

スギ枝条材に関する研究 (III)\*

枝条の仮道管長測定による幹内  
仮道管長の推定について (1)

藤 崎 謙次郎\*\*

Studies on the Branch Wood of SUGI (*Cryptomeria japonica* D. Don) (III)

On the estimation of tracheid length in a stem by means of  
measuring that in its branches (1)

Kenjiro FUJISAKI

**Summary:** Sixty four branches were sampled from a 9 years old Sugi stand, and the mean tracheid length within first growth ring and the mean tracheid length within 1m. m. from pith were measured and examined at the base of each branch.

Consequently, it was found that the mean tracheid length within 1m.m from pith (T. L. (p)) was more valid as an initial tracheid length than the mean tracheid length within first growth ring.

Five sample trees including dominant trees and inferior ones were sampled from the stand mentioned above, and the T.L.(p)s of their branches and stems (br.T.L.(p) and st.T.L.(p) respectively) were measured and examined.

Results obtained could be summerized as follows,

- (1) The br.T.L.(p) was longer in the lower crown and became shorter along the crown upward. This tendency was conspicuous in dominant trees, while the st.T.L.(p) seemed to be approximately constant regardless of height from the ground.
- (2) The varying pattern of the ratio of br.T.L.(p) to st.T.L.(p) (B/S ratio) along the crown upward resembled that of br.T.L.(p) on each tested tree.
- (3) Positive correlations were recognized between branch diameter and br.T.L.(p) at the branch base in the upper crowns of tested trees.

\* 本報告の要旨は第 27 回日本木材学会大会 (京都) において発表した。

\*\* 木材理学研究室 Laboratory of Wood Physics

**要 旨** スギ9年生一斉林から採取した64本の枝基部において、第一年輪内の平均仮道管長と、髓から1mm以内の木部の平均仮道管長とを測定、検討した結果、髓から、1mm以内の平均仮道管長(T.L.(p)と略記)が、イニシャル仮道管長として有用であることが明らかとなった。更に、同林分から、優勢木、劣勢木を含めて、5本の供試木を採り、その枝の基部および幹のT.L.(p)(それぞれbr.T.L.(p)およびst.T.L.(p)と略記)を測定、検討の結果、つぎのごとき結論を得た。

- (1) br.T.L.(p)は低い地上高で長く、高い地上高では短くなる傾向があるが、とくに優勢木において、この傾向が顕著である。これにたいし、st.T.L.(p)は地上高に関係なく、略々一定と考えられる。
- (2) br.T.L.(p)とst.T.L.(p)の比(B/S比と略記)は地上高との関連でbr.T.L.(p)の変動パターンと類似する。
- (3) 枝基部直径とbr.T.L.(p)との間に、正の相関関係が樹冠上部の枝について認められた。

## はじめに

前報<sup>(1)</sup>で、枝の基部における第一年輪の平均仮道管長と、その枝の着生部の幹の第一年輪の平均仮道管長とは近似した値を示す、したがって、枝の第一年輪の平均仮道管長は、枝による幹の材質推定の1つの足がかりとなりうること、しかし、同時に、その年輪巾と有意な正の相関関係にあることが指摘された。すなわち、第一年輪の平均仮道管長は材質指標の1つとしてとりあげるには、年輪巾による影響があることが難点であって、年輪巾の影響を除いた、しかも、イニシャル仮道管長として、第一年輪仮道管長と同じように取扱いうる新しい平均仮道管長を考える必要がある。

以上の考えのもとに、第一年輪の平均仮道管長に代る新しい平均仮道管長に関する調査研究の結果をはじめに報告し、ここで新しく定義された平均仮道管長が、枝および幹において、どのような変動をし、相互にどのような対応関係にあるのか、また、これが材質指標として有効に利用されるためには、どのような検討が必要であるかを調査、検討した結果を、つぎに報告することとする。

## I. 接髓部仮道管長(仮称)

### I-1. 材料および実験方法

#### I-1.1 供試枝

前報<sup>(2)</sup>に用いた供試木を採取した林分、すなわち、愛媛大学農学部付属演習林1林班は小班(スギ9年生一斉林)から、スギ活枝64本を1立木あたり2本宛、長短とりまぜて、枝基部から鋸で切離して採取した。採取位置は、特に決めてないが、採取の容易さから、地上高1mないし2mのものが最も多い。

採取した供試枝は、その基部から長さ2cmのsegmentを切断し、そのsegmentの枝先側木口面を鋭利な刃物で切削して、年輪巾測定を容易にした。

#### I-1.2 第一年輪巾測定、解離用splinter採取、および仮道管長測定

接眼マイクロメーターを装備した双眼実体顕微鏡を用いて、髓から第一年輪の年輪界までの距離を測定し、これを第一年輪巾とした。測定精度は $\frac{1}{10}$ mmとした。

