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

ヒノキおよびカラマツ人工造林木の木材性質のバラツキ : 一林分内のバラツキ

古賀, 信也
九州大学農学部附属北海道地方演習林

小田, 一幸
九州大学農学部林産学科

堤, 壽一
九州大学農学部林産学科

古賀, 英明
三井木材工業株式会社

https://doi.org/10.15017/10869

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 66, pp.55-68, 1992-03-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

ヒノキおよびカラマツ人工造林木の木材性質のバラツキ
——林分内のバラツキ——

古賀信也* ・小田一幸**
堤　壽一** ・古賀英明***

(1991年11月27日受理)

Wood Property Variations within a Stand of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) and Karamatsu (*Larix leptolepis*)

Shinya KOGA*, Kazuyuki ODA**,
Juichi TSUTSUMI** and Hideaki KOGA***

(*Received November 27, 1991*)

抄　　録

この研究は，ヒノキとカラマツの木材基本性質 (Intrinsic Wood Porperties) について，同一林分内におけるバラツキを明らかにすることが目的である．すなわち，両樹種の樹幹胸高部において，髄から5年輪間隔で，5年輪にまたがる容積密度数を求めた．ヒノキでは髄から5年輪目と15年輪目，カラマツでは髄から5年輪目と25年輪目で晩材仮道管長の測定を行い，それらの樹種内でのバラツキを検討した．さらに，ヒノキについては縦圧縮試験を行い，縦圧縮に関する力学的性質のバラツキについての検討も行った．

ヒノキとカラマツともに，容積密度数は樹幹半径方向の部位によって異なるが，その変動係数には横断面内の部位による著しい違いが認められず，樹幹横断面内の変動係数値に，両樹種ともに約7%の値を得た．

胸高部位同一年輪で得られた個件間の晩材仮道管長の変動係数には，ヒノキとカラマツの両樹種で年輪間に大きな違いは認められなかった．ヒノキでは6～8%の値が得られ，カラマツでは7%の値が得られた．

基本性質間の相互関係では，容積密度数と晩材率との間に相関関係が認められるが，容積密度数を管理する指標に晩材率を使うには，さらに詳細な検討が必要である．また，成熟材年輪幅は，容積密度数や仮道管長を推定する指標としては不適当かもしれない．

ヒノキの圧縮に関する性質のバラツキ（変動係数）は，未成熟材部と成熟材部で大差なく，縦圧縮強さで9%，縦圧縮ヤング率で約26%の値を得た．なお，縦圧縮強さのバラツキには，比重（容積密度数）のバラツキが強く関与しており，その縦圧縮強さの管理指標に比重（容積密度数）が有効であることを認めた．

* 九州大学農学部附属北海道地方演習林
Hokkaido Branch of University Forests, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Ashoro, Hokkaido 089-37
** 九州大学農学部林産学科
Department of Forest Products, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812
*** 三井木材工業株式会社
Mitsui Wood Industry Co, Chiba 275

1. はじめに

森林資源の需給事情から，高度で効率的な木材利用システム確立の必要性が高まっている．すなわち，材木の育成にはじまり木材の利用までを，有機的に連携させた木材の生産管理システムを構築する必要性が指摘されている（堤，1986）（堤，1991）．木材が生物材料であっても，他材料と競合しながら工業的管理に適応していくためには，林業と木材工業とが連動された状態におき，木材が品質管理内に位置づけられる必要があろう．品質管理を推進するには，品質管理のなかでも最も重要なバラツキ管理を確立させる必要があり，そのための基礎知識を得なければならない．すなわち，種や品種ごとの木材性質の平均値およびそのバラツキを十分把握し，さらにそのバラツキの原因を解析しながら，管理指標を探りだし，バラツキ管理を実現しなければならない．

ところで，ヒノキおよびカラマツは，スギと同様にわが国の代表的な造林樹種であり，わが国林業の将来像に，大きな影響を持つ樹種である．

ヒノキは，材が古くから需要者に好まれてきたことから，その造林の歴史は古い．したがって，今までに，ヒノキ材に関する研究が行われ，多数の基礎資料が蓄積されてきた．しかし，伝統的な木材利用に対応する資料が多いものの，新しい木材加工・処理と用途とに適合した材質評価を可能する情報は，極めて少ないといわざるえない．

一方，カラマツは，北海道，東北，信州地方で造林されており，第二次世界大戦後の拡大造林期に，造林は著しく進展した．カラマツ造林は，その成長の早さから，坑木，土木用材，電柱等丸太としての利用が主目的であったが，今後は製材を中心とした工業材料を目指した造林が進められるであろう．そこでは，材質に関する研究成果がフィードバックされなければならず，木材工業を重視した材質に関する研究が重要となる．なお，北海道立林産試験場において詳細な研究が推進されているが，材質に関する情報は十分得られているとはいえない状況である．

以上のことを背景に，この研究は，ヒノキとカラマツの木材基本性質について，平均値，とりわけ，そのバラツキに関する基礎的知識を得ることを目的にしている．すなわち，比較的環境条件が均一とみられる同一林分で生育した試験木について，容積密度数，晩材仮道管長，および圧縮強さのバラツキを検討した．

