

資料

2023 年と 2024 年の江の川におけるアユの産卵場造成と産卵状況

井口隆暉¹・寺門弘悦¹・福井克也^{1a}・二本木俊二²

Maintenance of spawning ground and spawning status of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in the Gonokawa River (2023 – 2024)

Ryuki IGUCHI, Hiroyoshi TERAKADO, Katsuya FUKUI and Syunji NIHONGI

キーワード: アユ, 江の川, 産卵場, 産卵場造成, 八戸川

江の川ではアユ *Plecoglossus altivelis altivelis* の漁獲量が減少したことを受け、2008 年以降、江川漁業協同組合（以下、江川漁協）が主体となり、漁獲制限の強化や産卵場造成による産卵適地（アユの産卵場として適した場所）の拡大など、天然アユ資源を回復させるための取り組みを行ってきた。

これらの取り組みは、種苗放流のみに依存せず、資源回復に必要な親魚量を獲り残すとともに、河川が有する生産力を利用してアユ資源の回復を促すことを目的としている。島根県水産技術センターでは、技術支援の一環として、下流域において事前に産卵場候補地の河床の状態を調べ、産卵適地を把握する調査（産卵場事前調査）やアユの産卵状況を把握する調査（産卵状況調査）などを実施してきた。2023 年、2024 年は両年とも見込まれる親魚量に対して産

卵適地の不足が懸念されたことから、産卵場造成を実施した。本報告ではこれら一連の調査結果および産卵場造成について報告する。

方法

本報告における調査や産卵場造成の一連の流れは、①産卵場造成の必要性を判断するため、アユの産卵期前に産卵場事前調査を行い、②産卵適地が不足していると判断された場合は、産卵場造成を行う。③造成前後の河床状態を比較するため、造成前調査、造成後調査を行う。④アユの産卵状況を把握するため、産卵状況調査を行う、というものである。各調査方法について、以下に詳述する。



図 1. 調査地点図

地点図中の○で囲まれた部分は 2023 年、2024 年の産卵場事前調査および産卵状況調査の調査地点を示す。ただし、2024 年は事前調査を行わず、小原の瀬を除く地点で産卵状況調査のみ行った。



¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

² 江川漁業協同組合 Gogawa Fisheries Cooperative, Kawamoto-machi, Ochi-gun, Shimane, 696-0003, Japan

^a 現所属: 島根県東部農林水産振興センター Shimane Prefectural Eastern Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center, Matsue, Shimane, 690-0011, Japan

産卵場事前調査 産卵場事前調査（以下、事前調査）は産卵場造成の必要性を判断するため、アユの産卵期前に産卵適地がどの程度あるかを推定するものである。2023年は9月5日、25日に実施し、調査日の平均水位（長良観測所）は9月5日が0.81 m、9月25日が0.74 mであった（国土交通省水文水質データベース <http://www1.river.go.jp/>、2026年1月8日入手、以下同様）。2024年は増水により調査時機を逸したため事前調査を行えなかった。調査地点は産卵場候補地である江の川本流の小原の瀬、ハネノセ、谷住郷の瀬、長良の瀬、ボウフラの瀬およびセジリの瀬、江の川支流八戸川の川戸橋から本流との合流点までの範囲とした（図1）。各地点を調査員2名～3名で踏査・潜水目視し、河床の状態を観察した。アユの産卵場として適した河床は、小石（粒径5mm–50mm¹⁾）が主体の浮き石底であるため、河床の礫の粒径組成と貫入度を測定した。河床の礫の粒径組成調査は線格子法で行い、礫の粒径区分は谷田・竹門の簡便階級²⁾に従った。すなわち、10 cm 間隔で10個の点が刻まれた木製の棒を河床に固定し、各点の下に位置する礫の粒径（長径）を目視で5階級（砂泥： <4 mm、砂利： 4 mm– 50 mm、石： 50 mm– 250 mm、巨石： 250 mm– 500 mm、岩： >500 mm）に区分した。なお、本調査では泥（ <0.125 mm）、細砂（ 0.125 mm– 1 mm）および粗砂（ 1 mm– 4 mm）をまとめて砂泥（ <4 mm）として扱った。河床の柔らかさの目安として、石井³⁾に準じてシノによる貫入度を測定した。水温はデジタル水温計（ULTRAPEN PT1, Myron L 製、以下同様）で測定した。流路の形状は、本調査の実施前に無人航空機（Phantom 4 Pro, DJI 製、以下、ドローン）で空撮した画像を、画像加工ソフトウェア（Metashape, Agisoft 製、以下同様）で合成した平面図から把握した。踏査・潜水によりアユの産卵が可能であると判断した範囲の外周の位置情報をハンディGPS（GPSMAP 64scJ, GARMIN 製、以下同様）で取得し、GISアプリケーションソフトウェア（Google Earth Pro, Google 製、以下同様）を用い、位置情報から面積と形状を求めた。

産卵場造成 造成場所は兩年とも重機の出入りが可能で、過去に産卵場造成の効果が認められた長良の瀬^{4,6)}とした。造成は、河床材料となる礫を投入し、河床の砂抜きと均しを行い、小石の浮き石底を造っていく方針とした。

2023年の産卵場造成は10月27日、28日に行った。造成範囲は長良の瀬の右岸側の河川40 m×80 mとし、目標とする造成面積は3,200 m²とした（図2）。

バックホー（320DRR, 日本キャタピラー製）およびキャリアダンプ（MST-2300VD, 諸岡製）を用いて土砂を400 m³投入した。次にブルドーザ（D6N, 日本キャタピラー製）を用いて砂抜きおよび均しを行いながら造成範囲内に土砂を敷き広げた。2022年は礫の投入前に河床の掘り下げを行っていた⁷⁾が、河床材料の流出の危険性を考慮し今回は行わなかった。しかし、目標とする造成面積（3,200 m²）の達成を優先した結果、河床全体に投入した土砂が十分な厚みで行き渡らなかった。

