を含め6～8月に1,138尾を漁獲した。

四万十川中流域の標本漁業者1名は5～10月に木製のウナギ筒と延縄を使って操業をおこなう。1回の操業でウナギ筒は30本前後、延縄は釣針140本前後を船を使って設置する。これらを適当に組み合わせて操業する場合もある。操業は居住地区のある1km範囲の瀬、淵でおこなわれている。四万十川全流程からみると定点操業に近い形態である。餌はテナガエビ類、ミミズ、オイカワが使用される。筒漁具当たり漁獲尾数は5月の0.3尾から漸減して9月以降は0.1尾以下になる。銘柄別では100g以下のウナギが主体である（図4）。延縄漁業も含め5～10月に402尾を漁獲した。

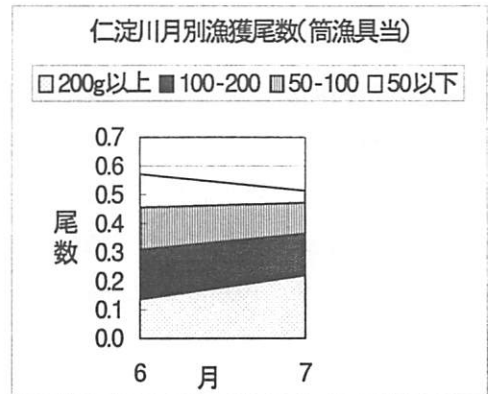
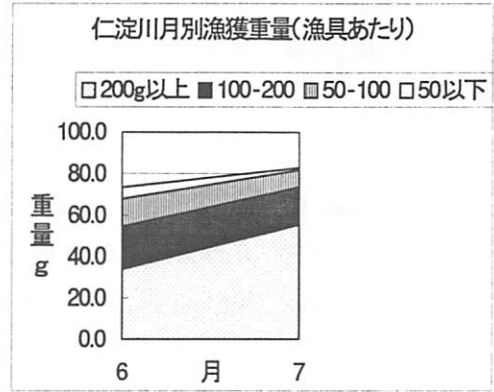


図3 仁淀川上～下流域ウナギ漁獲状況

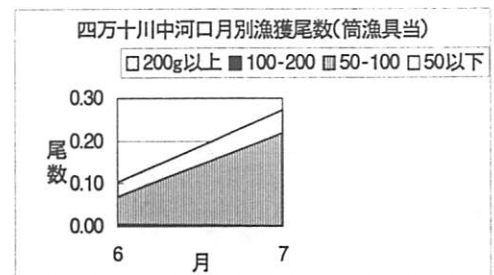
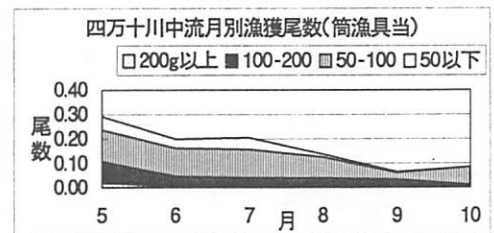


図4 四万十川中流～河口域ウナギ漁獲状況

2) 魚体精密測定

物部川下流域で漁獲されたウナギが測定対象となった。

① 成長

耳石の輪紋数（年齢）分析結果を待つて解析をおこなう。サンプルは天然型ウナギ195尾で、最大全長73.4cm、体重808.4gであった。全長・体重関係式は $Y = 0.0002X^{3.5623}$ ($R^2 = 0.9526$, $N : 195$ 尾) となった (図5)。

② 性比

天然型ウナギ195尾の性比は雌124尾、雄11尾、不明58尾、無性2尾であった。季節別の出現状況をみると、小型ウナギが漁獲される期間は性不明が多いが、季節が進むにつれて雌の割合が多くなった。雄は7～10月に少数出現した (図6)。

天然型ウナギは養殖ウナギと比較して雄の割合が少ないことが特徴であった。

③ 成熟

雌の季節別生殖腺指数を図7に、雄の季節別生殖腺指数を図8に示した。雌生殖腺指数の最大値は4.18で、5月13日に石倉漁で漁獲された個体 (体重306g、生殖腺重量12.8g) から得られた。雌生殖腺の最大重量は21.8g (生殖腺指数2.95) で、10月5日に石倉漁で漁獲された体重739gの個体から得られた。

雄生殖腺指数の最大値は0.41で、10月24日

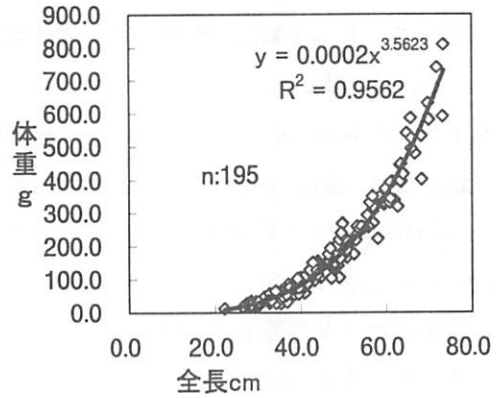


図 5 天然型ウナギ全長・体重関係

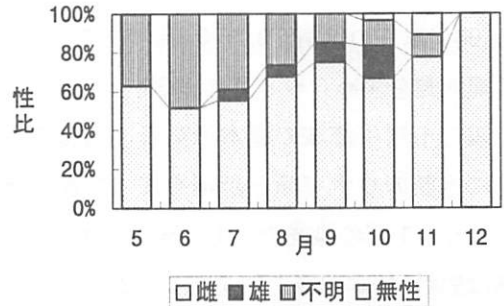


図 6 ウナギの季節別性比 (筒・石倉漁)

に石倉漁で漁獲された個体 (体重241g、生殖腺重量1.0g) から得られた。雄生殖腺の最大重量は1.6g (生殖腺指数0.406) で、10月6日に石倉漁で漁獲された体重393gの個体から得られた。

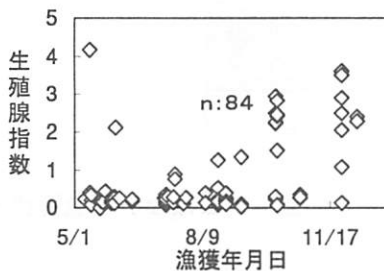


図 7 雌生殖腺指数の季節変化 (石倉漁)

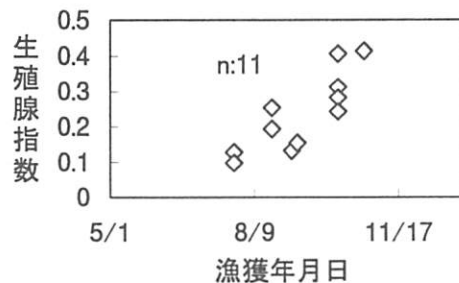


図 8 雄生殖腺指数の季節変化 (筒・石倉漁)

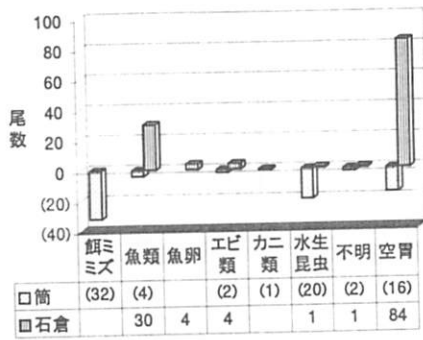


図9 食性

④ 食性

石倉漁、筒漁で漁獲された天然型ウナギ195尾の胃内容物を図9に示した。2種類以上の胃内容物が確認された場合は延べ尾数で集計した。延べ尾数は201尾となった。ウナギ肛門にエビ甲殻や魚類骨格が残存している個体も見られたが集計に含めなかった。

石倉で漁獲されたウナギの胃内容物は魚類、ハゼ類の卵塊、エビ類が特徴的であった。大型のウナギになると後述するように空胃の個体が目立った。筒で漁獲されたウナギの胃内容物は餌のミミズ、水生昆虫が特徴的であった。これらはいずれもウナギが生息している場所の生物相を反映していると考えられる。石倉が設置されている場所は水中の大型生物が7月末までは豊富であった。

雌の生殖腺指数1.5は組織学的に第1次卵黄球期に該当する。肉眼で雌と判断してもさしつかえない大きさである。生理学的にも成熟が始まっている時期とされている。石倉で漁獲された雌ウナギを生殖腺指数1.5で区分すると、1.5以上の個体17尾は全てが空胃であった(図10)。

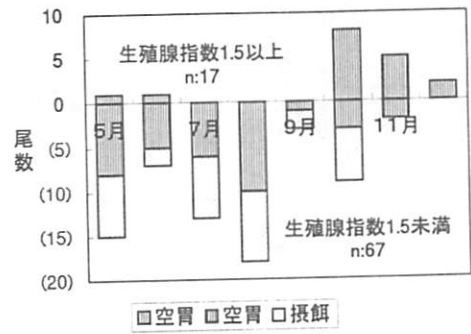


図10 生殖腺指数1.5で区分した空胃・摂餌個体数

⑤ 移動・分布

物部川感潮区間のすぐ上流に設置された石倉によって漁獲されるウナギは、夏期は黄ウナギ、秋期は銀ウナギが多い。銀ウナギは下りウナギと呼ばれ、河川を上流から下流に向かって移動すると考えられている。このウナギは黄ウナギに比べ雌雄ともに生殖腺が発達している。

一方、冬でも海面に属する漁港内などで漁獲されるウナギは体色が淡い青色から黄緑色をしている。5月に河口域から操業を始める漁業者はこのウナギが海から入ってきて、漁が始まるという。体色も淡く、身も柔らかく、味も頼りないから海から遡上してきたウナギに違いないという。このウナギはある程度上流方向に移動するのでそれに連れて漁場も移動するという漁業者もいる。

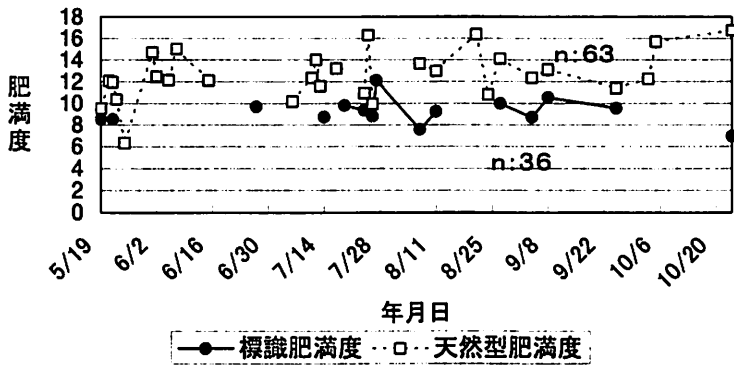


図11 標識放流再捕ウナギと天然型ウナギ肥満度比較 (全長28.9~40.5cm)

⑥ 標識放流養殖ウナギと天然型ウナギの肥満度比較

ウナギの肥満度は体長が大きくなるにしたがって大きくなる。このため、比較には体長範囲など前提条件をそろえる必要がある。肥満度が算出できた標識ウナギ36尾(一部胃内容物を含む肥満度)は5月22日から10月24日の間に再捕された。ウナギの全長範囲は28.9~40.5cmであった。同じ時期、同じ調査流域で漁獲された同じサイズの天然型ウナギ63尾と比較した。再捕ウナギの肥満度は低く、この期間中の平均肥満度は再捕ウナギ9.2、天然型ウナギ12.6であった(図11)。

⑦ 漁業協同組合放流養殖ウナギと天然ウナギの比較

漁業協同組合が6月末から7月初めに物部

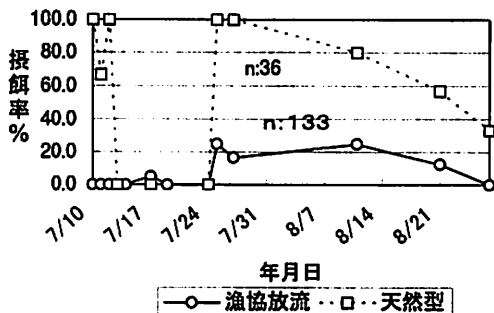


図12 漁協放流ウナギの摂餌率

川に放流した100gを越す大型の養殖ウナギが石倉で採集された。放流後1~2週間で摂餌する個体も見られたが、摂餌個体は採集尾数の20%までで、空胃のウナギが目立った(図12)。調査期間中、体色が黄色化することはなかった。胃内容物は同時期石倉で漁獲される天然型ウナギの胃内容物と同じであった。測定した漁業協同組合放流ウナギ133尾の内訳は、空胃124尾、魚類4尾、魚卵1尾、水生昆虫2尾、不明消化物2尾であった。放流ウナギの肥満度は放流直後、天然型ウナギの肥満度と同程度か、それ以上であった。放流後、日数が経過するにしたがい徐々に低下した。平均肥満度は全長35.0cm以上のウナギで放流ウナギ14.04、天然型ウナギ15.62であった(図13)。

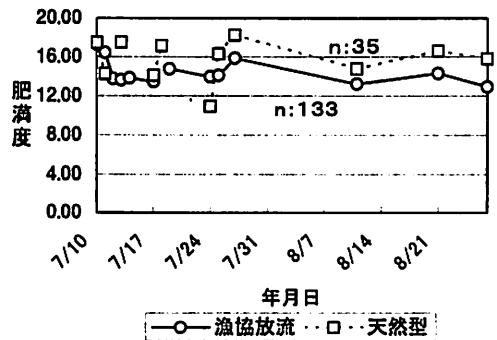


図13 漁協放流ウナギと天然型ウナギ肥満度比較 (全長35cm以上)

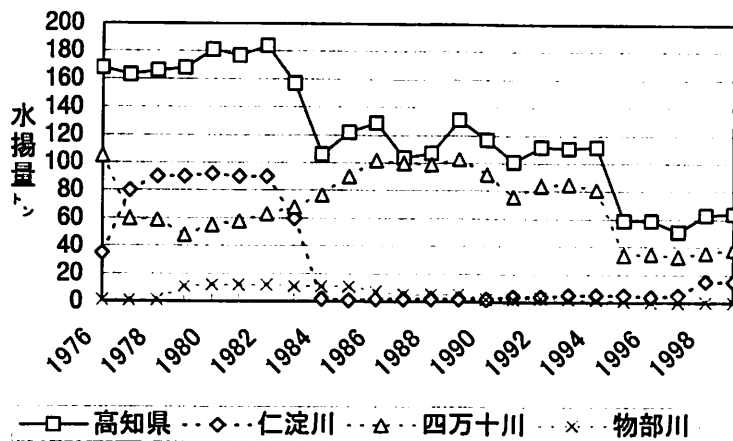


図14 河川ウナギ水揚量（農林水産統計）

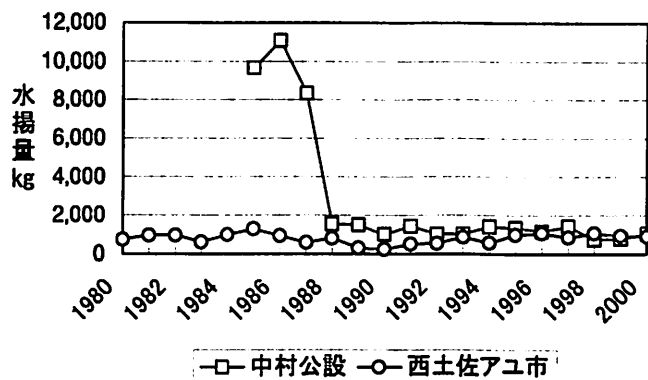


図15 四万十川周辺ウナギ市場の水揚量

3) 漁獲統計調査

農林水産統計による全県の年間ウナギ水揚量は1984年の184トンをピークに減少し、1995～99年は51～64トンの範囲にある。このうち、県内ウナギ水揚げ主要河川の1つであった仁淀川は1984年に水揚げが急速に減少し、1～2トンになった。1998～99年は15トンを水揚げした。もう1つの主要河川である四万十川は1995年に34トンに減少し、以後33～38トンの範囲にある

(図14)。また、四万十川で漁獲されるウナギが主に出荷される中村市公設市場及び四万十川西部漁業協同組合が運営するあゆ市場のウナギ取り扱い量は1トン前後で経過している(図15)。

4) 環境調査

標本日誌に記載された河川水温を図16にとりまとめた。7月末の降雨、出水により、8月初旬の県内各河川水温は4～9℃低下した。この時期での水温低下による漁獲への直接的影響は考えにくい、物部川下流域の筒漁は増水によってウナギが餌場に集中するため好漁した。9月中旬の降雨、出水により河川水温は7～9℃低下した。石倉漁業者は増水すると下りのウナギが石倉に入ると期待をよせていた。

5) 放流魚追跡調査

この調査項目は産卵親魚放流技術開発グループの中で東京大学海洋研究所と共同担当するものである。ここでは、得られた試料の中から、高知県が河川湖沼資源調査グループの一員として担当している生物調査項目の参考になる部分のみをみつかった。放流魚追跡調査の全体像は別途報告されている。

右胸鰭切除をおこなった平均全長34cm、平均体重37gの養殖ウナギ7,977尾を5月19日に物部川下流域に標識放流した。10月までに94尾が再捕された。これ以後の再捕報告はない。放流地点からの距離別漁場名及び漁獲尾数と再捕尾数を表2、3に示した。漁獲尾数は標本調査で得られた1,016尾に追跡試験操業で得られた87尾を加え、合計1,103尾であった。

① 移動

表4に漁獲ウナギ尾数に占める標識ウナギ再捕尾数割合を示した。再捕尾数と再捕割合の傾向から標識ウナギの上流への移動割合又は上流での天然型ウナギとの混合割合が見てとれそうである。放流点から遠い3～4km区間では5～9月の間1.5～5.3%の混獲範囲にある。放流点のすぐ上流と下流1km以内の区間は合計すると5～8月の間、55.5～64.9%の混獲範囲にある。この2区間の値の違いは放流点

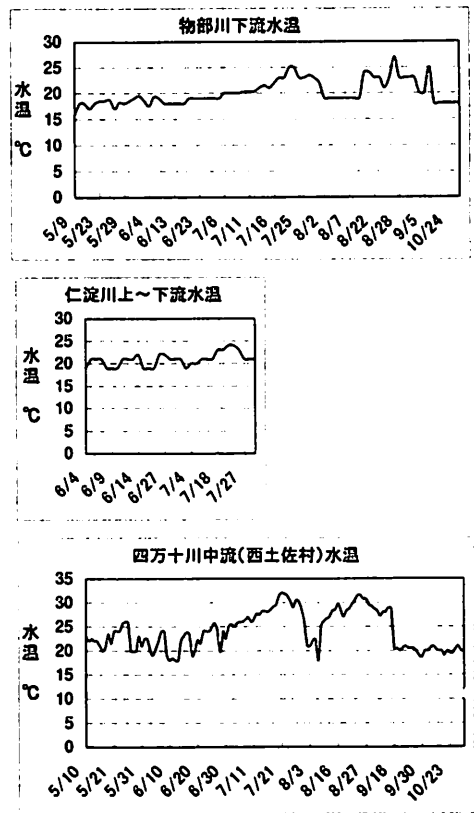


図16 県内調査河川の水温（標本日誌記載）

から分散していった標識ウナギの密度の違いを現していそうである。2区間の間にある1～2km区間の再捕尾数・割合の低さを合理的に説明できる理由が見いだせていない。考えられることは、この区間には標識放流ウナギ追跡のための試験操業地点がないこと、また、漁業者は黄色化した標識ウナギを天然ウナギと見誤っていたので、ある期間、胸鰭切除の標識確認がなされていなかった可能性などである。

9月以降は標識ウナギ、天然型ウナギともに、より下流で漁獲されている。洪水などの物理的要因や餌生物の減少などの生理的要因によって、河川下流域の黄ウナギはより下流へ下ることが考えられる。場合によっては汽水域や海面が下った黄ウナギの越冬場所となり得るとすれば、春になると、漁業者の言う海から川へ再遡上するウナギになる可能性がある。海面と河

川の出入りを耳石解析で進めているグループ の調査結果が待たれる。

表2 漁場別ウナギ漁獲尾数（12年度漁業組合放流ウナギを除く）

放流点からの距離	漁場名	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
4km以上	柳戸		12	18	13	3	1			47
	漁協前		3	5	40	9				57
3~4km	柳戸舟着		8	14	23	7				52
	吉原堰跡		6	63	25					94
	戸板島橋	34	17	29	86	12	4			182
2~3km	仁尾島			5						5
1~2km	仁尾島舟着		5	9	21					35
	東園前		18	26	11					55
0~1km	田村堰跡	6		34	14					54
	廿代	7	1		3					11
	蔵福寺島		8							8
	卅代		15		28					43
	県庁堀		13							13
	十善寺	14	10	23	5	0	2			54
	放流点	物部川橋								
0~-1km	十善寺下流	3	30	13						46
	岡西	5	7	32	31	34				109
-1~-2km	平松					6				6
	横瀬	19	19	28	15	13	25	9	2	130
-2~-3km	汐瀬	39			11	46	6			102
	合計	127	172	299	326	130	38	9	2	1,103

表3 標識ウナギ再捕尾数

放流場所からの距離	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
4km以上		0	0	0	0	0			0
3~4km	1	1	4	2	1	0			9
2~3km			1						1
1~2km	0	1	0	2					3
0~1km	3	5	14	1	0	0			23
0~-1km	3	16	0	11	0				30
-1~-2km	0	0	7	2	8	0	0	0	17
-2~-3km	1			2	6	2			11
合計	8	23	26	20	15	2	0	0	94

表4 漁獲ウナギ尾数に占める標識ウナギ再捕尾数の割合

放流場所からの距離	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
4km以上		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			0.0%
3~4km	2.9%	3.2%	3.8%	1.5%	5.3%	0.0%			2.7%
2~3km			20.0%						20.0%
1~2km	0.0%	2.1%	0.0%	2.6%					1.5%
0~1km	21.4%	21.7%	60.9%	20.0%					35.4%
0~-1km	37.5%	43.2%	0.0%	35.5%	0.0%	0.0%			19.1%
-1~-2km	0.0%	0.0%	25.0%	13.3%	42.1%	0.0%	0.0%	0.0%	12.5%
-2~-3km	2.6%			18.2%	13.0%	33.3%			10.8%
合計	6.3%	13.4%	8.7%	6.1%	11.5%	5.3%	0.0%	0.0%	8.5%

② 成長及び体色の黄色化

標識放流した小型養殖ウナギの成長を図17に示した。10月までの5ヶ月間に再捕されたウナギは有意な成長を示していない。成長を支えるのは天然餌料の摂餌であると考え、放流3日後の5月22日に石倉で再捕された最初の1尾は空胃であった。放流4日後から筒漁で再捕が始まり、2週間で再捕報告は20尾に達した。この時点で少なくとも餌ミミズに反応をしていたと考える。6月27日に筒漁で再捕された標識ウナギが2尾目の精密測定ウナギであったが、内容物に餌ミミズが確認された。同時に、再捕されたウナギの体色が黄色になっていることが観察された。以後、体色が黄色になっている再捕ウナギの割合は増加した(図18)。しかし、天然型黄ウナギと同程度に濃い黄色になった再捕ウナギは確認できていない。

5～10月の間に胃内容物を調査した再捕ウナギ24尾の内訳は、空胃8尾、魚類6尾、水生昆虫4尾、エビ類3尾、餌ミミズ3尾であった。放流後の肥満度が天然型ウナギと比較して低い値で経過したことはすでに示した(図11)。生命は維持できたが、成長に十分な餌を得られなかったと考える。

5 今後の課題

- 1) 物部川下流域の石倉を定点観測点ととらえ、年間を通じて標本を確保し、ウナギの生物知見を時系列で比較できるようにする。
- 2) 物部川の銀ウナギと比較するために仁淀川の銀ウナギの確保につとめ、銀ウナギとしての共通点と河川によるちがいを知る。
- 3) 標識として切除した鰭の再生を防ぐためより確実な切除器具を検討する。
- 4) 標識放流後の追跡試験操業定点の充実をはかり、良質なデータを得る。

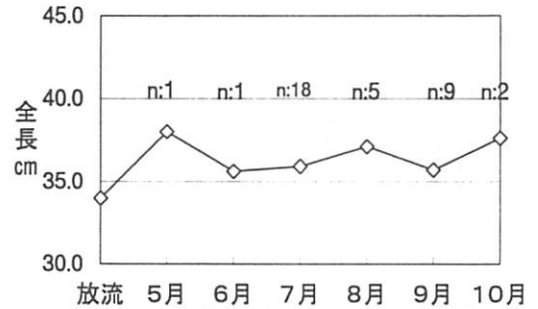


図17 標識放流再捕ウナギの平均全長

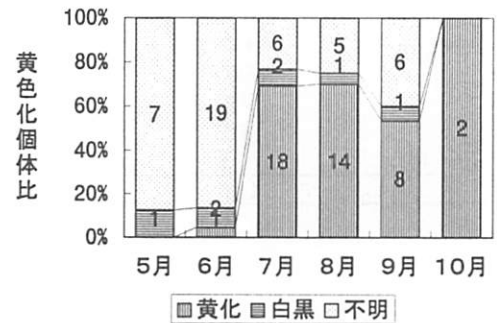


図18 標識放流再捕ウナギの体色黄色化

6 要約

- 1) 標本調査結果から、物部川下流の筒漁は1尾平均75gのウナギを一人年間342～515尾、石倉漁は同170gを152尾、仁淀川は延縄・筒漁で1同46gを1,312尾、四万十川は延縄・筒漁で同100g以下を402～1,138尾漁獲している。
- 2) 物部川下流域で漁獲されたウナギの全長・体重関係式 $Y=0.0002X^{3.5623}$ ($R^2=0.9526$, $N:195$ 尾)を得た。
- 3) 性比は雌124尾、雄11尾、不明58尾、無性2尾であった。雄は7～10月に少数出現した。
- 4) 雌の生殖腺指数は秋が深まるにつれ大きくなった。5、6月も大きい指数のウナギが出現した。最大指数は4.18、最大重量は21.8gであった。

- 5) 食性は生息場所の生物相を反映した。魚類、ハゼ類の卵、エビ類、水生昆虫などであった。
- 6) 生殖腺指数1.5以上の雌個体17尾は全て空胃であった。
- 7) 小型の養殖ウナギは放流後すぐに河川での摂餌が始まり、体色も黄色化する。5ヶ月間の追跡調査では有意な成長はみられなかった。平均肥満度は全長28.9～40.5cmの範囲で天然型ウナギ12.6、放流ウナギ9.2であった。
- 8) 大型の養殖ウナギは放流後1～2週間で摂餌するウナギも見られたが、摂餌個体は採集尾数の20%で、空胃のウナギが目立った。調査期間中、体色が黄色化することはなかった。平均肥満度は全長35.0cm以上で天然型ウナギ15.62、放流ウナギ14.04であった。