この研究を行うにあたり，九州大学農学部附属粕屋地方演習林および北海道地方演習林から，試験木の提供を受けた．ここに記して厚く謝意を表する．また，試験採取に協力して頂いた演習林の職員の方々に，お礼を申し上げる．

2. 実　　験

2.1. 試験木

(1)ヒノキ材：九州大学粕屋演習林（福岡県粕屋郡）の25年生林分，および福岡県嘉穂郡の約20年生民有林分で，各林分から50本の試験木を選び，胸高直径を測定したのち伐倒した．各試験木の胸高部位から10 cm厚さの円板と50 cm長さの丸太を採取し，以後の実験に供した．

(2)カラマツ材：九州大学北海道演習林（北海道足寄郡）の41年生林分から20本の試験木を選んだ．樹高および胸高直径を測定したあと伐倒し，各試験木の胸高部位からヒノキと同じように円板と丸太を採取し，以後の実験に供した．

表1に各試験木の樹高，胸高直径の平均値，標準偏差，変動係数を樹種，林分ごとに示している．

なお，この研究で対象にしたヒノキおよびカラマツ試験木は，実生苗から育成されたものである．

表1　ヒノキおよびカラマツの試験木数と樹高および胸高直径のバラツキ
Table 1　Numbers and vriations in tree height and D. B. H. of hinoki and karamatsu sample trees.

	Hinoki		Karamatsu (N=20)	
	Kaho(N=50) D. B. H. (cm)	Kasuya(N=50) D. B. H. (cm)	Height (m)	D. B. H. (cm)
Mean	13.4	12.0	23.1	23.8
S. D.	1.2	1.9	3.1	3.6
C. V. (%)	9.0	15.9	13.6	15.0

S. D.: Standard deviation.
C. V.: Coefficent of variation.
N : Number of sample Trees.

2.2.　容積密度数，平均年輪幅，および晩材仮道管長の測定

10 cm厚の円板から，髄を頂点にした扇形試験片（中心角30°）を切り出し，続いて髄から5年輪ごとに分割した．この5年輪を含む試験片の容積密度数，平均年輪幅，平均晩材率を測定した．なお，晩材率は万能投影機上で年輪内の色の濃淡を目視によって早材と晩材に区分し，年輪幅と晩材幅から求めた．

ヒノキでは髄から5年輪目と15年輪目，カラマツでは髄から5年輪目と25年輪目における晩材仮道管長を，常法により測定した．なお，1年輪について50本の仮道管を測定し，平均値をもってその年輪の晩材仮道管長とした．

ここでは，ヒノキ材では，髄から10年輪目までを未成熟材部，それ以後を成熟材部，また，カラマツ材では，髄から15年輪目までを未成熟材部，それ以降を成熟材部として実験をおこなった．

2.3.　縦圧縮試験片による実験

50 cm長丸太の未成熟材と成熟材の無欠点部分から，それぞれ1～数個の縦圧縮試験片用ブロックを切り出し，恒温恒湿室中で数週間調湿したのち，縦圧縮試験片（縦2 cm，横2 cm，長さ6 cm）を製作し，さらに含水率調整を行った．試験片の気乾比重を測定するとともに縦圧縮試験を行い，縦圧縮ヤング率を求めた．なお，2個以上の試験片がえられた試験木では，平均値をその試験木の値とした．

3. 結果と考察

3.1. 木材基本性質のバラツキ

3.1.1 容積密度数のバラツキ

表2には，ヒノキ樹幹の胸高部位で得られた容積密度数の平均値，標準偏差，変動係数を横断面内の部位ごとに示す．また同様に，カラマツの樹幹胸高部位で得られた結果を表3に示す．ヒノキ樹幹横断面内では，容積密度数は髄付近で大きく，外方に向かうにつれて低下し，髄から10～15年輪目で一定の値になると報告（太田，1972）されているが，ここでも同様の結果が得られ，1～5年輪部位の容積密度数は他の部位よりも大きな値を示した．ヒノキに認められるこの傾向は，スギ品種にも見られる傾向(見尾ら，1985)（小田ら，1989）（古賀ら，1990)である．これにたいし，表3によると，カラマツ樹幹横断面内では髄付近の容積密度数が最も低く，その後，年輪番号が進むにつれて容積密度は高くなり，髄から16～20年輪目の部位からあとで安定する傾向を示している．この傾向は，クロマツ（太田，1972），テーダマツ（Bendtsen，1978）ラジアタパイン（Cown *et al*，1980），そ

表2 同一林分で生育したヒノキの容積密度数のバラツキ
Table 2 Basic density variations at the breast height within a stand of hinoki trees.

