

降積雪環境区分と耐雪性森林の育成技術

(地域重要新技術開発課題 平成元年～3年度)

研究員 鈴木 千秋

研究員 富 樫 誠

(現：いわき林業事務所 改良普及技師)

専門研究員 荒 井 賛

(現：緑化保全部長)

はじめに

近年の拡大造林により積雪地帯にもスギ、ヒノキの若齢～壮齢林がふえたが、同時に雪に極めて弱い構造の林分が顕在化しており、地域的なきめ細かい地帯区分と、それらに対応した画一的でない育林技術の提示が強く要請されている。このような背景のもとに、本試験は精度の高い降積雪環境の区分を行い、同時にそれに対応した雪に強い森林の育成方法の提示と評価を行うことを目的とする。

なお、この調査研究は、秋田、山形、福島、新潟、富山、石川、福井、岐阜、滋賀、兵庫、鳥取の11県による国庫助成の共同試験であり、研究の遂行にあたっては、林野庁発行「平成元年度林業試験研究設計書」に基づいて進めた。

1. 降積雪環境下における造林可能地帯区分法の向上

—— 成林目標への立地の影響を重視した区分法の向上 ——

I 目 的

本県の会津地方のような積雪地帯においては同一林分であっても局所的に植栽木の雪圧害の形態に極めて大きな違いがみられる。そこで、積雪地帯において高い精度の立地区分法を見いだすために、局所環境要因と樹形状の関係を調査し、スギ人工林成林予測システムを作成することを目的とする。

II 調査方法

1. 調査地概況

調査地は様々な局地形を有する大沼郡会津高田町のスギ人工造林地 126.79haを対象とした。概況は図-1のとおりで、標高760～1,180m、斜面は東及び南向きが多く、昭和50年秋～56年春に会津坂下産スギ実生苗と秋田スギ実生苗がha当たり3,000本で植栽された。主な保育施業は10年目まで下刈、11年目以降は除伐、枝打ち、さらに部分

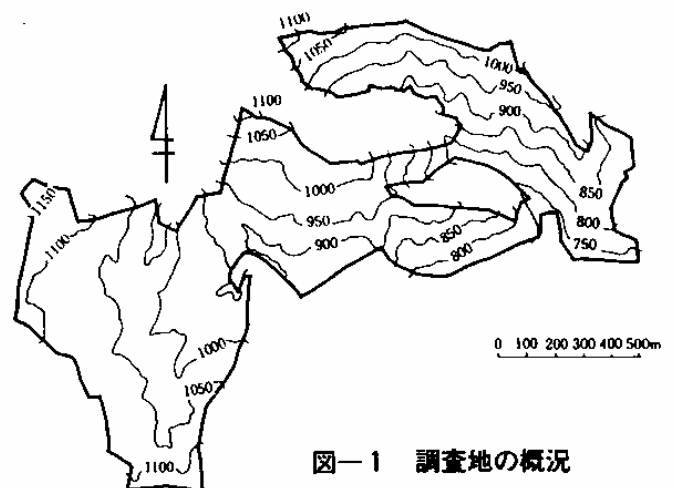


図-1 調査地の概況

的にではあるが、雪起こしが実施されている。

2. 調査方法

(1) 現地調査

立地環境が造林木の樹形状に影響を及ぼすと考えられる要因として、最深積雪深・土壌型等を調査した。最深積雪深は平成2年10～11月にかけて高橋式最深積雪深計を調査地内に51カ所ランダムに設置し、翌年にデータを回収した。林分状況調査は積雪深計設置地点において平成2年10月～平成3年7月に実施した。調査面積は原則として100m²程度のプロットとした。

① 立地環境調査

主な調査項目及び内容は次のとおりである。

- ア. 最深積雪深：6cm角、長さ4.00mの角材にアルミ線(長さ30cm、直径3mm)を10cm間隔につけた最深積雪深計を使用し、測定した。
- イ. 標高：標高計及び施業図より判定した。
- ウ. 斜面位置：尾根、山腹、山脚に3区分した。
- エ. 斜面形状：凹型、凸型、平衡斜面に3区分した。
- オ. 斜面方位：クリノメーターを使用し、調査プロット内で測定した。
- カ. 斜面傾斜角：クリノメーターを使用し、調査プロット内の平均的な場所で測定した。
- キ. 土壌型：土壌断面及び検土杖により判定した。

② 林分状況調査

主な調査項目及び内容は次のとおりである。

- ア. 立木本数：調査プロット内の立木本数をカウントした。
- イ. 樹形状：調査プロット内の立木について表-1のように3区分した。⁵⁾
- ウ. 胸高直径：1.2mの高さの直径を測定した。
- エ. 樹高：根元位置からの梢端までの長さを測定した。
- オ. 根元曲がり高：根元位置から曲がりなくなるまでの高さを測定した。
- カ. 根元曲がり幅：根元位置から梢端までの水平距離を測定した。

(2) 地形解析調査

後述の成林予測図作成のため調査造林地を5,000分の1森林基本図上で2×2cm(実面積1ha)のメッシュに区分(メッシュ数178)、各因子についての地形解析を次の手法で実施した。^{6)、7)}

- ① 標高：メッシュ内の最高と最低を読みとり、平均標高とした。
- ② 斜面位置：読みとるメッシュが位置する斜面の尾根と谷を判別し、尾根、山腹、山脚に3分類した。
- ③ 斜面形状：等高線の間隔により、凹型・凸型・平衡に分類した。
- ④ 斜面方位：読みとりメッシュについて4方位に分類した。
- ⑤ 斜面傾斜角：メッシュ内の等高線の本数からtanθを求め、tangent表から角度を読みとった。

表-1 樹形級区分

A	根元部を除き主幹は直立し、雪圧の害が殆ど認められないもの。大径材(地上6mの末口直径30cm以上)として利用歩止まりが高いと期待されるもの。
B	主幹に傾きや曲がりがあり、枝つきからも雪圧の被害を受けたと思われるもの。利用歩止まりは落ちるが、大径材として利用の期待できるもの。
C	雪圧害により主幹の形質が非常に悪く、用材としての価値は低いか、殆ど期待できないもの。

資料：「人工林雪害の育林的防除技術の確立に関する基礎調査」

III 結果及び考察

1. 現地調査結果

現地調査は48点について実施した。結果の概略は、立地環境が最深積雪深130~365cm、標高760~1,170m、斜面位置は尾根12点、山腹29点、山脚7点、斜面形状は凹型8点、凸型6点、平衡34点、斜面方位はN13点、E12点、S14点、W9点、斜面傾斜角は3~45度で、スギの林分状況は1ha当たり残存立木本数が2,066~3,000本、1ha当たり樹形Aの出現本数は0~1,500本、1ha当たり樹形A・B級木の出現本数が0~2,566本であった。なお、調査データについては付表-1,2に示した。

2. 分析の方法

調査結果を基に多変量解析(数量化I類)を用いて分析した。しかし、植栽木の成長が良好であれば埋雪期間が短縮され、積雪による受害期を早く脱出できることが予想される。^{6) 12)}したがって土壌の良、不良が樹形状に及ぼす影響は大きいと考えられる。このことから現地調査より収集した資料48点のうちBD、BD(d)以外の土壌型のサンプル5点は解析対象から除外し、サンプル43点を解析対象とした。

3. 成林率の定義

この試験での「成林」の意味は残存立木の本数ではなく、積雪環境下での形状が良好な造林木の集団を「成林」と考えている。そのため、対象とするのは表-1の樹形級A級木である。しかし、現地調査結果からA級木が全く出現しない調査地が多く、解析が困難であったため、A級木に準ずるB級木も対象とした利用成林率と残存立木本数を対象とした立木成林率を次式により算出した。

$$\text{利用成林率(\%)} = \text{1ha当たりA、B級木の本数} \div \text{1ha当たり植栽本数} \times 100$$

$$\text{立木成林率(\%)} = \text{1ha当たり残存立木の本数} \div \text{1ha当たり植栽本数} \times 100$$

4. 解析に用いた基本統計量と相関行列

解析に用いた因子の内容と基本統計量を表-2に、数量的因子間の相関行列を表-3に示した。

表-2 解析に用いた因子と数量的因子の基本統計量

因子 項目	成林率 (%)	積雪深 (cm)	標高 (m)	斜面傾斜 (度)	斜面位置	斜面形状	斜面方位
平均	34.565	274.349	1,003.605	21.558	尾根、山腹上部	凹	N 12
最小	0.000	178.000	760.000	3.000	山腹中部	凸	E .11
最大	89.805	365.000	1,170.000	45.000	山腹下部、山脚	平衡	S 12
範囲	89.805	187.000	410.000	42.000			W 8
標準偏差	23.579	56.185	95.227	11.867			
変動係数	0.682	0.205	0.095	0.550			

