

◆特集：河川環境の評価◆

# 河川水辺の国勢調査を用いた全国河川の魚類相の評価

佐合純造\*

## 1. はじめに

「河川水辺の国勢調査」は平成2年度(1990)から全国の河川の自然環境の現況や経年変化を大局的に把握することを目的として実施されており、その調査結果は公表されている<sup>1)</sup>。特に、このデータは全国の河川を統一した方法で調査しているため、極めて貴重であり、積極的な活用が期待されている。しかし、このデータが河川環境の客観的な評価にどの程度活用できるのか、まだ十分に確認されていない。本報文では「河川水辺の国勢調査」で得られている魚類データと河川の物理特性との関係を統計分析を行うことによって定量的な関係が得られるのか検討したものである。すなわち、確認された魚類の種類数(魚種数)を用いて、魚種数と流域・河川等の各種物理・水環境データとの相関分析を行った。また、魚種別構成比(各魚種の個体数の全個体数に占める割合)や多様性指数を求めて、河川や調査地点単位で魚類相と河川特性との関係についてマクロな評価を行った。その結果、いくつかの興味深い関係が得られたので紹介する。

## 2. 河川水辺の国勢調査の概要

「河川水辺の国勢調査」は国土交通省によって実施されている河川の生物や河川利用に関する一斉調査であり、(財)リバーフロント整備センターがとりまとめが行っている。調査内容は「魚介類(魚類及びエビ・カニ・貝類)」、「底生動物」、「植物」、「鳥類」、「両生類・爬虫類・哺乳類」、「陸上昆虫類等」の6項目の生物調査のほか、「河川調査」、「河川空間利用実態調査」も行われている。6項目の生物調査は全河川を毎年全項目一斉に実施するのではなく、5年で6項目の生物調査が一巡するような頻度で行われている。

## 3. 分析対象データ

本報文では「河川水辺の国勢調査」結果のうち、魚類調査のデータを対象とした。全体の魚類調査地点は全国109の一級河川全体で約1600地点であり、概ね10kmに1地点の密度である。ただし、河川水辺の国勢調査は国直轄管理区間が主対象と

なっているため、比較的中下流部に偏っている傾向がある。

各河川の魚類調査データは平成2年度(1990)から平成11年度(1999)までの最新年のデータを用いることとした。また、検討の対象魚は「純淡水魚」と「回遊魚」として、海域環境に強く影響される「汽水・海水魚」は対象魚種から除いた。

図-1は全国109の一級河川の捕獲個体数全体について各魚種の占める割合をみたものである。多い順にオイカワ(20.2%)、ウグイ(16.0%)、カワムツB型(8.2%)、ギンブナ(4.6%)、カマツカ(3.6%)、アユ(3.3%)となっている。この魚種別構成比の大きい順から累加値を求めていく

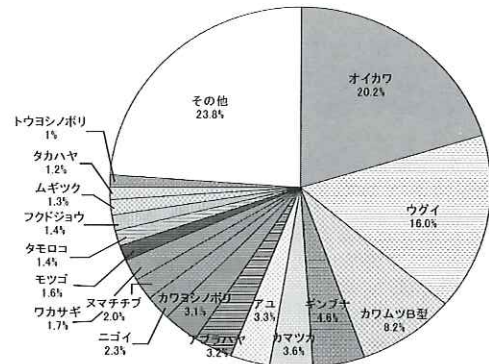


図-1 各魚種の占める割合 (全国109の一級河川)

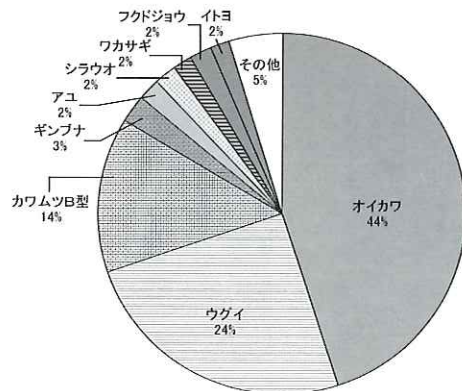


図-2 優占魚種別の河川数 (各魚種が優占魚種となっている一級河川の割合)

