

設置角度の異なる水制近傍の流れ

東洋大学大学院 学生員 ○菊池 裕太  
東洋大学 正会員 青木 宗之, 村野 昭人, 福井 吉孝  
東洋大学 非会員 村上 真央, 塩谷 國峰

1. はじめに

水制は、流速低減および水刎ね機能を有し、河岸の浸食を防ぐ護岸構造物として多く利用されている。水制周辺には多様な流速場が形成されることから、近年では、水生生物に良好な成育環境を提供するといった効果が示唆されている。著者らは、1)魚類の行動は流速(大きさ, 向き, 乱れ等)に依存する, 2)水制の設置角度の違いによって、水制下流部での魚類の滞留時間が異なることを明らかにした。本研究では、既往研究で提案されているランダムウォーク法による魚類行動モデル<sup>2)</sup>のさらなる改良により、魚類の滞留時間をも考慮したモデルの構築を目的としている。

そこで、本研究では開水路中に設置された水制が作り出す詳細な流れの再現を試みた。まずは、流れのモデルを確立させ、実験結果との比較を行った。

2. 数値解析概要

表-1 に、解析ケース一覧を示す。Run1~Run3において、水制をそれぞれ下流向き 45°, 直角, 上流向き 45°とした。各ケースでの流量  $Q$  は 4.4(l/s)である。

図-1 に、計算水路概略図を示す。計算水路の一部に長さ  $d=8(\text{cm})$ , 幅  $b=2(\text{cm})$ の水制を設置し、その設置角度を変化させて数値計算を行った。なお、本研究では iRIC (International River Interface Cooperative)ソフトウェア<sup>3)</sup>の二次元ソルバーNays2DH を用いて水制近傍の流れの計算を行った。解析に用いた水路は、幅  $B=30(\text{cm})$ , 全長  $L=1050(\text{cm})$ , 水路勾配  $i=1/500$  である。このとき、 $x=-50\sim 0(\text{cm})$ ,  $200\sim 230(\text{cm})$ を助走区間とした。なお、 $x$  方向および  $y$  方向のメッシュサイズは、ともに  $2(\text{cm})$ であり、それぞれ 140 個および 15 個のメッシュとした。計算条件は、 $dt=0.0001(\text{s})$ とし、流れを安定させるために計算時間は  $200(\text{s})$ とした。また、マニングの粗度係数  $n$  には  $0.015(\text{m}^{-1/3}\text{s})$ を与えた。境界条件は、上流端および下流端に、実験より得られた流

表-1 解析ケース一覧

|      | 流量<br>$Q(\text{l/s})$ | 水制設置位置<br>(cm)            | 水制設置角度   |
|------|-----------------------|---------------------------|----------|
| Run1 | 4.4                   | 右岸側 2 基<br>( $x=70, 70$ ) | 下流向き 45° |
| Run2 |                       | 左岸側 2 基<br>( $x=30, 30$ ) | 直角       |
| Run3 |                       |                           | 上流向き 45° |

