

スギ 36 品種の組織構造的性質

林 昭 三*・角 谷 和 男**・野 村 隆 哉**

Anatomical Characters of Thirty-six Cultivars of *Cryptomeria japonica* D. DON

Shozo HAYASHI*, Kazuo SUMIYA** and Takaya NOMURA**

1. は じ め に

本資料は、住友林業株式会社が九州地区を中心とするスギの有名品種を集め、熊本県の社有林一区画に植栽した20年生間伐材の一部36品種について、肉眼的、巨視的構造、光学顕微鏡などによる微視的構造を観察、測定した結果を取りまとめたものである。

同一試料の力学的性質については、本誌前号に報告してある¹⁾ので、それを参考にして頂ければ幸である。また、36品種の原産地、供試木の樹冠、枝、幹の状況、生育地の立地条件などもそこに述べられている。さらに、これらのうち25品種についての曲げ加工性については、本号の別のところで則元らによってヒノキとともに論じられている²⁾。

供試材は、各品種1本に限られたため、この結果がただちに各品種の特性であるとするのは早計であるが、組織構造的特性をまとめ、力学的性質や曲げ加工性と比較できるようにすることは有意義なことと信ずる。なお力学的特性と組織構造的特性との関連についての詳しい考察は、近く刊行される本研究所欧文機関誌に述べられる。

材料を御提供頂いた住友林業株式会社、同社林業技術研究室の関係諸氏にここに再び深甚の謝意を表する。

2. 試 験 方 法

試験項目は、平均年輪幅、晩材率、仮道管長、フィブリル傾角、木口・柾目・板目における光顕観察である。試料は前報¹⁾の力学試験の終わった供試材（地上高1.25～3.15 mの元玉より得られた心持角材、年輪数最小6～最大13）の節や力学試験による割れなどのない部分の繊維方向5 cm前後のシャイベ（各品種2個）より得られた。

2.1 平均年輪幅

各シャイベの最内年輪界より最外年輪界までの長さを測定、年輪数で割って、各シャイベの平均年輪幅を求め、2個のシャイベのそれをさらに平均して、その品種の平均年輪幅とした。

2.2 晩材率

前項平均年輪幅と同様、最内年輪より最外年輪の各年輪ごとに、色の差によって早・晩材を見分け、測微

* 木材生物部門 (Research Section of Wood Biology)

** 木材物理部門 (Research Section of Wood Physics)

目盛付ルーペを用い、年輪幅および晩材幅を測定、各年輪ごとの晩材率を計算し、最内年輪より最外年輪までの晩材率の平均を求め、これをその品種の晩材率とした。

2.3 仮道管長

前報¹⁾の無欠点小試片による力学的性質は髓より第7番目の年輪を中心とした試片で調べられているから、各供試材の髓から第6～8番目の年輪の早材部（すべて辺材）から、マッチ軸木大の試料をとり、シュルツ液に入れて加熱、木片が白色、半透明になったときに取出し、水洗したのち解離してスライドガラス上に定着させた。乾燥後、接眼マイクロメーターにより、各40本の仮道管について長さを測定し、平均を求めた。顕微鏡の倍率は4×7倍である。

2.4 フィブリル傾角

2.3に述べたと同じ理由により、髓から第7番目の年輪早材部（第7年輪を持たないか、第7年輪よりの試料のとりにくいトミス1・2号、ボカスギについては第6年輪早材部）より、接線方向1mm、直径1cmの円盤をとり、ラウエ写真によって、フィブリル傾角を決定した。回転対陰極型X線回折装置（理学電機製RU3L型）を用い、Cu-K α 線（ニッケルフィルター、50kV、80mA、1mmピンホールによるポイントフォーカス）による1～1.5時間露光で、ラウエ写真を撮影し、(002)アークの中心に対して張る角度の半分をフィブリル傾角とした。

2.5 光顕観察

前項、前々項と同じ理由により、各供試材の辺材で髓から第6～8年輪の部分より1×1×1cmのブロックをとり、煮沸した後、マイクロームにより木口、柾目、板目の3断面の切片をとった。サフラニン染色、アルコールシリーズで脱水し、ビオライトで封入して永久プレパラートとして鏡査した。異常組織および36品種の木口面の顕微鏡写真を撮影した。放射組織の高さは、板目切片で40個を測定、平均した。

3. 結果および考察

測定結果をまとめたものが表1である。最後の2列には参考のために前報の曲げ試験の結果から分類した荷重一たわみ曲線の型¹⁾および九州地方のスギ挿木品種の分類系³⁾を示した。

この結果は、はじめに述べたように、各品種1本よりの結果であるため、品種の代表値と考えるのは早計である、と同時に、いずれも未成熟材の値であり、成熟期にはどのような結果を示すかはなお一層不明である。とくに仮道管長は髓より第6～8番目の年輪の平均値であり、サニオの法則からみても増加（増加の傾向は品種によりやや異なる⁴⁾）の途中の一点の値であり、フィブリル傾角も第6あるいは7年輪の値で、これは減少途中の一点の値を示しているにすぎない。

これらの結果を品種の系別に見てみると、系による特徴ははっきり掴めず、各品種の特性が現われるようである。

ここで、前報の力学的性質とくに無欠点小試験片による曲げ試験での、荷重一たわみ曲線の型¹⁾（表1の右より2列目）に注目してみよう。低比例限、塑性域のいちじるしいⅢ型は、仮道管長が短かく、フィブリル傾角は大きい傾向がある。とくにアヤスギ、トミスギ1号、ボカスギは特徴的である。これは荷重一たわみ曲線の型より当然予想される結果であるが、このことが確認できたことは興味深い。また平均年輪幅の大きい、すなわち初期10年くらいの肥大生長の早い材の中には、トミスギ1・2号、ボカスギのように、仮道管の短いものが比較的多く出現する傾向がある。

