

一般財団法人新潟県建設技術センター研究助成
平成30年度研究成果報告書

三面川再生に向けたステークホルダー・インタレスト分析と魚類に着目した河川環境再生手法の検討

新潟大学 朱鷺・自然再生学研究センター 豊田光世
熊本大学 先端科学研究部 皆川朋子

研究の背景と目的

古くより鮭の川として知られる三面川は、地域を支える重要な自然資源である。現在、森づくりなど流域保全の取り組みが行われているが、地域資源としての価値をさらに高めていくためには、さまざまな視点から三面川の価値・課題を見出し、再生シナリオを示す必要がある。近年は、中流域における課題として、アユの漁獲量の減少が指摘されており、その要因としてダムの影響が懸念されている。ダム下流では、河床の粗粒化、黒色化、糸状緑藻の繁茂といった問題が生じ、新潟県はこれらを改善するため、河床の天地返し（河床整正）を平成25年度より実施しているが、その効果は限定的であると考えられる。そのため、河床整正の効果を定量的に検証しつつ、より効果的な対策を検討していく必要が生じている。

本研究は、三面川再生に向けたビジョン構築のための基礎データについて、以下2つのテーマで平成29年度より調査を行ってきた。

1. 三面川再生に向けたステークホルダー・インタレストの分析（担当：豊田光世）
2. 魚類に着目した河川環境再生手法の検討（担当：皆川朋子）

社会的側面および工学・生態学的側面から三面川をめぐる課題を分析することで、地域特性を生かした河川再生のシナリオ構築に貢献することを目指す。

研究成果の概要

平成30年度の研究を通して明らかになったことの概要を以下に示す。

- ・ 平成29年度に実施した聞き取り調査では、子どもの頃に川で遊んだ経験が豊富な方でも、川底の環境が昔と異なるので、孫を川に連れていくことを躊躇するという話があがっており、昔と比べて川との接点は減少していることが推察される。今年度は流域の小中学校に通う小学校4年生から中学校3年生までの生徒にアンケート調査を実施し、川とのかかわりについて調査した。川の学習を本格的に開始する小学校5年生で、川の思い出や遊んだ経験などの値が高くなっていることから、子どもたちと川の接点を生み出すうえで、学校が重要な役割を果たしていることが示唆される。三面川再生事業のミッションは、子どもたちが関心を寄せている生き物（魚類）の生息環境や川での人の活動展開と深く結びついている。しかしながら、事業についての情報共有はかなり限定的である。現在新潟県が実施している置き土実験の説明会を、さまざまな人が参加可能な、情報共有と意見交換の場へと、特に、多世代で共に川の未来を考える場へと展開することができれば、川への関心を高め、再生に取り組む人の輪を広げていくことにつながる可能性がある。
- ・ 平成29年度の調査では、アユの環境DNA濃度に影響する環境要因として、川幅水深比（B/h）の寄与率が高いことが示された。構築したモデルを用いて奥三面ダム建設前後の生息場を評価し、アユの環境DNA濃度を推定した。生息場の質的・量的低下が最も大きかった9-14km区間では、奥三面ダム建設前は、蛇行に伴い単列砂州が形成されていたが、現在では砂州はなく、河床も移動しにくい状態である。三面川の現況としては、瀬的な環境はある程度残りつつも、淵的環境がほとんどないことが懸念される。水深が小さく流速が大きい早瀬的な環境はダム建設後も多少は存在している一方で、水深が大きく、流速が小さい淵的環境は消失している。瀬と連続した淵のアユやその他の魚類にとっての重要性について定量的に評価し、その上で、河道修復を具体的に検討する必要がある。また、産卵場がごく限られた地点のみである可能性を指摘した。産卵場に関しても定量的に評価を行い、これを踏まえ産卵場の再生の必要性について検討を行う必要がある。

1. 三面川再生に向けたステークホルダー・インタレストの分析

(1) 背景と目的

本テーマの目的は、三面川上流部再生事業の展開をめぐって、流域住民がどのようなインタレスト（関心・懸念）をもっているかを明らかにし、合意形成という観点からの課題を考察することである。平成 29 年度は、地域の人びとと川との関わりを明らかにするために、三面川上流部の 3 地域「岩崩集落」「荃太集落」「布部集落」において高齢者を中心に聞き取り調査を実施し、河川空間の多面的価値を整理した。調査の結果、三面川中流部に 45 件の地名が付されていることが明らかとなり、各地点の地形的特徴やかつての川の様子、人の暮らしとのかかわりについての多様な価値認識の端緒を得ることができた。

昨年度の調査結果は、かつての川の様子についての記憶や、河川の多様な価値認識を把握することにつながり、保全事業の社会的意義を掘り下げながら三面川再生の方向性を再検討するうえで、重要な基盤の情報であった。「三面川上流部の再生」というコンセプトから見えてくる合意形成の枠組みは、アユ漁を活性化したい漁協と、河川管理者ならびに上流のダム管理者である県との間に生じる、極めて限定的なインタレストによって規定されてきたが、河川空間がもつ多彩な意味と特徴を踏まえることで、三面川上流部の再生事業のビジョン形成がより豊かなものとなると考えられる。

ただし、上記聞き取り調査の対象者は 60～80 代の高齢者であり、子どもの頃から日常的に河川空間を利用していた人びとである。三面川とのかかわりが時代とともに大きく変化していることは、聞き取り調査のなかでも示唆された。河川再生が長期的・継続的に取り組むべき事業であることを踏まえると、地域の未来を担う子どもたちが川とどのようなつながりをもっているかを明らかにし、再生への意欲や取り組みを継承・発展させるうえでの課題を明らかにすることが重要な意味をもつ。そこで、平成 30 年度は、流域の小・中学生を対象としたアンケート調査を実施し、子どもたちがどのように川を認識しているかを分析し、世代による川との関わりの違いを明らかにするとともに、その違いを踏まえて河川再生を展開するうえでの課題を考察した。

(2) 調査の方法

流域にある小中学校 3 校を対象に、アンケート調査への協力を依頼した。調査は、小学校 4 年生から中学校 3 年生までの生徒を対象に実施した。

アンケート実施時期：平成 30 年 6～7 月

回答者数：321 名（小学生 150 名、中学生 171 名）

各校の回答者数

	小 4	小 5	小 6	中 1	中 2	中 3
A 小学校	4	9	5			
B 小学校	42	49	41			
C 中学校				45	52	74

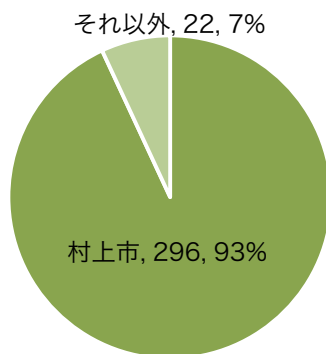
各質問項目の回答を集計したほか、横浜市和泉川環境整備基本計画ならびに鶴田ら（2017）が実施した善福寺川再生のビジョンづくりにかかわる研究を参考に、子どもたちが自由記述欄に描いた川の絵やメッセージの構成要素分析を行った。

