



Title	カツラ材密度の樹幹内変動に及ぼす年齢効果
Author(s)	大谷, 諄; OHTANI, Jun; 深沢, 和三 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 31(3), 467-480
Issue Date	1974-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20944
Type	departmental bulletin paper
File Information	31(3)_P467-480.pdf



カツラ材密度の樹幹内変動に 及ぼす年齢効果

大谷 諄* 深沢和三* 金野滋典*

The Effect of Age on Density Variation within one
Stem of *Cercidiphyllum japonicum*

By

Jun OHTANI*, Kazumi FUKAZAWA*
and Shigefumi KONNO*

目 次

1. 緒 言	467
2. 実験方法	468
2.1 供試木	468
2.2 密度の測定	469
2.3 構成要素率の測定	469
3. 結果および考察	470
3.1 密度と年輪幅との関係	470
3.2 密度の樹幹内変動	471
3.3 構成要素率の水平方向変動	473
3.4 未成熟材部および成熟材部における密度と年輪幅との関係	476
4. 結 論	477
5. 摘 要	478
文 献	479
Summary	480

1. 緒 言

広葉樹材密度の樹幹内分布については、針葉樹材のそれにくらべあまり多くは研究されていない。しかし広葉樹材のなかで利用上重要な樹種、例えば、*Betula*, *Eucalyptus*, *Fagus*, *Liriodendron*, *Populus*, *Quercus*, *Shorea*などに属するいくつかの樹種の密度の樹幹内分布は

1974年7月31日受理

* 北海道大学農学部林産学科木材理学教室

Laboratory of Wood Physics, Dept. of Forest Products, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

古くから研究されている^{1,2)}。そして、これらの資料をもとにして密度の樹幹内変動の傾向をいくつかのパターンに分け、樹種別に整理する試みも行われている¹⁾。これらの研究結果によれば、広葉樹材の密度の樹幹内分布の様式は、同一属内はもちろん、同一樹種でも異なる場合がある。このことは、樹種固有の遺伝因子に環境因子が複雑に影響していることを意味していると考えられるが、広葉樹材の密度の樹幹内変動の原因についての検討は、必ずしも十分に行われていないのが現状であろう。

著者らはさきに広葉樹材環孔材(ミズナラ材)について、密度の樹幹内変動を未成熟材と成熟材の概念すなわち年齢効果の観点から検討した³⁾。それによれば、環孔材の密度に大きく影響する因子である年輪幅を消去することにより密度に対する年齢効果を明確に示し得た。すなわち、ミズナラ材においては、髓近辺では年輪幅に関係なく高密度であり、髓から遠ざかるにしたがい広年輪幅材ではあまり変化しないが、狭年輪幅材では半径約7 cm ぐらいまで急激に減少し以後安定する。この半径7~10 cm までがミズナラ材の密度変化から区分される未成熟材部である。また、著者らは、密度に及ぼす年齢効果の原因の一つとして構成要素率の変化に着目し、夏材部の小道管群と木繊維の比率の変動をあげた。

散孔材の未成熟材についての研究は殆んど行われていない。渡辺ら⁴⁾はポプラ材について材質に影響を与える比重、木部繊維長、木部繊維の2次壁中層のフィブリル傾角の3因子について調べた結果、散孔材にも未成熟材と見なし得る材部が存在するが、しかし、未成熟材部と成熟材部の材質の差異はスギ材^{5,6)}ほど著しくないものと推定している。

本報告は、著者らの“ミズナラ材密度の樹幹内変動に及ぼす年齢効果”³⁾の続報にあたるものである。本報告では、ミズナラ材で認められたような密度の樹幹内変動に及ぼす年齢効果が、散孔材であるカツラ材についても認められるかどうかを検討し、密度に及ぼす年齢効果を組織構造の面から若干の考察を試みた。

なお、研究費の一部は1973年度北海道科学研究費補助によった。

2. 実験方法

2.1 供試木

供試木は北海道大学苫小牧地方演習林産のカツラ (*Cercidiphyllum japonicum* SIEB. et ZUCC.) 2本である。供試木の概況を Table 1 に示す。

1号木は熊の沢事業区412林班から1973年5月25日に伐採された。生育地は、標高50 m, 南西に面した約15°の傾斜地で、ha 当たり約1700本、蓄積約170 m³の広葉樹天然林である。2号木は熊の沢事業区416林班から1972年10月7日に伐採された。生育地は、標高60 m, 南

Table 1. Description of sample trees*

Sample tree No.	1	2
Age (year)	94	125
Height (m)	20.7	24.5
B. H. D. (cm)	44	47
Clear length (m)	6.9	18.0

* *Cercidiphyllum japonicum* SIEB. et ZUCC. grown at natural forest in Tomakomai College Experiment Forest, Hokkaido University.

西にわずかに傾斜した所(傾斜度 7°)で、ha当たり約1200本、蓄積約 80 m^3 の広葉樹天然林である。なお、2号木には地際より地上高約3mまでくされによる空洞(地上高0.3mにおいて直径約10cm)が存在していた。1、2号木とも幹形は通直で、枝かわれのない優良木である。

2.2 密度の測定

両供試木から地上高0.3, 1.3, 3.3 m, 以下原則として2mごとに厚さ2~4 cmの円板を採取した。1号木については、円板採取後直ちに上記円板の4方向(東西南北)より髓から半径方向に幅約2 cmのストリップをとった。それぞれのストリップについて樹皮側より5年輪ごとに連続試験片を分割し、試験片を生材容積測定まで水中に保存した。水中浮力法⁷⁾により試験片の生材容積を測定し、その後試験片を全乾にし、全乾重量を測定した。2号木については、上記のそれぞれの円板の任意の2方向より幅約2 cmのストリップをとり、それらにつき樹皮側より1 cmごとに連続試験片を分割した。試験片の全乾重量を測定した後、試験片を十分に飽湿させ、ブルイェ水銀測容器で容積を測定した。なお、1号木については生材試験片の半径方向の長さを、2号木については飽湿試験片に含まれる年輪数を測定した。

以上の方法により、各試験片について容積密度数 $R(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、年輪幅および髓からの距離を算出した。

