

令和5年度

事業報告書

第34巻

令和7年2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	5
(2)	高知県のアユ資源量の維持・増大に向けた取組支援事業	8
(3)	人工種苗「土佐のあゆ」の種苗性評価事業	18
(4)	養鰻における疾病の早期検知技術の開発	32
(5)	シュードダクチロギルス属成虫に対する薬剤等の駆虫効果及び卵の低温耐性	44
(6)	河川におけるアマゴ、カワムツ、ウグイ及びオイカワの異形細胞性鰓病原因ウイルス PaPV の保有状況	48
(7)	モクズガニ種苗生産技術の再構築	50
(8)	ウナギの来遊資源量に関する研究	61
(9)	高知県物部川におけるウナギ生息状況に対する環境変動の影響調査	63
(10)	アユの資源回復に向けた気候変動影響適応手法開発事業	69
4	参考資料	
	高知県河川漁業生産量の推移	76
	アユの市場別取扱量の推移	77

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山田 687-4

電話番号 : 0887-52-4231

FAX 番号 : 0887-52-4224

ホームページアドレス : <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040000/040408/>

(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）

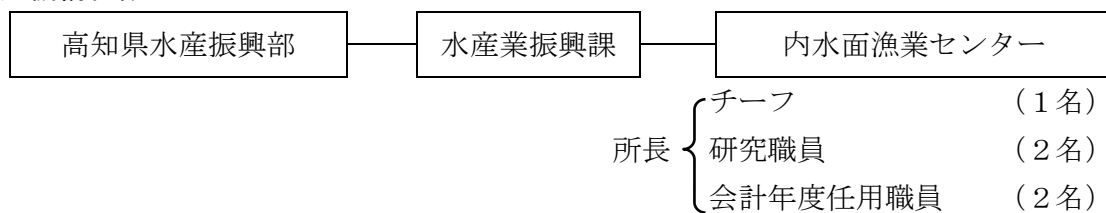
昭和 55 年 高知県内水面漁業センターに改組、移転（現所在地）
（高知県内水面魚病指導総合センターを併設）

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	山 本 順	統 括
チーフ	稲 葉 太 郎	研究業務総括、魚類資源、増殖技術、環境調査等全般
研究員	中 城 岳	内水面養殖指導、魚病診断
研究員	高 村 一 成	魚類資源、増殖技術、環境調査等全般
会計年度任用職員	隅 川 和	試験研究補助
会計年度任用職員	高 月 明	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・債)
内水面漁業センター管理運営費	8,829	8,829		
内水面漁業試験研究費	12,311	10,189		2,122
内水面漁業振興事業費	1,484	1,484		
養殖振興対策事業費	1,735	900	835	
合 計	24,359	21,402	835	2,122

(6) 施設の概要

1) 敷地面積

9,343 m²

2) 建物

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

2 活動実績

(1) 会議等への参加

開催日	会議名	開催場所	参加者
4月26日	アメゴ養殖場デジタル整備協議会	梶原町	山本、中城
5月24日	あゆ王国高知振興ビジョン推進協議会	高知市	山本、稲葉
6月21日	高知県河川魚族保護会第72回通常総会	高知市	山本、稲葉
6月29日-30日	全国湖沼河川養殖研究会西日本ブロック会議、全国水産試験場長会内水面部会西日本ブロック会議	島根県	山本
7月11日	魚類防疫士連絡協議会理事会	Web開催	中城
7月19日	物部川清流保全推進協議会幹事会	香南市	稲葉
7月21日	中央東福祉保健所管内水質汚濁事故対策連絡会議	香美市	山本、中城
8月1日	あゆ王国高知振興ビジョン資源・環境保全部会	高知市	山本、稲葉
8月23日	物部川清流保全推進協議会総会	香美市	山本
8月29日	魚類防疫士連絡協議会臨時理事会	Web開催	中城
8月30日	津野町魚族保護会	津野町	山本、稲葉 中城
8月31日	第37回近畿中国四国ブロック内水面魚類防疫検討会議及び令和5年度魚類防疫士連絡協議会近畿中国四国ブロック研修会（内水面）	Web開催	中城
9月13日	公設試験研究機関情報交換会	南国市	稲葉
9月13日-14日	令和5年度内水面関係研究開発推進会議	Web開催	山本
9月27日-28日	全国湖沼河川養殖研究会大会	北海道	山本
10月11日	アメゴ養殖場デジタル整備協議会	梶原町	中城
10月26日	物部川清流保全推進協議会 水環境勉強会	香南市	稲葉
12月13日-14日	魚病症例研究会	三重県	中城
12月19日	津野町梶原町合同魚族保護会	梶原町	稲葉
1月22日	あゆ王国高知振興ビジョン資源・環境保全部会	高知市	山本、稲葉
1月23日	水産庁委託事業「令和5年度資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」年度末報告会議（アユ課題）	東京都	稲葉
2月1日	水産庁委託事業「令和5年度資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」年度末報告会議（ウナギ課題）	東京都	高村
2月1日-2日	令和5年度全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会	Web開催	稲葉
2月2日	水産技術研究報告会	須崎市	山本
2月6日	全国湖沼河川養殖研究会西日本ブロック研究会	Web開催	稲葉
2月8日	あゆ王国高知振興ビジョン推進協議会	高知市	山本、稲葉
2月9日	内水面漁業に関する研修会	高知市	稲葉、中城
2月13日	全国湖沼河川養殖研究会令和5年度第3回理事会・幹事会	Web開催	山本
2月13日-14日	令和5年度全国湖沼河川養殖研究会アユ疾病研究部会	大分県	中城
2月19日	令和5年度第2回物部川清流保全推進協議会幹事会	香美市	山本
3月8日	令和5年度全国養殖衛生管理推進会議	Web開催	中城、高村

(2) 講師派遣

開催日	会議等名称	開催場所	講演内容	講演者	対象
6月21日	高知県河川魚族保護会第72回通常総会（再掲）	高知市	県内河川におけるアユ資源量の維持に有効な産卵親魚の保護に向けて	稲葉	同会会員及び関係市町村職員
7月21日	中央東福祉保健所管内水質汚濁事故対策連絡会議（再掲）	香美市	河川・用水路で見られるへい死魚の死因について	中城	同保健所管内県及び市町村関係機関
10月26日	物部川清流保全推進協議会 水環境勉強会（再掲）	香南市	アユを取り巻く諸問題	稲葉	同協議会関係者

2月9日	内水面漁業に関する研修会（再掲）	高知市	県内河川におけるアユ資源量の維持に有効な産卵親魚の保護に向けて 高水温期の河川に発生したアユの疾病について	稲葉 中城	内水面漁業関係者
------	------------------	-----	--	----------	----------

(3) 口頭発表

開催日	会議等名称	開催場所	内容	発表者
8月30日	津野町魚族保護会（再掲）	津野町	「土佐のあゆ」と不漁原因について	稲葉
8月31日	第37回近畿中国四国ブロック内水面魚類防疫検討会（再掲）	Web開催	天然アユで発生したカラムナリス病について	中城
1月23日	水産庁委託事業「令和5年度資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」年度末報告会議（アユ課題）再掲	東京都	令和5年度資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業アユ課題 高知県の結果	稲葉
2月1日	水産庁委託事業「令和5年度資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」年度末報告会議（ウナギ課題）再掲	東京都	高知県物部川におけるウナギ生息状況に対する環境変動の影響調査	高村
2月1日-2日	令和5年度全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会（再掲）	Web開催	物部川における流下仔魚量と遡上・定着魚の孵化日組成について	稲葉
2月13日-14日	令和5年度全国湖沼河川養殖研究会アユ疾病研究部会（再掲）	大分県	アユに発生した疾病について	中城

3 事業報告

養殖衛生管理体制整備事業

中城 岳・隅川 和・高月 明

内水面養殖業においては魚病被害が頻発しており、養殖業者の経営悪化の大きな要因となっている。一方、水産用医薬品の残留に対する懸念など、養殖業の安全性に対する消費者の関心が高まっている。また、特定疾病であるコイヘルペスウイルス病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の把握、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。こうした課題を解決するため、当事業では効率的な魚病診断体制の整備、医薬品の適正使用の指導、水産用医薬品の残留検査並びに養殖場の巡回調査等を行う。

1 医薬品の適正使用に関する指導

養殖場の巡回時に水産用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、分離菌に対する薬剤感受性試験を行った。今年度は魚病診断時にウナギ病魚から分離されたパラコロ病原菌 *Edwardsiella tarda* 7 株の薬剤感受性試験を行った結果、薬剤耐性株が 1 株確認された（表 1）。

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 令和 5 年 7 月 県中央東福祉保健所
（講演：「河川・用水路で見られるへい死魚の死因について」）
- ・近畿中国四国ブロック内水面魚類防疫検討会（Web 開催） 令和 5 年 8 月
（話題提供：「天然アユで発生したカラムナリス病について」）
- ・魚類防疫士連絡協議会近畿・中国・四国ブロック研修会（Web 開催） 令和 5 年 8 月
- ・魚病症例研究会 令和 5 年 12 月 三重県伊勢市
- ・令和 5 年度アユの疾病研究部会 令和 6 年 2 月 大分県大分市 （症例報告）
- ・令和 5 年度全国養殖衛生管理推進会議（Web 開催） 令和 6 年 3 月

(2) 養殖技術指導

1) アユ

放流用種苗の保菌検査、各種疾病に対する対策（塩水浴、投薬等）指導及び助言を行った。

2) ウナギ

各種疾病に対する対策（餌止め、換水、投薬、昇温等）指導及び助言を行った。

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、ウナギ及びアマゴの養殖業者を対象に、令和4年1月～12月における魚病被害及び水産用医薬品の使用状況について、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、オキシテトラサイクリン、オキシリン酸、フロルフェニコール及びスルファモノメトキシンの5種類の医薬品を対象に残留検査を実施した。外部の検査機関において検査を実施したところ、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

県内の天然水域等（個人池・ため池を含む）及び養殖場における疾病のまん延防止及び予防を目的として魚病診断を実施し、魚病の発生状況の把握に努めた。なお、診断件数には養殖業者が予防の目的で当センターに診断を依頼したものも含んでいる。

1) 天然水域等

令和5年度の天然水域等における魚病診断件数は13件で、魚種別ではアユ7件、オイカワ1件、キンギョ2件、タカハヤ、アカザ及びアマゴ1件、ウグイ、オイカワ及びカワムツ1件、コイ、オイカワ1件であった（表2）。アユではエドワジエラ・イクタルリ感染症が2件、カラムナリス病が1件、カラムナリス病及びエドワジエラ・イクタルリ感染症の混合感染が2件、繁殖行動後の衰弱死が1件、不明が1件であった。タカハヤ、アカザ及びアマゴ1件、ウグイ、オイカワ及びカワムツ1件、コイ、オイカワ1件はいずれも原因不明であった。

2) 養殖場（食用及び放流用）

令和5年度の養殖場における診断件数は46件で、魚種別ではアユ13件、アマゴ（サツキマス）1件、ウナギ32件であった（表3）。

アユでは異形細胞性鰓病が7件、グルゲア症が1件、不明が5件であった。アマゴ（サツキマス）では滑走細菌症が1件であった。また、ウナギではウイルス性血管内皮壊死症が3件、同疾病及びパラコロ病の混合感染が2件、同疾病とパラコロ病及びカラムナリス病の混合感染が2件、同疾病及びカラムナリス病の混合感染が4件、カラムナリス病が6件、同疾病とシュードダクチロギルス症及びトリコジナ症の混合感染が1件、同疾病及び頭部潰瘍症の混合感染が1件、パラコロ病が3件、同疾病及びカラムナリス病の混合感染が2件、シュードダクチロギルス症が1件、同疾病及びトリコジナ症の混合感染が2件、ミズカビ病が1件、腎芽腫が1件、原因不明が3件であった。

(2) 病魚等から分離された菌株の保存及び外部機関への譲渡

感染試験や遺伝子解析への使用を目的として、魚病診断を行った病魚から分離された病原菌などの菌株を凍結保存した。令和5年度は計117株を保存した。また、外部機関の依頼により、これらの菌株のうち6株を譲渡した。

表1 ウナギ病魚から分離された *Edwardsiella tarda* の薬剤感受性試験結果

業者名	分離日	感受性薬剤	耐性薬剤
A	2023/4/6	FF, OA, OTC, SO	－
A	2023/7/12	FF, OA, OTC, SO	－
A	2023/8/25	FF, OA, SO	OTC
A	2023/11/24	FF, OA, OTC, SO	－
B	2023/12/1	FF, OA, OTC, SO	－
A	2023/12/20	FF, OA, OTC, SO	－
B	2024/1/11	FF, OA, OTC, SO	－

表2 天然水域等での魚病診断件数（令和5年度）

魚種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
アユ	冷水病													0
	エドワジエラ・イクタリ感染症					1	1							2
	カラムナリス病						1							1
	カラムナリス病＋エドワジエラ・イクタリ感染症					1		1						2
	繁殖行動後の衰弱死								1					1
	不明						1							1
オイカワ	冷水病			1										1
キンギョ	ダクチロギルス症＋トリコジナ症			1										1
	カラムナリス病				1									1
タカハヤ、アカザ、アマゴ	不明			1										1
ウグイ、オイカワ、カワムツ	不明		1											1
コイ、オイカワ	不明												1	1
合 計		0	1	3	1	2	3	1	1	0	0	0	1	13

表3 養殖場での魚病診断件数（令和5年度）

魚種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
アユ	冷水病													0
	異形細胞性鰓病		1	6										7
	グルゲア症									1				1
	不明	1			1	1					1		1	5
アマゴ (サツキマス)	伝染性造血器壊死症													0
	滑走細菌症			1										1
	保菌検査													0
	不明													0
ウナギ	ウイルス性血管内皮壊死症	1					1			1				3
	ウイルス性血管内皮壊死症＋バラコロ病					1	1							2
	ウイルス性血管内皮壊死症＋バラコロ病 ＋カラムナリス病								1	1				2
	ウイルス性血管内皮壊死症＋カラムナリス病							1	3					4
	カラムナリス病	2				2		1				1		6
	カラムナリス病＋シュードダクチロギルス症 ＋トリコジナ症								1					1
	カラムナリス病＋頭部潰瘍症											1		1
	バラコロ病	1			1						1			3
	バラコロ病＋カラムナリス病								1	1				2
	シュードダクチロギルス症		1											1
	シュードダクチロギルス症＋トリコジナ症						1	1						2
	ミズカビ病		1											1
	腎芽腫			1										1
	不明	1						1			1			3
合 計		6	3	8	2	4	4	3	6	4	3	2	1	46

高知県のアユ資源量の維持・増大に向けた取組支援事業

1 目的

高知県のアユの漁獲量は 1990 年以前に 1,000 トンを越えていたが、近年は 100 トン前後の低い水準で推移している（農林水産統計）。漁獲量減少の原因は河川環境の悪化、再生産力の低下（親魚・産卵量の減少）などに加えて、近年の気候変動などが推測される。

このような中、県内の内水面漁業協同組合（以下、内水面漁協）は資源の維持・回復のための取組として、再生産量の確保に向けた産卵親魚の保護、産卵場の造成等に加え、近年の資源動向に応じた禁漁期・禁漁区の設定等を積極的に実施しているが、これらの取組を効果的に実施するためには各年の資源量を的確に把握し、効果を検証していくことが重要である。

そこで本事業では、資源量の維持・増大に向けた取組をより効果的なものにする 것을目的として、産卵に関するデータ（産卵場所・期間・量）及び遡上に関するデータ（遡上時期・遡上量・遡上魚の孵化日組成）を収集し、それらを整理・分析して内水面漁協に情報提供した。

2 調査項目

- (1) 遡上魚調査
- (2) 流下仔魚調査

(1) 遡上魚調査

稲葉太郎・中城 岳・高村一成・隅川 和

(1) 目的

2023 年におけるアユの天然遡上に関するデータを収集するため、遡上量のスコア評価及び遡上魚の孵化日組成の推定を実施した。

(2) 材料と方法

1) 遡上量の評価

2023 年 2～5 月の期間に、県内 11 河川の定点（図 1、表 1）において箱メガネを用いた目視観察を行い、表 2 の遡上スコアに基づき遡上量を評価した。また、各年の 3～4 月の遡上スコアの平均値をその年の遡上量指標値として、各河川の遡上量の年比較を行った。

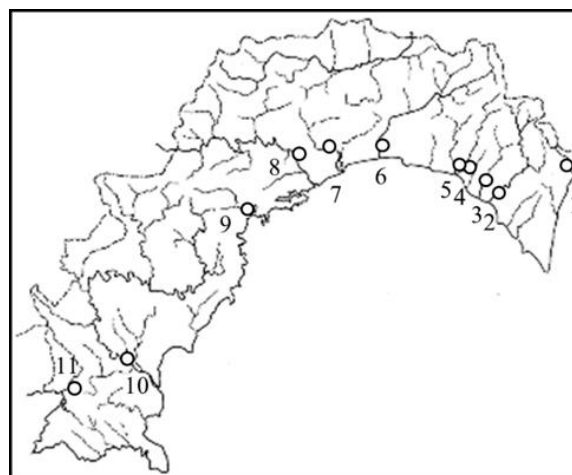


図 1 遡上調査定点図

表 1 調査地点及び調査日

調査河川	調査地点	No.	2月	3月	4月	5月
野根川	鴨田堰	1	9, 22	13, 27	19	18
奈半利川	田野井堰	2	9, 22	13, 27	19	18
安田川	焼山堰	3	9, 22	13, 27	19	18
伊尾木川	有井堰	4	9, 22	13, 27	19	18
安芸川	中之橋	5	9, 22	13, 27	19	18
物部川	床止堰堤	6	17	6	20	
鏡川	トリム堰	7	17	10, 28	17	16
仁淀川	八田堰	8	17	1, 28	17	16
新莊川	岡本堰	9	9, 22	10, 22, 28	17	16
四万十川	赤鉄橋	10	9, 22	6, 13, 27	10	17
松田川	河戸堰	11	9, 22	13, 27	10	17

表 2 遡上量の評価に用いたスコアとその基準

遡上スコア
箱メガネで目視観察を行い、目視された1群の規模を基に、
0.0 : アユ確認できず、はみ跡無し
1.0 : アユ確認できず、はみ跡有り
1.5 : 通過する1群の規模が 1尾～10尾
2.0 : 通過する1群の規模が 10尾～50尾
2.5 : 通過する1群の規模が 50尾～100尾
3.0 : 通過する1群の規模が 100尾～500尾
3.5 : 通過する1群の規模が 500尾～1,000尾
4.0 : 通過する1群の規模が 1,000尾以上 としています。
なお、群れが1つしか確認されない場合や、移動せず集積・滞留している場合は、スコアを1～2段階低めに調整します。

2) 遡上魚の孵化日の推定

物部川、鏡川、仁淀川及び新莊川の遡上量調査の定点については、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及び体重を測定し、頭部から耳石（扁平石）を摘出した。摘出した耳石は光学顕微鏡及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製）を用い、Tsukamoto et al. (1987) の方法に従って日輪を計数し、採捕日から日輪数を差し引くことにより孵化日を推定した。

(3) 結果と考察

1) 遡上量の評価

2023 年の各河川における遡上スコアの推移を図 2 に示した。初回調査時には、2 月上旬に県東部の奈半利川、安田川及び安芸川、県西部の松田川で、2 月中旬に県中央部の物部川、鏡川及び仁淀川で遡上が確認された。新莊川では 2 月中、野根川では、2 月上旬から 3 月中旬までの間、安芸川では 2 月下旬から 3 月中旬までの間、渇水による瀬切れが発生し、調査実施地点におけるアユの遡上は不可能であった。3 月の下旬には、降雨による水位上昇でこれら河川の瀬切れは解消され、全ての河川で遡上が本格化した。

遡上の盛期は、いずれの河川も 3 月の中旬から下旬であったと思われる、また 5 月の中旬になっても遡上が続いていた。

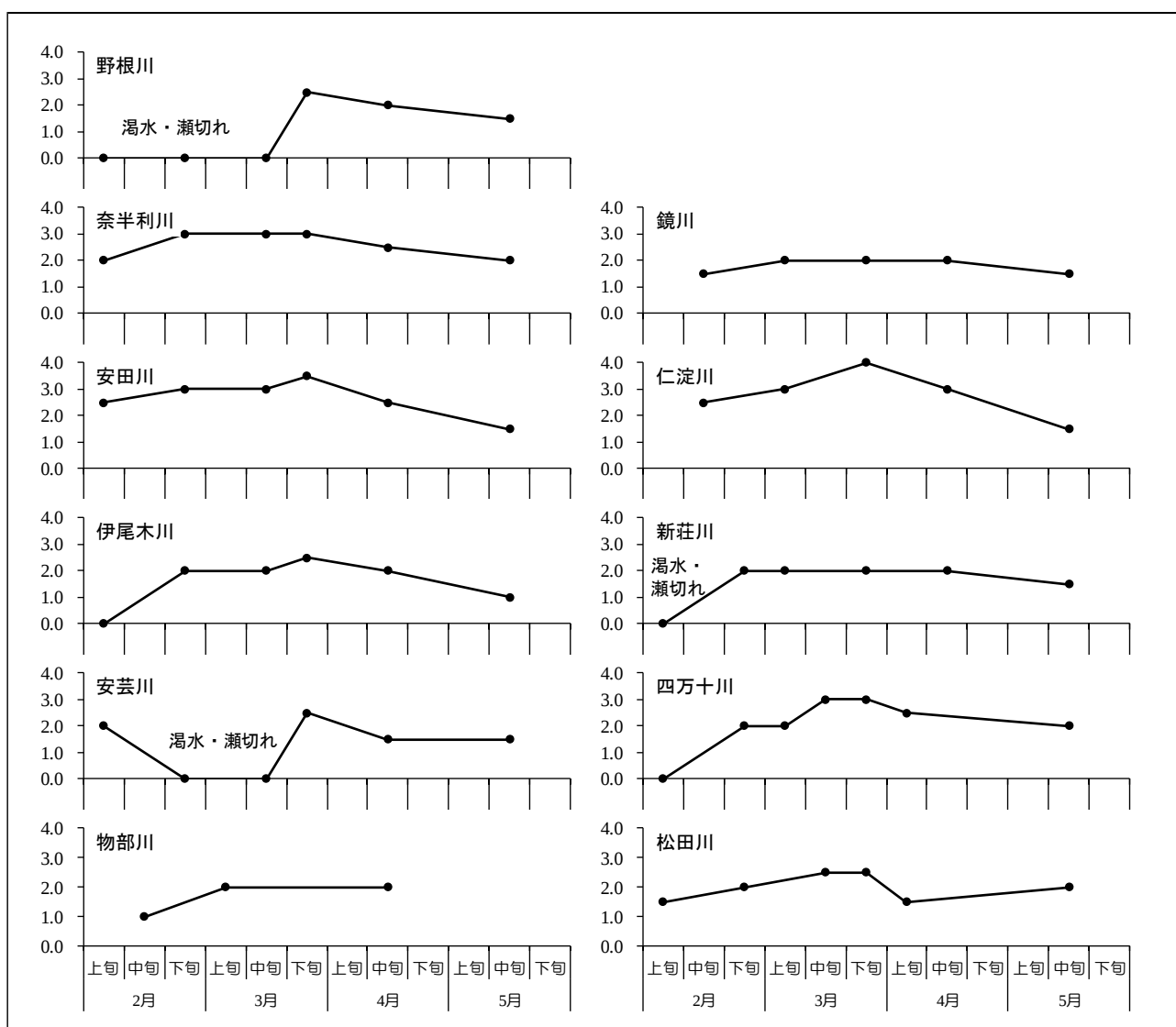


図 2 県内 11 河川の遡上スコアの推移 (2023 年)

各河川、3月から5月の遡上スコアを平均したものを遡上量指標値とし、表3に示した。昨年度と比較して値が高かったのは、安田川、安芸川及び仁淀川、過去5年間の平均値と比較して値が高かったのは、伊尾木川、安芸川及び四万十川で、仁淀川は過去5年平均と同程度であった。

表3 各河川の遡上量指標値（3～5月遡上スコア平均値）

河川名	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	過去5年平均	2023年
野根川	2.3	2.8	2.3	1.9	2.0	2.3	1.5
奈半利川	3.4	3.0	2.7	2.8	2.8	2.9	2.6
安田川	3.0	3.4	3.0	2.1	2.5	2.8	2.6
伊尾木川	2.7	2.6	0.8	0.5	2.0	1.7	1.9
安芸川	2.8	0.5	0.8	1.4	1.0	1.3	1.4
物部川	3.1	2.2	2.2	1.5	2.3	2.3	2.0
鏡川	3.3	2.8	2.3	—	2.1	2.6	1.9
仁淀川	3.5	3.2	2.3	3.1	2.4	2.9	2.9
新莊川	3.2	3.1	3.0	2.5	2.9	2.9	1.9
四万十川	2.4	2.0	2.5	2.5	2.8	2.4	2.5
松田川	2.3	2.3	1.8	2.0	3.0	2.3	2.1

遡上指標値の県内全平均値を図3に示した。2023年の平均値は、昨年及び過去5年平均値いずれも下回った。2023年は瀬切れにより、遡上スコアが極端に低い河川・調査回があったため、この結果から県内全体の遡上状況を評価するのは困難であると思われる。

