

治水構造物が魚類の遊泳行動に与える影響について —杭水制を例にして—

東洋大学理工学部 学生会員 ○明間 大輝
東洋大学理工学部 正会員 青木 宗之
東洋大学大学院 学生会員 船越 智瑛

1. はじめに

近年、河川環境整備が注視されているため、本研究では河川中に生息している水生生物（主に魚類）に着目している。魚類の遊泳行動や生息環境は、水理量や河川構造物の有無で大きく変化する。河川には様々な治水構造物が設置されており、特に杭水制は施工性や流速低減機能が高いため、よく用いられる。また、杭水制のある場

が、魚の生息場となる可能性も示されている¹⁾。

既往研究²⁾では、疑似杭水制直径が小さいが、その場の局所的な流れに対する魚の遊泳行動は見出すことはできると示されている³⁾。しかし、魚の体幅よりも小さい疑似杭水制では、魚の杭水制利用状況を明確にできているとは言い難い。そこで本研究では、魚類が杭水制を利用している状況を明確にすることを目的とし、より実規模に近い疑似杭水制を用いて、実験を行った。

2. 実験概要

実験で使用した水路は水路幅 0.8(m)、長さ 10.8(m)の矩形断面開水路である。その上流部に長さ 3.0(m)の観測区間(図-1)を設けた。疑似杭水制には、高さ 15(cm)、直径 4.8(cm)の円柱を用いた。実験ケースを表-1 に示す。実験流量は、魚が無理なく遊泳できる持続速度程度となるように設定した。なお、実験水深は 12(cm)程度とした。

(1) 実魚を用いた挙動実験について

実魚には、体長 $BL=6.4\sim 10.4(\text{cm})$ (平均体長 $\overline{BL}=8.3(\text{cm})$)のウグイを用いた。実験は、ウグイを観測区間下流に放流し、5 分間流水および水温に馴れさせた。その後、ウグイの遊泳行動を 30 分間ビデオカメラで撮影した。また、1 回の実験で 10 尾使用し、各ケース 3 回実験を行った。ウグイは、各実験毎回異なる個体を用いた。実験時の水温は $18\sim 20(^{\circ}\text{C})$ 、水面の照度は $400(\text{lx})$ 程度である。

(2) 水理実験について

流速は、二次元電磁流速計を用いて計測した。サンプリング周波数は $20(\text{Hz})$ であり、各測点 512 個のデータを

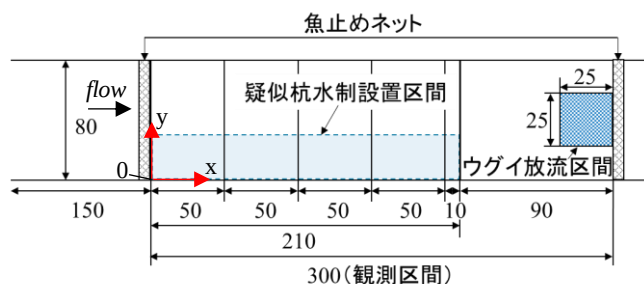


図-1 使用水路概略図 (単位:cm)

表-1 実験ケース

Case	円柱群 配列	流量 (l/s)	円柱 本数	配置間隔 (cm)		設置区間 (cm)	
				<i>s</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
0	なし	30	-	-	-	-	-
1	図-2 a)		52	10	10	25	205
2	図-2 b)		63				
3	図-2 c)		54				195
4	図-2 d)						

