

ブートストラップ法を用いた因子負荷量の推定による江戸時代人女性の顎顔面骨格形態の特徴

著者	内澤 朋哉
学位名	博士（歯学）
学位授与機関	北海道医療大学
学位授与年度	平成25年度
学位授与番号	30110甲第253号
URL	http://id.nii.ac.jp/1145/00006635/

【緒言】

顎顔面領域の形態学的解析は歯科矯正学において非常に重要な役割を担っている。“かたち”には「大きさ」と「形状」という二つの幾何学的属性が含まれている。この二つの属性を区別して定義し、各基準点における座標値を標本集団として、Procrustes 整列後、主成分分析などを行う幾何学的形態解析が最新の手法として発表されている。しかし、歯科矯正学における顎顔面骨格形態解析では座標データに基づく形態的な特徴を“かたち”としてとらえる形態測定学の手法を用いた報告は極めて少ない。

東京都台東区池之端 2 丁目 1 番で発見された近世寺院跡、池之端七軒町遺跡は台東区教育委員会が中心となって組織した遺跡調査会より 1994、1995 年に発掘された遺跡であるが、ここから当初の予測をはるかに上回る多数の江戸時代人骨が出土した。この遺跡は 1627 年にこの地に建立されたとされる曹洞宗慶安寺の跡で、新旧重複した埋葬施設を含み、その数は 672 基にのぼった。また遺跡の年代は地層の状態から、17 世紀半ばから 19 世紀半ばにわたるものと考えられている。著者らの研究グループは国立科学博物館・人類研究部の協力のもと、非常に貴重な資料である池之端七軒町遺跡から出土した江戸時代人女性の顎顔面骨格形態をデジタル情報としてデータベース化し、現代人女性の顎顔面骨格形態との違いを、幾何学的形態解析手法を用いて定量的に解析してきた。

そこで、本研究では、これまでの研究結果をもとに Procrustes 整列とブートストラップ法を応用し、現代人女性の顎顔面骨格形態と比較することにより、江戸時代人女性の顎顔面骨格形態の特徴を抽出することを目的とした。

【解析対象および方法】

1) 解析対象

解析対象は江戸時代人女性として、池之端七軒町遺跡から発掘された人骨を解析対象とした。江戸時代人女性の選択基準は前歯および臼歯関係の識別可能な第一大臼歯

が存在する成人の頭蓋骨 29 個体を選択した。推定年齢構成は 30 歳以下 15 名，30 歳から 39 歳が 14 名であった。現代人女性の選択基準は欠損歯がなく，A.L.D. -5.0 mm 以下で明らかな頭蓋顔面奇形がなく，矯正治療の既往がない者 40 名を選択した。年齢構成は 19 歳から 36 歳の平均年齢 24 歳 11 か月であった。

2) 頭部 X 線規格写真分析

両群において，X 線撮影装置にて側面および正面頭部 X 線規格写真が撮影された。撮影条件は安定した再現可能な中心咬合位で，外耳孔にイヤードッドを挿入し，フラン克福ルト平面と床面を平行とした。

この撮影された頭部 X 線規格写真を用いて，側面頭部 X 線規格写真では 16 個，正面頭部 X 線規格写真では 39 個の一般的なランドマークをプロットし，江戸時代人女性と現代人女性の頭部 X 線規格写真分析（セファロ分析）における計測項目の比較を行った。セファロ分析の評価には多変量分散分析と単変量 F 検定を行った。

3) 計測誤差の評価

ランドマークの測定誤差を検討するために，15 人分のトレースをランダムに選択し，最初の測定の 15 日後に再測定した。検者内再現性はクラス内相関関係 (ICC) と測定エラーの標準偏差 (SDME) によって評価された。ICC は，2 つの構成要素の合計によって分けられる被験者間の相違によって，また，SDME は被験者内要素の平方根によって評価された。

4) 主成分分析

Procrustes 整列後の標準化されたトレース図のランドマーク座標値形状集団に対して正面形態，側面形態それぞれに主成分分析を行ない，得られた各主成分スコアに対して F 検定の有意水準を 1% に設定し，現代人女性と江戸時代人女性との間の分散の有意差を調べた。次に，“かたち”に影響を及ぼすランドマークの抽出を行う目的で，現代人女性と江戸時代人女性とで有意差のあった主成分スコアにおける因子負荷量の推定を，ランドマーク座標値形状集団を再度用いて行った。

