

論文審査の結果の要旨

氏名 水嶋崇一郎

形態人類学の分野では、力学的負荷に対する骨の機能適応の観点から、古人骨集団の生活・生業活動を骨形態から推定することが従来から試みられてきた。中でも、四肢長管骨の断面形状と骨分布から、集団ごとの生業特徴や活動レベルを論じた先行研究が数多く存在する。一方、発生遺伝学と形態形成の知見に基づき、骨形態変異に対する力学的負荷の有意な影響を疑問視する見解も示されている。本研究は、そうした背景のもと、胎生期から大人期までの成長に伴う骨形態変化を調査し、集団特徴の個体発生上の出現時期とパターンを示し、形態形成課程と要因について、新たな視点で論ずることを目的としている。形態解析にはマイクロCTによる精密な骨分布データが含まれており、また、なるべく初期の胎児期の骨形態・分布を調査しており、これらにより、独創性が高められている。

本論文は、序文と第1部から第4部の結果の提示、ならびに全体にわたる考察と結論からなる。第1部と第2部では、成人と新生児それぞれにおける主要四肢骨の骨幹中央断面形状と骨幹長プロポーションについて、現代日本人に対する縄文人の特徴を確認している。その上で、第3部で胎児から新生児周辺期までの状態を、第4部で出生後から大人期までの成長を調査、報告している。

第3部では、胎児から新生児周辺期までの骨形成とその集団差を明らかにするため、縄文人骨49体、現代日本人骨185体（胎生8ヶ月～生後3ヶ月）の骨幹長と中央径、骨幹中央部についてはマイクロCTによる内部形状データ（30もしくは35ミクロンボクセル解像度）を取得している。結果、縄文人の各主要四肢骨の骨幹中央部は、胎生後期から出生期を通じて現代日本人のそれより太く、骨量が

多いことが示された。一方、断面形状各変数の増加パターンに有意な集団差は見られず、特に外形断面積と髓腔部断面積の増加（骨形成と骨吸収に対応）パターンに有意な集団差が見られなかった。これらのことから、縄文人主要四肢骨の骨幹部の形状的頑丈さは胎生 8 ヶ月以前に遡り、初期発生におけるパターン形成の影響下にあることが示唆された。また、縄文人では胎生から新生児期周辺を通じて上腕骨に対する橈骨の相対長が長く、大腿骨に対する上腕骨の相対長が短く、骨間プロポーションにおいても初期形成パターンの影響が示唆された。

第 4 部では、出生後の初期から大人期までの成長に伴う骨形成と集団差を明らかにするため、縄文人 104 体、現代日本人 84 体（生後 3 ヶ月～20 才未満）の主要四肢骨の骨幹長と中央径、大腿骨についてはマイクロ CT による内部形状データ（120 ミクロンボクセル解像度）を取得している。また、考察の部では、若干のデータと解析を加え、第 3 部、第 4 部の結果と合わせて論考を進めている。

主要な結果と考察は以下にまとめられる。縄文人の主要四肢骨は、成長期を通じて現代日本人のそれより太く、力学的負荷に対して形状的に頑丈であることが示された。また、大腿骨の骨幹中央外形断面積の増加率は縄文人において高く、髓腔部断面積の拡大率は現代日本人において高いことが判明した。さらに、縄文人の外形断面積は、筋量と運動量が増すと思われる 10 才以後の増加率が特に高く、これは成長期のモデリングに伴う力学的負荷に対応した骨形成と解釈された。反面、髓腔部断面積の拡大パターンの集団差は、出生後の成長期を通じて一定であり、遺伝的要因を反映した集団固有の骨吸収パターンを示しているものと解釈された。また、縄文人の特徴である、大腿骨と脛骨の骨幹中央部形状（大腿骨の柱状性、脛骨の扁平性）については、成長を通じてその特徴が出現し、顕著になることが示された。大腿骨について骨形成パターンを詳細に検討したところ、10 歳以後の高い骨形成率と骨幹後面の筋付着部（粗線部）近傍に集中した骨形成により、現代日本人との差異が出現することが判明した。これには、力学的負荷に対

応した骨形成の上に、筋量増と関連した局所的な骨形成が特に影響していると解釈された。また、脛骨の骨幹中央部の扁平さについては、近位骨端のねじれとの相関が見出され、骨端形状が骨幹形状に反映されている可能性が示された。主要四肢骨間のプロポーションに関しては、出生以前から見られた集団差と共に、大腿骨に対する脛骨の相対長の集団差が出生直後に形成されている可能性が示された。

以上により、縄文人主要四肢骨における諸形態特徴について、胎生期以来発現する集団固有と思われる骨形状および骨形成・吸収パターンを基盤に、出生以後の複数の要因が関連して形成される、複雑な形成過程の一部が示され、その要因について一定の論考が提示された。以上、本論文は、形態人類学の分野において、博士論文としての価値を十分に有すると判定された。