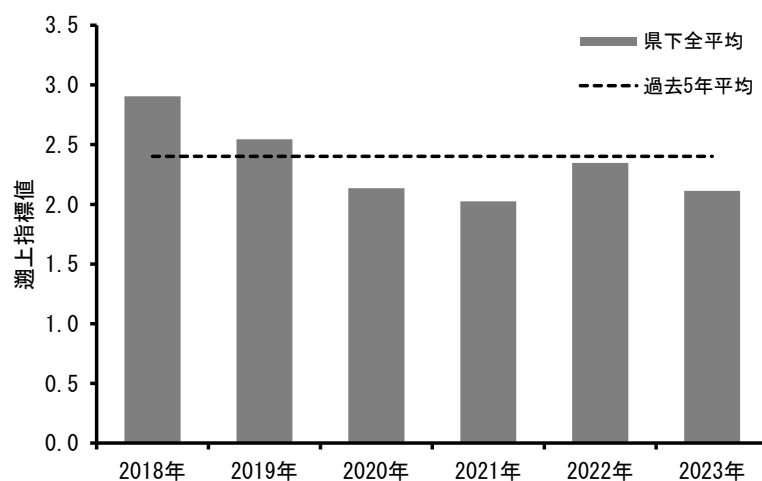


図3 遡上指標値の県内平均値

2) 遡上魚の孵化日の推定

2022年の県内4河川における遡上時期別の孵化日組成（5日区分）を図4に示した。

物部川及び仁淀川では、採捕時期が遅くなるにつれ孵化日組成も遅い時期のものが多くなる傾向があった。一方、鏡川及び新莊川では、3月上旬までに採捕した遡上魚の孵化日組成が似通っており、この時期まで遡上阻害により遡上魚が滞留していた可能性が示唆された。4月以降に採捕された遡上魚は、4河川全てで採捕が遅くなると孵化日組成も遅い時期のものが多くなる傾向がみられた。

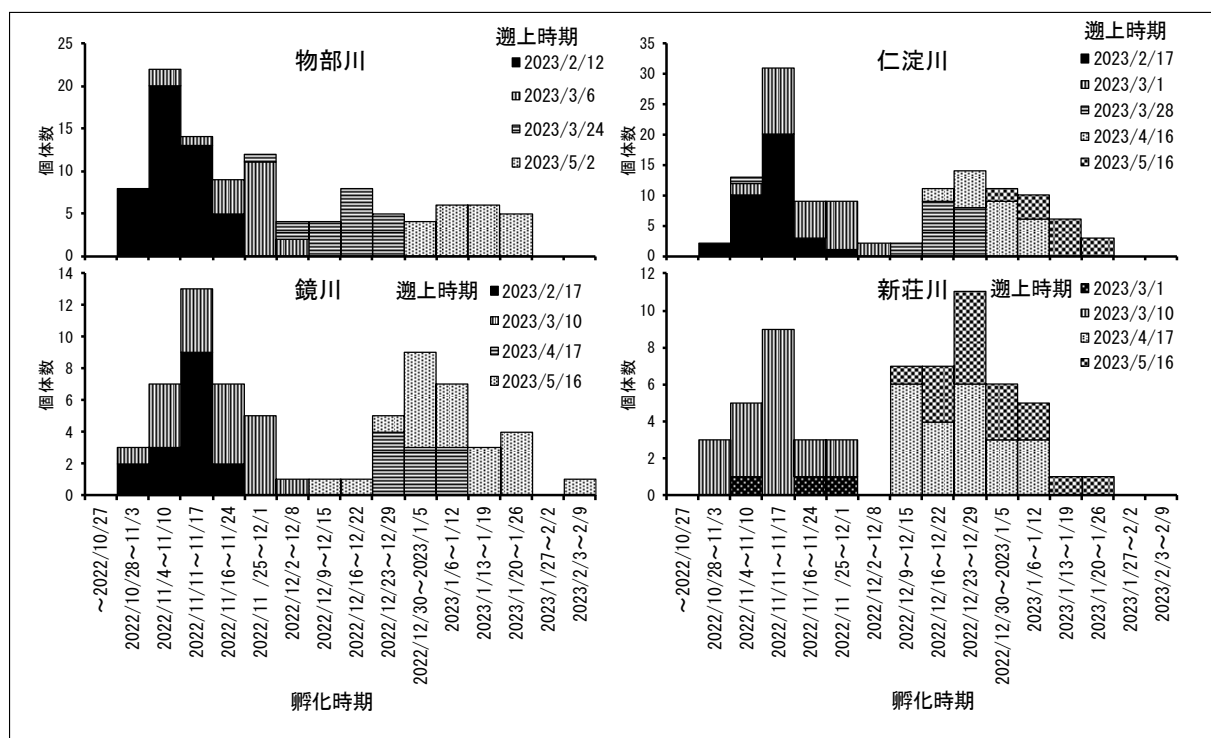


図4 県内4河川における遡上時期別の孵化日組成

文献

- 占部敦史・隅川 和・長岩理央 (2019) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援. 平成 29 年度高知県内水面漁業センター事業報告書、9-12.
- 占部敦史・稲葉太郎・荻田淑彦・田中ひとみ・隅川 和 (2020) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援. 平成 30 年度高知県内水面漁業センター事業報告書、14-25.
- Tsukamoto, K. and Kajihara, T. (1987) Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 1985-1997.

(2) 流下仔魚調査

稲葉太郎・隅川 和・高月 明・中城 岳・高村一成

(1) 目的

2023 年度におけるアユの産卵に関するデータを収集するため、各内水面漁協と連携し、流下仔魚の状況を調査した。

(2) 材料と方法

伊尾木川、安芸川、鏡川、仁淀川、新莊川及び四万十川で、表 1 に示す定点及び日時において、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 μ m）を流心近くに 3 分間設置する方法によって行った。

採集した仔魚及び卵を計数し、濾水計の値をもとに、濾水量 1 m^3 あたりの密度（尾/ m^3 及び粒/ m^3 ）に換算し、調査日毎の日別密度をもとに仔魚の流下盛期及び産卵盛期を推定した。

さらに、国土交通省の流量計が設置されている仁淀川及び四万十川については、河川流量を用いて河川ごとの流下仔魚の総量を推定した。河川流量データは、国土交通省四国地方整備局高知河川国道事務所新八田観測所及び中村河川国道事務所具同第二観測所のデータを用いた。

調査時の時間流下量を、流下仔魚密度（尾/ m^3 ）に日平均流量（ m^3 /時間）を乗じて算出し、これを過去の 24 時間調査における時間流下量の比率で除することで 1 日当たりの流下量とし、その積算値を流下仔魚の総数とした。

表 1 各河川における流下仔魚調査の定点および日時

調査河川	調査定点	調査日				調査時刻
		10月	11月	12月	1月	
伊尾木川	国道橋上	-	2, 9, 16, 23, 30	7, 14, 21	4, 11, 18, 25	19:00～19:30
安芸川	国道橋上	-	2, 9, 16, 23, 30	7, 14, 21	4, 11, 18, 25	19:00～19:30
鏡川	紅葉橋上・トリム堰上・下	24, 31	7, 13, 21, 28	5, 12, 19, 26	9, 16, 23	19:00～20:00
仁淀川	行当下	25	1, 8, 15, 22, 29	6, 13, 21, 27	4, 10, 17, 24	19:30～20:00
新莊川	長竹橋下	25	1, 8, 15, 22, 29	6, 13, 21, 27	3, 10, 17, 24, 31	18:30～19:00
四万十川	平元・小畑	-	6, 13, 20, 27	5, 12, 19, 26	8, 15, 22, 29	18:20～19:00

(3) 結果と考察

1) 伊尾木川及び安芸川

調査期間中（2023 年 11 月 2 日から 2024 年 1 月 25 日）の 19 時～19 時 30 分に測定した河川水温の推移を図 1 に示した。伊尾木川で 17.5～8.0℃、安芸川で 19.5～8.0℃であり、いずれの河川も平年よりやや高い水温で推移した。

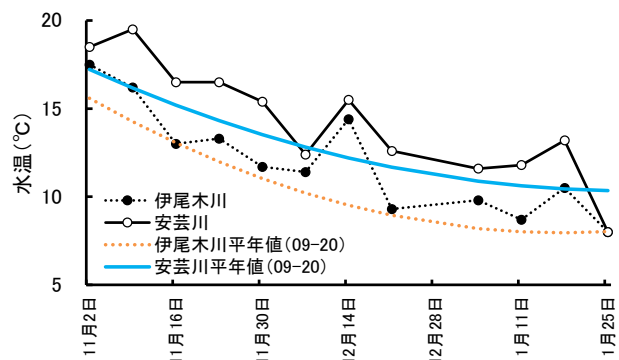


図 1 伊尾木川及び安芸川の水温の推移

両河川の流下仔魚密度の推移を図 2 に示した。伊尾木川の最大値は 11 月 30 日の 923.5 尾/ m^3 、安芸川の最大値は 12 月 14 日の 4,107.9 尾/ m^3 であった。値の推移から、流下の盛期は伊尾木川では 11 月末前後、安芸川では 12 月上旬から中旬頃であったと考えられる。

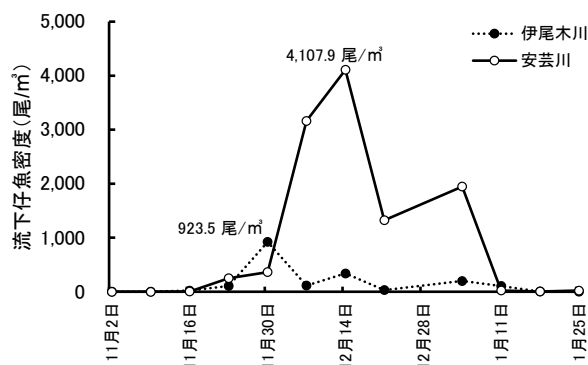


図 2 伊尾木川及び安芸川の流下仔魚密度の推移

両河川の流下卵密度の推移を図 3 に示した。伊尾木川の最大値は 11 月 30 日の 1.0 粒/ m^3 、安芸川の最大値は 12 月 14 日の 1.7 粒/ m^3 であった。値の推移から、2023 年度の産卵盛期は、伊尾木川で 11 月中旬から下旬、安芸川で 11 月下旬から 12 月中旬であったと考えられる。

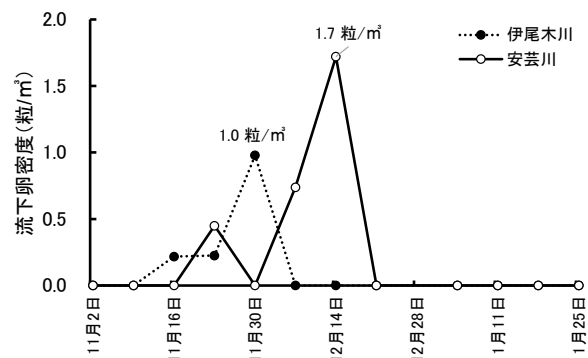


図 3 伊尾木川及び安芸川の流下卵密度の推移

2) 鏡川

調査期間中 (2023 年 10 月 24 日から 2024 年 1 月 23 日) の 19~20 時に測定した河川水温の推移を図 4 に示した。水温は、紅葉橋上流で 20.0~11.0°C、トリム堰上流で 20.5~11.0°C、トリム堰下流で 20.5~11.0°C であり、いずれの地点も平年より高めで推移した。

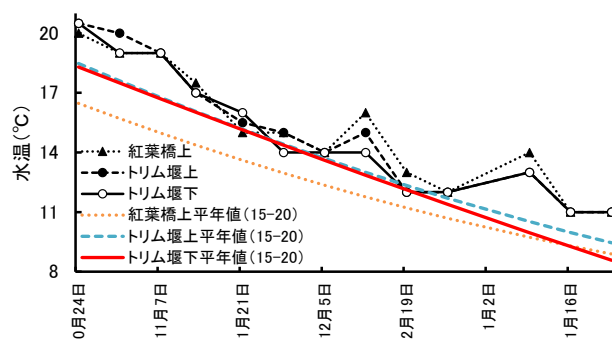


図 4 鏡川の水温の推移

流下仔魚密度の推移を図 5 に示した。紅葉橋上の最大値は 11 月 21 日の 1.8 尾/ m^3 、トリム堰上の最大値は 12 月 19 日の 8.6 尾/ m^3 、トリム堰下の最大値は 12 月 5 日の 314.5 尾/ m^3 であった。値の推移から、流下の最盛期は 12 月上旬前後であったと推察された。

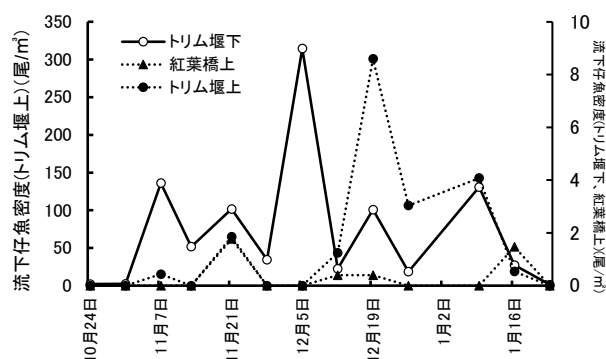


図 5 流下仔魚密度の推移

流下卵密度の推移を図 6 に示した。各地点における最大値は、紅葉橋上では 11 月 7 日の 1.1 粒/ m^3 、トリム堰上では 11 月 13 日の 0.2 粒/ m^3 、トリム堰下では 11 月 7 日の 33.1 粒/ m^3 であり、産卵盛期は 11 月の上旬から中旬であると推察された。

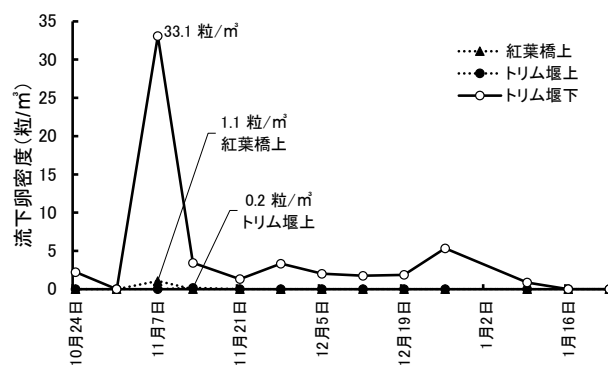


図 6 流下卵密度の推移

流下仔魚密度及び流下卵密度とも、調査期間を通じてトリム堰下で高かった。紅葉橋上及びトリム堰上は、湛水域でほぼ水流が無く、調査条件が悪かったことが影響した可能性がある。

3) 仁淀川

調査期間中(2023 年 10 月 25 日から 2024 年 1 月 17 日)の 19 時 30 分～20 時に測定した河川水温の推移を図 7 に示した。水温は 19.0～11.5℃であり、平年より約 1～3℃高めで推移した。

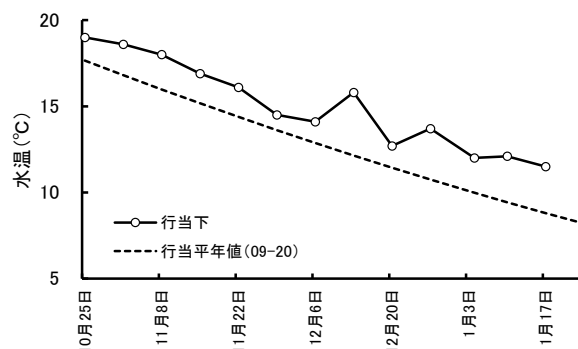


図 7 仁淀川の水温の推移

流下仔魚及び流下卵の河川水 1 m^3 あたりの密度の推移を図 8 に示した。なお、12 月 27 日及び 1 月 4 日は濾水計が不調となり、濾水量が計測できなかったことから、密度を算出することができなかった。それぞれの値の推移をみると、濾水計不調時に最大値となった可能性は低いと考えられ、当該 2 回の結果を省いて考察した。流下仔魚及び流下卵いずれの密度も、11 月 22 日に最大値であった。また流下卵密度については、11 月 8 日に 2 番目に高い値であった。

以上より、産卵の盛期は 11 月上旬から下旬、流下の盛期は 11 月下旬であったと推察された。

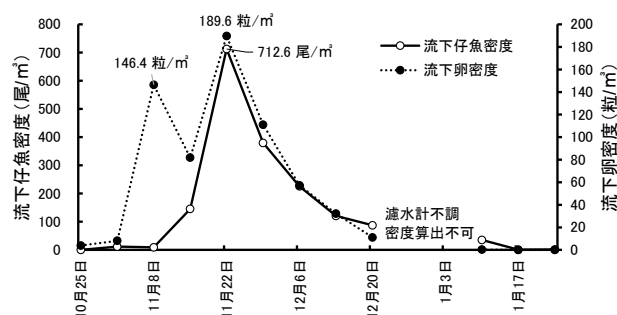


図 8 仁淀川の流下仔魚密度及び流下卵密度の推移

4) 新莊川

調査期間中（2023 年 10 月 25 日から 2024 年 1 月 31 日）の 18 時 30 分～19 時に測定した河川水量の推移を図 9 に示した。水温は 20.5～16.6℃で推移し、11 月上旬以降は平年よりも約 1℃以上高めで推移した。

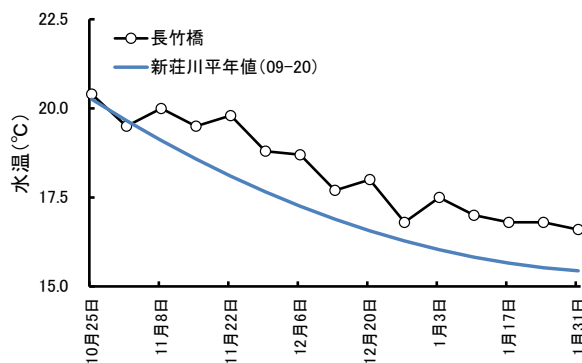


図 9 新莊川の調査時の水温の推移

流下仔魚及び流下卵の河川水 1 m³あたりの密度の推移を図 10 に示した。流下仔魚密度は、11 月 22 日にやや高い値となった後に低下し、12 月 27 日に最大値となった。流下卵密度は、11 月 8 日に最大値となった後に低下し、12 月 6 日にやや高い値となった。流下仔魚密度と流下卵密度を対比すると、11 月上旬に産み落とされた卵は 11 月下旬に孵化して流下したと考えられ、12 月下旬に孵化し流下した仔魚は、12 月上旬の産卵が由来であると考えられた。

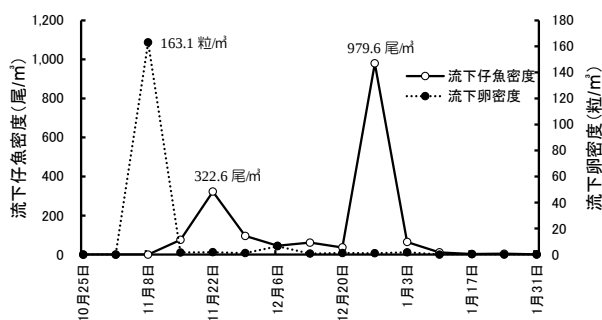


図 10 新莊川の流下仔魚及び流下卵密度の推移

5) 四万十川

調査期間中（2023 年 10 月 25 日から 2024 年 1 月 31 日）の 18 時 20 分～19 時に測定した河川水温の推移を図 11 に示した。水温は 21.1～8.7℃で、降水量の少なかった 11 月上旬、12 月上旬及び 1 月中旬以降に、平年と比較して高温傾向であった。

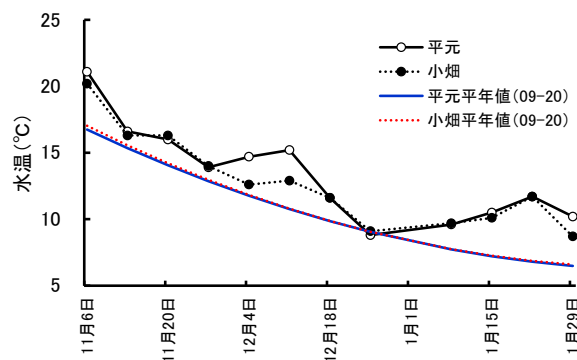


図 11 調査時の水温の推移

それぞれの調査地点における流下仔魚密度の推移を、図 12-1 及び図 12-2 に示した。平元の最大値は 12 月 11 日の 7.6 尾/m³、小畑の最大値は 12 月 4 日の 10,142.0 尾/m³で、平元では期を通じて低水準であった。値の推移から、流下の盛期は 12 月上旬であったと考えられる。

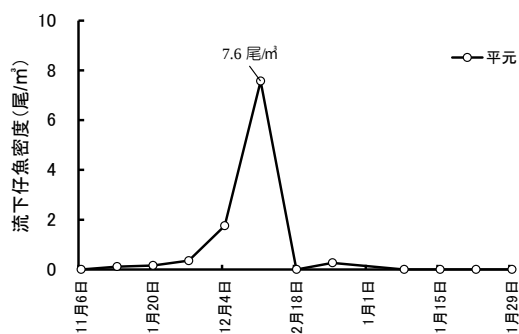


図 12-1 平元の流下仔魚密度の推移

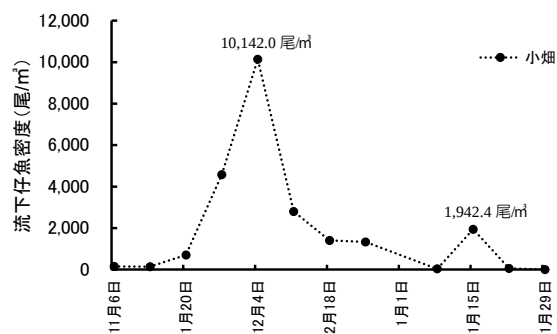


図 12-2 小畑の流下仔魚密度の推移

それぞれの調査地点における流下卵密度の推移を、図 13-1 及び図 13-2 に示した。平元では 12 月 4 日のみ入網し、密度は 0.1 粒/m³、小畑の最大値は 11 月 27 日の 6.3 粒/m³ であった。値の推移から、2023 年度の産卵盛期は、11 月下旬から 12 月上旬と考えられる。

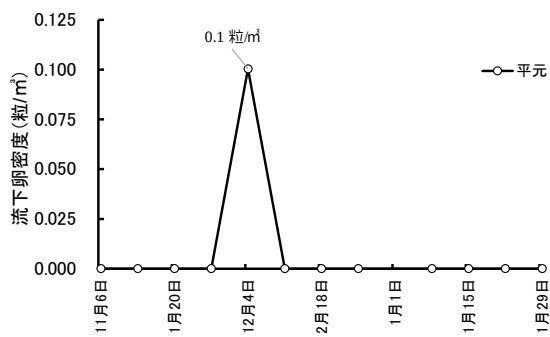


図 13-1 平元の流下卵密度の推移

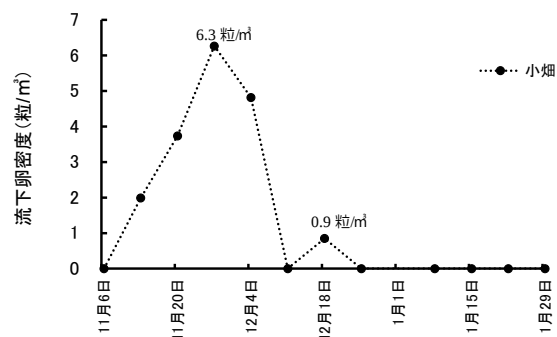


図 13-2 小畑の流下卵密度の推移

6) 仁淀川及び四万十川の流下仔魚の総数

2023 年度のアユ産卵期を通して、流下したアユ仔魚の総数は、仁淀川で 43.7 億尾、四万十川で 284 億尾と推定された（表 3）。

表 3 各河川における推定流下仔魚尾数（億尾）

河川名	2022年度	2023年度
仁淀川	30.6	43.7
四万十川	290.0	284.1

人工種苗「土佐のあゆ」の種苗性評価事業

1 目的

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。このため各河川では、内水面漁協等が中心となり、アユ資源の保全・回復を目的とした種苗放流が行われている。その放流種苗には、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・イクタルリ感染症等の疾病の原因菌を持たないことや、生態系を攪乱しないよう天然アユと同等の遺伝的多様性を持つことが求められる。

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、安全性（病原菌を持たない）及び遺伝的多様性の高い県産人工種苗「土佐のあゆ」の生産・放流に取り組んでいる。

本事業では、県産人工種苗の安定的な生産・放流体制の確立を目的として、天然親魚の採捕と養成、並びに人工種苗の疾病の検査及び遺伝的多様性の評価を行った。また、放流技術の改善を目的として、河川への人工種苗の定着状況調査を行った。さらに、人工種苗の放流による河川での冷水病発生への懸念解消を目的として、環境 DNA 分析を用いた河川中の原因菌の動態把握調査を行った。

2 調査項目

- (1) 放流用人工種苗の生産に用いる親魚の採捕、養成及び保菌検査
- (2) 放流用人工種苗の遺伝的多様性の評価
- (3) 放流用人工種苗の保菌検査
- (4) 人工種苗の放流効果の把握
- (5) 河川における人工種苗放流後の細菌性冷水病原因菌の動態把握

(1) 放流用人工種苗の生産に用いる親魚の採捕、養成および保菌検査

稲葉太郎・中城 岳・高村一成、隅川 和、高月 明

(1) 目的

遺伝的多様性の高い県産人工種苗「土佐のあゆ」を生産、放流するため、県内の河川に遡上した天然アユを採捕し、種苗生産用親魚として養成する。また、人工種苗の防疫上の安全性を確保するため、親魚の保菌検査を実施する。

(2) 材料と方法

2023 年 3 月 1 日に新莊川の岡本堰下流域及び、仁淀川の八田堰下流域において、投網、すくい網及び電気ショッカー（スミスルート社製）、2 月 28 日及び 3 月 15 日に奈半利川水系の丈丈川において、すくい網及び電気ショッカー（同上）を用いて、親魚候補となる天然アユを採捕した。電気ショッカーの設定は、直流間欠通電、電圧 350V、通電時間（Duty Cycle）15%、周波数（Frequency）30Hz に設定した。

採捕したアユは、活魚車で高知県内水面漁業センター（以下「当センター」という。）に輸送し、採捕した河川別、採捕方法別に屋外の 50 トン水槽に収容して約半年間養成した。また、輸送時の死魚の体重を測定、平均し、飼育開始時の平均体重とした。

