

河川水辺の国勢調査結果（魚類）を用いた 河道条件および流況と魚類生息環境に関する 一考察

国立研究開発法人 土木研究所寒地土木研究所 水環境保全チーム ○矢野 雅昭
谷瀬 敦
新目 竜一

ウグイを対象として、河川水辺の国勢調査結果の個体数と、数値計算結果を用いたPHABSIMにより算出した平均合成適性値、および交互砂州の形成領域区分のパラメータである $BI^{0.2}/H$ との関係について検討した。その結果、稚魚については、調査地区の平均合成適性値が高いほど、個体数が多い傾向が確認され、作成した適性基準がある程度妥当であることが確認された。また、 $BI^{0.2}/H$ が15~20の調査地区で、稚魚の個体数が多く、平均合成適性値も高かった。そのため、これらの複列砂州発生条件に近い調査地区では、ウグイ稚魚の生息適地が多く、そのことが個体数に寄与したことが考えられた。

キーワード：河川水辺の国勢調査（魚類）、PHABSIM、交互砂州の形成領域区分

1. はじめに

河道の流下能力の向上および河道断面の維持管理において、平水位以下の低水路河道掘削が行われることがあるが、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。河川環境を把握する手法として、流速、水深、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するPHABSIM (Physical Habitat Simulation Model)¹⁾が用いられることがある。魚類の生息環境に関する研究として、例えばヤマメ、ウグイを対象としたものがあり、同じ「淵」を好むにしても、それぞれ「淵頭」、「淵の川岸」など生息適地が局所的に異なることが指摘されている²⁾。適切な生息環境の物理適性を用いれば、PHABSIMにより、局所的な生息適地を把握可能であると考えられる。しかし、河道内の全ての局所的な物理値を把握することや、それに対応した魚類生息調査を行うには、多くの労力を必要とし、実務上、より汎用性のあるパラメータにより、河道の生息適地を評価できることが望ましい。

河床形状が複雑であることは、多様な流況を創出し、魚類生息環境に寄与することが考えられる。また、流況が多様であることは、河川中・上流域においては、遊泳力の弱い稚魚の生息適地創出にも寄与する可能性がある。

瀬、淵の形成に影響する砂州などの中規模河床波の発生は、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³⁾、 $BI^{0.2}/H$ 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、多様な流況が形成される。そのため、河道の $BI^{0.2}/H$ を評価することで魚類の生息環境についても評価できる可能性がある。一方で、この指標に対する魚類生息状況を把握するには、多くの労力が必要となる。国土交通省では河川水辺の国勢調査⁴⁾により平成2年から魚類、底生動物、植物、鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類、陸上昆虫類等、動植物プランクトン（ダム湖版のみ）の調査を、全国で5カ年毎に行っており、データの蓄積がある。

本研究は、河川環境評価技術の開発および河道整備に資するため、河川水辺の国勢調査結果の魚類個体数と、数値計算結果を用いたPHABSIMによる生息適地の推定量および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結果（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⁴⁾から取得可能である。本研究の対象魚は、研究の初段階として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、河川水辺の国勢調査結果に、個体長が小さくウグイ属の一種 (*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。対象河川は石狩川上流とし、個体

数の取り纏めに用いたデータは、平成20年および25年に行われた調査結果を用いた。また、後述するPHABSIMで用いる適性基準の作成においては、データ数を確保するため、平成17, 20, 25年の石狩川上・下流のセグメント3の調査地区を除いたデータを用いた。これらの使用データの調査地区名、調査年度を表-1に示す。

(2) 流況計算

PHABSIMによる魚類の生息適地量の検討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、流況計算を行った。また、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^2/H を把握するためにも、流況計算を行った。流況計算には、iRICの平面2次元モデルであるNays2DHソルバー⁵⁾を用いた。流況計算の設定条件は、表-2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22, 23年度に行われた河川定期横断測量結果を用いた。この河川定期横断測量は、ほとんどの地点で縦断間隔200mで行われている。平水流量および年最大流量は、調査地区の近傍の水文水質データベース⁶⁾から取得可能な流量観測結果を用いた。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、平均平水流量、平均年最大流量）を用いた。ただし、調査地区の中で、石狩川水系牛朱別川の「パルプ取水堰付近」、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、出水時の流量が調節され、減少している。出水時の流量が減少すると河床変動量が減少するため、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平水流量および平均年最大流量は、表-1に併記している。

