

流速の違いによるウグイの円柱群利用状況について

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

1. はじめに

著者らは、魚類の円柱群利用状況を明確にすることを目的として、実験を行っている¹⁾。その結果、魚は円柱群内だけでなく円柱群下流側も利用していることが確認できた。なお、魚は特に流速が $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下の箇所を長時間利用していた。一方で、断面平均流速 u_m がおおよそ $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ (持続速度²⁾)程度の実験条件であり、魚が比較的無理なく遊泳できたといえる。

そこで本研究では、魚の持続速度²⁾以上の流速において、魚類が円柱群をどのように利用するかを明確にすることを目的とし、実験を行った。

2. 実験概要

図-1 に、実験水路概略図を示す。幅 80(cm)、長さ 1,092(cm)の単断面開水路を用い、その上流部に 300(cm)の観測区間を設けた。また、水路右岸側に擬似杭水制（高さ 15(cm)、直径 4.8(cm)の円柱）を千鳥配列および整列配列として設置した（図-2）。表-1 に、実験ケースを示す。本研究では、実験水深を 8.5(cm)として断面平均流速 u_m をおおよそ $6\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度とした。なお、先行研究¹⁾との比較を行うため、表-1 中に Case1 を併記した。

実魚には、体長 $BL=6.2\sim7.8(\text{cm})$ (平均体長 $\overline{BL}=7.4(\text{cm})$)のウグイを用いた。挙動実験では、実験毎に 10 尾のウグイを観測区間下流に放流し、5 分間流水と水温に馴れさせた。その後、ウグイの行動を 30 分間ビデオカメラで撮影し、各ケース 3 回の実験を行った。なお、実験時の水温は 18~20(°C)、水面の照度は 400(lx)程度である。

流速は、二次元電磁流速計を用い、ウグイの遊泳深度である水路床から 2(cm) ($z=2(\text{cm})$) の位置で計測した。

3. 実験結果

図-3 に、ウグイが円柱群内に進入したのべ回数を示す。Case1 では、 $0\leq x(\text{cm})<50$ (円柱群上流側) から 50 回以上の進入を確認できたが¹⁾、Case2 では 10 回程度の進入であった。そこで、円柱群周辺の流れに着目した。図-4 に、千鳥配列における uv ベクトル図および合成流速 V コンター図を示す。両ケースともに、円柱群上流

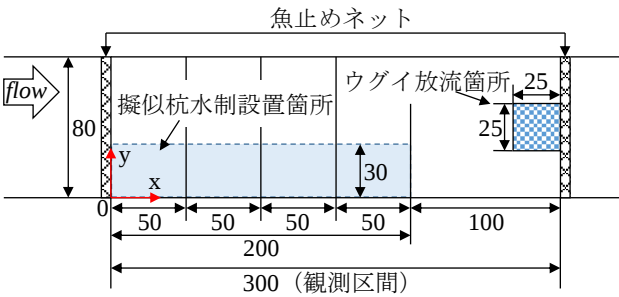


図-1 実験水路概略図 (単位: cm)

表-1 実験ケース

Case	円柱群配列	流量 (l/s)	断面平均流速 $u_m(\text{cm/s})$	ウグイの平均体長 $\overline{BL}(\text{cm})$	水深 (cm)	備考
1-1	千鳥	30	おおよそ $4\overline{BL}$	8.3	12.0	先行研究 ¹⁾
1-2	整列					
2-1	千鳥	30	おおよそ $6\overline{BL}$	7.4	8.5	本研究
2-2	整列					

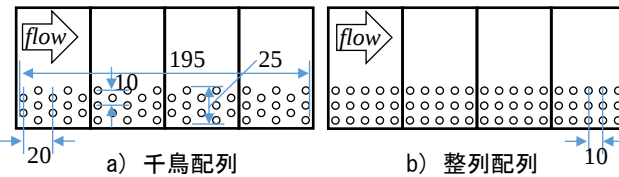


図-2 円柱群配列図 (単位: cm)

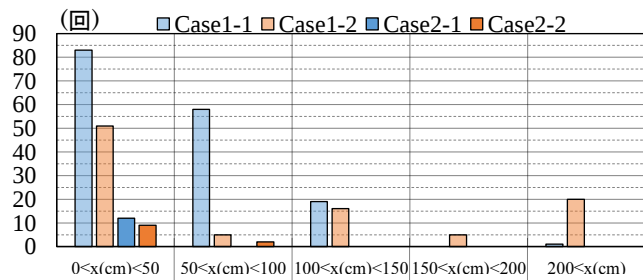


図-3 ウグイが円柱群内に進入したのべ回数

側で水刳ねされ、その流向は水路中央へ向いている。これは、整列配列でも同様であった。そのため、Case1 ではウグイがその流れに対して走流性を働かせ、円柱群内に進入した¹⁾。しかし、Case2 では上流側からのウグイの進入がほとんど見られない。そこで、円柱群際の流れに着目した（図-5）。Case1 では $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度、Case2

キーワード 円柱群, ウグイ, 持続速度

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

では $8 \sim 10\overline{BL}(\text{cm/s})$ であった。そのため、Case2 では円柱群の抵抗が大きい箇所であっても、ウグイは遡上することが困難であり、上流側から円柱群内へ進入することが容易ではなかったと考えられる。

