

河床勾配で区分される小区間に着目した魚類生息環境評価に関する基礎的研究

東京大学大学院工学系研究科 ○学生会員 知花 武佳

東京大学大学院工学系研究科 フェロー会員 玉井 信行

(株)建設技術研究所 正会員 黒田 直樹

東京大学大学院工学系研究科 学生会員 鈴木 一平

1. はじめに

近年、魚類の生息域適性評価法、特に PHABSIM の改良に関する様々な研究が見られるようになった。しかし、PHABSIM が仮定しているように水深、流速といった個々の要素が独立に魚類に対して働いているということではなく、様々なスケールのあらゆる環境因子が複合して魚類の生息場を規定しておりその解析は複雑である。筆者らは既往の研究において¹⁾、横断方向及び滞筋に沿った縦断方向に座標を考え、瀬と淵の間の相対的位置関係でこれら複合的な要素を代表する手法を提案し、特に淵頭の領域に重み付けを行うことでウグイの生息場をより正確に表現できることを示した。しかし、小河川で同様の重み付けを行おうとしたが、淵頭中心ではなく、淵全体に群れていたために前回と同じ適性基準は用いることができなかった。そこで、今回ウグイの適性度が淵全体において高いのは、水深か流速に左右されているのか、あるいはその他の要素なのかを検討する。

2. 対象区間の概要 (図1 参照)

対象区間は多摩川の支流平井川であり、早瀬と早瀬で区切られた領域を三カ所設定した。まず St1 は、両岸がヨシに覆われた未改修の直線区間である。次に St2 は St1 に続く湾曲部の領域であり、外岸には消波ブロックを積み上げた水制が5つ設置されている。最後に St3 は上述二区間よりもやや下流に位置する交互砂州の発達した領域である。外岸はコンクリート護岸となっているが、その一部は魚巢ブロックとなっている。

3. 水深、流速に対するウグイの選好性

調査の結果、ウグイの密度は特に淵において高かったが、それは流速が遅いことと、水深が深いことのどちらかで説明可能か否かを検討する。選好性を表す指標としては Ivlev の餌選択指数を用いる。ここでは、ある水深(流速)以上の環境が全体の何割を占めており、その環境に全体の何割のウグイが生息しているか、を考え次式(1)から選択指数を求める。

$$E_i = (U_i - A_i) / (U_i + A_i) \quad (1)$$

ここで、 A_i として水深(流速) i 以上の環境が全体に占める割合、 U_i としてその領域を利用するウグイが全個体数に占める割合を用い、水深(流速)がある閾値より大きい小さいかで選好性に偏りがあるのかどうかを検討する。あまり供給がない環境に多くの魚が生息すればこの値は1に近づき、存在する環境がほとんど利用されなければ値は-1に近づく。またその環境因子の影響を受けずランダムに生息していれば値はほぼ0である。これをグラフに示したものが図2である。流速 110 cm/s 以上の選択指数が急に-1となっているが、これは該当する領域面積が少ないために値が不安定になったものと考えられる。図2からわかるように水深 60 cm 以上の領域に対する選択指数が 0.6 程度と最も高く、水深 90 cm 以上の領域に対してすら選択指数はプラスである。しかるに、

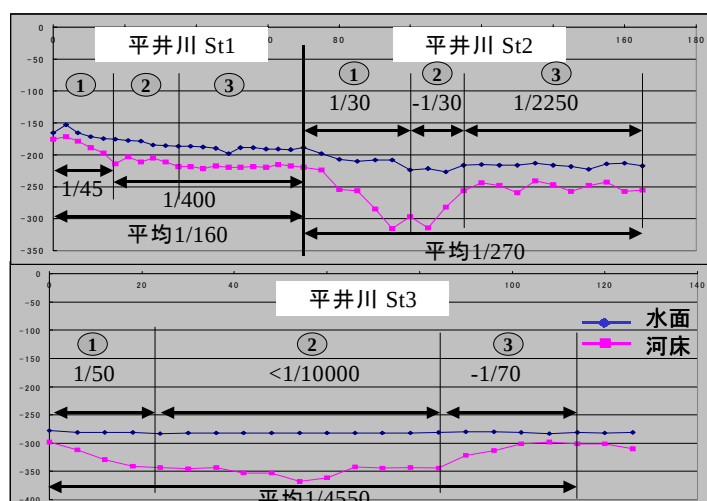


図1 対象区間の縦断面図と領域の分割 (値は河床勾配)

キーワード：PHABSIM, 瀬—淵構造, 水際条件

連絡先：東京大学社会基盤工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL03-5841-6107 FAX03-5841-6130)

流速は常に 0 付近であり、どのような流速で環境を区分しようと、ウグイの生息域に偏りが見られなかったことを示している。これより、水深 60 cm までは深くなるほどその選好性は単調に増加していき、それ以上深いところでも比較的好まれて利用されていることがわかる。この結果から、流速ではなく水深が生息場選択に大きな影響を与えており、こちらの因子だけでほぼ説明可能なことが見て取れる。

