

真駒内川における魚類の生息環境

Study on Fish Habitats of Makomanai River

野上 毅¹ ・ 渡邊 康玄² ・ 新目 竜一³

Takeshi NOGAMI, Yasuharu WATANABE and Ryuichi SHINME

¹正会員 北海道開発局 開発土木研究所 環境研究室 主任研究員 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

²正会員 北海道開発局 開発土木研究所 環境研究室 室長 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

³正会員 旭川開発建設部 治水課 課長 (〒070-8528 旭川市8条通12丁目)

An organism relies on its habitat to survive. For the promotion of rivers rich in organisms, it is therefore essential to establish a policy on how habitats should be maintained. For such a policy to be established, it is important to clarify the relations among aquatic organisms as well as among aquatic organisms and matter which forms the environment in which aquatic organism live and grow. This report describes the results of our survey, which sought to clarify the relations between the fish population and the discharge, water depth, bed material, water temperature and material volume (suspended sediment, organic mater, nutrient salt, etc.).

Key Words : Fish, habitat, Makomanai River, riffle, pool

1. はじめに

生物相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な配慮をすれば良いかを知る必要があり、そのためには、対象とする生物毎に、その生息環境を把握した上で、生息環境を保全、再生する必要がある。本調査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、水質などと魚類生息密度などとの関係を調査した。なお本調査において水温、水質などと魚類生息密度との関連は見いだされなかったため、本報告では触れていない。調査対象河川には土砂災害防止を目的に流路工の設置区間がある。流路工は勾配が緩やかで、流速が遅いため、粒径が細かく、淵が少ないなどの環境への影響がある。環境への影響を最小限にし、生息環境

を保全、再生する河川管理技術確立への寄与が本調査の目的であり、本報告では、調査データから魚類の生息環境特性をどのように把握していくかの検討を試みた。

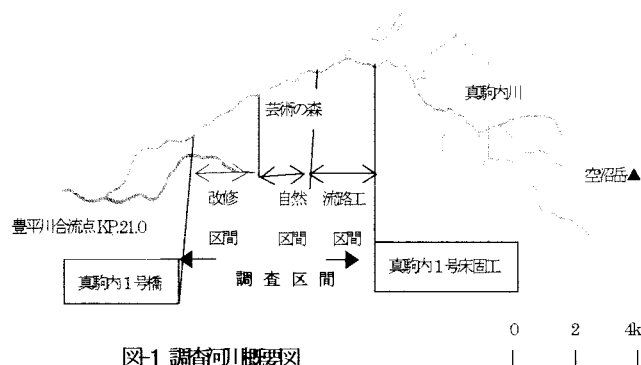
2. 調査の概要

(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 37.1km²、平均河床勾配 1/19 の急流河川であり、豊平川の KP. 21.0 地先にて豊平川に合流している。1975 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。

(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 × 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=1m×1m) を行い、それぞれ各地点で流速、水深、河床材料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、両者以外の個所を平瀬として瀬に含めた。調査区間は、上流から流路工区間、自然区間、改修区間の3区間に分けられる。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。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。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。

表-1 調査区間の諸元

	流路工区間	自然区間	改修区間
調査地点番号	1～5	6～10	11～15
河床勾配	1/45(区間勾配) 1/100(施設勾配)	1/72	1/61
区間長	2.0 km	2.2 km	2.6 km
流域面積(下流端)	29.7 km ²	31.7 km ²	33.7 km ²
(淵/瀬)の面積割合	1/7	1/1.5	1/1.6
60% 粒径	瀬	136 mm	250 mm
	淵	173 mm	127 mm
平均 流速	瀬	0.34 m/s	0.47 m/s
	淵	0.23 m/s	0.25 m/s
水面幅	瀬	16.3 m	10.9 m
	淵	13.6 m	8.3 m
特徴	流路工	図状流路	河川改修、 堤防、落差工

