

[木材学会誌 Vol. 51, No. 6, p. 394-401 (2005)]

九州産スギ在来品種の成長と木材性質*1

津島俊治*2, 古賀信也*3, 小田一幸*3, 白石 進*3

Growth and Wood Properties of Sugi (*Cryptomeria japonica*)
Cultivars Planted in the Kyushu Region*1Syunji TSUSHIMA*2, Shinya KOGA*3,
Kazuyuki ODA*3 and Susumu SHIRAIISHI*3

This study examined growth and wood properties of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) cutting cultivars planted in the Kyushu region. Sixteen cultivars (48 trees) which were identified based on MuPS (Multiplex-PCR of SCAR markers) types were used.

Each cutting cultivar showed peculiar growth. The intra-cultivar variations in green moisture content of heartwood were small whereas the inter-cultivar variation was large. There were statistically differences in the L^* and a^* values of the heartwood color between cultivars, and a negative correlation of the L^* value with green moisture content was found. There was also significant difference in wood density between cultivars, and the neutral and the late-growth type cultivars showed larger basic density than the precocious-growth type cultivars. A significant difference in dynamic Young's modulus was also found between cultivars, and there were two axial variation patterns. In one pattern the dynamic Young's modulus increased with stem height, and in the other it was almost constant except at the position of the butt log where it had the lowest value. The former was the neutral or late growth type and the latter was the precocious type. There was a significant difference in the bending load-deformation curve of clear test specimens between cultivars or growth types.

Keywords: sugi, cultivar, MuPS, growth, wood property.

九州産スギ在来品種の成長および材質を明らかにすることを目的に、MuPS分析によるDNA鑑定で品種を同定した16品種48個体を用いて実験を行った。

各品種は、それぞれに品種に特有な成長型を示した。心材の生材含水率と心材色の L^* 値、 a^* 値の品種内変動は小さく、品種間に統計的な差が認められ、品種固有の性質と考えられた。容積密度と丸太の動的ヤング率も品種間で異なり、早生型品種に比べ中生型および晩生型品種は容積密度が高く、動的ヤング率が低かった。動的ヤング率の樹高方向変動には、地上高が高くなるにつれ増加するパターンと1番丸太が最も低くそれより上部ではやや高い値で比較的安定するパターンが認められ、前者が中生型あるいは晩生型品種で、後者が早生型品種に認められた。曲げ試験の荷重-たわみ線図は、品種あるいは成長型ごとに異なった。

*1 Received March 14, 2005; accepted June 10, 2005. 本研究の内容の一部は、第54回日本木材学会大会(2004年8月,札幌)で発表した。

*2 大分県農林水産研究センター林業試験場 Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center, Hita 877-1363

*3 九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581

1. 緒 言

九州では古くから多数のスギ在来品種が成立しているが、これらの中には異名同品種や同名異品種が存在し、また生育環境や樹齢の違いにより針葉や樹幹の形態が変化することから、正確なさし木品種の同定は困難とされてきた^{1,2)}。そのため、苗木生産時や流通段階で品種名を間違えるなどいわゆる善意の過失を犯してしまう可能性があると考えられる。実際に、在来品種が精英樹として選抜されたり、九州産スギ精英樹クローンに同じDNA型を示すものが約1/3も存在する状況が生じている^{3,4)}。しかし、近年、染色体の核型分析やアイソザイムによる品種識別の研究が進み、DNA分子マーカーを用いた識別法^{3,5)}が開発され、比較的簡便に正確な品種同定を行うことがようやく可能となってきた。

一方、林業現場の植栽品種は時代とともに変化している。大分県の例では、戦後はヤブクグリとアヤスギが中心であったが、昭和50年頃から多品種趣向に変わり、最近ではシャカイン、ヤマグチ、オビスギ、アヤスギの4品種が全植栽面積の70%を占めている(大分県森林保全課資料)。このような植栽品種の変化には、森林造成や木材利用における品種への期待が反映されており、木材利用に限って言えば、今後のスギ材利用を進める上で優位とされる品種、たとえば建築用構造材や集成材に適する強度性能に優れた品種が求められているからであろう。このように、森林造成や木材利用の目的にあった品種選択は極めて重要であり、とりわけ九州ではスギ在来品種の役割は大きいと考えられる⁶⁾。

スギ在来品種の材質に関して、これまで多くの報告⁷⁻²³⁾があるが、これらの報告のほとんどが針葉や樹幹等の形態的特徴から識別した品種名に基づくもので、各品種の本来の材質特性を示していないことも考えられる。本研究では、九州産スギ在来品種のMuPS型データベース⁵⁾に基づき同定したスギ在来品種の成長および木材性質を明らかにする目的で研究を行った。