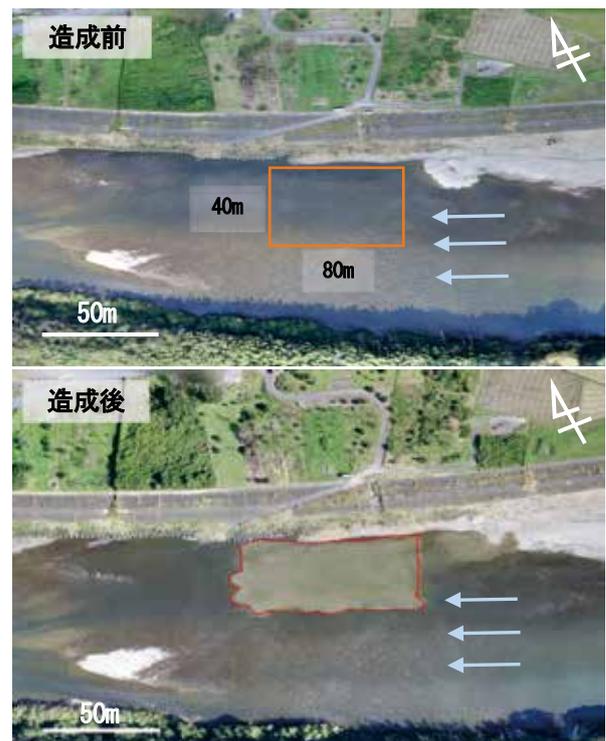


図2. 2023年の産卵場造成前（上）と造成後（下）の長良の瀬
水色の矢印は流向を、橙色でかこまれた線造成予定範囲（3,200 m²）（上）を、赤線は造成範囲（3,008 m²）（下）を示す。

2024年の産卵場造成は10月23日、25日に行った。造成範囲は2023年と同様の場所とした（図3）。造成の方法も2023年と同様とし、投入した土砂は565 m³であった。2024年は目標とする造成面積を3,000 m²以上とし、土砂が十分な厚みで全体に行き渡らせることを優先した。

造成前調査・造成後調査 造成による河床環境と流れの変化を調べる目的で造成の前後で調査を行った。この調査では、造成予定範囲を格子状に15区画に分け（図4）、調査員1名～3名で踏査・潜水目視し、河床の礫の粒径組成と貫入度、水深、流速を測定した。粒径組成と貫入度の測定は事前調査時と同

様の方法で行ったが、貫入度の測定は調査ライン(図4)を目安として横断的に測定した(測点数は1ラインにつき2023年は20点, 2024年は30点)。水深はスタッフ(ハイスタッフ, TAJIMA製)を用いて1cm単位とし, 1測点につき1回測定した。流速は流速計(VR-301, KENEK製)を用いて水面から水深60%の位置⁸⁾で1測点につき10回測定し, その平均値を求めた。調査地点は位置情報をハンディGPSで取得し, 造成後調査でも同じ地点で調査を行った。造成後調査では, 事前調査と同様の方法により, 産卵場造成を行った範囲の面積と形状を求め, 造成予定範囲と造成範囲の平面図を作成した。



図3. 2024年の産卵場造成前(上)と造成後(下)の長良の瀬
水色の矢印は流向を, 橙色線で囲まれた部分(上)は造成予定範囲(3,200m²)を, 赤色線(下)は造成範囲(2,578m²)を, 黄色線(下)は簡易的な導流堤を造った場所を示す。

産卵状況調査 本調査は江の川下流域でのアユの産卵状況を把握するため, 2023年11月14日に事前調査と同じ調査地点で実施し, 2024年は2023年に調査した地点のうち, 小原の瀬を除く地点で11月19日に行った(図1)。各地点を調査員1名~3名で踏査・潜水目視し, 河床の状態を観察するとともにアユの産着卵の有無を確認した。産着卵が確認された場合, 産卵床が分布する範囲の外周にポールを立て, 事前調査と同様の方法で産卵面積および形状を

求めた。卵の埋没深の測定は, 高橋ら⁴⁾に従い, 卵が付着している最も深い部分と周辺の河床面との高低差と定義し, 産卵場内で無作為に選定した産卵床で行った。また, 事前調査と同様の方法で河川の形状を把握した。水温はデジタル水温計で測定した。

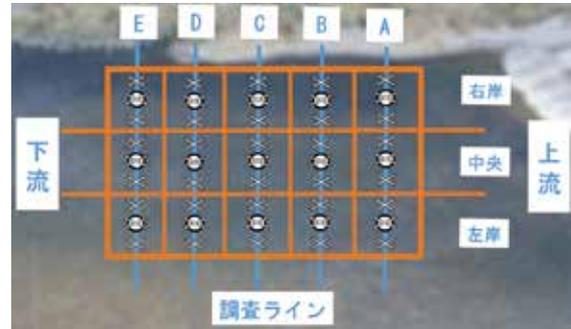


図4. 造成前・造成後調査における調査ライン
造成範囲内(橙色線で囲まれた部分)のうち, ○部分で礫の粒径組成, ×部分で水深, 流速を測定した。

結果と考察

産卵場事前調査と産卵状況調査 2023年の事前調査および2023年, 2024年の産卵状況調査の結果を表1に, 産卵適地における礫の粒径組成・貫入度の結果を図5, 6に示す。2023年の事前調査では, 産卵適地の面積はハネノセが130m², 谷住郷の瀬が70m², 長良の瀬が150m², ボウフラの瀬が640m², セジリの瀬が2,700m², 八戸川が30m²であり, 合計3,720m²と推定した。その後の産卵状況調査では, 八戸川, 長良の瀬, セジリの瀬で産着卵が確認され, 産卵面積は合計6,723m²であった(表1)。そのうち八戸川ではスポット的に産卵場が存在し, その合計面積は2,421m²であった。次いでセジリの瀬が2,160m², 長良の瀬が2,142m²であった。長良の瀬のうち, 造成した範囲は1,899m², 造成範囲外で243m²であり, 造成した範囲だけで全体の産卵面積の3割を占めていた。これらの調査地点では遊泳する多数のアユが視認されただけでなく, 放卵・放精後に衰弱して死亡したと考えられるアユの死骸(以下, アユの死骸)が川底で多く観察されたが, 産卵が確認されなかった地点ではこのような死骸は全く観察されなかった。

2024年の産卵状況調査では, 八戸川, 長良の瀬, セジリの瀬で産着卵が確認され, 産卵面積は合計266m²であり, 2023年と比較して約96%減少した(表1)。長良の瀬では, 造成範囲で産卵は確認できず, 造成範囲外での産卵面積は42m²であった。八

戸川の産卵面積は213 m²であり、セジリの瀬では11 m²であった。2024年は調査地点で遊泳する親アユやアユの死骸がほとんど確認されなかった。2023年、2024年の各調査地点の状況を以下に詳述する。

