

# ペルー・チャンカイ遺跡（プレ・インカ時代）から出土した人工変形頭蓋， とくに脳頭蓋の形態的特徴

加藤 克知<sup>1</sup>・北川 賀一<sup>2</sup>・小山田常一<sup>2</sup>・篠田 謙一<sup>3</sup>・西 啓太<sup>4</sup>・真鍋 義孝<sup>2</sup>

**要 旨** ペルー・チャンカイ遺跡出土の人工変形頭蓋，とくに脳頭蓋の形態的特徴を計測学的に調査した。人工変形の頻度は男性52.7%，女性37.1%で，すべて前頭-後頭型の変形であった。これらの変形頭蓋では，幅径の増大と長径の短縮が顕著で，頭蓋長幅示数は男女とも超短頭型（男性94.7，女性97.6）を示した。一方，非変形頭蓋は男女とも短頭型（男性83.2，女性83.8）であった。とくに，変形頭蓋では前後方向への圧平に加え，頭頂部の上方および側方への膨隆と後頭部の平坦化が認められた。主成分分析の結果得られた第2主成分は，脳頭蓋幅径と長径間のプロポーションに関連する因子で，人工変形によって生じた変動を強く表していた。この主成分得点は，前頭-後頭型頭蓋変形の有無を判定する際の有効な指標になり得ることが示唆された。

保健学研究 25 (1): 19-28, 2013

**Key Words** : ペルー・チャンカイ遺跡・人工変形頭蓋・形態的特徴・計測値・主成分分析

(2012年11月26日受付)  
(2013年1月10日受理)

## I. はじめに

生体の頭部に機械的圧迫を加え，脳頭蓋を意図的に変形させる人工頭蓋変形 (Artificial cranial deformation) は，先史時代からヨーロッパ，アフリカ，アジア，南北アメリカなど世界の各地に見られた身体変工の一種である<sup>1),4)</sup>。とくに，ペルーを中心とする中央アンデスの古代遺跡から様々な形や程度に変形された頭蓋が数多く発見され，アンデス先住民の間にこの行為が広く存在したことが知られている<sup>1),4),9)</sup>。変形操作は，頭蓋に柔軟性を有する新生児期に，少なくとも2～3歳以前に行われた。アンデス地域に限っても，変形方法，目的，変形の程度および頻度は，時代，文化，地域によって様々である。Imbelloniは，頭蓋変形の型を前頭-後頭 (fronto-occipital) 型変形と円錐 (annular) 型変形の2種に大別している<sup>8),10)</sup>。頭部の発達は，これを構成する諸要素の機能的な相互関係によって制御されている<sup>11)</sup>。人工頭蓋変形は，遺伝因子や自然環境因子によって規制される頭蓋形態を人為的，強制的に変化させる行為であり，頭蓋奇形などを含む頭蓋形態形成のメカニズムを解析するための絶好の生体実験モデルでもある<sup>12),13)</sup>。頭蓋の計測値は頭蓋形態を表す有用な指標であり，計測学的に人工頭蓋変形と頭蓋形態の関係について，様々な地域集団を用いて多くの報告がなされてきた<sup>9),13),17)</sup>。これらの報告によると，頭蓋の計測値は人工変形の方法，程度あるい

は対象集団の属性など，種々の要因に応じて様々に変化していることが示されている。

今回，著者は新潟大学に所蔵され，先インカ期に属するペルー・チャンカイ遺跡出土の人工変形頭蓋について報告する。ここでは，肉眼的な観察所見に加えて，人工変形の形跡が認められない頭蓋（以下，非変形頭蓋）と人工変形頭蓋における個々の計測値の比較，さらに主成分分析の結果から計測値の全体的な変動を調べることによってチャンカイ遺跡出土人骨における人工変形頭蓋，とくに脳頭蓋の形態学的特徴を論じた。

## II. 資料および方法

### 1. 資料

チャンカイ (Chancay) 遺跡 (図1) は，ペルーの首都リマから北へ約60kmの太平洋に面した中央海岸地帯に位置し，紀元1100～1450年頃に営まれた古代アンデス地方王国期に属する複合遺跡である<sup>18),19)</sup>。研究に用いたチャンカイ遺跡出土人骨は，国立大学法人新潟大学に所蔵される古人骨資料群で，いわゆる「小片コレクション」の一部を成している。新潟大学小片保教授が1970年代にチャンカイ遺跡のセンターにあたる Pisquillo 地区から自ら収集したもので，その出自は明確である。

著者は，頭蓋150顆について脳頭蓋に対する圧平の有無とその部位および変形型など精査し，そのうち変形が

1 長崎大学医歯薬学総合研究科保健学専攻理学・作業療法学講座  
2 長崎大学医歯薬学研究科医療科学専攻顎顔面解剖学分野  
3 国立科学博物館人類研究部  
4 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科保健学専攻修士課程



図1. チャンカイ (Chancay) 遺跡の位置

ごく軽度で、頭蓋が“いびつ(斜頭, Plagiocephaly)”を呈する例や未成人例などを除外した90顆を非変形頭蓋群48顆(男性26, 女性22)と、前頭-後頭型変形頭蓋群42顆(男性29, 女性13)に区分し、本研究に用いた(表1)。なお、性別、年齢の判定については、本資料の収集者である小片教授の記録をもとに、著者が頭蓋における年齢および性別判定の基準<sup>20)</sup>にしたがい再確認、決定した。本研究に用いた人骨群は、ペルーの先史時代の遺跡から学術的またはそれに準ずる発掘調査によって得られた考古学的資料である。それらは、本研究過程を通じてしかるべき倫理的配慮をもって取扱われた。

