

研究中間報告

1996. 3

秋田県林業技術センター

目 次

1. スギ立木密度比較試験	石田 秀雄	1~24
2. スギの精英樹と耐雪性個体の人工交配による育種	富樫 均 石田 秀雄	25~31
I. はじめに		
1. 沿革と経営方針		5
2. 地況		5
3. 施業方法と林況		5
II. 林齢 32 年目の調査結果		
1. 立木密度試験別測定項目毎の生長量比較の概要		7
2. 立木密度試験区別の樹高生長状況		8
3. " 胸高直径生長状況		9
4. " 幹材積生産状況		13
5. " 枝下高の状況		16
6. " 樹型級の比較		17
7. 樹幹解析による立木密度別生長量の比較		18
8. 間伐前後の林分状況		21
III. おわりに		
		23

スギ立木密度比較試験

所在地 仙北郡田沢湖町潟字石倉沢 1

石倉沢県有林

8,000 本区 I 林班 2 小班に分班 (557 m²)

5,000 本区 II 林班 3 小班ろ分班 (541 m²)

4,000 本区 (No.1) II 林班 2 小班ち分班 (820 m²)

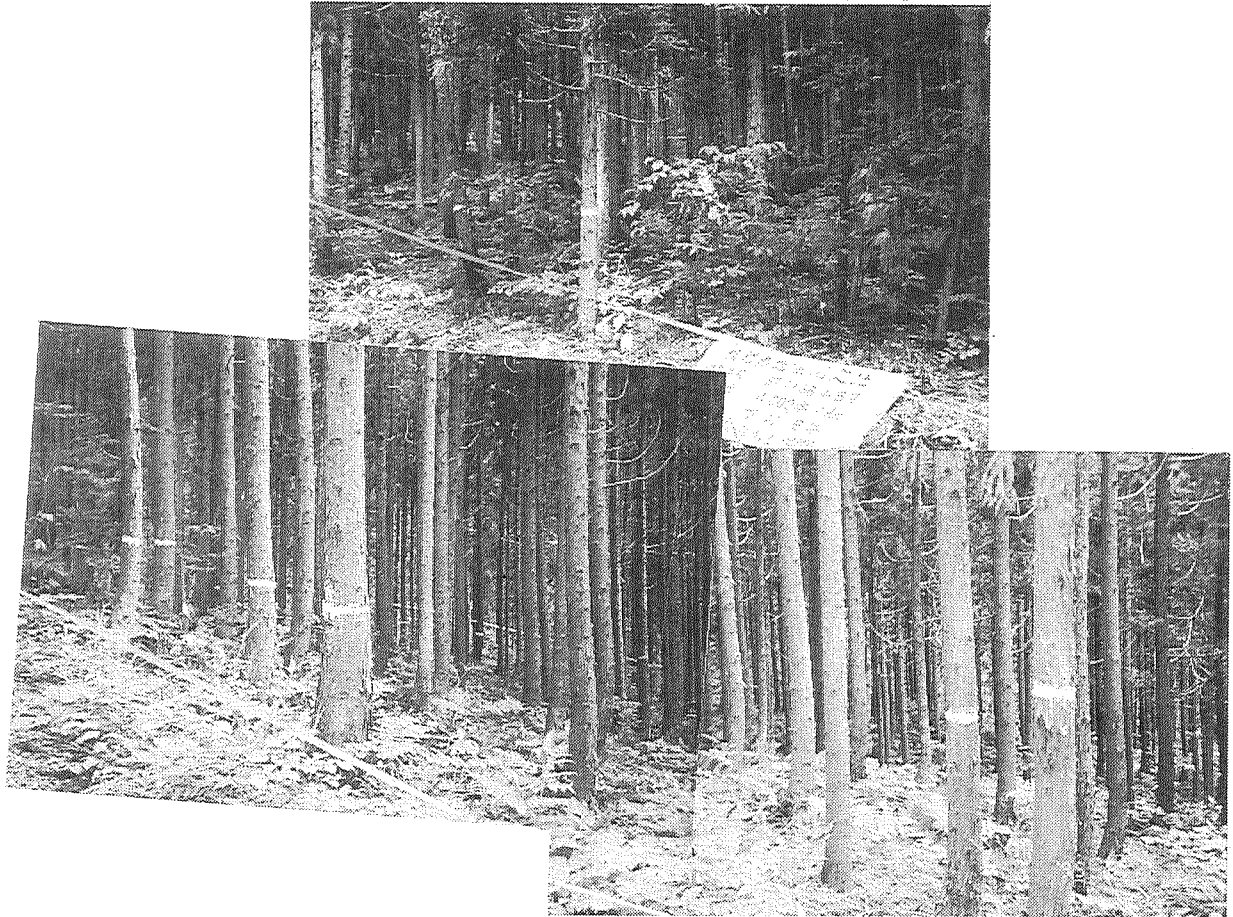
(No.2) II 林班 2 小班ち分班 (271 m²)

植栽年 昭和 38 年 5 月

4,000 本/ha植栽区 (No.1)



4,000 本/ha植栽区 (No.2)



5,000 本/ha 植栽区



8,000 本/ha植栽区



I. はじめに

1. 沿革と経営方針

秋田県は、昭和 37 年 11 月 7 日田沢湖町田子ノ木牧野組合より原野 85.9haを購入した。早速、林務部では職員の研修教育の場として同年より植栽を開始している。

経営方針は

- (イ) 民有林経営の指標となる良質材生産林の育成。
- (ロ) 森林施業法確立のための各種試験林の設置。
- (ハ) 森林の公益的機能発揮のための鳥獣保護区、保安林等の設置
(本県有林は県立公園第三種特別地域内にある、鳥獣保護区、土砂流出保安林、保健保安林に指定されており、治山堰堤 4 基、なだ防止林が設置されている。)

2. 地 況

標高は 350～500m で、複合斜面の形状を呈している。上部は 30°前後の急斜面で土層が浅く、砂礫質の未成熟な土壌が多い。一部に Bb 型土壌が分布している。中腹より下部は 15°前後の緩斜面で Bd (d) 型より Bd 型となり、一部が Bd (d) (崩積) 型となっている。

気象は年平均気温 9.3°、年降雨量 2,200mm、最深積雪深 110cm となっている。

3. 施業方法と林況

・施業方法

- (イ) 路網を整備して集約的な保育を行う。各林分について生産材の目標を定め、計画的に除・間伐、枝打ちを行う。
- (ロ) 試験林においては、伐期と生産材の目標毎に、枝打ちの効果・密度管理の方法について試験する。

☆目標伐期は短伐期 30～35 年、中伐期 40～45 年、長伐期 60～80 年とする。

(記録されている試験地での施業は、昭和 38 年秋新植後下刈 7 年間、施肥は植栽当年と昭和 40 年と 55 年の 3 回行っている)

・林 況

尾根通りに沿って、およそ幅 80m でアカマツを植栽し、その下部の急斜面では等高線沿いに斜面幅、およそ 200m の範囲にスギとコバハンを混植したが、このコバハンについては、昭和 50 年

表―1 実験林の種別

地位	ha当 植栽本数	伐 期 ・ 生 産 材					
		短 伐 期		中伐期	長 伐 期		択伐材 誘 導
		心持柱角	磨丸太	中径材	中径材	大径材	
上	4,000本	○		○		○	
	5,000	○		○		○	
	8,000	○					
中	4,000			○		○	○
	5,000	○		○	○		
	8,000	○					
下	4,000			○	○		○
	5,000		○	○			
	8,000		○				

と 51 年に伐採している。

中腹より下部は前面にわたってスギha当たり 4,000 本植えの一斉林であるが、一部に 5,000 本植え、8,000 本植えの立木密度別実験林およびコバハン単植区、スギ・コバハン混植区、階段造林等がある。

植栽別植栽の現況は下表のとおりである。

表―2 樹種別植栽地の現況

植栽年 樹 種	37	38	39	40	41	52	計	備 考
ス ギ	ha 2.30	ha 36.54	ha 13.63	ha 8.00	ha 5.42	ha 5.26	ha 71.15	
ア カ マ ツ	1.00	3.60	8.00				12.60	
コ バ ハ ン		0.20					0.20	除 地 1.17 林 道 0.78
除 地							1.95	
計	3.30	40.34	21.63	8.00	5.42	5.26	85.90	

II. 林齢 32 年目の調査結果

1. 立木密度試験別測定項目毎の生長量比較の概要

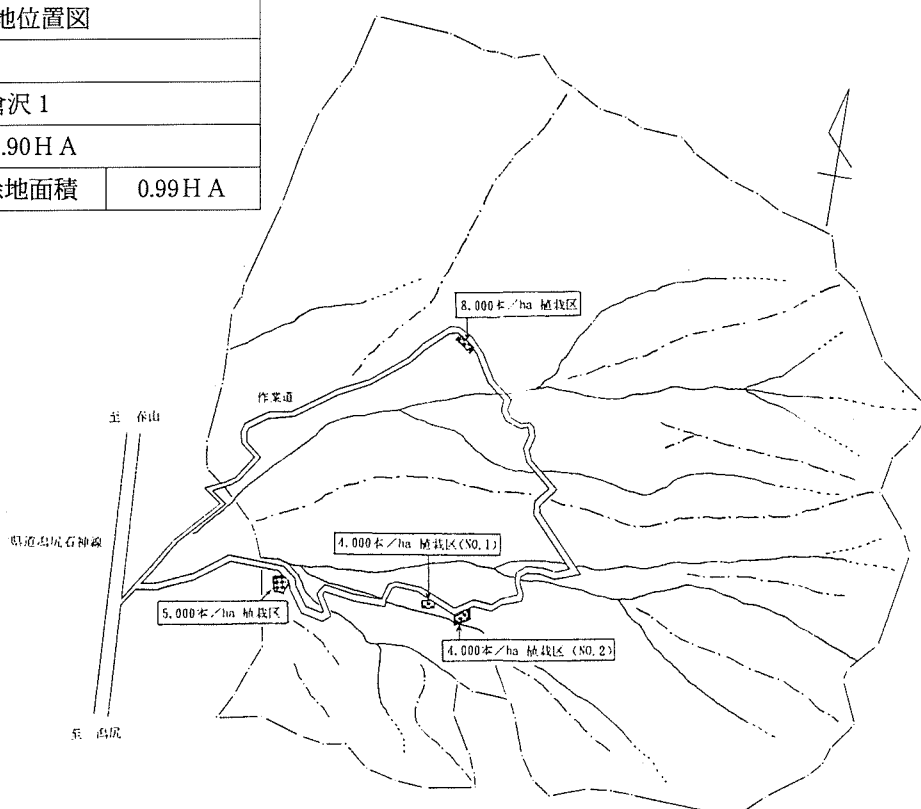
立木密度試験区は、ha 当たり植栽本数 4,000 本区が 2 カ所、5,000 本区 1 カ所、8,000 本区 1 カ所あり、配置地を下記の立木密度試験区配置図に示している。

4,000 本植栽区は 2 カ所あるので成績の成果を一つにまとめて出しており、各試験区別の測定項目毎の生長量を表—3 に示している。

これまで 32 年間試験区内の間伐施業記録はないが、林分内の伐根等から何回かの間伐と枝打ちの跡はあり、4,000 本植栽区では当初植栽本数の 67% が、5,000 本植栽区では 43%、8,000 本植栽区で 64% が残っている。8,000 本植栽区は 4 試験区が位置する同一山腹斜面一番上部にあり、次に 4,000 本植栽区の 2 カ所、最下部に 5,000 本植栽区があるので、土壌・気象条件が有利な山腹斜面下部に位置する 5,000 本植栽区は上長生長・肥大生長共に他の試験区に比べて優れており、次に 4,000 本植栽区、8,000 本植栽区の順になっている。

表—4 から、胸高直径 21cm 以上の本数割合を見ると、4,000 本植栽区では 22%、5,000 本植栽区では 41%、8,000 本植栽区では 7% となっており、8,000 本植栽区の肥大生長量の遅れは、土壌・気象条件に恵まれない他に、立木の過密状態が合わさって生じたことがわかる。

立木密度試験地位置図			
林 名	石倉沢県営林		
所 在 地	田沢湖町濁字石倉沢 1		
契約面積	85.90 H A		
施業面積	84.91 H A	除地面積	0.99 H A



表－3 立木密度比較試験林（林齢 32 年）の成績

	4,000 本植栽	5,000 本植栽	8,000 本植栽
平均樹高 m	13.6	15.9	11.7
平均直径 cm	16.6	18.1	12.5
本数 / ha	2,676	2,144	5,153
断面積 / ha	59.9	57.2	69.6
幹材積 / ha	419.8	472.7	464.7