養成した天然親魚（2023 年 F0 群）は 1 池あたり、6 月末に 10 尾、9 月下旬に 20～25 尾、10 月上旬に 15 尾を目安に保菌検査を実施した後、10 月 12 日に当センターから種苗生産施設である高知県内水面種苗センター（以下「種苗センター」という。）へ活魚車で移送し、種苗生産用親魚とした。

採卵は、雄 10 尾程度及び雌 15～20 尾程度の親魚を 1 ロットとして計 20 ロット実施した。卵は乾導法により受精させ、採卵マット（120cm×80cm 程度）の両面に付着させた後、卵管理水槽に収容し、ふ化直前まで管理した。

また、種苗生産に供した全ての親魚について、1 尾当たり数十 mg の腎臓片を採取し、採卵ロットごとにまとめたものを 1 検体として、細菌性冷水病の原因菌 *Flavobacterium psychrophilum* 及びエドワジエラ・イクタルリ感染症の原因菌 *Edwardsiella ictaluri* の保菌検査を実施した。検査手法はアユ疾病に関する防疫指針（アユ疾病対策協議会，2011）に従った。

(3) 結果と考察

1) 採捕及び輸送

新莊川で 330 尾、仁淀川で 920 尾、丈丈川では 2 回の採捕でそれぞれ 2,205 尾（2 月 28 日）及び 1,848 尾（3 月 15 日）の天然アユを採捕した。収容尾数は好適な飼育環境と飼育尾数の確保を両立するため、一池あたり 1,000 尾以上 2,000 尾以下とした。新莊川と仁淀川の採捕魚は同じ池（501 番）に収容し、丈丈川は採捕日毎に異なる池（2 月 28 日採捕分を 503 番、3 月 15 日採捕分を 502 番）へと収容した。収容直後の死魚数は、新莊川と仁淀川が 32 尾、丈丈川が 121 尾（503 番）及び 53 尾（502 番）、活魚車による輸送時の死魚数は、新莊川と仁淀川が 46 尾、丈丈川が

470 尾（503 番）、及び 63 尾（502 番）であった。2 月 28 日の丈丈川では採捕尾数が多く、活魚車への積み込みや移送後の池入れ時に時間が掛かり、魚体への負担が大きかったため、死魚数が多くなったと考えられた。

2) 養成

冷水病対策として、養成開始時（新莊川産のみ）、7 月、8 月に各 1 回の塩水浴を実施した。1 回 3 日間を基本とし、塩分濃度は 1.2%程度とした。塩水浴中の水温は、7 月に 26.7℃、8 月下旬に 28.2℃まで上昇した。飼育期間中、魚病の発生は認められなかった。

推定魚体重別の給餌率を表 1 に示した。出荷時のサイズが同程度になるよう、飼育開始時の魚体サイズが大きい池では低め、小さい池では高めの給餌率とした。推定体重 40g までは、4.2～2.4%、60g までは 3.2～1.9%、その後出荷までは 1.9～0.8%を与え、塩水浴時は半量とした。また、9 月中旬からは卵質の向上を目的として、スピルリナが配合されたディスク型飼料を 50%程度混合して給餌した。当施設の飼育池は屋外であり、池に生える藻類や飛来する昆虫類を盛んに摂餌する様子が認められることから、給餌率は既往の文献（河合. 2022; 近藤ら. 1911; 古橋ら. 2004）と比較して低めに設定している。しかし、養成中は消化不良に起因すると思われる粘便が散見された。これは、給餌以外の摂餌量が想定より多くなった、もしくは昆虫類の消化不良が原因であると考えられた。

表 1 給餌率表

池番号	501	502	503
推定体重	新莊川(電気) 仁淀川(投網)	丈丈川 (電気)	丈丈川 (電気)
5g未満	4.6~3.6	5.0~4.6	5.2~4.2
5~10g	3.6~3.4	4.6~4.2	4.2~3.8
10~20g	3.2	4.2~3.8	3.8~3.2
20~30g	2.8~2.6	4.3~3.8	3.2~3.0
30~40g	2.6~2.4	4.2~3.6	3.2~3.0
40~60g	2.4~1.9	3.2~1.9	3.0~1.9
60~80g	1.9~1.4	1.9~1.0	1.8~1.4
80~100g	1.4~1.2	1.4~1.2	1.4~1.1
100g 超	1.2~0.8	0.8~0.4	1.1~0.4

10 月中旬を採卵予定時期とし、確実な採卵のため、夜間照明による長日処理の期間を各池で 10 日間ずらして実施した。具体的には 5 月 29 日から 8 月 1 日、10 日、21 日の期間に、明期 18 時間、暗期 6 時間で長日処理を行い、成熟を調整した。

各河川で採捕した天然アユの養成結果を表 2 に、親魚養成水槽（参考までに 501 番のみ）の水温の経過を図 1 に示した。

501 番の収容からの生残率は 94.1%（死魚には測定用サンプル 49 尾を含む）で、収容後 10 日間の死魚は 148 尾であった。餌料効率は 0.70、出荷時の平均体重は 110.6g、10 月 5 日時点における GSI は、雄 11.4、雌 23.9 であった。

502 番の池入れ当日の死亡除く収容後の生残率は 96.8%（死亡魚には測定用にサンプリングした 50 尾を含む）で、収容後 10 日間の死魚は 54 尾であった。餌料効率は 0.67、出荷時の平均体重は 106.3g、10 月 5 日時点における GSI は、雄 12.2、雌 22.3 であった。

503 番の収容後の生残率は 95.7%（死亡魚には測定用にサンプリングした 44 尾を含む）で、

収容後 10 日間の死魚は 124 尾であった。餌料効率は 0.69、出荷時の平均体重は 112.7g、10 月 5 日時点の GSI は、雄 9.6、雌 16.0 であった。

全ての親魚は 10 月 12 日に種苗センターへ移送し、10 月 13 日及び 19 日に採卵に供した。本年は、親魚候補を早い時期に確保したため、例年に比べ時間的な余裕をもって魚体重の推移をもとにした給餌量調整を行うことができた。一方、餌料効率は 0.69、平均（過去 5 年平均 0.73）程度と低めだった。これは、2022 年度以降 1 尾あたり給餌量を増加させ、より大型な個体の出荷を実施する方針へと転換したことで、小型個体より餌料効率が低い大型個体の飼育期間が延びたことによる。給餌量の増加が寄与したと考えられる効果として、出荷時の平均重量が 100g を越えた 2022、2023 年度は、親魚の抵抗力が向上したためか、疾病の発生は見られなかった。また、種苗センターにおける採卵作業では、例年より大型個体を用いたことで一尾あたりの採卵量が多い効率的な採卵作業を実施できた。

表 2 親魚養成結果の概要（2023 年）

池番号	501	502	503
採捕河川	新莊川(電気) 仁淀川(投網)	丈丈川 (電気)	丈丈川 (電気)
採捕日	3月1日	3月15日	2月28日
採捕尾数	1,250	1,848	2,205
移送尾数	1,218	1,845	2,158
収容尾数	1,172	1,782	1,688
収容翌日生残尾数	1,029	1,709	1,567
収容時の平均体重(g)	2.10	1.25	1.23
出荷尾数	968	1,654	1,499
出荷時の平均体重(g)	119.7	81.7	83.1
GSI オス平均	11.4	12.2	9.6
メス平均	23.9	22.3	16.0
収容後の生残率	82.6%	92.8%	88.8%
収容翌日まで斃死除く生残率 (死魚にはサンプリング分含む)	94.1%	96.8%	95.7%

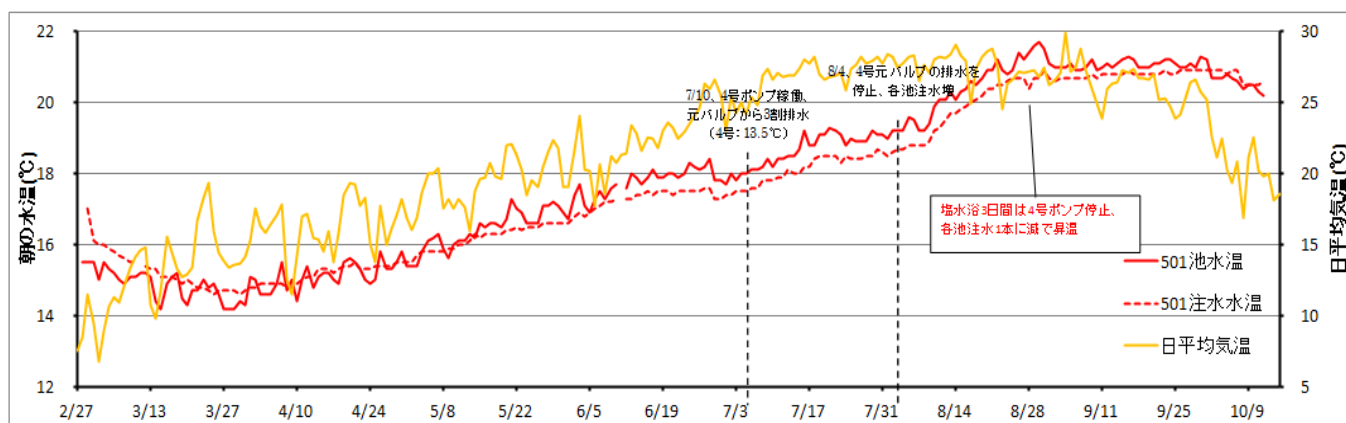


図 1 親魚養成水槽（501 番）の水温及び月間平均気温の推移（2023 年）

3) 親魚の保菌検査

採卵は 10 月 13 日及び 19 日に実施し、採卵に供した全ての親魚について *F. psychrophilum* 及び *E. ictaluri* の保菌検査を実施した。検査の結果、全ロットいずれも陰性であった。

【引用文献】

アユ疾病対策協議会（2011）アユ疾病に関する防疫指針

河合俊輔（2022）アユ．養殖ビジネス 2022 年臨時増刊号：96-100

近藤優、大上皓久、五十嵐保正（1991）給餌回数、給餌率がアユの成長、エネルギー収支に及ぼす影響．静岡県水産試験場研究報告 26 号：65～73

古橋真、海野徹也、渡辺崇司、中川平介、坂本秀一（2004）アユの成長に与える飼料タンパク質含量の影響．水産増殖 52 巻 2 号：153～158

(2) 放流用人工種苗の遺伝的多様性の評価

中城 岳・隅川 和・高月 明

(1) 目的

放流種苗には、河川での遺伝的攪乱を生じさせないよう、天然アユと同等の遺伝的多様性を持つことが求められる。そこで、県産人工種苗「土佐のあゆ」の遺伝的多様性を評価した。

(2) 材料と方法

2023 年度に放流した県産人工種苗について、F1 種苗（2022 年度に養成した天然アユを親とする種苗。以下「2023F1」とする。）48 個体と F2 種苗（2022 年度に生産した F1 種苗を親とする種苗。以下「2023F2」とする。）48 個体の計 96 個体を用いて、Takagi et al. (1999) の 7 遺伝子座 (Pal 1~7) 及び Hara et al. (2006) の 2 遺伝子座 (Palayul94 及び 199) の計 9 遺伝子座について、遺伝子解析システム CEQ8800 (BECKMAN COULTER) を用いてマイクロサテライト DNA 多型解析を行った。

得られたデータをもとに、各遺伝子座におけるアリル数 (N_A) 及びヘテロ接合体率の観察値 (H_o) の平均値を算出し、遺伝的多様性を評価した。

(3) 結果と考察

2023F1 及び 2023F2 の各遺伝子座のアリル数及びヘテロ接合体率を表 1 に示した。また、これらの 2 集団を含む県産人工種苗 16 集団 (2016~2023F1, F2) 及び土佐湾産天然海産アユ 7 集団 (占部ら, 2018) のアリル数及びヘテロ接合体率の平均値を表 2 に示した。

各遺伝子座のアリル数の平均は 2023F1 が 11.4、2023F2 が 11.0 であり、過去に放流した県産人工種苗の F1 種苗 (11.2~14.3) 及び F2 種苗 (10.4~12.2) や天然海産アユ (11.6~12.7) と同等であった。また、ヘテロ接合体率の観測値の平均は、2023F1 が 0.69、2023F2 が 0.71 であり、過去に放流した県産人工種苗の F1 種苗 (0.69~0.73)、F2 種苗 (0.68~0.76) 及び天然海産アユ (0.68~0.73) と同等であった。

県産人工種苗「土佐のあゆ」では遺伝的多様性を有することの指標として、アリル数は平均で 10 以上、ヘテロ接合体率の観察値は各遺伝子座の平均で 0.7 程度を目安としている。2023 年に放流した人工種苗についてはアリル数及びヘテロ接合体率がいずれも目安とする値を概ね満たしており、天然海産アユと同等の遺伝的多様性が保持されていたことが確認された。

表 1 2023 年に放流した県産人工種苗 2 集団 (2023F1, 2023F2) の
各遺伝子座におけるアリル数 (NA) 及びヘテロ接合体率 (Ho)

	2023F1		2023F2	
	NA	Ho	NA	Ho
Pal1	16	0.98	16	1.00
Pal2	16	0.75	14	0.69
Pal3	19	0.75	19	0.77
Pal4	19	0.77	20	0.85
Pal5	4	0.42	3	0.40
Pal6	7	0.65	8	0.75
Pal7	8	0.79	6	0.77
Pal194	10	0.46	9	0.54
Pal199	4	0.65	4	0.60
Average	11.4	0.69	11.0	0.71

表 2 2023 年に放流した県産人工種苗 2 集団 (2023F1, 2023F2) を含むアユ 23 集団の
アリル数 (NA) 及びヘテロ接合体率 (Ho) の平均値

		NA	Ho
人工	F1	2023	11.4
		2022	11.9
		2021	11.4
		2020	13.1
		2019	-
		2018	11.9
		2017	11.2
		2016	14.3
	F2	2023	11.0
		2022	10.8
		2021	10.8
		2020	12.2
		2019	-
		2018	10.4
		2017	11.3
		2016	10.8
天然	2016松田川	11.7	0.70
	2016新莊川	12.3	0.68
	2016仁淀川	11.6	0.70
	2016鏡川	12.3	0.72
	2016物部川	12.4	0.72
	2016伊尾木川	12.7	0.71
	2016奈半利川	12.2	0.73

【引用文献】

- 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.

占部敦史, 隅川和 (2019) 人工種苗「土佐のあゆ」による資源添加技術の確立及び種苗性の確保, 高知県内水面漁業センター事業報告書, 第 30 巻, 26-28.

(3) 放流用人工種苗の保菌検査

中城 岳・隅川 和・高月 明

(1) 目的

アユの放流用人工種苗には、天然アユ資源に対する防疫上の観点から、疾病の原因菌を保菌していないことが求められる。そこで、2023 年度に生産した県産人工種苗において、細菌性冷水病の原因菌 *Flavobacterium psychrophilum* (以下、*F. psychrophilum*) 及びエドワジエラ・イクタルリ感染症の原因菌 *Edwardsiella ictaluri* (以下、*E. ictaluri*) の保菌検査を実施した。

(2) 材料と方法

放流前の 2023 年 1 月 18 日、1 月 26 日、2 月 13 日、3 月 8 日、3 月 9 日、10 月 13 日に、全生産群 8 池において、放流前に 1 池あたり 60 尾を無作為抽出し、10 尾ずつを 1 ロットとして 1 池あたり 6 ロット、合計 74 ロットについて、*F. psychrophilum* 及び *E. ictaluri* の保菌検査を実施した。なお、検査手法は「アユ疾病に関する防疫指針（アユ疾病対策協議会，2011）」に従った。

(3) 結果と考察

保菌検査を実施したロットのいずれからとも、*F. psychrophilum* 及び *E. ictaluri* は検出されなかった。

【引用文献】

アユ疾病対策協議会（2011）アユ疾病に関する防疫指針.

(4) 人工種苗の放流効果の把握

稲葉 太郎・中城 岳

(1) 目的

放流効果の高い人工種苗の生産および放流技術の開発には、放流後の河川への定着状況の把握が不可欠である。そこで、令和5年に放流したアユ人工種苗が河川でどのように定着し、成長しているのか把握するために、潜水観察調査を行った。

なお、今回調査した四万十川水系北川川については、下流部に魚道のない津賀ダムが存在し、天然アユの遡上がない河川となっている（陸封群については不明。）。そのため、当該水域におけるアユ資源は、人工種苗の放流に依存している。

(2) 材料と方法

令和5年5月25日及び同年6月29日、四万十川水系北川川の芳生野から大野地までの22kmの区間について潜水観察を行った（図1）。潜水観察は、①～⑥の各調査点で100mの区間を調査員が流下し、その間に観察されるアユの個体数を把握した。調査実施時の透視度が2mであったことから、観察範囲は両側4m（片側2m）の範囲とし、観察面積は400m²とした。また、観察された個体数を観察面積で除して生息密度を算出した。さらに、LASER 550AS（Nikon製距離計）で測定した川幅に調査区間長の100mを乗じて調査面積を算出し、これを生息密度に乘じ、区間推定生息尾数を算出した。

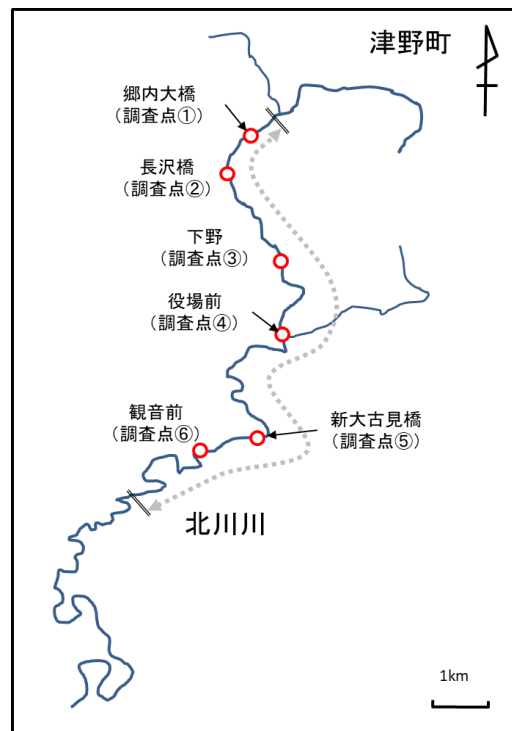


図1 四万十川水系北川川における調査区間

(3) 結果と考察

5月25日及び6月29日の潜水観察の結果を表1に示した。

まず、5月25日については、調査点①では150尾が観察され、生息密度は0.38尾/㎡であった。群れアユが主体であったが、全長20～23cmの縄張りアユも見られた。調査点②では240尾が観察され、生息密度は0.60尾/㎡であった。1群あたり20～50尾の群れアユであり、縄張りアユは見られなかった。調査点③では140尾が観察され、生息密度は0.35尾/㎡であった。1群あたり30～60尾の群れアユであり、本地点でも縄張りアユは見られなかった。調査点④では107尾が観察され、生息密度は0.27尾/㎡であった。また、観察された107尾中16尾が縄張りアユ（全長18～23cm）であり、調査①～⑤の中で縄張りアユの尾数が最も多かった。調査点⑤では14尾が観察され、生息密度は0.04尾/㎡であった。また、観察された14尾中6尾が縄張りアユ（全長18～20cm）であり、生息密度は他地点より低かったが、縄張りアユの割合は高かった。調査点⑥では50尾が観察され、生息密度は0.13尾/㎡であった。調査区間全体としては、生息密度は上流側で高く、下流側で低い傾向が見られ、群れアユは10cm前後の小型が多く、縄張りアユは15cm以上で、20cmを超える大型魚も確認された。

なお、当該調査区間の総延長22kmの範囲には、令和5年4月14日に434kg、4月21日に500kg、28日に488kg、5月7日に97kgの合計1,519kgの本県産アユ人工種苗が放流されていた。人工種苗の平均魚体重は約11.5g/尾であり、放流尾数は約13.2万尾であると推定された。本調査時の区間推定生息尾数の平均は463尾/100mであり、調査区間の総延長22kmを乗ずると、調査区間全体の生息尾数は約10.2万尾であると推定され、放流尾数より減少していたものの、大きな減耗及び散逸は生じていないと考えられた。

次に、6月29日については、調査点①では57尾が観察され、生息密度は0.14尾/㎡であった。また、観察された57尾中10尾が縄張りアユ（全長18～23cm）であった。調査点②では92尾が観察され、生息密度は0.23尾/㎡であり、ほとんどが群れアユであった。調査点③では94尾が観察され、生息密度は0.24尾/㎡であり、本地点もほとんどが群れアユであった。調査点④では83尾が観察され、生息密度は0.21尾/㎡であった。また、観察された83尾中13尾が縄張りアユ（全長15～25cm）であり、5月25日と同様に、調査①～⑤の中で縄張りアユが最も多かった。調査点⑤では100尾が観察され、生息密度は0.25尾/㎡であり、ほとんどが群れアユであった。調査点⑥ではアユが確認されなかった。調査区間全体としては、生息密度は下流側で僅かに増加したものの、全体的に減少傾向であった。また、小型の群れアユが多く、活性が低い印象であったが、縄張りアユは15cm以上で大きいものは25cmの個体も確認できた。

本調査時に観察されたアユの区間推定生息尾数の平均は294尾/100mであり、同様の計算を行うと、調査区間全体の生息尾数は約6.5万尾と推定され、放流尾数の半数程度と、大きく減少していたことが分かった。しかし、本河川では漁期全体を通じて疾病等による大量への死は確認されていなかった。そのため、減少の要因については、6月2日の大雨（最大1時間降水量24mm）によって大量出水が発生し、2週間程度増水状態が継続したことから、調査区間よりも下流側へ押し流された可能性が考えられた。

表 1 潜水観察結果

日付	時間	調査地点番号 及び地点名	平均川幅 (m)	区間延長 (m)	区間面積 (㎡)	観察面積 (㎡)	観察尾数 (尾)	うち縄張り アユ尾数(尾)	全長範囲(cm)		区間推定		備考
									最小	最大	生息密度 (尾/㎡)	生息尾数 (尾)	
2023年 5月25日	13:20～	①郷内大橋	11.4	100	1,140	400	150	13	10	20	0.38	428	縄張りアユは全長20～23cm
	13:00～	②長沢橋	15.8	100	1,580	400	240	0	10	18	0.60	948	20尾、50尾、45尾程度の群れ
	12:40～	②-2下野	14.4	100	1,440	400	140	1	10	18	0.35	504	30尾、60尾程度の群れ
	11:35～	③役場前	15.2	100	1,520	400	107	16	10	20	0.27	407	縄張りアユは全長18～23cm
	11:05～	④新大古味橋	22	100	2,200	400	14	6	10	18	0.04	77	縄張りアユは全長18～20cm
	10:40～	⑤観音前	33	100	3,300	400	50	0	10	10	0.13	413	
2023年 6月29日	14:00～	①郷内大橋	11.4	100	1,140	400	57	10	15	23	0.14	162	縄張りアユは全長18～23cm
	13:30～	②長沢橋	15.4	100	1,540	400	92	5	12	20	0.23	354	縄張りアユは全長15～25cm
	13:00～	②-2下野	13.4	100	1,340	400	94	2	10	20	0.24	315	
	12:00～	③役場前	15.4	100	1,540	400	83	13	10	25	0.21	320	縄張りアユは全長18～20cm
	11:30～	④新大古見橋	24.4	100	2,440	400	100	2	12	20	0.25	610	
	11:00～	⑤観音前	32.4	100	3,240	400	0	0	-	-	0.00	0	はみ跡有り
											100mあたり平均		463 尾
											総延長22kmあたり推定		101,772 尾
											100mあたり平均		294 尾
											総延長22kmあたり推定		64,680 尾

(5) 河川における人工種苗放流後の細菌性冷水病原因菌の動態把握

中城 岳・隅川 和

(1) 目的

アユの主要疾病である細菌性冷水病（以下、冷水病）の原因菌 *Flavobacterium psychrophilum*（以下、*F. psychrophilum*）は、過去の研究によって河川に周年定着している可能性が高いと考えられている。そのため、冷水病への感染経験のない人工種苗を放流した場合、環境水中の冷水病菌に感染し、大量へい死が発生する恐れがある。

こうした懸念を明らかにするため、人工種苗放流後の河川水中の環境 DNA を分析し、*F. psychrophilum* が人工種苗放流を起因として河川内で増殖するか調査した。

(2) 材料と方法

本調査は津野町の四万十川水系北川川で実施した。なお、本河川の下流側には津賀ダムが存在しているため、本河川への天然アユの遡上は不可能である。調査地点は本河川の芳生野から大野地までの約 22km の区間のうち、調査点①（郷内大橋）、②（役場前）、③（新大古味橋）の計 3 地点とした（図 1）。令和 5 年 5 月 25 日（本県産人工種苗放流後 29 日経過）及び 6 月 29 日（本県産人工種苗放流後 36 日経過）の計 2 日、各地点で河川水 1L を 2 本ずつ採取した。採取した河川水サンプルは当センターまで冷蔵状態（約 4℃）で持ち帰り、-20℃で 24 時間以上凍結保存した。河川水サンプルは解凍後、全量を孔径 0.1mm の GF/F ガラスフィルター（Cytiva）及び孔径 0.2µm のサイクロポアメンブレンフィルター（Cytiva）でろ過し、これらのフィルターから嶋原ら（2015）に従い DNA を抽出し、今城ら（2017）が設計した TaqMan 蛍光プローブを用いたリアルタイム PCR（以下、qPCR）法に供し、冷水病菌に特異的な PPIC 遺伝子のコピー数を算出した。なお、2 サンプル分の平均コピー数を各調査点のコピー数とした。また、qPCR 反応液の組成は、テンプレート DNA 2.0µL、Probe qPCR Mix（タカラバイオ）5.0µL、フォワード及びリバースプライマー各 0.25µL（最終濃度各 0.25µM）、プローブ 0.2µL（最終濃度 0.2µM）を混合し、超純水で最終液量 10.0µL に調整した。qPCR 反応は Light Cycler 96（Roche）を用い、初期熱変性を 95℃30 秒、続いて 2 ステップサイクル（95℃5 秒、60℃30 秒）を 50 サイクル行った。

(3) 結果と考察

調査地点における PPIC 遺伝子のコピー数の推移は図 2 の通りであった。調査点①のみ、わずかにコピー数の増加が見られたが、調査点②は僅かに減少し、調査点③は横ばいであった。3 地点の平均コピー数は、5 月 25 日が 9.73×10^1 copies/L、6 月 29 日が 1.73×10^2 copies/L であり、ほぼ横ばい傾向であった。

以上の結果より、人工種苗放流後の一定期間経過後においても、河川内での *F. psychrophilum* の顕著な増殖はなかったと考えられた。ただし、大雨による増水や濁水の発生など、河川環境の急変によって、アユに大きなストレスがかかった場合、免疫力の低下によって、冷水病を含む疾病への感染及び発症の危険性が高まる可能性が考えられる。



図 1 四万十川水系北川川における調査区間及び調査点

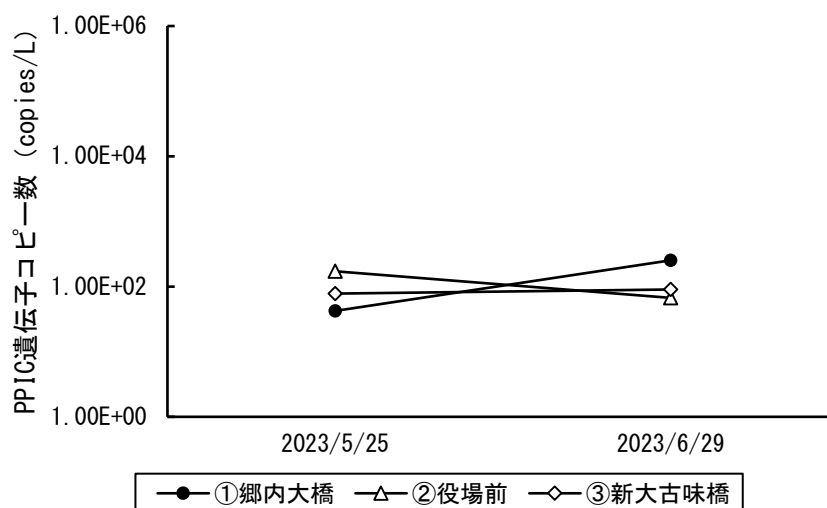


図 2 各地点における PPIC 遺伝子のコピー数の推移

【引用文献】

今城雅之・山崎憲一・山下はづき・門野真弥・片岡榮彦・大崎靖夫・高橋 徹 (2017) 高知県鏡川におけるアユ細菌性冷水病の疫学調査. 魚病研究, 52, 141-151

嶋原佳子、河東康彦、柳宗悦、前野幸二、釜石隆 (2015) 養殖場における *Nocardia seriolae* の分布に関する研究. 平成 27 年度日本魚病学会春季大会.

