

急勾配な水路式魚道に設置した粗度群配置の違いとウグイの遡上行動について

東洋大学大学院
元東洋大学理工学部
元東洋大学大学院
東洋大学理工学部

学生会員
非会員
正会員
正会員

○佐藤 大誠
末吉 祥太
船越 智瑛
青木 宗之

1. はじめに

本研究では、多様な流れを創出でき、景観面で優れているストリームタイプの水路式魚道に着目している。水路式魚道の推奨される縦断勾配は 1/20 である¹⁾。一方で、著者はその条件を満たせずに、十分な水深が確保できず、魚道内の流速も速い現地魚道を確認している。当該魚道は魚類の遡上が困難であることが推測できた。そのため、急勾配でも魚類が遡上できる魚道にする必要がある。先行研究²⁾では、縦断勾配が 1/20 と比べて 1/10 のほうが整列、千鳥ともに遡上率は低かった。

そこで本研究では、縦断勾配 1/10 の水路式魚道において魚類の遡上率を向上させることを目指し、適切な粗度群の配置を提案することを目的とした。そのため、水理実験および実魚を用いた挙動実験を行った。

2. 実験概要

図-1 に、実験に用いた水路式魚道および魚道に設置した粗度群の概要を示す。粗度には、直径 4.8(cm)、高さ 15(cm)の円柱を用いた。粗度群配置は、水深確保および魚類の休息場が形成できることを期待した(図-2)。Run2-1, Run2-2 は粗度群を並列に、Run2-3, Run2-4 は粗度群を交互に配置した。後者の粗度群の密生度は、前者の 0.5 倍である。また、Run2-1, Run2-3 は粗度群の凸部分を上流側に、Run2-2, Run2-4 は粗度群の凸部分を下流側に向けて設置した。なお、実験ケースは表-1 である。

実魚には、平均体長 $\overline{BL}$ = 9.0(cm) (体長 BL = 7.4 ~ 10.4(cm)) のウグイを実験毎に 10 尾使用し、各ケースで 3 回実験を行った。実験毎に流水環境等にウグイを 5 分間慣れさせ、その後ウグイの遊泳行動を 30 分間撮影した。実験時の水温 22.1 ~ 24.9 (°C) であった。

3. 実験結果

図-3 に、ウグイの遡上率を示す。ウグイの遡上率は、Run1-1 (千鳥配列)²⁾に比べ、Run2-1 は 4 倍程度、Run2-3 は 3 倍程度、Run2-2, Run2-4 は 9 倍程度向上した。そ

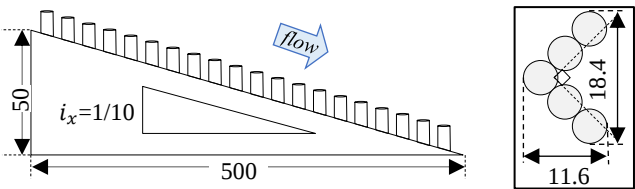


図-1 魚道側面図および粗度群概要図 (単位: cm)

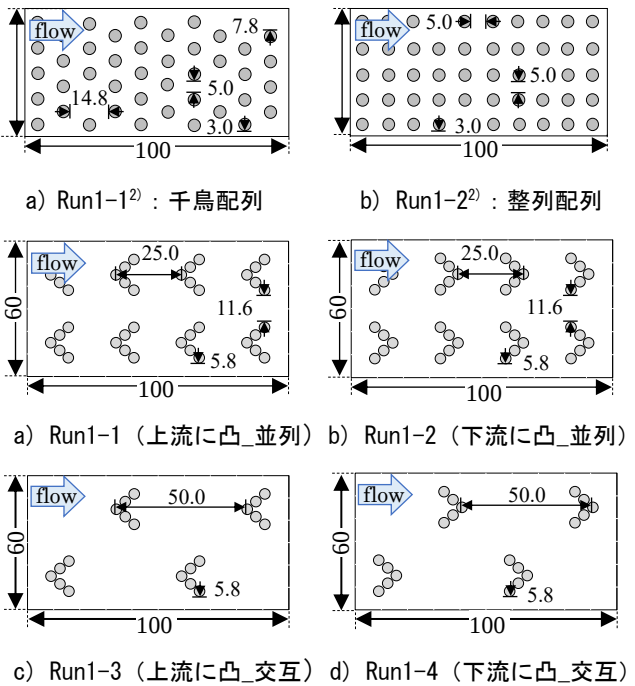


図-2 各ケースにおける粗度配置例 (単位: cm)

