

ARRC Activity Report

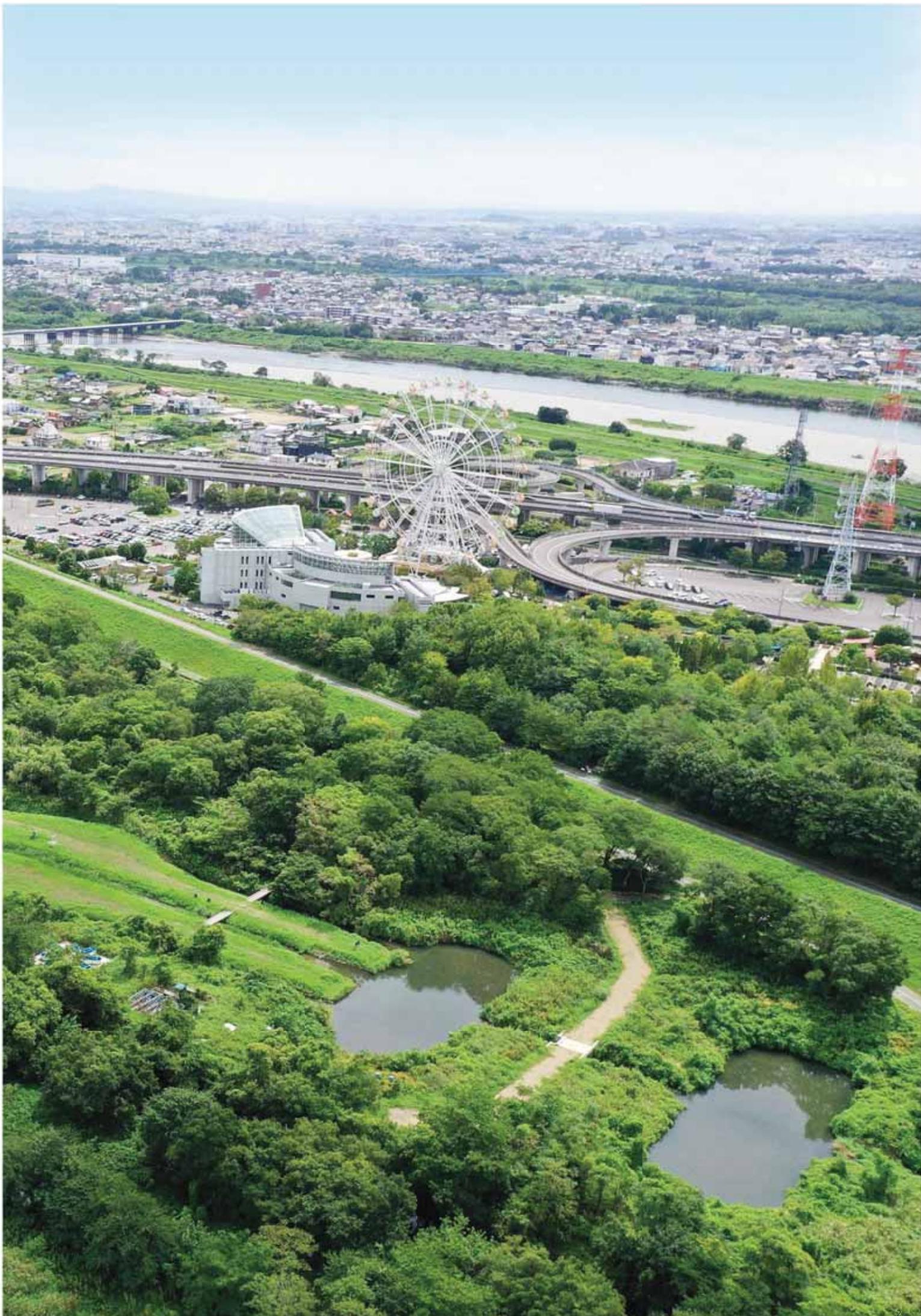
vol.3 ダム・情報発信

自然共生研究センター
活動レポート 1999 - 2022





AQUA RESTORATION RESEARCH CENTER
25th
SINCE 1998
ANNIVERSARY





「いい川を、未来へ。」

河川環境分野でNeedsとSeedsを意識した研究を進める

自然共生研究センターについて

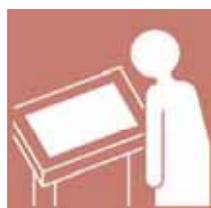
人口減少や社会インフラの老朽化、激甚災害の多発により、河川をとりまく状況は変化しています。その中で、流域治水やグリーンインフラ、BIM/CIMといった新しい考えや技術革新が出てきました。こうした時代の変化をとらえつつ、河川環境の「今」を支援できる「Needs」を意識した研究を進めています。

カーボンニュートラルのような社会の大きな変革は、50年以上も前から続けられてきた研究の成果といえます。研究は時間がかかるため、社会が求める成果をすぐに出せないもどかしさもあります。しかし、続けるからこそ深く理解することができ、社会をより良い方向へ導く礎となります。過去の積み重ねを大切に「将来」を支えられる「Seeds」としての研究を進めています。

自然環境と人間の共生のためには、生態学や土木工学といった異なる研究分野の融合が必要です。異分野の研究者が協同して、河川環境に関する研究を進め、成果を広く普及することを目指しています。

自然共生研究センター長 森 照貴

ダム・情報発信



河川や湖沼での自然環境の保全・復元には、生態学や土木工学などの幅広い分野での共同研究が必要であり、知見蓄積や手法の確立が十分とはいえませんでした。

そこで、1998年11月、建設省土木研究所（現：国立研究開発法人土木研究所）は、河川・湖沼等の自然環境と人間の共生のための基礎的・応用的研究を行い、その成果を広く普及することを目的に、自然共生研究センターを設立しました。

本レポートは開所1998年から2023年迄の25年間に発行された「活動レポート」を分野ごとにまとめたものです。

目次



ダム「Q&A」

ダムによる環境への影響評価と改善手法に関する研究

	頁
平成11年(1999)-平成15年(2003)	
■どれぐらいの流れで、河床の付着藻類が、どの程度はがれるのでしょうか？	…09
■洪水による水質自浄作用は？	…11
■付着性藻類の流されやすさは、種によって異なるのでしょうか。	…13
■アユの餌として付着膜の維持にも川底の攪乱は必要なのでしょうか？	…15
■河川流量の増減は魚類にどのような変化をもたらすのでしょうか？	…19
平成16年(2004)-平成20年(2008)	
■流量の違いによって川の生産と呼吸に変化は見られるのでしょうか？	…21
■川の流量は底生藻の一次生産速度に影響を与えますか？	…23
■流量増加に伴う河床付着膜の剥離・掃流の程度を予測することはできるのでしょうか？	…25
■アユの摂餌は、河床付着膜にどのような役割を果たしているのでしょうか？	…27
■ダム下流では、河床の環境変化によって生物相がどう変わるのでしょうか？	…29
■アユの摂餌は、河床付着膜にどのような役割を果たしているのでしょうか？	…31
■土砂還元を行うと、河床の生物相は変わるのでしょうか？	…33
■アユやオイカワによる摂食によって、河床付着膜の性状は変化するのでしょうか？	…35
■土砂還元の効果を実証的に示す方法はないのでしょうか？	…37
平成21年(2009)-平成25年(2013)	
■土砂還元は河川の一次生産をどのように変化させるのでしょうか？	…41
■濁水が付着藻類に及ぼす影響は、流速によって異なるのでしょうか？	…43
■濁水に含まれる成分によって、礫表面の付着藻類への影響は異なるのでしょうか？	…45
■川底をたくさんの砂が覆うと底生魚はどうなりますか？	…47
平成26年(2014)-平成30年(2018)	
■シルトを多く含んだ藻類を水生昆虫は食べるのでしょうか？	…51
■付着藻類にたまったシルトは、どのくらいの時間で洗い流されるのでしょうか？	…53
■川底の凹凸が変化すると遊泳魚も影響されるのですか？	…55
■川が濁るとアユはどのような行動をとるのでしょうか。	…57
■ダム下流の河床材料の変化が魚類に及ぼす影響を評価する方法はありますか？	…59
■河床に細粒土砂が堆積して石礫が埋没すると、アユにどのような影響がありますか？	…61
■淵に土砂が堆積し水深が減少するとどのような魚類に影響しそうですか？	…63
■河床に砂を供給した後、付着藻類の現存量はどのように変化しますか？	…65
■ダム下流に土砂を含む放流が行われた場合、付着藻類はどのように変化するのでしょうか？	…67
■ダムからの土砂供給によって、魚類の餌内容は変化しますか？	…69
■ダム下流に土砂が供給されると水生昆虫の種組成はどう変化しますか？	…71
■アユの餌場として重要な川底の石の埋まり具合を簡易的に予測できますか？	…73

令和元年(2019)-令和4年(2022)	頁
■ダム下流環境の評価に使われる石礫の露出高を予測するモデルは様々な河床条件に適用可能ですか？	…77
■石の上の付着藻類量を現場で簡単に知る方法はありますか？	…79
■河原植物のツツザキヤマジノギクはダムからの土砂供給による影響を受けるのでしょうか？	…81



情報発信 「Q & A」

川への関心を喚起していく情報発信手法に関する研究

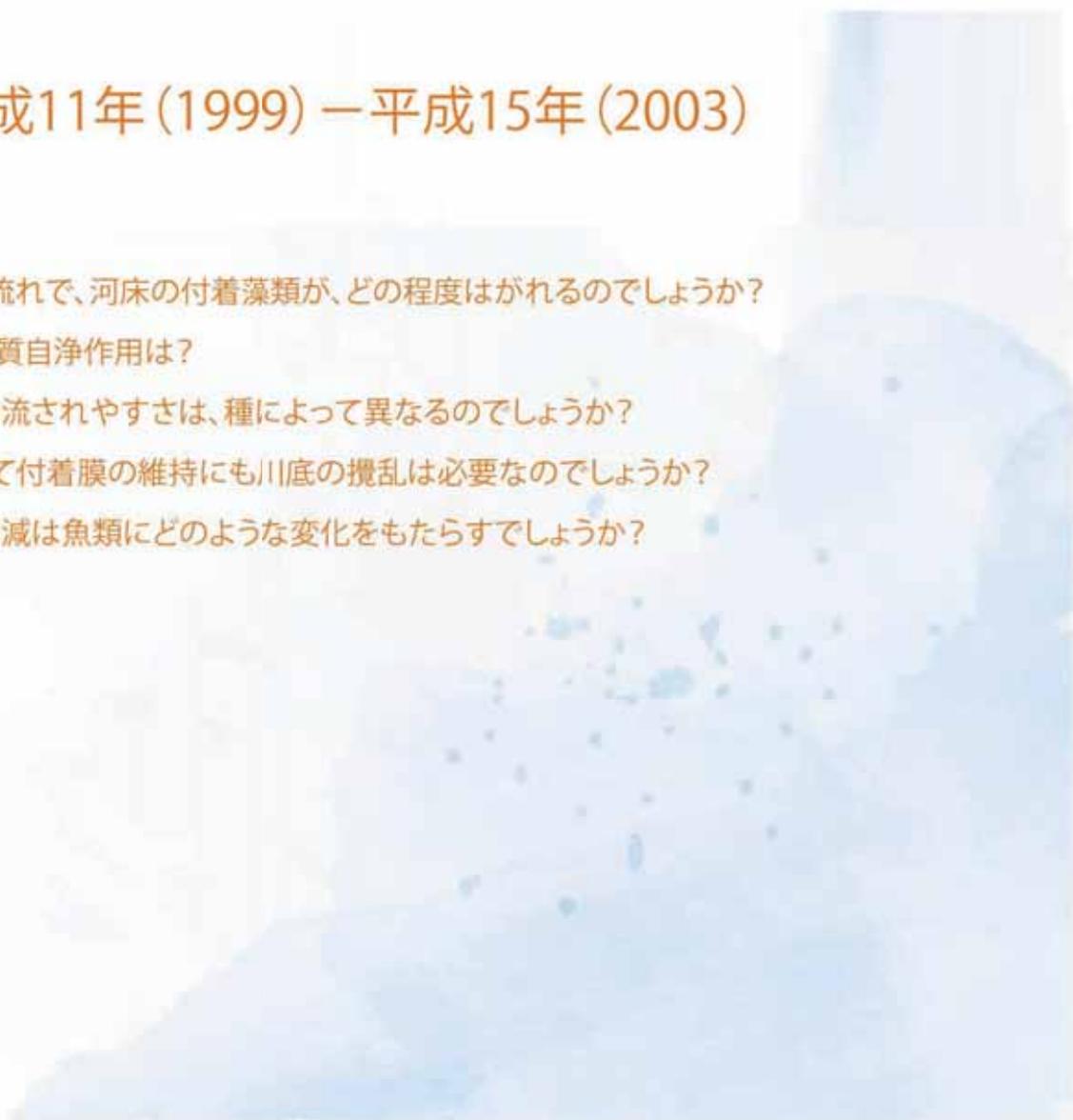
平成11年(1999)-平成15年(2003)	
■川の中のとらえにくい事象をわかりやすく伝えるためには？	…85
■フィールドで観察しにくい川の現象をわかりやすく伝えるには、どのような方法が考えられるのでしょうか？	…87
平成16年(2004)-平成20年(2008)	
■流量と生物の関係を、体験を通じて学ぶには、どのような方法があるのでしょうか？	…91
■河川環境を人に伝えるにはどんな方法が効果的でしょうか？	…93
■水面下で見えにくい魚類の生息場をわかりやすく伝える方法はありますか？	…95
■フィールドで捉えにくい自然現象を理解する方法はありますか？	…97
■体験を通じて得た部分的な情報を、有機的に結びつける方法はありますか？	…99
平成21年(2009)-平成25年(2013)	
■河川環境の基礎知識をフィールドで学ぶことはできますか？	…103
■河川生物の生態は、どうすれば効果的に伝えることができるのでしょうか？	…105
■「生物多様性」の展示では、どのような話題が扱われているのでしょうか？	…107
平成26年(2014)-平成30年(2018)	
■研究に関する情報の展示には、どのようなメディアが適しているのでしょうか？	…111
■1997年の河川法改正から20年の間に、川づくりにおける市民参加はどう変わりましたか？	…113
令和元年(2019)-令和4年(2022)	
■より良い川づくりに向けた合意形成において議論の熟度を把握する方法はありますか？	…117
■市民主体の川づくり計画を深化させるコツはありますか？	…119
■河川整備による景観の変化を、効果的に伝える方法はありますか？	…121
■河川環境や研究成果のことを知ってもらうには、どのような方法がありますか？	…123
■自然共生研究センター実験河川の特徴	…127

ダム「Q&A」



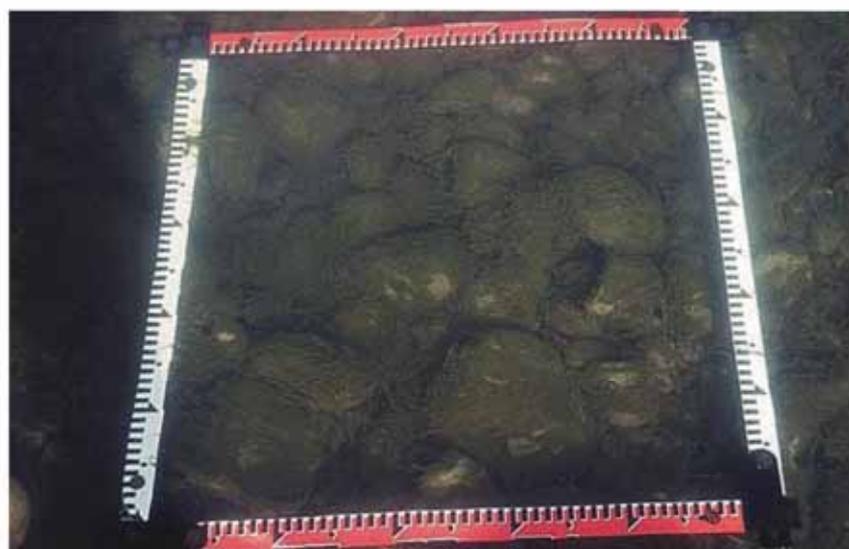
平成11年(1999)－平成15年(2003)

- どれくらいの流れで、河床の付着藻類が、どの程度はがれるのでしょうか？
- 洪水による水質自浄作用は？
- 付着性藻類の流されやすさは、種によって異なるのでしょうか？
- アユの餌として付着膜の維持にも川底の攪乱は必要なのでしょうか？
- 河川流量の増減は魚類にどのような変化をもたらすのでしょうか？





どれぐらいの流れで、河床の付着藻類が、どの程度はがれるのでしょうか？



■洪水前後の河床の状況

洪水前

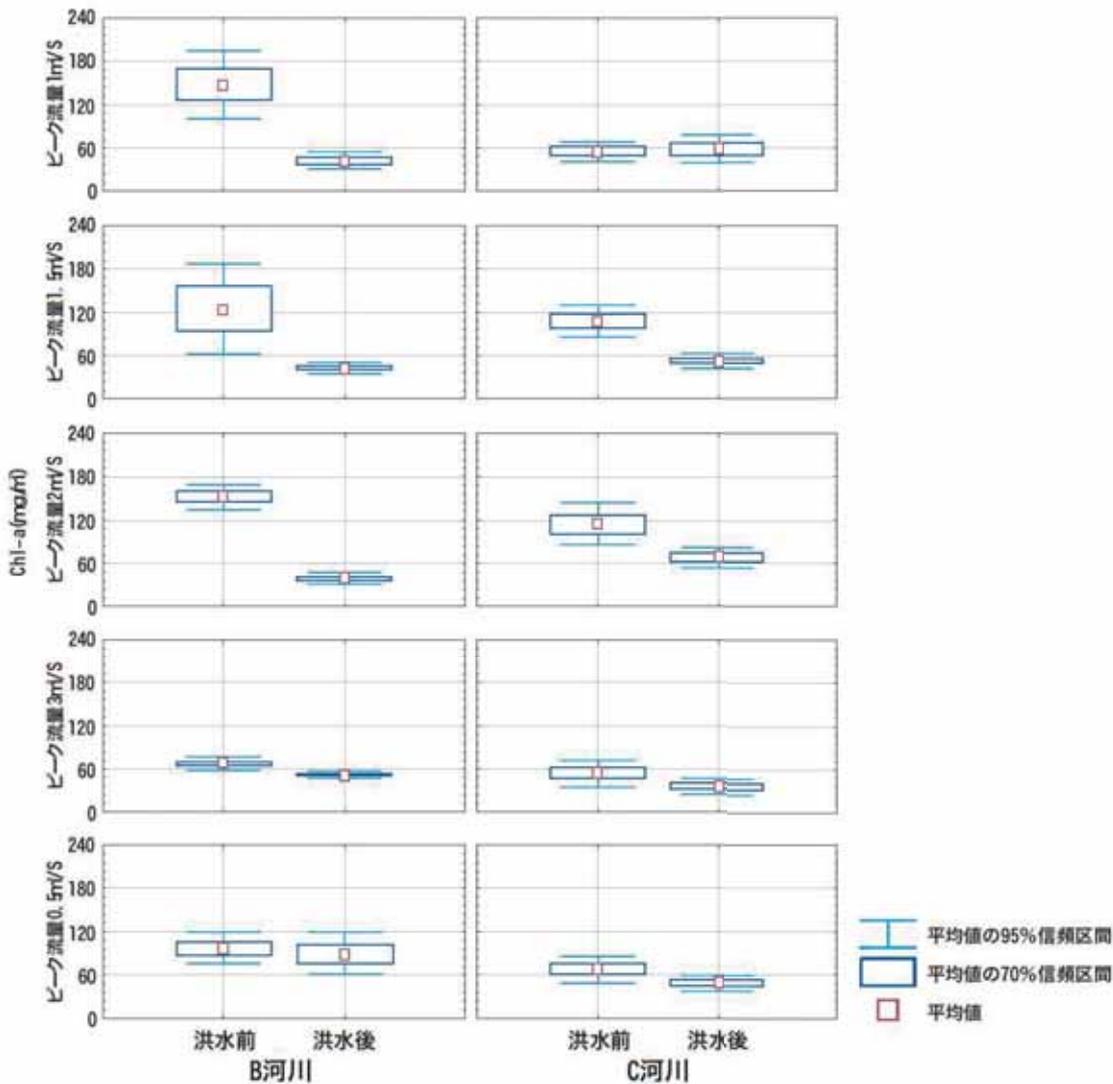


洪水後

毎秒0.5～3トンの洪水を起こすと、付着藻類は洪水前の現存量にかかわりなく、ある一定量まではがれることがわかりました。

一般に、河床の付着藻類は3週間程度で現存量が最大に達すると言われています。最大値に達すると付着藻類の剥離が生じ、BODやChl-a量が増加する、いわゆる自濁作用が働くようになります。このような現象は河川の自浄作用を低下させるだけでなく付着藻類を餌資源とするアユ等の成長を阻害することが指摘されています。流量変動は定期的に付着藻類を更新し、自浄作用と付着藻類の質を向上させる役割を担うものと考えられますが、どのくらいの出水の規模や頻度が必要なのかはまだわかっていません。

そこで、実験河川において、出水の規模（ピーク流量 0.5~3m³/S）と付着藻類の剥離の関係について調査を行いました。洪水前後の付着藻類を比較した結果、今回実施した規模の出水によって、ある一定量（Chl-aで40~60mg/m³）まで剥離することがわかりました。



■付着藻類の現存量の変化

担当：皆川朋子

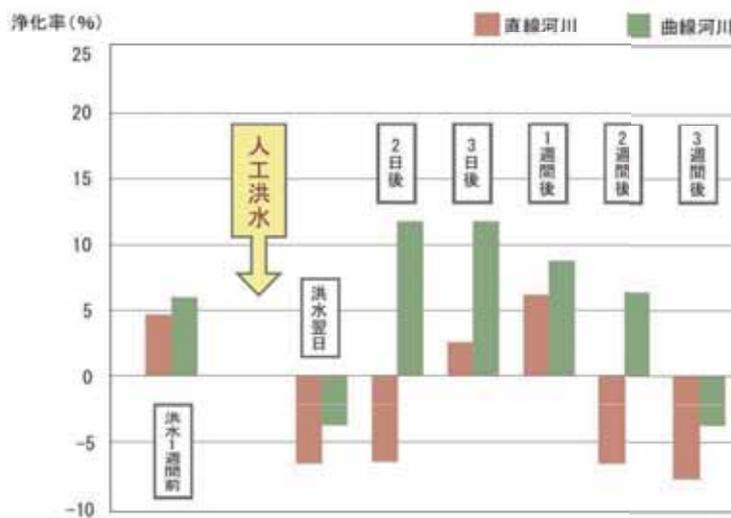
洪水による水質自浄作用は？



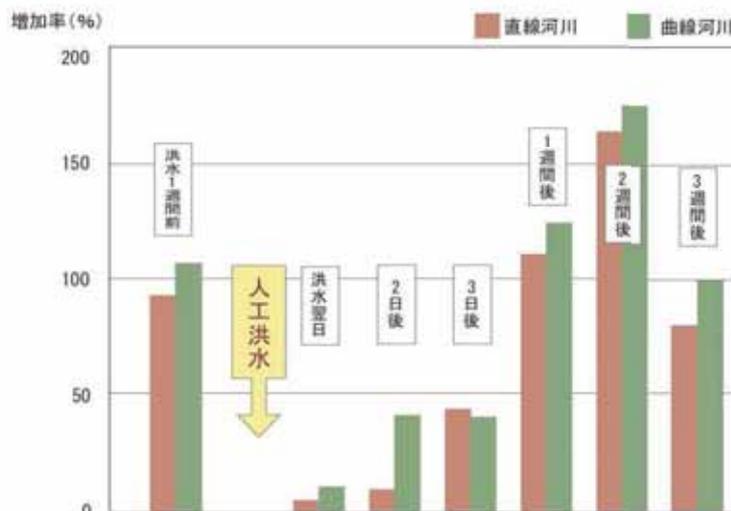
河川の浄化機能は、
洪水のインパクトにより
リフレッシュされました。

自然共生研究センター実験河川において平成10年度に調査した結果、通水開始直後から約1～2週間の間に実験河川の浄化機能は徐々に増加しましたが、それ以降は自濁作用も増大して自浄作用を相殺し始めました。しかし、人工洪水を実施したところ自濁作用は一旦消失し、浄化機能が回復しました。

また、直線河川よりも曲線河川の方が、浄化機能が持続する傾向が認められました。図1にBOD浄化率の推移を、また図2に溶存酸素増加率の推移を示します。ここで溶存酸素が増加する主な原因は、河床に付着した藻類が光合成を行って、酸素を水中に補給することと考えられます。



■ 図1・BOD浄化率の時間変化(平成11年2月～3月)
 $100 \times (\text{上流BOD} - \text{下流BOD}) / \text{上流BOD}$



■ 図2・溶存酸素増加率の時間変化(平成11年2月～3月)
 $100 \times (\text{下流DO} - \text{上流DO}) / \text{上流DO}$

担当： 園田顕彦

Q

付着性藻類の流されやすさは、
種によって異なるのでしょうか。



A

種によって異なる生活様式や石への着生形態の違いが、
流されやすさに関与していることが推察されました。

川底の石の表面に生育している藻類は河川生態系における一次生産者としての役割を担っています。しかし、近年、河川流量の安定化や攪乱の減少によって、糸状緑藻の繁茂、細粒土砂の堆積等が生じ、藻類を餌資源とするアユ等の魚類等への影響が指摘され、出水によって藻類が流されたり、川底の石が転がったりすることの重要性が認識されてきています。当センターでは、川底の環境を取り戻すため、藻類が流される出水条件や良好な川底を保つための攪乱頻度について研究しています。その中で種によって流されやすさは異なることがわかってきました。

石の表面に付着する藻類は、細菌の被膜が形成された後、平面的に付着する珪藻が出現し、長い柄で付着する珪藻や、ロゼット状を呈する珪藻、さらには糸状性の緑藻や藍藻主体の立体的な構造の群集へと遷移することが知られています¹⁾。そこで、遷移の段階が異なる付着物、ここでは川底に設置していた期間が異なる2タイプ(15日間、47日間)の付着物(図1)を用いて、出水によって掃流しやすさが異なるかどうか実験しました。平常時流量0.1 ml/sを1.0 ml/sに増加させ24時間継続させた結果、15日間設置した付着物中の細粒土砂や藻類量は減少したのに対し、47日間の付着物は減少せず、後者の方が前者より流されにくいことがわかりました。

両者の違いについて顕微鏡を用いて観察したところ、15日間設置したものは、*Scenedesmus* spp. (写真①)や*Planktosphaeria gelationa* (写真②)が多く出現していました。これらは浮遊性の藻類であり、出水によって容易に流されやすい種です。その他、珪藻の*Nitzshia palea* (写真③)、*Navicula viridula* var. *rostrata* (写真④)、*Gomphnema parvulum* (写真⑤)、*Synedra* spp. (写真⑥)、*Melosira varians* (写真⑦)が出現していました。このうち、*Nitzshia palea*と*Navicula viridula* var. *rostrata*は平面的に着生しますが自由に動き回ることができ、*Melosira varians*は細胞がつながった糸状の群体を形成することから、これらは共に流されやすい種と考えられます。*Gomphnema parvulum*と*Synedra* spp.は殻端でバットにより着生する種で、流されやすさは中程度です。このように15日間設置したものに付着していた藻類は流されやすい種が多かったようです。

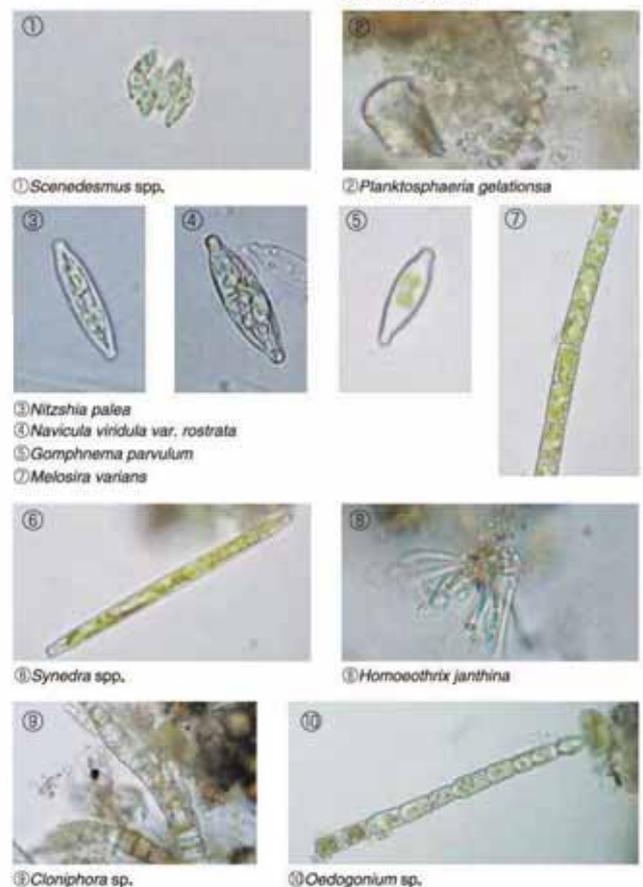
47日間設置していたものには珪藻の*Synedra* spp.、*Navicula viridula* var. *rostrata*、*Melosira varians*、*Nitzshia palea*や、糸状体性の藍藻の*Homoeothrix janthina* (写真⑧)が代表的に出現していました。*Homoeothrix janthina*は出水によって糸状体の一部は切れて流されますが、付着している部分は流されにくいようです。その他、15日間設置したものにはほとんどみられなかった糸状緑藻の*Spirogyra* sp.、*Cloniphora* sp. (写真⑨)、*Oedogonium* sp. (写真⑩)が出現していました。*Cloniphora* sp.は糸状体の部分は切れて流さ

れることもありますが、基部細胞は流されずに残ります。基部細胞を持つ種は、一般的に基部細胞から伸びる仮根状突起でしっかりと石面に着生しているため、この部分は流されにくいと考えられます。このように、47日間設置していた付着物中には、流されにくい種が含まれていました。種によって異なる生活様式や石への着生形態の違いが、流されやすさに関与していることが推察されました。ただし、種による付着形態は不明なものも多く、付着形態の観点から、流されやすさを整理することは今後の課題であるといえます。また、付着形態のみでなく、藻類の粘性物質による結合や補足などが、流されやすさに影響を及ぼすことも考えられますので、これらの検討も必要であると考えられます。

1) 参考文献「陸水学」
京都大学学術出版会
(著)アレキサンダー・J・ホーン/
チャールズ・R・ゴールドマン
(訳)手塚泰彦



図1 実験に用いた石の上面。左は設置期間15日間、右は47日間。



担当: 皆川朋子・福岡 悟(部外研究員)

Q

アユの餌としての付着膜の維持にも川底の攪乱は必要なののでしょうか？



写真1 アユのハミ跡

A

川底の攪乱の必要性や付着膜に占める有機物の割合との関係性が定量的に明らかになりました。

洪水後、川底の石が移動し、石の表面にはほとんど付着物が無い状態がみられます。このような川底の“攪乱”は、河川生物の生息、河川生態系の維持に大きな役割を果たしています。

時間の経過に伴って石の表面には、ゆるめるとした付着藻類を主体とした膜が形成されます。この膜は、アユをはじめとする多くの魚類や底生動物の餌として利用されます。春から秋にかけて、比較的流れの速い川底の石には多くのアユのみ跡（口で付着膜を擦りとった跡、写真1）をみる事ができます。アユの餌としての付着膜の維持にも川底の攪乱は必要なのでしょうか？ここでは、アユが利用可能な付着膜の状態と“攪乱”との関係についてみてみましょう。

実験河川の川底に、攪乱後の状態と1年間攪乱されていない状態を想定した石（10×20×10cmに加工された自然石）を設置し（写真2）、週2回の頻度で石の上面から、付着膜をナイロンブラシで採取し、生きている藻類現存量を示すクロロフィルa、死んでいる藻類量を示すフェオ色素、有機物量を示す強熱減量、土粒子等無機物量を示す強熱残留物を分析し、付着膜の状態とアユのハミ跡の関係について検討しました。調査期間は平成15年6月から10月です。

調査の結果、ハミ跡は攪乱後の状態を想定した新しい石からのみ確認されました（写真3①）。確認された期間は、6月中旬から7月中旬まででした。この間、両者に顕著な違いがみられた項目は、付着物量に占める有機物の割合（＝強熱減量／（強熱減量＋強熱残留物量））でした（図1）。ハミ跡が確認された新しい石の有機物の割合は、概ね0.4～0.7の範囲にあり、1年前から設置していた石と比較すると高い値を示していました。しかしその後は1年前から設置していた石と同様の値に低下していき、この要因は、無機物（シルト等の土粒子）の増加によるもので、時間の経過に伴い水中の細かい土粒子が沈降し、付着膜に取り込まれたものと考えられます。その他、調査期間を通して、藻類の現存量や有機物量は1年前から設置していた石の方が高く、一方、生きている藻類の割合や有機物に占める藻類の割合は、新しい石の方が高い傾向がありました。このことから、アユの餌としての付着膜の維持には、出水により“攪乱され”、川底の石が更新されることが必要であること、これには有機物の割合や無機物量が関与していることがわかりました。なお、有機物の割合については実河川における調査でも同様な値が得られます。

また、藻類群落の組成にも大きな違いがありました。ハミ跡があった新しい石では *Homoeothrix janthina*（写真4）が高い割合で優占していました。*Homoeothrix janthina* は、糸状体性の

藍藻で、春から秋にかけて、日本の多くの河川でみられる種で、近年の研究¹⁾²⁾によって、ハミ跡のある石に優占してみられること、高い生産力があること、栄養化が高いこと等、アユとの関係性が明らかにされてきています。

- 1) Shin-ichiro Abe, Osamu Katano et al. (2000) Grazing effects of ayu, *Plecoglossus altivelis* on the species composition of benthic algal communities in the Kiso River., *Diatom*16, pp.37-43.
- 2) 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 (2004) アユが自ら創る付着藻類群のえさ環境、*養殖*41(7):86-89.

