

ISSN 0918—113X

研 究 報 告

第 4 号

1996. 3

秋田県林業技術センター

目 次

1. 天敵を利用したマツ材線虫病防除技術に関する研究（Ⅱ）……長岐昭彦・富樫 均 … 1～ 31
ーキツツキ類鳥類と微生物利用及び誘引殺虫による防除ー
2. 複層林の造成管理技術の開発……石田秀雄・金子智紀・保坂昭雄・安岡政幸・大井牧夫 … 33～ 57
3. 積雪地帯における育林技術の一考察……石田秀雄 … 59～ 90
4. 複層林造成をめざしたスギ耐陰性試験……伊藤精二・大井牧夫・畠山貞明 … 91～126

天敵を利用したマツ材線虫病防除技術に関する研究（Ⅱ）

——キツツキ類と微生物利用による生物的防除および誘引殺虫試験——

長 岐 昭 彦・富 樫 均

Studies on biological control of pine damage by the pine wood nematode utilizing natural enemies (Ⅱ) —The field test for biological control by the woodpeckers, the entomogenous fungus and chemical control by attractants—

Akihiko Nagaki, Hitoshi Togashi

要 旨

マツノザイセンチュウの媒介昆虫であるマツノマダラカミキリの有力な天敵と認められているアカゲラおよび *Beauveria bassiana*（ボーベリア菌）を利用した防除について、前者は巣箱による誘致定着と補食率の変動の調査を、後者はマツノマダラカミキリの罹病率を高める試験と蚕への影響試験を行い、また、誘引剤マダラコールと殺虫剤の併用によるマツノマダラカミキリの駆除試験を実施しそれぞれの防除効果について検討した。

I. アカゲラ

- 1) 海岸クロマツ林では冬季を中心にアカゲラの出現頻度が高くなった。
- 2) 海岸クロマツ林に営巣・ねぐら用コバノヤマハンノキ丸太巣箱、ねぐら用スギ材底なし型巣箱を架設したところ、前者の巣箱のねぐら利用率が高くなった。
- 3) 巣箱のねぐら利用は10月～4月に最もよく見られ、巣箱架設後2～3年経過すると利用頻度が少なくなった。
- 4) アカゲラの出現頻度の高い林分ほど、利用巣箱数が多くなり、マツノマダラカミキリの補食率も高くなった。
- 5) 巣箱架設林分で設置後、補食の高率化が見られた。この要因の1つにアカゲラによる巣箱利用定着化が考えられた。

II. *Beauveria bassiana*（ボーベリア菌）

- 1) *Beauveria bassiana* を培養した種駒を、マツノマダラカミキリの産卵した1mクロマツ丸太に20個打ち込み1年後の割材調査の結果、感染（死亡）率は平均約75%となった。しかし、作業効率に難点がある。
- 2) *Beauveria bassiana* を付着させたキイロコキクイムシをマツ林内に放虫した場合、放虫点から120m離れた地点においても感染が認められたが、気候や微地形の環境の相違により、感染

率が0～40%とばらつきがあった。

- 3) *Beauveria bassiana* を繁殖させた不織布にマツノマダラカミキリの産卵した被害立木、または伐倒木に付着させた結果、付着させた箇所付近では最高約70%の感染率であったが、全体の感染率は低かった。しかし、関東における同様な試験結果では高い感染率を示しているため、寒冷地である当県においても方法によっては有効な防除効果が得られる可能性は高いと考えられる。

Ⅲ. 誘引殺虫

誘引剤の固形マダラコールと殺虫剤のスミパイン乳剤を併用した防除試験を行った。

- 1) 誘引開始時期および最盛期は、羽化初日および最盛期から約2～4週間経過してからみられた。
- 2) 誘引剤設置区と設置しない対照区の捕殺虫数は3カ年計で47:6となり、誘致殺虫の効果が認められた。
- 3) 薬剤散布や除間伐を行っている公園内に誘引剤を取り付けたところ、誘引された捕殺虫が全く認められなかった。また、林分調査では自然枯損木が著しく少なかった。これらから、薬剤散布・除間伐の併用がマツノマダラカミキリの生息密度の低減に大きな効果があると推察された。

はじめに

生物的防除は天敵の働きを強めたり、あるいは導入・増殖により有害生物の個体数を低密度に抑える方法である。マツノザイセンチュウの媒介であるマツノマダラカミキリに対し、天敵を導入して防除する考え方は1970年代から考えられてきた。現在、最も有力な天敵として鳥類のキツツキ類と微生物の *Beauveria bassiana* (ボーベリア菌) が認められている。

また、防除のため大量に散布している薬剤の環境への影響に配慮し、薬剤の低減化、環境への影響軽減のねらいから、生理活性物質(誘引剤等)と殺虫剤を併用した防除方法も1980年代中頃より検討されてきた。

マツ材線虫病は激害になってしまえば、マツノマダラカミキリ個体数が高密度となり、防除も困難となる。このため被害初期にいかに防除できるかが重要となることは以前から指摘されてきた。生物的防除および誘引殺虫による防除は、被害隣接の未被害地域や、被害の軽微地域に導入し、マツノマダラカミキリの生息密度を低下させ、被害の未被害地への侵入や被害の激化を、従来の防除方法(伐倒駆除等)と共に行い、より高い効果で防除できると期待される。また、中・激害地においても密度を低減させることで、従来の防除を実施しやすくする。そこで、これら天敵を活用した防除効果やその方法について、また誘引殺虫の効果についても検討を行った。

本研究は1992～94年に実施された国庫助成地域重要課題「マツノマダラカミキリの生物的防除法の究明」の一環として行ったものである。うち「天敵微生物利用による防除」は、森林総合研究所昆虫生態研究室長 楨原寛氏、同東北支所昆虫研究室長 五十嵐豊氏、同主任研究官 大谷栄児氏、同研究

員 衣浦晴生氏、岩手県林業技術センター研究員 高橋健太郎氏、同県蚕業試験場上席専門研究員 鈴木繁実氏、林業科学技術振興所 藤岡浩氏、同 山家敏雄氏との共同研究として実施し、その成果は林業科学技術振興所から報告書にて発表されている。今回は秋田県分を再度とりまとめたものである。

また、鳥類の生息調査の実施にあたりご協力をいただいた、日本野鳥の会秋田支部 西出隆氏に、「キツツキ類利用による防除」および「誘引殺虫による防除」の試験に際して適切なるご助言をいただいた藤岡浩氏に、それぞれこの場にて厚くお礼を申し上げる。

I. キツツキ類利用による防除

これまで、キツツキ類のうち、コゲラ、アカゲラ、オオアラゲラがマツノマダラカミキリを補食し(15)、なかでもアカゲラはマツノマダラカミキリにとって有力な天敵であることは1980年頃より報告されている(4, 6)。アカゲラの誘致増殖の最良の方法は、キツツキ類の生息環境に適した林相(8)に転換をすることであるが長期間を要するため、当面ねぐら・営巣用巣箱を架設し、誘引定着または増殖を試みる方法が行われている。(3, 7, 11, 12)

当センターにおいても前報で巣箱によるアカゲラの誘致と生息密度・補食率等の関係を調査し、①生息密度は営巣・ねぐら場所および餌の条件に深い関係がみられる。②架設した巣箱は、年々反応率が高くなり、3年目にはねぐら利用の目撃確認された。等の結果が得られた(2)。本試験では、前報に続き、海岸マツ林のキツツキ類の出現頻度の変化、巣箱架設によるねぐら・営巣利用状況の変移、巣箱利用後の補食率の変動等を調査した。

i. ラインセンサスによる生息状況調査

1. 調査地と調査方法

調査地は天王町、秋田市下浜、秋田市下新城、本荘市、象潟町の海岸部のクロマツ林内に、計5調査区を設置した。各調査区の概況を表一に示す。本荘区は他の調査区より内陸よりに位置

表一 試験地・調査地総括

調査地番号	所在地	地	況	林			面積 ha	枯 損 本 数 本/ha	材 幹 の 有 無	生 息 の 有 無	備 考
		標 高 m	方 位	樹 種	林 齢	人 ・ 天 別					
1	天王町天王	5~20	N E	クロマツ 田畑	31~48 24~36	人 天	25.89 4.70	183	無	有	
2	秋田市下浜羽川	5~20	W	クロマツ 農立本	11~75	人	17.01 0.54	117	無	有	
3	秋田市下新城野	5~30	WSW	クロマツ	36~61 32~81	人 天	44.26 12.55	153	無	有	
4	本荘市石脇	50~ 150	WSW	クロマツ アカマツ スギ カヤ・栗	49~119 74, 118 42 40~79	人 人 人 人	38.42 0.41 0.18 0.86	30	無	未 確 認	
5	象潟町下浜山	5~20	WNW	クロマツ ハンノキ 農立本	24~89 36	人 人	12.30 0.59 2.63	—	有	有	