Evaluation of Fish Species Using the National Censuses on River Environment

と50%までで5種、80%までで22種、90%までで38種(全体魚種数の21%)となり、生息する魚種に偏りが見られる。

次に、生息が確認された河川数が多い魚種をみると、ウグイ(109河川中101河川)、カワムツB型(同100河川)、ヌマチチブ(同99河川)、アユ(同98河川)、オイカワ(同93河川)の順となっている。オイカワは全国の魚種別構成比が大きいにもかかわらず、ウグイ、カワムツB型等よりも確認河川数が少ない。これは北海道ではオイカワの生息が確認されていないためである。

図-2は優占魚種とその河川数の関係を見たものである。1位はオイカワ109河川のうち47河川(44%)、2位はウグイ同27河川(24%)、3位はカワムツB型同15河川(14%)であり、109河川のうち82%でこれら3魚種が優占魚種となっている。特に優占魚種の構成比が大きい河川をみると、小丸川ではオイカワが64.1%を占め、石狩川ではウグイが67.8%、土器川ではカワムツB型が49.3%を占めている。これら魚種が優占している理由として以下の理由が考えられる。

- ①ウグイはもともと全国に広く生息している魚種であり、特に強い酸性などの水質悪化にも耐えられる。
- ②オイカワやカワムツB型は河床や河岸の平滑化など自然改変にも強いこともあって、本来、西日本しか生息していなかったものが、琵琶湖産アユの放流等に伴って国内移入種として全国に広まった。

以上のように全国の一級河川の多くでオイカワ、ウグイ、カワムツB型等が優占魚種となっており、これらの構成比が大きい河川では、他の魚種との関係や多様性に大きな影響を与えていると考えられる。

## 4. 河川別評価

### 4.1 分析方法

ここでは分析のための評価指標として、「魚種数」、「多様度指数(Shannon-Wiener型)」、「魚種別構成比」の3つを用いた。

#### (1) 魚種数

一般的には自然環境が豊かな河川ほど魚種数など生物多様度が大きいと考えられている。しかし、各河川での物理、流況、水質等の条件の違いによって魚種数などは異なり、たとえば、いくら自然豊かな河川でも流域や河川の物理条件等によっては魚種数の少ない場合もある。自然環境を定量的に比較するため、魚種数と流域・河川の物理条件、流況、水質等との関係を相関分析によって明らかにする。

#### (2) 魚類の多様度指数

前述の「魚種数」では魚種ごとの個体数が考慮されないため、魚種間の関係や構成状況について

十分な評価ができない。このため魚種数に比べてより実態に即した指標として「多様度指数」が多く用いられている。多様度指数には種々の方法が提案されているが、ここでは情報量の理論から得られる「Shannon-Wienerの多様度指数( $H'$ )」を用いることにする。これは種数-個体数分布のバラツキから得られる情報量を多様度に置き換えて数値化したものである。Shannon-Wienerの多様度指数( $H'$ )は式(1)で示される(以下「多様度指数」と略する)。

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \times \ln P_i \quad (1)$$

ここで、 $P_i$ は魚種*i*の魚種別構成比(全個体数を $N$ 、魚種*i*の個体数を $n_i$ とすると、 $P_i = n_i / N$ )、 $S$ は魚種数である。

#### (3) 魚種別構成比

現状の「河川水辺の国勢調査」では、各調査地点での調査範囲(面積)、調査回数、調査時期、調査方法等の自由度が大きいため、捕獲個体数はそのままの数値で、生息量(または生息密度)の指標として直接利用するには問題が多い。そこで各河川や調査地点で各魚種の捕獲個体数の全捕獲個体数に占める割合(以下、魚種別構成比という)を求めて、魚類相の特性を分析する。

### 4.2 分析結果<sup>2)</sup>

#### (1) 魚種数

全国109の一級河川で捕獲された淡水魚及び回遊魚の総魚種数は183種であった。河川別では、最少の17種(鶴川)から最大の64種(阿賀野川)と差が大きい。

図-3は、全国109の一級河川の全てのデータを用いて、先に示した「流域・河川の物理指標」<sup>3)</sup>と「魚種数」の相関係数を示す。図-4は同じく「水環境指標」<sup>4) 5)</sup>と「魚種数」の相関係数を示す。同図には信頼係数( $1 - \alpha$ )を0.95にした場合の信頼区間を併記した。

