

平成 28 年度

# 事 業 報 告 書

第 27 卷

平成 30 年 3 月

高知県内水面漁業センター

# 目 次

1. 内水面漁業センターの概要	1
2. 活動実績	3
3. 事業報告	
(1) 養殖衛生管理体制整備事業	4
(2) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援	7
(3) 人工種苗「土佐のあゆ」による資源添加技術の確立および種苗性の確保	13
(4) ウナギ養殖における生産効率向上化試験	18
(5) ウナギ生息状況等緊急調査事業	21
4. 参考資料	
(1) 高知県河川漁業生産量の推移	26
(2) 天然アユの市場別取扱量の推移	27

# 1. 内水面漁業センターの概要

## (1) 所在地

住 所：〒782-0016 高知県香美市土佐山田町高川原687-4

T E L：0887-52-4231 F A X：0887-52-4224

ホームページ：<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040408/>

## (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）

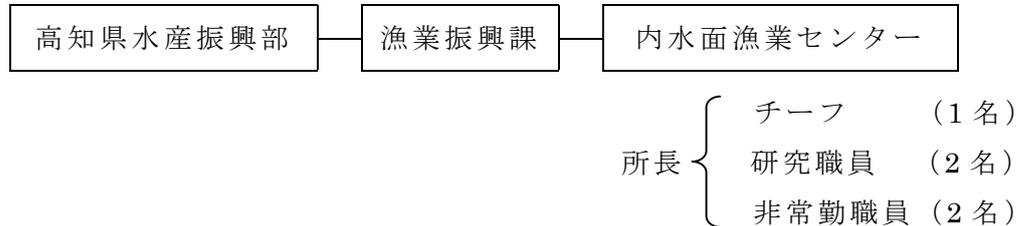
昭和55年 高知県内水面漁業センターに改組、移転（現所在地）（高知県内水面魚病指導総合センターを併設）

平成10年 商工労働部産業技術委員会事務局へ移管

平成19年 機構改革により、産業技術部へ移管

平成21年 機構改革により、水産振興部へ移管

## (3) 機構組織



## (4) 職員名簿

職名	氏名	担当業務
所長	岡村 雄吾	統括
チーフ	荻田 淑彦	研究業務総括、内水面養殖指導、魚病診断
主任研究員	長岩 理央	魚類資源、増殖技術、環境調査等全般
研究員	占部 敦史	魚類資源、増殖技術、環境調査等全般
非常勤職員	田中 ひとみ	試験研究補助
非常勤職員	隅川 和	試験研究補助

(5) 予算(当初)

(単位：千円)

事業名	予算額	財源内訳		
		(一)	(国)	(諸)
内水面漁業センター管理運営費	13,850	13,850		
内水面漁業試験研究費	10,929	8,855		2,074
内水面漁業振興事業費	3,459	3,459		
養殖振興対策事業費	3,419	1,726	1,693	
合計	32,279	28,512	1,693	2,074

(6) 施設の概要

- 1) 敷地面積 9,343㎡
- 2) 建物
  - ① 本館(事務室、問診室、各検査室、研修会議室等) 365㎡
  - ② 隔離実験棟・作業棟(0.9t×5面、調餌室、工作室他) 220㎡
  - ③ 恒温水槽棟(10t×5面、1t×5面) 256㎡
  - ④ 恒温水槽棟(FRP 2t×10面) 101㎡
  - ⑤ 野外試験池(50t×5面) 362㎡
  - ⑥ 屋内試験池(30t×2面) 184㎡
  - ⑦ 管理棟 40㎡
  - ⑧ その他(ボイラー室、機械室、高架タンク、排水消毒槽等) 147㎡

## 2. 活動実績

### (1) 会議への出席（養殖衛生管理体制整備事業関連については本文中に記載）

開催日	会議名	開催場所	出席者
平成28年	5月16日	平成28年度鰻来遊・生息状況調査事業 計画検討会	東京都 長岩
	5月25日	中央東福祉保健所管内水質汚濁事故対策連絡会議	中央東福祉保健所 荻田
	5月27日	平成28年度全国湖沼河川養殖研究会第1回理事会	東京都 岡村・長岩
	6月13-14日	平成28年度全国場長会内水面部会 平成28年度全国湖沼河川養殖研究会西日本ブロック会	滋賀県 岡村
	9月1-2日	全国湖沼河川養殖研究会大会 第89回大会	青森県 岡村・長岩
	9月8-9日	平成28年度近畿中国四国ブロック内水面魚類防疫検討会	高知市 荻田・長岩・占部
	9月12-13日	平成28年度内水面関係研究開発推進会議	東京都 荻田
	10月21日	平成28年度鰻来遊・生息状況調査事業 海ウナギ課題担当者会議	横浜市 長岩
	10月28日	平成28年度水産用医薬品薬事講習会	東京都 荻田
	10月28日	平成28年度高知県内水面種苗供給協議会総会	高知市 岡村
	11月10-11日	平成28年度全国湖沼河川養殖研究会西日本ブロック研究会	大分県 長岩・占部
	11月22日	養殖水産分野の薬剤耐性対策に係る説明会	香川県 荻田
	11月29-30日	平成28年度内水面関係研究開発推進会議・資源生態系保全部会ならびに内水面養殖部会	東京都 荻田
	12月7-8日	平成28年度魚病症例研究会 平成28年度水産増殖関係研究開発推進会議「魚病部会」	伊勢市 荻田
	12月16日	平成28年度橋原町・津野町合同魚族保護会	津野町 長岩・占部
	平成29年	1月13日	平成28年度高知県内水面漁業に関する研修会
1月23日		平成28年度高知県水産振興部水産技術研究報告会	須崎市 長岩・占部
2月2-3日		平成28年度全国湖沼河川養殖研究会アユ疾病部会総会および報告会	滋賀県 長岩
2月2-3日		平成28年度全国湖沼河川養殖研究会アユ資源部会総会および報告会	東京都 占部
2月20日		平成28年度全国湖沼河川養殖研究会第3回理事会	東京都 岡村・長岩
2月23日		平成28年度鰻来遊・生息状況調査事業 年度末報告会	東京都 長岩
3月9-10日		平成28年度全国養殖衛生管理推進会議	東京都 荻田
3月17日		平成28年度高知県内水面魚類防疫推進会議	高知市 荻田

### (2) 講師派遣

年	月	日	内容	講演者	名称	開催場所	対象者
平成28年	8月28日		高知のアユを増やす取組み	占部敦史	仁淀川の水と水を考えるシンポジウム	土佐市「グランディール」	内水面漁業関係者
	11月6日		新荘川におけるアユの親魚分布調査及び流下仔魚調査結果	占部敦史	新荘川漁業協同組合理事会	須崎市	漁協関係者
平成29年	1月13日		うなぎ資源を守るために 高知県のアユを増やす取組みについて	長岩理央 占部敦史	高知県内水面漁業に関する研修会	新阪急高知	内水面漁業関係者
	3月17日		平成28年度魚病発生状況	荻田淑彦	平成28年度高知県内水面魚類防疫推進会議	高知市	高知県魚類防疫推進委員

### (3) 口頭発表

年	月	日	内容	講演者	名称	開催場所
平成28年	5月16日		高知県におけるシラスウナギの来遊状況とニホンウナギの移動状況等の把握	長岩理央	平成28年度鰻来遊・生息状況調査事業 計画検討会	東京都
	9月8-9日		平成28年夏季に高知県の河川で発生したアユへの死事例 細菌性鰓病におけるPCR方法の検討	長岩理央 占部敦史	平成28年度近畿中国四国ブロック内水面魚類防疫検討会	高知市
	11月10-11日		養殖ウナギの疾病発生予防の取組について 高知県のアユ流下仔魚量と遡上量との関係	長岩理央 占部敦史	平成28年度全国湖沼河川研究会西日本ブロック研究会	大分県
平成29年	2月2-3日		アユの種苗生産初期に発生したアユへの死事例について	長岩理央	平成28年度全国湖沼河川養殖研究会アユ疾病部会総会および報告会	滋賀県
	2月2-3日		高知県におけるアユ遡上量の変動要因について	占部敦史	平成28年度全国湖沼河川養殖研究会アユ資源部会総会および報告会	東京都
	2月23日		高知県におけるシラスウナギ来遊状況とニホンウナギの移動状況等の把握 追跡調査におけるDNA多型解析を用いた個体識別の有効性検証	長岩理央	平成28年度鰻来遊・生息状況調査事業 年度末報告会	東京都

### 3. 事業報告

# 養殖衛生管理体制整備事業

荻田淑彦・占部敦史・長岩理央

近年、食の安全性について消費者の関心が高まり、水産物の安全性が重要視されている。内水面養殖業においても、生産物の安全性を確保するため、魚病被害の軽減を図り、水産用医薬品の適正使用を推進することが重要となっている。また、特定疾病であるコイヘルペスウイルス病（KHVD）のまん延防止や県内河川におけるアユ冷水病の発生動向把握、新たな魚病の発生などに対応するため、より迅速な魚病診断体制の確立が必要となっている。このため、当事業では、効率的な魚病診断体制の整備、医薬品適正使用の指導、養殖場の巡回調査、医薬品残留検査等を行う。

## 総合推進対策

以下の会議に出席し、情報収集及び関係者への情報提供に努めた。

- ・ 平成 28 年度水産用医薬品薬事監視講習会  
平成 28 年 10 月 東京都
- ・ 平成 28 年度全国養殖衛生管理推進会議 平成 29 年 3 月 東京都
- ・ 平成 28 年度高知県内水面魚類防疫推進会議  
平成 29 年 3 月 高知市

## 養殖衛生管理指導

### 1. 医薬品の適正使用指導

養殖場の巡回時に、医薬品の適正使用について指導するとともに、魚病診断において投薬治療が必要と判断された場合は、分離細菌に対する薬剤感受性試験を行った。平成 28 年

4 月から平成 29 年 3 月に 4 養鰻業者 10 飼育池のウナギから分離されたパラコロ病原菌（*Edwardsiella tarda*）20 株について薬剤感受性試験を行った結果、薬剤耐性菌が 9 株確認された。薬剤耐性菌については、OTC の 1 剤耐性が 3 株確認された。また、OTC-SO-OA の 3 剤耐性が 4 株、OTC-SO-FF-OA の 4 剤耐性が 2 株確認された（表 1）。また、1 養殖業者 1 飼育池のアユから分離された冷水病原菌（*Flavobacterium psychrophilum*）1 株については SIZ に薬剤耐性は確認されなかった。薬剤の略称について、SO はスルファモノメトキシシンおよびオルメトプリム配合剤、OA はオキシリン酸、OTC は塩酸オキシテトラサイクリン、FF はフロルフェニコール、SIZ はスルフィソゾールナトリウムを示す。

