

資料

2011年の高津川におけるアユ産卵場造成について

寺門弘悦¹・曾田一志²・安木 茂¹・村山達朗³

Maintenance of spawning ground of Ayu, *Plecoglossus altivelis altivelis*,
in the Takatsu River, Shimane Prefecture in 2011

Hiroyoshi TERAKADO, Kazushi SOTA, Shigeru YASUGI and Tatsuro MURAYAMA

キーワード：アユ，産卵，産卵場造成，高津川

はじめに

島根県西部にある高津川では、天然アユ資源を増大させるために、高津川漁業協同組合が降下・産卵期の禁漁による親魚保護に取り組んでいる。しかし、近年の夏季から秋季にかけての少雨傾向(図1)と、堰堤等の河川構造物による砂利供給量の不足により、下流部のアユ産卵場の河川環境は年々悪化し、自然状態では良好な産卵場が形成されにくい状況にある。そこで、高津川のアユの主要産卵場の機能回復を「造成」によって図り、さらにそこでの産卵状態を検証することを目的として調査を行った。

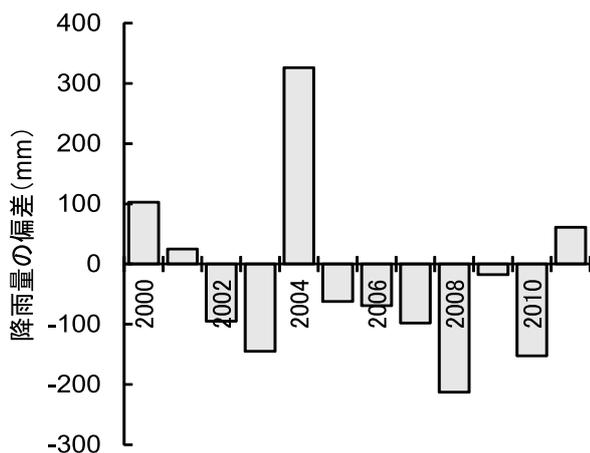


図1. 高津川下流域における2000年代の9～11月の降雨量の年平均偏差(益田観測所の降雨量¹⁾を元に作成, 平年値は1985～2011年の平均値)

資料と方法

1. 産卵場事前調査

2011年9月26日に高津川の主要なアユ産卵場である虫追(むそう)の瀬、長田の瀬および猿猴(えんこう)の瀬(図2)において、潜水調査により河床の状態(底質、礫のサイズ組成、河床硬度等)を観察した。また、陸上からは河原の礫のサイズ組成や流路形状を観察した。さらに、虫追の瀬および猿猴の瀬では、全内漁連の手法²⁾に準じて、河床硬度の指標として「シノによる貫入度」を測定した。すなわち、土木工事用の鋼製シノを河床に突き刺し、その潜った深さを貫入度とした。

2. 産卵場造成

1) 造成場所と方法の決定 事前調査で得られた河床の状態、造成地周辺の小石の埋蔵状況等の情報をもとに造成方法を検討し、高津川漁業協同組合と協議のうえ、造成場所を決定し、2011年10月11日～12日に造成を行った。

2) 河床硬度の確認 全内漁連の手法²⁾に準じて、浮石状態の目安となる河床硬度を「シノによる貫入度」により測定した。虫追の瀬では、流向に対して垂直に3本のライン上の23～31点(合計79点)で測定した。また、長田の瀬も同様に4本ライン上の5～7点(合計24点)で測定した。

¹漁業生産部 Fisheries Productivity Division

²内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

³農林水産部水産課 Fisheries Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries

3. 産卵場事後調査

造成から22日後の2011年11月4日に産卵状況の調査を実施した。調査範囲は、造成を行った虫追の瀬および長田の瀬、自然産卵場である猿猴の瀬であった。産着卵が確認された範囲にポールを立て、GPS (GPSMAP60CSx, Garmin社) で取得した位置情報からGISソフトウェアである地図太郎 (Version6.10, 東京カートグラフィック株式会社) の面積測量機能により産卵面積を測量した。

