

平成16年度

事業報告書

第 15 卷

平成 18 年 3 月

高知県内水面漁業センター

目 次

I	内水面漁業センターの概要	1
II	平成 16 年度事業（研究）報告	
	養殖衛生管理体制整備事業	3
	アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究 - 感染機構の解明 -	6
	アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究 - 冷水病耐病性育種研究 -	21
	アユ遡上調査	28
	四万十川アユ潜水調査	30
	2004 年豪雨が県内河川のアユの成熟・産卵に与えた影響調査	38
	間伐材を用いた木製構造物による河川環境の改善に関する研究	42
	高品質な養殖アユの生産技術開発研究	46
	アユ資源添加技術開発試験	53
III	資料	
	飼育源水の水温	55
	飼育水の水温	56
	河川漁業生産量の推移	58
	天然アユ取扱量	60
	西土佐鮎市場における天然魚介類取扱量	61
	幡多公設地方卸売市場の天然魚介類取扱量	61

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

2 沿革

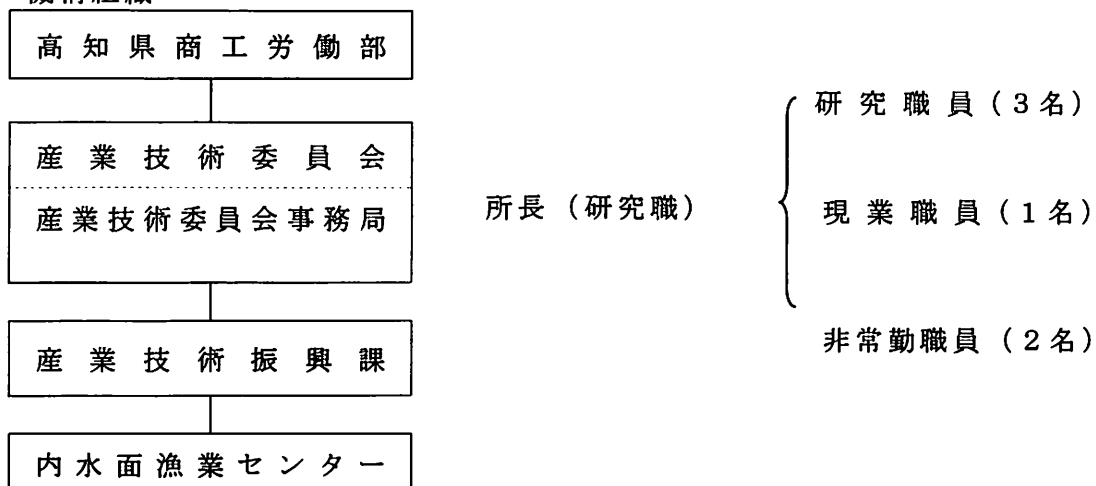
昭和19年 高知県山田養鯉場を設置（土佐山田町八王子）

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	備 考
所 長	山 中 弘 雄	総 括
主任研究員	松 浦 秀 俊	アユ資源管理担当
主任研究員	岡 部 正 也	アユ育種
研 究 員	池 部 慶 太	魚病診断等
主任技師	佐 伯 昭	河川調査等
非常勤職員	田 中 ひとみ	
非常勤職員	大 坪 瞳	

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	4,860	県費	4,860
内水面漁業試験研究費	6,376	県費	5,529 国費 820 諸収入 27
科学技術共同研究費			
プロジェクト研究費	2,504	県費	2,504
大学等連携研究費	8,097	県費	8,097
施設整備費	0	県費	
合計	21,837	県費 20,990	国費 820 諸収入 27

6 施設の概要

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

II 事業（研究）報告

養殖衛生管理体制整備事業

池部慶太

1 目的

平成16年度は冷水病をはじめとして数種の魚病が発生している。今後、新たなもしくは復興の魚病が発生する危険性も無視できない。また、食の安全性について消費者の関心が高まっており、養殖魚の安全性が要求されている。それらに対処するため、全国会議での情報収集や報告、県内会議での内水面漁業関係者への魚病情報の周知、魚病診断、養殖現場の巡回指導、医薬品の適正使用の指導、養殖場の調査・監視、医薬品残留検査等を行った。

2 事業内容

1) 魚病診断

アユの疾病においては、冷水病が最も件数が多く（24件）、5月から12月にわたって細菌が確認されたが、6月が最も診断件数が多かった。冷水病はアメゴ、オイカワ、ウグイ（各1件）においても確認された。ウナギの疾病においてはシュードダクチロギルス症が多く（5件）、次いで、カラムナリス症（2件）の発生が確認された。コイにおいては5、6月にエロモナス症が11件確認された。平成16年度の診断件数の合計は92件であり、それぞれの魚種の診断件数の割合はアユ（55%）ウナギ（12.4%）コイ（12.4%）その他（20.2%）であった。

表1 平成16年度魚病診断件数

魚種	病名	月												計	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
アユ	冷水病		3	8	2	1	3	3	1	3					24
	エロモナス症	1			1	1									3
	シュードモナス症	1													1
	異常なし	3		4	4	1	2	2							16
	不明	2	1		2	1	2								8
コイ	エロモナス症		6	5											11
ウナギ	シュードダクチロギルス					1			2				1	1	5
	カラムナリス症							2							2
	パラコロ病						1								1
	異常なし				1	2									3
アメゴ	冷水病		1												1
ウグイ	冷水病				1										1
	異常なし	1			1		3	1							6
オイカワ	冷水病				1										1
	異常なし	1			2	1	3	1		1					9
計		9	11	17	15	9	15	7	3	4			1	1	92

2) 養殖衛生対策に関わる会議

(1) 全国養殖衛生管理推進会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
H17年3月18日	東京都区内	日本水産資源保護協会、 農林水産省、水産総合研 究センター、都道府県	・養殖衛生対策について ・予算関係について ・委託事業について 等

(2) 県内魚類防疫推進会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
H16年10月8日	高知市	水産振興課 内水面漁業センター 河川漁業代表者 養殖業代表者	・アユ冷水病について ・魚類防疫の取り組み例 について 等

(3) アユ冷水病対策協議会

実施時期	実施場所	構成員	内容
H16年11月22日	東京都区内	水産庁、水産総合研究セ ンター、都道府県	アユ冷水病対策協議会研 究報告会 ・冷水病菌の生態関連研 究について
H17年1月28日	東京都区内	日本水産資源保護協会、 水産庁、水産総合研究セ ンター、都道府県	アユ冷水病対策協議会全 体会議 ・冷水病発生状況調査結 果 ・都道府県等の取り組み 事例 等

3) 医薬品の適正使用の指導

「水産用医薬品の使用について」に基づいた適正使用の指導を行った。

実施時期	実施場所	件数	魚種
H16年 9月	南国市	3件	ウナギ
	吉川村	1件	アユ
10月	南国市	1件	ウナギ
11月	南国市	2件	ウナギ
12月	中村市	1件	ウナギ
H17年 2月	南国市	1件	ウナギ
3月	南国市	1件	ウナギ
	吉川村	5件	アユ
H16年4月～平成17年3月	内水面漁業センター	20件	アユ、ウナギ、アメゴ

4) 医薬品残留検査

2業者より採取した検体をそれぞれ簡易法と公定法により検査した結果、医薬品の残留は確認されなかった。

なお、公定法については、日本冷凍食品検査協会に委託して実施した。

検査方法	実施時期	実施場所	魚種	対象医薬品	検体数
簡易法	H17年3月10日	高知市 南国市	ウナギ	抗生物質	2(0)
公定法	H17年3月10日	高知市 南国市	ウナギ	トリクロルホン、 オキシリン酸、フ ロルフェニコー ル	2(0)
計					4(0)

() 内は残留が確認された検体数

アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究

池部慶太 佐伯 昭 岡部正也 松浦秀俊

1. 感染機構の解明

1. 1 アユと常在魚の冷水病菌保有調査

アユ冷水病の感染機構を解明するため、遡上アユ、アユ産卵期親魚、アユ以外の魚種などの冷水病菌保菌状況を調査した。

(1) フィールドでの冷水病菌保菌調査

目 的

仁淀川、物部川、伊尾木川での調査で、アユの冷水病菌保菌状況と水温・GSI（生殖腺指数）との関係を把握することを目的とした。

材料と方法

サンプリング

上記3河川の決まったポイントで、アユ25尾を目標にとあみで採取した（図1）。その際に混獲される他魚種も採取した。

水温測定

オンセット社製データロガーを物部川、仁淀川、四万十川の下流部に取り付け、水温を測定した。

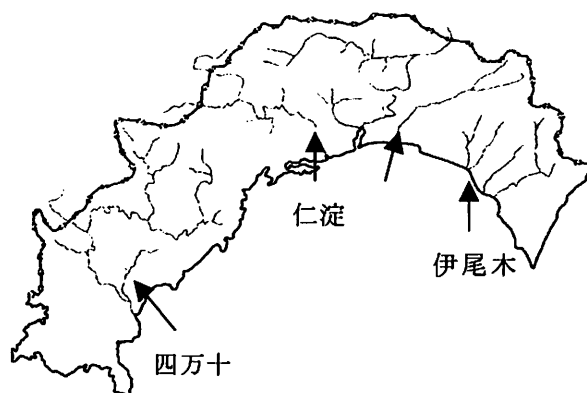


図1 サンプリング場所

菌分離

腎臓および生殖腺のホモジナイズより取った体液を改変サイトファーガ（MCYT）培地に塗抹して、15℃で培養した。

PCR検査

PCR検査は、Toyama等(1994)、Izumi等(2000)の方法に従い、16S rRNA領域のプライマーセットと gyrB 領域のプライマーセットを用い2通りの nested PCR 法で行った。

結果と考察

物部川下流に設置したデータロガーは3月に、四万十川下流のデータロガーは1月に回収した。しかし、仁淀川下流のデータロガーについては、大雨による河川環境の変化の影響で消失し回収できなかった。

図2は物部川下流における2003年9月下旬から2005年3月上旬までの長期にわたる水温の推移を示したものである。これによると最低水温は2004年1月下旬に4℃弱が観測され、最高は2004年7月中旬に30℃近い水温が観測された。

つぎに、図3には四万十川下流における2004年5月下旬から2005年1月中旬までの水温の推移を示した。物部川同様、四万十川においても7月下旬から8月初めの台風の影響で急激な低下が見られる。その他の時期においても5~6℃近い急な温度変化が数回見られているが、このことは2004年の異常ともいえる台風や豪雨の襲来を現している。

さらに、図4には7月下旬の台風前後の物部川における水温の変化を拡大して示したものであるが、2~3日で11℃近い急激な温度低下が起こっているのが特徴である。

各河川の冷水病検査結果を表1に示した。16S rRNA領域のプライマーセットを用いた検査で陽性だったものはほとんど全てが gyrB 領域のプライマーセットを用いた検査でも陽性だった。3月に物部川で採取した遡上アユ9尾のうち1尾が冷水病菌を保有していた。6月と8月に採取したアユの中に冷水病菌保菌魚がわずかに確認された。11月以降になって河川水温が16℃付近から10℃付近に下がるにつれて、保菌魚の割合は増加した。表2に各河川における臓器別アユ冷水病検査結果を示した。検査部位は、腎臓、精巢、卵巣だが、腎臓からの冷水病菌分離に次ぎ卵巣からの分離が多く見られた。精巢から認められたのは、仁淀川の1検体のみであった。

図5に、9月~12月に物部川で採取された雌アユのGSIと検査陽性率を示した。GSIの上昇とともに陽性率の上昇が見られた。図6に9月~11月に物部川で採取された雄アユのGSIと陽性率を示した。12月に雄が採取できなかったため12月のデータはないが、雄においてもGSIの上昇とともに陽性率の上昇が見られた。

表3に伊尾木川と仁淀川のGSIと検査結果を示した。特に伊尾木川で12月に採取した検体からは、GSIは高くないが7検体中4検体で陽性となった。一方、仁淀川では10月のGSIは他と比較して高いが6検体すべて陰性で、12月に1検体のみ陽性となった。

以上のように、GSIの上昇と水温の低下にともなって、陽性検体数の増加が見られたが、

このことは、水温の下がる成熟期に、冷水病菌に対する抵抗力が低下するのではないかと考えられた。

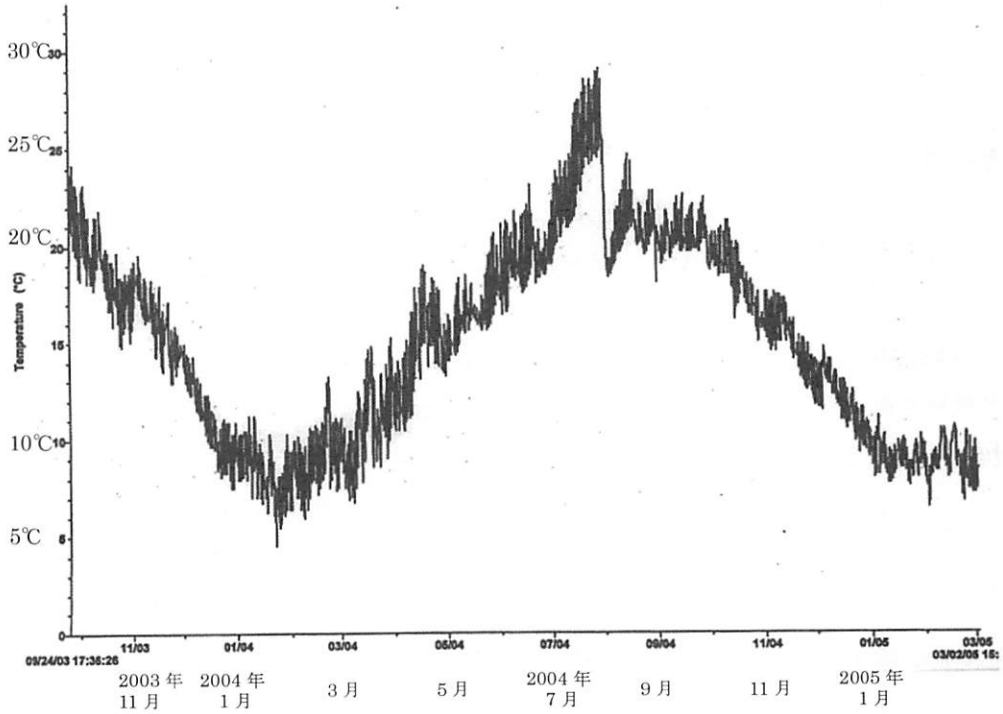


図2 物部川下流の水温変動（2003年11月～2005年3月）

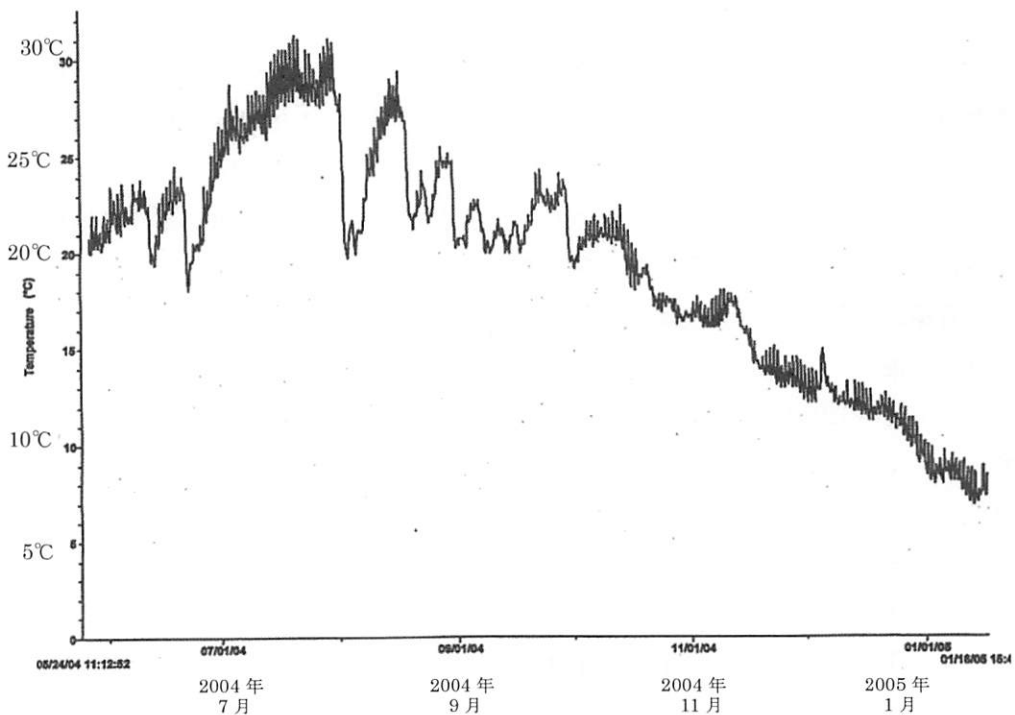


図3 四万十川下流の水温変動（2004年5月～2005年1月）

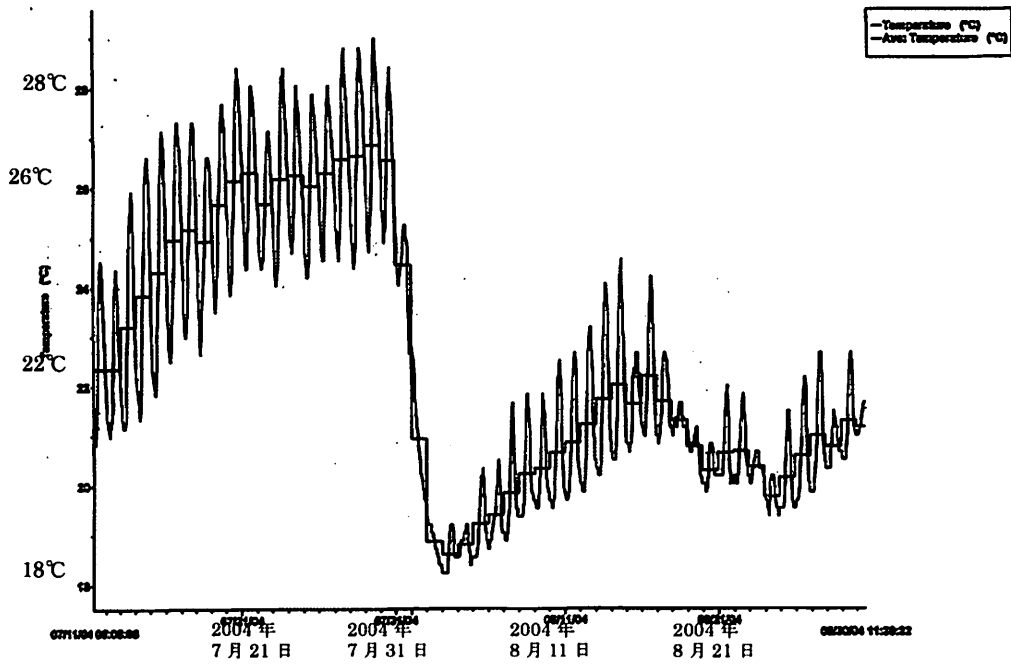


図4 物部川下流の水温変動（2004年7月、8月）

表1 河川別のアユ冷水病検査結果（陽性検体数／検体数）

河川	月							
	3	6	7	8	9	10	11	12
伊尾木川				1/33	0/18			4/7
物部川	1/9	1/25	0/25	0/9	0/13	0/25	4/15	8/10
仁淀川			0/25		0/12	0/6		1/3
合計	1/9	1/25	0/50	1/42	0/43	0/31	4/15	13/20
(%)	11.1	4	0	2.4	0	0	26.7	65

表 2 各河川における臓器別アユ冷水病検査結果（陽性検体数／検体数）

河川	部位	月							
		6	7	8	9	10	11	12	
伊尾木	腎臓			1/33	0/18				3/7
	精巣								0/3
	卵巢								2/4
物部	腎臓	1/25	0/25	0/9	0/13	0/25	4/15	8/10	
	精巣					0/11	0/10		
	卵巢					0/14	1/5	8/10	
仁淀	腎臓		0/25		0/12	0/6		1/3	
	精巣					0/2		1/1	
	卵巢					0/4		0/2	