(3) PHABSIM

a) PHABSIMの流れ

平均平水流量時の流速、水深の平面分布条件下における魚類の生息適地量を把握するため、PHABSIMによる解析を行った。本研究では、PHABSIMによる解析を以下の手順で行った。①初めに河川水辺の国勢調査結果に示される調査時の流速、水深値から、物理値と生息場の適性の関係の示す適性基準¹⁾を作成した。適性基準の作成については後述する。②数値計算により、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河道内の各計算格子点の流速、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¹⁾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、

表-1 使用した河川水辺の国勢調査（魚類）の調査地区

調査地区名と調査年度		PHABSIM適正基準の作成	
個体数の整理 (河川名、KP、流量観測所、 平水流量、年最大流量 含む)			
石狩川上流		石狩川上流	
○パルプ取水堰付近	H20, H25	○中央橋付近	H17
・牛朱別川 KP3~4,		○パルプ取水堰付近	H17, H20, H25
・流量観測所：旭永橋、平水8.9m ³ /s、年最大262m ³ /s		○花咲大橋上流	H17, H20, H25
○花咲大橋上流	H20, H25	○寿橋上流	H17, H20, H25
・石狩川 KP159.5~160.2		○大正橋付近	H20
・流量観測所：永山、平水47.7m ³ /s、年最大652m ³ /s		○神楽橋付近	H17, H25
○寿橋上流	H20, H25	○比布大橋下流	H17, H20, H25
・美瑛川 KP13.1~14.1		○近文大橋上流	H17, H20, H25
・流量観測所：西神楽、平水21.0m ³ /s、年最大452m ³ /s		○神居大橋上流	H17, H20, H25
○大正橋付近	H20	○神電頭首工	H17, H20, H25
・忠別川 KP6~7		○桜岡頭首工付近	H17
・流量観測所：大正橋、平水14.6m ³ /s、年最大223m ³ /s		○第一北永橋付近	H25
○神楽橋付近	H25	石狩川下流	
・忠別川 KP4~5		○月形大橋上流	H20, H25
・流量観測所：大正橋、平水14.6m ³ /s、年最大223m ³ /s		○奈江川合流点	H17, H20, H25
○比布大橋下流	H20, H25	○江竜橋上流	H17, H20, H25
・石狩川 KP174.6~176.2		○雄新太刀別川合流点	H17, H20, H25
・流量観測所：比布、平水41.8m ³ /s、年最大505m ³ /s		○鷹泊橋下流	H20, H25
○近文大橋上流	H20, H25	○高速道路橋上流	H17, H20, H25
・石狩川 KP153.2~154.2		○清幌床下流	H17, H20, H25
・流量観測所：伊納、平水120.5m ³ /s、年最大1520m ³ /s		○南19条橋下流	H17, H20, H25
○神居大橋上流	H20, H25	○苗穂鉄道橋（JR）付近	H17
・石狩川 KP138.8~139.6		○川向頭首工下流	H20, H25
・流量観測所：伊納、平水120.5m ³ /s、年最大1520m ³ /s		○根志越橋上流	H17, H20, H25
○神電頭首工	H20, H25	○東栄橋上流	H17, H20, H25
・石狩川 KP142~143			
・流量観測所：伊納、平水120.5m ³ /s、年最大1520m ³ /s			

表-2 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
マンニングの粗度係数	0.03
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 ②BI0.2/H算出: 5カ年平均年最大流量
下流端水位	等流水深

平均合成適性値)を算出した。

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 で確認された魚の個体数、 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。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⁷⁾、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⁴⁾。本研究では、2種類の適性基準を作成した。一つは努力量の補正を行なわないもので、調査地区毎の様々な調査器具、努力量で採捕された個体数の単純な合計値から作成した適性基準である。もう一つは、努力量の補正（個体数を努力量で除す）を行ったものである。この努力量補正を行った適性基準は、調査器具毎に、それぞれ適性基準を作成し、その調査器具毎の適正基準を全体調査数に対する調査数割合により、加重平均して一つに纏めたものである。ただし、調査対象範囲が面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⁷⁾。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、「個体数」、「最大長」、「最小長」の情報が含まれている⁴⁾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、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ている。

(4) 流況計算結果を用いた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。川幅は全ての横断格子線上で算出した。川幅Bの定義として、平

