

矢作川の川底改善によるアユの生息環境の回復 ～大規模野外実験の3年間の結果～

Effects of riverbed restoration on the feeding habitat of ayu
～Results of 3-year-experiment～

山本敏哉・内田朝子・白金晶子

Toshiya YAMAMOTO, Asako UCHIDA and Akiko SHIRAGANE

2019年度の矢作川研究所シンポジウムは、2017年度より開始した阿摺ダム下流における川底改善実験（ソジバ実験）の、3年間の結果を報告することを主眼に2月末に開催する予定でした。残念ながら、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、シンポジウムはやむなく中止となりました。ここでは、シンポジウム当日に使用する予定であったスライドをベースに解説文を付けました。なお、同じ内容で3月下旬に矢作川漁業協同組合にて組合員向けに報告会を開催しました。

キーワード：野外実験，付着藻類，光合成速度，コケ植物，粒径組成

1. 野外における川底改善実験の経緯

1) 実験の背景

矢作川中流のダム下流では、天然アユが多く遡上するにも関わらず、アユの友釣りの不漁が続いています。その原因として、川底のアーマーコート化の進行により、アユの餌となる付着藻類の質が低下し、アユがなわばりを形成しない可能性が考えられます。1990年代には大型糸状藻類のカワシオグサ *Cladophora glomerata* が大繁殖し、アユの釣果の悪化が問題となりました。この悪化した環境を改善するため、1995年から1999年にかけ

て全国に先駆けとなる砂利投入実験を矢作川本流の3ヶ所で実施しました。川底のクレンジング効果に期待して5年間でのべ9,056 m³の砂利を投入し実験を行ったものの、改善効果を検証するには至りませんでした(田中, 1997; 田中, 2000)。

このため、アユの良好な生息環境を回復するため、矢作川中流でアーマーコート化の進行した阿摺ダム下流の瀬において(図1)、2017年に新しい礫(長径約8-30 cm)を用いて川底を造成した実験区を設け、アユのなわばり行動や餌環境として川底の付着物、物理環境などの調査を開始しました(白金ほか, 2019)。



図1 ドローンで空撮したソジバ実験区の様子。

2) 天然アユの元気な暮らし

アユは寿命が1年の回遊魚で、春になると海で育った稚アユが、川へ遡上をはじめます(図2:細谷, 2019)。明治用水頭首工の魚道における遡上のピークは例年ゴールデンウィーク頃で6月一杯ぐらいまでまとまった遡上がみられます。この時期、魚道では元気よく川を遡るアユの姿を観察することができます。



図2 矢作川におけるアユの生活史。

遡上したアユは、石についた藍藻や珪藻などの付着藻類を食べながら大きくなります。アユは成長と共に餌場を独占するためになわばり争いをするようになりますが、この習性を利用したのが友釣りです。矢作川本流では久澄橋(河口から39km)付近から上流に友釣り漁場が形成されています。

成熟したアユは中下流の瀬のやわらかい砂利底で、10月頃から産卵します。産卵場は各ダム湖の直上の瀬にも形成されますが、孵化したアユ仔魚が海に辿りつくことができる産卵場は明治用水頭首工より下流と考えられています。流下したアユ仔魚は、翌年の春まで海で動物プランクトンを食べながら成長します。

図3は2019年に矢作川支流で撮影した、なわばりが安定して形成されていた場所の写真です。なわばりを赤の領域で示しています。ここでのなわばりは、泡立った急流に近く、3方を大きな石で囲まれた場所に形成されていました。図4は図3の場所を上から見たイラストで、川底の石の配置となわばりの関係を示しています。アユが食んだ位置を小さな青丸で、食んだ方向を矢印で

示しました。アユはなわばり内の一部の石を同じ向きで集中的に食むことがわかりました。



図3 アユのなわばりが形成された場所の様子。

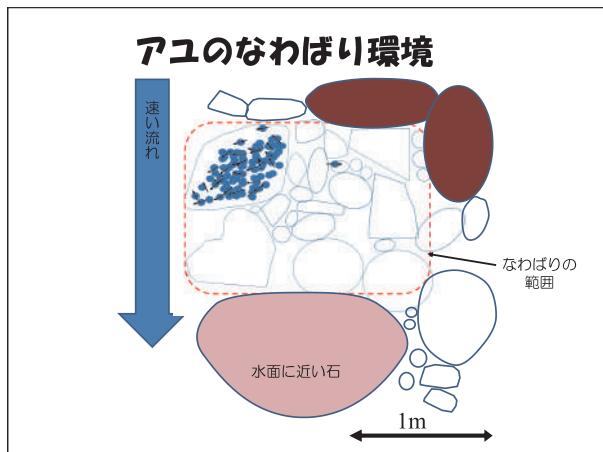


図4 なわばりを形成した場所の石の配置とアユの食み跡の位置。



図5 アユが良く釣れた頃の矢作川中流(梅村錡二氏提供)。

3) 阿摺ダム下流の変遷と目指すべき川底環境

図5は阿摺ダム下流2.4 kmの犬伏川合流点付近の瀬(旧ヤナ場)で撮影されたアユ釣りの風景です。最盛期にはそれぞれの瀬に数十人の釣人が入る風景が日常的にみられていました。現在ではシーズン盛期の夏でも釣人の姿はあまり見られません(図6)。



図6 図5と同一地点の現在の様子。

実験場所の候補として我々が注目したのは、図5、6の地点から1.7 km上流(阿摺ダムから約700 m下流)に位置するソジバです(図7)。ソジバはアユがよく釣れた時代を代表する矢作川の瀬の一つで、友釣りシーズンには多くの釣人が川に入ったと聞きます。



図7 実験場所の位置図。

図8は、地元の矢作川漁業協同組合中和支部の方にソジバ周辺でのアユの釣果、河川環境の変化、環境改善の取組みについて聞き取った情報を年表にまとめたものです。1980年代まではアユが良く釣れ、多いときは1日で100尾に達したそうです。1990年代に入るとアユがだんだんと釣れなくなり、川底には糸状緑藻が繁茂することもありました。2000年代に入るとコケ植物も目

立ち始めましたが、まだアユは釣れ、半日で15尾ぐらい釣れる時もあったと聞きます。それが2010年頃にはさらに釣果が低下し、ほとんど釣人がいない状態となり現在に至っています。

