

溪流魚人工産卵河川における産卵場整備での砂利の使用量

岸 大弼, 上田利章¹, 徳田幸憲², 徳原哲也

Amount of gravel added to a spawning ground in two artificial spawning channels of stream-dwelling salmonid constructed in Gifu, central Japan

DAISUKE KISHI, TOSHIKI UEDA, YUKINORI TOKUDA AND TETSUYA TOKUHARA

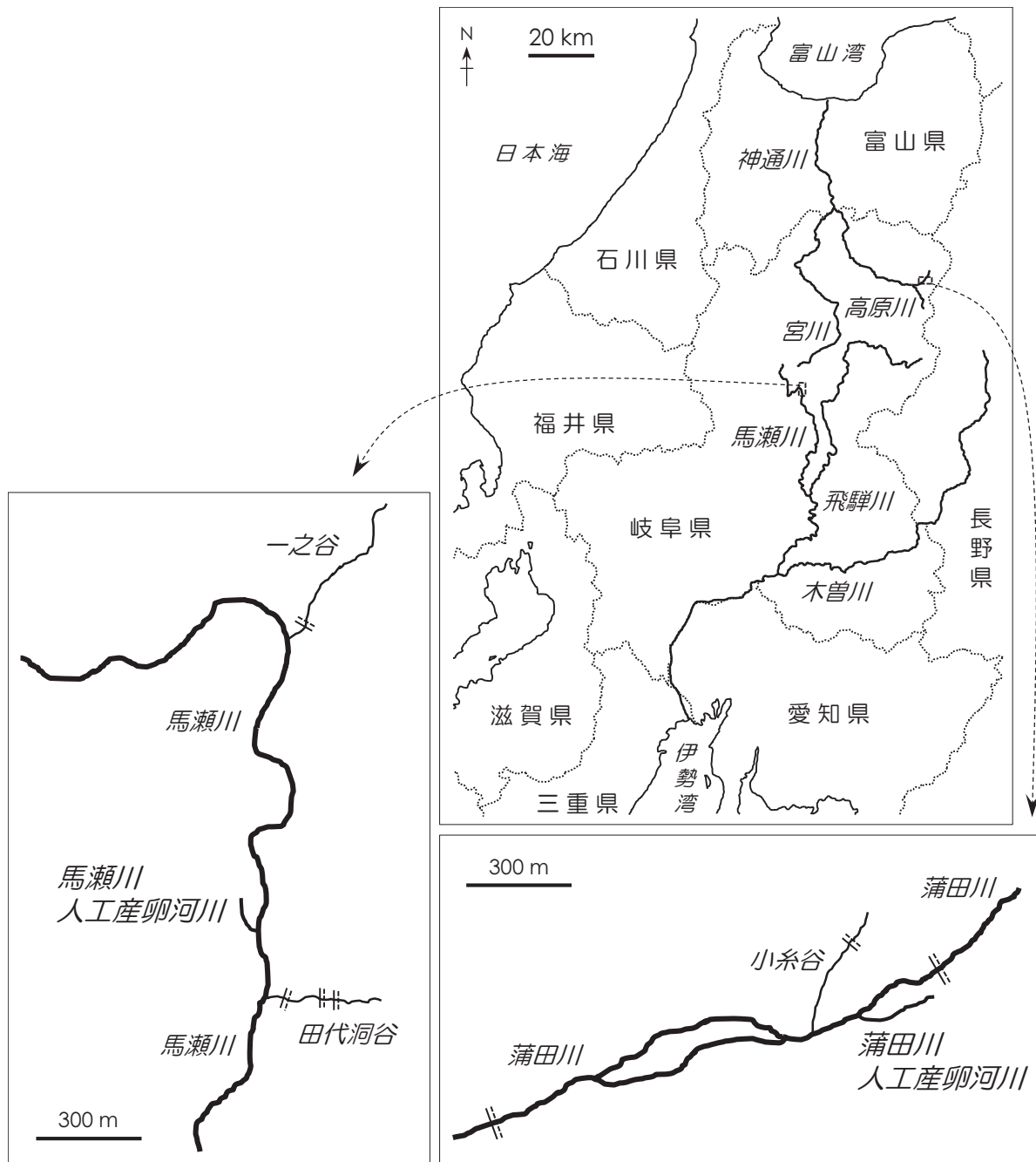
サケ科魚類の人工産卵河川は、野生個体の自然繁殖の補助を目的として、旧河道または水路の転用、あるいは新規掘削により流路を造成した後、水制工の設置と砂利の敷設を実施して産卵に適した水深・流速・河床材料を整備したものである。これは1950年代に北米で確立された技術で、ダムを設置によって本来の産卵場まで遡上できなくなったカラフトマス (*Oncorhynchus gorbusha*) やサケ (*O. keta*) など遡河回遊性サケ科魚類の代替産卵場として造成されてきた (Lucas, 1960; MacKinnon et al., 1961; Pollock, 1969)。この造成技術は、国内では主に河川陸封性のイワナ (*Salvelinus leucomaenis*) に応用されており、これまでに岐阜県の神通川水系・九頭竜川水系・木曾川水系、長野県の天竜川水系、山梨県の富士川水系の計5箇所人工産卵河川が造成されている (中村ほか, 2009; 沢本, 2009; 石徹白漁業協同組合, 2011; 山梨県水産技術センター, 2013; 岸・徳原, 2017)。