	Kaho stand			Kasuya stand		
	Mean (kg/m³)	S. D. (kg/m³)	C. V. (%)	Mean (kg/m³)	S. D. (kg/m³)	C. V. (%)
1- 5th	458	40.7	8.9	499	37.6	7.5
6-10th	513	33.9	8.2	453	35.6	7.9
11-15th	380	27.6	7.3	415	28.8	6.9
16th-				398	28.4	7.1
Cross section	406	30.1	7.4	422	27.6	6.5

1-5th : First to 5th annual ring from the pith ; 6-10th : 6th to 10th annual ring from the pith ; 11-15th : 11th to 15th annual ring from the pith ; 16th- : 16th to outermost ring ; Cross section : Cross-sectional mean basic density at the breast height weighted by volume.
S. D. : Standard deviation.
C. V. : Coefficent of variation.

表3 同一林分で生育したカラマツの容積密度数のバラツキ
Table 3 Basic density variation at the breast height within a stand of karamatsu trees.

	Mean (kg/m³)	S. D. (kg/m³)	C. V. (%)
1- 5th	358	31.2	8.7
6-10th	392	37.4	9.5
11-15th	413	31.7	7.7
16-20th	447	30.7	6.9
21-25th	459	35.8	7.8
26-30th	451	31.9	7.1
31th-	455	34.2	7.5
Cross section	431	30.0	7.0

1-5th, 6-10th, …31th- and Cross section : refer to table 2.

の他多数のマツ属の樹種に認められ，カラマツはいわゆるマツ型の変動を示す樹種であると判断される．

容積密度数のバラツキの程度を表す変動係数について次の結果を得た．ヒノキ未成熟材部では，嘉穂産で8.2～8.9%，粕屋産で7.5～7.9%の値を，成熟材部では，嘉穂産で7.3%，粕屋産で6.9～7.1%の値を得た．一方，カラマツでは，未成熟材部で7.7～9.5%，成熟材部で6.9～7.5%の値を得た．すなわち，容積密度数の平均値は，樹幹半径方向に推移するが，ヒノキとカラマツの両方における変動係数には樹幹横断面の各部位間に大きな差を認めなかった．なお，横断面内の変動係数は，ヒノキで7.4%と6.5%であり，カラマツでは7%であった．

ここで，ヒノキとカラマツのそれぞれで，樹種内での容積密度数のバラツキをより深く理解するために，他樹種で得られている結果を参考値として述べれば次のとおりである．同一林分で生育したアヤスギ，クモトオシ，メアサ，ヤブクグリのスギ4品種で得られた品種内の変動係数は，3.3～5.9%の範囲に分布しているが，品種を考慮しない場合のスギ材のバラツキには，大きな値が得られている（古賀ら，1990）．小田ら（1989）は，同一林分で生育した25年生のヒゴメアサ，ホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリのスギ4品種を対象に容積密度数の品種内バラツキを求め，その変動係数に5.9～8.8%を得ている．また，外国産樹種についての報告では，種々の林分で生育したマツ属の一種で，11.3%の値を示し（Eguiluz-Piedra *et al*，1984），種々の林分から収集されたカナダ産のトウヒ属，マツ属およびカラマツ属の各樹種内の結果では，8.5～14.5%の値であるとされている（Singh，1987）．さらに，アメリカ産マツ属とトウヒ属で得られた結果（Koch，1972）から変動係数を算出すると，樹種内で8～12%の値となる．樹種および品種，産地，本数，測定方法などの条件が異なるので，これらの値を直接に比較することはできないが，生育の環境条件差が小さいと見なされる一林分内で生育するヒノキおよびカラマツでは，容積密度数のバラツキが，他の針葉樹材に比べて，異常に大きいとはいえない．そのバラツキを変動係数で示すと，10%程度かそれ以下であり，スギ品種に比べてやや大きい．この実験的研究の結果では，林分数が限られており，さらに多くの林分について測定を行い，データを蓄積する必要があろう．

3.1.2.　仮道管長のバラツキ

表4には，ヒノキについて，髄から5年輪目と15年輪目における晩材仮道管長の平均値，標準偏差，変動係数を林分ごとに示す．また，カラマツで得られた髄から5年輪目と25年輪目における晩材仮道管長のバラツキを表4に示している．ヒノキの変動係数は，未成熟材部である髄から5年輪目で約8%，成熟材部である15年輪目で5.7～7.7%を示し，横断面内の部位間に著しい差が認められなかった．一方，カラマツでは，髄から5年輪目で6.6%，髄から25年輪目も同様に6.6%の値を示した．ヒノキおよびカラマツともに，髄からの年輪番号によって仮道管長の平均値に差を認めるが，変動係数には横断面内の部位間に著しい差が認められない．

ところで，小田ら（1989）は，同一林分で生育したスギ品種の成熟材部における晩材仮道管長のバラツキを求め，変動係数には品種間と年輪間とで大差が認められないとし，その値に2.9～6.2%を得ている．また，須藤（1969）が同一林分で生育したアカマツで得た

表4 同一林分で生育したヒノキおよびカラマツの晩材仮道管長のバラツキ
Table 4 Latewood-tracheid length variations within a stand of hinoki and karamatsu.