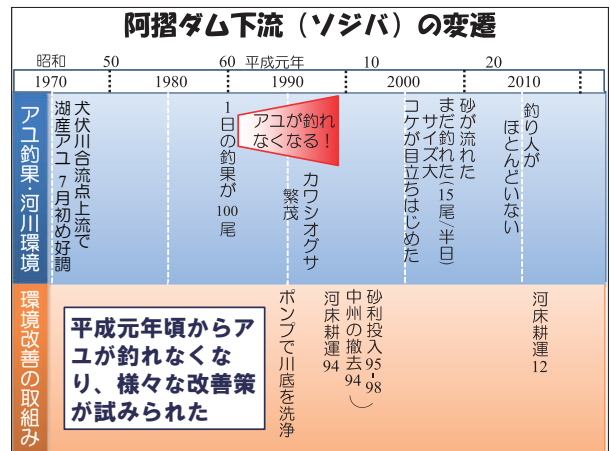


図8 ソジバのアユ釣果、河川環境および環境改善の取組みの変遷。

釣果が低下し始めた1990年頃にポンプで川底を洗浄する事業が、1994年に川底の耕耘と中州の撤去が、2012年にも川底の耕耘が行われました。また、豊田市矢作川研究所では川底環境の改善を目的に、1995年から4年間にわたり砂利投入実験を行いました。こうした様々な取組みにもかかわらず、ソジバ周辺の河川環境は悪化の一途をたどっています。

昔、ソジバでアユがたくさん釣れていた頃の川底はどんな様子だったのでしょうか。図9の左側が昔のイメージです。ソジバで釣りをされていた方に聞き取ったところ、「当時は川底まですっきり澄んで見え、石の表情まで分かった。花崗岩であるとか、縞があるとかも判別できた」といいます。そのような川底のアユの餌は微細な

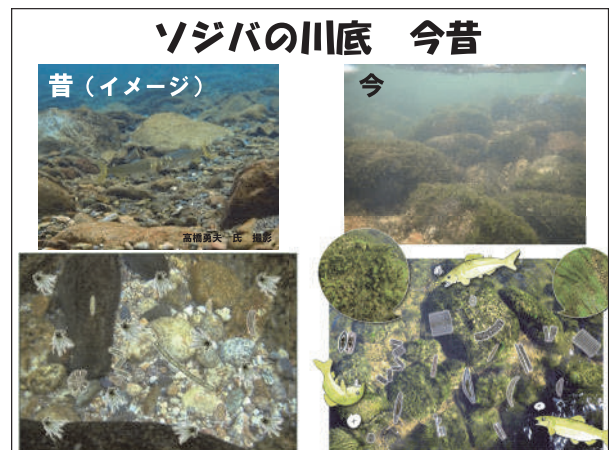


図9 ソジバの川底の昔のイメージと現在の様子。

藻類、藍藻や珪藻で構成されていたと推察されます。図9の右側が現在の状況です。コケ植物やカワシオグサがたくさん生えています。これらが生えることで、微細な藻類、つまり、本来のアユの餌は少なくなっていると推測されます。

2016年にソジバと約13km下流の籠川合流後の矢作川で、潜水によりアユの生息密度を調べて比較しました(図10)。その結果、ソジバのアユの生息密度は相当に低いことがわかりました。

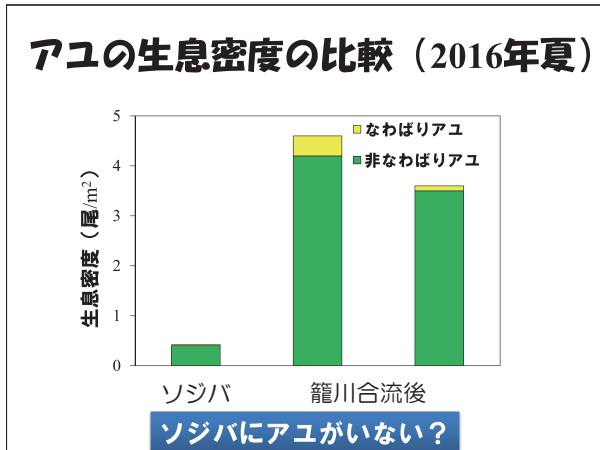


図10 ソジバと籠川合流後のアユ生息密度の比較 (2016年実施)。

現在のソジバは川底がガチガチに固まって動きにくくなってしまい、上流からの砂礫の供給も減少しています(図11)。川底にはコケ植物が生え、アユの生息密度が低くてなわばりを持たないため、アユが釣れません。本来、出水により川底の石が適度に動くと、石の表面はクレンジングされてつるつるになります(図12)。やがて藍藻や珪藻が生え、アユの良好な餌場となります。しかし、石が動きにくい川底では時間が経つと、藻類膜は厚

くなり大型の糸状緑藻が生え、その後アユが忌避するとされるゴワゴワとしたコケ植物が覆い始めると推測されます。アユがたくさん集まり、餌を食べてなわばりを持つ環境は、出水によって川底が動き、石の表面がきれいになった後に、新鮮な藻類が生えることを繰り返している川底であると考えられます。



図11 現在のソジバの課題。



図12 アユがなわばりを持てる川底環境について。

2. ソジバの川底改善

ー新たな礫を用いた2つの野外実験ー

1) 2017年 礫置実験区ー新たな礫を川底に置くー

矢作川研究所では出水が起こっても川底が動きにくくなってしまったソジバで、アユがなわばりを持てる良好な川底環境を目指して新たな礫を置き、出水後の川底を再現する実験を行いました(図13)。ソジバは阿摺ダム(河口から約55km)から700m程下流に位置しており、川底にはコケ植物が繁茂しています(図14)。

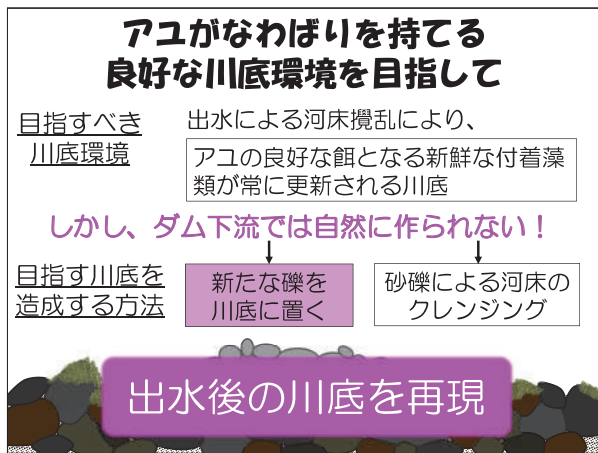


図13 目指すべき川底環境のフロー。



図14 ソジバ実験区の空中写真と川底のコケ植物の様子。

ソジバにおいて、2017年から新たな礫を置いた「礫置実験区」を、2018年から新たな礫を凸凹に置いた「凸凹実験区」を設けて、アユ、付着藻類、コケ植物、物理環境の調査を行いました(図15)。2017年4月、矢作ダム湖に堆積した砂礫を、80mm×80mmのマス目のスケルトンバケツでふるい、バケツに残った長径約8-30cmの礫を用いて、横断方向に約22m、縦断方向に約15m、厚さ約20cmで敷設し、礫置区としました(図16)。礫置区の上流側に隣接して、同面積の対照区を設

