

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：83811

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16276

研究課題名(和文) 同位体手法を用いた古人骨の食性と帰属年代の解明

研究課題名(英文) Investigation of diet and radiocarbon ages of Jomon skeletal remains using the isotope analyses

研究代表者

日下 宗一郎(Kusaka, Soichiro)

ふじのくに地球環境史ミュージアム・学芸課・准教授

研究者番号：70721330

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：これまで縄文時代の社会組織については、人骨の考古学的分析を通じた研究によって行われてきた。しかし、人骨の詳細な年代が明らかではなく、同一遺跡の資料は一括した時期として扱われてきた。そこで筆者は、人骨の安定同位体分析によって、生前の食性を高精度に推定し、放射性炭素年代を行うことで帰属年代を推定した。歯のエナメル質の炭素同位体比を分析した結果、エネルギー源としては植物質食料の摂取割合が高かったことが明らかとなった。人骨の放射性炭素年代測定の結果、縄文時代後期から晩期の年代に帰属することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The investigation of social structure during the Jomon period has been conducted based on the Archaeological research on the excavated human skeletal remains. However, the ages of skeletal remains were obscure, and precise estimates of ages were needed. Then, I have analyzed stable isotope ratios and radiocarbon dates of human skeletal remains from the Jomon period, Japan. The carbon isotope analysis on tooth enamels of human skeletal remains revealed the high dietary dependence on terrestrial food as well as marine food. The radiocarbon measurements of bone collagen revealed that the human skeletal remains belong to the Late-Final Jomon period.

研究分野：自然人類学

キーワード：年代測定 同位体 縄文時代 人骨

## 1. 研究開始当初の背景

大正時代に発掘され縄文時代の人骨が数多く出土した愛知県吉胡貝塚・稲荷山貝塚や、岡山県津雲貝塚の人骨には、抜歯の風習が残されている。歯の抜き方のパターンは系列分けが行われ、抜歯系列は出自を示すという抜歯出自表示仮説が提唱された(春成, 1973)。また、埋葬の頭位方向や埋葬位置から、縄文時代の社会組織について想定した研究がある(林, 1980)。このように墓制研究によって、縄文時代の社会についての仮説が提唱されてきたが、最近では人骨出土例を基にした親族組織の研究には大きな進展が見られない(山田, 2008)。この原因として、これまでの研究で用いられてきた人骨資料が、大正時代に発掘され、人骨の帰属年代や詳細な層位などの情報が不足していることが挙げられる。現状では、抜歯風習などの特徴を持つ人骨資料が数多く得られることは非常に稀有なため、新規の資料に基づく研究が進むことは難しい。よって、これまでに発掘された個体数の多い貴重な資料から、新たなデータを引き出すことができるか否かが、縄文時代の社会の研究をすすめるために必要である。

その点において、縄文時代の人骨の自然人類学的な研究は、地球化学的手法を組み入れることで進展をみせている。人骨コラーゲンの炭素・窒素安定同位体分析により、縄文時代における食性が復元されてきた(Minagawa and Akazawa, 1992; 南川, 2001)。人骨の炭素・窒素安定同位体比により、陸上資源と海産資源の摂取割合を推定することができる。これにより、日本列島における縄文時代の食性の集団間の違いが明らかとなった(南川, 2001; 米田ほか, 2011)。また、人骨コラーゲンをさらに加水分解し、アミノ酸ごとに窒素同位体比を調べることが可能となっている。この手法により、北黄金遺跡の縄文時代人の海産物への依存度が詳細に解析され、放射性炭素年代も高精度に推定されている(Naito et al., 2010)。申請者は、吉胡貝塚人骨や稲荷山貝塚人骨の分析を行い、稲荷山人骨においては抜歯系列と食性とが関連していることを明らかにした(Kusaka et al., 2008)。先行研究は抜歯系列は同時代という仮定の下で検討されていたが、抜歯系列が時期差を意味する可能性も年代測定によって検討する必要がある。そこで吉胡貝塚の人骨の高精度な食性復元と、年代測定することを着想した。

