

スギ造林木の木部形成パターンと年輪構造

誌名	九州大学農学部演習林報告 = Bulletin of the Kyushu University Forest
ISSN	04530284
著者	長尾, 博文 見尾, 貞治 堤, 壽一
巻/号	55号
掲載ページ	p. 201-211
発行年月	1985年6月

スギ造林木の木部形成パターンと年輪構造

クモトオシとヤブクグリについて

長尾博文・見尾貞治・堤 壽一

Xylem Formation and Annual Ring Structure of
Plantation Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) Trees

On cv. Kumotohshi and cv. Yabukuguri

Hirofumi NAGAO, Sadaharu MIO
and Juichi TSUTSUMI

要 旨

木材細胞の性質は、樹幹の肥大生長と関係していることが報告されている。

そこで、この研究では、特に年輪構造と林木の肥大生長速さを木材の性質と関連させてとりあげている。すなわち、スギの在来品種の中から、生長が速いことで知られているクモトオシと、生長が比較的遅いことで知られているヤブクグリを選び、季節の変化に伴って生じる形成層活動の経過、始原細胞から分裂した細胞が仮道管へ分化していく経過、および年輪構造が形成される経過のそれぞれが、林木の生長速さの違いによってもたらされる影響を検討している。

この研究の検討の結果、形成層の分裂活動の開始時期はクモトオシ、ヤブクグリの両品種ともに、4月上旬であった。晩材形成の開始時期はクモトオシで7月ないし8月、ヤブクグリで6月上旬であった。形成層分裂活動の終了時期はクモトオシで8月下旬から9月上旬、ヤブクグリで6月下旬から7月上旬であった。

形成層始原細胞の長さには、季節的な変化が認められず、形成層始原細胞の長さと仮道管の長さの両方で、クモトオシの方がヤブクグリよりも大きな値を示した。

細胞壁率の推移は、クモトオシとヤブクグリとで、異なるパターンを示した。また、晩材率は、両品種間に差を認めた。

以上のことから、木部形成の過程と結果には、生長の速さの相違によってもたらされる影響があることが確かめられた。しかし、木部形成の季節的な推移パターンや年輪構造には、同一品種内での生長の速さの違いよりも、品種の違いによる効果の方が大きく影響していることがわかった。

1. 緒 論

近年になって、世界の木材資源は天然生ものから人工林で育成されたものへ移らざるを得ない将来像と、生長の速い樹種への期待が大きくなる傾向にある (BRAZIER, 1983)。わが国においても、第2次大戦後の拡大造林による人工林面積の飛躍的な増大に

よって、いまや人工林の蓄積量は天然林の蓄積量に迫りつつある。なお、当初の拡大造林樹種としては、生長の速いもの選ばれる傾向が強かったために、スギやカラマツなどが主に採用されてきた。

ところで、九州地方の各林業地では、生長の速さを期待して選抜されてきた多くのスギ品種がある。一方、スギは品種ごとに木材の性質に特徴を持つこともわかっており（九州林木育種場、1976）（松本ら、1983）（宮島ら、1971）（宮島ら、1979）（小野ら、1983）（SUMIYA *et al.*, 1984）、その特徴の幾つかは生長の速さとかかわっているであろう。そこで、木部細胞の性質を樹幹の肥大生長と関与させて、木材の性質を明らかにする必要がある。この研究では、特に、年輪構造と林木の肥大生長速さとの関連性をとりあげている。

林木の木部形成は形成層での細胞分裂、それに続く新生細胞の分化と成熟の過程があり、さらに、木材の性質は個体固有の遺伝による形質（HARRIS, 1970）（ZOBEL, 1961）と、外部的な生育条件（LARSON, 1962）によって支配されるとされている。生長条件の季節的変化は形成層活動や細胞分化の機構に周期性をもたらし、ひいては木部には生長輪が形成され、樹幹は生長が順次積み重ねられたものとして理解されている。そして、巨視的・微視的な木部の組織・構造は樹幹の肥大生長の経過、すなわち、木部形成のパターンに大きく左右され、木材の性質に影響を及ぼしている。