均年最大流量時に流速が2m/s以上となる横断延長とした。これは、流速が2m/s程度あれば、無次元限界掃流力 τ_* が0.05を上回り、河床材料が移動し、河床地形が形成されると考えたためである。なお、水深2m、河床材料の直径が3cm、マニング粗度が0.03の条件において、無次元限界掃流力が0.05以上となる流速は1.86m/sである。また、部分的に中洲において流速が2m/sを下回る横断格子線もあるが、川幅にはこれらの中洲の範囲も含めた。水深Hは、横断格子線上において流速が2m/s以上となる範囲の平均値を算出したものを用いた。また、勾配Iは河川水辺の国勢調査結果にある河床勾配を用いた。これらの川幅B、水深H、勾配Iを用いて、各横断格子線毎に $BI^{0.2}/H$ を算出し、調査地区の平均値と標準偏差を算出した。

3. 結果

(1) 各調査地区における個体数

調査地区別のウグイの総個体数を稚魚、成魚の別に図-1に示す。「パルプ取水堰付近」、「花咲大橋上流」、「大正橋付近」、「近文大橋上流」、「神居大橋上流」では、200尾を越す稚魚が捕獲されている。また、努力量補正を行った結果として、使用頻度が多い電撃捕漁器および投網についてのみ図-2に示すが、努力量補正を行わない場合と稚魚の多い調査地区の傾向は大きく変わっていない。

(2) 平均合成適性値と個体数の関係

a) 適性基準の作成

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-3, 4に示す。これらの適性基準は、努力量補正の有無、稚魚・成魚の区分により分けて記載している。

努力量補正が無い場合の適性基準は、式(1)から得られる適性値(図-3, 4左「単純合計」)の凹凸を補間したもの(図-3, 4左「単純合計(補間)」)である。なお、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。

努力量補正を行った場合の適性基準は、調査器具毎に作成した適性基準を加重平均したもの(図-3, 4右「加重平均(調査別)」)を適性値の最大値が1になるように正規化し(図-3, 4右「正規化」)、さらに努力量補正なしの適性基準と同様に凹凸を補間し(図-3, 4右「補間」)、これを用いた。

努力量補正の有無の違いにより、適性基準には大きな

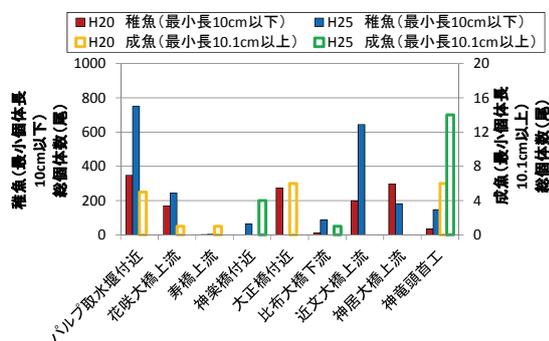


図-1 調査地区毎の総個体数 (努力量補正なし)

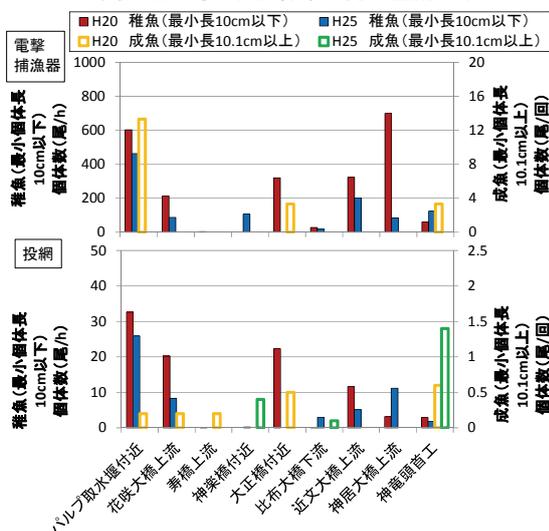


図-2 調査地区毎の個体数 (努力量補正あり)

違いが確認されなかったことから、努力量補正を行っていない適性基準を用いて、以降の検討でPHABSIMによる平均合成適合値の算出を行った。

b) 平均合成適合値と個体数

PHABSIMの結果、稚魚の適正基準を用いて得られる合成適合値の分布例を図-5に示す。河岸付近の主流部から外れた箇所では合成適合値が高くなっている。この調査地区の平均合成適合値と稚魚・成魚別のウグイ総個体数との関係を図-6に示す。稚魚では、平均合成適合値が高い調査地区ほど個体数が多いことが確認される。一方で、成魚では、この傾向が確認できない。

