

## 4 節 「三瓶小豆原理没林」の年輪年代法による検討

光谷拓実（奈良国立文化財研究所）

### 1. 年輪年代法とは

温帯や寒帯に生育する樹木は、毎年1層の年輪を形成する。その幅は、おもに年ごとの気象条件に左右されながら、広がったり狭かったりする。実際にわが国のヒノキの年輪の変動変化を現在から過去にさかのぼって経年的に調べてみると、多数の木曾系ヒノキの年輪データで作成した標準年輪変動パターン(略して標準パターン)は約450km離れた高知県魚梁瀬産のヒノキの標準パターン、さらに約650km離れている青森県下北半島産のヒバの標準パターンとも高い相関関係のあることが判明している。つまり、ヒノキの年輪は、広い地域において同じように変動変化しているのである。ヒノキ以外の樹種では、サワラ、アスナロ、ヒノキアスナロ、クロベ、ツガ、スギ、コウヤマキ、カラマツ、エゾマツ、トドマツ、ミズナラ、ブナなどが同様の傾向を示すことが判っている。

上記のような樹種であれば、年輪パターンの相互照合によって、同年代に形成された年輪シリーズかどうか、指紋の照合を行うがごとく、その判定が可能となる。こうした年輪の特性を利用して、年代未知の木材の伐採年や枯死年を知る方法が年輪年代法(Dendrochronology)である。この年代法は、他の自然科学的年代法( $^{14}\text{C}$ 年代法、熱ルミネッセンス法など)と違い、プラス、マイナス何年といった統計的誤差をとまわらない、もっとも高精度の年代法である。こうした長所がある一方で、1) 年代を割り出す際に基準となる長期の暦年標準パターンが作成済みの樹種に限られる点、2)  $^{14}\text{C}$ 年代法のように古い年代のものが測定できない点(現在、世界でもっとも長期の暦年標準パターンはドイツで約10,000年前まで)、3) 年代未知の木材には100層以上の年輪を必要とする難しい点など、いくつかの短所がある。一方で、年輪形成と気象条件の応答関係が解明されれば、多数の年輪データから導き出される標準パターンのデータを使って、過去の気候を1年単位で復元することも可能となる。これが年輪気象法(Dendroclimatology)である。

奈良国立文化財研究所では、ヒノキ、スギ、コウヤマキの3樹種について、それぞれ暦年標準パターンの作成を継続的に進めている。現在、ヒノキが紀元前912年まで、スギが紀元前1,313年まで、コウヤマキが714年から22年までのものができている。この年代確定範囲内においては、1年単位の年代測定が可能である。実際に、南は大分県あたりから北は青森県までの遺跡出土材、建築部材、木彫像、火山噴火や巨大地震など自然災害に関連した埋没樹幹の年代測定にその威力を発揮している。一方、年輪気象法分野では、ヒノキを例にとると、暖冬で初夏の気温が低い年に広い年輪が形成され、逆に厳冬で初夏の気温が高い年に狭い年輪を形成することが判明している。他の樹種については、まだはっきりと解明されていないのが実状である。わが国のようにマイルドな自然環境で生育している樹木の年輪と気象条件との応答関係を明らかにすることは、なかなか難しい要素を含んでおり、あまり進展していない。

### 2. 埋没したスギは何を物語るか

日本列島では、これまでくり返し各地で自然災害が発生している。いつ、どこで、どのような規模の災害が発生したか、その情報の収集は、災害予知にとってきわめて重要である。

実際に日本各地において、地中深く埋れたスギやヒノキの大木が偶然、発見されることがある。いつのものか判らないので、神代ヒノキや神代スギと呼ばれている。その多くは過去の火山噴火や



巨大地震、大雨などによる泥流、土砂崩壊、地すべりなどで埋没したものである。これらは、まさしく自然災害の生き証人である。これまでにこうした埋没樹幹の年代測定を行った例としては、秋田、山形県の県境にある鳥海山の岩なだれ——紀元前466年発生、長野県八ヶ岳の岩なだれ——887年発生、これ以外に暦年は確定していないものの、今から約9万年前の阿蘇4火砕流で埋没した樹幹の年輪年代学的検討から、一度の火砕流の直撃で埋没したものであることを明らかにした事例がある<sup>1)</sup>。



写真3.4-1 No.13 (A-13) の年輪計測状況

今回、三瓶山山麓で発見された「三瓶小豆原理没林」の多くは、スギであることから、スギを優先種とする安定した林分が成立していたことがわかる。これらの埋没樹幹は、当時の自然環境を知る上で大変貴重なものであり、その学術的価値はきわめて高い。今回は、現地において、比較的樹齢の多いスギを選定し、年輪年代学的な検討を加えることとした。これらの埋没林が今から何年前のものであるのか、そのことをまず最初に知りたいところであるが、<sup>14</sup>C年代法による測定では3,500yr.B.P.頃（紀元前1500年頃）であるという。現在、スギの暦年標準パターンは東北地方のスギで紀元前1,313年まで作成している。小豆原理没林の年代はちょうどこの年代の前後あたりと思われるが、両者の距離はあまりにも離れすぎているので、年輪パターンの照合は難しい。できることなら、東海から山陰にかけてのスギ材で、紀元前1500年あたりまで作成できれば、この時の火砕流が何年前に発生したか、暦年で明らかにできる。したがって、現時点で判ることは、一度の火砕流で枯死したものか、あるいは年度を違えて複数回発生した火砕流で枯死したものかが判定できる。また、最終形成年の年輪構造を顕微鏡で調べることにより、火砕流の発生した時季がわかる。以下にその結果の概略を報告する。

