

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔令和2（2020）年度 研究進捗評価用〕

平成29年度採択分
令和2年3月31日現在

年輪酸素同位体比を用いた日本列島における先史暦年代体系の
再構築と気候変動影響評価

Reorganization of prehistorical structure of calendar age
and evaluation of climate change effect in Japanese
archipelago using tree ring oxygen isotope ratios

課題番号：17H06118

中塚 武（NAKATSUKA, TAKESHI）名古屋大学・大学院環境学研究科・教授



研究の概要（4行以内）

全国の埋蔵文化財調査機関と共に、酸素同位体比の標準年輪曲線の拡張と気候変動の精密復元に取り組み、酸素同位体比年輪年代法による出土材の年輪年代決定を進める。それにより遺跡・遺物及び土器型式に暦年代を系統的に導入し、人々の気候応答を含む先史時代像全体に対する年代論的な再検討を行い、同年輪年代法の技術一式を官民諸機関に移転する活動にも取り組む。

研究分野：考古学

キーワード：日本考古学、埋蔵文化財研究、気候、同位体、セルロース、年輪年代

1. 研究開始当初の背景

遺跡や遺物に暦年代情報を与えることは、文書記録と遺跡の関係、土器型式の広域連関、先史時代の生活史の時間スケール等の理解に重要な意味を持つ。また近年、顕著な気候変動が先史～歴史時代に普遍的にみられることが明らかになり、人々が気候変動にどう対応したのかを理解するためにも遺跡・遺物の暦年代情報は、益々重要になって来ている。

研究代表者らは、年輪セルロースの酸素同位体比が夏の気候を反映して、樹種の違いに依らず同調して変化することを利用し、あらゆる出土材の年単位での年輪年代決定を可能にする「酸素同位体比年輪年代法」を開発してきた。その前提となる年輪セルロース酸素同位体比の標準年輪曲線（マスタークロノロジー）も縄文中期まで得られており、本方法を遺跡・遺物に応用する体制が整いつつあったが、同時に大きな課題もあった。

第一に、土器型式を基に作られて来た先史時代の知見を生かすためには、土器編年自体を暦年代化する必要があること、第二に、酸素同位体比の測定には多大な労力が必要で分析は既に飽和状態にあり、酸素同位体比年輪年代法を持続可能な技術にするには新しい取り組みが必要になることである。

2. 研究の目的

そこで本研究では、次の3つの研究目的の達成を通して、酸素同位体比年輪年代法を先史時代以来の歴史の解明に最大限の効率で活用できる体制を構築することにした。

(1) 年輪酸素同位体比クロノロジーの時空間的拡張により、気候の高精度復元を進める

と共に、同クロノロジーを活用して、全国の遺跡・遺物、土器型式の暦年代化を進め、先史時代の年代観を再編成する。

(2) 年輪酸素同位体比が示す高分解能古気候データと、新しい年代観の対比により、気候変動が先史時代以来の日本の社会に与えた影響を、系統的に明らかにする。

(3) 酸素同位体比のクロノロジーを公開すると共に、同年輪年代法の技術一式を全国の埋蔵文化財調査機関や民間の調査会社に移転して、本方法の持続可能な活用を図る。

3. 研究の方法

全国の埋蔵文化財調査機関と協力して3研究班と1総括班からなる研究体制を構築し、研究に取り組んできた。

具体的には、①全国各地での標準年輪曲線の確立と公開及び、気候変動の復元に取り組む「クロノロジー構築班」、②出土材の年輪年代測定及び、分析・解析技術の改良と普及に取り組む「年輪年代測定班」、③地域毎での土器編年と年輪による暦年代の対応関係の検討に取り組む「土器編年対応班」の3つが、全国の関係者とも相互に連携しながら各課題を進めると同時に、「総括班」において、気候変動の影響評価を含む先史時代以来の日本の社会像の再構成を図ってきた。

4. これまでの成果

以下、各班の主な成果を述べる。

①クロノロジー構築班

紀元前3000年近く前まで遡って年単位で年代の確定した年輪セルロース酸素同位体比のクロノロジーが確立した。これは世界に前例のない最先端の研究成果である。このデ

ータは、縄文中期までのあらゆる出土材の年代決定に利用できるだけでなく、韓国や中国東部への適用により中国の古代王朝（夏王朝等）の成立過程の解明などにも利用できる。

年輪セルロースの酸素と水素の同位体比を組み合わせて、樹齢効果の影響を排除し、中部日本の過去 2600 年間の夏の気候変動をあらゆる時間スケールで復元することに成功した。このデータは日本の様々な気候関連の史資料やアジアと世界の長期古気候データと正確に対応することが確認されている。

②年輪年代測定班

日本全国及び韓国、中国東北部の多数の遺跡出土材や古建築物、災害埋没木を対象にして、年輪セルロース酸素同位体比による年輪年代決定を進めてきた。その中には土器との一括性の高い木材群も含まれ、多数の木材の年輪年代の同時測定により、精度の高い年単位の遺構の年代決定に成功してきている。