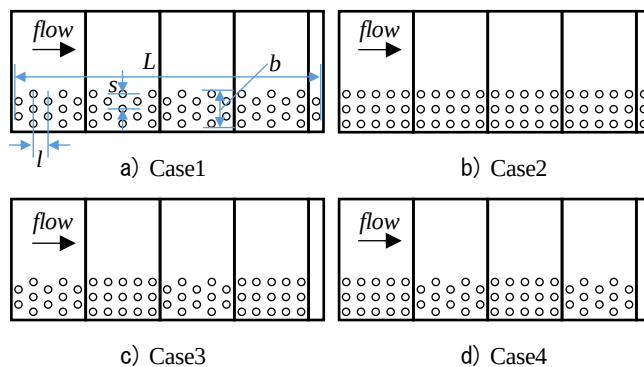


図-2 円柱群配列図

単純平均して時間平均流速を求めた。また、ウグイの遊泳深度を目視で確認したところ、路床から $2(\text{cm})$ 程度であったため、路床から $2.0(\text{cm})$ の地点で計測を行った。水深には、デジタルポイントゲージを用いて計測した。

3. 実験結果

図-3 に、ウグイの進入箇所別の円柱群進入のべ回数を示す。Case1, Case2 では、進入したウグイの半分が $0\leq x(\text{cm})<50$ から進入した。また、Case2 では、 $L\leq x(\text{cm})$ が

キーワード 杭水制, 円柱群, ウグイ

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 TEL. 049-239-1406

らの進入が全ケースの中で最も多く確認できた。Case3, Case4 では、千鳥配列と整列配列が交互に組み合わせられているが、同じ配列でも上流側 ($0 \leq x(\text{cm}) < 100$) から進入していることが確認できた。Case3 では、ウグイの $0 \leq x(\text{cm}) < 50$ (千鳥配列) への進入のべ回数は $50 \leq x(\text{cm}) < 100$ (整列配列) への進入のべ回数の約 15 倍である。一方で、Case4 では、ウグイの $0 \leq x(\text{cm}) < 50$ (整列配列) への進入のべ回数は $50 \leq x(\text{cm}) < 100$ (千鳥配列) への進入のべ回数とほぼ同値であった。よって、千鳥配列は整列配列よりも円柱本数が少ない分、スペースが広い分、整列配列よりも進入しやすい環境であると考えられる。図-4 に、Case1 の $x=10(\text{cm}), y=30(\text{cm})$ および $x=160(\text{cm}), y=30(\text{cm})$ における横断方向流速 v の時間変化を示す。ウグイの利用が多い上流側の方が、流速変化の幅が大きいことが分かる。ウグイは、この変化の大きい流れを円柱群際で感知して、円柱群内に進入を試みたと考えられる。

図-5 に、ウグイの円柱群利用平均時間を示す。Case2, Case4 では、 $0 \leq x(\text{cm}) < 50$ からの進入が最も多いが、利用箇所は $50 \leq x(\text{cm})$ の進入箇所より下流側であった。これは、Case2 では円柱の間を遊泳していたウグイが、徐々に押し流されていたためである。Case4 も同様に、ウグイが押し流されたのち、その場に存在できるスペースの広い千鳥配列 ($50 \leq x(\text{cm}) < 100$) を利用した。Case3 では、 $0 \leq x(\text{cm}) < 50$ から進入したウグイが、位置を変えつつ利用していた際に、 $50 \leq x(\text{cm}) < 100$ (整列配列) に進入し、押し流されていた。その後、 $100 \leq x(\text{cm}) < 150$ (千鳥配列) のスペースを利用していた。また、全ケースで $L \leq x(\text{cm})$ (円柱群下流) を利用しているウグイが確認できた。図-6 に、 $y=20(\text{cm})$ における合成流速 V の縦断変化を示す。 $0 \leq x(\text{cm}) < 50$ の整列配列の円柱の間では、 $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以上の流速が形成されている。そのため、Case2, Case4 で押し流されるウグイが確認されたと考えられる。一方で、円柱の直下流では、 $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下の流速が形成されており、ウグイは主に円柱の下流側を利用していたことから、 $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下の流速がウグイにとって存在しやすい流速であるといえる。また円柱群下流 $L \leq x(\text{cm})$ では、円柱を設置している全てのケースで、 $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下の流速が形成されていた。そのため、円柱を設置している全てのケースで円柱群下流 $L \leq x(\text{cm})$ にウグイが存在していたと考えられる。