表-3 解析に用いた数量的因子間の相関行列

	成林率	最深積雪深	標高	斜面傾斜角
成林率	1.000	-0.426**	-0.468***	0.284
最深積雪深	-0.426**	1.000	0.425**	-0.663***
標高	-0.468***	0.425**	1.000	-0.479***
斜面傾斜角	0.284	-0.663***	-0.479***	1.000

5. 利用成林率と最深積雪深の関係

会津地方全域にわたる最深積雪深の資料は解析対象造林地の微地形の細部にまでいきとどいていないため、最深積雪深と他の因子により直接、利用成林率を予測するのは困難であると考えられる。そのため、利用成林率と実測最深積雪深との関係をみた後、最深積雪深を推定した。

利用成林率と最深積雪深の関係を図-2に示した。

これをみると、利用成林率(Y)と最深積雪深(X)の間には有為な負の相関が認められ、相関係数は-0.426と1%の水準で有意であり、回帰式は
 利用成林率(Y) = 83.654 - 0.179 × 最深積雪深(X)
 で表され、利用成林率は最深積雪深が深くなるにつれ、低下していく傾向がうかがわれる。

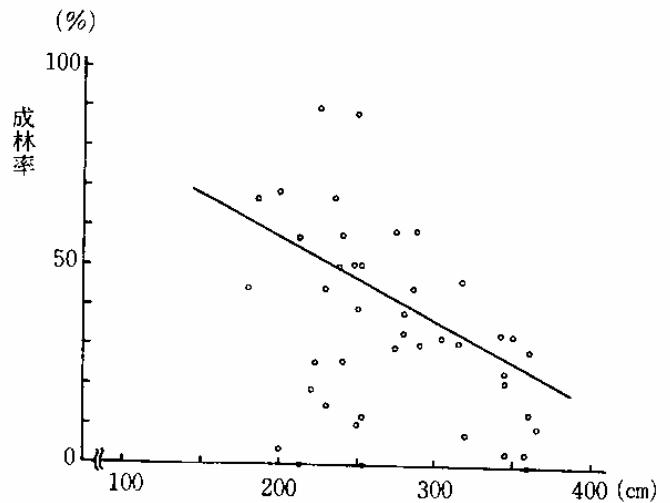


図-2 利用成林率と最深積雪深の関係

6. 最深積雪深の推定

最深積雪深を外的基準、標高・斜面位置・斜面形状・斜面方位・斜面傾斜角の5因子を質的要因とした数量化I類による解析結果(スコア表)を表-4に示した。

解析結果では重相関係数が0.776と有意ではあるが、寄与率は60.2%とやや低い。この理由としてはサンプル数が43点と少なかったことが考えられる。

表-4 数量化I類による分析結果 (スコア表)

要因	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
定数		315.011		
標高 (m)	760 ~ 899	0.000	40.673	0.386**
	900 ~ 999	24.754		
	1,000 ~ 1,099	32.116		
	1,100 ~	40.673		
斜面傾斜角 (度)	0 ~ 5°	0.000	81.432	0.696***
	6 ~ 15°	-12.595		
	16 ~ 25°	-39.866		
	26 ~ 30°	-81.432		
	31 ~	-74.217		
斜面位置	尾根	0.000	7.296	0.328*
	山腹	-6.955		
	山脚	7.296		
斜面形状	凹型	0.000	56.419	0.247
	凸型	-56.419		
	平衡	-9.582		
斜面方位	N	0.000	18.840	0.288*
	E	-9.658		
	S	-18.840		
	W	-17.554		

※ 重相関係数 Rm = 0.776***、寄与率 = 60.2%

また、各因子の関与を表す偏相関係数は、標高 = 0.386、斜面位置 = 0.328、斜面形状 = 0.247、斜面方位 = 0.288、斜面傾斜角 = 0.696 であり、斜面形状を除く標高、斜面傾斜角が 1% 水準で、斜面位置と斜面方位が 5% 水準で有意であった。

7. 成林予測分布図の作成

最深積雪深の寄与率はやや低めであったが、本試験では利用成林率と最深積雪深の回帰式、並びに表-4 のスコア表に基づいて利用成林予測図を作成した。

成林予測分布図は前述の利用成林率と最深積雪深は相関関係にあることを活用し、スコア表から推定した最深積雪深を回帰式に当てはめ作成した。積雪地帯及び利用成林率の区分は表-5 に示すとおりで最深積雪深が 100 cm 未満（成林地帯）、100 cm 以上 250 cm 未満（成林可能地帯）、250 cm 以上 400 cm 未満（成林危険地帯）、400 cm 以上（成林不可能地帯）に 4 分類した。^{8)、9)}

表-5 積雪地帯区分と成林率

区 分	積雪深	成 林 率	説 明
成 林 地 帯	100 cm 未満	65.8 % 以上	雪圧害も少なく成林が見込める。
成 林 可 能 地 帯	100 cm 以上 250 cm 未満	39.0 ~ 65.7 %	雪圧害対策を講じなくては成林を見込めない。
成 林 危 険 地 帯	250 cm 以上 400 cm 未満	12.2 ~ 38.9 %	雪圧害対策を講じても成林は困難。
成 林 不 可 能 地 帯	400 cm 以上	12.1 % 以下	成林が極めて困難。

注：「雪に強い森林の育て方」より一部引用

成林予測分布図を図-3 に示した。これをみると、成林可能地帯と成林不可能地帯がまったく存在しないが、成林可能地帯が 112 メッシュで 62.9%、成林危険地帯は 66 メッシュで、37.1% であった。これは造林地全般に雪圧害対策を講じなければ、経済林の造成が制約されることを意味し、特に 40% を占める成林危険地帯の場合は雪起こしや裾枝払いなどの雪圧害対策が必要不可欠であると考えられる。

図-4 には樹形級区分の C 級木をも含めた、すなわち ha 当たり立木本数が ha 当たり植栽本数に占める割合を立木成林率とした立木成林予測分布図を示した。これは前述の立木成林率と最深積雪深の回帰式より逆算し、その立木成林率での最深積雪深を求めて分類した分布図である。

