

II 古年輪学研究の試料と方法

A 試料と計測

1 試料の種類

古年輪学研究においてわれわれが使用した試料は、天然林、建物、美術工芸品、遺跡出土品から選びだしたものである。天然林では、伐採年の判明している現生木である。人工林を避けて天然林のものを採用したのは、人工林の樹木の年輪幅の変動には人為的な要因が働いている可能性があるのではないか、その点を考慮すると、研究開始期としては、そのような要因をひとまず排除しておくほうが好ましい、と考えたからである。建物では、解体修理工事の際に再使用が不能で廃材とされた部材がほとんどである。美術工芸品では、仏像やその他各種の木製工芸品があり、遺跡出土品では、多種多様な木製遺物であるが、製品名でいえば、掘立柱、井戸枠、曲物容器、折敷などが多い。樹種は、針葉樹では、ヒノキ（ヒノキ属）*Chamaecyparis obtusa* Endl.、サワラ（ヒノキ属）*Chamaecyparis pisifera* Endl.、アスナロ（アスナロ属）*Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc.、ヒノキアスナロ（アスナロ属）*Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. var. *Hondai* Makino、クロベ（クロベ属）*Thuja Standishii* Carr.、ツガ（ツガ属）*Tsuga Sieboldii* Carr.、スギ（スギ属）*Cryptomeria japonica* D. Don.、コウヤマキ（コウヤマキ属）*Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc.があり、広葉樹はミズナラ（コナラ属）*Quercus mongolica* Fischer ex T. var. *grosseserrata* (B1.) Rehd. et Wils.、ブナ（ブナ属）*Fagus crenata* Bl.がある。

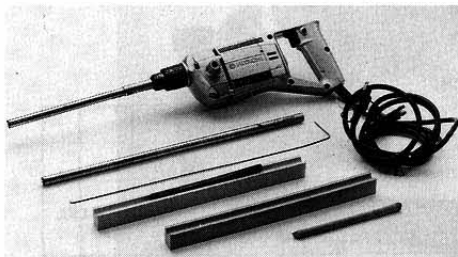
古年輪学は日本では新しい研究分野である。そこで使用する用語も新しいものを採用することになる。ここではそれらの用語をまとめて説明しておきたい。年輪幅の計測値を年輪幅数値データ、略して年輪データと呼び、それを経年的に連続したものを年輪幅変動パターン、略して年輪パターンと呼ぶ。横軸に年輪形成年、縦軸に年輪幅をとって年輪パターンをグラフ化したものを年輪パターングラフとする。1点の試料の年輪パターンが試料パターンである。複数の試料について、同一年にあたる年輪幅データを平均し、その平均値で作成した変動パターンが平均値パターンである。似かよった年輪幅変動をしめす試料15点以上から作成し、他の平均値パターンないし試料パターンと比較対照するとき標準とすることのできる平均値パターンを標準年輪幅変動平均値パターン、略して標準パター

ンと呼ぶこととする。標準パターンを構成している年輪幅データの実年代が確定しているものが**暦年標準パターン**である。暦年が確定していない状況を「**遊離している**」と呼び、そのような標準パターンを**遊離している標準パターン**または**遊離標準パターン**とする。複数の年輪パターン、たとえば、標準パターンと試料パターンを相互に比較することを「**照合する**」といい、その結果、同一年に形成された年輪部分を2組のパターンのあいだで検出できた状況を「**照合が成立した**」という。複数の年輪パターンを通じて前年から次年にかけて年輪幅が増大したり、あるいは減少したり、同じ変動をしめしている部分が**指標年輪部**である。伐採、あるいは枯死した樹木が最後に形成した年輪は**最終形成年輪**であって、建物部材や遺跡出土品など、加工材からなる試料のなかに残っている年輪のうちで、最も新しいものを**残存最外年輪**と呼ぶこととする。なお、年輪を数える単位は**層**とした。

