

## ◆ 特集：自然共生センターにおける研究 ◆

## 実験河川における魚類の分布と生息環境の関係

河口洋一\* 萱場祐一\*\* 水野 徹\*\*\* 尾澤卓思\*\*\*\*

## 1. はじめに

「どのような要因が魚類の分布を制限するのか?」、この問いは河川生態学における主要な研究テーマで、これまで多くの研究が行われてきた。ある研究では、魚類(ナマズの一種)の分布はそれらが利用する餌資源(藻類)の生産速度に規定されることから、餌資源の重要性が指摘されている<sup>1)</sup>。また別の研究者は、河川内の物理環境に注目し、例えば河道内の倒立木の量や淵の容積が魚類の分布に強く影響することを指摘し<sup>2),3)</sup>、河川内の物理環境を把握することの重要性が示されている。さらに最近の研究では、単に河川内の環境にとどまらず、隣接する陸域の植生タイプや河畔林の構造が、河川に供給する陸生昆虫などの餌資源の供給量を規定し、魚類の分布に影響することも示唆されている<sup>4),5)</sup>。このように魚類の分布を規定する要因は河川環境によって大きく変化する。しかしながら、魚類をはじめ水生生物の生息環境の改善を考える場合、まず対象河川の物理環境特性を把握し、さらに水生生物がどのような環境を利用しているか知る必要がある。

河川に生息する魚類の分布は、河川内の物理環境の構造変化によく反応することが知られている<sup>6)</sup>。例えば北海道における豊島らの研究では、河床および河岸がコンクリート製の連結ブロックによって固められた直線化された小河川において、連結ブロックを除去し、木製床止工の設置による魚類の生息場所の再造成実験を行った、この結果物理環境特性の変化(水深は大きく、流速は小さく、そして底質は多様になった)に伴い、一部の魚種の生息密度が増加したと報告している。これは、再改修により、改修区において淵の発達に伴う流速の減少と水深の増大が生じ、魚類が移入し定着したためと考えられた。この研究は、河川内

の水深・流速・底質といった物理環境要素の変化は、直接魚類の分布に影響を及ぼすことを示している。

河川内の物理環境の変化は、縦断的な変化(例えば瀬-淵構造における水深や流速の変化)と横断的な変化(例えば水域-陸域移行帯における流速や水深の変化)に大きく分けられる。また、平面形状(例えば直線や蛇行)も魚類の分布に影響を及ぼすことが予想される。最近では、北海道の道東地域を流れる標津川において、蛇行流路の復元事業が行われており、生物に対するその効果が注目されている。しかしながら、今のところ定量的なデータをもって、直線河川と蛇行河川における魚類の生息量の違いを示した例は少ない。

本報では、河川の平面形状や物理環境特性が魚類の分布にどのように影響を及ぼすのかについて、これまでに自然共生研究センターで行われた2つの研究例を基に、(1)実験河川の直線区と蛇行区における魚類生息量の比較、(2)縦断方向における物理環境変化と魚類の分布、(3)横断方向における物理環境変化と魚類の分布について紹介する。

## 2. 実験河川の直線区と蛇行区における魚類生息量の比較

## 2.1 目的

実験河川 A (直線河道) と B (蛇行河道) は河道の平面形状が異なり、さらに実験河川 B は、上流部の蛇行河道と下流部の蛇行河道では縦断方向の構造が異なる。上流部の蛇行河道は平瀬、早瀬、淵がセットとなり、水深や流速の変化がみられるのに対し、下流部の蛇行河道は単に平面形状を曲げただけで、縦断方向の水深の変化は小さい。調査では、平面形状そして物理環境が異なる3つの調査区で、魚類の生息量調査と物理環境(水深・流速)を計測し、各調査区と魚類の分布の関係について考察する事を目的とした。

