

古建築部材を対象にした 自然科学的年代調査法の信頼性と有効性

中尾七重

1. はじめに

古建築がいつ建てられたかを知るのはさほど簡単ではない。その建物を維持してきた組織、例えばお寺などが、建築年代を文字で書いた記録を伝えてきている場合は、その記録に記された年代に建てられたと見なされる。しかし古建築の場合、記録に記された創建建築年より後の時代に建替えられたにもかかわらず、その後の再建の記録は失われてしまい、今存在している建築の建てられた年代とは異なる創建年代が、建築年代として誤解されている場合もある¹⁾。ましてや、建築に関する記録を持たない古建築は数多くある。

日本建築史学は現存する建築物の建築年代や意匠・構造や技術の発達変化について研究を行ってきた。建物の寸法を測り、柱や梁に残る細工の痕跡を調べ、建物そのものが持つ情報を最大限に引き出し、痕跡復原・編年法を用いて建築年代を推定するのである。社寺などは文献記録を持つ場合が多く、建物の意匠や構造と記録された年代の比較照合から、建築年代が判定されている。一方、中世地方建築や民家は建築に関する記録が少なく、痕跡復原・編年法による年代判定が有効なただ一つの方法である場合も多い。

近年、木材の年輪層が形成された年代を調べる年輪年代法、放射性炭素 (^{14}C) 年代法、酸素同位体 (^{18}O) 比年代法が開発され、これら自然科学的年代調査法を木造建築に応用した古建築年代調査が行われてきている。

年輪年代法は、1985年に奈良文化財研究所の光谷拓実博士が日本産ヒノキを用いた約2000年間の標準年輪曲線（マスターカーブ）作成に成功し、年輪年代法の日本での適用を実現して以来、出土木材や古建築、木彫仏などの年代調査に大きな成果を挙げ、考古学、建築史学、美術史学に大きく貢献している。古建築では、国宝法隆寺五重塔など西院伽藍の諸建築²⁾、国宝三佛寺奥院投入堂³⁾、国宝浄土寺浄土堂⁴⁾ など、日本建築の至宝ともいふべき国宝建築をはじめとする古建築部材の年代を明らかにしてきている。

筆者は建築史学の分野で民家研究を行ってきた、古民家の建築年代が知りたいと思い、2004年に古民家および古建築の ^{14}C 年代研究を開始した。 ^{14}C 年代法は1990年代以降、高精度化が進められ、すでに考古学分野で出土遺物への適用が行われ、大きな成果をあげつつあった⁵⁾。その ^{14}C 年代法を古建築に応用できないかと考えたのである。 ^{14}C 年代研究をテーマに研究費⁶⁾を獲得し、古民家や社寺などの古建築の ^{14}C 年代調査を通じて、 ^{14}C 年代調査の有効性を明らかにし、その調査手法を開発した。 ^{14}C 年代調査を行った多くの事例において、建築年代あるいは改造年代につながる成果を挙げ、古民家古建築の価値を高め、文化財保存活用に情報提供し、建築史研究に資するこ

とができた。

建築の価値を高めた例では、栃木県足利市の重要文化財鑊阿寺本堂が挙げられる。東京藝術大学上野勝久教授の鑊阿寺調査研究に¹⁴C年代調査の協力を行い、現在の鑊阿寺本堂が鎌倉時代正安元年(1299)の建築であることを明らかにした⁷⁾。これにより鑊阿寺本堂は建築史上、禅宗様を摂取した東日本で最も古い中世仏堂と評価され、2013年8月に国宝に指定された。

文化財保存活用に情報提供した例としては、広島県廿日市市の飯田家作業所が挙げられる。広島国際大学藤田盟見教授の宮島町家調査研究に¹⁴C年代調査協力を行い、飯田家作業所が17世紀建築の町家であることを明らかにした。17世紀に遡る町家の建物は全国的にも希少で価値が高い。記録保存・取壊しが進行していた飯田家作業所であったが、17世紀の貴重な古町家と判明し、今後の復原保存に向けて建築部材を保存することができた⁸⁾。このほか、国営ひたち海浜公園みはらしの里に移築された土肥家住宅・土肥家隠居住宅(茨城県)⁹⁾、重要文化財関家住宅(神奈川県)、重要文化財高橋家住宅(埼玉県)など、文化財保存修理工事に付帯して¹⁴C年代調査を行い、建築年代や改造年代などの年代情報を提供した。

酸素同位体(¹⁸O)比年代法は、建築部材を測る第三の年代法として名古屋大学中塚武教授が2013年に実用化したもので、年輪に含まれる酸素同位体比が気候(降水量)を反映する現象を年代法に応用している。長野県宝池口寺薬師堂解体復原修理工事では、光谷博士が年輪年代法、中塚教授が¹⁸O法、中尾と国立歴史民俗博物館の坂本稔教授が¹⁴C法で部材年代調査を行い、池口寺薬師堂の復原に部材年代情報を提供した。さらに中塚教授が池口寺薬師堂部材(当初垂木)を試料とした¹⁸O測定を行い、過去二千年以上に及ぶ本州中部の酸素同位体比クロノロジーを日本で初めて完成させた。ここにおいて古建築部材を対象にした¹⁸O法は実用段階に入った¹⁰⁾。また、年輪年代法、¹⁴C法、¹⁸O法という3つの年代法が同一の木材試料を計測して年代が合致することが改めて確認された。異なった自然科学的方法による同一試料同一年代が証明され、これにより年輪年代法、¹⁴C法、¹⁸O法が相互に検証され、その信頼性が証明された。

このように、木材を対象にした自然科学的年代法の近年の発達は目覚ましく、その信頼性は疑いえない。筆者はこれらの自然科学的年代法を用いて、古建築の年代調査を行ってきているが、なお、年輪年代法や¹⁴C年代法の信頼性が担保されていないといった主張に遭遇する場合がある。自然科学的年代調査の否定や懐疑の多くは考古学関係者の主張で、古代以前の縄文時代、弥生時代、古墳時代、飛鳥時代に限定されて言及されることが多い。この自然科学的年代調査法の否定はネットなどを通じて一般によく知られており、建築の世界でも、日本の歴史的木造建造物は飛鳥時代以降の遺構であるにもかかわらず、そして中近世建築物の自然科学的年代調査にさえも懐疑的な意見が出される。自然科学的年代調査をめぐる一般の認識と、学術的に解決済みの研究成果にはかなり隔たりのあることが感じられる。自然科学的年代調査については、いくつかの事実誤認や誤解、理解の混乱が生じていると思われ、これは我々の説明がまだ不足していることを示している。そこで、改めて、古建築を対象にした自然科学的年代調査法についての議論を検討したい。その過程で必要な場合には、筆者の専門外ではあるが、考古学における議論にも少し触れざるを得なかった。

