

平成14年度

事業報告書

第 13 卷

平成16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14年度事業（研究）報告	
	魚類防疫体制推進整備事業	3
	アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究	4
	新品種作出基礎技術開発事業	35
	モクズガニ資源培養技術開発研究	37
	ウナギ資源調査	46
	環境保全手法基礎研究	
	四万十川におけるテナガエビの生態調査	58
	アユ遡上調査	64
	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	66
	土佐湾産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究	
	流下アユ仔魚数の計数	68
	土佐湾アユの系群構造	74
	アユ資源添加技術開発試験	80
III	資料	
	飼育源水の水温	83
	飼育水の水温	86
	河川漁業生産量の推移	87
	天然アユ取扱量	89
	西土佐鮎市場における天然魚介類取扱量	90
	幡多公設地方卸売市場の天然魚介類取扱量	90

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

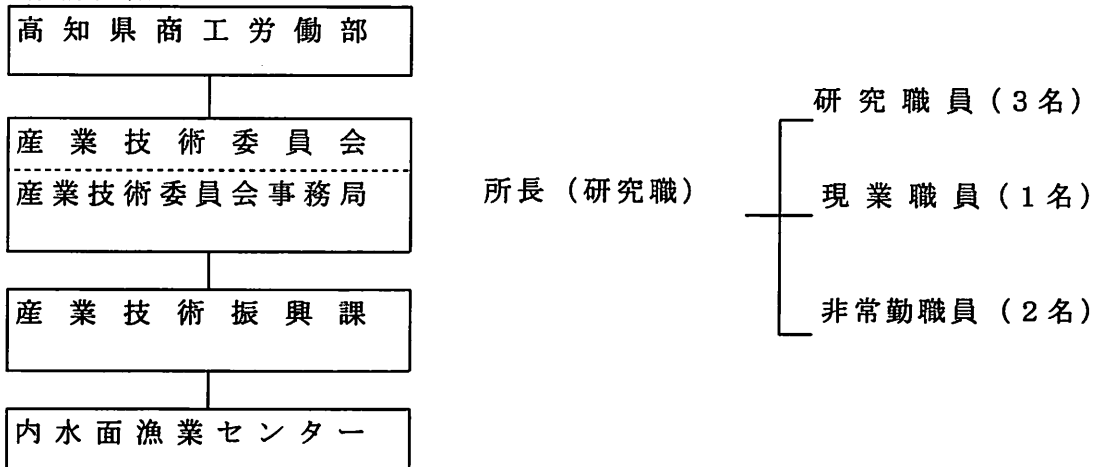
昭和19年 高知県山田養鯉場を設置（土佐山田町八王子）

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 重 政 則	H13. 8. 20から病氣療養中 愛媛大学大学院連合農学研究科博士課程
専門研究員	中 島 敏 男	
主任研究員	岡 部 正 也	
技 師	岡 村 愛	
技 師	佐 伯 昭	
臨時的任用職員	湯 浅 健	
非常勤職員	田 中 ひとみ	
非常勤職員	大 坪 瞳	
非常勤職員	谷 口 道 子	

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	5,358	県費 5,358
内水面漁業試験研究費	11,475	県費 7,867 国費 922 諸収入 2,686
科学技術共同研究費		
プロジェクト研究費	2,020	県費 2,020
大学等連携研究費	8,709	県費 8,709
施設整備費	858	県費 858
合計	28,420	県費 23,053 国費 922 諸収入 2,939

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

魚類防疫体制推進整備事業

岡部正也 谷口道子 湯浅健

1 目的

養殖魚の疾病検査の実施・防疫会議の開催・魚病発生時の防疫対策などによる魚類防疫対策と水産用医薬品の適正使用の指導・残留検査等による養殖生産物安全対策を通じて内水面魚類養殖業の振興に寄与する。

2 方法

魚類防疫推進会議

魚類防疫対策を推進するため、魚病検査診断を実施するとともに、全国魚類防疫会議、アユ冷水病対策協議会、県内魚類防疫推進会議、県内アユ冷水病共同研究推進会議等に参加した。また、魚病関係会議等に出席し、魚病診断技術の向上に努めた。

養殖生産物安全対策

魚類養殖業者へ水産用医薬品の適正使用に関するパンフレットを配布・指導するとともに生産量の最も多いウナギを主要産地の2地域（春野町、吉川村）についてフロルフェニコール、オキシリン酸、トリクロロホンを公定法で実施した。なお、当検査は、(財)日本冷凍食品検査協会神戸事業所へ依頼した。

3 結果の概要

疾病検査

養殖業者等から依頼のあった病魚の診断結果は表1のとおりである。

表1 病魚の診断結果 (件数)

魚種	魚病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3月	計
アユ	冷水病	1										2		3
ウナギ	シュードダクチロギルス症		1				1							2
	生理障害											1		1
コイ	コスチア症		1											1
	ダクチロギルス症		2		1									3
	カラムナリス			1		2								3
	イカリムシ					1								1
	エロモナス症						1							1
アマゴ	連鎖球菌						2							2
	環境要因					1								1
	酸欠											1		1
	不明			1	2									3
	合計	1	4	2	3	4	4					4		22

医薬品の残留検査

2地域でのウナギの検体すべてにおいて残留薬剤は検出されなかった。

アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究

谷口道子・湯浅 健

はじめに

冷水病は、1940年代から米国でサケ科魚類の病気として知られていたが、日本では昭和62年に徳島県の養殖場で池入れ直後の湖産アユから初めて病原菌が分離された。その後、平成5年から10年にかけて全国的に冷水病被害が急増し、高知県においても平成4年に養殖場で、平成5年に天然河川で冷水病発生が確認され、その後、被害は年を追う毎に大きくなり、早急な対策が求められるようになった。このような状況の下、高知県では、平成14年度から3カ年計画で「アユ冷水病の病害発生阻止に関する研究」を立ち上げ、高知大学農学部、高知県内水面漁業協同組合連合会と共同研究を開始した。

平成14年度は「感染機構の解明、ワクチンの開発、薬剤感受性試験」の3課題について共同研究を実施したが、ここでは、高知県内水面漁業センターが主として担当した感染機構解明のためのアユ、常在魚、付着藻類、堆積枯葉、砂泥等の冷水病菌保菌調査と疫学的発病要因調査について報告する。

1. アユ、常在魚、付着藻類等の冷水病菌保菌調査

1.1 目的

アユ冷水病感染機構解明研究の一端として、垂直感染の有無を検討するため、産卵親魚、流下仔魚、海面稚魚、遡上稚魚などの病原菌保菌状況を、河川環境経由の感染の有無を検討するため、河川におけるアユ、常在魚、付着藻類、堆積枯葉、砂泥などの保菌状況を明らかにしようとした。調査対象河川としてこれまでに発病や保菌が認められた高知県中央部を流れる仁淀川を、これまで発病が認められず種苗放流も行っていない河川として土佐清水市の宗呂川を選び調査を実施した。

1.2 産卵親魚、流下仔魚、海面稚魚、遡上稚魚の保菌調査

材料ならびに方法

高知県仁淀川において平成13年秋から平成14年12月にかけて採捕した産卵親魚、流下仔魚、海面稚アユ、遡上アユ稚魚の保菌調査を行った。産卵親魚は平成13年12月1日、平成14年12月1日、13日に、遡上稚魚は平成14年3月26日に採捕したものを冷凍保存し、流下仔魚は平成13年11月7日から12月18日、平成14年11月14日から12月12日に、海面稚アユは平成14年3月12日に仁淀川河口、沖合で採捕したものを100%エタノール保存した。保存試料からエラ、精巢、卵巣を無菌的に切りだし、あらためて-20℃で保存したものを図1-1に示すような手順で分離、濃縮し、PCR法によりアユ冷水病菌の有無を判定した。

PCR反応条件は平成11年5月18日付け11-3132で水産庁から配布されたアユ冷水病に関する暫定申し合わせ事項(平成11年3月アユ冷水病対策研究会発行)のPCRによるアユ冷水病診断(以下、キレックス・nested PCR法と称す)によった。ただし、DNA分離濃縮に用いる10 μ lの試料

は STE buffer で処理したものではなく、PBS で攪拌分離した菌濃縮液（図 1-1）である。DNA ポリメラーゼには TaKaRa Taq (TAKARA BIO INC 製) を使い、アニーリングはサーマルサイクラーで 1 回目、2 回目ともに 51℃ に設定して行った。電気泳動時のマーカーには pHY (タカラバイオ製)、染色には SYBER Green I (タカラバイオ製) を用いた。

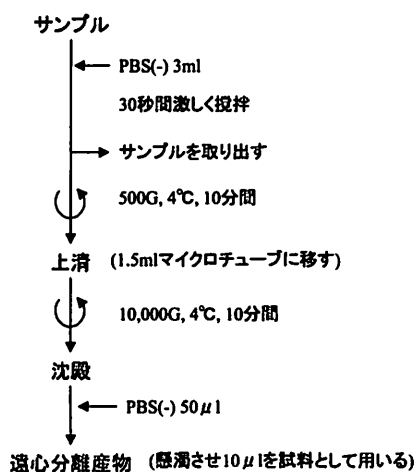


図 1-1 魚体（エラ、頭部、卵巣、精巣）からの冷水病菌分離濃縮法

PCR 陽性対象には高知大学保存株 G3724（1998 年徳島県アユ養殖場分離菌株）を用い、陰性対象には蒸留水を用いた。PCR 検査は 7～20 検体ずつまとめて行い、検査結果が陽性のものについては 1 個体ずつ別々に検査し直し、検査個体中の陽性個体数を求めた。

結果ならびに考察

表 1-1 に示すように、平成 13 年 12 月に採取した親魚のエラ、精巣、卵巣からは冷水病菌は検出されなかったが、平成 14 年 12 月に採取した親魚雄のエラから 9 尾中 7 尾、雌のエラから 24 尾中 12 尾、卵巣から 24 尾中 5 尾の割合で冷水病菌が検出された。しかし、稚仔魚については、平成 13 年 11 月、12 月の流下仔魚、平成 14 年 3 月の海面稚魚、遡上稚魚、11 月、12 月の流下仔魚についてはそれぞれ 60 個体を越える試料を検査したがすべて陰性であった。

このような結果から、垂直感染の可能性については、以下に述べる岩石房状付着物からの検出結果と比較すると感染機構に占める重要性の度合いは相対的に低いと考えられた。なお、他県では河口沖や汽水湖の海面稚魚、遡上アユに陽性結果が出ているが（熊本県・宮城県・秋田県, 2002）、高知県にはこのような河川水の滞留する環境が少なく、仔魚は直ちに河川から海域へ流下、遡上アユも汽水域で滞留することなく、海域から直接河川へ遡上する環境にあることが垂直感染の可能性を低めているのではないかと考えられる。

なお、対照地点として選んだ宗呂川は平成 13 年度の洪水で川の様相が激変し、アユの生息が認

められず、アユについての保菌調査は実施できなかった。

表 1-1 仁淀川における産卵親魚、流下仔魚、海面稚魚、遡上稚魚の
冷水病菌保菌調査結果

陽性率は陽性検体数／検体数

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査陽性率	備考	
仁淀川	H.13	下流	流下仔魚	0/28	検体は全魚体	
			11/22	〃	〃	〃
			12/4	〃	〃	〃
			12/18	〃	〃	〃
	12/1	仁淀川橋	産卵親魚♂	0/44	検体は鰓	
			産卵親魚♀	0/21	〃	
			精巢	0/44		
			卵巣	0/21		
H.14	3/12	海面	海面稚魚	0/60	検体は頭部	
	3/26	下流	遡上稚魚	0/60	検体は鰓	
H.14	11/14	下流	流下仔魚	0/60	検体は全魚体	
			12/12	〃	〃	〃
	12/13	仁淀川橋	産卵親魚♂	7/9	検体は鰓	
			産卵親魚♀	17/24	〃	
			精巢	0/9		
			卵巣	5/24		

文献

熊本県・宮城県・秋田県（2002）：アユ冷水病対策協議会第1研究グループ平成14年度研究報告会資料。

1.3 河川における天然アユ、常在魚の保菌調査

材料ならびに方法

仁淀川については、平成14年5月21日、8月7日に投網で採捕したアユと常在魚ならびに7月23日に火振り漁で採捕したもの、宗呂川については平成14年5月14日、8月14日にたも網で採捕したものを氷蔵もしくは冷凍保存し検体とした。それぞれの検体からエラを無菌的に切り取り、-20℃で保存したのちに述べた同様の方法で冷水病菌の有無を検査した。

補足調査として5月から11月にかけて安田川、物部川、吉野川、四万十川で斃死、衰弱したアユや地元団体が独自に採捕した天然アユを入手できたので、これについても同様に調査した。

結果ならびに考察

天然アユについては、表1-2に示すとおり仁淀川試験採捕アユ188尾中7月の火振り漁で採捕されたアユ61尾の中の1尾が陽性を示したのみで、その他はすべて陰性であった。

常在魚については、仁淀川下流5月のオイカワで17尾中2尾、12月仁淀川橋のオイカワ18尾中1尾、ウグイ2尾中2尾、12月仁淀川橋のオイカワ6尾中1尾で陽性であったが、カマツカ、カワムツ、タカハヤ、ニゴイなど13魚種69尾は陰性であった。

表 1-2 仁淀川、宗呂川において試験採捕した天然アユ、常在魚の冷水病保菌検査結果

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査陽性率	備考		
仁淀川	H.14 3/28		ウナギ	0/3			
			アユ	0/62			
	5/21	下流	カワムツB型	0/3			
			オイカワ	2/17			
			ゲンゴロウブナ	0/13			
			カマツカ	0/5	投網		
			イチモンジタナゴ	0/3			
			ヤリタナゴ	0/4			
			ニゴイ	0/45			
			ウナギ	0/5			
			7/23	越知	アユ	1/61	
					ウキゴリ	0/1	
	ニゴイ	0/9					
	コウライモロコ	0/5					
	ウグイ	0/1					
	オイカワ	0/84					
	ドンコ	0/1					
	ヌマチチブ	0/2			火振り漁		
	ギギ	0/6					
	カワムツB型	0/58					
	タカハヤ	0/40					
	アユカケ	0/3					
	ゲンゴロウブナ	0/1					
	ギンブナ	0/8					
	カマツカ	0/85					
	テナガエビ	0/13					
8/7	下流	アユ	0/65				
		カワムツB型	0/3				
		オイカワ	0/2				
		ウグイ	0/6	投網			
		カマツカ	0/7				
		ゲンゴロウブナ	0/1				
		ニゴイ	0/26				
12/1	仁淀川橋	オイカワ	1/18				
		ウグイ	2/2	投網			
		カワムツB型	0/1				
		ボラ	0/5				
12/13	仁淀川橋	オイカワ	1/6	投網			
		ボラ	0/1				
宗呂川	H.14 5/14	火の口	カワムツB型	0/51	たも網		
	8/14	〃	〃	0/60	たも網		

平成13年の仁淀川火振り漁で採捕された常在魚ではオイカワ75尾中29尾、カワムツ8尾中2

尾、カマツカ 59 尾中 4 尾、ニゴイ 3 尾中 2 尾に冷水病菌が検出されている。平成 14 年の火振り漁で採捕されたものについてはアユ 61 尾中 1 尾を除いて、オイカワ、カワムツ、カマツカ、ニゴイを含む 16 魚種全てが陰性の結果であった。

宗呂川では 5 月 14 日にカワムツ 51 尾、8 月 14 日にカワムツ 60 尾が採捕されたが、これら全てが陰性であった。

表 1-3 県下その他の河川におけるアユの冷水病保菌検査結果

陽性率は陽性検体数/検体

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査陽性率	備考
安田川	H.14 5/22	日浦橋上	斃死・衰弱魚	6/6	
	7/25	〃	斃死魚	0/1	
物部川	H.14 4/9	岡西	衰弱魚	1/1	
	5/23	平松	〃	1/1	
	6/3	横瀬	〃	0/3	
	11/20	横瀬	産卵親魚♂	1/1	
			産卵親魚♀	3/3	
			精巢	1/1	
			卵巣	2/3	
11/25	町田堰	産卵親魚	1/5		
吉野川	H.14 6/17	本山町助藤	斃死魚	6/8	
四万十川	H.14 6/28	栲原川・三嶋神社	斃死魚	7/8	
	7/2	〃・川口沈下橋	〃	4/6	
	7/4	〃・川上電気下	〃	3/7	
	7/5	〃・山子ダム	〃	23/34	
	6/28	北川川・土居	斃死魚	10/12	
	8/7	〃・番城	〃	1/3	
	8/7	〃・嶋洲	〃	0/1	
	5/23	萩中川・萩中	衰弱魚	1/1	
5/23	東川角	〃	1/1		

仁淀川、宗呂川以外の河川のアユについては表 1-3 に示すように安田川、物部川、吉野川、四万十川の産卵親魚、斃死・衰弱魚で高率に陽性結果が出た。常在魚については表 1-4 に示すように 6 月 27 日に吉野川上流本山町山崎ダム下で採捕されたナマズで 4 尾中 3 尾に陽性結果が出たのみで、その他のカワムツ、アカザ、ニゴイ、カマツカ、アマゴ、ウナギ、オオクチバス、オイカワ、ウグイ、タカハヤ、ドンコなど 11 魚種 186 尾は陰性であった。安田川日浦橋付近、四万十川上流の栲原川は後述するように冷水病被害が大きく認められた(被害度度 3 前後)河川であるが、それにもかかわらず常在魚から冷水病菌がほとんど検出されなかった。このことから常在魚からアユへの感染の可能性はかなり低いと考えられる。

平成 13 年度と平成 14 年度冷水病菌検出方法は全く同じ方法でおこなっているため、検出率の差は汚染度の差と見なしてよいと考えられる。平成 14 年度の天然アユ、常在魚の感染率が低くなったことについては、冷水病菌補給源と考えられている琵琶湖産種苗放流中止により感染源の一つが除去されたことが効果を発揮したのではないかと考えられる。

表 1-4 県下その他の河川における常在魚の冷水病保菌検査結果

陽性率は陽性検体数/検体

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査陽性率	備考	
安田川	H.14 5/22	日浦橋上	カワムツB型	0/1		
			アカザ	0/1		
吉野川	H.14 6/27	本山町 山崎ダム下	オイカワ	0/2		
			カワムツB型	0/2		
			ニゴイ	0/2		
			カマツカ	0/2		
			アマゴ	0/2		
			ウナギ	0/1		
			オオクチバス	0/2		
			ナマズ	3/4		
四万十川	H.14 6/4 7/5 8/7		オイカワ	0/21		
			カワムツB型	0/11		
			梶原川・大蔵谷	ウグイ	0/26	
				タカハヤ	0/1	
				アマゴ	0/2	
				ウグイ	0/1	
			梶原川・西ノ川	オイカワ	0/16	
				カワムツB型	0/9	
				ウグイ	0/19	
				アマゴ	0/2	
			梶原川・初瀬	オイカワ	0/37	
				カワムツB型	0/2	
				ウグイ	0/13	
				アマゴ	0/2	
			梶原川・不明	アマゴ	0/2	
			梶原川・山子ダム	オイカワ	0/1	斃死魚
北川川・番城	ウグイ	0/1	斃死魚			
	ドンコ	0/1	〃			
	ドンコ	0/1	〃			
北川川・嶋渚	ドンコ	0/1	〃			

1.4 放流種苗の保菌調査

材料ならびに方法

高知県内水面漁連が仁淀川放流用に斡旋した放流種苗7件について、それぞれ放流前に抜き取り冷凍保存したものについて、上に述べたと同様のキレックス・nested PCR法で行った。なお、今年度は全県下的に琵琶湖産の放流を中止したため、仁淀川については(財)高知県内水面種苗センターの人工アユのみが放流され、海産、県外産の放流種苗は入手出来なかった。補足調査として安田川に県外海産種苗が放流され、一部抜き取り保存されていたので、これについて保菌調査を行った。

結果ならびに考察

結果は表1-5に示すとおり、県外海産種苗を含めて全て陰性であった。ただし、漁協関係者によると4月25日、安田川上流に放流された県外海産種苗は放流までに1夜水槽に置かれ、その間

に冷水病による斃死が生じた。この種苗は水槽が3個に分かれたトラックで搬送されてきており、漁協職員によると水槽別に種苗の状態に差が認められたとのことである。我々が検査した試料は陰性結果であったが、状態が良好であった水槽のものを検査に供した可能性が考えられる。なお、保菌検査が陰性の放流種苗について収容密度や水温差などストレスをかけた場合には陽性結果に転じる場合もあるという報告（宮城県，2002）もあるので、放流種苗の保菌検査については手法の再検討が必要になる可能性も残されている。

表1-5 県下の放流用アユ種苗の冷水病保菌検査結果

河川名	放流年月日	放流場所	試料	冷水病検査陽性率	備考
仁淀川	H.14 3/15~17	吾南・伊野	人工種苗	0/60	
	3/23	越知	〃	0/59	
	3/24	吾北	〃	0/58	
	4/10	吾北	〃	0/60	
	4/15	越知	〃	0/59	
	4/16	越知	〃	0/60	
	4/18	仁淀村	〃	0/60	
安田川	3/28	下流	人工種苗	0/20	袋1
	4/12	中・下流	〃	0/20	袋3
	4/15	下流	県外海産	0/63	袋4
	4/23	中流	人工種苗	0/20	袋5
	4/25	上流と一部最下流	県外海産	0/169	袋6
	5/9	上流	〃	0/20	袋7
	5/14	上流	人工種苗	0/20	袋8

陽性率は陽性検体数/検体

文献

宮城県内水面水産試験場（2002）：アユ冷水病対策協議会第1研究グループ平成14年度研究報告会資料。

1.5 付着藻類、房状付着物の保菌調査

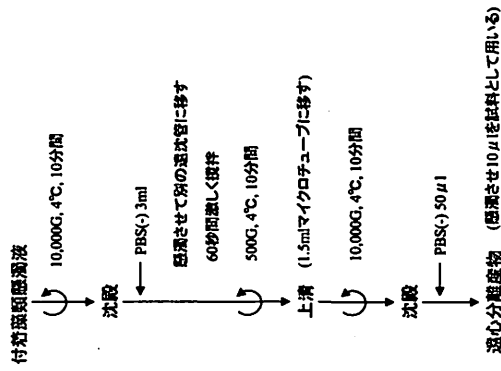
1.5.1 付着藻類からの冷水病菌DNA分離濃縮方法の検討

保存菌株の培養・希釈菌液に浸した岩石付着藻類について図 1-2(1)、(2)に示す方法で冷水病菌を分離濃縮し、冷水病研究会マニュアルに準じたキレックス・nested PCR法で冷水病菌の検出を試みたところ(1)、(2)の方法ともに検出限界は $10^{3.0}$ cfu/ml のオーダーであった。そこで、試料の分離濃縮法と DNA 分離濃縮方法を変え、検出精度が向上するかどうか検討した。すなわち図 1-3 に示すキレックス法、アイソジェン法（ニッポンジーン製）、フェノール・クロロホルム法（魚類の遺伝子多型分析で用いられている方法）で検出精度を比較した。

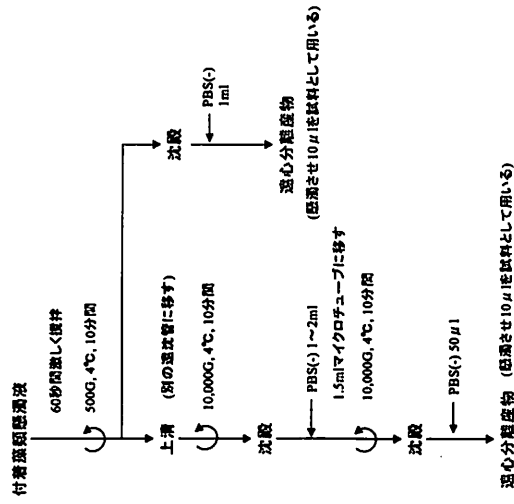
材料ならびに方法

保存菌株を液体振盪培養し、希釈によって3段階濃度、すなわち $10^{3.4}$ 、 $10^{2.4}$ 、 $10^{1.4}$ cfu/

付着藻類からの冷水病菌分離濃縮法
(1)



付着藻類からの冷水病菌分離濃縮法
(2)



付着藻類からの冷水病菌分離濃縮法
(3)

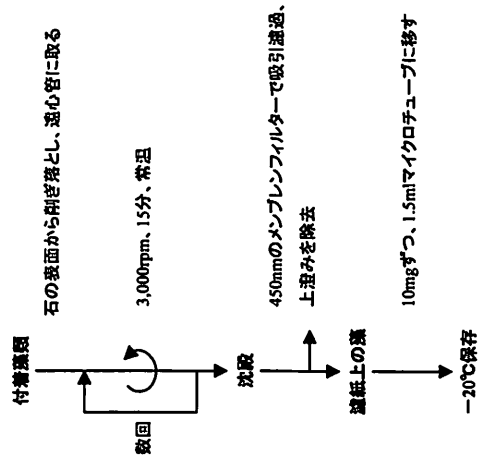
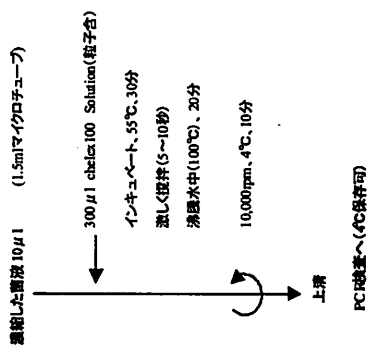
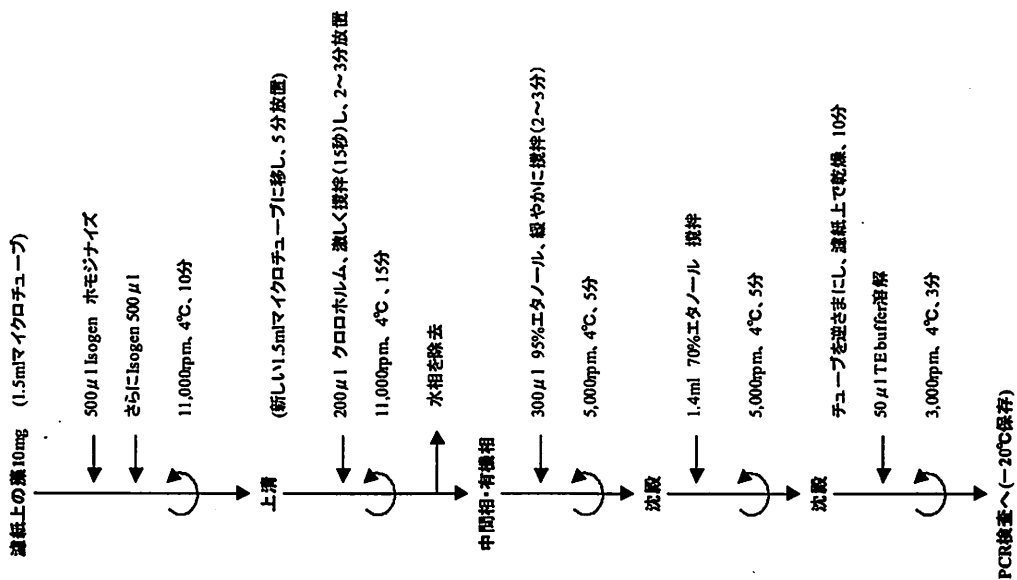