表-1 実験ケース

Case	Run	粗度 配置	単位幅 流量	縦断 勾配	密生度	備考		
1	1-1	図-2 a)	0.04 (m ² /s)	1/10	0.180	先行 研究 ²⁾		
	1-2	図-2 b)			0.162			
2	2-1	図-2 c)			0.120	本研究		
	2-2	図-2 d)						
	2-3	図-2 e)					0.060	
	2-4	図-2 f)						

こで、Case2 での魚道内のウグイの遊泳行動を確認した。図-4 に、Case2 でのウグイの遊泳軌跡と流速 $\vec{V}$ コンターを示す。なお、ウグイの遊泳行動は概ね同様であった。

キーワード 水路式魚道, 急勾配, 粗度群, 遊泳行動, ウグイ

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 TEL : 049-236-1406

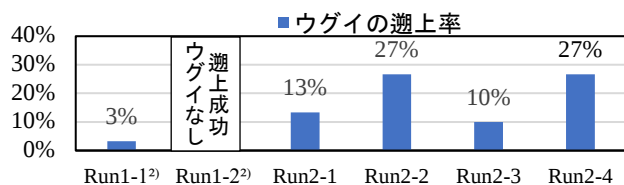


図-3 各ケースにおけるウグイの遡上率

ため、1尾のウグイの行動を無作為に選んだ。ウグイは、側壁部：6～13 $\overline{BL}$ (cm/s)程度の流速，水路中央部：8～14 $\overline{BL}$ (cm/s)程度の流速を遡上したもの、一気に遡上することは困難であった。そこで、流速が1～4 $\overline{BL}$ (cm/s)程度の粗度群直下を利用し遡上した。その結果、Case2でのウグイの遡上率はRun1-1よりも向上できたといえる。

次に、粗度群周辺の流れとウグイの遊泳行動はRun2-1, Run2-3とRun2-2, Run2-4で差異が見られた(図-5)。前者(Run2-2, Run2-4)では、粗度群直下流に存在していたウグイが、横波の影響も相まって再度遡上するために流れを感知しやすい状況にあったと考えられる。一方、後者(Run2-1, Run2-3)では粗度群周辺の流れは水路中央部に集中するため、粗度群下流側に存在するウグイが、再度遡上するための流れを感知しにくい状況であったと考えられる。また、遡上率の高かったRun2-2, Run2-4に着目した。両ケースともに横波が発生し、粗度群際での横断方向における流速 v は、概ね1秒の周期で流速 v が卓越していた。そのため、ウグイはこの流れを利用して遡上したものだと考えられる。なお、Run2-2に比べてRun2-4ではウグイの遡上距離が約0.5倍に短縮された。これはRun2-2に比べてRun2-4の粗度群の配置間隔が2倍であるため、ウグイが粗度群直下に留まってから再度遡上する回数を減少でき、遡上距離と遡上時間を短縮できたと考えられる。

4. まとめ

1/10 勾配の水路式魚道でも、魚類が遡上できる粗度の配置を提案することができた。今後は、魚類がいかにかスムーズに遡上できるか等の検討も実施していく。そのために、粗度群の設置間隔や配置方法に着目する。

参考文献

- 国土交通省 水管理・国土保全局：魚がのぼりやすい川づくりの手引き，http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/kankyousakana_tebiki/pdf/print.pdf, 2005.
- 船越・青木ほか：1/10 勾配を有した粗石魚道におけるウグイの遡上行動について，第46回土木学会関東支部技術研究発表会，II-92, 2019.

