

林木育種にむけての材質指標因子としてのスギ仮道管長

小田, 一幸
九州大学農学部木材理学講座

犬塚, 良
九州大学農学部木材理学講座

堤, 壽一
九州大学農学部木材理学講座

<https://doi.org/10.15017/23430>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 47 (1/2), pp.51-55, 1993-01. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

林木育種にむけての材質指標因子としてのスギ仮道管長

小田 一幸・犬塚 良・堤 壽一

九州大学農学部木材理学講座

(1992年7月30日 受理)

Tracheid Length of Sugi(*Cryptomeria japonica*) as an Index of Wood Quality for Forest Tree Breeding

Kazuyuki ODA, Ryo INUZUKA and Juichi TSUTSUMI

Laboratory of Wood Science, Faculty of Agriculture,

Kyushu University 46-08, Fukuoka 812

緒 言

材木育種は、林地生産性の増加、材質の向上、耐寒・耐虫などの各種抵抗性の増強などを目標に実施されるが、草本植物とは異なり樹木を対象としているため、検定結果を得るまでに長期間を要している。このため、材木育種の実務場面では、早期検定が要求され、初期成長の段階で将来の性質を精度良く判定する手法の確立が急がれている。

ところで、木材への物理的・力学的刺激の応答は、単位体積当りの細胞壁実質量と細胞壁の質とに大きく左右される。そして、モデル的に、比重ないしは密度が細胞壁実質量の指標であり、マイクロフィブリル傾角は細胞壁の質を表す指標であろう。したがって、マイクロフィブリル傾角は材質指標因子の1つと考えられているが、比重や密度の測定にくらべると、マイクロフィブリル傾角の測定は比較的煩雑である(佐伯ら, 1989)。そこで針葉樹材では、マイクロフィブリル傾角の代わりに、マイクロフィブリル傾角との間に極めて密接な相関関係が認められる仮道管長(太田, 1972)が測定される場合が多い(堤・小田, 1989; 小田ら, 1990)。

さて、木材の基本性質である繊維長(針葉樹では仮道管長)は、同一樹種でも遺伝性によって異なることが知られている(Zobel, 1961; Yanchukら, 1984; 小田ら, 1988; 安久津ら, 1990)。そこで、上のような背景を踏まえて、この研究では、仮道管長が林木育種の指標に採用されることを想定し、幼齢木の仮道管長から成木に達したときの仮道管長を精度良く予測できるか否かを検討した。すなわち、スギを対象に11品種を用いて、未成熟材と成熟材との間の仮道管長の相関関

係を樹幹胸高部位で調べた。

この研究を遂行するにあたり、九州大学粕屋地方演習林の六演習林共同スギ品種試験地から試料の提供を受けた。この試験地の設定と管理を担当されている方々、ならびに粕屋地方演習林に厚く謝意を表する。

材 料 と 方 法

1. 試験木

1990年の夏から秋にかけて、九州大学粕屋地方演習林に設置されている六演習林共同スギ品種試験地(第III, 第IV試験地: 1970年3月設定)で間伐が行われた。11品種の間伐木の中から、ふつうに成長している個体を1品種につき3~5本ずつ選び、合計36本を試験木とした。なお、試験木の品種は、アオシマアラカワ、アヤスギ、ヒノデ、イワオ、キジン、クモトオシ、メアサ、オビアカ、ウラセバル、ヤイチ、ヤブクグリである。このうち、アヤスギとメアサは晩生品種、ヤブクグリは中生品種、オビアカは中生~早生品種、残りの7品種は早生品種とされている(木梨ら, 1973; 宮島, 1989)。また、ヒノデとウラセバルは三倍体品種である(佐々木, 1977)。

2. 仮道管長の測定

試験木の樹幹胸高部位から厚さ20cmの円板を採取し、研究室に持ち帰った。これらの円板から、さらに、幹軸方向に厚さ2cm、髓から最外年輪を含み接線方向に幅2mmの板状試料を、1個ずつ切り出した。そして、それぞれの試料について、髓から1年輪ごとに最外年輪まで、晩材部の仮道管長を50本ずつ設定し、個々の年輪の平均値を求めた。