7 参考文献

- 1) 高知県他(2001):平成11年度内水面漁場高度利用調査委託事業(ウナギ資源調査)報告書, 日本水産資源保護協会

地名呼称

物部川	ものべがわ
柳戸(柳添)	やなぎど(やなぎぞ)
戸板島	といたじま
仁尾島	におじま
廿代	にじゅうだい
蔵福寺島	ぞうふくじじま
卅代	さんじゅうだい
十善寺	じゅうぜんじ
岡西	おかにし
汐(潮)瀬	しおぜ



写真1 上段：漁協放流 中段：標識放流
下段：天然型 ウナギ



写真2 物部川戸板島橋 (洪水モード)



写真3 物部川戸板島橋 (平水モード)



写真4 物部川横瀬（石倉漁場）から下流を望む

ウナギ資源調査

—胸鰭切除による標識放流試験—

中島敏男・立川賢一

2-1 調査の背景

ウナギ (*Anguilla japonica*) 資源の変動予測モデルを作成し、管理方策や保全技術を検討するためには、資源特性値 (population parameters) に関する知見が必要となる。しかし、日本では、これらについての研究報告は全くない。また、資源補充の目的等で養殖ウナギが河川湖沼等に放流されているが、放流後の生残・成長過程等個体群過程の実態は明らかではない。放流目的に最も適合した効果的な放流技術を策定することが必要とされている。

2-2 調査の目的

主な調査目的として以下の3項目を設定した。

1) 標識放流ウナギの個体群特性値の推定

標識放流ウナギの分布・生残・成長等の諸過程に関する知見を得ること。

2) 標識ウナギと非標識ウナギの個体群特性値の比較

同時に漁獲される非標識ウナギ(天然ウナギ)の分布・生残・成長等の諸過程と比較検討すること。

3) 1代回収型および再生産期待型等の放流目的に適合した放流方策の提言

上記の比較検討により放流目的に最も適合した効果的な放流方策を検討し提言すること。

なお、この調査は高知県内水面漁業センターと東京大学海洋研究所海洋生物資源部門資源解析研究分野が合同して企画し実施した。

2-3 調査の方法

全体にわたる調査の基本方策は、標識した若齢のウナギ(クロコ)を大量に一斉放流し、定期的に漁獲調査することにより、分布・生残・成長等の諸過程を明らかにすることである。

1) 標識方法の検討と飼育実験による検証

水生生物に対して用いられた標識方法を文献などから選別した結果、標識方法として以下の8種類が選別された;胸鰭除去、熱あるいは冷凍による刺青、染色による刺青、レーザーによる刺青、ピンによる標識タグ、PITタグ、ALC染色、遺伝子標識。標識方法を検討する事項として、以下の8項目が検討された;個体識別が可能か?、作業時間が短いか?、作業の費用が安いのか?、ウナギへの健康傷害などの影響が少ないか?、標識が発見しやすいか?、標識を付けたままで再放流が可能か?、漁業者の同意が容易に得られるか?、消費者の合意が得られるか?。これらについて、①可能である、②恐らく可能である、③特別な場合に可能である、の3回答により整理した結果を表1にあげた。この表を見ると、可能であるとする●マークの最も多く記入された標識法は「胸鰭切除」であった。胸鰭切除の標識法では、個体識別の項目にだけマークが付けられなかった。個体識別の可能な方法はピン標識とPIT標識の2方法であった。ピン標識はプラスチックか金属の固形物をウナギの身体に付着させる方法で、外部からの発見が容易なため、漁業者や消費者の合意が得られ易い。しかし、ウナギが岩穴に隠れるとか、泥底の中に潜むことなどの生態を考えると、標識が脱落し易いか、ウナギに健康傷害を与えることが想定されるので、これは良い方法とは思われない。一方、PITタグは、長さ1cm以下の小さな金属片であり、ウナギの体内に挿入するので、ウナギの健康

には影響が少ないと思われる。しかし、食品になった場合は発見が困難であるので、消費者への安全性に問題がある。諸検討の結果として、個体識別はできないが他の方法との比較において優れていると考えられた胸鰭切除法を採用することにした。

胸鰭切除の場合は、切除した胸鰭の再生が問題になる。そこで、胸鰭切除したウナギを、高知県しらす・鰻流通センターの露地池で飼育し、再生の実態を観察した。飼育結果として、胸鰭切除が完全な場合は、1年間で胸鰭が再生することはなかった。また、ウナギの全長や体重も増加しており、胸鰭切除による成長への影響はほとんどないと思われた。胸鰭切除が不完全な場合には、胸鰭の再生が見られるが、切除されなかった胸鰭と大きさや形状の比較をすれば、容易に識別できる。

2) ウナギの右胸鰭切除による標識

標識放流魚として高知県漁業協同組合高知支所から購入したウナギを使用した。まず、ウナギを麻酔薬（FA100:オイゲノール、4-Allyll-2-methoxyphenol）と氷水で麻酔した。動きの弱まったウナギの右胸鰭をハサミで切除した（2000年5月17日－18日）。右胸鰭を切除したウナギを、1日以上、水産用エルバージュ10%顆粒（ニフルスチレン酸ナトリウム）で薬浴した。

3) 標識放流ウナギの再捕

標識放流したウナギを再捕するために、漁具として、コロバシ、箱もじ、あるいはウナギ筒と呼ばれる木製のトラップ（5. 2x6. 5x70cm）を用いた。このトラップを、放流地点とその上流地点の合計3カ所に5個ずつ設置し、2週間毎に漁獲を試みた。漁獲は主に地元の川漁師さんに依頼した。再捕したウナギは以下の生物測定と処理を行った。①再捕日と地点の記録、②全長と体重の計測、③体色を記録、④開腹して性を確認し、生殖腺重量の測定、⑤胃内容物の検査、⑥耳石の取り出しと年齢査定。ただし、本報告では、①から③までを検討した。また、漁業による情報も活用するために、木製トラップと石倉（直径約2m、高さ約1m）による漁獲統計の利用と漁獲物の買い上げを行い、同様の生物測定と処理を行った。

4) 放流調査流域

標識ウナギを放流する川は、高知県の物部川で、河口から上流約7km地点にある町田堰までの流域である（図1）。町田堰では水枯れすることが多く、魚道はあまり機能していないとのことである。木製トラップは、放流地点（物部川橋下）、町田堰下とそれらの中間地点に設置した。漁業者は、それ以外の地点で川床の状況に応じて漁獲可能な場所に設置している。石倉は放流地点より下流に作られている。なお、調査流域外となる町田堰より上流域における漁業情報も活用した。

5) 水温測定

時系列の水温測定のため、オンセット社の温度計測ロガー、StowAway" Tidbit"、を使用した。設置場所は町田堰下、放流地点とそれらの中間地点、そして新物部川橋下の計4個所である。このロガーで、水温を30分毎に記録した。

2-4 調査の結果

1) 水温の時系列変動

温度計測ロガーを設置した4個所の水温変動は、ほとんど同じであったので、ここでは最下流の新物部川橋下の結果を、図2に示した。放流した当時の水温は、17℃を前後していたが、急速に増加し、5月中に最大で24℃にも達した。ところが、6月の雨で一時的に18℃にまで減少した。その後増加し続けて、7月には最高で28℃を越えた。その月中旬過ぎの大雨で水温は19℃まで急速に低下した。

その後8月に入ってからの回復には7月同様に3週間程度かかった。水温は8月の最高28℃を境に低下していき、9月から10月にかけて19℃から21℃辺りを変動した。10月になり、水温が16℃近くになって、ウナギ漁は終わりになった。

以上の水温変動記録を見ると、大雨ではあったが、7月の水温が低下した後、回復に時間がかかったのは、ダムによる放水が続いたためと思われる。このような水温変化はウナギの成長・成熟に大きな影響のあるものと思われる。

2) 標識ウナギの放流

2000年5月19日に、高知県物部川の河口から上流約3kmの地点(物部川橋下)で、7977尾(295.5kg)を放流した(図1)。放流したウナギの平均体長は約34cmで、平均体重は約37gであった(表2)。いわゆるウナギの大きさの呼称では、30p(1kg当たり30尾)が主体であった。放流直後は、川底に潜るか、転石の間に入り、動かなくて、大きく移動することは少なかった。

3) 標識ウナギの漁獲尾数とその混獲率の季節変化

放流日翌日の5月19日から9月30日までの間におけるウナギの総漁獲尾数は、私達の集計できた限りでは木製トラップと石倉の漁獲結果を合わせて1053尾であった。ウナギの漁獲量は季節を追うに従い増加し、8月に最大となった(図3)。そして、9月には漁獲量は減少し、漁獲日数の少ない5月とほぼ同じとなった。この変化は、図2の水温変化とほぼ対応している。標識ウナギの延べ漁獲尾数は92尾であった。総放流尾数が7977尾であったので、この間の再捕率は、1.15%であった。標識ウナギの混獲率(全漁獲尾数に対する標識ウナギの割合)は、全体としては8.7%であったが、8月の6.1%から6月の13.4%までの変化幅があった。この混獲率には季節変動はないと思われる。すなわち、水温により標識ウナギと未標識ウナギとで異なる漁獲のされ方はなかったのではないかとと思われる。ただし、以上の結果だけでは、仮定を多くおこなうてはならず、生存密度を計算ことは無理であった。

4) 放流ウナギの流域内分布

放流されたウナギが、放流後どのような分布経過を辿って、どのような生息場所に定住するかを明らかにしたかったのであるが、再捕尾数が少なかったことや、漁獲努力量が不明であったことなどで、これは無理であった。そこで、放流地点からの漁獲分布状況を全体的に把握することにした。

放流地点から半径1kmの距離で等距離線を取り、その1km区間内に放流日翌日から9月30日までに漁獲された全標識ウナギ数に対する捕獲されたウナギ数の割合(分布率)を%で示したのが図1である。放流地点から半径1km内で、上流では25%、下流では33%であった。下流に若干多かったのは放流直後に水流により流されたのかもしれない。放流地点から4km上流の町田堰下で10%で、また3km下流の河口近くでも10%であった。この分布率を見る限りでは、約4ヶ月間でウナギは流域全体に分布していることがわかった。ただし、この割合が放流地点に近いところで大きく、離れるほど小さくなっていることは、分布可能な流域が短く、7kmしかないことを考慮すると、多くのウナギが放流地点近くに定着していることを意味しているのかもしれない。

なお、放流点から約4km上流に位置する町田堰より上流では標識ウナギの再捕は報告されていない。

5) 生長過程

再捕された標識ウナギで生物計測できた尾数が少ないために、成長過程の十分な検討はできなかった。ここでは、全長の平均値の変化を見ることにする。

標識放流ウナギの平均全長は、5月に38.0cm(1尾)、6月に35.6cm(1尾)、7月に35.9cm(18尾)、

8月に37.1cm(5尾)、そして9月に35.6cm(9尾)であった(図4)。この図を見る限り、5月の放流後の約4ヶ月間では全長が増加しているとは思われない。放流ウナギは長期間養殖されていたので、天然の食物を有効に利用できていないか、放流密度の悪影響があったのかもしれない。いずれにしても、放流するウナギの大きさや養成期間を事前に検討することが重要であると思われた。

6) 肥育状況

放流ウナギの肥育状態を見るために、全長に対する体重の関係を図5に示した。図上で標識ウナギ(■)の分布を見ると、非標識ウナギ(○)よりも全長に対する体重の軽いウナギの多いことが分かる。相対生長式の勾配係数は、標識ウナギでは2.7で、非標識ウナギは3.6であった。このことから、標識ウナギは非標識ウナギに比べて痩せていると言える。また、寄与率は標識ウナギよりも非標識ウナギの方が高かった。このことは、非標識ウナギは全般的に肥育しており、標識ウナギは個体差が大きいことを示している。

7) 体色が黄化したウナギの出現割合

再捕された標識ウナギの体色が、青黒色(養殖ウナギの体色)から黄色(天然ウナギの体色)化する割合は、6月で4.5%だったのが、7月には69.2%となり、8月には70.0%に増加した。9月には若干減少して53.3%となった。このことは、放流されたウナギは時間が経てば、自然での生活に徐々に順応することを示している。また、外見的にも天然ウナギと区別が付かなくなってくることは確かである。今後、放流するウナギの大きさや養成期間を検討すれば、放流により一代回収型のウナギを生産することも、さらには再生産期待型のウナギを増加させることも可能であると思われる。

2-5 今後の課題

- 1) この標識放流調査では5ヶ月間の標識ウナギの個体群過程を追跡しただけであった。ウナギの河川における生存・成長期間を考慮するならば、この調査を来年も継続して実施し、放流した標識ウナギの分布や成長様式を追跡すると共に、生残状況や生息密度、さらに成熟状況を把握することが重要である。同時に、非標識ウナギの個体群過程の比較生態調査も継続する必要がある。
- 2) 今回、放流したウナギは養殖されたウナギであるので、これが自然環境に順化するかどうか重要な課題であった。幸いにも、放流ウナギの体色が黄化することが明らかになり、外見的に天然ウナギと区別が付かなくなってくるのが確かめられた。このことは、放流ウナギの大きさや養成期間を検討することにより、一代回収型ウナギの生産はもとより、再生産期待型ウナギをも増加させる可能性がある。そのための、具体的な調査、例えば個体識別したウナギの生態を追跡調査することなどが必要である。
- 3) 来年度は、より若い地元産のウナギ(具体的には20gのウナギ)を放流し、今年と同じように追跡調査をして、放流ウナギの個体群過程をより明らかにしたい。これにより、河川におけるウナギの資源特性値を推定する手がかりをつかみたい。
- 4) 以上の調査からより良い結果を引き出すためには、放流ウナギの再捕数を増やすことが肝要である。そのために、委託する川漁師さんの人数を増やすなど漁獲努力量を増加させる手当を考えることが必要である。

2-6 要約

- 1) 標識方法の検討と飼育実験による検証の結果、今回のような放流によるウナギ個体群の生態調査のためには、胸鰭切除による標識方法が、より優れていることが分かった。

- 2) 2000年5月19日に、高知県物部川の河口から上流約3kmの地点で、7977尾(295.5kg)の右胸鰭切除した標識ウナギを放流した。放流ウナギの平均体長は約34cm、平均体重は約37gであった。
- 3) 標識放流ウナギの再捕のために、木製トラップ(5. 2x6. 5x70cm)を用いた。また、石倉による漁獲統計も利用し、漁獲物の買い上げも行った。
- 4) 温度計測ロガーを使って、水温の時系列変動を調べた。調査期間中、水温はおおよそ17℃から28℃までの範囲で変動した。夏のウナギの成長期における、大雨による水温の急速な低下と、回復の遅さが明らかであった。これは、ダムの放水とも関係があるように思われた。このような水温変化はウナギの成長・成熟に大きな影響のあるものと思われる。
- 5) 調査期間中のウナギの総漁獲尾数は1053尾であった。ウナギの漁獲尾数は水温と関係する季節変化を示した。標識ウナギの延べ漁獲尾数は92尾で、再捕率は1. 15%であった。標識ウナギの混獲率(全漁獲尾数に対する標識ウナギの割合)は、全体としては8. 7%であったが、季節変動はなかった。
- 6) 放流地点から半径1kmの距離で等距離線を取り、全標識ウナギ数に対する捕獲されたウナギ数の割合(分布率)を調べると、約4ヶ月間でウナギは流域全体に分布していることがわかった。比較的多くのウナギが放流地点近くに定着していることが想定された。
- 7) 放流後の約4ヶ月間では放流ウナギの全長が増加しているとは思われなかった。
- 8) 全長一体重関係の検討から、標識ウナギは非標識ウナギに比べて痩せていることが分かった。また、観測値と推定された関係式との寄与率から、非標識ウナギは全般的に肥育しており、標識ウナギは個体差が大きいことが示された。
- 9) 放流ウナギの体色が養殖時の青黒色から天然ウナギの体色に似た黄色に変化する割合が、季節と共に増加した。このことは、時間が経てば、自然での生活に徐々に順応することを示している。今後、放流するウナギの大きさや養成期間を検討すれば、放流により一回回収型のウナギを生産することも、さらには再生産期待型のウナギを増加させることも可能であると思われた。

2-7 組織

担当者(1): 立川賢一(東京大学海洋研究所)

住 所: 東京都中野区南台1-15-1

TEL: 03(5351)6490 FAX: 03(5351)6490

E-mail: tatukawa@ori.u-tokyo.ac.jp

担当者(2): 中島敏男・山重政則(高知県内水面漁業センター)

住 所: 高知県香美郡土佐山田町高川原687-4

TEL: 0887(52)4231 FAX: 0887(52)4224

E-mail: toshi_nakajima@ken4.pref.kochi.jp

記号； ●=可能、○=恐らく可能、▲=特別な場合に可能

標識法	1 個体識別 (可能)	2 作業時間 (短期)	3 作業費用 (安価)	4 魚体損傷 (軽傷)	5 標識発見 (容易)	6 再放流 (簡単)	7 漁業者同意 (可能)	8 消費者合意 (可能)
1. 胸鰭切除		●	●	●	●	●	●	●
2. 加熱/冷凍刺青	○	○	○	○	●	●	●	●
3. 染色刺青	○	○	○	○	●	●		
4. レーザー刺青	○	○	○	○	●	●	●	●
5. ピン標識	●	○	○		●	●	●	●
6. PIT 標識	●				▲			
7. ALC 染色		●	○	●	▲		●	●
8. 遺伝子標識				●				

表1 ウナギ個体群生態調査のための標識方法の比較

(2000年5月19日)

	全長 (cm)	体重 (g)	全重量 (kg)	放流尾数
50p	29.56 ± 2.80	18.44 ± 5.06	34.58	1875
30p	34.87 ± 1.77	42.76 ± 7.54	260.92	6102
合計	34.25	37.04	295.50	7977

表2 高知県物部川に放流した標識ウナギの放流尾数と大きさ

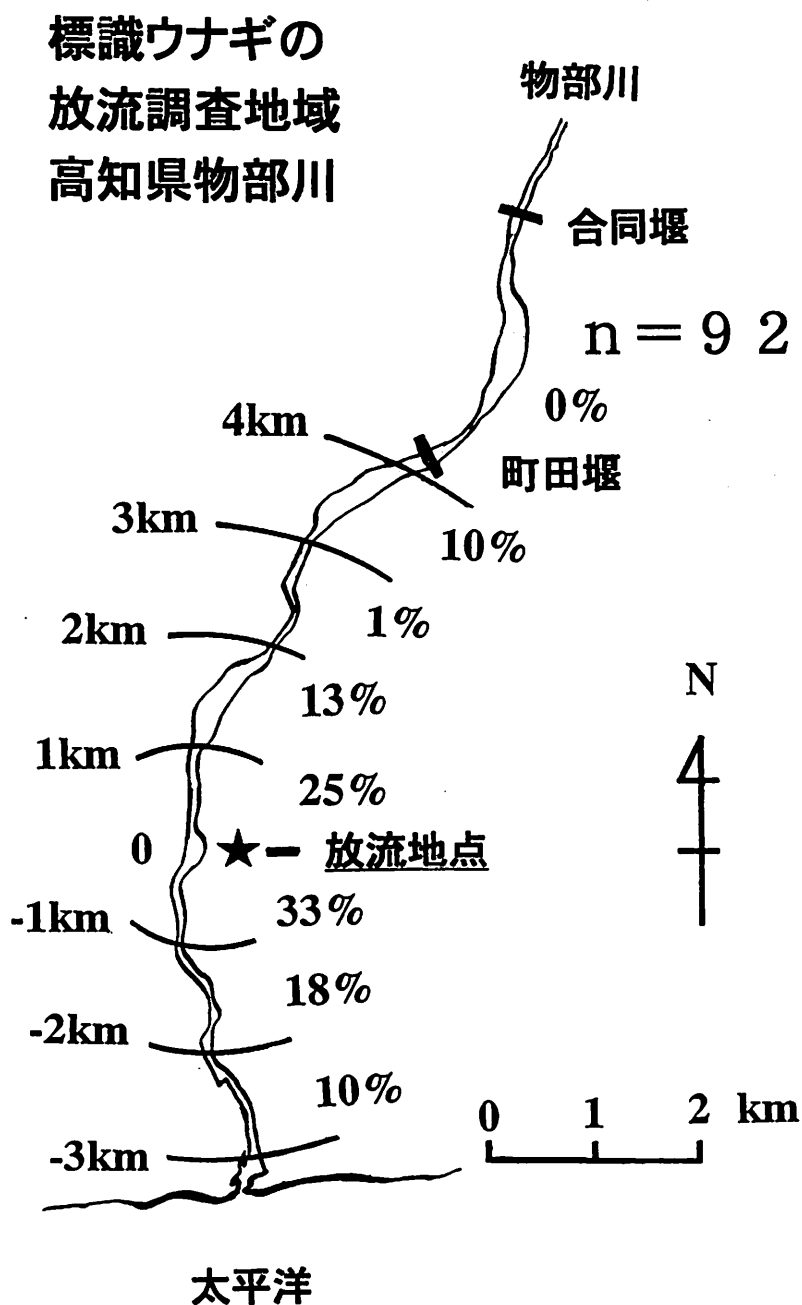


図1 標識ウナギの放流調査地域

調査場所は高知県物部川下流域である。★は放流地点を示しており、物部川橋の下である。標識放流したウナギの総再捕尾数 (n) は92尾であった。標識放流ウナギの総再捕尾数に対する各1 km幅の流域内で再捕された標識ウナギ尾数の割合 (分布率) を図中に%で示している。

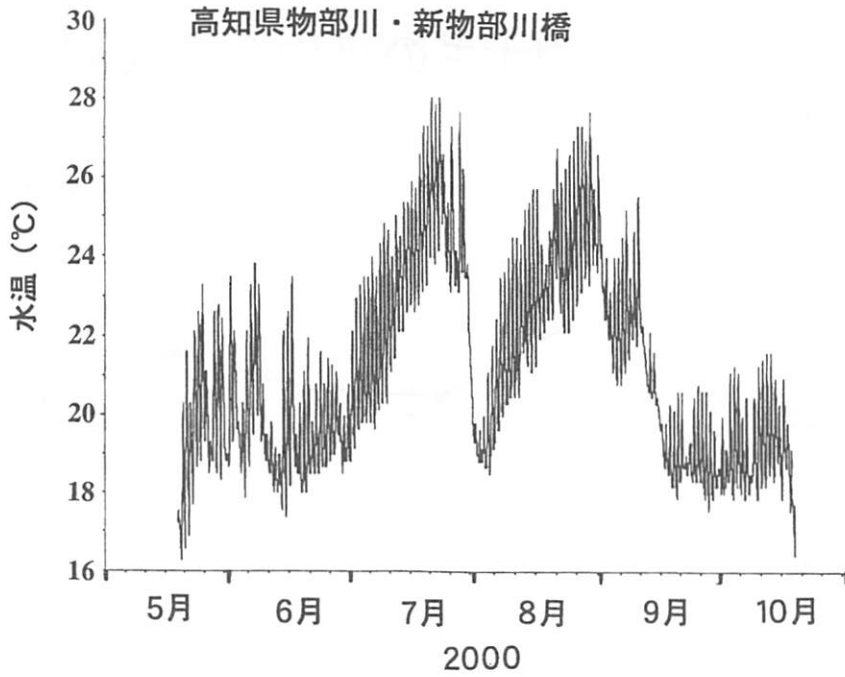


図2 高知県物部川の新物部川橋下における水温の時系列変動
水温は温度計測はロガーを用い、30分毎に計測した。

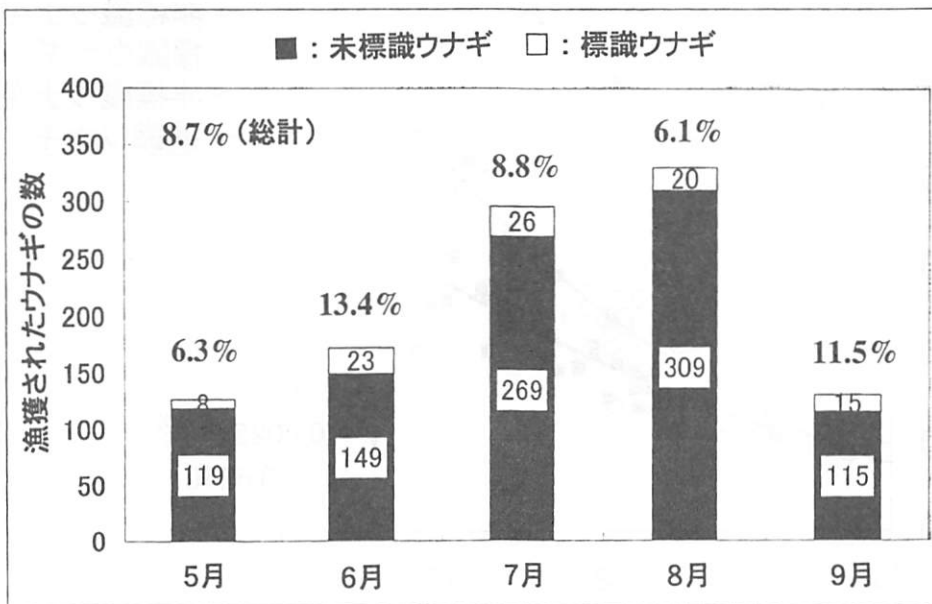


図3 標識ウナギと未標識ウナギの漁獲尾数、および標識ウナギの混獲率（全漁獲尾数に対する標識ウナギの%割合）の季節変化。

図中の%は標識ウナギの混獲率である。黒色棒グラフ内の数字は未標識ウナギの漁獲尾数を、白色棒グラフ内の数字は標識ウナギの漁獲尾数を示している。

標識ウナギの平均全長 (cm)

