

計測値からみた縄文時代人膝関節骨部の特徴

加藤 克知¹ 小片 保²

要 旨 縄文時代人膝関節骨部の形態学的特徴を計測学的に調べ、時期差、性差および現代日本人、近世アイヌとの集団差を検討した。1) 膝関節骨部は、骨の長さや太さにはほぼ比例して縄文早前期よりも同中後晩期集団で大きい傾向が認められた。2) 性差は計測値の大部分に認められたが、示数値には概して認められなかった。3) 縄文時代人の膝関節骨部の大きさは、狩猟採集民であった近世アイヌとの間に差はないが、現代人に比べると有意に小さい。縄文時代（特に中後晩期）人の大腿骨と脛骨は現代人より長く太いので、時代差的に見た場合には骨の長さや太さと関節部骨端の大きさは必ずしも相関しないことが知られた。以上のことは、縄文時代人膝関節骨部の形態学的特徴が彼らの狩猟採集的な生業形態と関連する可能性を示唆するが、さらに詳細な検討が必要である。

長大医短紀要5：51-58, 1991

Key words : 縄文時代, 古人骨, 膝関節, 骨学, 時代差

はじめに

著者はヒトの形質と環境の関係を明らかにするため、日本の新石器時代 (Ca. 8,000~300 B.C.) の狩猟採集民である縄文時代人の骨格諸形質について系統的な研究を行ってきた¹⁾²⁾。一般に体肢骨の形態は、姿勢、労働および栄養などの外的環境によって大きく左右される^{2)~7)}。従来縄文時代人体肢骨の研究は、個々の骨ごとにその形質を論じたものが大部分で、関節の構成要素としての観点から骨格を論じたものは非常に少ない。膝関節はその骨部が大腿骨、脛骨および膝蓋骨から

なる身体中最大の関節で、単に下肢の運動に与るだけでなく、種々の姿勢時における身体の支持に重要な役割を演じている。すなわち、膝関節はその特性から労働や姿勢など生活様式を考察する格好の対象といえる。

この研究では、いくつかの計測値を用いて、縄文時代人膝関節骨部の形態学的特徴を調べ、現代日本人および近世アイヌとの若干の比較を行った。

資料および方法

用いた計測値は、小片保が新潟大学医学部保管の縄文時代早期から晩期に属する男女成

1 長崎大学医療技術短期大学部理学療法学科

2 故人、元新潟大学医学部解剖学教室

人骨格を Martin und Saller⁹⁾に準じて計測記録した計測表の中から、抜粋したものである。比較資料としては、関東日本人⁹⁻¹⁰⁾と近世樺太アイヌ¹²⁾の計測平均値を引用した。計測項目(数字は Martin の計測番号を示す)は以下の通りで、計測法の一部は図1に示される。

- 1) 大腿骨 : 1. 最大長, 8. 骨体中央周, 21. 上顆幅, 23. 外顆最大長, 24. 内顆最大長, 25. 外顆後高, 26. 内顆後高, 23/24. 顆長示数, 25/26. 顆後高示数
- 2) 膝蓋骨 : 1. 最大高, 2. 最大幅, 3. 最大厚, 1/2. 幅高示数
- 3) 脛骨 : 1a. 最大長, 10. 骨体周, 3. 最大上端幅, 4a. 上内関節面深, 4b. 上外関節面深, 4b/4a. 上関節面深示数
- 4) 大腿骨(F)-脛骨(T) : T3/F21. 上顆上端幅示数

なお、計測値は原則として左側のものを用い、単位はmmである。平均値の差の検定には t-検定を行い、有意水準を5%とした。

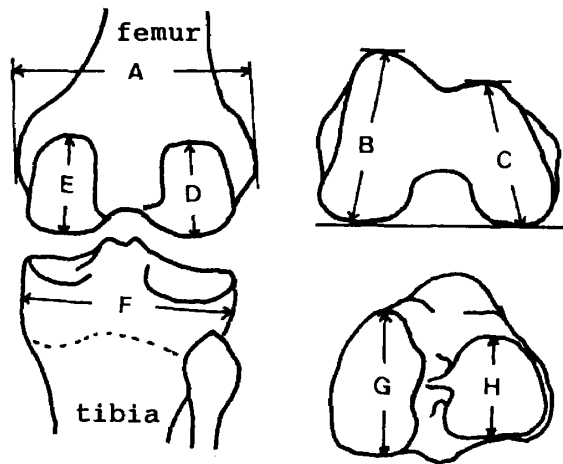


図1 計測法

- A :21. 大腿骨上顆幅
 B: 23. 大腿骨外顆最大長
 C: 24. 大腿骨内顆最大長
 D: 25. 大腿骨外顆後高
 E: 26. 大腿骨内顆後高
 F: 3. 脛骨最大上端幅
 G: 4a. 脛骨上内関節面深
 H: 4b. 脛骨上外関節面深

