

Q

水際の明るさの違いにより、
魚類の生息状況には変化が見られる
のでしょうか？



遮光され、照度が下がっている様子

A

明るすぎず、また暗すぎない水際を魚類は好む傾向にあります。

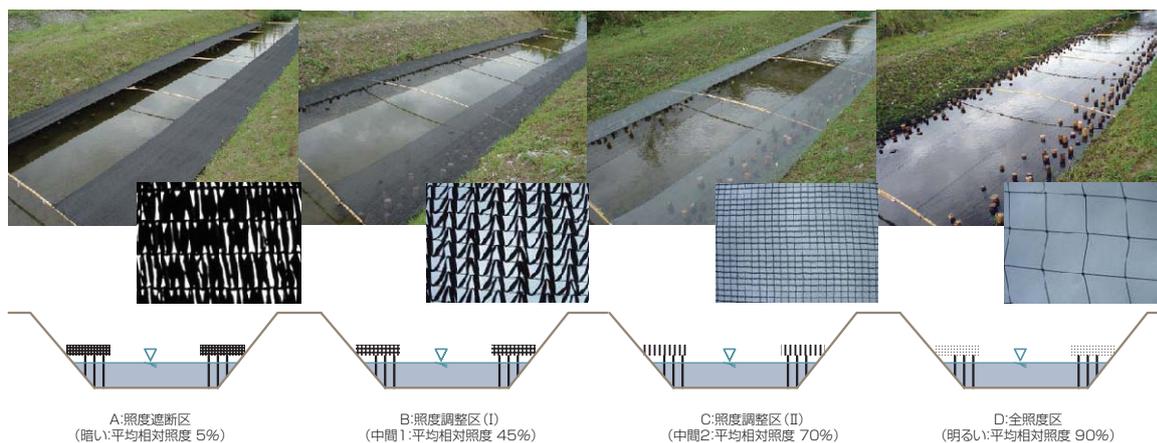
● 目的

代替工作物による水際植生の機能回復の可能性については、成魚を対象にしたこれまでの調査で、水際植生の水中カバー効果（流速の低減、休息場所・産卵気質の提供、捕食圧の低減）の機能を木杭（間伐材）により再現できる可能性があることが明らかになっています。

本年度は、成魚を対象に水際植生の水上カバー効果（捕食圧の低減、日陰の創出）の機能を遮光シートで覆うことにより再現し、成魚の応答を調査しました。

● 調査方法

実験河川Aの水際に木杭と遮光性の異なる4種の遮光シート（A（暗い）～D（明るい））を設置し、魚類の生息量について調査しました。調査期間は8月～9月。



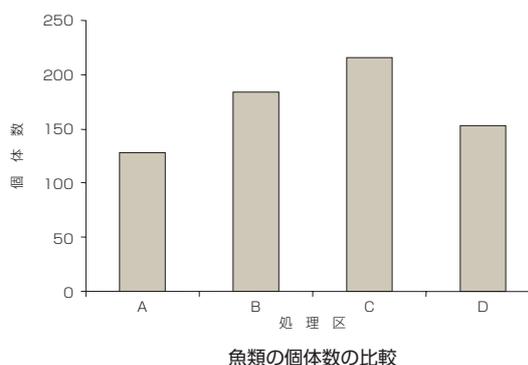
処理区の設定イメージ図

● 結果と考察

その結果、水際の明るさの違いにより魚類の生息状況に差が現れ、明るすぎず、暗すぎない状態（中間的な相対照度）を魚類は好む傾向があることが明らかになりました。

処理区C（中間2）の個体数が最も多く、BからAへと次第に暗くなるに従い個体数も減り、また最も明るいDはCより少ないという状況でした。

こうしたことから、代替工作物により水際植生の水上カバー効果を復元するためには、遮光して単に暗くするだけでなく、明るさの調節という点が重要であることが明らかになりました。