表1. 資料

	非変形頭蓋		人工変形頭蓋 <sup>1)</sup>		計
	例数	頻度%	例数	頻度%	
男性	26	47.3	29	52.7	55
女性	22	62.9	13	37.1	35
計	48	53.3	42	46.7	90

1) 前頭-後頭型人工変形頭蓋

## 2. 方法

### 1) 計測および単変量比較

Martin and Sallerの人類学教科書<sup>21)</sup>にしたがって表2および表3に示した脳頭蓋関連25項目をmm単位で計測し、13の示数を算出した。計測項目の和名表現は、馬場<sup>22)</sup>によった。計測値の平均値比較にはt-検定を、頻度の比較にはカイ二乗検定を用い、いずれも有意水準を5%とした。また、考察に際し非変形頭蓋群と変形頭蓋群それぞれの計測値を比較するために前者を基線にしたMollisonの関係偏差折線を作成した。

### 2) 主成分分析

チャンカイ遺跡人骨の脳頭蓋の構造に関与する因子を抽出するため脳頭蓋計測値25項目から14項目を選び、男

女を一括した主成分分析を行った。この分析により人工変形による脳頭蓋への影響を構造的に明らかにしようと考えた。なお、主成分分析とは、複雑に関連しあう多変量で表される複合的事象を、互いに独立ないくつかの因子で表現し、構造把握の単純化を図る手法である。各変数(計測項目)間の相関行列をもとに計算し、得られた固有値の大きな主成分ほど全体の変動をよく説明する。また、主成分負荷量は各主成分と各変数間との相関関係を表し<sup>23)</sup>、各主成分得点はそれらの負荷量をもとに算出される。本分析には、統計解析ソフトウェアSPSSを使用した。

## III. 結果

### 1. チャンカイ遺跡における人工頭蓋変形の特徴

図2には、チャンカイ遺跡出土の前頭-後頭型人工変形頭蓋と非変形頭蓋のそれぞれ前面観および側面観を示した。小片コレクションのチャンカイ遺跡資料には、変形が非常に軽微で、頭蓋形が“いびつ(斜頭)”を呈するものが含まれる。これらは明確な意図をもって行われた変形か否か疑わしい例であり、今回の研究対象から除外した。このような資料を除けば、チャンカイ遺跡の変形頭蓋はすべて意図的(Intentional)と考えられる前頭-後頭型の人工変形例で、円錐型変形例の混在はみられなかった。表1には、その出現頻度を示した。男性52.7%、女性37.1%で、男性が多く、平均は46.7%であった。しかし、男女差は統計的に有意でなかった。



前頭-後頭型人工変形頭蓋(男性)



非変形頭蓋(男性)

図2. チャンカイ遺跡出土の人工変形頭蓋(非変形頭蓋との比較)

### 2. 計測値からみた人工変形頭蓋の特徴

チャンカイ遺跡出土非変形頭蓋の頭蓋長幅示数は、男性83.2、女性83.8で、性差は認められず、ともに短頭型

であった。表2、表3から脳頭蓋の主要項目を比較してみると、男女ともに、脳頭蓋最大長、グラベラ・イニオン長、グラベラ・ラムダ長、正中矢状弧長などの前後径（長径）は、変形頭蓋より非変形頭蓋で大きく、逆に脳頭蓋最大幅、最大前頭幅、両耳幅などの横径（幅径）は非変形頭蓋より変形頭蓋で大きかった。したがって、変形頭蓋の頭蓋長幅示数は男性94.7、女性97.6で、非変形頭蓋のそれらに比べ極度に大きく、超短頭型を示した。一方、バジオン・ブレグマ高などの高径は非変形頭蓋と変形頭蓋間で差はないが、長径と幅径の影響により頭蓋

長高示数、頭蓋幅高示数などの高径関連示数は両群間で有意差が認められた。最小前頭幅には差はないが、冠状縫合上にある最大前頭幅には差があり、両者の関係を示す横前頭示数は変形頭蓋でより小さな値を示した。正中矢状面における脳頭蓋弯曲の状態を表す項目では、男女とも正中前頭弧長、正中頭頂弦長で差があり、示数では男性の矢状頭頂弯曲示数と矢状後頭弯曲示数、女性の矢状後頭弯曲示数における差が有意であった。なお、脳頭蓋の全体的大きさを表す脳頭蓋モジュールに差はみられなかった。

