

ヒノキ・スギなどの年輪年代による炭素14年代の修正に関する研究計画

坂本 稔¹・今村峯雄¹・光谷拓実²・中村俊夫³

¹ 国立歴史民俗博物館情報資料研究部（285 千葉県佐倉市城内町117）

² 奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター（630 奈良県奈良市二条町2-9-1）

³ 名古屋大学年代測定資料研究センター（464-01 愛知県名古屋市千種区不老町）

1. はじめに

炭素14年代法は、先史時代の年代を知る方法として世界的に広く使われている。日本でも旧石器・縄文・弥生時代の年代測定に利用されている。一方炭素14年代値は、¹⁴Cの半減期を5568年とし、大気中の¹⁴C濃度が過去において一定であったとする仮定に基づいて算出されるため、暦年代（実年代）との間にはずれが生ずる。実際過去における大気中の¹⁴C濃度は必ずしも一定ではなかったことが指摘されている[1]。

これらの不確定さを補正し、炭素14年代の値を暦年代に換算するために、年輪年代法に基づく修正（calibration）が行われてきた。アメリカではカリフォルニアのプリッスルコーンパインや北米西岸のジャイアントレッドウッド（セコイア）、ヨーロッパではナラの類が用いられている。一方、日本はもっぱらアメリカの修正年代を用いて現在にいたっている。日本における高精度の暦年代修正のためには、日本産の樹木による年輪年代法に基づいた修正年代が必要である。

幸いにも、奈良国立文化財研究所は長年にわたって年輪年代法の研究を推進してきた。ヒノキについては紀元前317年まで、スギについては断片的にはあるものの紀元前420年までの標準グラフが完成しており[2]、さらに古い年代に関する標準グラフの作成も継続的に行われている。ヒノキ・スギはいずれも日本列島に広く分布する針葉樹で、特にヒノキは建築部材や遺物としての出土例も多く、考古学的にも意義のある資料である。

このたび、名古屋大学に第二世代タンデトロン加速器質量分析計が導入され近く稼働を始める。この装置による新しい炭素14年代測定システムでは、比較的若い年代値をもつ試料について±0.3%以下、年代値にして±20～30年程度という高い測定精度の実現が期待される[3]。

本研究においては、年輪年代の確定した資料をこの年代測定システムで精密に測定し、日本における修正年代を確立することを目的としている。これが確立し、修正年代が構築できたならば、日本だけではなく中国・朝鮮半島を始めとした東アジアにおける先史時代の暦年代の基準として用いることができるかと期待される。さらには、アメリカ・ヨーロッパにおける修正年代と比較検討することによって、地球規模の暦年代を組みあげることができるだろう。

2. 研究分担

現在、図1に示すような形で研究を進めることを計画している。

3. 研究計画

名古屋大学の新しい炭素14年代測定システムは、年間に3000個の測定能力を持つとされている。修正年代の構築には多数の測定結果が必要であるが、この高い生産性によって測定数に関する制約は解消できることが期待される。したがって、本計画では修正年代の構築に耐えうる試料を清浄に、効率よく調製することに主眼がおかれる。

