九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ヒノキの生育と材質との関係

大島, 紹郎
九州大学農学部

宮島, 寛
九州大学農学部

https://doi.org/10.15017/23070

出版情報：九州大學農學部學藝雑誌. 26 (1/4), pp.125-134, 1972-03. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第26巻 第1-4号 125-134 (1972)

ヒノキの生育と材質との関係*

大島紹郎・宮島 寛

Relation between growth and wood properties of *Chamaecyparis obtusa*

Tsugio Oshima and Hiroshi Miyajima

はじめに

近年，わが国の木材生産は，単に材積生長のみではなく，その用途を考慮に入れた木材の質的生長の増大をはかるべきであるといわれている．それには，立木の密度管理に意を用い，木材の形質生長を促進するために必要な林木保育に関する各種作業法の研究をすすめるとともに，比較的高伐期生産を指向するなどの考慮が必要であるが，本質的には材質そのものの育種的改良こそが急務である．

構造用材において必要な性質として，各種力学的強度，寸法安定性などがあり，また繊維原料用材においては，パルプの強度，パルプ収量などが必要な性質である．そしてこれらの諸性質を表わす基本的材質指標として，年輪幅，晩材率，繊維長，比重などがあげられている．

木材は生物の遺体であるから，その材質は個体間さらに個体内でも大きく変異しており，その変異は当然，環境因子と遺伝因子とに支配されているものと考えられる．そして，もしこの変異が遺伝因子に大きく支配されているならば，育種という手段で材質を改良することが可能となる．そのためにはまず，林分間や個体間における材質指標の変異のうち，環境因子に影響される部分と遺伝因子に支配される部分を明らかにする必要がある．ところがこれらの材質指標は個体内，すなわち樹幹の部位により，さらに樹令によってもかなり変異していることが，すでに多くの樹種で明らかにされている．[3)4)6)8)10)14)15)16)17)18)] したがつて個体間および林分間の材質変異を求めるためには，まず林令を考慮に入れた個体内の変異を求めて，それから個体の材質の代表値として比較的変異の幅が小さい部位からサンプルを抽出する必要がある．

本研究では，まず実験1．において，個体内における仮道管長の変異を求め，その個体を代表するサンプルピースの採取部位の決定を行なつた．つぎに実験2．においては木材の強度やパルプの強度と比較的，相関が高いといわれている年輪幅[18)]および仮道管長[2)18)]をとりあげ，地位を異にする林分でのサンプリングを行ない，年輪幅と仮道管長におよぼす地位の影響を調べるとともに，同一林分内での個体間の年輪幅と仮道管長の変異を明らかにし，樹高および直径生長との関係を調べた．

実験 1

1. 材料と方法

九大粕屋演習林の37年生ヒノキ林分の中から，正常な形態をもつ1個体（樹高 14.9 m，胸高直径 20 cm）を伐倒し，その樹幹について地上高0，1，1.3（胸高），3，5，7，9，11，13 m の各位置で，それぞれ厚さ約2 cm の円板を採取した．これらの各円板ごとに，髄を通つて直交する東西南北の4方位について，外側から1年輪おきに早材部のみをとり出し，仮道管長測定用試料とした．これらの試料をSchulze氏液に浸漬して解離を行ない，フクシンで染色し万能投影機を用いて仮道管の長さを測定した．1試料につき 50 本ずつ測定して，その平均値を求めた．

2. 結果と考察

まず，方位別に各々の高さの円板についてその横方向，つぎに同一生長層についてその縦方向の仮道管長の変異を調べた．Fig. 1 に 1.3 m 部位で調べたものを横方向の変異の例として示し，Fig. 2 に37年生長層のものを縦方向の変異の例として示した．これら

* 本研究の一部は第26回日本林学会九州支部講演会において報告した．

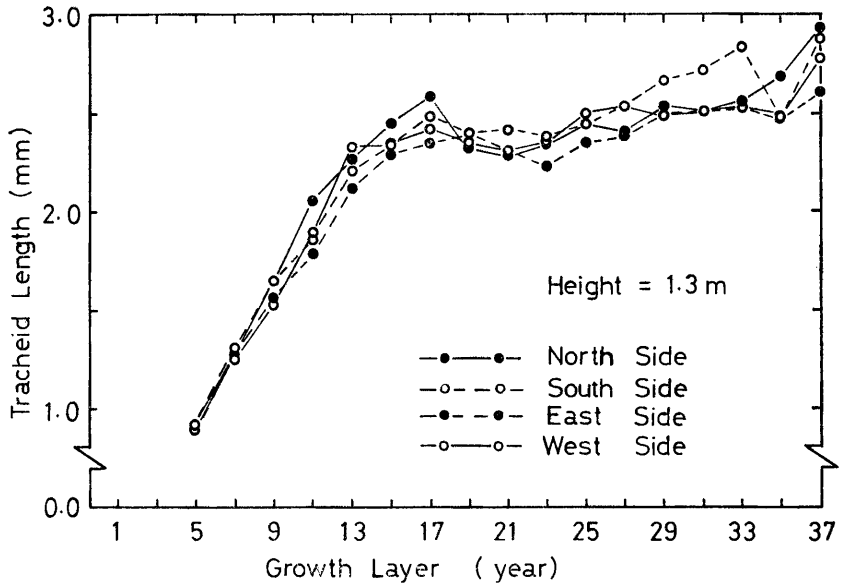

Fig. 1. Variation of tracheid length on radial direction.