*「枯損本数」は50×20mの標準地を3カ所設定し、調査した本数。

*—：調査未実施。

*マダラ：マツノマダラカミキリ

し、標高も他の調査区より高い。

調査方法は林内または林縁に約 1.5km の調査線を設け、約 1 時間かけて歩行し目撃・鳴き声から半径約 50m 範囲内のすべての鳥類の個体数と種類を記録した。1 往復半を 1 回の調査分とし、時期は 6～7 月の夏季と 12 月～2 月の冬季にそれぞれ 1 回ずつ行った。

2. 結果と考察

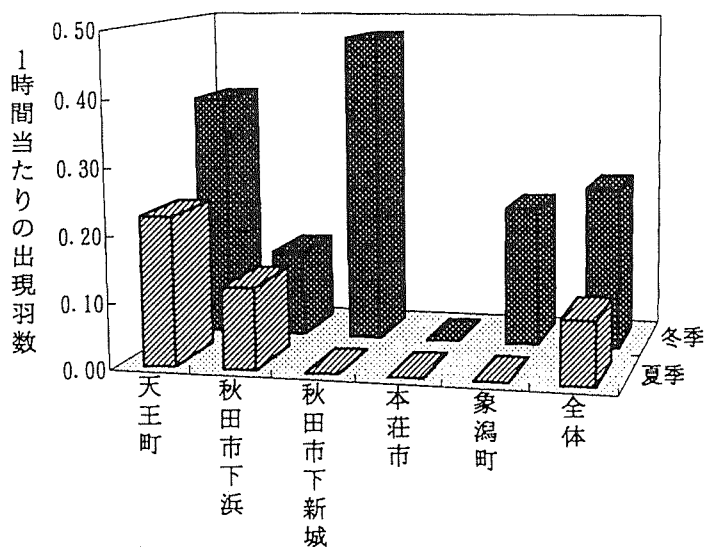
① キツツキ類の生息状況

ラインセンサスの結果の内、キツツキ類を表―2 に示す。1989～91 年の前回調査ではキツツキ

表―2 キツツキ類生息状況

調査地	調査年	夏				冬			
		アカゲラ	アオゲラ	コゲラ	計	アカゲラ	アオゲラ	コゲラ	計
1 天王町	1992	-	-	-	1 (0.23)	1 (0.35)	-	-	1 (0.35)
	1993	-	-	-	4 (1.66)	1 (0.41)	-	-	1 (0.41)
	1994	2 (0.94)	-	-	3 (1.42)	1 (0.37)	-	-	1 (0.37)
	計	2 (0.23)	0 (0.0)	6 (0.68)	8 (0.90)	3 (0.38)	0 (0.00)	1 (0.13)	4 (0.50)
2 秋田市	1992	1 (0.38)	-	-	3 (1.13)	1 (0.38)	-	-	1 (0.38)
	1993	-	-	-	0 (0.00)	-	-	-	0 (0.00)
	1994	-	-	-	1 (0.29)	-	-	-	3 (0.89)
	計	1 (0.12)	0 (0.0)	3 (0.37)	4 (0.49)	1 (0.13)	0 (0.00)	3 (0.39)	4 (0.53)
3 下浜	1993	-	-	1 (0.4)	2 (0.89)	2 (1.04)	1 (0.52)	-	3 (1.57)
	1994	-	-	-	2 (1.14)	-	-	-	0 (0.00)
	計	0 (0.00)	1 (0.3)	4 (1.00)	5 (1.25)	2 (0.47)	1 (0.24)	0 (0.00)	3 (0.71)
4 本荘市	1993	-	-	-	1 (0.46)	-	-	-	0 (0.00)
	1994	-	-	-	1 (0.48)	-	-	-	1 (0.45)
	計	0 (0.00)	0 (0.0)	2 (0.47)	2 (0.47)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.26)	1 (0.26)
5 石橋	1993	-	-	-	1 (0.33)	-	-	-	0 (0.00)
	1994	-	-	-	2 (0.61)	1 (0.24)	-	-	7 (1.69)
	計	0 (0.00)	0 (0.0)	3 (0.48)	3 (0.48)	1 (0.21)	0 (0.00)	7 (1.48)	8 (1.70)
計		3 (0.10)	1 (0.0)	18 (0.57)	22 (0.70)	7 (0.25)	1 (0.04)	12 (0.42)	20 (0.71)

*() は 1 時間当たりの出現羽数。



図―1 アカゲラの出現頻度

類のうちアカゲラの出現羽数が1番高かった(2)が、今回の調査ではどの林分でもコゲラの出現羽数が高く、次いでアカゲラとなっている。

図一1に3カ年合計のアカゲラの1時間あたりの羽数(出現頻度)を示す。アカゲラは夏季では2調査区のみでの出現であったが、冬季には本荘区を除いたすべての調査区で出現している。調査区全体の平均でも冬季が夏季の約2.5倍となり、冬季の出現頻度が高くなった。これは前回の調査(2)と同じ傾向である。本荘区で出現しないのは、マツ材線虫病防除のため、徹底した除間伐や殺虫剤の地上散布を毎年実施していたことで餌となる昆虫の数が少なかったためと思われる。前報の結果(2)ともあわせ、当県における海岸クロマツ林には冬季を中心にアカゲラが普遍的に生息しているとみられる。

調査区の中では天王区が夏季・冬季とも高い出現頻度を示した。天王区は沢筋を中心に田畑・草地が広がり、より多様な環境であったためと考えられる。また、秋田下新城区は、夏季にはアカゲラが認められなかったものの、冬季の出現頻度は高い値を示した。この調査区は①約5.5km²の連続したクロマツ林内にあること、②調査区では天然クロマツ林が他区より比較的多く、他樹種が入り込んでいること(表一1)、などにより冬季の餌場としての利用度が高いためと考えられる。

②鳥類全体の生息状況

表一3に鳥類全体の生息状況を、また、表一4には各調査区の3カ年計の上位出現5種が、5調

表一3 鳥類の生息状況

調査地 番号	調査 年	夏季			冬季		
		出現上位5種	種数	1時間当たり出現羽数	出現上位5種	種数	1時間当たり出現羽数
1 (天王町天王)	1992	Cs, Ec, Er, Pmo, Ha	38	87.5	Er, Fm, Pma, Pa, Ec	22	537.9
	1993	Cs, Ec, Pma, Ha, Tc	30	127.9	Pma, Af, Pa, Ccy, Ha	23	115.0
	1994	Cs, Ec, Pma, Ha, Lb	29	120.9	Ccoc, Pma, Pa, Er, Zi	22	211.8
	計	Cs, Ec, Pma, Ha, Pmo	47	106.5	Er, Pma, Fm, Pa, Ccoc	36	298.2
2 (秋田市下浜)	1992	Lc, Ccor, Ha, Cs, Hm	14	60.8	Pma, Pa, Ccor, Cs, Pv	16	93.4
	1993	Ec, Pmo, Cs, Pma, Ha	14	69.5	Cs, Ccor, Hm, Pma, Ec	7	17.7
	1994	Ec, Cs, Ha, Pc, Pma	13	43.3	Pa, Pmo, Pma, Af, Ha	13	126.5
	計	Lc, Ec, Cs, Ha, Ccor	22	55.5	Pa, Pma, Pmo, Af, Ccor	22	92.3
3 (秋田市下新城)	1993	Cs, Pma, Ec, Ccor, Hm	21	105.8	Csp, Pma, Ha, Ccor, Tn	14	40.7
	1994	Cs, Pma, Ec, Ccor, Ep	12	48.6	Pma, Pa, Pv, Ccor, Zi	11	92.4
	計	Cs, Pma, Ec, Ha, Ccor	22	80.8	Pma, Pa, Csp, Pv, Ccor	19	69.0
4 (本荘市石脇)	1993	Cs, Pma, Pmo, Ccor, Ha	27	122.8	Pma, Ccor, Ha, Pv, Hm	16	118.7
	1994	Pmo, Cs, Pma, Ha, Ccor	18	136.5	Pma, Hm, Ccor, Cm, Ha	10	60.0
	計	Cs, Pmo, Pma, Ccor, Ha	30	129.4	Pma, Ccor, Hm, Ha, Ec	20	84.6
5 (象潟町下浜山)	1993	Cs, Pmo, Ec, Pma, Ha	23	77.0	Pma, Pv, Ec, Ac, Cs	6	128.6
	1994	Cs, Ec, Pma, Ha, Pmo	21	68.9	Pa, Pma, Pv, Fm, Hh	26	162.8
	計	Cs, Ec, Pmo, Pma, Ha	27	72.8	Pma, Pa, Pv, Fm, Ec	27	158.6
計			—	86.4		—	156.8

* : Acエナガ、Afヒシクイ、Ccocシメ、Ccorハシボソガラス、Ccyオオハクチョウ、Cmハシブトガラス
Csカワラヒワ、Cspマヒワ、Ecホオジロ、Erカシラダカ、Epイカル、Fmアトリ、Haヒヨドリ、
Hhシノリガモ、Hmトビ、Lbモズ、Lcウミネコ、Paヒガラ、Pcキジ、Pmaシジュウカラ、Pmoスズメ、
Pvヤマガラ、Tcクロツグミ、Tnツグミ、Ziメジロ