養鰻における疾病の早期検知技術の開発

中城 岳・隅川 和・高月 明

1 目的

県内ではウナギ養殖が盛んに行われているが、疾病によるへい死被害が大きな問題となっており、年間被害金額は約 9 千万円にものぼる。

本研究では、本県のウナギ養殖において最もへい死被害の大きい「パラコロ病」の早期検知技術の開発を目的として、①qPCR を用いた環境水からの *E. anguillarum* 細菌量の定量検出手法の確立、②当該手法を用いた感染試験による *E. anguillarum* の細菌量動態のモニタリング、③養鰻池における *E. anguillarum* の細菌量動態及び水質のモニタリングを行う。なお、本事業は令和 3 年度から 5 年度までの 3 カ年事業であり、令和 5 年度については、昨年度に引き続き、②及び③を実施した。

2 材料と方法

(1) 水槽での感染試験による *E. anguillarum* の細菌量動態のモニタリング

パラコロ病に感染したウナギから飼育水中に排出される原因菌の細菌量をモニタリングするため、腹腔内注射法を用いて感染試験を実施した。

ア 供試魚及び供試菌株

供試魚は県内養鰻業者から入手した、魚体重約 200～250g/尾のニホンウナギを用いた。供試菌株は当所保有の *E. anguillarum* (KFCB-617 株) とし、病原性を高めるため以下の手法で魚体通過させた後、攻撃用菌株として使用した。

- ・ハートインフュージョン液体培地（以下、HI 液体培地）5.0mL に接種後、30℃、24 時間静置培養
- ・培養液を供試魚 1 尾の腹腔内に接種し、死亡魚の腎臓から SS 寒天培地で分離した菌株を HI 液体培地で 30℃、24 時間静置培養後、80%グリセロールと混和し、-80℃で冷凍保存

イ 飼育水槽の環境条件

1 区あたり 500L パンライト水槽に 10 尾を収容した。飼育水容量は 200L で、1 回転/5 時間の微換水とした。また、飼育水の水温はヒーターで 30℃に維持し、十分なエアレーションによって一定の溶存酸素量が保持されるようにした。なお、飼育期間中は無給餌とした。

ウ 供試魚及び飼育水の分析

供試魚については、死亡個体は取り上げ後、症状の確認、肝臓及び腎臓の塗抹標本の観察、サルモネラ・シゲラ寒天培地（以下、SS 寒天培地）による菌分離を行い、肝臓及び腎臓から DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) を用いて DNA を抽出し、中城（2021）と同

様の qPCR に供し、*E. anguillarum* の DNA コピー数を定量した。陽性が確認された場合、Qubit fluorometer (invitrogen) を用いて当該 DNA サンプルの総 DNA 量を測定し、各抽出 DNA 1.0ng あたりの *E. anguillarum* の DNA コピー数を算出した。なお、生存魚は試験終了日に全て取り上げ、同様の検査を実施した。

また、飼育水については、試験開始 0 日目から試験終了日まで、オーバーフロー排水を 100mL 採水し、全量を孔径 0.2 μ m のサイクロポアメンブレンフィルター (cytiva) でろ過し、以下の手法でフィルターから DNA を抽出した。なお、本手法については、中城 (2022) で実施した、嶋原ら (2015) の手法と検出感度が同程度であることを確認済みである。

- ・ 1.5mL マイクロチューブにろ過したフィルターと Buffer ATL (Quiagen) 360 μ L 及びプロテナーゼ K (ナカライテスク) 溶液 (濃度: 200 μ g/mL) 40 μ L を添加
- ・ 56°C で 1 時間程度、攪拌しながらインキュベート
- ・ Buffer AL (Quiagen) を 400 μ L 添加し、攪拌
- ・ 70°C で 30 分インキュベート
- ・ チューブ内の液体を新しい 1.5mL マイクロチューブに回収し、回収した溶液に 99.5% 特級エタノール (富士フィルム和光純薬) を 400 μ L 添加し、攪拌
- ・ 核酸精製用シリカメンブレンスピニングカラム EconoSpin カラム IIa (ジーンデザイン) に溶液を添加し、8,000rpm で 1 分遠心分離
- ・ 濾液を捨て、Buffer AW1 (Quiagen) を 500 μ L 添加し、8,000rpm で 1 分遠心分離
- ・ 濾液を捨て、Buffer AW2 (Quiagen) を 500 μ L 添加し、11,000rpm で 3 分遠心分離
- ・ スピニングカラムを新しい 1.5mL マイクロチューブにセットし、Buffer AE (Quiagen) 100 μ L を添加し、1 分程度静置した後、8,000rpm で 1 分遠心分離し、DNA を溶出 (使用時まで -80°C 冷凍保存)

抽出した DNA サンプルは中城 (2021) と同様の qPCR に供し、飼育水中の *E. anguillarum* の細菌量 (CFU/L) を定量した。

また、ポータブル中濃度アンモニア態窒素測定器 HI-97715 (HANNA instruments) 及びポータブル低濃度亜硝酸態窒素測定器 HI-97707 (HANNA instruments) を用い、飼育水中のアンモニア態窒素量及び亜硝酸態窒素量を測定した。

エ 感染試験

第 1 回から第 3 回の計 3 回、菌液の腹腔内注射による感染試験を実施した。攻撃用菌株を HI 液体培地 5.0mL に接種後、30°C で 24 時間静置培養し、1 尾あたり 0.1mL の培養液をウナギの腹腔内へ注射した。対照区については、同量の滅菌 PBS を腹腔内へ注射した。また、攻撃用菌株の培養液を超純水で 10^0 - 10^{-9} の 9 段階に希釈後、各希釈系列 10 μ L を SS 寒天培地に塗布し、30°C で 24 時間培養後、培地上のコロニー数を計数し、1 尾あたりに投与した細菌量 (CFU/尾) を算出した。

(2) 養鰻池における *E. anguillarum* の細菌量動態及び水質のモニタリング

県内養鰻業者のうち、過去 5 年間でパラコロ病の発生が見られた 2 業者をモニタリング対象とし、それぞれ、A 業者及び B 業者とした。各業者の 2 池をモニタリング対象池として、それぞれ A 業者-飼育池 (1) 及び (2)、B 業者-飼育池 (1) 及び (2) とした。なお、各池の飼育形式や調査開始時の飼育尾数は表 1 のとおりである。A 業者については、飼育池 (1) は 8 月から 10 月までの 3 ヶ月間、飼育池 (2) は 7 月から 10 月までの 4 ヶ月間、B 業者の 2 池については、7 月から 12 月までの 6 ヶ月間、毎月 1 回、投げ込み式多項目水質測定器 HI-9828 (HANNA instruments) を用い、水温、pH、溶存酸素量 (DO) 及び塩分を測定した。また、飼育水 100mL を採水し、当所へ持ち帰った後、前述と同様の手法で飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量 (CFU/L) を定量し、ポータブル中濃度アンモニア態窒素測定器 HI-97715 (HANNA instruments) 及びポータブル低濃度亜硝酸態窒素測定器 HI-97707 (HANNA instruments) を用いて、飼育水中のアンモニア態窒素量及び亜硝酸態窒素量を測定した。B 業者の 2 池については、統計解析ソフト「EZR (ver. 1.61)」(Kaneda, 2013) を用い、*E. anguillarum* 細菌量と各水質の相関について検定を行った。

なお、調査期間中に A 業者のモニタリング対象業者の飼育池 2 面 (5 番池、8 番池と称する。) でパラコロ病が発生した場合は、不定期のモニタリングとして、判明日から 7 日に 1 回の頻度で約 30 日間飼育水 1L を採水し、前述と同様の手法で飼育水中の細菌量 (CFU/L) を定量した。また、当該飼育池における 1 週間ごとの 1 日当たりの飼育魚の死亡尾数の推移と比較した。

3 結果及び考察

(1) 水槽での感染試験による *E. anguillarum* の細菌量動態のモニタリング

計 3 回の感染試験の結果は以下の通りである。また、試験結果の概要を表 2 に示した。

①第 1 回試験 (令和 6 年 1 月 11 日～15 日)

攻撃用菌株培養液の細菌量は 3.0×10^8 CFU/mL であり、1 尾あたりの投与細菌量は 3.0×10^7 CFU/尾であった。試験区の供試魚は試験開始 2～3 日目で全て死亡し、自然感染による死亡状況と大きく異なっていたことから、開始 3 日目で試験を中断した。

②第 2 回試験 (令和 6 年 1 月 19 日～29 日)

攻撃用菌株培養液の細菌量は 6.0×10^6 CFU/mL であり、1 尾あたりの投与細菌量は 6.0×10^5 CFU/尾であった。試験区の供試魚については、試験開始 3～5 日目に 7 尾が死亡し、残り 3 尾は最終日まで死亡しなかった。死亡した供試魚 7 尾には肛門や臀鰭の発赤症状が見られ、塗抹標本の観察で肝臓及び腎臓に短桿菌の増殖が見られ、肝臓及び腎臓の抽出 DNA サンプルが qPCR 陽性であったことから、いずれもパラコロ病を発症し死亡したと考えられた。一方、死亡しなかった供試魚 3 尾については、症状の発生や短桿菌の増殖は見られず、肝臓及び腎臓の抽出 DNA サンプルが qPCR 陰性であったことから、パラコロ病を発症しなかったと考えられた。なお、対照区の供試魚に発症や死亡は見られなかった。

試験期間中の飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量及び累積死亡率の推移は図 1 の通りで

あった。試験区においては、供試魚が試験開始 3 日目に初めて死亡したが、飼育水中の細菌量は試験開始 1 日目から増加しており、細菌量のモニタリングによって本病発生の兆候を検知できると考えられた。また、試験期間中の飼育水のアンモニア態窒素量及び亜硝酸態窒素量の推移は図 2 の通りであった。アンモニア態窒素量については、試験区及び対照区ともに試験開始 1 日目から増加傾向が見られていたが、試験区の増加傾向がより顕著であった。飼育水中のアンモニア態窒素量が増加した要因としては、魚体内で大量に増殖した *E. anguillarum* を体外へ排出するために尿量が多くなったことや、腎臓における大量増殖により尿排出機構が損傷したことで排出の制御が困難となった可能性が考えられた。このため、飼育水中のアンモニア態窒素量も本病発生の兆候として利用できる可能性があると考えられた。しかし、アンモニア態窒素は残餌や死亡魚からも発生するため、アンモニア態窒素量のみを指標に疾病発生の兆候を捉えることは困難であると考えられ、細菌量のモニタリングと併せて検討していく必要があると考えられた。

一方、亜硝酸態窒素量については、試験期間を通じ、対照区と比較して試験区が高い傾向であったが、死亡尾数との関連は確認できなかった。

③第 3 回試験（令和 6 年 3 月 12 日～22 日）

攻撃用菌株培養液の細菌量は 1.0×10^6 CFU/mL であり、1 尾あたりの投与細菌量は 1.0×10^5 CFU/尾であった。試験区の供試魚については、試験開始 2～4 日目に 8 尾が死亡し、残り 2 尾は最終日まで死亡しなかった。死亡した供試魚 8 尾には肛門や臀鰭の発赤症状が見られ、塗抹標本の観察で肝臓及び腎臓に短桿菌の増殖が見られ、肝臓及び腎臓の抽出 DNA サンプルが qPCR 陽性であったことから、供試魚はパラコロ病を発症し死亡したと考えられた。一方、死亡しなかった供試魚 2 尾については、症状の発生や短桿菌の増殖は見られず、肝臓及び腎臓の抽出 DNA サンプルが qPCR 陰性であったことから、パラコロ病を発症しなかったと考えられた。なお、対照区の供試魚に発症や死亡は見られなかった。

試験期間中の飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量及び累積死亡率の推移は図 3 の通りであった。試験区においては、供試魚が試験開始 2 日目に初めて死亡したが、同日から飼育水中の細菌量も急激な増加が見られていた。また、試験期間中の飼育水のアンモニア態窒素量及び亜硝酸態窒素量の推移は図 4 の通りであった。アンモニア態窒素量については、第 2 回試験と同様に、対照区と比較して試験区の増加傾向が顕著であった。一方、亜硝酸態窒素量については、第 2 回試験と同様、試験期間を通じ、対照区と比較して試験区が高い傾向であったが、死亡尾数との関連は確認できなかった。

(2) 養鰻池における *E. anguillarum* の細菌量動態及び水質のモニタリング

モニタリングを実施した 2 業者の飼育池の pH、D0、水温、塩分、アンモニア態窒素量、亜硝酸態窒素量、*E. anguillarum* 細菌量の推移は図 5～11 の通りであった。B 業者の飼育池においては、EZR を用いた Spearman の順位相関係数による統計解析の結果、*E. anguillarum* 細菌量といずれの水質にも相関は見られなかった ($p=0.125 \sim 0.803$)。中城（2022）においても、県内養鰻業者 4 者の飼育池で実施した同様の解析の結果、

E. anguillarum 細菌量といずれの水質にも相関は見られておらず ($p=0.127\sim0.954$)、パラコロ病の発生と関連性の高い水質を見出すことはできなかった。ただし、先述の感染試験の結果のとおり、試験区のアンモニア態窒素量の増加が顕著であったことから、本項目については、今後も疾病発生との関連性を検証する必要があると考えられた。なお、A 業者については、解析に必要なデータ数が不足しており、同様の解析は実施できなかった。

また、A 業者の 5 番及び 8 番池の計 2 池において、パラコロ病（他疾病との併発事例含む）の発生が見られた。まず、5 番池については（図 12）、3 月初旬から飼育魚の死亡が確認され、3 月下旬から死亡尾数が増加したことから、4 月 6 日に死亡魚を用いて当所で魚病診断を実施した。その結果、へい死原因はパラコロ病の発症であったことが明らかになった。その後、4 月 17 日から 6 月 19 日まで、飼育水の採水を実施した。当該期間中における飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量は 10^3 CFU/L 程度で、横ばいで推移していた。これについては、中城（2022）で報告されたパラコロ病発生時の飼育水中の細菌量のオーダー（ $10^3\sim10^4$ CFU/L 程度）と同様であった。A 業者は 4 月 6 日に実施した魚病診断の結果を受け、4 月 8 日から 12 日までの 5 日間、抗菌剤の 1 種であるフロルフェニコール製剤の投薬処置を実施していたが、その後も死亡尾数の減少は見られず、横ばい傾向であった。以上の結果から、投薬処置ではパラコロ病は治癒しなかったと考えられた。パラコロ病の治療法としては投薬処置が一般的であり、オキシリン酸、フロルフェニコール、スルファモノメトキシシン及びオルメトプリム配合剤、塩酸オキシテトラサイクリンの 4 種を有効成分とする抗菌剤の使用が承認されているが、*E. anguillarum* 含むエドワジエラ症の原因菌は宿主の食細胞内で生存、増殖することが知られており（飯田ら、2016）、水産用抗菌剤の投与効果が十分得られない可能性が指摘されている。そのため、投薬処置後も一定量の *E. anguillarum* が魚体内に残存しており、完全には治癒しなかった可能性が考えられた。中城（2022）でも、パラコロ病が発生した飼育池において、投薬処置実施後に同様の事例が見られており、本推測を裏付けるものとなっている。

次に、8 番池については（図 13）、8 月 3 日、他の飼育池を出荷した際に出荷サイズに満たなかった個体を池入れしたが、8 月 7 日から飼育魚の死亡が確認され、増加傾向が見られていたことから、8 月 15 日に死亡魚を用いて当所で魚病診断を実施した結果、へい死原因はパラコロ病とカラムナリス病の混合感染であったことが明らかになった。その後、8 月 21 日から 10 月 30 日まで、飼育水の採水を実施した。5 番池では診断後に抗菌剤の投薬処置を行ったが、本飼育池では飼育責任者の判断で実施しなかった。8 月 7 日以降の死亡尾数はほぼ横ばい傾向であったが、9 月 18 日頃から死亡尾数の増加が見られたため、9 月 20 日に当所で魚病診断を行った結果、へい死原因はウイルス性血管内皮壊死症の発症であったことが明らかになった。その後、死亡尾数が急増し、9 月 19 日から 25 日までの 1 週間に 1 日当たり約 400 尾が死亡したが、翌週以降は死亡尾数が大幅に減少した。一方、飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量については、8 月 21 日から 9 月 25 日までは $1.0\times10^3\sim10^4$ CFU/L 程度で推移しており、これについても、中城（2022）で報告されたパラコロ病発生時の飼育水中の細菌量のオーダーと同様であった。しかし、死亡

尾数が急増した翌週の 10 月 2 日には飼育水から *E. anguillarum* は検出されず、その翌週の 10 月 9 日以降、 $1.0 \times 10^2 \sim 10^3$ CFU/L 程度が再び検出された。まず、10 月 2 日に *E. anguillarum* が検出されなかった要因としては、前週に飼育魚が大量に死亡し、*E. anguillarum* の保菌個体が減少したことで飼育水中に排出される細菌量も減少したためだと考えられた。また、その後は細菌量が再び増加していることから、一部の生存魚が保有していた *E. anguillarum* が飼育水中に拡散したと考えられた。本飼育池については、11 月初旬に出荷を行ったが、翌年以降も飼育を継続した場合、パラコロ病の再発により、さらなる被害が発生していた可能性も考えられた。

4 結論

水槽での感染試験の結果から、本研究の手法を活用した飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量のモニタリングによって、 $10^2 \sim 10^3$ CFU/L 程度の細菌が検出された場合、パラコロ病の感染拡大の可能性があると推測できることが分かった。

感染拡大の兆候が見られた際の対策については、早期に投薬処置等を行うことで疾病の発生を未然に防止できると考えられたが、本手法については、薬剤耐性菌株を発生させる危険性があるため、餌止めや換水量の増加などを行うべきであると考えられた。

また、養鰻池のモニタリング結果から、一度本病を発病した飼育池については、保菌個体が一定数存在し、飼育水中に原因菌が排出されている可能性が高いと考えられたため、未発病の飼育群と混養しない、あるいは当該飼育池の飼育作業を最後に行うといった防疫対策を実施することが重要であると考えられた。なお、将来的には、本研究で開発したモニタリング技術と併せ、細胞性免疫を強化する免疫賦活剤やワクチンの開発など、疾病の予防を目的とした技術開発も必要になると考えられた。

【引用文献】

- 中城岳（2021）養鰻における疾病の早期検知技術の開発．令和 3 年度事業報告書（事業報告）．32. 42-54.
- 中城岳（2022）養鰻における疾病の早期検知技術の開発．令和 4 年度事業報告書（事業報告）．33. 52-61.
- 嶋原佳子、河東康彦、柳宗悦、前野幸二、釜石隆（2015）養殖場における *Nocardia seriolae* の分布に関する研究．平成 27 年度日本魚病学会春季大会．
- Kanda.Y（2013）Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 48. 452-458.
- 飯田貴次、坂井貴光、高野倫一（2016）：エドワジェラ症. 魚病研究, 51 (3), 87-91.

