

四肢長骨の長さとおさによる 性別判定

加藤 克知

要旨 現代日本人上腕骨、橈骨、大腿骨および脛骨の最大長と骨幹中央周を用いた判別分析による性別判定法について検討し、さらにその縄文時代人骨への適用の可能性について調べ以下の結果を得た。1) 中間点法による単項目ごとの的中率は橈骨最大長と上腕骨骨幹中央周で84.7%、86.7%と高率である。2) 全8項目からの判別式では87.8%の的中率が得られた。また、骨幹中央周に関する分析では上肢骨(上腕骨と橈骨)からの判別式の的中率は88.8%で高く、一方下肢骨(大腿骨と脛骨)からのそれは73.5%とやや低い。3) 現代人骨の骨幹中央周から得られた判別式に縄文時代人骨を適用してみると、的中率は一般に現代人の場合より10%程度低下したが、これは縄文時代人骨と現代人骨の計測値の差による境界値のずれに起因すると考えられる。

長大医短紀要1: 111-117, 1987

Key Words: 性別判定, 判別分析, 四肢長骨, 日本人

人骨の性別判定は人類学、法医学の分野において重要な問題であるが、近年客観的でより精度の高い判定を行なうために、Fischer (1936)¹⁾により考案された判別関数法を適用する試みがなされている。しかし、骨格には人種差、地域差および時代差などがあり、ある集団から得た判別式を直ちに同じ的中率で別の集団に適用できるわけではない。従って、この判定法を人類学や法医学に有効に応用していくためにはできるだけ多くの集団での検討が必要不可欠である(Holland, 1986)²⁾

一方、判別関数法による判別式は骨格各部およびそれらの組み合わせから種々のものが導出されているが、一般に骨盤構成部分や四肢長骨からのものに高い的中率が認められて

いる(Pons, 1955³⁾; Van Gerven, 1966⁴⁾; 埴原, 1981⁵⁾)。さらに、骨の保存性、計測の容易さなどの点を加味すれば、Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾も述べているように四肢長骨、特にその骨幹周径を用いる方法は最も実用性が高いと考えられる。

本論文では、新潟地方現代日本人の四肢長骨の長さとおさ、特に後者を中心に線形判別分析を用いた性別判定の可能性を検討し、さらに得られた判別式が縄文時代人集団への程度の効率で適用できるかについて調べた。

資料および方法

新潟大学医学部第一解剖学教室保管の現代日本人(新潟県人)骨格98個体(男性53,

女性 45 個体) および縄文時代人骨格 57 個体 (男性 32, 女性 25 個体) を用いた。いずれも成人で, 少なくとも肉眼的な病変の認められないものである。計測の方法は原則として Martin und Saller (1952)⁷⁾ に準じ, 上腕骨, 橈骨, 大腿骨および脛骨の最大長 (長さ) と骨幹中央周 (太さ), 計 8 項目を採った。多変量判別分析は現代人の計測値から, 直接法 (Direct method) と変数選択方式 (Stepwise method) を併用して行い, さらに得られた性判別式が古人骨にも適用できるか否かについて, 縄文時代人の計測値を用いて検討した。なお, これらの分析には九州大学計算機センターのアプリケーション SPSS のサブ

プログラム DISCRIMINANT を使用した。

結 果

Table 1 は採用した 8 項目の基本統計量, t 値および男女の平均値の中間点を判別点として用いる方法 (中間点法) による各項目単独の的中率を示している。t 値はいずれの項目でも大きく, 性差は高度に有意で, 特に橈骨最大長と, 上腕骨および橈骨骨幹中央周において著しい。また, 各項目単独の的中率はいずれも 70% 以上と比較的高く, なかでも橈骨最大長と上腕骨中央周は各々 84.7% と 86.7% の高い的中率を持っている。

Table 1. Basic statics, t-values for sexual dimorphism and percent correctly classified by the midpiont method in the recent Japanese