表—4 3 カ年計の各調査地の出現上位 5 種と出現調査地数

出 現 調査区数	種 名	
	夏季	冬季
5	カワラヒワ、ヒヨドリ	シジュウカラ
4	ホオジロ、シジュウカラ	ヒガラ
3	スズメ、ハシボソガラス	ハシボソガラス
2		アトリ、ヤマガラ、ホオジロ
1	ウミネコ	カシラダカ、シメ、スズメ マヒワ、トビ、アトリ

査区のうちどの区の出現上位 5 種に入っているかその区数を示した。表—3 により種数、1 時間当たり羽数とも天王区が多くなり、これは前述したようにこの調査区の環境が多様化しているためと思われる。表—4 より、各区 3 カ年の出現上位 5 種のうち、すべての区で出現しているのは夏季でカワラヒワ、ヒヨドリ、冬季ではシジュウカラ、4 調査区の出現は夏季でホオジロ、シジュウカラ、冬季でヒガラ、3 調査区の出現は夏季でスズメ、ハシボソガラス、冬季でハシボソガラスとなっている。このことより 1 年通じて生息数が多いのはシジュウカラ、ホオジロ、ハシボソガラス、夏季に多いのはカワラヒワ、冬季に多いのは漂鳥のヒガラ、ヤマガラなどのカラ類や渡り鳥として群で渡来するアトリ類があげられる。このことは、1989～91 年の調査 (2) とほとんど変化がない。しかし、夏冬季の出変頻度の比較では、前回の調査はどの箇所も冬季の出現数が高かった (2) のに対し、今回は必ずしもそうはなっていない。

ii. 巣箱架設による誘致技術の解明

1. 調査区と調査方法

天王、秋田市下浜区に、ねぐら・営巣用巣材として直径 20～30cm、高さ 45cmの中をくりぬいたコバノヤマハンノキ丸太を、ねぐら用巣材として中村ら (9) が考案された高さ 45cm、幅 10cm、奥行き 12cmのスギ材底なし型巣箱の 2 種類を設置した。設置は各区内を南北にほぼ直線上約 50 m間隔で、マツ立木の地上高約 3～4mの樹幹部に行った。

種類別巣箱架設年月と架設数は、表—5 のとおり天王区では丸太巣箱を 1992 年に 5 個、94 年に 9 個、底なし型巣箱を 93 年に 10 個、94 年に 10 個、秋田下浜区では丸太巣箱を 93 年に 3 個、底なし型巣箱を 93 年に 12 個、94 年に 9 個である。

調査は 1992 年 3～4 月、93 年 1～4 月、11 月～95 年 7 月 (現在継続中) の期間に 1 カ月に 1 回の割合で行い、つつき跡、丸太巣箱の穿孔穴の有無、ねぐら用底なし型巣箱の出入り穴の拡大の有無、利用状況を記録した。

2. 結果と考察

アカゲラによる巣箱の利用状況を表—5 に示した。

①ねぐらの利用状況

…利用期間：表—5 より、アカゲラの巣箱利用は天王区で 1993 年 12 月～94 年 4 月と、94 年 10 月～95 年 5 月に、秋田下浜区では 94 年 10 月～95 年 3 月に目撃により確認された。すべてがねぐらとしての利用で営巣用としての利用は認められなかった。5 月の利用は 1995 年の天王区の 1 個体のみで、付近で繁殖している可能性が考えられたため（後述）、このケースを除くと、アカゲラのねぐら利用期間はおよそ 10 月～4 月と推定できる。ほとんどが冬季を中心とした利用であり、前述したラインセンサスの結果と同様となった。

…利用個体：1 区の最大ねぐら利用個体数は天王区では 3 羽、秋田下浜で 1 羽であった。この比率は冬季ラインセンサスの結果のアカゲラの出現頻度の比率（図—1）に類似し、斉藤ら（10）の結果と同様となった。

②営巣の可能性

今回の調査では営巣利用は認められなかった。ただし、天王区で 1994 年 10 月からねぐらとして利用されていた丸太巣箱が、翌 95 年 5 月下旬まで継続利用された。3、4、5 月の調査の観察事例を以下に記す。

3 月 29 日は 17 時 07 分、4 月 19 日は 16 時 55 分にそれぞれ巣箱から飛び出し、ねぐらとして利用しているのを確認した。飛び出したアカゲラは付近のマツに留まり、時々鳴き声を発しながら樹幹上部へ移動した。4 月 19 日の調査時さらに 15 分後、再び巣箱付近に近づいたところ巣穴から頭部だけだし、巣箱に入っているのが確認できた。5 月 31 日の調査では、18 時頃巣箱付近で頻繁に飛び回っているのを目撃した。一度その場を離れ、40 分後、再び林分に立ち入ったときも同じ状況であったので、飛び回っている付近に近づいたところ盛んに鳴き声をたて警

表—5 巣箱の利用状況

調査地	巣箱の種類	架設 年月	架設 個数	アカゲラによる利用状況																												
				(年)1992 (月)3 4	1993 1 2 3 4 11 12	1994 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1995 1 2 3 4 5 6 7																									
1 (天王町)	中空式丸太 (コナノヤマノキ)	1992. 1	5	— —	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
		1994. 4	9																													
	底無し型巣箱 (スギ板)	1993. 1	10																													
		1994. 4	10																													
2 (秋田市 下浜)	中空式丸太 (コナノヤマノキ)	1993. 1	3																													
		1993. 1	12																													
	底無し型巣箱 (スギ板)	1993. 1	12																													
		1994. 4	9																													

凡例 —：利用なし、×：つつき跡、○：浅い穿孔穴の一部が拡大、◎：利用可能な深い穿孔穴の全縁が拡大、▲：ねぐら利用の確証
シ：シジュウカラの利用、シP：シジュウカラつかいの利用、コ：コウモリの利用、巢：他鳥類の営巣、腐：腐朽が進み巣箱の一部が欠落したもの
*シ、コは内数。

戒した様子であった。さらに 20 分後の 19 時頃に近づくと巣箱から頭部だけ出し、利用を確認した。6 月 15 日、日中巣箱の中を確認したが卵や雛はみられなかった。冬季のねぐら利用の場合、巣箱に近付き追い出した後でも、20 分後には戻っているのを何度も確認していることから、一度巣箱に近づいた事で長時間警戒したとは考えにくい。巣箱付近の林分は風による倒木で多数の空間があり、そこに広葉樹が入り込んでいる。推測ではあるが、その広葉樹の 1 本に営巣し、丸太巣箱はねぐらとして利用していた可能性がある。アカゲラの巣箱への営巣確認は岩手県 (5)、山形県 (10) の数例のみで、今後引き続き利用調査を行っていく必要がある。

③巣箱設置方法の検討

アカゲラの利用巣箱数と他の鳥類等の利用巣箱数を表一6 に示す。

…巣箱の利用率：アカゲラの巣箱のねぐら利用率は、天王区で中空式丸太巣箱—36%、底無し型巣箱—10%、秋田下浜区で中空式丸太巣箱—33%、底無し型巣箱—0%であった（表一6）。秋田下浜区については中空式丸太巣箱は 3 個しか設置しなかったもので、断定はできないが、両区とも中空式丸太巣箱の方が利用率が高くなった。

表一6 アカゲラの利用巣箱数と他鳥類等の利用巣箱数

単位：個

調査地 番 号	巣箱の種類	架設 個数	アカゲラねぐら 利用数 (%)	他の鳥類等の利用数			
				シジュウカラ	コウモリ	巣	計 (%)
1 天王町	中空式丸太	14	5 (35.7)	4	—	—	4 (28.6)
	底無し型	20	2 (10.0)	2	1	4	7 (35.0)
2 秋田下浜	中空式丸太	3	1 (33.3)	—	—	—	0 (0.0)
	底無し型	21	0 (0.0)	4	—	2	4 (19.0)
計	中空式丸太	17	6 (35.3)	4	0	0	4 (23.5)
	底無し型	41	2 (4.9)	6	1	6	11 (26.8)

*「他の鳥類等の利用数」の「計」が合致しないのは、シジュウカラ利用目撃後、営巣が認められたケースがあったため。

…1 つの巣箱の利用期間：冬季ねぐらに利用され、春季・夏季利用されなくなった巣箱は、再利用される場合はほとんどなかった。巣箱利用については現在も継続調査中であるが、天王区で 1995 年 5 月まで利用されていた丸太巣箱は（前述）、同年 10 月から再利用されている。これ以外の巣箱では再利用は確認されなかった。この理由として、腐朽の進行や、他の鳥の利用があげられる。表一6 より、巣箱の下方に枯れ草等で営巣された底無し型巣箱は 6 個、キツキ類が穿孔した後、シジュウカラに利用された丸太巣箱は 4 個あった。また、未営巣で底が開いた状態の底なし型巣箱からシジュウカラが飛び出したケースを 8 例（巣箱数 6）ほどあり、そのうち、つがいで飛び出したのを 2 例（巣箱数 2）観察した。営巣された底なし型巣箱が 1 年以上そのままの状態であった場合も 1 例あった。希なケースとして 1994 年 10～12 月にコウモリが利用していた底無し型巣箱が 1 個あった。

