

II-33

真駒内川における魚類の生息環境

北海道開発局 開発土木研究所 ○正会員 野上 毅  
 正会員 渡邊 康玄  
 旭川開発建設部 治水課 正会員 新目 竜一

はじめに

生物の生存は、その生息環境に強く依存している。そのため生物層の豊かな川づくりを進めるためには、生息環境にどのように配慮していくかという方針が必要である。方針を作るためには、水辺の生物間のつながり、および生物の生息・生育環境を形成する物質とのつながりを明らかにすることが重要であり、これらの因果関係を把握していく必要がある。本報告では豊平川の支川である真駒内川を対象に流速、水深、河床材料、水温、物質量(浮遊砂、有機物、栄養塩など)などと魚類生息密度などとの関係を調査した。

1 調査の概要

1-1 流域の概要

本調査の対象とした豊平川支川の真駒内川は、流路延長 20.8km、流域面積 37.1km<sup>2</sup>、平均河床勾配 1/19 の急流河川であり、豊平川に KP.21.0 地先にて豊平川に合流している。1975

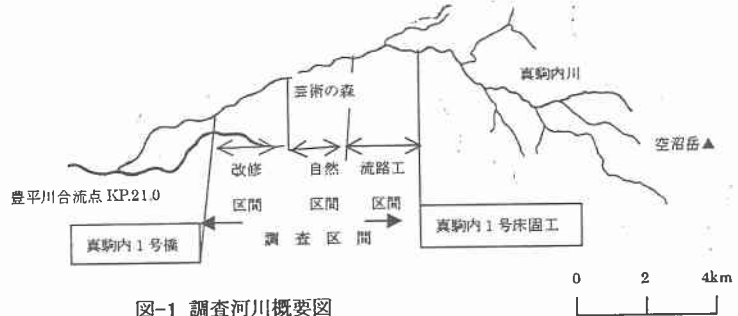


図-1 調査河川概要図

年に続き 1981 年 8 月には、土砂災害が発生しており、河岸付近に位置していた建物基礎が洗掘されるなどの被害が発生している。その後、急速に砂防事業が実施され、現在、上流部に砂防ダム 8 基、中流部に流路工が整備されている。

1-2 調査概要

豊平川合流点上流 3.6km 地点から 10.4km 地点までを調査区間とし、15 の調査地点を設け、瀬、淵が 1 対存在する砂州の規模を調査の基本単位として魚類調査を行い、魚類調査(1 ユニット=川幅 4~21m X 7~44m; 瀬、淵の形成状況を考慮し、個所毎に縦断方向の距離が異なる。)と底生生物調査(1 ユニット=1mX1m)を行い、それぞれ各地点で流速、水深、河床材料、天空率など生息環境について調査した。なお本調査における瀬、淵の分類は比較的浅くて流れが速く、波が立っている早瀬、それに対して水深が約2倍、流速が約半分の部分を淵とし、両者

表-1 調査区間の諸元

	改修区間	自然区間	流路工区間	上流自然区間 (調査区間外)
調査地点番号	15~11	10~6	5~1	
河床勾配	1/61	1/72	1/45(区間勾配) 1/100(施設勾配)	
区間長	2.6 km	2.2 km	2.0 km	
流域面積(下流端)	33.7 km <sup>2</sup>	31.7 km <sup>2</sup>	29.7 km <sup>2</sup>	26.7 km <sup>2</sup>
瀬/淵の面積割合	1/1.6	1/1.5	1/7	
60%粒径	瀬	288 mm	257 mm	103 mm
	淵	129 mm	151 mm	142 mm
水面幅	瀬	7.4 m	10.2 m	15.5 m
	淵	9.4 m	7.9 m	13.6 m
特徴	河川改修、堤防、落差工	図状流路	流路工	採石場あり 山地(森林)