### 3. 試料と方法

年輪解析用の試料は、当初、現地において長さ40cmと50cmの2種類のスウェーデン製の成長錐を使い、スギの樹幹から任意に設定した2方向から直径5mmのコア標本を抜くこととした。しかし、コアを抜いた部位は見かけ以上に保存状態が悪く、標本を抜くことが難しいことが判った。しかし、立木のA-1だけはかろうじて最外年輪までコア標本を採取することができた。これ以外に立木のA-13からは、円盤標本を採取した。この樹幹の直近で発見されたA-13-1、A-13-2については断片をノコギリで切断し、採取した。なお、A-1とA-13は直立していたが、他の2点はA-13の周囲に横倒しになった状態で発見されたものである。

以上、検討用に採取した試料は総数4点である。これらの試料は、いずれも樹皮直下の最外年輪まで残っていたので、一度の火砕流で埋没したものであるかどうかの判定が可能である。

年輪幅の計測には、専用の年輪読取器(双眼実体顕微鏡付き、0.01mmまで計測可能)を使用した。計測作業に入る前には木口面にあらかじめ設定した側線部分をカミソリ刃やカッターナイフで平滑に調整した(写真3.4-1—A-13の年輪計測作業)。ついで、側線部分に胡粉を塗布して、年輪境界を見やすくしてから計測作業を実施した。計測した年輪データは、コンピュータに入力し、年輪パターンの



照合や年輪パターングラフの作成に備えた。コンピュータによる年輪パターンの照合は、相関分析手法によった(田中ほか：1990)<sup>2)</sup>。これは、2点の試料の年輪パターンを照合する際に、まず年輪データの多い年輪パターンデータを基準にして、残る一方の試料の年輪パターンデータを1層ずつ樹心部から樹皮部にかけて、ずらしながら重複させ、そのたびごとの相関係数を求める。この相関係数とデータ点数を用いて、t分布検定を行い、t値を算出する。この一連のt値を見て、t値が最高になる重複位置を検出する。現生のヒノキやスギを例にとると、伐採年を基準にして重複させた位置でt値が最も高くなるのが普通である。t値が最大値になった重複位置で2点の試料の年輪パターングラフを重ね合わせ、目視でその重複状況を詳細に観察する。これまでの経験からして、t値が3.5から4.5あたりまでの値を示す場合では、両者が正しく重複しているかどうか判断しづらい場合が多い。そこで、重複部分がおよそ100層以上になっているかどうか、まずそれを調べ、さらにt値が4.5以上となるような場合のみ両者が正しく重複しているものと判断することとした。

#### 4.結果

試料4点の計測年輪数と4点相互間の年輪パターンの照合結果は、表3.4-1に示したとおりである。なお、年輪パターンの照合は、最多樹齢のA-13の年輪パターンをベースにしてそれぞれ行った。この年輪データ443年分のうち、樹心から樹皮方向にかけての134層分は不特定方向に複雑に乱れた年輪形成をしていたので、年輪パターンの照合を行うにあたっては、これの外側につづく309層分の年輪データを有効データとして使った。

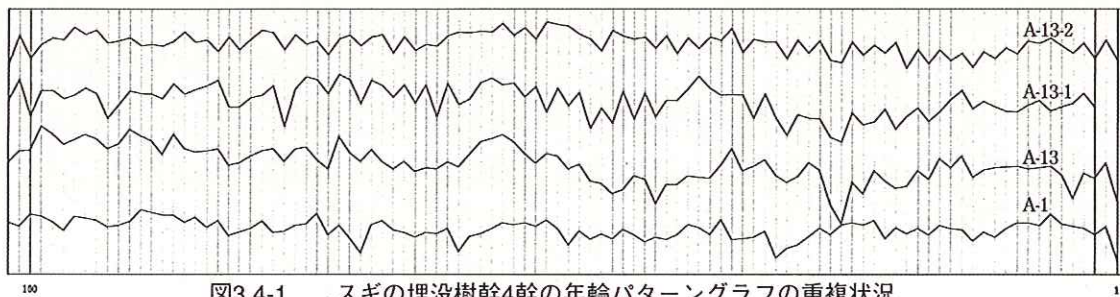


図3.4-1 スギの埋没樹幹4幹の年輪パターングラフの重複状況

##### 4-1.火砕流は1度か2度か

年輪パターンの照合にあたっては、最多年輪データのものを基準にした(ここではA-13の309年輪データ)。A-13:A-1, A-13:A-13-1, A-13:A-13-2, の3組の年輪パターンの照合はいずれも成立し、それぞれの重複位置を確定することができた(図3.4-1参照)。これをみると、A-1, A-13, A-13-1の3点はいずれも最外年輪の位置が合致しており、同年に枯死したことを示している。残るA-13-2は、3本の枯死年よりすでに2年前に枯死していたことが判った。この年代差をどうみるのか。はたしてこのことは、年代を異にする火砕流が発生したのか、あるいはA-13-2は他の原因で火砕流の2年前に自然枯死していたのか、いずれかである。いずれにしてももう少し事例をふやしたり、地質学的な検討結果とも合わせ総合的に判断しなければならない問題である。

