

粗石魚道の配列の違いによる流れの変化とウグイの遡上について

東洋大学理工学部      学生員   ○船越   智瑛

東洋大学理工学部      正会員    青木   宗之

東洋大学大学院        学生員   齋藤   圭汰

東洋大学理工学部      非会員   大塚   達也, 富田   秀人

1. はじめに

魚道は、プールタイプやストリームタイプ、オペレーションタイプに分類される。そのなかでも自然に近い景観を得ることができるストリームタイプの全断面粗石魚道に着目している。しかし、縦断勾配を緩やかにする必要があり、魚道延長が長くなってしまう。既往研究<sup>1)</sup>では、魚道内の流速が魚の巡航速度を上回ると、魚の遡上率が低下してしまうことを示した。本研究では、粗石の配列の違いによる流れが魚の遡上にどのように影響を与えるかを明確にすることを目的として、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、実験に用いた粗石魚道を示す。直径 4.8(cm)、高さ 15.0(cm)の疑似粗石を用いた。粗石配列は、千鳥配列および整列配列とし、魚類の側壁選好性を考慮して、左右岸に 3.0(cm)のスペースを設けた。表-1 に、実験ケースを示す。魚道斜面に対する粗石面積の割合(粗石密度  $\lambda_s$ )は、0.16 と一定とした。流速は 2 次元流速計、水深はデジタルポイントゲージを用いて計測した。挙動実験では、体長 7.5~11.5(cm) (平均 8.72(cm)) のウグイを用いた。魚道下流部をネットで区切った箇所に 30 尾を放流し、流況や水温に 30 分間慣れさせた。その後にネットを開放し、ウグイの挙動をビデオカメラで 2 時間撮影をし、動画解析した。なお、実験時の平均水温は 14.2(°C)であった。

3. 実験結果

図-2 に、各ケースにおけるウグイの遡上率を示す。Q=3.2(l/s)の Run1-1, Run2-1 では高い遡上率を示した。しかし、Q=20.0(l/s)の Run1-2, Run2-2 では遡上率が低かった。これは、魚道最下流 (x=500(cm)) における、流速 V が 90(cm/s)程度であり、本実験に使用したウグイの突進速度以上であったためだと考えられる。しかし、流量や配列に違いによる遡上率の変化はなかった。そこで、遡上時間と遡上距離に着目した。表-2 に、実際に遡上した

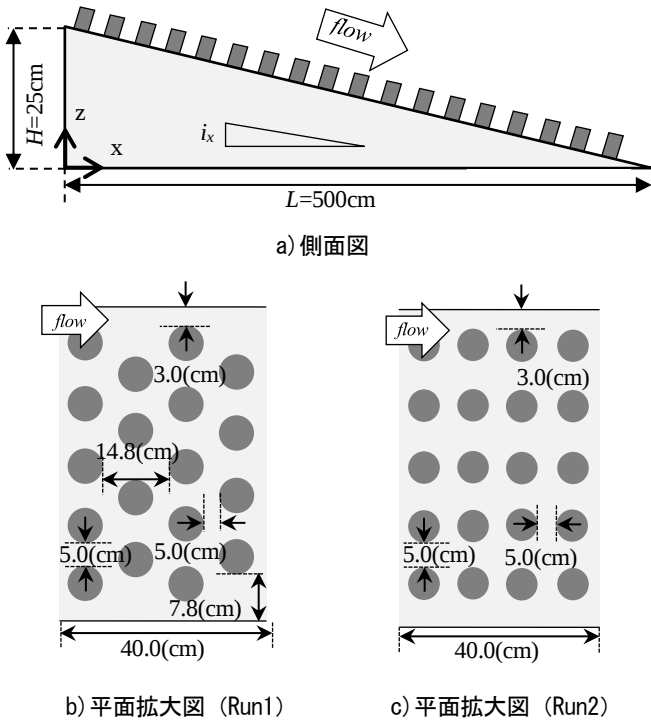


図-1 粗石魚道模型図

表-1 実験ケース

| Run | 流量 Q (l/s) | L (cm) | 配列 | H (cm) | 縦断勾配 $i_x$ | 粗石密度 $\rho_s$ |
|-----|------------|--------|----|--------|------------|---------------|
| 1-1 | 3.2        | 500    | 千鳥 | 20     | 1/20       | 0.16          |
| 1-2 | 20.0       |        |    |        |            |               |
| 2-1 | 3.2        | 500    | 整列 | 20     | 1/20       | 0.16          |
| 2-2 | 20.0       |        |    |        |            |               |

