

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	牧野 智久
論文題目	Study on phylogeography and species taxonomy of <i>Ateuchosaurus pellopleurus</i> (Reptilia, Squamata, Scincidae) (ヘリグロヒメトカゲの系統地理および種分類に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>琉球列島の陸生爬虫類は、その種多様性の高さから歴史生物地理学および分類学の研究対象となってきた。特に、トカラ海峡を北限とする列島中部（中琉球）の爬虫類は高い固有性を示し、その多くが後期中新世頃に起源をもつことが判明している。また、中琉球固有爬虫類の多くは奄美諸島と沖縄諸島の間で大きな遺伝的分化を示し、それにより種分類が見直されてきた。その一方で、中琉球には周辺地域にも広く分布する在来両生爬虫類もあり、その地理的変異パターンは中琉球固有要素とは異なる様相を示すことが知られている。</p> <p>ヘリグロヒメトカゲ <i>Ateuchosaurus pellopleurus</i> (Hallowell, 1861) は琉球列島北部および中部に分布するトカゲ科の動物で、中琉球固有要素に準ずるものとして扱われてきた。しかし、本種はトカラ海峡の北側にも分布するほか、外部形態の地理的変異が中琉球固有種の一般的な変異パターンとは異なる様相を示しており、その生物地理学的位置に疑問を投げかけていた。加えて、本種は原記載以降基本的に単一種とされてきたが、他の固有要素で高い遺伝的多様性を踏まえた分類学的改訂が相次いでいることから、本種も複数種で構成される可能性を有していた。そこで、本種の歴史生物地理学的位置の評価と種分類の検討を行うために、系統地理学的研究と分類学的研究を行った。</p> <p>第1章では、分布域全体から得られた標本を使用して、ミトコンドリアDNAと核DNA各1領域に基づいて地域集団間の系統関係の推定と各地域における集団遺伝学的特徴の解析を行った。その結果、トカラ海峡周辺の島嶼集団は海峡南側の島嶼集団からのごく最近の創始者イベントによって形成されたと推定され、本種が本質的には中琉球固有要素の一つであることが初めて明確に示された。また、7遺伝子座の核DNA塩基配列データを用いた系統解析の結果、本種と姉妹種の分岐は中新世において生じたと推定され、本種は多くの中琉球固有爬虫類と同一の起源をもつことが明らかになった。姉妹種の分布域が東シナ海を挟んだ中国南部に位置することから、本種を含む中琉球固有要素が、沖縄トラフの形成などによるこの地域の隔離によって成立したと結論付けた。また、この解析により奄美諸島以北と沖縄諸島の集団間の著しい遺伝的分化が明らかになり、それぞれを別種として分類学的に区別すべきであると結論付けた。</p> <p>第2章では、これらの分類学的地位を解決するため、レクトタイプ指定によって狭義の <i>A. pellopleurus</i> を奄美諸島以北に分布する種に限定し、沖縄諸島の種については <i>A. okinavensis</i> (Thompson, 1912) を復活させた。そして形態的変異を精査して、体鱗と色彩におけるこれら2種の差異を明らかにし、それぞれの判別形質を再定義した。</p>			

第3章では、第1章において沖縄島の内部の遺伝的分化など顕著な地理的変異が示唆された*A. okinavensis*内の遺伝的構造を、ゲノムワイドSNPに基づく集団遺伝学的解析により詳細に調査した。その結果、沖縄島の南北2集団の間で不連続な地理的変異が確認され、それぞれの集団が生殖隔離の成立した独立種であることが示された。また、沖縄諸島の伊平屋島と久米島の集団にも著しい遺伝的独自性が認められたため、それぞれ別種として扱うべきと判断した。したがって、ヘリグロヒメトカゲが単一種であるとの従来の認識を一新し、5種から構成されると結論付けた。

(論文審査の結果の要旨)

生物相の形成過程の解明には、当該地域の種多様性、分布域、近縁種との系統関係、そして分岐年代推定の結果といった多岐に渡る知見を統合する必要がある。特に例外的な分布パターンや近縁種との分岐パターンを示す種の、歴史生物地理学的特性を明らかにすることは、当該地域の生物相形成過程を詳らかにすることにつながる。申請者は、琉球列島固有の爬虫類の中でも、例外的分布パターンを示すヘリグロヒメトカゲに着目し、その系統地理学的特性と集団遺伝構造の解析から、ヘリグロヒメトカゲの歴史生物地理の解明と、琉球列島の爬虫類相形成史の推定に取り組んだ。ヘリグロヒメトカゲは、中琉球、すなわち奄美諸島と沖縄諸島に分布する一方、上三島とトカラ列島という、北琉球と呼ばれる琉球列島北部に位置する一部島嶼にも生息している。本種の分布域は、北琉球と中琉球の生物相の境界として知られる渡瀬線を越えており、従来より生物地理学的に着目された種であった。

申請者は、第一に、分岐年代推定によって、ヘリグロヒメトカゲとその姉妹種の分岐が漸新世から中新世に位置することを明らかにした。中琉球固有爬虫類の多くは、その起源が後期中新世に位置すると推定されており、本種が中琉球固有爬虫類の多くとその分岐年代を共有することが判明した。さらに、本種分布域を網羅した試料による分子系統解析ならびに分岐年代推定と集団遺伝学的解析によって、本種は著しい遺伝的分化を示す奄美諸島集団と沖縄諸島集団の2集団に分かれること、そして渡瀬線を越えた北琉球集団は、最近の急速な分布拡大によって形成されたことを明らかにした。この結果は、ヘリグロヒメトカゲが多くの中琉球固有爬虫類と共通の歴史生物地理学的背景を有する種であることを示すものである。申請者は、中新世起源の中琉球固有爬虫類が、沖縄トラフの形成による当該地域の隔離という、同一の地史的要因によって成立したと結論付けた。

さらに、申請者は、ヘリグロヒメトカゲの奄美諸島集団と沖縄諸島集団それぞれについて、形態形質の詳細な検討と、名義種のタイプ標本を精査し、両集団の分類学的地位の検討を行った。結果、奄美諸島集団をヘリグロヒメトカゲ、沖縄諸島集団をオキナワヘリグロヒメトカゲとして、2集団の分類学的帰属を確定させた。

分子系統解析の結果は、オキナワヘリグロヒメトカゲが更に遺伝的に分化した4集団に分かれることを示していた。したがって、申請者は、GRAS-Di法によりゲノム全体から縮約された一塩基多型配列の解析を行い、これら地域集団間の遺伝的分化を解析した。その結果、本種が4つの地域集団からなることが支持され、さらに、沖縄島島内の北と南に分布する2集団において、狭い交雑帯が存在し、遺伝子流動が制限されていることが示された。このことは、沖縄諸島の離島域に分布する残り2集団それぞれの独立性も強く示唆するものであった。したがって、申請者は、オキナワヘリグロヒメトカゲに見られる4地域集団を、それぞれ独立した種と見なせると結論付けた。

本研究では、分布パターンの解明や、分岐年代推定に加えて、地域集団の集団遺伝構造を詳細に検討することで、琉球列島に生息するヘリグロヒメトカゲ類の歴史系統地理学的特性の詳細を解明し、沖縄島島内でのさらなる集団の分化様式を示した。したがって、琉球列島に生息する陸生動物の種多様性と動物相形成過程の解明に寄与する研究と判断されると共に、島嶼性動物の種分化様式や進化過程解明につながる成果であるとみなせる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和5年1月18日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： _____ 年 _____ 月 _____ 日以降