2.3 構成要素率の測定

密度の年齢効果を組織構造の面から検討するために構成要素率を測定した。構成要素率の測定は1号木について行い、密度測定用試験片よりそれぞれの年輪幅階級(後述3.1および3.2の項参照)について髓より樹皮側まで数個ずつ試験片をえらびだした。これらの試験片から常法により光学顕微鏡用木口切片の永久プレパラートを作成した。

カツラ材の構成要素細胞の種類は、道管要素、繊維状仮道管、柔細胞ストランドおよび放射柔細胞であるが⁸⁾、木口面で構成要素率を測定したために、繊維状仮道管と柔細胞ストランドの区別が困難であった。しかし、柔細胞ストランドの材中の占有率は他の構成要素細胞にくらべ非常に小さく⁹⁾、さらに柔細胞ストランドは密度の変動に殆んど関与しない¹⁰⁾と考えられる。したがって、本研究では、繊維状仮道管と柔細胞ストランドを一括して取扱い、構成要素細胞を、道管要素、木繊維(繊維状仮道管と柔細胞ストランド)、放射柔細胞の三種類に区別した。

これらの構成要素細胞の占有面積率の測定は、すべて写真上で年輪単位に算点法によって行われた。すなわち、5 mm 間隔に目盛をつけた透明な格子板を1年輪が完全に含まれる200倍の木口面顕微鏡写真の上に重ね合わせ、格子の点の直下の細胞を種類別に記録した。測定点は1試料すなわち1年輪につき原則として2,000点とした。接線方向の測定点数を一定にし、半径方向は1年輪を通して測定を行った。したがって、年輪幅の大小により測定される1年輪の半径方向の算点数が変わるから接線方向の算点数も変わる。各構成要素細胞の材構成比率すなわち構成要素率は、1年輪について測定された全点数(原則として2,000点)に対する各構成要素細胞の点数の比により算出された。

3. 結果および考察

3.1 密度と年輪幅との関係

Fig. 1 および Fig. 2 は、1号木および2号木の容積密度数と年輪幅の関係を、すべての測定試験片の数値について、測定試験片の樹幹内の位置に関係なくプロットした図である。1号木については容積密度数は289~489 kg/m³、年輪幅は0.4~6.5 mmの範囲にあり、2号木については容積密度数は320~602 kg/m³、年輪幅0.5~5.0 mmの範囲にある。供試木により、容積密度数および年輪幅の相違は認められるが、容積密度数と年輪幅との関係は、散孔材のいくつかの樹種についての既往の文献^{11,12)}にみられるものとほぼ同様である。すなわち、容積密度数と年輪幅との関係はあまり判然としない。

Fig. 1 および Fig. 2 より明らかなように、同一年輪幅でも密度のバラツキは著しい。1号木では、特に狭年輪幅の場合に密度のバラツキが顕著であることが認められる。なお2号木は、前述のように地際より地上高約3 mまで髓近辺にくされによる空洞があったので、その部分の密度と年輪幅の値はFig. 2には書き入れられていない。このことが1号木 (Fig. 1) にくらべFig. 2に示されている狭年輪幅の試料数が少なく、狭年輪幅での密度のバラツキが顕著でない原因であると考えられる。このような同一年輪幅での密度のバラツキの原因として樹幹内の位置効果が考えられる³⁾。著者らはすでにミズナラ材において同一年輪幅の密度のバラツキの原

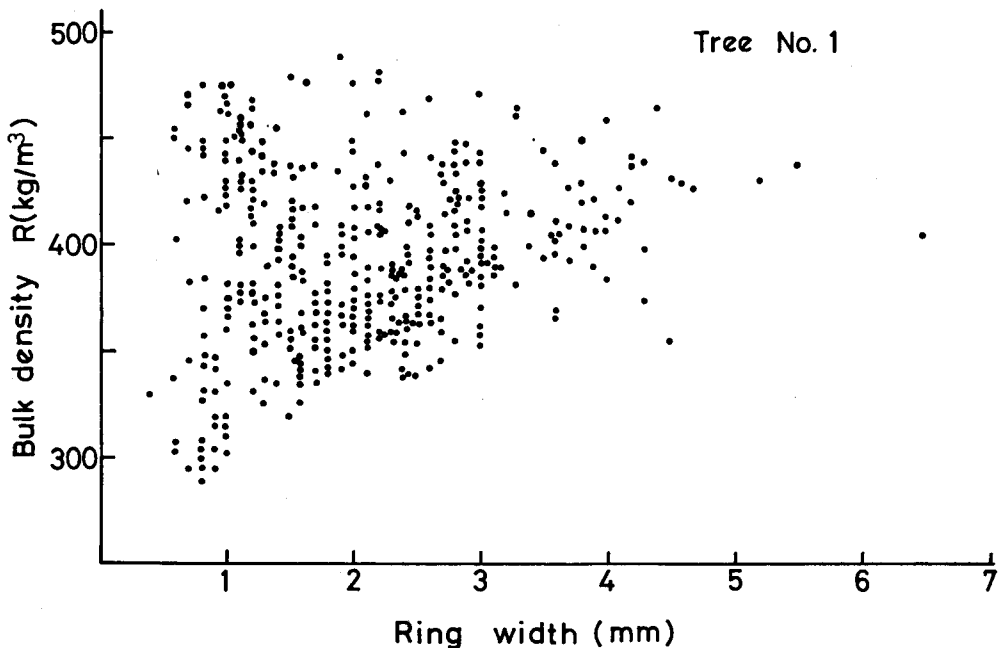


Fig. 1. Scatter diagram of the relation between bulk density and ring width (Tree No. 1, total specimens).