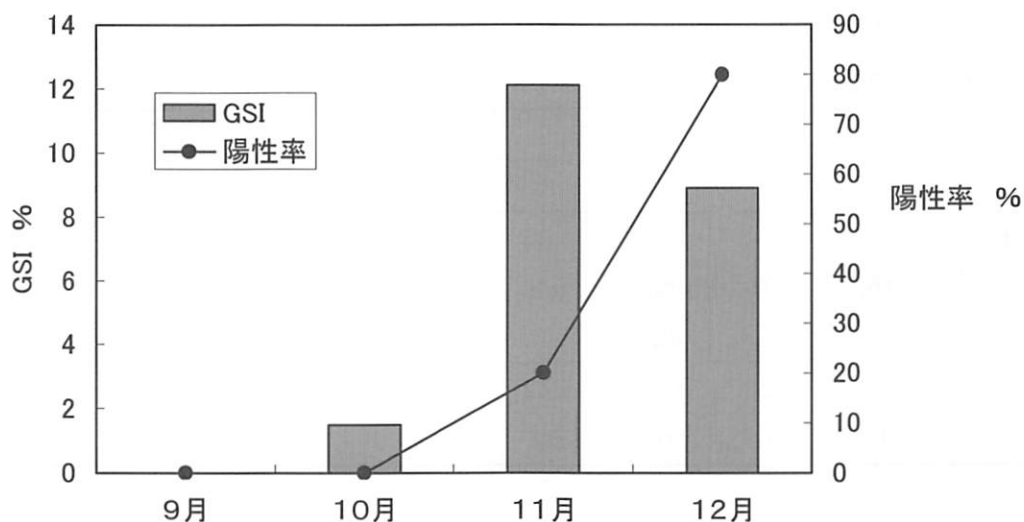


図 5 物部川アユ（♀）の GSI と陽性率

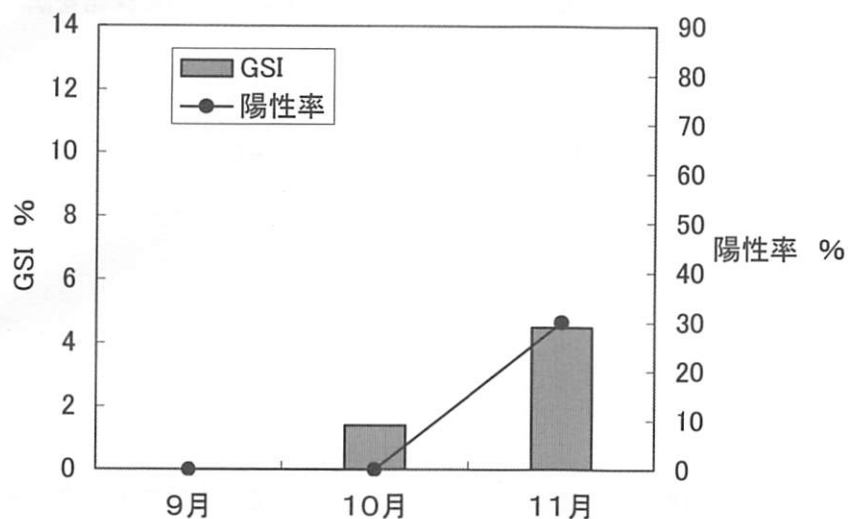


図6 物部川アユ (♂) の GSI と陽性率

表3 伊尾木川と仁淀川の GSI と検査結果

河川	月	雌雄	GSI	検査結果
伊尾木	12	♂	2.8	-
			7.2	+
			7.0	+
		♀	5.4	+
			4.4	-
			7.7	+
			8.3	-
仁淀	10	♂	12.3	-
			0	-
		♀	20.9	-
			12.8	-
			12	-
			11	-
			12	♂
12	♀	4.1	-	
		9.2	-	

(2) アユ以外の魚種の冷水病菌保菌調査

目的

(1)の調査でのサンプリングの際に混獲されるアユ以外の魚種の冷水病菌保菌を調べた。

材料と方法

サンプリング

(1)と同様の地点で行った。アユと同時に混獲されたものを採取した。

菌分離

(1)と同様に行った。

PCR検査

(1)と同様に行った。

結果

オイカワ、チチブ、ウグイが採取された。オイカワの20尾中1尾が陽性であった(表4)。

表4 アユ以外の魚種の冷水病検査結果(陽性検体数/検体数)

魚種	河川	月			
		8	9	10	12
オイカワ	伊尾木川		0/7		1/1
	物部川	0/1	0/1		
	仁淀川		0/1	0/5	
チチブ	物部川		0/1		
ウグイ	伊尾木川		0/2		
	物部川		0/5	0/2	
	仁淀川		0/2		

1.2 内水面漁業センターに持ち込まれたアユ等の冷水病検査

目的

漁業協同組合員または養殖業者が採取したへい死魚、異常魚等の冷水病菌保有の有無を調べるため検査を行った。

材料と方法

検体

漁業協同組合員または養殖業者が採取したアユ等。

菌分離

(1)と同様に行った。

PCR検査

PCR検査は、Toyama等(1994)の方法にしたがって行った。

結果と考察

表5に検査結果を示した。5月には養殖アメゴと物部川のアユで陽性検体が確認された。6月には養殖のアユ、伊尾木川、仁淀川、吉野川のアユ、四万十川のオイカワで陽性検体が確認された。7月には四万十川のアユ、物部川のウグイで陽性検体が確認された。9月には養殖場、四万十川、物部川のアユで陽性検体が確認された。10月には四万十川、仁淀川のアユで陽性検体が確認された。

表5 内水面漁業センターに持ち込まれたアユ等冷水病検査結果

採取日	採取場所	魚種	陽性検体数/検体数
4. 7	養殖	アユ	0/3
4. 7	養殖	アユ	0/3
4. 18	養殖	アユ	0/5
4. 20	養殖	アユ	0/5
4. 20	物部川	アユ	0/5
4. 30	養殖	アユ	0/4
4. 30	物部川	アユ	0/6
5. 14	養殖	アメゴ	2/4
5. 25	物部川	アユ	2/2
5. 30	物部川	アユ	1/1
5月合計			5/7
6. 1	伊尾木川	アユ	2/3
6. 2	物部川	アユ	0/1
6. 7	物部川	アユ	0/1
6. 12	養殖	アユ	3/3
6. 14	養殖	アユ	0/5
6. 15	仁淀川	アユ	1/1
6. 15	四万十川	オイカワ	1/1
6. 16	吉野川	アユ	2/3

6. 18	養殖	アユ	1 / 1
6. 25	物部川	アユ	0 / 2
6. 28	養殖	アユ	1 / 5
6月合計			11 / 26
7. 5	仁淀川	アユ	0 / 9
7. 9	四万十川	アユ	1 / 2
7. 17	物部川	ウグイ	1 / 1
7月合計			4 / 15
8. 14	物部川	アユ	0 / 3
8月合計			0 / 3
9. 7	養殖	アユ	2 / 4
9. 15	四万十川	アユ	1 / 6
9. 28	物部川	アユ	1 / 4
9月合計			4 / 14
10. 14	仁淀川	アユ	3 / 3
10. 14	物部川	アユ	1 / 1
10. 25	物部川	アユ	1 / 2
10月合計			5 / 6

1. 3 要 約

- (1) 平成16年3月に物部川で採取した早期遡上の稚アユにも9尾のうち1尾が冷水病菌を保有していた。終期の産卵親魚と早期遡上稚アユが混在する可能性も考えられた。
- (2) アユ以外の魚種については、少数のアメゴ、オイカワ、ウグイの冷水病菌保有が確認された。
- (3) 定期的にとあみでサンプリングしたアユについては、6月から8月の間は、わずかに陽性検体が確認されたのみだが、11、12月の水温が下がる成熟期に陽性率が高くなった。
- (4) GSIの上昇と水温の低下にともなって冷水病菌に対する抵抗力が低下し陽性率が高くなるのではないかと考えられた。
- (5) 不定期に持ち込まれた異常魚においては5月から10月の間にも各河川で高い陽性率が認められたが、このことは、異常魚を対象としたことや、サンプリング法、魚体の大きさの違いによるものである可能性が高く、今後の検証が必要である。

2. 疫学的発症要因調査

16年度は、台風の上陸などにより、冷水病発生状況を把握することは困難な面もあったが、聞き取り調査や、潜水調査により冷水病発生状況を調査し、15年度と比較した。また、増水時に冷水病の発生状況を調査することは困難であるため、実験的に水温変化とアユの冷水病菌感受性について調べた。

2. 1 水温変化と冷水病被害の関係

背景と目的

これまでに高知県でも冷水病被害と河川水温との関係が調査されているが、水温の急激な変化と冷水病被害の関係は明確にはわかっていない。そこで、アユの冷水病菌感受性に対する急激な温度変化の影響を実験的に調べた。

材料と方法

実験魚

1回目の感染実験では平均体重 15.5 g のアユを各区 50 尾、2回目の感染実験では平均体重 17.3 g のアユを各区 43 尾用いた。

冷水病菌培養法

G3724 株を用いた。15℃で 48 時間、前培養した後、15℃で 24 時間、本培養を行い実験に用いた。

感染方法

1回目は 1.3×10^7 CFU/mL、2回目は 1.1×10^7 CFU/mL の菌液に、15℃で通気しながら 1 時間の浸漬感染を行った。

飼育方法

実験魚は 23℃もしくは 15℃で 2 週間、馴致飼育した。水温変化を与える区は 23℃から 15℃へ移し 17 日間もしくは 27 日間飼育した。水温変化を与えない区は馴致後も 15℃で飼育を続けた。各実験区をに図 7 に示した。

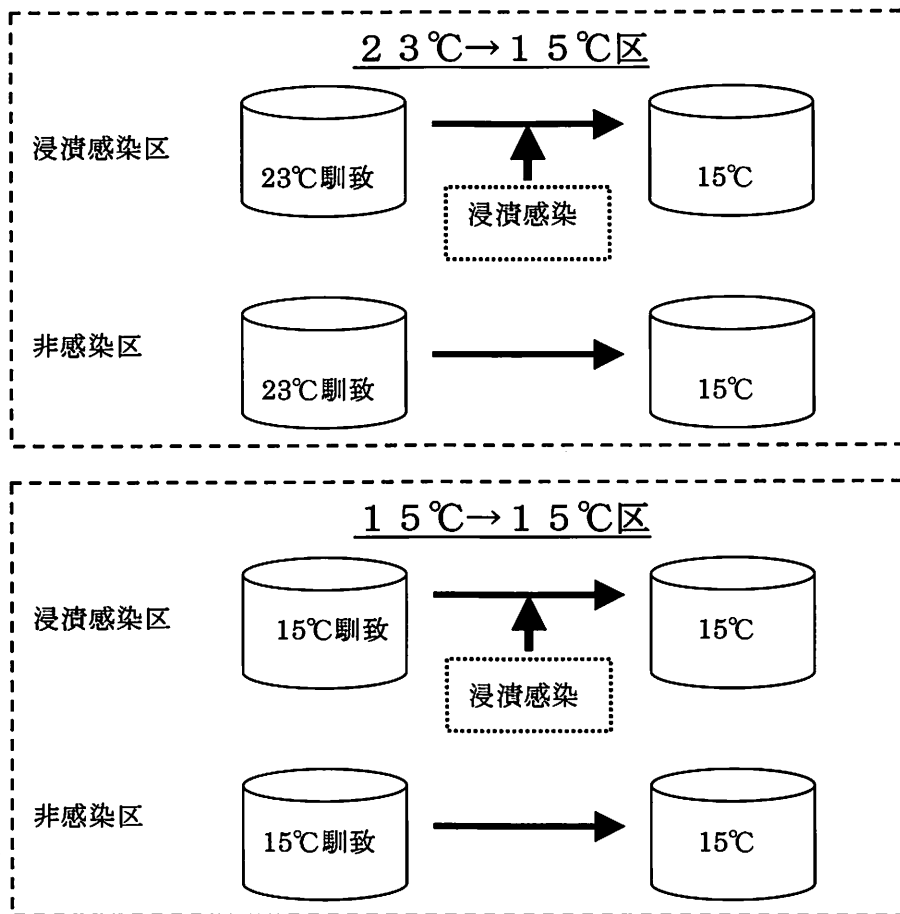


図7 各実験区

結果と考察

感染実験の結果を表6に示した。1回目において、実験終了時以降に死亡しそうな魚は見あたらなかった。温度変化を与えた感染区で70%の生残率となり、温度変化を与えない感染区では98%の生残率となった。非感染区における生残率は100%であったので、浸漬感染がない場合、8℃の温度変化のみでは死亡しないと考えられる。

2回目において、17日目の時点で、これ以降に死亡しそうな魚は見あたらなかったが、1回目に比べ23→15℃感染区で生残率が高かったため、実験を10日間延長した。温度変化を与えた感染区で79.1%の生残率となり、温度変化を与えない感染区では97.6%の生残率となった。1回目と同様に非感染区における生残率は100%であり、死亡はなかった。死亡魚はアゴ損傷、穴あき、貧血等の冷水病の典型的な症状を示した。

図8、図9に1回目と2回目の感染実験における生残率の推移を示した。温度変化を与えた感染区が生残率において1回目より2回目はなだらかに低下し、最終的な生残率は多少高

かった。しかし、1回目も2回目も、温度変化を与えていない感染区の生残率より温度変化を与えた感染区の生残率が有意に低い。つまり、温度変化がアユの冷水病に対する抵抗力を落とし、生残率を低下させることが示された。このことから、天然水域においても急激な温度変化が冷水病被害を拡大する可能性が考えられる。

表6 2回の感染実験の結果

実験区		生残率 %	
1回目	23℃から 15℃	浸漬感染区	70
		非感染区	100
	15℃のまま	浸漬感染区	98
		非感染区	100
2回目	23℃から 15℃	浸漬感染区	79.1
		非感染区	100
	15℃のまま	浸漬感染区	97.6
		非感染区	100

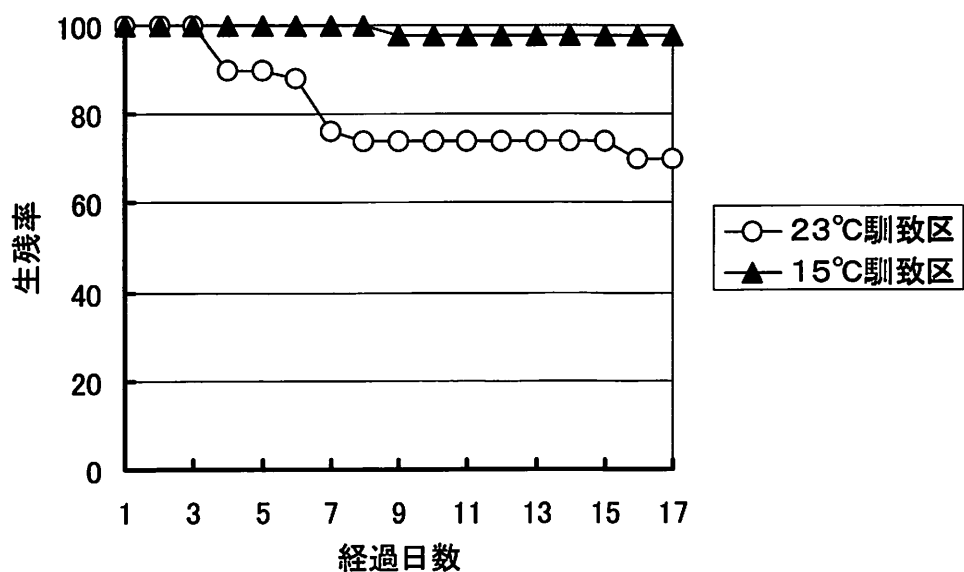


図8 1回目感染実験における各感染区での生残率

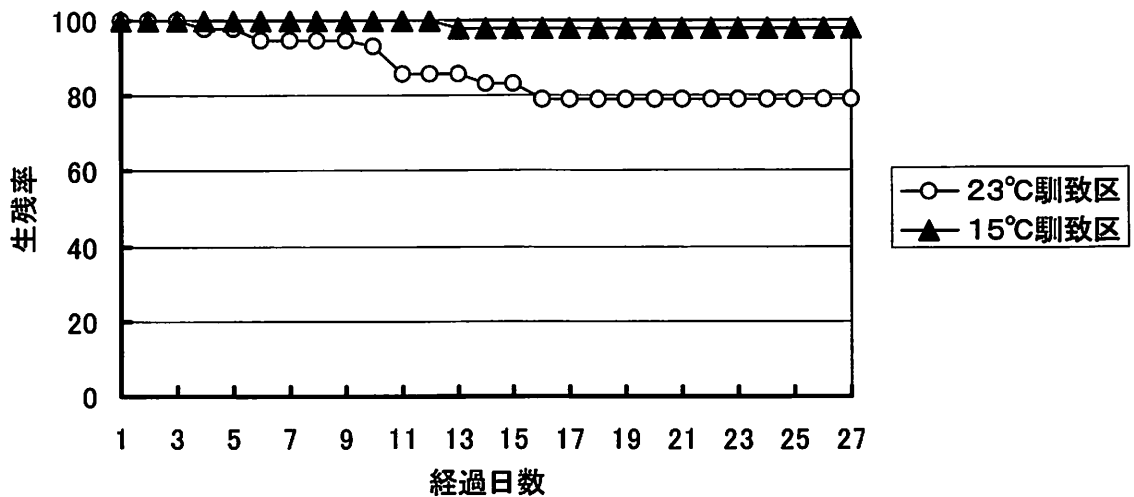


図9 2回目感染実験における各感染区での生残率

2. 2 冷水病発生状況調査

目的

16年度の冷水病発生状況を把握するために、聞き取りや、潜水などの目視による調査を行い、15年度の発生状況と比較した。

方法

高知県下河川における平成16年5月から7月までの冷水病発生状況を、河川の状況をよく知っている漁業協同組合員、魚族保護会員等に聞き取りで調査したほか、いくつかの河川では潜水など目視による調査を行った。

発生状況は下記に示すようなランク付けにより数値化した。

発生状況ランク付け

被害度0：冷水病発生の報告が全くない状態。

被害度1：冷水病発生の報告がほとんどない状態

被害度2：へい死魚がまれに見られる状態。もしくは、漁獲物に冷水病様のアユが時々混じる状態。

被害度3：へい死魚が所々に見られる状態。もしくは、漁獲物に冷水病様のアユがかなり混じる状態。

被害度4：へい死魚があちこちに溜まっている状態。

被害度5：魚影が見えない状態。

(被害の程度が上記の基準の1つに定められない場合は、両者の中間値とした)

結果と考察

表7、8に平成16、15年度の冷水病発生状況を示した。平成15年度の最初の発生確認時期は5月中旬で、野根川（被害度：2）、奈半利川下流（被害度：3）、物部川下流（被害度：2）、四万十川中流（被害度：2）であった。平成16年度の最初の発生時期は5月下旬で、物部川下流（被害度：2）であり、その他の河川では6月上旬以降に発生が見られ、15年度に較べ16年度の発生確認時期は多少遅かった。さらに、被害度についても15年度は3以上が奈半利川や伊尾木川、物部川、仁淀川、四万十川、松田川等各地で認められているが、16年度は四万十川で認められたのみである。また、8月以降については台風・豪雨の影響により河川の水が増水することが頻繁かつ長期的に起こったため、へい死した冷水病様アユが淵にたまっている状態はほとんど見られなかった。

2. 3 要 約

- (1) 水温変化と冷水病発生との関係を実験的に調べた。感染実験の結果より、23℃から15℃への急激な温度低下が、アユの冷水病に対する抵抗力を落とし、生残率を低下させることが示された。
- (2) 聞き取り調査等による冷水病発生状況調査では、16年度は15年度に較べ発生時期が多少遅い傾向にあり、被害状況も少ない結果となった。しかし、8月以降は台風や大雨の影響により増水することが頻繁、長期的に起こったため、へい死した冷水病様アユが淵にたまっている状態はほとんど見られなかった。