表2. 非変形頭蓋および人工変形頭蓋における計測値、示数の比較（男性）

No	計測項目および示数	非変形頭蓋			人工変形頭蓋			t-検定 有意差
		例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差	
1	脳頭蓋最大長	26	170.5	6.68	26	160.7	5.40	**
2	グラベラ・イニオン長	26	165.6	6.05	26	154.9	5.54	**
3	グラベラ・ラムダ長	26	166.3	6.38	26	159.2	5.51	**
5	頭蓋底長	22	99.2	3.75	26	97.3	4.16	
7	大後頭孔長	23	32.5	2.39	27	32.1	2.42	
8	脳頭蓋最大幅	25	141.8	4.66	25	152.2	4.31	**
9	最小前頭幅	26	92.3	3.99	27	92.6	4.84	
10	最大前頭幅	24	116.5	3.57	26	122.5	5.45	**
11	両耳幅	24	127.8	4.32	25	131.6	3.28	
12	最大後頭幅	26	107.9	6.00	28	109.9	3.78	
13	乳様突起間幅	18	104.7	5.37	23	107.3	4.85	
14	頭蓋最小幅	24	68.2	4.06	25	71.8	6.01	*
16	大後頭孔幅	22	28.0	2.08	27	28.9	2.21	
17	バジオン・ブレグマ高	21	130.6	5.13	27	131.5	5.10	
20	耳・ブレグマ高	22	112.1	4.80	25	112.3	4.26	
21	全耳高	21	114.9	5.25	25	116.0	4.40	
23	脳頭蓋水平周	22	502.1	16.31	24	504.3	11.35	
24	横弧長	22	312.0	10.11	24	321.5	8.82	**
25	正中矢状弧長	22	349.5	16.63	26	335.1	11.00	**
26	正中前頭弧長	24	118.7	6.08	26	114.0	5.08	**
27	正中頭頂弧長	24	116.1	8.65	26	112.3	8.29	
28	正中後頭弧長	23	114.0	10.83	26	108.1	4.91	*
29	正中前頭弦長	23	107.9	4.51	26	105.8	4.14	
30	正中頭頂弦長	23	103.9	6.90	26	97.7	6.21	**
31	正中後頭弦長	23	97.0	6.80	26	97.2	4.59	
8/1	頭蓋長幅示数	25	83.2	2.72	25	94.7	4.66	**
17/1	頭蓋長高示数	21	76.9	3.36	26	81.7	3.02	**
17/8	頭蓋幅高示数	20	92.6	3.92	25	86.4	4.02	**
20/1	頭蓋長耳ブレグマ高示数	22	66.1	2.57	25	69.9	3.03	**
20/8	頭蓋幅耳ブレグマ高示数	21	79.7	3.00	25	73.9	3.33	**
1+8+17	脳頭蓋モジュール	20	147.4	4.47	25	148.1	3.47	
9/10	横前頭示数	24	79.1	3.60	26	75.7	4.33	**
9/8	横前頭頭頂示数	25	65.3	2.36	25	61.1	3.47	**
12/8	横頭頂後頭示数	25	76.0	4.03	25	72.5	3.27	**
16/7	大後頭孔示数	22	86.4	6.44	27	90.3	7.51	
29/26	矢状前頭弯曲示数	24	50.7	7.26	26	50.7	5.03	
30/27	矢状頭頂弯曲示数	23	89.7	2.28	26	87.1	2.28	**
21/28	矢状後頭弯曲示数	23	85.3	3.10	26	90.0	2.38	**

\* : P<0.05; \*\* : P<0.01

- 1) 計測項目番号は Martin and Saller (1957) による
- 2) 計測値（平均値）の単位はミリメートル
- 3) 示数およびモジュールは、当該の計測項目より算出した
- 4) 計測項目等の和名は馬場悠男 (1991) による

表3. 非変形頭蓋および人工変形頭蓋における計測値, 示数の比較 (女性)

No.	計測項目および示数	非変形頭蓋			人工変形頭蓋			t-検定 有意差
		例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差	
1	脳頭蓋最大長	20	161.3	4.46	12	151.3	7.72	**
2	グラベラ・イニオン長	20	157.8	4.45	12	146.0	8.40	**
3	グラベラ・ラムダ長	20	156.2	4.53	12	149.0	6.58	**
5	頭蓋底長	19	95.3	7.74	12	90.3	3.50	*
7	大後頭孔長	19	31.7	2.05	12	31.4	1.66	
8	脳頭蓋最大幅	19	135.3	4.92	12	147.3	6.76	**
9	最小前頭幅	22	90.2	4.56	12	90.0	4.53	
10	最大前頭幅	22	111.8	4.20	12	119.2	4.91	**
11	両耳幅	20	121.2	2.87	12	125.2	7.01	*
12	最大後頭幅	19	105.4	4.78	12	105.7	4.19	
13	乳様突起間幅	18	99.8	3.20	12	102.7	4.89	
14	頭蓋最小幅	21	65.4	2.57	12	66.1	3.04	
16	大後頭孔幅	18	27.2	1.64	12	27.4	1.85	
17	バジオン・ブレグマ高	19	121.6	5.84	12	123.0	2.42	
20	耳・ブレグマ高	20	105.5	4.03	12	106.9	2.87	
21	全耳高	20	108.3	3.83	12	109.8	3.68	
23	脳頭蓋水平周	18	479.8	9.05	12	474.2	16.49	
24	横弧長	19	294.4	9.14	11	309.4	6.37	**
25	正中矢状弧長	19	333.3	11.20	12	318.5	11.11	**
26	正中前頭弧長	22	112.8	4.18	12	108.6	4.41	**
27	正中頭頂弧長	20	112.3	3.94	12	104.9	8.21	**
28	正中後頭弧長	19	108.6	9.41	12	104.0	7.78	
29	正中前頭弦長	22	102.3	3.62	12	101.1	3.62	
30	正中頭頂弦長	20	99.4	3.26	12	91.7	6.28	**
31	正中後頭弦長	19	91.6	6.55	12	92.4	5.65	
8/1	頭蓋長幅示数	19	83.8	4.17	12	97.6	6.92	**
17/1	頭蓋長高示数	19	75.3	3.99	12	81.5	3.95	**
17/8	頭蓋幅高示数	18	90.1	6.21	12	83.7	4.54	**
20/1	頭蓋長耳ブレグマ高示数	20	65.5	3.05	12	70.8	2.49	**
20/8	頭蓋幅耳ブレグマ高示数	19	78.2	2.94	12	72.7	4.13	**
1+8+17	脳頭蓋モジュール	20	135.1	13.93	12	140.6	3.40	
9/10	横前頭示数	22	80.7	3.79	12	75.6	4.46	**
9/8	横前頭頭頂示数	19	66.6	3.62	12	61.2	4.27	**
12/8	横頭頂後頭示数	18	78.2	3.38	12	71.8	2.76	**
16/7	大後頭孔示数	18	86.0	6.96	12	87.3	5.04	
29/26	矢状前頭弯曲示数	20	50.5	7.65	12	53.6	6.35	
30/27	矢状頭頂弯曲示数	20	88.5	1.57	12	87.5	2.92	
21/28	矢状後頭弯曲示数	19	84.5	2.92	12	89.0	2.67	**