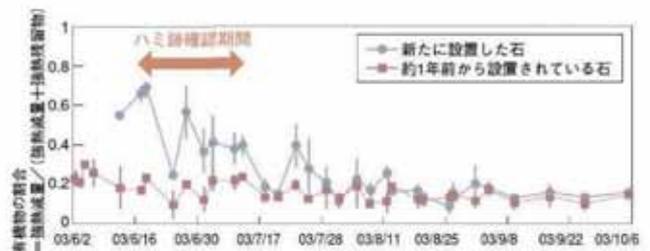


図1 有機物の割合（平均値±標準偏差、N=3）とハミ跡確認期間



写真2 実験河川の川底に設置した2タイプ石



写真3 石表面の状態

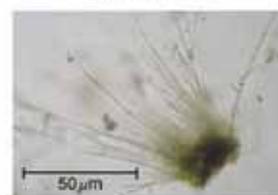


写真4 *Homoeothrix janthina*

担当：皆川 朋子

Q

河川流量の増減は
魚類にどのような変化を
もたらすでしょうか？



A

流量の増加に伴い遊泳魚(オイカワ)の構成割合、数およびサイズが増加しました。

河川の流量を増減させると、それに伴い流速や水深が変化するため、魚類の群集構造にも変化が生じることが考えられます。しかし、これらに関する研究は、流量の変化が予測できない自然の河川では実施することが困難です。良好な河川環境の保全には適正な流量が必要であり、河川の維持流量は、動植物、景観、水質等の必要流量から算定されています。しかし、河川流量と動植物の生息との関係に関する科学的な研究はほとんどみられないことから、維持流量決定の際の基礎資料として、以上に関する知見を収集していくことは大変有意義であるといえます。実験河川では、直線河道部の瀬を用い、河川流量を時間的に変化させ(図1)、それに対する魚類の反応様式を把握する実験を行いました。

その結果、遊泳魚の割合、個体数、サイズに流量の変化に追従した反応がみられ、流量の増加に伴い、大きな遊泳魚が増えるといった現象が認められました(図2、3、4)。一方、底生魚には流量変化との連動は認められず、魚類の遊泳形態によって流量変化による影響が異なってくることが示唆されました。

また、流量変化との連動が認められた遊泳魚の反応様式を魚種別にみると、オイカワは顕著に反応しているのに対して、その他の遊泳魚には流量との関連性は認められませんでした(図5)。従って、遊泳魚の中でも種によっては流量変化に敏感に反応する種とそうでない種が存在することが示唆されました。

以上より、ある魚種を保全の対象として維持流量を決定する際には、対象種の反応様式を実験等で把握した上での検討が必要であると考えられます。

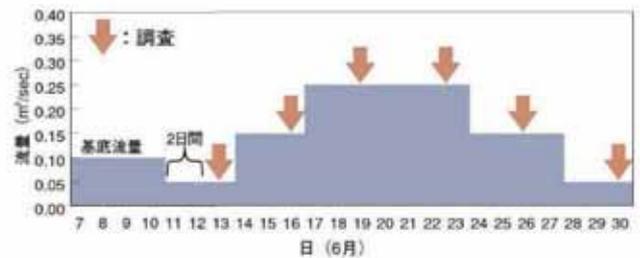


図1 流量調査および調査日

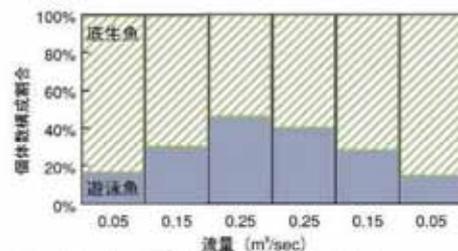


図2 遊泳魚と底生魚の流量別個体数割合

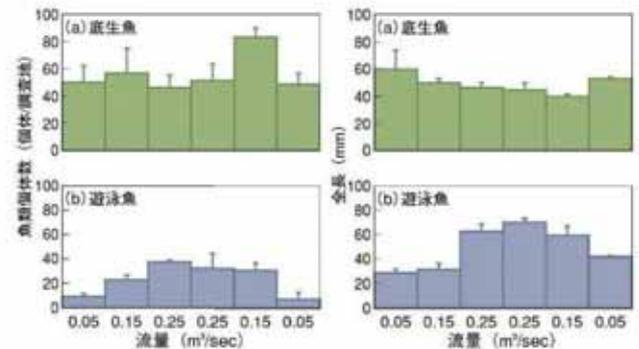


図3 魚類個体数の流量別変化

図4 魚類全長の流量別変化

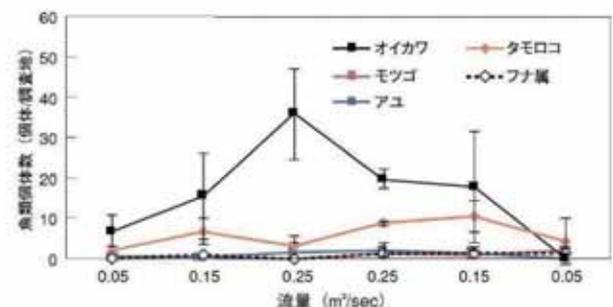


図5 魚類別個体数の流量別変化

ダム「Q & A」



平成16年(2004)－平成20年(2008)

- 流量の違いによって川の生産と呼吸に変化は見られるのでしょうか？
- 川の流量は底生藻の一次生産速度に影響を与えますか？
- 流量増加に伴う河床付着膜の剥離・掃流の程度を予測することはできるのでしょうか？
- アユの摂餌は、河床付着膜にどのような役割を果たしているのでしょうか？
- ダム下流では、河床の環境変化によって生物相がどう変わるのでしょうか？
- アユの摂餌は、河床付着膜にどのような役割を果たしているのでしょうか？
- 土砂還元を行うと、河床の生物相は変わるのでしょうか？
- アユやオイカワによる摂食によって、河床付着膜の性状は変化するのでしょうか？
- 土砂還元の効果客観的に示す方法はないのでしょうか？



Q

流量の違いによって川の生産と呼吸に変化は見られるでしょうか？



A

流量が小さくなると生産がより抑制されることが解ります。

●研究の背景と目的

近年、森から海に至る物質動態やエネルギーフローが話題になります。一般に集水域から流入した有機物や栄養塩類は河川内で捕食と分解そして再生産を繰り返して海に至ります。このプロセスは今後の集水域・氾濫原管理を考える上で極めて重要な課題と言えますが、その全貌を解き明かすことは容易ではありません。これは、物質の動態そのものを把握すること、そして、河川が流量の多少によって常に変動する系であること、に主たる原因があります。実験河川では、任意に流量を設定できるため異なる流量下における物質の動態やエネルギーフローの把握が比較的簡単に実施できます。平成16年度は、流量の大小によってエネルギーフローを支配する生産と呼吸がどの程度変化するかについて、実験河川で実測した結果について報告します。

●生産速度の推定方法と実験方法

生産速度は2地点間の溶存酸素濃度差から推定しました(方法の詳細は、「溶存酸素濃度の連続観測を用いた実験河川における再曝気係数、一次生産速度及び呼吸速度の推定、陸水学雑誌Vol.66 No.2, pp93-105, 2005」をご覧ください。また、ARRC NEWS Vol.7にも方法の概要が掲載されています)。実験は2004年7月26日～28日にかけて実施しました。実験河川Bにおよそ50ℓ/s、実験河川Cに200ℓ/sの流量を与え、両実験河川の上流区間において溶存酸素の連続観測を行いました。また、実験終了後両実験河川の上流区間において10m間隔で水深の測定、代表断面で流速の測定を行い溶存酸素濃度を測定した2地点間の流下時間を測定しました。

●結果と考察

実験河川BとCにおける生産速度と呼吸速度の時間変化を示します(図-1)。単位は m^2 、1時間あたりで生産される酸素量で示しています。両河川とも日中に生産速度が上昇、夜間にゼロ付近まで減少し、生産・呼吸速度が適切に推定できていることが解ります。

次に、7月27日零時～7月28日零時までの1日当たりの総生産量、呼吸量、純生産量を見てみましょう(図-2)。流量の少ない実験河川Bにおける日総生産量は実験河川Cより大きくなりましたが、日呼吸量は更に大きくなり、結果として純生産速度は実験河川Bにおいてマイナス値が

大きくなりました。これは、流量の少ない実験河川Bが外部から流入したエネルギーに依存した系となっていることを示しています。流量の減少は、流速と水深の減少を引き起こし、生産と呼吸にそれぞれ正と負の効果をもたらすと考えられます。

今回のケースでは、流量の減少は生産・呼吸量に正の影響を与えましたが、相対的に呼吸への影響が大きくなりました。1日だけの結果ですから明確なことは今後の研究に依りますが、本結果は、河川中流域における流量の変化が、生態系の物質代謝に影響を与える重要な要素であることを示すものでしょう。

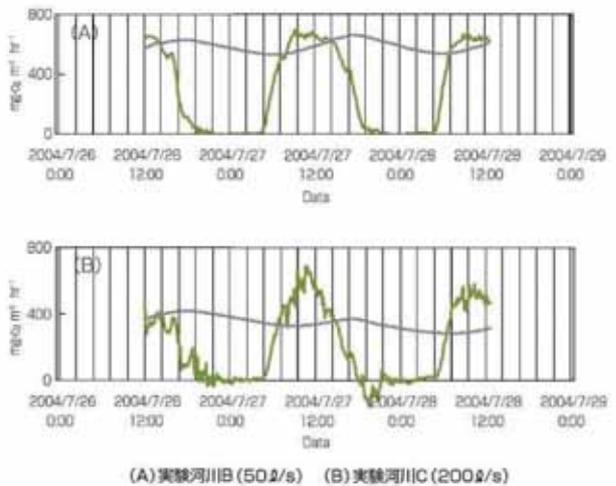


図1 生産速度・呼吸速度の時間変化

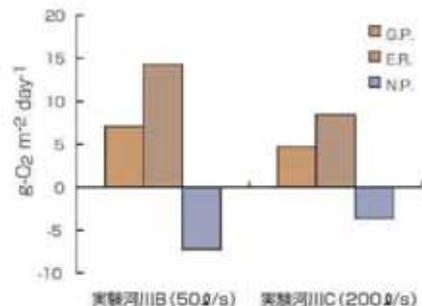
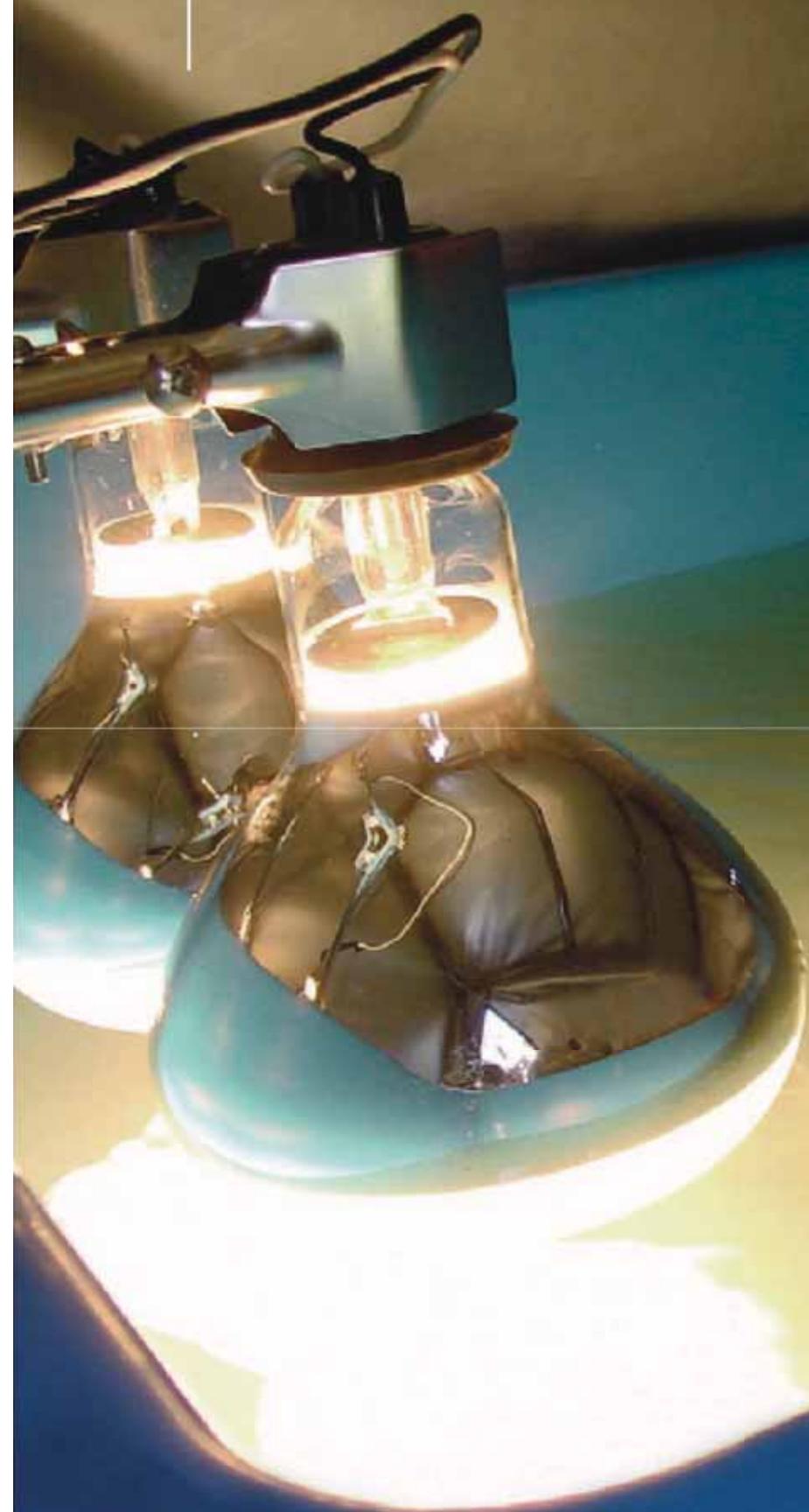


図2 日総生産量(G.P.)・呼吸量(E.R.)・純生産量(N.P.)

担当：萱場 祐一

Q

川の流量は底生藻の一次生産速度に影響を与えますか？



A

流量だけでなく、川の地形によっても変化する可能性があります。

研究の背景と目的

流量の増減は水深、流速等の物理量を変化させ、川底の底生藻の一次生産速度に影響を与えます。しかし、水が濁っている河川で流量が増加し、水深が大きくなると川底に到達する光量子量が減少します。また、底生藻が増加すると底生藻の層を太陽光が通過する間に光量子量が減少します。流量の増減に伴う一次生産速度に与える効果だけを抽出するには、これらの影響を補正した上で比較しなければなりません。本研究ではこの点を鑑み実験河川を用いて異なる流量下における一次生産速度を測定し、流量の大小と一次生産速度との関係を検討しました。

生産速度の推定方法と実験方法

一次生産速度に示す実験河川Aの2地点間の溶存酸素濃度差から推定しました。実験は2005年8月13日～9月1日(3週間)にかけて実施しました。流量は1週間毎に段階的に25 l/s、150 l/s、250 l/sに増加させ、各1週間の最初の3日間を馴致期間、その後の3日間を実験期間として一次生産速度、光量子密度の測定、水中における光量子密度の減衰率の測定を行いました。また、実験開始前後で底生藻のChl-a量の測定を、実験終了時に流速・水深、流下時間の測定等必要な物理量の計測を行いました。なお、底生藻中の光量子密度の減衰については2004年に測定した結果を用いました。

結果と考察

1日当たりの総生産量と呼吸量を見ると(単位は m^3 、1日当たりで生産される酸素量を各流量3日間について示しています)、最も流量が大きい250 l/sで生産速度が大きいように見えます(図1)。しかし、Chl-a量、光量子密度の時間変化、水深は各流量時で異なるため、一日当たり総生産量に基づく比較にはあまり意味がありません。そこで、各流量時のChl-aと底生藻を通過する間に減衰する光量子密度を考慮し、各流量時の光量子密度に対する一次総生産速度の関係を推定します(図2)。この結果、中間的な流量である150 l/sで一次総生産速度が高く、より大きい流量・小さい流量では小さくなりました。流速の増減に伴う底生藻への栄養塩供給速度がこのような一次生産速度の変化と関連していると考えられます。

ある幅を流れる流量の増減は、流量そのものの変化だけでなく、河床低下に伴う川幅の減少・瀬の消失等地形的変化によっても引き起こされます。本研究の結果は、瀬・淵等の川の地形的要素が流速や水深といった物理環境だけでなく、餌資源の供給を介して生物に影響を与える可能性を示しています。今後、流速と底生藻の生産速度との関連を詳細に調べ、得られた知見を流量管理・河道管理に活かしていくことが必要になります。

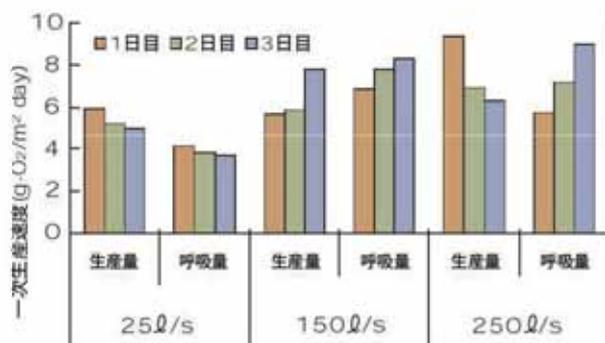


図1 各流量時の1日当たり総生産量・呼吸量

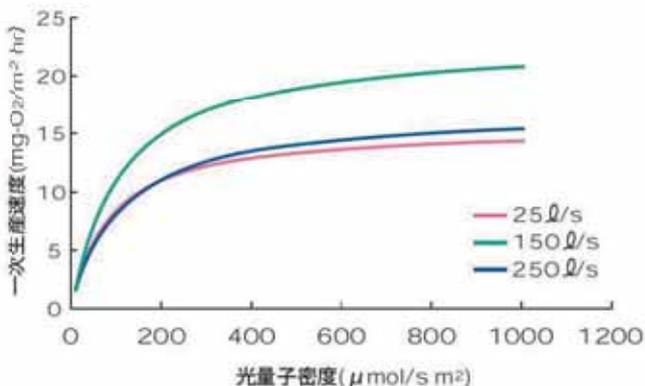


図2 各流量時の光量子密度と一次生産速度の関係

担当：萱場 祐一

Q

流量増加に伴う河床付着膜の剥離・掃流の程度を予測することはできるでしょうか？



A

基質への付着力を推定することにより、予測することができます。

◆ 研究の背景

現在、ダム下流区間の河床の状態を改善する対策として、フラッシュ放流（一時的に放流量を増加させる放流）が試みられています。その際、どのくらい放流すれば、どのような効果が得られるかを把握し、適切に放流計画を立案することが必要です。

流量増加に伴う河床付着物の剥離・掃流については、物理的な外力だけでなく、河床付着膜の状態（付着藻類の基質への付着力、老化、構成、放流前の現存量等）によっても異なります。しかし、これらに関する定量的データの蓄積は十分でなく、また、予測手法は確立していません。

◆ 河床付着膜の状態に起因した掃流の程度の違い

河床付着膜の状態に起因した掃流特性に関する定量的知見を得るため、実験河川や実河川を対象に調査を行ってきました。図1は、実河川におけるフラッシュ放流前の水際、平瀬、早瀬の摩擦速度と放流によるクロロフィルa減少率の関係を示しています。水際にはクロロフィルa減少率が高いのに対して、平瀬、早瀬では低いことがわかります。このような違いは、放流前の水理量によって河床付着生物膜を構成する要素（藻類、藻類以外の有機物、微細な土粒子）の割合や付着藻類群集の種組成が異なることが関与しています。図1の例では、水際の河床付着生物膜には、シルト等の微細な土粒子や藻類以外の有機物の割合が高く、付着藻類は、粘液物質のバッドや柄で基質に付着するタイプの珪藻の *Achnanthes minutissima*（マガリケイソウ）や *Cymbella lacustris*（クチビルケイソウ）などが優占していましたが、放流によって、その80%が掃流されました。一方、平瀬や早瀬では、基質への付着力が強い糸状藍藻の *Homoeothrix janthina*（ピロウドラソウ）が優占し、特にその割合が高い早瀬では、クロロフィルa減少率は約20%で、*H. janthina*は、ほとんど掃流されていませんでした。本研究では、このような河床付着膜の特性に起因した流量増加に対する剥離率予測のモデル化を試みました。

河床付着膜の基質への付着力の程度は、藻類群集に占める付着力が強い種、やや弱い種、弱い藻類の割合からある程度推定することができます。そして、各藻類の付着力の強さは、それぞれの付着藻類の生活・成長形態（例えば、基質にしっかりと付着する種、滑走する種、柄をのばし付着する種等）から判断することができます。また、図1のような藍藻の *H. janthina* や珪藻が優占する付着藻類群集を対象とした場合、微細な土粒子が比較的多く含まれる河床付着膜は、滑走する珪藻などの付着力が弱い種の割合が高く、土粒子量が少ない河床付着膜は、付着力が強い

*H. janthina*の割合が高い傾向が示されました。図2は、出水を与える前の藻類群集に占める付着力の強い、やや弱い、弱い藻類の割合 (C_i , C_t , C_m) と細粒土砂量 (S_e) との関係を示したものです。強いグループ（ここでは主に *H. janthina*）は、細粒土砂量 (S_e) と負、やや弱い、弱いグループは正の関係がみられ、これは、細粒土砂量により、各グループの割合を予測することが可能であることを示しています。さらに、各グループの割合 (C_i , C_t , C_m) を説明変数とし、出水による減少率 (d_p) を目的変数として重回帰分析を行うことで、減少率 (d_p) を予測することができます。ただし、ここで示した藍藻の *H. janthina* や珪藻が優占する付着藻類群集は、日本の河川で一般的にみられる群集であり、適用範囲は広いと考えられますが、これ以外の藻類群集（糸状緑藻が優占する群集など）については別途検討が必要です。

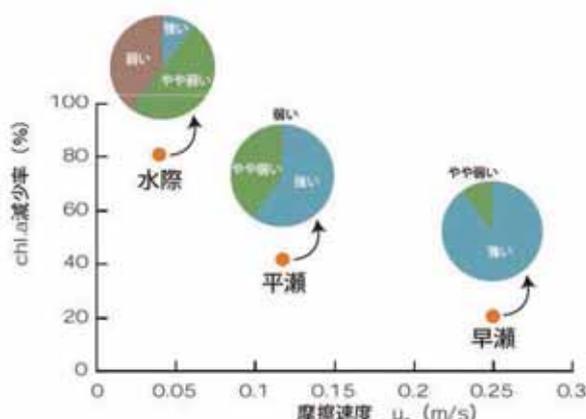


図1 放流前の水際、平瀬、早瀬の摩擦速度と放流によるクロロフィルa減少率の関係（円グラフは、放流前の付着藻類群集に占める付着力の強い、やや弱い、弱い藻類の割合を示している。）

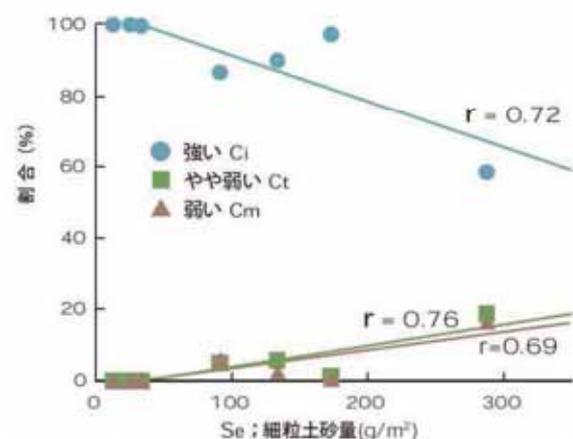


図2 河床付着物に含まれる微細な土粒子量と付着力の強い、やや弱い、弱い藻類の割合の関係

担当：皆川 朋子

Q

アユの摂餌は、
河床付着膜にどのような役割を
果たしているのでしょうか？



A

餌資源としての質や光合成活性の向上、
景観の維持に寄与していると考えられます。

■ 背景と目的

河川流量が人為的に制御されている区間の河床では、しばしば、有機物やシルトの堆積や付着藻類の大量繁茂等が生じ、景観や生物の餌資源としての質の低下が指摘されています。その要因として、流量（流速）の減少や流況の平滑化があげられる他、生物生息場の変化に伴い生物相や生息密度が変化し、河床付着膜が生物に摂食されなくなったことがあげられます。自然共生研究センターでは、平成18年度より、生物の摂食によって河床の健全性が維持される機能に着目し、これを河川流量管理に反映するための研究を行っています。

■ 方法

代表的な藻類食者であるアユを対象に実験を行いました。実験河川にアユを放流した実験区とアユを放流しない対照区を設け、アユが選好する流速やそれより流速が小さい地点に、付着膜の状況が異なる3タイプの礫（A:藍藻優占、B:珪藻優占、C:糸状緑藻優占（*Oedogonium* sp. *Spirogyra* sp.等）、微細な土砂が付着）を設置し、アユの摂餌が河床付着膜に与える影響や摂餌行動に関する実験を行いました。

■ 結果

実験区では、設置したすべてのタイプの礫において摂餌が確認され、付着物が減少していました。特に礫Cにみられる糸状緑藻の繁茂や微細な土砂の付着は、アユの餌としてマイナス要因になると考えられていることから、摂餌によりこれらが除去されたことは、餌としての質の向上に寄与するものと考えられます（図1、写真1）。また、摂餌されることにより、老化した藻類や土粒子が除去され、薄くなった付着膜は、膜内部に栄養塩類や光が届きやすくなり、付着藻類の光合成活性が向上すると考えられます。これらについては、引き続き検証実験を行っています。また、アユが選好し、定位する頻度が高い流速域では、各礫が摂餌されるまでの時間に差はみられませんでした。流速が遅い地点では、礫A及びBが、礫Cより先に摂餌されていました。このことから、アユの摂餌行動には、流速に対する選好性のみでなく、河床付着物の状態に対する選択性が関与している可能性が示唆されました。

放流から数日後、実験区と対照区の河床全体は、視覚的にも異なっていました（写真2）。アユの摂餌は、景観の維持においても役割を果たしていることが確認されました。

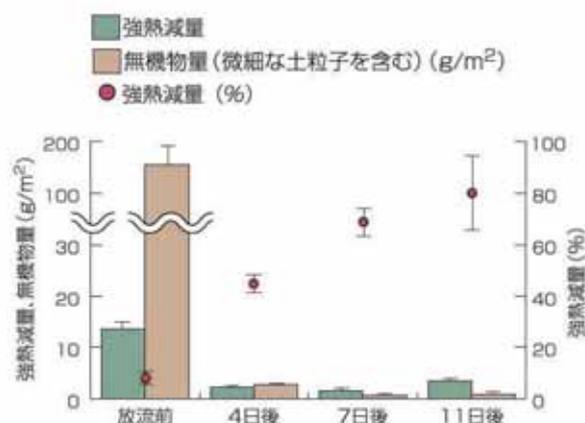


図1 アユの摂餌による礫C（糸状緑藻優占、微細な土砂が付着）の付着物量の変化



写真1 アユによって摂餌された礫Cの状態（右側）

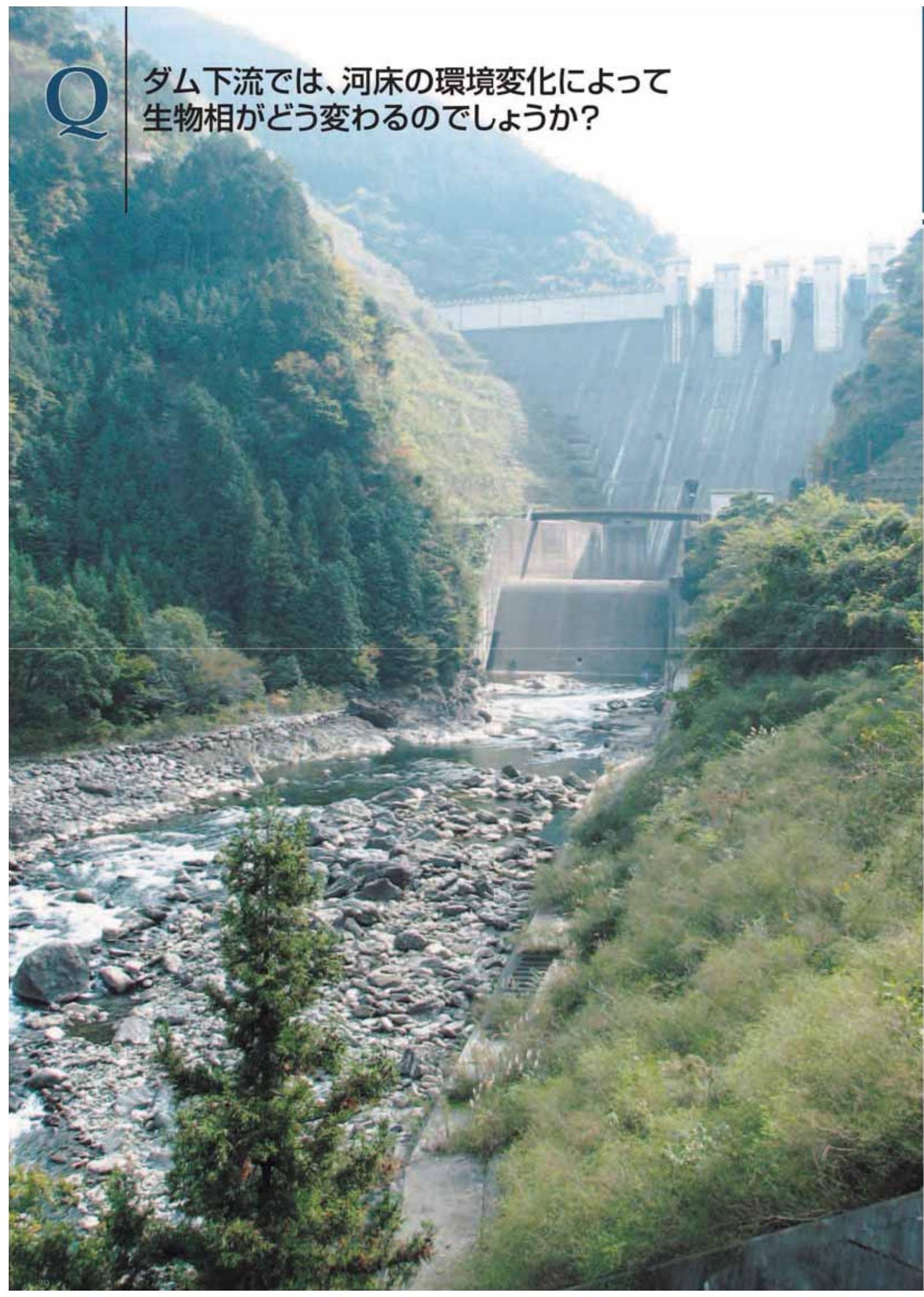


写真2 河床の視覚的な違い（上:アユ放流、下:放流なし）

担当：菅川 朋子

Q

ダム下流では、河床の環境変化によって生物相がどう変わるのでしょうか？



A

細かい河床材料を使う生物が減り、 プランクトンを食べる生物が増えます。

私達の生活は、数多くの貯水ダムによって成り立っています。しかし、貯水ダムができることで、その下流の物理環境や生態系機能にどのような変化が見られるのか等の知見は、日本国内にはほとんどありません。そこで、貯水ダム下流域生態系の変化状況をさまざまな角度から検証することを目的に、野外調査を行いました。調査地には、流況の面から日本中部以西の典型的な貯水ダムである阿木川ダム（岐阜県恵那市・木曾川水系）を選び、そのダム上流・下流において、環境要因を網羅した環境調査・生物（底生動物）採集を行いました。

調査の結果、ダム下流における最も顕著な変化として、細かい河床材料の減少が見られました（図1）。これは、砂などがダム湖内に捕捉されて下流に供給されなくなり、次第に大きな河床材料だけとなる「粗粒化」と呼ばれる現象が起きていることを示しています。このような変化を受け、細かい河床材料を利用する生物（堆積砂にもぐって生活する、巣材として利用する等）はダム下流において少なくなっていました（図2）。

また、次に大きな変化として、流程の短い日本の河川に

は本来見られるはずのない「植物・動物プランクトン」が、ダム下流で非常に多く見られたことが挙げられます（図3）。プランクトンの栄養価（他生物の餌としての価値）は、河川に通常流れている細かい有機物（流下粒状有機物）とくらべて非常に高いことが知られています。栄養価の高い餌が供給されるため、流下粒状有機物を濾過して食べる種類の生物（濾過食者）はダム下流において顕著に増加していました（図4）。

これらの結果は、貯水ダム下流域生態系の変化が、「河床材料の変化」・「流下粒状有機物組成の変化」を主な原因としていることを示唆しています。しかし同時に、このような環境改変は、ダム下流に支川が流入した後は緩和される可能性があることも分かってきました。ダム下流の生態系保全のためには、このような緩和ポテンシャルが高いと考えられる支川を積極的に保全するなどの対策が必要なのかもしれません。今回得られた阿木川ダムでの調査から導かれる結果を一般化できるよう、センターでは引き続き、調査・実験を行ってまいります。

