短 報

負走光性マダイ稚魚の光馴致と光による誘導

川村軍蔵,* 安樂和彦, 中原真弥,^a 重里憲広^b

(2001年12月3日受付, 2002年3月13日受理)

鹿児島大学水産学部

Conditioning of negatively phototactic
red sea bream and their guidance by lightGUNZO KAWAMURA,* KAZUHIKO ANRAKU,
MAYA NAKAHARA^a AND NORIHIRO SHIGESATO^bFaculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima,
Kagoshima 890-0056, Japan

キーワード: 走光性, 嫌忌刺激, 魚群誘導, 学習, マダイ

人工的な刺激で魚の行動を制御する場合, 魚の走性など先天的な行動習性の利用がとられるが, 走性を人工的に負から正に変えることができれば行動制御技術の幅が広がる。筆者らは, 夜間に沿岸の海底で静止していて睡眠状態にあるマダイ稚魚が負の走光性を示すことを観察している。このマダイ稚魚を光に集まるよう学習させれば, マダイ稚魚を光で誘導できる可能性がある。しかし, これまで嫌忌刺激に集まることを学習させた例はない。本研究では, この可能性を検証する目的で, 睡眠状態にあるマダイ稚魚を点滅光で覚醒させ, さらに連続光に集まって摂餌することを訓練し, 連続光を点灯するだけで光に集まることを学習させた（ここではこれを光馴致とする）。

供試魚は鹿児島県東町水産種苗センターから入手した養殖マダイ稚魚2600尾（平均全長88.9 mm）を用い, 実験は鹿児島市海浜公園内の長水路（全長2 km, 幅50 m, 水深3~5 m）で行った。この供試魚は, 本研究の前に音響馴致実験に使われ, 300 Hzの1秒間隔の断続音の音源に集まることを学習していた。

供試魚を長水路内に設置した囲い網（45 m×35 m, Fig. 1A）の中に解放し, 囲い網内で分散した供試魚が馴致音源に集まることを確認した後, 夜間の光馴致実験に入った。実験期間は1996年9月17日~30日, 実験中の海面水温は25.5~26.5℃であった。

光馴致は, Fig. 1Aに示した装置を用いて, 先ず水中スピーカと水中灯を用いて, 馴致音で光源に誘導して光源近傍で摂餌することを学習させ, 次いで馴致音を与え

ずに光源に集まることを学習させた。囲い網内の水底に分散して静止している供試魚を覚醒させるために, 囲い網内の水深1 mの位置に配置した100 W水中白熱灯3個を点滅させ, 同時に20 W水中白熱灯の点灯, 馴致音の放音, および20 W灯付近への投餌（少量のペレット餌料）を30分間行い, これを1試行とした。水中スピーカと20 W水中灯は囲い網内中央に浮かべた筏（2 m×2 m）から並べて水深1 mの位置に垂下した。試行間の休止時間を30分とし, 一晚の試行回数は6~8回であった。点滅周期は0.4 s on-0.6 s off, 放音音圧は135 dB re 1 μPaとした。点滅装置には自作の回路開閉装置を用い, 放音装置は前報¹⁾と同じものを用いた。放音装置はバッテリー駆動で, その他の装置の電源は陸電AC100 Vを用いた。魚群の行動を目視する一方, 水中テレビカメラ（日立, アイボール）でモニター・ビデオ記録した。これらの装置を筏に搭載し, 全ての操作を筏の上で行った。

魚群行動の観察を筏に乗った2人の観察者が行い, 点灯時の魚群視認可能範囲（水平範囲は20 W灯から約5 m, 鉛直範囲は海底まで）に出現した魚の挙動と概数を記録した。懐中電灯（ペンシルライト）の使用で光源から約8 mの範囲と無点灯時の魚群の観察が可能であった。ビデオ記録中のモニター観察と後のビデオ解析では, テレビカメラ直前の個体が撮影視野を塞ぎ, 魚数の計数はできなかった。したがって, 以下に示した魚数は目視観察で得られたものである。なお, 100 W灯と20 W灯の連続点灯時, 水深1 mで水中照度計（TOPCON, SPI-9W）が1 lxを示す光源からの距離は, それぞれ8.2 mと5.1 mであった。

3回行った予備試行では, 放音によって音源に集まった約200尾が, 海面に撒いたペレット餌料を海面に浮上して摂餌したが, その後に20 W水中灯を点灯すると全個体が急沈降して観察者の視界から消失した。

最初から20 W水中灯を点灯した本試行では, 開始5分後に50尾程度が集まって底層で摂餌した。2試行目は500尾以上が集まって底層で摂餌し, 4試行目から蛸集魚が中層でも摂餌するようになった。8試行目に, 20 W水中灯を放音から5分遅らせて点灯すると, 蛸集魚は急沈降したが底層に留まって摂餌した。17試行目（3夜目の2回目の試行）から放音を止めて20 W水中灯のみと, 20 W水中灯と給餌のみの試行を交互に25試行

