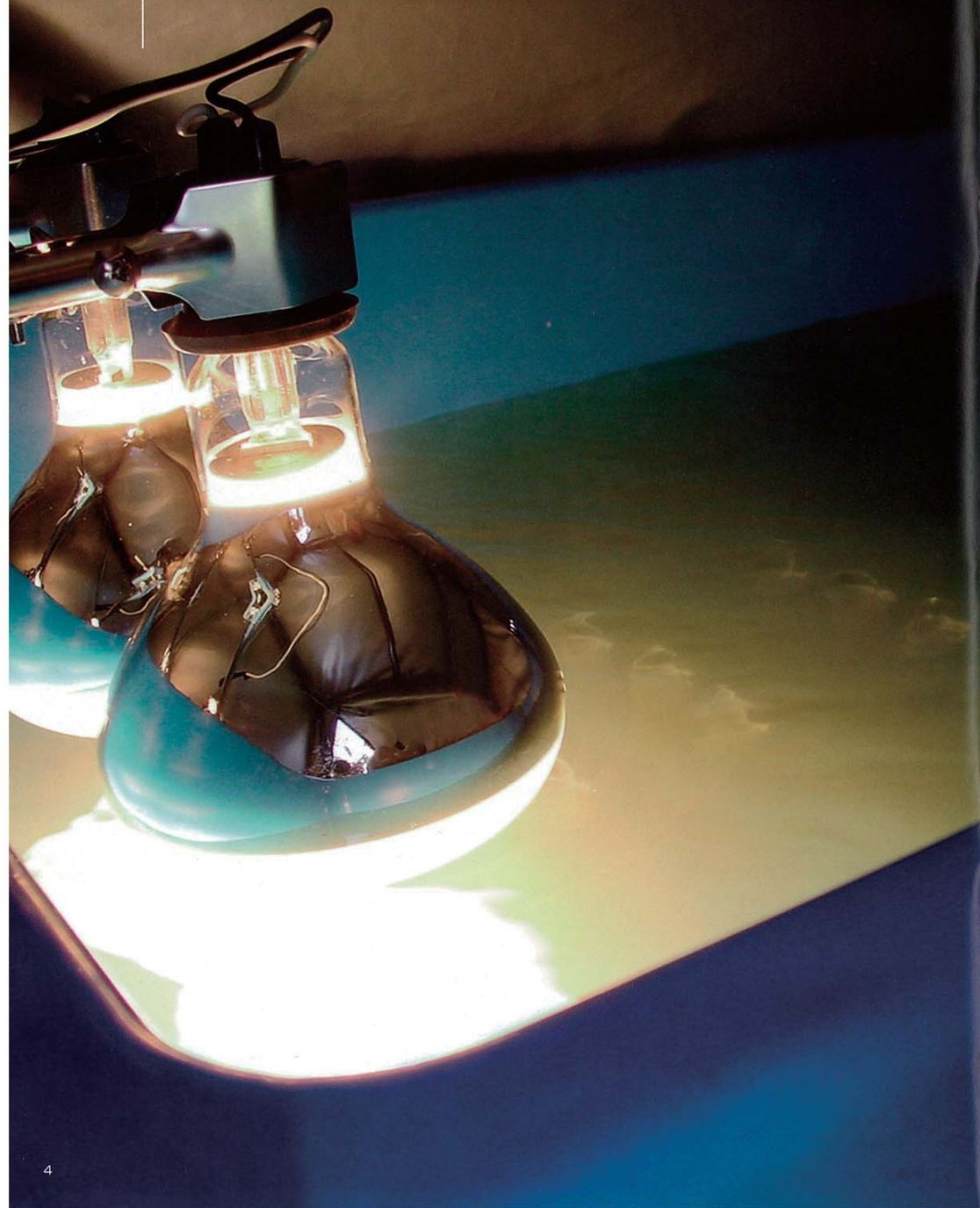




# 川の流量は底生藻の一次生産速度に影響を与えますか？



# 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、光子密度の測定、水中における光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 $\text{mg-O}_2/\text{m}^2/\text{day}$ 、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、光子密度の時間変化、水深は各流量時で異なるため、1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子密度を考慮し、各流量時の光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。