図 1-2 付着 藻類からの冷水病菌濃縮法

キレックス法



アイソジェン法



フェノール・クロホルム法

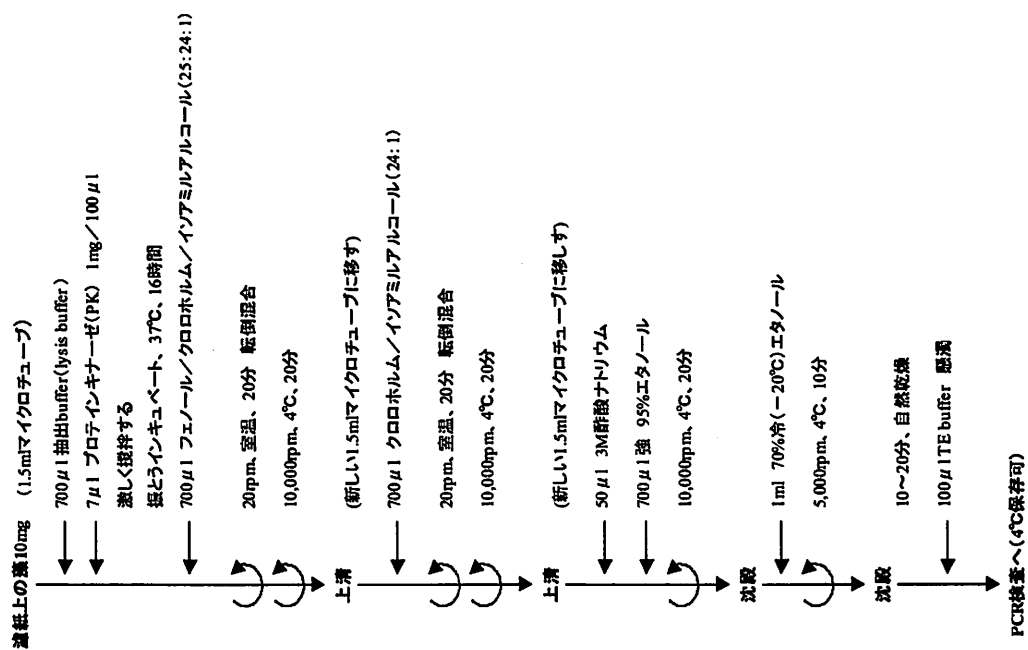


図 1-3 付着藻類からの冷水病菌DNA分離濃縮法

m l の菌液を 5L ずつ用意した。この 3 段階濃度の菌液中に物部川で採集した天然石をそのまま、それぞれ 1 時間浸した。その後、石を取り出し、5 cm 四方の付着藻類を無菌的に掻き取り、図 1-2(3) に示す新潟県のマニュアル(網田ら, 2000)に従い、3000 回転、15 分で濃縮後 0.45 μ m のメンブレンフィルター上で上清を吸引除去した沈殿物(濃縮藻類を含んだままの沈殿物、およそ 100mg)を試料とし、図 1-3 に示すアイソジェン法、フェノール・クロロホルム法の 2 種類の方法で DNA を分離濃縮した後、nested PCR による冷水病菌検出に供した。試料は濃度毎に 8 ~10 本だてでおこなった。

キレックス法については付着藻類を石から直接つまみ取る方法で集め、図 1-4 に示す方法で濃縮し試料とし、キレックス・nested PCR 法による冷水病菌検出に供した。試料は 10 本立てで PCR 検査に供した。

同時に同じ石からピンセットで付着藻類を 5 個無作為につまみとり、それぞれを 1 μ g/L トブラマイシン添加・馬血清加改変 CYT 培地、5 μ g/L トブラマイシン添加・馬血清加改変 CYT 培地、5 μ g/L トブラマイシン添加改変 CYT 培地に塗抹し冷水病菌の検出の可否を検討した。塗抹の方法は 1 個の試料につき 3 種類の培地をそれぞれ 2 枚用意し、1 枚目の半分の面積に付着藻類を直接塗抹した後、白金線を用いて残り半分の面積と 2 枚目の培地へ引き延ばした。冷水病菌の判別は血清スライド凝集反応によった。冷水病菌抗血清は日本資源保護協会から分与を受けたものを用いた。

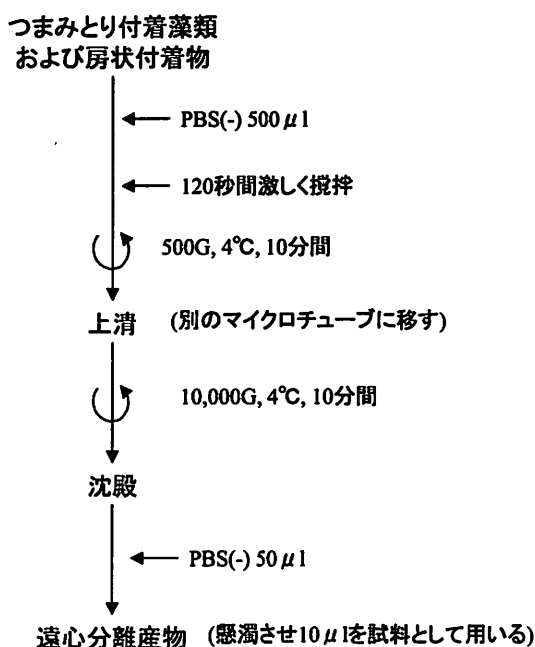


図 1-4 つまみとり付着藻類および房状付着物からの冷水病菌分離濃縮法

結果ならびに考察

結果は表 1-6 に示すように、キレックス、アイソジェン、フェノール・クロロホルム法いずれの方法によっても $10^{3.4}$ 、 $10^{2.4}$ 、 $10^{1.4}$ cfu/ml の菌濃度に漬けた付着藻類から冷水病菌を検出できた。検出率については 3 種類の方法ともに、菌濃度が高くなるほど検出率が高くなる傾向が認められた。 $10^{1.4}$ cfu/ml の濃度における検出率を比較するとアイソジェン法が 62.5%、キレックス法とフェノール・クロロホルム法が 30% であり、アイソジェン法が最も検出率が高い結果になった。

付着藻類中の冷水病菌濃度を正確に知ることは出来ないが、実際の河川における付着藻類中の冷水病菌検出にこの方法を用いれば $10^{1.4}$ cfu/ml 程度の低い濃度の場合でも検出が可能であると考えられ、1 試料について 5~10 本立てで検査を行えば、冷水病菌汚染の程度判別できると考えられる。従って、次節で述べる仁淀川、宗呂川、物部川の付着藻類冷水病菌保菌調査には新潟県マニュアルに準じた図 1-2(3)の方法で試料を濃縮しアイソジェン・Nested PCR 法で検査することにした。

表 1-6 キレックス法、アイソジェン法、フェノール・クロロホルム法による付着藻類からの冷水病菌検出の比較

検査方法	菌濃度 (cfu/ml)	冷水病検査陽性率	%	備考 (菌の収集法)
キレックス法	$10^{1.4}$	3/10	30	図 1-4 (つまみとり法)
	$10^{2.4}$	6/10	60	
	$10^{3.4}$	10/10	100	
アイソジェン法	$10^{1.4}$	5/8	62.5	図 1-2(3)
	$10^{2.4}$	5/8	62.5	
	$10^{3.4}$	8/8	100	
フェノール・クロロホルム法	$10^{1.4}$	3/10	30	図 1-2(3)
	$10^{2.4}$	3/10	30	
	$10^{3.4}$	8/10	80	

新潟県マニュアルのように濃縮藻類を含んだまま DNA を分離濃縮する方法やつまみとり法のように極少量の試料から細菌類を攪拌・遠心分離した後 DNA 分離濃縮する方法は、DNA 分離濃縮方

法の如何にかかわらず、どの場合にも $10^{1.4}$ cfu/ml の菌液濃度で冷水病菌が検出できた。予備実験でおこなったように多量の藻類を含む試料から攪拌・遠心分離によりまず細菌類を分離した後、DNA を分離濃縮する場合は菌濃度 $10^{3.0}$ cfu/ml が検出限界であった。試料に付着藻類が多く含まれる場合には冷水病菌は攪拌・遠心分離操作では分離されにくいのではないかと考えられ

表 1-7 トブラマイシン添加培地による $10^{1.4}$ cfu/ml 菌液浸漬藻類からの冷水病菌
検出の有無

	1 枚目のシャーレ			2 枚目のシャーレ				
	検出率	平均冷水 病菌数	平均黄色 菌数	平均総 細菌数	検出率	平均冷水 病菌数	平均黄 色菌数	平均総 細菌数
1 μ ml/L トブラマイシン添 加・馬血清加 MCCYT 培地	5/5	4.0	4.6	4.4	5/5	3.4	4.2	2.6
5 μ ml/L トブラマイシン添 加・馬血清加 MCCYT 培地	5/5	5.6	5.8	6.3	4/5	4.0	5.8	2.8
5 μ ml/L トブラマイシン添 加 MCCYT 培地	4/5	1.4	2.3	1.30	3/5	0.8	2.4	4.8

る。また、付着藻類が多く含まれる場合にキレックス法を用いると藻類の色素が混入することがたびたびあり、これが分析を阻害している可能性も残されている。

トブラマイシン添加培地による付着藻類からの冷水病菌検出結果は表 1-7 に示すように $10^{1.4}$ cfu/ml でも検出、分離できることが明らかになった。用いる培地は馬血清を加えることにより冷水病菌の菌数が増え、検出率も高まった。トブラマイシンの添加量については 1μ ml/L と 5μ ml/L で大きな差は認められなかった。熊谷によれば仔牛血清添加改変 CCYT 培地を用いた場合、トブラマイシンの添加量が 1μ ml/L では効果がなく、 10μ ml/L では濃すぎ、 5μ ml/L が最適だと報告している（熊谷 明, 2002）。今回は馬血清を用いており、血清の差によるものか、試験に用いた材料の差によるかと考えられる。Difco 社製寒天を用いた場合には馬血清の添加効果は低いという報告がなされているが（滋賀県水産試験場, 2000）、トブラマイシン添加の場合には Difco 社製寒天を用いる場合でも馬血清を添加するほうがよい結果であった。

トブラマイシン・馬血清添加改変 CYT 培地を用いる直接塗抹法の検出率は上述のアイソジェン・nested PCR 法よりも高く、 $10^{1.4}$ cfu/ml の菌液に漬けたものから 5/5 の確率で陽性結果が得られた。付着藻類から冷水病菌の検出を行うと同時に菌株分離を目的とする場合にはこのトブ

ラマイシン・馬血清添加改変 CYT 培地を用いる直接塗抹法が簡便で現地調査に適していると考えられる。

1 検体に用いるシャーレの枚数については、冷水病菌の存在の有無のみを調べるのであれば 1 枚で十分であり、冷水病菌を釣菌する目的もあわせて実施するのであれば、2 枚目のほうがコロニーの独立性にすぐれているので、1 検体につき 2 枚用いる方が良いと考えられた。

一方、冷水病菌の検出を遺伝子型判別も含めて行おうとする場合は、上述したアイソジェン・nested PCR 法のほうが存在を確認した後、残りの試料を用いて制限酵素処理による遺伝子型判別が行えるので適していると考えられる。

文献

網田健次郎・星野正邦・本間智晴・若林久嗣 (2000) : 河川における *Flavobacterium psychrophilum* の分布調査. 魚病研究, 35(4), 1193-1197.

熊谷 明 (2002) : 平成 14 年度魚病症例研究会, 口頭発表.

滋賀県水産試験場 (2000) : 冷水病菌の分離, 診断手法, アユの冷水病研究, 全国湖沼河川養殖研究会アユ冷水病研究部会, 徳島, 25-31.

1.5.2 仁淀川、宗呂川、物部川の付着藻類・房状付着物保菌調査

材料ならびに方法

仁淀川、宗呂川の付着藻類については、岸边近くと流心近くの 2 カ所から藻類がよく付着している石を 4 個拾い上げ、1 個の石について 5 cm 四方の枠 1 カ所分の藻類を容器にこそげ落とし、4 個分をまとめて冷凍もしくは 100% エタノール保存した。なお、岸边近くの石の付着藻類はいずれも緑色をしており、流心近くの付着藻類はいずれも黒褐色を呈していた。これらから上述の図 1-2(3)の方法にしたがい藻類を濃縮し、図 1-3 に示すアイソジェン法で冷水病菌の DNA を濃縮、分離し nested PCR 法により検査した。試料採集は仁淀川が平成 14 年 5 月 29 日、6 月 28 日、8 月 29 日、10 月 30 日の 4 回、宗呂川が平成 14 年 5 月 14 日、8 月 14 日の 2 回である。

房状付着物については、平成 14 年 10 月 7 日に仁淀川上流の上八川川、小川川、高樽川、30 日に中流の蒲田鉄橋上、八田堰下、9 月 19 日、10 月 8、24 日に物部川中流の日の御子（高知県下で最も冷水病被害の大きかった漁場）、10 月 8 日に物部川清爪（日の御子に次いで被害の大きかった漁場）の岩石に付着している房状付着物について調査を実施した。川中から図 1-5 に示すような房状付着物がよく付着している石を選び、房状付着物をつまみ取りながら、およそ 100 μ l、20~30 房をまとめてサンプルチューブに入れ 1 検体とし、冷凍保存した。これらから前述の図 1-4 に示す方法で冷水病菌を濃縮、分離し、キレックス・nested PCR 法で検査した。

なお、9 月 19 日の物部川中流日の御子の房状付着物は川中の大きな岩石に付着していたものであり、水中で約 5 平方 cm の房状付着物をスポンジで掻き取り、そのままスポンジごとビニール袋

に入れて冷凍保存した。解凍後、スポンジから房状付着物を葉匙で掻き取り、付着藻類からの冷水病菌検出と同じ方法に従って遠心、濾過濃縮し、アイソジェン・nested PCR 法で冷水病菌検査を行った。



図 1-5 物部川中流で採集した岩石の房状付着物（水棲昆虫の巣、糸状藻類、その他）

結果ならびに考察

仁淀川、宗呂川の付着藻類における冷水病菌検査結果

仁淀川下流と宗呂川の付着藻類の検査結果は表 1-11 に示すように 10 月 30 日に仁淀川八田堰下で採集した付着藻類 5 サンプル中 1 サンプルに陽性が認められた他は全て陰性であった。前節で述べたように今回用いた検出方法は菌濃度 $10^{1.4}$ cfu/ml で 10 サンプル中 3 サンプルが陽性結果になる検出精度である。10 月 30 日仁淀川八田堰下の付着藻類において 5 サンプル中 1 サンプルに陽性結果が認められたことはほぼ $10^{1.4}$ cfu/ml に近い濃度で冷水病菌が存在していたと考えてよいと思われる。宗呂川ならびに仁淀川で陰性結果が得られたサンプルについてはこれより低い濃度で冷水病菌が存在していた可能性が残されている。

次に述べるように房状付着物の検査結果では同じ場所の試料で高い検出結果が得られており、河川の汚染状況を把握する目的の場合は房状付着物を調査する方が適している可能性が高く、次年度の検討課題として残された。

10 月 30 日の冷水病菌が検出された付着藻類は流心付近の黒褐色をしたアユが好む藻類であり、見かけは汚れている岸边近くの緑色藻類からは検出されなかった。冷水病菌の河川での生態を考える上で注目すべき事項と考えられる。

表 1-11 仁淀川、宗呂川の付着藻類における冷水病保菌検査結果

陽性率は陽性検体/検体

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査陽性率	備考	
仁淀川	H.14	蒲田鉄橋上	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	
	5/29	八田堰下	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	
	6/28	蒲田鉄橋上	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	
	8/29	八田堰下	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	
	10/30	蒲田鉄橋上	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	
		八田堰下	付着藻類(黒褐色)	1/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	
	宗呂川	H.14 5/14	火の口	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石
				" (緑色)	0/5	岸边近くの石
8/14		火の口	付着藻類(黒褐色)	0/5	流心近くの石	
			" (緑色)	0/5	岸边近くの石	

房状付着物の冷水病保菌検査結果

結果は表 1-12 に示すとおり、房状付着物をつまみとり、20~30 房をプールしたものを 1 検体として検査した場合、仁淀川中流の蒲田鉄橋上、八田堰下から採集した試料については 2 検体中 1 検体で冷水病菌が検出された。仁淀川上流の小川川、高樽川から採集した房状付着物についての検査結果は陰性であった。

物部川中流日の御子で採集した房状付着物のうち、9 月 19 日のスポンジで採集、濾過濃縮し、アイソジェン・nested PCR 法で検査した房状付着物については 3 カ所とも検査結果は陰性であった。20~30 房をプールして 1 検体とし、PBS 洗浄濃縮、キレックス・nested PCR 法により検査した検体では 10 月 8 日に採集したものから 6 検体中 1 検体、10 月 24 日に採集したものから 10 検体中 4 検体で冷水病菌が検出された。日の御子において秋が深まるほど検出率が高くなったことについては、水温の低下など環境変化によることも考えられるが、房状付着物の選び方など技術的問題点を残しており、次年度の大きな課題である。

日の御子に次いで被害の大きかった清爪(10 月 8 日に採集)の調査結果はつまみとり試料 7 検体全てが陰性であった。あまり被害が大きくなかった仁淀川で 10 月 30 日に 1/2 の陽性率で冷水病菌が検出されており、清爪で陰性結果であったことは房状付着物の選び方に問題があったのではないかと考えられ、次年度の検討課題として残された。

冷水病菌が高率で検出された房状付着物の石は水棲昆虫の巣が多く付着していた石であり、これは、淵や岸边近くではなく、どちらかといえば流心に近い場所から採集したものである。上述の付着藻類も流心に近い場所の石に付着していた藻類から陽性結果が出ており、河川での冷水病菌の生態を考える上で注目すべき結果と考えられる。

表 1-12 仁淀川、物部川の房状付着物における冷水病保菌検査結果

陽性率は陽性検体数/検体

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査陽性率	備考	
仁淀川	H.14	上八川川・弘瀬	房状付着物	0/1	20～30房をプールして1検体とした	
		10/7	小川川・新別	〃	0/1	〃
			高樽川・川又	〃	0/1	20～30房をプールして1検体とした
	10/30	蒲田鉄橋橋	〃	1/2	20～30房をプールして1検体とした	
		八田堰	〃	1/2	〃	
物部川	H14	9/19	日ノ御子	〃	アユのはみ跡のある大岩からスポンジ採集	
			〃	〃	0/5	淵の崖からスポンジ採集
			〃	〃	0/5	流心の大岩からスポンジ採集
	10/8	日の御子	〃	1/6	20～30房をプールして1検体とした	
		清爪	〃	0/7	〃	
	10/24	日の御子	〃	4/10	〃	

10月30日の仁淀川蒲田鉄橋上と八田堰下の試料について付着藻類と房状付着物からの検出結果を比較すると蒲田鉄橋上の付着藻類の検出率が0/4、房状付着物は1/2、八田堰下の付着藻類は1/4、房状付着物は1/2であり、いずれも房状付着物のほうの検出率が高かった。主たる感染源が付着藻類か房状付着物であるかについては感染機構や防除対策を考える上で重要な点である。

また、房状付着物 20～30 房をプールして 1 検体とする方法で 1/2, 1/6, 4/10 と様々な陽性率が示された。陽性率は冷水病菌汚染の程度と比例すると考えられるので、1カ所の試料について5～10本立てで検査することにより検出率から汚染度を推定できる可能性があり、漁場間の冷水病菌汚染の比較や経時変化、冷水病菌の越冬場所、出水や環境条件との関連、冷水病被害との関連を検討する手段として有効と考えられる。

房状付着物の採集方法として水中の岩石からスポンジで掻き取る方法を試みたが、スポンジから細菌類を分離するのに手間がかかった。川岸へ運び上げられないほど大きな岩石から試料を採集する必要がある場合はこの方法に頼らざるを得ないが、そうでない場合はつまみ取りによる採集方法が効率的であった。冷水病菌汚染の程度を比較する場合には定量的に行う必要がある。今回は目分量でおおよそ 100 μ l すなわち 20～30 房をつまみ取るようにしたが、次年度はこの点に

ついてより定量的に行えるように工夫する必要が残されている。

房状付着物はアユの主餌料ではないが、付着藻類を食む際に同時に口に入るものである。近藤によれば、菌液に漬ける方法で人為感染した場合、主たる感染場所は下顎、尾柄部の表皮であり、その他の体表やエラからは菌が検出できないか、検出できても時間の経過とともに消失したと報告されている (Kondo *et al.*, 2002)。下顎と尾柄部が構造上感染しやすいとすれば、房状付着物中の冷水病菌は感染経路を考える上で重要視する必要があると考えられる。

今年の聞き取り調査では、早くに成長した大型アユ (20 cm 程度) から冷水病による斃死が始まり、しかも下あごの欠損が目立つという報告が多かった。また、大型魚が斃死し、小形魚ばかりが残っているという報告も多かった。大きいアユほどなわぼりが強く、付着藻類を摂取する割合も高い。従って、今年のように湖産アユ放流中止により感染源の一つが絶たれた事例における主たる感染経路は「餌料 (房状付着物、付着藻類) からアユ、常在魚へ」がもっとも疑わしいと考えられる。

文献

Kondo, M., Kawai, K., Kurohara, K., Oshima, S. (2002): Adherence of *Flavobacterium psychrophilum* on the body surface of the ayu *Plecoglossus altivelis*. *Microbes and Infection* 4 (2002) 279-283.

1.6 堆積枯葉、砂泥の保菌調査

材料ならびに方法

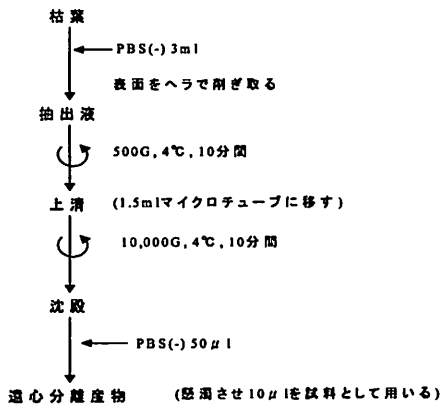
冷水病の被害が大きかった安田川、物部川、四万十川 (北川川) の冷水病斃死魚が流され滞留するトコ場川底の堆積枯葉、砂泥をたも網ですくい取り、冷蔵保存し検査に供した。枯葉については斃死魚に付着していた枯葉 1 枚を、その他の枯葉は 10 枚ずつプールしたものを 1 検体として検査に供した。枯葉・砂泥からの検出方法は図 1-6 に示す方法で濃縮、分離しキレックス・nested PCR 法で行った。

結果ならびに考察

結果は表 1-13 に示すように、安田川の斃死魚体表と接していた枯葉からは冷水病菌が検出されたが、それ以外の枯葉、砂泥からは検出されなかった。

このことから、斃死魚が多量に堆積している場合には枯葉などにも冷水病菌が付着し、病原菌蔓延の一因になることが考えられるが、枯葉は出水によって洗い流されやすく、その箇所での汚染源になる可能性は低いと考えられる。むしろ、後に述べるように斃死魚や枯葉などが流れ下って堆積するダムなどが汚染源として残る可能性は高いと考えられる。

枯葉からの冷水病菌分離濃縮法



砂泥からの冷水病菌分離濃縮法

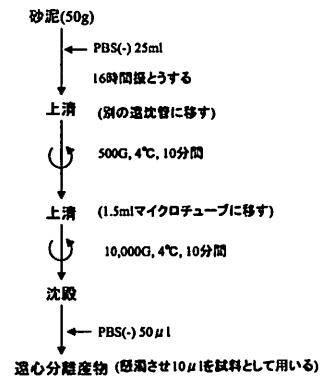


図 1-6 枯葉、砂泥からの冷水病菌分離、濃縮法

表 1-13 枯葉、砂泥からの冷水病検査結果

河川名	採集年月日	採集場所	試料	冷水病検査 陽性率	備考
安田川	H.14 5/22	日浦橋上	枯葉1	1/1	斃死魚の体表と接触していた枯葉、斃死魚の堆積はわずか
		"	枯葉2	0/1	斃死魚と接触していなかった枯葉
		"	枯葉3	0/1	斃死魚と接触していなかった枯葉
		"	小石	0/1	斃死魚付近の小石
	7/25	日浦橋上	枯葉・泥	0/1	斃死魚の堆積なし
北川川	H.14 8/7	番城上	枯葉	0/6	斃死魚の堆積なし
		番城下	"	0/6	斃死魚の堆積なし
		嶋渕	"	0/6	斃死魚の堆積なし

1.7 要約

(1) 平成 13 年 12 月に採取した親魚のエラ、精巣、卵巣からは冷水病菌は検出されなかったが、平成 14 年 12 月に採取した親魚雄のエラから 9 尾中 7 尾、雌のエラから 24 尾中 12 尾、卵巣から 24 尾中 5 尾の割合で冷水病菌が検出された。しかし、平成 13 年 11 月、12 月の流下仔魚、平成

14年3月の海面稚魚、遡上稚魚、11月、12月の流下仔魚についてはすべて陰性であった。今後も海面稚魚、遡上稚魚の調査を継続する必要がある、現段階では垂直感染を否定はできないものの、高知県における仔、稚魚の河川、海域における生息環境を考えあわせると海域、河口域における垂直感染の比重は低いと考えられる。

(2) 天然アユについては、陽性結果が出たのは仁淀川試験採捕アユ188尾中7月の火振り漁のアユ1尾のみで、その他はすべて陰性であり、仁淀川、宗呂川以外の河川に於いても斃死、衰弱魚、産卵親魚からのみであった。

(3) 仁淀川の常在魚については、5月のオイカワで17尾中2尾、12月のオイカワで18尾中1尾、ウグイで2尾中2尾、12月のオイカワで6尾中6尾の陽性率であったが、カマツカ、カワムツ、タカハヤ、ニゴイなど13魚種69尾は陰性であった。宗呂川では5月のカワムツ51尾、8月のカワムツ60尾これら全てが陰性であった。

(4) 平成13年秋の仁淀川火振り漁で採捕されたものについてはオイカワ75尾中29尾、カワムツ8尾中2尾、カマツカ59尾中4尾、ニゴイ3尾中2尾の陽性率で冷水病菌が検出されたが、平成14年の火振り漁で採捕されたものについてはアユ61尾中1尾を除いて、オイカワ、カワムツ、カマツカ、ニゴイを含む16魚種全てが陰性の結果であった。

(5) 仁淀川、宗呂川以外の河川では吉野川最上流（嶺北）6月のナマズで4尾中3尾に陽性結果が出たが、安田川、吉野川、四万十川のカワムツ、アカザ、ニゴイ、カマツカ、アマゴ、ウナギ、オオクチバス、オイカワ、ウグイ、タカハヤ、ドンコなど合計11魚種186尾が陰性であった。

(6) 平成14年度はアユ、常在魚ともに感染率が極端に低くかったが、この要因として感染源の一つと考えられている琵琶湖産種苗の放流を中止したことが効果を発揮したのではないかと考えられる。

(7) 高知県産人工種苗については、仁淀川水系、安田川水系へ放流された種苗を検査したが、冷水病菌は検出されなかった。

(8) 付着藻類からの検出方法を検討したところ、新潟県マニュアルの「濃縮藻類をそのままアイソジェンでDNA分離濃縮し、PCR検査に供する方法」が最も検出精度が高い結果が得られ、 $10^{1.4}$ 、 $10^{2.4}$ cfu/mlの菌液に漬けた付着藻類からは5/8の確率で、 $10^{3.4}$ cfu/mlの菌液に漬けた付着藻類からは8/8の確率で陽性結果が得られた。

(9) トブラマイシン・馬血清添加改変CYT培地を用いる直接平板塗抹法によっても $10^{1.4}$ cfu/mlの菌液に漬けた付着藻類から冷水病菌を検出、分離することが出来た。Difco社製寒天を用いても馬血清を添加しない場合はコロニー形成菌数が少なく、検出率も低かった。同じ試料について上述のアイソジェン・nested PCR法と検査結果を比較すると、この直接平板塗抹法のほうが高い陽性率であった。

(10) 仁淀川、宗呂川の付着藻類について、アイソジェン・nested PCR法で検査したところ仁淀川八田堰下の試料5検体中1検体のみが陽性結果であった。

(11) 房状付着物についてつまみとり・キレックス・nested PCR法で検査したところ仁淀川蒲田

鉄橋上、八田堰下の試料がともに 1/2、物部川日の御子の試料が 4/10 の確率で陽性であり、上述の付着藻類よりも高い陽性率であった。

(12) 全県下的に湖産アユ放流が中止されている河川環境下で残された感染経路は「餌料（付着藻類、房状付着物）からアユ、常在魚へ」が主要感染経路としてもっとも疑わしいと考えられた。

(13) 斃死魚が堆積する場所の枯葉、砂泥についての冷水病菌検査結果は、斃死魚に付着していた枯葉のみが陽性であった。斃死魚が多量に堆積している場合には枯葉などにも冷水病菌が付着し、冷水病蔓延の一因になることが考えられるが、そこで汚染源になる可能性は低く、これらが流れ下って堆積するダムなどが汚染源として残る可能性が考えられた。

2 疫学的発病要因調査

2.1 目的

冷水病被害調査を行う中で、降雨、濁水、低水温などが被害発生や増大の要因になっているのではないかという意見が多く聞かれた。また、同じような漁場管理を行っている河川間でも被害に大きな差が生じている場合もあった。このため、高知県下の代表的な河川について平成14年度の冷水病発生・被害状況と過去10年間の湖産種苗放流歴、河川の河床勾配、気象状況について調査し、冷水病被害との関係を疫学的に検討し、発病要因を明らかにしようとした。

2.2 平成14年度冷水病発生・被害状況調査

方法

平成14年4月から7月までの高知県下主要9河川における冷水病発生・被害の状況を漁業協同組合役員、地方自治体職員に面接もしくは電話で聞き取り、下記に示すような基準を設けて、被害状況を被害度で表し、数値化した。

被害度0：冷水病の発生が全くない状態。

被害度1：冷水病の報告がほとんどない状態。

被害度2：斃死魚がまれに見られる状態。もしくは、漁獲物に傷のあるアユが時々混じる状態。

被害度3：斃死魚が所々に見られる状態。もしくは、漁獲物に傷のあるアユがかなり混じる状態。

被害度4：斃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)