（３）調査の結果

各質問項目の集計を以下に示す。下線はコメント。

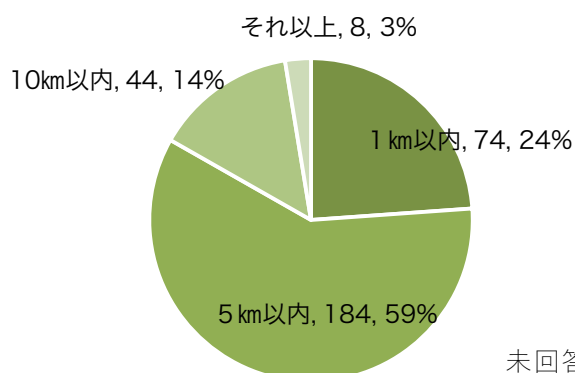
Q1 あなたの学年・出身地を教えてください

学年	人数
小 4	46
小 5	58
小 6	46
中 1	45
中 2	52
中 3	74
合計	321



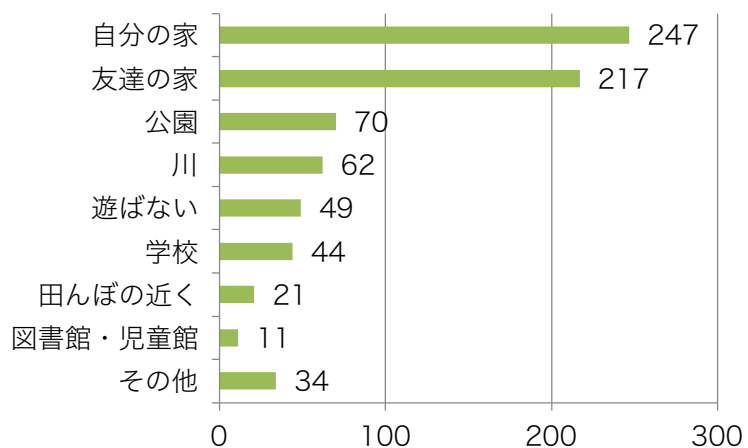
未回答：3

Q2 三面川からどのくらいの距離のところに住んでいますか



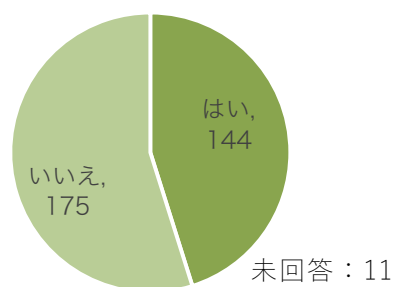
未回答：11

Q3 いつもどのような場所で遊んでいますか（3つまで選択可）



屋内を選択している人が圧倒的に多い。遊び場のインドア化の傾向が見られる。川を選択した人は19%にのぼる。川が身近にある三面川流域の地域性が現れていると推察できる。

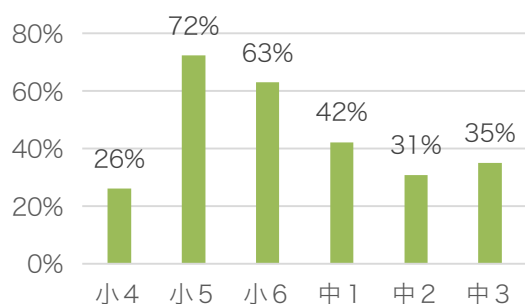
Q4 三面川での思い出はありますか



●「はい」の場合、それはどのような思い出ですか。

おじいちゃんといっしょにかじかとり、ニジマスつかみどり、あみで一すくいしたら魚やエビがとれた、お父さんと三面川でつりをした、クマを見た、川でおよいだ、川遊び、水遊び、家族と一緒に遊んだ、魚とり、学校で三面川（ダム）の見学、サケの放流、学校で川について調べた、集落行事で遊んだ、バーベキュー、溺れそうになった・・・など

●学年別の回答（Q4で「はい」と答えた人の割合）



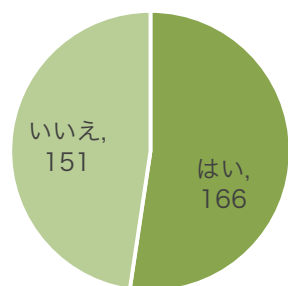
Q4の回答を学年別に集計すると、5年生で「はい」と回答した人の割合が高くなる。5年生から川の学習が重点的に行われるようになるからか。学校教育が、子どもたちと川との接点を生み出すうえで、重要な役割を果たす可能性がある。自由記述欄にも、学校の授業を通して得た川の思い出についての記述が見られる。ただし、家族との思い出の記述も多く、父母や祖父母の川とのかかわりが、子どもたちの思い出の有無にも影響している。

●居住地と川との距離による回答の違い（未回答 19）

思い出の有無	ある	ない	あるの割合
1km 以内	46	28	62%
5km 以内	83	99	45%
10km 以内	13	31	30%
それ以上	1	7	13%

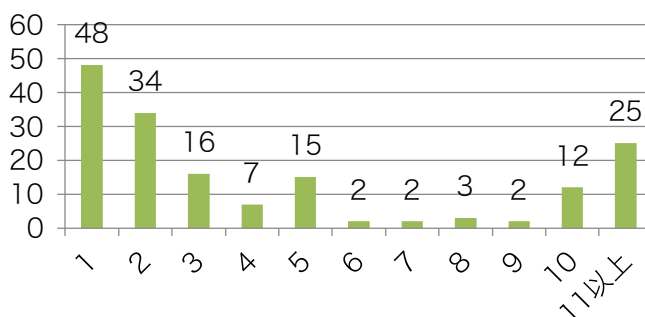
居住地の川からの距離と川との思い出の有無を見てみると、距離が近いほど「思い出がある」と回答した人の割合が増えていることが分かる。

Q5 三面川で遊んだ経験はありますか



未回答：5

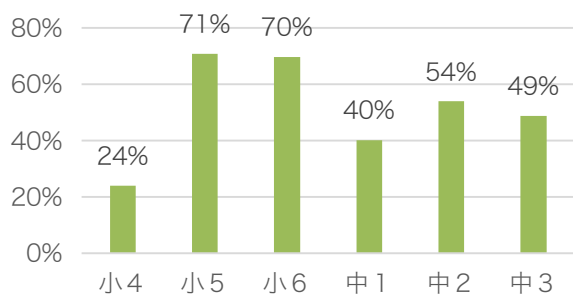
●「はい」の場合、何回くらい遊んだことがありますか。



●「はい」の場合、例えばどんな遊びをしましたか？

泳ぐ、水切り、魚とり、虫とり、水でっぼう、生きもの探し、石あつめ、アユつり、もぐって魚探し、自然の観察、箱メガネで魚を見る、サケの放流・・・など

●学年別の回答（Q5で「はい」と答えた人の割合）



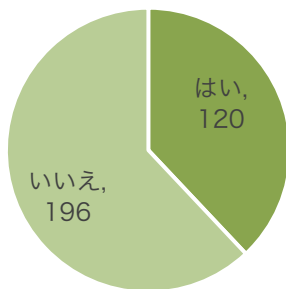
Q4と同様、小学校5年生で「はい」と回答する人の割合が急増する。自由記述欄で「サケの放流」も遊びと捉えている人がいることから、学校で行う川の学習が三面川での遊びの経験につながっている可能性がある。遊んだ回数については、低頻度（1～2回）と高頻度（10回以上）のどちらの回答もあり、川での遊びが非日常的な生徒と日常的な生徒がいることが分かる。

●居住地と川との距離による回答の違い（未回答 11）

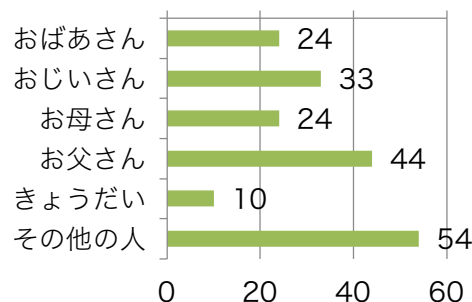
経験の有無	ある	ない	あるの割合
1km 以内	52	22	70%
5km 以内	94	86	51%
10km 以内	14	30	32%
それ以上	2	6	25%