け、両区を総称して礫置実験区としました。

		2017	2018	2019
礫置実験区	礫置区	→		
	対照区	アユ・付着藻類・コケ・物理環境		
凸凹実験区	上流凸凹実験区	上流凸凹区	→	
		上流対照区	アユ・物理環境	
	下流凸凹実験区	下流凸凹区	→	
		下流対照区	アユ・付着藻類・物理環境	

図15 各実験区の調査期間と調査項目。

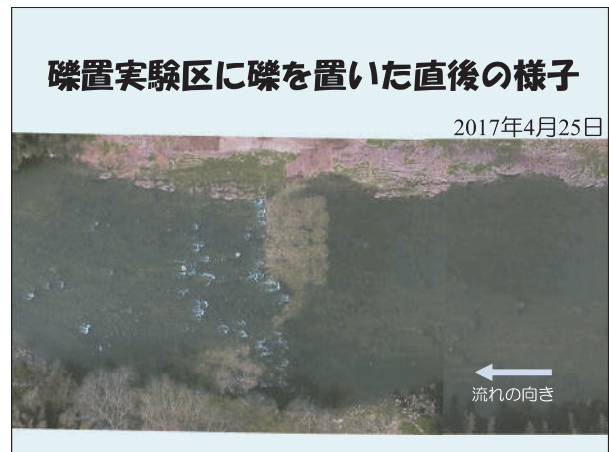


図16-1 礫置実験区に礫を置いた直後の様子。



図16-2 礫置実験区の礫置区と対照区の位置。

写真はソジバに礫を置いた時の様子です(図17)。クローラダンプで礫を河川内に運んで流し入れ、バックホウで実験区に敷き詰めました。置いた当初、アユ釣り師の方々から「そんな浅くて、平らな場所にはアユは寄りつかん!」、「こんな角張った礫にはアユは付かん!」などの意見を頂きました。



図17 礫置実験区の造成時の様子。

礫置実験区ではアユの潜水観察および友釣り調査、附着藻類の現存量および光合成活性の観測、コケ植物の被度調査、水深、流速、粒径組成の調査を行いました（図18；調査方法の詳細については山本ほか（2018）、内田ほか（2019）、白金ほか（2019）、山本ほか（2020）を参照）。

2017年 礫置実験区の調査項目

- アユ
潜水観察、友釣り調査
- 附着藻類
現存量、光合成活性
- コケ植物
被度
- 物理環境
水深、流速、粒径組成

図18 2017年礫置実験区の調査項目。

新しい礫にアユは来たのか？

アユの潜水調査は水色の斜線で示した礫置区と塗りつぶした対照区において、5 m メッシュで置いたマーカー礫を目印にゆっくりシュノーケリングしながら、アユの個体数を5月11日から9月27日まで約2週間に1回の頻度で観察しました（図19）。図の赤丸はアユの個体数を表し、丸が大きいほど確認された個体数が多いことを示しています。調査の結果、2017年6月9日までアユは少なく、礫置区と対照区に差が見られませんでした。

しかし、7月20日以降に礫置区のみでアユが増加し、個体数は75-174尾（0.23-0.53尾/m²）でした。9月27日には礫置区でなわばりアユが1尾、確認できました。一方、対照区で確認されたアユの個体数は2-26尾（0.01-0.08尾/m²）と礫置区の5分の1以下にとどまりました。

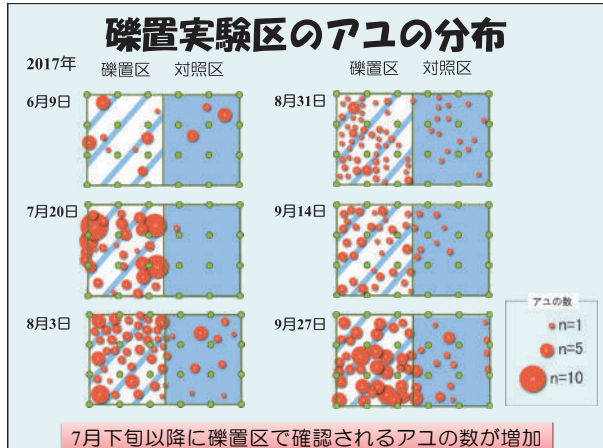


図19 礫置実験区におけるアユの分布。

友釣り調査は6月27日から9月27日までの期間、約2週間に1回の頻度で矢作川天然アユ調査会の3名の方にご協力いただき、礫置区、対照区で各40分間行いました（図20）。6月27日に1時間あたり対照区で1.5尾、7月7日に礫置区で4.5尾釣れましたが、釣獲時のアユの行動から群れアユと推定されました。その後8月まで全く釣れませんでした。9月には礫置区、対照区ともに1時間あたり1.5-4.5尾釣獲され、釣獲時のアユの行動からなわばりアユと考えられましたが、両区で釣果に差は見られませんでした。

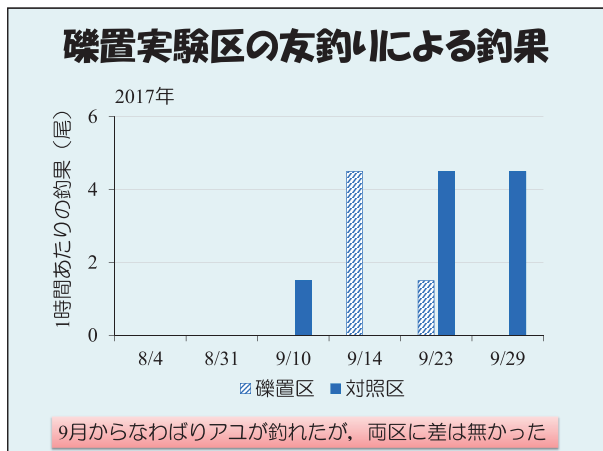


図20 礫置実験区の釣果。

ここで、2017年の調査で1尾のみでしたが、確認できたアユのなわばり行動の動画を紹介します(図21)。アユは礫置区の長径50cm程の礫周辺をなわばりとし、

他のアユが侵入すると攻撃して追い払う行動を繰り返していました。執拗に巨礫の周りを泳ぎ、付着藻類を食んでいる様子がうかがえました。



図21 2017年に確認されたアユのなわばり行動(動画キャプチャ)。

アユの餌はどうだった?