このようにして、64本のsegmentについて、その枝先側木口面における第一年輪の巾を集計、整理すると以下のようになった。

最大値2.0mm、最小値0.2mm、平均第一年輪巾0.825mm、標準偏差0.465mm

イニシャル仮道管長として、第一年輪平均仮道管長をとるかわりに、他の平均仮道管長をとる場合、第一年輪の巾の影響を除くためには、髓から一定長の範囲を試料とする方法が先ず考えられる。これは、第一年輪の平均仮道管長が、年輪巾に影響されるのは、広い年輪巾では、狭い年輪巾にくらべ、より伸長した仮道管を含むためと考えられるからである。また、同時に、髓に接して解離用splinterを採取することは、量的には少いとはいえ、一次木部も混入することとなり、また、葉跡等の混入による影響も考えられ、ばらつきを大きくする不利は免れない。

しかし、イニシャル仮道管長としての性格を重くみて、この研究では、髓に接して解離用 splinter を採取することとした。また、一定長の範囲は、(1)なるべく上記の第一年輪巾の平均値に近いこと、(2)解離用 splinter の採取の容易さを考えてキリのよい数値であること、を勘案して、1mm とした。また、一林分の多数の樹から、任意に採取した枝についても、第一年輪巾と第一年輪平均仮道管長との間に有意な相関関係があるのかどうかを確認するために、髓から第一年輪迄の splinter も同時に用意することとした。

以上の方針で、採取した全供試木の基部 segment から解離用 splinter を採取する手順は以下の通りである。

- (1) 供試 segment の compression 側と opposite 側の中間、いわゆる side wood の部分から、髓を含む厚さ約 1mm の薄片を割裂によって採取する。つまり、薄片は segment の長さをもち、厚さ約 1mm の小柁目板となる。
- (2) この薄片の木口面に、接眼マイクロメーターをつけた実体顕微鏡下で、髓から 1mm のところにマークをつける。
- (3) このマークに従って、薄片から splinter を切り離す。このとき、髓から 1mm 以内に第一年輪界が入るときは、第一年輪界で先ず splinter を切り離し、つぎに 1mm のマークに従って 2 番目の splinter を切りはなす。つまり、splinter の数は 2 になる。同様に、髓から 1mm 以内に第一年輪界が入らないときは、1mm マークから更に第一年輪界までの splinter を採取する。また、髓から第一年輪界までの距離が  $1 \pm 0.1$ mm のときは、splinter の数は 1 つだけとした。

以上の方法で採取した各 splinter は、前報<sup>(1)</sup>と同じ方法で仮道管長測定を行なった。

## I-2 実験結果

### I-2.1 第一年輪巾と第一年輪平均仮道管長の関係

前項でのべたように、第一年輪界までの splinter を各 segment で用意したので、第一年輪巾とその平均仮道管長との間の相関関係を検討した。その結果、

試料数 63, 相関係数  $r=0.591$ , (1%の危険率で有意)を得た。

前報<sup>(1)</sup>の場合は単木の 3 本の枝について、枝軸方向での両者の相関をみたのであるが、この場合は、32 の個体から任意にとった、枝基部での試料であるので、更に普遍性があるものと考えられる。

### I-2.2 髓から 1mm の範囲の平均仮道管長と第一年輪巾との相関関係

前項との対比の意味で、髓から 1mm の範囲の平均仮道管長と第一年輪巾との間の相関係数を計算した。髓から 1mm の範囲の仮道管長は、1mm 以内に第一年輪界があるときには 2 つの splinter のデータを合併して平均し、髓から第一年輪界までが 1mm か、あるいは、それ以上のときは、1mm までの splinter のデータをそのまま使った。その結果、

試料数 54, 相関係数  $r=0.187$  (無意)

で、髓から 1mm の範囲の平均仮道管長は、少くとも第一年輪巾には影響されないことが明らかとなった。

したがって、今後、第一年輪平均仮道管長に代るものとして、髓から 1mm の範囲の平均仮道管長を採用することとし、仮に接髓部仮道管長と名づけ、略記号として、T. L. (p) とする。また、枝のそれと、幹のそれとを区別するため、それぞれ、br, st, を附して、br. T. L. (p), st. T. L. (p) と略記することとする。

