



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Evolution in the Mesozoic Diving Birds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	田中, 公教
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第13912号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78397
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Tomonori_TANAKA_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士 (理 学) 氏 名 田 中 公 教

学 位 論 文 題 名

Evolution in the Mesozoic Diving Birds
(中生代における潜水鳥類の進化)

生物の新しい環境への進出と適応は革新的な進化現象であり、適応放散を引き起こす要因となる。四肢動物の進化史では、陸上から水中へ生活様式を大きく変える2次的水生適応が複数回生じているが、化石記録の希少性から、陸から海への進出に関連した形態進化のプロセスとパターンについての理解は大きく妨げられてきた。近年、中生界から多くの鳥類化石が報告され、これらの化石には、陸生、淡水生、海生にいたる形態進化が段階的に記録されている。すべての水鳥は「真鳥形類」に分類され、真鳥形類の化石は四肢動物の生息環境の変化に伴う形態進化の理解に新たな洞察を提供する。本研究では、まず(i)真鳥形類の水生適応に関わる形質を含めた新たな形態データセットを設立し、これをもとに(ii)無飛翔化と水生適応による前肢と後肢の相関進化、(iii)体サイズ進化の傾向とその要因の考察から形態の進化プロセスを復元し、(iv)陸上から淡水や海洋への生活環境の変化に伴う形態進化の割合を解析することで、真鳥形類の水生適応における進化プロセスとパターンの復元を試みる。

(i) 鳥類の水生適応に関わる形質を総括し、真鳥形類化石の詳細な形態的な比較をもとに、新たな形態データセットを構築した。系統解析の結果、陸生は基盤的で、淡水生はより派生的な系統的位置であることが明らかとなり、海生のヘスペロルニス目は新鳥類+*Ichthyornis*の単系統の姉妹群となった。また、中生代潜水鳥類の多様性を認識するため、アジアと北米から産出した4つの鳥類化石を分類・記載した。その結果、これらはいずれもヘスペロルニス目に属し、うち3つは新たな分類群である可能性が示唆された。

(ii) 水生適応に関連する形質から中生代の真鳥形類の水泳能力を推定し、さらに無飛翔化と水生適応の進化に伴う前肢・後肢の形態進化に相関があるかどうかを調査した。*Gansus yumenensis* は現生鳥類に類似した力強い飛翔力を有し、近縁の淡水生鳥類よりも水生適応が進み、表面水泳から抵抗力ベースのパドルングを用いた後肢性潜水への過渡的な形態を示す後肢をもつ。海生のヘスペロルニス目は発達した緻密質をもつ骨格を有し、飛翔力の弱い、もしくは失われたことを示す前肢と潜水に特化した後肢をもつ。より派生的なヘスペロルニス科は無飛翔化を示す前肢と潜水のためさらに洗練された後肢をもち、高速かつエネルギー効率の良い揚力ベースのパドルングを行った。系統ロジスティック回帰分析の結果、無飛翔化と水生適応に関わる形態進化には相関があることが明らかとなり、水中での安定器や舵とりとしての機能が上腕骨から第IV趾へと移行した可能性が示唆された。

(iii) 顕著な大型化がみられる白亜紀の海鳥ヘスペロルニス目に注目し、その体サイズ進化の傾向とタイミング、それを引き起こした要因について考察した。この研究では、現生鳥類の骨格計測値から、後肢推進性潜水鳥類の体重を推定する方法を確立した。ヘスペロルニス目は白亜紀の北半球に広く分布した海鳥で、様々な体サイズの分類群が知られる。このグループの体サイズ進化の傾向を系統の中で調査した結果、進化の後期に大型種が出現し、より長く深い潜水が可能

となったことを示した。また、大型化の傾向は後期サントニアン期から初期カンパニアン期に起こっており、白亜紀の気候変動と比較すると、寒冷化と大型化の間には明確な相関は見られない。ヘスペロルニス目の大型種は内陸海に限定されて発見されるため、大型化は内陸海の高い海洋生産量によって引き起こされた可能性が考えられる。

(iv) 陸上から淡水や海洋へ進出する生息環境の変化が、進化率や形態多様性にどのような影響を与えたのかを定量的に調査するため、陸生、淡水生、海生の真鳥形類の進化率と形態多様性を解析・比較した。その結果、陸生と淡水生との間には進化率の変化や顕著な形態学的差異はみられず、海生の形態多様性は陸生、淡水生よりも顕著に高く、明確に区分された。さらに、海生のヘスペロルニス目の枝の基部、および系統内で2度の進化率の顕著な増加が認められた。これらのことから、初期鳥類の淡水域への進出は漸移的であったのに対し、海域への進出は急激に生じたことが分かった。またヘスペロルニス目では、海洋生態系へのさらなる適応のため短期間で急激な形態進化が生じたと考えられる。