

なわばりアユを対象とした生息地適性評価モデルの構築に向けた水理要因の影響の検討

埼玉大学 学生会員 ○宇佐美 将平 埼玉大学 正会員 八木澤 順治 土木研究所 正会員 溝口 裕太
土木研究所 非会員 小野田 幸生 名古屋大学 正会員 田代 喬 土木研究所 正会員 宮川 幸雄

1. はじめに

これまで、水深や流速に対する魚類の選好性に基づいて生息地適性が評価され、最低限維持すべき河川流量の設定などに活用されてきた。また水理量だけでなく、河床環境がサケやマスの産卵地を評価する上で重要であることも指摘されている¹⁾。本研究で対象とするアユについても、昨今、河床環境に対する選好性の違いが報告されており、露出高（河床面から露出する石礫の高さ）を指標として、アユの摂食痕の有無と河床環境との関係が分析されている²⁾。本研究では、ダム下流河川を想定して、河床環境の改善に資する土砂還元事業をデザインするために、なわばりアユを対象として生息地適性評価モデルの構築を目的とする。なお将来的には、水理量及び河床環境による複合的な生息地適性評価を実現することを目指す。本稿ではこの前段として水深と流速による評価法を対象河川に適用し、この結果である適性指数と、現地調査から得られたなわばりアユの空間分布とを比較することで、水理量に基づく評価モデルの再現性を確認するとともに、河床環境を導入することの必要性を検討する。

2. 対象地点

愛知県豊田市を流れる矢作川水系巴川の図-1赤枠で示す領域（矢作川との合流から上流約5km 地点）を対象とした。当該河川は河床の骨格材料である大礫とその間隙に一時的に堆積する細粒成分（粗砂）の大きくわけて2粒径集団から構成される特徴を有している。また対象領域において水深、流速の観測（ADCP；xylem 社製 SonTek RiverSurveyor M9）、アユの分布調査（潜水目視）、空撮（UAV；DJI 社製 Mavic 2 Pro）をそれぞれ2019/6/10、9/7-8、9/19に実施した。各日の流況を水位で示すと、それぞれ平水時+5cm、平水時+8cm、平水時±0cm 程度である。河床環境は図-1赤枠で示す中州の北側流路（以下、流路N）と南側流路（以下、流路S）で異なり、概況を示すと流路Nは河床表面の砂被度が小さい（石礫の露出高が大きいエリアが広い）一方、流路Sでは砂被度が大きい（露出高が小さいエリアが広い）傾向を確認した。

3. 生息地適性評価モデル

(1) 概要

本研究では、平面2次元の水理解析モデルから水深と流速を算出し、この計算値と ADCP による観測値を比較することで、当該領域における水理モデルの精度を検証した。水深、流速の計算値を用いてなわばりアユの生息地適性を評価した上で、これと潜水目視によるなわばりアユの分布結果とを比較した。

(2) 水理解析

溝口ら³⁾が底生無脊椎動物の生息地評価を目的に構築した平面2次元解析モデルを用いた。河川地形は UAV 空撮写真から Agisoft PhotoScan を用いて作成した DEM とし、水部は光の屈折を加味して補正した⁴⁾。粗度係数は、河床陸部の画像から BASEGRAIN を用いて推定した骨格材料の d_{50} から、Julien の式⁵⁾より決定した。なお、対象領域は水理量とアユの観測データのある図-1赤枠の領域だが、助走区間の確保と境界条件（九久平観測所）を入力する観点から図-1赤枠から上流90m、下流240mを数値解析の計算領域とした。なお、上流端の流量と下流端の水位は当該観測所を参考に設定した。

(3) 生息地適性評価

生物の選好性は、0から1のレンジで評価する SI (Suitability Index) 曲線を用いて行う。水深と流速を対象としたアユの SI 曲線は田代・辻本⁶⁾を参照し、生息地適性指数 HSI (Habitat Suitability Index) は次式で求めた。

$$HSI = (SI_h \times SI_v)^{1/2} \quad (1)$$

ここに、 SI_h ：水深 SI 値、 SI_v ：流速 SI 値である。

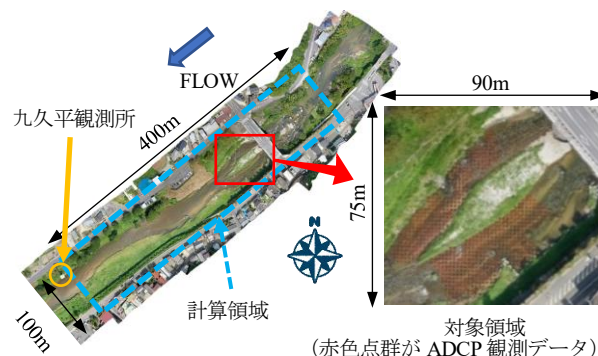


図-1 対象地点のオルソ画像と対象領域

表-1 アユのなわばり密度

	①水部面積[m ²]	②高HSIエリア面積[m ²]	③高HSIエリア割合 (②/①×100%)	④なわばり地点数	⑤なわばり密度 (④/①)[地点/100m ²]	⑥高HSIエリアなわばり 密度(④/②)[地点/100m ²]
流路N	678	231	34.1	26	3.8	11.3
流路S	1337	806	60.3	8	0.6	1.0