2. 建築史の年代判定法—痕跡復原・様式編年法

日本の古建築はそのほとんどが木造建造物で、最も古いとされる法隆寺金堂が建築された7世紀以降の1300年の間に、寺院建築、神社建築、霊廟建築、上層階級の住まいである住宅建築、庶民の住まいである住居建築、城郭建築、役所や学校などの公共建築、茶室や遊郭などの建築が建てられてきた。永い歴史の間にそれらの多くは毀たれ、焼失し、消滅してきたが、先人の努力と幸運によって今日まで伝えられてきた古建築は、日本文化の貴重な宝である。

これらの古建築はその価値に基づいて文化財指定が行われ、保存維持管理と公開活用が図られている。重要文化財の指定基準は「建築物、土木建造物及びその他の工作物のうち、次の各号の一に該当し、かつ、各時代又は類型の典型となるもの（1）意匠的に優秀なもの（2）技術的に優秀なもの（3）歴史的価値の高いもの（4）学術的価値の高いもの（5）流派的又は地方的特色において顕著なもの」であり、国宝は「重要文化財のうち極めて優秀で、かつ、文化史的意義の特に深いもの」となっている。建築年代は歴史的・学術的価値において大変重要な要素で、建築年代は文献記録や棟札等の部材に記された墨書などによるほか、時代に伴い発達変化した建築様式に基づく年代観によって判断されている。

建築様式に基づく日本建築発展過程と年代観は日本建築史学の学問的枠組であり、建築そのものの情報を引き出し読み解くために、実測調査や痕跡調査を研究方法として用いる。建築部材に残る痕跡から当初復原と改造の変遷過程を明らかにする痕跡復原法は、浅野清博士によってはじめて法隆寺の昭和の大修理（1934～85）に用いられた方法で、日本建築史学が生み出し洗練させてきた木造建造物の調査方法である。木造の古建築は数十年おきの小修理と数百年おきの大修理を繰り返しながら維持されるので、今日まで残された古建築は幾度も修理を経ており、現在の姿は直近に修理改造された姿である。つまり古代に建築された古建築といえども、今日見られる姿は近世あるいは近代に整えられた姿である。しかしその古建築の骨組みである構造材の多くは当初建築時の古代の当初部材がそのまま使われ、そこに数次の修理改造時にその都度取り換えられ追加された後補材が混じっている。日本建築史学は、このようないくつかの時代が混じりあった古建築を当初の姿に復原し、変遷過程を明らかにする痕跡復原法を生み出し、その技術を洗練させてきた。

痕跡復原法は、まず古建築を構成する部材について、当初部材、1次改造部材、2次改造部材と、当該建物に組み入れられた時期により部材を分類する。それぞれの部材について、表面や仕口などの観察を行う。部材の改造が何度も行われた建築の部材には、当初の建築時に用材を横にして刻んだ美しい仕上がりの貫穴や溝などの加工痕に加えて、改造の都度付けられた、後補的で仕上げの精度が落ちる加工痕が残されている。また、材表面の風食はその部材が外気に曝された時期を持つことを表しているし、表面に残された蛤刃チョウナ痕、平刃チョウナ痕、鉋痕、大鋸痕は製材技法を表す痕跡で、その製材技法は製材された時代を反映している。このような古建築部材に残る痕跡から、当初の姿、1次改造時の姿、2次改造時の姿を復原し、古建築が修理改造を繰り返して今日に至る過程をたどることができる。痕跡復原法によりたどられた古建築の変遷それ自体は実年代を伴うものではないが、解体修理時にホゾや仕口の見え隠れ部分に年次の記された墨書が発見される

と、その紀年銘の付された部材が建築に組み込まれた年代すなわち当初あるいは改造の年代が実年代で判明する。社寺建築の場合、このような墨書以外に、棟札や建築記録などの文字資料を持つ場合も多い。復原考察のなかで、このような文献資料と、痕跡復原法による変遷過程の照合をおこない、建築の変遷に実年代を与えてゆく。社寺建築は地方色が少なく、時代ごとの変化も比較的均質に進行したと考えられている。古建築の様式が復原され、建築年代が判定され、建築様式の年代観に基づいた様式編年が作成される。

建築年代や改造年代に関する文献資料が少なく、地方色が豊かで、全国的な建築様式に基づく変遷復原が困難な民家の場合、痕跡復原法と民家編年法を用いて建築年代の推定を行う。民家編年法とは、ある地方に特徴的な民家型に属する多数の民家群を痕跡復原調査し、当初復原を行う。復原された民家の技法の中から時代によって変化する編年指標を見出し、民家遺構ごとの新旧関係を確定する。編年指標の例として、民家正面開口部の柱間装置について述べる。古民家正面の縁側に面した開口部は、古くは壁あるいは狭い明り取りのみで閉鎖的であるが、次第に出入り可能な開口部へと変化してゆく。最初は柱間1間のうち半間は袖壁で、障子と板戸を袖壁に引き込んで開口する形式である。次に柱間1間ごとに板戸2枚障子1枚を三本溝に立て込むようになり、その場合開口は半間となる。その次は、柱間1間障子引違で、開口は半間であるが、板戸が無く障子が1間分入るので1間の明りとりとなる。板戸の代わりに障子際に内雨戸が通しで付けられる。そしてその次には、2間の中央の柱が抜かれて4枚の障子が立てられる。開口は1間であるが、4枚障子により2間の明りとりとなる。この時も内雨戸である。最終的には2間に障子4枚の引違で縁側の先に雨戸を引く外雨戸で縁を屋内に取り込む。このように、袖壁—三本溝—1間引違—2間引違内雨戸—2間引違外雨戸と開口部が発達するので、この開口部の形式を編年指標として、民家編年に用いることができる。このような編年指標を複数見出し、それによって復原遺構を時系列に沿って並べ、編年を行う。これはそれぞれの民家の新旧を判定する相対年代である。ある地域の民家編年に加え、棟札や墨書などで年代の判定した民家を年代の示準として暦年代に対応させ、それぞれの民家の建築年代を推定するのである¹¹⁾。

民家編年は、時代に様式が対応し、時代が移ると様式が変化する、という様式史の考え方と、建築技術および住環境は生活に対応して合理的に向上してゆくという進歩史観にベースを置いてい

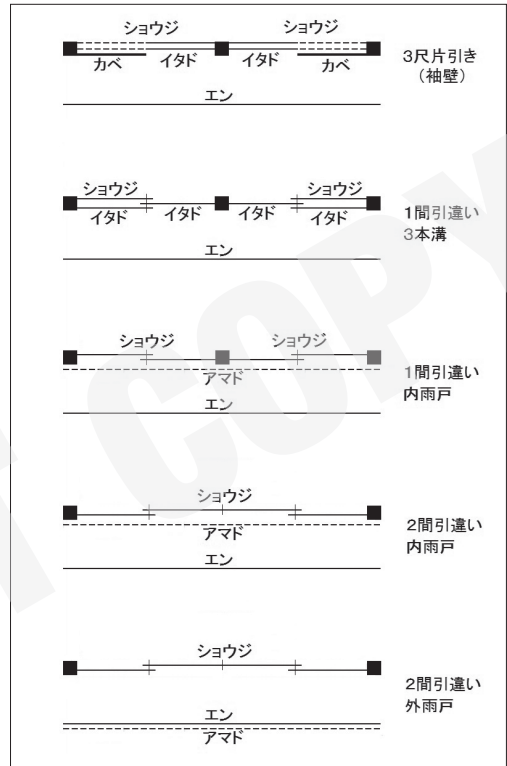


図1 柱間装置の変遷 注11 文献よりリライト

た。編年研究の初期には間取りや室の使い方が編年指標に準じて重視され、たしかにそれらは生活史の大きな流れに従い変化しているが、地域的階層的偏差が大きい。最近では地域的階層的偏差の比較的少ない構造発達のなかに編年指標を見出す研究が進んでいる。

