

野外小開水路と模型開水路での魚の挙動

東洋大学 学生員 ○菊池 裕太 東洋大学 非会員 小林 翼
 東洋大学 正会員 青木 宗之 東洋大学 正会員 福井 吉孝

1. 目的

著者らは、東洋大学の実験室内実験水路での魚の挙動を観測し、基本的な行動特性(走流性, 側壁選好性)を得ることができている¹⁾。本研究では、断面形が一樣でない水路を用いて、そこでの魚の挙動を観測し、実験室内での、ほぼ一樣形状で定常流れ中での魚の挙動と比較した。

2. 実験概要

野外小開水路は全長 59.0(m), 平均幅 0.3 (m)であり、その中の長さ 6.0(m)の実験対象領域にて実験を行った。模型開水路は全幅 0.3(m), 全長 10.0(m)であり、長さ 3.0(m)の実験対象領域で実験を行った (図-1, 図-2, 図-3)。

実験ケースを表-1 に示す。水路断面は Case1 が長方形, Case2 が台形で, Case3 は不定形である。Case2 の台形断面における斜行部分の縦横比は, 5 : 10(cm)となっており, 野外小開水路と近似させた流速を再現するため, $Q=2.2(l/s)$ (Run1-1, Run2-1) と $Q=4.4(l/s)$ (Run1-2, Run2-2) を用いた。両実験共に, 平均体長 5.2(cm)のウグイを使用した。実験毎に 5 尾を下流部に放流し, 30 分間流水に慣れさせた後, ビデオカメラで撮影を行なった。なお, 魚の遊泳時間は 30 分とし, 各ケース 5 回ずつ実験を行った。水面の照度は 230 (lx), 水温は $11.0\pm 1.0^{\circ}C$ であった。

実魚を用いての模型実験では, 実河川との相似をどう考えるかが懸念されているが魚の挙動は流速によって支配されることから実際の場での流速との相似性を優先的に考慮した。繰り返し実験を行うことで魚の基本的な遊泳特性を把握することは可能だと考える。

3. 野外小開水路での魚の挙動

野外小開水路での魚の平均の遊泳軌跡, 流速分布を図-4, 図-5 に示し, 検討する。

a) 流れの状況

野外小開水路は, 最大流速 43.0(cm/s)であり, 断面



図-1 野外小開水路概要図

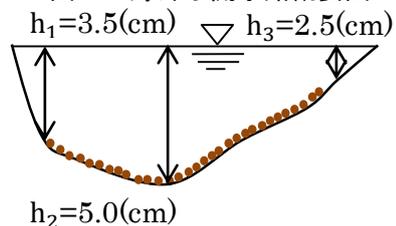


図-2 野外小開水路横断面図 (A断面)

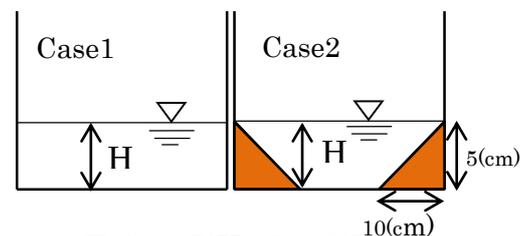


図-3 模型開水路横断面図

表-1 実験ケース一覧

		水路断面形状	流量 $Q(l/s)$	水深 $H(cm)$	最大流速 $u_{max}(cm/s)$
Case1	Run1-1	長方形	2.2	2.2	19.8
	Run1-2		4.4	2.2	30.8
Case2	Run2-1	台形	2.2	5.0	23.4
	Run2-2		4.4	8.2	38.6
Case3	Run3-1-1	不定形	2.1	4.8	43.0
	Run3-1-2		2	4.3	38.6

形状は図-2 のとおりである。河床形状は直径 3.0~5.0(cm)程度の石が敷き詰められている粗面で, 河岸には河床と同様の石, ドクダミ等が生えている。流量は一定でなく, 日によって変化する。Case3 の 2 ケースは, 異なる日に行なった結果である。

b) 挙動軌跡

実験室内の短形断面開水路では, 魚は, 側壁部分をよく遊泳する側壁選好性がある。しかし, 野外小開

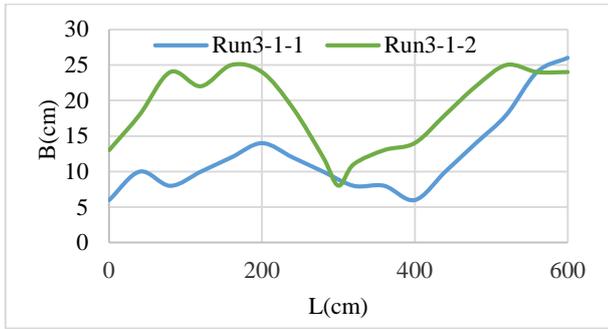


図-4 Case3 での遊泳軌跡

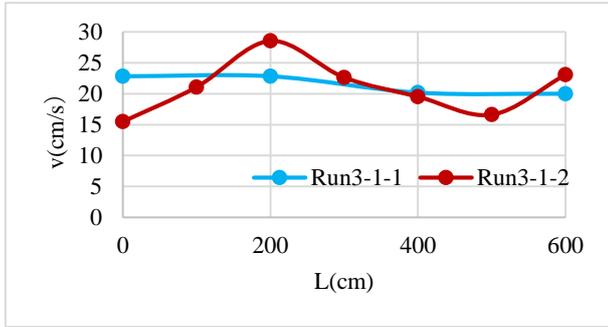


図-5 Case3 での遊泳場所の流速分布

水路における挙動実験では、図-4のように、側壁部分を遊泳せず、主流部付近を主に遊泳した。この時、図-5で示すように、水路断面形が一樣でないため、魚は流速が15.0~25.0(cm/s)の場所を選好して遊泳した。