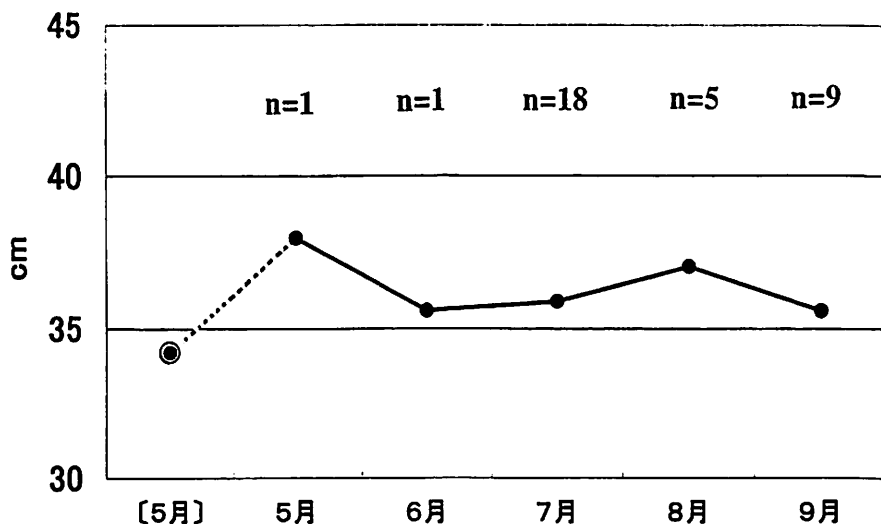


図4 標識ウナギの平均全長の経月変化

[5月]の全長は放流時の平均値である。nは計測尾数を示す。

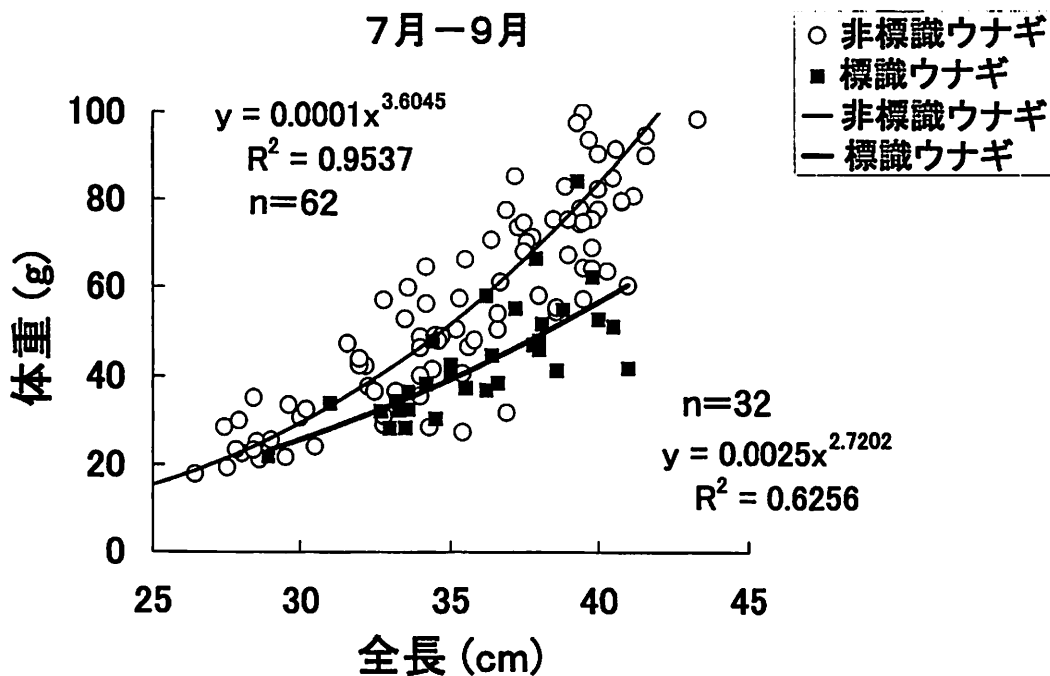


図5 標識ウナギと未標識ウナギの全長-体重関係

7月から9月にかけて漁獲されたウナギの全長-体重関係を、全長の25cmから45cm範囲で示した。■は標識ウナギで、○は未標識ウナギを示している。

nは計測尾数、yは体重、xは全長、R²は寄与率である。

黄化ウナギの発現割合

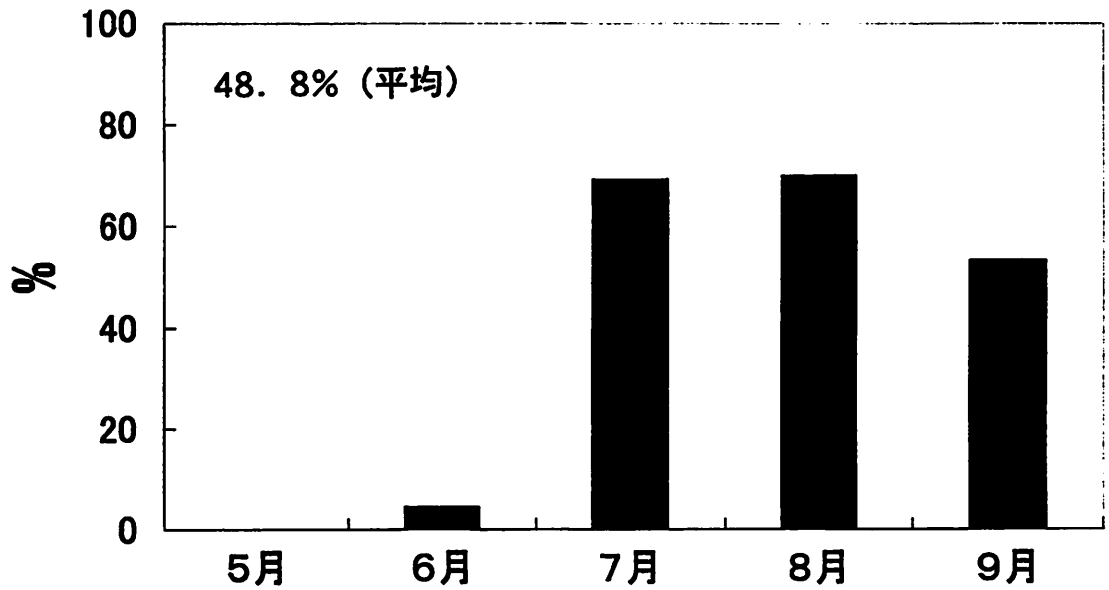


図6 体色が黄化したウナギの出現割合

標識放流されたウナギの内、体色が養殖時の青黒色から黄色に体色変化した割合を月ごとに%で示した。

魚類防疫体制推進整備事業
— 疾病検査 —

黒原健朗

1 目 的

養殖場より持ち込まれた病魚を診断し、原因の究明と被害低減のための指導を行う。

2 方 法

1) 養殖場より持ち込まれた魚病診断依頼件数を集計した。

3 結果の概要

[前年度までの要約]

診断依頼はアユで最も多く、その半数以上は冷水病によるものであった。本県におけるアユ養殖は琵琶湖産種苗を用いる場合が大部分で、その場合の養殖場への種苗の導入は11月下旬に行われるが、冷水病の発生はその直後からみられ、3月までは細菌性鰓病やシュードモナス病の混合感染がみられた。その他の疾病では、グルゲア症やギロダクチルス症が認められた。ウナギではパラコロ病と棒状充血症をはじめとした鰓病が中心であった。

平成10年度の魚病被害量はアユで最も高く、生産量全体に占める被害量割合は26.7%であった。この原因は冷水病によるものであり、全経営体数に占める発生割合は100%であった。アユでは冷水病についてグルゲアによる被害が多かった。ウナギ養殖における魚病被害は生産量全体の1%未満であり、アマゴでのそれは、せっそう病と細菌性鰓病により11.9%であった。

[本年度の結果]

平成12年度における魚病診断持ち込み件数は21件であり、診断件数は昨年度よりも減少した。疾病の内訳では、アユについては冷水病によるものが最も多く、県内のすべての養殖場で冷水病の発生が確認された。ウナギではパラコロ病が中心であったが、発生地域は限られていた(第1表)。

第1表 平成12年度の魚病診断依頼状況

魚種	魚病名	月												合計	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
アユ	冷水病			2	1								1		4
	冷水病+エロモナス症													1	1
	冷水病+細菌性鰓病													1	1
	冷水病+グルゲア症														1
	シュードモナス病			1											1
ウナギ	パラコロ病			1		1		1					1		4
	パラコロ病+ダクチルギルス						1			1					2
	ダクチロギルス+鰓棒状充血症						1								1
ニシキゴイ	エロモナス症			1			1								2
	白点病									1					1
	うおじらみ症												1		1
	生理障害		1		1										2
	合計	1	1	5	1	4	0	2	1	0	3	2	1	21	

魚類防疫体制推進整備事業
－水産用医薬品適正使用実態調査－

黒原健朗

1 目 的

養殖場における水産用医薬品の実態を把握するとともに、適正使用のための指導をおこなう。また、食品衛生法の規定に基づき、ウナギ養殖において使用可能な薬剤についての残留検査を実施し、養殖ウナギの食品としての安全性を調査することを目的とする。

2 方 法

- (1) 養殖業者に調査票を配布し、平成11年度に使用した医薬品名と使用量の記載を依頼した。そして回収の後、薬剤の種類ごとに集計した。
- (2) 県内の主要なウナギ養殖地域A～Dより出荷前の成鰻を5尾ずつ購入し、水産用医薬品の残留検査を実施した。すなわち、そのうちの3尾をフロルフェニコール、オキシリン酸およびトリクロルホン、2尾を抗生物質およびサルファ剤の分析に供した。分析法として前者には公定法を、後者には簡易検査法を用い、公定法による分析は(財)日本冷凍食品検査協会神戸事業所に依頼した。

3 結果の概要

[前年度までの要約]

- (1) 平成10年度に本県の内水面養殖で最も頻繁に薬剤が利用されたのはアユ養殖であり、冷水病対策としてスルフィソゾールを筆頭にサルファ剤と合成抗菌剤の使用が多かった。また、ウナギではパラコロ病対策として抗生物質が主に利用された。また、アユ、ウナギとも、鰓病対策と種苗導入時の疾病予防手段として天日塩の使用が目立った(平成11年度)。
- (2) 養殖生産物保健安全対策推進事業(平成6～10年度)、また前年度についても同様の検体数で検査を実施したが、いずれの年度においても水産用医薬品の残留は認められなかった(平成6～11年度)。

[本年度の結果]

- (1) 水産用医薬品ではアユ冷水病治療のためにサルファ剤の使用が最も多かった。また、水産用医薬品以外では、鰓病対策と種苗導入時の疾病予防のために塩(天日塩)の使用が目立った(第1表)。
- (2) 本年度の検査においても、いずれの検体からも残留薬剤は検出されなかった(第2表)。

価格の安い外国産ウナギの輸入増加にともない、養殖を取り巻く現状は年々厳しくなっており、養殖コストの削減のため医薬品の使用量も減少傾向にある。

第1表 平成11年度の内水面養殖場における薬剤使用量 (kg) *

養殖 魚種	水産用医薬品				
	サルファ剤	その他の 合成抗菌剤	抗生物質	消毒・駆虫剤	栄養剤
アユ	208.0	20.0			
ウナギ	8.0	40.0	47.2	1.6	140
アマゴ					
養殖 魚種	水産用医薬品以外の薬剤				
	塩	底質・水質 改良剤	飼料添加物	展着剤・フィ ードオイル	消毒用薬剤
アユ	11930.0		20.0		470.0
ウナギ	250.0	980.0	430.2	543.4	40.0
アマゴ	300.0				

* 調査経営体数：アユ7；ウナギ18；アマゴ4

第2表 養殖ウナギの水産用医薬品残留検査結果

検査方法 検体番号	公定法			簡易法	
	フロルフェニコール	オキシリン酸	トリクロルホン	サルファ剤	抗生物質
A地域	1 検出せず	—	—		
	2 —	検出せず	—		
	3 —	—	検出せず		
	4 —	—	—	検出せず	—
	5 —	—	—	—	検出せず
B地域	1 検出せず	—	—		
	2 —	検出せず	—		
	3 —	—	検出せず		
	4 —	—	—	検出せず	—
	5 —	—	—	—	検出せず
C地域	1 検出せず	—	—		
	2 —	検出せず	—		
	3 —	—	検出せず		
	4 —	—	—	検出せず	—
	5 —	—	—	—	検出せず
D地域	1 検出せず	—	—		
	2 —	検出せず	—		
	3 —	—	検出せず		
	4 —	—	—	検出せず	—
	5 —	—	—	—	検出せず

アユ冷水病対策研究

－感染実験－

黒原健朗

1 目的

冷水病は*Flavobacterium psychrophilum*を原因菌とする細菌性疾病で、近年では養殖場のみならず天然河川においても発生が認められて大きな問題になっている。しかし、本疾病の感染経路や感染機構について不明な点が多く、疾病の特徴をとらえた効果的な防疫手法の確立には至っていない。

そこで、本試験では種苗蓄養時の取り扱い方法についての知見を得るため、収容密度が発病に及ぼす影響について調べた。

2 方法

1) 水平感染試験

供試魚には平均体重4.6gの人工産アユ、供試菌株には養殖アユの腎臓より分離したAG00031株を用いた。改変サイトファーガ液体培地中で振とう培養して菌液 (1.8×10^8 CFU/ml) を調製した後、それを0.05mlずつ健康なアユに筋肉内接種して攻撃区とした。

攻撃区において発病を確認した後、その65尾を感染区に移動させた。そして、25、50尾の2段階の密度で健康魚を収容し、15日間予備飼育しておいた水槽に感染区からの排水を注ぎ込み、水平感染成立の有無を34日間調べた。なお、対照区は飼育水を流すのみとした。また、感染区においてへい死した分は攻撃区より補充し、尾数を一定に保った。

2) 浸漬感染試験

供試魚には平均体重4.9gの人工産アユを、供試菌株には養殖アユの腎臓より分離したAG000712株を用いた。対照区、感染区それぞれに25および50尾の密度で健康魚を収容し、20日間予備飼育した。そして、振とう培養して得た菌液 (6.5×10^5 CFU/ml) を両感染区に注ぎ込み、通気しながら40分間浸漬した。浸漬後は流水飼育に戻し、9日間の本試験を行った。

両試験とも、60×30×36cmのアクリル水槽を用い、試験期間中は水温、pHおよび溶存酸素濃度を測定した。また、へい死魚は腎臓・患部より菌分離し、冷水病によるへい死か否かを判断した。

3 結果の概要

水平感染試験では、試験開始18日目以降にへい死がみられ始めたが、生残率はいずれの区でも90%以上と高く、へい死魚から冷水病菌は検出されなかった(第1表)。また、水質測定結果にも大きな区間差が認められなかった(第2表)。

浸漬感染試験では、試験開始7日目以降に両感染区において体側部の穴あきを呈したへい死がみられ始め、いずれのへい死魚も下顎部の潰瘍や貧血といった冷水病特有の症状はみられたが、腎臓および患部から菌分離した結果、冷水病菌が検出されたのは試験9日目における感染高密度区の1個体のみであった(表3表)。感染高密度区で水温が若干低かったのを除いては、各区で水質測定結果に大きな差異は認められなかった(第4表)。

第1表 試験期間中のへい死尾数の推移*

	経過日数							合計	生残率 (%)
	17	18	20	29	30	32	33		
対照高密度区	1(0)	1(0)	2(0)				1(0)	5/50	90
対照低密度区				1(0)				1/25	96
感染高密度区					1(0)	1(0)		2/50	96
感染低密度区								0/25	100

* ()内は冷水病菌が分離された個体数

第2表 水平感染試験における水質測定結果

	水温 (°C)	pH	DO (%)
対照高密度区	16.4-18.0	7.25-7.61	74.7-117.1
対照低密度区	16.3-17.9	7.23-7.53	77.0-112.8
感染高密度区	16.8-19.9	7.06-7.62	77.5-101.3
感染低密度区	17.2-19.3	7.04-7.62	80.0-102.6

第3表 菌浴後のへい死尾数の推移*

	経過日数									合計	生残率 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
対照高密度区			1(0)		1(0)					2/50	96
対照低密度区			1(0)							1/25	96
感染高密度区							1(0)	2(0)	2(1)	5/50	90
感染低密度区			1(0)					2(0)	1(0)	4/25	84

* ()は冷水病菌が分離された個体数

第4表 浸漬試験における水質測定結果

	水温 (°C)	pH	DO (%)
対照高密度区	18.8-19.6	7.23-7.90	72.3-108.8
対照低密度区	18.6-20.0	7.17-7.77	75.3-96.0
感染高密度区	17.7-18.8	7.13-7.68	72.8-101.4
感染低密度区	18.9-19.9	7.09-7.61	71.7-94.9

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・佐伯昭

【目 的】

本研究では我が国の代表的な淡水魚であるアユを用いて、高い温度耐性を備えた品種・系統の確立を目的とした育種技術の開発を行う。昨年までの結果から、温度耐性に関する形質の遺伝率は高くないことが明らかとなったため、12年度はこれまでに検討した系統選抜法、個体選抜法に加え、家系選抜法についての検討を行った。

【方 法】

- 1) 新たに天然海系アユ由来の7家系を作出し、各家系の温度耐性形質について、仔魚期における昇温選抜実験ならびに未成魚期における臨界最高・最低温度試験および初期致死温度試験により形質評価を行った。
- 2) 仔魚期における昇温選抜実験において、マイクロサテライト DNA 多型解析を用いた家系判別を行い、アユの温度耐性形質を混合飼育した家系間で比較した(平成12年度アユの優良系統作出におけるDNAマーカー利用技術の開発実績報告書参照)。
- 3) 作出した7家系のうち、有望な2家系について親魚養成し、兄妹交配により各家系の2代目を作出した。

【結果および考察】

- 1) アユ未成魚において、23℃に馴致した場合の臨界最高温度(図1)、15℃に馴致した場合の臨界最低温度の各平均値と標準偏差、および高温側の初期致死温度(図2)ではいずれについても各家系間で差が認められた。そのうち、No.5とNo.10の家系では、臨界最高温度、高温側致

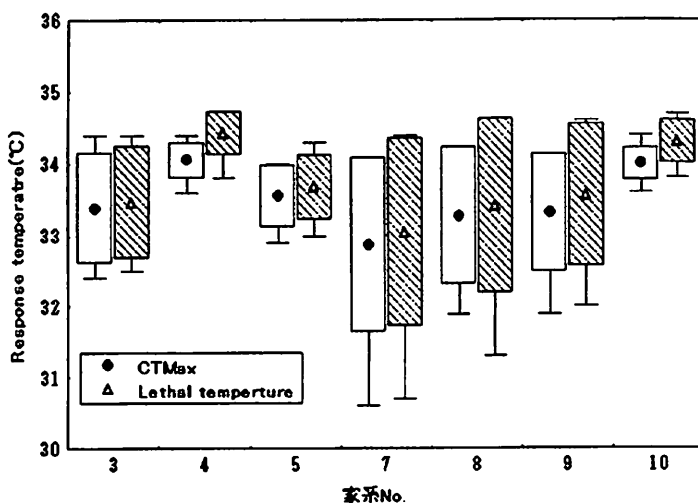


図1 各家系の臨界最高温度および高温側致死温度

死温度および初期致死温度のいずれにおいても他の家系に比べて高い値を示した。また、No.4では臨界最高温度および高温側致死温度は高い値を示したにもかかわらず、初期致死温度では低い値を示した。この原因として、No.4では両実験の実施前後に加温装置の不備による水温の急上昇により大量斃死が発生したため、不用意な選択が働き、その結果家系内の平均値が上昇した可能性がある。

表-1 各家系の接触温度に対する高温側致死温度

家系No.	高温側致死温度(23℃馴致)		
	接触水温 (°C)	72h死亡率 (%)	72h-UTL50 (°C)
3	30.9	100	29.4
	30.0	60	
	29.1	30	
	28.1	20	
5	30.9	100	30.1
	30.0	40	
	29.1	10	
	28.1	20	
7	30.0	90	28.1
	29.1	60	
	28.1	50	
8	30.0	90	28.9
	29.1	60	
	28.1	20	
9	30.9	100	30.3
	30.0	20	
	29.1	0	
10	30.7	100	30.3
	30.0	0	
	29.0	10	
	28.1	20	

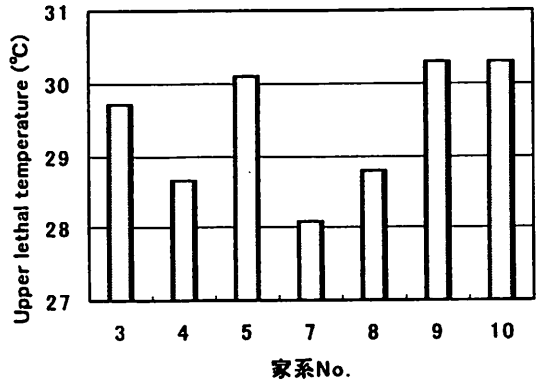


図2 各家系の高温側初期致死温度

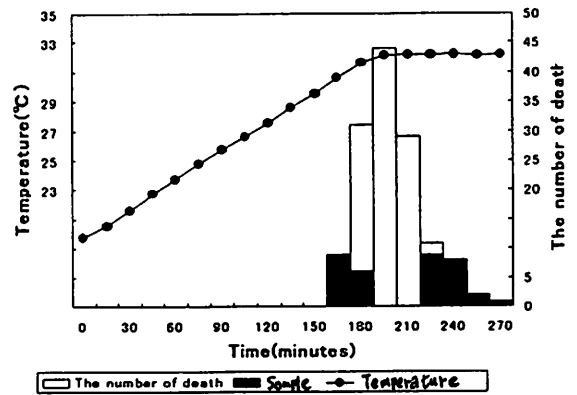


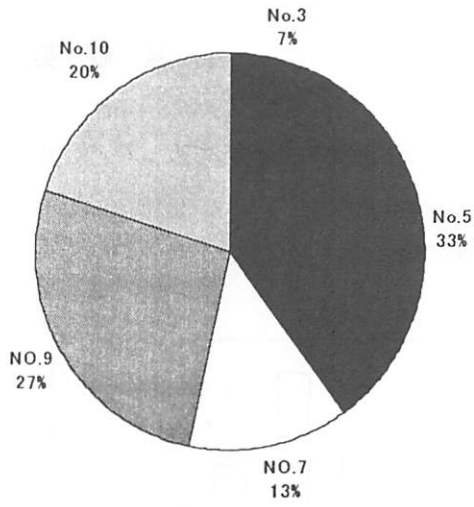
図3 昇温選抜実験結果

したがって No. 5, No. 10 を家系選抜の候補として継代することとした。

2) 7家系のアユ仔魚各20個体、合計140個体を同一水槽で混合飼育し、水温20℃で20日間馴致飼育後、高温選抜実験を行った。実験は昇温開始から全数死亡まで継続し、順位の確定できた上位15個体を高温耐性群、下位20個体を感受性群としてマイクロサテライトDNA多型解析により家系判別を試み、各群において、各家系の占める割合を調べた(図3)。その結果、No. 7, 9, 10の3家系は耐性、感受性両方の群において高い頻度で見られたのに対し、No. 5は高温耐性群に多く、感受性群には少なかった。また、No. 4, 8は感受性群のみで認められた。これらの結果から、高温耐性形質の変異の大きさは、家系間で大きく異なると考えられた(図4)。

今後はこれらの有望家系を継代し、形質評価をあわせて行うことにより、温度耐性形質の固定と近親交配による近交弱勢の影響についてモニタリングしていく。また、来年度あらたに高圧処理による第一卵割阻止型雌性発生2倍体を作成し、マッピング、QTL解析用いる系統として、クローン系統の確立を試みる。

高温耐性群



感受性群

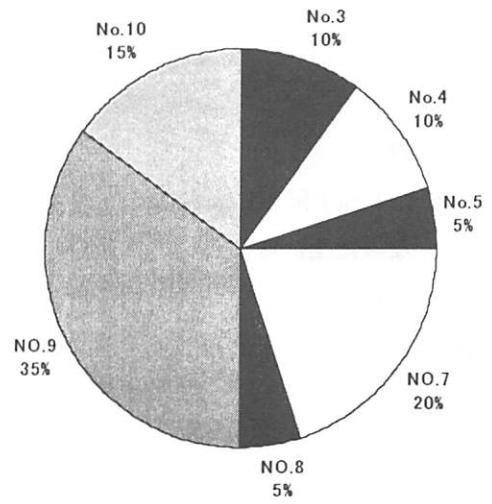


図4 各群における各家系の占める割合

【参考文献】

- 1) Fujio, Y., Nakajima, M., Nomura, G.: Selection response on thermal resistance of the guppy *Poecilia reticulata*. Fisheries Science . 61(5), 731-734(1995)
- 2) 中嶋正道・藤原 建・佐伯 光弘・藤尾芳久: サクラマス的高温耐性の系統差について. 水産育種, 17, 63-69(1992)

モクズガニ資源培養技術開発研究

—放流追跡調査 I—

中 島 敏 男

1 目 的

ダム堰堤等遡上障害によりモクズガニが分布しなくなった上流域において特産資源として復活を図る。このため、人工種苗放流と追跡調査を実施し、効果的な放流手法の確立をめざす。

2 方 法

1) 種苗放流

平成12年6月2日午前10時、財団法人高知県内水面種苗センターが中間育成した稚ガニ1万尾を物部川水系西川川に放流した(図1)。放流種苗は種苗センターが平成11年12月8日以降に孵化飼育したもので、放流前日の取り上げ時まで水温20℃の室内水槽で中間育成されていた。種苗センターから放流場所までの行程は約1時間を要した。大型ビニール袋に約2000尾ずつ酸素封入で輸送した。輸送に伴うへい死は見られなかった。放流場所への到着時、ビニール袋内の水温は19.3℃、放流場所の河川水温は17.0℃であった。

