

積雪地帯における環境保全林特性の解明

(地域重要新技術課題 平成4～6年度)

研 究 員 高 原 尚 人
研 究 員 鈴 木 千 秋
(現 福島県森林土木課 技師)
造林経営部長 北 島 瑞 穂
主任 研究員 今 井 辰 雄

目 次

要 旨	1
I はじめに	2
II 環境保全林の実態調査	2
1. 西会津調査地	2
2. 田島調査地	10
3. まとめ	14
III 環境保全林への誘導技術	15
1. 熱塩加納試験地	15
2. 南郷試験地	20
3. まとめ	24
IV おわりに	24
参考文献	25

要 旨

積雪地帯におけるスギ造林木の成長量と樹形態は立地環境に影響されるところが大きい。特に土壌の乾燥傾向が強く、A層が浅い個所や、急傾斜で凸型の条件下ではスギの生育が劣り、多くの広葉樹が入り込んでいた。

造林地内に入り込んだ広葉樹はスギの生育段階に関わらず造林木の成長を抑制させていた。雪圧害を受けやすい時期の林分では、同時に根元曲がりが増加するのを押える動きをしていた。また、雪圧害を受け易い時期から脱した林分では根元曲がりへの影響は殆ど見られなかった。これらのことから造林地内に侵入した広葉樹の扱い方として、前者の林分では適宜残す除伐、後者では残さない通常の除伐方法を行うことがスギの健全な生育のために必要であると考えられる。

I はじめに

これまでのスギ人工林の造成は、戦後以降の急激な木材需要に応えるべく拡大造林が進められてきた結果、生育不適地や標高の高い積雪地帯にまで行われてきた。しかし、このような造林地は環境条件の悪さや人手不足等により十分な保育が行われていないため、根元曲がり等の形質不良木が多く、不成績となった林分が目立つ。そこで本研究では積雪地帯におけるスギ不成績造林地の実態を把握するとともに、雪に対して健全な林分を育てるための技術について検討する。なお、ここで述べる「環境保全林」とは積雪環境において雪に強い健全な森林のことを表わしている。

本研究は青森、秋田、山形、福島、新潟、富山、石川、福井、岐阜、兵庫、鳥取の11県の公立試験研究機関による共同試験であり、研究の遂行にあたっては林野庁発行の「平成4年度林業試験研究設計書」に基づいて進めたものである。

II 環境保全林の実態調査

調査地は県内でも積雪量の多い会津地方のなかで耶麻郡西会津町と南会津郡田島町の2カ所のスギ造林地に設定した。

1 西会津調査地

(1) 調査地の概要

当地は耶麻郡西会津町野沢地内のスギ人工造林地で1981年（昭和56年）から7年間かけて59.3haの植栽が行われた。今回の調査は当地の1986年（昭和61年）に植栽された9年生の林分と1981年（昭和56年）植栽の14年生林分に加え、当地に隣接する1985年（昭和28年）植栽の40年生林分を用いた。



図-1 調査場所

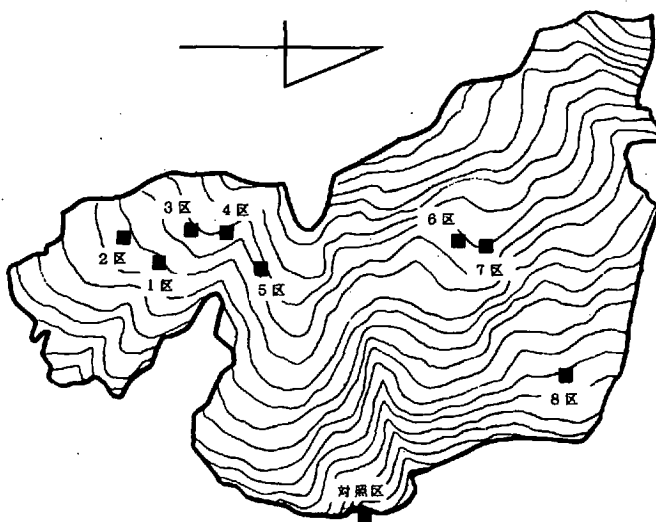


図-2 調査地の位置図

(2) 調査区

調査区は20×20mの方形区を9年生林分に5区、14年生林分に3区、対象区として40年生林分に1区の合計9区設定した。

(3) 調査方法

各調査区とも立地環境調査として標高、斜面位置、斜面形状、斜面方位、傾斜度、最深積雪深、土壌型及び土壌円筒による土壌の理学的性質の分析を行った。また、林分構造調査としては調査区内の樹高2m以上の全立木について胸高直径、樹高、形状比、根元曲がり幅、樹型級* (A, B, Cの3区分)の測定を実施した。樹幹解析は9年生、14年生両林分の成長状況の良好な区と不良な区、及び対照区から各々主林木と思われる個体を選抜し供試木とした。樹冠投影図は樹幹解析で用いた調査区内において10×10mのプロットを設定し、その内部のスギの根元位置、根曲がり方向、4方向の枝張りを測定し作成した。また、植生調査では調査区内に侵入した高木性広葉樹と草本植物の本数、高さ、被度について調査した。被度の決定はブラウン-ブランケ法を用いて行った。

※樹型級 { A : 樹幹が通直で材としての利用歩留まりが高いと期待されるもの
 B : A, C以外のもの
 C : 樹幹の形質が極端に悪く、将来的に用材としての価値が低いか期待できないもの

(4) 結果及び考察

① 立地環境

立地環境調査結果を表-1に示す。各調査区は1区から7区までが小峰部で標高475~495m、8区は山腹下部で標高395m、対照区はそこからさらに斜面を下った林分で標高は325mの部分に位置している。傾斜度は全体的に6~25°の範囲であるが、5区では30°とやや急な地形となっている。また、各斜面は南東から北東向きで、最深積雪深は対照区を除いて概ね200cm前後である。対照区では128cmと他区よりも積雪量が少なかったが、これは林冠が閉鎖していたためと思われる。

表-1 西会津調査地の立地環境調査結果

	植栽年度	標高 (m)	斜面位置	斜面形状	斜面方位	傾斜度(°)	最深積雪深(cm)
1区	1986年・秋	480	小峰	凹	S45E	10	220
2区	1986年・秋	475	小峰	凸	S42E	6	190
3区	1986年・秋	485	小峰	凸	S45E	11	195
4区	1986年・秋	490	小峰	凸	N60E	15	175
5区	1986年・秋	485	小峰	やや凸	S10E	30	215
6区	1981年・秋	490	小峰	凹	S50E	15	220
7区	1981年・秋	495	小峰	凸	S40E	20	210
8区	1981年・秋	395	山腹下部	平衡	N40E	7	-
対照区	1953年	325	山腹下部	凹	N55E	25	128

土壌の理学的性質の調査結果を表-2に示す。土壌型は7区にB_B型が出現した以外はB₀またはB_{0(a)}型であり、土壌型に関してみると当調査地は概ねスギの生育適地であると言えるが、透水指数は対照区を除くと489~2,765cc/min・cmと一般に少ない値を示しており、理学的性質は劣る。

表—2 西会津調査地の土壤の理学的性質調査結果

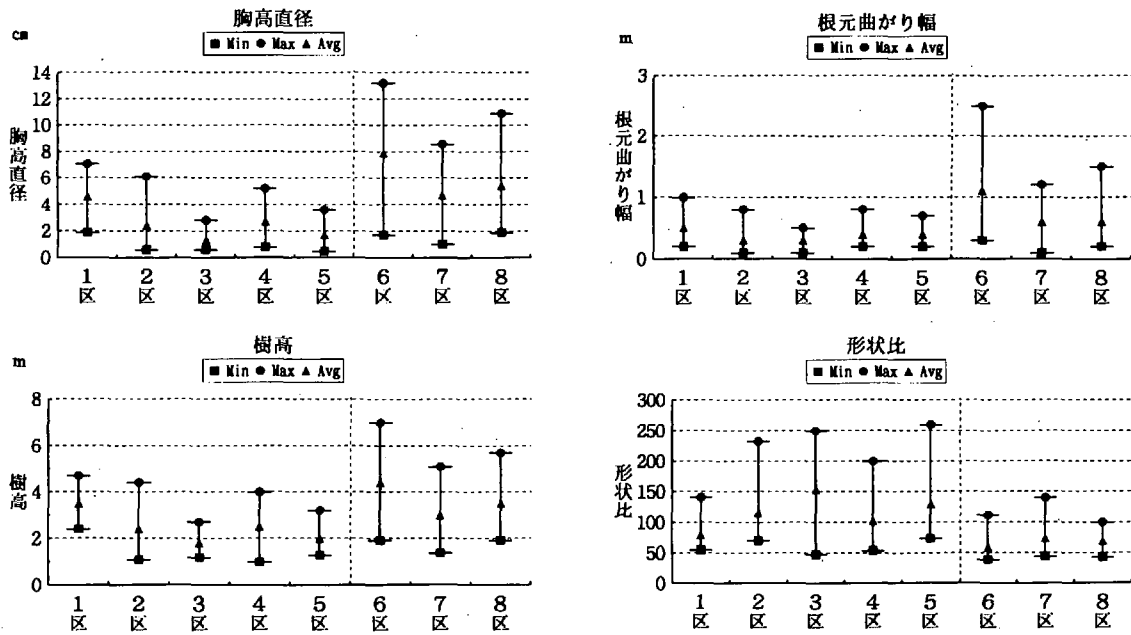
	土壤型	層位	A層厚 (cm)	透水速度(ml/min)		透 水 指 数	最 大 容 水 量 (%)	最 小 容 気 量 (%)	細 孔 隙 量	粗 孔 隙 量	三 相 組 成 (%)		
				5 分 後	15 分 後						固 相	液 相	気 相
1 区	B _D	A1~A2	16	51	46	2,201	68	5	48	25	27	55	18
		A2		156	134		59	17	36	40	24	43	33
		B1		15	14		59	4	43	20	38	51	11
2 区	B _{D(d)}	A1	15	83	75	2,655	68	8	50	25	25	55	20
		A2		12	10		63	5	49	19	32	55	13
		B~C1		69	57		41	17	29	29	42	34	24
3 区	B _{D(d)}	A~AB	11	114	107	1,660	70	6	48	28	23	57	20
		B		17	14		59	4	42	22	37	50	13
		C		32	26		58	7	36	29	36	47	17
4 区	B _{D(d)}	A~AB	16	14	28	489	62	5	45	22	33	52	15
		AB		7	6		57	3	43	17	41	51	8
		C1		5	4		55	7	43	19	39	50	11
5 区	B _{D(d)}	A~AB	15	132	94	1,529	73	3	50	25	25	59	16
		AB		38	22		48	12	30	29	40	39	21
		B		21	17		39	18	18	38	43	31	26
6 区	B _D	A~AB	21	133	104	2,765	73	3	50	25	25	59	16
		AB		21	19		48	12	30	29	40	39	21
		B		45	35		39	18	18	38	43	31	26
7 区	B _B	A	7	202	198	1,486	62	11	36	37	27	48	25
		B		2	1		58	1	47	9	44	54	2
8 区	B _D	A1	25	74	55	1,311	60	7	40	27	34	52	14
		A2		28	19		57	6	38	24	38	48	14
		B1		15	11		52	7	38	22	41	48	11
対照区	B _D	A1	40	155	110	4,035	58	12	31	40	30	45	25
		A2		76	67		58	12	31	40	29	41	30
		B		24	20		58	6	37	27	36	49	15

② 林分構造

各調査区におけるスギの生育状況に関する毎木調査結果の平均値及び樹型級を表-3に、スギの胸高直径・樹高・根元曲がり幅・形状比の出現範囲を図-3に示す。9年生林分のなかでは1区が樹高・胸高直径ともに比較的成長が良く、胸高直径の最低値1.9cm、樹高の最低値2.4mは2~5区と比較しても高い値である。また、1区は形状比についても範囲が55~141と他区よりも狭く安定していた。しかし、根元曲がり幅に関しては他の区と比較して若干大きめの値であった。14年生林分では6区で樹高・胸高直径の平均値はいずれも良好な値を示していたが、出現範囲のグラフを見るとばらつきが多い。根元曲がり幅の平均値は7・8区よりも0.5m大きく、幅が2m以上のものも見られた。

表一三 スギの生育状況調査結果の平均値及び樹型級

	樹齡	立木本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	形状比	根元曲幅 (m)	樹型級(本)		
							A	B	C
1 区	9	1,700	4.6	3.5	79	0.5	13	29	38
2 区	9	1,300	2.4	2.5	115	0.3	6	24	28
3 区	9	1,400	1.3	1.8	153	0.3	10	27	19
4 区	9	1,600	2.7	2.5	102	0.4	22	28	31
5 区	9	1,000	1.7	2.0	130	0.4	14	19	12
6 区	14	1,400	7.9	4.4	59	1.1	18	25	37
7 区	14	1,700	4.7	3.0	73	0.6	11	15	27
8 区	14	1,700	5.4	3.5	69	0.6	8	21	44
対照区	40	1,600	21.2	19.0	90	1.3	12	18	4

