

骨コラーゲン構成アミノ酸の窒素同位体比を用いた先史日本人集団の食性復元

Dietary reconstruction of prehistoric Japanese populations based on nitrogen isotopic composition of individual amino acids in bone collagen

(提出先：東京大学大学院新領域創成科学研究科，2012年1月)

内藤裕一 (Yuichi Naito)

所属：海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域

E-mail : ynaito0825@gmail.com

先史時代の人々の食習慣を明らかにすることは、自然環境に対する人類集団の適応形態を解明する糸口となるため、人類学・考古学などの分野において重要な研究テーマである。本研究は、近年技術的に確立した個別アミノ酸の窒素同位体分析法を考古学試料に応用することで、先史日本人集団の食習慣を詳細に復元することを目的とした。

1970年代に先史人の食性復元方法として、古人骨に残存するコラーゲタンパクの安定同位体比を測定することで、コラーゲンを構成する元素の由来、すなわち食物の組成を直接推定する同位体地球化学的手法が登場した。これまでに様々な先史人集団の食性復元が試みられ、ヨーロッパ旧石器時代のネアンデルタール人とクロマニヨン人の食性差や、先史日本における海産物利用の地域差を指摘した研究がある。

しかし、従来の同位体法を用いたヒトの食性復元については、とりわけ定量性に関して問題点が指摘されている。特に、食物中タンパク質から骨コラーゲンが合成される際にみられる重い同位体の濃縮効果が、現状では十全に理解されていない。この問題は、生態系中での被食―捕食関係(栄養段階：食物連鎖において生物が占める位置)の分析を妨げる要因の1つとなっている。この問題点を克服するためには、全く新しいアプローチが必要不可欠である。

分析技術の向上に伴い、タンパク質の構成要素である個々のアミノ酸の窒素同位体分析が可能になった。この分析手法は近年生態学研究で積極的に応用されている。これまでに、グルタミン酸は被食者と捕食者の間で $\delta^{15}\text{N}$ 値が大きく上昇するのに対し(約8.0%)、フェニルアラニンほとんど上昇しない(約0.4%)ことが給餌実験や野外観察によって明らかにされている。この現象を利用して生物の栄養段階を正確に推定できる。この分析手法を人類学・考古学研究に応用すれば、ヒトを含めた過去の生態系構造をより詳細に復元できると期待される。

そこで本研究では、生態学的条件の大きく異なる先史人類集団を対象とし、考古遺跡から出土した人骨と動物遺存体の分析を試みた。具体的には、(1) 多彩な海産資源を利用していたと考えられている北海道・オホーツク文化時代遺跡(紀元後約550~1,200年)、(2) 海獣骨の出土が豊富な北海道・縄文時代遺跡(約6,000~5,000年前)、(3) 本州内陸部縄文時代遺跡(約8,600~3,000年前)、(4) 石垣島・後期更新世遺跡(約20,000~16,000年前)を扱った。石垣島の遺跡(白保竿根田原洞穴)から出土した古人骨には、人骨の ^{14}C 年代を直接測定したものとしては、国内最古のものが含まれている。

分析の結果、以下のことが明らかとなった。オホーツク文化の中でも、道北集団と道東集団間でフェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$

値に有意差がみられ、何らかの食性の違いが初めて示唆された。また、海生動物・陸上動物ともにアミノ酸の $\delta^{15}\text{N}$ 値に大きなバラつきがみられた。硝酸塩の $\delta^{15}\text{N}$ 値そのものに海域間で大きなバラつきがある可能性や、食料獲得能力の向上により人々の食資源のレパートリーが広がったこと等が、このバラつきの要因として考えられる。

一方、北海道縄文時代人集団の例では、それぞれの生態系内で海生動物と陸上動物は非常に一定したフェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$ 値を示し(幅で1%以下)、同アミノ酸が異なる生態系を識別する指標となる可能性が示唆された。人骨のアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ 値は海生動物と陸上動物の中間の値を示し、当時の人々が陸上・海洋両生態系の食資源を利用していたことを明確に示している。このような場合、ヒトの海産物摂取量はヒトと陸・海の一次生産者のアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ 値のみで求まることが理論的に明らかである。観測値をもとに計算すると、人骨の海産物摂取量がおおよそ70~80%であったという推定が得られる。

本州内陸部の集団では、草食獣と肉食性動物の間でグルタミン酸の $\delta^{15}\text{N}$ 値に大きな違いがみられた。また淡水貝と陸上動物が大きく異なるフェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$ 値を示し、この値が陸上と淡水の生態系の区別にも有効であることが分かった。人骨集団は、フェニルアラニンの値から陸上の食資源に強く依存していたことが分かった。さらに、推定された栄養段階(約2.7)の高さから、同集団が従来の考えよりも高い割合(54~70%)で動物性タンパク質を摂取していたことが示唆された。

最後に、石垣島後期更新世集団の食性について述べる。フェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$ 値から、更新世の人骨が全て陸上の食資源に依存していたことが明らかとなった。このことは、島嶼環境であるにもかかわらず、先史石垣島の人々の適応形態が長期間にわたり陸上の食資源に強く依存したものであったことを意味する。この結果は、更新世の先史日本人集団の適応形態を初めて明らかにした点で大きな意義をもつと言える。

以上をまとめると、(i) オホーツク文化遺跡のような例外的ケースがあるものの、フェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$ 値が異なる生態系を区別する指標となり得ること、(ii) ヒトが陸上・海洋の生態系各1つにまたがる場合は、グルタミン酸とフェニルアラニンの $\delta^{15}\text{N}$ 値を用いて海産物摂取量の定量的推定が可能であること、(iii) 陸上生態系に適応した集団では栄養段階推定法によって肉食率の評価が可能であることが示唆された。本研究で示したように、人々の食習慣の進化と生態系のアミノ酸 $\delta^{15}\text{N}$ 値のパターンは関連している可能性がある。今後、現代人を含めた様々な人類集団の分析を試みることで、この関連をさらに検証できると考えられる。