Q

自然河岸と護岸では、
水際の構造や機能は
どのように異なるのでしょうか？

A

自然河岸には魚の生息に必要な環境を形成する重要な機能がありました。

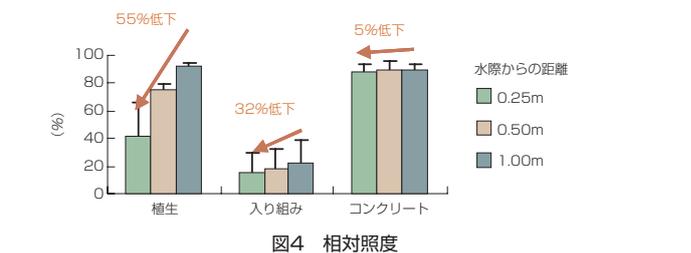
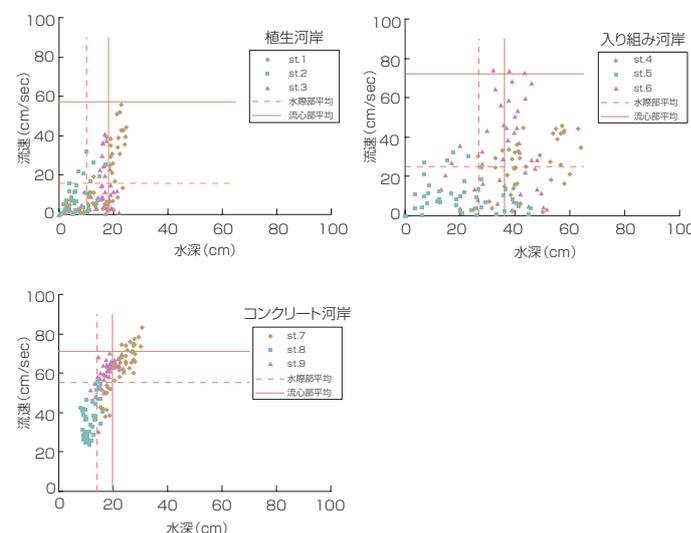
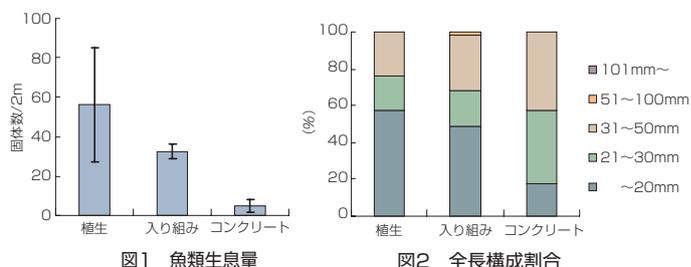
一般に水際域は河道の直線化や拡幅など人為的な影響を受けやすい領域といえます。

現在広く用いられている環境保全型護岸については、自然状態の水際が持つ機能のどの部分が護岸構造によって創出できるのかを考えていくことが重要です。そのためにはまず、自然状態の河岸形状や、それぞれの河岸を特徴付ける物理環境要素、魚類による利用形態を理解する必要があります。

そこで岐阜県の牧田川において、写真1のようにツルヨシの繁茂する河岸（植生河岸）と水際に凹凸のある河岸（入り組み河岸）およびコンクリート護岸（コンクリート河岸）の3タイプの水際を取り上げ、潜水観察による魚類調査と物理環境調査を行いました。

その結果、魚類の生息量は植生河岸で最も多く確認され、コンクリート河岸ではごく僅かしか確認されませんでした（図1）。また、各水際タイプで確認された魚類の多くは稚魚や仔魚でした（図2）。物理環境としては、植生河岸と入り組み河岸には、流速が0に近い遅い領域があるのに対し（図3）、コンクリート河岸にはそのような領域がなかったことが大きな特徴と言えます。

したがって、流れの緩やかな水際域はとくに遊泳力の弱い稚仔魚にとって重要な空間であり、コンクリート河岸に見られた流れの速い場所は利用しにくい環境だったと考えられます。さらに、植生河岸のように植物が水面を覆い水際周辺の照度を低下させる環境は（図4）、捕食圧を低下させるなど生息環境を改善させていることが考えられます。このようなことから、実際の川づくりにおいても、水中では低流速域をつくる工夫や陸上では水面の照度を低下させる工夫といった、自然の水際に見られる事象を参考にした水際処理が望めます。



