

# 魚類の尾鰭による推進力の計測

西岡 英治 漁場学専攻

【目的】魚類は鰭を効率的に利用して水中を高速で移動することが出来る。魚類の優れた移動能力を知ることは行動生態を把握するのに重要であるが、胸鰭や尾鰭の各推進器の推力を直接的に計測することは極めて困難であった。本研究では、魚類の尾鰭による推進力を間接的に推定するため、流体に微粒子を投入し、この運動軌跡を撮影した画像処理結果から流況を測定する方法(Digital Particle Image Velocimetry)を適用し、その可能性について試みる。

【方法】実験魚にはオオクチバス(体長 26cm 体重 214g)を使用した。回流水槽(水槽部 縦 0.38m 横 0.70m 高さ 0.30m)を直径約  $50\mu\text{m}$  の微粒子を投入した水で満たし、実験魚を  $0.36\text{m/s}$  の流速で泳がせた。実験魚の胸鰭の高さに右側面から 2 本のシート状レーザーを  $0.0015$  秒間隔で照射した。その様子を水槽の真上からデジタルビデオカメラで撮影し、画像をコンピューターに取り込んだ。2 回のレーザー照射時に撮影した画像の各微粒子の位置を比較してレーザー照射間隔中の微粒子の移動距離を算出した。尾鰭が流体に作用する推進力は運動量の変化から推定する。尾鰭の前後に検査面を設け、各面における運動量束を算出した。運動量束の差は検査面間の力積に等しいことから、次式が成り立つ。

$$F\Delta t = \rho \int_{y_1} u_1(u_0 - u_1)dy$$

( $F$ : 推進力  $t$ : 粒子の移動時間

$u_1$ : 上流側検査面での粒子移動距離  $u_0$ : 下流側検査面での粒子移動距離)

上式から尾鰭による推進力を算出した。

【結果】尾鰭後方の流況を撮影した画像を図 1 に示す。尾鰭から流れる流体は一對の渦を形成しているのが確認できる。図 2 は尾鰭の推力  $F$  を表した結果である。横軸は 2 つの検査面の距離を示している。検査面間の距離が  $13.14\text{cm}$  の時、最大値をとり、 $F=0.28\text{mN}$  となった。この値は(E.G.Drucker and G.V.Lauder,1999)が以前、ブルーギル( $20.3 \pm 0.9\text{cm}$ )を用いて推定した推力が  $11.2\text{mN}$  であったことと比較すると  $1/10$  以下という結果になった。本研究が、既往のこれらの研究に比べ過小評価になった理由は上流側検査面の設定が不適切であったことや、尾鰭の揚力の発生を正確に捉えられなかったことが考えられる。

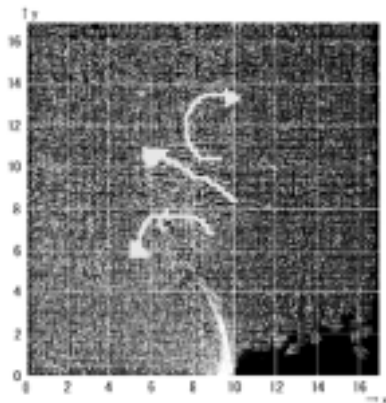


図 1. 尾鰭後方の流況

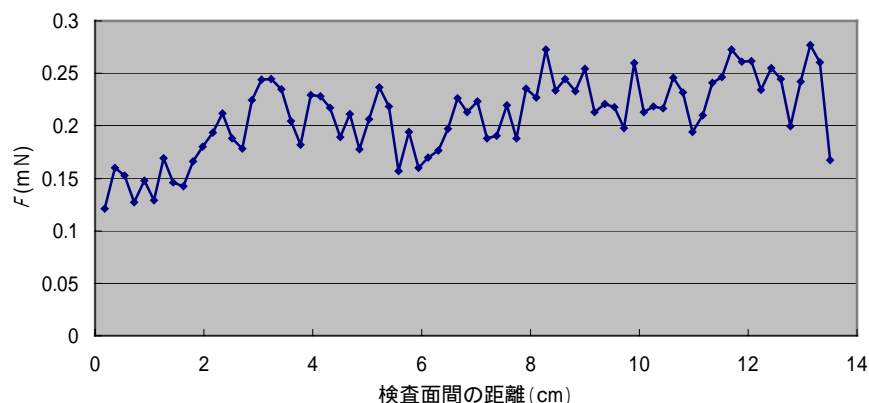


図 2. 検査面間の距離と  $F$  の関係