

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：32713

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23701014

研究課題名(和文)骨組織形態学的分析により、微小骨片から旧石器時代の狩猟獣を復元する

研究課題名(英文)Histomorphological species identification of tiny bone fragments from Paleolithic sites

研究代表者

澤田 純明(Sawada, Junmei)

聖マリアンナ医科大学・医学部・助教

研究者番号：10374943

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：旧石器時代の人類遺跡から出土した微小骨片の種同定を目的として、更新世動物群の骨組織構造を比較形態学的に検討した。その結果、二次オステオンの大きさ、骨皮質の厚さ、葉状骨の有無を指標として、中型シカ、大型偶蹄類、小・中型食肉類、大型偶蹄類、ゾウ、ヒトを識別できることを明らかにした。この方法を用いて北海道柏台1遺跡から出土した旧石器時代の焼骨片を解析したところ、それらが中型シカに相当する可能性が高いとの結論を得た。

研究成果の概要(英文)：Bone histomorphology is an effective method for species identification of fragmentary osseous remains. The Kashiwadai 1 Upper Paleolithic site in Hokkaido yielded tiny bone fragments. For the purpose of species identification, histomorphological analyses were performed on thin sections of the Kashiwadai 1 bone fragments. The structures of the Kashiwadai 1 samples consisted of secondary osteons and plexiform bone. Consideration of the presence versus absence of plexiform bone and quantitative assessments of osteon sizes and bone cortical thickness allows for distinction between medium-sized deer, large-sized artiodactyls, small- to medium-sized carnivores, large-sized carnivores, elephants, and humans. The histomorphological characteristics of the Kashiwadai 1 samples were quite similar to those of both sika deer and ancient sika deer. A probable conclusion is that medium-sized deer was the primary game hunted by Paleolithic people at the Kashiwadai 1 site.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学

キーワード：骨組織形態学 緻密骨 種同定 旧石器時代 更新世日本列島 人類学 考古動物学

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 旧石器時代の人々が動物資源をどのように利用したのかを知ることは、日本列島の人類史を解明する上で重要な意義を持つ。しかしながら、旧石器時代の人類遺跡から動物骨が見つかった例はごく少ない。旧石器時代人による動物資源利用の様相は充分に明らかにされているとは言い難いのが現状である。

(2) まれに、旧石器時代の遺跡から断片的な微小骨片が検出されることがあるが、肉眼形態観察では種同定が困難であり、従来はほとんど分析されてこなかった。だが、旧石器時代遺跡からの動物骨出土例が希少な状況では、小片といえども貴重な価値を有しており、可能な限りの情報を引き出すことが必要である。特に動物種の同定は、当時の狩猟獣の復元に資するところが大きい。

(3) 肉眼では種同定が困難な微小骨片でも、顕微鏡を用いた組織形態学的分析を行うことで、動物種を識別できる場合がある。だが、骨組織構造の比較形態学的研究は多様な動物種を網羅するには至っておらず、骨組織形態分析に基づく種同定法はその体系を構築する途上にある。動物相は時代と地理的環境によって相違するため、遺跡出土骨を種同定する場合には、遺跡の立地と帰属時期に鑑みて遺跡周囲に生息していた動物群を推定し、それらの骨組織形態の比較形態学的特徴を明らかにする必要がある。

## 2. 研究の目的

(1) 更新世動物群を対象とした骨組織形態学的分析に基づく種同定法を確立する。日本の遺跡出土骨の研究は人類学・動物考古学とも肉眼形態学が主流であるが、本研究はここに新たな方法として骨組織形態学を導入するものである。

(2) 上記方法を遺跡出土骨片の研究に適用して、旧石器時代遺跡から出土した骨片の動物種を同定し、日本列島の旧石器時代の狩猟獣を復元する。

## 3. 研究の方法

### (1) 遺跡出土骨片の収集

北海道柏台1遺跡の炉跡遺構から出土した骨片、および青森県尻安部洞窟の旧石器時代文化層から出土した骨片を試料として用いた。これらはいずれも焼成しており、ヒトによる利用が強く示唆される資料である。

### (2) 更新世・完新世動物骨からの試料採取

更新世および完新世動物標本を所蔵する国内外の研究施設を訪問し、日本列島の後期更新世に生息していた代表的な中・大型哺乳動物(イノシシ、ニホンジカ、ニホンムカシジカ、ヤベオオツノジカ、カモシカ、バイソ