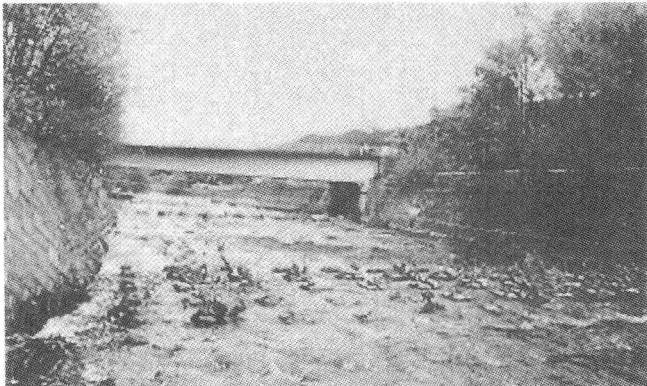


図-2 流路工区間



図-3 自然区間

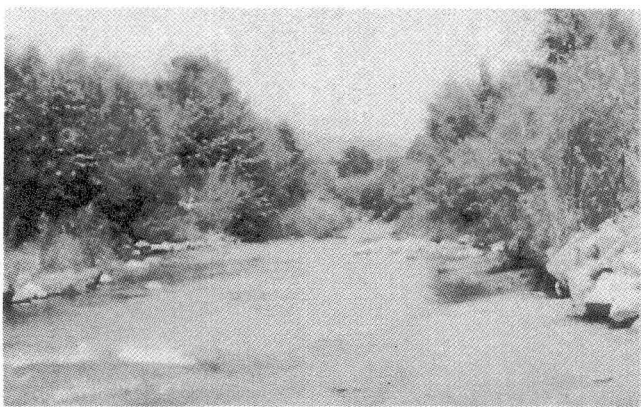


図-4 改修区間

3.魚類調査

(1) 調査方法

1998年9月、12月、1999年5月、7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)¹⁾」を参考に1m(水面幅の広い流路工区間では2m)間隔で底質(粒径および浮石 or 沈石)、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(3250サンプル÷120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。

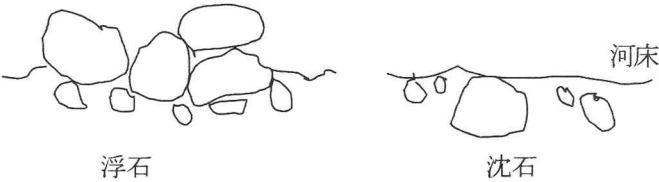


図-5 浮石、沈石の違い

(2) 淵と瀬の定量的な分類

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)はスクラムスの生息密度と正の相関があると言われている²⁾。フルード数は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無次元量である。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-6は瀬、淵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、 $Fr < 0.18$

