

建築遺構における放射性炭素加速器質量分析に関する研究

建設工学専攻
建築史研究

m506023-1 木戸麻亜子
指導教員 伊藤洋子教授

1 はじめに

1-1 研究背景

本造遺構における科学的手法を用いた年代判定法としては、主に年輪年代測定法と放射性炭素(^{14}C)年代測定法がある。現在ヒノキ、スギなど一部の樹種については年輪年代学によって部材最外部年輪の絶対年が測定されている。しかし、中世以降における地方の寺院神社や民家など、庶民的な建築には様々な樹種が用材として使われている場合も多く、これらの建築遺構には樹種を選ばない ^{14}C 年代測定法が有効である。またこれには、年輪層が少なく保存状態が悪い材に対しても利用が可能である、という利点もある。

^{14}C 年代測定法の中で、1970年代後半に開発され、近年注目されているのが加速器質量分析(AMS)年代測定法である。しかしAMS年代測定法は、その方法や技術的な問題、それらに伴う信頼性や有効性に関する情報が不足している状況であるため、建築史学や文化財保存の現場では、有効な方法として認知されず今日に至っている。

遺構の年代が明らかになることは、研究のみならず、文化財指定のためなど、多様な方面への活用が考えられる。他の年代判定法との比較研究、情報交換によって、測定できる年代幅と精度についてより明らかにし、年代判定の妥当性が高まることが望まれる。そのために、AMS年代測定法についての基礎研究が必要である。

1-2 研究目的と方法

本研究では、実際に中近世建築現存遺構に対してAMS年代測定を行い、年代を測定する。その際、実際の年代(他の年代判定法により判明している年代)とAMS判定による年代とを比較・分析することで、AMS年代測定法の現時点での問題点や今後の課題、高精度化を可能とする測定方法について考察する。

建築史の分野における、AMS年代測定法の有効性や活用方法を明らかにすることを目的とする。

2 年代判定法について

2-1 年輪年代測定法

気象条件と木の成長とは密接な関係があり、寒ければ年輪の間隔が詰まり、暖かいと間隔が広がることが知られている。伐採年代がわかっている木について、年輪の幅の広さ狭さをパターン化(年輪幅標準パターン)しておき、そのパターンと比較することで伐採年代のわかっていない木の伐採年代を判別する。

2-2 放射性炭素(^{14}C)年代測定法

大気から炭素を取り込んでいる植物、またその植物から炭素を得ている動物を構成する炭素は、動植物が生きている間は大气と同じ ^{14}C 濃度をもっている。死ぬと大気からの炭素の供給が断たれて ^{14}C 濃度は時間とともに減少するので、この ^{14}C 濃度の測定値から年代を判別する。《図1》

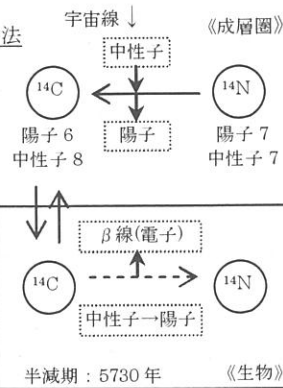


図1 放射性炭素年代法の原理

(1) β 線計測法

放射壊変で放出される β 粒子をカウントすることで ^{14}C を測定し、年代の判別を行う方法。現在は試料をガスにして測定するガス計測法、試料を液体にして測定する液体シンチレーション法などが主流となっている。

(2) 加速器質量分析(AMS)法

^{14}C の直接測定により年代の判別を行う方法。等速度の荷電粒子に同じ強度の磁場を作用させると、粒子の質量によって偏向角が異なるため、粒子の偏向角度に合わせて設けられた検出器によって目的の粒子を検出することができる。 β 線計測法と比べると、少量の炭素試料(0.2~2mg)で測定が可能で、測定に要する時間も短い、といった利点がある。

3 寺院の ^{14}C 年代

3-1 年代較正について

^{14}C 年代測定法は、大気中の ^{14}C 濃度がいつの時代においても、また地球上のどの地域においても一定である、という仮定に基づいている。しかし、実際には宇宙からの放射線などの影響で大気中の ^{14}C 濃度は細かく動いている。そのため、年代のわかる古木などを測定して ^{14}C 濃度の変動を集成したが世界共通で利用されており、最新のものはIntCal04(2005年3月公表)と呼ばれるものである。

^{14}C 年代測定法において、炭素年代は半減期を5570年(現在一般的な半減期は5730年)として計算し、計算結果は1950年を基準としたBP年代で表すように統一されている。

