

論文

機械等級区分されたスギ一般材中における
仮道管長の変動と未成熟材の分布

古川 郁夫*・石井 利典**

Tracheid-Length Variation and Juvenile-Wood Distribution
within Mechanically Stress-Graded Post-Timbers of
Small Sugi Logs

IKUO FURUKAWA * and Toshinori ISHII **

Summary

In this study, the tracheid-length variation and the distribution of juvenile wood were investigated within mechanically-graded post-woods sawed from small diameter sugi trees grown in Tottori Prefecture.

The results obtained were as follows;

- 1) Fifteen years were required to attain a mature quality of wood.
- 2) The horizontal patterns of tracheid-length differed with the rank of timber-grading. Longer tracheids is existed within post-woods ranked with a higher Young's modulus (MOE).
- 3) A mature tracheid-length was highly correlated with Young's modulus of compressive (E_c) and bending(MOE).
- 4) The percentage of juvenile-wood within the cross area of post-woods was 93.2 % on average.
- 5) A mature tracheid-length was highly correlated with the tracheid-length of individual ring years except for the 1st and 2nd year vicinity of the pith.

I 緒言

戦後の拡大造林によって植栽したスギは、現在6齡級から7齡級に達し、我国の森林資源の大宗を占める。このようなスギ造林木は芯持ち角柱（正角材）が1本とれる程度の大きさであり、なかでも元玉の末口径が14cmから28cmの小径間伐材は、流通段階で「中目材」、「並材」もしくは「一般材」と呼ばれている(4)ことから、本報告においても、これらの林木を「一般材」と称することとした。一般材は材質の不安定な「未成熟材」がその大部分を占めているのが特徴である。未成熟材とは「成熟していない形成層によって形成された木部」と定義されているが、未成熟材と成熟材の区分に関する概念は研究者によって異なる。本研究では塩倉の定義(3)にしたがってこれらを区分した。

*鳥取大学農学部 農林総合科学科 生存環境科学講座
Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

**広島県庁農林水産部
Division of Agriculture, Forestry and Fishery, Hiroshima Prefecture Government Office

一般材のなかでもスギ一般材は、今後住宅用材として積極的に活用する必要がある。それが実現するためには、スギ一般材自体が、現在流通している住宅用材、特に構造用材や羽柄材として流通している大量の外材と性能（品質）的に同等かそれ以上であり、量的にも安定した市場供給力を持ち、しかも価格的にも競合可能であることが必要である。

そこで本研究では、スギ一般材を取り巻くこのような社会的情勢を念頭においたうえで、スギ一般材に関する基礎的な材質特性を明かにすることを目的として、近年普及しつつある機械等級区分（JASのE等級区分）された正角材（I,2）中における仮道管長の水平変動を詳しく調べ、これにより材中での未成熟材の分布を始め、仮道管長と強度的諸性質との関連性について検討した。

II 供試材料と試験方法

1. 供試材料

本研究には、鳥取県産スギ一般材から製材した芯持ち正角材（木口面10.5×10.5cm）を、曲げヤング率を基準として機械等級区分したものを供試材料とした。本研究に用いた供試材料を含む鳥取県産スギ一般材約300本について等級区分したところ、これらはE110から等級外までの範囲にはほぼ正規分布しており、最も多かったのはE70とE50であった(2)。これらの等級区分材のE110より4本、E90より4本、E70から7本、E50から5本、等級外から2本の合計22本の正角材を選び出し、これらの末口部付近（樹高3.5m付近）から仮道管長測定用のディスクを切り出した。

2. 仮道管長の測定と未成熟-成熟材境界の決定

ディスク中の各年輪の晩材部から小片を切り出し、各小片をジェフレー氏液で解繊処理した。各年輪につき晩材仮道管50本の長さを測定した。未成熟材と成熟材の境界は、塩倉の方法（1981）によって決定した。すなわち、前年の仮道管長に対する当年の仮道管長の伸長量の割合（仮道管伸長率）が1%以下となった時点（髄からの年輪数）をその境界とした。