結 果

A) 時期差と性差

縄文時代は考古学的に、早期、前期、中期、後期および晩期の5つの時期に区別される。

さらに、小片によれば、縄文時代は地質学的、古気候学的に見て衣食住に不安定な早前期と比較的安定した中後晩期にわけることができる。そして骨格の形質にも両時期間で明らかな差異が認められるものがあるという¹³⁾¹⁴⁾。表1には、縄文時代を早前期集団と中後晩期集団の2群に分け、それぞれ男女の計測値が示されている。標本数が5例に満たないものは標準偏差を付けず、t-検定の対象外とした。大腿骨、脛骨の長さや太さは中後晩期が早前期より大きい傾向にあり、特に中央周に代表される太さには有意の時期差が見られる。関節骨部の計測値では標本数が小さいこともあって有意差としては確認できないものの、傾向的には早前期において小さい。

また、表1の最右欄には標本数の比較的大きい縄文時代中後晩期における性差が示されている。計測値はすべて高度に有意であるが、示数には脛骨の上関節面深示数以外は有意差は認められない。すなわち、男性の関節骨部は全体的に女性のものより大きい、プロポーショナル的には性的な差異はあまり見られない。

図2は、縄文時代早前期男女と同中後晩期男女における膝関節骨部に関する計測値の分布をレーダーチャートによって視覚化したものである。男性における時期差は相対的に大腿骨より膝蓋骨や脛骨部に現れ、女性においてはむしろ大腿骨、膝蓋骨に現れているようである。性差は時期に関わらず計測値全般において著明であることが一目瞭然である。

B) 現代日本人、近世アイヌとの比較

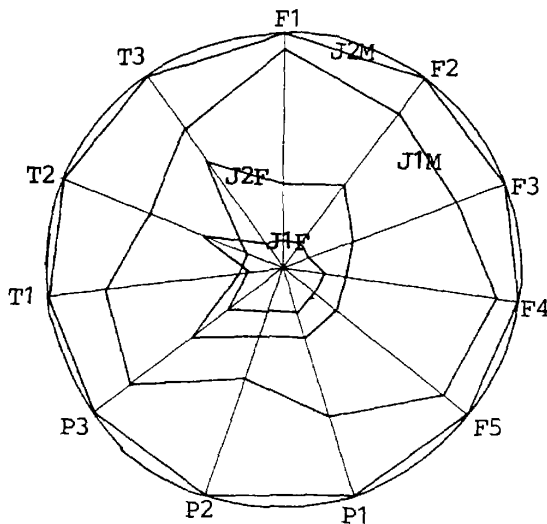
表2は、比較的標本数の大きい男性における縄文時代人、関東地方の現代日本人および樺太の近世アイヌの各集団の計測値を比較し

