原著論文

四肢骨の計測的特徴から見た東日本縄文人と 北海道アイヌ

瀧川 渉*

東北大学大学院医学系研究科人体構造学分野

(平成 17 年 2 月 7 日受付, 平成 17 年 4 月 14 日受理)

要 約

縄文人と北海道アイヌの両集団間に緊密な近縁関係があるということは、頭蓋や歯冠に見られる計測的特徴や形態小変異などに基づいた各種解析の他、古人骨から抽出されたミトコンドリア DNA の塩基配列に基づく分析からも積極的に支持されてきた。しかしながら、両者の四肢骨形態については、今まであまり十分な検討が行われてこなかった。

そこで今回、北海道、東北、関東地方を含む東日本における縄文人骨資料をふまえ、北海道アイヌと現代関東人との間で比較を行い、3 集団間における四肢骨の計測的特徴について共通点と相違点を確認した。単変量の比較では、まず縄文人と北海道アイヌの遠位骨が現代関東人よりも相対的に長いということ、縄文人男性の腓骨が著しく太く 3 集団間で最大であること、縄文人とアイヌでは脛骨の扁平性の強さが共通するのに対し、上腕骨の扁平性や大腿骨の柱状性についてはアイヌの方が有意に弱いことが判明した。

また、3 集団間で上肢骨と下肢骨の計測値に基づきマハラノビス距離を求めてみると、アイヌは縄文人と現代関東人のほぼ中間付近に位置づけられるか、やや現代関東人に近接する状況が見られた。その一方、いずれの計測項目の組み合わせでも、縄文人とアイヌの間の距離は、縄文人と現代人の間の距離よりも小さくなることが示された。近現代に至る小進化の過程において、縄文人がアイヌと現代関東人の共通の祖先であると仮定するならば、縄文人からアイヌに至る四肢骨の形質変化は、縄文人から現代関東人への変化よりも小さかったことが示唆される。このような形質変化の違いは、頭蓋計測値に基づいた距離分析の結果ともよく一致する。

キーワード: 四肢骨, 計測的特徴, 縄文人, 北海道アイヌ, 現代関東日本人

Metric Comparison of Limb Bone Characteristics between the Jomon and Hokkaido Ainu

Wataru Takigawa*

Department of Anatomy and Anthropology, Tohoku University School of Medicine

(Received 7 February 2005; accepted 14 April 2005)

*東北大学大学院医学系研究科人体構造学分野
〒980-8575 仙台市青葉区星陵町 2-1
E-mail: takigaww@mail.tains.tohoku.ac.jp
©2005 The Anthropological Society of Nippon

Abstract

Most recent anthropologists have argued that there is a close affinity between the Jomon and Ainu based on analyses of cranial and dental traits and mitochondrial DNA extracted from skeletal remains. Few researchers, however, have dealt with limb-bone morphology as part of this argument. We collected morphometric data of limb bones from the Jomon, Ainu, and modern Japanese, and reconfirmed the metric similarities and differences among these three populations. The results of univariate analyses were: 1) Distal limb bones of the Jomon and Ainu were relatively longer than those of modern Japanese; 2) Mid-shaft thickness of the fibula in the male Jomon was extremely pronounced and the largest among the three populations; 3) Although flat diaphysis of the tibia was common to the Jomon and Ainu, flat diaphysis of the humerus and pilastering of the femur were less prominent in the Ainu than the Jomon. Mahalanobis' generalized distances (D^2) among the three populations based on measurements of upper and lower limb bones indicated that the Ainu were located at an intermediate position between the Jomon and modern Japanese or a little closer to modern Japanese. However, the D^2 s from the Jomon to Ainu were consistently shorter than those to modern Japanese. Supposing the Jomon as a common ancestral population of the Ainu and modern Japanese, it would be suggested that the degree of morphological shift from the Jomon to Ainu was smaller than that from the Jomon to modern Japanese, and this configuration of temporal shift was consistent with the findings of craniometric analyses.

Key words: limb-bone morphology, metric traits, Jomon, Hokkaido Ainu, modern Japanese

はじめに

1970年代以降、縄文人と北海道アイヌ（以後アイヌ）の間に緊密な近縁関係が存在するという見解が、頭蓋や歯冠の各種形質や古人骨から抽出されたミトコンドリアDNAによる解析から提示されている。

頭蓋形態では、縄文人とアイヌの両方で共有する形質も多く、主要な頭蓋計測値（顔面平坦度に関する項目を用いた場合も含む）に基づいて日本列島や周辺諸地域の人類集団について多変量解析を実施すると、縄文人とアイヌは同一のクラスターに包括されるが、土井ヶ浜遺跡など山口県や北部九州の弥生人、古墳人、現代日本人および北東アジア諸集団とは別のクラスターを形成することが示されている（Yamaguchi, 1980, 1982; 山口, 1982; Alekseev and Trubnikova, 1984; Hanihara K., 1985, 1991; Ishida, 1992, 1993）。

頭蓋の形態小変異に着目した研究では、縄文人とアイヌは眼窩上孔や舌下神経管二分などの形質における出現パターンが類似することが確認されている。さらに、多数の項目を用いたスミスの距離分析の結果では、縄文人とアイヌは同じクラスターに含まれるものの、山口県・北部九州の弥生人や古墳時代以降の集団、北東アジア諸集団とは分離することが明らかとなっている（Dodo, 1986; Mouri, 1988; Dodo and Ishida, 1990; Kozintsev, 1990; Ishida and Dodo, 1992）。

歯については、縄文人とアイヌの歯冠サイズが、西日

本弥生人や古墳人、現代日本人、中国の新石器時代人よりも小さいことが指摘されている。歯冠の形態小変異でも、縄文人とアイヌにおける上顎切歯のシャベル形質や上顎第一大臼歯のカラベリ結節などの出現頻度が、弥生時代以降の集団よりも有意に低いことが提示されている。これらの歯冠計測値や形態小変異に基づいた距離分析からも、縄文人とアイヌが弥生時代以降の本州域集団や北東アジア諸集団とは異なるクラスターを形成することが明らかにされた（Turner, 1976; Brace and Nagai, 1982; Matsumura, 1989, 1990, 1995; Hanihara T., 1989a, 1989b, 1991）。

一方、縄文人やアイヌの骨試料や世界各地の現生人類集団におけるミトコンドリアDNAの塩基置換パターンについて行われた分析では、縄文人とアイヌの複数個体が同一のクラスターを形成し、彼らが大多数の現代日本人個体とは遺伝的に隔たっていることが示されている（Horai et al., 1991; Horai, 1992）。

これらの先行研究によって、縄文人とアイヌの緊密な類縁関係を示す証拠が蓄積されていったにもかかわらず、四肢骨の形態についての十分な検討はほとんどなされていなかった。人類学の黎明期において小金井良精は、縄文人（当時は石器時代人と呼称）とアイヌが、上腕骨・尺骨・脛骨・腓骨の骨幹部における扁平性、上腕骨における三角筋粗面の発達と橈骨神経溝の深さ、大腿骨における柱状性、腓骨における著しい太さと外側面に形成される溝などについて共通点が認められることを指摘して

いる (Koganei, 1893–94; 小金井, 1903, 1924)。これらの四肢骨形態の比較を通じて、小金井は縄文人がアイヌの直接の祖先であると結論づけたが、当時はまだ標本数も少なく統計学的検討も実施されていなかった。

1950年代には、北海道大学医学部の解剖学教室員によって、アイヌの四肢骨が調査されている (遠藤, 1955; 榊原, 1957; 阿部, 1957; 中村, 1957; 前田, 1958)。これらの調査では、各部位における計測項目の基礎統計量が示されたものの、縄文人とアイヌの近縁性についての議論はなく、その標本の多くは日高・十勝など特定の地域のものに限定されていた。

また最近になって、山口敏は岩手県蝦島貝塚の縄文人の四肢骨について報告を行っている (山口, 1983)。この報告で、蝦島縄文人とアイヌは上腕骨と脛骨の骨幹部において扁平性が共通するものの、大腿骨に関しては、アイヌは縄文人ほど骨幹部中央部に強い柱状性が示されないのに対し、蝦島縄文人は骨幹部上部の扁平性がアイヌより弱いことが述べられている。しかしながら、このアイヌとの比較に使われた縄文人骨は、蝦島貝塚と津雲貝塚から出土したもののみに限られていた。

そこで本稿では、まず十分な標本数を確保した上で、縄文人とアイヌの四肢骨における計測の特徴の類似点と相違点を明確にし、四肢骨の計測値に基づいて現代日本人も含めた集団間の距離分析を実施することにした。さらにこの結果を、頭蓋計測値に基づいた先行研究の結果と比較し、緊密な類縁関係を持つとされる集団同士で、果たして四肢骨も類似するのかどうかを検討する。

資 料

本研究で用いられた資料は、東日本縄文人、北海道アイヌ、および現代関東人の3集団である。縄文人骨とアイヌ人骨の出土地をそれぞれ図1と図2に示す。使用標本は、全て骨端部が融合済みの成人で、男女両性を用いている。ほぼ全身が揃っている個体資料を選択し、頭蓋と寛骨の形態から性別を判定した。以下に今回用いた各集団の標本について概要を示す。

東日本縄文人 (以下縄文人, 表1・図1): 本州東半部 (東北・関東地方) と北海道から出土した縄文時代の古人骨資料である。これらの資料は、ほとんどが貝塚ないし砂丘遺跡における埋葬遺構から出土しており、時期は縄文前期から晩期 (約6000～2500年前) に属する。使用した個体数は190個体 (男性97, 女性93) である。資料の出土遺跡と個体数, 帰属時期, 所蔵機関の詳細を表1に示す。

図1 本研究で用いた縄文人骨資料の出土遺跡分布図

Fig. 1 Locations of the archaeological sites yielding the Jomon materials used in the present study.