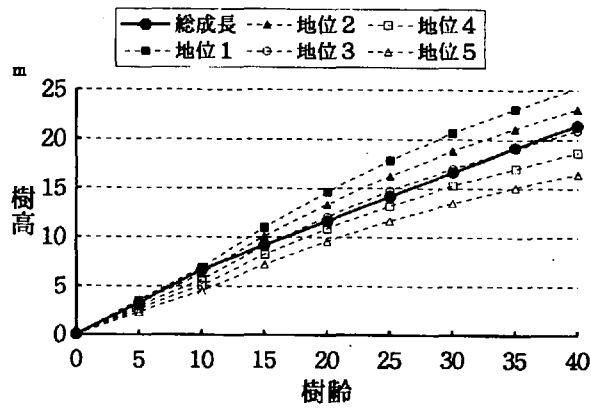


図一三 スギの出現範囲

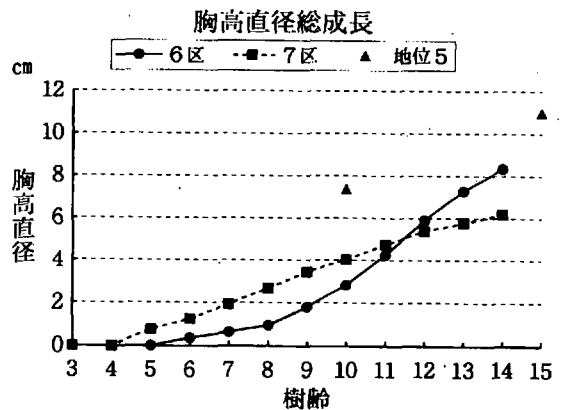
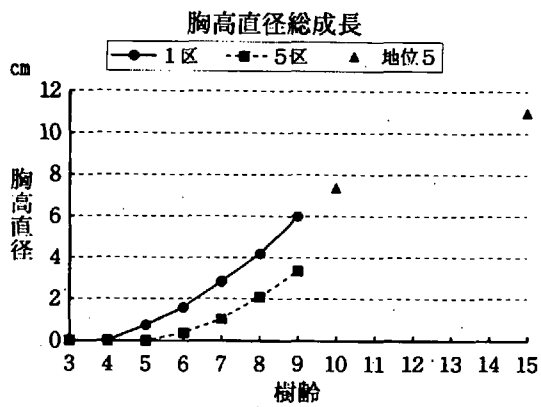
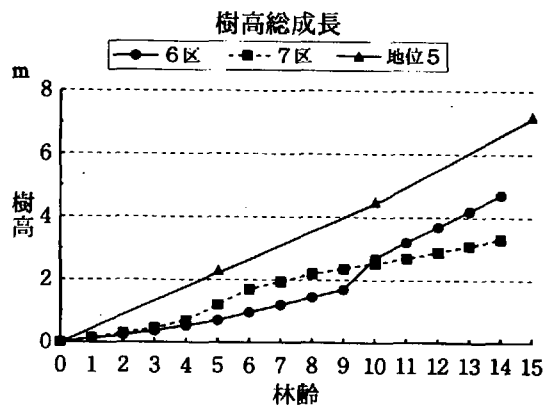
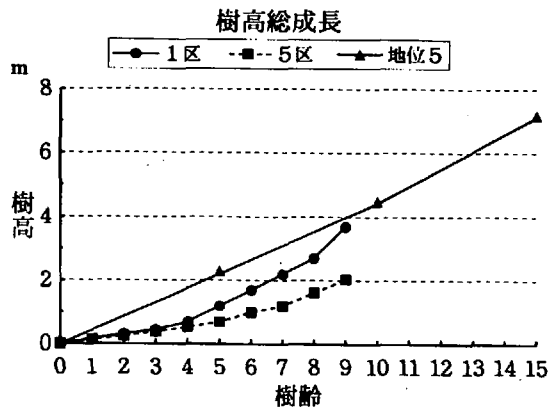
樹幹解析結果を図一四～六に示す。解析木は9年生林分では1区・5区から、14年生林分では6区・7区から各々1本づつと対照区から1本の計5本とした。対照区では10年生までは会津地方スギ収穫予想表の地位級1に準ずる成長量であったが、15年生以降現在の40年生までは地位級3程度の成長で推移している。また、対照区を除けばいずれの区も地位級5以下の成長量しかないが、1区と6区に関しては樹高・胸高直径ともに総成長曲線が上昇傾向にあり、今後の生育が期待される。

表一四 樹幹解析に用いた供試木

調査区	樹齡	胸高直径(cm)	樹高(m)
1 区	9	7.4	4.2
5 区	9	3.4	2.1
6 区	14	9.3	5.2
7 区	14	6.2	3.3
対照区	40	24.2	21.4



図一4 対照区の樹高総成長曲線



図一5 1区・5区の総成長曲線

図一6 6区・7区の総成長曲線

1区、5区、6区、7区の樹冠投影図を図一7に示す。胸高直径、樹高とも成長が良好である1区及び6区では5区、7区に比べて各林木の樹冠の広がりが大きく、林孔が狭くなっている。

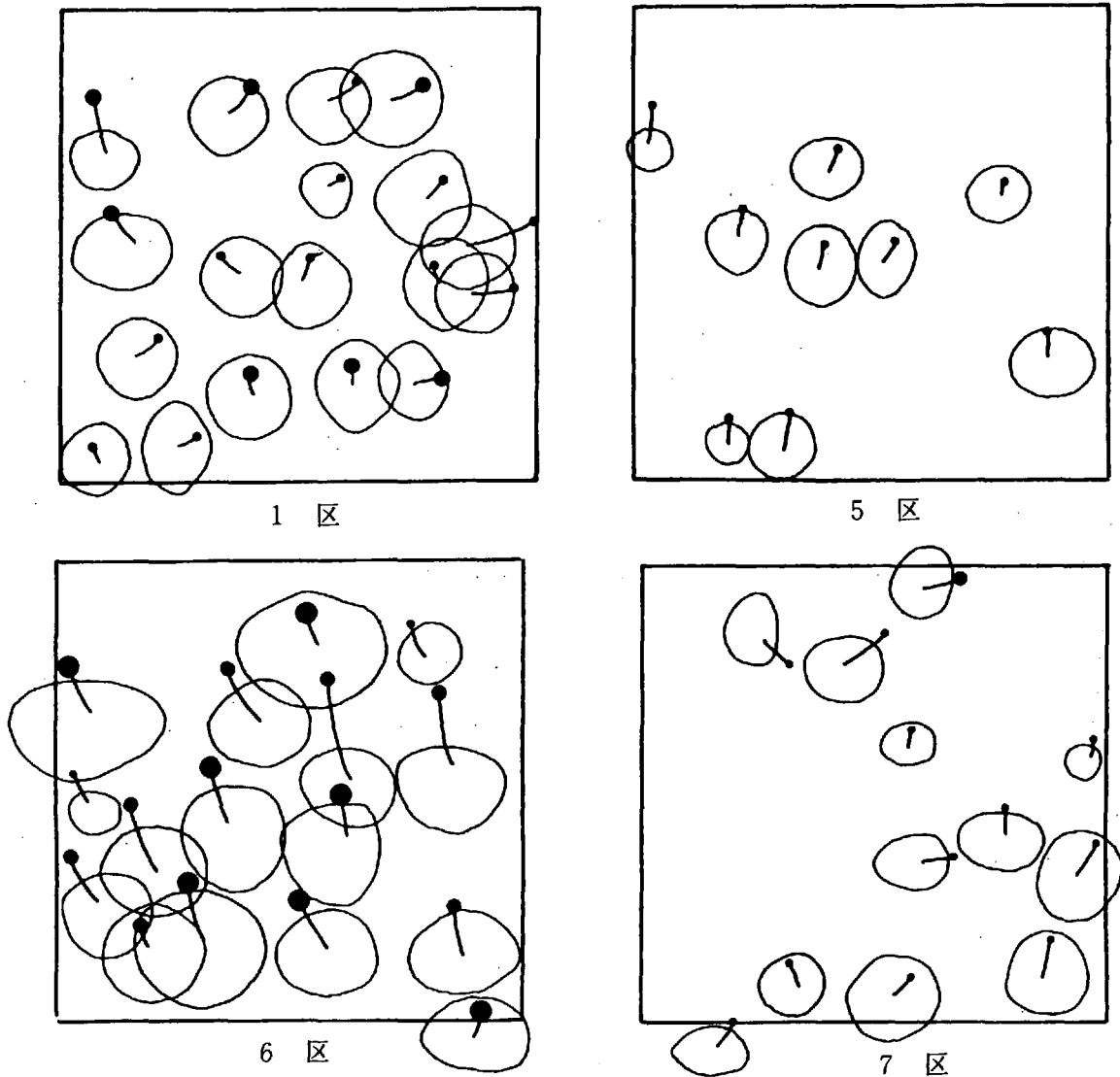


図-7 樹冠投影図

③ 広葉樹及び下層木の出現状況

広葉樹植生の出現状況を表-5に、下層植生の出現状況を表-6に示す。高木性広葉樹は9年生林分では1区には存在せず、逆に4区、5区ではha当たりに換算すると2,300本、1,700本と比較的多かった。14年生林分では6区で800本、7区で600本、8区で400本であった。常在度（全調査区のうち出現した区の割合）の上位樹種は前生樹種であるコナラが88.9%と最も多く、次いでウワミズザクラの55.6%、チョウジザクラの44.4%という順になっていた。コナラは9年生林分では3区・4区・5区、14年生林分では7区・8区において被度が2ないし3を示し、スギの成長量が少ない区で林分内を占める割合が高いことが分かる。また、3区・7区では林孔部が多いため陽光に対する依存度が高いクリが侵入していた。

下層植生の本数は、9年生林分では広葉樹が少なかった1区で127本と最も多く、多種類にわたっていた。14年生林分では7区が105本と最多であった。ススキやワラビは乾燥傾向で日当たりの良い土地に出現する植生であるが、これらが多く見られたのは2区と7区で特に7区ではススキの被度が4と林内の80%を占めていた。

表一5 広葉樹植生調査結果

		9 年 生 林 分																			
		スギ 1 区				スギ 2 区				スギ 3 区				スギ 4 区				スギ 5 区			
		本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値
高木	イタヤカエデ																1	50	+	0.1	
	ウリハダカエデ												9	50	2	17.5					
	ウワミズザクラ									1	100	1	5				4	70	1	5	
	ク　　リ									1	90	1	5								
	コシアブラ																				
	コ　ナ　ラ					1	35	1	5	4	70	2	17.5	2	50	2	17.5	4	80	2	17.5
	チョウジザクラ					2	50	1	5	4	50	1	5	12	50	2	17.5	8	100	2	17.5
	ホ　オ　ノ　キ																				
高木小計	0				3				10				23				17				
亜高木	アズキナシ												4	30	1	5					
	オオカメノキ																				
	オオバクロモジ																				
	コミネカエデ																8	50	1	5	
	タ　ラ　ノ　キ																				
	ノリウツギ								4	100	2	17.5	10	60	2	17.5	20	80	2	17.5	
低木	ヤマウルシ	2	30	+	0.1					1	50	+	0.1	5	50	1	5	4	50	1	5
	ヤ　マ　グ　ワ									1	100	+	0.1								
	ヤ　マ　ハ　ギ													4	100	1	5				
	リ　ョ　ウ　ブ					20	50	1	5								10	40	1	5	
亜高木・低木小計	2				20				6				23				42				
合　　計	2			0.1	23			15	16			50.2	46			85	59			72.6	

		14 年 生 林 分												常在度				
		スギ 6 区				スギ 7 区				スギ 8 区					スギ対照区			
		本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値		本数	高さ	樹	中央値
高木	イタヤカエデ	2	50	1	5									1	15	1	5	33.3
	ウリハダカエデ																	11.1
	ウワミズザクラ	4	60	1	5	4	20	1	5					2	30	1	5	55.6
	ク　　リ					1	100	1	5					3	45	2	17.5	33.3
	コシアブラ													2	20	2	17.5	33.3
	コ　ナ　ラ	1	20	1	5	1	70	3	37.5	3	60	2	17.5	2	15	2	17.5	88.9
	チョウジザクラ																	44.4
	ホ　オ　ノ　キ	1	25	2	17.5					1	80	1	5					22.2
高木小計	8				6				4				10					
亜高木	アズキナシ																	11.1
	オオカメノキ									1	15	1	5	3	25	2	17.5	22.2
	オオバクロモジ													3	50	1	5	11.1
	コミネカエデ	1	40	1	5					1	40	1	5					33.3
	タ　ラ　ノ　キ									2	60	1	5					11.1
	ノリウツギ	12	70	3	37.5	15	60	2	17.5	16	60	2	17.5					66.7
低木	ヤマウルシ	1	20	1	5					3	60	2	17.5	1	25	1	5	77.8
	ヤ　マ　グ　ワ																	11.1
	ヤ　マ　ハ　ギ					5	130	2	17.5	3	100	1	5					33.3
	リ　ョ　ウ　ブ	20	60	2	17.5									3	25	1	5	55.6
亜高木・低木小計	34				20				26				10					
合　　計	42			97.5	26			82.5	30			77.5	20			95		