この研究では、上に述べた背景をもとに、スギ（*Cryptomeria japonica* D. Don）の在来品種の中から、生長が速いことで知られているクモトオシ（cv. Kumotohshi）と、生長が比較的遅いことで知られているヤブクグリ（cv. Yabukuguri）を選び、季節の变化に伴って生じる形成層活動の経過、始原細胞から分裂した細胞が仮道管へ分化していく経過、および年輪構造が形成される経過を検討した。

2. 実 験

2.1. 供 試 木

九州大学粕屋地方演習林のスギ品種試験を目的とした同一林分から、21年生のクモトオシとヤブクグリの2品種を選び、各品種の中でも生長が速い2個体と、生長が遅い2個

表1 供 試 木
Table 1 Sample trees data

品 種 Cultivar 生長の速さ Category of growth rate 試料木番号 Tree No.	cv. Kumotohshi				cv. Yabukuguri			
	fast growing		slow growing		fast growing		slow growing	
	Kf1	Kf2	Ks1	Ks2	Yf1	Yf2	Ys1	Ys2
樹 高 Tree height (m)	16.05	15.80	13.75	12.55	11.05	11.10	8.40	8.00
枝下高 Crown height (m)	6.80	6.55	6.25	5.25	4.60	4.95	3.85	3.60
胸高直径 Diameter of breast height (cm)	20	20	16	16	12	14	8	8

体、つまり全部で8個体を供試木にして実験に供した。なお、供試木の概要は表1に示されている。

2.2. 試料の採取と処理

1983年5月11日から10月29日までの間、2週間ごとに13回にわたって、肥大生長の経過を観察するための試料を採取した。採取にあたっては各供試木の尾根側の胸高部位で、形成層と当年の木部を含む小ブロック（L方向：1 cm×R方向：1 cm×T方向：1 cm）を切り出した。小ブロックは採取のあと直ちに FAA で固定し、セロイジンとパラフィンで二重包埋してあとの実験に供した。

2.3. 木部形成経過の観察方法

木部細胞の形成経過は、今川・石田（1970）の方法に従って観察した。すなわち、横断面切片によって、前年度に形成された晩材最終部と師部最終部との間で、すなわち、形成層帯の細胞数と、試料採取の当年に新生された木部と師部の各細胞数とを加えて、放射方向列の細胞数を数えた。

新生細胞の成熟過程は、WHITMORE *et al.* (1966)、今川ら（1970）の方法に準じて、つぎの4つの分化段階に領域を区分した。

- I. 一次壁帯：形成層始原細胞から分裂したあと、細胞が分化を始めて二次壁の形成を開始するまでの帯域
- II. 二次壁帯：二次壁の形成が開始されたあとの新生木部細胞の帯域
- III. 木化帯：木化が開始されたあとの新生木部細胞の帯域
- IV. 成熟仮道管：分化が完了し、仮道管としての機能を果たすようになった新生木部細胞の帯域

以上の4つの領域を区分する目安は、偏光顕微鏡の直交ニコル下で、細胞壁の複屈折が小さく暗い部分を一次壁帯、木部側で光る領域を二次壁帯、師部側で光る部分を師部とした。また、蛍光顕微鏡（Blue 励起フィルター、ダイクロイックミラー B；DM 500+O 515, 吸収フィルター；O 530）のもとで、自家蛍光を発生している領域（今川ら, 1970）を木化帯、原形質を消失している領域を成熟仮道管とした。また、それぞれの領域は、切片をサフラニンとファースト・グリーン FCF で二重染色して見分けた区分とも対応させて、確認した。

2.4. 形成層始原細胞と仮道管の長さの測定

形成層の接線断面切片で、形成層始原細胞の長さを測定した。なお、形成層を識別するには、形成層をはさんで師部側から木部側へ連続切片を切り出し、①細胞長が1番短く、加えて②偽横分裂がまさに起ころうとしている部分を形成層とした。

