

古人骨の化学分析から見た先史人類集団の生業復元

著者	米田 穰
雑誌名	国立民族学博物館調査報告
巻	33
ページ	249-255
発行年	2002-12-20
URL	http://doi.org/10.15021/00002001

古人骨の化学分析から見た先史人類集団の生業復元

米田 穰

国立環境研究所化学環境研究領域

- | | |
|---------|-----------|
| 1 はじめに | 3 分析結果と考察 |
| 2 試料と方法 | 4 結語 |

1 はじめに

先史時代の人類集団の行動を理解するためには、その集団がどのような生業活動を営んでいたかを理解することが必要不可欠である。通常の先史時代集団では、食料資源の確保がその中心的位置を占める。しかし、実際に発掘される遺構や遺物から、先史時代の食生活を正確に復元することは必ずしも容易ではない。なぜならば、貝塚などの遺跡から出土する遺物の多くは先史時代人の廃棄物であり、実際に消費された食品は遺物とらしくないからである。特に、骨遺存体として発掘される動物資源に対して、多くが腐食してしまう植物資源の量的な評価は、従来の考古学的手法では困難である。一方、動植物遺存体よりも直接的な証拠である食物残渣の分析（例えば土器や石器に付着した脂質の分析等）あるいは糞石の研究からは具体的な食事の内容を同定することが可能である。しかし、それらの食品が一年を通じた食生活の中でどの程度の重要性をもっていたのか、あるいは季節的な変化があったのかどうか、それらを知ることはできない。

その点、骨に記録された化学指標は個人の摂取した比較的長期間（十年程度）の食生活に関する情報を平均的に記録しており、ある程度ならば定量的な議論も可能であると言われている。すなわち、長期間の定量的な食性の復元によって、食生活と生業活動を結び付けて先史時代人の行動を考察することが可能であり、考古学研究に新たな視点を提供することができる。我が国の先史時代集団に関しても、縄文時代を中心とした集団でコーラゲンの炭素・窒素同位体比の分析結果が報告されており（南川 2000）、例えば縄文時代の場合、海岸部に適応した貝塚遺跡の住民でも日常的な食料資源として植物が重要であったことが明らかにされている。

しかし、水田稲作が開始され生業活動が大きく変化したと考えられる弥生時代については、保存状態の良い人骨資料が限られており、人骨の化学成分に関する研究も極めて限られている。また、縄文時代に主要な食料資源の1つであったと考えられている堅果類などとイネがともに同じC₃植物に属することから、その変化を同位体分析で検出することは容易でないと想定された。そこで本研究では、採集狩猟を主たる生業としていた縄文時代

から、水田稲作が導入された弥生時代にかけて、遺跡から出土した人骨試料の化学成分を測定し、食生活の変化が見られるかどうか方法論的な検討から研究を開始した。

一方で近年の様々な考古学研究の成果から弥生時代の水田稲作のイメージは大きく変化した。従来の弥生時代像は、水田稲作を生業活動の中心とする比較的豊かな農耕社会であり、この時代から穀物備蓄に伴う富の集積が発生し、古代国家形成の礎になったと考えられてきた。ところが、近年、縄文時代遺跡の調査でプラントオパール分析や花粉分析が広く行われるようになった結果、少なくとも縄文時代晩期の西日本の人々の間ではイネの存在が知られていた可能性が高いことが明らかになってきた。北海道などでもアワ、ヒエなどの雑穀が縄文時代に栽培されていた可能性が議論されている。また、弥生時代の稲作そのものについても、その収穫量推定の見直しから従来考えられていたほど大きな余剰は期待できず、むしろ縄文的な生業体系にコメが加わり、その重心が徐々に置き換わっていったという見解が提示されている。

