

13-6 スギ品種別材質試験

20年生スギ9品種の仮道管長及び圧縮強さについて

森田 慎一

1. はじめに

本県の主要造林木であるスギについては、生長量や形質の点で優れた品種を得るために、精英樹選抜育種や交雑育種などの品種改良の努力が、林業試験場を中心に行われてきた。しかしながら、林木の生育には長期間を要するため、新しい品種の強度的性質等材質に関しては、未だじゅうぶんに把握されているとは言い難い。利用開発の面からも、各品種の材質特性特に強度的性質の把握は重要であると考えられる。

今回、県林業試験場で選抜、植栽されて約20年を経過したスギ精英樹等9品種の材料を得た。20年生の時点では材のほとんどの部分が、いわゆる未成熟材で占められているものと考えられる。²⁾などまた、塩倉³⁾は未成熟材部と成熟材部とを区分するのに、仮道管の前年輪比の伸長率が約1%となる年輪番号の位置を基準とすることを提案している。

そこで、各品種毎に仮道管長、縦圧縮強度及び圧縮ヤング係数の水平変動を測定することにより、未成熟材部の確認を試み、あわせて各指標の品種間差を検討することとした。

2. 試験方法

2.1. 供試材料

試験に供したスギは県林業試験場から提供を受けた。昭和37年3月東市来町湯田に設定された精英樹の植栽地から、昭和56年6月に伐採したものである。各品種名(精英樹は単一クローン)及び母樹の系統はTable 1のとおりであるが、在来の2品種も精英樹と同時に植栽されたものである。また、川辺9号については、形質面での問題から現在では精英樹リストからははずされている。¹⁾

各品種から標準的な成長を示した個体を3本ずつ選び、地上1.2mまでの材部から髓近辺を含む2cm厚の柁目板を任意の方向で製材し、胸高部での材径・心材率及び年輪数を測定した。(結果はTable 1に示すとおり。)室内で約3か月風乾した後、胸高付近の材(地上高1.0~1.2mの範囲)を用いて以

下の測定を行った。

Table 1 供試木の概要

品種名(母樹系統)	材 径	平均心材率	年輪数
A 始良1号(タノアカ)	13.1~13.8/13.5 ^{cm}	40%	18
B 始良6号(トサアカ)	14.5~14.6/14.5	50	18~19
C 始良49号(メアサ)	9.6~10.2/9.9	30	15~17
D 日置2号(オビアカ)	10.1~10.9/10.6	30	16~17
E 日置5号(ヤブクグリ)	12.8~13.9/13.5	50	16~18
F 指宿2号(イッポンスギ)	14.0~14.3/14.1	40	18~19
G 川辺9号(不明)	16.1~17.4/16.6	50	16~18
H メアサ(在来種)	6.6~6.7/6.7	10	15~17
I ハライガワ(ク)	11.2~11.9/11.5	40	15~16

注) 1. 材径は範囲及び3本の平均を示す。

2. 平均心材率: (心材径) ÷ (材径) × 100 を10%に括約。

3. 以下図表においては、品種名を上から順にA、B、…、Iと略記

2.2. 仮道管長の測定

仮道管長の測定試料は、髓から数えて3年め(n=1, 2, …)にあたる年輪の晩材部(任意の一方方向)から削り出した。シュルツ液で解繊した後、万能投影機(ニコン6C型)で50倍に拡大し、竹製ものさしでmm単位まで読んだ。各試料50本ずつ測定し、1品種の1年輪につき150本(3個体分)の単純平均値を求め、仮道管長とした。

2.3. 縦圧縮強さ及び圧縮ヤング係数

供試材料の節の少ない部分を選んで、水平方向に順に2cm×2cm×8cmの縦圧縮試験片をとり、試験片ごとに、木口面中央の年輪番号及び髓からの距離(2cm括約)、比重並びに含水率を測定した。

品種によって成長にかなりの差がみられたこともあって、1本の個体から得られた試験片の数も2個(メアサ)~7個(川辺9号)とまちまちであったが、総計では139個を得た。