痕跡復原法および民家編年法は、木造構法など建築学の理解をベースに社寺や民家などの古建築というモノから情報を引き出す高度な手法である。建築技術者や建築史研究者は古建築調査の経験を多く積むことで、より正確で豊富な建築情報を引き出すことができる。

3. 自然科学的的年代調査法

様式編年や民家編年は、考古学における土器編年と同様、遺物の前後関係から相対年代を求めるものである。民家における18世紀のように、大量の遺構が優秀な研究者によつて的確に調査された場合、精緻な編年が作成され、妥当な年代観が得られる。しかし方法論的な限界として編年の最初の部分、民家であれば中世から近世初頭の年代推定が困難となる。また編年において示準となる年代の分かる民家が存在しない場合や複数の民家型が非連続に存在する場合、遺構が一時期に集中する場合なども編年では年代推定が困難である。

近年、植物学や放射線化学などの研究成果を歴史研究に適用する文化財科学の発達で、遺物から数値年代を導く方法が実用化されており、なかでも木材を対象にした自然科学的的年代測定法が考古学や建築史学で成果を挙げてきている。これらの数値年代を測定する方法は、考古学や建築史学の型式編年法を補完することができる。木材を対象にした自然科学的的年代測定法は最外年輪層の形成年を明らかにするもので、表皮や表皮隣接年輪層（ノタ）の残存する部材であれば伐採年が判明する。建築遺構を構成する木材の伐採年がそのまま建築年とはならず、古材、転用材、貯木、乾燥、建築期間、など木材伐採から建築竣工までに多くの可能性が存在する。そのため測定部材の選定や測定結果の解釈は、痕跡復原調査や編年や類例調査などによる建築史の手法と成果が不可欠なのである。本稿では、木材の最外層年輪について年輪年代法、 ^{14}C 法、 ^{18}O 法で年代を調べる場合は「年代測定」とし、自然科学的的年代測定法と痕跡復原編年法を用いた建築調査を組み合わせて建築年代を調べる場合は「年代調査」とする。

現在、日本の古建築を対象とした自然科学的的年代測定法として、年輪年代法、放射性炭素 (^{14}C) 年代法、酸素同位体 (^{18}O) 比年代法がある。年輪年代法は日本での実用化が実現して以来、30年の研究調査実績があり、法隆寺や浄土寺浄土堂など国宝建築を始めとする大きな成果をあげている。 ^{14}C 法は日本では1960年ごろ、木越邦彦学習院大学教授が、法隆寺五重塔や平等院鳳凰堂などの ^{14}C 年代測定を行った¹²⁾。しかし、較正曲線が未だ作成されておらず、高精度化が実現されていなかった当時の段階では、建築年代と理論値 (^{14}C 年代値) のズレが大きすぎた。そのため ^{14}C 年代法は歴史的建造物には適さないとの印象が強く、その後しばらくの間、古建築に ^{14}C 年代法は用いられなかった。その後、 ^{14}C 年代測定の高精度化が進み、筆者は2004年に日本の古建築への適用研究を開始し、以来民家や中世地方建築など年輪年代法が適用外の部材をもつ古建築を中心に研究調査活動を行っている。 ^{18}O 法は2013年に日本列島本州中部域の年輪セルロース酸素同位体比クロノロジーが中塚武名古屋大学教授によって2000年あまり作成された。 ^{18}O 法の古建築への適用

は長野県宝池口寺薬師堂1例であり、今後の活用が望まれる。

年輪年代法は、調べる部材にノタなどの表皮隣接部分が残存していれば誤差なしに伐採年が判明するが、100年輪以上ある部材で、かつ樹種がスギ、ヒノキ、コウヤマキ、ヒバに限定される。¹⁴C法は、樹木に限らず炭素を含む材料であれば年代測定ができ、樹種を問わない。壁土に抄き込まれた藁スサや木の実など、測定対象の広いことが特長であるが、樹皮が残存していてもなお、10年以上の測定誤差がある。

このようなそれぞれの特徴から、これまで、歴史時代の文化財遺構である文化財建造物には測定誤差の少ない年輪年代法が用いられ、測定誤差はあまり気にならないが、測定対象が枝や土器の煤、植物の種といった埋蔵文化財には¹⁴C法の用いられることが多かった。しかし、いずれの方法も近年の技術的な開発による測定精度の向上と適用範囲の拡大が見られ、測定対象が広がっている。ツガやマツ、ブナについても年輪年代法の標準曲線が作られつつある。¹⁴C法もAMS法や暦年較正の技術進化により高精度測定が可能となってきている。現段階ではケヤキなど年輪年代法対象外樹種を多用する中世地方建築や、雑木の細い部材で造られた古民家には¹⁴C法が適している。

4. 年輪年代法

1. 年輪年代法 (dendrochronology)

年輪年代法は、樹木が一年ごとに形成する年輪の成長量の変化パターンを分析し、年輪が形成された年代を科学的に決定する方法である。1920年代にアメリカ・アリゾナ大学の天文学者、アンドリュー・エリコット・ダグラスが開発した。

温帯や寒帯など気候の年周期性が明瞭な地域に生育する樹木の年輪は気象条件に左右され、生育のよい年は年輪の幅が広く、生育が良くないと年輪の幅が狭い。年ごとの年輪幅の変化を何十年という期間で見ると、同地域同時代に成長した木々は年輪幅の変化が共通するパターンとなって現れる。年輪幅は個体ごとに異なるが、同樹種であれば、異なる個体でも年輪幅の変動パターンは共通するのである。個体の偏差を数値処理し、標準化・平均化し、共通の変動パターンを抽出し、折れ線グラフに表現したものが標準年輪曲線（暦年標準年輪幅変動パターン）で、現代から先史時代まで様々な時代の樹木試料について、年輪パターンの共通する部分を手がかりに年輪曲線をつなぎ合わせてゆき、現代から過去に遡る標準年輪曲線が作成されている。ヨーロッパではドイツ南部のメイン川・ライン川流域のリバーオークで約10000年前まで、米国南西部カリフォルニア州ホワイトマウンテンのプリストルコーンマツで約8500年前まで遡る標準年輪曲線が作成されている。

このようにして作成された標準年輪曲線は過去の時代を測るモノサシとして用いることができる。標準年輪曲線と、遺跡などから出土した木材の年輪パターンを照合することで、古代の木材が伐採された年が1年単位で判明するのである。