2. 材料と方法

2.1 材料

大分県湯布院町の西日本主要スギ品種展示林(昭和57年3月設定、22年生)に植栽された27品種を対象とした。この展示林は、標高800mの南向き緩斜面に位置し、ヘクタールあたりの植栽密度が3687本であり、15年生時と20年生時に間伐が実施されている。

実験に先立ち、MuPS (Multiplex PCR of SCAR markers) 分析を行い、MuPS型データベース⁵⁾と照合することにより植栽品種を同定した。MuPS分析は、PCRおよびアガロースゲル電気泳動のみの簡便な操作で分析を行うことができ、しかも再現性が高いとされるDNA鑑定法であり、分析結果を19桁の2進法で示されるMuPS型として表記される。また、本研究で用いたMuPS型データベース⁵⁾は、各在来品種の産地の公的研究機関が品種基準木として指定し、保存している九州産スギ在来品種75品種および九州産スギ精英樹589クローンのMuPS分析に基づき作成されたデータベースである。

本研究では、MuPS型データベースと一致した16品種を研究対象とした(Table 1)。なお、品種の名称とその成長型は宮島¹⁾ならびに川野²⁴⁾に従った。

2.2 方法

毎木調査で胸高直径を測定した後、各品種の平均胸高直径に近い3個体を供試木として選び伐倒した。各供試木を地上高0.2mから2m毎に玉切り、地上高0.2~2.2mの1番丸太から順に末口径3mm以上の丸太まで丸太番号を付けた。皮付き丸太の密度およびFFTアナライザー(リオン製シグナルアナライザーSA-77)で縦振動法により測定した一次固有振動数から動的ヤング率を求めた。樹高の高いイワオ、ナカムラおよびクモトオシでは8番丸太まで測定できたが、樹高の低いホンスギでは5番丸太までしか測定できなかった。胸高および地上高0.2m部位から2m毎に厚さ約4cmの円盤を2枚ずつ採取し、ポリエチレン袋に密封して持ち帰った。直ちに2枚のうち1枚目の円盤から髓を中心とする扇形試料を切り出し、髓から5年輪毎の小ブロックに割り、容積密度と生材含水率を測定した。なお、生材含水率は、目視による材色の違いから心材、移行材および辺材に細分割し測定した。2枚目の円盤では、髓を通る長径とその直角方向の4方向の年輪数と年輪幅を測定し、樹幹解析を行った。

次に、地上高1.2~2.2m部位の丸太から、髓を通る厚さ30mmの柁目板を切り出し、気乾状態まで乾燥した後、厚さ25mmにプレーナー加工し、柁目面の材色を $L^*a^*b^*$ 表色系で測定した。なお、測定器はスガ試験機機製(スポット径5mm)のカラーテスターで、測定箇所は辺材2箇所および心材5箇所とした。さらに、柁目板の成熟材部から2つの無欠点小試験体(25×25×75mmおよび25×25×400mm)を作製し、縦圧縮試験および曲げ試験を行った。なお、試験機は島津製作所製AG10Tで、試験条件はJIS Z 2101に準じ、縦圧縮試験では荷重速度

Table 1. Outline of the experimental plot studied.

No.	Cultivar name	MuPS type ¹⁾	growth type ²⁾	N	DBH (cm)			H (m)
					Mean	SD	CV (%)	Mean
1	Iwao	009010 1110010 010011	(a)	46	23.7	4.0	16.9	18.8
2	Nakamura	000900 0000001 110110	(a)	55	23.4	3.1	13.3	18.5
3	Hinode	100190 0011010 001110	(a)	51	23.3	4.0	17.2	15.4
4	Takenosako	001010 0010010 010110	(a)	44	23.0	3.4	14.7	16.4
5	Yamaguchi	000010 1101010 110010	(a)	35	21.2	4.4	20.5	16.5
6	Kumotoshi	091000 1110000 110110	(a)	53	20.7	3.0	14.6	18.0
7	Yaichi	009090 0000100 011109	(a)	49	19.8	4.8	24.5	16.4
8	Garin	000000 1010000 110110	(a)	56	19.7	2.7	13.4	15.4
9	Edanaga	000010 0010000 110110	(a)	43	18.7	2.8	14.9	15.3
10	Ono	019900 0010000 110110	(a)	51	18.3	2.0	11.0	17.1
11	Akaba	019010 1110010 010111	(b)	44	19.0	4.1	21.7	15.3
12	Obiaka	000010 1010010 110010	(b)	23	19.4	3.0	15.6	15.6
13	Yabukuguri	011900 0010101 110110	(b)	43	17.6	2.7	15.2	14.4
14	Measa	001100 1000110 110110	(c)	45	19.1	2.5	13.1	13.7
15	Ayasugi	010010 1110111 010111	(c)	54	17.8	1.8	10.3	13.5
16	Honsugi	010110 1010111 010111	(c)	38	15.7	2.3	14.7	12.5
total or mean				730	20.1	4.0	19.8	15.8

