

一定方向から体当たりして 鱗食する魚の左右非対称な 口部骨格構造の応力解析

谷 海斗

Kaito TANI

機械システム工学科 2022 年度卒業

1. はじめに

本研究は、2023 年 3 月 15 日に 2022 年度関西学生
会卒業研究発表講演会で発表を行った。進化の多
様化と多種共存が豊かなアフリカのタンガニーカ湖
に生息するマイクロレピスは、ヒトと同様に利きがあり、
口部に左右非対称な骨格構造を持ち、左の下顎
骨が大きくて口が右に向かって開く魚を「左利
き」、右の下顎骨が大きくて口が左に向かって開く
魚を「右利き」と定義されている（図 1）。また、
それぞれの被食魚の左右どちらか一方から体当たり
して鱗食する¹⁾。また、左右非対称な下顎骨の形態
を持つため、骨格構造と力学的因子の関連が予想さ
れる。先行研究では、マイクロレピスの左右の骨の応
力分布の差を評価するため、有限要素解析を行った
結果、図 2 の白色の線（z 軸：魚の長軸）方向の荷
重条件下で、要素長 36 μ m 以下の有限要素モデルの
応力分布が左右非対称となった。しかし、魚の体軸
方向と z 軸方向が必ずしも一致していないため、
荷重荷重方向の特定とそれに対する応力解析が必要
である。本研究では、荷重方向を体軸方向へ一致さ
せたうえで、複数の魚に対して応力解析を行い、魚
の左右非対称な骨格構造と応力分布の関係を評価し
た。

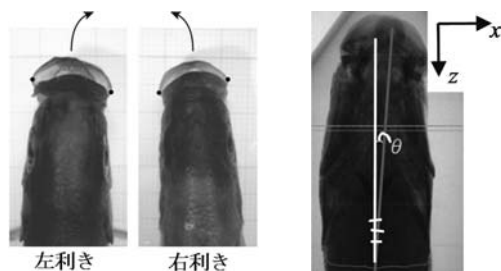


図 1 ミクロレピスの 左利き、右利き 図 2 荷重方向の定義

2. 方法

まず、右利き、左利き、それぞれ 9 個体のミク
ロレピスの標本を魚の長軸方向と z 軸が平行になる
ように設置し、CT 撮影した後、その画像を基に要
素長 36 μ m の六面体二次要素で魚の口部を有限要素
モデル化した。次に、材料特性において、ヤング率
を 1GPa、ポアソン比を 0.3 に設定した。その後、
背骨と側頭部の断面の節点を拘束し、CT スキャン
と平行な方向（z 軸方向）に荷重付与するモデル
（白色の線、補正がないモデル）、体軸方向に一致さ
せるように口端中央と第三頸骨を結ぶモデル（赤色
の線、補正があるモデル）を作成した上でそれぞれ
に 5N の荷重を与えて応力解析を行った。さらに、
魚の左右計 18 個体でも同様に応力解析を行い、個
体ごとに下顎骨、左下顎骨と右下顎骨の平均を計算
し、左右性指数を式（1）により計算して評価し
た²⁾。

$$\text{Index} = \frac{\text{mean(R)} - \text{mean(L)}}{\text{mean(c(L, R))}} \quad (1)$$

Index：左右性指数

mean(R)：右下顎骨の平均

mean(L)：左下顎骨の平均

mean(c(L, R))：下顎骨の全平均

3. 結果と考察

要素長 36 μ m の補正がないモデルとあるモデルお
よび、右利きと左利きの応力分布の一例を図 3、左

右性指数の分布表を図4に示す。図3の(i), (ii)に示すように、荷重方向の差による応力分布の左右差は認められなかった。これは、図2の赤色と白色のなす角が7°から17.5°と微小で、応力分布に与える影響が小さかったためと理解できる。また、図3の(iii), (iv)に示すように、左利きは右側面で応力が高く発生し、右利きは左側面で応力が高く発生した。これは図4の左右性指数の分布表からもわかり、左利きは9個体中6個体が正の値で、右骨の応力が高く発生し、右利きは9個体中6個体が負の値で左骨の応力が高く発生した。この結果から、18個体中12個体が利き側の応力が小さいことが示された。これは、利き側の下顎が捕食の際に衝撃を受け、骨構造が密に発達し、強度が高くなった可能性が考えられる。また、個体による応力のばらつきは、利き側の下顎骨の発達が各個体により差があるためと考えられる。

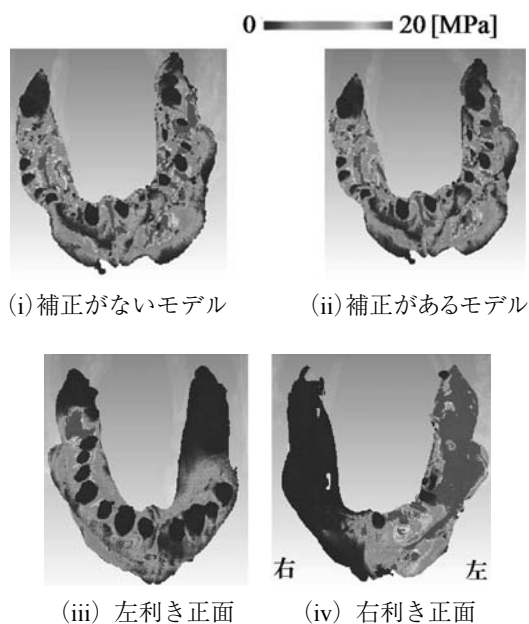


図3 要素長 36 μ m の有限要素の応力分布

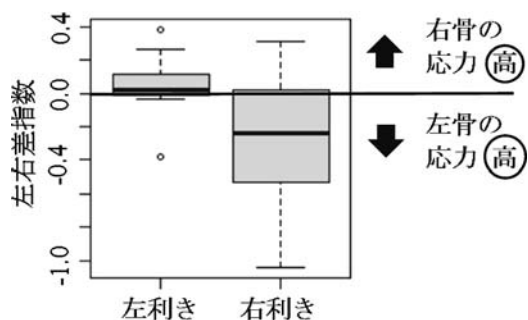


図4 魚の左利き、右利きの左右性指数

4. 結言

マイクロピスの応力解析の結果、荷重方向の補正の有無にかかわらず、応力分布は左右非対称であることが示された。また、複数個体の左右で異なる応力分布が得られ、特徴的な捕食行動と下顎骨の形態および、その応力分布の間に密接な関連があることが示唆された。

5. おわりに

本研究は、2021-2022 年度龍谷大学科学技術共同センターによる研究助成を受けて、著者が龍谷大学理工学部機械システム工学科4年在学時に行ったものです。

参考文献

- 1) Witten PE, et. al. Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. 84(2), (2009), 315-346.
- 2) Sara M. Schaafsma, et. al. Animal Behaviour 81, (2011), 283-288.