

出水により形成されるアユ産卵場適地の分布予測

岐阜大学 正会員 ○原田 守啓

1. 目的

日本における最重要な水産魚種の一つであるアユは、秋に産卵する両側回遊魚である。産卵期には水温の低下と増水により下流域に移動して産卵する¹⁾。礫が堆積した瀬を産卵場所にすることが知られているが、産卵場所の分布は河川によって異なる。アユの潜在的な産卵場所はしばしば流下能力向上のための掘削工事の対象となっている。アユの保全戦略を検討するためには、潜在的な産卵場所の分布を評価する方法が必要である。アユの産卵場所は秋の出水によって瀬に形成された不安定な礫層であり「一時的な生息場」であることも知られている²⁾。そこで本研究では、出水による土砂輸送や平面流・河床材料の分布を表現できるモデルと、アユが産卵場として好む物理環境を示す生息適地モデルの2つを組み合わせ、アユの産卵場が分布する日本の2つの河川区間に適用し、モデルベースの生息環境評価の結果を検証した。

2. 手法の概要

本手法は、河川の平面流況と土砂輸送の計算モデルと、アユの産卵適地のための生息環境モデルの2つのモデルから構成されている。秋季の中小出水における土砂輸送を適切に評価できるものであることが必要である。これらの目的を達成するために iRIC Nays2DH ソルバーのソースコードを一部修正³⁾し、比較的少ない流量条件下での土砂輸送計算の精度を向上させた。生息適地モデルはアユの産卵環境に着目して生態情報を整理し、産卵床として好まれる礫の割合とその安定性に着目した適性値を設定したものである。モデル計算の手順は以下の通りである：1) 河川地形と河床材料粒度分布を考慮した河道モデルを作成、2) 産卵期の小～中洪水擾乱のハイドログラフで流量と土砂輸送量を算出、3) 生息適地モデルで産卵適地を抽出する。

検討対象区間は中部地方を流れる長良川で、扇状地区間の17km区間を対象とした。計算格子サイズは流下方向33m、横断方向20mであり、砂州地形を解像するにはやや粗い点において課題があることを認識している。河床材料の粒度分布は国土交通省が行った河床材料調査をもとに、計算区間に10ブロックに分けて設定する。秋季の中小出水を想定し1000m³/sを1時間、その後、秋季の平水流量に相当する70m³/sを24時間流下させた後、適地評価を実施する。適地評価の結果は、当該区間で行った環境DNA濃度の分析結果を用いて妥当性を検討するものとする。

3. アユ産卵適地モデル

これまでもアユの産卵場に適した物理的生息条件を提案した論文がいくつかある。これらの方法は水深、流速、河床材料などの物理指標について平面二次元解析をベースとして用いることを想定した適性条件を提案したものである。本研究ではアユの産卵環境に関する広範な検討結果（藤田ら2022）に基づき、秋季の出水後に形成される一時的な生息環境としての河床環境に着目し、3つの基準を設定した。第一の基準は場所が早瀬であること、第2、第3の基準はその場所にアユが好む礫の割合が多く、礫の状態が移動限界状態に近い不安定な状態であることである。アユは産卵床として「新鮮な」礫床を好む。新鮮な礫層とは、最近の流出によって移動した不安定な状態の礫が堆積し、透水性の高い間隙を形成していることをいう。これらの条件を平面二次元河床変動解析モデル計算結果の各格子について検討し、3つの条件を満たす格子を産卵場として適切と判断した。

4. 結果

3つの条件をすべて満たすグリッドの数は17地点（501×26）であった（図-1）。3つの条件を満たす青いプロットの位置をわかりやすくするため白い矢印を表示している。3つの基準のうち2つを満たすグリッドは、

キーワード アユ、産卵場、適地モデル、Nays2DH

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1 岐阜大学流域圏科学研究センター TEL058-293-2474

より一般的であった（図中の緑色の点）。3つの条件を満たす場所のほとんどは、砂州前縁線を川の流れが乗り越える位置に形成されている早瀬にあたる箇所です。なおかつ出水によって移動した礫が集積した箇所が抽出されている。