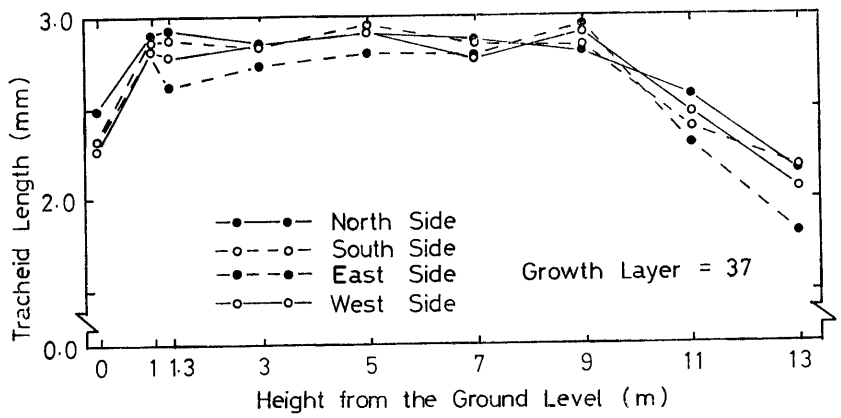

Fig. 2. Variation of tracheid length on vertical direction.

によると，両方向の変異はいずれも方位による影響がほとんどないことを認めた．また，他の各円板および各同一生長層でもほぼ同様であつたので，これら4方位の値を平均して，各円板における各生長層内の数値とした．以後の図表においてはこれらの数値を用いている．

各測定試料についての数値を髄からの年輪番号におきかえて，横方向における変異を各円板の採取高さごとに示したのが Fig. 3 である．これによると仮道管の長さは髄に接する部分で最も短かく，年輪数を増すにしたがつて急激にその長さは増大する．すなわち各採取高さとも 13～15 年輪までは，年輪数の増加に伴つて仮道管長は増大するが，その後はほぼ安定した値を示すようになる．この傾向は，いわゆる Sanio の法則として兼次[4]，幡[3]，その他多くの研究者によりすでに認められているところに一致する．本調査の材料となつたヒノキでは 13～15 年輪ぐらいまでのものは未成熟材部であつて，個体内の変異はエイジング現象に支配されているものと考えられる．

つぎに縦方向における仮道管長の変異を同一生長層ごとに示したのが Fig. 4 である．これによると，仮道管の長さは 0 m の高さから漸次増大し，ある高さ

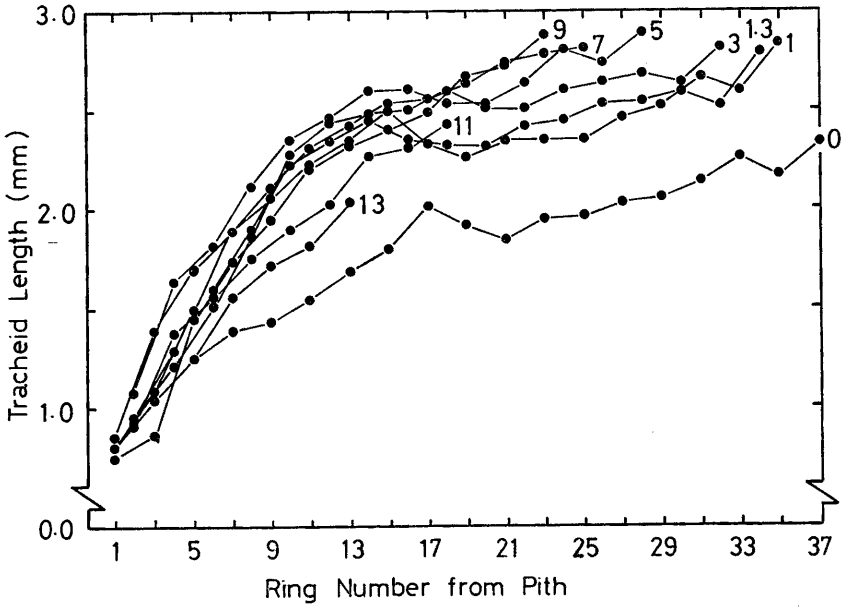

Fig. 3. Variation of average tracheid length within the stem and within the same height.