3. 未成熟材率

仮道管伸長率が1%より大きい年輪部を未成熟材部とし、これらの年輪部が角材の木口断面中に占める面積割合を百分率で示したものを未成熟材率とした。

III 結果と考察

1. 仮道管長とE等級区分との関連性

スギ正角材のE等級別に仮道管長の水平変動パターンを図1に示した。各グラフは各等級毎に髄から15年輪までの仮道管長を供試試験本数で平均化したものを示してある。図1からも明らかのように、E70からE110のものは、それより低い等級のものに比べて、髄から15年輪部までのいずれの年輪部においても仮道管は明らかに長く、逆にE50より劣る等級のものは、どの等級のものよりも仮道管が顕著に短かった。このように、未成熟材部であっても、仮道管はヤング率の大きいもの程長く、ヤング率の小さいもの程短かった。

次に、各等級別に塩倉の方法で決定した成熟仮道管長（成熟に達したときの仮道管長）と成熟年数（成熟に達する髄からの年輪数）を表1にまとめて示した。表1にも示されているよう

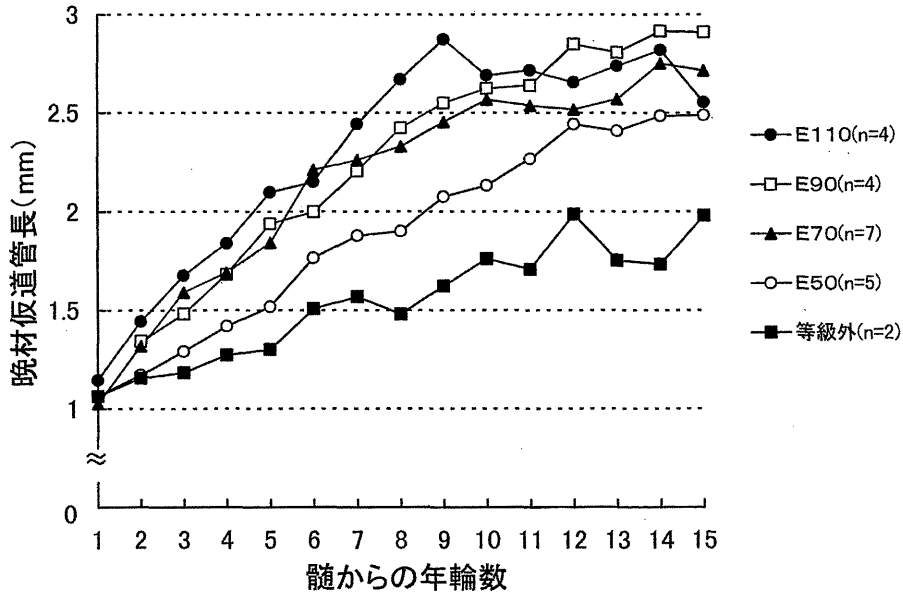


図1 等級毎の晩材仮道管長の樹幹内水平変動

に、E等級の大きいものほど、成熟に達する年齢が大きくなり、それとともに仮道管も長くなった。平均として、本研究に供試したスギの成熟樹齢は15年であり、その時の仮道管長は3.01mmであった。

さらに全供試木22本の各年輪別の仮道管長と成熟仮道管長との間の相関性について調べた結果を表2に示した。成熟仮道管長は髓に近い第1年輪と第2年輪を除けば、各年輪部の仮道管長との間に非常に高い相関が認められた。このことは、成熟材部の性質は未成熟材の形成段階、それもかなり幼齢な段階から規定されていることを示しており、事実E110材のようにヤング率の高い材は材形成の初期から仮道管も長かった。

表1 各等級毎の成熟年輪数及び成熟晩材仮道管長

	成熟年輪数	成熟晩材仮道管長(mm)
E110(n=4)	16	3.62
E90(n=4)	15	3.39
E70(n=7)	15	3.20
E50(n=4)	15	2.72
等級外(n=2)	13	2.13
平均値	15	3.01

2. 成熟仮道管長と曲げヤング率、圧縮ヤング率との関連性

前述のように、E等級の高い材が長い仮道管長を有していたことから、E等級と仮道管長との間には何らかの関連性があると予想されるが、この点を確認するために、成熟仮道管長を横軸に、曲げヤング率(MOE)を縦軸にプロットしたところ、図2のようになった。このように

