

スギ精英樹21クローンの成長特性,曲げ強度および冠雪害抵抗要因

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	齊藤, 昌宏 川村, 恵洋 中山, 昇
巻/号	73巻5号
掲載ページ	p. 384-387
発行年月	1991年9月

短 報

スギ精英樹 21 クロウンの成長特性、曲げ強度および冠雪害抵抗要因*1

齊藤 昌宏*2・川村 恵洋*3・中山 昇*4

I. はじめに

新潟県内で選抜されたスギ精英樹 21 クロウンについて、生産構造の調査および材の曲げ強度試験を行い、成長特性の把握および耐雪性との比較を試みた。1979年に新潟大学農学部附属演習林の村松苗畑に造成されたスギ精英樹見本林に生育している 21 クロウンを対象に調査したもので、これまでに同見本林を対象とした次のような報告がある。植栽 5 年後の初期成長比較(4)、1984年に起きた大量降雪による折損被害比較(7)、同一クロウンで育成された採穂樹からの挿し木による発根性調査(5)などである。本報告では筆者らが行ったこれらの調査結果も含め、クロウン間における成長特性、曲げ強度の違いおよび冠雪害抵抗性との関係などの検討を行った。

II. 対象林分と調査方法

調査対象は新潟県東蒲原郡村松町の附属演習林村松苗畑に造成されたスギ精英樹見本林で、調査時は 8 年生であった。当初は新潟県内から選抜された 25 クロウンの精英樹各 25 本を列状に植栽したが、活着しなかったもの、採穂樹として移植したものなどがあり、5 年目の成長測定時に各クロウンは 15 から 20 本程度になっていた。この測定後 1 か月を経過しない 1984 年 12 月に豪雪があり、冠雪による幹折れ被害が発生した。翌年春に被害状況を調査したところ、被害割合はクロウンによって異なり、大きいものでは 88%、小さいものは 0%であった。各クロウンの被害割合と平均形状比の関係などが検討されたが、明らかな傾向は見いだされなかった(4)。

今回の伐倒調査は 1987 年秋に行った。測定対象木は各クロウンとも、樹勢が良く、樹幹が通直であることを条件として、残存木の中から 3 個体を選定した。通直性は曲げ強度の測定を正確にするに必要な条件であるため最優先とし、大きさは極端な偏りのないように大・中・小にグループ分けし、それぞれから 1 個体を

選んだ。なお、残存木が少ない 4 クロウンは測定結果を代表値とするのに不安が残るため、今回の調査から除外した。現地での調査は図-1 に示すように、樹高、直径(胸高、地上 20 cm、枝下の 3 箇所)、樹冠最下部 30 cm 範囲の枝張り(枝密度、根元径、長さ)などを計測するとともに、個体ごとに幹、枝、緑枝(緑色針葉およびその着生枝)の重量を測定した。

各個体から部分ごとに半量程度のサンプルと樹幹下部の材を持ち帰り、前者は 80°C で 2 昼夜以上乾燥した上で乾重を測定し、個体ごとに部分乾重を求めた。後者は生丸太材の状態で静的曲げ試験を行い、測定値から下記の式により曲げヤング係数を算出した(3)。

$$E = (P_p \cdot l) / (12\beta^2 \cdot I_L \cdot y_p) \cdot (1 / (1 + \beta \cdot l) - 4 / (2 + \beta \cdot l)^2) \quad (1)$$

ここで、 E 、曲げヤング係数(kg/cm²)； l 、スパン(支点間距離)100 cm； y_p 、比例範囲内での中央たわみ 0.1 cm； P_p 、前者での荷重(kg)； I_L 、末口における断面 2 次モーメント $\pi d_L^4 / 64$ ； β 、 $(d_0 - d_L) / (d_L \cdot l)$ ； d_0 、元口の直径(cm)； d_L 、末口の直径(cm)。