表7 平成16年度高知県下各河川における旬別冷水病発生状況

河川名	5月			6月			7月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
野根川				0	0	0	0	0	
奈半利川上流				1	1				
下流									
安田川上流				2	2	2	1	0	
下流				2	2	2	1	0	
安芸川									
伊尾木川上流									
下流				2	2	2	1		
物部川上流(上重生川)						0	1	2	
(榎山川)					0		1	2	
中流									
下流	0	0	2	2	2	2	1	0	
吉野川本流									
支流							2		
鏡川上流									
下流				2	2	2			
仁淀川上流(仁淀村)									
(香川村、池川町)					2	2			
(香北村)					2	2			
(越知町)						2	2		
中流					2	2	2	0	
下流									
新荘川									
四万十川水系									
榑原川上流(榑原町)							0	0	
中流(榑原町)					2	3	3	3	
下流(大正町)						2	2		
北川川			0	0	1	2	3	3.5	
本流上流(大野見村、窪川町)			0	2	3	3	2	1	
中流(大正町～西土佐村)			0					0	
下流(中村市)			0					0	
松田川上流									
下流									

表8 平成15年度高知県下各河川における旬別冷水病発生状況

河川名	5月			6月			7月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
野根川		2	2	2	2	3	3	2.5	2.5
奈半利川上流	0	0	0	0	0	1			
下流	0	3	3	1	1				
安田川上流	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下流	0	0	2	2	2	1	2	2	1
安芸川	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伊尾木川上流	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下流	0	0	0	3	3	1	0	0	0
物部川上流(上重生川)	0	0	0	0	0	0	2	2	3
(榎山川)	0	0	0	0	0	0	2	2	2
中流	0	0	0	0	0				
下流	0	2	2	3	3	3	3	3	2
吉野川本流		0	0	0	0	0	3	0	0
支流									
鏡川上流		0	0	0	0	2	2	2	2
下流	0	0	0	0	0	2	2	2	2
仁淀川上流(仁淀村)	0	0	0	0	3	2			
(香川村、池川町)	0	0	0	0	0	0	2	3	3
(香北村)	0	0	0	0	0	0	2	3	3
(越知町)							2	2	3
中流	0	0	0	0	3	2	1	1	0
下流									
新荘川									
四万十川水系									
榑原川上流(榑原町)	0	0	0	2	2.5	2	2	2	2
中流(榑原町)	0	0	0	0	0	0	1	1	1
下流(大正町)									
北川川	0	0	0	0	2	3	3	3	3
本流上流(大野見村、窪川町)	0	0	0	0	3	3	3	3	3
中流(大正町～西土佐村)	0	2	2	0	0				
下流(中村市)									
松田川上流	0	0	0	0	0	0	3.5	3.5	3.5
下流	0	0	0	0	0	0	3	3	3

アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究

冷水病耐病性育種研究

岡部正也 池辺慶太 佐伯 昭

生物の遺伝的形質を選抜，交雑により望ましい方向に改良する育種技術は，耐病性品種をはじめとする優良品種の確立を可能にする。現在，水産分野における育種研究は，すでに多くの品種系統が産業的基盤となっている農業分野とは対照的に著しく遅れているが，育種素材として多くの野生集団が利用できる魚類では，今後進展が期待できる。そこで，本研究では，冷水病に対して高い抵抗性を示すアユ品種の開発を目的とした育種法，形質評価法の開発を試みる。

本年度は，DNA マーカーを用いた育種技術および耐病性形質評価法の開発に資するため，新たな AFLP マーカー検出法の検討および白血球貪食能をはじめとする非特異的生体防御能の評価を行った。

1. 新たな AFLP マーカーの検出法の検討

目 的

AFLP（増幅断片長多型）は，冷水病耐病性をはじめ，多くの有用形質に連鎖した DNA マーカーの探索に有効である。今回は，さらに多くのマーカーを得るために，従来のキット化された検出法における制限酵素の組み合わせ（EcoRI-MseI）を変更し，PstI-MseI を用いて新たな AFLP の検出を試みた。

材料および方法

新たな制限酵素の組み合わせについて，DNA の消化に最適な反応条件を検討した。これらの酵素は，最適な Reaction buffer の組成が異なるため，それぞれの酵素について 2 段階で消化を行うのが理想的である。しかし，大量のサンプルを処理する場合，作業が煩雑になる上，buffer の混合により予期せぬ結果が生じる可能性が否定できないため，NEB Buffer II を単独で用いての消化を試みた。また，他の報告から，One Phor All buffer（ファルマシア製，以下 OPA buffer）についても検討した。

表-1 用いた制限酵素及び Reaction buffer の組成

制限酵素	Reaction buffer	Reaction condition
PstI (NEB 製)	NEB Buffer III (200mM NaCl, 10mM Tris-HCL(PH7.4), 0.1mM EDTA, 1mM DTT, 0.15% TritonX, 200 µg/ml BSA, 50% Glycerol)	37°C 1hour
MseI (NEB 製)	NEB Buffer II (50mM NaCl, 10mM Tris-HCL(PH7.4), 0.1mM EDTA, 1mM DTT, 200 µg/ml BSA, 50% Glycerol)	37°C 1hour

表-2 反応条件

組成 1		組成 2	
10×NEB Buffer II	1 μl	10×OPA Buffer	1 μl
MseI(10U/μl)	0.1 μl	MseI(10U/μl)	0.1 μl
PstI(20U/μl)	0.1 μl	PstI(20U/μl)	0.1 μl
template	5 μl	template	5 μl
BSA	0.1 μl	BSA	0.1 μl
ddDW	3.7 μl	ddDW	3.7 μl

反応時間

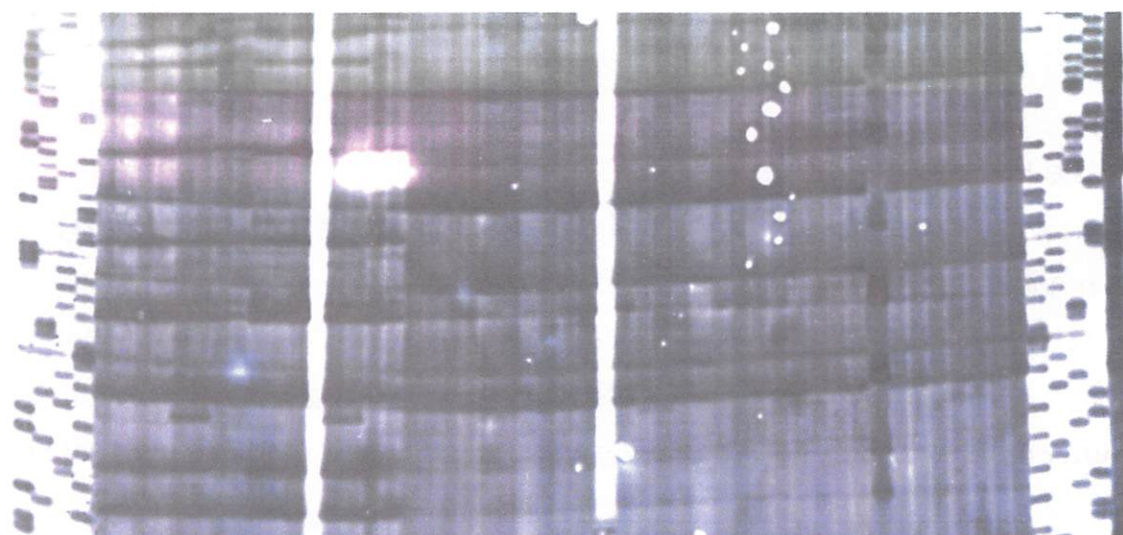
① 37°C 2時間, ②37°C 3時間, ③37°C Overnight

サンプル

海系クローン WA-1, 伊尾木川天然遡上アユ, 四万十川天然遡上アユ

以上の条件で制限酵素処理を行い, 定法により, アダプターリゲーション, プレアンプリフィケーション, セレクティブアンプリフィケーションを行った。なお, 用いたアダプター, プレアンプライマー, セレクティブアンプライマーは, すべて委託合成により作成した。

結果および考察



← 37°C—2h → ← 37°C—3h → ← 37°C—ON →
 ←NEB II → ← OPA → ←NEB II → ← OPA → ←NEB II → ← OPA →

図-1 異なる制限酵素処理時間およびバッファーを用いた場合の AFLP フィンガープリントの比較.

- ・セレクティブプライマーの組み合わせは PstI ACT-MseI CTC。
- ・各サンプルは WA-1, WA-1, WA-1, 伊尾木川, 伊尾木川, 四万十川, 四万十川の順。

37℃ 2 時間では、クローン個体間に共通でないバンドが生じており、再現性が得られなかった。これに対し、3 時間および Overnight では NEB II, OPA いずれのバッファーを用いた場合でもクローン 3 個体間のバンドはすべて一致し、処理時間による差は認められなかった。また、伊尾木川、四万十川のサンプルにおいて、3 時間および Overnight では同一個体間のバンドパターンは完全に一致したが、2 時間では非特異的バンドが生じ、他の 2 処理時間と異なるバンドパターンを示した。

処理時間の違いにより再現性が異なる原因として、制限酵素処理を行う場合、NEB II buffer は PstI 専用に設計された NEB III buffer を用いた場合に比べて酵素活性をおよそ 25% 低下させる（カタログデータ）ことが考えられる。本研究の結果から、制限酵素処理を 3 時間以上行うことにより、NEB II, OPA いずれのバッファーを用いても十分な再現性が得られることが明らかとなったことから、今後 PstI-MseI を用いた新たな AFLP マーカーを得ることが可能になると考えられる。

2. 異なる温度に馴致した場合の非特異的生体防御能の測定

目 的

これまでのフィールド調査の結果から、河川における冷水病被害は急激な温度変化に伴い拡大する傾向があることが示唆されている。そこで、アユが病原体に接触した際、まず最初に機能すると考えられる白血球貪食能をはじめとする非特異的生体防御能が急激な温度変化によりどのような影響を受けるかについて検討し、並行して行われた温度別冷水病感染実験（本年度冷水病感染機構の解明参照）とあわせて冷水病発症要因との関連を調べる。

材料および方法

実験は、温度別冷水病感染実験（本年度冷水病感染機構の解明参照）と並行して実施した。15℃ および 23℃ に 2 週間馴致したアユを 15℃ に設定した水槽に移し、各段階における非特異的生体防御能に関する指標を測定した。サンプリングは、各馴致温度区および 15℃ へ移槽後 38 時間経過後に実施し、アユを FA100 で麻酔後直ちに採血、開腹して頭腎を摘出し、子牛血清添加イーグル HEM 培地中で頭腎由来白血球を収集した。この白血球サンプルについて貪食能、遊走能および殺菌能を測定した。

白血球貪食能として、0.8 μm ラテックスビーズの 1 時間あたりの白血球中への取り込み個数を測定し、貪食率（食細胞数/総細胞数×100（%））、貪食指数（食細胞中のラテックスビーズ総数/食細胞数）、を算出した。白血球遊走能として、ケモタキシスチャンパーを用い、下室のザイモサンに対しフィルターを通過して移動した 1 時間あたりの白血球数を測定し、遊走能（顕微鏡（×1000）30 視野中の総細胞数）を算出した。白血球殺菌能力として、白血球細胞液に Phorbol myristate acetate (PMA) を添加して好中球を刺激

し、誘発された1時間あたりの活性酸素量を Nitro blue tetrazorium (以下 NBT) 還元能として 500 nm の波長で測定した。

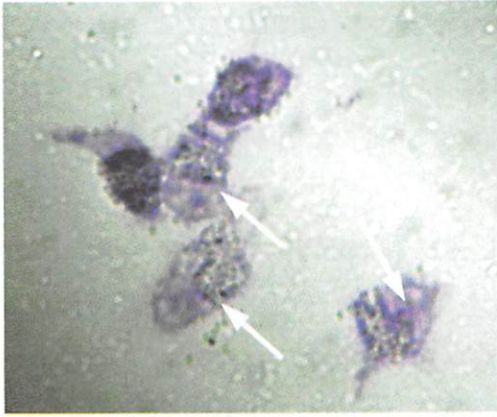


図-2 白血球の貪食作用
染色された細胞は好中球。
←は、貪食されたラテックスビー

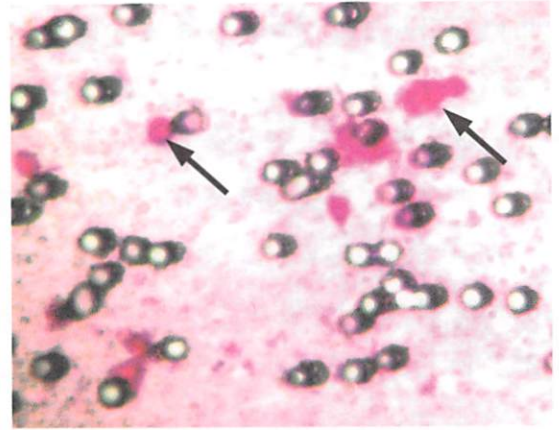


図-3 白血球の遊走
濃染された細胞は遊走してフィルターを通過した好中球。

結果および考察

表-3 異なる温度における白血球貪食率, 貪食指数, 遊走能および殺菌能

	Water temperature	Phagocytic ability (%)	Phagocytic capacity	Chemotaxis	Respiratory burst (500OD)
Acclimation to	15°C	69.3	2.49	2.39	0.165
	23°C	67.8	2.90	2.36	0.204
Transfar from (→) to (38hours after)	15°C→15°C	69.2	2.65	2.39	0.138
	23°C→15°C	41.0	2.10	1.44	0.162

各温度区における一細胞あたりの貪食数および遊走細胞数を、温度を独立変数とする 2 元配置の分散分析により解析した。その結果、23°Cに馴致した後 15°Cに移した区 (以下 23°C→15°Cで示す) では、いずれの指標においても他のどの設定温度より有意に低い値を示した (Shefffé, $p < 0.01$)。また、貪食率, 貪食指数, 遊走能のいずれにおいても、23°C→15°C区が他のいずれの区よりも低い値を示した。一方、15°Cに馴致したグループでは、同一水温の水槽に移動した後もこれらの値に変化は見られなかった。

NBT 還元能では、23°C馴致区が 15°C馴致区に比べやや高い値を示したが、いずれも馴致温度から 15°Cに移動後、わずかな低下が見られたのみであり、設定温度の違いによる影響は認められなかった。

これらの結果は、急激な温度変化がアユの重要な非特異的生体防御能の一つである白血

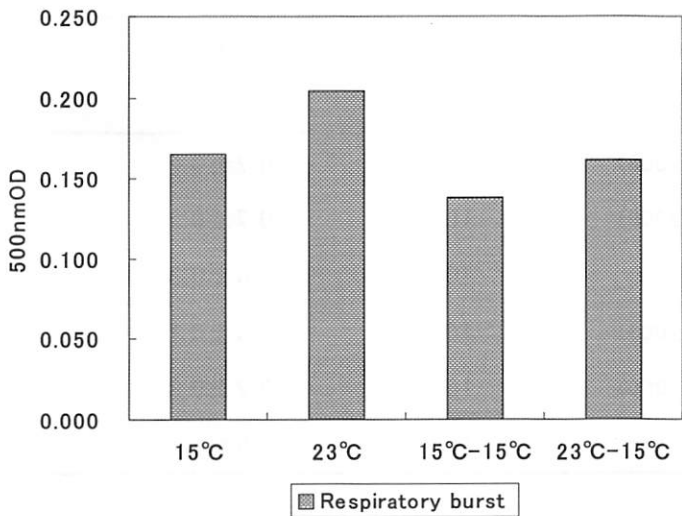
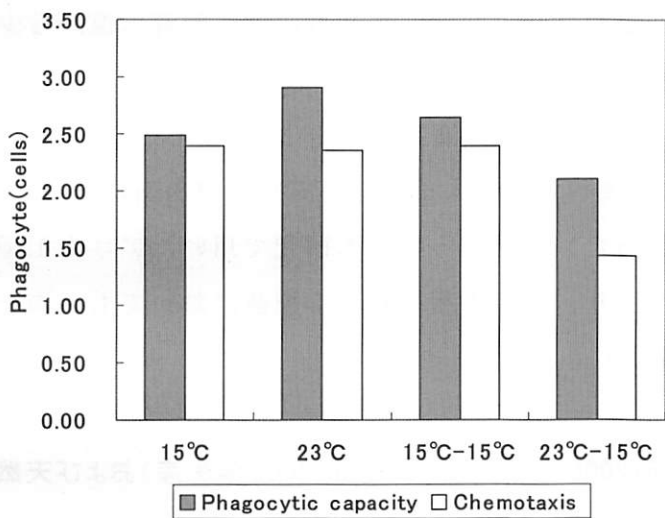
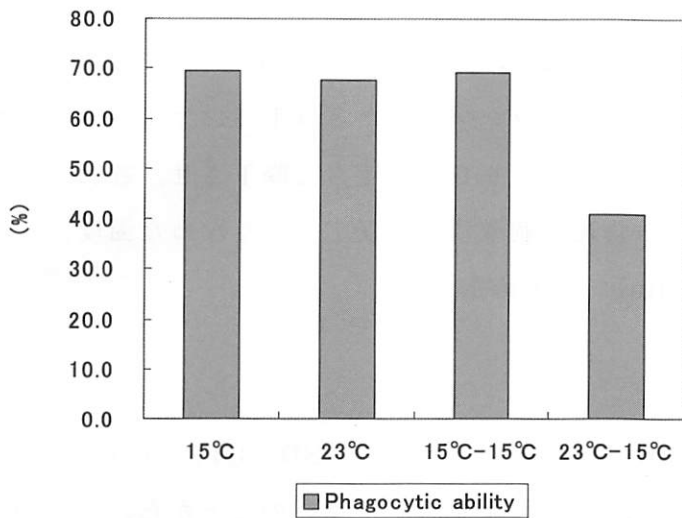


図-4 異なる温度における白血球貪食率，貪食指数，遊走能および殺菌能

球貪食能，遊走能を有意に低下させることを示している。さらにこのことは，本実験と並行して行われた冷水病感染実験（本年度冷水病感染機構の解明参照）において，23°C→15°C区の累積死亡率が15°C→15°C区に比べて有意に高い値を示した事実とよく一致する。したがって，温度ストレスによるアユの非特異的生体防御能の低下は，天然河川において急激な水温低下後に生じる冷水病被害の拡大の一因になると予想される。ただし本実験では，温度ストレスの影響を明確にするため，天然河川で生じるよりも著しく大きな温度変化を与えていることから，今後実験条件をより現実的な設定にしていく必要がある。

3 低温耐性試験

目的

アユをはじめ，魚類は変温動物であり，その生理状態は直接的に環境温度の影響を受けることから，温度変化に対する魚の反応を把握することは重要である。

魚類は長く一定の温度環境下におかれた場合にはその温度に順化し，馴致温度に対する致死限界温度が変化することが知られており，その値はCTM（Critical thermal maximum, minimum）試験により測定することができる。そこで，15°C，23°Cの2温度に馴致したアユについてCTMin試験を行い，各馴致温度に対する低温側の致死限界温度を求め比較した。

材料および方法

各温度への馴致は、前項の非特異的生体防御能の測定に準じて行い、各馴致温度区から10尾を抽出し、プログラムサーモコントローラを接続した301パンライト水槽へ移した。つぎに、パンライト水槽の温度を1時間あたり5℃の速さで降下させ、各個体が平衡感覚を完全に喪失してピンセットによる物理的刺激に全く反応しなくなった温度、すなわち Critical thermal minimum (CTMin) を求めた。

結果および考察

馴致温度 15℃, 23℃に対する CTMin はそれぞれ $0.7^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{SD}$, $3.3^{\circ}\text{C} \pm 0.1\text{SD}$ となり、23℃に馴致した方の致死限界温度が 2.6℃高い値を示した。このことから、アユの致死限界温度を1℃下げる、すなわち低温耐性を1℃向上させるには、飼育水温から少なくとも3℃低い温度への馴致が必要であることになる。

また、これらの値は、これまでに求められた天然海系アユの $1.0^{\circ}\text{C} \pm 0.3\text{SD}$, $3.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{SD}$ に比べても遜色なく、さらに過去に調べられた人工種苗（高知県内水面種苗センター、2000年10月採卵）とほぼ同じ値であった。したがって、本研究で用いたアユ人工種苗の温度適応力は、天然アユと同等以上であり、生産年度の異なる種苗においても、均一な温度適応力が維持されていると判断された。

表-4 異なる温度に馴致した人工種苗(2000年生産),人工種苗(2003年生産)および天然海系 F1 の臨界最低温度

Acclimation Temperature(°C)	Strain	N of samples	CTMin(°C)±S.D.
15	Artificial seed(2003)	10	0.7±0.2
	Artificial seed(2000)	10	0.7±0.2
	AmphidromousF1	10	1.0±0.3
23	Artificial seed(2003)	10	3.3±0.1
	Artificial seed(2000)	10	3.2±0.3
	AmphidromousF1	10	3.6±0.2

以上の結果から、放流時の低水温馴致は、天然河川における放流種苗への冷水病の被害を軽減する上できわめて重要であると考えられた。

引用文献

岡部正也, 佐伯 昭. 化学発光による AFLP 検出法および自殖型 F2 世代を用いたアユの

遺伝連鎖地図の作成. 水産育種. 2003;33:7-12.