形成層の分裂活動が終了したあとに採取したブロックから、1年輪内を等間隔に接線断面を切り出し、それぞれの切片で仮道管の長さ測定を行った。

2.5. 細胞壁率および晩材率の測定

細胞壁率の年輪内推移を次のようにして求めた。すなわち、各供試木の胸高部の横断面

薄切片を作り、最終年輪（17年あるいは18年輪目）内を、放射方向に一定間隔で0.2 mm × 0.2 mmのプロットをとり、プロットごとに、プロット面積に対する細胞壁の面積割合を求めた。Kf（クモトオシで生長が速いもの）、Ys（ヤブクグリで生長が遅いもの）では6、9、12、15年輪目でも同じ測定を行った。

晩材率は、細胞壁率の1年輪内推移を示す図1と次式を使って算出された（HARRIS, 1969）。

$$L = \frac{d_m - d_e}{d_i - d_e} \times 100 (\%) .$$

ただし、

L : 晩材率,
 d_m : 平均細胞壁率,
 d_e : 最小細胞壁率,
 d_i : 最大細胞壁率.

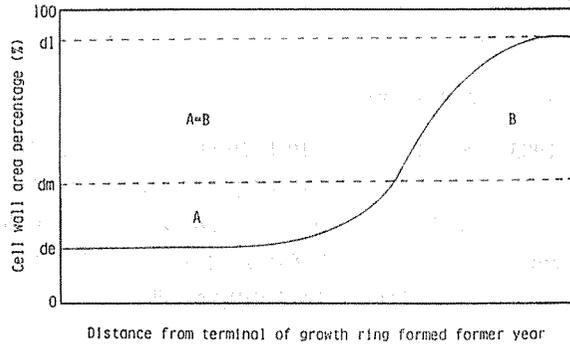


Fig. 1 Schematic diagram of cell wall area percentage variation within an annual ring

図1 1年輪内における細胞壁率の推移の模式図

3. 結果と考察

3.1. 木部の形成経過

季節の変化に伴って起こる形成層の活動、および木部細胞の形成と膜壁堆積の経過について検討を試みた。すなわち、形成層の細胞分裂活動を見る目的で、形成層帯の細胞数を季節の変化と関連させながら観察しようとしたが、形成層帯細胞と分化中の木部細胞や師部細胞との見分けが容易でなかった。そこで、一次壁帯の細胞数でもって、形成層の細胞分裂の程度を表わすことにした。さらに、二次壁帯、木化帯、および成熟仮道管のそれぞれの細胞数で、細胞の分化の経過を表わすことにした。そして、図2にはクモトオシの中でも生長が速いもの（Kf）を、図3にはヤブクグリの中でも生長が遅いもの（Ys）について、それぞれ結果が示されている。

形成層における細胞分裂の開始時期は、品種と生長の速さのいずれとも関係を認めることができず、すべての試験木で4月上旬に形成層活動が始まった、とみることができる。細胞分裂活動の終了時期は、クモトオシで8月下旬から9月上旬であったのに対して、ヤブクグリでは6月下旬から7月上旬であった。

形成層活動の終了時期は、品種間に約2か月の差を認めたが、同一品種で生長の速さが異なるもの間には差を認めることができなかった。

新生された細胞の成熟過程は、①形成層帯細胞の分裂、②新生細胞の径および長さの増

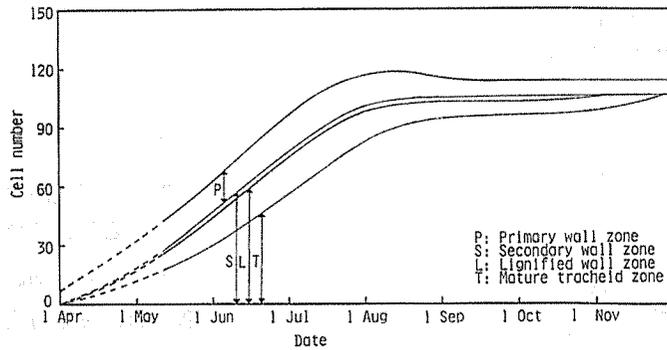


Fig. 2 Curves of the seasonal development of the zones in a forming annual ring at 1.2 m stem level of cv. Kumotohshi (fast-growing: Kf)