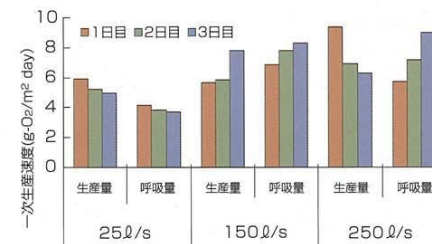


図1 各流量時の1日当たり総生産量・呼吸量

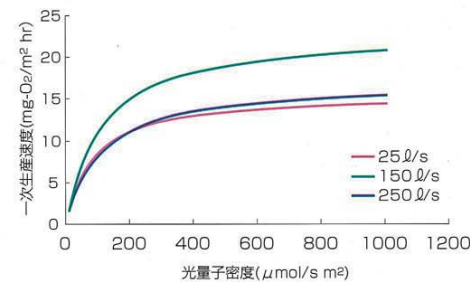
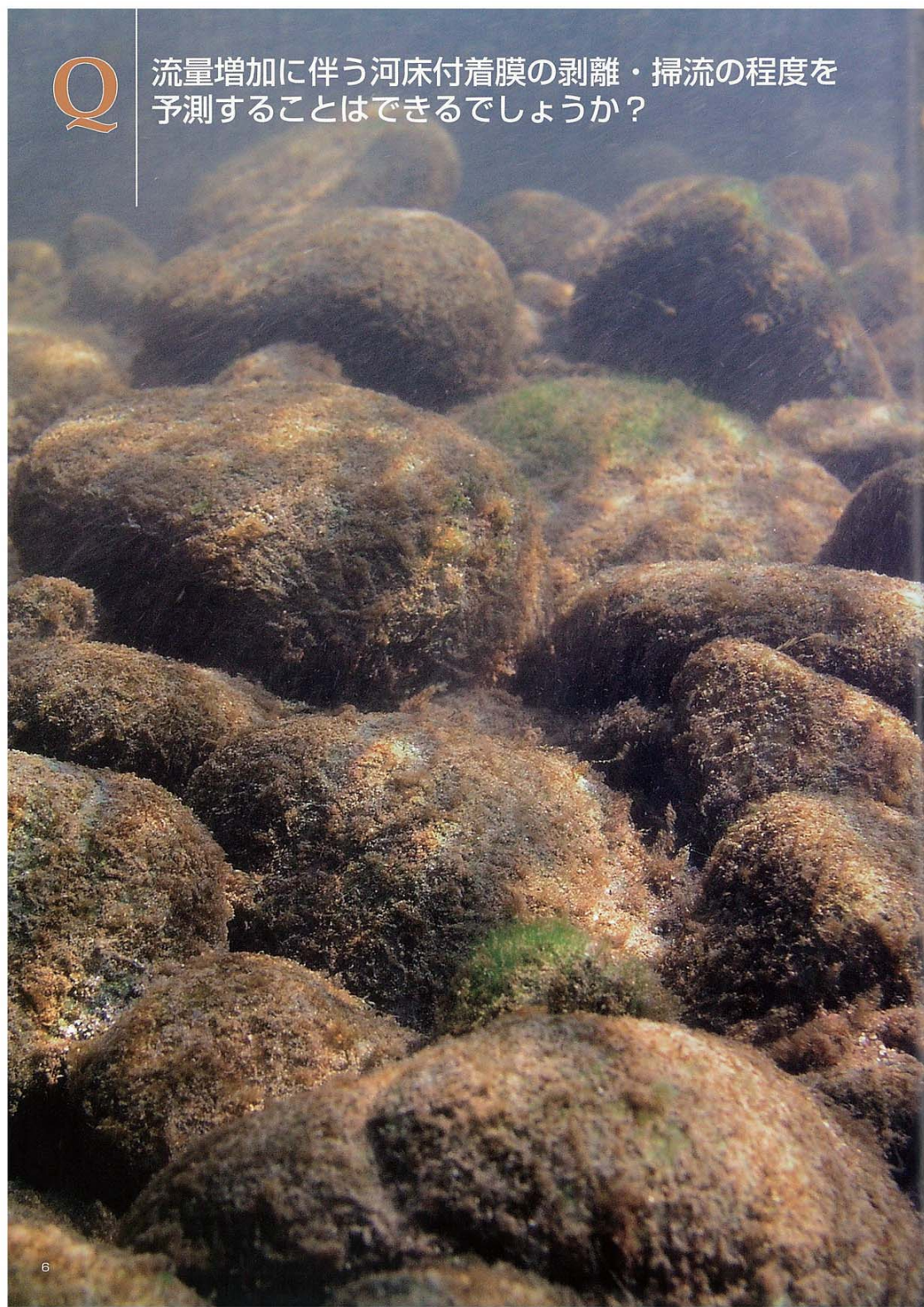


図2 各流量時の光子密度と一次生産速度の関係

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、粘液物質のパ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、柄をのぼし付着する種等）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 ( $Se$ ) との関係、実験河川で得られたデータを用いて示したものです。強いグループ（ここでは主に *H. janthina*）は、細粒土砂量 ( $Se$ ) 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 ( $dp$ ) を目的変数として重回帰分析を行うことで、減少率 ( $dp$ ) 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とされます。

