

クロマグロのラム換水抵抗の解析

妹尾 真也

【目的】クロマグロ *Thunnus orientalis* は口を開けて前進遊泳することで、鰓に酸素を含む水を供給し呼吸を行う。この鰓の換水方法をラム換水と言い、表層を活発に遊泳する魚種に多く見られる。高速遊泳を行うクロマグロは流体抵抗の小さい紡錘形の魚体を持ち、ラム換水に特化しているが、口を開けて前進遊泳することで魚体に作用する全抵抗が増加すると考えられる。また、成長するにつれて形態変化が大きく、これに伴って魚体の全抵抗も変化する。ラム換水抵抗も同様に変わることが考えられるが、本種の詳細なラム換水抵抗に関する知見は少ない。そこで、本研究ではクロマグロ未成魚のラム換水抵抗を算出し、成長に伴う変化を調べるため魚体の全抵抗と比較した。

【方法】供試魚は近畿大学水産研究所大島実験場で人工種苗生産されたクロマグロ 7 尾（全長 16-20cm、50-53 日令）を用いた。これらの個体の鰓蓋長と鰓孔幅を計測し、鰓孔面積を求めた。小型回流水槽 PT-70（水槽長 60cm、幅 30cm、水深 20cm、西日本流体技研製）に流向と体軸のなす角を 0° にして魚体を設置し、流速 1.3BL/s の流れを発生させ、鰓からの流出速度を 3 次元超音波ドップラー流速計 ADV-Lab（Nortec 製）で測定した。測定は 10Hz で 100 秒間行い、平均値を流出速度 U_{out} (m/s) とした。 U_{out} と鰓孔面積から換水量 V_g (m^3/s) を求め、ラム換水抵抗は Brown and Muir (1970) の示した (1) 式を用いてラム換水抵抗を算出した。

$$G_D = \rho V_g (U_\infty - U_{out}) \quad \dots(1)$$

G_D はラム換水による抵抗 (N)、 ρ は密度 (kg/m^3)、 U_∞ は遊泳速度 (m/s) を表す。魚体に作用する全抵抗は過去に行われた CFD 解析によるクロマグロの流体力解析の結果を用いた。

【結果】全長の計測誤差と思われる範囲の個体の結果を平均し、3 段階に区分して表した。全長が大きくなるにつれて換水量が増加する傾向が示された (Fig.1)。これは、成長するにつれて酸素要求量が増加するためと考えられる。また、ラム換水抵抗も全長が大きくなるにつれて増加する傾向が示された。ラム換水抵抗の増加は鰓の形態の発達を示していると考えられる。全長に対する魚体の全抵抗の増加率に比べ、ラム換水抵抗の増加率が大きいことが示された (Fig. 2)。この結果により、この成長段階では魚体の形態変化に比べて、鰓の形態の発達が著しいことが示唆された。ラム換水抵抗が全抵抗を占める割合は 4-7% だった。

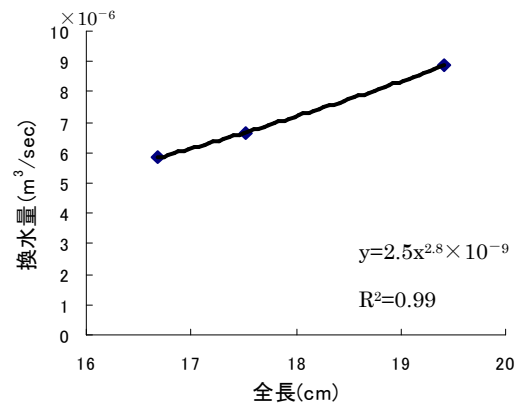


Fig. 1 全長と鰓換水量の関係

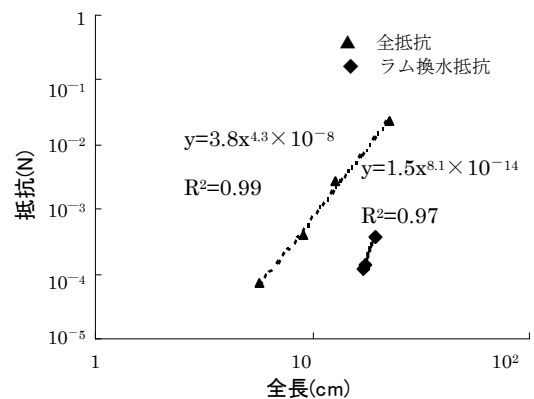


Fig. 2 全抵抗とラム換水抵抗の増加率