

わが国における年輪年代研究法の現状と展望

光 谷 拓 実

1. はじめに

年輪年代法 (Dendrochronology) は、樹木または木製品を材料とし、適切なものであれば、その試料に含まれる年輪の形成年代を誤差なく確定し、それからその木製品に関連する事象の年代を推定できる優れた方法である。

奈良国文化財研究所では、欧米における研究状況とわが国における豊富な研究試料の存在等を考え合わせ、1980年から年輪年代研究法の基礎的な研究を開始した。これまでの各種検討結果から、ヒノキ (*Chamecyparis obtusa* Endl.), サワラ (*Chamecyparis pisifera* Endl.), アスナロ (*Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc.), コウヤマキ (*Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc.) の4樹種は、従来のわが国における年輪年代研究法の可能性に対する一般的な危惧に反して、十分実施できることを確認した。¹⁻⁴⁾ さらにその後の検討結果によって、ヒノキアスナロ (*Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. var. *Hondai* Makino), スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) は上記4樹種同様、年輪年代研究法に適用できる樹種であることが判明した。これら6樹種のなかでも、ヒノキは紀元前206年から1986年までの暦年の確定した標準変動パターン (以下、略して暦年標準パターンという) が完成した。現在では、この暦年標準パターンを使って、考古学、建築史、美術史に関連した木質古文化財の年代測定

を実施し、その成果を上げている。ここでは、おもにヒノキによる2192年分の暦年標準パターンの作成経緯と、ヒノキの暦年標準パターン (紀元前206年~1986年) を使って遺跡出土木材、古建築部材、美術品等に応用したいくつかの事例を紹介することとした。なお、本稿で扱った樹種の学名は、北村四郎ほかに拠った。⁵⁾

2. 暦年標準パターンの作成

2. 1 試料と方法

供試材は、現生木、古建築部材、遺跡出土木材から年輪数を多く含むものを多数収集した。現生木 (天然林から切り出されたもの) は根元付近のものは避け、3m~5mの位置で輪切りにした円盤標本を原則とした。古建築部材は、解体修理に際して不用になった各種廃材を、遺跡出土木材は主に柱根、曲物容器、折敷、板材、井戸枳材、棺材等を収集し樹種同定の結果ヒノキと判明したものから年輪幅読取器 (0.01 mm まで計測可能、アメリカ・F・ヘンソン社製) を用いて年輪データを収集した。

まず年輪年代研究法が成立する条件は、同年代に形成された樹木の年輪変動パターンのあいだに有意な相関関係が得られなければならない。そこで、この検討には相関分析手法を用いた。検討にあたっては、下記の項目順に従った。

(1) 同一円盤内における異なった方向の年輪変

動パターン（円盤内相関）

(2)同一採取地における異個体相互間の年輪変動パターン（異個体間相関）

(3)異なった採取地相互間の年輪変動パターン（採取地間相関）

(4)ヒノキと異なった樹種相互間の年輪変動パターン（異樹種間相関）

2. 2 現生木による年輪変動パターンの基礎的検討

まず最初に、年輪年代研究法に適用できる樹種かどうかの判定は、同一円盤内、同一採取地における異個体間の年輪変動パターンのあいだに高い相関関係が存在するかどうかにある。(1)の検討からは、ヒノキ、サワラ、スギ、コウヤマキは円盤内相関が高く、アスナロ、ヒノキアスナロはこれらよりやや低い相関を示す傾向がみられた。しかし、6樹種とも(1)、(2)の検討によって、本研究に適用できる樹種であることが判明した。つぎには、産地を異にする10か所のヒノキ（上松、三浦、小俣、氷ヶ瀬、付知、大洞150、大洞211、尾鷲、高野山、高知）を総数86点選定し、年輪変動パターンの検討を行なった。その結果、木曽ヒノキ（長野県）、裏木曽ヒノキ（岐阜県）の年輪パターンは約 450 km 離れた高知産のヒノキとも有意な相関関係にあることが確認できた。これらの結果より、木曽系のヒノキで作成した標準パターンは四国産のヒノキとも年輪パターン照合が可能であるとの示唆を得た。

つぎには、(4)の検討によって、木曽・裏木曽ヒノキの年輪変動パターンは、木曽産のサワラ、アスナロ、コウヤマキとも有意な相関関係にあることが判明した。さらに、さきの年輪変