また、利用が認められなくなった丸太巣箱は約 1 年を経過すると急速に腐朽が進行し、底など巣箱の一部が剥がれ落ちる場合が多く見られた（表一5）。

これからことから、一巣箱の利用は実質約6～7カ月と思われる。ただし、利用されている巣箱が少ないこと、営巣利用の場合は不明、などのため今後継続した調査が必要である。

…巣箱の寿命：表—5より、天王区では1992年丸太巣箱設置後、約2年経過して5個全巣箱に利用可能な穿孔が認められ（内4個がねぐら利用）、さらに約1年後には腐朽が進み巣箱の一部が腐落するなど5個とも利用が不可能な状態になった。1993年以降設置した巣箱については、継続調査中であり、この1例だけで断定できない。しかし、山形ではスギ板巣箱・丸太巣箱の架設後3年まで利用が確認され、5年目にはキツキ類の新たな痕跡が認められなくなった報告がある事より（10）、巣箱の寿命は現地の状況等で変わるが設置後約2～3年と考えられる。

また、巣箱設置から初めて利用が確認されるまでの期間は6カ月～約2年であった。丸太巣箱の場合、時間が経過するのに従い材質が柔らかくなりキツキ類が穿孔するのに適度な硬さになるのが、巣箱や設置場所の環境によりそれぞれ異なるためと思われる。

iii. マツノマダラカミキリの補食調査

1. 調査区と調査方法

天王、秋田下浜、秋田下新城の3区に1992年12月と1994年12月、マツノマダラカミキリを寄生させた直径10cm前後の1m丸太10本を地上に立てかけた状態に設置し、翌年4月に回収し、割材を行ってキツキ類による材入幼虫の補食率を調査した。1992年に対照区として、防鳥ネットを巻いて付近に同様の丸太5本を設置した。ただし、秋田下新城区は1994年のみの調査である。

また、1995年3月に上記3区内でマツノマダラカミキリが材入している自然枯損木（被圧または潮風害木）5本を伐倒回収し、割材によりキツキ類によるマツノマダラカミキリの補食率を調べた。

割材調査では、①材入孔数、②補食数、③蛹室内が空の数、④死体数を調べ、次式により⑤補食率とした。

$$\text{⑤補食率（％）} = \text{②補食数} \div (\text{①材入孔数} - \text{③蛹室内が空の数} - \text{④死体数}) \times 100$$

2. 結果と考察

①材入幼虫の補食率

キツキ類のマツノマダラカミキリの補食率を表—7に示す。1992年の補食が2調査区とも認められなかったのは、餌となる材入幼虫数（＝材入孔数）が1994年と比較し両区ともに50%以下と少なかったため、キツキ類が餌木として興味を示さなかったと思われる（2）。

1994年の補食率は、強制産卵させた供試木で秋田下新城区が40.3%と一番高く、次いで天王区の35.2%、秋田下浜の13.1%となった。また、自然枯損木でも同様に、秋田下新城区75.0%、天王区69.6%、秋田下浜区40.0%の順になった。供試木の方が自然枯損木より低い補食率を示

表—7 キツツキ類による材入幼虫の捕食率

調査地 番号	調査年	調査対象木の 種類	調査木 本数	平均 直径	平均 樹高	材入 孔数	捕食数			捕食が認め られないが 蛹室が空の 生存数	蛹室内 脱出 孔数	死 体 数	捕 食 率
							材入 孔	蛹室 計	数				
							①	②	③			④	⑤
1 (天王町)	1992	強制産卵	10	7.5		35	0	0	0	0	35	0	0.0
		(対照区)	5	6.0		10	0	0	0	0	10	0	0.0
	1994	強制産卵	10	8.6		75	9	16	25	3	46	0	35.2
		自然枯損 立木	5	8.8	8.8	120	47	31	78	7	32	0	69.6
2 (下浜)	1992	強制産卵	10	8.8		31	0	0	0	0	31	0	0.0
		(対照区)	5	6.1		10	0	0	0	0	10	0	0.0
	1994	強制産卵	10	7.9		66	4	4	8	4	50	0	13.1
		自然枯損 立木	5	11.8	4.6	264	44	48	92	34	137	0	40.0
3 (下新城)	1994	強制産卵	10	9.6		74	13	16	29	2	42	0	40.3
	1994	自然枯損 立木	5	8.0	5.1	22	8	1	9	10	3	0	75.0
	1992	強制産卵	20			66	0	0	0	0	66	0	0.0
	計	1994 強制産卵	30			215	26	36	62	9	138	0	30.4
	1994	自然枯損 立木	15			406	99	80	179	51	172	0	50.6

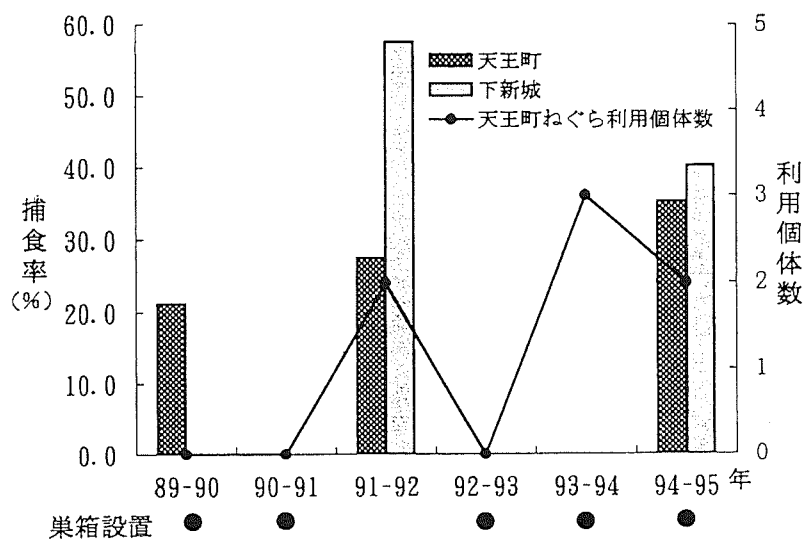
⑤捕食率 = {②捕食数 / (①材入孔数 - ③蛹室内が空の数 - ④死体数)} × 100

したのは、捕食率は地上高1m以下になると低くなる(2)ためと思われる。

また、供試・自然枯損木の捕食率がともに、秋田下新城、天王、秋田下浜の順となり、冬季ラインセンサスの結果のアカゲラの出現頻度の順(図—1)と同様となった。このことは、キツツキの中でもアカゲラが東北地方では、マツノマダラカミキリの捕食を高頻度で行っている(15)のを再実証したとともに、アカゲラの相対密度を高めれば捕食率が高まる(13)ことを示めている。

②巣箱利用に伴う捕食率の変動

捕食率の調査を行った前述3区内、天王、秋田下新城の両区では1989年より捕食率調査を行ってきたので(2)、そのデータも含め、1989～94年の両区の捕食率と天王区のアカゲラのね



図—2 アカゲラのねぐら利用個体数と捕食率の経時変化

ぐら利用数のそれぞれの経時変化を図一2に示した。また、補食率調査は1993年を除き毎年行い、89～91年の調査方法は本報（92～94年）の強制産卵した供試木設置方法と同様である。

天王区の巣箱の設置は1989～94年に、91年を除き毎年行われてきた。その結果、1991-92、93-94、94-95年にアカゲラのねぐら利用が認められ、誘致定着化がなされたことが示される。

1990-91と92-93年の両区、89-90年の秋田下新城区の補食率が0%であったのは、供試木に材入しているマツノマダラカミキリの幼虫の数が少なかったためと思われ、この点を除外すると、アカゲラの誘致を行っている天王区での補食率は徐々に高くなっている。

藤岡ら(1)は①供試木より自然枯死木の補食率が高い、②供試木に材入している餌の量（マツノマダラカミキリの幼虫数）により補食率に変動がみられる、などの理由から、本方法では正確な補食率を把握できないという指摘をした。従って、直ちに補食率の高率化がアカゲラの誘致の成果だとは言い難い。しかし、1989-90、91-92、94-95年の供試木には約70頭以上の幼虫が材入し、ある程度の補食が確認できたこと（ただし、89-90年の秋田下新城区では50頭の材入しかなく補食もみられなかった。）、また、94-95年の供試木と自然枯損死木に対する補食率の各調査区順位が秋田下新城区、天王区、下浜区となり同様であったこと、天王、秋田下新城両区ともマツ材線虫病による被害林分ではなく、年の自然枯損死発生率に大きな変化は認められず、林分のアカゲラの餌量が一定であったと考えられること、巣箱架設していない秋田下新城区で91-92年より94-95年の補食率が低くなっているのに対し、巣箱設置の天王区では89-90、91-92、94-95年と補食率が高率化していること、巣箱架設によりアカゲラの観察例が多くなるに従い、架設林分のマツノマダラカミキリの脱出孔数が経年減少した事例(15)があること、などにより補食率の向上はアカゲラによる巣箱の利用・定着が要因の1つになったことは十分推測されるものである。