Measurements	Male			Female			t-value	Sectioning point	Percent correctly classified(%)
	n	Mean	SD	n	Mean	SD			
Length									
Humerus	53	293.5	11.56	45	275.2	16.23	6.49	284.35	76.5
Radius	53	220.9	9.80	45	199.7	11.67	9.77	210.30	84.7
Femur	53	409.2	17.83	45	382.5	21.14	6.78	395.85	74.5
Tibia	53	330.8	16.01	45	309.2	18.39	6.22	320.00	75.5
Circumference									
Humerus	53	66.0	4.01	45	57.3	4.43	10.20	61.65	86.7
Radius	53	43.1	2.73	45	38.0	2.84	9.05	40.55	72.7
Femur	53	85.1	5.17	45	77.7	5.22	7.03	81.40	74.5
Tibia	53	79.0	5.19	45	71.1	4.78	7.72	75.05	77.6

Length : Maximum length, Circumference : at the middle of shaft

Table 2 は直接法及び変数選択方式による多変量判別分析の結果を示している。全 8 項目を用いた場合 (判別式 1), 的中率は 87.8% である。最大長のみ 4 項目の場合 (判別式 2) は 84.7%, 中央周のみ 4 項目の場合 (判別式 3) は 85.7% で, 後者の方の的中率がやや高い。さらに, 中央周についていくつかの組合せを見ると, 上腕骨, 橈骨および脛骨の 3 項目では (判別式 4), 85.7% で判別式

3 の結果と同等度である。上腕骨と橈骨の上肢骨 2 項目の場合 (判別式 5) は, 88.8% で前 2 者に比べてむしろ的中率は良くなっている。一方, 大腿骨と脛骨の下肢骨 2 項目 (判別式 6) では, 73.5% と比較的低い値を示している。

Table 3 は判別式 3 から判別式 6 を縄文時代人骨に適用した成績を示している。いずれの式でも, 男性例では本来の性への正の判別

Table 2. Results of the discriminant analysis for several combinations of variables on the recent Japanese

	Discriminant function No.					
	1	2	3	4	5	6
Humerus Length	-0.0357	-0.0367				
Radius Length	0.0979	0.1331				
Femur Length	0.0158	0.0285				
Tibia Length	-0.0248	-0.0361				
Humerus Circum.	0.1140		0.1445	0.1408	0.1532	
Radius Circum.	0.0403		0.1163	0.1183	0.1516	
Femur Circum.	-0.0506		-0.0079			0.0579
Tibia Circum.	-0.0749		0.0529	0.0483		0.1147
Constant	-19.0007	-17.3591	-17.0504	-17.1983	-17.3409	-13.3331
No. of variables	8	4	4	3	2	2
Percentage correct	87.8	84.7	85.7	85.7	88.8	73.5

Length : Maximum length, Circum. : Circumference at the middle of shaft

Table 3. Results of discrimination of the Jomon materials by the formula based on the recent Japanese

Function No.	No. of cases	Predicted cases		Percentage correct
		♂	♀	
3	♂ 32	28(87.5%)	4(12.5%)	75.4%
	♀ 25	10(40.0%)	15(60.0%)	
4	♂ 32	28(87.5%)	4(12.5%)	75.4%
	♀ 25	10(40.0%)	15(60.0%)	
5	♂ 32	27(84.4%)	5(15.6%)	73.7%
	♀ 25	10(40.0%)	15(60.0%)	
6	♂ 32	30(93.8%)	2(6.2%)	80.7%
	♀ 25	9(36.0%)	16(64.0%)	

率は現代人の場合よりむしろ高いが、逆に女性例では正の判別率はかなり低下している。

また、各判別式の全体的な中率は各々75.4%、75.4%、73.7%、80.7%で、概して現代人の場合より10%以上低くなっている。しかし、判別式6では、むしろ的中率はやや増加している。

考 察

人骨の性別判定には、従来頭蓋や骨盤など、性的特徴の比較的現れ易い部位の肉眼的観察に基づく主観的方法が用いられ、簡便さや的中率は必ずしも満足できるものではなかった。このような欠点を補うために、複数の計測値から判別関数法によって、より客観的で、的中率の高い判定法が試みられてきた。白人や

黒人では, Pons (1955),³⁾ Van Gerven (1966),⁴⁾ Black (1978),⁸⁾ Dibennardo and Taylor (1979),⁹⁾ Iscan and Miller-Shaivitz (1984)¹⁰⁾ の研究, 日本人では埴原および共同研究者による一連した研究 (1959,¹¹⁾ 1964,¹²⁾ 1979,¹³⁾ 1981⁵⁾), 古人骨への適用を主眼にした Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾ の詳細な研究などがあり, いずれもかなり高い実用的な中率が報告されている。一般に, これらの報告では, 頭蓋や歯などより, 四肢骨の組み合わせに高い的中率の見られる傾向がある。

Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾ によれば, 性別判定に最も有効なのは骨盤の諸計測値であるが, 骨盤は一般に保存が悪く, 実用性には問題があり, むしろ比較的高い中率, 保存性および易計測性などの点から四肢骨の太さ(周径)の実用的価値が強調されている。例えば, 上腕骨, 大腿骨および脛骨骨幹周径の組み合わせで, 85% から 91.3% の高い的中率が得られるという。今回の筆者の結果では, 上腕骨, 橈骨, 大腿骨および脛骨骨幹中央周の組み合わせで, 73.5% から 88.8% の的中率が得られ, 特に上肢骨の組合せが最も有効であった。すなわち下肢骨特に大腿骨の判別への寄与は最も低く, この点は Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾ の結果に一致している。これに反して, Black (1978),⁸⁾ Dibennard and Taylor (1979)⁹⁾ は白人および黒人における研究から, 大腿骨の周径が, 的中率も高く性別判定に実用的であると述べている。これらの結果の食い違いの大部分は, 疑いなく性的特徴の現れ方の人種差に基づいていると思われ, 人種は判別関数法によって骨の性別を行う場合, まず第一に考慮しなければならない因子である(埴原, 1981⁵⁾; Iscan and Miller-Shaivitz, 1984¹⁰⁾)。

現代人骨幹中央周から得られた判別式に, 縄文人の計測値を当てはめると (Table 3), 男性例では本来の性への正の判別率が上昇するが, 逆に女性例では低下している。

また, 概して全体的な中率も下がる。Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾ も現代人からの判別式を近世人, 弥生人に適用し, とくに時代的に離れている弥生人で, 同様な傾向を認めている。このことは一般に時代を遡るほど, 計測値が大きくなることと関係しており, これら縄文人や弥生人の境界値と現代人の境界値が大きくなるためと解される。従って, 実際に現代人の判別式を古人骨に適用することは, 時代差や集団差の少ない項目を限定して用いないかぎりかなり危険であることがわかる。一方, 大腿骨と脛骨の中央周の2項目から導かれた判別式を, 縄文人に適用した場合は的中率は上がっている。このことは, 縄文人の下肢骨には現代人より強い性差のあることを物語っている。Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾ によれば, 特に大腿骨の骨幹周は同じ日本人でも古人骨では良い discriminator になり, 集団によって性差の変動しやすい項目であるという。

なお, Table 1 に示したように, 中間点法による性別判定は, 橈骨の最大長や上腕骨骨幹中央周のように1項目でも 84.7% と 86.7% の多量判別分析に比肩する高い的中率が得られた。同様な方法を用いて検討している Nakahashi and Nagai (1986)⁶⁾, Dittrick and Suchey (1986)¹⁴⁾ も, 幾つかの項目に単独で 80% ないしそれ以上の的中率を報告していることからみて, このような簡単な方法にもその実用的な価値が認められるべきであろう。

要 約

新潟地方現代日本人上腕骨, 橈骨, 大腿骨および脛骨の長さ(最大長)と太さ(骨幹中央周)から線形判別分析を用いた性別判定法について検討し, さらにその結果の古人骨への適用の可能性について縄文時代人資料を用いて調べた。その結果の要約は以下のとおりである。