すなわち、年輪年代学では標準年輪曲線の作成が肝要である。樹木年輪は生育地域の環境変動を反映し、樹齢や環境によっても個体差が生じる。また樹種ごとに変動パターンは異なる。このため、正確な標準年輪曲線を作成するには、目的とする地域に生育した同樹種の木の輪切りにした円盤試料を数多く入手し、それぞれの試料について年輪の幅を測定する。虫害や腐朽、枝張りやアテ

などの異常部位を避けて、通常 0.01 mm 程度の精度で年輪幅を計測する。一般的に若い木は年輪の幅は広く、老齢の木は狭いので、若いころの内側の年輪は幅が広く、外側になるほど年輪幅は狭くなる。樹齢による年輪幅の変化は同樹種であれば個体間に共通するため、標準化とよばれる数値処理を行い、樹齢による偏向を除去する。この標準化処理によって、広域の環境変動を反映した年輪パターンが得られる。さらに、複数の異なる個体についても同様に年輪幅のパターンを作成し、それらを平均化することで、個体差を除去した標準年輪曲線を得ることができる。この標準年輪曲線と、調べたい木材片の年輪パターンを対比することで年代を正確に決定することができる。この手法をクロス・デーティング (crossdating) という。発掘木材や古建築の部材の年輪パターンを作成し、標準年輪曲線と照合して、調べたい木片の最外層の年輪年代を決定するのである。調べたい木片に表皮やノタが残されていれば、伐採年が判明する。

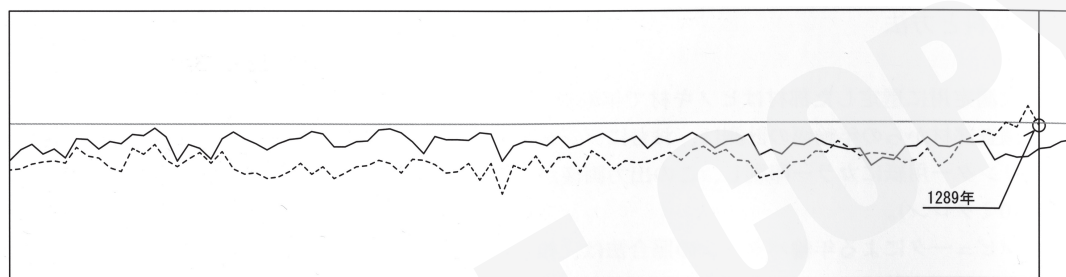


図2 ヒノキの暦年標準パターングラフ (実線) と池口寺薬師堂羽目板のパターングラフ (点線)
注 10 文献所収

2. 日本産樹木の標準年輪曲線作成

年輪年代法は日本では適用ができないと、長い間考えられてきた。ヨーロッパやアメリカの乾燥地帯であれば、その厳しい気象条件における気候変動は樹木年輪幅に反映するが、日本では気候が温暖で湿潤かつ地形が複雑で、地域ごとに微妙に気候が変化するため、広域をカバーする標準曲線の作成は不可能と思われていた。それは、大正時代以来何度か年輪年代法の実用化が模索されてきたものの、十分な成果を得ることができなかったため、法隆寺昭和大修理の際にも年輪年代法が試みられたが失敗している。(しかしこの時、将来にむけて採取保管された五重塔心柱円盤資料が、後に日本の年輪年代法によってその年代を解明されることとなる。)

1980年代に、奈良国立文化財研究所の光谷拓実博士が年輪年代法の本格的な研究を開始した。徹底的に日本産樹木の年輪データを取り、欧米で実用化されている年輪年代法が日本では全く適用できないのかどうかを検証した。まず、現生木のデータを集めるため、各地の営林署や営林局の協力を得て木材試料を収集し、10ミクロンの精度で年輪読取機にかけて計測し、グラフを作成する。このような作業を継続して行った結果、ヒノキ、スギ、コウヤマキ、ヒバ (アスナロ) にそれぞれ共通する年輪パターンの存在が確認できた。但し、乾燥気候のアメリカなら25年輪程度でもクロスデーティングが可能であるが¹³⁾、温暖湿潤な日本では照合に100年輪以上の年輪数が必須であることが判明した。日本産現生木の標準年輪曲線の作成が完了し、次いで、古建築部材や出土部材の

木材試料を収集し、より古い時代へと標準年輪曲線を延長してゆき、およそ2000年間すなわち現代から弥生時代までの期間をカバーする標準年輪曲線が完成し、日本では不可能といわれていた年輪年代法が実用化の段階に入った¹⁴⁾。

1985年、光谷博士は滋賀県の宮町遺跡出土の柱根を年輪年代計測し、天平14年(743年)の初秋頃に伐採されたものであることを特定した。これは『続日本紀』に記された聖武天皇の近江紫香楽宮の造営年代と合致し、宮町遺跡が紫香楽宮跡の可能性を強く示唆することとなった。新聞発表がなされ、この考古学上の大発見とともに、それを発見した年輪年代法にも強く関心が寄せられた。以降、年輪年代法は発掘木材のみならず、古建築部材や、東大寺南大門仁王像を始めとする仏像美術品などに適用され、大きな成果をあげている。

3. 古建築研究への貢献

日本での年輪年代法では、光谷拓実博士が、スギ、ヒノキ、コウヤマキ、ヒバについて標準年輪曲線を作成され、現在のところ3300年ほどに適用できる。年輪年代法の最もよいところは、樹皮の残る部材なら、伐採年もしくは枯死年が1年の誤差も無く特定できることで、奈良文化財研究所年代学研究室が、法隆寺五重塔心柱や唐招提寺金堂、元興寺極楽房禅室などの部材を年輪年代測定し、建築年代に関わる年代情報を得ている。また近年は高精度デジタルカメラによる画像を計算機処理することで、資料に触れることなく年輪計測が可能となった。仏像等の小型の資料についてはCTスキャンを用いた年輪計測も行われている。

法隆寺金堂部材の年輪年代による最外層年輪年代は650年代末から660年代末で、金堂部材の一部が『日本書紀』に記された法隆寺焼失の670年よりも以前の伐採と思われ、若草伽藍焼失以前に現在の金堂の建築が開始していた可能性を示唆することとなり、法隆寺二寺説が出された。すなわち部材伐採年代は建築年代を導き出す場合だけでなく、法隆寺金堂の場合、これまで前提としてきた法隆寺の前身としての若草伽藍の位置づけそのものの再考に発展したのである。このように建物の建築年代に止まらず、建築史学のテーマに深く関わる場合もあり、得られた部材の年輪年代の解釈は建築史研究者が取組むべき分野として開かれている。

4. データ公開と信頼性

日本の年輪年代法の信頼性を疑う主張について検討する。一つは考古学におけるこれまでの年代観との齟齬から生じた年輪年代法への疑念、もうひとつは標準年輪曲線の作成データ公開に関する誤解である。