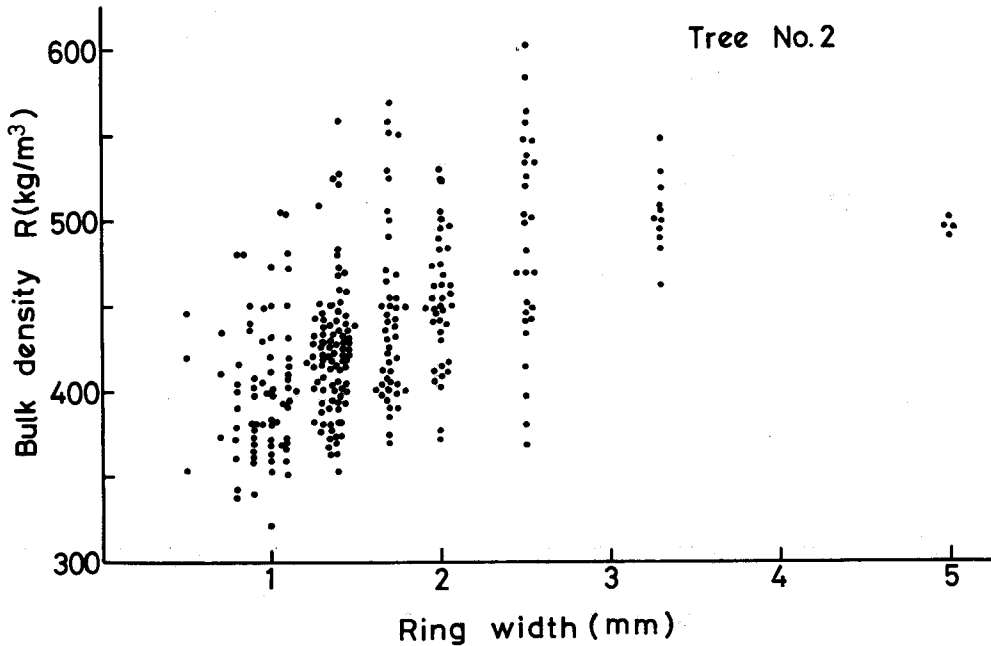


Fig. 2. Scatter diagram of the relation between bulk density and ring width (Tree No. 2, total specimens).

因を究明するために年輪幅階級べつに密度の水平方向変動を調べ好結果を得た³⁾。本研究においても著者らの方法³⁾に準じ、年輪幅を単純に1 mm 以下, 1~2 mm, 2~3 mm, 3~4 mm, 4 mm 以上の5階級に分け、それぞれの年輪幅階級に属する密度が樹幹内でどのように変動するかを次の項で検討する。

3.2 密度の樹幹内変動

Fig. 3は、1号木について地上高に関係なく、前述の5年輪幅階級べつに髄から2 cm 間隔ごとに含まれる試験片の密度の平均値を求め、それらの水平方向変動を示した図である。また、Fig. 4は、2号木の地上高3.3 m 以上について同様のことを示した図である。Fig. 3およびFig. 4より次のことがわかる。すなわち、1) いずれの年輪幅階級についても髄近辺で最も高い密度を示す。2) 3 mm 以上の年輪幅階級では密度は髄から樹皮側へいくらか減少するが、3 mm 以下の年輪幅階級では密度は髄から半径約8 cm まで急激に減少し以後ほぼ一定の値になる。3) 髄から樹皮側への密度の減少の程度は狭年輪幅階級ほど大きい。

以上のことは、ミズナラ材についての研究結果³⁾とほぼ同様な傾向であり、同一年輪幅階級内の密度のバラツキの主要な原因は、樹幹内の位置効果、言いかえれば“年齢効果”であることが示された。なお、ここで用いた“年齢効果”とは、すでに著者ら³⁾が詳細に述べているように、ただ単に髄からの年輪数すなわちその材部を形成した形成層始原細胞の年齢の影響だけを意味するのではなく、髄からの距離すなわち材部が形成された生育条件の影響をも加味し

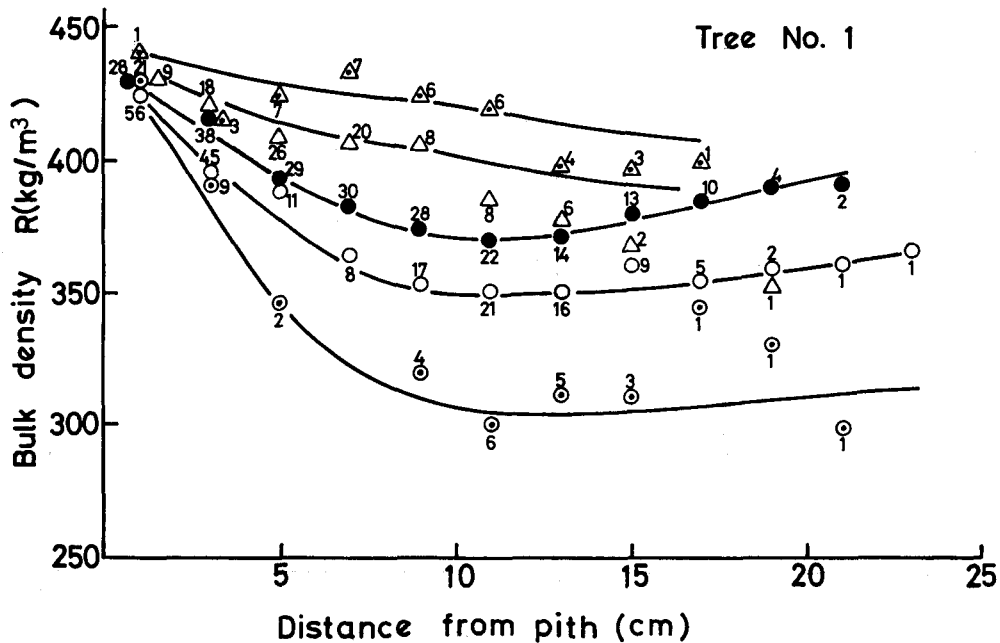


Fig. 3. Radial variation of bulk density in each of the ring width class (Tree No. 1, total specimens).

