

落下物に対するアユの忌避特性に及ぼす尾数の影響

九州工業大学大学院 学生会員 ○藏本更織, 白岡敏
 九州工業大学 学生会員 大塚寛崇
 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

ダムや堰等に設置される取水口に魚が迷入し、放流したアユ等の稚魚が減耗することが漁業関係者を悩ませてきた^{1,2)}。迷入防止対策には、光、気泡カーテン、落下物等を用いて魚の行動特性を利用する方法がある。しかしながら、様々な迷入防止法が試みられているにもかかわらず、明瞭な効果を上げている例はほとんどない。また、落下物を用いた方法の効果についてはほとんど研究が成されていない。本研究では、室内円形プールにおいて、落下物に対するアユの忌避特性、およびアユの尾数の変化による忌避特性の変化について検討した。

表-1 実験条件

case name	C3	C5	C10
N	3	5	10

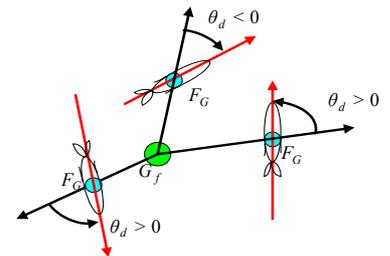


図-1 進行角度の模式図

2.実験装置および実験条件

実験には平均体長 \bar{L} が 70mm の養殖アユ(*plecoglossus altivelis altivelis*)を用いた。直径 1.83m の円形プールの中央にアユを挿入し、馴致後、アユが魚群を形成した状態でプールの中央付近を遊泳した際に、高さ 1m から直径 0.01m の鉄球を魚群の中央に落下させた。尾数を 3, 5, 10

尾の 3 通りに変化させ各尾数において 30 回実験を行い、ビデオカメラを用いて撮影を行なった。表-1 に実験条件を示す。撮影後、0.01s ごとのアユの遊泳位置を求め、魚群半径、魚群重心、遊泳速度を算出した。また、図-1 に示すように、アユの進行角度 θ_d を定義した。

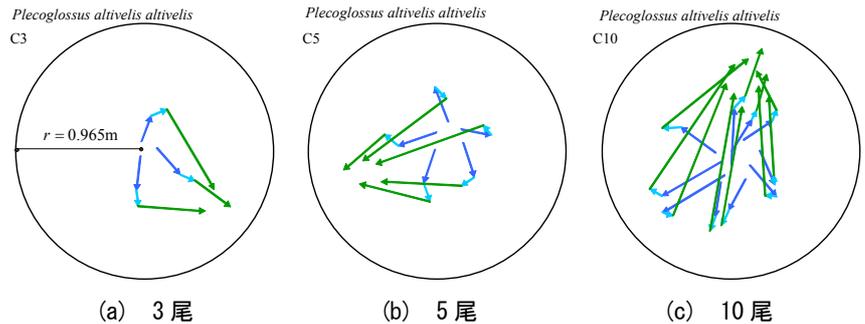


図-2 各尾数における忌避の様子の一例

3.実験結果および考察

(1) アユの遊泳の定義

図-2(a)~(c)に各尾数における落下物に対するアユの忌避の様子の一例を示す。落下物の着水後にアユは分散するが、時間の経過と共に再び魚群を形成する様子が確認される。図-3(a)~(c)に落下物の着水後の各尾数における平均魚群半径 \bar{R}_f を平均体長 \bar{L} で除した、体長倍の平均魚群半径 \bar{R}_f/\bar{L} の時間変化を示す。全ての尾数において落下物着水後、急激に魚群半径が増加し、その後減少していき落下物着水前の魚群半径に収束する。アユの遊泳加速度は、落下物着水後の魚群半径が最大をとるまでに正から負に変化している。したがって、遊泳加速度 0m/s^2 を基準に区分し、着水時から遊泳加速度が正となり 0m/s^2 をとるまでを加速遊泳(acceleration swimming)、遊泳加速度が負となり魚群半径が最大値をとるまでを減速遊泳(deceleration swimming)、最大魚群半径をとった後のアユの遊泳を再魚群形成遊泳(convergent swimming)と定義した。

