

揺れに対する魚の挙動について

東洋大学大学院 学生員 ○松木 越
 東洋大学大学院 学生員 菊池 裕太
 東洋大学 正会員 青木 宗之
 東洋大学 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

古くから、地震発生前後での魚の異常行動などが報告されている¹⁾。地震前後における魚の挙動は、未解明な部分が多く、研究例は無いに等しい。そこで、振動台を用いて擬似地震を発生させた水槽内における魚の挙動を解析し、揺れに対する魚の遊泳特性を把握することを目的として、実験を行った。

2. 実験方法

通常地震波は、様々な周波数の波が含まれており、非常に複雑であるが、本実験では、揺れに対する魚の基本的な遊泳特性を把握するために、振動は正弦波とした。通常地震波においては、周波数 1~2(Hz)の波が占める割合が大きいとされるため²⁾、本実験での周波数は、2(Hz)とした。

図-1 に示すように、43(cm)×88(cm)×43(cm)の水槽を二次元振動台の上に固定し、水平方向の振動を与えた。このとき、2台の多機能カメラ(ライブラリー製、GE60)で撮影し、これをもとに、挙動の解析を行った。実験時間は、水温等に馴染ませる10分間、加振を行う15分間で行った。一回の実験には、実験対象魚としたウグイ(*Tribolodon hakonensis*)を5尾使用した。各実験に用いたウグイの体長は、7.7~10.0(cm) (平均体長 \overline{BL} =8.8(cm)) で、実験時の水温は、13.9~16.3(°C)であった。

実験ケースを表-1に示す。Case1, 2は水槽内に何も設置せずに実験を行った。Case3は、水槽中央に直径D=12.5(cm)、高さH=15(cm)の円柱を設置(図-2 a))し、Case4は、水槽中央に水草のガボンバ(*Cabomba*)を約30(cm)四方で設置して(図-2 b))実験を行った。

3. 実験結果

各 Case における加速度の平均値は、Case1,3,4 で 79.82(gal=cm/s²)、Case2 で 39.54(gal)であった。

今回は、加振開始(実験開始10分)の前後2分間

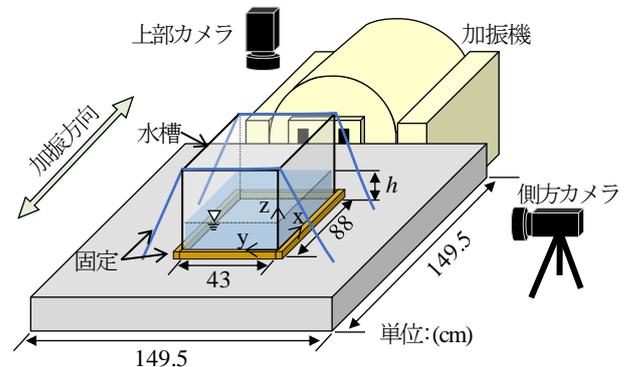


図-1 実験概略図

表-1 実験ケース

Case	水深 h(cm)	振幅 (cm)	周波数 (Hz)	水槽内設置物
1	11	1	2	-
2	11	0.5	2	-
3	11	1	2	中央に円柱(D=12.5cm)
4	11	1	2	中央に水草

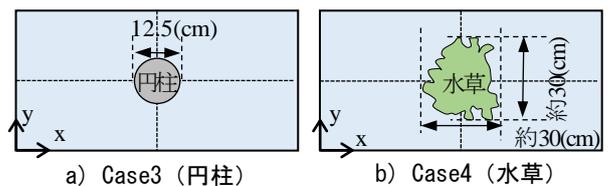


図-2 各 Case の水槽中の平面概略図

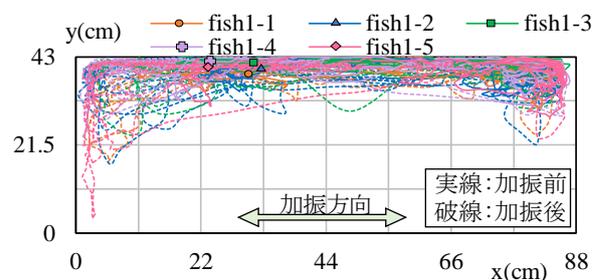


図-3 Case1 遊泳軌跡図

の挙動を解析し、ウグイがどのように揺れを感知して遊泳するのかを検討した。

Case1 における加振開始の前後2分間のウグイの

キーワード 地震, 振動台, ウグイ, 挙動

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学 TEL.049-239-1404 E-mail:s36C01300147@toyo.jp

遊泳軌跡（加振前が実線，加振後が破線）を，**図-3**（**図**中のプロットは，加振開始時の各 fish の存在位置）に示す。ウグイは， $y=43(\text{cm})$ の側壁付近を多く遊泳していた。また，加振 2 分前を基準時間 $t_s=0(\text{s})$ とし，加振前後のウグイの遊泳速度を，代表として 2 尾分（fish1-1 と fish1-2）比較する（**図-4**）。ただし，ここでの遊泳速度は，対地速度 u_r （流速を考慮しない見掛けの遊泳速度）を用いた。加振前の遊泳速度は $20(\text{cm/s})$ 以下であったが，加振開始数秒後には $40(\text{cm/s})$ 以上の遊泳速度を発揮して遊泳するようになった。Case2 でも，ウグイは Case1 と同様に側壁付近を多く遊泳し，加振後の遊泳速度は大きくなった。