縦圧縮試験は50t万能試験機(島津製作所)を用いて行い、クロスヘッドの動きを1/100mmダイヤルゲージで追い、荷重との直線の傾きから見かけの圧縮ヤング係数(Ec')を求めた。この方法では、試験片の端面のつぶれの影響でヤング係数が小さく出る傾向にあるので、⁴⁾任意に16個の試験片を選んで歪ゲージによるヤング係数(Ec'')の測定を併せて行

った。16個の試験片の E_c''/E_c' の平均値 1.328を得たので、これを実験値 E_c' にかけたものを圧縮ヤング係数 E_c とみなした。

3. 結果

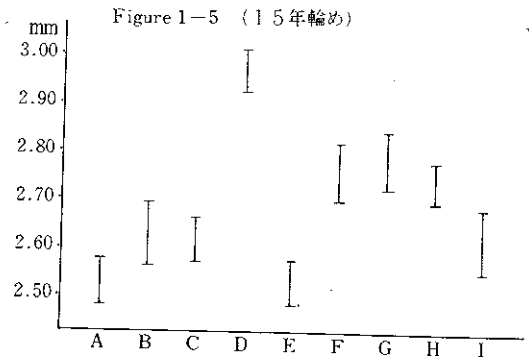
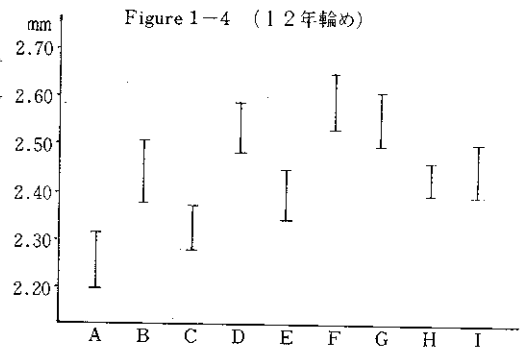
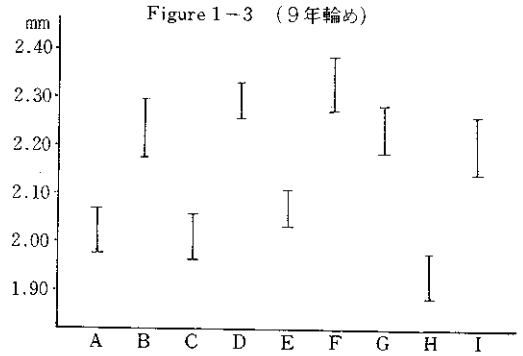
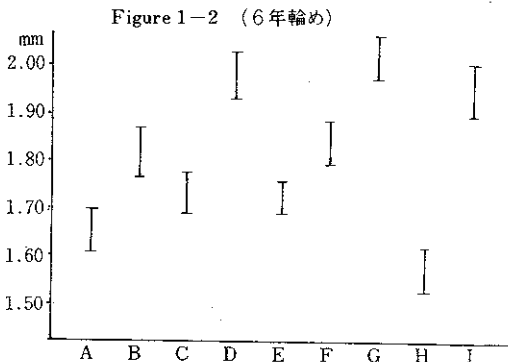
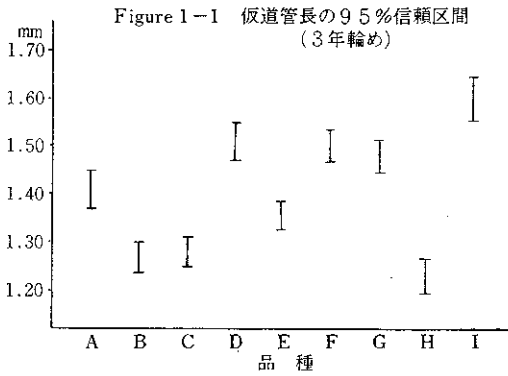
3.1. 仮道管長

仮道管長の測定結果を以下に示す。

Table 2 平均仮道管長 (単位: mm)