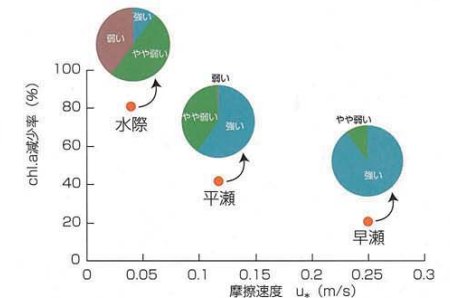


図1 放流前の水際、平瀬、早瀬の摩擦速度と放流によるクロロフィルa減少率の関係 (円グラフは、放流前の付着藻類群集に占める付着力の強い、やや弱い、弱い藻類の割合を示している。)

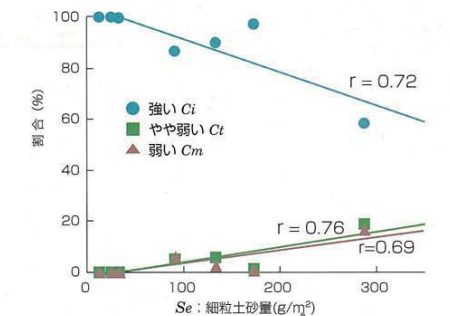


図2 河床付着物に含まれる微細な土粒子量と付着力の強い、やや弱い、弱い藻類の割合の関係

担当：皆川 朋子

Q

水際タイプが異なると、魚類の生息状況に違いはあるのでしょうか？

A

違いがあります。また、流速や川底の状況によっても異なります。

背景と目的

自然共生研究センターでは、実験河川や実河川において、水際域を対象とした調査を行っています。これはより良い川づくりを効果的に進めていくためには、一つでも多くの水際環境の調査を行い、その機能を明らかにしていくことが重要だと考えているからです。今回は水際植物の繁茂状況に注目し、それが異なる水際のタイプについて現地調査を行いましたので、その結果について報告します。

方法

岐阜県の牧田川において、水際植物の繁茂状態が異なる4箇所を選定し、Type1～Type4に区分しました(図1)。それぞれのType毎に縦断方向6m、水際からの横断方向2mの調査区を5箇所設置し、それぞれの調査区を縦断方向2mのセルに3分割しました。その各セルについて、潜水観察による魚類調査と、物理環境調査として水深や流速、河床材料等を測定しました。

結果と考察

図2は1セル当たりの平均個体数を示しています。Type1(山付部カバー有)で最も多く、Type3(水中と陸上に植生有)が続きます。一方、最も少なかったのはType4(陸上のみ植生有)でした。次に、遊泳魚と底生魚の割合は、個体数の多いType1とType3では遊泳魚が80%程度を占めたのに対し、Type4では底生魚が80%程度を占めました(図3)。個体数別グループと各水際タイプのセル数では、同じType内の15セル(5調査区×3セル)における個体数が同数程度ではなく、ばらつきがあることが判りました(表1)。

なぜ同じ調査区でも各セルによって個体数にばらつきが見られたのでしょうか？物理環境調査の結果から、遊泳魚では個体数が多いセルは流速が抑えられていることが判りました。底生魚では礫の間といった極めて小さな空間の環境が重要であると考えられます。

したがって、川づくりにおいて水際処理を検討する際には、水際付近の工夫だけではなく、流速を抑える工夫や程良い河底の状況を作り出すことが望まれます。

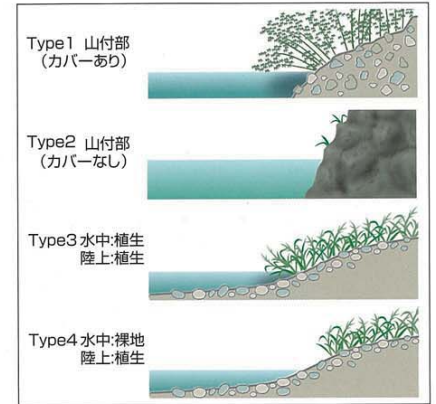


図1 水際タイプ区分

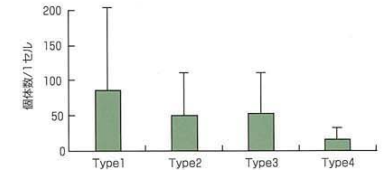


図2 魚類個体数 (平均)

