

CFD 解析による遊泳時のヒラメの流体力学特性

山城 道典

【目的】ヒラメ *Paralichthys olivaceus* は扁平な形態でかつ浮き袋を持たないため、他魚種と比較して浮力が小さい。養殖飼育の様子や日中の行動を見ると、海底に生活適応していて、活発的な長距離の遊泳はできないと考えられてきた。しかし、バイオテレメトリーや標識放流により長距離かつ長時間の移動を行っていることが明らかになってきている。ヒラメはその特徴的な形態にかかわらず優れた遊泳機能を有している可能性がある。そこで、CFD (Computational Fluid Dynamic) を用いてヒラメの遊泳時の運動を解析することにより、ヒラメの遊泳力学的特性を調べた。

【方法】実験は、近畿大学水産研究所白浜実験場で人工種苗されたヒラメ、体長 0.40m と 0.39m の 2 個体を使用した。これを 3 次元デジタルで立体のデジタルデータとしてパソコンに取り込み、画像処理ソフト (Magics ; Materialise 社製) を用いて、3 次元の魚体形状モデルを作成した。その後、ヒラメの回流水槽内での遊泳運動を高速度カメラで取り込み遊泳時のヒラメの吻端から尾鰭先端の中央線を体軸とし、座標検出ソフトでこれを読み取ることを行った。これを基にヒラメの遊泳運動波形関数を算出した。ヒラメの遊泳運動波形関数は次式の形で表すことが出来る。

$$H(x) = (\cos(2\pi(Pt - XL)(A \exp(BX) + C \exp(DX)))) + (EX^6 + IX^5 + JX^4 + KX^3 + OX^2 + QX + R)$$

本種の 3 次元モデルにこの遊泳運動波形関数を組み込み、SCRYU/Tetra (CRADLE 社製) で遊泳するヒラメに作用する粘性力と圧力抗力を CFD 解析により推定した。解析領域は、原点をヒラメの重心として、吻端から前方 0.4m、尾鰭先端より後方 1.2m、上下 0.4m、左右 0.4m の位置に設定した。領域内の水の流れは、吻端の前方面から垂直に 0.2m/s で流れるものとした。迎角は -6° ~ 6° までの 7 段階とした。上記の環境で解析を行い、ヒラメに作用する揚力と抗力を算出した。

【結果】抗力は -2° から、 2° の範囲で最小値を示した。抗力の値は 0.015N から 0.030N の範囲をとり、迎角が大きくなるに従って、抗力も大きな値をとった。揚力の最小値は両個体とも -6° が最小値で、迎角が大きくなるにつれて、揚力も大きくなった。ヒラメの揚力は、 $-0.04N$ から $0.09N$ の間の値をとった。抗力係数と揚力係数を Fig. 1 に示した。迎角に対する揚力係数の増加率は大きく、 6° の時では、揚力係数は抗力係数の 4.8 倍となった。

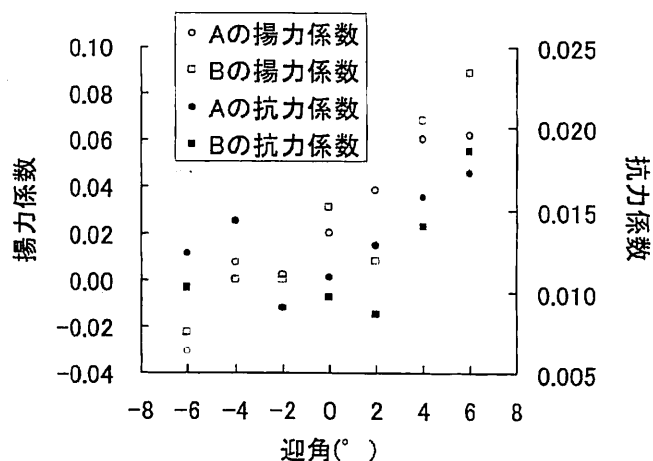


Fig. 1 ヒラメの揚力係数と抗力係数