表2 成熟晩材仮道管長と各年輪における晩材仮道管長実測値との関係

髄からの年輪数	成熟晩材仮道管長との相関係数(n=22)
1	0.29
2	0.58 **
3	0.84 **
4	0.91 **
5	0.92 **
6	0.84 **
7	0.93 **
8	0.94 **
9	0.96 **
10	0.95 **
11	0.93 **
12	0.91 **
13	0.93 **
14	0.97

**...1%有意水準

供試材の成熟仮道管長(L)と曲げヤング率(MOE)の間には高い相関性($r=0.79$, 1%レベルで有意)が認められた。さらに, 供試材の成熟仮道管長(L)と短柱縦圧縮ヤング率(E_c)の間にも非常に高い相関性($r=0.90$, 1%レベルで有意)が存在していた(図3)。

このように, 仮道管長, とくに成熟仮道管の長さはスギ一般材の強度的特性(とくにヤング率)を強く反映していることが確認された。同時に, 仮道管の長さは, 未成熟材を多く含む一般材においても, 材質指標として極めて有効な指標であることが確認できた。

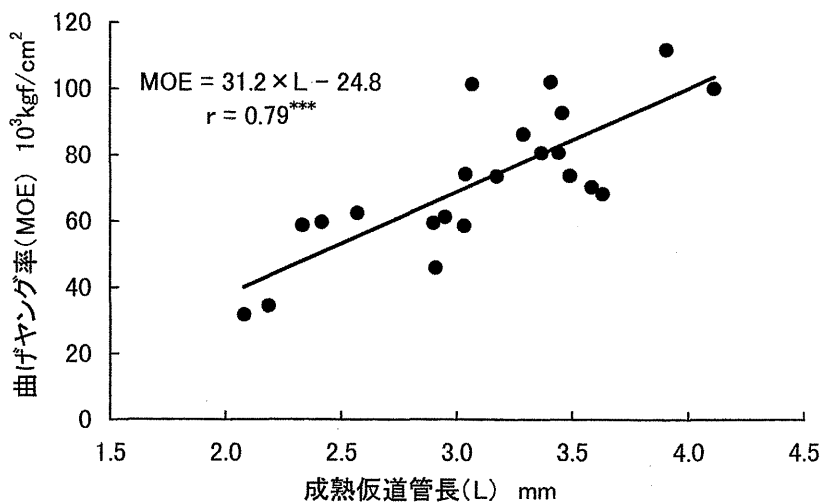


図2 成熟晩材仮道管長と実大材曲げヤング率との関係

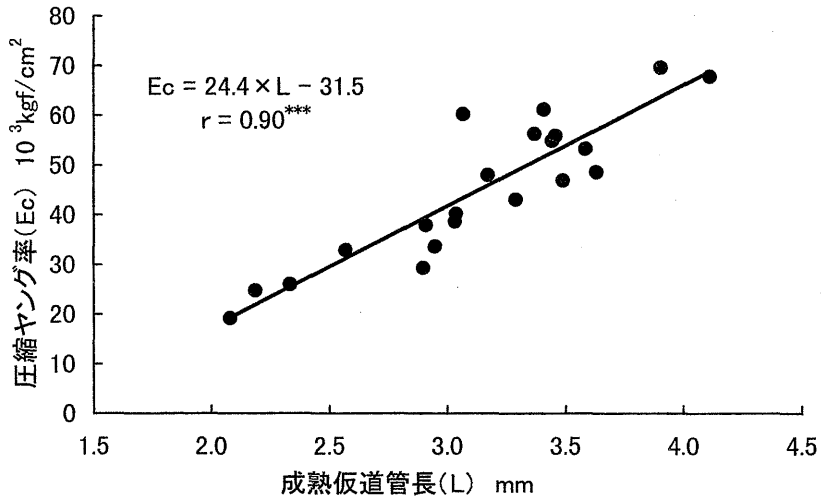


図3 成熟晩材仮道管長と実大短柱圧縮ヤング率との関係

3. 未成熟材率

一般材は低齡級材であるため、柱材としたとき材中には未成熟材部が大半を占めることは予想されているが、これまで定量的に測定されたことはなかった。そこで本研究では、各供試木を塩倉の定義(2)によって未成熟部と成熟部に分けたうえで、木口面における未成熟材部の占める面積割合(未成熟材率)を測定したところ、図4のようになった。E110材で86.2%、等級外では98.1%と、等級の高いもの程未成熟材は少なかったものの、それでも平均して93.2%(SD7.7%)と、スギ一般材では非常に高い未成熟材の存在が確認された。