## 2. 研究の目的

(1) 一つ目の目的は、縄文人骨の食性を高精度に復元することである。沿岸部に居住した縄文人は、海産物を摂取しているが、海産物は海洋由来の古い炭素を蓄積しているため、古人骨は海産物を摂取した割合が高いほど古い放射性炭素年代を示すこととなる。縄文人骨の帰属年代を復元するためには、高精度に食性を復元することが必要である。

(2) 二つ目の目的は、放射性炭素年代測定により古人骨の帰属年代を解明することである。放射性炭素年代を測定し、海産物依存度を考慮して補正することで、人骨の確からしい年代を得る。その後、各人骨の性別や抜歯系列などの属性と時期的な変化を検討する。

## 3. 研究の方法

(1) 吉胡貝塚から出土した人骨の歯のエナメル質の炭素同位体比を測定した。歯から数mgのエナメル質試料を削り、酢酸で洗浄した。乾燥させた資料を約0.5mgを銀カップの中で秤量して、4.5mlバイアルに入れた。さらにバイアル内部の大気をヘリウムガスで置換した後、リン酸を加えて二酸化炭素を発生させた。そしてガスベンチII-質量分析装置(GasBenchII-IRMS)を用いて、その炭素同位体比を測定した。得られた結果については既に報告済みの骨コラーゲンの炭素・窒素同位体比と合わせて解析することで、高精度な海産物依存度の復元を行った。

(2) 吉胡・稲荷山貝塚より出土した人骨の放射性炭素年代測定を行った。骨試料からコラーゲンを抽出した。コラーゲンのグラファイト化及び放射性炭素年代測定は外部委託により行った。コラーゲン約3mgを秤量した。それは真空管に酸素ガスとともに封入され、二酸化炭素へと燃焼させた。水素ガスを封入して還元することで、純水なグラファイトを得た。それを加速器質量分析装置にかけることで、放射性炭素年代測定を行った。

## 4. 研究成果

(1) 吉胡貝塚より出土した古人骨の歯のエナメル質の炭素同位体分析により、当時の子供期の食性を調べた。その結果、吉胡人骨の歯のエナメル質の炭素同位体比は、シカやイノシシの同位体比に近く、魚類よりは離れていた(図1)。このことから海産資源に依存する割合が、低かったことが明らかとなった。一方、既存の骨コラーゲンの炭素・窒素同位体分析による結果では、海産物の摂取量が高かったことが明らかになっていた。歯のエナメル質の炭素は、血中の二酸化炭素に由来し、それは細胞で代謝された食物の炭素に由来する。つまりは、炭水化物や脂質などエネルギー源となった炭素がエナメル質に記録されている。一方で、骨コラーゲンはアミノ酸から合成されるが、アミノ酸自体は食物中のタンパク質に強く由来している。このような理由から、歯のエナメル質と骨コラーゲンの炭素同位体比では、海産物依存度の計算結果に違いが生じたと考えられる。得られた結果から、縄文時代にタンパク質源は海産資源に多く依存していたのに対して、エネルギー源は炭水化物を多く含む植物質食料に多く依存していたことを示唆している。この内容をまとめて論文を執筆し、American Journal of Physical Anthropologyに掲載された。

