

平常時における根固め工の河川環境機能 ―魚類の遊泳行動を例に―

東洋大学大学院 学生会員 ○明間 大輝
 東洋大学理工学部 正会員 青木 宗之
 東洋大学理工学部 非会員 粕谷 周平
 東洋大学理工学部 非会員 五十嵐柊哉
 東洋大学理工学部 非会員 飯山 拓実

1. はじめに

本研究では、伝統的河川工法として古くから用いられている根固め工に着目した。根固め工は、主に出水時に河岸や護岸の侵食を防止する機能がある。一方で、平常時には、治水機能を持たない可能性もあるものの、環境機能を有している可能性がある。そこで本研究では、平常時における魚類の遊泳行動に着目し、根固め工の河川環境を明確にすることを目的とした。そのために、実魚を用いた挙動実験と水理実験を行った。

2. 実験概要

実験には、幅 80(cm)、長さ 1,080(cm)の単断面開水路を用いた。300(cm)の観測区間を水路の上流部設け、右岸側に疑似構造物を整列または千鳥状に設置した(図-1)。疑似構造物には、根固め工を想定した角柱(一辺 5(cm)の立方体)を使用した。表-1 に、実験ケースを示す。実験流量は 30(l/s)とし、Case0 における観測区間内の平均水深を 12.5(cm)とした。

実魚を用いた挙動実験では、体長 $BL=8.0\sim10.4$ (cm)(平均体長 $\overline{BL}=9.0$ (cm))のウグイを用いた。実験は、ウグイを観測区間下流の右岸および左岸で 5 分間流況に馴致させた。その後、30 分間ウグイの遊泳行動をビデオカメラで撮影した。実験毎に 10 尾のウグイを使用し、各 Run 2 回ずつ実験を行った。ウグイは、実験毎に毎回異なる個体を使用した。なお、実験時の水温は 20～24(°C)、水面の照度は 500(lx)程度である。水理実験では、流速の計測に二次元電磁流速計を用いた。また、水深の計測は、デジタルポイントゲージを用いた。

3. 実験結果

図-3 に、各 Run におけるウグイの存在割合を示す。なお、各 Run でのウグイは同様の箇所を遊泳していたため、それぞれ代表的なウグイ 1 尾分を示している。Case0 では、ウグイは観測区間全域を遊泳していた。ま

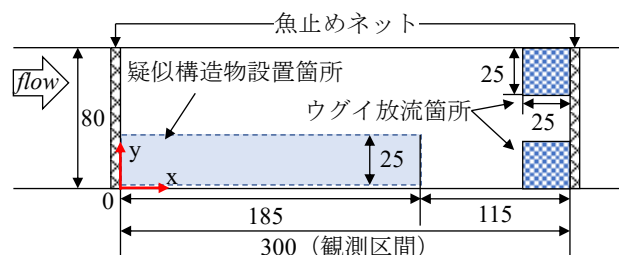


図-1 実験水路概略図 (単位: cm)

表-1 実験ケース

Case	Run	疑似構造物形状	疑似構造物配列	ウグイ放流箇所	実験流量 Q (l/s)
0	0-a	なし	-	右岸	30
	0-b			左岸	
1	1-1-a	角柱	整列	右岸	
	1-1-b			左岸	
	1-2-a		千鳥	右岸	
	1-2-b			左岸	