\* : P&lt;0.05; \*\* : P&lt;0.01

- 1) 計測項目番号は Martin and Saller (1957) による
- 2) 計測値 (平均値) の単位はミリメートル
- 3) 示数およびモジュールは, 当該の計測項目より算出した
- 4) 計測項目等の和名は馬場悠男 (1991) による

### 3. 主成分分析

男女の脳頭蓋の計測値14項目を一括して, 各項目の相関行列をもとに行った主成分分析の結果を表4に示した. 固有値が1以上の主成分は4個抽出され, 値の大きいものから順に第1主成分~第4主成分とした. 変動に対する寄与率はそれぞれ40.5%, 24.3%, 8.6%, 7.4%, 累積の寄与率は80.7%で, 最初の2主成分だけで全体の変動を約65%説明できることが示された. 表4の中の\*印は, 各主成分に対し0.4以上の比較的大きな負荷量を有する計測項目である. 第1主成分はすべての項目が比較的大きい正の負荷量をもっていることから, 頭蓋の全体

的大きさに関係すると考えられる. 第2主成分において\*印の付いた項目は, 頭蓋最大長, グラベラ・イニオン長および正中矢状弧長で負の値に, 脳頭蓋最大長, 最小前頭幅, 最大前頭幅および両耳幅で正の値をとっている. このことから頭蓋前後径 (長径) と左右径 (横径) の大小関係を表す主成分と考えられる. 一方, 第3主成分において\*印の付いた項目は, 正の値を示す最小前頭幅と負の値を示す最大後頭幅, 頭蓋最小幅で, 同じく第4主成分では, 正の値を示す頭蓋底長, 最小前頭幅, 頭蓋後頭幅および負の値を示す頭蓋最小幅であった. 第3および第4主成分の解釈は難しいが, おそらく両者はおも

表4. 主成分分析（固有値1以上の4主成分における主成分負荷量，固有値および全変動に対する寄与率）

No. <sup>1)</sup>	計測項目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分
1	脳頭蓋最大長	0.5590 *	-0.7809 *	-0.0916	-0.0389
2	グラベラ・イニオン長	0.4406 *	-0.8203 *	-0.1257	0.0631
5	頭蓋底長	0.4862 *	-0.3489	-0.2846	0.4787 *
8	脳頭蓋最大幅	0.5874 *	0.7479 *	-0.0229	-0.0469
9	最小前頭幅	0.4020 *	0.0814 *	0.5368	0.5350 *
10	最大前頭幅	0.6312 *	0.6641 *	0.0945	0.0044
11	両耳幅	0.6480 *	0.4882 *	-0.1636	0.0272
12	最大後頭幅	0.3883	0.2958	-0.5158	0.5075 *
14	頭蓋最小幅	0.4756 *	0.1740	-0.5241 *	-0.4259 *
17	バジオン・プレグマ高	0.7431 *	-0.1423	0.2389	-0.1301
21	全耳高	0.8290 *	-0.0797	0.3029	-0.1243
23	脳頭蓋水平周	0.9052 *	-0.1596	-0.1559	-0.0420
24	横弧長	0.8538 *	0.3731	0.2005	-0.1244
25	正中矢状弧長	0.6577 *	-0.6688 *	0.1214	-0.1479
	固有値	5.6653	3.4061	1.1983	1.0343
	寄与率	0.4047	0.2433	0.0856	0.0739
	累積寄与率	0.4047	0.6480	0.7336	0.8074

\*: 各主成分において0.4以上の負荷量を有する計測項目

1) 計測項目番号は Martin and Saller (1957) による

表5. 主成分得点の群間（非変形頭蓋－人工変形頭蓋，男性－女性）比較（t-検定）

		非変形頭蓋			人工変形頭蓋			t-検定 有意差
		例数	平均値	標準偏差	例数	平均値	標準偏差	
第1主成分	男性	18	1.07	2.12	22	1.83	1.42	
	女性	17	-2.29	1.36	12	-1.71	1.29	
	t-検定		**			**		
第2主成分	男性	18	-1.44	0.96	22	1.20	1.07	**
	女性	17	-1.18	1.05	12	1.62	2.13	**
	t-検定							
第3主成分	男性	18	0.13	0.84	22	-0.23	1.25	
	女性	17	-0.18	0.96	12	0.47	1.26	
	t-検定							
第4主成分	男性	18	0.01	0.95	22	-0.03	0.96	
	女性	17	0.33	1.17	12	-0.42	0.95	
	t-検定							

\*\* : P<0.01

に脳頭蓋の幅径間の関係を表していると考えられる。表5には、4個の主成分における個体主成分得点平均値の差を、非変形頭蓋と変形頭蓋の群間で検定した結果を示した。4個の主成分のうち、第2主成分には男女ともに有意の差が認められた。なお、第1主成分には明瞭な男女差が認められた。図3は、第1主成分と第2主成分における主成分得点を視覚的に2次元に散布・展開したものである。女性と男性は第1主成分（X軸）に対して、人工変形頭蓋と非変形頭蓋は第2主成分（Y軸）に対してそれぞれ正負方向にほぼ対称的に散布する傾向を強く示した。とくに、第2主成分においては、変形頭蓋の42例中38例（90.5%）が正側に、非変形頭蓋の48例中44例（91.7%）が負側に散布していた。