### 2. 養殖衛生管理技術の普及・啓発

#### (1) 養殖衛生管理技術対策

以下の会議に出席し、知見の収集、関係者への情報提供などに努めた。

- ・ 中央東福祉保健所管内水質汚濁事故対策連絡会議 平成 28 年 5 月 香美市
- ・ 第 30 回近畿中国四国ブロック内水面魚類防疫検討会 平成 28 年 9 月 高知県
- ・ 平成 28 年度魚病症例研究会 平成 28 年 12 月 三重県

#### (2) 養殖技術指導

##### 1) アユ

放流用種苗の保菌検査、養殖アユの冷水

病対策（投薬）指導

## 2) ウナギ

各種疾病に対する対策（餌止め、換水、投薬、飼育水の昇温）指導

## 3) コイ、キンギョ等の観賞魚

各種疾病の対策（塩水浴）指導

### 3. 養殖場の調査・監視

#### (1) 魚病被害・水産用医薬品使用状況調査

県内のアユ・ウナギ・アマゴ養殖業者を対象に、平成 27 年度の魚病被害・水産用医薬品の使用状況について、調査票に基づく調査を行った。

#### (2) 医薬品残留検査

養殖ウナギ 2 検体について、トリクロロホン、オキシリン酸、フロルフェニコールおよびスルファモノメトキシンの 4 種類の医薬品を対象に残留検査を実施した。検査は一般財団法人日本冷凍食品検査協会に依頼し、公定法で実施したところ、検体から対象医薬品は検出されなかった。

### 4. 疾病の発生予防・まん延防止

#### (1) 魚病診断

##### 1) 天然水域等での診断件数

平成 28 年度の天然水域等（個人池・ため池を含む）における魚病診断件数は 16 件で、魚種別ではアユ 9 件、コイ 3 件、ドジョウ 1 件、キンギョ 3 件であった（表 2）。アユでは冷水病が 6 件、カラムナリス病が 1 件、エドワジエラ イクタルリ感染症が 1 件発生した。コイでは、コイヘルペスウイルス病（KHVD）の発生はなかった。キンギョでは、

キンギョヘルペスウイルス性造血器壊死症が 1 件、カラムナリス病が 1 件発生した。

##### 2) 養殖場での診断件数

平成 28 年度における養殖場での診断件数は 41 件で、魚種別では、アユ 3 件、ウナギ 38 件であった（表 3）。

アユでは、冷水病が発生し、投薬（スルフィゾールナトリウム）を実施したところへい死が止まった。累積死亡率は 12%であった。

ウナギでは、パラコロ病が 15 件、シュードダクチロギルス症が 9 件、カラムナリス病が 13 件、平成 27 年度に未発生のウイルス性血管内皮壊死症が 6 件発生した。上記の件数については、他疾病との混合感染を含んでいる。平成 23 年度から平成 28 年度の主要 4 疾病（パラコロ病、シュードダクチロギルス症、カラムナリス病およびウイルス性血管内皮壊死症）の推移については、減少傾向にあったウイルス性血管内皮壊死症が増加した（表 4）。また、平成 27 年度から継続してパラコロ病とシュードダクチロギルス症の合併症が発生しており（H27: 15 件、H28: 3 件）、重篤化した養殖池では摂餌の低下によりパラコロ病の治療を目的とした薬剤の経口投与で効果がみられないことが多く、継続したへい死が発生し、被害が拡大した。

表 1. *Edwardsiella tarda* の耐性薬剤数およびパターンごとの株数

耐性薬剤数	株数	耐性薬剤パターン	株数
1 剤	3	OTC	3
3 剤	4	OTC, SO, OA	4
4 剤	2	OTC, SO, FF, OA	2

表 2. 天然水域等での魚病診断件数

魚種	病名	月												小計	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
アユ	冷水病			2	3	1									6
	カラムナリス病					1									1
	エドワジエラ イクタルリ感染症					1									1
	不明					1									1
コイ	不明		1							1	1			3	
ドジョウ	不明					1								1	
キンギョ	キンギョヘルペスウイルス性造血器壊死症		1												1
	カラムナリス病							1							1
	不明									1					1
合計		0	2	2	3	5	1	0	1	1	1	1	0	0	16

表 3. 養殖場での魚病診断件数

魚種	病名	月												小計	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
アユ	冷水病													1	1
	不明													1	1
	その他（健康診断等）							1							1
小計		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3
ウナギ	ウイルス性血管内皮壊死症				1					1					2
	ウイルス性血管内皮壊死症+カラムナリス病					1									1
	ウイルス性血管内皮壊死症+パラコロ病							1			1				2
	ウイルス性血管内皮壊死症+カラムナリス病+シュードダクテロギルス症							1							1
	パラコロ病		2	2						1	1	1			7
	パラコロ病+シュードダクテロギルス症										1		2		3
	カラムナリス病		1		1	1									3
	カラムナリス病+シュードダクテロギルス症								1				2		3
	カラムナリス病+パラコロ病				1					1	1				3
	連鎖球菌症 (L. garviae)								1						1
	シュードダクテロギルス症						1				1				2
	頭部潰瘍症+カラムナリス病											1		1	2
	不明									2	1	1			4
	その他（水質、健康診断等）		2	2											4
	小計		3	2	5	2	3	3	3	3	5	6	1	4	1
合計		3	2	5	2	3	4	3	5	6	2	5	1	41	

表 4. 養鰻場での主要 4 疾病の魚病診断件数

病名（混合感染を含む）	H23	H24	H25	H26	H27	H28
パラコロ病	10	34	22	8	23	15
シュードダクテロギルス症	0	0	7	19	22	9
カラムナリス病	15	18	32	33	13	13
ウイルス性血管内皮壊死症	0	9	7	2	0	6

# 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援

占部敦史・隅川和・長岩理央

高知県のアユ資源は、河川環境の悪化などによって低い水準にあり、維持・回復のための対策が強く求められている。アユ資源を回復させるためには、産卵親魚を保護し、産卵量を確保することが必要である。そこで本事業では、産卵に関するデータ（産卵場所・期間・量）および遡上に関するデータ（遡上時期・量や遡上魚の孵化日組成）を収集し、それらを整理・分析した資料を各内水面漁協に提供することで、各漁協が取り組む親魚保護事業（産卵場の造成、親魚保護期間・区域の設定など）をより効果的なものにするを目的とする。

## 材料と方法

**遡上量の評価** 2016年2～5月に、県内11河川の定点（表1）において、箱メガネまたは潜水目視によって、表2の遡上スコアに基づいて遡上量を評価した。また、各河川の遡上量の年比較を行う際には、各年の3～5月の遡上スコアの平均値を、その年の遡上量指標値とした。

**遡上魚の孵化日の推定** 松田川、新荘川、仁淀川、鏡川、物部川および奈半利川においては、遡上量調査を実施した定点で、のぼりうえ、投網又は電気ショッカーにより遡上魚を採捕した。採捕した遡上魚は、体長および体重を測定し、頭部から耳石扁平石を摘出した。取り出した耳石は、光学顕微鏡および日輪計測システム（ラトックシステムエンジニアリング社）を用いてTsukamoto et al. (1987) に従い日輪を計数し、採捕日から日輪数を差し引いたものを孵化日とした。

**流下ピークおよび流下量の評価** 新荘川、仁淀川、鏡川において、表3に示す定点、日時に、網口に濾水計を取り付けた仔魚ネット（口径50 cm、側長150 cm、目合い335 μm）を流心近くに3分間設置して流下仔魚を採集し、実験室で計数した。得られた流下仔魚数を、濾水計の値をもとに流下仔魚量（尾/m<sup>3</sup>）に換算し、その経月変化を見ることで流下ピークを推定した。また、X軸に月日、Y軸に流下仔魚量をとった折れ線グラフ（10月30日と1月20日を0と仮定して作成）とX軸で囲まれる部分を積分し、その値をLOG<sub>2</sub>変換した値を流下仔魚指標値として、その年、その河川の流下仔魚量を評価した。また、四万十川、物部川、伊尾木川および芸芸川については、四万十中央、物部川および芸陽漁業協同組合が調査した結果の提供を受け、データの解析に供した。

**遡上量の変動要因** 遡上量指標値（平成22～27年）と、それに対応する流下仔魚量指標値（平成21～26年）、遡上魚の成長率（平成22～27年）および11～1月の降水量（平成21～27年）との関係を調べた。11～1月の降水量は、東部、中央部および西部の観測点における気象庁の11～1月（3ヶ月分）積算降水量（<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>）を使用した。遡上魚の日間成長率（mm/day）は、次式で求めた。

$$\text{日間成長率} = (\text{採捕時体長} - \text{孵化時体長}) \div \text{日齢} \quad (1)$$

表1. 遡上状況調査の調査地点および調査日

調査河川	調査地点	調査日			
		2月	3月	4月	5月
野根川	鴨田堰	18	3, 15	11, 26	12, 24
奈半利川	田野井堰	18	3, 15	5, 11, 26	12, 24
安田川	焼山堰	18	3, 15	11, 26	12, 24
伊尾木川	有井堰	18	3, 15	11, 26	12, 24
安芸川	中之橋	18	3, 15	11, 26	12, 24
物部川	物部川橋	18	3, 15	19, 26	12
鏡川	トリム堰	22	11, 25	8, 13, 20	20
仁淀川	八田堰	22	11, 25	8, 20	20
新莊川	岡本堰	22	11, 23	8, 13	20
四万十川	赤鉄橋	22	7, 24	20	24
松田川	河戸堰	22	7, 24	20	24

表3. 流下仔魚調査を行った河川

調査河川	調査定点	調査日				調査時刻
		10月	11月	12月	1月	
新莊川	長竹橋下	13, 27	2, 28	9, 26		19:00
仁淀川	行当、中島	13, 26	2, 9, 16, 23, 30	7, 14, 21, 28	11	20:00
鏡川	トリム堰下	13, 26	2, 9, 16, 23, 30	7, 12, 14, 21, 28	11, 25	19:00
四万十川 <sup>※</sup>	平元、小畑	31	7, 14, 21, 21, 28	5, 12, 12, 19, 26	9, 16, 23	19:00
物部川 <sup>※</sup>	横瀬		8, 15, 22, 29	6, 14, 21, 27	3, 10, 17	18:00 19:00 20:00
伊尾木川 <sup>※</sup>	鉄道橋下		10, 17, 24	1, 8, 15, 25, 29	5, 19, 19, 26	19:00
安芸川 <sup>※</sup>	国道橋下		10, 17, 24	1, 8, 15, 25, 29	5, 19, 19, 26	19:30