さらに，側方カメラで確認したウグイの遊泳姿勢を，**図-5** に示す。加振前は体が概ね水平であったが，加振後は遊泳深度を下げ，体を前方に傾け，腹部の少し上あたりを水槽の底につけてパニックを起こしたように遊泳していた。しかし，この前傾の遊泳姿勢は，長い時間は続かず，概ね 1~2 分間で水平に戻った。この挙動は，Case1~4 で同様であった。ここで，Case1 における x, y, z 方向の流速の絶対値は，時折 $5(\text{cm/s})$ 以上の流速を示すが，概ね $2(\text{cm/s})$ 以下であり，走流性を発揮する程大きくはない³⁾。

次に，水槽底中央に円柱を設置した Case3 におけるウグイの遊泳軌跡を**図-6 b)**に示す。Case1, 2 では，ウグイは側壁付近を頻りに遊泳していたが，Case3 では，側壁と円柱の間の地域を多く遊泳している様子が確認された。

最後に，水槽底中央に水草を設置した，Case4 におけるウグイの遊泳軌跡を**図-6 a)**に示す。水草の周囲を多く遊泳し，時折側壁付近を遊泳するが，すぐに水草付近に戻る挙動を示した。

4. まとめ

実験結果から，以下の遊泳行動が確認できた。

- 1) ウグイは加振直後に遊泳速度を大きくし，左右に激しく遊泳した。
- 2) 遊泳深度を下げ，体を前方に傾けた。
- 3) 水槽内に何も設置しないケースでは，ウグイは側壁付近を遊泳した。
- 4) 水槽内に円柱や水草を設置すると，ウグイは側壁付近ではなく，円柱と側壁の中間や，水草の周辺を多く遊泳した。

以上の遊泳の様子が確認できたが，原因を把握す

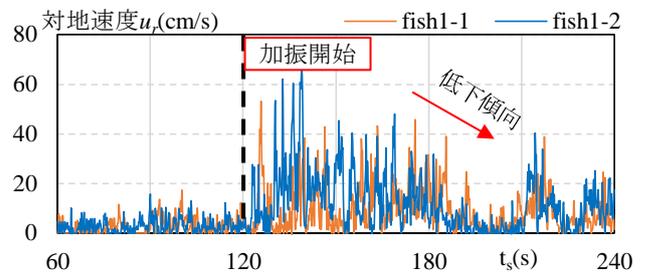


図-4 対地速度 u_r の時間変化 (Case1)



図-5 ウグイの遊泳姿勢

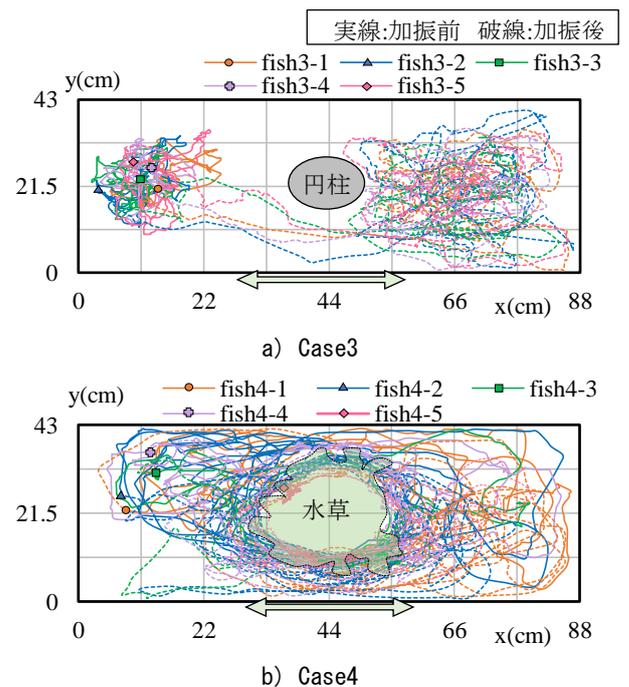


図-6 遊泳軌跡と加振開始時の存在位置

るまでには至らなかった。今後，実験ケースを増やし，揺れに対する遊泳特性の解明を進める

本研究は，東洋大学井上円了記念研究助成を受けて行った。ここに記して，謝意を示す。

参考文献

- 1) 地震と魚の異常生態：武者金吉，地震 第 1 輯，第 7 巻，No.1, pp.349-363, 1932
- 2) 独立行政法人防災科学技術研究所自然災害情報室：http://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/shindou/quake.htm
- 3) 鈴木興道：魚道的设计に資する淡水魚類の耐久遊泳速度，土木学会論文集，No.622, pp.107-115, 1999.5