

スギ枝条材に関する研究 (II)

枝条年輪数測定による樹幹年輪数の推定について

藤 崎 謙次郎*

Studies on the Branch Wood of SUGI

(*Cryptomeria japonica* D. Don) (II)

On the estimation of the number of annual rings in a stem
by measuring that in its branches.

Kenjiro FUJISAKI

Summary: For the purpose of estimating the number of annual rings in a stem by counting that in its branches, it is required to distinguish the branch with complete rings (the branch whose number of annual rings equals that of stem) from the branch with incomplete rings (the branch whose number of annual rings is less than that of stem) by external features.

In this study, five sample trees were selected, including a dominant tree and an inferior one, from a 9-year old stand of SUGI (*Cryptomeria japonica* D. Don).

Some observations were carried out to find out the external features by which the branch with complete rings could be distinguished from that with incomplete rings.

The results obtained could be summarized as follows;

- (1) In general, the branches with incomplete rings could be found frequently among branches which were in lower part of the crown or were buried in the crown. But some were found among branches which form the outer part of the crown. (Fig. 1)
- (2) It seemed the best way to distinguish the branch with complete rings from that with incomplete rings to put the last annual shoot length of the branch on the basis of discrimination.

Thus, when a branch was a member of branches forming the outer part of the crown, and its last annual shoot was longer than 15 cm, this branch could be assumed to be a branch with complete rings.

- (3) When a branch declined in vitality, there could be formed an annular groove or a dent on the stem where the branch was inserted, but this seemed to be uneffective for discrimination of the branch with incomplete rings. (Fig. 2)

* 木材理学研究室 Laboratory of Wood Physics

要 旨 枝の基部における年輪数を数えることによって、その枝の着生部における幹の年輪数を推定するには、先ず、年輪完備枝（枝基部年輪数とその着生部の幹年輪数が等しい枝）と年輪欠如枝（枝基部年輪数が幹のそれに比して不足する枝）とを外観上の特徴によって識別することを要する。この実験では、9年生スギ林分から、優勢木から段階的に劣勢木まで5本の供試木をとり、年輪欠如枝の樹冠内における分布と、年輪完備枝を選別するための外観的特徴の把握を試みた。

得られた結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 年輪欠如枝の樹冠内における分布については、地上高の低い位置および樹冠内に埋没したものに多いが、樹冠の表層を構成する枝にも見出される。(Fig. 1)
- (2) 年輪欠如枝と年輪完備枝とを、外観的な特徴によって識別するには、最終年伸長量を基準とするのが適当である。この実験の場合、最終年伸長量が15 cm以上で、且、樹冠の表層を構成する枝であれば年輪完備枝と考えてよい。
- (3) 活力が減退した枝では、その基部周辺の幹に輪状溝状部が形成されたり、背軸側に凹部が形成されたりするが、このことは年輪欠如枝の選別上有力な拠点とは思われない。

1. 結 言

枝条によって幹の材質に関する情報を得ようとする本研究の一環として、枝条年輪数測定による幹の年輪数推定に関して一連の調査、研究を行なった。

このことに関しては、前報¹⁾にその可能性を示唆したが、既往の研究では、藤岡²⁾の研究の外、その例は非常に少ない。

いままで、立木の年輪数測定に関しては、生長錐法がその主流をなしているが、枝条年輪数から推定する方法も、幹に対して非破壊的であるという利点に立って、意義あるものと考えられる。

また、一方では、一般に、枝は主として庇陰、すなわち、陽光不足によって葉の同化作用の低下を来し、その結果、枝の年輪欠如を招き、更に進行すると枝の枯死、落枝の経過を迎えるものとされている³⁾⁴⁾⁵⁾。

枝条の年輪数から、幹の年輪数を推定するという目的のためには、この年輪欠如枝の出現の態様、外観的特徴の把握が先ずなされねばならない。

このような目的のもとに、植栽後7年のスギ林分から、5本の供試木を選んで調査を行なった。このように比較的若令林分を選んだのは、この林分では既に樹冠の競合が起っており、優勢木と劣勢木の階層化も始っており、しかも、地際まで多くの活き枝を着生させているという理由によるものである。