(高さ:cm)

表一六 下層植生調査結果

	9 年 生 林 分																			
	スギ 1 区				スギ 2 区				スギ 3 区				スギ 4 区				スギ 5 区			
	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値
アカショウマ								8	40	1	5									
アマドコロ	1	25	+	0.1																
イワガラミ																				
イヌビエ	50	20	1	5												5	30	1	5	
オカトラノオ	1	25	+	0.1	3	35	1	5	5	80	1	5	8	40	1	5	4	40	1	5
クマイチゴ	3	20	1	5					4	35	1	5								
ススキ	20	70	1	5	20	70	2	17.5												
チゴユリ																				
チヂミザサ	2	10	+	0.1																
ツルリンドウ																				
トコロ					5	20	+	0.1												
トリアシショウマ								15	100	1	5									
ニガイチゴ					4	30	+	0.1												
ニガナ	10	35	1	5				1	40	+	0.1									
ノイバラ								1	30	+	0.1									
ヒヨドリバナ																				
ヘクソカズラ					2	30	+	0.1												
ミツバアケビ																				
ミツバツチグリ					4	20	+	0.1				2	10	1	5					
ヨツバヒヨドリ								20	100	1	5									
ヨメナ	15	30	1	5	3	40	1	5												
ワラビ	25	90	1	5	30	55	3	37.5	30	90	1	5	30	80	3	37.5	30	70	3	37.5
合計	127			30.3	71			65.4	76			25.2	40			47.5	39			47.5

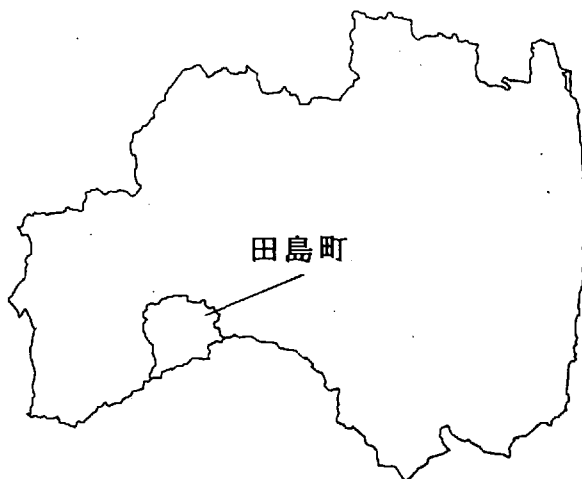
	14 年 生 林 分												常在度 本数				
	スギ 6 区				スギ 7 区				スギ 8 区					スギ対照区			
	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値	本数	高さ	樹	中央値		本数	高さ	樹	中央値
アカショウマ													3	30	1	5	22.2
アマドコロ																	11.1
イワガラミ													4	15	1	5	11.1
イヌビエ																	22.2
オカトラノオ	4	50	1	5					2	70	1	5					77.8
クマイチゴ	5	45	1	5					1	10	+	0.1					44.4
ススキ	2	130	+	0.1	100	80	4	62.5	3	12	+	0.1					55.6
チゴユリ													3	10	1	5	11.1
チヂミザサ	5	10	1	5									3	15	1	5	33.3
ツルリンドウ	1	10	+	0.1													11.1
トコロ																	11.1
トリアシショウマ					2	25	1	5									22.2
ニガイチゴ																	11.1
ニガナ																	22.2
ノイバラ																	11.1
ヒヨドリバナ									1	60	+	0.1					11.1
ヘクソカズラ																	11.1
ミツバアケビ	1	30	+	0.1					2	15	+	0.1	2	15	1	5	33.3
ミツバツチグリ	10	15	1	5													33.3
ヨツバヒヨドリ																	11.1
ヨメナ																	22.2
ワラビ	8	120	1	5	3	60	1	5	5	55	1	5	1	60	+	0.1	100
合計	36			25.3	105			72.5	14			10.4	13			20.1	

(高さ:cm)

2 田島調査地

(1) 調査地概要

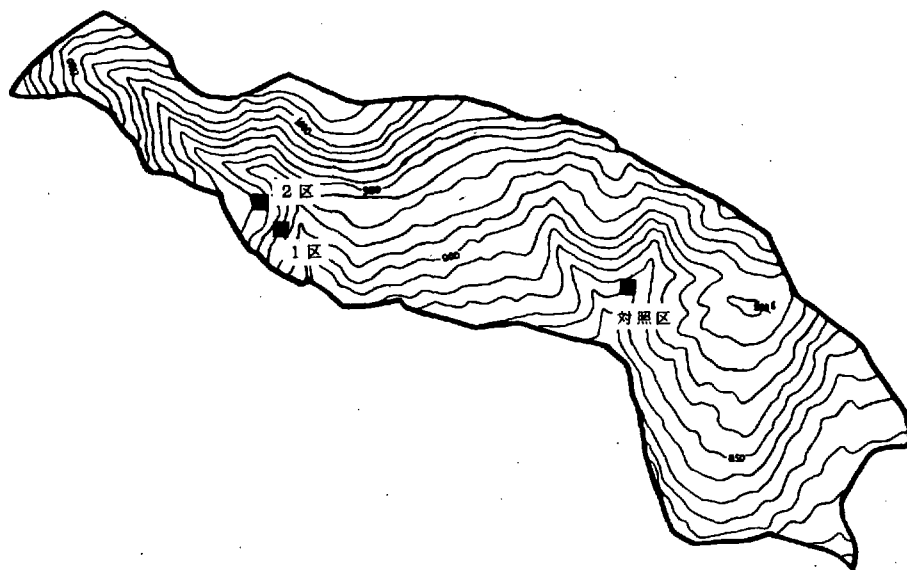
当地は南会津郡田島町荒海地内のスギ人工造林地で、1972年（昭和47年）から4年間にかけて13.5haの広さで地元産実生苗の植栽が行われた。今回の調査地は1973年（昭和48年）秋に植栽された林分を用いた。植栽後の施業は5年間の下刈りが実施されている。



(2) 調査区

調査区は10×10mの方形区を20年生林分に2区と対照区として当地では比較的成長の良好であった19年生林分に1区設定した。20年生林分に設定した2つの区は同一斜面上の中部と下部に位置するようにした。

図—8 調査場所



図—9 調査地の位置図

(3) 調査方法

調査は立地環境調査として標高、斜面位置、斜面形状、斜面方位、傾斜度、最深積雪深、土壌型及び土壌の理学的性質の分析を行った。また、林分構造調査としては生育状況調査、樹幹解析、樹冠投影図の作成、植生調査等を実施した。生育状況調査は調査区内の樹高2m以上の全林木を対象に胸高直径、樹高、根元曲がり幅、形状比、樹型級の測定を行った。

樹幹解析は各区内で主林木と思われる個体を選抜し供試木とした。樹冠投影図は調査区内に10×10mのプロットを設定し、その内部のスギの根元位置、根曲がり方向、4方向の枝張りを測定し作成した。また、植生調査では調査区内に侵入した高木広葉樹の本数について調査した。

(4) 結果及び考察

① 立地環境

立地環境調査結果を表-7に示す。1区、2区は標高930~960m、東~南東向きの同一山腹面に位置しており、斜面形態は1区が山腹下部凹型斜面、2区が山腹中部平衡斜面である。また、2区は傾斜度が35°と急である。対照区は1、2区より少し離れた標高860mの山腹下部沢沿い平衡斜面に位置し、斜面方位は南西向きで傾斜度35°と急であった。いずれの調査区も最深積雪深は200cmを越えていた。

表-7 田島調査地の立地環境調査結果

	植栽年度	標高 (m)	斜面位置	斜面形状	斜面方位	傾斜度(°)	最深積雪深(cm)
1区	1973年・秋	930	山腹下部	凹	S26E	13	225
2区	1973年・秋	960	山腹中部	平衡	E	35	-
対照区	1974年・秋	860	沢沿	平衡	S70W	35	220

土壌の理学的性質調査結果を表-8に示す。土壌型は山腹下部に位置する1区及び対照区ではB_D型、であるが、山腹中部の2区ではB_{D(a)}型と若干乾燥型の傾向が見られた。腐植を多く含み栄養分に富んだA層の厚さは対照区が30cm、1区が22cmと深く、2区では9cmとやや浅い。また、A層の透水速度は対照区、1区、2区の順で良く、各区とも100ml/min以上の値を示した。特に沢沿いの対照区は15分後でも255ml/minと大きかった。

表-8 田島調査地の土壌理学的性質調査結果

	土壌型	層位	A層厚 (cm)	透水速度(ml/min)		最大 容水量 (%)	最小 容気量 (%)	細孔 隙量	粗孔 隙量	三相組成(%)		
				5分後	15分後					固相	液相	気相
1区	B _D	A1	22	190	168	60	20	34	46	20	36	44
		A2~B1		121	96	59	19	35	43	23	41	36
		B2		30	26	58	8	39	27	34	44	22
2区	B _{D(a)}	A	9	150	121	60	12	33	40	27	38	35
		B1		87	76	59	12	35	36	29	40	31
		B2		74	67	54	13	28	39	34	36	30
対照区	B _D	A1	30	282	255	72	10	37	44	19	46	35
		A2~B1		106	82	60	9	38	31	30	48	22
		B1~B2		42	34	55	10	33	31	35	44	21

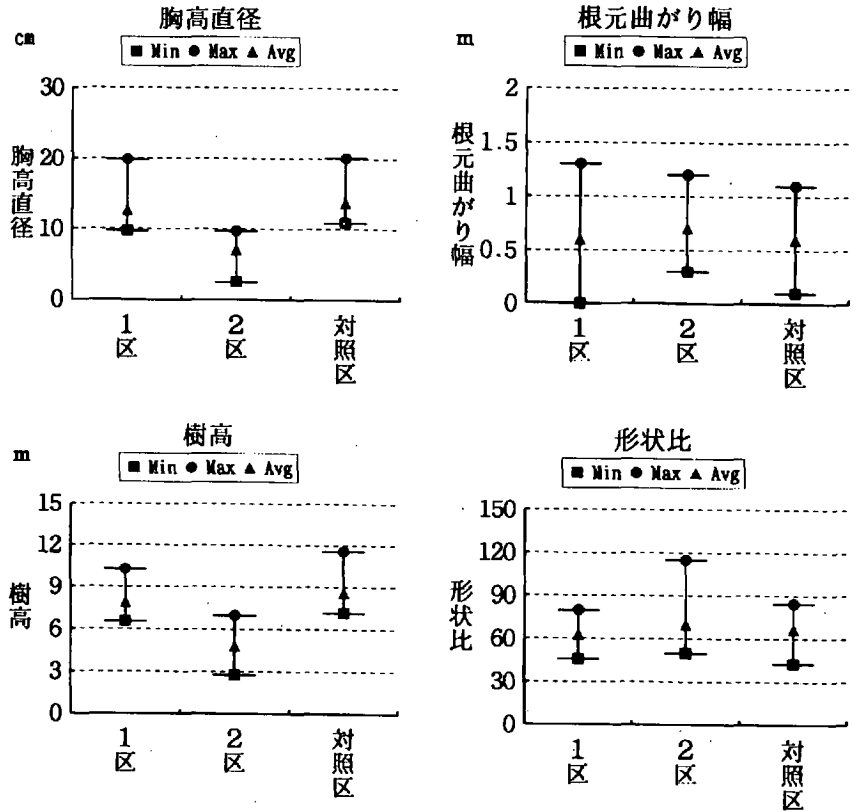
② 林分構造

各調査区におけるスギの生育状況に関する毎木調査結果の平均値及び樹型級を表-9に、胸高直径・樹高・根元曲がり幅・形状比の出現範囲を図-10に示す。毎木調査の平均値をみると、胸高直径は対照区が15.4cmで3区中最も大きく、次いで1区の13.0cm、2区は7.1cmと小さかった。樹高に関