III. 結果と考察

各クロウンの胸高直径、樹高、形状比、枝張り、各部分の乾重割合などを表-1 に示した。対象とした見本林と同地域で、同時期に発生した冠雪害について、精英樹各クロウンの被害割合が調査されており、その報告(1)によれば、幹折れ被害割合の大きいものは岩船 2 号 89%、中頸城 6 号 80%、東蒲原 6 号 77%、岩船 6 号 72%、小さいものは五泉市 1 号 14%、東蒲原 7 号 23%、岩船 15 号 25%となっている。表中の値と異なるクロウンも多少はあるが、類似の傾向を示すものが多い。発根性についてはこれまでに調べられた値と同様の傾向となっている(5)。

曲げ強度の試験結果は大部分のクロウンで 3 個体の平均値を掲げてあるが、6 クロウンについては 2 個体の平均となっている。これらのクロウンの測定値では

*1 Masahiro SAITO, Yoshihiro KAWAMURA, and Noboru NAKAYAMA : Growth characteristics, bending strength and resistances to damage from snow crowning among 21 sugi plus trees
本報告の概要は、第 101、102 回日本林学会大会で口頭発表した。

*2 森林総合研究所 For. and Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305

*3 新潟大学農学部 Fac. Agric., Niigata Univ., Niigata 950-21, 1990 年 1 月死去

*4 新潟大学演習林 Univ. For. Nursery, Niigata Univ., Muramatsu Niigata 959-17

1つの値が他の2者と大幅に異なっており、さらに肉眼でも曲がりあるいは楕円断面などの異常形質が認められたためである。他のクローンの一部でも値がばらつくことがあったが原因が明らかではないためそのま

ま平均した。同じ試験材を乾燥した丸太の状態でも、同様に静的曲げ試験を行った結果から求められたヤング係数(2)を今回のそれと比較すると、大部分のクローンでは生材状態の測定値とほとんど違わなかった。ただし、岩船5号、同11号、中蒲原1号、五泉市1号、西蒲原1号で気乾状態の値が4割から5割大きくなっているが、原因は明らかではない。樹高5m前後のスギ生丸太材で曲げヤング係数を測定した報告(9)では $21.9 \pm 8.7 \text{ t/cm}^2$ とされており、ここでの平均値はやや大きいが変異の幅も大きいため、互いに大きな違いはないと考えられる。

植栽後5年目の成長測定結果(4)と今回の結果を比較する(図-2)と、多少順位の入れ替わりはあるものの、東蒲原1号および中頸城6号が樹高、胸高直径とも大きい。また岩船2号は胸高直径の割に樹高が大きく、東蒲原7号は逆の傾向がみられた。