図2 本研究で用いたアイヌ人骨資料の出土地分布図

Fig. 2 Locations of the sites yielding the Ainu materials utilized in the present study.

北海道アイヌ (以下アイヌ, 図2): 北海道のほぼ全域から出土した資料で、時期は17世紀～20世紀初頭に属する。使用標本の保管先は、東京大学総合研究博物館人

表 1 本研究で用いられた縄文時代人骨
Table 1 Jomon skeletal remains used in the present study

Provenience	Site	Male*	Female*	Phase	Collection**
Hokkaido	Kitakogane	1	1	Early	SMU
	Kotan-onsen	4	2	Early—Middle	SMU
	Usujiri-B	0	1	Middle	SMU
	Funadomari	6	9	Late	SMU, NSM
	Takasago	6	10	Late—Final	SMU
	Usu-zenkoji	0	1	Final	OU
	Usu-moshiri	0	3	Final	SMU
Tohoku	Satohama	1	0	Late	TUM
	Aoshima	1	1	Middle—Late	TUM
	Minamizakai	1	0	Middle—Final	TUM
	Tagara	5	0	Late	THM
	Kawakudari-hibiki	1	2	Late—Final	TUM
	Miyano	5	0	Middle—Final	NSM, TUM
	Ebushima	21	20	Late—Final	NSM
Kanto	Sanganji	13	11	Late—Final	UMUT
	Kasori	9	7	Middle—Final	UMUT
	Kusakariba	1	0	Middle	UMUT
	Ubayama	17	17	Late	UMUT
	Soya	0	2	Late	UMUT
	Kosaku	1	0	Late	UMUT
	Tobedai	0	1	Late	UMUT
	Mitsuzawa	0	1	Late	UMUT
	Mitada	0	1	Middle—Late	UMUT
	Kosaka	0	1	Early—Late	UMUT
	Yoyama	4	2	Late—Final	UMUT

* Number of individuals used in the present study.

**SMU: Sapporo Medical University, NSM: National Science Museum, Tokyo, TUM: Tohoku University Museum, Sendai, THM: Tohoku Historical Museum, Tagajo, OU: Osaka University, Suita, Umut: University Museum, University of Tokyo.

類先史部門，札幌医科大学解剖学第二講座である。使用した個体数は96個体（男性59，女性37）である。

現代関東人：20世紀前半に関東地方で収集された解剖晒骨標本である。千葉，神奈川，埼玉，茨城，群馬，栃木の各県出身者の標本を使用した，東京の標本には他地域からの移住者が多く含まれている可能性が高いため，今回は除外してある。使用標本の保管先は，千葉大学医学部解剖学教室と東京慈恵医科大学解剖学教室である。個体数は103個体（男性67，女性36）である。

方 法

1. 集団間の単変量解析

今回研究に用いた四肢骨は，上腕骨，橈骨，尺骨，大腿骨，脛骨および腓骨である（ただし，参考のため鎖骨も計測を実施しその基礎統計量を付表に示し，一部のプロポジションに関しては鎖骨の最大長を使用している）。計測には原則として右側を使用した，古人骨では厳密に片側のみを採用すると十分な標本数が得られないことが多い，右側が欠損していたりあるいは保存状況が

不良の場合は左側を代用した。計測方法は主としてMartinの方法（Martin and Saller, 1957; 馬場，1991）を採用しているが，大腿骨の骨幹上部における最大径・最小径についてはKoganei（1893–94）の方法に，脛骨の骨幹部における横径（中央部と栄養孔位）については，森本（1981）によりVallois（1938）の方法が適切との見解が示されているため，これに準拠した。なお，上腕骨や脛骨および腓骨で骨幹中央部の周・径を計測する際，骨端が欠損していると正確な骨幹中央部を求めることが困難である。そのため，上腕骨については馬場（1991）に準じて三角筋粗面の下縁近くにおいて最も前外方に突出する部分で最大径と最小径を計測した。脛骨と腓骨については，それぞれ10例ずつ現代日本人の骨を無作為抽出して計測を試みたところ，中間点にあたる位置から上下10mmの範囲内であれば，計測誤差は1.0mm以下であることが判明したため，目測によって中間点にほぼ該当する位置で計測を実施した。計測単位は1ミリメートルで，計測器は骨計測盤と巻尺（いずれもGPM），滑動計（KANON）である。計測項目は，それぞれの骨における

最大長、骨幹径（最大径・最小径または矢状径・横径）、骨幹周である。計測を実施した項目と示数の詳細は、付表1～3に示した。

各項目の単変量解析では、自由上肢骨と下肢骨について、縄文人とアイヌ、アイヌと現代関東人、縄文人と現代関東人の2集団間でそれぞれ Mann-Whitney の U 検定を実施し、集団間における差の有意性を検定した。これらの検定には統計解析ソフト StatView (Abacus Concepts, Inc.) を適用した。

2. マハラノビス距離の算出

四肢骨計測値に基づいた場合の3集団間の類似性を確認するため、マハラノビス距離を算出した。距離の計算に用いた計測項目は、単変量解析を行った項目の中で、直線距離として示される最大長と骨幹径である。計算に際しては、上肢骨9項目、下肢骨9項目、両者を併合したものに鎖骨の3項目を加えた21項目の計3通りの組み合わせを設定した。鎖骨は自由上肢骨と発生機序が異なるため、単変量解析では扱わなかったが、上腕骨に対する鎖骨の長さの比率や骨幹部の断面形態について集団間に相違が認められる可能性が考えられるため、全体の骨を組み合わせた場合においてのみ採用した。それぞれの計測項目の組み合わせを表2に示す。

集団間のマハラノビス距離の計算には、共通の分散共

分散行列として、現代関東人とアイヌの各々の分散共分散行列から得られた、重み付けをした平均値を用いた。分散共分散行列とその逆行列およびマハラノビス距離は、Manly (1986) と室・石沢 (1999) を参照し、EXCEL (Microsoft, Inc.) を用いて計算を実施した。

各々のマハラノビス距離によって示された形態上の類似性は、主座標分析によって二次元展開し、散布図として表現した。主座標分析には、統計解析ハンドブック for Win 多変量解析 Ver. 2.0 (共立出版株式会社) の付属ソフト (垂水・田中, 2000) を適用した。

結 果

1. 単変量解析の結果

計測によって得られた基礎統計量を付表1～3に、このうち Mann-Whitney の U 検定を実施した主要な計測項目・示数に関してその結果を表3 (上肢骨) と表4 (下肢骨) にまとめた。さらに、四肢骨長のプロポーシヨンの検定結果を表5に示した。骨幹周に関しては上肢骨では最小周を、下肢骨では中央周の結果を掲載し、断面示数に関しては橈骨・尺骨では骨幹縁が最も発達する位置の示数を、それ以外の骨では骨幹中央部における示数を示した。以下に、各骨ごとに単変量解析の結果を述べる。

上腕骨 (表3) : 最大長 (Martin No.1) については、男

表2 マハラノビス距離の算出に用いられた計測項目
Table 2 Measurements used for Mahalanobis' generalized distances

	Martin's No.	Measurement	Upper limb	Lower limb	Upper & lower limbs
Clavicle	1.	Maximum length	—	—	○
	4.	Vertral mid-shaft diameter	—	—	○
	5.	Sagittal mid-shaft diameter	—	—	○
Humerus	1.	Maximum length	○	—	○
	5.	Maximum mid-shaft diameter	○	—	○
	6.	Minimum mid-shaft diameter	○	—	○
Radius	1.	Maximum length	○	—	○
	4.	Maximum transverse shaft diameter	○	—	○
	5.	Sagittal shaft diameter	○	—	○
Ulna	1.	Maximum length	○	—	○
	11.	Dorso-ventral shaft diameter	○	—	○
	12.	Transverse shaft diameter	○	—	○
Femur	1.	Maximum length	—	○	○
	6.	Sagittal mid-shaft diameter	—	○	○
	7.	Transverse mid-shaft diameter	—	○	○
Tibia	1a.	Maximum length	—	○	○
	8.	Maximum sagittal mid-shaft diameter	—	○	○
	9.	Minimum mid-shaft diameter	—	○	○
Fibula	1.	Maximum length	—	○	○
	2.	Maximum mid-shaft diameter	—	○	○
	3.	Minimum mid-shaft diameter	—	○	○