品種	年輪番号	3	6	9	12	15	18
A		1.41	1.65	2.02	2.25	2.53	2.86
B		1.27	1.81	2.24	2.44	2.62	2.71
C		1.28	1.73	2.01	2.32	2.61	—
D		1.51	1.98	2.29	2.53	2.97	—
E		1.36	1.72	2.07	2.39	2.53	—
F		1.50	1.84	2.33	2.58	2.75	2.95
G		1.48	2.01	2.23	2.55	2.78	—
H		1.23	1.57	1.93	2.42	2.74	—
I		1.60	1.94	2.20	2.44	2.62	—

各年輪ごとに仮道管長の母平均の95%信頼区間を求めたので、Figure 1-1~5に示す。



在来のメアサは植栽後10年以上経過してからの仮道管長の伸びが著しいが、ハライガワは逆に年とともに他の品種に追いつかれてゆく。他の精英樹クローンは、年輪によっては必ずしも一定の傾向とならないものもあるが、日置2号、指宿2号、川辺9号は仮道管が比較的長く、始良1号、同49号、日置5号は逆に仮道管が短い品種であると言える。

塩倉⁵⁾は、仮道管長Yが、髄からの年輪数Xに対

して、 $Y = a + b \log X$ の形の対数式でよく回帰されることを報告している。今回の結果から同様に回帰した結果を Table 3 に示す。

Table 3 年輪番号と仮道管長との回帰

品種	回 帰 式	相関係数
A	$Y = 1.812 \log X + 0.393$	0.965
B	$Y = 1.910 \log X + 0.361$	0.998
C	$Y = 1.850 \log X + 0.339$	0.989
D	$Y = 1.960 \log X + 0.505$	0.980
E	$Y = 1.726 \log X + 0.470$	0.990
F	$Y = 1.920 \log X + 0.495$	0.989
G	$Y = 1.812 \log X + 0.593$	0.994
H	$Y = 2.143 \log X + 0.064$	0.965
I	$Y = 1.450 \log X + 0.867$	0.993

注) 始良 1, 6号及び指宿 2号は $X = 18$ 年まで。その他は 15年。

上の回帰式から、仮道管の前年輪比の伸長率を計算すると、いずれの品種も変数 X の範囲内では、1%以上となった。

3.2. 縦圧縮強さ及び圧縮ヤング係数

試験片の比重に、髄からの距離による変動がみられる(髄に近い部分の比重が大きい)ことから、縦圧縮強さ及び圧縮ヤング係数を比重で除して、比強度及び比ヤング係数を求めた。その結果を髄からの距離別に平均して Table 4~5 に示す。

なお、含水率についても髄に近い試験片ほど高くなる傾向にあった。(辺材の外周付近で 9~10%、髄近辺では 14%~15%)

これらの結果に基づいて、比較的試験片数の多い髄から 2 及び 4 cm の部分について、メアサを除く 8 品種の比圧縮強度及び比ヤング係数の分散分析を行

Table 4 比圧縮強度の分布

品種	距離	0 cm	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	総平均
A		744 (3)	735 (6)	768 (6)	902 (3)	—	755 (18)
B		734 (3)	776 (5)	801 (5)	780 (3)	810 (2)	780 (18)
C		704 (3)	756 (5)	792 (4)	834 (1)	—	761 (13)
D		767 (3)	797 (6)	832 (4)	—	—	801 (13)
E		686 (3)	690 (6)	729 (5)	769 (3)	792 (1)	719 (18)
F		729 (3)	754 (5)	779 (6)	799 (3)	—	766 (17)
G		788 (3)	810 (6)	825 (6)	847 (5)	826 (1)	821 (21)
H		720 (3)	755 (3)	—	—	—	738 (6)
I		835 (3)	843 (6)	912 (6)	—	—	869 (15)

注) () 内は試験片の数。

Table 5 比ヤング係数の分布 ($\times 10^8$)