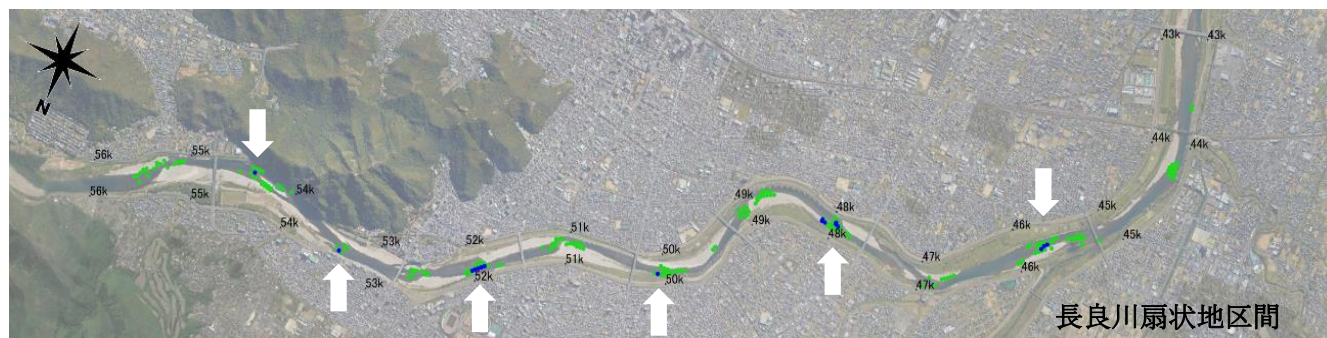


図-1 生息適地抽出結果。左側が上流、右側が下流である。青い点は3つの条件を満たすグリッドを示す。緑色の点は、3つの条件のうち2つの条件を満たしている。

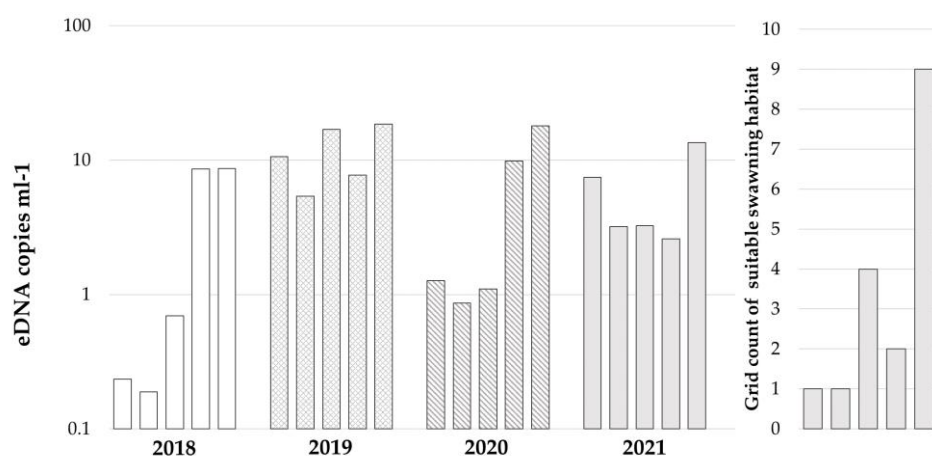


図-2 長良川扇状地区間におけるアユの産卵期の環境 DNA 濃度と産卵適地のグリッド数。図中の5本のバーは、セグメントを大きく5つに分けた区間に対応している。左側のバーが上流、右側のバーが下流である。グリッド数は、図-1に示した青い点の数に対応する。

2018年から2021年の秋季に実施したeDNA調査結果と比較した結果を図-2に示す。アユ産卵期におけるeDNA濃度の分布は年によってばらつきがあった。生息適地の評価結果ではセグメントの下流に適した産卵場所が多く、2018年と2020年のeDNA濃度分布と類似した分布を示しているが、eDNA分析のための採水はセグメント間で5箇所しか実施されておらず検証材料としては不十分である。

本研究で提案した手法により、石礫床河川における産卵適地となる瀬を特定することができる可能性が示されたが、河道モデルの地形の粗さ、eDNA調査結果に基づく検証等についてはより一層の改善と、結果の妥当性の解釈に関する議論が必要である。

参考文献

- 1) Nagayama, S., Sueyoshi, M., Fujii, R. and Harada, M. 2022. Basin-scale spatiotemporal distribution of ayu *Plecoglossus altivelis* and its relationship with water temperature from summer growth to autumn spawning periods. *Landscape Ecol Eng.* <https://doi.org/10.1007/s11355-022-00509-7>
- 2) 藤田朝彦・横山良太・加藤康充・井上 修・原田守啓（2022）アユの産卵環境はどこまでわかったのか，応用生態工学，24 巻 2 号 p. 217-234, <https://doi.org/10.3825/ece.21-00021>
- 3) 原田守啓・吉川敦希・三輪浩（2021）石礫床河川の早瀬における流水抵抗と 河床表層状態の関係性，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.77, No.2, I_637-I_642.