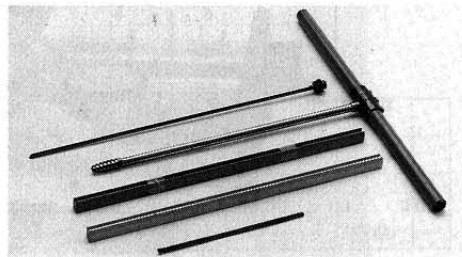
2 標本の採取と調整

年輪の幅は、試料から直接計測する場合と試料から採取した標本で計測する場合とがある。天然林の現生木については、円盤状輪切り標本、略して円盤標本の入手に努め、それを計測した。円盤標本を採取する位置は、地上高3 mないし5 mの高さを原則とし、切り株部分などは避けた。Ⅲ章A-4でみるように、根張りによって生じた不整形な年輪を避けるためである。建物部材では、試料となる部材から直接計測することが多いが、柱などの大形品については、適当な厚さの円盤標本を作成したり、アメリカ製標本抜きとり器（図Ⅱ-1）で直径1 cmの棒状標本を採取した。遺跡出土品も試料から直接計測することが多いが、不可能な場合には、湿潤な状態で保存されていたものはスウェーデン製の生長錐（図Ⅱ-2）で、乾燥状況にあるものは標本抜きとり器で棒状標本を作成した。棒状標本は放置すれば、乾燥して収縮する。変形を避けるため、木製標本台を作成、その上面に棒状標本の直径にあわせた溝を彫り、そのなかに固定保存して年輪幅計測に備えた。

採取した標本は、そのままでは年輪境界の判別が困難なものが多い。そのようなものは、計測部分を調整加工する必要がある。円盤標本では、表面を木工用サンダーで研磨



図Ⅱ-1 標本抜きとり器と試料台



図Ⅱ-2 生長錐と試料台

II 古年輪学研究の試料と方法

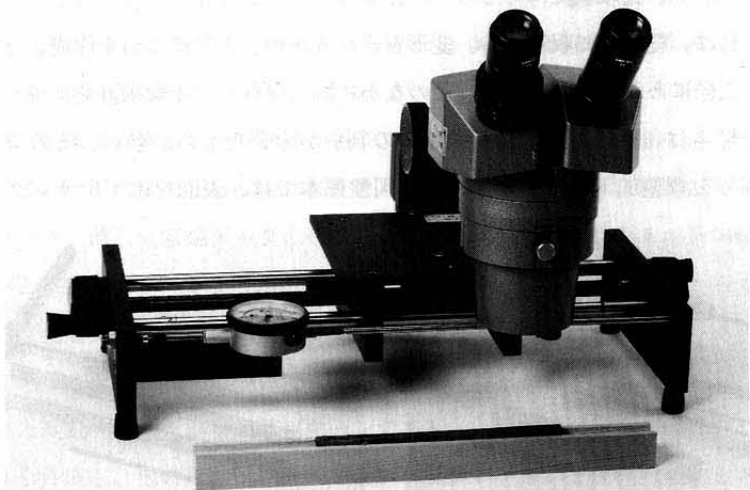
し、さらに測線部分にそって表面をカッターナイフなどの鋭利な刃物で薄く削る。この削った面に白色ワセリンを塗布すると、観察計測がさらに容易になる。棒状標本についても、同じように、鋭利な刃物で薄く削り、白色ワセリンを塗布して、計測面を調整する。遺跡出土試料では、埋没中に著しく変色し、年輪境界が不鮮明になったものが多い。これを鋭利な刃物で表面を削り、そのうえに白色チョーク粉末や胡粉を塗布すると、年輪境界が明瞭となり、計測が容易になることがある。

美術工芸品では、標本の採取が不可能なものがほとんどである。それらについては、ほとんどが年輪幅を観察できる部位で直接計測することになる。

3 年輪幅の計測

年輪幅の計測には、アメリカのフレッド・ヘンソン社製の年輪読みとり器（図II-3）を使用した。双眼実体顕微鏡付きで、0.01mmまで計測可能である。したがって、今回の研究における最小の年輪幅計測値は0.01mmが単位となっている。