## II. 枝および幹における接髓部仮道管長、およびその相互関係

### II-1. 材料および実験方法

#### II-1.1 供試木および供試枝

前報<sup>(2)</sup>に用いた供試木 5 本を使用した。すなわち、胸高直径最大のもの (D. B. H. = 10.4 cm) を 1 号木とし、最小径のもの (D. B. H. = 4.5 cm) を 5 号木とし、その間に D. B. H. で約 1.5 cm の較差をもつように 3 本の供試木を選んでいる。(第 1 表参照)

また、前報<sup>(2)</sup>の枝年輪数測定に用いた枝基部の segment をそのまま br. T. L. (p) の測定に用いた。また、各供試枝の着生部の幹も年輪数測定のため円盤として保存していたので、この円盤から st. T. L. (p) 測定用の splinter を採取した。splinter 採取要領は前述の通りである。

### II-1.2 仮道管長測定

前報<sup>(1)</sup>と同じ方法で平均仮道管長を求めた。

## II-2. 実験結果および考察

### II-2.1 地上高との関連における br. T. L. (p) と st. T. L. (p)

以上の方法で得た br. T. L. (p) と st. T. L. (p) とを各供試木について、地上高との関連でプロットしたものを第1図 a~e に示す。また、その平均値等は第1表に掲げた。br. T. L. (p) および st. T. L. (p) とともに、かなりばらつきが

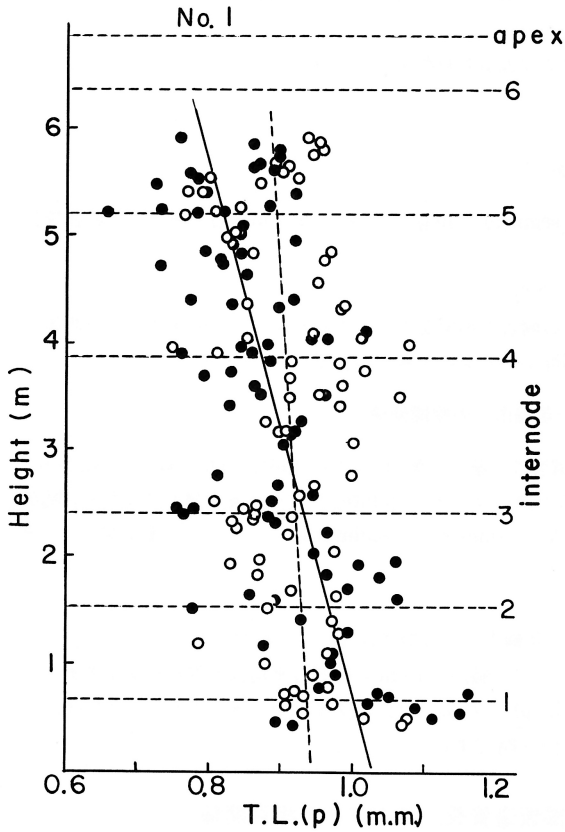


Fig. 1a Relationship between T. L. (p) and stem height of Tree No. 1.

Remarks ; ● : br. T. L. (p) ○ : st. T. L. (p)  
 — : Regression line for br. T. L. (p)  
 - - - : Regression line for st. T. L. (p)

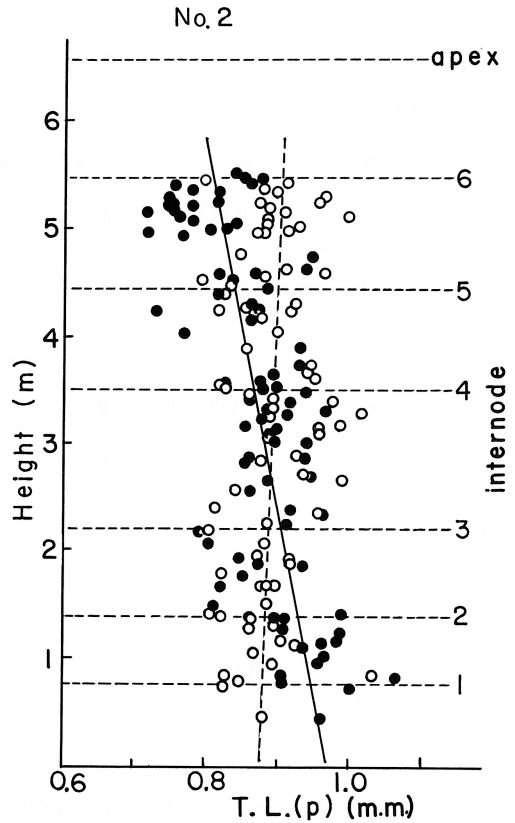


Fig. 1b Relationship between T. L. (p) and stem height of Tree No. 2.

Refer to the remarks of Fig. 1a.