計測値からみた縄文時代人膝関節骨部の特徴

表1 縄文時代人における計測値とその性差

	男性								女性								性差
	早・前期				中・後・晩期				早・前期				中・後・晩期				
	n	Mean	sd	Diff ¹⁾	n	Mean	sd		n	Mean	sd	Diff ¹⁾	n	Mean	sd	Diff ²⁾	
大腿骨																	
1 最大長	6	405.5	13.7	ns	32	415.8	18.3		4	382.3	-		24	392.7	15.9	**	
8 骨体中央周	8	83.4	4.2	**	66	89.2	4.9		8	76.9	2.9	*	55	79.7	3.6	**	
21 上顆幅	3	76.0	-		25	75.4	4.2		5	67.0	2.4	ns	14	69.3	2.3	**	
23 外顆最大長	5	57.0	2.2	ns	27	58.3	2.7		5	52.2	1.5	ns	17	54.3	2.4	**	
24 内顆最大長	3	57.3	-		27	58.8	5.2		4	52.5	-		10	54.0	2.3	**	
25 外顆後高	5	34.8	1.6	ns	31	35.1	3.0		4	31.0	-		20	31.4	1.8	**	
26 内顆後高	3	36.7	-		30	36.1	4.1		5	32.0	2.3	ns	18	32.8	2.1	**	
23/24 顆長示数	3	100.6	-		23	101.1	8.5		4	98.1	-		10	99.3	2.4	ns	
25/26 顆後高示数	3	92.8	-		26	96.4	7.0		3	95.9	-		18	95.6	5.8	ns	
膝蓋骨																	
1 最大高	4	39.0	-		27	41.1	3.5		5	36.2	1.3	ns	10	36.9	3.4	**	
2 最大幅	4	40.0	-		29	43.1	2.6		6	38.3	0.7	ns	10	38.9	2.5	**	
3 最大厚	4	18.0	-		28	19.0	1.5		4	16.0	-		12	16.7	0.8	**	
1/2 幅高示数	4	98.2	-		27	96.1	7.2		5	93.8	2.7	ns	9	93.4	8.7	ns	
脛骨																	
1a 最大長	4	345.8	-		26	351.6	20.2		4	319.5	-		11	323.5	11.6	**	
10 骨体周	5	79.2	4.6	**	44	84.5	4.5		8	73.9	2.8	ns	37	75.9	3.8	**	
3 最大上端幅	3	69.7	-		19	73.1	3.5		5	64.2	2.6	ns	13	64.5	2.6	**	
4a 上内関節面深	4	42.3	-		21	46.5	4.7		4	40.5	-		14	38.9	3.8	**	
4b 上外関節面深	3	39.3	-		19	41.5	2.8		4	34.8	-		9	38.1	3.0	**	
4b/4a 上関節面深示数	2	96.4	-		19	90.0	10.2		4	96.0	-		9	101.2	17.6	*	
大腿骨：脛骨																	
T3/F21上顆上端幅示数	3	91.7	-		16	95.4	2.6		5	95.8	1.9	ns	8	93.6	3.3	ns	

1): 早・前期と中・後・晩期間の有意差, 2): 中・後・晩期における性差
 *: p<0.05 ** : p<0.01 ns : 有意差なし



J1M : 縄文時代早前期男性
 J1F : 縄文時代早前期女性
 J2M : 縄文時代中後晩期男性
 J2F : 縄文時代中後晩期女性
 F1 : 大腿骨上顆幅
 F2 : 大腿骨外顆最大長
 F3 : 大腿骨内顆最大長
 F4 : 大腿骨外顆後高
 F5 : 大腿骨内顆後高
 P1 : 膝蓋骨最大高
 P2 : 膝蓋骨最大幅
 P3 : 膝蓋骨最大厚
 T1 : 脛骨最大上端幅
 T2 : 脛骨上内関節面深
 T3 : 脛骨上外関節面深

図2 縄文時代人膝関節骨部計測値の分布

たものである。後2者と縄文時代中後晩期の間のt-検定の結果は、各集団の右欄に示した。まず、大腿骨最大長は集団間で有意差はないが、中央周においては縄文時代は現代より有意