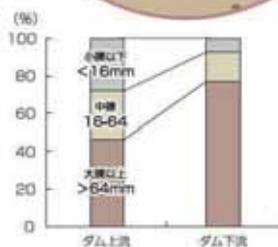
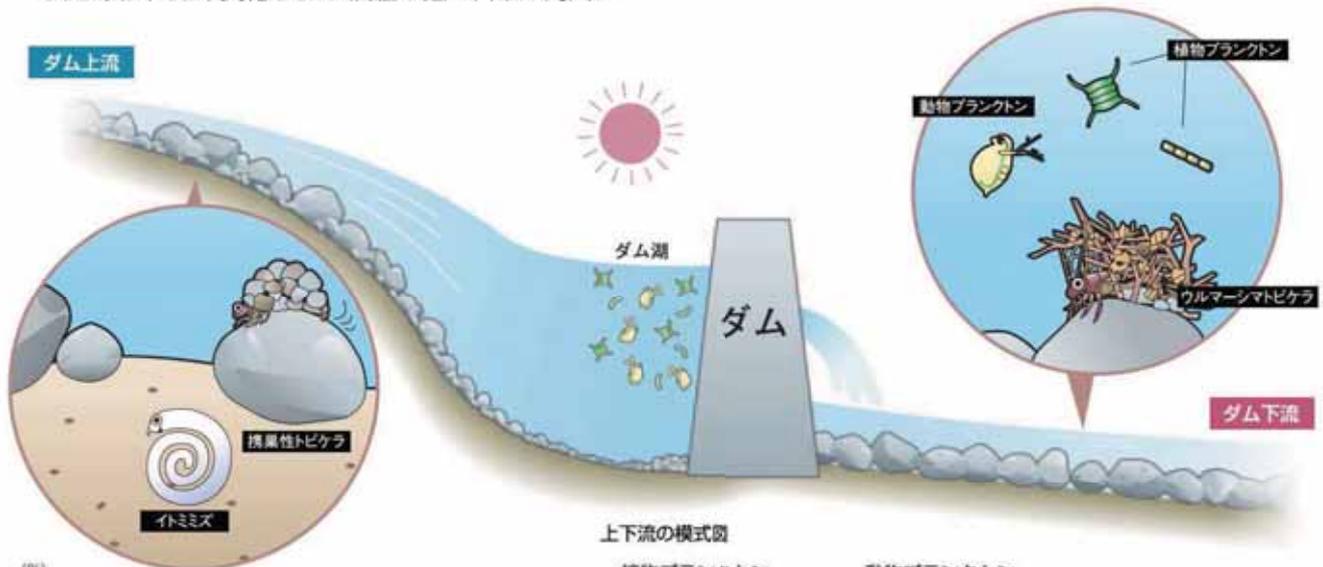


図1 河床材料割合

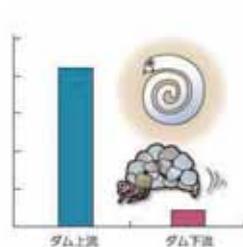


図2 土砂を利用する生物数

上下流の模式図

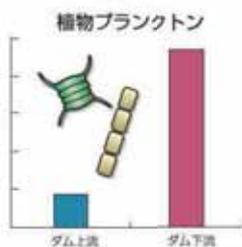


図3 河川水中のプランクトン数

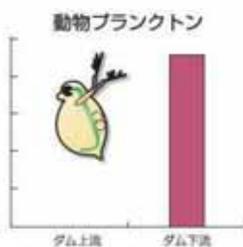


図4 プランクトンを食べる生物数

担当：片野 泉

Q

アユの摂餌は、河床付着膜にどのような役割を果たしているのでしょうか？



A

付着膜は活性の高い状態へと変化します。

■ 背景と目的

河川流量の減少や流況の平滑化は、しばしば有機物やシルト等の堆積、糸状緑藻の繁茂を引き起こし、生物の餌資源としての河床付着膜の質の低下、下流への自濁作用、景観の悪化をもたらします。その要因として、流量の減少や、攪乱頻度の減少に伴う付着膜の剥離機会の減少があげられる他、ハビタットの変化を介した生物相や生息密度の変化によって、河床付着膜が生物に摂食されなくなったことがあげられます。生物による摂食と河床付着膜の関係については、摂食によって付着藻類群集が変化すること等が明らかにされています。しかし知見は限られ、今後これを河川流量管理に反映させていくためには、藻食生物が河床付着膜の性状に果たす役割などを定量的に明らかにすることが必要です。そこで、19年度は、日本の代表的な藻食性魚類であるアユを対象に、摂食が河床付着膜の性状に果たす役割を定量的に明らかにすることを試みました。

■ 方法

実験河川河床に礫を設置し約1ヶ月経過させた後、アユを放流した実験区と放流しない対照区を設け、両者の河床付着膜の性状(膜の組成や光合成速度)を比較しました(写真1、図1)。

■ 結果

アユに摂食された付着膜は、摂食されていないものと比べ、AI(=強熱減量/クロロフィルa)が小さいこと(図2)、クロロフィルa/(クロロフィルa+フェオフィチン)や強熱減量(%)が大きいこと(図3、4)、単位クロロフィルa当たりの最大光合成速度(明暗瓶法による)が大きいこと等がわかりました。これらの結果は、アユの摂食は、付着膜を活性の高い状態へと変化させることを示しています。強熱減量(%)が増加する要因については、藍藻の*H.janthina*や緑藻が優占する付着藻類群集への変化や、シルトなどの微細な土粒子の割合の減少によるものと考えられ、いずれもアユの餌資源としての質の向上に寄与するものと考えられます。

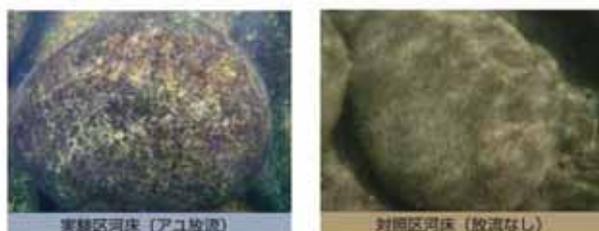


写真1 河床の様子

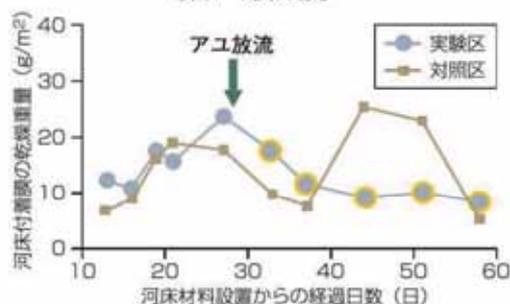


図1 付着物量の経時変化

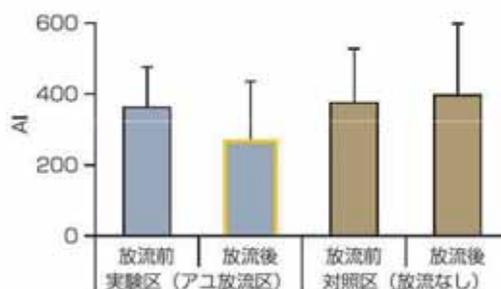


図2 AI (=強熱減量/クロロフィルa) の比較

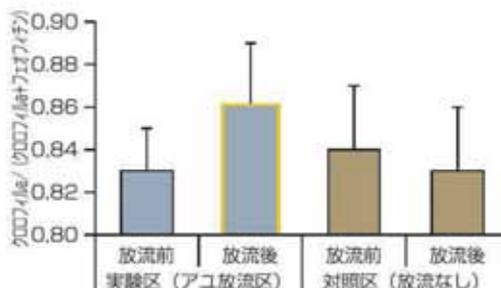


図3 クロロフィルa/(クロロフィルa+フェオフィチン) の比較

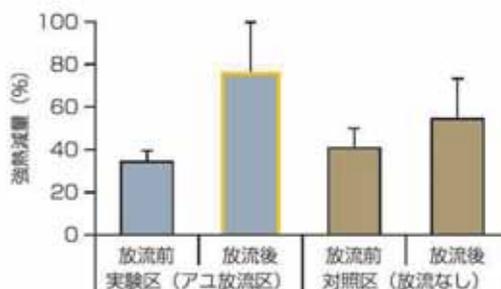


図4 強熱減量 (%) の比較

担当: 橋川 朋子

Q

土砂還元を行うと、
河床の生物相は変わるでしょうか？



A

土砂の中に潜って生活したり、
土砂で巣を作る生物が増えます。

背景と目的

貯水ダムは、砂や小礫といった通常礫間に見られる河床材料（以下、細粒河床材料）の供給量を減少させる場合があります。そのため、ダム下流において、砂などの細粒河床材料が少なくなり、大きな河床材料のみで河床が構成される「粗粒化」が発生し、河川生態系を劣化させる可能性があります。一方、ダムの上流側には下流に供給されなくなった細粒河床材料が堆積するため、これを防止する必要が生じます。「土砂還元」は、これら上流・下流での二つの相反する問題（細粒河床材料堆積・粗粒化）を解決するための一つの方策であり、近年いくつかの貯水ダムで行われ始めています。しかし、土砂還元によって粗粒化がどの程度改善されるのか、また、劣化した生態系機能に対して実際に改善効果があるのかどうかなど、客観的な評価に関する知見は多くありません。そこで、土砂還元のもつ河川環境修復効果を知ることを目的とし、ダム下流において土砂還元を行っている阿木川ダム（岐阜県恵那市、木曾川水系）を対象に、ダム上流区間、ダム下流区間、ダム下流区間に合流する支川において土砂還元前後の調査を行いました。

結果と考察

調査の結果、土砂還元の前は、ダム下流において細粒河床材料が非常に少なく粗粒化を確認できますが（ここでは、コドラート内に占める砂の被度面積を指標とした）、土砂還元後には細粒河床材料が増加していることが分かりました（図1）。ただし、砂の占める面積はダム上流・支川等と同レベルには回復していません。次に、生態系機能の指標となる底生動物群集を見てみます。底生動物は様々な生活型に分けられ、その中には細粒河床材料を巣材や棲み場所に利用する携巣型、掘潜型と呼ばれるものがあります（図2）。図3は、これら細粒河床材料を利用する分類群の合計個体数が、底生動物全個体数の何割となっているのかを示しています。土砂還元を行ったダム下流においてのみ、有意な増加がみられ、ダムの影響を受けないダム上流・支川と同レベルにまで回復したことが分かります。

これらの結果から、土砂還元は河床粗粒化の改善・底生動物群集の群集内訳修復効果を持つことが明らかとなりました。今後は、どのような土砂還元手法が、最も効果的に環境改善・生態系修復するかを考えていく予定です。

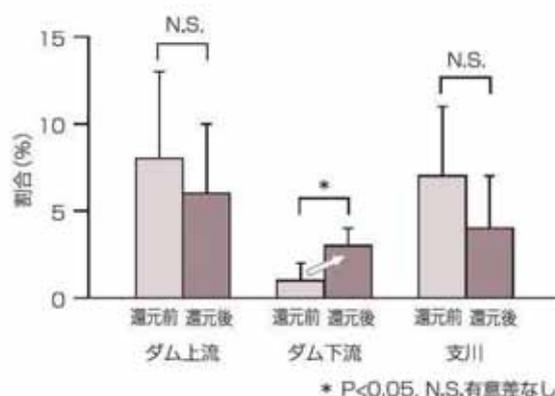


図1 河床材料に占める砂の割合

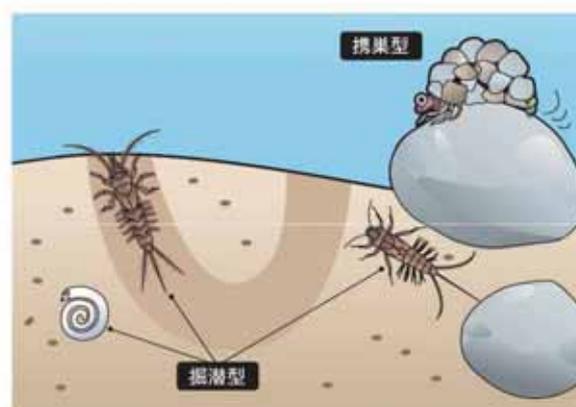


図2 土砂を利用する分類群

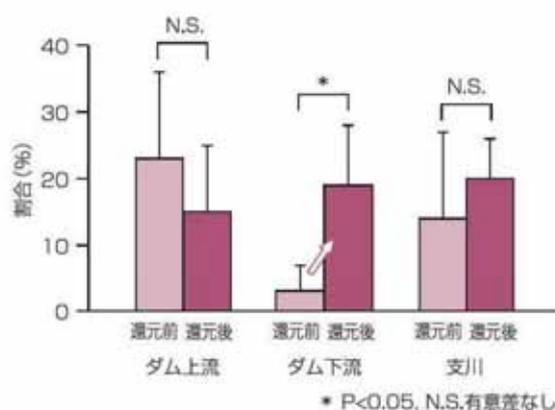


図3 細粒河床材料を利用する分類群の出現割合

Q

アユやオイカワによる摂食によって、
河床付着膜の性状は変化するのでしょうか？



A

オイカワの摂食にも 付着膜の質を改善する効果があります。

■ 背景と目的

河川環境の保全においては、流況の改善や生物の棲み場を修復し、健全な生態系の構造や機能を回復させることが重要です。本研究は、生物による河床付着膜摂食と河床環境の関係に着目し、生物の摂食が河床付着膜の性状に果たしている役割を評価し、今後の河川環境管理に反映させることを目的としています。これまでの実験から、アユによる摂食は、シルト等の微細な土粒子の河床への堆積や大型糸状藻類の繁茂を抑制すること、景観の維持に寄与するなど、河床の健全性の維持に大きな役割を果たしていることが明らかになってきました。本年度は、雑食性のオイカワの摂食が河床付着膜の性状に及ぼす影響、及びアユ、オイカワの摂食が付着藻類の活性に及ぼす影響を評価することを目的に実験を行いました。

■ 方法

実験河川に実験区(幅2.5m×長さ4m)を設け、付着物のない新たな礫(径約15cmの玉石)を河床に敷き並べ、付着膜を成長させた後、アユを放流した「アユ区」(放流密度:1個体/m²)、オイカワを放流した「オイカワ区」(放流密度:4個体/m²)、いずれも放流しない「対照区」を設定しました。その後、それぞれの河床から付着膜を採取・分析し、付着膜の性状や光合成速度(明暗瓶法による、写真1)を比較しました。

■ 結果

珪藻の出現割合が大きい付着膜に対しては、アユだけでなくオイカワの摂食によっても、生藻類比(生きている藻類の割合を表す)や強熱減量(%)の増加などの質的な改善効果が認められました(表1)。

図1に各実験区の単位クロロフィルa、単位時間当たりの最大光合成速度を示しました。「アユ区」の最大光合成速度が最も大きく、次いで「オイカワ区」、「対照区」の順で、摂食された付着藻類の光合成速度は、摂食されない付着藻類よりも大きいことがわかりました。各実験区の付着膜の状態を比較した結果、付着物量(膜の厚さ)や付着膜に含まれる無機物量の違い、これらに起因した膜内への光の透過性(図2)や生藻類比の違いが、膜内の付着藻類の活性に影響を与えていると考えられます。



写真1 明暗瓶法による光合成速度の測定

表1 摂食による変化

	アユ区	オイカワ区
乾燥重量(g/m ²)	-	
強熱減量(g/m ²)	-	
無機物量(g/m ²)	-	
強熱減量(%)	+	+
生藻類比	+	+

(注) -, +はそれぞれ対照区より有意に小さい、大きいことを示す。

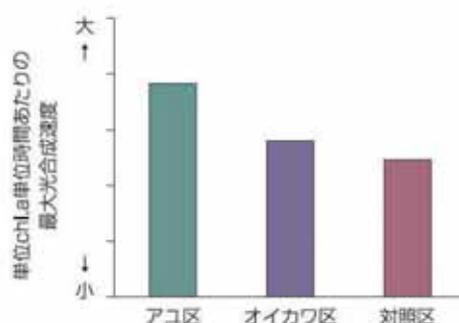


図1 最大光合成速度の比較

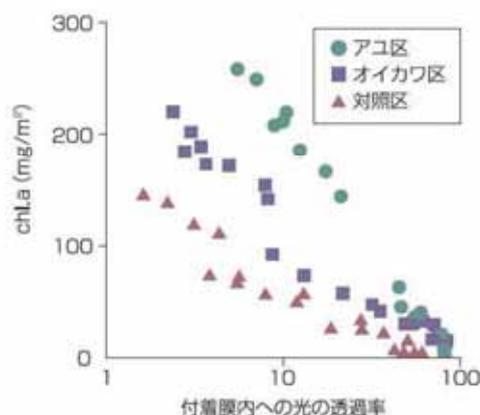


図2 光の透過率の違い

担当: 飯川 朋子

Q

土砂還元の効果を客観的に示す方法はないのでしょうか？



A

土砂を利用して生活する生物が 指標種になる可能性があります。

■ 背景と目的

貯水ダムの下流では、通常は存在する砂や小礫などの小さな河床材料が消失することがよくみられます。近年では、この問題に起因する河川生態系の劣化が懸念されており、その改善策の一つとして、ダム上流側に堆積した土砂をダム下流へと運搬・設置し、土砂を下流へ供給する「土砂還元」が、いくつかのダムで行われ始めています。しかし、どれだけの土砂量を、どのような頻度で還元すれば、生態系が効果的に改善されるのかはまだわかっていません。土砂還元の効果を客観的に評価し、良い土砂還元方法を調べるためには、指標となる生物種を抽出して「ものさし」とすることが有用です。そこで、河川生態系のよい水質指標でもある水生昆虫を中心とした河川底生動物の中に、土砂還元の効果を指標できる種、すなわち河床に存在する砂や小礫などの割合によく反応する種があるかどうかを、これまでに私達が野外調査を行った近畿・中部11ダム河川でのデータを用いて検討しました。

■ 結果と考察

過去の文献を参考に、河床に存在する砂を利用して生活していると考えられる「掘潜型」「携巢型」と呼ば

れる生活型を持つ底生動物を指標種候補としました。これら候補の個体数を目的変数に、河床の底質粗度・砂の被度割合・小礫の被度割合を説明変数として、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて予測式をたてた結果、掘潜型・携巢型のいくつかの分類群において、データの実測値はモデルの予測値によく適合することがわかり、土砂還元の指標種としての有用性が示唆されました(図1)。また、巢材として砂を用いるヤマトビケラは、説明変数の中でも砂の被度割合にもっともよく反応し、一方、堆積する小礫~砂に潜って生活するシジミは、小礫の被度割合にもっともよく反応しました。このことは、土砂の粒径別に、指標種を抽出できる可能性を示唆しています。しかし、今回行った検討では、「指標種Aがある密度で生息する時、河床に土砂がどれだけ存在することを示す」までには至っていません。これは、調査対象とした11ダム河川それぞれの個性が、隠れた説明変数として強くモデルに影響していることを暗に示唆しています。土砂還元の効果を具体的に指標するためには、単一の指標種ではなく、指標種群のように複数の種を用いるなど、さらなる工夫が必要と考えられます。

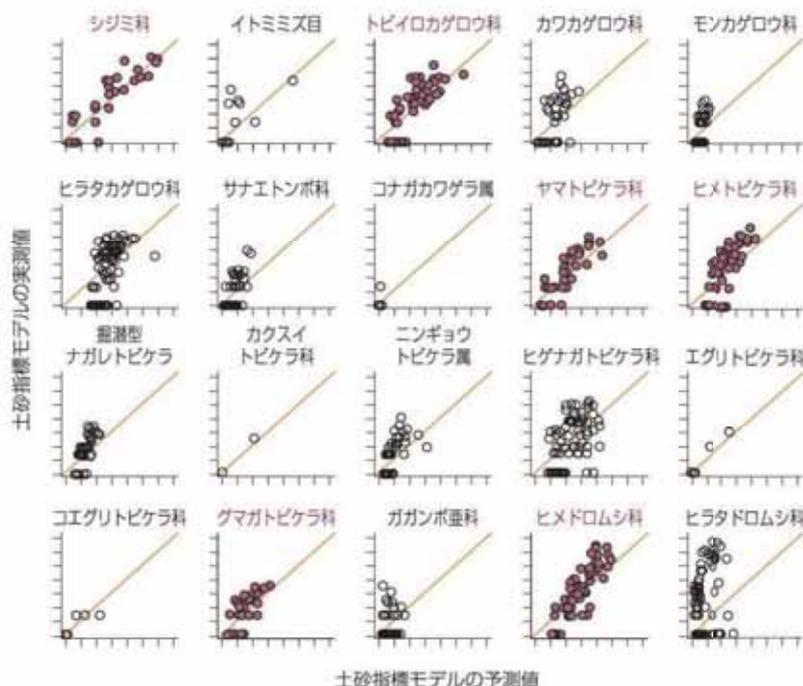


図1 GLMMによるモデル予測値と実測値
(注) GLMM相関係数が0.4以上の種を赤丸で示す

担当：片野 泉

ダム「Q&A」



平成21年(2009)－平成25年(2013)

- 土砂還元は河川の一次生産をどのように変化させるのでしょうか？
- 濁水が付着藻類に及ぼす影響は、流速によって異なるのでしょうか？
- 濁水に含まれる成分によって、礫表面の付着藻類への影響は異なるのでしょうか？
- 川底をたくさんの砂が覆うと底生魚はどうなりますか？







Q

土砂還元は河川の一次生産を
どのように変化させるのでしょうか？

A

一次生産速度が低下する傾向を確認しました。

背景と目的

ダム下流における環境改善を目的として、ダムに堆積した砂を下流に仮置きし、これを流下させて下流河川に還元する「土砂還元」が幾つかのダムで実施されています。土砂還元を実施した際の生物群集については底生動物を中心に研究が実施されつつありますが、アユの餌となる付着藻類の生産（一次生産）の変化については、研究報告がありませんでした。本研究では、実験河川に砂を供給して土砂還元を模した状態を再現し、一次生産速度を測定して、その実態を明らかにしました。

方法

実験は平成21年8月～9月に行いました。大礫を主たる河床の構成材料とする実験河川Bの上流区間（河床勾配1/200、川底幅2m、長さ100m）において流量200L/sを流下させ、付着藻類が十分繁茂した状態で一次生産速度を推定しました（砂投入前）。次に、同区間の上流に設置してある土砂供給区間に砂（<2mm）を敷設して流水により下流区間に砂を掃流状態で供給し（写真1）、実験区間における砂被度（コドラートに占める砂の面積割合）が20～40%となった状態で再度一次生産速度を推定しました（砂投入後、左ページ写真）。なお、一次生産速度は実験区間の上流・下流区間における溶存酸素濃度の変化に基づき推定しています。

結果と考察

砂投入前、砂投入後の日当たり一次生産量及び生態系の日当たり呼吸量を図に示しました（図1）。砂投入前の日当たり一次生産量はおよそ10($O_2 \cdot g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)、日当たり呼吸量は20～30($O_2 \cdot g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)を示し、過去に実施した実験河川における測定値と同程度、もしくは、これを上回る結果となりました。一方、砂投入後は、日当たり一次生産量はおよそ4($O_2 \cdot g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)と40%程度まで減少し、日当たり呼吸量は1($O_2 \cdot g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)と3～5%まで減少しました。このように、砂の投入は河床における有機物代謝を抑制し、餌資源の供給速度を減少させる傾向が確認できました。今後、掃流砂量と一次生産速度との関係を量的に評価し、土砂還元の効果を河川生態系といった観点から明確にしていく予定です。



写真1 土砂投入状況(上)と実験区の状況(下)

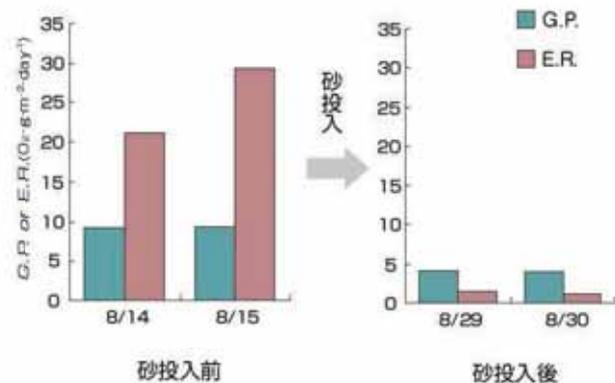


図1 砂投入前後の一次生産速度(G.P.)と生態系呼吸速度(E.R.)

担当：萱場 祐一



濁水が付着藻類に及ぼす影響は、
流速によって異なるのでしょうか？



A

流速によって、付着藻類量だけでなく、堆積する無機物量も変化していました。

■ 背景と目的

貯水ダムが多くは、ダム湖に水を貯めると同時に、土砂をその場で堰止めてしまいます。そのため、ダム湖に多くの土砂が堆積することで、貯水できる水量が減少するなど様々な問題が生じます。近年、この問題に対処するため、ダム湖の上下流をつなぐバイパスの建設が検討されています(図1)。これは、洪水時にダム湖へ運ばれる大量の土砂を、バイパスを通すことでダム湖を迂回させるものです。バイパスによって、ダム下流部に土砂を直接送り込むことが可能となり、問題となっていたダム湖への土砂堆積を未然に防ぐことができます。しかし、バイパスを通り、ダム下流部へ流れ出る土砂は、同時に河川水中の土砂濃度の上昇を引き起こし、濁水となって、ダム下流の生態系に様々な影響を及ぼす可能性があります。さらに、洪水時の流量は多く、土砂は非常に速いスピードでダム下流部を流れます。そこで、本研究では、ダム下流部で観察される非常に速い流速を再現可能な管路型回転水路を作成し、高濃度の濁水が付着藻類に及ぼす影響について検討しました。

■ 方法

あらかじめ付着藻類を定着させたタイルを管路の中に入れ、平水時の流速を想定した0.5m/sと洪水時の流速を想定した4.0m/sの流速で水路内の水を回転させました。この水路内の水を三段階の土砂濃度に調整し(SS濃度: 10mg/L、1000mg/L、10000mg/L)、24時間、水路を動かし続けました(写真1)。実験後、付着藻類に含まれている無機物量およびクロロフィルa量を測定しました。

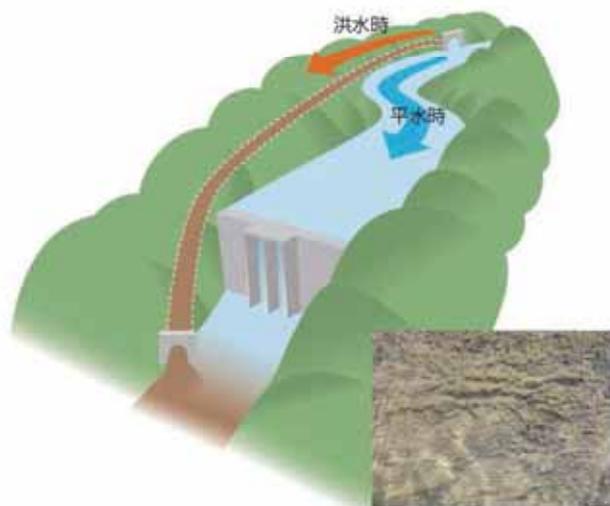


図1 バイパス排砂の概念図(左)とダム下流部で観察される土砂の堆積した付着藻類(右)

■ 結果と考察

土砂濃度(SS濃度)が高い濁水を流した水路ほど、付着藻類に含まれる無機物量は多くなっていました(図2)。一方、流速が遅いほど、無機物量の堆積が多くなっていましたが、これは流速が遅いほど土砂(無機物)が沈殿しやすいためと考えられます。一方、クロロフィルa量に対するSS濃度の影響は、流速によって違っていました。流速が遅い実験条件下では、クロロフィルa量に対してSS濃度は影響していませんでした。しかし、流速が速い条件下ではSS濃度が高いほどクロロフィルa量は多くなっていました。これは、付着藻類の表面を無機物が覆うように堆積したことで、速い流水による剥離を防いだためと考えられました。ただし、この無機物による剥離の防止は、付着藻類に到達する光量を減少させてしまうことが予想されるため、一次生産の極端な低下とその後が生じる付着藻類自体の劣化をもたらすことが予想されます。今後、一次生産の変化に焦点を当て、河川生態系にとって健全な濁水のあり方について検討していく予定です。



写真1 実験で用いた管路を流れる各濃度の濁水

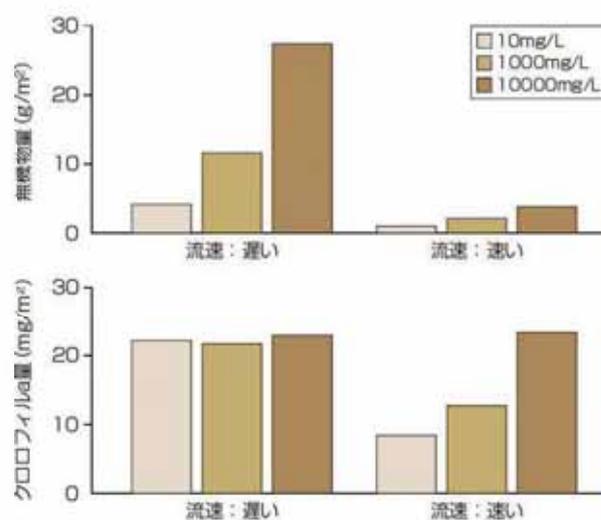


図2 各濁水濃度条件下での付着藻類に含まれる無機物量(上)およびクロロフィルa量(下)

担当: 森 照貴、小野田 幸生、豊場 祐一

Q

濁水に含まれる成分によって、礫表面の付着藻類への影響は異なるのでしょうか？



A

シルトのみを含む濁水では、藻類は礫表面から剥がれませんが砂が含まれることで剥離します。

背景と目的

貯水ダムでは、上流から流れてきた土砂がダム湖に堆積することで、貯水容量が減少すると同時に、ダム下流への土砂供給量が減少するなどの問題が生じます。この問題を解決するために、近年では、上流から流れてきた土砂が、ダム下流にそのまま流れるように迂回路（バイパス）を通す方法や、ダム湖に貯まった土砂を下流河川に戻す方法が考えられています。しかし、これらの方法を採用することで、ダム下流で濃度の高い濁水が発生する場合があります。そこで、これらの濁水が付着藻類に及ぼす影響を評価するために、本研究では人工的に成分を変化させた濁水に付着藻類を曝し、付着藻類の状態がどのように変化するかについて検討を行いました。

方法

流速が調整可能な循環型水路を用意し（図1）この水路の中に河川水と河川水に3種類の処理を施した濁水（シルトのみ、砂のみ、シルト+砂）を流しました。あらかじめ付着藻類を定着させたタイルを水路の中に入れ（図1、写真1）、平水時の流速を想定した0.5m/sと洪水時の流速を想定した4.0m/sの流速で、水路内の水を24時間、循環させました。実験後、付着藻類に含まれている無機物量および有機物量を測定しました。

結果と考察

全体として、流速を速くした水路内の付着藻類の方が、遅い水路内の付着藻類よりも、無機物量や有機物量が少なくなっていました（図2）。これは、流れが速くなることで、付着藻類の剥離を促し、今後、藻類の更新が行われると考えられます。一方、流速の大小に関係なく、砂が流れることで、無機物量や有機物量が少なくなっていました（図2）。特に、シルトが流れていたとしても、砂と一緒に流れることで、砂が藻類を削り、シルト由来の無機物の堆積を防いでいることが示されました（図2の赤矢印）。シルトのみを含む濁水では多くの無機物が付着藻類に堆積していましたが、付着藻類に大量のシルト（無機物）が含まれることは、水生昆虫やアユなどの藻類を餌とする動物に対して生育条件の悪化を招く恐れがあります。しかし、自然発生する洪水と同じように、シルトと砂の両者が濁水に含まれることで、藻類によるシルトの捕捉を防ぎ、さらに剥離・更新を促す可能性が高いことが示されました。今後、実際に水生昆虫やアユなどの選好性を調べることで、河川生態系にとって健全な濁水のあり方について検討していく予定です。

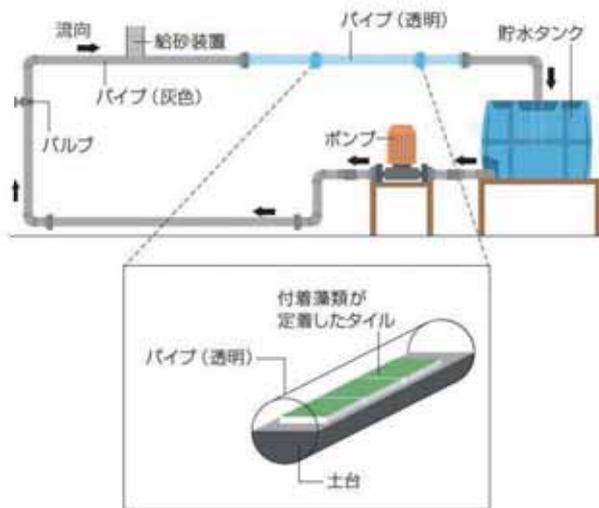


図1 流速および土砂量を操作可能な循環型水路の模式図



写真1 実験後、シルト（無機物）の堆積が確認されたタイル（写真左側）。表面のシルトを剥がすと、もともと定着していた付着藻類が観察される（写真右側）

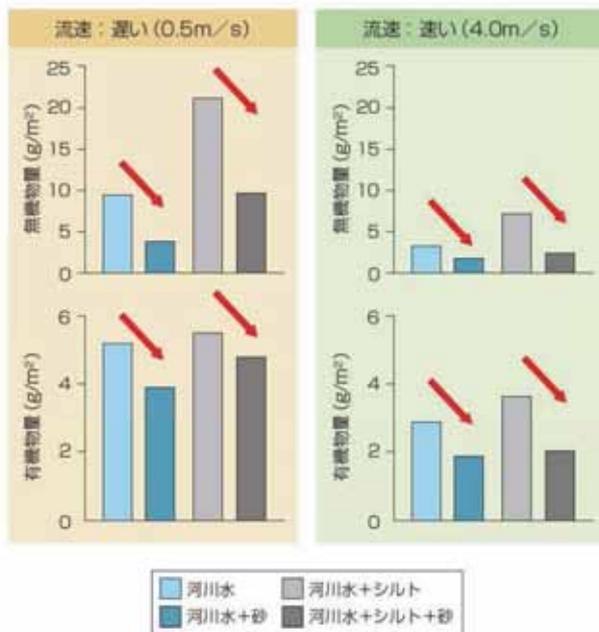


図2 流速の遅い（左）および速い（右）条件下で、異なる水を流した時に観察される付着藻類中の無機物量（上）および有機物量（下）

担当：森 照貴、小野田 幸生

Q

川底をたくさんの砂が覆うと
底生魚はどうなりますか？



A

底生魚は少なくなります。
川底のすきまの減少が一因と考えられます。

■ 背景と目的

ダム下流では土砂量が減少するため河床の状況が変化します。この状況を緩和するために、土砂を下流に仮置きし洪水時に流したり、バイパスによって土砂をダム下流に迂回させたりする方法が検討されています。土砂の供給により古い付着藻類が剥離される効果などが見られますが、人為的な土砂の供給は自然状態とは異なる点もあるため、生物への影響を評価しておく必要があります。ここでは、仮置きされる土砂が砂などの細粒成分に偏りやすい点に着目し、砂の供給の有無による魚類密度の変化を追跡調査し、その影響を評価することを目的としました。