居住地の川からの距離と川で遊んだ経験の有無
を見てみると、Q4と同様、距離が近いほど「経
験がある」と回答した人の割合が増えているこ
とが分かる。また、遊んだ回数についても、距
離が近いほど回数が多い傾向にある。

Q6 家族やその他の人から三面川の話聞いたことがありますか



●話を聞かせてくれたのは誰ですか

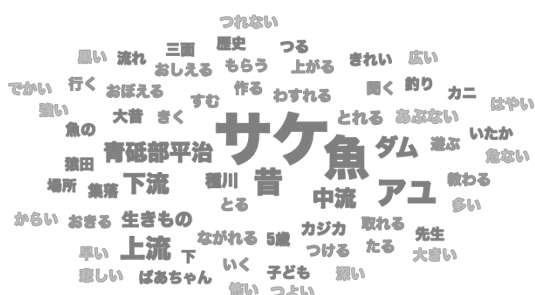


その他の回答
いとこ、友達、学校の先生、イヨボヤ会館の方...など

●どんな話を聞いたことがありますか

魚をどうやってつか、どんな魚がいたか。／昔よくつりをした。カニがいっぱいいた。／魚がたくさんいて、きれい。／生きものの話／ウナギの話／サケ・アユ・カジカの話／アユがいなくなった／種川の話／流れが強い場所や、深い場所の話／ダムの話／昔の歴史や、昔何が起きたか。／子どもの頃三面川で何をして遊んだか。／たくさん雨が降った時の話／あぶない／気をつける・・・など

●記述内容を Use Local のテキストマイニングツールを使って分析した結果

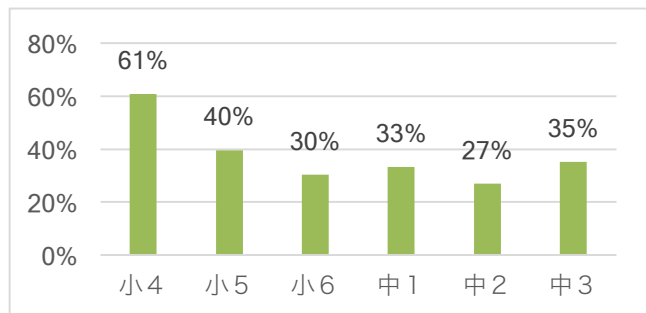


出現頻度の高かった言葉（「三面川」を除く）

サケ(25)、魚(20)、ダム(13)、アユ(12)、昔(11)

サケの川として語られる場面が多いが、アユ、カジカ、ウナギなども話題にあがっている。サケやダムという言葉の出現頻度が高いのは、こうしたテーマが学校教育で取り上げることが多いことが影響している可能性がある。

●学年別での回答（Q6で「はい」と答えた人の割合）

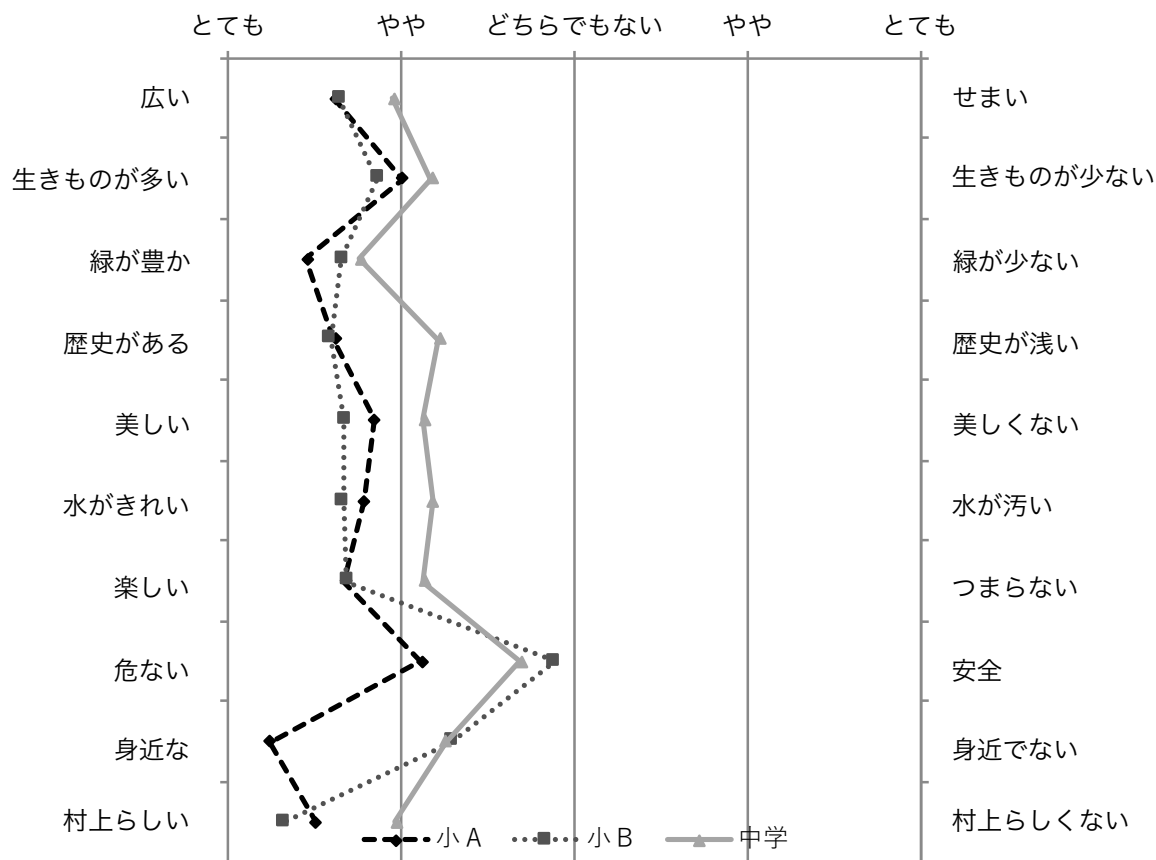


Q4 および Q5 と異なり、「はい」と回答した人の割合は小4 が最も高い。成長につれ家族との会話の頻度が下がっていくということか。

●居住地と川との距離による回答の違い（未回答 11）

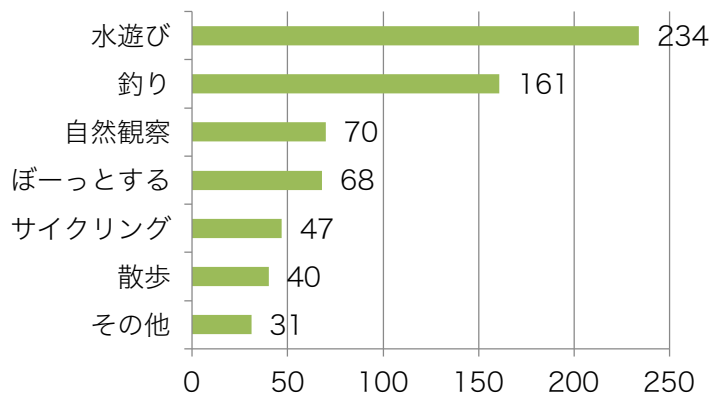
経験の有無	ある	ない	あるの割合
1km 以内	32	41	43%
5km 以内	69	111	38%
10km 以内	15	29	34%
それ以上	2	6	25%

