

粗石付き魚道における下流部の流れと魚の挙動

東洋大学大学院 学生会員 ○瀬崎 薫貴
 東洋大学 工業技術研究所 正会員 青木 宗之
 東洋大学 理工学部 正会員 福井 吉孝
 東洋大学 学生 酒寄 透也 齊藤 裕貴

1. はじめに

粗石付き魚道は、斜路に粗度要素として粗石を設置したものである。斜路に砂利や巨礫が溜まりにくい利点も持ちあわせており、維持管理も容易である。

また、粗石の後ろ側で流速が減勢されるなど、多様な流速場を発生させる。そのため、底生魚や遊泳魚であるアユやサケなどの遊泳魚など、多種の魚類の遡上に効果的¹⁾である。しかし、魚道下流の土砂の堆積、河床の洗掘、出水時の巨石の移動などによって魚道下流部の流れが変化すると、十分に機能を発揮できなくなる恐れがある。本研究では、全断面粗石付き魚道に流下してきた巨石が下流部に停位した場合を想定する。流況の変化が、遡上を試みる魚に対しどのような影響を及ぼすのかを検討する。

2. 実験装置及び方法

表-1に、実験ケースを示す。実験は、幅 50(cm)の開水路に図-1で示すような 1/20 勾配で長さ 8(m)の模型魚道を設置して行った。斜路上に粗度要因として用いた疑似粗石は、直径 5(cm)、高さ 2.5(cm)の発泡スチロール半球である。魚道内の粗石密度 ρ_s は 0.16 に設定した。魚道入口下流 X=50(cm)または X=100(cm)に、横断方向に 3ヶ所 (7.5,25,43.5(cm)) 直径 5(cm)の円柱を疑似巨石(以下巨石と呼ぶ)として設置した。この時の水路幅に占める巨石の割合は 30(%)である。ウグイが河床付近を遊泳していた為、流速は河床から 1 cm の点で電磁流速計 (ケネック社) を用いて測定した。実験には平均体長 9.2(cm)のウグイを使用した。実験開始前に水路下流部を網で仕切り、慣らしの時間を 30 分間設けた。網を外し、カメラで 30 分間撮影し、挙動を撮影した。撮影した画像をもとに行動軌跡を求めた。なお遡上率 R_r は、(遡上に成功した魚の個体数/実験に使用した魚の個体数)²⁾ によって求めた。各ケース三回実験を行い、その値を平均した。

表-1 実験ケース

case	Run	流量 (ℓ/s)	巨石までの距離
1	1-1	2.2	石なし
	1-2		0 (cm)
	1-3		50 (cm)
	1-4		100 (cm)
2	2-1	5	石なし
	2-2		0 (cm)
	2-3		50 (cm)
	2-4		100 (cm)
3	3-1	14.7	石なし
	3-2		0 (cm)
	3-3		50 (cm)
	3-4		100 (cm)
4	4-1	5	130 (cm)

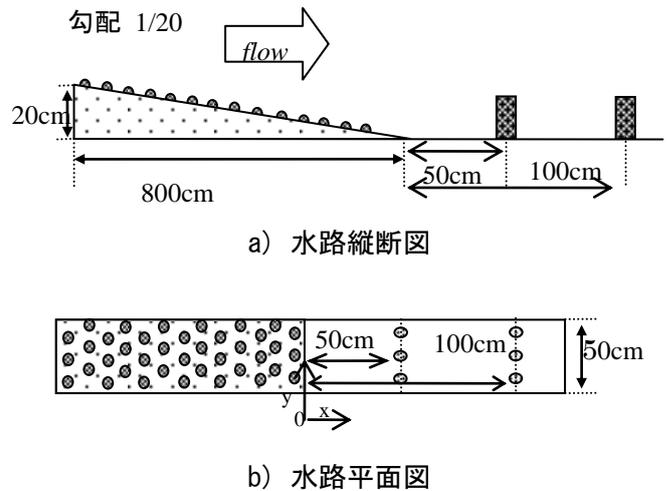


図-1 実験水路図

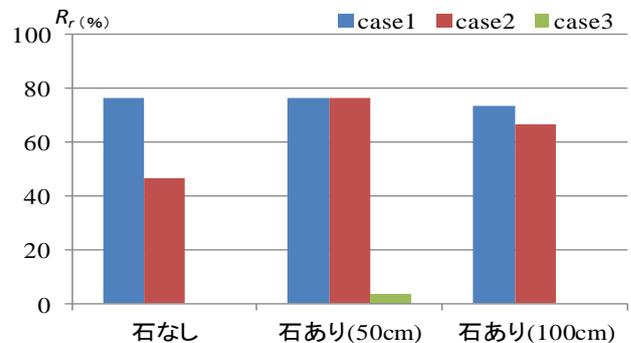


図-2 遡上率

3. 実験結果

1) 粗石の有無及び距離について

各ケースのウグイの遡上率を図-2に示す. case1 及び case2 で比較すると, 遡上率に大きな変化はみられなかった. case3 の遡上率が低い値を示しているが, このケースでも, 全てのウグイが魚道入口直下流まで到達していた. その殆どが魚道に進入したが, 魚道を登り切れずに 2 から 7(m)遡上したところで押し戻される個体が見られた. 図-3にウグイの軌跡を示す. ウグイは, 仕切りネットを取り外し解放すると走流性を発揮し, 遡上した. 魚道の下流までは上流部に向かって側壁付近をほぼ直線的に遡上した. 巨石付近まで遡上すると, 巨石によって変化した流れに向かって向きを変えたりしたが, 更に上流に向かって遡上し, 魚道下流部まで到達し魚道を遡上した. このことから石の有無, 魚道下流部からの距離が遡上に及ぼす影響は無いと言える.