続いてアユの餌について説明します。礫置区の礫は写真のように肉眼で見えるものはほとんど付いておらず、ピカピカしていました(図22)。一方、対照区では礫表面にアユが忌避するとされる大型の糸状緑藻やコケ植物などが付いていました。

餌の付着藻類の調査は5月1日から9月27日の間、2週間に1回の頻度で行いました。礫置区、対照区の川底から礫を8個採取し、そのうち5個は礫表面から約7cm²の付着物を擦り取り、量の指標となるクロロフィルa(Chl. a)量の分析を行いました。残りの3個は礫表面から5cm×10cmの付着物を剥がし、付着藻類の種類を顕微鏡で調べました。次に、6月から8月に月1回の頻度で袋法を用いて、餌の一次生産量を測定しました。両区の川底からランダムに拾い集めた礫を0.35m×0.25m×0.07mのカゴに敷き詰め、透明のポリ袋(明条件)、黒ビニール袋(暗条件)に入れて河川水を注ぎ



図22 付着藻類を採集した川底の石の様子。

入れました。袋内の溶存酸素(DO)濃度を測定後、袋の口を閉じて、両区の平均水深の場所に沈めました。約3時間後に袋内のDO濃度を測定し、培養中に生じたDO濃度の増減から一次生産量を推定しました。一次生産量をChl. a量で割った値を餌の活性としました。

図 23 上のグラフの赤丸はChl. *a*量を示します。6月のChl. *a*量は礫置区で似通っていましたが、7月、8月は対照区で高い値となりました。これは対照区で大型の糸状緑藻やコケ植物が生育していたため、量が多くなったと考えられます。一方、積み上げグラフで示した藍藻、緑藻など藻類の細胞体積を比較すると、礫置区は7月、8月に、夏季のアユの主要な餌とされる藍藻が多く、優占していました。この時期、図 23 下のグラフに示した餌の活性は礫置区で極めて高く、藍藻が貢献していると推測されました。

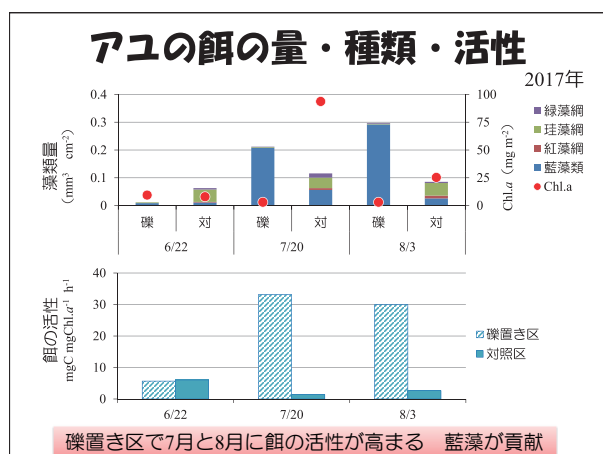


図23 附着藻類の量・種類・活性の変化。

2017年 礫置実験のまとめ

2017年の礫置実験の結果をまとめると、礫置区は対照区に比べ、アユがたくさん集まり、餌の活性は極めて高くなりました(図 24)。数は少ないですが、礫置区の長径 50 cm 程の礫周辺では、なわばりアユが確認されました。このことから、大きな礫を混ぜて凸凹の川底を作れば、多くのアユがなわばりを持つのではないかと考えました。

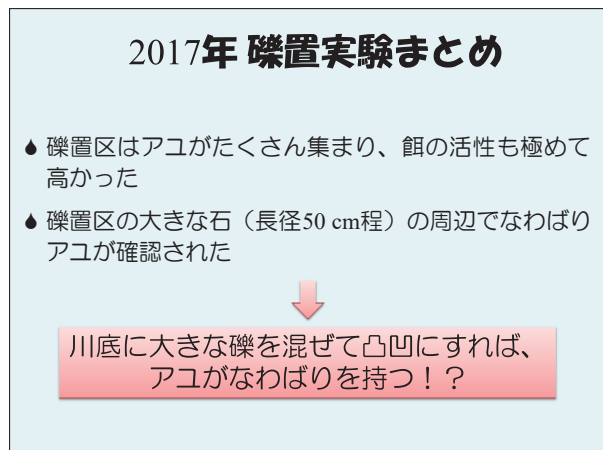


図24 2017年礫置実験のまとめ。

2) 2018年 凸凹実験区—巨石を混ぜて置いてみた—

2018年は長径約 8-30 cm の新たな礫を厚さ約 20 cm に敷き詰めた上に、長径約 40-90 cm の大きな礫を混ぜ、より凸凹した川底を造成して「凸凹実験区」を設けました(図 25)。2018年凸凹実験区の場合は、2017年に造成した礫置実験区の上流側のトロ場(面積:縦断方向約 11 m, 横断方向約 12 m)と「上流対照区」, 下流側の早瀬に「下流凸凹区(面積:縦断方向約 11 m, 横断方向約 13 m)」と「下流対照区」としました(図 26)。

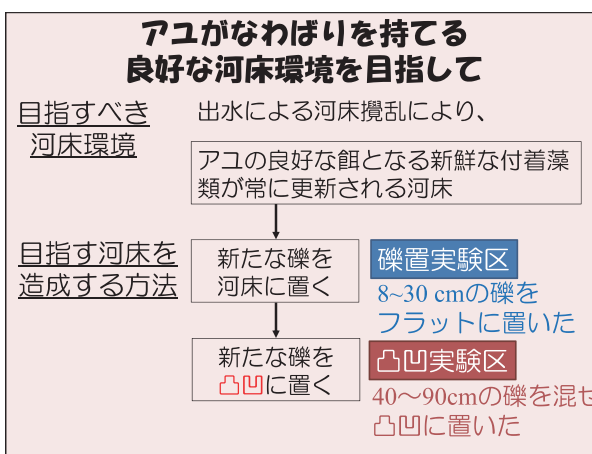


図25 2018年実験に向けての目指すべき川底環境のフロー。

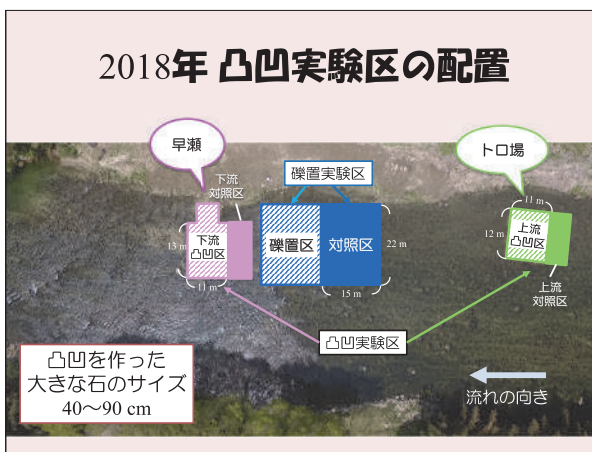


図26 2018年凸凹実験区の位置。

凸凹の川底でアユはなわばりを持ったのか?