また高橋らの手法³⁾に従い、産卵場内で無作為に選択したアユ産卵床における産着卵の埋没深を測定した。調査点数は、虫追の瀬で3ライン15点、長田の瀬で6ライン18点、猿猴の瀬で4ライン20点であった。さらに、これらの調査に加えて、2010年に高津川漁協組合員がアユの産卵行動を目撃した場所 (高角の瀬と称す) で産着卵の有無を確認する調査を2011年11月9日に行った。高角の瀬は、猿猴の瀬よりも下流にある高角橋の下流部に広がる瀬である (図2)。

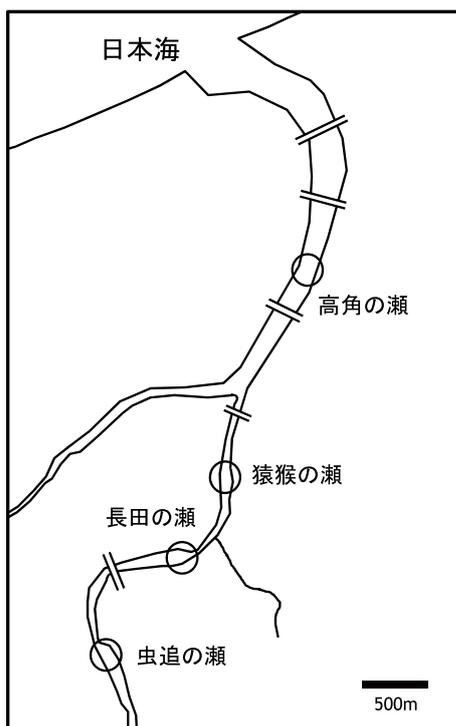


図2. 高津川における調査地点

結果と考察

1. 産卵場事前調査

1) 河床の状態

虫追の瀬 2009年以降、毎年造成を行っている場所である。左岸側の流れが強く、右岸側は大きく

袋状に広がり、その下流部に約2,000m²の流れが緩く水深の浅い瀬 (チャラ瀬) が形成されていた (図3)。チャラ瀬は左右で高低差があり、右岸側が高くなっていた。昨年 (2010年) は貫入度が平均9.7cmで、礫間に砂泥の混入が多かった⁴⁾が、2011年は貫入度が9~10cm (図4) で、昨年と同程度であり、礫間には粒径の細かな砂利が多く混入していた (図5)。その傾向は左岸側になるほど顕著になった。河床の礫組成は、2~5cmサイズが主体で20cm以上の大石も多かった。



図3. 虫追の瀬の概観 (矢印は流向を示す)

左岸側の流れが強く、右岸側の湾入部からチャラ瀬が形成されていた

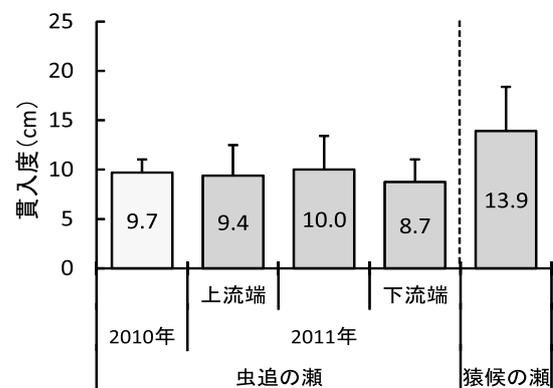


図4. 虫追の瀬および猿猴の瀬の貫入度 (造成前)

2010年の虫追の瀬の貫入度は高橋ら⁴⁾から引用



図5. 虫追の瀬の河床 (石の間は砂利の混入が酷い)

長田の瀬 2008年以降、毎年造成を行っている場所である。中央部で一本瀬となり、深掘れした形状であった(図6)。調査当日は水量が多く、左岸側の河原にも水が回りチャラ瀬を形成していたが、水量が少ないと袋状のトロ(流れが緩い場所)になると考えられた。河床の石は10～15cmの大石が多いが、それらを除去すると産卵に適した5cm以下の礫が出てきた(図7の左側)。また、左岸の河原の大石(20cm以上)を除去すると、産卵場の河床材料に適した5cm以下の礫が多かった(図7の右側)。



