

## 設定課題 2. 霊長類の運動様式に関する研究

—ホミニゼーションの観点から—

### サルの直立能力について

平沢弥一郎 (静岡大・教養)

青木 賢一 (同上)

サルの立位姿勢における接地足跡面と重心図からその直立能力を定量的に評価することが目的である。サルはニホンザル(1)クモザル(2)テナガザル(1)を用い、まずピドスコープ(接地足跡投影器)上に立たせた時の接地足跡を撮影し等大に引伸したものをプラニメーターによって面積を計測した。ニホンザルの左足は 19.2 cm<sup>2</sup>, 右足は 20.16 cm<sup>2</sup>。左足の足指部は 3.78 cm<sup>2</sup> 足底部は 15.42 cm<sup>2</sup> でその比は 1:4.36, 右足の足指部は 3.7 cm<sup>2</sup> 足底部は 16.46 cm<sup>2</sup> でその比は 1:4.7 であった。しかしこれは10回の測定値の中で片足だけ接地していない部分があり集計上測定可能なものの平均値から得た結果である。クモザル(A)は左足は 31.6 cm<sup>2</sup>, 右足は 27.67 cm<sup>2</sup>。左足の足指部は 4.2 cm<sup>2</sup> 足底部は 27.4 cm<sup>2</sup> で、その比は 1:65, 右足の足指部は 2.6 cm<sup>2</sup> 足底部は 25.07 cm<sup>2</sup> でその比は 1:11.97 であった。この結果も前述のニホンザル同様の集計による平均値であるが左足と右足の比に顕著な差がある。

クモザル(B)は今回のサルの中で最も直立能力が高く安定した立位姿勢を 20~30 sec も保持できた。接地足跡面積は左足が 15.2 cm<sup>2</sup>, 右足は 10.5 cm<sup>2</sup>。左足の足指部 1.8 cm<sup>2</sup>, 足底部 13.4 cm<sup>2</sup> でその比は 1.74, 右足の足指部 1.3 cm<sup>2</sup> 足底部 9.2 cm<sup>2</sup> でその比は 1.71 であった。ヒトの成人は左足が右足よりも大きく足指部と足底部の割合は両足とも 1:9 が標準である。クモザル(B)とヒトの成人を比較したとき次の2点が考察される。(1)ヒトは立位姿勢においてはほとんど足底部が役割を担い足指部は余り関与していないのにこのクモザルの場合はヒトの反対である。(2)ヒトとこのクモザルは共に左足の面積が大きいことから、サルにも機能的に左足支持のラテラルティがあるという重要な推論が与えられた。テナガザルはほとんどじっとして立つことができなかった。

重心図のパターン分析からサルはヒトの3才以下または60才以上のものに似ており、前後より左右の動揺が顕著に表われる結果を得た。

### ヒト型二足歩行の前段階としての運動様式に関する基礎的研究

#### —“Vertical climbing”の分析—

石田 英実 (京大・理)

現在のところヒト型二足歩行の前段階の運動様式としては、“Arm-suspension”を伴う運動様式が重要視されている。しかし二足歩行において主要な役割りを果たす下肢の形態・機能の変化については十分な説明がみられない。

筆者らの霊長類二足歩行の実験的比較研究は、四足型運動様式をもつマカク、ヒヒ類の二足歩行では下肢が“Propulsive lever”として働き、上肢優位型運動様式の類人猿、クモザル類では下肢が“Propulsive strut”として働くこと、さらに下肢が“Propulsive strut”として働く点では後者のグループがヒトに類似することを示している。このような下肢の推進機構における相異と類似をもたらせた運動様式とはどのような様式なのかを知ることは、ヒト型二足歩行の前段階を考察する上で重要な基礎的作業である。

この実験を始めるにあたり次のような仮説をたてた。すなわち“上肢優位型運動様式のグループの二足歩行にみられる推進機構は樹上性運動様式の変革に起因するものであり、“Vertical climbing”においても上のような推進機構がみられるであろう”。実験に用いたサル類はチンパンジー、テナガザル、クモザル、ニホンザル、マントヒヒ、ミドリザルを含む13項で、垂直に立てたポール(高さ:7.5 m, 直径 12 cm)に登らせ、その時の下肢運動を 16mm シネフィルムにより分析した。

分析の結果、二足歩行の際に“Propulsive strut”を示した類人猿、クモザルのグループでは下肢各関節の強い伸展により体を持ち上げたが、四足型の他のグループでは水平面歩行時と同様に膝関節の屈曲によって体を引き上げる傾向を示した。“Vertical climbing”における2つのメカニズムの存在、および上肢優位型運動様式をもつグループが二足歩行と“Vertical climbing”で同質的な推進機構を示すことをこの実験的研究から指摘できる。

### 霊長類運動器の機能解剖学的研究

馬場 悠男 (独協医大)