Ring width; \odot : ~ 1 mm \circ : 1~2 mm \bullet : 2~3 mm \triangle : 3~4 mm
 \triangle : 4~ mm Values: number of specimens

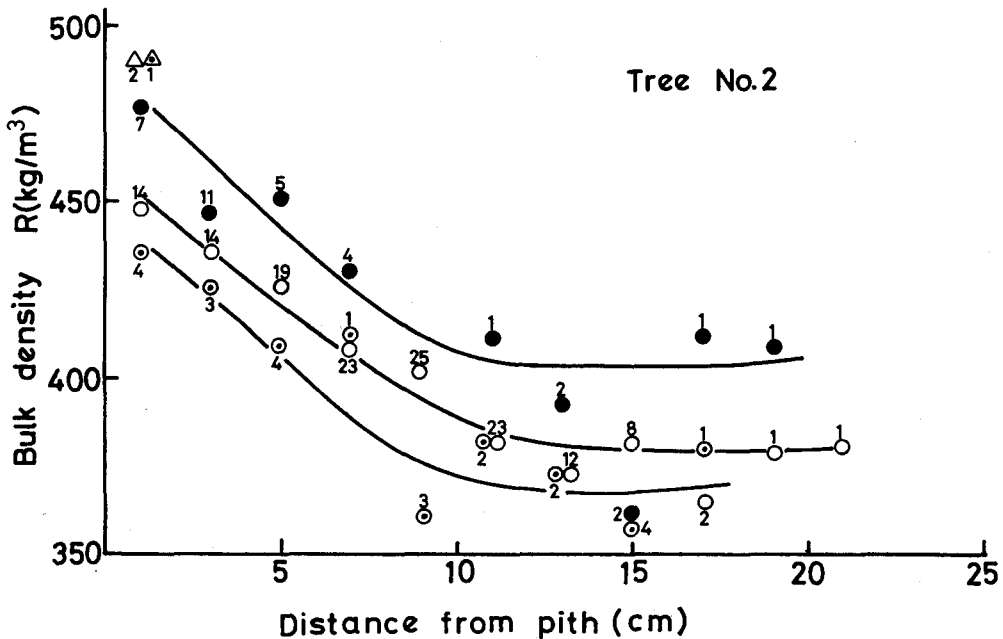


Fig. 4. Radial variation of bulk density in each of the ring width class (Tree No. 2, specimens above 3.3 m level).

た広義の意味である。また、未成熟材と成熟材の境界は、密度の変動傾向から判断すれば、髓から約8 cmのところと考えられる。すなわち、髓から半径約8 cmの円柱の部分が未成熟材部、その外側の部分が成熟材部に区分される。

3.3 構成要素率の水平方向変動

前項で示した密度の水平方向変動を組織構造の面から検討するために構成要素率の水平方向変動を調べた。

Fig. 5は、1号木について各年輪幅階級別の道管要素率の水平方向変動を示すものであり、Fig. 6は木繊維率について同様のことを示す図である。Fig. 5およびFig. 6は、前述のFig. 3の密度の水平方向変動を示す図と対応するものである。またPhoto 1~6は年輪構造の水平方向変動を示す1例として1 mm以下の年輪幅階級について示したものである。

Fig. 5から次のことがわかる。すなわち、1) いずれの年輪幅階級についても髓近辺で道管要素率は最も低い。2) 3 mm以上の年輪幅階級では道管要素率は髓から樹皮側へいくらか増加するが、3 mm以下の年輪幅階級では道管要素率は髓から半径約8 cmまで急激に増加し以後あまり変化しない。3) 髓から樹皮側への道管要素率の増加の程度は狭年輪幅階級ほど大きい。一方、木繊維率についてみると、Fig. 6より次のことがわかる。すなわち、1) いずれの年輪幅階級についても髓近辺で木繊維率は最も高い。2) 3 mm以上の年輪幅階級では木繊維率は髓から樹皮側へいくらか減少するが、3 mm以下の年輪幅階級では木繊維率は髓から半径約8 cmまで急激に減少し以後あまり変化しない。3) 髓から樹皮側への木繊維率の減少の程度は狭年輪

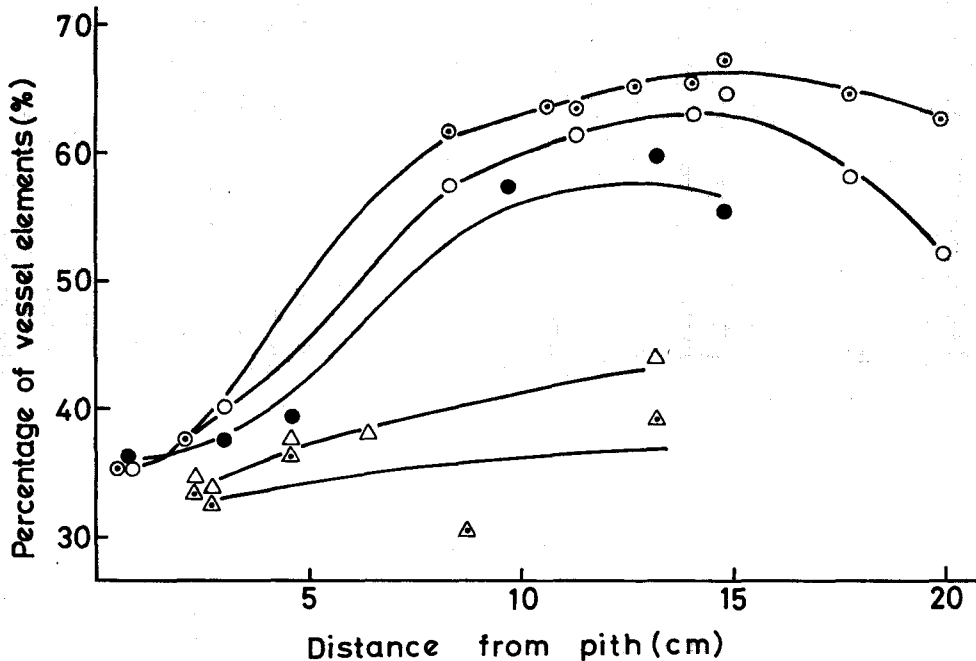


Fig. 5. Radial variation of the percentage of vessel elements (Tree No. 1).

