

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 1日現在

機関番号：95301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21770265

研究課題名（和文） 霊長類および哺乳類の距骨サイズの変異：化石研究への応用に向けて

研究課題名（英文） Variation of the astragalus in primates and mammals:
for the application to fossil studies

研究代表者

鏑本 武久 (TSUBAMOTO TAKEHISA)

株式会社林原生物科学研究所・類人猿研究センター

研究者番号：20522139

研究成果の概要（和文）：哺乳類の距骨（足首の骨）は化石の研究に有用であるが、距骨サイズと体重との関係や変異については詳しくわかっていなかった。そこで、哺乳類・霊長類の距骨の化石を使って絶滅動物の体重を推定する式を作成した。それに基づいていくつかの化石哺乳類の体重を推定し、分類学的再検討もおこなった。また、ニホンザルの距骨の種内変異を明らかにした。種内での距骨サイズと歯サイズとの間の相関は弱かった。距骨サイズには雌雄差が認められた。

研究成果の概要（英文）：Although the astragalus (= ankle bone) of mammals is useful for the fossil studies, its size variation and relationship with the body mass have not been well documented. In this study, I examined the relationship between the astragalus size and body mass in land mammals, making regression functions to estimate the body mass from the astragalus size. Using the regression functions, I estimated the body masses of several fossil mammals and made some taxonomic reappraisals. Furthermore, I investigated the intraspecific variation of the astragalus in Japanese Monkey (*Macaca fuscata*). The correlation between the astragalus size and the molar size was low. There is a difference between the sexes in the astragalus size.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学・自然人類学

キーワード：霊長類, 化石

1. 研究開始当初の背景

霊長類などの哺乳類の化石の研究のうち、まず研究対象となるのは歯の化石である。なぜなら、歯の形態から化石動物の大きさや食性などがわかるだけでなく、属や種といった細かいレベルの分類・同定が可能で、この意

味において骨化石よりも得られる情報量が多いからである。

一方、哺乳類の骨格化石の中でよく研究されているものの一つに距骨がある。なぜなら、距骨は、比較的こわれにくく化石として発見され易いからである。さらに、距骨の形態は

行動様式を反映している。したがって、距骨は歯ではわからないその動物の行動様式の研究に有用で、特に化石霊長類ではよく研究されている。

しかし、距骨化石を研究するにあたって問題となるのが、その動物の種類の同定である。化石距骨はその形から大雑把な同定（目や科など）は可能であるが、同じ産地からよく似た種類の動物化石が多数産出する場合、属や種といったより細かいレベルまでの同定は困難であることが多い。その場合、同所から発見される歯の化石と大きさなどを比較して、その距骨の持ち主である動物の種類を推定している。そのため、距骨の形態と大きさの変異や歯の大きさとの関係性などが解明されていないと、その化石種の正確な同定ができず、化石種の生態や行動様式の推定において間違いを犯す危険性がある。従来の研究では、その距骨化石を持つ動物の種類の同定が十分とはいえなかった。

したがって、距骨化石の詳しい種類を同定するためには、まず様々な情報が得やすい現生哺乳類を対象として、「距骨の形態と大きさの変異」および「距骨サイズと歯および体サイズ（体重）との関係性」を詳しく調べておくことが必要である。ところが、化石への応用を目的として現生哺乳類の距骨のこのような変異や関連性を調べた基礎研究はこれまでほとんど皆無であった。

2. 研究の目的

(1) 上記の問題を解決するため、霊長類を中心とした小型の齧歯類から大型の有蹄類までの多様な大きさ・種類の現生哺乳類を対象として、距骨と歯の計測および形態比較をおこない、データ・ベースの基礎を作る。