全国の埋蔵文化財調査員等を対象に、酸素同位体比年輪年代法の技術講習会を開催し、今後、現場担当者自らがどのように本方法を活用していけるか、具体的な検討を進めた。

遺跡出土材の大部分を占める小径木の年輪年代決定を可能にするため、セルロース酸素・水素同位体比の年層内（季節）変動の分析にも取り組み、針葉樹と広葉樹の違いなど今後につながる様々な新しい発見があった。

③土器編年対応班

弥生後期から古墳中期の型式の明確な土器と共に大量の木材が出土しつつある遺跡を対象にして、年輪年代測定班と協力して、大量の木材の年輪年代決定を行い、土器型式の暦年代化の検討を行ってきた。

具体的には、庄内式土器が出土した大阪府寝屋川市の小路遺跡、初期須恵器が出土した奈良県橿原市の新堂遺跡、布留0式土器が出土した奈良県桜井市の纏向遺跡であり、それぞれ多数の杭材、板材の分析から、具体的な遺構の年代が年単位で明らかになってきている。今後慎重な追試や検討を重ね、学会報告、論文出版等で、公開していく予定である。

④総括班

過去 2600 年間に亘る「中部日本の年輪酸素同位体比の気候成分」など主要な年輪酸素同位体比クロノロジーと日本の考古学、歴史学の多くの事象の間での詳細な比較分析を行い、数多くの新しい発見や、従来の歴史観を再評価する取り組みを進めてきた。

また、酸素同位体比クロノロジーと近・現代及び近世の農業生産量の統計データとの比較から、年輪セルロースの酸素同位体比（気候成分）を使って先史時代の農業生産力の変動が推察できることが分かり、さらに「気候－生産－備蓄－人口」に関する動的モデル等を作成して、先史時代の日本列島の社会像を気候変動の観点から新しく定量的に明らかにする取り組みも始めた。

5. 今後の計画

3 つの研究班と総括班が互いに連携しながら、当初の方針に従って研究を進める。具体的には、①クロノロジー構築班は、酸素同位体比による年輪年代決定への要請が特に高い¹⁴Cの「2400年問題」に対応する縄文晩期～弥生前期のデータベースの拡充を行うと共に、各時代・地域で統計的に十分な精度のクロノロジーを確立する。得られたデータは、酸素と水素を組み合わせた気候復元により、論文として出版するとともに、古気候データベースに登録して公開する。②年輪年代測定班は、出土材の分析体制を強化して幅広く国内外の遺跡出土材の年輪年代決定を進めるとともに、セルロース酸素・水素同位体比の年層内変動のデータベースの拡充により、小径木の年代決定のための基礎・応用技術を発展させる。併行して、酸素同位体比年輪年代法の官民への技術移転のための講習会を拡大実施する。③土器編年対応班は、土器との一括性の高い出土材の情報収集を続けるとともに、弥生後期～古墳中期の小路遺跡、纏向遺跡、新堂遺跡の研究結果について、必要に応じて出土材の追加収集と分析にも取り組み、最終的な土器型式の暦年代化の検討結果を、学会発表、報告書作成、論文出版などの形で発表していく。④総括班は、日常的な論文や著書の出版、データベースの公開に加えて、「気候と歴史の関係」に関する編書や「酸素同位体比年輪年代法」の総合的な解説書の出版を行う。先史社会のモデリングや定量的な人間活動指標の開発などを通じて、先史時代の社会像を高精度化するための最先端の研究にも取り組む。

6. これまでの発表論文等（受賞等も含む）

○研究代表者の主な論文

・中塚 武 (2020) : 酸素同位体比年輪年代法－高精度編年への挑戦. 季刊考古学 150, 142-145.

・Nakatsuka T. et al. (2020) Reconstruction of multi-millennial summer climate variations in central Japan by integrating tree-ring cellulose oxygen and hydrogen isotope ratios, *Clim. Past Discussion*, <https://doi.org/10.5194/cp-2020-6>.

・中塚 武 (2019) 「高分解能古気候データから始まる新しい災害史研究の方向性」『資料が語る災害の記録と記憶』樋口雄彦編, 歴博研究叢書 6, pp. 6-34, 朝倉書店

・中塚 武 (2018) 酸素同位体比年輪年代法の誕生と展開. 考古学と自然科学 76, 1 - 13.

○研究代表者の受賞

地球化学研究協会 第 45 回三宅賞(中塚 武)
「樹木年輪酸素同位体比を用いた高時間分解能による古気候学の推進と歴史学・考古学への応用」2017 年 12 月 2 日@東京

7. ホームページ等（主要データの URL）

<https://www.ncdc.noaa.gov/paleo/study/28832>