図6. 長田の瀬の概観(矢印は流向を表す)
中央部で一本瀬となっている



図7. 長田の瀬の左岸側の礫組成
(左)左岸側の湾入部,(右)左岸の河原

猿猴の瀬 2008年と2009年に造成を行った場所である。左岸側の流れが強く、右岸側は大きく袋状に広がり、その下流部にチャラ瀬が形成されていた(図8)。チャラ瀬の右岸側に10～20cmの大石が混ざるが、全体的には2～5cmの産卵に適した礫が多かった(図9)。また、貫入度が14cm(図4)であり、アユの産卵場として不適ではないと考えられた。



図8. 猿猴の瀬の概観(矢印は流向を表す)
左岸側の流れが強く、右岸側の湾入部からチャラ瀬が形成されていた



図9. 猿猴の瀬の河床

2. 産卵場造成

1) 産卵場造成の基本方針の策定

(1) 造成場所の選定

猿猴の瀬 造成する場合、導流堤の築堤および周辺から礫供給が必要と考えられたが、上流からの砂利供給が少ないことを考慮すると現時点での造成は困難と考えられた。また、面積は小さいが、産卵に適した部分もあるため、造成は避けた方が望ましいと判断した。

虫追の瀬 自然産卵場として機能し得る瀬が広がっているが、調査日の水量が平水より高かったことを考慮すると、今後は水量が減る可能性が高いこと(=産卵面積が減少)、大石や細かな砂利の混入は多いものの昨年(2010年)のような泥の混入が少なく、産卵に適した礫も十分あるため、造成によってより好適な産卵環境を整備することが望ましいと考えられた。近年、虫追の瀬は高津川のアユにとって主力の産卵場になっており、ここでの面積確保が重要であることから造成地として決定した。

問題点：

- ① 左岸に流れが極端に偏っており、水量が落ちると瀬全域に水が回らない。
- ② 産卵を阻害する大石（20cm以上）が多い。

造成方針：

- ① 導流堤・右岸の土手の設置、右岸の河床掘削により水を右岸側に回す。
- ② 河床表面（余り深くすると砂泥が多くなるので、深さは30cm程度、また、瀬肩を崩さないように）の砂泥・大礫を除去し、小砂利浮き石底をつくる。