植生河岸



入り組み河岸



コンクリート河岸

写真1 調査サイト

担当：長谷川 浩二・河口 洋一

Q

夜行性の希少魚であるネコギギは
昼間、どんな場所にいるのでしょうか？



ネコギギ

A

流れが緩くて深い淵にできる「隙間」に隠れていました。

●背景と目的

ネコギギ(写真参照)はナマズ目ギギ科に属する日本固有の純淡水魚で、伊勢湾・三河湾に注ぐ川にしか生息していない夜行性の魚です。その分布の特異性と遺伝的希少性から天然記念物に指定されています。近年、河川の改修工事や土砂災害などによって激減していると言われていますが、これまでの研究は夜間の観察を中心に行われていたため、昼間の隠れ家については経験的に知られるだけでした。生息地の復元、修復など早急な対策が求められている中で、保全すべき昼間の棲み場所を理解することは重要な課題です。そこで、昼間の棲み場所に関する物理特性の評価を目的とした検討を行いました。

●方 法

ネコギギが豊富に生息する河川(対照河川)において昼間の生息確認調査および生息場所の物理環境調査を行うとともに、かつて豊富に生息していたものの現在は絶滅に瀕している河川(環境変化河川)を加えた計3リーチ区(対照河川1区間、環境変化河川2区間でそれぞれ80m/区間)において物理環境調査を実施しました。調査結果をもとに、ネコギギ確認場所と各リーチ区における物理特性を対比しながら、昼間の隠れ家に必要な物理条件を推定しました。

●結果と考察

実測した物理環境因子(流速、水深、河床材料の粒径、河床間隙の大きさ)をもとに多変量解析を行ったところ、成魚、稚魚に区分されたネコギギ確認場所を含むか否かによって、成魚稚魚混在、成魚のみ、稚魚のみ、生息未確認の4クラスに類型化できました。各類型における物理環境因子の分布状況を整理したところ、図-1のようにまとめられます。

図より、ネコギギの昼間の隠れ場所は流速が小さく水深が大きい淵であり、かつ、大粒径の材料からなる間隙の大きな河床を有することが推察されました。なお、この傾向は、保全上、特に重要と思われる成魚と稚魚が複数混在する生息場所ほど顕著であるようです。

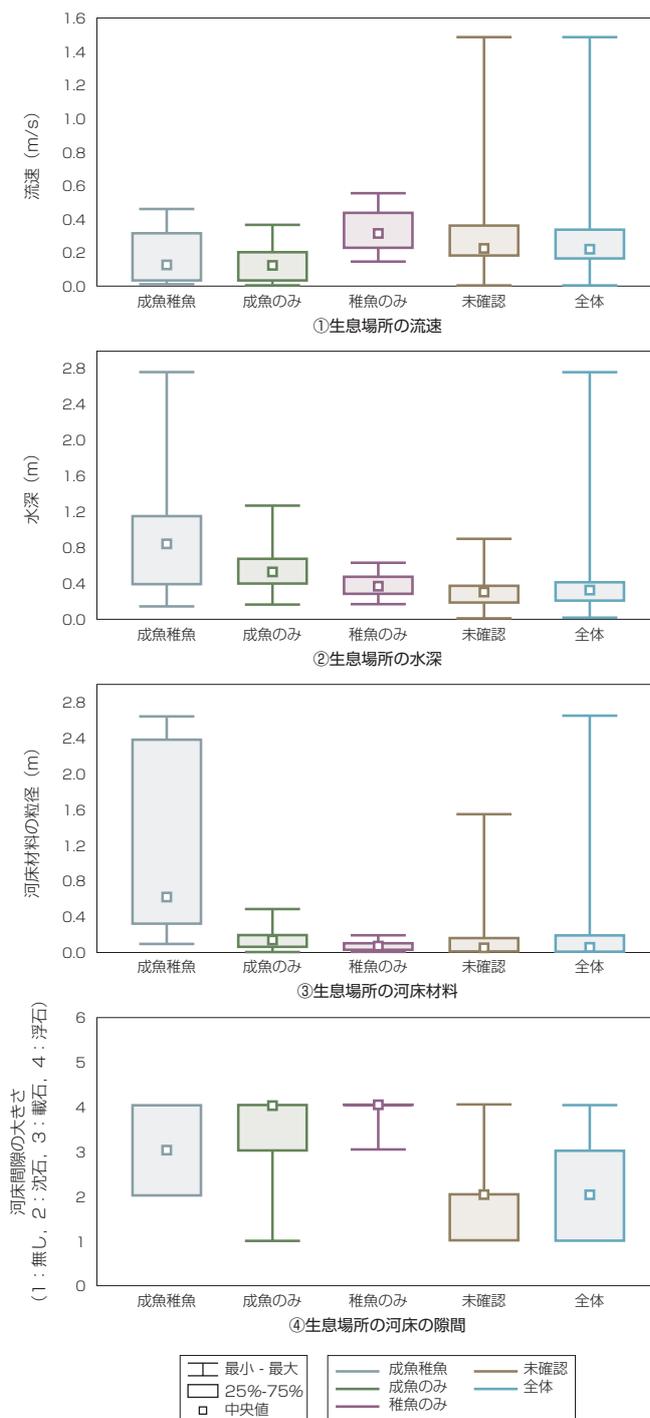


図-1 ネコギギ生息場所の物理環境

担当：田代 喬・佐川 志朗

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時間当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。