(2) それを基にして、距骨サイズの変異および距骨サイズと体重との関係性を明らかにし、距骨の化石を使って絶滅動物の体重を推定する回帰式を作成する。

(3) 距骨サイズ・形態の種内変異を基本統計を使って明らかにし、化石研究の際の比較データとする。

3. 研究の方法

(1) 現生の霊長類や哺乳類の骨格標本が数多く所蔵されている研究所・博物館において、現生哺乳類の距骨の観察、距骨の計測、歯の大きさの計測、写真撮影、雌型作成、体重およびその他の情報（年齢・性別など）の取得をした。計測はデジタルノギスを使用し、ノートパソコンにデジタルノギスを接続してデータを直接コンピュータに入力した。コンピュータ上にデータベースを作成した。

(2) 体重推定の回帰式を導くために、モグラサイズ（18 g）～ゾウサイズ（3.4 t）までの48種80個体分のデータを、統計ソフトを使用して相関分析・ステップワイズ重回帰分析にかけた。そして、最もふさわしい距骨の計測部位を特定した。その後、単回帰分析をおこない、回帰式を導いた。その回帰式を用いて化石哺乳類の体重を定量的に推定した。

(3) 距骨サイズの種内変異を調べるために、例としてニホンザルの成獣の距骨および歯を計測した。統計ソフトを使って、データの基本統計量、変動係数、ヒストグラム、分布図、箱ひげ図などを作成して、種内変異を定量化した。また、t検定および主成分分析を使って、雌雄差の検定とその差の内訳を特定した。

4. 研究成果

(1) いろいろな哺乳類の距骨・歯サイズの計測データベースが作成できた。これは、化石研究をする上での一つの基礎となった。体重推定のためのデータベースとして48種80個体分、合計約4,000個のデータを取得した。また、種内変異のためのデータベースとして、ニホンザルの成獣の193個体分、約3,000個のデータを取得した。

(2) この研究で得られた回帰式を使用することで、化石哺乳類の体重を定量的に推定することが可能となった。この回帰式を使って、いくつかの化石哺乳類の体重を推定し、分類研究へ応用した。

回帰分析の結果、「滑車の幅」と体重との相関関係が最も良く、次に、「外側の滑車の長さ」と「滑車の幅」とを掛け合わせた「滑車の断面積」と体重との相関関係が良かった。また、「滑車の幅」および「外側の滑車の長さ」は、実際の計測においても動物の種類の違いによる測定位置の変異が最も少なく、最も安定して計測できた。したがって、体重推定には「滑車の幅」あるいは「滑車の断面積」を使うのが最も適していることがわかった。「滑車の幅」から体重を導く回帰式は次のようになった： $\log [\text{体重}] = 2.789 \times \log [\text{滑車の幅}] + 2.078$ （図1）。

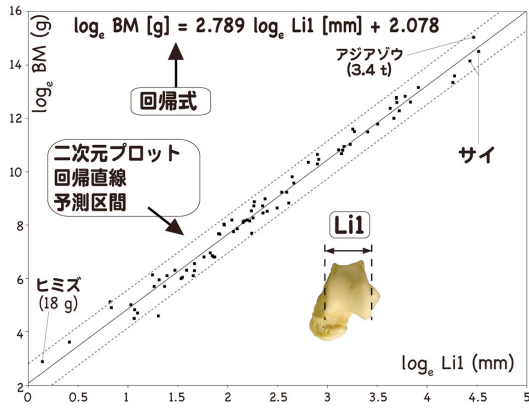


図1. 単回帰の回帰式と二次元プロットの例

本研究の回帰式をいくつかの古第三紀陸棲哺乳類の距骨に応用して体重推定をおこなったところ、頭胴長や四肢の長骨を使用して体重推定をおこなった先行研究の結果とほぼ整合的だった。たとえば、史上最大の陸上哺乳類インドリコテリウムの体重は約10~15 tと推定された(図2)。したがって、本研究の距骨サイズを使用した回帰式は、化石陸棲哺乳類の体重推定に有効であると考えられる。