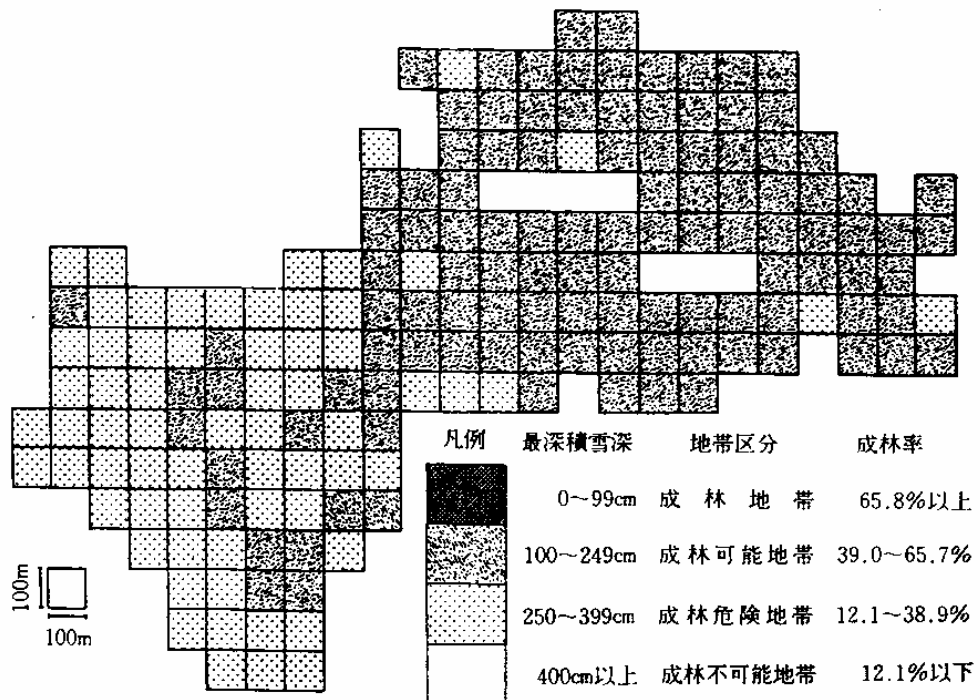


図-3 最深積雪深分布図（成林予測分布図）

この分布図の場合には、成林危険地帯と成林不可能地帯は存在しないが、成林地帯は 21 メッシュ

11.8%しか存在しない。さらに用材としてはほとんど価値のないC級木が含まれているため、経済林造成が目標の場合には適さないと考えられる。

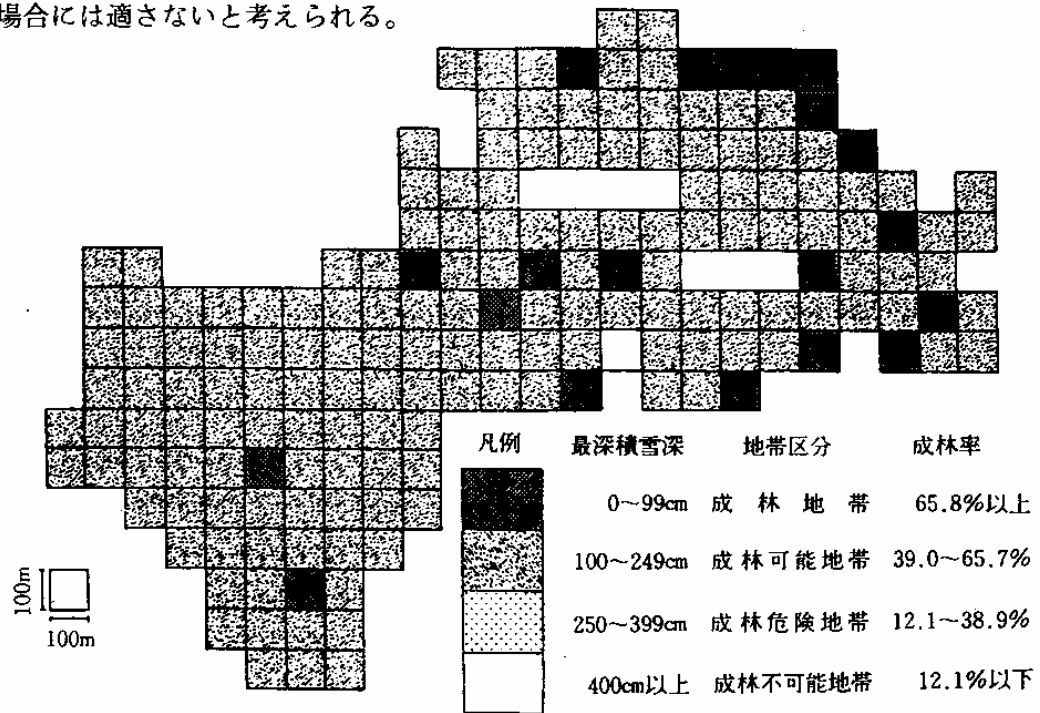


図-4 立木成林率の成林予測分布図

2. 造林困難地帯の縮小と森林転換技術の検討

—— 不成績林、雪害跡林の混交林化技術の検討 ——

I 目 的

不成績林分の取扱いの一つとして、自然侵入（前生樹の萌芽を含む）した有用広葉樹を活用した混交林への誘導が考えられる。誘導方法としては除伐や施肥等の施業があるが、これらの施業が残存木や林分構成に与える影響を明らかにする。

II 調査方法

1. 試験地概況

(1) 下郷試験地

試験地は、南会津郡下郷町のアカマツ不成績造林地内に設定した。この造林地は標高570～870m、斜面方位は概ね北西、斜面傾斜角は25～40°である。植栽は昭和44～45年、山腹にアカマツ、山脚にスギがそれぞれha当たり4,000本、3,000本で秋植えされた。その後アカマツの一部はスギに改植された。植栽後の保育施業は、下刈が5年間、除伐が数回行われ、雪起こしは1年、あるいは2年おきに6回実施している。なお、不成績造林地となった原因は、突発的な大雪で発生した雪崩によるものと判断された。

試験区は10×10mの方形とし、混交割合、施業方法別に3区設定した。林型はI・II区がアカマツ・広葉樹の混交林、III区は広葉樹林である。施業は造林木の残存状況、林相を形成している広葉樹の樹形、生育状況より有用と思われる立木を残し、全て除伐した。なお、設定時期は昭和62年7月下旬に実施した。¹¹⁾

(2) 南郷試験地

試験地は南会津郡南郷村のスギ不成績造林地に設定した。この造林地は標高 890～980 m に位置し、斜面方位は概ね南西と北東、斜面傾斜角は 0～30° である。植栽は 1ha 当たり 3,000 本前後で、昭和 39～42 年秋植えされた。植栽後の保育施業は下刈が 3 年間のみで、それ以外の雪起こし、除間伐施業が全く行われていない。不成績造林地となった原因は最深積雪深が 3～4 m に達するため、雪圧害によるものと、野兎害の多発にあると推定された。¹⁾

試験地の設定方法は下郷試験地と同様、除伐施業を行ったが、試験区は 8 区設定した。林型は I～IV 区がスギを主体とした混交林、V・VII・VIII 区がブナを主体とした混交林、VI 区はブナ林である。設定時期は平成 2 年 6 月下旬である。また、除伐以外に残存木の成長を促進させ雪抜けを早期に図るため、林地用緩効性肥料（住友 uF 入り森林肥料特号）を施用した。その成分は N20 : P10 : K10 である。

2. 調査項目

(1) 下郷試験地

設定時に胸高直径・樹高、昭和 63 年及び平成 3 年に胸高直径・樹高・枝下高・根元及び幹曲がり高・同幅・被害等を調査した。

主な項目の調査方法は次のとおりである。

- ① 胸高直径：1.2 m の高さの直径を測定した。
- ② 樹 高：根元位置から梢端までの長さを測定した。
- ③ 枝 下 高：地面から最下部にある生枝までの高さを測定した。
- ④ 根元及び幹曲がり高：根元位置から根元及び幹曲がりが高くなるまでの高さを測定した。
- ⑤ 根元及び幹曲がり幅：根元位置から梢端までの水平距離を測定した。

(2) 南郷試験地

胸高直径・樹高・枝下高・根元及び幹曲がり高・同幅・被害・後継樹としてのブナの稚樹数を調査し、過去の生育経過の検討のためスギ標準木の樹幹解析を実施した。

調査方法は前述の下郷試験地を参照。

III 調査結果及び考察

1. 下郷試験地

表-1 に各試験区の 1ha 当たり立木本数と樹種及びアカマツ・広葉樹の混交割合について、表-2 に設定時から 5 成長期経過後までの試験区毎の生育状況を示した。

表-1 下郷試験地 1ha 当たり立木本数と樹種

	ha 当たり 本 数	混交割合(%)		樹 種
		アカマツ	広 葉 樹	
I 区	3,000	10	90	アカマツ(3)、コナラ(9)、シナノキ(3)、ミズナラ(3)、ヤマハンノキ(3)、クマシデ(2)、ヤマモミジ(2)、クリ(1)、ケヤキ(1)、ホオノキ(1)、マンサク(1)、ミズキ(1) 12樹種 計30本
II 区	3,000	23	77	アカマツ(7)、コナラ(13)、ホオノキ(3)、クリ(1)、クマシデ(1)、コハウチワカエデ(1)、マンサク(1)、ミズキ(1)、ヤマハンノキ(1)、ヤマモミジ(1) 10樹種 計30本
III 区	3,100	0	100	コナラ(16)、ミズナラ(2)、ヤマモミジ(2)、ヤマハンノキ(2)、アオダモ(1)、アカシデ(1)、ウリカエデ(1)、ウリハダカエデ(1)、オオバボダイジュ(1)、クマシデ(1)、クリ(1)、シナノキ(1)、ミズキ(1) 13樹種 計31本

()内は区画内の成立本数

表一 2 下郷試験地の生育状況

プロット No.	樹種	設定時			1成長期経過後						5成長期経過後					
		胸高直径 cm	樹高 m	形状比	胸高直径 cm	樹高 m	形状比	枝下高 m	曲高 m	曲幅 m	胸高直径 cm	樹高 m	形状比	枝下高 m	曲高 m	曲幅 m
I 区 混交林	アカマツ	9.6	6.9	72	9.8	7.4	76	3.1	1.4	4.1	11.7 (2.1)	7.8 (0.9)	67	3.9 (0.8)	2.4 (1.0)	2.7 (-1.4)
	広葉樹	4.3	5.0	116	4.9	5.8	118	2.1	1.2	5.2	7.2 (2.9)	6.9 (1.8)	96	2.1 (0.0)	2.1 (0.9)	4.9 (-0.3)
II 区 混交林	アカマツ	10.0	7.6	76	10.6	8.0	75	3.3	0.5	2.4	11.0 (1.0)	9.4 (1.8)	85	4.2 (0.9)	0.4 (-0.1)	1.7 (-0.7)
	広葉樹	4.6	5.5	120	5.3	6.1	115	2.2	1.0	5.4	7.5 (2.9)	7.4 (1.8)	98	2.8 (0.6)	1.8 (0.8)	5.8 (0.4)
III 区 広葉樹林	アカマツ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	広葉樹	4.8	5.0	104	5.3	5.9	111	2.2	1.4	4.9	7.5 (2.7)	7.1 (2.1)	95	2.5 (0.3)	1.9 (0.5)	6.5 (1.6)

※ ()内の数値は、胸高直径、樹高が設定時からの成長量、枝下高、曲高、曲幅は1成長期経過後から5成長期経過後の変化量

(1) 混交割合別生育比較

① 成長量

試験区別にアカマツと広葉樹を設定時から5成長期経過後までの成長量で比較すると、アカマツはI区で胸高直径成長量が大きく、II区で樹高成長量が大きくなる傾向であった。広葉樹はI・II区混交林とIII区広葉樹林の間で成長量に差がみられない。また、アカマツに比べて広葉樹の方が各試験区とも成長量が大きい。