人工産卵河川では、単に導水するだけでは産卵適地が形成されないため、産卵場の整備が必要である (岸・徳原, 2017)。国内の人工産卵河川における産卵場の整備は、自然河川における人工産卵場の整備方法 (中村1999b) を流用して、底面の掘削、堆積土砂の除去、水制工の代替として礫止め石の配置を実施した後、そのすぐ上流側の下層に大礫および上層に砂利を敷設するという手順で行われている (中村・飯田, 2009)。これらの資材のうち礫止め石と大礫は前年の産卵場整備で敷設したものを回収して再使用することが可能だが、砂利は堆積土砂を除去する際に整備地点から流失することが多く、全量の回収と再使用は困難である。そのため、毎年、砂利を周辺の河川で採取するか、市販のものを購入して事前に用意しておく必要がある。整備当日の作業では、この砂利を仮置き場から整備地点まで短距離ながらも人力で運搬するため、相応の従事者数と時間が不可欠である。産卵場整備を円滑に実施するためには、砂利の使用量を事前に把握し、それに応じた従事者数あるいは作業内容を検討しておく必要がある。自然河川における産卵場整備の事例では、単位面積当たりの砂利の体積が提示されている (中村, 2007)。しかし、人工産卵河川における産卵場整備については、定量的に評価した事例がなく、砂利の使用量は経験則によって判断されているのが現状である。そこで本課題では、砂利の使用量を明らかにするため、岐阜県内の2箇所の人工産卵河川において整備作業中の砂利の運搬状況を調査し、産卵場1 m²あたりの砂利の重量および体積を算定した。

キーワード：イワナ *Salvelinus leucomaenis*、野生個体、自然繁殖、河床材料

1 馬瀬川上流漁業協同組合

2 高原川漁業協同組合



第1図 馬瀬川人工産卵河川（下呂市馬瀬川上）および蒲田川人工産卵河川（高山市奥飛騨温泉郷）の位置

材料と方法

産卵場の整備作業および砂利の使用量の調査は、2009年9月25・26日に下呂市馬瀬川上（かおれ）の人工産卵河川および2015年10月24日に高山市奥飛騨温泉郷の人工産卵河川において実施した（第1図）。本課題では、前者を馬瀬川人工産卵河川、後者を蒲田川人工産卵河川と表記する。