さらに、弥生時代の生業におけるコメの役割は、現代日本人の起源を考える上でも重要な問題である。すなわち、鈴木尚らが唱えた「小進化説・連続説」では縄文時代人から弥生時代人への明らかな顔面形態の変化を、コメを中心とした食生活の変化に起因するものと想定し、大陸からの大規模な人口移入が無くともそれを説明できるとしている (Suzuki, 1969)。それに対し、埴原和郎 (1991) は山口・北九州から出土した弥生時代人の渡来系の顔面形態を重視して、朝鮮半島や大陸から数百万人規模の大規模な人口流入があったと想定している。今日、遺伝学的な調査などから人類学者の多くは後者を指示しているが、移住集団の規模については、移住後の人口増加率の相違を勘案すると必ずしも大きくない可能性があるとの見解もある。このような議論の中で、弥生時代のコメの役割を明らかにすることができれば、小進化説の妥当性を議論することが可能となり、現代日本人の起源に関してより具体的な議論が可能になると期待される。

2 試料と方法

本研究では、骨試料中に残存するタンパク質コラーゲンを抽出し、その炭素および窒素の安定同位体比を測定し、先史人類の食生活を推定した (米田ら, 1996)。資料は東北大学医学部および東京大学総合研究博物館より、肋骨を中心に採取したものである。0.5 g から 1 g の骨試料を純水でよく洗浄した後、水酸化ナトリウムで土壤有機物を取り除く。さらに凍結乾燥および粉碎した後、セルロース膜内で 1M 塩酸と穏やかに反応させ、無機分画を取り除いた。さらに、残存分画を純水中で 90°C に加熱する、いわゆるゼラチン化過程によって純粋なコラーゲンのみを抽出した。コラーゲンは元素分析計を用い炭素と窒素の割合を測定し、その比 (C/N 比) が現生動物のコラーゲンが示す範囲から外れた場合は著しく変性していると判断して食性の検討からは除外した。

上記の方法で抽出されたコラーゲン約0.25mgを分取して、炭素・窒素安定同位体比分析に供した。同位体比測定には元素分析計—高精度安定同位体比質量分析システムを使用した。これは元素分析計 (Carlo Erba NA1500) を用いて試料を燃焼し、二酸化炭素と窒素を分離・精製した後、ヘリウムキャリアガスとともにオンラインで接続している高精度安定同位体比質量分析器 (Finnigan MAT 252) に二酸化炭素および窒素を逐次的に導入して、炭素および窒素同位体比を測定するシステムである。測定精度に関しては、測定用の標準物質として Sigma Chemical 社の試薬コラーゲン (COLLAGEN Insoluble Type 1) をサンプル測定中に適宜挿入することで評価した。典型的な測定での1標準偏差は、炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ 値)、窒素同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$ 値) とともに0.1‰程度である。

最後に同位体比の記述方法である δ (デルタ) 値について簡単に説明する。天然の物質では同位体比の変動が非常に小さいので、通常は標準物質との偏差を千分率で表記した δ 値で示される。炭素では標準物質に PeeDee 層出土のベレムナイトの化石 (PDB) が用いられ $\delta^{13}\text{C}$ 値は次式で定義される。

$$\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{PDB}}} - 1 \right) \times 1000$$

同様に窒素の場合は大気窒素 (AIR) を標準物質として、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 比の変動を表す。ともに値が大きくなると ^{13}C 、 ^{15}N が多く含まれていることを意味する。

3 分析結果と考察

コラーゲンの炭素・窒素安定同位体比から復元された摂取タンパク質の同位体比を図1 (縄文時代) と図2 (弥生時代) にしめす。図1に示した縄文時代の人骨群では、非常に強く海産物に依存した北黄金遺跡群から、 C_3 植物を中心とする生態系に適応した北村遺跡群まで幅広いバリエーションが認められる。貝塚遺跡を形成した集団でも東北地方の里浜貝塚群と、関東地方の向台貝塚群や上高津貝塚群では海産物の重要性に違いがあったようである。上高津貝塚は当時汽水域であったと考えられる霞ヶ浦に面しており、東京湾に面する向台貝塚とは異なる傾向を示すと考えられたが、明らかな相違は認められていない。内陸に立地した遺跡に目を転じると、縄文時代草創期から早期に属する大谷寺洞穴遺跡群では非常に幅広い集団内変異が見られ、他の集団とは様相を異にする。個体によってはかなりの量の海産物を摂取していた可能性が示唆される。長野県に立地する北村遺跡群と栃原岩陰遺跡群では、ともにほとんどのタンパク質が C_3 植物と C_4 植物を摂取した動物に依存していたと考えられる。さらに、琵琶湖湖底に立地する粟津貝塚遺跡では長野県の2つの集団よりも明らかに栄養段階の高い食物を利用していたと考えられる。立地条件から淡水生の魚貝類が重要なタンパク質源であったと推定される。残念ながら、現在の琵琶湖では人間活動の影響で富栄養化が進行しており、脱窒のために生態系全体で窒素同位体比が