② 枝下高

枝下高の1成長期経過後から5成長期経過後の変化量を比較してみた。アカマツの枝下高の変化量はI・II区にあまり差が無く広葉樹ではアカマツの混交割合の大きいII区の枝下高が高くなる傾向を示した。また、枝下高はアカマツ、広葉樹とも成長とともに高くなる傾向を示した。

③ 根元曲がり幅

根元曲がり幅は混交割合でアカマツはI区が大きい、広葉樹にはその傾向はみられない。アカマツでは、I・II区とも減少傾向にあり、成長とともに緩和されつつある。

総括すると、胸高直径・樹高・枝下高・根元曲がり幅を総合的に判断して、現時点ではアカマツの樹高成長が促進され広葉樹の成長も大きいII区の混交林が良好な林型と考えられる。

(2) 樹種別、混交割合別生育状況比較

図-1~4に各試験区の中から経済林育成の上で主要な広葉樹であるコナラ、ミズナラを取り上げ、その生育指数を示した。

① 胸高直径・樹高成長指数比較

アカマツについては前述したので省略する。コナラ胸高直径成長指数はI・II区大きく、樹高成長指数は逆にIII区の方が大きい。これは上層優勢木の状態や広葉樹のクローネ幅が影響しているのではないかと考えられる。ミズナラは胸高直径、樹高成長指数ともI区よりIII区が大きく、III区ではミズナラが優勢木であるため成長が良いと考えられる。また、I~III区全体的に各樹種の両成長指数を比較すると、概ねミズナラ>コナラ>アカマツの傾向であり、広葉樹の指数が大きい。

② 枝下高、根元曲がり幅の変化指数比較

アカマツにはいずれも一定した傾向はなく、根元曲がり幅はI区で増加、II区で減少している。コナラの枝下高にはII区>I区>III区でありII区の変化が大きい。また、根元曲がり幅ではI区>II区>III区であった。ミズナラは枝下高に差がなく、根元曲がり幅ではI区>III区であった。I~III区全体的に各樹種を比較すると、枝下高は概ね、アカマツ>コナラ>ミズナラの傾向で、根元曲がり幅ではミズ

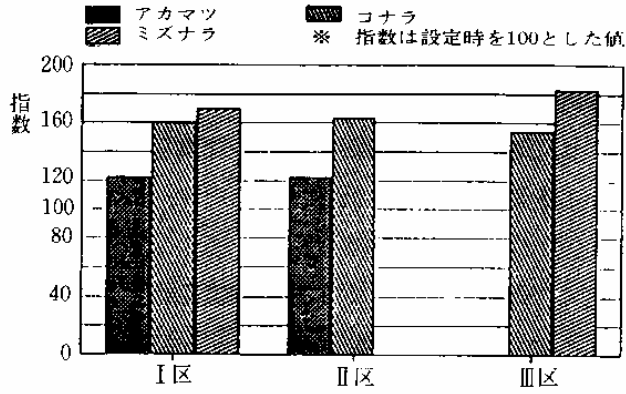


図-1 胸高直径成長指数での比較

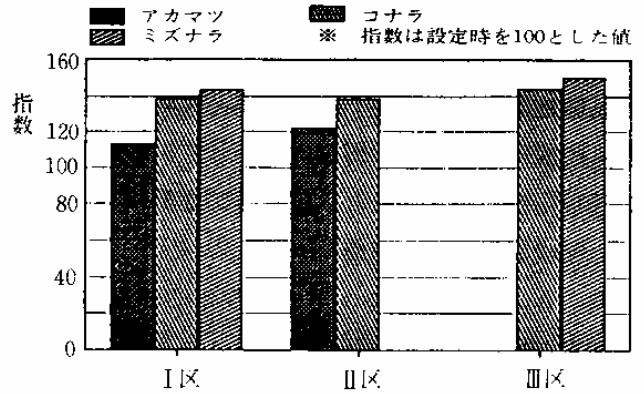


図-2 樹高成長指数での比較

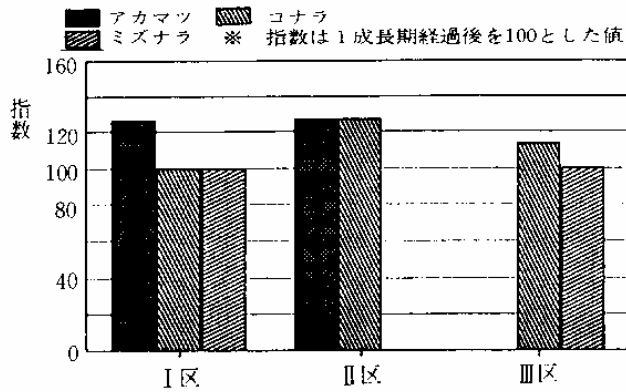


図-3 枝下高変化指数での比較

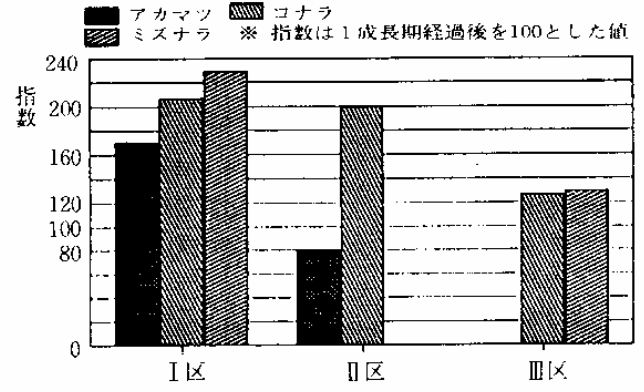


図-4 根元曲がり幅変化指数での比較

ナラ>コナラ>アカマツの傾向と考えられる。

総括すると、I～III区の林型で、成長はアカマツ、コナラがII区混交林で良い傾向と考えられるが、ミズナラはIII区の広葉樹林が良い傾向にある。また、林型が樹形等に及ぼす影響が少ないのはアカマツ、コナラがI区、ミズナラはIII区と考えられる。

強度の除伐施業を実施し、残存木の雪害が心配された現在のところ被害は軽微であり、形状比をみると、5成長期経過後では設定時よりも全体的に低めになってきたことから雪害に対する耐性もでてきたものと考えられる。

2. 南郷試験地

(1) 樹幹解析結果

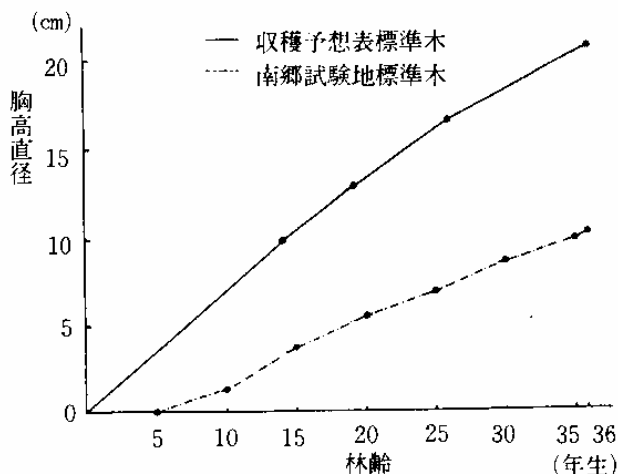


図-5 胸高直径成長の比較

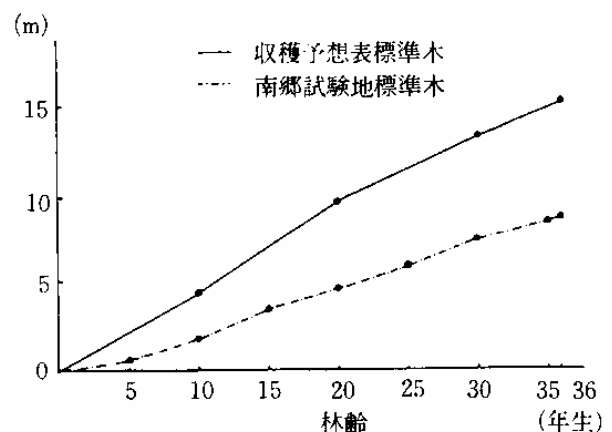


図-6 樹高成長の比較

試験地のスギ標準木樹幹解析結果と会津地方の地位級5、植栽本数3,000本の収穫予想表の標準木を、胸高直径、樹高成長別に図-5、6に示した。

試験地標準木は樹高、胸高直径ともに成長が悪く、調査時の36年生で収穫予想表標準木の15~6年生程度の成長を示し、緩慢な成長をしていることがわかる。¹⁾このことは最深積雪深が3~4mとスギ造林の適地ではなかったこと、植栽後の施業が適切でなかったことなどが考えられる。