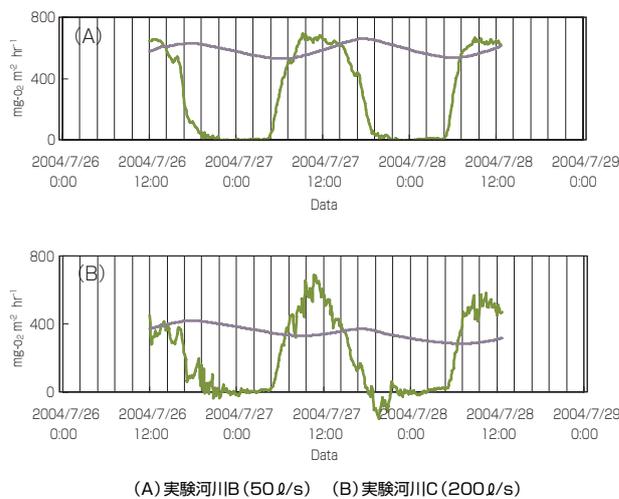


図1 生産速度・呼吸速度の時間変化

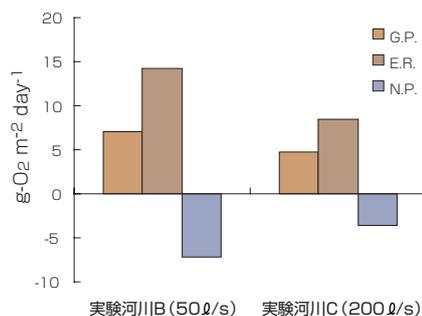


図2 日総生産量(G.P.)・呼吸量(E.R.)・純生産量(N.P.)

担当：萱場 祐一

Q

人は、川底の「きれいさ」をどのように評価しているのでしょうか？



A

付着物量の多さと色で判断しています。

●研究の背景と目的

流量の平滑化や減少等によって、河床に付着藻類が厚く繁茂したり、シルト等の細かい土砂が堆積する等、生物への影響や人間からみた河川景観の悪化が指摘され、その改善が求められています。本研究では、景観的な課題をとりあげ、河床付着物と人間の視覚的評価との関係を定量的に明らかにすることを目的とした評価実験を行いました。これを明らかにし、水理量や流況と関連づけることは、河川流量管理、あるいは、近年、ダム下流部の環境改善を目的として実施されているダムの弾力的管理試験の効果を評価する際の知見を提供するものと考えられます。

●評価実験

実験河川及びその取水河川である新境川(川幅約15~20m)の様々な河床の状態41ヶ所を対象に、公募等により募った被験者(10~60代の男女、10~32名)に、河岸または橋梁上から観察してもらい、「川底のきれいさ」、「石表面のきれいさ」、「水のきれいさ」、「生物がすんでいそうか」、「川に手を入れてみたい」等の項目について、5段階評価してもらいました(例「水のきれいさ」:きたない:1、ややきたない:2、どちらでもない:3、ややきれい:4、きれい:5)。また、あわせて、川底の石から付着物を採取し、乾燥重量、シルト等の細粒土砂量、有機物量及び付着藻類の現存量や種組成を分析しました。



●結果と考察

人は、「川底のきれいさ」を、付着物量(乾燥重量、有機物量、藻類量、細粒土砂量等)と色で判断していました(図1)。付着物量は少ないほど評価が高く、「きれい」と評価された川底の石は、石表面の模様がわかるほど、付着物量が少ない状態でした。また、同程度の付着物量であっても、評価は色によって異なり、緑色系のものは、評価が高くなる傾向がありました。なお、付着物の色は、藻類の種構成の違いを反映しており、今回みられた茶色系、緑色系、黒色系の藻類は、それぞれ、珪藻類、緑藻類、藍藻類の割合が高い傾向がありました(図2)。また、「川底のきれいさ」は、「水のきれいさ」、「生物がすんでいそうか」、「川に手を入れてみたい」と相関関係がありました。川底の状態は、人の視覚的な評価のみならず、河川の水質、生物の生息空間、親水利用に対する評価を行う際の判断要素にもなっており、河川管理において重要な項目であることがわかります。

