

模型実験水路と実小河川での魚の挙動比較

東洋大学 学生員 ○菊池 裕太
 東洋大学 正会員 青木 宗之
 東洋大学 正会員 福井 吉孝
 東洋大学 学生員 松木 越

1. はじめに

著者らは、室内の実験水路で魚が、①走流性、②側壁選好性を発揮することを見出している¹⁾。本研究では、室内模型開水路での挙動実験が、実河川での挙動に対応しているのかを見るため比較検討実験を行った。

2. 実験概要

実小河川(図-1)は東洋大学川越キャンパス内の小水路で、その内長さ 400(cm)、平均幅 35.0(cm)の測定区間を設けた。室内模型水路(図-2)には、長さ 300(cm)、幅 30(cm) (Run2, Run3) と、長さ 200(cm)、幅 30(cm) の (Run4) 測定範囲を設けて実験を行った。

実験ケースを表-1 に示す。Run1 は実小河川での実験である。Run2 は、実験水路内に何も設置していない状態、Run3 は、遊泳特性の 1 つである側壁選好性の確認のため、室内模型実験水路両岸に、高さ:幅が 5.0(cm):10.0(cm)斜面を設けている。Run4 は実小河川での流れの乱れを再現するために、模擬水制を設置した。

実験魚には、平均体長 5.6(cm)、平均体重 3.2(g)のウグイを用いた。30 分間流水に慣れさせたあと、ビデオカメラで 30 分間撮影を行い、動画解析を行った。魚の個体差を考慮し、各ケース 5 回以上実験を行った。実験時の水面の照度は 50~150 (lx)、水温 17±2℃であった

実魚を用いた模型実験は、相似則の適用が困難であるが、魚の遊泳行動は流速に大きく影響を受けることから、本実験では実際の場の流速を考慮した。また、ウグイは体長が 4.0(cm)以上になると、成魚とほぼ同じ流速を好んで遊泳するので、平均体長 5.6(cm)のウグイを用いても、魚の遊泳特性は把握できると考える。

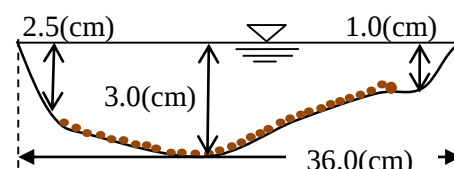
3. 実験結果

1) 実小河川との比較 (Run1, Run2)

Run1 では、魚は側壁部を選好せずに自身の好む場所を遊泳した(図-3)。この時、遡上に要した時間は 708 秒から 1284 秒であった。Run2 では、水路の側壁部分を選好して遊泳し(図-4)、遡上には約 45 秒要した。さらに流れの乱れ(図-5)を比較すると、平均流速はほぼ



a) 実験区間概要



b) A 部分の断面図

図-1 実小河川 (Run1) 概要図

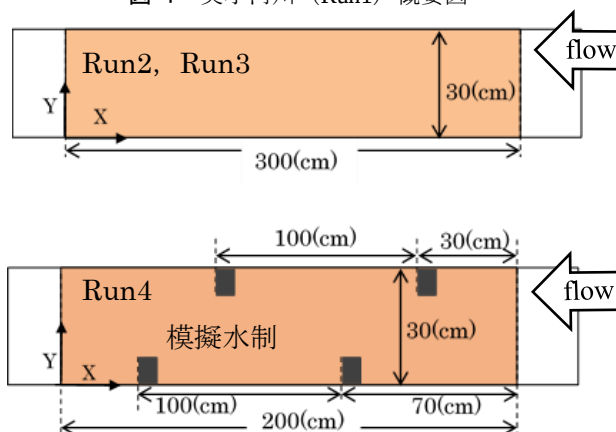


図-2 模型実験水路 (Run2~Run4) 概要図

表-1 実験ケース一覧

	水路形状	流量 Q (l/s)	平均流速 v (cm/s)	水深 H (cm)	実験場所
Run1	不定形	1.8	20.4	3.0	野外
Run2	矩形	4.4	21.4	4.5	室内
Run3	台形	4.4	26.3	7.8	
Run4	矩形 (水制有)	4.4	24.5	5.1	

同じであるが、実河川の乱れの方が大きかった。なお、

キーワード 開水路の水理、ウグイ、挙動比較、室内実験、野外実験

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学大学院理工学研究科都市環境デザイン専攻 TEL 049-239-1404

