

氏 名	か が や み ゆき 加 賀 谷 美 幸
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3293 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 生 物 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	真猿類における胸郭の三次元骨格形態の分析

論文調査委員 (主 査) 准教授 中 務 真 人 教 授 片 山 一 道 教 授 今 福 道 夫

論 文 内 容 の 要 旨

現生ヒト上科（ヒトと現生類人猿）の前肢，肩，体幹部の筋や骨格には，類似した派生的特徴が多く認められる。なかでも，胸郭の形状は肩関節の位置を決定し，前肢の可動範囲の広さに強く影響するため，体幹を直立させた木登りや前肢ぶら下がり行動にとって，重要な部位と考えられてきた。しかし，霊長類全般を幅広く対象として，胸郭の形状を詳細かつ定量的に分析した研究はこれまで行われていない。本論文では，15種70個体の霊長類骨格標本を材料として，奇数番の肋骨を胸椎と関節させる方法で原形状を復元し，直交する二方向からの写真撮影により，胸郭の三次元的形状を数量化した。分析にあたり，それぞれの肋骨の描く輪郭をベジェ曲線によって近似し，その結果に基づいて特徴点の位置計算や平均形状の算出を行った。

申請論文の前半では，胸郭を頭側より見た水平面に投影し，胸郭の幅，脊柱に対する胸郭背側部の深さ，肋骨長を計測し，体重を規準としてスケーリング分析を行った。加えて，肋骨レベルの違いによる肋骨の湾曲度の変化，分類群ごとに計算した肋骨の平均形状の比較を行った。その結果，テナガザル類の胸郭幅は体のサイズに比して大きいこと，チンパンジーでは胸郭全体を通じて，広鼻猿やオナガザル上科と胸郭幅に違いがないこと，オランウータンはこれらの中間的傾向をもつことが明らかになった。ヒト上科の胸郭は，前後の深さに対する幅の比率が高いことから，その胸郭幅は広いと考えられてきたが，必ずしも全ての類人猿においてその予想があてはまらないことが示された。一方，肋骨の平均形状に関しては類人猿における共通性が高かった。類人猿の肋骨は近位部に強い湾曲をもち，脊柱の背腹方向の位置が胸郭の中心に近く，肋骨の胸骨端は体幹正中の近くまで達するという特徴を示した。このような形状は，体幹重量の支持や前肢帯筋の効率的な活動と関係していると考えられる。申請論文の後半では，胸郭の側面観で観察された椎骨に対する肋骨の傾斜について分析した。類人猿では，広鼻猿やオナガザル上科に比べ，尾側の肋骨（第七，第九肋骨）において，尾側への傾斜が強いことを明らかにした。この特徴は，前肢ぶら下がり姿勢において，肩甲骨を胸郭の背側に保持する上で効率的な筋活動を可能にする，あるいは体幹を直立させた姿勢で維持する上で有利な機能をもつと考えられる。

これまで，前肢ぶら下がり行動を頻繁に行う広鼻猿クモザルの前肢，肩，胸郭には，類人猿に似た特徴があるとされていた。しかし，申請論文の分析では，胸郭形態についてはそのような傾向は明瞭ではなく，他の広鼻猿やオナガザル上科とクモザルを明瞭に区別する違いは見いだせなかった。この結果は，類人猿は体幹を直立に保つために非常に特殊化した胸郭の構造を獲得していることを示している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

現生ヒト上科においては，前肢の運動域が広いこと，直立姿勢に適応的な筋や骨格特徴を数多くもつことが知られており，こうした特徴の獲得過程を明らかにすることが，ヒト上科の進化を解明する重要な鍵となる。胸郭の形態は前肢の運動域や前肢によるぶら下がり運動に深く関わることから，以前から注目されてきた研究対象の一つである。しかしながら，胸郭の

骨格は、肋骨、胸骨、胸椎の骨要素から構成されており、個々の骨を分析するだけでは全体的な形態を把握することが困難である。そのため、これまでの研究は、軟部組織の付いた状態で、胸郭の形態を計測したものがほとんどである。しかしながら、この方法では、多くの資料を集めることが困難である上、化石資料と比較する上で必須となる個々の骨についての詳細な情報が十分には得られないという問題があった。そこで、この研究は、現生霊長類15属、70個体の骨格標本を材料として、肋骨を椎骨と関節させて、生体での状態を復元した。さらにその形態を光学的に計測し、肋骨の走行を三次元ベジェ曲線に近似する方法を採用して、胸郭全体の特徴と同時に、肋骨の湾曲や傾きなどの局所の特徴を定量的に分析することに成功した。

申請論文は、これまで、現生ヒト上科における胸郭の特徴とされてきた形質をとりあげて定量的に評価し、ヒト上科とそれ以外の霊長類との間で統計的に違いが認められるかどうかを検討した。これらには、脊柱の腹側への陥入に伴う肋骨近位部の強い湾曲と下位肋骨に認められる尾側への強い傾斜が含まれる。また、類人猿の肋骨では、胸骨端が相対的に胸骨に近い位置にあることを明らかにし、このことが胸郭の構造強度を高める効果に関係すると考察した。一方、類人猿同様に前肢ぶら下がり行動を比較的良好に行う新世界ザルのクモザル属では、胸郭形態が現生ヒト上科のものと類似しているという指摘が従来からあったが、申請論文の結果はこれを否定し、類人猿の胸郭の骨格特徴は霊長類の中で独特なものであることをはっきりと示した。この点は、現生類人猿に見られる胸郭の骨格特徴をもたらすに至った、機能的要求の特殊性を示すものであり、今後、様々な外群と比較することで、類人猿の運動様式の進化過程を明らかにする端緒になると考えられる。申請論文は、胸郭のサイズと体重のスケーリング分析も行い、現生類人猿の中における変異も明らかにした。ヒト上科以外の真猿類は、体重で基準化した場合、いずれの属でも同等の胸郭幅や肋骨長をもつ。類人猿の中では、テナガザルにおいては胸郭上部の幅が広く肋骨も長い。チンパンジーではヒト上科以外の真猿類と大きくは変わらない。一方、オランウータンはこれらヒト上科の中間的な位置を占めた。こうしたヒト上科内での変異性はこれまで指摘されたことのないものである。この知見は、現生のヒト上科における胸郭の特徴がセットとして進化したのではなく、段階を踏みながら個別に現れたことを強く示唆するものであり、今後、現生類人猿に特徴的とされていた体幹部の特徴の再検討を促すきっかけになることが予想される。

このように、申請論文は、ヒト上科の胸郭の特徴を量的に分析することに成功し、その進化を明らかにする研究の基盤形成に貢献した。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値があるものと認めた。なお、論文内容とそれに関連する研究分野について口頭試問を行った結果、合格と認定した。