りも、大きく、2者間の差は高度に有意である。脛骨の最大長は縄文時代が最も大きく、ついでアイヌ、現代となり、有意差が認められる。脛骨中央周は縄文時代は現代より有意

表2 縄文時代人、現代日本人および近世アイヌにおける計測値の比較（男性）

骨名 計測番号	縄文時代人						現代人（関東）				アイヌ（樺太）			
	早・前期			中・後・晩期			n	Mean	sd	Diff ¹⁾	n	Mean	sd	Diff ¹⁾
	n	Mean	sd	n	Mean	sd								
大腿骨														
1 最大長	6	405.5	13.7	32	415.8	18.3	132	412.2	19.6	ns	12	411.5	19.1	ns
8 骨体中央周	8	83.4	4.2	66	89.2	4.3	132	83.7	5.5	**	20	88.7	4.1	ns
21 上顆幅	3	76.0	-	25	75.4	4.2	132	79.6	4.0	**	10	76.8	-	(ns)
23 外顆最大長	5	57.0	2.2	27	58.3	2.7	132	60.9	2.8	**	11	58.1	-	(ns)
24 内顆最大長	3	57.3	-	27	58.8	5.2	132	61.4	3.1	**	9	60.0	-	(ns)
25 外顆後高	5	34.8	1.6	31	35.1	3.0	132	36.5	2.3	**	-	-	-	-
26 内顆後高	3	36.7	-	30	36.1	4.1	132	37.5	2.2	**	-	-	-	-
23/24 顆長示数	3	100.6	-	23	101.1	8.5	-	97.7 ²⁾	-	-	-	96.8 ²⁾	-	-
25/26 顆後高示数	3	92.8	-	26	96.4	7.0	-	97.3 ²⁾	-	-	-	-	-	-
膝蓋骨														
1 最大高	4	39.0	-	27	41.1	3.5	54	41.7	2.6	ns	8	40.8	1.8	ns
2 最大幅	4	40.0	-	29	43.1	2.6	54	44.9	1.0	**	6	41.8	1.1	ns
3 最大厚	4	18.0	-	28	19.0	1.5	54	20.1	1.3	**	11	19.8	1.1	ns
1/2 幅高示数	4	98.2	-	27	96.1	7.2	54	92.1	5.1	**	6	98.1	4.3	ns
脛骨														
1a 最大長	4	345.8	-	26	351.6	20.2	80	327.9	14.6	**	18	339.7	17.1	*
10 骨体周	5	79.2	4.6	44	84.5	4.5	80	79.3	5.0	**	18	82.6	4.0	ns
3 最大上端幅	3	69.7	-	19	73.1	3.5	80	75.1	3.3	**	12	72.3	2.7	ns
大腿骨：脛骨														
T3/F21上顆上端幅示数	3	91.7	-	16	95.4	2.6	-	94.3 ²⁾	-	-	-	94.1 ²⁾	-	-

1): 縄文時代人中・後・晩期集団との有意差, 2): 平均値から算出

*: p<0.05, **: p<0.01, ns: 有意差なし

に大きい。すなわち、これらの2長骨のサイズは、特に縄文時代中後晩期が現代より有意に大きいことがわかる。逆に関節骨部の計測値では、全体的に縄文時代中後晩期より現代が大きく、その差は膝蓋骨最大高を除けば高度に有意である。すなわち、関節骨部は長骨の最大長、中央周とは反対に、現代人が縄文時代より大きいことがわかる。縄文時代とアイヌとの差はほとんど認められない。示数値についてみると、傾向として縄文時代集団の大腿骨の顆長示数は大きい。膝蓋骨幅高示数は現代人で有意に小さい。大腿骨上顆幅と脛骨上端幅の示数には、明らかな時代差はないようである。

図3は男性の縄文時代早前期、同中後晩期、現代およびアイヌの各集団における膝関節骨部計測値の分布を示すレーダーチャートである。全体的に大きいのは現代人である。中後晩期人とアイヌはほぼ近似し、早前期が最も小さいのがよくわかる。中後晩期人は大腿骨

上顆幅が小さいのが特徴として目立つ。

図4は同様に男性における大腿骨と脛骨の長さ太さを示すレーダーチャートである。全体的に大きいのは中後晩期で、次いでアイヌである。早前期は脛骨が長い方に、逆に現代人は大腿骨が長い方にまったく対称的な分布を示す。すなわち、図3と図4を対比してみると、大腿骨と脛骨の長さや太さと骨端すなわち膝関節骨部の大きさは必ずしも相関しないことがわかる。

考 察

体肢骨の形態は、遺伝学的な内的要因に加えて、体重や骨格筋の活動などの外的要因によって影響される。ある種の形態学的特徴はロコモーション、姿勢、労働等のような生態学的、文化的事象に関連しているという^{1)~7)}。関節は骨端部に形成され、身体の運動の中心となる部分で、直接的に外的要因の影響に曝されるところであり、従って形態学的な適応