4. 模型開水路での魚の挙動

Case1 と Case2 での魚の平均の遊泳軌跡と流速分布を図-6、図-7に示す。流量2.2(l/s)のRun1-1, Run2-1では水路内の流速が遅いため、魚は側壁部分を遊泳せず、自身の好む場所を遊泳したため、側壁選好性は見られなかった。また、流量4.4(l/s)のRun1-2, Run2-2に着目する。流速が速いため、共に流速の小さい側壁付近、斜行部を遊泳した。

5. 両水路での挙動の比較

表-2に、各Runでの魚の通過した地点での流速を、10.0(cm/s)以下、11.0~20.0(cm/s)、21~30(cm/s)、31(cm/s)以上の4種類に分けて表-2に示す。表-2及び図-5、図-7から、魚は、流速15.0~25.0(cm/s)の場所を主として遊泳していることがわかる。

ここで、魚が遊泳区間を遡上するのにかかった時間を表-3に示す。野外開水路と実験水路では、遡上に要した時間が大きく異なっており、Case3では、巨石流下、湾曲部の外側で、魚が休憩していた。

6. まとめ

本実験で、(1) 既往の研究通り、模型開水路での魚の挙動は、流れが遅い場合は水路内を自由に遊泳し、早い場合は側壁選好性を発揮した。(2) 野外小

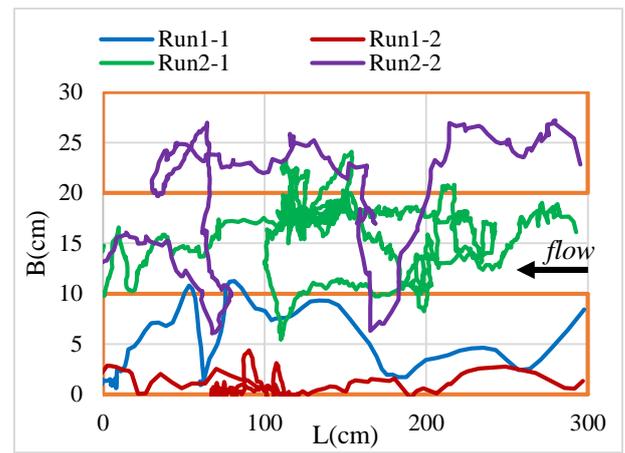


図-6 Case1, Case2 での遊泳軌跡

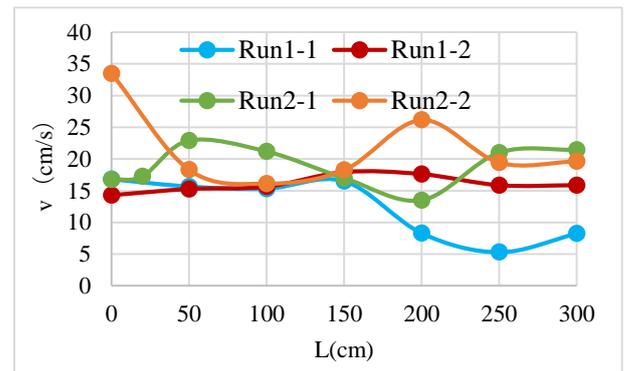


図-7 Case1, Case2 での遊泳場所の流速分布

表-2 流速別の魚の存在数(回)

		10(cm/s)以下	11~20(cm/s)	21~30(cm/s)	31(cm/s)以上
Case1	Run1-1	17	14		
	Run1-2		28	3	
Case2	Run2-1		19	11	0
	Run2-2		12	16	3
Case3	Run3-1-1	0	0	31	0
	Run3-1-2	0	14	17	0

表-3 魚が遡上に要した時間一覧

		水路長 L(m)	遡上に要した時間 t(s)	河床形状
Case1	Run1-1	3.0	52	滑面
	Run1-2	3.0	15	
Case2	Run2-1	3.0	43	
	Run2-2	3.0	31	
Case3	Run3-1-1	6.0	998	粗面
	Run3-1-2	6.0	1050	

開水路では側壁選好性を発揮せず、流速20.0(cm/s)前後の場所を遊泳した。(3) 野外小開水路は場所毎に流速値が異なり、流れも一樣でないため、休憩しながら遡上した。対して、実験水路は流れがほぼ一樣で乱れが少ないため、一気に遡上したと考える。

参考文献

1) 青木, 染井, 小原, 吉野, 福井: 間伐材を用いた杭水制の水利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