河床の起伏を均して、出来る限りの産卵可能面積を確保する（幅80m×右岸側の長さ50mの三角形＝2,000㎡程度を目標とする）。

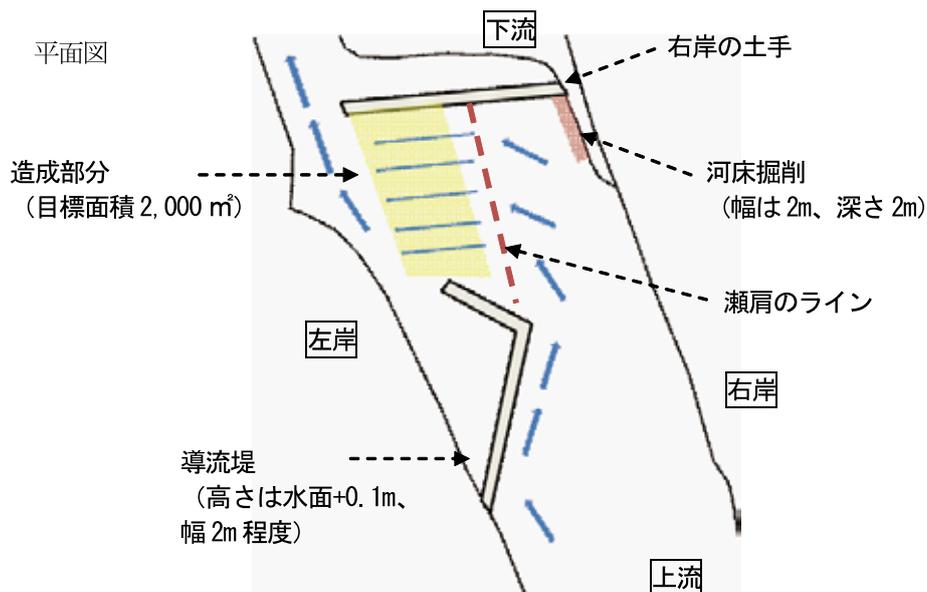
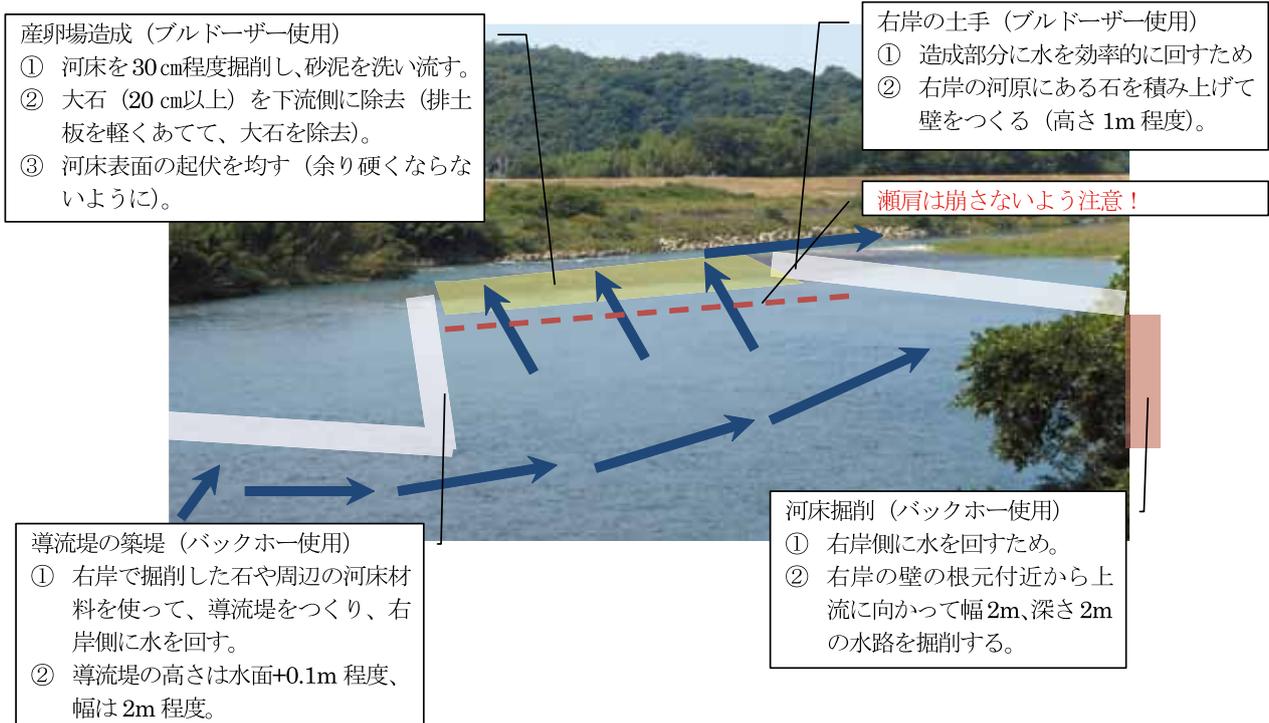


図10. 虫追の瀬造成プラン

問題点：

- ① 流れが強い一本瀬になっており産卵面積が少ない（大型の親魚しか産卵できない）
- ② 瀬肩の崩壊は河床低下を招くため、触れない。
- ③ 右岸の砂州は砂の供給源となる。

造成方針：

- ① 左岸側に水路をつくり、湾入部を拡張し、左岸の河原に水を回し産卵場を造成する。
- ② 河床表面の砂泥・大礫を除去し、小砂利浮き石底をつくる。
- ③ 河床の起伏を均して、出来る限りの産卵可能面積を確保する（幅 20m×長さ 50m＝1,000m²程度を目標とする）。