棒状標本では、計測の測線は1本に限られる。しかし、円盤標本では、放射状に多くの測線を設定することが可能であり、樹心から放射状に2ないし4方向に測線を設定、計測することを原則とした。同じ年に形成された年輪でも、その方向によって広狭が生じていることが少なくない。たとえ広狭の差があっても、その前後の年の年輪幅とくらべて、相対的に広い狭いか、そのいずれかであれば、問題は少ない。しかし、同じ層の年輪でも、ある方向の測線で計測すると、前年より狭く、別の方向で計測すると、逆転して前年より広がっているようなことがある。こうした逆転現象を消去するためにも、複数の測



図II-3 年輪読みとり器

線を設定したのである。この同一層の年輪幅の複数の計測値を平均し、その標本のその層の年輪データとした。年輪幅は、この設定した測線にそって、最外年輪から樹心に向かって読みとる。なお、測線方向による年輪幅の類似度については、Ⅲ章A-2で検討する。

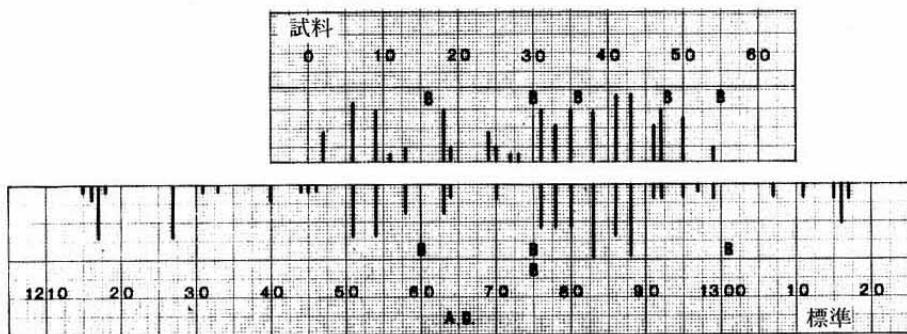
年輪には偽年輪や不連続年輪がある。年輪は1年に1層形成するのが原則だが、その1層の年輪のなかに年輪に似た境界よりのものが別に発生していることがある。偽年輪である。これを正常な年輪と誤って読みとると、年輪層数が1層分増加することになる。偽年輪は読みとり中に判別できることが多いが、判定困難なものは、その個所から切片を採取し、生物用顕微鏡で検鏡し、明瞭な年輪界の有無を確認すれば、判定できる。不連続年輪は、樹木の全周をめぐらず、一部分で途切れている年輪である。その途切れた部分に測線を設定すれば、1層分の年輪が消失した結果となる。この不連続年輪はごく稀にしかみられないが、円盤標本であれば、測線を2方向以上設定することによって検証できる。しかし、棒状標本や試料から直接計測する場合には、検証不可能なことになる。

B 年輪パターンの照合

1 年輪パターングラフの作成

古年輪学、とくに年輪年代法に関連する研究では、ほとんどの段階で複数の試料の年輪データを比較対照する操作を必要とする。この比較の方法としては、年輪幅の変動状況を肉眼で観察する場合と年輪幅の数値データを統計的手法で処理する場合とがある。肉眼で視覚的に確認するためには、経年的グラフとして年輪データを表現することになる。それには、スケルトン=プロット法や片対数グラフに計測数値を記入する方法がある。

スケルトン=プロット法(図Ⅱ-4)は、アメリカのダグラスたちのグループが開発した方法である。まず、グラフ用紙の横軸方向に等間隔で年輪1層分をとる。つぎに、隣合った前後の層の年輪幅を順次比較し、狭い年輪幅のものに着目、摘出する。それを該当



図Ⅱ-4 スケルトン=プロット法による年輪パターンの照合 (Glock 1937から)