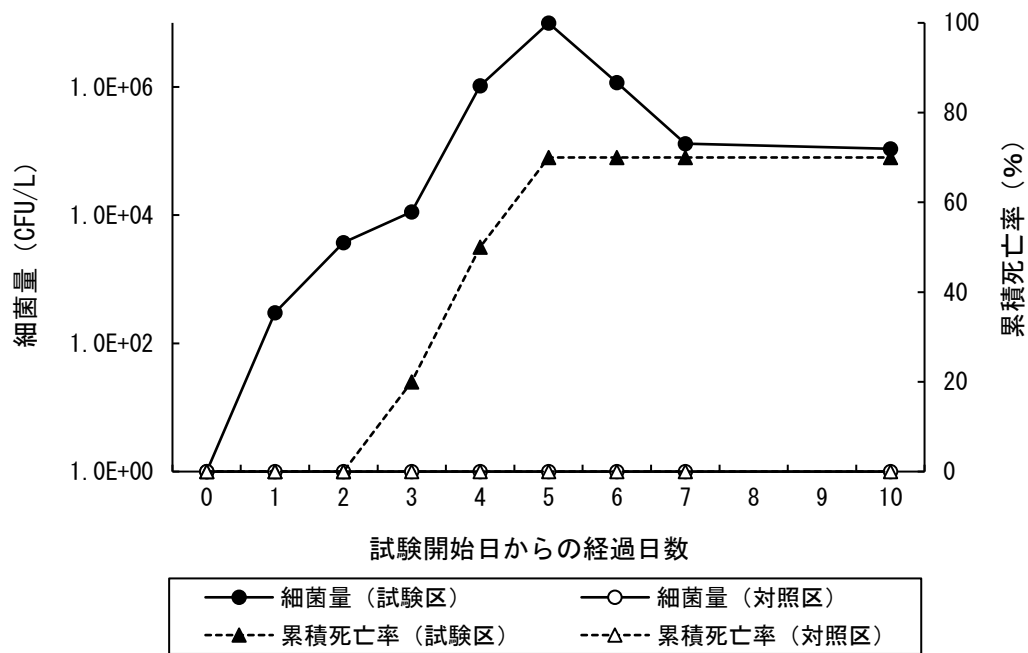


図1 第2回試験における飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量の推移

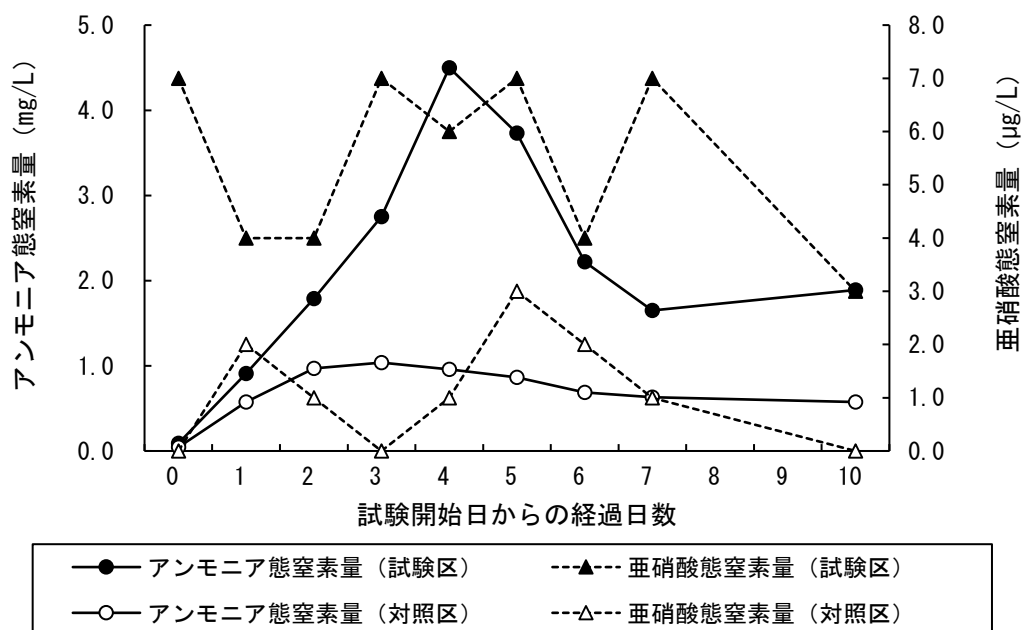


図2 第2回試験における飼育水中のアンモニア態窒素量及び亜硝酸態窒素量の推移

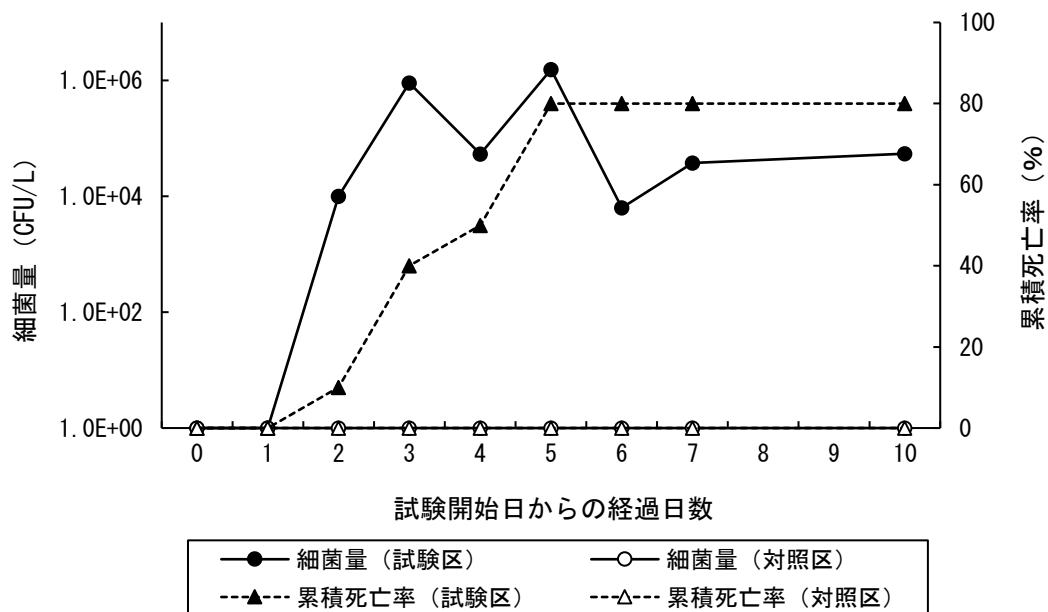


図3 第3回試験における飼育水中の *E. anguillarum* 細菌量の推移

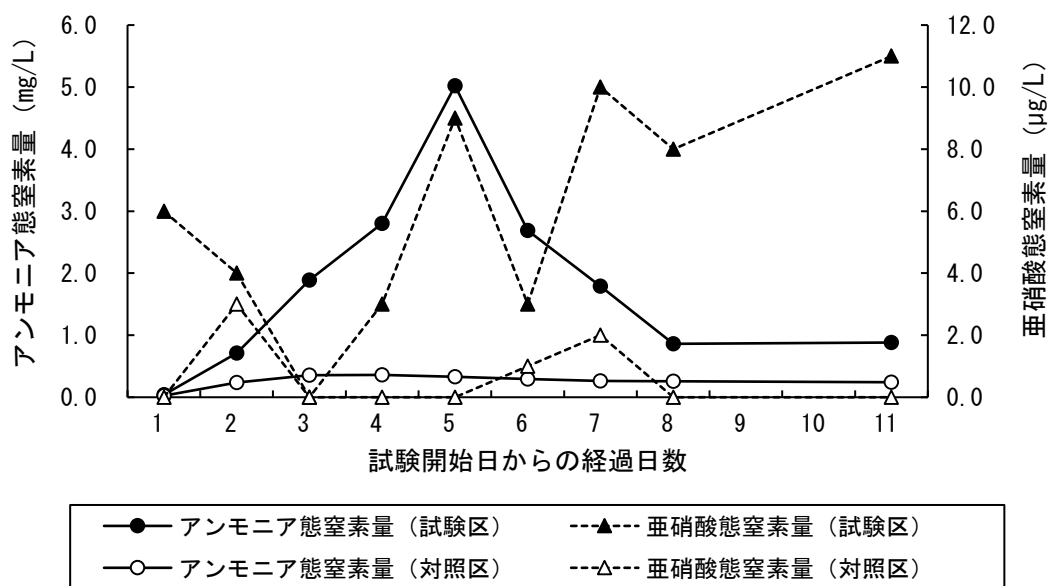


図4 第3回試験における飼育水中のアンモニア態窒素量及び亜硝酸態窒素量の推移

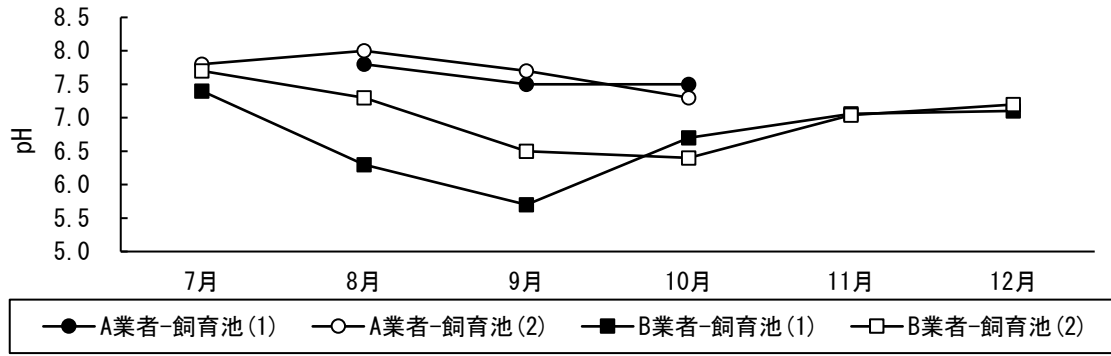


図5 モニタリング対象池における pH の推移

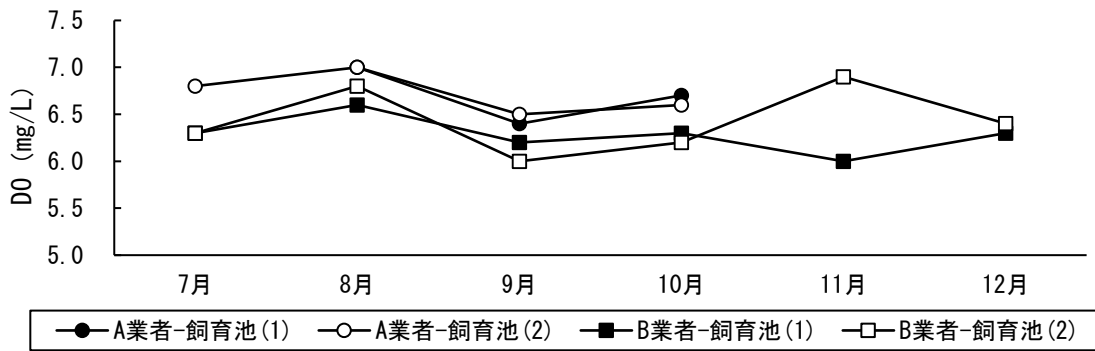


図6 モニタリング対象池における DO の推移

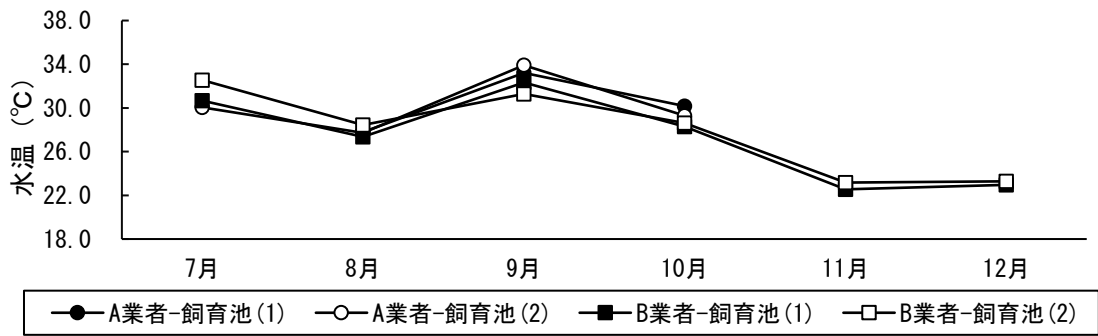


図7 モニタリング対象池における水温の推移

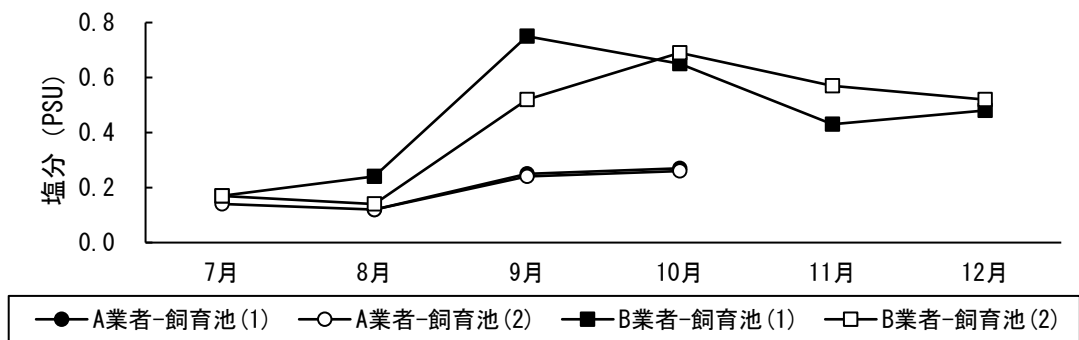


図8 モニタリング対象池における塩分の推移

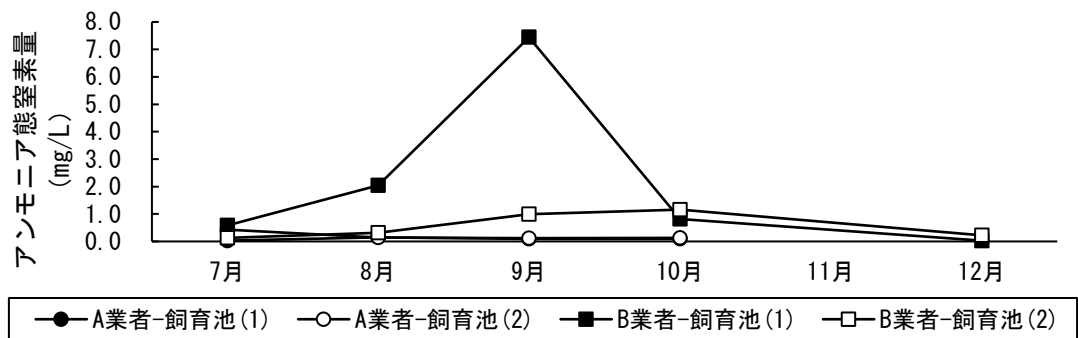


図9 モニタリング対象池におけるアンモニア態窒素量の推移

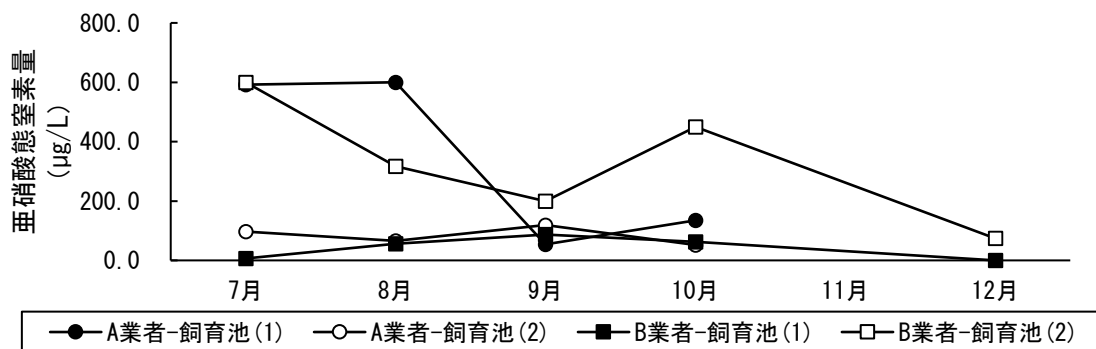


図10 モニタリング対象池における亜硝酸態窒素量の推移

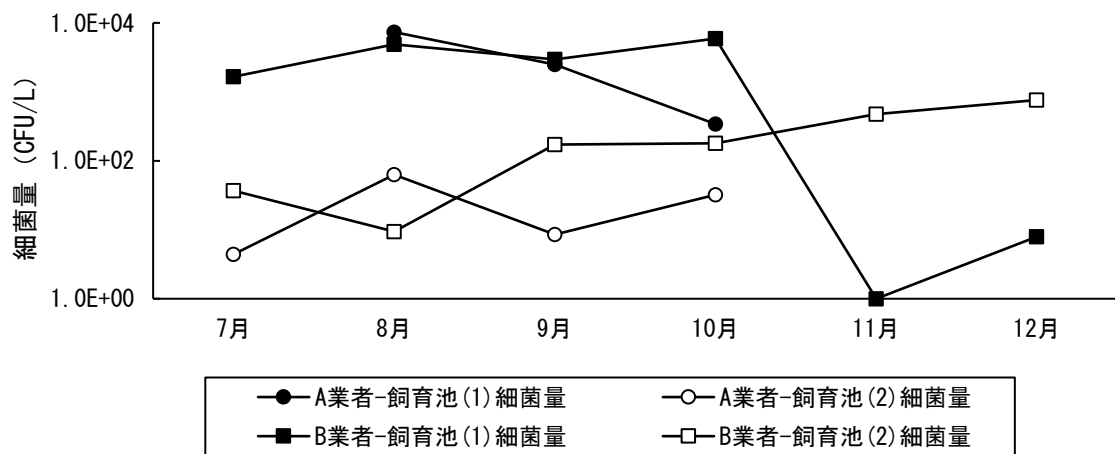


図11 モニタリング対象池における *E. anguillarum* 細菌量の推移

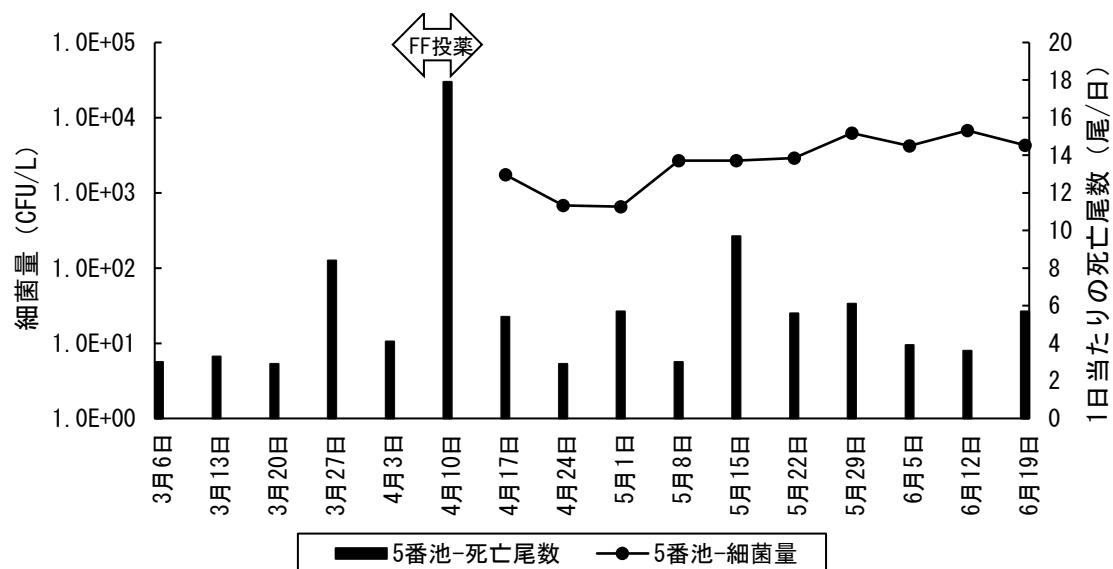


図 12 A 業者のパラコロ病発生飼育池（5 番池）における *E. anguillarum* 細菌量及び死亡尾数の推移

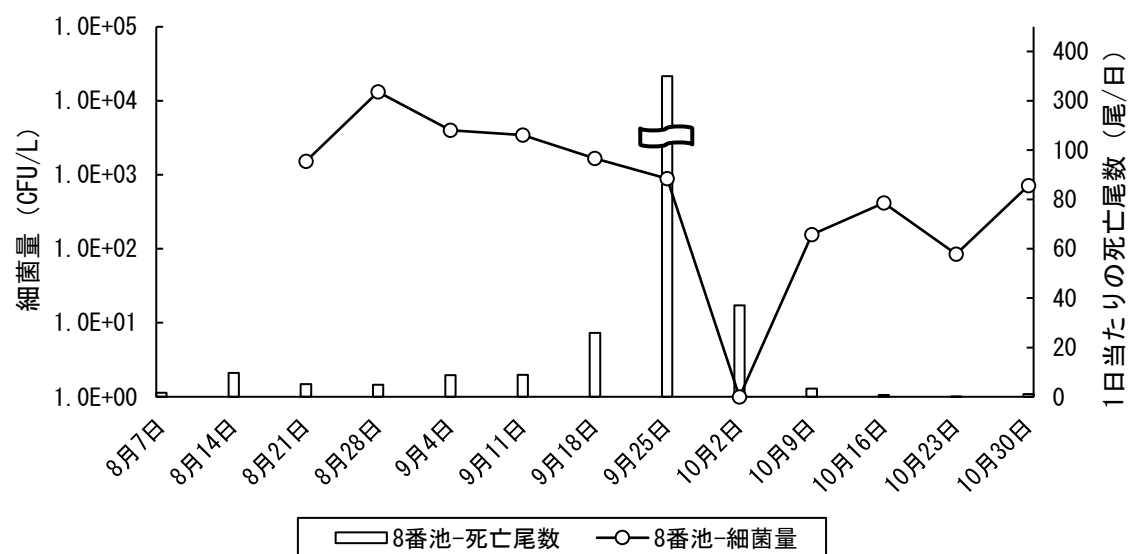


図 13 A 業者のパラコロ病発生飼育池（8 番池）における *E. anguillarum* 細菌量及び死亡尾数の推移

表 1 モニタリング対象池の飼育形式及び飼育尾数

業者名	飼育池	飼育形式	飼育尾数（尾） ※試験開始時	飼育池面積 (m ²)
A業者	A業者-飼育池(1)	周年加温 (30℃)	10,026	300
	A業者-飼育池(2)		4,454	300
B業者	B業者-飼育池(1)	周年加温 (冬期のみ23～25℃)	4,400	210
	B業者-飼育池(2)		1,800	210

表2 浸漬感染法による感染試験結果概要

試験回及び 試験期間	感染手法	投与細菌量 (CFU/尾)	試験区	供試魚No.	平均魚体重 (g)	死亡日 (経過日数)	検査結果				
							外観及び内観症状	塗抹標本観察結果	SS寒天培地による 腎臓からの菌分離結果	肝臓及び腎臓抽出DNAの qPCR結果 ((+):陽性、(-):陰性)	抽出DNA1.0ngあたりの 原因菌DNAコピー数 (copies/ng)
第1回 令和6年1月11日 ～15日	菌液の腹腔内 注射	3.0E+07					供試魚が試験開始2～3日目で全て死亡したため、試験を中断				
第2回 令和6年1月19日 ～29日	菌液の腹腔内 注射	6.0E+05	試験区		214.3	1月22日 (3日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓のうっ血	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌及び雑菌	中心黒コロニー出現	(+)	2.9E+02
						1月22日 (3日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓の褪色	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌及び雑菌	中心黒コロニー出現	(+)	3.6E+02
						1月23日 (4日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓のうっ血	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	3.8E+02
						1月23日 (4日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓のうっ血	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	7.9E+01
						1月23日 (4日目)	肛門の拡張 腎臓の腫脹	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	9.1E+00
						1月24日 (5日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓の一部うっ血	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	6.9E+00
						1月24日 (5日目)	肛門の拡張及び発赤 腎臓の腫脹	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	1.4E+01
						生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-
						生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-
						生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-
	対照区		212.1	生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-		
第3回 令和6年3月12日 ～22日	菌液の腹腔内 注射	1.0E+05	試験区		244.8	3月14日 (2日目)	体表の出血点 肛門の拡張及び発赤	肝臓:短桿菌及び雑菌 腎臓:短桿菌及び雑菌	中心黒コロニー出現	(+)	7.2E+02
						3月15日 (3日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓のうっ血	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌及び雑菌	中心黒コロニー出現	(+)	8.6E+02
						3月15日 (3日目)	肛門の拡張 肝臓の一部うっ血	肝臓:短桿菌及び雑菌 腎臓:短桿菌及び雑菌	中心黒コロニー出現	(+)	8.1E+02
						3月15日 (3日目)	体表の出血点 肛門の拡張及び発赤	肝臓:短桿菌及び雑菌 腎臓:短桿菌及び雑菌	中心黒コロニー出現	(+)	3.6E+02
						3月16日 (4日目)	肛門の拡張及び発赤 腎臓の腫脹	肝臓:短桿菌及び雑菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	1.3E+02
						3月17日 (5日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓の褪色	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	4.5E+02
						3月17日 (5日目)	肛門の拡張 腎臓の腫脹	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	2.7E+02
						3月17日 (5日目)	肛門の拡張及び発赤 肝臓の褪色	肝臓:短桿菌 腎臓:短桿菌	中心黒コロニー出現	(+)	5.8E+02
						生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-
						生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-
	対照区		239.1	生存	症状なし	細菌類の増殖見られず	細菌コロニー出現せず	(-)	-		

シュードダクチロギルス属成虫に対する化学物質等の駆虫効果 及び卵の低温耐性

中城 岳・高月 明

1 目的

県内ではウナギ養殖が盛んに行われているが、疾病によるへい死等の被害が大きな問題となっている。このうち、寄生虫病の1種であるシュードダクチロギルス症の被害が頻発している。

本疾病は単生虫のシュードダクチロギルス属に分類される *Pseudodactylogyrus anguillae* 及び *Pseudodactylogyrus bini* の2種（以下、両種を合わせシュードダクチロギルスとした。）がウナギの鰓弁に寄生し発症する疾病である。シュードダクチロギルスが寄生したウナギの鰓では、寄生場所周辺の組織増生が盛んになり、摂餌の低下による成長不良が見られる。特に、*P. bini* が寄生した場合、鉤状の固着器が鰓組織深くまで達し、組織増生の顕著な進行により、鰓薄板の癒着及び鰓弁の棍棒化が生じる。これにより呼吸効率が低下し、呼吸障害によって死亡することがある（小川, 2004）。また、増生した組織を栄養源としてカラムナリス病の原因菌 *Flavobacterium columnare* 等の細菌類が繁殖し、他疾病の併発を招く恐れもある。

本疾病の治療については、塩化ナトリウム、ホルマリン、トリクロルホン及びアンモニアがシュードダクチロギルスの成虫に対する駆虫効果を有することが報告されているが（Chan and Wu, 1984；堀内ら, 1988；今田・室賀, 1979）、現在日本では本疾病に使用可能な水産用医薬品は承認されておらず、効果的な対策の確立が求められている。そこで、本疾病に有効な駆虫成分に関する基礎的知見の蓄積を目的として、これらを含む数種の化学物質等の駆虫効果を調査した。

また、シュードダクチロギルスの生活環としては、成虫から飼育池内に産出された卵が孵化し、その後、孵化幼生がウナギの鰓に寄生する（小川, 2004）というサイクルを持つ。そのため、本疾病が発生した飼育池では、飼育水や底泥中に多数の卵が産出されるが、この卵は低温や乾燥等に一定の耐久性を持つことが知られており、出荷後に新たに池入れするシラスウナギへの感染源となると推測されている（松山ら, 2014）。卵の低温耐性については、産卵後 10℃で 40 日を経過した卵を 20℃に移すと孵化が観察されているが（小川, 2004）、より低温域への耐性については知られていない。そこで、10℃以下の温度帯で一定時間保存した卵がその後孵化可能か調査した。

2 材料と方法

(1) 成虫に対する化学物質等の駆虫効果

県内養鰻業者からシュードダクチロギルス症に罹患したニホンウナギ 1 尾（魚体重 145.5g）を入手し、試験に供した。このウナギから左右第 1～4 鰓葉の計 8 枚を切り出し、実体顕微鏡で観察し、鰓葉 1 枚あたりのシュードダクチロギルス成虫の寄生数を計数した。なお、伸縮運動が見られ、生存状態が確認可能な個体のみを計数した。

試験区については表 1 の通りであり、3 試験区に对照区を加え、計 4 区とした。50mL 遠沈管に各試験区の化学物質等を含んだ溶液を 30mL ずつ分注し、切り出した鰓葉を 2 枚ずつ浸漬し、20℃で

1 時間静置した。その後、溶液から鰓葉を取り出し、再度生存個体を計数した。

(2) 卵の低温耐久性

県内養鰻業者からシュードダクチロギルス症に罹患したニホンウナギ 3 尾（平均魚体重 153.8g）を入手し、試験に供した。それぞれのウナギから左側第 1～4 鰓葉を切り出し、4 枚ずつ遠沈管に入れ、滅菌蒸留水 30mL とともに 10 秒程度攪拌し、鰓から卵を脱落させた。その後、鰓のみを取り除き、96 穴プレート 3 枚に 100μL ずつ分注し、1 穴あたり数個程度の卵が存在するように調整した。なお、顕微鏡下で観察し、大きさ 50～100μm の卵円形で一端に柄を持つものをシュードダクチロギルス卵として計数した。分注後の 3 枚のプレートはそれぞれ 3℃、-20℃、-80℃で 30 日間保存し、その後、28℃で 7 日間培養し、卵の孵化状況を確認した。