Legend : N : The number of standing trees at the timing of sampling, DBH: Diameter at breast height (1.2m), Mean : Mean value, SD : Standard deviation, CV: Coefficient of variation, H: Tree height based on three sample trees.

¹⁾ MuPS (Multiplex-PCR of SCAR markers) type, 1 : distinct fragment, 0 : no fragment, 9 : indistinct fragment.

²⁾ Growth type of cultivar, (a) : early growth type, (b) : neutral growth type, (c) : late growth type.

1 mm/分とし、曲げ試験ではスパン350 mmで荷重速度5 mm/分の柢目面荷重とした。なお、試験時の試験体の含水率は $15.5 \pm 0.5\%$ であった。

3. 結果と考察

3.1 MuPS 分析による品種同定

今回対象にした27品種の MuPS 型を久枝ら⁵⁾ の MuPS 型データベースと照合した結果、Table 1 に示す16品種の MuPS 型がデータベースと一致し、5 品種の MuPS 型がデータベースに存在しなかった。すなわち、トサアカ、アラカワ、オビアカおよびキジンの4品種がそれぞれデータベースのオビアカ、ガリン、エダナガおよび精英樹の県始良52号と同じ MuPS 型を示し、タノアカの MuPS 型はデータベースの中に該当する MuPS 型が存在しなかった。また、ヒゴメアサ、サツマメアサおよびアオスギは、数種の DNA 分子マーカーを用いた分析でも同じ MuPS 型を呈したことから判断して同一のクローンであると考えられた。そのため、本研究ではメアサという名称を用い、アオスギの供試木を対象品種に加えた。ヤクスギ、オキノヤマ、タブセおよびカジウの4品種は、実生品種であるため MuPS 分析による品種同定ができなかった。また、サンプルは MuPS 型データベースを持たないため照合できなかった。

以上のことから、スギ品種の材質等の研究にあた

っては、事前に針葉や樹幹等の形態的特徴に基づく分類に加えて、可能な限り DNA 情報に基づいた鑑定により品種同定を行う必要があると思われた。

3.2 成長

毎木調査による展示林全立木の平均胸高直径が20.1 cm、平均樹高が15.8 mであり、大分県スギ人工林収穫表²⁵⁾の地位 I に相当した。各品種の平均胸高直径は、15.7~23.7 cm の範囲にあり、イワオ、ナカムラなどの早生型の成長を示す品種が大きく、アヤスギ、ホンスギなどの晩生型の成長を示す品種が小さかった。

各品種の供試木3個体の樹幹解析から得た平均胸高直径、平均樹高および平均単木材積の年成長量と総成長量を Fig. 1 に示す。平均胸高直径の年成長量は、全品種とも6年目が最大となり、13年目以降は0.6 cm 前後のほぼ安定した値で推移した。平均樹高の年成長量は各品種とも比較的安定した値で推移したが、平均単木材積の年成長量は林齢に伴い増大する傾向にあった。20年生時における胸高直径総成長量は14.1~21.1 cm の範囲にあり、最大値と最小値の比が約1.5倍であった。同様に、樹高総成長量は11.7~17.8 m の範囲でその比が約1.5倍、単木材積総成長量は0.080~0.261 m³ の範囲でその比が約3.3倍であった。以上のように、同一林分内に同時に植栽されているにもかかわらず、各品種の成長には明らかな差