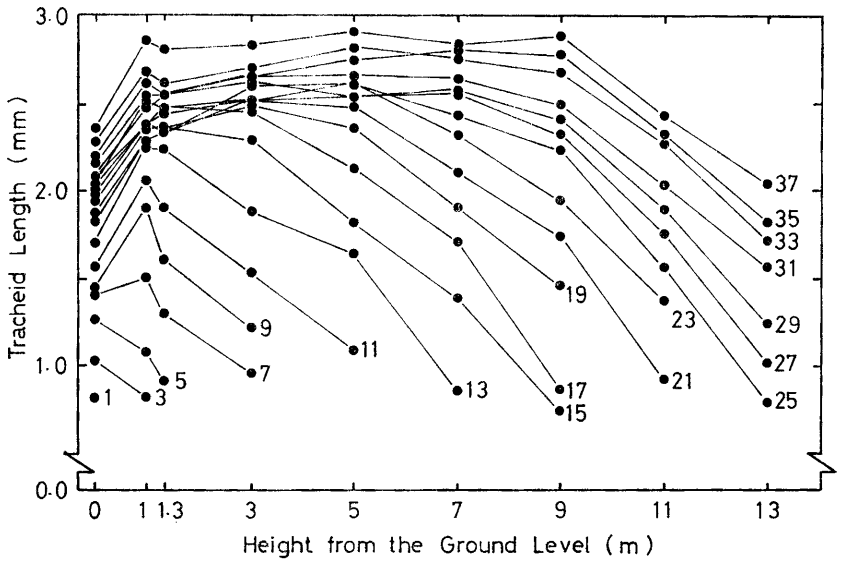

Fig. 4. Variation of average tracheid length within the stem and within the same growth layer.

で最大値を示し，その後は再び減少して，最上端部で最小となつている．さらにその最大値の出現位置は，この試料では，高さ 1 m から 9 m の範囲にあつた．

仮道管長の樹幹内における横および縦方向の分布を樹幹解析図に重ね合わせて示したものが Fig. 5 である．これによると，たがいにほぼ平行した線で仮道管長の等しい点を結ぶことができ，またこの試料では仮道管長が最大値を示す範囲は 5 m 付近から 9 m 付近の最も外側の部分であることが認められた．なおこの分布曲線は樹幹の外側に向うにしたがつて，その間隔

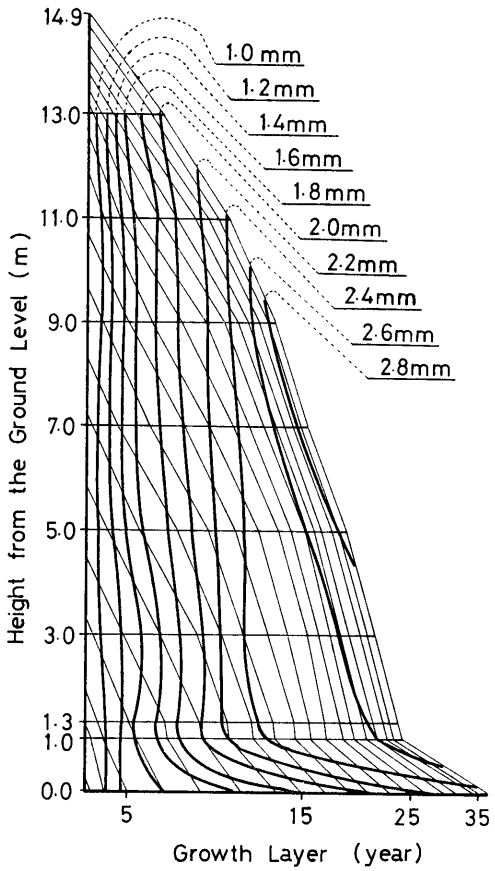

Fig. 5. Diagram of distribution of tracheid length in stem.

は広くなる傾向があり，とくに地上高 1～3 m の部分で顕著である．すなわちこの地上高では，樹令が増しても仮道管長の変化はあまりみられず，比較的安定であると考えられる．

以上のことから，13～15 年輪を境にしてそれ以上の年輪では仮道管長の変異が少なく，比較的安定した成熟材部と見なし得ること（Fig. 3），しかも地上高 1～3 m くらいまではかなり安定した長さの仮道管が分布していること（Fig. 5），さらに試料採取の難易からも，地上高 1 m から 3 m 付近までの成熟材部と考えられる範囲内からサンプリングを行なえば，その個体の仮道管長を推定するのに最も適当な試料が得られるものと思われる．この場合，試料の採取方位についての考慮はとくに必要ではない．

実　験　2

1. 材料と方法

材料は長崎営林署管内多比良担当区の 75 林班い小班に生育する 37 年生のヒノキ 10 個体および雲仙担当区の 109 林班り小班に生育する 55 年生ヒノキ 10 個体である．

調査の方法は 37 年生林分および 55 年生林分について，それぞれ地位の上，下の 2 林分ずつを選び，合計 4 林分より病害木，傷害木，被圧木を除いた優勢木や準優勢木をランダムに 5 個体ずつ抽出した．

