

平面二次元河床変動解析モデルによる扇状地区間のアユ産卵場適地評価

岐阜大学大学院 学生会員 ○塩澤翔平

岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 原田守啓

1. はじめに

河川中上流域の河床は幅広い粒径の土砂からなり、流水と土砂が形作る河床形態、空間的に粒度分布が変化する分級現象、流水による侵食・運搬・堆積の履歴などによって生じる多様な河床環境が、生物生息場として様々な生態的機能を提供している¹⁾。近年のダム建設による土砂動態の変化や河道掘削・河川改修による河床環境の変化を定量的に予測することは土砂水理学及び河川生態学上重要な課題である。そこで、原田らの既往研究²⁾では、iRICのNays2Dソルバーに、河床粗度に対する相対水深が浅い場に対応した流水抵抗、河床材料粒度分布に対応した空隙率の計算を組み込むことで石礫床河川における河床変動や分級現象など動的な河床環境を精度よく表現するモデルを開発した。

本研究では、日本において代表的な内水面資源であり、石礫床河川の河床環境に生息場や産卵場を大きく依存している魚種であるアユに着目し、改良された平面二次元河床変動解析モデルを用いて、河床の物理環境に着目したアユの産卵場評価手法を開発する。アユの産卵場評価は一般的に生物生息場評価手法であるPHABSIMを用いた水深や流速、浮石状態に着目した既往研究成果がみられるが、本研究ではアユの産卵場となる河床環境を形成する流水と土砂の相互作用に着目し、新しい視点での評価基準を提案することを目標とする。これらの手法を木曽川水系長良川、揖斐川の扇状地区間に適用し、秋季のアユ産卵場適地評価を行った。

2. 手法

2.1 対象区間

木曽川水系長良川、揖斐川を対象河川とし、扇状地区間を包含する長良大橋～千鳥橋区間(39.4～56.2kp)、鷺田橋～井ノ口橋区間(45.0～59.0kp)とした。

2.2 アユ産卵場の物理環境に関する文献・現地調査

アユ産卵場になりうる物理環境条件を把握するため、一般的なアユ産卵場の物理環境及び長良川、揖斐川におけるアユ産卵場に関する文献調査、長良川、揖斐川漁協へのヒアリング調査を行った。また、扇状地区間におけるアユ産卵場の物理環境を把握するため、平成30年、令和元年のアユ産卵期にあたる10、11月にアユ産卵場

である扇状部に位置する金華橋上流および鏡島大橋下流、揖斐根尾合流点下流の瀬にて物理環境調査を行った。主な調査項目は水深、流速、瀬の河床勾配、産卵が確認された箇所の河床粒度分と貫入度である。

2.3 Nays2DH 改良版による河床変動解析

既往研究の改良モデルを複数の粒度分布設定が可能であるNays2DHソルバーへ移行し、河床変動解析を行った。計算条件は表-1に示している。水位流量条件は国土交通省水文水質DBより、初期河床地形の攪乱のための水位流量とアユ産卵期にあたる11月平均水位流量を使用した。流水抵抗測はHey式、空隙率は一定、計算ステップ0.01秒で24時間計算を行う。

表-1 計算条件

	長良川	揖斐川
計算区間	39.4～56.2kp	40.0～59.0kp
地形データ	H27年横断測量成果	H30年横断測量成果
計算格子	501×26 (10～30m)	451×13 (20～30m)
河床材料	平成26年度水系河道特性調査より図-1の粒度分布を区間内に与えた	
上流端流量	800m ³ /s, 70m ³ /s(忠節)	500m ³ /s, 43m ³ /s(岡島)
下流端水位	6.0m, 3.5m(穂積)	6.1m, 4.2m(万石)

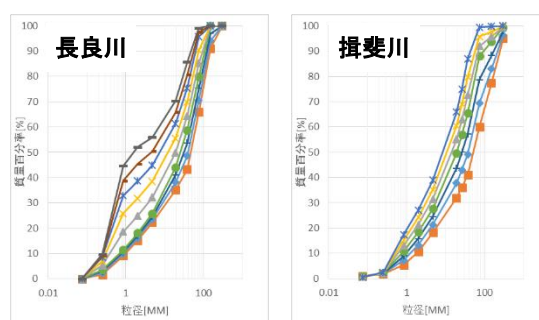


図-1 計算条件(粒度分布)

2.4 アユ産卵場適地モデル設定と適地評価

河床変動解析の解析結果をもとにアユ産卵場適地を抽出するため、アユ産卵場適地の物理環境条件を示す適地モデルを設定した。適地モデルの条件として土砂の侵食堆積状況、掃流力、粒度分布、均等係数についてそれぞれ条件を設定し抽出を行った。また、アユ産卵場の適地評価は計算区間を瀬淵ごとに区間分けを行い、区間ごとの適地面積割合を算出し評価を行った。

3. 結果

3.1 アユ産卵場の調査結果

アユの好適な産卵環境は、瀬であること³⁾⁻⁵⁾、歩くと河底の砂礫が動いて、足が埋まりこむような浮き石状態であること⁴⁾⁻⁵⁾、河床の粒度分布は1~20mmが最適とされている。現地調査による長良川扇状地における産卵場は、既往研究同様に早瀬の瀬尻に堆積したこぶし大の石の下側や砂利、粗砂が浮き石状態の河床で行われていた。またアユが一定の大きさの砂礫の多いところを選び産卵していることが確認でき、産卵箇所の粒度分布は図-2より10~30mmの砂礫分が40%程度占めることが明らかになった。貫入度はどの産卵調査地点においても平均10cmほどの河床軟度であり、既往研究結果と概ね一致する結果となった。