これらのことから、キツキ類による補食率を高めるためには、好適な環境づくりが最も効果があると推測される。人工林の中でアカゲラにとって生息に適した林分は営巣やねぐら利用可能な樹洞がある大木があり、中層に広葉樹が点在している多樹種林分であり(8)、マツ林からキツキ類の生息好適林分への導入技術も論じられている(14)。しかし、前述したように林相転換には長期間必要である。今回の調査では、即効性のある巣箱架設による誘致定着によっても補食効果が高められていくことが示された。

今後は、営巣を含めた巣箱利用率を高めるための誘致増殖の効果的な方法や、林相改良に伴う好適環境の解明を行う必要がある。

II. 微生物利用による防除

マツノマダラカミキリに対する天敵微生物として、糸状菌 *Beauveria bassiana*（以下ボーベリア

菌)が知られている(16、17、25)。しかし、野外においてマツノマダラカミキリの穿孔している林木に、本菌を散布した試験では十分な効果が得られなかった。これは、菌の胞子を樹皮上に散布するだけでは、樹皮下に菌が入りにくく、目的の昆虫に直接接触しないことが原因と考えられた(23、24、26)。そこで、マツ材内にボーベリア菌を侵入させる方法として、①菌を培養した種駒を材に打ち込む、②マツノマダラカミキリと同じ枯損マツに穿孔するキイロコキクイムシに菌を付着させ林内に放虫する、③菌を培養した不織布を枯損マツ立木または倒木に貼り付けて、刃物で材に傷を付けて菌が侵入しやすくする、などの3つの方法でマツノマダラカミキリの感染率を調査した。また、ボーベリア菌は蚕の黄きょう病の病原菌であり、菌の大量放散により多種類の昆虫に感染伝播し、菌の密度を高める事により蚕への影響が懸念されているため、前記②キイロコキクイムシ利用、③不織布利用、それぞれの場合の蚕への影響試験も併せて行った。

なお、試験には種駒や不織布は森林総合研究所内でボーベリア菌を増殖させたもの(21)を、キイロコキクイムシは大量増殖の方法(18)により森林総合研究所東北支所内でアカマツ材内に繁殖させたものを用いた。試験地までの運搬は、ボーベリア菌は試験日約2週間前に宅配で送付されたものを5℃の冷蔵庫に保管し、試験日当日に氷の入ったクーラボックスで、キイロコキクイムシは森総研東北支所内の繁殖用恒温器から試験日当日、光が中に入らないように箱に入れて行った。

また、いずれの試験地も桑の栽培地から20km以上離れている箇所を選定した。

i. 種駒の利用

1. 調査地と調査方法

天王町の20年生海岸クロマツ林に調査地を設定した。1992年7月13日に林内の樹高5~8mのクロマツ立木11本を伐倒し、1m丸太にして林内に立てかけてマツノマダラカミキリの産卵対象木用の供試木(以下供試木)とした。図-3のように8月28日8mmのドリルで20cm間隔2列(1倍区)と10cm間隔2列(2倍区)の穴を各10本ずつの丸太にあけ、森林総合研究所で培養したボーベリア菌種駒を打ち込んだ。その上から直径9mmのシリコンゴムを約1cmの長さに切り蓋をし、処理後、生立木に10本ずつたてかけ、アカゲラ等につつかれないよう黒の寒冷紗で被覆した。対照区として種駒を打ち込まない10本の丸太を20m離れた箇所に、同様に寒

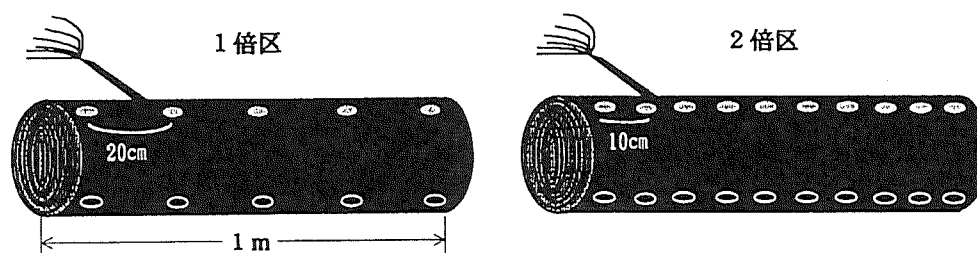


図-3 種駒打ち込み試験図

冷紗で覆い設置した。同年 11 月 24、25 日に処理木の半分の各 5 本ずつを、残り 5 本はそのまま現地に残し翌 1993 年 9 月 25 日にそれぞれ回収・割材し、マツノマダラカミキリのポーベリア菌による感染死亡率（以下感染率）を調べた。1992 年の割材調査時に生きていた幼虫は持ち帰り 25℃の恒温器に入れ飼育し罹病状態を観察した。なお、調査地に生息するマツノマダラカミキリはマツノザイセンチュウは保持していない。

2. 調査結果と考察

結果を表―8 に示す。ポーベリア菌による死亡数には加温後の発病死の個体も含まれている。種駒打ち込み 3 カ月後の感染率は、1 倍区で樹皮下幼虫が 25%、材入幼虫で 18%、2 倍区では樹皮下幼虫が 50%、材入幼虫が 36%となりいずれも樹皮下幼虫が高い結果となった。また、1 倍区と 2 倍区を比較すると全体の感染率はそれぞれ 19%、41%となり、樹皮下・材入幼虫含め 2 倍区が高い感染となった。

また、種駒打ち込み約 1 年後の感染率は、1 倍区で 56%、2 倍区で 76%、対照区で 0%となった。1 倍区、2 倍区とも種駒打ち込み 3 カ月後の感染率より高い数値となった。種駒の密度を増加させればより大きな効果が期待できる。しかし、野外での作業効率が次の様に悪く、実用化するためには改善が必要である。

- ・種駒用の穴をあけるために、バッテリー式 (7.2V) のドリルを使用した。1 回の充電で 100 個の穴しか開けられない。
- ・ハンドドリルを使用した場合、時間と労力がかかる。

表―8 ポーベリア菌種駒打ち試験結果

(種駒打ち込み 3 カ月後)											
	樹皮下幼虫数				材入幼虫数				幼虫全体		
	生	死			生	死			総数	B. b.	感染率
		その他	B. b.	感染率		その他	B. b.	感染率			
1 倍区	3	0	1	25.0	24	3	6	18.2	7	7	18.9
2 倍区	4	1	5	50.0	14	0	8	36.4	6	13	40.6
対照区	6	0	0	0.0	37	0	0	0.0	3	43	0.0

(種駒打ち込み 1 年後)														
	樹皮下幼虫数				生	材入幼虫数				カラ	成虫脱出孔数	幼虫総数	B. b.	感染率
	生	死				死	死							
		その他	B. b.	感染率			その他	B. b.	感染率					
1 倍区	0	0	2	100.0	0	0	7	100.0	6	7	9	9	56.3	
2 倍区	0	0	3	100.0	0	0	13	100.0	15	5	16	16	76.2	
対照区	0	0	0	—	0	0	0	—	0	26	0	0	0.0	

* 1992. 8 種駒打ち込み、1992. 11 & 1993. 9 割材調査、調査本数各区 5 本

* 1 倍区: 1 m クロマツ丸太 20 cm 間隔 2 列打ち込み、2 倍区: 10 cm 間隔 2 列打ち込み

* 感染率 = 「B. b. 」 / (「生」 + 「死」) × 100

ii. キイロコキクイムシの利用

マツ類に穿孔する昆虫に天敵微生物の胞子を付着させマツ林内に放中し、間接的にマツノマダラカミキリに感染罹病死させる着想は1980年頃よりあった(19)。

マツ類に穿孔する昆虫は多数知られているが、その中から、マツ類だけに穿孔すること、生態の研究が比較的進んでいること、大量増殖が可能であること、大量放虫によって新たな枯損木が発生する可能性がないこと、などの条件からキイロコキクイムシが最適運搬昆虫の1つと考えられている。

1. 調査地と調査方法

1992～94年に秋田市下新城、天王町の海岸クロマツ林約20年生の林分に、以下のような5通りの方法の試験と蚕への影響試験を行った。

なお、③～⑥の試験に使用したボーベリア菌付与装置(後述)からのキイロコキクイムシの放虫数の推定は、1本毎に穿入アカマツ材表面の単位面積の脱出孔数を計測し、それに表面積を乗じた合計数である。ただし⑤の場合のみ、「推定放虫数=回収後の孔数の合計-設置時の孔数の合計」による。

①高位置からの一点放虫試験(1992年)