表3 上肢骨の主要計測項目と断面示数における2集団間のMann-WhitneyのU検定の結果

Table 3 Results of the Mann-Whitney's U test between two groups in principal measurements and cross-section indices of upper limb bones

Measurements and indices		Jomon	Ainu	Kanto	J-A	A-K	J-K
Humerus							
1. Maximum length	Male	294.1	297.3	297.7	ns	ns	ns
	Female	275.2	278.2	274.8	ns	ns	ns
5. Maximum mid-shaft diameter	Male	24.2	23.2	22.7	>>	ns	>>
	Female	20.8	20.9	20.4	ns	ns	ns
6. Minimum mid-shaft diameter	Male	17.7	17.8	17.8	ns	ns	ns
	Female	14.8	16.1	15.1	<<	>>	ns
7. Minimum shaft circumference	Male	63.5	64.9	63.3	ns	>	ns
	Female	55.2	56.2	54.9	ns	ns	ns
6/5. Mid-shaft index	Male	73.3	76.9	78.5	<<	ns	<<
	Female	71.2	77.3	74.3	<<	>	ns
Radius							
1. Maximum length	Male	235.8	232.9	225.9	ns	>>	>>
	Female	214.9	211.5	201.7	ns	>>	>>
3. Minimum shaft circumference	Male	43.9	44.9	42.0	ns	>>	>>
	Female	37.8	37.6	35.6	ns	>>	>>
4. Max. transverse shaft diameter	Male	17.1	17.4	17.0	ns	>	ns
	Female	15.2	15.7	15.4	<	ns	ns
5. Sagittal shaft diameter	Male	12.4	12.0	11.9	ns	ns	>>
	Female	10.4	10.6	10.3	ns	ns	ns
4/5. Shaft index	Male	72.8	69.3	71.1	>>	ns	>
	Female	68.7	67.4	67.2	ns	ns	ns
Ulna							
1. Maximum length	Male	255.3	250.2	242.3	ns	>>	>>
	Female	232.1	233.0	218.8	ns	>>	>>
3. Minimum shaft circumference	Male	38.4	38.0	37.0	ns	ns	>>
	Female	33.6	32.6	33.0	ns	ns	ns
11. Dorso-ventral shaft diameter	Male	14.4	13.8	13.1	>>	>>	>>
	Female	12.5	12.1	11.1	ns	>>	>>
12. Transverse shaft diameter	Male	16.1	16.1	16.4	ns	ns	ns
	Female	14.2	15.0	14.4	<	ns	ns
11/12. Shaft index	Male	90.4	86.0	79.7	>>	>>	>>
	Female	88.5	80.9	77.0	>>	>	>>

>, >>: Significantly larger at the levels of 0.05 and 0.01. ns: Not significant.

J-A, A-K, J-K: Results of the U test between the Jomon and Ainu, Ainu and modern Kanto, and Jomon and modern Kanto.

女とも集団間で有意差は認められない。骨幹最小周 (No. 7) でも男女とも縄文人とアイヌの間に有意差はない。骨幹中央部については、男性では縄文人の最大径 (No. 5) が最大であるのに対し最小径 (No. 6) には集団間で有意差がなく、逆に女性では最大径に有意差が認められないのに対しアイヌの最小径が最大となる。このことは断面示数 (No. 6/5) にも反映され、男女とも縄文人の値が小さく扁平性が強いのに対し、アイヌの示数は大きくむしろ現代関東人に近く、特にアイヌの女性は最も扁平性が弱い。

橈骨 (表3): 最大長 (No. 1) では男女とも縄文人とアイヌの間に有意差は認められないが、両者の最大長は現代関東人よりも有意に長い。骨幹最小周 (No. 3) も両者に有意差はないが、現代関東人よりも大きい。骨幹横径

(No. 4) については男女ともアイヌが若干大きい、矢状径 (No. 5) では男性の縄文人がやや大きい程度である。骨幹断面示数 (No. 4/5) においては、男性では縄文人の示数が高いが、女性では集団間に有意差は見られない。

尺骨 (表3): 橈骨同様、男女とも縄文人とアイヌの最大長 (No. 1) に有意差はないが、両者は現代関東人よりも長い。骨幹最小周 (No. 3) は縄文人と現代関東人の男性以外では有意差は認められない。他方、骨幹矢状径 (No. 11) は縄文人が最大だが、横径 (No. 12) には男女ともさほど違いはない。断面示数 (No. 11/12) においても、縄文人が男女とも最大になり、アイヌよりも大きくなるものの、両者とも現代関東人より有意に大である。

大腿骨 (表4): 最大長 (No. 1) は女性では縄文人が最も長くなるが、男性では縄文人と現代関東人以外では有

表4 下肢骨の主要計測項目と断面示数における2集団間のMann-WhitneyのU検定の結果

Table 4 Results of the Mann-Whitney's U test between two groups in principal measurements and cross-section indices of lower limb bones

Measurements and indices		Jomon	Ainu	Kanto	J-A	A-K	J-K
Femur							
1. Maximum length	Male	419.9	412.4	412.8	ns	ns	>
	Female	392.6	383.0	380.9	>>	ns	>>
6. Sagittal mid-shaft diameter	Male	30.0	28.8	27.4	>>	>>	>>
	Female	26.6	25.5	25.0	>	ns	>>
7. Transverse mid-shaft diameter	Male	26.0	27.3	26.0	<<	>>	ns
	Female	24.3	24.9	23.9	<	>>	ns
8. Mid-shaft circumference	Male	88.6	89.3	84.1	ns	>>	>>
	Female	80.1	79.4	76.8	ns	>>	>>
6/7. Mid-shaft index	Male	115.6	105.4	105.8	>>	ns	>>
	Female	109.5	102.3	104.8	>>	ns	>>
Tibia							
1a. Maximum length	Male	349.0	343.2	334.3	ns	>	>>
	Female	327.4	317.2	309.3	>>	>	>>
8. Max. sagittal mid-shaft diameter	Male	31.7	31.0	29.3	ns	>>	>>
	Female	27.9	27.1	25.2	ns	>>	>>
9'. Transverse mid-shaft diameter	Male	21.0	20.7	21.5	ns	<	ns
	Female	19.3	19.1	19.0	ns	ns	ns
10. Mid-shaft circumference	Male	84.4	83.7	80.3	ns	>>	>>
	Female	75.6	74.1	70.6	ns	>>	>>
9'/8. Mid-shaft index	Male	66.4	67.1	73.5	ns	<<	<<
	Female	69.0	70.8	75.8	ns	<<	<<
Fibula							
1. Maximum length	Male	339.2	335.8	328.4	ns	>	>
	Female	318.7	310.5	304.5	ns	ns	>>
2. Maximum shaft diameter	Male	17.8	16.0	15.1	>>	>>	>>
	Female	15.0	14.6	13.5	ns	>>	>>
3. Minimum shaft diameter	Male	11.9	11.2	10.9	>>	ns	>>
	Female	10.0	9.7	9.4	ns	ns	>>
4. Mid-shaft circumference	Male	49.6	46.5	43.8	>>	>>	>>
	Female	41.7	40.4	38.8	ns	ns	>>
3/2. Mid-shaft index	Male	67.6	70.4	73.1	ns	ns	<<
	Female	67.1	67.3	69.9	ns	ns	<<

>, >>; <, <<: Significantly larger or smaller at the levels of 0.05 and 0.01. ns: Not significant.

J-A, A-K, J-K: Results of the U test between the Jomon and Ainu, Ainu and modern Kanto, and Jomon and modern Kanto.