Species and ring number	Mean (mm)	S.D. (mm)	C. V. (%)
Hinoki			
[Kaho]			
5th	1.83	0.14	7.9
15th	2.64	0.15	5.7
[Kasuya]			
5th	1.77	0.14	8.3
15th	2.55	0.20	7.7
Karamatsu			
5th	2.88	0.19	6.6
25th	3.92	0.25	6.6

5th : 5th annual ring from the pith.
15th : 15th annual ring from the pith.
25th : 25th annual ring from the pith.
S. D. : Standard deviation.
C. V. : Coefficient of variation.

変動係数の平均値を求めると，成熟材部で約6%の値であった．これらの値とこの研究で得られた表4の結果とを単純に対比すると，同一林分で生育したヒノキおよびカラマツの仮道管長の変動係数は，スギ品種の晩材仮道管長の変動係数値よりもやや大きく，アカマツと同程度であった．仮道管長は木材性質の中でも重要な指標であり，さらに多くの異なる林分についての結果を蓄積する必要があろう．

3.1.3. 容積密度数，仮道管長，晩材率と年輪幅の相互関係

年輪構造の重要な指標である晩材率と密度との間に認められる正の高い相関関係については，よく知られている（Trendelenburg *et al*, 1955）．そこで，容積密度数と晩材率との関係を，未成熟材部と成熟材部とに分けて，図1にはヒノキ，図2にはカラマツについて示している．すなわち，未成熟材部および成熟材部ともに，ヒノキでは5%有意水準で，カラマツで1%有意水準で正の相関関係が得られた．このことから，ヒノキおよびカラマツの容積密度数のバラツキには，晩材率の影響を明らかに想定できる．ただし，両者の相関関係をもとに，晩材率を容積密度数，あるいは容積密度数と密接な関係を持つ木材性質の指標として用いるには，この研究のヒノキで十分な相関係数が得られていないように樹種の違いを考慮しなければならない．すなわち，年輪内構造が樹種によって異なり，ひいては密度（比重）への晩材率の影響が樹種によって異なっている．カラマツのように早材から晩材への移行が急で，厚い細胞壁をもつ樹種の密度は，晩材率に大きく影響され，ヒノキでは，早材から晩材への移行は緩やかであり，晩材率とともに早材細胞壁率すなわち早材密度の寄与も大きいとされる(久保，1984)．したがって，ヒノキと同じような年輪構造をもつ樹種については，晩材率だけを指標とするのには無理があるのかもしれない．なお，この研究では，年輪内の色の濃淡によって早・晩材を区分して，晩材率を測定しているこ

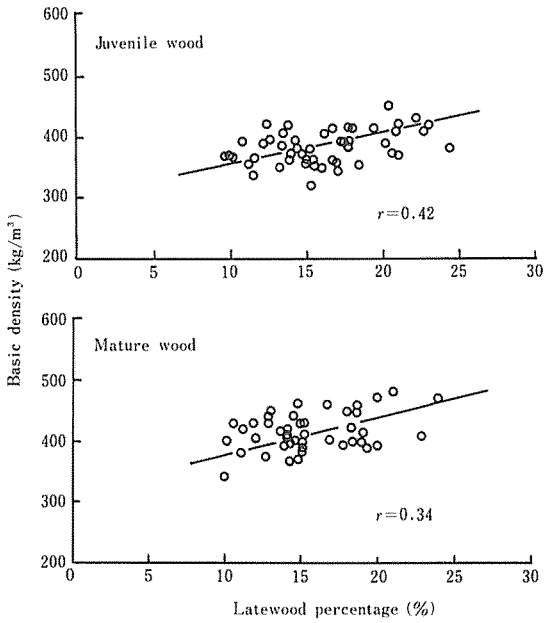

Fig. 1　Relationship between basic density and latewood percentage in hinoki.
図1　ヒノキの容積密度数と晩材率との関係

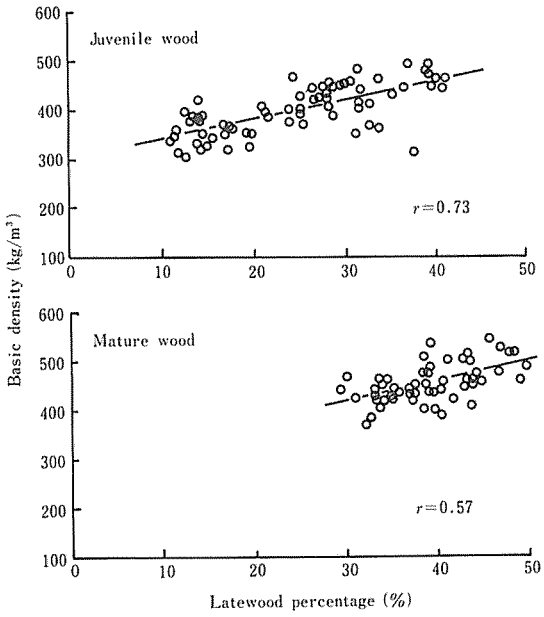

Fig. 2　Relationship between basic density and latewood percentage in karamatsu.
図2　カラマツの容積密度数と晩材率との関係