結果ならびに考察

平成14年度は県下一斉に湖産種苗放流を中止し、無病を確認した人工種苗を放流したにもかかわらず、表2-1に示すようにどの河川でも冷水病の発生が認められた。最も被害の大きかった河川は物部川中流であり、漁期のはじめから7月下旬まで被害度3.5で推移し、6月上旬に被害度4.5、7月下旬に被害度5の状態になるに至った。ついで被害の大きかった河川は安田川上流であり、放流直後の4月下旬から5月下旬まで被害度4、6月中旬まで被害度3が続いた。安田川の種苗放流関係者によると、県外海産種苗を上流に放流したが、この放流種苗を一夜蓄養している間に冷水病発による斃死が生じたとの事である。この種苗をそのまま放流したそうであるが、これによって被害を大きくしたと考えられる。

ついで被害の大きかったのは四万十川最上流の北川川と伊尾木川で有り、前者は7月上旬、後者は5月中旬に被害度4になっている。北川川については今年初めて湖産種苗の放流を中止し、人工種苗を放流した河川であり、6月上旬まで非常に状態がよかったものの、6月下旬から急に

表 2-1 平成14年度高知県下の河川別、旬別冷水病被害

河川名	4月			5月			6月			7月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
	安田川上流	-	-	4	4	4	4	3	3	2.5	1.5	1.5
中流	1	1	1	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	-
下流	-	-	-	-	2	2	2	2	2	1	1	-
安芸川上流	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1
中流	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1
下流	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1
伊屋木川上流	1	1	1	2	4	2	2	2	3	1	1	1
中流	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
下流	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
物部川上流(上並生)	-	-	-	-	-	3	3	3	3	2	2	2
上流(横山)	-	-	-	-	-	2	2	2	2	3	3	3
中流	-	-	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	-	-	-	-	-
中流(日/御子)	-	-	-	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	5
鏡川	-	-	-	3	3	3	-	-	-	-	-	-
新庄川	-	-	-	1	3	3	3	3	3	1	1	0.5
仁淀川上流(吾北)	-	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-
中流	-	-	-	-	-	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
下流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
四万十川最上流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
榑原川	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.5	2.5	-
四万川	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
北川川	-	-	-	-	-	-	0	1	3	4	3	2
上流	-	-	-	-	3	3	2	2	2	0.5	0.5	0.5
中流	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
下流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
吉野川	-	-	-	-	-	-	0	3	2	0.5	0.5	0.5

冷水病被害が目立ち始め昨年以上の被害が生じた。河川毎に最上流、上流、中流、下流に分けて被害調査が出来た河川について被害の程度を検討すると、最上流、上流、中流で被害が大きい傾向が認められた。被害の推移について検討すると東部、中部では4月下旬から5月上旬に被害度2以上になっていた河川が多かったのに対し、西部で被害度2以上になったのは5月中旬以降である。

このように、今年も全県下的に冷水病被害が治まらず、昨年よりも被害が増大する河川や地域によって被害に差のあることが明らかになったが、その要因については後述の過去の湖産種苗放流割合や気象状況と冷水病被害の関係で考察する。

2.3 湖産種苗放流割合と冷水病被害の関係

上述したように平成14年度は主たる感染源として疑われている湖産種苗の放流を中止したにもかかわらず冷水病被害は治まっていない。平成12、13年に湖産種苗の放流を中止している河川でもかなりの被害が生じている。平成11年以前に持ち込まれた冷水病菌が河川に定着していると考えられる。そこで過去の湖産種苗放流と平成14年度冷水病被害の関係を検討した。

方法

過去に放流した種苗放流量を海産、湖産、人工産別に集計し、平成13年単年、過去2年間、3年間、5年間、10年間それぞれの全種苗放流量に占める湖産種苗の割合を求め、平成14年度の冷水病被害との関連を検討した。冷水病被害度は上述の被害度調査結果から平成14年4月から7月までの調査期間中に生じた最高被害度ならびに被害度の平均値を平均被害度とした。

結果ならびに考察

過去の放流量と平成14年度冷水病被害の関係を図2-1に示した。平成13年度は湖産種苗の放流を中止した河川も多く、放流種苗に占める湖産種苗の割合が0である漁場が4漁場あった。これらの漁場の最高被害度は1から4まで、平均被害度は1から3までばらつきが大きく、湖産種苗放流割合と被害との相関は全く認められなかった。平成12、13年、2年間の放流種苗にしめる湖産種苗の割合と平成14年度の被害度との関係についてもばらつきが大きく、相関は認められなかった。過去3年間、5年間の種苗放流に占める湖産種苗の割合と平成14年度被害度との関係から近似曲線が右肩上がり、すなわち、湖産種苗の割合が多いほど被害度が高くなる傾向が最高被害、平均被害ともに認められはじめ、10年間を合計した場合にはその傾向がもっとも顕著に認められた。

このことから、1、2年間湖産種苗の放流を中止しても河川の浄化は進まず、3年以上前の種苗放流の影響を受けているといえる。ただし、図2-2に示したように仁淀川中流と四万十川最上流を除いて検討すると、過去2年間を合計した場合の平均被害の近似曲線が右肩上がりとなり、

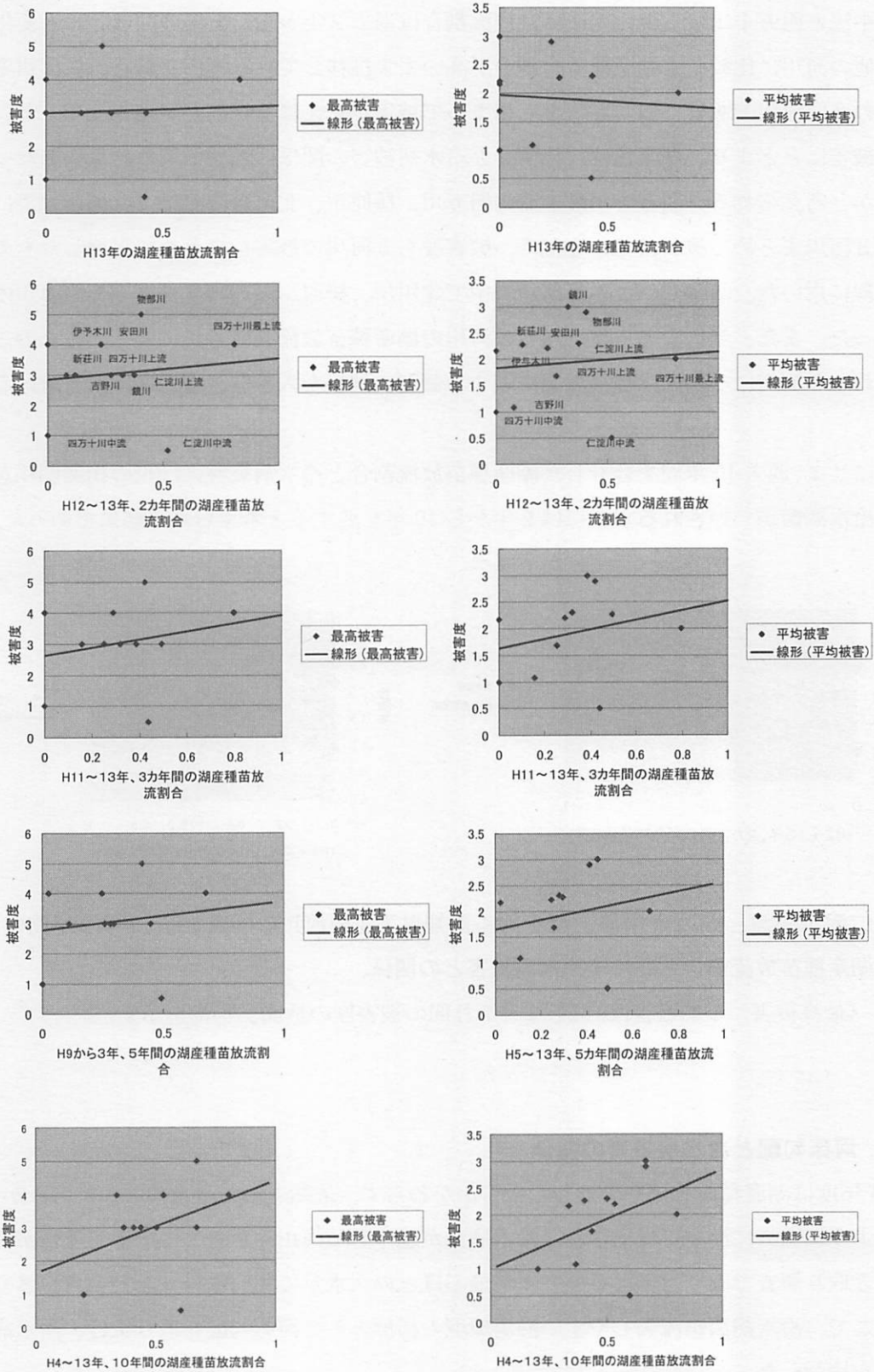


図 2-1 湖産種苗放流割合とH14年冷水病被害の関係

(最高被害, 平均被害はH14年4~7月間の被害度の最高、平均を示す)

湖産種苗放流中止の効果が始めていると考えられる結果である。

仁淀川中流と四万十川最上流の湖産種苗放流割合は過去2年から10年の間ほとんど変化しておらず、他の河川に比較して湖産種苗の割合が高いまま推移している河川である。仁淀川中流は天然遡上の多い河川であり、川の形状とも相まって被害が見えにくいことが被害度0.5という極端に低い被害にとどまり、湖産種苗放流割合と冷水病被害の関係において例外的事例になったのではないかと考えられる。四万十川最上流の四万川、梶原川、北川川については種苗放流に関する集計が3河川まとめて扱われているため、被害度も3河川の被害をまとめて平均したものをデータ処理に用いた。しかし、この3河川の中で北川川、梶原川の被害度が高く、四万川の被害が低かった。また、年によってはこれらの河川の湖産種苗放流割合も異にしているとのことである。これら3河川については種苗放流に関する個別の試料を入手し、さらに検討を続ける予定である。

いずれにせよ、過去10年間を合計した湖産種苗放流割合と冷水病被害には正の相関関係が有り、漁場から冷水病菌が一掃されるまでには2年から10年を要すると考えられる結果であった。

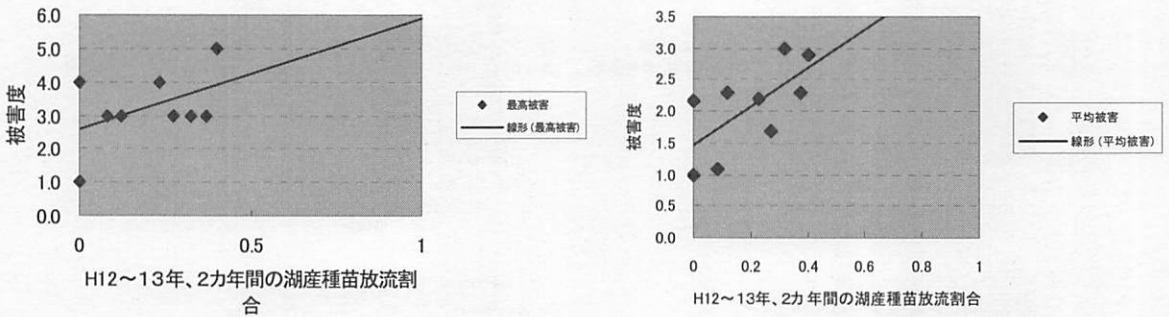


図 2-2 仁淀川中流、四万十川最上流を除く高知県下主要河川の平成 12、13 年 2 年間の湖産種苗放流割合と H14 年冷水病被害との関係、

(最高被害、平均被害はH14年4～7月間の被害度の最高、平均を示す)

2.4 河床勾配と冷水病被害の関係

平成14年度は湖産種苗放流を中止したにもかかわらず、依然として冷水病被害は大きかった。上述したように過去に漁場へ放出された冷水病菌が越年して河川へ定着している可能性が考えられた。聞き取り調査では「近年、石のアカが飛ぶほどの大水がでていない」という声が多く聞かれた。そこで、冷水病菌が流失しやすい漁場環境の指標として河床勾配を取り上げ、冷水病被害との関連を検討した。

方法

河床勾配は2万分の1の縮尺地図を用い、被害度調査に用いた河川毎の最上流、上流、中流、

下流区分に従い漁場を分け、それぞれの漁場の上端と下端の標高差と距離を読み取り勾配を算出した。冷水病被害度については先に述べた被害度を用い、勾配との関連を検討した。

結果ならびに考察

図 2-3 に示すようにばらつきはあるものの河床勾配が大きいほど被害が大きい傾向が認められた。これについては、勾配のきつい河川にはほとんどダムがあり、このダムによって病原菌の流失が妨げられている可能性が高いことを示すものと考えられる。斃死魚や冷水病菌の付着している堆積枯葉、房状付着物、付着藻類等が漁場から洗い流されても、下流のダムでせき止められ、翌年以降の感染源になっているのではないかと考えられる。ダムの有無、ダムからの距離と冷水病被害の関係を検討する事が次年度の重要な課題である。

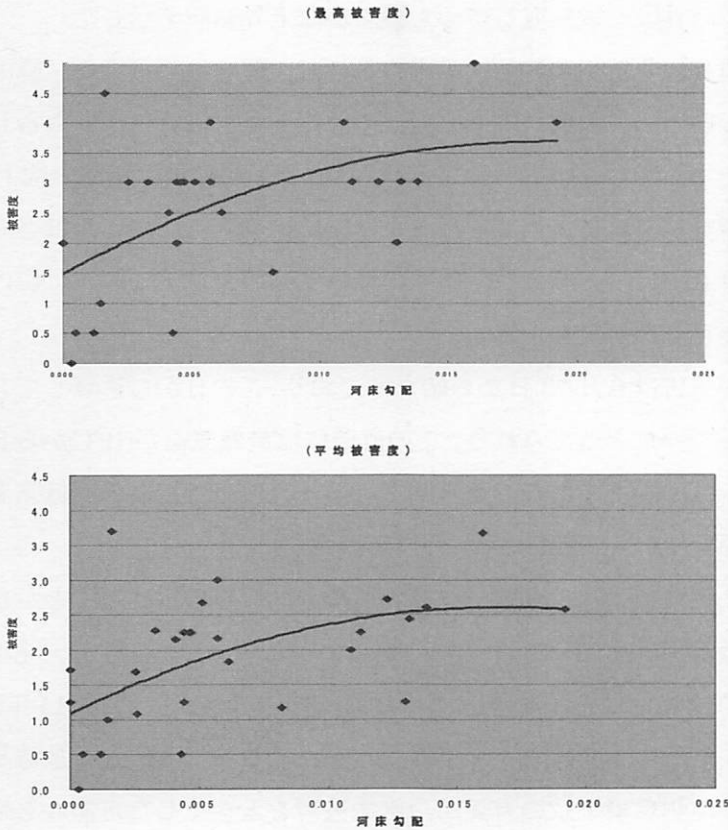


図 2-3 河床勾配と平成 14 年 4～7 月間の冷水病被害との関係

2.5 気象状況と冷水病被害の関係

聞き取り調査では、「降雨の後で被害が大きくなった」、「降雨に伴いダムから冷水が放水され、これをきっかけに被害が大きくなった」という声が多かった。四万十川最上流の東津野村で

は気温、雨量と北川川での冷水病被害を細かく記録していたので、この資料を用いて降雨、気温、冷水病被害の関係について検討した。

方法

東津野村で記録している毎日の最高気温、最低気温、最大雨量、日雨量と東津野村北川川での冷水病被害尾数記録日誌を利用し、時系列で関連性を検討した。冷水病被害尾数は前述の被害度に置き換えた。

結果ならびに考察

図 2-4 に示すように、6月に入って最高、最低気温が上昇し、安定し始めた後、6月 17、20日に最高気温が急低下し、その2日後の 22 日から斃死の報告がなされ始めた。さらにその後の 23 日から 24 日にかけての急激な最高気温の低下と呼応するように冷水病被害は急増した。これ以降、冷水病が収束する 7月 22 に日にまで最高気温は 3～5℃の急低下を繰り返している。この間最低気温は 1～2℃の昇降を繰り返しつつも緩やかな上昇傾向を示した。

最高気温は大雨の前日に急低下する傾向が認められた。聞き取り調査の「降雨の後で被害が大きくなった」ことについて、大雨前日の最高気温の急低下が水温低下をもたらし、罹病魚斃死の引き金になったことを指し示していると考えられる。6月下旬の最高気温の低下は 20℃以下にまで低下しており、東津野村職員によれば最近 5 カ年間には見られなかったほどの低気温であったとのことである。7月 23 日から 30 日にかけての最高気温の急変がこの川における近年にない冷水病被害につながった可能性が考えられる。

冷水病による斃死の報告は 6月 22 日から始まっており、この日から逆算して 3 週間前の 6月 1 日頃にはすでに発病していたと考えられる。この直前には最低気温が 10℃から 5℃前後へ急低下したことが 2 回あり、この期間中に 5℃を下回る日が 4 日あった。この最低気温の急変も被害を大きくすることに関係している可能性が高いと考えられる。

冷水病の発生を抑えるためには、冷水病菌非保菌魚を放流魚に用いることが重要であるが、これに加えて、適正な放流尾数を考えることも必要になってくると思われる。北川川では、前年の平成 13 年の放流量は 930kg（琵琶湖産種苗、平均 15g 程度）に対し、平成 14 年は 1,264kg（人工種苗、平均 6g 程度）であり、重量では 1.4 倍弱だが、尾数では 3 倍強の放流量であった。種苗の大きさや放流密度、河川環境馴致の有無が冷水病被害を大きくした可能性も残されている。

北川川と同じ四万十川最上流にありながらあまり被害が大きくなかった栲原川や四万川との差異を検討しようとしたが、これらの川は山を越えた隣町にあり、毎日の被害が記録されていなかった。これらの河川について直接水温を測定記録することとあわせて次年度の課題としたい。北川川の他に被害が大きかったところとして物部川中流と安田川上流があげられる。物部川の気温、雨量についても国の河川管理資料があるものの、下流域での測定値であり、しかも、地元関係者によるとこの中流の漁場はダムの直下に位置するため、ダム放流水の冷水温の影響を強く受け、気温と水温ほとんど連動しないとの事である。この河川についても直接水温を測定、記録

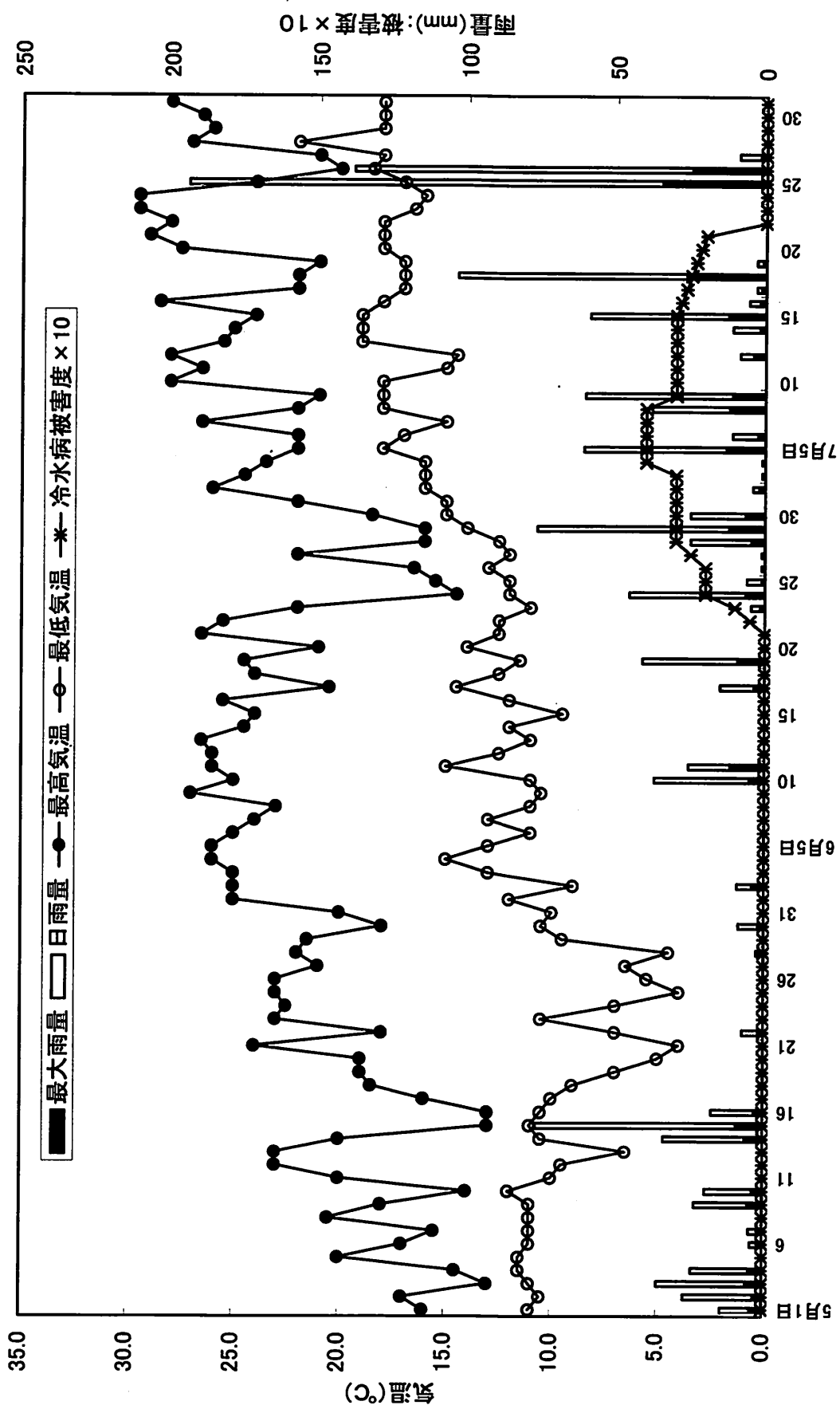


図 2-4 高知県西部山間部東津野村村北川における冷水病被害と気象状況の推移

することと被害の推移を細かく記録することが次年度の課題として残された。

安田川上流については前述したように放流種苗に問題があった事が被害を大きくしたと考えられるが、気象との関係については次年度の課題として残された。

2.6 要約

(1) 平成 14 年度冷水病発生・被害調査を行ったところ、平成 14 年度は県下一斉に湖産種苗放流を中止したにもかかわらず、どの河川でも冷水病の発生が認められた。最も被害の大きかった河川は物部川中流であり、ついで安田川上流、伊尾木川と四万十川最上流の北川川であった。被害の程度を数値化し、以下の発症要因との関連性を検討した。

(2) 湖産種苗放流量を調査した結果、すでに平成 13 年度に湖産種苗の放流を中止した河川も多く、放流種苗に占める湖産種苗の割合が 0 である漁場が 4 漁場あった。しかし、これらの漁場の被害度は 1 から 4 までばらつきが大きく、湖産種苗放流割合と被害との相関は全く認められなかった。過去の種苗放流量を合計した場合、2 年間では関連が認められず、3 年間の合計から湖産種苗の割合が多いほど被害度が高くなる傾向が認められはじめ、10 年間の合計ではその傾向がもっとも顕著に認められた。

(3) 仁淀川中流と四万十川最上流（梶原、東津野：津野山事務組合放流分、四万川、梶原川、北川川の合計）を除いた場合には、過去 2 年間で合計した場合でも被害度と湖産種苗放流割合の関係は近似曲線が顕著な右肩上がりとなり、湖産種苗放流中止の効果が出始めていると考えられる結果になった。

(4) 河床勾配と冷水病被害の関係では勾配が大きいほど被害が大きい傾向が認められた。勾配のきつい河川にはほとんどの場合ダムがあり、このダムによってせき止められた斃死魚や冷水病菌付着堆積枯葉、房状付着物、付着藻類などが、翌年以降の感染源になっている可能性が考えられた。

(5) 葉山村北川川の気象条件と冷水病被害の関係を時系列的に検討したところ、大雨の前日に最高気温が大幅に下がる傾向が認められており、それに伴う水温低下が被害増大につながっているのではないかと考えられる結果が得られた。6 月下旬の大雨に伴う最高気温の低下は最近 5 年間には見られなかったほどの低温であり、これと 7 月 23 日から 30 日にかけての最高気温の急変がこの川における近年にない冷水病被害につながった可能性が考えられた。

また、冷水病発生報告がなされる 3 週間前の 5 月中旬に最低気温が 10℃から 5℃前後への急低下することが 2 回あり、この期間中に 5℃を下回る日が 4 日あった。この最低気温の急変も被害を大きくすることに係わっているのではないかと考えられた。

(6) 北川川と同じ四万十川最上流にありながらあまり被害が大きくなかった梶原川や四万川との差異、県下で最も被害の大きかった物部川中流と安田川上流などとの比較検討は発病要因を明らかにする上で重要な点であるが、これらの川については記録が不十分であり、毎日の被害状況

や水温を測定記録することがあわせ次年度の課題として残された。

3 まとめ

アユ冷水病の病害発生阻止を目的に、平成14年度から「感染機構の解明、ワクチンの開発、薬剤感受性試験」の3課題について高知大学、高知県内水面漁業協同組合連合会と共同研究を開始したが、高知県内水面漁業センターは感染機構の解明のための冷水病菌保菌状況調査と疫学的発病要因調査を担当した。

感染機構解明の一端として、垂直感染の有無を明らかにするため、産卵親魚、流下仔魚、海面稚魚、遡上稚魚などの病原菌保菌状況調査を、環境経由の感染の有無を明らかにするため、河川におけるアユ、常在魚、付着藻類、堆積枯葉、砂泥などの保菌状況調査を実施し、次のような結果を得た。

平成14年度の天然アユやその他の河川常在魚の保菌状況は平成13年度に比べて著しく減少しており、湖産種苗の放流中止の効果ではないかと考えられた。しかし、その一方、無病を確認した人工種苗を放流したにもかかわらず、どの河川でも冷水病の発生が認められた。ただし、被害の大きかった安田川上流の場合は、冷水病に感染していた県外海産種苗を放流したことが原因であり、たとえ海産であっても防疫上あらゆる面で細心の注意をもって取り扱われた種苗を選ぶべきことを示すものである。また、北川川の場合は、気温、水温が急変しやすい環境にあり、山間部の河川に人工種苗を放流する場合、無病であることはもちろんのこと、冷水病対策に沿う放流時期、サイズ、河川環境馴致など新たな放流技術開発の必要性が感じられた。

アユ以外にオイカワ、ウグイ、ナマズに保菌魚が認められたものの検出率は極めて低く、常在魚からアユへの感染の可能性は低いと考えられた。新たな冷水病菌の侵入がないにもかかわらず発病のあった河川の感染源に関する調査結果で注目されるのは、平成14年度に最も被害が大きかった物部川や平成13年度に発病のあった仁淀川で採集された岩石に付着している藻類や房状付着物から冷水病菌がかなりの頻度で検出されたことである。「冷水病による死亡は早く成長した大型アユから始まり、下顎の欠損が目立った」との聞き取り調査結果は、大きなアユほどナワバリ性が強く、付着藻類を摂取する割合が高い習性に照らして、付着藻類や房状付着物が重要な感染源であることを示唆するものである。

疫学的発病要因を明らかにするため、高知県下の代表的な9河川について平成14年度の冷水病発生・被害状況と過去の湖産種苗放流割合、河床勾配、気象状況について調査し、次のような結果を得た。

過去10カ年の湖産種苗放流量の全放流量に占める割合と冷水病被害の関連を検討した結果、平成13年1カ年、もしくは平成12、13年の2カ年間の種苗放流に占める湖産種苗の割合と平成14年度の被害度との間には相関は認められなかった。しかし、過去3カ年間以上を合計した場合、種苗放流に占める湖産種苗の割合が多いほど平成14年度の被害度が高くなる傾向が認められた。

すなわち、湖産種苗放流中止の効果が認められるようになるにはおよそ3年の時間経過が必要と推定された。

また、河床勾配が大きいほど被害が大きい傾向が認められたが、勾配の大きい河川のほとんどにダムがあり、流下する病死魚や冷水病菌付着の房状付着物、藻類や堆積枯葉などがダムでせき止められ、翌年以降の感染源となる可能性が考えられる。このことが、平成14年度に全河川で湖産種苗の放流を中止したにもかかわらず、各河川で少なからぬ冷水病被害が生じたことを説明する理由の一つになるのではないかと考えられる。このことを検討するため、次年度は各漁場のダムからの距離と冷水病被害の関係を検討する予定である。

河川における冷水病の発生引き金として、従前より降雨とそれに伴う濁りが指摘されている。これに関する平成14年度の調査によれば、降雨後に冷水病の発生があった河川では降雨の前日から気温が急に下がっており、それに伴う水温の低下が発病を誘発している可能性が考えられた。次年度は自動記録水温計を設置するなど、水温や気象状況と発病との関係についても引き続き検討を続ける必要のあることが示された。

高知県では、高知県魚類防疫推進会議内水面部会において「新たな感染源を河川に持ち込まないために、保菌のおそれのある湖産種苗を放流しない」という方針を立て、高知県内水面漁連組合長会、高知県魚族保護会等各種会合にお湖産種苗放流自粛を申し合わせ、平成14年度には県下のすべての河川で湖産種苗の放流が中止されたが、上述したように、平成14年度は冷水病被害を根絶することはできなかった。しかし、河川におけるアユ、常在魚の保菌状況は改善され、聞き取り調査では全体として被害の程度が低くなったという感想が多かった。この点について次年度には検証できるようなデータを集めることも重要な課題である。また、野根川、松田川の上流には他県団体の管理下にある漁場があり、依然として湖産種苗が放流されている。このことの影響がどのように下流の高知県内漁場に及ぶのかについても注視する必要がある。

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、アユを育種素材として、高水温に適応できる形質を備えた系統の作出ならびに形質評価法の確立を目的とする。本年度は高温耐性を示す家系を兄妹交配により継代し、形質の固定を検討した。

【方法】

- (1)天然海系アユ由来の高水温耐性家系2家系について兄妹交配により3代目を作出し、臨界最高温度試験による形質評価をおこなった。
- (2)高温耐性家系について、継代にともなう近交度の変化を、マイクロサテライトDNA4マーカー座を用いて調べた。

【結果および考察】

- (1)同一家系より作出され、兄妹交配により継代された高温耐性家系 No.10F3-1, 10F3-2 2家系において、23℃に馴致した場合の高温側致死温度の平均値はそれぞれ 34.1(SD±0.5)℃, 34.4(SD±0.3)℃であり、家系間で有意差はなく(P<0.01)、3代継代後も高い高温耐性が維持されていることが確認された(表-1)。
- (2)継代にともない、マイクロサテライトDNA4マーカー座の平均ヘテロ接合体率(H_o, H_e)は明らかに低下し、近交度の上昇が認められた。したがって、アユの高温耐性形質は、兄妹交配により近交系として固定できる可能性が示唆された(図-1, 表-2)。
- (3)本事業で作出された高温耐性家系を基準家系として、高温耐性に関連したDNAマーカーの探索が可能になると期待される。

【結果の発表、活用等】

岡部正也, 関伸吾(2002):アユの温度耐性系統作出について. 第5回水産育種研究会シンポジウム研究報告口頭発表.