3-2 既存データの較正

寺院の ^{14}C 年代については、1960年頃木越邦彦氏によって実際に測定が行われ、その結果が『年代を測る』の中で紹介されている。どの部材のどの部分について測定が行われたのかは明らかではなく、また当時AMS法は開発されていないため、 β 線計測法によって測定が行われている。このデータをIntCal04で較正する。

較正ソフト: CALIB501

(1) 法隆寺五重塔

法隆寺については、現存している金堂や五重塔などの西院伽藍が推古天皇の時代の創建時のものなのか、あるいは和銅年間になって再建されたものなのか、長期間にわたる論争があった。昭和17年に行われた若草伽藍跡の発掘と、昭和20年に行われた法隆寺金堂・五重塔の解体工事の結果、罹災説が有力となり、五重塔に関しては、和銅4年(711年)の初重内部塑像の造立時をもって、建物も完成したのであろうとするのが、今日でのほぼ一致した見解になっている。

しかし、2001年1月、奈良文化財研究所は年輪年代測定法を応用して、京都大学木質科学研究所所蔵の五重塔心柱の円盤標本を測定し、その結果、伐採年が建立年の約100年前である594年に限りなく近い年代であると発表した。ここでは、伐採年と最外層の年代を一致したものとしている。

更に、四重目に使用された部材は辺材部で663年、631年、624年の最外年輪の年代であると発表している。

^{14}C 年代の較正結果は、

心柱 → 541~690 calAD (信頼度 65.4%)

部材不明 → 585~666 calAD (信頼度 68%)

となった。心柱については、建立年代より年輪年代測定法による年代と一致している。

(2) その他の寺院

対象・年代〔根拠〕	理論年代	較正結果(信頼度)
妙心寺 小方丈 1656年上棟〔棟札〕	1710±70	1625~1684 calAD (21.8%)
延暦寺 根本中堂 1642年落成〔文章〕	1570±60	1574~1626 calAD (26.2%)
平等院 鳳凰堂 1053年落成〔文章〕	890±50	951~1021 calAD (55.1%)
大報恩 本堂 1227年上棟〔棟札〕	1040±70	1037~1180 calAD (68%)
西本願寺 黒書院 1656年立柱〔文章〕	1170±100	1154~1298 calAD (61.6%)

西本願寺については年代が全く一致しなかったが、妙心寺は一致し、その他の寺院は較正年代の方がやや古い年代となっている。 β 線計測法による測定は、多量の試料が必要なため、最外層の年代より古い年代が出ることは考えられるが、どの部材のどの部分を測定したかが不明なため、断定はできない。

また、いずれも理論年代(大気中の ^{14}C 濃度が一定と仮定した年代)よりも較正年代の方が建立年代に近い値となっている。 β 線計測法による測定のため、誤差が大きく、信頼度も低いが、今後高精度な測定が可能となれば、そのデータをもとにした最新の研究成果による較正は有効であると考えられる。

4 大善寺のAMS年代判定

4-1 大善寺について

大善寺は甲府盆地の東方を限る千m級の山地の西麓に寺地を構え、山号を柏尾山という。創建について広く流布している寺伝は行基の開創、天禄2年(971年)三枝守国の薬師堂建立とするものである。本堂の本尊は薬師三尊で、現在真言宗智山派に属しているが、江戸時代には醍醐寺報恩院末に属し、その塔頭六坊は本山派の修験であった。本堂は昭和30年6月22日に国宝に指定され、山梨県最古の木造遺構として現存している。

4-2 調査対象【試料採取日: 2006年11月9日】

本堂背面両隅柱を調査対象とする。

- ・東柱「東 弘安九参月十六日」刻銘あり
- ・西柱「西 弘安九参月十六日」刻銘あり

4-3 測定方法

^{14}C 年代較正曲線は蛇行しているため、1点の試料の ^{14}C を計測しても2点以上の年代が対応してしまうことが多い。そのため、年輪数の多い木材の場合は年輪10年ごとに数点以上の試料を採取して、それぞれの測定値に対応するIntCal04の年代を調べるウィグルマッチングという方法を用いる。

4-4 AMS年代判定結果

測定: (株)パレオ・ラボ

- ・東柱《図2》→ 1067~1089 calAD (信頼度 95%)
- ・西柱《図3》→ 1279~1292 calAD (信頼度 96.1%)

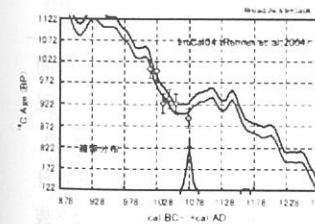


図2 大善寺本堂・東柱

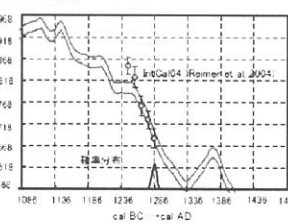


図3 大善寺本堂・西柱

4-5 考察

柱立を示すと考えられている、弘安9年(1286年)の刻銘がある大善寺本堂の2本の柱に対して、AMS年代測定を行った。その結果、西柱は刻銘の年代とよく対応しているが、東柱はそれより200年古い年代となった。