Q7 三面川にどのような印象をもっていますか（SD 評価法）



小学校 A は上流部に、小学校 B は下流部に位置する。上流にある小学校の方が三面川を身近に感じているとともに、危険だという認識も強く持っている傾向がある。三面川の豊かさや歴史、地域資源としての価値を評価する意見が全般的に多いが、中学生と小学生の回答と比べると、ほとんどの項目において中学生の方がやや低めに評価していることが分かる。

Q8 三面川でどのようなことをしてみたいですか（3つまで選択可）



水の中での活動に対する関心が高い。昨年度実施した聞き取り調査では、日常的に川遊びをしていた様子が語られていたが、現在の三面川は、子どもたちが入れるような川になっていない。

その他の回答：バーベキュー、カヌー、水切り、日なたぼっこ・・・など

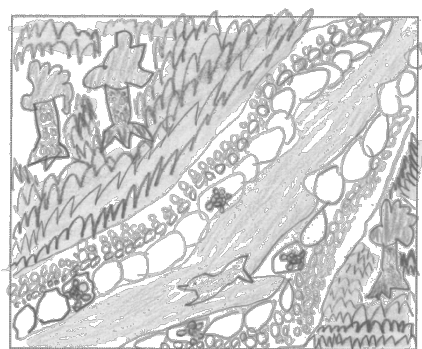
Q9 三面川がこんな風になってほしいという願い、または、自分の家や学校の近くを流れる川がどんな川になって欲しいかなど、皆さんの川に対する思いや希望を自由に書いてください。

言葉や絵で描写されたものを構成要素に分類・整理した結果（絵は43件）

絵の構成要素分類例



【法線】 真っ直ぐ 【植生】 河原（草、花）
 【生き物】 魚 【人の活動】 釣り
 【構造物】 橋、船

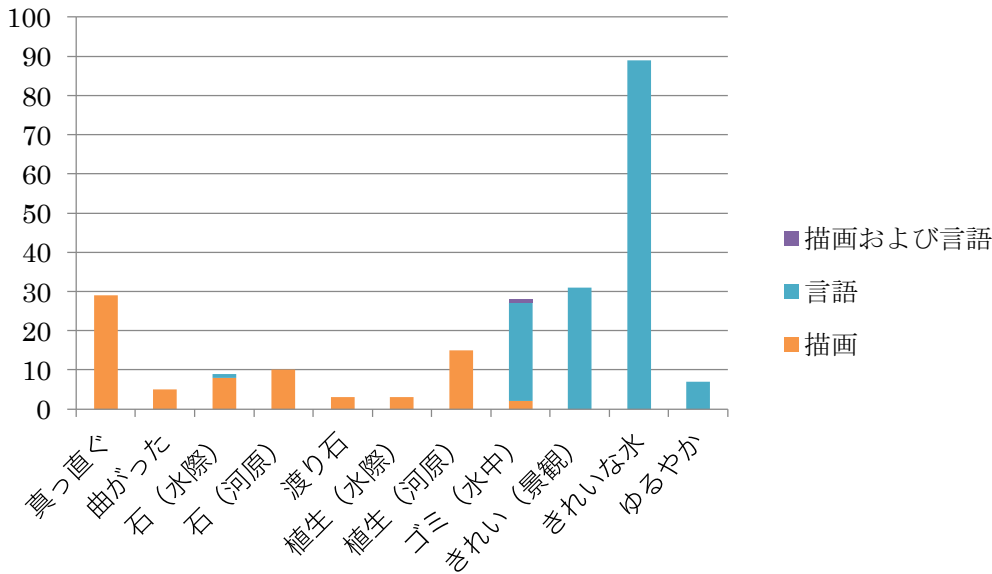


【法線】 曲がった 【石】 水際、河原
 【植生】 河原 【生き物】 魚、亀

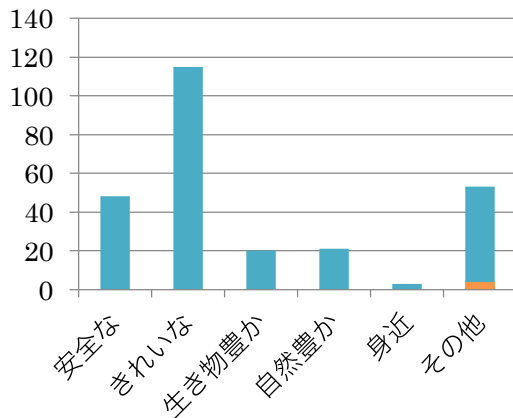


【法線】 真っ直ぐ 【石】 河原
 【植生】 河原 【生き物】 魚
 【人の活動】 釣り、その他（キャンプ）

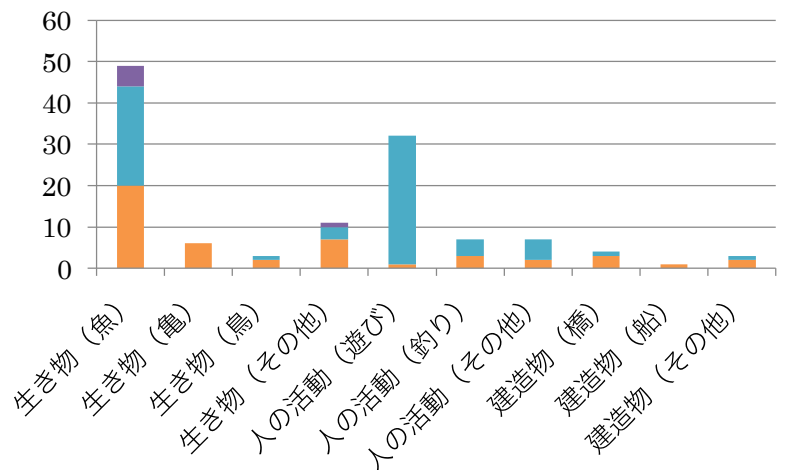
○川の様子・景観に関する描写



○川のイメージに関する描写



○生き物や人の活動に関する描写



「きれいな」という形容詞が、川に求める最も重要な価値であることが分かる。Q7において、三面川は「水が綺麗」という項目で高い評価がなされているため、現状を改善したいというよりも、今後もきれいな川であってほしいという要望だと考えられる。きれいという言葉は、景観の美しさ、ゴミがない環境、水質などさまざまな意味で用いられるが、人が近づきたい、入りたいと思うような水辺を表現する言葉として用いられているのかもしれない。

子どもたちは、生き物（特に魚類）や人の活動とのかかわりを通して川を捉えている。三面川再生の事業の目的もまさにそこにある。事業のミッションは、子どもたちの関心を引きつける可能性を含んでいる。ただし、十分な情報提供ができていないのが現状である。

（４）考察と今後の展開

三面川の環境条件や文化的価値は昔と比べて大きく変化している。本調査では、小学校４年生から中学校３年生の児童・生徒にアンケートを実施したが、三面川での思い出があると回答した人の割合は４５％であった。この結果は、他地域と比べれば高いかもしれないが、川が日常的な遊び場だった世代の人から見て、どのように評価されるだろうか。平成２９年度に実施した聞き取り調査では、子どもの頃に川で遊んだ経験が豊富な方でも、川底の環境が昔と異なるので、孫を川に連れていくことを躊躇するという話があがっていた。川との接点は昔と比べて減少していることが推察される。