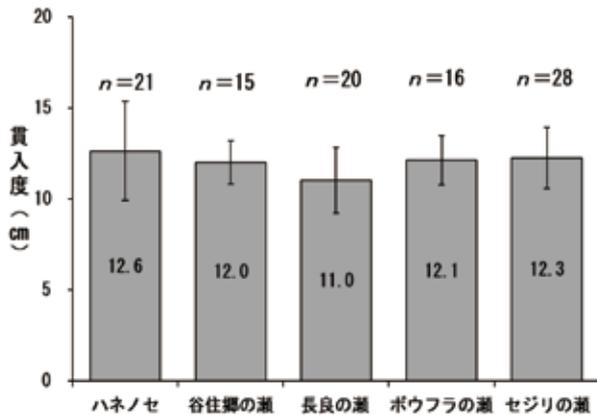


図5. 各調査地点における貫入度
図中の数値は平均、バーは標準偏差を示す

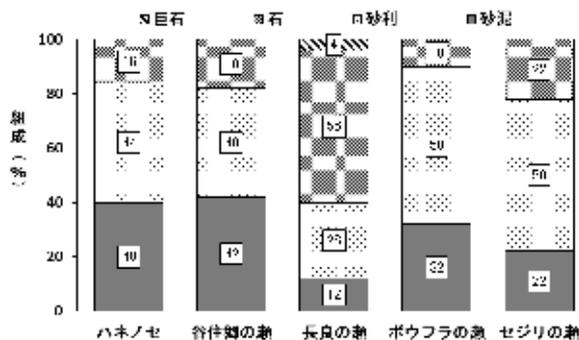


図6. 各調査地点における産卵適地および長良の瀬（造成前）の礫の粒径組成

(1)小原の瀬 2023年の平面図を図7に示す。事前調査時は流れが強く、川に入って調査はできなかった。産卵状況調査では、2022年の調査時に産着卵が確認されていた⁷⁾左岸側の流路には、砂が堆積しており、産着卵、遊泳するアユの姿ともに確認されなかった。



図7. 2023年の小原の瀬の平面図
水色の矢印は流向を示す。

(2)ハネノセ 2023年、2024年のハネノセの平面図を図8に示す。2023年は、事前調査の結果、瀬の右岸側の一部で小石主体の浮き石底になっている範囲が確認された。この範囲の礫の粒径組成は砂利(粒径4mm-50mm)が4割を占め(図6)、貫入度(平均±標準偏差)は12.6±2.7cm (n=21, 図5)であり、産卵適地と推定した(図8上の黄色の範囲)。面積は130 m²であった。産卵状況調査では産着卵とアユの死骸は確認されなかったが、遊泳するアユの姿は確認された。2024年は2023年に産卵適地とした瀬の右岸側の一部は引き続き小石主体の浮き石底になっており、アユの産卵に適していると考えられる河床(図8下の黒枠の写真)もあったが、産着卵や遊泳するアユの姿、アユの死骸も確認されなかった。

表1. 産卵場事前調査および産卵状況調査の結果

地点名	2023年						2024年		
	産卵場事前調査 (2023年9月5日, 25日実施)			産卵状況調査 (2023年11月14日実施)			産卵状況調査 (2024年11月19日)		
	産卵適地 面積 m ²	水温℃ (測定時刻)	産卵面積 m ²	水温℃ (測定時刻)	平均埋没深 cm	産卵面積 m ²	水温℃ (測定時刻)	平均埋没深 cm	
小原の瀬	-	-	-	13.5 (8:00)	-	-	-	-	
ハネノセ	130	24.0 (12:55)	-	13.7 (8:35)	-	-	14.9 (15:35)	-	
谷住郷の瀬	70	24.0 (10:50)	-	15.3 (17:20)	-	-	15.4 (13:30)	-	
長良の瀬 (造成)	-	25.5 (12:25)	1,899	15.1 (14:40)	5.4	-	14.2 (11:06)	-	
長良の瀬 (自然)	150	23.1 (7:08)	243	14.0 (11:15)	5.1	42	14.2 (11:06)	5.1	
ポウフラの瀬	640	-	-	14.0 (11:15)	-	-	14.2 (11:06)	-	
セジリの瀬	2,700	-	2,160	14.0 (11:15)	5.8	11	14.2 (11:06)	3.3	
八戸川	30	22.4 (13:53)	2,421	14.8 (17:20)	6.2	213	14.2 (11:06)	5.9	
合計	3,720		6,723			266			

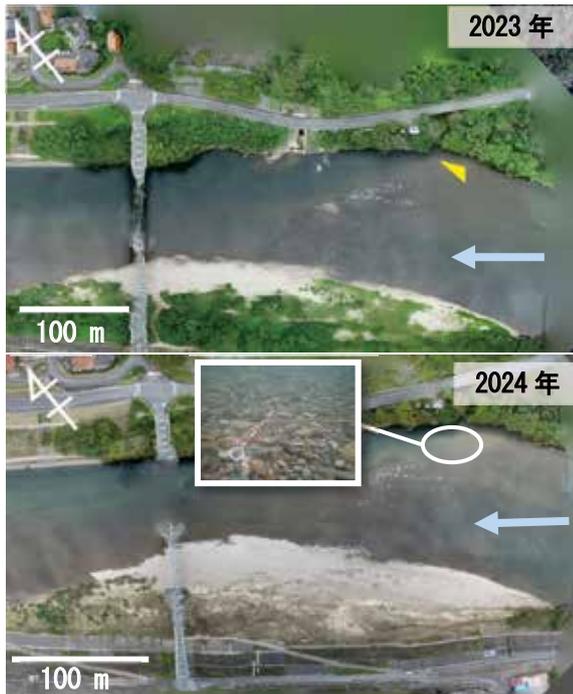


図8. 2023年(上)と2024年(下)のハネノセの平面図
 図中の黄色の部分には事前調査時の産卵適地を、水色の矢印は流向を示す。図の白枠の写真は産卵適地の河床の様子を示す

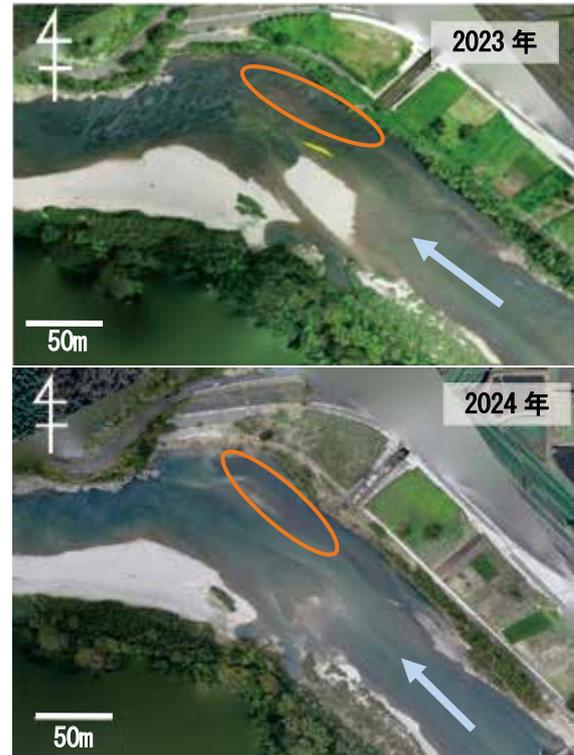


図9. 2023年(上)と2024年(下)調査時の谷住郷の瀬の平面図
 図中の黄色の部分には事前調査時の産卵適地を、橙枠の範囲は調査できなかった場所を、水色の矢印は流向を示す。