以外の箇所を平瀬として瀬に含めた。調査区間は、下流から改修区間、自然区間、流路工区間の3区間に分けられる。改修区間は河川改修済区間で一部、護岸や 5 基の落差工が設置されているが、改修から約 30 年経過しており、流路工区間と比較して河岸植生がかなり回復している。自然区間はほとんど手が入っていない区間で、切り立った自然河岸を持つ河道が特徴である。流路工区間は延長 2km で 17 基の落差工が設置され、すでに完成から 20 年経過している。

Study on Fish Habitats of Makomanai River

By Takeshi Nogami, Watanabe Yasuharu, Shinme Ryuichi

## 2 魚類調査

### 2-1 調査方法

1998年9月と12月の昼間に15の調査地点の淵と瀬において、3本の測線を設け、「建設省河川砂防技術基準(案)<sup>1)</sup>」を参考に1m(水面幅の広い流路区間では2m)間隔で底質、水深、流速(6割水深)を測定した。そして地点ごとに平均あるいは、構成割合を算出した(1625サンプル÷60地点=平均27サンプル/地点)。

遊泳性の高い魚を対象に投網を10回ほど投げるとともに、調査箇所内全面にわたりエレクトロフィッシャーによる、魚類の採捕を行った。採捕した魚の個体数と体長を測ることにより魚類調査とした。本検討ではこの方法により、調査箇所におけるほとんどの魚類を捕獲したと仮定し、調査箇所面積で割って生息密度を算出した。魚類の生息環境の把握を行う場合、その生活史を考慮して調査を行う必要がある。今回の報告は、その第一歩として昼間の生息環境について淵、瀬の違いなどに着目した。

### 2-2 生息環境調査

#### 2-2-1 生息環境を表す指標

魚の生息に瀬と淵が非常に重要だと言われているが、瀬と淵を区分し、魚の生息にも影響を持つと言われている流速と水深を考慮し、フルード数で整理することを試みた。

フルード数( $Fr = V/\sqrt{gH}$  :  $V$ :流速、 $g$ :重力加速度、 $H$ :水深)はサクラマス<sup>2)</sup>の生息密度と正の相関があるとされている<sup>2)</sup>。フルード数は1より大きい小さいかで常流と射流を区分する水理学的な意味を持つ。射流では下流側の水面の乱れが影響を受けないが、常流では下流の乱れが上流に及ぶという流れの性質を区分するものである。図-2は淵、瀬での水深と流速データの分布を表したものであるが、今回の調査においては、 $Fr < 0.17$  が淵、 $Fr > 0.17$  が瀬という分布傾向が見られた。 $Fr$ の物理的、生物学的意味は現段階では不明であるが、本報告では、生息場の環境条件を表す指標として、流れの性質を表す無次元量であるフルード数を用いた。

#### 2-2-2 河床材料調査

本研究では、河床材料調査の結果から算出した指標として、粒度分析で粒子の配合状態を表す均等係数の逆数( $d_{10}/d_{60}$ )を用いた。 $d_{10}/d_{60}$ が1に近いほど均質な材料であることを表している。図-3は淵、瀬別に $d_{10}/d_{60}$ と $Fr$ の分布を示した。本調査では、瀬などの河床が粗い場合、1に近い傾向が見られ、逆に、淵などの粒子が細かい成分の多い場所で0に近い傾向が見られた。また図-4は浮石率(浮石の割合)と $d_{60}$ の関係を示した図であり、両者に正の相関がある。

また図-5は $B/h$ 、 $Fr$ 、 $d_{60}$ を示した図である。淵において $B/h$ 、 $Fr$ 、 $d_{60}$ が小さいことがわかる。 $B/h$ も $Fr$ と共に河床形態、砂州形態を区分するときによく用いられる水理量である。

図-6に魚類調査データの縦断分布を示す。9月から12月にかけて、細粒分の減少が見られ、また特に瀬において浮石率が高まっている。また淵、瀬いずれにおいても $d_{10}/d_{60}$ が全体的に大きく増加している。全体的に10cm以下の土砂が流れ、10cm以下の土砂が減少したと考えられる。また $Fr$ の変化を見てみると、調査日の流況の違いから平均的には、瀬、淵ともに減少している。