3 結果と考察

(1) 成虫に対する化学物質等の駆虫効果

各試験区における浸漬前後のシュードダクチロギルス成虫の生存個体数は図 1 の通りであった。試験区 1 では生存個体数が浸漬前の 13.3%に減少していた。一方、試験区 2 及び試験区 3 の生存個体数は浸漬前の 97.2%及び 76.7%に留まった。

試験区 1 のプラジクアンテルについては、既報ではヨーロッパウナギに寄生したシュードダクチロギルスに対し、同成分を含む薬剤の経口投与による駆虫効果が認められており（吉川, 2005）、同様の結果が得られたと考えられた。現在、同薬剤については、スズキ目魚類の体表に寄生するハダムシ *Benedenia seriolae* やクロマグロの心臓に寄生する住血吸虫 *Cargicola opisthorchis* ののみに対して使用を承認されているが、同薬剤がウナギのシュードダクチロギルス症に使用可能になることで、同疾病による被害抑制及び養鰻業者の経営改善に資すると考えられる。今後、同薬剤の対象魚種のウナギ目魚類への拡大に向け、シュードダクチロギルス症に罹患したニホンウナギへの同薬剤の経口投与試験を実施し、駆虫効果や魚体内への薬剤の残留性等のデータの蓄積していく必要がある。

一方、試験区 2 の塩化ナトリウムについては、本試験では駆虫効果が見られなかった。しかし、既報では孵化後のオミンコラギジウム幼生に対し、2.5～3.4%、5 時間の処理で駆虫効果が認められている（Umeda et al., 2006）。これについては、本試験では浸漬時間を 1 時間と短く設定していたため、十分な駆虫効果が得られなかった可能性が考えられた。

また、試験区 3 のローズマリーについても、駆虫効果が見られなかった。しかし、近年は食の安全に対する消費者の関心が高まり、特に養殖魚においては、魚体内への水産用医薬品の残留が問題視されている。そのため、今後は可能な限り、医薬品に依存しない疾病対策の方向性も必要となる。そこで、ローズマリーのような自然由来の物質を用いた疾病対策は非常に有用である。既報ではヨーロッパウナギに寄生したシュードダクチロギルスに対し、イチョウの葉から抽出したギンコール酸の駆虫効果が認められており（Wang et al., 2009）、このような駆虫効果を持つ自然由来の物質や成分を模索していく必要があると考えられた。

(2) 卵の低温耐久性

3℃区のプレートには計 206 個の卵を収容し、このうち、5 個の卵からオミンコラキジウム幼生が孵化した。一方、-20℃、-80℃のプレートにはそれぞれ計 203 個及び 145 個の卵を収容していたが、いずれも孵化は確認されなかった。

本試験において、既報よりも低温への耐性を持つことが明らかになった。通常、養鰻業では夏から秋にかけて出荷を終えた後、池干しを行い、翌年に次期のシラスウナギを導入するが、秋から冬にかけての氷点下に近い低気温にも耐えうる可能性が考えられた。今後、飼育池に残存した卵が新たに池入れするウナギへの感染源となる可能性を明らかにするため、卵の乾燥状態への耐性についても検証を行う必要があると考えられた。

【引用文献】

- 小川和夫 (2004) : ダクチロギルス症・シュードダクチロギルス症. 魚介類の感染症・寄生虫病. 江草周三監修, 恒星社厚生閣, 東京, 354-358.
- Chan, B. and B. Wu (1984) : Studies on the pathogenicity, biology and treatment of *Pseudodactylogyrus* for the eels in fish-farms. *Acta Zool. Sin.*, 30, 173-180.
- 堀内三津幸・桑原 章・相馬武久・中田 実 (1988) : 養殖ウナギのシュードダクチロギルス症に対するアンモニア水長時間薬浴の有効性. 水産増殖, 35, 259-263.
- 今田良造・室賀清邦 (1979) : 養殖ウナギの鰓に寄生する *Pseudodactylogyrus microrchis* (単生目) -Ⅲ トリクロルホンによる実験的駆虫. 日本水産学会誌, 45, 25-29
- 松山 創・田中 眞・佐藤孝幸・飯田益生 (2014) : シラスウナギのシュードダクチロギルス症とその感染源について. 静岡水技研研報, 46, 45-50.
- 吉川 昌之 (2005) : ヨーロッパウナギのシュードダクチロギルス症に対するプラジクアンテル製剤の投与効果. 静岡県水産試験場研究報告, 40 31-34.
- Umeda N., H. Nibe, T. Hara and N. Hirazawa (2006) : Effect of various treatments on hatching of eggs and viability of oncomiracidia of the monogenean *Pseudodactylogyrus anguilla* and *Pseudodactylogyrus bini*. *Aquaculture*, 253, 148-153.
- Gao- Xue Wang, Dong-xin Jiang, Zhuang Zhou, Yun- Kui Zhao and Ye- Hua Shen (2009) : In vivo assessment of anthelmintic efficacy of ginkgolic acids (C13:0, C15:1) on removal of *Pseudodactylogyrus* in European eel. *Aquaculture*, 297, 38-43.

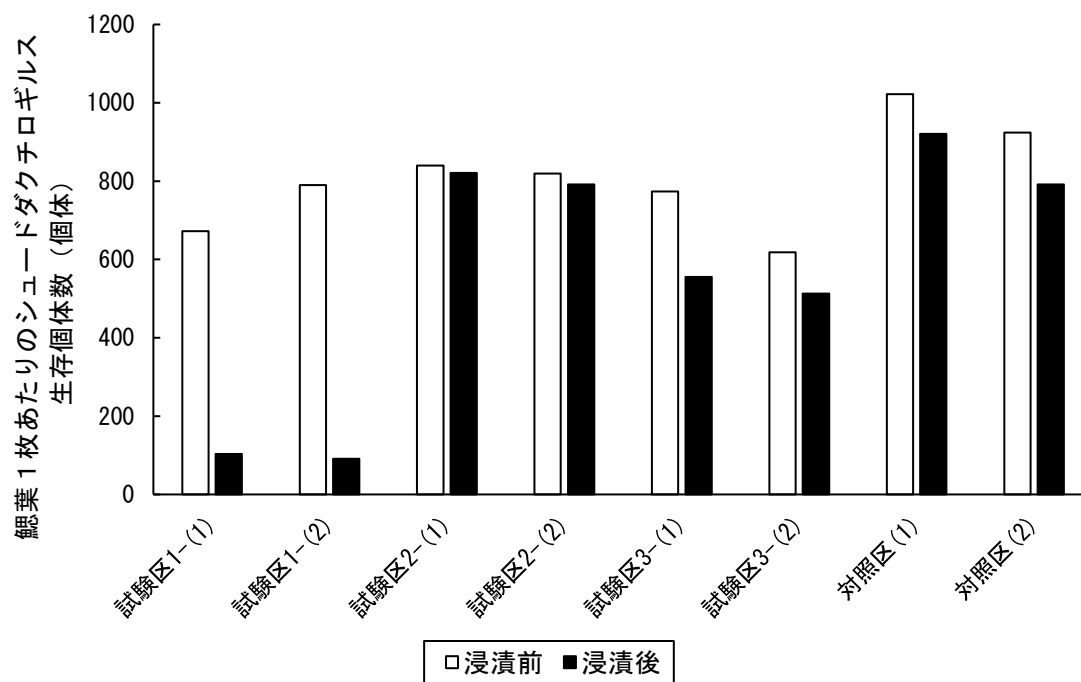


図1 各試験区の浸漬前後のシュードダクチロギルス成虫の生存個体数

表1 各試験区で使用した化学物質等の詳細

試験区	化学物質等名称	製品名	濃度
試験区1	ブラジクアンテル	ベネサール (あすかアニマルヘルス株式会社)	20mg/L (ブラジクアンテルとして10mg/L)
試験区2	塩化ナトリウム	塩化ナトリウム (富士フィルム和光純薬株式会社)	3.0%
試験区3	ローズマリー	ローズマリーパウダー (株式会社アールティージャパン)	20mg/L
対照区	滅菌蒸留水	-	-

河川におけるアマゴ、カワムツ、ウグイ及びオイカワの 異形細胞性鰓病原因ウイルス PaPV の保有状況

中城 岳

1 目的

異形細胞性鰓病（通称、ボケ病）はアユで発生するウイルス性の疾病である。本疾病はアユの鰓上皮細胞にポックスウイルス科の PaPV (*Plecoglossus altivelis* Poxvirus) が感染し、大型の異型細胞が形成され、鰓薄板の癒合や鰓弁の棍棒化によって鰓表面積が減少することで、主に呼吸機能が低下する疾病であり、発病魚は呼吸不全により摂餌不良や緩慢遊泳など、酸欠状態で見られる症状を示す（日本水産資源保護協会, 2011）。

和歌山県においては、河口付近の海域で採捕されたアユ初期稚魚とマイワシで PaPV の保有が確認されており（Nakayama et al., 2016）、栃木県においては、3 月下旬～5 月下旬に採捕されたアユ遡上稚魚と、6 月から 10 月に中流部で採捕されたアユ成魚で PaPV の保有が確認されている（石川ら, 2024）。このことから、海域で PaPV に感染したアユがウイルスキャリアーとなった状態で河川に遡上している可能性が示唆されている。現在、本疾病はアユのみが罹患する疾病であるとされているが、河川内でアユが保有する PaPV が他魚種に水平感染し、本疾病を発症する可能性も考えられる。そこで、河川における PaPV の浸潤状況の把握を目的として、河川で採捕されたアユ以外の複数魚種の PaPV 保有状況を調査した。

2 材料と方法

本県中央部に位置する仁淀川の支流である上八川川において、令和 5 年 7 月 13 日に餌釣り漁法によって釣獲されたアマゴ 2 尾、カワムツ 5 尾、ウグイ 2 尾及びオイカワ 1 尾の計 10 尾を検査に供した。供試魚は全長及び体重の測定、外観症状の確認と剖検を実施した。また、各魚種を単一ロットとして、計 4 ロットの検査ロットを設定し、アユ疾病に関する防疫指針（アユ疾病対策協議会, 2011）に記載された手法に準じ、各ロットの鰓洗浄濃縮液から DNA を熱抽出し、この DNA サンプルをテンプレートとして、PaPV のゲノム中のワクシニアウイルス A16L の相同性遺伝子配列を標的としたリアルタイム PCR（kayama et al., 2020）に供した。※一部改変なお、PCR については 1 ロットにつき 3 反応分を行った。

3 結果と考察

供試魚の全長及び体重の測定結果は表 1 のとおり。外観症状を確認したところ、いずれの個体にも病的な症状は見られなかった。また、剖検の結果、いずれの個体の内部器官にも病的な症状は見られなかった。特に、ウェットマウント標本作成による鰓組織の観察の結果、異形細胞性鰓病に罹患したアユの鰓に見られる典型症状（二次鰓弁の膨満やうっ血症状）は見られなかった。また、PCR の結果は 4 ロットいずれも陰性であった。

以上の結果から、供試魚は PaPV を保有していないと考えられた。現在、異形細胞性鰓病はアユのみ

が罹患する疾病であるとされているが、今回調査を行った魚種を含め、河川に生息する魚類が感受性を持つ場合、当該魚種を介した河川内での水平感染や、ウイルスキャリアーによる翌年へのウイルスの持ち越しなど、アユが本病へ感染するリスクが高まることが懸念される。そのため、今後もアユ以外の魚種を対象としたウイルス保有検査を継続し、さらに、感染試験による感受性の有無の確認などを行っていく必要があると考えられた。

【引用文献】

- 社団法人日本水産資源保護協会（2011）：アユの異型細胞性鰓病（Atypical Cellular Gill Disease：ACGD）診断・治療マニュアル。
- 石川孝典・西村友宏・野中信吾・森 竜也・小原明香・小堀功男・久保田仁志・和田新平・佐野元彦（2021）：安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業「アユの異型細胞性鰓病の発病原因の解明と防除法の開発」－天然水域における PaPV 動態調査 2－。栃木県水産試験場研究報告, 65, 9-10.
- Nakayama H, Uno E, Ashizawa T, Miwa S (2016) : PCR-detection of Plecoglossus altivelis Poxvirus-like Virus (PaPV) in wild ayu. Fish Pathol, 51, 121-124.
- アユ疾病対策協議会（2011）：アユ疾病に関する防疫指針。
- Koyama, T., D. Komatsu, T. Uchino, Y. Midorikawa, G. Kato, T. Ishikawa, T. Nishimura, K. Takeda, H. Fukuda, S. Wada and M. Sano (2020) development of new PCR and quantitative PCR protocols for the detection of Plecoglossus altivelis poxvirus-like virus in atypical cellular gill disease of ayu. Fish Pathol, 55, 84-87.

表 1 供試魚の全長及び体重の測定結果

魚種名	ロット 番号	全長 (mm)	体重 (g)
アマゴ	1	20.5	58.9
		15.9	37.9
		19.7	70.7
カワムツ	2	17.0	40.3
		14.1	26.5
		11.9	14.8
		10.9	11.2
ウグイ	3	23.0	96.6
		20.9	61.1
		16.4	24.7
オイカワ	4	12.2	10.0

モクズガニ種苗生産技術の再構築

石川 徹・稲葉太郎・中城 岳・高月 明・渡辺 貢（高知県内水面漁業協同組合連合会）

1 目的

高知県では、高知県内水面漁業協同組合連合会の努力により、平成 10 年代にモクズガニの種苗生産技術が定着し、県内に安定的にモクズガニ人工種苗の供給ができるようになった。

一方、近年は親ガニの確保など採苗に関するコスト高や、同一施設内で種苗生産を行うアユの防疫管理に支障が出るといった懸念など、複数の問題が指摘されていた。そのため、このような問題点に対処するための新しい手法の導入等を検討し、生産マニュアルを作成した。

本報告には、高知県内水面漁業協同組合連合会における生産を前提としたマニュアルを掲載した。

モクズガニ種苗生産マニュアル

令和 5 年 9 月

高知県内水面漁業センター

本書は、高知県内水面漁業センター「モクズガニ種苗生産技術の再構築」事業（令和 4 年、5 年）の成果物として、高知県内水面漁連吉川種苗センターでの生産を前提に作成した。

目次

1	抱卵雌ガニの確保と蓄養	3
(1)	採捕方法	3
ア	浦戸湾	3
イ	四万十川下流	3
(2)	輸送方法	3
(3)	蓄養方法	4
(4)	採苗	4
ア	雌ガニの熟度判別	4
イ	卵管理（ふ化から池入れ）	4
2	種苗生産	6
(1)	飼育水	6
(2)	飼育施設、エアレーション等	6
ア	水槽	6
イ	エアレーション	6
ウ	排水	6
(3)	生産（ゾエア期（Z1～Z5））1～15 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）	7
ア	餌飼料	7
イ	環境	7
ウ	その他	7
(4)	生産（メガロパ期（M））12～24 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）	8
ア	餌飼料	8
イ	環境	8
ウ	その他	8
(5)	生産（C 期（C1 以降））24～30 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）	9
ア	餌飼料	9
イ	環境	9
ウ	その他	9
(6)	取り上げ及び放流	9
ア	取り上げ	9
イ	放流	10

1 抱卵雌ガニの確保と蓄養

モクズガニの産卵時期は、春季と秋季の2回あり、太平洋側は秋産卵、日本海側及び瀬戸内海は春産卵とされる。秋産卵タイプの親ガニは、11月頃までに降河し、交尾・産卵すると考えられている。

1個体の雌ガニは3回程度抱卵するが、回数を追うごとに抱卵数は少なくなるとされる。また、1回目の抱卵が最も種苗性が高い（ふ化率や生残率が高い）とされていることから、初回抱卵個体を得るためには、12月頃から出漁を依頼することが望ましい。購入する雌ガニに選択の余裕がある場合は、できるだけ抱卵量の多い（初回抱卵の可能性が高い）個体を選ぶようにする。

抱卵ガニは、蓄養時の生残率が低く、長期の飼育は困難なため、生産のやり直し等で新たな雌ガニが必要となった場合は、その都度追加購入するようにする。

（1）採捕方法

ア 浦戸湾

浦戸湾では、1～3月にノコギリガザミの漁獲を目的とした刺網漁で、成熟個体が混獲され、抱卵個体の比率は半数程度と高い。刺網の設置位置は水深10mの箇所であり、産卵期の雌ガニは、内湾の塩分濃度が安定した比較的水深の深い箇所に分布していると考えられる。

漁法が刺網の場合、脚等に絡んだ網を外すのに時間がかかるため、カゴ漁の方が望ましいが、これまでモクズガニ漁獲のためにカゴを設置しておらず、漁獲実績が少ないため、漁獲効率が下がるおそれがある。

海面における（浦戸湾は海面）かご漁や刺網漁は自由漁法ではないため、漁業者に採捕を依頼する必要がある。

イ 四万十川下流

河川におけるモクズガニ漁は、12月～3月が高知県内水面漁場管理委員会の委員会指示による禁漁期となっているため、必要となる手続きを行ったうえで、採捕者を雇用して行う（雌ガニの購入は出来ない）。四万十川下流では、採捕時期は12月～3月となる。令和4年度のカゴ漁による試験採捕で、抱卵した雌ガニが採捕出来る場所がある程度絞り込めているので（四万十川大橋より下流、中筋川下流、竹島川下流）、その場所を中心に採捕を依頼する。

（2）輸送方法

外仔が干出しないように、海水を3分目程度まで入れた60L程度のクーラーボックスに、10尾を目安に収容する（2時間程度ならエアレーションなしでも輸送可能）。浦戸湾の場合は、船の狭いカンコ内で他の漁獲物（魚類、エビ類、ガザミ類）とともに保管しているため、漁獲後速やかに買い取りすることが望ましい。

（3）蓄養方法

2～3t程度の長方形の水槽に建築用コンクリートブロック（空洞ブロック）を並べ、

10cm 程の水深（ブロックが浸る程度）に海水を張る。水槽を屋外に設置する場合は、ストレス対策として、寒冷紗などで日覆いをしておくことが望ましい。また、鳥よけのネットも適宜設置する。換水量は海水で 2～3t/h（10 回転/日以上）とし、高換水を維持することで死んだ外仔や汚れを除去する（個体のグルーミングに任せる）。水温は 20℃程度を維持することが望ましいが、換水率が高いため、ヒーター等による加温は難しい。雌ガニは背中に耐水マーカーでナンバリングし個体識別する。外仔（受精卵）の熟度が低いうちは、個別隔離せずに複数尾を蓄養水槽に収容する（雌ガニは個々のブロックをシェルターとして活用）。定期的に外仔を採取し、発生状況を観察する。ある程度熟度の高まった（発生の進んだ外仔を持つ）個体は、同じ蓄養水槽の中で、コンクリートブロックを入れた蓋つきのかごに一尾ずつ個別隔離して収容する。

蓄養期間中の餌は、アユの稚魚（0.5g 前後、種苗生産で発生する選別後の不要アユを冷凍）を与える。雌ガニ 1 尾あたり 2～3 尾を午前中に 1 回給餌し、水が汚れないよう、翌日残餌を回収後、新しい餌を与える。

（４）採苗

ア 雌ガニの熟度判別

熟度が高まり隔離した雌ガニの外仔を定期的に観察し（あまり頻繁に行うと雌ガニにストレスを与えるので注意）、発眼後卵黄が分離した頃に（この状態になるとふ化まで 1～2 日）ふ化槽へ移す。

※既存の文献（福岡県豊前水試の石田氏のイラスト）を参考にするとよい。

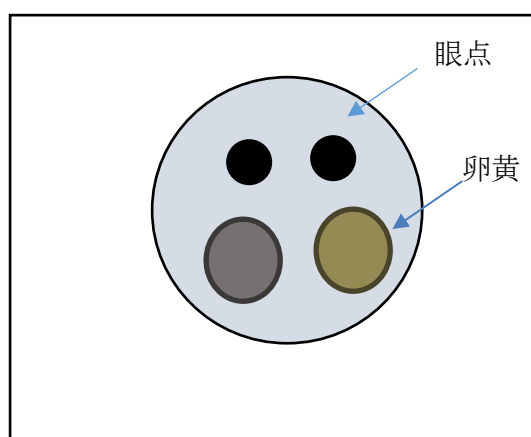


図1 ふ化1～2日前のモクズガニ受精卵の模式図

イ 卵管理（ふ化から池入れ）

1 尾の雌ガニから、初回産卵で 20 万尾～40 万尾のふ化幼生を生じる。生産水槽 1 トンあたり 1 万尾程度（1～2 万尾の池入れは可能だが便宜上 1 万尾とする）が適当であるため、50t 水槽の場合、同等の成熟条件を満たす 2～3 尾の雌ガニを用いるようにする。ふ化日が異なると水槽内での成長差が大きくなり、後々共食いが激しくなることから、ふ化日はできるだけそろえる必要があるため、同一日にふ化した幼生のみを池入れ

するようにする。

ふ化槽（500L 円形黒ポリ）は、ふ化した幼生をサイフォンやドレンで生産水槽へ移送できるよう、生産水槽の水面よりも高い位置に設置する。

ふ化槽に海水を 7～8 分目まで注水し、あらかじめ水温を 22℃程度に上げ（1kw ヒーター及びサーモスタットを設置）、中央付近で微通気を行う。このふ化水槽に、ふ化直前の受精卵を持つ親ガニ 1 尾をカゴに入れた状態で収容する。ふ化予定前日の夕方には、ふ化幼生の餌料として、ワムシ（10 個体/ml 程度）を投入しておく。卵の熟度判定が正確であれば、雌ガニを収容した後、一昼夜ほどでふ化が終了し、ふ化槽内にゾエアが泳ぎ出す。ふ化が終了したら親ガニを取りだし、ふ化前、ふ化後の体重の差から、ふ化幼生数を算出する。

算定式：「ふ化幼生尾数＝（ふ化前雌ガニ体重（g）－ふ化後雌ガニ体重（g））×1.9 万尾」

この後、ふ化水槽の底掃除を行い、死んだ幼生を容量法で計数する。死んだ幼生の率が高い（2～3 割以上）あるいはゾエアの活性が低いロットは廃棄する。生産に移行できると判断したロットは、雌ガニのカゴを除いた後、生産水槽内に幼生をサイフォン等で移槽する。

参考とした他県施設における成功事例では、生残率は C1 までで 50%とされており、高知県におけるモクズガニ種苗の必要尾数 10 万尾（ただし、高知県内におけるモクズガニの義務放流量は 35,000 尾から 40,000 尾）は、1 生産回次分で充足できる。

※容量法：サイフォンで吸い出したゴミや死骸の全量をパンライト水槽に受け、計量カップ等で一部を抽出し、計数して全体に引き延ばす。

（例）30L 吸い出した場合、そこから 300ml を抽出して死骸を計数する。10 尾の死骸があったとすると、10 尾×（30,000ml÷300ml）＝斃死尾数 1,000 尾となる。

表 1 生産水槽の容量と収容尾数等

生産水槽の容量	幼生の収容尾数	雌ガニの数	備考
50t	50 万尾	2～3 尾	熟度の合う雌ガニをそろえることが難しい
25t	25 万尾	1 尾	
12t（3t×4 基）	12 万尾	1 尾	
10t（2t×5 基）	10 万尾	1 尾	

※ 1 尾の雌ガニのふ化幼生のみで生産を開始できる、10t から 25t 程度の水槽が望ましい（参考とした他県の施設における生産水槽は 25t）。

※生産ポイント 1：種苗性の高い受精卵の使用

甲殻類の種苗生産においては、種苗性の高い（幼生死亡率の低い）受精卵を用いることがその後の生産の成功率を上げる重要なポイントとなる。既に抱卵した雌ガニを多数準備し、抱卵量や成熟状況等でふるいにかけながら種苗性の高いものを絞り込んでいく。ふ化時及び Z2 変態時までに斃死率が高いロットは早めに廃棄し、次の生産に切り替えるようにする。

2 種苗生産

(1) 飼育水

内水面種苗センターではUV殺菌海水を使用しているが、この状態では原虫や真菌の侵入のおそれがあるため、以下に示す塩素殺菌を行った後、使用する。

50～100t 水槽に原水を張り、1t あたり有効塩素濃度 12%の次亜塩素酸水 4ml を滴下し、殺菌海水とする。その際、通気をしておくことにより、約2時間で塩素が抜けるため、中和のためのチオ硫酸ナトリウムは使用しない。2時間以上経過したら、チェックシートを用いて塩素の残留がないことを確認し、翌日の飼育水として用いる。原水に金属イオンが多い場合はキレート化して水や水槽壁が茶褐色に変色することがあるが、飼育水に使用できないことはない。

水温は22～24℃を維持するようにし、塩分濃度は淡水馴致を行うまでは原水と同じ18‰程度を維持する（他県施設では通常30‰程度）。

※生産ポイント2：塩素殺菌海水の利用

甲殻類の種苗生産で多発する真菌症やツリガネムシ等の影響を考慮し、飼育水には塩素殺菌海水を利用することが重要。内水面種苗センターの取水もイクチオホヌス等の真菌類が侵入する可能性があるため、既存のUV殺菌に加え、塩素殺菌を導入することが望ましい。

(2) 飼育施設、エアレーション等

ア 水槽

内水面種苗センターの飼育水槽は50tの八角形の水槽で、水深は2m程度であり、アユ種苗生産時にはワムシ培養槽として使用している。特に、C1期以降は、匍匐して逃避する個体が出てくるので、水槽上面に内側にせり出すようにステンレスの板を取り付けた所謂「カニ返し」を設置する。

50t水槽は、ボイラーからの熱交換配管が設置されているため、これにより加温する。その他、小規模な水槽で行う場合は、電気式のヒーターを投入して加温する（25t水槽であれば1槽あたり2kwのチタンヒーター6本で加温可能、水槽の規模に合わせて適宜設置）。

生産水槽は寒冷紗等による照度調整は特に行わない。照度を下げるとツリガネムシが発生しやすくなる。また、直射日光は避けた方がよいが、明るいほど摂餌活性は高く健苗育成につながる。