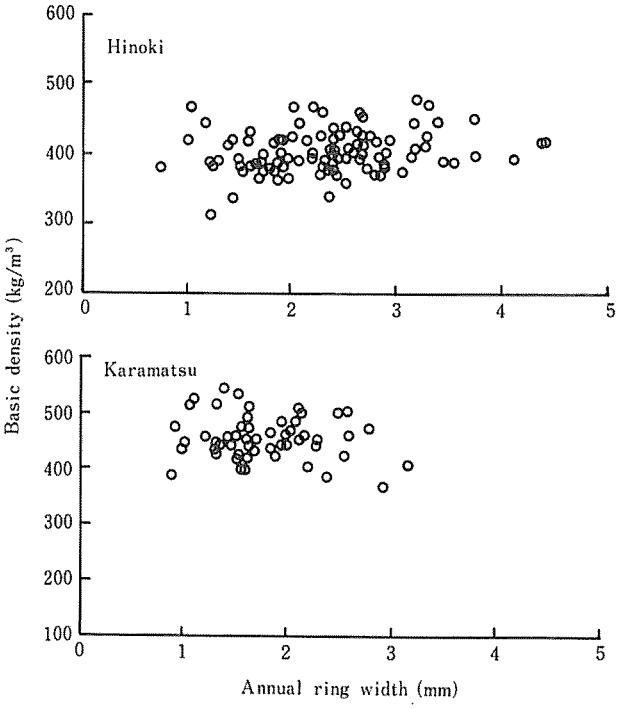

Fig. 3 Relationship between basic density and annual ring width in hinoki and karamatsu mature wood.

図3 ヒノキおよびカラマツ成熟材部における容積密度数と年輪幅との関係

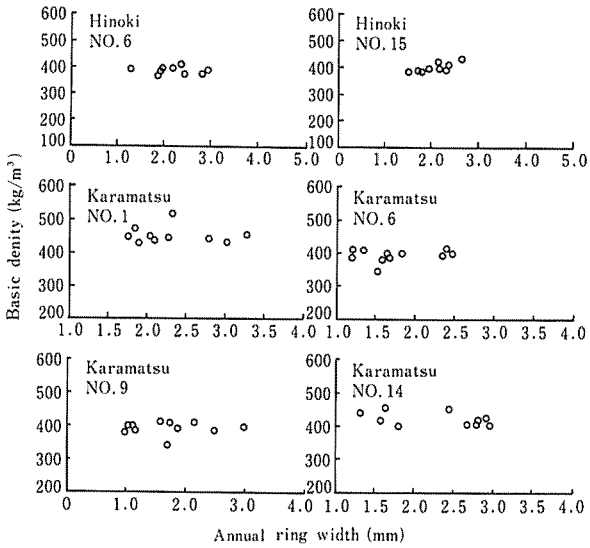

Fig. 4 Relationship between basic density and annual ring width in mature wood within the individual trees.

図4 個体内の成熟材部における容積密度数と年輪幅との関係

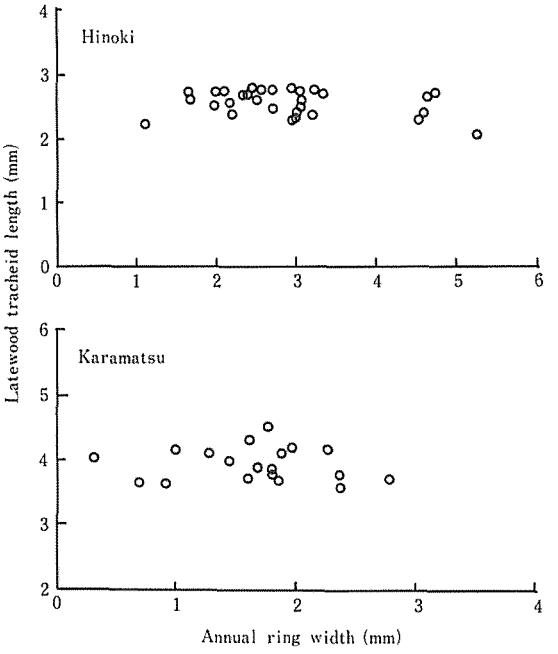

Fig. 5 Relationship between latewood tracheid length and annual ring width in mature wood.
図5 成熟材部における晩材仮道管長と年輪幅との関係

とに少々の懸念をもっている．すなわち，いわゆる目視による測定であるので，測定値にバラツキを生じているのかもしれない．

ところで，従来，年輪幅が密度（比重）ひいては力学的性質と密接な関係にあるとされ，木材材質指標として用いられることが多かった．しかし，近年にいたって，年輪幅を指標とすることへの懸念（Harris *et al*, 1975）（堤ら，1989）が報告されるようになった．