(3) 谷住郷の瀬 2023年, 2024年の谷住郷の瀬の平面図を図9に示す。2023年は, 事前調査時には左岸寄りに中州が形成され, 右岸側の流路が滞筋である。右岸側の流路の流心部は流れが強く潜水できなかったため, 河床の状態を確認できなかった(図9上の橙色線で囲まれた部分)。中州に沿って流心から分派する流れがあり, その中州側の浅瀬には砂の混入が多いが, 小石は多く, 浮き石状態の範囲があった。その範囲の礫の粒径組成は砂利(粒径4mm-50mm)が4割を占め(図6), 貫入度は 12.0 ± 1.2 cm ($n=15$, 図5)であり, 産卵適地と推定した(図9中の黄色の範囲)。面積は 70 m^2 であった。産卵状況調査では産卵は確認されなかったが, アユの死骸や放卵・放精により衰弱したと思われるアユが確認された。

2024年は2023年に左岸寄りに形成されていた中州は消失していたが, 右岸側の流路の流心部は流れが強く河床の状態を確認できなかった(図9下の橙色線で囲まれた部分)。調査を行った範囲では, 砂が堆積し, 河床も硬く締まっており, 産卵には不適な状態となっていた。産着卵, 親アユは確認されず, アユの死骸は1尾のみ確認された。

(4) 長良の瀬 2023年, 2024年の長良の瀬の平面図を図10に示す。2023年は, 事前調査時には, 左岸側の河床は硬く締まっており, 下流に行くにしたがって粒径20cm以上の礫の割合が増えていった。一方, 右岸側の2022年に造成した範囲(2023年造成時と同様の範囲)は礫の流出や砂の混入などにより河床が硬くなっていたが, 下流になるに従い礫が細くなっていき, 小規模な瀬が出来ており, その一部の瀬は浮き石状態であったため産卵適地と推定した(図10上の黄色の範囲)。その面積は 243 m^2 であった。

産卵状況調査の結果, 産卵面積は $2,142 \text{ m}^2$ であった(図10上の長良の瀬における赤線で囲まれた範囲)。このうち造成した範囲の産卵面積は $1,899 \text{ m}^2$ であった。造成範囲の下流側に数ヶ所の自然産卵場が確認され, これらの産卵面積の合計は 243 m^2 であった。卵の埋没深は, 造成範囲で 5.4 ± 1.1 cm ($n=20$, 表1), 自然産卵場で 5.1 ± 1.6 cm ($n=10$, 表1)であり, いずれも良好な産卵環境の目安である10cm以上⁹⁾に達していなかった。

2024年も長良の瀬では産卵場造成を行ったが, 造

成した範囲内は造成前に比べて礫が硬く締まっており、産着卵は確認されなかった。造成範囲の上流側と下流側に小規模な自然産卵場が確認されたのみであり、産卵面積は 42 m^2 で(図10下の長良の瀬における赤線で囲まれた範囲)、2023年の $2,142\text{ m}^2$ から大きく減少した。卵の埋没深は、 $5.1\pm 1.1\text{ cm}$ であり(表1)、良好な産卵環境の目安である 10 cm 以上⁹⁾に達していなかった。また、遊泳するアユやアユの死骸も確認できなかった。

(5) ボウフラの瀬 2023年、2024年のボウフラの瀬の平面図を図10に示す。2023年は事前調査時には、河床が浮き石底になっていた 640 m^2 の範囲を産卵適地とした(図10上のボウフラの瀬における黄色で示した範囲)。産卵状況調査の結果、産卵適地と判断した範囲には砂が多く混入し、河床が硬く締まっており、産着卵は確認されなかった。

2024年は産卵状況調査の結果、河床が硬く締まっており、産卵は確認されず、遊泳するアユやアユの死骸も確認できなかった。

(6) セジリの瀬 2023年、2024年のセジリの瀬の平面図を図10に示す。2023年は事前調査の結果、

砂の混入が少ない浮き石で構成されている河床が広い範囲で確認され、合計で $2,700\text{ m}^2$ の範囲を産卵適地と推定した(図10上のセジリの瀬における黄色で示した範囲)。産卵状況調査の結果、産卵適地と推定した範囲のやや下流側にも産着卵が確認され、産卵面積は合計で $2,160\text{ m}^2$ となった。これは支流を除いた江の川本流の中で産卵面積が最も広がった(図10上のセジリの瀬における赤線で囲まれた範囲)。卵の埋没深は $5.8\pm 1.3\text{ cm}$ ($n=10$, 表1)で、良好な産卵環境の目安である 10 cm 以上⁹⁾に達していなかった。

2024年は産卵が確認された範囲以外でも産卵に適しているとみられる範囲(図10下のセジリの瀬内の写真)も存在したが産着卵は確認できず、遊泳するアユやアユの死骸も確認できなかった。産卵面積は 11 m^2 (図10下のセジリの瀬における赤線で囲まれた範囲)、卵の埋没深は $3.3\pm 0.6\text{ cm}$ (表1)であり、良好な産卵環境の目安である 10 cm 以上⁹⁾に達していなかった。