II 古年輪学研究的試料と方法

年の位置に縦棒で記入する。通常的年輪幅と判断したものはいっさい表現しない。ただし、広い年輪は大文字のBを記入する。縦棒の長さは、1試料のなかで最も狭い幅の年輪を通常は2cmで標示し、やや狭い程度のもはそれより短くする。摘出した狭い幅の年輪を逆対数で標示する、という方法である。こうして作成した棒グラフを棒の長さとその出現位置によって、年輪パターンを比較することになる [Stokes *et al.* 1968]。

ダグラスが年輪研究を開始し、このスケルトン=プロット法が開発されたのは、アメリカ南西部の半乾燥地帯である。この地帯では、樹木の年輪幅を決定するおもな気候因子は、降水量であり、異常な干魃の年に形成された年輪には、どの樹木でも一様に狭くなる傾向がある。スケルトン=プロット法は、こうした生育の悪い年輪に着目し、それが出現する特徴的な変動パターンを対比する簡便な方法である。アリゾナ大学年輪研究所やそのほかの多くのアメリカの研究者は、コンピュータが発達した現在でも、この方法を採用し、年輪パターンの照合や偽年輪や不連続年輪の発見に役立てている。しかし、ヨーロッパの研究者はこれを採用しなかった。異なったヨーロッパの気候条件の樹木では不適切な方法とみたのだ。さらに、この方法によってグラフを作成するには、年輪を観察するうえで一定の熟練が必要だし、作成したグラフに個々の作成者の判断が反映しなくもない。したがって、アメリカ以外では、ほとんど採用されていない。

片対数グラフを使用して年輪幅を記入する方法は、ヨーロッパの年輪年代法の研究者のあいだで広くおこなわれている。この方法では、片対数グラフ用紙の均等目盛りの横軸に通常5mm間隔で年輪形成年をとり、対数目盛りになった縦軸に年輪幅の測定値をとってつないでいく。この方法では、年輪幅をあらわすのに対数目盛りを使用するから、年輪幅の広狭が相対的に誇張して表現できるところが特徴になる。したがって、年輪幅の微細な変化が比較しやすくなる。さらに、スケルトン=プロット法と違って、グラフ作成者の熟練や判断が反映することがない。われわれは、アリゾナよりヨーロッパに近い日本の気候条件も考慮に入れて、この方法を採用している。なお、このグラフには、年輪幅の測定値の生データをそのまま記入するのであり、つぎに述べるような規準化の処理をしたものではない。年輪パターングラフ用紙には、透視台の上で重ねあわせて目視で比較するのが普通だから、その便を考慮して、トレーシングペーパー製品を使用している。また、グラフはコンピュータで描画している。

目視によって年輪パターングラフを比較するとき、最も大きな手がかりになるのは、指標年輪部である。指標年輪部は、標準パターンの作成過程で摘出するのが普通だから、つぎの標準パターンの作成手順のあとで説明する。

