

日本人頭蓋前頭部の正中矢状面における性差

——面積の主成分分析による検討——

加藤 克知

要 旨 日本人成人頭蓋100例(男50例, 女50例)の正中矢状面投影図上における前頭部をいくつかの部分に分割し, 各々の面積を求めた。これらの面積をもとに主成分分析を行い, さらに主成分得点を用いて性差を検討した。分析の結果, 固有値が1以上の主成分は2個で, 累積寄与率は82.3%であった。第1主成分は寄与率が52%で, 前頭部面積の大きさの因子, すなわち General Size Factor と考えられた。第2主成分は寄与率30.3%で, 面積のプロポーションを表す Shape Factor, すなわち Glabella 部の発達を含めた前頭弧全体の膨隆ないし湾曲に関連する因子と解釈された。次いで男性と女性の標準化主成分得点の平均値の差をt検定したところ, 第1主成分の性差($\alpha = .013$)は有意であったが, 第2主成分のそれ($\alpha = .083$)は有意でなかった。

長大医短紀要2: 99-104, 1988

Key words : 性差, 前頭部, 面積, 主成分分析, 日本人頭蓋

はじめに

頭蓋形態の性差については, 古くから種々の研究方法を用いた多くの報告があり, すでに大部分は論議し尽くされた感がある¹⁾⁻¹⁰⁾。そのうち前頭部の側面観については, 前頭骨の傾斜や湾曲に性差があるとされ, これらの特徴は人類学や法医学の分野において, 例えば頭蓋のみしか残存しないような個体の性別を推定する際などの一部参考にされてきた。しかし, 文献を調べてみると, 特に前頭骨の湾曲の強さについては必ずしも一致した結論が導かれているわけではない。例えば, 森田⁵⁾⁻⁶⁾と木村ら⁷⁾は各々独自の方法を用いて

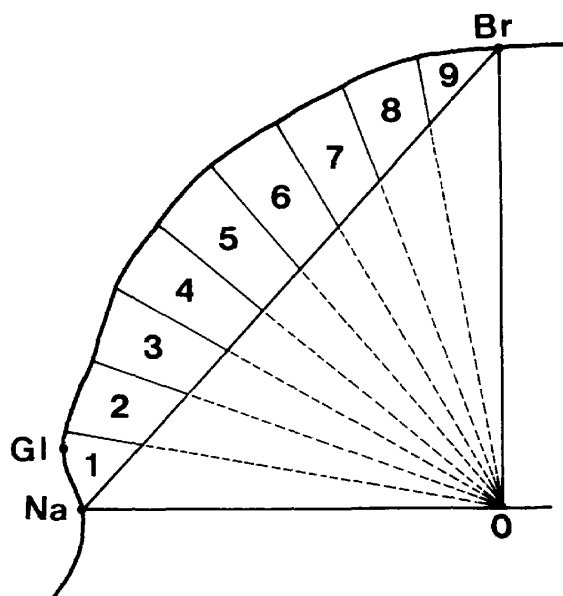
正中矢状面上での湾曲を検討し, 前者は性差を認め, 後者はこれを否定した結果を報告している。

一方, 従来の前頭部の性差に関する報告は計測値や示数など個々の単変量から直接的に, 前頭部の特徴を解釈したもので, その指標としての意義や総合的な解釈に難点が残されている。昨今, 多変量解析という統計手法が多くの分野で好んで適用されるようになった¹¹⁾。そのひとつ主成分分析は, 複雑に関連しあう多変量的変動を相互に独立したより小数の変動で表すことにより, 構造把握の単純化をはかる方法で, 人体などの複雑な形態構造の解析には非常に有用な方法といえる¹²⁾。

本研究では、まず正中矢状面における頭蓋前頭部の特徴を面積の主成分分析によって抽出し、その抽出された主成分を検討することにより、従来とは異なる視点から前頭部の性差を若干論じてみた。

材料および方法

新潟大学医学部解剖学教室保管のおもに新潟県に住民登録されていた現代人成人の頭蓋、男性50例、女性50例、合計100例を用いた。正中矢状面投影図は、頭蓋固定器を用いて頭蓋を眼耳平面に固定し、輪郭描画器でトレースして作成された。ここでは前頭部の弯曲を前頭弦(NasionとBregmaを結ぶ直線)から前頭部輪郭線(前頭弧)までの膨隆としてとらえ、膨隆の程度を面積を用いて表すことにした。すなわち、眼耳平面に平行なNasionを通る線と、これに直角なBregmaを通る線との交点を原点(0)として、10°間隔で前頭弧に引いた線分により、前頭弦と前頭弧に囲まれた面積(弦面積)を9分割した。各面積は



O: Origin, Na: Nasion, Gl: Glabella, Br: Bregma
Numbers of 1 to 9 correspond to Area 1 to Area 9 respectively.