秋田市下新城のクロマツ林にある3階建て高さ12mの望楼の2階8mの高さに、雨があたらないように箱を設置し、その中に大量増殖したキイロコキクイムシ1万頭あたりにボーベリア菌0.1gを付着させて入れ、放虫試験を実施した。放虫日は1992年7月28日、8月24日で放虫数は各2000、6300頭である。供試木として試験地のクロマツを7月14日に伐倒、2mに玉切りし、図-4のように西と北に放虫点より20、40、60mの箇所、東にはテニスコート、南には老人ホームがあるため60mの箇所、それぞれ付近の立木へ立てかける状態で設置した。な

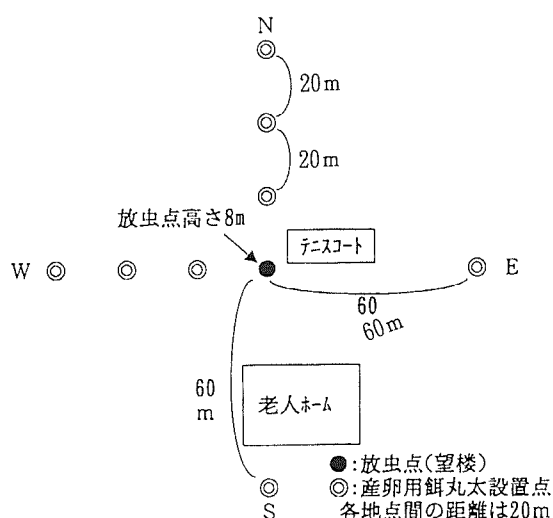


図-4 高位置からの一点放虫試験配置図

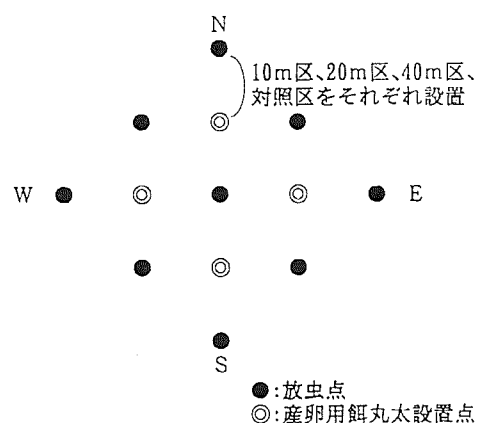


図-5 多点放虫試験配置図

お、1回目の放虫日7月28日は小雨で、南西の風がやや強く、気温は23℃、2回目の放虫日の8月24日は晴れ、南西の微風、気温は30℃であった。

割材調査は同年11月19～26日に実施した。取り出した生存幼虫はフィルムケースに入れ、森総研東北支所内の25℃の恒温槽内に2週間入れ、ボーベリア菌による発病の有無を調べた。

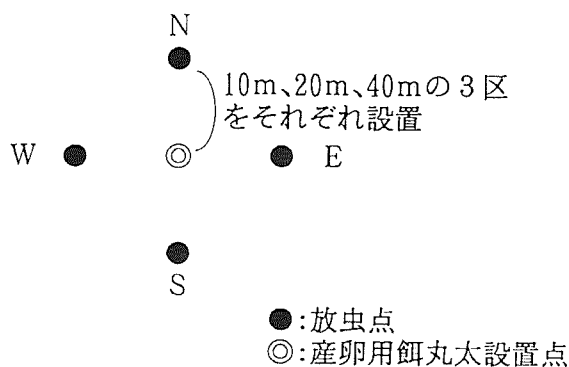
②多点放虫試験（1992年）

秋田市下新城に放虫点から供試木まで10、20、40m間隔の3試験区を設定した。各試験区は200m以上の間隔をおき、図一5のように9箇所放虫点を設置した。供試木は1992年7月13日に試験地内のクロマツを伐倒、2mに玉切りし、4本を1セットとし各試験区の東西南北、4箇所の立木にたてかけた。放虫点には30cm四方のテترونゴースを地面にさした4本の棒に結び固定し、供試木を東西南北から取り囲むように設置した。テترونゴースの中心に①同様にボーベリア菌を付着させたキイロコキクイムシを置き放虫した。放虫は7月に雨が少なかったので8月18日、9月3、6日の天気の良い日に行った。各箇所の放虫数は8月18日では250頭で1調査区当たり2250頭、9月3日では55頭で1調査区当たり500頭、9月6日では80頭で1調査区当たり720頭であった。対照区は、約5km離れた天王町の30年生クロマツ林に設定し、クロマツ2本を伐倒して、同様に玉切り、立てかけて置いた。

割材調査の方法や調査日は①同様に行った。

③ボーベリア菌付与装置を用いた多点放虫試験（1992年）

②の調査地近辺の海岸クロマツ林内に図一6のように、放虫点が供試木を四方から取り囲むよう各供試木までの間隔が10、20、40mの3試験区を設置した。各試験区はそれぞれがあるいは②の各試験区からも100m以上離れている箇所とした。供試木の設置方法と設置日は②と同様であるが、放虫点には、図一7のような林業科学技術振興所で考案されたボーベリア菌付与装置（以下菌付与装置）を設置した（20）。菌付与装置内には、大量増殖中で脱出直前のキイロコキクイムシが材入している約50cmのアカマツ丸太を4本ずつ、1992年7月28日に入れた。対照区は②の同区の隣接部に設定し、クロマツ2本を伐倒、2mに玉切り後立てかけておいた。



図一6 菌付与装置を用いた
多点放虫試験配置図

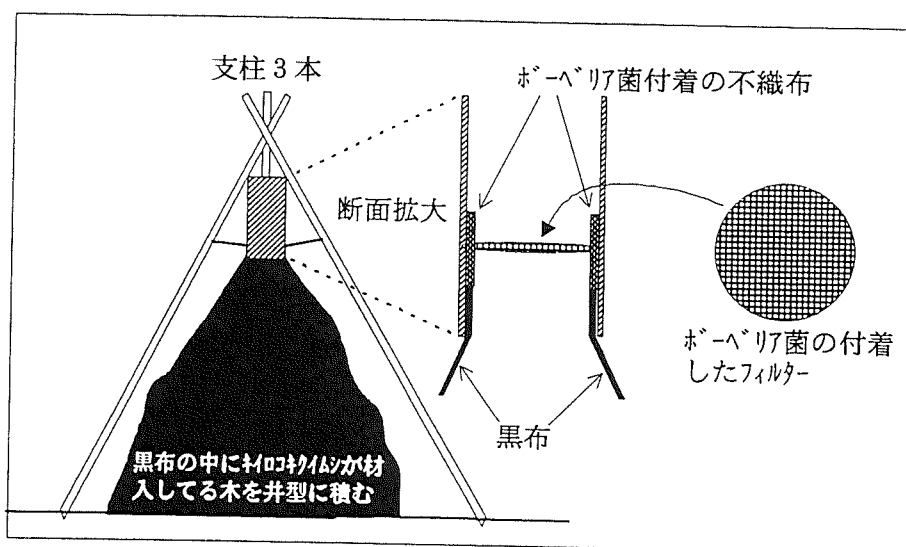
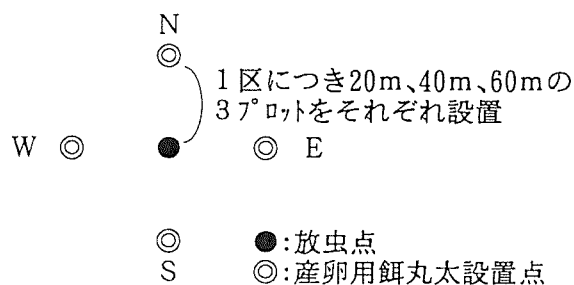


図-7 天敵微生物付与装置

割材調査の方法や調査日は①、②同様に、キロコクイムシの脱出孔数調査は同年11月26日にそれぞれ行った。

④ボーベリア菌付与装置を用いた一点放虫試験 No.1 (1993年)

秋田市下新城の海岸クロマツ林内に図-8のように放虫点から餌丸太まで20、40、60m間隔の3プロットを6区設定した。内訳は対照区で1区、2mやぐら区1区、地上設置区4区である。各プロットは100m以上間隔をおいて設定した。供試木は1993年7月21日に放虫点から東西南北の方向に樹高約8~10mのクロマツを伐倒し、2mに玉切り、4本を1セットとして各プロット4箇所それぞれ付近の立木に立てかけておいた。放虫点には③同様の菌付与装置を8月9~12日に設置し、装置の黒布内には、増殖させた約50cmのキロコクイムシ穿入丸太を各7本ずつ入れた。対照区は約2km離れた天王町に、ボーベリア菌をつけない菌付与装置を放虫点に設置し、黒布内のキロコクイムシ穿入丸太は、各プロット5本ずつとした。また、