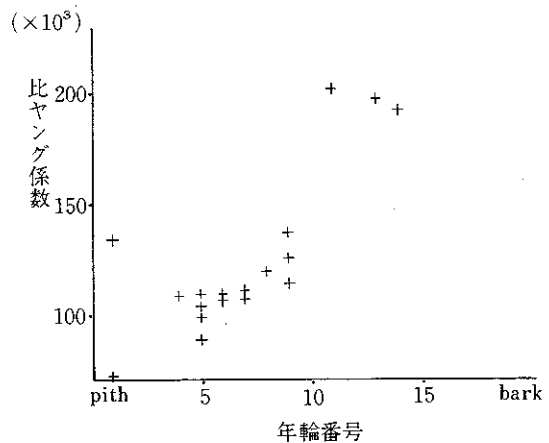
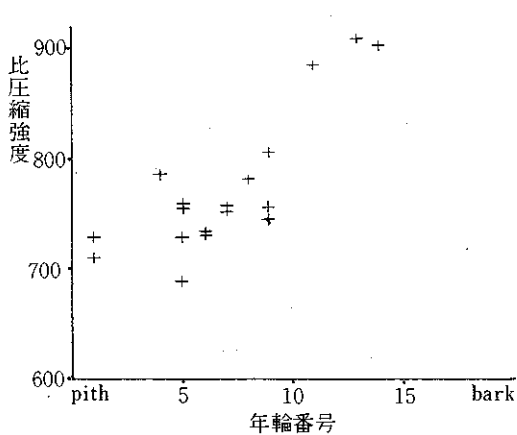
品種	距離	0 cm	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	総平均
A		105	104	120	198	—	125
B		100	121	161	139	172	138
C		104	123	146	180	—	130
D		100	116	144	—	—	121
E		74	79	104	143	121	99
F		99	108	152	179	—	134
G		112	157	172	222	192	172
H		118	115	—	—	—	117
I		127	156	229	—	—	179

ったところ、いずれの場合も 0.5% 水準のきわめて有意な品種間差が確認された。

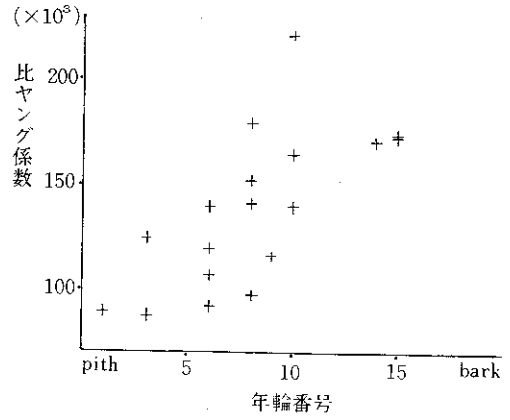
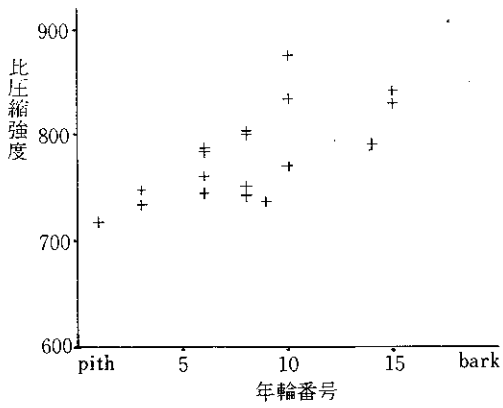
次に、比圧縮強度及び比ヤング係数を試験片の中心を通る年輪番号との関係で表わした結果を、品種別に Figure 2-1~9 として示しておく。