意差が認められない。骨幹中央周（No.8）では縄文人とアイヌはほとんど変わらないが、両者とも現代関東人よりも有意に大きい。また骨幹径では、矢状径（No.6）が縄文人で男女とも最大になる一方で逆に横径（No.7）が最小となり、断面示数（No.6/7）において縄文人の値が男女とも最も高くなる。なお、断面示数ではアイヌと現代関東人の間には有意差がない。

脛骨（表4）：男性では縄文人とアイヌの間で最大長（No.1a）に有意差がないが、女性では縄文人が最も長い。しかしいずれにしても、縄文人とアイヌの脛骨は現代関東人よりも有意に長い。骨幹中央周（No.10）についても、両性において縄文人もアイヌも現代関東人より大きい、両者間に有意差はなかった。さらに骨幹径では、両者間で最大矢状径（No.8）と横径（No.9'）ともに違い

はなく、断面示数（No.9'/8）においても有意差は認められない。縄文人とアイヌは最大矢状径において男女とも現代関東人より有意に大きく、扁平性も明らかに強い。

腓骨（表4）：最大長（No.1）については、縄文人とアイヌの間に差はないが、縄文人は現代関東人よりも有意に長い。骨幹中央周（No.4）では、男性では縄文人が最大であるが、女性では縄文人と現代関東人の間以外では有意差が見られない。骨幹径では、男性の最大径（No.2）と最小径（No.3）はともに縄文人が最大であり、中央周の結果とも一致する。しかし断面示数（No.3/2）では、縄文人が現代関東人より有意に小さいが、縄文人とアイヌの間に有意差は認められない。

四肢骨長のプロポーショナル（表5）：縄文人とアイヌの橈骨上腕骨示数（Brachial index）と脛骨大腿骨示数（Crural

表5 四肢骨長のプロポーシオンにおける2集団間のMann-WhitneyのU検定の結果
Table 5 Results of the Mann-Whitney's U test between two groups in limb length proportion

Indices		Jomon	Ainu	Kanto	J-A	A-K	J-K
Brachial index [Rad.1/Hum.1]	Male	80.2	78.3	75.9	>>	>>	>>
	Female	78.4	76.6	73.4	>>	>>	>>
Crural index [Tib.1a/Fem.1]	Male	83.1	82.8	81.0	ns	>>	>>
	Female	83.1	82.9	81.2	ns	>>	>>
Humero-femoral index [Hum.1/Fem.1]	Male	70.0	72.2	72.1	<<	ns	ns
	Female	70.0	72.3	72.2	<<	ns	ns
Radio-tibial index [Rad.1/Tib.1a]	Male	67.9	68.2	67.6	ns	ns	ns
	Female	66.1	66.6	65.2	ns	>>	>
Claviculo-humeral index [Cla.1/Hum.1]	Male	51.3	49.4	49.5	>>	ns	>>
	Female	49.6	47.2	48.0	>>	ns	>

>, >>, <, <<: Significantly larger or smaller at the levels of 0.05 and 0.01. ns: Not significant.

J-A, A-K, J-K: Results of the U test between the Jomon and Ainu, Ainu and modern Kanto, and Jomon and modern Kanto.

index) は、男女とも現代関東人よりも大きいことから、両者は上肢・下肢ともに近位骨に対して遠位骨が相対的に長いことが確認される。上腕骨大腿骨示数 (Humero-femoral index) では、縄文人は男女とも他の2集団よりも低い。橈骨脛骨示数 (Radio-tibial index) については、男性では集団間に差は認められないが、女性では現代関東人が最小である。鎖骨上腕骨示数 (Claviculo-humeral index) は、男女とも縄文人が最大になることから、縄文人の鎖骨が相対的に長いことが示唆される。

2. 3集団間のマハラノビス距離

算出された3集団間のマハラノビス距離を、計測項目の組み合わせごとに距離行列として表6に示した。この距離行列の主座標分析によって、3集団間の位置関係を散布図として表現したものが図3 (男性) と図4 (女性) である。男女および計測項目のいずれの組み合わせにおいても、縄文人・アイヌ間の距離と、縄文人・現代関東人間の距離を比較すると、前者の方が近接していることが明らかである。

一方、上肢骨のみの計測項目を用いた結果では、男女共通して、現代関東人とアイヌの間の距離が縄文人とアイヌの間の距離よりもやや短くなったが (図3・4上段)、下肢骨のみの計測項目を用いた結果ではその逆の結果になった (図3・4中段)。しかし、鎖骨を含む上肢骨と下肢骨の計測項目を組み合わせると、男性ではアイヌがやや縄文人に近接するが (図3下段)、女性ではアイヌがむしろ現代関東人に近くなった (図4下段)。

考 察

前項の結果を要約すると、まず単変量解析では、次の点が再確認された。

i) 縄文人とアイヌの近位の四肢骨 (以下近位骨) の長

表6 3集団間のマハラノビス距離

Table 6 Mahalanobis' generalized distances among the three groups

9 measurements of upper limb bones			
	Jomon	Ainu	Kanto
Jomon	—	11.5317	14.9719
Ainu	4.2740	—	7.2844
Kanto	13.2667	3.5062	—
9 measurements of lower limb bones			
	Jomon	Ainu	Kanto
Jomon	—	4.0977	11.0011
Ainu	5.2289	—	5.2885
Kanto	12.6581	6.4966	—
21 measurements of upper and lower limb bones			
	Jomon	Ainu	Kanto
Jomon	—	42.5758	43.9140
Ainu	13.6763	—	32.2982
Kanto	36.5044	14.0918	—

Note: Lower matrices for male and upper matrices for female

さは、現代関東人と比べてさほど大きな違いはないが、遠位の四肢骨 (以下遠位骨) は現代関東人よりも相対的に長いだけでなく、絶対値そのものが長い。

- ii) 縄文人とアイヌの骨幹周は、特に男性において、おおむね現代関東人よりも大きい傾向にある。
- iii) 縄文人とアイヌでは、男女とも脛骨の扁平性が共通するが、大腿骨の柱状性はアイヌではさほど発達していない。

さらに、今回の単変量解析では、次のことが新しい所見として提示された。

- i) 縄文人男性における腓骨の骨幹周は著しく大きく、アイヌに対しても有意差を示し、しかも3集団中で最大である。

図3 男性の縄文人・アイヌ・現代関東人3集団間におけるマハラノビス距離の主座標分析による二次元展開図

Fig. 3 Two-dimensional scattergrams based on the principal coordinates analyses of Mahalanobis' generalized distances among the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese of male series.

図4 女性の縄文人・アイヌ・現代関東人3集団間におけるマハラノビス距離の主座標分析による二次元展開図

Fig. 4 Two-dimensional scattergrams based on the principal coordinates analyses of Mahalanobis' generalized distances among the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese of female series.

- ii) アイヌの上腕骨骨幹部は、男女とも縄文人ほど扁平性が強くなく、むしろ現代関東人に類似する。
- iii) 縄文人はアイヌより尺骨の断面示数が有意に大きいですが、両者の断面示数は現代関東人よりも有意に高い値を示す。

また、3集団間のマハラノビス距離による分析では、次の2点が確認された。

- i) 計測項目のいずれの組み合わせにおいても、縄文人とアイヌの間の距離は、縄文人と現代関東人の距離よりも近接する。
- ii) 計測項目の組み合わせや性別によって結果が多少異

なるが、3集団間で見た場合、アイヌは必ずしも縄文人に明確に近づく訳ではなく、縄文人と現代関東人の中間付近に位置するか、むしろ現代関東人に近くなる状況も見られる。

そこで、これらの結果について、以下にいくつか考察を試みたい。

1. 近位骨と遠位骨における形質の共通点と相違点

今回の単変量解析の結果、縄文人とアイヌとの間には、近位骨よりも遠位骨の形質、特に長さや骨幹部の断面示数において共通点が多いことが注目される。

まず、長さやプロポーションについて見ると、両者は

現代関東人よりも近位骨に対して遠位骨が相対的に長いことが各示数の解析から明らかになった(表5)。このことは、既に山口(1981)、Yamaguchi(1989)や、Kato and Ogata(1989)によっても示されていたところである。ところで、各四肢骨の最大長について、現代関東人を基準に縄文人とアイヌの偏差折線を示したものが図5の上段である。この図によると、上腕骨や大腿骨といった近位骨の長さ比べ、縄文人とアイヌの遠位骨は現代関東人よりも大きいことが確認できる。実際に最大長の有意差検定の結果では、女性の腓骨を除く縄文人とアイヌの遠位骨の全てが、現代関東人よりも有意に長いことが示された(表3, 4)。ただし、近位骨については、縄文人の上腕骨が短いのに対し大腿骨が長い点がアイヌと異なっている(表5, 図5)。

近位骨に対して遠位骨が長いという特徴が、縄文人とアイヌの間で共通することには、どのような意味があるだろうか。先述したように、縄文人とアイヌは、頭蓋や歯冠の形質ばかりでなくミトコンドリアDNAの解析によっても、両者の密接な遺伝的近縁性がほぼ裏付けられるとされることから、このことが両者の四肢骨のプロポーションに反映されている可能性がある。その一方、相対的に長い遠位骨は、狩猟・採集活動における素早い移動に適応した構造とする説もあり(Biasutti, 1951)、この特徴が世界各地の狩猟採集民においてよく観察されることも指摘されている(山口, 1981)。また、居住地の気温のストレスが遠位骨の長さに影響するとの仮説も提示されており(Riesenfeld, 1973)、各地の人類集団における脛骨大腿骨示数と平均気温との対比からこれを支持する見解もある(Trinkaus, 1981)。考古学的証拠や歴史・民族誌の記録によって、程度の違いこそあれ縄文人とアイヌが狩猟・漁撈・採集活動に従事していたことは明らかであること(犬飼・名取, 1969; Ölschleger, 1999)、さらに今回扱った両集団の出自はいずれも温帯ないし亜寒帯に属するもので極端な気温差は考えにくいことなどから、両者の生業活動パターンや居住地の気候などの共通性も考慮すべきかも知れない。

骨幹部の断面示数についても、縄文人とアイヌの間で近位骨(上腕骨と大腿骨)に明らかな相違が認められたが、現代関東人と比べると、両者の遠位骨(特に脛骨と男性の尺骨)にはかなりの程度の類似性が認められた(表3, 4, 図5下段)。上腕骨・脛骨・腓骨の扁平性、大腿骨の柱状性といった骨幹部の断面形態は、現生の狩猟採集民や後期旧石器時代人に共通する特徴であると指摘されている(木村, 1980; 山口, 1981)。ただし、今回のアイ

図5 現代関東人を基準とした最大長と骨幹断面示数の偏差折線。橈骨と尺骨の骨幹断面示数は骨間縁が最も発達する位置におけるもので、それ以外の断面示数は骨幹中央部で計測されている。

Fig. 5 Deviation graphs of the maximum length and shaft index from the means of modern Kanto Japanese. Shaft indices of the radius and ulna are taken at the position where the interosseous margin is most developed, and other indices are taken at mid-shaft.