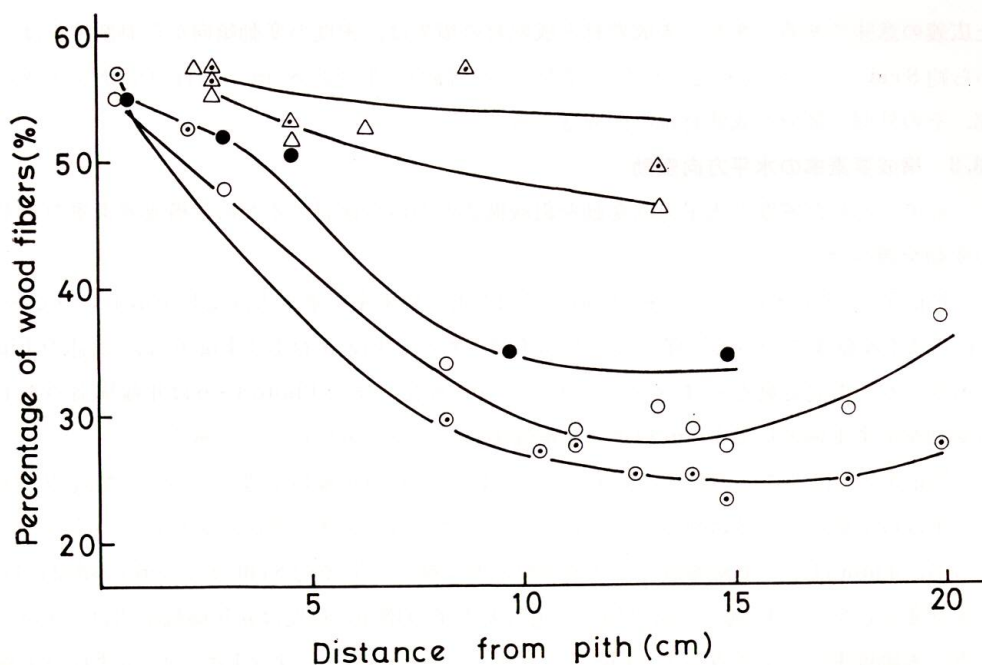
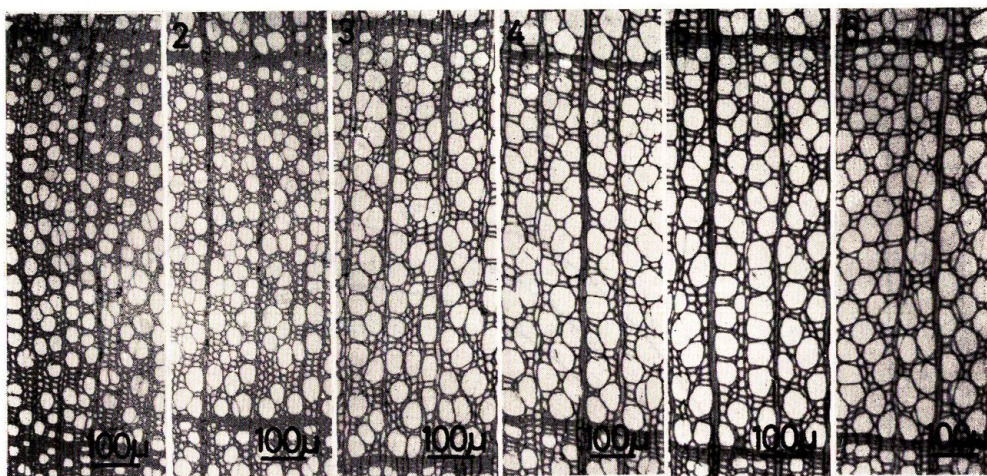


Fig. 6. Radial variation of the percentage of wood fibers (Tree No. 1).



Photos 1~6. Cross sections showing the structural variation in annual ring at different distances from the pith (Tree No. 1).

Ring width: 0.8~1.0 mm

Distance from pith: photo 1 (0.5 cm), photo 2 (2.1 cm),
photo 3 (8.3 cm), photo 4 (11.3 cm),
photo 5 (14.9 cm), photo 6 (20.0 cm).

幅階級ほど大きい。また、放射柔細胞率は年輪幅階級の間に相違はなく、いずれの年輪幅階級についても髓から樹皮側へほぼ一定の値をとり、それらの値は7.4~12.7%であった。

Fig. 5 と Fig. 6 に示された道管要素率および木繊維率の水平方向の変動傾向は、密度の水

平方方向変動 (Fig. 3) と極めてよく対応している。例えば、密度の年齢効果がよく示されている狭年輪幅階級についてみると、髄近辺で密度が高いことは他の構成要素細胞にくらべ壁率 (細胞内腔に対する細胞壁の割合) の低い道管要素の割合が低く、壁率の高い木繊維の割合が高いことが原因している。密度が髄より半径約 8 cm まで急激に減少しその後ほぼ一定になることは、髄から半径約 8 cm まで道管要素率は増加するが木繊維率が減少すること、さらにその後両者の要素率がほぼ一定であることが原因している。

以上のように密度の年齢効果は、道管要素と木繊維の材中での占める割合の変動から簡単に説明される。しかし、カツラ材以外の散孔材では、密度の水平方向変動をただ単に構成要素率の変動だけからでは説明出来ない場合がある。Yellow poplar (*Liriodendron tulipifera* L.) では、密度は髄近辺で最も低く外側へ増加し、やがて一定となりその後漸減する^{13,14)}。しかし道管要素率は髄から外側へ増加する傾向がある¹⁵⁾。また、レッドラワン材 (*Shorea negrosensis* FOXWORTHY) では、密度の低い樹心部で繊維状細胞の比率が高く、密度の高い外側部でその比率は低い。また、密度の高い部分で道管要素率が高い¹⁶⁾。このような例は、密度の水平方向変動の原因は、単に構成要素細胞の要素率の変動だけでなく、構成要素細胞の形態 (長さ、直径、壁厚など) の変動が顕著に関与していることを示唆している。カツラ材では、道管要素および木繊維の直径は髄近辺で最も小さく外側へ増加しやがてほぼ一定になる。1例を Photo 7 と Photo 8 に示す。Photo 7 (未成熟材) および Photo 8 (成熟材) からわかるように、道管要素と木繊維の壁厚はそれらの直径の変化にくらべると髄から樹皮側へあまり顕著な変化は認められない。したがって両者の壁率の水平方向変動はそれらの直径変動に概略支配され、髄近辺で

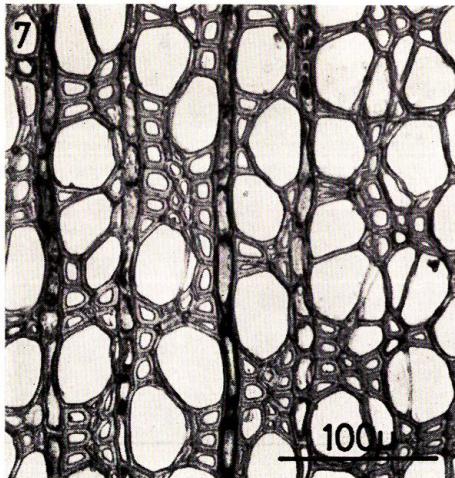


Photo 7. A cross section showing the middle part of an annual ring in juvenile wood (Tree No. 1).