Fig. 1. Illustration of frontal region and areas on midsagittal plane

Nasionに近いほうから順に Area 1 から Area 9 とした。また、原点を通る 2 直交線と前頭弧に囲まれた面積を Area A, 先の弦面積を Area B とした (Fig. 1)。従って, Area B は Area 1 から Area 9 までの総和に等しい。面積は PC-9801 (NEC) 用図形解析プログラム “Cosmozone 1S (Nikon)” によって計測された。主成分分析には田中ら¹³⁾の作成した PC-9801 用統計解析プログラム “PCA” を用いた。

結果

Table 1 には各面積の男女別平均値と t-検定による差の検定結果を示す。全体としてみた場合 Area A と Area B は男性は女性より有意に大きい。しかし、両者の示数値 (B/A) には差がみられない。分割した 9 面積では Glabella 周辺の Area 1, Area 2 および Area 4 に有意差が認められる。Area 1 から Area 9 までの 9 面積の相関行列をもとに、男女 100 例を一括した主成分分析を行った結果は Table 2 に示される。なお、ここでは性的変動は各主成分の量的な相違によって表現できることを前提にしてある¹¹⁾。主成分固有値 (Eigen-

Table 1. Means of areas (cm²), with the results of t-test between sexes

Area	Male		Female		Sex Diff.
	mean	sd.	mean	sd.	
A	48.38	4.30	45.69	4.19	**
B	18.39	2.21	17.53	2.01	*
B/A ¹⁾	37.93	1.96	38.32	1.83	ns
1	0.82	0.16	0.66	0.16	**
2	1.77	0.31	1.57	0.28	**
3	2.36	0.42	2.22	0.34	ns
4	2.81	0.41	2.65	0.36	*
5	2.89	0.38	2.79	0.34	ns
6	2.76	0.37	2.68	0.30	ns
7	2.44	0.37	2.36	0.24	ns
8	1.88	0.33	1.86	0.21	ns
9	0.83	0.18	0.83	0.11	ns

Sample size is 50 in each sex.

1): (Area B/Area A) × 100

*: $\alpha < 0.05$, **: $\alpha < 0.01$,

ns: not significant

Table 2. Component loadings, eigen values and proportions of first 2 principal components

Area	Compo. 1	Compo. 2
1	0.269	-0.372
2	0.336	-0.374
3	0.372	-0.293
4	0.418	-0.164
5	0.435	0.035
6	0.272	0.142
7	0.351	0.335
8	0.265	0.475
9	0.211	0.501
Eigenvalue	4.677	2.723
Proportion(%)	52.0	30.3
Cumulative Prop. (%)	52.0	82.3

value) が1以上のものとして第1, 第2主成分が抽出された. このふたつの累積寄与率 (Cumulative proportion) は82.3%で, 全変動の約8割以上を説明できる. ついで各主成分の負荷量 (Component loading) から主成分の意味するものを考えてみる. 第1主成分は全負荷量が正で, その大きさはほぼ均等であり, 従って面積の全体的な大きさに関する因子 (General Size Factor) と考えられる. 寄与率 (Proportion) は52.0%で全体の変動を最も効率的に表現する主成分である. 第2主成分は寄与率30.3%を示す. 負荷量は Area 1 から Area 4 まで負, Area 5 から Area 9 は正であり, 典型的な形に関する因子で, Area B のプロポーションを表すと考えられる. 具体的には, 前頭弧下半部に対する Bregma 寄りの上半部の膨隆の強さ, すなわち前頭弧

の弯曲の強さを表していると解釈される.

Table 3 は第1, 第2主成分について各個体標準化主成分得点の平均値を男女差検定した結果である. 第1主成分の性差は有意である. 第2主成分の性差は有意でないが, 有意水準 (Probability) は8.3%でやや低い.