ヌの結果でも明らかになったように、例えば大腿骨の柱状性と脛骨の扁平性とは必ずしも同時に形成される訳ではなく、各々の四肢骨における断面示数同士には、有意な相関が認められないようである(Yamaguchi, 1986)。

骨幹部の扁平性や柱状性が形成される理由の一つとして、バイオメカニクス領域から解釈が試みられ、該当箇所にかかる力学的な負荷との強い関連性が考えられている(Nordin and Frankel, 1980; 木村, 1980; Kimura and Amtmann, 1984)。これに従えば、特定の部位で見られる集団間の断面形態の違いは、該当箇所における負荷状況

の違いに起因すると見なすことが可能である。今回の結果を踏まえてみると、縄文人とアイヌは、遠位骨特に尺骨と脛骨における負荷状況がやや類似していたが、上腕骨と大腿骨では異なる様相を示していたと解釈することができる。その背景を明らかにすることは難しいが、肩関節と股関節の運動時に近位骨にかかる負荷状況において、両者間で相違があった可能性が考えられる。

一方、縄文人とアイヌは脛骨骨幹部の形態がよく類似するにもかかわらず、縄文人男性の腓骨が著しく太い点が目される。縄文人の腓骨に時として著しく太いものが見られることは「巨大腓骨」として認識されたことがあるが（小金井, 1923）、同じ下腿に属する脛骨と腓骨の骨幹部にはそれなりに有意な相関があるものの（相関係数は、縄文人男性 $r=0.518$, アイヌ男性 $r=0.505$, 現代関東人男性 $r=0.583$, いずれも 0.1%水準で有意）、男性の縄文人とアイヌの脛骨の骨幹部に有意差がないのに対し、縄文人の腓骨が異様に太くなることには、特殊な事情を考慮する必要がある。下腿では、運動時の力学的ストレスが主として脛骨にかかることは想像に難くないものの、縄文人男性の場合は腓骨への特異的な負荷状況を想定すべきかも知れない。また、腓骨周辺の伸筋・屈筋・腓骨筋群が骨幹部の太さに影響を及ぼすことも指摘されていることから（木村, 1980）、周辺筋群の関与も念頭に置くべきであろう。

2. マハラノビス距離の比較

今回の四肢骨計測値に基づくマハラノビス距離を3集団間で見た限りでは、アイヌは縄文人に必ずしも密接に近づく訳ではなく、縄文人と現代関東人のほぼ中間付近に位置づけられるか、あるいはやや現代関東人に近くなることが示された。

ここで比較のため、頭蓋の主要計測値18項目を基に、東日本の縄文人と北海道アイヌ、本土の現代日本人の間で求められたマハラノビス距離（Dodo and Kawakubo, 2002）から、主座標分析によって3集団の位置関係を示したのが図6である。頭蓋計測値を用いた場合でも、アイヌは縄文人と現代日本人の中間付近やや現代日本人よりの位置にプロットされ、今回の四肢骨の結果とよく類似することが分かる。

ところで、従来の頭蓋計測値に基づいた距離分析では、縄文人とアイヌが同一のクラスターを形成することが示されてきた（Yamaguchi, 1980, 1982; 山口, 1982; Alekseev and Trubnikova, 1984; Hanihara K., 1985, 1991; Ishida, 1992, 1993）。これらの分析では、今回扱ったような3集団だけではなく、弥生時代以降の日本列島における各時期の集

図6 頭蓋計測値18項目に基づいた縄文人・アイヌ・現代本土日本人3集団間のマハラノビス距離の主座標分析による二次元展開図

Fig. 6 Two-dimensional expressions of principal coordinates analyses applied to the Mahalanobis' generalized distances based on 18 cranial measurements among the Jomon, Ainu, and modern mainland Japanese. The Mahalanobis' generalized distances are given in Dodo and Kawakubo (2002).

団や、周辺の東アジアないし北東アジアなどの諸集団も扱われていたことに注意したい。つまり、より多くの集団を比較することによって、その中で縄文人とアイヌの緊密な近縁関係が浮かび上がってきたのである。四肢骨の計測値を扱うに際しても、そのように、さらに多くの日本列島や周辺地域における諸集団のデータを比較検討することが求められる。

その一方、縄文人・アイヌ間の距離と、縄文人・現代関東人（現代日本人）間の距離を比較すると、四肢骨あるいは頭蓋の計測値のいずれを用いた場合でも、前者の方が近くなることが示された（図3, 4, 6）。このことは、縄文人がアイヌと現代関東人両者の共通の祖先であると仮定されるのであれば、「縄文人→アイヌ」と「縄文人→現代関東人」のそれぞれの小進化の過程において、頭蓋および四肢骨のいずれの形質に関しても、「縄文人→アイヌ」の形質変化の方が、より小規模であったことを示唆するものである。

このように縄文人を起点とした際に、アイヌと現代関

東人の間で、その形質変化の程度に大きな違いが現れた理由は何だろうか。可能性としては、弥生・古墳時代における大陸からの渡来集団による遺伝的影響、あるいは水稻農耕を中核とした新たな生業活動の導入や食性の変化などによる環境的要因により、本州と北海道の間で遺伝的にも文化的にも差が生じ、複合的に四肢骨形態の違いがもたらされたことが考えられる。しかしながら、今回の分析のみでは、そこまで踏み込んだ検討を行うことは困難である。この問題を明らかにするためには、縄文時代から近現代にかけての時間の流れにおいて、四肢骨の各種形質がどのように変化していったのかを、段階的に追究してゆかねばならない。さらにこのような時代変化に関して、北海道と本州との間で各種形質にいかなる違いが認められるのかという地域差の問題についても、今後検討を進めてゆくことが肝要であろう。

謝 辞

本研究に際して、以下の方々から古人骨資料の計測・観察にあたり、ご協力とご援助ならびにご助言をいただいた。札幌医科大学解剖学第二講座・村上弦氏、松村博文氏、同保健医療学部・乗安整而氏、東北大学総合学術博物館・根本潤氏、鳴瀬町奥松島縄文村歴史資料館・菅原弘樹氏、東京大学総合研究博物館・諏訪元氏、水嶋崇一郎氏、高橋昌子氏、国立科学博物館人類研究部・馬場悠男氏、溝口優司氏、海部陽介氏、河野礼子氏、中塚彰子氏、同名誉研究員・山口敏氏、東京大学大学院理学研究科生物科学専攻・近藤修氏、千葉大学医学部解剖学教室・千葉胤道氏（当時）、東京慈恵医科大学解剖学教室・加藤征氏（当時）、大阪大学人間科学部・熊倉博雄氏、長岡朋人氏（当時）、琉球大学医学部解剖学第一分野・石田肇氏。また、東北大学大学院医学系研究科・百々幸雄氏、坂上和弘氏、安達登氏、同歯学研究科・鈴木敏彦氏、仙台医療技術専門学校・奈良貴史氏（当時）には特に有益なご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表したい。