■ 方法

矢作第二ダムから0.7km下流の地点で調査を行いました。調査地点に砂を供給する区間と供給しない区間を設置しました。それぞれの区間において、底生魚（主にヨシノボリ類）の密度と環境要因（流速、水深、土砂の粒径サイズ）について、砂を供給する前後で調査し、砂の供給による影響を評価しました。

■ 結果と考察

底生魚の密度は、砂を供給する前にはどちらの区間でも同じでしたが、供給後には砂を供給した区間で密度が0となりました（図1A）。環境要因については、砂を供給すると流速が増大し（図1B）、水深は減少し（図1C）、細粒土砂（～2cm）の割合が高まる（図1D）という傾向が見られました。これらの結果は、河床表面にあった石を埋没させるほど多くの砂が堆積し、その表面を水が速く流れるようになったことを示しています。流速や水深などの影響については今後検討が必要ですが、底生魚が川底にある石の下のすきまを利用すること（写真1参照）を考えると、生息空間である川底のすきまの減少が底生魚の減少の一因と考えられます。

この例のように、水深を浅くするほど大量の土砂が川底を覆うと、短期間であっても生物への影響が無視できなくなる可能性があります。今後、土砂がどの程度覆うと影響が見られるのか検討する必要があると考えられます。

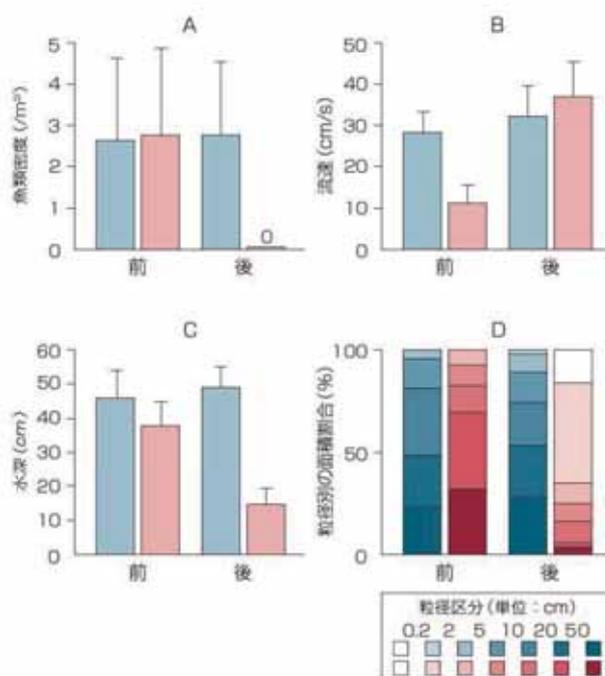


図1 砂を供給する前後における各変量の変化
青は「砂の供給なし」、赤は「砂の供給あり」を示す



写真1 石の下に隠れるヨシノボリ（滋賀県安曇川にて撮影）

ダム「Q&A」



平成26年(2014)－平成30年(2018)

- シルトを多く含んだ藻類を水生昆虫は食べるのでしょうか？
- 付着藻類にたまったシルトは、どのくらいの時間で洗い流されるのでしょうか？
- 川底の凹凸が変化すると遊泳魚も影響されるのですか？
- 川が濁るとアユはどのような行動をとるのでしょうか？
- ダム下流の河床材料の変化が魚類に及ぼす影響を評価する方法はありますか？
- 河床に細粒土砂が堆積して石礫が埋没すると、アユにどのような影響がありますか？
- 淵に土砂が堆積し水深が減少するとどのような魚類に影響しそうですか？
- 河床に砂を供給した後、付着藻類の現存量はどのように変化しますか？
- ダム下流に土砂を含む放流が行われた場合、付着藻類はどのように変化するのでしょうか？
- ダムからの土砂供給によって、魚類の餌内容は変化しますか？
- ダム下流に土砂が供給されると水生昆虫の種組成はどう変化しますか？
- アユの餌場として重要な川底の石の埋まり具合を簡易的に予測できますか？



Q

シルトを多く含んだ藻類を
水生昆虫は食べるのでしょうか？



A

シルトが堆積していても、平気で食べる種もいれば、あまり食べない種もいるようです。

背景と目的

河川では、土壌侵食や地滑り、河岸崩壊によって濁水が発生します。また、農業や林業、河川改修といった人間活動によっても生じます。このような濁水が河川を流れることで、川底の礫に付着している藻類（付着藻類）に、シルトなどの微細な無機物が堆積することがあります。河川に生息する魚や水生昆虫、巻貝などは、付着藻類を食べて成長しますが、シルトが堆積することで、餌として食べなくなる可能性があります。そこで本研究では、「濁水の影響を受けた付着藻類」と「影響を受けていない付着藻類」を2種類の水生昆虫に与えることで、「付着藻類と水生昆虫」の関係性に対する濁水の影響について検討を行いました。

方法

水生昆虫に餌として与える2種類の付着藻類を用意するために、流水環境（流速0.5m/s）を再現可能な管路を用いました（図1）。管路内に、シルトを用いて浮遊土砂濃度を2段階に調整した河川水（清水：10mg/L、濁水：10,000mg/L）と、あらかじめ付着藻類を定着させたタイルを入れ、24時間にわたり水を循環させました。この2種類（清水曝露と濁水曝露）のタイルを水生昆虫との組み合わせ（水生昆虫なし、ヒラタカゲロウ、ヤマトビケラ）を変えて円形水槽に投入し、6種類の実験区を作りました（図1）。その後、円形水槽内の水を循環・回転させ、2週間後にタイルを回収し、付着藻類に含まれている無機物量（シルトの堆積量の指標）およびクロロフィルa量（付着藻類の現存量の指標）の測定を行いました。

結果と考察

「清水に曝した藻類」と「濁水に曝した藻類」とで堆積していた無機物量は大きく変化していました（清水：3.6g/m²、濁水：12.8g/m²）。この2種類のタイルに対して、ヤマトビケラを水槽に入れた場合、何も入れない水槽よりも無機物量が減少し、クロロフィルa量も減少していました（図2）。この傾向は清水でも濁水でも同様でした（図2）。一方、ヒラタカゲロウを水槽に入れた場合、ヤマトビケラを入れた場合と同様に、清水に曝した付着藻類の無機物量とクロロフィルa量は減少していました。しかし、濁水に曝した付着藻類は、ヒラタカゲロウを入れた場合と何も入れなかった場合とで、無機物量とクロロフィルa量にあまり違いはありませんでした（図2）。以上の結果から、ヤマトビケラはシルトの堆積に関係なく、付着藻類を食べていたようですが、ヒラタカゲロウは、シルトが堆積して

いない付着藻類を食べる反面、シルトが多く堆積した付着藻類はあまり食べない可能性が示唆されました。

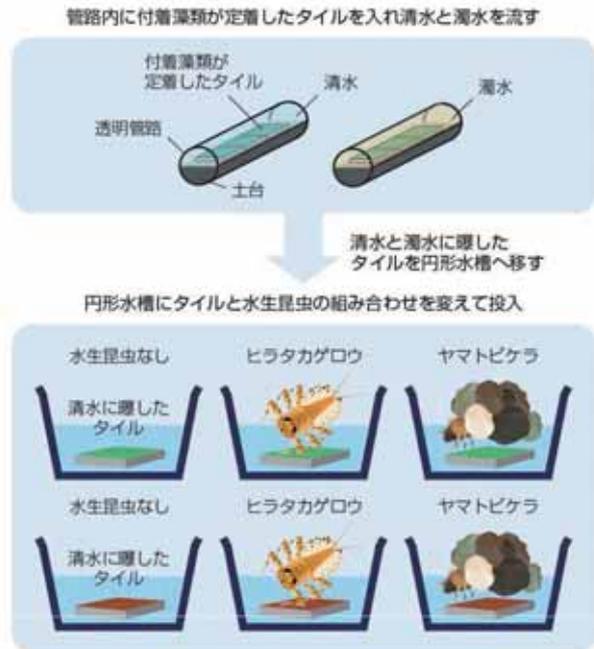


図1 本研究の実験手順と実験デザイン

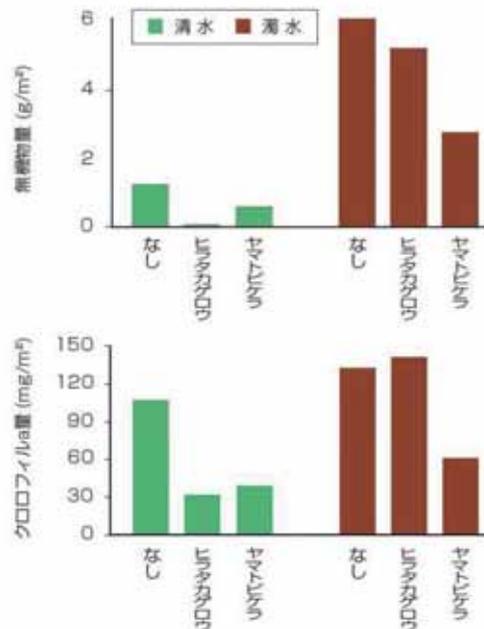


図2 清水（SS濃度：10 mg/L）および濁水（10,000 mg/L）に曝した付着藻類（クロロフィルa量および無機物量）に対する水生昆虫の影響

担当：森照貴



Q

付着藻類にたまったシルトは、どのくらいの時間で洗い流されるのでしょうか？



A

清流に置くと、およそ2週間で洗い流され、
もとの状態に戻ります。

■ 背景と目的

河川では、山地の崩壊等により発生した土砂が流入することで濁りが発生します。また、農耕、河川地形の改修によっても濁りが発生します。濁りにはシルトなどの微細な無機物が多く含まれています。この微細な無機物が河川を流れる途中で、川底の礫に付着している藻類(付着藻類)に堆積することがあります。洪水時には、短時間でより多くの無機物が付着藻類に堆積することもあります。堆積した無機物は、濁りが収まった後も残存するため、景観の悪化や付着藻類を餌とする魚や水生昆虫への悪影響が懸念されています。そこで本研究では、付着藻類に堆積した無機物が、その後どのくらい時間が経てば自然に洗い流されるのかを解明するため、実験を行いました。

■ 方法

はじめに、一定の速度で水が流れる管路を用いて、濁水(低濃度・高濃度の2通り)を24時間にわたって流し、付着藻類に無機物(シルト)を堆積させました(写真1)。このときの無機物の濃度は、低濃度濁水で10 mg/L、高濃度濁水で10,000 mg/Lに設定しました。また、それぞれの流速は平常時(0.5 m/s)と洪水時(4.0 m/s)の2通りを再現しました。その後、濁水によって無機物の堆積した付着藻類を、幅15 cm程度の水路に固定し、河川水を流速0.5 m/s程度に維持して流しました(写真左側)。濁水につける前、濁水につけはじめてから24時間後、水路に固定してから1、3、7、14日後に付着藻類を回収し、付着藻類に含まれている堆積無機物量を測定しました。

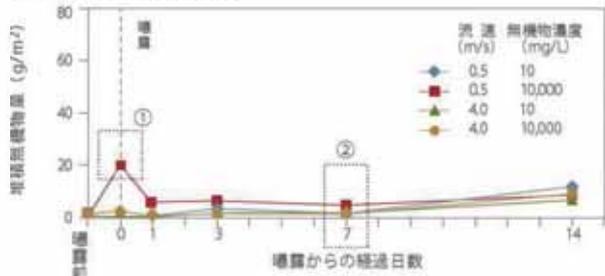
■ 結果と考察

堆積無機物量は、無機物濃度10,000 mg/Lで、流速0.5 m/sの条件の濁水を流した場合で多くなりました(図1)。そして、他の条件では、濁水を流した前後で、堆積無機物量は大きく変化しませんでした。しかし、堆積無機物量が多くなった付着藻類においても、河川水を流した14日後には、堆積無機物量が他の付着藻類と大きく変わらなくなりました(図1)。このことから、24時間程度、濁水を流した場合では、付着藻類に長期的にシルトがたまる可能性は低いと考えられます。今後は24時間以上の長期間の濁水が流れた場合に、付着藻類にたまったシルトが、どのくらいの時間で洗い流されるのかを調べる予定です。

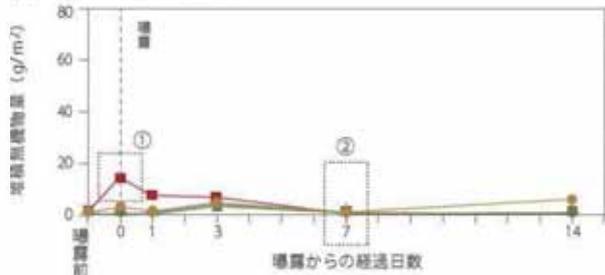


写真1 無機物を堆積させた後の付着藻類の状態
(濁水の流速0.5 m/s、無機物濃度10,000 mg/Lの場合)

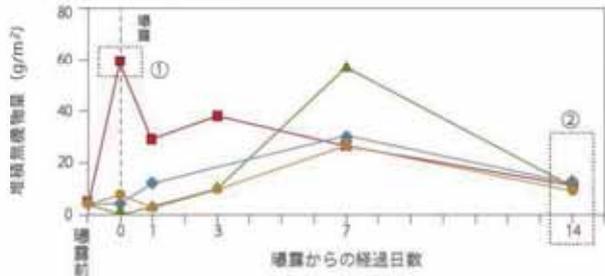
(a) 4月～5月の測定結果



(b) 5月～6月の測定結果



(c) 6月～7月の測定結果



①無機物濃度10,000 mg/L、流速0.5 m/sの場合の濁水が流れた後に無機物量が增大
②7日後または14日後に全ての条件で無機物量が変わらなくなった

図1 濁水を流した前後の堆積無機物量の変化
(a)4～5月、(b)5～6月、(c)6～7月にそれぞれ測定)



Q

川底の凹凸が変化すると
遊泳魚も影響されるのですか？



A

流れの遅い空間の広さが変わるため、
遊泳魚の空間利用に影響することが分かりました。

■ 背景と目的

土砂の堆積により川底表面の状態が変化すると、石の間や下のすきまの量が変化し、それをすみかとして利用する底生魚の密度が低下することがあります。一方、普段中層を泳ぐ遊泳魚への影響はあまり知られていません。ただし、遊泳魚も川底のすきまを利用することや川底の凹凸が抵抗となり流れを遅くすることを考えると、遊泳魚も川底の変化の影響を受ける可能性があります。そこで、大きな石のみの川底に段階的に砂利を追加した時の遊泳魚の行動を比較し、川底の変化による影響を調べました。

■ 方法

実験水路に大きな石を敷き詰め砂利を追加する事で、凹凸やすきまの量の異なる3つの川底の条件を用意しました(図1)。各条件に対して一定量の水を流し流れの速い状態を再現しました。その上で遊泳魚(オイカワ)を放流し、遊泳行動を観察するとともに、流速も計測しました。

■ 結果と考察

オイカワは川底のすきまや表層近くを継続的に利用し、中層(河床より約10cm上)へとあおられてもすぐに川底近くに戻りました(左頁写真)。中層と比べて川底の近くでは流れが遅かったので(図2)、オイカワは川底付近を利用することで、速い流れを避けていたと考えられます。

川底の条件間で比べると、石のみの条件では河床の少し上方(5.2cm)も利用されたのに対し、砂利を追加した条件では川底のごく近傍(2.6cm、2.3cm)しか利用されませんでした(図2)。砂利を追加すると川底表面の凹凸が減り川底近傍の流れが速くなったので、利用できる空間が減少したためと考えられます。

以上より、川底のすきまや凹凸の変化は流れの遅い空間の広さを変えるため、遊泳魚の空間利用に影響することが分かりました。このように土砂の堆積量が増加する場合には、底生魚だけでなく遊泳魚にも影響が及ぶと考えられます。

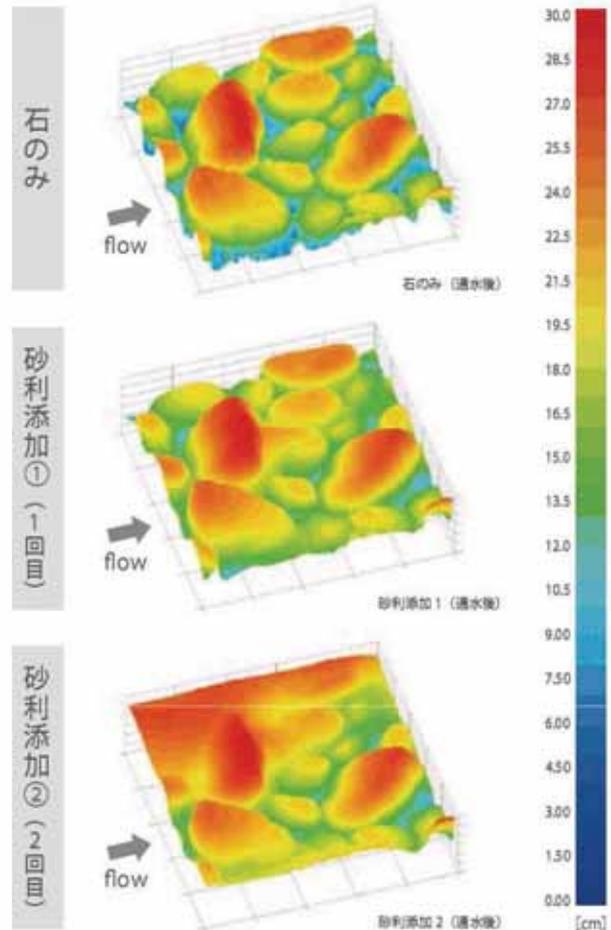


図1 各条件における川底の凹凸の様子(1m×1mの範囲を表示)

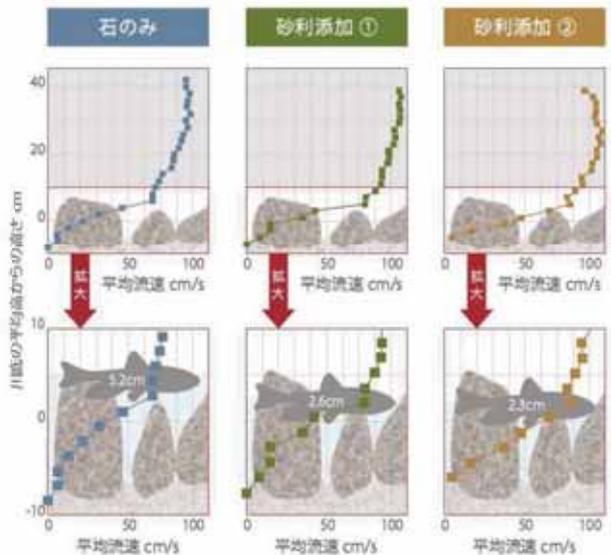


図2 各条件における流速分布(上)とオイカワが利用した高さ(下)



Q

川が濁るとアユは
どのような行動をとるのでしょうか。



A

アユは濁りを避けて
川の下流に移動する可能性があります。

■ 背景と目的

河川では、細かな土砂が流入することで、濁りが発生することがあります。河川生物の濁りに対する反応は種ごとに異なり、濁りの濃度および継続時間とそれに対する生物の応答については、過去の研究において数多く調査されてきました。しかし、河川中の濁りの濃度は時空間的に変動するため、魚の濁りに対する反応特性がわかっていたとしても、行動を予測することは難しいといえます。そこで、本研究では、日本の代表的な水産資源であるアユを対象として、河川中で発生した濁りの時空間分布に対するアユの行動を把握することを目的として調査を行いました。今年度は、その予備的な調査として、発信器(ICタグ)をアユに取り付け、濁りが発生したときに、アユがある地点を通過する時刻を把握する実験を行いました。

■ 方法

実験河川にて蕃養したアユに、12mmの筒状の発信器(図1)を取り付けました(図2)。川幅約3m、延長40mの実験河川を縦断方向に2つに区切り、片方の区画にて濁りを1時間程度発生させました。川が濁ったときに観測されるSS濃度は数十から数千mg/L程度まで幅がありますが、本実験では平水時に発生する濁りを想定してSS濃度を150mg/L程度に設定しました。この濁りの発生前、発生直後、および発生終了後に発信器を取り付けたアユを各区画内に放流しました。2つの区画でアユの移動に違いが生じるかを観測するため、区内の出入り口に発信器を読み取るアンテナを取り付け、区画を出入りするアユの個体番号とその時刻を自動で観測しました。

■ 結果と考察

濁水発生中は、区画を出入りするアユはほとんどいませんでした(図3)。しかし、濁水の供給が終了した後、濁水が発生した区画において、下流に移動する個体数が発生しなかった区画よりも多くなりました(図3)。この結果から濁りを発生させた区画において、アユが忌避行動を示した可能性が示唆されます。過去の実験室内の研究では、SS濃度が20mg/L以上の濁りでアユが忌避行動を示しはじめると報告されています。しかし、野外の河川では、SS濃度が時空間的にある程度変動し局所的にSS濃度の低い空間および時間帯が生じるため、SS濃度が20mg/L以上でも忌避行動を示さないと考えられます。一方、今回区画内で発生させたSS濃度(150mg/L)では、局所的にSS濃度が低い空間および時間帯であっても20mg/L以上のSS濃度が区画内で維持されたため、アユの忌避行動を促すには十分であったと考えられます。今後は、川で観測されるSS濃度とアユの行動の関係についてより詳細に把握するため、時空間のスパンをより長くした実験を予定しています。



図1 ICタグ(12mm)



図2 ICタグを取り付けたアユ

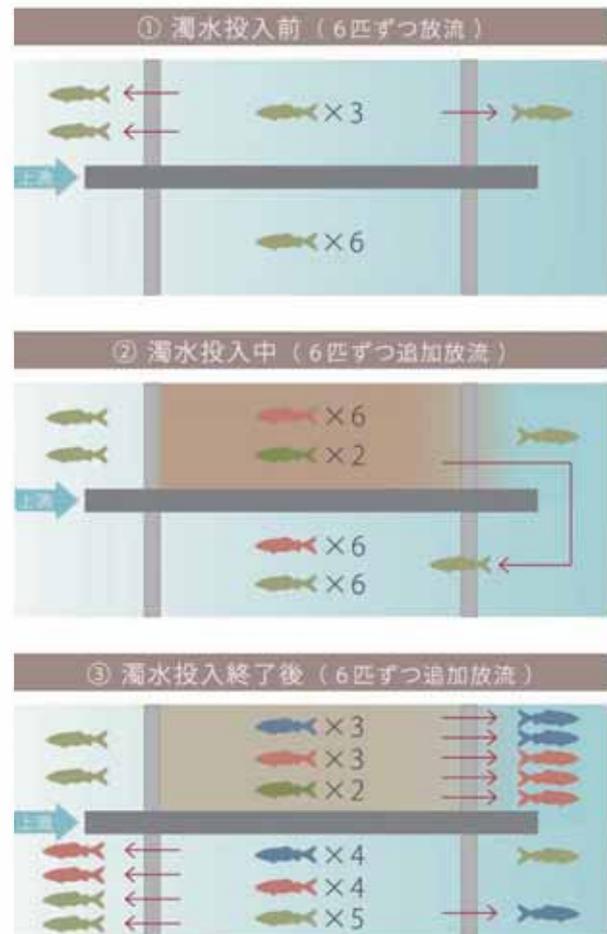
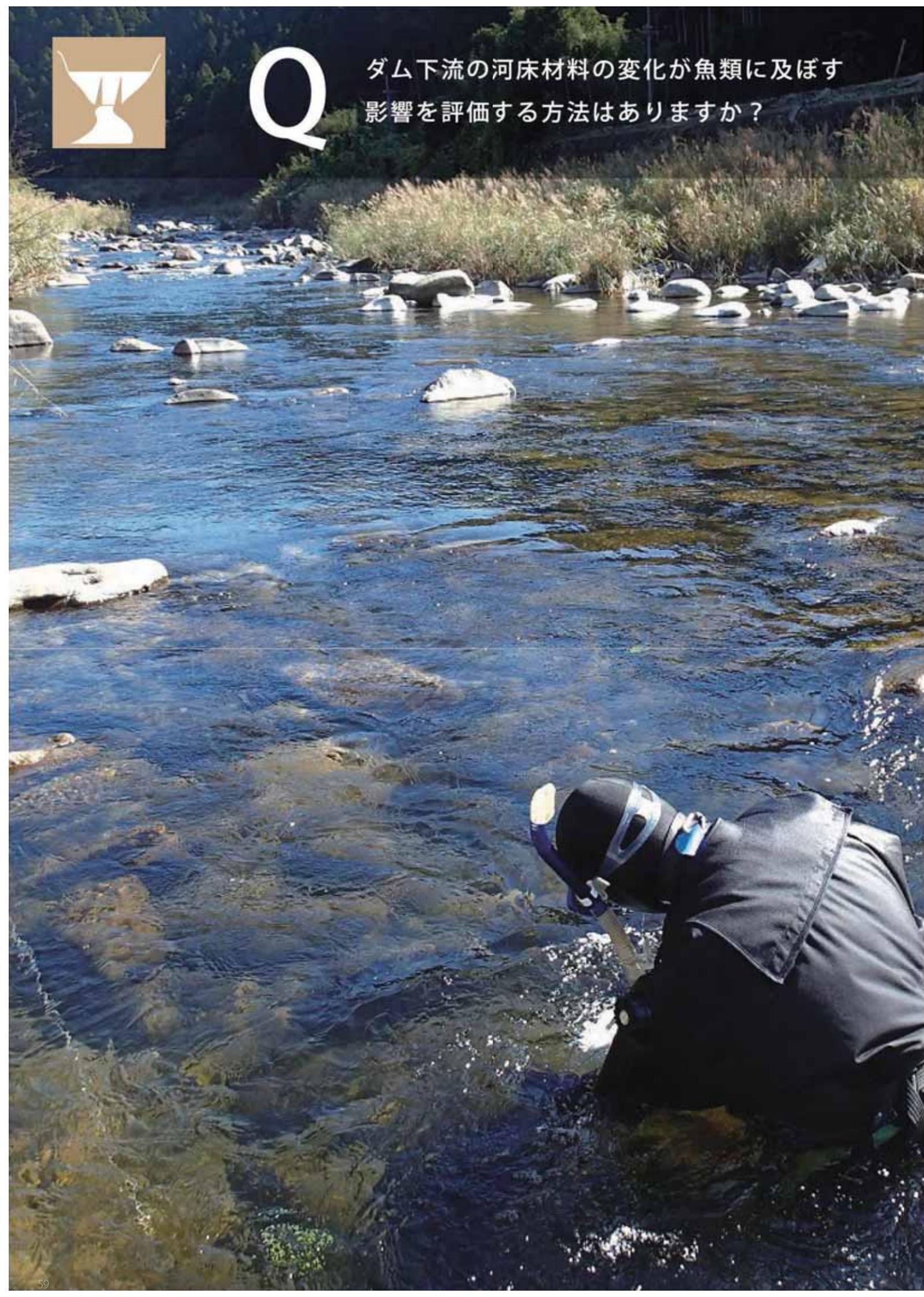


図3 実験結果



Q

ダム下流の河床材料の変化が魚類に及ぼす影響を評価する方法はありますか？



A

魚類の適性値を活用して影響を知ることができそうです。

■ 背景と目的

ある魚に対する生息場所の善し悪しを評価する方法として、その場所がどのくらい生息場所として適しているのかを表す「適性値」を活用する方法があります。この手法は多くの川で利用されているので、多くの魚について適性値の情報が蓄積されています。ダム下流での河床の粗粒化や土砂還元等に伴う細粒化に対しても、既存の適性値を利用すれば生息場所としての変化を簡便に評価できるかもしれません。ただし、ダム下流では河床が極端に粗粒化している場合があり、利用できる環境が制限されたり、流速・水深・河床材料の組み合わせが自然状態と異なったりします。そのため、魚が通常とは異なる生息場所を利用する可能性もあり、既存の適性値が利用できるかを確認しておく必要があります。そこで、本研究では、ダム下流を含む現場調査から算出された適性値と既存の適性値とを比較し、ダム下流でも既存の適性値を適用できるかを検証しました。

■ 方法

ダム周辺の各地点(ダム上流、ダム下流、支流、支流合流後；図1)の瀬で、1m四方の調査メッシュを100個ほど設置しました。それぞれのメッシュで、物理環境(水深、6割水深における流速、主要な河床材料)と魚類のいる・いないを調べ、魚類による物理環境の利用に基づく適性値を算出し、既存の適性値の平均値と比較しました。

■ 結果と考察

ダム周辺で実施した現地調査に基づく適性値はこれまでの適性値の最大値の範囲内におおよそ収まりました(図2)。これらの結果は、既存の適性値で最適と判断される環境がダム周辺でも利用されたことを示しています。このことから、河床が極端に粗粒化している場合でも、魚による生息場所の利用やその好みは大きく変化しないことが示唆されました。したがって、ダム下流で変化した河床に対して魚類の生息環境を評価する場合にも、これまで蓄積されてきた既存の適性値を活用できる可能性があります。

ただし、本研究は1回の調査によるものであるため、既存の適性値を活用する場合には慎重な利用が求められます。今後、季節を変えての調査や他のダムでの調査などを実施し、既存の適性値を用いた評価方法について検討を重ねていく必要があります。

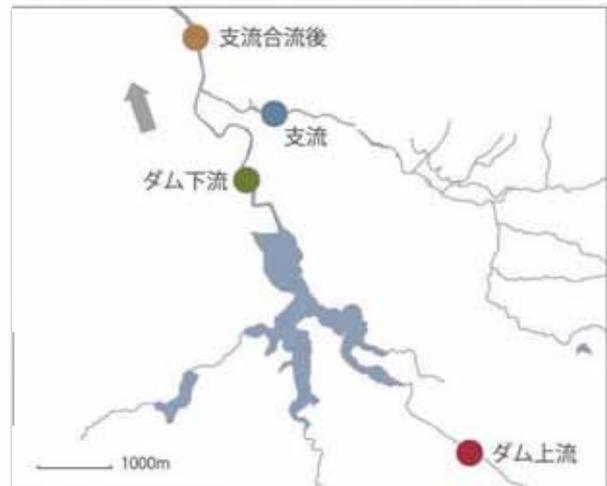


図1 ダム下流を含む調査地点

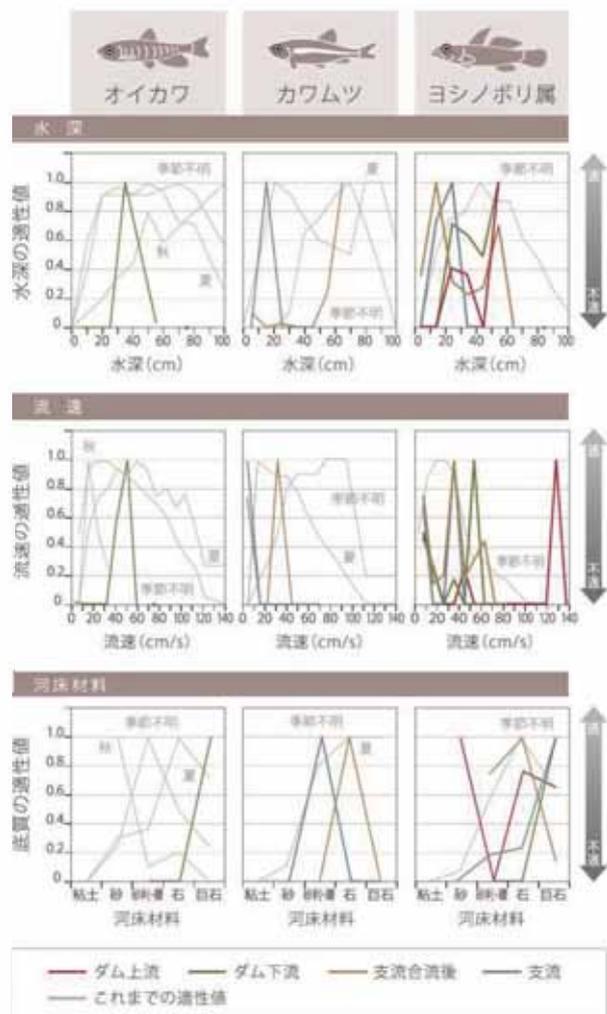


図2 ダム調査に基づく適性値(カラー)とこれまでの適性値(灰色)

