

気泡および尾数変化がカワムツの行動特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○松田直樹, 小菌朋子
 九州工業大学大学院 学生会員 平野陽一
 九州工業大学大学院 正会員 鬼束幸樹
 九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎

1. はじめに

ダムや堰には取, 排水口が設置されるが, 稚魚が取水口に迷入し, 稚魚が減耗することが漁業関係者を悩ませている. 長良川の北伊勢工業用水道口では, 一年間におよそ百四十万から二百四十万尾の仔アユが吸入されていたという報告がある¹⁾. 迷入防止の対策として取, 排水口に近づいてしまった魚を直前で忌避させる方法, あるいは混入した魚を元の水域に戻す方法があり, 気泡幕, 電流, 透過光, 障害物などの利用がこれまで試みられてきた.

河川においても気泡膜を用いた迷入防止施設が建設されているが, 全国内水面漁業協同組合連合会²⁾が全国の漁協に行ったアンケート調査によると, 12施設の内, 効果があるかどうか不明なものが8施設, 効果がないものが4施設という結果であった. 以上のことから, 気泡に対する魚の行動特性は明らかになっていない. 本研究は, 静止流体中において気泡混入量および尾数を変化させ, カワムツの遊泳特性を解明したものである.

2. 実験装置および実験条件

直径 1.0m の円形プールに注水し, 水深を 0.05m にした. 図-1 に示すように, プール中心を原点 O とし, 直交する x 軸および z 軸を設定した. 気泡が生じる第 2, 3 象限を bubble area と称し, 第 1, 4 象限を non-bubble area と称する. bubble area の底面には x 軸および z 軸方向にそれぞれ 25mm 間隔に直径 2.5mm の空気孔が設置されており, 気泡が均一に発生するようになっている.

表-1 のように, 気泡混入量を系統的に変化させ, 円形プールに魚を任意の尾数放流した. 魚が馴致したことを確認した後に実験を開始し, プール上部に設置された画素数 1440 × 1080, 撮影速度 30fps のビデオカメラで 180s 間撮影を行った. 同様な実験を平均体長 \bar{B}_N が 70mm のカワムツ (*Nipponocypris temminkii*) を 2 尾, 3 尾および 5 尾用いて行った.

実験後, 供試魚の位置を 0.2s ごとに特定し, 得られた位置情報より, 遊泳位置, 供試魚が屈折してから再び屈折するまでの遊泳距離, 遊泳速度および供試魚が non-bubble area から bubble area へ進入する際の進入回数を算出した. また, 上付きの添字 i は尾数ごとに II, III および V で表す.

3. 実験結果および考察

(1) bubble area 遊泳率

bubble area 遊泳率を次式のように定義する.

$$\text{bubble area 遊泳率} = \frac{\text{bubble area 遊泳時間 } t_b}{\text{実験時間 } T} \quad (1)$$

図-2 (a), (b), (c) に空気量の変化および尾数変化とカワムツの bubble area における遊泳率との関係を示す. カワムツの bubble area 遊泳率は空気量および尾数の増加に伴い低頻度となっている. したがって, 空気量および尾数の増加に伴い, カワムツは気泡を忌避する傾向にあることが判明した.

(2) 遊泳距離

図-3 (a), (b), (c) にカワムツの bubble area および non-bubble area での遊泳距離 D_{Nb} および D_{Nn} の最頻値 \hat{D}_{Nb} , \hat{D}_{Nn} を平均体長 \bar{B}_N でそれぞれ除