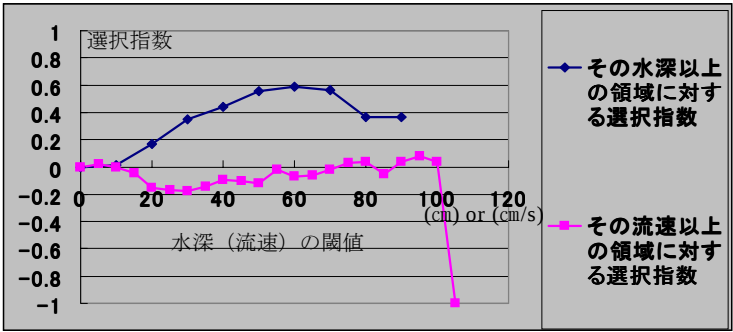


図2 水深（流速）が x 以上の領域に対する選択指数

4. 河床勾配により区分された小区間の環境とウグイの選択

前章より、水深がウグイの生息場に影響を与えていることがわかったが、場合によっては第三の因子がウグイの生息場に大きな影響を与えており、この第三の因子と水深にたまたま高い相関があったと見ることもできる。そこで、一對の瀬と淵をいくつかの小区間に区分し、水深の適性値とそれ以外の環境について考察する。今回は簡単のため、既往の研究で用いた局所的な位置情報を用いず、河床勾配の変化点で縦断方向に区分された環境を個々に見ていくことにする。図1で区分された各小区間ごとに特徴をまとめ、中村（1999）の提案する水深の第一種適性曲線から求まる適性値²⁾、ウグイの密度、小区間の選択指数を併記したものが表1である。ここで、小区間の選択指数とは（1）式の A_i として、小区間がステーション内で占める割合、 U_i として、その小区間に生息していた個体数の割合を用いて計算したもので、上述した選択指数とは対象が異なる。

表1 各小区間の特徴とウグイの利用状況（粒径の単位は mm，個体密度は匹/m²）

区間	勾配	平均粒径	平均粒径(マイクロ)	断面	右岸	左岸	水深適性値	個体密度	選択指数
St1	① 水面、河床共に急勾配	221.9	110～150	U字型	植生	植生	0.50	2.23	0.13
	② 急勾配から緩勾配への遷移区間		150～250	U字型	植生	植生	0.60	1.42	-0.10
	③ 水面、河床共に緩勾配		100～200	U字型	植生	植生	0.67	1.67	-0.02
St2	① 水面、河床共に急勾配	426.8	200～300	U字型	ブロック、水制	植生	0.54	5.78	0.30
	② 急な逆勾配、水面もやや逆勾配		250～400&50前後	片掘れ	ブロック、水制	植生	0.88	7.89	0.35
	③ 水面、河床共にほぼ平		270前後&50前後&600	U字型	ブロック、水制	植生	0.63	1.72	-0.41
St3	① 河床が急勾配、水面はほぼ平	32.5	60～135	U字型	裸地	裸地	0.48	2.88	-0.19
	② 水面、河床共にほぼ平		40～50	片掘れ	護岸+魚巢ブロック	裸地	0.81	6.03	0.18
	③ 河床が逆勾配、水面はほぼ平		30～70	U字型	護岸	裸地	0.39	2.29	-0.29

まず、前章の考察通り、水深の適性値の高いところは魚類の密度も高くなっていることがわかる。しかし、St1-②St1-③St2-③では水深の適性値の割には魚類密度が低いことがわかる。これらの領域は選択指数がマイナスで、ステーション内でも比較的利用されていないことがわかるが、これらは共通して平瀬的環境であり、これは筆者らの既往の研究結果とも一致する。早瀬～淵頭の領域に着目すれば、St3-①だけは選択指数が低いだが、これは水深適性値が低いことと St3-②の選択指数が高いのためであり、やはり他の早瀬～淵頭の選好性は高めである。St2-②と St3-②で特に密度が高い理由は、水深以外に、魚巢ブロックなどの水際条件が考えられる。そこで、水深適性値が同程度の St1-①と St2-①を比較すれば後者の方が密度は高く、これらの違いを生んだのは水際条件しかないために、少なくとも水際条件は淵の選好性を高めているであろうと推察される。

5. まとめ

今回ウグイの生息場は水深だけでほぼ説明できたが、水深の深いところは同時に水際条件も異なっているため、そのどちらが優先しているかは結論づけられない。しかし、少なくとも水際条件が好適な場を生成していることや、平瀬では水深の評価値の割にその選好性は低いということは確かである。生息場の質が何によって高められ、何がボトルネックとなっているかは重要な問題であるが、影響の程度を定量化することは今後の課題である。

謝辞：本研究は河川生態学術研究会の研究の一環として行ったものであり、関係者の皆様に謝意を表します。

参考文献：1）知花武佳，玉井信行：環境傾度を考慮した魚類生息環境評価法に関する研究，河川技術に関する論文集 Vol.6pp161-166，2000．2）中村俊六，テリーワドゥル（訳）：IFIM 入門，リバーフロント整備センター編，1999．