担当 / 小野田 幸生



Q

河床に細粒土砂が堆積して石礫が埋没すると、アユにどのような影響がありますか？



A

アユが餌（付着藻類）を食べにくくなる可能性があります。

■ 背景と目的

堆砂問題が顕在化しているダムでは、ダム貯水池に堆積した細粒土砂を人為的に下流へ流す取り組み（土砂還元）が検討されています。この際、流下した細粒土砂が河床に堆積すると、河床の石礫が埋没し、河床の環境が変化する可能性があります。一方で、河床の石礫は多くの水生生物が餌として利用する付着藻類の生育基盤となっています。とりわけアユはその主要な消費者であると共に、水産上の有用魚種でもあります。そのため、河床の石礫が埋没した際のアユの採餌への影響について、土砂供給を実施する前に検討することが望まれます。ここでは、河床の石礫の埋没の程度とアユの採餌の関係性について野外河川で調べた事例を紹介します。

■ 方法

対象地は、琵琶湖流入河川（6河川、各2地点）です（図1）。調査では各地点において3mの横断測線を6箇所設定し、測線上の石礫（粒径5cm以上）の粒径と露出高、アユの食み跡の有無を潜水により観察しました。その他に、1mごとに水深と流速を計測しました（図2）。そして、食み跡の有無に影響する要因を探索するために、4変数（露出高、露出面積、流速、水深）を説明変数としたロジスティック回帰分析を行いました。露出面積については、計測した粒径サイズと露出高をもとに、楕円体を想定して面積値を計算しました。

■ 結果と考察

解析の結果、食み跡の有無に最も影響する要因は露出高であり、その間には正の関係性があることが確認されました。この結果は、アユが露出高の大きな石礫を採餌対象として利用したことを示しています。さらに、食みやすい露出高の閾値を探索する観点から、50%確率で食み跡が確認される露出高を算定したところ、10～15mm程度でした（図3）。この値は、今後、土砂供給後の河床の評価の際に、アユが採餌可能な露出高の目安として利用できるものと考えられます。

以上のことより、土砂供給によって河床の石礫が埋没し露出高が小さくなった場合には、アユの採餌に影響をおよぼす可能性が考えられます。そのため、アユが採餌可能な露出高を維持できるような土砂供給方法を検討する必要があります。なお、アユの採餌には、露出高のみでなく、石礫の粒径も関係していると考えられるため、河川あるいは同じ河川でも流量によっては、露出高の選好性が異なる可能性があることに注意が必要です。



図1 調査対象河川と調査位置図

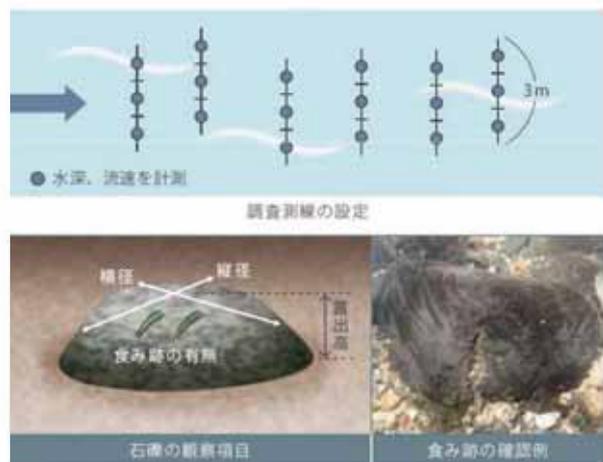


図2 調査方法

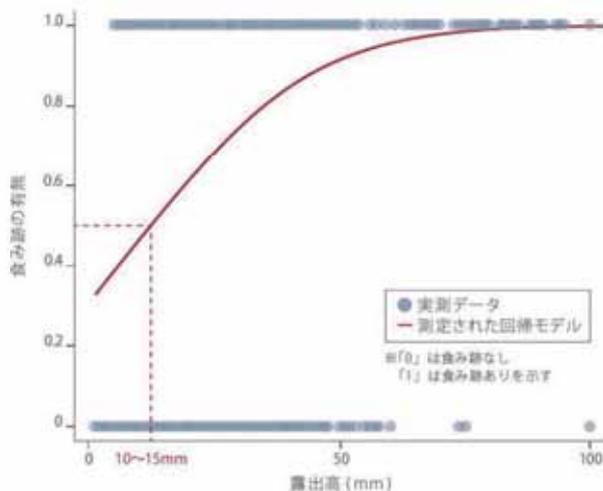


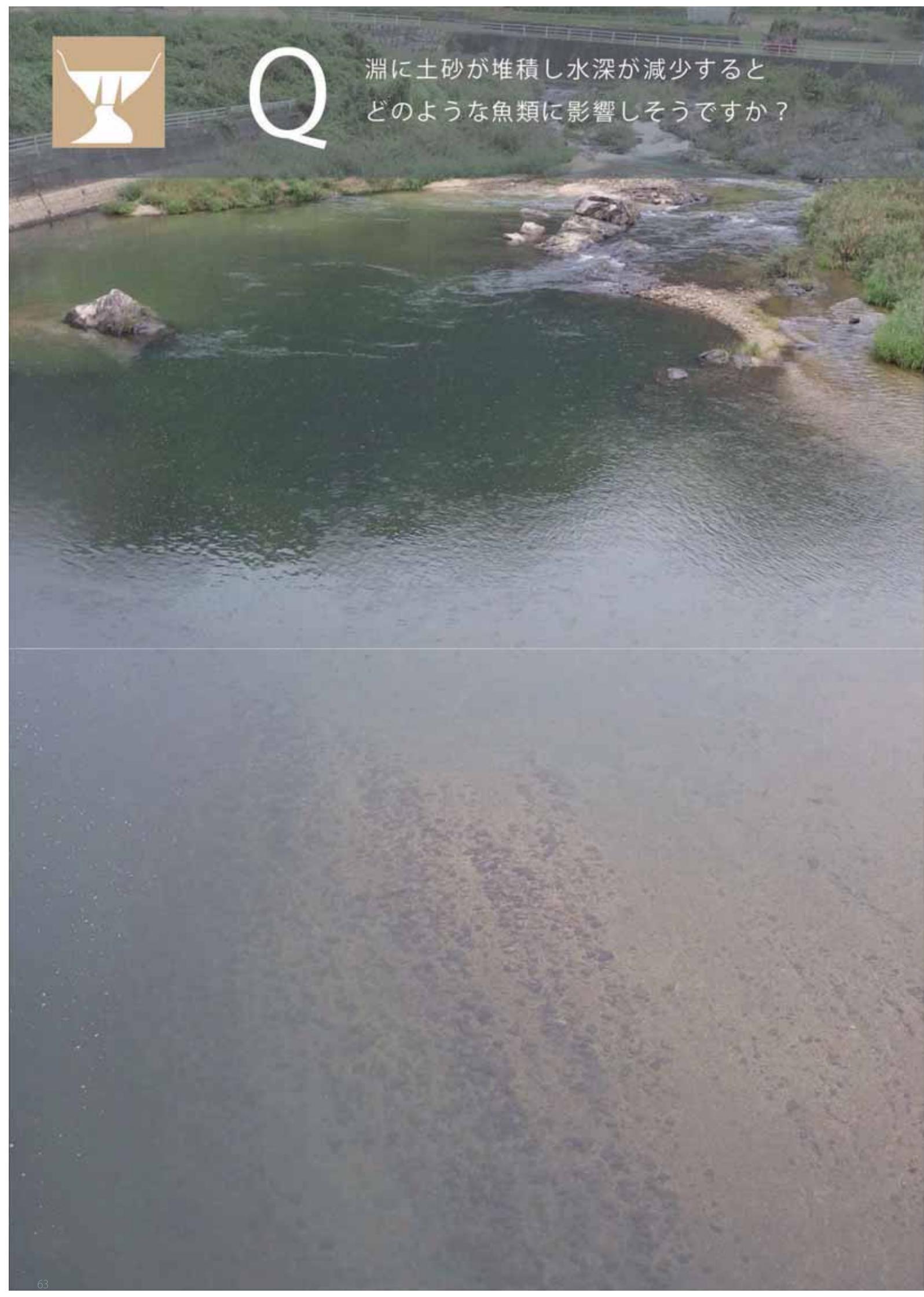
図3 ロジスティック回帰分析の結果（露出高と食み跡の有無の関係）

担当 / 堀田 大貴、小野田 幸生



Q

淵に土砂が堆積し水深が減少すると
どのような魚類に影響しそうですか？



A

深い部分を利用する傾向のある大型の遊泳魚が影響を受けやすいと考えられます。

■ 背景と目的

ダムの貯水容量の回復や土砂輸送の連続性の確保の観点から、ダム下流への人為的な土砂供給が検討されています。しかしながら、人為的な土砂供給は自然状態の土砂供給とは異なる可能性もあり、生息場所への影響を予測・検討できる知見が必要です。これまでの知見として、魚類の選好する粒径などに関する研究があり、土砂堆積に伴う瀬の河床材料の変化による影響予測にも活用することができます。一方、もともと細粒土砂が多い瀬では、河床材料の変化よりも土砂堆積による水深減少の影響が大きいと考えられますが(図1)、それを調べた研究はほとんどありません。そこで、瀬における魚類の利用水深について詳細に調べました。

■ 方法

矢作川の中上流域における、6個の瀬を対象に調査しました。各瀬において縦断方向の距離を5等分した地点で横断測線を設定し、横断測線を6等分しその上下流1mずつの空間を調査対象としました(図2)。調査対象区間では潜水目視によって、魚種と体サイズクラス(5cmごと5段階)を記録しました。利用水深については水深に対する割合を10%単位で記録し、その区間の平均水深に掛けて算出しました。

■ 結果と考察

調査では17種類の魚類が確認され、遊泳魚ではウグイ、カワムツ、オイカワの順で、底生魚ではヨシノボリ、ニゴイ、カマツカの順で、多く観察されました。観察例の多かったウグイ、ヨシノボリに着目すると(図3)、両種とも大型個体ほど深部を利用する傾向がありました。また、ウグイはヨシノボリよりも大きなサイズクラス(サイズクラス3,4)まで存在し、それらの大型個体は深部のみを利用しました。一方、遊泳魚ほど大型にならない底生魚や遊泳魚の小型個体は、浅い部分を中心に幅広い水深を利用しました。

これらの結果から、土砂で瀬が埋まると、深部を利用する遊泳魚の大型個体が選択的に影響を受ける可能性があります。大型個体は繁殖に寄与する個体であるため、その影響は個体群維持の観点からも軽視できません。したがって、ウグイのように大型個体が深部を選好する遊泳魚は、土砂の堆積による瀬の水深減少の影響を受けやすいと考えられ、注意深い評価が必要となります。

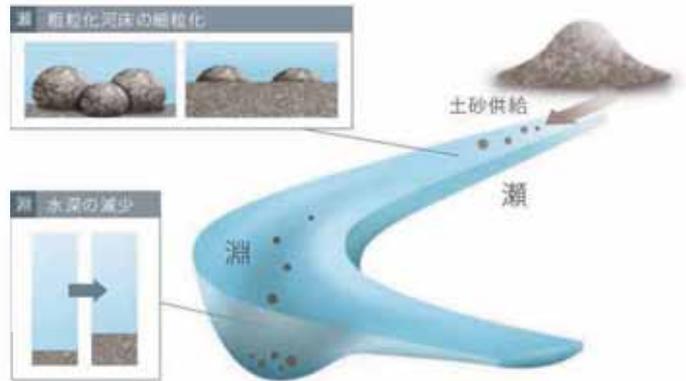


図1 土砂供給による瀬と淵の変化のイメージ

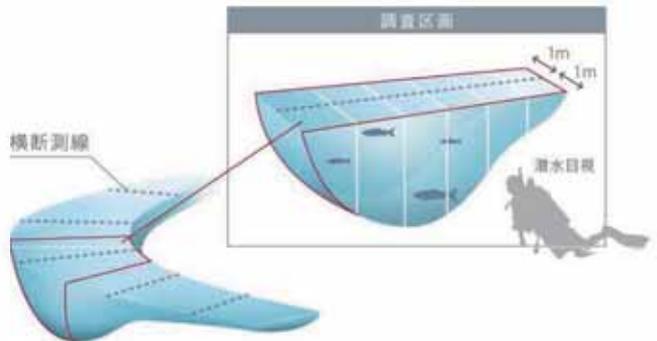


図2 調査方法

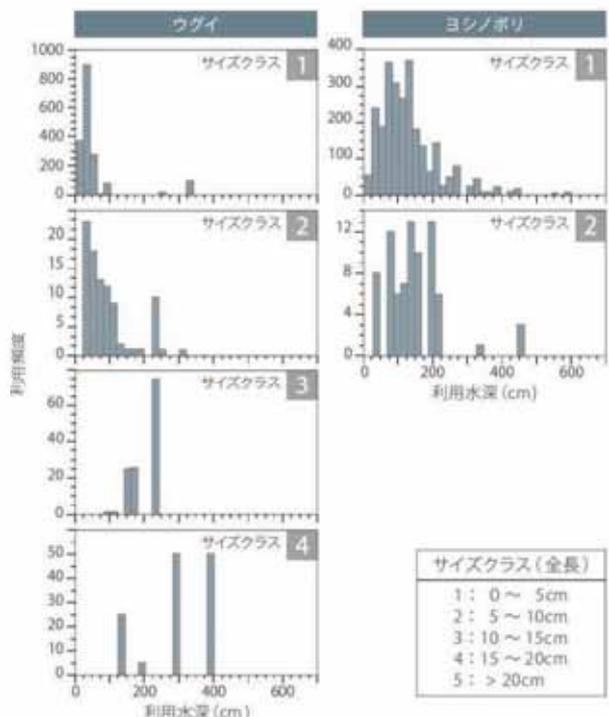


図3 体サイズ別の利用水深の頻度分布

担当 / 小野田 幸生 堀田 大貴



Q

河床に砂を供給した後、
付着藻類の現存量はどのように変化しますか？



A

供給した砂が移動し、砂が礫を被覆・摩耗することにより
付着藻類の現存量は減少すると考えられます。

■ 背景と目的

ダム下流の環境改善等を目的として、ダム貯水池に堆積した砂や小礫(2~10mm程度の粒径)等を下流へ流す取り組みがいくつかのダムで行われています。ただし、河床が埋まるほどの大量の砂や小礫が供給された場合、礫に固着している藻類(付着藻類)への影響は大きいと考えられます。なぜなら、付着藻類が砂や小礫の衝突によって剥離するだけでなく、砂や小礫が河床に堆積・被覆することで付着藻類が繁茂可能な面積が減少するからです。付着藻類は食物連鎖を支える主要な一次生産者であることから、砂や小礫による剥離や被覆の影響は無視できないといえます。そこで、本研究では、野外の実験河川にて、河床が埋まるほどの砂を投入し、その後の付着藻類の量(現存量)の変化について実験を行いました。

■ 方法

ダム下流の砂が消失した河床環境を再現するため、平坦な河床(幅2m、延長60m)に直径20~30cmの礫(以下、大礫)を1m²あたりに4個、直径10~15cmの礫(以下、中礫)を15個設置しました。設置を行った日から約1ヶ月後、礫上に藻類が付着・生育したことを確認し、大礫(平均の高さは約17cm)が埋まる程度の川砂(平均粒径約2mm)を敷詰めました。その後、水深を約30cm、流速を約0.4m/sに維持しながら通水し、砂で埋めた区間中の3測線で、砂投入前からの砂面高の変動量を計測しました。そして、敷き詰めた日の4日前と1、3、7、11日後における1m²あたりの付着藻類の現存量(chla量)を下記のとおり計測しました。はじめに、大礫および中礫をそれぞれ3個ずつ選定し、砂から露出している部分の全面から付着藻類を採取し、chla量を計測しました。次に、1m²あたりに占める大礫および中礫の面積割合を河床の被度から算出しました(写真1)。最後に、大礫、中礫上の現存量と1m²あたりの大礫、中礫の面積割合との積から、1m²あたりの現存量を算出しました(砂面上の現存量は0としています)。

■ 結果と考察

砂面高は、砂を投入した日から減少しつづけてきましたが、3日後に平均60mm程度の高さで安定しました(図-1)。一方、1m²あたりの付着藻類の現存量は、砂を投入した日から4日前が約50mg/m²であったのに対し、1日後に20mg/m²以下に減少し、11日後まで同程度の現存量で推移しました(図-2)。これは、投入した砂により礫が埋没し、付着藻類が繁茂する礫面積が減少したためと推測されます。このほか、埋没後に砂が移動し礫を摩耗して付着藻類が剥離した可能性も考えられます。

今後は、砂の被覆・摩耗による影響を定量的に予測できるような手法の開発を行う予定です。

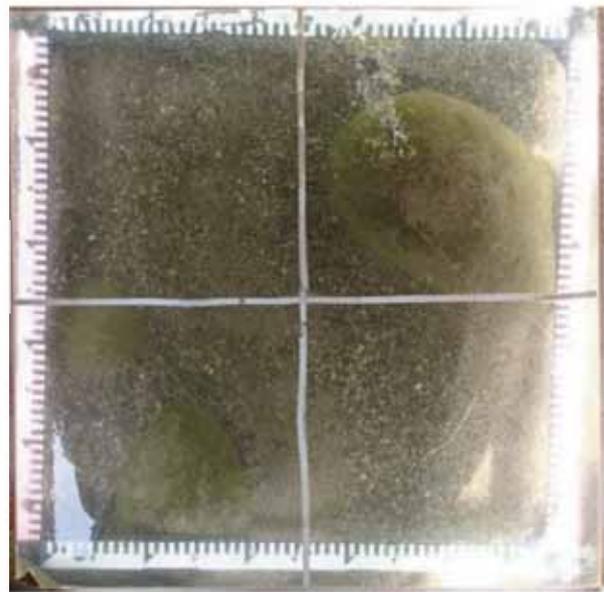


写真1 土砂投入した箇所の河床

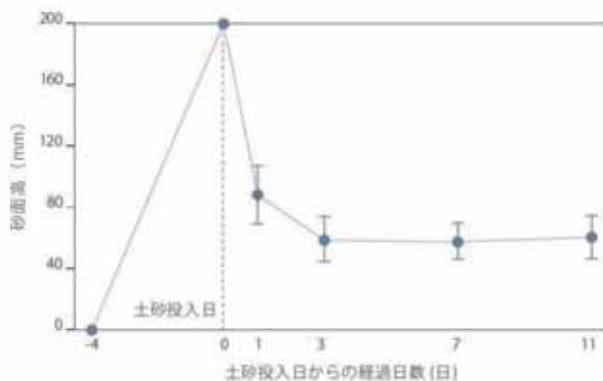


図1 土砂投入後における砂面高の時間変化

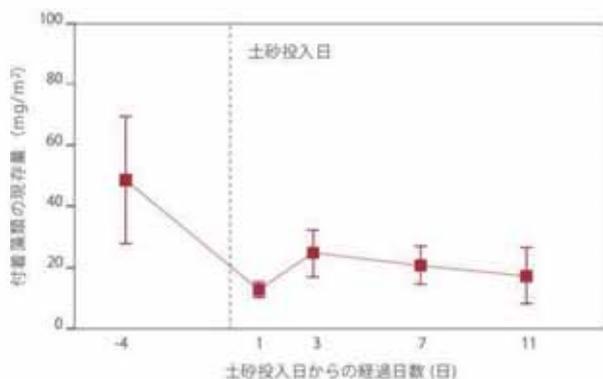


図2 土砂投入後における単位面積あたりの付着藻類現存量の時間変化



Q

ダム下流に土砂を含む放流が行われた場合、
付着藻類はどのように変化するでしょうか？



A

土砂を含まない放流に比べ
付着藻類の量と無機物割合が大きく減少しました。

■ 背景と目的

長野県飯田市の小波ダム(天竜川水系)では、貯水池に流入する土砂の一部を下流に通過させるための排砂トンネルが建設され、平成28年度から運用が開始されています。これにより、貯水池への土砂の堆積を軽減し、貯水機能を維持するほか、ダム下流に供給された土砂により河床環境の改善が期待されています。その一つとして、供給土砂が衝突することで、付着藻類(図1)の剥離・更新を促す効果が挙げられます。しかし、排砂トンネルによる土砂供給の事例は少なく、そこから流下した土砂がこれらの効果をもたらすかは不明です。本研究では、排砂トンネルの運用年度における付着藻類の変化を1年にわたり調査し、過去の調査データと比較することで、排砂トンネルからの土砂供給による付着藻類への効果を検証しました。

■ 方法

ダム上流に1地点および下流に2地点(ダムから約1.0、4.0 km)の河床において、石面上の付着藻類量を採取し(図2)、その量を測定しました。また、高濃度の濁り成分が付着藻類に堆積することが過去のデータから示されていたため、付着藻類の無機物割合の変化についても測定しました。土砂の有無の違いによる影響を検証するため、土砂を含まない放流が行われた平成27年度のデータと、土砂を含む平成28年度のデータを比較しました。排砂トンネルからの放流が平成28年9月に行われたことから、その直前・直後、4か月後における付着藻類量および無機物割合を計測し、同時期の平成27年度のデータと比較しました。

■ 結果と考察

平成28年度のダム下流における付着藻類量は、放流直前にダム上流より高い傾向でしたが、放流直後はダム上流と同程度まで減少しました(図3)。一方、排砂トンネル運用前の平成27年度のダム下流における付着藻類量は、放流前後で大きな変化はありませんでした。このため、排砂トンネルからの土砂を含む放流により、付着藻類の剥離が促進されたと考えられます。

無機物割合については、平成28年度のダム下流において放流直後に減少傾向でしたが、平成27年度の放流前後では明確な変化が見られませんでした(図4)。ただし、平成28年度の2月には、無機物割合は放流直前と同程度に戻っており、効果の持続性については、今後も検討する必要があります。今後も観測を継続し、排砂トンネルの運用による効果に関して、知見を蓄積していく予定です。



図1 石上の付着藻類



図2 付着藻類の採取

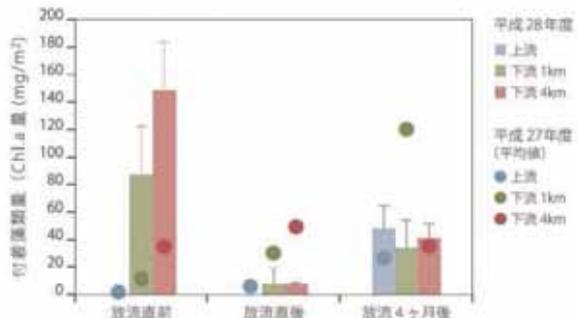


図3 小波ダム上下流における付着藻類量

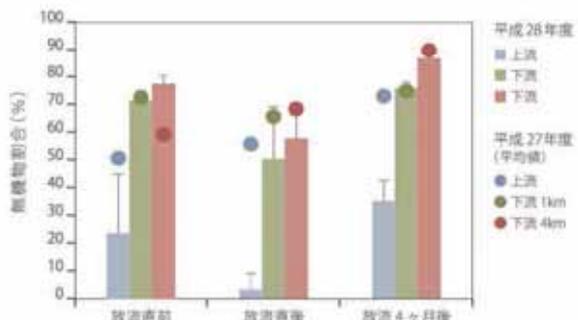


図4 小波ダム上下流における付着藻類の無機物割合

棒グラフは平成28年度の平均値、エラーバーは標準偏差を表す。また、グラフ中の丸印は平成27年度と同じ時期の平均値を表す。



Q

ダムからの土砂供給によって、
魚類の餌内容は変化しますか？



A

土砂が供給されたことで、ウグイの餌内容が
付着藻類主体から水生昆虫主体へと変化しました。

■ 背景と目的

近年、ダムの下流域に土砂を供給することで、土砂輸送の連続性を回復させることで、河川環境の改善を図る取り組みが行われています。しかし、ダムのない川での土砂輸送と比べ、土砂の粒径や量、流れるタイミングなどが異なる場合があり、それに伴う水生生物の応答を把握しておく必要があります。土砂供給によって付着藻類や水生昆虫の種類や量が変化することがこれまで報告されていますが、その影響が魚類にまで波及する可能性が考えられます。そこで、ダムからの土砂供給が実施された河川とダムの無い河川とでウグイの消化管内容物の変化を比較しました。

■ 方法

小波ダムで実施された土砂供給(9月)の前後(事前:6月、直前:9月、直後:10月)において、ダムのある小波川(ダム下流3地点)と隣接するダムの無い遠山川(3地点)で魚類を採集しました(図1)。両河川で確認されたウグイを対象に消化管内容物を採取し、餌として利用されている生物(付着藻類や水生昆虫)について集計しました。さらに、餌生物の量として石面上の付着藻類量や水生昆虫の個体数を調査し、採餌のしやすさに影響すると考えられる石面上のシルト被度についても調査しました。

■ 結果と考察

土砂供給前の小波川では、ウグイの主な餌は付着藻類でしたが、土砂供給後には水生昆虫へと変化しました(図2)。一方、ダムのない遠山川では、ウグイの主な餌は水生昆虫でしたので、土砂供給により餌内容が類似する傾向になりました。

小波川では土砂供給の直前から直後にかけて、付着藻類と水生昆虫が減少しましたが、事前も少ない状態でした(図3AB)。また、遠山川では小波川に比べ水生昆虫が常に多いわけではないことも踏まえると、餌内容の変化は餌量に起因しているわけではないと考えられました。一方、石面上のシルト被度が変化することで、餌内容に影響した可能性が考えられます。小波川では、シルト被度が土砂供給の事前・直前に高かったのですが、直後に遠山川と同程度まで低下しており、餌内容の変化と対応関係が見られました(図3C)。小波川では、土砂供給により石面上を覆っていたシルトが除去されていました(図4)。これにより石面上の水生昆虫が探索しやすくなるなど、採餌環境が変化した可能性があります。今後も、餌内容の変化をもたらすメカニズムについて検討を進めていきますが、本研究により土砂供給が採餌環境の変化を介して魚類にまで波及する可能性が示唆されました。



図1 調査地点図

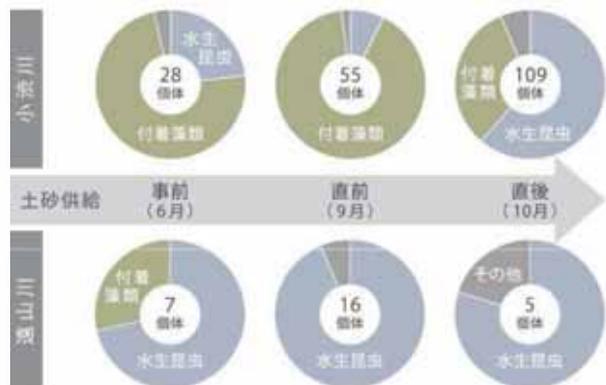


図2 消化管内容物の比較

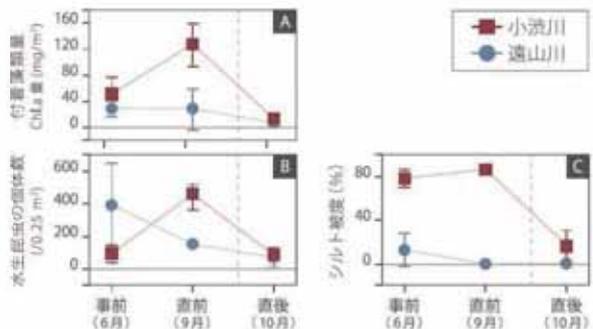


図3 餌生物量と採餌環境の変化

プロットとエラーバーは、それぞれ平均値と標準偏差を表す。点線は土砂供給のタイミングを表す。



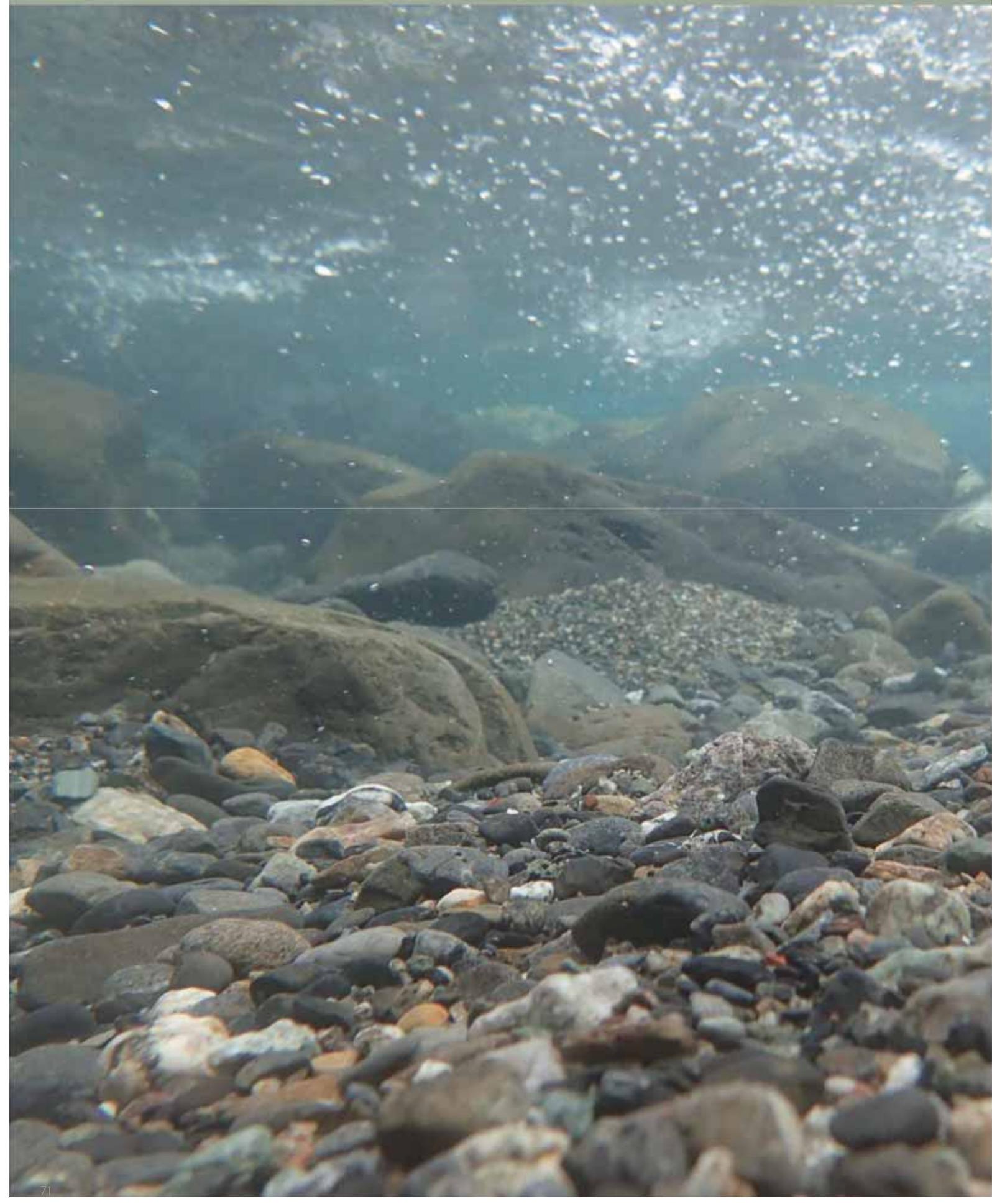
図4 小波川での土砂供給前後の河床の変化

土砂供給前にはシルトなどが多く堆積していたが、直後には石面が露出している様子が読み取れる。



Q

ダム下流に土砂が供給されると
水生昆虫の種組成はどう変化しますか？



A

継続的に土砂が供給されることで
ダムのない河川の種組成に近くなります。

■ 背景と目的

山地から流出した土砂をダムがせき止めることで、ダム下流では土砂が不足し、河床の生物相が大きく変わることが知られています。土砂バイパスは、ダムの上下流をトンネルでつなげることで、出水時にダム上流から流れてきた土砂を直接下流へと供給する手法であり、ダム下流の生態系を回復させる効果が期待されています。長野県の小波ダムでは2016年から土砂バイパストンネルの運用が開始され、2017年末までに計5回の放流が行われました(図1)。本研究では、河床に生息する水生昆虫を対象に、土砂供給による生物相の回復効果を検証しました。

■ 方法

小波ダムの上流・下流および回復の目標となる環境と水生昆虫相を有する遠山川(上流にダムのないリファレンス河川)を選び、これらの河川における水生昆虫相を比較しました。土砂供給前に2回、1~2回目供給後に2回、3回目供給後に1回、4~5回目供給後に2回調査しました(図1赤矢印)。そして、ダム下流の水生昆虫相の時間的変化と目標となる水生昆虫相との違いを明らかにするために、各河川で出現した種ごとの個体数をもとに種組成の非類似度(Bray-Curtis Dissimilarity)を算出し、NMDS(Non-metric Multidimensional Scaling)によって二次元平面上に表しました。

■ 結果と考察

NMDSによる解析の結果、供給前(○)と1~2回目供給後(△)、3回目供給後(+)において、赤で示すダム下流と緑・青で示すダム上流・遠山川のプロットはNMDS平面上で離れており、種組成が異なることが分かりました(図2、3)。一方で4~5回目の土砂供給後(+), ダム下流の水生昆虫相は大きく変化し、目標となるダム上流や遠山川に似る結果となりました。4~5回目の供給では、放流量と土砂供給量が1~3回目の供給よりも多かったため、生息環境が大きく変化し、水生昆虫相も変化したと考えられます。加えて、ダム下流で再生事業を行った際の生物の応答は、環境の変化とタイムラグがあることが報告されています。これは改善された生息環境に適した新たな種が移入してくるのに時間がかかるためです。そのため、今後も継続的な土砂供給によって、改善された環境が維持されれば、ダム下流の水生昆虫相はダムのない河川の種組成により近づくことが予想されます。