一方で、学校や家庭での学びの中で、接点を生み出していくことは十分可能である。Ｑ４およびＱ５の回答を学年ごとに分析した結果からは、学校で川の学習に取り組む小学校５年生で肯定的な回答が増えることがわかった。学校は子どもたちと川の接点として重要な役割を果たすことが示唆された。ただし、肯定的な回答の割合は、小学校５年生をピークに減少する。川の学習の効果は一時的であり、学んだことが必ずしも思い出や経験として残るとは限らない可能性があることが分かった。川についての学びの場を継続的に確保していくことが重要であり、そのためには学校だけでなく、家庭や地域での取り組みにも注意を向ける必要がある。

Ｑ６の結果から、家族との会話も、昔の川の様子や川とのかかわりについて知る重要なきっかけとなっていることが分かる。生きものがたくさん生息していた頃の川の様子を伝えていくことができるのは、当時の様子を知っている方だけである。三面川の豊かさを積極的に子どもたちに伝え、川の物語をつないでいく工夫が必要である。世代を超えて川について語り、考える場が作られていくことが望ましい。

その際に、重要なきっかけとなりうるのが、現在三面川において進められている再生事業である。Ｑ９のコメントでも述べたが、三面川再生事業のミッションは、子どもたちが関心を寄せている生き物（魚類）の生息環境や川での人の活動展開と深く結びついている。しかしながら、事業についての情報共有はかなり限定的である。置き土実験の実施においては、置き土設置場所の岩崩集落で説明会を開催したのみであったため、川への土砂投入に対する苦情が他地域から寄せられたという（平成３１年２月２８日開催の報告会での発言による）。この説明会を、さまざまな人が参加可能な、情報共有と意見交換の場へと、特に、多世代で共に川の未来を考える場へと展開することができれば、川への関心を高め、再生に取り組む人の輪を広げていくことにつながる可能性がある。こうした展開は、合意形成という観点から非常に重要な側面であり、河川再生事業の公共性を高めていくことにもつながっていく。

【今後の展開】

①河川への関心を高めていくうえで学校教育は有効だと推察される。学校との連携を図りながら、三面川再生事業を環境学習のテーマとして活用する可能性を検討したい。平成２９年度に実施した河川名称分析も、学習の材料として生かす方法を探る。

②川に対する意識は世代で大きく異なる。世代を超えて川について学び考える機会を生み出すことが重要であり、再生事業の説明会をそのような場として機能させることができないかを検討する。

■参考文献

鶴田舞・中村晋一郎・萱場祐一（２０１７）「子どもが描いた川の将来像は川づくり計画に有効か？」応用生態工学 20(1): 107-115.

横浜市下水道局下線部河川工事課・（株）農村・年計画研究所（１９８８）「和泉川環境整備基本計画」。

2. 魚類に着目した河川環境再生手法の検討

三面川では、奥三面ダム建設後においてアユの現存量が減少したとされ、生息場の改善が急務となっている。国内外の多くの河川において、ダム建設後、下流河川への土砂供給の諫止や流況の平滑化等により、河床底質の粗粒化や河道の二極化・樹林化が進行することが報告されている。三面川においても、奥三面ダム建設後、樹林化の進行や河道の二極化やダム下流河川における粗粒化が確認されている。粗粒化はアユの餌となる付着藻類の生育に影響を与え、また河道の二極化は瀬や淵の消失を招き、アユのみならず、他の魚類や水生生物にも影響を及ぼしていると考えられる。ダム下流河川における粗粒化や付着藻類の異常繁茂を改善するため、1990年代より置土やフラッシュ放流が実施されているが、三面川においても、河川環境の現状を科学的に評価し課題を明らかにした上で、保全・再生目標や再生シナリオを具体的に示していく必要がある。そこでH29年度は、奥三面ダム建設後の河道の変化に伴う生息場の変化や現在のアユの生息分布等を評価し、現状の課題を科学的に評価することを目的として調査を実施した。本年度（H30年度）は、これらの結果を基に、奥三面ダム建設前の1975年当時のアユの生息環境評価を行い、現況を比較することで、生息場の変化の状況を定量的に把握した。また、2018年6月に発生した大出水後の河床の状況に関する踏査を行い、これらを踏まえ、置土を含め今後の河川環境再生の方向性を考察した。

（1）奥三面ダム建設前後のアユの生息場の比較

①方法

現況におけるB/hや、平水時における水深・流速、河床勾配のデータを、構築したモデルに挿入し、アユの環境DNA濃度を面的に評価した(河口から0-20km)。次に、奥三面ダム建設前(1975年)におけるB/hや、平水時における水深・流速、河床勾配を構築したモデルに挿入し、過去におけるアユの環境DNA濃度を面的に示した(河口から0-14km)。さらに、奥三面ダム建設前後におけるアユの生息場の適正を評価するために、最もDNA濃度が高い値を1とすることで、生息場を0-1の間の生息適正值に変換し、生息場の質を評価した。比較する区間は、建設前後でデータが整っている河口から0-14km区間を対象とし、セグメント別に比較した。なお、メッシュ1つ当たりの大きさは25m²であり、メッシュ数から相当する面積を算出することで、アユの生息場を定量化した。

②結果

H29年度に構築したモデルを用いて7月におけるアユの生息量を算出した。結果を図-1に示す。河口から1km-6kmまでは生息量が多く、それより上流は低い値を示した。また、奥三面ダム建設前後(1975年と2012年)における生息適正值を図-2に示す。奥三面ダム建設前においては、建設後よりも全体的に高い値を示し、特に河口から3kmから7kmまでは適正值が1になる区間が続いた。奥三面ダム建設後と比較して、特に河口から9-14km区間において適正值に差が出た。

次に、0-7km区間(セグメント2-1)と7-14km区間(セグメント1)において、奥三面ダム建設前後における、生息適正值のヒストグラムを図-3に示す。0-7km区間において、奥三面ダム建設前は、生息適正值が0.7以上に多く分布し、それ以下は小さい割合で分布していることから、広範囲にわたって生息場として質の高い空間が形成されていたと考えられた。建設後においては、0.7以上にまとまっていた分布が0.5まで広がり、生息場として質の高い空間は減ったものの、生息適正值0.5以上の面積で比較すると減少率は3%に留まり、生息場としての大きな質の低下は免れる結果となった。7-14km区間において、奥三面ダム建設前は、生息適正值の分布が、0-7km区間に比べ低い方に分布し、全体的にまんべんなく分布していた。建設後においては、適正值が小さい方へ遷移する結果となった。また、生息適正值が0.5以上の面積の減少率は75.6%を示し、生息場が質的、量的に大きく低下していることが示唆された。