図2 木部細胞の分化と形成のパターン (クモトオシの生長が速い個体)

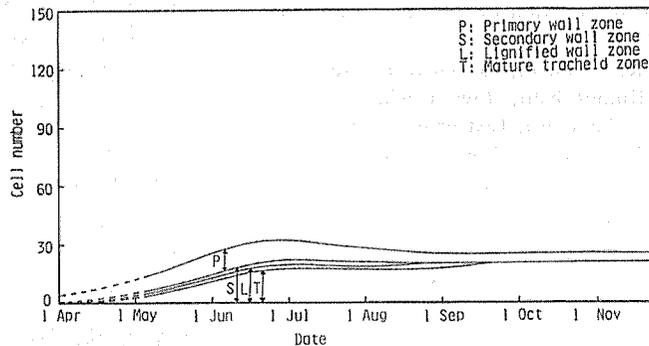


Fig. 3 Curves of the seasonal development of the zones in a forming annual ring at 1.2 m stem level of cv. Yabukuguri (slow-growing: Ys)

図3 木部細胞の分化と形成のパターン (ヤブクグリの生長が遅い個体)

加, ③二次壁の形成, ④細胞壁の木化に至るまで, 4つの段階に分けられるが, これらの段階のそれぞれは並行して進行するとされている (WARDROP, 1964). この成熟過程の中で, 新生細胞の二次壁の形成が開始されて分化・成熟が終了するまでにかかる時間は, クモトオシで約3週間, ヤブクグリで約2週間とみられた. 形成層の細胞分裂活動の程度を表わすために一次壁帯をとり, その季節的变化が図4に示されている. 一次壁帯の細胞数が最大となるのはクモトオシ (Kf, Ks) で7月上旬, ヤブクグリ (Yf, Ys) で6月下旬とみなされた. そのあとは, カラマツで今川ら (1970) らが得た結果と同様に, 一次壁帯細胞数が漸減している. この傾向は生長期の全期間を通じて, 品種を同じにする個体では類似のパターンで経過し, 生長が速い個体のほうが遅い個体よりもわずかに上回った細胞数で経過している. つまり, 季節の変化に伴う形成層の細胞分裂活動は, その経過のパターンが品種によって異なり, 細胞分裂の頻度が生長の速さに左右されるようである.

晩材形成の開始時期は、図5で見られるように、クモトオシでは7月ないし8月であった。また、同様の方法で確かめたところ、ヤブクグリでは6月上旬であることがわかり、クモトオシとヤブクグリの間に、2か月の差が認められた。なお、晩材形成の期間は両品種ともに、約1か月とみなすことができる。

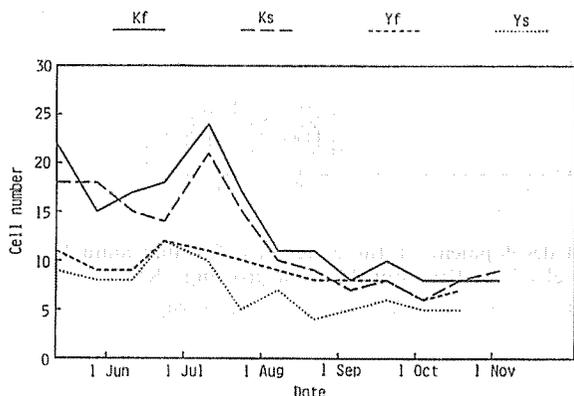


Fig. 4 Seasonal variation of primary wall zone within an annual ring

Kf: cv. Kumotohshi, fast-growing tree
 Ks: cv. Kumotohshi, slow-growing tree
 Yf: cv. Yabukuguri, fast-growing tree
 Ys: cv. Yabukuguri, slow-growing tree