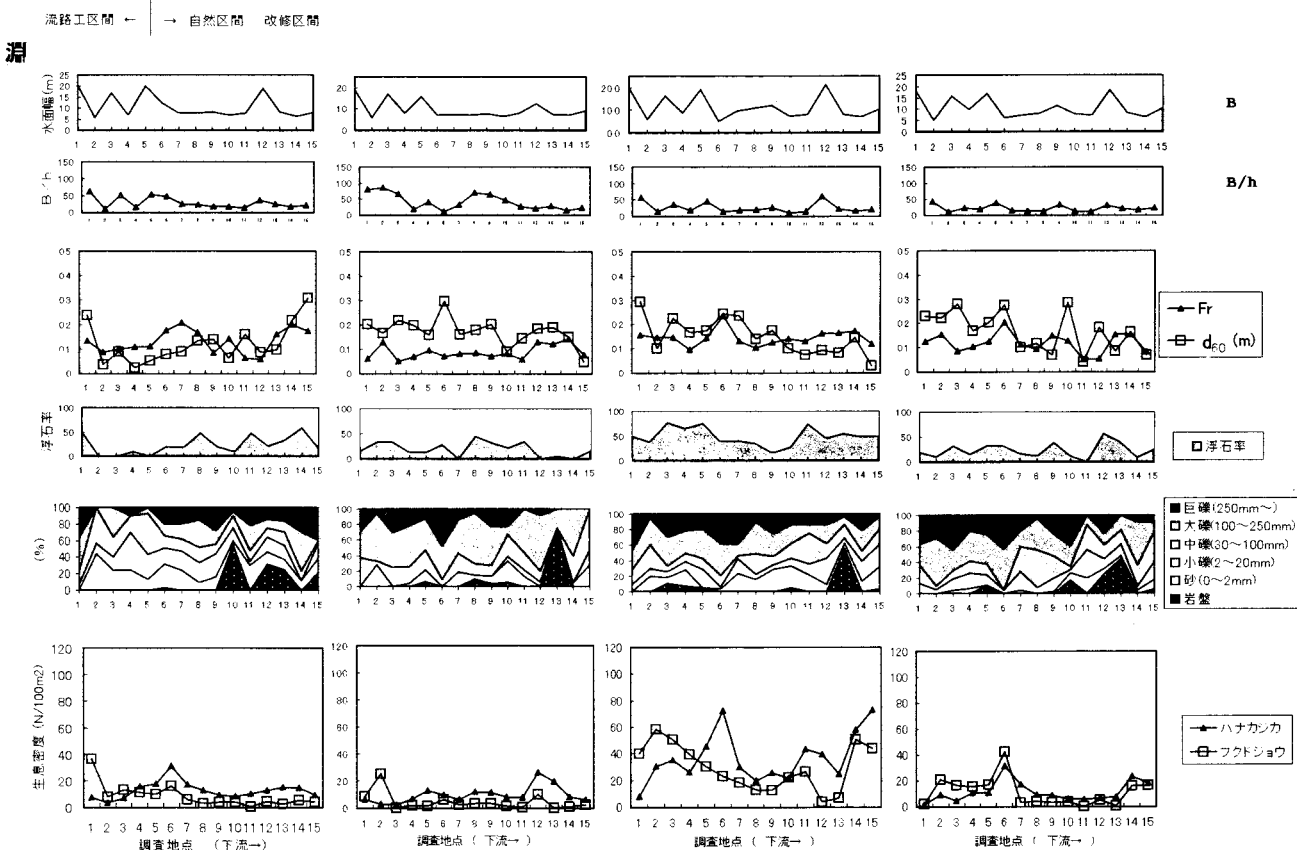
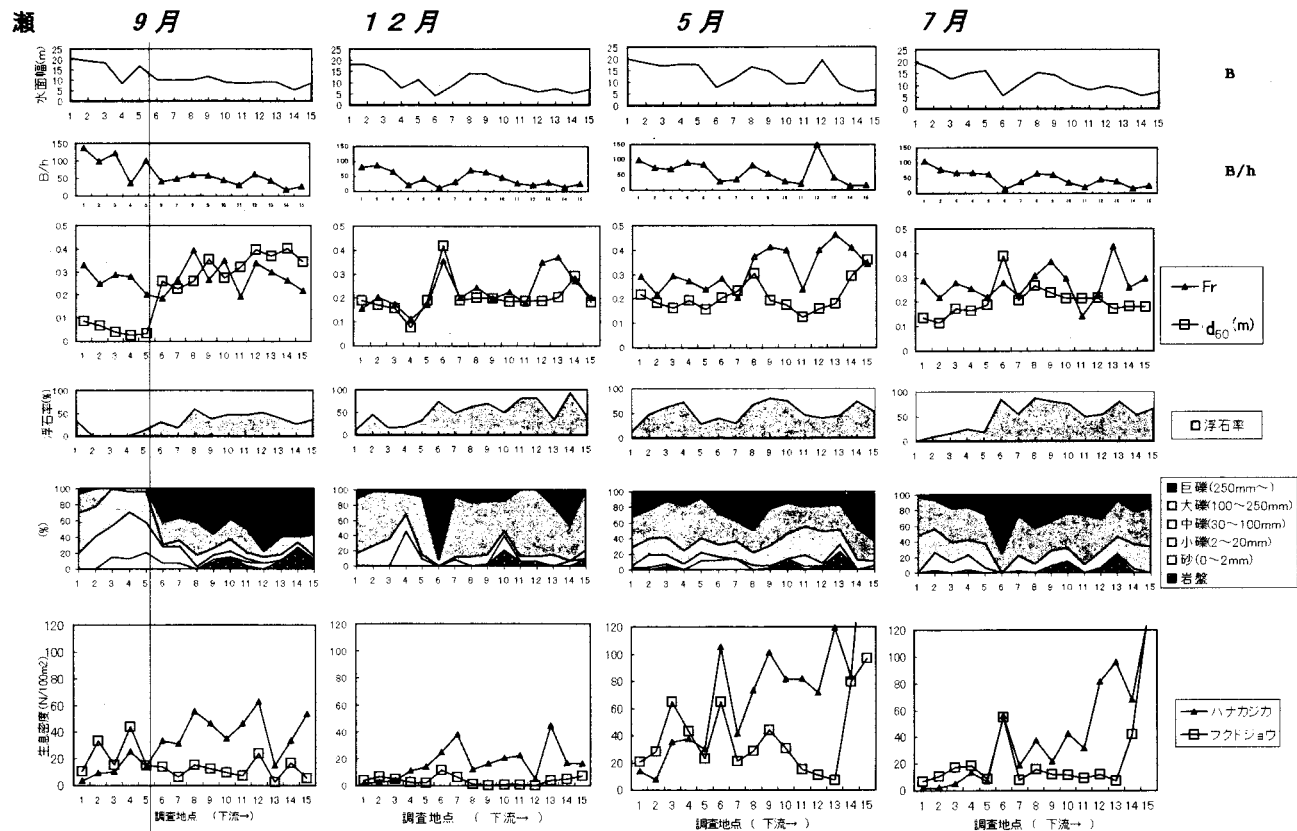