結果と考察

1. 髄からの年輪数と仮道管長との関係

未成熟材から成熟材への移行時期を明らかにするため、品種ごとに、髄からの年輪数と仮道管長との関係を検討した。この結果を、晩生品種のアヤスギ、早生品種のキジンとクモトオシ、そして早生・三倍体品種のヒノデについて Fig.1 に示している。すなわち、仮道管長は品種によって異なるが、4 品種とも、髄付近で短く、髄からの年輪数が増加するにつれて長くなり、15 年輪目あたりからほぼ安定する傾向がみられた。このような傾向はすべての品種に認められ、早生品種と晩生品種との間、および二倍体品種と三倍体品種との間で、仮道管長がほぼ安定する時期に大差がみられなかった。したがって、各品種とも樹幹胸高部位横断面内では、髄からの年輪数が 15 年輪目以降を成熟材とみなして差しつかえないであろう。

2. 未成熟材と成熟材との間の仮道管長の関係

スギの仮道管長は多くの研究者によって測定され、成熟材に達してからも仮道管の長さは伸び続けることがわかっている (渡辺ら, 1963; 藤原, 1982)。一方、

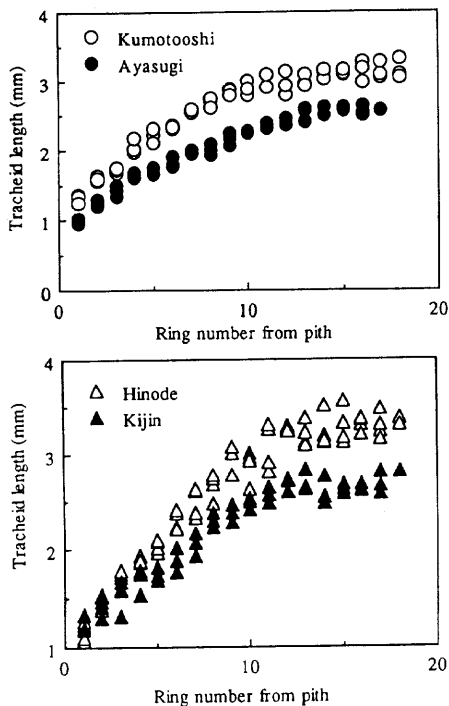


Fig.1. Examples of relationship between ring number from the pith and tracheid length of latewood in sugi cultivars.

この研究で用いた試験木の最外年輪は 16~18 年輪と個体によって異なり、各試験木に共通の最外年輪は 16 年輪であった。また、上の実験結果から、いずれの品種でも髄から 15 年輪目以降を成熟材と考えることができた。そこで、未成熟材と成熟材との間の仮道管長の関係を検討するにあたり、この研究では、髄から 16 番目の年輪の仮道管長を成熟材仮道管長の代表値とみなすことにした。

未成熟材の各年輪ごとに、その年輪の仮道管長と 16 年輪目の仮道管長との関係を全試験木一括してプロットし、両者の間に回帰直線をあてはめ、決定係数 (あるいは相関係数) を求めた。このようにして求めた各年輪ごとの決定係数の樹幹放射方向の推移を Fig.2 に示している。すなわち、決定係数は髄近くの年輪では小さいが、年輪数が増加するにもなって 8 年輪目付近までは急激に増大し、それ以降ではゆるやかに増加した。

ここで興味深いことは、髄から 1 年輪目と 16 年輪目の仮道管長の間、相関係数は低い (0.49) もの、すでに 1% レベルで有意な相関関係が認められることである。そして、典型的な未成熟材である 3 年輪目で 0.62, 5 年輪目で 0.72, 7 年輪目で 0.85 と、それぞれ 16 年輪目の仮道管長との間に高い相関係数を示している。

ところで、選抜育種などの実務場面では、指標の具体的な値よりも個体間での順位が重要視される場合が多い。そこで、各年輪ごとに、すべての試験木について、仮道管長が長いものから短いものへ順に番号をつけ、その年輪での順位と 16 年輪目での順位との間に回帰直線をあてはめ、決定係数を求めた。各年輪ごとに求めた 16 年輪目との間の決定係数の樹幹放射方向の

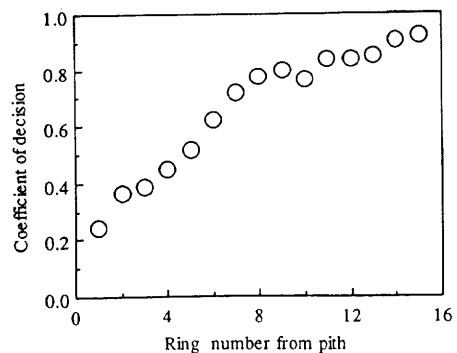


Fig.2. Coefficient of decision between tracheid length of a given ring and of the 16th ring from the pith.