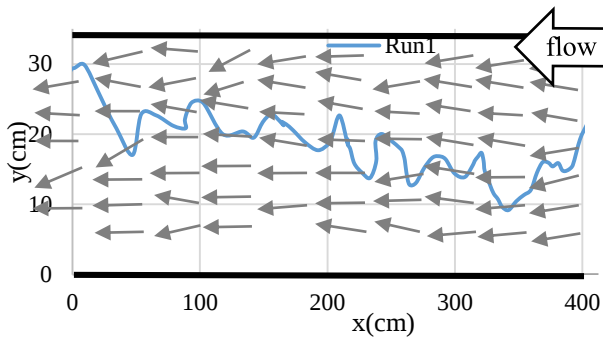


図-3 Run1での魚の遊泳軌跡と流線

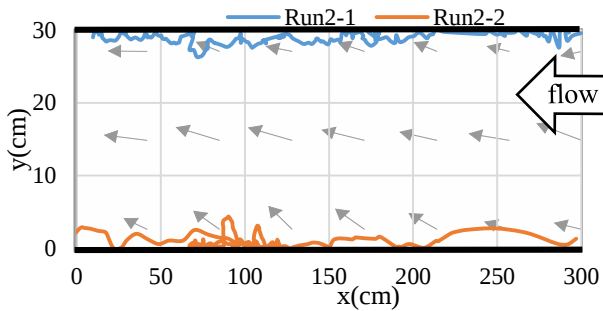


図-4 Run2での魚の遊泳軌跡

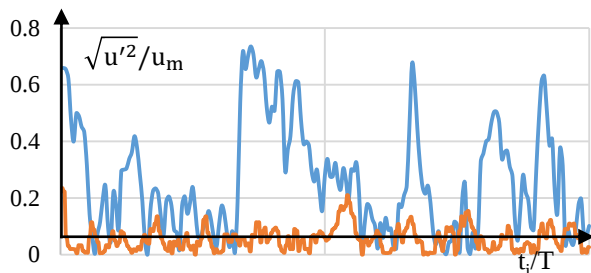


図-5 Run1とRun2での流れの乱れ

t_i は時刻、 T は全収録時間である。この時、遊泳軌跡上の乱れのパワースペクトル(図-6)は、共に $1/f$ 勾配を示した。

2) 水路形状を台形断面にした場合 (Run3)

魚は側壁部分のように流速の低い斜面部分を選好して遊泳した(図-7)。遡上時間は40秒から130秒であり、Run2よりも実小河川での挙動に近かった。

3) 水路内に模擬水制を設置した場合 (Run4)

模擬水制を設置したRun4での魚の遊泳軌跡を図-8に示す。流線の曲がりに対して走流性を発揮し、ジグザグに水路幅一杯を使って遊泳した。時には水制の背部での停留も見られた。遡上には約250秒要した。

4. 結論

①矩形断面の模型実験水路では側壁選好性を発揮したが、自然水路では側壁は直立でなく、素材も様々であるため、側壁選好性は薄れた。②魚の遊泳は、流速、流向と $1/f$ 勾配のスペクトルを持つ流れに影響を受ける。③模型実験で、実際の不規則断面・不安定な流れでの魚

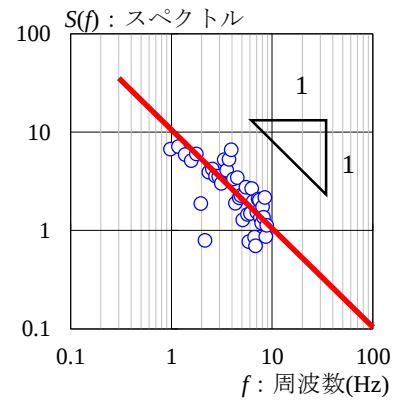
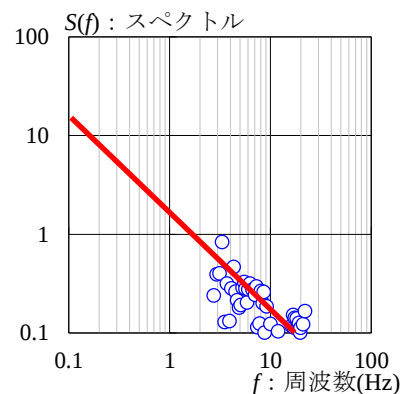
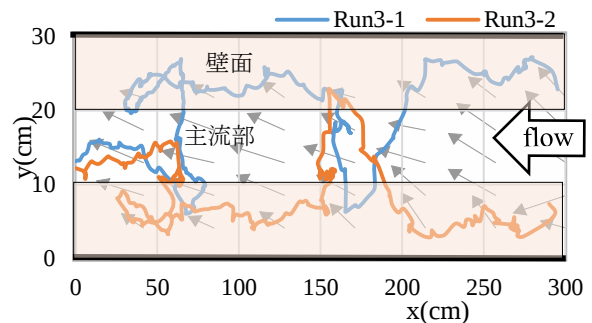
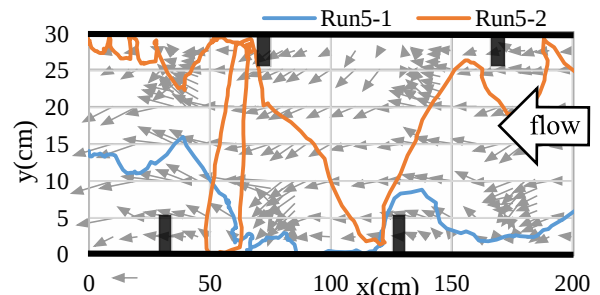
a) Run1($x=200(\text{cm}), y=5(\text{cm}), z=2(\text{cm})$)b) Run2($x=50(\text{cm}), y=27.5(\text{cm}), z=2(\text{cm})$)図-6 乱れ $u'v'$ のパワースペクトル

図-7 Run3での魚の遊泳軌跡

図-8 Run4での魚の遊泳軌跡と uv ベクトル

5. 参考文献

- 1) 青木宗之, 染井香栄, 小原 誠, 吉野 隆, 福井吉孝: 間伐材を用いた杭水制の水理機能と魚の生息について, 土木学会環境システム研究論文集, 第37巻, pp.19-28, 2009