ン、ウシ、ゾウ、ヒグマ、イヌ、キツネ、タヌキ、テン、ウサギ、ヒト)から、骨組織構造の比較形態分析用の試料を採取した。採取部位は肉眼形態学的分析に影響の小さい四肢骨の骨幹中央部とし、ダイヤモンドカッターで緻密骨の骨塊を摘出した。

### (3) サンプルの包埋・薄切とプレパラートの作成

採取した試料は、エタノール系列による脱水、キシレンおよびスチレン・モノマーによる透徹を経て、樹脂に包埋した。試料を包埋した樹脂が硬化した後、四肢骨長軸に対する横断面を得るように、硬組織切断機で50 $\mu$ m厚に薄切し、プレパラートに封入した。

### (4) 検鏡と骨組織形態計測

薄切標本を光学顕微鏡で観察し、二次オステオンや葉状骨の有無など骨組織形態の観察所見を記録した。さらに、顕微鏡像をコンピューターに取り込み、画像解析ソフト(Image J)を用いて骨組織形態計測を実施した。計測項目は皮質骨の厚さ、二次オステオン面積、ハバース管面積である。得られたデータの解析には統計ソフトSPSSを用いた。

## 4. 研究成果

(1) 柏台1遺跡から出土した旧石器時代の骨片(計8点)の組織形態を観察したところ、4点で二次オステオンを主体とする組織構造、2点で葉状骨を主体とする組織構造、残り2点には二次オステオンと葉状骨の両方の構造が認められた。埋存時に浸透したと思われる土壌成分がハバース管の内壁に付着していたため、多くのハバース管の形状が不明瞭であったが、偏光顕微鏡観察において二次オステオンの外形は明瞭に認めることができた。オステオンの面積は試料間で大きく、約7,500-11,000 $\mu$ m<sup>2</sup>に収斂していた。焼成のために骨が収縮していたと考えたとき、焼成前の値は最大で約10,000-16,000 $\mu$ m<sup>2</sup>と推定された。また、骨皮質の厚さは2.4-3.7mm以上、最大で5mmに満たない程度と推定された。

(2) 更新世哺乳動物群の骨組織形態に関して、骨皮質の厚さと二次オステオンの面積は概ね体格に相関する傾向が看取された。骨皮質の厚さは、ウサギが1.0-1.2mm、小中型食肉類が1.0-2.9mm、中型シカが2.6-4.6mm、ヒトが3.9-5.5mm、ヒグマが5.4-6.8mm、大型偶蹄類とゾウが6.1-13.8mmであった。二次オステオンの面積平均値は、ゾウ(63,000 $\mu$ m<sup>2</sup>以上)、ヤベオオツノジカ(約40,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、ヒト(31,000-49,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、ウシ(28,000-43,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、キツネ(約33,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、ヒグマ(22,000-30,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、バイソン(約24,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)で大きく、シカ(12,000-23,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、ニホンムカシジカ(15,000-24,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)、小中型食肉類(12,000-22,000 $\mu$ m<sup>2</sup>)で小さい値を示した。また、発達した葉状骨は、偶蹄類

と一部の小中型食肉類のみに認められ、他の動物にはみられなかった。

(3) 上記 2 のデータの検討により、長径が 5mm 以上、できれば 1cm 以上残存する哺乳類の四肢長骨の骨幹部であれば、皮質骨の厚さ・二次オステオンの面積・葉状骨の有無を指標として、(1) シカやイノシシなどの中型偶蹄類、(2) ヤベオオツノジカやバイソンなどの大型偶蹄類、(3) イヌやテンなどの小中型食肉類、(4) ヒグマに代表される大型食肉類、(5) ウサギ、(6) ヒトをある程度まで識別できるものと考えられた。

(4) 柏台 1 遺跡出土骨片の組織形態計測値はヒトのオステオンより明らかに小さく、オオツノジカやバイソンなどの大型偶蹄類やゾウの可能性も排除される。オステオンのサイズ、葉状骨の存在、骨質の厚さの全ての条件を満たす動物は、ニホンジカやニホンムカシジカなどの中型偶蹄類であり(図 1)、これが焼骨群の主体を占めると考えられた。中型偶蹄類のうち、シカとイノシシは組織形態が類似しており、現在の方法では明確に区別できないが、後期更新世の北海道でイノシシの自然分布が確認されていない生物地理学の成績があるため、イノシシの可能性は排除してよい。したがって、柏台 1 遺跡出土骨片は、中型シカの可能性が高いと結論づけられた。なお、タヌキなど小・中型食肉類も上記条件と部分的に合致しており(表 1)、試料群の一部にこれらが含まれる可能性は否定できなかった。