大きい、1号木から3号木までは、br. T. L. (p) は、低い地上高で長く、地上高を増すに従い短くなる様子が見られる。これに対し、st. T. L. (p) は、各供試木ともに、地上高による影響は少なく、略々一定の範囲に分布するようにおもわれる。この傾向を簡潔にあらわすために、回帰直線で代表させると、図中に挿入した実線および破線

Table 1. Means of br. T. L. (p), st. T. L. (p) and B/S ratio

Tree No.	(m)	(cm)	br. T. L. (p) (m. m)		st. T. L. (p) (m. m)		B/S ratio	
	Tree height	D. B. H.	mean	S. D.	mean	S. D.	mean	S. D.
1	6.85	10.4	0.898	0.104	0.907	0.073	0.998	0.125
2	6.57	9.0	0.871	0.072	0.894	0.053	0.979	0.106
3	6.18	7.5	0.822	0.079	0.867	0.061	0.955	0.112
4	5.05	6.0	0.761	0.056	0.850	0.053	0.906	0.089
5	5.03	4.5	0.830	0.048	0.897	0.063	0.928	0.077

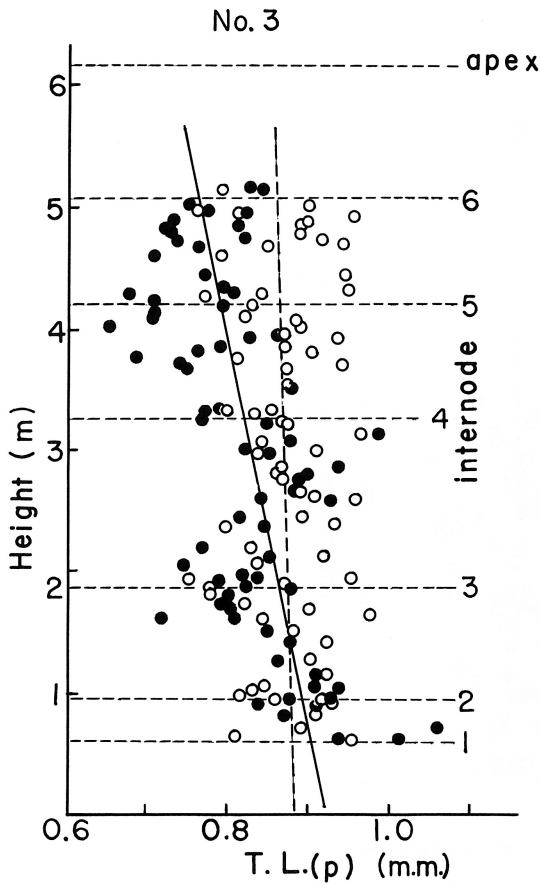


Fig. 1c Relationship between T. L. (p) and stem height of Tree No. 3. Refer to the remarks of Fig. 1a.

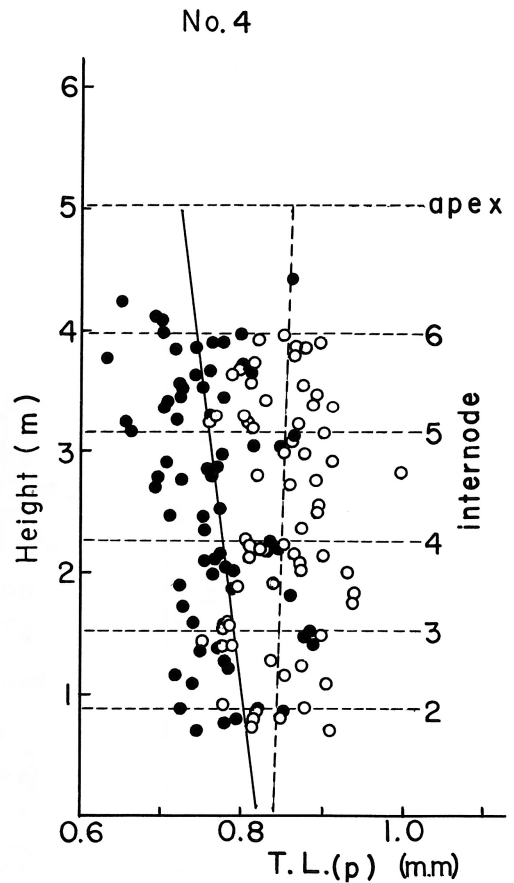


Fig. 1d Relationship between T. L. (p) and stem height of Tree No. 4. Refer to the remarks of Fig. 1a.