スギの平均仮道管長は3mmとされているが⁵⁾、未成熟材部ですでにこの値に達しているものが1品種（ヤクスギ）ではあるが認められた。36品種の平均は2.5mmであったが、これらの中には2mm以下のものも2品種認められた。千葉県産のスギで測定された6～8年輪の部位の仮道管長もほぼこれに近い値を示している⁶⁾。

林・角谷・野村：スギ36品種の組織構造的性質

表1 測定結果

品 種	年 輪 幅 (mm)	晩 材 率 (%)	仮道管長 (mm)	フィブリル 傾角 (°)	放射組織高 さ (個数)	曲げにおける 荷重一たわみ 曲線の型*	品 種 系 ³⁾
ア オ ス ギ	4.9	11	2.66	41	4.6	I	メ ア サ 系
ア カ バ	5.3	12	2.46	56	4.1	I	アヤスギ系
ア ヤ ス ギ	5.8	16	1.79	41	3.2	III	アヤスギ系
ア ラ カ ワ	6.8	16	2.26	30	5.0	I	オビアカ系
ウ ラ セ バ ル	5.2	16	2.85	36	4.3	I	ウラセバル系
エ ダ ナ ガ	4.8	15	2.50	31	4.3	II	オビアカ系
オ オ プ チ	4.7	12	2.37	40	4.6	I	
オ ド リ ス ギ	5.5	11	2.65	28	6.0	I	
オ ビ ア カ	6.1	14	2.12	49	3.8	II	オビアカ系
カ ラ ツ キ	7.0	8	2.48	35	4.5	II	オビアカ系
ガ リ ン	5.5	11	2.59	36	4.5	II	オビアカ系
キ ウ ラ	6.2	18	2.51	37	4.6	I	
キ ジ ン	4.8	8	2.76	40	4.6	I	キ ジ ン 系
ク モ ト オ シ	6.0	8	2.83	36	4.8	I	
ク ロ ス ギ	6.8	8	2.45	46	4.6	II	オビアカ系
ゴ ガ ボ	6.1	11	2.29	39	5.2	I	
サ ン ブ ス ギ	5.6	13	2.37	43	5.4	I	
シャカイ	4.8	14	2.33	44	3.9	III	
タ ノ メ ア サ	6.0	13	2.38	42	5.1	III	メ ア サ 系
チ ズ ス ギ	6.9	14	2.23	48	6.3	I	
チリメント	3.4	11	2.88	27	4.7	I	オビアカ系
ト サ ア カ	6.2	10	2.45	52	4.4	II	オビアカ系
ト サ グ ロ	5.0	7	2.43	38	3.8	II	オビアカ系
トミススギ1号	9.6	9	1.86	56	3.0	III	
トミススギ2号	7.4	14	2.19	45	2.9	III	
ヒ ダ リ マ キ	6.1	10	2.75	56	4.2	II	オビアカ系
ヒ ノ デ ス ギ	6.5	10	2.78	50	3.4	II	ヒ ノ デ 系
ボ カ ス ギ	9.0	9	2.03	50	4.2	III	
ミ ゾ ロ ギ	5.0	11	2.51	54	5.0	I	オビアカ系
ヤ イ チ ス ギ	6.8	11	2.83	47	5.0	I	
ヤ ク ス ギ	5.7	8	3.15	31	4.8	I	
ヤ ナ セ ス ギ	10.1	5	2.67	41	4.7	II	
ヤ ブ ク グ リ	7.1	8	2.32	53	4.4	III	ヤブクグリ系
ヤ マ ノ カ ミ	4.8	10	2.77	44	4.4	II	
ヨ シ ダ ス ギ	4.2	7	2.89	40	3.9	III	
ヨ シ ノ ス ギ 2 号	6.8	10	2.34	21	5.5	I	
平 均 値	6.07	11.1	2.49	41.8	4.49		
標 準 偏 差	1.40	2.89	0.30	8.77	0.74		
変動係数(%)	23.1	26.0	12.0	21.0	16.5		

* 前報参照¹⁾ I：比例限高く，塑性域の少ない型 II：中間型
III：比例限低く，いちじるしい塑性を示す型

フィブリル傾角の36品種についての測定値は $21 \sim 42 \sim 56^\circ$ であった。千葉県産スギで測定された第5年輪のフィブリル傾角は 44° である⁶⁾ ことから考えて、この総平均値は妥当な値である。なお、成熟材のスギ早材のフィブリル傾角として、 14° ⁷⁾、 $25 \sim 30^\circ$ ^{6,8)} の値がえられているが、すでにこの域にあるものも数品種あり、しかもいずれも荷重-たわみ曲線のⅠ型に属していることは興味深い。