引用文献

- 安部欣司 (1957) アイヌ脛骨の人類学的研究. 北大解剖研究報告, 9: 1-89.
- Alekseev V.P. and Trubnikova O.B. (1984) Some Problems of Taxonomy and Genealogy of the Asiatic Mongoloids: Craniometry. Nauka, Novosibirsk. (In Russian)
- 馬場悠男 (1991) 人骨計測法. 人類学講座別巻1——人体計測法II, 雄山閣, 東京.
- Biasutti R. (1951) Radio-humeral and tibio-femoral indexes in fossil and living man. *Homo*, 2: 97-99.
- Brace C.L. and Nagai M. (1982) Japanese tooth size: past and present. *American Journal of Physical Anthropology*, 59: 399-411.
- Dodo Y. (1986) Metrical and non-metrical analyses of Jomon crania from eastern Japan. In: Akazawa T. and Aikens C.M. (eds.), "Prehistoric Hunter-Gatherers in Japan," University of Tokyo Press, Tokyo, pp. 137-161.
- Dodo Y. and Ishida H. (1990) Population history of Japan as viewed from cranial nonmetric variation. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 98: 269-287.
- Dodo Y. and Kawakubo Y. (2002) Cranial affinities of the Epi-Jomon inhabitants in Hokkaido, Japan. *Anthropological Science*, 110: 1-32.
- 遠藤清嗣 (1955) アイヌ橈骨の人類学的研究. 北大解剖研究報告, 17: 1-111.
- Hanihara K. (1985) Origins and affinities of Japanese as viewed from cranial measurements. In: "Out of Asia: Peopling of the Americas and the Pacific," The Journal of Pacific History, Canberra, pp. 105-112.
- Hanihara K. (1991) Dual structure model for the population history of the Japanese. *Japan Review*, 2: 1-33.
- Hanihara T. (1989a) Comparative studies of dental characteristics in the Aogashima islanders. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 97: 9-22.
- Hanihara T. (1989b) Comparative studies of geographically isolated populations in Japan based on dental measurements. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 97: 95-107.
- Hanihara T. (1991) The origin and microevolution of Ainu as viewed from dentition: the basic populations in East Asia, VIII. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 99: 345-361.
- Horai S., Kondo R., Murayama K., Hayashi S., Koike H., and Nakai N. (1991) Phylogenetic affiliation of ancient and contemporary humans inferred from mitochondrial DNA. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 333: 409-417.
- Horai S. (1992) Human mitochondrial DNA: a clue to the development and dispersion of Asian populations. In: Hanihara K. (ed.), "Japanese as a Member of the Asian and Pacific Populations, International Research Symposium, Vol.4," International Research Center for Japanese Studies, Kyoto, pp. 147-159.
- 犬飼哲夫・名取武光 (1969) 狩猟と漁撈. アイヌ文化保存対策協議会編, アイヌ民族誌, 第一法規出版, 東京, pp. 321-366.
- Ishida H. (1992) Flatness of facial skeletons in Siberian and other circum-Pacific populations. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 79: 53-67.
- Ishida H. (1993) Populational affinities of the Peruvian with Siberians and North Americans: a nonmetric cranial approach. *Anthropological Science*, 101: 47-63.
- Ishida H. and Dodo Y. (1992) Differentiation of the northern Mongoloids: the evidence of cranial nonmetric traits. In: Hanihara, K. (ed.), "Japan in the World IV: Japanese as a Member of the Asian and Pacific Populations," International Research Center for Japanese Studies, Kyoto, pp. 79-94.
- Kato K. and Ogata T. (1989) Main long bones of limbs of the Jomon people: proportions in their lengths. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 66: 13-22.
- 木村賛 (1980) ヒトはいかに進化したか——進化からみた人類学. サイエンス社, 東京.
- Kimura T. and Amtmann E. (1984) Distribution of mechanical robustness in the human femoral shaft. *Journal of Biomechanics*, 17: 41-46.
- Koganei Y. (1893-1894) Beiträge zur physischen Anthropologie der Aino, I. Untersuchungen am Skelet. Mittheilungen aus der Medicinischen Facultät der Kaiserlich-Japanischen Universität, Bd.2, Kaiserlichen Universität, Tokyo.

- 小金井良精 (1903) 日本石器時代の住民. 東洋学芸雑誌, 259-260. (人類学研究. 大岡山書店, 東京, 1928, 289-362 に再録)
- 小金井良精 (1923) 扁平尺骨と巨大腓骨. 第31回日本解剖学会記事. (人類学研究. 大岡山書店, 東京, 1928, 9-11 に再録)
- 小金井良精 (1924) 日本石器時代人骨の研究概要. 中央史壇臨時増刊. (人類学研究. 大岡山書店, 東京, 1928, 1-8 に再録)
- Kozintsev A. (1990) Ainu, Japanese, their ancestors and neighbors: cranioscopic data. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 98: 247-267.
- 前田秀夫 (1958) アイヌ尺骨の人類学的研究. 北大解剖研究報告, 102: 1-114.
- Manly B.F.J. (1986) *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. Chapman and Hall Ltd., London.
- Martin R. and Saller K. (1957) *Lehrbuch der Anthropologie*, 3. Aufl. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Matsumura H. (1989) Geographic variation of dental measurements in the Jomon population. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 97: 493-512.
- Matsumura H. (1990) Geographical variation of dental characteristics in the Japanese of the protohistoric Kofun period. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 98: 439-449.
- Matsumura H. (1995) A Microevolutional History of the Japanese People as Viewed from Dental Morphology. *Monographs of the National Science Museum*, Vol. 9, National Science Museum, Tokyo. pp. 1-130.
- 森本岩太郎 (1981) 日本古人骨の形態学的変異——扁平脛骨と蹲踞面——. 人類学講座5—日本人I, 雄山閣, 東京, pp. 157-188.
- Mouri T. (1988) Incidences of cranial nonmetric characters in five Jomon populations from West Japan. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 96: 319-337.
- 室淳子・石村貞夫 (1999) Excel でやさしく学ぶ多変量解析. 東京図書, 東京.
- 中村正信 (1957) アイヌ上腕骨の人類学的研究. 北大解剖研究報告, 79: 1-87.
- Nordin M. and Frankel V.H. (1980) Biomechanics of whole bones and bone tissue. In: Frankel V.H. and Nordin M. (eds.), "Basic Biomechanics of the Skeletal System," Lea & Febiger, Philadelphia, pp. 15-60.
- Ölschleger H.D. (1999) Technology, settlement, and hunting ritual. In: Fitzhugh W. and Dubreuil C. (eds.), "Ainu: Spirit of a Northern People," National Museum of Natural History, Smithsonian Institution and University of Washington Press, Washington, pp. 208-221.
- Riesenfeld A. (1973) The effect of extreme temperature and starvation on the body proportions of the rat. *American Journal of Physical Anthropology*, 39: 427-460.
- 榊原旦 (1957) アイヌ大腿骨の人類学的研究. 北大解剖研究報告, 59: 1-144.
- 垂水共之・田中豊 (2000) 統計解析ハンドブック for Win 多変量解析 Ver. 2.0. 共立出版株式会社, 東京.
- Trinkaus E. (1981) Neanderthal limb proportions and cold adaptation. In: Stringer C.B. (ed.), "Aspects of Human Evolution," Taylor & Francis, London, pp. 187-224.
- Turner C.G., II (1976) Dental evidence on the origins of the Ainu and Japanese. *Science*, 193: 911-913.
- Vallois H.V. (1938) Les méthodes de mensuration de la platycnémie: étude critique. *Bulletin of Society of Anthropology, Paris*, Sér. 8-9: 97-108.
- Yamaguchi B. (1980) A study on the facial flatness of the Jomon crania. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo*, Ser. D, 6: 21-28.
- 山口敏 (1981) 骨から見た日本人の起源——V. 縄文時代人骨. 季刊人類学, 12-1: 38-50.
- Yamaguchi B. (1982) A review of the osteological characteristics of the Jomon population in prehistoric Japan. *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 90 (suppl): 77-90.
- 山口敏 (1982) 縄文人骨——縄文人骨の特徴. 加藤晋平・小林達雄・藤本強編, 縄文文化の研究1——縄文人とその環境, 雄山閣, 東京, pp. 27-54.
- 山口敏 (1983) 岩手県花泉町蝦島 (貝島) 貝塚出土縄文時代人骨の体幹体肢骨について. 国立科学博物館専報, 16: 201-222.
- Yamaguchi B. (1986) Metric characters of the femora and tibiae from protohistoric sites in eastern Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo*, Ser. D, 12: 11-23.
- Yamaguchi B. (1989) Limb segment proportions in human skeletal remains of the Jomon period. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo*, Ser. D, 15: 41-48.