のようになる。因に、各供試木について、地上高と br. T. L. (p) および st. T. L. (p) との間の相関係数を掲げておく。

地上高対 br. T. L. (p) 相関係数 (r)

1号木 :  $r = -0.640^{**}$     2号木 :  $r = -0.643^{**}$

3号木 :  $r = -0.588^{**}$     4号木 :  $r = -0.441^{**}$

5号木 :  $r = -0.222^{N.S.}$

地上高対 st. T. L. (p) 相関係数 (r)

1号木 :  $r = -0.267^*$     2号木 :  $r = 0.126^{N.S.}$

3号木 :  $r = -0.116^{N.S.}$     4号木 :  $r = 0.075^{N.S.}$

5号木 :  $r = -0.090^{N.S.}$

但し、\*\* ; 1%の危険率で有意 \* ; 5%の危険率で有意, N.S. ; 無意。

## II-2.2 地上高との関連における br. T. L. (p) と st. T. L. (p) の比

前報<sup>(1)</sup>において、枝の第一年輪の平均仮道管長とその枝の着生部における幹のそれとは近似した値を示すと指摘しておいたが、br. T. L. (p) と st. T. L. (p) との間にも同様の、あるいは、更に密接な関係が存在することが予想され、このことは、枝による幹の仮道管長推定のうえで有効であろうと考えられるので、先ず、各供試木について、br. T. L. (p) とそれに対応する st. T. L. (p) の比をとり、(この比を B/S 比と呼称する) 検討することとする。

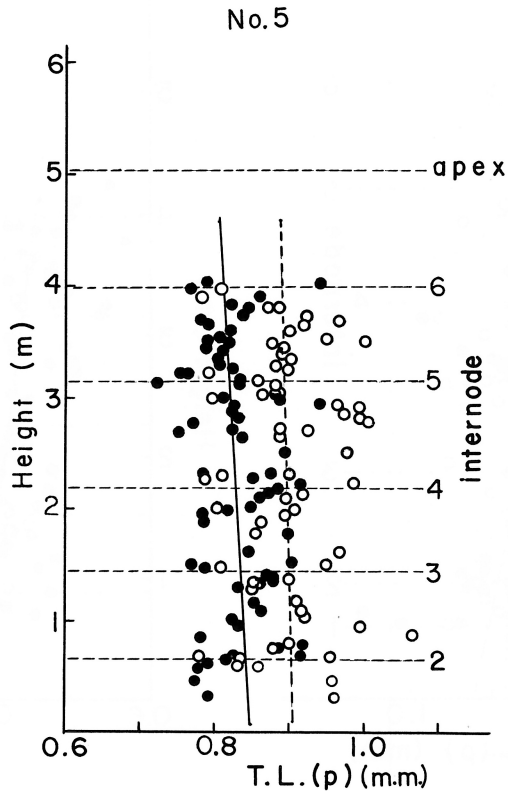


Fig. 1e Relationship between T. L. (p) and stem height of Tree No. 5. Refer to the remarks of Fig. 1a.

先ず、地上高によって B/S 比はいかなる変動を示すかを第 2 図 a~e に示す。また、その平均値等を第 1 表に示す。  
 第 2 図および第 1 表を検討すると、B/S 比は単純な平均値においては、各供試木について、0.998~0.928 の間にあり、胸高直径の大きい 1 号木を最大とし、順に通減する傾向が見られるが (4 号木は例外だが)、地上高との関連で B/S 比の変動をみると、1 号木、2 号木、および 3 号木では幹の下部 (概ね地上高 2m まで) で B/S 比は 1 より大で、幹の上部では 1 より小となる傾向が認められる。4 号木、および 5 号木では地上高による B/S 比の変動は少なく、幹の下部でも B/S 比が 1 より小なもの極めて多い。このことは、B/S 比の地上高による変動パターンが br. T. L. (p) のそれと近似することを示すが、st. T. L. (p) が幹軸を通じて略々一定と考えられることから当然の結果であろう。

### II-2.3 B/S 比に関する考察

以上みてきたように、B/S 比は、その平均値においても、また、地上高との関連での変動においても、各供試木の間で若干差違があり、とくに、前項で指摘したように、胸高直径の大きさの順に B/S 比の通減が見られること (4 号木が例外だが)、また、br. T. L. (p) は幹の下部で長く、地上高を増すに従い短くなる傾向があるのに対し、st. T. L. (p) は地上高に殆ど影響されず、幹軸を通じて略々一定と考えられることを併せて考えると、br. T. L. (p) が幹の径に、換言すれば、幹の髄からの距離に影響されているのではないかと考えられる。何故なら、br. T. L. (p) は、枝基部の segment で測定されたものであるが、各 segment は幹の髄からの距離を異にするからである。