試料採取に関しては，胸高枝下材[9]（胸高部成熟材）の年輪幅を各母樹の代表値とするのが最も良いということ[18]および仮道管長のサンプルは胸高部付近から取るのが最も適当であるという実験 1 の結果にもとづいて，各個体の山側の胸高部よりノミを用いて約 2×2×2 cm のサンプルピースを採取した．

採取したサンプルピースの外側から 1970 年，1968 年，1966 年に生長した部分について，それぞれ 1 年輪幅を測定した．さらに年輪幅を測定した部分の早材部（晩材部は幅がせまく，全部の試料について採取が困難であつた）をとり出し，仮道管長測定用試料とした．各試料の解離方法，測定方法および測定本数は実験 1 の場合と同様である．

また各個体については樹高，胸高直径を測定し，幹の完満度を求め，年輪幅および仮道管長との関係を調べた．さらに，各 4 林分の生育状態を明らかにするために気象，地形および土壌条件などを調査した．

2. 結果と考察

(1) 各林分の生長の状態

各林分の生育状態や土壌の物理性についての分析結果は Table 1 に示した．地位の上，下はその林分の

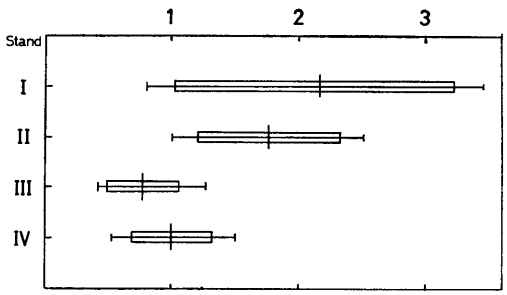

Fig. 6. Variation pattern for ring width by stands.

The central vertical line is the average for the stand; the rectangle represents two standard deviations on both sides of the mean. The horizontal line shows the total range of values found for each stand.

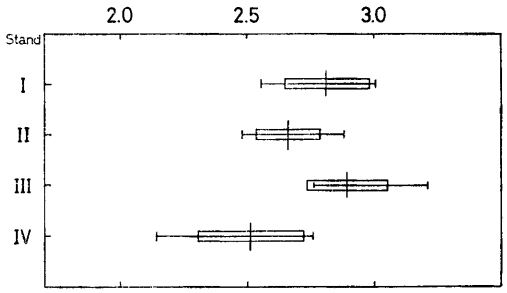

Fig. 7. Variation pattern for tracheid length by stands.
See Fig. 6 for details.

平均樹高を用いて判定したが，その結果は気象，地形および土壌条件などについての調査結果からもほぼうなずけられる．

(2) 年輪幅と仮道管長の林分間変異

年輪幅および仮道管長について林分ごとの変異の幅を示したものが Fig. 6, Fig. 7 である．また林分間の年輪幅および仮道管長についての分散分析は Table 2 に示し，有意差の検定は Table 3 および Table 4 に示した．まず，年輪幅については，I, II の林分と III, IV の林分のグループに大別でき，両林分とも地位による有意差は認められなかつた．このように 37

Table 1. Characteristics of stands and soil.

Block			Taira 75		Unzen 109	
Stand			I	II	III	IV
Site quality			High	Low	High	Low
Age of stand		(year)	37	37	55	55
Mean tree height		(m)	13.8	10.5	11.5	8.7
Mean D. B. H.		(cm)	20.1	14.3	15.8	14.0
Stand density		(No. of trees/ha)	1050	2590	2780	3220
Annual mean temperature		(°C)	12		11.3	
Annual precipitation		(mm)	2300		2600	
Above sea level		(m)	450		900-950	
Direction of slope			N		W	
Degree of exposure		(°)	85-90		143-192	
Soil type			$B_{D(d)}$-B_C	B_C	B_D	B_D
Thickness of A Horizon		(cm)	35-38	11-12	25	12-10
Soil structure		A Hori.	LiC	SC	HC	HC
		B Hori.	SC	—	SCL	SC
Gravel	(%)	A Hori.	10.4	39.9	8.8	23.0
		B Hori.	11.8	—	12.7	35.4
Volume weight	(g)	A Hori.	34.9	37.2	26.3	46.3
		B Hori.	40.6	—	36.5	48.0
Maximum water capacity	(%)	A Hori.	66.7	49.3	56.6	55.5
		B Hori.	72.6	—	65.5	71.5
Porosity	(%)	A Hori.	85.6	81.4	88.6	80.4
		B Hori.	84.3	—	84.7	80.4

Table 2. Analysis of variance of ring width and tracheid length among stands.

Source of variation	df	Ring width			Tracheid length		
		SS	MS	F	SS	MS	F
Stand	3	18.652	6.217	9.089**	1.276	0.425	8.333**
Repli.	14	13.721	0.980	1.433 N.S.	0.646	0.046	—
Error	42	28.729	0.684		2.124	0.051	
Total	59	61.102			4.046		

**: Significant at 1 % level.
N. S.: Not statistically significant.

Table 3. Test of least significant difference of ring width.

