

点滅光がカワムツの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○平野陽一
九州工業大学大学院 学生会員 白岡敏, 三原和也
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

ダムや堰には取水口が設置されるが、放流されたアユやサケなどの稚魚が取水口に迷入し、多くの資源が失われていることが問題となっている。迷入防止の対策として電流、障害物、透過光、気泡幕などを利用した魚の行動制御がこれまで試みられてきた。

鬼束ら¹⁾は6色の透過光を用いて、透過光がオイカワ、カワムツの行動特性に及ぼす影響を解明した。また、安ら²⁾はストロボ光に対するマアジの行動特性に関して研究を行い、ストロボ光に対するマアジの回避行動を解明した。海洋魚の点滅光に対する特性は魚群の誘導等の手法として漁業、養殖業において活用されている。しかし、点滅光に対する河川魚の遊泳特性はほとんど解明されていない。本研究では点滅光の点滅間隔を変化させ、点滅光がカワムツの遊泳特性に及ぼす影響を解析したものである。

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。平均体長 $\overline{B_L}=70\text{mm}$ のカワムツ(*Nipponocypris temminckii*)をプール内に遊泳させ、カワムツが馴致したことを確認後、実験を開始した。実験開始と同時に点滅光をプール全体に照射し、その様子を画素数 1440×1080、撮影速度 30fps のビデオカメラを用い、プール上部から 15 分間撮影した。点滅光の点滅間隔および照度は表-1 に示す通りである。撮影した動画を 0.05 秒刻みで分割してカワムツの位置を特定し、得られた位置情報よりカワムツの対地距離、対地速度を算出して、点滅間隔との関連性を解析した。

3. 実験結果および考察

(1) 点滅間隔による対地速度の変化

図-1 は各点滅間隔における対地速度 V_G を平均体長 $\overline{B_L}$ で除した値 $V_G/\overline{B_L}$ を時系列で示している。図中の A, B, C は実験開始後 300 秒毎の区間を時系列順に表している。図-1 (a) より C05 では A 区間において対地速度に大きな増減が多く見られるが、B, C 区間においては対地速度に大きな増減がほとんどない。これはカワムツが時間経過と共に点滅光に慣れていったことを示している。図-1 (b) より C15 では A, B, C すべての区間において対地速度に大きな増減が見られる。これは C05 で見られた点滅光に対する慣れが進行していないためである。図-1 (c) より C60 では実験開始直後および C 区間の一部において対地速度に大きな増減が見られる。これは C60 では点滅間隔が大きいため、点滅光の周期性がカワムツの遊泳特性に影響を与えていないためである。

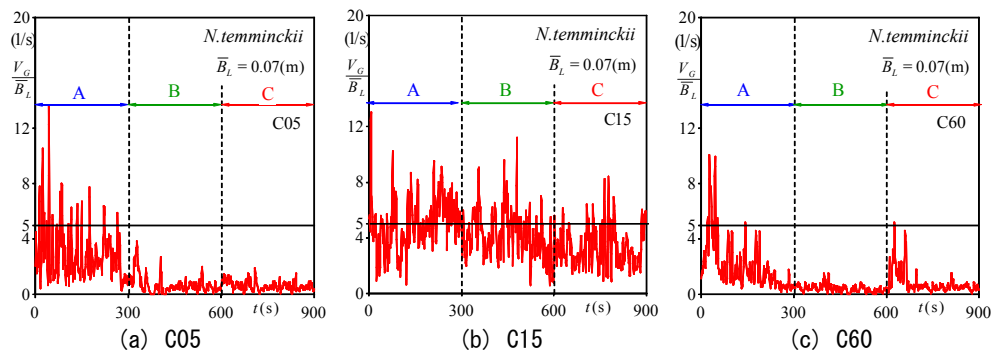


図-1 各点滅間隔における対地速度の時系列変化

(2) 点滅直後の対地速度の変化

図-2 は各点滅間隔における点滅光の点滅 0.5 秒前から 3 秒間の対地速度 V_G を平均体長 $\overline{B_L}$ で除した値 $V_G/\overline{B_L}$ を時系列で示している。図中の a, b, c は点滅開始前後 0.5 秒毎の区間を表している。図

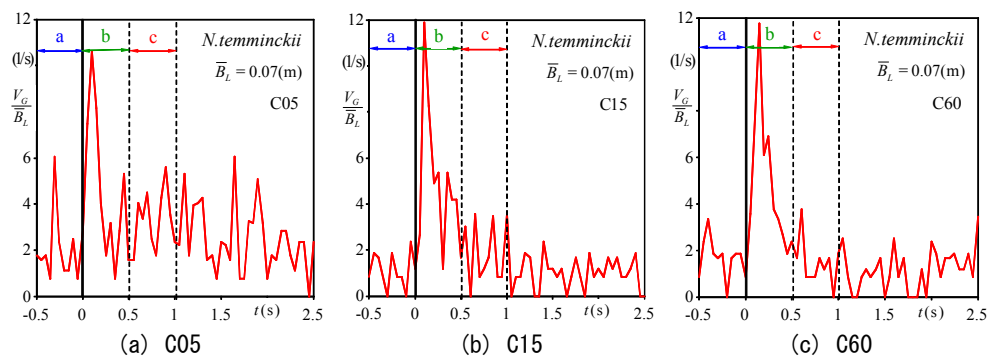


図-2 各点滅間隔における点滅前後 3 秒間の対地速度の時系列変化

-2(a)より C05 では b 区間で対地速度が体長の 10 倍以上に増加し、その後点滅前の対地速度に収束していることがわかる。図-2(b), (c)においても同様に b 区間で対地速度が体長の 10 倍程度に増加し、その後点滅前の対地速度に収束していることがわかる。したがって、点滅直後の反応としては点滅間隔に関わらず対地速度が瞬間的に増加し、点滅後約 0.5 秒以内に点滅前の対地速度に収束することが判明した。ここで、カワムツの巡航速度は体長の 2~4 倍であるといわれているため、対地速度が体長の 5 倍以上となった場合には点滅光に反応していると考えられる。したがって、本実験では点滅光が点滅した 0.5 秒後以内に対地速度が体長の 5 倍を上回った場合を点滅光に反応したとみなした。