### 2-3 生息環境の考察

魚類調査の結果、調査区間では、ハナカジカとフクドジョウの2種の生息密度が高く、魚種数的に貧弱な川であり、本報告ではその2種を対象に分布状況を示す。改修区間(調査地点11~14番)に存在する落差工の影響で下流側から回遊魚などが遡上できないことが原因の1つと考えられる。ここではこの2種に関して、生息環境との関連を述べる。

図-7は魚類と生息環境との関係を表す図である。ハナカジカの生息密度は $Fr$ 、流速と正の相関、水面幅、水深と負の相関があった。またフクドジョウの生息密度は水面幅と負の相関、 $B/h$ と正の相関があった。表-2は生息密度と各特性値を

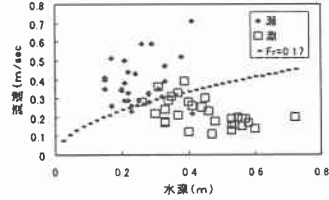


図-2 調査地点の水理条件

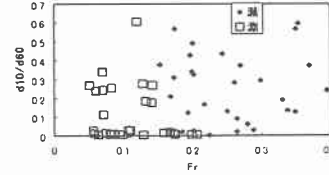


図-3 調査地点のFrとd10/d60

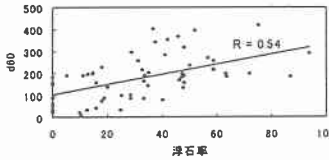


図-4 浮石率とd60

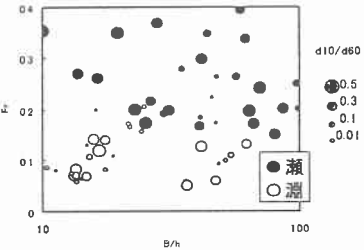


図-5 調査地点のB/h、Fr、d10/d60

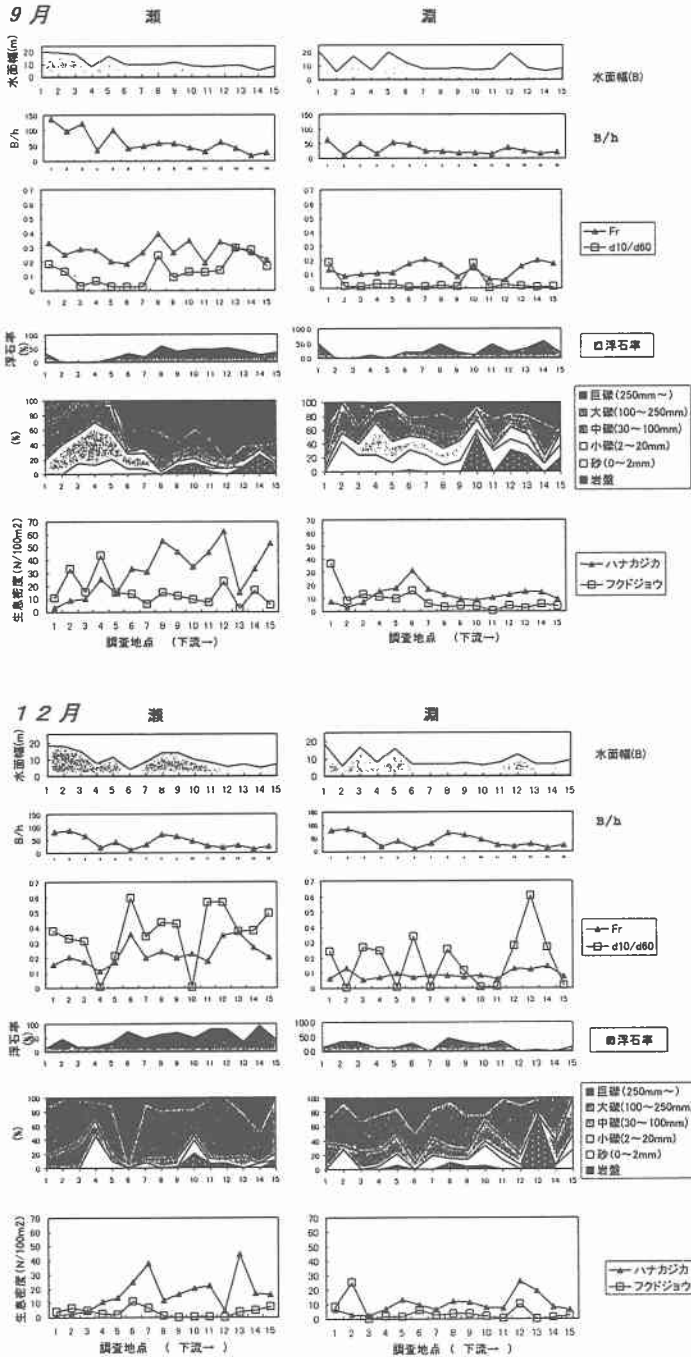


図-6 魚類調査データの縦断分布

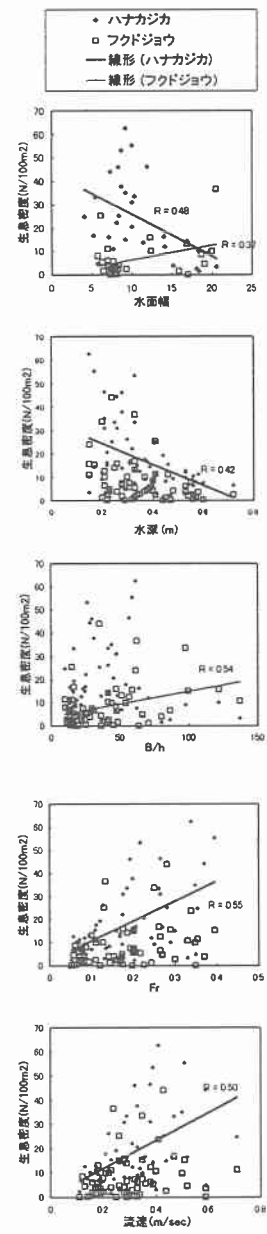


図-7 生息環境と生息密度

