

論文内容の要旨

論文題目 Systematic Study of the Order Euryalida (Echinodermata, Ophiuroidea)
from the Western Pacific

【西太平洋産ツルクモヒトデ目（棘皮動物門、クモヒトデ綱）の系統分類学的研究】

氏名 岡西 政典

クモヒトデ綱ツルクモヒトデ目は世界で4科48属185種が知られる動物群であり、その多くが主に100-2000 mの深海で、岩や、サンゴなどの他の動物に絡み付いて生活している。それゆえ移動性が低いと考えられているにもかかわらず、世界中の海域に分布しているという生態を持つ。また、腕が分岐するという特徴的な形態を持つ。しかしながら、海山の頂上などの海底地形の荒い場所に生息しているために標本を得るのが難しいことや、原記載に不十分な点が多いという経緯があることから、分類学的な研究が極めて立ち後れている。本目の科階級群の分類についての先行研究は形態のみに基づいており、分子系統解析によってこれが確かめられた事はない。そこで本研究では、こうした分類学的問題を解決し系統進化を明らかにするため、なるべく多くの種を用いた分子系統解析を行うことで、本目の科階級群の再編を行った。ならびに、本目の種の多様性が最も高い西太平洋海域をフィールドとして、タイプ標本の観察と、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた内部の骨片の観察も考慮した、種や属の詳細な分類学的再検討を行うとともに、本目の腕が分岐するという特徴的な形質に注目してその進化的な意義の考察を行った。

1. 核とミトコンドリア遺伝子に基づく分子系統解析

西太平洋海域を中心として、地中海、カリブ海、南極近海、マダガスカル近海などの世界中の様々な海域から収集した、4科30属83種のツルクモヒトデ目を内群とした分子系統解析を行い、新たな。遺伝マーカーとしては棘皮動物の科や属間の系統関係の推定に有効であることが示唆されている核の18S rRNA、ミトコンドリアの16S rRNAおよびCOI遺伝子領域の合計2917 bpを用いて、ベイズ法および最尤法による解析を行った。その結果、①キヌガサモヅル科+テヅルモヅル科、およびタコクモヒトデ科+ユウレイモヅル科の2つのクレードが認められる、②タコクモヒトデ科は側系統群となり、それ以外の科は単系統群である、③タコクモヒトデ科+ユウレイモヅル科はこれまでの分類体系とは異なる3つのサブクレードに分かれる、④テヅルモヅル科は3つのサブクレードに分かれる、ということが明らかとなった。

分子系統解析の結果認められた各クレードを形態的に識別するため形態の精査を行った。かつてタコクモヒトデ科+ユウレイモヅル科は Trichasteridae という1つの科にまとめられていたという経緯があるものの、テヅルモヅル科+キヌガサモヅル科に関しては、歯板の形態の類似性が示唆されているのみで1つのタクソンとしてまとめられたことはない。本研究ではこれに加え、新たに歯の形状の違いを用いることで、この2つのクレードが分けられることを認めた。ユウレイモヅル科とタコクモヒトデ科は、腕骨の口側に Oral bridge の有無によって分けられていたが、分子系統解析の結果、Oral bridge を持つことからタコクモヒトデ科に分類されていた *Astrobrachion* 属が、Oral bridge を持たないことが特徴とされていたユウレイモヅル科とサブクレードをなし、単系統となった。形態を精査の結果、*Astrobrachion* 属とユウレイモヅル科は、①側腕板が腕の口側で離れる、②各触手孔に生じる腕針の数が基部近くで2本となる、という明瞭な特徴を共有することが認められたため、このサブクレードを新たなユウレイモヅル科として再定義した。また、*Astrobrachion* 属以外のタコクモヒトデ科はこれまで認識されたことのない2つのサブクレードに分けられたが、これらは①輻楯の層構造、②体表面の皮下骨片の形態、といったこれまで注目されてこなかった形質で識別できることが明らかとなった。テヅルモヅル科内に認められた3つのサブクレードのうち、1つは歯の配置、生殖裂孔の形状と配置の違いなどからかつて提唱されたテヅルモヅル亜科に一致するが、残りの2つのサブクレードは本研究で初めて認められた。本研究により、これらのサブクレードは、多孔体の配置という形質によって明瞭に識別できることが明らかとなった。

このように分子系統解析による結果と形態分類学的知見の両者を取りまとめることにより、ツルクモヒトデ目内に2上科(テヅルモヅル上科[新上科]、ユウレイモヅル上科)、5科(テヅルモヅル科、キヌガサモヅル科、ユウレイモヅル科[新定義]、タコクモヒトデ科[新定義]、ヒメモヅル科[新科])を設け、このうちテヅルモヅル科内に3亜科(テヅルモヅル亜科、フシモヅル亜科[新定義]、コブモヅル亜科[新亜科])より成る新しい分類体系を提唱した。

2. 形態に基づく西太平洋産ツルクモヒトデ目の分類学的研究

国立科学博物館の所蔵標本、新規に採集した標本および各国博物館に所蔵してあった標本を併せて約 2400 個体を詳細に観察するとともに、6 カ国 8 研究機関に所蔵されている、43 属 117 種（現生種の約 62%）のタイプ標本との比較を行った。SEM により骨片の詳細な観察を行ったところ、例えばタコクモヒトデ科では皮下骨片の形状や腕骨の表面にある微細な突起などといった成長に左右されない安定した分類形質を認め、西太平洋産の種の中に 11 種の同種異名と 1 属の同属異名を確認した。さらに観察した標本の中に新属を含む 6 新種を認め、33 属 118 種が知られていた本海域におけるツルクモヒトデ目は全体で 33 属 112 種に整理された。これらの種のうち、標本を観察できた種については、体の各部位の詳細な写真を与えた。外部形態に乏しく特に分類が混乱していたタコクモヒトデ科とヒメモヅル科（新科）については、従来示されてこなかった体表面の微小な骨片の大きさの計測値を可能な限り加えた。また、これまで研究者によって呼び方が異なり統一されていなかった形態学的な用語の整理も行った。この結果、分類の混乱のもととなっていた外部形態に拠る記載を一新し、今後の本目の分類記載の規範を示した。

本研究によって整理された系統分類体系に基づき、本目において特徴的にみられる腕の分岐の進化を考察した。分子系統樹から、腕の分岐する種は多系統で、派生的なグループであることが明らかとなった。外群に用いたクモヒトデ目の種は腕が分岐せず単一であることから、本目の祖先は腕が単一な種であり、腕の分岐は、目内の各系統群において複数回にわたって独立に獲得されたことが強く示唆された。また、西太平洋海域に生息するツルクモヒトデ目に関して、既知の文献情報と国内外の標本の採集地点情報の併せて約 950 件をとりまとめたところ、腕が分岐する種は約 2000 m から 0 m までのほぼすべての深度に分布しているのに対して、腕の分岐しない種は約 4000 m までの分布があるものの、約 40 m 以浅には分布していない傾向がみられた。ここから、腕が単一で深海起源の本目の中から、派生的に腕の分岐を獲得した種が浅海へと進出できたと考察された。