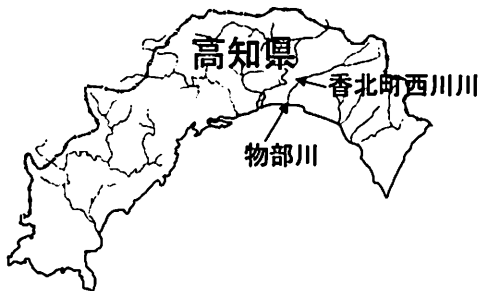


図1 調査河川

取り上げ時に計測した放流用人工種苗の平均甲幅長8.7mm、平均体重0.4g、甲幅長範囲4.7~16.4mmであった(図2)。

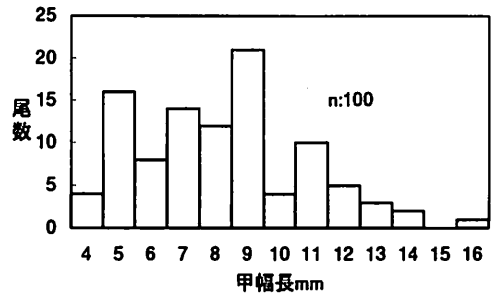


図2 放流用人工種苗甲幅長組成

西川川は香北町美良布で物部川の杉田ダム湖に注いでいる。モクズガニは物部川本流にある杉田ダムを遡上できないことから、西川川には天然遡上群は存在せず、全て人工種苗放流群として取り扱われた。放流場所の西川橋はダム湖合流点から4.8km上流に位置する。放流場所は平水時の川幅6~10m、水深40~50cmの平瀬になっている。種苗放流は水際でおこない、稚ガニの移動経路、移動速度を目視で観察した。移動経路に沿って流速をプロペラ式流速計LR-101(KENEK)で測定した。

放流稚ガニを食害する生物を調査する目的で、放流直後、と網による採集をおこなった。

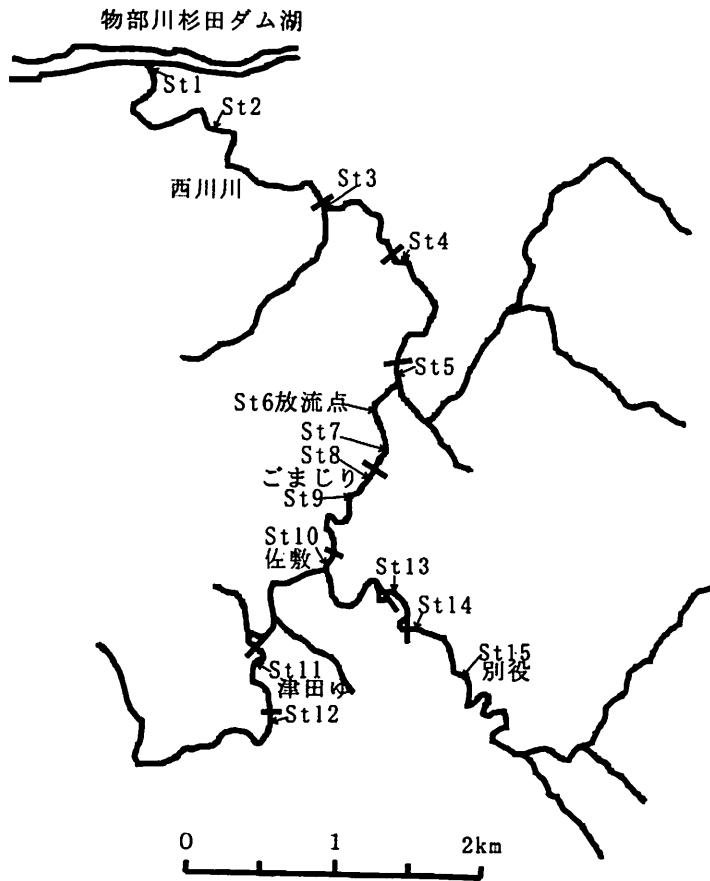


図3 人工種苗放流地点及びかご調査地点

2) 追跡調査

ごく小型のモクズガニはカニ籠で採捕されないことから^{1,2)}、放流直後の人工種苗確認は目視調査によった。放流したモクズガニ種苗は移動・分散の課程で素早く礫の下などに潜むと考えられたので徒手採捕を計画した。結果的には、放流種苗の移動・分散が大きいためか、石の下での発見は少なかった。また、石をはぐった後の隙間にモクズガニを食害するカワムツが進入することがわかり、徒手採捕を中止した。かわりに、河川を歩行して目視で脱皮殻を確認する方法を試みた。放流地点を中心に上流側1.25km、下流側0.45kmの脱皮殻調査をおこなった。

かご調査は放流1ヶ月後の7月からおこなった。目合い20mm(14節)のアナゴ籠を使用し

た(文書末尾写真1参照)。餌は養殖餌料用冷凍魚を使用した。各調査定点に2籠ずつ沈め、2日後に採集物を取り上げて餌を交換した後、さらに2昼夜設置して採集することを調査の基本とした。

かご調査定点として湧や農業用水取水堰堤の上流にできる湛水域を選んだ。西川川はダム湖合流点から放流場所までの間に3ヶ所の農業用取水堰堤がある。放流場所から上流1.25kmの香北町佐敷で二手に分岐しているが、この間に2ヶ所の農業用取水堰堤がある。二手に分かれた小河川は、ともに分岐地点から上流2～3kmの間に3、4ヶ所の小さい農業用取水堰堤がある。放流地点から上流側、下流側にそれぞれ5～6ヶ所、計15ヶ所の調査地点をもうけた(図3)。

かご調査で、高知県内水面種苗センターが平成9年西川川に放流したモクズガニ種苗1,500尾の残存個体が採捕されたので、あわせて調査した。

3 結果と考察

1) 放流直後の稚ガニの行動

水深10cmの水際に放流した種苗のほとんど全てが流芯部に向かった後、流芯部を上流に移動した。一部が水際に沿って遡上し、数十匹が農業用水のこぼれ落ちる護岸壁をのぼり、5m上方の田に進入した。流芯に向かったカニは河床から出ている礫や岩盤の上を、列をつくって上流に向かい、10分後に20m上流の観測点に達していた。放流直後の移動速度は120m/時と計測された。放流地点から75m上流にある小滝までの河床直上の流速は2.9~18.8cm/秒、川面の流速は30~50cm/秒であった(図4)。

放流から6時間後の調査で、放流地点から75m上流にある落差50cm、流速156.9cm/秒の小滝の上流で稚ガニが確認された。24時間後の調査で、放流地点から400m上流にある落差1.5mのゴマジリ農業用堰堤の上流で稚ガニが確認された。

甲幅長範囲4.7~16.4mmの放流種苗は全てが上流に向かって移動すること、また、平水時は主に流芯部を移動することがわかった。移動速度は最大で120m/時、24時間平均でも16m/時になると考えられる。

2) 徒手採捕による追跡調査

2ヶ所で河床の礫をおこして放流直後のモクズガニを観察した。放流24時間後、放流地点から400m上流にあるゴマジリ堰堤で調査をおこない、堰堤すぐ上流で1尾、堰堤から下流20mの間で7尾を確認した。平均甲幅長は13.83mmであった。

48時間後、放流地点の西川橋で調査をおこない、放流地点から上流20mの間で8尾を確認した。平均甲幅長は13.99mmであった。

放流から2週間後の6月15、16日に放流地点からゴマジリ農業堰堤までの400mの間で調査をおこなった。確認したモクズガニ5尾のうち2尾は脱皮直後の軟甲稚ガニであった。脱皮稚ガニはごく浅い場所で確認され、1尾は10脚が全て欠けていた。他の1尾は脱皮殻のすぐ近くの、木の葉の下に潜んでいた。5尾の平均甲幅長は13.66mmであった。この調査で他に3尾分の脱皮殻を確認した。いずれもごく浅い場所にあった。

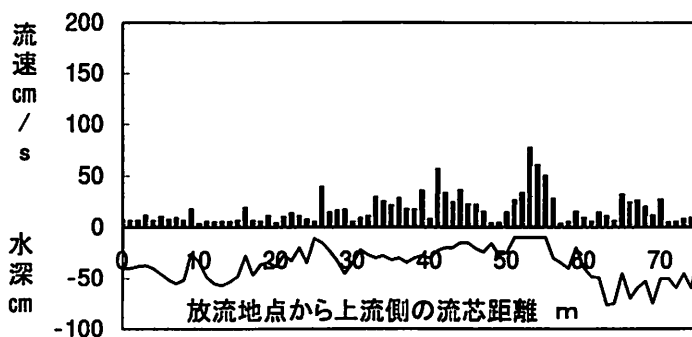


図4 放流地点からの距離別水深及び河床流速

2週間後の調査では礫の下での稚ガニの発見が非常に困難であった。時間の経過とともに上流へ移動がおこなわれていると考えられた。同時に脱皮時の軟甲稚ガニが食害されている可能性や、食害をさけるため脱皮が食害魚類の進入しにくい、ごく浅い場所でおこなわれていることが推察された。

3) 脱皮殻調査

平成12年8月31日に放流地点から上流側1.25kmにあるSt10(本田ゆ、香北町佐敷)と、下流側0.45kmにあるSt5(吉野ゆ、香北町久保川)の間の脱皮殻調査をおこなった。脱皮殻は4ヶ所で5個体分が確認された。いずれも放流地点から上流で、大小の淵に接した浅い場所で確認された。脱皮殻を確認した最上流部は放流地点から0.8kmであった。脱皮殻の色は生体に近く、脱皮後日数はあまり経過していないと推察された。脱皮殻の甲幅長は15.1~25.0mm、平均20.72mmであった。

河川の歩行目視による観察調査は人目に付かない巣穴の近くで脱皮した個体を発見するのは困難と考えられる事から、定量調査にはなじまないが、放流直後の移動範囲や成長を知る程度であればこの方法も有効である。

4) 食害生物調査

放流直後、礫の下に潜んでいたと思われるサワガニが出てきて、遡上するモクズガニ種苗を缺脚ではさんだ事例を1例観察した。放流直後に採捕したカワムツ3尾に捕食事例はみられなかった。6時間後に採捕したカワムツ、オイカワ及びタカハヤ3種12尾の魚類のうち、カワムツ5尾中2尾にモクズガニの歩脚がみられた。

カワムツは分布範囲も広く数も多いことから、主要な食害種であると考えられる。コイ

は地元住民によって「ゆ」など湛水域に放流されていて、食害種であると考えられる。³⁾

サワガニは河川のいたるところにいるが、放流直後に目視した様な事例をその後見たことはない。競合種であっても食害種ではないと考えられる。

5) かご調査

平成12年7~9月、13年3、4月にアナゴ籠による調査をおこなった。

(2000年放流種苗)

合計13尾の採捕があった。12年9月5尾、13年3月2尾、4月6尾であった。9月の平均甲幅長28.6mm、体重11.0g、放流後約1年の4月で平均甲幅長40.0mm、体重33.3gになった。最大個体の甲幅長は47.1mm、体重51.7gであった(図3)。春産まれ群に該当するモクズガニを放流している瀬戸内海各県での放流年内の甲幅長は5~20mm、平均10mmであるので放流年内は高知県での成長が早い。しかし、放流から1年後の比較では甲幅長40mm台になり、成長に差はなくなる⁴⁾。

放流初期にかご調査で採捕される個体は成長の良い個体と考えられる。

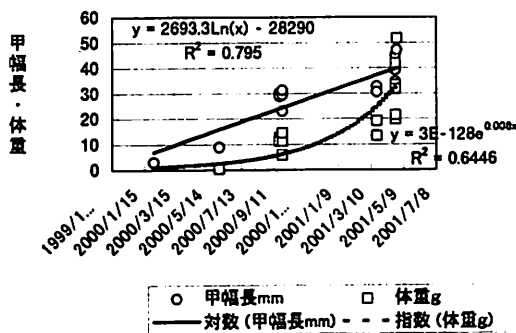


図5 2000年放流種苗の成長

表1 2000年放流種苗の採捕調査地点・採捕月

調査点 地名	放流点からの距離km	7月	8月	9月	3月	4月	合計
15 別役	2.95					0	0
14 あおぎ	2.45					0	0
13 下奈良ゆ	2.15			0	0	0	0
12 上千萱	3.05					0	0
11 津田ゆ	2.25			0	0	2	2
10 本田ゆ	1.25	0	0	2	0	2	4
9 プール下	0.85			3	1	0	4
8 ごまじり	0.40	0	0	0	1	2	3
7 西川橋上流測	0.15			0	0	0	0
6 西川橋(放流点)	0	0	0		0	0	0
5 吉野ゆ	0.45	0	0	0	0	0	0
4 小川ゆ	1.55	0	0	0	0	0	0
3 新田ゆ	2.30	0	0	0	0	0	0
2 小川の測	3.65		0	0	0	0	0
1 ダム合流点	4.80		0	0	0	0	0
月別合計		0	0	5	2	6	13

採捕は全て放流地点から上流側の調査地点であった(表1)。放流直後に上流に向かって移動して以降、調査時まで、モクズガニは下流に向かって移動する状況になかったといえる⁵⁾。

(1997年放流種苗)

平成12年7、8、9月、13年3月の調査で計14尾が採捕された。雌雄内訳は雌10尾、雄4尾であった。雌10尾は全てが成体、雄4尾の成体・未成体は不明であるが、2尾が脱皮直後の軟甲であった。雌雄別の甲幅長、体重範囲は雌60.0~76.0mm、101.7~212.3g、雄73.7~80.8mm、144.9~256.9gであった(図6)。

1997年の種苗は分散放流されているため、放流場所と採捕場所の関係を明らかにできないが、採捕はモクズガニの河川降下時期に当たると考えられている8、9月に多かった。また、これらモクズガニは河川を遡上したカニが降河するピークとされている3年目を経過して4年目のカニに該当する(表2)。

種苗生産・放流年を1年目(当歳)とし、以後、2年目(1歳)、3年目(2歳)と勘定した。

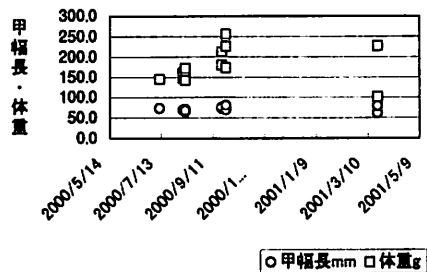


図6 1997年放流種苗の成長

表2 1997年放流種苗の採捕調査地点・月

調査点 地名	7月	8月	9月	3月	4月	合計
15 別役						0
14 あおぎ						0
13 下奈良ゆ			0	0	0	0
12 上千萱			0	0	0	0
11 津田ゆ			0	1	0	1
10 本田ゆ	0	0	0	0	0	0
9 プール下			0	0	0	0
8 ごまじり	0	2	2	0	0	4
7 西川橋上流測			1	1	0	2
6 西川橋	0	0		0	0	0
5 吉野ゆ	1	1	0	0	0	2
4 小川ゆ	0	2	0	0	0	2
3 新田ゆ	0	0	0	0	0	0
2 小川の測		1	2	0	0	3
1 ダム合流点		0	0	0	0	0
月別合計		1	6	5	2	0
						14

4 次年度の課題

- 1) 中間育成を省くことができる放流技術の開発。稚ガニになったばかりの人工種苗を2月に放流して追跡調査を実施する。
- 2) 2000年放流種苗の個体数推定。カニ甲羅へのプラスチック貼り付けによる標識方法の検討。標識カニを用いてピーターセン法により一定区間の個体数を推定する。

5 要約

- 1) 平均甲幅長8.7mm、平均体重0.4g、甲幅長範囲4.7～16.4mmの人工種苗1万尾を水温17℃の河川に放流した。
- 2) 平水時に放流した種苗は主に流芯部河床を上流に向かって移動した。移動速度は最大で120m/時、24時間平均で16m以上/時になった。
- 3) 放流稚ガニの食害種としてカワムツが確認された。農業堰堤上流の湛水域に放流されているコイも食害種と推察される。
- 4) 脱皮殻調査で、脱皮が食害種の進入しにくいと考えられるごく浅い場所でもおこなわれる可能性がしめされた。
- 5) かご調査で2000年放流種苗13尾を採捕した。放流後約1年で平均甲幅長40.0mm、体重33.3g（最大個体の甲幅長は47.1mm、体重51.7g）になった。採捕は全て放流地点から上流側の調査地点であった。
- 6) かご調査で1997年放流種苗14尾を採集した。雌雄別内訳は雌10尾、雄4尾であった。

雌10尾は全てが成体で、雄4尾の成体・未成年体は不明であるが、2尾が脱皮直後の軟甲であった。雌雄の甲幅長、体重範囲は雌60.0～76.0mm、101.7～212.3g、雄73.7～80.8mm、144.9～256.9gであった。

1997年の種苗は分散放流されているため、放流場所と採捕場所の関係を明らかにできないが、採捕はモクズガニの河川降下時期と考えられている8、9月に多かった。

6 参考文献

- 1) 小林哲・松浦修, 1991: 鹿児島県神ノ川におけるモクズガニの流程分布, 日水誌, 57(6), 1029-1034.
- 2) 柳谷弘道他, 1996: モクズガニ資源培養技術確立試験, 平成7年度水産業関係地域重要新技術促進事業等報告書, 広島県淡水魚支場
- 3) 畔地和久, 1992: モクズガニ種苗の魚類による食害試験, 平成2年度大分県内水面漁業試験場事業報告, 大分内水試, 48-50.
- 4) 影平真明他, 1996: モクズガニ資源培養技術確立試験, 平成7年度水産業関係地域重要新技術促進事業等報告書, 大分内水試
- 5) 横松芳治・西村和紀, 1994: モクズガニの放流と追跡調査, 平成4年度大分県内水面漁業試験場事業報告, 大分内水試, 45-53.



写真1 調査用アナゴ籠 (St8ごまじり)



写真2 種苗放流地点 (St6西川橋、湧水モード)

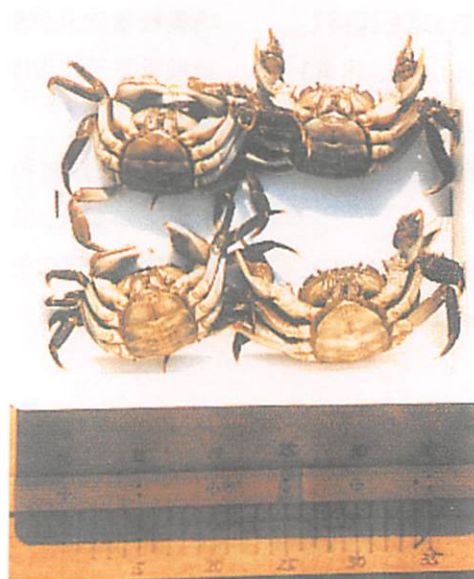


写真3 97年産雌(甲幅70mm 2000年8月 西川川)

モクズガニ資源培養技術開発研究

—陸上抱卵試験—

黒原健朗

1 目的

県内に生息するモクズガニは秋産卵型であるが、産卵制御手法を確立することにより、増養殖の効率化と計画化が図れ、適正サイズ・時期に稚ガニを河川放流することが可能となる。しかし、これまでに人工的に陸上で抱卵させた例は極めて少なく、その最も大きな原因は飼育水にあり、海水飼育の履歴が必要であると考えられているものの、それについての詳細な試験は実施されていない。

そこで、本試験では産卵制御手法を確立するための基礎試験として、飼育水がモクズガニの抱卵に及ぼす影響を調べることを目的とする。

2 方法

物部川で網カゴを用いて再捕した下りガニを淡水流水下で56日間予備飼育した後、飼育水を淡水もしくは人工海水（アレン処方1／2海水）とした1 t FRP角形水槽に雌雄それぞれ5および3尾を収容した。各飼育水槽内にはシェルターとしてコンクリートブロックを6基入れ、上部は黒色プラスチック板により覆いをした。人工海水区は循環濾過飼育とし、試験期間中は各区ともヒガシマル社製のクルマエビ用EP飼料を5～7日に1回の割合で与えた。そして、10日目、68日目および124日目（終了時）に雌ガニの抱卵の有無を肉眼観察した。さらに、終了時には全個体を取り上げて体重、甲幅を測定するとともに、解剖して雌雄それぞれ生殖器官の状態を調べた。

3 結果の概要

[前年度までの要約]

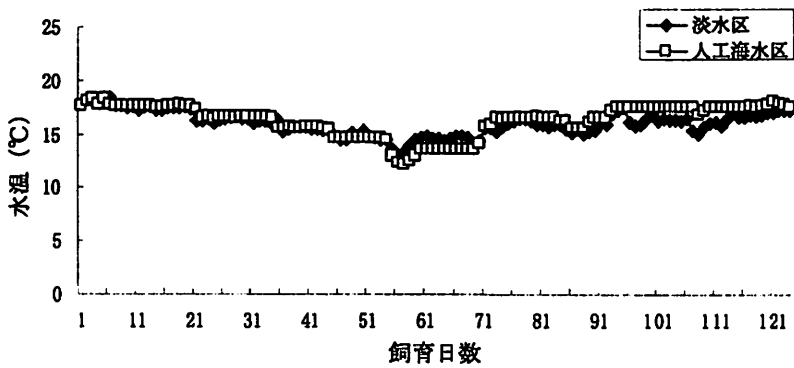
[本年度の結果]

第1表と第2表に試験開始時と終了時の体重および甲幅の測定結果を示し、第2表には試験終了時の生殖器官重量も併記した。両表より、試験期間中に供試ガニの目立った成長はみられなかった。

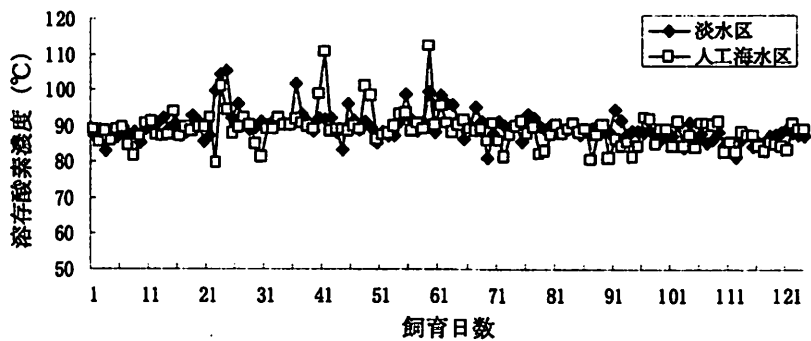
第1図および第2図に水温および溶存酸素濃度の変化を示した。飼育期間中の水温は淡水区では13.0～18.5℃、人工海水区では12.2～18.3℃であり、溶存酸素濃度は期間中大きく変動したものの、淡水区では81.1～105.2%、人工海水区では79.8～112.1%と同等の範囲内であった。第2表の生殖器官重量のうち、雄は2本の腹肢長を平均したものであり、雌は卵巣重量を示した。10日目、68日目の肉眼観察では雌ガニの抱卵は認められなかったが、試験終了時の雌ガニの卵巣重量では淡水区と人工海水区との間に顕著な差がみられ、体重に占める卵巣重量比は淡水区では5.0%（重量4.7 g）および4.8%（重量5.8 g）であったのに対し、人工海水区では両個体とも0.5%未満であった。

第1表 開始時測定結果

淡水区				人工海水区			
雌雄	体重 (g)	甲幅(mm)		雌雄	体重 (g)	甲幅(mm)	
1 ♂	224.6	72		♂	235.0	75	
2 ♂	249.6	74		♂	109.5	60	
3 ♂	178.1	69		♂	109.2	58	
4 ♂	260.8	76		♂	133.3	63	
5 ♂	113.9	59		♂	128.6	61	
6 ♀	122.2	64		♀	136.3	66	
7 ♀	125.6	65		♀	134.7	65	
8 ♀	95.6	58		♀	96.9	60	
平均値±標準偏差							
全体	171.3±66.1	67.1±6.8			135.4±42.8	63.6±5.4	
雄	205.4±60.2	66.4±6.9			143.1±52.5	63.4±6.8	
雌	114.1±16.4	65.0±4.0			122.6±63.9	63.9±3.1	



第1図 試験期間中の水温変化



第2図 試験期間中の溶存酸素濃度変化

第2表 終了時測定結果

淡水区				人工海水区			
雌雄	体重 (g)	甲幅(mm)	生殖器官重量 (g)	雌雄	体重 (g)	甲幅(mm)	生殖器官重量 (g)
1 ♂	241.0	78	3.2	♂	245.1	74	3.2
2 ♂	115.4	59	2.8	♂	124.8	61	2.8
3 ♂	211.8	41	3.1	♀	131.8	66	0.4
4 ♂	274.8	75	3.4	♀	134.7	65	<0.1
5 ♂	183.1	66	3.0				
6 ♀	93.7	58	4.7				
7 ♀	119.7	64	5.8				
8 ♀							
平均値±標準偏差							
全体	177.1±69.4	63.0±12.3			159.1±57.5	66.5±5.5	
雄	205.4±60.2	63.8±14.8			185.0±85.1	67.5±9.2	
雌	106.7±18.4	61.0±4.2			133.3±2.1	65.5±0.7	

環境保全手法基礎研究

－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12年2月下旬～5月上旬

3 調査方法

目視観察により、四万十川では赤鉄橋下、その他の河川は河口付近及び第一堰堤へのアユの稚・若魚の蝟集・遡上状況をそれぞれ調査した。

4 調査結果

各河川における蝟集・遡上状況の概要はつぎのとおりである。

- ①野 根 川；数十尾の群を散見するのみで魚影はきわめて薄い。水温、水量は例年なみ。
- ②奈半利川；遡上は例年よりやや遅れたが遡上量はかなり多め。魚体はやや小ぶり。
- ③安 田 川；水温がやや低めに推移しているが遡上量はかなり多め。
- ④伊尾木川；遡上量はかなり多め。魚体はやや小さめ。
- ⑤物 部 川；遡上は近年まれにみる多さ。魚体も例年になく大きめ。
- ⑥仁 淀 川；水温が低めに推移したため、遡上も遅れ気味であったが遡上量はかなり多め。
魚体は小さめ。
- ⑦新 莊 川；遡上はやや遅れ気味であったが遡上量は例年になく多め。魚体は小さめ。
- ⑧伊与木川；遡上はやや遅れ気味であったが遡上量は例年になく多め。魚体は例年並み。
- ⑨四万十川；全般に遡上量は例年よりかなり少なく、魚体も小ぶり。
- ⑩松 田 川；遡上量はかなり多め。魚体はバラツキが大きい。

5 参 考

- ① 平成11年7～8月は雨天日が多かったため、この時期のアユに対する漁獲圧が緩和され、産卵親魚としての生残率は例年よりかなり高かったと推察される。産卵親魚の魚体は前年よりも2～3cm大きかった（物部川の落鮎魚体調査結果）。
- ② また、産卵最盛期の11月の降水量は前年を大きく上回って平年のほぼ2倍で、これがフ化仔魚の流下には好条件となったのではなかろうか。
- ③ ①、②のような条件に恵まれたためか平成12年1～3月の土佐湾中央沿岸域におけるアユシラスは最近にない多量分布をみた。
- ④ 気温は平成11年10月～平成12年1月間は平年よりも高めに推移したが、遡上期の2月以降は平年よりも低めないし並みで、とくに山間部を中心に例年になく降雪が多かったのが特徴的である。