(7) 八戸川 2023年、2024年の平面図を図11に示す。2023年は、川戸橋から本流との合流点までの

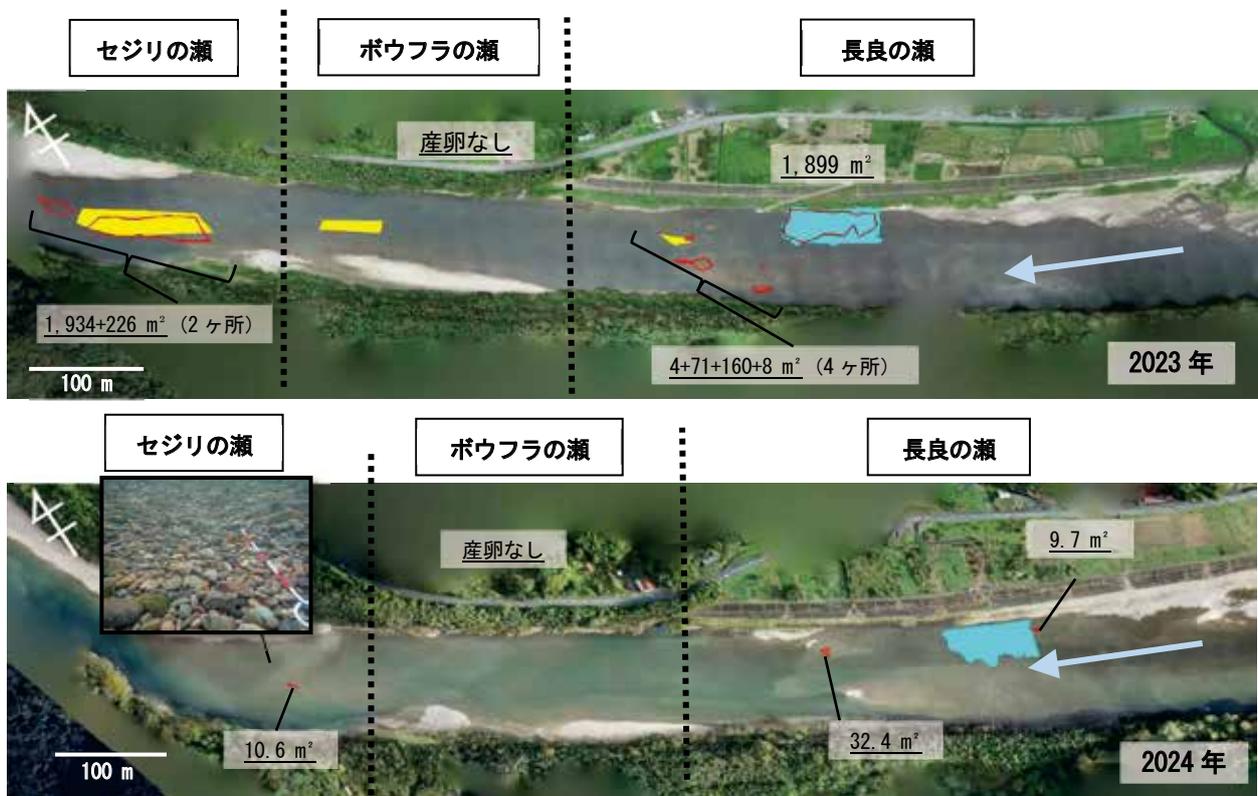


図10. 2023年(上)と2024年(下)調査時の長良の瀬、ボウフラの瀬およびセジリの瀬の平面図
図中の黄色の部分には事前調査時の産卵適地を、赤線で囲まれた部分は産卵範囲を、青色で塗られた部分は造成した範囲を、図中の黒枠内の写真は産卵状況調査時に産卵適地と考えられた河床を、水色の矢印は流向を示す。

間に8つの瀬が存在し、便宜的に上流側から第1の瀬、第2の瀬、…、第7の瀬、合流点の瀬と呼称する。このうち産卵適地と判断したのは第3の瀬と第4の瀬であった(図11上の黄色で示した範囲)。その他の瀬は、砂の堆積が多く産卵には不適と判断した。また、ごく小規模な浮き石底の河床がスポット的に分布していたが、非常に面積が小さかったため、計測しなかった。沈下橋の上流側に位置する第4の瀬は、左岸側は小石が多く浮き石状態であった。礫の粒径組成は砂利(粒径4mm-50mm)が多くを占め、面積は30m²であった。産卵状況調査の結果、産着卵は第1の瀬および産卵適地と推定した第4の瀬では確認されず、第2、第3、第5、第6および第7の瀬で確認された(図11上の赤線で囲まれた範囲)。産卵面積の合計は2,421m²であった。このうち第3および第5の瀬で卵の埋没深を測定した結果、平均で6.2±1.6cm(n=24,表1)であり、良好な産卵環境の目安である10cm以上⁹⁾に達していなかった。産卵状況調査では多くの遊泳するアユとアユの死骸が確認され、図12に示すような流れの緩やかな浅場でも多くの産卵が確認されたため、支流である八戸川も重要な産卵場であると考えられる。

2024年は第2の瀬にわずかに産卵しているのみで



図12. 2023年の八戸川の第3の瀬下流の産卵が確認された流れの緩やかな浅場(赤線で囲まれた範囲)

あり、産卵面積は213m²であった(図11下の赤線で囲まれた範囲)。第2の瀬の埋没深を測定した結果、平均で5.9±1.2cm(n=10,表1)であり、良好な産卵環境の目安である10cm以上⁹⁾に達していなかった。第1の瀬、第2の瀬の河床は砂利が多くを占めていたが、第3の瀬より下流の瀬では砂が多く堆積しており、産卵は確認されなかった。また、2023年調査時に第5の瀬とした瀬が消失しており、親アユやアユの死骸も確認されなかった。

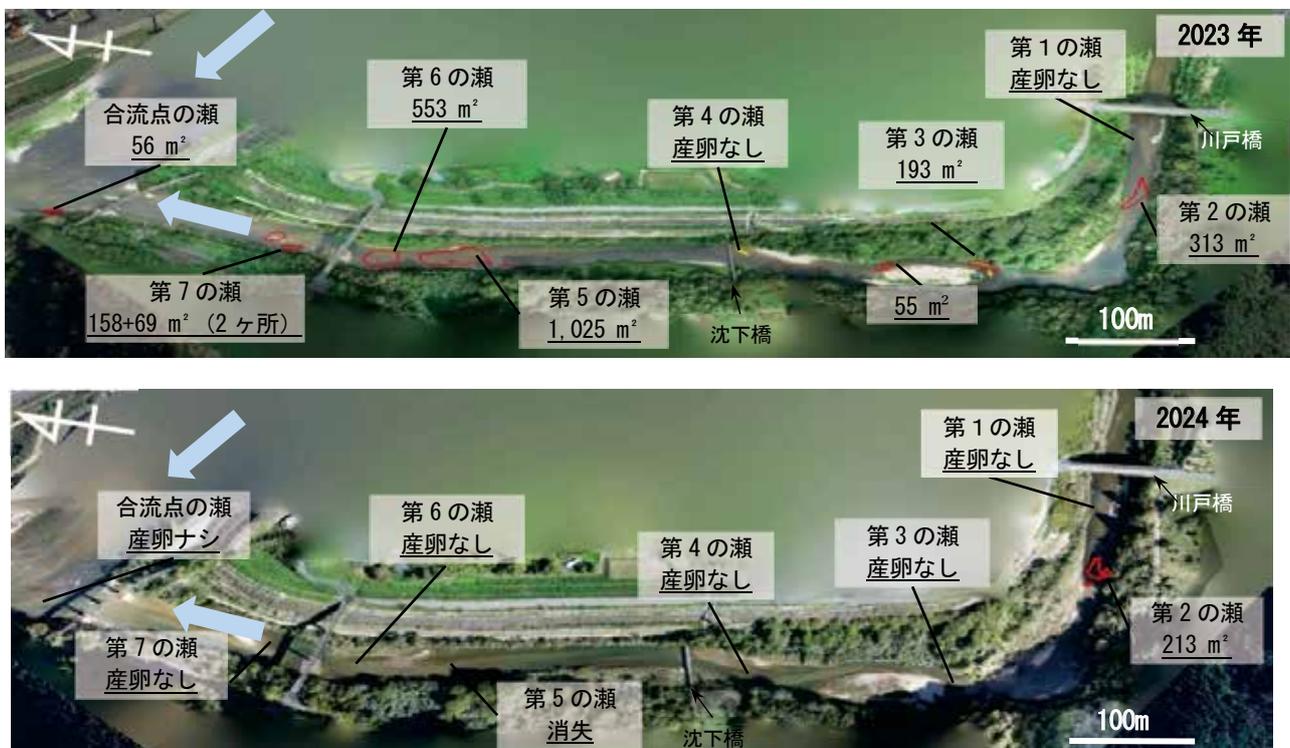


図11. 2023年(上)と2024年(下)調査時の八戸川下流の平面図
図中の黄色線で囲まれた部分は事前調査時の産卵適地を赤線で囲まれた部分は産卵範囲を、水色の矢印は流向を示す。