Fish Abundance and Stream Habitat Relationships in the Experimental Stream



## 2.2 調査方法

調査は、平成12年8月から11月にかけて自然共生研究センターを流れる実験河川AそしてBで行われた。実験河川A(直線河道)に長さ37.5mの調査区を2カ所、実験河川B(蛇行河道)の上流部には、平瀬(3.25m)、早瀬(10m)、淵(15m)をセットとした調査区(57.5m)を2カ所設定した。実験河川Bの下流部には、蛇行を含む長さ37.5mの調査区を2カ所設定した。実験河川Aの調査区を直線区、実験河川Bの上流部の調査区を蛇行区(瀬-淵)、実験河川Bの下流部の調査区を蛇行区(平坦河床)とする。流量は、春から秋(10月まで)は100L/s、冬季(11月1日~)は50L/sとし、また各調査区の河床勾配そして底質の組成は等しかった。魚類調査は、まず調査区間の上下流端にブロックネットを設置し、その後エレクトリックショッカーを用いて、各調査区の下流から上流にかけて3回採捕を行った。

採捕した魚類はその場で種の同定、標準体長、湿重量の計測を行い、計測後に採捕した場所に放流した。解析では、3回の調査で採集した魚類を全て合計して扱った。また、蛇行区(瀬-淵)における魚類調査では、平瀬、早瀬、淵といったチャンネルユニット単位で行い、各ユニットで採捕した魚類を合計して調査区における魚類の生息量として扱った。

魚類の生息環境調査は、流路内の物理的な環境要素として水深、流速の2項目を計測した。各調査区で流路に直角なトランセクトを流路に沿って等間隔に4から6本設け、水面幅を10cm単位で計測した。さらにトランセクト上に等間隔で5点とり、各地点における水深、流速を測定した。水深は最小計測単位1cmで計測した。流速は電磁流速計を用い、60%水深で計測した。

## 2.3 結果

魚類の生息量は、月そして調査区間で大きく異なった(図-1)。直線区と蛇行区(瀬-淵)では、8月を除いて魚類の生息量は大きく異なり、特に9月から11月にかけて蛇行区(瀬-淵)の魚類の生息量は直線区より極めて大きかった。また、河道形状が同

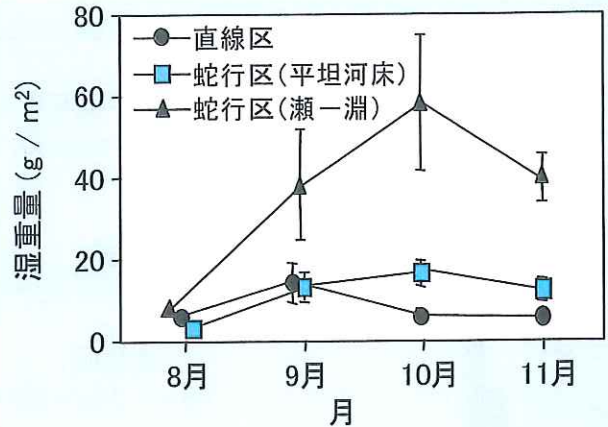


図-1 各調査区における魚類の生息量 (平均 ±1SE)

じ蛇行であっても、縦断方向の構造が変化する蛇行区(瀬-淵)と変化しない蛇行区(平坦河床)の間でも、魚類の生息量は大きく異なった。蛇行区(平坦河床)と直線区の生息量を比較すると、10月11月では若干の違いがみられるが、その他の月では違いは見られなかった。

