

細長体理論を用いた ニホンウナギにおける推進力の算出

廣瀬史明

【背景・目的】ニホンウナギ *Anguilla japonica* は一生のうち河川から外洋まで 6000km 以上の長距離回遊を行うことがよく知られている。中でも成魚は産卵のために西マリアナ海嶺のスルガ海山付近まで 3000km 以上遊泳し、回遊する。また、その間、ほとんど餌を口にしないといわれている。そのためニホンウナギは優れた遊泳能力をもっていると思われる。本実験では、回流水槽を用いた遊泳実験により、ウナギの長距離回遊に関する基本的知見として、ニホンウナギの遊泳時の推進力を解明することを目的とする。推進力の算出には、ウナギを円柱状生物として捉えた細長体理論を用いる。

【材料・方法】供試魚には野生のニホンウナギ 1 個体を用いる。実験は、任意の流速を設定することができる回流水槽を使用し、供試魚を水槽観測部に入れ 1.0BL/s の速度で遊泳させる。遊泳動作は観測部上部に脚立により固定したハイビジョンカメラで真上から撮影する。実験前日に供試魚を観測部に入れ、一晚馴致させる。遊泳時間は 5 分間とし、回流水槽内の水温は 20°C で固定する。遊泳動作の解析は、録画映像をもとに座標検出ソフトを用いて、次に示す手順で行う。ただし、遊泳中、尾鰭の先端が振りきられた位置から元の位置に戻るまでを 1 サイクルとする。(1) 尾鰭の振動周期 T (s) は、尾鰭の先端を 8 サイクル点取りし、算出する。(2) 波長は、ウナギの進行波の頂点を 8 サイクル点取りし、算出する。(3) 体幅は体の前半部分を点取りした 31 のデータより算出する。(4) 体の輪郭上に点打ちし、中点を求め、それらの値から中心線を求める。またそれらの、中心線を 20 等分する 21 点を Body Point (BP) を求める。データは 2 サイクル使用し、移動平均により魚体のゆらぎを除去する。また、(4) のデータから抱絡線を描き、振幅: $z = ae^{bs}$ (a (m) : 頭部振幅, b : 振幅増大率) を求めた。

【結果】実験と算出によりそれぞれ観測値が得られた (Table. 1)。観測値より、細長体理論を用いて得られた推進力 T は 4.06×10^{-3} ($\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$) と小さな値となった。また、推進効率 $V/C = 7.07 \times 10^{-3}$ と高い数値を示した。

Table. 1 観測値

体長(m)	0.59637	周波数f(Hz)	1.92
体幅 c (m)	0.03471	波動速度 C (m/s)	0.77083
頭部振幅 a (m)	0.00555	流速 V (m/s)	0.54507
振幅増大率 b	2.72547	密度 ρ (kg/m^3)	1000
波長 λ (m)	0.40147	付加質量係数 γ	1
周期 T (s)	0.52083		