しても対照区の成長量が9.4m、1区が8.0mであるが、2区では4.8mと低かった。出現範囲を見て分かるように2区は全体的に成長量が少なく、最大値を同一斜面である1区と比較すると胸高直径で10.1cm、樹高で3.3mの差が見られた。対照区の出現範囲は胸高直径11.0cm~20.2cm、樹高7.2m~11.6mであり、1区よりも若干高い範囲になっている。

根元曲がり幅、形状比に関しては平均値を見る限り各区とも値が前者0.5~0.7m、後者62~68

であり、調査区間に大きな差は認められなかった。しかし、出現範囲を見ると1区では根元曲がりが見られない個体から1.3mまでと、他の区よりも出現範囲がやや広がった。形状比では2区に値の大きい個体がいくつか存在していた。



図—10 スギの出現範囲

表—9 スギの生育状況調査結果の平均値と樹型級

	樹齡	立木本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	形状比	根元曲幅 (m)	樹型級(本)		
							A	B	C
1区	23	1,400	13.0	8.0	62	0.5	4	6	4
2区	23	2,600	7.1	4.8	68	0.7	7	6	13
対照区	22	2,100	15.4	9.4	62	0.5	17	3	1

次に樹幹解析結果を図-11に示す。比較対照として会津地方のスギ地位級5の成長曲線を添付した。1区の樹高成長量は15年生時までは対照区のものを上回っていたが、20年生時点では対照区が逆転し10.0mとなり、地位級5以上の成長量が見られた。

これに対して2区の樹高は20年生時で地位級5のおよそ半分である4.7mと低かった。胸高直径に関しても樹高成長とはほぼ同様の傾向が見られ、対照区の成長は良好であった。

表—10 樹幹解析に用いた供試木

調査区	樹齡	胸高直径(cm)	樹高(m)
1区	23	14.2	9.3
2区	23	7.9	6.1
対照区	22	18.1	10.9

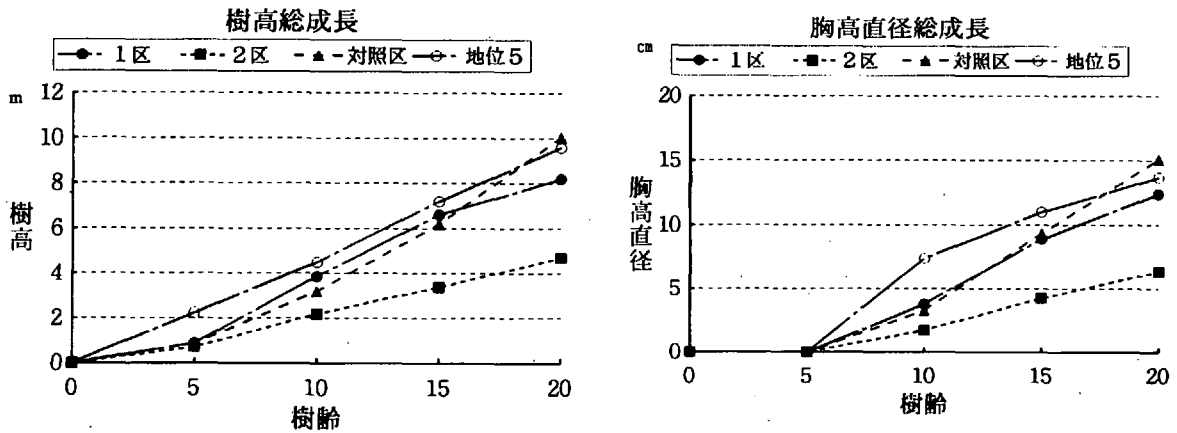


図-11 総成長曲線

各調査区の樹冠投影図を図-12、樹種別の立木本数を図-13に、樹高の出現範囲を図-14に示す。1区、2区と比較すると対照区のスギは樹冠投影面積が大きく上層を占有しており、広葉樹の本数が少ないことからスギの単純林に近い樹種構造を示していた。従って今後の生育が期待できるものと思われる。一方、2区ではスギの樹冠投影面積が小さく林孔が広いために広葉樹が多数侵入していること、スギと広葉樹とが同一の層位に存在しておりスギが被圧状態にあることなどから、スギの健全な生育は困難であると思われる。侵入樹種に関しては1区ではリョウブがha当たり4,600本と極めて多く、他ミズナラ、ノリウツギが目立っていた。2区ではタニウツギ、ミズナラ、マンサク、リョウブ、コナラ等多種類の広葉樹が侵入していた。

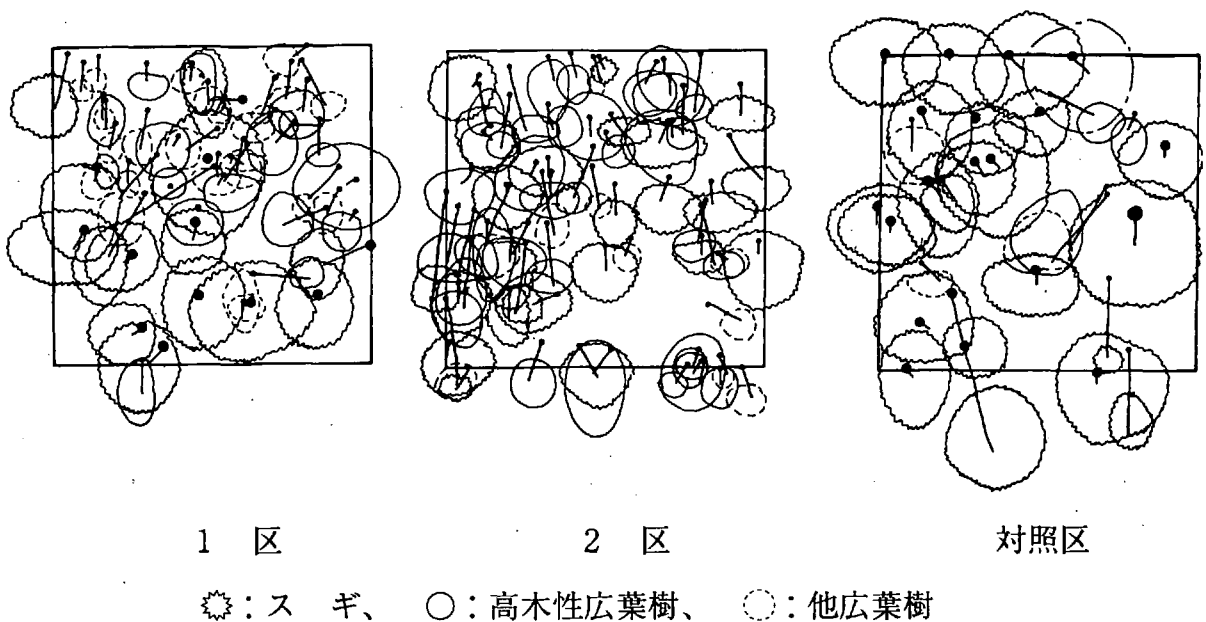


図-12 樹冠投影図

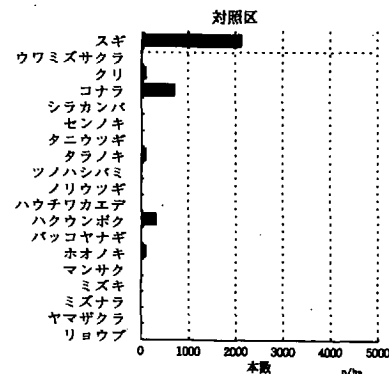
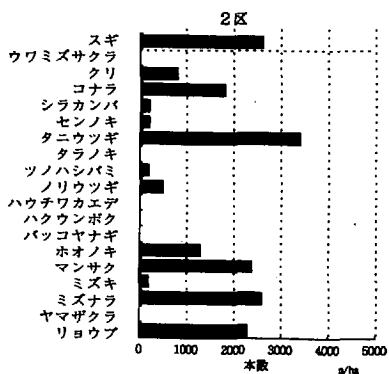
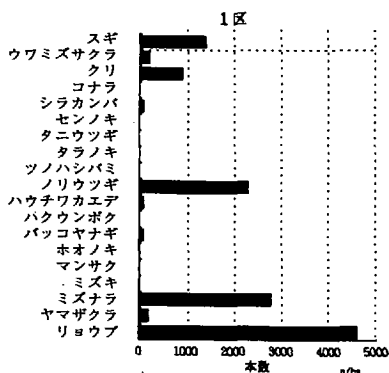


図-13 樹種別立木本数

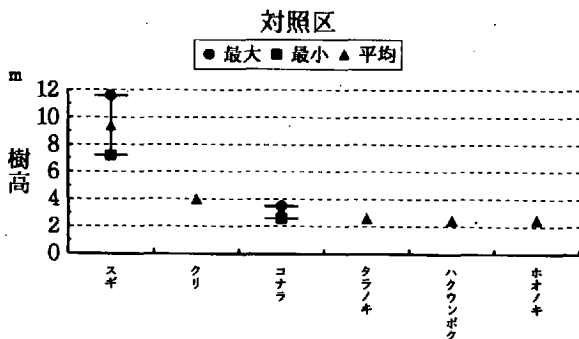
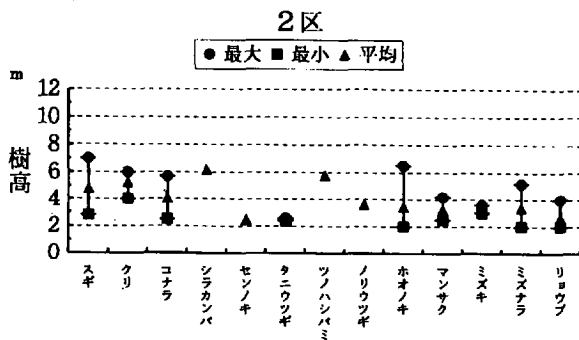
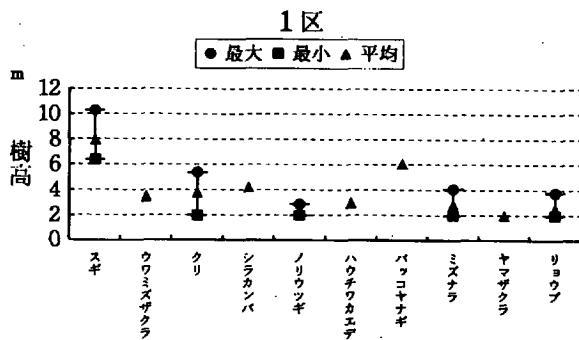


図-14 樹種別の樹高出現範囲

3 まとめ

以上のように、西会津調査地と田島調査地においてスギの生育状況の異なるいくつかの調査区を設定して見えてきたが、スギの生育は立地環境条件と深い関わりがあるものと考えられる。

西会津調査地の場合、9年生林分及び14年生林分の中で最もスギの生育が良好であった調査区では土壌が適潤性であり、斜面形状が凹型の緩傾斜地であった。一方、成長が劣っていた区では土壌がやや乾燥傾向であり、傾斜形状が凸型の急傾斜地であった。このように立地条件の違いによりスギの成長量が少なくなる林分では、樹冠の広がりも狭くしばしば林孔が広がってしまい多くの広葉樹が侵入し、その結果スギはその土地でも生育可能な広葉樹との競争に負けて被圧されたと考えられる。

田島調査地では、斜面位置による比較を行ったが、傾斜度が急で土壌のA層が浅く、若干乾燥傾向にあった山腹中部のスギの成長は、山腹下部よりも明らかに劣っており、形質の悪い個体も多かった。いずれの調査地でも造林地造成時に植栽場所の検討が必要で、今回のように最深積雪深が200cmという多雪地帯では傾斜度が30°を越えるような急斜面へのスギの植栽は造林木の根元曲がりやを免れず、不健全な林分となる可能性は非常に高い。

Ⅲ 環境保全林への誘導技術

前章で述べたように、会津地方には多雪や劣悪な立地環境のもとで広葉樹が侵入し生育不良となったスギ造林地が多数存在する。そのなかで、これまでの木材生産という役割に加えて環境保全林として雪に強い森林を成林させるための技術開発が期待されている。そのため、造林地内に侵入した広葉樹が造林木であるスギ及び主要な広葉樹の生育にどのように関与しているのかを理解し、スギの生育過程に応じた侵入広葉樹の処理方法を確立することが重要となってくる。そこで今回は、生育段階の異なる2つのスギ造林地において侵入広葉樹の本数割合を調整した試験区を設定し、広葉樹の存在がスギ及び主要広葉樹の生育に与える影響を調査するとともに、侵入広葉樹の扱い方について検討を行った。試験地は耶麻郡熱塩加納村と南会津郡南郷村のスギ人工造林地とした。