ここで扱った21クローンを個体当たり全乾燥重量の大きさ順に並べ、緑枝、枝および幹の乾重割合を図-3

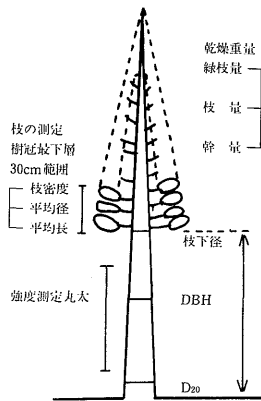


図-1. 測定項目と測定部位

表-1. スギ精英樹の成長特性、耐雪性および曲げヤング係数

	雪損* 割合 (%)	発根率 (%)	DBH (cm)	樹高 (cm)	形状比	枝**			全乾重 (kg)	乾重割合			曲げ強度 ヤング係数 (t/cm ²)
						密度 (N)	太さ (cm)	長さ (cm)		緑枝 (%)	枝 (%)	幹 (%)	
岩船 2号	55	75.5	7.2	535	73.9	5	1.4	119	11.3	47	14	39	38.2
岩船 3号	53	78.5	9.3	546	59.3	7	1.7	150	19.3	46	17	37	22.0
岩船 4号	61	77.0	8.8	573	65.5	7	1.7	137	16.1	47	17	36	30.2
岩船 5号	56	50.5	7.9	478	60.5	8	1.2	106	14.5	53	11	36	31.1
岩船 6号	84	52.8	7.5	478	64.0	8	1.4	118	13.5	48	13	39	32.1
岩船 9号	35	42.0	7.4	510	68.8	6	1.2	111	12.9	48	11	41	29.8
岩船 11号	65	54.9	7.5	485	64.5	7	1.2	106	9.6	47	10	43	22.9
岩船 12号	33	35.9	8.1	504	62.2	5	1.4	112	12.3	46	10	45	20.3
岩船 13号	42	43.8	6.5	371	57.5	6	1.4	94	10.5	37	7	56	19.4
岩船 15号	38	67.5	7.3	427	59.0	7	1.6	112	11.3	48	12	39	24.8
村上市 2号	53	62.8	8.4	473	56.5	7	1.5	113	14.2	50	13	38	18.3
北蒲原 2号	25	53.8	6.6	408	61.5	9	1.3	87	8.5	51	9	40	29.6
中蒲原 1号	41	48.7	7.3	404	55.4	8	1.0	74	8.4	48	7	45	17.7
西蒲原 1号	50	53.2	7.5	457	61.2	6	1.0	84	10.1	48	9	44	15.2
東蒲原 1号	0	75.3	8.6	617	71.6	5	1.2	104	14.7	44	9	47	26.2
東蒲原 5号	5	83.5	8.4	559	67.3	8	1.5	105	15.3	47	12	41	26.2
東蒲原 6号	71	53.2	8.5	482	56.7	10	1.2	113	13.8	47	11	41	21.8
東蒲原 7号	0	63.4	7.6	408	53.4	8	1.4	112	10.7	47	12	41	24.3
五泉市 1号	18	68.3	6.7	460	69.1	6	1.2	104	8.0	49	9	41	26.7
中頸城 6号	53	72.6	10.9	645	59.1	8	1.6	134	25.6	50	13	38	17.2
東頸城 2号	39	68.5	6.9	463	67.5	5	1.0	72	9.9	50	8	42	27.5
最大値	84	83.5	10.9	645	73.9	10	1.7	150	25.6	53	17	56	38.2
平均	42	61.0	7.9	490	62.5	7	1.3	108	12.9	48	11	41	24.8
最小値	0	35.9	6.5	371	53.4	5	1.0	72	8.0	37	7	36	15.2

* 1984年12月28日の豪雪による幹折れ被害の割合。** 枝の測定値は樹冠最下層30cm範囲の着生本数および直径、枝長の平均値。雪損割合、発根率、曲げ強度以外は各クローンとも3個体の平均値。