2) 巨石付近の流れ

流速ベクトル図を図-4及び図-5に示す. 巨石がない場合に比べて巨石を避けるような流れが発生していることがわかる. しかし, 流れは, 流下方向ある程度, 直進性を保っており, ウグイの遡上の阻害となるような大きな流向の変化はみられなかった. この為にウグイは, 巨石を通過し, 魚道下流端に到達する事が出来たと考えられる.

2) 遡上経路を遮断した場合

ほぼ全てのケースでウグイは, 側壁選好性を発揮し右岸側の側壁付近を遡上した. そこで case4 では, 遡上経路である右岸側壁付近 X=130(cm)に巨石を配置して実験を行った. 側壁付近を遡上してきたウグイの多くは, 一旦巨石の下流部で 1 (s) 程度留まった後, 図-6に示すように巨石を避けて遡上した. しかし遡上経路が断たれたことで, 20(cm)程度下流に戻り再度遡上した個体も見られた. 遡上経路に巨石があることで, 遡上の障害になるが, 結論としては大きな影響はみられなかった.

4. 結論・考察

本実験では, 巨石の有無, その巨石の魚道下流部からの距離は遡上に及ぼす影響は無いと言える. つまり, 水路中に障害物があっても遡上する事が分かった. しかし今回のケースでは擬似巨石による流れの

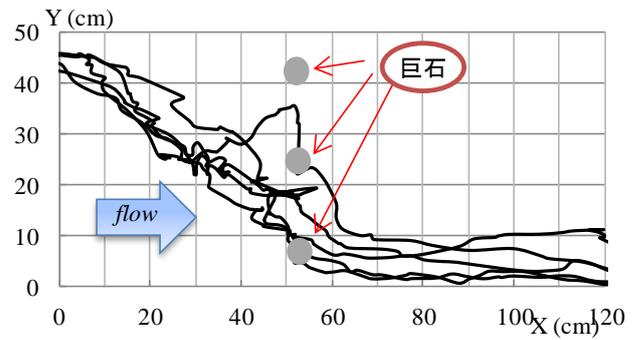


図-3 ウグイの軌跡 (Run2-3)

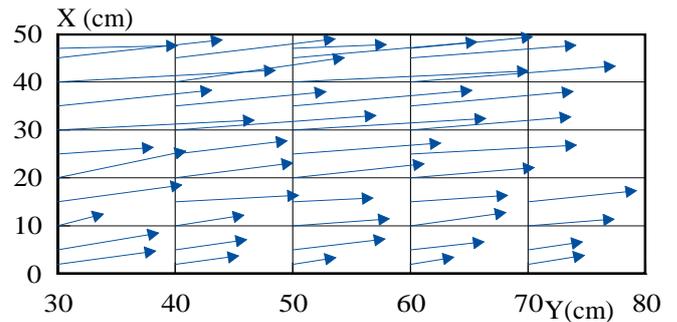


図-4 流速ベクトル図 (Run2-1)

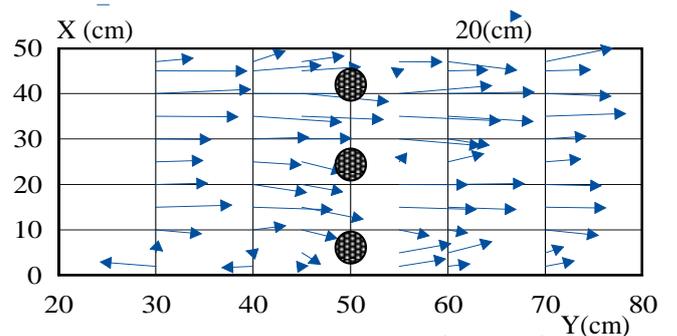


図-5 流速ベクトル図 (Run2-3)

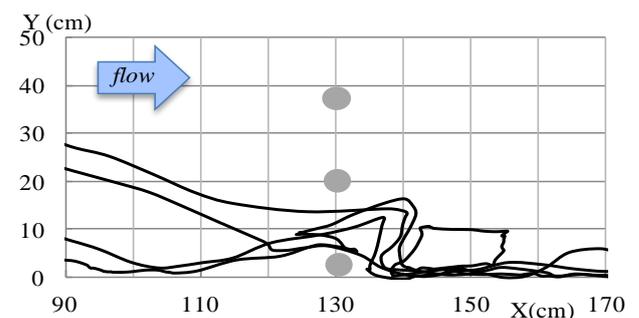


図-6 遡上経路に巨石を置いたときの軌跡

変化が小さい為検討の余地がある.

参考文献

- 1) 桜井力, 柏井条介: コンクリートブロックを用いた粗石式魚道の水理および遡上特性, 水工学術論文集, 第 44 巻, pp. 1197-1202, 1999
- 2) 青木宗之, 吉野隆, 福井吉孝: 呼び水式魚道における流れとそれに対する魚の挙動, ながれ, 第 28 巻, pp485-494, 2009