表-1 兄妹交配により継代された No.10 家系の、各世代における高温耐性の比較

Generation	No.of Sample	CTMax(°C) ±S.D.	C.V.	ULT(°C) ±S.D.	C.V.
10F1	(20)	34.0±0.3	1.026	34.3±0.4	1.294
10F3-1	(20)	34.1±0.5	1.578	34.1±0.5	1.534
10F3-2	(13)	34.4±0.3	0.809	34.4±0.3	0.790

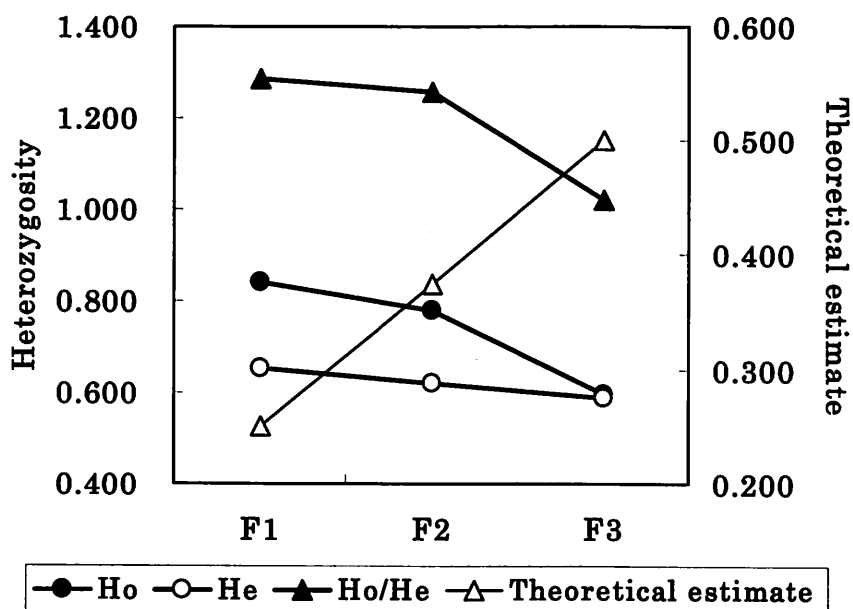


図-1 No.10 家系の各世代におけるマイクロサテライト DNA4 マーカー座のヘテロ接合体率の推移

Ho:平均ヘテロ接合体率 (観察値)

He:平均ヘテロ接合体率 (期待値)

Theoretical estimate : 兄妹交配における近交係数の理論値

モクズガニ資源培養技術開発研究 —放流追跡調査—

中島敏男

1 目的

ダム堰堤等の遡上障害によりモクズガニが生息できなくなった上流域において資源復活を図る。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。

具体的には12年度（2000年6月）に放流した人工種苗の追跡調査を継続し、移動、分布、成長、生残等を知る。

2 方法

調査河川である物部川水系西川川の位置と人工種苗放流地点及び追跡調査地点を図1に示した。それぞれの概要は12年度（中島，2001）及び13年度報告書（中島，2003）に記載した。

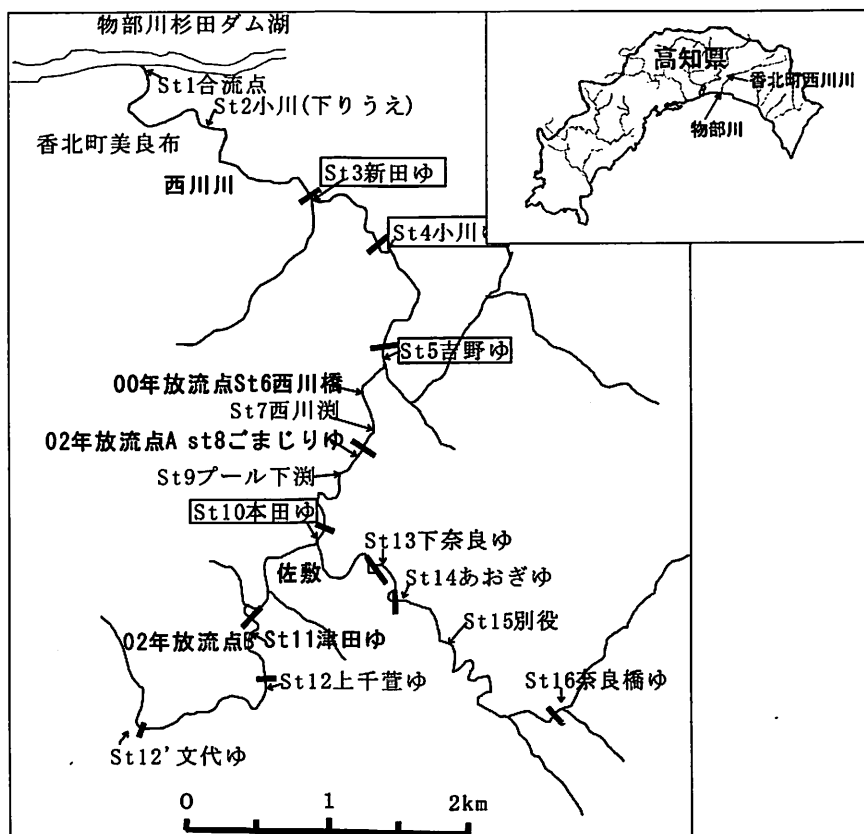


図1 物部川水系西川川人工種苗放流地点及び追跡調査地点

1) 2000年放流種苗の追跡調査

餌カニ籠による調査は小判型アナゴ籠、角型カニ籠を使用した。餌は養殖餌料用冷凍魚を使用した。

下りうえによる調査は詳細を13年度報告書に記載した。下りうえは香北町小川地区の西川川本流への設置のほかに、小川農業用水路にも設置した。西川川には多くの農業用取水堰堤があるが、中でも中流から下流にある本田ゆ、吉野ゆ、小川ゆ、新田ゆの4カ所は、取水した水が西川川に帰って来ない仕組みになっている。下りうえを設置した小川用水は取水場所が設置場所から2.1km上流にあり、利用後は西川川とダム湖の合流点付近2カ所に排水されている(図1)。

3) 標識放流調査

標識放流は詳細を13年度報告書に記載した。今回の西川川上流部の餌カニ籠操業回数は少なく、また、1回の操業で採捕される個体も少なかったことから、前年に比べ標識放流したカニは少数であった。

4) 年齢の定義

生産された人工種苗はおおむね春から初夏に放流されているが、放流された年のカニを0歳または当歳、それらが翌年に採集されると1+歳、翌々年以降は2+歳、3+歳・・・と表現した。

3 結果と考察

1) 2000年放流種苗の追跡調査

(1) 移動と分布

不定期におこなった月1回のカニ籠定点調査で203尾が採捕された(表1)。標識放流に使用するモクズガニ採捕のためのカニ籠調査や下りうえ調査を含めると473尾が採捕された(表2)。

表1 カニ籠定点調査採捕尾数(黒枠数字は種苗放流地点より下流側の採捕尾数)

調査St. 地名	距離km	00年7月	8月	9月	01年3月	4月	7月	9月	10月	02年2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	03年3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
16 奈良橋ゆ	4.90													0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
15 別役	2.95					0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	
14 あおぎゆ	2.45					0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	13	
13 下奈良ゆ	2.15			0		0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4	1	1	0	0	0	0	1	3	0	14	
12' 文代ゆ	4.25													0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
12 上千賀ゆ	3.05					0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	7	
11 津田ゆ	2.25					0	2	4	5	5	0	4	3	0	6	2	11	4	0	1	3	0	0	1	0	0	51	
10 本田ゆ	1.25		0	0	2	0	2	3	1	0	0	0	3	0	2	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	17	
9 プール下湖	0.85					3	1	0	3	2	1	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
8 ごまじりゆ	0.40		0	0	0	1	2	9	5	1	0	0	2	0	3	2	7	2	3	0	0	0	0	0	0	4	41	
7 西川湖	0.15					0	0	1	4	1	0	3	2	0	5	0	4	0	3	2	0	1	0	0	0	1	27	
6 西川橋(放流点)	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
5 吉野ゆ	-0.45		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
4 小川ゆ	-1.55		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
3 新田ゆ	-2.30		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
2 小川湖(下りうえ)	-3.65		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 ダム合流点	-4.80		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
月別合計		0	0	5	2	6	22	18	14	0	8	14	0	21	9	35	11	10	6	6	4	0	2	4	1	5	0	203

表2 カニ籠・下りうえ調査採捕尾数(黒枠数字は種苗放流地点より下流側の採捕尾数)

調査St. 地名	距離km	00年7月	8月	9月	01年3月	4月	7月	9月	10月	02年2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	03年3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
16 奈良橋ゆ	4.90													0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
15 別役	2.95					0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	
14 あおぎゆ	2.45					0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	13	
13 下奈良ゆ	2.15			0		0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4	3	1	0	0	0	0	1	6	0	19	
12' 文代ゆ	4.25													0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	
12 上千賀ゆ	3.05					0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	6	6	0	0	1	0	0	1	0	18	
11 津田ゆ	2.25					0	2	4	5	5	0	4	3	0	6	2	11	10	1	1	3	0	0	1	0	0	59	
10 本田ゆ	1.25		0	0	2	0	2	3	1	0	0	0	3	0	2	1	0	4	4	0	0	1	0	0	1	0	26	
9 プール下湖	0.85					3	1	0	3	2	1	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
8 ごまじりゆ	0.40		0	0	0	1	2	24	5	1	0	0	2	0	3	2	7	22	8	0	0	0	0	2	0	5	84	
7 西川湖	0.15					0	0	3	4	1	0	3	2	0	5	0	4	1	10	2	0	1	0	0	1	1	39	
6 西川橋(放流点)	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
5 吉野ゆ	-0.45		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
4 小川ゆ	-1.55		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
3 新田ゆ	-2.30		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
2 小川湖(下りうえ)	-3.65		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 ダム合流点	-4.80		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
月別合計		0	0	5	2	6	39	18	14	0	8	14	0	21	9	40	116	68	7	6	4	0	2	18	40	36	4	473

モクズガニ人工種苗は放流直後に全て上流に向かったこと、降河時期になると放流地点より下流で採捕が見られることは12、13年度報告書に詳述した。それに加えて、早春に放流地点より下流で雄3個体が採捕された。かごで2尾、下りうえで1尾採捕された。下りうえは減水や水温下降で降河を中断した個体が春に再び降河を始める可能性もあると推測して3~4月に設置したが、採集はこの1尾のみであった。

(2) 成長

カニ籠及び下りうえで採捕したモクズガニの最大、最小、平均甲幅長の変化を図2に示した。6月に平均甲幅長8mmで放流した人工種苗は2月に甲幅長2mmの稚ガニとして着底を始めているので、ここを起点に成長を表示した。0歳の秋に平均甲幅長30mmとなり、以下、各年齢の秋に1+歳55mm、2+歳68mm、3+歳75mmとなった。

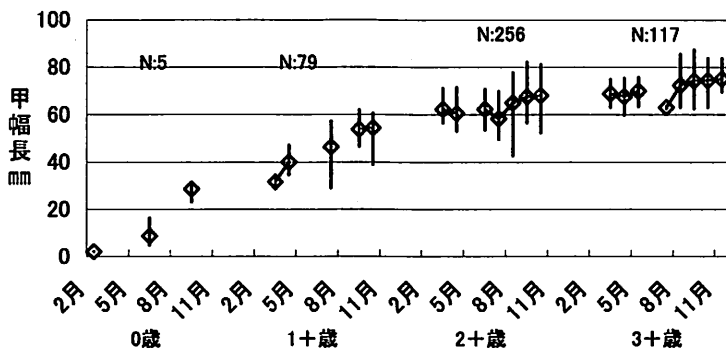


図2 最大・最小・平均甲幅長の変化

成長が進むにつれ雌雄差がみられ、甲幅長・体重ともに雄が雌を上回った。特に体重は雄のハサミ脚の巨大化とともに雌雄差が100g以上になった。1+歳の9~10月に雌55mm・75g、雄58mm・98g、2+歳の9~10月に雌66mm・138g、雄71mm・191g、3+歳の9~10月に雌69mm・158g、雄78mm・275gになった(図3、4)。

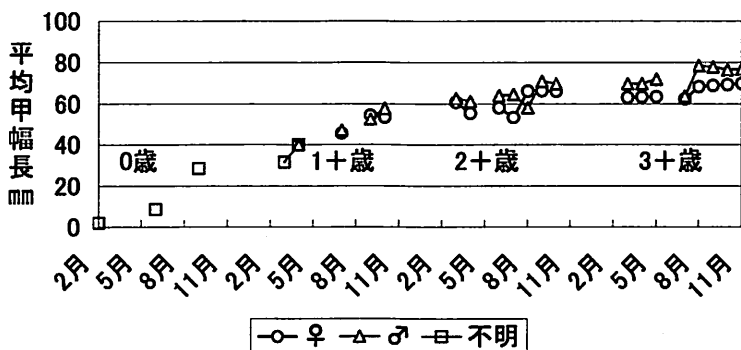


図3 雌雄別平均甲幅長の変化

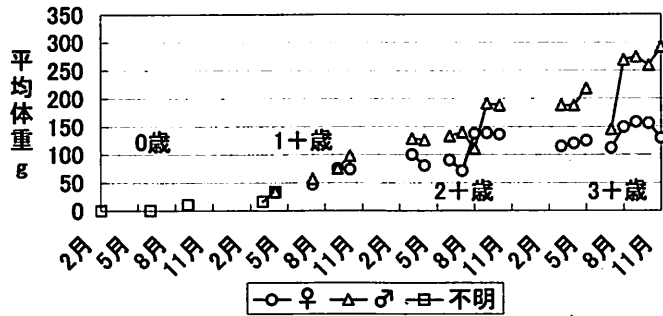


図4 雌雄別平均体重の変化

下りうえ及び餌カニ籠で採捕される雌成体と餌カニ籠で採捕される雌未成体の甲幅長を比較した。各年齢で雌成体が未成体の平均甲幅長を5~15mm上回った。この甲幅長差は脱皮1~3回分に相当する。採捕漁具別に見た雌成体の平均甲幅長に違いは見られなかった。年齢別に見た雌成体の平均甲幅長は2+歳67mm、3+歳69mmでほとんど差はなかった(図5)。

同一年齢で採捕漁具別に見た雄の平均甲幅長の差はほとんど無かった。年齢別に見た雄の平均甲幅長は2+歳71mm、3+歳78mmで、脱皮1回分程度の差がみられた(図6)。

後述する雌雄別降河割合も参考にすると、雌モクズガニの多くは2+歳を主体に3+歳までに成体脱皮し、平均甲幅長・体重は67~69mm・150g前後で降河するものが多いと考えられる。雄モクズガニは1年遅れて3+歳、平均甲幅長・体重78mm・275g前後が降河のサイズと考えられる。

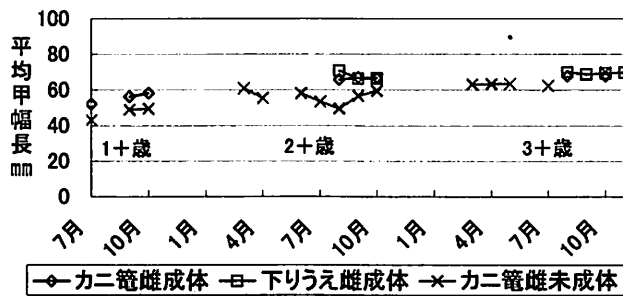


図5 採捕漁具別雌成体・未成体別甲幅長の変化

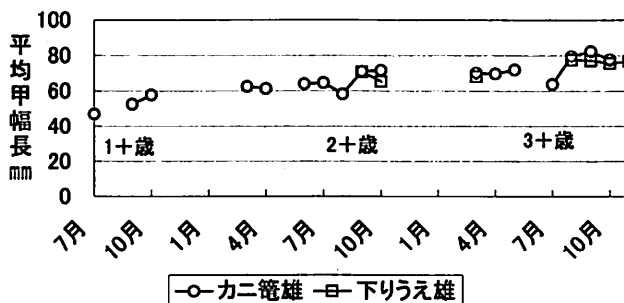


図6 採捕漁具別雄甲幅長の変化

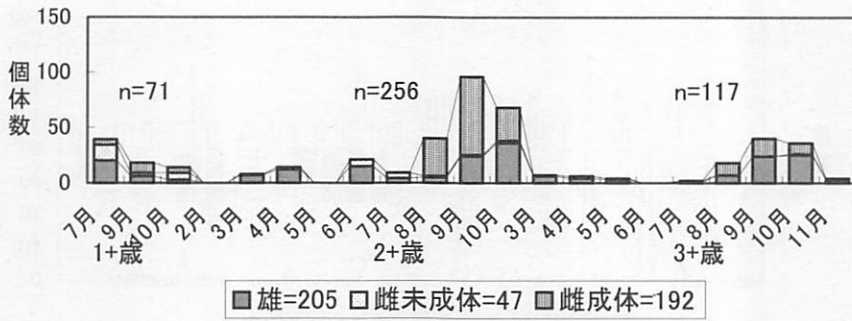


図7 餌カニ籠・下りうえ採捕モクズガニの性比

(3) 性

餌カニ籠及び下りうえで採捕した1+歳～3+歳のモクズガニのうち性判別をした444尾の内訳は、雄205尾、雌未成体47尾、雌成体192尾で、雌雄比は1 : 0.86であった。13年度に報告した1+歳～2+歳の雌雄比1 : 0.65に比べ雄の割合が増している。これは、放流後、雄が雌より遅くまで上流部に残り、遅れて降河をはじめめる個体が多いという前年度までの仮説に沿う結果となっている。

基本的に放流種苗および生残モクズガニの性比は降河が始まるまでは雌雄1:1であると考えられる。

(4) 降河

今回は8月1日から11月7日まで下りうえを設置した。下りうえで採捕した3+歳モクズガニは標識ガニを含めて雌31尾、雄49尾、計80尾、雌雄比は1 : 1.58であった。前年に下りうえで採捕した2+歳モクズガニは同雌94尾、雄22尾、計116尾、雌雄比は1 : 0.23であったことに比べると降河する雌雄の割合が逆転して雄が多くなった(図8)。

西川川から取水して西川川に用水が環流しない農業用水の1つである小川農業用水路1カ所にも下りうえを設置した。河川水路別では河川46尾、水路34尾を採捕した。9月下旬から10月中旬の小雨濁水期に相当期間、取水堰堤を河川水が越さないことも観察され多とは言え、あらためて農業用水路に迷入が多いことが示された(図9)。

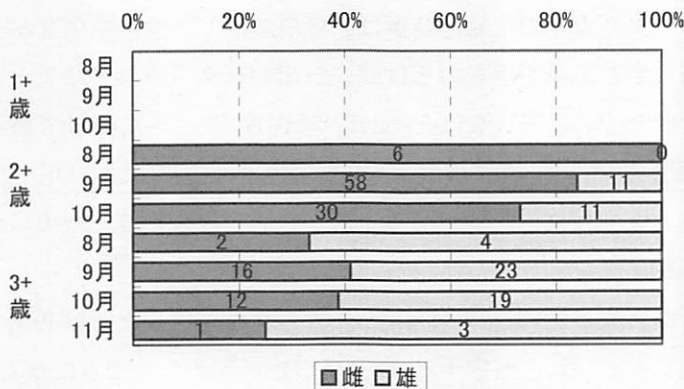


図8 下りうえ採(再)捕モクズガニ年齢別月別雌雄割合

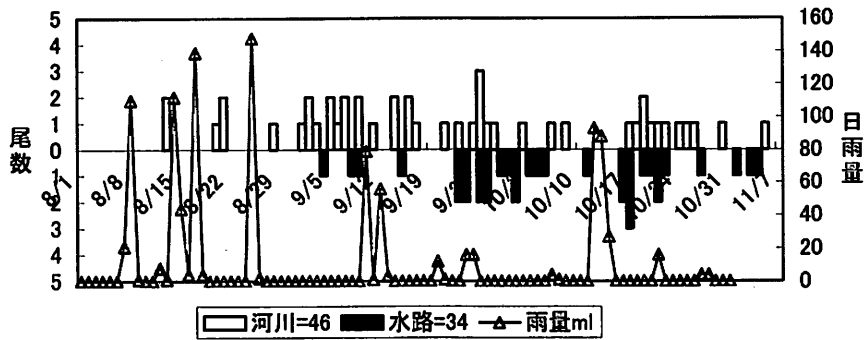


図9 日雨量と西川川および農業用水路の下りうえで採捕したモクズガニ

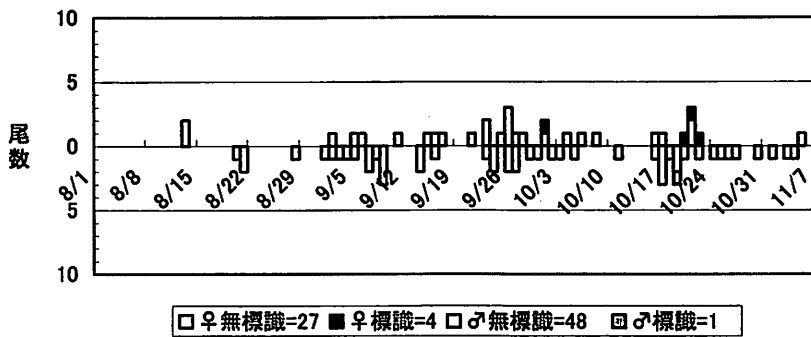


図10 下りうえで採捕したモクズガニの雌雄別標識出現状況

日雨量と下りうえ採捕尾数の関係では、前年観察されたような、降雨がある（増水する）と採捕尾数が増加し、降雨から日数がたつ（減水する）にしたがって採捕尾数が減少するという採捕パターンは、10月中旬の増水時以外あまりはっきり観察されなかった。

標識ガニの再捕は雌31尾中4尾、雄49尾中1尾であった（図10）。河川と水路別では河川1尾、水路4尾が再捕された。

(5) 標識再捕結果と生残率

標識放流した3+歳のモクズガニの生態的特徴は、標識放流したカニが少なかったこととモクズガニ漁が復活したことに起因する試料不足をのぞけば、2+歳のモクズガニの結果と大差なく、標識ガニを最後に確認してから再捕までの経過日数は4~63日、降河速度0.1~1km/日であった（表3、4）。

7月から10月までの間に西川川上流の餌カニ籠で採捕した3+歳雌成体11尾を標識放流して下りうえで4尾を再捕した。下りうえで採捕した雌は31尾であったので標識放流したカニが満遍なく混じっていたと仮定すれば85尾の雌が降河したことになる。

同様に雄は13尾を標識放流して1尾を再捕した。下りうえで採捕した雄は49尾であったので標識放流したカニが満遍なく混じっていたと仮定すれば637尾の雄が降河したことになる。雄は雌成体のように外見から、今後脱皮をしないカニまたはこのシーズンに必ず降河するカニと確定できないが、3+歳でかなりの雄が降河したと推測される（表5）。

表3 雌成体標識放流月日・位置及び下りうえ再捕月日

調査St	地名	距離km	7/10	8/7	8/18	8/20/9/30	10/1	10/8	10/15	10/17	10/20	10/21	10/22
16	奈良橋ゆ	8.50											
15	別役	6.60		1									
14	あおぎゆ	6.10											
13	下奈良ゆ	5.80			1	2							
12'	文代ゆ	7.90											
12	上千萱ゆ	6.70				1							
11	津田ゆ	5.90											
10	本田ゆ	4.90			1								
9	プール下	4.50											
8	ごまじりゆ	4.05			1	1			1	1			
7	西川淵	3.80			1								
6	西川橋	3.65											
5	吉野ゆ	3.20											
4	小川ゆ	2.10											
3	新田ゆ	1.35											
2	小川(下りうえ)	0	下りうえ再捕数					1			1	1	1
	所要日数						44				5	4	63
	降河速度km/日						0.09				0.81	1.013	0.09

表4 雄標識放流月日・位置及び下りうえ再捕月日

調査St	地名	距離km	7/10	8/7	8/18	8/20/9/30	10/8	10/15	10/17	10/19	
16	奈良橋ゆ	8.50									
15	別役	6.60									
14	あおぎゆ	6.10							1		
13	下奈良ゆ	5.80			1	2					
12'	文代ゆ	7.90									
12	上千萱ゆ	6.70									
11	津田ゆ	5.90			1		1				
10	本田ゆ	4.90					2				
9	プール下	4.50									
8	ごまじりゆ	4.05	1				1	1	1		
7	西川淵	3.80					1				
6	西川橋	3.65									
5	吉野ゆ	3.20									
4	小川ゆ	2.10									
3	新田ゆ	1.35									
2	小川(下りうえ)	0	下りうえ再捕数								1
	所要日数									11	
	降河速度km/日									0.54	

表5 標識放流再捕状況から推計した降河モクズガニ 単位：尾

年齢	雌雄	標識放流	下りうえ採捕	うち下りうえ標識再捕	降河推計
2+歳	雌	70	94	13	506
	雄	45	22	0	-
3+歳	雌	11	31	4	85
	雄	13	49	1	637
合計		139	196	18	1228

餌カニ籠で採捕して標識放流に使用しなかった1~3歳のモクズガニ151尾

13年度報告書で0歳~2歳までのモクズガニの調査結果として、人工種苗1万尾を放流した場合、雌は2歳の500尾をピークに1歳~3歳で1,000尾が成体になると推測した。さらに、雌雄比を1対1と仮定すると、雌1,000尾に対し雄1,000尾が1歳で生残していて、雄は2歳で降河せずにかかなり上流に残っていると推測した。それゆえ、1歳以降商品サイズになりえるモクズガニの生残率は雌雄合計20%と試算していた。

降河する3+歳の雌雄比率は雄が多くなったこと、前述のように雄も前年の2+歳の雌と同様の降河尾数が推計されることから、雌同様に雄にも降河サイズ・年齢の盛期がある可能性が示唆された。ただし、雄は相当大型の降河個体も知られているので雌よりは高齢まで降河が続くと考えられる。

一方、雌の標識は、これ以上成長脱皮しないとされている成体ガニに実施されているのに対し、雄は脱皮の可能性を排除できない個体も含め標識されている。また、表1、2に示したように放流地点より下流で採捕されたモクズガニのうち、8～11月の降河時期を除く2+歳の6、7月、3+歳の3月の5尾はいずれも雄であった。雄の降河の生態には雌と異なる部分もありそうである。例えば主な降河時期以外でも、あるいは雌のように急激にはなくゆっくりと下流に下っている雄がいるとすれば、標識放流は放流場所から上流部が多いので、下流の雄が下りうえに出現して標識雄の混獲割合をさげている可能性は否定できない。これらの影響は、雌の再捕率、混獲割合はともに安定しているのに対し(表5)、雄は2+歳で標識45尾中再捕0尾、3+歳で13尾中1尾となって現れているように思える。

ここでは安定しているようにみえる雌の1+歳～3+歳までの採捕推計尾数650尾をもとに、雌雄1:1を前提にして同数の雄が1+歳後も残っていたとすれば、雌雄合計1,300尾の生残と考えるのが妥当であろうか。1+歳のかご調査で71尾中雌成体19尾、未成体23尾、雄29尾(図7)を確認していて、繁殖のために降河した雌成体も間違いなくあるがこれを推計する標識放流、下りうえ調査もなされていないので、数字では3+歳までに13%の生残が確認されたことになる。

4 要約

- 1) 年齢の定義を人工種苗が放流された年を0歳、それらが翌年に採集されると1+歳、翌々年以降は2+歳、3+歳・・・とした。
- 2) 人工種苗は放流直後に全て上流に向かった。夏、秋の降河時期になると放流地点より下流で採捕が見られる。
- 3) 成長は0歳の秋に平均甲幅長30mmとなり、以下、各年齢の秋に1+歳55mm、2+歳68mm、3+歳75mmとなった。
- 4) 成長の雌雄差は1+歳の9～10月に雌55mm・75g、雄58mm・98g、2+歳の9～10月に雌66mm・138g、雄71mm・191g、3+歳の9～10月に雌69mm・158g、雄78mm・275gになった。
- 5) 2+歳と3+歳を比較すると雌成体の平均甲幅長は2+歳67mm、3+歳69mmでほとんど差はなかった。雄の平均甲幅長は2+歳71mm、3+歳78mmで、脱皮1回分程度の差がみられた。
- 6) 降河のサイズは、雌の多くは2+歳を主体に3+歳までに成体脱皮し、平均甲幅長・体重は67～69mm・150g前後、雄は1年遅れて3+歳主体に、平均甲幅長・体重は78mm・275g前後と考えられる。
- 7) 1+歳～3+歳のモクズガニ444尾の性比は、雄205尾、雌未成体47尾、雌成体192尾で、雌雄比は1:0.86であった。
- 8) 下りうえで採捕した降河中の2+歳モクズガニは雌94尾、雄22尾、計116尾、雌雄比は1:0.23であった。3+歳モクズガニは雌31尾、雄49尾、計80尾、雌雄比は1:1.58であった。
- 9) 下りうえを西川川本流と西川川から取水している小川農業用水路に設置して3+歳の降河するカニを採捕した。河川で46尾、水路で34尾を採捕した。西川川には同規模の農業用取水堰堤が4カ所あり、相当数のモクズガニが用水路に迷入していると考えられる。

10) 3+歳雌成体11尾を標識放流して下りうえで4尾を再捕した。下りうえで採捕した雌は31尾であったので標識放流ガニが満遍なく混じっていたと仮定すれば85尾の雌が降河したことになる。

11) 3+歳雄12尾を標識放流して下りうえで1尾を再捕した。下りうえで再捕した雄は49尾であったので標識放流ガニが満遍なく混じっていたと仮定すれば588尾の雄が降河したことになる。

5 参考文献

中島敏男:モクズガニ資源培養技術開発研究,平成12年度事業報告書,高知県内水面漁業センター,82-88,2001.