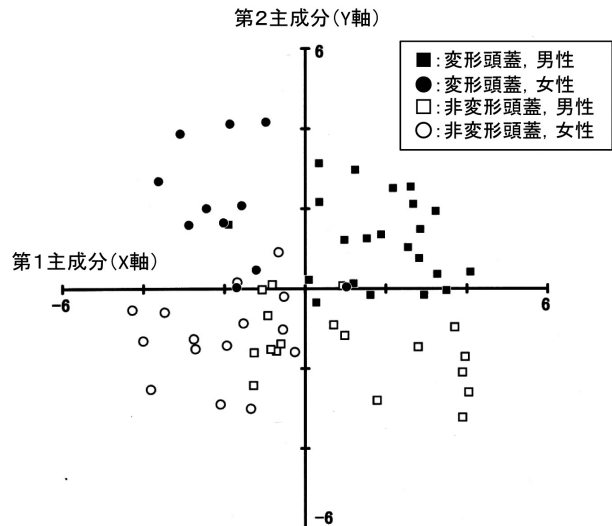


図3. 第1および第2主成分得点による各個体の散布図

IV. 考察

1. 人工頭蓋変形の特徴

人工変形の方法や型を分類する試みは古くから多くの研究者によってなされてきたが、それらは時代や地域によって千差万別であり未だ万人を納得させうるものはない<sup>1)</sup>。もっとも簡潔で一般的な分類は Imbelloni によるもので、頭蓋変形を前頭-後頭型変形と円錐型変形の2種類に区別する<sup>8)</sup>。前者は、前頭部か後頭部、または前後同時に板などを当てて前後方向に圧迫して変形させる。後者は頭周囲を帯などで強く緊縛して、頭頂部を上方または上後方に変形させる。アンデスにおいては、前者の変形型は海岸地域に多く、後者のそれは高地・山岳地域に多いので、それぞれ海岸型 (Coast type) および高地型 (Highland type) とも呼ばれる。頭蓋の側面観は両型とも前後方向に短くなるが、前頭-後頭型変形では側頭・頭頂部が外側へ膨隆するため (図2)、前面観では両者の違いが明瞭に区別できる。この前頭-後頭型変形にみられる脳頭蓋の外側方向への発達、前後方向への成長が妨げられることによっておこる代償的变化と考えられ<sup>4),7),8),24)</sup>、計測学的には脳頭蓋の幅径が増大する結果を生む。

今回のチャンカイ遺跡出土の人工頭蓋変形は、すべて前頭-後頭型であり、円錐型の混在はみられなかった。ルンブレラス<sup>18)</sup>は、同遺跡の考古学的レビューの中で、埋葬人骨は斜傾 (斜頭) 型ないしは前頭-後頭型の頭蓋変形が特徴であると述べている。頭蓋変形型をアンデスの地域別にみると、南海岸の比較的年代の古いパラカス期は変形程度の強い円錐型が多く、続くナスカ期は前頭-後頭型変形が多い<sup>25),26)</sup>。一方、北海岸のトルヒーヨに近いチム-遺跡では、前頭-後頭型が優勢である。さらに南のワチョ渓谷の遺跡では、顕著な前頭-後頭型変形の中に高地文化の影響を受けた高地型変形も混在している<sup>1)</sup>。我々が調査した例で、やはりトルヒーヨに近いエル・ブルホ遺跡のシカン期およびモチェ期の人工頭蓋変形は基本的に前頭-後頭型変形であったが、高地型変形が一例 (女性) 混在していた (加藤, 未発表)。地理的、文化的にチャンカイ遺跡に近いアンコン遺跡の初期には前頭-後頭型の変形が優勢であるが、後期になると変形の程度が弱くなり、斜頭 (いびつ) 型の変形が多くみられるようになるという。このようなアンコン遺跡の斜頭を呈する軽度の変形は、特殊な乳児用ベッドの使用によるもので意図的な変形ではない可能性がある<sup>1)</sup>。チャンカイ遺跡の資料にも存在する同様型変形の特徴と意味については、稿を改めて論じたい。

今回の資料からみたチャンカイ遺跡の人工変形の頻度は、男性52.7%, 女性37.1%, 平均46.7%で、女性より男性で多い傾向がある。著者の調査によるとパラカス遺跡の例では約9割、ナスカ遺跡の例で約7割程度と高頻度である。この数値に比べて北に位置するチャンカイ遺跡は、今回の資料では5割に満たない。上述のアンコン遺

跡でも明らかな変形を示す例は少ないという<sup>1)</sup>。一方、高地クスコの北西高地ウルバンバ川流域のインカ遺跡群から出土した頭蓋においては高地型変形が優勢であるが、それは男性 (43%) より女性 (60%) に多く認められたという<sup>27)</sup>。