各調査区における物理環境要素を比較すると、調査区間で傾向が異なった(図-2, 3)。調査区間の水深を比較すると、直線区と蛇行区(平坦河床)の

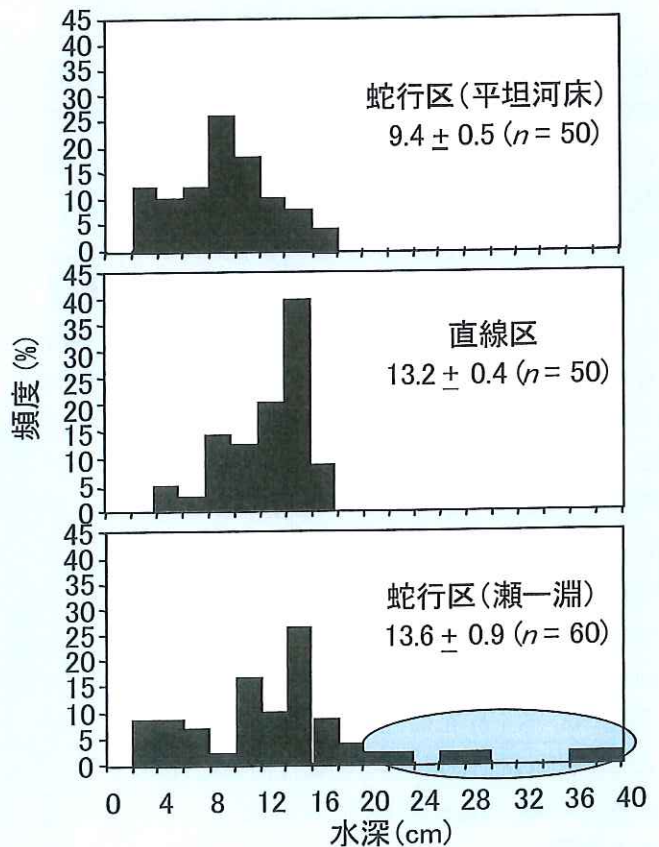


図-2 各調査区における水深の頻度分布図  
グラフ内の数値は平均 ±1SE を示す

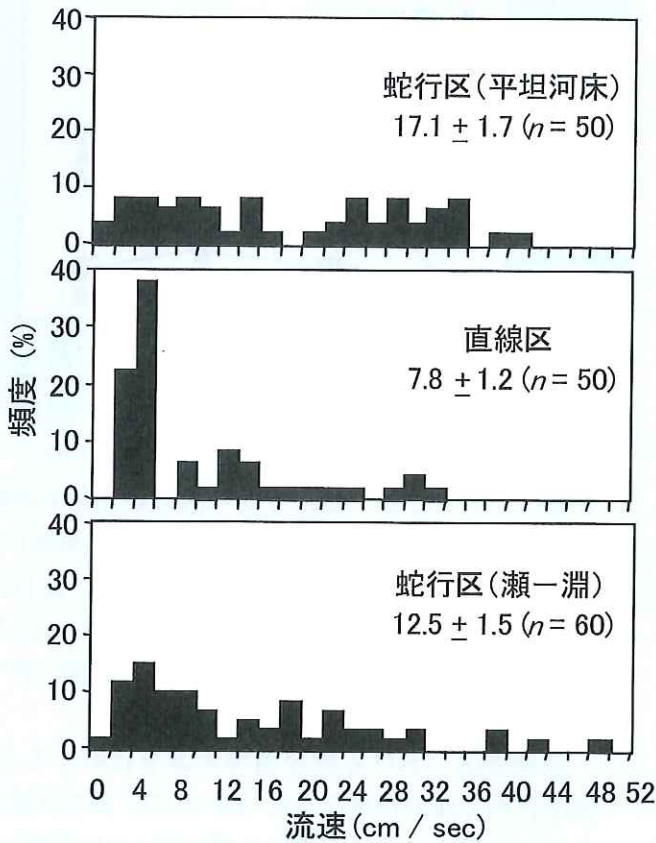


図-3 各調査区における流速の頻度分布図  
グラフ内の数値は平均 ±1SE を示す

水深は、2-18cm の範囲に存在するのに対して、蛇行区(瀬-淵)では円で囲まれるように水深が大きい(最大で 36-40cm)範囲が存在した(図-2)。調査区間で平均水深を比較すると、蛇行区(瀬-淵)、直線区、蛇行区(平坦河床)の順で小さくなった。