2. 材料および実験方法

2.1 供 試 木

愛媛大学農学部付属演習林1林班は小班のスギ林分より供試木を採取した。この林分は、角閃石黒雲母花崗岩を母岩とし、土壌型はBD、北向きの斜面、傾斜は急で、約30°あるいはそれ以上ある。昭和44年スギ実生苗(2年生)をha当り4500本の密度で植栽し、軽い除伐以外は、今日まで間伐や枝打は行なわれていない。本林分から、胸高直径で最大とおもわれるもの、および最小とおもわれるもの2本を選定し、胸高直径が概ね一定の格差をもつようにその中間に3本、合計5本の供試木を選定した。伐採は、昭和51年1月21日に行なった。第1表に供試木の概要を示す。

供試木は伐倒後、枝つきのまま学内に搬入し、枝をその基部から切離した。その際、枝および幹の枝着生部に番号を附した。また、全供試枝について、着生方位、着生位置(地上高)、枝長、枝基部径等を記録しておいた。

尚、供試枝はすべて活き枝であって、枯れ枝は含まれていない。また、供試木はいずれも若令木であるので枯れ枝は極めて少なかった。

第1表 供試木の概要
Table 1 Description of trees tested

供試木番号 Tree No.	胸高直径 D. B. H. (cm)	樹高 Height (m)	着生枝数 Number of branches
1	10.4	6.85	105
2	9.0	6.57	103
3	7.5	6.18	89
4	6.0	5.05	97
5	4.5	5.03	82

2.2 枝および幹の年輪数測定

供試枝は、その基部から長さ約2 cmの segment を切りとり、その枝先側の木口面で前報¹⁾と全く同様の方法で年輪数を測定した。また、樹幹も適宜鋸断のうえ、枝着生部の年輪数を各枝それぞれについて測定した。以後、枝基部年輪数と幹年輪数が等しいものを年輪完備枝、後者に比して前者が不足するものを年輪欠如枝

と呼称する。

尚、供試木の伐倒時期は既に述べたように1月下旬であるので、枝でも形成層に接する材部は晩材であるのが一般であるが、供試枝の中には、その材部が早材型のものや、あるいは“あて”材側に晩材の形成は見られるが opposite side には見られないものも散見された。このようなものも一年輪として数えた。

3. 結果と考察

3.1 年輪欠如枝の樹冠内分布

供試枝基部において測定された年輪数とその枝の着生部の幹年輪数とを対比して検討した結果、両者が一致しないものが各供試木において少なからず見出された。勿論、その不一致は、枝の年輪数の欠如という形で現われる。

この年輪欠如枝の空間的位置、樹冠構成上の役割などの理解を容易にするため Fig. 1 を用意した。

この図は、樹幹を中心に、方位が北の成分をもつ枝、即ち、北、北東および北西に派出する枝を左側に、南の成分をもつ枝を右側に描き、枝長を水平方向にとって、枝の先端位置に●印または○印を附してある。●印および○印は年輪完備枝および年輪欠如枝をそれぞれ表わしている。枝は幹から水平に派出するものでなく、また生長の過程において可成り屈曲するものであるから、この図は現実の樹冠の正確なプロフィールを表現するものではないが、アウトラインの把握には十分有用であろう。

この図から、総括的に以下のことがいえる。

- (1) 地上高の低い枝、樹冠内に埋没する枝に年輪欠如が見られるものが多い。
- (2) 樹高の低い樹になるほど、樹形は slim になり、低い位置の枝は年輪欠如となる率が高い。
- (3) 樹冠の上部、樹冠形が円錐をなす部分を構成する枝はその殆どが年輪完備枝である。