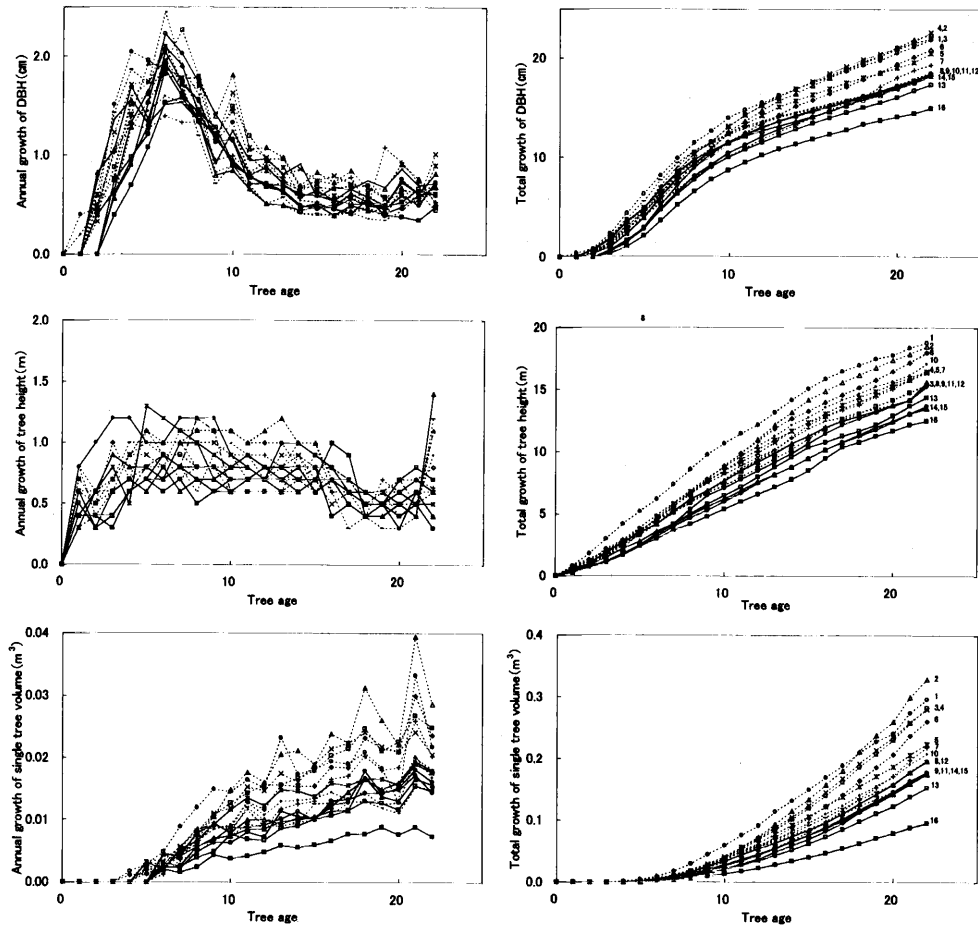


Fig. 1. Annual and total growth of DBH, tree height, and single tree volume.

Legend: $\cdots\bigcirc\cdots$: 1 Iwao, $\cdots\triangle\cdots$: 2 Nakamura, $\cdots\square\cdots$: 3 Hinode, $\cdots\times\cdots$: 4 Takenosako, $\cdots*\cdots$: 5 Yamaguchi, $\cdots\diamond\cdots$: 6 Kumotoshi, $\cdots+\cdots$: 7 Yaichi, $\cdots-\cdots$: 8 Garin, $\cdots\cdot\cdots$: 9 Edanaga, $\cdots\circ\cdots$: 10 Ono, $-\bigcirc-$: 11 Akaba, $-\triangle-$: 12 Obiaka, $-\square-$: 13 Yabukuguri, $-\bullet-$: 14 Measa, $-\blacktriangle-$: 15 Ayasugi, $-\blacksquare-$: 16 Honsugi.

異が認められた。

3.3 生材含水率

各品種の生材含水率を Table 2 に示す。各品種 3 個体間の心材、移行材および辺材の生材含水率は極めて類似していた。地上高 0.2 m の心材の生材含水率は、ナカムラ、タケノサコおよびクモトオシが 200% 前後、オビアカ、ガリン、ヤマグチおよびイワオが 150% 前後と高く、ヤイチ、ホンスギおよびアヤスギが 70% 台と低かった。地上高 1.2 m 以上のそれは、地上高 0.2 m に比べ低い傾向にあった。スギ樹幹内の生材含水率は品種あるいは樹幹の部位で異なり、心材の生材含水率は遺伝的に強く支配され、品種固有の性質であると報告¹³⁾ されている。本研究で対象にした各品種の心材の生材含水率は既

報^{21), 22)} の値と大差がなく、本研究においてもスギの心材含水率は品種固有の値をもつことが示された。

3.4 材色

各品種の辺材および心材の L^* 値、 a^* 値、 b^* 値を Table 3 に示す。各品種 3 個体の心材 L^* 値および a^* 値に 1% 水準で、 b^* 値に 5% 水準で有意な品種間の差が認められた。心材 a^* 値の変動係数 (26.6%) が L^* 値または b^* 値のそれ (4% 台) に比べて高い傾向は、対象クローンや測定器のスポット径が異なるものの、平川らの報告¹⁸⁾ でも示されている。心材の 3 つの色指数のうち、心材 L^* 値と心材 a^* 値の間には負の相関 ($r = -0.549^{**}$) が認められた。今回の結果では、心材の L^* 値が低い、いわゆる黒心と判断される心材をもつ品種としてナカムラやクモ

Table 2. Green moisture content at the stem height of 0.2 m, 1.2 m, 2.2 m and 4.2 m based on three sample trees.