* Tel : 81-99-286-4240. Fax : 81-99-286-4015. Email : kawamura@fish.kagoshima-u.ac.jp

^a 現所属 : 宇和島水産高校 (Uwajima Fisheries High School, Uwajima, Ehime 798-0068, Japan)^b 現所属 : 株式会社マリンテック (MarinoTech Co. Ltd., Osaka, Osaka 547-0001, Japan)

Fig. 1. Top view of arrangement of underwater lamps and an underwater speaker used in the conditioning of red sea bream to light experiment (A) and guidance by light experiment (B).

目まで行った。23 試行目 (3 夜目の最終試行) で、点灯後 11 分後に光源から約 5 m 離れた海面に投餌すると、光源に集まっていた約 100 尾の魚は投餌位置へ移動し、餌がなくなると光源近傍に戻った。点灯後、最初の魚が光源近傍に出現するまでの時間は 3 夜目には 2~3 分であったが、4 夜目には 10 秒~2 分であった。26 試行目 (4 夜目の後半) から 20 W 水中灯を 100 W 水中灯に換えて馴致を続けた。5 夜目には魚群が点灯後 1 分以内に光源近傍に出現するようになった。39 試行目 (6 夜目の最終試行) には給餌がなくても 100 W 水中灯の周りに約 500 尾が集まって中・底層で緩慢に遊泳するのが目視されたことより、これらの供試魚は光源に集まるよう馴致されたと判断された。この時、海面に投餌すると 1000 尾を超える魚が浮上して摂餌したことより、光源の周りには目視された魚より多くの数の魚が光だけで誘集されたことが伺われた。

光に馴致された供試魚の誘導は、光源 (100 W 水中白熱灯 3 個) を交互に点灯させて光源間を移動させる方法と、光源を移動させて誘導する方法をとった。

前者では、点滅光源として使用した 100 W 水中灯 3 個を誘導灯とし、これらを囲い網内に張った内側のガイドロープ (Fig. 1B) から 5 m 間隔で水中に垂下固定した。誘導にあたって、まず 1 個の水中灯 (1 次灯) を 2~3 分点灯して集魚し、隣りの水中灯 (2 次灯) を点灯した後、1 次灯を消灯し、2~3 分後に 3 次灯を点灯して 2 次灯を消灯し、1 次灯から 2 次灯および 2 次灯から 3 次灯への魚の移動を筏上の 2 人の観察者が筏を移動しながら観察した。この観察を 2 回繰返した。1 次灯の消灯直前に、投餌によって蜻集魚を浮上させて集まった魚の概数を調べた。

1 回目は 1 次灯に集まった約 400 尾が視認され、それらの約半数が 1 次灯から 2 次灯へ、さらに 2 次灯から 3 次灯へと底層を移動するのが視認された。2 回目は約 200 尾が集まり、それらのほぼ全個体が 1 次灯から 3 次灯へと順次底層を移動した。2 回とも、魚の移動は直線的ではなく、次ぎの光源に迂回移動した。

移動光源による誘導では、100 W 水中灯を筏でガイドロープを伝って反時計回りに曳航した (Fig. 1B に示した (a), (b), (c), (d), (e) の順)。点灯後、魚が水中灯下の底層に集まったことを視認してから 3 回曳航したが、初回と 2 回目は強風のためそれぞれ 1/4 周と半周で中止した。2 回目の半周と 3 回目の 1 周では、水中灯下の直径 3 m の範囲の底層の 50 尾程の群れと、その後方の中・表層の数百尾の群れに分かれて移動水中灯によく追従した。曳航速力は魚の追従状況に合わせて $2.9 \sim 15.0 \text{ cm s}^{-1}$ の範囲で変化させた。

魚の走光性を示すマダイ稚魚を水中光源に集まるよう馴致できた。さらに光馴致魚を移動水中光源と時間差を

において点灯する水中光源で誘導できた。魚を嫌忌刺激にも集めて馴致できることが実証されたが、これは学習であって魚の負の走光性が正の走光性に習性が変わったものではない。光は嫌忌刺激であっても有害刺激ではないので、マダイ稚魚の夜間誘導が必要となった場合には、光馴致誘導が有効な手段の一つになり得る。

本研究は鯛マリンフォーラム 21・魚群行動コント

ロール研究会の研究の一部として行われたものである。研究の機会を与えて下さった同研究会に深謝申し上げる。

文 献

- 1) 安樂和彦, 松田宗之, 中原真弥, 重里憲広, 川村軍蔵. 断続音によるマダイ音響馴致効果の検討. 日本誌 1997; **63**: 934-938.