表－4 スギ立木密度試験地（林齢 32 年）
胸高直径 21cm以上の生産量（ha当たり）

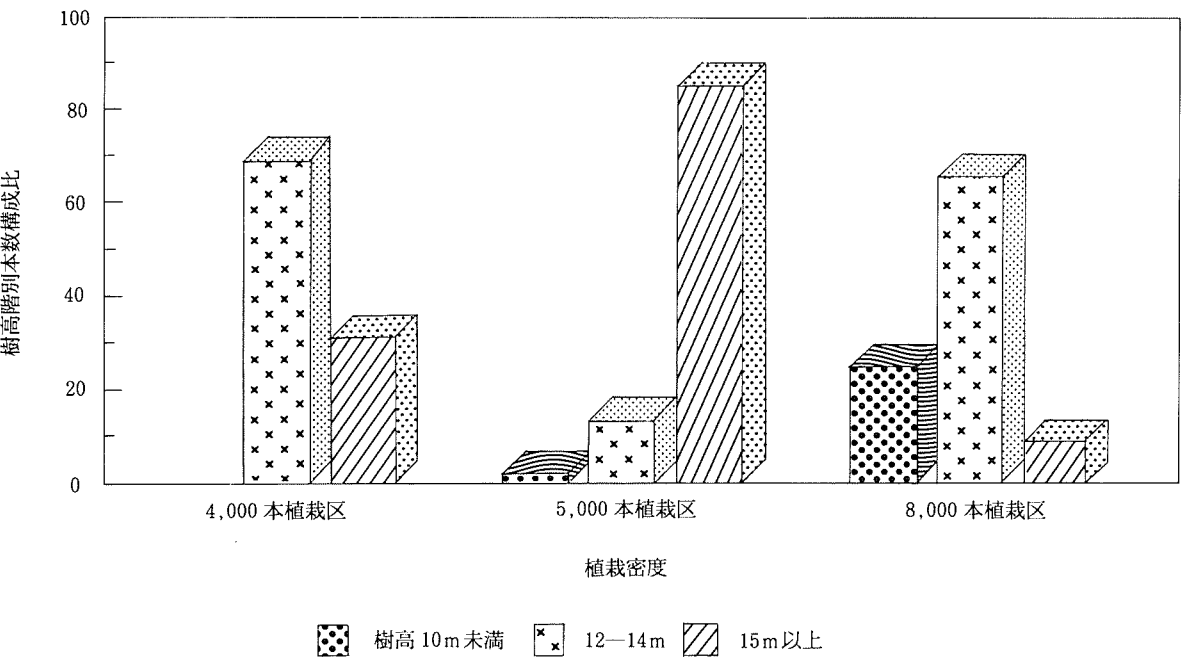
	4,000 植栽	5,000 本植栽	8,000 本植栽
本数	577	869	359
材積	146	276	89

2. 立木密度試験区別の樹高生長状況

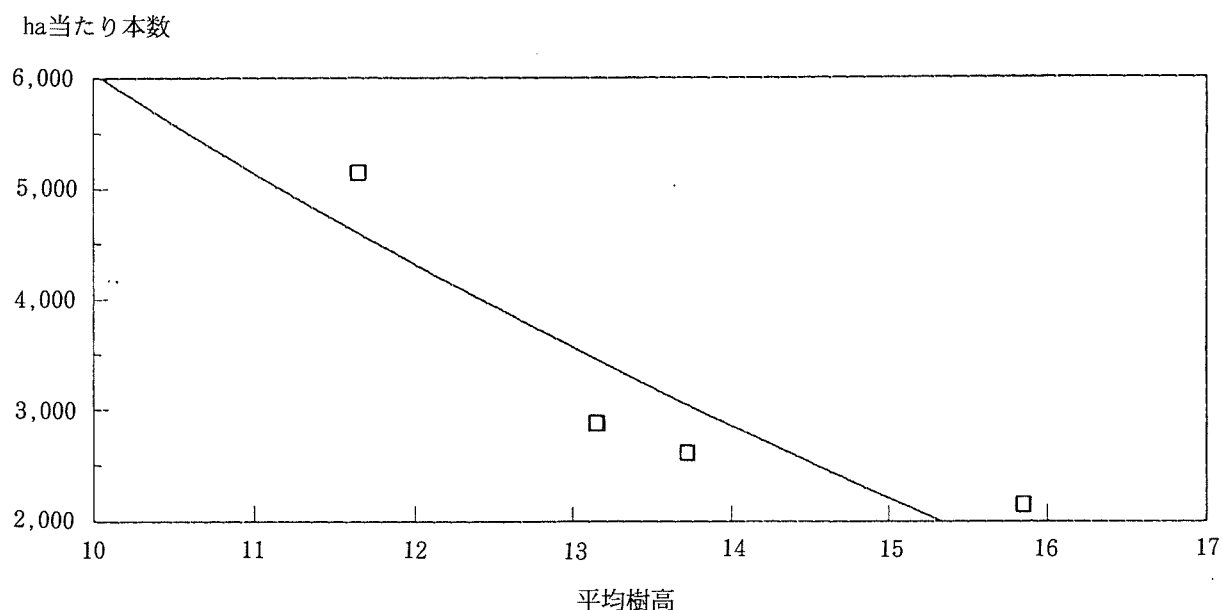
図－1 は試験区別の樹高階別構成比を示している。この中で 8,000 本植栽区の 15m 以上の本数が極端に少ないことは、一般に立木の立地条件の良否は樹高生長に大きく関係するものと言われているので、立地条件が極端に恵まれていなかったことを現わしている。

図－2 は 4 カ所の試験区の平均樹高と ha 当たりの成立本数との関係を示しているが、この密度は収量比数 1.0～0.9 スギの最多密度の状態である。

図－1 立木密度別樹高階別本数構成比



図一2 平均樹高と成立本数の関係



3. 立木密度試験区別の胸高直径生長の状況

立木密度試験区別に胸高直径階毎の本数割合をまとめて、図一3 に示している。

4,000 本植栽区は、胸高直径 16cmの本数割合が 26%をピークにほぼ正規分布に近い形をした過密の状態をしており、通常的人工林の大径木の本数が揃った状態に誘導するには、今後間伐作業を怠ることなく継続してゆくことが大切である。

(作業計画例：5 年毎に本数割合 15%の間伐を続ける。25 年後の残本数 1,200 本/ha)

5,000 本植栽区は他の試験区に比べて生長が良いために、これまでの生育過程で、被圧の状態から不良形質木が発生し、間伐木の選定が容易だったので、間伐作業は他の試験区より進んでおり、その効果があって胸高直径が太い直径階 (16~22cm) の本数が並列の状態で、全体本数の約 80%を占めている。今後は、やや弱めの間伐を繰り返し実施し、優良林分に誘導してゆきたい。

(作業計画例：5 年毎に本数割合 12%の間伐を 5 回続ける。25 年後の残本数 1,100 本/ha)

8,000 本植栽区は図一4 に見られるように、胸高直径 20cm以上の立木は 10%に未たず、他の試験区より極端に生長状態が悪く、また、図一3 では胸高直径階 12cmの本数が 26%をピークに、それ以下の小直径階に本数が多いことが特徴で、過密状態で極端な間伐の遅れを示している。今後は、強めの間伐を確実に実行してゆかないと、林分全体の活力が低下すると共に、樹型の劣化が心配される。

(作業計画例：5 年毎に本数割合 25%の間伐を 5 回続ける。25 年後の残本数 1,200 本/ha)

異なる植栽本数試験地別に、各々3 本ずつ、計 9 本を伐倒し樹幹解析し、結果を表一5. 6 にま

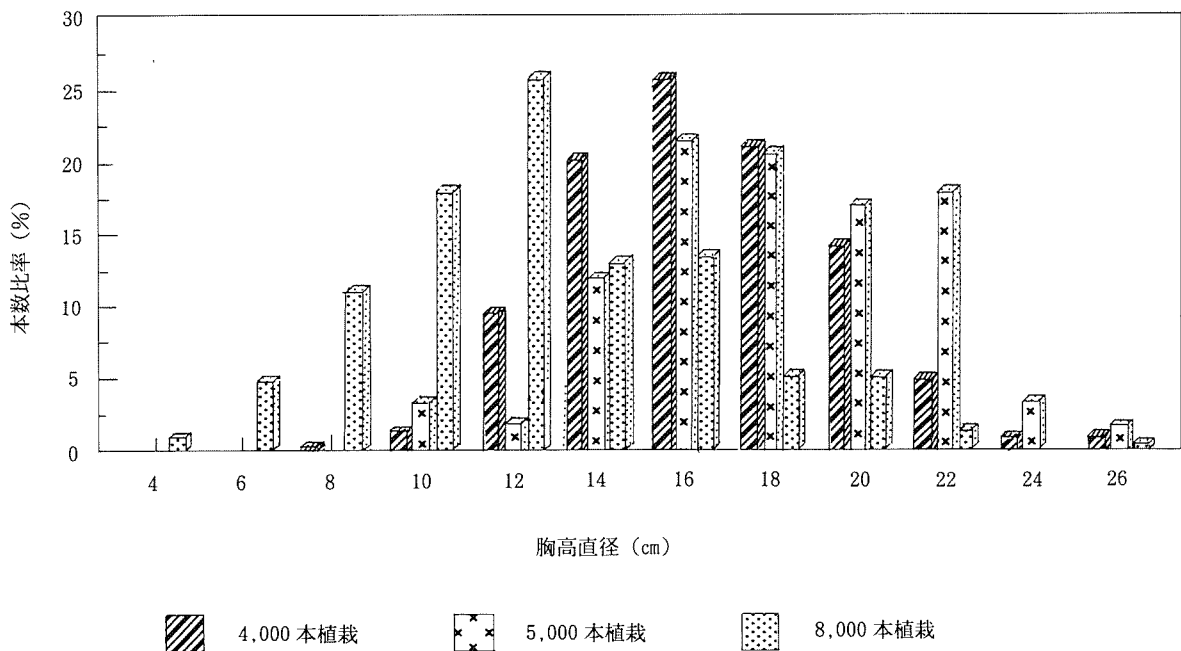
とめた。その結果を活用し、4,000 本植栽区と 8,000 本植栽区について、林齢と胸高直径生長量との関係を図-5 に示した。

下刈作業が続いている間は両試験区とも施肥効果もあって生長は良いが、8,000 本植栽区の場合は、植栽本数が多いことで林床の乾燥が抑えられるためか、下刈期間内の生長は 4,000 本植栽区よりよい傾向が見られる。

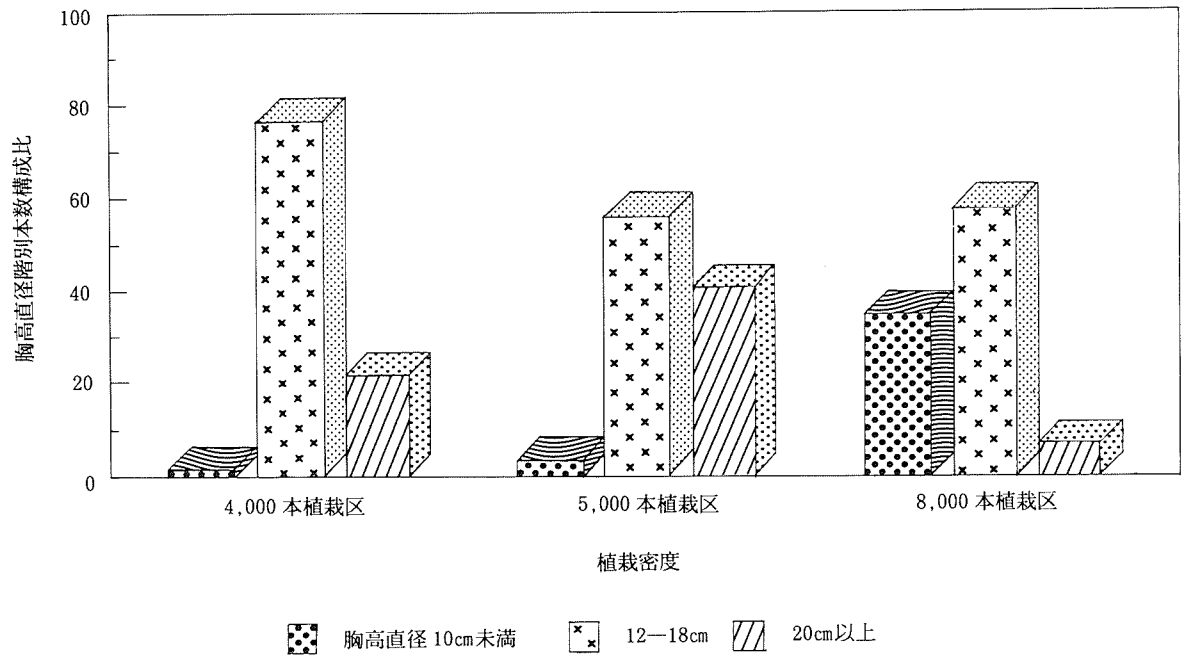
しかし、樹冠がうっ閉した 10 年過ぎからは植栽本数の少ない 4,000 本植栽区の方が良く、その差は年を追う毎に差がついている。立木の過密状態が肥大生長を抑えている。