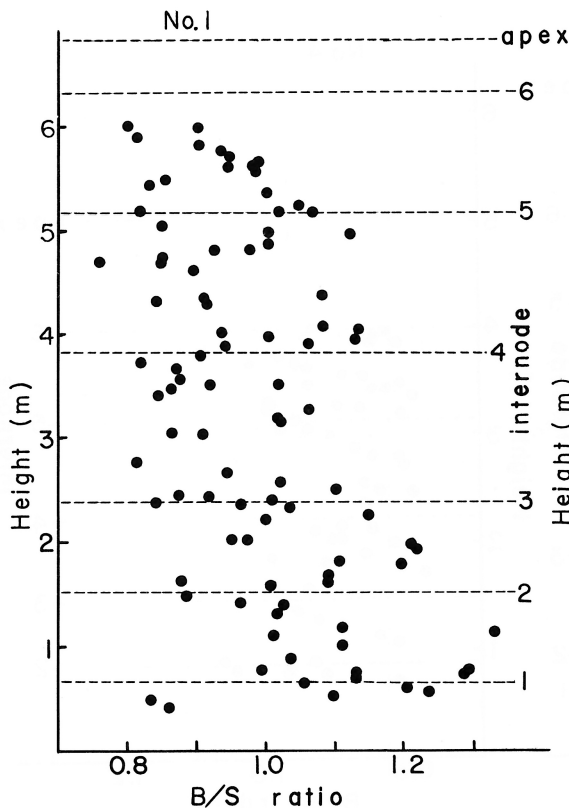


Fig. 2a Relationship between B/S ratio and stem height of Tree No. 1.

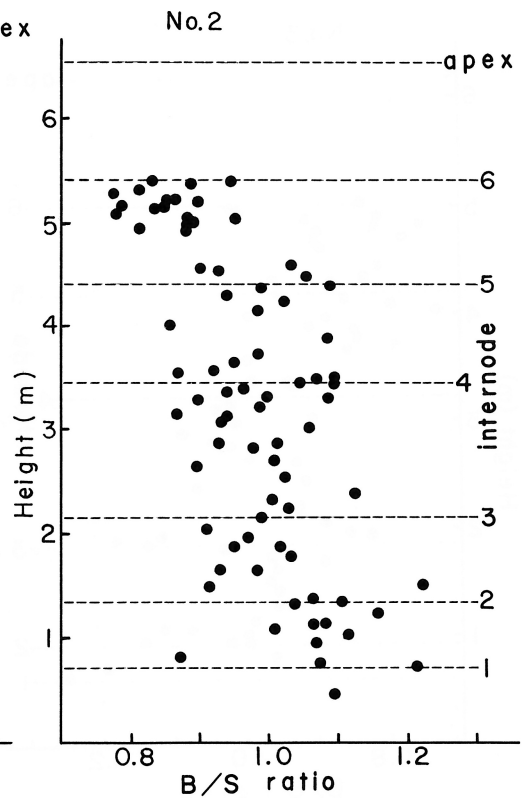


Fig. 2b Relationship between B/S ratio and stem height of Tree No. 2.

前報<sup>(1)</sup>で単木からとった3本の枝について、枝軸方向の第一年輪の平均仮道管長の変動をみたところ、変動巾は比較的小さく、傾向としては、枝基部で長く、枝先で少しく短くなることが認められた。この場合、第一年輪の平均仮道管長であるので、br. T. L. (p)と多少異なるが、基本的パターンはbr. T. L. (p)でも同様であろうとおもわれる。

このことと、br. T. L. (p)が上にのべた幹の髄からの距離により影響されるのではないかという疑問とをつき合わせて考えると、br. T. L. (p)は、枝の発生当初においては短く、枝軸に沿うてある範囲内では伸長し、しかるのち、略々一定長に落ちつくというパターンを示すのではないかという推論が成り立つ。したがって、今後更に、幹内の節の部分を含めて枝軸方向のbr. T. L. (p)の変動パターンの解明が要望される。

#### II-2.4 枝の生育の良否が br. T. L. (p) に及ぼす影響

br. T. L. (p)をst. T. L. (p)推定の手がかりとして用いるためには、br. T. L. (p)に影響するであろう因子について更に検討する必要がある。ここでまず、そのような因子として、枝の生長の良否を考えてみる。

枝の生長の良否は、枝の長さ、あるいは、枝の着生部での直径、ここでは基径とよぶことにする、におきかえることが考えられる。

この場合、枝の基径と枝長の間には高い相関関係が認められたので(5本の供試木について $r=0.766\sim 0.933$ の値を得た)、枝基径、枝長いずれをとってもよいが、測定の容易さから、枝基径をとりあげるのが適当と考えられた。また、枝基径でも、枝長でも、その値は、枝発生から現在までの生長状態の消長の集積と考えられ、生長の低下す