考 察

頭蓋形態の性差に関しては, 頭蓋の直接的¹⁾⁻⁴⁾, 投影図的⁵⁾⁻⁸⁾, および生体 X 線規格写真的方法⁹⁾⁻¹⁰⁾ などによって多くの議論がなされている. それらの中には, 報告者によって結果が相反しているものもある. 従来, 前頭部の性差については, その傾斜と弯曲が中心に取り上げられてきた. 前頭部傾斜の指標となる Martin¹⁴⁾ の前頭側面角 (Nr. 32) や前頭傾斜角 (Nr. 32(1a)) などの角度にみられる性差の程度は報告者により様々であるが, 一般に女性は傾斜の急な Orthometopie の傾向があると述べられている^{3), 7), 8)}. 本研究に用いた資料の前頭傾斜角 (Nasion-bregma angle) を計測したところ, 平均値 (標準偏差) は男 48.8 (3.09), 女 50.3 (2.33) で有意の性差が認められ, 前頭骨の傾きに関する従来の見解が支持される. 一方, 日本人の前頭部の弯曲に関して, 側面投影輪郭から比較的詳細に解析したのは, 森田⁵⁾⁻⁶⁾ と木村⁷⁾ であるが, 森田は, 前頭弧の下半部では Glabella を除く全ての点で女性の前方膨出が強いと述べているのに対して, 木村らはこの膨出は女性がより Orthometopie であるのと, 男性の強い眉上隆起の発達による見かけ上のもので, 真の意味で性差は認められないと述べている.

Table 3. Sex differences in standardized component scores

Component	n	Male		n	Female		Diff. Probability
		mean	sd.		mean	sd.	
1	50	0.533	2.236	50	-0.533	1.975	0.013 *
2	50	-0.287	1.967	50	0.287	1.198	0.083

* : significant

まず、個々の面積から男女差をみてみると (Table 1), Area A および Area B が男性で有意に大きいことから分かるように頭蓋全体の大きさに比例して面積も大きくなる。頭蓋の大きさを考慮した Area B の Area A に対する示数 (B/A) は一種の前頭部膨隆示数と考えられるが、これには有意の性差がみられない。分割面積では Glabella 周辺の Area 1 と Area 2 に有意の差がみられ、このことは正中矢状面輪郭における Glabella 部の膨出に明らかな性差があることを意味している。この Glabella 部の特徴はすでに多くの報告で述べられている^{2), 6), 7)}。

面積の主成分分析から、第 1 主成分として弦面積 (Area B) の全体的大きさ (General Size Factor), 第 2 主成分として前頭弧の弯曲ないし膨隆 (Shape Factor) に関する二つの特徴が、全体の変動を説明する因子として抽出された。第 1 主成分の平均値に性差が認められることは、性と Body size にかかわる生物学的問題を含み、至当な結果といえる。従来から問題となっているのは第 2 主成分が意味するものであるが、この主成分の平均値には有意の性差が存在しない。このことから、前頭骨の弯曲ないし膨隆には基本的に男女の差がないとみなすことができる。しかし、有意とは認められないまでも有意水準は 8.3% で、傾向的な性差を無視できない。すでに述べたように、Glabella 周辺は明らかに男性の膨出が著明であり、この部分の変動がその第 2 主成分の傾向的な性差に大きく影響していると考えられる。主成分分析から得られた今回の結果を、従来の単変量による結果と同一レベルで直接比較することは正確な意味でできない。しかし、少なくとも前頭部の特徴を主成分を介してみるかぎり、「前頭骨弯曲における性差は、Orthometopie や眉上隆起の発達の違いによる見かけ上のものにすぎない」という木村ら⁷⁾の見解に妥当性が見いだされる。

ま と め

日本人頭蓋 100 例 (男 50 例, 女 50 例) の正中矢状面投影図上における前頭部の性差を、面積の主成分分析によって得られた主成分得点を用いて検討した。結果は以下の通りである。

1) 個々の面積から見ると、Glabella 周辺の面積に有意差の性差が認められ、この部位の発達が強いことが示された。面積の比率 ($Area\ B/Area\ A$) を指標とした前頭部の膨隆度には有意の性差は認められなかった。