図-6 は、試験地毎の胸高直径と樹高との関係を示した。5,000 本植栽区の生長は今後順調に推移するものと予想されるが、それに比べて 4,000 本植栽区は次第に樹高生長が劣り、差は年々開いてゆくものと予想され、地力の差が結果として出てくる。8,000 本植栽区の場合は、立木間の生き残りを掛けた競争が激しくなり、優占する現在本数の 10% 程度の上層木によって林分状態が表現されるので、これ以後は徐々に上層木を形成した立木の生長は順調に推移し、5,000 本植栽区の生長に近づくものと考えられる。

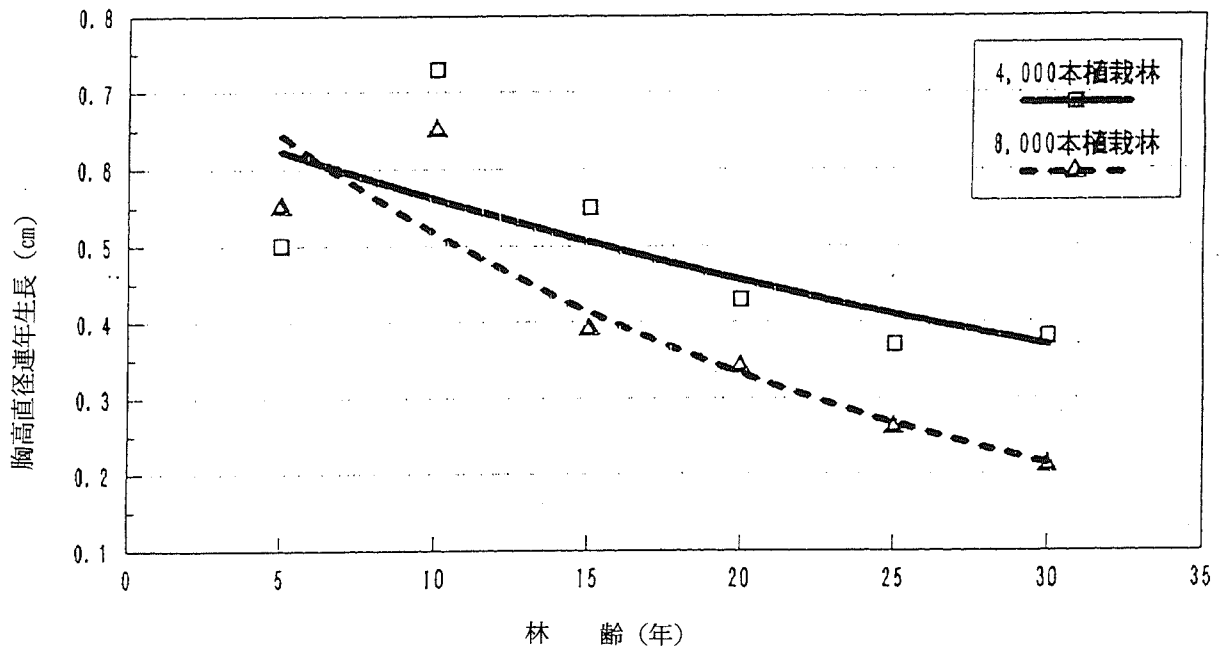
図-3 立木密度別胸高直径階別本数比（林齢 32 年）



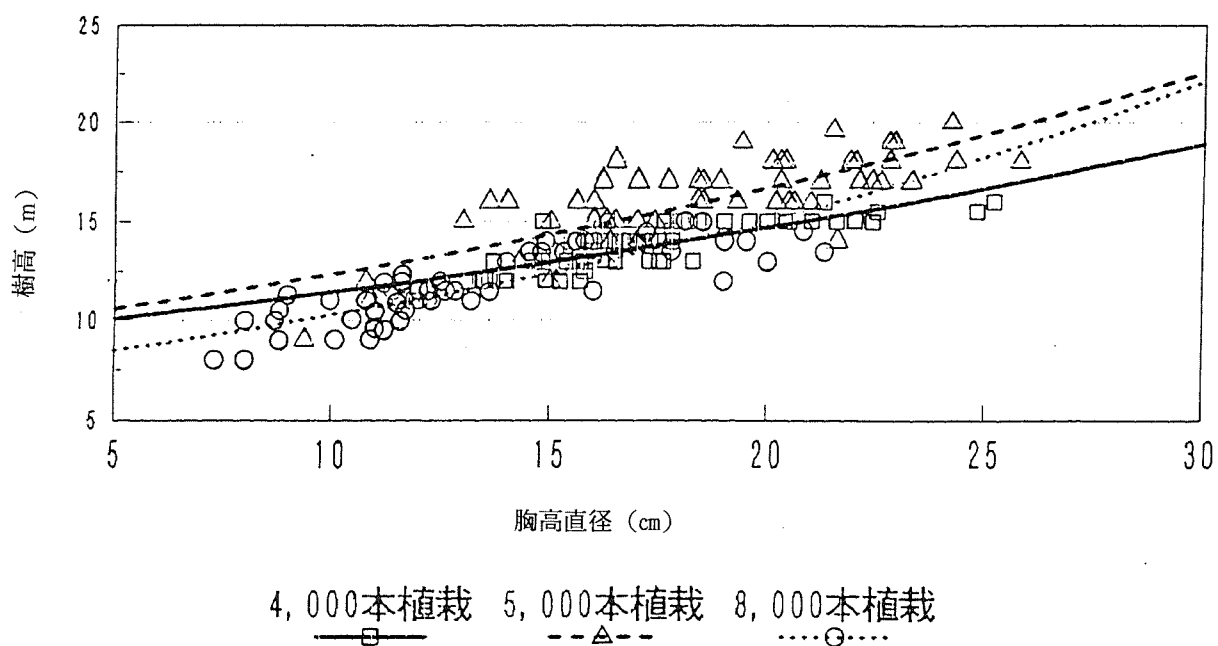
図—4 立本密度別胸高直径階別本数構成比



図—5 スギ密度別胸高直径連年生長



図—6 立木密度別胸高直径対樹高の関係（林齢 32 年）



表—5 樹幹解析による密度別の直径生長比較

胸高直径の連年生長量 (cm)

	5 年	10 年	15 年	20 年	25 年	30 年
4,000 本植	0.54	0.82	0.58	0.44	0.42	0.40
4,000 本植	0.60	0.64	0.44	0.44	0.36	0.42
4,000 本植	0.36	0.72	0.62	0.40	0.32	0.32
5,000 本植	0.70	0.68	0.66	0.26	0.20	0.14
5,000 本植	1.18	1.00	0.62	0.44	0.44	0.40
5,000 本植	0.66	0.80	0.56	0.46	0.34	0.24
8,000 本植	0.54	0.64	0.38	0.34	0.26	0.20
8,000 本植	0.70	0.72	0.46	0.32	0.26	0.22
8,000 本植	0.40	0.60	0.34	0.36	0.26	0.22

表－6 樹幹解析による密度別の材積生長比較

幹材積の連年生長量 (m³)

	5 年	10 年	15 年	20 年	25 年	30 年
4,000 本植(1)	0.0004	0.0019	0.0039	0.0046	0.0063	0.0080
4,000 本植(2)	0.0006	0.0015	0.0029	0.0036	0.0059	0.0100
4,000 本植(3)	0.0002	0.0011	0.0028	0.0038	0.0050	0.0067
5,000 本植(1)	0.0005	0.0022	0.0054	0.0055	0.0051	0.0051
5,000 本植(2)	0.0018	0.0067	0.0100	0.0151	0.0155	0.0214
5,000 本植(3)	0.0006	0.0024	0.0055	0.0072	0.0071	0.0066
8,000 本植(1)	0.0005	0.0013	0.0018	0.0027	0.0028	0.0027
8,000 本植(2)	0.0005	0.0019	0.0030	0.0031	0.0043	0.0049
8,000 本植(3)	0.0002	0.0009	0.0014	0.0023	0.0031	0.0032

4. 立木密度試験区別の幹材積生産状況

立木密度別に、しかも胸高直径を小（10cm以下）、中（12～18cm）、大（20cm以上）に区分し、そのha当たりの幹材積を図－7 に示した。

これをみると、間伐が比較的ゆき届いている 5,000 本植栽区の胸高直径級別の幹材積は小→大径木に向かって多くなる右上り型であり、間伐が不十分な 4,000 本植栽区の幹材積は、中径木が多い中高右寄り型であり、間伐が極端に遅れた 8,000 本植栽は、中高で左右つり合い型の正規分布状態になっており、この実験区に手入れして正常な人工林の状態に修正することは、林分全体の構造改革であり、短期間にできるものではないことがわかる。

図－8 は 4,000 本植栽区と 8,000 本植栽区について樹幹解析の結果から幹材積の連年生長量の比較を示している。樹齢 12 年頃の樹冠うっ時期を堺にして両区の幹材積生長量は徐々に差が開いている。8,000 本植栽区の立木の過密が直径生長を抑制し、その結果幹材積の生長に顕著に現れている。

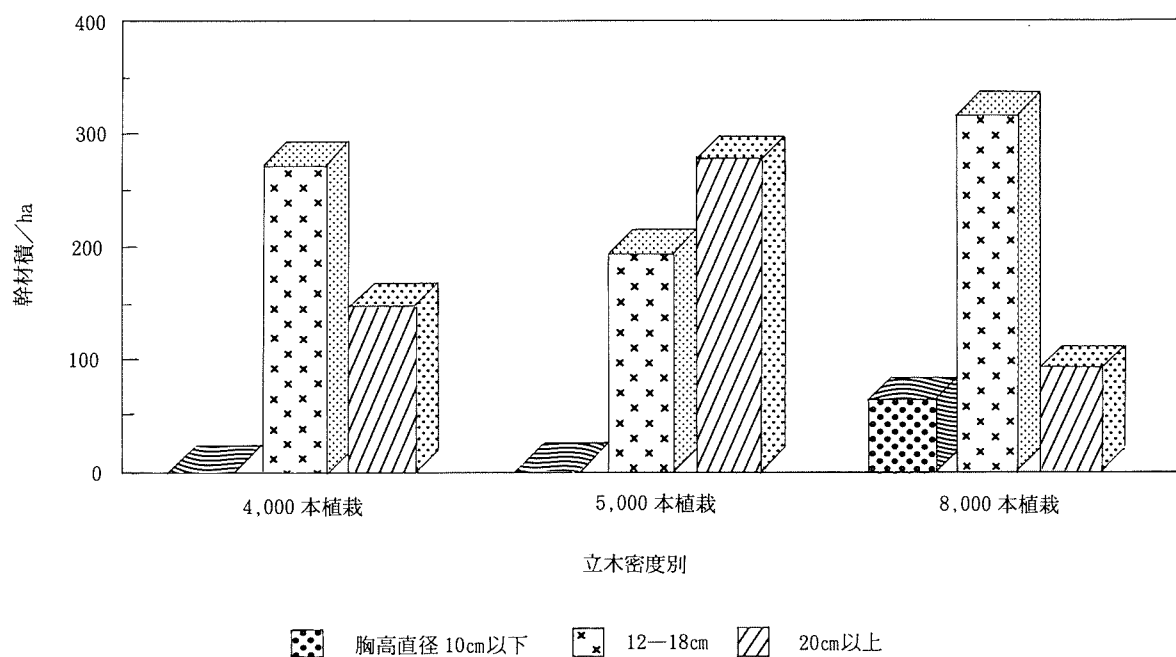
立木密度を変えた 3 試験区の現在までの生育状態を、直径生長量と樹型との観点から比較して図－9 に示した。5,000 本植栽では大径木の本数割合とその材積割合が、他の二つの試験地より優利であるが、樹型 A クラスに占める本数割合が少ない。このことは表－1 の各試験地の平均樹高と、平均胸高直径から形状比を出してみると、4,000 本植栽地が 0.82、5,000 本植栽地が 0.88、8,000 本植栽地が 0.94 となっており、成長期における形状比と樹型との関係は大きく、降積雪地帯では、形状比を低く育てることが樹型を良くする一番の対策であることがわかる。