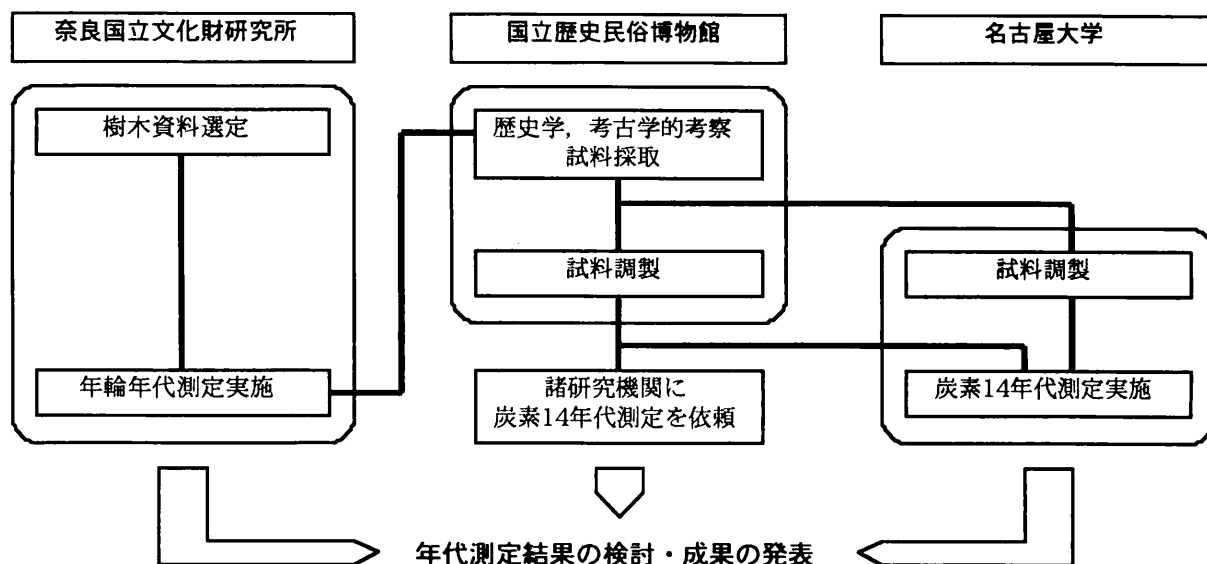


図1 本研究計画における各機関の役割

a. 年輪層の採取

修正年代を構築するためには、年輪年代の確定した樹木試料の各年輪層ごとに炭素14年代を適用し、その結果を一対一に対応させることが理想的である。ただし、この方法では膨大な試料を処理する必要がある上、その測定結果は樹木試料の個体差に左右される恐れがある。本研究計画では、複数の年輪層を一括して扱い、炭素14年代法による測定結果は対象期間の平均値として扱う。

^{14}C は、高層大気中の ^{14}N が宇宙線の二次中性子に照射されて生じ、大気中に拡散する。そのため、大気中の ^{14}C 濃度は宇宙線の強度に影響される。宇宙線強度の変動には様々な要因があるが、太陽活動に付随した11年周期の変動が指摘されており、対応する周期的変動が年輪層ごとの ^{14}C 濃度にも現れる[4]。11年を1単位として年輪層の採取を行うことで、太陽活動の効果を相殺した平均値を得ることを考えている。

b. 試料調製

年輪は樹木試料が生育した年代ごとに成長し、古い年輪は死細胞となって固定する。これが、年輪の炭素14年代を測定することでその修正年代の構築を可能にする所以でもある。しかし年輪層相互に有機物の交換が行われた場合、その年輪についての炭素14年代は正確な年代を反映しない。年輪層の間を移動する有機物には、リグニンなどが挙げられている[5]。これらを除き、年輪層を形成するセルロースだけを抽出することが、正確な修正年代の構築につながる。

試料調製には、外部からの炭素の混入を防ぐために極めて清浄な環境を実現しなければならない。多数の試料を処理するためにも、自動化を視野にいたした新しい処理装置の開発が必要になるだろう。

c. 年輪年代と炭素14年代との相互補完

炭素14年代の修正に用いるヒノキ・スギの年輪年代は、一本の原生木ないし伐採年の判明している樹木試料からたどったものではなく、複数試料の年輪のパターンを重ね合わせて構築されたものである。その検定には統計学的手法を用いているものの、炭素14年代法からもその重複を保證することがで

きる。

また、遺物には標準となる既知のパターンと重ならない年輪を持つものがある。このような遊離したパターンの年輪年代を炭素14年代法から裏付けられれば、そのパターンを用いた年輪年代の構築が可能になるだろう。

特に注目されるのが弥生・古墳時代の木棺の材料として用いられたコウヤマキである。この時代に関しては、コウヤマキの出土例はヒノキに次いで多い。弥生・古墳時代の暦年代を検討する上で、その年輪年代を構築することが切望されている。ところが、その出土例は平安時代以降の遺物に関しては非常に少なく、また原生木の入手も困難である。コウヤマキの年輪年代は、ヒノキの年輪のパターンとの重ね合わせで構築されている。修正された炭素14年代法によってコウヤマキの年代を測定すれば、その年輪年代の構築に貢献できるだろう。

4. 修正年代に寄せられる期待

考古学における年代の検討^[6]は、遺物を含む地層の上下関係から新旧を推定する層序学的方法、および遺物の型式や文様などを比較して新旧やその伝播を検討する相対編年が主流である。特に後者について、日本においては土器や瓦などに関する緻密な編年が確立している。