しかしながら、枝年輪をもって、幹の年輪数を推定するという目的からは、上記の観察結果は、有効な手がかりとはなり得ない。何故なら、樹冠内に埋没する枝は年輪欠如枝であるとして除外し得ても、樹冠の表層を構成する枝でも地上高が低ければ年輪欠如枝である可能性が高くなり、しかも、幹の年輪数推定は特に低い地上高において望まれる性質のものであるからである。

即ち、これら観察結果は、陽光不足がただちに葉での同化作用の低下を来し、その結果枝では、新たな材の生産が停止するという、従来の考え方²⁾を裏づけるものと考えられる。

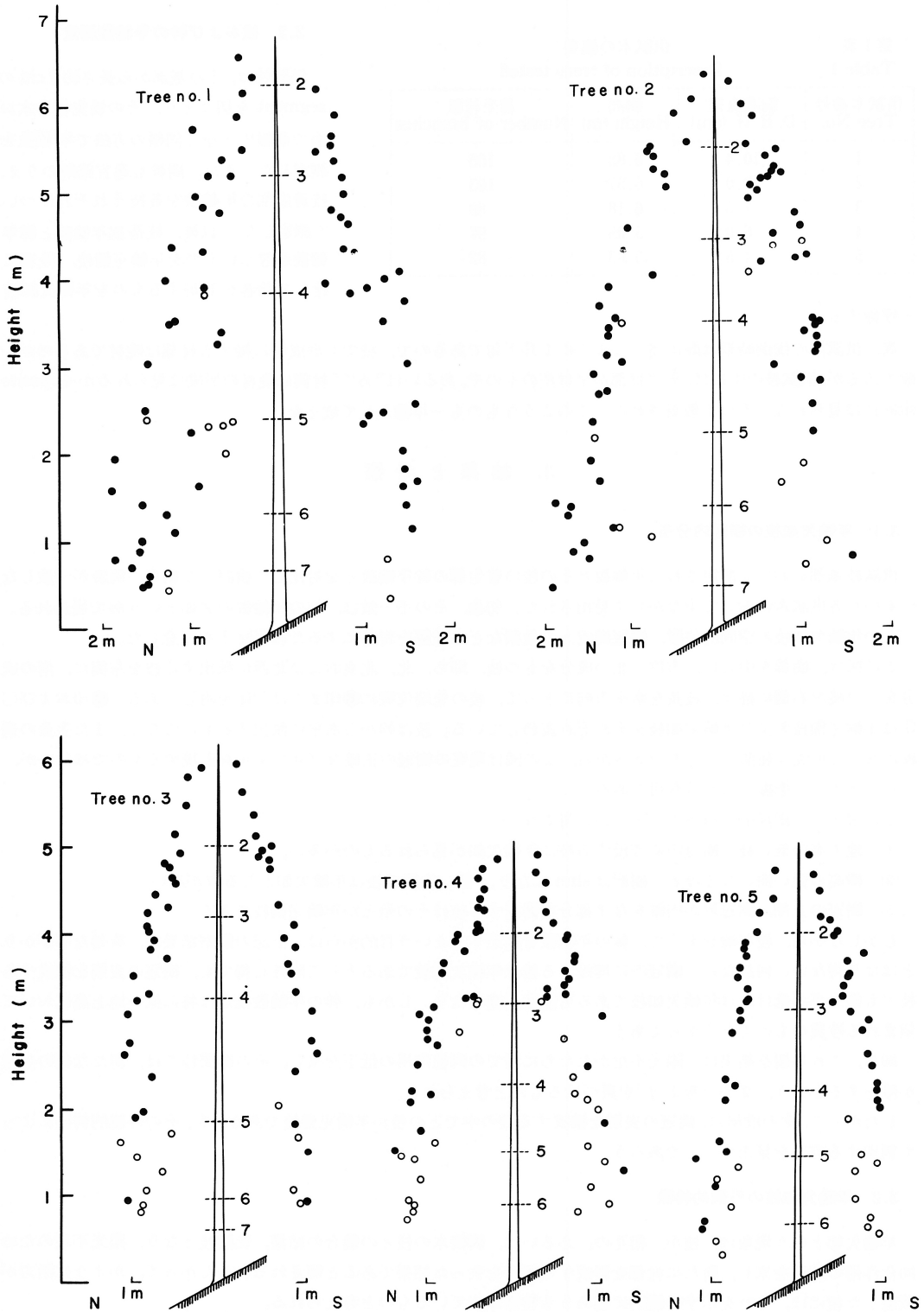
したがって、次の段階は、樹冠の表層を構成する枝の中でどの枝が年輪完備枝であるかを、その外観的特徴によって判別する方途を見出すことであろう。

