

令和5年1月30日

令和5年度 環境収容力推定手法開発事業 報告

課 題 番 号		事業実施期間	令和5年度
課 題 名	資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業 アユ課題		
主 担 当 者	水産研究・教育機構水産技術研究所 坪井潤一		
分担者			

令和5年度の成果の要約：アユの遡上量予測技術開発のため、冬季浅海域においてライトトラップによるアユ仔魚採捕の連絡試験を行った。秋田県、神奈川県、鳥取県、島根県、高知県の計5県すべてにおいて、アユ仔魚の採捕に成功した。来年度以降、ライトトラップによるアユ仔魚採捕 CPUE と遡上量との相関を分析し、遡上量予測技術を確立する。

全期間を通じた課題目標及び計画：アユの遡上量予測は、費用対効果の高い種苗放流策の検討に欠かせない。しかし、近年、河川や海面の水温、プランクトンの豊度などを含む遡上量予測モデルの精度は低下している。本課題では内水面の最重要魚種の1つであるアユの遡上量予測に、環境パラメータではなく、浅海域でのアユ仔魚採捕 CPUE を取り入れ、遡上量予測技術を確立することを目標とする。

当該年度計画：谷沢ら（2024）が開発したライトトラップをアユ仔魚採捕用に改良する。秋田県、神奈川県、鳥取県、島根県、高知県の計5県において連絡試験を行う。2024年春季のアユ遡上量のデータ取得に向けた情報収集および検討を行う。

結果：

（1）ライトトラップを用いて5分×3回の採捕を行ったところ、採捕尾数が想定よりも少なかったため、図1のとおり、10分×3回の採捕が最適であることが明らかとなった。

（2）秋田県米代川（図2）、神奈川県相模川（図3）、鳥取県日野川（図4）、島根県江の川（図5）および高津川（図6）、高知県物部川（図7）の河口または近隣の浅海域において、ライトトラップを用いた採捕を行い、アユ仔魚の採捕を行った。2023年11月から12月にかけて、採捕尾数および体サイズが増加する傾向がみられた。

（3）今後、ライトトラップによるアユ仔魚 CPUE と、2024年春季の遡上量との相関を分析する

ため、各河川において推定遡上量や堰直下での投網によるアユ稚魚採捕 CPUE のデータ収集を行う。

参考文献：

谷沢弘将・三浦正之・村井涼佑・竹内智洋・山本充孝・馬場真哉・増田賢嗣・坪井潤一. (2024)
ライトトラップによる外来魚仔稚魚の捕獲. 日本水産学会誌. 印刷中.

アユ仔魚ライトトラップ連絡試験プロトコル

港でもサーフでもOK, 波が低めの日, 日没後30分スタートを10日おきに。

調査前に水温、塩分、水深を測定

10分設置

回収、捕獲トライアル1として、99%アルコールで固定

同じ場所に10分設置

回収、捕獲トライアル2として、99%アルコールで固定

同じ場所に10分設置

回収、捕獲トライアル3として、99%アルコールで固定

※3回のサンプルを足さないこと
尾数（全数）、標準体長をトライアルごとに記録

谷沢トラップ・改つくりかた動画↓
<https://youtu.be/bzvwN6yZVwl>



図 1. アユ仔魚採捕のための連絡試験プロトコル

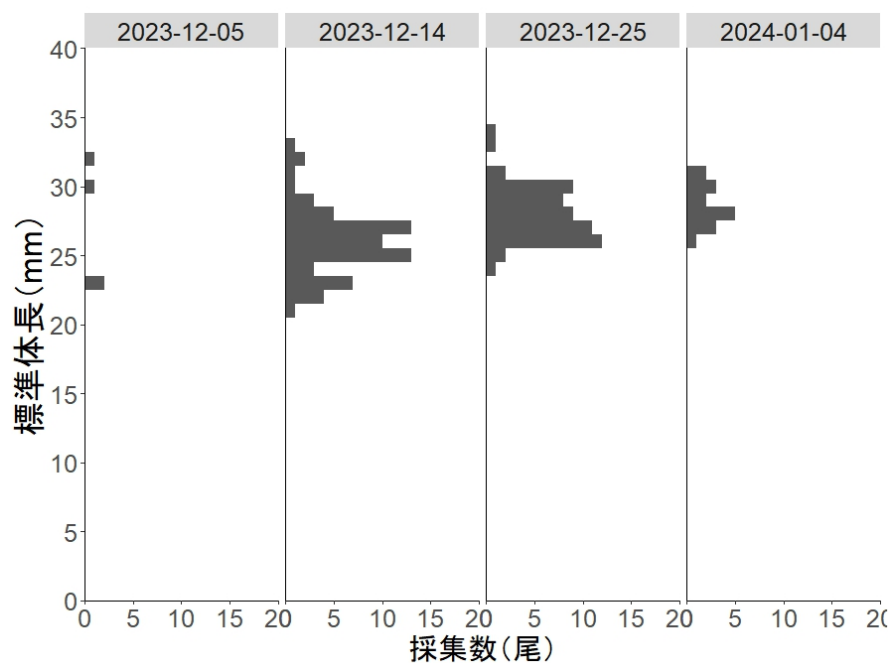


図 2. 秋田県米代川河口において採捕されたアユ仔魚の捕獲尾数および標準体長

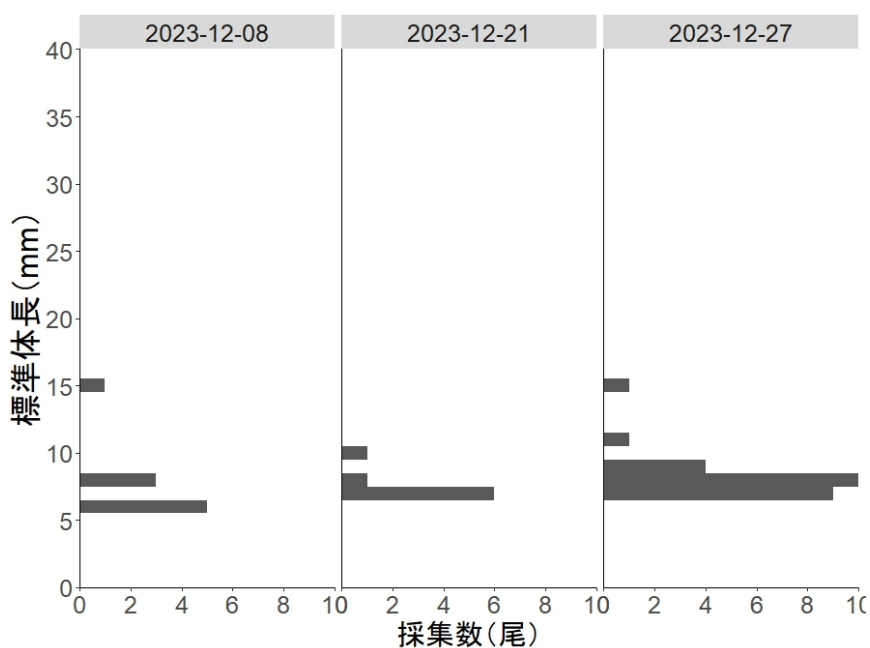


図 3. 神奈川県相模川河口において採捕されたアユ仔魚の捕獲尾数および標準体長

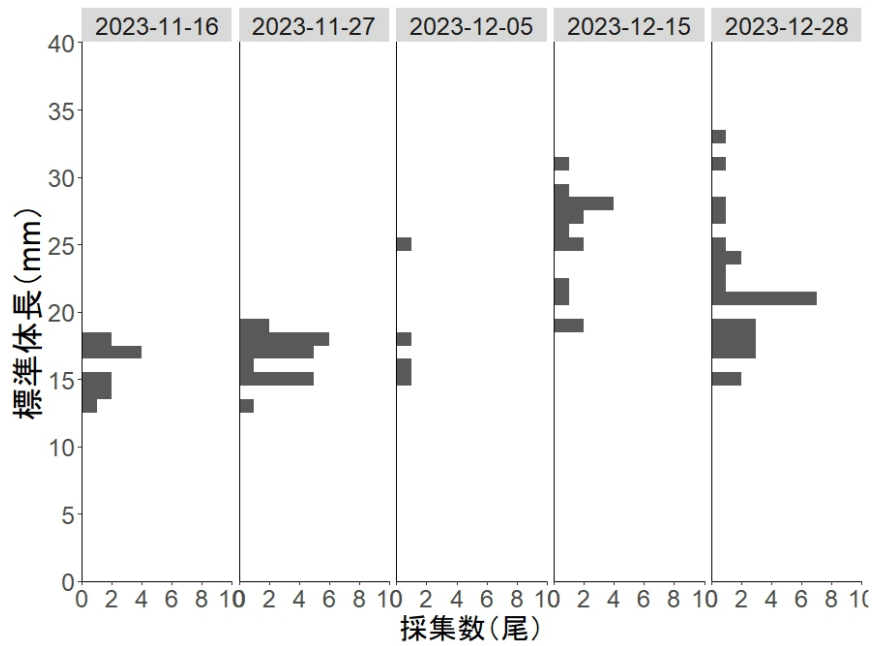


図 4. 鳥取県日野川河口周辺の浅海域において採捕されたアユ仔魚の捕獲尾数および標準体長

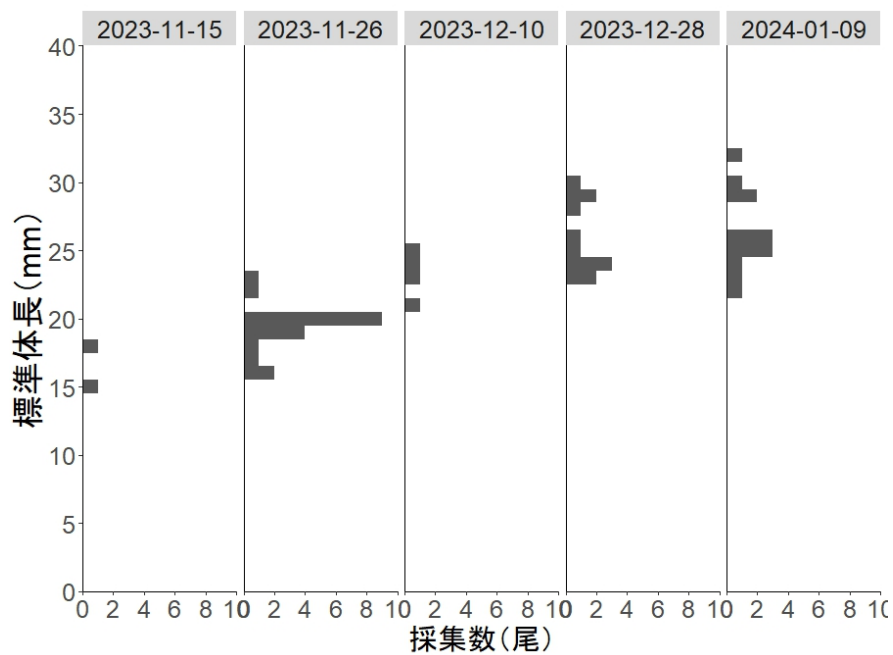


図 5. 島根県江の川河口周辺の港湾内において採捕されたアユ仔魚の捕獲尾数および標準体長

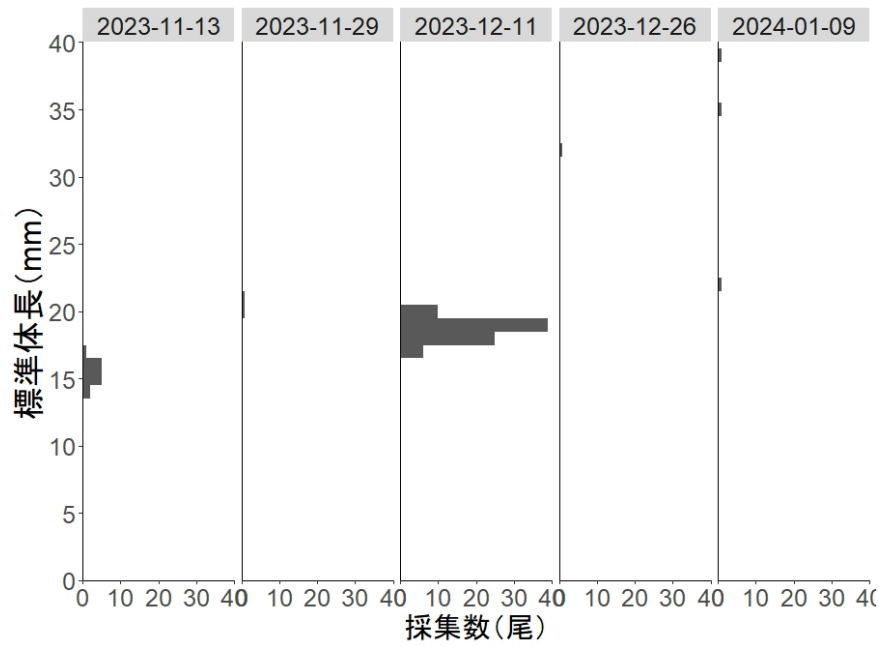


図 6. 島根県高津川河口周辺の港湾内において採捕されたアユ仔魚の捕獲尾数および標準体長

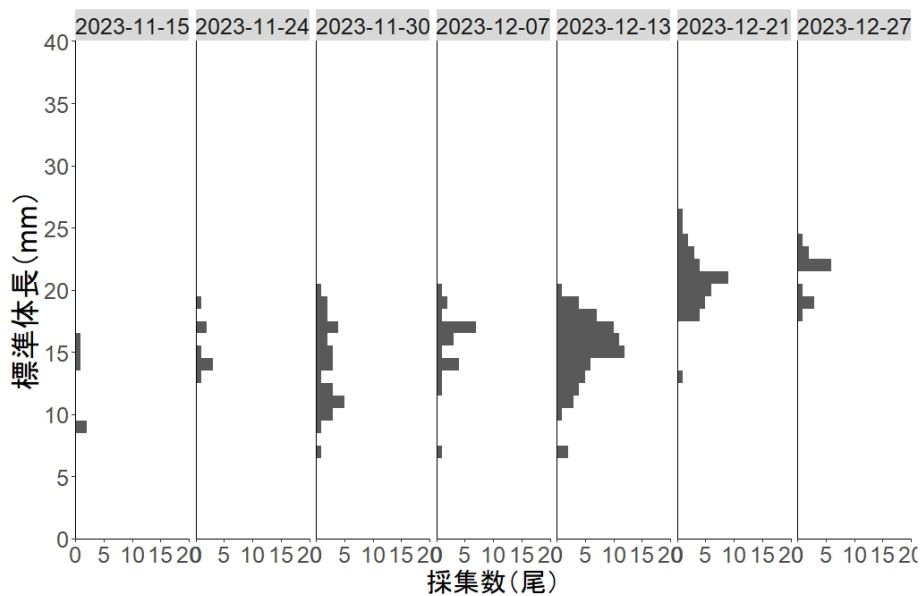


図 7. 高知県物部川河口周辺の港湾内において採捕されたアユ仔魚の捕獲尾数および標準体長

課題と対応策：

特に問題なく順調に実施された。

今後、本課題で得られたアユ仔魚 CPUE と 2024 年の遡上量との相関について分析を行う。

令和6年1月25日

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 報告

課 題 番 号		事業実施期間	令和5年度
課 題 名	資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業 アユ課題		
主 担 当 者	水産研究・教育機構水産技術研究所 白藤徳夫		
分担者	水産研究・教育機構水産技術研究所 丹羽健太郎		

令和5年度の成果の要約：海洋生活期におけるアユの沿岸域の利用形態（分布範囲、分布量等）を調べるために、相模川アユをモデルに相模湾において広域分布調査を実施した。相模湾ではアユ仔稚魚は広域に分布しており、その分布量、分布範囲は年によって大きく変化することがわかった。相模湾に出現するアユ資源は、相模川だけでなくその他のアユ生息河川の影響も受けている可能性があると考えられた。

全期間を通じた課題目標及び計画：近年、アユの資源量は西日本を中心に減少傾向にあり、多くの県や内水面漁業現場から初期減耗に関する研究ニーズが挙げられている。生活史初期に沿岸域を生息場として利用するアユの初期減耗要因を解明するには、アユが沿岸域をどのように利用しているかを把握する必要がある。しかし、河口域や砕波帯を利用する仔魚に関する知見はあるものの、砕波帯から離れ、その後河川に遡上するまでの仔稚魚に関するものは少ない。本課題では、神奈川県下最大のアユ生息河川である相模川のアユを対象に、相模湾において広域分布調査を実施し、河口域や砕波帯から離れた後の仔稚魚について沿岸域の利用形態（分布範囲、分布量）に関する情報を収集するとともに、本調査で得られた仔稚魚分布量と相模川遡上量および同海域で行われている海産稚アユ漁の採捕量との関係について検討する。

当該年度計画：相模湾においてアユ仔稚魚広域分布調査を行うとともに、本年度を含む過去3年分の調査結果から分布範囲や分布量の経年変化について検討する。相模湾に出現するアユ仔稚魚資源において、相模川以外の河川に生息するアユの影響を検討するため、広域分布調査範囲に流入する相模川以外の中小河川において環境DNA分析調査を実施する。

結果：

- (1) アユ仔稚魚広域分布調査では、相模川河口域を含む相模湾奥域から東岸（大磯地区～長井

地区)の約 35 km の沿岸域を調査地とした(図 1)。1~3 月に毎月 1 回の頻度で、シラス船曳網漁船を用いて河口域や入り江などで魚群探知機を用いてアユを含むシラス類(カタクチイワシ、マイワシ、ウルメイワシ)を探索し、旋網によって採集した。2022 年の調査では、各月とも水深 10 m 以浅の浅場においてほぼ全ての調査地点でシラス類と共にアユ仔稚魚(体長 15.6~62.2 mm)が採集された。全 26 調査地点のうち 22 点で全調査期間を通してアユ仔稚魚が採集され、相模川河口域だけではなく湾の広域にアユ仔稚魚が分布していることがわかった。2023 年の調査でも各月でアユ仔稚魚(17.6~51.1 mm)が採集されたが、前年よりも採集量、採集地点ともに減少し、全 30 調査地点のうち 7 点(主に江の島より西岸の調査地点)で採集があった。一方、水深 10~20 m の深場では、2022 年、2023 年ともに、魚群探知機でのシラス類の魚群反応は浅場よりも少なかった。両年合わせて深場でシラス類を採集した 12 点のうち 2 点でアユ仔稚魚が混獲された。これまでの調査により、主に水深 10m 以浅でアユ仔稚魚が出現したことから、アユは碎波帯から離れた後も沖合域まで広がらず浅場を利用していること、アユ仔稚魚の分布量、分布範囲は年によって大きく変化することがわかった。2024 年 1 月の調査では、江の島より西岸でのみアユ仔魚が採集され、2023 年の同月と同じ傾向が見られた。今後、2 月、3 月の調査結果を合わせ、アユ仔稚魚の分布量、分布範囲の経年変化について詳細に検討する予定である。

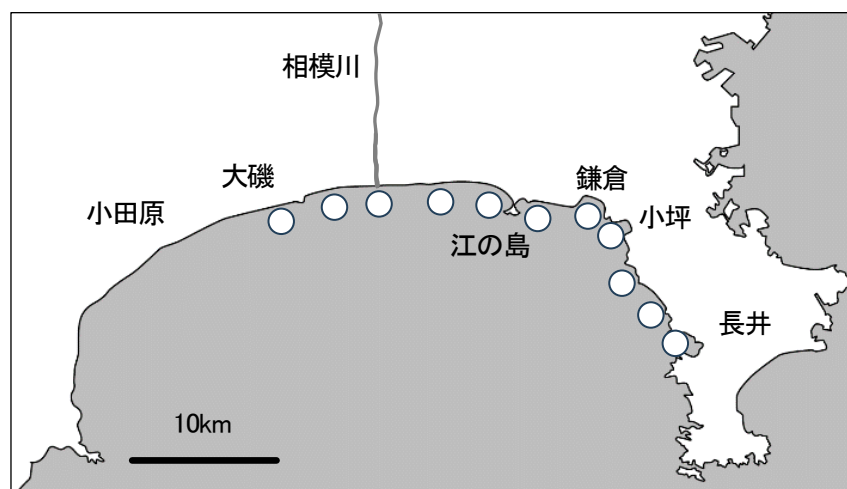


図 1. 調査海域 (○は主な調査地点)

(2) 相模湾では例年 2~3 月に相模川河口から海岸沿いに 20~30 km 離れた小坪や長井地区などで海産稚アユ漁が行われている(図 1)。2002 年以降の採捕量(長井海産稚鮎採捕組合提供、採捕上限 400 万尾)を見ると大きく増減する年があるものの、2014 年以降は 250 万尾以上と比較的高位で安定していたが、2023 年は 119 万尾と前年の 1/3 程度にまで減少した(図 2)。一方、2022 年、2023 年の相模川でのアユの遡上量(神奈川県内水面試験場提供)はそれぞれ 1068 万尾、1218 万尾と大きな変化はなかった。これまでのアユ仔稚魚広域分布調査において、採集地点ごとにアユの体長組成を調べたところ、小坪や長井地区の調査地点でも遡上直前と考えられる体長 40 mm 以上の稚魚が出現した。また、2023 年のアユ仔稚魚広域分布調査では、海産稚アユ漁の漁場を含

む江の島より東岸で分布量が減少したことから、海産稚アユ漁で採捕されるアユなど相模川から離れた場所で採集された個体は、採集地点周辺の中小河川に遡上する可能性が考えられた。そこで、2023 年 8 月に広域分布調査範囲（大磯地区～長井地区）に流入する 10 河川の下流域において、環境 DNA 分析によるアユの生息有無を調べたところ、いずれの河川においてもアユの DNA が検出された（表 1）。今後は相模湾に流入する中小河川でのアユの情報も収集し、こうした河川が相模湾に分布するアユ資源に与える影響についても検討する必要がある。

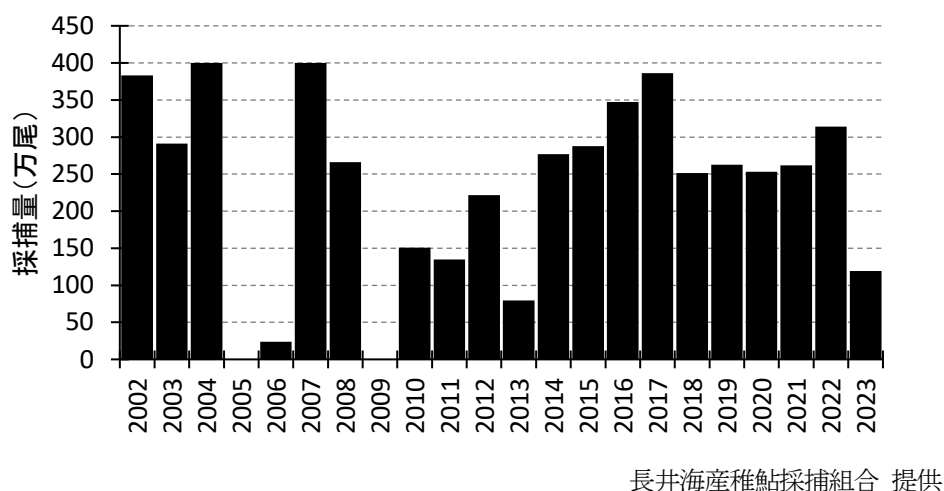


図 2. 相模湾における海産稚アユ採捕量（上限 400 万尾）

表 1 アユ仔稚魚広域分布調査範囲に流入する河川でのアユの環境 DNA 分析結果

	DNA コピー数(copies/L)	SD
葛川	77920.4	12480.8
金目川	2449723.7	157704.2
引地川	13775209.5	217850.5
境川	165844.1	32690.1
滑川	170562.4	18543.0
田越川	899570.6	72038.7
森戸川	4378.6	2701.3
下山川	346423.5	37908.4
前田川	302176.9	46290.8
松越川	22915.5	7498.1

課題と対応策：

特に問題なく順調に実施された。

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 報告

課 題 番 号	エ.	事業実施期間	令和5年度
課 題 名	ニホンウナギ等内水面水産資源の生息状況調査・分析、資源増殖の手法検討		
主 担 当 者	秋田県水産振興センター 佐藤正人		
分担者	秋田県水産振興センター 藤田 学		

令和5年度の成果の要約：洪水時における支流の役割を解明するため、アユの分布調査を行った。また、アユ遡上量の早期予測手法の開発のため、河口・沿岸域における仔魚の出現状況調査を行った。天然魚が遡上する米代川支流において2023年7月中旬における洪水直後のアユの分布状況に関する調査を行った結果、流路幅が狭く、流速が遅く、濁りからの回復速度が速い支流でアユ生息認尾数が多い可能性が推察された。2023年10月中旬～2024年1月下旬に米代川河口及び沿岸域においてライトトラップによる採捕調査を行った結果、アユの仔魚は11月中旬～1月上旬に確認された。しかし、河川内で仔魚が認められた10月中旬～11月上旬においては、沿岸・河口域ともに仔魚が採集されなかったため、降海直後の追跡が必要と考えられた。