2018年のアユ調査は上流凸凹区内の 8ヶ所, 上流対照区内の 3ヶ所, 下流凸凹区内の 8ヶ所, 下流対照区内の 3ヶ所において、長径約 40-90 cm の巨石の直下に 1 × 1 m の観察区を設けて行いました(図 27)。各観察区の下流側で調査員は潜水し、1 分間静止した後、5 分程度、観察区内のアユの滞在時間と体長を記録しました。調査は 7 月 19 日から 8 月 23 日まで約 2 週間に 1 回の頻度で行いました。2018年は 9 月初めと終わりに 2 度

の出水が発生し、9月以降矢作川に入ることができず、調査ができませんでした。

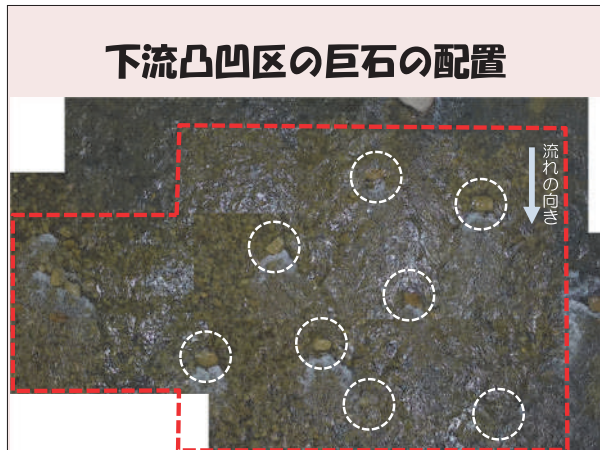


図27a 下流凸凹区の巨石の配置.

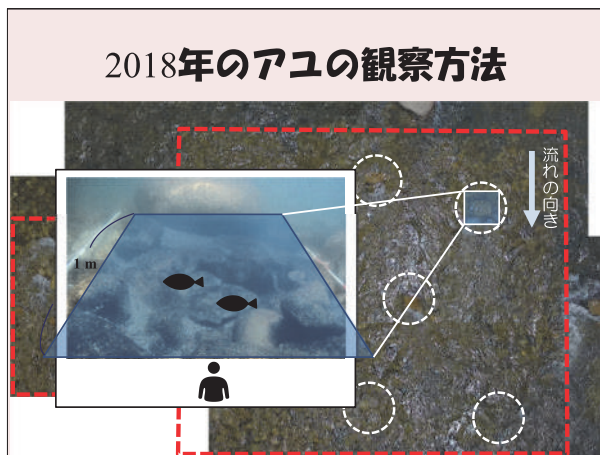


図27b 凸凹実験区におけるアユの観測方法.

図28に各観察区内における、1分あたりのアユの滞在時間を示しました。赤丸が大きいほど滞在時間が長いことを表し、方形区内に複数のアユが確認された場合は滞在時間の合計を示してあります。上流凸凹区での1分あたりのアユの滞在時間は2.0-23.5秒、下流凸凹区での滞在時間は1.1-11.2秒でした。両区ともに季節の経過につれて、滞在時間は増加する傾向が見られました。それぞれの隣接した対照区と比較して、上流礫置区は1.7-2.3倍、下流凸凹区は3.9-10.1倍長く、アユの滞在時間は常に凸凹区で長くなる傾向が見られました。調査期間中、なわばりアユは確認できませんでした。

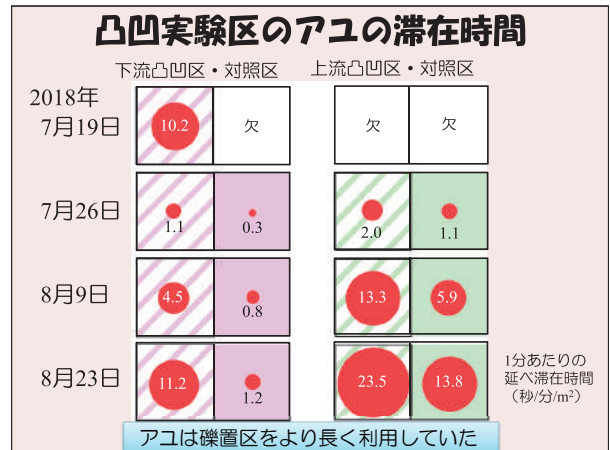


図28 凸凹実験区におけるアユの滞在時間の変化.

アユの友釣り調査も同上の4ヶ所で、7月から8月まで1-2週間に1回の頻度で、各地点20分ずつ行いました(図29)。その結果、対照区では調査期間を通じて1尾も釣れませんでした(図30)。一方、凸凹区では8月上旬まで全く釣れませんでした。8月22日に下流凸凹区で1時間あたり3尾、8月31日に上流凸凹区および下流凸凹区でそれぞれ3尾ずつ捕獲されました。釣獲時のアユの行動からなわばりアユと推定されました。

こちらは上流凸凹区で撮影されたアユの動画です(図31)。撮影中には他のアユを攻撃する行動は見られませんでした。程なくなわばりを形成するのではないかと考えられました。



図29 アユの友釣り調査の位置.

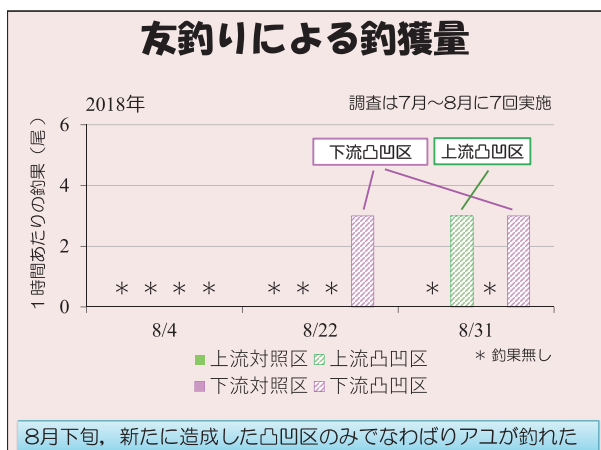


図30 凸凹実験区の釣果。

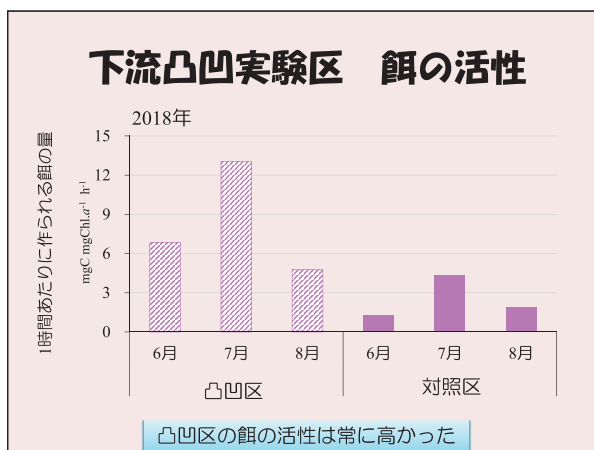


図32 下流凸凹区の付着藻類の活性。



図31 上流凸凹区で観察されたアユの様子（動画キャプチャ）。

アユの餌はどうだった？

続いてアユの餌ですが、下流凸凹実験区において2018年6月から8月までの毎月、2017年と同様の方法で付着藻類の生産量を調査しました。その結果、付着藻類の活性は対照区に比べ凸凹区で2.6-5.4倍となり、凸凹区では常に付着藻類の元気が良いことが分かりました（図32）。