大阪府和泉市の池上曾根遺跡の発掘調査において、紀元1世紀後半と推定された大型建物跡の柱根の年輪年代調査では紀元前52年が計測され、100年程度遡る結果となった。これは土器編年と中国朝鮮および北九州の遺構年代との比較によって推定されてきたこれまでの弥生年代観を覆す重大な問題提起であった。この弥生時代の実年代に関しては、複数の遺跡の複数の出土木材の年輪年代調査が行われ、池上曾根遺跡で得られた暦年代は、この時期の年輪年代として妥当な年代であると考えられる。この年輪年代法による実年代がこれまでの弥生時代の年代観よりかなり古いという

調査結果に対する考古学研究者の態度と考え方は以下のように別れた。すなわち、①年輪年代調査結果を受け入れ、弥生時代の年代観を訂正する ②-1 弥生時代の年代観を変更せず、測定された木材の解釈に誤りがあるとする ②-2 弥生時代の年代観を変更せず、日本の標準年輪曲線に誤りがあるとする。

態度①は、年輪年代調査以前から、これまでの弥生時代年代観に関する再検討を主張する考古学研究者が存在しており、その主張にある程度沿ったものと見なすことができる。また、次項で述べる¹⁴C年代法を用いて国立歴史民俗博物館研究グループが行った、弥生時代の開始年代が従前より600年遡るとする研究と、弥生時代の遺物を計測した年輪年代法の結果は、弥生時代の年代観において整合性を持つ。

態度②-1は、年輪年代調査した発掘木材が古材や転用材で、その年輪年代が遺跡年代とは一致しないとすものである。これに関しては、調査木材資料の用途や使用状況、木取りや表面加工、痕跡などの観察から判断し、同一遺構面に属する多数の資料を計測し、遺構年代を決定してゆくことが必要である。自然科学的年代調査に対応した発掘調査方法や考古学研究分野の進展が課題であろう。

態度②-2は、日本の標準年輪曲線が間違っているとすもので、論者により、その間違いの根拠とされるものは様々である。古建築部材や出土木材の年輪データを繋ぎ合わせて過去2000年の標準年輪曲線が作成されてきたのであるが、その繋ぎ合わせに間違いがあるはずとの推測が述べられることもある¹⁵⁾。その推測の根拠は土器編年などの相対年代法による従来の年代観と年輪年代法による遺物の年代が合わないことにある。土器編年は相対年代法であるから、土器型式の前後関係を繋ぎ合わせてその変遷をたどるもので、具体的な暦年代を編年に対応させるのは、原理的に困難である。しかも、実際に現生木から年輪を辿り、その間違いを証明している批判はひとつも無い。

日本の標準年輪曲線を間違いとする論者は、「奈良文化財研究所が年輪年代法の基礎データを公開し、第三者研究機関がその検証を実施せよ」と主張するのであるが、この主張は標準年輪曲線作成の先駆性と困難さを理解していない。1985年に光谷博士が標準年輪曲線を作成して暫くは、標準年輪曲線を検証することは誰にも不可能だった。光谷博士が採取した年輪データは、日本中の営林署や発掘現場や古建築修理現場に協力を仰いで収集した木材サンプルによるものである。この木材サンプルとは異なるサンプルを用いたもうひとつの標準年輪曲線を作成してはじめて、光谷博士の標準年輪曲線との比較が可能になるのであり、それ以外に検証の方法は無かったのである。そしてそれを誰もしなかったから、検証は不可能であり、データ公開は無意味であった。

しかし、標準年輪曲線の検証に光谷博士と奈良文化財研究所が手をこまねいていたわけではない。年輪研究を志す若い研究者が、光谷博士が計測した木材資料とは異なる木材資料を計測し、光谷博士の標準年輪曲線と年輪データの検証を行ってきた。これらの研究者は現在、奈良文化財研究所年代学研究室や、東北大学植物園や、信州大学農学部などで、年輪研究を行っている。そしてそれぞれに標準年輪曲線を作成し、検証を行い、さらにツガやマツなど適用樹種の拡大を試みている。

また、2000年ごろより、次項で述べる放射性炭素(¹⁴C)年代測定が高精度化を進展させ、測定

誤差を20年程度に縮めてきた。 ^{14}C 測定の高精度化は、ひとつには ^{14}C の測定値を暦年代に変換するIntCalという較正曲線が作成されたことによる。IntCal較正曲線は、アイルランド・ドイツのオーク材、マツ材、アメリカのブリスルコーンマツ、セコイアスギ、モミ材から得られた較正データベースに基づいている。IntCalは欧米の木材で作成されているが、日本産木材を使った較正曲線との比較研究から日本と欧米で大きな有意差は認められないという結果が得られている。大気は約2週間で地球を一周するため大気中の二酸化炭素はよく攪拌されて ^{14}C 濃度の地域差はほとんど無いと仮定されている。 ^{14}C 年代測定の較正曲線は欧米の年輪年代学に基づいており、日本や欧米の ^{14}C 法と欧米の年輪年代法は相互に問題のないことが確かめられている。

欧米のカシヤナラによる年輪年代法は、欧米ではすでに広く認められているが、日本の年輪年代法については上記に述べたように懐疑的な意見がある。ところが、欧米産木材の標準年輪曲線と日本産木材の標準年輪曲線は、 ^{14}C 年代測定を介してつながっているのである。日本の ^{14}C 年代測定は、欧米の樹木から作成されたIntCal較正曲線を使って、日本産木材の年代を得ている。この欧米産のIntCal較正曲線が日本の樹木に適用できるかどうか確かめるために、日本の年輪年代法によって年代を割り出された木材試料を ^{14}C 年代測定すると、同年代の欧米産樹木を測定して得られた測定値と一致する。また、同一試料を日本の年輪年代法と ^{14}C 年代測定で測定する比較研究も多くなされて、その結果も、年輪年代と ^{14}C 年代測定の結果がよく一致することが確かめられている。欧米産木材の年輪年代測定を媒介にすることで、日本の年輪年代法の標準年輪曲線と放射性炭素年代測定が、相互に検証しあっている。言い換えるなら、日本の年輪年代法と標準年輪曲線を否定するのであれば、同時に欧米の年輪年代法と ^{14}C 年代測定を否定することになる。

さらに、2013年に名古屋大学（当時）の中塚武教授（総合地球環境学研究所）が、酸素同位体（ ^{18}O ）比を用いた木材の年代測定法を開発した。 ^{18}O 法は測定誤差が無く、1年ごとの年代決定が可能で、まずマスタークロノロジー（経年変動パターン）を作成して、その後に年代不明資料とパターン照合する。年輪中の酸素同位体比の変動を用いるもので、年輪幅を用いる年輪年代法や、放射性炭素の減少量を用いる ^{14}C 法とは異なった、独立した年代測定法である。そして、 ^{18}O 法によっても、日本の年輪年代法の正しさが検証されている。

