

ニホンウナギの遊泳運動の定量化とエネルギー消費量の算出

鎌浦 雅文

【目的】遊泳時の動作の違いによって、魚の遊泳はいくつかの型に分けられるが、その中でもウナギは *Anguilliform* と呼ばれる体全体を屈曲させる遊泳型で遊泳する。GARY (1998) によりアメリカウナギ *Anguilla rostrata* の遊泳運動の解析が行われていたが、本研究ではニホンウナギ *Anguilla japonica* の遊泳運動の解析を行う。同時に遊泳時のエネルギー消費量を算出し、遊泳速度の変化に伴う遊泳運動の変化を定量化し、遊泳時のエネルギー消費量との関係を示す。

【方法】実験には養殖ニホンウナギ 2 個体（全長 49, 54cm, 体重 200, 220g）を用いた。遊泳運動を観察するために任意の流速を設定することができる回流水槽（PT-70；西日本流体技研製）を使用し、水路を密閉した中に溶存酸素センサを入れることにより回流水槽内の溶存酸素量を測定した。遊泳運動の観察を容易にするために、魚体の吻端から尾鰭先端までを約 10 等分する点をマーキングした（イラストマー蛍光タグ；NMT 製）。供試魚を水槽観測部に入れ、0.5, 0.7, 0.9TL/s（TL は全長）の 3 段階の遊泳速度で遊泳させた。遊泳運動は観測部上部に設置したデジタルビデオカメラ（Ex-F1；CASIO 製）で記録した。遊泳運動撮影と同時に、回流水槽内の溶存酸素量は溶存酸素計（OM-51；堀場製作所製）を用いて 1 分間隔で計測した。また、安静時の時間経過に伴う溶存酸素量の変化も別途記録した。実験中の回流水槽内部の水温は 18.9~19.8°C に保った。遊泳運動の解析には、各供試魚が尾鰭先端を連続的に 5 回振ったシーケンスを各遊泳速度について 3 ヶ所抜き出し、座標検出ソフト（Coordinate Recorder 3.5.0）を用いて供試魚の体軸上の 11 点の振幅の値を記録した。このデータを基に、各点の最大側方変位距離の平均値を算出した。溶存酸素計から得られた回流水槽内の溶存酸素量の変化量から各供試魚の酸素消費量と消費エネルギーの指標として、移動に費やすエネルギーの総量（COT）を算出した。

【結果】ニホンウナギは遊泳時に、魚体前方と比較し後方を大きく振動させて遊泳していた。魚体各点における最大側方変位距離の平均値は、吻端から尾鰭先端に従い累乗関数的に増加した。また、遊泳速度が増加するに伴い最大側方変位距離も大きくなった（Fig. 1）。尾鰭の振動周波数は遊泳速度 0.5TL/s で 1.57Hz, 0.7TL/s で 1.82Hz, 0.9TL/s で 2.31Hz であった。これらの結果は、本種が振幅と振動周波数の両方を増加させることで遊泳速度を増加させていたことを示している。2 個体の平均酸素消費量は、安静時と 0.5TL/s, 0.7TL/s, 0.9TL/s で遊泳時においてそれぞれ 51.40, 81.96, 135.19, 205.59mg/h/kg であった。また、COT は 0.5TL/s, 0.7TL/s, 0.9TL/s での遊泳時においてそれぞれ 1.19, 1.41, 1.67kJ/kg/km であった。これらの結果は、本種が低い全長倍速度で遊泳することでエネルギー効率の良い遊泳を行っていたことを示唆する。

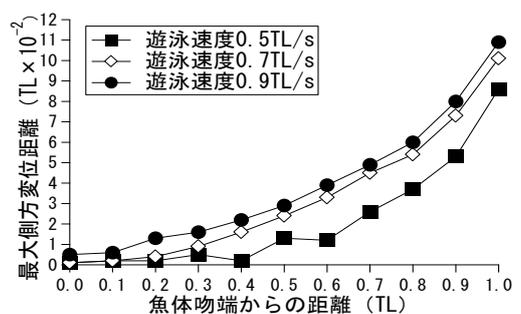


Fig. 1 魚体の位置と遊泳速度の変化に伴う最大側方変位距離の変化