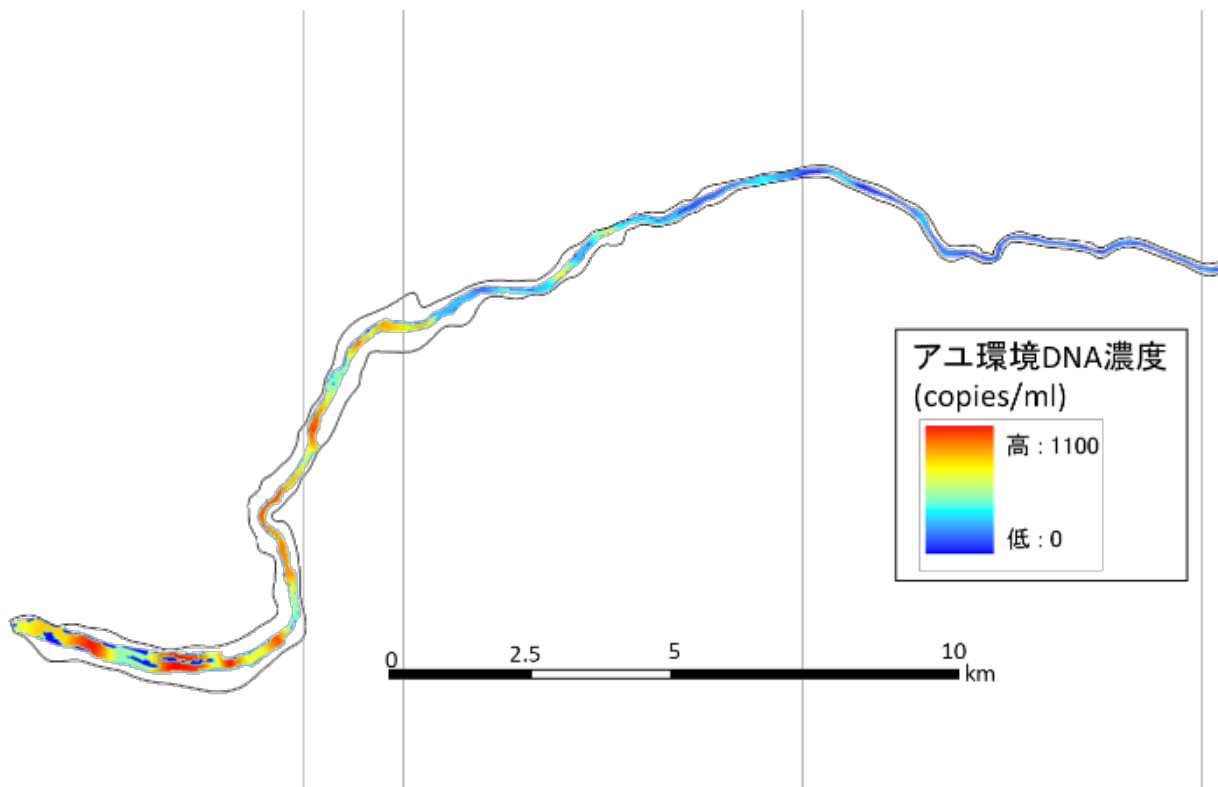


図-1 アユ環境 DNA 濃度推定結果(7月),0-20km

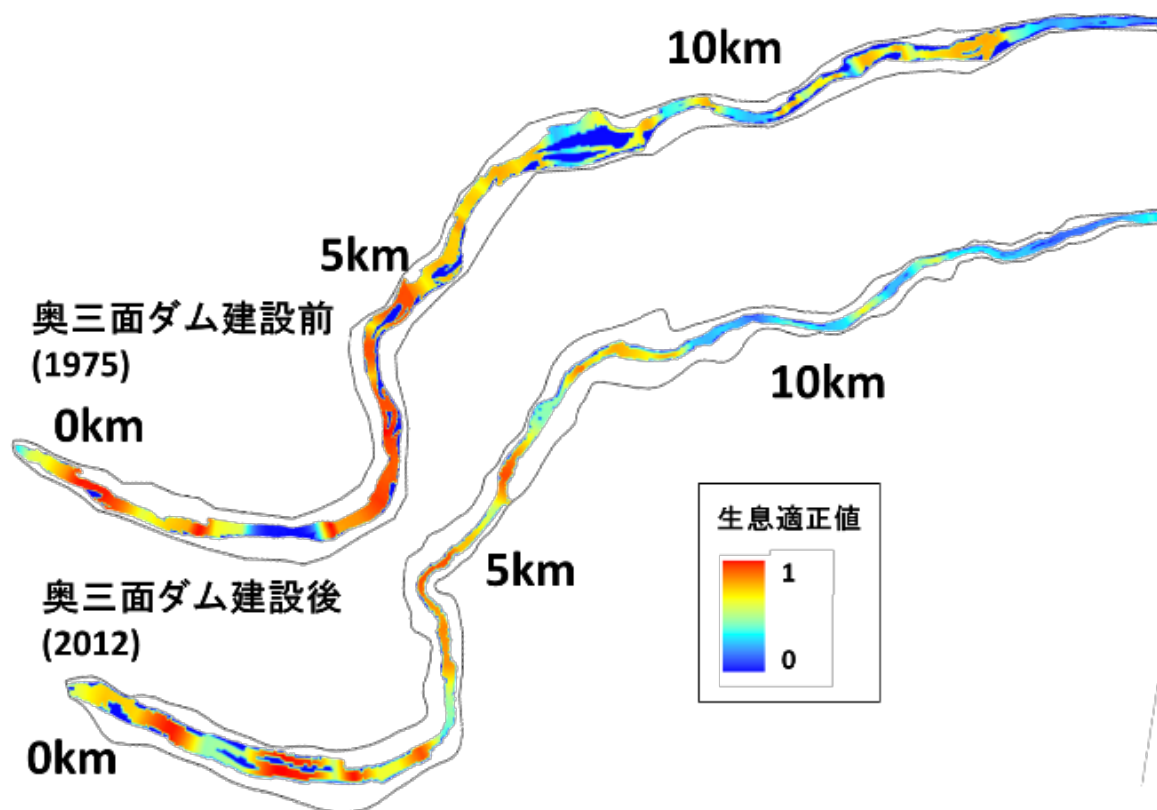


図-2 奥三面ダム建設前後におけるアユの生息適正值,0-14km

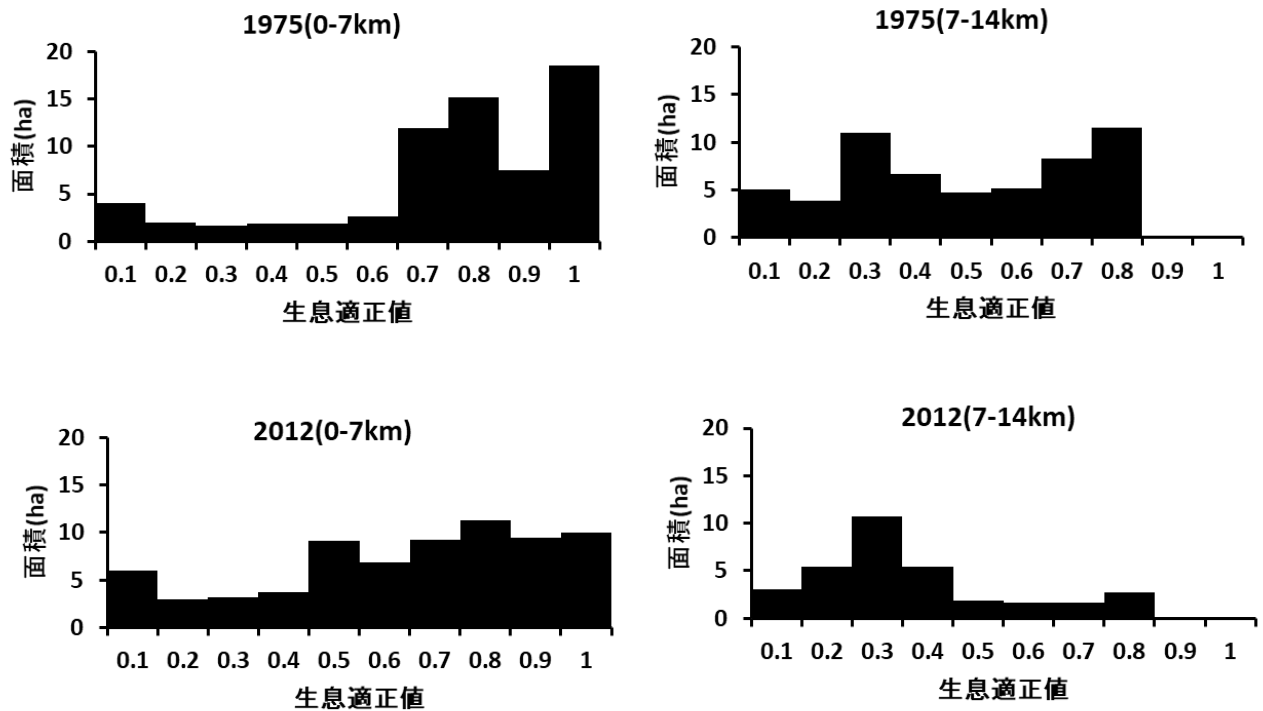


図-3 各区間における生息適正值のヒストグラム

③考察

図-4に奥三面ダム建設前後におけるB/hの変化を示す。奥三面ダム建設以前では、中上流域にかけて値にばらつきが見られ、多様な環境が形成されていたことが推測できる。一方、現況においては、河口から9kmまでは値にばらつきが見られるが、それより上流側では値が一定になっている。次に、B/hと無次元掃流力に着目し河床の移動のし易さや砂州の形態の変化について図-5に示す。黒木・岸らが作成した砂州領域区分⁹⁾を参考に、奥三面ダム建設前後における、河口から14kmまで、200mピッチのデータをプロットした。単列砂州、複列砂州の境界が黒木らの分類より、やや $B^{1/2}/h$ が高い方に見られたものの、傾向として、奥三面ダム建設後において、 $\tau_* < 0.05$ を下回るプロットが多く、河床が移動しにくい状況であることが確認された。また、砂州形態については、奥三面ダム建設前は、単列砂州、複列砂州が見られたのに対し、ダム建設後は、単列砂州の数は減少し、複列砂州の数はほとんど消失している。

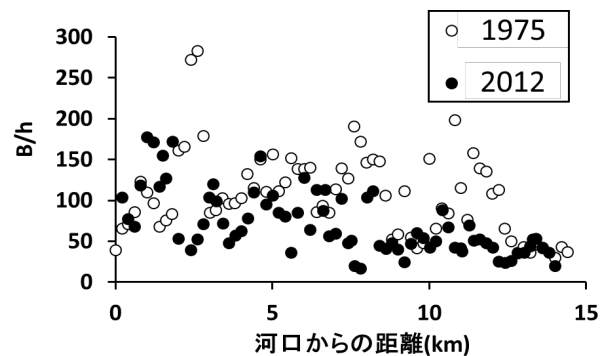


図-4 奥三面ダム建設前後における B/h の変化