2013年に刊行された「池口寺薬師堂修理工事報告書 池口寺薬師堂酸素同位体年代調査報告」で中塚教授が書かれた一節を紹介する。

（池口寺垂木の酸素同位体比の分析を行った）結果、これまでに得られている本州中部の各地におけるヒノキ年輪の酸素同位体比クロノロジーが、暫定的ではあるが、弥生時代から現在まで過去二千年以上に亘って、完全に一つにつながった。同時に、酸素同位体比のみに基づいて構成された、この全く新しい年輪年代軸によって、従来からの年輪幅による奈良時代以前のヒノキの年輪年代軸が完全に正しかったことが、改めて証明されることとなった。

以上のように、日本の年輪年代法および標準年輪曲線は、間違いなく検証されており、疑う余地はない。

5. 日本の放射性炭素 (^{14}C) 年代法

1. ^{14}C 年代法の原理

^{14}C 年代測定法は、大気中の ^{14}C を取り込んだ生命体の生命活動終了後、放射壊変により ^{14}C 濃度が次第に減少することを利用した年代測定法で、アメリカ・シカゴ大学のウィラード・リビーが1947年に原理を発見し、1960年にノーベル化学賞を受けている。

地球は恒常的に宇宙からの放射線を浴びており、大気の上層で宇宙線から生成された二次宇宙線の中子と大気中の窒素が核反応して ^{14}C が生成される。 ^{14}C とは炭素の同位体で、地球上にはこのほか安定同位体である ^{12}C と ^{13}C が存在する。 ^{14}C は生成後、酸素と結合し二酸化炭素 ($^{14}\text{CO}_2$) になり、炭素安定同位体でできた二酸化炭素 ($^{12}\text{CO}_2$, $^{13}\text{CO}_2$) と混合し大気中に拡散する。大気中の ^{14}C 濃度は地球上のどこでもほぼ一定とされ、 $^{12}\text{C} : ^{13}\text{C} : ^{14}\text{C}$ の存在比は、 $0.989 : 0.011 : 1.2 \times 10^{-12}$ である。二酸化炭素が光合成によって植物に取り込まれる際にもこの比率は変わらない。生きている間は食物連鎖により植物も動物も体組成の ^{14}C 濃度は大気と同じ濃度である。ところが生物が死ぬと遺体中の ^{12}C や ^{13}C はそのままであるが、 ^{14}C は放射壊変により5,730年を半減期としてベータ (β) 線を放出し元の窒素に戻ってゆく。 ^{14}C 年代測定法は生物遺体の ^{14}C 濃度を測定して減少の程度を調べ、生命活動が終了して以降の時間経過を推定する方法である。

近年、加速器質量分析法 (AMS法: Accelerator Mass Spectrometry) による試料量の僅少化と測定精度の向上、暦年較正曲線による暦年代変換、ウィグルマッチ法により、 ^{14}C 年代測定法は飛躍的に測定精度を高めている。

2. 日本考古学と ^{14}C 法

^{14}C 法は、年輪年代法と異なり、樹種を問わず、また樹木に限らず生命遺体であれば年代測定が可能である。地中に残された堅果や骨歯、土器にこびりついたススや炭化した内容物 (かつての煮炊きした食品がおこげとなったもの) など、測定対象の広いことが特長であるが、20年以上の測定誤差があり、またその年代によっては、複数の年代域が推定され、一時期に絞り込めない場合もある。日本でも欧米でも、樹種が限定され年輪数も100年以上と測定対象の条件は多いが1年単位で年代が確定できる年輪年代法は、誤差が大きいと測る意味を持たないような比較的新しい時代の遺物や文化財建造物に用いられ、 ^{14}C 法は、年輪数が少ない木片や年輪を持たない土器の煤、植物の種などの測定誤差はさほど気にならない埋蔵遺物に用いられることが多かった。特に高精度化以前の ^{14}C 法は誤差が大きかったが、新石器時代 (縄文時代) など古い時代の測定には有効であった。しかし日本では、縄文の父と呼ばれ、層位学的研究法を用いた遺物の年代決定を本格的に用いて、縄文土器の全国的な編年網を初めて作り上げた山内清男博士 (1902~1970) が、第二次世界大戦後に、 ^{14}C 法による年代観を痛烈に批判した。山内博士は縄文時代の始まりを約3,000年前と考えていたが、縄文時代早期の地層の ^{14}C 年代測定では約9,500年前という結果となった。自分の目の黒いうちは、 ^{14}C 法は使わせないとした山内博士の影響力は近年まで続いた。

1990年代以降、AMS、暦年較正、IntCal、ウィグルマッチ法などの高精度化が実現し、名古屋

大学や東京大学など AMS を設置した機関が中心になり、 ^{14}C 法の研究と文化財科学の年代調査が進展した。

山内博士の縄文時代年代観のみならず、日本の先史時代の実年代は、研究者によってその推定される年代が異なっていた。先に述べたように、年輪年代法が弥生年代についての新しい知見をもたらしたが、当初は考古学研究者の激しい反発を招いた。

2003 年、日本考古学協会総会で国立歴史民俗博物館の研究グループが、 ^{14}C 法を用いた一連の研究成果により、弥生時代の開始期が 600 年ほど遡るとする説を提示し、衝撃と戸惑いと怒号をもって迎えられた。

これらの、従来の年代観を覆す自然科学的年代調査の結果は、年代調査法の理解についての啓発不足や、それまで積み上げてきた土器編年を否定するものという誤解を伴ったため、大きな反発を招いた。しかし実際のところ、自然科学的年代測定法は土器編年や民家編年などの相対年代研究にとって重要な年代情報をもたらすもので、モノを扱う歴史学分野の頼もしいツールになりえるのである。自然科学的年代調査を編年研究に加えることで、数値年代に裏打ちされた説得力のある編年ができる。編年指標の有効性や適用範囲も明確にできる。考古学研究として年代研究を行えば自然科学的年代調査は有効な研究方法となるだろう。現在、自然科学的年代測定法は発展途上にあり、日々技術革新が進行している。この技術を否定しても、考古学にも建築史学にも何ももたらさない。自然科学的年代測定法はいずれも開かれた方法で、学びたい人は学ぶことができる。考古学研究者や建築史研究者が、それぞれの研究領域で自然科学的年代測定法を使いこなしていただきたいと願う。

3. 古建築の ^{14}C 年代調査

年輪年代法は、ヒノキ、スギ、コウヤマキ、ヒバの 4 樹種に限定され、また合致検証には 100 年以上の年輪資料が必要なため、国宝建造物などヒノキやスギの良材を用いた上質の建築に非常に有効であり、中世以降の建築物、特に民家など樹種が多様でかつ比較的細い部材を用いた建築には不適である。そのため、ケヤキなど年輪年代法対象外樹種を多用する中世地方建築や、雑木の細い部材で造られた古民家には ^{14}C 年代測定法が適している。

