

1/10 勾配の水路式魚道における粗石配列の組み合わせとウグイの遊泳行動について

東洋大学大学院 学生会員 ○船越 智瑛

東洋大学理工学部 正会員 青木 宗之

元東洋大学理工学部 非会員 加藤 汐里, 渡邊 智子, 中田 佳志

1. はじめに

本研究では、近年よく用いられているストリームタイプの粗石魚道に着目している。粗石魚道は、景観や環境面に優れている魚道である。著者らは、縦断勾配が 1/20 勾配と 1/10 勾配の粗石魚道において、配列の違いによるウグイの遊泳行動の比較検討などの研究を行ってきた。先行研究¹⁾では、魚道最下流入入口が千鳥配列に比べて整列配列のほうが、魚が魚道へ進入しやすかった。一方で、整列配列に比べて千鳥配列のほうが、魚の遡上率は高かった。そこで本研究では、縦断勾配 1/10 の水路式魚道における魚の遡上率向上を目的とした。そのために、千鳥配列と整列配列の特徴を活かし、それぞれの配列を組み合わせる実験を行った。

2. 実験概要

図-1 に、実験に用いた粗石魚道を示す。魚道幅 $B=50(\text{cm})$ 、魚道高さ $H=50(\text{cm})$ 、魚道水平長さ $L=500(\text{cm})$ である。擬似粗石には、直径 4.8(cm)、高さ 15.0(cm)の塩ビ管を用いた。表-1 に、実験ケースを示す。魚道内の流れは、擬似粗石を越流していない。各ケースの粗石配列は図-2 のとおりであり、先行研究¹⁾の結果を参考にした。整列配列の流れは直線的であるため、魚も直線的に遡上する。そのため、本研究では魚道の上下流を整列配列とした。また、千鳥配列では粗石の直下流が魚の休憩場所になり得る。そこで、Case1 では整列配列と千鳥配列を交互に組み合わせることを試みた。Case2 では、魚道の上下流のみを整列配列とし、その他の箇所を千鳥配列とした。一方、Case3 では、魚道中央部のみを千鳥配列とした。なお、整列配列と千鳥配列の左右岸には、魚類の側壁選好性を考慮して 3.0(cm)のスペースを設けた(図-3)。また、魚道斜面面積に対する粗石面積の割合である粗石密度 λ_s は、0.16~0.18 である。実魚には、体長 $BL=7.4\sim10.3(\text{cm})$ (平均体長 $\overline{BL}=8.6(\text{cm})$) のウグイを実験毎に 10 尾使用し、各ケースで 3 回の実験を行った。実験時の水温は、19.8~22.6($^{\circ}\text{C}$)であった。

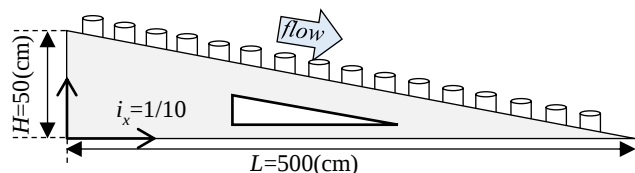


図-1 粗石魚道側面図

表-1 実験ケース

Case	粗石配列	流量 (l/s)	縦断勾配 i_x	粗石密度 λ_s
1	図-2 a)	20.0	1/10	0.17
2	図-2 b)			0.16
3	図-2 c)			0.18

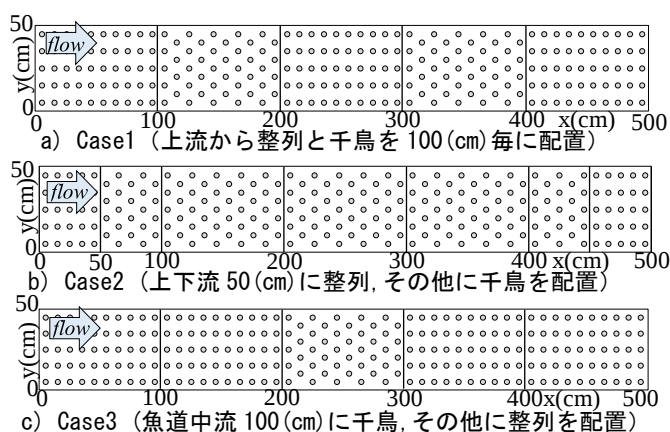
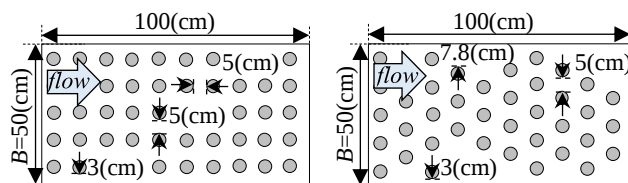