No.	Cultivar name	Heartwood (%)				Intermediate wood (%)				Sapwood (%)			
		0.2m	1.2m	2.2m	4.2m	0.2m	1.2m	2.2m	4.2m	0.2m	1.2m	2.2m	4.2m
1	Iwao	146	110	89	67	115	102	87	117	274	256	247	248
2	Nakamura	204	131	102	91	105	75	90	61	262	263	251	186
3	Hinode	135	89	72	63	124	131	93	109	295	288	261	255
4	Takenosako	203	116	83	109	109	73	84	70	281	270	275	259
5	Yamaguchi	148	87	82	71	103	93	94	87	253	221	217	186
6	Kumotoshi	195	206	139	142	112	114	80	83	246	279	262	256
7	Yaichi	73	60	56	57	96	101	106	91	284	240	214	196
8	Garin	151	97	97	114	88	65	87	80	229	225	223	230
9	Edanaga	118	105	111	110	83	66	74	63	210	206	214	224
10	Ono	108	78	62	60	95	89	76	100	234	253	228	242
11	Akaba	90	87	74	60	90	106	95	94	266	255	241	233
12	Obiaka	161	118	106	105	79	97	75	69	245	235	226	219
13	Yabukuguri	110	85	67	69	112	99	77	104	231	221	231	192
14	Measa	91	70	65	79	98	75	99	84	255	295	250	264
15	Ayasugi	79	89	71	64	1133	90	105	99	287	255	249	243
16	Honsugi	75	60	53	54	88	80	68	87	265	224	216	201
	Mean value	130	99	83	82	102	91	87	87	257	249	238	227
	SD	44.8	34.9	23.1	26.3	15.1	18.1	11.2	16.3	23.9	26.1	19.3	27.4
	CV(%)	34.4	35.2	27.8	32.0	14.8	19.9	12.9	18.6	9.3	10.5	8.1	12.1

Legend: SD: Standard deviation. CV: Coefficient of variation (the same applies to Table 3-5).

Table 3. Wood color and wood density based on three sample trees.

No.	Cultivar name	Sapwood color			Heartwood (%)			basic density (kg/m ³)						
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	0.2m	1.2m	2.2m	4.2m	6.2m	8.2m	stem
1	Iwao	77.8	1.9	19.7	72.2	7.3	23.6	288	296	295	302	310	315	306
2	Nakamura	80.9	1.4	20.4	69.2	11.2	23.6	276	272	286	297	288	290	289
3	Hinode	79.4	2.1	19.9	70.3	9.3	22.6	271	273	284	293	307	313	294
4	Takenosako	80.7	2.5	19.0	75.4	8.7	22.5	270	270	265	270	289	296	279
5	Yamaguchi	79.3	1.3	19.5	73.1	5.7	22.9	290	302	312	302	311	319	312
6	Kumotoshi	79.8	2.1	20.6	67.6	8.0	22.8	295	284	290	294	300	309	298
7	Yaichi	78.2	1.6	20.5	76.7	7.0	22.7	302	315	331	330	338	337	328
8	Garin	80.5	0.9	19.7	73.4	6.1	24.5	300	313	316	309	299	313	310
9	Edanaga	78.6	1.7	21.6	72.2	9.8	23.8	325	325	315	311	326	317	320
10	Ono	78.8	2.7	21.2	74.5	9.5	23.3	310	311	322	315	331	339	327
11	Akaba	77.9	1.0	21.6	77.3	5.0	23.5	316	303	319	319	335	340	325
12	Obiaka	80.9	2.2	20.3	74.6	8.3	22.0	315	308	310	319	317	326	318
13	Yabukuguri	80.5	1.4	20.8	72.1	8.2	24.4	355	336	329	354	354	345	345
14	Measa	81.4	0.8	19.1	77.5	3.7	23.8	297	276	292	296	301	300	295
15	Ayasugi	79.7	2.4	20.8	76.7	5.7	24.3	295	305	310	319	336	360	321
16	Honsugi	78.0	2.5	19.3	73.9	9.6	24.6	312	345	337	358	407	387	358
	Mean value	79.5	1.8	20.2	73.5	7.7	23.4	301	302	307	312	322	325	314
	SD	1.2	0.6	0.8	2.9	2.0	0.8	22	23	20	22	30	25	21
	CV(%)	1.5	34.7	4.1	3.9	26.6	3.4	7.1	7.5	6.4	7.2	9.2	7.7	6.6

