



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	FUNCTIONAL MORPHOLOGY, DEVELOPMENTAL BIOLOGY, AND EVOLUTION OF FOOT MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN THE THEROPOD DINOSAUR-BIRD TRANSITION [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	久保, 孝太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15746号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92491
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kohta_Kubo_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 久保 孝太

学位論文題名

FUNCTIONAL MORPHOLOGY, DEVELOPMENTAL BIOLOGY, AND EVOLUTION OF FOOT
MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN THE THEROPOD DINOSAUR-BIRD TRANSITION
(機能形態と進化発生学から探る獣脚類から鳥類への進化的移行における足部筋骨格系の進化)

四肢動物類は、その四肢形態、特に手や足である自足領域を多様化させ、様々な環境へ適応放散を果たした。中でも鳥類は、四肢形態の劇的な変化を伴う飛翔化で、翼である前肢だけでなく、後肢・足部形態の進化がおきた。その祖先的な爬虫類と鳥類の間で、足部筋骨格系の解剖学的な違いがある。爬虫類では足部領域に筋肉が収まる内在性足部筋と骨が並列に並んだ板状配列であるのに対し、鳥類は外在性足部筋を多く持ち、骨格は束状に配列された細長い形態である。しかし、鳥類系統における足部の進化過程はわかっていない。化石記録から、鳥類は獣脚類恐竜の一群として派生してきたことがわかっており、その進化過程で後肢・足部形態は大きく変化した。また鳥類は、飛翔・離陸時に助走や枝を蹴り上げるような、移動能力の向上に伴う足部骨格の強化が必要であったと考えられる。本研究は、古脊椎動物学・進化発生学的視点から、「獣脚類恐竜及び鳥類の足部筋骨格系と移動能力の進化史」の解明に取り組んだ。

獣脚類恐竜から鳥類への進化過程の追跡には、その化石記録に基づく解剖・系統学的フレームワークの構築が必要である。また鳥類を含む獣脚類・コエルロサウルス類はその追跡に重要な一群であるが、その中には包括的な記載が行われていないものも残されている。そこで、本研究では、その一群であるアルバレツサウルス類のモンゴル・バルンゴヨット層産の新標本に着目した。本標本の包括的な記載を行い、その骨格から複数の固有形質を見出し、新属新種であることが明らかにした。またその足部骨格は、鳥類にも見られる束状配列を持っていた。さらにその保存された姿勢が鳥類の定型的な休眠姿勢と一致していることから、鳥類の休眠行動の起源が従来考えられたよりも、はるか以前の獣脚類恐竜の段階にあることを示唆した。

足部骨格の束状配列化は、アルバレツサウルス類を含むコエルロサウルス類のいくつかの系統で知られている。そこでこの研究では、束状配列の足部骨格を、(1) 第3中足骨が近位に向かって足裏側へ斜めに入り込むこと、(2) 近位で第2、4中足骨が接し、第3中足骨の背側面を覆うこと、の2点の特徴で新たに定義した。この骨格配列は、鳥類系統において、始祖鳥のような絶滅した鳥群で獲得されたわけではなく、より派生的なクレードで進化した可能性がわかった。従って、コエルロサウルス類の6系統で収斂的に足部骨格の束状配列化が起きたことを示した。またその強度を解析した結果、束状配列の方が祖先的な板状配列よりも高いことがわかり、走行のような足部への荷重が大きい運動に適応的であることを示唆した。

次に足部骨格の束状配列化の進化背景を探る一環として、その発生要因に着目し、鳥類の足部筋骨格系の発生学的解析を行った。結論として、爬虫類では内在性だった足部筋が、発生過程で二次的に筋部が外在化することで、鳥類特有の外在性の足部筋が進化したことがわかった。また、その変化と同調して、骨格配列が板状から束状へ変化したため、足部領域の空間の大部分を占める足部筋が外在化したことで、骨格の配列変化を許容した可能性が明らかとなった。少なくとも鳥類系統では、束状配列化は足部筋の外在化が起源であり、コエルロサウルス類の絶滅した

各系統でも鳥類型の外在性足部筋の獲得に伴った同様のメカニズムでおきた可能性を示唆した。

最後に束状配列化のような移動進化に関わる進化がおきた外的要因を探るべく、後肢・足部の移動能力に関わる形質の進化及び時代的傾向の解析を行った。その結果、非鳥類コエルロサウルス類の 5 系統で、走行適応に関わる後肢の要素長の変更と束状配列化が白亜紀中頃（1.2-0.9 億年前）に全て起きたことが明らかとなった。この期間は、被子植物の台頭をはじめ、サバナ気候のような開放的な植生が優勢になった可能性が指摘されており、これらの獣脚類恐竜の走行適応の進化的駆動要因であった可能性が示唆された。

以上の成果は、機能・発生・環境的要因から、爬虫類・恐竜類から鳥類への足部筋骨格系の進化を明らかにした。