全期間を通じた課題目標及び計画：

- (1) アユの遡上を妨げる河川横断工作物の影響を明らかにし、改善策を検討する。
- (2) 遡上量の早期予測手法開発のため、沿岸・河口域におけるアユの調査手法を開発する。また、河口・沿岸域における仔魚の採集尾数と翌年の遡上量及び釣獲尾数との相関関係を分析する。

当該年度計画：

- (1) 洪水発生時におけるアユの分布・生息環境に関する知見を収集する。
- (2) 河口・沿岸域における仔魚の出現状況に関する知見を収集する。

結果：

- (1) 洪水時における支流の役割を解明するため、天然魚の遡上河川である米代川支流阿仁川及び小猿部川（図1）において、2023年7月14～16日の集中豪雨による洪水（図2）直後のアユの生息密度と肥満度を調査した。

アユの生息密度は、小猿部川で2023年7月28日、阿仁川で同年7月31日に潜水により調査した。調査地点における米代川河口からの距離は、小猿部川で50.6km、阿仁川で62.1kmであり、平均流路幅はそれぞれ10.2mと43.8mであった（図1、表1）。調査は、両河川ともに調査員1名が連続する瀬と淵1か所の流心部を流下しながら、左右約2m以内を遊泳するアユの尾数を計数し、1m当たりの尾数に換算した。尾数の計数後、調査地点の標高、水深、流

速、浮き石率、有機物及び砂の流下量を測定した。調査河川を管轄する漁業協同組合からは放流重量を聞き取り、河川ごとに整理した。また、小猿部川、阿仁川ともに洪水発生日以降、毎日午前中に河川の状況を観察し、濁りの消失日数を記録した。環境の測定方法について、水深及び流速は上流部、中流部、下流部のそれぞれで河川の横断方向に測定点を等間隔に各3点（合計9点）設け、この全平均を代表値とした。浮き石率は、坪井・高木（2016）に基づき上流部、中流部、下流部において、河川の横断方向に測定点を等間隔に各10点（合計30点）設け、底質がアユの好む「巨石（長径25～50cm）あるいは岩（50cm以上）で浮き石（竹門ら，1995）」であった割合を算出した。有機物及び砂の流下量については、各調査区の流心部1点にサーバーネット（開口部25cm×25cm、目合い0.4mm）を河床から5cm上方に6分間固定して採集した。採集された有機物及び砂泥は乾燥後に600℃で60分間熱し、減少分を有機物、残存分を砂として重量を測定し、それぞれを濾水量1kLあたりに換算した。

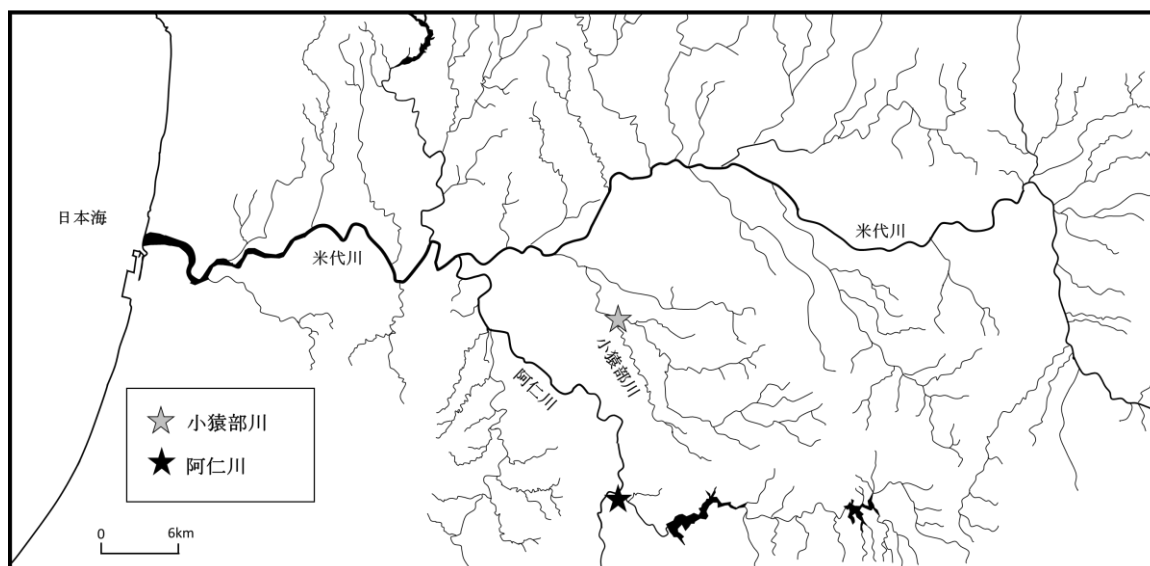


図1. 調査地点

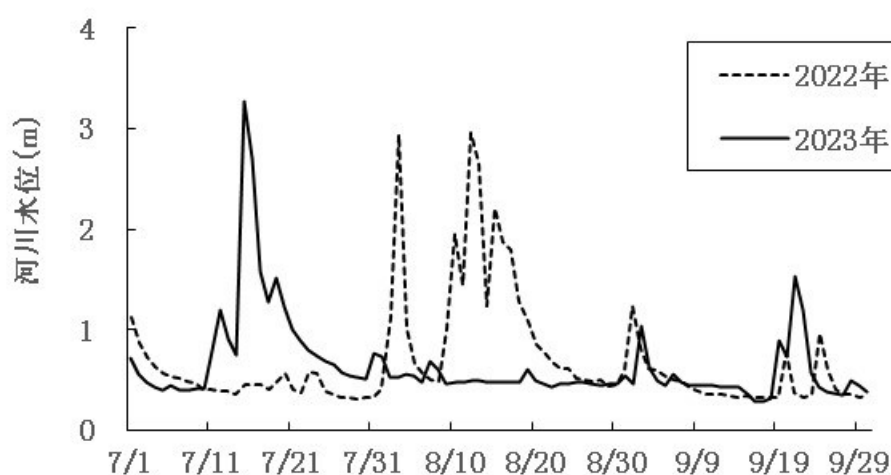


図2. 阿仁川の河川水位（北秋田市米内沢地区：7～9月、国土交通省調べ）

2023 年 7 月 25・26 日には、小猿部川の調査地点から上流 0.4km 以内で友釣りにより釣獲されたアユ 47 尾〔標準体長； 14.1 ± 1.6 cm（平均±標準偏差）〕及び阿仁川の調査地点から上流 1.0km、下流 2.0km 以内で同手法により釣獲された 43 尾（ 16.2 ± 1.6 cm）の標準体長と体重を測定し、これら測定データを基にアユの肥満度〔体重（g）/標準体長（cm）³×1000〕を算出し、河川ごとに比較した。

調査の結果、小猿部川におけるアユの確認尾数は 1.57 尾/m で、阿仁川（0.04 尾/m）の 39.3 倍であった（表 1）。小猿部川の流路幅は阿仁川の 0.2 倍、流速は 0.6 倍、浮き石率は 3.2 倍であり、濁りの消失に要した日数も阿仁川より 5 日間早かった。そのため、2022 年 8 月の洪水直後に米代川本支流 9 河川で本研究と同様の手法により得られた「流路幅が狭く、流速が遅く、水深が浅く、濁りの消失日数が短い支流で生息尾数が多い（表 2）」傾向（佐藤，印刷中）を概ね支持する結果になった（図 3、表 2）。また、小猿部川で釣獲されたアユの平均肥満度（ 14.2 ± 1.3 ）は、阿仁川（ 13.6 ± 0.9 ）で釣獲されたアユよりも有意に高かった（図 4；*t*検定，*t*=2.817，*p*=0.006）。これらのことから、アユ資源の維持・増大のうえで、洪水からの回復速度が速い支流の存在が重要と考えられた。

表 1. 小猿部川及び阿仁川におけるアユの生息密度調査結果

	小猿部川	阿仁川
アユの確認尾数(尾/m)	1.57	0.04
米代川河口からの距離(km) ^{*1}	50.6	61.2
標高(m) ^{*1}	47.0	65.0
流路幅(m)	10.2 ± 2.3	43.8 ± 1.6
水深(cm)	40.9 ± 11.1	44.0 ± 13.3
流速(cm/s)	50.0 ± 24.0	82.5 ± 22.9
浮き石率(%)	86.7	26.7
流下砂量(mg/t)	0.09	0.11
流下有機物量(mg/t)	0.21	0.30
濁りの消失日数(日) ^{*2}	5	10

^{*1}調査地点最下流部までの距離と標高を示す。

^{*2}洪水発生から水深2mの河床が見えるようになるまでの日数を示す。

表 2. 2022 年 8 月の豪雨直後におけるアユの確認尾数と
生息環境及び放流重量との相関関係（佐藤、印刷中）

項目	r_s	p
米代川河口からの距離(km) *	-0.633	0.067
調査区間最下流の標高(m)	-0.627	0.071
流路幅(m)	-0.600	0.088
水深(cm)	-0.617	0.077
流速(cm/s)	-0.817	0.007
浮き石率(%)	0.303	0.429
はまり石率(%)	-0.367	0.332
流下砂量(mg/t)	0.133	0.732
流下有機物量(mg/t)	0.233	0.546
放流重量(kg)	-0.469	0.203

分析はSpearmanの順位相関による

* 米代川河口から調査区間最下流までの距離

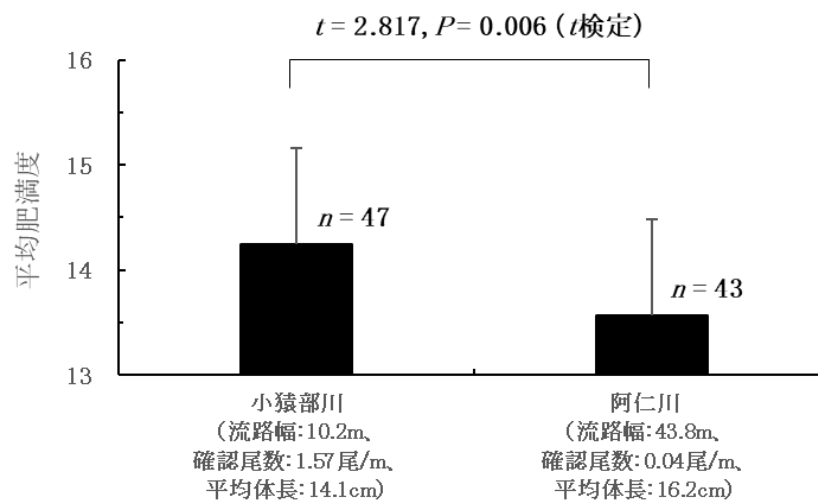


図 4. 小猿部川及び阿仁川で釣獲されたアユの肥満度

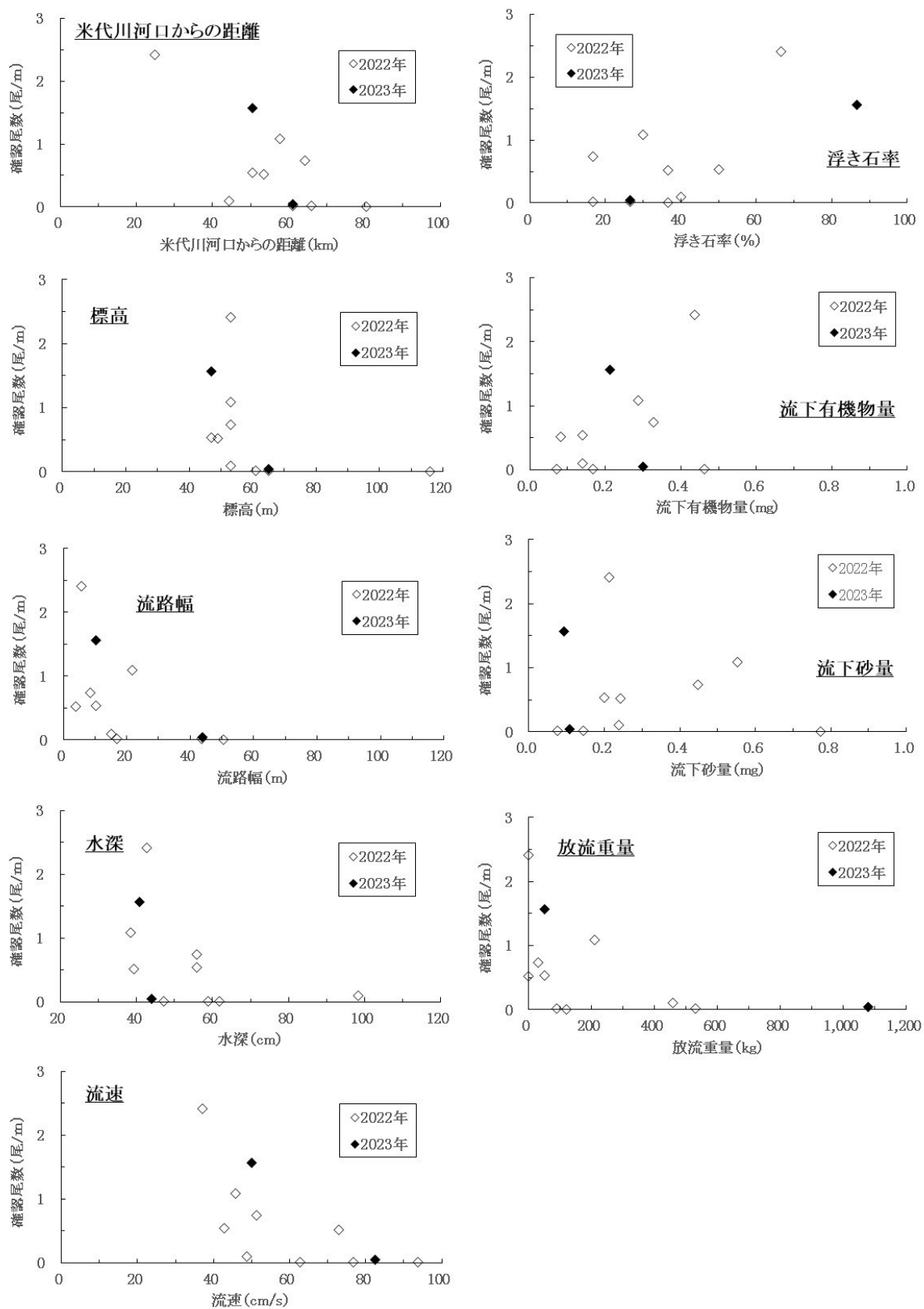


図3. アユの生息尾数と生息環境及び放流重量との相関関係
[2022年は佐藤(印刷中)のデータを引用]

(2) 米代川河口及び沿岸域における仔魚の出現時期を把握するため、2023 年 10 月 11 日～2024 年 1 月 29 日にかけての旬 1 回を目安に、日没後 30 分～2 時間に米代川河口及び沿岸の 7 地点（図 5；St.1～7）において、ライトトラップ（谷沢ら，印刷中）による採集調査を行った。1 定点当たりの採集回数は 1～3 回（表 3）、1 回当たりのライトトラップの設置時間は 5 分間に設定した。採集魚は 99%エタノールで固定後、水産振興センター内水面試験池に持ち帰り、採捕尾数と標準体長を計測し、採集日及び採集地点ごとに整理した。

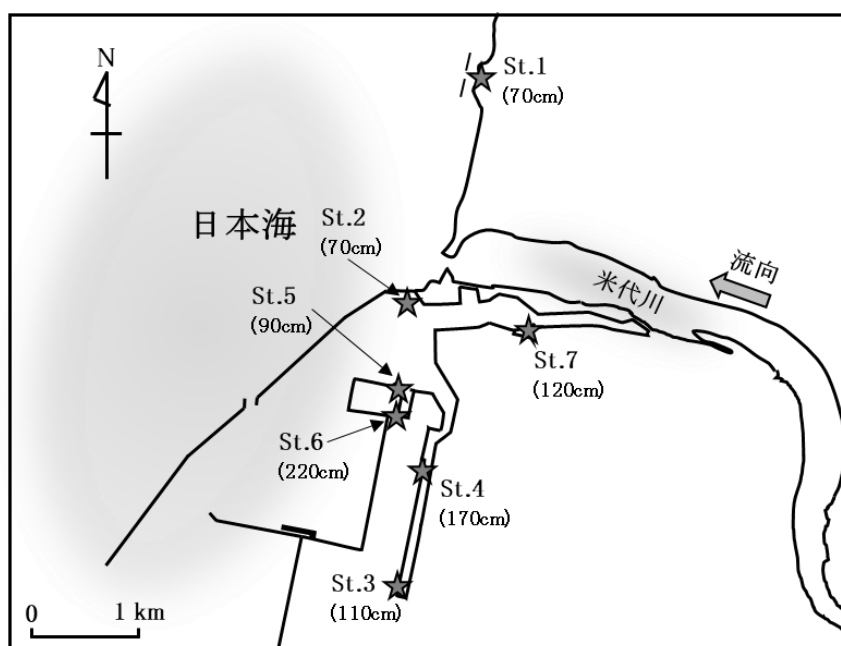


図 5. 仔魚の採捕地点

(括弧内の数値は採集地点の水深を示す)

表 3. 地点ごとの採集回数（上段）、表面水温（中断）及び比重（下段）

	10/11	10/18	10/26	11/6	11/16	11/22	12/5	12/14	12/25	1/4	1/18	1/29
St.1	—	—	—	3	3	3	1	—	1	—	—	—
	—	—	—	19.7	16.7	14.3	12.3	—	10.1	—	—	—
	—	—	—	1.024	1.020	1.018	1.023	—	1.023	—	—	—
St.2	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3
	20.8	17.1	19.2	19.7	16.5	12.8	12.7	8.2	9.7	10.0	6.3	8.0
	1.020	1.008	1.021	1.023	1.022	1.011	1.023	1.018	1.023	1.023	1.017	1.019
St.3	—	—	—	1	—	—	1	1	1	—	—	—
	—	—	—	18.4	—	—	11.7	6.1	9.0	—	—	—
	—	—	—	1.019	—	—	1.020	1.005	1.020	—	—	—
St.4	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	13.2	8.0	9.7	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	1.023	1.016	1.023	—	—	—
St.5	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	11.2	9.0	6.7	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	1.024	1.009	1.023	—	—	—
St.6	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	6.5	6.3	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	1.016	1.023	—	—	—
St.7	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	11.2	6.8	9.2	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	1.02	1.016	1.022	—	—	—

また、河川における仔魚の流下時期との関係性を分析するため、2023年9月25日～11月28日にかけての旬1回を目安に、20時に米代川河口から19.1km上流の地点（図6）において、丸型稚魚ネット（開口部の直径40cm、目合0.3mm）による仔魚の採集を行った。流下仔魚の採集場所は、調査河川の左岸端からの距離が10～20m、21～30m及び31～40mの合計3点とし、採集回数は各点1回とした。稚魚ネットは河床と接するように5分間設置した。採集した仔魚は5%ホルマリン水溶液で固定後、水産振興センター内水面試験池に持ち帰り、採集尾数を計数し、単位濾水量当たりの採集尾数に換算した。

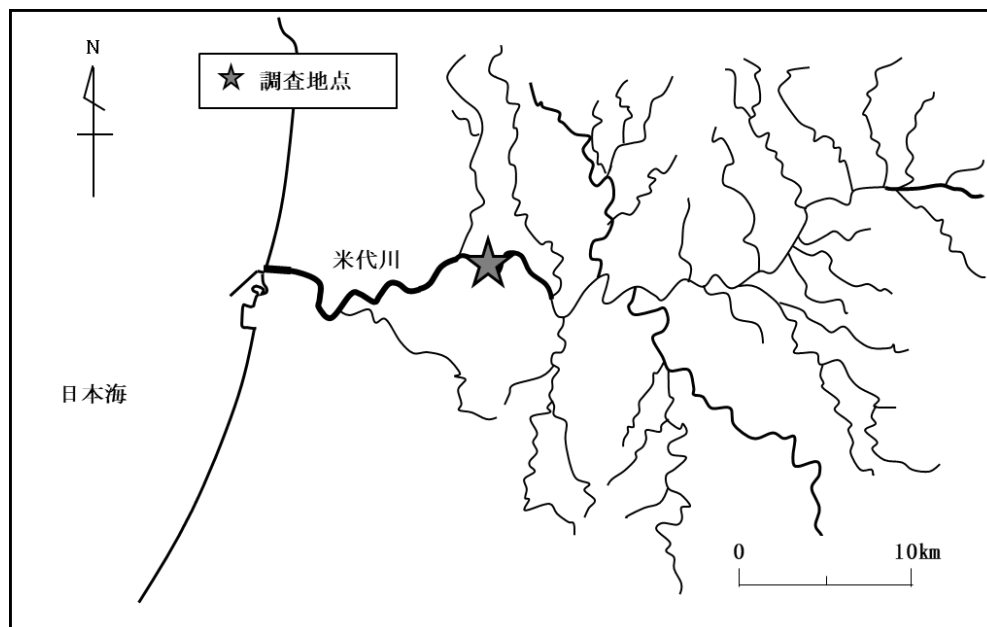


図6. 流下仔魚の採集地点

ライトトラップによる採集調査の結果、仔魚は11月中旬～1月上旬にかけてSt.2を主体とする複数地点で合計173尾採集された（図7）。採集時の地点表層の水温及び比重は6.5～16.7℃、1.016～1.023であった（図7）。12月中旬、下旬及び1月上旬に採集された仔魚の標準体長のモードはそれぞれ25mm、26・27mm及び28mmであり、旬の経過とともに大型化する傾向が認められた（図8）。全期間を通じて採集が行われたSt.2において、仔魚の採集モードは12月中旬であり、米代川での仔魚の採集モード（10月中旬）よりも約2ヵ月遅かった。しかも、河川内で仔魚の採集された10月中旬～11月中旬（平均採集尾数：0.1～4.4尾/kL）のうち、10月中旬～11月上旬においては、St.2を含む河口・沿岸域の調査定点のすべてで仔魚が採集されなかったため（図7、9）、降海直後の追跡が必要と考えられた。

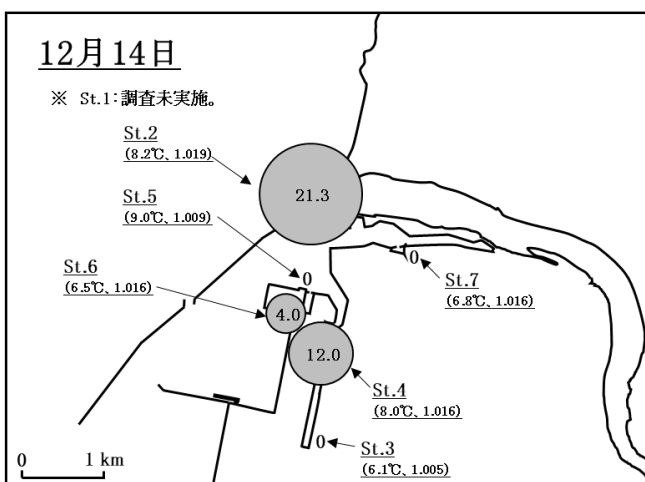
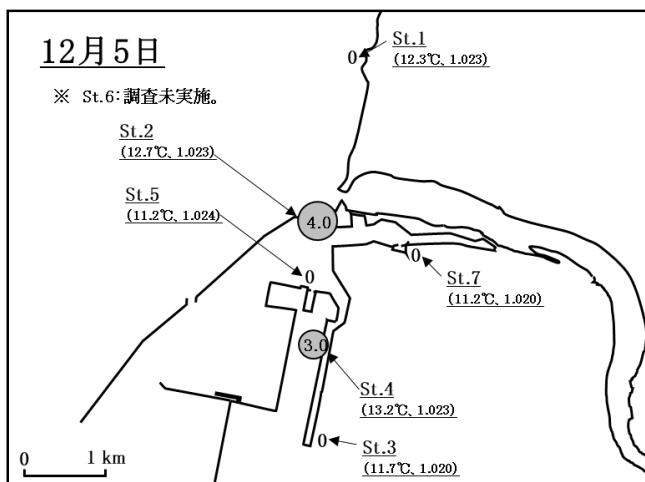
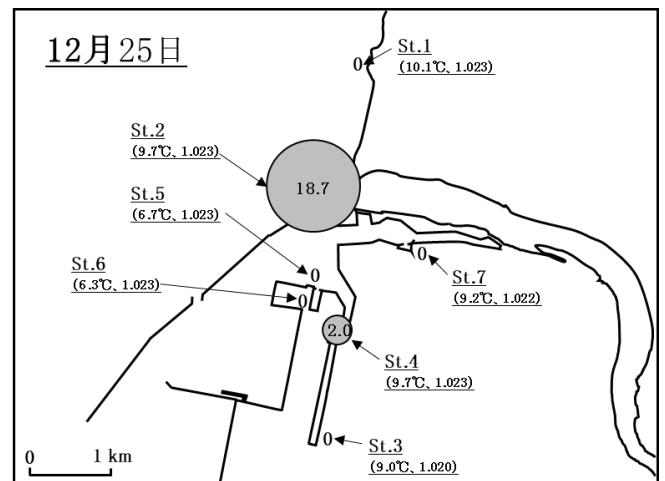
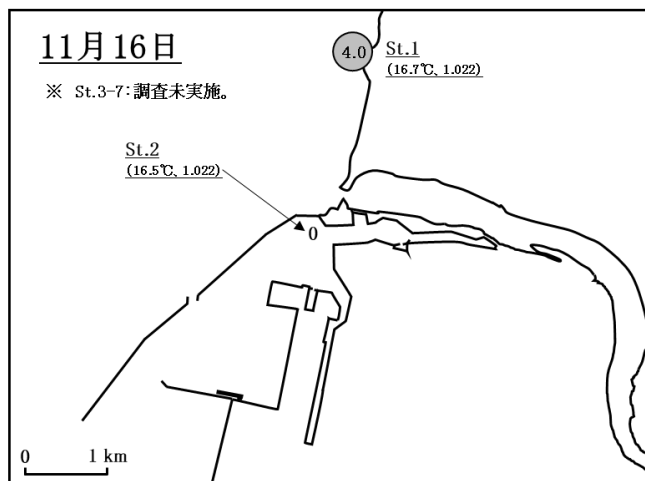