環境保全手法基礎研究

—高知県における汽水・淡水産ハゼ類—

山重政則

河川環境の指標としてどの淡水魚を選定し、その生物・生態学的特性をいかに調査していくかを設計するために、まずは既往の資料から本県河川でどのような淡水魚類の生息分布が確認されているのかを把握することとし、前年度は純淡水魚及び通し回遊魚についてまとめた。本年度は、前年度と重複するところもあるが本県における淡水魚（周縁性淡水魚を含む）の範疇で最も種類の多いハゼ類を整理した。

1. 資料と方法

身近で収集できた調査報告書、図鑑類、新聞記事等（末尾掲示の資料・文献）から本県においてこれまでに確認されているスズキ目ハゼ亜目の魚種を検索した。これらの生息分布域については、岡村 収（1990）、川那部浩哉・水野信彦（1998）、中坊徹次（2000）を参考にした。また、系統分類は、「日本産魚類検索 全種の同定（第二版）Ⅱ」（中坊徹次編、2000）に従った。

2. 結果と考察

本県河川における汽水・淡水産のハゼ類としては、ドンコ科1種、カワアナゴ科5種、ハゼ科41種の47種を既往資料から見出すことができた（表1）。それらを生息・回遊分布様式から類型化してみると、①淡水域に生息分布するハゼ類2種、②海水域から淡水域まで回遊（又は侵入）分布するハゼ類23種、③海水域から汽水域を主生息域とするハゼ類22種の3つのグループに大別される。それぞれのグループの魚種は次のとおりである。

① 淡水域に生息分布するハゼ類

ドンコ、カワヨシノボリ

② 海水域から淡水域まで回遊（又は侵入）分布するハゼ類

ヤエヤマノコギリハゼ、カワアナゴ、チチブモドキ、オカメハゼ、タナゴモドキ、ボウズハゼ、ナンヨウボウズハゼ、シロウオ、ドウクツミミズハゼ、イドミミズハゼ、ミミズハゼ、スミウキゴリ、ウキゴリ、ピリンゴ、ヒナハゼ、ゴクラクハゼ、シマヨシノボリ、オオヨシノボリ、ルリヨシノボリ、クロヨシノボリ、トウヨシノボリ、ヌマチチブ、チチブ

③ 海水域から汽水域に生息分布するハゼ類

タビラクチ、トビハゼ（びよんびよんはぜ）、チワラスボ（あかうお）、ヒモハゼ、タネハゼ、キセルハゼ、クボハゼ、ヒトミハゼ、ウロハゼ（ゆるはぜ）、サビハゼ、マハゼ、

アシシロハゼ、マサゴハゼ、ヒメハゼ、ノボリハゼ、アベハゼ、スジハゼ、クロコハゼ、ゴマハゼ、アカオビシマハゼ、サツキハゼ、ベニツケサツキハゼ

註：（ ）内は地方名

これらのうち、1996年に四万十川で確認された沖縄以南を主分布域とするヤエヤマノコギリハゼは、宮田（1998～2001）の報告から1999年までは同川での生息を窺うことができる。しかし、2000年にはそれがみられない。オカメハゼ、キセルハゼの本県での確認は、四国地方建設局（1994）の報告以外に筆者は情報をもたない。オカメハゼは、静岡県以南の太平洋岸での分布が知られているが、キセルハゼは、これまでのところ兵庫県、広島県での確認にとどまっているようである。和歌山県以南の各県で不連続的に確認されているタビラクチは、宮田（1998）が四万十川での確認を報告しているが、その後の報告には本種を見出せない。タナゴモドキ、ナンヨウボウズハゼは、木下ら（1990）の報告から1987年に四万十川河口域で確認されたことを知るが、その後の情報は得ていない。これらは沖縄以南を主分布域とする魚種であるから、多分、無効分散による死滅回遊なのであろう。このような亜熱帯・熱帯性魚類の偶発的な回遊現象は精査すればもっと多く確認されるのではなかろうか。ドウクツミミズハゼについては、落合ら（1984）の報告のみで新たな情報を持たない。宮地ら（1969）にこの魚名をみるがこれは記載内容からみてイドミミズハゼであると判断され、本県の分布については再検討を要する。ヒメハゼは、落合ら（1973）、山崎（1985）がイチマツハゼの名称で報告している。当時の確認地は、鹿児島県、宮崎県、和歌山県等に限定されていたが、中坊（2000）によるとその分布域を北海道～西表としている。クボハゼは、和歌山県、山口・福岡・長崎県など不連続的な分布となっているが、本県では、宮田（1998～2001）が四万十川で毎年確認されていることを報告している。

淡水域まで回遊分布する②グループのうちボウズハゼ、ウキゴリ類、ピリンゴ、ゴクラクハゼ、ヨシノボリ類、チチブ類等は、本県では一般に「ごり」と総称し、佃煮などとして食用に供されている。山脇（1994）によると、四万十川では頭が大きくずんぐりしたチチブ型が主体であるのに対し、仁淀川、鏡川、物部川では紡錘形をしたヨシノボリ型が多いとのことである。これは河川の特徴をよく表現しているように思う。従って、「ごり」と総称されるハゼ類は、アユ、ウナギなどと同様に水産資源としての有用性だけでなく、河川環境の指標種としても重要であり、各河川ごとに魚種組成や個々の生物・生態特性等の変化を正確に把握することは、河川環境の総合的な診断に極めて有効であり、環境対策を講ずるうえでの貴重な情報提供が期待される。

ところで、ハゼ類のうち県版レッドリスト（高知県、2000）には、絶滅危惧ⅠA類（CR）にチワラスボが、絶滅危惧ⅠB類（EN）にシロウオ、イドミミズハゼ、ヒモハゼ、タネハゼ、クボハゼ、アシシロハゼ、マサゴハゼ、クロコハゼ、ゴマハゼの9種が、絶滅危惧Ⅱ類（VU）にトビハゼ、準絶滅危惧（NT）にカワアナゴ、チチブモドキ、ボウズハゼ、スミウキゴリ、チチブ、ベニツケサツキハゼの6種、絶滅のおそれのある地域個体群（LP）に浦ノ内湾流入河川のピリンゴ、クロヨシノボリ、桜川水系のカワヨシノボリ、新荘川のイドミミズハゼの3地域4種がそれぞれ

指定されている(表1)。これらのことは、産卵・生育場である河川や沿岸域の物理・化学的な環境の劣化が進行していることを示唆している。

なお、淡水魚の生物・生態学特性の変化から河川環境を診断していくためには、継続した長期のデータを集積する必要がある。そのためには、金・人的条件等から指標種になじみ深い魚種を選定することや調査項目を必要最小限に止めるなど簡便な調査手法を設計することが重要である。

参考資料・文献

- 蒲原稔治(1961)高知県の淡水魚類について、高知大学学術研究報告第10巻、7-18.
- 蒲原稔治(1961)ハゼ科、原色日本淡水魚類図鑑(改訂版)、保育社、大阪、57-58.
- 蒲原稔治(1968)ドンコ科、続原色日本淡水魚類図鑑(7版)、保育社、大阪、58-59.
- 蒲原稔治(1968)ハゼ科、続原色日本淡水魚類図鑑(7版)、保育社、大阪、59-61.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦(1969)ハゼ亜目、原色日本淡水魚類図鑑(第6刷)、保育社、大阪、179-203.
- 落合 明・榎田 晋・谷口順彦(1973)魚類相とその特性、四万十川の生物相に関する総合的研究、中村市、14-20.
- 落合 明・谷口順彦(1975)伊尾木川各域における魚類の生息状態、伊尾木川の生物と水質環境、安芸市、17.
- 岡村 収・為家節弥・山本慎一(1976)新莊川の魚類とエビ・カニについての調査報告、葉山の自然、葉山村教育委員会、69-79.
- 落合 明・谷口順彦(1976)安芸川に生息する魚類、安芸川の生物と水質環境、安芸市、19.
- 落合 明(1976)松田川各域の魚類分布状態、松田川本流を中心とした河川環境と水生生物の生息実態について、高知県、43.
- 岡村 収(1976)ごり、高知県百科事典、高知新聞社、高知、347-348.
- 岡村 収(1976)はぜ、高知県百科事典、高知新聞社、高知、710.
- 中村守純(1979)カワアナゴ科、原色淡水魚類検索図鑑(6版)、北隆館、東京、186-187.
- 中村守純(1979)ハゼ科、原色淡水魚類検索図鑑(6版)、北隆館、東京、188-199.
- 落合 明・寺岡 澄・半沢直人(1979)高知県における淡水魚の生息と分布の概要、高知大学学術研究報告第28巻、145-156.
- 落合 明・谷口順彦(1984)魚類、高知県の淡水生物、高知県内水面漁業協同組合連合会、119-130.
- 山崎 武(1985)ハゼのこと、大河のほとりにて、淡水魚保護協会、58-61.
- 高知新聞(1988)顔のないウナギ?という感じの珍種のハゼ、チワラスボ、昭和63年4月7日版
- 高知新聞(1988)ウナギ?ドジョウ?実はハゼ科チワラスボ、昭和63年8月3日版
- 木下 泉・藤田真二・高橋勇夫・東 健昨(1990)魚類の産卵行動と仔稚魚の生態 9.陸圏と水圏の間とくに河口域の稚仔魚の動態、1989年度秋季日本魚類学会シンポジウム、魚類学雑誌

36 (4)、505-506.

- 岡村 収ほか6名 (1990) 鏡川水系の魚類および甲殻類、鏡川水系の自然環境、鏡川環境調査協議会、93.
- 岡村 収 (1990) 四万十川の動物—魚類、四万十川〈しぜん・いきもの〉(伊藤猛夫編)、高知市民図書館、高知、302-303.
- 山脇 龍 (1992) 浦戸湾の魚たち、私の博物誌6、高知新聞(平成4年12月3日版)
- 山脇 龍 (1994) ゴリのこと、私の博物誌11、高知新聞(平成6年1月27日版)
- 四国地方建設局 (1994) 河川水辺の国勢調査、高知新聞、平成6年3月23日版
- 山本正次 (1995) シロウオ漁、潮路往来14、高知新聞、平成7年2月23日版
- 高知新聞 (1996) 四万十水系でノボリハゼ、平成8年5月6日版
- 高知新聞 (1996) 西表周辺のハゼ四万十川で捕獲、平成8年10月10日版
- 高知新聞 (1996) 幻の魚! ?...じゃなかったカワアナゴ、平成8年10月11日版
- 藍澤正宏 (1998) イドミズハゼ、日本の希少な野生水生生物に関するデータブック(水産庁編)、日本水産資源保護協会、186-187.
- 川那部浩哉・水野信彦編 (1998) ハゼ亜目、日本の淡水魚、山と溪谷社、東京、546-647.
- 宮田弘明 (1998) 四万十川流域等に生息分布する魚類、平成9年度森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査報告書、高知県、106-114.
- 宮田弘明・山崎敏彦 (1999) 四万十川流域等に生息分布する魚類、平成10年度森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査報告書、高知県、197-198.
- 宮田弘明 (2000) 四万十川流域等に生息分布する魚類、平成11年度森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査報告書、高知県、105-106.
- 岡村 収ほか (2000) 高知県野生動物保護施策の提言、高知県野生動物保護対策検討委員会
- 中坊徹次編 (2000) スズキ目ハゼ亜目、日本産魚類検索 全種の同定(第二版) II、東海大学出版会、東京、1139-1268.
- 宮田弘明 (2001) 四万十川流域等に生息分布する魚類、平成12年度森林生態系を重視した公共事業の導入手法調査報告書、高知県、131-132.

表1 高知県における汽水・淡水産ハゼ類（ススキ目ハゼ亜目）

標準和名	学名	主生息域	備考
ドンコ科			
ドンコ	<i>Odontobutis obscura</i>	純淡水域	
カワアナゴ科			
ヤエヤマノコギリハゼ	<i>Butis amboinensis</i>	汽水域	
カワアナゴ	<i>Eleotris oxycephala</i>	淡水域	NT
チチブモドキ	<i>Eleotris acanthopoma</i>	汽水域	NT
オカメハゼ	<i>Eleotris melanosoma</i>	汽水域～淡水域	
タナゴモドキ	<i>Hypseleotris cyprinoides</i>	淡水域	
ハゼ科			
タビラクチ	<i>Apocryptodon punctatus</i>	河口域～内湾	
トビハゼ	<i>Periophthalmus modestus</i>	汽水域	VU
チワラスボ	<i>Taenioides cirratus</i>	河口域・内湾	CR
ボウズハゼ	<i>Sicyopterus japonicus</i>	河川中～上流域	NT
ナンヨウボウズハゼ	<i>Stihodon percnopterygionus</i>	河川中～上流域	
シロウオ	<i>Leucopsarion petersii</i>	沿岸域～河川下流域	EN
ドウクツミミズハゼ	<i>Luciogobius albus</i>	海に近い洞窟地下水	
イドミミズハゼ	<i>Luciogobius pallidus</i>	河口域の地下水	EN・LP
ミミズハゼ	<i>Luciogobius guttatus</i>	潮溜・河口域	
ヒモハゼ	<i>Eutaeniichthys gilli</i>	河口域	EN
タネハゼ	<i>Callogobius tanegasimae</i>	河口域	EN
スミウキゴリ	<i>Gymnogobius</i> sp. 1	河川下流域～河口域	NT
ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	河川中～下流域	
キセルハゼ	<i>Gymnogobius cylindricus</i>	河口域	
クボハゼ	<i>Gymnogobius scrobiculatus</i>	河口域	EN
ピリンゴ	<i>Gymnogobius castaneus</i>	汽水域～淡水域	LP
ヒトミハゼ	<i>Glossogobius biocellatus</i>	汽水域～淡水域	
ウロハゼ	<i>Glossogobius olivaceus</i>	汽水域	
サビハゼ	<i>Sagamia geneionema</i>	河口域～汽水域	
マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	内湾・河口域	
アシシロハゼ	<i>Acanthogobius lactipes</i>	汽水域	EN
マサゴハゼ	<i>Pseudogobius masago</i>	汽水域	EN
ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	汽水域	
ノボリハゼ	<i>Oligolepis acutipennis</i>	汽水域～淡水域	
ヒナハゼ	<i>Redigobius bikolanus</i>	汽水域	
アベハゼ	<i>Mugilogobius abei</i>	汽水域	
スジハゼ	<i>Acentrogobius pflaumii</i>	汽水域	
クロコハゼ	<i>Drombus</i> sp.	汽水域	EN
ゴマハゼ	<i>Pandaka lidwilli</i>	汽水域	EN
ゴクラクハゼ	<i>Rhinogobius giurinus</i>	河川中流域～汽水域	
シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. CB	河川中流域	
オオヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. LD	河川中～上流域	
ルリヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. CO	河川中～上流域	
クロヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. DA	河川中流域	LP
トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. OR	止水域・河川下流域	
カワヨシノボリ	<i>Rhinogobius flumineus</i>	河川中～上流域	LP
アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	汽水域～海水域	
ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	淡水域	
チチブ	<i>Tridentiger obscurus</i>	汽水域～淡水域	NT
サツキハゼ	<i>Parioglossus dotui</i>	内湾・汽水域	
ベニツケサツキハゼ	<i>Parioglossus philippinus</i>	河口域・内湾	NT

系統分類：中坊徹次編（2000）日本産魚類検索全種の同定（第二版）Ⅱより

主生息域：岡村 収（1990）、川那部浩哉・水野信彦（1998）、中坊徹次（2000）より

備考：CR：絶滅危惧ⅠA類、EN：絶滅危惧ⅠB類、VU：絶滅危惧Ⅱ類、NT：準絶滅危惧

LP：絶滅のおそれのある地域個体群（高知県レッドリスト、2000）

川干における水生生物調査

岡部正也・大坪 瞳・田中ひとみ・小松富士賀・佐伯 昭

【はじめに】

香長平野西部地域一帯には農業用排水を目的とした水路網が施設されている。これらを通る用水は、物部川中流に位置する合同堰から直接取水されていることから、用水路に生息する魚類、甲殻類、貝類、水生昆虫などの生物相は本流の物部川流域のそれを反映していると考えられる。ところで、同地域で毎年3月上旬に行われる水路の浚渫のための川干（かわひ）では、これらの用水路の水が完全に遮断され、水路底部が干出するため、通常では困難な水生生物のサンプリングが容易である。

また、川干は毎年同時期に行われることから、長期にわたって調査を継続することにより物部川の生物相の変遷をより正確に把握できると考えられる。そこで今回は、昨年度に引き続き、総合学習「かんきょう」の一環として物部川の環境調査に取り組んでいる土佐山田町立楠目小学校ならびに、本年度より参加申し出のあった土佐山田町立山田小学校との共同研究により、川干における水生生物の捕獲調査を実施し、物部川の生物相に関する定性、定量的な基礎データの集積ならびに用水路における生物学的環境の評価を試みた。

本年度は、とくに水路両側と底部をコンクリートで覆ったいわゆる3面張りの区域（土佐山田分水工樋門付近）と、両側はコンクリートであるが底部には手を加えていないいわゆる2面張りの区域（舟入川付近）の2カ所において同時に調査を実施し、両区域の生物相を比較した。

【方法】

3面張り区域

土佐山田分水工樋門（香美郡土佐山田町平田）の樋門基部から上流側約50mの区間に調査区域を設定し、平成13年3月1日の川干初日に、楠目小学校4年生の調査員（以下楠目小）31名による捕獲調査を行った。

2面張り区域

舟入川起点から約1km下流部の、底部が被覆されておらず、自然のままが残されている約50mの区間に調査区域を設定し、平成13年3月1日の川干初日に、山田小学

校5年生の調査員（以下山田小）73名による捕獲調査を行った。

調査方法は昨年に準じ、採集した生物は当センターに移送後2トンコンクリート水槽に收容して一時蓄養し、水路の浚渫作業終了後の平成13年3月16日、再び採集地点に放流した。

【結果】

調査日当日、物部川から用水路へ水を供給している合同堰は午前8時30分に閉鎖され、約5時間後、調査区域周辺が調査可能となる水深（約30cm）まで減水した。したがって、捕獲調査は平成13年3月1日午後1時30分～2時30分の間に行った。捕獲された魚類および甲殻類の属名・種名および尾数を表-1に、さらに学名が確定されたものを表-2に示した。そのうち、魚類はその生活様式により3つの生態区分に分類した。

表-1 確認された魚類および甲殻類の種名および個体数（個体/1時間）

分類	山田分土工		舟入川	
	種類	尾数	種類	尾数
純淡水魚	カワムツ	140	カワムツ	254
	ウグイ	31	ウグイ	9
	カマツカ	4	カマツカ	11
	フナ属	7	フナ属	17
			ギギ	5
			アカザ	3
			ナマズ	2
通し回遊魚	ヨシノボリ属	1	ヨシノボリ属	2
移入種	オイカワ	44	オイカワ	43
	ゲンゴロウブナ	4	ビワヒガイ	18
			ゲンゴロウブナ	1
			イチモンジタナゴ	57
その他の魚類	稚魚(種不明)	279	稚魚(種不明)	208
	ハゼ類	2		
甲殻類	テナガエビ属	27	テナガエビ属	37
	その他のエビ類	5	その他のエビ類	37
	モクズガニ	26	モクズガニ	3
	その他のカニ類	3	サワガニ	1
			その他のカニ類	2

表-2 同定された魚類および甲殻類

	標準和名	科	亜科	属	学名
魚	カワムツ	コ イ	ダニオ	オイカワ	<i>Zacco temmincki type B</i>
	オイカワ	コ イ	ダニオ	オイカワ	<i>Zacco platypus</i>
	ウグイ	コ イ	ウグイ	ウグイ	<i>Leuciscus (Tribolodon) hakonensis</i>
	カマツカ	コ イ	カマツカ	カマツカ	<i>Pseudogobio (Pseudogobio) esocinus esocinus</i>
	ピワヒガイ	コ イ	ヒガイ	ヒガイ	<i>Sarcocheilichthys variegatus microoculus</i>
	ゲンゴロウブナ	コ イ	コ イ	フ ナ	<i>Carassius cuvieri</i>
	イチモンジタナゴ	コ イ	タナゴ	タナゴ	<i>Acheilognathus cyanostigma</i>
	シマヨシノボリ	ハ ゼ	ハ ゼ	ヨシノボリ	<i>Phinogobius sp. CB</i>
	クロヨシノボリ	ハ ゼ	ハ ゼ	ヨシノボリ	<i>Phinogobius sp. DA</i>
	ギギ	ギ ギ		ギ ギ	<i>Pseudobagrus (Pseudobagrus) fulvidraco</i>
アカザ	ギ ギ		アカザ	<i>Liobagrus reini</i>	
ナマズ	ナマズ		ナマズ	<i>Silurus asotus</i>	
甲 殻 類	テナガエビ	テナガエビ		テナガエビ	<i>Macrobrachium nipponense</i>
	ヤマトテナガエビ	テナガエビ		テナガエビ	<i>Macrobrachium japonicum</i>
	モクスガニ	イワガニ		モクスガニ	<i>Eriocheir japonica</i>
	サワガニ	サワガニ		サワガニ	<i>Geothelphusa dehaani</i>

底部がコンクリートで被覆された山田分水工樋門では、底部への土砂や砂泥の堆積は非常に少なく、コンクリートが完全に露出している部分が多く認められた。一方、本年度新たに調査を行った舟入川では、底部が自然のまま残されており、水路の末端に設置された堰の影響と相まって砂泥が厚く堆積し、大量の水草の繁茂が見られた。

今回の生物調査の結果、調査区域全体では、純淡水魚7種、通し回遊魚2種、移入種4種、および甲殻類5種以上が確認された。

調査区域別に見ると、土佐山田分水工樋門区域で認められた魚種は純淡水魚4種、通し回遊魚1種、移入種2種であったのに対し、舟入川では、純淡水種7種、通し回遊魚2種、移入種4種と、より多くの種類数が確認された。土佐山田分水工樋門区域では、カワムツ、ウグイが多く見られたが、昨年度の調査で認められたモツゴ、ニゴイ、シマドジョウ、ナマズ、ドンコ等は全く認められず、昨年と比べ、生物の種類数、絶対数ともに少なかった。

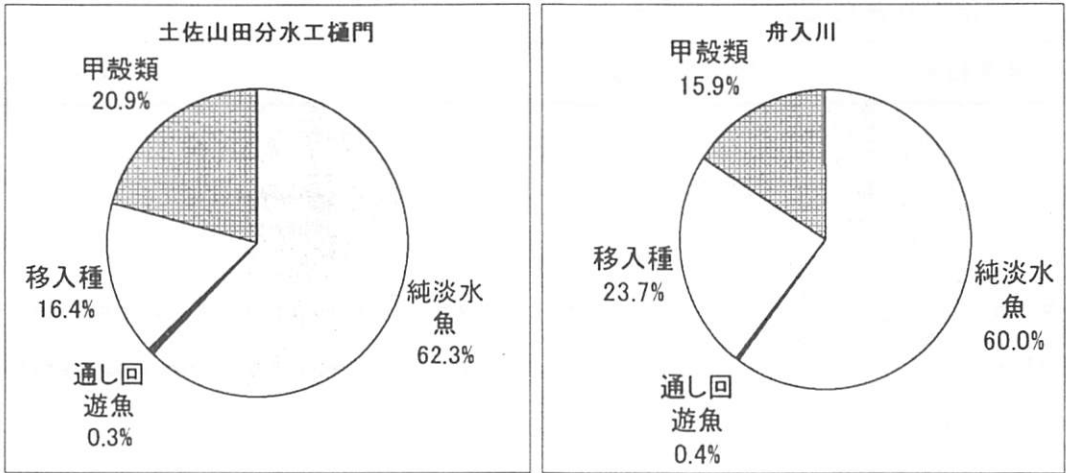


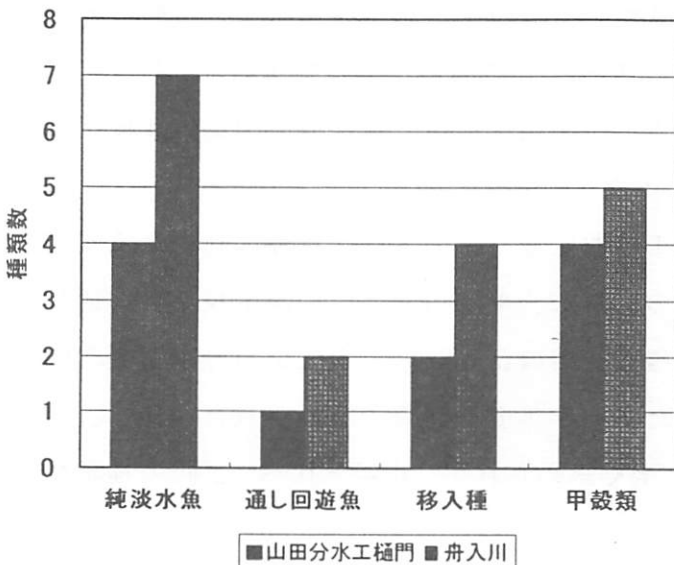
図-1 確認された魚類(生態系区分)および甲殻類の比率

舟入川ではアカザ(危急種)、イチモンジタナゴ(希少種)、ビワヒガイなどが確認された。これらのうち、イチモンジタナゴ、ビワヒガイは、琵琶湖産アユ種苗の中に混入して物部川に放流されたものが定着したものであると考えられるが、原産地である琵琶湖では埋め立てにより個体数が激減していることが報告されている。舟入川の2面張り区間では、とくにイチモンジタナゴやビワヒガイの産卵の担体となるドブガイ、およびドブガイの中間宿主であるヨシノボリ類の生息が確認されたことから、特異な生態を持つこれらの種の生息条件が維持されているものと見られる。

【考察】

底部を自然のままに残した舟入川の生物相は、コンクリートで被覆した山田分水工

生物の種類数の比較



付近に比べて種類数、絶対数ともに上回った。また、舟入川では、堰により適度なよどみが保たれており、このことが流れの緩やかな池沼を好む魚種の生息を可能にしているのかもしれない。また、舟入川にはヤゴ、トビゲラなどの水生昆虫が多く見られたことから、多くの魚類にとって、餌料生物が豊富な環境が維持されていると考えられる。今回は水生昆虫について