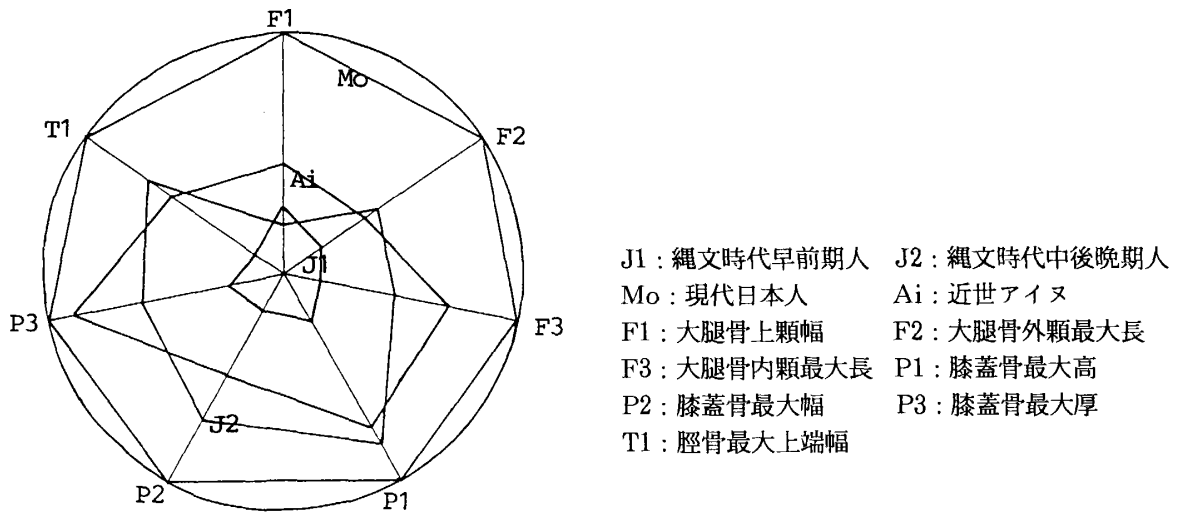


図3 縄文時代人, 現代日本人, 近世アイヌにおける膝関節骨部計測値の分布 (男性)

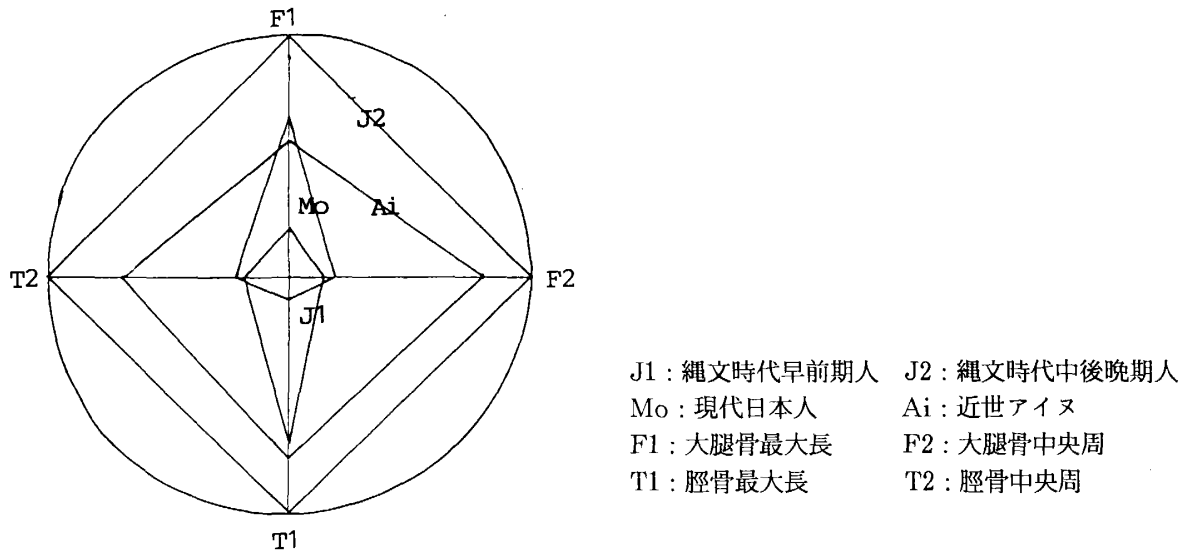


図4 縄文時代人, 現代日本人, 近世アイヌにおける大腿骨と脛骨の最大長と中央周の分布 (男性)

変化が即座に現れてくるところとも考えられる。特に膝関節は身体中最大の関節で、機能的特性からみても労働や姿勢など生活様式を考察する格好の解剖学的構造である。縄文時代人は狩猟採集民であり、弥生時代以降の農耕民と、労働や食物の質や量に大きな違いがあったと一般的に考えられている¹⁴⁾¹⁵⁾。特に、労働の内容と膝関節の大きさや形の関係は機能解剖学的に興味深い問題であり、人類学的資料からのアプローチは大きな意義があろう。

