

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	胡 宜峰
論文題目	Morphological and Evolutionary Variations in Bats: Insights into Interspecific and Intraspecific Divergence（コウモリにおける形態的および進化的変異：種間および種内分化への洞察）		
（論文内容の要旨） コウモリ類からなる翼手目は、哺乳類の中で2番目に多くの種を有する目であり、多様な生息地や食性に対する驚くべき適応能力を示す。その行動および食性の多様性は、新たな生態学的機会に応じた多様な形態的特徴の急速な進化の結果、生じたと考えられる。本論文では、こうした進化プロセスを解明するため、頭骨形態の変異と進化を、分子系統解析および形態比較を統合したアプローチを通じて探求した。本論文は、アジアの広範囲に分布し、形態進化に起因する理解の困難さが進化の研究に大きな影響を与えている代表的な2つのコウモリ群、すなわちユビナガコウモリ（<i>Miniopterus</i>）属（洞窟生息コウモリとして最も一般的）とハットンテングコウモリ（<i>Murina huttoni</i>）（森林生息コウモリとして一般的）を対象として。本論文は、それぞれにおける形態多様性と適応進化を駆動するメカニズムを検討した。 第2章では、中国におけるユビナガコウモリ属の分類、分布、形態変異を再評価するために、分子系統解析、種分布モデル、形態比較、決定木アルゴリズムを統合した研究を行い、3種（<i>Mi. fuliginosus</i>、<i>Mi. magnater</i>、<i>Mi. pusillus</i>）の系統関係と生態的および形態的適応を明示した。<i>Mi. fuliginosus</i>は広範な分布を示したのに対し、<i>Mi. magnater</i>は緯度、降雨、気温に分布が制約されていた。これらの分布パターンは、それぞれのニッチ進化に関する貴重な洞察を提供し、保全の必要性を強調した。形態解析により、吻部、前頭部、聴胞、脳頭蓋、下顎などにおける顕著な種間差異が確認され、異なる生態的ニッチや採餌戦略を反映していた。分類キーを用いることで、ユビナガコウモリ属の3種を識別するための有効な形質を示した。 第3章では、中国と日本における<i>Mi. fuliginosus</i>の種内変異を調査し、形態的および分子系統的解析を行った。中国と日本の集団間に形態的な差異が確認され、中国の集団の体サイズが日本の集団よりも大きいことが明らかにされた。これらの差異は、資源利用戦略や飛行能力の違いを反映していると考えられる。また、頭蓋の地理的パターンが下顎よりも顕著であり、頭蓋と下顎が異なる選択圧を受けていることが示唆された。 第4章では、ハットンテングコウモリの性差と系統地理学を調査し、性的二型のメカニズムを検討した。雌性優位の性的サイズ二型が確認され、雌が飛行中に子を運ぶことと関連した翼形態をもつことが示唆された。系統地理学的解析では、雄が分散する一方、雌が留住性を示す傾向が確認され、これが雌の繁殖成功を高め、性間の生態的ニッチの分離を促進することが示唆された。これにより、ハットンテングコウモリの性的サイズ二型は、主に「Big Mother」仮説と「Reduced Resource Competition」仮説に密接に関連する多面的な要因によって駆動されていると考えられた。 本論文は、伝統的な形態計測、頭蓋幾何学的形態解析、分子遺伝学、種分布モデリング、機械学習アルゴリズムなど、包括的な統計分析を統合し、コウモリにおける種間進化と種内進化を体系的に解明した。コウモリ類は種間、種内、性的サイズ二型の複雑な形態的変異を示し、それらが飛翔というコウモリ独自の移動様式と関連した過			

去の進化過程によって形成されたことが示唆された。本論文は、コウモリの形態的多様性と適応進化のメカニズムを解明する上で、多様な解析手法を統合的に用いることが重要であることも示した。

(論文審査の結果の要旨)

コウモリ類からなる翼手目は、哺乳類で2番目に多くの種を有する目であり、多様な生息地や食性に適応している。一方で、そうした形態的特徴の進化プロセスについては未解明な点が多い。本論文では、飛翔という独自の移動様式を獲得したコウモリ類における外部形態や頭骨形態の変異と進化を、分子系統解析と形態解析を統合したアプローチを用いて探求した。アジアに広域に分布する洞窟性のユビナガコウモリ属と森林に生息するハットンテングコウモリを対象に、種間・種内にみられる形態の多様性と適応進化を駆動するメカニズムの解明を目指した。

第2章では、中国におけるユビナガコウモリ属の分類、分布、形態変異を明らかにした。分子系統解析と形態変異解析をもとに、中国に3種のユビナガコウモリ属が分布することを明らかにした。大型の*Mi. magnater*と中型の*Mi. fuliginosus*はサイズが重複するが、分子系統解析、種分布モデル、形態比較、決定木アルゴリズムを統合した研究により、3種の分布、形態の種間差異、識別に有効な形質が明らかにされた。混乱が見られたユビナガコウモリ属の種分類への貢献が高く評価できる。また、中国南部に3種のユビナガコウモリ属が分布することを明確に示したことは、洞窟に生息するコウモリ類のニッチ進化の理解や保全につながる重要な知見といえる。

第3章では、日本と中国における*Mi. fuliginosus*の種内変異を形態的および分子系統地理学的解析により明らかにした。日本と中国の間で遺伝的分化が認められないのに対して、中国の集団の体サイズが日本の集団よりも大きいことを明らかにしたことは、コウモリ類の地理的分化パターンが遺伝子と形態で一致しない事例として興味深い。コウモリ類の飛翔能力が日本と中国の間での遺伝的交流に関連する一方で、生息地の異なる環境によって日本と中国の間で体サイズに違いが生じたとした議論は、洞窟性コウモリ類の地理的変異や系統分類の理解につながる成果といえる。一方で、頭蓋と下顎で地理的パターンが異なることは、餌動物などに対する選択圧が頭蓋と下顎で異なることを示唆した興味深い知見といえる。

第4章では森林に生息するハットンテングコウモリの性的サイズ二型を遺伝的解析と形態的解析を統合的に行うことで解明した。雌性優位の性的サイズ二型がみられ、翼形態では雌雄で異なる飛行様式、雌が飛行中に子を運ぶこと、に適した形態を持つことが示された。一方で頭骨形態では雌が大きく頑強な頭骨と歯列を持つことが示され、雌雄で食性が異なることが示唆された。遺伝子に基づく系統地理学的解析からは、雌雄で分散様式が異なり、雄が分散する一方、雌が留住性を示す傾向が確認された。このことからハットンテングコウモリの形態に見られる性的サイズ二型は雌雄で異なる育子、餌資源の利用、飛行様式、分散様式などが関わる多面的なメカニズムによって駆動されているとの議論が行われ、これは既存の性的サイズ二型のいくつかの仮説を統合するものとして高く評価できる。

本論文は、コウモリにおける種間進化と種内進化を包括的・体系的に解明し、形態的多様性と適応進化のメカニズムを、コウモリ類が独自に獲得した飛翔能力に着目し

て理解したもので、種多様性理解の発展に大きく寄与するものといえる。

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7年1月14日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降