2) 9 個の面積に基づく主成分分析の結果、固有値が 1 以上を示す 2 つの主成分 (累積寄与率は 82.3%) が抽出された。第 1 主成分は弦面積の General Size Factor で、第 2 主成分は Shape Factor、すなわち Glabella 部の発達を含めた前頭弧全体の膨隆ないし弯曲に関連する因子と解釈された。

3) 男性と女性の標準化主成分得点の平均値の差を t-検定したところ、第 1 主成分の性差は有意であったが、第 2 主成分のそれは有意でなかった。

4) すなわち、少なくとも主成分分析の主成分を介してから見る限り前頭部弯曲の性差は確認できなかった。

文 献

1. Keen JA: A study of differences between male and female skull. Am J Phys Anthropol 8: 65-79, 1950.
2. 村上正浩: 九州日本人頭蓋の矢状面に於ける人類学的研究 第 1 編 前頭骨. 久留米医学会雑誌 14: 656-665, 1951.
3. 平田直行: 頭蓋の性差に関する研究. 人類学研究 4: 142-179, 1957.
4. 宮崎一郎: 日本人頭蓋骨側面観の計測学的研究. 神戸医科大学紀要 15: 534-561, 1959.
5. 森田 茂: 日本人前頭骨彎曲の性差につ

- いて(会). 解剖学雑誌 38: 5-6, 1963.
6. 森田 茂: 日本人頭骨の解剖学的研究特に時代差と性差について. 東京慈恵会医科大学雑誌 78: 443-456, 1963-64.
7. 木村邦彦, 高橋 彬, 岩本壮太郎: 頭蓋側面観の性差 一前頭部弯曲, 乳様突起の傾斜と顔面部側面角について一. 東京教育大学体育学部紀要 10: 77-86, 1971.
8. 小片 保, 柄沢敏一, 菊池正巳: 現代日本人脳頭蓋正中矢状面上における性差について. 新潟医学会雑誌 90: 107-112, 1976.
9. 小川晴昭: 頭部X線規格写真法による日本人頭部の解剖学的研究 2 頭蓋正中矢状面における性差. 口腔解剖研究 17: 25-37, 1960.
10. 野川孝男: 頭部X線規格写真による日本人頭蓋骨の解剖学的研究 1 頭蓋正中矢状面上における頭蓋輪廓線の男女性間の差異について. 口腔解剖研究 17: 17-24, 1960.
11. 真鍋義隆, 六反田篤: 台湾原住民の頭顔部, 齒列弓と口蓋の計測値による主成分分析. 歯科基礎医学会雑誌 30: 423-430, 1988.
12. 埴原和郎: 日本人の齒. 人類学講座 6 日本人Ⅱ, 雄山閣出版, 東京, 1978, pp. 175-216.
13. 田中 豊, 垂水共之, 脇本和昌: パソコン統計解析ハンドブックⅡ 多変量解析編, 共立出版, 東京, 1984, pp. 160-175.
14. Martin R, Saller K: Lehrbuch der Anthropologie. Bd. 1, G. Fisher, Stuttgart, 1957.

(1988年12月28日受理)

Sexual Differences of Frontal Region of the Modern Japanese Adult Skulls on the Midsagittal Plane

—An Approach by Principal Component Analysis of the Frontal Areas—

Katsutomo KATO

Department of Physical Therapy
The School of Allied Medical Sciences
Nagasaki University

Abstract Sexual differences of frontal region of modern Japanese adult skulls (50 males, 50 females) on the midsagittal plane were discussed from a viewpoint of multivariate approach. Firstly, twelve areas in the frontal region were measured. In order to extract fundamental properties involved in the morphology of the frontal region, principal component analysis was applied to 9 areas arranged in the frontal arch. As the result of the analysis, two significant principal components accounting for over 80% of the total variance were extracted. First principal component is interpreted as a general size factor of the areas, and second principal component as a shape factor, showing the reciprocal proportion of 9 areas. Namely, the second factor is related to curvature or bulge of the whole frontal region containing the development of glabella, Sexual difference of each factor by using standardized component scores was tested: there is significant difference in the first factor relating area size, but not in the second factor relating the frontal curvature.

Bull. Sch. Allied Med. Sci., Nagasaki Univ. 2 : 99-104, 1988