(2) 除伐前後の樹種構成

表-3に各固定プロットの除伐前の樹種構成を、表-4に除伐前後の立木本数と混交割合、及び主な施業と施肥量を示した。

表-3 南郷試験地各固定プロット除伐前の樹種構成

項目 樹種	プロット別本数 (本)								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	合計
ブナ	7	72	71	24	73	79	128	103	557
リョウブ	34	51	44		66	69	91	37	392
ヤマモミジ	35	41	45	25	10	7	17	9	189
スギ	40	31	20	42	1	4	6	2	146
タムシバ	8	13	20	20	15	16	19	14	125
ウリハダカエデ					12	14	53	28	107
コシアブラ		10	2		15	23	20	11	81
ヤマウルシ	24	5	19	3	9	7	1	5	73
ミズナラ	22	7	9	13	8	4		1	64
マンサク		33	24	6					63
オオカメノキ			5		16	9	6	8	44
ウワミズザクラ		9	6	4	4		2	6	31
ホオノキ		8		2	7		2	4	23
オオバクロモジ			3		11	1		4	19
アズキナシ	4	5		1		4	3	1	18
タニウツギ			6						6
コハウチワカエデ	3	1						1	5
ナナカマド	4								4
ヤマツツジ			4						4
アオダモ					1			1	2
合計	181	286	278	140	248	237	348	235	1,953

表-4 南郷試験地除伐前後の立木本数と混交割合及び施業

プロット No	除伐前ha当り本数(×100本)					除伐後ha当り本数(×100本) 有用高木(注1)					ブナ後 継樹数	除伐後混交割合 (%)		主な施業と施肥量
	スギ	ブナ	ミズナラ	その他	合計	スギ	ブナ	ミズナラ	その他	合計		スギ	広葉樹	
I	40	7	22	112	181	33	0	14	0	47	3	70	30	無施業、無施肥
II	31	72	7	176	286	20	17	2	1	40	60	50	50	除伐、200kg施肥
III	20	71	9	178	278	20	18	7	0	45	43	44	56	除伐、100kg施肥
IV	42	24	13	61	140	36	5	5	1	47	12	77	23	除伐、100kg施肥
V	1	73	8	166	248	0	40	5	7	52	58	0	100	除伐、無施肥
VI	4	79	4	150	237	0	54	0	0	54	52	0	100	除伐、無施肥
VII	6	128	-	214	348	6	76	-	19	101	37	6	94	無施業、無施肥
VIII	2	103	1	129	235	2	67	0	8	77	29	3	97	除伐、100kg施肥

注：I・VII区は無施業(対照区)だが、形質不良木等は本数に含まれていない。
 その他=ミズナラ、ホオノキ等の中高木類。
 ブナ後継樹数は、樹高が2mに達しないもの。

試験区全体の本数ではブナが最多で557本(28.5%)、100本以上の樹種はリョウブ、ヤマモミジ、タムシバ、ウリハダカエデ、造林木であるスギとなっている。プロット別に出現広葉樹をみるとスギ、ブナ、ミズナラの大高木が本数割合で最低のV区が33%、最高のIV区で56%である。さらにI~IV区はスギの残存が多く、上層をブナ、ミズナラの高木性広葉樹と形成していることから、スギと広葉樹がほぼ対等に生育している混交林であるといえる。また、V~VIII区の場合はスギがほとんど残存していないため、この造林地の前生樹であったブナに移行し始めた林況と考えられる。

(3) 除伐後の樹種別生育状況

各プロット主要樹種の生育状況を表-5に示した。

表-5 南郷試験地除伐後の主要樹種生育状況

プロット No	樹種	胸高直径 cm	樹高 m	根元曲幅 m	根元曲高 m	枝下高 m
I	スギ	10.6	6.1	1.0	1.1	2.7
	ブナ	-	-	-	-	-
	ミズナラ	5.6	5.7	1.2	4.2	2.5
II	スギ	11.1	6.6	1.0	0.9	2.8
	ブナ	4.0	5.5	1.0	3.8	2.6
	ミズナラ	7.4	6.8	0.9	3.3	3.1
III	スギ	10.5	6.7	1.0	0.9	3.1
	ブナ	4.4	6.0	1.1	5.0	2.8
	ミズナラ	5.6	6.2	0.8	5.7	3.1
IV	スギ	11.1	6.7	1.0	1.3	2.8
	ブナ	2.9	4.3	1.8	3.8	1.8
	ミズナラ	6.3	6.2	1.6	5.5	2.4
V	スギ	-	-	-	-	-
	ブナ	6.3	7.9	1.6	5.3	3.6
	ミズナラ	8.3	8.6	1.5	7.8	4.0
VI	スギ	-	-	-	-	-
	ブナ	5.1	7.2	1.7	5.3	3.4
	ミズナラ	-	-	-	-	-
VII	スギ	8.1	5.4	1.2	2.8	2.5
	ブナ	4.4	6.3	2.5	4.4	3.1
	ミズナラ	-	-	-	-	-
VIII	スギ	6.8	5.8	1.4	2.7	3.4
	ブナ	4.5	6.1	2.2	4.7	2.8
	ミズナラ	-	-	-	-	-

樹種別にみると、樹高においてI~IV区ではブナ、ミズナラともにほぼ同様な生育をしており、今後、スギは被圧される時期にはいることが予想される。また、根元曲がり量ではスギは少なく、各プロットにおいてもほぼ同様の値を示しているがブナ、ミズナラはややバラツキがあった。V~VIII区はブナの樹高成長はI区~IV区に比べ良好な生育をしているが、根元曲がり高・幅は大きくなっている。

3. 普通造林地帯における施業の耐雪性増強効果の検討

— 雪圧害に対する施業効果の検討 —

I 目 的

耐雪性森林の造成にあたっては耐雪性樹種、品種の導入と幼齢時の適切な保育管理が不可欠である。ここでは福島県産天然スギの耐雪特性を明らかにすると共に、植栽配列が樹形に与える影響について検討する。

II 試験内容

1. 試験地概要

(1) スギ品種系統別植栽試験地

大沼郡金山町に昭和57年の秋設定、調査時の平成元年で7年生である。供試クローンとして、天然スギが吾妻、飯豊、本名、精英樹が北会津1・2号、耶麻1号と対照木として地元スギ実生苗を植栽した。立地環境は標高560m、山腹凹型斜面、斜面傾斜角10°、斜面方位N81°W、最深積雪深は320cm前後である。^{2)、3)、4)}

(2) 天然スギ群状植栽試験地

この試験地は昭和47年秋に設定し、調査時の平成2年9月で18年生である。立地環境は標高が1,100m、斜面は山腹凹型地形で、方位はN85°W、傾斜角は7~37度、最深積雪深は250~300cmである。

試験区は群状植栽と列状植栽の2試験区を比較・検討のため隣接させて設定し、供試木は吾妻、飯豊、本名の天然スギ挿し木苗と田島産実生苗を使用、図-1のように、各品種3回繰り返しで植栽した。

() 内は列状植栽

I	吾妻 (吾妻)	飯豊 (飯豊)	本名 (本名)	地元 (地元)
II	飯豊 (飯豊)	地元 (本名)	吾妻 (地元)	本名 (吾妻)
III	地元 (本名)	本名 (地元)	飯豊 (吾妻)	吾妻 (飯豊)

斜面上部

図-1 群状植栽供試木配置図

両試験区の植栽配置は、群状植栽が図-2の

とおりで群の中心間の距離が4m、苗間距離が1m、一群4本植えて1プロット16群、1a当たり2,500本植栽である。列状植栽は、植栽間隔1.5mで1a当たり4,000本で植栽した。

2. 調査方法

(1) スギ品種系統別植栽試験地

胸高・根元直径、樹高、枝下高、根元曲がり、枝張り、樹形級等について行った。調査方法は次のとおりである。

- ① 胸高直径：1.2mの高さの直径を測定した。
- ② 根元直径：地面から高さ20cmの直径を測定した。
- ③ 樹高：根元位置から梢端までの長さを測定した。
- ④ 枝下高：地面から最下部にある生枝までの高さを測定した。
- ⑤ 根元及び幹曲がり高：根元位置から根元及び幹曲がりが高なくなるまでの高さを測定した。