また図-3 から調査区間の流速頻度分布を比較すると、直線区は蛇行区(平坦河床)や蛇行区(瀬-淵)とは傾向が異なっていた。直線区では 2-6cm/sec といった流速の小さい範囲が他の範囲より多く分布するのに対し、他の区間では流速の小さいところから大きいところまで、幅広く分布していた。蛇行区(平坦河床)と蛇行区(瀬-淵)を比較すると、後者は流速の小さい範囲(2-8cm/sec)そして大きい範囲(42cm/sec 以上)が、若干ではあるが前者と比べて多く存在した。平均流速を比較すると、蛇行区(平坦河床)、蛇行区(瀬-淵)、直線区の順で流速が小さくなった。

#### 2.4 考察

魚類にとって、単に河道を曲げただけでは生息環境の改善に対する効果が小さく、

平瀬、早瀬、淵といった異なる環境が、縦断方向に連続することの重要性が示された。魚類の生息量が大きかった蛇行区(瀬-淵)では、他の区間より水深が大きい範囲が存在し、そして流速が小さい範囲から大きい範囲まで幅広く見られた。平面形状の違い、そして縦断方向の環境変化によって、調査区には異なる水深や流速の範囲が存在し、結果的に魚類の分布に影響を及ぼすと考えられる。

直線区では流速の小さい地点が多かったが、これは河岸の草本の一部が河川内に入ることによって、川岸部分の流速が低減したためと考えられる。

### 3. 縦断方向における物理環境変化と魚類の分布

#### 3.1 目的

前章では、河道の平面形状が魚類の分布に影響を及ぼすことが示唆されたが、この章では、さらに蛇行区(瀬-淵)の縦断方向の物理環境の変化と魚類の分布に注目し、その関係を考察することを目的とした。蛇行区(瀬-淵)で採集した魚類のデータ、そして流速、水深といった物理環境のデータを、平瀬、早瀬、淵ごとに分けて解析を行い、縦断方向の物理環境要素の変化と魚類の分布について検討した。今回の分析では、魚類の生息量が最も大きかった10月のデータのみを用いた。

#### 3.2 結果

魚類の生息量は、平瀬、早瀬、淵といったチャン

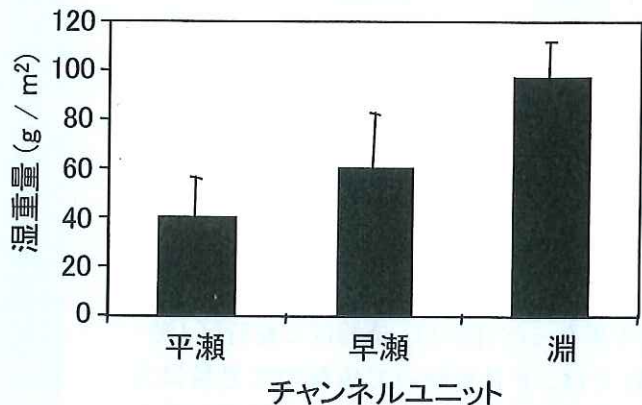


図-4 蛇行区における各ユニットの魚類の生息量  
(平均 ±1SE)



ネルユニット間で異なり、淵における生息量が他のタイプと比較して最も大きかった(図-4)。平瀬の魚類生息量が最も小さく、早瀬そして淵の順で大きかった。

各ユニットタイプにおける水深や流速の頻度分布を比較すると、タイプ間で分布の傾向が異なっていた(図-5, 6)。淵では水深の小さい地点から大きい地点まで幅広い水深の変化がみられたが、平瀬では水深の大きい範囲は見られなかった。早瀬は、水深の小さい部分と淵に移行する大きい部分が見られたが、全体的には幾つかの限られた範囲の水深(2-4, 8-12, 14-16, 28-30, 38-40cm)しか見られなかったのが特徴的だった。平均水深でみると淵が最も大きく、次に早瀬、平瀬という順で小さくなった。また、ユニットタイプ間の流速の頻度分布を比較すると、平瀬と淵では分布の傾向が似通っているのに対し、早瀬ではその傾向が大きく異なっていた。早瀬の流速は、小さい範囲と大きい範囲に分けられ、これは水深の大きい場所そして小さい場所にそれぞれ対応していると考えられた。平均流速をユニット間で比較すると、早瀬が最も大きかった。