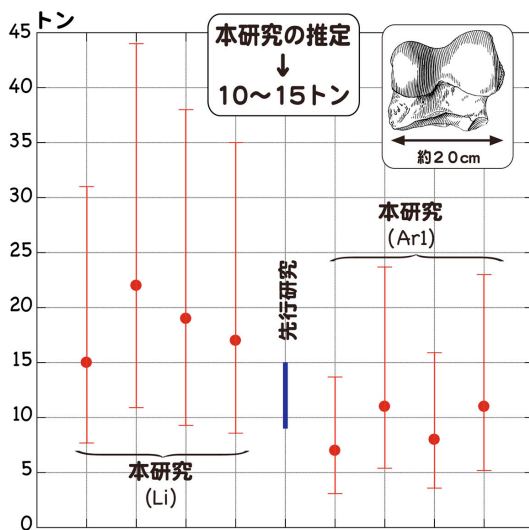
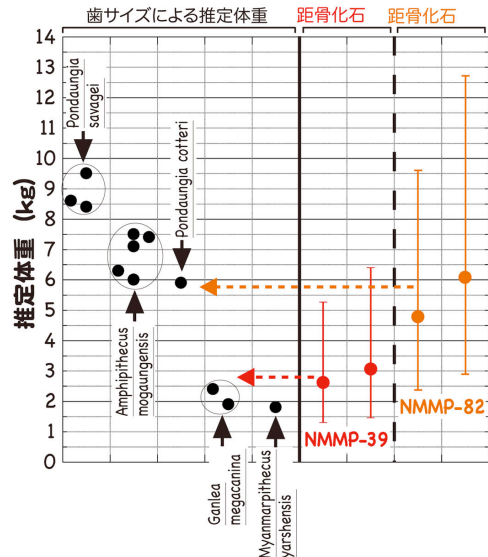


図2. ‘インドリコテリウム’の体重推定

また、ミャンマーのポンダウン層から産出する化石霊長類の距骨の体重推定をして、その距骨化石の分類を検討した。距骨化石 NMMP-39は *Ganlea*、NMMP-82は *Amphipithecus* か *Pondaungia cotteri* であると推定できた(図3)。



- 本研究の推定体重
 NMMP-39→約2.6~3.1 kg
 NMMP-82→約4.8~6.1 kg
- 推定体重からの示唆:
 NMMP-39→*Ganlea*
 NMMP-82→*Amphipithecus*
 または
Pondaungia cotteri

図3. ポンダウン層から産出したアンフィピテクス科霊長類の距骨化石 (NMMP-39とNMMP-82) の体重推定と分類。

他の研究者がこの回帰式を使用することで、距骨化石の分類研究や機能形態の研究に貢献できる。その結果、化石動物の行動様式や生態、および古動物相や古環境などの発展的研究にも寄与することになる。距骨の大きさから化石動物の体重を推定する式は、古動物相の研究などへの応用範囲が広い。なぜなら、古動物相の構造を決定する重要要素の一つが各化石動物の体重だからである。

(3) ニホンザルの成獣の距骨サイズの変動係数は6.7~8.4(全データ対象の場合)だった(表1)。これは、下顎第一臼歯のそれ(5.5~6.0)よりもやや高かった。これは、距骨サイズの種内変異は臼歯のそれよりもやや高いことを示している。臼歯サイズは距骨サイズよりも保守的であることが示唆される。また、t検定の結果、距骨サイズには雌雄差が認められた。

表 1. ニホンザルの距骨の計測値 (Li1, Li2, Li4, Li5) についての基本統計.

	Li1			Li2		
	全 体	オス	メス	全 体	オス	メス
最大	15.2	15.2	13.7	18.4	18.4	17.4
最小	10.6	12.3	10.6	11.6	14.5	11.6
中央値	12.6	13.5	12.1	15.3	16.3	14.9
平均	12.6	13.5	12.1	15.4	16.4	14.8
標準 偏差	0.93	0.56	0.68	1.15	0.85	0.86
標準 誤差	0.07	0.07	0.06	0.08	0.10	0.08
標本数	193	72	121	193	72	121
変動 係数	7.4	4.1	5.6	7.5	5.2	5.8