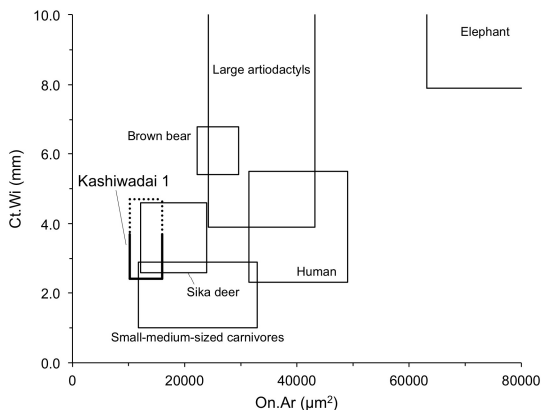


図 1 柏台 1 遺跡出土骨片と更新世・完新世哺乳動物群の二次オステオン面積 (On.Ar) と皮質骨の厚さ (Ct.Wi)

(5) 青森県尻労安部洞窟から出土した旧石器時代の骨片については、すでに切片を作成しており、今のところ、それらが小型哺乳類の可能性が高いとする所見を得ている。現在、より具体的な動物種の特定を目指して、比較形態学的分析を進めており、近日中に最終的な結論に到達する見込みである。この分析結果は、2014 年度に刊行される発掘調査報告書に掲載する予定である。

|                                                                 | Plexiform bone | Ct.Wi | On.Ar |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|
| <b>Medium size Artiodactyla</b>                                 |                |       |       |
| Sika deer ( <i>Cervus nippon</i> )                              | +              | +     | +     |
| Ancient sika deer ( <i>Cervus praenipponicus</i> )              | +              | +     | ±     |
| <b>Large size Artiodactyla</b>                                  |                |       |       |
| Yabe's giant deer ( <i>Sinomegaceros yabei</i> )                | +              | -     | -     |
| Cow ( <i>Bos taurus</i> )                                       | +              | -     | -     |
| Bison ( <i>Bison bison</i> )                                    | +              | -     | -     |
| <b>Lagomorpha</b>                                               |                |       |       |
| Hare ( <i>Leporidae</i> gen. et sp. indet.)                     | -              | -     | -     |
| <b>Small-medium size Carnivora</b>                              |                |       |       |
| Japanese marten ( <i>Martes melampus</i> )                      | -              | -     | -     |
| Red fox ( <i>Vulpes vulpes</i> )                                | -              | -     | -     |
| Raccoon dog ( <i>Nyctereutes procyonoides</i> )                 | +              | -     | +     |
| Dog ( <i>Canis lupus</i> )                                      | -              | +     | +     |
| Leopard ( <i>Panthera pardus</i> )                              | -              | +     | +     |
| <b>Large size Carnivora</b>                                     |                |       |       |
| Brown bear ( <i>Ursus arctos</i> )                              | -              | -     | ±     |
| <b>Proboscidea</b>                                              |                |       |       |
| Asian elephant ( <i>Elephas maximus</i> )                       | -              | -     | -     |
| Naumann's elephant ( <i>Palaeoloxodon</i> cf. <i>naumanni</i> ) | -              | -     | -     |
| <b>Primates</b>                                                 |                |       |       |
| Human ( <i>Homo sapiens</i> )                                   | -              | -     | -     |

+: conform to the Kashiwadai 1 samples, -: not conform, ±: slightly conform

表 1 柏台 1 遺跡出土骨片と更新世・完新世哺乳動物群の骨組織形態の一致度

(6) 日本列島の旧石器時代遺跡は 1 万ヶ所を超えるが、動物骨が出土した遺跡はわずかに数ヶ所に過ぎない。骨の低い残存率が列島を覆う火山灰質の酸性土壌に由来することはよく指摘されるが、柏台 1 遺跡の例は、ローム層中でも骨片が遺存する可能性を示した点で重要である。焼けた骨が化学組成と結晶構造の変成によって分解されにくい性質を有することも、骨の保存に有利に働いたのであろう。ともすればナウマンゾウやオオツノジカといった大型哺乳類で語られやすかった旧石器時代の狩猟活動について、中型シカの利用を示した柏台 1 遺跡、および焼成した小型哺乳類骨が含まれていることを明らかにした尻労安部洞窟の研究例は、旧石器時代動物考古学の新たな展開に貢献するものである。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 12 件)

