

粗石が堆積した階段式魚道の流れとウグイの遡上行動

東洋大学大学院 学生会員 ○横田 星二
 東洋大学理工学部 非会員 南村 友大
 東洋大学理工学部 非会員 桑野 理於
 東洋大学理工学部 正会員 新田 将之
 東洋大学理工学部 正会員 青木 宗之

1. はじめに

著者らは、先行研究¹⁾にて階段式魚道プール内に礫が堆積しやすいという問題に着目し、原因究明を行った。その結果、粒径が中礫程度のときプール内の礫堆積量によっては、魚道機能が著しく低下しないことを確認している。しかし、礫よりも粒径が大きいものが堆積したときは不明である。そこで本研究では、粗石が堆積した階段式魚道に着目し、魚道内の流れおよびウグイの遡上行動を明確にすることを目的とした。

2. 実験概要

実験は、水路幅 50(cm)の実験水路に、図-1 に示す魚道幅 50(cm)の階段式魚道を設置し行った。隔壁形状は、剥離を抑えるために R 型にした。本研究はウグイの体長の 2 倍程度（長径約 11~28(cm)）の石をプールに敷き詰め実験を行った。実験供試魚は、体長 $BL=6.5\sim 10.3$ (cm)（平均体長 $\overline{BL}=8.4$ (cm)）のウグイである。

実験は、実験毎に異なる個体のウグイを 10 尾使用し、各ケース 5 回行った。実験方法は、魚道下流域に魚止めネットを設置し、ネット内でウグイを 5 分間流水および水温に馴致させた。その後、魚止めネットを外し、ウグイの遊泳行動をビデオカメラで 30 分間撮影した。実験時の水温は 18.3~24.0(°C)であった。流速は 3 次元電磁流速計、水深はポイントゲージを用いて測定した。

3. 実験結果

図-2 に、各ケースにおける進入率 F_{Er} および遡上率 R_r を示す。ここで本研究では、 F_{Er} をウグイが撮影終了時に下流域より上流に存在した個体数の割合、 R_r をウグイが撮影終了時に $pool-3$ より上流に存在した個体数の割合と定義した。この結果を見ると、プール内の粗石の有無で F_{Er} および R_r に大きな差異はなかった。しか

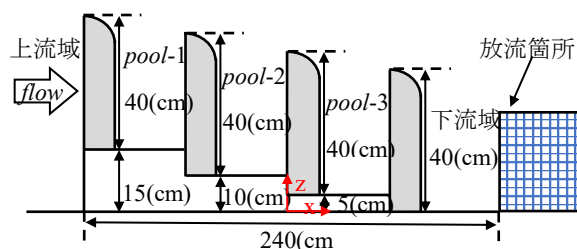
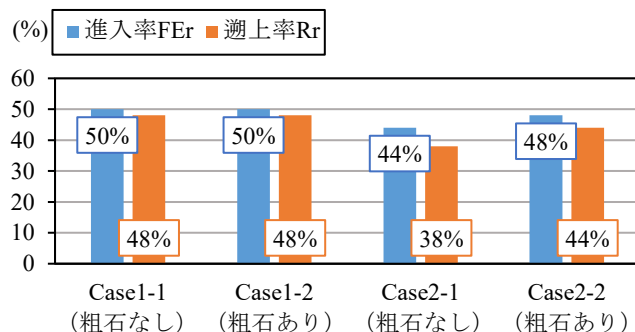


図-1 実験に用いた階段式魚道（側面図）

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	流量 Q (l/s)	粗石の有無
Case1-1	14.0	なし
Case1-2		あり
Case2-1	19.0	なし
Case2-2		あり

図-2 各ケースにおける進入率 F_{Er} および遡上率 R_r

し、魚道内でのウグイの動きに差異があった。そこで、魚道内でのウグイの遡上行動に着目した。

図-3 に、19.0(l/s) のウグイの主な遡上経路と側壁付近 ($y=2.5$ (cm)) における流速 $\bar{u}$ $\bar{w}$ ベクトル図を示す。各ケースともに粗石の有無によらず、魚道内の流れは落下流状態であり、目視でも確認している。なお、Case1, Case2 とともに同様の結果を得られたことから、ここでは、特にウグイの遊泳行動が顕著であった Case2（流量 $Q=19.0$ (l/s)）について示す。また、ウグイはケー