電気捕漁器および投網により得られた稚魚の個体数を努力量補正したものと、調査地区の平均合成適合値の関係を図-7に示す。両結果とも、努力量補正を行わない総個体数で確認された傾向と同様に、平均合成適合値が高いほど、個体数が多いことが確認された。成魚について、同様に取りまとめたものを図-8に示すが、稚魚で確認されたような明確な傾向は確認できない。

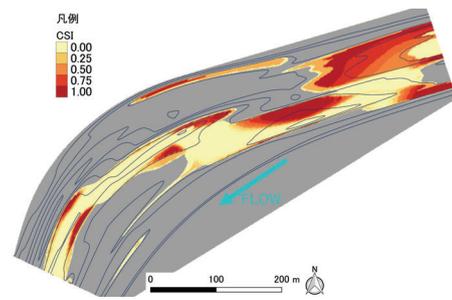


図-5 合成適合値（稚魚）の分布例（花咲大橋上流）

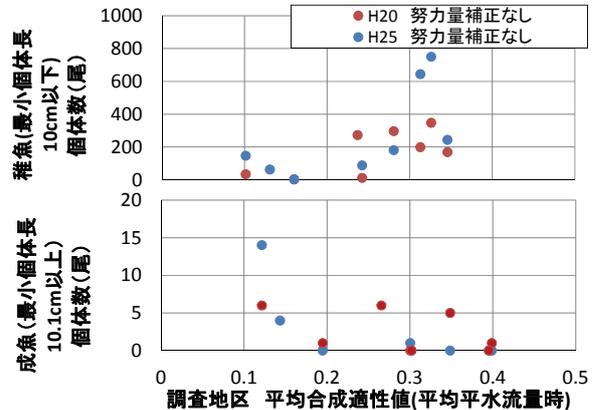


図-6 各調査地区の平均合成適合値とウグイ個体数の関係（努力量補正なし、上：稚魚、下：成魚）

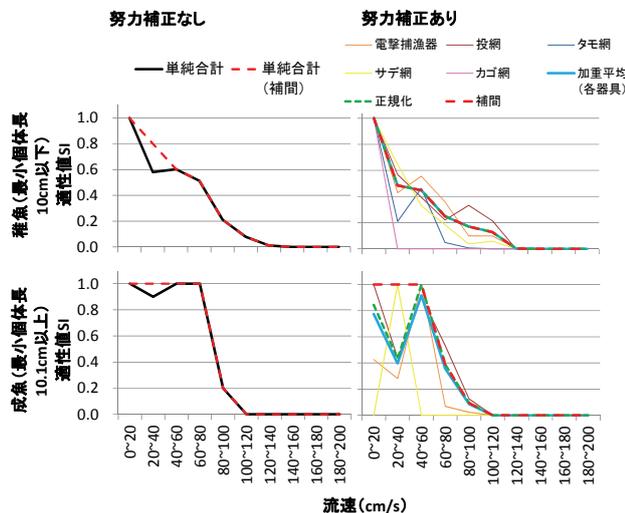


図-3 ウグイ 適性基準（流速）（上：稚魚、下：成魚、左：努力量補正なし、右：努力量補正あり）

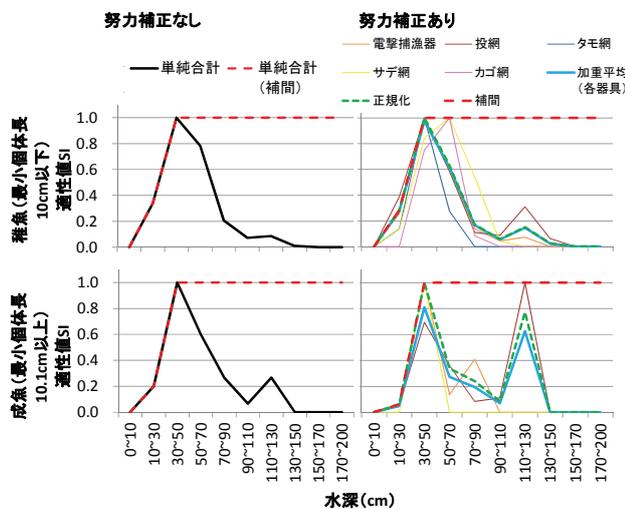