Stand	Mean	I	II	VI	III
I	2.16	—			
II	1.76	0.40N.S.	—		
IV	1.06	1.10**	0.70*	—	
III	0.88	1.28**	0.88**	0.18N.S.	—

*: Significant at 5% level.
**: Significant at 1% level.
N.S.: Not statistically significant.

Table 4. Test of least significant difference of tracheid length.

Stand	Mean	III	I	II	IV
III	2.895	—			
I	2.813	0.082 N.S.	—		
II	2.659	0.236**	0.154 N.S.	—	
IV	2.514	0.381**	0.299**	0.145 N.S.	—

**: Significant at 1% level.
N.S.: Not statistically significant.

年生林分と55年生林分がそれぞれにまとめられるのは，37年生林分が55年生林分に比べて生長が著しく良好で，かつ，立木密度も低かつたことによるためと思われる．つぎに，仮道管長については，37年生林分では地位の上下間に有意な差は認められなかつたが，55年生林分では1%水準で有意であつた．このことは環境条件のちがいが仮道管の長さにかなり影響をおよぼし，地位の高い林分では仮道管長もまた大きくなる傾向にあることがうかがわれる．

(3) 年輪幅と仮道管長の個体間変異

材質育種を進める上では，林木個体間に材質変異のあることが望ましい．そのことは選抜の効果をもたらす可能性をもつからである．Fig. 6, Fig. 7 を見れば，同一林分内での調査個体数はわずか5個体に過ぎないが，各個体の平均年輪幅や平均仮道管長にはかなり変異のあることがわかる．

各林分における個体間の分散分析を年輪幅と仮道管長について行ない，各林分のものを一括して示したのが Table 5 である．これによると，年輪幅について，II の林分では有意差が認められないが，I, III, IV の各林分ではそれぞれ1%以上の水準で有意であつた．また，仮道管長については，II の林分だけが5%水準であるが，I, III, IV の各林分では1%以上の水準でいずれも個体間に有意な差が認められた．

以上のことから，年輪幅および仮道管長については，環境条件がほぼ同じと思われる同一林分内に生育するものでも，個体間にかなり大きな変異のあることが分かつた．

(4) 生長と年輪幅・仮道管長との関係

生長を示す指標として，樹高および胸高直径を，また外観的な形質を示すものとして，幹の完満度を用い

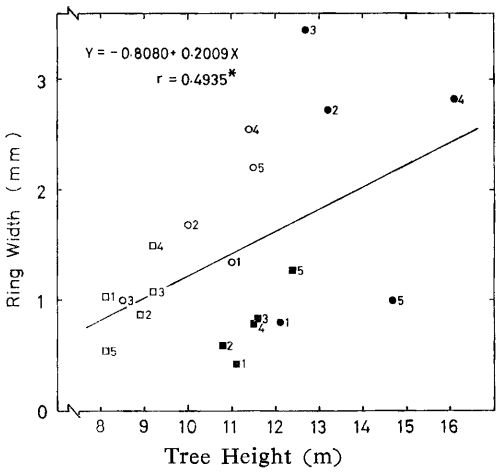

Fig. 8. Relation between tree height and ring width.
●: I Stand. ○: II Stand.
■: III Stand. □: IV Stand.

Table 5. Analysis of variance of ring width and tracheid length among trees.

	Source of variation	df	Mean squares I	II	III	IV
Ring width	Tree	4	4.200**	1.177 N.S.	0.308**	0.370**
	Repli.	2	2.379*	3.731*	0.062 N.S.	0.050 N.S.
Tracheid length	Tree	4	0.110**	0.060*	0.099**	0.162**
	Repli.	2	0.031 N.S.	0.206**	0.087*	0.051**

*: Significant at 1% level.
**: Significant at 5% level.
N.S.: Not statistically significant.

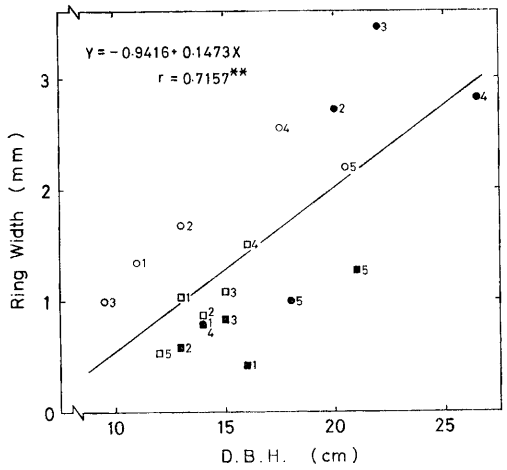

Fig. 9. Relation between D. B. H. and ring width.

See Fig. 8 for details.