これまでの経験から右岸の砂州は砂の供給源となるため、表面上の礫を流心部に落とし込み、それが下流に堆積することで産卵場として利用されることを期待する。

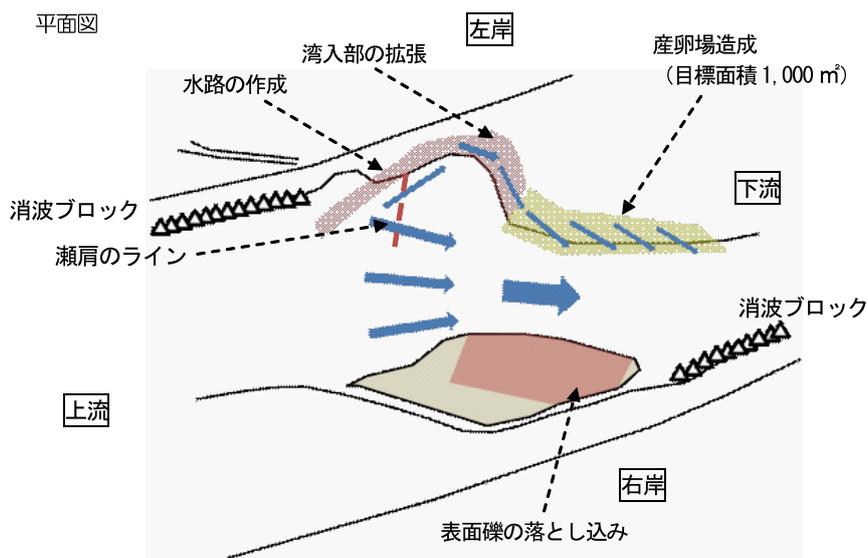


図11. 長田の瀬造成プラン

長田の瀬 一本瀬になっており産卵可能面積が少ないうえに、大型のアユしか産卵できないと考えられる。また、これまでの造成の経験から右岸側の砂州は砂の供給源となるため、そのまま生かし、左岸側を有効的に利用して産卵可能面積を広げることが望ましいと考えられた。

造成場所の決定 以上の条件をもとに高津川漁協と協議した結果、虫追の瀬と長田の瀬を造成することに決定した。

(2) 造成プラン 虫追の瀬および長田の瀬の造成プランをそれぞれ図10および図11に示した。高橋ら⁴⁾は、高津川の河川環境から期待されるアユの生息数（天然遡上が確実な水域に限定した場合）を天然遡上魚のみで達成するためには、約3,500m²の産卵場面積を目標値としている。したがって、虫追の瀬で2,000m²、長田の瀬で1,000m²の産卵場を造成し、残りを猿猴の瀬等の自然産卵場で満たす計画とした。

(3) 作業工程 作業工程を表1に示した。重機はバックホーとブルドーザーを使用し、作業は2日程度を要する計画とした。

表1. 産卵場造成の作業工程

日	時刻	バックホー	ブルドーザー
10月11日 (火)	8	打合せ (1hr)	
	9		
	10	右岸の河床掘削 (2hr)	右岸の土手づくり (2hr)
	11		
	12		
	13	導流堤の築堤 (4hr)	造成 (大石・砂泥の除去、起伏の均し) (6hr)
	14		
15			
16			
17			
10月12日 (水)	8	長田の瀬に移動	
	9	左岸の水路掘削 湾入部の拡張 (4hr)	長田の瀬に移動
	10		
	11		右岸砂州の表面礫 の落とし込み
	12		
	13	造成 (礫の選別、大石除去) (4hr)	造成 (砂泥の除去、起伏 の均し) (4hr)
	14		
15			
16			
17			
10月13日 (木)	8		
	9		
	10		
	11	予備時間	
	12		
	13		
	14		
15			
16			
17			

2) 産卵場造成の状況

策定した造成プランに従い、2011年10月11～12日に産卵場造成を実施した。使用した重機は、バックホーがKOBELCO SK200、ブルドーザーがCAT D5Gであった。オペレーターはこれらの操縦資格を有する高津川漁協の組合員であった。

(1) 虫追の瀬

以下の工程により虫追の瀬における造成を実施し、その状況を図12に示した。なお、全ての工程は10月11日に実施した。

【①導流堤の築堤】 造成予定面の左岸側上流に、造成面に水を回すための導流堤をバックホーで築堤した（作業時間3時間、以下同様）。

【②右岸側の土手の築堤】 ブルドーザーで造成面の右岸側に効率的に水を回すための土手を作った（1時間）。土手の材料は右岸の河原の石を用いた。

【③造成面右岸側の天地返し】 土手作成後、ブルドーザーで上流から下流方向に排土板（図12の写真④）をあてて前進し、造成面右岸側の天地返しを行った。この時、深く掘りすぎると砂層があるため、深さは15cm程度に留めた（40分）。