図-7 魚類調査データの縦断分布

が淵、 $Fr > 0.18$ が瀬という分布傾向が見られた。

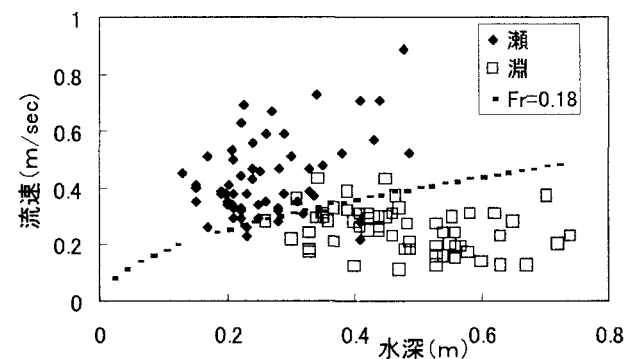


図-6 調査地点の水理条件

(3) 生息環境の縦断的分布

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11～15番）に存在する落差工の影響で下流側から遊泳性魚類が遡上できないことが魚種数が少ない原因の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で魚類の空間的な縦断分布を見ると、流路工区間でフクドジョウが優占し、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 、 d_{60} 、浮石率、魚類生息密度が高いことがわかる。また、表-1で示すように、流路工区間は、流路工の影響により、勾配が1/100と緩やかで、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と小さく、瀬における60%粒径が他区間と比較して半分以下で、浮石率が低いことなど環境条件が自然区間および改修区間と異なる。また瀬において流路工区間のハナカジカとフクドジョウの生息密度の合計が、下流の自然区間、改修区間に比較して少ない。そのため、仮に流路工の環境を、下流区間のような環境に近づけることが可能であれば、生息密度の合計が増えるのではないかという仮説が立てられる。