2018年凸凹実験のまとめ

2018年凸凹実験をまとめると、凸凹区では巨石直下の観察区内において、対照区の巨石直下に比べアユがより長く利用しており、なわばりを形成する兆しが見られました（図33）。新たな礫を置いて出水直後の川底を再現すると、アユの餌の活性が高まり、アユがたくさん集まることが分かりました。この現象は2017年の礫置実験区と2018年の凸凹区の2度に渡り確認されました。

2018年凸凹実験のまとめ

- ◆ 凸凹区はアユが長く利用し、なわばりを形成する兆しが見えた
- ◆ 新たな礫を置いた出水直後の川底を作り出すと、餌の活性が高まり、アユが集まる

↓

2017年 礫置区
2018年 凸凹区

2度確認された！

図33 2018年凸凹実験のまとめ。

3.3年間のソジバ実験から —今後の矢作川の川底を考える—

1) 出水と川環境

ソジバ実験で置礫の動きを追ってみました。3年間のソジバ実験期間における出水状況を示しました(図34)。実験を始めた2017年10月に700 m³/s、2018年7月に900 m³/s、9月と10月にそれぞれ1400 m³/sが、2019年8月に800 m³/sの出水がありました。黄色で示した時期に測量を行いました。礫を置いた直後の2017年5月と2019年4月の測量図を図35a,bに示します。2回の測量から川底の変化をみると、図35cに示すように礫置実験区の礫置区では、えぐれた場所と盛り上がった場所があり、川底の動きが読み取れます。

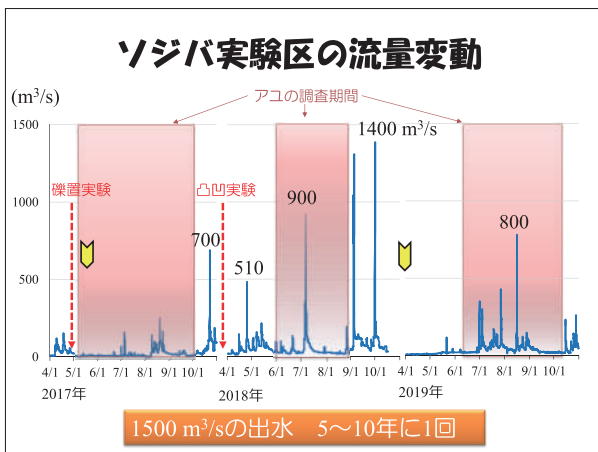


図34 ソジバ実験区における2017年から2019年の流量変化。

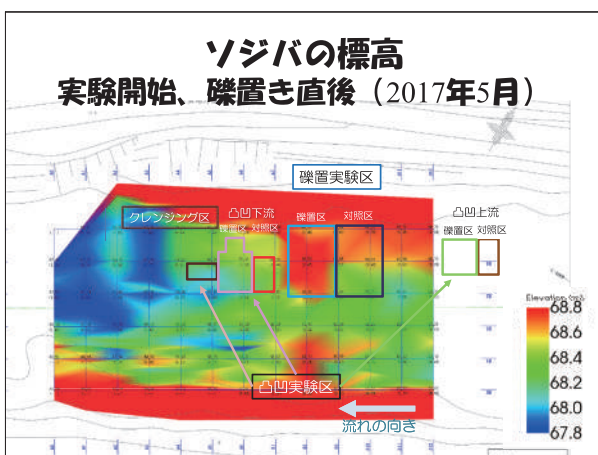


図35a ソジバにおける実験開始直後(2017年5月)の測量結果。

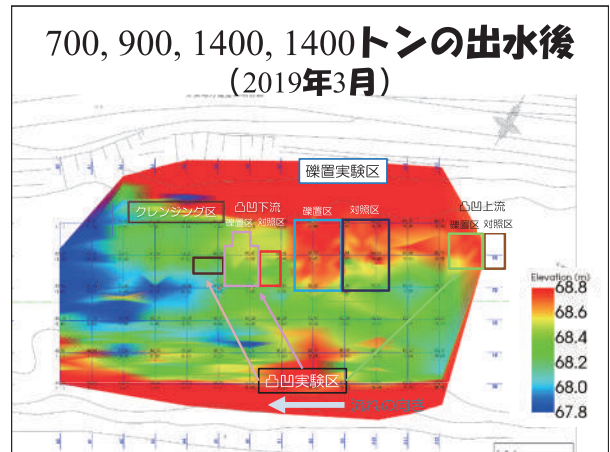


図35b ソジバ実験区における2019年3月の測量結果。

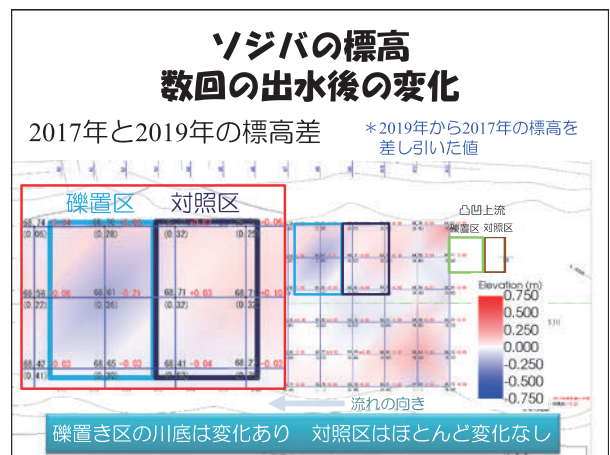


図35c ソジバ実験区の河床変化。

図36に礫置実験区における3年間のアユの生息密度、餌である付着藻類の活性、コケ植物の被度の変化を

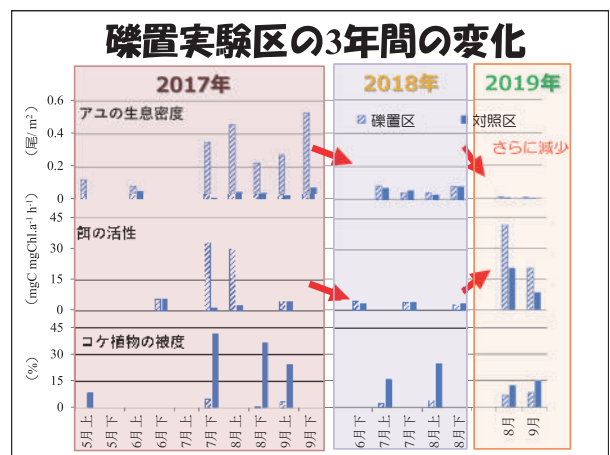


図36 礫置実験区におけるアユ、付着藻類、コケ植物の3年間の変化。

示しました。横軸は時間軸です。実験初年度の2017年は、礫置区でアユの密度と付着藻類の活性はともに高く、コケ植物もほとんど生えていませんでした。2018年には、アユの生息密度と付着藻類の活性はともに小さくなり、礫置区と対照区の差もほとんどみられなくなりました。2019年には、アユの生息密度はさらに小さくなりましたが、付着藻類の活性は高く、礫置区でより大きな値を示しました。