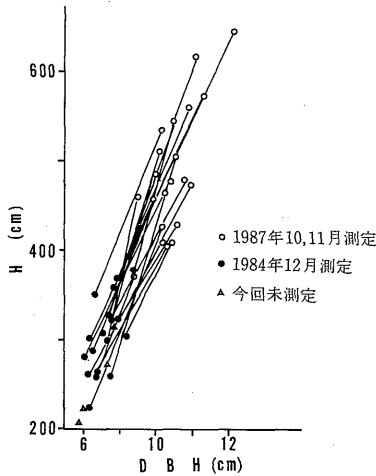


図-2. 3年間の成長比較

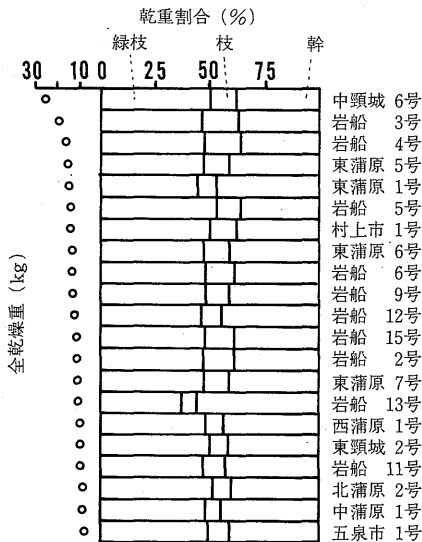


図-3. 全乾燥重と緑枝, 枝, 幹の乾重割合

に示した。岩船 13号はかなり異質で幹割合が大きい。これは選定したサンプル木のうち 2 個体が樹幹上部で二股となっており、それらをともに幹として扱っているためである。1984 年の冠雪害発生時に樹幹上部が折損し、二股になったものと思われ、調査時には外見的に回復していた。表-1 において岩船 13号の樹高がとくに小さいことも原因は同じである。全乾燥重量の大きいもの、いかにすれば全体成長の良いクローンは枝の割合が大きく、両者の関係における相関係数は 0.675**であった (**は1%水準で, *は5%水準で統計的に有意であることを示す)。全乾燥重量はさらに枝の

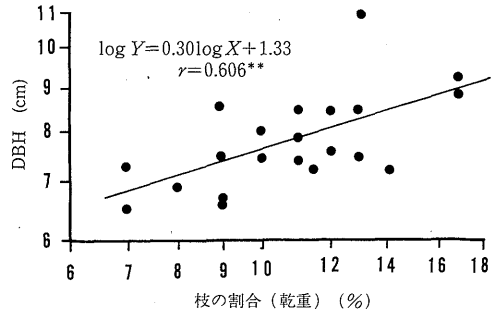


図-4. 枝の割合と胸高直径の関係

長さおよび太さとも相関を持つことが認められ、相関係数はそれぞれ 0.752**, 0.631**と計算された。

図-4 に示すように、枝の割合はゆるやかではあるが胸高直径とも相関関係があり (0.606**), さらに樹高 (0.565**) とともに発根性 (0.535*) と相関が認められた。これらのことから、樹冠を広げることによる受光効率の増加が成長、とくに肥大成長の良否に関係するものと推察されるが、枝張りについては樹冠最下層 30 cm 範囲を測定したのみであるため、これ以上の議論は難しい。

冠雪害に対するスギの抵抗性に関連して多くの要因が推測されているが、大きくは次の 2 グループに区分されよう。すなわち、樹冠形、枝葉量、枝形、葉形などの要因は着雪量の多寡と関係し、樹幹の形状比、強度、根系の支持力は樹冠部とそこに着雪した冠雪量をどれだけ支え得るかに関連する (3, 6, 8, 10)。ここでは表-1 に示したすべての項目と雪損割合の間で単相関を計算したが、統計的に有意性のある関係は見いだされなかった。しかし、冠雪害に対する抵抗性要因間の一部に次のような関係が認められた。

形状比と枝密度の関係を図-5 に示す。両者の間には負の相関 (-0.605**) があり、枝密度の小さいクローンほど形状比は大きくなる。前述した枝乾重の割合が小さいクローンは胸高直径が小さい関係からも、このことは理解されよう。一方、形状比が小さく、枝の着生数が少ないほど冠雪害抵抗性は高いものと考えられている。図中に示した数字は表-1 の雪損割合を 10 段階にして表示したもので、最も形状比の大きい岩船 2号のそれは 61% であるから 6 となっている。岩船 2号は別として、東蒲原 1号, 東蒲原 7号 (ともに雪損割合 0%), 東蒲原 5号 (同 5%), 五泉市 1号 (同 18%) など 1984 年の冠雪害発生時に被害の少なかったク