図-4 ウグイ 適性基準（水深）（上：稚魚、下：成魚、左：努力量補正なし、右：努力量補正あり）

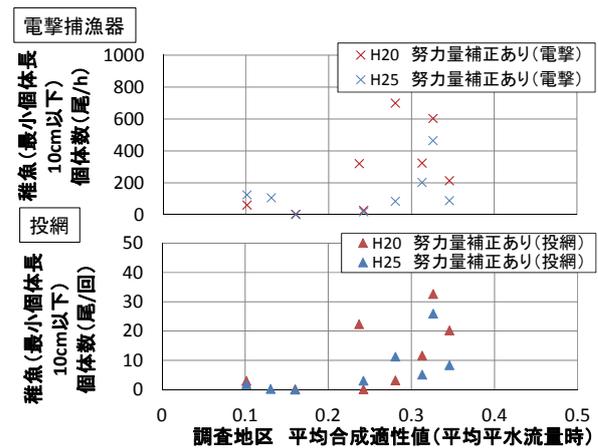


図-7 各調査地区の平均合成適合値とウグイ個体数の関係（稚魚、努力量補正あり）

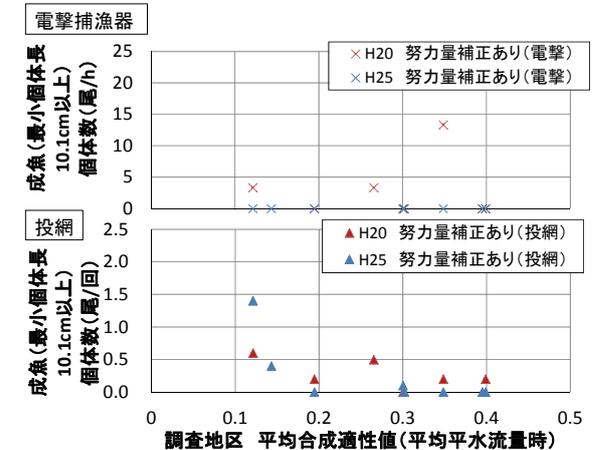


図-8 各調査地区の平均合成適合値とウグイ個体数の関係（成魚、努力量補正あり）

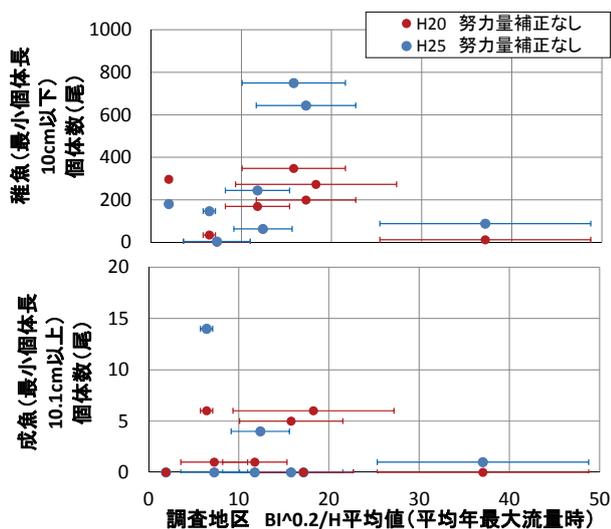


図-9 各調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値とウグイ个体数の関係 (努力量補正なし、上：稚魚、下：成魚)

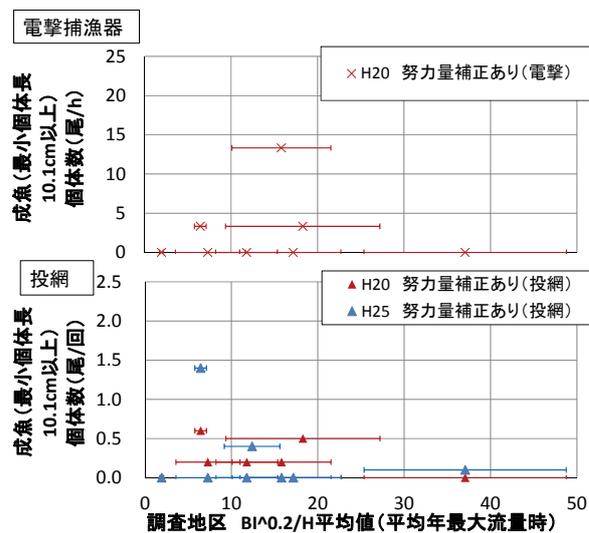


図-11 各調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値とウグイ个体数の関係 (成魚、努力量補正あり)