小片¹³⁾¹⁴⁾は、早期人と中後晩期に属する縄

文時代人骨の頭蓋を含む骨格形質を詳細に調べ、両時期間の差異を報告している。それによれば、早期人の体肢骨の長さや太さは大腿骨、脛骨に限らず、上腕骨や橈骨においても中後晩期のものよりも小さいと述べ、その原因を縄文時代早期人の生活環境の苛酷さに求めた。同様に、森本は脛骨の扁平性、膝蓋骨切痕の頻度およびその相対長にも縄文時代早期人の特殊性を見だし、それらは骨格筋をよく使用したにもかかわらず生活条件の厳しさによる長期的な栄養不足がその要因であ

ると推論している⁴⁾⁵⁾。今回の結果にも、縄文時代早前期人の膝関節骨部は骨の長さや太さに相応して「きゃしゃ」であることが示された。縄文時代を通して、狩猟採集という生業形態の内容に大きな変化がなかったとすれば、やはり栄養学的な要因が関節構成部である骨端を含む骨格全体の大きさに影響したとするのが今のところ妥当な解釈かも知れない。

一方、性差は示数値に概して見られないが、計測値には均等的に大きな差が認められた。このことは骨の全体的な大きさの性差がそのまま骨端すなわち関節骨部の性差に反映していると理解することができる。

多くの研究によれば、縄文時代人の下肢骨は現代人より頑丈で、柱状大腿骨や扁平脛骨などの出現が多く、これらは骨格筋の強い働きに適応した狩猟採集的な特徴とされている。しかし、今回の結果から縄文時代人の大腿骨と脛骨の膝関節周辺の骨端は、現代人よりも有意に小さいことが明らかになった。すなわち、大腿骨や脛骨は長く太いが、骨端は相対的に小さいのである。系統発生的にみると、骨格の形態や構造は動物の運動様式とくにロコモーションの型と深い関連がある²⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。哺乳類の下肢の構造を荷重型ロコモーションをする長鼻類型と疾走型ロコモーションをする偶蹄類型に分けると、ヒトは一般霊長類と比べ長鼻類に類似度が強く、荷重歩行型へ適応しているという¹⁷⁾。Kato and Ogataは縄文時代人の上下肢の segmental proportion すなわち上腕骨と橈骨、大腿骨と脛骨の長さのプロポーシオンを調べ、縄文時代人集団と古墳時代人以降の集団間にみられる差異を、より疾走型のロコモーションを必要とする狩猟採集的労働形態と、どちらかという荷重型ロコモーションである農耕的労働形態の間の差に起因すると考えた²⁾。今回の研究で示されたように、縄文時代中後晩期人と狩猟採集的傾向の強い近世の樺太アイヌが近似しているのは示唆的である。これらのことは、骨

全体からみて相対的に小さいという縄文時代人膝関節骨部の特徴がその狩猟採集的な労働内容ないし生業形態に関連する、とするひとつの考え方を成立させる。しかし、今回の研究は膝関節骨部という複雑な構造をわずか数個の計測値で見たものであり、そこから把握できるものはきわめて限られている。また、日本人の成立に関わる混血などの遺伝学的側面も大なり小なり関係しているかも知れない。すなわち、上記の考えを立証するにはさらに関節構造の生体力学的な解釈を含めた詳細な検討が必要となろう。

まとめ

縄文時代人膝関節骨部の形態学的特徴を計測値を用いて調べ、縄文時代早前期と中後晩期の時期差、性差に加え現代日本人・近世アイヌとの若干の集団間比較を行った。その結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 大腿骨、脛骨の最大長と中央周は縄文時代中後晩期が早前期より大きい傾向がある。これに相応して関節骨部の計測値は、中後晩期が大きい傾向が認められる。
- 2) 比較的標本数の大きい縄文時代中後晩期における関節骨部の性差についてみると、計測値は高度に有意であるが、示数には概して有意差が認められない。
- 3) 大腿骨と脛骨の最大長と中央周は縄文時代人が現代人よりも有意に大きい。アイヌはほぼ縄文時代人と近似する。逆に、関節骨部の計測値は縄文時代人が現代人に比べ小さく、差は有意である。すなわち、時代差から見ると骨全体の長さや太さと関節骨部のサイズは必ずしも相関しない。また、関節骨部の大きさには縄文時代人と狩猟採集民アイヌとの差はほとんど認められない。
- 4) 以上のことは、縄文時代人膝関節骨部の特徴がその狩猟採集的な労働内容に関連するというひとつの解釈を可能にする。