5) ブートストラップ法

有意差のあった主成分スコアに関連した因子負荷量の推定を、従来法に従い一回のみの算出により行い、”かたち”に影響を及ぼす絶対値の大きい基準点を 6 項目(座標値) 選択し、従来行われている一回のみの推定分析により算出された推定値が確からしいか、それとも実質的に 0(確からしくない)なのかどうか、ブートストラップ法による因子負荷量の推定を再度行い、両群の顎顔面形態の特徴を解析した。

【結果および考察】

2 群間の年齢的分布についてほぼ同一と判定された。また検者内再現性については十分に小さかった。

側面セファロ分析では、江戸時代人女性は現代人女性と比較して角度計測において、SNA が有意に大きく skeletal Class II 傾向を示した。側面形態における主成分分析(1 回法)においては、江戸時代人女性における明らかな上顎骨の前方位、上下顎中切歯の唇側傾斜、平坦な咬合平面および下顎下縁平面の急傾斜を示した。正面形態における主成分分析(1 回法)においては、江戸時代人女性における臼歯歯軸の直立と大きな下顎頭幅径、前頭頬骨縫合の最外側点の高位、小さな頬骨前頭縫合間距離および頬骨間距離を示した。

”かたち”に影響を及ぼす絶対値の大きい基準点を 6 項目(座標値) 選択し、プロクラステス整列後の各基準点における座標値を標本集団とし、元データと同じ標本数のリサンプリングと主成分分析を 20,000 回繰り返すことで中心極限定理を生じさせ、因子負荷量を推定したブートストラップ法による因子負荷量の推定を行ったところ、主成分分析で現代人女性の顎顔面骨格形態との比較により、江戸時代人女性の側面形態における上顎骨歯槽部、上顎中切歯切縁、咬合平面基準点および下顎角部の前方位、下顎中切歯根尖、下顎骨頤部および下顎骨歯槽部の後方位、下顎頤部の下方位、咬合平面基準点と下顎角部の上方位、また正面形態における頬骨前頭縫合部、頬骨弓、下顎頭外側極、下顎頤の側方への拡大、下顎頭内側極の内側への拡大、下顎頤部最下方

点の下方位が明らかになった。

【結論】

本研究では、Procrustes 整列とブートストラップ法を応用した主成分分析で、現在人女性の顎顔面骨格形態との比較により、江戸時代人女性の側面形態における上顎骨歯槽部、上顎中切歯切縁、咬合平面基準点および下顎角部の前方位、下顎中切歯根尖、下顎骨頤部および下顎骨歯槽部の後方位、下顎頤部の下方位、咬合平面基準点と下顎角部の上方位、また正面形態における頬骨前頭縫合部、頬骨弓、下顎頭外側極、下顎頤の側方への拡大、下顎頭内側極の内側への拡大、下顎頤部最下方点の下方位という顎顔面骨格形態の特徴を明らかにすることができた。

【文献】

Diaconis P and Efron B コンピュータがひらく新しい統計学, サイエンス 13 : 58-75 1983. (松原望訳)

Efron B. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *Ann Statist* 7: 1-26 1979.

Everitt B and Hothorn. *A Handbook of statistical analysis using R. second edition.* CRC press, New York, 2010.

Hayashi K, Saitoh S and Mizoguchi I. Morphological analysis of the skeletal remains of Japanese females from the Ikenohata-Shichikencho site. *Eur J Orthod* 34: 575-581, 2011.

Kaifu Y. Tooth wear and compensatory modification of the anterior dentoalveolar complex in humans. *Ame J Phys Anthropol* 111: 369-392, 2000.

Kobayashi K. Trend in the length of life based on human skeletons from prehistoric to modern times in Japan. *J Faculty Science (University of Tokyo)*: 109-160, 1967.

溝口優司：池之端七軒町遺跡出土人骨について。池之端七軒町遺跡(慶安寺跡)。

台東区池之端七軒町遺跡調査会：1997. 289-303.

Nagaoka T. Demographic structure of the human skeletal remains from the Ikenohata-Shichikencho site, Tokyo. BULL NATL SCI MUS SER D 33: 21-38, 2007.

小笠原潤治, 石井英司, 庄司昌史, 千枝一実, 森田修一, 土佐博之, 中村進治. Quadrilateral analysis による顎顔面部成長の評価. 日矯歯誌 48: 329-343, 1989.

Pearson, K. On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. Philos Mag Ser 62: 559-572, 1901.