岡部正也, 関 伸吾, 西山 勝, 桑原秀俊, 佐伯 昭, 山岡耕作. 同一環境下で継代飼育されたアユ *Plecoglossus altivelis* 3 品種間における温度適応力の差異. 日水誌. 2003; 69 : 717-725.

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16年3月中旬から4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、その他の河川では河口付近及び第1堰堤付近でのアユ稚・若魚の蝟集・遡上状況を調査する。

4 調査結果

(1) 佐喜浜川

3月19日の調査では水温18.1℃高かったが、水量が少なく、第1堰まで水がない状態で遡上は難しい状況であった。

4月6日には水温16.8℃で、雨のためやや増水していた。第1堰の下に2～3gサイズの稚魚数十尾の群れを確認した。かなり遅れたが少し遡上した模様である。

(2) 野根川

3月19日の調査では、第1堰前後数キロメートルの間に水がなく、今後かなり大量の雨が降らないと遡上は難しいように感じた。

4月6日の調査では、水温14.5℃で少量だけどやっと水が出た。2～3gサイズの稚魚を数十尾確認できた。

(3) 奈半利川

3月16日の調査では、水温13.1℃で、1～2gサイズの稚魚数千尾の群れを確認した。例年よりは型がやや大きく、数量も多い。

4月5日の調査では、水温13.4℃で2～3gサイズの数百尾の群れを確認した。第1群は遡上したした模様だが、あとがあまり多くない。

(4) 安田川

3月16日の調査では、水温13.5℃で、水が殆どない状態で遡上はない。

4月5日の調査では、水温12.8℃で昨日の雨で少し水量も増したが濁りのため稚魚は確認できなかった。

(5) 伊尾木川

3月16日の調査では、水温11.1℃、1gサイズの稚魚数百尾の群れを確認した。水温が低い割には遡上が早い模様である。

4月5日の調査では、水温10.5℃で2～3gサイズの稚魚が川全体に見られ、数年に一度の大量遡上である。

(6) 安田川

3月16日の調査では、水温12.1℃で1～2gサイズの稚魚数千尾の群れが全体に確認

できた。

4月5日の調査では、水温 12.5℃で2～5 gサイズの稚魚が川全体に数千尾の群れをなしていた。上流のたたきには3～5 gサイズが全体に分布しており、例年になく良好で大量遡上が確認できた。

(7) 物部川

3月16日の調査では、水温 10.1℃と水温が低い割にかなり早めに遡上が見られた。近年になく大遡上で2～10 gの大型で数万尾の群れで遡上。

4月5日の調査では、水温 11.9℃で水量も多く大型であった。上流部では数千尾の群れも見られるなど、瀬落ちには全体に分布しており、近年ない大遡上といえる。

(8) 鏡川

3月18日の調査では、水温 14.1℃で洗剤の泡が認められるなど水質もかなり悪く、アユ稚魚は確認できなかった。

(9) 仁淀川

3月10日の調査では、水温 9.6℃と水温も低くまだ遡上が見られなかった。

3月25日の調査では、水温 11.2℃で1 gサイズの稚魚が数千尾の群れで遡上。例年より遅く、型も小型であった。

(10) 新莊川

3月10日の調査では、水温 13.1℃で、1 gサイズ数十の群れで、水量も少なく魚道を遡上できない状況であった。

3月25日の調査では、水温 13.8℃で1～5 gサイズの稚魚数百尾の群れが見られたが、例年よりやや少なめであった。

(11) 伊与木川

3月10日の調査では、水温 11.4℃と低水温で水量もかなり少なく、0.5 gサイズが少し見られる程度で、遡上のし始めであろう。

3月25日の調査では、水温 14.2℃で1～2 gサイズの稚魚が数百尾の群れで確認できたが、例年より少なめである。

(12) 四万十川

3月10日の調査では、水温 10.7℃で、水温も低くアユ稚魚は確認できなかった。河口の工事も完了していた。

3月25日の調査では、水温 13.4℃でこの日も確認できなかった。今年も不漁が予想される。

(13) 松田川

3月10日の調査では、水温 12.4℃で、まだ大規模工事中でかなりの濁りが認められ、遡上は難しいように思われた。

四万十川アユ潜水調査

松浦 秀俊

池部 慶太

1 調査目的

四万十川のアユ漁獲量は、1970～80年代には1000t前後あったが、1990年代に入って長期低落傾向にあり、特に2003年には64tとピーク時の4.5%まで激減した（図1参照）。

こうした状況の中で、本年も四万十川のアユ資源のさらなる減少が危惧されることから、適切な資源保護策を検討するために、天然遡上アユ資源の概況把握及び放流アユの生息状況把握を目的として、主として潜水による目視調査を行った。

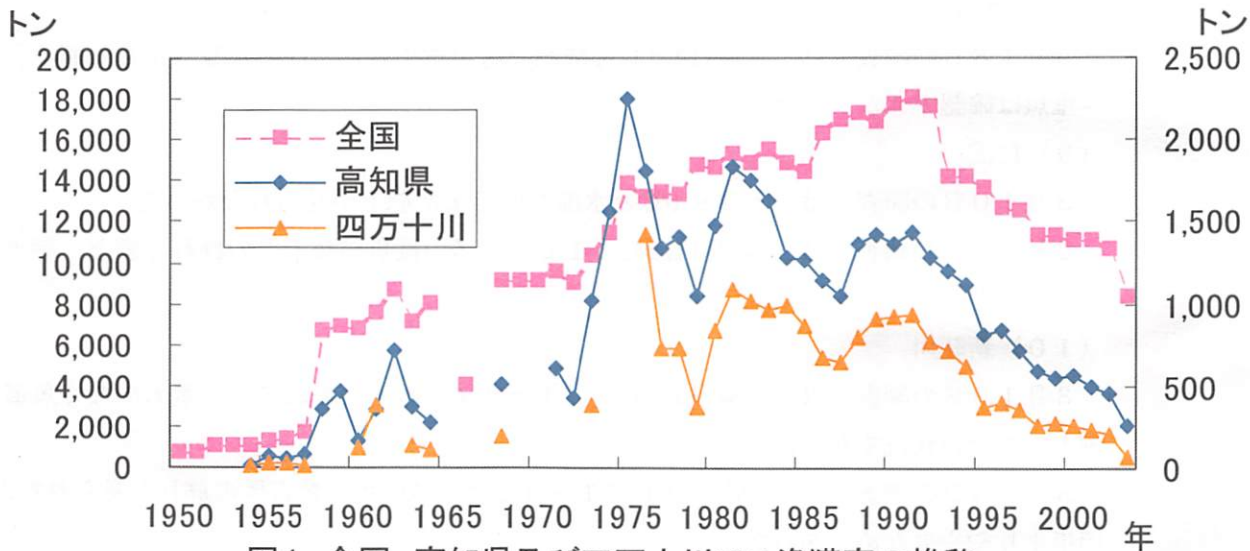


図1 全国、高知県及び四万十川アユ漁獲高の推移

2 調査方法

表1のとおり、5月から11月にかけて計7回、延べ11日、1～2名により、潜水による目視調査を行った。

このうち、1～4回目までの調査は、遡上中、もしくは定着期のアユの棲息尾数及び

表1 四万十川潜水調査日時及び場所

調査回数	調査日	調査場所
1	5月11日	下流部1ヶ所
2	5月25～26日	9ヶ所
3	6月15日	上流部4ヶ所
4	7月13～14日	10ヶ所
5	10月13日	下流部4ヶ所
6	10月31日～11月1日	下流部3ヶ所
7	11月24～25日	下流部4ヶ所

冷水病の罹患状況把握を目的として、また5～7回目の調査では、下流部への産卵親魚の集積状況を把握することを目的に行った。

2～4回目の調査では、単位面積 (㎡) 当たりの棲息尾数を求めるために、アユが生息している可能性が高い瀬を中心として、主として川を縦断しながら目視していった。生息密度は、目視尾数/目視可能距離×目視距離により求め、アユの発見率は便宜上100%とした。

5～7回目の調査では、潜水目視調査に加えて、船上からの目視調査も行った。

3 調査結果及び考察

表2～4に第2～4回目の潜水調査結果を示した。調査場所中、支流樽原川の上流部樽原町及び東津野村は天然遡上がなく、すべて人工産の放流アユである。また、本流の河口から上流120kmの地点にある家地川堰堤上流部の大野見村及び窪川町も本年は天然遡上が少なく、すべて放流アユと思われる。一方、大正町より下流は、一部放流アユも混じるが、ほとんどが天然遡上アユと思われる。



図 四万十川調査地点

表2 第2回四万十川アユ潜水調査結果

St	調査場所	調査日時	水温(℃)	目視可能距離(m)	河床形態	目視距離(m)	目視尾数	生息密度(尾数/m ²)	魚体重(g)	備考
1	東津野村北川	5月25日 10:30~11:00	15.1	2.5	淵(2) 瀬(2)	150 100	600 0	1.6 0	10~30(20)	300尾程度の大きな群れで行動。
2	大野見村猫滝	5月25日 13:00~13:30	18.2	3.0	淵(1) 瀬(2)	100 100	0 500	0 1.7	20~80(50)	30~50尾程度の群れで行動し、縄張りアユはみられず。淵にもハミアトあり。
3	大正町上岡沈下橋	5月25日 15:15~15:45	-	2.0	淵(1) 瀬(1)	100 150	3 1	0.1以下 0.1以下	20~30 30	瀬脇にわずかにハミアトがある程度で、流心には全くハミアトなし。
4	十和村三島沈下橋	5月25日 16:15~16:45	19.2	2.0	淵(1) 瀬(2)	50 200	20 110	0.2 0.3	10~30(20) 10~60(30)	瀬肩と瀬脇に10~20尾程度の群れアユが見られるが、流心には全くハミアトなし。
5	十和村十川大橋	5月25日 17:00~17:30	20.6	2.0	瀬(1)	200	20	0.1以下	10~20(15)	瀬脇で遡上中と思われる10尾程度の群れ2つのみ。流心には全くハミアトなし。
6	西土佐村半家沈下橋	5月26日 8:00~8:30	18.2	3.0	淵(1) 瀬(1)	100 150	80 70	0.3 0.2	10~20(15)	瀬脇及び淵のカケアガリを遡上中と思われる10~20尾程度の群れが見られるが、流心には全くハミアトなし。また、増水時にはんだと思われるハミアトが川原に多く見られた。
7	西土佐村江川崎	5月26日 8:45~9:15	20.5	3.0	淵(1) 瀬(1)	150 200	0 0	0 0		瀬脇及び川原にわずかにハミアトがある程度で、流心には全くハミアトなし。アユ確認できず。
8	中村市久保川	5月26日 10:00~10:30	20.4	2.5	淵(1) 瀬(1)	100 100	100 30	0.4 0.1	2~10(5) 2~10(5)	瀬脇及び淵のカケアガリを遡上中と思われる20~30尾程度の群れが見られるが、流心には全くハミアトなし。2年魚(22cm)1尾確認。
9	中村市具同	5月26日 11:15~12:00	21.5	2.0	淵(1) 瀬(1)	300 400	0 120	0 0.2		瀬肩と瀬脇に数尾~30尾程度の群れアユが見られるが、流心には全くハミアトなし。

目視可能距離：潜水してアユと判別できる最大距離

河床形態：トロも淵に含める。()内の数字は、調査区間の各河床形態の数。

目視距離：潜水して目視した総距離。アユが生息している可能性が高い場所を選択的に主として縦断して目視している。

生息密度：目視尾数/目視可能距離×目視距離

アユが生息している可能性が高い場所を選択的に目視しているため、その区間の平均の生息密度はもっと少なくなる。

0. 1尾以下；生物学的にアユが生息しているという程度 1尾；そこそこの漁獲の対象になる

0. 5尾；かろうじて漁獲の対象になる程度 2尾以上；豊漁が期待できる

魚体重：()内の数字は平均体重

1g；全長約5cm

5g；7~8cm

10g

20g；12~13cm

30g；約15cm

50g；17~

70g；約20cm

表3 第3回四万十川アユ潜水調査結果

St	調査場所	調査日時	水温(℃)	目視可能距離(m)	河床形態	目視距離(m)	目視尾数	生息密度(尾数/m ²)	魚体重(g)	備考
1	東津野村北川	6月15日 10:30~11:00	16.3	2.5	淵(1)	80	200	1.00	20~70(30)	20~30尾程度の群れで行動している個体が多い。 1尾オイカワの斃死寸前の個体採取。
2	大野見村猫滝	6月15日 13:00~13:30	18.4	3.0	淵(1) 瀬(2)	100 100	50 200	0.17 0.67	20~90(50)	背肩のトロで群れ行動をしている個体が目立つ。 数%の個体に冷水病の症状が見られる。 淵底で6尾斃死個体、瀬脇で1尾斃死寸前個体確認。
3	窪川町滝本	6月15日 14:00~14:30	-	2.5	淵(1) 瀬(1)	150 50	100 50	0.27 0.40	20~100(50)	トロで群れ行動をしている個体が目立つ。 数%の個体に冷水病の症状が見られる。 淵底で3尾斃死個体、索餌行動中のナマズ1尾確認。
4	窪川町越行橋(JA松葉川支所前)	6月15日 15:00~15:30	20.4	2.5	淵(1) 瀬(1)	200 100	30 10	0.06 0.04	20~100(50)	全体に魚影が極めて薄い。 瀬肩で1尾斃死個体確認。 淵底で索餌行動中のナマズ3尾確認。

表4 第4回四万十川アユ潜水調査結果

St	調査場所	調査日時	水温(°C)	目視可能距離(m)	河床形態	目視距離(m)	目視尾数	生息密度(尾数/m)	魚体重(g)	備考
1	東津野村北川	7月13日 9:20~10:00	20.6	3.0	瀬(2)	150	130	0.29	20~80(40)	淵底に斃死魚が見られ、アユはやせ気味で元気がなく、ほとんど摂餌行動をしていない個体が多い。
				3.0	瀬(2)	100	70	0.23		
2	榑原町四万川	7月13日 10:30~11:00	22.5	3.0	瀬(1)	80	60	0.25	30~90(60)	アユは元気で、瀬では半数近くが縄張り行動をとっていた。
				3.0	瀬(1)	120	120	0.33		
3	大野見村猫滝	7月13日 12:30~13:00	22.7	3.0	瀬(1)	100	110	0.37	30~120(60)	淵底や瀬の深みに群れで行動しており、縄張りアユはほとんど見られない。30%位のアユがやせ気味。
				3.0	瀬(2)	100	170	0.57		
4	窪川町滝本	7月13日 14:00~14:30	26.1	3.0	瀬(1)	300	750	0.83	10~100(30)	淵底や瀬の深みに群れで行動しており、縄張りアユは見られない。10~30gの小型個体が8割を占める。
				3.0	瀬(2)	180	120	0.22		
5	大正町上岡沈下橋	7月13日 15:15~15:45	30.1	2.5	瀬(1)	130	30	0.09	30~100(70)	高温のため、早瀬の白泡の中や、淵底で泳ぎ回っているアユがほとんどである。
6	十和村三島沈下橋	7月13日 16:15~16:45	27.7	1.0	瀬(1)	80	10	0.13	20~70(40)	津賀ダムの放水により濁りが強いが、瀬には縄張りアユがぼつぼつ見られた。
				1.0	瀬(2)	200	60	0.30		
7	十和村十川大橋	7月13日 17:00~17:30	28.5	1.5	瀬(1)	100	3	0.02	20~70(40)	トロから瀬にかけてもほとんどハミアトも見られず、魚影は薄い。
				1.5	瀬(1)	150	20	0.09		
8	西土佐村半家沈下橋	7月14日 8:30~9:00	27.5	2.5	瀬(1)	100	5	0.02	30	淵から瀬にかけてもほとんどハミアトも見られず、魚影は極めて薄い。2尾ピンヘッドのアユ確認。
				2.5	瀬(1)	150	1	0.00		
9	西土佐村江川崎	7月14日 9:15~9:45	28.3	2.5	瀬(1)	150	0	0.00	10~50(30)	早瀬の流心に群れアユがわずかに認められる程度で、ハミアトもほとんどなく魚影は極めて薄い。
				2.5	瀬(1)	200	30	0.06		
10	中村市久保川	7月14日 10:30~11:00	29.1	2.5	瀬(1)	100	10	0.04	5~30(15)	トロから瀬にかけてもほとんどハミアトも見られず、魚影は極めて薄い。
				2.5	瀬(1)	100	10	0.04		

遡上期及び定着期の天然遡上アユの生息状況

表2の第2回目の調査結果のとおり、天然遡上アユは、5月下旬になっても中流域の十和村三島(St.4)と西土佐村半家(St.6)でわずかに認められる程度で、しかもSt.4のアユはそのサイズからほとんどが放流アユと思われる。

四万十川では例年であれば、4月になれば十和村でもかなりのアユが視認され、遡上が多い年には、4月中に大正町から窪川町まで遡上してくる。しかしながら、第2回目の調査では、5月下旬になってやっと、西土佐村半家でわずかに認められる程度で、しかもその上流の十和村十川(St.5)や西土佐村江川崎(St.7)より下流では、まったく見られないかあるいはわずかに認められる程度で、そのサイズも遡上中の20g以下の小型魚ばかりであった。

その状況は、7月に行った第4回目の調査(表4)でもサイズは全体に大きくなっているものの、生息密度はむしろ低くなっており、アユ漁の盛期である7月中旬になっても、わずかに十和村三島付近で漁獲の対象になるサイズのアユが散見される程度であった。漁業者からの聞き取り調査でも、6月1日の解禁日以降、十和村三島付近で散発的な漁があった程度で、潜水調査結果と一致する結果であった。

8月から9月にかけては、相次ぐ増水により、潜水調査は行えなかったが、今回の2回の調査結果から、本年の四万十川の天然遡上アユの状況は、不漁だった昨年以上に深刻な状況がうかがえ、早急に何らかの有効な資源保護策を講じる必要がある。

なお、5月中旬に行った第1回目の調査では、最下流の中村市具同でわずかに後期遡上群を認めた程度であった。

上流部の放流アユの生息状況

四万十川上流部では、近年毎年のように冷水病の深刻な被害が続いている。本年も放流時期

から出水が続き、冷水病が懸念される状況であった。5月下旬の第2回目の調査(表2)では、東津野村、大野見村ともに放流した人工アユは冷水病の兆候もなく、順調に成長しており、特に大野見村では20cmを超すアユも見られた。

ところが、6月中旬の第3回目の調査(表3)では、支流の櫛原川水系北川川の東津野村では冷水病の兆候はでていなかったが、本流上流部の大野見村や窪川町では、数%の個体に体側部や口吻に潰瘍がみられるなど冷水病の症状が表れ、溺には斃死個体も見られた。また残りの個体もやせ気味で、瀬脇やとろ場でポーとしている個体が目立った。漁業者からの聞き取り調査でも、6月1日の解禁当初は、冷水病の症状もなく、好調に釣れていたが、その後の2度の出水の後、釣れなくなり、冷水病の症状の見られるアユが混じってきたとのことであった。