※、各漁協からデータ提供を受けた河川

表4. 平成27-28年における各河川の遡上量指標値  
(3~5月遡上スコア平均値)

	H27	H28	平年値 (H22-27平均)
野根川	2.0	1.6	2.4
奈半利川	2.8	1.7	2.6
安田川	2.7	2.3	2.7
伊尾木川	2.2	1.5	2.3
安芸川	2.0	1.7	2.0
物部川	2.3	1.9	2.6
鏡川	2.5	1.8	2.0
仁淀川	3.2	2.3	2.8
新莊川	3.0	2.2	2.8
四万十川	2.0	1.0	2.4
松田川	2.7	2.2	2.4
県内平均	2.5	1.8	2.5

表2. 遡上評価に用いるスコアとその基準

スコア	基準
0.0	影なし、食み跡なし
1.0	魚影なし、食み跡あり
1.5	観察される一群が1尾以上~10尾未満
2.0	観察される一群が10尾以上~50尾未満
2.5	観察される一群が50尾以上~100尾未満
3.0	観察される一群が100尾以上~500尾未満
3.5	観察される一群が500尾以上~1,000尾未満
4.0	観察される一群が1,000尾以上

## 結果と考察

**遡上スコア** 平成 28 年度の各河川の遡上スコアを図 1 に示した。遡上開始時期はほとんどの河川が 3 月中であり、各河川の遡上ピーク（その年の最大スコアを一番初めに示した月）は松

田川が 3 月上旬、四万十川が 3 月下旬、仁淀川が 4 月上旬、野根川、奈半利川、安田川、物部川、鏡川および新莊川が 4 月中旬ならびに伊尾木川および安芸川が 4 月下旬であった。

各河川の遡上量指標値をみると、平成 28 年は全ての河川で平年値を下回っており、平成 28 年度の県内平均値 (1.8) は過去 6 年で最低の数値であり、本年の県内アユ遡上量は低水準であったことが推察された (表 4)。

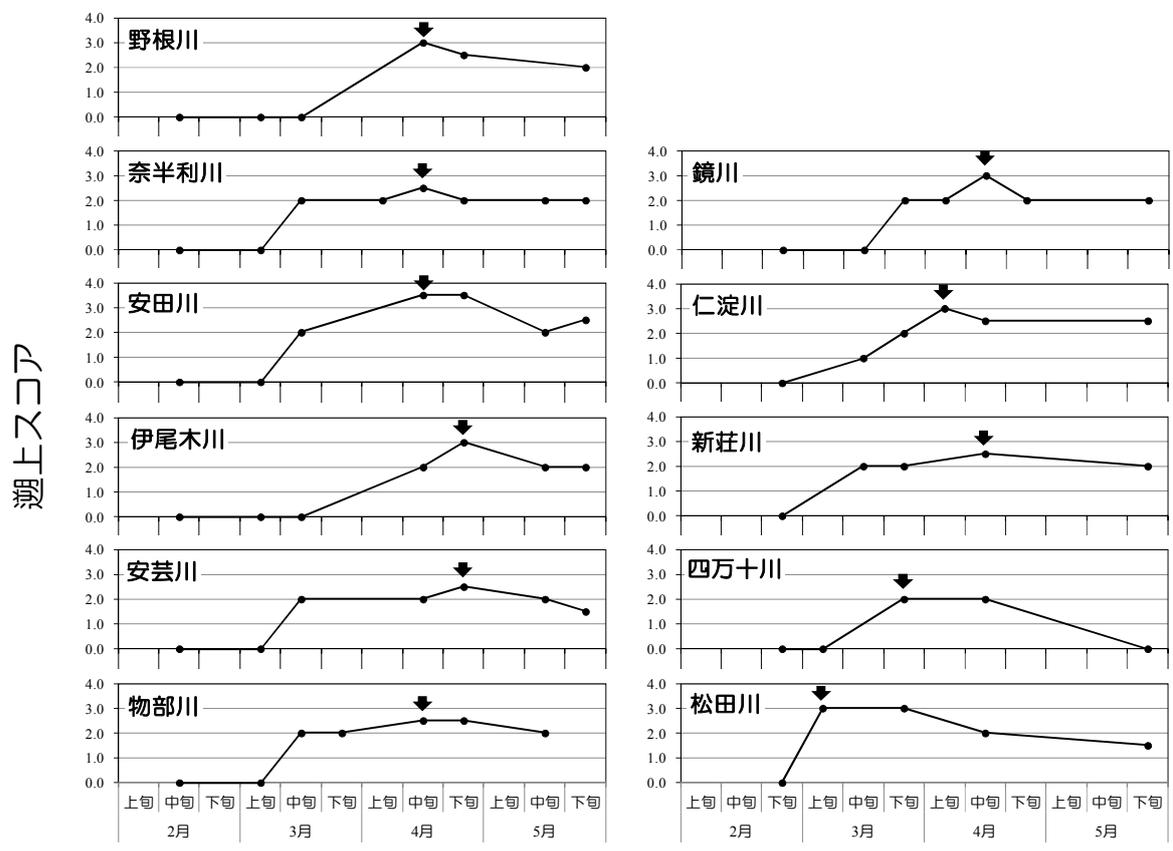


図 1. 県内11河川におけるH28遡上状況調査の結果  
矢印は遡上ピークを示す

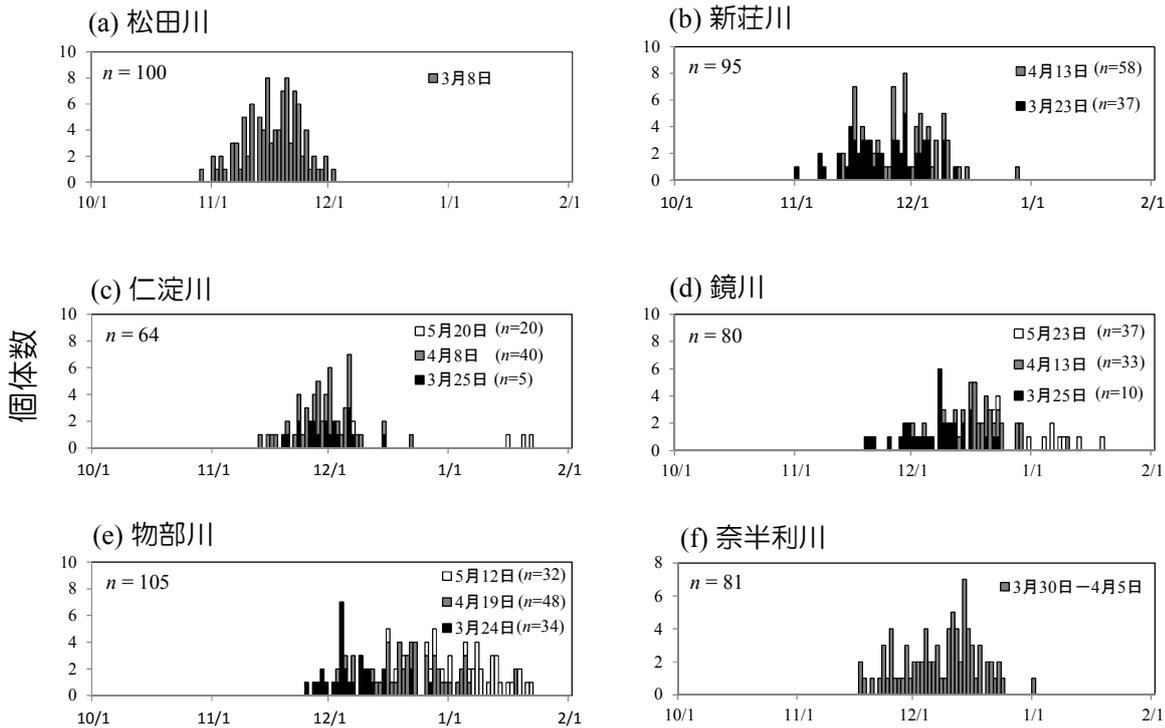


図2. 県内6河川におけるH28遡上魚の孵化日組成

**遡上魚の孵化日組成** 遡上魚の孵化日組成をみると(図2), 松田川の3月遡上群は11月生まれ, 新莊川の3月および4月遡上群は11月中旬から12月中旬生まれ, 仁淀川の3月, 4月および5月遡上群は11月中旬から12月中旬生まれ, 鏡川の3月, 4月および5月遡上群は11月下旬から1月初旬生まれ, 物部川の3月, 4月および5月遡上群は11月下旬から1月中旬生まれ, 奈半利川の4月遡上群は11月中旬から12月中旬生まれが主体であった。

松田川では3月が遡上盛期であったことから(図1), 11月生まれが翌年の遡上資源に大きく貢献したと推測された。松田川以外の5河川では遡上盛期が4月であったことから, 新莊川, 仁淀川および奈半利川で11月と12月生まれ, 鏡川および物部川で12月生まれが翌年の遡上資源に大きく貢献したと推測された。また, 平成27年の流下仔魚量の盛期が新莊川で11月上旬と12月上旬, 仁淀川で12月上旬, 鏡川で12月上旬, 物部川で12月上旬と1月上旬であっ

たことから(長岩ら, 2017), 4河川においては遡上盛期を示した時の遡上群の孵化月と流下盛期の月がほぼ一致していた。

**流下ピークおよび流下量の評価** 各河川における平成28年の流下仔魚量の推移を図3に示した。四万十川では11月下旬と12月中旬に, 新莊川および伊尾川は12月上旬に, 仁淀川および物部川は12月下旬に, 鏡川は12月上旬と1月中旬に, 安芸川は11月下旬, 12月上旬と1月中旬に流下仔魚のピークが確認された。平成28年の流下仔魚指標値を平年値と比べると, 安芸川は平年より高めであったが, 他の6河川は平年より低かった(表5)。これは, 低水準な平成28年の遡上量によって, 親魚量および産卵量が減少したことを反映したためと推察された。