1. 熱塩加納試験地

(1) 試験地

試験地は熱塩加納村熱塩地内の日中ダムの南東方向に位置するスギ造林地である。スギの植栽は全刈り筋置き地拵え後、実生苗を1969年（昭和44年）秋にha当たり3,000本の割合で行った。植栽後の保育施業は下刈りを5年間、除伐は11年生時と14年生時の2回、雪起こしは12年生時から3年間実施された。

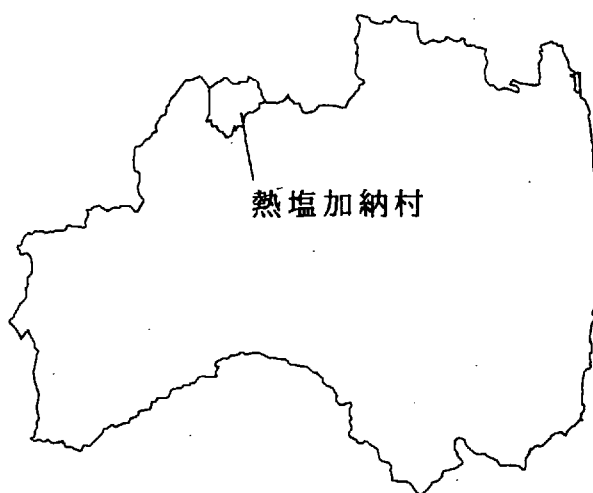


図-15 調査場所

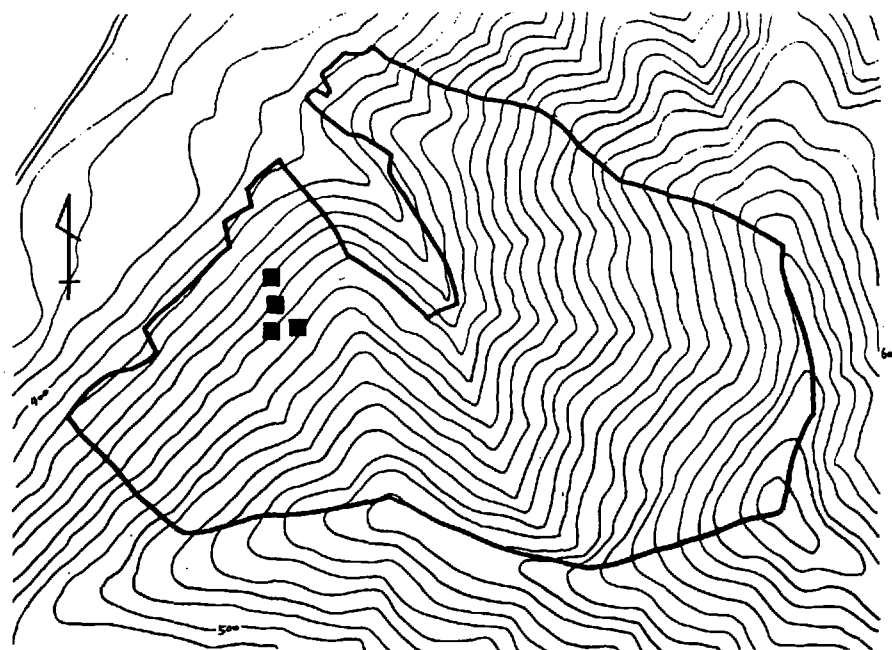


図-16 試験地の位置図

試験区は10m×10mの方形区とし、各試験区とも1988年（昭和63年）8月、形質の比較的良好なスギが残存するように主として樹高2m未満の広葉樹を対象に除伐を行い、スギと広葉樹の本数割合（混交率）の異なる4つの区を設定した。ただし、4区について

表-11 熱塩加納試験地の立地環境調査結果

	標高(m)	斜面位置	斜面形状	斜面方位	傾斜度(°)	土壌型	最深積雪深(cm)
1 区	480	山腹中部	やや凸	N40W	38	B _{D(d)}	200
2 区	465	山腹中部	やや凹	N52W	33	B _{D(d)}	170
3 区	485	山腹中部	やや凹	N42W	35	B _{D(d)}	170
4 区	425	山腹下部	平衡	N35W	31	B _D	170

ては広葉樹を全て除伐の対象とした。
各試験区の立地環境は表-11に、施
業方法及び混交率については表-12
に示す。

表-12 各試験区の施業方法及び混交率

試験区	植栽年度	施業方法	混交率(%)	
			スギ	広葉樹
1 区	1969年・秋	除 伐	22	78
2 区	1969年・秋	除 伐	33	67
3 区	1969年・秋	除 伐	56	44
4 区	1969年・秋	除 伐	100	0

(2) 方法

試験区設定時と5シーズン経過後の2回、スギ及び広葉樹の生育状況について毎木調査を実施するとともに樹冠投影図の作成も行った。生育状況調査の項目は胸高直径、樹高、枝下高、根本曲がり幅、根本曲がり高、形状比とした。また、試験区内で生育状況が良好であると思われる林木について樹幹解析も実施した。

(3) 結果及び考察

① 林分構造

各試験区における樹種別の立木本数を図-17に示す。出現樹種は試験区内に3本以上存在するものについてのみ標記した。スギの混交率は表-12に示したとおり1区が22%、2区が33%、3区が56%、4区が100%である。また本数は1区がha当たり800本、2区が1,200本、3区が2,000本そして4区が2,600本である。樹種ではミズナラとオノオレカンバが1区、2区、3区ともに出現している。広葉樹の種類は1区が9種で最も多く、2区が7種、3区が4種となっている。

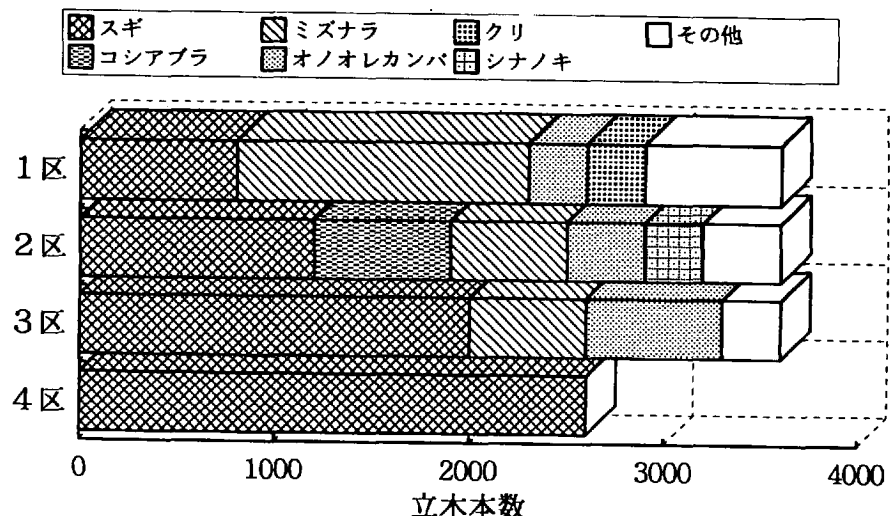


図-17 樹種別の立木本数

試験区設定直後と5シーズン経過後における各試験区の樹冠投影図を図-18~21に示す。1区のスギは試験区設定時から既に上層に広葉樹が存在するとともに、5シーズン後には広葉樹の樹冠がさらに広がっており、完全に被圧されていた。2区・3区では林冠が開放されている部分のスギは樹冠の広がりが旺盛である。広葉樹を全て除伐した4区では、スギの樹冠投影面積は大きくなるが、根元曲がりも大きく増加していることが分かる。

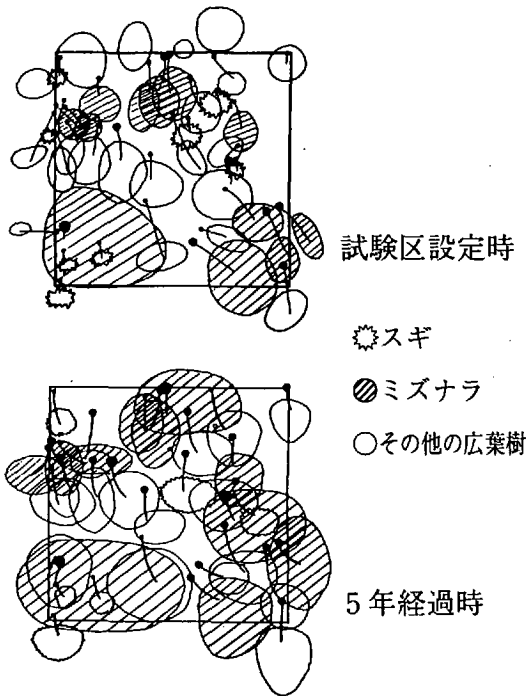


図-18 樹冠投影図 (1区)

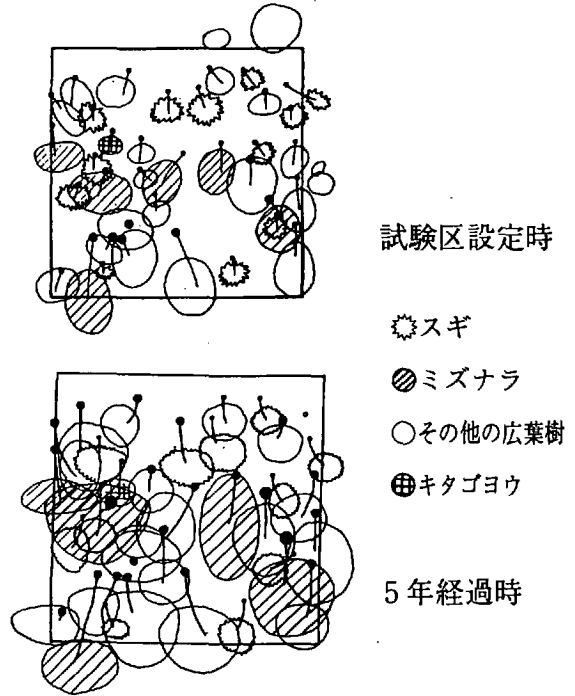


図-19 樹冠投影図 (2区)

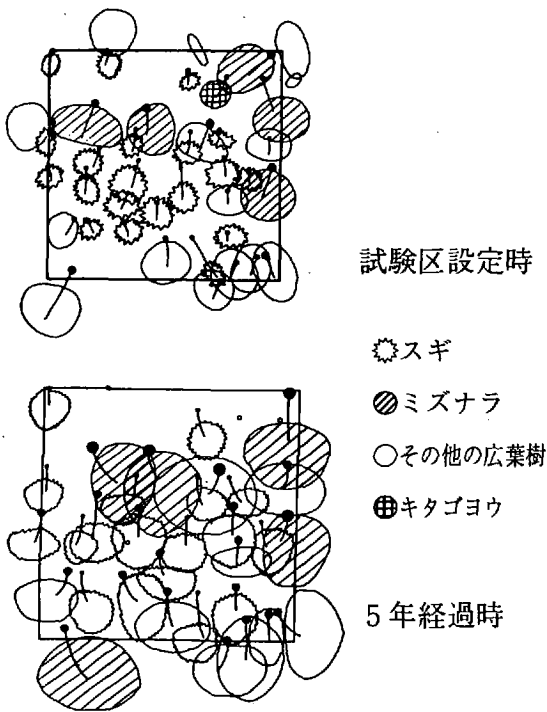


図-20 樹冠投影図 (3区)

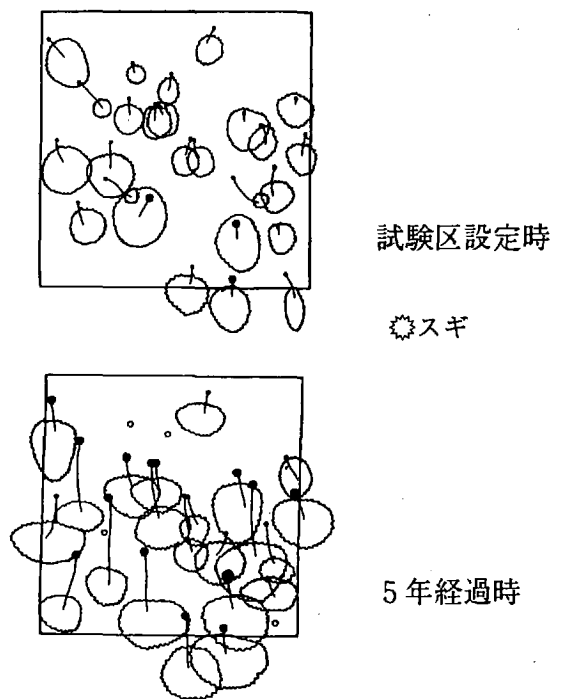


図-21 樹冠投影図 (4区)

