

クロマグロの魚群行動の発達過程に関する研究

高木 力^{1*}, 福田 漢生^{1,2}

(環境グループ)

¹ 近畿大学大学院農学研究科, ² 日本学術振興会特別研究員

* 0744660002v@nara.kindai.ac.jp

太平洋クロマグロ *Thunnus orientalis* の畜養には天然の若齢魚が種苗として用いられるため、天然資源への悪影響が指摘されており、卵からの人工種苗生産が求められている¹。しかしながら本種の稚魚養成には、水槽壁への衝突死や海上生け簀への輸送後の死亡などの特有の問題があり、大量種苗生産への妨げとなっている²。養成技術の普及のためにはこれらの死亡の原因となる行動がどのようにして発現するのかを明らかにする必要がある。本種の成魚や若魚は、新月の夜のような暗い環境であっても、海上生け簀内で網や他個体と衝突することなく遊泳し続ける。このように衝突を回避しながら遊泳するためには、網や他個体の相対的な動きを視覚や側線感覚で知覚し、その反応行動を個体間で連鎖させる必要がある。しかし、この過程は複雑であり、成魚や若魚の行動観察のみで解き明かすことは困難である。そこで本研究では、本種がこのような遊泳能力を獲得していく過程を、出生からの個体発生に基づいた継時変化として明らかにすることを目的とし、本種が同調性のある魚群を形成する過程と、環境光量の変化に対する応答行動の発達的变化を評価した。

材料および方法

魚群行動の発達過程 孵化後 17–55 日齢の個体

を用い、暗室内に設置した実験水槽内での当該魚の行動をデジタルビデオカメラで撮影した。また、魚群内の個体間の相互作用を明らかにするために、1 秒間に 300 枚の静止画を撮影する事が可能な高速度ビデオカメラを併用した。映像から全個体の吻端と両胸鰭基部中点の二次元位置座標を時系列で抽出し、遊泳速度と魚群行動指標 2 つ (NNI, SSI) を算出した。また高速度カメラの映像から、ある個体の方向転換に対して、周辺個体が同調した反応行動を示すまでの所要時間 (反応潜時) と、反応行動に要する時間 (運動時間) を求めた。

環境光量の変化に対する応答の発達的变化 25, 40, 55 日齢の個体を用い、0.01, 0.05, 0.5, 5, 30, 300 lx の 6 段階の定常照度条件と 0.01 lx から 300 lx へと環境照度が急変する照度条件下での行動をデジタルビデオカメラで撮影した。定常照度条件では、それぞれの照度段階で 2 分間の映像を、照度急変条件では、照度上昇から 5 分毎に 1 分間の映像を解析に用いた。実験①と同様に、座標検出ソフトを用いて全個体の吻端の二次元位置座標を時系列で抽出し、遊泳速度と魚群行動指標 2 つ (NNI, SSI) を算出した。また、各照度条件での実験終了後に、個体をブアン固定し、網膜の順応状態を組織学的に評価した。網膜の順応状態の評価には、視細胞層の厚み (v) に対する錐体ミオイド (m) の長さ色素上皮層の厚み (p)

のそれぞれの比を用いた。

結果および考察

魚群行動の発達過程 25 日齢付近から、魚群の元基と考えられるような 2 個体の同調した遊泳が見られ、その後の成長に伴って平行遊泳性の高い群を形成した(図 1)。このタイミングは、仔魚期から稚魚期への変態が完了した直後であり、また遊泳様式が間欠的な遊泳から連続的な遊泳に切り替わる時期と一致した。また、どの日齢においても、基準個体の方向転換に対して、後方および側方に位置する個体が同調性のある反応行動を示し(図 2)、その潜時の最小値は 0.1 秒付近であった。この結果から、本種幼魚が近接個体の旋回を認知し、同調した反応行動を示すまでの時間に、成長による差がないことが示唆された。しかし、旋回にかかる時間は成長した個体がより小さな値を示しており、短時間で反応行動を終えていることが明らかとなった。

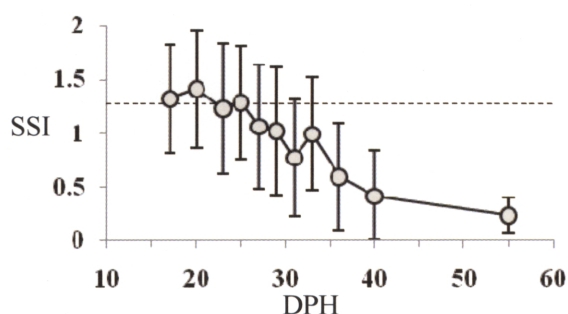


図 1. 群行動指標 SSI と孵化後日齢。破線はランダム遊泳時の期待値を示し、アスタリスクはランダム期待値との有意な差を示す。

環境光量の変化に対する応答の発達的变化 どの日齢においても 0.01 lx 以下の環境では群を形成する事はなかった事から、他個体の認知に視覚の役割が大きい事が示された。群形成の照度閾値は 40 日齢で 0.5 lx, 55 日齢で 0.05 lx と異な

り、成長に伴ってより暗い照度でも成群が可能となることが明らかになった。

照度の急上昇に対しては、25, 40 日齢で多くの突発遊泳が見られたが、55 日齢では殆ど見られなかった。40 日齢では照度上昇 15 分後から、55 日齢では 10 分後から平行遊泳性の高い魚群を形成し始めたことから、成長に伴って上昇した照度に対する順応が短時間で行われたことが示された。

いずれの実験でも、網膜順応指標(特に m/v)と群行動指標には強い相関が見られ、網膜が明順応している状態において、他個体の動きを認知し群を形成することが示された³。群行動指標と網膜順応指標との対比によって、成長するに従って、より暗い環境でも明順応状態で近接魚の動きを知覚し群を形成できるようになること、より早く網膜運動反応が完了し上昇した照度への順応が短時間で行われる事が明らかとなった。

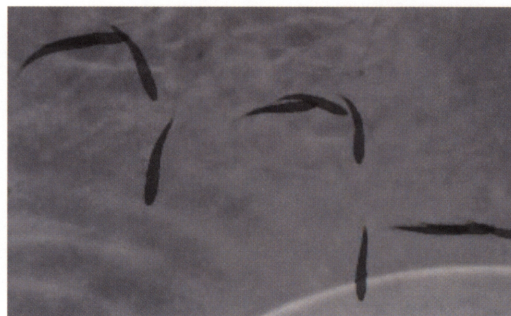


図 2. 個体間行動連鎖の瞬間。約 0.07 秒枚に撮影した静止画のスーパーインポーズ画像。

文献

- [1] Miyake, P. M., De la Serna, J. M., Di Natale, A., Farrugia, A., Katavic, I., Miyabe, N, and Ticina, V., 2003. General review of bluefin tuna farming in the Mediterranean area. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(1), 114-124, 2003.
- [2] Miyashita, S., Sawada, Y., Okada, T.,

- Murata, O. and Kumai, H., 2001.
Morphological development and growth
of laboratory-reared larval and juvenile
Thunnus thynnus (Pisces: Scombridae).
Fishery Bulletin 99, 601–616, 2001.
- [3] Torisawa, S., Takagi, T., Fukuda, H.,
Ishibashi, Y., Sawada, Y., Okada, T.,
Miyashita, S., Suzuki, K. & Yamane, T.,
Schooling behaviour and retinomotor
response of juvenile Pacific bluefin tuna
Thunnus orientalis under different light
intensities. J. Fish Biol. 71, 411–420, 2007