

II-28

流量変化を考慮した魚類遡上環境の評価

北海道大学工学部 学正員 野村俊介  
 北海道大学工学部 正員 黒木幹男  
 北海道大学工学部 正員 板倉忠興

1 はじめに

近年、潤いや安らぎ、ゆとりといった言葉で表現されるような、真に豊かな生活が求められてきている。しかし、河川においてはそれを横断する河川管理施設や構造物を、治水、河床の安定、取水を行うといったことを目的として建設されている。そこで河川が本来持っている多様な環境を保全・創出し、地域の自然や暮らしと調和し、さらに安全な水辺を創出する多自然型河川づくりが進められている。なかでも魚類に関してはその生息環境の改善に対する期待は高い。

河川に住む魚はほとんどが河川を移動して生活しているため、河川横断構造物がその移動を阻害しているということとなり、そのため様々な方法によって魚類の遡上環境の改善を図るため、全国で魚道の新設や堰堤の改善などの工夫が進められている。

札幌には大小 200 に及ぶ川が流れているが、札幌という街は豊平川扇状地にできたといわれている。その豊平川における、河川横断構造物と魚類の移動、特に遡上との関係をそれらの構造物での流量の変化を考慮して調査し、研究、評価することが本研究の目的である。

2 魚類遡上環境の評価についての考え方

魚類の河川遡上については、対象魚類を大型魚、中型魚、小型魚というように分類して遡上力を調べる。また、様々な魚種についての跳躍力や遊泳速度等と河川の横断構造物の落差によって魚類の遡上力を調べるなどの方法があるが、ここでは、ここでは魚種にこだわらず、魚の体長に対する遡上力を月ごとに調べ、魚種別の遡上時期に応じて河川での遡上環境を評価する。

そこで、カトポディスによる遊泳力-持続時間曲線を用い、魚の遊泳型により一般魚とウナギ型の二つに分類しそれぞれの体長によって魚類の遡上力を求める。ここでいう一般魚にはサケのようにやや硬い魚が、ウナギ型にはほぼ全身をくねらせて泳ぐものが属し、それぞれの体長に対する遊泳速度と持続時間が得られる。また、カトポディスによると魚類の体長が大きくなるほど遊泳速度と持続時間も大きくなる。

河川構造物での流量から流速を求めるためにマニングの式を用いる。このときに各構造物の粗度が必要になる。また魚道は粗度付き水路と考えその粗度は測定によって求める。

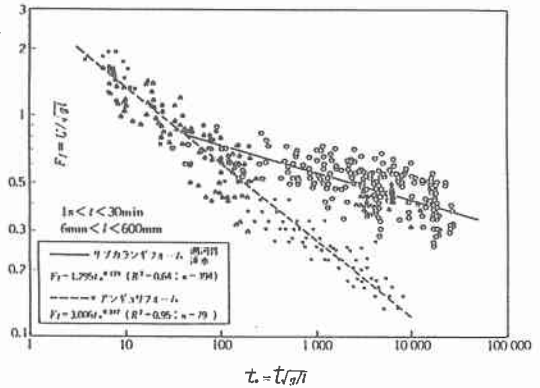


図-1 遊泳力-持続時間(Katopodis,1990)

サブカラングフォームとは一般魚を  
 アンギュリフォームとはウナギ型を示す  
 Uは遊泳速度、lは魚の体長、tは持続時間を示す

### 3 豊平川の河川横断構造物

豊平川の河川横断構造物は河口からおよそ 12 km の地点から床止群が僅か 5.4 km の区間に連続していて、河口からおよそ 30 km の地点にある白川ダムにより魚類の遡上は完全に阻害される。