ては生息状況の確認にとどめたが、次年度からはさらに詳細に検討したい。これとは対照的に山田分土工では、底部のコンクリートの露出状態から見ても、調査を行った時点での水量や流速は非常に大きかったと推察され、水生生物の生息環境としては不適な環境であったと想像される。また、種類数、絶対数ともに舟入川より少なく、昨年度の調査で認められた魚種の多くが本年度には確認できなかったことなどから、短期間の環境変化によって、魚種交替が頻繁に起こっている可能性がある。このことについては、今後同様の調査を継続することにより明らかにしていきたい。

今回の調査の結果、同一の地点から取水し、農業用水という同様の目的で使用されている水路においても、部分的に自然を残すことにより生物相がよりよく維持されることが明らかとなった。また、舟入川には危急種や希少種が確認されたことから、これらの魚種の繁殖保護を図るためにも、現在の環境を維持していく取り組みが必要であると考えられる。

最後に、舟入川は当初3面張りにされる計画であったが、従来周辺住民の多くが井戸水を使用していたことから、水源となる伏流水の確保のため水路底部を自然のままに残したいとの要望があり、2面張りに変更した経緯があるとのことであった。このような地域住民の古くからの生活様式が結果的に環境保全につながっているという事例は、同じ生活圏内で生活するヒトと野生生物が共存するための方策を探る上で多くの示唆を与えると思われる。したがって、今後、川干に関しては、生物学的調査に加えて地域の生活様式、慣習、歴史および産業構造の変遷など、社会学的観点からの検討も併せて行いたい。

【参考文献】

- 1) 奥田重俊・柴田敏隆・島谷幸宏・水野信彦・矢島 稔・山岸 哲：フィールド総合図鑑, 川の生物. 財団法人リバーフロント整備センター編, 山海堂, 東京, (1996)
- 2) 奥田重俊・柴田敏隆・島谷幸宏・水野信彦・矢島 稔・山岸 哲：川の生物図典. 財団法人リバーフロント整備センター編, 山海堂, 東京, (1996)
- 3) 落合 明・古屋八重子・大野正夫・谷口順彦：高知県の淡水生物, 高知県内水面漁業協同組合連合会, 高知, (1984)
- 4) 川那部浩哉・水野信彦編：山溪カラー名鑑, 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京, (1998)
- 5) 水産庁編：日本の希少な野生生物に関するデータブック. (社)日本水産資源保護協会, 東京, (1998)

6) 中坊徹次：日本産魚類検索. 東海大学出版会, 東京, (2000)

7) 水野信彦・御勢久右衛門：河川の生態学, 生態学研究シリーズ2. 築地書館, 東京, (1980)

(助言・指導)

土佐山田町立楠目小学校

時久恵子 土佐山田町立楠目小学校 校長

岡崎恵子 土佐山田町立楠目小学校 教諭

松木公宏 土佐山田町立楠目小学校 教諭

調査員 (4年生)

サンプリング／放流		分類・同定／放流
伊井拓也	宮地 翼	植田早苗
幾井 稜	畦地 紅	小野川緑
大石祥平	岡田雅梨亜	西岡 彩
大石一心	久保直子	西山美沙貴
奥宮広起	田所由惟	前田奈保
門脇卓也	田村なつみ	三谷有暉
坂本直樹	原 あい	山中亜瑞桂
馬場 薫	原 弥生	依光由記
原 直希	半田未来	
福留雄大	板東由望	
藤原大高	溝口美知代	
松田圭介	山崎有紀子	

土佐山田町立山田小学校

明石俊彦 土佐山田町立山田小学校 校長

野島和子 土佐山田町立山田小学校 教諭

大井厚志 土佐山田町立山田小学校 教諭

野田 綾 土佐山田町立山田小学校 教諭

高野京子 土佐山田町立山田小学校 教諭

刈谷寿子 土佐山田町立山田小学校 教諭

調査員（5年生）

サンプリング		サンプリング
東 正人	公文麻祐子	桑名美佳
池上喬広	大井尚子	坂田みずき
窪田成幸	大岡美穂	分類・同定
笹 悠大	岡崎希望	西山 満
島田裕也	加藤みなみ	蓮池祥次
竹村翔平	鎌倉若菜	細川直久
徳広直秀	小松未来	山本正樹
中西 康	小松利英子	小原し乃
橋詰洋和	十市菜穂	藤野真歩
平田幸男	西岡 舞	横畠里沙
藤野大地	西本 好	田村健太
三谷新吾	日浦加津美	西山 拓
八井田 陽	福岡千明	藤崎昌一郎
石川あみ	別役香奈	藤原亮太
猪野みどり	山本結香	矢野勇樹
大峰悠介	三宮智子	岩越麻由
尾神弘一	下村実由紀	喜多亜樹
武内一弥	田口絢子	桑瀬貴子
田辺優弥	中西春菜	都築美幸
永瀬 弦	西村 恵	村山知里
西岡雅俊	西本志織	
西川翔太郎	野村光美	
福留康介	堀川奈緒美	
藤川潤也	村山知里	
前田佳寛	横山亜里砂	
森本 翔	依光香奈	
山岡大栄	小谷啓太	
岩越麻由	十亀美沙	

【謝辞】

本調査の実施にあたり、水路図の提供、水路の浚渫作業への特別の御配慮等、多大なご協力をいただいた管理団体 山田堰井筋土地改良区の皆様ならびに水生昆虫の採集、分類についてご指導いただいた石川妙子女史に厚くお礼申し上げます。

Plate-1 山田分水工樋門（樋門より上流側を望む。底部のコンクリートが露出している。）

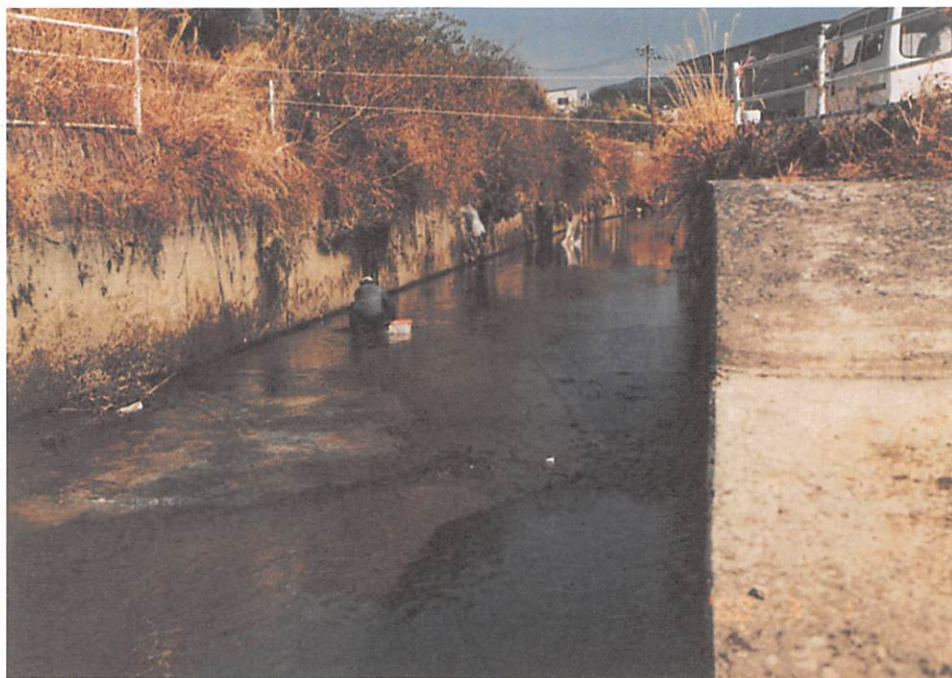


Plate-2 舟入川（底部に大量の水草が繁茂している。）



Plate-3 イチモンジタナゴ (希少種)

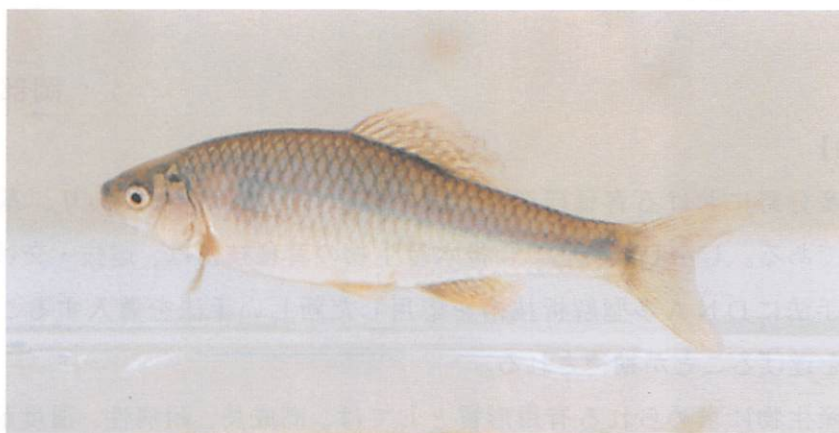


Plate-4 ビワヒガイ



Plate-5 アカザ (危急種)



PCR法を活用した病原体検出法および育種法の効率化の研究 アユの優良系統作出に関するDNAマーカー利用技術の開発

岡部正也・佐伯 昭

【目的】

水産分野における育種研究は、まだ緒についたばかりであり、基盤整備が急がれる状況である。しかしながら、今後水産生物の育種技術は、選抜・交雑法を中心とした伝統的手法にDNA多型解析技術を応用した新しい手法を導入することにより飛躍的な発展を遂げることが期待される。

水産生物に求められる有用形質としては、高成長、耐病性、温度耐性、抗ストレス耐性などがあげられるが、これらのうち、温度耐性については、当センターのアユを対象としたこれまでの研究（新品種作出基礎技術開発事業）により、高水温耐性系統作出に関する知見が集積されているところである。そこで、本研究では、これらの知見を基礎として、より効率的な育種法を開発するため、選抜、交雑などの育種操作における遺伝子型の変化を直接捉えることが可能なDNAマーカーの利用を検討する。

これまでの結果から、アユの温度耐性形質については遺伝率が比較的 low、個体選抜法のみでは十分な選抜効果が得られない可能性が示唆された。そこで、本年度は、マイクロサテライトDNA多型解析による家系判別法を応用し、温度耐性形質の選抜に対する家系選抜法の有効性を知るため、以下の項目について検討した。

- 1) 家系選抜において、家系間の環境分散をより小さくするため、混合飼育時における Microsatelite マーカーを利用した家系判別法の検討をおこなった。
- 2) 高温選抜実験により得られた高温耐性群および感受性群について各マーカー頻度の比較を行った。なお、各群の遺伝的多様度を示す指標は、POPGENE Ver1.31 を用いて求めた。

【方法】

雌雄1対1で交配して作出した7家系のアユ仔魚各20尾、合計140尾を同一水槽で混合飼育し、水温20℃で20日間飼育後、昇温し、高温選抜実験を行った（Fig-1）。実験は昇温開始から全数死亡まで継続し、下位20尾（もっとも低い温度で死亡したものから20尾）および上位15尾（もっとも高い温度で死亡したものから15尾）から常法によりDNAを抽出、精

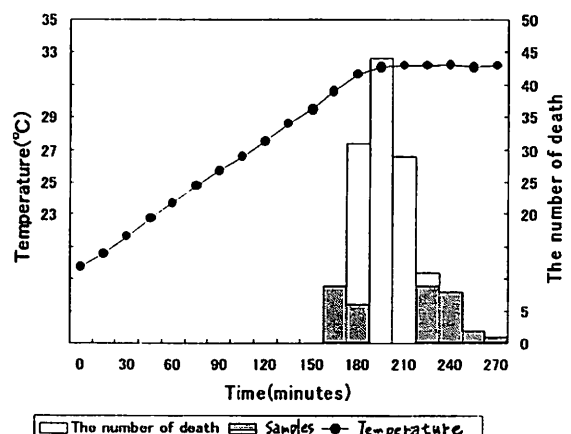


Fig-1 昇温選抜実験結果

製し、Pal2,Pal3 および Pal4 の 3 マーカー座について多型解析を行い、各家系の親魚のものと比較することにより、家系判別を行った。

【結果および考察】

1) 家系判別については、上位、下位計 35 個体についてすべて可能であった。これらは、親魚で特に多型の大きい Pal4 のみですべての個体が判別可能であった (Table-1)。これらの結果から、高温耐性群、感受性群の各群において、各家系の占める割合を見ると (Fig3)、No.7,9,10 の 3 家系は耐性、感受性両方の群において高い頻度で見られたのに対し、No.5 は高温耐性群に多く、感受性群には少なかった。また、No.4,8 は感受性群のみで認められた。これらの結果から、高温耐性形質の変異は、家系間で大きく異なると考えられた。

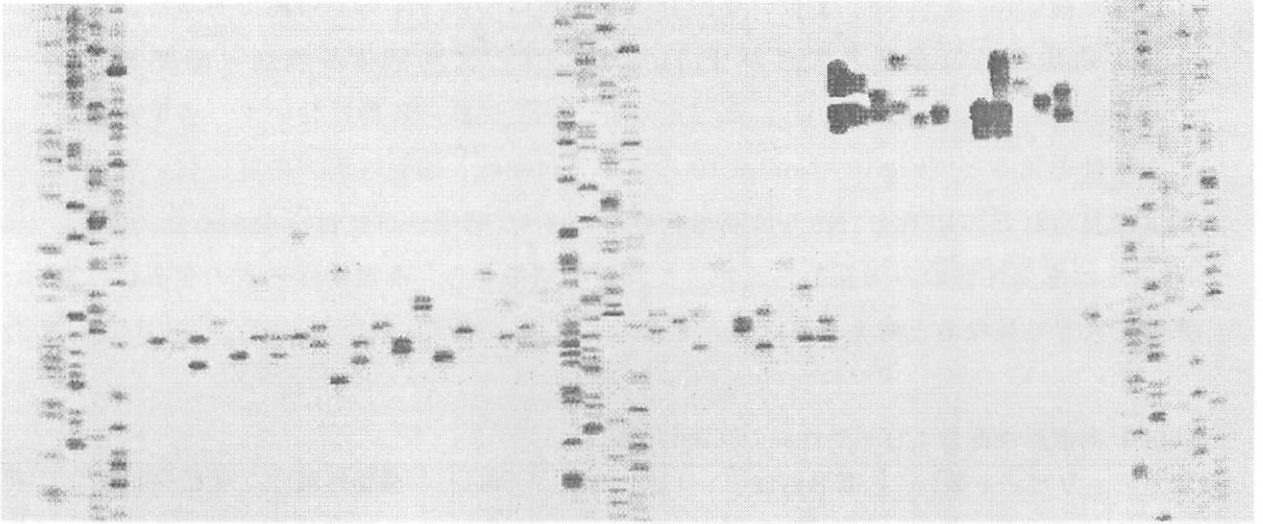
Table-1 高温耐性群および感受性群の家系判別結果

親魚	リピート数		高温耐性群	リピート数		判定	感受性群	リピート数		判定
3♂	133	115	H1	125	118	9	L1	118	111	9
3♀	129	110	H2	125	116	5	L2	125	118	9
4♂	127	115	H3	161	116	5	L3	118	111	9
4♀	125	116	H4	123	113	10	L4	125	107	9
5♂	161	125	H5	151	143	7	L5	151	143	7
5♀	119	116	H6	127	125	10	L6	125	107	9
7♂	143	110	H7	125	107	9	L7	133	110	3
7♀	151	123	H8	123	110	7	L8	161	119	5
8♂	131	110	H9	118	111	9	L9	127	115	4
8♀	115	112	H10	125	119	5	L10	143	123	7
9♂	125	111	H11	115	110	3	L11	127	115	4
9♀	118	107	H12	125	118	9	L12	143	123	7
10♂	127	113	H13	161	119	5	L13	123	113	10
10♀	125	123	H14	127	123	10	L14	133	110	3
			H15	161	116	5	L15	118	111	9
							L16	111	107	9
							L17	123	113	10
							L18	143	123	7
							L19	115	110	8
							L20	127	125	10

Fig-2 各マイクロサテライトマーカー座における電気泳動像

Plate1-1

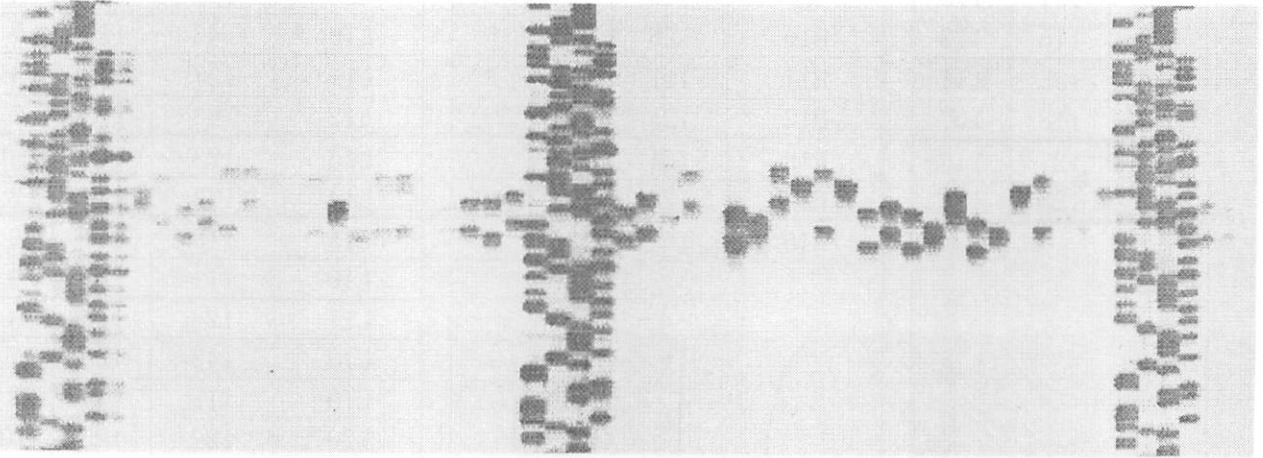
Pa12 (F: 5' -TCACACTCCCTCACTGGCAC- 3' R: 5' -TTCAGCACACACATTATCTCAC- 3')



ACGT 3♂3♀4♂4♀5♂5♀7♂7♀8♂8♀9♂9♀10♂10♀H1H2H3H4H5 ACGTH6H7H8H9H10H11H12H13H14H15

Plate1-2

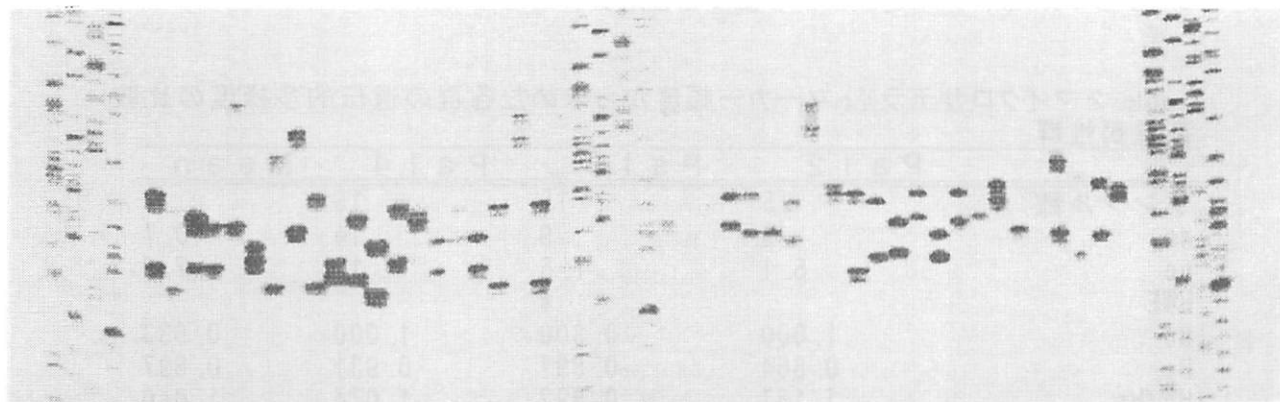
Pa13 (F: 5' -TCACCGCTTCTCCTGTTCTC- 3' R: 5' -AGTATTTATTTCAACCCGTC- 3')



ACGT 3♂3♀4♂4♀5♂5♀7♂7♀8♂8♀9♂9♀10♂10♀L1L2L3L4L5 ACGTL6L7L8L9L10H1H2H3H4H5H6H7H8H9H10H11H12H13H14H15

Plate1- 3

Pal4 (F : 5' -GTCCAGGAAGGGCTTGT- 3' R : 5' -GTCTGGTAAAAGCAAGGCGT- 3')



ACGT 3♂3♀4♂4♀5♂5♀7♂7♀8♂8♀9♂9♀10♂10♀L1L2L3L4L5 L6L7ACGTL8L9L10H1H2H3H4H5H6H7H8H9H10H11H12H13H14H15

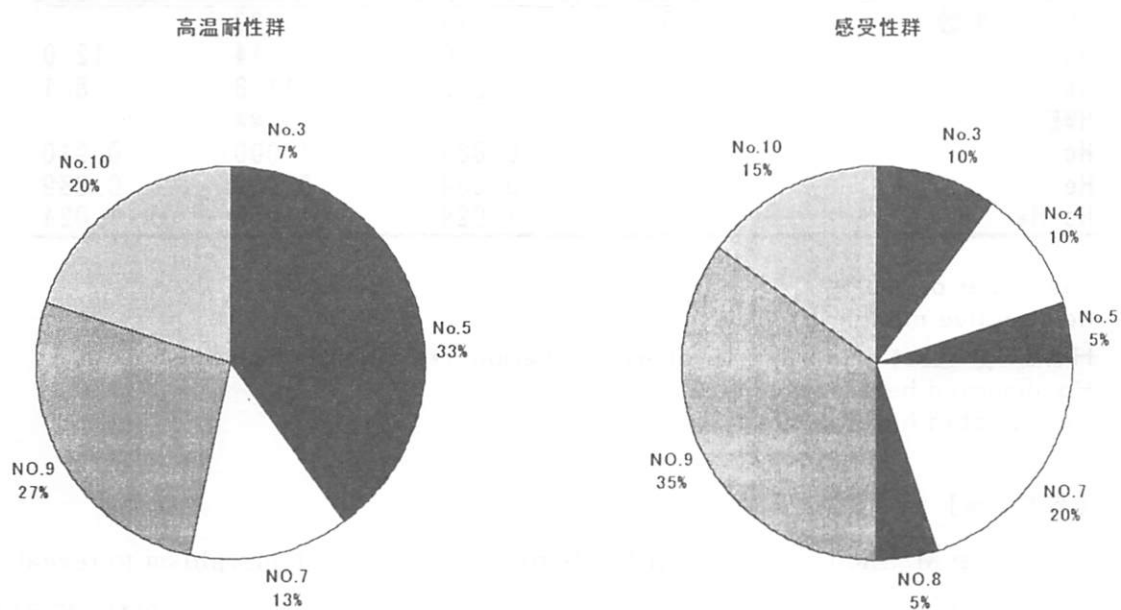


Fig-3 各群における各家系の占める割合

2) 高温耐性群、感受性群の各群において、解析したマイクロサテライトマーカー座3マーカー座から推定された遺伝的多様度を表す指標を Table-2 に示した。高温耐性群の Pal3、感受性群の Pal4 マーカー座の遺伝子頻度には、Hardy-Weinberg 平衡からの有意なずれが認められたが、すべてのマーカー座を用いて行った集団の異質性の検定では2群間の遺伝子頻度に有意な差は認められなかった。また、有効遺伝子座数、ヘテロ接合体率の観察値および期待値にも両群間で明確な差は認められなかった。これは、本実験で用いた家系が天然親魚集団から作出した1代目であり、各家系間の遺伝的変異が小さかったためと推察されるが、継代2代目以降では同祖接合体率の増加やそれに伴う近郊弱勢の顕在化、形質の固定化などの現象が顕著になり、家系間のマーカー頻度に変化が生じる可能性が考え

られる。従って、今後も家系の兄妹交配による継代を継続し、マイクロサテライト DNA 多型解析と形質評価を併せて行うことにより、各家系の継代によるマーカー頻度の変化をモニタリングし、家系選抜による温度耐性形質の固定を目指す。

Table-2 マイクロサテライトマーカー頻度から求めた各群の遺伝的多様度の比較
高温耐性群

	Pa 2	Pa 3	Pa 4	Mean
サンプル数	15	15	15	
na	9	9	14	10.7
ne	6.1	7.5	10	7.9
HWE		*		
Ho	1.000	0.800	1.000	0.933
He	0.864	0.897	0.931	0.897
Ho/He	1.157	0.892	1.074	1.040

感受性群

	Pa 2	Pa 3	Pa 4	Mean
サンプル数	19	18	20	
na	12	10	14	12.0
ne	6.3	6.2	11.8	8.1
HWE			**	
Ho	0.842	0.889	1.000	0.910
He	0.863	0.864	0.939	0.889
Ho/He	0.975	1.029	1.066	1.024

na:number of alleles

ne:effective number of alleles

HWE: χ^2 test of Hardy-Weinberg equilibrium (*:P<0.05,**:P<0.01)

Ho:observed heterozygosity

He:expected heterozygosity

【参考文献】

- 1) Takagi, M., Shoji, E., Taniguchi, N.: Microsatellite DNA polymorphism to reveal genetic divergence in ayu, *Plecoglossus altivelis*. Fisheries Science, 65(4), 507-512 (1999)
- 2) Falconer, D.S.: 血縁関係からの情報, 量的遺伝学入門 289-308, 蒼樹書房, 東京(1993)
- 3) Francis, Y., Rong-cai, Y., Timothy, B.: POPGENE Version 1.31, <ftp://ftp.microsoft.com/Softlib/MSLFILES/HPGL.EXE>, (1999)

【謝辞】

マイクロサテライト DNA 多型検出法について、終始適切な助言、指導をいただいた、高知県内水面種苗センター 職員 庄司栄治郎氏、ならびに天然親魚の確保に協力いただいた、物部川漁業協同組合 岩上篤彦代表組合長理事に深謝いたします。

海洋構造とアユの分布構造との関連に関する研究 —産卵場における産卵日の確認と流下アユ仔魚数の計数 I—

中島敏男・岡村雄吾¹・山重政則

1 目的

河口域を中心とした浅海域の海洋微細構造とアユ仔稚魚の分布との関連について調査研究し、アユ仔稚魚期の生残・減耗要因を明らかにする。このため、海域に供給される初期資源量として流下仔魚数を計数する。