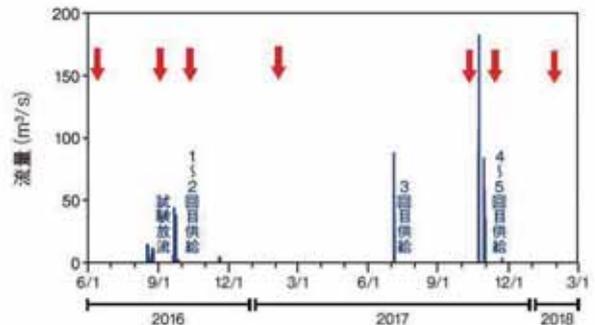


図1 小波ダム下流における土砂バイパス放流量
赤矢印は調査日を示す。試験放流は平水時に行われ、土砂をほとんど伴わなかった。

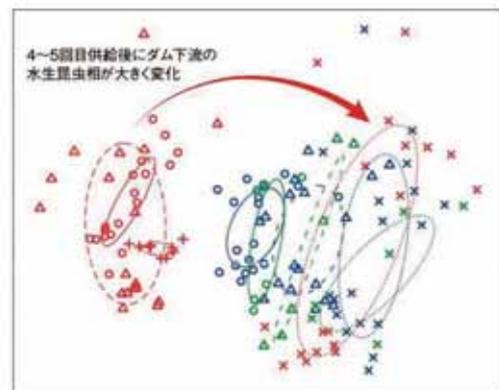


図2 NMDS法による群集解析によって得られた水生昆虫の種組成の違い
各プロットは各調査地の種組成を表しており、プロット間の距離が近いほど種組成が似ている。線は調査河川・時期ごとのまとまりを示している。3回目供給後はダム下流でのみ調査した。



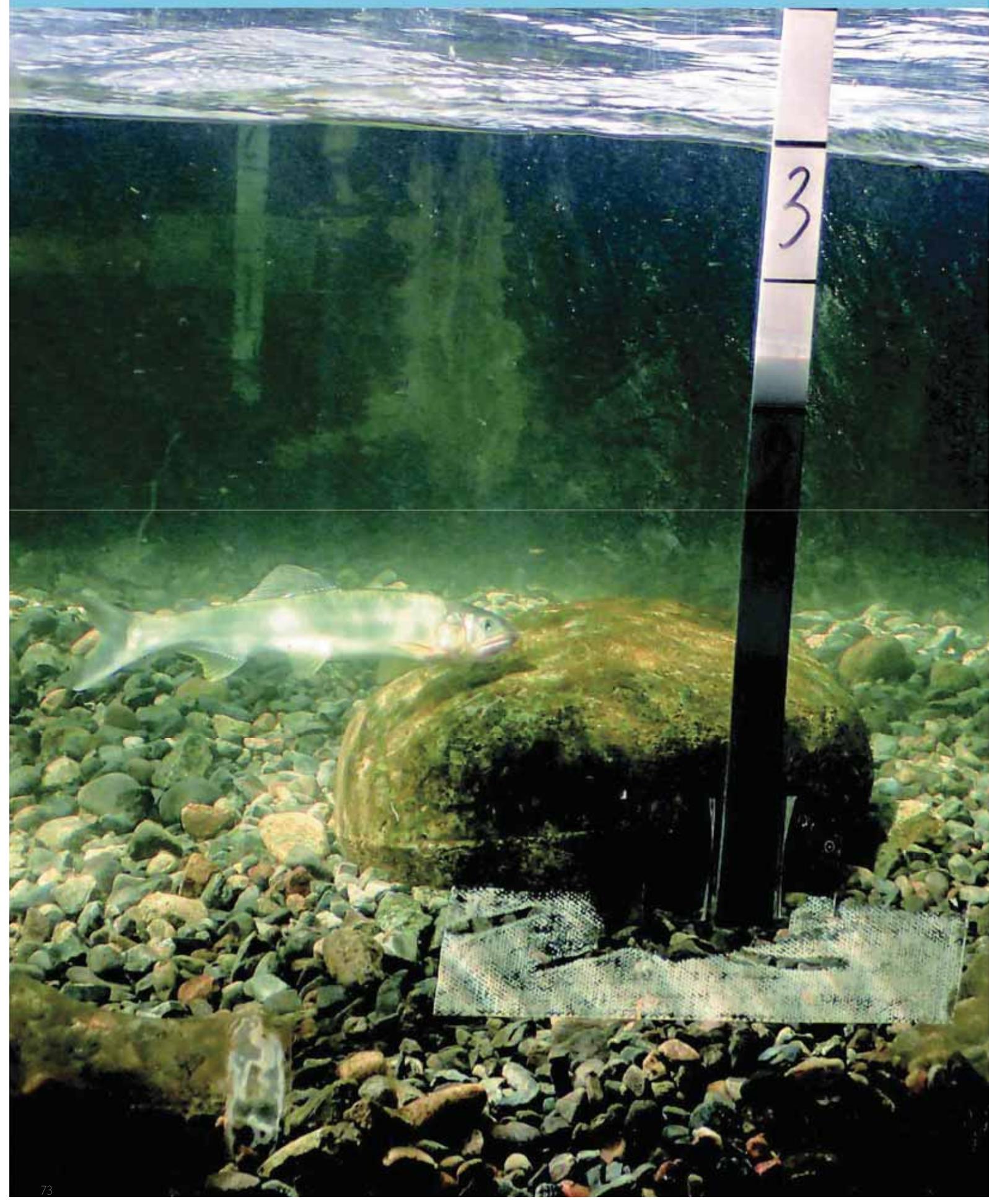
図3 小波ダム下流(放流前)とダム上流および遠山川で出現した代表的な分類群

担当/末吉 正尚



Q

アユの餌場として重要な川底の石の
埋まり具合を簡易的に予測できますか？



A 砂面から頂部までの高さを、石の大きさから簡易に推定する方法があります。

■ 背景と目的

アユは川底の石に生育する付着藻類を主に摂食します。このとき、石が埋まりすぎていると、付着藻類があまり生育しない上、アユが摂食しにくくなります。このため、川底の石の埋まり具合は、その場所がアユの餌場に適するかどうかを決める重要な要素です。しかし、石の埋まり具合を現場で測定するには、石の砂面から頂部までの高さ(以下、露出高)を、潜って1つ1つ確認する必要があり、多くの時間と労力がかかるため、アユの餌場となる広範囲の調査が困難です。そこで本研究では、より測定が簡単で過去のデータも多い、石の大きさをもとに、石の露出高を簡易に推定する方法を開発し、その精度を現場の測定データを用いて確認しました。

■ 方法

露出高は、主に石の大きさと中心点の位置で決まります。ただし、現場では、石の大きさおよび中心点の位置はばらばらで、川底は凹凸しています。このため、川底の石をその大きさに応じてグループ分けし、各グループの石について、中心点の位置のばらつきが正規分布していると仮定して、凹凸を数式で再現しました(図1)。この数式と、各グループの石の川底に占める割合から、露出高の平均値および分布を簡易に推定する数式を開発しました(図1)。

この露出高の簡易推定式の精度を確認するため、矢作川の2つの地点(以下A、B地点)を対象に、各グループの石の割合(表1)から推定式を用いて予測した露出高(以下、予測値)と実際に潜って観測された露出高(以下、観測値)の平均値と分布状況を比較しました。

■ 結果と考察

露出高の平均の予測値を観測値と比較した結果、両者は概ね一致しました(表1)。一方、露出高の分布の予測値を観測値と比較した結果、A地点で両者は概ね似た傾向でしたが、B地点で予測値が観測値よりも小さい方に偏る傾向が示されました(図2)。上記の理由について、B地点の石の大きさがA地点よりも小さいという特徴に着目して、現在分析中です。以上から、露出高の推定式は、現場の露出高の平均値および分布状況を概ね再現することが可能であるものの、B地点で分布のピークが異なるなど、推定式の精度には、まだまだ課題があるといえます。今後は、石の大きさのグループ分けを細かくする等により、推定式の精度を更に向上させる取り組みを行う予定です。

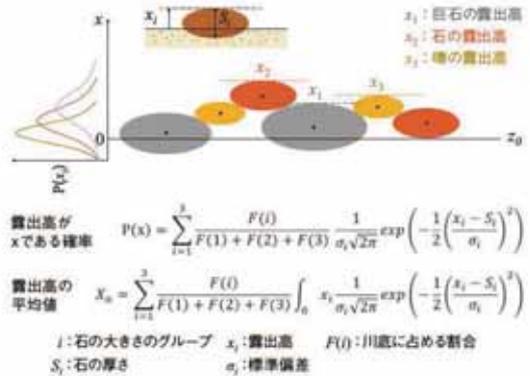


図1 露出高の推定式 ($j=1\sim 3$ と設定した場合)

表1 矢作川の観測地点(A、B地点)における各グループの石の割合、露出高の平均の予測値および観測値()内の数値はそのグループ内における石の大きさの範囲を表す)

	A地点	B地点
巨石 (257mm以上)	0.35	0.10
石 (65~256mm)	0.50	0.20
礫 (17~64mm)	0.05	0.40
砂・砂利 (16mm以下)	0.10	0.30
露出高の平均値 (mm)		
予測値	82.1	40.6
観測値	93.1	37.1

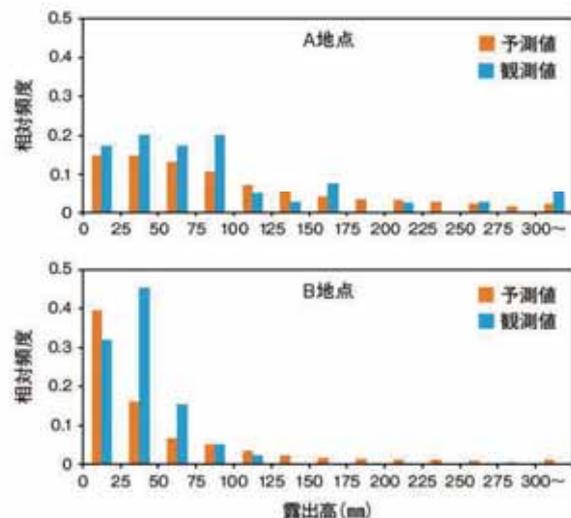


図2 露出高の分布の観測値および予測値のヒストグラム

ダム「Q&A」



令和元年(2019) 令和4年(2022)

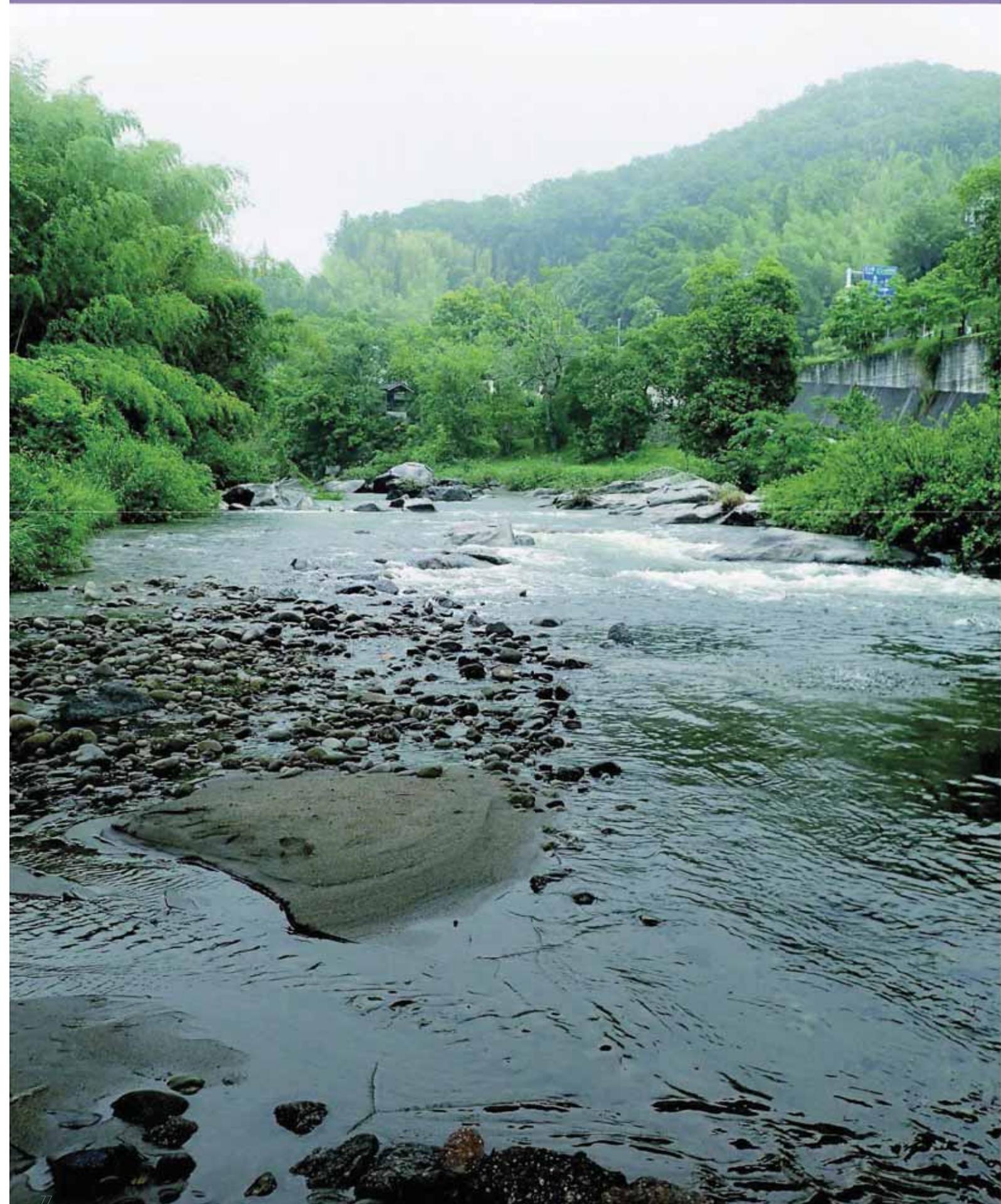
- ダム下流環境の評価に使われる石礫の露出高を予測するモデルは様々な河床条件に適用可能ですか？
- 石の上の付着藻類量を現場で簡単に知る方法がありますか？
- 河原植物のツツザキヤマジノギクはダムからの土砂供給による影響を受けるのでしょうか？





Q

ダム下流環境の評価に使われる石礫の露出高を
予測するモデルは様々な河床条件に適用可能ですか？



A

実測との比較で予測精度が確認され、
多くの現場に適用できそうです。

■ 背景と目的

河床の砂面から頭が出ている石礫の高さを露出高といいます(図1)。石礫の露出高は、アユが石礫上の藻類(付着藻類)を食べやすいかや、付着藻類の質を決定する要因として、ダムからの土砂供給に伴う河床の環境影響評価に利用され始めています。露出高の計測には深い場所で潜水目視が必要というコスト面の問題がありましたが、近年この露出高の分布を河床材料の大きさの分布から簡易的に予測するモデルが開発されました(平成30年度活動レポートPP. 12-13)。そこで本研究では、本予測モデルの実装化にむけて、その予測精度や適用範囲について定量的に検討しました。

■ 方法

矢作川水系(13地点、うち2地点では2回調査、図2)で収集された露出高の実測値を検証に用いました。露出高の予測値は予測モデルを用いて、現地の河床材料の中の巨石(257mm以上)、石(65-256mm)、礫(17-64mm)の割合から算出しました。露出高の実測値と予測値の分布を比較するために、分布の形状(分布形)の違いを解析するコルモゴロフ-スミルノフ検定を用いました。その p 値をモデルの適合度とみなし、適合度が低下する条件も探索しました。

■ 結果と考察

検証に用いた15個のデータのうち、露出高の実測値と予測値の分布形との間に有意差が見られたのは2個で、残り13個(87%)では有意差は検出されませんでした。このことは、実測値と予測値の分布形の違いが、それほど大きくないことを示します。有意差が見られなかった例では見た目にも両者の違いは小さくなく(図3上)、検証に用いたモデルは実際の評価に耐える精度を有していると考えられます。

予測値の算出に用いた巨石・石・礫の割合のうち、石の割合とモデルの適合度との間に負の相関が確認されました(図4)。今回の検証では、巨石の割合が0に近い場所が多かったため、石のように、礫と比べて粗い粒径が多い時にはモデルの精度が低下すると考えられ、モデルを適用する際に注意が必要といえます。

本研究より、露出高の簡易予測モデルは実務に利用できる可能性が示されました。今後も実際の適用結果の集積を通じて改良を重ねていきたいと考えています。

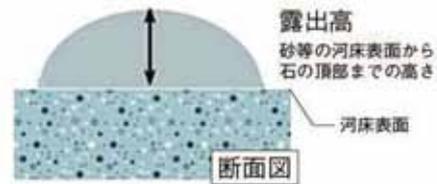


図1 露出高の定義



図2 調査地点

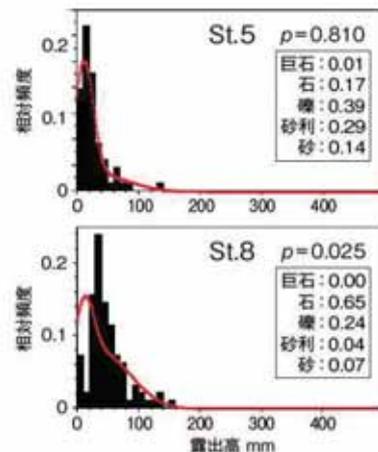


図3 露出高の実測値と予測値の比較の例
黒い棒グラフが実測値、赤い曲線が予測値の分布形を表す
分布形の違いが見られなかった例が上、見られた例が下
図中の数字は検定結果の p 値、粒径で区分された河床材料の割合を表す

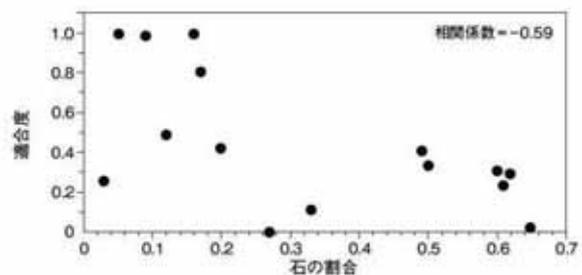


図4 各地点の石の割合とモデルの適合度(p 値)の関係



Q

石の上の付着藻類量を
現場で簡単に知る方法がありますか？



A

携帯式の藻類計測機器を用いることで、
現場ですばやく測ることができます。

■ 背景と目的

付着藻類は魚や水生昆虫の餌として利用される大切な資源であり、その量を表すクロロフィルa量(Chla量)を知ることは、川の環境を評価する上で重要といえます。しかし、Chla量を測る従来の方法は、石から付着藻類をはぎ取って持ち帰り、付着藻類に含まれるChlaを抽出して分光光度計で測定するもので(以下、従来法)、時間と手間がかかります。

これに対し、付着藻類のChla量を現地で測定可能な携帯式の藻類計測機器(以下、本機器、図1)を使用することで、短時間の測定が可能です。測定方法は、先端部(図1)を川底の石に20秒程度あてるだけです。ただし、このような機器の測定精度が従来法と比較してどの程度かを現場の川で確認した事例はほとんどありません。そこで、同じ石で、本機器での測定値と従来法での測定値を比較することで精度を検証しました。

■ 方法

矢作川水系の巴川の瀬において、川底の石に本機器をあて、Chla量を測定しました。次に同じ石を川底から取り出し、本機器をあてた箇所の表面にある付着藻類をブラシで擦りとり、持ち帰った後に、Chla量を分光光度計で測定しました。そして、2つの方法で測定したChla量を比較しました。

また、本機器を用いて個々の石のChla量を測定した上で、石の大きさ(中径)とその表面のChla量を測定し、両者の関係を解析しました。

■ 結果と考察

本機器で測定したChla量は、従来法で測定したChla量に対し、完全には一致しなかったものの、比例関係にあることが示されました(図2)。このため、Chla量の大小関係を比較する目的で、従来法と同様に本機器を使用することができると考えられます。

また、本機器で計測したChla量は石の大きさに対して比例関係にあることが示されました(図3)。この理由として、石が大きいほど流れに対して動きにくく、転石して付着藻類が剥離する可能性が低くなるためと考えられます。ただし、Chla量は流速等にも影響され、同じ大きさの石でもChla量にばらつきが生じます。このように、本機器を使用することで、測定時間の短縮および手順が簡略化できるため、現場での付着藻類の調査を省力化できることが期待されます。



図1 今回使用した携帯機器の全体および先端部

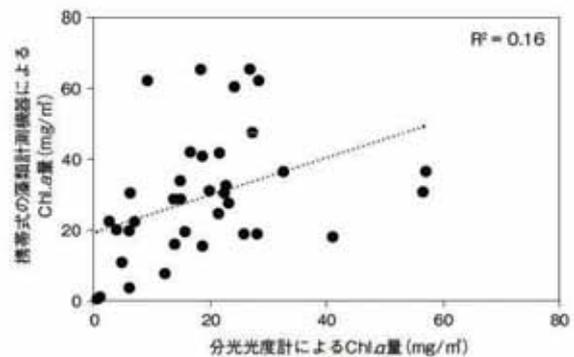


図2 同じ石における分光光度計によるChla量と携帯機器によるChla量の比較のための散布図(点線は回帰直線を表す)

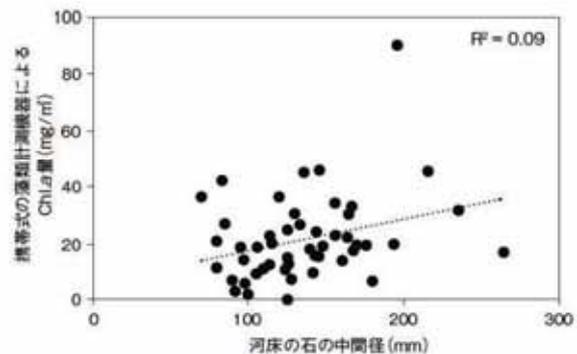


図3 河床の石の中間径に対する携帯機器によるChla量の関係(点線は回帰直線を表す)



Q

河原植物のツツザキヤマジノギクはダムからの土砂供給による影響を受けるのでしょうか？



A

河原に砂が堆積することで、
定着範囲が増える可能性が示唆されました。

■ 背景と目的

ダム貯水池には上流からくる土砂が堆積するため、ダムの下流側では土砂が不足することになります。そこで、ダムの下流に土砂を供給する取り組みが全国で実施されています。土砂は、増水時に流下し供給されることが多いため、普段は水のない陸域にも影響を及ぼしていると考えられます。しかし、ダム下流に土砂を流すことに関して、陸域の生物への影響については、水域に比べて知見が不足しているのが現状です。

ツツザキヤマジノギク (*Aster hispidus* var. *tubulosus*) は(左写真)、ヤマジノギク (*A. hispidus* var. *hispidus*) の変種であり、長野県にのみ分布する草本です(写真1)。ダムの下流でも見られ、県のレッドリストで絶滅危惧IA類に指定されていることから、土砂の不足もしくは土砂供給による影響が懸念されます。そこで、ダム下流への土砂供給がツツザキヤマジノギクにどのような影響を及ぼすかを検証するため、定着環境について調査を行いました。

■ 方法

ツツザキヤマジノギクの定着が確認された区間(在)と確認されなかった区間(不在)を対象に、両区間での物理環境の違いを把握する調査を行いました。両区間に1×1mのコドラートを複数設置し、土砂供給前(6月)と後(10月)に比高(水際との標高差、m)、植被率(地表面に占める全植生の割合、%)、砂被度(地表面に占める砂の割合、%)、土壌厚を求めました。各物理環境が調査時期と在・不在の区間に応じて、どのように異なるかを二元配置分散分析により解析しました。

■ 結果と考察

ツツザキヤマジノギクの在区間と不在区間で物理環境を比較したところ、比高と砂被度について有意な違いがみられました。比高は供給前と後に、砂被度は供給前のみにて、在区間の方が大きな値を示しました(図1および図2)。このことから、水際から少し高く、砂でやや覆われた河原を好むことが考えられます。土砂供給前後の変化をみると、比高に変化はなく(図1)、砂被度が土砂供給後に両区間とも増加していました(図2)。本研究から、土砂供給は砂の堆積という変化をもたらし、陸域環境へも影響を及ぼすことが示されました。ツツザキヤマジノギクが観察されなかった区間において、今回の土砂供給により砂が堆積し、砂被度が15%程度まで変化したことから、今後、定着する可能性が示唆されます。ただし、河原への砂の堆積は、外来草本や木本の定着を促す可能性もあるため、継続して調査する必要があります。

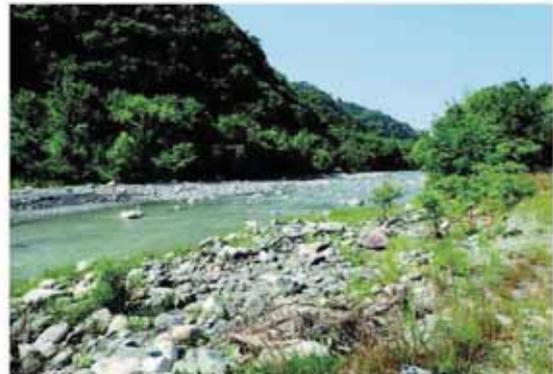


写真1 ツツザキヤマジノギクが分布する水系

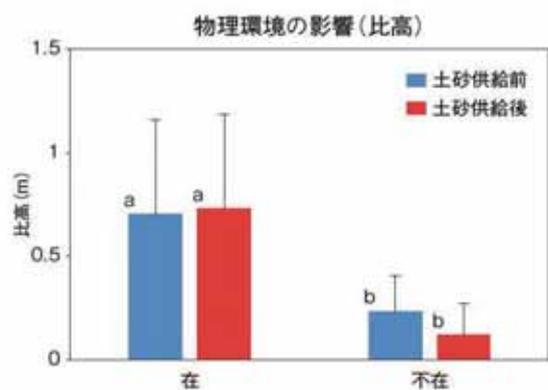


図1 調査時期に応じたツツザキヤマジノギクに対する比高の影響 エラーバーは標準偏差を表し、異なる英字は有意な違いを示す

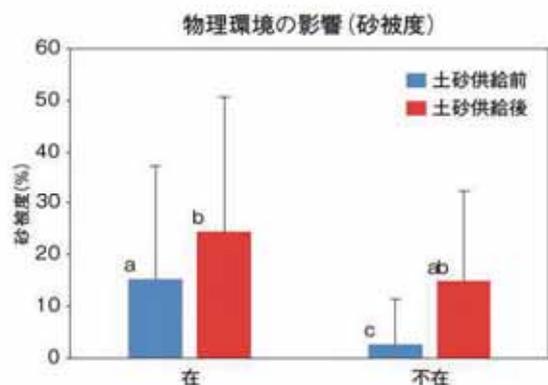


図2 調査時期に応じたツツザキヤマジノギクに対する砂被度の影響 エラーバーは標準偏差を表し、異なる英字は有意な違いを示す

情報発信「Q & A」



平成11年(1999) - 平成15年(2003)

- 川の中のとらえにくい事象をわかりやすく伝えるためには？
- フィールドで観察しにくい川の現象をわかりやすく伝えるには、どのような方法が考えられるでしょうか？



川の中のとらえにくい事象を わかりやすく伝えるためには？



利用者の目で展示の評価を行い
ハンズ・オン[®]をとりいれたパネルをつくりました。

自然や社会の多くの領域に関わる体験学習において河川は有効なフィールドです。センターでは、実験河川を身近に体験しながら河川に関する研究成果や関連知識を効果的に伝達するための展示の開発を行いました。

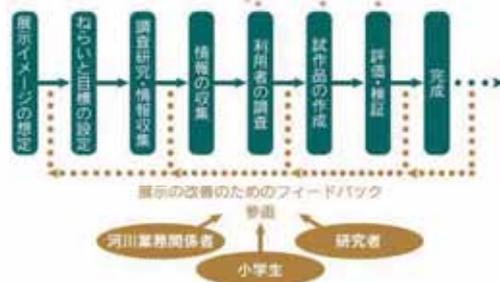
この展示は地域の河川業務管理者、小学生、研究者の協力により完成しました。企画段階での河川に対する意識調査、制作途中における試作パネルを用いた評価・検証を組み込んで、利用者との双方向的な進め方を行いました。

展示評価では、仕掛けを動かしたか、ねらいが伝わったか、文章や図表の表現は適切か等について調査しました。意識調査の結果も反映し、多くの視点により改善された展示パネルが完成しました。

陸上からは捉えにくい川底の様子や微小な空間をハンズ・オンにより表現しました。パネルを開くと目の前に流れる川の断面を覗くように瀬や淵に棲む魚類の様子を知ることができます。また、パネルをスライドさせると水面下の石や藻類に棲む水生昆虫の状況を理解できるなど、動作を通して川の見方を利用者が自ら実感できるものです。

臨場の機会が得られにくい水量の変動の表現も工夫しました。出水前後の川の自浄作用の変化をパネルを回転させて辿る、付着藻類が剥がれる様子を出水の動きとあわせてレバーを動かして理解するなど、時間的な変化を仕掛けの動きを通してイメージできるようになっています。

このようなハンズ・オンは、フィールドに接していても捉えにくい現象への興味を喚起し、学びを深めるきっかけを与えることが完成後の調査によって示されました。



■自然共生研究センターの展示開発の進め方

▼川の形態と魚類の生息状況



川の断面と魚類の生息状況がわかる

▼川底の水生昆虫の生息状況



川底の様々な空間ごとの生物の生息の割合が理解できる

▼出水と川の自浄作用の変化



出水前後の経時変化を辿ることができる

▼出水と付着藻類の剥離



出水前後の川底の様子が比較できる

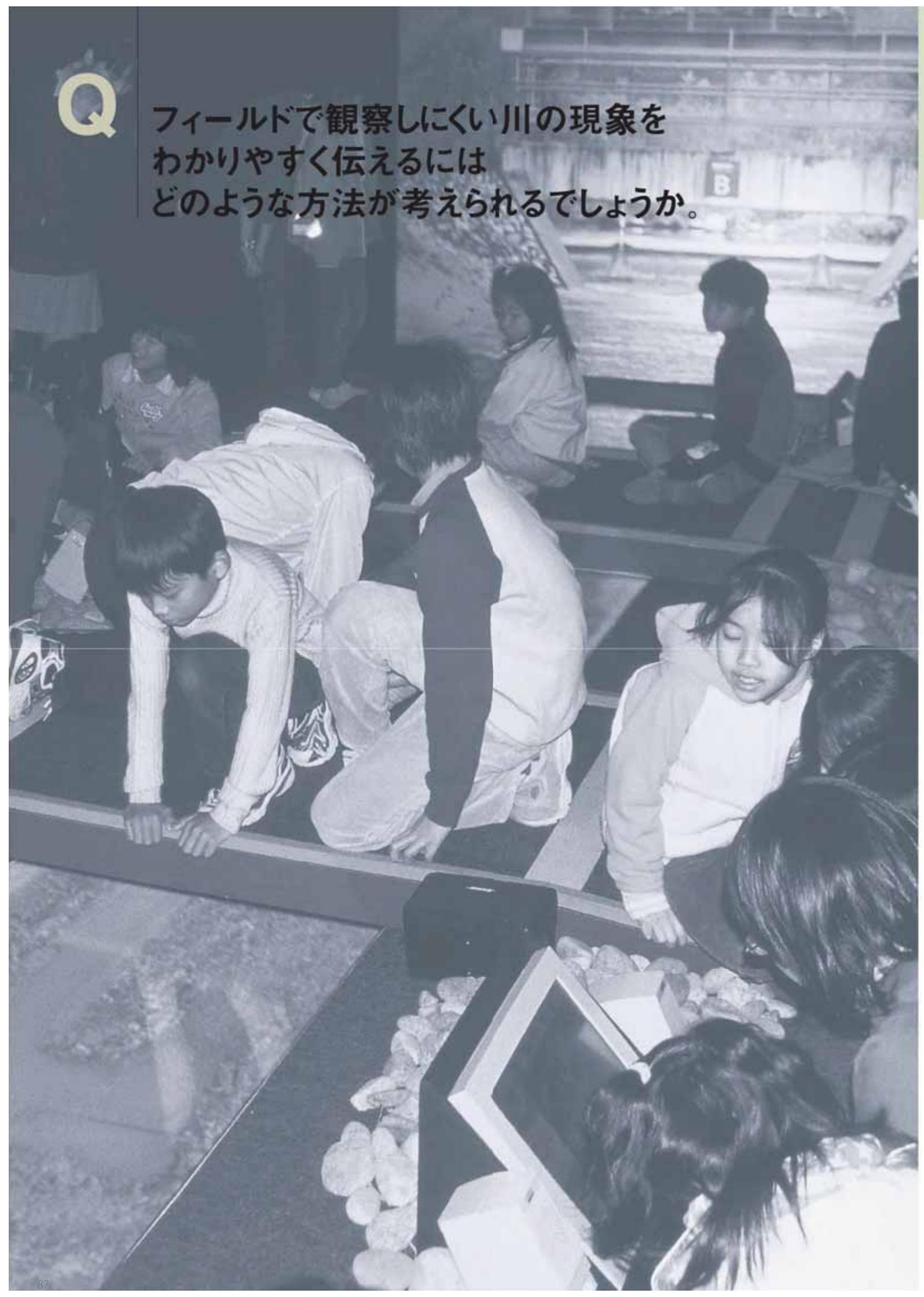
■展示パネルの特徴

河川の空間や流量と生物の生息状況の関係等を取りあげ、研究のねらいと成果をQ&A形式で表現した。

担当 吉富友恭

Q

フィールドで観察しにくい川の現象を
わかりやすく伝えるには
どのような方法が考えられるでしょうか。



A

川を複数の視点で記録した映像を組み合わせ 出水の状況を展示空間に再現しました。

はじめに

河川生態系を理解するためには、現象を正しく認識することが重要です。しかし、出水のような現象を実際のフィールドで観察するには、大雨や台風の時期を待つ必要がある等、臨場のタイミングを合わせることが難しく、さらに、そのような状況下に身を置くには危険を伴うこと等から、実際の現場体験は非常に困難となります。本研究では映像を活用することによって河川の出水を展示空間に再現し、現象を効果的に伝達する方法について検討しました。