7月中旬の第4回目の調査(表4)では、第3回目の調査時に冷水病の症状が認められた大野見村や窪川町では、冷水病の痕跡が残っている個体は見られたものの、水温も22℃を超え、冷水病は終息していると思われた。一方、前回冷水病の症状が認められなかった櫛原川水系北川川の東津野村では、アユの斃死個体や冷水病の症状の出ている個体が目につき、棲息尾数も前回調査時の半分以下となっていた。それに対して、同じ櫛原川水系上流部の櫛原町では冷水病の症状の現れている個体は見られなかった。

漁業者からの聞き取り調査でも、北川川では6月15日の解禁日以降7月上旬までは、冷水病の兆候もなく、小型ながら数は釣れていたようだが、7月上旬の2度の出水の後、釣れなくなり、斃死個体も目につくようになったとのことであった。

上述したように、本年も四万十川上流部の2ヶ所の本支流で冷水病が発生し、深刻な被害に及んだ。その発生のパターンは、水温が上がりやすい本流上流部の大野見村や窪川町では6月中旬に発生し、7月中旬には終息するのに対し、水温の上がりが遅い櫛原川水系の北川川では7月になって発生した。しかしながら、同じような水温帯である櫛原川上流部では、発生が見られなかったことから、冷水病の引き金が単に水温の上下だけでなく、出水による濁りの程度や質など河川環境にも左右されていることが示唆された。

また、本年は冷水病対策として、櫛原町や東津野村では例年より1月近く放流時期を遅らせたが、例年どおり4月上旬に放流し大野見村や窪川町では冷水病が発生するまでは、順調に成長していること、また放流時期を遅らせても、東津野村では冷水病が発生したことから、その是非についても検討する必要があると考えられる。

産卵親魚の生息状況

第1回産卵親魚調査(表5)を行った10月中旬には、潜水目視でも船上からの目視でもほとんど親魚は確認できず、わずかに小畑付近で未成熟な個体が確認できたのみであった。

第2回調査(表6)を行った10月下旬にも、潜水目視ではほとんど親魚の群れは確認できなかったが、船上からの目視では、平元の船着き場付近に1~2万尾単位の大型個体の群れが、

また、小島の瀬肩付近に数千単位の中小型の群れが確認でき、それぞれ投網によりサンプリングを行った。

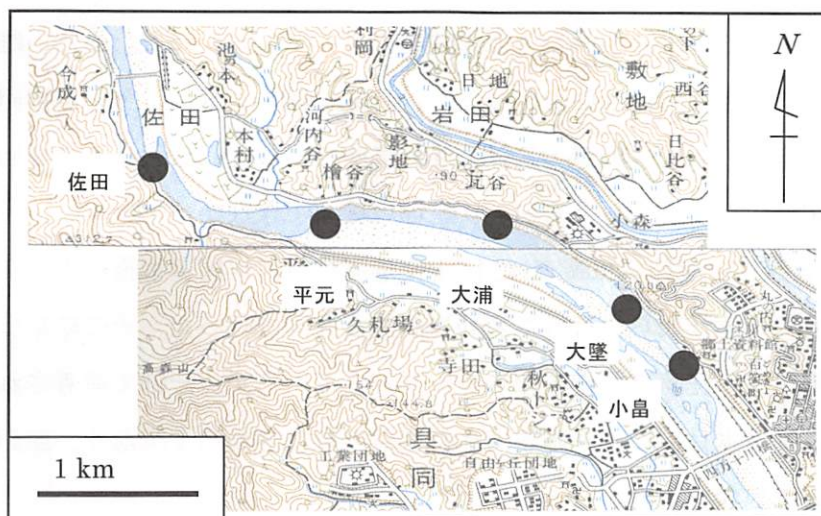


図3 四万十川アユ親魚調査地点 (西日本科学技術研究所提供)

表5 第1回四万十川アユ産卵親魚調査結果

St	調査場所	調査日時	水温(°C)	目視可能距離(m)	河床形態	目視距離(m)	目視尾数	アユ全長	備考
1	中村市 佐田	10月13日	23.3	2.5	淵(1) 瀬(1)	200	0	—	アユは全く見えず。右岸側に産卵適地あり。
		10:50~11:10				100	0	—	
2	中村市 大浦(カシゴロ)	10月13日	22.4	2.5	瀬(1)	200	0	—	瀬肩付近で、中型のアユがはねているのを確認したが、目視では見えず。右岸側に広範囲に産卵適地あり。
		11:30~11:50							
3	中村市 大壁	10月13日	—	2.5	淵(1) 瀬(1)	500	0	—	淵に数百尾の30~60cmのコイを確認したが、アユは瀬でわずかに確認したのみ。
		12:00~12:30				100	10	20	
4	中村市 小島	10月13日	—	2.5	淵(1) 瀬(1)	200	0	—	瀬肩及び瀬脇でアユの群れを確認したが、まだ未成熟。右岸側の瀬肩から下流に産卵適地あり。
		12:40~13:00				200	150	12~22	

表6 第2回四万十川アユ産卵親魚調査結果

St	調査場所	調査日時	水温(°C)	目視可能距離(m)	河床形態	目視距離(m)	目視尾数	アユ全長	備考
1	中村市 平元	10月31日	16.5	1.5	瀬(1)	200	0	—	船着き場付近で大型アユのやや大きな群れあり。 投網により49尾サンプリング(11月1日)。
		13:30~13:50						—	
2	中村市 大浦(カシゴロ)	10月31日	—	1.5	瀬(1)	200	0	—	アユは船上からも、目視でも確認できず。
		14:00~14:20							
4	中村市 小島	10月31日	—	1.5	淵(1) 瀬(1)	200	0	—	31日にはアユの群れは見えなかったが、11月1日に中小型の小さな群れ確認、投網により57尾サンプリング。
		14:30~15:00						8	

表7 四万十川産卵親魚測定結果

採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
11月1日	17.3	14.4	39.6	13.1	♂	2.8	7.0%	n=28、小畑、投網
"	18.7	15.6	53.2	13.8	♀	6.3	11.7%	
11月1日	21.9	18.2	85.8	13.6	♂	7.1	8.3%	n=29、平元、投網
"	20.6	17.2	71.3	13.5	♀	12.4	16.9%	

肥満度: 体重/(体長)³ × 1000

生殖腺指数: 体重/生殖腺(卵巣又は精巣)重量 × 100(%)

n: 測定尾数

その測定結果を表7に示してあるが、船上から目視したとおり、平元の親魚の方が雌雄とも小島の親魚より大型で、成熟も進んでいた。特に雄は、平元の個体は70%以上成熟して一部放精もしていたが、小島の個体は10%余りしか成熟が進んでいなかった。また、雌も小島の個体はまったく排卵するような個体はいなかったが、平元の個体は20%くらいが排卵直前まで成熟していた。ただ、全体として成熟が半月以上遅れ気味であった。なお、この2回の調査では、産卵に適した河床は何カ所かあったものの、産卵は確認できなかった。

11月下旬の第3回目の産卵親魚調査は、国土交通省中村河川国道事務所の委託を受けた西日本科学技術研究所の東健作氏らが行った産卵場調査と共同で行った。その結果は、平成16年度四万十川産卵場・流下仔魚確認作業報告書に詳述しているが、一部で産着された卵は確認できたものの、やはり潜水目視により確認できた親魚の数はきわめて少なく、産卵群は前2回の調査と同じく確認できなかった。

本年はアユの降下時期の9月以降も相次ぐ出水があり、アユの降下には好条件であったにもかかわらず、3度の産卵親魚調査及び西日本科学技術研究所が行った12月中旬の産卵場調査でもまとまった産卵群を確認することはできず、夏場の資源状況よりもさらに悪化した状況であったと考えられる。8月以降も相次ぐ出水のため、それ以降の漁はほとんどできていないにもかかわらず、こうした状況になったのは、もともと資源量が極めて少なかったことに加え、相次ぐ出水により、アユそのものも冷水病等により、ダメージを受けたものと考えられる。

また、産卵盛期に入った11月以降も2度の産卵床を流す大きな出水があり、そのことによりさらなるダメージを受けたことが、前述の西日本科学技術研究所が行った流下仔魚調査結果からもうかがえる。

いずれにせよ、本年の四万十川のアユ資源状況は、極めて憂慮すべき状況になっており、早急に資源回復に向けて、有効な手だてを講じる必要がある。

4 資源回復に向けた取り組み

こうした状況を受けて、地元でもアユ資源回復に向けて、様々な取り組みが始まった。まず、中流域の大正町で7月24日に、地元の四万十大正あゆまつり実行委員会主催の「四万十川のアユを守るためのシンポジウム」が開かれ、多くの漁業者や流域住民が参加して、たかはし河川生物調査事務所の高橋勇夫氏の講演やパネルディスカッションが行われ、四万十川の深刻なアユ資源の現状や回復策を議論した。

続いて8月22日には、下流の中村市で中村市と四万十川中央漁協が関わっている中村市内水面漁業振興協議会が主催した「四万十川にアユをとりもどすシンポジウム」が開かれ、高橋氏や松浦が講演を行い、漁業者ばかりでなく多くの市民も参加して、アユ資源の回復策を議論した。

こうした流れを受けて、9月に産卵場を管轄する四万十川中央漁協の理事会で、10月1日以

降の落ちアユ漁を全面禁漁とする自主規制案が議決され、他の単協や漁業権を管轄する四万十川漁連もこれに続き、四万十川ではじめて10月1日以降の落ちアユ漁が全面禁漁となった。

2004年のアユ漁獲量は34tとピーク時の2.4%まで落ち込み、2年続きの深刻な不漁に見舞われた四万十川であるが、資源回復に向けて新たな一歩が踏み出された。今後、この効果がどこまで現れるのか、来年以降の資源の回復状況を見守っていく必要がある。

2004年豪雨が県内河川のアユの成熟・産卵に与えた影響調査

松浦 秀俊

はじめに

2004年高知県では、8月以降相次ぐ台風の上陸や接近により、河川も増水を繰り返し、特に物部川や奈半利川のようにダムの影響が強い川では、4ヶ月あまりにわたって濁りがとれない状況が続き、アユの成熟や産卵に対する深刻な影響が懸念される状況となった。そのため、関係機関の協力により、各河川のアユの成熟度や産卵状況、流下仔魚量等を調査したところ、10月以降の3度の出水により、産卵状況も悪く、流下仔魚量も前年と比べ激減していることが判明したのでその概要を報告する。

結果の概要

1 出水と濁度の推移

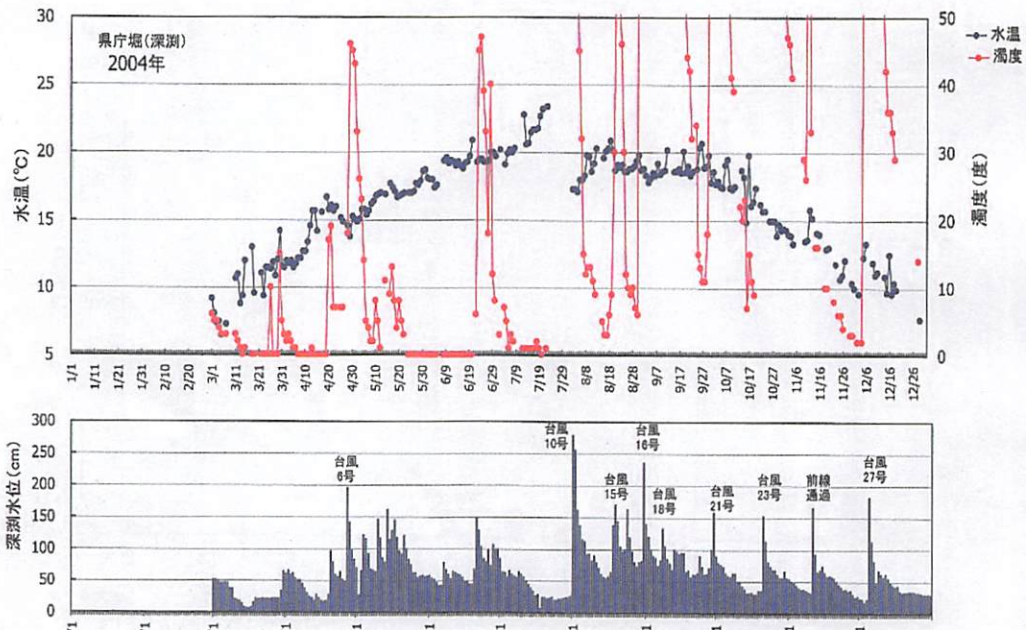


図1 県庁堀(深淵)地点における水温・濁度・水位の年変化(2004年) 物部川漁協提供

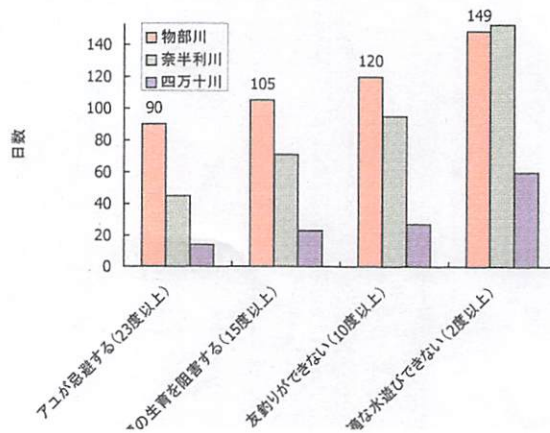


図2 物部川、奈半利川、四万十川に2004年8/1～12/31(153日間)発生した濁りの比較

(濁度測定:物部川は物部川漁協、奈半利川は電源開発、四万十川は東氏) 物部川漁協提供

図1の下図に物部川下流の南国市深淵にある水位計の日変化の推移を示した。物部川下流の平水位はおおむね40~50cmで、150cmを超えると付着藻類がほとんど流されるかなりの増水で、200cmを超えると河床の変動を伴う数年に1度ある程度の増水となる。

図1の下図によると、8月以降水位150cmを超える増水は8回あり、そのうち8月1日と8月30日には200cmを超える大増水となった。また、その増水に伴う濁りも物部川では図1の上図のとおり長期化し、特に8月30日以降は、80日近く濁度10以上の濁りが続いた。

図2に物部川、奈半利川、四万十川の3河川の8月から12月にかけて153日間の濁りの比較を示している。それによると、藻類の生育を阻害する濁度15以上の濁りが物部川では105日間も続き、同じようにダムを抱える奈半利川と比べても、長期化していた。一方、ダムによる影響が少ない、四万十川では20日間程度と影響は軽微であった。

2 各河川の成熟度の比較

表1に示したとおり、長期濁水が続いた物部川では、肥満度も11~12前後と著しくやせた状態で、生殖腺指数も10月上旬になっても1%未満と1ヶ月以上成熟が遅れていた。10月下旬になって一部産卵の可能性のある♀や放精する♂も見られたが、11月にかけても厳しい状況が続いた。

奈半利川も物部川に続いて、1ヶ月程度成熟が遅れており、その他の河川も安田川以外は概ねやせ気味で、成熟も半月程度遅れ気味であった。

表1 県内7河川のアユ成熟度等の比較

物部川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
9月28日	18.6	15.2	43.0	12.0	♂	0.2	0.4%	n=15、平松、投網(以下同じ)
"	17.7	14.5	36.2	11.9	♀	0.2	0.4%	n=16
10月5日	15.1	12.3	22.0	10.9	♂	0.04	0.1%	n=10、ヨコゼわんど
"	15.9	12.9	26.9	11.6	♀	0.18	0.7%	n=24
10月14日	17.8	14.7	37.4	10.8	♂	1.0	1.4%	n=13、ヨコゼ
"	17.4	14.2	38.0	11.4	♀	1.2	1.3%	n=13
10月25日	18.4	15.1	46.1	12.5	♂	3.2	6.2%	n=13、ヨコゼ
"	17.0	14.2	33.7	11.4	♀	2.2	5.9%	n=6
11月4日	18.5	15.1	43.7	12.0	♂	2.3	4.9%	n=16、ヨコゼ
"	17.8	14.6	35.7	11.3	♀	1.7	5.0%	n=9
11月15日	19.6	16.1	49.4	11.4	♂	2.5	5.2%	n=30、ヨコゼ
"	17.4	14.3	35.5	12.1	♀	4.0	11.1%	n=6
奈半利川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
10月10日	17.2	14.4	37.6	11.8	♂	1.1	2.2%	n=20、鮎釣り
"	17.2	14.3	34.3	11.3	♀	0.7	1.6%	n=17
安田川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
10月2日	19.7	16.3	75.4	17.2	♂	5.1	6.8%	n=5、小島、友釣り
"	20.8	17.4	86.2	16.5	♀	5.0	5.7%	n=6
伊尾木川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
10月6日	19.6	16.3	62.4	14.1	♂	3.5	5.4%	n=10、川北、友釣り
"	19.7	16.4	66.1	14.5	♀	3.0	4.3%	n=14
仁淀川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
10月12日	16.6	13.6	34.7	13.6	♂	1.0	2.8%	n=30、高岡、投網
"	16.4	13.5	35.9	13.7	♀	1.0	2.3%	n=43
新莊川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
10月8日	19.3	16.2	54.6	12.7	♂	1.9	3.4%	n=26、鮎釣り
"	19.3	16.2	55.3	12.8	♀	1.8	3.3%	n=19
四万十川								
採捕日	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	肥満度	♂♀	生殖腺重量(g)	生殖腺指数	備考
11月1日	17.3	14.4	39.6	13.1	♂	2.8	7.0%	n=28、小畑、投網
"	18.7	15.6	53.2	13.8	♀	6.3	11.7%	n=29
11月24日	21.9	18.2	85.8	13.6	♂	7.1	8.3%	n=29、平元、投網
"	20.6	17.2	71.3	13.5	♀	12.4	16.9%	n=20

肥満度: 体重/(体長)³×1000
 生殖腺指数: 体重/生殖腺(卵巢又は精巢)重量×100(%)
 n: 測定尾数

3 流下仔魚の状況

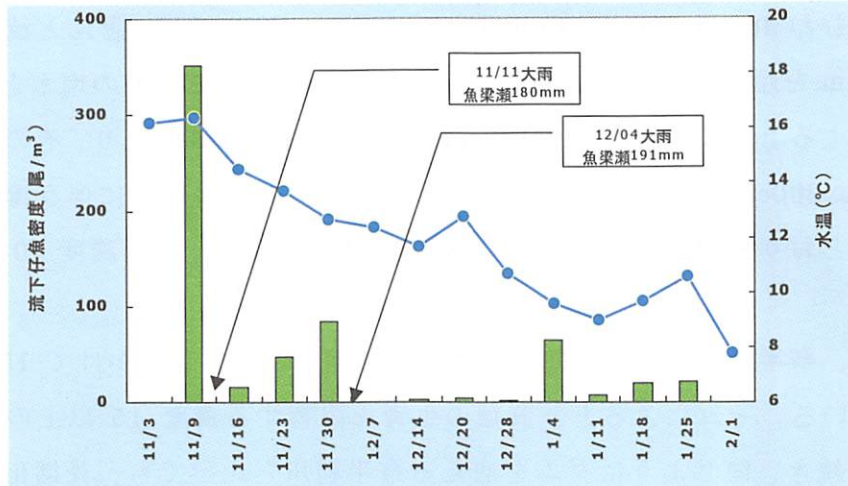


図3 安田川のアユ仔魚流下量 (安田川漁協提供)