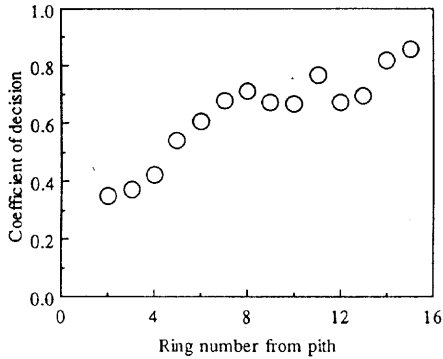


Fig. 3. Coefficient of decision between ranking of tracheid length in a given ring and in the 16th ring in the whole trees examined. Ranking was decided in order to length in each ring.

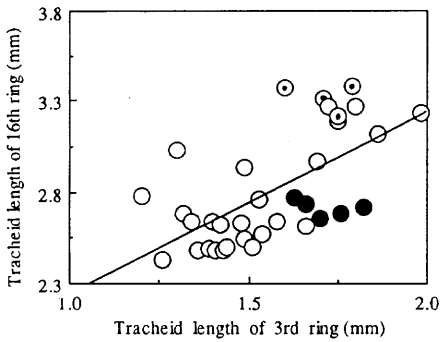


Fig. 4. Relationship between tracheid length of the 3rd ring and of the 16th ring.
● : Obiaka ; ⊙ : Hinode.

推移を Fig. 3 に示している。

すなわち、順位相関から得られた決定係数の樹幹放射方向の推移は、Fig. 2 と同様な傾向を示していて、決定係数は髓付近では小さいものの、2年輪目と16年輪目の順位の間、すでに1%レベルで有意な相関関係(相関係数 0.59)が観察された。なお、一部の試験木で1年輪目の仮道管長を測定できなかったために、1年輪目と16年輪目との間の順位の決定係数は Fig. 3 に示されていない。

以上のように、仮道管長の実測値と順位の2つの面から、未成熟材と成熟材との間の仮道管長の間を検討したとき、どちらの方法でも、両者間に密接な関係があることが明らかになった。このことは、幼齢木の仮道管長から成木の仮道管長を精度良く予測できることを示唆しているのかもしれない。そこで、次に、品種の違いに注目しながら、Fig. 2 と Fig. 3 の結果についてさらに詳しく検討した。

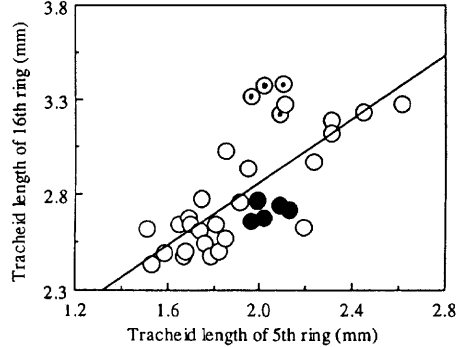


Fig. 5. Relationship between tracheid length of the 5th ring and of the 16th ring.
● : Obiaka ; ⊙ : Hinode.

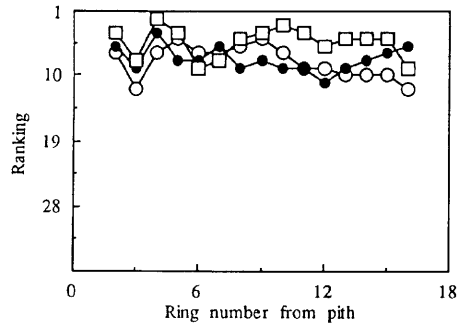


Fig. 6. Variation of ranking of tracheid length with ring number from the pith for cv. kumotooshi.