4. まとめ

1) ウグイは、主に流れの変化の大きい $0 \leq x(\text{cm}) < 100$ から進入することが多い。また、千鳥配列はその場に存在

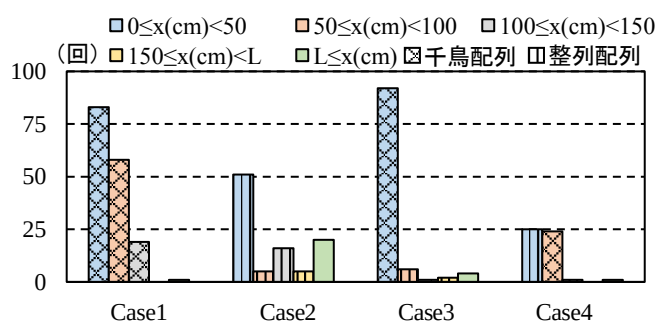


図-3 ウグイの円柱群内への進入のべ回数

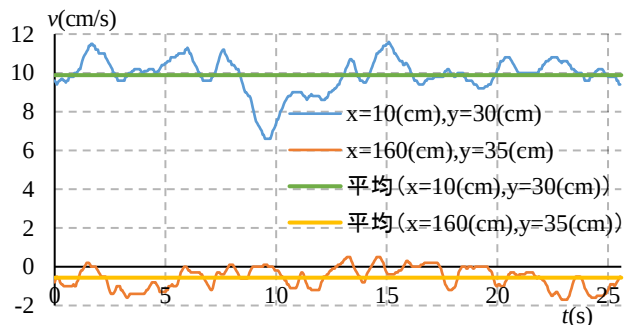


図-4 流速 v の時間変化 (Case1)

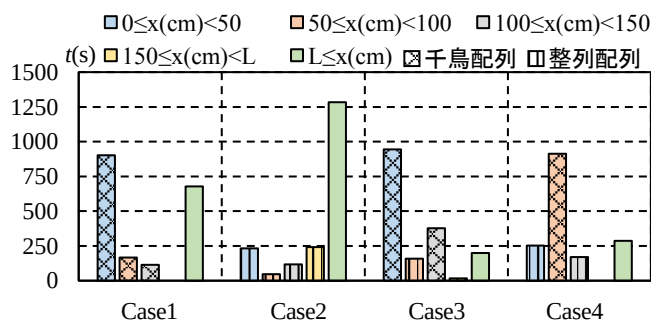


図-5 ウグイの円柱群利用箇所別の平均利用時間

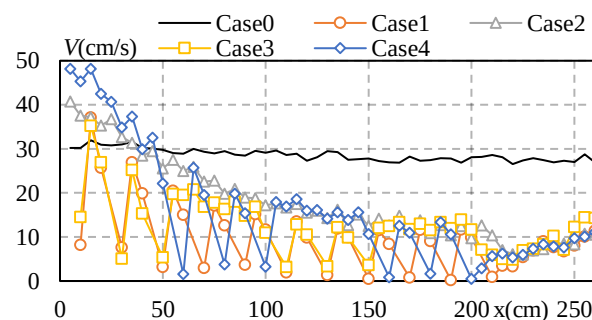


図-6 合成流速 V の縦断変化 ($y=20(\text{cm})$)

できるスペースが広く、 $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度の箇所も多いので、利用するウグイが多いと考えられる。

2) ウグイは、円柱群だけでなく、円柱群があることによって $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下の流速が形成される円柱群下流 ($L \leq x(\text{cm})$) も利用していた。最大で $x=270(\text{cm})$ 程度まで利用を確認できた。

参考文献

- 1) 高木克哉ら：杭水制内外の流れ魚の挙動，水工学論文集，第51巻，pp.1273-1278，2007