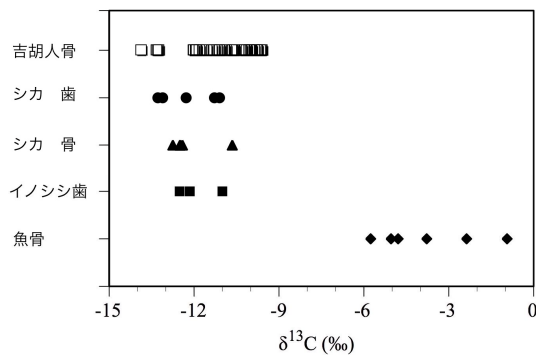


図 1. 吉胡人骨と動物骨の炭素同位体比

そして吉胡貝塚より出土した縄文時代人骨の海産物依存度の推定を行った。これは、当初アミノ酸窒素同位体分析により行うことを計画していたが、測定機器とその出力結果に問題が生じたことから、別の手法を検討した。そこで、骨コラーゲンと歯のエナメル質の炭素・窒素同位体比から、ベイズ推定による統計解析を行うことで、海産物依存度を推定することにした。食物の同位体比や統計パラメータの検討の結果、統計解析をすることで縄文人骨の海産物依存度を推定することが可能となった。この計算の結果、吉胡貝塚人骨の生前の海産物依存度は、食事全体の中の 36%程度であったことが明らかとなった。これにはプラスマイナス 15%ほどの計算誤差がある。植物質食料は、49%ほどであると計算された。これは非常に高い値であり、縄文時代人の食生活の中で、植物質食料が重要であったことが示唆された。また骨コラーゲンの炭素へ海産物が寄与した割合は、平均値で 40%と計算された。食事全体よりも高い割合で、タンパク質濃度が高い食物である海産資源が寄与していたことが明らかとなった。

(2) 吉胡人骨について放射性炭素年代測定を行った。骨コラーゲンからグラファイトを作成し、加速器質量分析装置を用いて、年代を測定した。その結果、縄文時代後期後半から晩期に帰属するという良好な結果が得られた。古人骨の場合、海洋リザーバー効果により、実際よりも古い年代を示すが、上述の海産物依存度の結果を考慮することで、較正した確からしい年代推定を行うことができた。

これによって、吉胡人骨の放射性炭素年代が明らかとなったため、時期によって、食性に移り変わっていったのか、また抜歯系列が時期によって変化していったのか検討することが可能となった。いまだ個体数が限られているために、明確な傾向は得られていない。この吉胡人骨の放射性炭素年代測定の結果については、個体数を増やした後で、すみや

かに成果を公表する予定である。

## 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3件)

日下宗一郎, 佐宗亜衣子, 米田穰, 2015. 縄文時代の國府・伊川津遺跡から出土した人骨の放射性炭素年代測定と炭素・窒素安定同位体分析, *Anthropological Science (Japanese Series)*. 123, 31-40. (査読あり)

<http://dx.doi.org/10.1537/asj.150414>

Kusaka, S., Uno, K.T., Nakano, T., Nakatsukasa, M., Cerling, T.E., 2015. Carbon isotope ratios of human tooth enamel record the evidence of terrestrial resource consumption during the Jomon period, Japan. *American Journal of Physical Anthropology*. 158, (2), 300-311. (査読あり)

<http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.22775>

Kiriyama, K., Kusaka, S., 2016. Prehistoric diet and mortuary practices in the Jomon period: Isotopic evidence from human skeletal remains from the Yoshigo shell mound, *Journal of Archaeological Science: Reports*. 11, 200-210. (査読あり)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.048>

[学会発表](計5件)

日下宗一郎, Kevin T. Uno, 中野孝教, 中務真人, Thure E. Cerling, 縄文時代人骨の歯のエナメル質を用いた炭素同位体分析, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 幕張メッセ (千葉県千葉市), 2015 年 5 月 27 日

日下宗一郎, 米田穰, 山田康弘, 稲荷山貝塚より出土した縄文時代人骨の放射性炭素年代測定, 第 69 回日本人類学会大会, 産業技術総合研究所臨海副都心センター (東京都江東区), 2015 年 10 月 11 日

日下宗一郎, 古人骨の骨と歯の炭素・窒素同位体分析による古食性の復元, 第 5 回 同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所 (京都府京都市), 2015 年 12 月 25 日

日下宗一郎，同位体分析による吉胡貝塚人骨の古食性と帰属年代の推定，日本地球惑星科学連合 2016 年大会，幕張メッセ（千葉県千葉市）2016 年 5 月 24 日

日下宗一郎，桐山京子，吉胡貝塚より出土した縄文人骨の炭素・窒素同位体分析，第 70 回日本人類学会大会，NSG 学生総合プラザ STEP（新潟県新潟市）2016 年 10 月 8 日

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.soichirokusaka.com>

6．研究組織

(1)研究代表者

日下 宗一郎（KUSAKA, Soichiro）

ふじのくに地球環境史ミュージアム・学芸課・准教授

研究者番号：70721330