

論文審査の結果の要旨

氏名 Casenove David

本論文は、無脊椎動物の一門である毛顎動物（ヤムシ）の化石記録と化石標本を詳細に検討することにより、この動物門の起源がどの時代まで遡るのかを調べ、現生毛顎動物との比較から、初期毛顎動物がどのような生活様式を有していたかを推論している。毛顎動物は海洋環境に生息する小型の肉食性の捕食動物で、そのバイオマスと優先度において、プランクトン生態系の中で重要な位置を占めている。従来、毛顎動物は化石記録からカンブリア紀初期にその起源が遡ることが明らかにされているが、ほとんど硬組織を持たないため、その化石記録は極めて断片的である。

本論文は4章からなる。第1章は現生の毛顎動物、とくにその形態と生態に関する研究のレビューである。ここではその後の化石毛顎動物の議論の基礎となる、現生毛顎動物の後生動物内での帰属や基本的構造、環境との関連、現生毛顎動物が底生のものと中層水に生息するプランクトン性のものに二分されることなどについて述べられている。

第2章では、従来の毛顎動物の化石記録のレビューを行い、特にプロトコノドントとされている化石の分類学的帰属について議論している。プロトコノドントはリン酸塩でできた針状の微細な化石であり、分類上の帰属が未定の動物群とされてきた。従来すでに行われている観察に加えて、走査電子顕微鏡、マイクロCT、透過型電子顕微鏡等による観察を行った結果、プロトコノドントの一部の種類にラメラ構造とその内部の繊維状構造を持つことが示され、現生毛顎動物の顎器と比較される構造を持つことが明らかになった。しかし現生毛顎動物の顎器に見られる層状構造の一部はプロトコノドントには欠けており、これは化石化過程で保存されなかったためと考えられる。またプロトコノドントは現生毛顎動物の顎器に見られないような多様な形態を示している。以上のような観察から、少なくとも一部のプロトコノドントを毛顎動物の顎器官 (grasping spine) と認定することが可能であり、またその形態の多様性から初期の毛顎動物は現生のものに比べて多様な機能性を有していたことが推測された。またカンブリア紀最初期にプロトコノドントのさまざまな種類が見られることから、毛顎動物の起源はカンブリア紀以前の、おそらく先カンブリア時代末期のエディアカラ紀に遡ることが推定された。

第3章は毛顎動物の生活様式に関するものである。現生毛顎動物種の8割は遠洋水にプランクトンとして生活し、2割は底生である。これらプランクトンと底生の毛顎動物の形態がどの程度、物理的環境に適応しているかを定量的に評価するため、動物体の形態的特徴をこれが生息する海水の粘性の物理的制約と対比させた。多変量解析の結果、底生のものと中層水にプランクトンとして生息するもの、そして海底付近にプランクトンとして生息するものの3つが明瞭に区別された。また全長に占める胴部の長さの比率が底生のものでは小さく、プランクトン性のものでは大きいこと、カンブリア紀初期から見つかった *Eognathacantha ercainella* はプランクトン性のものであることが明らかになった。このことからカンブリア紀初期の中層水的环境にプランクトンの生態系がすでに成立していたことが強く示唆された。

第4章は、新たに構築した「サイズ依存モデル」を用い、カンブリア紀前期の中層水に存在していた生物の食物連鎖網の復元を行ったものである。プランクトン生態系では捕食者があるサイズ幅の被食者を捕食するという単純なルールが存在すると仮定して選択関数をつくり、この選択関数によって、おのおのの捕食者にとって、その被食者のうちから実際に捕食することが可能な様々な獲物それぞれの比率を評価することが可能となる。この結果、カンブリア紀初期のプランクトン生態系では、現在の海洋環境のプランクトン生態系に見られるものと同程度の複雑な栄養段階が存在しており、毛顎動物は其中ですでに捕食動物として重要なニッチを占めていたことが示された。

以上のような3種類の異なるアプローチの結果、カンブリア紀初期に捕食性の毛顎動物が存在したことが、そのうち少なくとも一部はカンブリア紀初期に中層水でプランクトン性の生活様式を獲得していたことが、そして「サイズ依存モデル」から栄養段階の復元を行い、カンブリア紀初期の生物間の相互作用と階層構造が現在の海洋に見られるものと同様であったことが明らかになった。

なお、本論文の一部は後藤太郎・Vannier Jean・大路樹生との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析し、考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。これらの点から、審査委員会では全員がこの研究を高く評価し、本論文を博士（理学）の学位に受けるに値すると判断した。