筆者は建築史研究の立場から、 ^{14}C 法を用いて古建築や民家の年代調査を行い、文化財建造物としての基礎データとし、年代情報を用いて復原考察を行い、文化財の保存活用情報として年代情報を所有者や管理者に提供し、日本建築史研究に用いている。 ^{14}C 法、年輪年代法、 ^{18}O 法が信頼できる年代測定法であることはすでに決着済みであり、建築史研究の方法として用いている。古建築の自然科学的年代調査の場合、部材の伐採年代を特定し、複数の部材年代と建築調査の知見を総合的に検討して、建築年代や改造年代を推定する。痕跡復原調査などの建築調査と自然科学的年代調査の関係は、例えば、犯罪捜査と科学調査（鑑識）の関係のようなものである。双方が協力して冤罪を防ぎ、真実を明らかにしてゆく。

自然科学的年代調査法への信頼は、筆者のみならず多くの建築史研究者と共有している。その信頼の多くは、共同で建築調査を行う過程で得たものである。千葉大学名誉教授大河直躬先生と長野県宝池口寺薬師堂や重要文化財旧高橋家住宅¹⁶⁾、関西大学名誉教授永井規男先生と重要文化財岡花

家住宅¹⁷⁾や川井家住宅¹⁸⁾など、長岡造形大学宮澤智士先生と重要文化財古井家住宅、岩手県指定村上家住宅¹⁹⁾、滝沢本陣横山家住宅²⁰⁾など、東京藝術大学日塔和彦元客員教授と重要文化財尾形家住宅²¹⁾や重要文化財熊野神社長床²²⁾など、東京藝術大学上野勝久教授と国宝鏝阿寺本堂²³⁾、広島国際大学藤田盟児教授と宮島・鞆の浦の町家²⁴⁾、芝浦工業大学渡辺洋子教授と国宝大善寺本堂²⁵⁾など、千葉大学モリスマーティン教授と山梨県指定棲雲寺庫裏²⁶⁾、熊本市文化財保護審議委員西島真理子氏と熊本県指定古今伝授の間²⁷⁾などがあげられる。また、筆者とは別に、¹⁴C

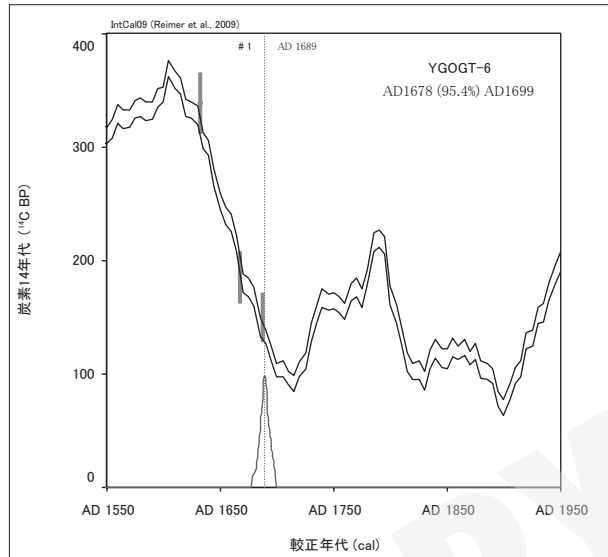


図3 重要文化財尾形家住宅主屋中引梁の解析グラフ

注 21 文献所収

法を用いた年代調査を神奈川大学名誉教授西和夫先生が、松江城天守について行われておられる。建築史研究者だけではなく、文化財建造物の保存修理に携わる建築技術者の方々や、保存管理に携わる地方公共団体教育委員会などの担当者の方々、そして文化財建造物の所有者の方々とも、年代調査にご協力いただき、信頼を得ている。

現在までに、平安時代後期から明治期の建築の¹⁴C年代調査を行ってきた。13世紀から20世紀の試料を対象とする¹⁴C年代測定は、世界的にも最も新しい時代を扱っており、本研究が切り開いた新しい研究領域である。それは、木造建築文化を発達させてきた日本の建築文化を背景に成りたった研究といえよう。

¹⁴C測定に関しては、試料汚染の問題など解決しなければならない課題が多くあり、さらに測定精度を高める努力が必要である。他方、¹⁴C測定と痕跡復原編年法を用いた建築調査を組み合わせ、建造物の建築年代を調べる¹⁴C年代調査に関して、われわれ建築史研究者の取り組み方を述べたい。

4. 建築史学と年代調査法のあるべき方向性について

建築史研究者は調査主体として、あるいは所有者や管理者と¹⁴C測定者の間に立ち、痕跡復原調査や編年や類例調査などによる建築史の手法を用いて、測定部材の選定や測定結果の解釈を行うこととなる。それぞれの部材の履歴変遷を読み取る知識と熟練という高い専門性がある初めて部材選択が可能になるが、自然科学的年代調査の成功は一に部材選択にかかっている。建築史学の専門家がいない場合、ともかく手当たり次第に部材を測定して、たまたまその建物に関わる重要な画期とある部材の測定年代が対応したら、その画期が証明されたとする態度は学術的でも科学的でもない。偶然年代が対応しただけであって、その建物の来歴とは無関係な古材が後補材として最近の修理で使われたのかもしれない。こうならないためには、当初材と後補材を見分け、部材の用途や建

築空間の変遷を辿り、建築年代調査や当初復原調査など目的に応じた部材選択が必須である。

部材選択にあたっては、建築年代調査の目的に叶う部材を選択する必要があるが、一方で¹⁴C測定を行って結果の出る木材資料である必要がある。自然科学的年代測定は最外年輪層の形成年を調べることができるので、最外年輪層が表皮やノタ付の場合、最外年輪層の年代は伐採年となる。用材の伐採年から建築年までの期間を数年以下と仮定すると、用材の伐採年は建築年にほど近いと推定できる。表皮やノタ付の次に良いのが、辺材の残る部材である。辺材は白太のことで、心材（赤身）に比べて材の色調が薄く、たいてい木口や柾目で確認することができる。辺材は表皮に近い部分であるから、最外層年輪の年代と伐採年がそれほど隔たっていないという目安となる。

民家の場合、構造材にノタ付などが使われていたりすると、年代調査にはたいへん嬉しい。¹⁴C法では樹種は問わないが、クスノキのように年輪界が不明瞭で年輪数を数えられない木材は好ましくない。表皮やノタ付で年輪数が多く、見え隠れの部分で試料採取できる部材が望ましい。年輪数の多い材が良いのは、ウィグルマッチ法を用いることができるからである。

建築部材など、年輪数のある資料の場合、ウィグルマッチ法を用いることで、測定精度を高めることが出来る。IntCal 較正曲線は、長期周期変動と、長期周期変動に重なる2~30年周期の短周期変動からなる凸凹(wiggle)のある右肩下がりの曲線である。試料1点の¹⁴C年代値を較正曲線に対応させると、1対1の関係で対応する場合と、一つの測定値に複数の較正年が対応する場合がある。また¹⁴C年代値と較正曲線自体にも誤差の幅があるため、対応する暦年代の範囲は広がってしまう。そのため、年代間隔のわかった複数試料で炭素14測定値を得て、IntCal 較正曲線の特性と照合解析し年代推定誤差を小さくする方法がウィグルマッチ法である²⁸⁾。IntCal 較正曲線は18世紀から19世紀に右肩下がりの角度が緩く凸凹を繰り返す時期があるため、ウィグルマッチ法を用いても江戸時代中期以降は測定結果から年代を絞り込むのは困難な場合が多い。