図-2 粗石配列組み合わせ概要図



a) 整列配列拡大図

b) 千鳥配列拡大図

図-3 粗石配列拡大図

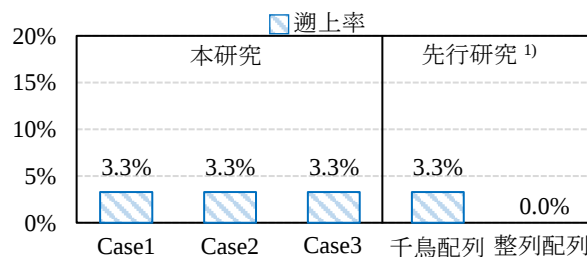


図-4 遡上率

キーワード 粗石配列, ウグイ, 縦断勾配 1/10

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 水工学研究室 TEL. 049-239-1406

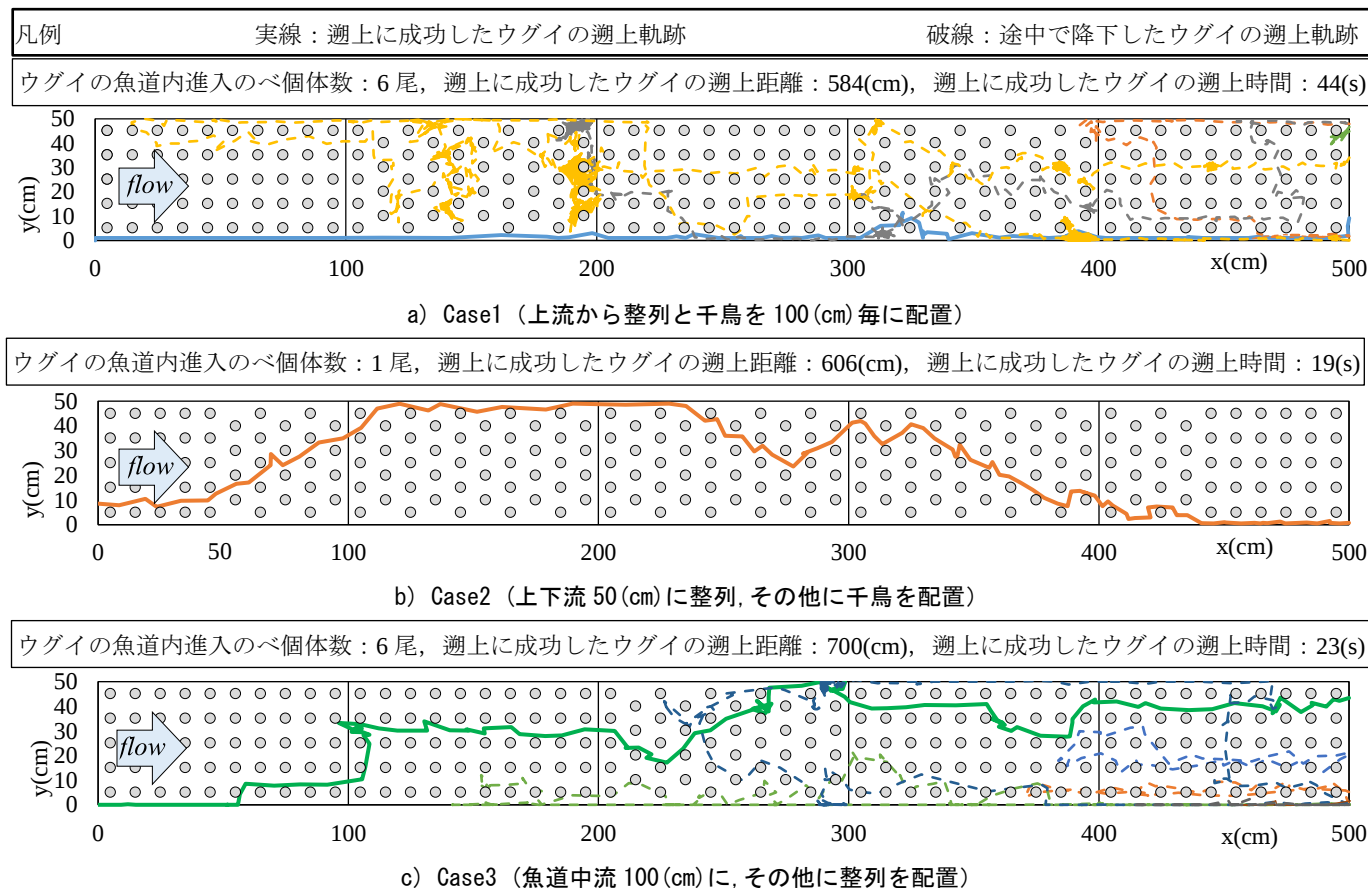


図-5 ウグイの軌跡図および進入成功回数，遡上に成功したウグイの遡上距離および遡上時間

3. 実験結果

図-4 に，遡上率を示す．各ケースにおけるウグイの遡上率は，3.3(%)と非常に低かった．また，ウグイの魚道内進入のべ個体数も非常に少なかった（図-5）．そこで，魚道下流入口での流速に着目した．図-6 に，魚道下流入口における横断方向の流速分布を示す．各ケースにおいて， $5\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以上の流速であったため，ウグイは魚道内へ進入しにくかったものと考えられる．また，魚道内へ進入に成功したウグイは， $6\sim 10\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度の流速を遡上した．一方で，各ケースにおいて，遡上に成功したウグイの遡上経路が異なった．そのため，ウグイの遡上距離および遡上時間に着目した．