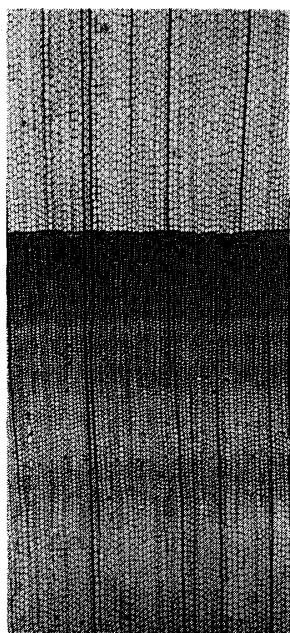
放射組織の高さは樹種識別の一つの拠点ともなる。文献には $1 \sim 20^5)$ 、 10 以上⁹⁾、 10 以下¹⁰⁾ といろいろの記載があり、品種間に差異があるのではないかと考えて測定してみた。各品種の平均は $2.9 \sim 4.5 \sim 6.3$ で、各品種間に差があるようであるが、試料が各品種1本であるため断言はできない。全測定値についてみると $1 \sim 15$ 細胞の幅があった(表2)。しかし頻度分布をみると、高さが $2 \sim 5$ のもので70%以上を占め、 10 を超えるものはわずか2%しかなかった。しかも最大頻度が総平均 4.5 よりかなり小さい 3 にあったことは興味あることである。

表2 放射組織の高さと頻度

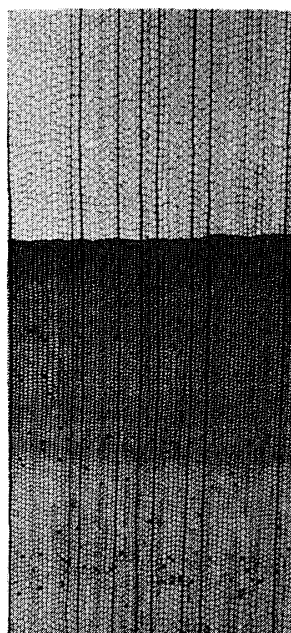
高 さ (個)	出 現 数	%
1	29	2.0
2	251	17.4
3	297	20.6
4	269	18.7
5	203	14.1
6	141	9.8
7	95	6.7
8	65	4.5
9	41	2.8
10	21	1.4
11	14	1.0
12	4	0.3
13	6	0.4
14	3	0.2
15	1	0.1
計	1,440	100.0

試料はすべて未成熟材であり、髓に近い部分では年輪幅が極端に広く、偽年輪も程度の大小はあってもほとんどの品種に現われた。肉眼やルーペで偽年輪に見える部分は、木口切片の顕微鏡観察によると、細胞の壁率が高くなって本来の偽年輪を形成していることが多いが、また樹脂細胞が早材部分で接線方向に多数配列することによって偽年輪のように観察されることもしばしばあった。これらのことは各品種の木口面顕微鏡写真(写真1~36, 倍率26倍)からもわかる。一定の環境立地に同一条件で植栽された36品種間にいろいろの特徴的な偽年輪が認められ、その出現に差異のあるのは興味あることである。年輪幅が広いほど偽年輪も多くなる傾向がある。偽年輪が多く出現するものでは早材から晩材への移行が正常なスギで見られるほど急でなく、これは偽年輪が移行を緩和するからである。

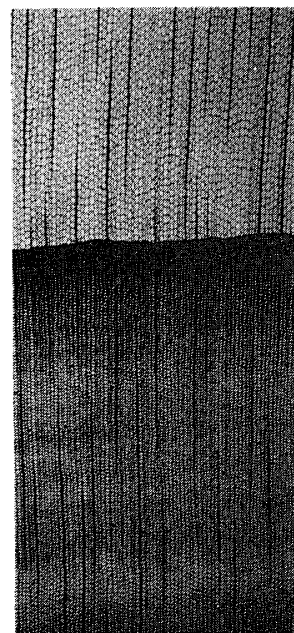
晩材率は品種によってかなりの相違が認められるが、これは生育立地条件の差異によっても変化するものであり、また測定方法から測微目盛付ルーペによるものであることから、品種により相違があると断定的なことはいえない。晩材の放射方向の細胞数は同一年輪内ではほぼ同数であるが、異なる年輪では同一品種でも細胞数がかなり異なるので、晩材率にも当然影響している。晩材細胞数が多い場合は偽年輪が晩材に近い