- 1) 各四肢長骨の最大長と骨幹中央周の8計測値にはいずれも性差が認められ、特に橈骨最大長と、上腕骨および橈骨骨幹中央周で顕著である。中間点法による単独項目ごとの的中率は一般に70%以上で、特に橈骨最大長と、上腕骨骨幹中央周では各々84.7%、86.7%と高率である。
- 2) 全8項目からの判別式では87.8%の的中率が得られた。最大長4項目と中央周4項目による各々の判別式では、前者の84.7%より後者の85.7%がやや高い。また、中央周に関する判別式では上肢骨である上腕骨と橈骨からの判別式的的中率は88.8%で高く、一方下肢骨である大腿骨と脛骨からのそれは73.5%とやや低い。
- 3) 現代人の特に骨幹中央周から得られた判別式に縄文時代人の計測値を適用してみると、男性では、本来の性に正しく判定される割合は現代人の場合よりむしろ高いが、女性では逆に低く、全体的な中率は一般に現代人の場合より10%程度低下する。このことは縄文時代人の四肢骨が現代人よりも太く、計測値の差による境界値のずれの結果によると考えられる。従って、実際に現代人四肢骨の太さから導いた判別式を縄文時代人に適用するには、十分な注意が必要である。
- 2) Holland, T. D. : Sex determination of fragmentary crania by analysis of the cranial base. *Am. J. Phys. Anthrop.* 70 : 203-208, 1986.
- 3) Pons, J. : The sexual diagnosis of isolated bones of the skeleton. *Human Biol.* 27 : 12-21, 1955.
- 4) Van Gerven, D. P. : The contribution of size and shape variation to patterns of sexual dimorphism of the human femur. *Am. J. Phys. Anthrop.* 37 : 49-60, 1966.
- 5) 埴原和郎 : 判別関数による日本人骨及び歯の性別判定法. *人類誌* 89 : 401-418, 1981.
- 6) Nakahashi, T. and Nagai, M. : Sex assessment of fragmentary skeletal remains. *J. Anthrop. Soc. Nippon* 94 : 289-305, 1986.
- 7) Martin und Saller : *Lehrbuch der Anthropologie*. Bd. 1, G. Fisher, Stuttgart, 1952.
- 8) Black, T. K. : A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains in femoral shaft circumference. *Am. J. Phys. Anthrop.* 48 : 227-231, 1978.
- 9) Dibennardo, R and Taylor, J. V. : Sex assessment of the femur : A test of a new method. *Am. J. Phys. Anthrop.* 50 : 635-638, 1979.
- 10) Iscan, M. Y. and Miller-Shaivits, P. : Determination of sex from tibia. *Am. J. Phys. Anthrop.* 64 : 53-57, 1984.
- 11) 埴原和郎 : 判別関数による日本人長骨の性別判定法. *人類誌* 66 : 187-196, 1958.
- 12) 埴原和郎 : 判別関数による現代日本人骨格の性別判定法 — その的中率の向上と実用性の検討 —. *日本法医誌* 18 : 107-114, 1964.
- 13) 田中武史, 埴原和郎, 小泉清隆 : 判別関

謝 辞

九州大学大型計算機センターのプログラムの使用に際し、種々ご教示頂いた長崎大学歯学部口腔解剖学第一講座の真鍋義孝氏に感謝する。

文 献

- 1) Fisher, R. : The use of multiple measurement in taxonomic problems. *Ann. Eug.* 7 : 179-188, 1936.

数による現代日本人頭骨の性別判定法. 札幌
医誌 48 : 582-593, 1979.

14) Dittrick, J. and Suchey, J. M. :
Sex determination of prehistoric central

California skeletal remains using discrimi-
nant analysis of the femur and humerus.

Am. J. Phys. Anthrop. 70 : 3-9, 1986.

(1987年12月28日受理)

Sex Assessment of Length and Circumference of Long Bones

Katsutomo KATO

Department of physical Therapy,
The School of Allied Medical Sciences, Nagasaki University

Abstract For the purpose of sex assessment, the discriminant analysis was applied to eight measurements of maximum length and mid-shaft circumference of long bones (humerus, radius, femur and tibia) in recent Japanese. By means of the midpoint method, both variable in particular, the length of radius and the circumference of humerus was high effective of 84.7% and 86.7% accuracy in sexing respectively. The discriminant effect from 8 all measurements was 87.8%. The effect derived from the circumference was slightly higher than that from the length. In the analysis of the circumference alone, it was found that the function from two measurements of humerus and radius could give relatively high 88.8% accuracy in determining sex, but that from femur and tibia lower 73.5%. When the functions derived from combinations of circumferences of recent Japanese were applied to the Jomon materials, the correct discrimination rates to the original sex increased in males, but on the contrary decreased in females. After all, the decrease of about 10% in the effects of the functions, compared to recent Japanese, was generally found. This finding may indicate that the measurements in the Jomon are greater than those in recent Japanese, and that the shiftings of the boundary values of sexing were brought by the differences between the two periods. We must pay careful attention to the application to the Jomon bones of the discriminant functions derived from those of recent Japanese.

Bull. Sch. Allied Med. Sci., Nagasaki Univ. 1 : 111-117, 1987