そこで，ヒノキとカラマツについて，容積密度数と年輪幅との関係の検討を試みた．人工造林木では，未成熟材部が広い年輪幅を持つことに由来する複雑な関係をさけるために，ここでは成熟材部を対象に考察を行った．ところで，図3には，容積密度数と年輪幅との関係が示されている．すなわち，両樹種ともに，有意な相関関係は認められない．前に述べたように容積密度数は晩材率との間に相関関係が認められたので，年輪幅と晩材率との関係を調べてみたところ，両樹種ともに明確な関係が得られなかった．そこで，さらに詳細な検討を加えるために，次の実験を行った．ヒノキから2本，カラマツから4本の試験木を選んで成熟材部から5〜6年輪を含むブロックを切り出し，個体内における容積密度数と年輪幅の関係について求め，図4に結果が示されている．すなわち，個体内においても，年輪幅と容積密度数との間に明確な相関関係は得られなかった．よって，この研究に用いた試験木では年輪幅の変動範囲が小さいものの，両樹種ともに成熟材部では，年輪幅の容積密度数への影響は大きくなく，年輪幅で容積密度数を管理することが難しいことを示している．

同様に，図5には，年輪幅と晩材仮道管長との関係が示されている．すなわち，成熟材部においては，晩材仮道管長と年輪幅との間に明確な相関関係が得られなかった．なお，形成層の偽横分裂頻度は形成層周囲長に，ひいては年輪幅に関係すると考えられている（Bannan, 1967）．しかし，容積密度数におけると同様に，年輪幅を材質管理の指標として位置づけるのは難かしいことがわかった．

3.2. 圧縮に関するヒノキ材の力学的性質のバラツキ

表5には，福岡県嘉穂郡産のヒノキ林分から得られた試験木について，縦圧縮に関する力学的性質の平均値，標準偏差，変動係数を，未成熟材部と成熟材部とに分けて示している．縦圧縮強さの変動係数は，未成熟材部と成熟材部との間に大差がなく，ともに9%の値を示している．なお，表には示していないが，福岡県粕屋郡産のヒノキ林分から得られた試験木の成熟材部における縦圧縮の結果では，平均値441 kgf/cm²で，変動係数7%を得ている．縦圧縮ヤング率の平均値では，未成熟材部に対する成熟材部の値は；約3倍にも達することを認めた．一方，縦圧縮ヤング率の変動係数は，未成熟材部で24.2%，成熟材部では26.8%が得られ，未成熟材と成熟材との間で著しい差はない．ただし，縦圧縮強さのバラツキに比べて圧縮ヤング率では極めて大きなバラツキを得たことに留意しなければならないであろう．

同一林分で生育したスギ4品種の圧縮に対する性質の変動係数では，縦圧縮強さで，約7～13%，縦圧縮ヤング率で，10.3～19.2%であったとされる（小田ら，1989）．ところで，このスギ品種内の縦圧縮に対する性質のバラツキと表5とを比べると，一林分内におけるヒノキの縦圧縮強さのバラツキはスギ品種と同程度であり，縦圧縮ヤング率のバラツキは，スギ品種よりもやや大きいようである．

単位体積当りの細胞壁実質量の指標として密度（比重）ないしは容積密度数，細胞壁の質的指標であるミクロフイブリル傾角やセルロースの結晶化度などに木材の力学的性質が影響されると考えられている．縦圧縮に関する力学的性質すなわち縦圧縮強さと縦圧縮ヤング率のバラツキ管理について比重と関連づけて検討を加えた．

成熟材における縦圧縮強さと比重との関係が図6に示され，有意（1%水準）な正の相関関係が認められた．この関係から，縦圧縮強さのバラツキ管理の指標としては，木材基本性質の主要な指標である比重（あるいは容積密度数）が最も有効であることを確認できた．

また，図7では，縦圧縮ヤング率と比重との関係を示すものの有意な相関関係が認められなかった．他方，太田の報告（1972）は，縦圧縮ヤング率との間に，正の相関関係を認

表5 同一林分で生育したヒノキの縦圧縮に対する性質のバラツキ
Table 5 Variation in longitudinal compressive properties within a stand of hinoki.

	Compressive strength			Young's modulus		
	Mean (kgf/cm²)	S. D. (kgf/cm²)	C. V. (%)	Mean (×10³kgf/cm²)	S. D. (×10³kgf/cm²)	C. V. (%)
Juvenile wood	454	41	9.0	41.5	10.0	24.2
Mature wood	437	40	9.1	115.1	30.8	26.8
All	443	41	9.2	80.1	41.7	52.0

