

## 河川における流れの数値解析による魚類生息環境の評価 Evaluation of fish habitat by numerical analysis of flow in river

○石崎 周<sup>1</sup>・前田 滋哉<sup>2</sup>・皆川 明子<sup>3</sup>・野田 浩二<sup>4</sup>・小林 久<sup>2</sup>・吉田 貢士<sup>2</sup>・黒田 久雄<sup>2</sup>  
Shu Ishizaki<sup>1</sup>, Shigeya Maeda<sup>2</sup>, Akiko Minagawa<sup>3</sup>, Koji Noda<sup>4</sup>, Hisashi Kobayashi<sup>2</sup>, Koshi Yoshida<sup>2</sup>  
and Hisao Kuroda

### 1 はじめに

近年、クリーンなエネルギーの供給源として、中小水力発電に注目が集まっている。平成24年には再生可能エネルギーの固定価格買取制度が開始され、今後、中小水力発電施設の設置が進むと考えられる。それに伴う発電用取水の増加によって、河川流量が変化し魚類の生息環境にも影響があると予測される。従って今後は、河川流量変化に対応した魚類生息環境の評価が重要になると考えられる。数値解析による魚類生息環境の評価は、農業用水路<sup>1)</sup>や都市河川<sup>2)</sup>などでなされつつある。そこで本研究では、水力発電用取水によって生じた河川減水区間において解析を行い、減水区間に生じる水理環境が魚類にとって適切かどうかを定量的に評価する。

### 2 方法

滋賀県米原市を流れる姉川の中流部に、区間長約500mの調査区間(Fig. 1)を設けた。調査区間より上流部で発電のために、取水が行われている。調査区間では、横断測量と水理環境調査を行った。横断測量は、2015年7月に約100m間隔に5断面(断面1~5)で実施した。水理環境調査では、水深と流速を断面ごとに測定した。水深と流速の測定には、標尺と3次元流速計(KENEK社VP3500)を用い、上流端断面で3点、他の断面で1点ずつ、計7点の測定を2015年10月18日に行った。以上の調査結果を用いて流れの数値解析を行った。本研究では平面2次元流れの解析ソフトウェアとしてiRIC Nays2DH(<http://i-ric.org/ja/software/18/>)を用い

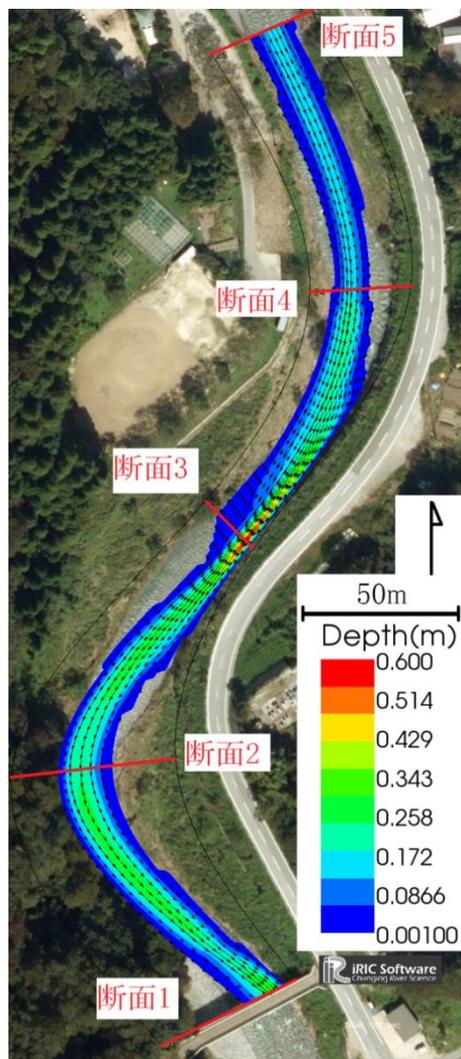


Fig.1 Estimated distribution of water depth and velocity in river section.

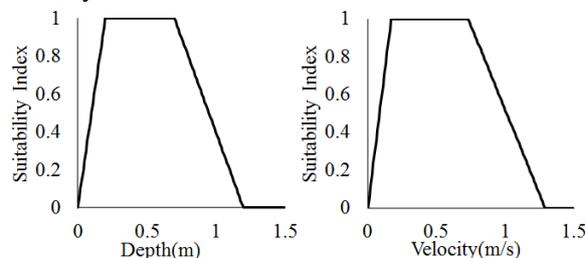


Fig. 2 Suitability Indices for Kawayoshinobori.