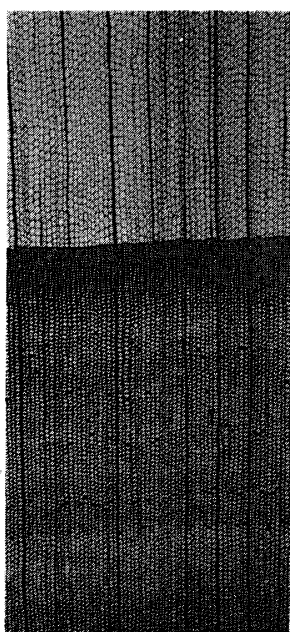
1. アオスギ



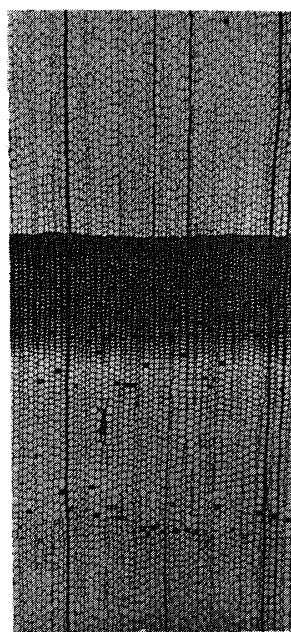
2. アカバ



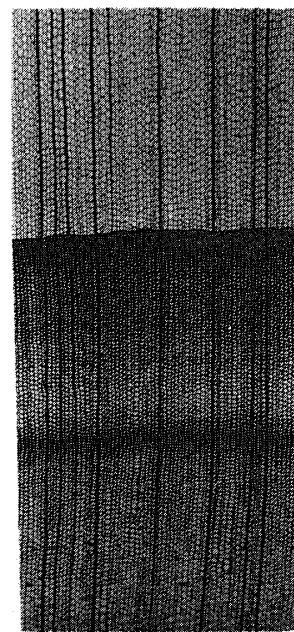
3. アヤスギ



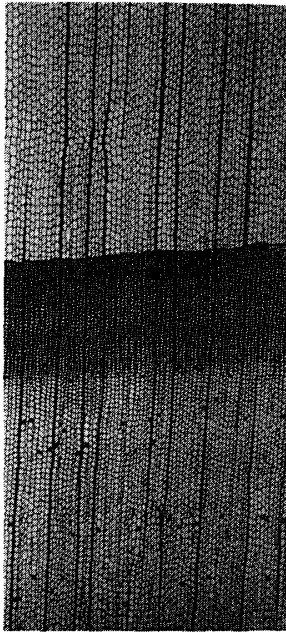
4. アラカワ



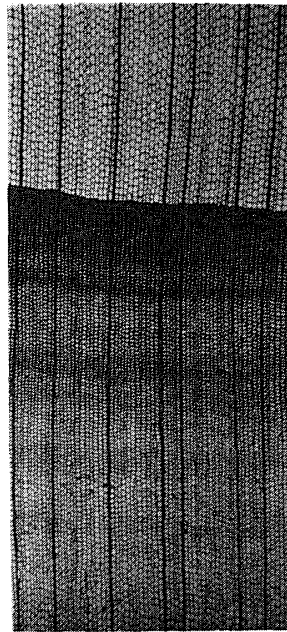
5. ウラセバル



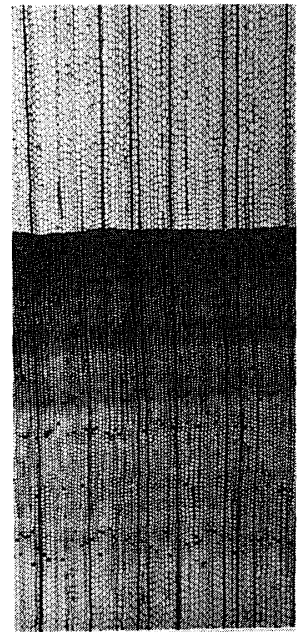
6. エダナガ



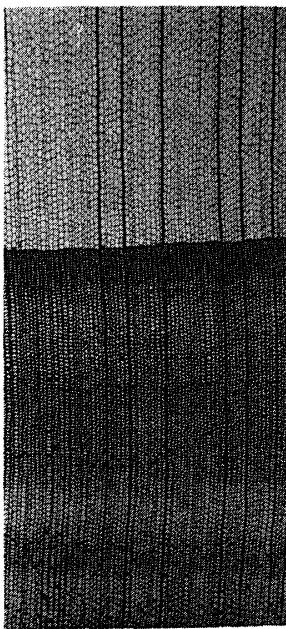
7. オオブチ



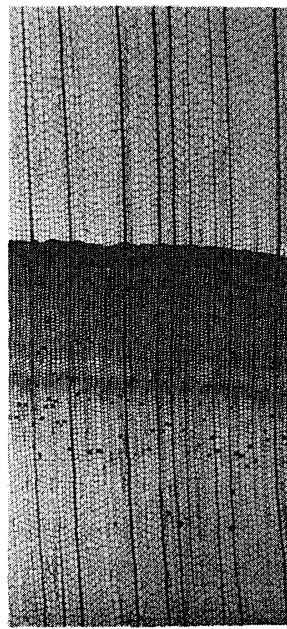
8. オドリスギ



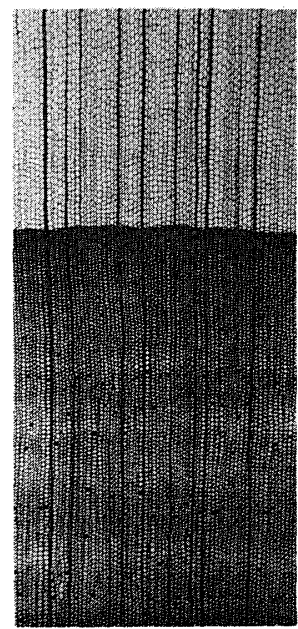
9. オビアカ



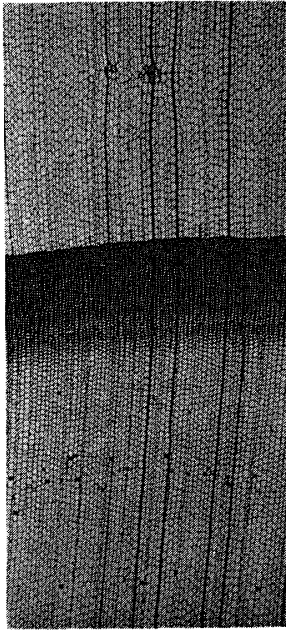
10. カラツキ



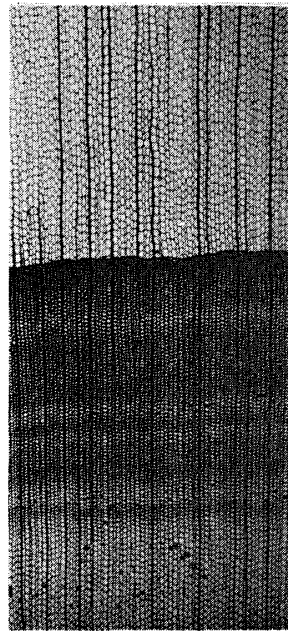
11. ガリン



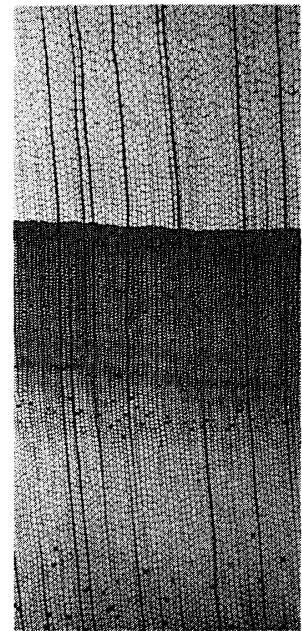
12. キウラ



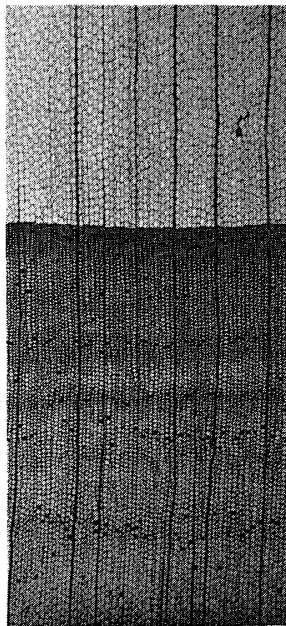