中島敏男:モクズガニ資源培養技術開発研究,平成13年度事業報告書,高知県内水面漁業センター,10-24,2003.

ウナギ資源調査 —標本日誌・生物調査—

中 島 敏 男

1 調査の目的

本県の河川におけるウナギ漁獲量は近年いずれの河川も著しく減少し、高知全県漁獲量は1982年の184トン进行ピークに1995～2001年は51～74トンにまで落ち込んでいる。ウナギ資源の動向が危惧されることから、増養殖対策としてウナギ種苗の放流が毎年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。

このように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。

2 調査の方法

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）。

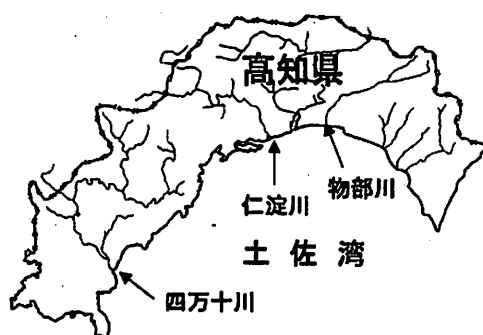


図1 調査河川

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	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、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、サイズ別重量
	中流～河口	F	筒・延縄	5～8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一部のウナギの体長、体重、胃内容物、性別、生殖腺重量を調査し、耳石の採取をおこなった。耳石(扁平石)は水分及び付着物を取り除いた後、スクリー管瓶に保管して(社)日本水産資源保護協会に送付した。

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水温変動を調べた。

5) 標識魚追跡調査

物部川において標識ウナギ放流・追跡調査を東京大学海洋研究所と共同でおこなった。物部川河口から上流約3km地点に2000年5月19日右胸鰭カット標識魚7,977尾、2001年5月31日左胸鰭カット標識魚7,989尾を放流した。放流場所から上流、下流それぞれ3ヶ所に標識ウナギ追跡試験操業定点を設定し、漁期中に10回、それぞれの定点に5本のトラップをしかけて調査した。同時に、河口から上流約7kmにある農業用取水堰までの流域で、漁業者による再捕情報の入手につとめた。標識魚追跡試験操業で再捕したウナギは再捕年月日、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、体長、体重、胃内容物、性別、生殖腺重量を調査し、耳石採取をおこなった。

6) 用語の定義

平成12年度内水面重要種資源増大対策委託事業(ウナギ資源調査)報告書の記載に従った。

3 調査の結果

1) 標本調査

物部川下流のウナギ筒標本漁業者Aは5~9月に操業した。漁期中のウナギ筒当たり漁獲数量は84g、0.8尾であった。8、9月がピークで、その時の筒当たり漁獲数量は105g、1尾であった。漁期中に21.2kg、202尾を漁獲した。1尾平均105gであった(図2)。

2001年漁期と比較すると漁の始まりは1月半おくれ、7月に本格化した。例年と比較しても同様に遅かった。筒当たり漁獲重量は144%、尾数は116%であった。総漁獲量はそれぞれ84%、66%であった。

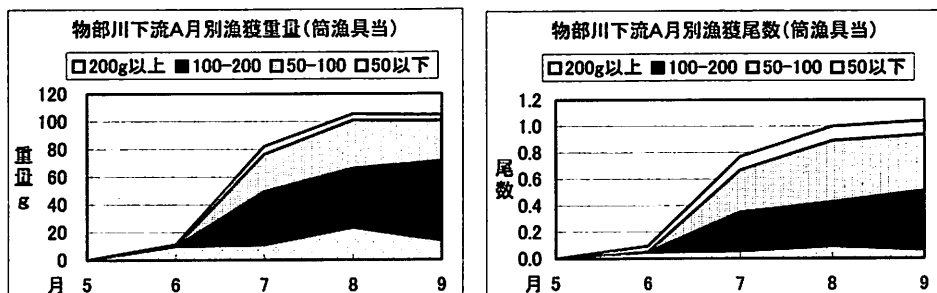


図2 物部川下流筒漁業者A筒当ウナギ漁獲状況

物部川下流のウナギ筒標本漁業者Bは5～9月に操業した。漁期中のウナギ筒当たり漁獲数量は0.5尾であった。7月がピークで、筒当たり漁獲数量は0.8尾であった。漁期中に246尾を漁獲した(図3)。2001年漁期の遅れは前者と同様であった。

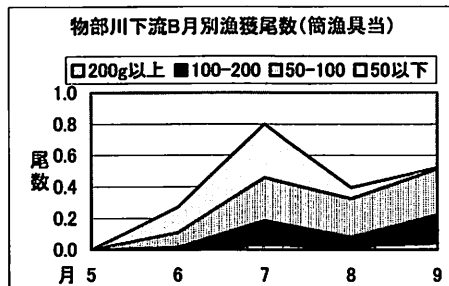


図3 物部川下流筒漁業者B筒当ウナギ漁獲状況

物部川下流の石倉標本漁業者は8～11月に操業した。漁期中の石倉1回操業当たり漁獲数量は3,563g、11.3尾であった。漁期中に28.5kg、90尾を漁獲した。1尾平均317gであった(図4)。

漁期中の石倉1基当たり漁獲数量は839g、2.6尾であった(図5)。

2001年漁期と比較すると操業当たり漁獲重量は331%、尾数は217%であった。総漁獲数量はそれぞれ126%、82%であった。操業当たり漁獲数量が前年より大幅に増大しているのは、漁獲量が少ない6、7月の操業がおこなわれなかった分、漁獲量が多くなる秋漁の比率が増したためである。

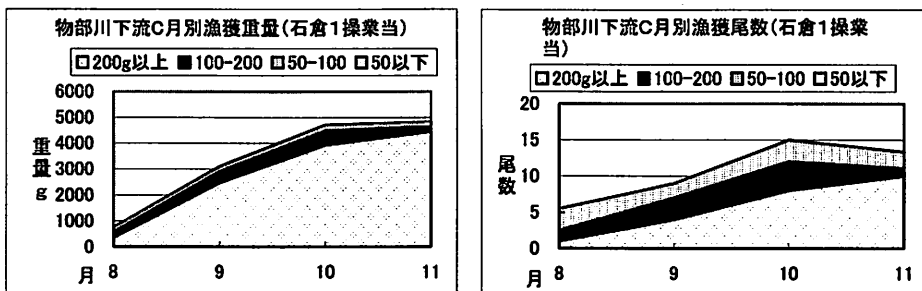


図4 物部川下流石倉漁業者操業当ウナギ漁獲状況

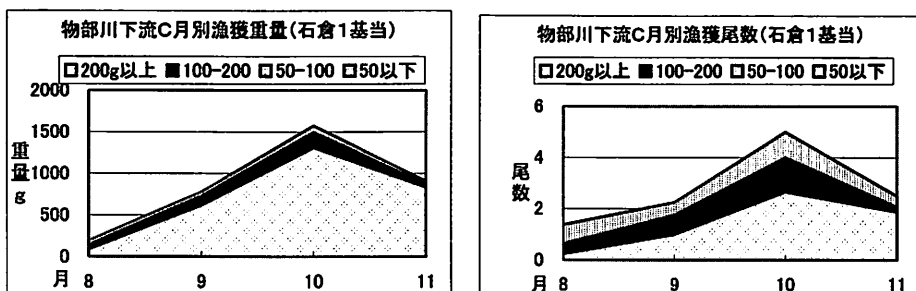


図5 物部川下流石倉漁業者1基当ウナギ漁獲状況

仁淀川中下流のウナギ筒標本漁業者は5～7月に操業した。漁期中のウナギ筒当たり漁獲数量は85g、0.7尾であった。5月がピークで、筒当たり漁獲数量は120g、0.8尾であった。漁期初めは下流の支流から操業を始めることが多い。漁期中に123.4kg、1044尾を漁獲した。1尾平均105gであった(図6)。

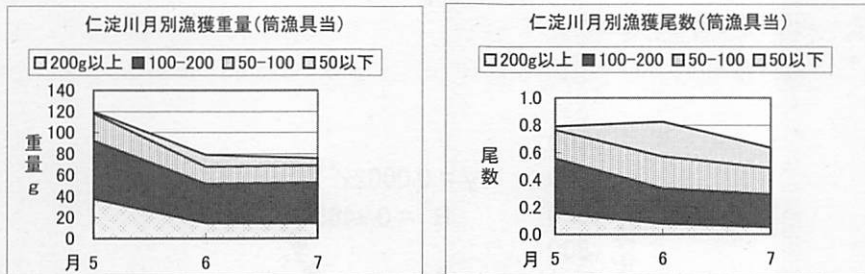


図6 仁淀川中下流筒漁業者筒当ウナギ漁獲状況

四万十川下流のウナギ筒及び延縄標本漁業者は5～8月に操業した。5～6月の筒当たり漁獲尾数は0.26尾であった。筒漁期中に621尾を漁獲した。7～8月の延縄釣針1本当たり漁獲尾数は0.11尾であった。延縄漁期中に314尾を漁獲した。総漁獲尾数は935尾であった。全体の97%が100g以下であった(図7)。

2001年漁期と比較すると筒当たり漁獲尾数は200%、筒漁業総漁獲尾数は138%であった。延縄釣針1本当たり漁獲尾数は110%、延縄漁業総漁獲尾数は442%であった。

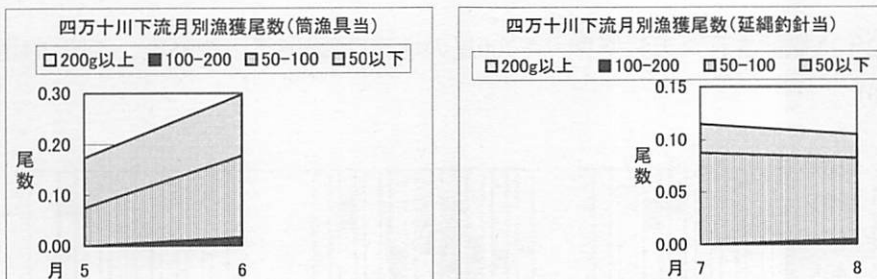


図7 四万十川下流域延縄・筒漁業者漁具当ウナギ漁獲状況

四万十川中流のウナギ筒及び延縄標本漁業者は5～10月に操業した。ウナギ筒漁は6～10月におこない、筒当たり漁獲数量は7.3g、0.1尾であった。ウナギ筒漁期中に8.1kg、108尾を漁獲した。魚体は1尾平均75gであった(図8)。延縄操業を加えた総漁獲数量は12.9kg、153尾であった。

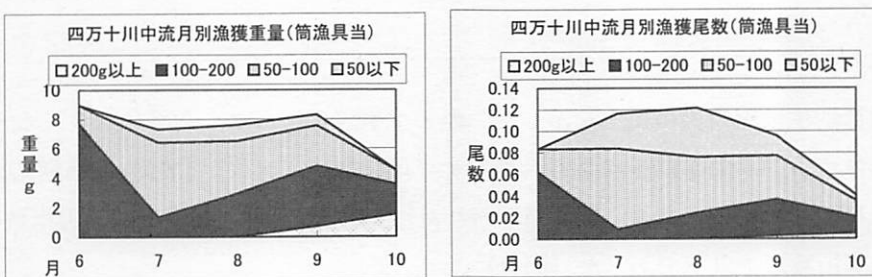


図8 四万十川中流域延縄・筒漁業者漁具当ウナギ漁獲状況

2) 魚体精密測定

物部川下流域で漁獲されたウナギを測定した。

① 成長

全長・体重関係式は $Y = 0.0002X^{3.4815}$ ($R^2 = 0.9465$, $N:236$) となった。2000年、2001年魚体測定で得られた結果と同傾向である (図9)。

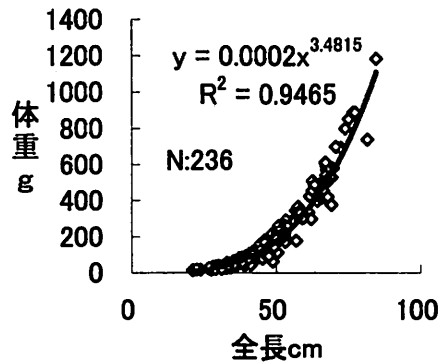


図9 天然型ウナギ全長・体重関係

② 性比

2000～2002年に採捕された天然型ウナギ700尾の性比は雌408尾、雄95尾、不明194尾、無性3尾であった (図10)。

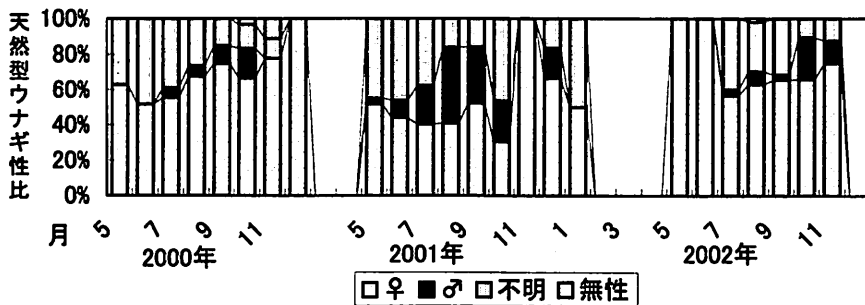


図10 ウナギの季節別性比率

③ 成熟

ウナギの季節別生殖腺指数の変化を示した。雌の生殖腺指数は秋から冬に大きくなる。特に石倉で漁獲される体色が銀ウナギに該当する大型ウナギは指数が大きい。2000年は漁期始まりにも石倉で漁獲されたウナギに指数の大きい個体がみられた。3年間に採捕された雌の最大指数は5.23であった。雄の生殖腺指数は1以下であった (図11)。

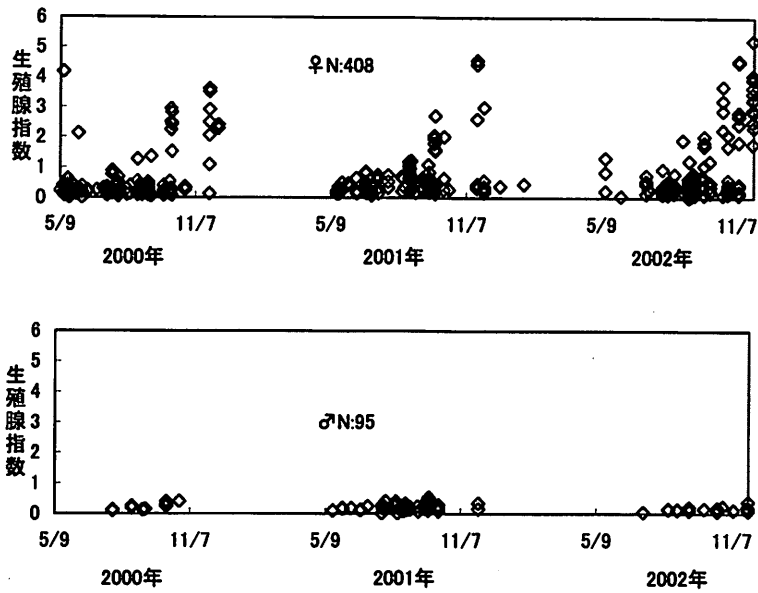


図11 雌雄生殖腺指数の季節変化

④ 食性

測定したウナギの胃内容を漁法別、河川別、流域別に表2に示した。2000～2002年に物部川下流域の筒漁業で採捕されたウナギの特徴は餌に使用されたミミズと水生昆虫であった。同じく石倉漁の特徴として秋以降に採捕される大型ウナギは空胃が目立った。特に銀化したウナギの胃は萎縮していた。2000年初夏に観察された魚卵は石の裏に産み付けられているハゼ類卵と同定された。

仁淀川河口の柴漬け漁で採捕されたウナギの胃内容を春と夏にわけて記載した。春は河床や橋脚に付着しているカキ、夏は河床に穿孔して棲息するアナシャコ類が特徴的であった。

放流したウナギのみが棲息すると考えられる物部川発電用ダム堰堤上流域で採捕されたウナギの胃内容を記載した。胃内容物にサワガニがみられた。籠漁業の採捕個体は餌に誘引されて入っていた水棲動物を籠の中で食べていると考えられる。

表2 漁法別・河川別・流域別にみた胃内容物

胃内容物	00年筒	01年筒	02年筒	00年石倉	01年石倉	02年石倉	仁淀河口	仁淀河口	ダム湖	ダム支流
餌ミミズ	32	65	20						3	
環形動物							1			
魚類	4	4	13	30	8	5	25			5
魚卵		2	1	4						
エビ類	2	3	9	4	4		14	1		
カニ類	1		6				16		1	2
甲殻類								7		
水生昆虫	20	54	53	1	1	3	3			
陸生昆虫			2							
貝類							23			
植物			1							
不明	2	1	4	1	5	2	1			
空胃	16	75	101	84	81	80	88	12	4	3
延べ計	77	204	210	124	99	90	171	20	8	10
備考							3-5月柴漬 貝類:カキ	8-9月柴漬 アナシャコ類	延縄 釣り針	籠 入籠生物

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1982年の184トンをピークに減少し、1995～2001年は51～74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、それまでの60～90トンから1～2トンになったが、1998～2001年は10～15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年にそれまでの60～100トンから34トンに減少し、以後33～54トンの範囲にある（図12）。

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アユ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13）。

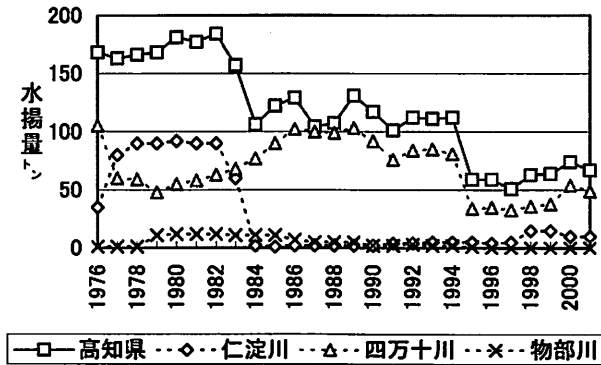


図12 河川ウナギ水揚量（農林水産統計）

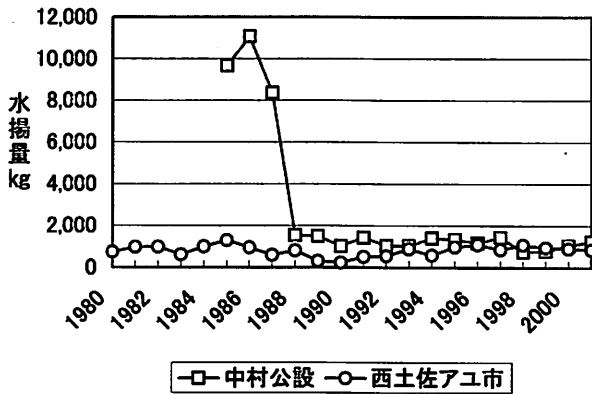


図13 四万十川周辺ウナギ市場の水揚量

4) 環境調査

標本日誌に記載された水温及び物部川下流域に設置したデータログで記録した水温をとりまとめた。物部川の漁始まりの遅れは水温よりも降雨・出水によって説明できそうに思える。6月の水温は前年よりも高めに経過しているが、目立った出水がなかったため、このためウナギが動かなかったと考える。7～9月の水温は前年より低めに経過したが、原因は適度な出水によるもので、漁模様も好転している。水温の上昇とともにウナギ漁が始まり降下とともに漁がおわるが、ある水温範囲では増水がウナギの活動に影響しているといえる（図14、15）。



図14 物部川下流域日平均水温

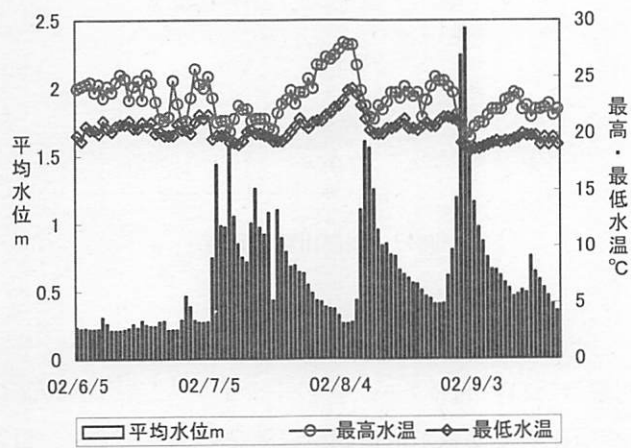


図15 物部川下流域日最高・最低水温と日平均水位 (国土交通省深淵水位計)

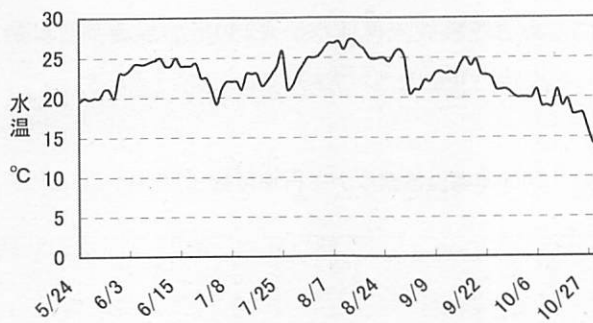


図16 四万十川中流西土佐村の水温 (標本日誌記載)

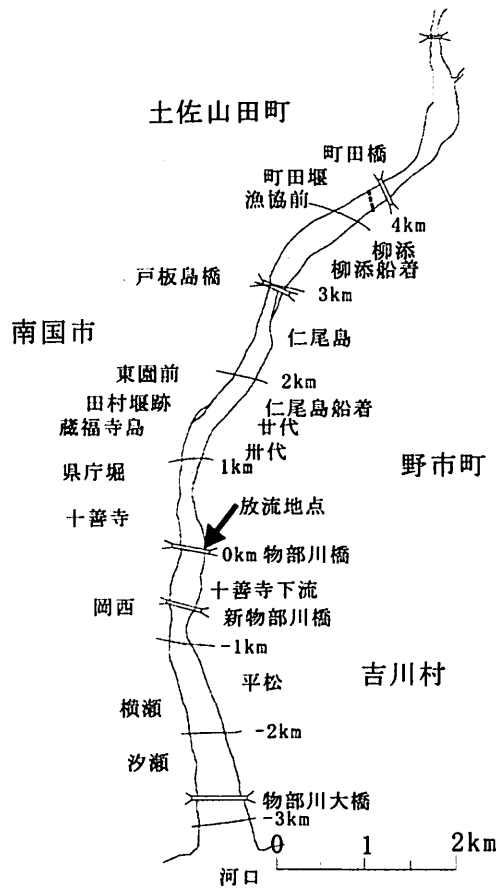


図17 物部川調査地点

5) 標識放流魚追跡調査

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している。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をつかった。標識魚追跡調査の全体像は別途報告されている(図17)。

① 移動

2000年5月19日に右胸鰭切除をほどこされ標識放流されたウナギは2002年12月までに159尾が再捕された(表3)。

採捕したウナギ2,441尾に占める標識放流再捕ウナギ159尾の混獲割合は放流場所近くで20%前後、上流側に5km以内で1.5%、下流側に3km以内で7.3%であった(表4、5)。

表3 2000年標識放流ウナギ再捕尾数(2000~2002年)

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	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
4km以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
3~4km	1	1	4	2	1	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
2~3km	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1~2km	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8
0~1km	3	5	14	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	32
0~1km	3	16	0	11	0	0	0	0	5	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	42
-1~-2km	0	0	7	2	8	0	0	0	3	4	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0	1	47
-2~-3km	1	0	0	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
合計	8	23	26	20	15	2	0	0	10	11	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	4	6	8	0	1	159

表4 ウナギ漁獲尾数 (2000～2002年。組合放流ウナギ、2001年標識放流ウナギを除く)

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	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
4km以上	0	15	23	53	12	1	0	0	1	12	13	9	2	0	0	0	0	0	0	0	4	28	57	40	0	270
3～4km	34	31	106	134	19	4	0	0	9	21	40	17	8	0	0	0	0	0	0	7	55	54	53	0	592	
2～3km	0	0	5	0	0	0	0	0	0	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	26	7	16	0	73	
1～2km	13	47	69	77	0	0	0	0	4	64	49	18	26	0	0	0	0	0	0	9	69	15	19	0	479	
0～1km	14	23	23	5	0	0	0	0	3	6	20	8	3	0	0	0	0	0	0	0	20	8	6	4	141	
0～1km	8	37	45	31	34	2	0	0	14	5	3	12	10	0	0	0	0	0	0	4	7	14	2	0	228	
-1～-2km	19	19	28	15	19	25	9	2	15	36	33	52	50	14	7	9	0	0	1	30	39	40	19	26	507	
-2～-3km	39	0	0	11	46	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	4	0	0	0	11	14	151	
合計	127	172	299	328	130	38	9	2	46	144	168	116	106	14	7	12	2	1	4	23	232	185	199	39	2441	

表5 ウナギ漁獲尾数に占める2000年標識放流ウナギ再捕尾数の割合 (2000～2001年)

