

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19570078

研究課題名(和文) 霊長類およびクマ類における四肢の機能形態学的多様性と環境適応に関する研究

研究課題名(英文) The studies on functional morphological diversity and environmental adaptation of limbs in primates and bears

研究代表者 佐々木 基樹(SASAKI MOTOKI)
 帯広畜産大学・畜産学部・准教授
 研究者番号 50332482

研究成果の概要：

チンパンジー、ゴリラ、オランウータン、ニホンザル、これら4種の霊長類と4種のクマ科動物、ジャイアントパンダ、マレーグマ、ホッキョクグマ、ヒグマの後肢の可動性を、CT スキャナーを用いて非破壊的に観察した。その結果、4種の霊長類とジャイアントパンダ、マレーグマの2種のクマ科動物において、足根骨の回転とスライドによる足の顕著な回外が確認された。さらに、霊長類において、第一趾の屈曲に伴う第一中足骨の内転が4種の霊長類全てに確認され、オランウータン、ゴリラ、ニホンザル、チンパンジーの順でその可動域は大きかった。また、ゴリラやチンパンジーでは第一中足骨は足の背腹平面で内転しており、上下斜め方向に可動面を持つ他の2種の霊長類とは可動様式が異なっていた。足根骨の回転とスライドによる足の回外は、木登りに対する形態学的適応と考えられる。また、第一中足骨の足の背腹平面で内転は地上性適応の一環と考えられる。さらに、その可動性がチンパンジーで小さかったことから、チンパンジーがより地上性適応しているものと推測される。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：生物学

科研費の分科：基礎生物学

細目：生物多様性・分類

キーワード：多様性、霊長類

1. 研究開始当初の背景

霊長類(霊長目)はこの地球上に大小さまざま約180種いるといわれており、原始的な

特徴を保有した原猿類(原猿亜目)と新たな形質を獲得した真猿類(真猿亜目)とに大別される。真猿類は広鼻猿類(広鼻下目)(新世界ザル)と狭鼻猿類(狭鼻下目)[オナガザル上科(旧世界ザル)、ヒト上科(類人猿、

ヒト)] に分類される。広鼻猿類はほとんど全てが樹上性生活をしており、オマキザルやクモザルでは樹上性生活において四肢のみならず尾も巧みに利用する。狭鼻猿類は原猿類や広鼻猿類に比べてより多様な生活環境に適応放散しており、ヒトは地上生活に適応して進化してきている。このように霊長類はさまざまな環境に生息し、体のサイズ、鉤爪の存在尾の利用、四肢の形態などその特徴は多岐に亘っている。しかし、これら霊長類の四肢の機能形態学的特性はまだ良く分かっていない。

地上や樹上に生息環境をもつ動物群にはクマ科動物が挙げられる。クマ科動物の祖先は、古生物学的検証結果から森林環境で生息していたと考えられている。しかし、北半球では第三紀鮮新世のころからの気候の寒冷・乾燥化によって森林植生が南下してツンドラと草原地帯が広がっていった。この環境変化に対応して森林環境からその周辺部の草原環境へと分布し適応進化したのがヒグマであり、逆に森林に留まりそこで独自の進化を続けてきたのがアメリカクロクマやツキノワグマであると考えられている。また、第三紀に続く第四紀更新世にはヒグマから直接進化し、樹木も育たない極寒の北極圏へとさらに分布を広げ適応していったのがホッキョクグマである。ジャイアントパンダやマレーグマは、これらのクマ科動物の適応放散が起こるよりも以前の第三紀中新世に、既に森林環境内において独自の放散と適応を確立していたと考えられている。しかし、これらクマ科動物の四肢が機能形態学的に環境にどのように適応しているかということと比較検討した研究は数少ない。

2. 研究の目的

本研究では、共に樹上性生活をおこなう狭鼻下目ヒト上科の類人猿であるチンパンジー、ゴリラ、そしてオランウータン、さらに同じ狭鼻下目のオナガザル上科オナガザル科に属するニホンザルの4種の霊長類の足根関節部位と趾骨格における可動性を非破壊的に観察し、それら霊長類の樹上性適応の形態学的特徴を考察することが目的の一つである。さらに、ジャイアントパンダ、マレーグマ、ホッキョクグマ、ヒグマといった生活環境の異なる4種のクマ科動物後肢の足根関節部位における可動性を非破壊的に観察し、それらクマ科動物の樹上性適応を解明することも目的の一つである。