魚種数と流域面積及び河川延長、河道密度とは有意な正の相関、緯度(河口地点)、河床勾配、山地面積率とは有意な負の相関が得られた。すなわち、河川規模や河道密度が大きく、平地河川で河床勾配が緩い河川ほど、低緯度の河川ほど魚種数が多い傾向を示した。

また、河畔市街地率、横断施設間隔とは有意な正の相関が得られた。これらは人為要因であるが、河畔市街地率については、その率が大きくなるほど魚種数が多くなる傾向にあり、予想に反した結果であった。人口密度、低水護岸整備率とは有意な相関は得られなかった。

魚種数と各比流量、水質との相関はいずれも小さく、有意な相関が得られなかった。魚種数と各流量比とは、流量比が「豊水流量/渇水流量」、

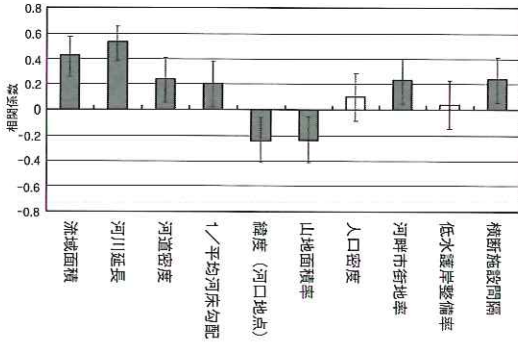


図-3 河川物理指標と魚種数の相関係数  
(着色バーは有意な指標(P < 0.05))

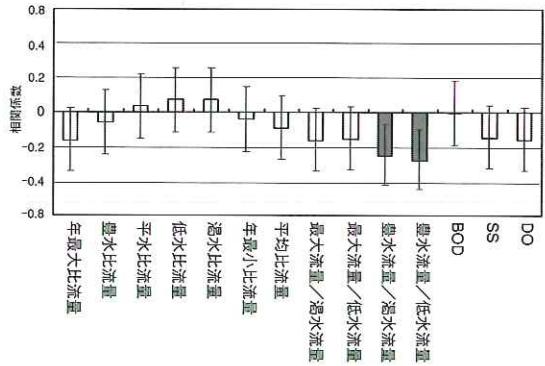


図-4 水環境指標と魚種数の相関係数  
(着色バーは有意な指標(P < 0.05))

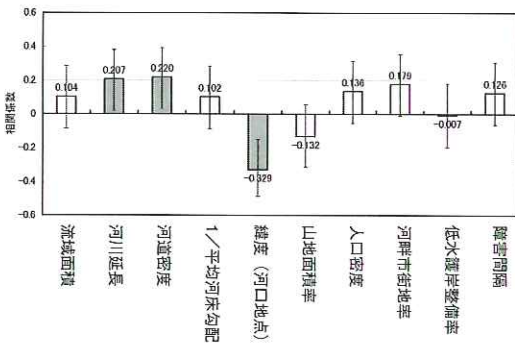


図-5 流域・河川指標と多様度指数の相関係数  
(着色バーは有意な指標(P < 0.05))

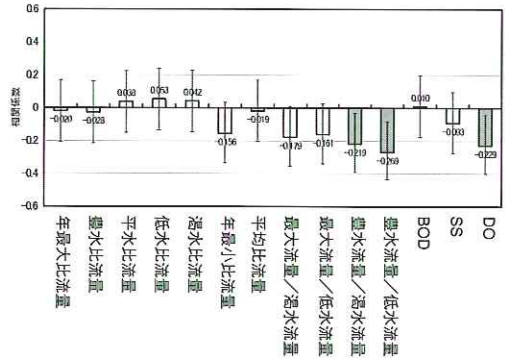


図-6 水環境指標と多様度指数の相関  
(着色バーは有意な指標(P < 0.05))

「豊水流量/低水流量」で負の相関を示し、流量変動が小さいほど魚種数が増える傾向を示した。

(2) 多様度指数

河川・流域指標と多様度指数との相関係数を求めた。その結果を図-5に示す。また、流況指標との相関を図-6に示す。多様度指数と有意な正の相関となる指標は河川延長、河道密度であり、負の相関となるのは緯度(河口地点)、DOであることが示された。また、流況指標については有意ではないがどの指標も相関を示した。