図7. 地点ごとの仔魚の採集尾数
(括弧内の数値は採集地点表層の水温と比重を示す)

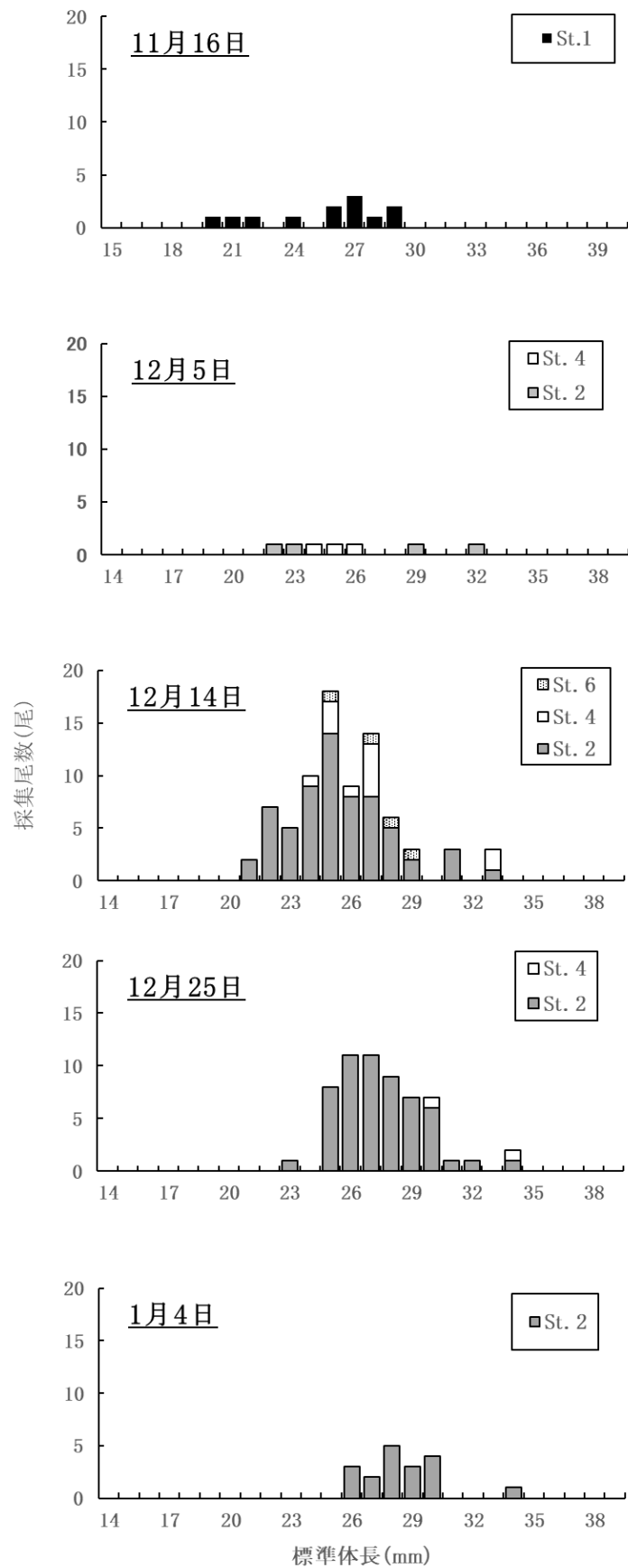


図8. 仔魚の標準体長

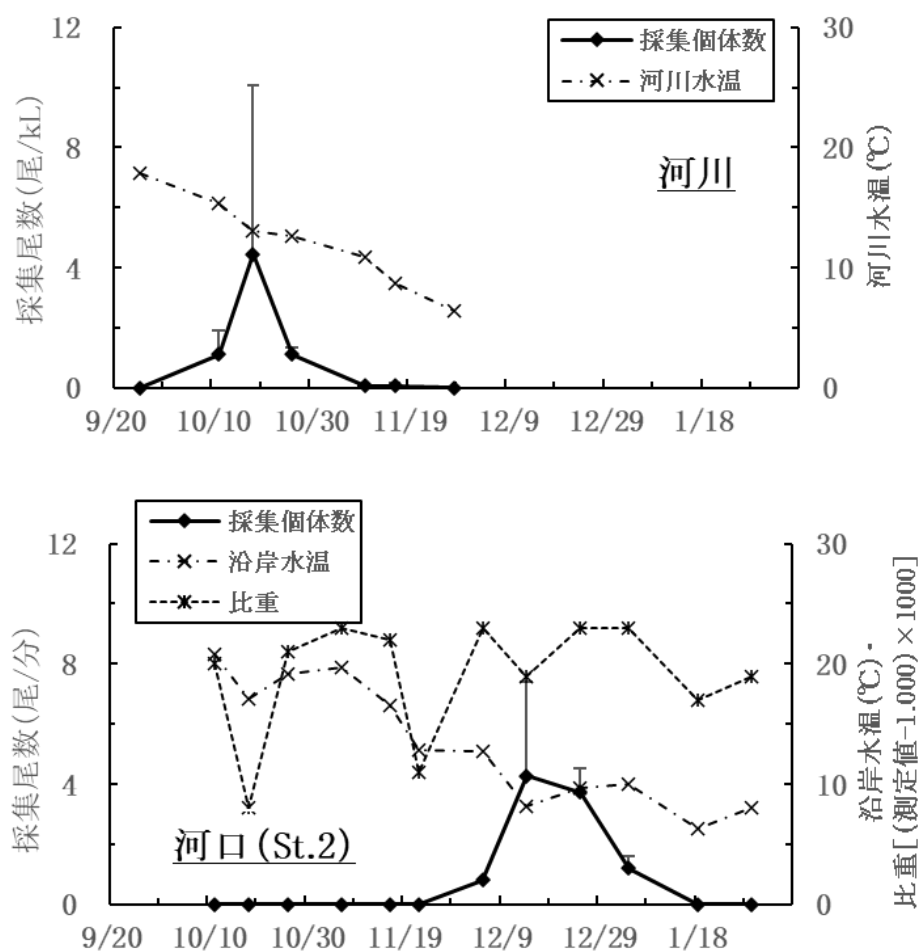


図9. 河川及び河口における仔魚の採集状況

課題と対応策：

米代川本支流にある河川横断工作物の位置とアユへの影響について調査するとともに、米代川河口及び沿岸域における仔魚の分布調査を継続する。

参考文献：

佐藤正人. 内水面重要魚種の増殖技術の高度化に関する研究（アユ放流適地把握）. 令和4年度秋田県水産振興センター業務報告書, 印刷中.

竹門康弘・谷田一三・玉置昭夫・向井宏・川端善一郎. 棲み場所の生態学. 平凡社. 1995; p29.

谷沢弘将・三浦正之・村井涼佑・竹内智洋・山本充孝・馬場真哉・増田賢嗣・坪井潤一. ライトトラップによる外来魚仔稚魚の捕獲. 日本水産学会誌. 印刷中.

坪井潤一・高木優也. アユの生息にとって重要な河川環境の検討. 日本水産学会誌. 2016;

82(1), 12-17.

令和5年度 環境収容力推定手法開発事業報告

課 題 番 号	エ	事業実施期間	令和5年度
課 題 名	ニホンウナギ等内水面資源の生息状況調査・分析、資源増殖等の手法検討		
主 担 当 者	神奈川県水産技術センター内水面試験場 櫻井 繁		
分担者			

令和5年度の成果の要約：

河川環境改善技術開発は、相模川において堰堤によってアユ稚魚が遡上できない支流がどの程度あるのか調査し、それら支流に魚道等を設置した場合、拡大するアユ漁場の面積を算出した。その結果、玉川や鳩川（2次支流を含む）、串川でアユが遡上できない堰堤が認められ、拡大する漁場面積は合計0.270km²と推定された。

遡上量予測技術開発は、相模川の河口域にある須賀港及び相模湾に面した平塚新港において、ライトトラップ¹⁾を用いて仔稚魚採集を行った。須賀港では12月に3回の調査を実施したところ、調査回数を重ねるごとに標準体長（以下、「体長」と称す）が大きくなる傾向が見られた。また、平塚新港でも3回の調査を実施したが、2回目以降、シケ等の影響によって採捕が少ない調査日があった。

須賀港と平塚新港で採捕された個体の大きさを比較すると、平塚新港が須賀港より体長が大きく9.8mmの差が見られ、採捕尾数は須賀港の方が多かった。今後、データを蓄積し、遡上量予測をするためにアユ仔稚魚を採捕する場所を明らかにするとともに、採捕尾数と翌年の遡上量の関係を調査していく。

全期間を通じた課題目標及び計画：

- (1) アユが遡上しやすく成長や産卵を活発化させるため、遡上時期の簡易魚道や土のうの設置による障壁改善や産卵に適した河床の造成などの河川環境を改善するための技術開発の検討を行う。
- (2) アユの遡上量予測手法の開発を行うため、漁港内に設置したライトトラップで採捕される個体と、翌年の遡上量の関係を検討する。

当該年度計画：

今年度の河川環境改善技術開発は相模川において、堰堤でアユが遡上できない支流を調査し、魚道等によって遡上が可能となった場合の漁場面積を算出する。また、遡上量予測技術開発は相模川河口域及び相模湾に面した漁港において、ライトトラップで仔稚魚を採集し、体長等のデー

タを収集する。

結果：

（１）河川環境改善技術開発

相模川には多くの支流が流入しているが、川幅がある程度あり本流に直接流入している支流を調査したところ、堰堤が無いもしくは魚道が設置されていて、アユが遡上できる支流は、小出川、目久尻川、永池川、中津川、小鮎川であった。堰堤がありアユが遡上できない支流は、玉川、鳩川、串川の３河川であった（図１）。

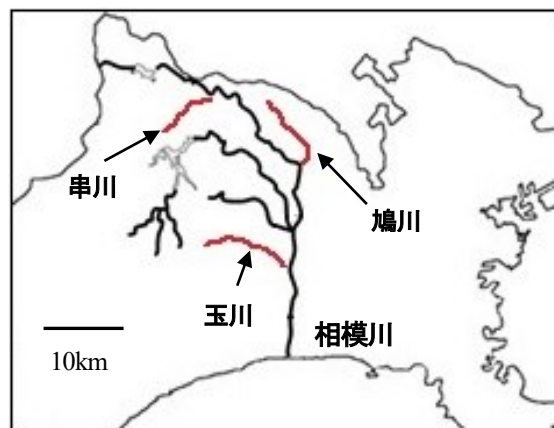


図１ アユが遡上できない支流

玉川は厚木市を主に流れる１級河川で延長が8.0kmあり、相模川と合流する上流800mに堰堤が設置されている（図２）。鳩川は相模原市から海老名市にかけて流れる１級河川で延長が9.8kmあり、相模川の合流点から上流100m堰堤を含む３つの堰（三段の滝）が設置されている（図３）。串川は相模原市を流れる１級河川で延長が12.1kmあり、相模川の合流点から上流にかけて100mに堰堤がある（図４）。アユが遡上できる障害物の高さは40cmが限界とされおり²⁾、この３河川は堰のためにアユが遡上できない。

この３河川に魚道等を設置してアユが遡上できると仮定した場合、川幅を地図アプリによる測定で平均15m、8m、7mとすると、新たにアユが生息できる面積は玉川0.108km²、鳩川0.149km²、串川0.084km²となり、合計0.341km²の漁場が増加すると算出された（表１）。

表 1 堰堤がありアユが遡上できない支流

支 流 名	河川の延長(km)※	アユが生息できる面積(km ²)
串 川	12.0	0.084
鳩 川	9.7	0.078
玉 川	7.2	0.108

※河川の延長は、アユが遡上できない区間の長さ



図 2 玉川（厚木市）



図 3 鳩川（相模原市）



図 4 串川（相模原市）

(2) 遡上量予測技術開発

相模川河口域に位置する須賀港と相模湾に面した平塚新港において（図 5）、外来魚仔稚魚駆除を目的としたライトトラップの集魚灯を 150 ルーメンの集魚灯（ルミカ製、VOLT2）に交換し、アユ仔稚魚の採集を行った。採集時間は 5 分間とし、水中のライトトラップに入った仔稚魚を計数した。2 回目は 10 分間空けた後に調査を開始し、計 3 回実施して、回数ごとの採集尾数を計数・測定した。トラップを設置する水深は水面とした。

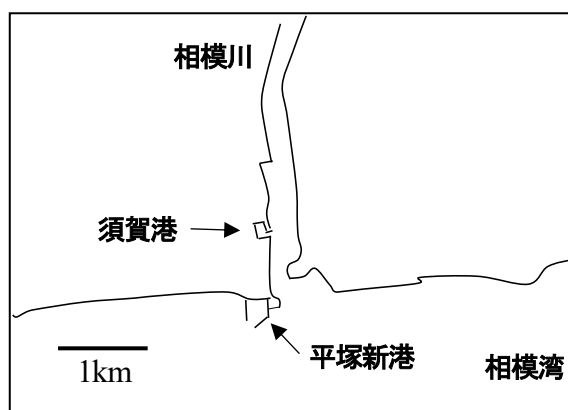


図 5 相模川河口域に位置する須賀港と相模湾に面した平塚新港

須賀港における調査は 12 月 8 日、21 日及び 27 日の計 3 回行い、採捕した個体数は表 2 に示す。12 月 8 日の調査では 87 個体を採捕できたが、固定に用いたアルコールの影響で仔稚魚が著しく湾曲した個体を除いく 38 個体の標準体長を測定したところ $7.0 \pm 1.43 \text{ mm}$ （平均体

長±標準偏差)であった。12月21日の調査では8個体を採捕し、体長は $7.5 \pm 0.97\text{mm}$ 、12月27日の調査では33個体採捕し、体長は $8.5 \pm 0.55\text{mm}$ となった。また、体長組成別の個体数を図6に示す。12月8日の調査では体長7.0～8.0mm階級の個体が一番多かったが、15.0～16.0mmの個体も見られた。12月21日及び12月27日の調査では、体長8.0～9.0mmを示す個体が一番多かったが、15.0mm以上の個体も僅かに見られた。

調査日ごとに体長を比較して見たところ、12月8日と12月27日の個体は有意差が認められたが(t検定、 $P \leq 0.05$)、12月8日と12月21日及び12月21日と12月27日では有意差が認められなかった(t検定、 $P \geq 0.05$)。

表2 須賀港で採捕した回数別の個体数

採集年月日	調査回数					標準体長(mm)
	合計※	1回目	2回目	3回目	4回目	
2023年12月8日	87	15	45	27	–	7.0 ± 1.43
2023年12月21日	8	7	1	0	–	7.5 ± 0.97
2023年12月27日	33	8	8	17	104	8.5 ± 0.55

※合計及び標準体長は1～3回目の採捕尾数の集計、4回目は参考値(後述)。

平塚新港で平塚新港における調査は12月11日、22日及び28日の計3回行い、採捕した個体数は表3に示す。12月11日の調査では18個体を採捕でき、体長は $16.4 \pm 3.86\text{mm}$ であった。12月22日の調査では1個体を採捕し、体長は30.4mm、12月28日の調査では1個体採捕し、標準体長24.2mmであった。12月22日の調査では南西風が強く、ライトトラップが激しく動揺して入らなかったと考えられた。12月28日の調査では、風もなく満潮時刻で最高の条件であったが、1尾しか入らず原因は不明であった。また、体長組成別の個体数を図7に示す。12月11日の調査では、標準体長14.0～26.0mmの個体が18個体採れ、須賀港で採捕された個体とは明らかに大きさが異なっていた。

表3 平塚新港で採捕した回数別の個体数

採集年月日	調査回数					標準体長(mm)
	合計※	1回目	2回目	3回目	4回目	
2023年12月11日	18	13	1	4	36	16.4 ± 3.86
2023年12月22日	1	0	0	1	–	30.4
2023年12月28日	1	1	0	0	7	24.2

※合計及び標準体長は1～3回目の採捕尾数の集計、4回目は参考値(後述)。

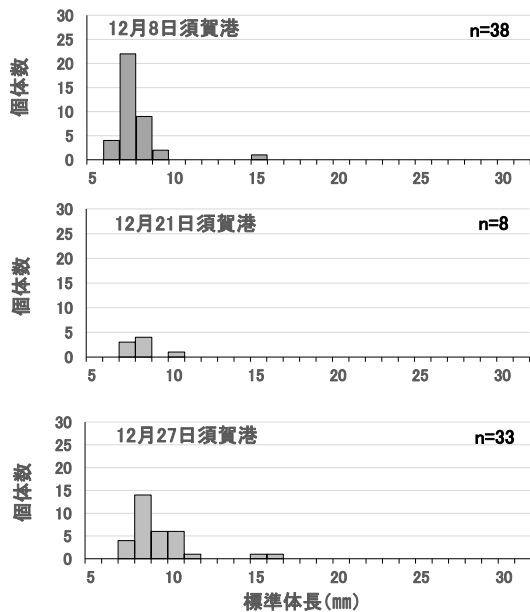


図6 須賀港における日別の個体数

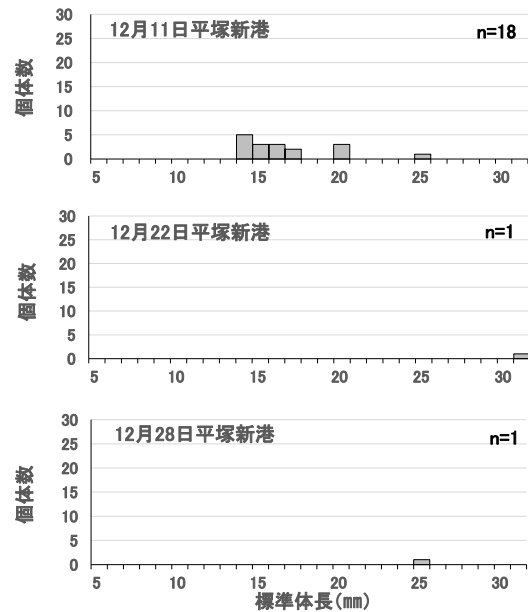


図7 平塚新港における日別の個体数

須賀港で採捕した個体の体長別の個体数を図8に示す。体長は平均 7.7 ± 1.8 mm、最大値 15.1 mm、最小値 5.5 mmであった（図8）。12月に須賀港で採捕された個体は、主にふ化して間もない個体もしくはふ化後12日程度経過した個体と考えられ、今後1月以降のサンプルと比較することで、河口域（汽水域）が成長の場として機能しているのか、検討する必要がある。平塚新港で採捕した個体（図9）は、平均 17.5 ± 5.1 mm、最大値 30.4 mm、最小値 12.3 mmであり、須賀港で採捕された個体よりも大きかった。

今後も1月以降に採捕される個体を調査するとともに、日齢査定等を行って、生まれ群の構造を明らかにする必要がある。

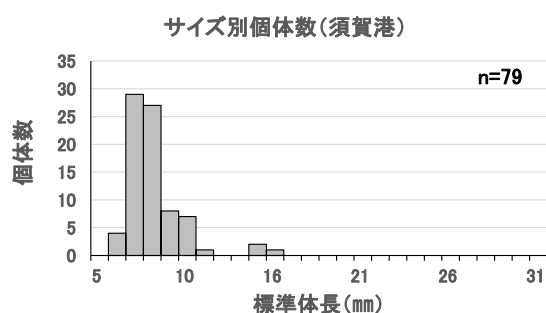


図8 須賀港における12月の個体数

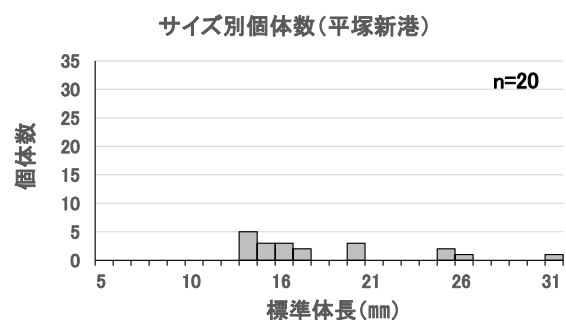


図9 平塚新港における12月の個体数

須賀港と平塚新港で調査日ごとに採捕されたすべての個体について、採捕尾数、水温、塩分濃度を比較すると（図10、11）、水温では差が見られなかったが、採捕尾数は前者が128個体、後者が20個体と違いがあった。また、塩分濃度についても、前者が2.5～10.1psu、後者が14.9～31.4psuと違いが見られた。これは、須賀港が相模川の河口から600m上流の感潮域にあ

ることから、塩分濃度が低かったと考えられた。

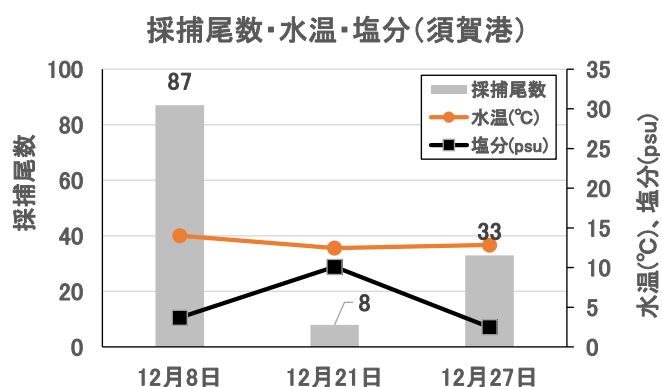


図 10 須賀港における採捕尾数、水温、塩分濃度の推移

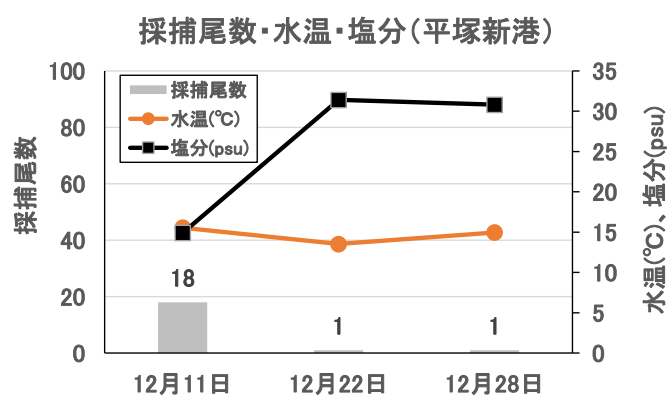


図 11 平塚新港における採捕尾数、水温、塩分濃度の推移

12月11日から実施した平塚新港での採捕尾数が少なかったことから、調査時間が適切なのかを検証するため、調査時間を15分間に延長した場合の方法を検討した。調査日は、12月11日（平塚新港）、12月27日（須賀港）、12月28日（平塚新港）の計3日間実施し、4回目の調査を15分間に延長して行った。1～4回目の採捕尾数を単位時間あたりのCPUE（尾／5分）にし、調査時間延長によるCPUEの変動を検証したところ、12月11日及び12月28日の調査では顕著な差は見られなかったが、12月27日の調査ではCPUEに2倍の開きがあり、調査時間を延長する効果が見られた。

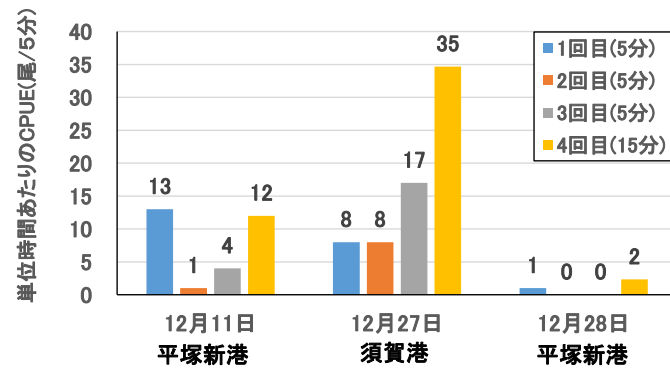


図 12 調査場所別、回数別の単位時間あたりの CPUE

今後、得られたデータについては、水研への提供を行う。

課題と対応策：

次年度以降は、ライトトラップによる調査範囲を、相模川河口域及び平塚新港から海産稚アユ漁が行われている相模湾東部海域へ調査範囲を広げていく予定である。また、遡上量予測を行うにはある程度の尾数の確保が必要であることから、調査時間を 5 分間ではなく、延長する必要があると考えられた。