スギと広葉樹の樹高別本数分布については図-22に示す。当試験地では広葉樹が上層を、スギが下層を占める林層配置になっている。試験区別に見ると、スギの本数割合が少ない1区において、広葉樹が幅広い層位に出現していた。しかし、2区、3区とスギの本数割合が多くなるほど、広葉樹の分布は樹高6.0~7.0m付近を中心に狭くなり、スギの樹高も高い層位へと移行していく傾向にある。

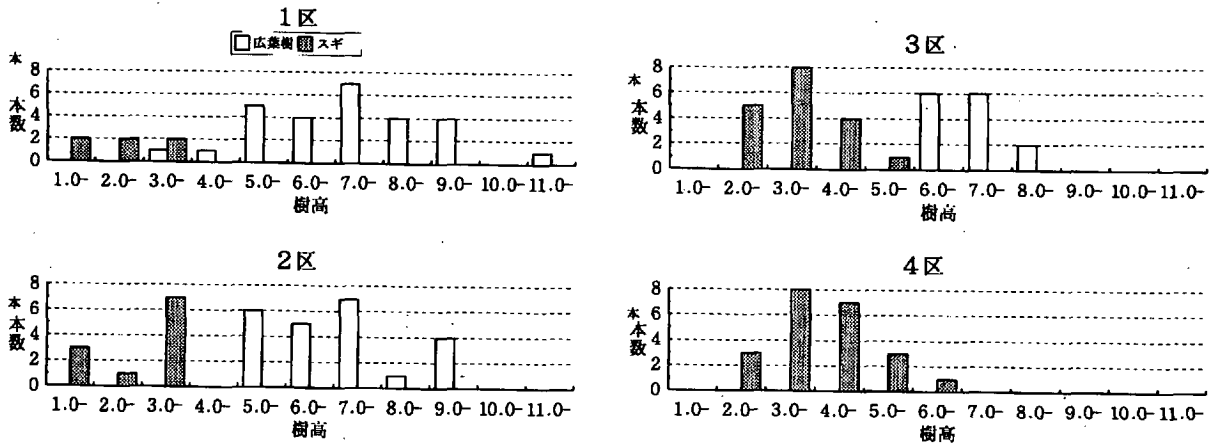


図-22 スギと広葉樹の樹高別本数分布

② 生育状況

1988年と1993年に行ったスギの生育状況調査の平均値と変化量を表-13に示す。1区から3区のスギ・広葉樹混交区に限っては、広葉樹の本数割合が少ない区でスギの胸高直径、樹高の成長量が高くなる傾向がみられた。特に上層を広葉樹が占め、スギが被圧状態にある1区では5シーズンで樹高成長がみられず、胸高直径

表-13 スギの毎木調査結果の平均値と変化量

試験区		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
1区	1988年	800	2.5	2.7	1.5	1.20	1.90	121
	1993年	600	3.1	2.7	1.4	1.10	1.70	101
	変化量	-200	0.6	0.0	-0.1	-0.10	-0.20	-20
2区	1988年	1,200	2.2	2.5	1.5	0.80	1.90	121
	1993年	1,100	3.5	2.9	1.4	0.80	1.60	86
	変化量	-100	1.3	0.4	-0.1	0.00	-0.30	-36
3区	1988年	2,000	2.8	2.9	1.5	0.90	1.60	107
	1993年	1,800	4.5	4.4	1.2	0.80	1.60	78
	変化量	-200	1.7	1.5	-0.3	-0.10	0.00	-29
4区	1988年	2,600	3.1	3.1	-	0.70	-	114
	1993年	2,200	6.1	4.0	-	1.40	-	65
	変化量	-400	3.0	0.9	-	0.70	-	-49

も0.6cmと低い成長量であった。スギの単純林である4区の胸高直径は他区より1.3cm以上も多い3.0cmの成長量が認められたが、樹高は0.9mと3区よりも低かった。

根元曲がり幅は1区から3区まで5シーズンで変化なしに僅かの減少であったのに対して、4区では当初の0.7mから倍の1.4mにまで増加していた。根元曲がり幅の

1988年と1993年との分布図を図-23に示したが、これを見ても4区ではこの5年間で根元曲がり幅が減少した個体は1つも無く、中心線上にある2個体を除いた全ての林木で増加していた。次に形状比について見てみるといずれの試験区でも減少傾向にあったが、その中でも4区の値が114から65へと最も減少していた。

樹幹解析による樹高総成長曲線及び胸高直径総成長曲線を図-24に示す。解析には1区と4区のスギを用いた。試験区の設

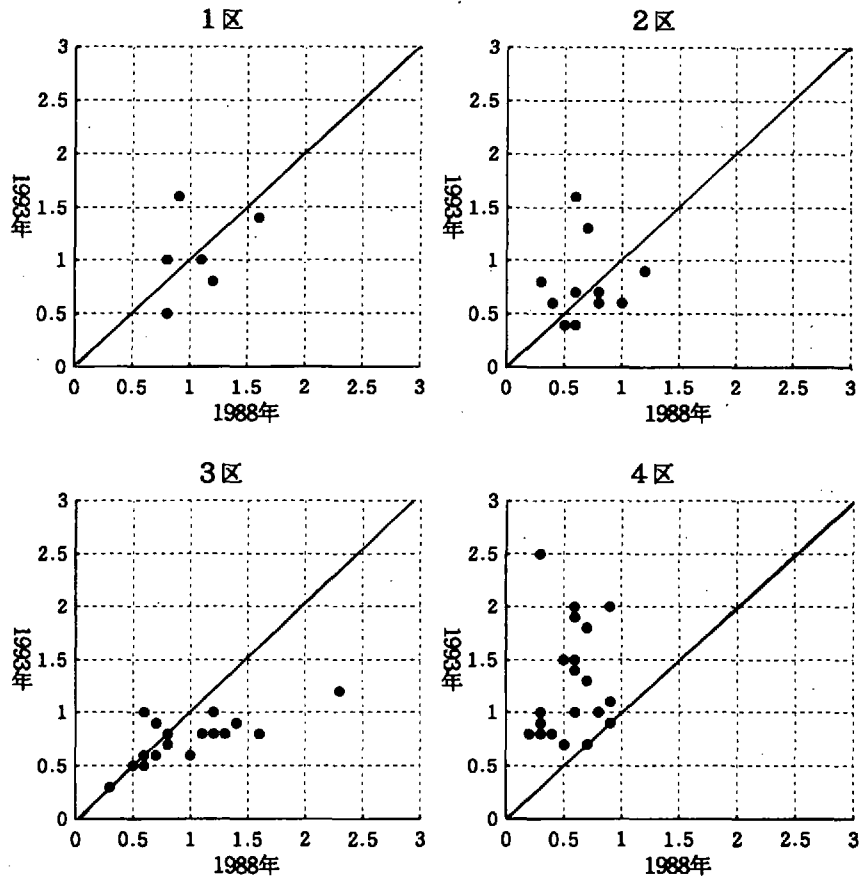


図-23 1988年と1993年との根元曲がり幅分布

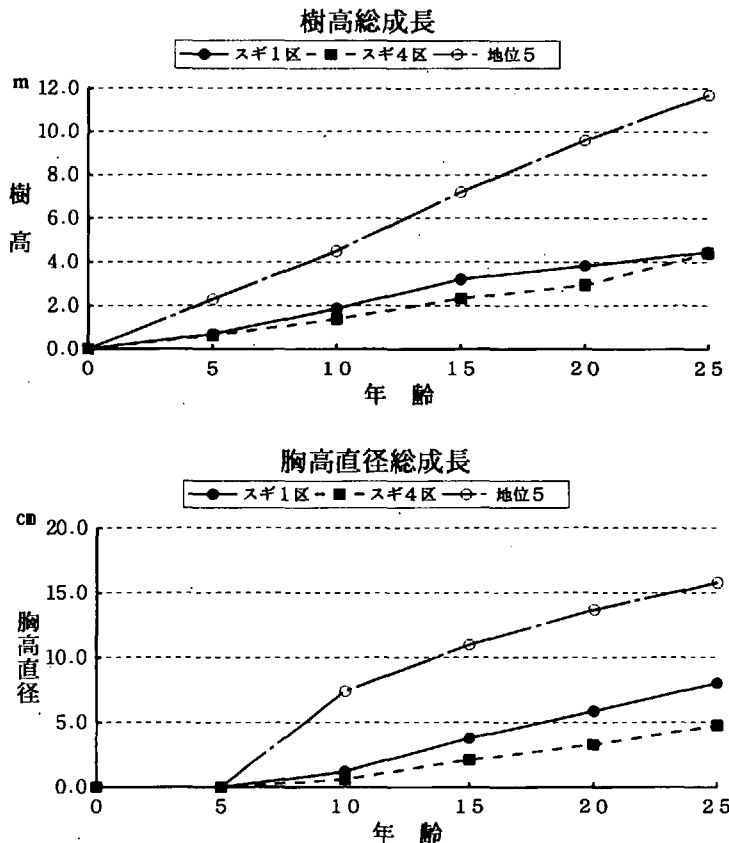


図-24 スギの総成長曲線

定は樹齢20年生の時点で実施している。1区、4区ともに会津地方のスギ林分収穫予想表の地位級5の曲線と比較すると、樹高成長では3分の1、胸高直径でも2分の1から3分の1程度と生育が極めて劣っていることがわかる。1区の樹高総成長曲線はこれまでの成長経過を辿っているが、4区では20年生以降若干の増加傾向が見られた。

以上のようにこの試験地は根元曲がりの変動が激しく、樹形態も安定していないことから今後も雪圧害を受けやすい状態にあるといえよう。また、林内に広葉樹が存在する林分では直径成長が抑えられているが、根元曲がりの増加が抑制されるという効果も現れていた。

2 南郷試験地

(1) 試験地

当地は南郷村下山地内、布富山の南に位置するスギ造林地で沢を挟んで南西斜面と北東斜面とに分かれている。植栽にあたって南西斜面は火入れ地拵えを、北東斜面は枝条散布地拵えを実施し、1955年（昭和30年）秋に実生苗をha当たり3,000本の割合で植栽した。植栽後の施業は、ササ類が繁茂していた南西斜面では全刈り、ササ類が比較的少なかった北東斜面では1.5m幅の筋刈りを3年間実施したのみでその他の施業は一切行われていない。

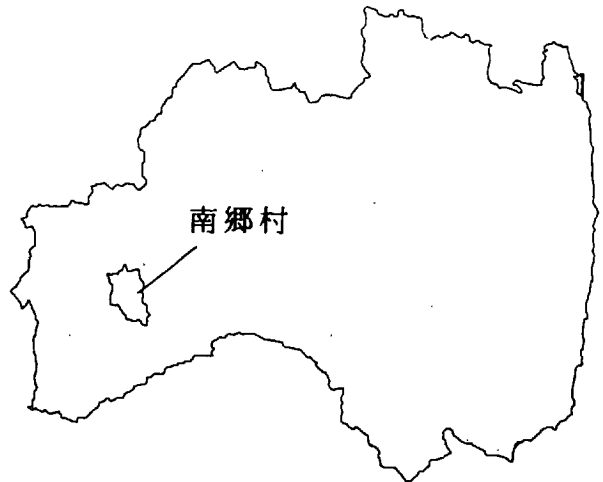


図-25 調査場所

現在、南西斜面にはスギが主林木であるが、北東斜面はスギが殆ど消失し前生樹種であるブナが主体となっているため、今後はブナ林として育成していくことが望ましいと思われる林分である。

試験区は1990年（平成2年）に南西斜面と北東斜面各々に、除伐施業を行った区を2区と無施業区を1区の合計3区ずつ、10×10mの方形区として設定した。なお、除伐は南西斜面ではスギを、北東斜面ではブナを残すように、樹高2m未満の林木を対象として実施した。各試験区の立地環境を表-14に、施業方法及び混交率を表-15に示す。