流況、水質とも魚種数、多様度指数との相関が高くないのは、1河川で1測定地点(中下流)のデータで代表させているため、河川縦断方向で変化がとらえられていないためとも考えられるが、詳細は今後の課題である。

(3) 魚種別構成比

1) 各河川の魚種別構成比の特性

我が国の代表的な河川である「石狩川」、「北上川」、「信濃川」、「利根川」、「木曾川」、「淀川」、「江の川」、「高梁川」、「吉野川」、「筑後川」における魚種別構成比の分布を図-7に示す。併せて各河川が多様度指数も示す。他の一級河川の魚種別構成比についても図-7と同様に整理したとこ

ろ、以下のことがわかった。

- ①北海道、東北、北陸の河川では優占魚種(構成比が最大の魚種)がウグイであることが多い。これら地域の1級河川の37河川中、26河川(70%)でウグイが優占魚種である。
- ②関東、中部、四国、九州ではオイカワが優占魚種であることが多い。これら地域の1級河川の49河川中、36河川(73%)でオイカワが優占魚種である。一方、北海道の13河川全てでオイカワが確認されていない。
- ③近畿、中国の河川でカワムツB型が優占魚種であることが多い。これら地域の1級河川の23河川中、12河川(52%)でカワムツB型が優占魚種である。特に中国地域の日本海側は6河川の全てでカワムツB型が優占している。

2) 魚種別の相関分析

全国109の一級河川の各魚種別構成比と流域・河川の指標との相関を求めた。対象とする魚種は109河川のうち50河川以上で生息している魚種31種に限定した。流域・河川指標ごとに正または負の有意な相関(P < 0.05)が得られた魚種を表-1に示した。

なお、河床勾配は多くの場合、分子を1にした

分数表示となっているため、この分母と各魚種の相関を求めた。

また、年間の流量変動を表す指標として式 (2) のAを「流況勾配」と定義して用いた。

$$\log q = B - At \quad (2)$$

すなわち、各河川のAは、qに過去平均の豊水比流量 (t=95)、平水比流量 (t=185)、低比流量 (t=275)、渇水比流量 (t=355) を代入して最小二乗法によって求めたものである。

### 5. 調査地点別評価

#### 5.1 分析方法

河川の縦断特性と魚類相の定量関係について、河川生態学では個別河川における調査例はあるが統一的には十分解明されていない現状にある。

ここでは調査地点別データに着目し、河道の縦断特性と魚類相の関係を地点ごとに分析した。

このため、魚類相データと以下に示す河道指標と組み合わせて、全国109河川データを一括して分析することにより、魚類相と河道特性の関係を比較評価した。

魚類相データは本川に沿った連続した調査地点から求めた魚種別構成比と多様度指数である。調査地点数は河川縦断方向に約10kmピッチで荒いが全国109の一級河川を合わせると842地点である。

#### (1) 河川形態

可見は図-8に示すように河川形状を「蛇行区間における瀬と淵の分布」と「瀬から淵への流れこみ方」の2つの特徴を組み合わせて、Aa型、Bb型、Bc型、及びAa-Bb移行型、Bb-Bc移行型、その他(湛水部や河口部)の6つに分類しており、これを「河川形態型」と呼んでいる<sup>6)</sup>。Aa型およびAa-Bb移行型は上流部に、Bb型およびBb-Bc移行型は中流部に、Bc型および河口部は下流部に