【④造成面左岸側の均し】 左岸側の段々畑状のチャラ瀬の均しをブルドーザーで行った。ブルドーザーの動きは、上流から下流方向に排土板をあてて前進し段々畑状態にあった河床の傾斜を緩くした後、最後に上流から下流方向に排土板をあてて前進で起伏を均し、帰りは排土板を軽くあてながら後進した。この作業中に、造成面の右岸から1/4のところ一本瀬ができつつあり、予想以上に水が右岸方面に回ったことによるものであった。このため導流堤の延長をやめ、築堤済みの先端部分を潜堤に変更した。

【⑤造成面右岸側の水路の掘削】 バックホーは導流堤の完成後、造成面に水を回すために造成面の右岸側上流に水路を掘削する作業に移行した（70分）。水路の水深は1.2m～1.5m、幅は2mであった（掘削した深さは0.5m～0.8m）。この作業が終了した後、バックホーは長田の瀬に移動した（13:44移動開始）。

【⑥砂抜きと起伏の均し】 最後の仕上げとして、ブルドーザーで砂抜きと起伏の均し作業を行った（80分）。ブルの動きは下流から上流方向に排土版をあてて前進し（砂抜き）、帰りは上流から下流方向に排土版を軽くあてて後進（均し）した。加えて、造成面の右岸側の端がやや深めになっていたため、土手の石を埋め戻して高低差をなくした（30分）。



図12. 虫追の瀬における産卵場造成の状況

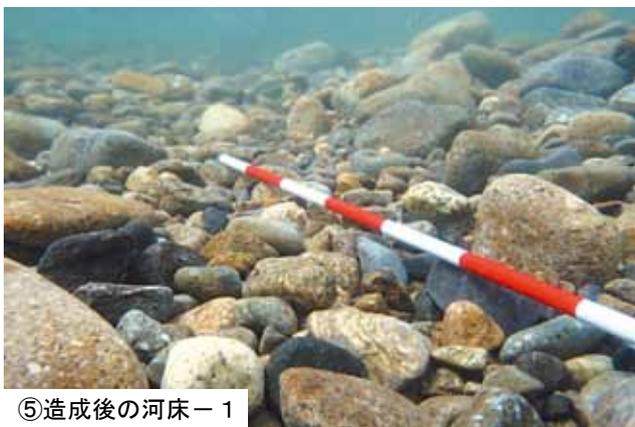


図13. 長田の瀬における産卵場造成の状況

造成面の水深は15cm～60cmで、右岸側はやや浅め、左岸側は深めで、右岸側1/4のところやや強めの流れが残った（軽い一本瀬状態になった）。造成面積は3,152m²であった。

(2) 長田の瀬

以下の工程により長田の瀬における造成を実施し、その状況を図13に示した。なお、工程①②は10月11日、③以降は10月12日に実施した。

【①左岸側に水を回すための水路の掘削】 バックホーで造成面の左岸側上流の消波ブロックの沖に、左岸側に水を回すための水路を掘削した。

【②右岸の河原の表面の石の切り落とし】 右岸の河原の表面の石をブルドーザーで削り落とした（作業時間60分）。これは落とした礫が下流に堆積し、産卵に適した河床となることを期待したものであった。ただし、翌日の作業で左岸側の河原の石を切り落とす作業をした際、大石が下流に流れ、せっかくの小石底を覆ってしまう恐れがあったため、この作業は最後に行うべきであった。

【③左岸側の河原の石の選別作業】 バックホーで左岸側の河原の石の選別作業を行った。バケツをスケルトンバケツ（目合い15cm×25cm）に換え、投入する河床材料をふるいにかかけ、大石を除去した。作業範囲は水際から2m程度であった。バックホーの動きは上流から下流方向に後進しながら目の前の範囲の選別を行った。しかし、スケルトンバケツの目合いが大きすぎて、期待した程の効果は得られず、今後の課題として残った。

【④左岸の河原の石の落とし込み】 工程③で選別した左岸の石を水中に切り落とし、造成面の河床材料として敷いた（30分）。

【⑤左岸側に水を回すための湾入部の拡張】 工程④の作業の合間に、左岸側上流の湾入部（袋状の部位）の端を掘り下げ、水回りを良くした（15分）。

【⑥砂抜きと起伏の均し】 仕上げとして砂抜きと起伏の均し作業を行った。ブルドーザーの動きは下流から上流方向に排土版をあてて前進で砂抜きをし、帰りは排土版を軽くあてて後進し均しを行った（15分）。造成面積は714m²であった。

