

## ミドリイシサンゴプラヌラ幼生の鉛直遊泳機構の解明

坂爪 明日香

固着生活を送るサンゴにとって、幼生期は、サンゴの生活環において唯一移動できる時期であり、分散と新規加入に重要である。しかし、体長 1mm ほどの幼生の分散は、従来、水平方向の海流に受動的に流されるのみと考えられ、着生する際は、体内の脂質を消費することで徐々に沈んで海底に到達するものと考えられてきた。そのため、幼生の遊泳能力に関する研究はほとんど行われてこなかった。

太平洋の造礁サンゴの優占種であるウスエダミドリイシの幼生は、受精後数日を経ると全身に生える繊毛を動かして遊泳を始める。飼育水槽内で幼生の遊泳を観察したところ、観察時間の 9 割は水平遊泳を繰り返しながら水面あるいは水底に滞在しているが、残りの 1 割ほどの時間は、水面から水底へ、あるいは水底から水面へまっすぐに遊泳した。時折、上下への U ターン（ヘアピンのような軌跡を描くので以降、ヘアピターンと呼ぶ）も行った。この鉛直遊泳は、浮性の卵から生じた幼生が海底の岩盤上に着生する過程において重要な意義を持つのではないかと予想された。また、水棲微小生物の鉛直移動に関する研究には 200 年もの歴史があるが、サンゴ幼生の鉛直移動に関する知見はごくわずかである。特に、上下の方向を瞬時に反転させるヘアピターンは、重力走性を示す他の水棲微小生物の遊泳軌跡とは全く異なり、新規の重力応答が示唆された。さらに、幼生の遊泳に関する新たな知見は、幼生の移入に依存するサンゴの回復事業にも貢献することが期待される。本研究では、ウスエダミドリイシサンゴ幼生の鉛直遊泳について低倍率と高倍率の動画撮影を行い、画像解析による定量的な測定をもとに、鉛直遊泳の仕組みの解明を目指す。

個々の幼生の遊泳を精密に定量した結果、鉛直方向への遊泳速度は水平方向への遊泳速度と比べてかなり高速であり、方向は真下あるいは真上にほぼ固定されていた。真上あるいは真下に向かうときの遊泳速度はそれぞれ、 $2.44 \pm 0.39 \text{ mm s}^{-1}$  ( $n = 121$ )と  $2.10 \pm 0.39 \text{ mm s}^{-1}$  ( $n = 122$ )であった。これは、 $0 \text{ mm s}^{-1}$  から  $2 \text{ mm s}^{-1}$  の間で速度を頻繁に変化させ、不特定の方向に遊泳する水平方向への遊泳と対照的であった。

上下へのヘアピターンは、十数秒のうちに完了し、最大方向転換速度は、下向きに方向転換する場合は  $0.29 \pm 0.11 \text{ rad s}^{-1}$  ( $n = 9$ )、上向きに方向転換する場合は  $0.28 \pm 0.11 \text{ rad s}^{-1}$  ( $n = 14$ )であった。

繊毛を取り除く処理を施し、前進できない状態のプラヌラ幼生を海水中に沈めたところ、大部分の幼生が浮上した。浮上速度を計測した結果、 $0.46 \text{ mm s}^{-1}$  であった。この浮上速度から体内密度を流体力学的な計算に基づき見積もったところ、 $1.0176 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  であり、海水よりも 0.25%ほど軽いことがわかった。この結果は、幼生が多くの脂質を体内に保持している事実と合致した。また、浮上するときの姿勢から、体の前側（反口端側）に重心があることがわかった。さらに、上下方向の推進速度を統計的に比較した結果、下降するときには上昇するときよりも大きな推進力を出すことがわかった。幼生の鉛直遊泳能力は、海底へ素早く到達し、到達した場所が着生に適さない場合は海底から離れて上昇し、再び海流にのって漂流し、再チャレンジを可能にするという新しい分散シナリオを示唆した。

遊泳中の幼生には重力、浮力、粘性抵抗力が働いている。それらの作用点は、容易に形を変えることができる幼生の形状可変性により、容易に移動し得るが、上下直進中は大きな形態変化がみられないことから、遊泳軌跡の鉛直性には、形態を保持するメカニズムが働いているのかもしれない。また、繊毛

を動かして遊泳するので、繊毛運動という動的な因子も鉛直性に関わっている可能性がある。今後は、二軸観察により鉛直遊泳中の幼生の形態変化を定量し、形態が鉛直性に及ぼす可能性を検証する計画である。また、幼生の周りの水流を可視化することで繊毛運動を類推し、幼生の定位（水平姿勢、上向き姿勢、下向き姿勢）と繊毛運動の関係を検証する予定である。さらに、幼生は散在神経系を持っており、神経が運動を調節している可能性が考えられたので、幼生を前後に二等分して神経による制御が断たれた状態を作り出し、各断片の鉛直行動を観察し、神経による鉛直遊泳制御の可能性を検討していく。