3.2 年輪欠如枝の外観的特徴

年輪欠如という現象は、枝が、相互の、あるいは、隣接木の枝との競合の結果、庇陰枝となり、陽光不足のため同化作用の減退を来し、新たに材部を形成する能力を失った結果であると解される。したがって、かように活力が減退した枝には、それを示す外観的に認めうる特徴が出ているものと考えられる。

3.2.1 枝基部周辺の溝状部形成

沼田³⁾は年輪欠如を示す枝および基部肥大生長の衰えた枝では、その着生部の幹に輪状溝状部が形成され、生長良



第1図 供試木の樹冠構成。●印は年輪完備枝，○印は年輪欠如枝
 Fig.1 Crown diagrams of sample trees. Mark ● and mark ○ indicate the branch with complete rings and that with incomplete rings respectively.

好の枝では、その部分は膨起していることを認め、これをもって枝打の際の参考に資することを示唆している。

この現象は幹の肥大生長に、枝基部のそれが追いついてゆけないことに起因すると思われるが、年輪完備枝と欠如枝の識別に有力な據りどころとなりうるとおもわれる。

Fig. 2 は 2 号供試木の年輪完備枝と年輪欠如枝（幹年輪数にくらべて 2 年輪欠如）の縦断面写真であるが、年輪欠如枝着生部の背軸側幹に凹部が認められ、年輪完備枝と明らかな対照を示すことが判る。しかしながら、このことは縦断面上で明らかなことで、外部からこれを判定するのは必ずしも容易ではない。

この写真からも判るように樹皮の堆積が判定を困難ならしめる最大の原因である。幹の年輪数と枝基部年輪数との差が大きい場合は格別であるが、その差が 1 年位のものであると識別は困難というのが実物を照合した上での結論であった。

3.2.2 枝の年伸生長量

活力旺盛な枝は、過去 1 年間の伸生長もまた旺盛であろうことは想像に難くない。したがって、この伸生長量をもって、年輪完備枝と欠如枝の識別據点とすることも考えられる。また、この方法は測定および定量的取扱いの容易さから直ちに実行可能と考えられたので、供試枝全部について調査した。その方法と結果については次の項で説明する。

3.3 枝の年伸生長量と年輪形成との関係

枝が 1 年間にどれだけ伸長したかを外観的に求めることは、マツのように輪生枝を生ずるものは極めて容易であるが、スギのように冬芽を形成しないものにあつては、マツのように容易ではない。しかし、枝から更に派生する側枝や若い枝に直接着生する針葉の着生具合、および形から 1 年間の伸生長量は推定可能である。すなわち、側枝の場合であれば伸生長の終期に生じた側枝の間隔は比較的密にまつまっているが、春の伸生長開始期に生ずるはじめての側枝は、前年の伸生長終期に生じた間隔の密な側枝にくらべてはるかに長い間隔をもって生ずるので、年伸生長の境界を画定することが出来る。また、枝軸が若い部分にあつては、枝軸に直接針葉が着生しているが、針葉の場合も、伸生長終期に生じた針葉は、短く、その間隔もまつまっているが、伸生長開始期のそれは、長く間隔も広がっているので境界を画定することが出来る。