映像の記録

映像の記録は、自然共生研究センターの実験河川で行いました。撮影時には、出水実験を（平常流量0.1 m³/s ⇔ ピーク流量1.5 m³/s）実施し、クレーンを使った高所からの撮影、水際からの水面の撮影、そして、固定カメラによる水中の撮影を同時に行い、水辺から眺めているだけでは認識しにくい角度から出水を捉えました。そして、水が増えてピークになり、減少して元に戻るまでの出水の様子を記録しました。例えば、水中の映像には、流される土砂の動き、出水が終わる頃に遡上し始める魚の姿、冠水した場所で草の上に避難する昆虫などが写っています。そのような映像を組み合わせ、出水の様子を再現する展示システムを構築しました。

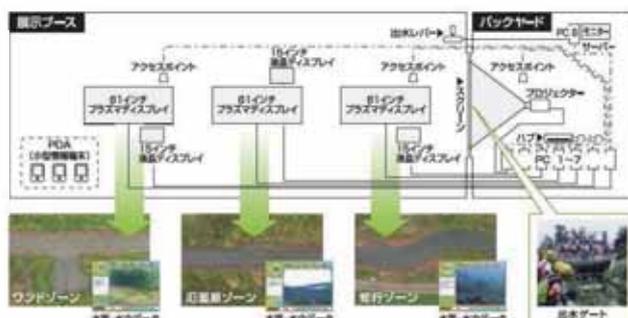
展示システムの特徴

出水レバーを引くことで、壁面の大きなスクリーンに写し出される出水ゲートの映像が変化して出水が始まります。床面のプラズマディスプレイ（PDP）には、「蛇行ゾーン」、「氾濫原ゾーン」、「ワンドゾーン」が写し出され、流量の変動（平常時→増水時→ピーク時→減少時）に対応した実際の映像が提供されます。それらに連動し、横に並べられたタッチパネル式の液晶ディスプレイ（LCD）には、水面、水中の変化、その辺りの生物の反応等を記録した映像が表示されます。また、簡易無線LANであるBluetoothを使用し、小型情報端末（PDA）では映像と対応した流速や水深のデータをリアルタイムで確認できるようになっています。これらのデータは全てコンピューター

で管理され、映像はMPEG2で送出され各メディアに連動して表示されます。

児童の展示体験とその反応

展示システムは、建設技術フェア2002IN中部（ナゴヤドーム）の学習エリアの「川の学習コーナー（約100m²）」で公開しました。期間中には名古屋市小学校13校、4～6年生の43クラス、約1400人の児童が展示スペースに訪れました。会場では、クラスの代表者が出水レバーを動かし出水ゲートが開くと同時に、児童は水が増え始める川の全体的な変化を眺めた後、それぞれ自分の見たい場所へと移動し、横のモニターで、その場所の水面のアップや水中の様子、流速や水深を確認していました。特に、水中のシーンを積極的に選択し、変化する川底や流れていく物をじっと観察する姿がよく見られました。発言に耳を傾けると、児童は観察を通して、流れに対する魚の反応、土砂の舞い上がり方、水の色の変化等など、多くのことを読みとっていることがわかりました。展示体験後のアンケート調査の結果では、今回の映像の展示の良い点として、「川の中が良くわかって面白い」、「いろんなところが見やすい」、「近づいて見ても危なくない」といったコメントが多くあげられました。



■システム構成図



■建設技術フェア「川の学習コーナー」での展示

担当：吉富 友恭

情報発信「Q & A」



平成16年(2004) -平成20年(2008)

- 流量と生物の関係を、体験を通じて学ぶには、どのような方法があるでしょうか？
- 河川環境を人に伝えるにはどんな方法が効果的でしょうか？
- 水面下で見えにくい魚類の生息場をわかりやすく伝える方法がありますか？
- フィールドで捉えにくい自然現象を理解する方法がありますか？
- 体験を通じて得た部分的な情報を、有機的に結びつける方法がありますか？



Q

流量と生物の関係を、体験を通じて学ぶには、
どのような方法があるでしょうか？



A

流量の異なる河川で魚類採捕を行い、
生息量の違いを体験してもらいました。

環境教育プログラム「水の量がことなる川で、魚を採ってみよう！」

●はじめに

河水は人間だけでなく、川に依存する様々な生物にとって重要な資源となっています。実験河川には同じ空間形状を持つ河川が2つ設置されていますので、この特徴を利用して、流量の差異による生物生息量の違いを調査することができます。

●方法

プログラムの前々日より、実験河川BとCを、流量の少ない川(40ℓ/s)と多い川(120ℓ/s)に設定しました。魚類採捕はB・C河川の下流蛇行ゾーンで調査区間を50mとしました。採捕開始の1時間前に、仕切り網で生物の移動を区分して、タモアミを用いて各々15分間の採捕を行いました。

●結果

プログラムは子供達を2つのグループに分けて行いました。流量の多い川に棲んでいた魚は1班が8種、2班が5種、少ない川では1班が5種、2班が4種でした。この結果からは、流量の違いによる魚類の反応を確認することが難しかったのですが、採捕前の目視では流量の多い川で多数の個体を確認できました。今回は流量が多いと水位が高くなるためタモアミでの採捕が難しく、少ないと容易であったことが調査結果に影響したと考えられます。

●まとめ

今回のプログラムでは、河水が人間だけでなく魚にとっても重要な資源であることを体験してもらいました。また、実際の河川でも人間活動により水量の少ない河川が存在することや、世界ではまだ多くの人々が水不足に直面している実態を伝え、河水が減少する原因について自分たちの生活と関わりから考えてもらいました。

●補足

本プログラムは毎年夏に催している「夏休み親子教室」の一環として、地域住民30名の親子に参加してもらいました。日頃あまり意識することのない水の重要性について、親子で考える時間を過ごすことができたのではないかと思います。

●プログラムの流れ

準備



流量の少ない川
(実験河川B:40ℓ/s)



流量の多い川
(実験河川C:120ℓ/s)

ウォーミングアップ

瀬淵構造や水際の機能について説明して、魚類の生息状況の予想してもらう



アクティビティ1 魚類採捕

流量の多い川と少ない川で魚類の生息量の違いを体験



アクティビティ2 魚種同定

シートを用いて体の特徴から名前を調べる



まとめ

魚類の調査結果
人と水のかかわりについて



担当：真田 誠至

Q

河川環境を人に伝えるには
どんな方法が効果的でしょうか？

■わかりにくい事象の例：水の性質上わかりにくい事象

■展示のタイトル：水際植物による水中の光環境とその視認性に関する展示物

■出展先：2005河川環境メッセin岐阜

■展示の概要：河川の河岸部を模型で再現しました。模型の河岸部と流心部には観察窓が設置されていて、水中の観察と光環境が魚類の視認性に影響して水際の魚を発見しにくくなることを体験できます。

- ・写真上／流心から河岸を見る。河岸側にいる魚は植物の影に隠れているため見えにくい。
- ・写真下／河岸から流心を見る。流心側にいる魚は明るいので良く見える。

A

わかりにくい事象を整理すると 情報を伝える方法がわかります

目的と背景

自然共生研究センターでは、これまで河川に関する環境教育を実施してきました。川を題材とした情報発信を行なう場合、理解が難しい内容やその理由を整理する必要があります。ここでは河川環境でわかりにくい事象をとりあげ、どのような情報発信手法が有効であるかをまとめました。

河川環境でわかりにくい事象

対象の大きさによりわかりにくい事象

河川環境に関する事象は、様々な空間スケールの基で生じています。例えば、流域や水系は河川全体を形成する一つの単位ですが、対象が広すぎるため全体を見ることができません。また、上流から下流へ至る空間的な繋がりも、水辺から見ただけでは捉えにくい対象です。一方、河川に生息する生物は、河川生態系を支える重要な構成員ですが、水生昆虫や付着藻類など対象が小さいために気付にくい存在です。

水の性質上わかりにくい事象

水中は視覚的に制限されるため、陸上から河床材料や河岸形状を詳しく見ることができません。また、流れの速さや方向は水面を観察することで見当をつけることがで

きますが、瀬や淵の水面下の複雑な流れや巨礫の周囲を洗掘する流れは見ることはできません。水温や水質など水の状態も、視覚による判断が難しい項目です。

時間をかけて変化する事象

河原の樹林化は、長い年月をかけてゆっくりと変化するもので、人間がもつ時間の感覚や記憶では気付にくい事象です。また、外来種や希少種の分布範囲の変化、扇状地や自然堤防など河川地形の形成も、長時間に渡る変遷であるため認識が難しい事象です。

時間的に制限されたり変化が早い事象

魚類の遡上や夜行性生物の行動は、ある限定した季節や時間帯でしか見ることができない事象です。また、洪水や濁水など川の水量変化、州やワンドなどの土砂の移動は、観察する時間や時期によってその状況が異なります。

まとめ

河川的事象は、様々な要因が複雑に関わっているため、一般化することは非常に難しいです。しかし、情報を整理してわかりやすく伝えることで、河川に関わる人々が情報を共有し、共通の認識を育むことができ、河川事業の円滑な推進にも寄与することと思われま

表1 河川環境でわかりにくい事象

わかりにくい事象		わかりにくい理由	事象の例	事象を理解する方法	事象を展示で伝える方法
空間	対象の大きさによりわかりにくい事象	広すぎて見えない	流域の広がりや水系の繋がり	山や上空など対象から離れて見る	地図を作成したり衛星画像で見る
		小さすぎて見えない	付着藻類や底生動物など水生生物の存在	ルーペや顕微鏡で拡大する	対象物を拡大したりそれを映像に記録する
	水の性質上わかりにくい事象	水中等のため見えにくい	反射や射波立ちなど水面の状況 河床材料の大きさや生息場所など水面下の状況	偏光レンズや箱めがねをつかう 水中に潜ったり対象を陸に上げる	事象を映像に記録したり模型や図表で置き換える
		水の動きが見えにくい	流速や流れ方向など水の動き	物の流れや着色した液体を流す 流速計で計測する	水の動きを映像に記録したり模型で再現して置き換える
	水の質がわからない	水温や水質など水の状態	触れてみたり化学反応、生物を調べる	計測したものを図表で示したり水温や水質を再現して反応を調べる	
時間	時間をかけて変化する事象	事象の変遷が遅いのでわからない	河原の樹林化や河川地形の変化など	記憶と比較したり事象の痕跡を見つける	遷移を映像で記録して時間を縮めて見たり映像や図表で比較する
	時間に制限されたり変化が早い事象	その時にしか見ることができない	産卵行動や出水状況など	事象が見られる時に現場へ行ったり痕跡を見つける	事象を映像に記録する

担当：真田 誠至

Q

水面下で見えにくい魚類の生息場を
わかりやすく伝える方法がありますか？



A

流れが緩くて
深い淵にできる
「間隙」に隠れています。

Q

河川空間の単純化が問題となっていますが、
ネコギギの棲む「間隙」は、
どの様にしてつくられるのでしょうか？

A

「間隙」は、
河川空間の単純化が問題となつていますが、
ネコギギの棲む「間隙」は、
どの様にしてつくられるのでしょうか？

ネコギギ生息場の形成過程

河川空間の単純化が問題となつていますが、
ネコギギの棲む「間隙」は、
どの様にしてつくられるのでしょうか？

小生息場所

河川空間の単純化が問題となつていますが、
ネコギギの棲む「間隙」は、
どの様にしてつくられるのでしょうか？

A

模型や映像を使うことで
川の中の見えにくい空間を理解することができます。

■ 展示で研究成果を伝える

水面下で繰り広げられる事象を、私たちは直接見ることができません。見えにくい空間や仕組みを理解する方法に展示があります。ここでは模型や映像を活用して、魚類の生息場の空間構造を効果的に伝達する方法について検討しました。

■ ネコギギの生息場

自然共生研究センターでは、これまでネコギギの生息場に関する調査・研究を行ってきました。ネコギギはナマズ目ギギ科に属する純淡水魚ですが、夜行性であること、また生息地や生息数が極めて少ないことから、その存在はあまり知られていません。センターではこれまでの研究成果をもとに、2006河川環境メッセin岐阜において、「ネコギギの生息場」をテーマにした展示を行いました。

■ 見えにくい生息場の空間構造を模型で示す

ネコギギは巨礫下に形成される間隙を好んで生息していますが、陸上からその姿を確認できません。また、図表等に姿を変えた調査データは正確である一方、実感に乏しいのが現状です。そこで、現地調査において実際にネコギギが棲みかとしていた巨礫を実物大の模型で再現し、映像と調査データを組み合わせた展示を構築しました。

■ 模型と映像、調査データを合わせ見ること 生息場の状況を実感として理解する

本展示で作成した模型は、自然河岸が持つ機能について直感的な理解を促すことができると考えられます。この模型をもとに流速や河床材料等の調査データを合わせることで、数値を具体的なイメージとして結びつけることができます。また、映像は生物の存在など水の性質上見えにくい情報を示すだけでなく、昼夜や季節など時間によって変化する情報や、流域～微生物場などスケールの異なる空間の情報も補完することができます。

この様に、模型と映像、調査データを合わせて見ること、水面下の生息場の状況を実感として理解することができます。



展示ブースの全景



ネコギギが生息する巨礫の実物大模型



巨礫下の間隙に潜むネコギギの模型



間隙の様子を観察することができます



模型や映像を使って研究成果を説明します



子ども達にもネコギギの生息場について学んでもらいました



図1 水面下で見えにくい魚類の生息場をわかりやすく伝える展示構成

担当：真田 誠至

Q

フィールドで捉えにくい自然現象を
理解する方法はありますか？



A

動画コンテンツを活用すると 分りやすく理解することができます。

■ 背景

河川では、洪水や水面下の生息場などフィールドで捉えにくい自然現象が多くあります。これらの情報を効果的に伝える手段として、映像を用いた動画コンテンツの役割が期待されています。映像は長期的な環境の変化の時間を縮めたり、肉眼では見えにくい水中の微小な物質を拡大する等、捉えにくい現象を動的に視覚化することができます。

■ 方法

実験河川において、時間的・空間的な要因から捉えにくい現象を抽出して、動画コンテンツを作成しました。例えば、①「ワンドと川が繋がるとき」は洪水によって増水した本川がワンドと繋がっていく様子を定点カメラで撮影し、時間を圧縮して編集しました。また、②「川底の石をひっくり返す」は陸上から確認することが難しい底生動物を対象に、生息場所を拡大しました。その他にも、これまで実験河川で行なった調査や実験の状況、研究の概要等のコンテンツを30項目作成しました(図1)。

「実験河川ガイドウォーク」は、iPod[®](Apple社)に動画コンテンツを取り込みフィールドで提供することで、捉えにくい自然環境を効果的に伝えることを目的に開発したセルフガイドプログラムです(写真1)。利用者は実験河川を巡りながら、フィールドに設置してある複数の簡易サインパネルの前で動画コンテンツを視聴することで、様々な河川環境情報を得ることができます。なお、動画コンテンツはiTunes[®]のPodcastsで配信しているので、個人が所有するiPod[®]に直接取り込むことができます。

■ 結果と考察

自然共生研究センターでは、iPod[®]を40台用意して見学者に対してアンケート調査を実施しました。その結果「洪水による川の変化が良く分かった」、「見えにくい水中の状況が分かった」等の意見を聴くことができました。

河川が本来有している良好な自然環境の保全・復元には、専門的な知識や情報を河川に関わる様々な人々と共有する必要があります。しかし、学際的領域である河川環境の分野においては、さらに他の様々な現象についても適切な情報発信手法の開発が求められています。今後は特徴的な河川空間を再現することができる実験河川において現象を収集し、河川環境への理解を妨げている要因分析を行ない、実際の河川に適応できる情報発信手法を検討していきたいと考えています。

(※ iPodとiTunesはApple Inc.の商標です。)



図1 動画コンテンツの一例



写真1 実験河川ガイドウォークの様子

担当：真田 誠至

Q

体験学習を通じて得た部分的な情報を、
有機的に結びつける方法がありますか？



A

河川の現象に応じた空間スケールで、プログラムを構成しました。

■ 背景

河川の現象を理解するには、学習対象としている現象の空間スケールを適切に設定しておくことが重要です。例えば、土地利用に伴う水質の変化は大スケール(流域)で捉え、一方で、底生動物の生息は河床材料の状態など小スケール(微生物場)で捉えることが適当です。この様に、河川の現象は、空間スケールを階層的な視点で捉えると、分かりやすく理解することができます。

そこで、本報告では、大・中・小スケールの3つの視点から構成した、河川環境を学ぶためのプログラムの実践事例について紹介します。

■ 河川環境学習の題材

日本の平地のほとんどは河川の氾濫によって形成されたものです。氾濫原の河川近傍には、ワンドと呼ばれる半止水域空間があり、そこにはイシガイ類やタナゴ類が生息しています。これらの共生関係として、タナゴは二枚貝に産卵すること、二枚貝の再生産には寄生宿主となる魚類が必要であることが知られています。

題材としたのは大スケールの流域から小スケールの微生物場までの複数の現象を対象とする氾濫原で、学習の方法に検討が必要であると考えられます。ここでは、空間スケールを流域レベル、生息場レベル、微生物場レベルに整理してプログラムを構成しました(図1、2)。

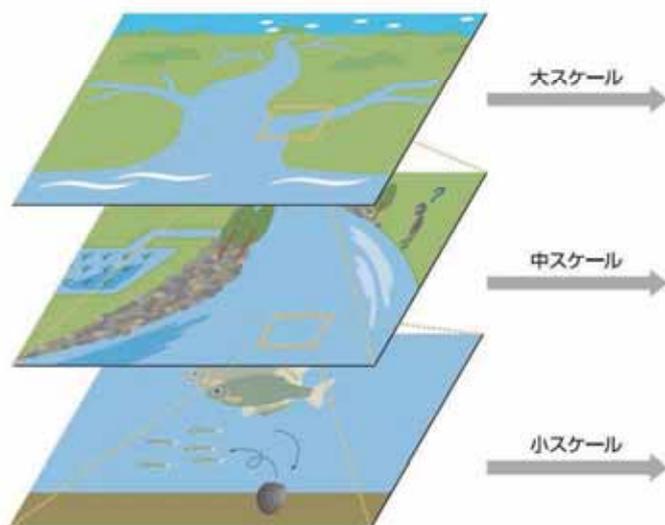


図1 河川における空間スケールの階層的な視点

■ プログラムの内容

流域レベル(展示教材): 氾濫原が見られる空間的な位置関係を明らかにするため、国土交通省水辺共生体験館の空中写真(木曾川水系、1/25000)を用いて、木曾川流域と氾濫原のある下流域の位置関係を確認しました。

生息場レベル(フィールド体験): 当センターの実験河川にある孤立型ワンドにおいて、物理環境調査(流速、河床材料、水質)と生物調査(二枚貝等の採捕)を行ないました。また、実験河川で洪水を起こし、河川の水位が上昇してワンドに繋がる過程を観察しました。

微生物場レベル(講義): ワンドに生息する生物の関係についてフリップを用いて共生関係を解説するとともに、フィールド体験を通じて得た部分的な情報の統合化を図りました。

■ まとめ

プログラムは2008年7月から8月に67名の親子が受講し、効果を明らかにするため、学習者に質問紙による事前および事後調査を行ないました。その結果、学習者の75%(N=59)がワンドに生息する生物の共生関係を説明することができ、また、81%が氾濫原環境の維持に洪水が必要であるとの回答でした。

自然観察や自然体験は、環境保全への理解を深めるための重要な機会です。今後も体験等で得られた部分的な情報を、有機的に結びつけるプログラムの開発に取り組んでいきたいと考えています。

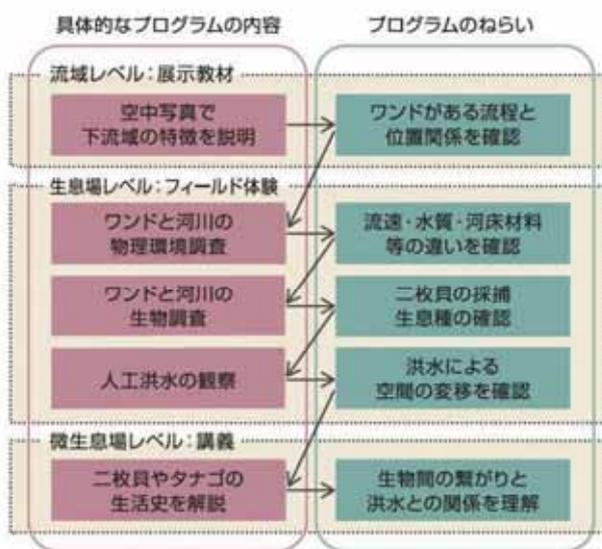


図2 河川環境を学ぶプログラムの流れ

担当: 真田 誠至

情報発信「Q & A」



平成21年(2009) - 平成25年(2013)

- 河川環境の基礎知識をフィールドで学ぶことはできますか？
- 河川生物の生態は、どうすれば効果的に伝えることができるのでしょうか？
- 「生物多様性」の展示では、どのような話題が扱われているのでしょうか？



Q

河川環境の基礎知識を
フィールドで学ぶことはできますか？



A

実務者を対象とした 体験型プログラムを実施しました。

■ 背景と目的

これまで、河川をテーマとした体験型プログラムは、市民や子どもたちを対象に実施した取り組みが数多く報告されていますが、河川の実務者や専門家を対象にした事例はほとんどありません。そこで、当センターでは、実験河川を活用したフィールド体験型プログラムを開発し、実践およびその評価を行いました。

■ プログラムの内容

プログラム1：瀬・淵構造の形態的な特徴の理解

物理環境調査を計画・実施する上での考え方を通じて、瀬・淵構造の形態的な特徴を理解するプログラムを提案しました。ここでは、実験河川の早瀬と淵に横断測線を設定し、流速と水深、河床材料を調べました。

プログラム2：河床環境と底生動物の生息の関係の理解

底生動物は生活型と摂食機能群に分類することで、河川の変化のサインを読み取る指標種として用いることができます。そこで、実験河川の早瀬や淵、内岸側の砂泥に生息する底生動物を採集し、河床環境との関係を理解するプログラムを実施しました(写真1 参照)。

プログラム3：水際植物と魚類の生息の関係の理解

河川を横断方向に見た場合、水際域は多くの生物の生息場として利用されています。そこで、実験河川の植生区とコンクリート区で、電気ショッカーを用いた魚類採捕を実施し、魚種の群集構造を比較しました(写真2 参照)。

■ 結果と考察

実践は平成21年8月と9月に河川の実務者30名を対象に行い、アンケート調査を実施しました。図1はプログラム1の調査結果です。受講者の82%は初めての経験でした。実践前は54%がプログラムの必要性をあまり感じていませんでしたが、実践後は73%が肯定的な意見でした。その理由を見ると、「自然界では(瀬淵の構造が)分かりにくい、実験河川では簡単に瀬淵の形を実感することができたので良かった[30代・男性]」との回答が得られました。物理環境の各項目を実際に測定することで、早瀬と淵が持つ特徴を体験を通じて理解することができたと考えられます。フィールド体験は、河川の形態的な特徴を物理環境項目の具体的な数値に置き換えたことで、受講者は生息場を見出す新たな視点を持たせたこと、フィールド体験と関連性の高い情報は効果的に習得できることが示唆されました。今後の課題としては、物理環境の調査では測定に影響が及ばない様に人数や実施場所を検討すること、体験と講義とを合わせて実施し体系化を図ることが必要です。



写真1 プログラム2の実践風景 写真2 プログラム3の実践風景

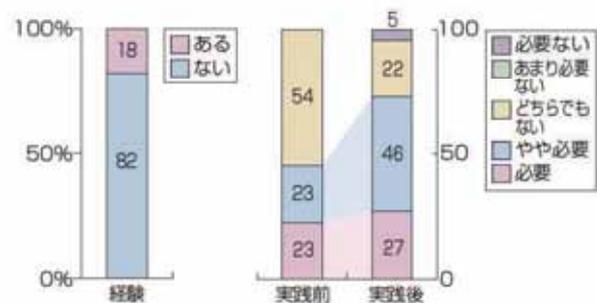


図1 プログラム1の調査結果

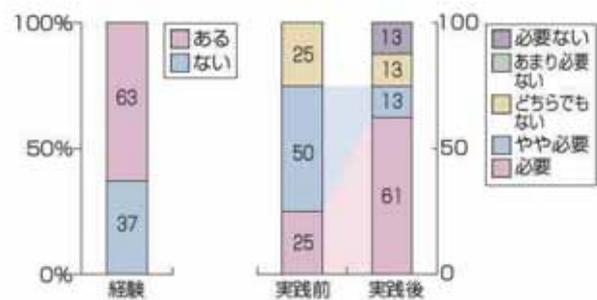


図2 プログラム2の調査結果

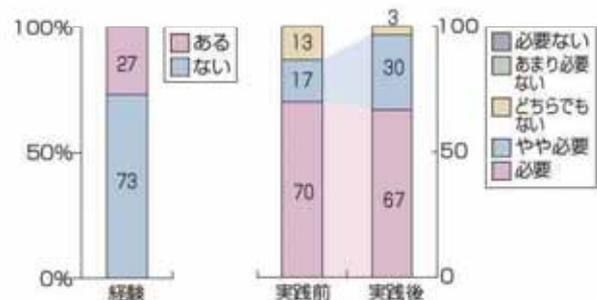


図3 プログラム3の調査結果

担当：真田 誠志

Q

河川生物の生態は、どうすれば効果的に伝えることができるのでしょうか？



2001年、ダムの上下をつなぐ全長720メートルの魚道が作られました。



オイカワ?



撮影：2012年11月9日



A

河川特有の事象を整理して、
必要な素材や手法を組み合わせることが必要です。

■ 背景と目的

河川には縦横方向のつながりや、水面下における生物の行動など、フィールドで捉えにくい自然現象が数多くあります。これらの事象を広く一般の人が理解し、河川環境を考えるきっかけを作るには、情報を分かりやすく整理して伝えることが重要です。ここでは魚道を題材とし、映像を使ってこれらの現象を効果的に伝達する方法について検討しました。

■ 題材の特徴

魚道とはダムや堰などの河川横断構造物によって生物の移動が妨げられないように設置される構造物です。サケ、アユ等の回遊魚を始め、河川に生息する生物にとって上流～河口のつながりは重要ですが、その分断化の現状や魚道の存在は一般にはあまり知られていません。そこで今回は①「魚道の構造と機能」、②「魚道内の流れに対する生物の反応」を効果的に伝えるための2種の映像を開発しました。

■ 映像の開発

映像①、②に必要な要素を、河川の時間的・空間的事象から表1のように整理しました。①「魚道の構造と機能」で伝えるべき空間的要素は、空撮や河川の縦断面など複数のアングルを組み合わせることで説明できます。また時間的要素としては、魚道が実際に利用される場面に加え、季節による魚種の変化を伝えることも重要です。そこで映像①では河川における魚道の所在、魚道施設、魚類の利用状況の順に解説を付けて構成し（屏写真左列）、同じパネル内で3箇所を比較できるように映像を組み込みました（写真1）。

一方②「魚道内の流れに対する生物の反応」を伝えるには、遡上行動を最もよく表すアングルを選び、遡上前後の行動や水流についての詳細を観察できる構成（屏写真右列）と環境を作ることが重要です。実際に近い状況を作り出すため、遡上を横から観察する疑似観察窓を実物大で表示する映像システムを開発しました（写真2）。

■ まとめ

映像の利用者らは、「魚道の存在や意義を知った」、「魚にとって魚道が必要なことが分かった」、「遡上時の魚の行動が分かった」等の新たな気づきを得ていました。本事例のように河川環境に関する情報を整理し適切な方法で分かりやすく提示することは、より多くの人々が環境への意識を高めていく上で、今後ますます重要になると考えられます。

表1 映像①、②に必要な河川事象の時間的・空間的要素

分かりにくい河川の事象		①「魚道の構造と機能」に必要な要素	②「魚道内の流れに対する生物の反応」に必要な要素
空間	対象の大きさ	分断化された河川 魚道の位置	—
	水面下の様子	魚道が生物に利用される	遡上行動の詳細 魚道内の水流（流速、流向）
時間	時間的制限	遡上の瞬間	遡上の瞬間 遡上前後の行動
	長時間の変化	時期による魚種の変化	—



写真1 映像①「魚道の構造と機能」



写真2 映像②「魚道内の流れに対する生物の反応」

担当：渡辺 友美

屏写真 映像の構成（抜粋）

映像①：魚道の所在、魚道施設、魚類の利用状況を解説する。

映像②：定点で魚類の遡上行動・魚道内の水流を観察させる。



Q

「生物多様性」の展示では、
どのような話題が扱われているのでしょうか？



A

生物種・形態・景観の多様さと、 直面する危機についての展示が多いことが分かりました。

■ 背景と目的

生物多様性の保全という地球規模の課題に対し、環境省は生物多様性国家戦略を掲げ、普及啓発に力を注いでいます。河川においても生物多様性は重要なキーワードであり、実務者や研究者はこのことに配慮した川づくりを検討していますが、一方で地域住民の認識は十分ではなく両者が共通の理解を持つことが課題です。博物館等の展示施設は多くの地域で情報発信の拠点となっており、生物多様性を扱う場としても重要です。しかし本題材を扱う既存展示の実態はよく分かっておらず、効果的な展示開発や改善のための情報が不足しています。ここでは平成 24～25 年度にかけて実施した生物多様性に関する展示の調査結果より、展示内容を中心に結果を報告します。

■ 方法

生物多様性に関する展示を扱っていると考えられる国内展示施設250館※1を対象に質問紙を郵送し、回答が得られた141館(回収率 56.4%)について結果を分析しました。調査内容は、生物多様性に関する言葉をタイトルや解説に用いた常設展示の有無/内容/手法/課題・問題点です。代表的な施設については現地調査を行い、展示の詳細の記録と聞き取りを行ないました。

■ 結果と考察

生物多様性に関する常設展示がある館は、141館中63館(46%)でした。そこで扱われている内容は「種の多様さ・形態の多様さ」が最も多く、全コーナーの66.7%を占めました(表1)。具体的な記述を見ると、系統樹や進化、地球または日本の自然、地域の自然を扱うものが含まれていました。続いて「さまざまな景観」と「多様性の危機・保全」がほぼ同数で、常設展示を持つ館の半数以上がこれらの内容を扱っていました。前者は大半が地域の自然を題材としており、後者は人の影響、固有種、絶滅危惧種、外来種問題等を扱っていました。

現地調査の結果、「種の多様さ・形態の多様さ」や「さまざまな景観」に分類された展示では、各施設が所有する標本等、多数のモノ資料を活かした構成がよく見られ、これらの話題と展示の親和性が高いことが分かりました(図1)。一方、「多様性の危機・保全」では、現状を伝えているものの、その問題に対する取り組みの紹介や、取るべき行動を示す内容は多くありませんでした。展示で何をどこまで伝えるかは施設毎に異なりますが、「危機」を扱う際には、地域の保全活動や最新の研究の知見等を加えることも理解の一助になるのではないかと考えています。

表1 展示内容項目と展示数(選択肢、複数回答可)

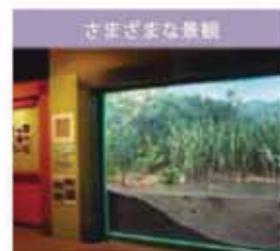
項目	回答数	全63館に占める割合(%)
多様性の定義	20	31.7
種の多様さ・形態の多様さ	42	66.7
さまざまな景観	34	54.0
多様性が生まれた理由	13	20.6
多様性の危機・保全	35	55.6
多様性の価値	21	33.3
その他	9	14.3



生物多様性センター(山梨県)
パネルで生物多様性の概念を説明



国立科学博物館(東京都)
多数の標本を系統樹に沿って展示



青森市自然史博物館(愛知県)
ため池の自然を標本とジオラマで再現



沖縄県立博物館(沖縄県)
鳥類の進化についてパネルと標本で解説



宮城県立穴道湖自然館ゴビウス(鳥取県)
絶滅の危機に瀕する生物の生体・パネル展示



秋田県立博物館(秋田県)
里山の価値観、木を用いた文化をパネルと標本で紹介

図1 展示内容項目に対する代表例

※1 対象とした施設は①野生生物等体験施設(設置主体:環境省)、②ビジターセンター(設置主体:国・都道府県)、③国立科学博物館協議会所属の自然史系博物館(設置主体:市町村・民間など様々)である。但し③は扱う内容が多岐にわたるため、ウェブサイト上の展示概要に生物・自然・環境・化石・鉱物・地質・恐竜等の生物多様性に関連するキーワードを含む館を抽出した。

調査にご協力を頂いた各館のご担当者には大変お世話になりました。この場を借りて御礼申し上げます。

担当 / 渡辺 友美

情報発信「Q & A」



平成26年(2014) -平成30年(2018)

- 研究に関する情報の展示には、どのようなメディアが適しているのでしょうか？
- 1997年の河川法改正から20年の間に、川づくりにおける市民参加はどう変わりましたか？





Q

研究に関する情報の展示には、
どのようなメディアが適しているのでしょうか。

枚貝

究？

河川は、本来、広大な氾濫原を創り出します。氾濫原は、
ら溢れた水が浸水するエリアのことです。そこには、
り強さに応じて多様な環境が生まれるため、多様な生物
しかし、日本における氾濫原は、堤防によって切りられ
水や土砂の量が変わったため、大きく変化した氾濫原
れに依存した多様な生物の存続が危ぶまれています。