引用文献：

- 1) 谷沢弘将・藤原亮 (2022)：外来魚仔稚魚駆除を目的としたライトトラップの開発と実証，山梨県水産技術センター，令和 4 年度成果情報。
- 2) (財) リバーフロント整備センター (1996)、川の生物図典

令和5年度 環境収容力推定手法開発事業 報告

課 題 番 号		事業実施期間	令和5年度
課 題 名	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		
主 担 当 者	鳥取県栽培漁業センター 田中秀一		
分担者			

令和5年度の成果の要約

河川環境改善技術開発：県中部を流れる天神川では、近年発生した大雨等の影響により、明瞭な瀬や淵が消失しつつあり、アユ漁場が劣化している。このため、広範囲の河川環境改善が求められるが、そのための工事には莫大な予算が掛かることが想定されるため、即座に対応することは困難である。ただし、令和5年にも台風7号の影響で大出水が起こるなど状況は年々悪化しつつある。そこで、環境の悪化した一部の区間ではあるが、少額で実施できる対策を検討し実施することとした。令和5年は、天神川において現地踏査を実施し、定性的ではあるが河川状況を把握した。また天神川漁業協同組合員から過去を含めた河川状況を聞き取り、対象区間を三徳川合流点上流に決定した。対象区間をドローンにより空撮し、取得した画像をオルソ化することで平面図を作成した。またCLAS対応GNSSと測深棒を用い河川縦断面図を作成した。これとともに現地にある巨石の位置等を確認し、簡易に実施できる改善策を検討した。検討結果を天神川漁業協同組合へ報告し、重機を用いた巨石の移動等の対策を実施することとなった。

遡上量予測技術開発：鳥取県では、平成30年度より日野川河口付近の砂浜域で集魚灯を用いたアユ稚魚採集を実施しており、その単位努力量当たりの採集量（以下、CPUE）から翌年の遡上量を予測している。令和4年度までは12月におけるCPUEと翌年の遡上数に強い相関が見られており、本手法が海域におけるアユ稚魚の生き残りの良さを測る指標となりうることが示唆された。一方、本手法は当県独自の取り組みであり、他海域との比較が困難であるため、比較をする場合は、器具を含めた作業手順を統一する必要がある。そこで、本年度より谷沢トラップによる採集も併せて実施することとした。またアユ仔魚の生き残りに影響していると考えられるカイアシ類ノープリウス幼生の採集を行い、その密度を算出した。砂浜域のアユ稚魚採集では10月下旬～11月上旬にどちらの方法でもアユが採集されなかった。11月中旬以降、両手法でアユが採集されるようになり、両手法によるアユの採れ方の増減傾向は似ていた。また、採集されるアユの体長にほとんど差は見られなかった。採集されたアユの孵化日は10月下旬～11月上旬および12月上旬が主体となっていた。11月上旬までは海水温が20℃を超えていたものの、カイアシ類ノープリウス幼生密度が40個体/ℓ以上と比較的高い密度となっており、流下したアユ仔魚が餌に遭遇しやすく、飢餓による斃死が起こりにくかったものと推測される。

全期間を通じた課題目標及び計画

鳥取県の河川では、流域が花崗岩主体の地質となっており、花崗岩が風化することで大量の真砂土が生じている。多くの河川では真砂土により浮石が埋まった瀬が増える等、アユの好漁場や産卵場が年々、劣化している状況である。油圧ショベル等の重機を用い、河道内にある石礫を適切に配置してやることで、全体の一部であるが、河川環境の改善を目指す。

鳥取県では、海域における集魚灯を用いたアユ稚魚採集 CPUE とアユの遡上数に相関がみられることから、早い段階で遡上数を予測することがある程度可能となっている。ただし、鳥取県独自の手法であり、現状では他海域との比較が困難であることから、ひろくアユの生残状況を把握するには多くの海域で統一した手法により調査を実施することが望ましい。参画県が各県の沿岸で谷沢トラップによりアユ稚魚を採集し、アユ遡上数が予測可能か検討する。また、本県においては集魚灯を用いた手法と谷沢トラップによる採れ方を比較することで、手法の切り替えが可能か検討する。

当該年度計画

(1) 天神川における河川環境改善技術開発

県中部天神川において、河川を踏査するとともに、天神川漁業協同組合員から聞き取りを実施し、河川環境改善を実施する対象区間を選定する。選定後、対象区間の平面図、縦断図等を作成し、改善手法を検討する。河川環境改善前後の状況を比較できるよう、検討区間とその近傍におけるアユ好漁場において、釣獲によるアユ採集調査および目視による生息密度調査を実施する。

これらの結果を基に天神川漁業協同組合に改善案を提示し、組合員による簡易な河川環境改善を試行する。

(2) 海域におけるアユ稚魚採集による遡上量予測技術開発

県西部日野川河口付近における砂浜域で、10月下旬～12月下旬にかけて、谷沢トラップおよび集魚灯を用いた採集を実施し、その CPUE から翌年の遡上量を予測する。また、両手法によるアユ稚魚の採れ方を比較する。さらにアユ仔魚の餌料生物（カイアシ類ノープリウス幼生）採集を10月上旬～12月下旬（予定では2月まで）にかけて実施し、その生息密度からアユ仔稚魚の生残に与える影響を検討する。

結果

(1) 天神川における河川環境改善技術開発

① 現地踏査と漁協組合員聞き取りによる対策実施箇所の選定

環境改善を実施するのに適した場所を選定するため、6月28日に現地踏査を実施した。現地踏査では天神川河口から約22km上流の穴鴨まで合計16基の堰堤を目視により確認した（詳細は近自然研究所 有川代表の報告を参照）。翌29日に現地踏査結果を踏まえ、天神川漁業協同組合員に聞き取りを行い、対策実施箇所を天神川本川の三徳川合流点より上流側、河戸橋までの区間と

することとした。

②対策実施箇所の現地踏査

対策実施箇所の環境条件の把握のため、7月21日に栽培漁業センター所有のドローン（dji 社製 Phantom4pro+v2.0）を用い、空撮を行った。空撮により得られた画像を編集ソフト（Agisoft 社製 Metashape Professional）を用い合成、オルソ化し、対策箇所の平面図を作成した。8月1日には、CLAS 対応の GNSS と測深棒を用いた簡易的な測量を実施し河道の縦断面図を作成した。また、任意に抽出した3か所の横断面図も併せて作成した（詳細は近自然研究所 有川代表の報告を参照）。

8月15日に台風7号の影響で鳥取県東部中部では200mmを超える降雨があり、天神川の河川水位（小田）は観測史上最も高いものとなった。この出水の影響により対策実施箇所では地形が変化し、河床には広い範囲で砂が堆積し、出水前にアユが群がっていた淵は消失した。環境が大きく変化したことから、再度、現地踏査を実施し対策を再検討することとした。

10月24日にドローンによる空撮を行い、対策実施箇所のオルソ画像を作成した。11月24日に簡易的な測量により河川縦断面図、河川横断面図を再作成した。

測量結果と現地にある石礫の状況から、簡易的に実施できる対策を検討した結果、直線的となった上流部の蛇行を回復させるため、水際に沿って並べられた巨石を滞筋内に礫列状に移動させることを案として、天神川漁協へ提示することとした。



写真 河川環境改善対策候補地
（水際に巨石が並べられている）

③漁協協議と対策の実施

12月に②で検討した対策案を天神川漁協へ提示し、組合長と協議した。直線的な河道となっていることを問題点として共有でき、対策案が受諾された。これを基に漁協が主体となって3月上旬に対策工事を実施する予定である。

④釣りによるアユ採集および潜水による目視観察

対策候補地周辺で7月12日にアユの釣獲試験および潜水目視観察を実施した。令和5年のアユ遡上数は直近10年で最も多く、対策候補地含む天神川中流域にも多数のアユが生息していた。釣獲試験は対策候補地とその付近にある早瀬で実施された。それぞれの釣果は対策候補地2尾/60分、早瀬4尾/30分とアユの釣れる早さに大きな違いがあった。一方、潜水目視観察によるアユの

生息密度は対策候補地 0.62 尾/m²、早瀬 0.75 尾/m²となり、大差なかった。このような釣獲試験との違いが生じたのは、早瀬のアユが流れの中心である瀬の中に生息していたのに対して、対策候補地では流心よりも流れのきわで群れを作っている個体が多かったことが影響したものと考えられる。このことは対策候補地では明瞭な早瀬が少なく、アユがあまり縄張りを形成していなかったことを反映したものかもしれない。

7月12日の調査では、対策候補地においてもアユが多数生息していたが、縄張りをあまり形成しておらず、釣りづらい状況であったのかもしれない。この結果は河川環境改善のために活用できる可能性がある。ただし、出水により地形が変化する前のデータであることから、次年度以降の調査結果と適切に比較するには十分な検討が必要である。

(2) 海域におけるアユ稚魚採集による遡上量予測技術開発

①アユ稚魚の採集

図1に示す県西部日野川河口付近における砂浜域（佐陀川河口 35° 27' 13N, 133° 24' 14 E）において、10月下旬～12月下旬にかけて合計6回（今後、2月上旬まで実施予定）、谷沢トラップおよび集魚灯を用いたアユ稚魚の採集を行った。採集は、日没30分後から谷沢トラップによる5分採集を3回実施し、その後、三脚に備えた水中集魚灯（測量用三脚に防水LED灯（4.5W、450LM）×3）でアユを誘引し、タモ網により10分間の採集を実施した。採集したアユ稚魚は直ちに70%程度のエタノールで固定し、栽培漁業センターへ持ち帰った。サンプルはセンター内で同定を行い、アユの体長を測定した。測定後、各サンプルから耳石（扁平石）を取り出し、日周輪を計数することで孵化日を推定した。



図1 アユ稚魚採集地点

②アユ稚魚の採集結果

ア) 谷沢トラップによる採集

谷沢トラップによる採集では、10月24日および11月8日にアユを採集できなかった。11月16日に合計11尾のアユ稚魚が採集され、それ以降はいずれの調査においてもアユ稚魚が採集されている（図2）。採集されたアユ稚魚の体長範囲は12.6～32.6mmであった。アユ稚魚の体長は11月16日から12月15日まで大きくなる傾向にあり、成長している様子が窺えた。一方、12月28日に採集されたアユは、30mm以上に成長した個体も含まれていたが、20mm程度の個体も多く採集され、日齢の若いアユ稚魚が加わったことが分かった。

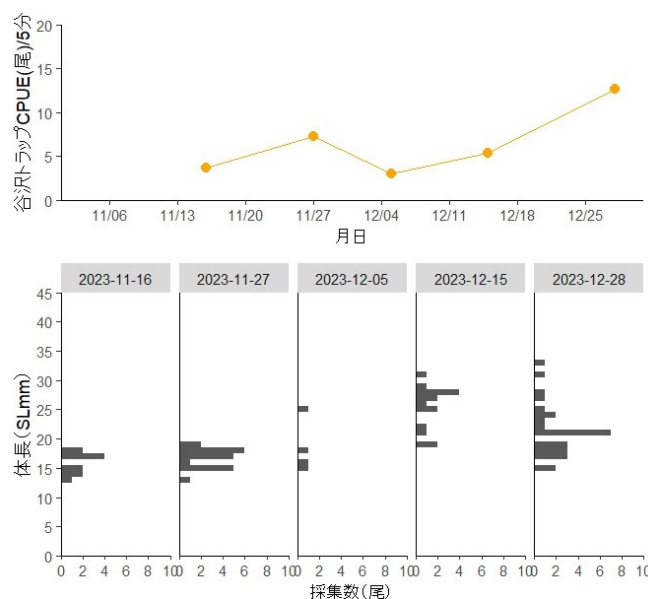


図2 谷沢トラップによるアユ稚魚 CPUE

イ) 集魚灯による採集

集魚灯による採集では、谷沢トラップによる採集と同様、10月24日および11月8日にアユを採集できず、11月16日以降、アユ稚魚が採集されるようになった（図3）。採集されたアユ稚魚の体長範囲は10.3～34.3mmにあり、谷沢トラップにより採集された個体より若干範囲が広がったものの大差なかった。また、各調査回で見られた稚魚の成長や調査毎の体長分布も似た傾向にあった。

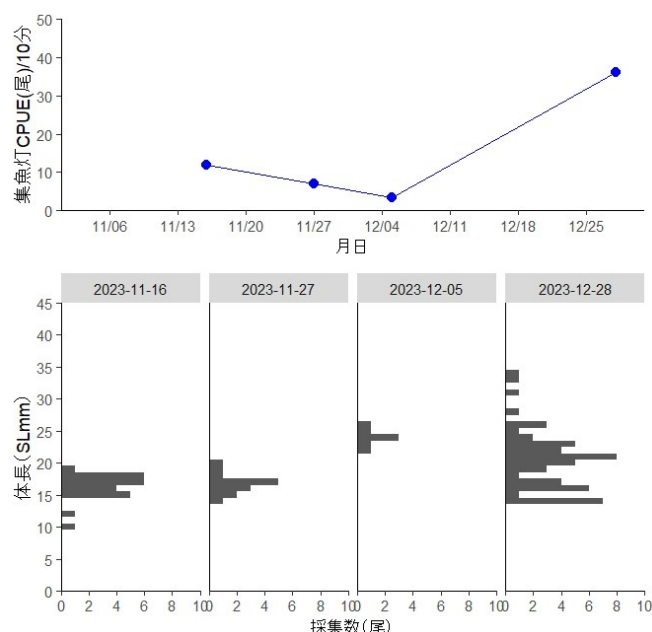


図3 集魚灯によるアユ稚魚 CPUE

ウ) 谷沢トラップによる CPUE と集魚灯による CPUE の比較

谷沢トラップおよび集魚灯によるアユ稚魚の CPUE を図4に示す。これを見ると、両者の CPUE の増減傾向は似ていた。上述の通り、各調査回の体長分布も似ていることから、アユの採れ方に大きな違いはなさそうである。ただし、比較する調査回数がまだ少ないため、今後、サンプリング回数を増やし、引き続き検討していく必要がある。

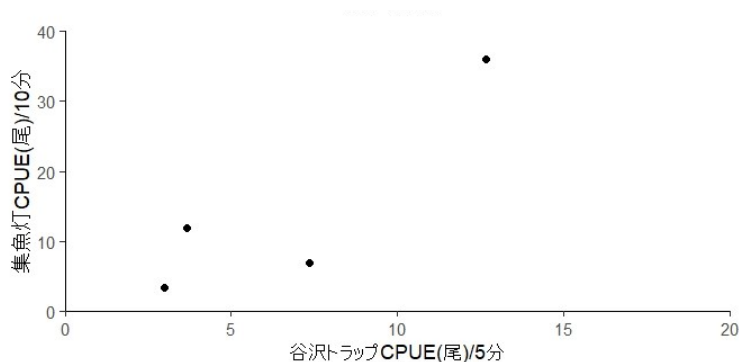


図4 谷沢トラップによるCPUEと集魚灯によるアユ稚魚CPUEの比較

③カイアシ類ノープリウス幼生の採集

図5に示す日野川河口付近の海域における水深5m以浅の3地点において、10月上旬～12月下旬にかけて合計9回（今後、2月上旬までで合計12回実施予定）実施した。海底から北原式定量ネットの鉛直曳によって動物プランクトンを採集し、可能な限り高位の分類群まで同定した。また同定したプランクトンのうち、アユ仔魚の初期餌料として重要なカイアシ類ノープリウス幼生については生息密度（個体数/ℓ）を算出した。なお、プランクトンの採集は鳥取県漁協淀江支所所属の漁業者に委託した。



図5 プランクトン採集地点

④カイアシ類ノープリウス幼生の採集結果

カイアシ類ノープリウス幼生密度を図6に示す。これを見ると、10月上旬から11月下旬にかけて、概ね20個体/Lで推移していた。12月上中旬には10個体/Lを下回ったが、下旬には再び密度が上昇した。

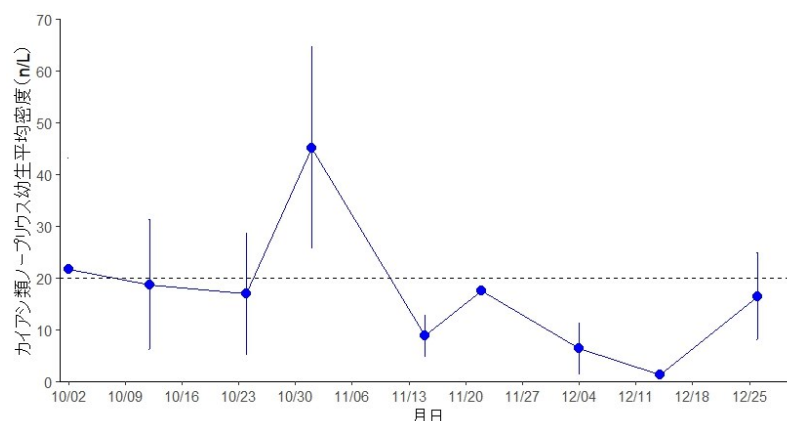


図6 採集されたカイアシ類ノープリウス幼生密度

⑤アユの流下仔魚密度と餌の状況を含めた生残状況の検討

図7に上から日野川流域における降雨量および日野川河川水位、アユ仔魚の流下密度、カイアシ類ノープリウス幼生密度、アユの孵化日組成、アユ稚魚採集時の海水温を示す。

これを見ると、11月10～13日にかけて累計雨量が100mmを超える降雨があり、河川水位に上昇がみられた。その前後で行われた流下仔魚密度調査の結果を見ると、極端に密度が低下していることが分かる。降雨量としてはそれほど大きくなかったが、産卵場のアユ卵に何らかのダメージがあったものと推察される。

採集されたアユの孵化日組成からは、アユ仔魚が高い密度で降下し、海域のノープリウス幼生密度が高かった10月下旬から11月上旬にかけて生まれた個体が多かった。海水温は20℃を超えていたものの、餌料となるノープリウス幼生密度が高かったことで、アユの生き残りが良かった様子が窺える。一方、11月中旬から11月下旬にかけてアユ仔魚の密度が低下したことともに、ノープリウス幼生密度も低下しており、当該期間に孵化したアユは少なかった。その後、12月上旬生まれの個体数が増加したが、当該期間はノープリウス幼生密度が低かった。一方、水温は16℃程度まで低下しており、水温が低かったことでアユ仔魚の飢餓に耐えられる期間が延び、生き残った個体が多くなった可能性がある。

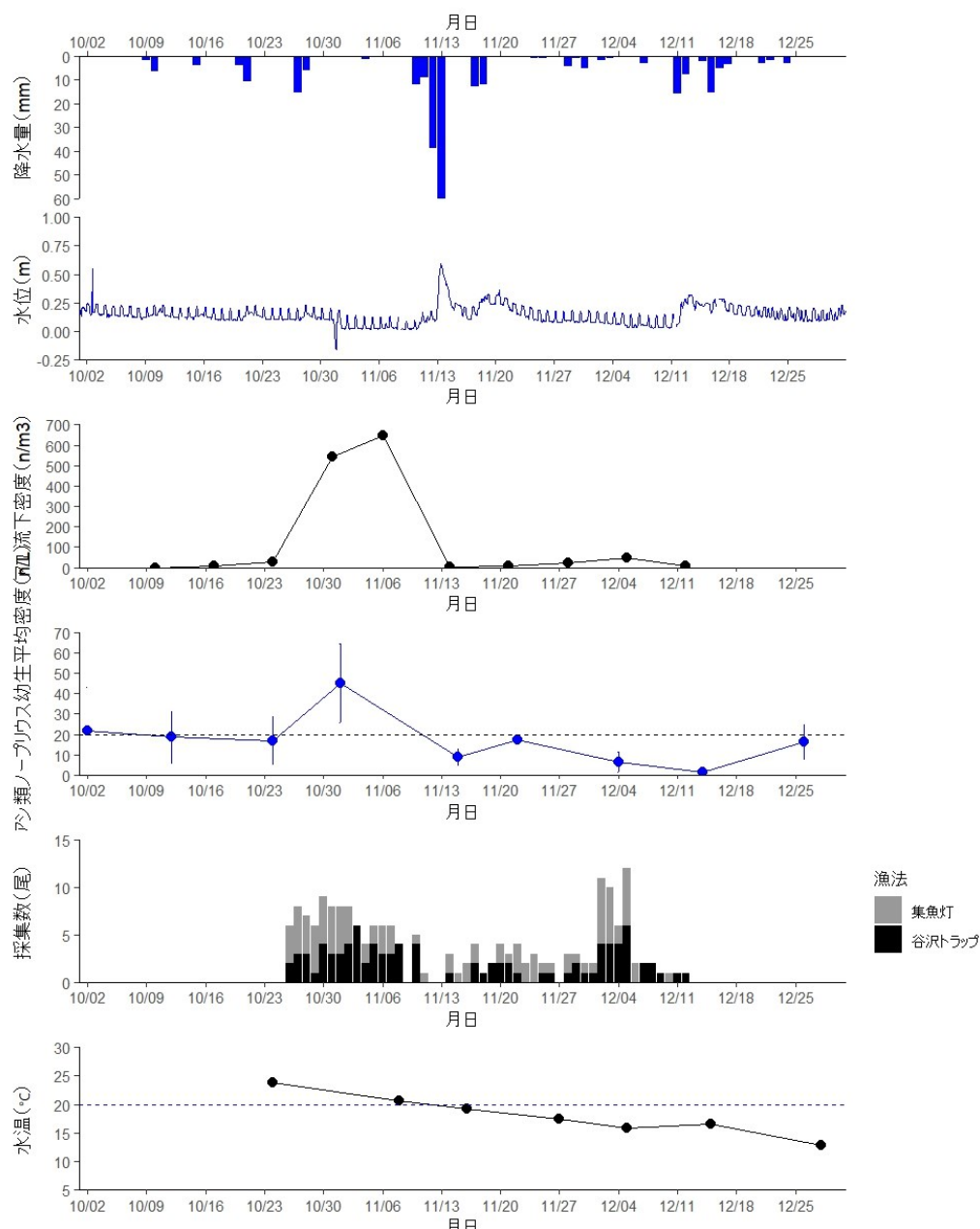


図7 アユ流下仔魚密度の変化とアユ稚魚の日齢組成

上段から、①米子降水量、②車尾河川水位、③日野川アユ流下仔魚密度、
④日野川河口付近カイヤシ類ノープリウス幼生密度、⑤採集されたアユの孵化日組成、⑥アユ採集時の水温

課題と対策

河川環境改善対策において最も費用が大きくなるのは、重機の搬入路であり、低予算で環境改善対策を実施するには、付近に重機を乗り入れさせることが出来る斜路を備えている場所が適している。天神川中流域においてはそういった場所が限られるため、対策を広げにくくなる可能性がある。

比較的まとまった降雨により産卵場がダメージを受けたことが考えられた。鳥取県の河川では砂が多く、アユの産卵に適した場所が少ないことから、今後、産卵場造成をどのように行っていくかが課題となる。

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） 報告

課 題 番 号	エ	事業実施期間	令和5年度
課 題 名	ニホンウナギ等内水面資源の生息状況調査・分析、増殖等の手法検討		
主 担 当 者	島根県水産技術センター 沖 真徳		
分担者	島根県水産技術センター 福井克也、寺門弘悦、井口隆暉、雑賀達生		

令和5年度の成果の要約：

【河川環境改善技術開発】

高津川水系匹見川剣先堰堤において、令和5年4月下旬にアユの遡上が困難な区域に土のうによる簡易魚道を設置した。落差は25~38cmから0~5cmに減少し、遡上環境が改善された。

高津川長田の瀬及び江の川長良の瀬において、令和5年10月に河床材投入等による産卵場造成を行い、高津川では約900 m²、江の川では約3,000 m²を造成し、造成区域内でアユの産卵を確認した。

【仔魚採捕による遡上量予測技術開発】

大浜漁港及び江津港において、令和5年10月から令和6年1月にかけて各7回、光集魚トラップを用いたアユの採集調査を行い、大浜漁港では99尾、江津港では60尾のアユを採捕した。

高津川及び江の川において、令和5年10月から12月にかけて流下仔魚調査を行い、総流下仔魚量（速報値）は高津川では27.6億尾、江の川では27.7億尾と推定された。

流下仔魚の出現状況と海域アユの出現状況は大きくは一致しなかった。

全期間を通じた課題目標及び計画：

【河川環境改善技術開発】

島根県内のアユの資源状況は令和3年以降、回復の兆しがみられる一方で、アユの生育場や産卵場としての河川環境は、長年の土砂供給不足や堰堤等の河川構造物の劣化により依然として改善が求められている。そこで、河川管理者と協力して、アユにとって棲みやすい河川環境の改善を図る取り組みを実施する。

【仔魚採捕による遡上量予測技術開発】

内水面の漁業協同組合では全国的に組合員の減少等に伴う経営悪化が進行しており、アユの放流経費が経営を逼迫する一因になっているところも多い。アユの遡上量が多ければ放流経費を削減できる可能性があるため、翌年の天然遡上量を予測する技術の開発が待ち望まれている。流下後に一定サイズまで成長し、碎波帯などの岸寄りの浅所に接岸したアユは、初期減耗を経た後であり、翌年の遡上状況を反映していると考えられている。そこで、海域アユの生残状況から次期遡上量を予測できるか検討する。