このようにして画定した 1 年毎の伸生長の境界が果して妥当であるかどうかを、供試枝を 3~4cm の長さに切断して、その木口面で各年輪の晩材部が髓に接する位置を求めることによって確かめてみた。その結果、多少のずれ（年輪によって求めた位置は側枝あるいは針葉の着生具合から判断して求めた位置より若干基部側にずれるのが普通である）はあつても、双方の画定位置はよく一致し、側枝および針葉の着生具合から年伸生長を求めることは妥当であることが明らかとなった。その様子を 2 号供試木の Br. 9 および 3 号供試木の Br. 26 について Fig. 3 に示してある。

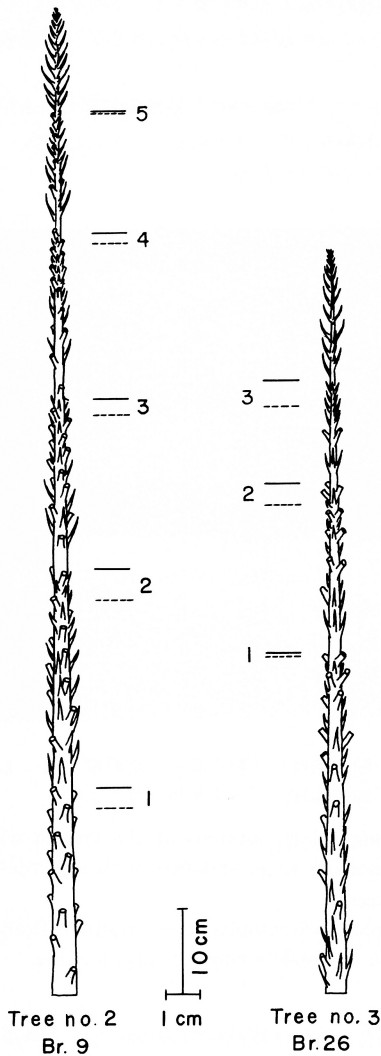
ここで、全供試枝について、その最終年伸生長量を、枝主軸と考えられる部分について測定し、年輪完備枝と欠如枝とは最終年伸生長量においてどのような差違が生じているかを検討した。第 2 表は、その結果を整理したものである。



第 2 図 年輪完備枝と年輪欠如枝の縦断面写真。上は年輪完備枝、下は 2 年輪欠如のもの。

Fig. 2 Longitudinal sections of the branch with complete rings and that with incomplete rings.

Top; Branch with complete rings. Bottom; Branch with incomplete rings, 2 rings missing.



第3図 枝の年伸長量(2号供試木)基部年輪数はBr. 9は6, Br. 26は4。

枝軸に直角に引いた実線および破線はそれぞれ外観上の特徴から求めた年伸長境界と枝年輪から求めたそれを示す。

Fig. 3 Diagrammatic sketch showing the annual shoot borders. The number of annual rings; 6 in Br. 9 and 4 in Br. 26.

The solid lines and the dotted ones indicate the annual shoot borders assumed by the external appearance and by the growth ring terminals respectively.

第2表によれば、年輪完備枝と年輪欠如枝との間には、最終伸長量に明らかな差があることが判る。しかしながら、また、同時に、年輪完備枝といえども、伸長量が極めて小さいものがあること、また、年輪欠如枝においても、比較的良好な伸長を示すものがあることはそれぞれのrangeをみると判る。

年輪完備枝を、その最終伸長量から選別しようという目的からは、年輪欠如枝は最終伸長量が何cmを超えることがないという限界長を見出すことが、この場合適当であろうと考えられる。この意味において、年輪欠如枝の最終伸長量の標準偏差を問題にしたい。すなわち、分布が正規の場合、平均値のまわりに標準偏差の2倍をとれば、正規分布曲線で囲まれる面積の95%がこの範囲に入るということを用いて、年輪欠如枝の最終伸長量ととりうる限界長を求めてみると、

1号供試木では、11.6cm, 2号供試木では、12.1cm, 3号供試木では、10.3cm, 4号供試木では、14.5cm, 5号供試木では、11.0cm, 1号供試木から5号供試木まで全部を一括して処理すると、12.1cmとなる。