Ring width: 1.7 mm
Distance from pith: 0.7 cm

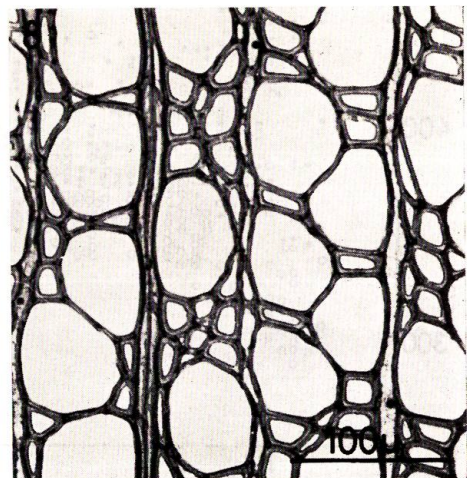


Photo 8. A cross section showing the middle part of an annual ring in adult wood (Tree No. 1).

Ring width: 1.2 mm
Distance from pith: 14.9 cm

最大であり樹皮側へ減少しやがて一定になる。この一定になるところは、密度の水平方向変動から求めた未成熟材と成熟材の境界とほぼ対応すると考えられる。このように道管要素と木繊維の壁率の水平方向変動を考慮すれば、カツラ材では道管要素と木繊維が密度の年齢効果に関与している度合は要素率で示される以上に顕著であることが認められる。

3.4 未成熟材部および成熟材部における密度と年輪幅との関係

Fig. 7 および Fig. 8 は、1号木および2号木について1樹幹内を未成熟材部と成熟材部に区別して密度と年輪幅との関係をプロットした図である。未成熟材部では年輪幅が変化しても密度はあまり変化しない傾向が認められる。しかし、成熟材部では年輪幅が増すと共に密度も増加する傾向が認められる。この傾向は1号木についてより明確に示されている。

一般に散孔材の成熟材部については、密度と年輪幅の間には明確な関係は認められない¹⁾。しかし、極端に道管の占有率が大きな材は例外であることが知られている¹⁾。カツラは本邦産広葉樹散孔材の中では最も道管占有率の大きな樹種の一つであり⁹⁾、一般の散孔材とは異なる傾向を示すことが考えられる。

Fig. 9 に1号木の成熟材部について構成要素率と年輪幅との関係を示す。道管要素率と木繊維率は逆相関の関係にあり、前者と年輪幅の間には負の相関が、また後者と年輪幅の間には正の相関が認められる。なお放射柔細胞率は年輪幅の変化にかかわらずほぼ一定である。

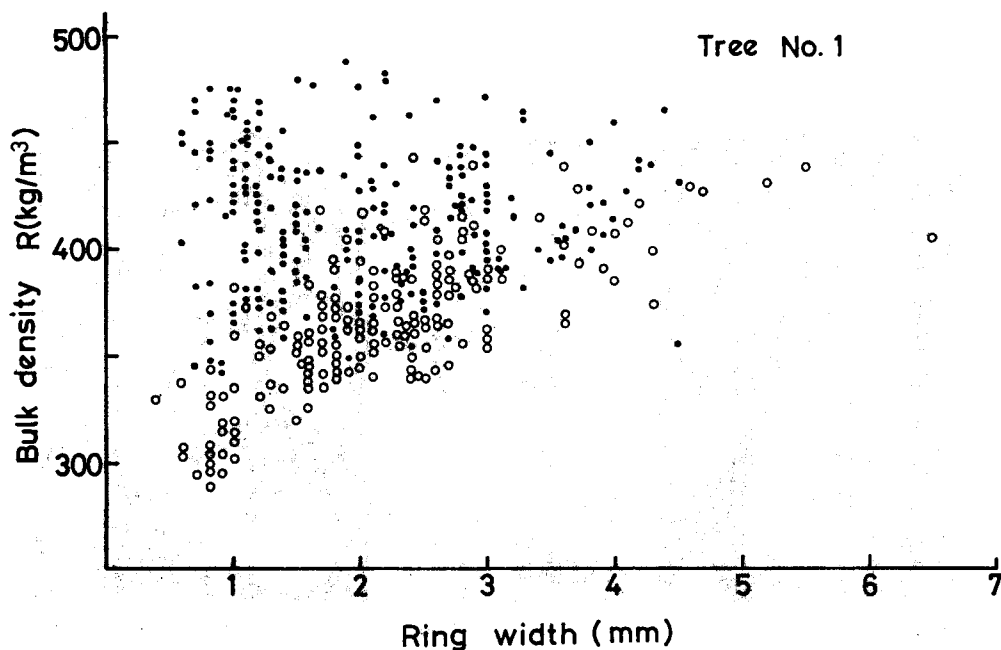


Fig. 7. Scatter diagram of the relation between bulk density and ring width (Tree No. 1, total specimens).