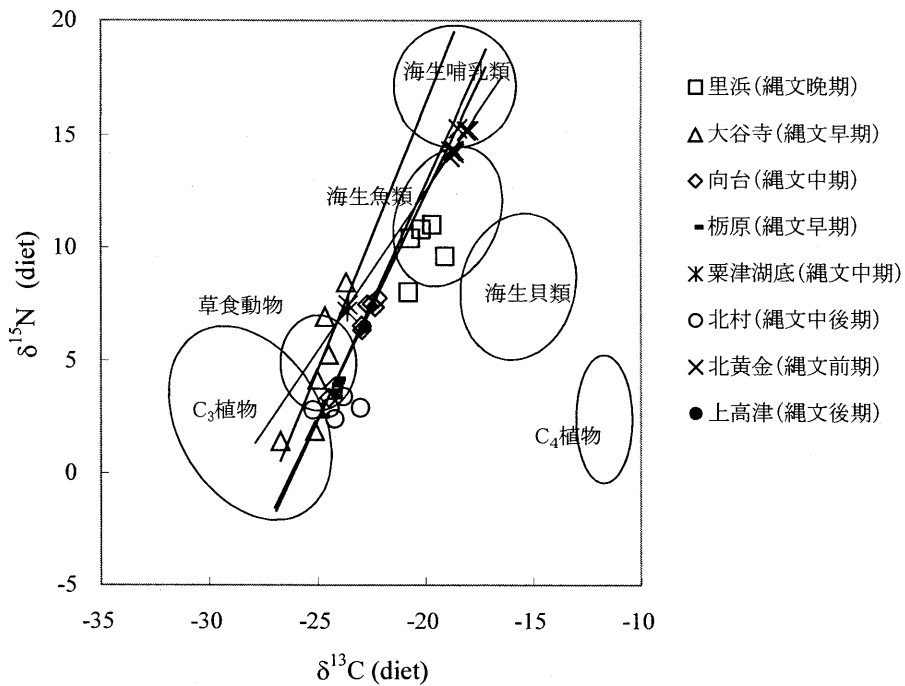


図1 復元された縄文時代集団のタンパク質源

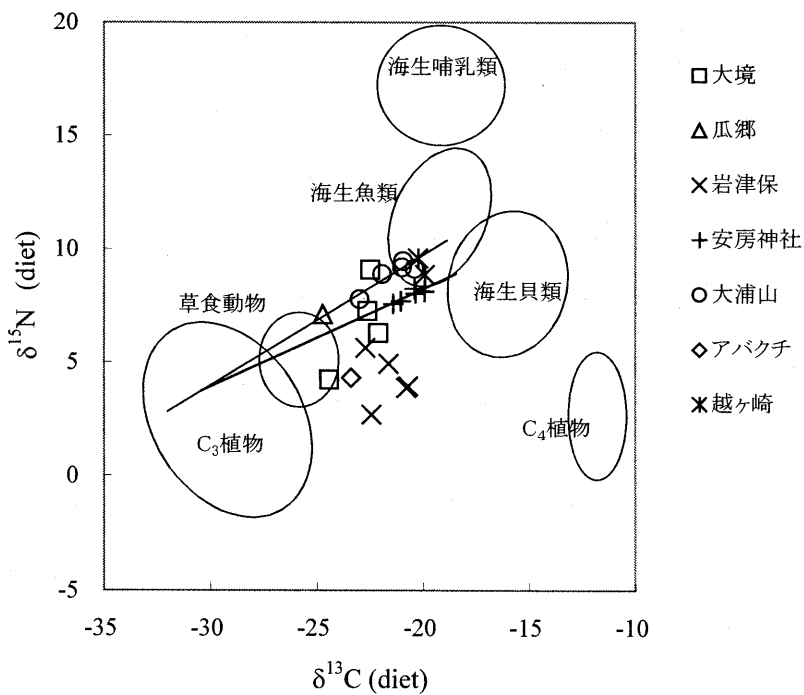


図2 復元された弥生時代集団のタンパク質源

上昇していることが知られている。今後、考古学資料等から天然レベルでの窒素同位体比を検討することで内水面に関わる活動の重要性も明らかにできると考える。

一方、弥生時代の遺跡でも縄文時代と同様に大きな遺跡間変動が認められた(図2参照)。まず、縄文時代の伝統を色濃く受け継いだ縄文文化をになった北海道の有珠10遺跡群では、縄文時代と同様に非常に強く海産物に依存する傾向が認められている。むしろ有珠10遺跡の資料の分析結果では栄養段階が上昇しており、縄文時代集団よりもより集中的にオットセイを利用していた可能性がある。一方、本州から出土した弥生文化を有する集団でも食生活の傾向は必ずしも一致しない。太平洋沿岸部に立地する安房神社洞窟、大浦山洞窟、瓜郷遺跡そして越賀崎遺跡では、縄文時代の貝塚遺跡居住民と同程度に海産物を利用していたと考えられる。また日本海沿岸の大境遺跡の居住民の場合には、海産物の利用程度に大きな個人差が認められる点が特徴的である。また内陸部に立地する遺跡では縄文時代の北村遺跡や栃原遺跡のように極端に C_3 生態系に依存した証拠は見出せなかったが、岩津保遺跡では3種類以上のタンパク質源が利用されていた可能性が示唆され、 C_4 植物の利用を考慮に入れる必要がある。また東北地方内陸部のアバクチ洞窟遺跡から出土した幼児人骨は縄文時代よりも若干高い炭素・窒素同位体比を示したが、沿岸部の集団と比較すると明らかに低い同位体比を示しており、弥生時代の集団も基本的には適応していた地域環境に応じた食生活を営んでいたものと想定された。