図-6 に、ウグイが円柱群を利用した平均時間を示す。なお、ウグイが $y=0 \sim 30(\text{cm})$ を 5(s) 以上遊泳していた状態を「利用」と定義した。Case2-1 では、円柱群内に進入したウグイは、円柱直下流では 1~2 秒間程留まり、その後に円柱群下流へ押し流されるように移動した。そこで、円柱群内における縦断方向の流速に着目した(図-7)。Case2-1 での円柱直下流の流速は、 $2\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下であった。一方、円柱間の流速は $0 \leq x(\text{cm}) < 40$ では $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以上、 $40 \leq x(\text{cm})$ では $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度であった。そのため、ウグイは円柱群内を下流へと移動したと考えられる。Case2-2 では、ウグイは円柱群内に進入直後、その場に留まることなく円柱間を押し流されるように移動した。これは、円柱群内の流速が $4 \sim 8\overline{BL}(\text{cm/s})$ 程度であったためだと考えられる(図-7)。また、ウグイが円柱群下流域を利用した状況は、Case1 および Case2 において同様であった。これは、円柱群下流域の流速が、両ケースとも $3\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下であり、ウグイが存在しやすい流速であった。そのため、遡上が困難であった Case2 では、ウグイが円柱群下流域を特に利用したと考えられる。以上より、Case2 ではウグイが円柱群内に留まり続けることが困難であった。そのため、ウグイは流速が $3\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下であった円柱群下流域を利用した。このとき、Case2-1 では Case1-1 の 5.2 倍、Case2-2 では Case1-2 の 1.2 倍であった。なお、後者の整列配列では、円柱の下流側にウグイが留まりにくい設置間隔であった。そのため、Case1-2 および Case2-2 ではウグイは円柱群内に留まらずに円柱群下流域へ移動し、その場の平均利用時間が同程度となったと考えられる。

4. まとめ

Case1 と Case2 では、ウグイの円柱群内の利用状況は異なった。これは、Case2 の円柱群内の流速が $4\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以上である箇所もあり、ウグイが円柱群内を利用することが困難であったためだと考えられる。また、ウグイの円柱群下流域の利用状況は同様であった。これは、両ケースとも円柱群下流域の流速は $3\overline{BL}(\text{cm/s})$ 以下であり、ウグイが存在しやすい流速であったことが考えられる。

参考文献

- 1) 明間大輝, 青木宗之, 船越智瑛: 治水構造物が魚類の遊

泳行動に与える影響について一杭水制を例にして一, 第 46 回土木学会関東支部技術研究発表会, II-86, 2019

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

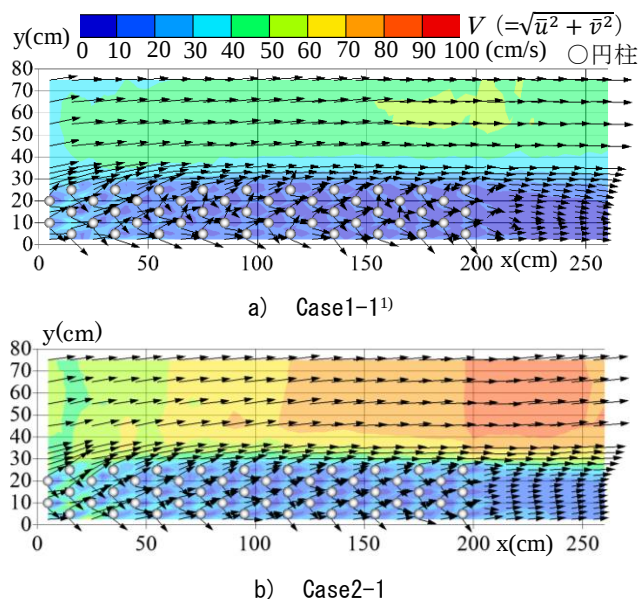


図-4 uvベクトル図および合成流速 V コンター図 ($z=2(\text{cm})$)

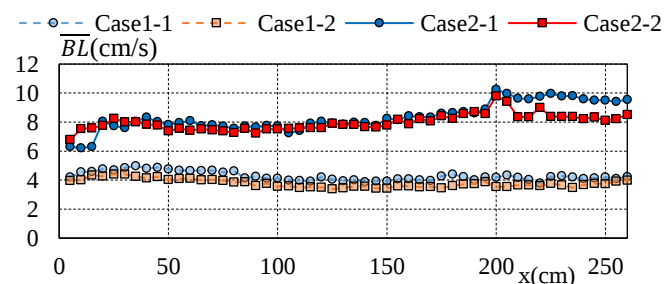


図-5 円柱群際における縦断方向の合成流速 V 変化図 ($y=35(\text{cm}), z=2(\text{cm})$)

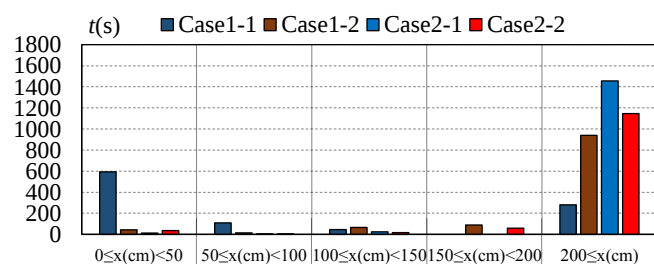


図-6 ウグイが円柱群を利用した平均時間

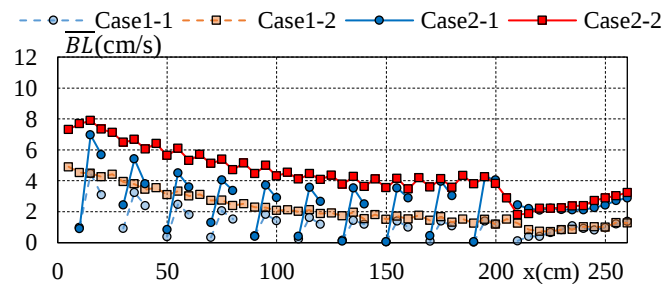


図-7 円柱群内における縦断方向の合成流速 V 変化図 ($y=20(\text{cm}), z=2(\text{cm})$)