イ エアレーション

四隅にユニホース製のエアブロックを設置し、池中央の6カ所程度にエアストーンを垂下する。エアブロックは、できるだけ壁面に沿わせるために（水槽底面にRがあるため）吸盤やロープ等で固定する。エアは幼生の成長段階に合わせて強くしていく。エアの強弱についての判断基準は、エアブロックの場合はエアの払い出しの長さ、エアストーンについてはエアの広がる直径を見ながら判断する（具体的な判断基準は後述の生産に記載）。

ウ 注排水

注水は、殺菌海水を貯留した水槽からポンプアップして行う。エアブロックにより生

じる流れを遮らないように池の側面に沿って注水する。

排水は中央の排水筒にステンレスのスクリーンメッシュを差し込んで行う。別途、塩ビ管にスクリーンメッシュを貼り合わせたアンドンの中にサイフォンを通して行ってもよい。

(3) 生産（ゾエア期（Z1～Z5）1～15 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）

ア 餌飼料

ワムシ（Z1～Z5）：5～10 個体/ml を維持、3～5 億個体/日

※ワムシ密度は、50 個体程/ml までは多くても問題ない。また、毎日（朝・夕）藻類を添加していれば飢餓ワムシにはならず、所謂「ほっとけ飼育」的な管理も可能と思われる。

アルテミア（Z2～Z5）：1,500 万個体（Z2）～5,000 万個体/日（Z5）

配合飼料：30（Z3）～50g/日（Z5）アユゴールド2号など（特に甲殻類用である必要は無い）

イ 環境

水温：22～24℃

塩分：18‰以上（海水原水濃度）

換水量：0（Z1）～100t/日（Z5）（換水率として 0～200%）1 日齢毎に約 10t 追加

排水目：40～50 目（排水口付近にエアストーンの上昇流をつくると幼生が取り付きにくい）

藻類添加：400（Z1）～1,000ml/日（Z5）※初日のみ 800ml

（藻類の添加については、別途 500L 水槽を用意し、そこに井水（淡水）とクロレラを投入し 350～400L にしたものから定流量ポンプを用いて飼育水槽に供給する）

エア強度：エアブロック（払い出しの長さ）1（Z1）～2.5m（Z5）

エアストーン：（エアの広がる直径）0.2（Z1）～1.5m（Z5）

ウ その他

6 日齢で全面底掃除を実施し、斃死個体を容量法で計数、斃死率が 15～20%以上の場合は廃棄する（数回連続で廃棄となる場合あり）。

飼育尾数の把握は難しく、夜間に柱状採水を行うこともできるが、幼生の分布が一樣でないため精度は低いと思われる。従って、日中に底面の斃死個体を目視で確認、夜間に懐中電灯で照らして生残個体を確認する。底面にゴミの溜まった箇所がある場合は、適宜サイフォンで吸い出して底掃除する。

紅色細菌が底面に発生する場合、エアや水の回りが悪い可能性があり、改善を要する。

※生産ポイント3：早期の飼育継続可否判断

飼育初期（6 日齢）に飼育継続の如何を判断すること。甲殻類種苗生産においては、変態期（モクズガニではメガロパへの変態期が 12～15 日齢）での凋落が多い。不調ロットの飼育を継続した結果、生産尾数が不足した際に、産卵適期を逃してしまい、次ロットの生産ができなくなる可能性がある。

※生産ポイント4：強めの水流（エアレーション）

比較的強めのエアレーションで、強い流れを作ることが重要である。死に水を作らないことで、有機物の分解を促進し、幼生同士の取り付きも防ぐ狙いがある。県栽培漁業センターにおけるクマエビの種苗生産でも、強いエアレーションで攪拌することで共食いを防ぐことが出来たことから、棘のあまり長くない甲殻類であれば、強いエアによる攪拌は有効と思われる。

（４）生産（メガロパ期（M））12～24 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）

ア 餌飼料

アルテミア：5,000 万個体/日（翌日池内に残るようであれば給餌量を減らす）

冷凍コペポータ：500～700g/日（メガロパ推定尾数（万尾）×30g で計算、ドリップはよく切っておく）

配合飼料：50～70g/日 アユ用配合飼料など（種類サイズはそこまでシビアでない）

イ 環境

水温：22～24℃

塩分：18‰以上（海水原水濃度）

換水量：110～140t/日（換水率として 220～280％） 1～3 日齢毎に約 10t 追加

排水目：30 目

エア強度：エアブロック（払い出しの長さ）2～2.5m

エアストーン：（エアの広がる直径）1.5m

ウ その他

C1 への変態直前には、エアの作る流れに逆らって泳ぐ遡上行動が見られる。また、換水筒に取り付き匍匐し始めるので、その時期には付着用のネットを浸ける。これには、シェルターの役割もあり、共食い防止が期待される。また、M から C1 への変態は主として底層の堆積物中で行われているようなので、無理に底掃除は行わず、硫化水素が発生するような底質悪化を防げば、かなりスムーズに変態を促進できるシェルターになるのではないかと考えられる。

※M の後期から塩分濃度を低下させることは可能。内水面種苗センターの塩分濃度では、C1 になれば最短 2 日で淡水馴致可能である。施設全体での海水使用の逼迫状況によっては、早めに淡水馴致することも選択肢のひとつとなる。

（５）生産（C 期（C1 以降））24～30 日齢（池入れ 50 万尾（Z1）基準）

ア 餌飼料

アルテミア：5,000 万個体/日（C1 になると遊泳するアルテミアはほとんど捕食せず、メインの餌は冷凍コペポータと配合になるので、給餌するとしても少量でよいと思われる。）

冷凍コペポータ：500～700g

配合飼料：70g/日 アユテックなど

イ 環境

水温：22～24℃

塩分：18‰以上（海水原水濃度）→26 日 10‰→28 日 5‰→30 日淡水

換水量：140t/日（換水率として 280%）

排水目：30 目

エア強度：エアブロック（払い出しの長さ）2.5m

エアストーン：（エアの広がる直径）2m

ウ その他

C1 以降は、水槽壁を伝って逃避する個体が出てくるので、ステンレス板の「カニ返し」をあらかじめ設置しておく。初の C1 個体が見え始めてから 5 日以降に取上げる。

（6）取り上げ及び放流

ア 取り上げ

取り上げの際には、あらかじめ底掃除をしてゴミをできるだけ除去しておく（この時吸い出した稚ガニは、生産水槽に戻しても良い）。また、付着器をあらかじめ引き上げ、稚ガニをたらいなどにふるい落としておく。その後、底面排水時の水勢を弱めるため、アンドンからの排水により 30t 程度まで水位を下げておく。

底面排水のバルブ口に塩ビのエルボを取り付け（複数用いて水流が上を向くように調整しておく）、取り上げ専用の 30 目の袋網の口部分をシリコンチューブでエルボに隙間なく縛り付ける。袋網にはあらかじめ専用の金枠を取り付けて隅を張り、稚ガニの入る空間を確保しておく。

排水とともに放出された稚ガニが、袋網に強く押し当てられないよう、バルブを徐々に解放する。（このとき、堰板などで排水溝の水位調整も行う）。生産水槽の底面が干出し始めたら、ホースで生産水槽の内壁や底面に水をかけ、稚ガニを洗い流す。全ての稚ガニを回収したら、袋網を外し、たらい等に移す。移した稚ガニを 500ml 程度の計量カップですくい取り、総重量を計測する。重量計測中に少なくとも 2 回、目測で 100 尾前後の稚ガニを手ですくい取り、500ml の計量カップに移した後、その重さを量り、尾数を数えて平均体重を算出する。取り上げた稚ガニは、一旦 1t のパンライト水槽（カニの脚が掛からないポリカーボネート製、アルテミアふ化用のサミットでも可）に収容する。

取り上げた稚ガニは、以下の 2 通りの方法で出荷用の荷姿にする。

①ウナギ袋を用いる方法

あらかじめ 17～18℃の淡水 500ml 程度を入れたウナギ袋（2 重になったビニル袋）に漁協の要望に応じて稚ガニ 1,000～5,000 尾程度（C1 の場合、水掛重量で 1 尾 10mg 程度、10g～50g）を入れ、酸素を充填した後に、ゴムバンドで縛る。

②ローリータンクを用いる方法

あらかじめ 17～18℃の淡水を 7 分目程度入れたローリータンク（200L、500L 等）

に、100L あたり C1 で 10,000 尾程度 (100g) の稚ガニを収容する。通気はブロワー (浄化槽用、車載インバーター電源) で行い、稚ガニが隅で折り重ならないよう攪拌する。また、ローリータンクの蓋には、排気用の小さい穴を開けておく (稚ガニが逃げないように小さいものを複数開けておくと良い)。

イ 放流

C1 は放流サイズとしては小さいので、同じサイズの天然群が分布すると考えられる河川下流部の流れが弱い箇所に放流する。また、匍匐能力がまだ高くはないので、できるだけ隠れ場の多い場所 (ヨシ帯など) を選んで行うようにする。ウナギ袋による出荷の場合は、その袋をもって放流場所に移動し、袋内のカニを複数回に分けて放流する。ローリータンクの場合は底面のホースから複数回に分けて放出するか (最後にタンク内に残ったカニを流す水を用意しておく)、蓋を開けて目の細かい網ですくい取り、バケツに移して放流する。いずれにしても、できるだけ同じ場所に集中しないよう分散放流を行う。

※水中に露出したヨシの地下茎は、C1 サイズの稚ガニにとって最良の隠れ家になるとされている。

以上

ウナギの来遊資源量に関する研究

稲葉太郎・中城 岳・高村一成・隅川 和

1 目的

本県に来遊するウナギ資源を適切に保護・管理し、継続的に利用していくためにはウナギの来遊量や河川での定着量を把握する必要がある。そこで本調査ではシラスウナギを定量的に採集し、来遊量の推定を試みた。

また、灯火を用いたシラスウナギ採捕時のアユの罾集状況についても調査し、シラスウナギ漁におけるアユの混獲状況についても検証した。

2 調査方法

ウナギの来遊状況を調べるため、次の2つの方法でウナギを採集した。

(1) 灯火を用いたすくい網

時期：2022（令和4）年12月－2023（令和5）年4月、各月2回（4月は1回）

場所：奈半利港（土佐湾東部）、種崎灯台突堤（土佐湾中央部）、四万十市初崎（土佐湾西部）

採取方法：日没から2～3時間後に満潮となる日を調査日とし、日没後1時間後から1時間水中灯（自動車用バッテリー、12V20W 白色・緑色LED水中灯）で水中を照らし、目視で確認できたウナギをすくい網（直径220mmの円錐形、ポリプロピレン製網地）で採集した。また、ウナギ以外の魚種も採集できる範囲で採集した。採集したウナギは計数後放流し、ウナギ以外の魚種はサンプルとしてアルコール固定し持ち帰った。

水中灯の色は白を用いたが種崎においては加えて緑を用いて個別に2箇所での採捕を実施し、30分経過時に場所を入れ替えた。

(2) 張網

時期：2022（令和4）年12月－2023（令和5）年4月、各月1回

場所：香南市夜須町手結 夜須川河口の感潮域

採取方法：張網（袖網の高さ1.5メートル、全長26メートル、ふくろ網の直径0.7メートル、袖網の目合い2.0ミリメートル、袋網の目合い1.5ミリメートル）を調査場所に設置し、開口部は下流側へ向けた。調査日は日没の3～4時間後に満潮となる日を選んで、日没1時間後から採集を開始した。張網を2時間設置後、回収した採捕物からシラスウナギを選別し、生きたまま持ち帰って炭酸ガスで麻酔を施し、計測（体長、体重、成熟度）と計数を行った。計測後のシラスウナギは調査地点に放流した。

3 結果

(1) 灯火を用いたすくい網

すくい網によるシラスウナギ及び混獲物の採捕結果を表1に示した。シラスウナギの採捕数は奈半利港で36尾、種崎突堤で34尾（白色灯）及び44尾（緑色灯）、四万十初崎で6尾であった。CPUE

を1時間あたり（種崎では2箇所、採捕時間は1時間×9日）で計算すると奈半利港は4尾/時、種崎突堤は3.8尾/時（白色灯）、4.9尾/時（緑色灯）、四万十初崎は0.3尾/時であった。

今期の調査における調査時間の前半と後半のシラスウナギの採捕量を比較すると、3地点×9日の計27回の調査の内、採捕0尾が13回、シラスウナギを前半に多く採捕した回が3回、後半に多く採捕した回が10回と、後半の採捕が多い傾向がみられた。なお、種崎突堤においては白色灯と緑色灯との比較を試みたが、調査時間の半分（30分）経過で白色灯と緑色灯の設置場所を入れ替えたため、同じ条件で比較できなかった可能性がある。このことから、今回の調査では水中灯の色による採捕数への影響は明らかにできなかった。

シラスウナギの採捕尾数の推移をみると、奈半利港と四万十初崎では2023年4月10日が最大で、種崎突堤では2023年3月27日が最大であった。

その他の魚類の中では、ボラ類が大半を占めたが、それ以外にはアユが12月26日に種崎突堤にて2尾採捕された。

表1 すくい網によるシラスウナギ及び魚類の採捕数

調査地点	灯火	種名	12/13	12/26	1/12	1/26	2/9	2/22	3/13	3/27	4/10	合計
奈半利港	白LED	シラスウナギ	0	0	0	0	0	5	6	5	20	36
		その他魚類	0	0	0	0	0	2	0	0	8	10
種崎突堤	白LED	シラスウナギ	0	5	0	0	0	0	11	16	2	34
		その他魚類	0	2	0	0	0	0	0	5	0	7
	緑LED	シラスウナギ	1	1	0	0	0	3	9	29	1	44
		その他魚類	0	0	0	0	0	0	0	28	0	28
四万十初崎	白LED	シラスウナギ	0	0	0	1	0	1	1	0	3	6
		その他魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
個体数 計		シラスウナギ	1	6	0	1	0	9	27	50	26	120
		その他魚類	0	2	0	0	0	2	0	33	8	45

(2) シラスウナギ来遊状況調査

張網によるシラスウナギの採捕結果を表2に示した。採捕尾数は、2023年4月11日が最大であり、3～4月が来遊のピークであった。

表2 張網によるシラスウナギ採捕数一覧

	12/14	1/13	2/10	3/14	4/11	5/11
採捕尾数	0	中止	中止	6	34	1

※1月及び2月は荒天等により中止

(3) まとめ

2022年12月から2023年5月までのシラスウナギの高知県沿岸域への来遊状況は、すくい網と張網の採捕結果から、3月下旬から4月上旬が盛期であったと推察された。

また、今回のすくい網調査では、実際のシラスウナギ漁と同様の方法を用いたが、シラスウナギと他の魚類を誤って採集する可能性は低いと考えられた。したがって、シラスウナギ漁におけるアユの混獲は、ほぼ発生しないと推測される。

高知県物部川におけるウナギ生息状況に対する環境変動の影響調査 【水産庁委託 資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業】

高村 一成・稲葉 太郎・中城 岳・隅川 和

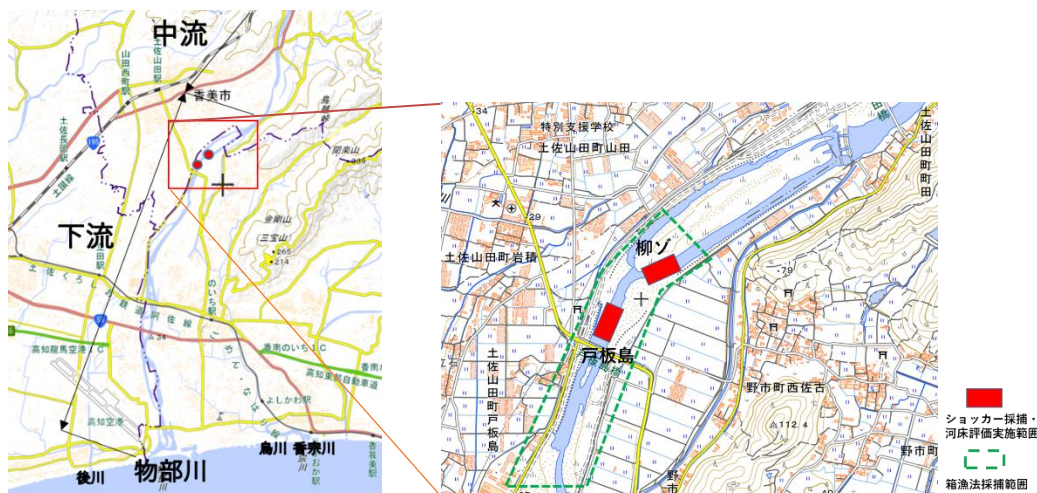
1 目的

近年、わが国のニホンウナギ（以下、「ウナギ」という）は資源の枯渇が懸念されている。一方で、本種の河川における生態に合わせた適切な保全策を講じるための知見は十分とはいえない。加えて気候変動により昨今増加傾向にある集中豪雨はウナギの生息する河床環境に影響を与えると考えられることから、大量出水が河床環境とウナギの生息状況に及ぼす影響についても明らかにする必要がある。そこで本事業では、国の令和5年度資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業（ウナギ新規）を受託し、ウナギの生息が確認される調査地として選定した高知県物部川にて、大量出水前後のウナギの生息状況と河床環境の変化について調査を実施した。

2 材料と方法

高知県東部に位置する物部川の下流2地点（戸板島と柳ゾ、図1）において、大量出水があった8月の前後に河床評価とウナギの採捕を実施した（表1）。ウナギの採捕の際は無作為に採捕できるよう電気ショッカーを用いた。採集した個体は体長体重を測定しDNA標本として体表粘液の採取と、イラストマーによる標識をした上で放流した。逃避により採捕できなかった個体については目測で体長を観察し記録した。また、ウナギが隠れていた石の長径と短径を計測し、表面積を求めた。なお、出水の詳細な状況については稲葉ほか（2024）に示した。

また、DNA標本のウナギ個体数を増やすため、出水前に図1に破線で示した範囲で箱漁法によるウナギの採捕を行い、電気ショッカーで採捕したウナギサンプルと同様に体長体重を測定、体表粘液を採取し、イラストマーによる標識を施した。



国土地理院地図

<https://maps.gsi.go.jp/#15/33.593298/133.697605/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f0>

図1 調査・サンプル採捕区域

表 1 調査日程と内容

実施期間	実施内容	地点名
6月27日	河床評価	戸板島
7月26日	ウナギ採捕	
7月27日	河床評価	柳ゾ
7月28日	ウナギ採捕	
7/29～9/18:大雨・増水期間		
9月20日	ウナギ採捕	戸板島
10月3日	河床評価	
9月19日	ウナギ採捕	柳ゾ
10月2日	河床評価	

河床調査は2つの実施範囲において、川に直交する調査線の流れ方向5m間隔で設定し、この調査線に沿った20cm毎に調査点を設けた。各調査点直下の河床の状況を7段階（0：有機泥落ち葉などの堆積物、1：直径2mm以下の砂礫、2：2～20mmの小礫、3：20～50mmの中礫、4：50～256mmの大礫、5：256mm～の巨礫、6：巨礫として5に分類するには大きすぎる岩と判断したもの、岩盤、コンクリート）で評価し、調査日毎に全調査点の評価値の平均値を示した。併せて調査線に沿った1m毎の水深も計測した。

3 結果

電気ショッカーで23個体、箱漁法で18個体の計41個体を採捕した。電気ショッカーで採捕した個体の全長の組成を図2に示した。全長組成は二峰形を示し、30～40cm台及び60～70cm台の個体が多かった。最大は77.9cm、最小は24.3cmであった。また箱漁法による採捕個体の全長組成を図3に示した。箱漁法で採捕された個体の全長範囲は最大が56cm、最小が25.3cmと電気ショッカーで採捕された個体より小さく、かつ20～30cmの個体の構成比が小さい傾向があった。この理由は、箱漁法は小さい個体は脱出でき、大きい個体は入りきらないためと考えられた。

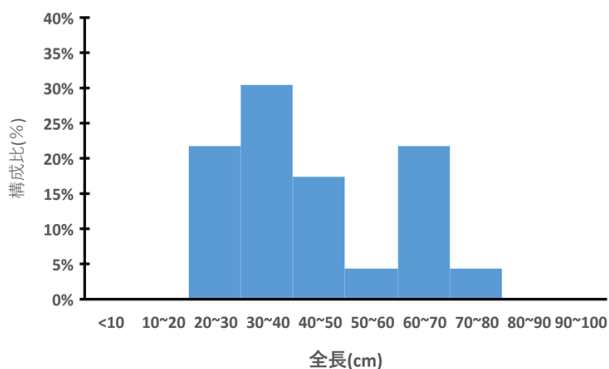


図 2 電気ショッカーによる採捕個体

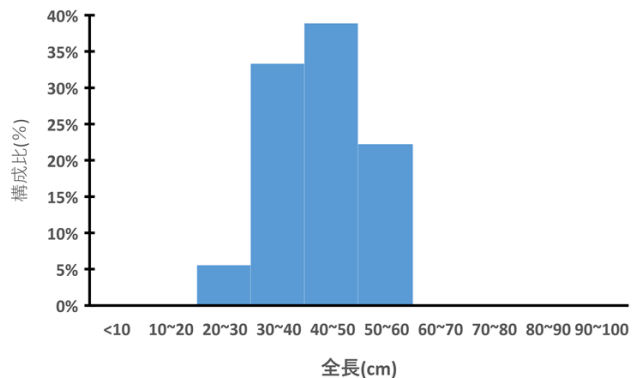


図 3 箱漁法による採捕個体の全長

また、全個体成熟段階を図4に示す。黄ウナギ（Y1及びY2）のY2が40個体、銀ウナギ（S1及びS2）は、9月にS1が1個体確認された。

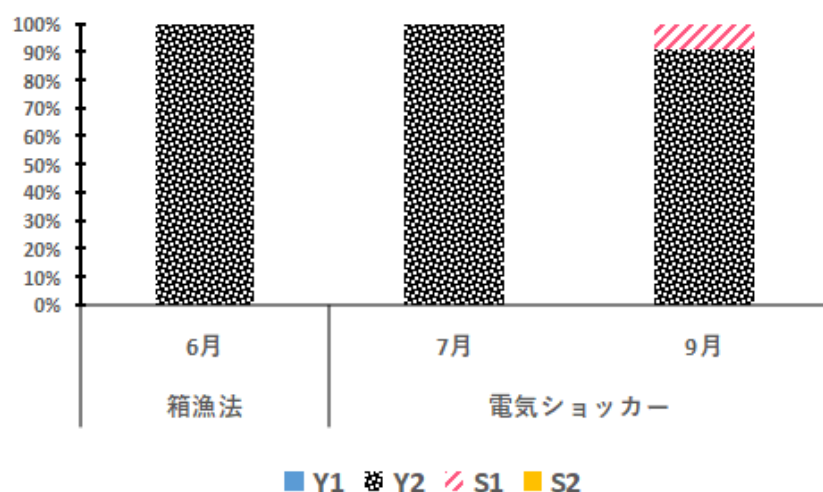


図 4 採捕個体の成熟段階別構成比

電気ショッカーによるウナギの採捕調査結果を表 2 に示す。戸板島では出水前に 7 個体、出水後に 11 個体を確認した。また、出水前に柳ゾで 9 個体、出水後に 4 個体を確認した。

単位調査面積あたりの確認個体数は、戸板島では出水前に 0.20 尾/100 m²、出水後は 0.33 尾/100 m²と増加した。柳ゾでは出水前は 0.25 尾/100 m²、出水後が 0.11 尾/100 m²と減少した。

ウナギが確認された石の大きさについて平均値を見ると、戸板島では出水前が 7,114.3 cm³、出水後が 8,620.0 cm³と出水後に大型化した。柳ゾでは出水前後で同じ値 (2,550.0 cm³) であった。統計解析では同一地点の大量出水前後において有意差は認められなかった (Tukey's multiple comparison produce)。

電気ショッカーによる調査で確認したウナギの全長とウナギが隠れていた石の面積の関係を図 5 に示した。今回採捕、確認された全てのウナギは、上面の表面積が約 1,200 cm²以上の浮石から出現した。ウナギの全長とウナギが確認された浮石のサイズの間には、有意な相関は認められなかった (Spearman rank order correlation, $\rho=0.3596972$)。

表 2 電気ショッカーによるウナギ採捕結果

地点名	調査日		ウナギを採捕した面積 (m ²)	採捕尾数	逃避個体含めた確認尾数	確認個体密度 (尾/100m ²)	採捕個体平均体長 (cm)	採捕個体平均体重 (g)	ウナギの確認された場所の平均石面積 (cm ²)
戸板島	出水前	7月26日	3443.7	6	7	0.20	52.5	215.2	7114.3
	出水後	9月20日	3285.6	7	11	0.33	41.7	143.8	8620.0
柳ゾ	出水前	7月28日	3654.1	6	9	0.25	32.4	44.4	2550.0
	出水後	9月19日	3563.3	4	4	0.11	51.8	237.2	2550.0