2 河川の概要

仁淀川は総延長125km、流域面積1,463km²、河川勾配13.6%の1級河川である。高知県と愛媛県を流れ、高知県では四万十川に次ぐ長さであり、四国でも四万十川、吉野川に次いで第3位の長さである。高知県側の流程は75kmで、高知県中央部を流れ土佐市新居と春野町仁ノの堺で太平洋に注ぐ(図1)。

高知県側上流に筏津ダム、峠越堰堤、大渡ダムがあるが、河口から55kmにある最下流の筏津ダムには魚道が設置されていて、海産天然稚アユが遡上する。河川水量は豊かでアユを含め

天然魚族が豊富な河川である。

アユの産卵場は、以前は河口から15km上流の伊野町神谷でも確認されていたが、近年、最上流に位置する産卵場は年々下流に下がっていると言われている。最近では河口から8km上流の伊野町八田が確認される産卵場の上限で、最大の産卵場は河口から3.2km上流の潮感帯直上の瀬に形成されることが多くなっている(図2)。

3 方法

1) 産卵場目視調査

産卵場調査は仁淀川漁業協同組合からの情報に基づき、目視により昼夜間おこなった。夜間調査は漁業組合のおこなう巡回に同行した。漁業組合は産卵場に集まったアユが巡回車のライトに照らされて跳ね上がる状況から産卵場の広さ、産卵親魚数、体長などを推定して落アユ解禁時の情報提供に利用している。



図1 調査河川

¹ 高知県水産試験場

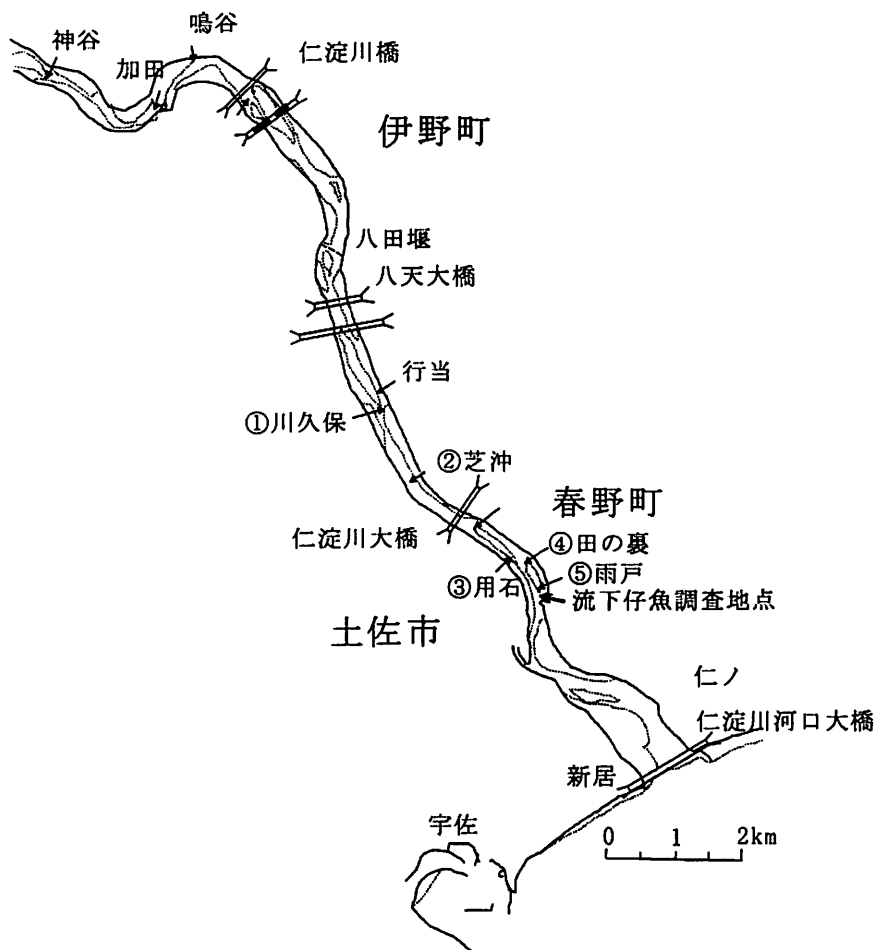


図2 平成12年度仁淀川産卵場

(丸数字：12年度産卵場 ↓：過去も含め確認されている産卵場)

2) 流下仔魚調査

ろ水計付き仔魚ネット（写真参照。網口たて14.4×よこ21.4cm、長さ150.5cm、メッシュNxx8）により、流下仔魚採集をおこなった。

流下仔魚を誤差なく採集するためには瀬の直下のように水深が浅く流れが十分ある場所がよい。このような条件で流下仔魚は水中に一樣に分布しているためである。平成12年度は最下流の産卵場が春野町雨戸及び土佐市用石地先の瀬につくられた。最下流の産卵場直下の流下仔魚調査地点は潮感帯にある。満潮時に河川水の滞留によって水深が深くなると同時に、流れがなくなる。このため、アユ仔魚が流下し始

める日没前後から夜半にかけて流れが十分あり調査地点としての条件を満たすのは、潮汐暦で長潮とよばれる期間に限られる。

平成12年11月から平成13年2月まで、月2回を目安に18時～22時まで、毎時ごとに流下仔魚を採集した。採集地点は川の横断線上に3ヶ所を設定した。各採集地点で仔魚ネットを1分間水中につけ流下仔魚を採集し、10%ホルマリン液で固定後、80%アルコール液で置換した。流下仔魚計数後、単位水量あたりの採集流下仔魚数を算出した。ろ水量は仔魚ネット入口に取り付けたろ水計によって計数・換算した。

総流下仔魚数は以下の手順で推定した。国土

交通省四国地方建設局が管理する仁淀川中島水位計数値を水位(H)・流量(Q)変換式 ($Q=67.20(H-0.94)^2$) を利用して流量に換算した。単位水量あたりの1分間採集流下仔魚数と、河川流量から1時間あたり流下仔魚数を求めた。ただし、流量は大洪水による等、河床がかわったりすると、2年前にさかのぼって水位・流量変換式が改訂される場合がある。この場合は速報値と異なる確定値がこの時点で公表されることになるので、現時点の流量及び換算流下仔魚数は暫定値ということになる。

1時間あたりの流下仔魚数から調査時間内の流下仔魚数を求めた後、1日の流下仔魚数に引き延ばす。このため、通常は25時間連続調査をおこなって1日の流下仔魚数に引き延ばすための係数を得るが、今年度は連続調査ができなかった。

連続調査を河川の平水モード時と濁水モード時におこなうことで流量(流速)の違いによる流下仔魚数増減の時間的ずれを補正することも可能であると考え。また、連続調査の時期をずらすことで、主たる産卵場の位置が季節的に違った場合でも、産卵場と流下仔魚調査地点との距離の違いからくる流下仔魚出現時間のずれを補正することも可能であると考え。

調査時間内の流下仔魚数を1日の流下仔魚数に引き延ばす場合、流下パターンが単峰型か双峰型かも大きな補正要素になる。特に、産卵場が長い流程に分散している場合はもう1つの小さい流下のピークができる。これを双峰型の流下パターンと定義すると、1985、86年の仁淀川流下仔魚調査では双峰型の流下結果が示され、日没ピーク時の1/10程度の流下仔魚数が日の出時に記録されている¹⁾。このころは産卵場がかなり上流まで分散していた時代である。

一方、1987～92年の四万十川流下仔魚調査のうち、90～92年は時間別流下仔魚数が記述されている。この報告では産卵場直下で調査をおこ

なうと、仔魚流下のピークが19時に現れるとしている。このため、90年は産卵場が調査地点直上と2.5km上流の2ヶ所に形成されたことが原因で流下のピークが18時と20時または19時と21時の2回みられたとしている。また、このことを双峰型の流下パターンと定義している²⁾。91年は調査地点直上のみ産卵場が形成されたため、19時に流下ピークが現れる典型的な単峰型としている³⁾。92年は単峰型としているが、20時と21時に流下のピークが遅れて現れている。ピークの遅れの理由として調査地点より8km上流に主たる産卵場ができていた可能性に言及しているが、過去2年よりひどい濁水状態であったこともあげている⁴⁾。1～2時間の流下ピークのちがいは流量(流速)の多少で十分説明がつくと考える。いずれにしても日没後、夜半前にほとんど全ての仔魚が流下しているといえる。現在の仁淀川の産卵場は流下仔魚調査地点から上流3.5kmの範囲にある。その間に流下仔魚が長時間滞留するような大きな湛水域もないことから、単峰型の流下パターンを示すと仮定した。

調査期間内の流下仔魚数を求めるため、調査日間の流下仔魚数は直線的に増減すると仮定した。

年度の総流下仔魚数を求めるために流下開始日と流下終了日の確認が必要である。流下終了日は流下仔魚数も十分少なくなった調査最終日とした。流下開始日は流下がその直前におこなわれたと推測される場合などは、採集した流下仔魚の耳石日齢査定などから算出されるが、今年度は調査開始が大幅に遅れたため開始日の確認はできなかった。流下開始日を確認できないものの、11月21日の第1回調査はおおむね流下のピーク時期におこなわれたと仮定した。

4 結果と考察

1) 産卵場目視調査

平成12年度に確認した産卵場は5ヶ所であった。河口から3.2~6.7kmの間にあった。

仁淀川における最初の産卵情報は禁漁期間(10月15日~12月1日)前の10月7~8日に土佐市用石地先③の瀬に付いていたというものであった。10月13日の調査時、付近に居合わせた横掛け(ころばし)釣漁業者3名、投げ網漁業者3名、投網漁業者1名から情報収集をおこなったが、1名が「2~3日、少量ついていたらしいと噂されているのを聞いた」というのみで、確認はできなかった。

11月初旬、産卵場になる可能性のある場所に鳥がみられはじめた。産卵親魚は11月10日夕方の調査で、春野町田の裏地先④に多く、春野町芝沖②春野町雨戸⑤、は少なかった。11月13日夜間の調査で、土佐市川久保地先①、芝沖②は並で、用石③は多かった。11月18日以降、田の裏④の産卵場が雨戸⑤に移った。12月1日の解禁日も雨戸⑤が最大の産卵場と出漁者に認識されていた。この漁場は落ちアユ解禁日、解禁後とも横掛け漁や網漁の人出が他の漁場に比べ群を抜いていた。

しかし、流下仔魚が19時までにはふ化して流下するという観点をとれば、11月調査時の流量が

43.01m³/sの時に流下のピークが19~20時、12月調査時以降の流量が13.01~14.84m³/sの時に流下ピークが20~22時になっているのは(表1、図3)、最大に見える最下流の産卵場が必ずしも最大の流下仔魚発生源とは限らないように思える。これは、禁漁期間中においては解禁時に備えて漁業者が場所取りのための河床改良を頻繁におこなっていたこと、解禁後は夜を徹して漁獲されていたため、漁場に見えていた親魚数に比べ産卵量又は孵化数が少なかった可能性も考えられる。

各産卵場とも魚体は全長15cm以下と小さく、産卵に加わらないまま漁獲されるアユも多いと懸念されていた。

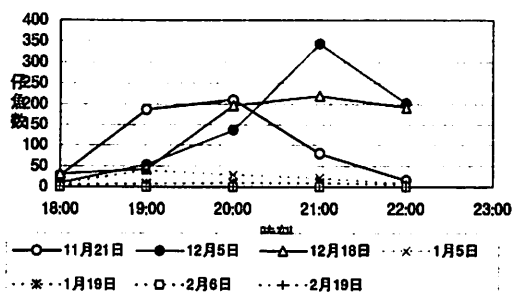


図3 観測時間別流下仔魚数/m³

表1 調査時流下仔魚数/m³

	11月21日	12月5日	12月18日	1月5日	1月19日	2月6日	2月19日
18:00	27	10	31	7	4.4	0.00	0.00
19:00	187	53	43	40	7.9	0.23	0.00
20:00	210	136	196	28	9.8	0.20	0.29
21:00	80	344	220	21	9.5	0.36	0.00
22:00	16	202	192	9	5.9	0.00	0.00
23:00							
流量m ³ /s	43.01	14.84	14.22	13.01	13.01	13.01	13.01
日流下仔魚数	87,366,195	40,639,274	41,083,907	5,107,000	1,923,785	36,859	14,973
調査時水温℃	15	14	12.9	9.2	10.1	9.25	10.45

2) 流下仔魚調査

11月21日～2月19日の調査期間中の流下仔魚採集実数は11,113尾（表2）、流下仔魚総数は19億1千万尾と推計した（表3）。11月21日の調査開始日前後が仔魚流下のピークと仮定して（図4）、1日の流下仔魚数のピークを挟んで前期、後期の流下仔魚数が同程度と見れば12年度の総流下仔魚数は38億2千万尾と見積もられる。流下開始から急速に流下のピークに達し、以後、だらだらと流下が続くパターンであれば、前期1/3、後期2/3と見て総流下仔魚数は28億7千万尾と見積もられる。

過去2回おこなわれている仁淀川アユ流下仔魚調査結果では、1985年35億尾、86年24億8千万尾と算出されている（表4）。

5 次年度の課題

- 1) 仔魚流下開始日の確認。流下ピークの確認。
- 2) 25時間連続観測方法の検討。

表2 流下仔魚採集実数

調査月日	採集仔魚数
11月21日	2,670
12月5日	3,983
12月18日	3,525
1月5日	653
1月19日	276
2月6日	4
2月19日	2
合計	11,113

表3 調査期間総流下仔魚数の推計

調査間日数	14	13	18	14	18	13	総計
流下仔魚数/日	64,002,735	40,861,590	23,095,454	3,515,392	980,322	25,916	
調査間流下仔魚数	896,038,285	531,200,675	415,718,163	49,215,494	17,645,789	336,904	1,910,155,309

6 要約

- 1) 平成12年度の仁淀川の産卵場は河口から上流3.5～6.7kmの間で、5ヶ所確認された。
- 2) 11月21日～2月19日の調査期間中の流下仔魚総数は19億1千万尾と推計した。平成12年度の仁淀川の総流下仔魚数は28億7千万尾～38億2千万尾と見積もられる。

図4 調査期間中の流下仔魚数と水温変化

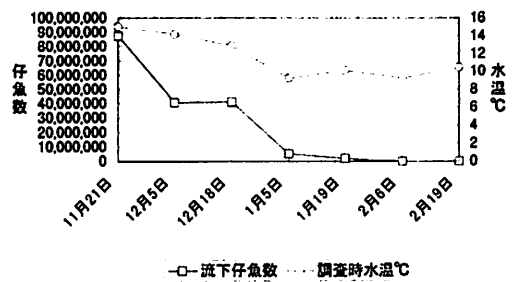


表4 県内流下仔魚調査結果 単位：億尾

	1985	86	87	88	89	90	91	92	2000
四万十川			37.3	53.9	43.4	65.1	63.8	38.0	
新莊川	1.3	1.0			2.0				
仁淀川	35.0	24.8							19.1-38.2
物部川	3.6	8.5					11.6		
伊尾木川	2.4	1.2							

参考資料 85,86年:アユ資源概況調査報告書(1)、1987,高知県内水面漁業センター
 87,88年:昭和61・62・63年度業務報告、1991,高知県内水面漁業センター
 89-91年:平成元・2・3年度業務報告、1992,高知県内水面漁業センター
 92年:平成4・5・6年度事業報告書、1996,高知県内水面漁業センター

7 参考文献

- 1) 広田仁志他,1987:アユ資源概況調査報告書,高知県内水面漁業センター,49-57.
- 2) 森山貴光他,1992:四万十川におけるアユ産卵用親魚の放流と仔魚の流下状況について,平成元・2・3年度報告,高知県内水面漁業センター,100-115.
- 3) 森山貴光他,1992:平成3年四万十川におけるアユ産卵用親魚の放流と仔魚の流下状況について,平成元・2・3年度業務報告,高知県内水面漁業センター,165-176.
- 4) 森山貴光他,1996:四万十川におけるアユ産卵用親魚の放流と仔魚の流下状況について,平成4・5・6年度事業報告書,高知県内水面漁業センター,59-70.

地名呼称

仁淀川	によどがわ
四万十川	しまんとがわ
筏津ダム	いかなづ
峠越堰堤	とうのごえ
大渡ダム	おおど
伊野町神谷	いのちょうこうのたに
八田	はた
春野町仁ノ	はるのちょうにの
用石	もちいし
雨戸	あまど

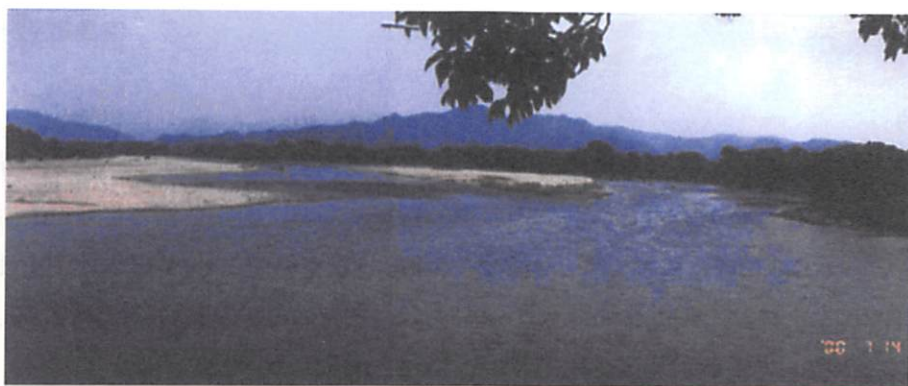


写真1 春野町大上から流下仔魚調査地点を望む

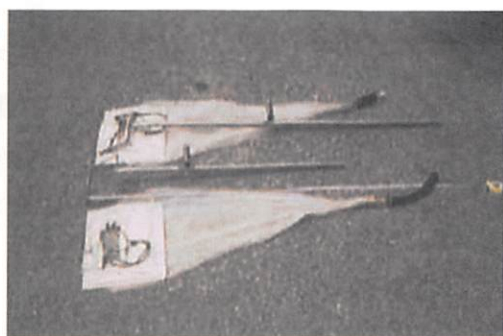


写真2 流下仔魚採集用柄付きネット

海洋構造とアユの分布構造との関連に関する研究 —浅海域におけるアユ仔稚魚の分布・回遊調査 I—

中島敏男・山重政則

1 目的

外洋に注ぐ河川の河口周辺沿岸浅海域の海洋微細構造とアユ仔稚魚の分布との関連について調査研究し、アユ仔稚魚期の生残・減耗要因を明らかにする。

2 方法

調査地点は土佐湾に注ぐ仁淀川河口周辺海域である。沿岸に沿って6 km、沖側に2 kmを調査範囲とした。調査定点を12点もうけ、定点の位置をおおむね水深10、15、25 mに配置した(図1、2)。

調査期間は2000年11月から2001年4月まで月1回、稚魚ネットを曳いて仔稚魚を採集した。採集物はただちに10%海水ホルマリンで固定した後、80%アルコールに置換した。採集物の中からシラス型仔稚魚とその他の仔稚魚を選別して、採集数と体長範囲を計測した。シラス型仔稚魚からさらにアユ仔稚魚を分離し、アユ仔稚魚は体長測定後耳石による日齢査定に供した。

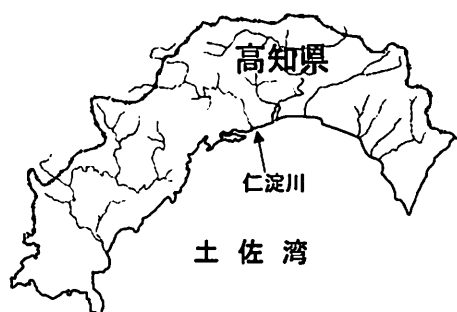


図1 調査位置

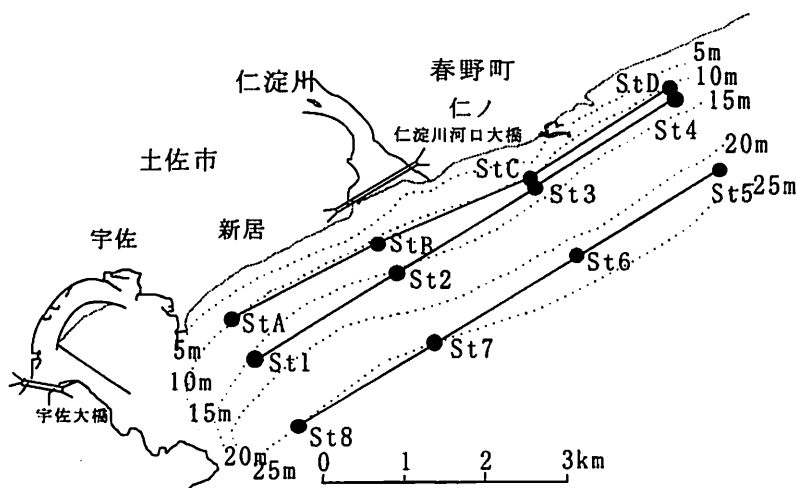


図2 調査海域

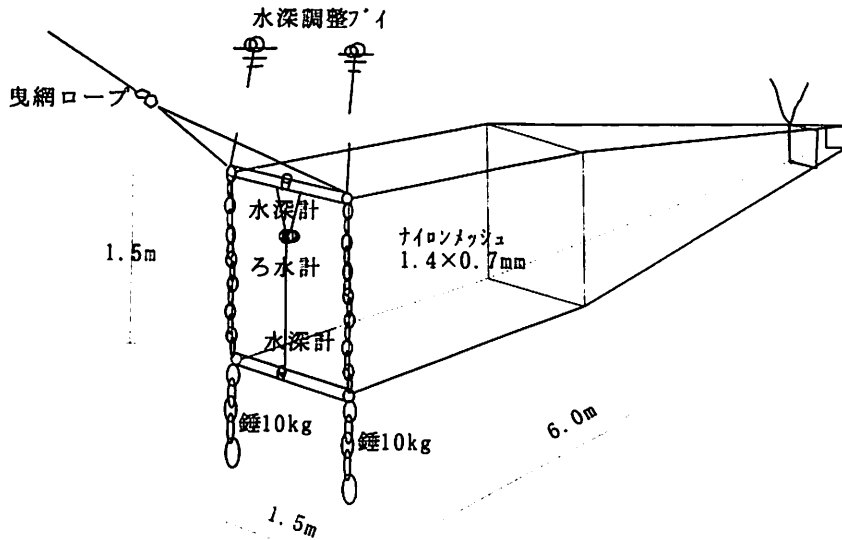


図3 角稚ネット

調査に使用した角形稚魚ネット（角稚ネット）は網口1.5×1.5m、長さ6m、ナイロンメッシュ目合1.4×0.7mm（福井漁網#1800A）である。網枠は上下をステンレス棒で作製し、左右はチェーンにして折り畳めるようにした。折り畳みにすることにより船上での取り扱いが容易であった。曳網ロープによる網口前面での稚魚の逃避を避けるため曳網ロープは上側ステンレス棒にのみとりつけた。下側ステンレス棒に重さ20kgの錘をとりつけ、網口を広げるためにバランスをとった。網口の広がりには枠の上下にとりつけた水深計で読み取った。常に1.1m前後の投影幅を保っていることが確認された。網口にとりつけたろ水計の回転数と網口投影面積からろ水量を算出し、単位あたりの仔稚魚数を求めた（図3）。

曳網方法は10～12月は中層水平曳き（一部定点は各層曳き）をおこない、1～4月は階段曳きをおこなった。各定点での曳網方向はSt1→St2の様に同一水深に沿うように設定した。曳網時間は中層水平曳きは10分とした。階段曳きは底層、中層、表層の水平

曳き各2分に、所定層まで曳網しながら稚魚ネットを巻き上げる時間を加えて設定した。測位は古野電気㈱製カラーGPSプロッターGP-1610CFを使用した。測深はカシオ計算機㈱製ダイバーウォッチCASIO LOG MEMORY1473を使用した。ろ水量計測は離合社4針ろ水計を使用した。

3 結果と考察

1) アユ仔稚魚の採集

11月に4尾、12月に1尾を採集した。体長範囲はそれぞれNL6.5～6.7mm、6.6mmで、後期仔魚期に該当する（表1）。

表1 角稚ネットアユ仔稚魚採集尾数/千m³

St	月						
	10	11	12	1	2	3	4
A			0	0	0	0	0
B		0	0	0	0	0	0
C				0	0	0	0
D				0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	0
2	0	0	0.4	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	2.1	0	0	0	0	0
8		0	0	0	0	0	0
合計	0	2.1	0.4	0	0	0	0
NL(mm)		6.5-6.7	6.6				