⑥ 根元及び幹曲がり幅：根元位置から梢端までの水平距離を測定した。

⑦ 枝張り：斜面上部に向かって上下、左右の最大幅を測定した。

⑧ 樹形級：表-1のように区分した。

(2) 天然スギ群状植栽試験

残存状況、胸高直径、樹高、枝下高、根元曲がり、枝張りと言雪害、病虫獣害などについて実施した。なお、調査方法は次のとおりである。

① 残存状況：残存している立木本数をカウントした。

② 胸高直径：1.2 mの高さの直径を測定した。

③ 枝下高：地面から最下部にある生枝までの高さを測定した。

④ 根元及び幹曲がり高：根元位置から根元及び幹曲がり高がなくなるまでの高さを測定した。

⑤ 根元及び幹曲がり幅：根元位置から梢端までの水平距離を測定した。

⑥ 枝張り：斜面に向かって上下、左右の最大幅を測定した。

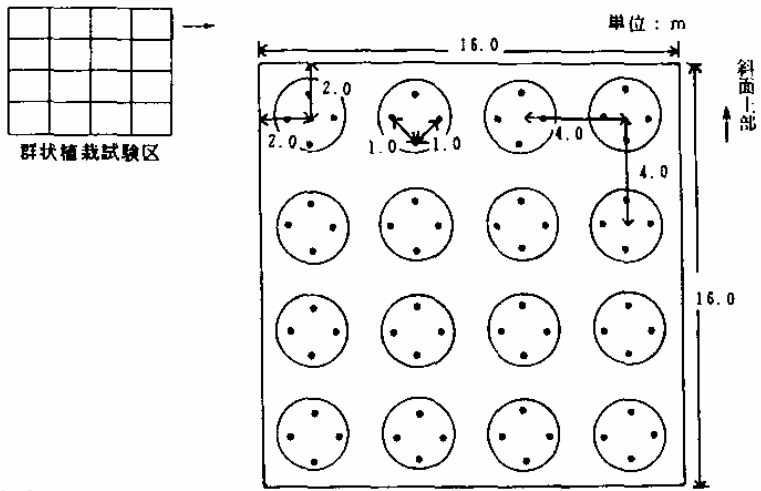


図-2 群状植栽配置図

表-1 樹形級区分

A	根元部を除き主幹は直立し、雪圧の害が殆ど認められないもの。
B	主幹に傾きや曲がりがあり、枝つきからも雪圧の害を受けたと思われるもの。
C	雪圧害により主幹の形質が非常に悪いもの。

注：「人工林雪害の育林的防除技術の確立に関する基礎調査」より一部引用

III 結果及び考察

1. スギ品種系統別植栽試験

調査結果を表-2に示した。

これをみると、樹高成長は地元実生>吾妻>本名>飯豊>北会津2号>耶麻1号>北会津1号の順に良好で、根元直径、枝張りについても同様の傾向がみられた。このことから、精英樹の初期成長は天然スギ、地元実生に比べて遅い傾向にある。

表-2 品種別生育状況と樹形級別出現率

項目 品種	胸高直径 cm	根元直径 cm	樹高 cm	枝張り		根元曲がり量		樹形級別本数				樹形級別出現率%		
				上下 cm	左右 cm	幅 cm	高さ cm	A	B	C	計	A	B	C
吾妻	3.1	5.6	263	121	134	28	109	25	32	7	64	39.1	47.1	10.9
本名	2.4	5.3	228	118	129	27	87	42	23	5	70	60.0	32.9	7.1
北会津1	1.7	3.4	193	74	92	28	93	27	24	4	55	49.1	43.6	7.3
北会津2	1.9	3.6	210	89	104	29	88	13	39	4	56	23.2	69.6	7.2
耶麻1	1.7	3.6	208	80	96	25	90	10	33	0	43	23.3	76.7	0
飯豊	2.0	4.7	219	113	122	22	69	39	26	6	71	54.9	36.6	8.5
地元実生	4.1	7.2	317	169	184	54	144	38	31	3	72	52.8	43.1	4.1

根元曲がり、地元実生（高さ 1.44 m、幅 0.54 m）が最大、最小は飯豊（高さ 0.69 m、幅 0.22 m）で、その他のものはほぼ同様の値であった。

また、樹形級 A の出現率は本名 > 飯豊 > 地元実生 > 北会津 1 号 > 吾妻 > 耶麻 1 号 > 北会津 2 号であり、天然スギが雪圧に対し、樹形を良好に保持する傾向がうかがえる。

総括すると、天然スギの植栽後初期成長は地元実生には劣るものの根元曲がり量は比較的小さく、樹形が良好であるため、雪圧害に対しては強いと考えられる。したがって、積雪地帯における植栽には天然スギクローンが適していると思われる。

2. 天然スギ群状植栽試験

各品種の残存状況を表-3、生育状況を表-4に示した。

残存状況は植栽配列別には群状植栽 90.6%、列状植栽 90.7% と差はみられないが、品種別では本名が群状植栽、列状植栽とも 95% 以上の高い残存率となっている。また、群状植栽の 1 群 4 本中、最も枯損が多かったのは、斜面上部側に位置している植栽木で、枯損率 16% であった。その主たる原因は群の 4 本中、最も雪圧がかかりやすいためと考えられる。

図-3、4、5 にそれぞれ、胸高直径成長と樹高成長、雪圧害・樹形の目安としての根元曲がり幅について示した。なお、立地環境を同一条件下（特に雪圧が同様であること）で比較するため、試験地で斜面最上部の I プロットの資料を使用し検討した。

表-3 品種別残存状況

品 種		残存率(%)	
		群状植栽	列状植栽
吾	妻	86.7	88.9
飯	豊	90.6	88.9
本	名	96.7	95.8
地	元 実 生	88.9	87.5
平	均	90.6	90.7

表-4 各品種の植栽配列及びプロット別生育状況

項目	群 状 植 栽					列 状 植 栽					
	胸高直径 cm	樹 高 m	枝下高 m	根元曲高 m	根元曲幅 m	胸高直径 cm	樹 高 m	枝下高 m	根元曲高 m	根元曲幅 m	
吾妻	I	7.2	4.8	0.7	0.7	0.2	10.6	6.0	0.9	0.8	0.5
	II	10.9	6.3	0.8	0.3	0.0	13.9	8.3	2.0	1.1	0.6
	III	6.4	4.7	0.7	0.5	0.1	16.2	8.9	2.5	1.2	0.5
	平均	8.2	5.3	0.7	0.5	0.1	13.6	7.8	1.8	1.0	0.5
飯豊	I	8.7	5.4	0.7	0.7	0.2	12.4	7.0	0.8	0.8	0.6
	II	12.1	6.9	0.8	0.6	0.2	14.4	7.9	1.7	1.0	0.8
	III	9.2	6.4	0.9	0.5	0.2	14.7	8.4	2.9	1.2	0.6
	平均	10.0	6.2	0.8	0.6	0.2	13.9	7.8	1.8	1.0	0.7
本名	I	8.6	5.7	0.5	0.6	0.2	12.4	7.9	2.1	0.6	0.4
	II	8.2	4.9	0.6	0.6	0.1	13.7	7.9	2.2	1.2	0.8
	III	8.2	6.1	0.8	0.7	0.2	13.2	7.4	1.8	0.9	0.4
	平均	8.3	5.5	0.6	0.6	0.2	13.1	7.7	2.0	0.9	0.5
地元 実生	I	8.9	5.7	0.7	1.1	0.5	10.7	7.1	1.2	0.8	0.4
	II	14.1	7.9	1.2	1.2	0.7	15.7	9.2	2.5	1.7	1.1
	III	9.5	7.2	0.9	0.9	0.4	14.5	9.1	2.9	1.4	0.6
	平均	10.6	6.8	0.9	1.0	0.6	13.7	8.5	2.2	1.3	0.7

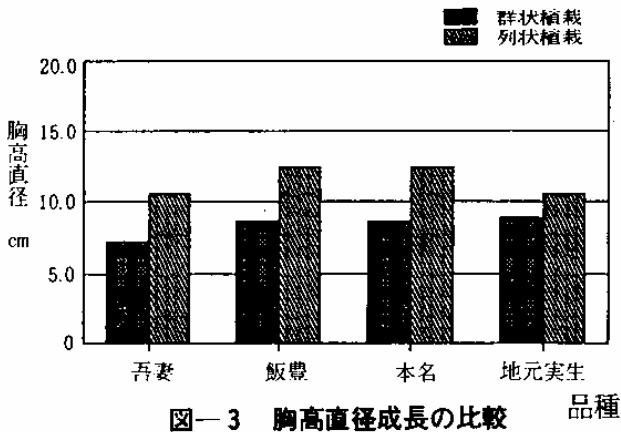


図-3 胸高直径成長の比較 品種

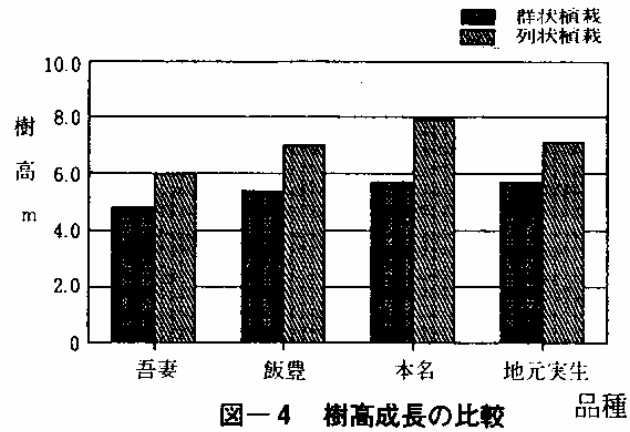


図-4 樹高成長の比較 品種

胸高直径成長及び樹高成長は群状植栽が列状植栽よりもそれぞれ1.8～3.4 cm (17～31%)、1.2～2.2 m (20～28%) 劣っているが、根元曲がり幅では、群状植栽の地元実生が列状植栽よりも0.1 m 大きい天然スギの場合には0.2～0.4 m (50～67%) も軽減されていることがわかる。