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	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
4km以上		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			0.0%	16.7%	0.0%	11.1%	0.0%					0.0%	0.0%	1.8%	0.0%				1.5%	
3～4km	2.9%	3.2%	3.8%	1.5%	5.3%	0.0%			11.1%	9.5%	0.0%	5.9%	12.5%					0.0%	0.0%	0.0%	0.0%				2.4%	
2～3km			20.0%								0.0%		0.0%					0.0%	0.0%	0.0%	0.0%				1.4%	
1～2km	0.0%	2.1%	0.0%	2.6%					0.0%	3.1%	0.0%	0.0%	3.8%					0.0%	1.4%	6.7%	0.0%				1.7%	
0～1km	21.4%	21.7%	60.9%	20.0%					33.3%	16.7%	10.0%	25.0%	0.0%					5.0%	0.0%	33.3%	0.0%				22.7%	
0～1km	37.5%	43.2%	0.0%	35.5%	0.0%	0.0%			35.7%	0.0%	33.3%	8.3%	10.0%					25.0%	14.3%	14.3%	0.0%				18.4%	
-1～-2km	0.0%	0.0%	25.0%	13.3%	42.1%	0.0%	0.0%	0.0%	20.0%	11.1%	24.2%	5.8%	4.0%	7.1%	0.0%	0.0%		0.0%	3.3%	7.7%	10.0%	0.0%	3.8%	9.3%		
-2～-3km	2.6%			18.2%	13.0%	33.3%										0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			0.0%	0.0%	0.0%	7.3%	
合計	6.3%	13.4%	8.7%	6.1%	11.5%	5.3%	0.0%	0.0%	21.7%	7.6%	6.5%	6.9%	4.7%	7.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	3.2%	4.0%	0.0%	2.5%	6.5%	

2001年標識放流ウナギは2002年12月までに4尾が放流場所から下流で再捕された (表6)。

表6 2001年標識放流ウナギ再捕尾数 (2001～2002年)

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	1月	2月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
4km以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3～4km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2～3km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1～2km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0～1km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0～1km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
-1～-2km	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
-2～-3km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4

② 成長及び体色の黄色化

2000年標識放流再捕ウナギの全長平均値及び全長範囲を図18に示した。

放流後1年間は極端にやせた再捕ウナギが目立った。放流後、まったく摂餌せずに斃死する個体もあると考えられる。ほとんど摂餌せずに冬を越し、放流1年後の初夏に、やせた状態で生存している個体も多いと考えられる。楕円で囲んだ範囲は摂餌が十分でない可能性が高い。ウナギは成長するほど肥満度が大きくなる。いわゆる寸胴になる (図19)。

養殖放流されたウナギは、黄ウナギと呼ばれる天然物に比べると背面の暗さと腹面の白さが目立つ。放流後2ヶ月たつと側面、腹面が薄黄色になった個体が多く再捕された。河川で摂餌した餌の影響によると考えられる。天然型黄ウナギ、再捕ウナギともに漁期のはじまりは黄色がより薄く、7,8月の盛漁期になると黄色が濃くなる (図20)。

2001年標識放流再捕ウナギ4尾は全長22～29cmで肥満度が8～12あり、体色も黄色であった。より小さい魚体で放流したことから、摂餌などの環境適応力は高いと考えられる。30cm以上で漁獲サイズになるため、再捕は2003年以降増加すると考えられる。

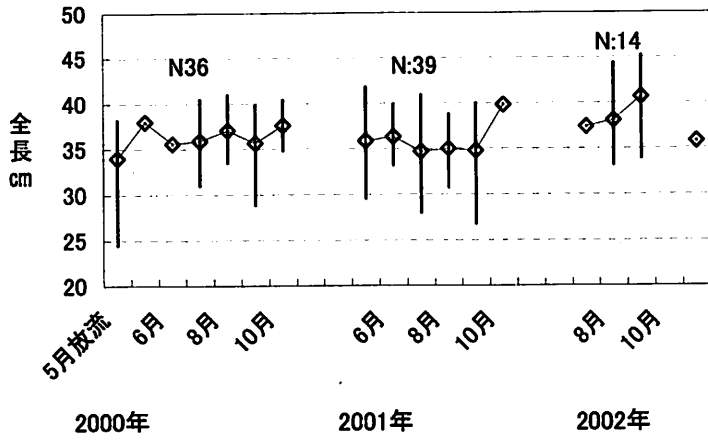


図18 2000年標識放流再捕ウナギ全長平均

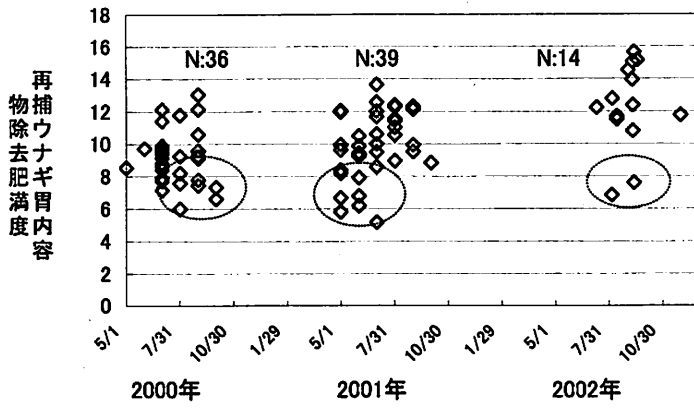


図19 2000年標識放流再捕ウナギ肥満度

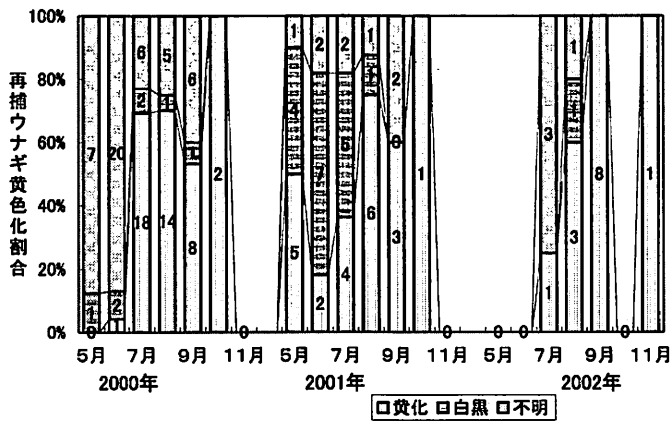


図20 2000年標識放流再捕ウナギ体色黄化

4 要 約

- 1) 標本調査結果から、物部川下流のウナギ筒標本漁業者Aのウナギ筒当たり漁獲数量は84g、0.8尾であった。漁期中に21.2kg、202尾を漁獲した。1尾平均105gであった。ウナギ筒標本漁業者Bのウナギ筒当たり漁獲数量は0.5尾であった。漁期中に246尾を漁獲した。石倉標本漁業者の石倉1回操業当たり漁獲数量は3,563g、11.3尾であった。石倉1基当たり漁獲数量は839g、2.6尾であった。漁期中に28.5kg、90尾を漁獲した。1尾平均317gであった。
- 2) 仁淀川中下流のウナギ筒標本漁業者のウナギ筒当たり漁獲数量は85g、0.7尾であった。漁期中に123.4kg、1,044尾を漁獲した。1尾平均105gであった。四万十川下流のウナギ筒及び延縄標本漁業者の筒当たり漁獲尾数は0.26尾であった。筒漁期中に621尾を漁獲した。延縄釣針1本当たり漁獲尾数は0.11尾であった。延縄漁期中に314尾を漁獲した。総漁獲尾数は935尾であった。100g以下のウナギが全体の97%であった。四万十川中流のウナギ筒及び延縄標本漁業者の筒当たり漁獲数量は7.3g、0.1尾であった。ウナギ筒漁期中に8.1kg、108尾を漁獲した。1尾平均75gであった。延縄操業を加えた総漁獲数量は12.9kg、153尾であった。
- 3) 2002年採捕ウナギの全長・体重関係式は $Y = 0.0002X^{3.4815}$ ($R^2 = 0.9465$ 、 $N:236$ 尾) となった。
- 4) 物部川で採捕された天然型ウナギ700尾の性比は雌408尾、雄95尾、不明194尾、無性3尾であった。
- 5) 雌の生殖腺指数は秋から冬に大きくなる。雌の最大指数は5.23であった。雄の生殖腺指数は1以下であった。
- 6) 食性は棲息場所の生物相を反映した。河口域の餌生物の豊富さがうかがえた。
- 7) 農林水産統計による全県の年間ウナギ水揚量は1982年の184トンをピークに減少し、1995～2001年は51～74トンの範囲にある。
- 8) 2000年5月19日に右胸鰭切除をほどこされ標識放流されたウナギは2002年12月までに159尾が再捕された。
- 9) 採捕ウナギ2,441尾に占める標識再捕ウナギ159尾の混獲割合は放流場所近くで20%前後、上流側に5km以内で1.5%、下流側に3km以内で7.3%であった。
- 10) 2002年に再捕された14尾のうち12尾は胸鰭切除がなければ、肥満度、体色ともに外見上天然型と区別できなかった。

環境保全手法基礎研究
— 四万十川におけるテナガエビの生態調査 —

山重政則(山中弘雄)

1 目的

テナガエビ類は四万十川における重要な水産資源の一つであるが、最近は資源が減少傾向にあって、適切な資源管理と資源の維持・増大策が望まれている。テナガエビ資源の持続的利用を図るためには、テナガエビ類の再生産過程を把握する必要がある。本調査では四万十川におけるテナガエビ類（ヒラテテナガエビ、ミナミテナガエビ）の成長、成熟及び産卵等の再生産に関する生態的特性を明らかにすることを目的とした。

2 調査方法

平成 14 年 4 月から 10 月まで各月 1 回、四万十川下流 1 地点(中村市小島付近)、中流域 1 地点(西土佐村江川崎)で調査を行った(図-1)。

標本は、調査地点周辺で漁獲されたテナガエビ類を買い取ったもの(買取量は 1 地点 1 回あたり 1 kg までとし、採集場所を特定するため、同一の漁業者から買取)と、たも網(網目 2mm)とエビ玉網を用いて採集したテナガエビ類で、得られた標本は 5%ホルマリンで固定・保存した。

標本の分析は、下記 5 項目について行った。標本数は 1 地点あたり最高 100 尾程度とした。

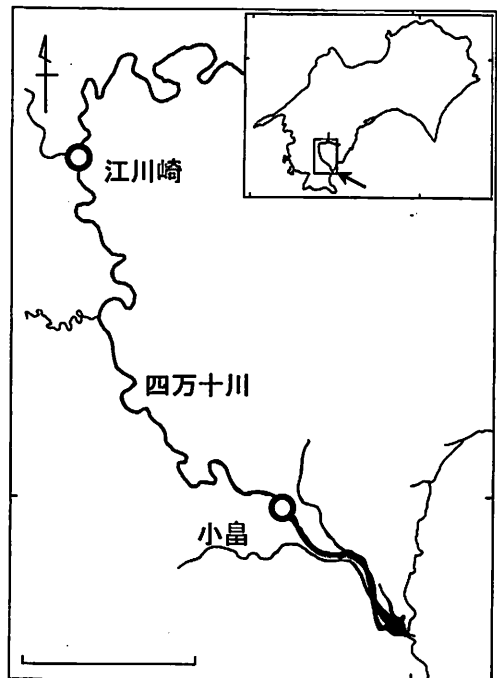


図-1 調査地点

- 種査定
- 雌雄の判定・抱卵固体の有無
- 体長(体長及び頭胸甲長)・体重の測定
- 卵重量の測定
- 卵の発育ステージ区分

なお、この調査については西日本科学技術研究所に委託して実施した。

表1 供試個体数

種名	地点	方法	時期							合計
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
ミナミテナガエビ	小島	採集	22	32	35	51	38	13	53	244
		買取		29	20	5	12	37		103
		合計	22	61	55	56	50	50	53	347
	江川崎	採集	27	35	28	29	35	32	33	219
		買取		35	17	22	15	18	17	124
		合計	27	70	45	51	50	50	50	343
ヒラテテナガエビ	小島	採集	61	38	43	25	24	9	49	249
		買取		21	3		26	41	1	92
		合計	61	59	46	25	50	50	50	341
	江川崎	採集	35	37	46	43	55	27	26	269
		買取		15	10	7		20	24	76
		合計	35	52	56	50	55	47	50	345

3 結果

(1) 種と雌雄の判別

種の判別：頭部の模様についてはミナミテナガエビは縦に3本の筋があるが、ヒラテテナガエビは縦の筋がないことより判別した（写真1、2）。

また、ハサミの形についてはミナミテナガエビは細長いが、ヒラテテナガエビは太い。

雌雄の判別：腹部の前から2番目の肢の形が雌雄で異なり、雄には雄性突起があるが、雌には雄性突起がないことより判別した（図-2）。

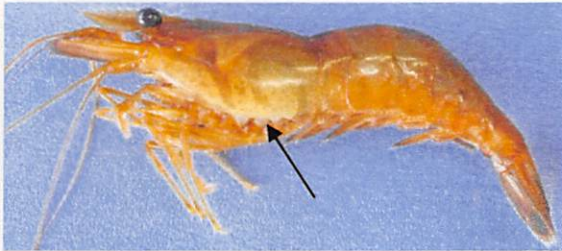


写真1 ミナミテナガエビ



写真2 ヒラテテナガエビ

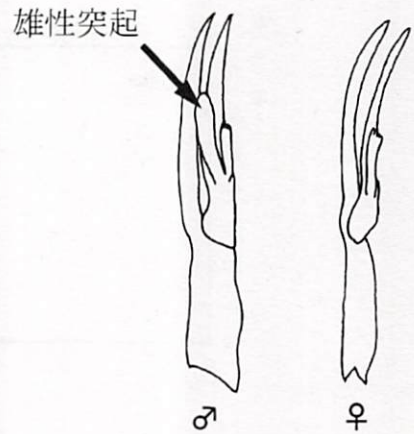


図-2 雄性突起の形

ミナミテナガエビについては、江川崎では8月以降に雌の割合が低下するが、ヒラテテナガエビについては、小島、江川崎ともに雌の割合は変化しない（図-3）。

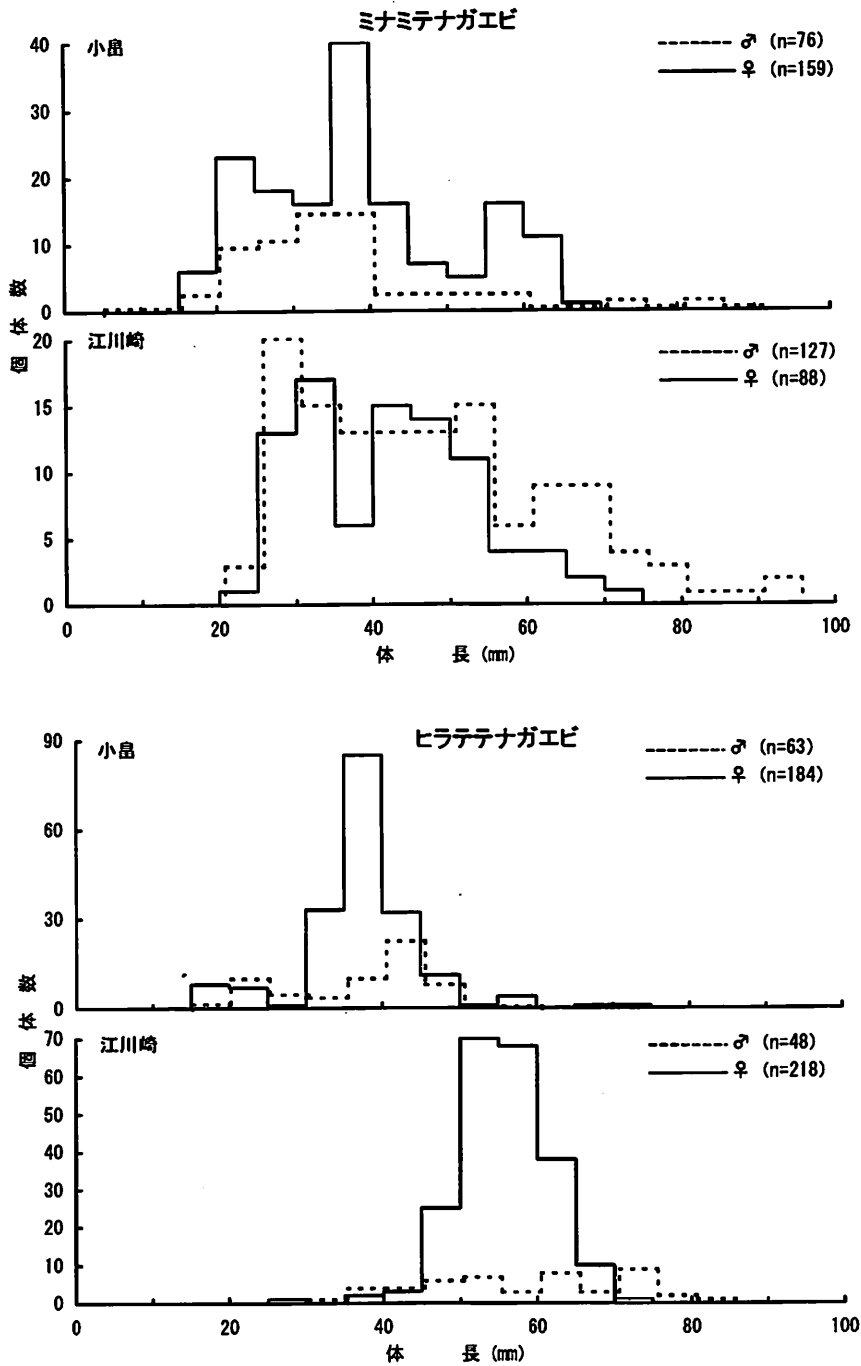


図-4 テナガエビ類の地点別体長組成(買取標本を除く)

(2) 体長組成

ミナミテナガエビ、ヒラテテナガエビともに上流の江川崎の方が大きい傾向である。特にヒラテテナガエビではこの傾向が顕著に表れている(図-4)。このことは両種とも遡上しながら成長することの現れであろう。

表2 テナガエビ類の地点別体長範囲

種名	体長 (mm)*			
	小島		江川崎	
	♂	♀	♂	♀
ミナミテナガエビ	9.3-86.1 (38.2)	16.5-66.3 (38.5)	21.2-92.2 (46.8)	21.6-70.9 (42.2)
ヒラテテナガエビ	19.8-56.6 (37.1)	15.1-72.9 (37.6)	30.9-91.1 (57.8)	28.6-70.6 (55.5)

* ()は平均値

(3) 生息環境

瀬と淵における生息状況をみると、ヒラテテナガエビは瀬に生息し、ミナミテナガエビは淵に生息しているものと考えられた (図-5)。

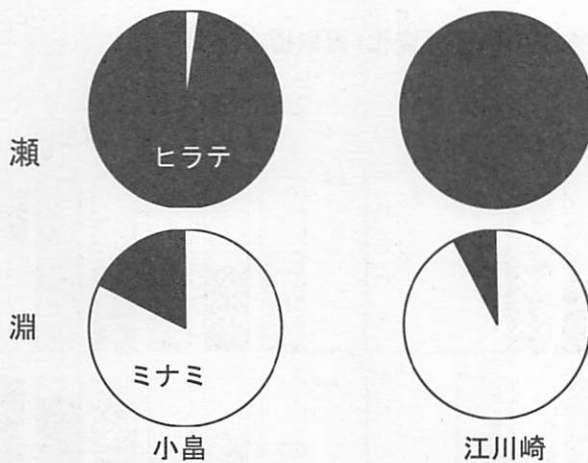


図-5 瀬と淵における生息割合

(4) 繁殖と成熟

ミナミテナガエビの抱卵期間は、5月から9月で、特に6月から8月の間は抱卵個体が多い。

いっぽう、ヒラテテナガエビの抱卵期間は5月から10月で、特に5月から8月の間が抱卵個体が多い (図-6)。

卵発育ステージを図-7に示す。抱卵率の高い6月~8月のミナミテナガエビでは、小島より江川崎で発育の進んだステージのものが多く、また江川崎では、8月、9月になってステージIの卵が見られているのが特徴である。

いっぽう、5月~8月のヒラテテナガエビでは、ミナミテナガエビと同様小島より江川崎の方がステージIII、IVの率が多く、9月、10月になると江川崎では殆どがステージIVの卵となる。

図-8には抱卵数と体長の関係を示した。この図より2種とも体長30mm前後から繁殖に参加すること、抱卵数はヒラテテナガエビがミナミテナガエビよりやや多いこと、また体長50~60mmで5,000~10,000個抱卵していることなどがわかる。

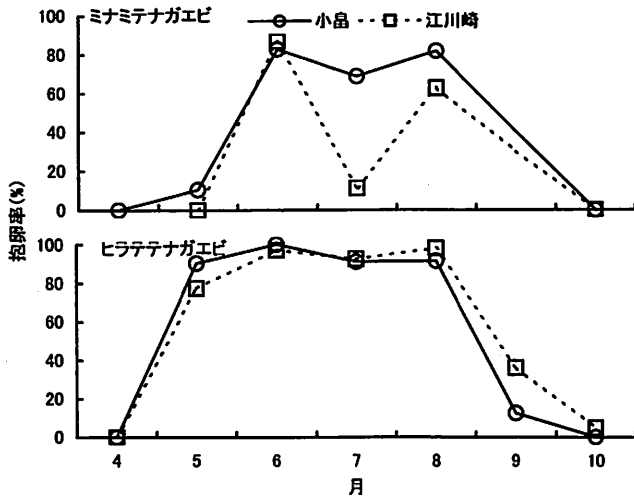


図-6 抱卵率の経月変化(買取標本除く)

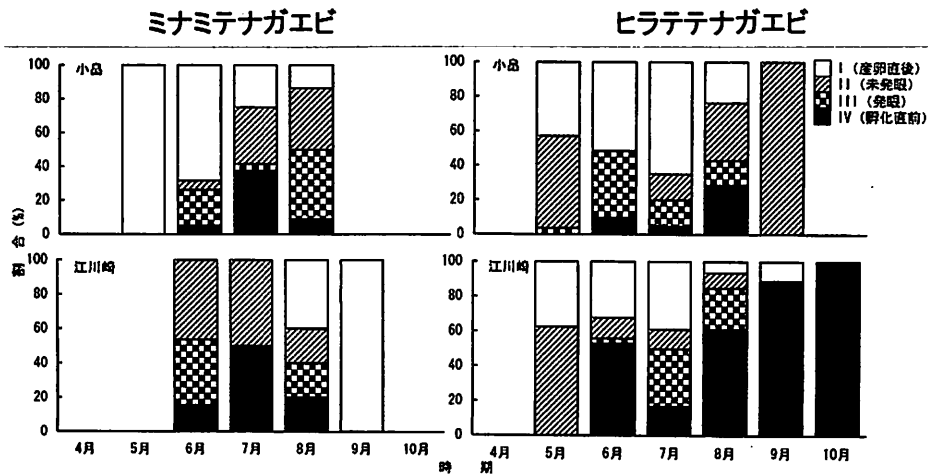


図-7 卵発育ステージの経月変化(買取標本除く)

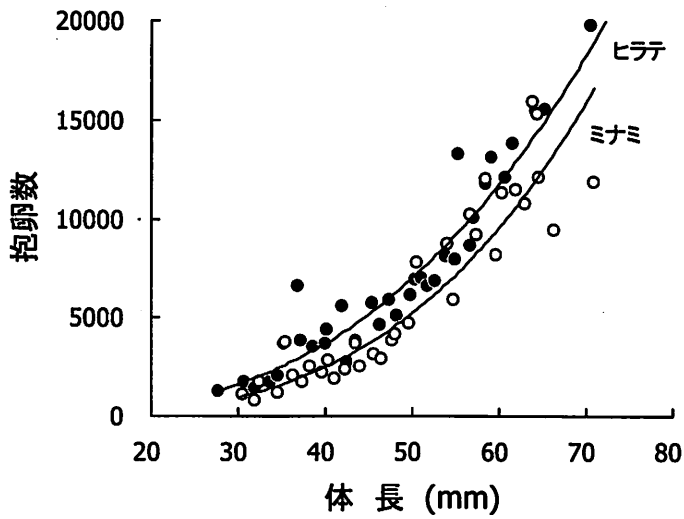


図-8 抱卵数と体長の関係

4 まとめ

- (1) ミナミテナガエビ、ヒラテナガエビの両種とも上流ほど大型個体が多く、この傾向はヒラテナガエビで顕著である。
- (2) 主として、瀬にはヒラテナガエビが、淵にはミナミテナガエビが生息する。
- (3) 両種の主な抱卵期間はミナミテナガエビで6月～8月、ヒラテナガエビで5月～8月である。
- (4) 両種とも体長30mm前後で繁殖に参加する。
- (5) 抱卵数はヒラテナガエビの方がやや多い。

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14年3月中旬から5月下旬

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・若魚の蝸集・遡上状況を調査した。

4 調査結果

(1) 野根川

4月15日の調査では、水温15.8℃で体長60~70mm、体重1~2gの稚魚が国道より300m上流に数十尾の群を確認。5月28日には、水温18.8℃で体長100~120mm、体重10~20gの稚魚を第1堰堤下に数十尾確認した。年々かなり少なくなっている。水温が高い割には遡上が少ない。

(2) 奈半利川

4月16日の調査では、水温15.9℃で体長60~70mm、体重1~2gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。5月28日には、水温18.8℃で体長100~120mm、体重5~10gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認した。年々少なく、型も小さくなってきている。

(3) 安田川

4月16日の調査では、水温15.4℃で体長70~80mm、体重1~3gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。5月28日には、水温20.1℃で体長100~140mm、体重10~30gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認した。遡上は例年より少し遅れているし、型も小さい。

(4) 伊尾木川

4月16日の調査では、水温15.4℃で体長70~80mm、体重1~2gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。5月28日には、水温17.8℃で体長80~100mm、体重5~10gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認した。例年よりやや多い遡上で、型もまずまず、放流後は瀬につき、こけを食んでいるあとが見られた。

(5) 安芸川

4月16日の調査では、水温18.8℃で殆ど確認できなかった。第1堰堤は瀬切れしていた。5月28日には、水温18.0℃で体長70~100mm、体重5~10gの稚魚がぼつりぼつり確認される程度で、冬場水が少なく瀬切れ期間が長く、殆ど遡上していない模様である。

(6) 物部川

4月16日の調査では、水温17.5℃で濁りがあったが、食みあとが確認できた。5gサイズである。5月2日には、水温14.8℃で投網による特別採捕では平均体長130mm、体重35

gサイズであった。5月10日には、水温16.0℃で特別採捕では5月2日と同サイズであった。天然魚が50%、人工放流魚が50%で、物部川は常に濁りがあり、目視観察がしにくい状態であったが、遡上は例年並であると思われた。

(7) 鏡川

4月2日の調査では、水温13.7℃で水量、水温、透明度ともによかったが、第1堰堤下ではアユは確認できなかった。4月26日には、水温15.9℃で体長60~70mm、体重1~2gの稚魚をぼつぼつ確認する程度で、今年は殆ど遡上していない状況であった。

(8) 新莊川

3月20日の調査では、水温14.0℃で体長40~60mm、体重1gの稚魚が第1堰堤下で数百尾確認。4月4日には、水温13.6℃で体長50~70mm、体重2g程度の稚魚を第1堰堤下で数百尾確認。5月8日には、水温17.4℃で体長60~80mm、体重3~5gの稚魚を第1堰堤下で数千尾の群として確認した。例年よりやや多い遡上で、型も例年並であった。

(9) 伊与木川

3月20日の調査では、水温12.7℃で体長40~60mm、体重1gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。4月4日には、水温16.3℃で体長50~70mm、体重2g程度の稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。5月8日には、水温17.4℃で体長60~80mm、体重3~5gの稚魚を第1堰堤下に数千尾の群として確認した。水温がやや低い割には遡上も多く、型も大きめで、放水口では20g平均になっていた。

(10) 四万十川

3月19日の調査では、水温15.1℃で体長40~70mm、体重1~2gの稚魚を赤鉄橋下に数百尾の群れとして確認。3月27日には、水温14.8℃で角崎における特別採捕では平均体長50mm、体重1.1gであった。4月4日には、水温17.1℃で体長50~70mm、体重1~2gの稚魚を赤鉄橋下に数千尾確認。5月8日には、水温19.4℃で体長60~80mm、体重2~3gの稚魚を赤鉄橋下に数千尾の群れとして確認した。遡上がやや遅れたが、例年並に遡上している模様であった。

(11) 松田川

3月19日の調査では、水温14.3℃で体長40~60mm、体重1~2gの稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。4月4日には、水温15.3℃で体長50~70mm、体重2g程度の稚魚を第1堰堤下に数百尾確認。5月8日には、水温17.9℃で体長60~80mm、体重3~5gの稚魚を第1堰堤下に数千尾の群れとして確認した。水温は低い、遡上は良好で、型もまずまずの模様であった。

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—

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、温度耐性などの優良形質を備えた系統の作出法の確立を目的とする。本年度は高温耐性を示す家系を兄妹交配により継代し、DNAマーカーを用いた遺伝連鎖地図の作成を試みる。

【方法】

- (1)より簡便で安全なDNA多型検出法として、化学発光によるAFLP検出法を検討した。
- (2)高温耐性家系F2について、マイクロサテライトマーカーおよびAFLPマーカーを用いた遺伝連鎖地図の作成を試みた。

【結果および考察】

(1)AFLP解析において、Selective primerとして、Biotin標識したプライマーを新たに設計し、8%ポリアクリルアミドゲルによる電気泳動後、ナイロンメンブレンに転写し、Biotin-Streptavidin systemによる化学発光法を用いることにより、十分な検出感度を得ることに成功した(図-1)。

(2)高温耐性家系F2 36個体について20プライマーペアを用いたAFLP解析により、175の多型を示すマーカーが得られ、そのうち、両親間で多型を示し、分離比が1:1のものは42座、3:1のものは50座であった。これらのマーカーと、マイクロサテライトDNA3マーカーにより、No.10家系の基礎的な遺伝連鎖地図を作製した。また、海系クローンとの間で多型が生じたマーカーは35座得られた(図-2)。

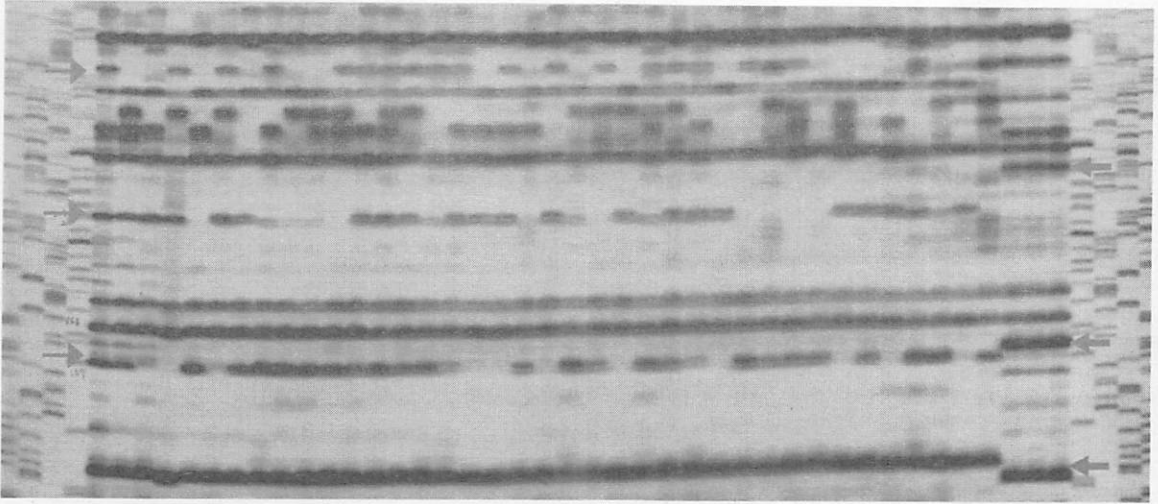
本事業により、実験系統の作出(新品種作出基礎技術開発事業参照)およびDNA多型解析を一環して実施できる実験系が確立されたことから、今後有用家系についての連鎖地図の作成、QTLの探索が可能となる。そこで、今後は、高温耐性形質に関するQTLを検索するため、高温耐性家系(♂)×海系クローン(♀)と、それぞれの戻し交配家系を作出し、形質評価およびDNA多型解析を行う必要がある。

【結果の発表、活用等】

岡部正也、関伸吾(2002):アユの温度耐性系統作出について. 第5回水産育種研究会シンポジウム研究報告口頭発表.