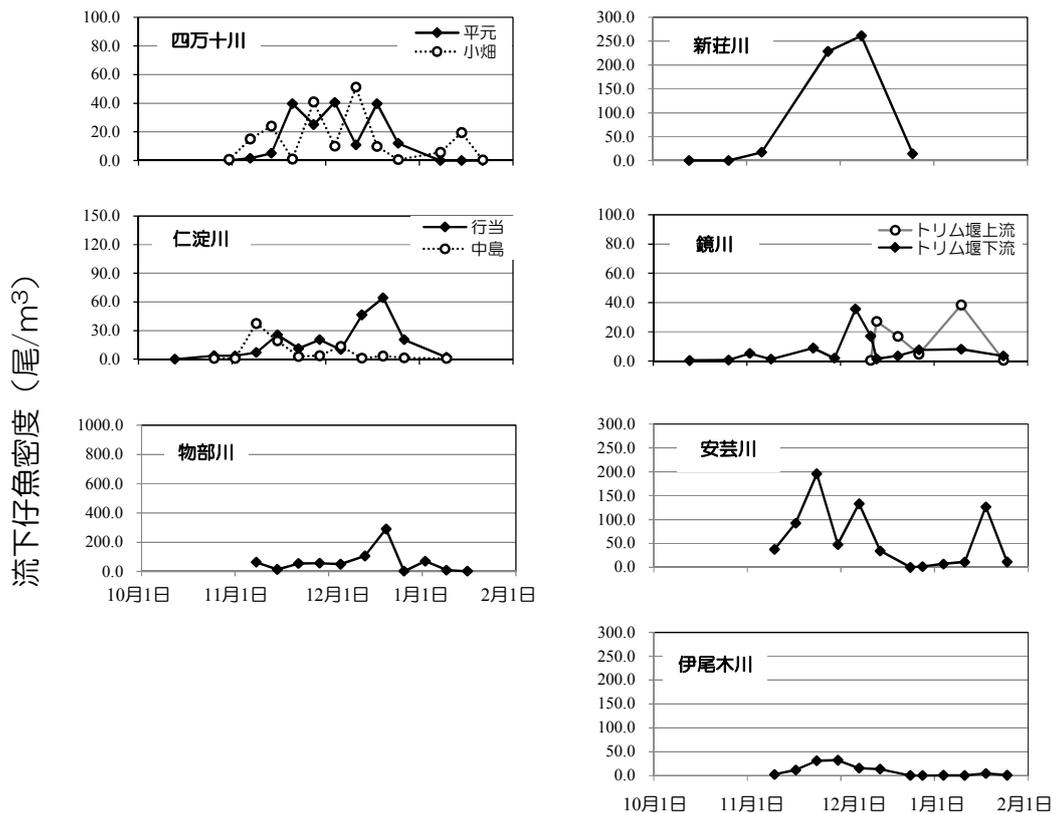


図3. 県内7河川におけるH28流下仔魚量の推移

**遡上量の変動要因** 四万十川, 新莊川, 仁淀川, 鏡川, 物部川, 安芸川および伊尾木川の7河川について, 平成22年から27年までの遡上量指標値とそれに対応する平成21年から26年までの流下仔魚量指標値をプロットしたところ(図4), 有意な正の相関 ( $n=32, r=0.40, p=0.02$ ) が認められ, 流下仔魚量と翌年の資源量には関連があることが示唆された。しかし, 平成28年の遡上量指標値と前年(平成27年)の流下仔魚量指標値のデータを追加したところ, 有意な正の相関 ( $n=39, r=0.30, p=0.07$ ) が認められなくなった。これは, 平成28年の資源量は流下仔魚量と関連しなかったことを意味している。平成28年の遡上量の減少は, 産卵量(=流下仔魚量)に起因するものではなく, 仔稚魚期の生残率が低かったことによるものと推察された。

仔稚魚期の生残率の低下の要因を明らかにするため, 遡上量と降水量, 遡上量と日間成長

率の関係を調べた。上記の7河川の遡上量指標値(平成22~27年)とそれに対応する11~1月の積算降水量をプロットしたところ(図5), 11~1月の積算降水量が400mm未満で相関がないのに対し ( $n=29, r=-0.27, p=0.16$ ), 400mm以上になると, 負の相関があることから ( $n=10, r=-0.93, p<0.01$ ), 11~1月の間に400mmを越える降水量があると遡上量が減少に転じるようであった。また, 松田川, 仁淀川, 鏡川, 物部川および奈半利川の5河川の遡上量指標値(平成22~27年)とその年の各河川の遡上魚の日間成長率には, 有意な正の相関が認められたことから(図6,  $n=23, r=0.56, p=0.01$ ), 遡上までの成長率が高いと, 遡上量が増加する傾向があった。これらの結果から, 仔稚魚期の生残率は, 11~1月の積算降水量や発育初期の餌環境などに起因する成長率によって左右されるものと推察された。したがって, 遡上量は, 産卵量を反映して変動するものの, 仔稚魚期の生

残率を左右する発育初期の成育環境によっても変動すると考えられる。

これらの結果は、報告書として各漁協に提供するとともに、いくつかの漁協については、理事会、シンポジウム、広報誌などで結果を紹介し、親魚保護の重要性の普及に努めた。

## 文献

Tsukamoto, K. and Kajihara, T. (1987) Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 1985-1997.

長岩理央・占部敦史・隅川和・岡部正也 (2017) 土佐湾産天然アユ回復のための新たな保護増殖手法の開発. 平成 27 年度高知県内水面漁業センター事業報告書, 9-12.

表5. 各河川におけるH27-28流下仔魚量指標値

	H27	H28	平年値 (H21-27平均)
四万十川	12.8	10.3	11.2
新荘川	9.2	13.0	14.1
仁淀川	11.3	10.8	11.7
鏡川	11.7	10.4	11.7
物部川	14.0	12.3	13.9
伊尾木川	11.7	9.6	12.6
安芸川	12.7	12.2	12.0

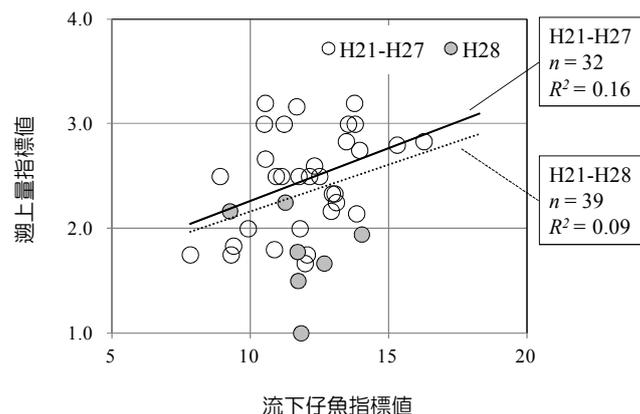


図4. 流下仔魚量指標値と遡上量指標値の散布図

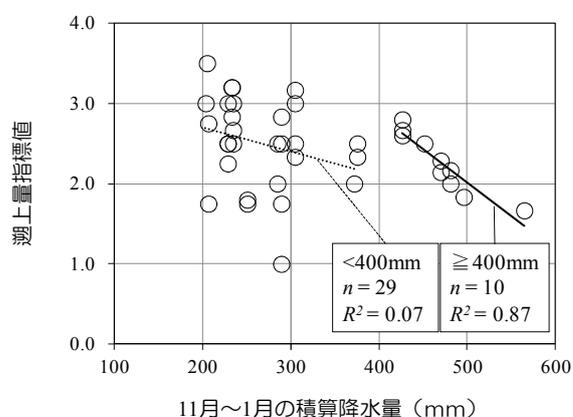


図5. 11月～1月の積算降水量と遡上量指標値の散布図

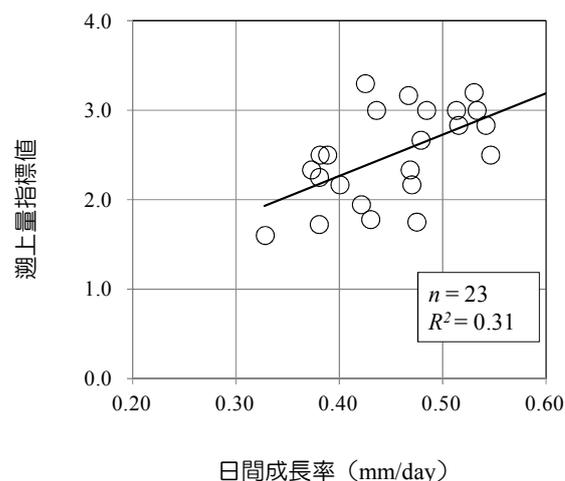


図6. 日間成長率と遡上量指標値散布図

# 人工種苗「土佐のあゆ」による資源添加技術の確立および種苗性の確保

占部敦史・隅川和・荻田淑彦・長岩理央

近年、県内のアユ漁獲量は、河川環境の悪化などによって減少している。そのため、各河川では、内水面漁業協同組合を中心として、アユ資源の保全・回復を目的とした種苗放流を行っているが、放流種苗には、天然アユ資源に大きなダメージを与える冷水病やエドワジエラ イクタルリ感染症の原因菌を持たないこと、天然アユの遺伝的多様性を攪乱しないよう天然魚と同等の遺伝的多様性を持つことが求められている。そこで本県では、高知県内水面漁業協同組合連合会（以下、内漁連）と連携し、県内河川に遡上した天然魚を親魚とする、高い遺伝的多様性と安全性（病原菌を持たない）を持つ県産人工種苗「土佐のあゆ」の生産・放流に取り組んでいる。本課題では、安定的な生産・放流体制を確立することを目的として、天然親魚の採捕と養成、人工種苗の疾病に対する安全性検査、人工種苗の遺伝的多様性評価を行っている。また、種苗性を向上させるための取組として、人工種苗に発生する形態形質の変異についての解明に取り組んだので、それらの結果を報告する。

## 材料と方法

**天然親魚の採捕と養成** 親魚候補となる天然遡上魚は、松田川河戸堰および奈半利川田野井堰において、松田川では平成 28 年 3 月 8 日、奈半利川では 3 月 30 日～4 月 5 日に、のぼりうえおよびすくい網で採捕した。採捕したアユは、内漁連所有の活魚車で当センターまで輸送し、すぐさま屋外の 50 トン水槽に収容し、養成を開始した。