Fig. 4 に3年輪目と16年輪目との間の仮道管長の関係を、Fig. 5 に5年輪目と16年輪目との間の仮道管長の関係を示している。すなわち、髓近くの年輪の仮道管長と成熟材の仮道管長との関係を品種別にみると、髓近くではヒノデとオビアカの仮道管長はほぼ同じ長さであるが、成熟材の仮道管長はヒノデでは回帰直線から上方へはずれ、オビアカでは下方へずれている。

一方、樹幹放射方向における各試験木の仮道管長の順位の推移を品種ごとに検討したとき、Fig. 6 にクモトオシの例を示すように、ほとんどの品種では髓からの年輪数の増加にともなって、順位は大きく変化せずほぼ横ばいであった。しかし、Fig. 4 と Fig. 5 から推測できるように、オビアカでは、髓近くの年輪の仮道管長の順位は比較的高いが、年輪数の増加につれてその順位は徐々に低下する傾向がみられ (Fig. 7), また逆に、ヒノデでは、年輪数の増加にともなってその順位が上がる傾向を認めた (Fig. 8)。

つまり、年輪数の増加につれて仮道管が長くなると

きの伸長率に、品種による特徴(品種特性)がみられる。このような遺伝的な特徴を考慮するとき、統計学的には高い相関関係が存在するとはいえ、髓近くの年輪から成熟材の仮道管長を予測するには不都合がありそうである。

しかし、髓からの年輪数が増加し、8年輪目では、

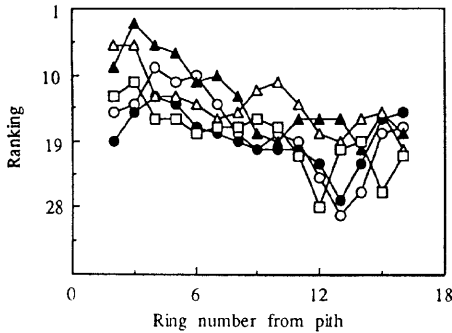


Fig. 7. Variation of ranking of tracheid length with ring number from the pith for cv. obiaka.

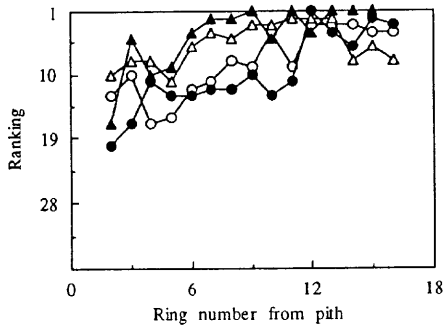


Fig. 8. Variation of ranking of tracheid length with ring number from the pith for cv. hinode.

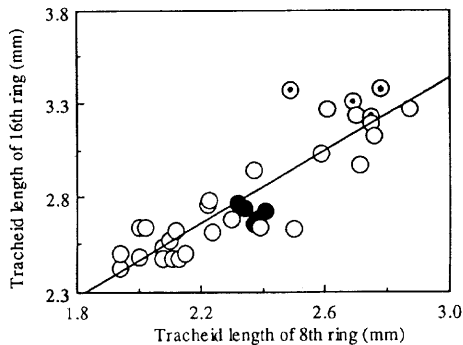


Fig. 9. Relationship between tracheid length of the 8th ring and of the 16th ring.

● : Obiaka ; ○ : Hinode.

Fig. 9に示すように、16年輪目のとの間の仮道管長の関係を表す回帰直線から大きくはずれる品種が認められなくなっている。加えて、Fig. 7と Fig. 8でも、おおむね8年輪目以降では大きな順位の変化はなさそうである。さらに、Fig. 2と Fig. 3は、7~8年輪目以降の決定係数が高いことを示している。このようにみると、8年輪目以降の年輪であれば、成熟材の仮道管長を精度良く予測することができるといえよう。

なお、改めて述べることもないが、胸高部位で8番目の年輪が形成されるのは、植栽して10年後くらいである。実際に、この研究で用いた試験木では、20年前に設定され、胸高部位での最外年輪が16~18年輪であったことから、胸高部位で8番目の年輪が形成されるまでに10~12年の期間を要している。そこで、早期検定をさらに促進するには、胸高部位よりも下方の根元付近の仮道管長を指標として採用できるか否かの検討が必要であろう。今後、根元付近の未成熟仮道管長と胸高部位の成熟材仮道管長との関係の研究が期待される。