### 3.3 考察

魚類の分布は、平瀬、早瀬、淵といった異なる物理環境特性をもつユニット間で明瞭に異なり、淵の生息量が最も大きかった。平瀬の魚類生息量は他の調査区と比較して小さかったが、これは水深そして流速といった物理環境要素の分布する範囲が、早瀬や淵より狭く、他のユニットより環境の変化が小さいためだと考えられた。早瀬は流速の大きい範囲が広く、また淵は水深の大きい範囲が広いといったそれぞれの物理環境特性が、魚類の生息量に反映したと推察された。

## 4. 横断方向における物理環境変化と魚類の分布

### 4.1 目的

前章では、河川の縦断方向における物理環境変化と魚類の分布に注目してきたが、この

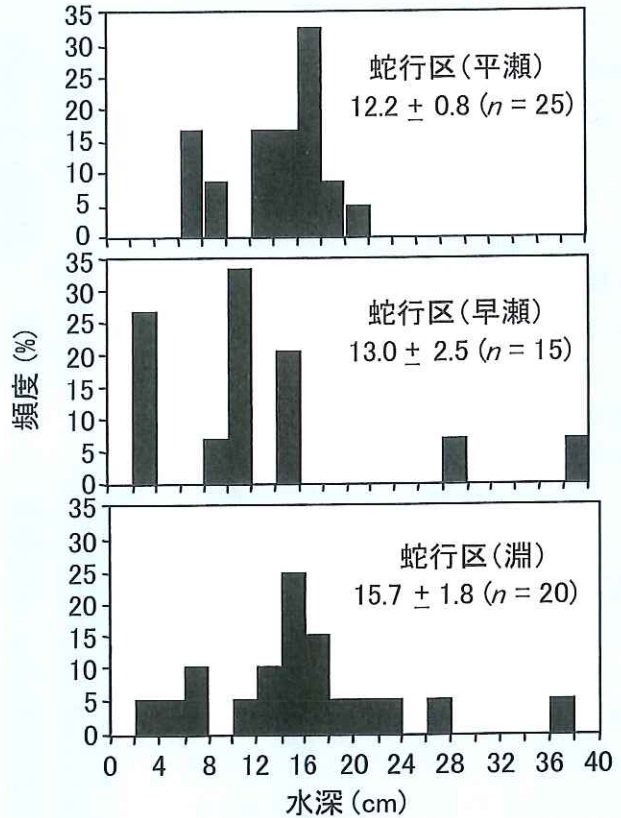


図-5 各調査区における各ユニットの水深の頻度分布図  
グラフ内の数値は平均 ±1SE を示す

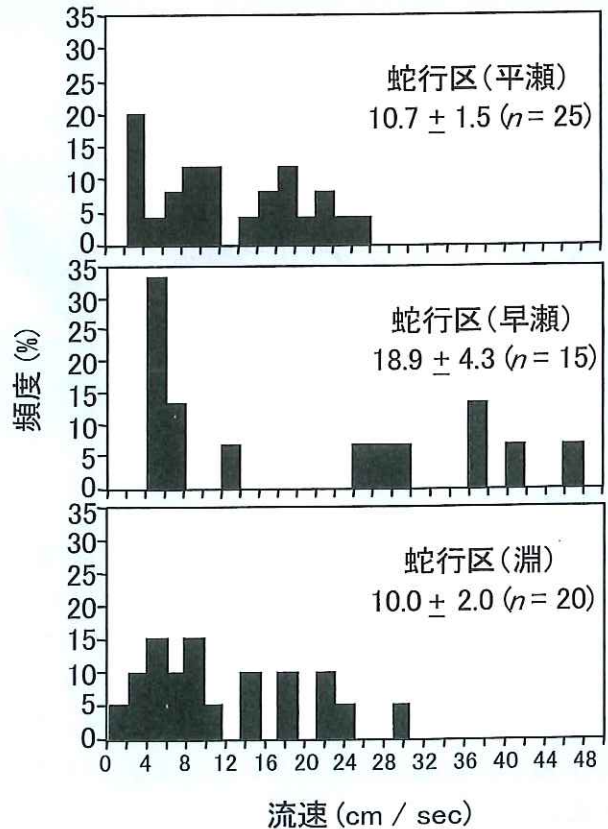


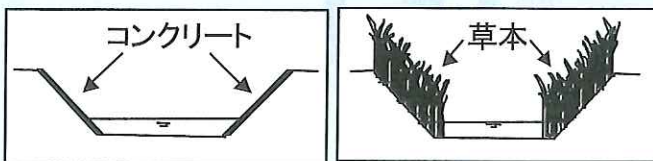
図-6 各調査区における各ユニットの流速の頻度分布図  
グラフ内の数値は平均 ±1SE を示す

章では横断方向の物理環境変化と魚類の分布に注目してみる。実験河川 A の河道形状は直線で、そこにはコンクリート護岸そして自然植生といった異なる法面状態が存在する。この異なる法面状態と魚類の分布、そして横断方向の物理環境の関係を調べるため以下の調査を行った。

#### 4.2 調査方法

調査は、平成 13 年 7 月から 11 月の間、2 カ月に一度自然共生研究センターを流れる実験河川 A (直線河道) で行った。実験