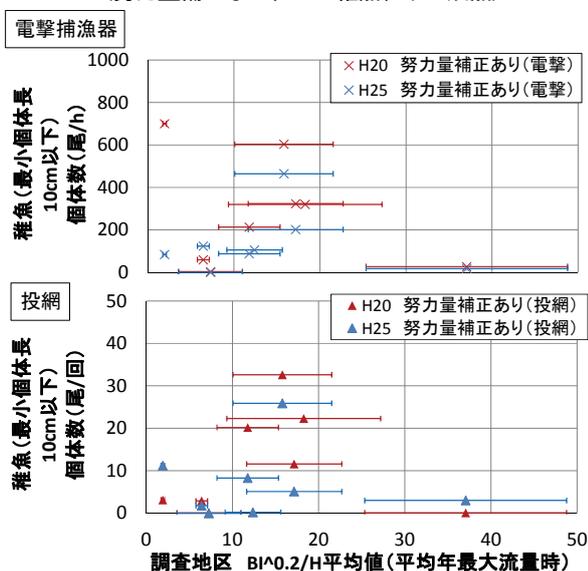


図-10 各調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値とウグイ个体数の関係 (稚魚、努力量補正あり)

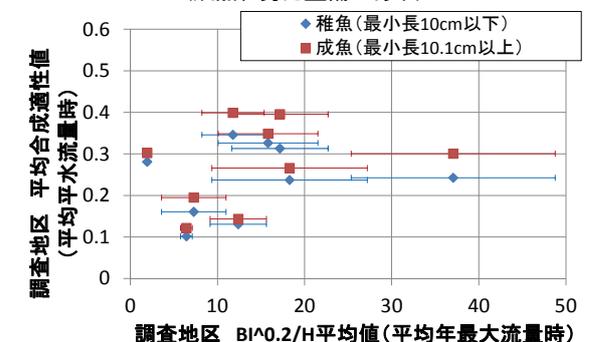


図-12 各調査地区の $BI^{0.2}/H$ 平均値と平均合成適性値の関係

(3) 調査地区内の $BI^{0.2}/H$ 平均値と魚類个体数

交互砂州の形成領域区分のパラメータである $BI^{0.2}/H$ の調査地区の平均値と、努力量補正を行っていない个体数との関係を図-9に示す。稚魚では、 $BI^{0.2}/H$ が15~20付近で个体数が多くなっている。また、 $BI^{0.2}/H$ が35を超える調査地区も確認されるが、个体数は小さくなっている。成魚については、 $BI^{0.2}/H$ との明確な関係は確認できなかった。

電撃捕漁器および投網により捕獲された稚魚の努力量補正を行なった个体数と、 $BI^{0.2}/H$ 平均値との関係を図-10に示す。努力量補正を行わない場合と同様に、 $BI^{0.2}/H$ が15~20付近で个体数が多くなっている。同様に努力量補正を行った成魚の个体数と $BI^{0.2}/H$ 平均値との関係を図-11に示すが、努力量補正を行わない場合と同様に、明確な傾向が表れなかった。

4. 考察

(1) 流況計算結果を用いたPHABSIMの妥当性

河川水辺の国勢調査結果(魚類)から、稚魚・成魚の別にウグイの適性基準を作成し、調査地区の平均合成適性値を把握した。その結果、稚魚については、平均合成適性値が高いほど、个体数が多い傾向が確認された(図-6上、7)。このことは、作成した適性基準がある程度妥当なものであったことを意味していると考えられる。一方で、成魚については、平均合成適性値と个体数との関係に明確な傾向が確認できなかった(図-8)。これは、稚魚に比べ成魚はデータ数が少ないことが影響した可能性が考えられ、今後データ数を増やし、傾向を確認する必要がある。