3) 河床硬度の確認

産卵場造成の主目的は、河床を産卵に適した小石主体の「浮き石」状態にすることである。⁵⁾ 河床の貫入度を図14に示した。虫追の瀬は、造成前（2011年9月26日）が8.7～10.0cmであったのに対し、造成後（2011年10月11日）は13.7～14.4cmと

なり、河床硬度が改善され、浮き石状態になったと考えられた。一方、長田の瀬は、造成前の貫入度の測定値はないが、造成後は14.3～17.5cmであり、虫追の瀬と同様の浮き石状態と考えられた。また、石の間の砂泥は概ね取り除かれていた（図12の写真⑤⑥、図13の写真⑤⑥）。以上のことから、造成によりアユの産卵に適した環境が整備されたものと判断された。

ただし、虫追の瀬は長田の瀬と比較して貫入度が小さかった。これは虫追の瀬では砂利の下に厚い砂の層が存在し、深く天地返しができなかったことが原因である。今後、十分な砂利供給がないと、虫追の瀬も産卵場造成に際して砂利投入が必要になる可能性が懸念される。

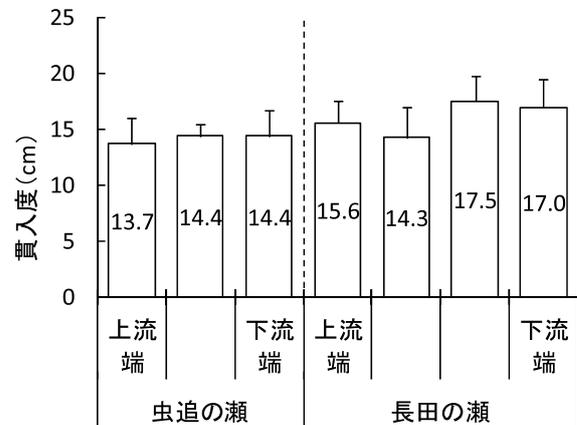


図14. 虫追の瀬および長田の瀬の河床の貫入度（造成後）

3. 産卵場事後調査

1) 産卵場調査

(1) 造成産卵場（虫追の瀬、長田の瀬） 産卵面積は、虫追の瀬（図15）が3,681m²（造成面積3,152m²）、長田の瀬（図16）が717m²（造成面積714m²）であり、造成した範囲一面に産着卵が確認された。なお、虫追の瀬では、一時的な増水により右岸側に築堤した土手が部分的に決壊し、そこから水が回った水域（面積1,305m²）も産卵場となっていた。また、虫追の瀬の造成時に残ってしまった軽い一本瀬には、大型の親アユがついていた。