13. キジン



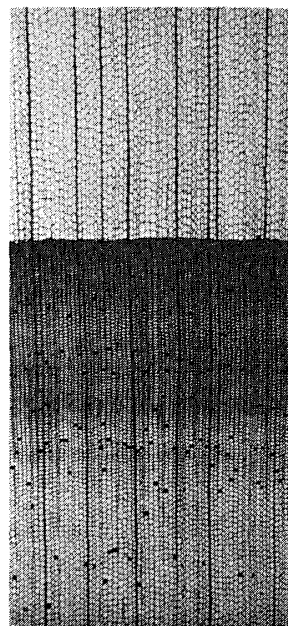
14. クモトオシ



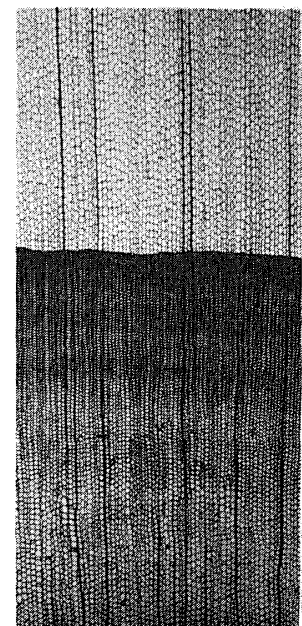
15. クロスギ



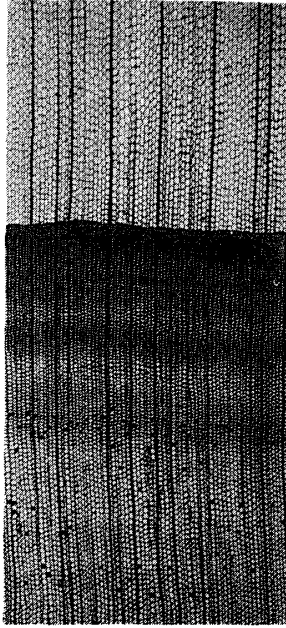
16. ゴガボ



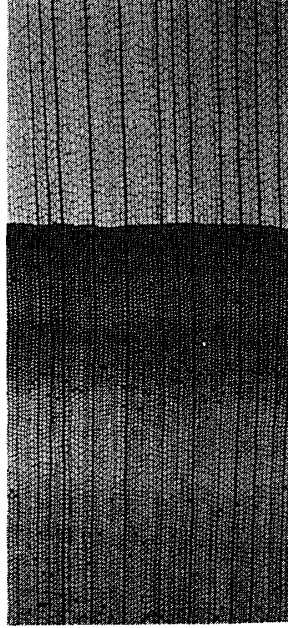
17. サンプスギ



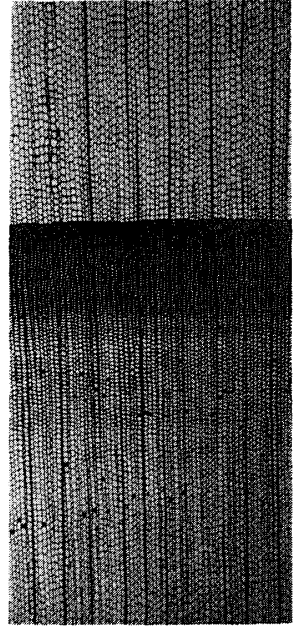
18. シャカイン



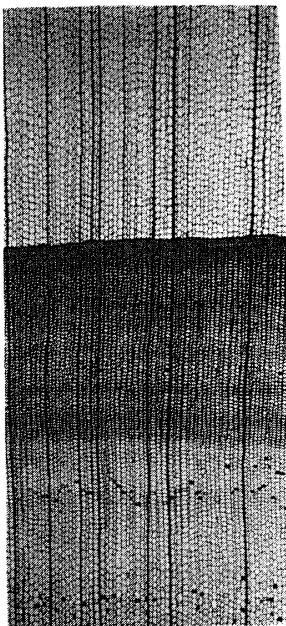
19. タノメアサ



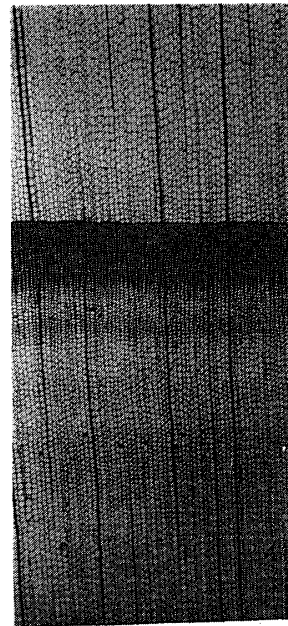
20. チズスギ



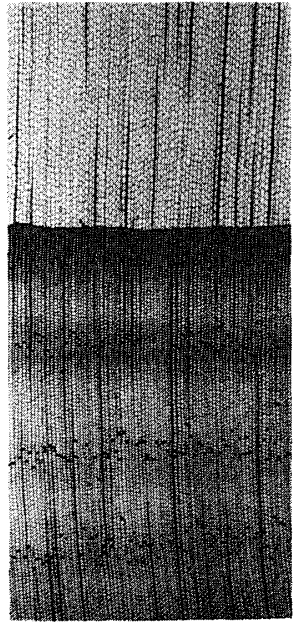
21. チリメントサ



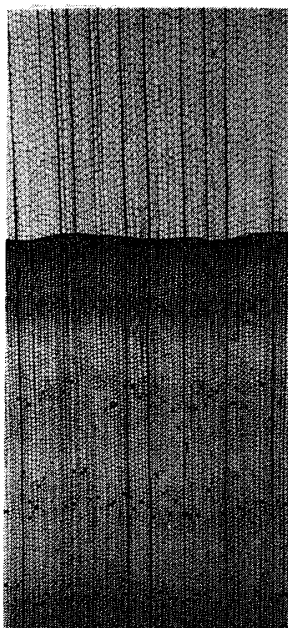
22. トサアカ



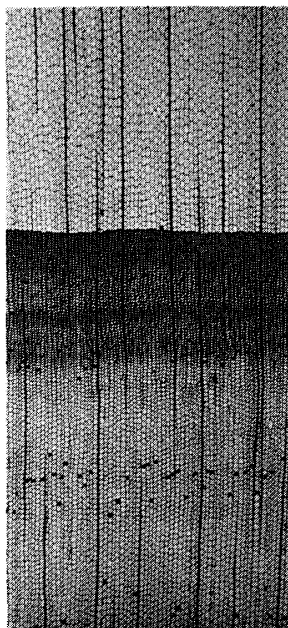
23. トサグロ



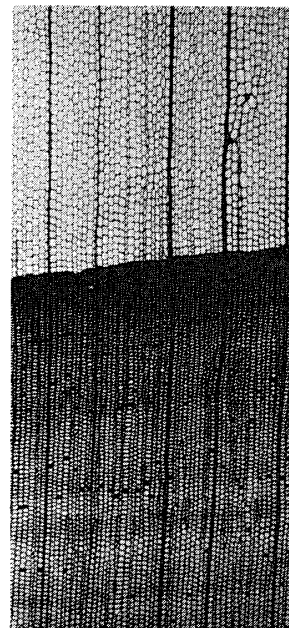
24. トミススギ1号



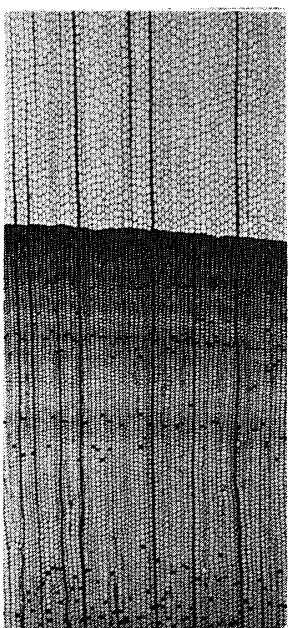
25. トミススギ2号