● : juvenile wood ○ : adult wood

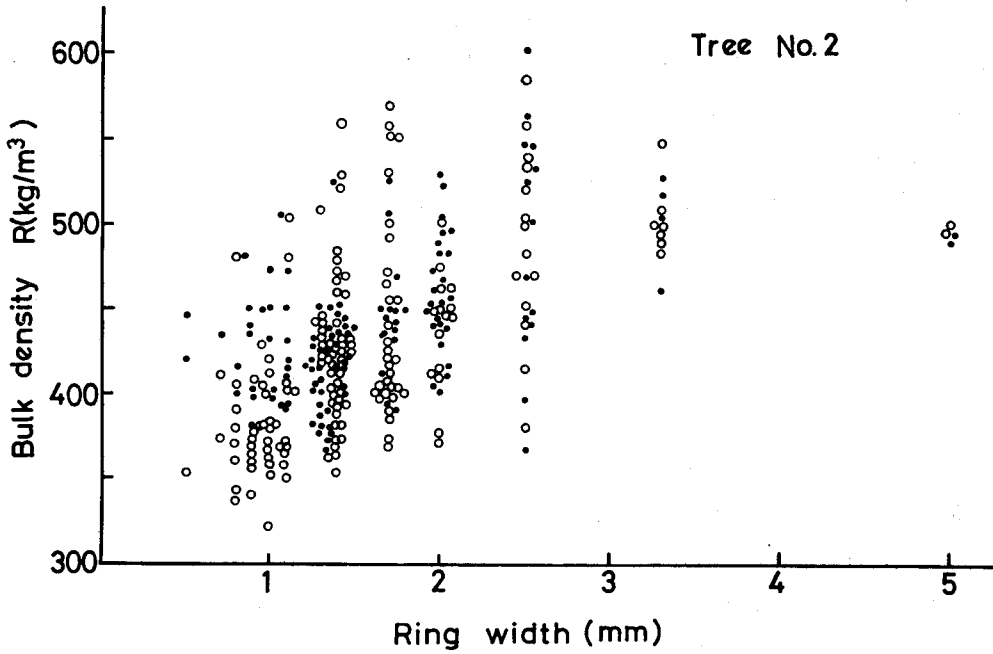


Fig. 8. Scatter diagram of the relation between bulk density and ring width (Tree No. 2, total specimens).
●: juvenile wood ○: adult wood

これらのことから、成熟材部において密度と年輪幅が正の相関関係にあることは道管要素率と木繊維率の比率が関与していることがわかる。

4. 結 論

本研究では、カツラ材について密度の年齢効果を検討するために著者らがミズナラ材について用いた方法³⁾を適用し、年輪幅階級別の密度の水平方向変動を調べ、カツラ材について密度の樹幹内変動の原因として年齢効果があることを示した。そして密度の水平変動より未成熟材の範囲を地上高に關係なく髓から8cmまでと定めた。

樹幹内の材質変動を検討する場合、1樹幹を未成熟材と成熟材に区別

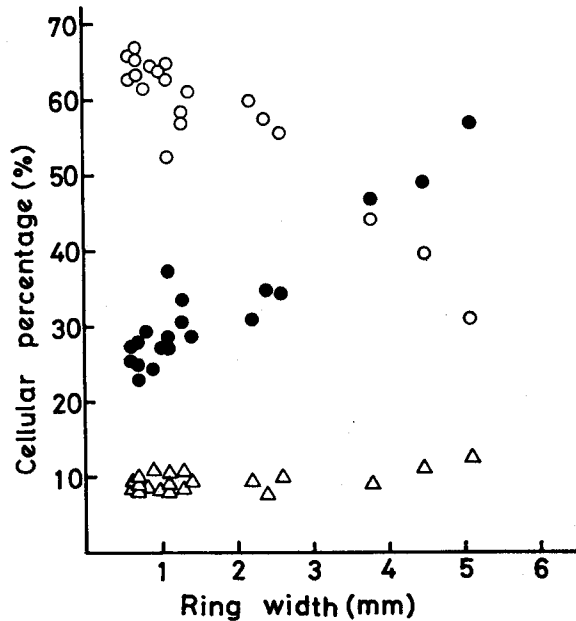


Fig. 9. Relationship between cellular percentage and ring width in the adult wood (Tree No. 1).
○: vessel elements ●: wood fibers △: ray cells.

することの重要性は多くの研究者により指摘されている^{17,18,19}。本研究で適用した区分の方法は、樹種固有の遺伝因子に環境因子を加味した考え方に立脚している点で妥当性があり、しかも密度だけから比較的明確に区分できる利点がある。また、樹幹内を未成熟材と成熟材に区分し、それらの材質を検討することの重要性は、例えば本研究で示された密度と年輪幅との関係からもあらためて理解できる。

カツラ材で示された密度の年齢効果は、道管要素と木繊維の材中での占有率の変動が原因していることが本研究で示された。しかし、散孔材では、密度の水平方向変動の原因がただ単に構成要素率の変動だけからでは説明できない樹種がある^{13,14,15,16}。カツラ材でも道管要素と木繊維の壁率の水平方向変動を考慮すると道管要素と木繊維がそれらの要素率の変動で示される以上により顕著に密度の年齢効果に寄与していることが理解される。すなわち、散孔材における密度の樹幹内変動と組織構造のそれとの関係を検討する場合、構成要素率の変動だけでなく、構成要素細胞の形態(長さ、直径、壁厚など)の変動をも考慮する必要がある。

本報告では、散孔材であるカツラ材について密度の樹幹内変動に及ぼす年齢効果を示し、密度の年齢効果を組織構造の面から検討を加えたにすぎない。散孔材では、密度の樹幹内分布の様式や密度と年輪幅との関係などが樹種により異なり、必ずしも散孔材としての一定の規則性はないと思われる。カツラ材で示されたような密度の年齢効果及び成熟材でみられる密度と年輪幅との関係が他の散孔材についても認められるかどうかは興味ある問題である。密度の樹幹内分布の様式や密度と年輪幅との関係などがカツラ材と異なる散孔材のいくつかの樹種について、密度の年齢効果を組織構造と関連づけながら検討することにより、散孔材の未成熟材についての概念をより正確に把握出来ると考えられる。

5. 摘 要

北海道大学苫小牧地方演習林からカツラ2本(Table 1)を伐採し、樹幹内の密度分布におよぼす年齢効果を調べた。

1) 樹幹内の位置に無関係にプロットされた密度と年輪幅との関係図(Fig. 1およびFig. 2)で示されるように、密度と年輪幅との関係はあまり判然としない。また、同一年輪幅でも密度の著しいバラツキが認められた。