	Li4			Li5		
	全 体	オス	メス	全 体	オス	メス
最大	23.7	23.7	20.5	27.4	27.4	25.1
最小	14.0	16.4	14.0	19.3	22.3	19.3
中央値	17.5	18.7	16.8	23.3	25.1	22.6
平均	17.5	18.7	16.8	23.5	25.0	22.6
標準 偏差	1.47	1.25	1.10	1.59	1.09	1.05
標準 誤差	0.11	0.15	0.10	0.11	0.13	0.10
標本数	193	72	121	193	72	121
変動 係数	8.4	6.6	6.5	6.7	4.3	4.6

種内における距骨サイズと臼歯サイズ・体重との相関は、予想されたよりも弱かった (表 2)。この結果は、ある一種の霊長類の成獣の距骨標本が複数個体分ある場合に、そのサイズの違いからその個体間の体重の違いを推定することは難しい、ということを示している。

表 2. ニホンザルにおける距骨大きさ (Li1, Li2, Li4, Li5, Ar1, Ar4) と臼歯サイズ・体重とのピアソンの相関係数。(相関係数は高くても 0.5 であった)

		下顎第一臼歯サイズ			体重
		m1 長	m1 幅	m1 面積	
距 骨 の 計 測 値	Li1	0.38	0.36	0.42	0.49
	Li2	0.28	0.40	0.39	0.43
	Li5	0.44	0.42	0.50	0.45
	Li4	0.21	0.35	0.32	0.33
	Ar1	0.34	0.39	0.42	0.48
	Ar4	0.32	0.40	0.42	0.40

本研究は、現生動物の研究者が従来あまり注目してこなかった部分の研究であるため、現生動物の骨格の研究としての進歩があったといえる。これは、現生動物の研究者に新しい視点を与え、今後さらなる発展を促すものになると予想される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Tsubamoto, T., Tsogtbaatar, Kh., Watabe, M., Saneyoshi, M., and Chinzorig, Ts. (2012): The function of the crown cementum of *Teleolophus*, an Eocene deperetellid perissodactyl. *Journal of Fossil Research* (査読有), vol. 44, no. 2, pp. 78-79. DOI, URL なし. ISSN 0387-1924

[学会発表] (計 5 件)

- ① 鏑本武久・Kh. Tsogtbaatar・実吉玄貴・B. Mainbayar・渡部真人・Ts. Chinzorig・鈴木 茂・P. Khatanbaatar・江木直子 (2012): モンゴルの上部始新統 Ergilin Dzo 層産の哺乳類化石群: 最新の研究成果. 日本古生物学会第 161 回例会 (群馬県富岡市), 2012 年 1 月 21 日.
- ② Tsubamoto, T., Thaug-Htike, Zin-Maung-Maung-Thein, Egi, N., and

Takai, M. (2011): The anthracotheres (Mammalia, Artiodactyla) from the Neogene of central Myanmar. Seventy first Annual Meeting, Society of Vertebrate Paleontology, 4th November 2011, Las Vegas, USA.

- ③ 鏝本武久・江木直子・高井正成・タウン-タイ・ジン-マウン-マウン-ティン
(2011) : 現生霊長類の距骨サイズの計測とポンダウンの化石霊長類の体重推定への応用. 日本霊長類学会, 2011年7月17-18日, 京都大学(フロイデ), 愛知県犬山市.
- ④ 鏝本武久・タウン-タイ・ジン-マウン-マウン-ティン・江木直子・西岡佑一郎・マウン-マウン・高井正成(2011) : ミャンマー中央部の新第三紀におけるアントラコテリウム類(哺乳綱偶蹄目)の進化. 日本古生物学会 2011年年会(石川県金沢市), 2011年7月2日.
- ⑤ 鏝本武久(2011) : 現生哺乳動物の距骨サイズの計測: 化石哺乳類の体重推定への応用に向けて. 日本古生物学会第160回例会(高知県高知市), 2011年1月29日.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鏝本 武久 (TSUBAMOTO TAKEHISA)
株式会社林原生物化学研究所類人猿研究センター
研究者番号: 20522139

(2) 研究分担者
なし ()

研究者番号:

(3) 連携研究者
なし ()

研究者番号: