

<令和2年度助成>

縄文時代の食料加工技術の考古生化学的研究

庄田 慎矢

(独立行政法人 国立文化財機構 奈良文化財研究所 企画調整部国際遺跡研究室)

1. はじめに

日本列島の縄文時代が、狩猟採集経済に基盤を置く社会としては世界でも稀な長期持続性社会を築いていたことが、近年注目されている。この長期持続性社会を支えた食生活について、遺跡に残された動物の骨や植物の種実を生物学的に同定し、どのような資源が利用されていたのかが調べられてきた。また、縄文時代の遺跡から出土した人骨に残存したコラーゲンの窒素や炭素の安定同位体比を測定して、どのような食べ物に由来するタンパク質を摂取していたのかも、研究されてきた。こうした研究により、縄文時代においては山海の幸を幅広く利用し、摂取していたことが明らかになってきた。しかし、幅広い食料資源をどのように調理・加工していたのかについては、未解明な部分が多い。

一方、今世紀に入り、考古生化学と呼ばれる分野が急成長している。遺跡や遺物に残る DNA やタンパク質、脂質等の生体分子を分析することにより過去の人間活動をより良く理解しようとする分野で、生命科学の分析技術を積極的に導入し、劣化や分解の進んだ生体分子から情報を引き出す研究方法を洗練化させている。残存脂質分析もその一つで、遺物に残る油脂やワックス、ステロール等の化合物を抽出・同定することで、その道具がどのような生物資源の調理・加工に用いられたかを明らかにするものである。これまで申請者らによるおよそ 1,000 点におよぶ縄文土器の分析によって、土器の多くが、水産資源の調理・加工に集中的に用いられており、陸上動物や植物が土器によって大規模に加工されていた様相は見られないことが明らかになった。これは、

縄文時代の遺跡に見られる多様な食用資源のあり方とは矛盾するように見える。しかし、鍋である土器を用いて調理したものは、当時利用していた食料資源の全てではない。土器による煮込み調理の他に、炉端での直焼きや、加熱した石を用いた石蒸し調理、燻製、塩漬け、発酵など、様々な調理方法が当時から存在したことは疑いない。

そこで本研究では、現在まで土器に限られてきた残存脂質分析の対象を広げ、土器調理以外の方法で調理・加工された食料資源の同定を初めて試みる。具体的には、縄文時代の炉跡に残された、明らかに熱を受けた礫（被熱礫）を対象にして、そこから脂質を抽出・同定することで、どのような生物資源が調理・加工されたのか、そしてそれは、土器による調理対象物と同一なのか、違うのかを検証する。この検証を通じて、縄文時代における食品加工技術の幅広さが新たに議論できるようになるとともに、このような研究はヨーロッパにおける限られた事例でしか試みられていないことから、グローバルな意味でも研究手法上の新しいモデルケースともなることが期待される。

2. 資料と方法

申請者がすでに実用化している土器残存脂質分析の方法^{1,2)}を、被熱礫に応用する。すなわち、縄文時代の炉跡から出土した、被熱痕跡や黒色化け部分のある礫から脂質を抽出し、ガスクロマトグラフィーの方法を用いて、抽出された脂質がどのような生物資源に由来するのかを同定した。

分析対象には、鹿児島県始良市建昌城遺跡および

愛知県北設楽郡滝瀬遺跡の二遺跡の出土礫を用いた。いずれも縄文時代草創期（11,000年前頃）の炉跡と考えられる遺構から出土した礫である。それぞれの遺跡の発掘担当者の協力を得て、建昌城遺跡から9点、滝瀬遺跡から5点の礫資料を入手し、分析した。

分析方法の詳細は以下のとおりである。①礫の表面の汚染物質を除去→②岩石標本を作製する方法と同一の手順で、厚さ5mm程度の被焼礫の切片を作成→③再び洗浄後、表面からの深度5mm～15mmの部分を取りとる→④折り取った切片を乳鉢・乳棒で粉体化する→⑤既存の残存脂質分析の標準の手順に従い、硫酸・メタノールあるいはメタノール・ジクロロメタンにより粉体から脂質を抽出する→⑥ガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）を用いて、抽出された化合物を同定する→⑦ガスクロマトグラフ安定同位体質量分析計（GC-c-IRMS）を用いて、個別脂質の炭素安定同位体比を測定する→⑧測定によって得られた生物指標や異性体の比率、同位体比などの結果を総合的に分析して、被焼礫に浸透していた油脂の由来を推定する。