設置区名	区数
地上設置	4
2mやぐら	1
コントロール	1
計	6

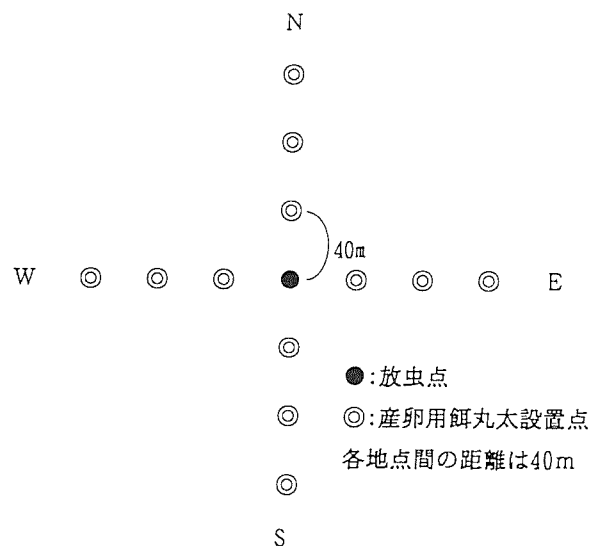
図-8 菌付与装置を用いた一点放虫試験配置図 No.1

菌付与装置は1992年に同様の試験を行うために使用したものに雨、直射日光が入らないように直径15cmのプラスチック屋根を取り付けたものを使用した。

11月4～6日に餌丸太を回収し、11月9～17日に割材調査を実施した。採取したマツノマダラカミキリの幼虫のボークベリア菌による感染率を調査するため①～③と同様にして1カ月加温した。

⑤ボークベリア菌付与装置を用いた一点放虫試験 No.2 (1994年)

秋田市下新城海岸クロマツ林内に、図一9のように放虫点から東西南北の方向へ40、80、120mの各地点に、供試木として樹高約8～10mのクロマツ立木1本を伐採し、付近の立木へ立てかけた2試験区を設定し、内1区を対照区とした。供試木の伐採は1994年7月14日に行い、7月27日、放虫点に菌付与装置を設置し、黒布の中には③、④同様にキイロコキクイムシの穿



図一9 菌付与装置による一点放虫試験配置図
No.2

入アカマツ丸太64本を入れた。対照区は、500m以上離れた箇所とし、放虫点にはボークベリア菌の繁殖しているフィルターや不織布がない菌付与装置を設置した。また、付与装置には④同様雨、直射日光が入らないよう屋根を取り付けた。9月29日にアカゲラによるマツノマダラカミキリの幼虫の捕食を防ぐため、立てかけた供試木を2m丸太に玉切りし黒色寒冷紗で被覆した。

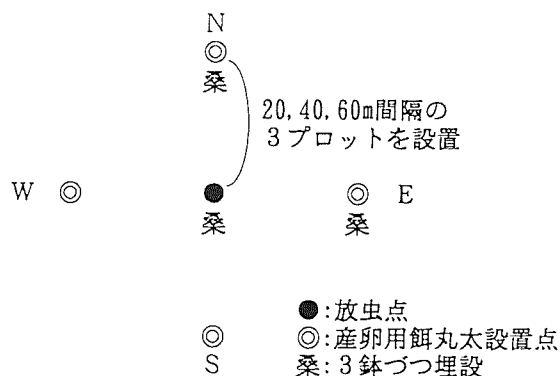
11月7日に供試木、キイロコキクイムシ穿孔材を回収し、翌日の8～15日に割材調査を行い、採取後の幼虫は①～④同様1週間加温しボークベリア菌による感染率を調査した。

⑥蚕への影響試験 (1993年)

秋田市下新城の海岸クロマツ林に、放虫点から供試木まで20、40、60m間隔の3プロットを設置した。放虫点には菌付与装置を用い、放虫点や供試木の設置方法、設置日は④と同様であ

る。図一10のように、1プロット毎に放虫点および放虫点から東、北2方向の3箇所の供試木の下に8月9～12日予め植木鉢に育成しておいた桑を1箇所当たり3鉢ずつ埋め込んだ。また、対照区として約300km離れたクロマツ林内に13鉢の桑を設置した。

9月8日に桑を枝条基部から伐採収穫し、クール宅急便で岩手蚕業試験場に送付し、直ちに



図一10 キイロコキクイムシ放虫による
蚕影響試験地配置図

本菌に対して最も感受性の高い5齢起蚕～5齢3日目幼虫に給与した。その後は普通桑を与え、22～25℃で飼育・上簇管理を行い、病蚕発生の有無等を調査した。同定は硬化病蚕をシャーレに入れ保温しながら、約1カ月間室温で保護した後、菌のコロニーの形態・色を調べ、さらに顕微鏡観察により判定した。

2. 結果と考察

結 果

①高位置からの一点放虫試験（1992年）

1回目の放虫日は、天気が悪く、気温も低かったので、2回目の放虫のみがボーベリア菌の感染に影響があったと考えられる。

表一9の感染率より一番感染率が高かったのは北20m地点の40.0%である。次が北60m地点、東60m地点の33.3%であった。方向では北側、距離では3箇所ではボーベリア菌による感染が認められた60m地点が高い感染率を示す結果となった。

表—9 高位置からの一点放虫による感染率

地点区分	樹皮下幼虫数				材入幼虫数					カラ	幼虫総数		
	生	死			生	死					全	B. b.	B. b.
		他	B. b.	感染率		他	B. b.	感染率	感染率				
W-20	0	0	0	-	4	1	0	0.0	0	5	0	0.0	
40	1	0	0	0.0	1	0	0	0.0	0	2	0	0.0	
60	4	0	1	20.0	12	0	0	0.0	0	17	1	5.9	
N-20	2	1	2	40.0	5	4	6	40.0	9	20	8	40.0	
40	3	0	0	0.0	17	0	0	0.0	2	20	0	0.0	
60	3	1	1	20.0	6	0	4	40.0	1	15	5	33.3	
E-60	1	0	0	0.0	1	0	1	50.0	2	3	1	33.3	
S-60	1	0	0	0.0	7	1	1	11.1	0	10	1	10.0	
計	15	2	4	19.0	53	6	12	16.9	14	92	16	17.4	

*B. b. 菌の感染死は割材後、25℃の恒温器で2週間加温後の数値。

*「カラ」は材入孔道はあるが中に幼虫がいない事を示す。

*幼虫総数の全=「樹皮下幼虫(「生」+「死」)」+「材入幼虫(「生」+「死」)」

*感染率=「B. b. 」/(「生」+「死」)*100

②多点放虫試験 (1992 年)

感染率の結果を表—10 に示す。10m区の感染率は樹皮下幼虫で 30.8%、材入幼虫で 15.4%、全体で 20.0%、20m区では樹皮下 41.4%、材入 7.9%、全体 16.1%、30m区では樹皮下 13.5%、材入 6.8%、全体 8.8%となり、いずれの区も樹皮下幼虫の感染率が高くなった。また、全体の感染率では放虫点からの距離が遠くなる区ほど感染率が低くなる傾向を示した。対照区ではボーベリア菌による感染個体は確認されなかった。方向別の感染率では、北、南、東、西の順に感染率が高く、北、南ではほとんど差はなかった。

しかし、感染率の結果は割材時幼虫を採取する際に、コンタミ（感染）した可能性もある。

表—10 多点放虫による感染率

地点区分	樹 皮 下 幼 虫 数				材 入 幼 虫 数				カラ	幼 虫 総 数		
	生	死			生	死				全	B. b.	B. b.
		他	B. b.	感染率		他	B. b.	感染率				
10m区	25	2	12	30.8	77	0	14	15.4	14	130	26	20.0
20m区	17	0	12	41.4	82	0	7	7.9	19	118	19	16.1
40m区	32	0	5	13.5	82	0	6	6.8	15	125	11	8.8
計	74	2	29	27.6	241	0	27	10.1	48	373	56	15.0
対照区	24	0	0	0.0	5	0	0	0.0	2	29	0	0.0
N(北)	18	0	15	45.5	54	0	5	8.5	9	92	20	21.7
E(東)	15	0	5	25.0	54	0	2	3.6	7	76	7	9.2
S(南)	25	2	7	20.6	57	0	14	19.7	21	105	21	20.0
W(西)	16	0	2	11.1	76	0	6	7.3	12	100	8	8.0

*B. b. 菌の感染死は割材後、25℃の恒温器で2週間加温後の数値。

*「カラ」は材入孔道はあるが中に幼虫がいない事を示す。

*幼虫総数の全=「樹皮下幼虫(「生」+「死」)」+「材入幼虫(「生」+「死」)」

*感染率=「B. b. 」/(「生」+「死」)*100

③ボーベリア菌付与装置を用いた多点放虫試験 (1992 年)

キイロコキクイムシの脱出推定数は1放虫点で約1900～2900、平均2000強が認められた。各供試木の感染率を表—11 示す。各区の感染率は10m区で12.0%、20m区20.6%、40m区0%とな

表—11 菌付与装置を用いた多点放虫の感染率

地点区分	キロコクイムシ脱出推定数	皮下幼虫数				材入幼虫数					幼虫総数		
		生	死			生	死			カラ	全	B. b.	B. b. 感染率
			他	B. b.	感染率		他	B. b.	感染率				
10m区	10,472	3	0	1	25.0	19	0	2	9.5	2	25	3	12.0
20m区	6,042	6	1	7	50.0	20	0	0	0.0	2	34	7	20.6
40m区	8,253	3	0	0	0.0	34	0	0	0.0	3	37	0	0.0
計	24,767	12	1	8	38.1	73	0	2	2.7	7	96	10	10.4
対照区		19	1	1	4.8	33	0	0	0.0	2	54	1	1.9