動パターンは約 650 km 離れた青森県今別産のヒノキアスナロ、約 550 km 離れた岩手県川合産のヒノキアスナロ、約 450 km 離れた魚梁瀬産のスギ、約 150 km 離れた栃木県日光並木スギの年輪変動パターンとも有意な相関が得られた。以上のことをまとめると、木曽系のヒノキで作成した標準パターンは、高知県から岩手県、青森県の広い範囲において、しかも他の5樹種の年輪変動パターンとも照合できる可能性がでてきた。これより、わが国における年輪年代研究法は多面的に発展させ得る見通しが得られた。

2. 3 ヒノキの暦年標準パターンの作成

年輪年代研究法では、2. 2の検討を経た後、樹種ごとに暦年標準パターンの作成を行なう。これは、相互に相関のよい複数の試料の年輪データを総平均して作成するものである。それには、少なくとも15～20試料程度の年輪データ数は必要である。この数は、指標年輪を検出するときにこの程度の試料数を必要とするものであって、あくまでも目安である。暦年標準パターンの作成は、年輪年代研究法にとって最初の、そして継続的に実施する作業である。暦年標準パターンの作成作業はヒノキ以外の上記5樹種についても行なっているが、以下においては、長期におよぶヒノキの暦年標準パターン（紀元前206年～1986年）を作成した経緯とこれを使った応用研究の事例を報告する。

ヒノキの暦年標準パターンは、まず伐採年の判明している木曽ヒノキ、裏木曽ヒノキ61点の年輪データの他に、名古屋営林支局所蔵の大円盤標本から収集した925年分の年輪データと、山沢金五郎が1930年に計測した802年分の年輪データ⁶⁾を用いて1009年から1984年までの暦年

表1 6樹種を用いたわが国における標準パターンの作成状況

採取地	樹 種	作成年代	試料の年代
長野～奈良	ヒノキ	206 B. C. ～1986 A. D.	弥生～現代
石川	〃	200年分*1	縄文時代晩期
長野	サワラ	1736 A. D. ～1985 A. D.	現 代
長野	アスナロ	1751 A. D. ～1985 A. D.	〃
青森	ヒノキアスナロ	1746 A. D. ～1986 A. D.	〃
岩手	〃	1743 A. D. ～1986 A. D.	〃
秋田	ス ギ	1779 A. D. ～1986 A. D.	〃
〃	〃	397年分*1	奈良時代
〃	〃	848年分*2	縄文時代
栃木	〃	1630 A. D. ～1976 A. D.	現 代
高知	〃	1741 A. D. ～1986 A. D.	〃
長野	コウヤマキ	1749 A. D. ～1985 A. D.	〃
奈良	〃	672年分*1	奈良時代
近畿	〃	313年分*1	古墳時代
〃	〃	697年分*1	弥生時代

*1 考古学の発掘所見に基づく標準変動パターン

*2 放射性炭素(C14)法に基づく標準変動パターン

標準パターンを作成した。これを作成する一方で、奈良国立文化財研究所が所蔵しているヒノキの柱根や曲物容器類、井戸枳材、礎板等を用いて875年分の暦年の確定していない標準パターンを作成していた。この標準パターンに暦年を確定する年輪データは古建築部材や遺跡出土木材に求めた。

さきの木曽系の暦年標準パターンは、18世紀後半より古い年代部分については数点の年輪データしか含まれていないので、この部分の年輪データは古建築部材（奈良県東大寺二月堂参籠所部材その他）や遺跡出土木製品（愛知県清洲城下町遺跡や福井県一乗谷朝倉氏遺跡）などから補充するとともに1009年までであった暦年標準パターンの先端を783年まで延長できた。

一方、平城宮跡出土の試料で作成していた875年分の標準パターンは、その後京都府鳥羽離宮跡や広島県草戸千軒町遺跡の出土試料で作成した735年分の標準パターンとの照合によっ

て、前者のうしろ327層の年輪変動パターンと後者の先端部分の年輪変動パターンとが一致し、両者をこの位置で合成した結果、1283年分の長さをもつ標準パターンが完成した。これと、さきの暦年標準パターンとは年代的に重複しているものと思われたが、相方のパターン照合においてはその重複位置を確認できなかった。この両者を連結する年輪データは、12都府県におよぶ試料探索の結果、東京都一橋高校遺跡出土の円形容器の年輪データ（411層）によってであった。

