

# 流況計算と河川水辺の国勢調査結果を用いた 交互砂州の発生領域区分と魚類生息環境の関係

RELATIONSHIP BETWEEN RIVER REGIME AND FISH HABITAT BASED ON THE  
DATA OF THE NATIONAL SURVEY FOR RIVER AND RIPARIAN ENVIRONMENT:  
USE OF AN INDICATOR OF FLUVIAL BAR FORMATION

矢野雅昭<sup>1</sup>・布川雅典<sup>2</sup>・谷瀬敦<sup>3</sup>・新目竜一<sup>3</sup>

Masaaki YANO, Masanori NUNOKAWA, Atsushi TANISE and Ryuichi SHIMME

<sup>1</sup>正会員 博士(工学)北海道開発局 釧路開発建設部 釧路河川事務所(〒088-0613 釧路郡釧路町若葉1丁目28番地3)

<sup>2</sup>正会員 博士(農学)寒地土木研究所 水環境保全チーム(〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号)

<sup>3</sup>正会員 寒地土木研究所 水環境保全チーム(〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号)

To clarify whether the regime criteria on formation of fluvial bars in alluvial straight channels characterizes habitat features of Japanese dace (*Tribolodon hakonensis*), the relationship between  $BI^{0.2}/H$  (B: channel width, I: slope, H: depth) and the fish population was analyzed. Numerical calculations using iRIC software generated habitat velocity and depth during normal flow for PHABSIM. Japanese dace population of each site was taken from the dataset of the national survey for river and riparian environment, conducted in the Ishikari River and its branch streams. Our results show that the peak of fish population occurred in the  $BI^{0.2}/H$  range between 15 and 25. The result of PHABSIM also indicated that the rivers with  $BI^{0.2}/H$  between 15 and 25 provide suitable environment for juvenile dace. These results suggest that  $BI^{0.2}/H$  is a useful indicator for the quality of fish habitat.

**Key Words** : Fish habitat, Bar formation, PHABSIM,  $BI^{0.2}/H$ , diversity of river physical structure

## 1. はじめに

河道の流下能力の向上等を目的として平水位以下の低水路河道掘削が行われることがある。この際には魚類生息環境への影響を事前に予測し、対策を行うことが望ましい。魚類の生息環境を定量的に把握事例として、流速、水深および底質などの物理環境から魚類などの生息環境をマイクロハビタットスケールで把握したものがある<sup>1)</sup>。これらの事例では、比較的小規模な河川において、詳細な環境変量の測定やそれらを元にしたPHABSIM(Physical Habitat Simulation Model)の適用により、生息適地を把握している。しかし、一級河川などの大河川では、河道内の局所的な環境特性を把握することや、それに対応した魚類数の把握は、多くの労力を必要とし、河川管理実務を行ううえではより汎用性のある環境変量で評価できることが望ましい。しかしながら、このような大規模河川での汎用性の高い環境変量を用いた生息環境評価の事例は少ない。

瀬や淵の形成に影響する砂州などの中規模河床波の発

生の有無は、交互砂州の形成領域区分のパラメータである $BI^{0.2}/H$  (Bは川幅, Iは河床勾配, Hは水深)により評価でき<sup>2)</sup>、 $BI^{0.2}/H$ が大きいほど、河床地形が砂州非発生、交互砂州、複列砂州と変化し、これにより多様な流況が形成されることが想定される。そのため、 $BI^{0.2}/H$ と魚類生息環境との関係について評価できる可能性があるものの、このような事例はほとんどない。

ところで、国土交通省では河川水辺の国勢調査<sup>3)</sup>により平成2年から魚類をはじめとする動植物(ダム湖版のみ)の調査を、全国で5カ年毎に行っており、大河川での生物データの蓄積があり、本来は多くの労力を必要とする魚類生息数の概数を机上で得ることが可能である。

本研究は、大規模河川である石狩川とその主要な支川を対象に、河川水辺の国勢調査結果の魚類個体数と、交互砂州の形成領域区分のパラメータである $BI^{0.2}/H$ との関係を明らかにし、さらに従来手法であるPHABSIMによる生息環境推定結果とともに考察することで、 $BI^{0.2}/H$ の環境評価への適用の可否について検討するものである。

