



Title	魚類の推進機能性と個体間の流体力学的相互作用に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	江口, 剛
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第15706号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92419
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Go_Eguchi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：江口 剛

審査委員

主査 教授 安間 洋樹

副査 教授 藤森 康澄

副査 准教授 高橋 勇樹

副査 教授 高木 力

(環境科学院)

副査 教授 竹原 幸生

(近畿大学)

学 位 論 文 題 目

魚類の推進機能性と個体間の流体力学的相互作用に関する研究

魚類の遊泳時のダイナミクスを理解することは生態系における移動・行動戦略の洞察を深めるために重要である。特に多くの回遊性魚類は群を形成して移動することが多い。これには諸説あるが、移動時のエネルギー低減効果が基底にあるという説が物理的側面から指摘されている。本研究では、魚の遊泳について生体実験と先進的な技術を応用することにより、尾鰭振動の機能性や個体間の相互作用のメカニズムに注目し、魚類の移動戦略における群行動の果たす役割を流体力学的視点から解明している。本研究の成果は以下の通りである。

- 1) 遊泳時の個体の後流域を粒子画像流速測定法（PIV）によって可視化し、尾鰭振動により推力を獲得する遊泳モードの正味代謝量に対する推進パワー比を算出して、遊泳時のエネルギー効率を推定したところ、種や遊泳速度を問わず一定の比率が示され、尾鰭振動の推進メカニズムの流体力学的基底が存在している可能性があることを提示した。
- 2) 魚群遊泳におけるエネルギー節減効果に、並列遊泳時の後流域渦列が流体力学的にどのような影響を及ぼしているか、群泳するマサバやウグイ、マアジを用いて評価した。尾鰭振動に伴う逆カルマン渦列が確認され、後方個体の経験流速が低減しうることを実験的に明らかにした。また複層の PIV 解析を用いた先進的な実験から、尾鰭振動による渦輪の影響は個体の高さ方向にも表れていることを示した。
- 3) 複数個体で遊泳する際に尾鰭振動させずに推進する“ドラフティング”に注目し、このメカニズムについて分析が行われた。平板構造物の上流側で尾鰭振動が低減するドラフティング効果が確認され、前後方向力は平板の淀み域を起因とした高圧領域により抗力が打ち消され、左右方向は魚体自体を曲げて揚力を発生させることにより、状況に応じて遊泳形態を変化させていた。並列遊泳する際のドラフティング効果が確認された。力学的な分析結果から、隣接個体近傍に生じた局所的な吸引力により作用抗力を補償し、魚体自身は迎角を持つことで左右方向の力もバランスさせていた。

これらの成果は尾鰭振動による推力の推進効率が基底のメカニズムで説明できる可能性を示しただけでなく、魚群遊泳によるエネルギー低減効果は、流体力学的な効果が様々に取り入れられたことにより創出されており、魚群の効果的な移動を可能としていることを、詳細な実験と解析から明らかにしている。今後は水産生物の行動生態や、群構造の理解、将来的な応用が期待される魚群行動モデル構築に、有意義な知見をもたらすものと判断できる。よって、審査員一同は申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。