ここにおいて、年輪欠如枝の最終伸長量の限界長として14cmを見ておけばよい。多少安全を見込んで15cmとしておくのが適当であろうと考えられる。したがって、最終伸長量から年輪完備枝を選別するには、樹冠の表層を構成する枝群から最終の年伸長生長量が15cmを超えるものを採れば、その基部年輪数を数えることによって、その枝の着生部の幹年輪数を正しく推定しうるものと考えられる。

いうまでもなく、この結果は10年未満の若令木から得たもので、このことが直ちに壮老令木にあてはまるとは限らない。今後、更に検討を要するものとおもわれる。

3.4 epicormic branch について

枝の年輪数をもって幹のそれを推定するという目的に対して、年輪欠如枝とともに誤差の原因となりうるものに epicormic branch が考えられる。これは休眠中の芽が、外囲の環境の変化によって、休眠状態から解放され、枝として発育するもので、急にウツ閉を破られた場合などに生じることがよく知られるところである。このような枝を epicormic branch といっているが、この実験でも、一応この種の枝の存在を調べてみた。第3号木について、特に細く、短い枝について、枝軸と幹軸を含む面で割裂を行ない検討した。その結果、すべての枝について epicormic branch と認められるものは1本も見出せなかった。このことは、epicormic branch はこの

第2表 供試枝の最終年伸長量 (cm)
Table 2 The last annual shoot length of tested branches in cm.

供試木番号 Tree No.	年輪完備枝 Branch with complete rings				年輪欠如枝 Branch with incomplete rings			
	最小 min.	平均 mean	最大 max.	標準偏差 standard deviation	最小 min.	平均 mean	最大 max.	標準偏差 standard deviation
1	2	17.4	33	7.9	2	5.6	13	3.0
2	3	19.1	41	8.1	2	5.9	7	3.1
3	2	12.2	24	6.0	2	4.7	11	2.8
4	12	19.3	26	4.2	4	8.1	11	3.2
5	5	10.7	15	3.4	2	5.8	10	2.6
全体 collectively	2	16.4	41	7.6	2	5.9	13	3.1

実験で用いたような若い木では起りにくいことを示している。したがって、残り4本の供試木についてはこの種の検査は省略した。

4. 結 論

以上の考察の結果、本実験の結論として、以下のように要約される。

- (1) 年輪欠如枝の樹冠内における分布としては、地上高の低い位置および樹冠内に埋没した枝に多いが、樹冠の表層を構成する枝にも年輪欠如枝は見出される。
- (2) 年輪欠如枝と年輪完備枝とを外観の特徴によって区別するには、最終伸長生長量を基準とするのが適当である。この実験に用いた若令木の場合、最終伸長量が15cm以上のもので、且樹冠の表層を構成する枝であれば年輪完備枝と考えてよいことが判った。したがって、このようにして採取した枝の基部年輪数を求めることによって、その着生部の幹の年輪数を正しく推定しうる。
- (3) 活力が減退した枝では、その基部周辺の幹に輪状溝状部が形成されたり、背軸側の幹に凹部が形成されたりするが、このことは年輪欠如枝の選別上有力な據点とするには不十分とおもわれる。

5. 謝 辞

供試木の採取および輸送にあたって、愛媛大学農学部付属演習林米野々事業所長、江崎次夫氏をはじめ職員一同の貴重な御協力を得た。ここに付記して謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 藤崎謙次郎：スギ枝条材に関する研究（第1報）36年生スギの枝条内部位による仮道管長の変動。愛媛大演報 12：37～46, 1975
- 2) 藤岡光長：スギノ樹令査定及植栽年度鑑定法ニ関スル研究。林業試験報告 20：1～285, 1920
- 3) 藤森隆郎：枝打ちの技術大系に関する研究。林業試験場研究報告 273：1～60, 1975
- 4) 沼田大学：針葉樹生枝の枝打。植物及動物 4：48～52, 1936
- 5) 高原末基：スギおよびヒノキの枝打が幹の生長におよぼす影響。東大演報 46：1～95, 1954

1976年8月26日 受理