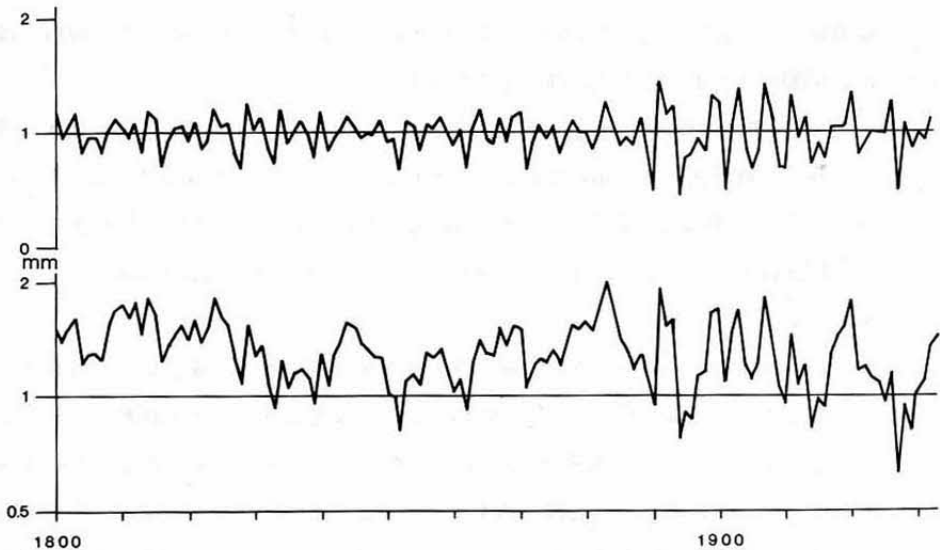
2 数値データによる年輪パターンの照合

年輪幅の数値データを統計的に処理し、それによって年輪パターンを比較する場合、年輪幅を計測して得られたデータをそのまま使用するのではなく、一定の補正をくわえることになる。樹木の年輪幅は、同じ年に形成されたものであっても、樹齢や生育環境条件などが違うと、個体間で差が発生する。この差がとくに強く現れた個体や部位では、生のデータそのままでは別の試料データと比較することが困難になることがある。この樹木の個体や部位のあいだに生じている差を除去し、年輪データを比較しやすくするために、年輪データを補正することになる。このデータ処理が規準化 standardization である。欧米においては、この規準化には、多項式法、指数式法、移動平均法、スプライン関数などの傾向線をあてはめる方法などを用いている [Baillie *et al.* 1973、Fritts 1976、Cook *et al.* 1981、堀場1980]。われわれはこの規準化処理にヨーロッパの研究で最も広く採用されている5年移動平均法を採用している (図II-5)。

5年移動平均法による年輪データの規準化は、つぎのようにおこなう。年輪データを $x(i)$ ($i=1, 2, 3, \dots, N$) ($i=1$ は樹心部から樹皮部にむかって第1番目の年輪データ、 $i=N$ は最外年輪データである) として、次式によって $z(i)$ を算定する。

$$z(i) = 5x(i+2) / \{x(i) + x(i+1) + x(i+2) + x(i+3) + x(i+4)\} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

算定結果の $z(i)$ は、ある層の年輪幅計測データである $x(i+2)$ と、その年輪を中心



図II-5 標準化したデータ (上) と標準化しないデータ (下) による年輪パターングラフ (高知魚梁瀬ヒノキ試料による)

II 古年輪学研究的試料と方法

とした前後各2層、あわせて5層分の年輪幅計測データの平均値との百分比になる。この移動平均値は自然対数に変換しておく。

年輪年代法が成立するには、一定の地域のなかで生長した樹木の年輪パターンが相互に類似していることが前提になる。また、異なった試料相互の年輪パターンの関係を知るためにも、そのあいだの類似の程度を算定する必要がある。あるいは、作成した標準パターンと試料パターンを照合するときにも同じように類似の程度を知ることが必要である。

2点の試料の2組の年輪パターンのあいだの類似の程度は、(1)式による規準化済み年輪データ対数変換値を用いて、次式で定義される相関係数 r によって測定する。

$$r = (\sum x_i y_i - N \bar{x} \bar{y}) / \sqrt{(\sum x_i^2 - N \bar{x}^2)(\sum y_i^2 - N \bar{y}^2)} \dots \dots \dots (2)$$

x 、 y はさきの規準化処理によって求めた値の対数変換した値であり、 \bar{x} 、 \bar{y} は x_i 、 y_i のそれぞれすべての値の平均値、 N はデータ点数、ここでは計測年輪数である。2点の試料の年輪データが一直線上に並ぶものであれば、 $r=1$ または $r=-1$ となるし、一方、年輪データが直線上からはずれてばらつくにしたがって、 r は0に近づく。ついで、(2)式で求めた相関係数 r の有意性の判定は次式による t 分布検定による。

$$t_0 = |r| \sqrt{(N-2) / (1-r^2)} \dots \dots \dots (3)$$

r は(2)式による相関係数、 N はデータ点数である。求めた t_0 は自由度 $(N-2)$ の t 分布にしたがうから、帰無仮説を検定するには、 t 分布表より適当な有意水準 α における t の限界値 t_α を求め、これを基準にして、 $t_0 > t_\alpha$ であればその有意水準で帰無仮説は棄却され、相関があるという対立仮説の採択ができる。