3. 研究の方法

霊長類の検索では、茶臼山動物園、京都大学霊長類研究所、東山動物園、そして上野動物園でそれぞれ飼育中に死亡したチンパンジー(雄:約33歳)、ニホンザル(雄:約

20歳)、スマトラオランウータン(雌:約40歳)、そしてニシローランドゴリラ(雌:約40歳)の後肢を用いた。後肢は、脛骨長軸と足底面が垂直な状態(Standard position)およびその位置から足を可能な限り回外させた状態(Supinated position)の2通りの条件で足根関節部位のCT画像撮影をおこなった。また、各趾を伸展させた状態(Extended position)と屈曲させた状態(Flexional position)でも撮影をおこなった。得られた断層画像データを三次元立体構築して、足根関節と趾、特に第一趾の可動状況を観察した。

また、クマ科動物の解析には、上野動物園で飼育中に死亡したジャイアントパンダ(雌:約25歳)、マレーグマ(雌:約29歳)、ホッキョクグマ(雌:約23歳)、ヒグマ(雌:約17歳)の後肢を用いた。霊長類と同様に脛骨長軸と足底面が垂直な状態(Standard position)およびその位置から足を可能な限り回外させた状態(Supinated position)の2通りの条件で足根関節部位のCT画像撮影をおこなった。

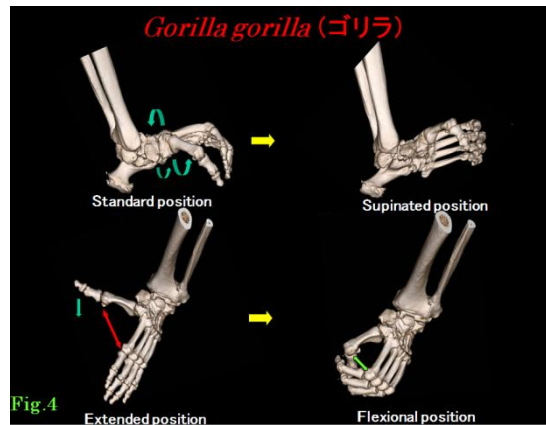
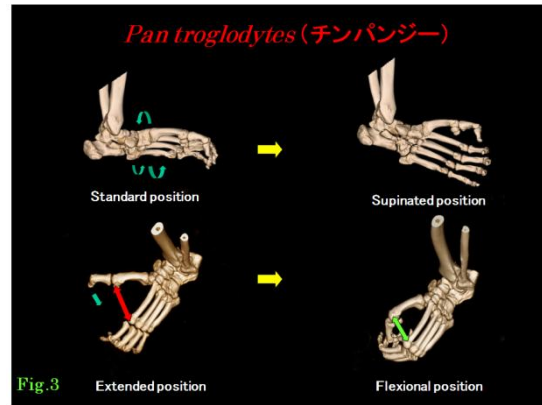
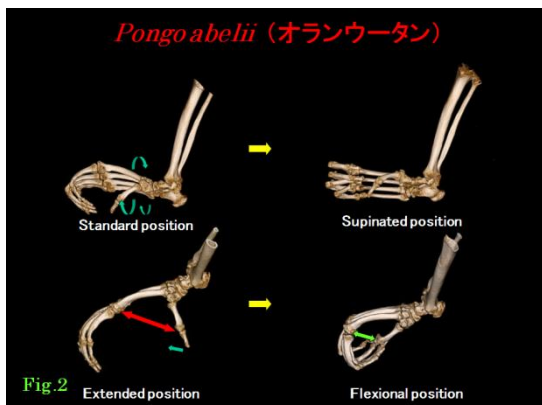
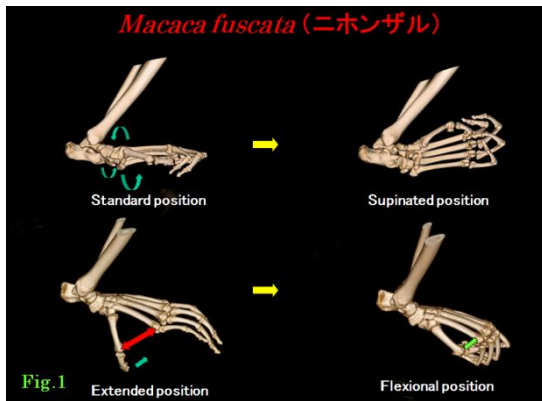
4. 研究成果

今回解析した4種の霊長類では、その体の大きさに関係なく、距踵中心関節において距骨頭の舟状骨関節面を中心足根骨が大きく回転し、さらに、踵第四関節において第四足根骨が、踵骨の立方骨関節面を大きく内腹側方向にスライドしていた。その結果として足の内側縁がほとんど垂直に挙上し足底が完全に内側を向いていた(Figs.1-4)。この形態学的特徴は、これらの霊長類が樹上において垂直方向の移動を容易に達成するために重要であると考えられる。