Figure 2 比圧縮強度及び比ヤング係数と年輪番号との関係

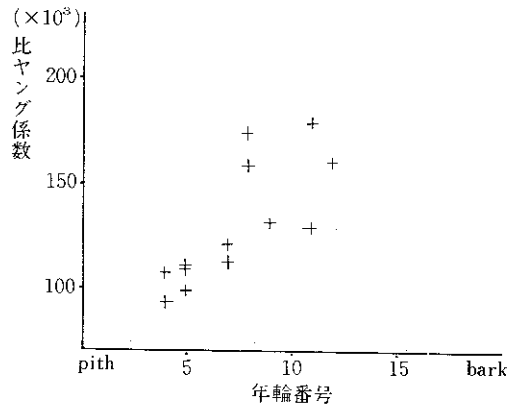
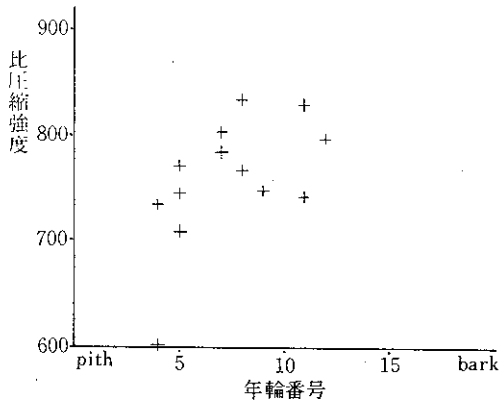
2-1 始良 1号 (A)



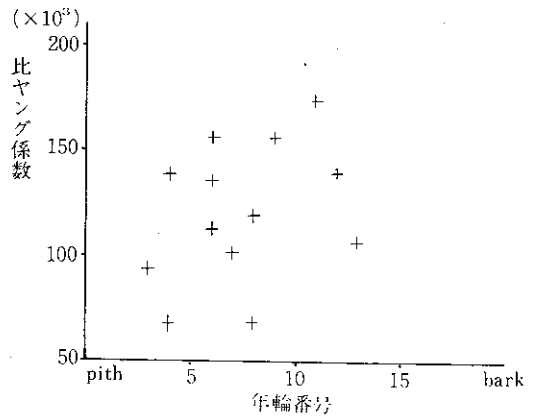
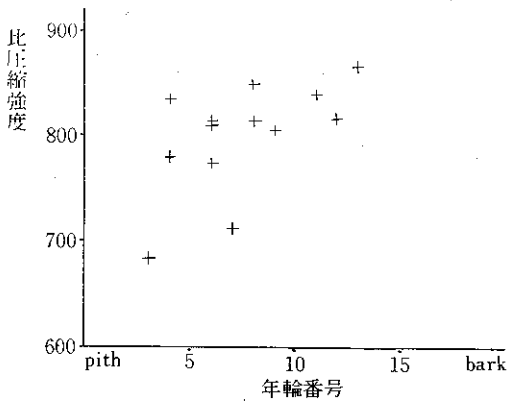
2-2 始良6号 (B)



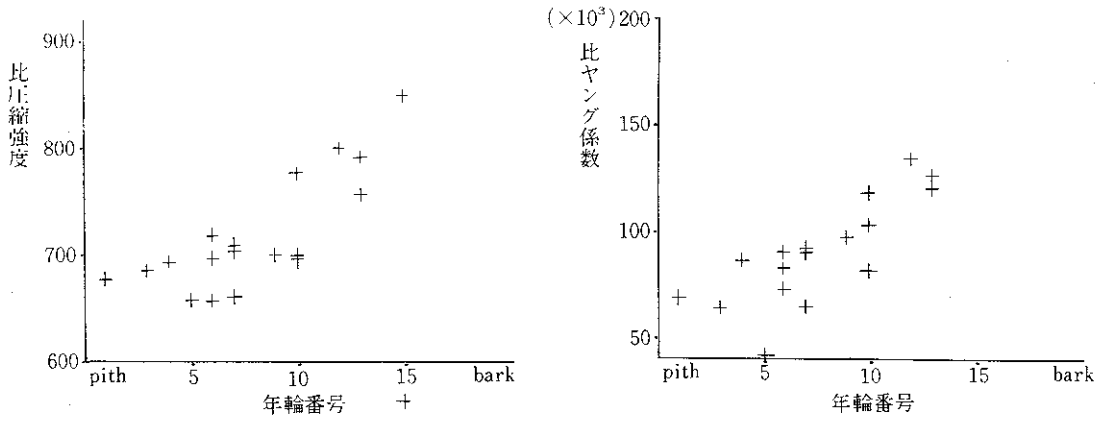
2-3 始良49号 (C)