降積雪地帯において、造林時から高密度に仕立て、きめ細かい除・間伐作業を実施し、樹型の整った林分に仕上げる良質材生産のための施業体系の確立と実行は、地域の立地条件に左右され

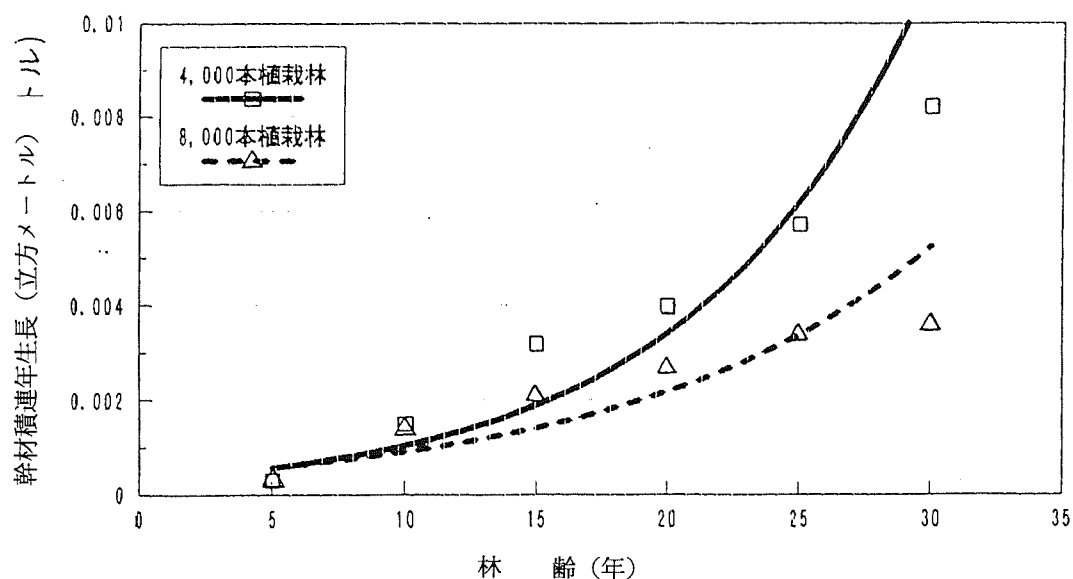
る事が多く、非常にむずかしいことがわかる。

それに代わる降積雪地帯における良質材生産のための育林方法としては、天然広葉樹林を伐採した跡地の伐採株根や実生の稚樹の間にあるやや広い空間にスギを植え込んで、針・広混交林に誘導し、スギの若齢期の直径生育を抑え、枝下高を確保して、伐期齢に近づくにつれて徐々にスギの生長に支障となる広葉樹を伐採してゆくような、天然スギ林の生育過程を参考にした施業技術が有効と考えられる。

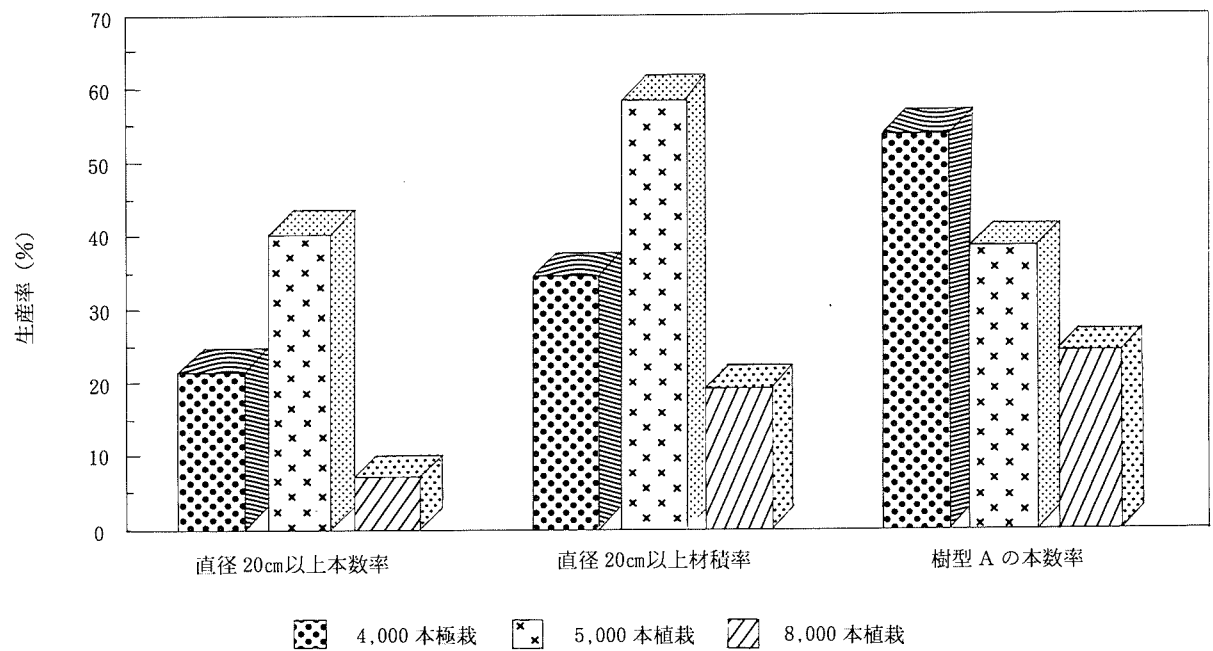
図一7 立木密度別胸高直径級別の幹材積（林齢 32 年）



図一8 スギ密度別幹材積連年生長



図—9 スギ立木密度別生産量比較



樹型級区分（新寺崎式）

正常な樹冠の模型 A1

A3

ユガメられた樹冠の模型 B2

樹冠過大 B2a、樹冠過小 B2b、

片オチ型 B2c、ウチワ型 B2c2、四方八方から圧迫型 B2c3

曲がったもの、枝の分かれたもの、不整形態 B2d

被害木型、病害 B2e、被圧型 B4、

倒木型、瀕死・枯死型 B5

5. 立木試験区別の枝下高の状況

当試験地では、枝打実習や枝打事業を実施した経過があって、4,000 本植栽区と 8,000 本植栽区の最低の枝下高が 2m、生長の良い 5,000 本植栽区では 4m となっている。以後自然落枝により枝下高は各立木それぞれの変化を示し、現在各試験地の平均枝下高は 4,000 本植栽区で 6.10m、5,000 本植栽区で 8.63m、8,000 本植栽区で 6.50m である。

図一10 では各試験地の胸高直径別の平均枝下率を示しているが、どの試験地でも胸高直径が増すと枝下高率が下がることは、幼齢期に枝打作業を実施したが、その後胸高直径が増しても、それに合った枝打作業を実施していなかったことを示している。

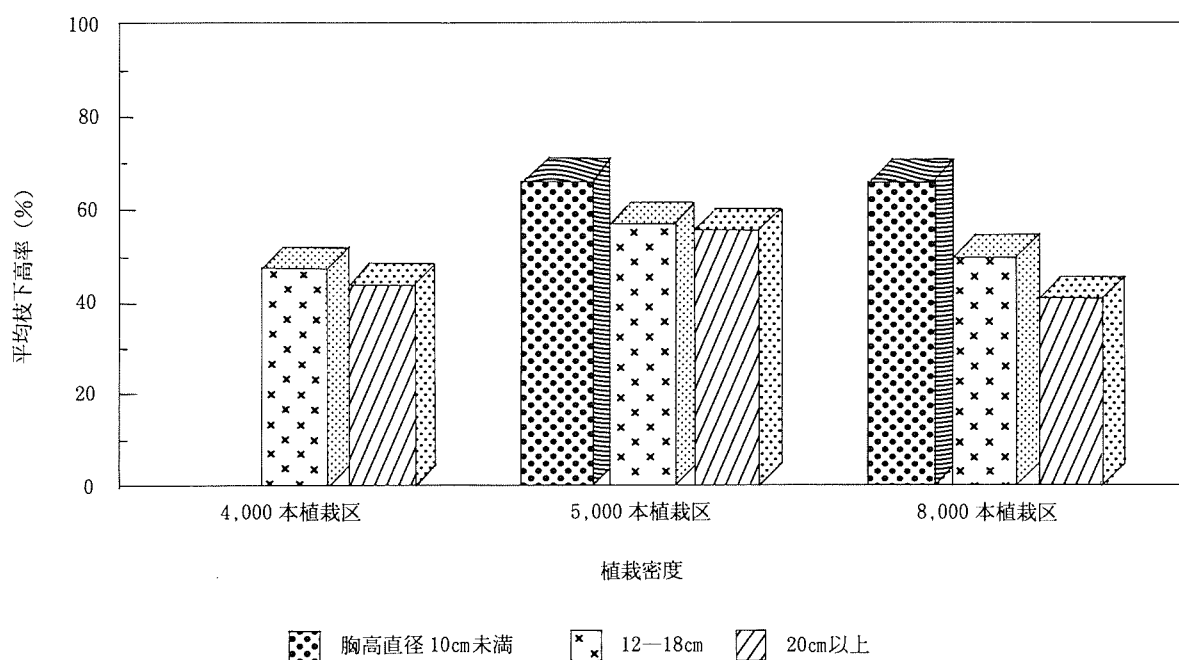
図一11 は各試験地の樹高の伸びと枝下高の状態を示している。

4,000 本植栽区は、樹高が 12～16m の範囲内に枝下高率が 20～60% の立木が集中しているが、樹高が高くなる程枝下高率も高くなる普通見られる状態を示している。今後枝下高率 40% 以下の立木の枝打を実施することによって、整理された林分に誘導することができる。

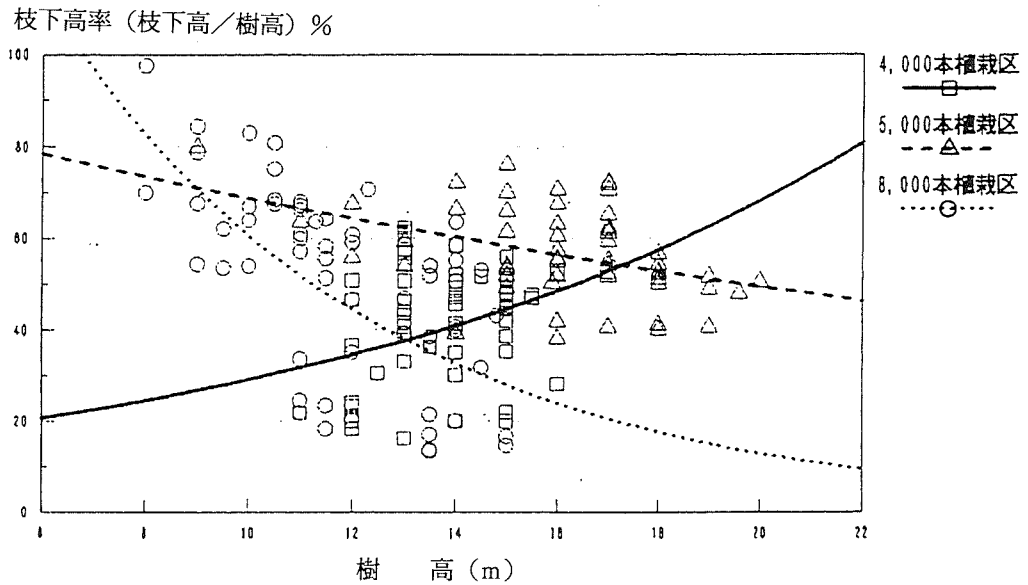
5,000 本植栽区は、樹高生長が良いので枝下高率も上がり 40～75% の範囲内にある。しかし樹高が高くなるにつれて枝下高が上がることなく、ほぼ一定の状態なので、図一11 では、やや右上がりの曲線になる。

8,000 本植栽区は、上木被圧された樹高の低い立木が枝下高率が高く、立木の過密状態から抜け出た樹高の高い立木は枝打作業を受けず枝下高率は低いので、図一11 では極端な右下がり曲線になっている。