最後に、縄文時代から弥生時代にかけて食生活の伝統が継続されたのか、水田稲作による食性の変化はなかったのか、検討した。まず、各集団における炭素同位体比と窒素同位体比の間で相関関係を調べた。もしも、ある集団が主に2つの食物群をタンパク質源にしているならば、その集団内の変異は直線的に分布することが期待される。今回分析した人類集団では、縄文時代の北黄金貝塚遺跡、大谷寺洞穴遺跡、向台貝塚遺跡、栃原洞窟遺跡の4集団で炭素同位体比と窒素同位体比の間に有意な相関関係が認められた。一方、弥生時代集団では関東地方の海岸洞窟遺跡である安房神社洞窟遺跡と大浦山洞窟遺跡と同様の相関関係が認められている。ふたつの時代の集団を比較すると、両者の回帰直線の傾きが異なることは明らかである(図1, 図2参照)。

この変化を説明するためには2つの変化を想定する必要がある。まずは、 C_3 植物の $\delta^{15}N$ 値が上昇し、同時に海産物の栄養段階が低下して低い $\delta^{15}N$ 値に変化したものと想定される。まず C_3 植物については、 $\delta^{15}N$ の低い大気窒素に由来する化学肥料を使用しない伝統的な栽培方法でつくられた水稲の分析値を参照する必要があるが、著者の知る範囲ではこれまで報告が無い。しかし、現代のイネの窒素同位体比に関する研究では同じ圃場で栽培された陸稲と水稲では、陸稲が $-0.5\sim 1.5\%$ であるのに対し、水稲では $3.5\sim 6\%$ と有意に水稲の $\delta^{15}N$ 値が高い。これは水田土壌は灌水して嫌気的環境になるため、窒素同位体比が上昇していることが原因と考えられる。もしも弥生時代の水田でも同様の現象が起こっていれば、大浦山洞窟遺跡と安房神社洞窟遺跡で見られた回帰直線の変化と関連があ