2023年の産卵場造成 理想的な産卵環境が提供された場合、産卵場 100 m²あたりに1億尾のアユ仔魚のふ化が期待できる。これは高知県奈半利川における自然産卵場がほぼ無い年で、最適な粒度組成に調整した砂利を投入した造成産卵場における産卵実績であり、理想値に近いと考えられる（たかはし河川生物調査事務所 高橋勇夫氏、未発表）。これを目安として適用し、流下仔魚量を前年よりも多い30億尾と仮定すると、必要な産卵場面積は3,000 m²と見積もられる。これに産卵環境の不確実性を見込んで有効面積を5割とし、産卵に必要な面積は6,000 m²と推定した。事前調査で産卵可能と見積もった面積が3,720 m²であり、産卵面積の不足が懸念されたため、産卵場造成を行うこととした（図13）。



図13. 2023年の産卵場造成の作業の様子
A：造成に使用した土砂，BおよびC：造成範囲に土砂を投入する作業，D：砂抜きと均しの作業

造成した範囲を図2に示す。造成面積は3,008 m²であり、当初計画した面積（3,200 m²）には及ばなかった。これは重機で河床を均す際に、計画していた土砂の厚み（0.1 m）にすることが難しく、計画よりも厚くなってしまったことが原因として考えられる。そのため、今後の造成では投入する土砂はある程度余裕を持った量を用意する必要があると考えられる。

河床の貫入度は、造成前後で 9.5 ± 1.4 cm ($n=100$) から 15.1 ± 1.8 cm ($n=100$) となり（図14）、河床は柔らかくなった。粒度組成は、砂泥（粒径<4 mm）が13%から3%に、砂利（4 mm–50 mm）が27%から44%に、石（50 mm–250 mm）が53%から51%に、巨石（250 mm–500 mm）が7%から2%になった（図15）。礫の浮き石率（浮き石の割合）は95%から100%となった。水深は土砂の供給により 55.4 ± 6.7 cm ($n=45$)

から 39.0 ± 8.1 cm ($n=45$) と浅くなり、流速は 113.6 ± 21.6 cm/s ($n=450$) から 95.1 ± 20.0 cm/s ($n=450$) に低下した（付表1）。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と考えられる。

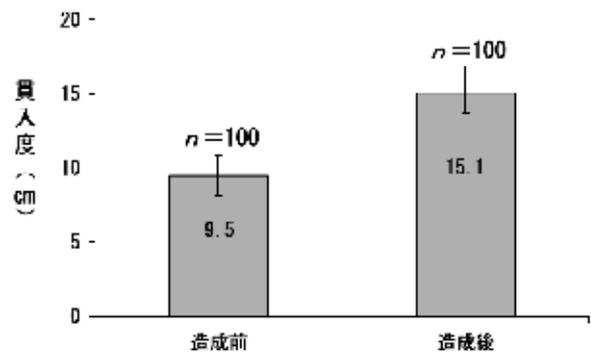


図14. 2023年造成前後の長良の瀬における貫入度
図中の数値は平均を、バーは標準偏差を示す。

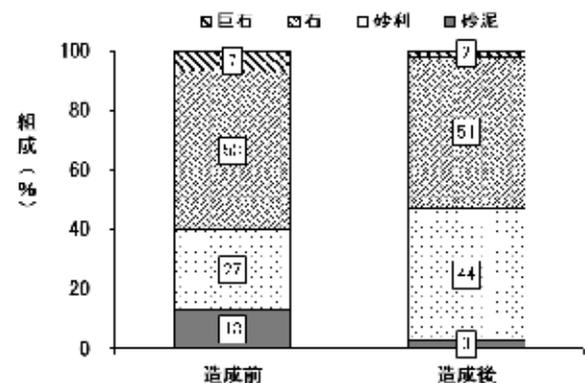


図15. 2023年造成前後の長良の瀬における礫の粒度組成

2024年産卵場造成 当初の計画では、バックホー、キャリアダンプにより土砂を造成予定範囲内へ運搬させ、ブルドーザにより河床を均す予定であった。しかし、当日（10月23日）は水位が高く（長良観測所、1.22 m）、キャリアダンプが入水できず土砂の運搬が困難となったため、代わりにブルドーザで土砂を押し広げようとしたが（図16）、水中の河床の様子が確認できないことから作業を中断した。2日後の10月25日に作業を再開した（長良観測所、0.94 m）。ブルドーザにより河床表面の砂抜きを行いながら河床を均した（図16）。また、上記作業により造成範囲内に流れ込む水量が減少したため、オペレーターと相談し、バックホーを用いて造成範囲の上流側に土砂を盛って簡易的な導流堤を造ることで、造成範囲内に流れを呼び込む工夫を施した（図3）。



図 16. 2024 年の産卵場造成の作業の様子
 A: 造成に使用した土砂, B: 造成範囲に土砂を運搬する作業 (10 月 23 日, 高い水位のため中断), C: 造成範囲内に土砂を広げる作業 (10 月 23 日), D: 砂抜きと均しの作業 (10 月 25 日)

造成した範囲を図 3 に示す. 造成面積は 2,578 m² であり, 当初計画した目標 (3,000 m² 以上) には及ばなかった. また, 造成した範囲が造成前調査の調査範囲よりも 1 区画分上流側にずれてしまったため, 調査ラインを造成後調査では上流側に新たに 1 区画分を設定し, A~E (造成前調査ライン) から, A+~D (造成後調査ライン) に変更した (図 17).



図 17. 2024 年の造成後調査の調査ライン
 橙色の枠で囲まれた範囲は造成予定範囲を示す. A+は新たに設置した調査ライン.