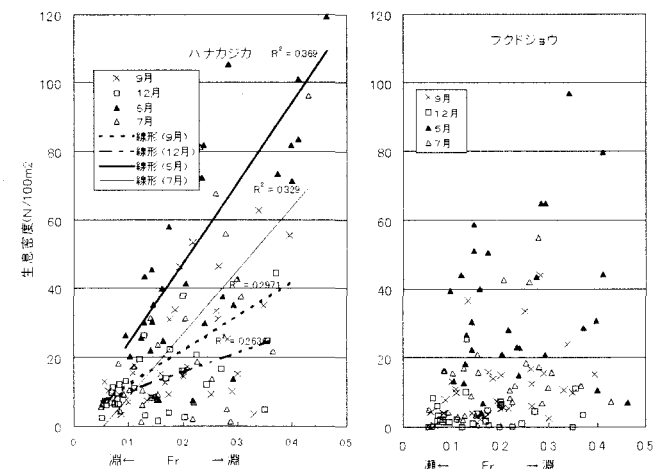


図-8 Fr と生息密度

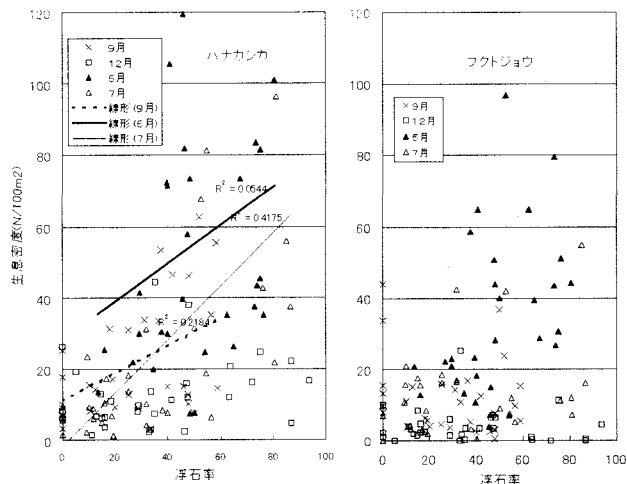


図-9 浮石率と生息密度

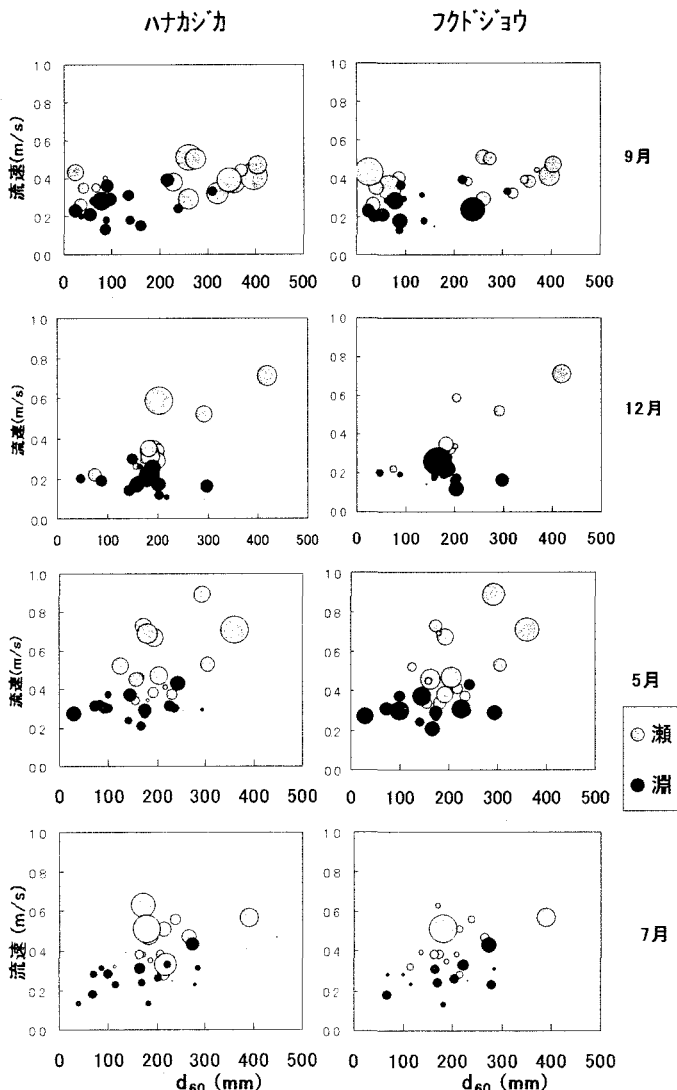


図-10 粒径、流速と生息密度

4 生息環境の分析

(1) 瀬、淵一体の分析

まず最初に、瀬、淵をそれぞれ調査したデーターをまとめて扱う。図-8はFrと生息密度の関連を示している。調査時期によって分布傾向が異なることが図からも読みとれるように、調査時期によって魚類の生活史は異なり生息環境が異なる。そのため調査時期別にFrとの相関を見ると、ハナカジカとは相関があるが、フクドジョウとは相関が少ない。またFr=1.8で瀬淵を分類できることから、ハナカジカはFrの高い瀬において生息密度が高い。図-9は浮石率と生息密度の関連を示している。瀬、淵データーを一緒に扱う場合、ハナカジカの生息密度はFr、浮石率と相関があるが、フクドジョウはFr、浮石率とあまり相関がない。