図4 一次壁帯の季節的变化

Kf: クモトオシで生長が速い個体
 Ks: クモトオシで生長が遅い個体
 Yf: ヤブクグリで生長が速い個体
 Ys: ヤブクグリで生長が遅い個体

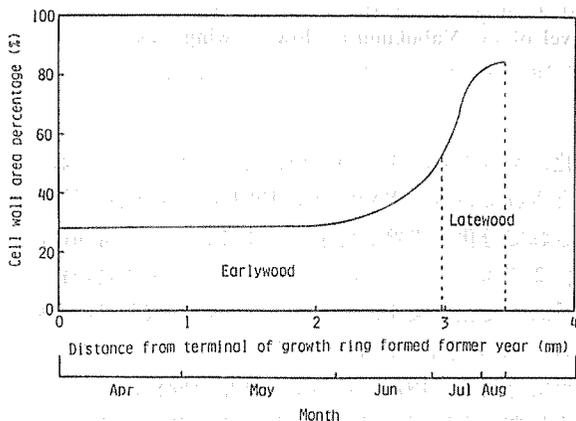


Fig. 5 Variation of cell wall area percentage within an annual ring for cv. Kumotohshi (fast-growing: Kf)

図5 細胞壁率の年輪内推移 (クモトオシ: Kf)

3.2. 形成層始原細胞の長さ と仮道管の長さ

新生された細胞が分化する過程には、細胞分裂のあとの伸長が含まれている。そして、同じ形成層始原細胞に由来しているにもかかわらず、成熟した仮道管は早・晩材で長さが異なっており、同じ年輪内では早材仮道管が短く、晩材仮道管が長い、と一般に云われている。そして、その原因を形成層の偽横分裂に求める考え方がある。すなわち、早材仮道管が作り出される生長期の初期には、細胞分裂が最も活発で、樹幹の周囲長の増大率が一年の中で最大となり、したがって、肥大生長に伴う形成層周囲長の増大に合わせて、始原細胞の偽横分裂も盛んになり、仮道管を作り出す始原細胞の長さが短くなるというのである (BANNAN, 1967)。つまり、早材仮道管を作り出している活発な形成層分裂期の始原細胞の長さは、晩材仮道管を作り出している分裂期におけるよりも、始原細胞が短いことが起こり得るかもしれない。そこで、季節の変化に伴う形成層始原細胞の長さ変化の経過を、季節の進行に合わせて調べ、その結果を図6に示している。

一方、成熟した仮道管の長さ

には、始原細胞から分裂したあとの細胞伸長による伸び分も含まれているので、必ずしも始原細胞の長さだけに支配されているとは云えないであろう。そこで、成熟した仮道管の長さの季節的変動（年輪内での推移）についても調べ、その結果を図7に示している。

以上のような検討の結果、図6からもうかがえるように、形成層始原細胞の長さに明瞭な季節的变化は認められず、クモトオシで2.0~2.5mm、ヤブクグリで1.5~2.0mmの範囲で、規則性のない増減にとどまっていた。これに対して、成熟したあとの仮道管の長さは、図7からもうかがえるように、早材部よりも晩材部におけるほうが長い傾向にあることを認めた。渡辺ら(1963)はスギの早・晩材で仮道管の長さに差があることを認めているが、必ずしも晩材仮道管が長いとは限らないとい

う結果を示している。また、藤崎(1983)はスギの年輪内仮道管長の変動について詳細に考察を加え、肥大生長が旺盛な個体と不良な個体との間に、最長仮道管を示す位置が異なっていることを認めた。一方、BISSET *et al.* (1950)によると、一般に針葉樹材では年輪の最終部の仮道管はやや短くなっているものの、早材部より晩材部の仮道管の方が長いとしている。

個体間で仮道管の長さを比較してみると、クモトオシの中で生長が速いもので2.3~3.8mm、生長が遅いもので2.2~3.4mm、ヤブクグリの中で生長が速いもので1.4~2.8mm、生長が遅いもので1.3~2.6mmであった。すなわち、生長が速い個体ほど長い仮道管を持っている。このことについては、MANWILLER (1972)も spruce pine で同様の傾向を認めている。

以上のような結果から、成熟した仮道管の長さは、新生した細胞が分化・成熟の途中で生じる伸長や、形成層周囲長が増す速さから受ける影響よりも、品種の特性として持ち合わせている形成層始原細胞の長さのほうに、大きな影響を受けていると考えられる。

