

## 論文審査の結果の要旨

氏名 元陳 力昇

本論文は 6 章からなる。第 1 章は序論、第 2 章は日本産キセルガイ類の全ての属・亜属を含めた分子系統解析と新分類体系の提唱、第 3 章は日本産種のほぼ全種を網羅した分子系統解析と分類の再検討、第 4 章は網羅的分子系統解析にもとづくキイツムガタギセルの分子系統地理学的研究、第 5 章は分子系統にもとづくヒロクチコギセル種群の分類学的再検討、第 6 章は総合的な結論が述べられている。

キセルガイ科は、日本で最も多様に分化した陸産貝類の一科で、約 180 種の固有種が知られる。キセルガイ類は貝殻の内部にラメラやプリカと呼ばれる複雑な襞状構造があり、その形態にもとづいて種および属の分類が行われている。日本産キセルガイ類では 39 もの属または亜属が提唱されているが、その分類は研究者ごとに大きく異なり、種間の系統関係は全く不明であった。

論文提出者は博士課程の研究において、日本産キセルガイ類のほぼ全種について、核 ITS 領域・ミトコンドリア DNA を用いた網羅的分子系統解析を実施した。その結果、従来認識されてきたほぼ全ての属・亜属が単系統群ではないことを明らかにした。また、各種の形質状態の分布を分子系統樹と対応させ、従来の分類で重要視されたラメラやプリカの殻形態を始めとして、全ての分類形質に平行進化が頻繁に生じていることを明らかにした。一方で、種間の系統関係は殻形態よりも地理的分布を反映する場合が多いことも示した。本論文では分子系統解析の結果にもとづいて属レベルの分類体系を全面的に変更し、日本産全属の再編と再定義を行った。その結果、日本産キセルガイ類は 1 新属 3 新亜属を含む 7 属 26 亜属に再編され、一部の台湾産種についても新属を提唱した。この成果は、従来のどの分類体系よりも正確に進化系統を反映する新分類体系を提唱した点で画期的であり、今後も本科の自然史学的研究の基盤となることは間違いない。

本論文では従来認識されてきた多くの種の単系統性が支持されないことも明らかとなり、多数の隠蔽種の存在が示唆された。論文提出者は広域分布種キイツムガタギセルについて、分布域を網羅するようにサンプリングされた 51 個体を用いて詳細な分子系統解析を行った。その結果、キイツムガタギセルには遺伝的

に分化した 8 つの系統が存在し、その中には少なくとも 6 つの生物学的種が含まれている可能性が示唆された。これまでキイツムガタギセルは広域分布種とされ、保全の対象となっていなかった。しかし、本研究で発見された隠蔽種の分布範囲は狭く、いずれも種多様性保全の対象となることが判明した。本研究は、今後のキセルガイの種多様性保全における新たな指針をもたらした点で高く評価できる。

さらに本研究は、樹上性の絶滅危惧種であるヒロクチコギセル・トカラコギセルの両種の間には遺伝的な分化がほぼ見られないという驚くべき知見も見出した。ヒロクチコギセルは通常のカセルガイとは異なり、閉弁やプリカがなく、ラメラの発達も悪いことから独立の属とされ、トカラコギセルとは別属別種として長らく扱われてきた。しかし、この両種は遺伝的に区別できず、さらにハプロタイプネットワーク解析の結果、ヒロクチコギセルに見られる閉弁やプリカの二次的な消失がトカラコギセルの複数の系統において独立に生じたと考えられた。この成果は、これまで報告されてきた殻形態と系統が一致しない例の中でも他に類を見ないほど著しいものであり、きわめて短期間の間に殻形態が大きく変化しうることを立証した実例である。この両種は閉弁やプリカを形成する遺伝子を特定する上で重要なモデルになると考えられ、進化生物学や貝殻構造の形成メカニズムの解明に大きく貢献することが期待される。

なお、本論文の第 2 章は Min Wang・上島励との共同研究、第 3 章～第 5 章は上島励との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験および解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。