トオシを、逆にそれが高い、いわゆる赤心と判断される心材をもつ品種としてアカバ、メアサ、アヤスギおよびヤイチをあげることができた。これらの結果はこれまでの心材色に関する報告^{21, 22)}と一致し、心材色も品種固有の特性であることが確認できた。心材のL*値とその生材含水率との間に負の相関関係が存在し、河澄ら²¹⁾が報告しているように心材

色が濃い品種ほど心材の生材含水率が高いことが示された。

3.5 容積密度

各品種の地上高0.2~8.2 m 部位の扇形試料の容積密度 (Table 3) について、品種および地上高を因子とする分散分析を行った。その結果、品種間および地上高間にそれぞれ1%水準で有意な差が認められ

た。品種の分散寄与率は地上高のそれより大きかった。樹幹の平均容積密度は、晩生型の成長を示すホンスギが最も高い値を示し、最小のタケノサコの約1.3倍であった。メアサを除く中生型および晩生型の成長を示す品種は全品種の平均値314 kg/m³より大きい値を示し、成長型による容積密度の違いも明らかになった。一方、各品種の容積密度は、地上高が2m増すごとに1.2~3.2%ずつ増大し、樹幹上部ほど高い値を示した。

3.6 動的ヤング率

各品種の丸太番号ごとの動的ヤング率を Fig. 2 に示す。品種および丸太番号を因子とする動的ヤング率の分散分析結果を Table 4 に示す。品種間および丸太番号間に1%水準で有意な差が認められ、丸太番号間の分散寄与率よりも品種間のそのの方が大きかった。各品種の1~5番丸太の動的ヤング率は、クモトオシが平均7.02 GPaで最小のヤブケグリの約1.8倍の値を示した。また、1番丸太と2番丸太の動的ヤング率の比は、全品種の平均値が1.26であり、中生型および晩生型の成長を示す品種がそれよりも高く、早生型の成長を示す品種の多くがそれよりも低い傾向にあった。各品種の樹高方向における動的ヤング率の変動パターンは、樹幹直径の小さい上部の未成熟材だけで形成された丸太を除けば、地上高

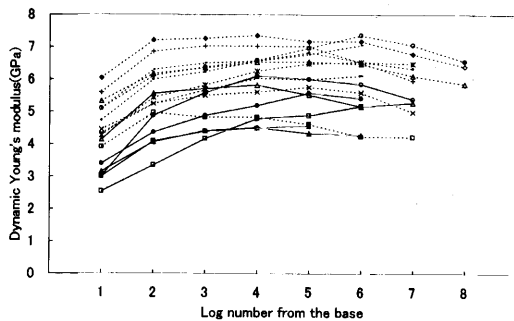


Fig. 2. Dynamic Young's modulus at different stem heights.

Legend: The same as in Fig. 1.

Table 4. The analysis of variance for dynamic Young's modulus.

Factor	DSS	df	MS	Fv	Pv	VC (%)
A: Cultivar	202.2	15	13.5	95.76	0.000 **	61.4
B: Log number	91.4	4	22.8	162.31	0.000 **	27.8
A×B	13.2	60	0.2	1.56	0.015 *	4.0
error	22.5	160	0.1			6.8
total	329.3	239				100.0

Legend: DSS: Deviation sum of squares, df: Degree of freedom, MS: Mean square, Fv: F value, Pv: P value, **: Significant at 1% level, *: Significant at 5% level, VC: Variance of components.

が高くなるにつれ増加するパターンと1番丸太が低くそれより上部では1番丸太よりもやや高い値で比較的安定するパターンが存在し、前者が中生型もしくは晩生型の成長を示す品種、後者が早生型の成長を示す品種に認められた。山下らによるスギ18品種の樹幹内における動的ヤング率変動に関する報告¹⁴⁾と本研究とは林齢や丸太の採材部位が異なるものの、アヤスギの値とイワオの変動パターンを除けば類似点が多く、動的ヤング率の樹高方向における品種固有の変動パターンの存在が示唆された。