当該年度計画：

(1) 遡上環境改善のための簡易魚道設置試験

高津川水系匹見川下流域にある剣先堰堤において、アユの遡上が困難な区域に簡易魚道を設置し、遡上障壁を解消する。

(2) 産卵場造成の効果検証

高津川及び江の川において産卵場造成を行い、その効果について検討する。

(3) アユ遡上量予測の可能性についての検討

高津川及び江の川の河口付近の海域において光集魚トラップを用いたアユ稚魚の採集調査を行う。また、高津川及び江の川において流下仔魚調査を実施する。それらの結果等から翌春の遡上量予測の可能性について検討する。

結果：

(1) 遡上環境改善のための簡易魚道設置試験

島根県西部の高津川水系匹見川下流域に位置する剣先堰堤では（図 1）、長年の出水により河床の低下が進行し、堰堤水叩きからその直下までの落差の拡大で、アユの遡上が困難となっている（図 2）。そこで、遡上障壁の解消を目的として、令和 5 年 4 月 24 日に土のう袋の投入による簡易魚道の設置を行った。設置場所は、アユが遡上できない区域のうち、比較的落差が小さく、水深の浅い（図 3）、⑫及び⑬付近とした（図 4）。施工方法は、堰堤水叩き端部と沈水している根固めブロックの隙間に、約 30 個の石を詰めた土のう袋を敷き詰め、階段構造に仕立てた。



図 1 高津川水系匹見川剣先堰堤の位置



図 2 剣先堰堤の全体写真

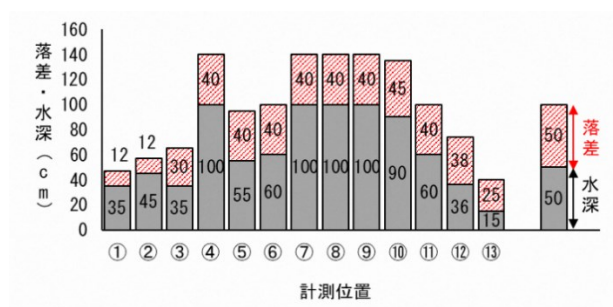


図 3 各計測位置の落差及び水深

* 計測位置の番号は図 4 の番号に対応する

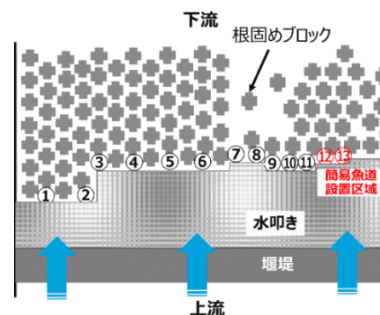


図 4 落差及び水深計測位置



図5 水叩きに上がれないアユの群れ

設置区域の落差は簡易魚道の設置によりほぼ解消された（図6）。

設置から約1週間後に24時間連続降雨量60mmの出水があり、1週間後に設置区域の落差を確認したところ、落差は約10cmまで拡大し、土のう袋は一部流出していた。その都度追加で投入すれば簡単に修復可能であると考えられ、遡上期に限定した対策としては有効な手法と判断された。

一方で、簡易魚道の設置から2週間後に高津川水系で行った潜水目視調査では、剣先より豊川の方がアユは高密度であり（図7）、遡上環境の改善が認められた。ただし、高津川より匹見川の方がアユは低密度であったことから（図7）、匹見川を遡上しようとしていたアユが剣先堰堤を通過することを諦め、高津川に再遡上した可能性も否定できない。次回以降は遡上盛期よりも早期の施工に努めたい。

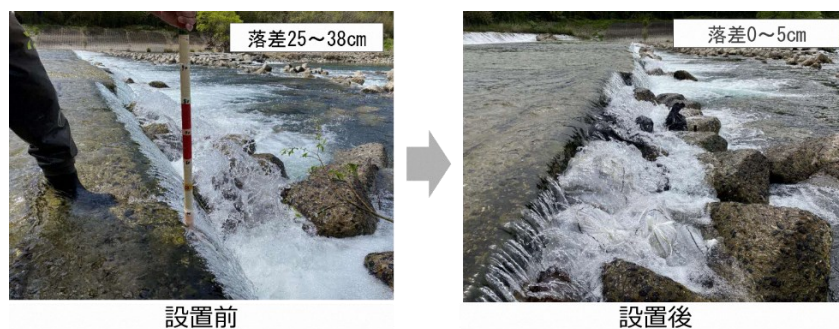


図6 簡易魚道の設置前と設置後

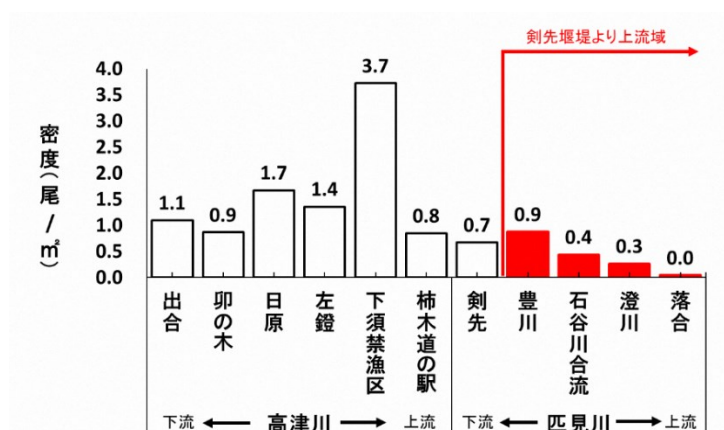


図7 高津川水系の各定点のアユ密度（令和5年5月11日実施）

(2) 産卵場造成の効果検証

島根県の高津川下流域に位置する長田の瀬及び江の川下流域に位置する長良の瀬において(図 8)、10 月に産卵場造成を行った。また、造成前後の産卵場環境について調査し、産卵場造成の効果について検証を行った。



図 8 産卵場造成位置(高津川：長田の瀬 江の川：長良の瀬)

a) 高津川長田の瀬

高津川の長田の瀬において、令和 5 年 10 月 11 日から 10 月 13 日に約 900 m²の産卵場を造成した(図 9)。実施者は高津川漁業協同組合の職員 1 名で、バックホー(株式会社日立製作所製 ZX135US) 1 台を用いて行った(図 10)。造成計画は、主に瀬の礫不足解消及び砂利の割合を向上させることとし、大きな洗堀が確認された瀬肩直下及びその下流域の滞筋への礫投入を重点的に行った。なお、供給した礫は付近の河原に堆積していたものをふるいにかけることなくそのまま使用した。

造成評価として、造成前後(10 月 2 日及び 10 月 25 日)の産卵場環境の変化を比較した。観測項目は水深、流速、礫の浮沈状況、粒度組成、シノ貫入深とし(表 1)、シノ貫入深の測定は図 11 右図に示したライン上の合計 100 点において行い、それ以外の項目は図 11 の左図に示した 15 点とした。ただし、造成前調査では水深が深く侵入できない観測点を欠測とした。水深はアルミ製スタッフを用い、水面から河床までの距離を測定した。流速は流速計(株式会社 KENEK 製 VR-301)を用いて、水面から水深の 60%の位置で測定した。各点の測定は 5 回行い、その平均値を流速とした。礫の浮沈状況は目視又は接触により判定した。礫の粒度組成は谷田・竹門の簡便階級に従い粒度を区分し、線格子法により測定した。すなわち 10cm 間隔で 10 個の点が刻まれた棒を河床に固定し、各点の下に位置する河床材の粒径(長径)を目視で 4 階級(砂泥:4mm 未満、砂利:4mm~50mm、石:50mm~250mm、巨石:250mm~500mm)に区分した。シノ貫入深の測定には土木工事用の鋼製のシノを用いた。造成後の調査では、産卵場を踏査・潜水し、産着卵を目視確認した。産着卵が確認された場合には、産卵範囲の外周にポールを立て、その位置情報をハンディ GPS(GARMIN 社製 GPSmap62s)で取得した。GIS ソフトウェアのカシミール 3D(DAN 杉本製)で産卵範囲の外周距離を求め、およそその産卵範囲の面積を推定した。さらに、観測定点ごとに産着卵の有無を対応させ、環境データを有卵区と無卵区に分けて、水深、流速、シノ貫入深をマンホイットニーの

U 検定により比較した。

表 1 長田の瀬における各調査日の水温及び調査項目

	調査日	水温 (°C)	観測項目
造成前	10月2日	22.8	水深、流速、礫の浮沈状況、礫組成、シノ貫入深
造成後	10月25日	18.6	水深、流速、礫の浮沈状況、礫組成、シノ貫入深、産卵範囲



図 9 長田の瀬の外観



図 10 バックホーによる礫投入の様子

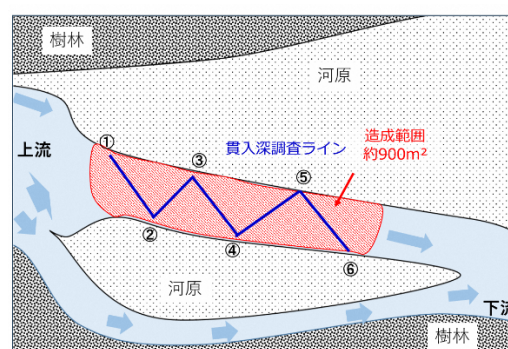
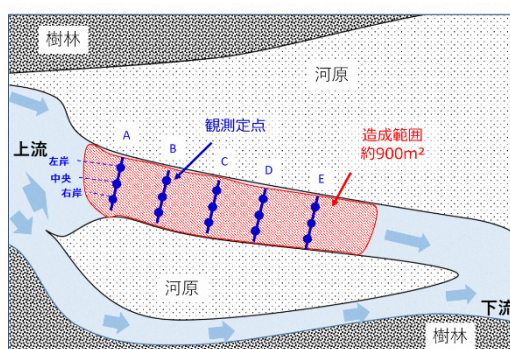


図 11 造成範囲の粒度組成、浮沈状況、水深、流速の調査ライン(左)と
シノ貫入深の調査ライン(右)

*シノ貫入深は 1 ラインごとに 20 地点、合計で 100 地点観測

【産卵場環境の変化】

造成前後で水深は $53.4 \pm 9.8 \text{cm}$ (平均 $\pm$ 標準偏差 $n=14$) から $46.7 \pm 9.1 \text{cm}$ ($n=15$) と浅くなった (図 12)。流速は $79.5 \pm 26.7 \text{cm/s}$ ($n=14$) から $94.4 \pm 23.0 \text{cm/s}$ ($n=15$) と速くなった (図 13)。浮石の割合は 97% ($n=128$) から 98% ($n=142$) とほぼ変化はなかった。(図 14)。砂利の割合は 27% ($n=128$) から 35% ($n=142$) に増加した (図 15)。シノ貫入深は $11.7 \pm 2.9 \text{cm}$ ($n=95$) から $13.6 \pm 3.7 \text{cm}$ ($n=100$) となり (図 16)、河床は柔らかくなった。

造成後は全体的に礫不足が緩和され、流速が増したものの、砂利の割合は 50% に達していなかった。一般的にアユの産卵場に適した河床材料の粒径の目安は $5 \sim 30 \text{mm}$ 程度とされていることから (水産庁 2009)、十分な造成だったとは言えない。このことは、砂礫の供給量が不十分であったこ

と、または供給した砂礫の粒径が適当なものでない可能性がある。当産卵場での造成は今回で4年目となる。漁協職員によると、河原の石が年々減少している実感を持っているとのことであり、将来的に瀬の材料となる礫が不足する恐れがある。従って、礫は現地で調達するのではなく、量的に余裕のある地域から移入することが望ましい。

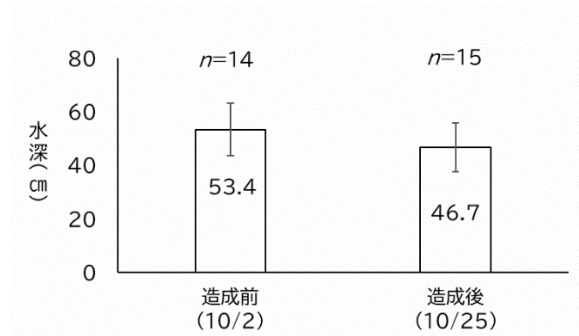


図 12 造成前後の水深の変化

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

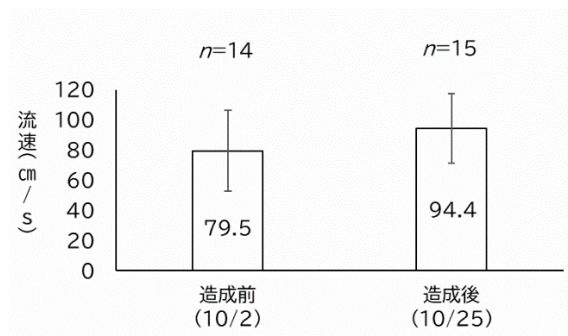


図 13 造成前後の流速の変化

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

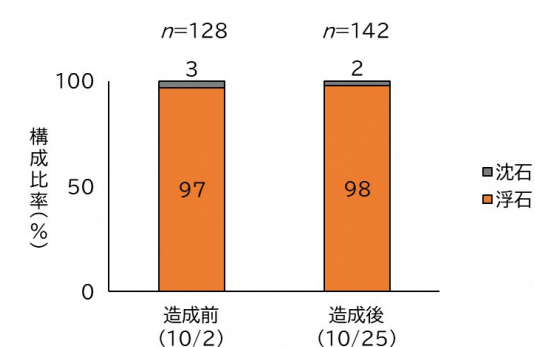


図 14 造成前後の浮沈状況の変化

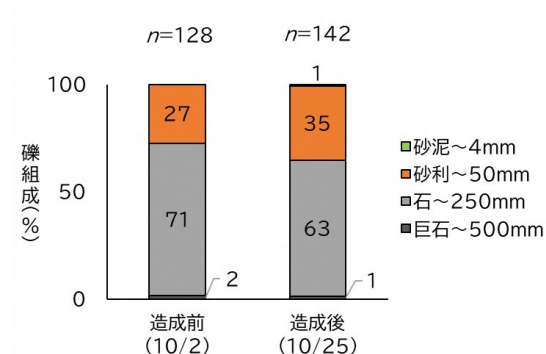


図 15 造成前後の礫組成の変化

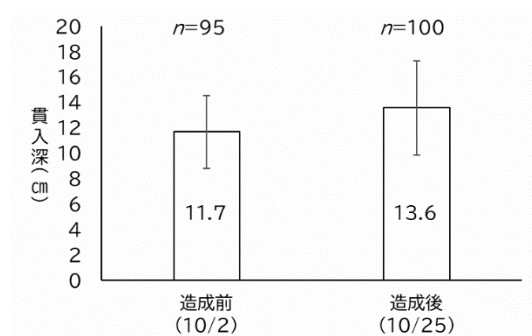


図 16 造成前後のシノ貫入深の変化

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す



図 17 造成後の河床状況

*スケールは1目盛5cm

【産卵確認調査】

造成後調査で行った長田の瀬における産卵範囲を図 18 に示した。造成区域内の産卵面積は造成区 900m²のうち 430m²であり、利用率は約 48%であった。

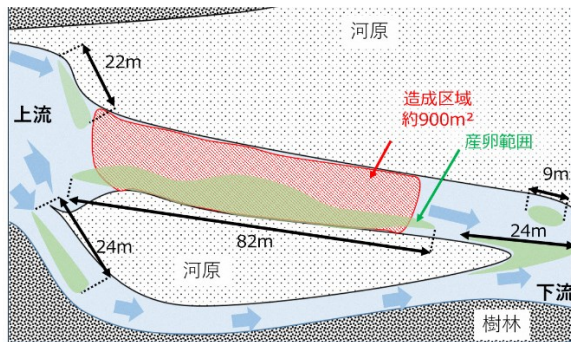


図 18 長田の瀬における産卵範囲



図 19 造成区域内の産着卵

【産卵の有無による環境の違い】

有卵区及び無卵区の環境について、水深はそれぞれ $49.4 \pm 10.4\text{cm}$ ($n=7$)と $44.4 \pm 7.8\text{cm}$ ($n=8$) (図 20)、流速はそれぞれ $97.8 \pm 26.7\text{cm}$ ($n=25$)と $91.5 \pm 20.6\text{cm}$ ($n=25$) (図 21)、シノ貫入深はそれぞれ $14.2 \pm 3.2\text{cm}$ ($n=7$)、 $13.2 \pm 3.7\text{cm}$ ($n=8$) (図 22) であり、アユの産卵条件を満たしていた (藤田ほか 2022)。また、有卵区及び無卵区の水深、流速、シノ貫入深すべて有意差はなかった。一方で、砂利の割合は有卵区の方が 15% 高く、砂泥はほとんど含まれていなかった (図 23)。このことから、河床材の礫組成の違いが産卵の有無を分けた一因と考えられた。

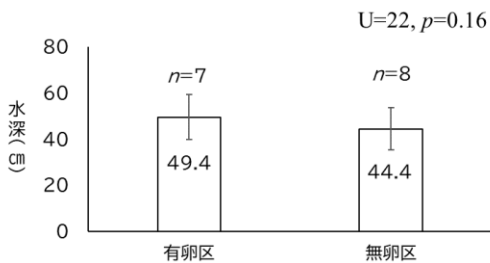


図 20 有卵区及び無卵区の水深

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

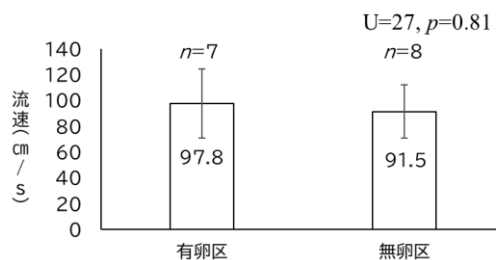


図 21 有卵区及び無卵区の流速

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

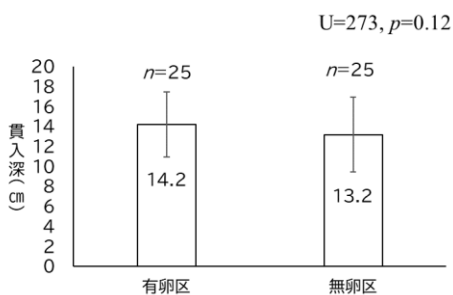


図 22 有卵区及び無卵区のシノ貫入深

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

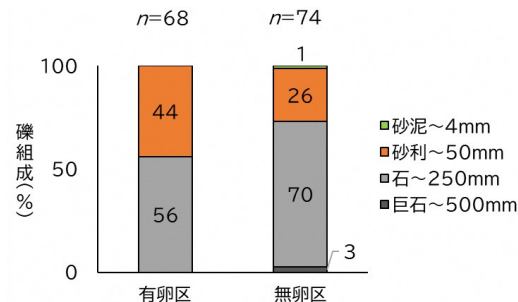


図 23 有卵区及び無卵区の礫組成

b) 江の川長良の瀬

江の川の長良の瀬において令和 5 年 10 月 27 日から 10 月 28 日にかけて 3008 m²を対象に産卵場造成を実施した。造成は建設会社のオペレーター3 名により行い、バックホー（日本キャタピラー社製 320DRR）及びキャリアダンプ（諸岡社製 MST-2300VD）で土砂の投入、ブルドーザ（日本キャタピラー社製 D6N）で砂抜きおよび均しを行った（図 24）。なお、河床が流出する可能性を考慮し、土砂投入前に河床の掘下げは行わなかった。投入した土砂は同河川の別地点から搬入した（図 25）。

造成効果の検証として、造成前後（10 月 17 日及び 10 月 31 日）の産卵場環境の変化を比較した。観測項目は高津川と同様とし、各調査ラインは図 26 のとおりとした。ただし、位置情報の取得にはハンディ GPS（GARMIN 社製 GPSmap64scJ）、産卵範囲の空撮はドローン（DJI 社製 Phantom4 Professional）、画像の合成と造成場内の産卵の範囲の面積測量には（Agisoft 社製 Metashape standard）、（Google 社製 Google earth）を使用した。さらに、造成後の令和 5 年 11 月 14 日に造成区における産卵確認調査を行い、産卵場の 1 等地と 2 等地の環境をマンホイットニーの U 検定により比較した。



図 24 造成作業の様子



図 25 投入した土砂 *スケールは1目盛5cm

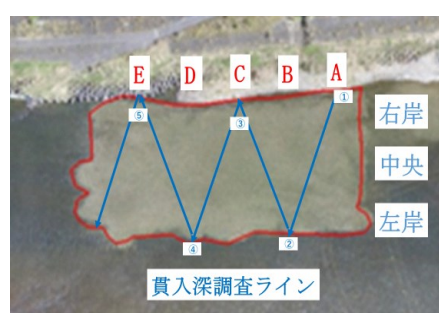
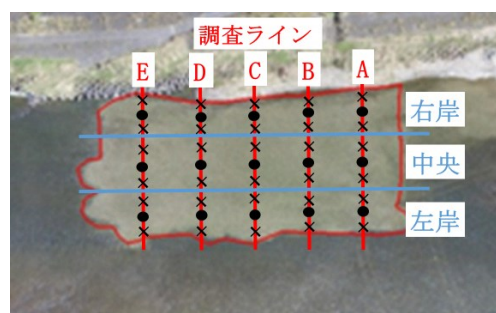


図 26 造成範囲の粒度組成、浮沈状況、水深、流速の調査ライン(左)とシノ貫入深の調査ライン(右)

- ・粒度組成・浮沈状況は●部分を、水深・流速は●部分に加えて✕部分も測定
- ・シノ貫入深は1ラインごとに20地点、合計で100地点観測

【産卵場環境の変化】

シノ貫入深は、造成前後で $9.5 \pm 1.4 \text{ cm}$ (平均 $\pm$ 標準偏差、 $n=100$) から $15.1 \pm 1.8 \text{ cm}$ ($n=100$) となり (図 29)、河床は柔らかくなった。砂利の割合は 26.7% ($n=150$) から 44.0% ($n=150$) に増加した (図 30)。礫の浮石率は 95% から 100% となった (図 31)。水深は土砂の供給により $55.4 \pm 6.7 \text{ cm}$ ($n=45$) から $39.0 \pm 8.1 \text{ cm}$ ($n=45$) と浅くなった。流速は $113.6 \pm 21.6 \text{ cm/s}$ ($n=450$) から $95.1 \pm 20.0 \text{ cm/s}$ ($n=450$) に低下した (表 2)。以上のことから、アユの産卵に適した砂利が主体の浮き石底にするという産卵場造成の目的を達成することが出来た。



図 27 長良の瀬の造成前後の状況

- ・左：造成後＊水位 58cm (10 月 31 日撮影時)、右：造成前＊水位 60cm (10 月 17 日撮影時)
- ・赤線で囲まれた範囲が造成範囲 (面積 $3,008 \text{ m}^2$) を示す。
- ・水位は国土交通省水文水質データベースより、長良観測所の水位を参照。