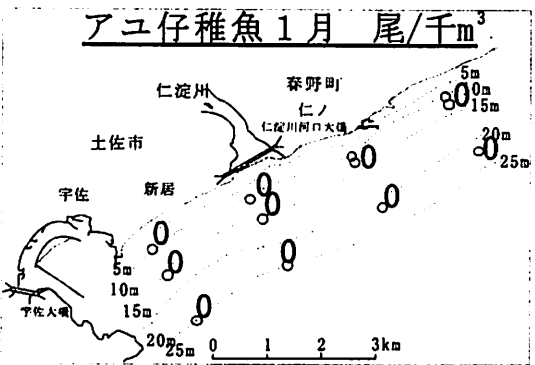
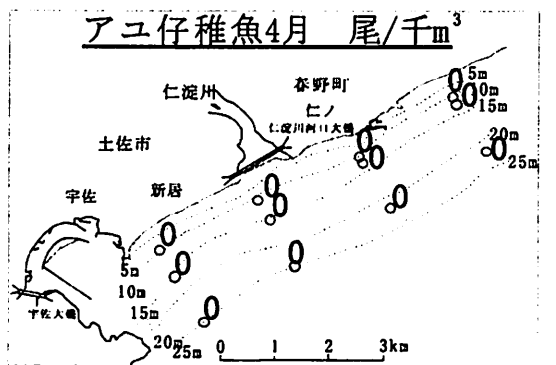
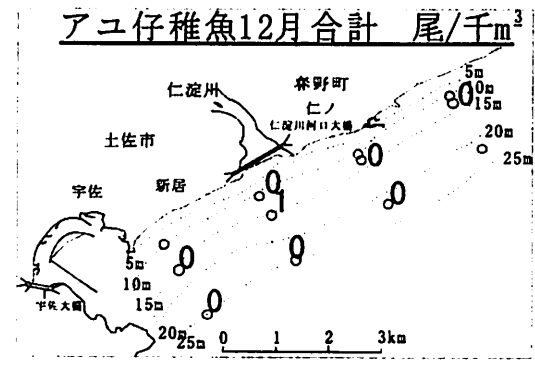
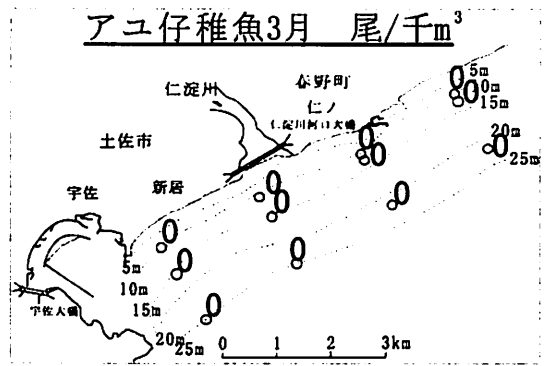
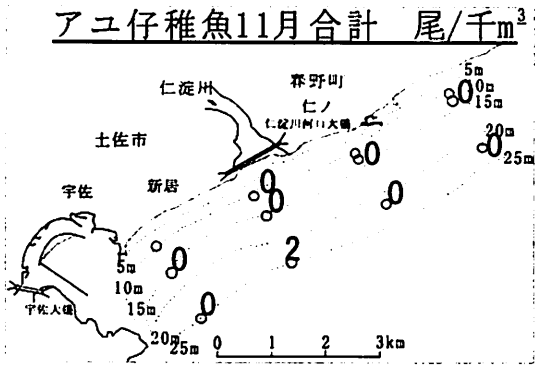
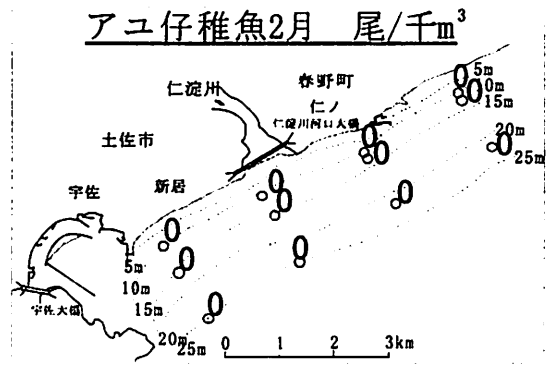
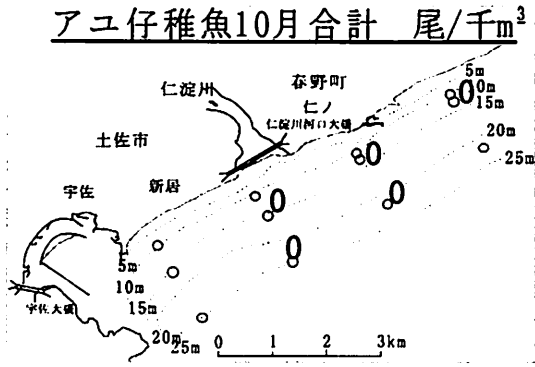


図4 アユ仔稚魚採集位置

採集位置は仁淀川河口沖合の定点2（水深15m）と7（水深25m）であった（図4）。定点2と7の位置は漂流ブイ追跡調査結果から仁淀川河川離岸流→沿岸水・沖合水潮目→河川循環流に位置すると推察される¹⁾。

採集水深は11月の定点7が2m層曳き3尾、6m層曳き1尾、12月の定点2が2.5m層曳き1尾であった（図5、6）。船尾曳網のため、2m曳きでは表層仔稚魚が、中層水平曳きでは水平曳き終了後揚網までにより上層の仔稚魚が混入する場合も考えられる。

2) 角稚ネットの採集性能について

アユ仔稚魚の採集尾数が少なかったことで採集用具がアユ仔稚魚の採集に適していないのか、海洋生活期のアユ仔稚魚が調査範囲に少なかったのか検討をおこなった。

網のアユシラスに対する効率は全長20mm以上35mmまでのイワシシラスが採集されていることから、良いと推測される（表2）。

今回同じ調査海域を使って共同研究としておこなっているイワシシラス機船船曳網漁業のアユシラス混獲調査においても、全くと言っていいほど混獲が見られなかったことから、アユシラスが少なかったことが推察される²⁾。この調査と類似のイワシシラス機船船曳網試験操業が2000年1～3月におこなわれており、この時は試験操業を中止する話がでるほどのアユシラスの混獲を見ている³⁾。その後、2000年5月に仁淀川では海産稚アユの多数の遡上が観察され、産卵期には全長15cm未満の小型魚が産卵親魚の多数を占める現象が見られたことから、遅く遡上した海産稚アユが多かったことが首肯されている⁴⁾。

この時の調査で水深10m線でもアユシラスが多数混獲されたことで、今回、最浅の調査ラインを10mに設定した。しかし、2000年10月～2001年4月調査のように、アユシラスが少ないと考えられる年は、水深10m

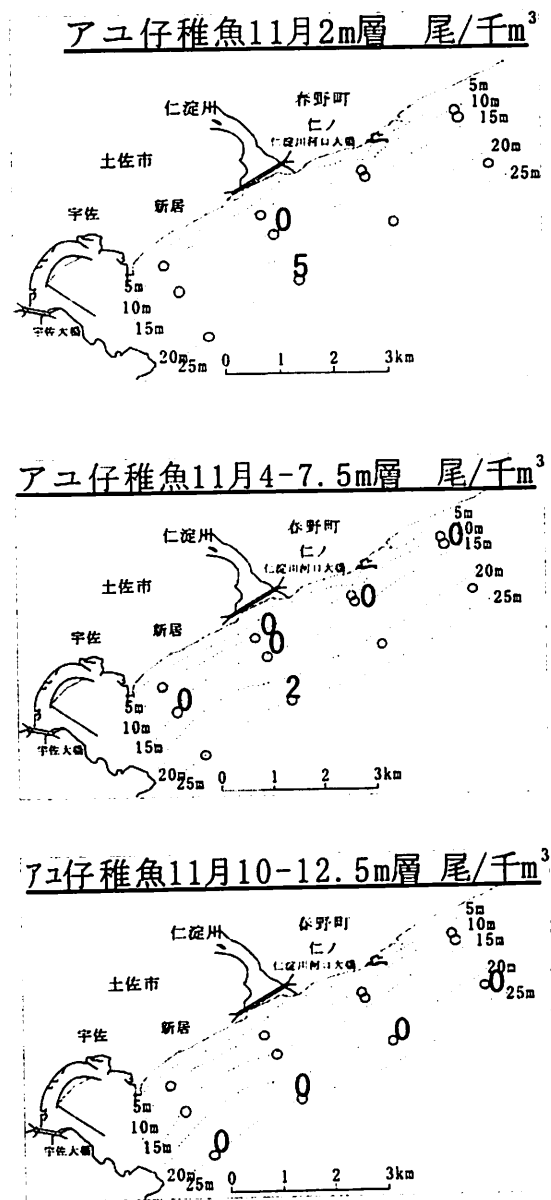


図5 11月水深別アユ仔稚魚採集位置
(尾/千m³)

線でアユ仔稚魚が見られないことがわかった。比較できる数値が前年にないが、今回の碎波帯内汀線際調査で標準体長8～40mmまでのアユ仔稚魚が8,212個体採集されている⁵⁾。結論として、海洋生活期アユ仔稚魚は、少ない年でも、汀線と水深10m線の間には棲息すると考えられる。水深5m線に調査ラインを追加設置する必要がある。

4 次年度の課題

1) 調査定点を水深 5 m に追加設置し、アユ仔稚魚サンプルの確保につとめる。

2) アユ仔稚魚の確認された定点で各層曳きをおこない、水深別棲息状況を知る。

5 要約

1) 外洋に注ぐ仁淀川河口周辺海域で、沿岸に沿って 6 km、沖側に 2 km を調査範囲とし、水深 10、15、25m に調査定点を配置した。

2) 稚魚ネット調査を 10～4 月におこない、アユ後期仔魚を 11 月に 4 尾、12 月に 1 尾採集した。体長はそれぞれ 6.5～6.7mm、6.6mm であった。

3) 採集位置は仁淀川河口に垂直に沖合の水深 25m と 15m にある定点であった。採集水深は 2 m、6 m 及び 2.5m であった。

6 参考文献

1) 木村靖保, 2001: 仁淀川河口沿岸海域における河川水の分散形態と水温・塩分分布, 平成 13 年度第 1 回プロジェクト・共同研究推進会議資料, 高知大学農学部

2) 東健作・高橋勇夫, 2001: シラス漁獲物標本調査, 平成 13 年度第 1 回プロジェクト・共同研究推進会議資料, 西日本科学研究所

3) 高知県, 2000: アユ広域分布調査結果概要, 平成 12 年度第 1 回プロジェクト研究推進会議資料

4) 中島敏男・岡村雄吾・山重政則, 2001: 海洋構造とアユの分布構造との関連に関する研究, 平成 12 年度事業報告書, 高知県内水面漁業センター

5) 東健作・高橋勇夫, 2001: 砕波帯調査, 平成 13 年度第 1 回プロジェクト・共同研究推進会議資料, 西日本科学研究所

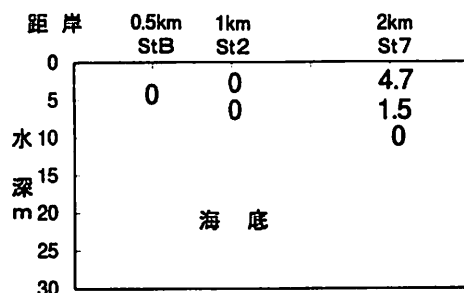


図 6 11 月仁淀川河口沖合距岸・水深別アユ仔稚魚採集位置 (尾/千 m^3)

表 2 角稚ネットイワシ類仔稚魚採集尾数/千 m^3

St	月						
	10	11	12	1	2	3	4
A			0	6	4	0	18
B		123	1	2	5	0	17
C					20	3	7
D					33	9	1
1		175	3	1	23	4	88
2	52	127	2	3	128	3	14
3	22	380	1	2	37	6	4
4	24	60	1	4	108	15	8
5		295	0	16	228	9	17
6	36	179	10	32	133	7	9
7	28	59	6	6	98	84	7
8		84	5	4	74	55	12
合計	162	1482	29	76	891	194	200
全長(mm)		5-13	4-11	6-20	6-16	6-22	6-22

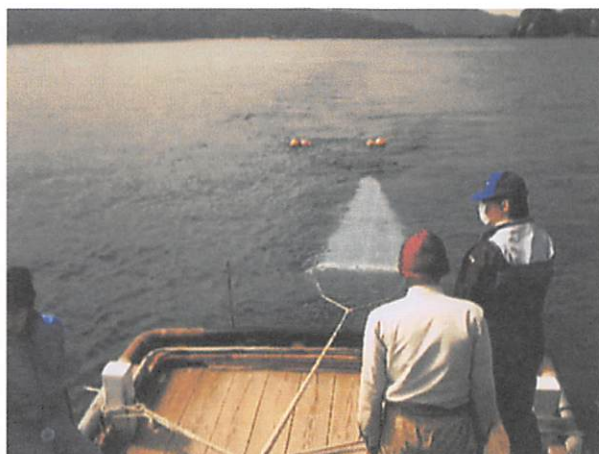


写真1 航走しながら稚魚ネット巻き揚げ



写真2 稚魚ネット引き揚げ

Ⅲ 資 料

平成12年度 飼育用源水の水温

日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1	12.1	13.3	14.4		18.7	19.1	21.1	20.8	19.9	18.4	14.3	12.4
2		13.6	14.5	16.5	18.4	19.3	21.2	21.1	20.0	18.4	14.2	12.1
3	12.9	13.4	14.4	16.8		19.3	21.3	20.8	19.6	18.3		12.3
4	13.0	13.7	14.5	16.4		19.6	21.3		19.8	18.3	14.1	11.8
5	13.0	13.7	14.7	16.7		19.4	21.3	20.7	19.3	18.1	14.2	11.6
6	12.8	13.7	14.8	17.0	18.6	19.4	21.3	20.7	19.4	18.1	14.1	11.6
7		13.7	15.4	17.1	18.8	19.4	21.2	20.8	19.9	17.8	14.0	11.6
8	13.7	13.8	15.2	16.8	18.9	19.5	21.3	20.8	19.8	17.8	13.9	11.4
9	13.3	13.8	15.5	17.0	18.9	19.4	21.3	20.6	19.6	17.8	13.7	11.3
10	13.2	13.7	14.3	17.5	19.0	19.4	21.3	20.4	19.8	17.6	13.6	11.2
11	12.9	13.8	14.7	17.2	19.0	19.5	21.4		19.6	17.3	13.6	11.2
12	13.0	13.8	14.6	17.1	19.1	19.7	21.3	20.6	19.3	17.2	13.6	11.2
13	13.1	13.7	14.7	17.4	19.2	19.8	21.3	20.3	19.4	17.1	13.5	10.9
14	13.0	13.7	14.8	17.1	19.3	19.9	20.9	20.6	19.4		13.3	11.1
15		13.8	15.0	17.7	19.1	20.1	21.1	20.6	19.2		13.3	11.2
16	13.0	13.7	15.0	17.5	19.1	20.2	21.1	20.6	19.5	15.6	13.3	11.0
17	12.9	13.8	14.5	17.4	19.2		21.1	20.7		15.8		10.9
18	13.1	13.9			19.2	20.4	20.9	20.6	19.3	15.3	13.2	11.0
19	13.2	13.8	15.5	17.8	19.2	20.4	20.9	20.5	19.3	15.4	13.3	11.0
20	13.5	13.8	15.4	17.8	19.1	20.4	20.9	20.4	19.2	15.3	13.2	11.0
21	13.3	14.0	15.5	17.9	19.2	20.5	20.9	20.3	19.1	15.3	13.1	11.1
22	13.4	14.0	15.5	17.9	19.1	20.6	20.9	20.1	19.0	15.1	13.2	11.1
23		14.1	15.6	17.7	19.1	20.8	20.9	20.2		14.9	13.2	11.1
24	13.2	14.0	15.8	18.2	19.2	20.8	21.0	20.0		14.8	13.3	11.3
25	13.1	14.2	16.4	18.3	19.1	20.8	20.9	20.1		14.8	12.8	11.1
26	13.2	14.1	15.8	18.0	19.2	20.9	21.0		18.8	14.8	12.6	11.1
27	13.3	14.1	15.9		19.2	21.1	20.8	20.4	18.6	14.4	12.6	11.1
28	13.2	14.5	15.9		19.3	21.2	20.7	19.9	18.6	14.5	12.4	11.1
29	13.3	14.2	16.5	18.0	19.3	21.0	20.8	20.1	18.6	14.4		11.1
30	13.8	14.2	16.2	18.1	19.2	21.0	20.7	19.9	18.6	14.3		11.0
31		14.2		18.5	19.3		20.6		18.6	14.3		11.1
平均	13.1	13.9	15.2	17.5	19.1	20.1	21.1	20.7	19.3	16.3	13.5	11.3

平成12年度 飼育用水の水温

日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1		14.4	16.9		20.6	20.8	20.8	20.3	15.7			
2		15.6	17.0	18.8	20.5	20.4	21.2	22.1	13.8			
3		14.1	17.6	18.6	20.0	20.0	21.1	19.8	15.6			
4		14.4	16.3	18.1		20.6	20.9	20.6	16.1			
5		14.4	16.5	17.4		19.9	20.8	20.1	16.6			
6		15.1	17.3	17.7	20.0	19.8	20.9	19.8	16.1			
7		16.6	18.1	17.8		20.2	20.3	19.8	16.3			
8		13.8	17.6	18.2	20.6	20.5	20.3	19.7	15.1			
9	13.1	16.2	17.9	18.5	20.6	20.2	21.4	19.1				
10		16.3	16.5	20.5	20.6	19.9	20.9	19.6				
11	12.9	16.6	16.0	18.8	20.5	20.1	21.3	18.4				
12	12.9	16.1	15.9	18.9	20.6	20.4	21.1	18.7				
13		16.0	16.1	18.6	20.5	20.8	21.0	18.1				
14	13.0	15.8	16.7	18.6	20.6	20.6	19.8	18.1				
15	13.2	15.6	17.4	18.9	20.2	21.3	20.4	20.4				
16	12.8	14.7	18.2	19.4	20.2	21.3	20.5	18.6				
17	12.9	15.2	17.5	19.2	20.1	20.9	20.5	18.9				
18	13.1	15.5			20.1	20.4	20.2	17.6				
19	13.2	15.4	18.6	19.7	20.1	20.6	20.1	17.6				
20	13.5	14.9	19.0	19.9	19.8	20.4	20.7	18.3				
21	13.2	16.4	19.2	20.5	20.9	21.1	19.8	18.3				
22	13.3	15.8	18.8	20.1	20.3	20.8	19.6	15.0				
23		16.4	19.9	19.5	20.2	20.8	20.6	16.3				
24	13.1	16.5	17.1	21.5	20.4	20.7	20.9	16.2				
25	13.3	17.8	17.7	20.0	20.2	20.8	20.8	16.5				
26	13.0	15.4	17.1	19.8	20.3	20.8	21.3					
27	13.7	16.5	17.0	19.0		20.7	18.9	18.3				
28	13.4	17.4	17.1	19.9	20.4	20.4	19.0	15.8				
29	13.4	16.9	17.6	20.2		20.6	19.8	15.9				
30	14.1	16.3	17.7	20.4	20.2	20.3	19.6	16.3				
31		16.2		21.0	20.1		19.0					
平均	13.2	15.8	17.5	19.3	20.3	20.5	20.4	18.4				

落アユ魚体測定結果表

河川名	伊尾木川			物部川			伊尾木川			物部川		
採集年月日	平成10年12月1日			平成10年12月1日			平成11年12月1日			平成11年12月1日		
漁法	投網			投網			投網			投網		
SL (cm)	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計
8.0~8.4	0	0	0									
8.5~8.9	0	1	1									
9.0~9.4	0	0	0									
9.5~9.9	3	3	6									
10.0~10.4	4	6	10	2	0	2						
10.5~10.9	3	0	3	1	0	1						
11.0~11.4	4	4	8	0	1	1						
11.5~11.9	1	2	3	5	0	5						
12.0~12.4	1	1	2	3	2	5				1	0	1
12.5~12.9	0	3	3	2	2	4				0	0	0
13.0~13.4	0	4	4	2	1	3				1	1	2
13.5~13.9				3	1	4				2	1	3
14.0~14.4				2	0	2	0	1	1	4	2	6
14.5~14.9				1	1	2				4	0	4
15.0~15.4				2	1	3				7	1	8
15.5~15.9				0	0	0	0	1	1	3	1	4
16.0~16.4				0	0	0				6	2	8
16.5~16.9				0	0	0				1	0	1
17.0~17.4				0	0	0				4	1	5
17.5~17.9				0	1	1				0	1	1
18.0~18.4				1	0	1				0	1	1
18.5~18.9				0	0	0				0	1	1
19.0~19.4				0	0	0				1	0	1
19.5~19.9				0	1	1						
20.0~20.4				0	0	0						
20.5~20.9				0	0	0						
21.0~21.4				1	0	1						
21.5~21.9												
22.0~22.4												
22.5~22.9												
合計(尾)	16	24	40	25	11	36	0	2	2	34	12	46

落アユ魚体測定結果表

河川名	四万十川			伊尾木川			物部川			平成年月日		
採集年月日	平成11年11月16日			平成12年12月1日			平成12年12月1日			平成 年 月 日		
漁法	投網			投網			投網			投網		
SL (cm)	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計	♂	♀	計
8.0~8.4	0	0	0									
8.5~8.9	0	0	0									
9.0~9.4	0	0	0									
9.5~9.9	0	0	0			1						
10.0~10.4	0	0	0			0						
10.5~10.9	0	2	2			0						
11.0~11.4	0	1	1			5						
11.5~11.9	0	0	0			5						
12.0~12.4	0	0	0			7						
12.5~12.9	2	1	3			3						
13.0~13.4	1	0	1			8						
13.5~13.9	0	0	0			3						
14.0~14.4	0	1	1			2						
14.5~14.9	0	1	1			1						
15.0~15.4	0	0	0			4						
15.5~15.9	1	0	1			2						
16.0~16.4	1	1	2			2						
16.5~16.9												
17.0~17.4												
17.5~17.9												
18.0~18.4												
18.5~18.9												
19.0~19.4												
19.5~19.9												
20.0~20.4												
20.5~20.9												
21.0~21.4												
21.5~21.9												
22.0~22.4												
22.5~22.9												
合計(尾)	5	7	12			43						

*平成12年の物部川は、11月上旬の大雨で親魚がほとんど流失し、落ちアユ魚が全くの不漁のため、試魚の採集が困難であった。

淡水魚採捕記録（新聞記事）

単位：体重（kg）体長（cm）

魚種	採捕年月	体重	体長	漁具・漁法	採捕場所	備考
コクレン	1974.12	9.3	95		物部川（香北町）	K 12/03
ヨーロッパ						
ウナギ	1977.05		38		四万十川（角崎付近）	K 05/20
サクラマス	1980.11		60	建網	物部川	K 11/22
アカメ	1983.09	35.	129	釣	四万十川（ホキノハナ）	K 09/21
コクレン	1984.06	19.	110	金突き	穴内ダム（香美郡土佐山田）	K 06/18
アカメ	1984.09	16.2	105	釣	奈半利川河口	K 09/10
サケ	1984.10	3.6	72	金突き	蛸瀬川（幡多郡大方町下田ノ口）	K 10/10
サケ	1984.10	4.5	75	金突き	下ノ加江川（河口から2km上流）	K 10/13
コイ	1985.01	12.	90	投網	新川川（吾川郡春野町役場前）	K 01/21
ウナギ	1985.04	2.2	110	ヒゴ釣	久礼漁港	K 04/24
アカメ	1985.07	20.7	110	釣	室津川河口	K 07/06
白ウナギ	1985.08		30	コロバシ	四万十川（西土佐村）	K * ¹
オオウナギ	1985.10	5.	120		福良川（宿毛市小筑紫町）	K 10/18
ウナギ	1985.11	3.6	129		春野町運動公園内の池（ニホンウナギ）	K 11/29
オオウナギ	1985.12	4.6	135	金突き	奈半利港	K 12/03
コイ	1986.01	6.0	75	釣	新川川（吾川郡春野町諸木）	K 01/10
ドジョウ	1986.09		24	建網	松田川	K 09/08
ウナギ	1987.03	2.5	104	はえ縄	安芸市のため池	K * ¹
ウナギ	1987.06	2.7	100	釣	安田川	K 06/27
ウナギ	1987.07	2.4	104	はえ縄	野根川河口	K 07/07
ウナギ	1987.07	2.	100	ヒゴ釣	波介川（土佐市）	K 07/07
チワラスボ	1988.04				国分川	K 04/07
チワラスボ	1988.08			石ぐろ	国分川（高知市大津）	K 08/03
アカメ	1988.08	35.	125	釣	四万十川	A * ³
アカメ	1989.08	28.	115	釣	四万十川	K * ²
アカメ	1990.05	14.5	95	釣	浦戸湾	K * ²
サツキマス	1990.08	0.5	33		鏡川中流域	K 08/18
サツキマス	1992.09	1.3	48	建網	西谷川（安芸郡北川村）	K 09/13
アカメ	1992.10		30	カニかご	蛸瀬川河口から2キロ上流	K 10/02
ピワマス	1992.10		35	やな	窪川町内の四万十川	K 10/31
アユカケ♀	1992.12		27	たも網	香宗川（赤岡町）	K 12/12
ソウギョ	1993.7	16.	113	釣	高知市北久保の水路	K 07/09
アカメ	1993.10	17.	107	釣	四万十川	K 10/07

魚種	採捕年月	体重	体長	漁具・漁法	採捕場所	備考
オオウナギ 金色ドジョウ	1994.07	2.	100	ヒゴ釣	四万十川	K 07/07
ウ	1994.07				鎌田井筋 (土佐市明官寺)	K 07/27
アカメ	1994.08	30.	137	釣	四万十川河口	K 08/11
ウナギ	1994.12		104		高知城兼山堀	K 12/13
コイ	1994.12	12.	95	金突き	四万十川 (中村市三里)	K 12/27
オオウナギ	1995.08	2.	97	カニかご	後川	K 08/31
ウナギ	1995.09	1.8	96	はえ縄	鏡川 (土佐郡鏡村小浜)	K 09/08
ノボリハゼ	1995.12				津蔵沢川 (中村市間崎)	1996 K 05/06
イセゴイ	1996.02			金突き	四万十川 (中村市実崎)	K 02/15
アカメ	1996.05	33.	130	釣	四万十川	K 06/02
アカメ	1996.06	10.	92	釣	丈丈川河口 (田野町)	K 07/03
サツキマス	1996.08	1.1	46		四万十川 (高岡郡大野見村高樋)	K 08/24
サツキマス	1996.08	1.2	43		穴内川 (長岡郡大豊町小川)	K 08/27
ヤエヤマノ コギリハゼ	1996.08				津蔵沢川と四万十川合流域 (中村市初崎)	K 10/10
カワアナゴ	1996.10				仁淀川	K 10/11
オオウナギ	1996.10	4.2	120	カニ網	夜須川	K 10/11
アカメ	1998.05	17.5	110		竹島川 (四万十川河口から1キロ上流)	K 05/20
アカメ	1998.07	16.5	100	釣	浦の内湾	K 07/28
アカメ	1999.05		121		竹島川 (中村市下田)	K 05/12
オオウナギ	1999.05	5.6	125		夜須町手結山 (沈砂池)	K 05/13
コイ	1999.07	15.	97	はえ縄	四万十川 (中村市不破)	K 07/07
ウナギ	1999.09	1.6	100		物部川源流域	K 09/10
ウナギ	2000.06	2.	110	釣	梶原川支流 (仲洞谷)	K 06/22
オオウナギ	2000.06	5.	120		宗呂川 (土佐清水市下川口)	K 06/30
無斑点タカ ハヤ	2000.08				野々川 (十和村)	K 09/30

備考 K：高知新聞 A：朝日新聞 発刊月／発刊日

*¹：1993.6.27 (高知新聞；ギョー天の高新記録ブック⑫)

*²：1993.6.6 (高知新聞；ギョー天の高新記録ブック⑨)

*³：1992.2.11 (朝日新聞；「青い国」は輝いているか⑩)

平成 12 年度
事業報告書
(第 11 卷)

平成 13 年 11 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