これによって、1283年分の標準パターンは、紀元前37年から1246年にかけて形成された年輪であることが判明し、紀元前37年から1984年におよぶ暦年標準パターンが完成した。また、この暦年標準パターンはその後平城宮跡出土の古墳時代の木製品で、その先端を紀元前206年まで延長できた。

この他に、縄文時代晩期のものと推定された

表2 試料の形状によって異なる伐採年代

Aタイプ	樹皮または最終形成年輪の一部（未加工部分）が残存しているもの。最終形成年輪のなかの細胞が早材部のみで形成されておれば、伐採年を確定できる。しかし、早材部につづく晩材部が完全に形成されたものであれば、伐採年が11月頃から翌年の4月頃にまたがり、伐採年を1年誤る可能性がある。
Bタイプ	一部に辺材部をとどめているもの。辺材部を構成する平均年輪数から伐採年に近い年代が推定できる。しかし、あくまでも試料の最外年輪の上限年代を示す。
Cタイプ	心材部のみからなるもの。これらの試料は、製品として加工するときに心材部をどの程度削り取ったか復元できない。したがって、Bタイプ同様試料の最外年輪の上限年代を示す。

石川県真脇遺跡出土柱根4点によって200年分の年輪変動パターンを作成している。これはさきの暦年標準パターンとはまだ連結できていない。今後弥生時代や縄文時代の出土試料が増加すれば、この200年分の年輪変動パターンに絶対年代を与えることも可能となろう。なお、表1には、6樹種（ヒノキ、サワラ、アスナロ、ヒノキアスナロ、スギ、コウヤマキ）の標準パターンの作成状況を示した。

3. ヒノキの暦年標準パターンを応用した研究

長期におよぶ暦年標準パターンを作成すると、これを用いて様々の木質古文化財の年代を推定する調査研究が可能となる。しかし、ここで問題なのは、年代を求めようとする試料の形状とその材の伐採年代との関係である。年輪年代研究法で扱う試料には様々な形状のものが想定される。ここでは、試料の形状を大きくA、B、Cと3つのタイプに分けて表2に示した。

Aタイプのものは問題は少ないが、Bタイプ、Cタイプのものは試料に含まれる最外年輪の形成年を決して遡らない、それ以降のことである。考古学の言い方では、年代推定の上限を示す、と言えるのみである。以下、ヒノキの暦年標準パターンを使って遺跡出土木製品、古建築

部材、美術品に関する調査研究の成果の一部を紹介する。

3. 1 遺跡出土木製品に関する調査

3. 1. 1 滋賀県 紫香楽宮推定地 出土掘立柱柱根の年代測定

滋賀県甲賀郡信楽町の宮町地区では、掘立柱が出土することが知られており、紫香楽宮跡ではないかとする推定があった。ここから出土し、滋賀県立近江風土記の丘資料館に現在保管されている掘立柱柱根3点について年輪計測を行なった。その結果は表3に示した。表中のt値はt検定によって得られた値である。紫香楽宮は、742（天平15）年に造営が開始されたが、745年には早くも平城京に還都している。試料1はAタイプに属し、最外年輪の形成年はまさにこの年代に合致する。この柱根が出土した遺跡は紫香楽宮に関連するものである蓋然性は極めて高いといえよう。試料2と試料3とは、いずれもCタイプであって、これが紫香楽宮に関連する

表3 柱根3点の年代測定

試料 No.	タイプ	年輪数	最外年輪 測定年代	t 値
1	A	245	743年	7.9
2	C	240	530年	5.7
3	C	318	562年	5.4

ものであれば、柱に加工するときに原材の周辺部を年輪数で約200年前後ほど除去したものなのか、あるいは古材を転用しこの新しい宮で再使用したのか、いずれの可能性も想定できるが、今のところいずれとも断定できない。