図一10 立木密度別胸高直径級別平均枝下高率



図—11 立木密度別の枝下高／樹高比の比較



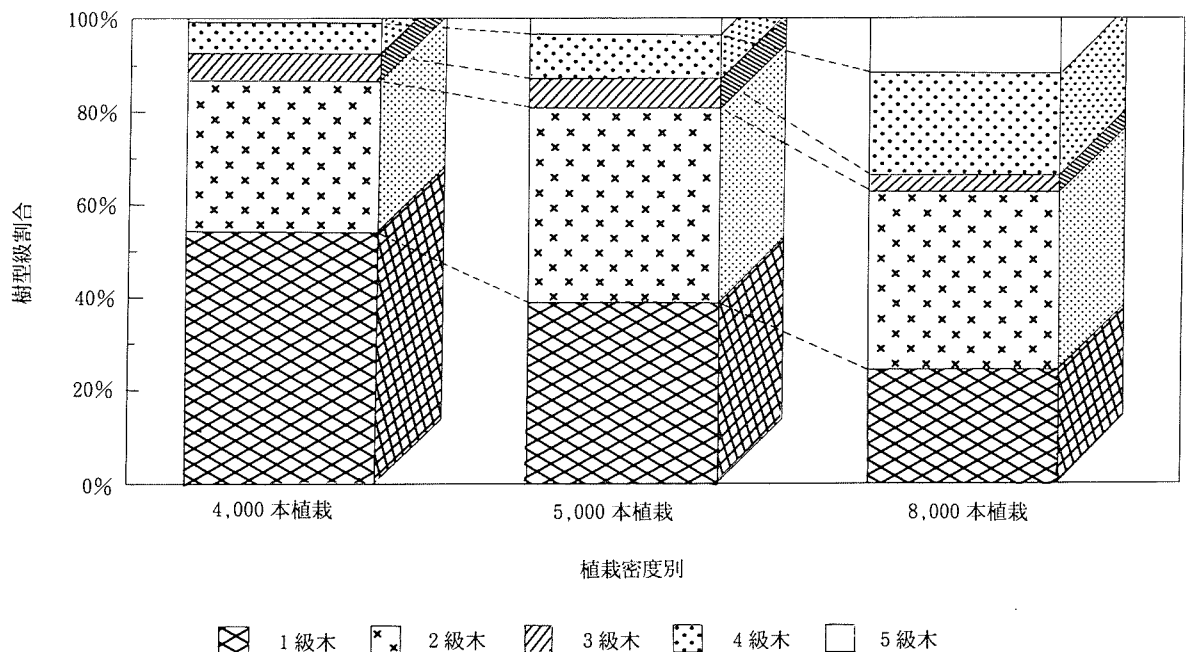
6. 立木密度試験区別の樹型級の比較

立木密度試験区別に樹型級別の出現具合を図—12 に示している。

各試験区で形質が一番良い1級木の割合は、4,000 植栽区では 55%、5,000 本植栽区では 38%、8,000 本植栽区では 25%と高密度林分になる程少なくなっている。一方、不良樹型の5級木の割合は、4,000 本植栽区で 1%、5,000 本植栽区で 4%、8,000 本植栽区で 11%と多くなっている。

このことは、本県における降積雪地帯のスギ人工林の育成は、当初植栽本数は多くても 4,000 本/haに抑え、早めの除伐の実施と適正な間伐の励行で、幼齢期から形状比の低い樹型を作りながら育てることが大切であることを現わしている。

図—12 スギ立木密度別樹型級の出現率（林齢 32 年）



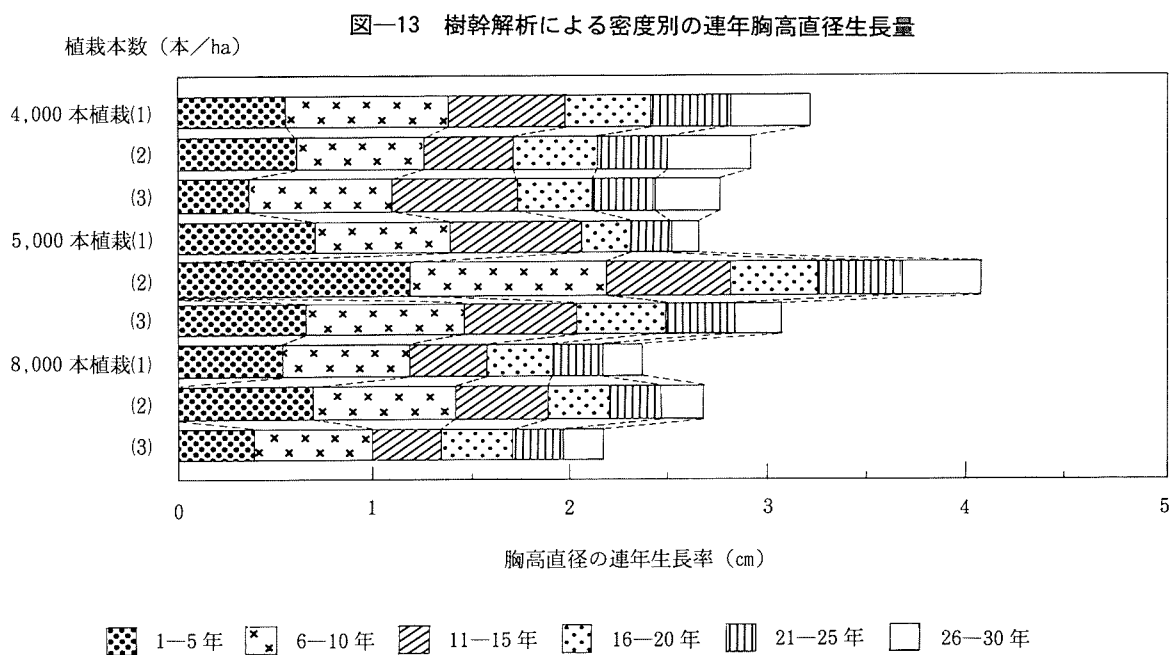
7. 樹幹解析による密度別生長量の比較

樹幹解析から、胸高直径点での5年スパンの連年生長量を図一13に示している。

昭和38年秋植栽してから下刈を7年間実施し、その間、植栽時と40年の2回肥培を実施した効果があって、林齢10年までの生長は順調に推移したことがわかる。供試木9本の中で、5,000本植栽区の(1)を除いては、樹冠がうっ閉した林齢10年時までの各立木の生長量の良否順位がそのまま林齢32年まではほとんど変わらず、このことは優良種苗を使用することが大切であることを示唆している。

林齢17年に3回目の肥培をしているが、図一13を見るとこの頃樹冠のうっ閉から生長量の減少傾向が出るところを肥培効果で生産量の減少を最小限に抑え、ゆるやかな減少傾向へ引き継いでいることが見られる。

8,000本植栽区の場合、林齢21年以降、他の実験区より生長量の減少量が多い傾向にある。この樹勢の劣えが樹型の劣えになっていると考えられる。



8. 間伐前後の林分状況

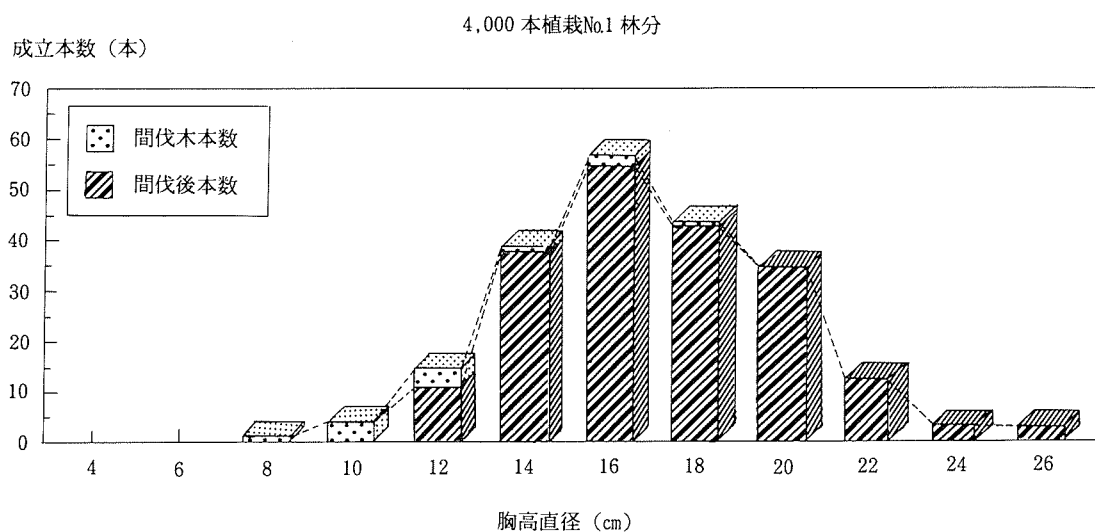
4カ所の実験区の間伐はいずれも遅れているが、密度試験地でもあるので徐々に、しかし、決して作業時期が遅れることなく進めることが大切である。

4カ所の実験区ごとに、間伐前後の林分状況を表―7～10と図―14～17に示し、概要を表―11にまとめた。

表―7 4,000本植栽区 No. 1 林分 調査地の面積 0.08ha

胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	単木材積 (m³)	全 林 木		間 伐 木		残 存 木	
			本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
8	10.1	0.028	1	0.028	1	0.028		
10	11.1	0.046	4	0.186	4	0.186		
12	12.0	0.072	15	1.085	4	0.289	11	0.796
14	12.7	0.104	39	4.054	1	0.104	38	3.950
16	13.5	0.143	57	8.152	2	0.286	55	7.866
18	14.2	0.177	44	7.788			44	7.788
20	14.8	0.230	35	8.057			35	8.057
22	15.4	0.272	13	3.531			13	3.531
24	16.0	0.342	3	1.025			3	1.025
26	16.6	0.423	3	1.268			3	1.268
計			214	35.174	12	0.893	202	34.281
平均直径			16.89		11.83		17.19	
平均樹高			13.73		11.83		13.84	
間伐率					5.61			
間伐尺度					2.54			
地位指数			16.3		0.70			

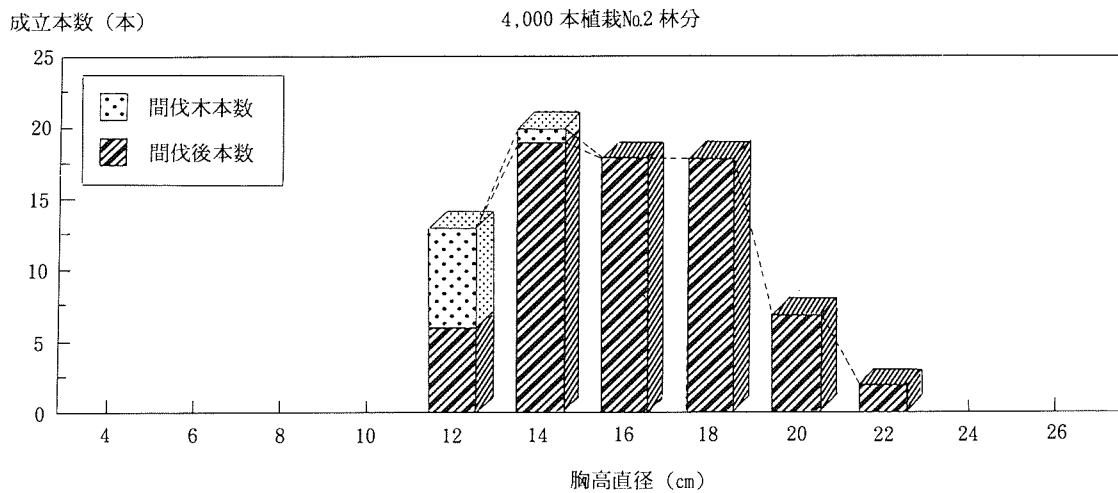
図―14 立木密度試験地間伐前後の胸高直径別本数



表一 8 4,000 本植栽区 No. 2 林分 調査地の面積 0.03ha

胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	単木材積 (m ³)	全 林 木		間 伐 木		残 存 木	
			本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
12	11.9	0.072	13	0.940	7	0.506	6	0.434
14	12.6	0.104	20	2.079	1	0.104	19	1.975
16	13.2	0.132	18	2.383	1	0.132	17	2.251
18	13.8	0.177	18	3.186			18	3.186
20	14.4	0.214	7	1.499			7	1.499
22	14.9	0.272	2	0.543			2	0.543
計			78	10.630	9	0.743	69	9.887
平均直径			15.79		12.67		16.20	
平均樹高			13.15		12.16		13.28	
間伐率					11.54	6.99		
間伐尺度					0.80			
地位指数			15.6					