加重平均して求めた平均値を示す。ハナカジカはフクツジョウと比較して水面幅が狭く、 $d10/d60$ 、浮石率が大きい所を好むことがわかる。また図-6で魚類の空間的な分布を見ると、流路工区間でフクツジョウが優占し、下流の自然区間、改修区間でハナカジカが優占している。また瀬と淵を比較すると瀬においてFr、 $d10/d60$ 、浮石率、魚類生息密度が高いことがわかる。

また図-8はそれぞれの場の生息環境の特性をx、y軸の各特性値で示したもので、円の面積が生息密度と比例している。また図-8、表-2より、両種の生息環境特性は、平均流速、水深、Frに違いが見られなかった。一方、浮石率、 $d60/d10$ 、 $d60/h$ 、 $B/h$ には違いが見られ、両種の生息環境の差を示すものと考えられる。

両種は底生魚という共通の生活スタイルを持っているが、一般にハナカジカは上流に、フクツジョウは生息できる流程が広く中流域が主な生息場と言われている。しかし本調査では、その分布が逆転しており、その原因として、流路工により、淵/瀬の面積割合が他区間の1/1.5~1/1.6と比較して、1/7と小さいこと、表-1で示すように、勾配が1/100と緩やかで、瀬における60%粒径が他区間と比較して半分以下であること、図-5のように浮石率が低いことなど上下流の環境条件の逆転による影響であると考えられる。このことは、魚類にとっての生息環境をある程度の範囲を持って整えることにより、その魚類の生息を可能とすることを示しているものと考えられる。