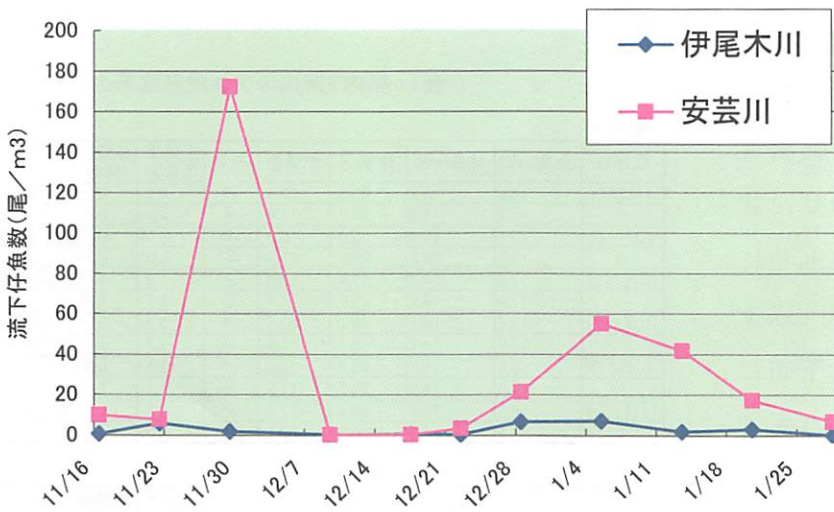


図4 伊尾木川・安芸川アユ流下仔魚量 芸陽漁協提供

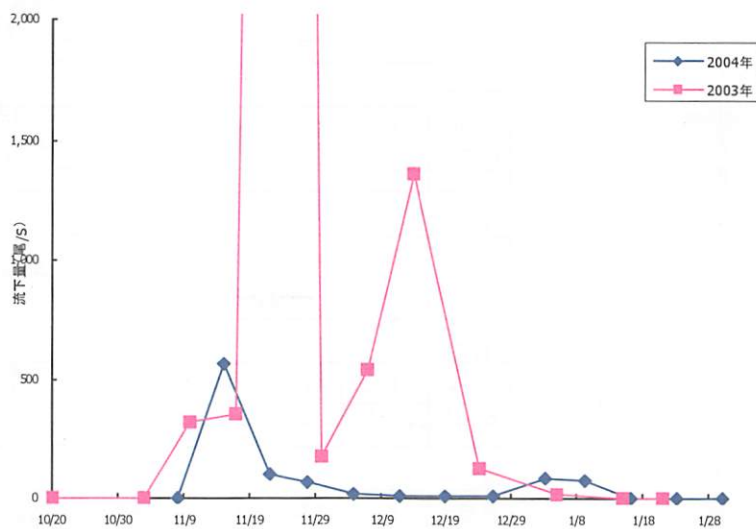


図5 物部川のアユ仔魚流下量 (物部川漁協提供)

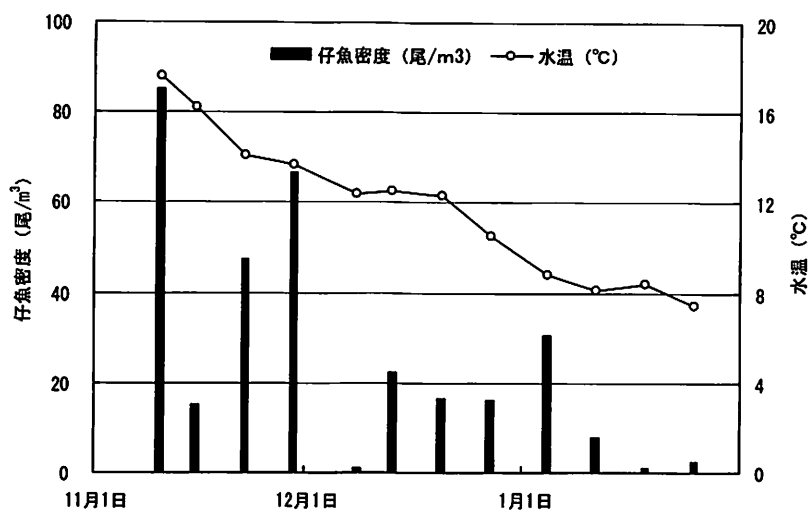


図6 四万十川のアユ流下仔魚量 (国交省中村河川国道事務所提供)

図3～6に5河川のアユ流下仔魚の密度の推移を示した。それによると、図3の安田川で顕著なように、11月11日と12月4日の大雨により、流下仔魚の密度が大きく落ち込んでいることがわかる。

考 察

2004年の豪雨による河川への影響は、出水と濁度の推移でも述べたように県下の河川に濁りの長期化をもたらしたが、なかでもダムによる影響が顕著な物部川や奈半利川で深刻な状況となった。同じダムを抱えていても選択取水を行っている奈半利川では、濁りの長期化が多少緩和されたが、そうした配慮がない物部川では、8月以降長期にわたって濁度が10以上の状態が続き、その結果9月下旬以降もアユが餌不足のため、肥満度も11～12のやせた状態で、生殖腺の発達も通常と比べて1ヶ月以上も遅れ気味であった。他の河川でも安田川以外は、肥満度も12～14前後とやせ気味で、生殖腺の発達も遅れ気味であった。

それに加え、安田川などでやっと流下がはじまった11月上旬に、産卵床を洗い流す大雨が降り、その後流下仔魚が落ち込んだ後、11月下旬にかけて流下が増えかけたときに、再び12月上旬に同じく産卵床を洗い流す大雨が降り、その後は12月下旬に少し流下仔魚が見られた程度で、全体として翌年のアユ資源に深刻な影響が懸念される状況となった。

謝 辞

本報告に当たり、安田川漁協、芸陽漁協、物部川漁協及び国土交通省中村河川国道事務所には、データの提供をいただき感謝する。

また、高知県内水面漁業協同組合連合会には、各河川のアユの測定データ並びにアユサンプルを提供いただき、たかはし河川生物調査研究所の高橋勇夫氏並びに西日本科学研究所の東健作氏には各漁協のデータ収集及びとりまとめをしていただき、感謝する。

間伐材を用いた木製構造物による河川環境の改善に関する研究

松浦 秀俊 佐伯 昭

はじめに

近年、森林の荒廃とともに山の保水性が低下し、鉄砲水やそれに伴う大量の土砂の流入等により河川環境が悪化し、魚類等の水生生物にとっても棲みにくい状況となっている。このような状況に対して、従来 of 治水、利水機能のみを重要視してきた川づくりから、生態系にも配慮した多自然型川づくりが求められるようになってきた。

そこで本研究では、物部川上流の物部村別府地区（図 1）において、河川環境の改善を目的とし、魚類等の水生生物が生息しやすく、流域住民等の親水利用が図られる川づくりを目指すため、間伐材や自然石等を利用した河川構造物を設置し、その効果等を検証する。

本研究は、森林技術センター、環境研究センター及び当センターの 3 機関による 3 年間のプロジェクト研究で、そのうち森林技術センターは木製構造物の設計・設置及び河道調査、環境研究センターは水生昆虫及び付着藻類調査、当センターは魚類生息調査を分担して行った。ここでは、当センターが行った、魚類生息調査について報告する。

1 調査の目的

本年度は、構造物を設置する前の調査区間における河床形態の把握と季節ごとの魚類生息状況を把握すること目的として調査を行った。

2 調査の方法

魚類生息状況調査は、調査区間を河床形態別に 10～20m ごとに区切って、その横断面を 2～5m の観察幅で潜水目視観察して、魚種ごとに全長別に個体数をカウントし、単位面積当たりの棲息尾数を求めた。

なお、底棲魚類であるカワヨシノボリやアカザは、調査横断面に数カ所 2m 四方の区域を設定し、その区域の石を除去して、潜水目視により棲息尾数を求めた。

3 調査結果及び考察

本調査では、当初は調査の目的でも述べたように季節ごとの魚類生息状況を把握する予定であったが、「2004 年豪雨が県内河川のアユの成熟・産卵に与えた影響調査報告」でもあるように、本年は 8 月以降、台風等による相次ぐ出水のため夏季から秋季にかけての調査ができなかった。また、調査地点に設置していた水温を連続観測するためのデータロガーも土砂に埋もれ、流失したため回収できなかった。そのため、水温の変化は上記報告書の図 1 に示した物部川下流部の水温変化を参考とした。

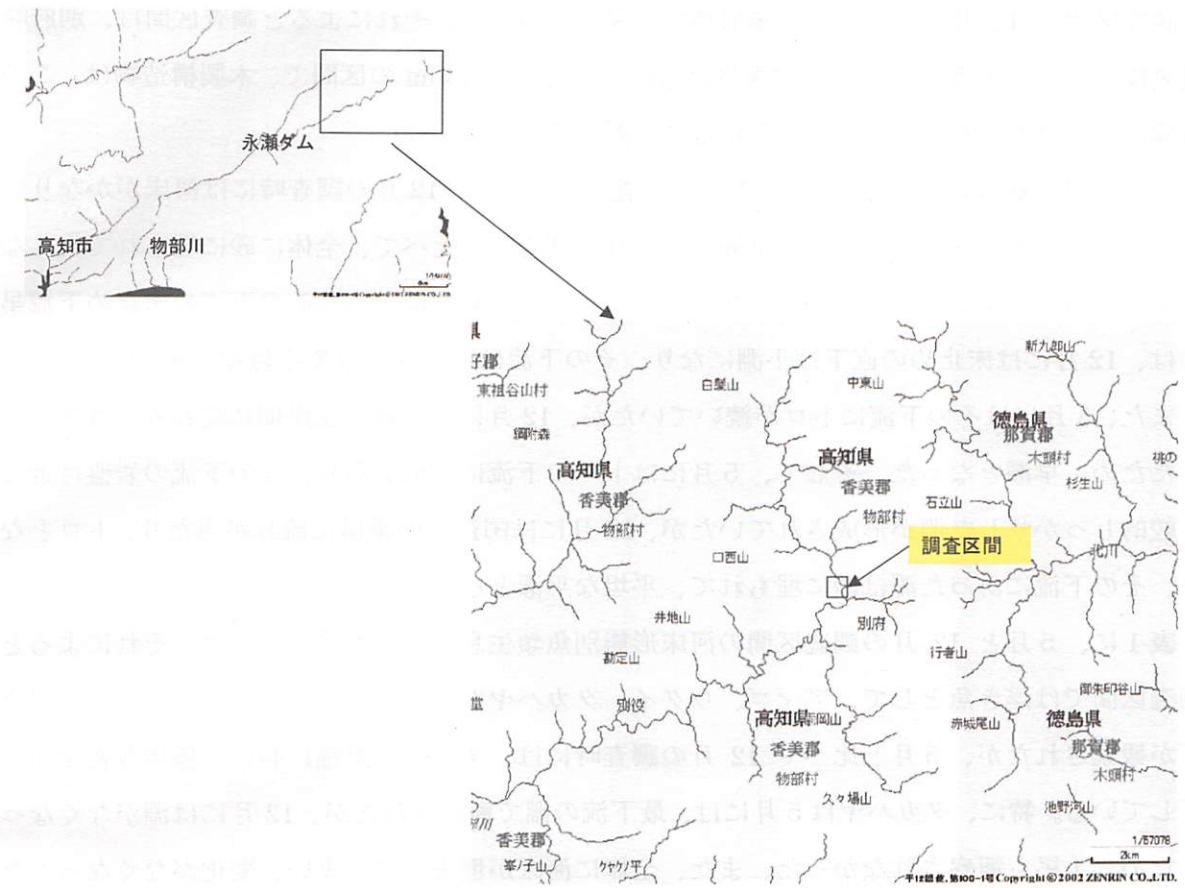


図1 調査区間の概要

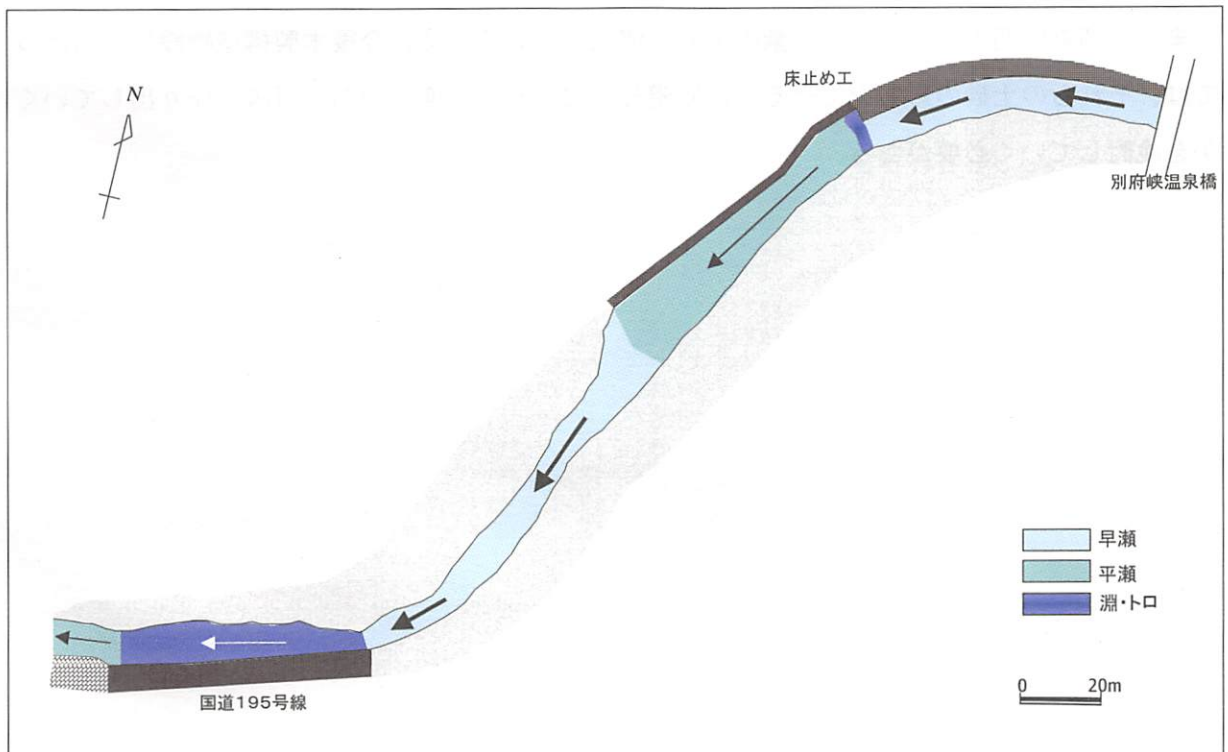


図2 調査区間の河床形態図

調査区間の 12 月に調査した河床形態図を図 2 に示した。それによると調査区間は、別府峡温泉橋から下流国道 195 号線に突き当たる付近までの約 430m の区間で、木製構造物は、この区間の中央付近にある早瀬の始まる付近に設置予定である。

この区間は夏季の出水の影響で、5 月の調査時と比べて、12 月の調査時には河床がかなり変わっていた。上流部の床止め上流早瀬は、5 月の調査時と比べて、全体に砂に埋もれて浅くなっていたが、大まかな河床形態は変わっていなかった。5 月にあったその下流の床止め下流早瀬は、12 月には床止めの直下は小淵になり、その下流は砂に埋まって平坦な平瀬となった。

また、5 月にはその下流にトロが続いていたが、12 月には河道が左岸側に変わり、落差ができたため、早瀬となった。そして、5 月にはトロの下流に平瀬があり、その下流の岩盤付近に比較的しっかりした淵が形成されていたが、12 月には国道下の護岸に流れが当たり、トロとなり、その下流にあった淵は砂に埋もれて、平坦な平瀬となった。

表 1 に、5 月と 12 月の調査区間の河床形態別魚類生息状況の推移を示した。それによると調査区間では浮き魚として、アマゴ、ウグイ、タカハヤが、底魚としてカワヨシノボリ、アカザが観察されたが、5 月と比べて 12 月の調査時には、すべての魚種において個体数密度が低下している。特に、タカハヤは 5 月には、最下流の淵で観察されたが、12 月には淵がなくなったため、1 尾も観察されなかった。また、全体に河床が埋まってしまい、変化がなくなったため、アマゴやウグイ、カワヨシノボリの個体数密度も大幅に低下した。これらの原因は、季節変化というより、夏期から秋期にかけての相次ぐ出水による直接的、間接的影響が大きかったと推察される。

また、調査区間の上流部にも大量の土砂が流入しているため、今後木製構造物設置に当たっては、それらの土砂の影響をできるだけ回避し、どうやって変化のある河床を作り出していくかを検討していく必要がある。

表1 調査区間の河床形態別魚類生息状況の推移

2004/12/3

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '床止め上流早瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '床止め下流早瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '床止め下流平瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '早瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '国道下トロ(淵)' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '国道下平瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '合計/平均' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

2004/5/27

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '床止め上流早瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '床止め下流早瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '床止め下流平瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '早瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '国道下平瀬' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

Table with 6 columns: 地点, 魚種, 観察幅, 観察距離, 密度, 個体数/組成. Sub-table for '合計/平均' with 5 categories: アマコ, ウグイ, タカハヤ, アカサ, カワヨシホリ. Rows include TL<5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 合計.

高品質な養殖アユの生産技術開発研究

岡部正也 吉岡和樹*¹ 海野徹也*² 佐伯 昭

*1: 有限会社吉川水産, *2: 広島大学生物生産学部

本県アユ養殖業の生産性向上と養殖アユの需要拡大を図るため、県内アユ養殖業者ならびに大学と連携して飼育技術の改良や優良品種の開発をおこない、高品質な養殖アユの生産技術を確立する。

1. アユ養殖場および内水面の飼育環境の比較

目 的

養殖環境の改善に資するため、アユ養殖場と内水面漁業センター(以下内水面)の両施設において、由来の同じアユ種苗を同時期に導入して飼育試験を実施し、それぞれの飼育環境と飼育成績を比較する。

材料および方法

県内のアユ養殖場(吉川水産,香南市吉川町吉原,以下養殖場)に市販の海系人工種苗を導入し、飼育開始から出荷に到るまでの飼育データを収集した。また、同一の人工種苗を内水面の飼育施設で並行して飼育し、成長、生残率、飼料転換効率等の飼育成績を比較した。

表-1 飼育施設の概要

	飼育施設	形状	用水	通気	換水率(回/日)
養殖場	屋内160tCRT水槽ピニ	8角形	揚水ポンプによるくみ上げ	1馬力水車2基	300%
	ールハウス内水深1m		(地下10m)		
内水面	屋外50tCRT水槽	8角形	揚水ポンプによるくみ上げ	エアチューブ	1000%
			(地下5m)	による通気	

結 果

飼育経過の概要

養殖場 0日(池入れ)~70日目

2004年3月13日、県外の民間種苗業者より購入した海系人工種苗を活魚車で輸送し、養殖場の屋内160tCRT飼育水槽に導入した。種苗の放養に先立ち、水槽は次亜塩素酸ナトリウム(有効塩素濃度15%)37.5ppmで3時間消毒し、2日間風干した。放養時には輸送後のストレス軽減のため飼育水1tあたり8kgの粉碎塩を投入して0.8%塩水浴をおこない、その後およそ3日かけて徐々に注水を増やし淡水飼育に移行した。池入れ2日目の3月15日、斃死が増加し、ビブリオ病(原因菌 *Vibrio anguillarum*)の発生が確認されたた

め、オキシリン酸(商品名 パラザン)を魚体重 1kg, 1日あたり有効濃度 20mg となるように飼料に添加し、6日間経口投与を行った結果、斃死はほぼ終息した。3月17日に比較試験用として同水槽から総重量 4kg, 約 4000尾の種苗を取り上げ、内水面に移送した。

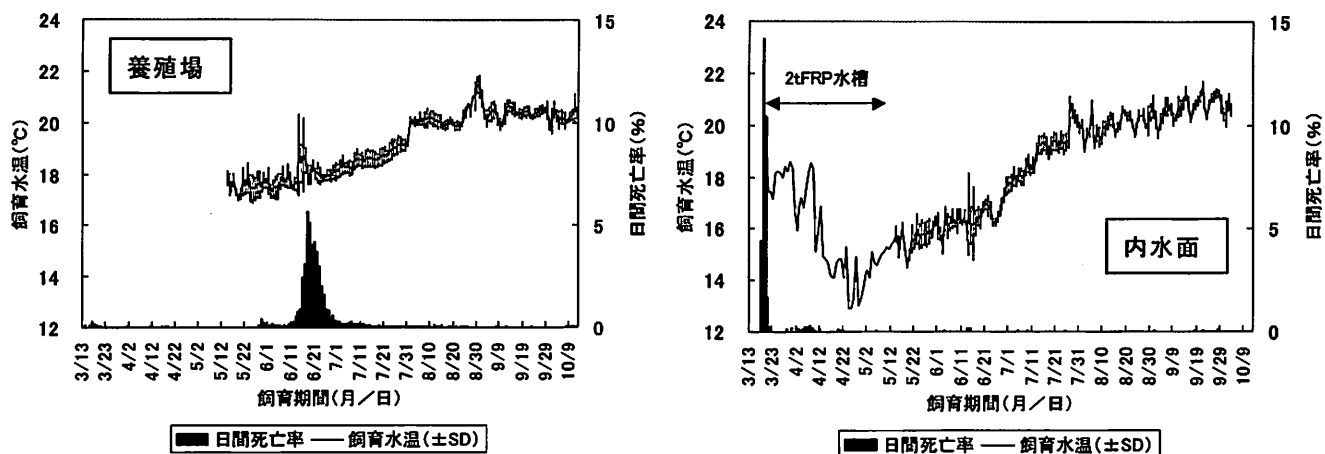


図-1 養殖場と内水面の飼育水温および日間死亡率の推移

その後 70日までは魚病の発生は認められず、順調に経過した。

養殖場 71日目～165日目(池上げ)