図一15 立木密度試験地間伐前後の胸高直径別本数

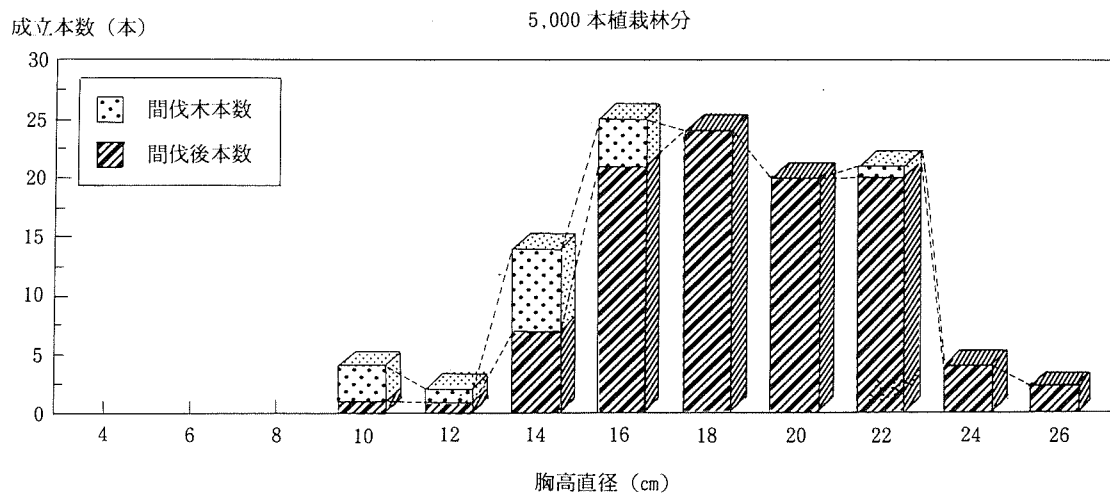


表― 9 5,000 本植栽区林分

調査地の面積 0.05ha

胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	単木材積 (m ³)	全 林 木		間 伐 木		残 存 木	
			本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
10	11.4	0.046	4	0.186	3	0.139	1	0.047
12	12.8	0.079	2	0.157	1	0.079	1	0.078
14	14.0	0.112	14	1.572	7	0.786	7	0.786
16	15.3	0.154	25	3.842	4	0.615	21	3.227
18	16.0	0.203	24	4.884			24	4.884
20	16.8	0.262	20	5.247			20	5.247
22	17.5	0.340	21	7.135	1	0.340	20	6.795
24	18.1	0.395	4	1.579			4	1.579
26	18.6	0.484	2	0.969			2	0.969
計			116	25.571	16	1.958	100	23.613
平均直径			18.12		14.13		18.76	
平均樹高			15.85		13.89		16.16	
間伐率					13.79	7.66		
間伐尺度					0.78			
地位指数			18.8					

図―16 立木密度試験地間伐前後の胸高直径別本数



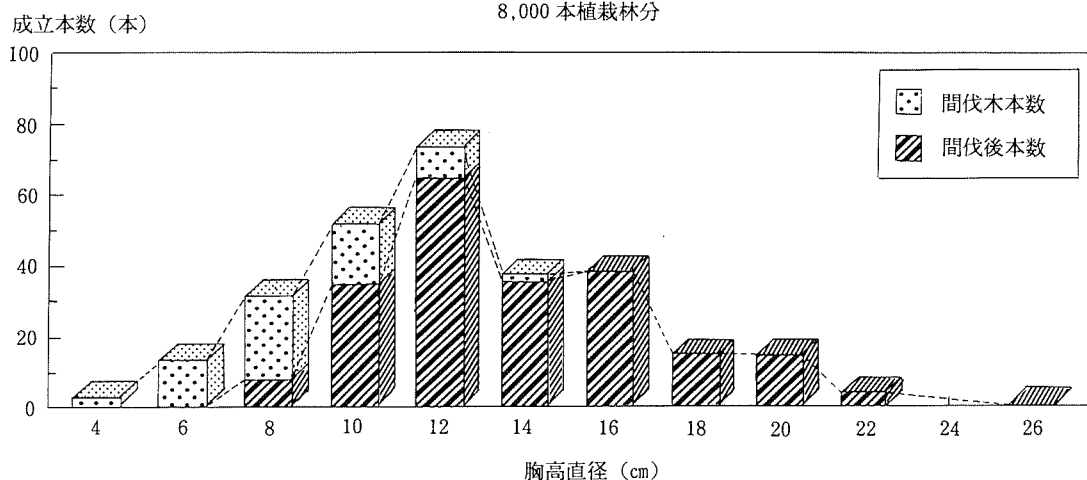
表一10 8,000 本植栽区林分

調査地の面積 0.06ha

胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	単木材積 (m ³)	全 林 木		間 伐 木		残 存 木	
			本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
4	5.2	0.004	3	0.013	3	0.013		
6	7.3	0.012	14	0.169	13	0.157	1	0.012
8	9.1	0.026	32	0.823	24	0.167	8	0.206
10	10.5	0.046	52	2.413	17	0.789	35	1.624
12	11.7	0.072	74	5.352	9	0.651	65	4.701
14	12.7	0.104	38	3.950	2	0.208	36	3.742
16	13.5	0.143	39	5.577			39	5.577
18	14.2	0.177	15	2.655			15	2.655
20	14.9	0.230	15	3.453			15	3.453
22	15.4	0.272	4	1.087			4	1.087
24	15.9	0.342						
26	16.3	0.392	1	0.392			1	0.392
計			287	25.883	68	2.435	219	23.448
平均直径			12.54		8.65		13.75	
平均樹高			11.65		9.37		12.36	
間伐率					23.69	9.41		
間伐尺度					0.77			
地位指数			13.8					

図一17 立木密度試験地間伐前後の胸高直径別本数

8,000 本植栽林分



表一11 立木密度試験地別間伐前後の林分状況の概要

実験地名	全林本数	間伐本数	残存本数	間伐本数率	間伐材積率
4,000(1)	本 214	本 12	本 202	% 5.6	% 2.5
“(2)	78	9	69	11.5	7.0
5,000	116	16	100	13.8	7.7
8,000	287	68	219	23.7	9.4

Ⅲ. おわりに

私達は最近、“スギ良質材生産施業”の言葉を出す機会が少なくなった。

低コスト林業・省力林業論が先行し、後継者不足に悩む現代の林業経営の中では、多くの人手を必要とするイメージが強い良質材生産施業は、時代のニーズに合わないものとして捨て去られる危機感すら感じられる。

このような社会情勢の中でご多分にもれず、石倉沢県有林の立木密度試験地も、私達の職務の範囲から忘れられようとしていた。

しかし、この度、関係者皆様のご協力を得て、林齢30年目にして本格的な調査をし、分析をしてみると、スギの育林に対して多くの事柄を再確認し、また、学ぶことができた。例えば、

イ. 立地条件の悪さ（地力不足）は、樹高生長の悪さに一番現われる。

ロ. 立木密度の管理と肥大生長量は大きな関係がある。

ハ. スギ立木が過密状態を続けると、肥大生長量が少なくなる他に、立木の形状形質までが劣悪化すること。（図一18参照）

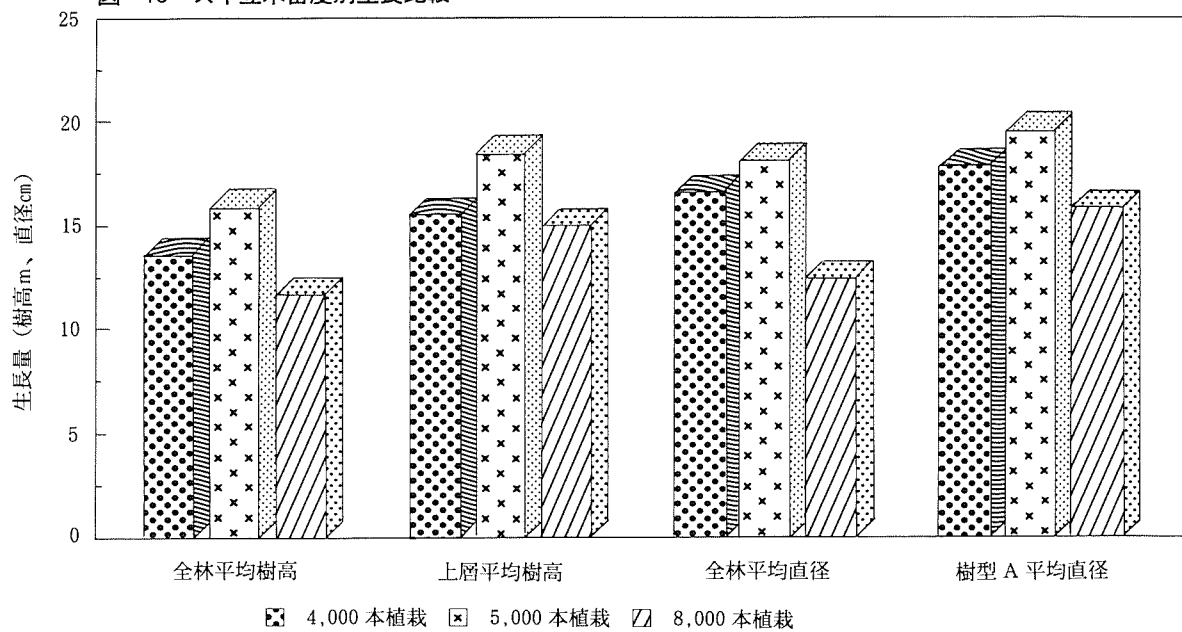
ニ. 8,000本植栽区の場合、樹冠のうっ閉が早いため、林床の乾燥防止効果が作用し、植栽してから10年生頃までは生長が早い傾向がみられるが、早い時期に集約的に除・間伐作業を入れないと生長にマイナス面が大きく出ること。

ホ. 降積雪地帯でのスギ人工一斉林の育林はていねいな下刈と、弱めの間伐を繰り返し回数を多く実施して、形状比を低く保つことが林分全体の樹型を良くすること。

などである。

今回の間伐はまだ劣悪木を切る保育間伐である。次回の間伐からは収入間伐となるので経営分析を含めて報告したい。

図一18 スギ立木密度別生長比較



上層平均樹高は上位樹高順にha当たり 250 本の平均

スギの精英樹と耐雪性個体の人工交配による育種

— 5 年次の樹高成長と枯損率 —

冨 樫 均・石 田 秀 雄

要 旨

スギの精英樹と根元曲がりの小さい耐雪性個体の人工交配を行い、両方の優れた特性を備えた系統の創出を目的とした次代検定林の 5 年次調査の結果、樹高成長が最も良かったのは精英樹同士の交配である北秋田 1 号×由利 5 号の組合せであった。また、由利 5 号を雌親か雄親に持つ家系は樹高成長が良い傾向にあった。

はじめに

現在、林木育種事業は集団選抜育種を主体に行われており成果をあげている。秋田県ではスギの場合、精英樹を県内より 70 個体選抜し、これらにより造成した採種穂園から生産された種苗を山地植栽している。また、これと平行して、精英樹の形質を詳しく調査するための次代検定林を全県に設定し、定期調査をした結果を基にまた、国有林内での優良個体も取り入れて採種穂園をより成長性等に優れた系統群に随時改良している。

一方、秋田県では雪による根元曲がりの小さい個体（以降、耐雪性個体と呼ぶ）にたいする要望が高く、これらの系統を県内より 65 個体選抜している。そこで、精英樹と耐雪性個体両方の優れた形質を備えた系統の創出を目的に、これまでの調査結果が優良と判断された精英樹と耐雪性個体を選抜し、これらの人工交配家系種を創出し、育苗した苗木を使用して 1988 年と 1989 年の 2 ヶ年間に 3 ヶ所の次代検定林を設定している。これらの検定林での樹高成長、枯損率の 5 年次調査が終了したのでこの結果について報告する。

本報告の解析に使用したプログラムの著作者である、林木育種センター河崎久男氏に深く感謝申し上げる。

1. 材料及び方法

1) 検定林及び苗木

今回、対象とした人工交配苗使用の検定林は 3 箇所、それに比較対照する関係で、参考とする 8 検定林の概況は表-1 のとおりである。

各検定林は 1985 年から 1989 年に設定し、面積は 0.20ha～0.80ha、標高は低い所で 25m、高い所で 550m である。植栽系統数は各々の検定林で 29 から 83 系統（対照苗を除く）、1 系統あたりの植栽本数は 15～30 本である。苗木は、秋田県内で選抜した精英樹と耐雪性個体及びこれらの人工交配家系で、秋田県林技術センターの苗畑で育苗したクローン及び実生苗である。また、在来の実生苗