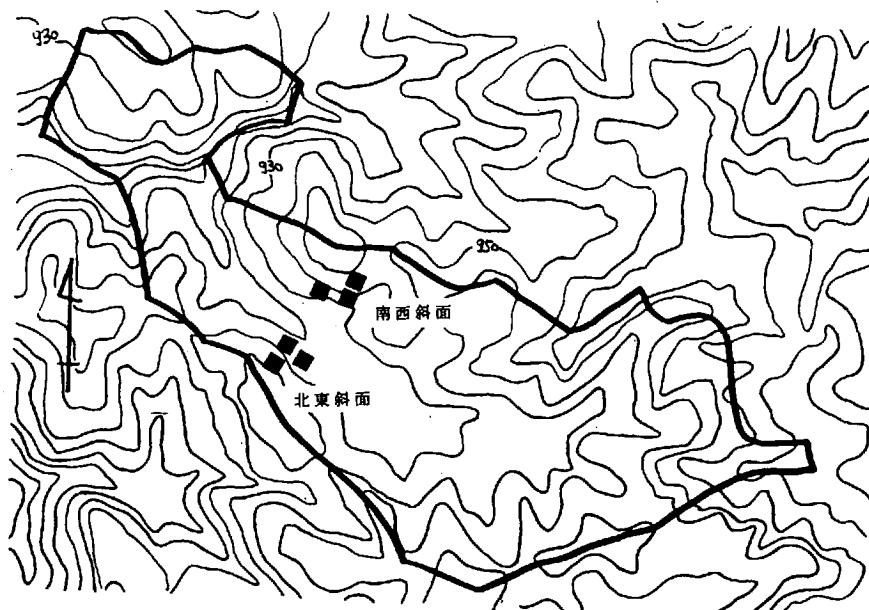


図-26 試験地の位置図

表—14 南郷試験地の立地環境調査結果

	標高(m)	斜面位置	斜面形状	斜面方位	傾斜度(°)	土壌型	最深積雪深(cm)
南西斜面	940	山腹下部	平衡	S77W	28	Bc	245
北東斜面	940	山腹下部	平衡	N70E	26	Bc	300以上

表—15 各試験区の施業方法及び混交率

試験区	試験区	植栽年度	施業方法	混交率(%)	
				スギ	広葉樹
南西斜面	1区	1955年・秋	除伐	45	55
	2区	1955年・秋	除伐	50	50
	対照区	1955年・秋	無施業	66	34
北東斜面	1区	1955年・秋	除伐	0	100
	2区	1955年・秋	除伐	3	97
	対照区	1955年・秋	無施業	6	94

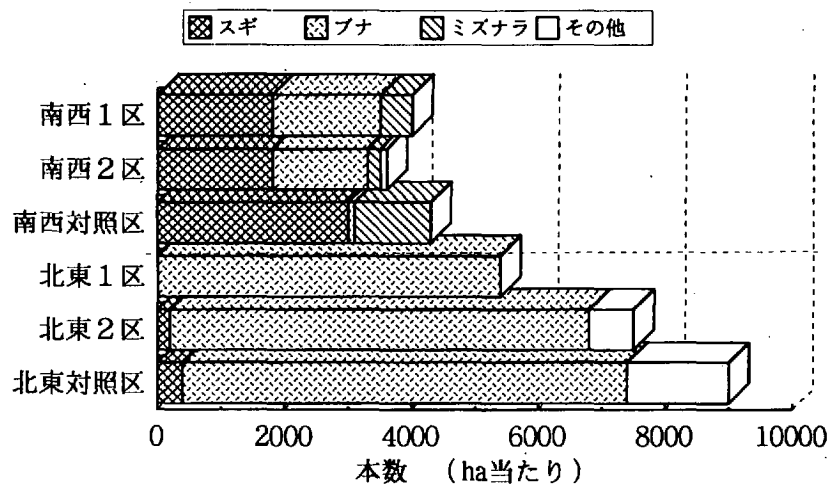
(2) 方法

南西斜面と北東斜面において、試験区設定時と5シーズン経過後の2回、スギ及び広葉樹の生育状況について毎木調査を実施した。生育状況調査及び出現樹種調査に関しては熱塩加納試験地と同様の方法で実施した。

(3) 結果及び考察

① 林分構造

各試験区の樹種別の立木本数を図—27に示す。南西斜面においてスギは45~66%を占め、立木本数は1区、2区でha当たり1,800本、対照区では3,100本残存している。これに対し、北東斜面ではスギは0~6%しか存在しておらず、大部分をブナが占めている。その本数は1区がha当たり5,400本、2区が6,600本、対照区が7,000本となっている。



図—27 樹種別の立木本数

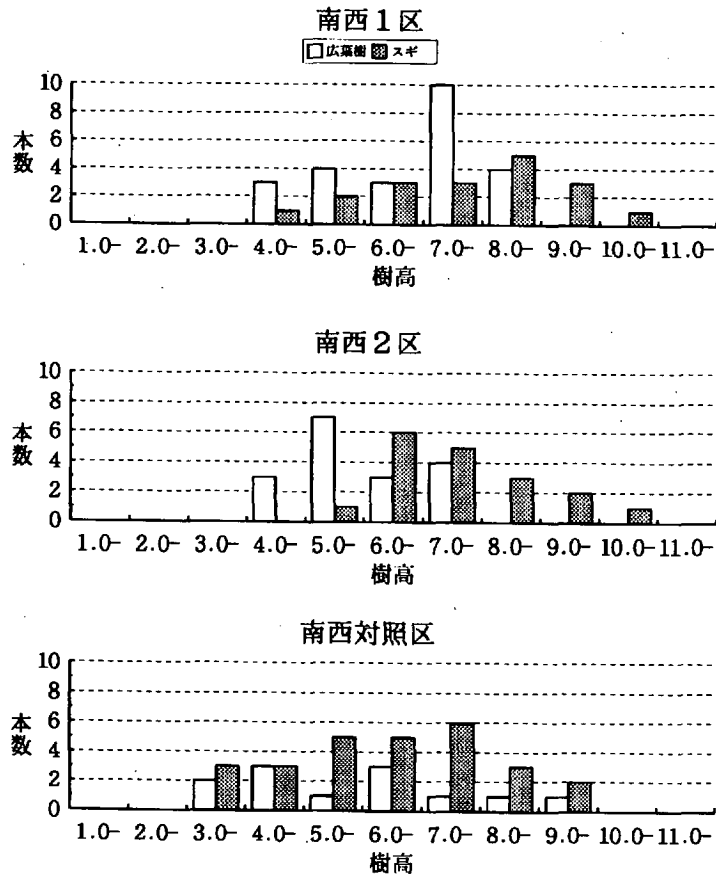


図-28 スギと広葉樹の樹高別本数分布

あるブナに関して胸高直径、樹高の成長量及び根元曲がり幅・高、形状比の変化を調べた。

(ア) 南西斜面スギ

1990年と1994年に実施したスギの生育状況調査の平均値と変化量について表-16に示す。これによると、胸高直径は除伐を行った1区、2区でそれぞれ1.8cm、1.6cmの成長量が認められたのに対し、無施業の対照区では僅か0.4cmしか成長していなかった。また、樹高は1区、2区で0.9m、1.0mの伸びであったが、対照区では0.3mと直径同様対照区の成長が著しく劣っていた。このように直径成長、樹高成長ともに除伐を行った効果がはっきりと現れていた。

根元曲がり幅は全ての区で若干増加していたが、増加量はいずれも5cm以下と極僅か

南西斜面に限りスギと広葉樹の樹高別本数分布図を作成したが、それを図-28に示す。スギの樹高分布は1区が4.0~10.0m、2区は5.0~10.0m、対照区は3.0~9.0mと各区で幅広い範囲を存在している。

次に広葉樹の樹高分布は1区、2区では4.0~7.0か8.0mの範囲に存在している。1区と2区とを比較すると、1区の方が樹高の高い林木が目立ちスギと層位を等しくする部分が多いことがわかる。対照区の広葉樹は本数は少ないが、3.0~9.0mと幅広い範囲の層位に存在していた。

② 生育状況

ここでは南西斜面の主要樹種であるスギと北東斜面の主要樹種で

表-16 南西斜面スギの毎木調査結果の平均値と変化量

試験区		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
南西1区	1990年	2,000	10.5	6.7	3.1	0.95	0.90	65
	1994年	1,800	12.3	7.6	3.9	1.00	0.72	65
	変化量	200	1.8	0.9	0.8	0.05	-0.18	0
南西2区	1990年	2,000	11.1	6.6	2.8	0.99	0.86	61
	1994年	1,800	12.7	7.6	3.6	1.01	0.82	62
	変化量	200	1.6	1.0	0.8	0.02	-0.04	1
南西対照区	1990年	3,300	10.6	6.1	2.7	1.04	1.14	59
	1994年	3,100	11.0	6.4	2.9	1.08	0.69	59
	変化量	200	0.4	0.3	0.2	0.04	-0.45	0

であった。形状比は3区とも変化なく、59~65の範囲で雪害に対して健全な値を示していた。

樹幹解析による樹高総成長曲線及び胸高直径総成長曲線を図-29に示す。解析木は1区と対照区から選抜した。図には会津地方の地位級5の成長曲線を添付したが、この曲線と比較すると当該試験地のスギは40年生においても樹高では地位級5のおよそ3分の2、胸高直径では2分の1程度の成長量しかなく、生育が不良であることがわかる。1区と対照区の比較では、胸高直径、樹高とも35年生までは対照区のスギが1区の上回っていた。しかし、除伐を実施した35年生以降1区ではこれまで同様の成長経過をたどっているが、対照区では成長割合が低下傾向にあり40年生時点では1区が対照区に追いついたかたちとなっている。よって、除伐を行った1区では今後の成長が期待される。

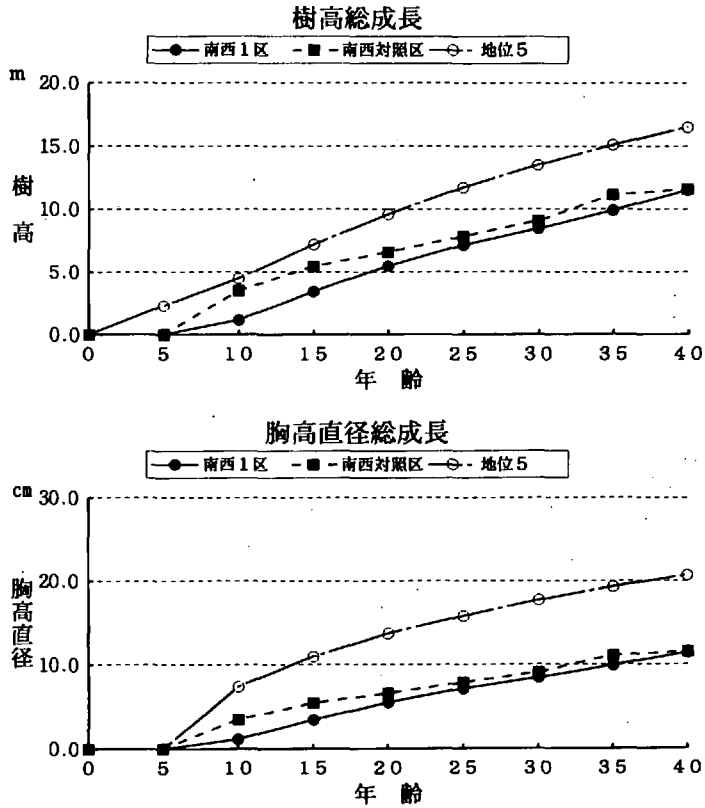


図-29 南西斜面スギの樹高・胸高直径総成長曲線

様の成長経過をたどっているが、対照区では成長割合が低下傾向にあり40年生時点では1区が対照区に追いついたかたちとなっている。よって、除伐を行った1区では今後の成長が期待される。

(イ) 北東斜面ブナ

1990年と1994年に実施したブナの生育状況調査の平均値と変化量について表-17に示す。これによると、5シーズンの成長量は胸高直径が1区、2区、対照区の順に多く、それぞれ0.7cm、0.5cm、0.3cmであった。また、樹高の成長量は1区が0.4mで2区と対照区は0.1mであった。

表-17 北東斜面ブナの毎木調査結果の平均値と変化量

試験区		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
北東1区	1990年	5,400	5.1	7.2	3.4	1.73	5.30	141
	1994年	5,400	5.8	7.6	3.5	0.89	0.79	131
	変化量	0	0.7	0.4	0.1	-0.84	-4.51	-10
北東2区	1990年	6,700	4.5	6.1	2.8	2.22	4.68	137
	1994年	6,600	5.0	6.2	2.8	1.04	0.85	123
	変化量	100	0.5	0.1	0.0	-1.18	-3.83	-14
北東対照区	1990年	7,600	4.4	6.1	3.1	2.50	4.39	144
	1994年	7,000	4.7	6.2	3.0	1.04	3.00	127
	変化量	600	0.3	0.1	-0.1	-1.46	-1.39	-17

根元曲がり幅は各区とも減少しているが、中でも対照区では1.46mと減少量が最も大きかった。このように施業をしていない林分でも根元曲がり高が回復していることから当該試験地のブナは現在が根元曲がりからの立ち直りの時期であると考えられる。根元曲がり高に

関しても各区ともに減少を見せているが、減少量は1区4.51m、2区3.83mと大幅に減少しているのに対し、対照区では1.39mの減少にとどまっていた。このように根元曲がり幅は対照区で最も減少していたが、根元曲がり高の減少は除伐を行った1区、2区の方が大きかった。これらの理由として、根元曲がり幅について、対照区では下層木が存在することにより主林木への雪圧緩和機能が発揮されるため、また根元曲がり高について、1区、2区では除伐で林冠がある程度解放されることによりこれまで斜立していた樹幹が鉛直上方に伸長を始めたためではないかと思われる。