遡上に成功したウグイの遡上時間は，Case1 では 44(s)，Case2 では 19(s)，Case3 では 23(s)であり，千鳥配列のみでは 203(s)であった¹⁾．そのため，先行研究¹⁾に比べて各ケースの遡上時間は短縮された．次に，遡上に成功したウグイの遡上距離は，Case1 では 584(cm)，Case2 では 606(cm)，Case3 では 700(cm)であり，千鳥配列のみでは 2,870(cm)であった¹⁾．そのため，先行研究¹⁾に比べてウグイの遡上距離も各ケースで短縮された．また，ウグイが 1 秒あたりに遡上した距離は，Case1 では 13.3(cm)，Case2 では 31.9(cm)，Case3 では 31.8(cm)であり，千鳥

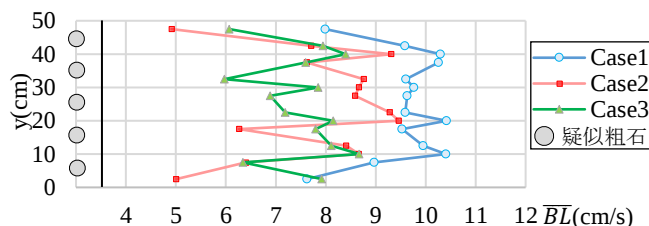


図-6 魚道下流入口 (x=500(cm)) での横断方向の流速分布

配列のみでは 14.1(cm)であった．そのため，Case2 がウグイにとって最もスムーズに遡上しやすいケースであったと考えられる．しかし，先行研究¹⁾の遡上率を向上できなかった．そのため，千鳥配列および整列配列のみの組み合わせだけでなく，異なる粗石形状や粗石配置の検討も必要であるといえる．

4. まとめ

本実験では，先行研究¹⁾に比べて遡上率を向上することができなかった．そのため，今後は特に粗石配置に着目し，魚の魚道内への進入，魚道内での遡上および休憩，がしやすくなるように工夫を加えていく予定である．

参考文献

- 1) 船越，青木，加藤，渡邊，中田：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