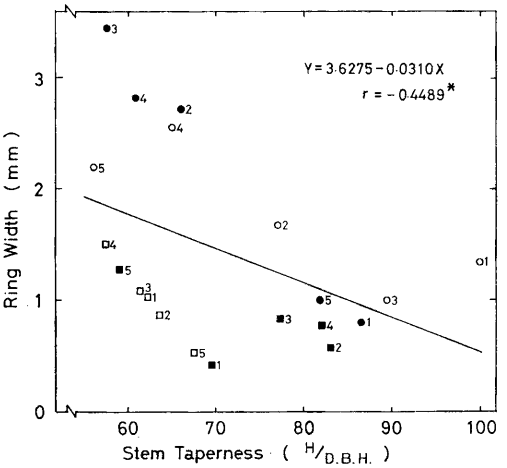

Fig. 10. Relation between stem taperness and ring width.

See Fig. 8 for details.

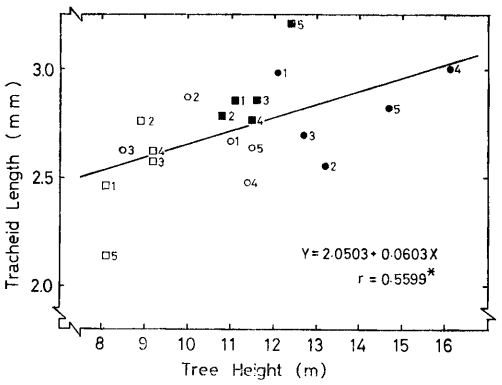

Fig. 11. Relation between tree height and tracheid length.

See Fig. 8 for details.

て，これらと年輪幅および仮道管長との関係を各林分ごとに調べ，Table 6 に相関係数のみを示した．また年輪幅が各林分内で示す傾向はほぼ同じであるので，4つの林分を一括して相関係数を求めた結果と，さらに仮道管長は樹令を増すにしたがつて 13～15 年輪以降はほぼ一定の値を示すようになるという実験1の結果やその他多くの報告[1)7)11)13)]および髄からの年輪数とともに仮道管長の増加率はほぼ一定になり，徐々にではあるが仮道管長は増加するという須藤の報告[13)]などから，55 年生林分の各個体について，37 年生当時の状態を仮定した場合，仮道管長は短かくはなつても長くなることはないと考えられるから，55 年生林分と 37 年生林分を一括して相関を求めた結果を Table 6 に示した．また Fig. 8～Fig. 11 はこれらの関係を示したものである．

これらによると，年輪幅と樹高との関係は，個々の林分において，III の林分以外には相関係数に有意性は認められなかつた．これは1林分5個体という少ないサンプルのためと思われる．しかし全林分をまとめて

Table 6. Correlation coefficients for growth factor and wood properties.

Relationships	r-values				
	I	II	III	IV	All Stands
Ring Width : Tree Height	0.1340N.S.	0.7963N.S.	0.9380*	0.6685N.S.	0.4935*
Ring Width : D. B. H.	0.7891N.S.	0.9007*	0.7492N.S.	0.8944*	0.7157**
Ring Width : Stem Taperness	−0.9897**	−0.8426N.S.	−0.5695N.S.	−0.9976**	−0.4489*
Tracheid Length : Tree Height	0.3488N.S.	−0.3059N.S.	0.8505N.S.	0.7395N.S.	0.5599*
Tracheid Length : D. B. H.	−0.0148N.S.	−0.3258N.S.	0.9759**	0.7268N.S.	0.3639N.S.
Tracheid Length : Stem Taperness	0.3730N.S.	0.2318N.S.	−0.9212*	−0.6488N.S.	0.1170N.S.
Ring Width : Tracheid Length	−0.4577N.S.	−0.4130N.S.	0.8130N.S.	0.6111N.S.	−0.0166N.S.

*: Significant at 5% level.
**: Significant at 1% level.
N.S.: Not statistically significant.

見た場合，相関係数は5％の水準で有意であつた．また胸高直径との関係においては，II, IV の林分ではそれぞれ有意であつたが，他のI, III の林分ではいずれも有意な相関関係は認められなかつた．しかし全林分を一括して見た場合には1％水準できわめて高い相関を示し，年輪幅は胸高直径を用いてもほぼ推測されるものである．そしてこれらの結果はアカマツについての報告[18]とも一致する．さらに幹の完満度との関係では，I の林分と IV の林分が1％水準で有意な相関関係が認められたが，他の林分では認められなかつた．しかし傾向としては負の相関があるようで，全体では5％水準で有意な負の相関関係が認められた．

Kano *et al.*[5] はアカマツで幹の完満度と容積密度数との間にきわめて高い相関関係を認め，容積密度数の選抜に対して有効な指標であることを明らかにしている．本測定において年輪幅と幹の完満度には高い負の相関が認められたことは，年輪幅が大きくなるにつれて比重が減少すると一般にいわれていることから，年輪幅と幹の完満度との関係を比重と幹の完満度との関係に置きかえることで，ヒノキにおいても幹の完満度と比重との正の相関を間接的に推定することができるものと思われる．