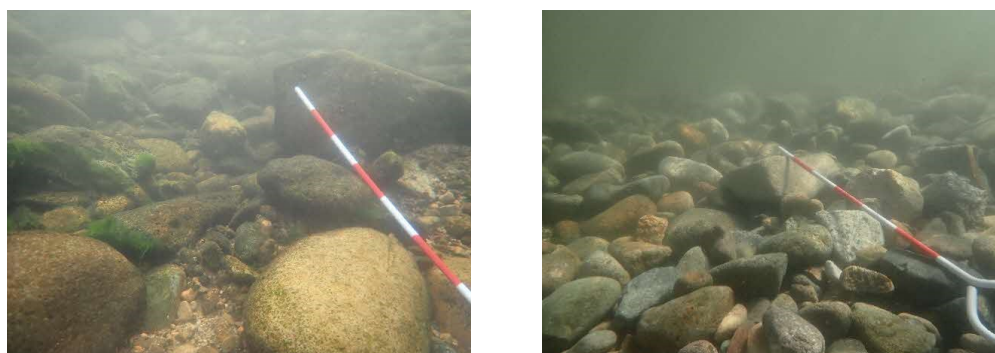


図 28 造成前後の河床の様子 (左：造成前、右：造成後) ＊スケールは 1 目盛 5cm

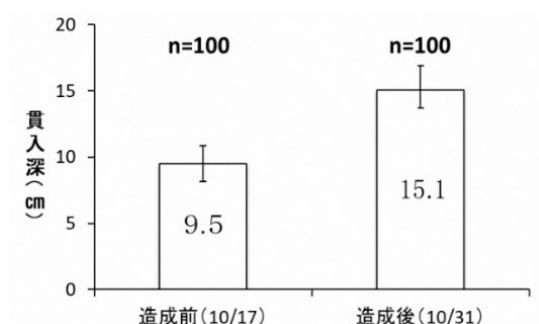


図 29 造成前後のシノ貫入深の変化

＊バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

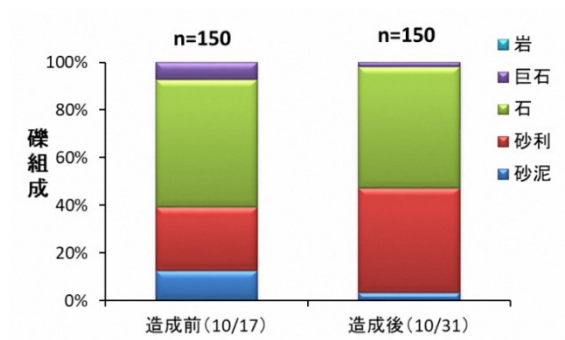


図 30 造成前後の礫組成の変化

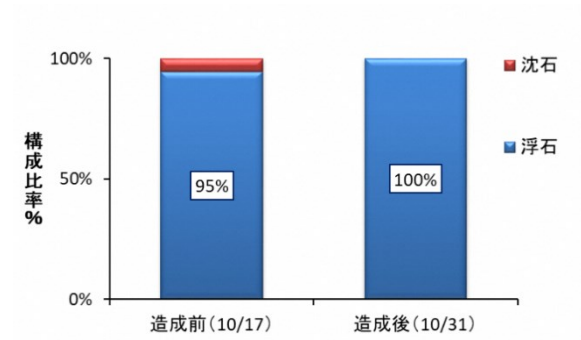


図 31 造成前後の浮沈状況の変化

表 2 造成範囲の平均水深と平均流速（上:造成前、下:造成後）＊赤枠部分は 1 等地を示す

造成前

	番号	ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E		
右岸	水深 (cm)	36.0	46.0	47.0	52.0	45.0	55.0	56.0	52.0	55.0	67.0	67.0	61.0	53.0	54.0	52.0
	流速 (cm/s)	89.2	49.2	90.3	94.5	105.2	129.5	122.7	127.2	92.5	115.8	126.6	120.8	146.0	128.2	133.3
中央	水深 (cm)	58.0	48.0	53.0	62.0	58.0	59.0	57.0	55.0	59.0	53.0	52.0	54.0	61.0	51.0	58.0
	流速 (cm/s)	108.5	117.0	136.7	126.5	109.6	97.6	124.6	120.7	126.2	120.0	113.7	104.8	130.0	138.1	114.6
左岸	水深 (cm)	50.0	50.0	48.0	63.0	61.0	46.0	67.0	62.0	65.0	62.0	62.0	62.0	54.0	58.0	46.0
	流速 (cm/s)	136.1	151.3	126.8	119.0	92.4	116.1	104.3	80.7	99.6	106.9	102.9	114.1	101.5	106.9	93.4

造成後

	番号	ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E		
右岸	水深 (cm)	19.0	43.0	32.0	36.0	45.0	32.0	35.0	38.0	44.0	36.0	40.0	35.0	42.0	30.0	30.0
	流速 (cm/s)	51.9	74.2	67.5	92.1	81.0	86.5	65.2	93.6	89.3	128.8	103.7	117.8	135.0	105.3	125.2
中央	水深 (cm)	42.0	50.0	46.0	46.0	38.0	33.0	45.0	48.0	55.0	40.0	35.0	31.0	31.0	37.0	33.0
	流速 (cm/s)	70.1	69.9	87.9	91.9	102.9	98.3	81.7	85.9	99.8	121.3	111.5	110.4	130.1	97.5	86.8
左岸	水深 (cm)	56.0	46.0	35.0	52.0	36.0	40.0	47.0	52.0	50.0	34.0	34.0	35.0	27.0	26.0	36.0
	流速 (cm/s)	89.9	98.9	100.1	110.0	77.3	79.3	82.7	100.0	90.3	96.9	80.7	92.3	90.9	109.9	118.8

【産卵確認調査】

造成後の調査で行った長良の瀬における産卵面積は 1,899m²で、利用率は造成範囲の 63%であった（図 32）。利用率が 63%に留まった原因をシノ貫入深、水深、流速および粒度組成から考察する。シノ貫入深は、上流・中流・下流の 3 区分で比較すると、それぞれ $15.6 \pm 1.8\text{cm}$ ($n=34$)、 $14.9 \pm 1.8\text{cm}$ ($n=34$)、 $14.8 \pm 1.7\text{cm}$ ($n=34$)であり、いずれも産卵場に適した柔らかさであった（図 34）。また、造成範囲を図 33 の様に 15 区画に区切り、その区画ごとに産卵範囲の割合がおおむね 6 割以上を 1 等地、6 割未満を 2 等地として等級分けし、水深、流速および粒度組成について等級間で比較した。水深は 1 等地及び 2 等地でそれぞれ $38.0 \pm 7.1\text{cm}$ ($n=30$)と $40.7 \pm 9.9\text{cm}$ ($n=15$)であり（図 35）、有意差はなかった（ $U=180$ 、 $p=0.28$ ）。流速はそれぞれ $99.6 \pm 18.4\text{cm/s}$ ($n=30$)と $86.1 \pm 15.0\text{cm/s}$ ($n=15$)であり（図 36）、有意差は認められた（ $U=314$ 、 $p=0.03$ ）。このことは、比較的流れの強い部分が産卵場として利用されたことを意味するが、流速の選定には親魚のサイズが関係している可能性があり（藤田ほか 2022）、流れの弱い 2 等地でも産卵晩期の小型アユに利用されたと考えられた。シノ貫入深、水深、流速は 1 等地及び 2 等地ともにアユの産卵条件を満たしていた（藤田ほか 2022）。砂利の割合は 1 等地のほうが砂利の割合が 10%ほど高かった（図 37）。一般的にアユの産卵場に適した河床材料の粒径の目安として 5~30mm 程度とされており（水産庁 2009）、1 等地ではこの粒径に相当する砂利の割合が高く、2 等地よりも産卵場として優位であったと考えられる。このことは砂利の割合がアユの産卵場選択に大きな影響を与えていることを示唆している。以上のことから、水深、流速、河床の柔らかさが産卵に適した条件であっても、河床材の条件により産卵に影響を与えることが明らかとなった。

沖合が 2 等地になったのは、造成の際に、右岸側に山積みした土砂を沖側に押し広げていく方法をとったため、沖側に細かい礫が十分にいきわたらなかったことが原因であると考えられる。水深、流速、河床の柔らかさは現地で工法等により好条件とすることが出来る一方で、河床材が不足する場合は他所から供給するほかはない。したがって、利用率の高くなる産卵場を造成する上で、造成面積に応じて産卵に適した土砂を十分に確保することが重要である。



図 32 江の川長良の瀬の造成範囲(黄線)と産卵範囲(赤線)

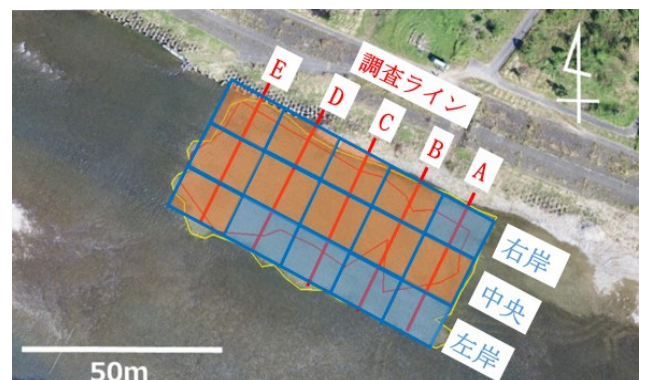


図 33 造成範囲内の 1 等地部分と 2 等地部分
* 橙色は 1 等地、青色は 2 等地を示す

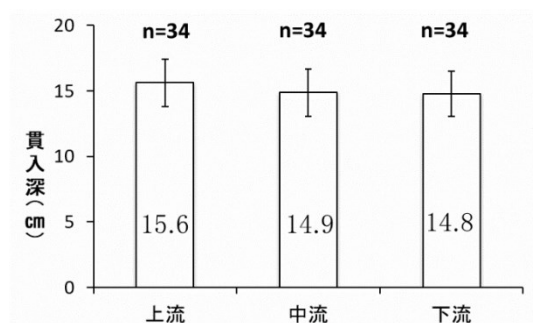


図 34 上流・中流・下流の貫入深

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

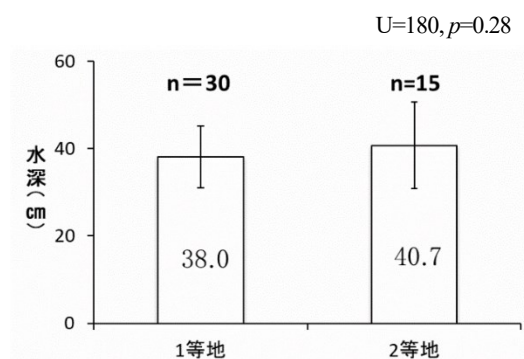


図 35 1等地および2等地の水深

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

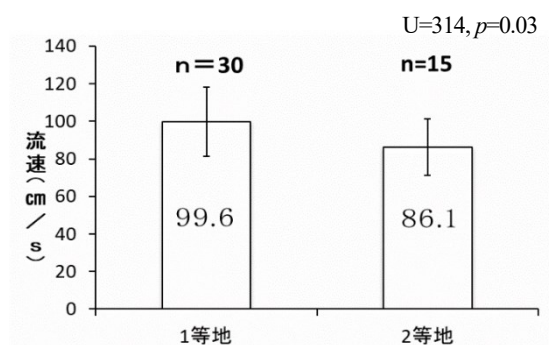


図 36 1等地および2等地の流速

*バーは標準偏差、図中の数字は平均値を示す

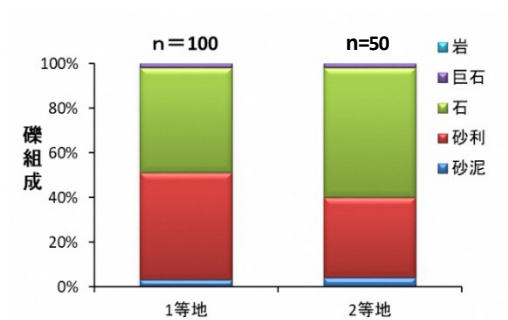


図 37 1等地および2等地の礫組成



図 38 造成範囲下流側で確認された産着卵

参考文献

藤田朝彦・横山良太・加藤康充・井上修・原田守啓 (2022) アユの産卵環境はどこまでわかったのか.

応用工学 24 (2) 217-234

水産庁 (2009) アユの人工産卵床のつくり方.

(3) アユ遡上量予測の可能性についての検討

a) 光集魚トラップを用いたアユ稚魚採集試験

高津川河口付近の大浜漁港及び江の川河口付近の江津港において（図 39）、令和 5 年 10 月中旬から令和 6 年 1 月上旬までの期間、光集魚トラップを用いたアユの採集調査を行った。光集魚トラップは、外来魚駆除に使用される谷沢トラップの投光器の取り付け位置を内部に変更したもの（谷沢トラップ改良型）を使用した。（図 40）。水中灯は株式会社ルミカ製 VOLTⅡを用い、調査日ごとに新品の電池に交換した。光集魚トラップは竹の先から出たロープに固定し、採集開始又は終了時に港岸壁から水面まで吊り下げ又は吊り上げによりトラップの設置及び回収を行った。採集時間は 5 分間とし、同一地点で合計 3 回連続して採集を行った。外灯や月明かり等の外的要因をできる限り最小限にするため、調査日のうち第 1 回次の採集開始は、概ね日の入り後 30 分経過した時刻とした。採集物は回次ごとに 99%エタノールで固定した。実験室にて採集物の中からアユを抽出し（図 41）、各回次の尾数を計数し、標準体長を測定した。



図 39 灯火採集（大浜漁港及び江津港）及び
流下仔魚採集調査地点（猿猴の瀬及び長良の瀬）

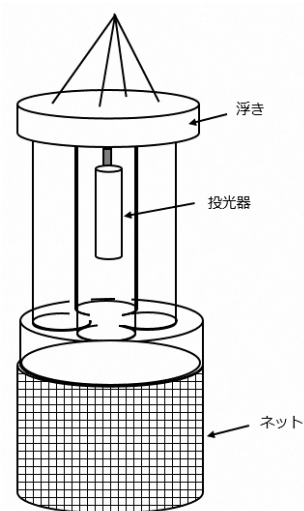


図 40 光集魚トラップ
（谷沢トラップ改良型）



図 41 採捕されたアユ（2024.1.9 江津港にて）

*スケールは 1 目盛り 1cm

【大浜漁港】

大浜漁港では令和 5 年 10 月 16 日から令和 6 年 1 月 9 日までに 7 回の調査を行い、合計 99 尾の稚魚を採捕した（表 3）。各調査日の合計採集尾数は 12 月 11 日が最も多く 80 尾であった（図 42）。調査回次による採捕尾数の多寡に一定の傾向は見出せなかった。10 月中の調査ではアユは採捕されなかった。稚魚の標準体長は最大で 39.0mm、最小で 14.5mm であった。稚魚のサイズは時期を追って大きくなる傾向が示された（図 43）。

【江津港】

江津港では令和 5 年 10 月 18 日から令和 6 年 1 月 9 日までに 7 回の調査を行い、合計 60 尾の稚魚を採捕した（表 3）。各調査日の合計採集尾数は 12 月 11 日が最も多く 30 尾であった（図 42）。調査回次による採捕尾数の多寡に一定の傾向は見出せなかった。大浜漁港と同様、10 月中の調査では稚魚は採捕されなかった。稚魚の標準体長は最大で 32.3mm、最小で 15.3mm であった。稚魚のサイズは時期を追って大きくなる傾向が示された（図 43）。

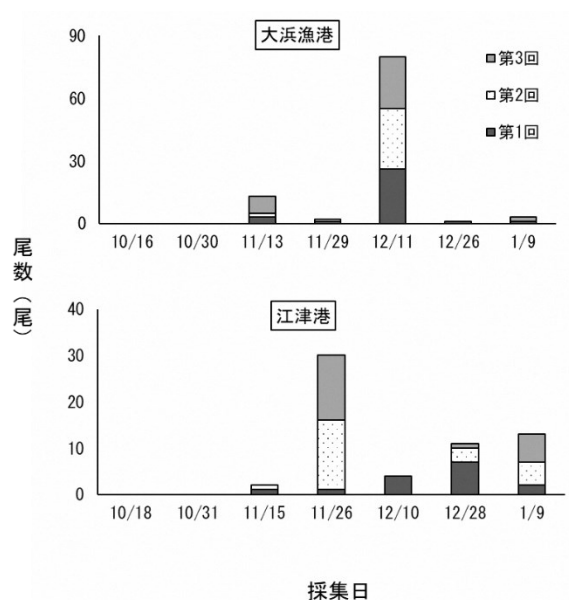


図 42 各調査日の稚魚の尾数
(上段：大浜漁港 下段：江津港)

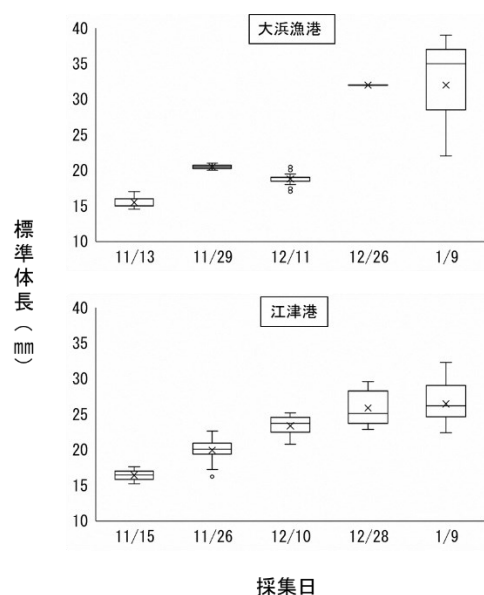


図 43 各調査日の稚魚の標準体長
(上段：大浜漁港 下段：江津港)

表 3 大浜漁港及び江津港の採集結果

大浜漁港

調査日	日入時刻	水深 (m)	表層水温 (℃)	表層塩分 (psu)	採集回次	採集時間	採集数 (尾)	標準体長 (mm)	
								平均	標準偏差
10月16日	17:38	2.5	22.9	32.4	第1回	18:08 ~ 18:13	0	-	-
					第2回	18:31 ~ 18:36	0	-	-
					第3回	18:41 ~ 18:46	0	-	-
10月30日	17:22	2.5	21.0	30.2	第1回	17:56 ~ 18:01	0	-	-
					第2回	18:07 ~ 18:12	0	-	-
					第3回	18:16 ~ 18:21	0	-	-
11月13日	17:10	2.5	17.4	32.8	第1回	17:40 ~ 17:45	3	15.3	1.0
					第2回	17:52 ~ 17:57	2	15.0	0.0
					第3回	18:06 ~ 18:11	8	15.7	0.8
11月29日	17:02	2.5	16.2	33.7	第1回	17:32 ~ 17:37	1	20.0	-
					第2回	17:42 ~ 17:47	1	21.0	-
					第3回	17:52 ~ 17:57	0	-	-
12月11日	17:02	2.5	17.5	31.4	第1回	17:38 ~ 17:43	26	18.6	0.6
					第2回	17:50 ~ 17:55	29	18.9	0.7
					第3回	18:03 ~ 18:08	25	18.8	0.8
12月26日	17:08	2.5	13.6	33.1	第1回	17:38 ~ 17:43	1	32.0	-
					第2回	17:50 ~ 17:55	0	-	-
					第3回	18:03 ~ 18:08	0	-	-
1月9日	17:19	2.5	13.2	33.5	第1回	17:49 ~ 17:54	1	22.0	-
					第2回	18:01 ~ 18:06	0	-	-
					第3回	18:11 ~ 18:16	2	37.0	2.8

江津港

調査日	日入時刻	水深 (m)	表層水温 (℃)	表層塩分 (psu)	採集回次	採集時間	採集数 (尾)	標準体長 (mm)	
								平均	標準偏差
10月18日	17:34	2.5	23.1	30.3	第1回	18:05 ~ 18:10	0	-	-
					第2回	18:16 ~ 18:21	0	-	-
					第3回	18:25 ~ 18:30	0	-	-
10月31日	17:19	2.5	22.7	31.0	第1回	17:52 ~ 17:57	0	-	-
					第2回	18:03 ~ 18:08	0	-	-
					第3回	18:13 ~ 18:18	0	-	-
11月15日	17:06	2.5	19.3	29.9	第1回	17:37 ~ 17:42	1	17.6	-
					第2回	17:47 ~ 17:52	1	15.3	-
					第3回	17:56 ~ 18:01	0	-	-
11月26日	17:01	2.5	16.7	31.1	第1回	17:31 ~ 17:36	1	16.4	-
					第2回	17:41 ~ 17:46	15	20.4	1.4
					第3回	17:50 ~ 17:55	14	19.8	1.4
12月10日	17:00	2.5	18.3	30.1	第1回	17:32 ~ 17:37	4	23.4	1.9
					第2回	17:41 ~ 17:46	0	-	-
					第3回	17:51 ~ 17:56	0	-	-
12月28日	17:07	2.2	14.5	31.2	第1回	17:37 ~ 17:42	7	25.6	2.0
					第2回	17:47 ~ 17:52	3	27.6	3.3
					第3回	17:56 ~ 18:01	1	22.9	-
1月9日	17:16	2.5	12.6	31.2	第1回	17:48 ~ 17:53	2	24.3	2.7
					第2回	17:57 ~ 18:02	5	27.2	3.5
					第3回	18:06 ~ 18:11	6	26.5	2.7

b) 流下仔魚調査

高津川猿猴の瀬直下及び江の川長良の瀬直下において流下仔魚調査を実施した。

【高津川】

高津川では令和 5 年 10 月中旬から 12 月上旬にかけて週 1 回、全 9 回の調査を行った。仔魚の採集はノルパックネット(GG54)を用い、17~24 時にかけて 1 時間毎に原則 5 分間行った。仔魚の流下開始日及び流下終了日はそれぞれ 10 月 1 日及び 12 月 31 日、調査日間は直線的に変化すると仮定し、採集仔魚数並びに河川流量等から流下仔魚数を推定した。その結果、高津川における総流下仔魚尾数は 27.6 億尾（速報値）と推定された。11 月中旬のピーク出現後、流下仔魚尾数が減少したが、その後再び増加に転じ、12 月上旬にピークが出現する 2 峰型の流下パターンとなった（図 44）。

【江の川】

江の川では令和 5 年 10 月中旬から 12 月中旬にかけて週 1 回、全 10 回の調査を行った。調査方法及び仔魚の推定方法は高津川と同様に行い、流下仔魚数を推定した。その結果、江の川における総流下仔魚尾数は 27.7 億尾（速報値）と推定された。11 月上旬にピーク出現後、流下仔魚数は減少したが、その後再び増加に転じ、11 月下旬にピークが出現する 2 峰型の流下パターンとなった（図 44）。

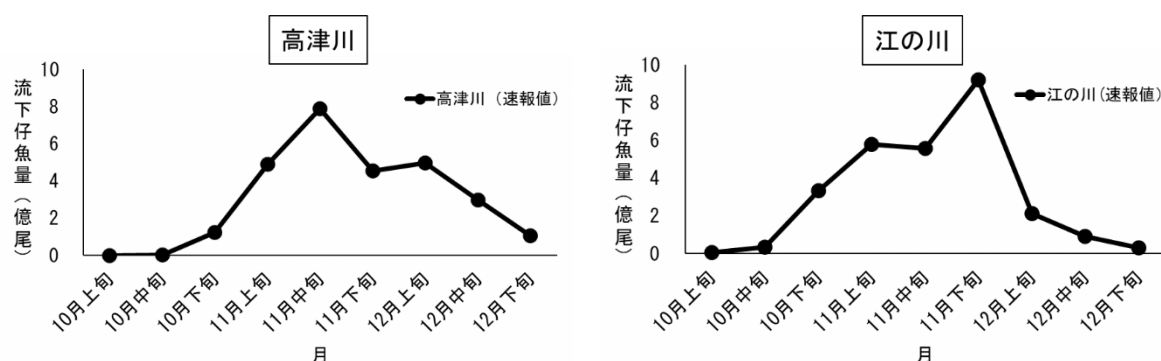


図 44 令和 5 年のアユの流下仔魚出現状況（左：高津川 右：江の川）

* 速報値のため、数値が変動する可能性あり

c) 海域生活期の生残状況

【高津川生まれの稚魚】

大浜漁港では 12 月中旬に行った調査で最も多くの稚魚が採捕され（図 42）、サイズは 18mm 前後が主体であった（図 43）。高津川の流下仔魚の第一次ピークは 11 月中旬であり（図 44）、仮に大浜漁港で 12 月中旬に採捕された 18mm 前後の稚魚が高津川で 11 月中旬にふ化したものであれば、当該稚魚群の初期生残状況は比較的良好であった可能性がある。一方で、12 月下旬以降の採捕量は比較的小なかったことから（図 42）、流下後期群の生残率が低い可能性が高い。今後、海域アユと遡上アユのふ化日組成を調査し、海域生活期での生残実態を明らかにしたい。

ただし、海域でのアユの採捕尾数は期間を通じて少ない。推定精度を高めるためにも灯火採集時

間を長くする等の採集条件を見直し、採捕量を増やす必要がある。

【江の川生まれの稚魚】

江津港では11月下旬に行った調査で最も多くの稚魚が採捕され（図42）、サイズは約16mmから23mmとばらつきがあった（図43）。これらの稚魚は大きさからふ化後約3週間から1ヵ月程度と推測され、10月下旬から11月上旬にふ化したものと考えられた。一方で、江の川の流下仔魚は10月下旬から11月上旬に第一次ピークを迎えており（図44）、以上のことから、10月下旬から11月上旬に流下した仔魚は初期生残率が比較的高かったと推察された。しかしながら、12月以降の江津港での稚魚の採捕量は比較的に少なかったことから（図44）、流下後期群の生残率が低い可能性が高い。

また、流下仔魚調査では少なくとも12月中旬まではアユ仔魚の流下が確認されていたことから、海域において調査期間中は順次15mm前後サイズの出現が想定されていたが、江津港内ではそうならならず、採捕された稚魚のサイズは時期を追って大きくなった（図43）。このことから本調査地点では江の川に遡上するアユ資源全体をカバーできていない懸念がある。今後、海域アユのふ化日組成を調査し、江津港内に生息している群れの実態を明らかにしたい。

ただし、大浜漁港での調査と同様に、海域での稚魚の採捕尾数は全体的に少ないものであったことから、推定精度を高めるためにも灯火時間を長くする等の採集条件を見直し、採捕量を増やす必要がある。

課題と対応策：

本事業は概ね計画通りに実施されたが、海域でのサンプリング調査では、1回当たりに採捕されるアユの数が少ないことから、採集時間を増やす等、採捕条件の見直しが必要である。また、次期遡上量の予測に向け、「海域アユの採捕量」と「遡上量（もしくはその指標値）」の関係を検証するために、各河川の遡上量に関するデータの整理が必要である。さらに、調査条件（採集地点及び採集時期）の妥当性や海域生活期での生残状況を確認するため、海域アユや遡上アユのふ化日組成の比較検討が必要である。