本研究の目的は霊長類の各運動器(特に四肢骨を中心として)の形態・構造が、運動・姿勢様式にどのように適応しているかを調べることである。資料は、ゴリラ、チンパンジー、シロテナガザル、ニホンザル、キイロヒヒ、クロクモザル、フサオマキザル、リスザル、ホソロリス、メガネザル、コモンツパイ他8種の霊長類の晒骨と屍体である。

運動様式の基礎となる機能として、速く強い推進力のための機能 (kick)、枝や幹を把むための機能 (grasp)、そしてぶらさがりするための機能 (hang) の三つをとりあげ、それぞれに対する前後肢の形態的適応状態を、長骨・肩甲骨の形状、肩関節・股関節・距腿関節の構造、鎖骨・尺骨遠位部・腓骨・第一指の発達あるいは退化の程度、中足(手)部および指部の延長固定化、踵・肘の突出度などの項目について分析した。

その結果、grasp は霊長類の前後肢共に広く見られるが、原猿類に著しく、真猿類の前肢では体の大きなものほど hang に移行する。kick は地上、樹上の疾走型の前後肢そして跳躍型の後肢に見られる。例をあげてみると、メガネザルの前肢は grasp に適応しており、後肢は全体として kick の機能が著しいが、中足部と指部は grasp の機能を充分に持っている。またチンパンジーの前肢は hang 的であり、後肢は grasp 的であって、knuckle-walking による四足地上歩行に対する適応は目立たない。以上のように霊長類の運動様式への適応の仕方は単純でなく、運動器の部分によって適応の方向が異なっており、それらの複合体として多彩な運動様式が現われると認識される。

### 霊長類二足歩行のシミュレーションのための基礎的研究<sup>1)</sup>

木村 賛 (帝京大・医)  
石田 英実 (京大・理)  
山崎 信寿 (慶大・工)

霊長類歩行の運動力学的資料よりモデルを作成し、これにより各種歩行の特徴を示すことを目的とする。さらにこのシミュレーションによって将来は化石霊長類の歩行様式を推定することを望んでいる。

我々が昨年までに集積してきた霊長類二足歩行の定量的測定値に本年は新たに高速シャッターによるスティックピクチャー資料、微細針電極による筋電図資料の追加を行った。またクモザル及びニホンザル各1個体の解剖を行い、慣性モーメント等の生体物理常数、筋付着位置

等の測定を行った。

これらの資料によりヒト、チンパンジー、ニホンザル3種の歩行シミュレーションを行い、パワー、関節力、関節モーメントなどを試算した。

結果として現在のところ次の点が特記できる。まずヒトとニホンザルではパワーの出し方が異なる。ヒトは股・膝関節がよくのびて安定し、ここに加わる力は少ない。推力は接床後期の下腿三頭筋によるけり出し、したがって足首関節における力が中心となる。これに対してニホンザルではまがった股・膝関節を支持するための筋力を多く必要とし、これら関節における力は大きい。推進は接床前期に上体がひきつけられる力を中心とする。チンパンジーの関節もニホンザルのように曲ってはいるが、よりヒトに近く、けり出しによる推力もみとめられる。ヒトの歩行はサルと比べて関節負担とエネルギー消費が激減している。

今後の問題点としては筋力の推定方式についての検討がある。またサルの四足歩行が他の四足獣と異なっていることがわかってきており、四足歩行シミュレーションも検討する必要がある。

#### 口 頭 発 表

テナガザル二足歩行の速度によるちがひ。第29回人類学民族学連合大会、1975年11月16日。

テナガザル二足歩行の比較運動学的研究。同上。

霊長類の二足歩行の力学的解析。同上。

#### 文 献

Patterns of bipedal walking in anthropoid primates. Proc. Symp. 5th Congr. Intern. Prim. Soc., p. 287-301, Jap. Sci. Press.

足底力からみた霊長類の二足歩行、バイオメカニズム 3, p. 219-226, 東大出版会。

二足歩行の総合解析モデルとシミュレーション。同上, p. 261-269.

計算機シミュレーションによる二足歩行の力学的解析。人間工学, Vol. 11, p. 105-110.

歩行のバイオメカニクス。リウマチ外科, Vol. 3, p. 13-24.

## 設定課題 3. 霊長類の生理的適応に関する研究

### ニホンザルの温熱生態学的研究

#### —ニホンザルの体脂肪の測定法—

中山 昭雄 (阪大・医)  
堀 弥生 (阪大・医)  
鈴木 正利 (阪大・医)

1) 岡田守彦 (霊長研) との共同研究

ニホンザルの体脂肪の季節による変動は、生態学的にも、生理学的にも興味ある問題である。サルの体脂肪に関する文献はわずか1つの報告があるのみで、それによると体重 4.04 kg と 2.87 kg のサル (種不明) の脂肪含量が体重のそれぞれ11.0%、2.0%と記載されている。

体脂肪の測定法には大別して比重法と水分測定法があるが、比重法はサルには適用が困難である。水分測定法