河床の貫入度は, 造成前後で 11.2±2.4 cm (n=150) から 14.8±2.0 cm (n=150) となり (図 18), 河床は柔らかくなった. 粒度組成は, 砂泥 (粒径<4 mm) が 12.0%から 8.7%に, 砂利 (4 mm–50 mm) が 22.0%から 41.3%に, 石 (50 mm–250 mm) が 60.0%から 44.0%に変化したが, 巨石 (250 mm–500 mm) は 6.0%から変化しなかった (図 19). 礫の浮石率は 95%から 100%となった. 水深は土砂の供給により 57.9±9.0 cm

(n=45) から 51.4±10.4 cm (n=45) と浅くなった. 流速は流れを引き込む作業を行ったため, 113.3±22.0 cm/s (n=450) から 121.4±24.8 cm/s (n=450) に速まった (付表 2). また, 造成後の調査中には多くの遊泳するアユと産着卵が確認された (図 20). 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と考えられる.

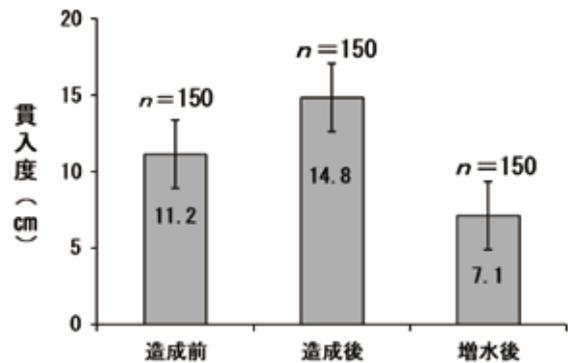


図 18. 2024 年の造成前後, 増水後の長良の瀬における貫入度

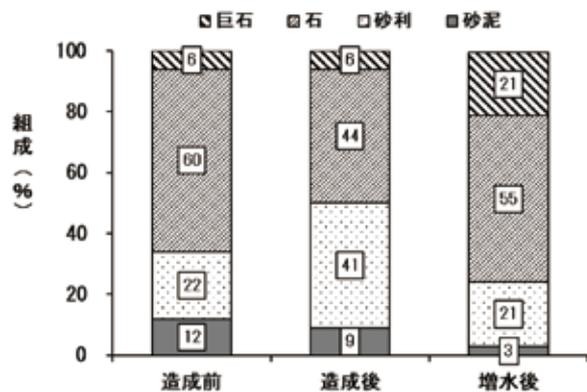


図 19. 2024 年の造成前後, 増水後の長良の瀬における礫の粒径組成



図 20. 2024 年の造成後調査時に確認された長良の瀬のアユの産着卵

2023年の長良の瀬の造成範囲について 2023年造成後の調査で行った長良の瀬における産卵面積は1,899 m²で、利用率は造成範囲の63%であった。貫入度は、上流・中流・下流の3区分で比較すると、それぞれ15.6±1.8 cm (n=34), 14.9±1.8 cm (n=34), 14.8±1.7 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21)。また、造成範囲を15区画に区切り、その区画ごとに産卵面積の割合がおおむね6割以上を1等地、6割未満を2等地として等級分けし(図22)、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±7.1 cm (n=30), 40.7±9.9 cm (n=15)であり(図23)、有意差は認められなかった(マンホイットニーのU検定, U=180, p=0.28)。流速はそれぞれ99.6±18.4 cm/s (n=30), 86.1±15.0 cm/s (n=15)であり(付表1)、有意差が認められた(U=314, p=0.03)。アユの産卵場に適した河床材料の粒径とされている¹⁾砂利の割合は1等地のほうが10%程度高かった。これらの結果から、2等地となった理由として流速、粒度組成が関係している可能性があるが、ほかの要因も含めて今後検討が必要である。

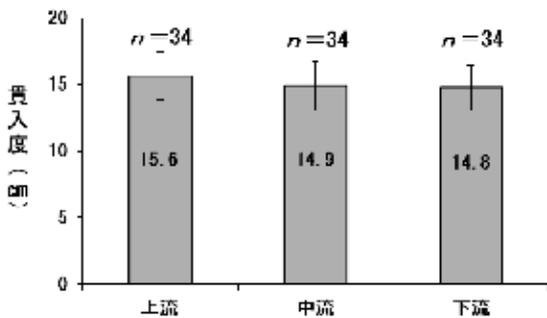


図21. 2023年の長良の瀬の造成範囲内における上流、中流および下流の貫入度

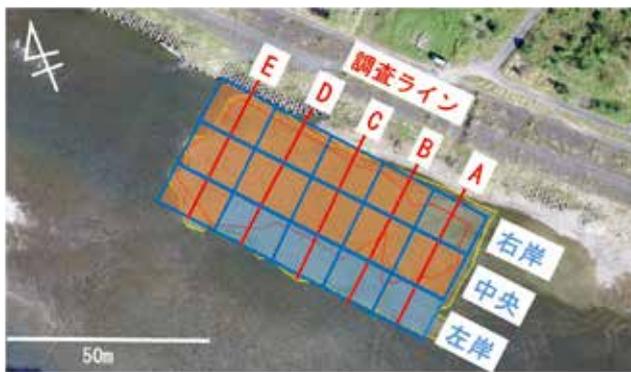


図22. 2023年の長良の瀬の造成範囲内の等級分け色は1等地、青色は2等地を示す

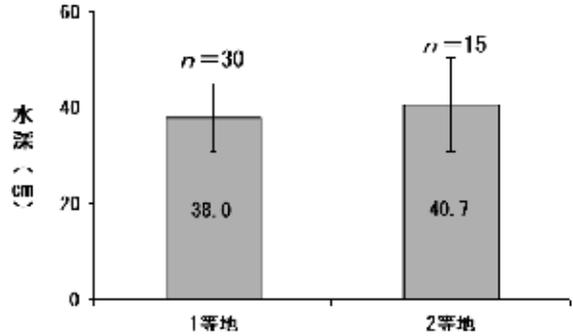


図23. 2023年の長良の瀬の造成範囲内の1等地および2等地の水深

2024年11月2日の大雨による造成範囲への影響 2024年の造成後、11月2日の大雨により江の川長良観測所で最大水位10mを超える増水が観測された(図24)。これにより造成範囲の河床の状態が変化することが考えられたため、2024年11月25日に造成後調査と同じ範囲で再び調査を行った。増水後の調査時の水位は0.73mであった。調査の結果、増水後の貫入度は、7.1±2.0 cm (n=150)であり、造成前後の河床よりも硬く締まっていた(図18)。礫の粒度組成は砂泥(粒径<4mm)が3.3%、砂利(4mm-50mm)が21.3%、石(50mm-250mm)が54.7%、巨石(250mm-500mm)が20.7%であり、造成前後と比較して石と巨石の割合が増加していた(図20)。水深は65.3±11.4 cm (n=45)で造成前(57.9±9.0 cm)、造成後(51.4±10.4 cm)と比較して深くなった(付表2)。礫の浮き石率は98%で、流速は121.4±18.6 cm/s (n=450)であり、造成前(95%, 113.3±22.0 cm/s)と造成後(100%, 121.4±24.8 cm/s)と比較して大きな変化は見られなかった(付表2)。これらの結果から河床の状態は造成の効果で一旦は改善されたが、大雨による増水により造成前よりも悪化したと考えられる。

