

カラヌス目カイアシ類の口器付属肢形態の形態計測学的研究：
食性、分布水深および安定同位体比と形態の関係

カイアシ類は地球上で数的に最も多い多細胞生物であり、その摂餌や遊泳行動は科、属および種間で大きく異なることが知られている。しかし、飼育の困難さにより、特に深海性種については、その食性および遊泳行動に関する知見は乏しいのが現状である。この状況下、カイアシ類の口器付属肢の形態分析に基づく食性および遊泳行動の推定は有用であり、数多くの研究がなされてきた。しかし、過去の研究では、形態区分に形態計測学的手法を用いた例は少なく、客観的な指標が乏しいのが現状であった。本研究は、西部北太平洋亜寒帯域と北極海の表層から深海にかけて出現するカラヌス目カイアシ類各種について、摂餌や遊泳に用いる各付属肢の各部位を測定し、部位長の相関の強さをもとに各部位を機能の類似するグループに分類した。また、形態計測学的手法によりその形態的特徴を比較し、食性や分布水深、窒素・炭素安定同位体比との関係を調べた。

2004-2006 年の 5-8 月、2016 年 5 月に西部北太平洋の水深 0-7000 m、2016 年 7 月に北極海のチャクチ海の水深 0-2000 m からネット採集されたホルマリン固定試料より、カラヌス目カイアシ類各種の C5 期と成体をソートし、実体顕微鏡下で解剖し、各付属肢を封入したプレパラートを作成した。各付属肢は生物顕微鏡下で写真撮影を行い、画像解析ソフトを用いて付属肢の各部位長を測定した。計測部位は 38 ヶ所である。計測部位長は相関の強さに基づく階層クラスタリングにより分類し、グループ間での機能の違いを考察した。また、共分散行列を用いた主成分分析を行い、得られた主成分を形態的特徴の指標とし、既報の食性や分布水深と比較を行った。また、2016 年 5 月に西部北太平洋にて採集した脱脂乾燥動物プランクトン試料について、安定同位体分析を行い、安定同位体比の異なる群間で主成分の比較も行った。

計測部位は 4 グループに分けられ、それぞれ頭胸部、餌を保持する部位 (Mx2 と Mxp)、細長く突出した部位 (腹部と A2)、その他の部位 (A1 と Md、Mx1) が含まれていた。また、主成分分析では第 1 主成分が体サイズの、第 2-6 主成分が形態の指標と判断され、主成分によって有意差のみられた生態的特徴は異なっていた。食性間比較では、肉食性種において各主成分のばらつきが大きく、科間で特徴的な主成分は異なっていた。分布水深での比較では、0-500 m と 500-2000 m の間において主成分が有意に異なり、この傾向は粒子食性種とデトリタス食性種で顕著であった。安定同位体比での比較では、 $\delta^{15}\text{N}$ が低いグループの各主成分が特徴的であり、このグループには 0-500 m の粒子食性種が含まれていた。

計測部位の 4 グループのうち、外縁部の突出した部位は表面積を大きくすることによる浮遊適応の機能をもち、A1、Md、Mx1 は摂餌水流の形成や口器付属肢による遊泳と関連し

ていると考えられた。

肉食性種において、餌を保持する付属肢のうち Mx2 と Mxp の両方が大きい科と Mx2 が Mxp に比べて非常に大きい科がみられた。これは餌の保持に Mxp を使用するかどうかを反映していると考えられ、過去の研究と合致していた。また、待ち伏せ型の肉食を行うとされている科では A2 が大きかった。これは突出部が大きく沈降しにくいことによる、水流を形成しない定位遊泳の機能をもつと考えられた。

粒子食性種とデトリタス食性種では水深と安定同位体比によって形態が異なっていた。水深 0-500 m に分布する種に比べ 500-2000 m に分布する種において咀嚼部が小さく、Mx2 の刺毛が短く、Mxp が大きくなる傾向がみられた。両者の間で咀嚼部の形態も異なっており、その形態から 0-500 m の種は植食的、500-2000 m の種は雑食的であると判断された。また安定同位体比の比較から、0-500 m の粒子食性種は A1、A2、Md および Mx1 が特徴的であり、摂餌水流の形成に適した形態と考えられた。0-500 m の種は植食に特化し、摂餌水流を利用して Mx2 の刺毛により餌を保持すると考えられた。一方で、500-2000 m の種は Mxp による餌保持が中心であり、摂餌水流に頼らず様々な餌を柔軟に摂餌する上で適した特徴をもつと考えられた。全ての水深層にみられた *Metridinidae* 科は両者の中間的な形態的特徴をもち、多様な餌環境に適応したより柔軟な摂餌が可能であると推察された。加えて、これらの摂餌様式が異なる種間で摂餌する沈降粒子が異なると考えられ、沈降粒子の細分化による生物ポンプへの影響も異なる可能性が示唆された。

安定同位体比は栄養段階、有機物の起源および水深を反映した指標であり、500 m 以深では水深の影響が強く食性間では差がみられなかった。0-500 m では $\delta^{15}\text{N}$ が食性を反映しており、形態的特徴との関係も多くみられたが、 $\delta^{13}\text{C}$ は食性を反映していなかった。 $\delta^{13}\text{C}$ は栄養段階と対応した食性よりも、有機物の起源を強く反映していることが示唆された。

本研究による口器付属肢形態に関する統計学的解析は、食性、分布水深および安定同位体対比といった生態的特徴による差異を明らかにする上で有用であり、今後多方面への応用が期待される。

米田壮汰