この(3)式によって得られた t_0 (以下 t 値とする) は、その値が大きければ大きいほど2つの試料の年輪パターンの類似度が高いことになる。ヨーロッパにおける年輪年代法研究では、自由度が60以上の場合、 t 値が3.5以上になれば、2つの試料の年輪データのあいだに相関関係がある、とみなすのが一般的である。このときの危険率は0.1%である [Baillie, 1982]。

今回のわれわれの研究においても、年輪パターンを相互に比較する場合、自由度をすべて60以上に設定し、危険率0.1%の t 値、すなわち3.5と算定した t 値とを比較することとした。これまたヨーロッパの研究者が広く採用しているのと同じ手法である。ヨーロッパ、とくにドイツの研究者と意見交換の結果、この手法が日本の年輪年代法においても有効なことを確認したうえで、日本における調査研究成果が国際的に同じ土俵で検討、認知されることを望んだからである。

年輪幅計測から年輪パターンの照合までのこの一連の作業のうち、計測データの記録や規準化処理からはじまって照合のための t 値の算定までは、コンピュータ作業によっている。ここでは、同じ1986年秋に伐採したことが判明している試料2点の計測データのあいだの t 検定のコンピュータ出力結果(表II-1)によって、この作業過程を説明しておく。

この2点の試料は樹皮から樹心まで完存している現生木の円盤標本である。年輪データはそれぞれ樹心から樹皮方向に設定した複数の測線にそって計測したものの平均値である。まず、このうち、樹心から樹皮の下の最終形成年輪まで連続する200層からなる試料No.1の年輪データの規準化値を基準とする。この1組の年輪データ規準化値と97層からなる試料No.2の年輪データ規準化値を比較することになる。まず試料No.2の最終形成年輪から樹心方向へむかって連続する15層、いかえると1986年の年輪から $1986-14=1972$ 年に形成された年輪までの年輪データ規準化値に対して、試料No.1の樹心の年輪から外方へ連続する15層分、すなわち $1986-199=1787$ 年に形成された年輪から $1787+14=1801$ 年までの年輪データ規準化値と重ねあわせ、その位置における相関係数 r を求め、 t 検定をおこなう。つぎに、年輪データ規準化値を外方向へ1層分ずつずらし、試料No.2の1986年から1971年までの16層の年輪データ規準化値と試料No.1の16層分の1787年から1802年までのものを重ねあわせた位置で相関係数 r を算定、 t 検定をおこなう。この1層ずつずらしながら算定、検定する作業をくりかえす。表II-1には、この1連の操作の最後の部分をしめたが、左の数字は照合を開始した試料No.1の年輪の形成年で、1層ずつずらしたときの t 値が9層分ずつ記入してある。最後の $2061+7$ の数値は、試料No.1の最外年輪から樹心方向に連続する15層分と、試料No.2の樹心部分の15層分とを重複比較したことをしめている。この t 検定の結果をみると、 t 値が3.5以上になるのは1か所のみであり、試料No.1の $1981+5=1986$ 年を末端として両試料の年輪データ規準化値を比較したところである。いうまでもなく、このときの試料No.2の先端は1986年の年輪データ規準化値である。その t 値は6.75と高い。この両試料が1986年秋に伐採された事実とこの照合結果は完全に一致する。伐採年のわからない試料の場合もまったく同じ操作をくりかえすことになる。

年輪パターンの照合基準としては3.5以上の t 値を考えた。この事例では、それが3.5以上になった位置は1か所のみであり、その位置の t 値は6.75と高かった。しかし、年代不明の試料の年輪パターンを比較する場合、 t 値が3.5以上になる個所が1か所以上になる事例はごく普通である。そのなかのいずれの t 値の位置で2組の年輪パターンのあいだに正しい照合が成立しているのか。最も高い t 値になるところなのだろうか。われわれは、このコンピュータによる操作の段階で t 値が3.5以上になったところをすべて検出し、そ