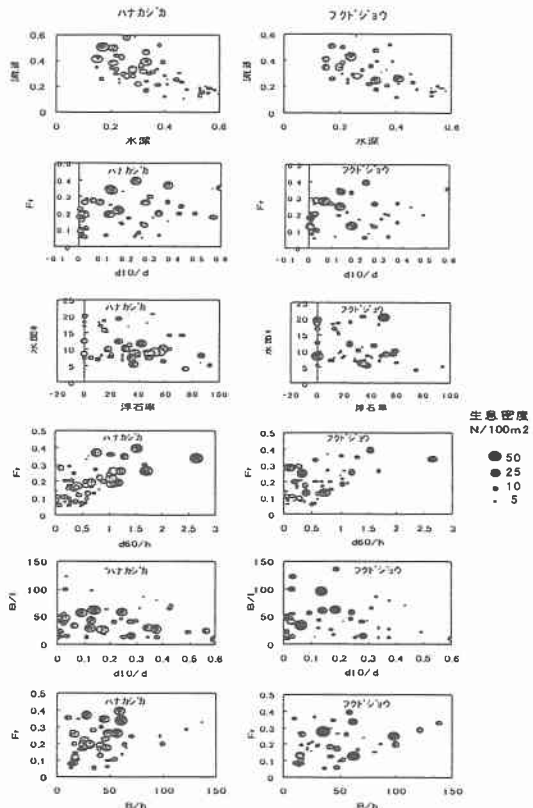


図-8 生息環境分布

表-2 魚類の平均的な生息環境特性(加重平均)

	ほぼ同一なもの			両種の平均的な指標値に違いが見られたもの					
	流速(m/s)	水深(m)	Fr	$d10/d60$	浮石率	$d60(\text{mm})$	$d60/h$	水面幅(m)	$B/h$
ハナカジカ	0.35	0.30	0.22	0.18	37.7	223	0.88	9.8	38.2
フクツジョウ	0.33	0.30	0.21	0.14	27.4	175	0.68	12.0	49.0

### 3 底生生物調査

#### 3-1 調査方法

1998年12月に、15の調査地点の瀬、淵、瀬(岸)、淵(岸)で調査を行った(N=15X4=60箇所)。なおここで、瀬(岸)、淵(岸)は水際から1m以内の個所で採集し、河岸の影響を考慮できるように、流心部で採集した瀬、淵と区分した。それぞれの場で、技術基準(案)<sup>2</sup>と同じく、25cm以下の礫が存在する25cmX25cmの方形区を選び、底生生物を採集した。また底生生物との関連を調べるため採取箇所を中心に1mX1mを16分割(16サンプル)し、代表的な礫の大きさを測定し、粒径構成比を出している。また水深、流速を5点(方形区の4角、中心)の平均で求めた。

また採集箇所隣接した15~20cmの礫表面5cmX5cmから底生生物の餌として重要な付着藻類を採取し、付着藻類量および光合成生産量の指標となるクロロフィルa量(藻類のうち生存している量を示す)、微細砂量を測定した。ここで微細砂の移動は、栄養塩の移動とも密接な関係があり、富栄養化や付着藻類への影響、浮石の沈石化など生態系へのインパクトが大きいことが言われており、本報告では付着藻類への影響について調査した。

また本報告では底生生物のうち、個体数の構成比率が高く、水質の指標生物であるガゴ目、ヒケ目に着目することとした。それぞれの目に分類される種、属をあわせて生息密度を示した。