**人工種苗の疾病に対する安全性検査** 平成 28 年度に生産した人工種苗については放流前、平成 29 年度放流用の人工種苗生産に供した親魚（上記の課題で養成した親魚および平成 28 年度に生産した F1 種苗を親魚として養成したもの）については採卵後（人工授精した卵から仔魚が孵化する前まで）に、冷水病およびエドワジエラ イクタルリ感染症の保菌検査を実施した。放流前種苗は全ての生産池（19 池）からそれぞれ無作為抽出した 60 尾（10 尾ずつプールしたものを 1 サンプルとして 114 サンプル）、親魚は全数（1 回の人工授精に供した雌雄数十尾をプールしたものを 1 サンプルとして 71 サンプル）を検査に供した。これらの検査は、アユ疾病に関する防疫指針（アユ疾病対策協議会、平成 23 年 12 月）に従った。

**人工種苗の遺伝的多様性評価** 平成 28 年度に生産・放流を行った F1 種苗（平成 27 年度に養成した天然親魚から生産した種苗。以下、H28F1 とする）と F2 種苗（平成 27 年度に生産した F1 種苗から生産した種苗。以下、H28F2）2 集団 96 個体（各 48 個体）を用いて、Takagi et al. (1999) の 7 遺伝子座 (Pal 1～7) および Hara et al. (2006) の 2 遺伝子座 (PalAyu194 および 199) の計 9 遺伝子座について、マイクロサテライト DNA 多型解析を行った。また、対照群として、平成 28 年に松田川 ( $n = 48$ )、新莊川 ( $n = 48$ )、仁淀川 ( $n = 48$ )、鏡川 ( $n = 48$ )、物部川 ( $n = 48$ )、奈半利川 ( $n = 48$ ) で採捕した天然遡上魚 6 集団についても同様の解析を行った。また、平成 18 年度に生産された 5 回継代を重ねた集団（以下、H18F5）を比較対象にした。

得られたデータをもとに、各集団の各座におけるアリルリッチネス (*Arich*), 固定指数 (*Fis*), ヘテロ接合体率の観察値 (*Ho*) と期待値 (*He*) ならびに Hardy-Weinberg 平衡からの逸脱の有無を FSTAT (Goudet, 2001) および ARLEQUIN (Excoffier et al., 2007) で算出し, H28F1 および H28F2 の遺伝的多様性について評価した。

**人工種苗に発生する耳石結晶化と下顎側線孔の欠損について** 全国のアユ人工種苗で耳石結晶化や下顎側線孔欠損の発生が報告されており (占部ら, 2018), アユ種苗生産における課題となっているが, これらの変異が生じる原因は現在のところ不明である。そこで, 人工種苗に発生する耳石結晶化と下顎側線孔の欠損の原因を明らかにするため, 平成 28 年度放流用の人工種苗生産に供した天然親魚と, その親魚から生産された平成 28 年度放流用人工種苗 (F1) の耳石結晶化率と下顎側線孔の欠損率を調査した。

## 結果と考察

**天然親魚の採捕と養成** 松田川で 4,264 尾, 奈半利川で 1,661 尾を採捕し, それぞれ 50 トン水槽に収容した。採捕時のスレや輸送中のストレスによって, 収容直後にそれぞれ松田川で 223 尾および奈半利川で 7 尾が死亡したが, 親魚養成中のへい死はほとんどなかった。また, 松田川は飼育密度が高かったため, 5 月 11 日に 2 池に分養した (以下, 501 松田川, 502 松田川とする)。成熟を調整するため, 501 松田川は 5 月 15 日から 7 月 20 日, 502 松田川と奈半利川は 5 月 29 日から 8 月 3 日の間, 明期 18 時間, 暗期 6 時間のサイクルで長日処理を行った。松田川は 208 日間, 奈半利川は 192 日間飼育し, それぞれ 10 月 1 日および 10 月 7 日に種苗生産を行

う内漁連に移送 (出荷) した後, 順次, 採卵・種苗生産に供した。各池の出荷尾数および生残率は, 松田川ではそれぞれ 3,957 尾および 92.8%, 奈半利川ではそれぞれ 1,641 尾および 98.8%であった。出荷時の魚体重, 飼料効率および雌の GSI は, 松田川ではそれぞれ 35.7–44.7g, 0.77 および 28.2–29.9, 奈半利川ではそれぞれ 44.2g, 0.77 および 21.1 であった (表 1)。502 松田川の出荷時の排卵・放卵済み個体の割合は他の池と比べて高く, 早く成熟した。これは電照による成熟コントロールの失敗を意味するが, その要因については明らかでない。

表1 天然親魚の養成結果

		松田川		奈半利川
		501	502	
収容尾数			4,264	1,661
分養尾数		1,869	2,105	—
出荷尾数		1,862	2,095	
生残率			3,957 92.8%	1,641 98.8%
魚体重 (g)		44.7	35.7	44.2
飼料効率			0.77	0.77
GSI	オス	12.9	10.2	10.8
	メス	29.9	28.2	21.1
排卵・放卵済み個体割合		0/8	5/10	0/5

**人工種苗の疾病に対する安全性検査** 平成 28 年度に生産した人工種苗は全ての池において, 両疾病とも陰性であった。平成 29 年度放流用の人工種苗生産に供した親魚は, 冷水病は全て陰性であったが, エドワジエラ イクタルリ感染症が 1 サンプルで陽性となった。そのため, 1 サンプルから生産した受精卵については, 孵化前に廃棄処分にした。

表2 平成28年度に生産した人工種苗2集団(H28F1,H28F2)を含むアユ9集団の遺伝的多様性

遺伝子座	人工種苗			天然選上						
	H28F1	H28F2	H18F5	H28松田川	H28新莊川	H28仁淀川	H28鏡川	H28物部川	H28秦平利川	
Pal1	Arich	16.3	14.6	11.0	16.4	15.0	14.3	14.8	14.5	18.7
	Ho/He	0.917/0.922	0.933/0.911	0.563/0.864	0.875/0.910	0.868/0.919	0.938/0.901	0.915/0.925	0.917/0.918	0.935/0.919
	HWE-P	0.045*	0.669	0.000 *	0.433	0.389	0.463	0.836	0.697	0.962
Pal2	Arich	15.2	14.8	10.0	15.3	16.0	13.9	17.8	16.8	16.0
	Ho/He	0.854/0.884	0.778/0.892	0.896/0.832	0.660/0.903	0.868/0.904	0.750/0.898	0.896/0.907	0.833/0.900	0.915/0.914
	HWE-P	0.226	0.240	0.624	0.000*	0.665	0.024 *	0.792	0.339	0.333
Pal3	Arich	17.7	14.4	13.0	17.4	19.3	17.6	19.0	18.0	17.5
	Ho/He	0.894/0.919	0.851/0.910	0.813/0.889	0.958/0.896	0.818/0.943	0.911/0.933	0.896/0.940	0.875/0.911	0.913/0.913
	HWE-P	0.202	0.585	0.077	0.639	0.008*	0.115	0.406	0.564	0.584
Pal4	Arich	21.5	19.2	13.0	18.4	23.4	20.1	20.9	21.7	21.5
	Ho/He	0.936/0.931	0.936/0.927	0.958/0.895	0.854/0.927	0.851/0.936	0.978/0.920	0.854/0.920	0.917/0.923	0.933/0.917
	HWE-P	0.471	0.723	0.145	0.407	0.051	0.722	0.353	0.638	0.160
Pal5	Arich	3.0	2.0	2.0	3.0	2.8	2.8	2.0	2.8	3.6
	Ho/He	0.479/0.414	0.391/0.368	0.188/0.237	0.479/0.389	0.396/0.393	0.313/0.370	0.396/0.362	0.458/0.400	0.250/0.378
	HWE-P	0.381	1.000	0.187	0.100	1.000	0.527	0.416	0.422	0.022 *
Pal6	Arich	7.0	7.0	5.0	7.7	7.0	8.7	7.6	8.7	7.0
	Ho/He	0.851/0.773	0.711/0.749	0.646/0.677	0.625/0.698	0.605/0.665	0.667/0.759	0.667/0.704	0.729/0.765	0.708/0.709
	HWE-P	0.594	0.301	0.092	0.430	0.329	0.448	0.873	0.811	0.211
Pal7	Arich	9.1	6.6	6.0	6.7	6.0	5.8	6.4	7.3	6.6
	Ho/He	0.750/0.755	0.587/0.700	0.604/0.605	0.708/0.707	0.729/0.751	0.596/0.692	0.729/0.723	0.729/0.675	0.771/0.712
	HWE-P	0.698	0.616	0.243	0.497	0.939	0.530	0.443	0.689	0.360
Palayu194	Arich	12.0	9.2	-	10.5	10.6	11.3	10.7	10.7	8.2
	Ho/He	0.574/0.568	0.660/0.610	-	0.438/0.447	0.489/0.514	0.543/0.566	0.521/0.562	0.521/0.545	0.522/0.477
	HWE-P	0.087	0.084	-	0.794	0.329	0.671	0.755	0.219	1.000
Palayu199	Arich	5.6	5.8	-	4.8	5.4	5.7	5.5	4.7	4.8
	Ho/He	0.521/0.607	0.565/0.560	-	0.681/0.617	0.521/0.569	0.630/0.587	0.646/0.535	0.542/0.528	0.596/0.565
	HWE-P	0.043*	0.528	-	0.275	0.576	0.623	0.040 *	0.501	0.612
平均	Arich	11.9	10.4	8.5	11.1	11.7	11.1	11.6	11.7	11.5
	Fis	-0.006	0.029	0.067	0.029	0.059	0.037	0.001	0.003	-0.012

Arich, アリリッチネス; Ho, ヘテロ接合体率の観察値; He, ヘテロ接合体率の期待値; HWE-P, Markov-chain法を用いたFisherの正確確率検定で求めたHardy-Weinberg平衡のp値; \*, 有意水準 (p < 0.05) で有意と判定されたもの; Fis, 固定指数