また、品種別に比較すると、天然スギの胸高直径、樹高成長は植栽配列に関係なく地元実生より小さい。しかし、根元曲がり幅では群状植栽の天然スギは50%以上も被害が軽減されている。以上のことから、天然スギと群状植栽の組み合わせにより、積雪地帯においても樹形状を良好に保つ可能性があると考えられる。¹⁰⁾

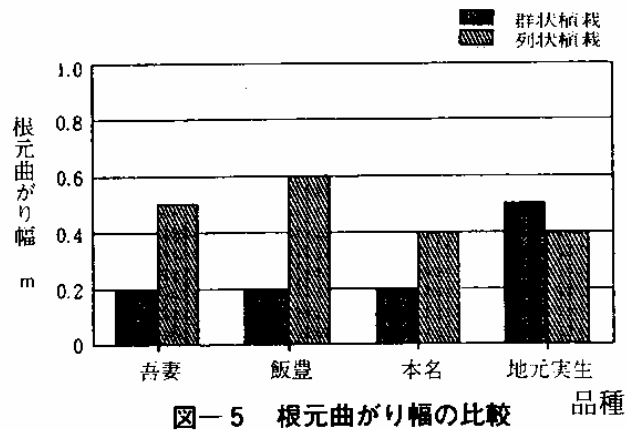


図-5 根元曲がり幅の比較 品種

まとめ

1. 成林目標への立地の影響を重視した区分法の向上

大面積スギ造林地において微細地形を考慮した経済林としての成林予測を最深積雪深の区分により実施した。その結果、利用成林率 (k_a 当たり樹形級区分 A、B 級木の本数 ÷ k_a 当たり植栽本数 × 100) と最深積雪深の関係が導かれ、質的要因の数量化により最深積雪深の推定が可能であった。また、推定積雪深を用いて成林予測分布図を作成した。しかし、今回の解析ではサンプル数が少ないため、重相関係数が期待していたよりも低い値であった。

2. 不成績林・雪害跡林の混交林化技術の検討

下郷試験地では針広混交割合が異なる 3 区の林型のうち、胸高直径・樹高・枝下高・根元曲がり幅を総合的に判断して、現時点ではアカマツの樹高成長が促進され広葉樹の成長も大きいアカマツ・広葉樹の混交割合が 3 : 7 の林型が良好と考えられる。

3. 雪圧害に対する施業効果の検討

天然スギが雪圧害に対し、残存状況、樹形ともに良好であることが明らかになった。とくに、天然スギ群状植栽試験では天然スギと群状植栽の組み合わせによって、根元曲がり幅が軽減されていることから、耐雪性のある施業方法として今後期待できるものと考えられる。

以上であるが、成林が危惧される積雪地帯下での造林では、立地環境によって植栽当初から混交林に仕立てる施業方針をとったり、植栽方法などを検討することが望ましい。

おわりに

本試験では、局所環境要因と樹形級区分による地域的なきめ細かい地帯区分とそれらに対応した耐雪性森林への育成技術を検討してきたが、今後は地帯区分の精度を高めるためにサンプル数を増やし、根雪期間等の他因子も含めて解析したい。また、混交林化技術の試験地では、不成績林分から有用広葉樹を活用した混交林への誘導のための施業が今後の林分構成に与える影響について継続調査を実施する必要がある。

引用及び参考文献

- 1) 福島県農地林務部：すぎ人工林の実態調査結果とその応用について（裏日本－福島県会津地方）：72pp, 福島県農地林務部, 1982
- 2) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験（第3報）。福島県林試場報 4：50～52, 1972
- 3) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験。福島県林試場報 5：14～15, 1973
- 4) 橋本忠雄ほか：奥地林造成試験。福島県林試場報 6：19～20, 1974
- 5) 平川昇ほか：人工雪害の育林的防除技術の確立に関する基礎調査。福島県林試研報 19：131～184, 1986
- 6) 片岡健次郎：東北地方におけるスギの雪圧害危険地帯区分図。林試研報, 344別刷：5pp, 1987
- 7) 小野孝司・生井郁郎：微細地形と造林地の凍霜害。北海道造林振興協会：3～17, 1961
- 8) 小野寺弘道：雪と森林。わかりやすい林業解説シリーズ 96：81pp, 林業科学技術振興所, 1990
- 9) 佐藤啓祐ほか：雪に強い森林の育て方：170pp, 豪雪地帯林業技術開発協議会編 1984
- 10) 竹原秀雄ほか：林業新技術33選：492pp, 全国林業普及協会, 1970
- 11) 富樫誠ほか：積雪地帯における広葉樹林の造成・改良技術に関する研究。福島県林試研報 22：28～92, 1989
- 12) 山谷孝一：積雪とくに豪雪地帯における育林技術。林業技術 443：12～16, 1979