今回の実験で川底のきれいさと最も相関が高かった細粒土砂量と、この沈降に係わる摩擦速度 u_* との関係を見てみましょう。図3は、摩擦速度 u_* と約4ヶ月間、流量一定を保った条件下における細粒土砂量を示しています。今回対象とした条件(水質、水温、日射量の環境条件、付着藻類群集等)において、視覚的に許容される状態は、摩擦速度約5cm/s以上を確保することによって維持されることがよみとれます。この値は、河川流量管理を考える上で、一つの目安になることが示唆されます。

次に、視覚的な評価が高かった緑藻類についてみてみましょう。緑色系で優占していた *Cladophora* sp. (カワシオグサ) 等の糸状緑藻は、しばし

ば、毛髪状に長く成長し、不快さをもたらすとされています¹⁾。今回対象とした緑藻は、長く繁茂した状態ではなかったため、評価が高い傾向が示されましたが、毛髪状に繁茂した場合は、評価は低くなっていたものと考えられます。また、糸状緑藻は、藻類群落の形成過程の最後に出現する種とされ、河床攪乱がない安定した環境条件の下でしばしば繁茂します²⁾。したがって、本来、降雨等により流量が変動し、河床付着物がフラッシュされる流況下においては、これが優占する場合は少なく、毛髪状に長く成長しないものと考えられます。さらに、これらの繁茂は、付着藻類を餌とするアユにとって、成長阻害となる可能性が指摘されています³⁾。長く伸びた糸状緑藻は、景観的にも、河川生態系の健全さからも良好な状態とはいえないでしょう。

- 1) Wharfe, J. R., Taylor, K. S., and Montgomery, H. A. C : The growth of *Cladophora glomerata* in a river receiving sewage effluent, *Water Res.* 18, pp.971-979, 1984.
- 2) 野崎健太郎, 内田朝子 : 河川における糸状緑藻の大発生, 矢作川研究所 No.4, pp.159-168, 2000.
- 3) 内田朝子 : 矢作川中流域におけるアユの消化管内容物, 矢作川研究 No.6, pp.5-20, 2002.

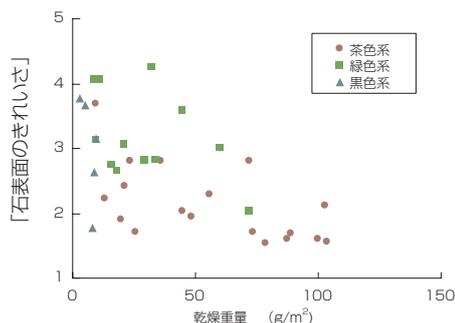


図1 「石表面のきれいさ」と付着物量、色の関係

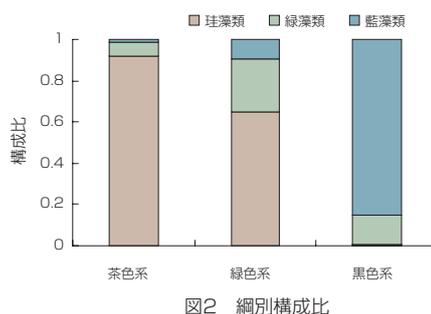


図2 網別構成比

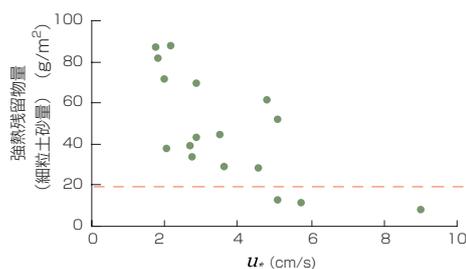


図3 摩擦速度と細粒土砂量との関係 (破線は、視覚的な評価からの許容値)