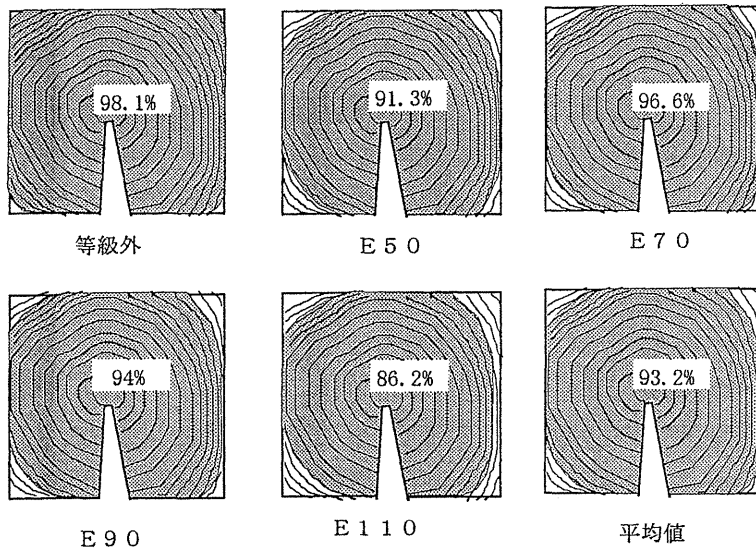


図4 各等級毎の未成熟材率

このように一般材の正角材の材部のほとんどが未成熟材であるといってもよいが、それにもかかわらずヤング率の非常に高いものが存在していたことは注目に値する。本研究の実施前に調査したヤング率測定の結果(2)からも、供試木(294本)中の約2%がE110を、約13%がE90を、約46%がE70を、約36%がE50を、約2%が等級外を示した。したがって、仮道管長の変動特性と考え合わせると、一般材におけるヤング率の相違は個々の林木の遺伝的特性、すなわち仮道管の性質の違いによるものであろう。そうであれば、若齢木の仮道管長を指標として材質育種的にヤング率の高い林木の選抜育種も可能である。

IV 結 論

鳥取県産のスギ一般材から製材し、機械等級区分した芯持ち正角材中の仮道管長の変動と未成熟材の分布について調べた結果、以下の結論を得た。

- (1) 成熟樹齢はほぼ15年であり、その際の仮道管長(成熟仮道管長)は等級によって異なったが、平均3.01mmであった。
- (2) 仮道管長の水平変動パターンはE等級によって異なり、E等級の高いものほど仮道管は全年輪域において長かった。
- (3) 成熟仮道管長とヤング率(MOEおよびEc)の間には、非常に高い相関が認められた。
- (4) 未成熟材率は等級の低いもの程高かったが、平均93.2%であった。
- (5) 成熟仮道管長は髓付近の1~2年輪を除けば、いずれの年輪部の仮道管長とも高い相関が認められたことから、スギは幼苗の段階においてヤング率別の選抜が可能であろう。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、鳥取県農林水産部林務課ならびに同県林業試験場木材加工研究室の皆様のご支援とご援助に対して深甚なる謝意を表します。

参考文献

- (1) 石井利典, 古川郁夫, 大平千恵子, 鳥取県産スギ一般材の縦圧縮強度性能の評価, 鳥大演研報, No.24, p.65-p.71(1996)
- (2) 川上敬介, 鳥取県産スギ一般材の材質特性(第1報), 第7回日本木材学会中国・四国支部大会研究発表要旨集, p.28-p.29(1995)
- (3) 塩倉高義, 針葉樹未成熟材に関する知見補遺ならびにカラマツ樹幹内における材質変動に関する研究, pp.71, 東京農業大学木材工学研究会(1981)
- (4) スギ並材研究会, SUGI・情報ネットワーク, pp.281(1990)