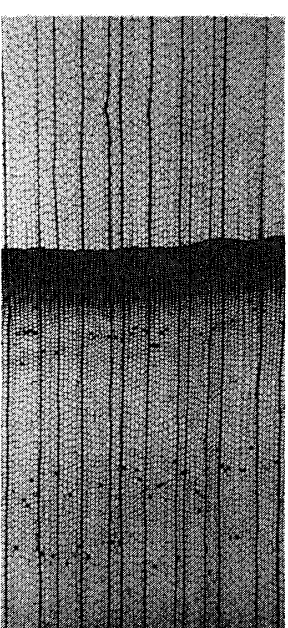
26. ヒダリマキ



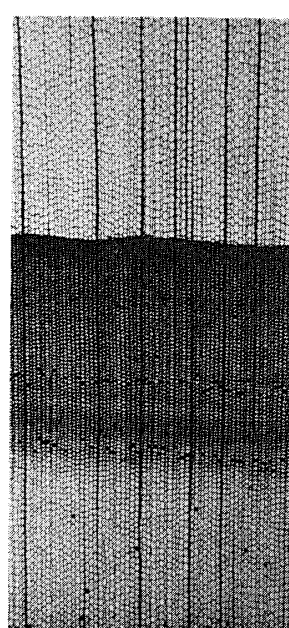
27. ヒノデスギ



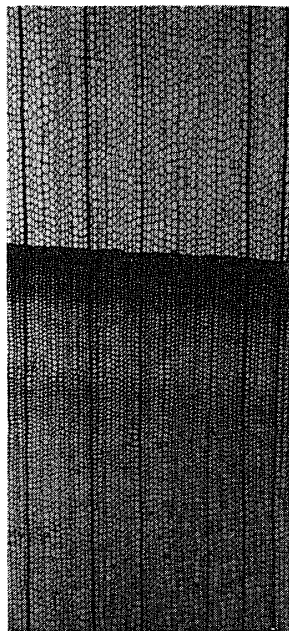
28. ボカスギ



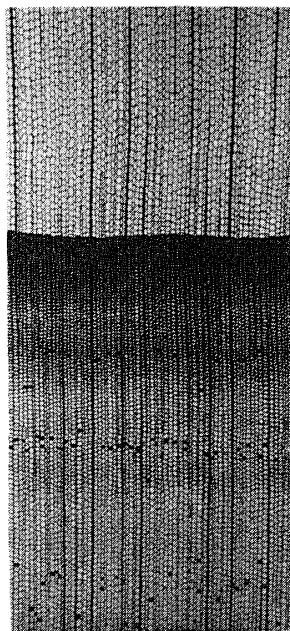
29. ミゾロギ



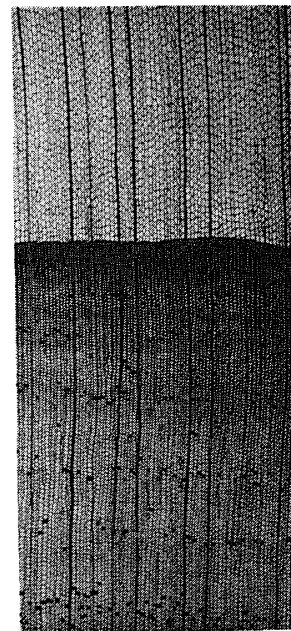
30. ヤイチスギ



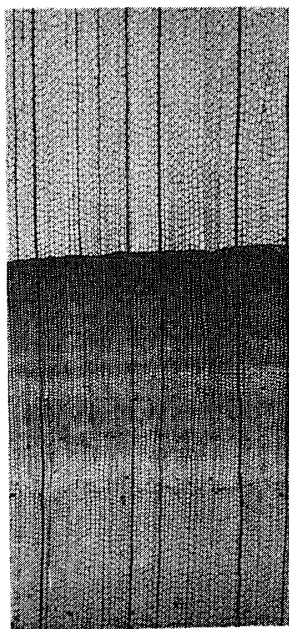
31. ヤクスギ



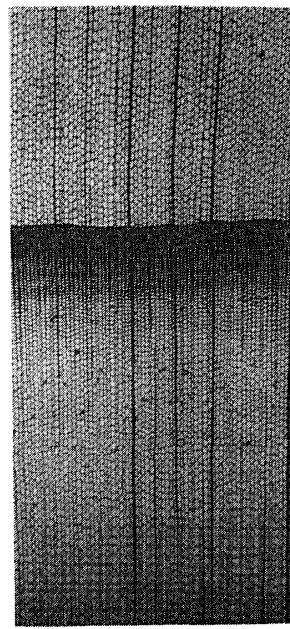
32. ヤナセスギ



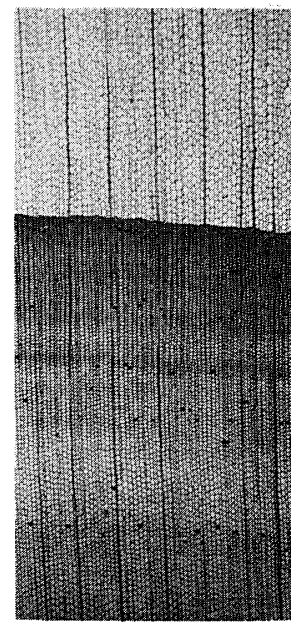
33. ヤブクグリ



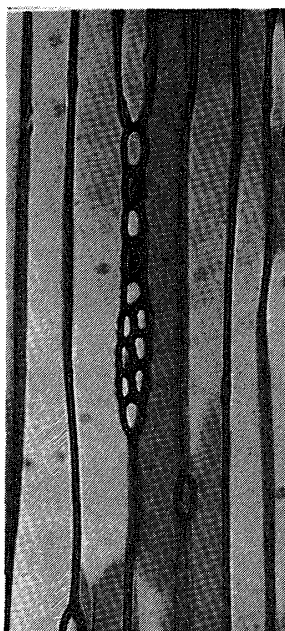
34. ヤマノカミ



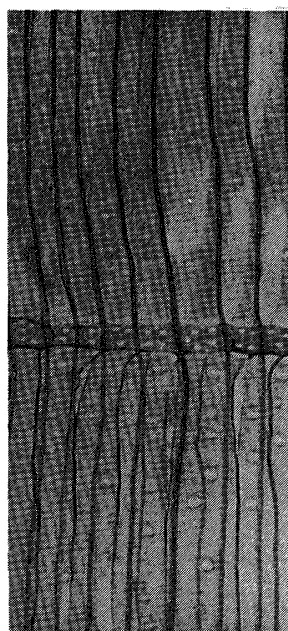
35. ヨシダスギ



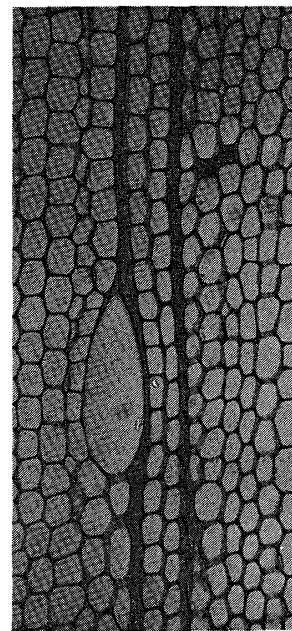
36. ヨシノスギ2号



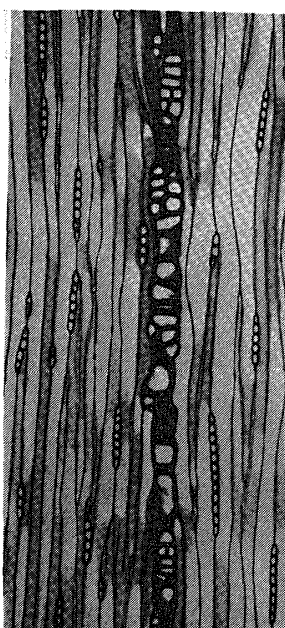
37. クモトオシ ×260



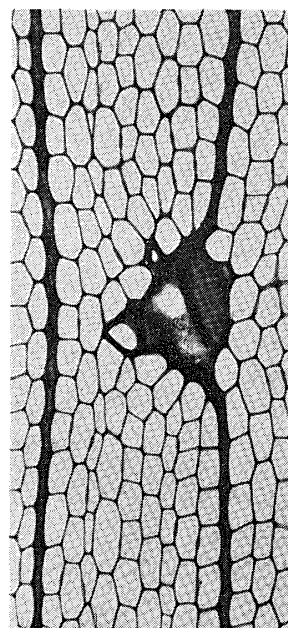