**人工種苗の遺伝的多様性評価** 各集団の遺伝的多様性を表2に示す。遺伝的多様性の指標となるアレルリッチネス (*Arich*) の各集団の各遺伝子座の平均は天然遡上魚 6 集団でそれぞれ 11.1~11.7, 継代を重ねた H18F5 で 8.5, H28F1 および H28F2 でそれぞれ 11.9 および 10.4 であった。近親交配の指標となる固定指数 (*Fis*) の各遺伝子座の平均値 (正に大きければホモ接合体過剰を示す) は, 天然遡上魚 6 集団で -0.012 ~ -0.059, H18F5 で 0.067, H28F1 および H28F2 でそれぞれ -0.006 および 0.029 であった。Hardy-Weinberg 平衡から有意に逸脱した遺伝子座数は, 天然遡上魚 6 集団が 0~1 遺伝子座, H18F5 が 1 遺伝子座, H28F1 が 2 遺伝子座および H28F2 が遺伝子座なしであった。遺伝的多様性の減少は, ヘテロ接合体率よりもアレル数に大きな影響を与えることが知られており (Allendorf, 1986 ; 原・関野, 2006), 人工種苗における遺伝的多様性の減少は, 限られた親のみが生産に関与することによるボトルネック効果が大きな原因になると推察されている (Allendorf and Phelps, 1980)。今回, H28F1 の遺伝的多様性は天然遡上魚と遜色なかったが, H28F2 はほとんど差異がない (近親交配は全く進んでいない) もの, アレルリッチネス (*Arich*) がやや低かった。ただし, 継代を多く重ねた H18F5 より明らかに高かったことから, H28F2 の遺伝的多様性は十分確保されているものと判断された。今後, F2 種苗の遺伝的多様性をさらに向上させる取組みとして, 親魚となる F1 人工種苗の養成に改良の余地 (例えば, 複数の F1 人工種苗飼育池から親魚候補を取り上げる) があると考えられた。

**人工種苗に発生する耳石結晶化と下顎側線孔の欠損について** 耳石結晶化については, 平成 28 年度放流用の人工種苗生産に供した天然親

魚は左右いずれも 0.0%の発生率であったのに対して, 平成 28 年度放流用の人工種苗 (F1) は左右それぞれ 46.7%および 43.3%であった。また, 下顎側線孔の欠損については, 平成 28 年度放流用の人工種苗生産に供した天然親魚は左右それぞれ 1.7%の発生率であったのに対して, 平成 28 年度放流用の人工種苗は左右それぞれ 40.0%および 43.3%であった (表 3)。以上のことから, 天然魚における両形質の変異発生率は低かったのに対し, それらを親魚として生産した人工種苗の発生率は高かった。一方, 平成 28 年度放流用の人工種苗 (H28F1) の遺伝的多様性は天然魚と同等であったことから (表 2), 遺伝的な影響でこれらの形質変異が発生したのではなく, 環境 (飼育) 条件によって起きたものと推測された。

表3 耳石結晶化率および下顎側線孔の欠損率

	天然親魚		人工種苗F1	
	右	左	右	左
耳石結晶化率	0.0%	0.0%	43.3%	46.7%
	0.0%		58.3%	
	天然親魚		人工種苗F1	
	右	左	右	左
下顎側線孔の欠損率	1.7%	1.7%	43.3%	40.0%
	3.4%		58.3%	

## 文献

- Allendorf, F. W. (1986) Genetic drift and the loss of alleles versus heterozygosity. *Zoo Biol.*, 5, 181-190.
- Allendorf, F. W. and Phelps, S. R. (1980) Loss of genetic variation in hatchery stock of cutthroat trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 109, 537-543.
- 占部 敦史・海野 徹也 (2018) 人工および天然アユにおける計数形質の比較. *水産学会誌*, 84, (in press) .
- Excoffier, L., Laval, G. and Schneider, S. (2005) AREQUIN (version3.0) : An integrated software package for population genetics data analysis1. *Evol. Bioi. Online*, 1, 47-50.
- Goudet, J. (1995) FSTAT ( Version 1.2) : A computer program to calculate F-statistics. *J. Hered.*, 86, 485-486.
- Takagi, M., Shoji, E. and Taniguchi, N. (1999) Microsatellite DNA polymorphism to reveal genetic divergence in ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fish. Sci.*, 65 (4), 507-512.
- Hara, M., Sakamoto, T., Sekino, M., Ohara, K., Matsuda, H., Kobayashi, M. and Taniguchi, N. (2006) Characterization of novel microsatellite DNA markers in ayu *Plecoglossus altivelis*. *Fish. Sci.*, 72, 208-210.
- 原 素之・関野正志 (2006) マイクロサテライト DNA マーカーからみたアワビ人工種苗の遺伝的変異性. *水産総合研究センター研究報告*, 別冊 5, 127-135.

# ウナギ養殖における生産効率向上化試験

荻田淑彦

ウナギ養殖は高知県の主要産業の一つであるが、近年、シラスウナギの不漁や資材の高騰に加え、魚病被害の深刻化が経営を圧迫している。なかでも、「えら病」による被害は大きく、被害額は県全体で数千万円に及ぶと推定されており、生産効率を損なう大きな要因となっている。

「えら病」とは、鰻に障害を起こす疾病の総称である。その原因には、ウイルス性疾病であるウイルス性血管内皮壊死症（原因ウイルス：JEECV）、ヘルペスウイルス性鰻弁壊死症（原因ウイルス：HVA）、細菌性疾病であるカラムナリス症（原因細菌：*Flavobacterium columnare*）および寄生虫疾病であるシュードダクチロギルス症（原因寄生虫：*Pseudodactylogyrus* spp.）がある。

「えら病」のうち、最近ではカラムナリス病が県内養殖場で頻発しており（診断件数 H25：32 件，H26：33 件，H27：13 件，H28：13 件），治療方法がないことから治療および予防方法の確立が求められている。

当事業におけるこれまでの研究によると、魚病の発生は、養殖池の水質や細菌群集組成と関係すること（長岩ら，2015，2016），リアルタイム PCR（以下，qPCR）を用いて *F. columnare* の細菌数モニタリングができること（占部ら，2017）が報告されている。

本事業では、養殖池の水質のモニタリングを行い、疾病発生状況との関係について引き続き検証するとともに、飼育水中の *F. columnare* の検出を行い、疾病の発生との関係について検討

を行い、本県のウナギ養殖における生産性の向上に資することを目的とした。

## 材料と方法

1 養殖業者の 6 池について、水質のモニタリングとして飼育水の水温，pH，アンモニア態窒素および亜硝酸態窒素を 1 ヶ月に 1 回程度の頻度で測定した。飼育水中の *F. columnare* の抽出および検出は占部ら（2017）に従った。

## 結果と考察

へい死の発生が少ない養殖池と多い養殖池では水質の値および変動に違いが見られた（図 1 および図 2）。へい死がほとんど見られなかった池の水質は比較的安定していたが、へい死が多く見られた池の水質はアンモニア態窒素および亜硝酸態窒素の変動が大きい傾向が見られた。

また、カラムナリス病発生時の養鰻池の飼育水から qPCR により *F. columnare* が検出された（データ省略）。

今後、サンプリングした飼育水の分析を実施し、飼育水の水質等と比較することで、当該疾病の予防および治療方法の開発に繋げていきたい。

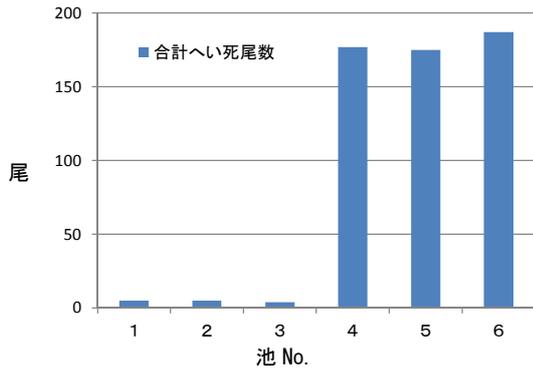


図1. 各飼育池の年間へい死尾数の合計

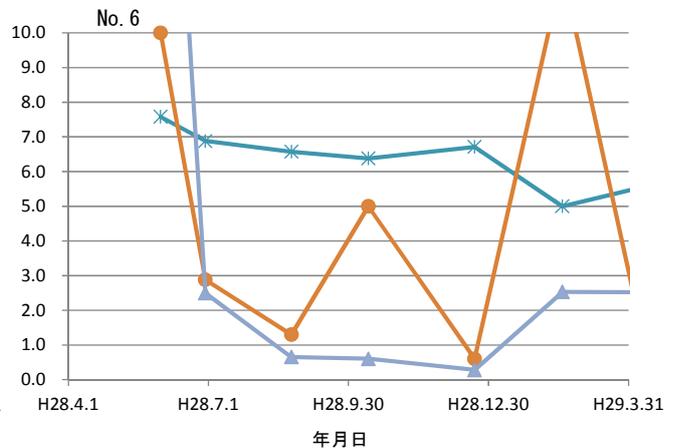
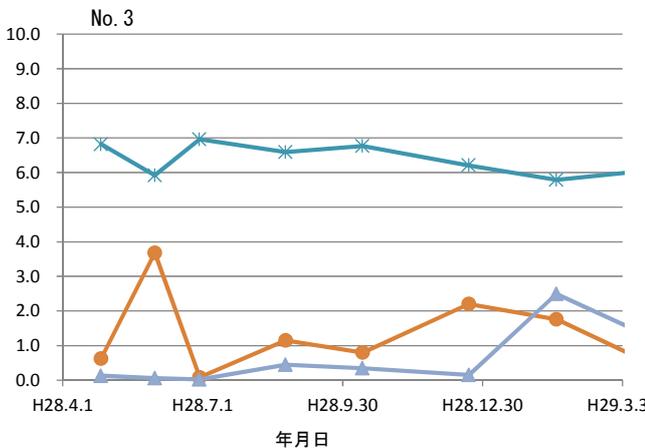
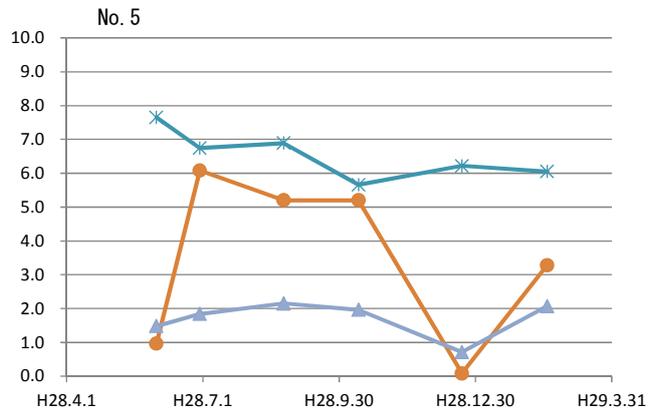
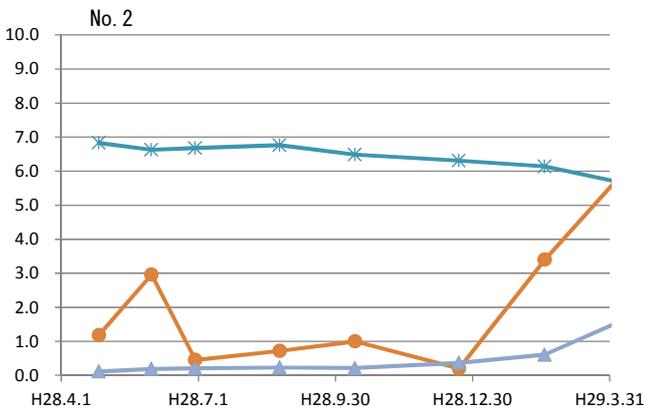
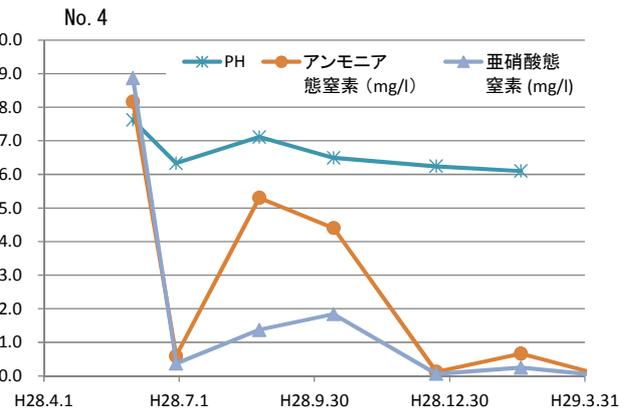
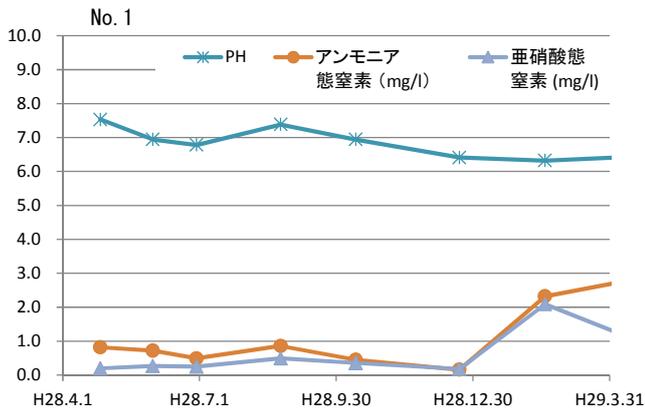