飼育開始後 71日目～77日目(5月29日, 入梅)にかけて再び斃死が増加し、冷水病(原因菌 *Flavobacterium cyclophilum*)の発生が確認された。対策としてスルフィゾール(商品名 イスラン)を魚体重 1kg, 1日あたり有効濃度 200mg となるように飼料に添加し、8日間経口投与を行ったところ斃死は一旦減少したが、投薬終了直後より再び増加に転じた。再検査の結果、冷水病とピブリオ病の複合感染が確認されたため、さらにイスラン投薬終了 17日後の 103日目よりオキシリン酸を7日間投与した結果、斃死はほぼ終息した。冷水病発生時の 5月29日～7月29日の水温は 17.3～19.1℃の範囲で、斃死のピークをはさむ 6月16日～24日は 18.0～18.7℃の範囲であった。その後は順調に推移し、飼育開始から 165日目の 8月25日に取り上げを行い、総重量 1,291kg, 総尾数 1.3万尾を出荷した。出荷時の平均体重は 97.5gであった。

さらに、取り上げ時に選別したメスアユ 226kg について飼育を継続し、40日後の 10月3日に子持ちアユとして出荷した。出荷時の総重量は 262kg, 総尾数は 3,149尾, 平均体重は 83.2gであった。

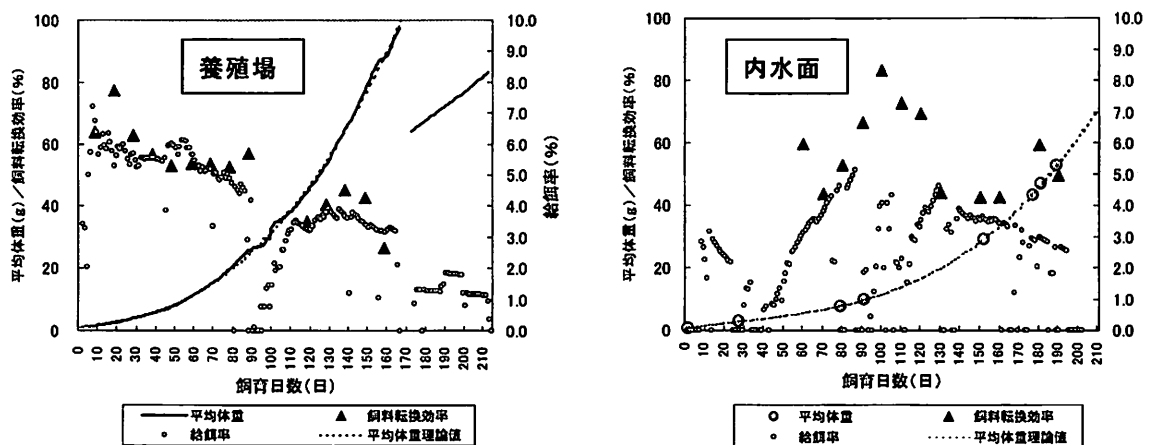
内水面 0日(池入れ・2tFRP水槽2基)～27日目

2004年3月17日, 養殖場より分養したアユ種苗総重量 2,629g, 総尾数 3,673尾を内

水面の屋外 2tFRP 水槽 2 基に二分して収容した。移送直後よりピブリオ病による大量斃死が発生したため、池入れ時に 1%塩水浴およびオキシリン酸 10ppm, 4 時間薬浴, さらに 2 日後にオキシリン酸 10ppm, 4 時間薬浴を行った結果, 5 日目には終息した。この期間の累積死亡率は 31.5%となった。池入れ後 27 日目の 4 月 13 日にすべての種苗を屋外 50tCRT 水槽に移槽した。移槽時の総重量, 総尾数および平均体重はそれぞれ 6.9kg, 2,437 尾および 2.83g であった。

内水面 28 日 (50tCRT 水槽飼育)～201 日目(取り上げ)

50t 水槽に移槽後は疾病予防に重点を置き, 摂餌の低下や斃死が見られた場合には直ちに餌止めと 0.5～0.75%塩水浴 2～3 時間を行い, 完全な回復を待ってから投餌を再開した。この期間中投薬は行なわず, のべ 53 日の餌止めと 10 回の塩水浴を適宜実施した。その結果, 50t 水槽移槽後の生残率は 97%と良好に推移し, 飼育開始後 201 日目に取り上げを行った。取り上げ時の総重量, 総尾数および平均体重はそれぞれ 127.6kg, 2,072 尾, 58.2g であった。



図一2 養殖場および内水面で飼育されたアユの平均体重,給餌率および飼料転換効率の推移

飼育成績 各飼育施設の 5 月 16 日～8 月 26 日における飼育水温の平均(± SD)は養殖場 (通常飼育, 以下同様) で 18.6℃(±1.0), 内水面で 17.9℃(±1.8)と前者が 0.7℃高く, 変動が小さかった。養殖場の池入れ～取り上げ時における飼育水 1t あたりの放養尾数/重量は 88.3 尾/8.61kg ～246 尾/0.27kg, 内水面(50t 移槽後)では 41.4 尾/2.48kg～49.5 尾/0.14kg となり, 養殖場は尾数で内水面の 2.1 倍, 重量で 3.5 倍の飼育密度であった。取り上げ時の平均体重は養殖場で 97.5g と, 内水面 58.2g の 1.6 倍であった。平均給餌率は養殖場で 4.2% (±1.6 SD)と内水面 2.1% (±1.6 SD) の約 2 倍であった。

表-2 各施設の飼育成績(1)

飼育施設	飼育期間	総重量(Kg)			総尾数(尾)		平均体重(g)		総投餌量(kg)
		(a)	開始時 ^(b)	終了時 ^(c)	開始時 ^(d)	終了時 ^(e)	開始時 ^(f)	終了時 ^(g)	
内水面	2004/3/17~ 10/4	201	2.6	123.8	3873	2072	0.7	58.2	175.5
養殖場 (通常飼育)	2004/3/13~ 8/15	165	40.0	1291.0	36900	13243	1.1	97.5	3126.2
養殖場 (子持ちアユ)	2004/9/3~ 10/13	40	226.0	262.0	3504	3149	64.4	83.2	127.0

表-3 各施設の飼育成績(2)

飼育施設	増重量(kg)	生残率(%)	日間増重率(%)	飼料転換効率(%)	増肉係数
	c-b	$d \div e \times 100$	$\{(g-f) \div g\} \div a \times 100$	$(c-b) \div h \times 100$	$h \div (c-b)$
内水面センター	121.2	56.4	0.49	69.0	1.40
養殖場(通常飼育)	1251.0	35.9	0.60	40.0	2.50
養殖場(子持ちアユ)	37.0	89.9	0.56	28.7	3.48

池入れから取り上げまでに要した日数は内水面が 36 日長かった。最終生残率では内水面が養殖場より有意に高い値を示した (χ^2 検定, $p < 0.01$)。また, 日間増重率では養殖場が内水面を 1.1% 上回ったが, 飼料転換効率では内水面が養殖場を 29% 上回り, 増肉係数においても 44% 低い値を示した (表-2, 表-3)。

考 察

飼育条件 内水面の飼育水温は養殖場に比べて低く, 変動が大きい傾向を示したが, いずれの施設においてもアユの飼育適水温とされる 15~25℃ の範囲内であった (図-1)。

県内のアユ養殖業では, 出荷サイズの基準を市場での取り扱い価格に基づき 100g/尾以上としており, より短期間にこの体重に到達することを目標とした生産計画が立てられている。今回比較を行った養殖場では, まず 100g/尾に到達させる時期を設定し, 逆算した日間成長率と飼料メーカーの示した給餌率表にもとづき給餌基準を決定しているが, その成長予測は実際のアユの成長によく一致していることから, 給餌率, 飼育密度などの飼育条件については適切であったと判断される (図-2)。一方, 内水面の給餌率は養殖場のほぼ半分であり, 日間増重率では養殖場を大きく下回ったが, 飼料転換効率および増肉係数では養殖場を大きく上回る値を示した (表-3)。この結果は, 養殖現場では適正給餌基準が飼料転換効率の最大値を超えるレベルに設定されており, 養殖魚が魚体の物質

代謝の上限に近い状態で飼育されていることを示すものと考えられる。

冷水病について 養殖場では 5 月下旬から 7 月下旬にかけての冷水病による被害が特に大きく、総尾数の 46.9%がこの時期に斃死しており、歩留まりを低下させた決定的な要因となった(図-1)。今回、養殖場では冷水病に対して投薬による治療が行なわれたが、完全な餌止めは斃死のピーク直前に隔日で 5 日間行ったのみであった。これに対して内水面では摂餌の低下が見られた時点で最長 4 日間の餌止めと塩水浴を実施した結果、ほぼ完全に冷水病の発生を阻止することができた。これらの結果は十分な餌止めと塩水浴による予防が投薬による治療にくらべて効果的に冷水病被害を軽減できることを示している。ただし、実際の養殖現場での頻繁な餌止めや塩水浴は成長停滞や作業量の増大につながり、計画生産の妨げとなるため、冷水病の被害が最も大きくなる時期に集中して実施することが望ましい。

これまでに県内の天然河川を対象に行われた調査では、冷水病の発生時期は 5 月下旬～8 月上旬であり、水温 15～17℃で被害がピークに達することが多いことが報告されている。また、この時期にまとまった降雨などの影響で大きく水温が変動すると被害が拡大する傾向があることが示唆されている。これらの結果は今回養殖場で見られた冷水病の発生状況と酷似していることから、この時期には天然河川、養殖場にかかわらずアユの抵抗力が低下しやすい、もしくは冷水病菌の繁殖に好適な環境条件が生じやすい可能性があると考えられる。したがって、少なくとも 5 月～7 月の約 2 ヶ月間はアユの状態を的確に把握し、摂餌低下やまとまった斃死が認められたときには 3, 4 日程度の完全な餌止めと塩水浴を適宜実施することにより冷水病被害を大幅に軽減できる可能性がある。ただし、さらに現場に即した予防対策を講じるためには、投餌の休止、再開を判断する指標、基準等について明らかにする必要がある。

ビブリオ病について ビブリオ病はいずれの施設においても発生が認められ、養殖場では種苗導入直後と冷水病発生時の 2 回、内水面では養殖場から移送直後に 1 回まとまった斃死が認められた。いずれもオキシリン酸の投薬または薬浴により治療できたが、内水面では総尾数の 31.5%がこの時点で減耗した。このように、本疾病は迅速な診断ができれば投薬による治療が可能であるが、冷水病に比べて予防が困難であり、対処が遅れると短期間で大量斃死を起こす場合がある。さらに、今回のように冷水病との複合感染が生じた場合には養殖現場では対応が特に困難であると思われる。そのため、今後公設試との緊密な検査体制の構築が改めて必要であると考えられた。

今回の結果から、飼料メーカーの示す給餌基準に沿った給餌を行った場合、魚の物質代謝の上限に近い給餌量となりうることが明らかとなった。生産効率が重視される養殖魚では最大限の成長を得るための飽食給餌が基本であるが、過給餌はしばしばストレス

となり、魚体の免疫機能の低下を引き起こすことが予想される。飽食に近い給餌を行った養殖場では疾病被害が大きかったが、制限給餌を行った内水面において冷水病の発生が阻止された事実はこれらの仮説を裏付けるものと考えられる。その反面、魚体の成長では内水面が大きく劣り、出荷サイズに到達できなかったことは、疾病予防の実践のみでは養殖事業の成立が困難であることを示唆している。

したがって、今後さらに詳細な検討を行い、疾病予防と生産性を両立するための新たな給餌基準および生産方式を確立する必要がある。さらに、耐病性品種の確立やワクチンの開発は投薬による経済的負担を軽減し、養殖魚の安全安心な食品としての価値を高めるうえできわめて有効な手段であることから、今後積極的に取り組む必要がある。

2. 品質評価

養殖場で生産したアユについて出荷時に水産用医薬品残留検査を実施した（(財)冷凍食品検査協会に委託）。その結果、養殖現場で一般的に用いられる治療薬であるスルファモノメトキシシン、オキシリン酸、フロルフェニコールの各抗生物質および合成抗菌剤は検出されなかった。また、内水面で養成したアユを高知市中央卸売市場に試験出荷したところ、1000円/kg（♀、80gサイズ）で取引された。出荷時期が養殖アユのほとんど流通しなくなる10月であり、一般的な出荷サイズである100gを下回る80gと小ぶりであったこと、および出荷量が15kgと少なかったことを考慮するとこの単価は比較的よいと判断される（9月下旬の養殖アユの全国的な平均単価は800円～1500円（首都圏活魚市況）。10月の取り扱い記録なし）。さらに、同製品を生活協同組合（コープ四国）に持ち込んだところ、外見や味は天然アユに近いとの評価を受けた。

3. 優良品種の開発

県内アユ養殖に用いる種苗を優良な県内産でまかない、安全、安心な養殖魚の供給体制を構築するため、アユ優良品種開発に引き続き取り組んだ。前事業（PCR法を用いた病原体検出および育種法の効率化研究；平成10～15年度県単プロジェクト研究、水産生物育種の効率化基礎技術の開発研究；平成8～14年度 農林水産技術会議委託研究）で作出し、当センターで継代されている高温選抜アユ系統についてCTMaxテストによる高温耐性形質の評価を行った。その結果、作出後3代継代後も高い高温耐性が維持されていることが明らかとなった。

4. 飼育試験用種苗の生産

採卵から種苗供給まで一貫して県内で生産された種苗を飼育試験に用いるため、本年度に導入した人工種苗を当センターで親魚養成し、種苗生産を行った。

5. DNA 多型解析技術の開発(広島大学生物生産学部)

DNA マーカーによる優良品種の差別化およびトレーサビリティの精度向上に有効なマイクロサテライト DNA 多型解析を行うため、新たなアユマイクロサテライト DNA 検出用プライマーを設計した(図-3)。

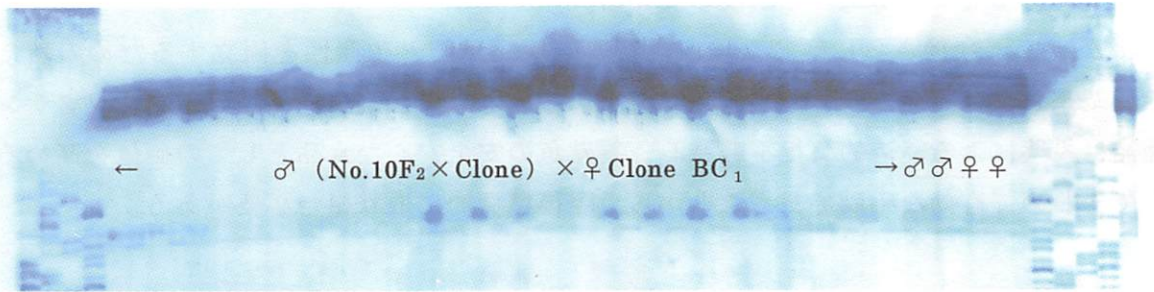


図-3 新たに開発されたアユマイクロサテライト DNA プライマー(HUPIe7)による電気泳動像

6. オートシーケンサの導入

DNA 多型解析の効率化を図るため、オートシーケンサを導入した(畜産試験場, 水産試験場と共同で使用)。その結果, 検出作業の完全自動化が可能となり, 作業効率が飛躍的に向上した(図-4)。

Pact,Pacg-Mcaa10F2-.B07_05100503X7

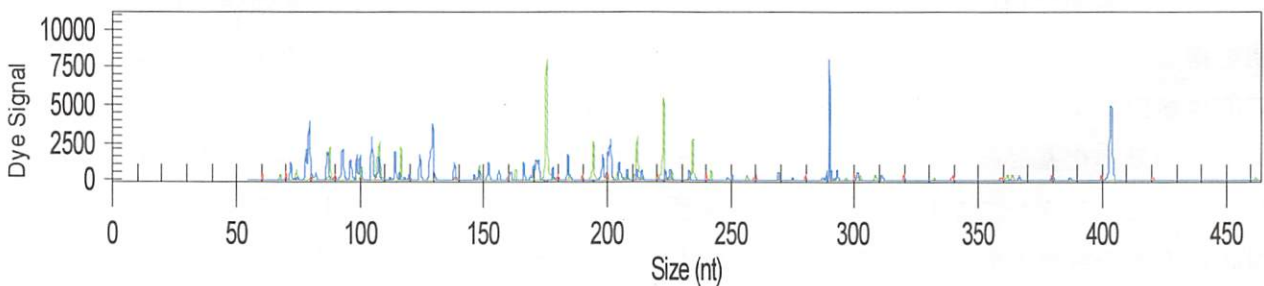


図-4 オートシーケンサを用いたフラグメント解析結果の一例

アユ資源添加技術開発試験

佐伯 昭・岡部正也[○]・海野徹也*

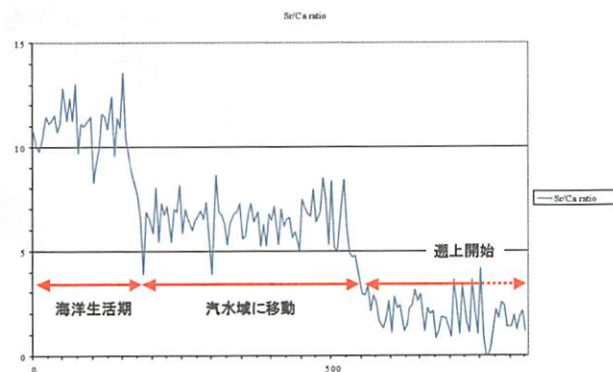
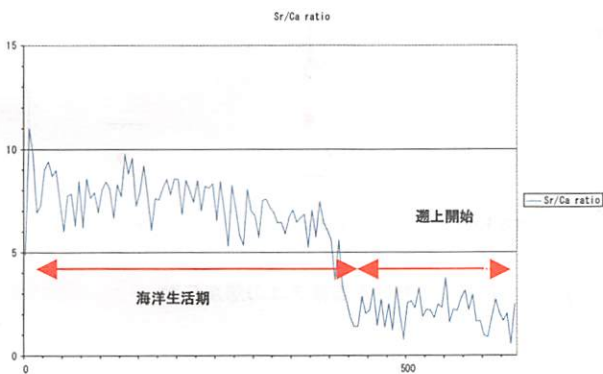
*広島大学生物生産学部水産増殖学研究室

1. 目的

天然海系アユの回遊や遡上のパターンを知ることは、その資源生態を解明するうえできわめて重要である。また、アユ増殖事業では海系、琵琶湖系(現在県内では放流されていない)、人工種苗など複数の系統が用いられることから、それらを確実に判別できる手法の開発が望まれている。そこで、本研究では広島大学生物生産学部との共同研究で、アユの耳石情報を用いた系統判別技術の開発および天然海系アユの回遊パターンの解明を試みる。

2. 方法

本年度は、四万十川、仁淀川、伊尾木川で採捕された天然海系アユについて、耳石日周輪による日齢査定およびEPMA(電子線マイクロアナライザー)を用いたストロンチウム/カルシウム



図—1 海系アユ(仁淀川)のプロファイル

比(以下 Sr/Ca 比)の測定を行い、各河川における天然遡上魚の海域生活～遡上に至るまでの生活パターンの把握を試みた。

3. 結果および考察

Sr/Ca 比による天然遡上アユの回遊履歴の推定

各河川に遡上する天然海系アユの耳石 Sr/Ca 比のプロファイルには、さまざまなパターンが見られた。

すなわち、耳石中心から 500 μm 付近まで 10 前後の高い値を示した後、3 前後まで降下するもの、耳石中心から 500 μm 付近まで 5 前後の値を示した後、3 前後まで降下するもの、耳石中心から 500 μm 付近までの間に 2 段階で降下し、それ以降 3 前後まで降下するものなどである。これらの比