2) 密度に及ぼす年齢効果を検討するために、年輪幅を5階級(～1, 1～2, 2～3, 3～4, 4～mm)に分け5年輪幅階級別に密度の水平方向変動を示した(Fig. 3およびFig. 4)。その結果、密度の年齢効果が認められた。すなわち、密度は髓近辺では年輪幅に関係なく高い値を示し、髓から樹皮側へ広年輪幅ではあまり変化しないが狭年輪幅ほど半径約8cmまで急激に減少し、以後ほぼ一定となる。これらの水平方向変動より未成熟材の範囲を髓から約8cmまでに定めた。

3) 構成要素率の水平方向変動を調べた結果、密度の年齢効果の主要な原因として道管要

素と木繊維の要素率の変動があげられる (Fig. 5 および Fig. 6)。さらに道管要素と木繊維の壁率の水平方向変動 (Photo 7 および Photo 8) から、道管要素と木繊維が密度の年齢効果に顕著に関与していることが示された。

4) 未成熟材部および成熟材部の密度と年輪幅との関係図 (Fig. 7 および Fig. 8) で示されるように、未成熟材部では年輪幅が変化しても密度はあまり変化しない傾向が認められるが、成熟材部では密度と年輪幅との間に明確な正の相関関係が認められた。成熟材部におけるこの関係は、道管要素と木繊維の要素率からも説明される (Fig. 9)。

文 献

- 1) PANSBIN, A. J. and de ZEEUW, C.: Textbook of wood technology, third Ed., McGraw-Hill Book Co., 237-275 (1970).
- 2) DESCH, H. E.: Anatomical variation in the wood of some dicotyledonous tree. *New Phytol.*, **31**, 73-118 (1932).
- 3) 深沢和三・大谷 諄: ミズナラ材密度の樹幹内変動に及ぼす年齢効果. *北大農演報*, **29-2**, 171-188 (1972).
- 4) 渡辺治人・松本 勲・林 弘也: 未成熟材に関する研究 (第3報) 広葉樹材についての実験. *木材学会誌*, **12-6**, 259-265 (1966).
- 5) 渡辺治人・堤 寿一・小島敬吾: 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 (1963).
- 6) 渡辺治人・堤 寿一・松本 勲・太田貞明: 未成熟材に関する研究 (第2報) スギ樹幹内の比圧縮強度と比圧縮ヤング率の分布. *木材学会誌*, **10-4**, 125-130 (1964).
- 7) HEINRICH, J. F. and LASSEN, L. E.: Improved technique for determining the volume of irregularly shaped wood blocks. *F.P.J.*, **20-4**, 24 (1970).
- 8) 島地 謙: 木材解剖図説. **94**, 95 頁, 地球出版 (1964).
- 9) 平井信二: 日本産主要木材の材構成割合について. *東大農演報*, **56**, 399-413 (1962).
- 10) 石田茂雄・堀川 洋・三谷邦彦: 北海道産ブナ材の構成要素率に関する一研究. *北大農演報*, **23-1**, 31-44 (1963).
- 11) KOLLMANN, F. and CÔTÉ, W. A. Jr.: Principles of wood science and technology. I. Solid wood, Springer-Verlag, N.Y., p. 179 (1968).
- 12) 北村義重: 北海道産主要樹種の全乾材に於ける年輪幅と比重並に圧縮強との関係に就いて. *北海道林業試験場報告*, **14**, 1-36 (1943).
- 13) TAYLOR, F. W.: Specific gravity differences within and among yellow-poplar trees. *F.P.J.*, **18-3**, 25-81 (1968).
- 14) THORBJORNSEN, E.: Variation in density and fiber length in wood of yellow poplar. *Tappi*, **44**, 192-195 (1961).
- 15) TAYLOR, F. W.: Variations in the size and proportions of wood elements in yellow-poplar trees. *Wood Sci. Technol.*, **2**, 153-165 (1968).
- 16) 須川豊伸: レッドラワン材の組織と比重の幹内変動について. *木材工業*, **26-3**, 114-116 (1971).
- 17) 深沢和三: スギ樹幹内の材質変動に関する研究——産地を異にする林木樹幹の未成熟材などの区分とその材質特徴——. *岐阜大農研報*, **25**, 47-128 (1967).
- 18) 渡辺治人: 林木の未成熟材. *木材工業*, **26-5**, 197-200 (1971).
- 19) TSUOMIS, G.: Wood as raw material, Pergaman Press., Oxford, 123-136 (1968).

Summary

The age effect on density variation within one stem was investigated on the two tree trunks of *Cercidiphyllum japonicum* SIEB. et ZUCC. grown at natural forest in Tomakomai College Experiment Forest, Hokkaido University. To show the age effect on density variation, radial variation of density in each of the ring width class (~ 1 , $1\sim 2$, $2\sim 3$, $3\sim 4$, $4\sim$ mm) was illustrated for each tree (Figs. 3 and 4). Furthermore, to discuss the relation between radial variation of density and that of volumetric composition of wood structural elements, the volumetric composition of the wood elements within an annual ring in each of the ring width class was measured by dot counting method. These variation curves are shown in Figs. 5 and 6.

The results obtained are as follows;

1) The ring width is not a significant criterion of density, unless a trunk is divided into juvenile and adult wood. As shown in Figs. 1 and 2, the density scatters considerably even in the same ring width.

2) The density variation curves (Figs. 3 and 4) show an age effect on radial density variation. This tendency is clearly found in the narrower ring width class: that is, in the narrower ring width class (~ 1 , $1\sim 2$, $2\sim 3$ mm), density has maximum value near the pith, rapidly decreases outward to about 8 cm and then remains more or less constant. On the basis of the density variation curves, the region where density rapidly decreases (from pith to about 8 cm) may be defined as the juvenile wood.

3) As shown in Figs. 5 and 6, it is noted that the radial variation of percentage of vessel elements and wood fibers accounts for the age effect on density. And also, from the variation of the wall thickness ratio to lumen diameter of both vessel elements and wood fibers from pith to bark (Photos 7 and 8), it becomes obvious that vessel elements and wood fibers have a direct effect upon the age effect on density.

4) Ring width is positively correlated with density in the adult wood, while ring width is not a significant criterion of density in the juvenile wood (Figs. 7 and 8).