## 2. 方法

### (1) 河川水辺の国勢調査結果のとりまとめ

河川水辺の国勢調査（魚類）は、一級河川の中に設けられた地区で調査が行われており（以降、調査地区）、河川環境データベース<sup>4</sup>から調査結果を取得可能である。本研究の対象魚は、北海道の河川に多く確認され、データ数が多い遊泳魚のウグイ（*Tribolodon hakonensis*）とした。ただし、個体長が小さく、河川水辺の国勢調査結果にウグイ属の一種（*Tribolodon sp.*）、とまでの判別に留まるものについてもウグイとして扱った。個体数の取り纏めに使用した年度は、平成20年度および25年度とした。生息環境推定の検討対象とした調査地区は、表-1に示す平水流量時に砂州地形の影響で多様な流況が形成されると考えられるセグメント1および2-1の個所とした。ただし、河川水辺の国勢調査等により、河床材料に岩盤が確認された調査地区、魚類の遡上が困難な堰やダムの上流に位置する調査地区、床固工の直下流の調査地区などは対象から除いた。なお、表-1に示す「調査地区略称」は後述する図中プロットの、調査地区の判別に用いている。

河川水辺の国勢調査（魚類）では、河川流況や対象魚の特徴により様々な調査器具が用いられ<sup>4</sup>、それらの調査に費やされた時間などの「努力量」が掲載されている<sup>4</sup>。本研究においては、説明変数である $BI^{0.2}/H$ やPHABSIMで算出される合成適性値に対して、ウグイの個体数を目的変数とするものであるが、このウグイ個体数は、努力量補正（個体数を努力量で除す）した値を用いた。また、目的変数として使用するウグイ個体数は、同じ調査器具で採捕されたものを比較に用いる必要があり、使用頻度が高い電撃捕漁器および投網の値を用いることとした。

後述するPHABSIMで用いる適性基準の作成に用いる個体数データ、水深および流速データにおいては、データ数を確保するため、表-2に示す平成17、20、25年の石狩川のセグメント3の調査地区を除いたデータを用いた。

### (2) 流況計算

年最大流量時の交互砂州の形成領域区分のパラメータの $BI^{0.2}/H$ の出水時の川幅 $B$ および水深 $H$ と、PHABSIMに用いる平水流量時の流速、水深の平面分布を把握するため、iRICの平面2次元モデルであるNays2DHソルバー<sup>5</sup>を用いて流況計算を行った。流況計算の設定条件は、表-3に示すとおりである。計算格子の作成に用いる河床地形には平成20、25年の河川水辺の国勢調査の実施年に近い、平成18～27年度に行われた河川定期横断測量結果を用いた。年最大流量および平水流量は、調査地区の近傍の水文水質データベース<sup>6</sup>から取得した。流量観測結果の使用年は、河川定期横断測量の調査時期に近い、平成21～25年の平均値（以降、平均年最大流量、平均平水流量）を用いた。ただし、調査地区の中で、石狩川水系牛

表-1 生息環境推定対象の河川水辺の国勢調査の調査地区

調査地区名（河川名、KP）	調査地区名 略称	水国 調査結果 使用年度	近傍流量 観測所	年最大 流量 (m <sup>3</sup> /s)	平水 流量 (m <sup>3</sup> /s)	河床 勾配
バルブ取水堰付近(牛朱別川 KP3~4)	バル	H20,H25	旭永橋	262	8.9	1/300
花咲大橋上流(石狩川 KP159.5~160.2)	花咲	H20,H25	永山	652	47.7	1/300
寿橋上流(美瑛川 KP13.1~14.1)	寿橋	H20,H25	西神楽	452	21	1/300
大正橋付近(忠別川 KP6~7)	大正	H20	大正橋	223	14.6	1/300
神楽橋付近(忠別川 KP4~5)	神楽	H25	大正橋	223	14.6	1/300
比布大橋下流(石狩川 KP174.6~176.2)	比布	H20,H25	比布	505	41.8	1/200
近文大橋上流(石狩川 KP153.2~154.2)	近文	H20,H25	伊納	1520	120.5	1/500
第一北永橋付近(永山新川 KP2.4~3.4)	第一	H25	北永	147	5.5	1/1000
江竜橋上流(石狩川 KP142~143)	江竜	H20,H25	伊納	1520	120.5	1/1000
高速道路橋上流(空知川 KP8~9)	高速	H20,H25	空知大橋	1043	61.3	1/1000
根志越橋上流(千歳川 KP40.5~41.5)	根志	H20,H25	西越	50.4	18.9	1/1400
清幌床上下流(夕張川 KP5.5~6.5)	清幌	H20,H25	清幌橋	607	26.1	1/1700
奈江川合流点(石狩川 KP80~81)	奈江	H20,H25	奈江大橋	3024	261.7	1/2500
幌新太刀別川合流点(雨竜川 KP20.5~21.5)	幌新	H20,H25	多度志	748	25.6	1/600