II 古年輪学研究の試料と方法

年代	+ 0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	+ 8	+ 9
1801	0.86	0	0.25	0.54	0	1.11	1.59	0	1.27	0
1811	0	1.42	0.57	0	1.21	0	0	1.3	0	1.28
1821	0.87	0	0	0	0	0.5	0.59	0	0.14	0
1831	0	0.28	1.31	0.42	0	0.1	0	1.06	0	0
1841	1.77	0	0	0.31	0.34	0.31	0.3	0	1.65	2.51
1851	0	0.05	0	0	1.2	0	0.16	0.99	0	1.36
1861	0.87	0	0.41	0	0	0.67	0.19	1.36	0	0.03
1871	0.42	0	0	0	2.07	0.79	0	0.83	0	0
1881	0.88	1.52	0	2.32	0	0	1.19	0	0.84	0
1891	0	0.81	0	0	0.84	0	0	3.41	1.65	0.85
1901	0.12	0	2.17	0.93	0	0.09	0	0.2	0.43	0.06
1911	0.56	1.02	0	1.28	0	0	0.67	0.46	0.95	0
1921	0	0.17	2.66	0.96	0	0	1.45	0.17	0	0
1931	0.76	0.88	1.11	0	0.06	0	1.63	0	0.71	0
1941	0	0.26	0.35	0.66	0.55	0	0	1.09	0	0
1951	0.44	0.62	0.6	0	0	2.25	1.9	0	0	0
1961	0.13	1.05	0	0	2.21	0.38	0.03	0	0	1.76
1971	0	0	1.02	0	0	0	0	0.86	0	0
1981	1.59	0.89	0	0	0	6.75	0	0	1	0.12
1991	0	0.37	0	0.98	0.42	0	0	0	1.58	1.35
2001	0	0.8	0.17	0	1.11	0	0	1.9	0	0
2011	1.48	0	0	0.63	0	0.25	0	0	1.02	0.26
2021	0.02	0	0	1.34	2.95	0	0.01	1.4	0	0
2031	0.03	0	1.47	0.96	0	0.13	0.66	0	0	0.31
2041	1.35	0	0.09	1.13	0	0	0.01	0.44	0	0.66
2051	0	0	0	0	2.74	0	0.03	0	0.34	0
2061	0	0.3	0.97	0	0	0.98	0	0	0	0

表II-1 2組の年輪パターン照合における t 値

れを参考にして、年輪パターングラフを目視によって比較することになっている。この2つの手法の結果を総合し、最後の結論をだすのだ。t値はあくまで照合の1つの手がかりとみなしているのである。

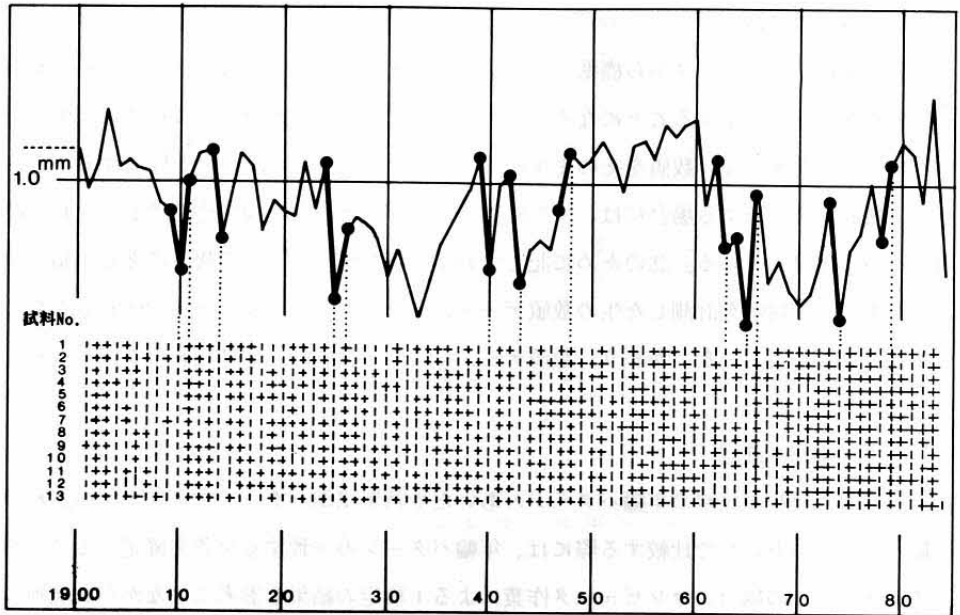
多数の試料の年輪データから標準パターンを作成する場合などでは、まず生データから平均値パターンを作成することになる。この平均値パターンをグラフによって目視で比較するには、規準化しない数値をそのまま使って平均値パターンのグラフを作成する。この点は、統計的に処理する場合には、平均値からなる年輪データを規準化処理し、それを使用するのは違っている。念のために記しておく。したがって、この報告にある年輪グラフも、すべて年輪幅を計測した生の数値データ、またはその平均値データで作成したものである。また、特記しないかぎり、数値データによる照合では、規準化値によっている。