キーワード 階段式魚道, ウグイ, 遡上率, 進入率, 粗石

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

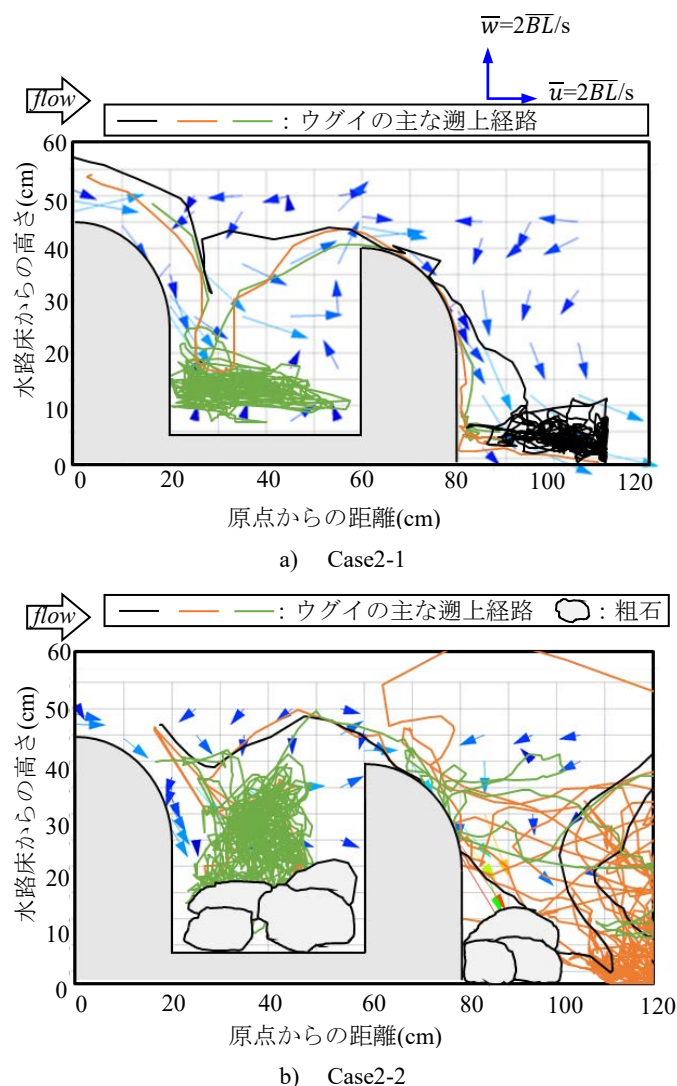


図-3 Case2 ($Q=19.0(l/s)$)におけるウグイの主な遡上経路と側壁付近 ($y=2.5(cm)$)における流速 $\bar{u}$ $\bar{w}$ ベクトル図

ス毎で同様の遊泳行動であったため、図中にはウグイの主な遡上軌跡を示している。粗石が堆積していない Case2-1 では、ウグイはプール底面で遊泳する傾向にあり、魚道床から 2 (cm) 程度の位置であった。この箇所での時間平均の合成流速 $\bar{V} (= \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2 + \bar{w}^2})$ は、 $4\bar{B}L/s$ 以下でありウグイが無理なく遊泳できる流れ²⁾であった。なお、このことは著者らの先行研究と同様の知見である³⁾。粗石が堆積している Case2-2 では、粗石付近の合成流速 $\bar{V}$ は $4\bar{B}L/s$ 以下であり、Case2-1 (粗石なし) と同様に、ウグイが無理なく遊泳できる流れであった。しかしながら、ウグイがプール内を全体的に遊泳する傾向にあった。これは、粗石によって流れが乱れ、ウグイが遊泳する箇所が定着しなかったためだと考えられる。また、Case2 においてウグイがプール内 (*pool-3* のみ) を通過した時間に着目した (図-4)。ウグイがプール内を通過した時間は、粗石が堆積していない Case2-1 に比

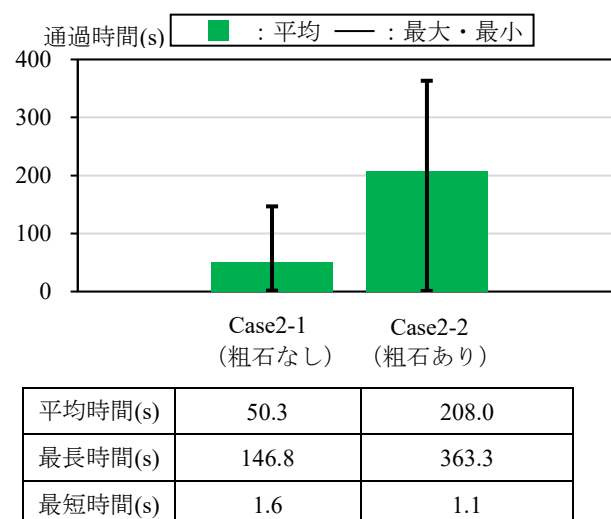


図-4 Case2におけるウグイの *pool-3* 通過時間

べて、粗石が堆積している Case2-2 では 4 倍程度の時間を要した。これは、ウグイがプール内を全体的に遊泳したことに加え、ウグイが堆積した粗石の空隙に入り込んでしまうことが影響していると考えられる。

以上より、これらのことから、プール内に堆積した粗石は、ウグイのスムーズな遡上に影響を及ぼすことが示唆される。

4. まとめ

以下に本研究で得られた知見を示す。

- 1) 本実験では、プール内の粗石の有無によるウグイの魚道内への進入率および遡上率に大きな差はなかったが、魚道内でのウグイの遊泳行動に差異が見られた。
- 2) 粗石が堆積していないとき、ウグイはプール底面で遊泳する傾向にあった。一方で、粗石が堆積していると、ウグイはプール内を全体的に遊泳する傾向にあった。
- 3) 粗石堆積時におけるウグイの *pool-3* 通過時間は、粗石が堆積していないときの 4 倍程度である。この結果は、プール内に堆積した粗石は、ウグイのスムーズな遡上に影響を及ぼすことが示唆される。

参考文献

- 1) 横田星二, 齋藤圭汰, 青木宗之: 階段式魚道における礫堆積量の違いが魚道機能に及ぼす影響, 第 57 回環境工学研究フォーラム, B42, 2020.
- 2) 有本貴文: 魚はなぜ群れて泳ぐか, 大修館書店, p.127, 2007.
- 3) 齋藤圭汰, 青木宗之: 礫の堆積による階段式魚道の機能低下の原因とそれに対する簡易的な改善策の提案, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, pp.I_445-I_450, 2018.11.