(1) Junmei Sawada, Takashi Nara, Jun-ichi Fukui, Yukio Dodo, Kazuaki Hirata. 2014. Histomorphological species identification of tiny bone fragments from a Paleolithic site in the Northern Japanese Archipelago. *Journal of Archaeological Science*, 46: 270-280. 査読有.

DOI: 10.1016/j.jas.2014.03.025

(2) Takumi Tsutaya, Tomohito Nagaoka, Junmei Sawada, Kazuaki Hirata, Minoru Yoneda. 2014. Stable isotopic reconstructions of adult diets and infant feeding practices during urbanization of the city of Edo in 17th century Japan. *American Journal of Physical Anthropology*. 153: 559-569. 査読有.

DOI: 10.1002/ajpa.22454

(3) Tomohito Nagaoka, Junmei Sawada, Kazuaki Hirata. 2013. Demographic and

pathological characteristics of the medieval Japanese: new evidence from human skeletons from Kamakura, Japan. *Anthropological Science*, 121: 203-216. 査読有.

DOI: 10.1537/ase.131010

(4) Noboru Adachi, Junmei Sawada, Minoru Yoneda, Koichi Kobayashi, Shigeru Itoh. 2013. Mitochondrial DNA analysis of the human skeleton of the initial Jomon phase excavated at the Yugura cave site, Nagano, Japan. *Anthropological Science*, 121: 137-143. 査読有.

DOI: 10.1537/ase.130313

(5) Takumi Tsutaya, Junmei Sawada, Yukio Dodo, Hitoshi Mukai, Minoru Yoneda. 2013. Isotopic evidence of dietary variability in subadults at the Usu-moshiri site of the Epi-Jomon culture, Japan. *Journal of Archaeological Science*, 40: 3914-3925. 査読有.

DOI: 10.1016/j.jas.2013.05.015

(6) 百々幸雄, 川久保善智, 澤田純明, 石田肇. 2013. 頭蓋の形態小変異からみたアイヌとその隣人たち III. 隣接集団との親疎関係. *Anthropological Science (Japanese Series)*, 121:1-17. 査読有.

DOI: 10.1537/asj.121212

(7) 澤田純明. 2013. 微小骨片がヒトか動物かを識別する -骨のミクロ形態学的研究- 考古学ジャーナル. 645:25-29. 査読無.

(8) SAWADA Junmei. 2013. Mammal remains from the Hoa Diem site. The Excavation of Hoa Diem in Central Vietnam (Showa Women's University Institute of International Culture Bulletin, 17: 226-233.) 査読無.

(9) Yuzuru Hamada, Junmei Sawada, Fumiaki Cho, Moo-Ho Won, Byung-Hwa Hyun. 2012. Tubular anomalous bones found in both thighs of a long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*). *Primates*, 53:25-30. 査読有.

DOI: 10.1007/s10329-011-0255-5

(10) 百々幸雄, 川久保善智, 澤田純明, 石田肇. 2012. 頭蓋の形態小変異からみたアイヌとその隣人たち II. アイヌの地域差. *Anthropological Science (Japanese Series)*, 120:135-149. 査読有.

DOI: 10.1537/asj.120818

(11) 百々幸雄, 川久保善智, 澤田純明, 石田肇. 2012. 頭蓋の形態小変異からみたアイヌとその隣人たち I. 東アジア・北東アジアにおける北海道アイヌの人類学的位置. *Anthropological Science (Japanese Series)*, 120:1-13. 査読有.

DOI: 10.1537/asj.120607

(12) Noboru Adachi, Ken-ichi Shinoda, Kazuo Umetsu, Takashi Kitano, Hirofumi Matsumura, Ryuzo Fujiyama, Junmei Sawada, Masashi Tanaka. 2011. Mitochondrial DNA

Analysis of Hokkaido Jomon Skeletons: Remnants of Archaic Maternal Lineages at the Southwestern Edge. *American Journal of Physical Anthropology*, 146:346-360. 査読有.