付表-1 調査データ一覧

行番号	品種	植栽年	標高(m)	斜面位置・形状	傾斜方位	傾斜方位(局部)	傾斜度(°)	最深積雪深(cm)	土壌型	調査面積(m ²)	立木本数(n/ha)	立木成林率(%)
1	秋田スギ実生	S 5.0. 秋	1080	山腹上部・平衡	N50°E	N10°E	5	360	BD(d)	116.90	1112	37.1
2	坂下産実生	S 5.5. 春	790	山腹下部・急・平衡	N40°E	N40°E	38	250	BD(d)	120.10	1582	52.7
3	坂下産実生	S 5.3. 秋	760	山腹下部・急・平衡	N30°E	N30°E	36	217	BD	100.40	1594	53.1
4	坂下産実生	S 5.2. 秋	1000	山腹中部・やや凸	S10°E	S10°E	26	252	BD(d)	126.40	1582	52.7
5	坂下産実生	S 5.2. 秋	1000	山腹上部・やや凸	S	S34°W	33	130	BB	115.92	2329	77.6
6	坂下産実生	S 5.3. 春	900	山腹中部・急・平衡	N84°E	N84°E	33	180	BD	100.18	1996	66.5
7	坂下産実生	S 5.3. 春	940	山腹中部・平衡	N50°E	N50°E	33	250	BD(d)	120.70	2320	77.3
8	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1100	山脚・堆積面	N40°E	N40°E	5	358	BD	136.80	731	24.4
9	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1090	山脚・堆積面	N	N	8	359	PW i	141.12	779	26.0
10	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1100	山脚・平衡	S70°W	S70°W	5	335	BD	120.12	1166	38.9
11	秋田スギ実生	S 5.1. 春	1060	山腹上部・やや凸	S54°W	S54°W	12	345	BD	118.40	1689	56.3
12	秋田スギ実生	S 5.1. 春	1070	山腹上部・平衡	N20°W	N20°W	17	345	BD	129.60	926	30.9
13	秋田スギ実生	S 5.1. 春	1050	山腹中部・平衡	N24°W	N24°W	5	345	BD	127.50	627	20.9
14	秋田スギ実生	S 5.1. 春	1060	山腹中部・平衡	N60°W	N60°W	10	305	BD	124.70	1524	50.8
15	坂下産実生	S 5.2. 春	1060	山腹中部・平衡	S55°W	S55°W	23	230	BD(d)	98.75	1823	60.8
16	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1020	山腹中部・平衡	N80°E	N80°E	20	356	BD(d)	141.90	1339	44.6
17	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1010	山腹中部・凹	N26°W	N26°W	28	220	BD	94.50	1587	52.9
18	坂下産実生	S 5.2. 春	990	山腹下部・平衡	N52°W	N52°W	45	250	BD	75.81	1383	52.8
19	秋田スギ実生	S 5.1. 春	915	山腹中部・平衡	N20°E	N20°E	15	315	BD(d)	146.08	830	29.7
20	坂下産実生	S 5.2. 秋	870	山腹中部・やや凸	N40°E	N40°E	5	286	BD	137.70	1670	55.7
21	坂下産実生	S 5.2. 秋	900	山腹中部・平衡	S88°E	S84°W	34	288	BD	101.50	1773	59.1
22	坂下産実生	S 5.3. 春	930	山腹中部・急・平衡	S10°W	N80°W	30	186	BD	75.60	2249	75.0
23	坂下産実生	S 5.2. 秋	940	山腹中部・平衡	S10°E	S	28	253	BD(d)	120.82	1490	49.7
24	坂下産実生	S 5.2. 秋	980	山腹中部・緩・やや凸	S	S	15	238	BB	141.90	1339	44.6
25	坂下産実生	S 5.2. 秋	960	山腹中部・緩・平衡	S15°E	S5°W	11	268	BD(d)	108.90	1653	55.1
26	秋田スギ実生	S 5.1. 春	1100	山腹中部・平衡	N38°W	N38°W	15	275	BD	107.16	2146	71.5
27	坂下産実生	S 5.2. 秋	1130	山腹上部・平衡・凹	S5°W	S5°W	34	254	BD(d)	137.06	1605	53.5
28	坂下産実生	S 5.2. 秋	1090	山腹上部・平衡	S10°W	S10°W	35	222	BD	62.00	1935	64.5
29	坂下産実生	S 5.3. 春	990	山腹中部・平衡	S10°W	S	5	323	BD	114.42	1136	37.9
30	坂下産実生	S 5.2. 秋	1050	山腹上部・緩・やや凸	S25°W	S85°W	27	178	BB	128.70	2020	67.3
31	坂下産実生	S 5.2. 秋	1010	山腹中部・緩・やや凸	S5°E	S15°W	3	317	BD	153.30	1370	45.7
32	坂下産実生	S 5.5. 春	920	山腹中部・平衡・急	E	S65°E	36	215	BD(d)	55.12	2540	84.7
33	坂下産実生	S 5.3. 秋	920	尾根部・やや凸	S20°W	S20°W	35	235	BD	72.76	2199	73.3
34	坂下産実生	S 5.3. 秋	880	山腹上部・平衡・急	S35°W	S35°W	38	226	BD	73.33	3000	100.0
35	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1170	山腹上部・緩・やや凸	S30°E	S60°E	15	365	PD III	190.80	891	29.7
36	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1120	山腹中部・平衡	S80°W	S80°W	30	342	BD(d)	130.39	1917	63.9
37	坂下産実生	S 5.2. 春	1050	山腹中部・緩・平衡	N10°W	N25°W	27	271	BD(d)	138.60	1732	57.7
38	坂下産実生	S 5.2. 春	1020	山腹中部・緩・平衡	N56°W	N56°W	30	200	BD	100.05	1000	33.3
39	坂下産実生	S 5.2. 春	960	山腹中部・平衡	N60°W	N80°W	30	200	BD(d)	119.52	1757	58.6
40	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1070	山腹中部・緩・平衡	S80°E	S80°E	13	350	BD(d)	117.80	1104	36.8
41	秋田スギ実生	S 5.0. 秋	1010	山脚上部・平衡	N75°E	N75°E	5	320	BD	104.88	1526	50.9
42	坂下産実生	S 5.2. 春	980	山腹中部・やや凸	N40°W	N40°W	25	280	BD(d)	130.31	1074	35.8
43	秋田スギ実生	S 5.1. 春	1080	山腹中部・平衡	N70°W	N70°W	10	275	BD	105.12	1903	63.4
44	坂下産実生	S 5.3. 春	790	山腹中部・平衡	S68°E	S68°E	40	240	BD	101.75	1376	45.9
45	坂下産実生	S 5.2. 春	1060	山腹上部・やや凸	N20°E	N20°E	15	290	BD(d)	100.00	1200	40.0
46	坂下産実生	S 5.2. 春	1040	山腹上部・平衡	S60°E	S60°E	18	240	BD(d)	100.00	1900	63.3
47	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1180	山頂・やや凸	N90°E	N20°E	15	248	BD(d)	100.00	2000	66.7
48	秋田スギ実生	S 5.1. 秋	1100	山腹上部・平衡	N90°E	N80°E	18	229	BD	100.00	2100	70.0

附表-2 調査データ一覧

区画No.	調査本数 (n)	樹形級 (n)	A	B	C	A+B	A本数 (n/ha)	A、B本数 (n/ha)	利用成林率 (%)	直径 (cm)	樹高 (m)	根曲幅 (m)	根曲高 (m)	形状比
1	13	0	4	9	4	0	342	0	11.4	13.1	5.8	1.7	2.5	44
2	19	0	14	5	14	0	1166	0	38.9	8.0	4.2	1.3	1.3	53
3	16	7	7	2	14	697	1394	46.5	10.9	6.3	0.9	0.9	1.4	58
4	20	0	15	5	15	0	1187	39.6	10.7	5.6	1.8	1.8	3.6	52
5	27	0	1	26	1	0	86	2.9	3.4	2.4	1.2	1.2	1.9	71
6	20	3	9	8	12	299	1198	39.9	6.7	3.8	1.1	1.1	1.6	56
7	28	7	17	4	24	580	1988	66.3	13.7	6.5	1.6	2.1	2.1	47
8	10	0	1	9	1	0	73	2.4	12.2	5.9	3.3	4.6	4.6	48
9	11	0	0	11	0	0	0	0	11.0	5.2	2.9	3.7	3.7	47
10	14	2	1	11	3	167	250	8.3	11.7	5.4	2.7	3.2	3.2	46
11	20	3	3	14	6	253	507	16.9	13.8	6.9	2.3	4.1	4.1	50
12	12	0	6	6	6	0	463	15.4	16.4	6.6	1.8	2.9	2.9	40
13	8	0	1	7	1	0	78	2.6	10.5	6.3	3.4	3.8	3.8	60
14	19	5	4	10	9	401	722	24.1	13.6	7.0	1.8	3.4	3.4	51
15	18	1	3	14	4	101	405	13.5	7.5	4.3	1.3	2.3	2.3	57
16	19	0	10	9	10	0	705	23.5	15.1	6.1	2.4	3.3	3.3	40
17	15	1	3	11	4	106	423	14.1	12.0	6.1	1.5	2.6	2.6	51
18	12	0	2	10	2	0	264	8.8	9.6	4.3	2.0	2.9	2.9	45
19	13	7	3	3	10	479	685	22.8	15.9	7.2	1.7	2.6	2.6	45
20	23	4	9	10	13	290	944	31.5	14.4	7.8	1.0	2.0	2.0	54
21	18	5	9	4	14	493	1379	46.0	13.8	6.7	1.4	1.7	1.7	49
22	17	5	7	5	12	661	1587	52.9	10.1	6.0	0.9	1.4	1.4	60
23	18	0	4	14	4	0	331	11.0	10.1	5.2	1.6	2.9	2.9	51
24	19	3	13	3	16	211	1128	37.6	12.8	6.5	0.9	1.4	1.4	51
25	18	3	10	5	13	275	1194	39.8	13.0	7.4	1.1	1.9	1.9	57
26	23	5	8	10	13	467	1213	40.4	11.3	7.9	1.1	2.8	2.8	70
27	22	0	0	22	0	0	0	0	0	9.1	5.2	1.4	4.3	57
28	12	0	0	12	0	0	0	0	0	6.1	3.7	1.6	3.2	61
29	13	2	5	6	7	175	612	20.4	14.0	6.8	1.3	2.5	2.5	49
30	26	3	13	10	16	233	1243	41.4	7.0	4.4	0.5	1.0	1.0	63
31	21	3	13	5	16	196	1044	34.8	11.9	6.4	1.2	1.7	1.7	58
32	14	0	0	14	0	0	0	0	0	4.6	3.1	1.5	2.6	67
33	16	6	8	2	14	825	1924	64.1	6.5	4.2	0.9	1.5	1.5	65
34	22	8	9	5	17	1208	2566	85.5	7.6	4.9	0.8	1.2	1.2	64
35	17	0	5	12	5	0	262	8.7	7.4	4.1	1.6	1.9	1.9	55
36	25	0	11	14	11	0	844	28.1	9.2	4.7	3.0	3.5	3.5	51
37	24	0	15	9	15	0	1082	36.1	11.5	5.3	1.8	1.6	1.6	46
38	10	0	1	9	1	0	100	3.3	10.3	4.6	2.0	3.0	3.0	45
39	21	13	5	3	18	1088	1506	50.2	13.8	7.0	1.0	1.2	1.2	51
40	13	0	9	4	9	0	764	25.5	12.2	6.0	1.5	1.7	1.7	49
41	16	0	2	14	2	0	191	6.4	9.3	4.9	1.9	3.4	3.4	58
42	14	3	8	3	11	230	844	28.1	15.3	6.6	1.6	1.8	1.8	43
43	20	2	5	13	7	190	666	22.2	14.1	7.3	2.1	4.2	4.2	52
44	14	3	4	7	7	235	688	22.9	9.0	4.7	1.5	2.3	2.3	52
45	12	8	1	3	9	800	900	30.0	7.2	4.4	1.3	1.7	1.7	61
46	19	15	2	2	17	1500	1700	56.7	6.8	4.5	1.7	1.7	1.7	66
47	20	14	1	5	15	1400	1500	50.0	7.0	4.4	1.3	1.6	1.6	63
48	21	11	2	8	13	1100	1300	43.3	6.5	4.4	1.7	0.7	0.7	68