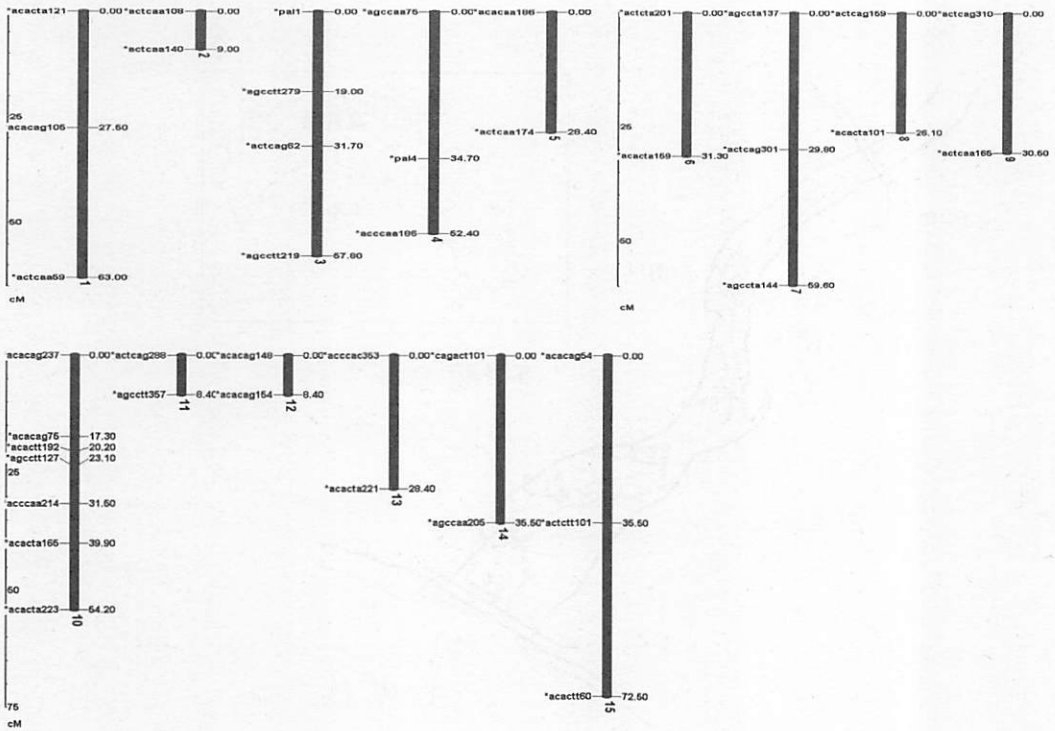
図-1 化学発光による AFLP 泳動

EcoRIACT MseICTA



← → ♀ ♂ clone

図-2 No.10 家系の遺伝連鎖地図



土佐湾海産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究

一流下アユ仔魚数の計数

中島敏男

1 調査目的

河口域を中心とした浅海域の海洋物理の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一環として、海域に供給される初期資源量として流下仔魚の出現時期を知る。

2 調査方法

平成14年10月から15年2月まで仁淀川河口域に5定点を設け、ろ水計付き標準ノルパックネット（口径45cm、長さ1.5m）によって水深0.5m前後を10分間水平曳きして流下仔魚採集をおこなった。13年度と同じ調査定点を使用した（図1）。

採集した流下仔魚はただちに10%ホルマリンで固定して計数した。

採集した流下仔魚を塚本(1991)の卵黄指数にしたがってランク分けした（図2）。

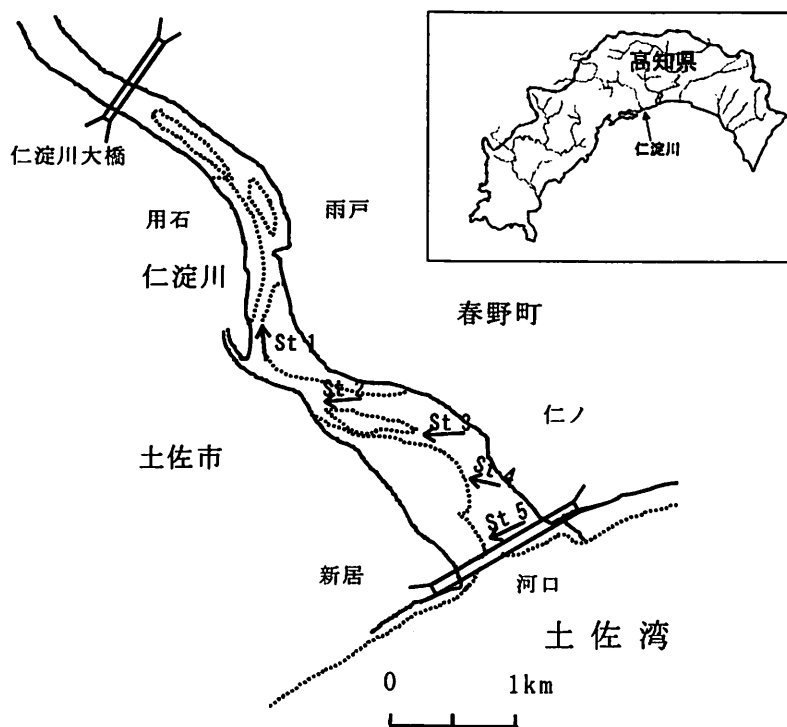


図1 2002年度仁淀川調査地点。矢印は定点を示し、曳網方向をも示している。

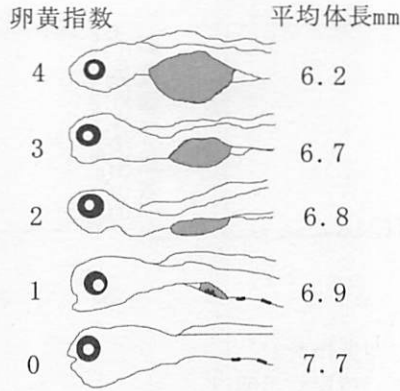


図2 卵黄指数模式図. 塚本(1991)を改変して, 指数1の卵黄囊上に黒色素胞を追加し, 指数0の胸部から黒色素胞を一部削除した.

3 調査結果と考察

表1に調査日, 採集尾数, St.1の表面水温を示した. 全調査地点で集計した卵黄囊仔魚採集尾数/m³は11月下旬~12月上旬と12月中旬に最大値がみられる双峰型を示した. また, 後期仔魚は12月12日にまとめて採集された(図3).

2001-02調査と比較すると卵黄囊仔魚, 後期仔魚の出現時期が早く, 採集尾数も多い(図4).

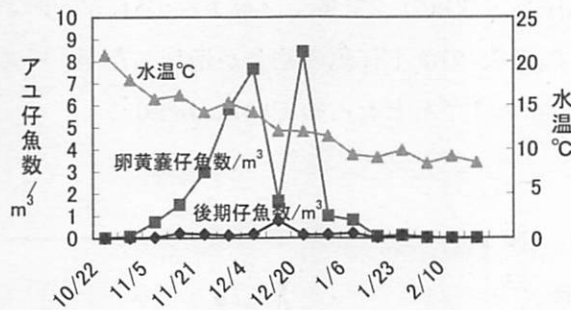


図3 調査日別アユ仔魚採集尾数

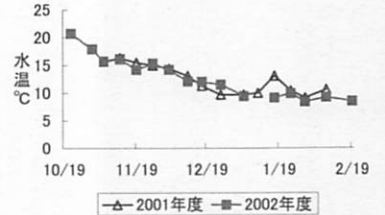
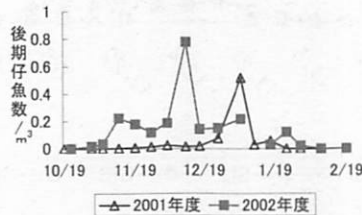
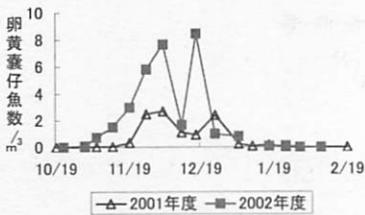


図4 01-02年と02-03年調査結果比較

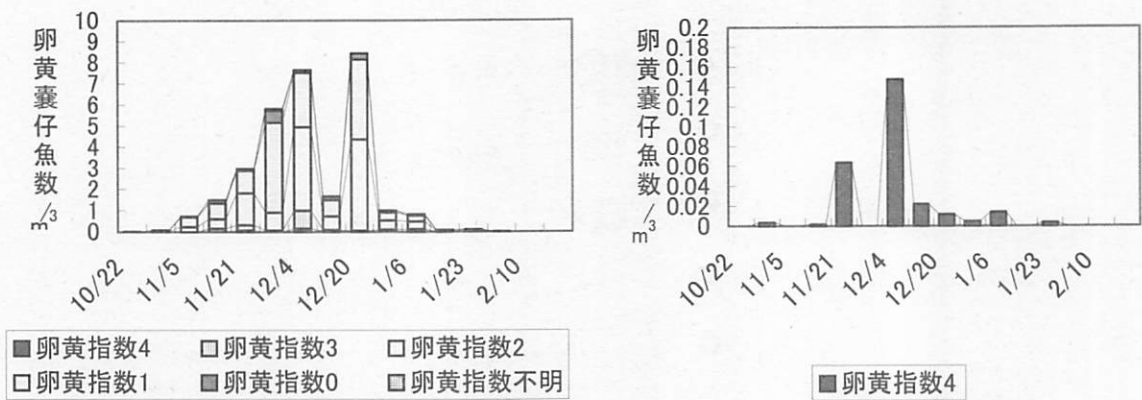


図5 卵黄指数別の卵黄囊仔魚採集尾数 図6 卵黄指数4の卵黄囊仔魚採集尾数

流下仔魚を卵黄指数別にみると、ふ化から日数がたっている指数1, 2の仔魚が多く、3, 4は少なかった (図5)。

孵化直後とされる卵黄指数4の仔魚は、全体に占める割合は少ないが、11月21日、12月4日に多かった (図6)。卵黄指数4の仔魚採集が多かった日は卵黄囊仔魚採集のピーク日である12月4日、12月20日と比較すると、2週間早かった。2002-03年調査の卵黄囊仔魚の季節別出現状況は2001-02年調査と同じ双峰型(中島, 2003)で、2000-01年調査のような単峰型(中島, 2001)でないと推察された。

調査地点別の卵黄囊仔魚採集尾数はSt. 2で多く、最下流のSt. 5で少なかった (図7)。

St. 2では12月4日の調査日に指数3の流下仔魚の割合が増加したが、その他の調査地点では、調査期間をとおして卵黄指数1, 2がほとんどを占めていた (図8)。

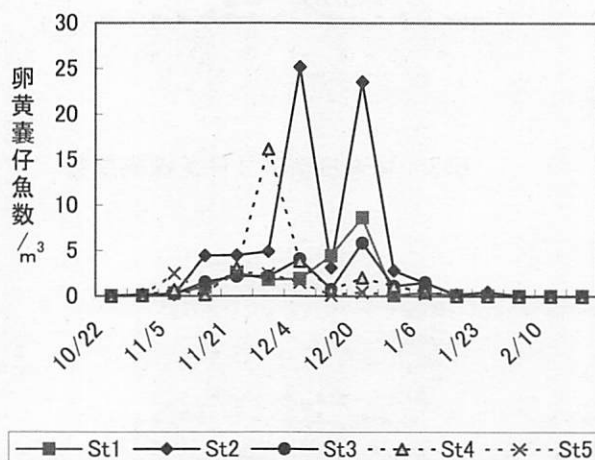


図7 卵黄囊仔魚数/m³の調査地点別季節変化

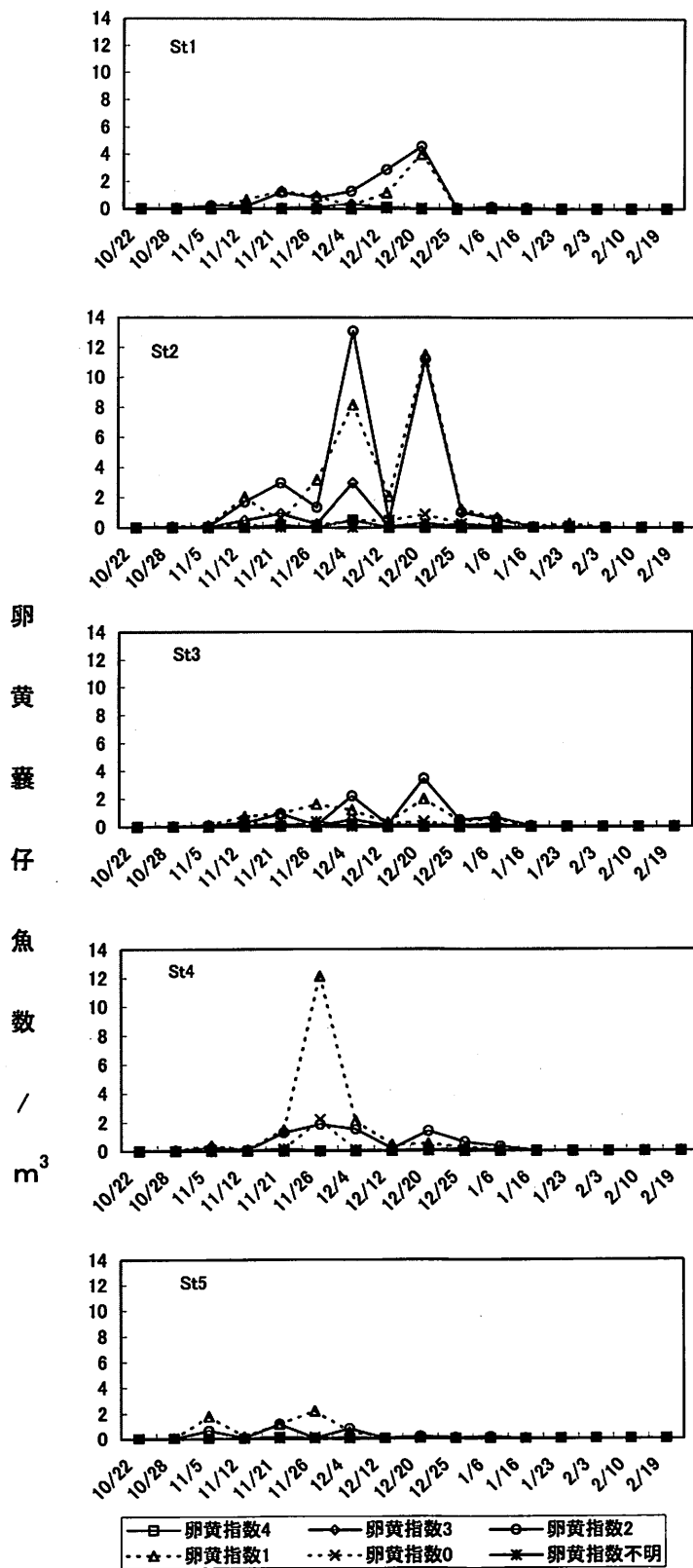


图8 各調査地点の卵黄囊仔魚卵黄指数組成

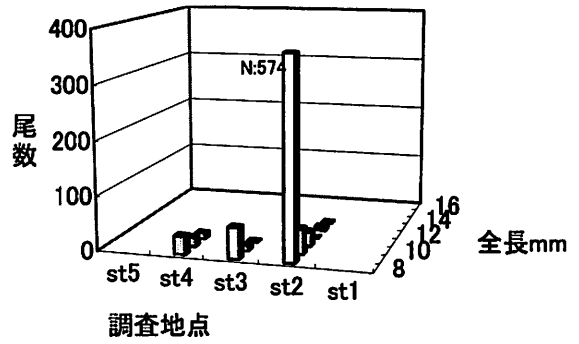
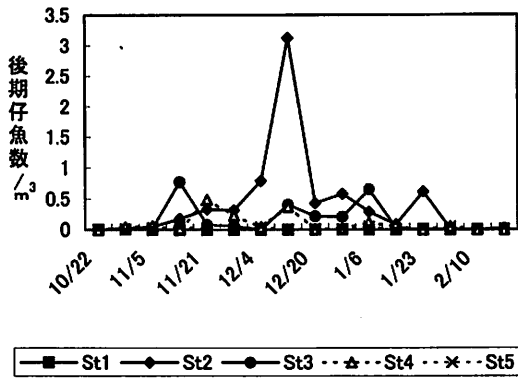


図9 後期仔魚尾数の調査地点別季節変化

図10 12月12日後期仔魚地点別全長組成

後期仔魚は12月12日に多く採集された。特にSt. 2で多かった。このときの全長は8~13mmで8mmにモードがあった(図9, 10)。

01-02年調査と比較して後期仔魚の単位水量あたりの採集尾数が多いことはすでに図4に示したが、採捕期間も長かった(図11, 12)。

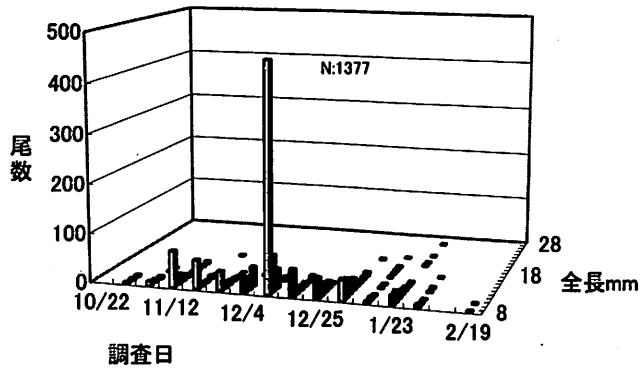


図11 後期仔魚全長組成 (02-03年調査)

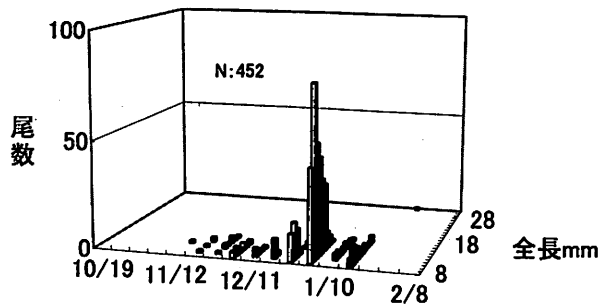


図12 後期仔魚全長組成 (01-02年調査)

4 引用文献

- 塚本勝巳. 1991. 長良川・木曾川・利根川を流下する仔アユの日齢. 日本水産学会誌, 57(11): 2013-2022.
- 中島敏男. 2001. 流下. 土佐湾産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究, 53-59.
- 中島敏男. 2003. 流下. 土佐湾産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究, 37-41.

付表 2002年度調査日および採集尾数

年月日	卵黄囊仔魚数	後期仔魚数	水温°C
10/22	13	0	20.7
10/28	47	9	17.9
11/5	430	20	15.7
11/12	831	123	16.1
11/21	1,219	74	14.2
11/26	3,084	62	15.3
12/4	3,828	94	14.2
12/12	1,228	574	12.1
12/20	4,888	82	12.0
12/25	622	95	11.5
1/6	526	141	9.4
1/16	44	17	9.1
1/23	65	71	9.9
2/3	5	12	8.4
2/10	0	0	9.2
2/19	0	3	8.5
合計	16,829	1,377	

土佐湾産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究
—土佐湾アユの系群構造—

岡部正也・関 伸吾(高知大学農学部水族生態学研究室)

1. ミトコンドリアDNA制限断片長多型解析による系群解析

【目的】

河川形態や沿岸域の構造の違いから、高知県の河川に遡上する海系アユ集団には、河川間で遺伝的分化が生じている可能性がある。対象となる資源が遺伝的に異なるいくつかの系群として保持されている場合には、それぞれの系群を考慮して、アユ資源を維持管理していくことが必要となる。そこで、今回、母系遺伝を示し核DNAに比べ進化速度が大きいといわれるミトコンドリアDNAを遺伝標識として用い、高知県内、特に土佐湾に流入する河川に遡上した天然海系アユの系群構造について検討することを目的とした。

【方法】

供試魚として、高知県下の東部、中部、西部の主要河川である四万十川、仁淀川、伊尾木川の3河川において2001年・2002年とも3月下旬に遡上した天然海系アユを、投網により採取した(表1)。サンプルは、体長測定後、体側筋または尾鰭からフェノール・クロロホルム抽出、エタノール沈殿を用いて総DNAを抽出した。これらのDNAを鋳型とし、Ikeda and Taniguchi¹⁾により設計されたプライマーセットを用いて、ミトコンドリアDNAコントロール領域にあたる約1.5kbpをPCR法により増幅した。えられたPCR産物は3種類の制限酵素(*Alu* I、*Hae* III、*Hinf* I)により断片化し、3%アガロースゲルを用いて電気泳動後、各制限酵素における制限断片長多型について比較検討した。

表-1 1.各年における各河川の遡上魚の体長、体重、肥満度

調査場所	四万十川			仁淀川八田堰			伊尾木川 有井堰		
採捕日	2001.3.26			2001.3.27			2001.3.29		
	BL(mm)	BW(g)	CF*	BL(mm)	BW(g)	CF*	BL(mm)	BW(g)	CF*
Mean	60.6	2.6	11.3	59.9	2.3	10.3	71.6	4.5	11.5
SD	5.8	0.9	1.2	4.0	0.5	0.6	9.0	1.9	1.0
採捕日	2002.3.27			2002.3.26			2002.3.29		
	BL(mm)	BW(g)	CF*	BL(mm)	BW(g)	CF*	BL(mm)	BW(g)	CF*
Mean	48.5	1.1	9.7	69.8	4.2	11.0	58.2	1.9	9.3
SD	6.3	0.7	1.3	11.1	3.0	1.1	4.3	0.5	0.7

CF: Condition factor BW/BL³ × 1000

【結果および考察】

各河川で採捕した遡上魚の体長、体重、肥満度の結果を表1に示した。平均体長、平均体重および肥満度では2001年についてはいずれも伊尾木川標本群がもっとも大きく、ついで四万十川標本群、仁淀川標本群の順であった。一方、2002年については仁淀川標本群の平均体長、平均体重が最も大きく、ついで四万十川標本群、伊尾木川標本群の順であった。

ただし、肥満度については四万十川標本群のものが、仁淀川標本群の値を上回った。

表-2それぞれの標本群で得られたハプロタイプ多様度

ハプロタイプ	ハプロタイプ組成*	四万十川		仁淀川		伊尾木川	
		2001年	2002年	2001年	2002年	2001年	2002年
1	AAA	0.500	0.600	0.417	0.499	0.400	0.636
2	AAB	0.100					
3	AAC	0.100	0.100	0.167			0.091
4	AAE						0.091
5	AAG	0.100					
6	AAH			0.083			
7	BAA	0.100	0.200			0.200	0.091
8	BAB	0.100			0.167	0.200	
9	BAC				0.167		
10	CAA			0.250	0.167		0.091
11	CAG		0.100				
12	DAA			0.083		0.100	
13	DAC					0.100	
ハプロタイプ多様度(h)		0.737	0.611	0.760	0.728	0.779	0.589

* 左から制限酵素 *AluI*, *Hae III*, *HinfI*における変異型

ミトコンドリアDNA制限断片長多型解析の結果を表2に示した。2001年度の標本群では、全体として制限酵素 *AluI* において4つの変異型が、制限酵素 *HinfI* において8つの変異型が認められた。*Hae III* では各標本群とも多型は認められず、共通の変異型を示した。3種類の制限断片長多型の組み合わせ結果から、四万十川標本群で6タイプ、仁淀川標本群で5タイプ、伊尾木川標本群で5タイプ、全体として10のハプロタイプがえられた。一方、2002年度の標本群については、それぞれの標本群について4タイプ、4タイプ、5タイプがえられ、全体としてえられたハプロタイプは8であった。2002年度の3標本群は2001年度の3標本群に比べ、出現ハプロタイプ数はやや少なかった。出現するハプロタイプは2001年度・2002年度で変動し、各標本群間で明瞭な遺伝的差異はみられなかった。ハプロタイプ多様度は3標本群すべてで、2001年度標本群に対し2002年度標本群ではその値が低下した。

d 引用文献

M. Ikeda and N. Taniguchi. 2002. Genetic variation and divergence in populations of ayu *Plecoglossus altivelis*, inferred from PCR-RFLP analysis of the mitochondrial DNA D-loop region. *Fisheries Sci.*, 68: 18-26

マイクロサテライト DNA 多型解析による系群解析

【目的】

河川形態や、沿岸域の海域構造の違いから、高知県の河川に遡上する海系アユ集団には、河川間で遺伝的分化が生じている可能性がある。そこでこのような遺伝的差異を高感度で検出が可能なマイクロサテライトDNA多型解析を用いて、県内主要河川に遡上した天然海系アユの系群構造についてDNAレベルでの解析を行う。

【方法】

四万十川、仁淀川、伊尾木川の3河川において、解禁前の3月下旬に遡上した天然海系アユを投網により採捕した(表1)。供試魚は、各河川ごとに体側後、体側筋または尾鰭よりフェノール・クロロホルム抽出、エタノール沈殿により総DNAを抽出・精製し、高木ら(1999)により設計されたプライマーセットを用いて、アユマイクロサテライトDNA領域4マーカー座をPCR法により増幅した。えられたPCR産物は、8%ポリアクリルアミドゲルによる電気泳動により分画し、ナイロンメンブレンに転写後、化学発光法によりX線フィルムに転写し、可視化した。検出されたバンドは、M13mp18ssDNAのシーケンスをサイズマーカーとして分子量を決定し、遺伝的変異性を示す各指標を、解析ソフトArlequin ver.2000、Genepop ver.3.3を用いて算出し、系統間の遺伝的差異を検討した。

表-3 各河川集団のマイクロサテライト DNA3 マーカー座における遺伝的多様度の比較 (2001年)

	Pal2*	Pal3*	Pal4*	average
Simanto riv.				
No.of samples	45	47	47	
No.of alleles	21	16	16	17.7
Ho	0.844	0.766	0.766	0.792
He	0.912	0.915	0.903	0.910
Ho/He	0.925	0.837* ¹	0.848	0.870
Nido riv.				
No.of samples	35	41	31	
No.of alleles	24	17	14	18.3
Ho	0.800	0.805	0.871	0.816
He	0.880	0.912	0.901	0.900
Ho/He	0.909* ¹	0.883	0.967	0.891
Ioki riv.				
No.of samples	48	44	43	
No.of alleles	27	19	18	21.3
Ho	0.729	0.955	0.884	0.856
He	0.871	0.932	0.932	0.912
Ho/He	0.837* ¹	1.025	0.948	0.937

*1: Significant unconformity for Hardy-Weinberg equilibrium ($p < 0.01$)

表-4 各河川集団のマイクロサテライト DNA3 マーカー座における遺伝的多様度の比較 (2002年)

	Pal2*	Pal3*	Pal4*	average
Simanto riv.				
No.of samples	48	48	48	
No.of alleles	14	20	25	19.7
Ho	0.625	0.917	0.708	0.750
He	0.882	0.944	0.936	0.921
Ho/He	0.709 ^{*1}	0.971	0.756 ^{*1}	0.971
Niodo riv.				
No.of samples	45	44	46	
No.of alleles	17	19	18	18.0
Ho	0.822	0.523	0.783	0.709
He	0.909	0.952	0.916	0.926
Ho/He	0.904	0.549 ^{*1}	0.855 ^{*1}	0.904
Ioki riv.				
No.of samples	47	43	40	
No.of alleles	16	19	16	17.0
Ho	0.787	0.651	0.825	0.754
He	0.900	0.938	0.879	0.906
Ho/He	0.874 ^{*1}	0.694 ^{*1}	0.939 ^{*1}	0.833

*1: Significant unconformity for Hardy-Weinberg equilibrium ($p < 0.01$)

各標本群におけるマイクロサテライトマーカー座の遺伝的多様度を表3, 4に示した。分析したマーカー座のうち、Pal-1*マーカー座におけるアレル頻度はすべての標本群において Hardy-Weinberg 平衡 (Markov chain method) から有意に逸脱し、null アレル (実際には存在するが、検出されないマーカー) の存在が疑われた。そのため、Pal-1*マーカー座は解析から除外し、残る Pal-2*、Pal-3*、Pal-4*の3マーカー座を用いて標本群間の比較を行った。

表-5 各河川集団間の異質性の検定 Pairwise genetic differentiation (Fst)

	Simanto 2001	Nyodo 2001	Ioki 2001	Simanto 2002	Nyodo 2002	Ioki 2002
Simanto 2001			*	*	*	
Nyodo 2001	0.00669					**
Ioki 2001	0.01427	0.00809			*	
Simanto 2002	0.00799	-0.00872	-0.00121			
Nyodo 2002	0.00606	0.00889	0.00874	-0.00221		
Ioki 2002	0.00246	0.01449	0.00479	-0.00349	0.00609	

Upper: Permutation test (*: $p < 0.05$, **: $P < 0.01$), Lower: Fst Value

2002年度の各標本群における各マーカー座の対立アレル数およびヘテロ接合体率は Pal-2*で14~17および0.625~0.822、Pal-3*で19~20および0.523~0.917、Pal-4*で16~25および0.708~0.825であった。2001年度の標本群に比べ、各標本群における遺伝的多様性は低下していた。仁淀川標本群における平均ヘテロ接合体率および伊尾木川標本群における平均対立アレル数、平均ヘテロ接合体率の減少は著しかった。

各マーカー座において検出された対立アレル頻度から各標本群について異質性の検定を行った。2001年度および2002年度の各標本群について標本群間の Pairwise Fst (分化指数) による異質性検定の結果を表5に示した。2001年度については四万十川標本群と伊尾木川標本群の間で有意な差が認められたが、2001年度の標本群については3標本群間で有

表-6 各河川集団間の異質性の検定 (Fisher's method)

Pal 2						
	Simanto 2001	Niyodo 2001	Ioki 2001	Simanto 2002	Niyodo 2002	Ioki 2002
Simanto 2001		**	**	*	*	
Niyodo 2001	**		**	**	*	**
Ioki 2001	**	*		**	*	
Simanto 2002		**	*			
Niyodo 2002		*				*
Ioki 2002		**				

Pal 3						
	Simanto 2001	Niyodo 2001	Ioki 2001	Simanto 2002	Niyodo 2002	Ioki 2002
Simanto 2001				*	**	**
Niyodo 2001				*	**	**
Ioki 2001						*
Simanto 2002	*					
Niyodo 2002	*	*				**
Ioki 2002	*	**			*	

Pal 4						
	Simanto 2001	Niyodo 2001	Ioki 2001	Simanto 2002	Niyodo 2002	Ioki 2002
Simanto 2001		**	**			
Niyodo 2001	**		**	**	**	**
Ioki 2001	**	*			*	*
Simanto 2002		**				
Niyodo 2002		**				*
Ioki 2002		**				

Upper: Genic differentiation for each population pair, Lower: Genotypic differentiation for each population pair (*: $p < 0.05$, **: $P < 0.01$)

意な差は認められなかった。2001年度と2002年度の比較では、四万十川標本群のように同一河川においても2001年度と2002年度で違いの認められる例があった。Fstは2001年・仁淀川標本群と2002年・伊尾木川標本群の間で0.01449と最も高い値を示した。2002年の標本群間では仁淀川標本群と伊尾木川標本群間が0.00609と最も高い値を示した。各標本群について各マーカー座ごとに対立アレル頻度の差を検定した結果を表6に示した。2001年度の標本群についてはPal-2*およびPal-4*においてすべての組み合わせで有意差が認められた。2002年度の標本群については仁淀川標本群と伊尾木川標本群の間で、3マーカー座すべてにおいてアレル頻度組成に有意差が認められたものの、その他の組み合わせで有意差は認められなかった。同一標本群内年度間では四万十川標本群におけるPal-2*およびPal-3*、仁淀川標本群におけるPal-2*、Pal-3*およびPal-4*、伊尾木川標本群におけるPal-3*およびPal-4*について有意な差が認められた。以上の結果は、同一年度では、3標本群で違いの生じる場合はあるものの、地理的分化以上に遺伝的変異の年変動が大きく、年度を超えて河川間で遺伝的分化が明瞭には現れないことが示唆された

この原因として、標本群間の混合あるいは各河川における個体群の大きさの変動が

考えられるが、このような現象を把握するためには長期間の調査および調査個体数の増加を必要とするものと思われた。

d 引用文献

A. T. Norris, D. G. Bradley, E. P. Cunningham. 1999. Microsatellite genetic variation between and within farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. *Aquaculture*, 180: 247-264

M. Takagi, E. Shoji, and N. Taniguchi. 1999. Microsatellite DNA polymorphism to reveal genetic divergence in ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fisheries Sci.*, 65: 507-512

関伸吾・谷口順彦. 1985. 西南日本におけるアユ地方集団間の遺伝的分化. 高知大海洋生物研報, 7: 39-48

谷口順彦・高木基裕・田畑和男・R. P. Enriquez・関伸吾. 1999. DNA多型によるマダイ集団の遺伝的多様性の評価, 水産生物の遺伝的多様性及び保存技術に関する技術マニュアル, 日本水産資源保護協会編, pp52-126

アユ資源添加技術開発試験

佐伯 昭・岡部正也[○]・海野徹也*・清家 暁*

【目的】

種苗放流による効率的な資源添加技術の開発を目的として、県内主要河川に放流されたアユ種苗の資源動向を、耳石情報、標識放流等を用いて解析する。

【方法】

本年度は、四万十川、仁淀川、伊尾木川で採捕されたアユ天然種苗について、耳石日周輪による日齢査定を行い、生態的特性の把握を試みた。また、新たな外部標識として、イラストマータグの有効性について検討した。

【結果および考察】

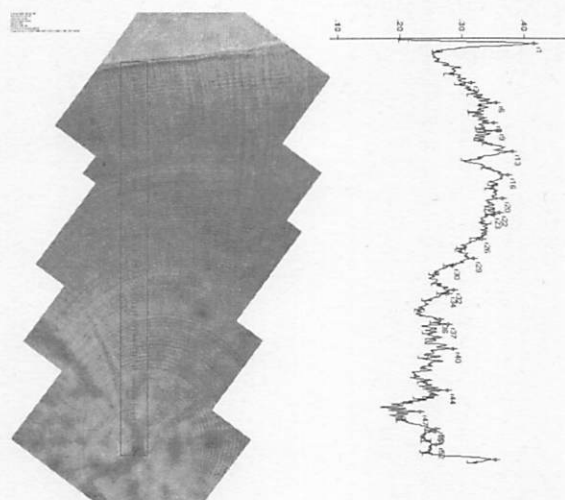


図-1 画像解析ソフトによる耳石日周輪の解析

耳石情報による天然遡上アユの日齢-体長関係の把握

各河川で2001年および2002年3月下旬に投網により採捕した天然遡上アユについて耳石日周輪の測定を行い、日齢を推定した(図-1)。同時に行った体側の結果とあわせ、日齢-体長関係を河川間で比較した(図-2)。その結果、各河川で同時期に採捕したサンプルにおいても、年により成長

が大きく異なることが明らかとなった。とくに、伊尾木川では、体長組成の変動が大きく、2002年の遡上群は、2001年より大きく成長が劣った。また、四万十川は、いずれの年においても、遡上個体は他の河川に比べて小型である傾向が認められた。

イラストマータグの有効性の検討 種苗放流時に、より多くの個体に標識が可能で、再捕時の識別が容易な外部標識として、イラストマータグの有効性を検討した。イラストマータグは、魚体の皮下に、着色したラテックス製の樹脂をシリンジにより注射するもので、魚体内で硬化することにより、非常に高い保持率を示す(図-3)。また、専用のブルーフィルターを通したライトを照射すると蛍光を発し、容易に識別が可能である(図-4)。そこで、高知県内水面種苗センターで生産された人工種苗の一部に装着して奈半利川および伊尾木川の2河川に放流して追跡調査を行い、採捕率を検討した(追跡調査は、民間企業への委託による)。

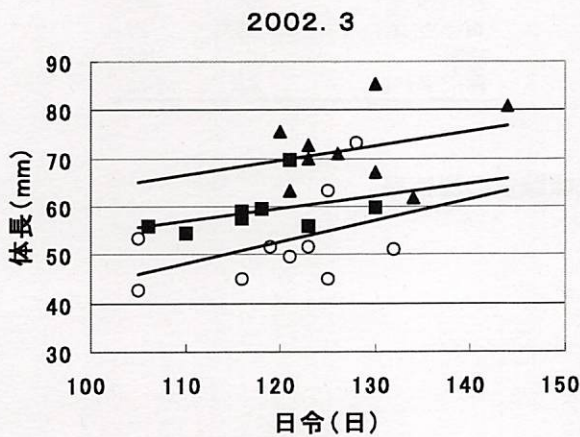
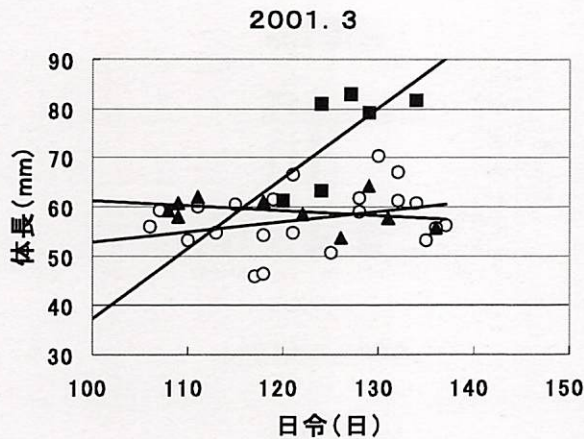


図-2 各河川で採捕した天然アユの日齢-体長関係

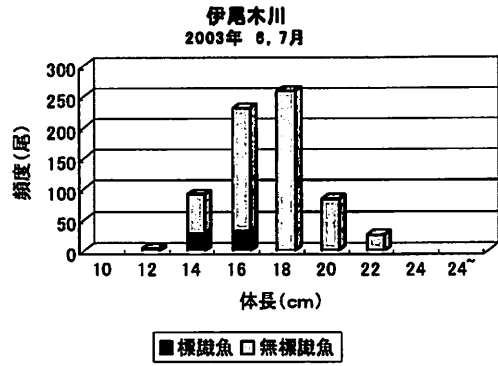
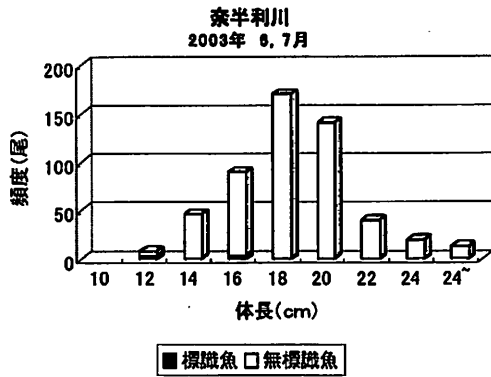


図-4 装着されたイラストマータグ



図-3 イラストマータグインジェクションシステム

奈半利川、伊尾木川で2003年6月、7月に行われた追跡調査の結果を図-5に示す。各河川における総放流尾数は、奈半利川50.6万尾、伊尾木川54.5万尾であり、そのうち、標識尾数はそれぞれ2.5万尾であった。奈半利川における標識魚採捕率は0.9~1.9%、伊尾木川では9.6~10.2%と、伊尾木川が明らかに高い値を示した。これらの値から、それぞれの河川における人工種苗の混獲率を推定すると、奈半利川では総漁獲尾数のおよそ30%、伊尾木川ではほぼ100%を人工種苗が占めていることになる。これらの結果は、河川により放流効果が異なる可能性を示唆するものと考えられる。ただし、本調査では、調査期間が2ヶ月と短いことや、標識率が低いことから、より正確な推定を行うためには今後更なる検討が必要である。



	6月	7月
遊漁者数	234	153
内観察者数	84	48
無標識(尾)	306	214
有標識(尾)	6	2
総計	312	216
標識率(%)	1.9	0.9

	6月	7月
遊漁者数	211	220
内観察者数	77	88
無標識(尾)	366	265
有標識(尾)	35	27
総計	401	292
標識率(%)	9.6	10.2

図-5 県内2河川に放流された標識魚の採捕率

III 資 料

平成14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	11.9	12.9	14.1	15.4	17.9	19.3	20.3	20.3		17.6	14.0	11.8
2	11.9	13.1	14.2	15.6	17.9	19.3	20.3	20.3	19.2		14.0	11.8
3	11.9	13.1	14.3	15.7	18.1	19.5	20.3	20.2	19.6		14.1	11.6
4	12.1	13.1	14.3	15.8	17.9	19.6	20.3	20.1	19.5	16.6	14.0	11.3
5	12.2	13.2	14.2	15.8	18.0	19.7	20.4	20.1	19.5	16.5	14.0	11.3
6	12.2	13.2	14.3	15.9	18.0	19.6	20.4	20.2	19.4	16.4	13.5	11.1
7	12.3	13.3	14.3	16.1	18.0	19.9	20.4	20.2	19.1	16.3	13.5	11.1
8	12.6	13.4	14.3	16.1	18.1	19.9	20.3	20.3	19.0	16.3	13.8	10.9
9	12.4	13.4	14.3	16.0	18.3	20.1	20.4	20.1	19.0	16.2	13.9	10.7
10	12.5	13.4	14.3	16.1	18.3	20.0	20.4	20.1	18.9	16.1	13.7	10.5
11	12.5	13.6	14.4	16.2	18.3	20.1	20.4	20.1	18.8	16.0	13.6	10.6
12	12.6	13.6	14.4	16.3	18.4	20.0	20.8	20.1	18.7	15.7	13.3	10.5
13	12.6	13.6	14.4	16.9	18.4	19.9	20.8	20.1	18.6	15.8	13.2	10.5
14	12.6	13.7	14.5	16.9	18.4	19.9	20.8	20.0	18.6	15.7	13.0	10.3
15	12.6	13.6	14.6	16.9	18.7	19.9	20.8	19.9	18.4	15.5	12.8	10.6
16	12.6	13.6	14.6	16.8	18.7	19.9	20.8	19.9	18.4	15.4		10.6
17	12.8	13.7	14.6	16.9	18.8	20.0	20.7	19.9	18.3	15.4	12.7	10.5
18	12.5	13.8	14.6	16.8	18.8	20.1	20.7	19.9	18.3		12.6	10.5
19	12.7	13.9	14.6	16.9	19.1	20.1	20.6	19.9	18.1		12.3	10.4
20		13.9	14.8	17.0	19.0	20.1	20.8	19.9	18.1	15.1	12.3	10.3
21	12.7	14.0	14.9	17.1	19.3	20.1	20.6	19.9	18.0	15.3	12.3	10.4
22	12.7	13.9	15.1	17.3	18.9	20.1	20.6	19.9	17.9	15.4	12.3	10.4
23	12.6	14.0	15.1	17.4	18.9	20.2	20.6	19.9	17.8	15.3	12.3	10.5
24	12.8	14.0	14.9	14.4	19.0	20.1	20.6	19.8	17.8	15.2	12.1	10.5
25	12.8	14.0	15.0	17.6	19.0	20.2	20.6	19.8		15.0	11.9	10.6
26	12.8	13.9	15.1	17.6	19.2	20.3	20.6	19.8	17.1	14.9	11.9	11.0
27	12.9	14.1	15.1	17.6	19.1	20.3	20.6	19.7	17.1	15.0	11.8	10.7
28	12.9	14.0	15.1	17.7	19.1	20.3	20.4	19.5	16.7	14.8	11.8	10.7
29	12.9	14.1	15.2	17.8	19.3	20.3	20.4	19.6	16.9	14.6		10.8
30	12.9	14.1	15.3	17.8	19.3	20.3	20.3	19.8	16.9	14.4		10.8
31		14.1		18.1	19.3		20.1		16.8	14.1		11.2
平均	12.5	13.7	14.6	16.8	18.6	20.0	20.5	20.0	18.3	15.6	13.0	10.8

飼育源水の旬・月平均水温

月		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
4	F		14.5	13.6	14.5	14.8	13.1	13.8	14.1	15.0	13.7	11.4	12.7	11.4	11.0	13.6
	M		14.4	15.0	14.5	15.1			14.9	15.1	14.4	13.8	13.3	11.7	11.3	13.8
	L		14.4	14.8	14.7	15.1	14.8		14.6	15.3	14.5	14.1	13.7	12.3	12.0	14.1
	A		14.4	14.5	14.6	15.0			14.6	15.1	14.2	13.4	13.3	11.8	11.4	14.0
5	F		15.0		14.5	15.3	14.9	15.0	14.4	14.9	14.8	14.4	13.9	12.3	12.4	14.3
	M		15.1	14.8	15.0	15.5		15.0	14.4	14.8	14.9	14.5	13.9	12.8	12.6	14.6
	L	15.1	15.1	15.5	15.2	15.8	15.5		14.6	15.1	15.1	14.5	14.1	13.1	13.2	15.0
	A		15.1		14.9	15.5			14.5	14.9	14.9	14.5	14.0	12.7	12.8	14.6
6	F	15.9	15.3	15.6	15.4	16.2	15.7		14.8	15.2	15.5	14.5	14.4	13.4	13.7	15.0
	M	16.4	15.8	16.3	15.9	16.4			15.3	15.4	15.6	15.2	14.9	14.1	14.2	15.1
	L	17.0	16.2	16.6	16.2	16.7			15.7	15.8	16.0	15.8	15.2	14.9	14.9	15.6
	A	16.4	15.8	16.2	15.8	16.4			15.3	15.5	15.7	15.1	14.8	14.1	14.3	15.3
7	F	16.8	16.7	17.1	16.7	17.1	16.3	16.6	16.5	16.2	16.2	16.2	15.8	15.8	15.5	16.3
	M	17.6	17.2	17.5	17.1	17.4			16.9	16.7	16.7	16.6	16.2	16.7	16.1	16.8
	L	17.9	18.0	17.8	17.8	18.0		17.5	17.5	17.2	16.9	17.1	16.9	17.3	16.9	17.2
	A	17.5	17.3	17.5	17.2	17.5			17.0	16.7	16.6	16.6	16.3	16.6	16.1	16.7
8	F	18.4	18.4	18.3	18.2	18.8			18.5	17.9	17.7		17.3	18.0	17.6	17.8
	M	18.8	18.3	18.7	19.0	19.2	19.0		19.0	18.3	18.3	18.2	17.9	18.6	18.3	18.1
	L	19.1	18.6	19.4	19.4	19.4			19.6	18.8	19.2	18.4	18.6	18.9	19.0	18.5
	A	18.8	18.5	18.8	18.9	19.1			19.0	18.4	18.4		17.9	18.4	18.2	18.2
9	F	19.7	18.9	20.1	20.0	19.8	19.4	19.5	19.7	19.3	20.2	19.2	19.1	19.0	20.2	18.7
	M	20.0	19.4	20.9	20.2	20.5			20.1	19.9	20.4	19.5	19.3	19.1	20.6	18.9
	L	20.0	19.4	21.2	20.3	20.1			20.4	20.2	20.7		19.1	19.3	18.9	19.1
	A	19.9	19.2	20.7	20.1	20.1			20.1	19.8	20.5		19.2	19.1	19.9	18.9
10	F	20.3	19.6	21.3	20.4	20.6	20.3	20.2	20.7	20.4	21.0		19.4	19.2	20.2	19.3
	M	20.3	19.8	21.3	20.5	20.8	20.2	20.2	20.8	20.1	20.6		19.4	19.6	20.7	19.7
	L	20.8	19.8	21.2	20.4	20.7	20.1	20.3	20.9	20.0	20.5	19.5	19.5	19.6	21.0	20.4
	A	20.5	19.7	21.3	20.4	20.7	20.2	20.3	20.8	20.2	20.8		19.4	19.4	20.6	19.8
11	F	19.9	19.9	21.0	20.0	20.9	20.0	20.3	20.8	19.9	20.3		19.8	19.7	22.0	21.1
	M	19.7	19.7	20.7	19.8	20.7		20.2	20.6	19.8	20.0		19.8	19.6	21.6	20.9
	L	19.5	19.4	20.5	19.6	20.4		19.9	20.6	19.6	19.8		19.5	19.2	20.8	20.6
	A	19.7	19.6	20.7	19.8	20.7		20.1	20.7	19.8	20.0		19.7	19.5	21.5	20.9
12	F	19.1	19.2	20.2	19.4	20.1			20.5	19.5	19.3		19.1	18.9	20.4	
	M	18.5	18.9	19.9	19.3	19.6		19.1	20.3	18.8	19.0	20.0	18.7	18.5	19.9	
	L	17.6	18.4	19.3	18.6	19.2	17.3	18.5	20.1	18.2	18.4	18.9	17.6	17.9	19.4	
	A	18.4	18.8	19.8	19.1	19.6			20.3	18.9	18.9		18.4	18.4	20.0	
1	F	16.8	17.7	18.7	18.6	18.5	16.5	17.9	19.8	17.7	18.0	18.2	16.5	16.8	18.6	17.9
	M	16.0	14.7	17.9	18.3	17.5	15.9		19.6	16.7	16.8	18.0	15.5	15.9	17.7	17.0
	L	15.3	15.5	17.0	17.6	16.2	16.7		18.9	16.2	15.6		14.5	14.7	16.7	15.9
	A	16.0	16.0	17.8	18.1	17.3	16.4		19.3	16.8	16.7		15.5	15.6	17.5	16.9
2	F	13.9	14.7	16.0	16.8	15.0	16.4	16.6	17.6	15.5	14.7	14.6	13.8	13.7	15.1	14.8
	M	14.7	14.5	15.0	15.8	14.6			16.8	15.3	14.1	13.8	13.1	12.6	14.1	14.0
	L	14.2	14.4	16.0	14.9	14.9		15.5	16.7	15.2	13.3	12.8	12.3	11.9	13.5	13.3
	A	14.3	14.5	15.6	15.9	14.8			17.1	15.4	14.1	13.6	13.2	12.7	14.4	14.1
3	F	13.9	13.5	15.1	14.1	14.0		14.8	16.4	15.4	12.6	14.6	12.1	11.5	13.2	12.4
	M	13.9	12.3	14.0	12.9	11.0			16.6	14.9	11.4	13.8	11.5	10.9	12.7	11.9
	L	13.9	11.9	13.7	13.5	10.8			16.6	13.8	11.3	12.8	11.3	10.8	12.5	11.4
	A	13.9	12.5	14.2	13.5	11.9			16.5	14.7	11.7	11.9	11.6	11.0	12.7	11.9

F ; 上旬 M ; 中旬 L ; 下旬 A ; 月平均

飼育源水の旬・月平均水温

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

F ; 上旬 M ; 中旬 L ; 下旬 A ; 月平均

平成14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			14.9	16.0	18.9	20.5	20.4	18.8				
2			15.3	17.6	18.9	20.2	20.4	18.5	16.0			
3			15.0	16.9	19.3	20.4	20.1	17.4	15.6			
4			15.5	16.6	18.9	20.8	20.7	17.3	16.6			
5			15.4	16.8	19.3	21.1	20.3	17.1	17.4			
6			15.2	16.0	18.9	20.3	20.0	17.3	17.4			
7			15.6	17.3	19.0	20.9	20.6	17.8				
8			15.4	17.3	18.9	21.6	19.3	19.1				
9			15.3	16.9	18.9	21.2	19.4	18.3				
10			16.2	17.4	19.6	20.6	19.4	17.6				
11			15.4	17.6	19.1	20.9	19.3	18.1				
12			15.5	17.6	19.3	21.1	20.2	19.1				
13			15.4	18.3	19.6	21.1	20.3	18.1				
14			15.6	18.6	19.3	21.2	19.9	17.9				
15			15.6	18.9	19.3	21.1	20.3	18.2				
16			15.6	18.6	19.8	20.6	20.0	16.9				
17			15.1	19.5	19.8	21.0	19.6	18.2				
18			15.2	18.7	19.8	20.6	19.7	18.2				
19			15.8	18.6	19.6	19.9	20.2	17.4				
20			15.4	18.6	19.6	20.8	20.6	17.8				
21			15.8	18.4	19.2	20.5	19.9	18.1				
22			16.0	18.3	19.2	20.7	19.4	18.8				
23		15.8	16.5	18.4	19.6	20.4	19.3	18.0				
24		16.0	15.6	18.4	19.8	19.4	19.3	17.8				
25		15.5	15.5	18.6	19.8	19.7	19.1	18.6				
26		15.2	15.8	18.4	20.2	19.9	19.3	16.1				
27		15.9	16.0	18.5	20.1	20.1	19.1	14.9				
28		14.8	15.6	18.8	20.1	20.6	18.4	14.7				
29		14.9	15.9	18.8	20.5	21.6	18.2	14.4				
30		14.9	15.9	18.7	20.2	20.4	17.9	15.8				
31		14.8		18.8	20.6		18.1					
平均		15.3	15.6	18.0	19.5	20.6	19.6	17.5				

河川漁業生産量の推移

単位：トン

年	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
ア ヌ	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 ヌ	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 ヌ	1,270	1,153	1,053	1,369	1,422	1,368	1,430
ウ ナ ギ	122	129	124	127	131	117	101
コ イ	59	60	67	65	66	59	47
マ ス 類	44	40	37	40	66	62	69
その他魚類	212	184	198	196	194	194	187
貝 類	37	26	25	14	14	13	10
その他動物	155	111	114	108	106	104	109
藻 類	253	279	248	282	224	281	258
合 計	2,152	1,982	1,866	2,201	2,223	2,198	2,211

河川漁業生産量の推移

単位：トン

年	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	2005
ア ユ	559	564	492	453			
ウ ナ ギ	64	74	67	56			
コ イ	21	17	13	13			
マ ス 類	40	39	36	34			
その他魚類	74	54	50	49			
貝 類	2	2	2	2			
その他動物	52	56	56	62			
藻 類	37	97	98	92			
合 計	849	903	813	760			

高知農林水産統計年報

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

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

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

平成 14 年 度
事 業 報 告 書
(第 13 卷)

平成 16 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 富 騰 写 堂
高 知 市 城 山 町 36
電 話 (088) 831-6820