2. 人工変形頭蓋の計測学的分析

図4には、非変形頭蓋および変形頭蓋間における計測値比較を視覚的に把握するために、前者を基線にした Mollison の関係偏差折線を示した。ほぼすべての計測値と示数において折線の振幅の方向と強さは男女で一致し、人工頭蓋変形による脳頭蓋形態への影響には基本的に男女間の差異がみられなかった。基準線からの振幅が大きいのは負方向の長径と正方向の幅径である。その結果、とくに頭蓋長幅示数は正方向へ大きく振れ、脳頭蓋は前後方向に強く圧平された超短頭を示した。これらの所見は既報の計測学的研究の結果と一致している<sup>3),9),14)-17)</sup>。一方、非変形頭蓋の頭蓋長幅は両性とも短頭型で、この形がチャンカイ遺跡出土の正常な脳頭蓋の特徴であると考えられる。ついで、振幅の大きい横弧長は冠状方向へ変化であり、これは上述した側頭・頭頂部の外側膨隆を表している。また、正中矢状面上の計測値、示数は振幅が大きく、変形による影響を受けやすいことが示された。Clark ら<sup>17)</sup>も、頭蓋矢状面上の弯曲を表す弧長と弦長は、人工変形によって影響を受けやすいと述べている。我々の結果ではとくに矢状頭頂弯曲示数、矢状後頭弯曲

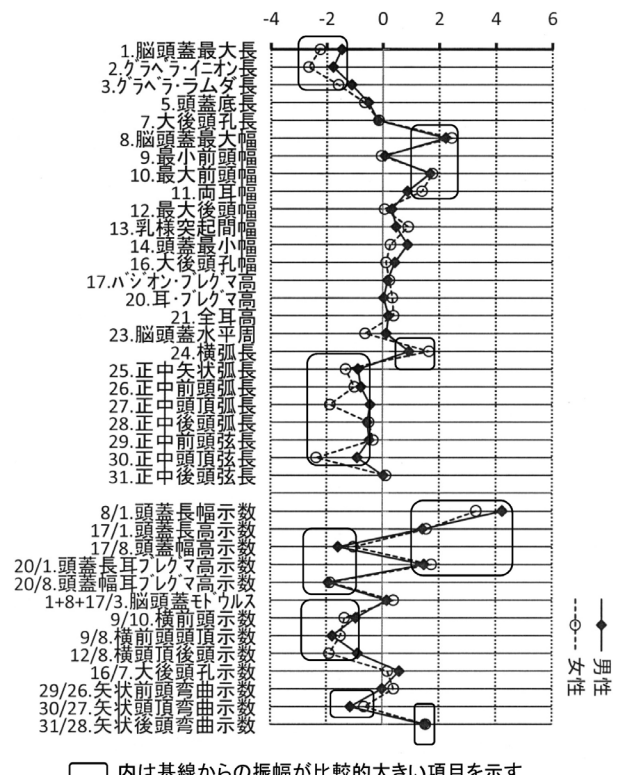


図4. 人工変形頭蓋計測値における Mollison の関係偏差折線 (基準線は非変形頭蓋)

示数の値から頭頂部の膨隆と後頭部の平坦化の生じることが示された。しかし、前頭部の湾曲を表す計測値には差が認められなかった。Méndezら<sup>16)</sup>は、パタゴニアの変形頭蓋においては、変形操作に対して後頭領域が反応しやすく、前頭部および顔面領域は安定していると述べている。これに対し、中央アメリカのマヤ遺跡の前頭-後頭型人工変形を調べたWhite<sup>15)</sup>は、頭頂部はもっとも影響を受けやすく、逆に後頭部は安定していると述べ、このことは成長期における縫合が機械的圧迫によって影響を受けることと関係するとしている。また、脳頭蓋全体の大きさを表す脳頭蓋モジュールには、変形による有意の変化はみられなかった。このことは脳の可塑性と脳頭蓋の代償的な局部発育機構の存在を示唆している。これに関連した興味深い報告として、Schijman<sup>8)</sup>は、乳児期に頭蓋変形を行う集団に精神・神経学的な障害は証明されなかったと述べている。

一方、脳頭蓋の人工変形を形成する過程において、機械的圧迫の影響が直接及ばない顔面や頭蓋底の形態や位置が変化するかどうかという問題は、頭蓋の成長力学的観点から興味深い。今回は顔面部や頭蓋底は検討の対象としなかったが、顔面頭蓋と脳頭蓋の境界にある最小前頭幅には変形による影響がみられなかった。上述のMéndezら<sup>16)</sup>は、変形操作に対し顔面部は安定していると述べ、Rhodeら<sup>9)</sup>は、影響を受ける顔面部位は男女間で異なっており、女性における最小前頭幅や眼窩幅は影響されないと報告している。Mizoguchi<sup>13)</sup>は北アメリカ北太平洋海岸原住民における人工変形が顔面に及ぼす影響を共分散の手法から解析した報告の中で、脳頭蓋への変形操作は顔面部にほとんど影響を及ぼさないが、脳頭蓋のいくつかの計測値、とくに脳頭蓋長、脳頭蓋幅とともに頭頂弦の変動は増加すると述べ、機械的要因に反応する頭蓋顔面構造には、その部分的発達に関連したメカニズムが存在する可能性を指摘している。また、Cheverudら<sup>7)</sup>は、前頭-後頭型変形は、頭蓋底および顔面に何らかの影響を及ぼすものの、その影響の大きさは対象地域集団によっても異なっているとし、機械的圧迫に対する頭蓋の形態的反応に集団的差異が存在する可能性を指摘している。このように脳頭蓋、顔面頭蓋といった部位に関わらず、変形操作が頭蓋形態全体に及ぼす影響には、対象資料の属性や地域的特性、人工変形の方法と強度、性などの種々の要因が複雑に関係していることがわかる。