表一1 次代検定林の概況

検定林名	所在地	設定年月	面積(ha)	標高(m)	土壌型	系統数
秋(県単) 1	鳥海町小川	1985. 10	0. 40	170	B _c	9(精・C), 16(雪・C), 26(精・S)
秋(県単) 2	河辺町北野田高屋	1985. 10	0. 20	25	B _b (d)	11(雪・C), 28(精・S)
秋(県単) 3	角館町山谷川崎	1985. 10	0. 60	105	B _b (d)	3(精・C), 32(雪・C), 26(精・S)
秋(県単) 4	協和町荒川	1986. 10	0. 30	80	B _b	29(精・S)
秋(県単) 5	稲川町三梨	1986. 11	0. 50	145	B _b	44(精・C), 18(雪・C)
秋(県単) 6	河辺町北野田高屋	1987. 10	0. 30	30	B _b	30(雪・C)
秋(県単) 7	河辺町北野田高屋	1987. 10	0. 30	40	B _b	51(精・C)
秋(県単) 8	森吉町米内沢	1988. 10	0. 50	140	B _b	35(精・C), 48(雪・C)
秋(県単) 9	鳥海町小川	1988. 9	0. 80	320	B _b	15(交・S), 64(雪・S)
秋(県単) 10	河辺町松渕	1989. 10	0. 60	100	B _b (d)	46(交・S), 12(雪・S)
秋(県単) 11	皆瀬村畑等	1989. 10	0. 40	550	B _b	35(交・S), 3(雪・S)

注) 系統数の()内の精、雪、交、C、Sは精英樹、耐雪性個体、人工交配、さし木苗、実生苗を示す。

を対照とした。

交配個体は国庫補助事業の次代検定林の調査データ等を参考にして選出した(1, 2, 3)。

2) 最小二乗法による解析

解析に用いたデータは、各検定林の5年次の樹高、枯損率の平均値である。枯損率は植栽本数に対する樹高の測定を行わなかった個体数の割合であり、枯死木その他、外的損傷を受け成長に著しく阻害された個体を含む。

解析は、以下のモデルにしたがい、最小二乗法によって行った。すなわち、

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

である。ここに、 Y_{ij} はj番目の検定林におけるi番目の系統の平均値であり、 α_i 、 β_j はそれぞれi番目の系統効果、j番目の検定林効果である。 ε_{ij} は平均値データ Y_{ij} に伴う誤差である。

実際の分析は以下の区分ごとに行い、最小二乗法による分散分析、最小二乗推定値による系統の

- a. 人工交配家系 (解析対象検定林は秋(県単) 9, 10, 11号)
- b. 精英樹クローン (" 秋(県単) 1, 3, 5, 7, 8号)
- c. 精英樹実生苗 (" 秋(県単) 1, 2, 3, 4号)
- d. 耐雪性個体クローン (" 秋(県単) 1, 2, 3, 5, 6, 8号)
- e. 耐雪性個体実生苗 (" 秋(県単) 9, 10, 11号)

比較を試みた。

2. 結果と考察

1) 分散分析の結果

分散分析の結果を表-2に示す。

①人工交配家系

樹高、枯損率とも有意差が認められ、系統間の差が初期成長の時点で明かであった。

表-2 分散分析結果

要 因	人工交配		精英樹		耐雪性	
	樹高	枯損率	樹高	枯損率	樹高	枯損率
系統間	*	**	NS (**)	** (**)	** (**)	NS (NS)

注) () 無し上段は実生苗検定林、() 内下段はクローン
 *、**は、それぞれ5%、1%水準で有意であることを示す。
 NS は、有意でないことを示す。

②精英樹実生苗・クローン

樹高では、実生苗で有意差が認められなかったが、クローンでは有意差が認められた。これはクローンは親の遺伝特性をそのまま引き継ぐため、系統の差がでやすかったためと思われる。

③耐雪性実生苗・クローン

実生苗、クローンとも樹高では有意差が認められたが、枯損率では有意差が認められなかった。

2) 樹高と枯損率による系統比較

樹高及び枯損率の最小二乗推定値をもとに系統の比較を行い図-1～5 に示している。なお、図内の系統番号は表-3 の各系統名に相当する。

①人工交配家系

結果を図-1 に示す。

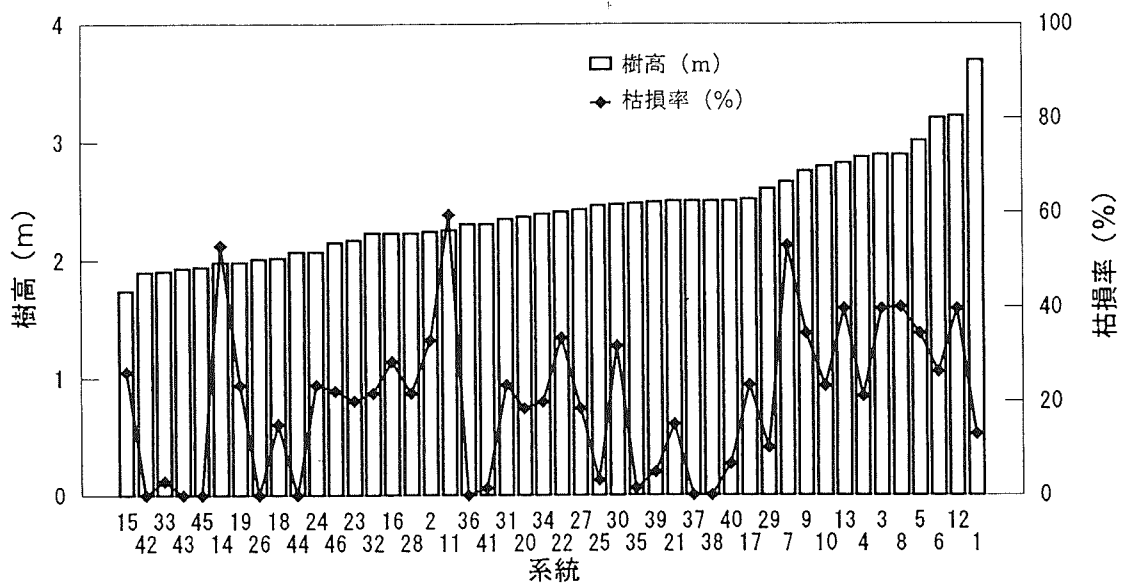
ここで、系統番号 1～15 までは精英樹×精英樹、16～46 は精英樹×耐雪性または耐雪性×精英樹である。成績の上位のほとんどは精英樹同士の交配で北秋田 1×由利 5 は全体を通して樹高成長が最も良かった。精英樹と耐雪性の交配家系で成長が最も良かったのは雄勝 1×耐雪 45 であった。また、精英樹クローンや精英樹実生苗両方で樹高成長が上位であった由利 5 号を雌親あるいは雄親に持った家系は成長が良好な傾向がみられ、このような個体別遺伝特性が今後も出てくることを期待している。

②精英樹クローン・精英樹実生苗

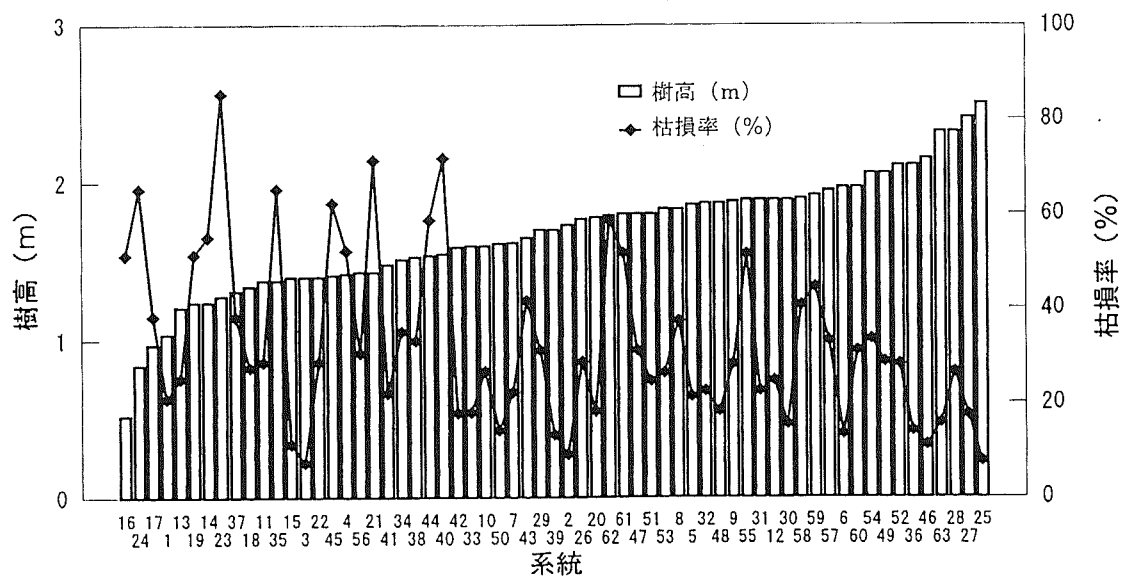
精英樹クローンの樹高と枯損率を図-2 に示す。

樹高成長が良かったのは由利 1、由利 4 などで北秋田 12、南秋田 7 などは成長が悪かった。また樹高成長の良好な系統ほど枯損率も低くなる傾向がみられた。図-3 は実生苗の結果である。樹高成長が良かったのは鹿角 2、鹿角 3 などで悪かったのは由利 4、北秋田 6 などで実生苗の成長とクローンの成長の成績とは一致しない (4)。枯損率は樹高生長が劣るクローンに高い傾向がみられたがこれは根系の発達の違いによると思われる。