これらの行程のうち、①、③、④、⑤、⑥、⑧については奈良文化財研究所内で実施し、②については岩石剥片作成の専門会社である田尻薄片製作所（大阪府東大阪市）、⑦についてはこの分野について世界最先端の研究機関であり筆者が名誉訪問研究員として所属するヨーク大学考古生化学研究所（英国・ノースヨークシャー）で、それぞれ実施した。

なお、被熱礫を対象とした残存脂質分析の実験プロトコルは世界標準となる前例が存在しない。そこで筆者らは、もし出土被熱礫に脂質が残存した場合、礫にどのように脂質が浸透して残存するに至ったのかを検討するため、単一の礫試料の外側付近、中央付近、そしてその中間地点から採取した試料を比較した。また、礫から検出された脂質が遺跡に埋没していた期間に周囲の土壌から移入したものでないかを確認するために、遺構から採取した土壌サンプルを同じ手順で分析し、比較した。

3. 結果

一連の分析結果は未公表であり、今後の学会発表および論文発表でのプライオリティを確保するため（自己剽窃を防止するため）、ここでは本研究を通して得られた結果の概要を紹介するにとどめる。

3-1 出土礫の残存脂質濃度

建昌城遺跡出土礫試料9点のうち7点、滝瀬遺跡出土礫試料5点のうち3点から、個別脂肪酸の安定同位体比を測定しうる濃度の脂質を抽出することに成功した。同一個体内での比較では、より外側の試料が内側の試料よりも高い濃度を示す傾向が確認された。

3-2 個別脂肪酸の安定炭素同位体比

建昌城遺跡出土試料では $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ の値が -30.0‰ ～ -27.5‰ 、 $\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ の値が -29.7‰ ～ -26.2‰ 、滝瀬遺跡出土試料では $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ の値が -30.1‰ ～ -29.9‰ 、 $\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ の値が -29.8‰ ～ -29.7‰ であった。

4. 考察

本研究で礫から得られた個別脂肪酸の安定炭素同位体比は、縄文時代草創期の個別脂肪酸安定炭素同位体比データ³⁾と比較して明らかに低い値を示した。このことは、土器による調理行動と、出土礫が構成要素となっていた調理施設での調理行動との間で、内容に違いがあったことを強く示唆する。

5. おわりに

本研究では、これまで土器とその付着物にほぼ限られてきた残存脂質分析の対象範囲を被熱礫に広げることで、土器以外の道具による調理の実態に迫ろうとした。研究の結果、礫が構成していた調理施設では土器とは異なる調理行動が行われていた可能性が示唆された。このことは、縄文時代の食料加工技術を解明する上で極めて重要な発見と言える。

謝 辞

本研究を遂行する上で欠かすことのできないご助力を頂いた村上夏希、八重垣幸絵、鈴木美穂、田尻理恵、深野信之、原田幹、川添和暁、Alexandre Lucquin、Oliver Craig、Helen Talbot の各氏（敬称略）、本研究を支援して下さった公益財団法人 浦上食品・食文化振興財団に厚く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 庄田慎矢・オリヴァー＝クレイグ 2017「土器残存脂質分析の成果と日本考古学への応用可能性」『日本考古学』43: 79-89.
- 2) 庄田慎矢 2019「土器で煮炊きされた植物を見つけ出す考古生化学的試み」『アフロ・ユーラシアの考古植物学』東京：クバプロ 220-33.
- 3) Lucquin, A., Robson, H. K., Eley, Y., Shoda, S., Veltcheva, D., Gibbs, K., Heron, C. P., Isaksson, S., Nishida, Y., Taniguchi, Y., Nakajima, S., Kobayashi, K., Jordan, P., Kaner, S., & Craig, O. E. 2018 “The impact of environmental change on the use of early pottery by East Asian hunter-gatherers” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115(31) pp.7931-7936.

Biomolecular Archaeology of Food Processing Techniques in the Jomon Period of Japan

Shinya SHODA

*Head, International Cooperation Section,
Nara National Research Institute for Cultural Properties*

In recent decades, organic residue analysis has been widely applied to archaeological artefacts in order to understand the dietary habits of different periods and regions. However, most studies have focused on pottery and attached materials such as carbonized food crusts, mainly due to the high degree of preservation of lipids in pottery and attachments. In this study, we decided to extend the scope of lipid residue analysis to pebbles excavated from furnace structures found at Jomon period sites in order to verify: 1) whether it is possible to extract lipids from pebbles presumed to have been used for cooking; and 2) whether there are differences between cooking with pottery and stones in terms of foodstuffs. As a result, we succeeded in extracting lipids from most of the samples, strongly indicating that there is a clear difference between cooking with earthenware pottery and stones. However, it was difficult to determine how the stones were used in the actual cooking process.