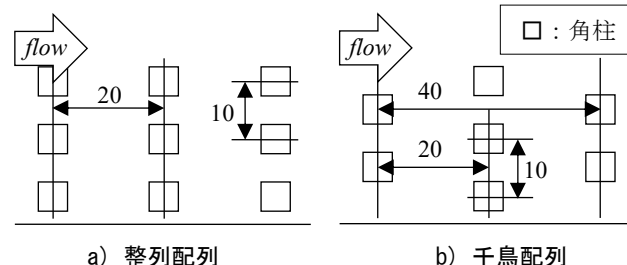


図-2 疑似構造物配列概略図

た、ウグイは群を成して自由に遊泳していた。一方で、Case1 ではウグイは主に角柱群がない箇所を遊泳した。そこで、角柱群下流側の流速に着目し、ウグイの選好性を検討した。図-4 に、横断方向の流速分布を示す。なお、ウグイの主な遊泳深度($z=3.0$ (cm))に着目した。Run0 では流速 u は、おおむね $3\overline{BL}$ (cm/s)であった。これは、一般にいられている魚が長時間遊泳可能な速度である持続速度¹⁾程度である。Run1-1, 1-2の角柱群下流($y=0\sim30$ (cm))での流速 u は、角柱群によって Run0 の約 0.5

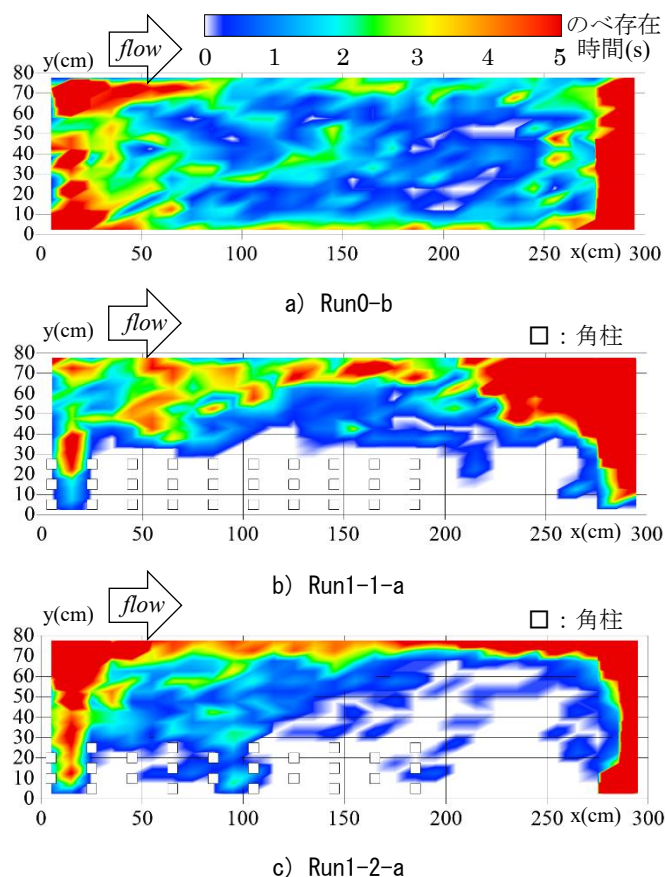
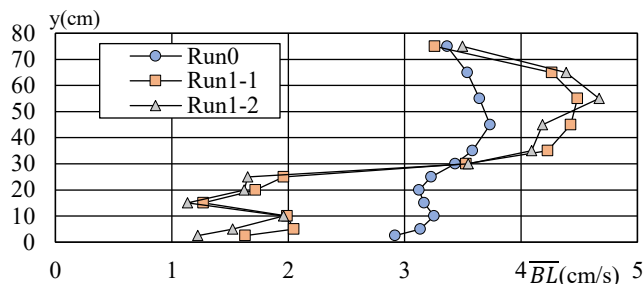
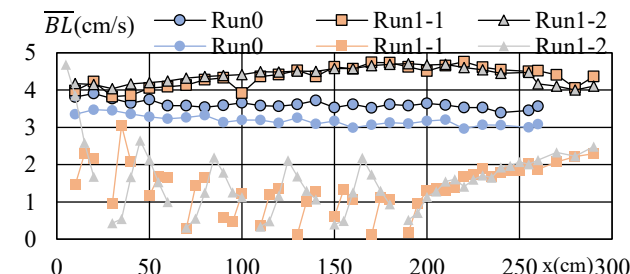
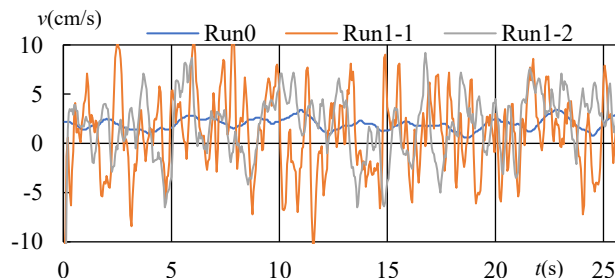
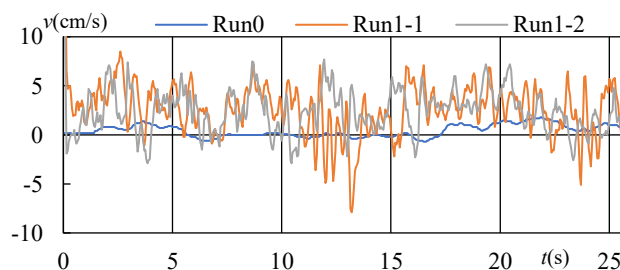