38. トサグロ ×130



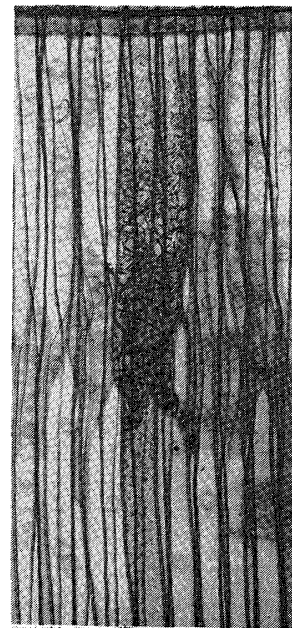
39. ボカスギ ×130



40. ウラセバル ×65



41. ゴガボ ×130



42. オビアカ ×130

ときで、これは当然のことである。

仮道管の有縁壁孔対は全品種とも1列である。クラスレーは全品種の年輪界に近い早材部分に認められるが、中期の早材まで、あるいは後期の早材にまで認められる品種もあった。しかしこれが品種の特徴であるかどうかは定かでない。

放射組織は2列のものが認められる場合がときどきあった(たとえば写真37)が、品種の特徴といえるかどうかは、未成熟材部であり、品種としての試料も少ないので疑問である。分野壁孔はすべてスギ型で、1～2個まれに3個分布しているのが普通である。しかし高い放射組織の上下両端部の細胞や、1～2細胞高の放射組織では4～5個の分野壁孔が認められることがあった(写真38)。しかもその放射柔細胞の形態は放射仮道管を持つ樹種のそれにやや似ており、樹心近くの未成熟材部で、発生の初期の特徴ではないかと考えられる。放射柔細胞の末端壁は垂直のものから水平に近いものまであり、品種による特性があるのかも判らない。インデンチャーはすべての品種に認められた。