表-1 流域・河川指標と魚種別構成比の相関

指標	正の相関を示す魚種	負の相関を示す魚種
流域面積・河川延長	ウグイ、ニゴイ、モツゴ	
河道密度	オイカワ、カワムツB型、ギンブナ、カマツカ、トウヨシノボリ、メダカ、ブラックバス	ウグイ、ドジョウ、ウキゴリ、ヤマメ、スナヤツメ
1/河床勾配	ドジョウ	
河口緯度	ウグイ、ヤマメ、ドジョウ、ウキゴリ、スナヤツメ	オイカワ、カマツカ、カワムツB型、ギンブナ、シマヨシノボリ、ドンコ、メダカ、ゴクラクハゼ
平均年最大比流量	オイカワ、シマヨシノボリ、メダカ、ゴクラクハゼ、ウナギ	ウグイ、ヤマメ、スナヤツメ
年平均比流量	ウグイ、アユ、スマチチブ	
平均年最小比流量		
流況勾配	シマヨシノボリ、オオヨシノボリ	
山地面積率	アユ	ギンブナ、モツゴ、メダカ、ブルーギル
BOD	ギンブナ、モツゴ、コイ、メダカ、ブラックバス	ウグイ、アユ
SS	トウヨシノボリ、コイ	
DO	ウグイ、ヤマメ、スナヤツメ	オイカワ、ギンブナ、カマツカ、モツゴ、シマドジョウ、コイ、メダカ
流域人口密度	モツゴ、タモロコ、コイ、ギンブナ、メダカ	
河畔市街地率	モツゴ、オイカワ、ギンブナ、タモロコ、コイ、メダカ、ブラックバス	ウグイ、ヤマメ
低水護岸整備率	オイカワ、ギンブナ、メダカ	ウグイ

(注) アンダーラインの魚種は相関係数が0.5以上のものを示す。

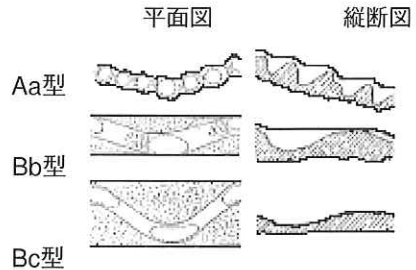


図-8 「河川形態」の分類 (可見 (1944) による<sup>6)</sup>)

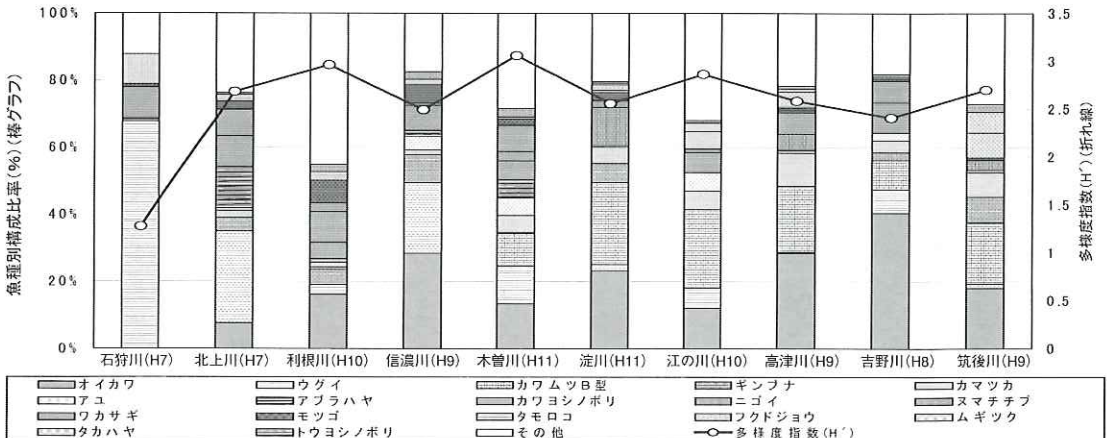


図-7 主要河川の魚種別構成比分布 (河川名後のカッコ内は調査年度)

多く存在する。

(2) 河道セグメント

上下流方向(縦断方向)の特性を比較する場合、経験的な「上流、中流、下流区分」や「河口からの距離」では河川間で比較する場合、客観性のある指標とはならない。それに対して山本は河道の縦断特性について、河床勾配を主要素にした「河道セグメント」の区分を提案している<sup>7)</sup>。

河道セグメントは主に河床勾配で区分されるが、当然ながら河床材料、河岸物質、蛇行速度、河岸侵食程度、水深とも関連している。各河道セグメントとその特徴を表-2に示す。ここでは全国河川を取り扱う関係上、単純にセグメント1~セグメント3の3区分とした。