このように、部材選択は建築史学と文化財科学の双方に通じている必要がある。部材選択だけでなく、年代調査の結果得られた部材年代の評価や意味づけ、建築年代判定も、双方に通じている必要がある。これは学際分野研究には欠かせないアプローチで、建築史研究者と文化財科学研究者が、お互いの研究領域にある程度踏み込むことが望ましい。

自分自身の研究に夢中な余り、¹⁴C年代調査の結果だけを自説の補強に用いて満足することは研究者の態度とはいえない。また、調査の結果である建築年代は、その¹⁴C年代調査で得られた部材・建築情報のひとつであり、重要な成果ではあるが、それがすべてではない。単体の建築で得られた情報はその時点では価値づけは難しいが、同種の建築を多数¹⁴C年代調査し、データが集積すると、また新しい知見や視点が生まれる。それは建築史研究の知見であったり、文化財科学の知見であったりするが、そのような調査研究のダイナミズムを生み出す学際研究が、研究の展望を開くことができる。この点において、自然科学的年代法は単なるツールではなく、建築史学の方法論として捉えるべきと考える。

謝辞 奈良文化財研究所 光谷拓実先生、児島大輔先生、国立歴史民俗博物館 坂本稔先生に感謝申し上げます。

- 1) 中尾七重・マーティンモリス、山梨県指定文化財棲雲寺庫裏の放射性炭素年代測定について、9228、日本建築学会大会学術講演梗概集、2009.8
中尾七重・坂本稔・今村峯雄、重要文化財吉原家住宅保存部材の炭素 14 年代測定と建築年代判定について、日本文化財科学会第 26 回大会研究発表要旨集、2009.7
- 2) 光谷拓実・大河内隆之、年輪年代法による法隆寺西院伽藍の総合的年代調査、仏教芸術 308、毎日新聞社、2010.1
- 3) 光谷拓実、国宝三佛寺奥院投入堂、埋蔵文化財ニュース 116、独立行政法人文化財研究所奈良文化財研究所埋蔵文化財センター、2004.3
- 4) 光谷拓実・菅澤茂、兵庫県立歴史博物館所蔵の国宝浄土寺浄土堂保存古材の年輪年代調査、兵庫県立歴史博物館紀要 塵界第 21 号、兵庫県立歴史博物館、2010.3
- 5) 春成秀爾・藤尾慎一郎・今村峯雄・坂本稔、弥生時代の開始年代—¹⁴C 年代の測定結果について—、日本考古学協会第 69 回総会研究発表、2003
歴史を探るサイエンス、特別展示 展示図録、国立歴史民俗博物館、2003
今村峯雄、出雲大社境内遺跡、大社町教育委員会、2004.3
- 6) 福武学術文化振興財団平成 16 年度研究助成、AMS 分析による成立期近世民家の年代判定、2005.3~2006.4、900,000 円、研究代表者中尾七重
科学研究費補助金基盤研究 (B) 文化財科学 18300306、中近世建築遺構の放射性炭素を用いた年代判定、2006.4~2008.3、9,200,000 円 研究代表者中尾七重
科学研究費補助金基盤研究 (B) 文化財科学 23300325、文化財建造物の高精度放射性炭素年代測定、2011.4~2015.3、14,690,000 円 (2011-2013)、研究代表者中尾七重
- 7) 上野勝久・中尾七重、饒阿寺本堂の部材の年代判定について、日本建築学会計画系論文集第 77 巻第 678 号、2012.8
- 8) 藤田盟児、民家編年と測定年代—宮島・鞆の浦の町家—、築何年? 炭素で調べる民家の年代研究最前線、第 88 回歴史博フォーラム資料、国立歴史民俗博物館、2013.6
- 9) 坂本稔・今村峯雄・中尾七重、AMS-¹⁴C 法による旧土肥家本家住宅・隠居屋住宅の年代、第 12 回 AMS シンポジウム報告集、2010.5
- 10) 長野県宝池口寺薬師堂修理工事報告書、長野県大桑村池口寺、2013.10
- 11) 太田博太郎他、民家のみかた調べかた、第一法規、1967.10
- 12) 木越邦彦、年代を測る、中公新書、中央公論社、1978
- 13) Dendrochronology of the American Southwest、埋蔵文化財ニュース 123、独立行政法人文化財研究所奈良文化財研究所埋蔵文化財センター、2006.3
- 14) 光谷拓実・田中琢・佐藤忠信、年輪に歴史を読む—日本における古年輪学の成立—、奈良国立文化財研究所学報第 48 冊、同朋舎、1990
- 15) ヒノキの標準年輪曲線は 2001 年段階 (光谷拓実、年輪年代法と文化財、日本の美術 No. 421、至文堂、2001.6) では西暦 1009 年から 838 年の間は、古建築材や出土木材の年輪パターンを繋いでいたが、2008 年には池口寺薬師堂部材一材でその間の標準年輪曲線が作成されている。前掲注 10
- 16) 中尾七重・今村峯雄、放射能炭素年代測定調査、重要文化財 旧高橋家住宅保存修理工事報告書、朝霞市教育委員会、2008.3
- 17) 中尾七重・永井規男、重要文化財岡花家住宅の放射性炭素年代調査報告、9128、日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)、2013.8
- 18) 中尾七重・永井規男、川井家住宅の放射性炭素年代調査について、平成 25 年度日本建築学会近畿支部研究発表会、2013.6
- 19) 宮澤智士・中尾七重・坂本稔、様式編年と放射性炭素年代法による建築年代—岩手県指定文化財村上家主屋を例にして—、長岡造形大学研究紀要 第 9 号、2012.4
- 20) 第 88 回歴史博フォーラム 築何年? 炭素で調べる民家の年代研究最前線 配布資料、国立歴史民俗博物館、2013.6.1
- 21) 日塔和彦・中尾七重・宮澤智士、重要文化財旧尾形家住宅の建築年代について、9151、日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)、2013.8
- 22) 平成 25 年度「喜多方市の歴史」再発見事業 文化財シンポジウム 大発見! 長床 解明された建築年代 配布資料、喜多方プラザ文化センターホール、喜多方市教育委員会、2013.8.25
- 23) 饒阿寺本堂 調査報告書、東京芸術大学大学院美術研究科文化財保存学専攻保存修復建造物研究室、足利市教育委員会、2011.3

- 24) 前掲注 8
- 25) 渡辺洋子、柱刻銘は弘安九年（1286）一国宝大善寺本堂、前掲注 20
- 26) 前掲注 1
- 27) 熊本県指定文化財 古今伝授の間修理工事報告書、公益財団法人永青文庫、2011.3
- 28) 中尾七重、歴史的建造物を対象にした放射性炭素年代測定の方法、文化女子大学紀要 服装学・造形学研究 第 42 集、2011.1

DO NOT COPY