年代の違いについては、東柱が前身建物の転用材であることや、貯木されていたことなどが可能性として考えられる。また、両柱共ケヤキの柱であるのに色の違いがあることから、東柱が心材であるために、年代に違いがでた可能性も考えられる。

5 山梨県民家のAMS年代判定

5-1 山梨県笛吹市芦川町について

芦川町(旧芦川村)は養蚕で栄えた山間の村で、157棟の茅葺民家が現存している。今後の集落景観保存を目的として、2007年に16棟の民家について、調査が行われた。

5-2 調査対象と測定方法【試料採取日: 2007年11月10日】

最も古いと考えられる現存民家2棟を調査対象とする。

- ・市川美津喜邸 上屋柱 建築年代: 18世紀初期
- ・旧藤原よし邸 大黒柱 建築年代: 18世紀中期

〔根拠〕先行研究。柱の仕上げや構造形式などに基づく。測定方法については、ウィグルマッチングは行わず、柱の最外層1点の年代を測定した。

5-3 AMS年代判定結果

測定: (株)パレオ・ラボ

1σ 暦年代範囲(68%信頼限界)

- ・市川邸《図4》→ 1720~1770 calAD (信頼度 16.1%)
1680~1700 calAD(10.0%) 1830~1880 calAD(22.3%)
1910~1940 calAD(12.6%)
- ・藤原邸《図5》→ 1770~1800 calAD (信頼度 32.6%)
1650~1670 calAD(24.0%) 1940~1950 calAD (11.6%)

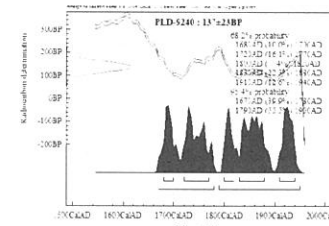


図4 市川美津喜邸 上屋柱

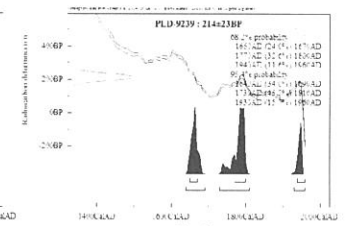


図5 藤原よし邸 大黒柱

5-4 考察

2棟とも建築年代に近い値が出たが、可能性が多く出てしまったため、年代を確定することが難しい結果となってしまった。これは較正曲線が蛇行しているため、較正曲線の特性を把握した上で、試料を選び測定をすることがあることを示している。

6 まとめ

近年、AMS年代測定法の高精度化は飛躍的に進んでおり、ウィグルマッチング法や測定の際年代の判明している試料と一緒に測定するなど、多数の試料採取ができれば、高い精度で年代を判定することは可能である。一方、遺構の状態や費用などの点から多数の試料採取が難しい場合は、採取場所が重要となる。本研究では、現時点での建築遺構に対するAMS年代測定の活用方法についてまとめ、Intcal04において、一点の試料で年代を確定できる可能性が高いのは540~680、970~1030、1160~1290、1400~1480、1640~1660年の範囲の試料であることがわかった。これらの範囲の試料を採取するためには、調査対象の他の年代判定による年代推定が必要である。更に、ここで測定できる年代とは、あくまで柱などの最外層の年代であり、建立年代とは異なるものである。

しかし、 ^{14}C 年代測定は科学的手法なため、測定した年代が将来大幅に覆る可能性は少なく、また辺材の調査と併用するなど、試料の年代を建立年代に近づける方法も考えられている。

利用する側が測定法の特性を理解し、他の年代判定法との検討や的確な試料採取をすることで、AMS年代測定は、建築遺構の年代判定において、有効な手段の一つとなり得ると言える。

【参考文献】『年代を測る』木越邦彦著 中央公論社 1978年2月
『年代測定』シェリダ・ボウマン著 北川浩之訳 学芸書林 1998年3月
『国宝大善寺本堂修理工事報告書』国宝大善寺本堂修理委員会 1956年1月
『山梨県の民家』山梨県教育委員会 1982年3月
『奈良六六寺大観(補訂版)第一巻』奈良六六寺大観刊行会編 岩波書店発行 2001年7月
『法隆寺五重塔心柱の年輪年代と法隆寺論争』人環フォーラム No.13 光谷拓実 2003年7月
『年輪年代法とAMS法による放射性炭素年代との比較』
情報考古学 Vol.10 No.1.2 2004年, Vol.11 No.1 2005年