ード

河川のフンドやたまりは、現在残っている数少ない
ます(図2)。ここでは「淡水性の二枚貝」が生息して
寿命が長く移動力が小さいことに加え、狭く閉鎖的
氾濫原の環境条件とも密接に関係することから、氾濫原
るモデルとなることが分かってきました。

、淡水性の二枚貝をモデルとして、その生息環境の
原の保全や再生に向けた手法の開発を行っています。

2007年

断面形状

中小河川

【なぜ、CO2削減？】

河川は、自然の力で水を浄化し、水質を改善する役割を果たしています。しかし、都市化や工業化の進展により、河川の水質は悪化し、生態系が破壊されています。CO2削減のためには、河川の水質を改善し、生態系を回復させることが重要です。

【河川の水質改善】

河川の水質を改善するためには、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。例えば、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。

【河川の水質改善】

河川の水質を改善するためには、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。例えば、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。

バー

【バー】

河川の水質を改善するためには、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。例えば、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。

テクニ

【テクニ】

河川の水質を改善するためには、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。例えば、河川の水質を改善するための様々な取り組みが行われています。



A

情報の性質に合わせてメディアを選ぶと、
研究状況やフィールドの変化に対応できます。

■ 背景と目的

研究機関の情報発信では、最新の研究成果等を分かりやすく対象者に伝えることが重要です。展示による情報発信の際には、分かりやすい表現の検討に加え、情報が古くならないための工夫も必要です。そこでH26年度は自然共生研究センター研究棟内のオープンスペースにおいて、研究状況等に合わせた更新を可能にするための展示メディアを検討し、展示空間を構築しました。

■ 方法

展示空間の構築にあたり、はじめに展示のねらいを設定しました。当該スペースが見学可能な空間であることを分かりやすく示す、来訪者がセンターの概要と現在の研究状況を知ることができる、実験河川見学前にその概要を知り興味を整理できるというものです。これらのねらいに基づき、展示空間を大きく3つのコーナーに分けました。

■ コーナー① 自然共生研究センターへようこそ(写真1A)

入り口から最初に見える場所に、施設の概要、目的を伝えるパネルを設置しました。

■ コーナー② 研究のキーワード(写真1B,C)

センターで進める研究課題を4つの領域(大河川・中小河川・ダム・情報発信)に分類しそれぞれにテーマカラーとアイコンを設定した上で、進行中の研究の意義をキーワードやキービジュアルと共に伝えるパネルを設置しました。各パネルには関連する映像を埋め込み、モバイル端末をかざして視聴する仕掛けを作りました。

■ コーナー③ 実験河川の今(写真1D)

センターの特徴的な施設である実験河川の略図を印刷したボードを設置しました。実験状況や季節情報を研究者が適宜付加更新することにより、来訪者はフィールド見学の前に最新の情報を把握できます。

これらの展示では、情報の性質に合わせてメディアを変え、最新の情報を反映しやすくしました(表1)。例えば更新頻度が最も高い③はホワイトボード仕様とすることにより書き換えを容易にしました。研究の進捗に応じて更新する必要がある②のパネルは、1枚単位で入れ替えができます。また埋め込まれた映像もクラウドサーバーによる管理のため変更が容易です。一方で更新頻度の小さい①は、アクリル板を用いて耐久性やデザイン性を高めました。

■ 結果と考察

本事例では研究情報を展示に反映する手法の一例が示されました。この展示では既にいくつかの更新を行い更新プロセスの技術的な確認を行いました。今後は維持管理、更新頻度、研究者の協力体制といった課題も考えられます。運営上の視点にも着目しながら研究を進めていきたいと考えています。



写真1 展示内容項目に対する代表例

表1 各展示における情報の性質と展示媒体

展示コーナー	情報の性質		展示媒体
	内容	更新頻度	
①	施設の目的	施設建築とほぼ連動	パネル (アクリル板)
②	研究目的 手法 成果	研究課題と連動	パネル (パネル紙)
③	調査・実験結果 補足情報	研究の進捗と連動	映像
③	フィールド実験予定 季節変化	自然環境と連動	カラーボード マグネット ペン

担当 / 渡辺 友美



Q

1997年の河川法改正から20年の間に、
川づくりにおける市民参加はどう変わりましたか？



1996年(河川法改正前)

A

前半10年で主体的な活動が増えましたが、
後半10年ではその伸びの鈍化がみられました。

■ 背景と目的

1997年の河川法改正で、河川管理の目的として「環境」が明文化され、市民の理解を得ることの重要性も明記されました。それに伴い、行政が市民に呼び掛けるかたちで、川づくりへの市民参加が本格的に始まりました。しかし、その活動内容の変遷は十分知られておらず、川づくりへの継続的な市民参加に必要な支援策を考案するのに支障をきたす場合もあります。そこで、河川法改正の前から活動する1つの市民団体を対象として、活動内容の変遷を追跡調査しました。

■ 方法

対象としたのは、福岡県遠賀川水系で活動する「直方川づくり交流会」です。この団体は河川法改正の前年(1996年)に発足し、今も活動を継続しているため、長期的な活動内容の変遷を追跡できます。その会の20周年記念誌から情報を抽出し、1996年6月27日～2016年12月13日の約20年分の866件の活動を8種類に分類し(表1)、年毎に集計しました。

■ 結果と考察

年による変動はありますが、発足後10年間で活動数が増加傾向となりました。活動の種類を見ると、発足後5年間は行政側が企画した「会議」や「啓発」など室内における受動的な活動が多くを占めました。6年目以降になると、体験活動や交流(流域間や上下流間の交流)など市民団体が自ら企画したイベントも徐々に加わり、能動的な活動にシフトしてきたと言えます。これらの発展には、1997年からの10年で行政側から多く打ち出された、河川環境施策も後押ししたと考えられます。

一方、河川法改正から10年が経過した頃から20年目までの期間には、活動数に緩やかな減少傾向がみられます。この衰退化は、全国の河川市民団体でも同様にみられる傾向で(「20年問題」として知られる)、メンバーの高齢化、後継ぎ役の不足などが原因とされています。したがって、川づくりに関する市民団体が活力を取り戻すべく、行政側からの動きかけが再び必要な時期にきていると言えそうです。実際、「河川協力団体制度の運用」、「かわまちづくり支援制度」、「ミズベリング」など、人材育成支援や水辺の賑わいづくりの施策が取り組まれ始めており、その効果が期待されています。

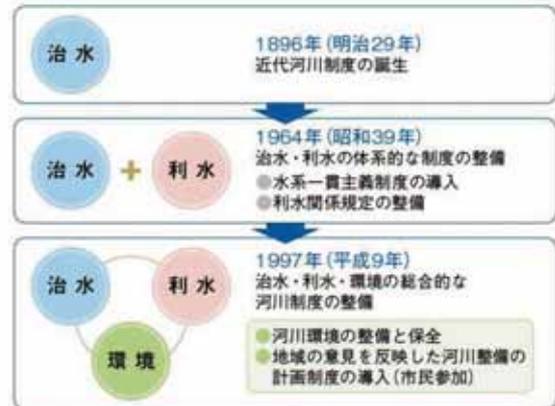


図1 河川法の変遷と主な改正内容
(1997年の改正で市民参加の必要性が明示された)

表1 市民団体の活動分類

No	活動種類	活動例
1	会議	総会、定例会、役員会、書類づくりなど
2	啓発	講演、座学、コンクール、新聞づくりなど
3	交流	川のワークショップ、流域間交流、上下流交流、他団体行事への参加
4	体験活動	カヌー体験、水辺の安全教室、釣り大会、リバーツーリズム
5	水環境保全	清掃活動、水源林保全、ヨシ植え、稚魚放流
6	まちづくり	祭り、コンサート、花壇整備、河川以外での体験活動
7	河川施設運営	河川学習館の施設運営、船通し
8	調査	水生生物調査、野外調査、水質調査

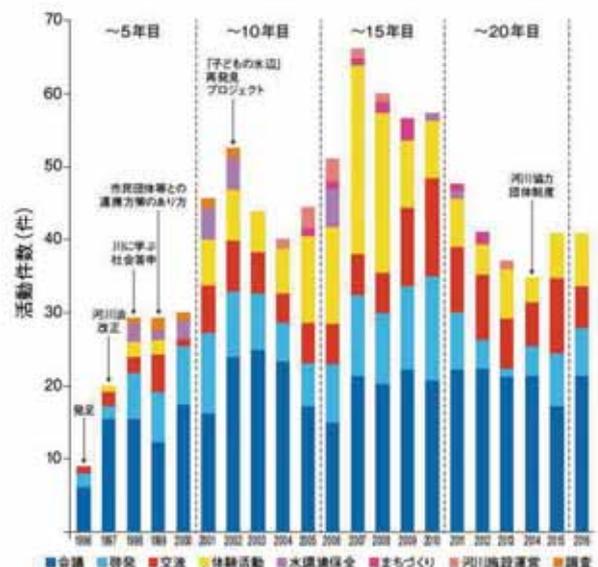


図2 直方川づくり交流会の活動件数の約20年間の推移
矢印とその内容は行政側から打ち出された代表的な河川環境施策のタイミングと施策名を示す

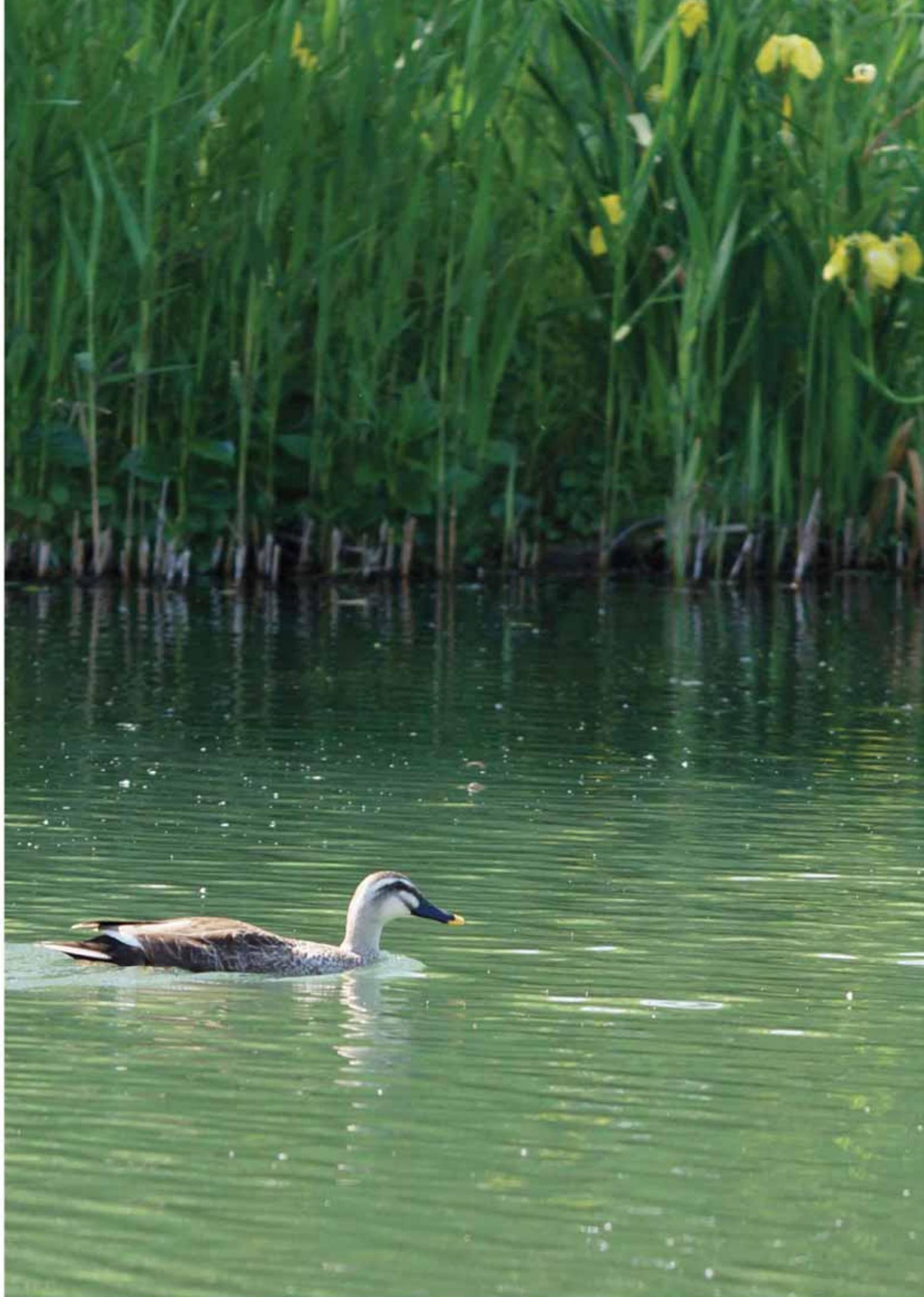
担当/坂本 貴啓

情報発信「Q & A」



令和元年(2019)-令和4年(2022)

- より良い川づくりに向けた合意形成において議論の熟度を把握する方法はありますか？
- 市民主体の川づくり計画を深化させるコツはありますか？
- 河川整備による景観の変化を、効果的に伝える方法はありますか？
- 河川環境や研究成果のことを知ってもらうには、どのような方法がありますか？





Q

より良い川づくりに向けた合意形成において
議論の熟度を把握する方法はありますか？



A

合意形成に用いた時間と人数を掛け合わせた投資量が議論の成熟度の参考となります。

■ 背景と目的

河川整備に関する事業が行われる際、住民参加の機会が増えていきます。例えば、かわまちづくりや自然再生などの水辺空間整備事業においても、事業者(河川管理者)は委員会、ワークショップ、説明会、アンケート、パブリックコメントなど様々な形で市民との合意形成の機会を設けています。合意形成を丁寧に進めることで、整備箇所での積極的な利活用や市民による自主的な管理など、副次的効果が多数報告されています。しかし、合意形成イベントの実施方法や進め方などのプロセスは、事業者の熱意など偶発的な要因に委ねられることが多いのが現状です。そこで、丁寧に合意形成が進められた水辺空間整備事業を事例に、合意形成のイベントで費やされた労力を議論の熟度として求め、合意形成を進めていく中での変遷についてまとめました。

■ 方法

対象としたのは、土木学会デザイン賞において最優秀賞を受賞した福岡県遠賀川水系の「直方の水辺」です(図1)。2004～2007年度に実施された改修事業に関わる合意形成イベント(遠賀川を利活用してまちを元気にする協議会)について分析を行いました。4年間で計20回の合意形成イベントが行われており、実施記録に関する資料から得た情報(開催回数、所要時間、参加人数)をもとに、合意形成に要した投資量(所要時間×人数)を求めました。合意形成のプロセスについては、構想・計画期(2004年度)、設計・施工期(2005年度)、施工・利活用計画期(2006年度)、利活用実装期(2007年度)と区分して考察しました。

■ 結果と考察

2004年度から2007年度にかけての累積投資量は1000人・時間と算出され、構想・計画期に400、計画・施工期に200、施工・利活用計画期に300、最後の利活用実装期に100が積み重ねられてきました(図2)。つまり、構想・計画期と施工・利活用計画期が大半を占めていたということです。ほとんどのイベントの所要時間は2時間と一定でしたので、開催回数や参加人数に起因して投資量が変化したものと考えられます。実際、構想・計画期でのイベント参加人数(平均34人)は他期間(平均24.5人)よりも多く、施工・利活用計画期でのイベント回数は7回と多くなっていました。今後、様々な事例を対象に投資量を算出・集約していくことで、合意形成を進める上での人的・時間的な量とタイミングをリスト化できます。これにより、新たな事業の際に合意形成の熟談の度合いを俯瞰しやすくなり、事業者の合意形成支援につながると期待できます。



図1 分析対象の水辺空間整備の事例「直方の水辺」(遠賀川水系)

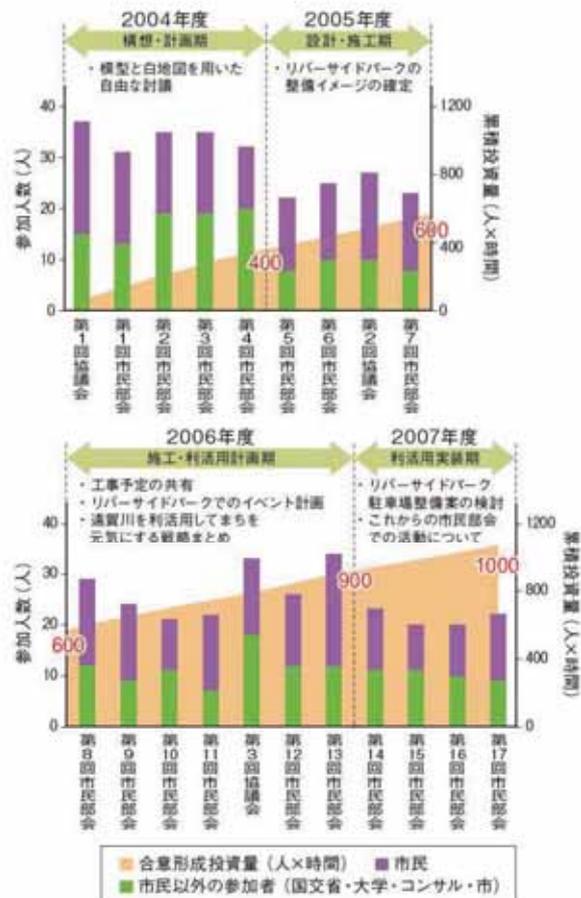


図2 合意形成投資量の変遷



Q

市民主体の川づくり計画を
深化させるコツはありますか？



A

市民と行政をつなぐ中間支援組織が 役割を拡大していくことが重要と考えられます。

■ 背景と目的

水辺空間の整備に対する自主計画を市民が立案して行政に提案することがあります。このような市民主体の計画を基に施工された事例は、デザイン性や利活用の面で高い評価を受けています。しかし、市民主体の計画がどのようなプロセスを経て、より良い整備につながるのかを分析した事例はほとんどありません。当センターでは、2019年に国営木曾三川公園かさだ広場(約35ha)の利活用について市民から相談を受け、ワークショップ等の運営を支援し、2020年に市民主体の計画が行政に提案(図1)されるまでに至りました。そこで、本研究では市民による計画が官に提案されるまでの発展過程を振り返り、「産・官・学・民」といった関係主体の貢献度や連結性がどのように変化していったのかについて分析しました。

■ 方法

市民による計画の深化はワークショップを主体とするもので、回を重ねるごとに関係者が変化していきました。市民からの提案に至るまでに見られた各主体の結びつきの変遷について、ネットワーク図を用いて可視化しました。各主体を頂点として、主体間のやりとり(メール、電話、対面)を1カウントとして、それらの合計を頂点の大きさに反映させることで、どの主体が中心的な役割を担ったかを把握することができます。また、主体間のやり取りを線として結び、線の本数から、どの主体がハブのような多数の主体をつなげる役割を果たしたのか把握しました。

■ 結果と考察

ネットワーク図に見られた変遷をみると、頂点の数は5→5→7→9→9となり、線の本数は4→5→7→11→14となり、頂点の大きさ(合計)は235→255→455→476→675となりました(図2)。ワークショップ2回目以降に着目すると、かわまちづくり会(市民団体)と自然共生研究センターが、別の主体と結びつきを強めており、関係主体を拡張させていました。かわまちづくり会は市内の関係主体(地域住民、市)と結びつき、自然共生研究センターは管理者である国行政(木曾上)と、それぞれが日頃から関わりが深い主体を中心に結びついていきました。すなわち、市民団体だけでは、限定されていたかもしれないネットワークに、自然共生研究センターという研究機関が中間支援として加わったことで、「産・官・学・民」が揃ったより幅広いネットワークへと拡張したと考えられます。今回は、中間支援を自然共生研究センターが果たす事例でしたが、大学やNPOなど地域のシンクタンクのような組織が、同じようにネットワークを広げる役割を担う事例もあります。今後、より良い計画の立案のために、地域の実情や計画の内容に応じた最適なネットワークの構成について検討していく必要があります。



図1 ワークショップの意見をもとに構成された市民提案の川づくり計画(2020年6月提案)

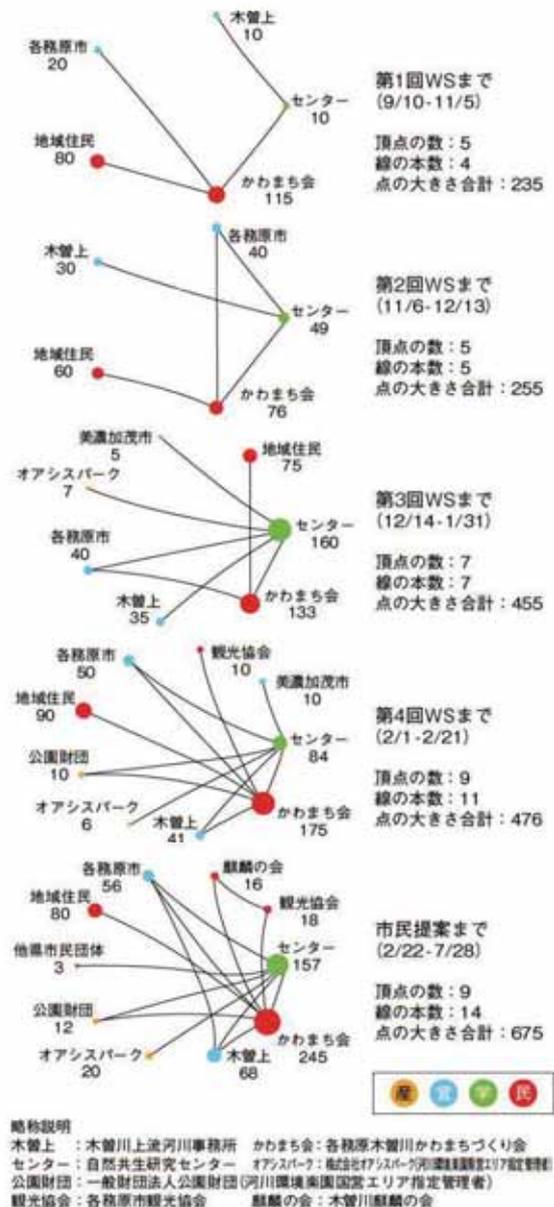


図2 市民による自主計画のネットワーク変遷

担当/坂本 貴啓



Q

河川整備による景観の変化を、
効果的に伝える方法がありますか？



A

「仮想現実」を利用したバーチャルツアーを用いることで、整備前後の変化を理解してもらえます。

■ 背景

河川整備等を実施した後の景観を住民などの関係者に伝えるために、スケッチパースやフォトモンタージュのような完成予想図もしくは完成模型等が用いられてきました。これらのツールでは、固定された視点からしか認識できない、実際のサイズや規模を理解しにくい、といった課題がありました。この課題に対して、近年、注目を集めているのが「バーチャルな空間」の利用です。「現実」にある世界をパソコンやスマートフォンで確認できる「バーチャルな空間」で表現することで、その場を訪れることなく、視点を変えながら景観を認識することができます。さらに、「現実」をベースに、将来の変化を「仮想現実(VR)(図1)」として「バーチャルな空間」に表現すれば、景観がどのように変化するのかも簡単に理解することができます。

■ 「現実」と「仮想現実」×バーチャルツアー

バーチャルツアーとは、パソコンもしくはスマートフォン上で指定した地点において周囲の状況を見渡せるとともに、地点から地点へと移動し、移動先でも周囲を認識できるものです。そこで、河川の改修が予定されている地域を対象に、360度撮影した画像を用い、実在する「現実」を移動するバーチャルツアー(図2)と、ゲームエンジンで作成した「仮想現実(VR)」を移動するバーチャルツアー(図3)を作成しました。ゲームエンジンとは、その名の通りゲーム業界で利用されている仮想現実(VR)を作成するためのツールです。近年ではゲームエンジンで作成された仮想現実(VR)の風景が都市景観や建築物などの景観評価に活用されています。二つのバーチャルツアーにて、同じ地点(視点場)から景観を表示できるよう設定することで、現地に赴くことなく、河川整備による変化を比較することができます(図2、図3)。

■ まとめ

現実と仮想現実を移動できるバーチャルツアーを作成する上で、求められる機器や技術の専門性は下がりつつあります。撮影機器が高機能となったことで「現実」を表現しやすく、「仮想現実」を作成するソフトウェアは無償利用ができるようになっています。作成したバーチャルツアーでの景観の確認は、パソコンの性能に左右されにくく、どこにいても体験することができます。今後、河川整備をはじめ道路や農業など他分野でも活用され、良好な景観の整備が進むものと期待されます。自然共生研究センターのホームページには、本稿で紹介したバーチャルツアーの事例を紹介するとともに、作成手引き(図4)を公開しています。ぜひ、ご体験・ご利用下さい。



図1 自然共生研究センター付近を対象に作成した仮想現実



図2 整備前(現実)を確認するバーチャルツアー



図3 整備後(仮想現実)を確認するバーチャルツアー

バーチャルツアー作成 手引き 3Dvista Virtual Tour PRO編

1. バーチャルツアーとは	2
2. バーチャルツアーの作成(基本編)	4
2.1. プロジェクト作成	5
2.2. パノラマ(360度画像)の繋ぎ合わせ	12
2.3. 各種メディア(画像や動画)のポップアップ表示	28
2.4. 平面図の表示	38
2.5. 作成結果の出力	57
3. バーチャルツアーの作成(応用編)	61
3.1. 平面図のサイズ・位置の調整	62
3.2. 平面図の表示/非表示の切替ボタン作成	67
3.3. パノラマへの音声データの挿入	81

図4 バーチャルツアーの作成マニュアル
(自然共生研究センターのHPにて公開)



Q

河川環境や研究成果のことを知ってもらうには、
どのような方法がありますか？



A ホームページなどでの情報発信や、 実際に体験してもらう方法があります。

■ 背景と目的

自然共生研究センターでは、河川環境の大事さや最新の研究成果を知ってもらうために様々な取り組みを行っています。その一例として、スマホなどで気軽に見てもらうことを目的とした様々なコンテンツによる情報発信や、河川を理解する力の養成を目的とした実験河川での体験型研修会を行っています。ここでは、当センターで実施している「知ってもらう」ための取り組みについて概説します。

■ バーチャル空間による実験河川の紹介

当センターでは、河川景観を分かりやすく認識してもらうために「バーチャル空間」を活用した研究を進めています。例えば、「現実」にある街や川を「バーチャル空間」によって再現することで、現地を訪れることなくパソコンやスマホなどで空間内を自由に移動し、周囲の景観を確認出来ます。「バーチャル空間」は様々な方法で表現できますが、データが小さく扱いが容易なバーチャルツアーというコンテンツを使っています。このバーチャルツアーによって実験河川を疑似体験することができます(図1、2)。

■ 動画を用いた開発機能の紹介

当センターでは、「3次元の多自然川づくり支援ツール」に関する様々な機能開発や普及活動に取り組んでいます。本支援ツールは説明書では伝わりづらい操作方法などが一部あるため、解説や操作方法に関する動画を作成しYouTubeなどで公開してきました(図3)。公開された合計10本の動画は視聴回数が約8千回に到達するなど、皆さんにご活用いただいています。

■ 実験河川で行われる体験型研修・体験活動

様々な情報やコンテンツの活用により、現地に行くことなく状況の確認や景観評価などができるようになってきました。しかし、これらの情報は、現地に対する深い理解があってこそ有用だと考えられます。さらに、河川は地形の変化や今まで記録のなかった生物が見つかるなど、状況が刻々と変わるのが常です。そのため、「現地に対する感覚」を疎かにすることはできません。

これまでに、当センターでは河川管理者や学生などを対象に実際に実験河川へ入り、魚を捕まえる、ワンドの泥を手にとるといった体験を重視した研修会や見学会を継続して行ってきました(図4)。これまで河川と触れ合うことが少なかった人達にとって新しい体験を提供する場となり、現地を知ることで、新たな疑問が浮かぶなどこれまでの取り組みに対する改善点を考えるキッカケづくりにも貢献しています。これからも様々な方法で最新情報などの発信に取り組みます。



図1 バーチャルツアー(水中視点)による魚類の生態情報の確認



図2 バーチャルツアー体験QRコード

https://www.pwr.jp/team/kyousei/jn/research/220802_jikkenkasen/index.htm



図3 YouTube動画による操作説明



図4 実験河川での魚類調査体験

自然共生研究センター メモリーフォト

-河川環境の未来を考えて活動する-

【1998年11月 自然共生研究センター開設】

旧建設省土木研究所の実験施設として
岐阜県各務原市に開所

■開設記念式典



【1～10年】

開所から10年間では、主に中小河川、ダム、情報発信を中心に基礎的な研究を行ってきました。

■10周年記念施設見学 1998年

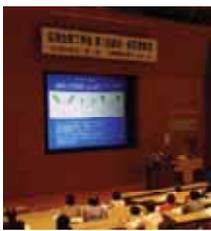


【11～20年】

開所11年～20年間では、大河川、中小河川、ダム、情報発信の4つの領域について
更なる研究を進めて来ました。

■20周年記念シンポジウム 2018年





自然共生研究センター実験河川の特徴



実験河川では、河道形状や流量など様々な要因をコントロールすることができ、自然の川では検証が困難な現象を再現して効率的に調査研究を行うことができます。

3本の川があります

1本の真っ直ぐな川と2本の曲がった川があります。それぞれの条件を変えて比較実験を行うことができます。

様々なしかけが作ってあります

瀬や淵、ワンドなどがつくられ、生き物が空間をどのように利用しているのかを調べるができます。

洪水と濁水を起こすことができます

自然の川からの水を上流に貯め、流量をコントロールしながら実験河川や実験池に水を流すことができます。



配水池・配水ゲート
新堀川の水はこの配水池から制水槽を経由して実験河川・実験池に配水されます。また配水池のゲートを倒すことによって、各河川に約4m³/sの人工的な出水を起こすことができます。



実験池
2つある実験池では水位を操作できることから、水深のある池だけでなく湿地として研究することが出来ます。さらに、普段は水を貯めない窪地では、重機を用いた試験施工のフィールドとしても活用できます。



下流ゾーン
最下流にあるこのゾーンでは、川を蛇行させて流れに変化を与え、生き物が川の空間をどのように使うのか、またそれらの環境を保全するための研究をしています。(河床勾配: 1/300)



上流ゾーン
河岸をコンクリートで覆い、かつ直線形状にすることで、流れの速い区間ができます。ここでは、川底の石についた藻の洪水による剥離に関する実験や、流れが川底を動かす力について研究を行っています。(河床勾配: 1/200)



研究棟
研究棟には、研究室、水質実験室、図書室、展示エリアなどがあります。展示エリアは一般公開しています。



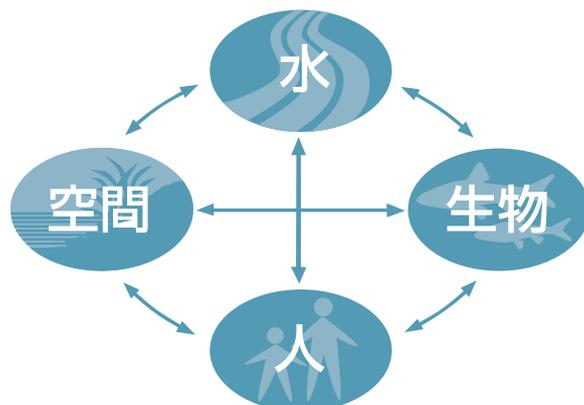
中流ゾーン(ワンド)
半止水的環境であるワンドは、生物多様性の高い領域として知られています。流量を操作し河川との接続状況を変化させ、ワンドの生態的機能を研究しています。(河床勾配: 1/800)



中流ゾーン(氾濫原)
本川の橋に橋の深い高水敷が設置されています。出水時の冠水により生物相がどのように変化するか、氾濫原の基本的特性を研究しています。(河床勾配: 1/800)



中流ゾーン(遊水地)
越流堤の高さなどを変えられる遊水地では、実験河川の転倒ゲートを用いた人工洪水と併せて、環境機能の高い遊水地のあり方を検討することができます。(河床勾配: 1/800)



編集後記

自然共生研究センターの25年間の研究活動にご理解とご協力をいただきありがとうございます。

自然共生研究センター開所25周年を記念して、これまで毎年発行してきた活動レポートで掲載されたQ&Aを「vol.1大河川」、「vol.2中小河川」、「vol.3ダム・情報発信」の3つに分類して、取りまとめました。

今後も研究分野の発展を通じて社会に貢献できるよう、一層努力し、研究活動に精進してまいります。

自然共生研究センター25周年記念
vol.3 ダム・情報発信
活動レポート記念誌(1999-2022)
編集者 林田寿文 横山明美
 荘加百々代 岩田絵理奈



■自動車をご利用の場合

東海北陸自動車道 岐阜各務原ICより10分
 (河川環境楽園 西口駐車場より徒歩3分)
 ※川島PAより徒歩で来ることができます。

■電車をご利用の場合

名鉄名古屋駅または名鉄岐阜駅から笠松駅へ
 ・駅からタクシーで10分
 ・駅から笠松町町民バスで「スポーツ交流館前」下車
 バス停より徒歩15分



国立研究開発法人 土木研究所

自然共生研究センター

Aqua Restoration Research Center,
 National Research and Development Agency Public Works Research Institute

〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地
 Tel : 0586-89-6036 Fax : 0586-89-6039
 e-mail : kyousei4@pwri.go.jp
 URL : <http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/index.htm>

フェイスブック公式ページ

facebook



ユーチューブ公式チャンネル

YouTube