令和5年度 環境収容力推定手法開発事業 報告

課 題 番 号		事業実施期間	令和5年度
課 題 名	ニホンウナギ等内水面水産資源の生息状況調査・分析、資源増殖の手法検討		
主 担 当 者	稲葉 太郎（高知県内水面漁業センター）		
分担者	中城 岳・高村 一成・隅川 和（高知県内水面漁業センター）		

令和5年度の成果の要約：

河川環境の改変の事例として、国土交通省が実施した置き土供給試験後と出水後の2回、河床評価と電撃ショッカーによる採捕を実施した。河床材の構成比は、出水後に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た。採捕したアユは、調査地点間で全長に有意差が認められたが、肥満度には有意な差は認められなかった。

漁協による河川環境改善の事例として、産卵場造成の前後に河床材の貫入試験を実施した。造成後は有意に貫入深度が増大し、造成作業の効果を数値で確認することができた。

海域生活期の資源動態を把握するため、ライトトラップを用いてアユの仔稚魚を採捕した。11月中旬以降に仔稚魚を採捕することができ、その体長は11月よりも12月の方が大型化していた。

全期間を通じた課題目標及び計画：

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。

当該年度計画：

調査は、高知県中央部に位置する一級河川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。

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、吉原地点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、電撃ショッカー（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。

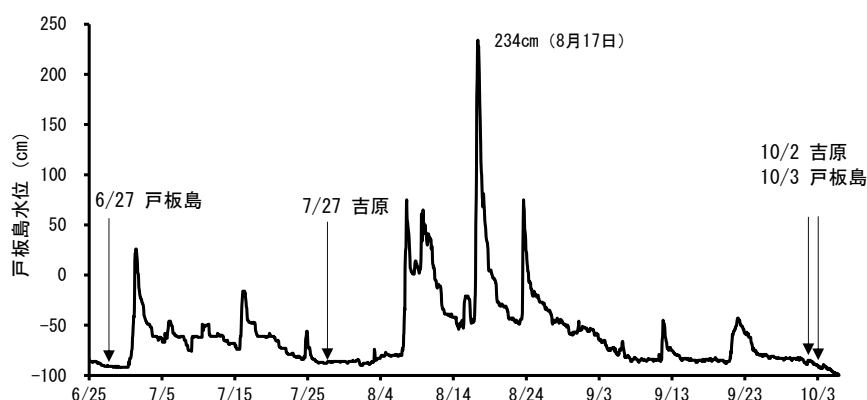


図2 戸板島水位（図内矢印は河床評価を行った日）

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。

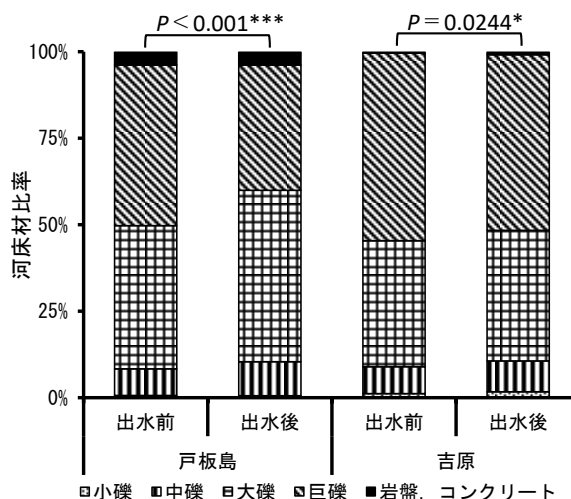


図3 河床材の構成比

採捕したアユの標準体長と、肥満度の平均値と標準偏差を図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）。

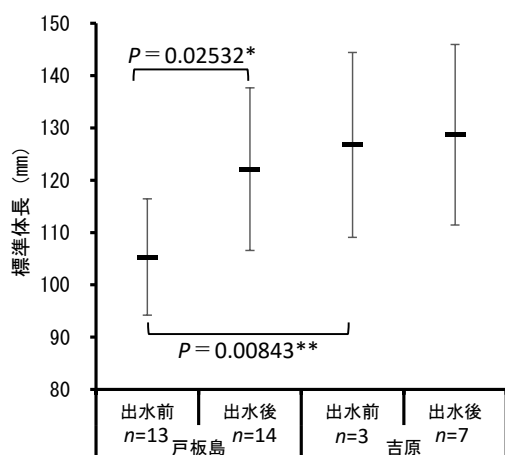


図4 平均体長（上下線は標準偏差）

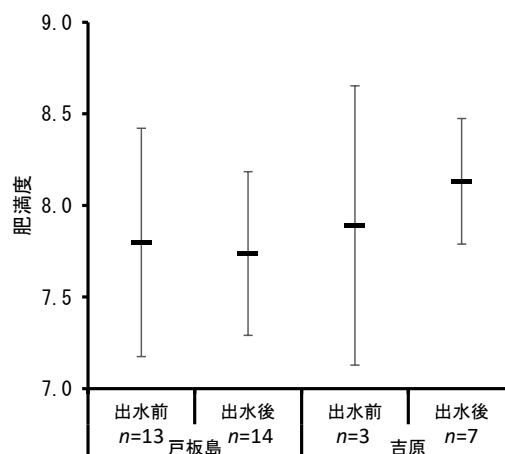


図5 平均肥満度（上下線は標準偏差）

(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(1元配置分散分析)。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。

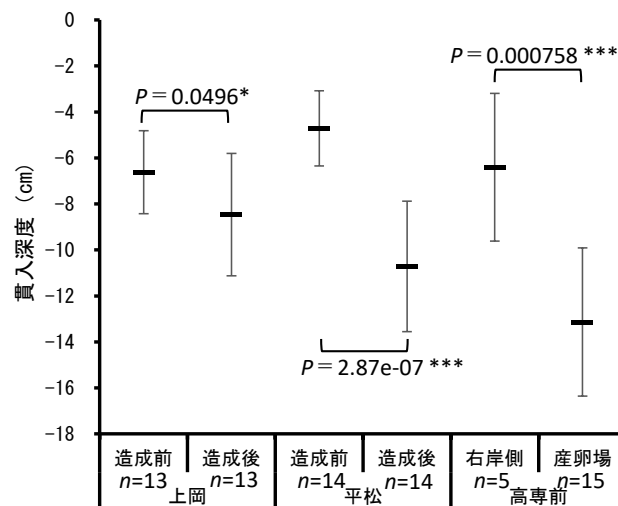


図6 平均貫入深度(上下線は標準偏差)

(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 分間隔をあけ 5 分間、さらに 10 分間隔をあけ 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層水温を図 7 に示した。アユの仔稚魚は、表層水温が 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。

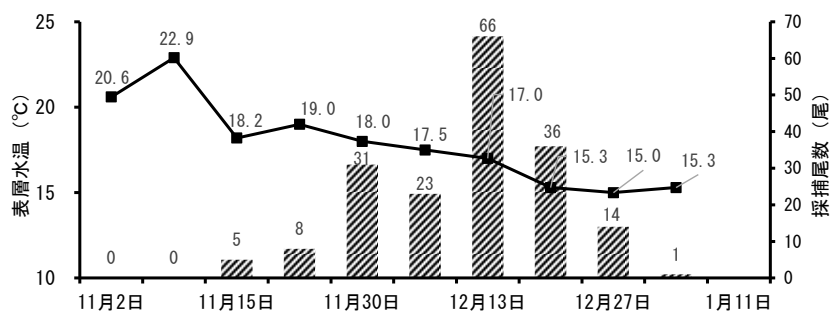


図 7 表層水温とアユ仔稚魚の採捕数

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。体長組成は正規分布せず、様々な孵化群が港内に出入りしているようであった。

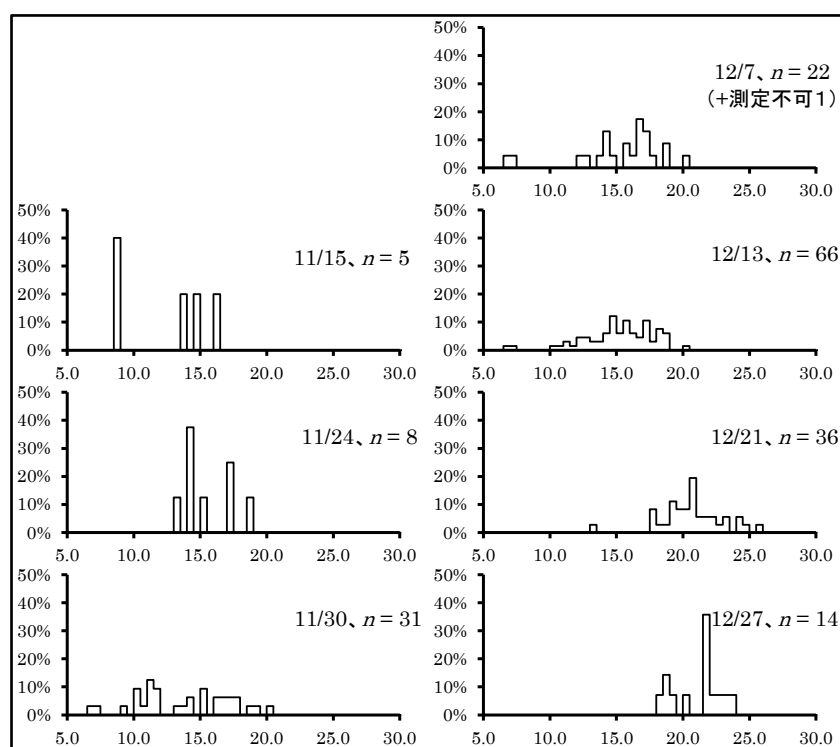


図 8 調査日別体長組成

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、 $p = 1.349 \times 10^{-6}$ ）、月別にみると出現する仔稚魚は大型化していた。

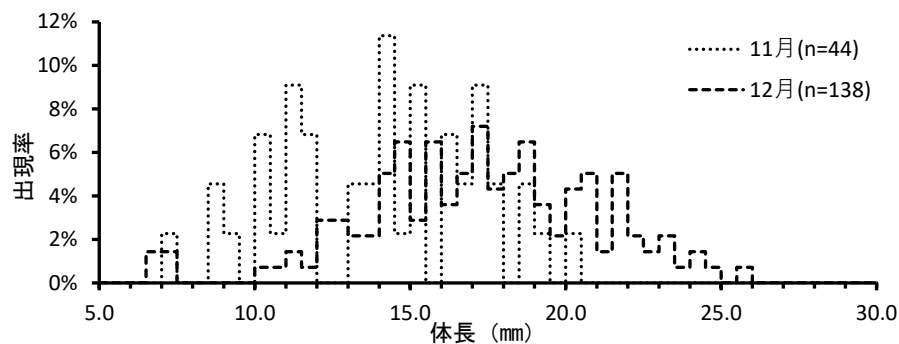


図9 月別体長組成

課題と対応策：

当初、置き土試験前後の河床の比較を行う予定であったが、4月上旬に出水に見舞われ、置き土試験前の河床評価を実施することができなかった。次年度以降は、気象条件にさらに注意し、確実にデータを取得できるように努める。

海域生活期のアユ仔稚魚の資源状況については、継続的に調査を実施することにより、遡上状況との関連性について検討していく。

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 報告

課 題 番 号	エ	事業実施期間	令和5年度
課 題 名	ニホンウナギ等内水面資源の生息状況調査・分析、資源増殖等の手法検討		
主 担 当 者	近自然河川研究所 有川 崇		
分担者	—		

令和5年度の成果の要約：鳥取県の天神川において、資料収集、横断構造物や河床状況等の調査（2023年6月28～29日、7月31日～8月1日、11月23～25日）を実施し、アユ漁場を改善する視点から河川を診断して、今後の川づくりへの提言をとりまとめた。河川診断・提言の概要は以下のとおりである。

1) アユ移動路の確保

天神川の河口から主要なアユ漁場の上流端である穴鴨地区までの約22km区間には計16基の横断構造物が存在する。これら横断構造物のアユ遡上性を簡易評価した結果、天然アユは湯谷堰（14.1km）まで遡上できていると推定された。これは、主要アユ漁場（5.4km～21.7k, L=16.3km）の下流半分程度にあたる。

今後は、遡上の障害がある横断構造物について、優先順位をつけて魚道（小わざ魚道等）を整備し、天然アユが遡上できる区間を上流へ延伸する必要がある。

2) 漁場の再生

天神川では、三徳川合流点付近（11.4k）を境に上流が山間部、下流が平野部である。河道の問題点も三徳川合流点付近から上流と下流で異なる。

■三徳川合流点付近より下流

当該区間では、みお筋部の河床が低下する一方で砂州が上昇する「河道の二極化」が起きている。このことは、堰の湛水域の拡大と瀬の小規模化・平瀬化を招いている。この原因には、供給土砂量の減少、横断構造物による粗粒材料の捕捉、河床掘削などが挙げられる。

①瀬の再生：瀬を再生するためには、瀬の構成材料となる玉石・巨石を供給する取り組み（堰直下への玉石投入など）が必要である。

②偏った横断地形の矯正：現状の偏った横断地形については、「礫河原を再生する」という視点で砂州を切り下げ、地形を矯正する必要がある。

■三徳川合流点付近から上流

①淵の創出：当該区間にはアユの休息場となる淵がほとんど無く、アユが居着きにくい環境となっている。これは、直ぐに解決できるものではなく、河川工事の度に、根固ブロックの敷設高を下げたり、水制工等を設置したりするなど、淵を一つ一つ再生・創出していく

長期的な取り組みが必要である。

②瀬と水際の再生：当該区間では、分かれたみお筋を一つにまとめるために、河川工事の発生巨石を道路の縁石のように水際に並べてきた。しかし、これは巨石をみお筋から取り上げることであり、川底を平坦化させてしまう。また、水際にも入り組みが無くなるため、アユの休息場や遊泳力が小さい魚などの生息に必要な緩流域が失われる。水際に並べてきた巨石は、自然河川の礫列・礫段を参考に河川横断方向に列状に再配置したり、水際に水制状に組んだりする方が良い。

3) 産卵環境の整備

天神川の上流域は花崗岩地帯であり、地質由来の砂（マサ）の供給量が多く、アユ産卵に適した小砂利底の瀬ができにくい。このため、バックホウで砂を洗い流したり（粒度の調整）、小砂利を投入したりして、アユの産卵環境を整備する必要がある。

令和5年度計画：

1) 河川診断

鳥取県の天神川において、河道の変遷や特性が分かる資料を収集・整理し、現地の構造物や河床状況などを調査して、河川工学の視点から現状の問題点を抽出する。

2) 川づくりへの提言

河川診断結果をもとに、現状の問題点を解決するための対策の方向性や、対策にあたり参考になる事例などを提示する。なお、本事業では、具体策を関係機関の担当者や地元漁協が検討する。

結果：河川診断と川づくりへの提言は、それぞれ「河川診断シート」と「川づくり提言シート」にとりまとめて後掲した。

課題と対応策：本年度は、8月15日に発生した大出水で現地状況が変化し、再度の調査と取りまとめが必要となった。これにより、当初は12月に鳥取県栽培漁業センターと地元漁協が現地試験を行う予定であったものが2024年3月に延期となった。次年度以降においても同様の事態が起きることを想定して、余裕をもった事業スケジュールを組む必要がある。

参考文献：

国土交通省河川局. 天神川の流域及び河川の概要（案）. 平成18年3月27日

国土交通省中国地方整備局倉吉河川国道事務所 HP

国土交通省中国地方整備局. 天神川水系河川整備計画【国管理区間】. 平成22年3月

たかはし河川生物調査事務所. 平成30年度天神川アユ漁場環境保全対策検討業務 報告書. 平成30年7月

山本晃一. 沖積河川－構造と動態－. 技報堂出版株式会社. 2010

河川診断シート・川づくり提言シート

(鳥取県 天神川)

■河川診断シート

○河川診断シート：大スケール (1/2～2/2)

資料：横断構造物の淤漕上性に関する簡易評価結果

○河川診断シート：中スケール

資料：空中写真でみる河道変遷

○河川診断シート：小スケール

資料：対策箇所の現状 (1/3～3/3)

■川づくり提言シート

○川づくり提言シート (1/2～2/2)

令和 6 年 1 月

近自然河川研究所

大スケール(セグメント～流域)

■地質の影響

○天神川本川上流域

花崗岩などの深成岩。風化が深部まで進んでおり
マサが多く生産される

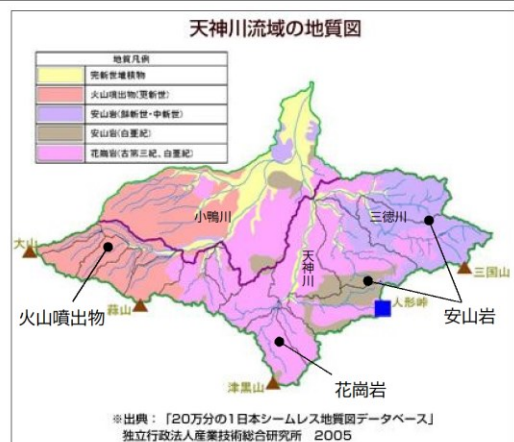
⇒本川で砂(マサ)が多いのは地質に起因している

○支川小鴨川流域

新期(更新世)の火山岩。火山噴出物などに
覆われており土砂生産が盛んである

○支川三徳川流域

古い時期の安山岩を中心とする火山岩である



■ダム・砂防事業の影響

○天神川本川にダム(堤高 15m 以上)は無い。
三徳川流域には中津ダムと三朝ダムがあるが
いずれも発電用の小規模なものである
(ダムによる流量調節はなし)

○天神川の土砂生産域は直轄砂防事業区域に
指定されており、不透過型や透過型の砂防
堰堤、落差工等の整備が進んでいる

⇒主に砂防事業の影響で生産土砂量が人
為的に抑制されている



■床止め・頭首工等の影響 ※図は次頁・次々頁に掲載

天神川の河口～穴鴨(加谷川合流点付近)までの約 22km 区間に、横断構造物(床止・頭首工等)は計 16 基存在する。これら横断構造物の分布とアユ遡上性の簡易評価結果(平常時の水量での目視観察結果)は「アユ漁場の概要(次頁上図)」を参照(各堰の写真等は次々頁)

⇒天然アユは湯谷堰(14.1k)まで遡上できていると推定される。

主要アユ漁場は 5.4k～21.7k (L=16.3km) であることから、天然アユが遡上可能なのは漁場区間の下流半分程度である

⇒天神川の三徳川合流点(11.4k)より下流では、みお筋部の河床が低下し砂州高が上昇する、いわゆる『河道の二極化』が起きている(右写真、次頁の中段左図)。この二極化は、堰の湛水域の拡大と瀬の小規模化・平瀬化を招いている(次頁の中段右図)。この原因には、山地からの供給土砂量の減少や、大きな河床材料(玉石・巨石)が、横断構造物を乗り越えられずに捕捉されたり、湛水区間の上流などで掘削されたりしていることなどが挙げられる

三徳川合流点(14.1k)より下流の二極化した河道

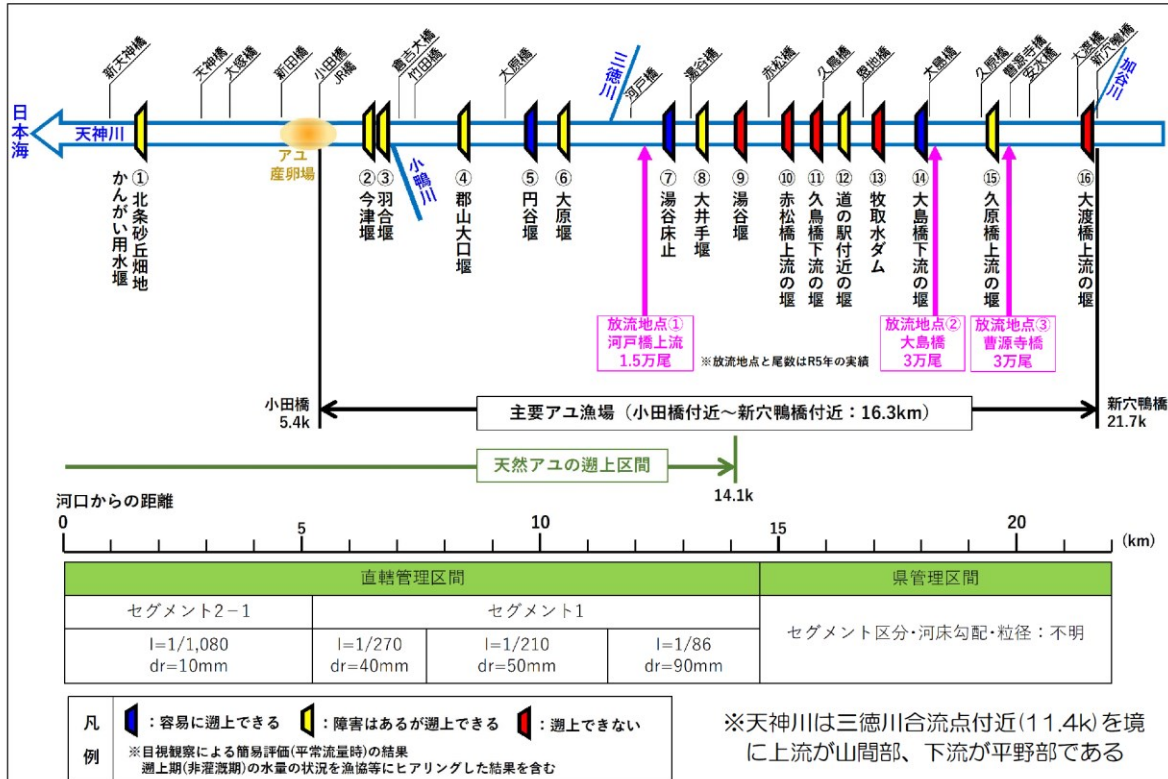
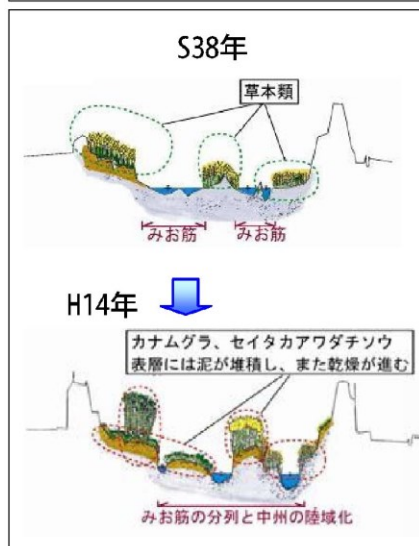
大原堰から下流を望む



郡山大口堰から下流を望む



アユ漁場の概要 (調査日: 2023/6/28-29)

河道の二極化
(天神川 10.0k_大原堰下流)

出典: 河川整備基本方針_委員会資料

湛水域の拡大と瀬の小規模化 (大原堰)

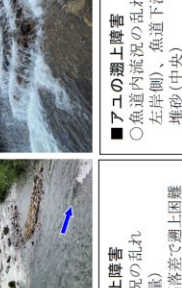
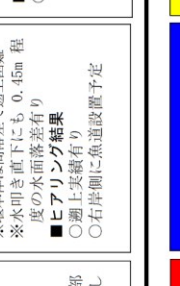
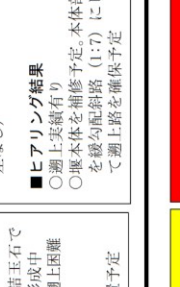


■護岸整備等の影響

天神川の三徳川合流点 (11.4k) から上流では、急勾配の護岸が整備され、階段や坂路がほとんどなく、水辺に降りられる箇所が少ない。加えて、獣害を防止する柵が設置されていることも水際へのアクセスを難しくしている