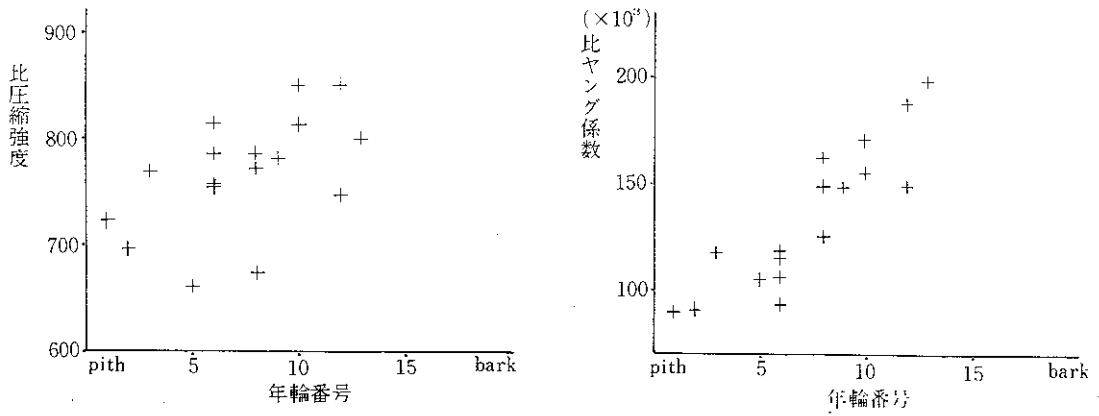
2-4 日置2号 (D)



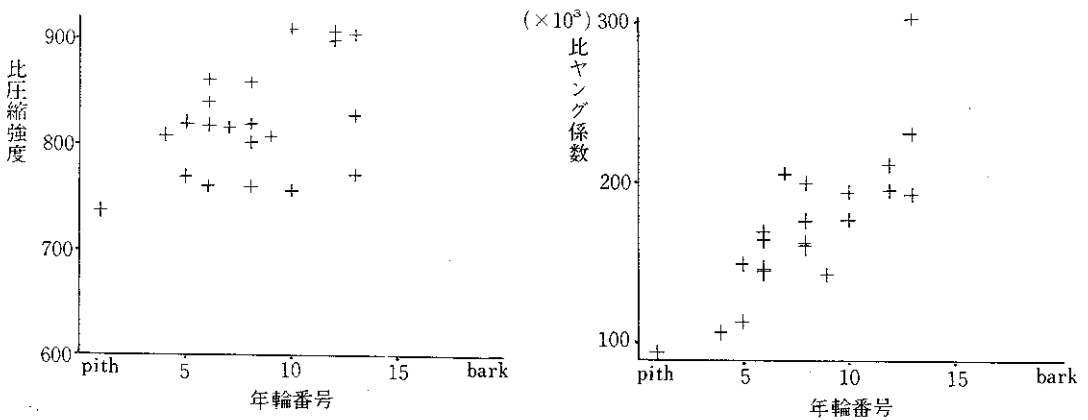
2-5 日置5号 (E)



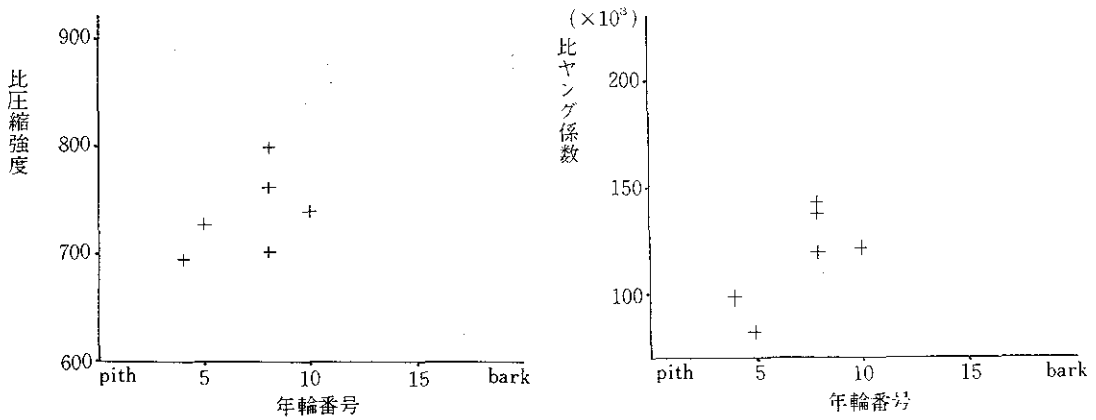
2-6 指宿2号 (F)