馬瀬川人工産卵河川は、隣接する国道257号かおれト

ンネル（2007年11月開通）からの湧水を水源とするもので、木曾川水系飛騨川支流の馬瀬川に流入する全長85mおよび平均水面幅3.65mの流路である（岸・徳原，2017）。この湧水は2007年以降、コンクリート水路を経て馬瀬川の河川敷にあった分流の跡に排出されており、調査を実施した2009年には本流に合流するまでの区間長85mの流路がすでに形成されていた。本課題では新規掘削を行わず、未利用の状態だったこの流路を人工産卵河川に転用し、流路内の上流寄り55mの区間に6箇所の産卵場を



第2図 馬瀬川人工産卵河川 (A) および蒲田川人工産卵河川 (B) における砂利の運搬と敷設作業

整備した。産卵場の整備作業は、岐阜県河川環境研究所（現在は岐阜県水産研究所）が馬瀬川上流漁業協同組合と共同で実施した。整備した6箇所の平均面積および標準偏差は $3.75 \pm 0.59 \text{ m}^2$ （範囲 $3.00\text{--}4.25 \text{ m}^2$ ）で、計 22.5 m^2 だった。砂利の運搬状況の調査は、これら全6箇所の産卵場を対象に実施した。馬瀬川人工産卵河川における産卵場の整備作業には、単粒度碎石（粒径 $10\text{--}30 \text{ mm}$ ）を使用した。この砂利は、現場付近の仮置き場から産卵場の整備地点までプラスチックコンテナ（底面内径 $60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ 、深さ 40 cm ）に入れて運搬した（第2図）。コンテナに入れる砂利の深さは 10 cm あるいは 20 cm とし、運搬1回あたりの体積を 0.024 m^3 あるいは 0.048 m^3 とした。上流から1・2・6番目の産卵場には、1回あたり 0.024 m^3 を従事者2名で運搬した。3・4・5番目の産卵場は、1回あたり 0.048 m^3 を従事者4名で運搬した。各産卵場の砂利の体積は、運搬回数に 0.024 m^3 あるいは 0.048 m^3 を乗じて算定した。さらに産卵場の面積で除して 1 m^2 あたりの砂利の体積を算定した。また、砂利の体積を重量に換算するため、10リットルのバケツを使用して仮置き

場の砂利を10回採取して重量を毎回測定し、平均重量を算出した。これにより体積から重量への換算式を作成し、前記の産卵場1箇所あたりおよび 1 m^2 あたりの砂利の体積を重量に、ならびに全6箇所の産卵場の砂利の総体積を重量に換算した。

蒲田川人工産卵河川は、隣接する小支流の表流水および堰堤の水平ボーリング穴からの流出水を水源とするもので、神通川水系高原川支流の蒲田川に流入する全長 270 m および平均水面幅 1 m の流路である（中村ほか，2009；高橋ほか，2013）。この人工産卵河川では、2005年に蒲田川左岸側の小支流の跡を転用して流路が造成されて以降、災害によって取水施設が破損した一部の年を除いて、毎年10月に高原川漁業協同組合の組合員および市民ボランティアにより産卵場の整備作業が実施されている。2015年はこの流路内の上流寄り 200 m の区間に20箇所の産卵場を整備し、本課題ではこのうち8箇所（上流から1・2・4・15・16・17・19・20番目）の産卵場において砂利の運搬状況を調査した。調査した8箇所の平均面積および標準偏差は $1.34 \pm 0.28 \text{ m}^2$ （範囲 $1.08\text{--}1.80 \text{ m}^2$ ）で、計 10.72 m^2 だった。なお、整備した全20箇所の平均面積および標準偏差は $1.24 \pm 0.39 \text{ m}^2$ （範囲 $0.77\text{--}2.15 \text{ m}^2$ ）で、計 24.75 m^2 だった。