付表 1-1 上肢骨における縄文人・アイヌ・現代関東人の基礎統計量（男性）
Appendix 1-1 Basic statistics of upper limb bones in the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese (Male)

Martin's No.		Measurement		Jomon	Ainu	Kanto
Clavicle	1	Maximum length	n	43 (14)	45 (7)	67
			M (mm)	152.1	147.2	147.3
			S.D.	9.63	7.91	9.00
	4	Vertical mid-shaft diameter	n	70 (11)	49 (2)	67
			M (mm)	10.3	10.1	10.6
			S.D.	1.22	1.01	1.30
	5	Sagittal mid-shaft diameter	n	70 (11)	49 (2)	67
			M (mm)	13.4	13.3	12.9
			S.D.	1.38	1.41	1.55
Humerus	6	Mid-shaft circumference	n	71 (10)	49 (2)	67
			M (mm)	39.0	39.2	39.2
			S.D.	3.49	3.47	4.06
	1	Maximum length	n	52 (7)	53 (12)	67
			M (mm)	294.1	297.3	297.7
			S.D.	15.11	14.65	14.56
	5	Maximum mid-shaft diameter	n	87 (6)	54 (9)	67
			M (mm)	24.2	23.2	22.7
			S.D.	1.65	1.90	1.53
	6	Minimum mid-shaft diameter	n	87 (6)	54 (9)	67
			M (mm)	17.7	17.8	17.8
			S.D.	1.39	1.43	1.34
	7	Minimum shaft circumference	n	84 (7)	53 (9)	67
			M (mm)	63.5	64.9	63.3
			S.D.	3.65	3.98	3.99
Radius	7a	Mid-shaft circumference	n	75 (7)	45 (7)	67
			M (mm)	69.2	68.7	67.1
			S.D.	4.37	3.81	4.22
	1	Maximum length	n	54 (20)	49 (6)	67
			M (mm)	235.8	232.9	225.9
			S.D.	10.95	11.52	12.96
	3	Minimum shaft circumference	n	72 (15)	44 (1)	67
			M (mm)	43.9	44.9	42.0
			S.D.	2.86	3.57	3.44
	4	Maximum transverse shaft diameter	n	83 (15)	51 (0)	67
			M (mm)	17.1	17.4	17.0
			S.D.	1.22	1.43	2.04
	5	Sagittal shaft diameter	n	83 (15)	51 (0)	67
			M (mm)	12.4	12.0	11.9
			S.D.	1.05	1.00	1.04
Ulna	1	Maximum length	n	49 (22)	47 (6)	67
			M (mm)	255.3	250.2	242.3
			S.D.	10.88	11.97	11.55
	3	Minimum shaft circumference	n	70 (18)	41 (2)	67
			M (mm)	38.4	38.0	37.0
			S.D.	3.31	2.66	2.53
	11	Dorso-ventral shaft diameter	n	87 (11)	50 (3)	67
			M (mm)	14.4	13.8	13.1
			S.D.	1.16	1.20	1.00
	12	Transverse shaft diameter	n	87 (11)	50 (3)	67
			M (mm)	16.1	16.1	16.4
			S.D.	1.49	1.55	1.11

(): Sample size of left side.

付表 1-2 上肢骨における縄文人・アイヌ・現代関東人の基礎統計量（女性）
 Appendix 1-2 Basic statistics of upper limb bones in the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese (Female)

Martin's No.		Measurement		Jomon	Ainu	Kanto
Clavicle	1	Maximum length	n	40 (5)	26 (3)	34
			M (mm)	136.6	132.1	131.8
			S.D.	9.45	8.22	8.01
	4	Vertical mid-shaft diameter	n	63 (6)	27 (2)	34
			M (mm)	8.5	8.3	8.6
			S.D.	0.99	1.08	1.42
	5	Sagittal mid-shaft diameter	n	63 (6)	27 (2)	34
			M (mm)	11.2	11.5	11.1
			S.D.	0.93	1.30	0.97
	6	Mid-shaft circumference	n	67 (6)	27 (2)	34
			M (mm)	32.4	31.8	32.7
			S.D.	2.60	3.12	3.20
Humerus	1	Maximum length	n	53 (7)	34 (10)	34
			M (mm)	275.2	278.2	274.8
			S.D.	12.49	12.74	13.14
	5	Maximum mid-shaft diameter	n	86 (6)	36 (5)	34
			M (mm)	20.8	20.9	20.4
			S.D.	1.62	1.59	1.54
	6	Minimum mid-shaft diameter	n	86 (6)	36 (5)	34
			M (mm)	14.8	16.1	15.1
			S.D.	1.45	1.44	1.36
	7	Minimum shaft circumference	n	81 (8)	36 (5)	34
			M (mm)	55.2	56.2	54.9
			S.D.	3.19	4.05	3.82
	7a	Mid-shaft circumference	n	79 (10)	36 (5)	34
			M (mm)	59.0	60.6	58.5
			S.D.	3.91	4.96	4.20
Radius	1	Maximum length	n	47 (6)	27 (6)	34
			M (mm)	214.9	211.5	201.7
			S.D.	10.71	9.33	11.51
	3	Minimum shaft circumference	n	67 (8)	32 (5)	34
			M (mm)	37.8	37.6	35.6
			S.D.	2.67	3.28	2.80
	4	Maximum transverse shaft diameter	n	82 (10)	32 (4)	34
			M (mm)	15.2	15.7	15.4
			S.D.	1.28	1.30	1.65
	5	Sagittal shaft diameter	n	82 (10)	32 (4)	34
			M (mm)	10.4	10.6	10.3
			S.D.	0.78	0.94	1.08
Ulna	1	Maximum length	n	45 (13)	24 (8)	34
			M (mm)	232.1	233.0	218.8
			S.D.	10.34	12.99	11.72
	3	Minimum shaft circumference	n	63 (10)	31 (7)	34
			M (mm)	33.6	32.6	33.0
			S.D.	2.17	2.72	2.01
	11	Dorso-ventral shaft diameter	n	81 (10)	32 (6)	34
			M (mm)	12.5	12.1	11.1
			S.D.	1.08	1.49	0.98
	12	Transverse shaft diameter	n	81 (10)	32 (6)	34
			M (mm)	14.2	15.0	14.4
			S.D.	1.45	1.46	1.16

(): Sample size of left side.

付表 2-1 下肢骨における縄文人・アイヌ・現代関東人の基礎統計量（男性）
Appendix 2-1 Basic statistics of lower limb bones in the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese (Male)

	Martin's No.	Measurement		Jomon	Ainu	Kanto
Femur	1	Maximum length	n	56 (12)	53 (2)	67
			M (mm)	419.9	412.4	412.8
			S.D.	18.85	21.18	21.21
	6	Sagittal mid-shaft diameter	n	91 (6)	56 (1)	67
			M (mm)	30.0	28.8	27.4
			S.D.	2.08	2.23	2.61
	7	Transverse mid-shaft diameter	n	91 (6)	56 (1)	67
			M (mm)	26.0	27.3	26.0
			S.D.	1.33	1.89	2.05
	8	Mid-shaft circumference	n	88 (6)	56 (1)	67
			M (mm)	88.6	89.3	84.1
			S.D.	5.03	4.99	5.83
	9'	Maximum proximal shaft diameter†	n	88 (7)	56 (1)	67
			M (mm)	30.4	32.7	30.5
			S.D.	1.67	1.93	2.02
	10'	Minimum proximal shaft diameter†	n	88 (7)	56 (1)	67
			M (mm)	24.5	24.3	24.4
			S.D.	1.51	1.77	1.97
Tibia	1a	Maximum length	n	45 (12)	46 (3)	67
			M (mm)	349.0	343.2	334.3
			S.D.	17.85	16.30	19.27
	8	Maximum sagittal mid-shaft diameter	n	88 (8)	51 (2)	67
			M (mm)	31.7	31.0	29.3
			S.D.	2.17	2.45	2.08
	9'	Transverse mid-shaft diameter‡	n	88 (8)	51 (2)	67
			M (mm)	21.0	20.7	21.5
			S.D.	1.54	1.81	1.79
	8a	Maximum sagittal diameter at nutrient foramen	n	81 (9)	51 (2)	67
			M (mm)	34.5	35.0	33.4
			S.D.	2.22	2.53	2.51
	9a'	Transverse diameter at nutrient foramen‡	n	81 (9)	51 (2)	67
			M (mm)	22.8	22.3	24.0
			S.D.	2.07	1.91	2.30
	10	Mid-shaft circumference	n	84 (8)	50 (2)	67
			M (mm)	84.4	83.7	80.3
			S.D.	4.56	5.35	5.24
	10a	Circumference at nutrient foramen	n	80 (10)	50 (2)	67
			M (mm)	91.9	92.1	90.5
			S.D.	5.15	5.63	6.15
	10b	Minimum shaft circumference	n	85 (11)	50 (2)	67
			M (mm)	75.8	73.8	72.4
			S.D.	4.03	4.36	4.46
Fibula	1	Maximum length	n	25 (7)	39 (5)	67
			M (mm)	339.2	335.8	328.4
			S.D.	17.98	16.46	18.24
	2	Maximum mid-shaft diameter	n	86 (3)	47 (2)	67
			M (mm)	17.8	16.0	15.1
			S.D.	2.30	1.72	1.54
	3	Minimum mid-shaft diameter	n	86 (3)	47 (2)	67
			M (mm)	11.9	11.2	10.9
			S.D.	1.34	1.54	1.48
	4	Mid-shaft circumference	n	81 (3)	47 (2)	67
			M (mm)	49.6	46.5	43.8
			S.D.	5.22	4.19	3.62

† Method by Koganei (1893–94), ‡ Method by Vallois (1938). (): Sample size of left side.