3.7 力学的性質

縦圧縮試験および曲げ試験から得られた木材性質を Table 5 に示す。各品種のそれぞれの力学的性質の最小値に対する最大値の比は、縦圧縮強さが1.4倍、曲げヤング係数が2.5倍、曲げ強さが1.4倍、曲げ仕事量が4.2倍であり、曲げヤング係数および曲げ仕事量における品種間差が極めて大きかった。縦圧縮強さ、曲げヤング係数および曲げ強さの相互間に1%水準で有意な正の相関係数が認められた。気乾密度と縦圧縮強さおよび曲げ強さとの間には両者とも1%水準で有意な正の相関係数が認められたが、気乾密度と曲げヤング係数との間には有意な関係が存在しなかった。これはスギでは曲げヤング係数が密度よりも仮道管2次壁のマイクロフィブリル傾

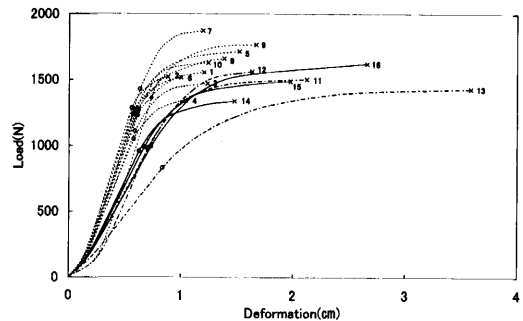


Fig. 3. Load-deformation diagram of 16 sugi cultivars.

Legend: The same as in Fig. 1, ○: Proportional limit, ×: Breaking point.

Table 5. Mechanical properties of clear test specimens.

No.	Cultivar name	N	MC (%)	ARW (mm)	AD (g/cm ³)	σ_c (MPa)	MOE (GPa)	MOR (MPa)	W (N·m)
1	Iwao	6	15.1	3.6	0.388	25.2	6.85	62.0	1.59
2	Nakamura	6	16.3	2.9	0.407	26.9	3.97	52.7	3.71
3	Hinode	6	15.8	2.7	0.369	22.0	4.13	49.5	2.61
4	Takenosako	6	15.5	3.6	0.349	22.6	7.14	50.0	1.01
5	Yamaguchi	6	15.3	3.1	0.373	26.6	6.25	56.3	2.44
6	Kumotoshi	6	15.5	2.9	0.351	26.1	6.07	50.8	1.75
7	Yaichi	6	15.5	2.8	0.369	31.2	6.45	53.0	1.88
8	Garin	6	15.6	3.5	0.339	27.5	7.01	49.6	1.01
9	Edanaga	6	15.3	2.5	0.397	28.3	6.70	58.1	2.31
10	Ono	6	15.6	2.7	0.381	26.0	5.57	51.5	1.97
11	Akaba	6	15.7	2.3	0.383	24.1	6.22	54.7	1.92
12	Obiaka	6	15.1	3.4	0.319	25.8	5.51	44.1	1.09
13	Yabukuguri	6	15.6	3.0	0.389	22.6	2.97	47.7	4.10
14	Measa	6	15.9	2.8	0.369	21.8	4.47	49.1	2.49
15	Ayasugi	6	15.5	3.2	0.329	23.9	4.68	43.7	1.68
16	Honsugi	6	15.8	3.5	0.342	23.7	5.81	48.3	1.36
	Mean value		15.5	3.0	0.366	25.3	5.61	51.3	2.06
	SD		0.5	0.4	0.025	2.5	1.23	4.8	0.88
	CV(%)		3.0	13.4	6.9	10.1	21.9	9.4	43.0

Legend : N : The number of test specimens, MC : Moisture content, ARW : Average of annual ring width, AD : Air-dry density, σ_c : Compressive strength, MOE : Modulus of elasticity, MOR : Modulus of rupture, W : Bending work, SD : Standard deviation, CV : Coefficient of variation.

角に強く影響されている¹⁶⁾ ことに起因すると考えられた。曲げ試験における荷重-たわみ線図を Fig. 3 に示す。ナカムラヤクモトオシなどの早生型の成長を示す品種は、曲げヤング係数が大きく、塑性域に入ると直ちに脆性的に破壊した。一方、ヤブクグリやホンスギなどの中生型あるいは晩生型の成長を示す品種は、曲げヤング係数が総じて小さく、低い応力状態を維持し極めて大きなたわみの後に破壊した。このような曲げ荷重に対する挙動の違いは、小田ら⁸⁾ の縦圧縮試験や佐々木ら⁷⁾ の実大曲げ試験の結果と数品種を除けばよく一致しており、スギ品種固有の木材性質であると推察された。

4. 結 論

九州産スギ在来品種の成長および木材性質を明らかにすることを目的に、予め MuPS 分析による DNA 鑑定で品種を同定した後に実験を行った。主な結果は以下のとおりであった。