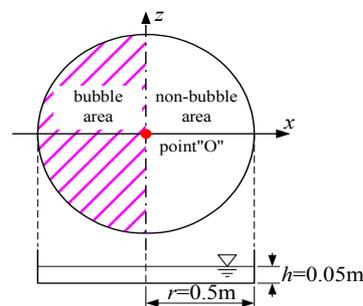
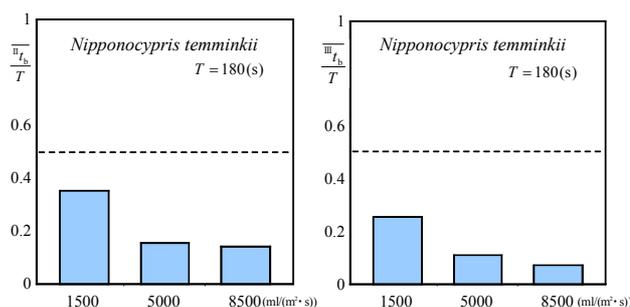


図-1 実験装置の概要

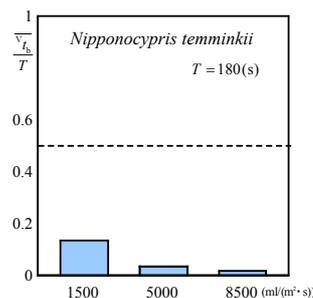
表-1 実験条件

case name	C15	C50	C85
air content (ml/(m ² ·s))	1500	5000	8500



(a) 2 尾

(b) 3 尾



(c) 5 尾

図-2 空気量および尾数変化と bubble area 遊泳率との関係

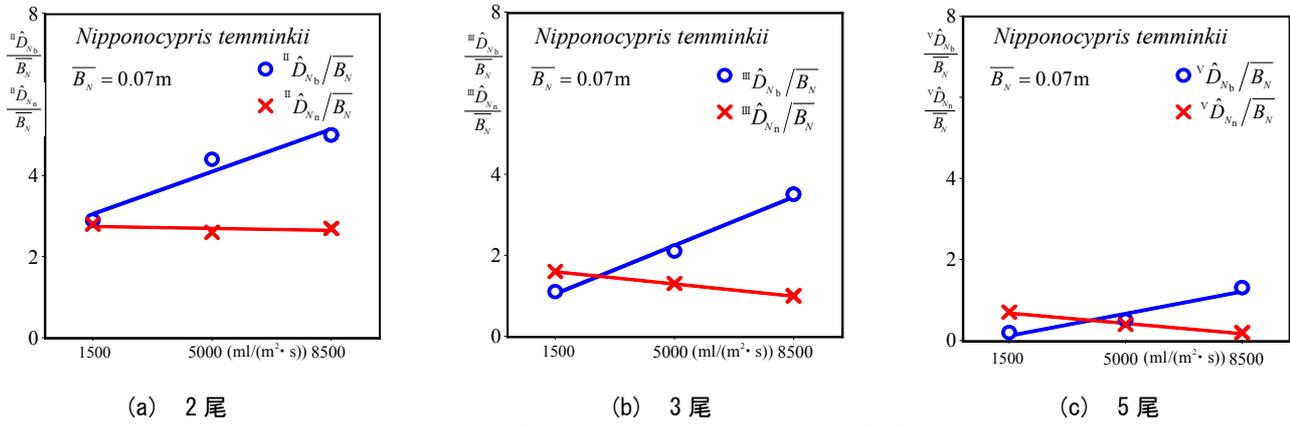


図-3 空気量および尾数変化と遊泳距離の最頻値との関係

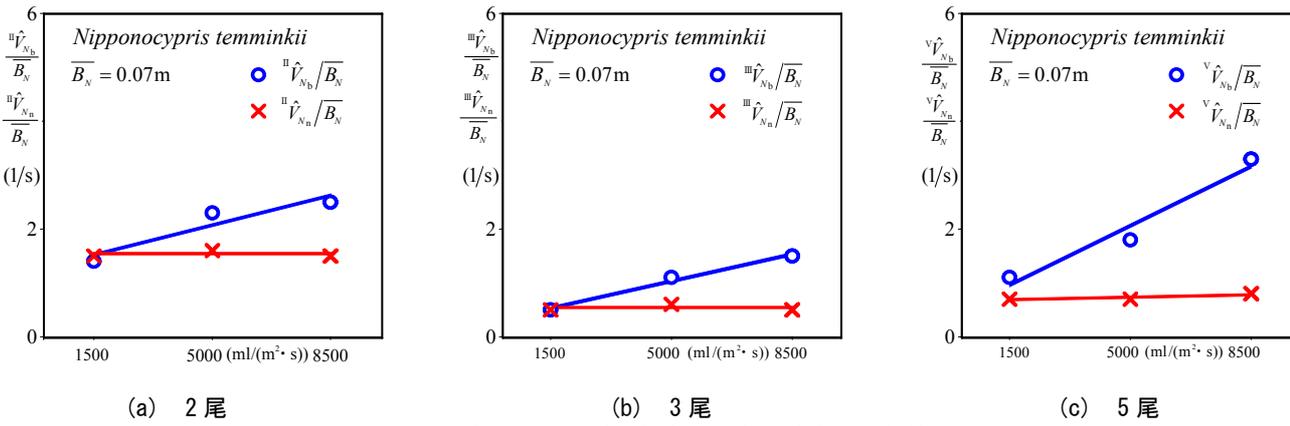


図-4 空気量および尾数変化と遊泳速度の最頻値との関係

した値をケース別に示す. 空気量の増加に伴い, bubble areaにおけるカワムツの遊泳距離の最頻値はいずれの尾数においても増加している. また, 尾数の増加に伴い遊泳距離は減少している.

(3) 遊泳速度

図-4(a), (b), (c)にカワムツの bubble area および non-bubble area での遊泳速度 V_{Nb} および V_{Na} の最頻値 \hat{V}_{Nb} , \hat{V}_{Na} を平均体長 $\overline{B_N}$ でそれぞれ除した値をケース別に示す. 空気量の増加に伴い, bubble area におけるカワムツの遊泳速度はいずれの尾数においても増加している. また, 尾数の増加に伴い, bubble area における遊泳速度は大きく増加している. したがって, 空気量および尾数の増加に伴い, カワムツは遊泳速度が増加することが判明した.