備考：高 HSI とは HSI が 0.8 以上を示す。

4. 結果と考察

(1) 水理モデルの検証

解析モデルの妥当性を確認するため、ADCP で観測を行った6/10の流れ場の再現計算を行った。横軸を観測値、縦軸を計算値としてグラフ化したものを図-2に示す。水深は概ね高い精度を確保しており、流速は微地形の影響によると思われる乖離が見られるものの、一定の再現性は確保できていると考えられる。

(2) 水理量に基づく生息地適性評価の妥当性

平水時の水位、流量を境界条件として水理解析を実行し HSI を算出した。図-3には HSI とアユのなわばり地点を示す。なわばりアユの分布調査を実施した9/7-8はやや増水していたが、なわばりが長期的に維持されることを考慮し、予備検討の本研究では平水時の HSI を用いた。はじめに HSI に注目すると、流路 N、S とともに値が1に達しているエリアが対象領域の大部分を占めており、この傾向は流路 S に顕著である。一方で、流路 N は HSI の値が大きいエリアが上流部と中流部の一部となっている。なお、この流路 N における HSI の低下の要因は主に流速が小さいことによるものである。また、この HSI とアユの分布を比較すると、水理量から算出された HSI の値が大きいエリアにアユのなわばりが集中しており、基本的に HSI の値が低いエリアに、アユはなわばりを形成していないことがわかる。

さらに、流路 N、S におけるアユのなわばりの密度を表-1に示す。ここからわかるように、高 HSI エリアの面積は、流路 N において流路 S の1/3.5程度であるにもかかわらず、流路 N のなわばり地点数が大きい。この一因として、流路 N、S の河床環境の違いが考えられる。アユは、なわばり対象の採餌場所として、河床石礫の露出高が大きく細粒土砂で埋もれていない状況を好む²⁾ことから、河床表面の砂被度が高い傾向の流路 S では、なわばり密度が低かったと推察される。

5. まとめと今後の課題

本研究では、河床環境に違いがある2つの流路において水理量に基づきアユの生息地適性を評価し、現地調査から得られたアユの生息分布と比較した。その結果、水理

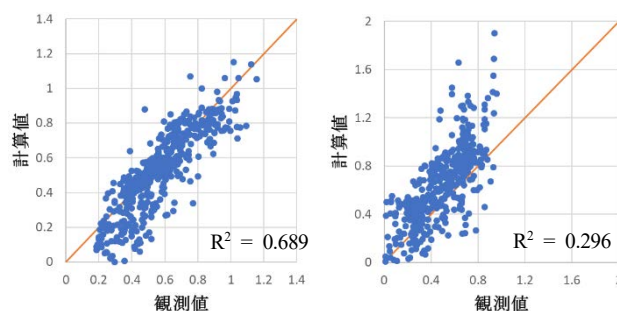


図-2 観測値と計算値の比較 (左：水深 m, 右：流速 m/s)

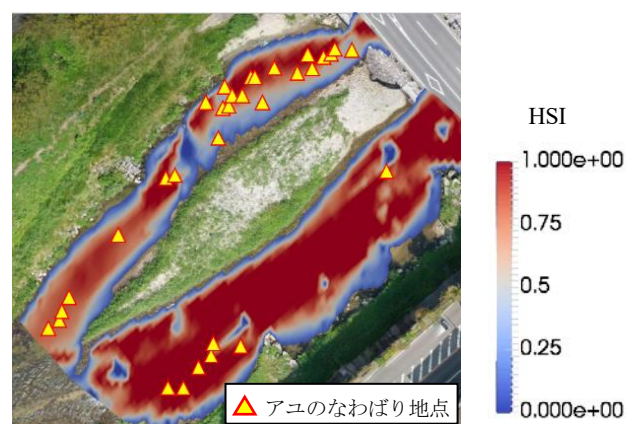


図-3 HSI とアユのなわばり地点の分布

量だけでもある程度のアユ生息地適性を評価することを確認できたものの、河床環境を含めることで評価モデルの精度向上が期待できることが示唆された。今後は河床環境の指標である石礫の露出高の推定が可能な土砂水理モデルを構築し、露出高に対するアユの選好性(SI 曲線)を組み込むことで、なわばりアユの分布状況を高い精度で説明できる生息地適性評価モデルに発展することが期待される。

謝辞

データ収集には、浜松溪友会の小野田恒則氏に協力頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) Yao et al.:Water,vol.9(2),15p,2017.
- 2) 自然共生研究センター:ARRC NEWS,No.14,pp.2-4,2017.
- 3) 溝口ら:土木学会論文集 G(環境),Vol.71,N0.6,pp.II_171-II_181,2015.
- 4) 神野ら:河川技術論文集,Vol.24,pp.19-24,2018.
- 5) P.Y.Julien:River Mechancs,Cambridge University,434p,2002.
- 6) 田代,辻本:水工学論文集,Vol.46,pp.1151-1156,2002.