3. 2 古建築部材と美術品に関する調査

3. 2. 1 法光寺阿弥陀堂と仏像の年代測定

山口県佐波郡徳地町所在の法光寺の阿弥陀堂は、文治二年（1186年）に東大寺再興大勧進職俊乗坊重源上人（1121～1206）により創建されたと伝えられる。⁷⁾ この阿弥陀には阿弥陀如来、観音菩薩、勢至菩薩、毘沙門天、不動明王の5体が安置されており、いずれも山口県指定文化財になっている。ここで年代測定した試料は、阿弥陀堂の修理部材6点、阿弥陀如来座像本体、膝前、台座、間弁付反花、菩薩形立像台座、重源上人像台座などである。これらの年輪変動パターンはいずれもヒノキの暦年標準パターンとよく一致し、それぞれの最外年輪の形成年を確定することができた。これらの試料の形状はすべてCタイプに属す。得られた結果は表4に示した。なお、表中のt値はt検定によって得られた値である。これをみると、建築部材の柱1は1236年と最も新しい時代を示し、阿弥陀如来座像台座の1196年、菩薩形立像台座の1197年が

つぎに新しい年代を示した。阿弥陀如来座像は、様式的にみて藤原末期から鎌倉初期の作とされている。測定結果からすると、最も新しい年輪年代を示したのは台座であった。台座と本体が同時の作ならば、この年輪年代からすると13世紀以降の作品とすることができる。

4. 展 望

ヒノキによる暦年標準パターンを適用した地域は東京から福岡に至る18都府県におよび、遺跡出土木材、古建築部材、美術品等の年代測定に年輪年代研究法を応用し、その有効性を実証した。

アメリカでは2300年、ドイツでは8000年の暦年標準パターンが完成し、考古学、建築史、美術史、地形学等の分野に応用され、多くの成果をあげて既に久しい。わが国における年輪年代研究法は、研究開始以来6年目にしてようやく考古歴史研究に応用できる段階にまで進展した。

今後、年輪年代研究法の発展によって、1)古墳時代、弥生時代、縄文時代に対する暦年の確定 2)過去の大爆発によって埋没した樹木の年輪を手がかりにした噴火年代の確定ならびにそれにもとづく、火山灰層序法の補正、あるいは湖の成立史の解明 3)年輪と気象との関係の解

表4 山口県法光寺阿弥陀堂の建築部材と仏像の年代測定

建築部材の年代測定結果					仏像の年代測定結果				
試料No.	試料名	年輪数	最外年輪測定年代	t 値	試料No.	測定部位	年輪数	最外年輪測定年代	t 値
1	柱	275	1236年	7.9	1	阿弥陀如来座像本体	372	1145年	9.5
2	〃	241	1131年	4.2	2	〃 膝前	209	1013年	10.8
3	天井板	286	1099年	13.5	3	〃 台座	376	1196年	10.1
4	〃	151	1082年	12.9	4	間弁付反花	143	1089年	8.8
5	板	110	646年	6.8	5	菩薩形立像台座	252	1197年	6.1
6	板	126	676年	6.8	6	重源上人像台座	251	1174年	7.6

明による、古気象の復原 4)年輪による¹⁴C年代の補正 5)美術品の年代測定および制作技法の解明 6)その他など今後研究が進展することが予想できる。こうしてみると、わが国の年輪年代研究法はその応用範囲が広く、欧米以

上に学際的な研究分野として発展することが期待できる。

なお本研究は昭和60年度文部省科学研究費補助金特別推進研究(2) (研究代表者：田中 琢)によって進めている。

参 考 文 献

- 1) 光谷拓実 (1984) 日本における年輪年代学, 名古屋営林局誌「みどり」, 36(2), 28-37.
- 2) 光谷拓実・田中 琢 (1986) 古年輪学研究(1), 京都大学防災研究所年報, 29, B-2, 95-108.
- 3) 光谷拓実 (1987 a) わが国における年輪年代学の確立とその応用 (第1報)——現生木のヒノキによる年輪変動パターンの特性検討——, 木材学会誌, 33(3), 165-174.
- 4) 光谷拓実 (1987 b) わが国における年輪年代学の確立とその応用 (第2報)——産地を異にするヒノキ相互間およびヒノキと異樹種間との年輪変動パターンの相関分析——, 木材学会誌, 33(3), 175-181.
- 5) 北村四郎・村田 源 (1979) 原色日本植物図鑑木本編Ⅱ, 保育社.
- 6) 山沢金五郎 (1930) 檜年輪調査成績, 前編1冊, 後編2冊, 岐阜県高山測候所.
- 7) 重源上人杣入り800年記念誌編集委員会編 (1986) 徳地の俊乗坊重源, 徳地町, 117-121.

(奈良国立文化財研究所)