生息場の質的・量的低下が最も大きかった9-14km区間では、奥三面ダム建設前は、蛇行に伴い単列砂州が形成されていたが、現在では砂州はなく、河床も移動しにくい状態である。セグメント2-1では、単列砂州が形成されると、平瀬、早瀬、淵が連続する河床型(Bb型)が発達しやすく(水野信彦, 御勢久右衛門 1993)、本来の環境であると、アユの摂食場となる瀬と、休息場及び避難場となる淵の連続性が確保され、生息場として必要な環境が整っている。しかしながら、三面川の現況としては、瀬的な環境はある程度残りつつも、淵的環境がほとんどないことが懸念される。図-6からも分かるように、ダム建設前後において、水深が小さく流速が大きい早瀬的な環境はダム建設後も多少は存在している一方で、水深が大きく、流速が小さい淵的環境

は消失していることが確認できる。中村は、魚が川に生息する条件として、①産卵場の確保、②回遊路の確保、③避難場所の確保、④天敵からの保護、⑤流量の確保、⑥水質の確保、⑦餌の確保を上げており（中村，1995）この区間においては、③④⑤を担保する条件が低下していると考えられる。また、川那部らは、アユの淵の利用の仕方について、夜間の休息場としてだけではなく、日中も利用している場合があることを報告している（川那部ほか 1957）。アユはその年の生息密度により生活様式が異なり、密度が大きい時は、群れて行動を共にする個体数が多く、密度が小さい時は、単独でなわばりを張る個体数が多くなる。しかし、密度がさらに著しく小さくなると、なわばりをもたなくなるという傾向がある（川那部 1970, 水野・川那部 1957）。なわばりを張る時は、日中瀬の限られた範囲で摂食するのに対し¹⁹⁾³⁹⁾、群れて行動する時は、瀬で摂食することはもちろんのこと、淵で漂っていたり、淵に点在する岩盤や岸壁に付着する藻類を食んだりするため、その行動範囲は決して瀬の範囲に留まらない。また、生息密度が著しく増加した際に、早瀬、淵、平瀬の順に密度が高いという報告もあり、生息密度の変化により淵が多く利用されることがある場合も示唆されている（川那部 1970, 川那部ほか 1957）。これらを考慮すると、瀬と淵が連続していることは、アユの密度が変化した際にもアユにとって十分な環境容量を供給するために必要な環境であると言える。