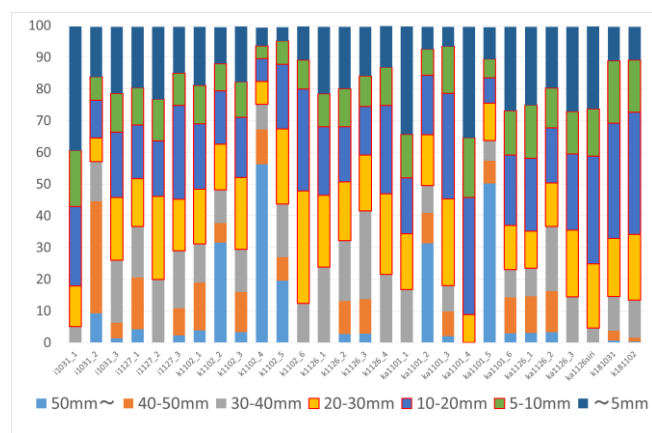


図-2 産卵床の粒度分布

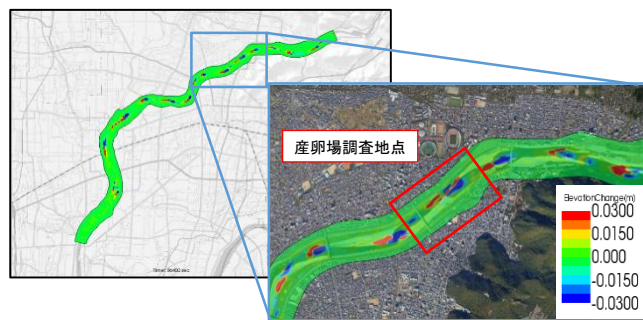


図-3 長良川扇状地区間の河床変動解析結果

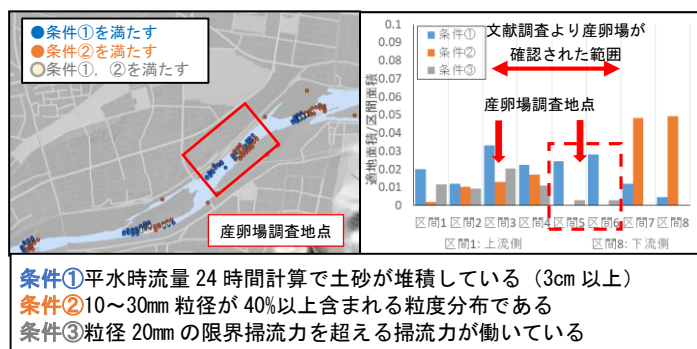


図-4 アユ産卵場の適地条件と適地評価結果

3.2 長良川扇状地区間における河床変動解析

改良モデルによる流量 70m³/s 一定条件の長良川河床変動解析結果を図-3に示す。複数の粒度分布を区間を与えたことでアユ産卵場が観測されている扇状部から扇端部にかけて土砂が浸食・堆積する河川地形を一部表現できた。また、アユ産卵場調査区間の金華橋上流における早瀬河床や土砂が堆積している瀬尻の表現ができた。

3.3 長良川扇状地区間のアユ産卵場適地評価

物理環境調査や文献調査から得られた情報を基に設定したアユ産卵場の適地条件は図-4の通りである。条件より適地を抽出した結果(図-4 左)として金華橋上流のアユ産卵場を適地として抽出できた。これは区間ごとの適地面積割合の結果(図-4 右)からも区間 3, 4 の適地面積割合が大きく評価されていることから読み取れる。一方で文献・ヒアリング調査により最大の産卵場とされる区間 5, 6 にあたる鏡島大橋下流早瀬において適地面積割合は小さく評価された。この理由として産卵場の適地条件を区間 3 にあたる金華橋上流早瀬の物理環境を基に条件設定したためと考えられる。

4. 結論

長良川扇状地区間の河床変動解析を行った結果、アユ産卵場調査区間の早瀬や土砂が堆積している瀬尻の表現ができた。一方で計算条件は平水時の水位流量のため大きな土砂移動が起こらず、河床形状により早瀬分布が固定されていたとも考えられるため、河床の土砂攪乱させる初期流量の設定が必要である。また、産卵場適地として金華橋上流の産卵場を評価できたが、最大の産卵場を評価できていないため、適地条件の再検討が必要である。これらを再検討した結果は揖斐川の結果とあわせて当日の発表で報告する。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 16K21074, 19K04612 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 原田守啓, 萱場祐一: 河川中上流域の河床環境に関する研究動向と課題, 応用生態工学, Vol.18, No.1, pp.3-18, 2015
- 2) 原田守啓, 荒川貴都: 石礫河川の河床環境評価が可能な数値計算モデルの開発, 応用生態工学学会講演集, pp.113, 2018
- 3) 石田力三: アユの産卵生態-II. 産卵魚の体系と産卵床の砂礫の大きさ, 日本水産学会誌, Vol. 27, No. 12, pp. 1052-1057, 1961.
- 4) 白石芳一, 鈴木則夫: アユの産卵生態に関する研究, 淡水区水産研究所研究報告, Vol. 12, No. 1, pp. 84-107, 1962.
- 5) 石田力三: アユの産卵生態-V. 産卵場の構造, 淡水区水産研究所研究報告, Vol. 17, No.21, pp. 7-19, 1967.