(2) アユの忌避特性と平均時間との関係

図-4 に落下物の着水時からの各平均時間 \bar{t} と尾数との関係を示す。ここで、魚群半径が最大値、遊泳加速度が最大値、最小値、および 0m/s^2 になるまでの平均時間をそれぞれ \bar{t}_{Rf} , \bar{t}_L , \bar{t}_S および \bar{t}_0 とした。いずれの尾数においても、遊泳加速度が最大値になるまでの平均時間 \bar{t}_L は約 1s であり、落下物が着水した瞬間にアユが反射的に忌避していることが伺える。遊泳加速度が 0m/s^2 となった後、約 1.5s に遊泳加速度が最小値になり、アユが減速遊泳をしているこ

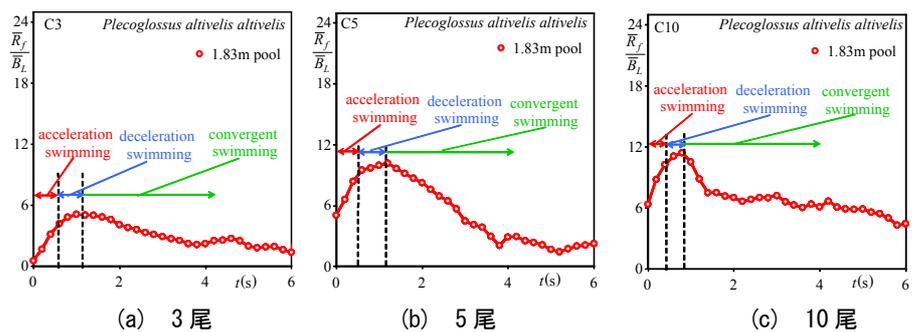


図-3 各尾数における平均魚群半径の時間変化

とが理解できる。また、約 2.6s において魚群半径が最大値をとる。しかしながら、再び魚群を形成するため、以降は、魚群半径は減少し、落下物着水前の魚群半径に収束する。

(3) 魚群重心の平均移動距離

図-5 に全尾数における落下物の着水時の魚群重心から各遊泳時における、魚群重心の平均移動距離 \overline{D}_L を平均体長 \overline{B}_L で除した体長倍の魚群重心の平均移動距離 $\overline{D}_L/\overline{B}_L$ を示す。加速遊泳において魚群重心移動距離は小さい値を示しているが、減速遊泳において増加している。また、再魚群形成遊泳においては魚群重心移動距離が顕著に増加していることが理解できる。これは、落下物を忌避した後

に魚群を再び形成する場合、落下物が着水した地点から離れた場所で魚群を形成することを示している。この理由として、アユが落下物に対して恐怖を感じていることが示唆される。

(4) 進行角度

図-6(a)～(c)に各遊泳時における進行角度 $|\theta_d|$ の頻度分布を尾数別に示す。ここに、 n は屈折回数、 n_{θ_d} は 10° ごとの頻度である。全ての尾数において加速遊泳では $0^\circ \sim 40^\circ$ 付近でピークを示している。これより、アユが落下物着水前の魚群重心から放射状に遊泳していることがわかる。減速遊泳においては頻度分布に偏りがなく、アユが分散している様子を示している。再魚群形成遊泳においては、 $150^\circ \sim 180^\circ$ 付近でピークを示している。これより、アユが魚群重心方向に集まりながら遊泳していることが示唆される。したがって、進行角度においても、図-4 と同様に、広がった魚群が落下物着水前の魚群形状に収束していることが理解できる。一方、尾数の変化による影響は観察されなかった。