文 献

1. Kato K : The temporal line in Japanese crania with special reference to the secular changes in its grade of development. *J. Anthrop. Soc Nippon*, 1986, 94 : 373-380.
2. Kato K, Ogata T : Main long bones of limbs of the Jomon people-Proportions in their lengths-. *Okajimas Folia Anat. Jap.*, 1989, 66 : 13-22.
3. Walensky NA : A study of anterior femoral curvature in man. *Anat. Rec.*, 1965, 151 : 559-570.
4. Morimoto I : Notes on the flattened tibia of the earliest Jomon juvenile from Kamikuroiwa, Japan. *J. Anthrop. Soc. Nippon*, 1971, 79 : 367-374.
5. Morimoto I : Secular trend in emargination of the Japanese patella, with special reference to the skeletal gracility of the earliest Jomon people. *J. Anthrop. Soc. Nippon*, 1973, 83 : 85-94.
6. Farrally MR, Moore WJ : Anatomical differences in the femur and tibia between Negroids and Caucasoids and their effect upon locomotion. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 1974, 43 : 63-70.
7. Jantz RL, Owsley DW : Long bone growth variation among Arikara skeletal populations. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 1984, 63 : 13-20.
8. Martin R, Saller K : *Lehrbuch der Anthropologie*. Bd.1, G.Fisher, Stuttgart, 1957.
9. 大場信次 : 関東地方人大腿骨の人類学的研究. *慈恵医大解剖業績*, 1950, 3 : 1-66.
10. 鈴木信夫 : 関東地方人脛骨の人類学的研究. *慈恵医大誌*, 1960, 75 : 2638-2678.
11. 加藤守男 : 日本人膝蓋骨の人類学的研究. *慈恵医大解剖業績*, 1953, 9 : 1-24.
12. 関政則 : 樺太アイヌ人骨の人類学的研究第三部下肢骨の研究(其一) 大腿骨・膝蓋骨・脛骨及腓骨に就いて. *人類誌*, 1930, 45 (付録9) : 871-944.
13. Ogata T : Physical changes in man during the Jomon period of Japan in accordance with the climatic and geologic alterations. *Proc. 8th. ICAES*, 1968, 1 : 95-97, Science Council of Japan, Tokyo.
14. 小片保 : 縄文時代人骨, 人類学講座 5. 日本人 I, 雄山閣, 東京, 1981, pp.27-55.
15. Suzuki H : Microevolutional changes in the Japanese population from the prehistoric age to the present-day. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, 1969, Sect. V, 3 : 279-309.
16. Davenport CB : The crural index. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 1932, 17 : 333-353.
17. 馬場悠男, 江原昭善 : ヒト下肢骨のロコモーション適応—哺乳類下肢骨との形態比較—, 科学研究費 A 「ロコモーションの個体発生と系統発生に関する総合的研究」 成果報告書, 1984, pp.15-22.

(1991年12月28日)

An osteological study of the knee joint of the prehistoric Jomon population

Katsutomo KATO¹, Tamotsu OGATA²

- 1 Department of Physical Therapy, The School of Allied Medical Sciences, Nagasaki University
- 2 The Late Professor, Department of Anatomy, School of Medicine, Niigata University

Abstract The size and shape of the knee joint of the prehistoric population of Japan in the Jomon period are osteologically examined. 1) The knee joint of the initial-early stages group of the Jomon period is generally smaller in size than that of the middle-last-final stages group. The joint size correlates with the length and thickness of the femur and tibia among the Jomon population. 2) In generally, significant sex-differences are obviously recognized in the joint size, but not in its shape proportion. 3) In length and thickness, the femur and tibia of the Jomon, in particular in the middle-late-final stages are larger than those of the modern Japanese. On the other hand, the joint of the Jomon is highly significantly smaller in size than that of the modern Japanese, but is no less than the Ainu, which was the traditional hunting-gathering population in Hokkaido till recently. The above findings suggest the possibility that the morphology of the knee joint of the Jomon population, differently from the modern one, is related to the life mode of a hunter. The possibility must be verified by further detailed studies.

Bull. Sch. Allied. Med. Sci., Nagasaki Univ. 5 : 51-58, 1991