

1/10 勾配の水路式魚道に設置した粗度群配置の違いとウグイの遊泳行動について

東洋大学工学部 学生会員 ○佐藤 大誠
 東洋大学工学部 非会員 末吉 祥太
 東洋大学大学院 学生会員 船越 智瑛
 東洋大学工学部 正会員 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、現地魚道では十分な魚道延長を設けられず、その縦断勾配を急にせざるを得ないときもある。このとき、十分な水深が確保できず、魚道内の流速も速くなり魚類の遡上が困難になる。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。そのために、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。なお、粗度には、直径 4.8(cm)、高さ 15(cm)の円柱を用いた。Run2-1 および Run2-2 は粗度群の凸部分を上流側に向けて設置したものを Run2-1、凸部分を下流側に向けて設置したものを Run2-2 とする。実魚には、体長 $BL=7.4\sim 10.4$ (cm) (平均体長 $\overline{BL}=9.0$ (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。なお、1 回の実験につきウグイを流水環境等に 5 分間慣れさせ、その後にウグイの遊泳行動を 30 分間撮影した。一度実験に使用したウグイは、再度使用していない。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) に比べて Run2-1 では 4 倍程度、Run2-2 では 9 倍程度向上した。そこで、Case2 における魚道内でのウグイの遊泳行動を確認したところ、ウグイは粗度群間に留まった後に再遡上した (図-4)。そこ

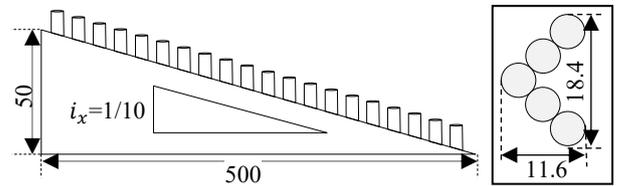
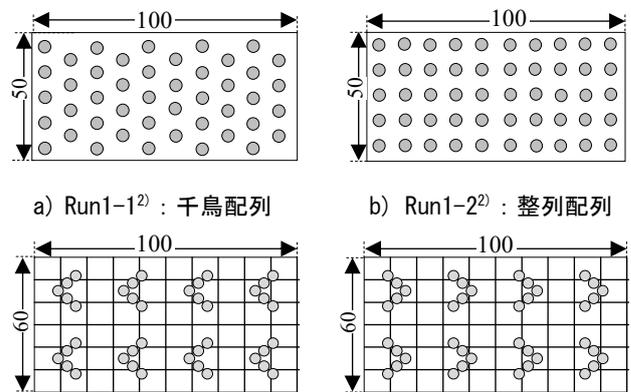
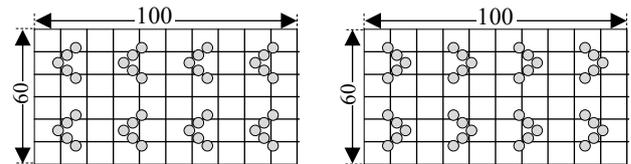


図-1 魚道側面図 (左) および粗度群 (右) 概要図 (単位: cm)



a) Run1-1²⁾: 千鳥配列 b) Run1-2²⁾: 整列配列



c) Run2-1 (凸部上流側) d) Run2-2 (凸部下流側)

図-2 各ケースにおける粗度配置 (単位: cm)

表-1 実験ケース一覧表

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)				



図-3 各ケースにおけるウグイの遡上率

で、Case2 における魚道内の流速に着目した (図-5)。Run2-1, Run2-2 とともにウグイの主な遡上経路である側壁付近での流速は 6~13 \overline{BL} (cm/s)程度、水路中央部での流速は 8~14 \overline{BL} (cm/s)程度であることが分かる。その流速は、ウグイが一気に遡上することが困難である。一方

で、横断方向の流速分布に流速に着目すると(図-6)、粗度群間の流速は $1 \sim 3\bar{BL}(\text{cm/s})$ 程度まで低減されていることが分かる。そのため、ウグイは粗度群間を利用しながら遡上することができ、Case2でのウグイの遡上率はRun1-1よりも向上することができたと考えられる。

次に、Case2でのウグイの遡上率について着目すると(図-3)、Run2-1に比べRun2-2のウグイの遡上率が2倍程度高いことが分かる。そこで、ウグイの粗度群間に存在していた割合に着目した(図-7)。Run2-2ではRun2-1よりもウグイの存在割合が0.5倍程度であった。これは、Run2-2ではRun2-1に比べてウグイが粗度群間に留まる時間が短時間であり、ウグイは再度遡上行動に移りやすかったことを示唆している。また、Run2-2での側壁付近および魚道中央部での流速は、Run2-1に比べて0.6倍程度であり(図-6)ウグイが遡上しやすかったことも示唆された。なお、流速については、Run2-2では粗度群が下流に凸であるため、Run2-1に比べて水深が1.1~2.0倍程度になり堰上げ効果が働いたためだと考えられる。さらに、挙動実験の動画を確認したところ、粗度群周辺でのウグイの遊泳行動に各ケースで特徴が見られた(図-8)。Run2-1での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。一方で、Run2-2での粗度群周辺の流れは、ウグイが存在していた箇所に流入するため、ウグイはその流れを感知し再度遡上しやすかったのだと考えられる。