■塗の調査地区：セグメント1、■塗の調査地区：セグメント2-1

表-2 適性基準の作成に用いた河川水辺の国勢調査の調査地区

調査地区名	水国調査年度			調査地区名	水国調査年度		
	H17	H20	H25		H17	H20	H25
中央橋付近	○			月形大橋上流		○	○
バルブ取水堰付近	○	○	○	奈江川合流点	○	○	○
花咲大橋上流	○	○	○	江竜橋上流	○	○	○
寿橋上流	○	○	○	幌新太刀別川合流点	○	○	○
大正橋付近		○		鷹泊橋下流		○	○
神楽橋付近	○		○	高速道路橋上流	○	○	○
比布大橋下流	○	○	○	清幌床上下流	○	○	○
近文大橋上流	○	○	○	南19条橋下流	○	○	○
神居大橋上流	○	○	○	苗穂鉄道橋（JR）付近	○		
神竜頭首工	○	○	○	川向頭首工下流		○	○
桜岡頭首工付近	○			根志越橋上流	○	○	○
第一北永橋付近			○	東栄橋上流	○	○	○

表-3 流況計算条件

項目	計算条件
ソルバー	Nays2DH
格子サイズ	縦 約3m × 横 約2m
マンングの粗度係数	セグメント1：0.03、セグメント2-1：0.025
乱流モデル	ゼロ方程式
移流項の差分法	CIS法
流量	①PHABSIM:5カ年平均平水流量 ② $BI^{0.2}/H$ 算出:5カ年平均年最大流量
下流端水位	等流水深

朱別川の「バルブ取水堰付近」、忠別川の「神楽橋付近」および「大正橋付近」においては、平成15年の牛朱別川新水路の完成および平成19年の忠別ダムの完成により、流量が調節され、減少している。そのため、これらの施設の完成後の流量は、横断測量調査時の河床地形と対応していない可能性がある。そのため、これらの調査地区においては、施設の完成前の5カ年の流量を用いた。流況計算に用いた平均年最大流量および平均平水流量は、表-1に併記している。

### (3) 交互砂州の形成領域区分のパラメータ $BI^{0.2}/H$ の算出

平均年最大流量時の流況計算結果から交互砂州の形成領域区分のパラメータ $BI^{0.2}/H$ の算出を行った。川幅 $B$ は全ての横断計算格子線上で算出した。川幅 $B$ の定義として、平均年最大流量時に水深が0.5m以上となる横断延長とした。ただし、中洲において部分的に水深が0.5mを下回る横断計算格子線もあるが、川幅にはこれらの中洲の範囲も含めた。水深 $H$ は、横断計算格子線上において水深が0.5m以上となる範囲における平均値を用いた。また、河床勾配 $I$ は表-1に示す河川水辺の国勢調査結果を用いた。これらの川幅 $B$ 、水深 $H$ 、勾配 $I$ を用いて、横断計算格子線毎に $BI^{0.2}/H$ を算出し、調査地区の平均値と標準偏

差を算出した。

各調査地区の交互砂州の形成領域区分<sup>3)</sup>上における分布を把握するために、無次元掃流力 $\tau_*$ を、セグメント1および2-1の調査地区の河床材料の平均粒径 $d$ を、それぞれ5cm, 2cmと仮定し、さらに前述の水深 $H$ および河床勾配 $s$ を用いて、 $\tau_* = \frac{HI}{sd}$  から算出した。ここに、 $s$ は土粒子の水中比重1.65である。

#### (4) PHABSIM

$BI^{0.2}/H$ とウグイ个体数との関係を考察するため、従来手法であるPHABSIMによる評価も併せて行った。

##### a) PHABSIMの流れ

本研究では、PHABSIMによる解析を以下の手順で行った。初めに①河川水辺の国勢調査時の流速と水深から、物理値と生息場の適性の関係の示す適性基準<sup>2)</sup>を作成した。適性基準の作成については後述する。次に②平均平水流量を用いた流況計算により、河道内を分割した各計算格子点の流速、水深を把握した。④これらの流速、水深の値を適性基準に照らし、各計算格子点の流速、水深の適性値を把握した。⑤各計算格子点で流速、水深の適性値を掛け合わせ、合成適性値<sup>2)</sup>を算出した。⑥調査地区毎に水面下（ここでは水深5cm以上）の計算格子点から合成適性値の平均値（以降、平均合成適性値）を算出し、調査地区の水域における平均的な生息環境の質を示す指標として用いた。