異常組織もいくつか観察した。木口面で異状に膨大した細胞が形成されたもの(写真39)、柔細胞の異常なストランド(写真40)、傷害組織のような柔細胞の膨大(写真41)、仮道管中の針状結晶(写真42)などが観察された。今村はスギ天然シボ丸太について、品種間に固有の組織構造上の特徴を持っている¹¹⁾としている。しかしこれらの異常組織が品種の、あるいは未成熟材の特徴といえるかどうかはさらに検討を要する。

文 献

- 1) 佐々木光, 角谷和男, 滝野真二郎: 木材研究・資料, No. 17, 192 (1983)
- 2) 則元 京, 和田 博: 木材研究・資料, No. 18, 93 (1983)
- 3) 宮崎安貞: 遺伝, No. 6, 23 (1980)
- 4) 松本 昴: 昭和57年度科学研究費補助金(課題番号57560169)研究成果報告書, 46 (1983)
- 5) 木材工業編集委員会編: “日本の木材”, 日本木材加工技術協会, 26 (1966)
- 6) 伊東隆夫, 山口和穂, 黒田宏之, 島地 謙, 角谷和男: 木材研究・資料, No. 15, 45 (1980)
- 7) H. SAKI: Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto University, No. 96, 47 (1970)
- 8) 梶田 茂編: “木材工学” 養賢堂, 70 (1961)
- 9) 金平亮三: 台湾総督府中央研究所林業部報告, 第4号, 130 (1926)
- 10) 島地 謙, 伊東隆夫: “図説木材組織” 地球社, 73 (1982)
- 11) 今村祐嗣: 第19回日本木材学会大会研究発表要旨, 58 (1979)