つぎに仮道管長については，樹高との関係は各林分において有意な相関が認められないが，これも1林分内での試料個体数が少ないためと思われる．しかし全林分を通して見た場合，5％水準で高い相関関係が認められる．また胸高直径については各林分で同様な傾向を示さず，しかも全林分においても有意な相関が認められなかつた．したがつてこのことは樹高を仮道管長推定のための指標として用いることは可能であるが，胸高直径を指標とすることは無理であるといえる．また幹の完満度との関係は III の林分にだけ5％水準で有意であつたが，全体についてみた場合には認められなかつた．

(5) 年輪幅と仮道管長との関係

兼次[4]，幡[3] は年輪幅と仮道管長との間に負の相関があることを示唆し，Zobel *et al.*[19] はテーダーマツについて有意な負の相関関係があることを述べ，須藤[12] はアカマツについて，未成熟材部をも含めた場合に負の相関関係があり，成熟材部のみではあまり明らかではないことを報告している．

本調査では各林分においても，また全体について見た場合にも有意な相関関係は認められなかつた（Table 6）．これは成熟材部を用いていることから，このような結果になつたものと推測される．

(6) 育種の可能性

本調査では特に仮道管長において個体間変異の大きなものが見い出された．すなわち，生長指標としての樹高との関係において，III の林分の No. 5 個体と IV の林分の No. 5 個体が回帰直線より極端に離れて分散しており，このことは他の個体より顕著である．それで III と IV の林分について，それぞれ分散分析を行

Table 7. Test of least significant difference between trees in stand III and IV.

III		No. 5	No. 3	No. 1	No. 2	No. 4
Tree	Mean					
No. 5	3.212	—				
No. 3	2.860	0.352**	—			
No. 1	2.855	0.357**	0.005N.S.	—		
No. 2	2.784	0.428**	0.076N.S.	0.071N.S.	—	
No. 4	2.764	0.448**	0.099N.S.	0.091N.S.	0.020N.S.	—

IV		No. 2	No. 4	No. 3	No. 1	No. 5
Tree	Mean					
No. 2	2.761	—				
No. 4	2.623	0.138*	—			
No. 3	2.576	0.185**	0.047N.S.	—		
No. 1	2.466	0.295**	0.157**	0.110N.S.	—	
No. 5	2.144	0.617**	0.479**	0.432**	0.322**	—

*: Significant at 5％ level.
**: Significant at 1％ level.
N.S.: Not statistically significant.

ない，その結果からさらに各林分内における個体間の有意差検定を行なつた．その結果（Table 7）によると，III の林分の No. 5 個体は他の 4 個体に対して 1％水準で有意差があり，また IV の林分でも No. 5 個体は他の 4 個体に対して 1％水準で有意であつた．それで，これら 2 つの個体は遺伝因子による影響を受けているものと考えられる．すなわち，仮道管長は環境条件に影響されることは明らかであるが，遺伝的にもかなりの変異があることを示唆するもので，III の林分の No. 5 個体は他のすべての測定個体よりも長い仮道管をもつものであり，このような個体は材質育種の立場から選抜の対象となるものと考えられる．

摘　要

林木の材質は個体内および個体間で大きく変異している．そして，それは環境因子と遺伝因子に支配されている．もしその変異が遺伝因子に大きく影響を受けているならば材質育種も可能である．本研究では実験 1 として，仮道管長の個体内変異を調べ，実験 2 で材質指標として，年輪幅と仮道管長をとりあげ林分間および個体間の変異について調べた．

実験 1　個体内変異

九大粕屋演習林のヒノキ 1 個体を用いて，その各地上高別の円板をとり，方位，年輪および地上高別の仮道管長変異の状態を調べて，ヒノキ樹幹内の仮道管長分布図を作成し，個体間および林分間の変異を調べるための試料採取部位は，胸高部位での成熟材部が最も良いとの結果を得た．

実験 2　個体間および林分間変異

長崎営林署管内の 4 つのヒノキ林分を調べて，年輪幅および仮道管長の林分間変異および個体間変異を調べた．それによると，林分間では，年輪幅および仮道管長において 1％水準で有意差があり，環境の影響が十分考えられる．また個体間では年輪幅において II の林分だけが有意差はなく，他の林分ではいずれも 1％水準で有意差があり，仮道管長においては II の林分だけが 5％水準で，他の林分（I，III，IV）では 1％水準でそれぞれ有意な差が認められ，個体間でもかなりの変異があることが認められた．

各林分の個体の年輪幅および仮道管長と生長指標としての樹高，胸高直径，幹の完満度との相関関係を調べると，年輪幅は胸高直径と最も高い相関があり（$r=0.7157^{**}$），樹高（$r=0.4935^{*}$）および幹の完満度（$r=-0.4489^{*}$）とも有意な相関があつた．また仮道管長は樹高と有意な相関（$r=0.5599^{*}$）が見られたが，胸高直径および幹の完満度との間には認められなかつた．また年輪幅と仮道管長との間には成熟材部においては著しい関係はないものと思われた．なお，同一林分内における個体間で，仮道管長が著しく変異している個体が見出されたが，これは遺伝因子によるものであると示唆される．