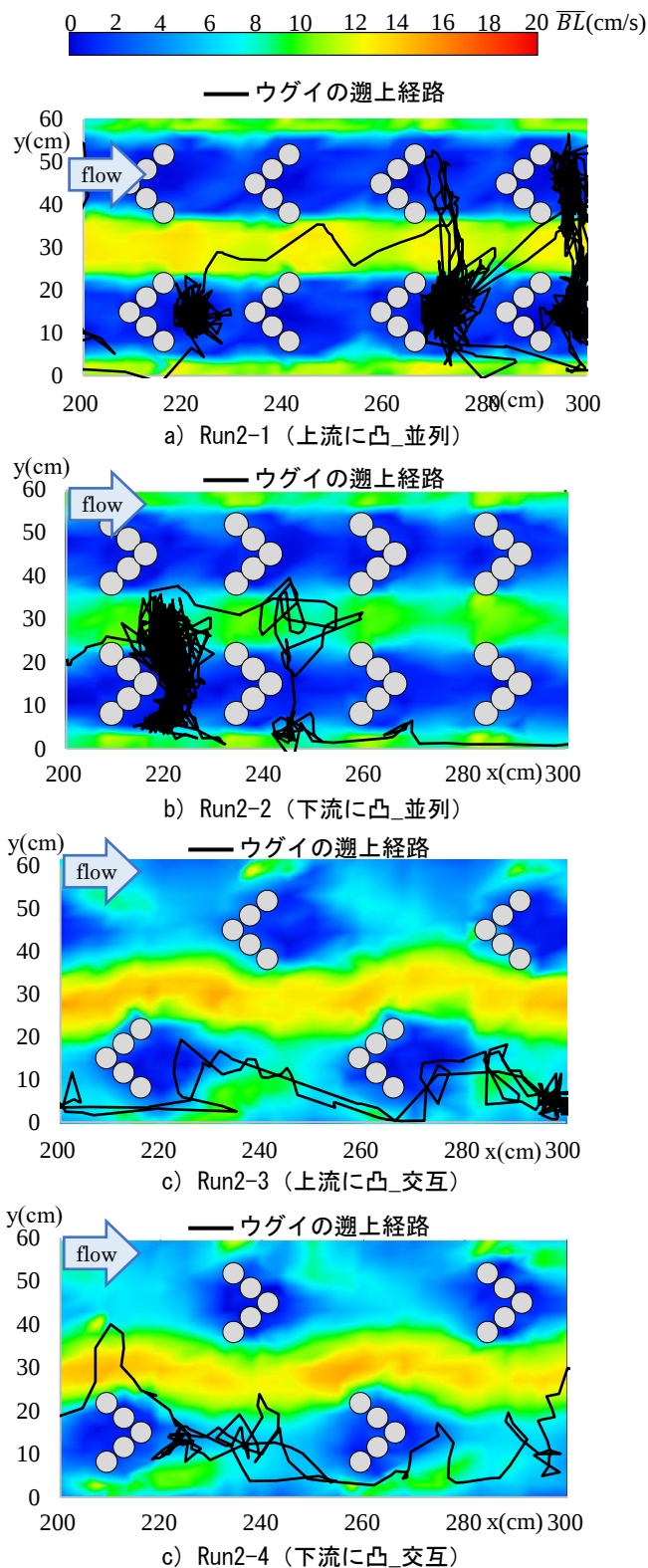
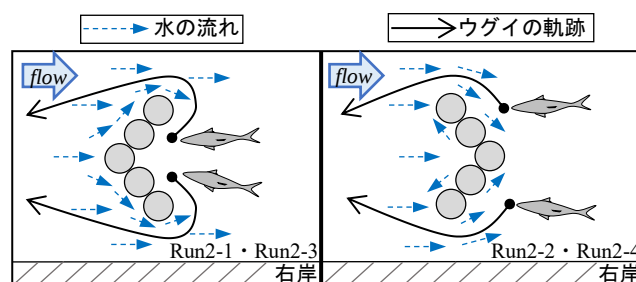
図-4 Case2でのウグイの軌跡と流速 $\bar{v}$ コンター

図-5 各Runにおける粗度群周辺の流れとウグイの遊泳行動