(4) 進入回数

図-5 にカワムツの進入回数 N_E の値をケース別に示す. 空気量および尾数の増加に伴い, カワムツの bubble area への進入回数は減少していることが分かる. したがって, 空気量および尾数の増加に伴い, カワムツは気泡を忌避する傾向にあることが判明した.

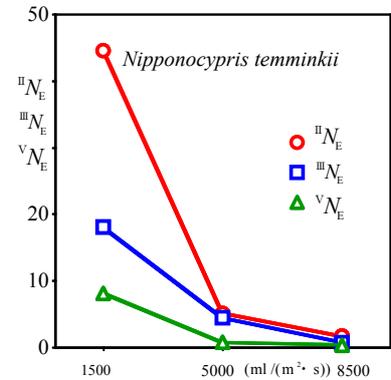


図-5 空気量増加および尾数変化と進入回数との関係

4. おわりに

本研究は, 静止流体中において気泡混入量および尾数を変化させ, カワムツの遊泳特性を解明したものである. 本研究より得られた知見は以下の通りである.

- (1) 気泡混入量1500~8500 ($\text{ml}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)以下において, 空気量および尾数の増加に伴い, カワムツは気泡を忌避することが判明した.
- (2) 気泡混入量1500~8500 ($\text{ml}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)において, 空気量の増加に伴い, カワムツの遊泳距離および遊泳速度は増加することが判明した.
- (3) 気泡混入量1500~8500 ($\text{ml}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)において, 空気量および尾数の増加に伴い, カワムツは気泡エリアへ進入する回数が減少することが判明した.

参考文献

- 1) 米山洋一, 塚本勝巳, 北田修一: サクラマス降河幼魚の農業用取水口への迷入, 日本水産学会誌, 第64巻, 第3号, pp.398-405, 1998.
- 2) 全国内水面漁業協同組合連合会: 魚の迷入の実態とその対策へのアプローチ, 1996.