要 約

スギ11品種の胸高部位円板を用いて、未成熟材仮道管長から成熟材仮道管長を予測できるか否かを検討した。この検討に先立ち、未成熟材から成熟材への移行時期を調べたところ、いずれの品種でも、髓から15年輪目以降を成熟材とみなせた。そこで、成熟材仮道管長として髓から16年輪目の仮道管長を採用した。

未成熟材の仮道管長と成熟材の仮道管長との間に、極めて高い相関関係が存在することが明らかになった。しかし、髓近くの年輪では、両者の関係を表す回帰直線から大きくはずれる品種が観察され、年輪数の増加にともなう仮道管の伸長率に、品種間で違いがみられた。このことは、髓付近の年輪から成熟材の仮道管長を予測するとき、重要な留意点と位置づけられねばならないであろう。

なお、髓からの年輪数が増加し、8年輪目以降の年輪では、回帰直線から大きくずれる品種は認められず、成熟材の仮道管長を精度良く予測できるとみなすことができた。

文 献

- 安久津久・佐藤真由美・高橋政治・滝沢忠昭 1990 カラマツ類品種の成長初期の仮道管長推移の比較。林産試験場月報告, 4(1): 12-18
藤原新二 1982 天然生ヤナセスギ材の組織・構造的

- 特性と構造用材としての材質, 九大農博論文
 木梨謙吉 1973 九州産スギ品種の特性に関する実験
 統計学的研究, 九大演報, 47: 21-76
 宮島 寛 1989 九州のスギとヒノキ, 九州大学出版
 会, 福岡
 太田貞明 1972 スギ・ヒノキ樹幹内における未成熟
 材の力学性に関する基礎的研究, 九大演報, 45: 1
 -80
 小田一幸・古賀信也・堤 壽一 1988 材質育種にむ
 けてのスギ品種の年輪構造, 九大演報, 58: 109-
 122
 小田一幸・渡部演一・堤 壽一 1990 構造部材を意
 識したスギ 12 品種の木材性質, 九大演報, 62: 115
 -126
 佐伯 浩・徐 永吉・藤田 稔 1989 スギ幼齡材仮
 道管壁のフィブリル配向とその傾斜角の顕微鏡的
 測定, 木材学会誌, 35(9): 786-792
 佐々木義則 1977 有用樹種の細胞遺伝学的研究
 (V), 研究時報, 3: 9-13
 堤 壽一・小田一幸 1989 構造部材としての適応を
 指向させる木材性質, 材料, 38(430): 740-746
 渡辺治人・堤 壽一・小島敬吾 1963 未成熟材に関
 する研究(第1報)スギ樹幹についての実験, 木
 材学会誌, 9(6): 225-230
 Yanchuk, A.D., B.D. Dancik and M.M. Micko 1984
 Variation and heritability of Wood density and
 fibre length of trembling aspen in Alberta,
 Canada. *Silvae Genetica*, 33(1): 11-16
 Zobel, B. 1961 Inheritance of wood properties in
 conifers, *Silvae Genetica*, 10(3): 65-70

Summary

Eleven sugi cultivars in 20-year-old stands were sampled to quantify the tracheid lengths for juvenile wood and mature wood. Tracheid lengths of latewood were estimated from macerated tissue in every ring at the breast height of three to five trees in each cultivar.

Tracheid lengths of every cultivars were initially short near the pith and increased outwards within about 15 rings from the pith, as shown in Fig.1. The result was that the tracheid length of the 16th ring was regarded as the representative value of tracheid length in mature wood.

There were high correlations between tracheid lengths of juvenile wood and the tracheid length of the 16th ring from the pith, and the decision coefficients for correlations were shown in Fig.2 and Fig.3.

However Figs.4 and 5 show that the plots of rings near the pith for cv. obiaka and cv. hinode deviate from the regression lines, and the tracheid lengths of these rings may be unsuitable for predicting the tracheid length in mature wood.

In the 8th ring from the pith, there was no cultivar deviated markedly from the regression line of the tracheid length of the 16th ring on tracheid length of a given ring in juvenile wood as shown in Fig.9.