の変動がアユの経験した海洋～汽水～遡上までの生活環境中における海水濃度の変動を反映していると仮定すると、各サンプルのプロファイルはおおむね左図のように解釈できると考えられる(図—1)。

また、各河川に特徴的なプロファイルとして、四万十川では中心付近から外周に向かって7から3前後まで緩やかに減少していくものが比較的多く、伊尾木川、物部川では中心付近から500 μm 前後まで10前後の高い値を示した後、3前後まで急激に減少するものが比較的多く見られた。これらの結果は、アユの遡上パターンが河川形態に大きく影響を受ける可能性を示している。すなわち、流程が長く広範囲に汽水域を持つ四万十川では、流程が短くほとんど汽水域を持たない伊尾木川、物部川にくらべて汽水で生活する期間が相対的に長くなる傾向があると推察される。

各河川におけるアユの滞海日数の比較

各河川に遡上した天然海系アユの耳石日周輪と Sr/Ca 比の降下時期を照合し、アユの滞海日数の比較を試みた。その結果、四万十川では平均 110 日、伊尾木川、物部川では平均 80 日前後と大きく異なることが明らかとなった（図-2）。このことは、前述の、各河川における Sr/Ca 比のプロファイルから推定した回遊履歴とよく一致しており、アユの遡上パターンが河川形態に影響を受けること

をさらに裏付けるものと考えられる。ただし、これらのサンプルはいずれも3月下旬にあわせて採集されたものであることから、今後遡上開始直後から終了までの長期にわたるサンプリングを行い、より多くのパターンを把握する必要がある。

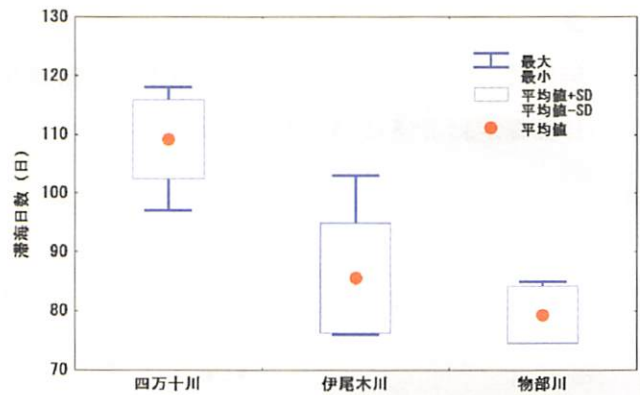


図-2 各河川における海系アユの滞海日数

III 資 料

平成16年度 飼育源水の水温

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	12.9	13.5	15.0	16.3	17.9	19.4	20.4	20.7	19.8	18.2	14.9	15.9
2	13.0	13.7	15.1	16.6	17.9	19.4	20.4	20.6	19.4		15.1	16.1
3	12.8	13.5	14.9	16.6	18.1	19.4		20.3	19.0	17.9	14.6	16.1
4	12.5		15.0	16.8	18.4	19.6	20.5	20.6	19.9	18.1	14.6	16.0
5	12.7	13.8	14.9	16.6	18.1	19.8	20.5	20.6	19.8	17.5	14.6	16.1
6	12.9	13.8		16.8	17.9	19.7	20.6	20.6	19.5	17.5	14.6	16.0
7	12.9	13.9	15.1	16.8	18.2	19.7	20.6	20.5	18.6	17.6	14.5	15.9
8	12.8	14.0	15.0	16.8	18.3	19.7	20.6	20.6	19.5	17.4	14.5	16.1
9	12.8	13.9	15.1	16.9	18.3	19.8	20.6	20.6	19.3	17.7	16.7	16.1
10	12.8	14.1	15.0	16.9	18.3	19.8	20.8	20.6	19.0	17.6	16.7	
11	12.8	14.1	15.0	17.4	18.4	19.8	20.5	20.6	19.7	17.3	16.6	
12	12.9	14.2	15.2	16.9	18.5	19.9	20.7	20.6	19.7	17.5	16.4	
13	12.9	14.2		17.1	18.6	19.9	20.8	20.4	19.6	17.6	16.4	
14	12.9	14.3	15.2	17.3	18.8		20.7	20.4	19.6	17.5	14.6	
15	13.0	14.3	15.2	17.2	18.8	19.9	20.7	20.4	19.4	17.7	16.5	15.9
16	13.1	14.4	15.3	17.3	18.8	19.9	20.4	20.4	19.4	17.3	16.6	16.0
17	13.1	14.4	15.2	17.3	18.9	19.9		20.0	19.4	17.4	16.8	16.2
18	13.1	14.4	15.3	17.8	18.9	20.3	20.6	20.4	19.4	17.4	16.5	16.0
19	13.1	14.4		17.6	18.8	20.3	20.5	20.4	19.1	17.6	16.6	15.9
20	13.2	14.6	15.5	17.4	18.8	20.3	20.3	20.4	19.0	17.6	16.3	15.7
21	15.2	14.7	15.4	17.3	18.9	20.3	20.6	20.3	19.0	17.6	16.1	15.8
22	13.2	14.7	15.6	17.4	19.1	20.3	20.6	19.9	19.1	17.3	16.1	15.8
23	13.1	14.8	15.6	17.4	18.9		20.6	19.9	19.3	17.4	16.3	15.6
24	13.1	14.8	15.8	17.6	18.9	20.3	20.7	20.2	19.1	17.4	16.3	15.4
25	13.1	14.9	15.8	17.8	19.1	20.4	20.7	20.1	19.0	17.5	16.1	15.3
26	13.2	14.9	15.8	17.6	19.1	20.4	20.8	20.3	18.9	17.4	16.1	15.4
27	13.4	14.9	16.1	17.6	19.1	20.4	20.6	19.9	18.8	17.4	16.0	15.6
28	13.2	14.9	15.9	17.6	19.3	20.4	20.6	19.9	18.1	15.4	16.0	15.5
29	13.4	14.9	16.1	17.8	19.4	20.4	20.6	19.9	18.1	15.3		15.6
30	13.4	14.9	16.3	17.9	19.4	20.4	20.6	19.7	18.3	15.2		15.4
31		15.0		17.9	19.3		20.6			15.0		15.5
平均	13.1	14.4	15.4	17.2	18.7	20.0	20.6	20.3	19.2	17.2	15.8	15.8

平成16年度 飼育水の水温

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		14.3	16.1	17.6	20.4	20.4	20.2	19.9	15.2			
2		14.4	15.8	17.6	19.1	19.7	21.4	20.2	15.3			
3		14.1	15.4	18.1	19.2	19.7	21.1	19.3	18.1			
4		15.1	16.4	18.8	19.4	20.8	20.4	19.5	18.9			
5		14.7	16.1	17.9	20.4	21.6	20.3	19.6	19.2			
6		14.6		17.8	19.1	20.4	20.1	19.3	16.9			
7		14.8	16.4	17.8	19.8	20.8	20.3	19.1	17.9			
8		15.0	16.2	18.1	19.7	20.4	20.5	19.4	17.6			
9		15.1	16.3	18.1	19.3	20.2	20.8	19.6	17.3			
10		15.3	16.5	18.3	19.5	20.1	21.4	19.5	17.6			
11		15.2	16.2	19.5	19.6	20.5	20.9	20.2	17.7			
12	16.9	15.4	16.5	18.0	19.8	21.7	20.7	20.7	17.5			
13	14.9	15.5		18.5	19.8	20.6	20.5	19.3	17.4			
14	14.8	15.8	15.9	18.9	20.4		19.4	19.3	17.6			
15	14.7	15.3	15.8	18.9	20.0	20.7	18.5	19.8	16.8			
16	14.2	15.9	16.1	18.9	19.9	20.3	18.8	19.0	16.3			
17	14.1	16.0	16.2	19.2	19.9	20.5		19.1				
18	14.1	15.3	16.3	19.9	20.6	20.8	19.6	19.2				
19	14.7	14.6		20.2	20.6	21.1	20.1	19.6				
20	14.8	15.0	17.1	18.9	20.1	21.3	20.4	19.3				
21	14.8	15.6	17.3	19.4	20.4	21.2	19.6	18.9				
22	14.1	15.5	16.6	18.9	21.1	20.9	19.4	18.1				
23	15.3	16.0	16.4	19.9	19.8		20.1	17.9				
24	12.9	15.7	16.5	20.2	19.7	20.8	20.2	18.1				
25	12.9	15.8	16.3	21.1	20.3	21.1	20.3	19.3				
26	13.3	15.8	16.7	19.3	20.3	21.3	20.6	19.4				
27	14.9	15.8	17.2	19.6	20.2	21.1	20.1	16.8				
28	13.0	15.9	17.0	20.3	20.3	21.0	19.5	16.0				
29	13.3	15.8	17.1	19.9	21.2	21.1	19.6	15.3				
30	13.7	16.0	17.3	19.8	20.9	20.3	20.0	15.4				
31		16.3		20.6	20.5		19.8					
平均	14.3	15.3	16.4	19.0	20.0	20.7	20.2	18.9				

飼育源水の旬・月平均水温

月		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004						
4	F	11.6	11.7	12.4	14.0	13.0	11.5	12.2	11.4	12.8						
	M	12.4	12.4	13.3	14.9	13.1	11.9	12.6	11.7	13.0						
	L	13.4	12.9	14.0	15.4	13.3	12.4	12.8	13.2	13.4						
	A	12.4	12.4	13.3	14.8	13.1	12.0	12.5	12.1	13.1						
5	F	13.5	13.3	14.3	15.6	13.6	13.2	13.2	13.4	13.8						
	M	13.7	13.5	14.5	15.4	13.8	13.7	13.7	13.4	14.3						
	L	14.0	13.8	15.2	16.0	14.2	13.9	14.0	14.0	14.9						
	A	13.7	13.5	14.6	15.6	13.9	13.6	13.7	13.6	14.4						
6	F	14.3	14.3	15.5	16.4	14.8	14.4	14.3	14.4	15.0						
	M	14.5	14.6	15.8	16.7	14.9	14.8	14.6	14.8	15.2						
	L	15.0	15.0	16.3	16.9	15.9	15.4	15.1	15.3	15.8						
	A	14.6	14.7	15.9	16.6	15.2	14.9	14.6	14.9	15.4						
7	F	15.4	15.6	17.2	17.3	16.9	16.5	15.9	15.9	16.7						
	M	16.0	16.2	17.5	17.7	17.4	16.8	16.8	16.6	17.3						
	L	16.9	16.8	17.8	17.9	18.1	17.6	17.6	16.9	17.6						
	A	16.2	16.2	17.5	17.6	17.5	17.0	16.8	16.5	17.2						
8	F	17.5	17.2	18.4	19.0	18.8	18.8	18.1	17.4	18.1						
	M	17.9	17.7	18.6	19.2	19.2	19.1	18.7	17.8	18.7						
	L	18.0	18.1	18.9	19.6	19.2	19.5	19.1	18.6	19.1						
	A	18.0	17.7	18.6	19.3	19.1	19.1	18.6	17.9	18.7						
9	F	18.8	18.5	19.0	19.8	19.4	19.7	19.7	19.0	19.6						
	M	18.8	18.9	19.5	20.0	20.0	20.5	20.0	19.3	20.0						
	L	19.1	19.2	20.3	20.1	20.9	21.2	20.2	19.6	20.4						
	A	18.9	18.8	19.6	20.0	20.1	20.5	20.0	19.3	20.0						
10	F	19.1	19.4	20.6	20.4	21.3	21.5	20.4	19.7	20.6						
	M	19.5	19.4	20.6	20.5	21.1	21.4	20.7	19.8	20.6						
	L	20.2	19.5	21.1	20.6	20.8	21.3	20.5	20.1	20.6						
	A	19.6	19.5	20.8	20.5	21.1	21.4	20.5	19.9	20.6						
11	F	20.4	19.4	21.3	20.5	20.7	21.2	20.2	20.1	20.6						
	M	20.1	19.4	21.1	20.3	20.5	21.0	20.0	20.1	20.4						
	L	20.5	19.1	20.4	20.0	20.1	20.6	19.8	19.6	20.0						
	A	20.3	19.3	20.9	20.3	20.7	20.9	20.0	19.9	20.3						
12	F	19.6	18.6	20.2	19.6	19.7	20.2	19.2	19.4	19.4						
	M	19.3	18.3	20.3	19.2	19.4	19.5	18.4	19.1	19.4						
	L	18.4	17.7	19.7	18.3	18.7	18.7	17.3	18.9	18.8						
	A	19.1	18.2	20.0	19.0	19.3	19.4	18.3	19.1	19.2						
1	F	17.7	17.0	19.0	17.2	18.1	17.4	16.5	18.2	17.7						
	M	16.8	16.3	18.3	15.9	16.1	16.4	15.6	17.6	17.5						
	L	16.3	15.8	17.6	14.7	14.7	15.3	14.9	15.6	16.6						
	A	16.8	16.4	18.2	15.8	16.3	16.2	15.6	16.9	17.2						
2	F	15.0	15.1	16.7	13.8	14.0	14.6	13.9	14.6	15.1						
	M	14.4	14.4	15.9	13.1	13.4	13.8	12.9	13.3	16.3						
	L	13.6	13.4	15.1	12.5	12.9	13.4	12.1	12.2	16.1						
	A	14.4	14.4	15.9	13.2	13.5	14.0	13.0	13.4	15.8						
3	F	12.8	13.2	13.9	11.9	11.7	12.6	11.2	11.1	16.0						
	M	11.9	12.4	12.9	11.3	11.1	11.5	10.5	10.9	16.0						
	L	11.4	11.9	12.6	11.3	11.1	11.4	10.7	12.5	15.5						
	A	12.1	12.5	13.1	11.5	11.3	11.8	10.8	11.6	15.8						

F ; 上旬 M ; 中旬 L ; 下旬 A ; 月平均

河川漁業生産量の推移

単位:トン

年	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
アユ	603	429	795	1,558	2,257	1,807	1,340
ウナギ	145	84	80	136	193	168	163
コイ	122	39	42	58	116	88	69
マス類	10	2	4	53	68	75	20
その他魚類	444	342	365	423	514	405	353
貝類	15	7	6	9	8	7	7
その他動物	113	60	61	103	131	101	72
藻類	186	167	349	253	304	323	241
合計	1,638	1,130	1,702	2,593	3,591	2,974	2,265

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
アユ	1,402	1,052	1,479	1,837	1,754	1,630	1,290
ウナギ	166	168	181	177	184	157	106
コイ	72	75	75	76	74	66	54
マス類	21	21	26	32	37	36	36
その他魚類	341	372	362	346	359	307	233
貝類	7	17	11	9	31	40	37
その他動物	58	58	70	103	103	129	149
藻類	227	205	444	208	438	542	177
合計	2,294	1,968	2,648	2,788	2,980	2,907	2,082

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
アユ	1,270	1,153	1,053	1,369	1,422	1,368	1,430
ウナギ	122	129	124	127	131	117	101
コイ	59	60	67	65	66	59	47
マス類	44	40	37	40	66	62	69
その他魚類	212	184	198	196	194	194	187
貝類	37	26	25	14	14	13	10
その他動物	155	111	114	108	106	104	109
藻類	253	279	248	282	224	281	258
合計	2,152	1,982	1,866	2,201	2,223	2,198	2,211

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
アユ	1,283	1,195	1,115	821	849	721	591
ウナギ	112	111	112	59	59	51	63
コイ	48	47	52	35	34	32	28
マス類	64	67	69	66	65	43	42
その他魚類	184	182	181	127	125	118	104
貝類	6	6	6	5	5	4	3
その他動物	103	105	104	64	60	50	52
藻類	230	60	202	136	123	141	30
合計	2,030	1,773	1,841	1,313	1,320	1,160	913

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
アユ	559	564	492	453	262	134	
ウナギ	64	74	67	56	60	36	
コイ	21	17	13	13	10	5	
マス類	40	39	36	34	34	18	
その他魚類	74	54	50	49	36	21	
貝類	2	2	2	2	2	0	
その他動物	52	56	56	62	55	55	
藻類	37	97	98	92	54	90	
合計	849	903	813	760	513	359	

注：2004年調査から調査対象河川が吉野川、仁淀川、伊尾木川及び四万十川の主要4河川に変更となった。

天然アユ取扱量

年	幡多公設市場	西土佐鮎市場	四万十川上流 淡水漁協	仁淀川漁協	芸陽漁協
1977	14,812				
1978	18,368				
1979	7,681				
1980	17,636	4,870			
1981	27,559	6,500			
1982	15,227	3,400			
1983	11,806	1,700			
1984	17,912	5,183			
1985	15,526	1,425		4,445	
1986	9,582	1,409		6,546	
1987	7,704	1,299		4,814	
1988	17,508	3,112	1,614	5,050	
1989	10,356	1,513	1,613		
1990	8,991	1,523	1,944		
1991	11,887	4,788	3,970	3,537	
1992	7,860	1,527	3,524	4,043	
1993	8,134	2,855	3,720	1,573	
1994	6,379	2,040	2,129	2,674	
1995	7,871	2,194	2,621	3,308	299
1996	7,490	3,326	4,101	2,821	
1997	7,365	2,121	3,231	2,991	234
1998	2,738	1,059	2,850	2,882	150
1999	5,211	2,144	3,370	1,948	177
2000	5,774	2,984	2,819	1,527	297
2001	7,174	3,188	3,632	2,459	231
2002	6,739	3,650	2,695	2,469	343
2003	2,380	1,049	785	2,034	168
2004	2,487	384	1,257	1,323	338

西土佐鮎市場における天然魚介類取扱量

単位:kg

	アユ	ウナギ	川エビ	ツガニ	沢ガニ	計
1980	4,870	740		2,200	487	8,297
1981	6,500	970		3,300	878	11,648
1982	3,400	980		4,500	1,376	10,256
1983	1,700	620		6,200	700	9,220
1984	5,183	999		5,077	1,214	12,473
1985	1,425	1,300		5,840	700	9,265
1986	1,409	949		5,410	1,219	8,987
1987	1,299	596	955	3,788	1,299	7,937
1988	3,113	811	1,039	3,605	819	9,387
1989	1,513	305	575	1,450	1,251	5,094
1990	1,523	232	1,130	2,494	241	5,620
1991	4,788	514	808	2,178	584	8,872
1992	1,527	554	968	3,218	424	6,691
1993	2,855	883	741	2,732	887	8,098
1994	2,040	582	853	3,526	381	7,382
1995	2,194	990	1,015	2,723	392	7,314
1996	3,326	1,091	347	2,951	281	7,996
1997	2,121	863	1,248	2,276	180	6,688
1998	1,059	1,080	1,573	2,125	148	5,985
1999	2,144	952	1,645	2,111	150	7,002
2000	2,984	912	2,265	1,455	289	7,905
2001	3,188	857	2,310	2,002	275	8,632
2002	3,650	483	2,619	1,865	355	8,972
2003	1,049	812	1,594	1,319	336	5,110
2004	384	711	1,542	1,896	408	4,941

幡多公設地方卸売市場の天然魚介類取扱量

単位:kg

	アユ	ウナギ	川エビ	ゴリ	計
1996	7,490	1,166	3,645	604	12,905
1997	7,365	1,449	5,584	785	15,183
1998	2,738	779	5,208	528	9,253
1999	5,211	769	5,192	1,002	12,174
2000	5,798	1,042	8,137	1,423	16,400
2001	7,174	1,234	7,192	712	16,312
2002	6,739	993	8,458	390	16,580
2003	2,380	1,395	4,990	1,557	10,322
2004	2,487	1,386	4,980	1,285	10,138

平成 16 年度
事業報告書
(第 15 卷)

平成18年 3 月発行

編集 高知県内水面漁業センター
発行 土佐山田町高川原 687-4
電話 (0887) 52-4231

印刷 ㈱西村謄写堂
高知市上町1丁目6-4
電話 (088) 822-0492