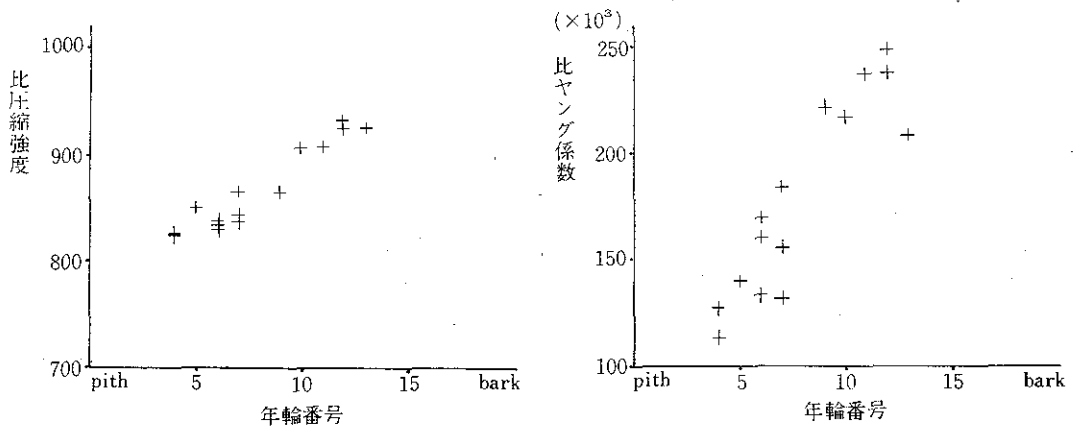
2-7 川辺9号 (G)



2-8 メアサ (H)



2-9 ハライガワ (I)



4. 考察

結果のところ、既に述べたように、仮道管長の測定からは、塩倉の区分基準によるところの成熟材部の形成はどの品種にも認められなかった。しかし、材の利用にあたって問題となるのは、成熟材部と未成熟材部との力学的性質の差違であろう。すなわち未成熟材部は成熟材部に較べて強度的に劣り、しかも不安定な材質である。また縦収縮率が大きく、狂いを生じやすい。従って、実用上はこのような力学的性質が安定した部分を成熟材とみなして差支えないものとする。

今回の試験では、力学的性質を表わす諸指標の中から、縦圧縮強度及び圧縮ヤング係数のみを求めたが、試験片作成上困難でなければ他の指標（曲げ、

衝撃等）についても明らかにすることが望ましい。また、今回用いたスギは20年生であるので、長年月の成長による材質の安定化を実験によって確認ができない。しかし、Figure 2-1~9に示されるように、髓から15年輪ぐらいの範囲においては、多くの品種が、比圧縮強度・比ヤング係数ともに、年輪番号と相関を示すように見受けられる。そこでこれらの相関を直線で回帰し、その直線が、スギの標準圧縮強さ及び標準ヤング係数を標準気乾比重^①で除した標準値、すなわち、標準比圧縮強度921標準比ヤング係数 197×10^3 に達する年輪番号を求めてみる。

各品種の、比圧縮強度及び比ヤング係数と年輪番

号との直線回帰式及び相関係数はTable 6 のようになった。

Table 6 比圧縮強度(Y)及び比ヤング係数(Z)と年輪番号(X)との回帰

品種	Y と X	Z (10 ⁹) と X
A	Y=14.8X+672 (0.819)	Z=8.3X+67.1 (0.797)
B	Y=7.5X+719 (0.683)	Z=6.6X+84.1 (0.695)
C	Y=12.4X+670 (0.560)	Z=8.2X+69.6 (0.771)
D	Y=9.6X+729 (0.572)	Z=3.5X+95.2 (0.328)
E	Y=11.7X+625 (0.803)	Z=8.3X+31.8 (0.803)
F	Y=8.5X+704 (0.540)	Z=8.7X+70.8 (0.888)
G	Y=7.8X+757 (0.488)	Z=11.6X+77.8 (0.822)
H	Y=8.3X+678 (0.474)	Z=7.4X+63.3 (0.720)
I	Y=12.9X+767 (0.954)	Z=13.8X+69.8 (0.904)