3 まとめ

ここでは、熱塩加納試験地、南郷試験地と林齢の異なる2つのスギ造林地において、侵入広葉樹の本数を調整することによるスギ及び主要広葉樹の生育状況について見てきた。その結果、造林地内の広葉樹の存在はスギ及び主要広葉樹の生育状況に影響を与えていることが分かった。また、その影響はスギの生育段階によって異なった点が見られた。生育段階を計る基準として樹高を考えた場合、雪圧害を受けやすい時期は樹高が最深積雪深の約2.5倍に成長するまでと言われている。熱塩加納試験地のスギのように樹高1~4mと低く雪圧害を受けやすい時期にある林分では、林内に広葉樹が存在することにより根元曲がり幅が抑制される傾向が見られた。また、侵入広葉樹の本数が少ない林分ほど成長量が多くなっていた。一方、南郷試験地のスギのように樹高5~8mと高く、既に雪圧害を受ける時期を脱した林分では、下層の広葉樹の存在による根元曲がりへの影響は認められなかった。しかし、広葉樹があることで樹高及び直径の成長は抑制されていた。

以上のことから、積雪地帯のスギ造林地を健全な状態へと改良するための広葉樹の扱い方はスギの生育段階によって変えていくことが望ましい。雪圧害を受けやすい時期の林分では根元曲がり緩和のために、広葉樹をある程度残す除伐方法が有効だと考えられる。ただし残す広葉樹本数は、過剰であるとスギの成長が抑制されるため、根元曲がり幅の抑制効果とのバランスを考慮して決めていく必要がある。ちなみに今回の試験区のなかでは広葉樹の混交率44%に設定した3区で最もバランスのとれたスギの生育が認められた。これに対して、雪圧害を脱した時期の林分では成長を促進させるために広葉樹の全伐が効果的と思われる。ただし一斉に全伐した場合、急激な林分構造の変化による諸被害の影響が考えられるため、段階的な除伐方法が良いと思われる。

IV おわりに

今回は会津地方のスギ不成績造林地において、その実態調査と改良技術の1つとして侵入広葉樹の扱い方の検討を行い、上述したような結果が得られた。しかし、積雪地帯の不成績造林地の形態は一樣ではなく、ここで導き出された方法が全ての不成績林分に適用できるとは限らない。よって、新たな施業指針としてこのような除伐方法を普及させていくためには、様々な状態の林分において今回のようなデータの収集を行うべきである。また、最終的にスギを材として利用可能な状態に育てていくことを考えた場合、材質的な面にも視点を向けていくことが重要となってくるであろう。

本研究を進めて行くにあたり御協力頂いた南会津林業事務所経営課の諸氏、試験地の設定及び調査に御助力頂いた南郷村下山の馬場文夫氏、田島町荒海財産区の馬場邦夫氏に深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 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，福島県林業試験場研究報告 22. p 28-62, 1989
- 2) 鈴木千秋ほか：降積雪区分と耐雪性森林の育成技術，福島県林業試験場研究報告 25. p 1-18, 1993
- 3) 鈴木千秋ほか：積雪地帯における環境保全林特性の解明，福島県林業試験場報告 25. p 6-7, 1992
- 4) 鈴木千秋ほか：積雪地帯における環境保全林特性の解明，福島県林業試験場報告 26. p 12-19, 1993
- 5) 高原尚人ほか：積雪地帯における環境保全林特性の解明，福島県林業試験場報告 27. p 8-11, 1994
- 6) 野表昌夫：豪多雪地帯の造林技術 (X) -スギ造林木の幼齢期の形態および保育施業と成林時の樹型-，新潟県林業試験場研究報告 31. p 19-25, 1989
- 7) 佐藤啓祐ほか：雪に強い森林の育て方，豪雪地帯林業技術開発協議会編，1984
- 8) 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)，福島県農地林務部，1982

付表—1 熱塩加納試験地1区における広葉樹の毎木調査平均値と変化量

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
ミズナラ	1988年	1,500	5.7	5.8	2.6	2	5	118
	1993年	1,500	8.2	7.2	3.3	1.8	6.5	100
	変化量	0	2.5	1.4	0.7	-0.2	1.5	-18
オレオレ カンバ	1988年	300	5.7	7.6	2.4	1.8	7	138
	1993年	300	9.4	10.1	3.4	1.7	8.9	109
	変化量	0	3.7	2.5	1	-0.1	1.9	-29
ク　　リ	1988年	300	4.3	5.7	2.5	2	4.5	134
	1993年	300	6.5	7.8	3.7	1.6	7.9	120
	変化量	0	2.2	2.1	1.2	-0.4	3.4	-14
ヤマボウシ	1988年	200	2.8	3.7	2.1	2.3	2.5	145
	1993年	200	3.5	3.9	1.9	2.4	2.6	116
	変化量	0	0.7	0.2	-0.2	0.1	0.1	-29
ウリハダ カエデ	1988年	100	4.3	5.5	2.1	1.9	4.5	128
	1993年	100	6.8	7	2.5	2.7	7.2	103
	変化量	0	2.5	1.5	0.4	0.8	2.7	-25
ウワミズ ザクラ	1988年	100	4	4.5	1.5	0.7	4.2	113
	1993年	100	7.4	6.7	1.4	1	6.3	91
	変化量	0	3.4	2.2	-0.1	0.3	2.1	-22
ブ　　ナ	1988年	100	3.2	4.4	2.3	1.5	3.5	138
	1993年	100	4.8	5.5	2.2	1.8	5.2	115
	変化量	0	1.6	1.1	-0.1	0.3	1.7	-23
シナノキ	1988年	100	2.4	4.4	2.6	3.2	2.5	183
	1993年	0	-	-	-	-	-	-
	変化量	-100	-	-	-	-	-	-
ホオノキ	1988年	100	3.2	4.3	2.7	0.7	3.2	134
	1993年	100	6.8	7.1	2.9	0.8	2	104
	変化量	0	3.6	2.8	0.2	0.1	-1.2	-30

付表—2 熱塩加納試験地2区における広葉樹の毎木調査平均値と変化量

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
コシアブラ	1988年	700	3	4.1	2.2	0.8	3.8	141
	1993年	700	5.7	6.2	2.2	0.7	5.5	109
	変化量	0	2.7	2.1	0	-0.1	1.7	-32
ミズナラ	1988年	600	4.6	5.3	2.3	1.4	4.5	117
	1993年	600	8.5	7	2.7	1.7	6.2	85
	変化量	0	3.9	1.7	0.4	0.3	1.7	-32
オノオレ カンバ	1988年	400	4.6	5.9	2.8	1.6	5.2	135
	1993年	400	8.4	8.8	3	1.4	6.9	114
	変化量	0	3.8	2.9	0.2	-0.2	1.7	-21
シナノキ	1988年	300	6.2	5.2	2.1	0.5	5	85
	1993年	300	8.9	7.2	2.4	0.4	4.1	82
	変化量	0	2.7	2	0.3	-0.1	-0.9	-3
イタヤ カエデ	1988年	100	3.8	4.9	2.3	1.5	3.7	129
	1993年	100	5.8	6	2.3	2.7	5.1	103
	変化量	0	2	1.1	0	1.2	1.4	-26
ク　　リ	1988年	100	4.4	6.2	3.1	1.3	5.6	141
	1993年	100	8	9	3.3	0.6	8.4	113
	変化量	0	3.6	2.8	0.2	-0.7	2.8	-28
コハウチワ カエデ	1988年	100	4	4.2	2	1.2	3.6	105
	1993年	100	6.2	5.1	2.2	1.8	4.7	82
	変化量	0	2.2	0.9	0.2	0.6	1.1	-23

付表—3 熱塩加納試験地3区における広葉樹の毎木調査平均値と変化量

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
オノオレ カンバ	1988年	700	4.5	5.9	2.3	1	5.5	132
	1993年	700	7.8	7.7	2.6	0.8	4.7	102
	変化量	0	3.3	1.8	0.3	-0.2	-0.8	-30
ミズナラ	1988年	600	5.6	5.4	2.3	1.7	4.5	97
	1993年	500	10.6	6.5	2.2	1.2	5.9	62
	変化量	-100	5	1.1	-0.1	-0.5	1.4	-35
ク　　リ	1988年	100	5.8	4.7	2	0.8	4.5	81
	1993年	100	10	6.4	2.2	0.8	5.9	64
	変化量	0	4.2	1.7	0.2	0	1.4	-17
コシアブラ	1988年	100	3.9	4.9	2	0.5	3.2	126
	1993年	100	8.4	7.8	2	0.6	1	93
	変化量	0	4.5	2.9	0	0.1	-2.2	-33

付表—4 南郷試験地南西1区における広葉樹の毎木調査平均値と変化量

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
ブナ	1990年	1,800	4.4	6	2.8	1.14	4.96	136
	1994年	1,700	5.1	6.8	3.9	0.76	0.64	134
	変化量	-100	0.7	0.8	1.1	-0.38	-4.32	-2
ミズナラ	1990年	700	5.6	6.2	3.1	1.06	5.16	111
	1994年	500	6.8	6.8	4	0.67	0.66	122
	変化量	-200	1.2	0.6	0.9	-0.39	-4.5	11

付表—5 南郷試験地南西2区における広葉樹の毎木調査平均値と変化量

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
ブナ	1990年	1,700	4	5.5	2.6	1.02	3.84	139
	1994年	1,500	5	5.8	3.3	0.76	0.71	117
	変化量	-200	1	0.3	0.7	-0.26	-3.13	-22
ミズナラ	1990年	200	7.4	6.8	3.1	0.9	3.3	103
	1994年	200	11.3	7.4	3.6	1.1	0.8	68
	変化量	0	3.9	0.6	0.5	0.2	-2.5	-35
ホオノキ	1990年	100	6.2	6.2	3.1	1.2	5	100
	1994年	100	7.5	7.1	3.7	1	0.6	95
	変化量	0	1.3	0.9	0.6	-0.2	-4.4	-5

付表—6 南郷試験地南西対照区における広葉樹の毎木調査平均値と変化量

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
ブナ	1990年	300	1.5	2.7	-	-	-	193
	1994年	100	1.9	3	-	-	-	158
	変化量	-200	0.4	0.3	-	-	-	-35
ミズナラ	1990年	1,400	5.6	5.7	2.5	1.2	4.21	118
	1994年	1,200	7	6	2.7	1.03	0.83	86
	変化量	-200	1.4	0.3	0.2	-0.17	-3.38	-32

付表—7 南郷試験地北東2区における毎木調査平均値と変化量（ブナを除く）

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
スギ	1990年	200	6.8	5.8	3.4	1.35	2.65	85
	1994年	200	7.6	6.1	2.4	1.15	1.15	80
	変化量	0	0.8	0.3	-1	-0.2	-1.5	-5
コシアブラ	1990年	400	7.1	7.1	3.2	1.1	2.6	99
	1994年	400	7	8	3.1	1.13	1.13	115
	変化量	0	-0.1	0.9	-0.1	0.03	-1.47	16
ホオノキ	1990年	200	6.8	7	3.9	1.2	1.5	104
	1994年	200	8.9	7.3	4.1	1.4	1.4	83
	変化量	0	2.1	0.3	0.2	0.2	-0.1	-21
ウワミズザクラ	1990年	100	4	5.5	1.7	2.4	4.6	138
	1994年	100	5	5.8	2	1.6	1.6	116
	変化量	0	1	0.3	0.3	-0.8	-3	-22

付表—8 南郷試験地北東対照区における毎木調査平均値と変化量（ブナを除く）

樹種		本数/ha	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	根元曲幅 (m)	根元曲高 (m)	形状比
スギ	1990年	600	8.1	5.4	2.5	1.15	2.75	66
	1994年	400	6.8	5	1.8	1.28	0.73	74
	変化量	-200	-1.3	-0.4	-0.7	0.13	-2.02	8
コシアブラ	1990年	1,600	5.8	6.3	3.2	1.53	3.6	109
	1994年	1,300	6.5	6.7	3	1.09	0.78	104
	変化量	-300	0.7	0.4	-0.2	-0.44	-2.82	-5
ホオノキ	1990年	200	4.9	5.4	2.5	1.6	3.3	132
	1994年	200	5.8	6.8	2.6	1.3	0.4	123
	変化量	0	0.9	1.4	0.1	-0.3	-2.9	-9
アズキナシ	1990年	100	3.3	4.8	2.3	2.2	3.6	145
	1994年	100	3.6	5	2	1.6	0.5	139
	変化量	0	0.3	0.2	-0.3	-0.6	-3.1	-6