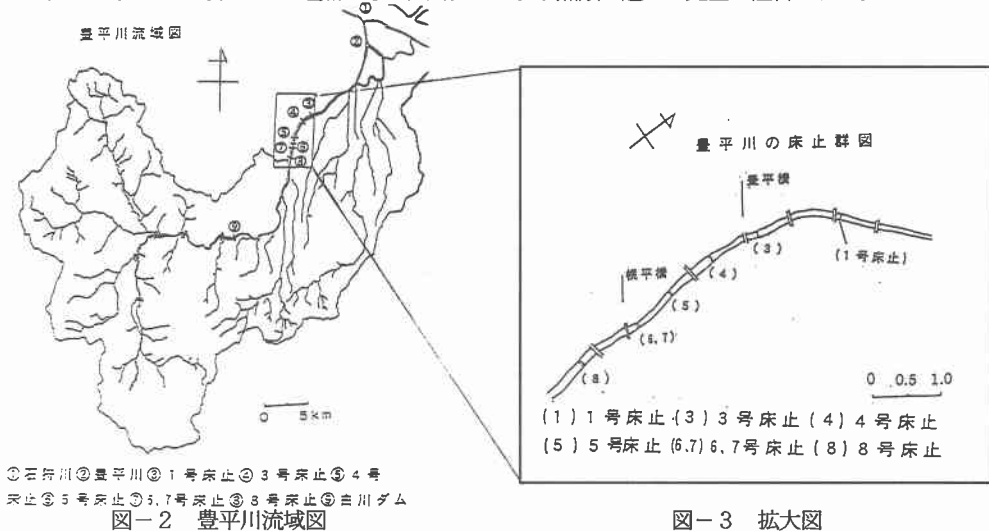


図-3 拡大図

表-1 豊平川の河川横断構造物

	1号床止	3号床止	4号床止	5号床止	6号床止	7号床止	8号床止
床止長	66.5 m	64.0 m	55.0 m	77.0 m	75.0 m	75.0 m	86.5 m
魚道の有無	なし	あり	あり	あり	なし	なし	なし
斜面長, 魚道長	3.8 m	14.5 m	12.1 m	18.2 m	1.7 m	3.2 m	6.0 m

魚道なし床止では斜面長を、魚道あり床止では魚道の長さを示す

### 4 豊平川の床止または魚道の粗度

3,4,5号床止の魚道の粗度は実際に魚道内の流速とそこでの水深を測定することによって、マンニングの式を用い決定する。

魚道内流速の測定は魚道中央部で行い、縦断方向に2mおきに行い、勾配は河床勾配を用いた。

1,6,7,8号床止は魚道なし床止であるので、粗度はかなりあらいコンクリートの粗度を用い0.03とし、得られた床止での粗度を表-2に示す。

表-2 豊平川の床止または魚道の粗度

	1号床止	3号床止	4号床止	5号床止	6号床止	7号床止	8号床止
粗度	0.03	0.053	0.11	0.16	0.03	0.03	0.03

### 5 豊平川の床止または魚道における流速

河川横断構造物での流速とカトポティスの曲線で得られる魚の遊泳速度との相対速度を求めることによってそれを遡上速度とし、持続時間をかけることによって遡上距離を求める。得られた遡上距離が河川横断構造物の斜面の長さもしくは魚道の長さを越えるときは、その構造物は遡上可能であると言える。

河川横断構造物での流速を求めるために、構造物での流量を用いた。本研究では豊平川を題材にし、豊平

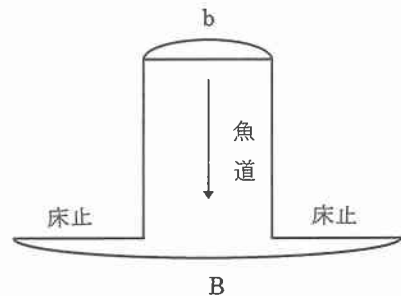


図-4 床止長 B と魚道の幅 b

川の石狩川との合流点より 26.64km の地点にある石山での流量と 11.10km'の地点にある雁来での流量を流量年表より調べ、豊平川の横断構造物である床止での流量を、各床止までの流域面積の大きさと流量を比例させることで求めた。1,3,4,5 号床止、ないし 6,7,8 号床止はごく隣接して設置されているためそれぞれ同じ流量であるとした。

つづいて、1,6,7,8 号床止では床止全体を流れる流量の月平均流量を、3,4,5 号床止に関しては魚道が設置されているので、そこを移動する魚類については魚道を通るといことにし、魚道内の月平均流量を求める。3,4,5 号床止においては、構造物の高さは各床止において一定とし、床止の横断方向の長さ B と魚道の幅 b の比でそれぞれに流れる流量を比例させて配分し魚道内流量を求める。前項の図-4 参照

各床止における流量または魚道内流量はマンニングの式を用いて流速に換算する。得られた床止または魚道での流速は月平均流速にし、表-3 に示す。

表-3 豊平川の床止または魚道内の月平均流速

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1号床止	2.3	2.3	2.3	5.0	6.0	4.0	2.2	2.8	2.9	2.9	2.6	2.8
3号床止	0.8	0.8	0.8	1.7	2.0	1.4	0.8	0.9	1.0	1.0	1.2	0.9
4号床止	1.0	1.0	1.0	2.3	2.7	1.8	1.0	1.3	1.3	1.3	1.6	1.2
5号床止	0.7	0.7	0.7	1.4	1.7	1.1	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8
6号床止	2.7	2.7	2.7	5.9	7.0	4.6	2.6	3.2	3.4	3.4	4.2	3.2
7号床止	2.0	2.1	2.1	4.5	5.3	3.6	2.0	2.5	2.6	2.6	3.2	2.5
8号床止	1.4	1.4	1.4	3.1	3.7	2.5	1.4	1.7	1.8	1.8	2.2	1.7

流速の単位は[m/sec]

#### 6 豊平川の床止または魚道における魚類の体長に対する遡上力

カトポディアスの遊泳力-持続時間曲線では、遊泳速度 U、魚類の体長 l、持続時間 t の3つのパラメーターがあるので、体長 l を 5 cm おきに固定して遊泳速度と持続時間を求める。その遊泳速度と各床止または魚道内の流速との相対速度を遡上速度とし、得られた遡上速度と持続時間によって、各床止の斜面長または魚道長を 60 秒以内にのぼることのできる魚の体長を求める。体長が大きくなるほど遡上力は大きくなるので遡上可能な最小の魚の体長を表-4 に示す。