蒲田川人工産卵河川における整備作業でも、単粒度碎石（粒径 $10\text{--}30 \text{ mm}$ ）を使用した。この砂利は、運搬直前に現場付近の仮置き場で土嚢袋（ $60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ ）に入れ、従事者1名につき1個ずつ産卵場の整備地点へ運搬した（第2図）。整備作業には女性や未成年者も参加しているため、土嚢に入れる砂利は一定量とせず、従事者の体格・年齢・性別に応じて量を調節した。無作為に抽出した土嚢30個の砂利の平均重量および標準偏差は $9.3 \pm 2.0 \text{ kg}$ （範囲 $5.4\text{--}12.3 \text{ kg}$ ）だった。各産卵場における砂利の重量は、運搬した土嚢の個数に平均重量 9.3 kg を乗じて算出した。さらに産卵場の面積で除して、 1 m^2 あたりの砂利の重量を算定した。砂利は馬瀬川人工産卵河川と同程度の粒径のものを使用しているが、産地が同一ではないため、重量と体積との換算式を別途作成した。蒲田川人工産卵河川でも10リットルのバケツを使用して仮置き場の砂利を10回採取して重量を毎回測定し、平均重量を算出した。これにより重量から体積への換算式を作成し、前記の産卵場1箇所あたりおよび 1 m^2 あたりの砂利の重量を体積に換算した。また、産卵場 1 m^2 あたりの重量から全20箇所の産卵場（計 24.75 m^2 ）へ運搬した砂利の総重量を算定するとともに、それを体積に換算した。

第 1 表 馬瀬川人工産卵河川および蒲田川人工産卵河川に整備した産卵場における砂利の使用量の平均±標準偏差（下段の括弧内の値は範囲）

名称	調査年	産卵場 1 箇所あたり			産卵場 1 m ² あたり	
		面積 (m ²)	砂利 (kg)	砂利 (m ³)	砂利 (kg)	砂利 (m ³)
馬瀬川	2009	3.75±0.59	450.0±170.8	0.316±0.120	117.9±33.4	0.083±0.023
人工産卵河川		(3.00-4.25)	(273.4-683.5)	(0.192-0.480)	(85.4-170.9)	(0.060-0.120)
蒲田川	2015	1.34±0.28	160.8±42.5	0.128±0.034	120.9±24.2	0.096±0.019
人工産卵河川		(1.08-1.70)	(120.3-231.4)	(0.096-0.184)	(80.5-162.0)	(0.064-0.129)

結果および考察

砂利 10 リットルあたりの重量は、馬瀬川人工産卵河川で使用したものの平均および標準偏差は 14.2±0.2kg（範囲 14.0-14.7kg）、蒲田川人工産卵河川で使用したものの平均および標準偏差は 12.6±0.8kg（範囲 11.3-13.4kg）だった。本課題では、これらの平均重量をもとに馬瀬川人工産卵河川は 1 m³=1424.0kg（1000kg=0.702 m³）、蒲田川人工産卵河川は 1 m³=1255.0kg（1000kg=0.797 m³）と換算した。

馬瀬川人工産卵河川では、上流から 1・2・6 番目の産卵場に 1 回あたり体積 0.024 m³ の砂利をコンテナでそれぞれ 9・10・8 回運搬した。上流から 3・4・5 番目の産卵場には、1 回あたり体積 0.048 m³ 砂利をコンテナでそれぞれ 10・7・9 回運搬した。運搬した砂利は、産卵場 1 箇所あたり平均 0.316 m³ で、重量に換算すると 450.0kg だった（第 1 表）。また、産卵場 1 m² あたりの体積は平均 0.083 m³ で、重量に換算すると 117.9kg だった。全 6 箇所の産卵場（計 10.72 m²）で使用した砂利の総体積 1.896 m³ で、重量に換算すると 2699.9kg だった。

蒲田川人工産卵河川では、調査対象の 8 箇所の産卵場（上流から 1・2・4・15・16・17・19・20 番目）にそれぞれ 14・14・13・14・22・25・16・21 個の土嚢を運搬し、平均および標準偏差は 17.4±2.6 個だった。運搬した砂利は、産卵場 1 箇所あたり平均重量は 160.8kg と算定され、体積に換算すると 0.128 m³ だった（第 1 表）。また、産卵場 1 m² あたりの平均重量は平均 120.9kg で、体積に換算すると 0.096 m³ だった。全 20 箇所の産卵場（計 24.75 m²）へ運搬した砂利の総重量は、産卵場 1 m² あたりの平均重量 120.9kg をもとに算定すると 2993.4kg（平均重量 9.3kg の土嚢 323.4 個分に相当）で、体積に換算すると 2.385 m³ だった。