4. おわりに

本研究は、室内円形プールにおいて、落下物に対するアユの忌避特性に及ぼす影響について検討したものである。本研究より得られた知見は以下の通りである。

- (1) 落下物が着水すると、アユは落下物を忌避するために分散する。そのため魚群半径は増加し、最大値をとる。しかし、恐怖を感じたアユは魚群を再形成し、元の魚群半径に近い値に収束する。
- (2) アユは落下物の着水後から約 1, 1.5s 後にそれぞれ遊泳加速度が最大値、最小値をとり、約 2.6s 後に魚群半径が最大値をとる。
- (3) 落下物が着水すると、アユは落下物を忌避する。アユが再び魚群を形成するとき、恐怖を感じているため、元の魚群重心位置から離れた場所で魚群を形成する。
- (4) アユは落下物を忌避する際、放射状に遊泳する。その結果、アユの進行角度は小さい値を示す。なお、忌避する際、アユは直線的に遊泳するため屈折角度は小さい値を示す。また、尾数の変化による影響はない。

以上のアユの忌避特性を簡潔にまとめる。アユは落下物が着水した時、反射的に忌避して分散する。その後、アユは落下物から離れた地点で再び魚群を形成する。したがって、アユに突発的な刺激を与え、アユを取・排水口から遠ざけることによって、迷入防止が期待できると考えられる。

参考文献

- 1) 全国内水面漁業共同組合連合会：魚の迷入の実態とその対策へのアプローチ，1996。
- 2) (財)ダム水源地環境整備センター編：最新魚道的设计，信山社サイテック，1998。

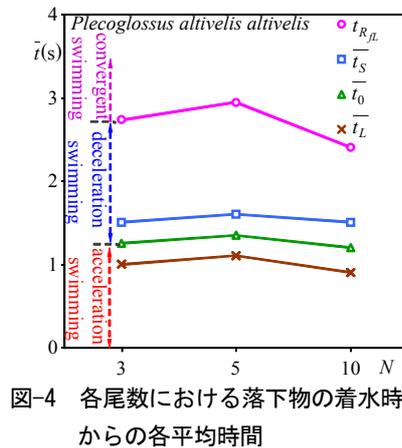


図-4 各尾数における落下物の着水時からの各平均時間

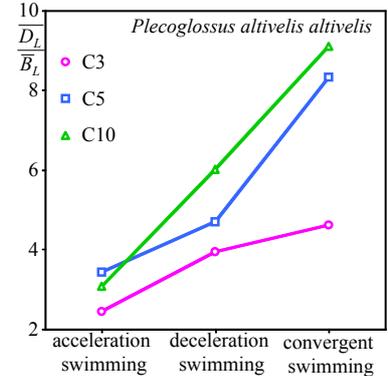
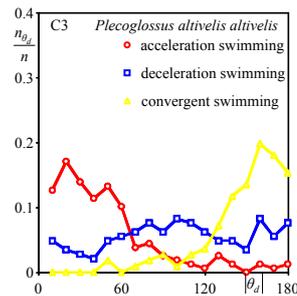
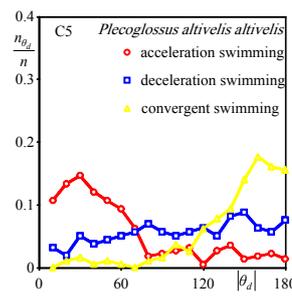


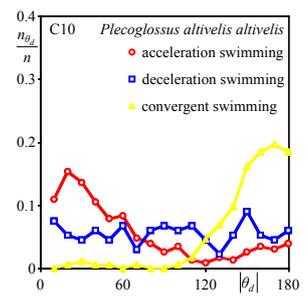
図-5 落下物の着水時の魚群重心から各遊泳時における魚群重心の平均移動距離



(a) 3尾



(b) 5尾



(c) 10尾

図-6 各尾数における進行角度の頻度分布