3 指標年輪部の確認

年代不明の複数の試料の年輪パターンのあいだや暦年標準パターンと年代不明の試料の年輪パターンのあいだで比較する際には、年輪パターンの一致する位置を確定することが目標になる。この場合、コンピュータ作業によるt検定の結果を参考にしながら、試料の年輪パターンの重複状況を目視で確認する。この目視による確認では、2組の年輪パターングラフを透視台の上に重ねあわせて観察する。この重ねあわせ作業で手がかりとするのが指標年輪部である。

指標年輪部 signature とは、照合が成立した複数試料を通じて同じ変動傾向をしめす年輪部分、いかえると、ある層の年輪データに対して次の層のものが同じように大きい数値をしめしたり、逆に小さかったりしている部分である。この次の層の年輪は、年輪形成に対する外的条件の影響が樹木の個体の内的条件によって発生する差異などを完全に消去するほど強かった年に形成されたものであろう。この指標年輪部は多くの試料の年輪パターンに共通して出現するものであるから、新しく照合する試料の年輪パターンにも出現している可能性は高い。したがって、年輪パターングラフを目視で比較対照するときには、まず、それまでに確認した指標年輪部が新しい試料パターンのどの位置に出現しているか、それがうまく合致するか、この検討をくりかえすことになる。

指標年輪部は、当然1組の年輪パターンでは確認できない。複数の年輪パターンを比較する過程で確認できるものである。通常は、標準パターンを作成するときに検出している。その検出方法を13点の試料の年輪データの1901年から1983年までの部分で説明しておこう(図II-6)。この図の下半には、次年に形成された年輪幅が前年の年輪幅より広いときには+記号で、逆の場合は-記号を記入した。これをみると、13点の試料すべてにつ



図II-6 指標年輪部（太線）とその検出方法

いて同じ記号になっている部分がある。これが指標年輪部である。この事例では、+の傾向をしめした指標年輪部は5か所、-の傾向を示した指標年輪部は8か所検出できたことになる。上半の年輪変動パターングラフでは、これら指標年輪部の線分を太線で記入している。

ヨーロッパにおける年輪年代法の研究では、ヒューバが全試料の75%以上で共通した変動をしめす年輪部分を指標年輪部とすることを提案している [Baillie 1982]。今回のわれわれの研究では、15点以上の現生木試料のうちで90%以上についてこの種の変動が確認できるものを指標年輪部として特定することになっている。

なお、指標年輪部は、たとえば、1909-0、あるいは1978+9と標記する。前者は1910年の年輪幅が前年の1909年のものより狭くなっている指標年輪部であり、後者は1979年の年輪幅が1978年のものより広い指標年輪部であることをあらわしている。

指標年輪部は年輪パターン照合の基準になるだけではない。年輪形成の外的要因、おそらく強力な気候の要因が多くの樹木の年輪に共通する変動をもたらし、それをわれわれが指標年輪部として認識できるのであろう。その要因を解明することは、年輪気象法の研究につながる結果をもたらすことが予想できる。