図-3 代表的な一尾のウグイの存在割合の例

倍まで低減しており, おおむね $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 未満であった. なお, これは持続速度よりも遅い流れである. 一方で, Run1-1, 1-2 の $y=30\sim 80(\text{cm})$ での流速 u は, 側壁部を除くと Run0 の約 1.25 倍であり, $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以上であった. これも持続速度程度である. そのため, Run1-1, 1-2 ではウグイは角柱群下流のより遅い流れを感知しにくく, 主に角柱群のない箇所 ($y=30\sim 80(\text{cm})$) の流れを感知し, 選好したと考えられる. また, 主流部中央 ($y=55(\text{cm})$) での流速 u の縦断変化に着目した (図-5). Run1-1, 1-2 において, 主流部中央での流速は角柱群による影響で下流ほど速くなっており, 最大で $5\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度であった. これは, 持続速度よりも若干速い流速ではあるが, ウグイは長時間の遊泳が可能であった. そのため, Run1-1, 1-2 では主に角柱群がない箇所を遊泳し続けることができたと考えられる.

次に, Run1-1 と Run1-2 を比較すると, 後者では角柱群内上流部 ($x=50\sim 100(\text{cm})$) での遊泳を数秒間確認した (図-3). これは, 前者 (整列) に比べて後者 (千鳥) での角柱の縦断方向設置間隔が広いためだと考えられる. また, 角柱群内下流部 ($x=110\sim 185(\text{cm})$) では, Run1-1, 1-2 とともに, 角柱群内でのウグイの存在はほとんど見

図-4 横断方向の流速分布 ($x=200(\text{cm})$, $z=3(\text{cm})$)図-5 流速 u の縦断変化 ($y=15, 55$ (黒縁) (cm), $z=3(\text{cm})$)a) $x=95(\text{cm})$, $y=30(\text{cm})$, $z=3(\text{cm})$ b) $x=175(\text{cm})$, $y=30(\text{cm})$, $z=3(\text{cm})$ 図-6 流速 v の時間変化

られなかった. そこで, 角柱群際 ($y=30(\text{cm})$) での流速 v の時間変化に着目した (図-6). Run1-1, 1-2 の $x=95(\text{cm})$ と $x=175(\text{cm})$ とで比べると, 前者は後者に比べて流速 v が変動していた. そのため, ウグイはその流れを瞬時的に感知して角柱群内に進入・退出したと考えられる.

4. まとめ

ウグイは, 角柱群の有無に関わらず主に持続速度程度程度の箇所を遊泳した. また, 角柱群際では角柱群下流部に比べて上流部での流速 v の時間変動が大きかったため, ウグイが角柱群内に進入・退出しやすかった.

参考文献

- 1) 有元貴文: 魚はなぜ群れで泳ぐのか, 大修館書店, p.127, 2007