図-10は縦軸に流速、横軸に d_{60} の生息環境を示し、円の大きさが生息密度を示している。なお円の大きさはグラフ毎の相対的な生息密度であり、各グラフ間において絶対的な生息密度を表していない。5月のハナカジカと7月のフクドジョウの分布が粒径、流速の大きい所に偏って分布している傾向は、産卵期などの生活史との関係の可能性が考えられる。ちなみに産卵期はハナカジカが4月～5月、フクドジョウが5月～7月であり、産卵期のハナカジカは粒径の大きい箇所を産卵床に選ぶと言われている。

(2) 瀬、淵分類別の分析

表-2は瀬、淵別に各環境指標をそれぞれの平均生息密度によって加重平均したものである。これを見るとハナカジカ、フクドジョウの平均的な生息環境は似ており、大きな違いはないことがわかる。図-11は瀬、淵別に生息密度と生息環境の指標との相関係数を表している。これは各調査月毎の相関係数の平均値である。瀬においてフクドジョウよりもハナカジカの方が各指標の相関が高いことわかる。

全般的には、流速の大きく粒径の粗い地点でハナカジカの生息密度が高い傾向がある。また粒径の粗い瀬の方が淵よりも生息密度が高い。一方、フクドジョウはハナカジカに比較すると、 d_{60} との関連性が薄い。

表-2 平均的な生息環境（各指標を生息密度で加重平均）

瀬	流速	水深	Fr	水面幅	B/h	d_{10}/d_{60}	d_{10}	d_{50}	浮石
ハナカジカ	0.48	0.28	0.29	9.6	40	0.24	60	237	54
フクドジョウ	0.47	0.29	0.28	10.7	45	0.24	61	218	48
	m/s	m		m			mm	mm	%
淵	流速	水深	Fr	水面幅	B/h	d_{10}/d_{60}	d_{10}	d_{50}	浮石
ハナカジカ	0.27	0.45	0.13	10.1	24	0.12	24	148	29
フクドジョウ	0.26	0.45	0.13	11.0	27	0.12	26	168	31

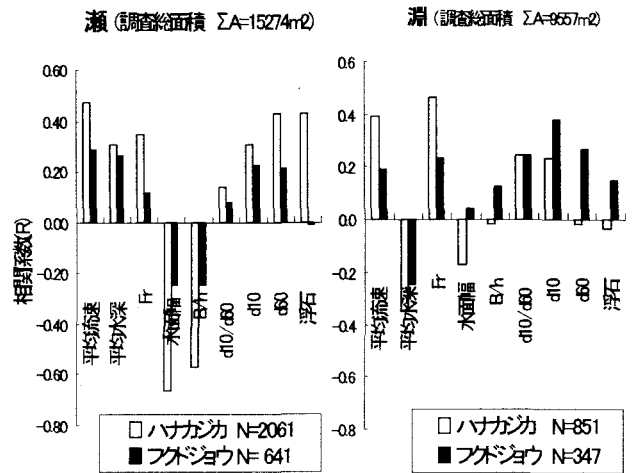


図-11 各種環境指標と生息密度との相関係数

(3) 一对の瀬、淵単位の分析

本調査は昼間の調査であるが、一般的に魚類は、夜間と昼間では別な行動をとると言われている。遊泳性魚類は、昼間、主に瀬で活動しているが、夜間は淵の流速が小さい空間で休息している。一方、フクドジョウ、カジカ類などは、日中、礫下や倒木の下などで休息し、夜間に活動していると言われているため、一般に瀬と淵が交互に現れ、大きな淵を有する箇所には魚類生息密度が高い⁶⁾。河床の凹凸や瀬淵構造を表す指標について検討するために、同一調査箇所の瀬と淵をペアにして解析を行った。図-12は瀬と淵の生息密度の平均と生息環境の指標との相関を表している。瀬と淵の環境指標の平均値および差について、4回分の調査における相関係数の平均を求めた。その結果、ハナカジカの生息密度は、 d_{60} (差)、水面幅(平均)、B/h(平均、差)が $|r| > 0.5$ だった。一方、フクドジョウは、いずれの指標においても $|r| < 0.2$ と相関がなかった。