##### b) 適性基準の作成

適性基準の作成には式(1)を用いた。

$$SI_i = \frac{SN_i}{SN_{max}} \quad (1)$$

ここに、 $SI_i$ は適性値であり、 $SN_i$ は流速と水深のある物理値帯 $i$ で確認された魚の个体数、 $SN_{max}$ は全ての物理数値帯の中での $SN$ の最大値である。適性基準により得られる適性値は0~1の指標で、値が大きいほど生息環境に適していることを表す。本研究においては、適性基準の作成に用いた个体数( $SN_i$ および $SN_{max}$ )は、努力量の補正を行った値を使用した。この努力量補正を行った適性基準は、調査器具毎にそれぞれ作成し、それらの適正基準を、全体調査回数に対する調査器具毎の調査回数により加重平均して、最終的に一つの適性基準とした。ただし、調査対象範囲が空間的に広い地引網による調査結果については、付随する流速、水深の観測値が、代表値として適切か不明であるため用いていない。また本研究では、稚魚と成魚に区別して適正基準を作成することとした。ウグイは、孵化から2年目に10-14cmになり成熟する<sup>7)</sup>。そのため、本研究では稚魚を体長10cm以下、成魚を体長10.1cm以上と考えて区分した。河川環境データベースから取得する河川水辺の国勢調査結果データには、調査地区、調査時期、調査器具などが異なる調査結果毎に、「个体数」、「最大長」、「最小長」の情報が含まれて

いる<sup>4)</sup>が、それぞれの個体長については不明である。そのため本研究では、簡単のため、「最小長」が10cm以下の調査結果については、全ての個体が稚魚であるとして個体数の整理を行った。「最大長」ではなく「最小長」を基準に稚魚・成魚を区別した理由として、様々な遊泳力（個体長）を有する群の中で、最も遊泳力の弱い個体を基準にする方が、遊泳力の観点からは、より適切な適性基準になると考えたためである。最小個体長が10.1cm以上のものについては成魚として扱うが、生息状況ではなく産卵時の状況であったデータも含まれている可能性がある。ウグイは春から夏にかけて、早瀬で産卵を行う。そのため、この条件に該当するデータは除いた。

### 3. 結果

#### (1) $BI^{0.2}/H$ と魚類个体数

##### a) 各調査地区の交互砂州の形成領域区分<sup>3)</sup>上の分布

各調査地区の交互砂州の発生領域区分<sup>3)</sup>上における分布を図-1に示す。河床材料の粒径 $d$ は仮定した値であるため、実際と縦軸方向の位置に差異がある可能性があるが、この図より、ほとんどの調査地区は単列砂州から複列砂州の発生領域に分布していることが確認される。ただし、清幌床止下流（清幌）については、砂州非発生領域に分布し、さらに根志越橋上流（根志）についても、砂州非発生領域に近い位置に分布している。

##### b) $BI^{0.2}/H$ とウグイ稚魚・成魚个体数

$BI^{0.2}/H$ の調査地区の平均値と、努力量補正した電撃捕漁器および投網により捕獲された稚魚个体数との関係を図-2に示す。これより、電撃捕漁器および投網の双方で、 $BI^{0.2}/H$ が15~25付近で个体数が多いが、 $BI^{0.2}/H$ が0~5付近においても高い値が確認され、二つの変数の間に傾向が見られない。成魚についても同様に図-3に示すが、電撃捕漁器による採捕では、 $BI^{0.2}/H$ が0~5付近において、个体数が多い地点が確認される。

一方で、河床勾配1/600以上の調査地区のみを対象と

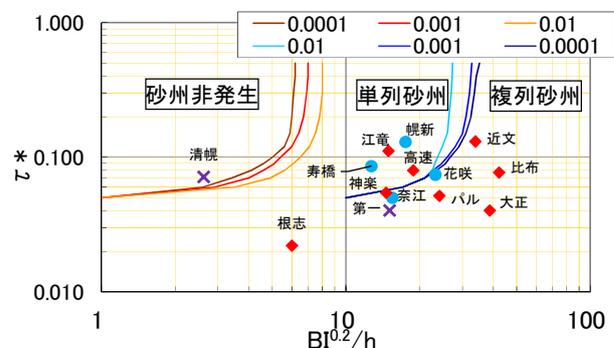


図-1 河床材料の粒径を仮定した場合の各調査地区の交互砂州の形成領域区分<sup>3)</sup>上での分布。◆および●は、平成20~26年の航空写真により、それぞれ複列の流路および単列砂州を確認し、×は砂州がないことを確認した地点であることを示す。