礫置実験の3年間の動きを川底の物理環境、アユと餌についてまとめました(図37)。実験3年目の2019年には、餌の付着藻類の活性は高いにも関わらず、アユの応答はみられないという矛盾があります。これは、アユの遡上数をみると、2019年は少なく、生息密度の絶対数が小さかったことに起因すると推測されます。

礫置き区		3年間のまとめ		
礫置き年数		1年目	2年目	3年目
出水規模 (m ³ /s)		300	900	1500
投入礫の動き		×	×	○
アユ	集まる	○	×	×
	なわばり	△	×	×
餌の活性		○	×	○
コケ植物		○	○	△
アユの遡上数		○	○	×

図37 礫置実験区における河床環境、アユ、付着藻類の3年間のまとめ。

出水で川底の礫が動き、礫表面の付着藻類は剥離されますが、水が引くと新しい付着藻類が生え始めます(図38)。アユは大食漢なので、出水でしばらく餌にありつけなかったときには、その新鮮な付着藻類を一生懸命に食みます。一方、出水で川底の礫が動かない、安定した状態が続いた場合、付着藻類の遷移から考えると、長い生活史を持つ大型糸状藻類のカワシオグサなどが生えてきます。カワシオグサが成長すると砂やシルトをトラップするので、コケ植物の定着に適した環境になることが想像できます。河床礫にカワシオグサやコケ植物が勝ってくると、アユは微細な付着藻類を食みにくく、そのような礫を避けるようになると考えられます。



図38 出水と付着藻類との関係についての仮説。

ソジバ実験では、2017年と2018年に礫を投入しました。投入礫を入れてからの時間とそこに付着するアユの餌、付着藻類の生育状態との関係を見ました(図39)。左側青点線で囲ったのは、2018年に凸凹実験で投入したばかりの1年目の礫、右側は2017年に礫置実験で投入した2年目の礫です。赤破線矢印は2018年7月6日の出水を示します。出水前後で、付着藻類を比較すると、1年目の礫は、出水で減少しました。2年目の礫では、ほとんど変化がありません。付着藻類の優占種の藍藻の割合は、1年目の礫では激減したのに対し、2年目の礫では、藍藻の割合がやや増加しました。付着藻類の活性は、1年目の礫では、出水後に2倍に上がりましたが、2年目の礫では変化がみられませんでした。

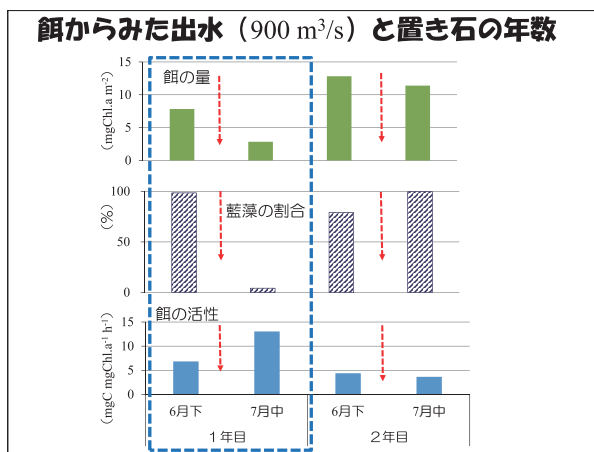


図39 2018年7月6日の出水(900 m³/s)が付着藻類に与えた影響。

実験で礫を投入したのは、出水で動いた状態を想定し造成しています。礫置実験および凸凹実験で投入した礫サイズは長径8-30 cmです。ソジバでは、出水で動きにくいサイズと考えられます。900 m³/sの出水が投入礫の付着藻類に与える影響について整理すると、投入して置いたばかりの石、つまり1年目の礫では、900 m³/sの出水が付着藻類の生育状態に影響します(図40)。この図でみると、②の状態が①に戻ったのではないかと考えられます。一方、置いて時間が経過した2年目礫では、川底で安定したので②の状態が維持され、900 m³/sの出水があってもその影響は軽微だと考えられます。出水の影響が及ばないと、付着藻類群落は②の状態から③、④へと遷移すると考えられます。



図40 付着藻類の変化からみた出水(900 m³/s)と礫の安定との関係。

2) コケ植物とのつき合い方

ソジバ左岸側のコケ植物が繁茂した場所でコケ植物の被度の変化を観察しました。コケ植物を人為的に手で剥いだ区画と手を加えない区画および新しい石を投入した区画を作り、コケ植物の被度の変化を調べました。手を加えない対照区(図41左)では2017年5月から7月にかけて徐々に増え、9月に減少に転じました。これに対し、新しい石区画(図41右)では、この間、コケ植物の生育は確認されませんでした。コケ剥ぎ区画(図41中央)では、被度は剥いでから4か月が経過した9月に25%に増加しました。この実験からコケ植物が侵入し繁茂してしまうと、コケ植物の植物体が出水などで剥離しても数ヶ月で復活することがわかりました。コケ植物本体を手で石から取り除いても、石の表面に広がっ

た原糸体まで絶やせていないので、時間が経つと原糸体からコケ植物の芽が出て成長をはじめると推測されま

す。
名古屋大学で行われた室内水路実験では、コケ植物が繁茂した礫を40 m転がして、20-40%のコケ植物が剥がれることがわかりました(図41下)。コケ植物が剥が

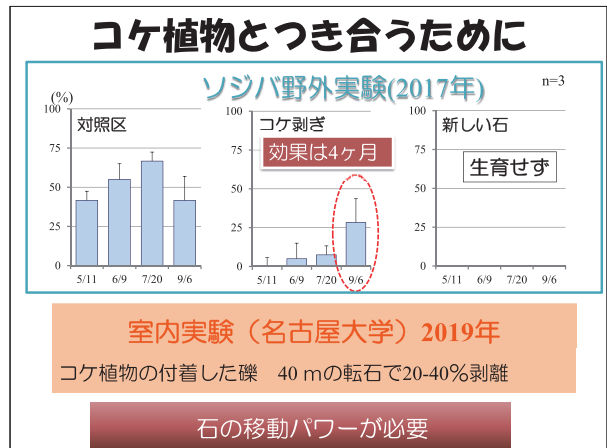


図41 コケ植物の抑制に向けた実験。

れるには川底で石が動くことが必要です。

川底の石が動きにくくなるとコケ植物が生えるようになり、アユはコケ植物が繁茂した石を避けていることが潜水観察で確認されています。コケ植物ではなく、本来のアユの餌(コケ=付着藻類)が豊富に生える川底環境が望まれます。図42はコケ植物の多さとアユ釣りとの関係を示したものです。アユが釣れる場所では、コケ植物の生えていない川底環境であることがわかります。なわばりアユが釣れるためには、出水でコケ植物が剥がされ、川底に凸凹ができる環境が必要です。