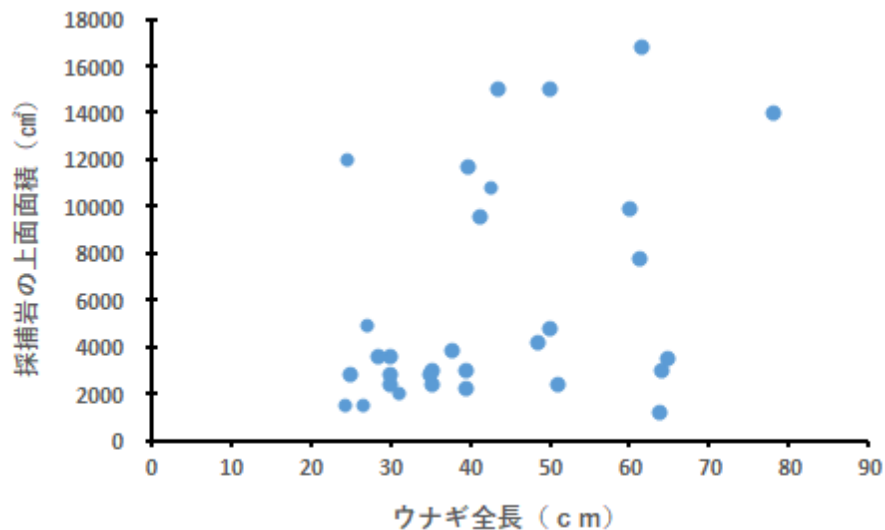


図5 ウナギの全長とウナギが確認された浮石の面積

河床調査の結果を表3に示した。評価値の平均は戸板島では出水前が4.5、出水後が4.3だった。柳ゾでは出水前が4.4、出水後が4.4だった。評価値の平均について検定したところ、戸板島、柳ゾとも出水前後で有意な差がみられた (Tukey' s multiple comparison produce)。また、評価が5～6の大型の河床材が観察された調査点数の割合を示したところ、大量出水前の戸板島が50.3%、柳ゾが54.6%、大量出水後の戸板島が40.1%、柳ゾが51.6%といずれも低下し、戸板島においては10ポイント以上低下した。

評価値に応じた河床材の構成比を図6に示した。出水前後の河床粒度の組成を比較すると、戸板島、柳ゾ共に出水後は大礫の割合が増加し、巨礫の割合が低下した。

表3 河床評価の結果

	戸板島		柳ゾ	
河床材構成比	出水前	出水後	出水前	出水後
調査点数	3719	3491	3812	3738
評価値平均	4.5	4.3	4.4	4.4
評価値平均の検定結果	$p < 0.001$		$p = 0.0244$	
評価値が5～6であった調査点の割合	50.3%	40.1%	54.6%	51.6%

上記の結果から、出水後に河床材が小型化することが示唆された。

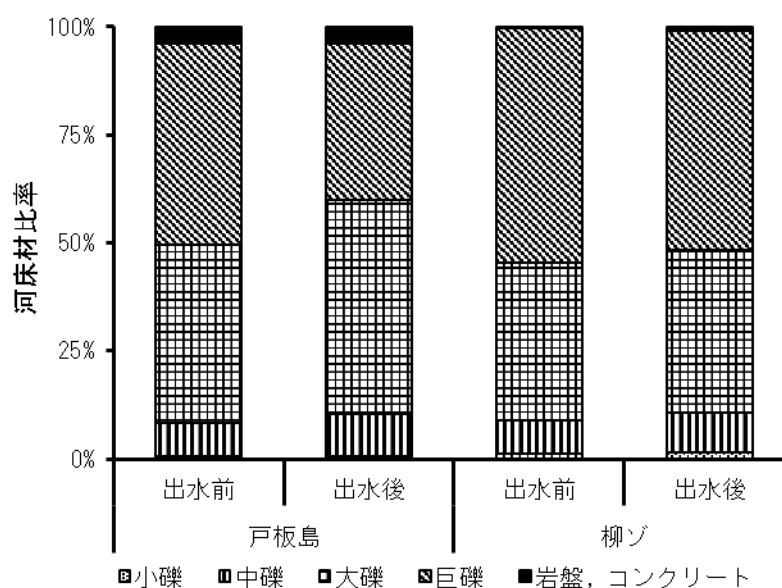


図 6 河床材の構成比

なお、今回の調査ではウナギが確認された地点の水深についても記録したが、水深とウナギの採捕数や全長との間に相関は見られなかった。

4 考察

今回の調査から、ウナギが隠れるために利用する石は $1,200 \text{ cm}^2$ 以上の面積のものに限られていることが明らかとなった。この面積は概ね 30cm 四方に相当し、今回の河床調査の基準に照らせば評価値 5 の巨礫に相当する。一方、出水後には巨礫以上の石の比率が低下することが明らかとなった。この結果から、出水によってウナギの生活空間が減少している可能性が示された。

ただし、今回の調査では出水前後での巨礫の絶対数の変化については把握できていない。巨礫の割合が低下したのは出水によって小型の河床材が増加した結果であることも考えられ、仮に巨礫の絶対数が変化していないのであれば、ウナギの生息空間は減少していない可能性もある。この点については今後のさらなる検証が必要である。

5 今後の取組

今回調査で実施した標識放流について、来年度以降も同一地点、同時期の採捕を実施することにより、再採捕個体の移動や成長に関するデータや来年度調査実施までの長期間の河床材構成比の変化のデータを取得し、河床材の変化がもたらすウナギの生息状況への影響についてより詳細に解明する。

文献

稲葉太郎・石川徹・中城岳・隅川和（2023） ニホンウナギ等の内水面魚種の分析状況及び生息環境の調査・分析（環境収容力推定手法開発事業）沙録 高知県内水面漁業センター 令和 4

年度事業報告書：9-13

稲葉太郎・中城岳・高村一成・隅川和（2024） アユの資源回復に向けた気候変動影響適応手法
開発事業（水産庁委託 資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業） 高知県内水面漁業
センター 令和5年度事業報告書（作成中）

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

アユの資源回復に向けた気候変動影響適応手法開発事業 【水産庁委託 資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業】

稲葉太郎・中城 岳・高村一成・隅川 和

1 目的

全国的にアユ資源は大きな変動を繰り返しており、特に日本海側では近年その減耗が顕著となっている。また近年、大規模な出水を伴う豪雨災害が頻発し、それに伴う復旧工事が実施されていることから、河川環境の変化による、アユの生息状況への影響を把握する必要がある。

アユは海域生活期に大きく減耗することが分かっているが、海域によってその減耗要因は異なっており、不明点が多い。環境条件の異なる海域（5 県程度）で海域生活期のアユの資源量の推定値とその後の遡上量及び水温や餌生物の量といった要因を定量的に把握・比較することでアユの海域生活期における主な減耗要因を明らかにする。

以上より、河川等の環境と内水面資源の生息状況に係る知見を収集・分析し、漁場環境に応じた資源の適切な増殖手法等について検討する。

2 材料と方法

調査は、高知県中央部に位置する一級河川である物部川の下流域で実施する。調査対象区間は、河口から約 10.4km に位置する合同堰より下流の、国直轄区間とした。

(1) 出水前後における河床材の構成変化

国土交通省四国地方整備局高知河川国道事務所物部川出張所（以下、国交省物部川出張所という。）が実施する、置き土による土砂供給試験の前後で、河床材の構成がどのように変化するかを把握し、アユの生息状況の変化を確認する。

(2) 産卵場造成前後における貫入深度の変化

物部川漁業協同組合が実施する産卵場造成の前後で、河床の貫入深度がどの程度変化するかを把握する。

(3) 海域生活期の資源動態

物部川河口の近傍に位置する吉川漁港で、ライトトラップを用いてアユ仔稚魚を採捕し、その出現状況から海域生活期の資源状況を把握する。

3 結果

調査対象区間と調査地点を図1に示した。河床材の構成変化は、図中①戸板島と②吉原で、産卵場貫入深度調査は図中③上岡、④平松及び⑤高専前で、海域生活期の資源動態は図中⑥吉川漁港で実施した。



図1 調査地点位置図（国交省直轄区間全景）

(1) 出水前後における河床材の構成変化

物部川では、土砂供給の減少による河床の低下が問題となっており、国交省物部川出張所が、吉原（調査地点②）の左岸側低水敷に上流ダムの浚渫土を配置、出水で下流域に供給するという試

験を実施した（計約 2,000m³）。本来、置き土供給の前後で調査を実施するべきであったが、置き土が完了する前に出水に見舞われる事態が繰り返され、前後の比較を行うことはできなかった。従って、今回の調査は、「出水前（置き土供給後）」と、「出水後（置き土供給後の出水後）」との比較となっている。

河床評価及び採捕の概要を表 1 に示した。調査は、河口から約 6.6km に位置する戸板島地区と、約 7.0km に位置する吉原地区で実施した。河床評価調査は、出水前が 6 月下旬及び 7 月下旬、出水後が 10 月上旬に行い、電気ショッカー（スミスルート社製 LR-24 型）による採捕は、出水前が 7 月下旬、出水後が 9 月下旬に実施した。

表 1 河床評価及び採捕の概要

地点名	区分	調査日		調査区域	
		河床評価	採捕	延長	平均幅
戸板島	出水前	2023/6/27	2023/7/26	90m	38.3m
	出水後	2023/10/3	2023/9/20	80m	41.1m
吉原	出水前	2023/7/27	2023/7/28	115m	31.8m
	出水後	2023/10/2	2023/9/19	105m	33.9m

河床の評価は、河川縦断方向を 5m 毎に区切り、横断方向に 20cm 毎に河床材の大きさを目視し、表 2 に示す 7 段階に分けて記録した。なお、長径が 512mm を超える大石については、6 の岩盤、コンクリートに含めることとした。

表 2 河床評価区分の一覧

記号	区分	サイズ
0	有機堆積物 (Detritus)	
1	砂 (Sand)	2mm以下
2	小礫 (Gravel)	2～20mm
3	中礫 (Pebble)	20～50mm
4	大礫 (Cobble)	50～256mm
5	巨礫 (Boulder)	256～512mm
6	岩盤、コンクリート (Bedrock)	512mm以上

高知県土木部河川課が戸板島地区に設置している水位計の、調査対象期間のデータの推移を図 2 に示した。期間中、最も大きな出水は 8 月 17 日で、水位は 234cm に達した。

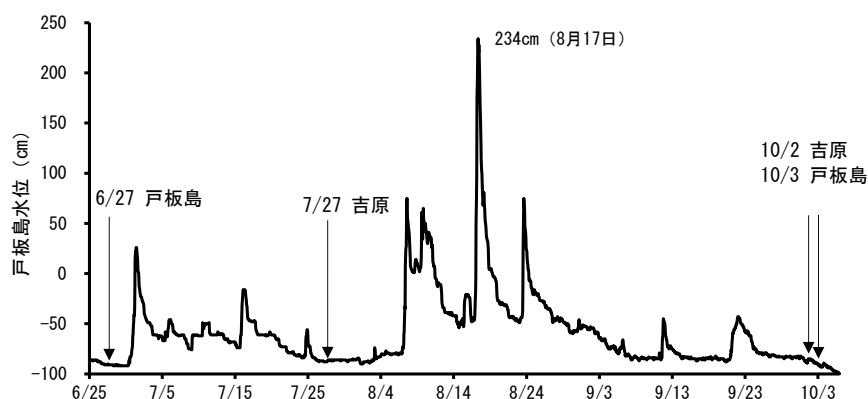


図 2 戸板島水位（図内矢印は河床評価を行った日）

河床材の構成比を図 3 に示した。いずれの地点も、出水後には大礫以下の割合が有意に上昇

し、巨礫及び岩盤・コンクリートブロックの割合が低下し、その傾向は下流側に位置する戸板島の方が大きかった（Tukey の多重比較法）。出水により、大礫以下のサイズの河床材が調査地点に供給され、河床を覆ったと考えられた。

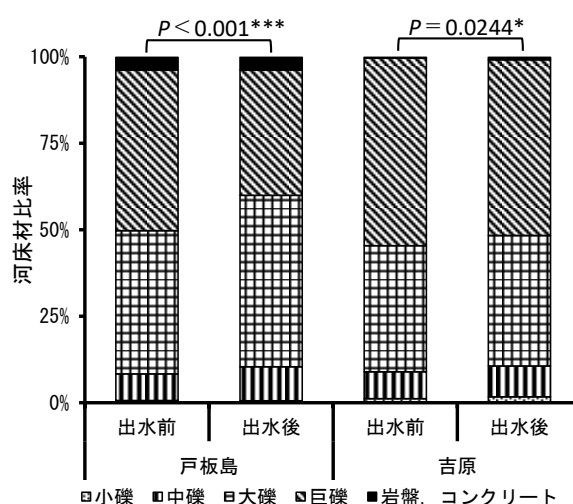


図3 河床材の構成比

採捕したアユの標準体長および肥満度の平均値と標準偏差をそれぞれ図4及び5に示した。平均体長は、戸板島地点で出水の前後（56日経過）で有意に大きくなっており、また出水前の戸板島地点と吉原を比較すると、個体数が少ないものの、吉原が有意に大きかった。一方、平均肥満度には有意な差は認められなかった（Tukey の多重比較法）。

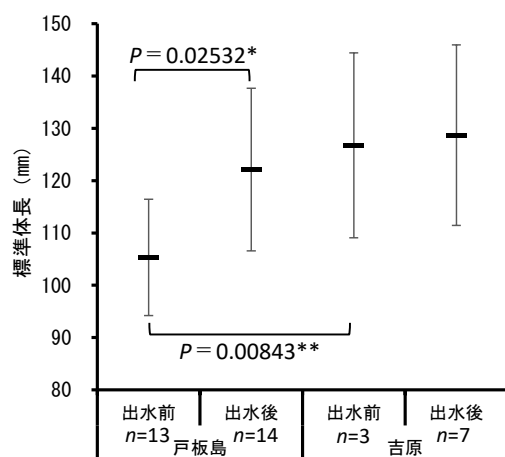


図4 平均体長（上下線は標準偏差）

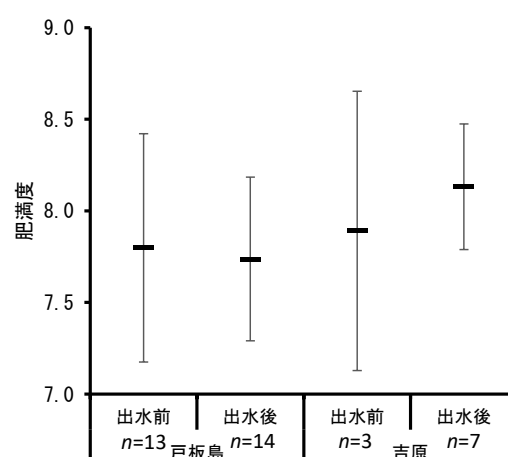


図5 平均肥満度（上下線は標準偏差）

(2) 産卵場造成前後における貫入深度の変化

本年度は、物部川漁協により、重機を用いた河床材の掘り起こしが2地点（上岡及び平松）、重機による人工水路の作成と河口からの河床材の移送による産卵場の造成（高専前）が1地点でそれぞれ実施された。これら3地点について、造成前（11月2日）と造成後（11月9日）の2回、貫入深度の調査を実施した（高専前地点については、11月9日に右岸側の非造成区域と左岸側の造成区域）。調査には、茨城県水産試験場内水面支場が作成・公表している「アユの産卵

場造成マニュアル」を参考に作成した—簡易貫入計を用いた。貫入深度は、各地点で上流側、中央付近及び下流側の3横断線で、各5点程度ずつ調べた（高専前の非造成区域のみ1横断線）。

造成前後の貫入深度の平均値と標準偏差を図6に示した。全ての地点で、造成後は造成前よりも有意に貫入深度が増大した（Tukeyの多重比較法）。また、上岡と平松では、造成前には産着卵は確認されなかったが、造成後には多数の産着卵が確認され、造成は産卵に有効であったと考えられた。一方、高専前地点では、非造成区域と造成産卵場の双方で産着卵が確認されたが、非造成区域では固く締まった巨礫底に、パッチ状に堆積した砂礫で確認され、その面積はごく僅かであった。11月3日から4日にかけて小さな出水があり、これを契機に調査区域への親魚の降下と産卵が促進されたと考えられた。

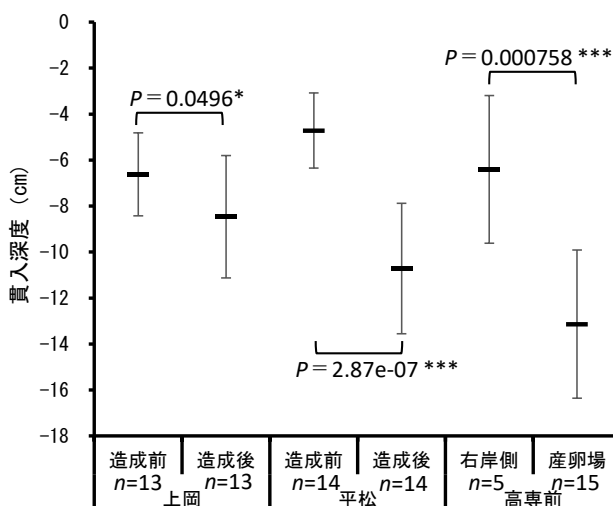


図6 平均貫入深度（上下線は標準偏差）

(3) 海域生活期の資源動態

流下仔魚の量と遡上量との関連性が低いなど、海域生活期を挟んだアユの資源動態には不明点が多い。一方、各河川漁協の種苗放流量は、種苗生産の日程との兼ね合いから、河川へのアユの遡上が始まる前に決定する必要がある。そのため、遡上量を予測することができれば、放流量の柔軟な調整が可能となり、河川漁業の経営改善に資すると考えられる。そこで、遡上量の予測に資する目的で、海域生活期の資源状況の把握を試みた。

調査期間は、高知県下の河川におけるアユの産卵状況を参考に、11月から2月までの間とした。

調査地点は、漁協による流下仔魚調査や解禁前の定着状況調査が継続的に実施されていることから、物部川から流下した仔稚魚に焦点を合わせ、同河川の河口近傍に位置する吉川漁港を選定した。

採捕には、2021年に山梨県水産技術センターが開発した光集魚トラップを使用し、11月上旬から毎週1回採捕を実施した。採集時間は、本事業のJV参画機関共通とし、日没後30分に5分間、10分間隔をあげ5分間、さらに10分間隔をあげ5分間と、1調査で3回、計15分とした。採集物は氷冷して持ち帰り、金魚ネット（細目）で海水と魚類その他に分け、99.5%エタノールで固定した。

採集したアユの尾数と表面水温を図7に示した。アユの仔稚魚は、表面水温が20℃を下回った11月15日から採捕され、12月13日に最大（66尾/3回15分）となった後、減少した。

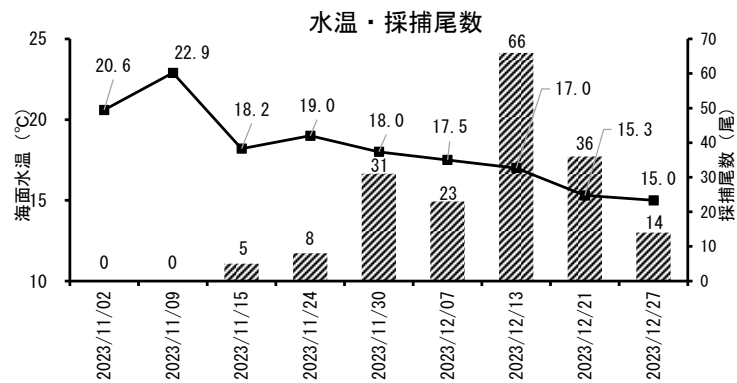


図7 表面水温とアユ仔稚魚の採捕数

採捕したアユの仔稚魚の標準体長の日別出現頻度を図8に示した。11/30～12/13に出現した個体の体長には幅があり、様々な時期に孵化した個体が混在していることが示唆された。

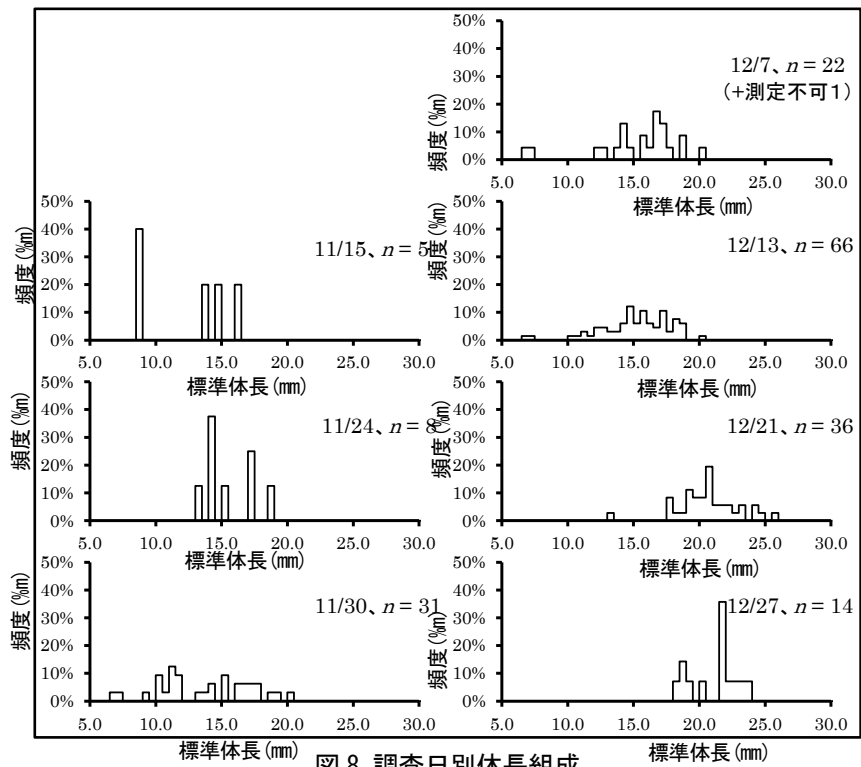


図8 調査日別体長組成

採捕したアユの仔稚魚の標準体長の月別出現頻度を図9に示した。11月と12月では、大きさに有意な差が認められ（クラスカルウォーリスの順位和検定、 $p = 1.349\text{e-}06$ ）、月別にみると出現する仔稚魚は大型化していた。

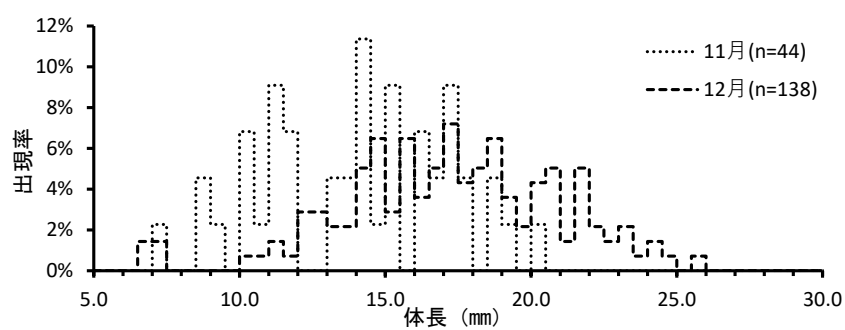


図9 月別体長組成

4 参考資料

高知県河川漁業生産量の推移

年	アユ	ウナギ	コイ	マス類	その他 魚類	貝類	エビ	その他 動植物	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	135
2015	105	3	1	1	5	-	1	18	134
2016	91	3	1	1	7	-	0	11	114
2017	105	3	1	1	7	-	1	10	128
2018	94	3	1	1	5	-	-	11	115
2019	91	3	0	1	7	-	1	9	111
2020	98	3	0	1	6	-	1	9	117
2021	106	3	0	1	6	-	1	9	126
2022	102	3	0	1	6	-	1	10	122
2023	98	3	0	1	5	-	1	5	113

出典:「内水面漁業漁獲量」(政府統計の総合窓口(e-Stat)) (https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/naisui_gyosei/index.html)

アユの市場別取扱量の推移

年	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	幡多公設卸売市場*1	計
1977					14,812	14,812
1978					18,368	18,368
1979					7,681	7,681
1980	4,870				17,636	22,506
1981	6,500				27,559	34,059
1982	3,400				15,227	18,627
1983	1,700				11,806	13,506
1984	5,183				17,912	23,095
1985	1,425		4,445		15,526	21,396
1986	1,409		6,546		9,582	17,537
1987	1,299		4,814		7,704	13,817
1988	3,112	1,614	5,050		17,508	27,284
1989	1,513	1,613			10,356	13,482
1990	1,523	1,944			8,991	12,458
1991	4,788	3,970	3,537		11,887	24,182
1992	1,527	3,524	4,043		7,680	16,774
1993	2,855	3,720	1,573		8,134	16,282
1994	2,040	2,129	2,674		6,379	13,222
1995	2,194	2,621	3,308	299	7,871	16,293
1996	3,326	4,101	2,821		7,490	17,738
1997	2,121	3,231	2,991	234	7,365	15,942
1998	1,059	2,850	2,882	150	2,738	9,679
1999	2,144	3,370	1,948	177	5,211	12,850
2000	2,984	2,819	1,527	297	5,774	13,401
2001	3,188	3,632	2,459	231	7,174	16,684
2002	3,650	2,695	2,469	343	6,739	15,896
2003	1,049	785	2,034	168	2,380	6,416
2004	384	1,257	1,033	338	2,487	5,499
2005	1,055	2,761	1,648	326	5,202	10,992
2006	1,550	1,040	2,137	126	2,659	7,512
2007	1,039	1,080	1,453	116	3,879	7,567
2008	665	1,693	2,476	165	3,912	8,911
2009	2,730	1,583	1,626	302	4,228	10,469
2010	1,708	1,122	1,626	127	2,977	7,560
2011	2,606	1,412	1,024	97	3,919	9,058
2012	2,390	796	1,065	73	6,144	10,468
2013	1,884	1,346	1,328	175	2,159	6,892
2014	2,116	1,296	1,554	178	3,067	8,211
2015	5,328	1,556	613	82	5,970	13,549
2016	1,327	1,708	1,056	165	2,461	6,717
2017	7,108	1,972	1,404	38	4,623	15,145
2018	5,529	1,815	417	95	4,517	12,373
2019	1,914	756	680	87	2,055	5,491
2020	6,568	2,102	1,176	52	2,349	12,247
2021	8,682	1,462	1,643	93	2,825	14,704
2022	6,958	2,296	1,201	買取終了	2,906	13,361
2023	5,561	1,434	689	買取終了	1,995	9,679

内水面漁業センター調べ

(※1)幡多公設卸売市場の取扱量は、2005年以前と2006年以降で集計方法が異なる