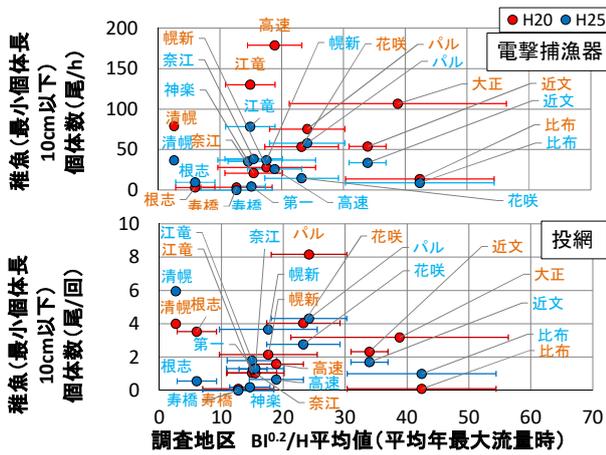


図-2 全調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値と努力量補正したウグイ稚魚個体数の関係。エラーバーは標準偏差を示す。

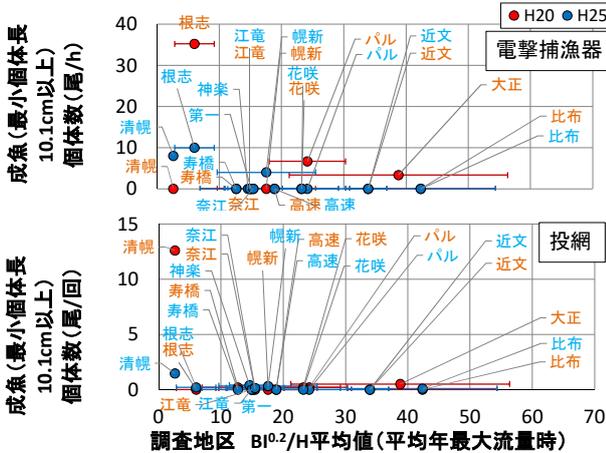


図-3 全調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値と努力量補正したウグイ成魚個体数の関係。エラーバーは標準偏差を示す。

した場合、図-4に示すとおり稚魚については、電撃捕漁器および投網による個体数は、概ね $BI^{0.2}/H$ が10~45の範囲において、個体数のピークが $BI^{0.2}/H$ が15~25付近まで増加し、それより $BI^{0.2}/H$ が大きくなると緩やかに減少するようにプロットされた。成魚については、図-5に示すとおり、電撃捕漁器により得られた個体数は、稚魚と同様の分布(図-4)を確認できるが、投網については、採捕数が少なく、個体数と $BI^{0.2}/H$ 平均値との関係に、明確な傾向は表れなかった。

## (2) PHABSIMIによる平均合成適性値と個体数の関係

### a) 適性基準の作成

努力量補正を行った河川水辺の国勢調査結果から作成したウグイの流速および水深に対する適性基準を図-6に示す。本研究では努力量補正を行った適性基準を、次のとおり作成した。初めに調査器具毎に適性基準を作成し、それらを全体調査回数に対する各調査器具の割合により加重平均し(図-6「加重平均(調査別)」)、その適性値の最大値が1になるように正規化し(図-6「正規化」)、さらにこの正規化した適性基準の凹凸を補間したものを最終的な適性基準とした(図-6「補間」)。な