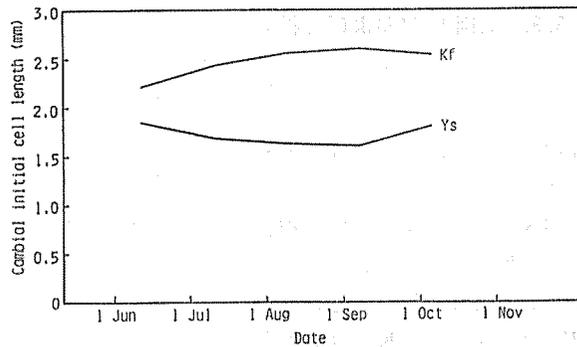


Fig. 6 Seasonal variation of cambial initial cell length

図6 形成層始原細胞長さの季節的变化

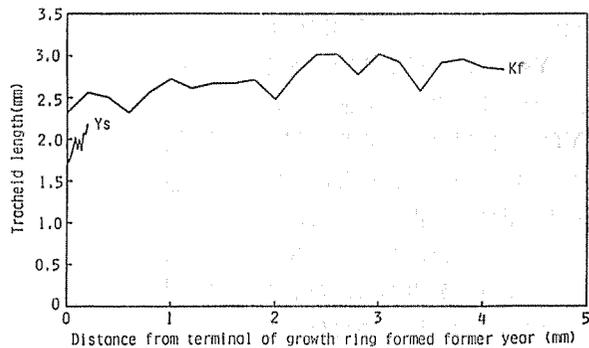


Fig. 7 Variation of tracheid length within an annual ring

図7 仮道管長の年輪内推移

3.3. 細胞壁率および晩材率

細胞壁率と晩材率は、仮道管の長さとともに年輪構造の重要な指標であり、木材の性質と密接に関連している。

図8には、1年輪内での細胞壁率の推移を示している。クモトオシでは、生長が速いもの(Kf)も遅いもの(Ks)も、両者ともに似たような推移のパターンがみられ、早材部が占める割合が大きくなっている。一方、ヤブクグリでは、生長が遅いもの(Ys)では早材から晩材へ急激に移行し、生長が速いもの(Yf)では早材部から晩材部に向けてゆるやかに移行し、いずれでも早材部が占める割合は極端に少なかった。なお、図8は横軸に早材の始点からの距離をとっているが、横軸を日付に変えて検討したところ、次のことがわかった。すなわち、ヤブクグリの晩材形成開始点であるAとC、分裂活動終了点であるBとD、およびクモトオシの晩材

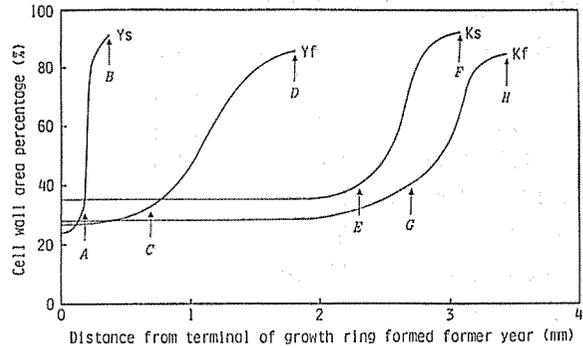


Fig. 8 Variation of cell wall area percentage within an annual ring

図8 細胞壁率の年輪内推移

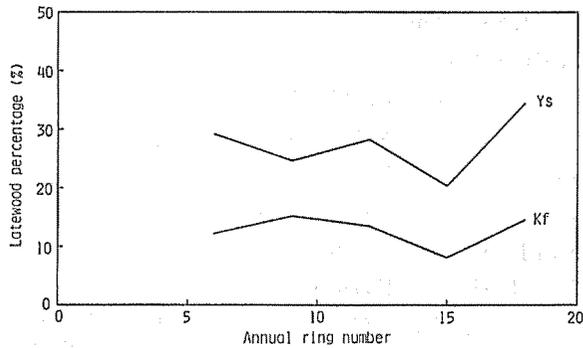


Fig. 9 Latewood percentage variation against the annual ring number from the pith