表-4 各床止または魚道での遡上可能最小体長

	1号床止		3号床止		4号床止		5号床止		6号床止		7号床止		8号床止	
	一般	ウナギ'	一般	ウナギ'	一般	ウナギ'	一般	ウナギ'	一般	ウナギ'	一般	ウナギ'	一般	ウナギ'
1月	1.05	0.75	0.35	0.60	0.30	0.50	0.15	0.35	1.10	0.60	0.80	0.60	0.55	0.60
2月	1.05	0.75	0.35	0.60	0.30	0.50	0.20	0.40	1.10	0.60	0.85	0.65	0.55	0.60
3月	1.05	0.75	0.35	0.60	0.30	0.50	0.20	0.40	1.10	0.60	0.85	0.65	0.55	0.60
4月	3.40	1.65	1.10	1.30	0.85	1.05	0.45	0.75	3.70	1.30	2.80	1.35	1.80	1.30
5月	4.50	1.90	1.45	1.55	1.15	1.25	0.55	0.90	4.80	1.60	3.60	1.55	2.35	1.50
6月	2.40	1.35	0.80	1.05	0.60	0.85	0.35	0.60	2.50	1.00	1.95	1.10	1.30	1.05
7月	1.00	0.75	0.35	0.60	0.30	0.50	0.15	0.35	1.05	0.60	0.80	0.60	0.55	0.60
8月	1.40	0.95	0.45	0.75	0.40	0.65	0.20	0.40	1.45	0.70	1.15	0.75	0.70	0.75
9月	1.45	0.95	0.45	0.75	0.40	0.65	0.25	0.50	1.60	0.75	1.20	0.80	0.80	0.75
10月	1.45	0.95	0.45	0.75	0.40	0.65	0.25	0.50	1.60	0.75	1.20	0.80	0.80	0.75
11月	2.05	1.25	0.65	0.95	0.50	0.75	0.30	0.55	2.20	0.90	1.65	0.95	1.05	0.95
12月	1.40	0.95	0.45	0.75	0.40	0.65	0.20	0.40	1.45	0.70	1.15	0.75	0.70	0.75

体長の単位は[m]で、一般はサケのようにやや硬い魚が属し、ウナギはほぼ前進をくねらせて泳ぐものが属する。3,4,5 号床止は魚は魚道を通るものとする。

## 7 考察

以上の結果を用い、豊平川に遡上する主な魚種とその遡上時期と照らし合わせることで豊平川における魚類遡上環境を評価できる。

表-5 豊平川に遡上する主な魚種とその遡上時期

	サクラマス	アメマス	ウグイ	シロザケ	カワヤツメ
遡上時期	6,7月	9,10,11月	6,7月	9,10,11月	5,6,9,10月
遡上時期の体長	0.40~0.60 m	0.30~0.60 m	0.30~0.35 m	0.55~1.00 m	0.40~0.50 m

表-4と表-5を照らし合わせるにより次のようなことがわかる。

- ・サクラマスは6月には5号床止のみ遡上可能となり、7月には魚道のある床止でのみ遡上可能となる。魚道なし床止においては遡上不可能となる。
- ・アメマスは5号床止は遡上可能であるが、他の魚道あり床止においては大型のもののみ遡上可能となる。魚道なし床止においては遡上不可能となる。
- ・ウグイはほぼ全面的に遡上不可能となる。
- ・シロザケは魚道あり床止はほぼ遡上可能であるが、魚道なし床止においては遡上不可能となる。
- ・カワヤツメは豊平川に遡上する魚の中で唯一のウナギ型の魚で、その遡上時期においてほぼ全面的に遡上不可能となる。

## 8 おわりに

本研究においては、床止または魚道の流速は月平均流速であるため、遡上不可能とされた月のうちでも遡上可能な日もあると考えられる。また、魚道なし床止である1,6,7,8号床止では落差が0.6~1.2 mと小さいものなので床止の斜面を泳ぐというよりも、跳び超えると考える方が自然である。しかし、特に1号床止などは落差が1.2 mと魚道なし床止の中では大きく、小さな魚などは跳び超えるのも困難であると思われ、また、最下流に位置するため、ここが遡上不可能となるような魚はそれより上流への遡上も不可能となるので、魚道を設置するなどの改善が早急に望まれる。また、その他の魚道なし床止も跳び超えることが出来ないとする、流速が大きいため魚道の設置等の改善が望ましい。

## 参考文献

- 広瀬利雄、中村中六、編著 財団法人ダム水源環境整備センター、編集 魚道の設計 1991  
豊平川現地調査資料  
野村・黒木・板倉；豊平川の魚類遡上環境に関する研究、土木学会北海道支部論文集 1996