河川 A には、法面状態の違うコンクリート護岸区間と自然植生区間が存在し(図-7)、両区間に長さ 15m の調査区を 2 カ所設定した。両区間とも河床勾配そして底質の組成はほぼ等しかった。流量は、7 月から 11 月までは 100L/s だった。魚類調査は前章までと同じ方法で行い、物理環境調査の計測項目は前章までと同じで、計測地点を変更した。計測地点は、各トランセクト上に流路の中心である流心部と岸部(右岸、左岸)の 3 地点で計測した。岸部は、植生の繁茂している範囲(水際から 50cm 以内)で水深と流速を計測した。右岸そして左岸のデータは平均して扱った。



コンクリート護岸区                      自然植生区

図-7 異なる法面状態の横断面図

#### 4.3 結果

調査期間中、自然植生区における魚類の生息量はコンクリート護岸区より常に大きく、特に 11 月の生息量は他の月と比較して極めて大きかった(図-8)。これは、11 月の自然植生区で大型のコイやフナ類が多く採捕された事に起因する。コンクリート護岸の魚類生息量は月による変動が小さかった。

調査区間の水深を比較すると、コンクリート護岸区より自然植生区の方で水深が大きかった

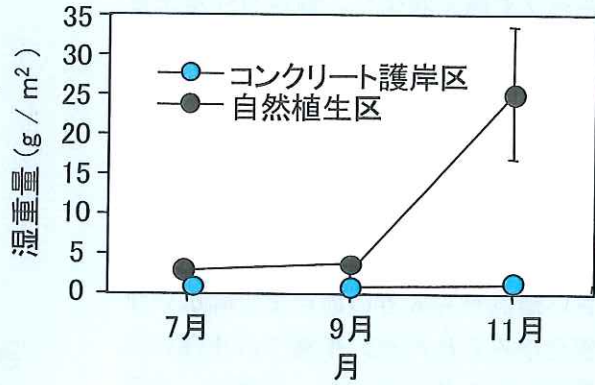


図-8 法面タイプと魚類の生息量 (平均 ± 1SE)

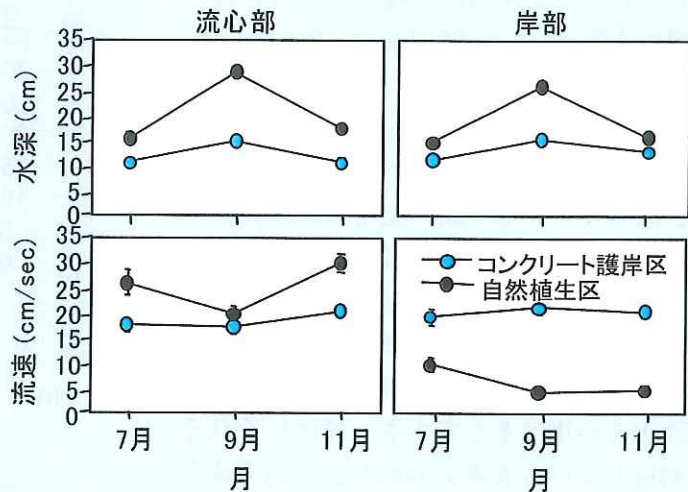


図-9 法面タイプと水深・流速 (平均 ± 1SE)