これらの回帰式により標準に達する年輪数を計算すると、多くの品種で比圧縮強度は20~27年、比ヤング係数は15~20年の範囲となった。

個々に品種についてみると、始良1号は16~17年輪、在来のハライガワは9~12年輪で既に比圧縮強度・比ヤング係数ともに標準値以上になっており、圧縮に関する限り、実用上成熟材部と同等に考えてよい材を形成し始めていると言えよう。川辺9号は比ヤング係数のみ10年輪で標準に達しておりハライガワとともに、ヤング係数の高さは品種特性として特筆すべきであろう。逆に日置5号は、ヤング係数がかなり低くなっているが、これは母樹の系統(ヤブクグリ)の特徴が現われているものと考えられる²⁾。

一般に、未成熟材の範囲は髓から10~15年輪程度という報告が多いのであるが、今回の結果からは、成熟材の形成には20年以上かかると考えられる。これは、今回の供試木が地力の低い、従って生長の悪い林分に育ったためではないかと推測される。塩倉の報告にも、未成熟材部の範囲は、生長状態が異なると、髓からの年輪数が大きく変動すると述べられている。

もう一点興味深いのは、仮道管長と力学的性質との関わりである。Table 3 及び Table 6 に示されたように、仮道管長・力学的指標ともに、髓からの年輪数と高い相関を示す場合が多い。このことは、二者の間にも何らかの相関を予想させる。今後データの積み重ねによって、力学的性質の仮道管長依存性に関する知見が得られるならば、あるいは、品種改良にあたっては、林木の生育を待たずして、すなわち、形成後数年程度の材の仮道管長を測定する

ことによって、ある程度の材質予測も可能となるかもしれない。

ただ、今回得られたデータは、量的にも不足であるし、胸高付近の材のみを用いているので、真にその材あるいは品種を代表するものであるかどうかにも議論の余地がある。スギ材の品種ごとの材質特性を明らかにするためには、より多くのデータの積み重ねが必要と思われる。

5. 結 論

20年生スギ9品種について、仮道管長・縦圧縮強度・圧縮ヤング係数を測定して、各品種の材質特性を調べ、以下の結論を得た。

- (1) 仮道管長の測定からは、どの材もいわゆる未成熟材部にあたると思われるが、圧縮に対する性質に関しては、ハライガワは10年程度、始良1号は16年程度以上の部分であれば、実用上成熟材部と同等とみなすことができる。
- (2) 比圧縮強度・比ヤング係数ともに有意な品種間差が認められ、20年生の時点ではハライガワ、川辺9号は力学的性質に優れ、日置5号は劣る。
- (3) 仮道管長と力学的指標との関連についての示唆が与えられたが、数値的に証明するのは今後の課題として残された。

6. 謝 辞

試験の機会並びに材料を提供していただいた県林業試験場の山内孝平副場長始め育林部の方々、また測定等に協力いただいた迫屋正己君に感謝します。

7. 文 献

- 1) 県林試昭和56年度研究発表会発表要旨、31~32 (1982)
- 2) 渡辺治人、堤寿一、小島敬吾：木材誌9、225~230 (1963)
- 3) 深沢和三：岐阜大農研報25、47~128 (1967)
- 4) 大草克己：鹿大農演報8、1~17 (1980)
- 5) 塩倉高義：木材誌28、85~90 (1982)
- 6) 木材工業ハンドブック、232~234 (1972)
- 7) 猪瀬理、渋谷昌資：愛媛大演習林報、77~88 (1975)
- 8) 小野和雄：日林九支研論32、305~366 (1979)