### 3. 主成分分析

チャンカイ遺跡出土資料において人工変形による脳頭蓋への影響を構造的に解釈するために、脳頭蓋の計測値14項目を男女一括した主成分分析を試みた。今回の分析では、軸の回転を行っていないが、主成分の解釈は可能であった。それぞれ寄与率が40.5%の第1主成分と24.3%の第2主成分で全体の変動の約65%が説明できた。第1主成分はすべて正の値を示し、ほとんどの項目の負

荷量は大きいことから脳頭蓋の大きさに関する生物学的な因子 (General size)、つまり性関連因子と考えられる。とくに負荷量は全耳高、脳頭蓋水平周、横弧長、正中矢状弧長で大きく、頭蓋の高さや、矢状および水平方向の湾曲要素が密接に関係している。しかし、上記計測値のうち非変形頭蓋と変形頭蓋間の差が有意であったのは横弧長のみであったことから、第1主成分は人工変形が原因で生じる変動と無関係であると考えられる。ついで、第2主成分の負荷量は幅径で高い正の値を示す一方、長径で高い負の値を示しており、脳頭蓋の幅と長さのプロポーションに関連する主成分と解釈される。この主成分が頭蓋変形を主原因とする変動を表していることは、個々の計測値の結果に加えて主成分得点平均値における差の検定結果(表5)からも明らかである。

チャンカイ遺跡出土資料のような人工変形頭蓋を含む集団における各頭蓋の形態は、まったく変形のない正常なものから変形の顕著なものまで連続している。したがって、肉眼的観察によって変形頭蓋を非変形頭蓋から区別する作業には、観察者の熟練度や主観的要素などが介入する。計測値などから簡便かつ客観的な方法で頭蓋変形の有無を鑑定することは可能であろうか。Clarkら<sup>17)</sup>はフィリピン住民において、前頭部、頭頂部および後頭部それぞれの弧長と弦長を用いて、変形頭蓋を非変形頭蓋から区別するために判別式の導出を試みている。それによると人工変形を肉眼的に観察した結果と、判別式を適用した結果の一致率は91.1%であったという。著者の主成分分析の結果では、第2主成分が頭蓋変形による変動を説明する因子として抽出された。主成分負荷量に応じて算出した各個体の主成分得点を2次元に散布・展開してみると(図3)、変形頭蓋群と非変形頭蓋群に含まれる各個体は、第2主成分Y軸の正および負側にそれぞれ9割以上の効率で分離された。このことは、第2主成分と人工変形の間には極めて高い相関があり、この主成分得点が前頭-後頭型頭蓋変形の有無を判定する有効な指標になり得ることを示唆している。

## V. まとめ

ペルー・チャンカイ遺跡(先インカ期)出土の人工変形頭蓋、とくに脳頭蓋の形態的特徴について、肉眼的観察、計測値と示数の単変量比較、さらに主成分分析を用いて調べ、以下の結果が得られた。

- 1) 本研究に用いた頭蓋において人工変形の頻度は、男性52.7%、女性37.1%であったが、統計的に性差は認められなかった。
- 2) 人工変形の型は、アンデス海岸地域に多い前頭-後頭型変形であり、高地に多い円錐型変形の混在はみられなかった。
- 3) 人工変形頭蓋の側面観では、脳頭蓋は前後方向に強く圧平され、幅径の増大と長径の短縮が顕著であった。頭蓋長幅示数は男性94.7、女性97.6と極

端に大きい超短頭型を示し、一方非変形頭蓋における同示数は男性83.2、女性83.8で、短頭型であった。

- 4) 変形頭蓋では頭頂部の膨隆と後頭部の平坦化が有意に認められた。
- 5) 脳頭蓋の全体的大きさの指標である頭蓋モドウルスには非変形および変形頭蓋の間で有意の差はみられなかった。
- 6) Mollisonの関係偏差折線における振幅方向と強さは男女でほぼ一致し、人工変形による脳頭蓋計測値、示数への影響には性による違いがないことが示された。
- 7) 脳頭蓋計測値14項目を用いた主成分分析の結果では、第1および第2主成分のみで全体の変動の約65%が説明できた。第1主成分は頭蓋の全体的大きさに関する生物学的因子、第2主成分は脳頭蓋の長径と幅径のプロポーションに関する因子と解釈された。後者は人工変形を主因とする変動を表していると考えられた。
- 8) 第2主成分得点は、人工変形との間に極めて高い相関が認められた。このことは、この得点が前頭-後頭型頭蓋変形の有無を判定する有効な指標になり得ることを示している。

