

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：32663

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14600

研究課題名（和文）筋骨格構造の特徴に基づくキリンの「ネッキング行動」の起源の解明

研究課題名（英文）Elucidating the origin of necking behavior in giraffes by focusing on the musculoskeletal structure

研究代表者

郡司 芽久（Gunji, Megu）

東洋大学・生命科学部・助教

研究者番号：80833839

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、現生キリンの首の筋構造および骨格形態を詳細に観察し、ネッキングと密接に関連した形態形質の特定を行い、得られた知見を化石に応用することで、絶滅したキリン類がネッキングを行っていたかを明らかにすることを大目的とした。新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、海外での調査が制限されたこともあり、化石種への応用までは実現しなかったものの、現生キリン科の筋骨格システムの解剖学・形態学的知見を蓄積し、ネッキングに関連した筋構造の変化の特定に至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

キリンの長い首の進化要因については、自然選択説や性選択説に準拠する仮説がいくつか提示されているが、未だ統一した見解が得られていない。特に性選択説の根拠となる、キリンのオス特有の種内闘争行動「ネッキング」については、いつ・どういった種で獲得されたのかが不明であり、この行動が首の長さを与えた進化的な影響については慎重な議論が必要である。本研究では、当初の目標であった「ネッキング」の起源の解明にまでは至らなかったものの、ネッキング行動と関連した筋骨格システムの派生的変化の特定に至った。こうした成果は、今後化石種の行動を復元する上で役立つことが期待される。

研究成果の概要（英文）：The main objective of this study was to determine whether extinct giraffids were necking, by detailed observation of the musculature and skeletal morphology of the neck of extant giraffids, identifying morphological traits closely related to necking, and applying the findings to fossil species. Although the application of the findings to fossil species was not achieved, partly due to restrictions on overseas research following the spread of the new coronavirus, we accumulated anatomical and morphological knowledge of the musculoskeletal system of extant giraffids and were able to identify changes in muscle structure associated with necking.

研究分野：比較形態学

キーワード：筋骨格システム 古生物 進化 キリン

1. 研究開始当初の背景

「キリンの首はなぜ長いのか？」

この疑問は、数多くの進化生物学者を惹きつけてきた長年の問いである。この問いに対する答えは、自然選択説や性選択説に準拠する仮説がいくつか提示されているが、キリンの長い首の進化要因については未だ統一的な見解が得られていない。これは、絶滅したキリン類の首の長さや運動機能に関して依然として多くの謎が残されていることが大きな要因である。特に性選択説の根拠となるオス特有の行動「ネッキング」については、いつ・どういった種で獲得されたのかが完全に不明であり、この行動が首の長さに与えた進化的な影響については慎重な議論が必要とされている。そこで本研究では、ネッキングに関連した骨格の形態学的特徴を特定し、化石種に応用することでネッキングの起源を明らかにすることを目的とする。その上で、近年の研究で解明されつつある化石キリン類の首の長さの変遷と併せて議論することで、ネッキング行動の獲得と首の伸長進化の関連性を評価する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ネッキングに関連した頸部骨格の形態学的特徴を特定することにより、絶滅したキリン類がネッキングを行っていたかどうかを明らかにすることである。

3. 研究の方法

本研究では、現生キリン類の頸部筋骨格構造を手がかりとして、ネッキングに関連した頸部骨格の形態学的特徴の特定し、絶滅種の首の運動機能の復元を目指す。そのために、ネッキングを行う唯一の種として知られるキリンと近縁他種の肉眼解剖を実施し、頸部筋骨格構造を比較し、キリンのみで見られる形態学・解剖学的特徴の特定を行う。本研究では、筋構造だけでなく、頸部背側に発達する項靭帯、椎体関節に存在する椎間板に着目し、形態・構造の比較を実施した。また、幾何学的形態計測法を用いた頸部骨格形態の雌雄差の定量的評価を実施した。

4. 研究成果

筋構造の比較により、キリンでは、頸部の側屈を担う複数の筋肉の付着部の位置が変化し、モーメントアームが増大していることが明らかになった。このことは、キリンの頸部は側屈運動を効果的に実施できるような筋構造をしていることを示唆する。さらに、幾何学形態解析により、当該筋肉の付着部には明確な雌雄差が存在し、オスでは付着部が顕著に隆起することが示された。こうした知見を化石種に応用することで、従来では類推することができなかった「ネッキング行動の可否」を考察することが可能になると期待される。当初計画では海外博物館に収蔵されている化石種の観察も実施する予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大により計画期間内の海外渡航が数年にわたって大幅に制限されたことで研究計画に遅れが出て、化石種への応用までは至らなかった。

一方で、海外渡航が制限されたことに伴い、国内での調査研究を重点的に進めることができた。まず、偶蹄類 25 種・奇蹄類 6 種の頸部 CT データを活用し、頸部関節部にある軟部組織「椎間板」の計測を実施し、椎間板の幅・高さ・厚さは体サイズと強い相関があること、キリンは偶蹄類全般の傾向からは外れることなどが明らかとなった。椎間板は化石に残らない部位ではあるが、首全体の長さに大きな影響を与えるため、古生物の復元においても重要な形質とされている。本成果は当初の計画とは外れるが、絶滅したキリン類の首の柔軟性を理解する上で重要な知見につながることを期待される。さらに、偶蹄類 15 種・奇蹄類 6 種の項靭帯の肉眼解剖記載、力学特性解析を実施し、頭の重さや首の可動性に応じて項靭帯の構造が変化している可能性を明らかにした。キリンの項靭帯は他種とは異なる力学特性を示し、左右に首を大きく側屈させる「ネッキング」行動と関連した変化である可能性が考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 郡司芽久	4. 巻 0
2. 論文標題 古典的比較解剖学の現在地：異種の身体構造を知るとは？	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 といとうとい	6. 最初と最後の頁 10-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14989/toi toutoi_00_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 3件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 郡司芽久
2. 発表標題 ソフトロボティクスの視点から紐解く動物解剖学の今と未来
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 郡司芽久
2. 発表標題 偶蹄類の頭頸部に備わる項靭帯の構造と機能
3. 学会等名 日本比較生理生化学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 郡司芽久
2. 発表標題 生物の身体に秘められた機構知
3. 学会等名 SI 2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 郡司芽久、増田容一、福原洸、遠藤秀紀
2. 発表標題 有蹄類における項韌帯の多様性：特異的な二股構造の機能的意義を探る
3. 学会等名 日本哺乳類学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Megu GUNJI
2. 発表標題 Structural specialization of nuchal ligament in American bison and gaur
3. 学会等名 International Congress of Vertebrate Morphology
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 郡司芽久	4. 発行年 2021年
2. 出版社 ナツメ社	5. 総ページ数 224
3. 書名 ジュニア版 キリン解剖記 キリンの首の骨が教えてくれたこと	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関