以上より、Run2-2のような粗度群を用いることで、縦断勾配が急である水路式魚道においても、魚類が遡上でき、その遡上率が向上することが期待できる。

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

- 1) 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.
- 2) 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

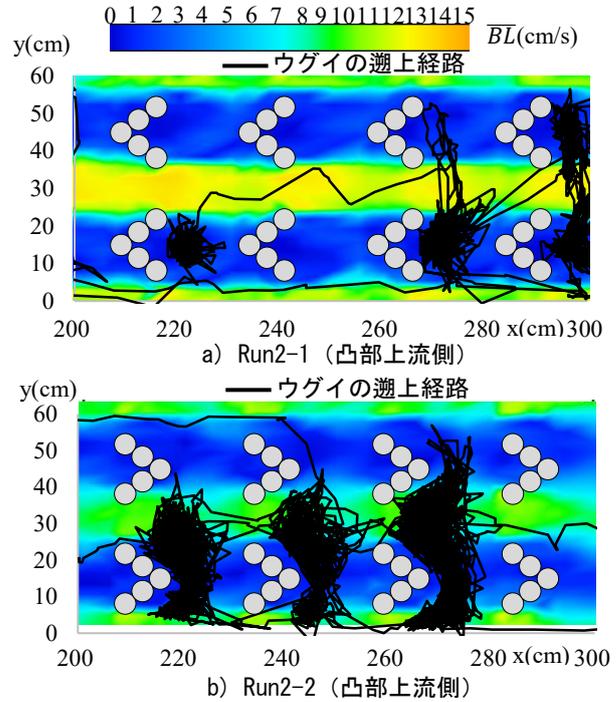


図-4 Case2における軌跡図および流速Vコンター図

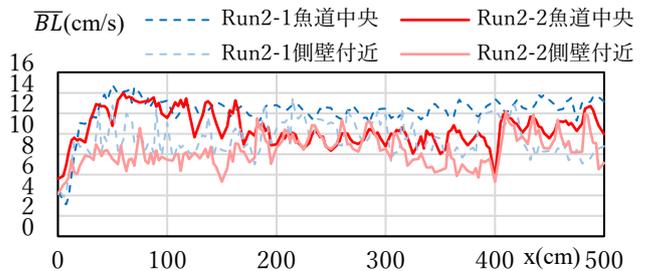


図-5 魚堂内の合成流速Vの縦断図

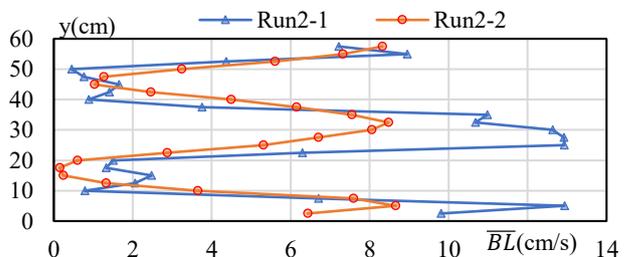


図-6 粗度群直下における合成流速Vの横断図

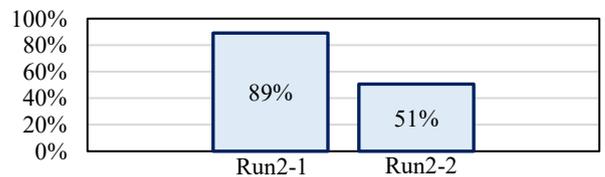


図-7 魚道内存在時間に対する粗度群間の存在割合

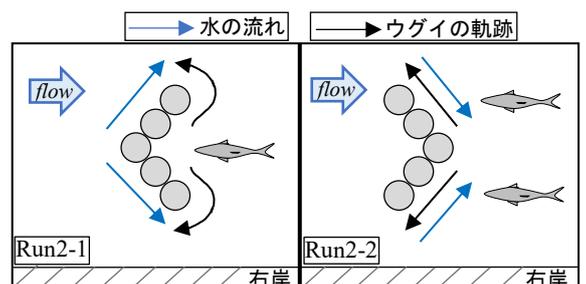


図-8 Case2における粗度群周辺のウグイの遊泳行動