産卵場 1 箇所あたりの砂利の平均重量（平均体積）は、

馬瀬川人工産卵河川の 450.0kg（0.316 m³）に対して、蒲田川人工産卵河川は 160.8kg（0.128 m³）と 2.5 倍程度の差があった。これは、馬瀬川人工産卵河川が蒲田川人工産卵河川より水面幅が大きい分、整備した産卵場が単に広がったためである。産卵場 1 m² あたりの砂利の平均重量（平均体積）は、馬瀬川人工産卵河川で 117.9kg（0.083 m³）、蒲田川人工産卵河川で 120.9kg（0.096 m³）と概ね同程度だった。これらの結果から、人工産卵河川における産卵場の整備に必要な砂利の量は、産卵場 1 m² あたり 120kg（0.09 m³）が目安といえる。

謝 辞

本課題では、岐阜県河川環境研究所（当時）の職員諸氏、馬瀬川上流漁業協同組合および高原川漁業協同組合の組合員諸氏の支援を受けた。馬瀬川人工産卵河川における資材の準備では、岐阜県下呂土木事務所に協力を仰いだ。また、蒲田川人工産卵河川における産卵場の整備作業では、市民ボランティアの方々にも協力していただいた。ここに記して感謝する。

要 約

1. 砂利は、馬瀬川人工産卵河川で使用したものは 1 m³=1424.0kg（1000kg=0.702 m³）、蒲田川人工産卵河川で使用したものは 1 m³=1255.0kg（1000kg=0.797 m³）と換算された。
2. 産卵場 1 m² あたりの砂利の平均重量（平均体積）は、馬瀬川人工産卵河川で 117.9kg（0.083 m³）、蒲田川人工産卵河川で 120.9kg（0.096 m³）と概ね同程度だった。
3. 人工産卵河川における産卵場の整備に必要な砂利の量は、1 m² あたり 120kg（0.09 m³）が目安として提示

された。

文 献

- 石徹白漁業協同組合. 2011. 溪流魚産卵用人工河川事業報告書. 石徹白漁業協同組合, 岐阜県郡上市.
- 岸 大弼・徳原哲也. 2017. 岐阜県下呂市馬瀬に整備された人工産卵河川の物理環境およびイワナの産卵状況. 応用生態工学, 19: 221-231.
- Lucas, K. C. 1960. The Robertson Creek spawning channel. *Can. Fish Culturist*, 27: 3-23.
- MacKinnon, D., L. Edgeworth and R. E. McLaren. 1961. An assessment of Jones Creek spawning channel 1954-1961. *Can. Fish Culturist* 30: 1-14.
- 中村智幸. 2007. イワナをもっと増やしたい! 「幻の魚」を守り, 育て, 利用する新しい方法. フライの雑誌社, 東京.
- 中村智幸・飯田 遥. 2009. 水産総合研究センター叢書

- 守る・増やす溪流魚. 農山漁村文化協会, 東京.
- 中村智幸・徳田幸憲・高橋剛一郎. 2009. 人工産卵河川におけるイワナの産卵と当歳魚の動態. 応用生態工学, 12: 1-12.
- Pollock, R. D. 1969. Tehana-Colusa Canal to serve as spawning channel. *Progressive Fish-Culturist*, 31: 123-130.
- 沢本良宏. 2009. 遠山川に造成した人工産卵河川. 長野県水産試験場水産だより, 30: 3.
- 高橋剛一郎・徳田幸憲・中村智幸. 2013. 人工産卵場における粒径組成とイワナの産着卵の生残について. 砂防学会誌, 66: 40-44.
- 山梨県水産技術センター. 2013. 溪流魚の生息場所の造成・復元技術の開発. 水産総合研究センター増養殖研究所内水面研究部 (編), pp.166-199. 渓流域資源増大技術開発事業研究報告書. 水産庁, 東京.