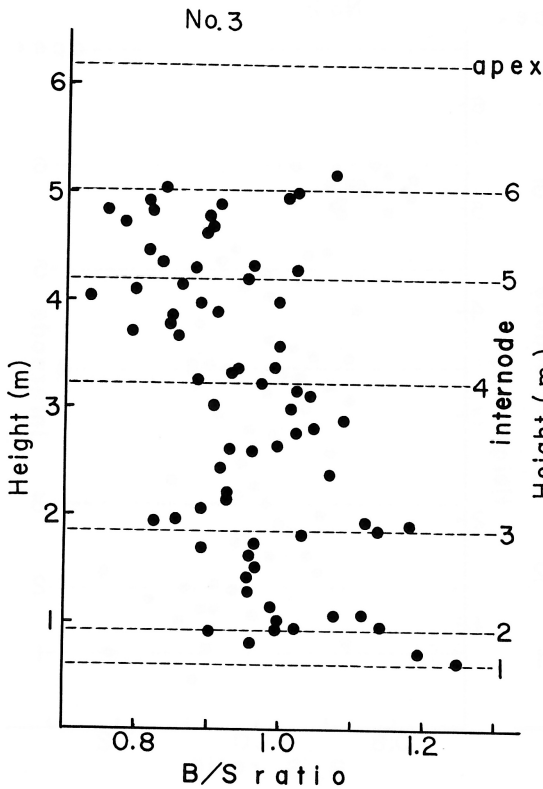


Fig. 2c Relationship between B/S ratio and stem height of Tree No. 3.

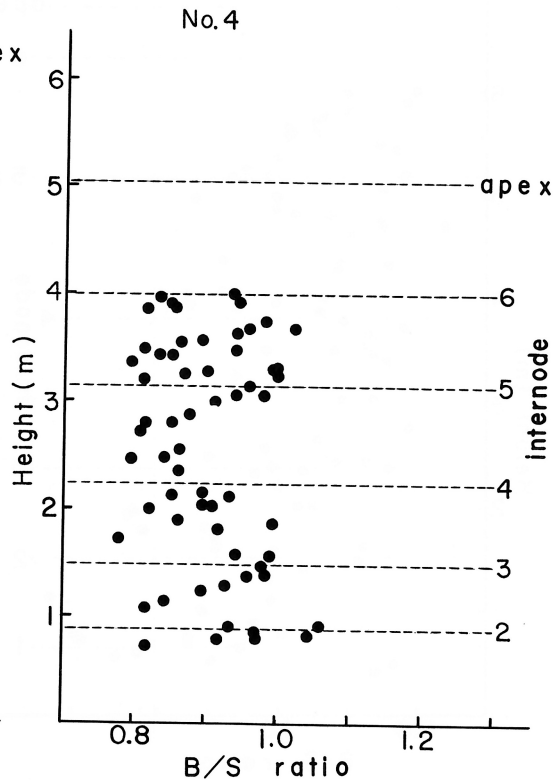


Fig. 2d Relationship between B/S ratio and stem height of Tree No. 4.



Table 2. Correlation coefficients between branch diameter and br. T. L. (p)

Stem Internode \ Tree No.	1	2	3	4	5
1st	0.291 <sup>N.S.</sup> (n=6)	0.034 <sup>N.S.</sup> (n=14)	0.699 <sup>N.S.</sup> (n=6)	0.293 <sup>N.S.</sup> (n=5)	0.626 <sup>N.S.</sup> (n=6)
2nd	0.666 <sup>**</sup> (n=13)				
3rd	0.453 <sup>N.S.</sup> (n=16)	0.484 <sup>N.S.</sup> (n=11)	0.264 <sup>N.S.</sup> (n=15)	0.450 <sup>N.S.</sup> (n=10)	0.741 <sup>**</sup> (n=13)
4th	0.400 <sup>N.S.</sup> (n=19)	0.276 <sup>N.S.</sup> (n=22)	0.658 <sup>**</sup> (n=21)	0.376 <sup>N.S.</sup> (n=15)	0.165 <sup>N.S.</sup> (n=13)
5th	0.671 <sup>**</sup> (n=23)	0.581 <sup>*</sup> (n=14)	0.299 <sup>N.S.</sup> (n=16)	0.686 <sup>**</sup> (n=16)	0.481 <sup>*</sup> (n=18)
6th	0.630 <sup>**</sup> (n=17)	0.629 <sup>**</sup> (n=26)	0.150 <sup>N.S.</sup> (n=18)	0.653 <sup>**</sup> (n=27)	0.587 <sup>**</sup> (n=21)