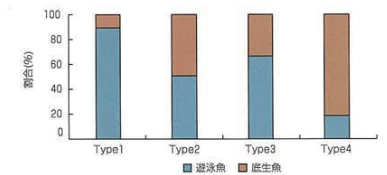


図3 遊泳魚と底生魚の割合

表1 個体数別グループと各水際タイプのセル数

遊泳魚	個体数		セル数			
	I	II~IV	Type1	Type2	Type3	Type4
Group1	30~200	15~132	9	4	1	4
Group2	30~150	0~8	5	0	3	2
Group3	0~15	10~31	10	8	0	2
Group4	0~20	0~8	36	3	11	7

底生魚	個体数		セル数			
	I	II~IV	Type1	Type2	Type3	Type4
Group1	10~50	9~30	12	1	6	3
Group2	10~25	0~6	4	0	0	4
Group3	0~8	7~24	10	5	1	4
Group4	0~5	0~6	34	9	8	8

全長 (I: <3cm II: 3~5cm III: 5~10cm IV: 10~20cm)

担当: 新田 良彦・秋野 淳一

# Q 天然記念物ネコギギは どんな形の川を好むのでしょうか？

蛇行した川



真っ直ぐな川

# A 真っ直ぐな川よりも蛇行した川に 多く生息していました。

## 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。地理的に特異な分布を示し、遺伝的な希少性も高いことから天然記念物に指定されています。近年、河川の改修工事や豪雨に伴う土砂災害などによって激減していると言われてます(環境省、水産庁ともに絶滅危惧IB類指定)が、生息分布と川の形状を関連付けた研究はありませんでした。保全すべき川の形状とその特性を理解することは、生息地の復元、修復を進めていくうえで大変重要です。そこで、河川改修などの人為的な改変がほとんど行われておらず、現在も尚、ネコギギが豊富に生息しているある自然河川区間において現地観測を行い、河川の形状およびその特性による生息状況の違いを分析しました。

## 方法

全長2.2kmの自然河川区間において物理環境調査とネコギギの生息確認調査を行いました。物理環境調査では、区間全域の地形測量を行い、同時に瀬や淵などの位置と水位を記録しました。この測量結果から川幅(水面幅)と水深、流路の曲がり具合を表す蛇行半径・中心角、川の勾配、河岸の傾斜といった川の形状と特性に関する情報を得ることができます。生息確認調査は、ネコギギの活動拠点である淵を中心として上下流の早瀬によって挟まれた領域を最小単位(生息場ユニット)として、必要に応じて水中ライトを使用しながら、昼夜の潜水観察により行いました。昼間には遊泳する個体は確認できなかったため、下流より必要に応じて河床材料を捲りながら隙の隙間などに潜むネコギギを探し、発見した場合にはその位置を記録しました。夜間調査では、各生息場ユニットにおいて確認されたネコギギ個体について稚魚(1歳未満)と成魚(1歳以上)に分けて個体数を計数しました。

## 結果と考察

図1に示すように、蛇行した区間と真っ直ぐな区間におけるネコギギの確認個体数(夜間)を比較したところ、稚魚、成魚ともに蛇行した区間においてネコギギの確認個体数が多いという結果になりました。今回計測した指標を用いて両区間を比べると、水深と生息場ユニットの長さが大きく異なっていたことから、蛇行した区間でできる「深くて広い淵」がたくさんのネコギギを育てていると言えそうです。

また、昼間確認された場所での夜間の確認個体は多くなりましたが、昼間に確認できなくても夜間に確認される場所が存在しました。平成17年度の成果(中小河川における希少魚ネコギギの生息環境、河川技術論文集Vol.11, pp.471-476, 2005)でも指摘したように、実際に保全すべきなのは昼間の棲み場所(隠れ家)ですが、昼間の発見率は夜間に比べて低いため、昼夜の調査を並行して行うことによりネコギギ生息場所の保全・修復について検討することが重要なようです。

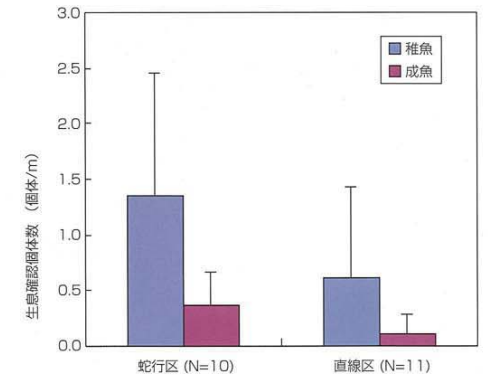


図1 川の形状によって異なるネコギギ生息確認個体数

# 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？



# 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きにくい存在です。

### 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きにくい事象です。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、州やフ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

河川の事象は、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	偏向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

■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実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。