※災害復旧等で護岸を改修する際に階段・坂路を順次整備していく必要がある



①北条砂丘郷地かんがい用大堰		魚道 転倒ゲート	■アユの遡上障害 ○魚道内流況の乱れ (過剰流量) ○転倒ゲート直下等への増集 (突出型魚道) ■ヒアリング結果 ○遡上実績有り
②今津堰		遡上時は通水(遡上時) 護床ブロック 護床ブロック(河道中央)	■アユの遡上障害 ○護床ブロック上の高流速・白泡 (下流河床の低下) ○護床ブロック下部への伏流 ■ヒアリング結果 ○遡上実績有り ○遡上時は右岸側堤体(緩勾配の石段)に通水し遡上路となる
③羽合堰		魚道 魚道(石段側)	■アユの遡上障害 ○魚道内流況の乱れ (過剰流量) ※堰本体は高落差で遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上実績有り
④郡山大口堰		魚道(中央) 護床玉石 魚道(左岸側)	■アユの遡上障害 ○魚道内流況の乱れ(中央・左岸側)、魚道下流部への堆砂(中央) ※魚道(中央)は袋詰玉石で応急の遡上路を形成中 ※堰本体は高落差で遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上実績有り ○右岸側に魚道設置予定
⑤円谷堰		魚道	■アユの遡上障害 ○なし (堰本体が破損しており落差なし) ■ヒアリング結果 ○遡上実績有り ○堰本体を補修予定、本体部を緩勾配斜路(1:7)にし遡上路を確保予定
⑥大原堰		魚道	■アユの遡上障害 ○魚道内流況の乱れ (過剰流量・構造不良) ※堰本体は高落差で遡上困難 ※水叩き直下にも0.45m程度の水面落差有り ■ヒアリング結果 ○遡上実績有り ○右岸側に魚道設置予定
⑦湯谷止		切り欠き部	■アユの遡上障害 ○なし (堰本体が低落差) ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑧大井手堰		切り欠き部	■アユの遡上障害 ○切り欠き部の流況の乱れ ○堰本体の水面落差は0.5m程度で、遊泳力・跳躍力のある個体はある ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑨湯谷堰		魚道	■アユの遡上障害 ○魚道斜筋部の高流速(射流) ○堰体下流端部の流況の乱れ・剌雑流・落差 ※堰本体は高落差・低水深で遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑩赤松橋上流の堰		切り欠き部 魚道	■アユの遡上障害 ○魚道下流端部への堆砂(通水無し)、余水吐からの流れは高落差・剌雑流・低水深等のため遡上困難 ○切り欠き部の高落差(水面落差:約0.9m) ※堰本体は高落差で遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑪久島橋下流の堰		魚道	■アユの遡上障害 ○堰本体・水叩き直下の高落差 (魚道なし) ※堰の上下流の総落差は3m以上(目測)とみられる ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑫道の駅付近の堰		魚道	■アユの遡上障害 ○魚道内流況の乱れ、魚道下流端部への堆砂、魚道上流部(堰板付近)の高流速 ※堰本体は高落差で遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑬牧取水ダム		魚道 魚道下流端部	■アユの遡上障害 ○魚道下流端部の高落差 (水面落差70cmの直壁) ※堰本体は高落差・通水無しで遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上不可
⑭大島橋下流の堰		魚道	■アユの遡上障害 ○なし ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑮久原橋上流の堰		魚道	■アユの遡上障害 ○魚道上流端部の高流速(射流)・流況の乱れ ※魚道内に隔壁なし ○堰本体の水面落差が0.6m程度で、遊泳力・跳躍力のある個体はある ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明
⑯大渡橋上流の堰		魚道	■アユの遡上障害 ○堰本体の落差は0.6m～0.9mで、下流側が低水深のため遡上困難 ■ヒアリング結果 ○遡上実績：不明

例

青	容易に選上できる	黄	障害はあるが選上できる	赤	選上できない
---	----------	---	-------------	---	--------

2023/6/28-29 調査時水位：穴嶋観測所=1.06～1.08m、竹田橋=1.51～1.56m（いずれも低水位～平水位）
2023/7/31：穴嶋観測所=1.01m（濁水位）※牧取水ダムの魚道下流端部写真のみ

中スケール(リーチ:1 蛇行または川幅の10 倍程度の区間)

【代表区間：三徳川合流点から上流約 1km】

■問題点 1：淵が少ない

代表区間における過去の空中写真(次頁)や河道線形から想定される本来のみお筋は下図のとおりである。この区間では、河道湾曲部(外岸側):①、直線部(みお筋蛇行が川岸に当たる箇所):②～⑤の位置に淵が形成されやすい。しかし、下図の写真を撮影した 2021 年 4 月時点では⑤付近に小規模な淵があるのみで、他に淵はなかった(2023 年 8 月 15 日に発生した観測史上最大規模の出水(以下、大出水)で⑤付近の淵は埋没し、②付近の淵が再生された)

＜代表区間で想定される本来のみお筋蛇行＞



この区間に限らず、天神川の三徳川合流点から上流では、みお筋の直線化や根固工の敷設(右写真参照)などにより、淵がほとんど存在していない

＜根固工で淵ができていない水衝部(大島橋上流)＞

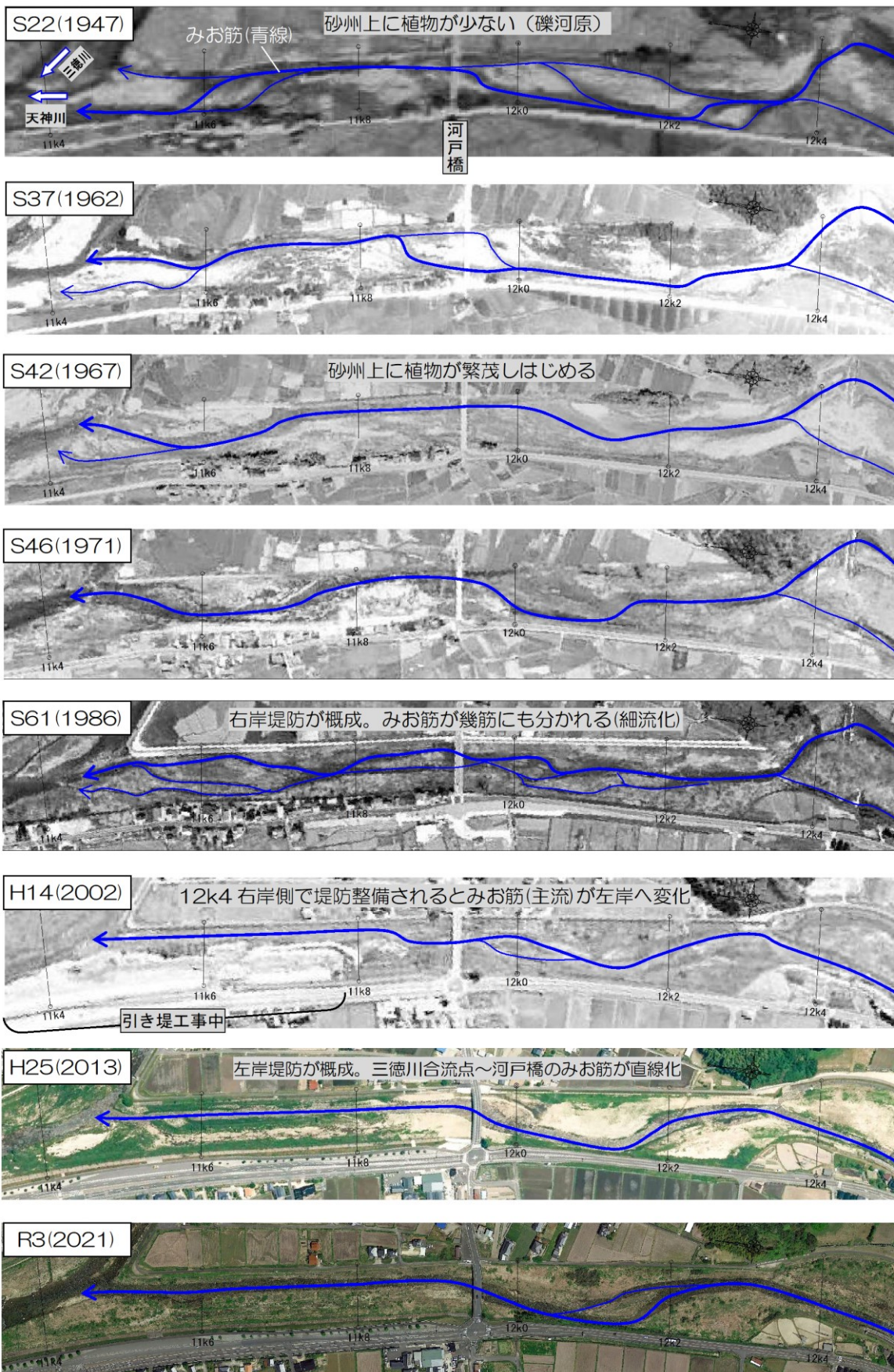


■問題点 2：単調な瀬(水際に並べた巨石)

天神川の三徳川合流点から上流ではこれまでの河川工事で巨石を水際に並べてきた。これは、細流化したみお筋を一本にまとめるために行われてきたようである。しかし、みお筋から巨石を取り上げて水際へ配置したことで、みお筋部の河床が低下したり、川底や水際の凹凸が無くなったりしている(川底の平坦化・水際の直線化)。また、並べた巨石同士の上に細砂が堆積してツルヨシが繁茂し、竿が出しにくくなっている所も多くみられる(下写真)

＜河戸橋下流の状況＞





小スケール(ハビタット:個々の瀬・淵)

【代表箇所 (=対策箇所) : 三徳川合流点～河戸橋】
 ※対策箇所の現状は対策箇所の現状 1/3～3/3 参照

■代表箇所 (=対策箇所) の概況

- 対策箇所: 天神川の三徳川合流点～河戸橋 (距離標 11k6～11k8 付近)
- 諸元: 計画高水流量 $Q=800\text{m}^3/\text{s}$ 、セグメント 1 (扇状地)、 $I=1/86$ 、代表粒径 $dr=90\text{mm}$
 川幅水深比 $B/Hm \approx 50$ (概算) ←交互砂州が形成される水理条件

○瀬と淵

瀬: 2020 年 3 月に地元漁協が、水際に並べていた巨石 (一部) を横断方向に列状に再配置した (下図の黄色矢印が再配置箇所[推定])。それまで単調な長い早瀬だったが、巨石の再配置後には棚状の流れができ、河床の凹凸が再生されつつあった (右写真)。再配置した列状の巨石は、2023 年 8 月の大出水で多くが流失・変形したが、出水で移動した巨石で新たな列が形成されている (みお筋内に巨石があれば、列の破壊と再生が繰り返される)

<列状に再配置された巨石>



淵: 本来のみお筋蛇行で淵ができやすい箇所は下図の○付近である。この内、淵 1 には 2023/7/21 時点で水深 1m 程度の小規模な淵 (対策箇所での唯一の淵) が形成されていたが、2023/8 大出水で土砂に埋没した。淵 2 は直線化したみお筋から外れている。淵 3 の現状は早瀬である

対策箇所のオルソ写真 (撮影日: 2023/7/21)

↓: 漁協主体で横断方向に列状に巨石を据えた箇所(推定)



写真出典: 鳥取県栽培漁業センター

■対策箇所の主な問題点

○アユの休息場・供給源となる淵や緩流域が無い

交互砂州が形成される水理条件だが、河川工事等の影響で現在のみお筋は直線形である。対策箇所にはアユの休息場や供給源となる淵または緩流域がなくアユが居着きにくい状況にある

○川底・水際の凹凸が乏しい

2020 年 3 月に地元漁協が水際に並べられた巨石をみお筋内に戻したことで川底の凹凸が再生されつつある。しかし、まだ数多くの巨石が水際に並べられたままで水際を固定している

○砂(マサ)が多い ※地質由来のため対策は困難

2023/8 大出水前は河床に砂がやや多い程度であった。だが、大出水で大量の砂が供給されて、流れが緩くなる所では砂が厚く堆積している

○水辺にアクセスしにくい

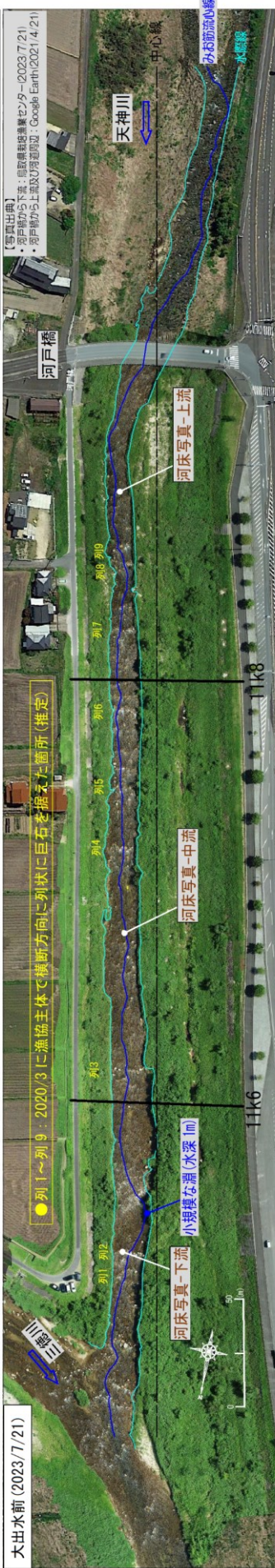
2023/8 大出水による堆砂や攪乱で河戸橋付近では裸地が増えたものの、当該箇所の水際の多くはツルヨシ等が繁茂しており、水辺へのアクセスが悪く竿も出しにくい

平面図

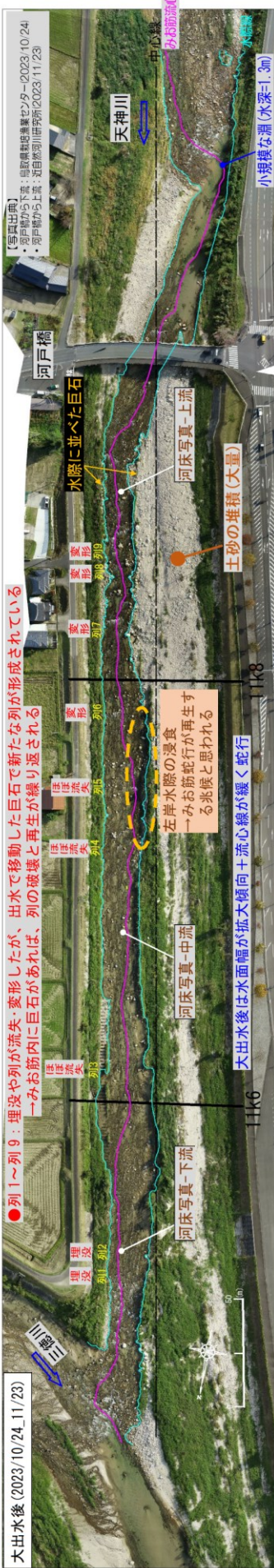
【撮影時水位】

- ・ 2023/7/21 : 竹田橋観測所=1.51m
 - ・ 2023/10/24_11/23 : 竹田橋観測所=1.65m、1.64m
- ※竹田橋観測所の水位(平常時)は 8/15 大出水後に約 20cm 上昇した

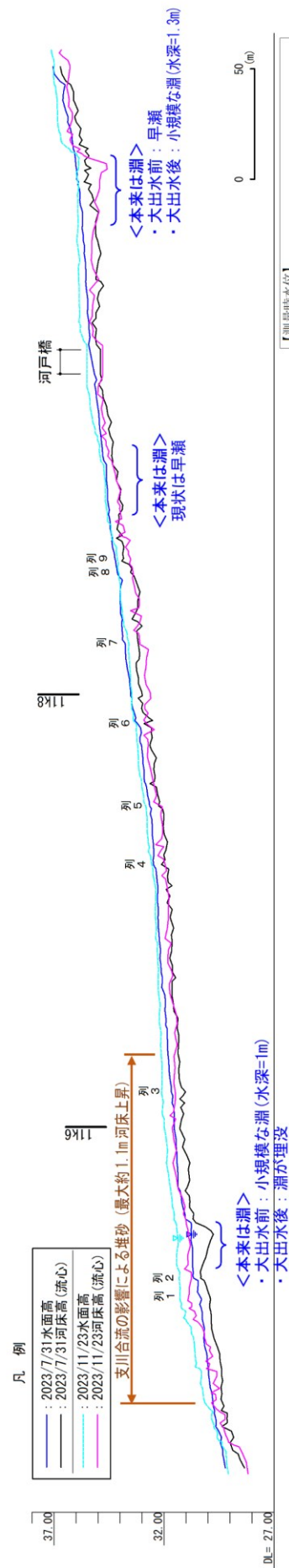
大出水前 (2023/7/21)



大出水後 (2023/10/24_11/23)



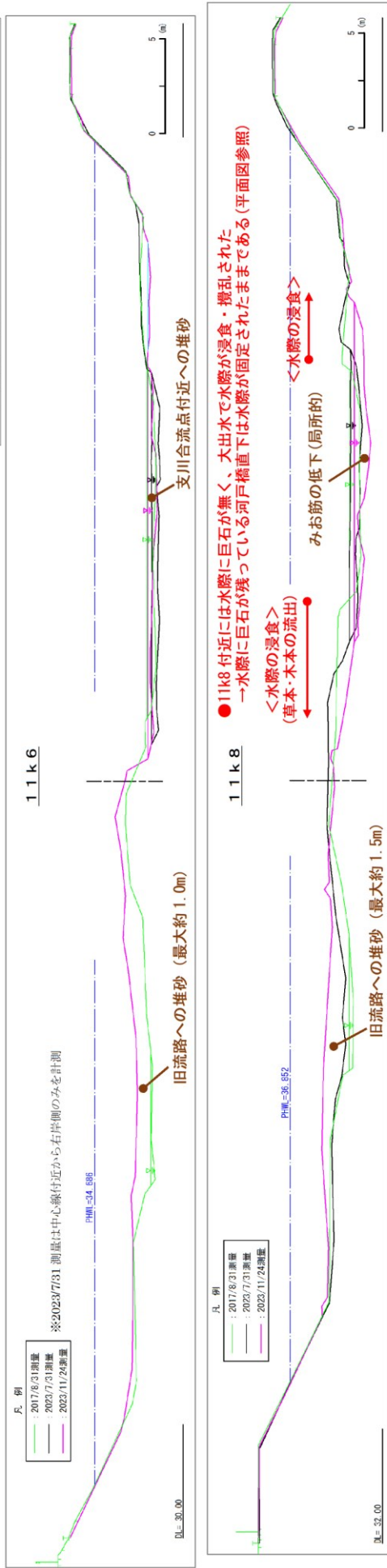
みお筋縦断面図



【測量時水位】

- ・ 2023/7/31 : 竹田橋観測所=1.47m
 - ・ 2023/11/23 : 竹田橋観測所=1.64m
- ※竹田橋観測所の水位(平常時)は 8/15 大出水後に約 20cm 上昇した

横断面図

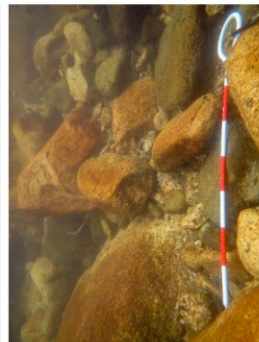


※2017/8/31 測量は河川管理者による定期横断面測量

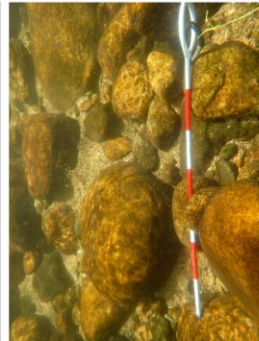
※下写真は出水前後に対策箇所の上流・中流・下流で撮影した河床写真である (撮影位置は平面図参照)

河床写真

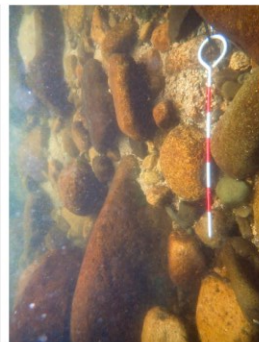
河床写真-下流



河床写真-中流



河床写真-上流



2023/8/1
(大出水前)

大出水前の河床は、大小の巨石・玉石の間に砂(マサ)が詰まった状態であった

2023/11/25
(大出水後)



大出水後の河床は、上流から供給された大量の砂(マサ)が玉石を覆っている

※写真中のピンボールは 1 目盛が 5cm

下 流 部



2023/8/1
(大出水前)

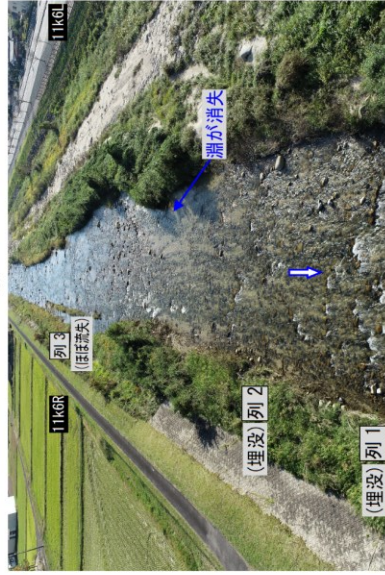
中 流 部



上 流 部



2023/8/15 大出水：小田橋観測所で観測史上最高水位=6.68m (速報値) を記録



2023/11/23
(大出水後)



【撮影時水位】

・ 2023/8/1：竹田橋観測所=1.47m

・ 2023/11/23：竹田橋観測所=1.64m

※竹田橋観測所の水位(平常時)は 8/15 大出水後に約 20cm 上昇した

①アユ移動路の確保

遡上の障害がある横断構造物について、優先順位を付けて魚道を整備し、天然アユが遡上できる区間を上流へ延伸する

⇒参考事例①

参考事例①：小わざ魚道(日野川_蚊屋堰)



②漁場（瀬と淵）の再生

【三徳川合流点より下流】

➤ 瀬の再生

瀬の小規模化や平瀬化を抑制するため、瀬の構成材料となる玉石・巨石を供給する取り組み（堰直下への玉石投入など）が必要である

⇒参考事例②

参考事例②：ダム湖等で発生した玉石を堰直下に投入（物部川_町田堰）



➤ 偏った横断地形の矯正

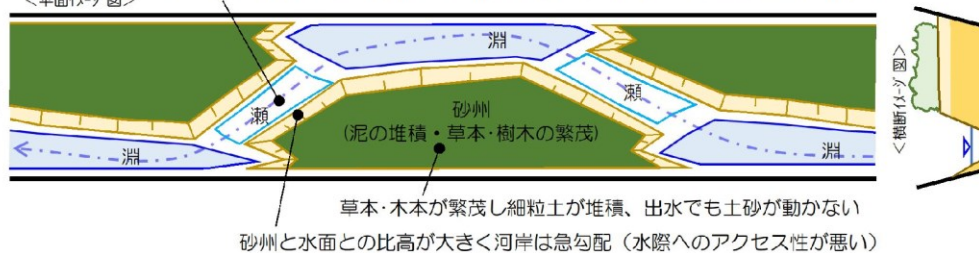
現状の横断地形では出水時にみお筋に流水が集中して、河床低下が進行しやすい。これを改善するには「礫河原を再生する」という視点で「砂州を切り下げる」必要がある

⇒対策の方向性①

対策の方向性①：二極化した河床地形の矯正案

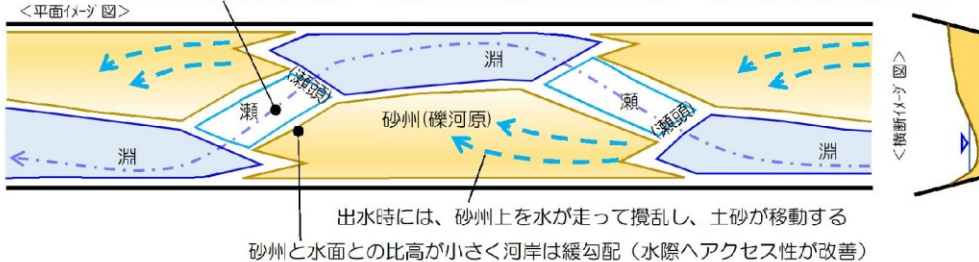
●現在：みお筋が低下し、砂州が陸域化した状態

＜平面イメージ図＞ 出水時にみお筋に流水が集中 ⇒ みお筋が洗掘（瀬が浸食） ⇒ 瀬の平瀬化や小規模化



●礫河原の再生後：みお筋への流水集中が緩和され、瀬への土砂供給が増加する（砂州切り下げ後）

＜平面イメージ図＞ 出水時の流水集中が緩和 ⇒ 砂州などから流下する土砂が堆積 ⇒ 瀬の規模や水面面積が回復



★重要ポイント：礫河原再生時の掘削形状は、砂州だけではなく、瀬との高さのバランスを考えることが大事！
特に“瀬頭の高さ”を適切に設定することは、出水時に砂州に水が乗って攪乱するために重要！

出典：平成 30 年度天神川アユ漁場環境保全対策検討業務報告書

【三徳川合流点から上流】

➤ 淵の創出

当該区間にはアユの休息場となる淵がほとんど無く、アユが居着きにくい環境となっている。これは、直ぐに解決できるものではなく、河川工事の度に、根固ブロックの敷設高を下げたり、水制工等を設置したりするなど、淵を一つ一つ再生・創出していく長期的な取り組みが必要である ⇒参考事例③

参考事例③：湾曲が緩く淵ができにくいM型にR型の成因(水制)を足して淵を創出(安田川)



➤ 瀬と水際の再生（巨石の再配置）

当該区間では、分かれたみお筋を一つにまとめるために、河川工事の度に発生巨石を道路の縁石のように水際に並べてきた。しかし、これは巨石をみお筋から取り上げることであり、川底を平坦化させてしまう。また、水際にも入り組みが無いため、アユの休息場や遊泳力が小さい魚などの生息に必要な緩流域が失われる。水際に並べてきた巨石は、自然河川の礫列・礫段を参考に河川横断方向に列状に再配置したり、水際に水制状に組んだりする方が良い

⇒参考事例④

参考事例④：水際に並べていた巨石を礫列状に再配置(天神川)



③産卵環境の整備

天神川の上流域は花崗岩地帯であり、地質由来の砂（マサ）の供給量が多く、アユ産卵場に適した小砂利底の瀬ができにくい。このため、バックホウで砂を洗い流したり（粒度の調整）、小砂利を投入したりして、アユの産卵環境を整備する必要がある ⇒参考事例⑤

参考事例⑤：アユ産卵場の造成(奈半利川)