## VI. 謝辞

本研究の遂行に協力いただいた新潟大学の関係諸先生方に対し厚く感謝申し上げる。

## 参考文献

- 1) Dingwall EJ: Artificial cranial deformation - A contribution to the study of ethnic mutilations. John Bale Sons & Danielsson, Ltd, London, 1931:1-15,194-225.
- 2) Blackwood B: A study of artificial cranial deformation in New Britain. J Roy anthrop Inst Lond, 85:173-191, 1955.
- 3) Anton SC: Intentional cranial vault deformation and induced changes of the cranial base and face. Am J Phys Anthropol, 79:253-267, 1989.
- 4) Tubbs RS, Salter EG, Oakes WJ: Artificial deformation of the human skull: A review. Clinical Anatomy, 19: 372-377, 2006.
- 5) Comas J: Manual of physical anthropology, Charles C Thomas Publisher, Springfield, 1960:389-395.
- 6) Weiss P: Osteología cultural: Practicas cefalicás. 2da Parte. Tipología de las deformaciones cefalicás -Estudio cultural de los tipos cefalicos y de algunas enfermedades oseas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima,1961:1-140.
- 7) Cheverud JM, Kohn LAP, Konigsberg LW, Leigh SR: Effects of fronto-occipital artificial cranial vault modification on the cranial base and face. Am J Phys Anthropol, 88:323-345, 1992.
- 8) Schijman E: Artificial cranial deformation in newborns in the pre-Columbian Andes. Child Nerv Syst, 21:945-950, 2005.
- 9) Rhode MP, Arriaza BT: Influence of cranial deformation on facial morphology among prehistoric south central Andean populations. Am J Phys Anthropol, 130:462-470, 2006.
- 10) Allison MJ, Gerszten E, Munizaga J, Santoro C, Focacci G: La práctica de la deformación craneana entre los pueblos andinos precolombinos. Chungará Arica, 7:238-260, 1981.
- 11) Moss ML: The pathogenesis of artificial cranial deformation. Am J Phys Anthropol, 16:269-286, 1961.
- 12) EitzSimmons E, Prost JH, Peniston S: Infant head molding, A cultural practice. Arch Fam Med, 7:88-90, 1998.
- 13) Mizoguchi Y: Covariations in craniofacial measurements caused by artificial deformations of the cranial vault. Bull Natn Sci Mus, Ser D, 17:31-50, 1991.
- 14) McNeill RW, Newton GN: Cranial base morphology in association with intentional cranial vault deformation. Am J Phys Anthropol, 23:241-254, 1965.
- 15) White CD: Sutural effects of fronto-occipital crania modification. Am J Phys Anthropol, 100:397-410, 1996.
- 16) Méndez MG, Salceda SA, Armengol MFL: A multivariate analysis of artificially deformed Patagonian skulls. Anthropol Sci, 105:83-98,1997.
- 17) Clark JL, Dobson SD, Anton SC, Hawks J, Hunley KL, M. H. Wolpoff MH: Identifying artificially deformed crania. Int J Osteoarchaeol, 17:596-607, 2007.
- 18) ルンブレラス LG:アンデス文明 -石器からインカ帝国まで-, 増田義郎訳, 岩波書店, 1977: 204-208.
- 19) 関 雄二: アンデスの考古学, 同成社, 東京, 1997: 1-262.
- 20) Brothwell D: Digging up bones. 3rd ed, British Museum of Natural History, Oxford University Press, London, 1981: 119-125.
- 21) Martin R, Saller K : Leherbuch und Anthropologie, Bd.1 3 Aufl. G. Fisher, Stuttgart,1957:429-507.
- 22) 馬場悠男: 人体計測法 人類学講座別巻1, 人類学講座編集委員会編, 雄山閣出版, 東京, 1991:186-213.
- 23) 真鍋義孝, 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. 基礎歯科医学会雑誌, 30:423-430, 1988.



- 24) Jimenez P, Martinez-Insua A, Franco-Vazquez J, Otero-Cepeda XL, Santana U: Maxillary changes and occlusal traits in crania with artificial fronto-occipital deformation. *Am J Phys Anthropol*, 147:40-51, 2012.
- 25) 加藤克知：人工頭蓋変形と頭蓋穿孔（開頭術）－インカの人々の頭蓋にみる不思議な風習と外科手術。インカ・マヤ・アステカ展, 松本亮三, 篠田謙一, 小野雅弘編, NHK, 東京, 2007: 215-217.
- 26) 加藤克知: 形質人類学からみた古代アンデスの頭部に関する3つの風習－人工頭蓋変形, 頭蓋穿孔（開頭術）, 戦勝首級－. *保健学研究*, 21:1-17, 2009.
- 27) McCurdy GG: Human skeletal remains from the highlands of Peru. *Am J Phys Anthropol*, 6:217-330, 1923.

# Morphological study on skull vaults with artificial deformations from the pre-Columbian Chancay site, Peru

Katsutomo KATO<sup>1</sup>, Yoshikazu KITAGAWA<sup>2</sup>, Joichi OYAMADA<sup>2</sup>

Ken'ichi SHINODA<sup>3</sup>, Keita NISHI<sup>4</sup>, Yoshitaka MANABE<sup>2</sup>

- 1 Department of Physical Therapy, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
- 2 Department of Oral Anatomy and Dental Anthropology, Unit of Basic Medical Sciences, Course of Medical and Dental Sciences
- 3 Division of Anthropology, National Museum of Nature and Science
- 4 Master Course, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

Received 26 November 2012

Accepted 10 January 2013

**Abstract** Morphological features of cranial vaults with artificial deformations from the pre-Columbian Chancay site in Peru were examined by analyzing cranial measurements. The incidence of artificially deformed skulls was 52.7% in males and 37.1% in females. The deformations were all fronto-occipital. Deformation markedly increased the transversal diameter of the cranial vault and conversely decreased the antero-posterior diameter. The mean cranial index of the deformed group was ultra-brachycephalic (male 94.7; female 97.6), whereas the index of the undeformed group was brachycephalic (male 83.2; female 83.8). The artificially deformed vaults were characterized by parietal bulging and occipital flattening. The first two principal components extracted by principal component analysis accounted for approximately 65% of the total variance. The first component was the general size of the skull and was related to the sex of the individual, while the second factor was the proportional relationship between the breadth and length of the cranial vault. The latter represented the effects caused by artificial deformation. The results suggest that individual scores computed from the second component data are useful for discriminating artificially deformed skulls from undeformed skulls.

Health Science Research 25(1): 19-28, 2013

**Key Words** : pre-Columbian Chancay site, artificial cranial deformation, physical anthropology, principal component analysis