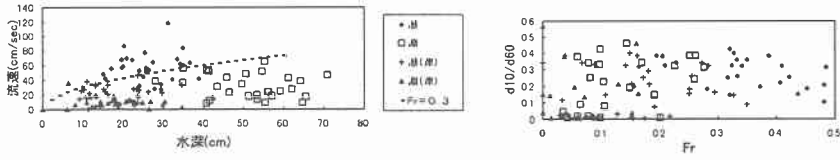


図-9 底生生物調査箇所の水理条件

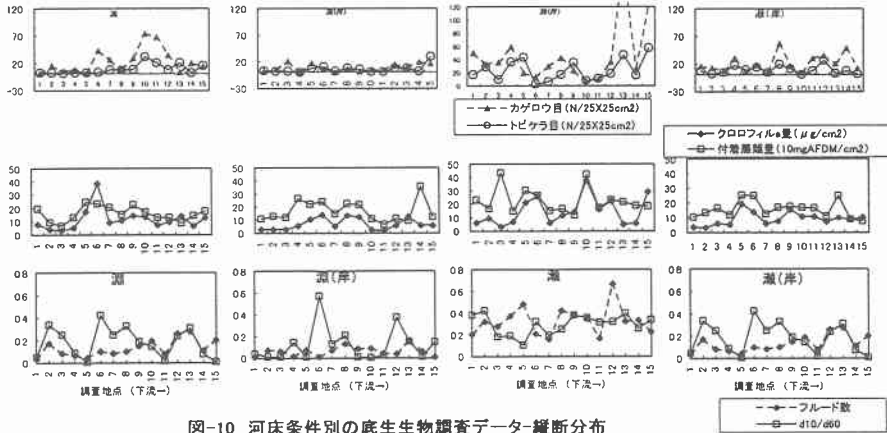


図-10 河床条件別の底生生物調査データ縦断分布

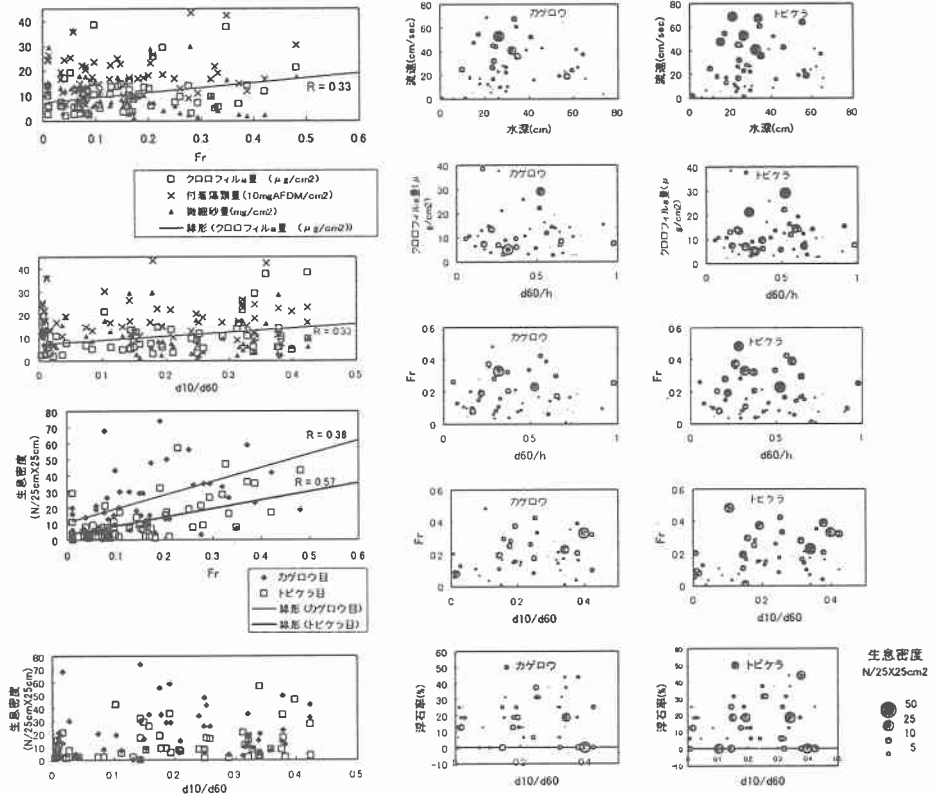


図-11 Fr、d10/d60と各種生物量

図-12 底生生物の生息環境分布

### 3-2 底生生物環境の考察

図-9は魚類調査に用いた環境を表す指標として用いた  $Fr$  と  $d10/d60$  の分布状況を示す。魚類の区分状況と異なり、 $Fr < 0.3$  が淵、 $Fr > 0.3$  が瀬という分布傾向が見られた。これは魚類調査(1ユニット=川幅× 7~44m)と底生生物調査(1ユニット=1m×1m)とのユニットの違いに由来するものであり、魚類調査がより広範なユニットの平均水深、平均流速を用いているのに対し、底生生物調査は、局所的な水深、流速を用いていることによる違いである。瀬、淵、瀬(岸)、淵(岸)別に  $Fr$ 、 $d10/d60$ 、生物量などの縦断分布を図-10に示す。これより瀬においてそれらが高いことが確認できる。また図-11において  $Fr$  と  $d10/d60$  との関連を示している。 $Fr$  および  $d10/d60$  とクロロフィル a 量と弱い相関があり、 $Fr$  とカゲロ目に弱い相関、 $Fr$  とトビケラ目に相関が見られた。また  $Fr$  と微細砂量は負の傾向がみられた。図-12はカゲロ目、トビケラ目の環境特性を示す図である。また表-3は平均的な流域特性値を示す。これらより2つの目には大きな違いが見られなかった。

表-3 水生昆虫の平均的な生息環境特性(加重平均)

	両種の平均的な指標値がほぼ同一なもの						違いが見られたもの	
	流速(m/s)	水深(m)	$Fr$	$d10/d60$	浮石率	$d60$ (mm)	$d60/h$	クロロフィルa
カゲロ目	0.37	0.31	0.22	0.24	15.9	109	0.47	11.5
トビケラ	0.39	0.29	0.24	0.23	16.3	108	0.64	12.5