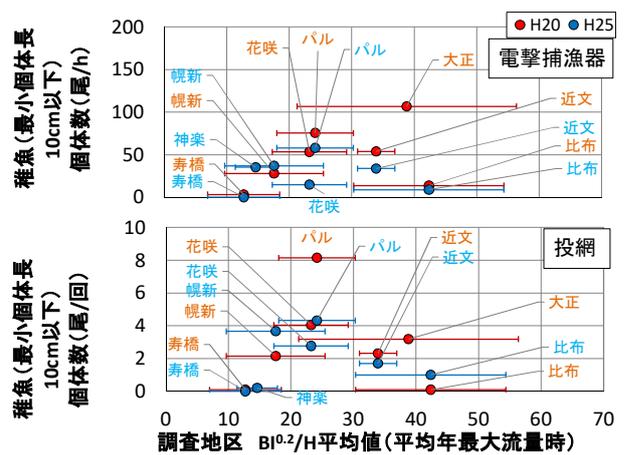


図-4 河床勾配1/600以上の調査地区のみの $BI^{0.2}/H$ 平均値と努力量補正したウグイ稚魚個体数の関係。エラーバーは標準偏差を示す。

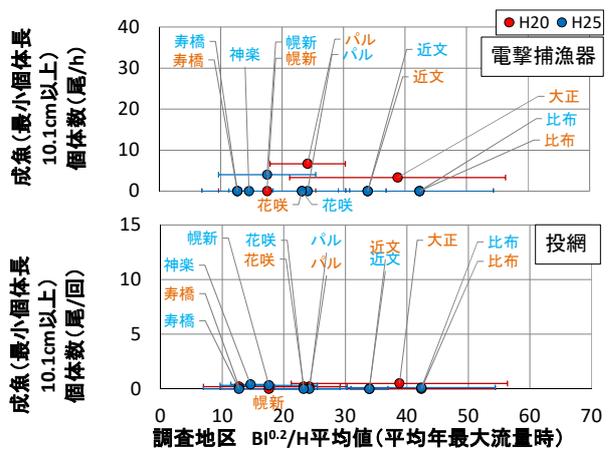


図-5 河床勾配1/600以上の調査地区のみの $BI^{0.2}/H$ 平均値と努力量補正したウグイ成魚個体数の関係。エラーバーは標準偏差を示す。

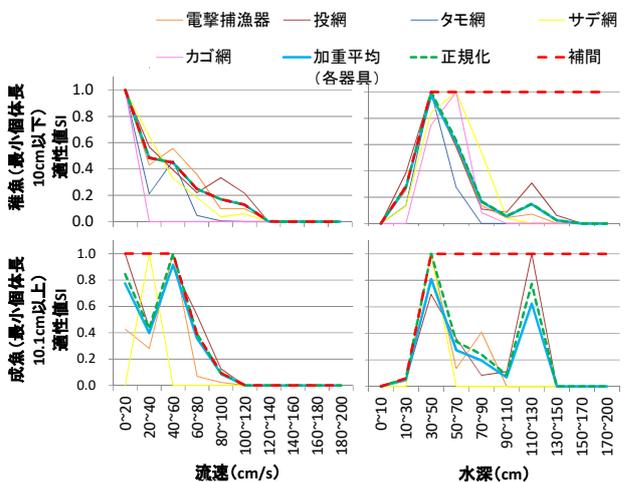


図-6 ウグイ稚魚(上)と成魚(下)の流速(左)と水深(右)の適性基準

お、水深については、水深が深いことが直接的な生息の制限要因にならないと考え、適性値が1になる水深値より、深い水深値については、適性値を1とした。また、流速についても、流速が遅いことが直接的な生息の制限要因にならないと考え、適性値が1になる流速値より、遅い流速値については、適性値を1とした。

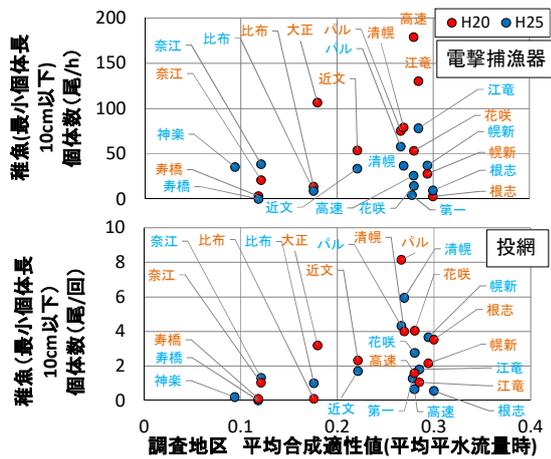


図-7 各調査地区の平均合成適性値と努力量補正したウグイ稚魚個体数の関係

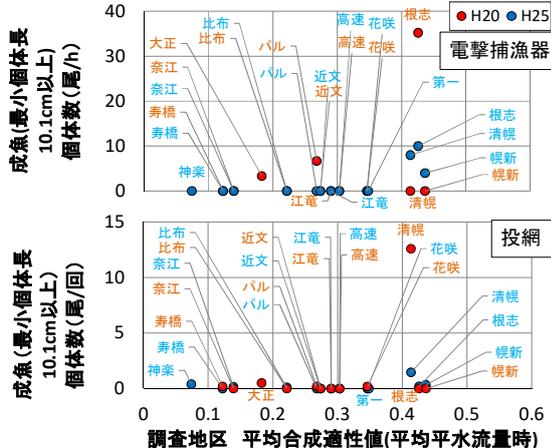


図-8 各調査地区の平均合成適性値と努力量補正したウグイ成魚個体数の関係

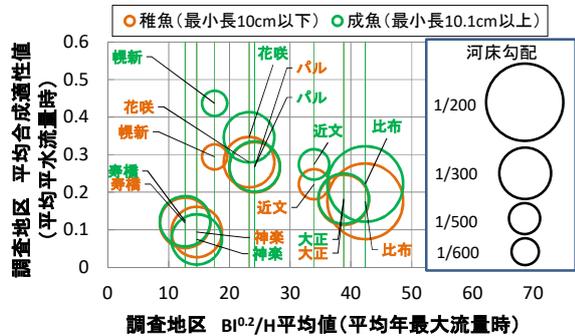


図-9 河床勾配1/600以上の調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値とウグイ稚魚・成魚の生息環境の平均合成適性値の関係

b) 平均合成適性値と個体数

各調査地区における電気捕漁器および投網により得られた努力量補正した稚魚の個体数と、各調査地区の平均合成適性値の関係を図-7に示す。電気捕漁器と投網の双方で、平均合成適性値が高い調査地区ほど個体数が多いことが確認される。成魚について同様に取りまとめたものを図-8に示す。この図より、稚魚の場合ほど明確ではないが、平均合成適性値が高い調査地区ほど個体数が多いことが確認される。成魚の場合の方が、傾向が明確ではない原因として、全体的にウグイ成魚の採捕データが