0-7km区間に関しては、複列砂州が単列砂州に遷移しており、かつては生息場としてだけではなく、アユ

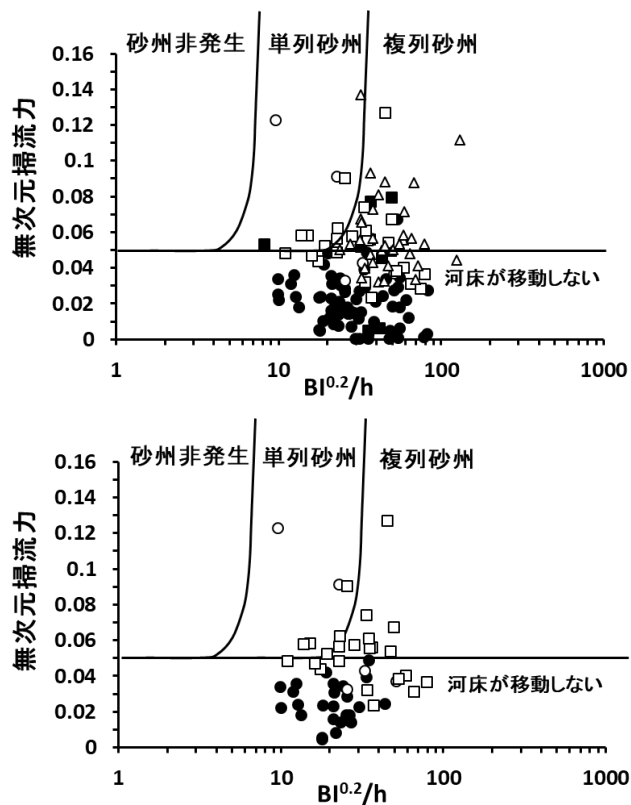


図-5 砂州発生と領域区分

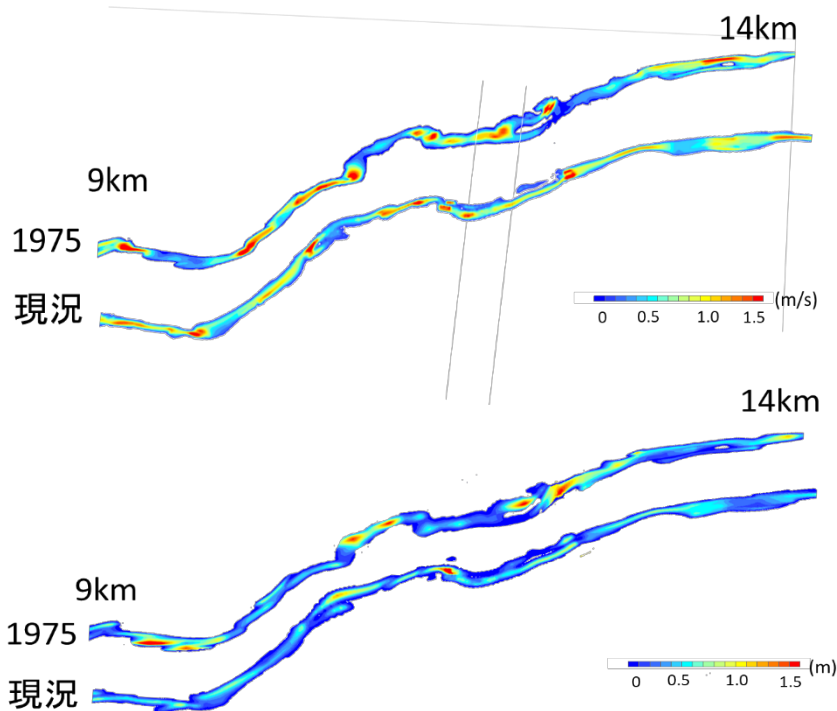


図-6 9-14km 区間における流速・水深の比較

の産卵場としても現状よりプラスに寄与していた可能性も考えられた。アユの産卵場は、浮石状態の瀬が良いとされており（石田 1959, 兵藤ほか 2014）、複列砂州が形成されている区間では、砂州の自由度が大きいため、出水の度に砂州形態が変化し、その変化した場所はもちろん河床軟度が高いため、アユの産卵場としても良好な環境が形成されていたと考えられる。補足的に行ったアユの産卵期における環境DNA調査では(図-7)、河口から1km地点の瀬のみで高い値を示しており、この区間に集中している可能性が考えられ、ダム建設後は砂州形態の変化により、産卵場が縮小している可能性が示唆された。

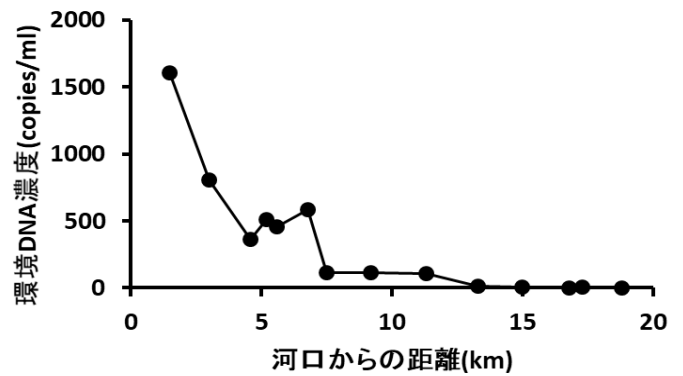


図-7 産卵期における環境 DNA 濃度(10 月 29 日)

(2) 大出水後の河床の状況

H30年6月に大出水が生じ、三面ダムより最大300m³/sの放流が行われた。これを受け6月29日に河川及び河床の状況について現地踏査を実施した。写真-1, 2に河川及び河床の状況を示す。支流から大量の土砂が三面川本流に供給され、河床には多量の土砂の堆積がみられた(写真-1)。図-8は、H28における各地点の礫10個当たりの黒色化礫の数を示した。H28においてはダム下流の岩崩から布部まで黒色化礫がみられたが、本出水後は岩崩から布部の全区間で黒色化礫が減少し、布部においてはほぼ認められなかった。布部は、写真-1下の支流が合流した下流地点にあたり、出水による掃流のみならず、支流から供給された土砂による影響が大きいと考えられた。



写真-1 支流からの土砂供給（上）及び三面川（本川）における土砂堆積の状況（下）



写真-2 出水後の河床の状況 (H30.6.29 撮影)



写真-3 黒色化した礫(H27 撮影)

■黒色礫割合 (H28)

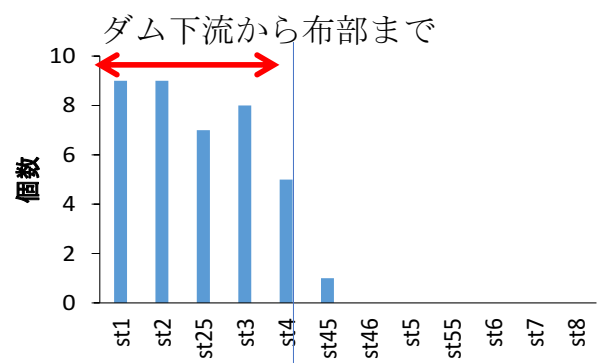


図-8 H28 年度調査における河床礫 10 個あたりの黒色礫数 (下は調査地点)

（３）今後の河川環境再生の方向性

①ダム下流から布部までの区間の河床における黒色礫の改善

（２）で示した今回の出水による布部における河床の状況は、前述したように支流からの土砂供給によるものであるが、新潟県がダム下流における河床環境改善策として平成31年2月に設置した置土についても同様の効果が期待できる。置土の設置場所としては、ダム下流の岩崩から支流が合流するまでの区間のできるだけ上流部に設置することが望まれる。ただし、濁水の要因となる砂以下の微細な土砂はあらかじめ除去しておく必要がある。置土のアユの生息に対する効果に関しては、特に餌資源への影響を評価する必要があると考えている。

②アユの生息場、産卵場環境の再生

（１）で示したとおり、一般的にセグメント2-1の河道では、単列砂州が形成されると、平瀬、早瀬、淵が連続する河床型(Bb型)が発達し、アユの摂食場となる瀬と、休息場及び避難場となる淵の連続性が確保され、生息場として必要な環境が整っているが、三面川では二極化により、瀬的な環境はある程度残りつつも、淵的環境が減少している可能性が示唆された。そのため、瀬と連続した淵のアユやその他の魚類にとっての重要性について定量的に評価し、その上で、河道修復を具体的に検討する必要がある。また、産卵場がごく限られた地点のみである可能性を指摘した。産卵場に関しても定量的に評価を行い、これを踏まえ産卵場の再生の必要性について検討を行う必要がある。

参考文献

- 川那部浩哉：アユの社会構造と生産Ⅱ-15年間の変化をみて-,日本生態学会誌,Vol.20,No.4,pp.144-151,1970.
- 水野信彦,御勢久右衛門：河川生態学 補訂版,築地書館,pp.4-13,1993.
- 中村俊六：魚道のはなし,山海堂,pp.42-49,1995.
- 川那部浩哉,森 主 一,水野 信彦：遡上アユの生息密度と淵の利用の仕方,日本生態学会誌,Vol.7,No.1,pp.22-26,1957.
- 水野信彦,川那部裕哉：なわばりの密集した地域におけるアユの行動,日本生態学会, Vol.7,No.1,pp.26-30,1957.
- 石田力三：アユの産卵生態-Ⅰ.産卵群の行動と産卵行動,Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries,Vol.25,No.4,pp.259-268,1959.
- 兵藤誠,竹門康弘,角哲也：天竜川におけるアユ産卵床の河床地形特性と変動履歴の関係,河川技術論文集,第20巻,pp.67-72,2014.