### 4 今後の課題

本報告では生物の生存と生息環境との関係を調べる中で、特に  $Fr$ 、 $d10/d60$ 、 $B/h$  などの指標を用いた。特に土砂水理量との関連を今後、調べていきたいと考えているため、これらの指標を用いたものである。今後、他河川などでの適用性や流量変動の影響、より適用性の高い指標などについて検討していく必要がある。さらに規模の大きい緩流河川においては本報告で用いた調査手法の適用は困難が予想され、調査手法の普遍化も今後の課題である。また今後も、河道条件と生態系との関係を調査するとともに、河道と生態系の時間的変化の影響を把握していきたい。さらに、河床材料の移動実態などの調査観測を継続して、淵や河岸などにおける浮遊砂など河床材料の堆積と再移動メカニズムや、流量規模の違いによる移動状況の違いなどを把握していきたい。底生生物と魚類との関連などについては、今回はデータ数との関係もあり、報告できなかったが、今後、報告していきたい。また、他河川においても同様な調査を実施し、河川生態系の構造的解明と調査手法の整理を行ってきたい。

### おわりに

本報告では、特に河床材料や水理条件、河床形態(河川形態、淵、瀬…)が底生生物や魚類と密接に関連している点を、各種指標を用い明らかにした。特に優占していた2種の底生魚は、同じ底生魚でありながら、両種の生息環境は異なる。それゆえ、「回遊魚も含めた生息する全ての魚類」の生息環境は大きく異なる。そのため「魚類全般の生息環境に配慮した改修工事」を行うことは困難であり、対象魚種を決めて、それぞれに適した多様な生息環境を確保することが重要である。また流域の生態系を考える上で河床材料を規定する流域の土砂管理をどのように考えていくべきかは今後の重要な課題である。本報告にあたり北海道大学農学部中村太士助教授には調査手法、現地調査等でご指導を頂いた。また(財)リバーフロント整備センター土屋進専務、(株)北海道技術コンサルタント岩瀬晴夫室長には現地調査にあたりご協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

### 参考文献

- 1)建設省河川砂防技術基準(案)同解説一調査編、山海堂、1997
- 2)佐藤弘和・道立林試・道立水産孵化場稚丹川共同調査グループ：人工改変された河川におけるサクラマスが生息環境(Ⅱ)、日林北支論 44, Feb 1996
- 3)渡辺恵三、中村太士、新目竜一、渡辺正順、山田浩之：真駒内川における改修工事が底生魚類に及ぼす影響、第3回研究発表会講演集、応用生態工学研究会、Sep 1999
- 4)井上幹生：森と魚、魚から見た水環境、信山社サイテック、1998
- 5)斎藤大作、渡邊康玄、妹尾優二、橋本謙秀：後志利別川の魚類調査に基づく生息環境の分類、水工学論文集 No43, Feb 1999