担当: 皆川 朋子・福嶋 悟

Q

出水時、魚類はどのような行動をとっているのですか？



A

出水時の流速等に機敏に反応し 下流への流下を回避しています。

●研究の背景と目的

河川は常に流量を変動させ、時には極端な出水によって生物に大きな影響を与えます。特に水中に生息する魚類は河川の流量変動に大きく影響を受けながら河川内に生息すると考えられます。出水時の魚類行動特性、特に水理特性（流量、流速、加速度（流速の時間変化）、以下、水理特性）との関連を深く理解することは魚類にとって良好な河川環境を保全・復元する上で重要です。このような背景から、自然共生研究センターの実験河川を利用し、出水時の魚類行動と水理特性の関係を把握する研究を行っています。

●研究の方法

自然共生研究センターの実験河川で、人工出水（流量 $0.4\text{m}^3/\text{s} \sim 2\text{m}^3/\text{s}$ ）を複数パターン発生させ実験河川内に魚類（コイ及びギンブナ、以下、供試魚）を離しその行動を追跡しました。魚類行動の追跡は実験河川周辺に生息する供試魚に電波発信機を装着して魚類行動を追跡し魚類が利用した場所を記録しました。

人工出水発生時の水理特性を算定するため、1次元不等流計算を行い魚類が定位した場所の水理特性を算定し、魚類行動との関係性を把握しました。

●結果と考察

出水時、供試魚は流速と加速度に対応した行動をとりました。

魚類の流速に対する遊泳能力は体長に関係することが知られ体長の2~3倍程度の流速が移動できる限界といわれます。図-1に示す供試魚の体長は約0.2mのため0.4~0.6m/sが移動限界であると考えられます。供試魚が上流への移動する間の流速は約0.5~0.6m/sで供試魚の移動限界の流速と概ね一致しています。このことから、供試魚は移動限界以下の流速になったタイミングで上流へ移動し下流への移動を回避している可能性が高いと考えられます。

では、流速減少のタイミングはどのように把握するのでしょうか？図-2に加速度（流速の時間変化）と魚類移動の関係を示します。供試魚は、加速度が0以下、減少傾向になった時に上流へ移動していることが分かります。加速度の増減は将来的な流速の増減をある程度正確に予測する指

標と考えることができます。魚類は、加速度を指標に今後流速が増加するかどうか魚類は、加速度を指標に今後流速が増加するかどうかを評価し上流への移動をタイミングを把握している可能性が高いと考えています。

このことから、魚類は加速度で上流への移動のタイミングを判断しながら、自分の移動限界の流速以下になった時に上流へ移動している可能性が高いと考えられます。

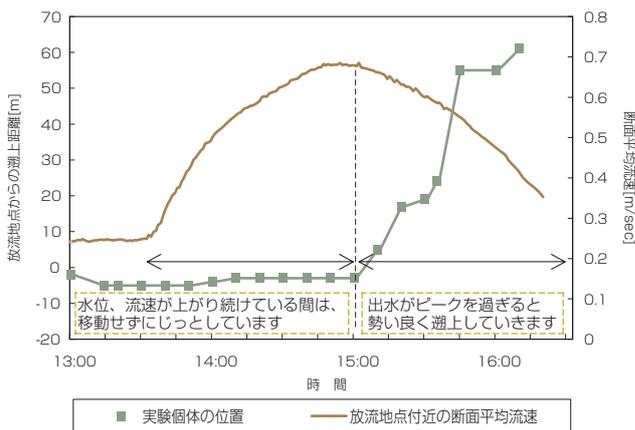


図-1 流速-遡上距離

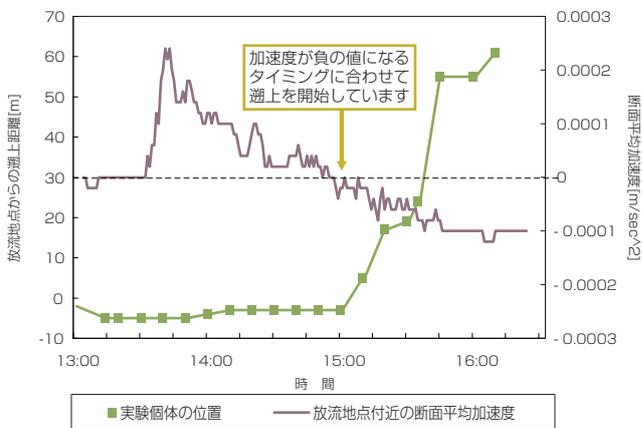


図-2 加速度-遡上距離

担当：傳田 正利

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