(図-9)。この傾向は流心部そして岸部でも同じだった。また流速は、流心部と岸部でその傾向が大きく異なり、流心部の流速は自然植生区の方が大きいのにに対し、岸部ではコンクリート護岸区の方が大きく、自然植生区の岸部の流速は常に小さかった。コンクリート護岸区では、水深そして流速とも流心部と岸部で変化は小さかったが、自然植生区では河岸の植物によって岸部の流速が低減され、その結果水位の堰き上げによって流路全体の水深が大きくなり、流心部の流速は岸部と比較して大きかった。

#### 4.4 考察

護岸の法面状態の違いは、河川の横断方向の水深や流速といった物理環境要素に影響を及ぼし、さらに魚類の分布にも影響を及ぼすことが示された。自然植生区では、川岸の植物による水位の堰き上げ効果によって水深が大きくなり、岸部では植物によって流速が低減し、逆に中央部の流速は



大きくなっていった。自然植生区の物理環境特性は、コンクリート護岸区と比較して変化が大きく、このような河川内の物理環境要素の異質性が、魚類の生息量を高めたと考えられる。

## 5. まとめ

河道の平面形状の違いや河川の縦断・横断方向の環境変化によって、河川内の水深や流速の分布パターンが変化し、結果的に魚類の分布に影響を及ぼすことが示された。わずかな水深や流速の変化も、魚類にとっては非常に重要であることが理解できる。また今回は扱わなかったが、物理環境要素の把握として底質やカバー、そして水際域の調査も必要だと思われる。魚類の生息環境の改善を考える場合、対象区間とその前後区間の物理環境特性の把握と、魚類による物理環境の利用を知る事は非常に重要で、さらに、魚類の生活史も考慮し、各生育段階でどのような環境を利用するか理解しておく必要もあると思われる。

## 参考文献

- 1) Power, M, E. : Habitat quality and the distribution of algae-grazing catfish in a Panamanian stream, *Journal of Animal Ecology*, 53, pp.357-374, 1984.
- 2) Inoue, M., Nakano, S., and Nakamura, F. : Juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) abundance and stream habitat relationships in northern Japan, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, pp.1331-1341, 1997.
- 3) Urabe, H., and Nakano, S. : Contribution of woody debris to trout habitat modification in small streams in secondary deciduous forest, northern Japan, *Ecological Research*, 13, pp.335-345, 1998.
- 4) Kawaguchi, Y., and Nakano, S. : Contribution of terrestrial invertebrates to the annual resource budget for salmonids in forest and grassland reaches of a head-water stream, *Freshwater Biology*, 46(3), pp.303-316, 2001.
- 5) Kawaguchi, Y., Taniguchi, Y., and Nakano, S. : Terrestrial invertebrate inputs determine the local abundance of stream fishes in a forested stream, *Ecology*, (in press).
- 6) 豊島照雄、中野繁、井上幹生、小野有五、倉茂好匡：コンクリート化された河川流路における生息場所の再造成に対する魚類個体群の反応，*日本生態学会誌* 46, pp.9-20, 1996.

河口洋一\*



独立行政法人土木研究所  
水循環研究グループ河川  
生態チーム科学技術特別  
研究員, 学術博  
Dr. Yoichi KAWAGUCHI

萱場祐一\*\*

同 河川生態チーム  
主任研究員  
Yuichi KAYABA

水野 徹\*\*\*



国土交通省中部地方整備  
局中部技術事務所環境共  
生課環境技術係長  
Tohru MIZUNO

尾澤卓思\*\*\*\*

同 河川生態チーム  
上席研究員  
Takashi OZAWA