図9 髄からの年輪番号が晩材率に与える影響

形成開始点であるEとG、分裂活動終了点であるFとHのそれぞれが対応する点は、ほぼ同じ日付の上に重なっていることが確かめられた。このことは、品種が同じであれば細胞壁率の推移パターンは、時期的には同じ経過で推移していることを示している。

細胞壁率の推移から導かれた晩材率によると、品種間に晩材率の違いが認められ、クモトオシで13~17%、ヤブクグリで25~38%であった。さて、一般に針葉樹材では、晩材率と年輪幅との間にほぼ反比例の関係があり、その相関度は比較的高いといわれている(加納, 1973)。一方、LARSON (1962) は年輪幅と晩材率の間に相関関係があるとする考え方を否定し、木部形成期における樹冠の活性が晩材率に影響を与えることを指摘している。この研究で行った検討によると、年輪幅と晩材率との間に密接な相互関係を認めることができず、樹冠部の活性との関連でさらに検討を必要とすることがわかった。また、図9にはクモトオシで生長が速いもの(Kf)と、ヤブクグリで生長が遅いもの(Ys)について、晩材率の推移を示しているが、髄からの年輪番号が変わることによる晩材率への影響は認められなかった。晩材形成が樹冠底部から樹冠材へ進むことも考慮し、さらに検討

を要するであろう。なお Ks と Yf においても、図7と同じパターンの晩材率の推移が確かめられた。

4. 結 論

この研究では、形成層始原細胞の分裂の頻度、および木部細胞の分化・成熟の過程のそれぞれが、林木の生長速さの違いによってもたらされる影響を明らかにすることを目的にした。さらに、成熟した木部細胞（仮道管）が積み重ねられ、順次に作られる年輪構造を生長の速さとの関連で検討した。

この研究で得られた結果をまとめると、次のようになる。すなわち、

- 1) 形成層の分裂活動の開始時期はクモトオシ、ヤブクグリの両品種ともに、4月上旬であった。
- 2) 晩材形成の開始時期はクモトオシで7月ないし8月、ヤブクグリで6月上旬であった。
- 3) 形成層分裂活動の終了時期はクモトオシで8月下旬から9月上旬、ヤブクグリで6月下旬から7月上旬であった。
- 4) 形成層始原細胞の長さは、クモトオシで 2.0~2.5 mm、ヤブクグリで 1.5~2.0 mm の範囲にあり、季節的变化を認めなかった。
- 5) 仮道管の長さは、クモトオシの中の生長が速いもので 2.3~3.8 mm、生長が遅いもので 2.2~3.4 mm であった。ヤブクグリの中の生長が速いもので 1.4~2.8 cm、生長が遅いもので 1.3~2.6 mm であった。
- 6) 細胞壁率の推移は、クモトオシとヤブクグリとで、異なったパターンを認めた。
- 7) 晩材率は、クモトオシで 13~17%、ヤブクグリで 25~38% であった。さらに、細胞壁率の推移パターンの違いを、両品種間に認めた。

以上のことから、木部形成の過程と結果には、生長の速さの相違によってもたらされる影響があることが確かめられた。しかし、木部形成の季節的な推移パターンや年輪構造には、同一品種内での生長の速さの違いよりも、品種の違いによる効果の方が大きく影響していることがわかった。

引 用 文 献

- BANNAN, M. W. (1967): Anticlinal divisions and cell length in conifer cambium. *F. P. J.* 17 (6): 63~69
- BISSET, I. J. W. & DADSWELL H. E. (1950): *Australian Forestry* 14 (1) [PANSIN, A. J. & de ZEEUW, C. (1970): *Textbook of wood technology*. 3rd Ed. McGRAW-HILL, Inc., N. Y.]
- BRAZIER, J. D. (1983): Fast grown woods of the future. *Proceedings of International Union of Forestry Research Organizations, Division 5 Conference*: 13
- 藤崎謙次郎 (1983): スギ造林木の枝による樹幹内仮道管長の推定に関する基礎的研究. *愛大農紀要* 28 (2): 139~190
- HARRIS, J. M. (1969): The use of beta rays in determining wood properties. Part 1-5.