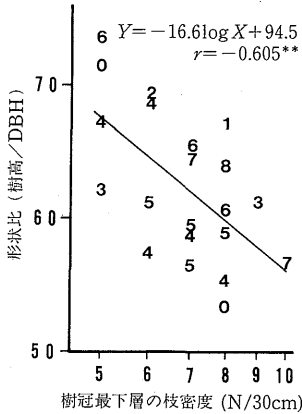


図-5. 枝密度と形状比の関係
数字は雪損割合 (10段階)。

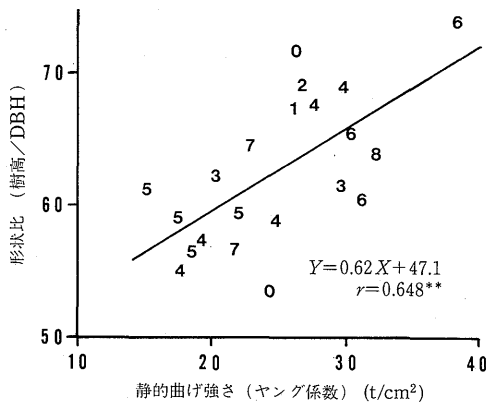


図-6. 曲げ強度と形状比の関係
数字は雪損割合 (10段階)。

ローンは回帰直線から離れたところに位置することが特徴となっている。

同様に図-6は生丸太材の静的曲げ試験の結果と形状比の関係を示しており、両者にも相関関係(0.648**)が存在する。形状比が小さく曲げヤング係数の大きいものほど冠雪害に対する抵抗性は高いとされているが、今回調査した21クローンでは、形状比の小さいことと曲げ強さは相伴わない傾向が認められた。雪損割合の小さいクローンは図-5の場合よりも明白に回帰直線から離れたところに位置しており、曲げヤング係数は中間的な値を示した。このことは、東蒲原7号のように曲げ強さは中庸であっても形状比が小さいことにより被害が少ない場合と東蒲原1号、五泉市1号のように形状比が大きくとも冠雪による折損被害が少ない場合の2とおりのあることが理解される。

IV. おわりに

新潟県内で選抜されたスギ精英樹21クローンを対象に成長特性の把握と、冠雪害に対する抵抗性を検討した。1クローンのサンプルは3個体と少なく、測定項目もとくに冠雪害抵抗要因に関しては十分とはいいがたい。しかし、成長期の初期におけるクローン間の成長特性には違いがあり、丸太材の曲げ強度差など冠雪害抵抗要因にも差のあることが明らかとなった。着目すべき項目の吟味とともに、これらの形質のクローン間差が成長段階に伴って変化するものか否かは今後の大きな問題と考えられる。

形状比および枝密度が小さいこと、曲げ強度の大きいことなどが冠雪害に対する抵抗性と考えられているが、形状比と枝密度の関係および形状比と曲げ強度の関係において、ゆるやかではあるが、前者では負の、後者では正の相関が認められた。すなわち、二つの要因が相伴ってクローンの冠雪害抵抗性を向上させる関係にはなっていない。従来からも冠雪害に対する抵抗性は単一の要因では説明できないとされているが、このような関係の存在は抵抗性要因の発現機構を解明する際に十分な考慮が必要と思われる。

引用文献

- (1) 伊藤信治：スギ精英樹クローンの生育特性。新潟県林試研報 32：1～8, 1990
- (2) 継田視明・川村恵洋・深代靖之・西田真理子：新潟県内のスギ精英樹の材質について。新潟大演報 24：51～57, 1991
- (3) 中谷 浩・嘉戸昭夫・平 英彰・飯島泰男・沢田 稔：スギ造林木の冠雪荷重による樹幹の変形と耐力。木材学会誌 30：886～893, 1984
- (4) 中山 昇：スギ精英樹25系統の初期成長。新潟大演報 19：153～156, 1986
- (5) ————：スギ精英樹25系統の発根性調査。新潟大演報 21：99～104, 1988
- (6) 小野寺弘道：雪と森林。81 pp, 林業科学技術振興所, 東京, 1990
- (7) 斉藤昌宏・中山 昇：スギ精英樹25系統の雪折れ被害比較。37回日林関東支論：123～124, 1986
- (8) 平 英彰：スギ雪害抵抗性個体の特性について。林木の育種 143：19～23, 1987
- (9) ————・長谷川幹夫：倒伏させた樹幹の立ち上がりからみた樹木の積雪に対する適応性。100回日林論：267～268, 1989
- (10) ————・嘉戸昭夫・中谷 浩：スギの耐雪性育種 (1) 雪圧害抵抗性個体の形質。林木の育種 158：14～18, 1991

(1991年4月10日受理)