少ないことが影響したことが考えられる。

このように、成魚については、平均合成適性値とウグイ個体数との関係性が稚魚の場合ほど明確ではなかったが、概ね調査地区の平均合成適性値と個体数に正の関係性が確認され、作成した適性基準は概ね妥当なものであると考えられる。

(3) 調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値と平均合成適性値の関係

河床勾配1/600以上の調査地区を対象に、 $BI^{0.2}/H$ の平均値と平均合成適性値の関係を図-9に示す。なお、この図では各調査地区の河床勾配を円の半径で表している。この図より、稚魚・成魚ともに、 $BI^{0.2}/H$ と個体数との関係で見られたものと同様に(図-4)、概ね $BI^{0.2}/H$ が10~45の範囲で、個体数のピークを $BI^{0.2}/H$ が15~25付近に持つ凸型の分布が確認される。

4. 考察

(1)  $BI^{0.2}/H$ による魚類の生息環境の特性

河床勾配が1/600以上の調査地区において、 $BI^{0.2}/H$ とウグイ稚魚の個体数との関係を検討した結果、 $BI^{0.2}/H$ が10~45の範囲で、個体数のピークを $BI^{0.2}/H$ が15~25付近に持つ、凸型の分布となることが確認された(図-4)。 $BI^{0.2}/H$ と平均合成適性値の関係においても、同様の傾向が確認されたことから(図-9)、この現地調査による個体数が $BI^{0.2}/H$ に対して凸型の分布を有する原因として、平水時の流況に対するウグイ稚魚の生息適性が影響したことが考えられる。

勾配1/600未満では、 $BI^{0.2}/H$ とウグイ稚魚の個体数の凸型分布から外れるものが確認された(図-2)。この原因として、河床勾配が緩い領域では、平水時の流況が砂州地形の影響を受けづらい条件であったことが考えられる。

(2)  $BI^{0.2}/H$ により魚類生息環境に違いが生じる原因

$BI^{0.2}/H$ がウグイ個体数やPHABSIMによる平均合成適性値に対して、凸型分布を持った原因として、砂州形成領域による流況の違いが影響したことが考えられる。これを確認するため、河床勾配1/600以上の調査地区の平水時の流速、水深の平均値および標準偏差を $BI^{0.2}/H$ で区分したものを図-10に示す。平均合成適性値が低く、 $BI^{0.2}/H$ が10~15付近の単列砂州形成領域に入る調査地区の寿橋上流と神楽橋付近、平均合成適性値が低く、 $BI^{0.2}/H$ が25~45付近の複列砂州形成領域に入る調査地区の比布大橋下流と大正橋付近では、流速が速く、水深が浅い流況を有している(図-10)。このような、流況は適性基準(図-6)からみるとウグイ稚魚の生息地として不適となる。さらに水深の標準偏差が他の領域に所属する調査地区よりも小さい特徴を有し(図-10)、複雑な生息環境を有していないことも、平均合成適性値が小さい原因になったと考えられる(図-9)。一方で、同じ複

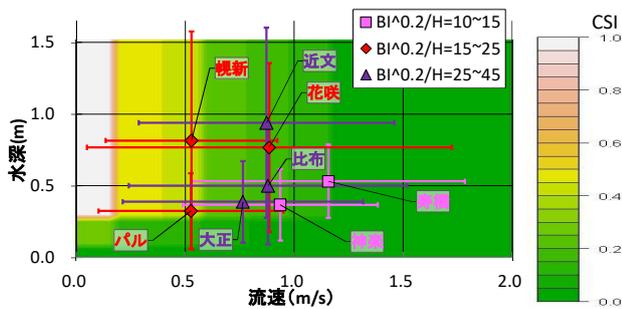


図-10 河床勾配1/600以上の調査地区の $BI^{0.2}/H$ で区分した流速および水深の平均値と標準偏差。背面色は各流速、水深における合成適性値 (CSI) を示す (各調査地点の平均合成適性値とは異なる)。