S. D. : Standard deviation
C. V. : Coefficient of variation

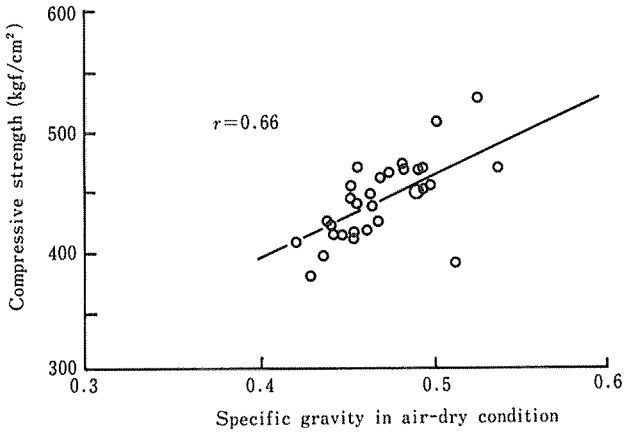

Fig. 6　Relationship between compressive strength and specific gravity in mature wood of hinoki.
図6　ヒノキ成熟材部における圧縮強さと気乾比重との関係

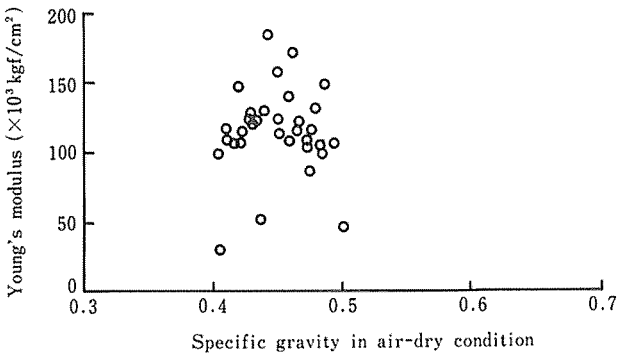

Fig. 7　Relationship between Young's modulus and specific gravity in mature wood of hinoki.
図7　ヒノキ成熟材部における圧縮ヤング率と気乾比重との関係

めている．すなわち，この不整合を解析するには，木材構造の質的因子も考慮して，さらに詳細な検討を必要とするのであろう．

ところで，ヒノキ材の機械的応力等級区分法（Machine Stress Rating）による力学性評価を意識して，縦圧縮ヤング率によって縦圧縮強さの管理が可能か否かを検討した．すなわち，図8に示すように，無欠点の未成熟材部と成熟材部のそれぞれで，縦圧縮ヤング率と縦圧縮強さとの間に有意な相関関係が認められた．

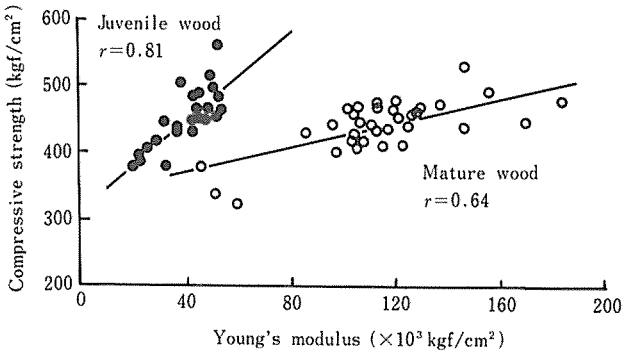

Fig. 8 Relationship between compressive strength and Young's modulus in juvenile wood and mature wood of hinoki.
図8 圧縮強さと圧縮ヤング率との関係

おわりに

この研究では，ヒノキ材およびカラマツ材について，木材基本性質のバラツキに関する基礎的データを得ることを目的に実験的研究を行い，次のような結果を得た．

1) ヒノキ材とカラマツ材の両方で，容積密度数は樹幹半径方向の部位によって異なるが，変動係数は横断面内の部位間に著しい違いを認めなかった．なお，樹幹横断面内の変動係数は，両樹種とも約7%の値を得た．

2)両樹種ともに，胸高部位同一年輪内における個体間の晩材仮道管長の変動係数は，年輪間に大きな違いを認めなかった．その値は，ヒノキで6～8%を示し，カラマツで7%を示した．

3)基本性質間の相互関係について検討したところ，容積密度数と晩材率との間に相関関係が認められた．しかし，容積密度数を管理する指標として晩材率を使用するには，さらに検討を要することがわかった．また，成熟材年輪幅は，密度や仮道管長の管理指標として有効でないことがわかった．

4)ヒノキの圧縮に関する力学的性質の変動係数は，未成熟材部と成熟材で大差なく，縦圧縮強さで9%，縦圧縮ヤング率で約26%の値を示した．縦圧縮強さに比べて，縦圧縮ヤング率でのバラツキが大きかった．

5)縦圧縮強さのバラツキには，比重のバラツキが大きく影響しており，その縦圧縮強さの管理指標に比重（あるいは容積密度数）が有効であることを認めた．未成熟材と成熟材のそれぞれで，縦圧縮ヤング率と縦圧縮強さとの間に有意な相関関係が認められた．

ところで，無機物質とは異なり，生物から生産される材料のバラツキ管理には，環境因子，遺伝因子が木材の性質に及ぼす影響を考慮せずに推進することはできない．外国産樹種では，木材の基本性質の指標である容積密度数，仮道管長および晩材率の遺伝率が高いことが明らかになっている(Zobel *et al*, 1989)．また，栄養繁殖されたスギ品種に関する一連の研究から(小田ら，1989)（堤ら，1989）（古賀ら，1990)，スギ材のバラツキは品種