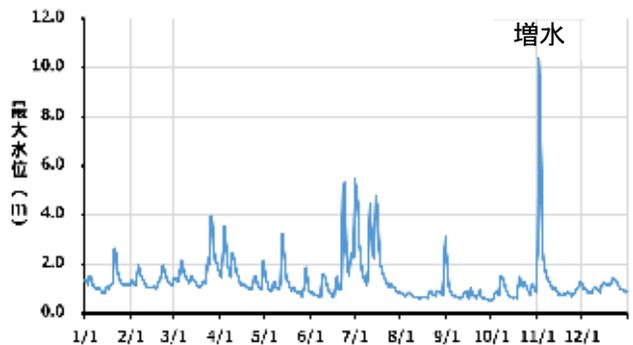


図24. 2024年長良観測所における1年間の水位変化

謝辞

国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所には産卵場造成を実施していただいた。中国電力株式会社東部水力センター邑智事務所には産卵場造成に必要な河床材料の提供でご支援いただいた。近自然河川研究所の有川 崇 代表には2023年の産卵場造成を計画する上でご助言をいただいた。島根県水産技術センターの沖野 晃 漁業生産部長には2023年の産卵場事前調査でご協力いただいた。ここに記して深く感謝を申し上げる。

文献

- 1) 高橋勇夫:天然アユが育つ川. 築地書館, 東京, 2009, pp. 194.
- 2) 竹門康弘:水域の棲み場所を考える,「棲み場所の生態学」, 平凡社, 東京, 1995, pp. 11-66.
- 3) 石井 徹:貫入度. アユの産卵場づくりの手引き(魚類再生産技術開発調査報告書), 全国内水面漁業協同組合連合会, 1993, pp. 228.
- 4) 高橋勇夫, 寺門弘悦, 村山達朗:島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について, 島根水技セ研報, **2**, 39-48 (2009).
- 5) 高橋勇夫, 寺門弘悦, 村山達朗:島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について-II. 島根水技セ研報, **3**, 69-84 (2011).
- 6) 高橋勇夫, 寺門弘悦, 曾田一志, 安木 茂, 沖野 晃:2012年の江の川におけるアユ産卵場造成について. 島根水技セ研報, **6**, 19-29 (2014).
- 7) 寺門弘悦, 谷口祐介, 沖野 晃, 二本木俊二:2022年の江の川におけるアユ産卵場造成と産卵状況. 島根水技セ研報, **16**, 9-16 (2024).
- 8) 国土交通省, 国立研究開発法人土木研究所:水文観測(平成14年度版).
https://www.pwri.go.jp/team/hydro_eng/h14suimon.html, 2026年1月8日.
- 9) 高橋勇夫:産卵場造成の必要性和その実際. 天然アユを増やすと決めた漁協のシンポジウム第1回天竜川大会記録集, 天然アユ保全ネットワーク, 2007, pp. 11-18.

付表 1. 2023 年造成範囲の平均水深と平均流速（上段:造成前，下段:造成後）赤枠部分は 1 等地を示す

造成前		ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E			
上流	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
下流	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		ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E			
上流	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
下流	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

付表 2. 2024 年造成範囲の平均水深と平均流速（上段:造成前，中段:造成後，下段:増水後）

造成前		ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			ライン E			
上流	右岸	水深 (cm)	34.0	45.0	49.0	44.0	50.0	55.0	53.0	61.0	59.0	54.0	62.0	60.0	41.0	61.0	66.0
		流速 (cm/s)	40.3	72.8	87.6	99.8	102.0	111.1	99.3	115.4	98.0	130.1	139.0	129.8	116.2	136.0	130.3
中央		水深 (cm)	59.0	45.0	36.0	50.0	60.0	58.0	64.0	67.0	68.0	70.0	58.0	64.0	64.0	62.0	68.0
		流速 (cm/s)	93.0	109.6	109.0	80.3	95.9	90.5	103.4	106.6	126.8	131.9	146.0	136.3	137.2	150.9	130.2
下流	左岸	水深 (cm)	45.0	32.0	51.0	64.0	70.0	67.0	66.0	60.0	62.0	66.0	64.0	60.0	70.0	71.0	72.0
		流速 (cm/s)	82.8	90.9	62.8	155.5	132.0	91.7	130.5	135.3	98.2	126.8	119.9	112.1	132.6	144.3	126.3
造成後		番号	ライン A+			ライン A			ライン B			ライン C			ライン D		
上流	右岸	水深 (cm)	44.0	39.0	45.0	33.0	46.0	47.0	58.0	54.0	59.0	58.0	54.0	57.0	45.0	53.0	57.0
		流速 (cm/s)	94.8	110.0	83.6	75.3	103.3	98.6	84.1	94.2	107.4	107.6	127.6	122.9	154.1	162.2	131.9
中央		水深 (cm)	30.0	30.0	34.0	41.0	44.0	40.0	55.0	53.0	56.0	61.0	58.0	50.0	45.0	47.0	53.0
		流速 (cm/s)	94.2	97.5	105.0	107.5	97.6	117.2	102.0	115.0	101.9	107.4	124.5	133.3	140.8	161.3	153.3
下流	左岸	水深 (cm)	24.0	45.0	44.0	62.0	64.0	68.0	68.0	63.0	61.0	48.0	69.0	75.0	60.0	56.0	61.0
		流速 (cm/s)	131.2	119.2	126.6	89.2	101.6	113.0	135.8	132.0	127.1	166.0	160.4	148.6	163.2	173.4	159.3
増水後		ライン A+			ライン A			ライン B			ライン C			ライン D			
上流	右岸	水深 (cm)	41.0	50.0	49.0	58.0	46.0	39.0	61.0	65.0	67.0	67.0	62.0	55.0	53.0	63.0	67.0
		流速 (cm/s)	75.5	96.0	91.9	106.5	104.8	93.6	92.0	111.0	107.9	129.3	128.5	119.6	130.4	141.9	120.0
中央		水深 (cm)	45.0	50.0	57.0	67.0	67.0	60.0	70.0	72.0	67.0	73.0	77.0	69.0	68.0	77.0	67.0
		流速 (cm/s)	105.7	123.2	119.1	115.3	108.6	100.8	111.3	125.0	124.9	142.5	131.0	136.7	143.5	138.0	162.4
下流	左岸	水深 (cm)	55.0	62.0	60.0	68.0	69.0	71.0	75.0	82.0	86.0	85.0	88.0	83.0	74.0	78.0	73.0
		流速 (cm/s)	106.1	105.7	90.7	125.2	119.0	105.6	123.5	133.7	142.5	147.3	137.0	146.9	144.3	154.7	142.2