図-3 は a, b, c 各区間の対地速度の平均 $\overline{V_G}$ を平均体長 $\overline{B_L}$ で除した値 $\overline{V_G}/\overline{B_L}$ を示している。C05, C15, C60 の全てのケースにおいて b 区間で対地速度が増加し、c 区間では減少し再び点滅前の a 区間の対地速度に収束していることがわかる。このことより、点滅光に対する反応は瞬間的なもので 0.5 秒以内に点滅前の状態に戻ることをわかる。

(3) 点滅間隔による反応率の変化

図-4 は各点滅間隔における点滅回数 N_f に占める反応回数 N_r の割合である反応率および連続反応率を示している。反応率を比較すると C15 が一番高くなっている。これは C15 では実験中継続して点滅光に反応しているためである。また、連続反応率を比較すると点滅間隔が大きくなるに連れて連続反応率が低下していることがわかる。C05 および C15 では 2 連続以上で反応する割合が反応の約半分を占めている。これは、C05 では実験開始後の短期間、C15 では実験中継続して点滅光に反応していることを示している。また、C60 では連続反応率が低くなっているが、これは点滅間隔が大きいため、点滅光の周期性がカワムツの遊泳特性に影響を与えていないことを示している。

図-5 は各点滅間隔における反応を A, B, C 区間毎の割合で示したものである。図-5 より C05 では A 区間の割合が大きく、B, C と時間が経過していくに連れて反応率が低下していることがわかる。これからも C05 ではカワムツが点滅光に徐々に慣れていったことが確認できる。C15 では A, B, C いずれの区間においてもほぼ均等な割合で反応していることがわかる。これより C05 でみられた点滅光に対する慣れが進行していないことが確認できる。また、C60 では他のケースと比べ反応率に規則性が見られない。これより、C60 では点滅光の周期性がカワムツの遊泳特性に影響を与えていないことが確認できる。

4. おわりに

本研究は点滅光の点滅間隔を変化させ、点滅光がカワムツの遊泳特性に及ぼす影響を解析したものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) カワムツは点滅光に反応し、点滅光はカワムツの遊泳特性に影響を与えることが判明した。
- (2) カワムツは慣れの反応、継続的な反応、周期性のない反応と点滅間隔の大きさにより異なる反応を見せることが判明した。
- (3) カワムツは点滅間隔に関わらず、点滅直後に対地速度が瞬間的に体長の10倍程度に増加し、その後0.5秒以内に点滅前の対地速度に収束することが判明した。
- (4) 点滅光に対するカワムツの反応率は慣れの反応、周期性のない反応を見せる場合より継続的な反応を見せる場合に大きくなることが判明した。また、連続反応率は点滅間隔が大きくなるに連れて低下し、点滅間隔が大きい場合には連続して反応することが極めて少ないことが判明した。

参考文献

- 1) 鬼束幸樹, 秋山壽一郎, 渡邊拓也, 飯國洋平, 小林達也: 透過光および気泡が魚の行動特性に及ぼす影響, 水工学論文集, 第52巻, pp.1207-1212, 2008.
- 2) 安永一, 有元貴文: ストロボ光に対するマアジの回避行動, 日本水産学会誌, 第60巻, 6号, pp.713-718, 1994.

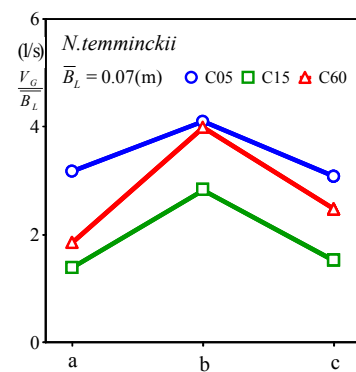


図-3 各小区間における対地速度の平均値

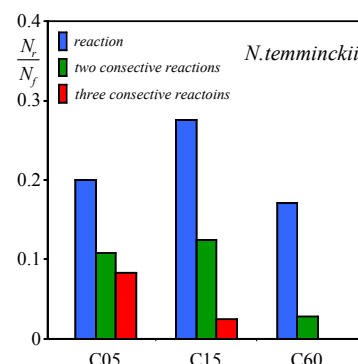


図-4 各点滅間隔における連続反応率

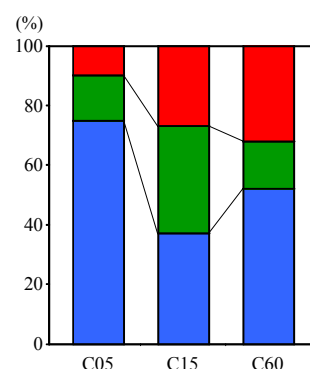


図-5 各点滅間隔における反応率の区間分布