列砂州形成領域であるが、平均合成適性値が高い近文大橋上流では、流速は速いものの水深が深く、さらに流速と水深の両方の標準偏差が他の2カ所に比べ大きな値である (図-10)。このような流況の特徴は、後述する平均合成適性が高い花咲大橋上流と大きくは変わらない (図-10)。近文大橋上流では、同じ複列砂州形成領域の比布大橋下流、大正橋付近よりも水深が深いことに加え、水深、流速の標準偏差がともに大きく複雑な環境となっていることから、平均合成適性値が高かったものと考えられる (図-9)。このように複列砂州形成領域で、流況の特徴が異なる原因として、複列砂州形成領域の河道の河床地形変化が影響している可能性が考えられる。複列砂州形成領域では出水時において、時間の経過とともに浮き州が発生し、1本の流路を有する自己形成流路が現れることがある<sup>8)</sup>。このような地形の発生が、平水時においても流れの集中をもたらし、流速が速い単調な流況の発生を促し、複列砂州形成領域における平均合成適性値の低さに影響したことが考えられるが、この詳細については本稿では明らかではない。

$BI^{0.2}/H$ が15~25付近の単列砂州形成領域と複列砂州形成領域の中間付近に分布する調査地区の幌新太刀別川合流点では、流速が遅く水深が深い (図-10)。このような流況は、適性基準 (図-6) からウグイの生息適地となりやすい。また、花咲大橋上流は、流速と水深の平均値が大きく、流速面からは不適側であるが、流速、水深の標準偏差が大きく、多様な流況を有している。そのため、ウグイの生息として良好な場所も創出されていたと考えられ、それが平均合成適性値に反映されたと考えられる (図-9)。詳しい機構は不明であるが、単列砂州形成領域と複列砂州形成領域の中間付近に分布する河道条件においては、平水時においても多様な流況が形成され、ウグイの稚魚など遊泳力が低い魚類にとって最も適した環境となることが考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、石狩川のウグイを対象に、砂州形成に影響する $BI^{0.2}/H$ と河川水辺の国勢調査の個体数との関係を検討し、以下のことが明らかとなった。

①河床勾配が1/600以上の調査地点においては、ウグイ稚魚の個体数は、 $BI^{0.2}/H$ が10~45の範囲の15~25付近においてピークを持つことが確認された。PHABSIMによる調査地点の平均合成適性値も同様の分布を持つことから、平水時の流況に対するウグイ稚魚の生息適性が個体数に影響したことが考えられた。② $BI^{0.2}/H$ によりウグイ稚魚の個体数に違いがあった原因として、単列砂州形成領域にあたる調査地区と複列砂州形成領域にあたる調査地区の一部では、平均流速が速く、平均水深が浅い流況であり、ウグイ稚魚の生息環境からは不適な流況特性であったことと、これに加え、水深の標準偏差が小さく単調な環境であったことが考えられた。

一方で、複列砂州形成領域の一部の調査地区および単列砂州形成領域と複列砂州形成領域の中間付近 ( $BI^{0.2}/H$ が15~25付近) の調査地区においては、平均水深が深く、標準偏差も大きい。また、平均流速が小さく、流速が速い場合においても、標準偏差が大きいなど、多様な環境を有し、よりウグイ稚魚に適した流況特性を有していた。

これらのことから、 $BI^{0.2}/H$ は魚類の生息環境と関係あることが明らかとなり、大規模河川の中上流部において、この汎用性の高い変数である $BI^{0.2}/H$ を魚類生息環境の評価に適用できる可能性を示唆することができた。

**謝辞：**北海道開発局札幌開発建設部および旭川開発建設部にデータを提供戴いた。また、北海道大学大学院農学研究院古市剛久博士には原稿を読んでいただいた。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) Inoue, M., Nunokawa, M.: Effects of longitudinal variations in stream habitat structure on fish abundance; an analysis based on subunit-scale habitat classification, *Freshwater Biology*, 47, pp.1594-1607, 2002.
- 2) 玉井信行ら：河川生態環境評価法，東京大学出版，pp95-102,2000,3.
- 3) 社団法人 土木学会，土木学会 水理公式集，pp.339-345，p592，1999.
- 4) 河川環境データベース，<http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/> (平成28年11月11日確認)。
- 5) iRIC Project，<http://i-ric.org/ja/>，(平成28年11月11日確認)。
- 6) 国土交通省，水文水質データベース，<http://www1.river.go.jp/>，(平成28年11月11日確認)。
- 7) 稗田一俊：北海道の淡水魚，北海道新聞社，pp.94-95，1984.
- 8) 竹林洋史，江頭進治：自己形成流路の形成過程と形成水理条件，土木学会論文集，No.677,II-55,75-86,2001,5.

(2017. 4. 3受付)