

# 地質学セミナー

## 現生陸棲哺乳類の骨格形態による 立脚時の踵関節角度の推定

発表者③ 水野史博 (地球史解析科学分野 D1)

【研究背景】 四肢動物は、その姿形だけでなく、その関節角度が種によって大きく異なる。これは、多様な環境への進出や多様な運動機能に、適応してきた結果であると考えられる。この進化の過程を知るためには、絶滅種の姿勢の復元が重要である。しかし、化石には骨格形態は保存されるが、姿勢が保存されることは無い。また、骨格と姿勢の関係性は Fujiwara (2009) で肘関節の関節角度に関して報告されているが、他の関節に関しては未だ説明が進んでいない。そのため、絶滅種の姿勢の復元は容易ではない。本研究では、骨格形態と姿勢の関係性を知るために、四肢の中でも観測が比較的容易であり、さらに、軟骨が少ない踵関節に注目し、生体及び骨格がそれぞれ成す角度を計測・比較した。

【仮説・研究手法】 多くの陸棲哺乳類の後肢は、体重支持の際に踵を地面から離しており、テコの原理でふくらはぎの筋肉がアキレス腱を介して踵関節を伸ばし、重力に抗って踵関節角度を保持している。このアキレス腱のテコ (I) は踵関節角度 (X) によって変化し、踵のアキレス腱が付着する点とくるぶし上の脛の回転中心を結んだ直線と脛の骨が直交する時に最大となる。この角度 (X) は骨の形に依存するため、現生種・化石種問わず求めることが可能である。以上より、本研究では、現生陸棲哺乳類の踵関節角度は踵を持ち上げるテコ (I) が大きくなる角度で保持されていると仮説を立て、生体の歩行時の動作解析から得られた実際の角度 (OAA) と骨格形態観察から推測される角度 (EAA) の比較・検証を行った。

本研究では、これまで7目14科18属20種の現生種を対象としてデータの収集を行った。さらに、踵関節の詳細な構造を把握するため、6目9科11属11種の解剖も行った。OAA は動物園で対象動物の歩行動画を撮影し、体重を支持している (筋肉を使っている) 時の角度を計測した

。EAA は博物館で対象動物の骨格形態観察を行い、テコ (I) が最大となる踵関節角度を見積もった。OAA のテコ (I) は、 $OAA = EAA(\text{°})$  の時に最大 (100%) になるが、OAA が EAA からおよそ  $8^\circ$ 、 $18^\circ$ 、 $32^\circ$  ずれると、最大値に対してそれぞれ 99%、90%、85% となる。そこで、EAA に対する OAA のテコ (I) の割合をテコの効率と定義し、OAA と EAA を比較することで、動物の踵関節角度を骨格形態から見積もれるかを議論した。

【結果・考察】 ほぼすべての対象動物 (20種中18種) において OAA の踵関節のテコは EAA のテコに対して 90% 以上を示し、OAA が EAA に対して  $\pm 31^\circ$  の範囲に収まった。特に、走行適応したイヌ科や有蹄類の多くは、そのテコの大きさが EAA のテコの 99% 超を示した。テンジクネズミ科の2種を含む一部の種では、テコの大きさが 90% を下回ったが、これは前肢が後肢に対し短く、歩行時に踵関節を屈曲させる必要があるためだと考えられる。しかし、これらについても、OAA のテコは最大値の 86% 以上になった。

以上の事から、下方型の姿勢をとる現生陸棲哺乳類では、踵を持ち上げるテコが高い効率で発揮される角度で維持していることが示された。すなわち、後肢で体重支持する際の角度は、骨格形態から得られる推測値から、少なくとも  $\pm 31^\circ$  以内の精度で復元できることが示唆された。

### 【参考文献】

Fujiwara, S. 2009. Olecranon orientation as an indicator of elbow joint angle in the stance phase, and estimation of forelimb posture in extinct quadruped animals. *Journal of Morphology* 270: 1107–1121.