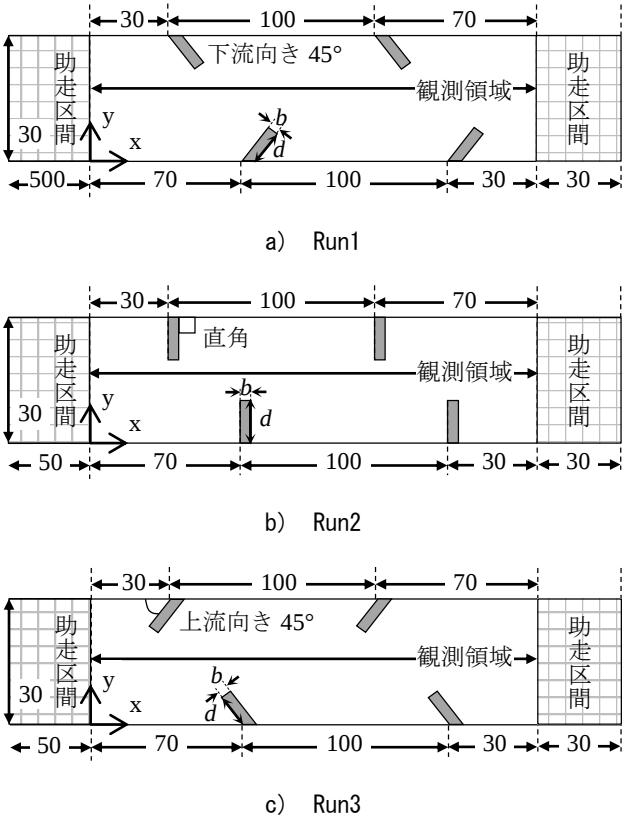
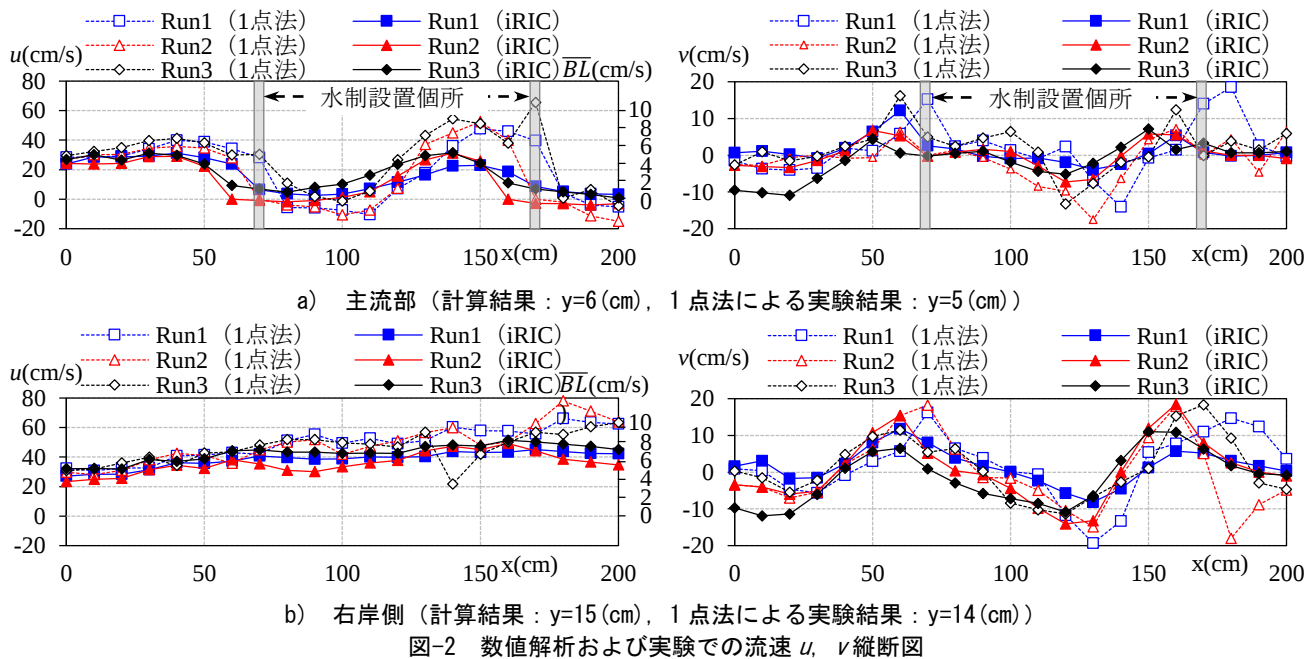


図-1 計算水路平面図 (単位: cm)

量  $Q$  と水深  $h$  を与えた。

3. 数値解析結果

図-2 に、数値解析結果である、 $y=6(\text{cm})$  (右岸側: 水制あり) および  $y=14(\text{cm})$  (主流部: 水制なし) における流速  $u$  および  $v$  の縦断変化図を示す。なお、比較



のために実験結果も示している. 図-2 a) では, 水制下流側 ( $x=30, 130$ (cm)) での流速  $u$  が低減され, 流速  $v$  の正負の遷移により, 水刳ねされていることも分かる. 図-2 b) でも同様に, 流速  $v$  の正負の遷移による水刳ねが分かる. また, 実験結果と同様の傾向であり, 水制の機能を再現することができた.

