

ヒラメに作用する抗力と揚力

三瓶 泉

【目的】ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) は異体類で、鰾を持たないため負の浮力を有する。海底生活に特化した形態的特徴を持ち、遊泳において高い機能を持つものではないと考えられてきた。近年のバイオテレメトリーや標識放流実験などの研究から、長時間を持続的に遊泳し、長距離を移動する習性が明らかになってきた。また、それに伴いヒラメの遊泳能力をバイオメカニクスの観点から検証したものもいくつかある。本研究では、数値流体力学 (CFD: Computational Fluid Dynamic) を用いて、ヒラメの抗力と揚力を算出した。

【方法】試供魚として近畿大学水産研究所白浜実験場で人工種苗生産されたヒラメ 3 個体 (全長 38.0-42.3cm) を用いた。非接触 3 次元測定器 VIVID 910 (KONICA MINOLTA 社製) を用いて魚体の形状を測定し、CAD ソフトウェア Magics (Materialise 社製) によりヒラメの 3 次元魚体形状モデルを作成した。数値流体力学ソフト SCRYU/Tetra で設定した解析領域 (縦 107cm, 横 221cm, 高さ 93cm) 内にヒラメの魚体モデルを設置し、流速を 25-65cm/s に 5 段階に変化させて、各流速時の抗力と揚力を計算した。また、吻端から尾鰭の先端の中央を貫く軸を体軸としたとき、体軸と流向とのなす角を仰角として、これを -4°, -2°, 0°, 2°, 4° と変化させて同様に抗力と揚力を求めた。算定された抗力, 揚力から抗力係数 Cd , および揚力係数 Cl を次式により求めた。

$$Cd = Fd / (\frac{1}{2} \rho U^2 S) \cdots (1)$$

$$Cl = Fl / (\frac{1}{2} \rho U^2 S) \cdots (2)$$

ここで、 Fd , Fl は個体に作用する抗力, 揚力, ρ は流体密度 (1025kg/m^3), U は流速, S は魚体表面積を表している。

【結果】3 個体とも仰角 0° の時に抗力係数は最も低い値を示し、 $2.47 \times 10^{-3} \sim 2.59 \times 10^{-3}$ となった。これらは、過去にクロマグロで算定された 2.7×10^{-3} よりも低い値となった。流体抵抗が小さい紡錘形のクロマグロより低い値が出たのは、ヒラメの形態が扁平であるために圧力変化による境界層変化が少なく、作用する抗力がほとんど摩擦抵抗によって支配されている可能性を示唆している。揚力係数は、仰角 0° の場合、揚力がほとんど発生しないため、 $Cl=1.0 \times 10^{-4}$ となった。しかし、流向に対し、わずかに仰角が設定されると大きな揚力が作用し、抗力係数に比べておよそ 7.4 倍の揚力係数となっていることがわかる。これはヒラメ特有の扁平な形態が翼に近い効果を生じているためだと考えられる。こうした形態は、仰角を付与することで、低速でも、魚体を上向きに持ち上げる役割を果たし、鰾を持たない本種が比較的短時間に上昇遊泳する際には遊泳力学的に有利に働いている可能性がある。

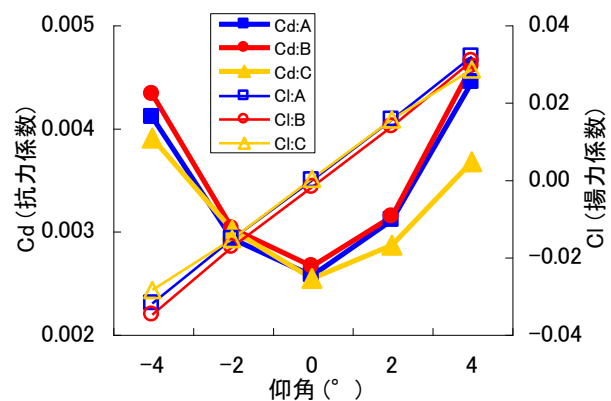


Fig. 1 流速 52cm/s.におけるヒラメ 3 個体の Cd と Cl