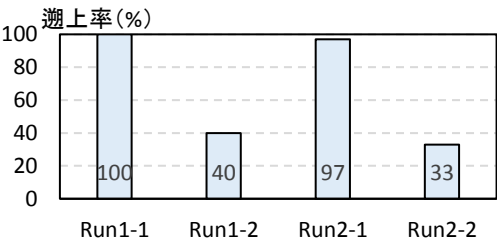


図-2 各ケースにおけるウグイの遡上率

距離と合計時間を示す。Q=20.0(l/s)の場合、Run1-2 においては 30(cm/s)~50(cm/s) (図-4 a)) の多様な流速が形成

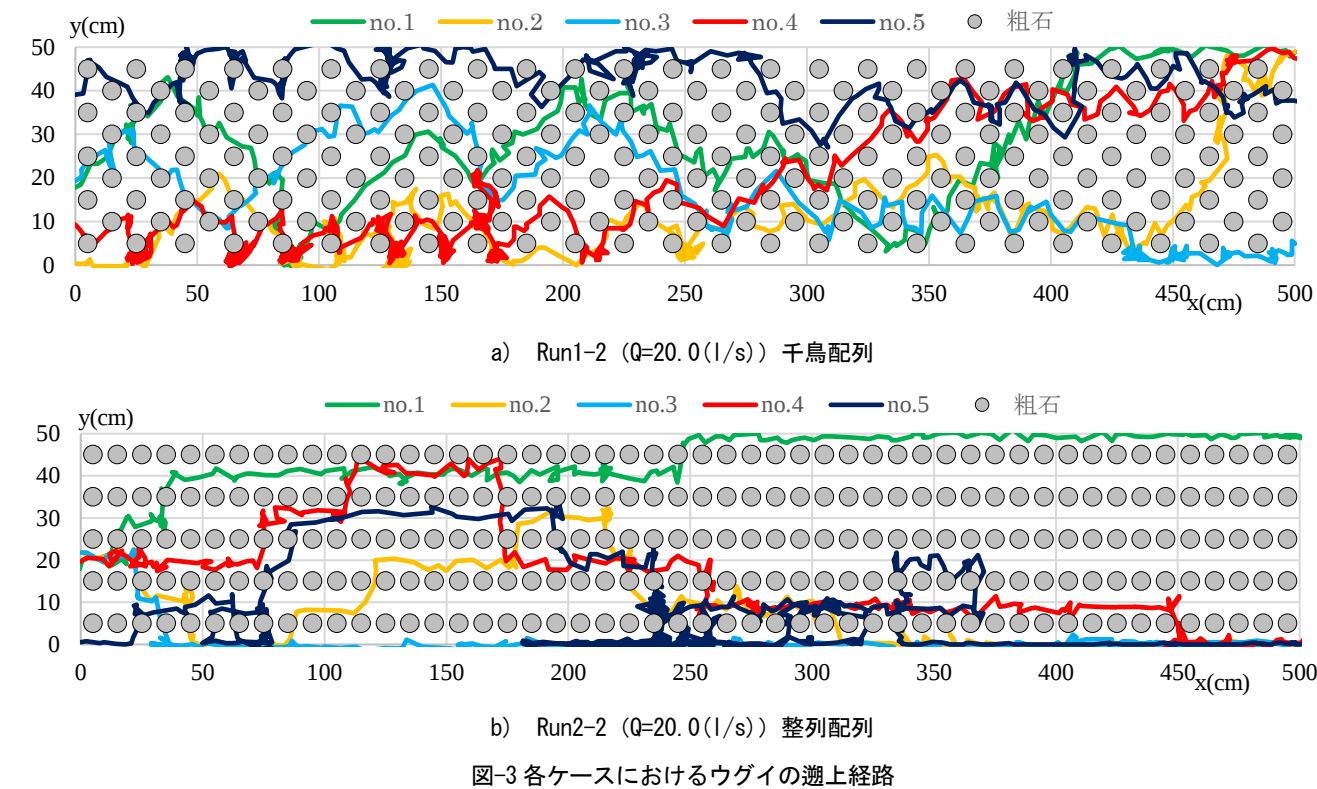


図-3 各ケースにおけるウグイの遡上経路

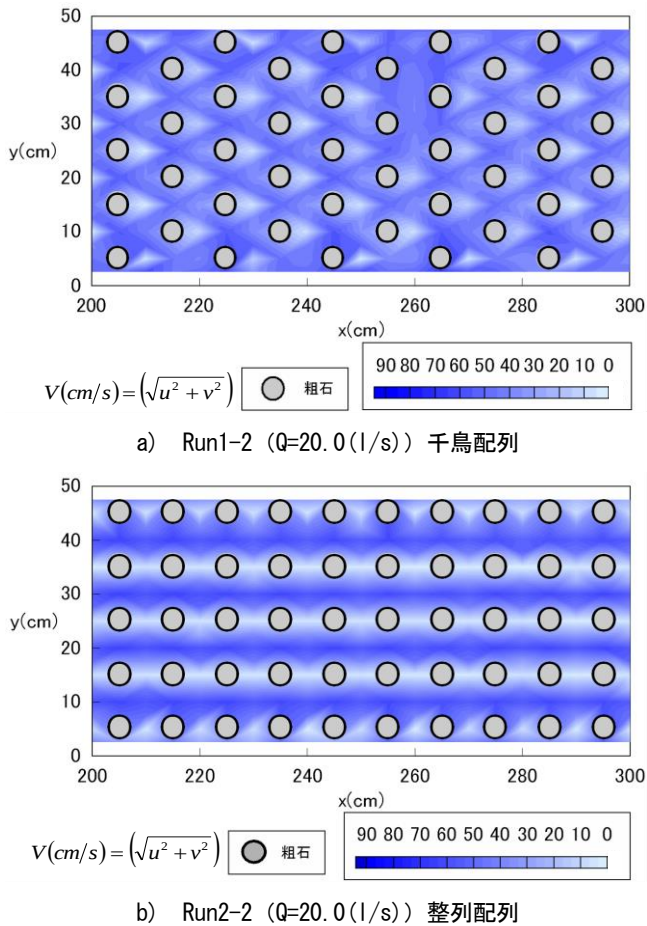


図-4 各ケースにおける魚道中流での合成流速 V コンター図

されており、ウグイが休憩できる 20(cm/s)以下の流速が形成されている。よって、ウグイが選好する流速の箇所で遡上し、かつ、休憩することができる。しかし、疑似粗

表-2 各ケースにおける遡上距離と遡上時間

| Run | Q(l/s) | 配列 | 魚    | 合計時間(s) | 距離(m) |
|-----|--------|----|------|---------|-------|
| 1-2 | 20.0   | 整列 | no.1 | 42.4    | 5.15  |
|     |        |    | no.2 | 43.4    | 6.48  |
|     |        |    | no.3 | 56.2    | 5.08  |
|     |        |    | no.4 | 62      | 5.70  |
|     |        |    | no.5 | 156.6   | 9.95  |
| 2-2 | 20.0   | 千鳥 | no.1 | 63      | 5.62  |
|     |        |    | no.2 | 61      | 5.58  |
|     |        |    | no.3 | 61      | 5.46  |
|     |        |    | no.4 | 376     | 6.19  |
|     |        |    | no.5 | 421     | 5.77  |

石の裏に滞留し続けてしまうこと等により、遡上距離および時間がかかってしまうウグイもいた(図-3 a), 表-2)。Run2-2 では、30(cm/s)~50(cm/s)(図-4 b))の直線的な流速が形成されたため、ウグイは直線的に最短距離を遡上し、かつ、短時間で遡上することができた。

4. まとめ

粗石配列を変化させて実験を行った結果、流量による遡上率の違いや、配列の違いによる遡上率の変化はなかった。しかし、遡上時間および距離に違いがあることが分かった。本実験においては、ウグイが直線的に短時間で遡上できる整列配列の粗石魚道が良い結果を示した。

参考文献

1) 松木 越, 青木宗之, 菊池裕太, 福井吉孝: 全断面粗石付魚道の機能増進および修復について, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.71, No.4, pp.I\_1105-I\_1110, 2015.