またこれら霊長類では、長い5本の趾による把握機構を顕著に発達させていた。第一趾の屈曲に伴う第一中足骨の内転が4種の霊長類全てに確認されたが、オランウータンでその可動域が最も大きく、次いでゴリラ、ニホンザル、チンパンジーの順であった(Figs.1-4)。オランウータンはその大きな体型にも関わらず、熱帯雨林の樹上で主に生活することから、後肢の把握機構を顕著に発達させ、また体重を支えることの出来る太い木の枝を把握するために第一中足骨が第二中足骨に対して90度近く開くことができると考えられる。ゴリラやチンパンジーでは第一中足骨は足の背腹平面で内転しており、上下斜め方向に可動面を持つ他の2種の可動様式とは異なっていた。ゴリラやチンパンジーは半地上性を示しており、この中足骨の可動様式の特徴は地上への行動圏の拡大に伴う霊長類進化の過程における共通する形態適応の一つであると推測される。また、ゴリラよりもチンパンジーの第一中足骨の内転が小さかったのは、チンパンジーが地上性により

適応進化しているものと推測される。これは系統進化的にチンパンジーが第一中足骨の内転がほとんど起こらない我々ヒトに最も近縁の類人猿であるということからそれを推測できる。

クマ科動物の解析では、マレーグマとジャイアントパンダでは、距踵中心関節において距骨頭の舟状骨関節面を中心足根骨が大きく回転し、さらには、踵第四関節において第四足根骨が、踵骨の立方骨関節面を内腹側方向にスライドしていた。その結果として足の内側縁が著しく挙上し足底が内側方向を向いていた。この足根関節の動きはジャイアントパンダに比べてマレーグマでより顕著であった。しかし、ホッキョクグマやヒグマではこの関節の動きは大変に小さかった。これらの結果から、ジャイアントパンダとマレーグマにおける足根関節の広い可動領域は、木登りに必要な足の回外を可能にすると推察される。



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. 佐々木基樹. 動物遺体をいかに解剖するか. Japanese Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 12(1): 1-13, 2007. (査読有)

〔学会発表〕(計7件)

1. 佐々木基樹, 遠藤秀紀, 大石元治, 山田一孝, 北村延夫. チンパンジー (*Pan troglodytes*) およびニホンザル (*Macaca fuscata*) 足根関節のCT画像解析. 第13回日本野生動物医学会大会, 岩手, 2007年9月6-9日. P5, P60.
2. 齋藤幸子, 佐々木基樹, 山田一孝, 飯山主明, 岡地潔, 早川大輔, 北村延夫. ゼニガタアザラシ (*Phoca vitulina*) 前肢のCT画像解析. 第13回日本野生動物医学会大会, 岩手, 2007年9月6-9日. P6, P61.
3. 佐々木基樹, 遠藤秀紀, 大石元治, 山田一孝, 北村延夫. チンパンジー

(*Pan troglodytes*) およびニホンザル (*Macaca fuscata*) 足根関節の三次元画像解析. 日本哺乳類学会 2007年度大会, 東京(東京農工大), 2007年. S-82, P142.

4. 佐々木基樹, 遠藤秀紀, 大石元治, 山田一孝, 北村延夫. チンパンジー (*Pan troglodytes*) およびニホンザル (*Macaca fuscata*) 足骨格のCT画像解析. 第145回日本獣医学会, 神奈川(麻布大), 2008年3月28-30日. AP-6, P159.
5. 齋藤幸子, 佐々木基樹, 山田一孝, 飯山主明, 岡地潔, 早川大輔, 北村延夫. CT画像解析によるゼニガタアザラシ (*Phoca vitulina*) 前肢の機能形態学的研究. 第145回日本獣医学会, 神奈川(麻布大), 2008年3.28-30日. AP-5, P159.
6. 佐々木基樹, 遠藤秀紀, 大石元治, 山田一孝, 北村延夫. 霊長類の足骨格可動域に関する比較形態学的研究. 第14回日本野生動物医学会大会, 神戸(神戸大), 2008年9月3-7日, P-33, P122.
7. 佐々木基樹, 遠藤秀紀, 大石元治, 山田一孝, 北村延夫. 霊長類の足骨格のCT画像解析. 日本哺乳類学会2008年度大会, 山口(山口大), 2008年9月12-15日, P-100, P150.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 基樹 (SASAKI MOTOKI)
国立大学法人帯広畜産大学・畜産学部・准教授
研究者番号 50332482

(2) 研究分担者

山田 一孝 (YAMADA KAZUTAKA)
国立大学法人帯広畜産大学・畜産学部・教授
研究者番号 80292093

遠藤 秀紀 (ENDO HIDEKI)

国立大学法人東京大学・総合研究博物館・教授

研究者番号 30249908

(3) 連携研究者

なし