図2. 飼育水の pH, アンモニア態窒素および亜硝酸態窒素 (左: へい死の少なかった養鰻池 右: へい死の多かった養鰻池)

## 文献

長岩理央・岡部正也（2015）高知県内の養殖場における飼育環境の比較と魚病発生状況の把握．平成 25 年度高知県内水面漁業センター事業報告書（調査研究報告），**24**，37 - 43.

長岩理央・岡部正也（2016）ウナギ養殖における生産効率向上化試験．平成 26 年度高知県内水面漁業センター事業報告書（事業報告），**25**，21 - 23.

占部敦史・長岩理央（2017）ウナギ養殖における生産効率向上化試験．平成 27 年度高知県内水面漁業センター事業報告書（事業報告），**26**，16 - 20.

# ウナギ生息状況等緊急調査事業

長岩理央・占部敦史・隅川 和

近年、わが国の沿岸に来遊するシラスウナギは著しく減少しており、ニホンウナギ資源の枯渇が懸念される。

そこで本事業では、鰻供給安定化事業（水産庁，平成 27～29 年度）のうち「河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業」を受託し、「高知県におけるシラスウナギの来遊状況とニホンウナギの移動状況等の把握」と「追跡調査における DNA 多型解析を用いた個体識別の有効性検証」の 2 課題に取り組んだ。成果の詳細は、水産庁に報告書として提出しているため、ここでは、その概要を報告する。

## 1 高知県におけるシラスウナギの来遊状況とニホンウナギの移動状況等の把握

ニホンウナギ（以下、ウナギ）資源の枯渇が懸念される一方で、ウナギ資源保護の検討に不可欠なシラスウナギ（以下、シラス）の来遊状況や河川内でのウナギの生態などに関する知見は極めて不足している。そこで本課題では、高知県におけるシラス来遊状況とウナギ成魚の河川内での移動状況に関する知見の収集を目的とした。

### 材料と方法

**シラス来遊状況調査** 高知県中央部に位置する夜須川の河口において、新月を基準に、月 1 回、日没・干潮後の上げ潮時に、調査員 3 名で 2 時間のすくい網採集を行った。

採集したシラスは生かしたまま全長・体重の測定を行い、Fukuda et al. (2013)に従って、黒色素胞の発現状態に基づく発育段階を決定した。

**ウナギ成魚移動状況調査** 高知県東部に位置する奈半利川の河口から上流 20 km までの範囲において、5～10 月の間に筒漁法でウナギ成魚を採集し、全長・体重の測定、Silvering index（以下、S.I.）(Okamura et al. 2007)による成熟段階の決定を行った。

採集した個体にイラストマータグと DNA を用いた遺伝標識による個体識別を施したのち、採集場所に放流した。個体識別の結果から、再び採集されたものと判定した個体を再捕個体とし、それらの採集場所および全長・体重のデータから、移動と成長の推定を行った。

## 結果

**シラス来遊状況調査** 平成 28 年度漁期（平成 28 年 11 月から翌年 10 月まで）の採集個体数は過去 5 年間で 3 番目に多く、来遊のピークは 1 月であった（図 1, 2）。平成 28

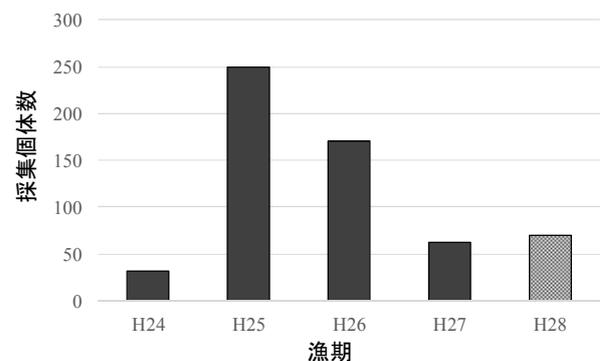


図1 各年度漁期におけるシラスウナギ採集個体数

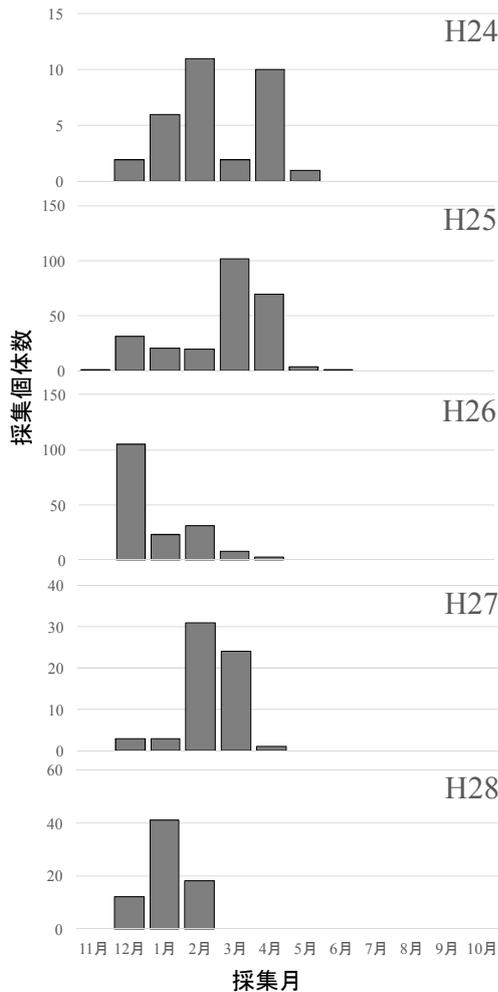


図2 各年度漁期におけるシラスウナギ採集個体数の経月変化

年度漁期に採集されたシラスの平均全長および肥満度は、来遊初期から終期にかけて減少する傾向が認められた（データ省略）。また、平成 24～28 年度漁期における、各漁期内の VI<sub>A0</sub> 以上の個体の割合と採集個体数の合計との間に負の相関 ( $r = -0.70$ ) が認められたことから（図 3）、発育の進んだ個体

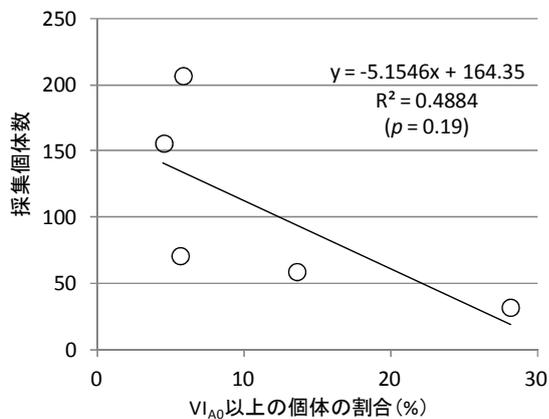


図3 H24 - H28漁期におけるVI<sub>A0</sub>以上の個体の割合と採集個体数との関係

の割合が高い漁期は、来遊個体数が少なくなることが示唆された。

ウナギ成魚移動状況調査 平成 28 年度までに 1,195 個体を採集した。採集個体の成熟段階ごとの出現場所と時期を見ると、最も成熟が進んだ S2 個体は上流と中流では 7 月から、下流と河口では 8 月から確認された（図 4）。

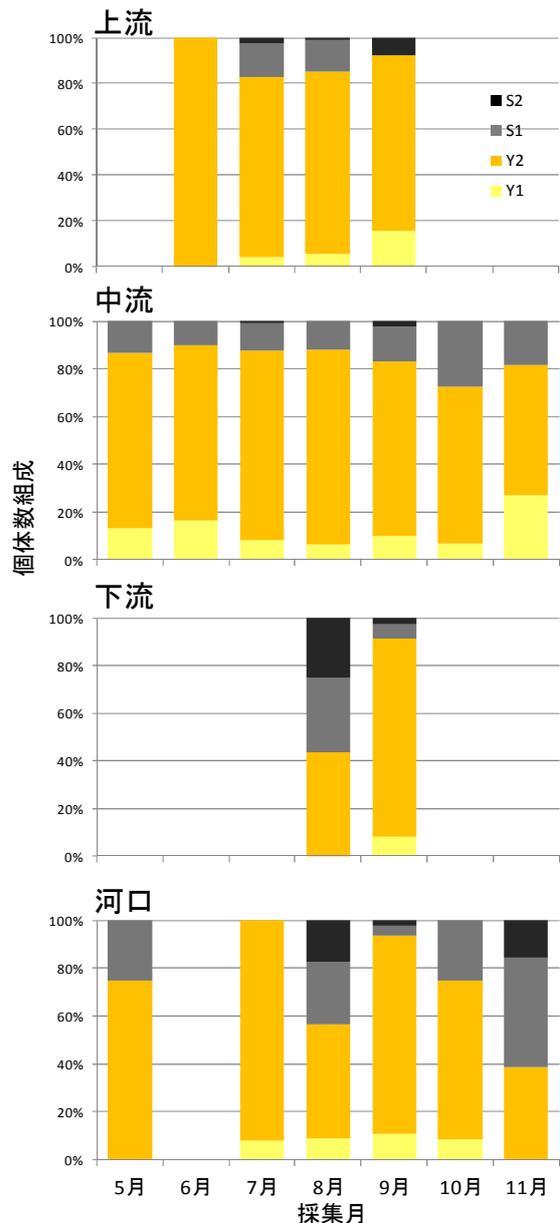


図4 各区間ごとの成熟段階別個体数組成の経月変化

再捕された 92 個体を、それぞれの放流・再捕場所と移動距離のデータから、定位（移

動距離が 2 km 以内のもの), 降下, 遡上の 3 つの移動タイプに類別したところ, その割合はそれぞれ 68%, 20%, 12%となった。また, 再捕個体の全長データから成長率を算出した結果, 全個体の平均成長率は 3.4 cm/年となった。奈半利川における S2 個体の平均全長は 64.2 cm, Y1 個体の平均全長は 37.4 cm であり (データ省略), 河川加入から全長 40 cm になるまでに 5 年程度かかることが知られていることから (黒木・塚本 2011), これらをもとに河川生活期間を推定したところ, 奈半利川では, 河川加入から海域への降下までに平均 13 年程度 ( $(64.2 \text{ cm} - 37.4 \text{ cm}) \div 3.4 \text{ cm/年} + 5 \text{ 年} = 12.9$ ) がかかることが推察された。

## 2 追跡調査における DNA 多型解析を用いた個体識別の有効性検証

ウナギ保護策の検討に必要な, 個体ごとの移動や成長を把握するためには, 標識放流による追跡調査が必須である。しかしながら, これまでに用いられてきた標識は, 魚体への影響や標識の持続性などに問題のある場合があり, 精度の高い個体追跡データを収集する障壁となっていた。

そこで本課題では, ウナギに極力負担をかけずに, 河川遡上直後から長期間にわたって個体追跡ができる標識技術の確立を目的として, DNA 多型解析による個体識別の有効性の検証と非侵襲的な DNA サンプルの採取法の開発に取り組んだ。

### 材料と方法

奈半利川で採集したウナギの鰭組織から抽出した DNA を用いてマイクロサテライ

ト DNA (以下, MS DNA) 分析を 6 遺伝子座で行い, 得られた遺伝子型に基づいて, 異なる個体の遺伝子型が偶然一致する確率 Probability of identity (以下, PID) を算出するとともに, 上記ウナギにイラストマータグを施して放流し, 遺伝子型が一致した個体のイラストマータグの有無の確認を行って, DNA 多型解析による個体識別の有効性を検証した。

異なる発育段階のウナギ (シラス, クロコ, 黄ウナギ) を用いて, 各発育段階に適した, ウナギを傷付けずに, 粘液から DNA を採取する方法を検討した。特に, シラス~クロコについて, 簡便で, フィールドでも実施できる手法の検討を行った。

### 結果

906 個体の MS DNA 分析によって得られた PID は  $5.78 \times 10^{-10}$  となったことから, ひとつの河川内に生息するウナギの中で全く同じ遺伝子型を持つ個体が出現する確率は限りなく低いことが示された。さらに, 遺伝子型が一致した 92 個体のうち 91 個体については, 放流時に施したイラストマータグが確認されたことから, DNA 多型解析が個体識別に有効であることが実証された。

シラス~クロコの粘液 DNA 採取法について, いくつかの手法を試みた結果, チャック付ポリエチレン袋 (ユニパック等) を用いる方法が, 最も簡便で, DNA の回収量が多かった。また, この手法を用いて得られた DNA で, MS DNA 分析による個体識別ができることも確認した。

### 文献

黒木真理・塚本勝巳（2011）旅するウナギ  
1億年の時空をこえて. 東海大学出版会,  
神奈川, p. 66-67.

Fukuda N., Miller M. J., Aoyama J., Shinoda  
A., Tukamoto K. (2013) Evaluation of the  
pigmentation stages and body proportions  
from the glass eel to yellow eel in *Anguilla  
japonica*. Fish Sci, **79**, 425-438.

Okamura A., Yamada Y., Yokouchi K., Horie  
N., Mikawa N., Utoh T., Tanaka S. and  
Tsukamoto K. (2007) A silvering index for  
the Japanese eel *Anguilla japonica*. Environ.  
Biol. Fishes., **80**, 77-89.

## 4. 參考資料

# (1) 高知県河川漁業生産量の推移

(単位:トン)

年	アユ	ウナギ	コイ	マス類	その他魚類	貝類	エビ	その他動物	合計
1971	603	145	122	10	444	15	113	186	1,638
1972	429	84	39	2	342	7	60	167	1,130
1973	795	80	42	4	365	6	61	349	1,702
1974	1,558	136	58	53	423	9	103	253	2,593
1975	2,257	193	116	68	514	8	131	304	3,591
1976	1,807	168	88	75	405	7	101	323	2,974
1977	1,340	163	69	20	353	7	72	241	2,265
1978	1,402	166	72	21	341	7	58	227	2,294
1979	1,052	168	75	21	372	17	58	205	1,968
1980	1,479	181	75	26	362	11	70	444	2,648
1981	1,837	177	76	32	346	9	103	208	2,788
1982	1,754	184	74	37	359	31	103	438	2,980
1983	1,630	157	66	36	307	40	129	542	2,907
1984	1,290	106	54	36	233	37	149	177	2,082
1985	1,270	122	59	44	212	37	155	253	2,152
1986	1,153	129	60	40	184	26	111	279	1,982
1987	1,053	124	67	37	198	25	114	248	1,866
1988	1,369	127	65	40	196	14	108	282	2,201
1989	1,422	131	66	66	194	14	106	224	2,223
1990	1,368	117	59	62	194	13	104	281	2,198
1991	1,430	101	47	69	187	10	109	258	2,211
1992	1,283	112	48	64	184	6	103	230	2,030
1993	1,195	111	47	67	182	6	105	60	1,773
1994	1,115	112	52	69	181	6	104	202	1,841
1995	821	59	35	66	127	5	64	136	1,313
1996	849	59	34	65	125	5	60	123	1,320
1997	721	51	32	43	118	4	50	141	1,160
1998	591	63	28	42	104	3	52	30	913
1999	559	64	21	40	74	2	52	37	849
2000	564	74	17	39	54	2	56	97	903
2001	492	67	13	36	50	2	56	98	814
2002	453	56	13	34	49	2	62	92	761
2003	262	60	10	34	36	2	55	54	513
2004	134	36	5	18	21	0	55	90	359
2005	333	57	5	18	25	0	56	98	592
2006	140	*	3	2	*	0	*	*	145
2007	97	*	3	1	*	0	*	*	101
2008	106	21	3	1	18	-	33	45	227
2009	139	*	3	1	*	-	34	151	328
2010	100	*	2	1	*	-	8	54	165
2011	112	7	2	1	8	-	6	36	172
2012	100	8	2	1	9	-	8	36	164
2013	103	3	1	1	8	-	3	26	146
2014	106	4	1	1	5	-	1	17	138
2015	105	3	1	1	5	-	1	18	138
2016	91	3	1	1	7	-	0	11	115

その他魚類には、うぐい・おいかわを含む

※農林水産省 農林水産統計より集計

## (2) 天然アユの市場別取扱量の推移

(単位: kg)

年	幡多公設 卸売市場	西土佐 鮎市場	四万十川 上流淡水	その他漁協	計 (ト)
1977	14,812				14.8
1978	18,368				18.4
1979	7,681				7.7
1980	17,636	4,870			22.5
1981	27,559	6,500			34.1
1982	15,227	3,400			18.6
1983	11,806	1,700			13.5
1984	17,912	5,183			23.1
1985	15,526	1,425		4,445	21.4
1986	9,582	1,409		6,546	17.5
1987	7,704	1,299		4,814	13.8
1988	17,508	3,112	1,614	5,050	27.3
1989	10,356	1,513	1,613	0	13.5
1990	8,991	1,523	1,944		12.5
1991	11,887	4,788	3,970	3,537	24.2
1992	7,680	1,527	3,524	4,043	16.8
1993	8,134	2,855	3,720	1,573	16.3
1994	6,379	2,040	2,129	2,674	13.2
1995	7,871	2,194	2,621	3,607	16.3
1996	7,490	3,326	4,101	2,821	17.7
1997	7,365	2,121	3,231	3,225	15.9
1998	2,738	1,059	2,850	3,032	9.7
1999	5,211	2,144	3,370	2,125	12.9
2000	5,774	2,984	2,819	1,824	13.4
2001	7,174	3,188	3,632	2,690	16.7
2002	6,739	3,650	2,695	2,812	15.9
2003	2,380	1,049	785	2,202	6.4
2004	2,487	384	1,257	1,371	5.5
2005	5,202	1,055	2,761	1,974	11.0
2006	4,232	1,550	1,040	2,263	9.1
2007	3,930	1,039	1,080	1,569	7.6
2008	3,862	665	1,693	2,641	8.9
2009	1,574	2,730	1,583	1,928	7.8
2010	2,270	1,708	1,122	1,753	6.9
2011	2,012	2,606	1,412	1,121	7.2
2012	3,470	2,390	796	1,138	7.8
2013	1,084	1,884	1,346	1,503	5.8
2014	1,420	2,116	1,296	1,732	6.6
2015	3,766	5,328	1,556	695	11.3
2016	2,441	1,951	1,708	1,963	8.1

※間取り調査により集計