(2) 自然産卵場（猿猴の瀬） 猿猴の瀬（図17）では、チャラ瀬の瀬肩～瀬尻にかけて産着卵が確認され、産卵面積は719m²であった。

(3) 高角の瀬 高津川漁協高津支所前にある中州の下流側に形成された右岸側に向かって流れるチャラ瀬で産着卵が確認された。



図15. 虫追の瀬の造成範囲と産卵範囲（黄色い太線で囲まれた部分が造成範囲, 黄色い網がけ部分が産卵範囲を示す）



図16. 長田の瀬の造成範囲と産卵範囲（黄色い太線で囲まれた部分が造成範囲, 黄色い網がけ部分が産卵範囲を示す）

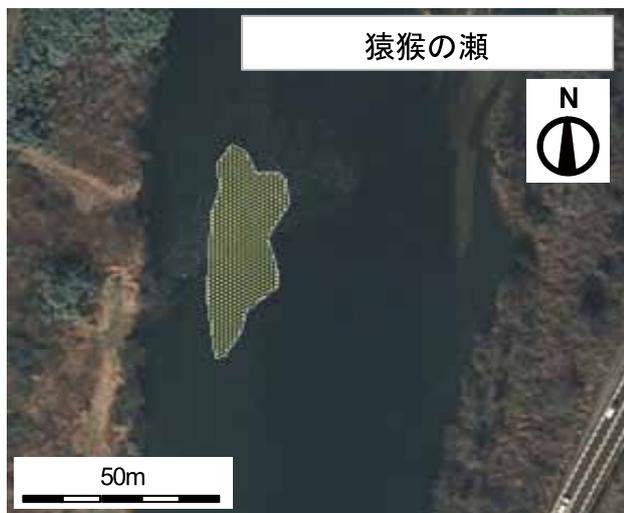


図17. 猿猴の瀬の産卵範囲（黄色い網がけ部分が産卵範囲を示す）

(4) 卵の埋没深からみた産卵場造成の効果判定
 虫追の瀬, 長田の瀬および猿猴の瀬の埋没深を図18に示した. 産卵場造成の有効性を判断する目安として, 高橋⁶⁾は卵の埋没深が10cm以上(平均値)あることとしている. これを基準に判断すると, 長田の瀬(平均10.6cm)は「効果あり」と判定された. 一方, 虫追の瀬における産着卵の埋没深は平均6.1cmであり, 上記基準に達しなかった. 下流になるほど, 埋没深が浅くなる傾向があり, 造成時に粒径の細かな砂が抜け切れなかったためと考えられた.

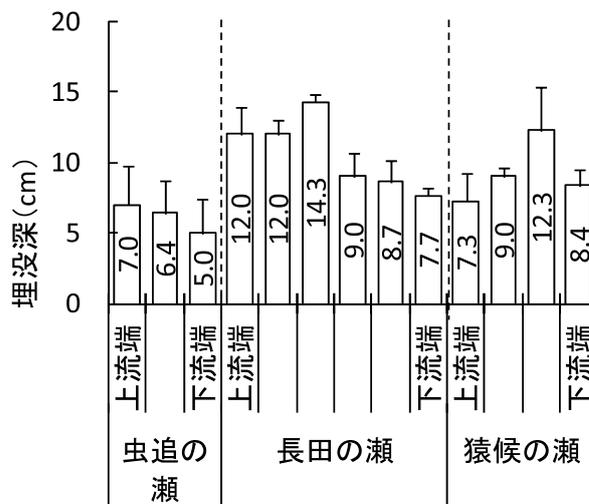


図18. 造成産卵場（虫追の瀬, 長田の瀬）と自然産卵場（猿猴の瀬）の産着卵の埋没深

4. 産卵場造成における今後の課題

1) 造成面積の確保

長田の瀬の上流部には, 地元の水利用者の取水施設があり, 一定の水深がなければ取水できない構造となっている. 地元の水利用者の意向を受け, 今回の造成時に瀬肩部分が崩壊しないよう注意を払った. これは, 瀬肩が崩壊すると長田の瀬の上流部にあるトロの水深が下がるため, 十分な取水ができなくなる恐れがあるためである. このような制限条件下では, 長田の瀬では広い造成面積の確保が困難で, 目標とする 3,500m²の造成面積を確保するためには, 虫追の瀬での面積確保が今後さらに重要となる.

2) 猿猴の瀬

猿猴の瀬は, 造成による機能回復を図るためには, 右岸側に水を回す必要があるが, 上流から礫供給が不足する現状では, 造成に十分な河床材料が

現地では確保できない。従って、猿猴の瀬では、造成による対症療法だけでなく、水制等の河川工学的手法によりみお筋（平時に流水が流れる道筋）を以前のように右岸寄りに戻すこと望ましいと考えられた。

3) スケルトンバケットによる選別

今回、高津川での造成で初めてスケルトンバケット（目合い15cm×25cm）を使用した。目合いが大きすぎて十分な選別効果が得られなかった。次回はより小さな目合いのバケットを使用するか、その入手が困難であれば、針金等で目合い調整を行う工夫が必要と考えられた。

参考文献

- 1) 気象庁：気象統計情報，<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>，2012年11月6日ダウンロード
- 2) 全国内水面漁業協同組合連合会：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，1993，234pp.
- 3) 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。島根県水産技術センター研究報告，2，39-48（2009）。
- 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－Ⅲ。島根県水産技術センター研究報告，4，45-57（2012）。
- 5) 高橋勇夫：産卵場造成の実際，「アユを育てる川仕事」（古川彰，高橋勇夫編），築地書館，東京，2010，pp. 116-123.
- 6) 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.