図-3 に,  $uv$  ベクトル流速コンターを示す. 各ケースにおいて, 水制下流側に  $V=20$ (cm/s)以下の流速が形成されており, 実験結果(図-4))を概ね再現できている. 魚類の遊泳深度は, 底面付近(およそ路床から2(cm))であるため, 計算結果に対数則などを適用し, 底面付近の流速を再現するよう, 努める必要がある. なお, この  $V=20$ (cm/s)以下の流速は, 平均体長  $\overline{BL}=5.9$ (cm)のウグイが滞留した値であった.

#### 4. おわりに

iRIC を用いることで, 実験結果を概ね再現可能であることが判った. これより, 魚類行動を予測する流れのモデルとして適応可能であることが示唆された.

#### 謝辞

本研究は, 東洋大学井上円了記念研究助成の一部を受けて行った. ここに記して謝意を表す.

#### 参考文献

- 1) 菊池ら: 水制を有する開水路の流れと魚の遊泳行動について, 土木学会論文集A2 (応用力学), 2015.2 (掲載決定)
- 2) 関谷ら: 魚類の迷入とその防止方法, 土木学会論文集, No.782/II-70, pp.81-91, 2005

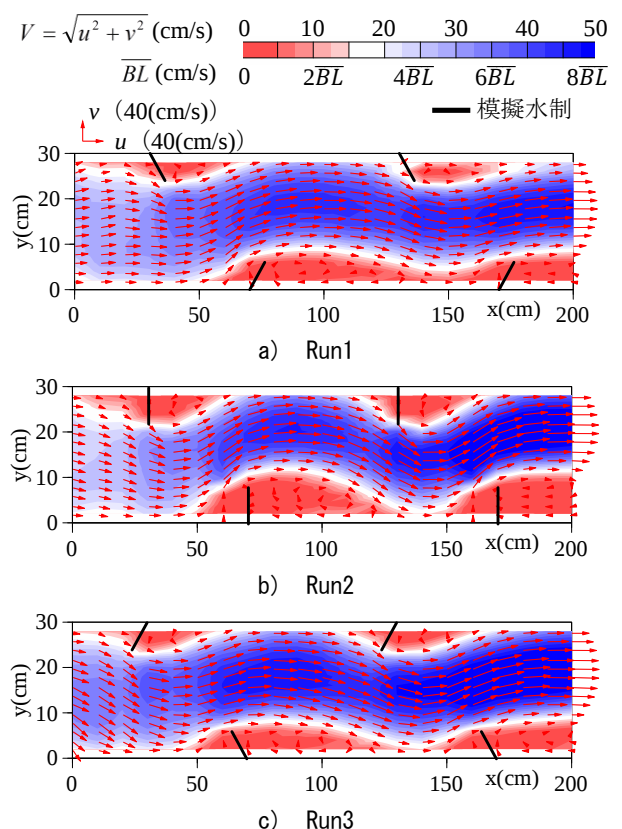


図-3 数値解析での  $uv$  ベクトルおよび流速コンター

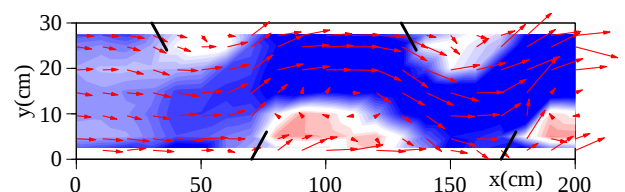


図-4 実験での  $uv$  ベクトルおよび流速コンター (Run1)

- 3) iRIC software Nays2DH Solver Manual, iRIC webサイト, <http://i-ric.org/ja/software/?c=18>