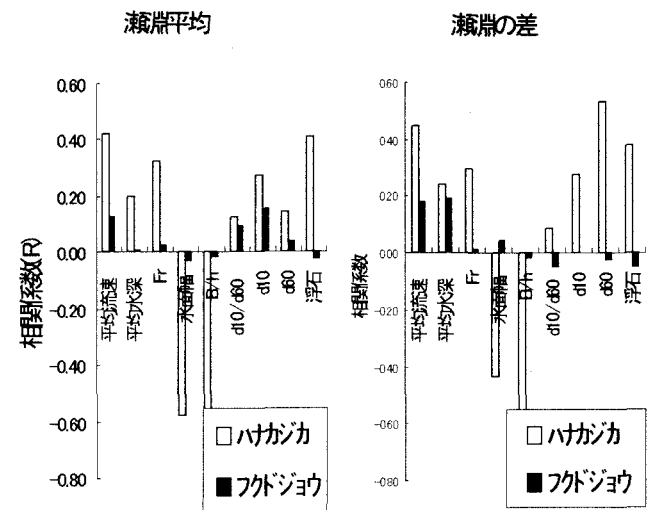


図-12 瀬淵単位の各種環境指標と生息密度との相関係数

5 考察

(1) 分析手法の考察

4 (1) のように、瀬、淵一体の場合、ハナカジカの生息密度と Fr の相関係数の各調査月の平均は 0.56 と大きい。一方 4 (2) のように、瀬、淵分類別の場合、各調査月の平均は 0.4 と瀬淵一体の場合と比べて小さい。このような違いは、表-3 の様な瀬と淵の特徴に起因する面も大きいと推測できる。このようにデーターをどのように分析するかによって、相関などの結果は大きく異なる。そのため、データーのとり方や生活史など総合的に考えて、分析および結果の考察を行うことが重要と思われる。

表-3 瀬と淵の一般的特徴

	流速	Fr	粒径	魚	底生生物	付着藻類
瀬	速い	大	大	多	多	多
淵	遅い	小	小	少	少	少

表-4 分析手法

		標本数	データ群数	
4 (1)	瀬、淵一体	15×2=30	1×4	
4 (2)	瀬、淵分類別	15×1=15	2×4	
4 (3)	一対の瀬、淵単位	15×1=15	1×4	平均
		15×1=15	1×4	差

(2) 総合考察

これらより、ハナカジカは瀬と淵の粒径、浮石率の差が大きい調査地点において生息密度が高い。またハナカジカは水面幅や B/h が小さく、流速が大きく、なおかつ、瀬と淵における B/h や流速の違いが大きい調査地点で生息密度が高い。一方、フクドジョウはほとんど相関がみられなかった。つまり両種は平均的には似ている生息環境で生活しているが、ハナカジカよりフクドジョウの方がより広範な場を好んで生息場としていいると考えられる。また瀬と淵の B/h や流速の違いが、河床の複雑性つまり凹凸の度合、瀬と淵のメリハリを示していると考えらるなら、ハナカジカはフクドジョウよりも瀬、淵の差が明確な場所を好むと言える。しかしながら本調査においては、瀬における相関係数と瀬と淵の差との相関係数は似た傾向を示しており、今後、他種などでの適用を検討していく必要がある。

まとめとして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、フクド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。本調査結果においても、ハナカジカはより上流域の水理特性に近い調査地点ほど生息密度が高かった。一方、フクドジョウは本調査区間内であれば、水理特性

による生息分布の傾向があまりなく、まんべんなく分布する傾向がみられた。

6 おわりに

本報告では、魚類の生息環境を定量的な手法により把握することを試みた。特に優占していたハナカジカとフクドジョウは、底生魚として、平均的には両種の生息環境は似ているものの、分布の広がりなど、微妙な差異があることがわかった。複雑な河川の水理条件を生息環境にする生物は、非常に複雑で多様性に富む。それゆえ定量化において、データーのとり方、分析のしかた、生活史などを十分に吟味しながら、データーの意味を考えていくことが重要であることを感じた。定量的な手法は、生態系調査の普遍化や河川改修の事前事後調査、あるいは、影響評価やミチゲーションなどを進める上で、重要な課題であり、検討を深めていきたい。

本報告にあたり北海道大学農学部中村太土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・道立水産孵化場積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, 中村太土, 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, 橋本識秀: 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.
6) 玉井信行, 水野信彦, 中村俊六編: 河川生態環境工学, 東京大学出版会, 1993.
7) 加村邦茂, 中村太土: ハナカジカの生息環境についての一考察, 日林北支論 48, Feb, 2000.

(2000 年 4 月 17 日受付)