- NEWZEALAND JOURNAL OF SCIENCE 12 (2): 395~451
- HARRIS, J. M. (1970): Breeding to improve wood quality. *Unasylva* 24 (2-3): 32~36
- 今川一志・石田茂雄 (1970): 樹幹の木部形成に関する研究, I. カラマツ (*Larix leptolepis* Gordon) におけるその季節的経過. 北大演研報 27 (2): 373~396
- 加納 孟 (1973): 林木の材質. 日本林業技術協会
- 九州林木育種場 (1976): スギ精英樹特性一覧表 (さし木造林用)
- LARSON, P. R. (1962): A biological approach to wood quality. *Tappi* 45 (6): 443~448
- MANWILLER, F. M. (1972): Characterization of spruce pine. USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station, Alexandria, La., Final Report FS-SO-3201-1. 1
- 松本 昶・見尾貞治 (1983): 日本産有用針葉樹の生長と木材の性質とのかかわりに関する基礎研究. 九州大学農学部木材理学研究資料, No. 83-1
- 宮島 寛編 (1971): 九州地方におけるスギ在来品種とその特性に関する調査研究報告書. 九州大学農学部造林学教室
- 宮島 寛編 (1979): スギさし木地帯の再選抜対象集団の特性に関する研究. 文部省科研 (試研) 報告書
- 小野和男・石井利光 (1983): 日田スギ間伐材の品種別材質特性について—17品種の力学的品質指標—. 大分県立日田林工高等学校林産工学科研究論文
- SUMIYA, K., NOMURA, T., HAYASHI, S. & SASAKI, H (1984) Classified characters of wood quality in the juvenile stage of cultivars of japanese cedar. *Wood Research*. 70: 47~54
- 高部圭司・藤田 稔・原田 浩・佐伯 浩 (1981): クロマツ仮道管壁の木化過程. 木材誌 27 (12): 813~820
- WARDROP, A. B. (1964): The structure and formation of the cell wall in xylem. In the formation of wood in forest trees, M. H. Zimmermann, ed., Academic Press, N. Y.: 87~134
- 渡辺治人・提 壽一・小島敬吾 (1963): 未成熟材に関する研究 (第 I 報) スギ樹幹についての実験. 木材誌 9 (6): 225~230
- WHITMORE, F. W., & ZAHNER, R (1966): Development of the xylem ring in stems of young redpine trees. *Forest Science* 12 (2): 193~210
- ZOBEL, B. (1961): Inheritance of wood properties in conifers. *Silvae Genetica* 10 (3): 65~96

Summary

In this study the effect of growth rate on xylem formation of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) was examined, and the intrinsic wood properties of cv. Kumotohshi, the fast-growing cultivar, were compared with cv. Yabukuguri, the slower-growing cultivar.

It may be assumed that the cambial cell division of all sample trees commenced early in April and that late wood formation begins early in June for cv. Yabukuguri and early in August for cv. Kumotohshi. Early wood formation was kept on for about 2 months for cv. Yabukuguri and for about 4

months for cv. Kumotohshi, while late wood formation was kept on for a month in both cultivars.

The effect of the difference between cultivars was recognised in cell wall area percentages in an annual-ring: the late wood percentages of cv. Yabukuguri were two times as large as those of cv. Kumotohshi.

The cambial initial cell length changes were little difference during the period of cambial activity within a cultivar: 2.0~2.5 mm for cv. Kumotohshi and 1.5~2.0 mm for cv. Yabukuguri. However the differentiated tracheid lengths ranged 2.3 (early wood) ~3.8 mm (late wood) for Kf-samples, 2.2~3.4 mm for Ks-samples, 1.4~2.8 mm for Yf-samples, and 1.3~2.6 mm for Ys-samples.

It is assumed that the site quality and the hereditary nature have remarkable effects on the xylem formation and the intrinsic wood properties.