ところが、このような考古学的手法では、遺物の新旧を議論することはできても絶対的な暦年代を与えることはできない。紀年銘もしくは文献などによって年代の判明している遺物を基準にすることで、およその成立年代を導出することはできるが、絶対的な年代差やその妥当性を検討するためには、暦年代を与える修正された炭素14年代法による評価が必要であろう。

本計画では、弥生・古墳時代に係わる時期に重点をおいて研究をすすめたい。この時代に関する文献資料は国内にほとんど存在せず、中国大陸の資料にわずかな記述が残る程度である。そのため、もっぱら出土した遺物を手がかりにした編年が続けられている。それでいてこの時代は、古代日本が律令国家へと変貌していく激動の時代と捉えられている。考古学的にも歴史学的にも、出土した遺物に高い精度の暦年代を与えることが要請されている。

ただし、年輪年代・炭素14年代を遺物に適用する場合は、考古学的に要求されている年代との差に留意しなければならない。年輪年代は「年輪が形成された年代」を示し、樹木が伐採・加工され、使用されるまでの年代を明らかにすることはできない。炭素14年代も生物が大気との炭素交換を行わなくなった年代、すなわち「生命活動を停止した年代」を示すものである。考古学的な見地からは、一般にはその遺物が使われていた時代に関する暦年代の情報が必要とされる。合理的・総合的・長期的な歴史年代観を樹立するためにも、自然科学的な年代決定法と考古学とが有機的に連携し、相互補完しながら研究に取り組むことが重要である。

参考文献

1. Kigoshi, K. and Hasegawa, H. (1966): Secular Variation of Atmospheric Radiocarbon Concentration and Its Dependence on Geomagnetism. *J. Geophys. Res.*, 71, 1065.
2. 奈良国立文化財研究所編 (1990): 年輪に歴史を読む—日本における古年輪学の成立—, 195pp., 同朋社出版.
3. 中村俊夫・池田晃子・太田友子・柴田賢 (1996): 名古屋大学タンデトロン加速器質量分析計の現状 (1995年度) と加速器年代測定システム (タンデトロン2号機) の設置準備. *名古屋大学加速器質量分析計業績報告書*, 7, 128-145.
4. Forbush, S. H. (1954): Worldwide Cosmic-ray Variations, 1937-1952. *J. Geophys. Res.*, 59, 525-542.

5. Cain, W. F. And Suess, H. E. (1976): Carbon 14 in Tree Ring. *J. Geophys. Res.*, 81, 3688.
6. 近藤義郎・横山浩一編 (1985): 岩波講座 日本考古学, 1, 343pp., 岩波書店.

A Research Plan: Calibration for ^{14}C Age in Japan Based on the Dendrochronological Data of Japanese Cypress and Japanese Cedar

Minoru SAKAMOTO¹, Mineo IMAMURA¹, Takumi MITSUTANI² and Toshio NAKAMURA³

¹ Museum Science Department, National Museum of Japanese History,
117 Jonai-cho, Sakura-shi, Chiba 285, JAPAN

² Center for Archaeological Operation, Nara National Cultural Properties Research Institute,
2-9-1 Nijo-cho, Nara-shi, Nara 630, JAPAN

³ Dating and Materials Research Center, Nagoya University,
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-01, JAPAN

A collaborative research plan is described for calibration of ^{14}C ages based on the dendrochronological data of Japanese cypress and Japanese cedar. In Japan, radiocarbon dating has been increasingly applied for archaeological relics. The ^{14}C ages must be converted to the calendar ages for archaeological studies. In calibrating ^{14}C ages it is generally assumed that a constant atmospheric ^{14}C concentration prevails worldwide, and tree ring data of the Western resources, such as bristlecone pine in the U.S.A., have been used to calibrate dates for the Eastern, as well as for Japan. Calibration by original resources is highly required for more precise radiocarbon dating of Japanese archaeological relics.

Dendrochronology for Japanese cypress and Japanese cedar has been pursued by The Nara National Cultural Properties Research Institute. The former extends to B.C. 317, and the latter extends to B.C. 420. A new-generation Tandetron accelerator mass spectrometer installed at Nagoya University is suitable to perform a detailed calibration of ^{14}C ages with dendrochronology since this system is expected to attain high precision (under 0.3%) and high performance (3000 samples per year). We aim at establishing radiocarbon calibration for the Yayoi and the Kofun periods.