の混在にあり，遺伝性を無視できないことが明らかになってきている．今後，ヒノキ材とカラマツ材について，木材基本性質に関与する要因に関連するデータの蓄積を行い，解析していく必要があろう．

引 用 文 献

Bannan, M. W. (1967) : Antielinal divisions and cell length in conifer cambium. F. P. J. **17** (6) : 63-69

Bendtsen, B. A. (1979) : Properties of Wood From Improved And Intensively Managed Trees. F. P. J. Vol. **28** (10) : 61-72

Cown, D. J. and McConchie, D. L. (1980) : Wood property variation in an old-crop stand of Radiata pine. N. Z. J. For. Sci. **10** (3) : 508-520

Eguiluz-Piedra, T. and Zobel, B. J. (1986) : Geographic variation in wood properties of *Pinus Tecunumani*. Wood and Fiber Science **18** (19) : 68-75

Harris, J. M., James, R. W. and Collins, M. J. (1975) : Case for improving wood density in radiata pine. N. Z. J. For. Sci **5** (3) : 347-354

久保隆文 (1985)：針葉樹の年輪構造とその形成に関する基礎的研究．東農工大演報 **21**：1-70

Koch, P. (1972) : Utilization of the Southern pines (Agriculture Handbook 420) USFS Southern Forest Experiment Station. 245 pp.

古賀信也・小田一幸・堤 壽一 (1990)：スギ品種内の木材性質のバラツキ．九大演報 **62**：101-113

見尾貞治・松本 勗・堤 壽一 (1985)：スギ品種の木材性質について．九州産の在来6品種による予備的実験．九大演報 **55**：187-199

小田一幸・久田義則・堤 壽一 (1989)：同一林分で生育したスギ品種内の木材性質のバラツキ．九大演報 **60**：69-81

太田貞明 (1972)：スギ・ヒノキ樹幹内における未成熟材の力学特性に関する基礎的研究．九大演報 **45**：1-80

Singh, T. (1987) : Wood density variation in thirteen Canadian tree species. Wood and Fiber Science **19** (19) : 362-369

須藤彰司 (1969)：アカマツ仮道管長の変異について（第5報）一林分（東北地方）における未成熟材と成熟材の仮道管長の関係について．木材学会誌 **15** (2)：67-70

Trendelenburg, M. and Mayer-Wegelin, H. (1955) : Das Holz als Rohstoff. Carl Hanser Verlag, Munchen, 408 pp.

堤 壽一 (1986)：木材材質とその意義 ― 林業と工業の接点を求めて ―．木材工業 **41**：460-465

堤 壽一 (1991)：スギ品種とカラマツの材質評価と材質管理への電気伝導性適用のための基礎研究．平成2年度科学研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書，pp. 1-27

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材質．とくにスギ品種を中心に．材料 **38** (430) : 740-746

Zobel, B. J. and van Buijtenen, J. P. (1989) : Wood Variation. Its Causes and Control. Springer-Verlag. Berlin Hedelberg, pp. 249-268

Summary

The purpose of this study is to clarify the variation of the instrinsic wood properties and mechanical properties among hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) trees and karamatsu (*Larix leptolepis*) trees within a stand.

Fifty hinoki trees from 25- and 20-year-old stands, and twenty karamatsu trees from a 41-year-old stand were obtained as test trees. The breast height diameter and the tree height of sample trees were measured and then two disks of 10cm and 50cm thick were taken from the breast height of sample trees. The 10cm thick disks were used for measureing basic density, tracheid length, growth ring width and latewood percentage. The 50cm thick disks from hinoki trees were used for compressive test parallel to the grain.

The results of this study were summarized as follows ;

1) The basic density properties of hinoki- and karamatsu-wood were not uniform from the pith outward at a given stem. The basic density decreased outward from the pith for hinoki-wood and increased outward from the pith for karamatsu-wood. The differences in the coefficients of variation in the basic density for juveile and mature wood were not so large in hinoki and karamatsu. Their values were about 7% at a given stem level for hinoki- and karamatsu-wood.

2) In hinoki- and karamatsu-wood, no remarkable differences in the latewood-tracheid length variation were found between annual rings from the pith. The coefficients of variation in tracheid length among hinoki trees within a stand were 6% at the 5th annual ring and were 6 to 8% at the 15th annual ring from the pith. Among karamatsu trees, they were 7% at 5th and 25th annual rings from the pith.

3) There were statistically significant relationships between the basic density and the latewood percentage of hinoki- and karamatsu-wood. The growth ring width of mature wood were not valid as a wood quality index.

4) The coefficients of variation in the compressive strength and the Young's modulus parallel to the grain among hinoki trees were 9% and 26%, respectively. The Young's modulus variation was greater than the compressive strength variation.

5) The compressive strength variation was mainly affected by the differences in specific gravity among trees. The sepcific gravity (basic density) was useful as a quality index to estimate the compressive strength. The compressive strengths were highly correlated with Young's modulus in juvenile and mature wood, respectively.