

論文審査の結果の要旨

氏名 史 常德

本論文は五つの章からなる。第一章は序説で、推骨連結体いわゆる脊柱の機能形態学的研究の歴史的背景と本論文の目的を述べる。第二章では推骨連結体の力学をヒトと四足獣それぞれについてモデルをつくって解析した。第三章ではヒトを含む多数の哺乳類種についての解析を行うため、推体頭側の線計測結果により力学特性を調べた。第四章では上記結果より代表的とみなせる種と二足起立姿勢をとらせた実験ラット群とについて、写真計測による推体関節面の力学的形状測定を行い解析した。これをうけて第五章において各種哺乳類の推骨連結体の力学特性、とくに直立二足姿勢をとるヒトの特性をまとめた。

脊柱はヒトにおいて直立するのに対し、一般の四足動物においては水平に向き、その力学的機能が異なる。これはヒトの重要な特徴の一つであるにもかかわらず、その全体の解析はこれまで充分ではなかった。その理由の一つは、脊柱が約30個の推体の連結体であるため、それぞれの推骨を力学的に解析しても全体像と結びつきにくいことにある。本研究の特徴は、まず力学モデルを作成して推骨連結体に加わる力の特性を求め、次いで脊柱全長にわたる推体の材料力学的特性実測値を始めて計測して、モデルとの対応において解釈することに成功したことにある。

第二章では、四足哺乳動物の代表としてニホンカモシカとラットを例にとり、多関節斜張橋的構造としてモデル解析した。直立二足姿勢をとるヒトのモデルとしては多関節帆柱的構造として解析できた。これらのモデルが、実際には連結体である各推骨において釣り合いとして成立しうるかどうかを、体節重量と筋力とを想定したモデルによって検証した。これらのモデルより、前後肢で脊柱を支える四足哺乳類の場合は、両支持脚部で大きくスパン中央で極小点をもつ軸力と曲げが、直立した脊柱を下肢で支持するヒトの場合は、柱の下端で極大となる軸力と曲げが加わると推論された。

第三章では線計測による比較として、既存計測値を含む14種の哺乳動物とヒトとを用いた。その結果、典型的な四足獣とヒトの推体頭側面すなわち推体連結体断面の形状は、上記モデルによる外力に対抗するように分布することがわかった。一方、日常胸を立てたり下肢のみで体を支持したりすることの多いサルなどは、ヒトと一般四足獣の中間的な様式をとることがわかった。

第四章では、正確な力学的特性を調べるために、上記計測結果より四足獣の代表としてニホンカモシカ、サルのなかでニホンザルと類人猿のチンパンジー、それにヒトをえらび、多数個体において写真撮影による二次元計測を行った。さらに四足姿勢と二足姿勢との差違を実験的に確認するため、ラットの四足姿勢対照群と二足起立姿勢負荷実験群との間の比較検討を行った。

この結果、ヒトの椎体連結体の特徴として、軸圧縮に対抗する面積と曲げに対抗する矢状方向・横方向の断面係数とが、ともに頸椎から最終腰椎にかけ連続的に著しく増大することが示された。これはモデルにみられた荷重条件に対抗する力学的適応形態であると考えられる。また、胸椎下半部から最終腰椎に至るまで、横方向断面係数が矢状方向のものより大きいという、他の哺乳動物にみられない特徴が示された。二足起立運動負荷ラットにおいては、面積および断面係数が胸椎下半部から最終腰椎までの範囲で対照群より大き

いことを見いだした。これは二足起立負荷によって増大した圧縮と曲げに対する適応変形であると考えられ、ヒトの力学特性の解釈の妥当性を示すものである。また、脊柱を立てることの多いチンパンジーとニホンザルでは一般四足獣とヒトの間の力学的形態特徴を示した。これらの動物による機能形態の違いは日常的運動様式による力学的負荷に対応したものであると考えられる。

このように本論文ではヒトの椎骨連結体のもつ力学的形態特徴を、直立二足姿勢という力学的負荷に対応したものとして解釈できることを示し、他の哺乳類とのちがいを明らかにした。また、哺乳類内での類型を明らかとしたことから、本論文の結果は広く多くの哺乳動物に適応できるものと考えられる。

なお第四章のうち、ラット二足直立負荷実験は松村秋芳博士によって行われたものであるが、脊椎骨格標本の作成、計測、解析はすべて申請者によって行われ、申請者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。