##### 4-2.火砕流発生の時期は何時か

大規模な火砕流の発生時季はいつなのか、これについての答えは樹皮直下の年輪の中の仮道管の形成状況を顕微鏡下で観察すれば、おおまかな季節まで推定することができる。普通、ヒノキやス



ギなどの針葉樹材の木口(横断)面をみれば、色調の濃淡の周期的なくり返しが認められる。一般に春材(早材)は、生長期のはじめに形成された大型で仮道管の薄い部分をいい、夏材(晩材)は生長期の後半に形成された小型で仮道管の厚い扁平な細胞部分をいう。この春材と夏材の境界を厳密に決めることはむずかしいが、ある程度までは推定できる場合もある。検鏡用の切片は、A-1、A-13、A-13-2の木口面からそれぞれ採取し、プレパラートに包埋した。顕微鏡下での観察の結果、A-1、A-13、A-13-2ともに1年輪の中の春材部と夏材部とが完全に形成されていることが確認できた。よって、火砕流の発生は秋から翌年の晩春のあいだ、つまり生長停止期間中であつたことが判明した(写3.4-2~4)。

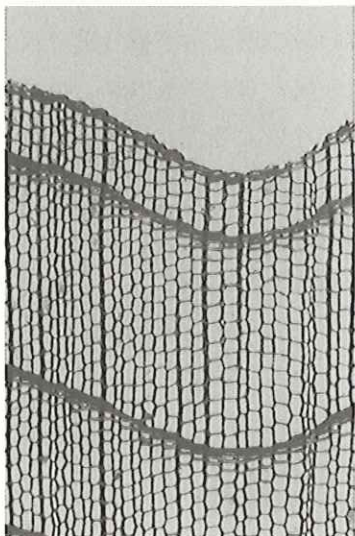


写真3.4-2 A-13の木口面

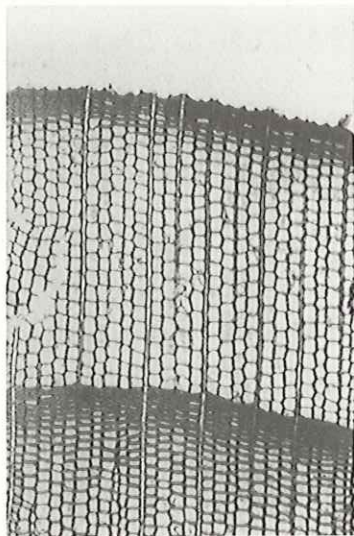


写真3.4-3 A-13-1の木口面

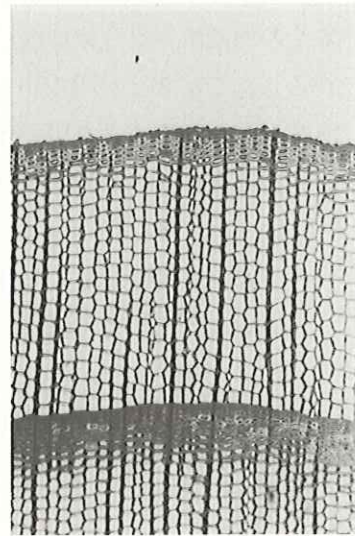


写真3.4-4 A-13-2の木口面

#### 4-3.樹齢

今回調査した4点のうちA-13は長径1.6m、短径1.4mの円盤標本である。これの年輪層数は443年であつた。この標本が根元から何mの高さで採取されたかは不明であるが、この年輪層数から推して、根元付近では、500年を越えていたものと思われる。

以上、埋没樹幹の年輪年代学的な検討から、火砕流は2度にわたって発生した可能性のあること、発生時期は生育停止期間であること、樹齢は500年をこえるようなスギの大森林であつたことなどを明らかにすることができた。

ここで、これらのスギの大森林を埋めつくした火砕流が今から何年前に発生したのか、これが一番知りたい点であるが、現時点では、年代を割り出すスギの暦年標準パターンの作成が近畿、山陰地方ではまだ紀元前651年をこえるものができていない。今後、この暦年標準パターンを紀元前1,500年あたりまで延長できれば、おのずと答えはでるものと期待される。

#### 参考文献

- 1) 光谷拓実, 1994: 「埋没樹幹の年輪年代法による検討」『佐賀平野の阿蘇4火砕流と埋没林』, 上峰町教育委員会
- 2) 田中琢, 光谷拓実, 佐藤忠信, 1990: 「年輪に歴史を読むー日本における古年輪学の成立ー」『奈良国立文化財研究所学報』第48冊, 同朋舎