試験用クローンと実生苗は対照苗 (普通苗) と比べ樹高が高かったのは数系統のみだった。



図一 1 人工交配実生苗5年次の樹高成長と枯損率



図一 2 精英樹クローン5年次の樹高成長と枯損率

表—3 系統番号と植栽系統名

人工交配実生 (図-1)		精英樹クローン (図-2)		精英樹実生 (図-3)		耐雪性クローン (図-4)		耐雪性実生 (図-5)	
番号	系統名	番号	系統名	番号	系統名	番号	系統名	番号	系統名
1	北秋田1×由利5	1	鹿角1	1	鹿角2	1	耐雪3	1	耐雪1
2	北秋田1×仙北5	2	鹿角2	2	鹿角3	2	耐雪4	2	耐雪2
3	北秋田1×雄勝9	3	鹿角3	3	鹿角4	3	耐雪6	3	耐雪3
4	由利5×仙北5	4	鹿角4	4	鹿角6	4	耐雪7	4	耐雪4
5	由利5×雄勝9	5	鹿角5	5	北秋田1	5	耐雪8	5	耐雪5
6	仙北5×北秋田1	6	鹿角6	6	北秋田2	6	耐雪9	6	耐雪6
7	仙北5×北秋田2	7	北秋田1	7	北秋田6	7	耐雪10	7	耐雪7
8	仙北5×由利5	8	北秋田2	8	北秋田8	8	耐雪12	8	耐雪8
9	仙北5×雄勝9	9	北秋田4	9	北秋田10	9	耐雪13	9	耐雪9
10	雄勝9×北秋田1	10	北秋田5	10	北秋田11	10	耐雪14	10	耐雪10
11	雄勝10×北秋田2	11	北秋田7	11	北秋田12	11	耐雪15	11	耐雪11
12	雄勝9×由利5	12	北秋田8	12	北秋田13	12	耐雪16	12	耐雪12
13	雄勝9×仙北5	13	北秋田9	13	山本1	13	耐雪17	13	耐雪13
14	雄勝10×由利5	14	北秋田10	14	山本2	14	耐雪18	14	耐雪14
15	雄勝10×雄勝9	15	北秋田11	15	山本3	15	耐雪19	15	耐雪15
16	鹿角5×耐雪4	16	北秋田12	16	南秋田2	16	耐雪20	16	耐雪16
17	鹿角5×耐雪28	17	山本1	17	南秋田3	17	耐雪21	17	耐雪17
18	鹿角5×耐雪34	18	山本2	18	南秋田4	18	耐雪22	18	耐雪18
19	鹿角5×耐雪45	19	山本3	19	由利2	19	耐雪23	19	耐雪19
20	鹿角5×耐雪50	20	山本4	20	由利3	20	耐雪24	20	耐雪20
21	北秋田2×耐雪4	21	南秋田2	21	由利4	21	耐雪25	21	耐雪21
22	北秋田2×耐雪28	22	南秋田3	22	山利5	22	耐雪26	22	耐雪22
23	北秋田2×耐雪34	23	南秋田4	23	由利6	23	耐雪28	23	耐雪23
24	北秋田2×耐雪50	24	南秋田7	24	由利7	24	耐雪29	24	耐雪24
25	由利4×耐雪4	25	由利1	25	由利8	25	耐雪31	25	耐雪25
26	由利4×耐雪34	26	由利3	26	由利9	26	耐雪32	26	耐雪26
27	由利4×耐雪50	27	由利4	27	由利10	27	耐雪33	27	耐雪27
28	雄勝1×耐雪4	28	由利5	28	由利11	28	耐雪34	28	耐雪28
29	雄勝1×耐雪45	29	由利7	29	由利12	29	耐雪35	29	耐雪29
30	雄勝1×耐雪28	30	由利8	30	由利13	30	耐雪36	30	耐雪30
31	雄勝1×耐雪34	31	由利9	31	仙北1	31	耐雪37	31	耐雪31
32	雄勝1×耐雪50	32	由利10	32	仙北2	32	耐雪38	32	耐雪32
33	雄勝9×耐雪34	33	由利11	33	仙北3	33	耐雪39	33	耐雪33
34	雄勝9×耐雪50	34	由利12	34	仙北4	34	耐雪40	34	耐雪34
35	耐雪4×鹿角5	35	由利13	35	仙北5	35	耐雪41	35	耐雪35
36	耐雪4×北秋田2	36	仙北1	36	仙北7	36	耐雪42	36	耐雪36
37	耐雪4×由利4	37	仙北3	37	仙北9	37	耐雪43	37	耐雪37
38	耐雪4×雄勝1	38	仙北4	38	仙北10	38	耐雪44	38	耐雪38
39	耐雪4×雄勝9	39	仙北5	39	平鹿1	39	耐雪45	39	耐雪39
40	耐雪23×北秋田1	40	仙北7	40	平鹿2	40	耐雪46	40	耐雪40
41	耐雪34×鹿角5	41	仙北9	41	平鹿3	41	耐雪47	41	耐雪41
42	耐雪34×北秋田2	42	仙北10	42	雄勝1	42	耐雪48	42	耐雪42
43	耐雪45×雄勝9	43	平鹿1	43	雄勝2	43	耐雪49	43	耐雪43
44	耐雪50×雄勝1	44	平鹿2	44	雄勝3	44	耐雪50	44	耐雪44
45	耐雪50×雄勝9	45	平鹿3	45	雄勝4	45	耐雪51	45	耐雪45
46	対 照	46	雄勝1	46	雄勝5	46	耐雪52	46	耐雪46
		47	雄勝2	47	雄勝6	47	耐雪54	47	耐雪47
		48	雄勝3	48	雄勝8	48	耐雪55	48	耐雪48
		49	雄勝4	49	雄勝9	49	耐雪56	49	耐雪49
		50	雄勝5	50	雄勝10	50	耐雪57	50	耐雪50
		51	雄勝6	51	雄勝11	51	耐雪60	51	耐雪51
		52	雄勝8	52	雄勝12	52	耐雪61	52	耐雪52
		53	雄勝9	53	雄勝13	53	耐雪62	53	耐雪53
		54	雄勝10	54	雄勝14	54	耐雪63	54	耐雪54
		55	雄勝11	55	雄勝16	55	耐雪64	55	耐雪55
		56	雄勝12	56	雄勝17	56	対 照	56	耐雪56
		57	雄勝13	57	雄勝18			57	耐雪57
		58	雄勝14	58	対 照			58	耐雪58
		59	雄勝16					59	耐雪60
		60	雄勝17					60	耐雪61
		61	雄勝18					61	耐雪62
		62	雄勝19					62	耐雪63
		63	対 照					63	耐雪64
								64	耐雪65
								65	対 照

※ ♀ × ♂

③耐雪性クローン・耐雪性実生苗

結果は図-4、5に示す。

クローンで成長が良好だったのは耐雪 20 号で対照苗（普通苗）より高かったのはこの 1 クローンのみであった。成長の悪かったのは耐雪 6、耐雪 3 などであった。実生苗ではほとんどの系統が対照苗より成長が優れ、その中でも特に耐雪 43、44 が良かった。精英樹と同様、クローンと実生苗の成長の正の相関はみられないようである。また、枯損率は実生苗で低い傾向であった。

おわりに

今回 5 年次調査をもとに初期の樹高成長を中心に系統評価を試みた。その中でも北秋田 1 号とと由

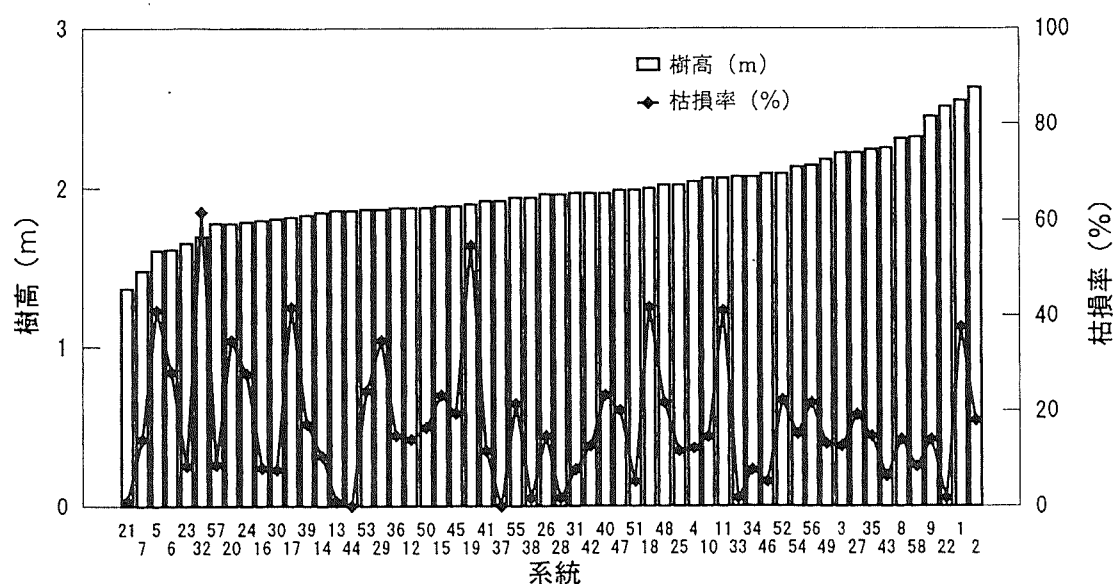


図-3 精英樹実生苗5年次の樹高成長と枯損率

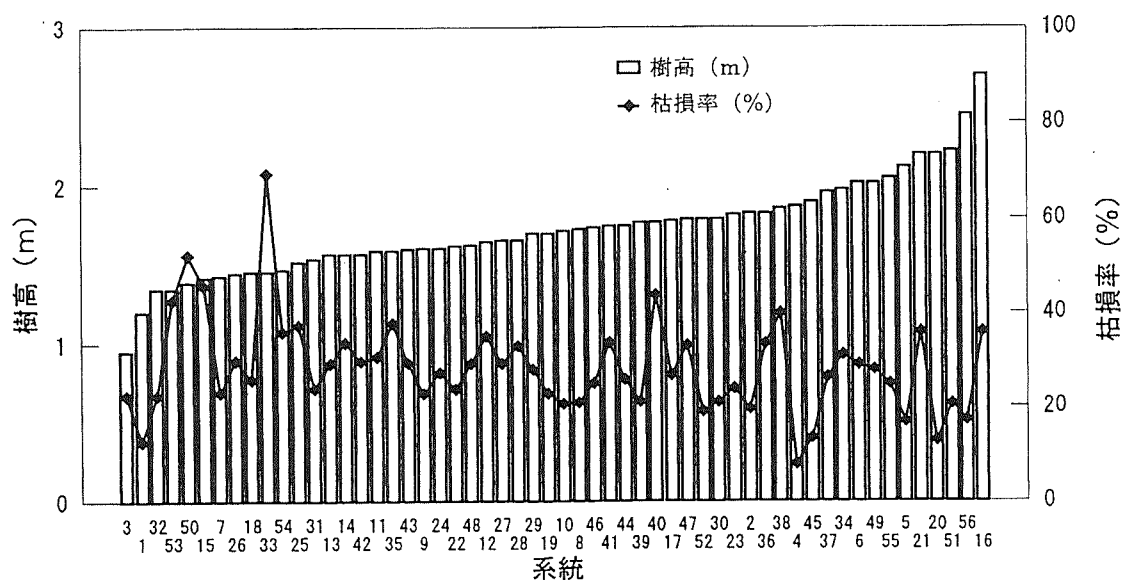
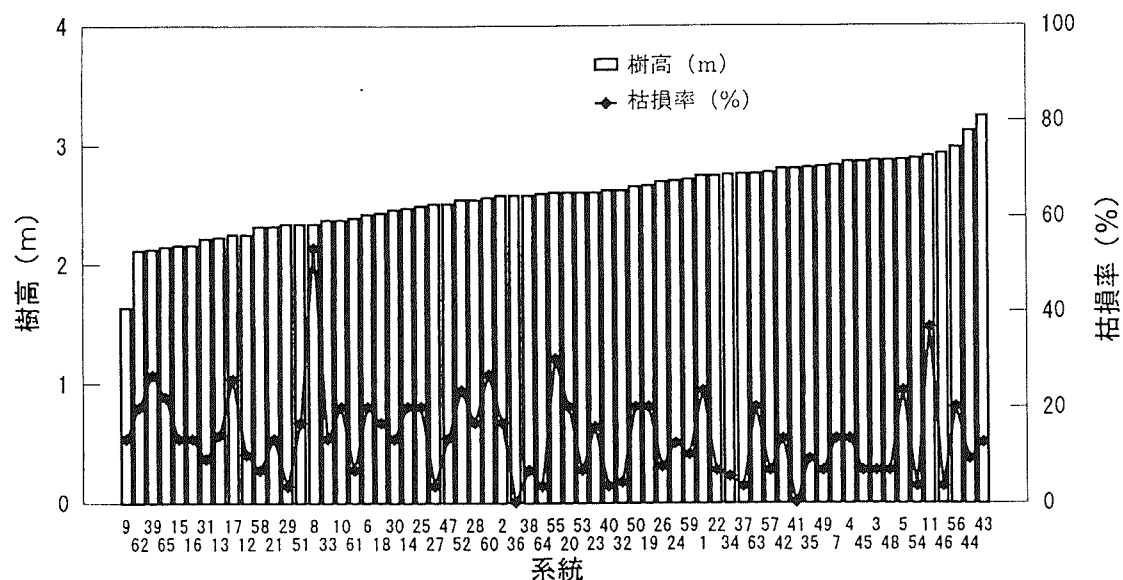


図-4 耐雪性クローン5年次の樹高成長と枯損率



図一5 耐雪性実生苗5年次の樹高成長と枯損率

利5号交配種の成長の良さが抜群である。由利5号はサシキ苗として山地植栽した結果も良く（図一2参照）、そのうえ、自然交配した実生苗を山地植栽した結果も良く（図一3参照）、由利5号の優良育種母樹としての資料を得ることができた。しかし、交配相手の北秋田1号はサシキ苗として山地植栽した結果は全精英樹の中で中程度の成績であるが、自然交配した実生苗を山地植栽した結果ではワースト3の位置にある。このことは実生苗使用の検定林の評価からすればすてられる個体であるが交配する相手によって好結果を生むことの存在を知ることができた。

一方、耐雪性個体の中では耐雪性28号がサシキ苗として山地植栽した検定林での成績は中の上の位置にあり、今回使用した5個体の中では2番目に成長が良い。この個体と精英樹との交配種の成長は3系統ともバラツキがなく、中の上の位置にあり、10年次の調査結果が注目される。

今後は、根元曲がりや胸高直径の調査を加えて実施し、詳細な評価をして、目的とする系統を創出したい。

引用文献

- (1) 秋田県林業センター：昭和60年度業務年報，359～364，1985
- (2) 秋田県林業センター：昭和63年度業務年報，156～161，1988
- (3) 秋田県林業技術センター：平成4年度業務年報，29，1992
- (4) 富樫 均・澤田智志・河崎久男：最小二乗法を用いたスギ精英樹年次検定林の系統評価（Ⅱ）
—実生苗10年目の調査結果について—，日林東北支誌，127～128，1994

研究中間報告

印 刷 平成8年3月31日

発 行 平成8年3月31日

編集発行 秋田県河辺郡河辺町戸島字井戸尻台 47-2

秋 田 県 林 業 技 術 セ ン タ ー

郵便番号 019-26 電 話 0188-82-4511

F A X 0188-82-4443

印 刷 株式会社 三 戸 印 刷 所