<sup>1</sup>茨城大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Ibaraki University, <sup>2</sup>茨城大学農学部 College of Agriculture, Ibaraki University, <sup>3</sup>滋賀県立大学環境科学部 School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture, <sup>4</sup>東京経済大学経済部 Faculty Economics, Tokyo Keizai University,  
キーワード：生態系, 河川, 生息場適正指数, 水力発電, 数値流体力学

た。推定した流速と水深から適正指数を用いて魚類生息環境の評価を行った。対象魚は、底生魚であるカワヨシノボリ (*Rhinogobius flumineus*) を選択した。カワヨシノボリは 2015 年 10 月 9 日と 21 日の調査で特に採捕数が多かった種である。生息環境評価にはカワヨシノボリ成魚の水深と流速に関する SI (Suitability Index) モデル (Fig. 2) を辻本ら<sup>3)</sup>から援用し、解析ソフトウェアとして iRIC EvaTRiP (<http://i-ric.org/ja/software/25/>) を使用した。

### 3 結果と考察

流れの解析では、河川の水理環境を良好に再現するために、調査区間の河床を平瀬、早瀬、淵の 3 つに分類し、それぞれにマニングの粗度係数を付与した。誤差評価関数に RR 値を用いて実測値と計算値の誤差が最少となるように粗度係数のキャリブレーションを行い、平瀬で  $0.027\text{m}^{-1/3}\text{s}$ 、早瀬で  $0.062\text{m}^{-1/3}\text{s}$ 、淵で  $0.11\text{m}^{-1/3}\text{s}$  とした。境界条件として上流端に非灌漑期晴天時の流量  $1.01\text{m}^3/\text{s}$  を、下流端に実測値の水深と合うように水位  $210.37\text{m}$  を与えた。解析区間を 7875 個のメッシュに分割した。メッシュサイズはおおよそ  $1\text{m} \times 1\text{m}$  だった。

1200 秒後の流れ解析結果を Fig. 1 に示す。水深の実測値が  $0.10\text{m} \sim 0.51\text{m}$  に対して計算値は  $0.09\text{m} \sim 0.38\text{m}$  となり、流速の実測値が  $0.178\text{m/s} \sim 1.194\text{m/s}$  に対して計算値は  $0.478\text{m/s} \sim 1.130\text{m/s}$  となった。計算水深は特に断面 2 で過小評価、計算流速は断面 3 で過大評価しているものの、区間全体の水深・流速分布の傾向について妥当な結果が得られたと考えられる。また、誤差の原因として、区間長に対して河床標高を実測した横断面数が少なく、河床を表現しきれなかったことが挙げられる。

生息環境の評価結果を可視化したものを Fig. 3 に示した。使用したカワヨシノボリ成魚の SI モデル (Fig. 2) は、水深  $0.1\text{m} \sim 0.7\text{m}$ 、流速  $0.17\text{m/s} \sim 0.73\text{m/s}$  で SI 値が最大値 1 となる。水深が浅い平瀬の断面 5 から断面 4 の範囲では SI 値が比較的小さくなっている。

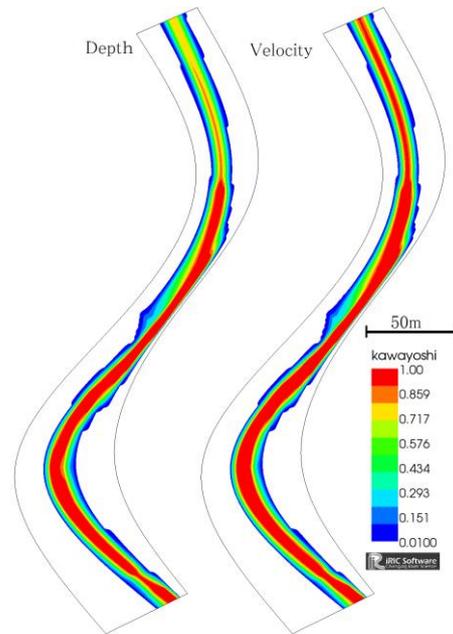


Fig. 3 SIs on water depth and velocity.

流れ解析で再現した水深・流速場は、おおむねカワヨシノボリ成魚にとって好ましく、特に流心の SI 値が高い結果となった

### 4 おわりに

本研究では、河川の発電用取水によって発生した減水区間を対象に、水理解析と SI モデルを使用することで魚類生息環境を定量的に評価した。今後は、流量や水深の履歴データを基に、減水区間で SI 値の分布が時間的にどの程度変化するか調べる必要がある。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 (基盤研究 B) 26310301 の助成を受けた。また、iRIC (international River Interface Cooperative) 提供のソフトを利用した。記して謝意を表す。

### 引用文献

- 1) 福田ら (2015): 2次元生態水理モデルによる環境修復効果の定量評価, 水土の知, 83(3), 179-182.
- 2) Carsten, et al. (2015): Model-based design for restoration of a small urban river, Journal of Hydro-environment Research, 9(2), 226-236.
- 3) 辻本ら (2000): 生活圏の連結性に着目した魚類生息環境の評価法の提案と河道内微地形の役割評価, 河川技術に関する論文集, 11, 167-172.