5.2 分析結果<sup>8)</sup>

(1) 多様度指数

1) 河川形態との関係

河川形態と多様度指数の関係を求めた結果を図-9に示す。調査地点別の多様度指数は極めてバラツキが大きい。河川形態別の平均多様度指数は河川形態別の最大は「Bb-Bc移行型」で1.9、最小は「Aa型」で1.3であった。

2) 河道セグメント

河道セグメントと多様度指数の関係を図-10に示す。大きなバラツキがみられる。特にセグメント2でバラツキが大きいのは、①セグメント2には谷底平野、自然堤防帯、デルタと多くの地形区分を含まれ、河道構造も多様であること、②河道セグメント以外の様々な要因があること、等が考えられる。多様度指数をセグメント別に平均値で比較するとセグメント2で最大(1.9)となっている。これはセグメント2の区間が前述したように、河床材料や河道形状も多様な区間であるため、多様度を高める要因にもなっているものと考えられる。

表-2 河道セグメントの区分<sup>7)</sup>

地形区分	セグメントM	セグメント1	セグメント2		セグメント3
			セグメント2.1	セグメント2.2	
	山間地	扇状地	谷底平野		デルタ
河床の代表粒径	様々	2cm以上	3cm~1cm	1cm~0.3mm	0.3mm以下
河床勾配	様々	1/60~1/400	1/400~1/5000		1/5000~
低水路の水深	様々	0.5~3m	2~8m		3~8m

(2) 魚種別構成比

1) 河川形態との関係

魚種別構成比の大きい主要10魚種の構成比と河川形態との関係を調べた結果を図-11に示す。縦軸は各魚種、各河川形態に該当する調査地点の魚種別構成比を平均したものである。

オイカワ、ウグイは河道縦断的に広く生息している。オイカワはBb-Bc移行型及びBb型で最も多く、上流のAa型や河口部は少なくなっている。一方、ウグイは河口部及びAa-Bb移行型に多く生息しており、生息の多い区域が2山になっている。これは陸封型と降海型が生息しているためと考えられる。カワムツB型、カマツカはオイカワの分布に近い。また、ギンブナ、ニゴイは2山ではないがウグイの分布に近い。カワヨシノボリ、アブラハヤAa型、Aa-Bb移行型、Bb型に偏っている。アユは比較的均等に分布している。なお、対象とした全調査地点数842のうちAa型は37地点、Aa-Bb移行型は85地点、Bb型は340地点、Bb-Bc移行型は117地点、Bc型は243地点、河口部は9地点、不明は20地点であった。

以上のように魚種別構成比と河川形態の関係を定量的に整理して、マクロではあるが河川形態の違いによる魚類相の変化を求めることができた。

2) 河道セグメントとの関係

同様の主要10魚種について、河道セグメント区分と平均的な魚種別構成比の関係を図-12に示す。カワムツB型とアブラハヤはセグメント1で最も分布が大きくなっているが、その他多くの魚種ではセグメント2が最大である。ヌマチチブ、ニ

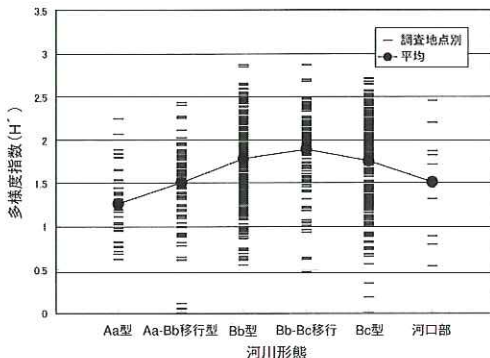


図-9 「河川形態」別の多様度指数

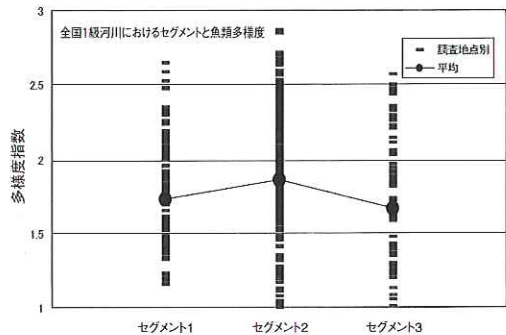


図-10 「河道セグメント」別の多様度指数

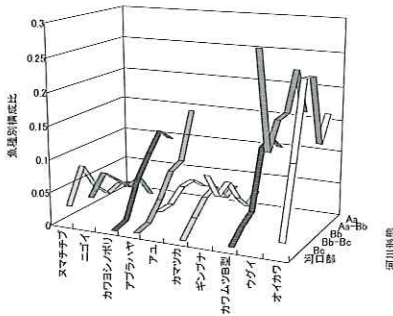


図-11 「河川形態」別の主要魚種別構成比 (主要10魚種)