1. MuPS 分析による DNA 鑑定の結果、既存の MuPS 型データベース⁵⁾ と 4 品種が一致せず、3 品種が同じ MuPS 型を呈し同一品種と考えられた。スギ品種の材質等の研究においては、事前に DNA 情報に基づいた品種同定の必要があると考えられた。
2. 実験に供した品種では、胸高直径、樹高および単木材積の成長量は、それぞれの品種特有な一般的

な成長型を示した。

3. 心材、移行材および辺材の生材含水率は、各品種 3 個体間の値が極めて類似したが、品種間では大きく異なることから、品種固有の性質であると推察された。
4. 心材の L^* 値および a^* 値に統計的な品種間差が認められた。 L^* 値と生材含水率との間に負の相関関係が認められた。
5. 容積密度は品種間で異なり、早生型の成長を示す品種に比べ中生型および晩生型の成長を示す品種の方が高かった。
6. 丸太の動的ヤング率は品種で異なり、クモトオシが最大で、ヤブクグリが最小であった。樹高方向の変動については、地上高が高くなるにつれ増加するパターンと 1 番丸太が低くそれより上部では 1 番丸太よりもやや高い値で比較的安定するターンが存在し、前者が中生型および晩生型の成長を示す品種、後者が早生型の成長を示す品種に認められた。
7. 縦圧縮強さ、曲げヤング係数および曲げ強さの相互間に正の相関関係が認められた。無欠点小試験体の曲げ荷重に対する挙動は、品種あるいは成長型に起因する木材性質と推察された。

謝 辞

本研究の実施にあたり、供試木を提供していただ

いた湯布院町，測定に協力いただいた九州大学農学部森林資源科学部門の学生ならびに大分県林業試験場の職員の方々に深く感謝します。

文 献

- 1) 宮島 寛：“九州のスギとヒノキ”，九州大学出版会，福岡，1989，p. 275.
- 2) 小田一幸：木材工業 **55**，50-54 (2000).
- 3) 高田克彦，白石 進：九州大学演習林報告 **75**，1-14 (1996).
- 4) 久枝和彦，白石 進，栗延 晋：日本林学会九州支部研究論文集 **53**，55-56 (2000).
- 5) 久枝和彦，白石 進，藤澤義武，宮原文彦，石松誠，家入龍二，佐々木義則，三樹陽一郎，川内博文：九州大学演習林報告 **84**，59-71 (2003).
- 6) 堤 壽一：林木育種 **164**，8-11 (1992).
- 7) 佐々木光，角谷和男，瀧野真二郎：木材研究資料 **17**，192-205 (1983).
- 8) 小田一幸，古賀信也，堤 壽一：九州大学演習林報告 **58**，109-122 (1988).
- 9) 津島俊治：日本林学会九州支部研究論文集 **41**，245-246 (1988).
- 10) 津島俊治，小野美年：日本林学会九州支部研究論文集 **42**，277-278 (1989).
- 11) 津島俊治，諫本信義：日本林学会九州支部研究論文集 **42**，283-284 (1989).
- 12) 古賀信也，小田一幸，堤 壽一：九州大学演習林報告 **62**，101-113 (1990).
- 13) 藤澤義武，太田貞明，西村慶二，田島正啓：木材学会誌 **38**，638-644 (1992).
- 14) 山下香菜，平川泰彦，藤澤義武，中田了五：木材学会誌 **46**，510-522 (1995).
- 15) 平川泰彦，藤澤義武：木材学会誌 **42**，107-114 (1996).
- 16) 平川泰彦，山下香菜，中田了五，藤澤義武：木材学会誌 **43**，717-724 (1997).
- 17) 林野庁：林業試験研究報告書 **36**，59-117 (1997).
- 18) 平川泰彦，藤澤義武，中田了五，山下香菜：森林総合研究所研究報告 **2**(1)No. 386，31-41 (2003).
- 19) 三輪雄四郎：第33回日本木材学会大会要旨集，京都，1983，p. 31.
- 20) 亀井淳介，津島俊治：日本林学会九州支部研究論文集 **41**，221-223 (1988).
- 21) 河澄恭輔，小田一幸，堤 壽一：九州大学演習林報告 **64**，29-39 (1991).
- 22) 森川 岳，小田一幸，松村順司，堤 壽一：九州大学演習林報告 **74**，41-49 (1996).
- 23) 中田了五，藤澤義武，平川泰彦，山下香菜：木材学会誌 **44**，395-402 (1998).
- 24) 川野洋一郎：林試だより (大分県)，16 (1981).
- 25) 大分県：すぎ人工林収穫予想表，1-170 (1982).