ると考えられる。すなわち、2つの弥生時代集団が利用した C_3 植物の内容が、縄文時代から利用された天然の陸上植物から $\delta^{15}N$ 値が上昇した水稲に全面的に移行することによって、この変化は説明することが可能である。今後、弥生時代遺跡から出土した動物遺存体の内容もあわせて検討することによって、より具体的な食生活の変化を明らかにできると考えられる。

縄文時代から弥生時代にかけて沿岸部では、陸上の C_3 植物と海産物をともに利用する生業形態を維持していたが、 C_3 植物がより窒素同位体比の高い水稲に変化したと想定することでこの変化を説明することが可能である。現時点で、水稲が弥生時代の食生活で果たした役割を定量的に議論することは困難であるが、本研究で得られた結果は当時の重要な食料資源であった C_3 植物の内容が大幅に変化していたことを示唆している。今後、伝統的な栽培方法で作られた水稲資料などの基礎的なデータを加えることによって、より具体的な議論が可能になることと期待される。

4 結語

弥生時代の遺跡から出土した動植物遺存体を研究した甲元眞之 (2000) は、弥生時代の食性について次のように結論した。「水稲栽培が導入されたとしても実態としては縄文時代的生業世界に稲作が付加されたにすぎない地域も多かったことが予想される。しかし縄文時代よりも平均寿命がかなり延びたことに示されるように、米が加わることで食糧事情が著しく改善されたことは明白である」。今回の分析結果は、縄文時代に引き続き地域環境に適応した生業活動が弥生時代にも継続されたものと考えられる。あわせて地域によっては水稲が植物質食物として大変重要であった可能性も明らかになった。これまで方法論的な限界で、炭素・窒素安定同位体比を利用した方法ではコメの重要性を検討することが困難であると考えられてきたが、様々な角度から検討を加えた結果、その影響を記録している集団が認められた。さらに多くの弥生時代集団を分析することで、弥生時代人がどの程度の割合で農耕に依存したのかを、化学分析という具体的な証拠を持って議論できると期待される。さらに、堅果類から水稲へと植物質の食料の内容が大幅に変化したのならば、その顔面形態への影響は無視できない。今後、現代日本人の形成について議論するに際して、渡来集団による遺伝子流入のみならず、食生活の変化の影響についても再考する必要があると考えられる。

謝 辞

本研究で使用した人骨資料は東北大学医学部の百々幸雄教授と奈良貴史助手，琉球大学医学部石田肇教授，東京大学総合研究博物館諏訪元助教授のご厚意によって提供されたものである。記して謝意を表す。本研究の一部は文部省科学研究費補助金特定領域研究「日本人および日本文化の起源に関する学際的研究」による。

文 献

Hanihara, K.

1991 Dual Structure Model for the Population History of the Japanese. *Japan Review* 2, 1-33.

甲元眞之

2000 「弥生時代の食糧事情」佐原真・都出比呂志（編）『古代史の論点1 環境と食料生産』pp.167-182, 東京：小学館。

南川雅男

2000 「先史人は何を食べていたのか」馬淵久夫・富永健（編）『考古学と化学をむすぶ』pp.195-221, 東京：東京大学出版会。

Suzuki, H.

1969 Microevolutionary Changes in the Japanese Population from the Prehistoric to the Present-Day. *Journal of Faculty of Science* V(3), 279-308, Tokyo: University of Tokyo.

米田穰・吉田邦夫・吉永淳・森田昌敏・赤澤威

1996 「長野県出土人骨試料における炭素・窒素安定同位体比および微量元素量に基づく古食性の復元」『第四紀研究』35(4), 293-303。