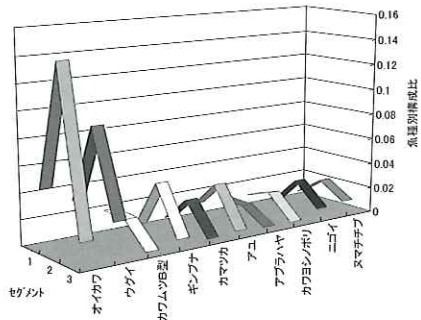


図-12 「河道セグメント」別の魚種別構成比 (主要10魚種)

ゴイ、ウグイではセグメント1にも全体の約20%が分布していることがわかった。

## 6. まとめ

全国109の一級河川の魚類相の特性について主な結果は以下のとおりである。

- (1) 全国109の一級河川で捕獲確認された魚種は183種で、捕獲個体数の多い魚種はオイカワ、ウグイ、カワムツB型、ギンブナ、カマツカの順で、5魚種で全体の50%を占めている。また、河川によっては1魚種だけでその比率(構成比)が60%以上の場合もある。オイカワは北海道以外の全国で広く生息しており、特に西日本に多い、また、ウグイは東日本で多く、カワムツB型は中部、近畿、中四国の一部で多いことが確認された。
- (2) 魚種数と流域・河川指標との関係は「河川延長」、「流域面積」、「河畔市街地率」、「河道障害施設間隔」は正の相関、「緯度(河口地点)」、「山地面積率」は負の相関を示した。魚種数と「豊水流量/濁水流量」、「豊水流量/低水流量」とは負の相関となり、年間流量変動幅が大きいほど魚種数が減少する傾向となった。多様性指数と流域・河川指標との関係についても魚種数と同様な傾向が見られた。
- (3) 魚類相と河道特性については、魚種別構成比と河川形態及び河道セグメントの関係を求めてそれぞれとの間の特徴を整理した。また、多様性指数は「Bb-Bc移行型」及び「セグメント2」でその値が最大となる傾向が見られた。

以上のようにマクロな分析ではあるが、全国河川の魚類相と河川特性の関係について定量的な特性を求めることができた。今後、調査データの蓄積や分析がなされて、それらの成果が今後の調査にフィードバックされて、より客観的な河川環境の評価につながることを望まれる。

謝辞：以上の解析においては国土交通省河川局河川環境課監修、(財)リバーフロント整備センター編集、山海堂発行の平成2・3年度から平成11年度までの「河川水辺の国勢調査年鑑」のデータを使用した。これらの調査とりまとめに携わった関係者各位に感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 国土交通省河川局監修、(財)リバーフロント整備センター編集：河川水辺の国勢調査年鑑(平成2・3年度～平成11年度)、山海堂、1993～2001。
- 2) 佐合純造、永井明博：河川水辺の国勢調査を用いた全国河川の魚種数の特性とその評価手法、土木学会論文集 No.727/ VII-26, pp.49-62, 2003.2
- 3) (社)日本河川協会監修：河川便覧(平成6年版)、国土開発調査会、1994.9。
- 4) 建設省河川局：流量年表、(社)日本河川協会
- 5) (社)日本河川協会編：日本水質年鑑、山海堂、2000.4。
- 6) 沼田真監修、水野信彦、御勢久右衛門：河川の生態学、築地書館、1993.4
- 7) 山本晃一：沖積河川学、山海堂、1994.9
- 8) 佐合純造、永井明博：全国河川の魚類相と河川特性の関係、土木学会論文集 No.748/ VII-29, pp.11-23, 2003.11

佐合純造\*



独立行政法人土木研究所  
水循環研究グループ長、  
博(環境理工学)  
Dr. Junzo SAGO