DOI: 10.1002/ajpa.21561

〔学会発表〕(計9件)

(1) 澤田純明・平田和明. 2013. 弥生時代人のエナメル質減形成. 第67回日本人類学会大会. 2013年11月4日. 茨城県つくば市国立科学博物館筑波研究施設.

(2) 澤田純明・平田和明. 2013. エナメル質減形成から探る乳・幼児期の生活史. 第79回日本考古学協会総会. 2013年5月26日. 東京都世田谷区駒澤大学駒沢キャンパス.

(3) 澤田純明・長岡朋人・安部みき子・嶋谷和彦・平田和明. 2013. 堺環濠都市遺跡から出土した江戸時代人骨乳歯のエナメル質減形成. 第118回日本解剖学会総会・全国学術集会. 2013年3月28-30日. 香川県高松市サンポートホール高松・かがわ国際会議場.

(4) 澤田純明・金井紋子・竹内俊吾・澤浦亮平・渡辺文彦・鈴木敏彦・佐藤孝雄・奈良貴史・阿部祥人ほか(尻労安部洞窟発掘調査団・慶應義塾大学民族学考古学研究室). 2012. 尻労安部洞窟(安部遺跡). 第26回東北日本の旧石器文化を語る会. 2012年12月23日. 仙台市東北大学片平キャンパスさくらホール.

(5) 澤田純明・平田和明. 2012. 関東地方江戸時代人におけるエナメル質減形成の出現状況. 第66回日本人類学会大会. 2012年11月2-4日. 横浜市慶應義塾大学日吉キャンパス.

(6) 澤田純明・平田和明. 2012. 縄文時代人のエナメル質減形成出現状況の地域間比較. 第117回日本解剖学会総会・全国学術集会. 2012年3月26-28日. 山梨県甲府市山梨大学甲府キャンパス.

(7) Yoshi to Abe, Takashi Nara, Takao Sato, Takehiko Watanabe, Minoru Yoneda, Junmei Sawada, Ryohei Sawaura. 2011. Anthropological and Archaeological Research at the Shitsukari-Abe Cave Site, the Northernmost of Honshu. The 4th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association. 2011年11月26-27日. 東京都上野国立科学博物館.

(8) Junmei Sawada, Takashi Nara, Jun-ichi Fukui, Kazuaki Hirata. 2011. Histomorphological species identification of tiny bone fragments from Late Pleistocene site in northern Japan. The 4th Annual Meeting of the Asian Palaeolithic Association. 2011年11月26-27日. 東京都上野国立科学博物館.

(9) 澤田純明・平田和明. 2011. エナメル質減形成とクリブラ・オルビタリアの評価に

関する諸問題と近年の研究動向. 第 65 回日本人類学会大会. 2011 年 11 月 6 日. 沖縄県那覇市沖縄県立博物館・美術館.

〔図書〕(計 4 件)

(1) 澤田純明. 2012. 焼骨からわかること - ミクロ形態学によるヒトと動物の識別 -. 瀧川渉編 骨考古学と蝦夷・隼人, 同成社, 東京, pp.89-94.

(2) 平田和明・長岡朋人・星野敬吾・澤田純明. 2011. 鎌倉市由比ヶ浜地域の中世遺跡出土人骨. 中條利一郎・酒井英男・石田肇編 考古学を科学する, 臨川書店, 京都, pp.208-232.

(3) Junmei Sawada, Nguyen Kim Thuy and Nguyen Anh Tuan. 2011. Faunal Remains at Man Bac. Marc F. Oxenham, Hirofumi Matsumura and Nguyen Kim Dung (eds.) Man Bac: the Excavation of a Neolithic Site in Northern Vietnam, ANU E Press, Canberra, pp.105-116.

(4) Takeji Toizumi, Nguyen Kim Thuy and Junmei Sawada. 2011. Fish Remains at Man Bac. Marc F. Oxenham, Hirofumi Matsumura and Nguyen Kim Dung (eds.) Man Bac: the Excavation of a Neolithic Site in Northern Vietnam, ANU E Press, Canberra, pp.117-126.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

澤田 純明 (SAWADA, Junmei)  
聖マリアンナ医科大学・医学部・助教  
研究者番号 : 10374943

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号 :