(2) 交互砂州の形成領域区分のパラメータ BI^{02}/H が魚類の生息環境に及ぼす影響

BI^{02}/H とウグイ稚魚の個体数との関係を検討した結果、 BI^{02}/H が15~20付近の調査地区で個体数が多い傾向が確認された(図-9, 10)。 BI^{02}/H と平均合成適性値の関係においても、 BI^{02}/H が15~20付近の調査地区で平均合成適性値が高い傾向が確認されることから(図-12)、これらの調査地区においては、ウグイ稚魚の生息環境が多かった可能性がある。これらの BI^{02}/H が15~20付近の調査地区で平均合成適性値が高い要因の一つとして、複列砂州に近い河床では、出水時だけではなく、平水流量時においても浅く広く水面が分布し、ウグイの稚魚に適した生息環境が多く存在していた可能性がある。もう一つは、alcoveといった地形が形成されていた可能性がある。alcoveは砂礫の堆積により、主流から分離された背水により涵養されている地形であり、 BI^{02}/H が大きく、複列砂州発生領域に近い条件の方が発生しやすい⁹⁾。Alcoveは、ギンザケ(*Oncorhynchus kisutch*)の稚魚の冬期生息場所として重要であることも知られており⁹⁾、静穏な流況のalcoveは、ウグイ稚魚の生息環境にとっても重要であることが想定される。

一方で、 BI^{02}/H が35を超える調査地区では、確認された個体数が少なかった。 BI^{02}/H に対する平均合成適性値の関係においても、 BI^{02}/H が35を超える調査地区では BI^{02}/H が15~20付近の調査地区よりも、平均合成適性値がやや小さく、ウグイ稚魚の生息適地がより少ないことが想定される。 BI^{02}/H に対する生息適地の増加は、 BI^{02}/H が15~20をピークに減少する特徴を持つことも考えられるが、 BI^{02}/H が20を超えるデータがこの一点のみのため、今後データ数を増やして精査する必要がある。

5. まとめ

本研究では、ウグイを対象に、河川水辺の国勢調査結果の個体数と、数値計算結果を用いたPHABSIMによる生息適地量および交互砂州の形成領域区分のパラメータである BI^{02}/H との関係を検討し、以下のことが明らかとなった。

①PHABSIMによる調査区間の平均合成適性値とウグイ個体数との関係を検討した結果、稚魚(最小個体長10cm以下)については、平均合成適性値が高いほど、個体数が多い傾向が確認され、作成した適性基準がある程度妥当であることが確認された。

②交互砂州の形成領域区分のパラメータである BI^{02}/H とウグイ個体数の関係を検討した結果、稚魚(最小個体長10cm以下)については、調査区間の BI^{02}/H の平均値が15~20付近の単列砂州発生領域と複列砂州発生領域の境界付近で、個体数が多いことが確認された。この原因として、平均合成適性値が BI^{02}/H の平均値が15~20付近の調

査地区で同様に高いことから、これらの調査地区で生息適地が多いことが考えられ、このことが個体数の多さに影響したことが考えられた。

本研究では石狩川上流において、ウグイの稚魚の生息環境に、交互砂州の形成領域区分のパラメータである BI^{02}/H が関係していることが示唆された。このことは、 BI^{02}/H を基準とした河道整備を行うことで、魚類の生息環境に配慮した自律的な河道を形成できる可能性を示唆している。今後、河川の中、下流部や他河川において傾向を把握し、さらに他魚種においても同じ関連性があるか検証する必要がある。

一方で、 BI^{02}/H が35を超える複列砂州の点では、確認された個体数が少なく、また、平均合成適性値も BI^{02}/H の平均値が15~20付近の調査地区よりやや低いことが確認された。しかし、 BI^{02}/H が20を超えるデータ数が少ないことから、今後、調査地区数、河川数を増やし、精査する必要がある。また、成魚(最小個体長10.1cm以上)についても、データ数が少なく、明確な傾向が確認されなかったことから、同様にデータ数を増やして精査する必要がある。

謝辞：旭川開発建設部に貴重なデータを提供戴いた。また、本研究チームの布川雅典研究員から多くの貴重な意見を戴いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 玉井信行ら：河川生態環境評価法，東京大学出版，pp95-102,2000,3.
- 2) 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.
- 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/index.html>，
(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) 平成28年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版](魚類調査編)，国土交通省水管理・国土保全局河川環境課，
<http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/mizukokuweb/gaiyou.htm>，
(平成28年11月11日確認)。
- 8) 稗田一俊：北海道の淡水魚，北海道新聞社，pp.94-95, 1984.
- 9) 矢野雅昭，布川雅典，谷瀬敦，新目竜一：中規模河床波発生領域による alcove 形成条件に関する数値計算，土木学会北海道支部，第73号，2017(印刷中)。
- 10) Thomas E. N., Jeffrey D. R., Steven L. J. & Mario F. : Seasonal change in habitat use by juvenile Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in Oregon coastal stream, *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 49(2), pp.783-789, 1992.