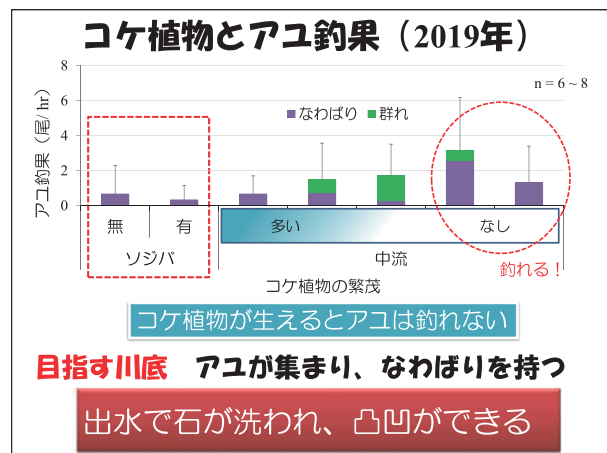


図42 コケ植物の密度とアユの釣果。

3) 今後に向けて (提案) ソジバ実験 第二弾

ソジバ実験でダム下流域のアーマーコート化した川底で起きていることをつぶさにみてきました。これから、矢作川のアーマーコート化した川底を改善するには、どのような方法があるのか、考えてみました。

川底改善を図る上で留意すること


ソジバ実験では、比較的大きな礫、長径 8-30 cm、を川底に入れました。改善を進める上で、重要なことは、川底改善策によって治水や利水に悪い影響を出さないことや河川環境への配慮です。常に治水、利水、環境のバランスを念頭に置く必要があります。

具体的な対策案 (図 43)

① 河道内の土砂を利用する

例えば、広瀬や古単の中州に目を向けると、土砂が堆積しています。中州には草木が茂るので、出水時に沢山の砂や礫がトラップされやすくなっています。中州にトラップされた土砂をアーマーコート化した川底に還元するという方法が考えられます。

アーマーコート化した川底改善 大胆な提案



- 河道内の土砂を利用した川底改善
中州に堆積した土砂を取り除き、川の力を増強
発電ダム流入端に集まった中礫をダム下流に置き土
- 大規模な置き土 (札内川や那賀川の事例)
- ダムに土砂吐きの機能をつける

図43 アーマーコート化した川底の改善に向けた提案。

② 他河川の事例にヒントはないか?

北海道の札内川や四国の那賀川では、大量の土砂を使った大規模な実験の事例があります。矢作川で実施できるかどうかは、治水や利水上に大きな問題が生じないかどうか、十分な検討が必要になると考えられます。

③ ダムの土砂吐き機能

ダムで流下できなくなった土砂を下流に流すには、ダムに土砂吐き機能を設置することが考えられます。2015

年に視察した九州の耳川では、ダム堤体を切り下げて、出水時に通砂運用が進められています。

矢作川でできることは?

先に述べた②および③の対策は、規模が大きく、関係機関との調整や大きな予算を伴います。比較的ハードルの低い対策①の矢作川の河道内の土砂を利用する方法について、具体的な場所に目を向けてみましょう。古単の中州の空中写真と中州横の瀬の川底の写真です (図 44)。ここでもソジバ同様にコケ植物が広がっています。



図44 古単の中州と川底に繁茂したコケ植物。

中州にトラップされた土砂を利用するには、まず中州の草木を刈り取り、堆積した土砂を取り出すことになります (図 45)。中州の堆積土砂は、粒径の細かい土砂が多いことがわかっているので、流水の川底に還元した場合、すぐに流れてコケ植物を剥離する力が弱いかもしれません。

古単 中州に堆積した土砂を利用



● 植生を剥ぎ取る → 治水○
● 堆積した土砂を川底に還元 → 環境○

図45 中州に堆積した土砂を利用する改善案。

コケ植物を剥離させるために

例えば、百月ダムの流入部には、中礫サイズの礫が集まっています(図46)。これを利用し、置土に混ぜるとコケ植物の剥離効果が出る可能性があります。矢作川を流れる土砂はダムといった人為的な構造物の影響を受け変化してきたと考えられます。コケ植物が繁茂するようになったのも、川底の礫の移動の変化が関係していると考えられます。



図46 百月ダムの流入端に集まった中礫を利用する改善案。

実験に取り組んだソジバの左岸では、大河原水辺愛護会の方々が河畔整備に取り組んでおられます(図47左)。



図47 ソジバ実験の今後の展開。

おそらく左岸の河岸は整備の手が入る以前は、繁茂した草木が出水のたびに土砂をトラップし、低水路との高低差を大きくしてきたと考えられます。この河岸の土砂の一部を削り取って左岸側のコケ植物が繁茂している場所に置土することで、砂が減少した低水路の改善に効果があると考えられます。

河畔整備によって出水の治水効果が高まります。景観も河畔が明るく、水面の見晴らしも良くなります。さらに、河畔の堆積土砂の活用でアーマーコート化した川底が柔らかくなり、コケ植物の繁茂を抑制できると考えられます。このような里川一体となった川づくりを進めることで、かつてのソジバのような友釣りのよい漁場が復活することが期待されます。

引用文献

- 細谷和海(2019)山溪ハンディ図鑑 増補改訂 日本の淡水魚。山と溪谷社、東京。
- 白金晶子・内田朝子・山本敏哉(2019) 矢作川の河床改善実験によるアユの生息環境の回復－実験の概要と物理環境・コケ植物について－。矢作川研究, 23: 35-39.
- 田中 蕃(1997) 砂利投入による河床構造回復の試みとその効果。矢作川研究, 1: 175-202.
- 田中 蕃(2000) 砂利投入による河床構造回復の試みとその効果IV。矢作川研究, 4: 135-141.
- 内田朝子・白金晶子・山本敏哉(2019) 矢作川のダム下流部におけるアーマー化の改善と付着藻類の一次生産。矢作川研究, 23: 41-45.
- 山本敏哉・内田朝子・白金晶子(2018) アーマーコート化した瀬の上に敷設した礫に蝸集したアユ。矢作川研究, 22: 51-52.
- 山本敏哉・内田朝子・白金晶子(2020) 矢作川の河床改善によるアユの生息環境の回復:2年目の結果。矢作川研究, 24: 35-42.