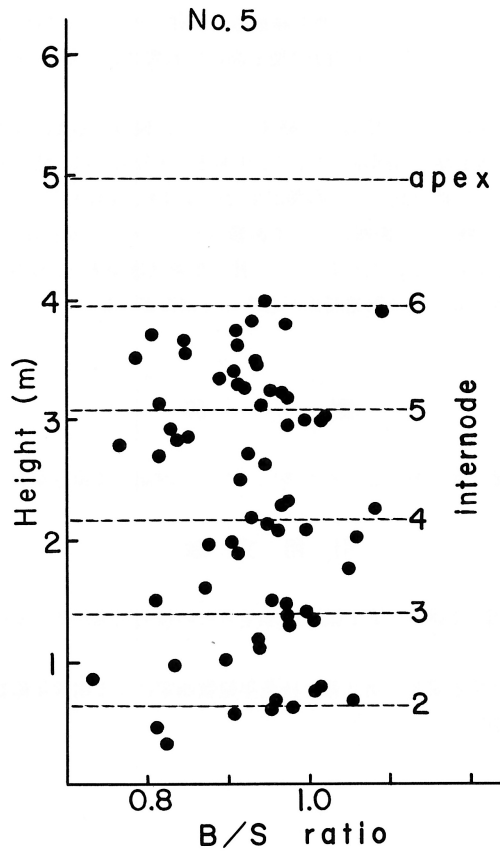


Fig. 2e Relationship between B/S ratio and stem height of Tree No. 5.

る樹冠下部の枝と樹冠上部の枝とを一括して比較するのは不適當で、枝発生年を統一して、つまり、幹の internode 毎に比較するのが適當と考えられる。

このような考えのもとに、枝基径と br. T. L. (p) の間の相関関係を求めたのが第 2 表である。

この表をみると、樹冠の下方、第 4 internode までは、2, 3 の例外を除いて、殆ど、両者の間の相関関係は認められないが、第 5, 第 6 internode になると、逆に 2, 3 の例外を除いて、殆ど有意の値を得ていることが判る。このことは、樹冠下部の枝では、枝の発生以来の経過年数が長く、その間の生育状態の消長の結果、両者の間の相関が不明瞭となり、樹冠上部の枝では、枝発生後の経過年数は短かいので、両者の間の相関が明らかになっていることを示すものと考えることができる。しかし、いくつかの例外が認められること、とくに、3 号木においては上部 internode でも、有意な相関が得られていないことを併せ考えると、断定的な結論は避けるべきで、更に、調査検討を要すものと考えられる。

### III. 結 論

- (1) 幹の仮道管長を、枝のそれによって推定する場合の指標として、第 1 年輪の平均仮道管長をとることは、それが第 1 年輪の巾により影響される点で不適當である。それにかわって、髓から 1mm の範囲の木部からの平均仮道管長をとる方がより合理的であると考えられた。この新しく定義された平均仮道管長を接髓部仮道管長と仮に呼ぶこととした。(T. L. (p) と略し、幹および枝のそれは夫々 st. br. を附す)
- (2) スギの 9 年生一斉林から採取した、優勢木から劣勢木を含む、5 本の供試木について、枝基部の br. T. L. (p) および対応する st. T. L. (p) を、殆ど全部の枝について測定し、次の結果を得た。
  - i) br. T. L. (p) は低い地上高において長く、地上高を増すに従い短くなる傾向がある。とくに優勢木にこの傾向が顕著である。これに対して、st. T. L. (p) は地上高には影響されず略、一定の範囲にあることが、各供試木について、認められた。
  - ii) br. T. L. (p) と st. T. L. (p) の比、(B/S 比と略す) をとり、検討の結果、B/S 比は、その平均値は 0.998 ~ 0.928 の間にあったが、地上高との関連でみると、1 号木~3 号木では、低い地上高で大きく、地上高を増すに従い低下する傾向を示し、地上高による影響が少ない 4 号木、5 号木とよい対照を示した。このことは、枝基部の br. T. L. (p) が幹の髓からの距離によって影響されていることを推測させた。
  - iii) br. T. L. (p) に影響すると考えられる因子として、枝の生育状態を考え、枝基径と br. T. L. (p) の間の相関関係を検討した結果、両者の間に正の相関関係があることは否定し難い。しかし、更に検討の要があるとおもわれた。

### 謝 辞

多量の仮道管長測定には門屋斐子氏に負うところが多い。ここに附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) 藤崎謙次郎：スギ枝条件に関する研究（第 2 報）枝条年輪数測定による樹幹年輪数の推定について。  
愛媛大演報 13: 139~145, 1976

(1977 年 8 月 31 日受理)