引　用　文　献

1) Duffield, J. W. 1964 Tracheid length variation patterns in Douglas-Fir and selection of extreme variants. Tappi 47 (2): 122-124.
2) 藤崎謙次郎 1966 縦圧縮弾性係数と仮道管長との関係について．日本木材学会大会研究発表要旨 16：54.
3) 幡克美 1953 アカマツ材のパルプに関する研究（1），アカマツ材仮道管の長さ，径及び長／径比に就いて．香川農専研究報告 1(1)：1-35.
4) 兼次忠蔵 1934 赤松樹幹の仮道管長に就いて．日本林学会誌 17(1)：53-61.
5) Kano, T. and H. Saito 1970 On the selection in respect of the basic density in the Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) wood. J. Japan Wood Res. Soc. 16 (7): 305-309.
6) Kedharnath, S., V. J. Chacko, S. K. Gupta and J. D. Matthews 1963 Geographic and individual tree variation in some wood characters of teak (*Tectona grandis* L. f.). 1. Fibre length. Silvae Genetica 12(6): 181-187.
7) 太田貞明・渡辺治人・松本勗・堤寿一 1968 未成熟材の力学的特性に関する研究（第 2 報），ヒノキ樹幹における材質判定因子の変動と力学的性質について．木材学会誌 14(5)：261-268.
8) Richardson, S. D. 1961 A biological basis for sampling in studies of wood properties. Tappi 44 (3): 170-173.
9) 坂口勝美・伊藤清三 1965 造林ハンドブック．養賢堂，東京．
10) 須藤彰司 1968 アカマツ仮道管長の変異について（第 1 報），幼令木の樹幹内における仮道管長の変異について．木材学会誌 14(1)：1-5.
11) —— 1968 同上（第 4 報），一林分（東北地方）内における仮道管長の変異について．木材学会誌 14(8)：401-405.
12) —— 1969 同上（第 6 報），一林分（東北地方）における生長と仮道管長の関係について．木材学会誌 15(6)：241-246.
13) —— 1970 同上（第 7 報），一林分（関西地方）内における仮道管長の変異について．木材学会誌 16(4)：162-167.
14) Thorbjornsen, E. 1961 Variation in density and fiber length in wood of yellow

poplar. Tappi 44(3): 192-195.
15) Taylor, F. W. 1963 Fiberlength variation within growth rings of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera* L.). Tappi 46 (10): 578-581.
16) 渡辺治人・堤寿一・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.
17) ——・松本勛・林弘也 1966 同上（第3報），広葉樹材についての実験. 木材学会誌 12(6): 259-265.
18) 材質育種研究班 1969 材質育種に関する研究（第1報），東北地方アカマツ. 林業試験場研究報告 222: 1-113.
19) Zobel, B., E. Thorbjornsen and F. Henson 1960 Geographic, site and individual tree variation in wood properties of loblolly Pine. Silvae Genetica 9(6): 149-158.

Summary

Wood properties in forest trees have great variation which is controled by the environmental factors and the hereditary factors, within and among trees. Therefore, if the variation is controled mainly by the hereditary factors, the breeding for wood properties should be possible.

The objects of this study are to investigate the variation patterns of tracheid length in a tree at experiment 1, and stand variations and individual tree variation of ring width and tracheid length as wood properties at experiment 2.

Experiment 1. Variation within a tree

The materials for this experiment were taken from HINOKI (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.) tree growing in Kasuya school forest of Kyushu University. The survey was made to determine the variation of tracheid length. The disks for this experiment were cut from the sample tree at different heights above the ground level (at 0 m, 1m, 1.3 m, and every 2 m higher up to the top). Test specimens were taken from the disks at each growth ring along the four directions from the pith.

There were variations of tracheid length in the radial directions and the same growth layers, but not among the four directions. The diagram of distribution of tracheid length in the stem (Fig. 5) was made from the data.

As the result, it is possible to estimate tracheid length of the sample trees by small samples extracted from the stem between 1 m and 3 m above the ground level.

Experiment 2. Variation among trees and stands

Stand variation and tree variation in ring width and tracheid length were assessed from small samples in trees belonging to four different stands in Taira and Unzen ranger districts of Nagasaki district forest office.

Significant differences at 1 percent level in ring width and tracheid length were found among stands.

As to variation among trees, the significant difference in ring width was not found in the II stand, but such differences were significant at 1 percent level in the other stands. On the other hand, significant differences in tracheid length were found among trees in each stand.

An attempt was made to find the relation between growth characters and wood properties. These relations were shown in Table 6 and Figs. 8 and 11. Ring width and diameter at breast height were closely related. Ring width was found to have a high correlation with tree height and stem taperness. There was a significant correlation between tree height and tracheid length. However, diameter at breast height or stem taperness were not recognized to have a significant correlation with tracheid length.

The relation between ring width and tracheid length had no significant correlation.

The fact that the trees within the same stand had high variability in tracheid length suggests the possibility of hereditary variation among trees.