付表 2-2 下肢骨における縄文人・アイヌ・現代関東人の基礎統計量（女性）
Appendix 2-2 Basic statistics of lower limb bones in the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese (Female)

	Martin's No.	Measurement		Jomon	Ainu	Kanto
Femur	1	Maximum length	n	48 (7)	30 (3)	33
			M (mm)	392.6	383.0	380.9
			S.D.	14.91	15.65	18.99
	6	Sagittal mid-shaft diameter	n	80 (2)	31 (2)	33
			M (mm)	26.6	25.5	25.0
			S.D.	1.96	2.09	2.12
	7	Transverse mid-shaft diameter	n	80 (2)	31 (2)	33
			M (mm)	24.3	24.9	23.9
			S.D.	1.40	1.25	1.67
	8	Mid-shaft circumference	n	75 (5)	31 (2)	33
			M (mm)	80.1	79.4	76.8
			S.D.	4.46	3.99	4.84
	9'	Maximum proximal shaft diameter†	n	75 (4)	31 (2)	33
			M (mm)	28.7	30.2	28.0
			S.D.	1.75	1.66	1.94
	10'	Minimum proximal shaft diameter†	n	75 (4)	31 (2)	33
			M (mm)	21.7	22.0	21.5
			S.D.	1.47	1.60	1.50
Tibia	1a	Maximum length	n	40 (2)	26 (3)	35
			M (mm)	327.4	317.2	309.3
			S.D.	15.21	13.53	16.79
	8	Maximum sagittal mid-shaft diameter	n	77 (8)	33 (2)	35
			M (mm)	27.9	27.1	25.2
			S.D.	1.74	2.27	1.87
	9'	Transverse mid-shaft diameter‡	n	78 (8)	33 (2)	35
			M (mm)	19.3	19.1	19.0
			S.D.	1.76	1.52	1.51
	8a	Maximum sagittal diameter at nutrient foramen	n	69 (8)	32 (2)	35
			M (mm)	30.3	30.3	29.1
			S.D.	2.00	2.35	2.04
	9a'	Transverse diameter at nutrient foramen‡	n	70 (8)	32 (2)	35
			M (mm)	20.2	19.9	20.9
			S.D.	1.41	1.62	1.59
	10	Mid-shaft circumference	n	73 (9)	33 (2)	35
			M (mm)	75.6	74.1	70.6
			S.D.	3.85	4.83	4.62
	10a	Circumference at nutrient foramen	n	63 (8)	32 (2)	35
			M (mm)	82.1	82.0	80.3
			S.D.	4.24	4.70	4.93
	10b	Minimum shaft circumference	n	64 (4)	33 (2)	35
			M (mm)	67.4	65.3	64.5
			S.D.	3.38	4.12	4.22
Fibula	1	Maximum length	n	25 (2)	23 (1)	34
			M (mm)	318.7	310.5	304.5
			S.D.	14.79	16.05	17.60
	2	Maximum mid-shaft diameter	n	64 (1)	33 (1)	35
			M (mm)	15.0	14.6	13.5
			S.D.	1.53	1.51	1.19
	3	Minimum mid-shaft diameter	n	64 (1)	33 (1)	35
			M (mm)	10.0	9.7	9.4
			S.D.	1.06	0.99	0.92
	4	Mid-shaft circumference	n	67 (1)	33 (1)	35
			M (mm)	41.7	40.4	38.8
			S.D.	3.96	3.68	3.23

† Method by Koganei (1893–94), ‡ Method by Vallois (1938). (): Sample size of left side.

付表 3-1 四肢骨の主要示数における縄文人・アイヌ・現代関東人の基礎統計量（男性）
Appendix 3-1 Basic statistics of principal indices of limb bones in the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese (Male)

	Index		Jomon	Ainu	Kanto
Cross-section index	Mid-shaft index of clavicle [4/5]	n	69 (11)	49 (2)	67
		M	77.3	76.3	82.7
		S.D.	9.59	8.38	12.49
	Mid-shaft index of humerus [6/5]	n	86 (6)	54 (9)	67
		M	73.3	76.9	78.5
		S.D.	5.40	5.69	5.69
	Shaft index of radius [5/4]	n	82 (15)	51 (0)	67
		M	72.8	69.3	71.1
		S.D.	6.67	5.64	7.49
	Shaft index of ulna [11/12]	n	86 (11)	50 (3)	67
		M	90.4	86.0	79.7
		S.D.	10.87	9.69	5.98
	Mid-shaft index of femur [6/7]	n	90 (6)	56 (1)	67
		M	115.6	105.4	105.8
		S.D.	8.19	7.87	11.26
	Proximal shaft index of femur [10'/9']	n	87 (7)	56 (1)	67
		M	80.8	74.4	80.0
		S.D.	5.59	5.89	6.76
	Mid-shaft index of tibia [9'/8]	n	88 (8)	51 (2)	67
		M	66.4	67.1	73.5
		S.D.	5.32	6.59	5.97
	Shaft index of tibia at nutrient foramen [9a'/8a]	n	80 (9)	51 (2)	67
		M	66.2	64.0	71.9
		S.D.	5.81	5.84	6.21
	Mid-shaft index of fibula [3/2]	n	85 (3)	47 (2)	67
		M	67.6	70.4	73.1
		S.D.	8.61	9.13	11.04
Limb segment proportion	Claviculo-humeral index [Cla.1/Hum.1]	n	31	42	67
		M	51.3	49.4	49.5
		S.D.	2.68	2.45	2.46
	Brachial index [Rad.1/Hum.1]	n	37	47	67
		M	80.2	78.3	75.9
		S.D.	2.54	2.56	2.99
	Crural index [Tib.1a/Fem.1]	n	35	46	67
		M	83.1	82.8	81.0
		S.D.	2.04	2.02	2.00
	Humero-femoral index [Hum.1/Fem.1]	n	38	49	67
		M	70.0	72.2	72.1
		S.D.	1.78	1.99	1.78
	Radio-tibial index [Rad.1/Tib.1a]	n	28	41	67
		M	67.9	68.2	67.6
		S.D.	1.71	2.15	3.22

(): Sample size of left side.

付表 3-2 四肢骨の主要示数における縄文人・アイヌ・現代関東人の基礎統計量（女性）
Appendix 3-2 Basic statistics of principal indices of limb bones in the Jomon, Ainu, and modern Kanto Japanese (Female)

	Index		Jomon	Ainu	Kanto
Cross-section index	Mid-shaft index of clavicle [4/5]	n	63 (6)	27 (2)	34
		M	76.1	72.8	77.6
		S.D.	8.26	11.98	10.86
	Mid-shaft index of humerus [6/5]	n	86 (6)	36 (5)	34
		M	71.2	77.3	74.3
		S.D.	7.26	5.54	6.12
	Shaft index of radius [5/4]	n	82 (10)	32 (4)	34
		M	68.7	67.4	67.2
		S.D.	5.40	5.78	6.97
	Shaft index of ulna [11/12]	n	81 (10)	32 (6)	34
		M	88.5	80.9	77.0
		S.D.	9.01	8.41	7.02
	Mid-shaft index of femur [6/7]	n	80 (2)	31 (2)	33
		M	109.5	102.3	104.8
		S.D.	7.00	7.37	8.25
	Proximal shaft index of femur [10'/9']	n	75 (4)	31 (2)	33
		M	75.7	72.7	76.9
		S.D.	5.41	5.37	5.67
	Mid-shaft index of tibia [9'/8]	n	76 (8)	33 (2)	35
		M	69.0	70.8	75.8
		S.D.	6.19	7.44	5.22
	Shaft index of tibia at nutrient foramen [9a'/8a]	n	69 (8)	32 (2)	35
		M	66.8	65.8	72.0
		S.D.	5.20	6.71	5.40
	Mid-shaft index of fibula [3/2]	n	64 (1)	33 (1)	35
		M	67.1	67.3	69.9
		S.D.	8.28	7.57	6.76
Limb segment proportion	Claviculo-humeral index [Cla.1/Hum.1]	n	34	26	34
		M	49.6	47.2	48.0
		S.D.	2.88	2.63	2.82
	Brachial index [Rad.1/Hum.1]	n	37	26	34
		M	78.4	76.6	73.4
		S.D.	2.59	2.46	2.38
	Crural index [Tib.1a/Fem.1]	n	36	25	33
		M	83.1	82.9	81.2
		S.D.	2.04	2.22	2.03
	Humero-femoral index [Hum.1/Fem.1]	n	35	28	33
		M	70.0	72.3	72.2
		S.D.	1.61	1.86	2.03
	Radio-tibial index [Rad.1/Tib.1a]	n	29	22	33
		M	66.1	66.6	65.2
		S.D.	1.65	1.66	1.88

(): Sample size of left side.