*B. b. 菌の感染死は割材後、25℃の恒温器で2週間加温後の数値。

*「カラ」は材入孔道はあるが中に幼虫がいない事を示す。

*幼虫総数の全=「樹皮下幼虫(「生」+「死」)」+「材入幼虫(「生」+「死」)」

*感染率=「B. b. 」/(「生」+「死」)*100

り、そのほとんどが樹皮下幼虫であった。

④ボーベリア菌付与装置を用いた一点放虫試験 No.1 (1993 年)

放虫点からのキイロコキクイムシの脱出推定数は1放虫点で約600～3000、平均1700強と推定された。表—12より感染率は対照区では1～3%と非常に低く、やぐら区では20mで対照区と同様低い感染率であったが40、60mでは12%前後となった。また、地上設置区では11～37.8%の感染率であった。地上設置区の距離別の結果では40mが22.8%の感染率と最も高く、20mで15.0%、40mで13.4%となり、後者2つの差はほとんどなかった。表—13の地上設置区の方角別感染率より、感染率は北が25.5%と最も高くなり、他3方向では15%前後で差はほとんどみられなかった。

これから、放虫点より40m離れた地点と、北方向で感染率が高い結果となった。

表—12 菌付与装置を用いた一点放虫による感染率 No.1

①地上設置区(4区の合計)

地点区	キロコ推定脱出数(AV)	生	死		幼虫	感染率
			B. b.	その他	総数	(%)
20m	7,603	63	60	277	400	15.0
40m	5,692	54	86	237	377	22.8
60m	6,032	41	44	244	329	13.4
計	19,327	158	190	758	1,106	17.2

②2mやぐら区

地点区	キロコ推定脱出数	生	死		幼虫	感染率
			B. b.	その他	総数	(%)
20m	2,446	5	1	41	47	2.1
40m	2,025	17	14	85	116	12.1
60m	2,956	5	8	56	69	11.6
計	7,427	27	23	182	232	9.9

③コントロール区

地点区	キロコ推定脱出数	生	死		幼虫	感染率
			B. b.	その他	総数	(%)
20m	1,974	13	1	52	66	1.5
40m	1,645	5	1	43	49	2.0
60m	2,794	4	1	36	41	2.4
計	6,413	22	3	131	156	1.9

*「キロコ」はキイロコキクイムシのこと。

*数値は割材調査後、幼虫を1ヶ月25℃の恒温器で加温後の数値。

*割材時の圧迫・切断死の個体は除く。

表—13 地上設置区の距離別感染率

区分	生	死		幼虫	感染率
		B. b.	その他	総数	(%)
N(北)	49	72	161	282	25.5
E(東)	30	41	226	297	13.8
S(南)	38	39	161	238	16.4
W(西)	36	39	211	286	13.6

⑤ボーベリア菌付与装置を用いた一点放虫試験 No.2 (1994 年)

キイロコキクイムシの推定放虫数は対照区で 17630 頭、通常区で 15185 頭であった。

感染率は、供試木への寒冷紗の巻き付け時期の遅れによるアカゲラによる捕食が観察されたため、それ以外のみの個体で調査した。結果を表—14 に示す。ボーベリア菌による感染率は全体的に低く、コントロール区では全体で約 1%、通常区では全体で 5%にとどまった。表—15 に方位別感染率を示す。方位別感染率は、北 7.3%、東 10.2%が南 2.2%、西 1.3%より高く、距離では 40m

表—14 菌付与装置を用いた
一点放虫距離別感染率 No.2

距離	方位	生	死		合計	
			B. b.	感染率(%)	の他	
40	N	45	5	10.0	0	50
	E	55	5	8.3	0	60
	S	19	2	9.5	1	22
	W	38	0	0.0	1	39
	合計	157	12	7.1	2	171
80	N	45	1	2.2	0	46
	E	46	9	16.4	0	55
	S	58	0	0.0	3	61
	W	22	1	4.3	7	30
	合計	171	11	6.0	10	192
120	N	50	5	9.1	0	55
	E	21	0	0.0	1	22
	S	55	1	1.8	0	56
	W	88	1	1.1	2	91
	合計	214	7	3.2	3	224

*1994. 7月供試木伐採、2m丸太 4 本。

*1994. 7月1回キイロコキクイムシ放虫、11月割材調査。

*B. b. 菌の感染は割材後、25℃の恒温器で 1 週間加温後の数値。

*感染率=「B. b. 」/(「生」+「死」)*100

表—15 地上設置区の方位別感染率

区分	生	B. b.	死	幼虫	感染率
			の	総数	(%)
N(北)	140	11	0	151	7.3
E(東)	122	14	1	137	10.2
S(南)	132	3	4	139	2.2
W(西)	148	2	10	160	1.3

7.1%、80m 6.0%、120m 3.2%と放虫点から遠くなるにつれて低い感染率となっている。

⑥蚕への影響試験 (1993 年)

結果を表—16 示す。40m 区の放虫点の桑葉を給与した蚕 1 頭にボーベリア菌による感染が認められ、その他の地点では感染率は 0 であった。

また、供試木のマツノマダラカミキリの本菌による感染率は (表—17)、20m 区で 15.4%、40m 区で 19.5%、60m 区で 13.5%であった。このことから、ボーベリア菌を付着したキイロコキクイムシが各区供試木まで飛翔したのは明らかである。

このように病蚕が発生したのは放虫点付近のみであったので、胞子の飛散範囲は放虫点のごく近接したエリアに限られ、付近に桑園がなければ直接的な養蚕への影響はほとんどないと思われる。

表—16 キイロコキクイムシ放虫による蚕の罹病状況 表—17 キイロコキクイムシ放虫試験感染率

鉢植え桑 設置個所	供試 蚕数	健蚕	B. b.	硬化 病蚕	その他
20-O	20	20	0	0	0
20-E	20	20	0	0	0
20-N	20	20	0	0	0
40-O	20	18	1	1	0
40-E	20	19	0	1	0
40-N	20	16	0	3	1
60-O	20	20	0	0	0
60-E	20	19	0	0	1
60-N	20	16	0	3	1
Cont.	20	20	0	0	0

*供試蚕：昭山×玲風、5 齢起蚕。

*鉢植え桑給与期間：5 齢起蚕～5 齢3 日目まで。

*Cont：放虫点から約300m離れた場所に鉢植えした桑。

地点区分	生	死		幼虫 総数	感染率 (%)
		B. b.	その他		
20m	13	10	42	65	15.4
40m	15	15	47	77	19.5
60m	14	12	63	89	13.5
計	42	37	152	231	16.0

*割材調査後、幼虫を1ヶ月25℃の恒温器で加温後の数値。

*割材時の圧迫・切断死の個体は除く。

考 察

以上の結果をまとめると以下のことがいえる。

- ・樹皮下幼虫と材入幼虫では前者の感染率が高い。
- ・地上に放虫点を設置した場合、放虫点から離れるほど感染率が徐々に低下するが、120m離れた地点でも菌による感染が確認された。
- ・放虫点を高くすると、地上設置よりもより遠くの地点の感染率が高くなるが、全体の感染率が向上する傾向はみられない。このことからあまり効果があるとはいえない。
- ・方向別感染率ではどの試験においても北の方向が高くなった。これは、この試験地は日中北東の風が吹くことに関係があると推測される。

種駒や不織布を利用とした防除は被害木一本単位の集中的・点的な防除であり、キイロコキクイムシ利用による防除は面的な防除と捉えることができる。しかし、その感染率は年や地点により変動が激しく、またボーベリア菌付与装置による感染率も最大で40%弱にとどまり、平均で10%～20%となっている。これはその年の気候や微地形によるわずかな環境の相違によるものと推測される。また、当県が関東以西に比べ寒冷地であることが影響しているとも考えられる。

今後は、均等な感染率を得られるための放虫点の配置や不織布との併用による効果などを調査する必要があると思われる。

iii. 不織布の利用

前述したように、ボーベリア菌の分生子を種駒に培養する防除方法は、比較的高い効果が得られたが、枝など細い箇所には接種が不可能であったり、作業効率が悪いなどの欠点があった。そのため、ボーベリア菌を不織布に培養し、被害木へ接触させることにより、マツノマダラカミキリの高い感染率が認められ、かつ作業効率もよいという結果が得られている(21)。そこで寒冷地

である当県においても同様の効果があるのか調査するため、被害立木に巻き付ける効果試験と伐倒した被害木の上側表面に貼り付ける効果試験を行った。今回使用した不織布は長さ 50cm、幅 5cm、厚さ約 0.2cm の規格である。

1. 調査地と調査方法

①不織布による効果試験（1994 年）

秋田市下新城、男鹿市戸賀、男鹿市脇本の 3 箇所で試験を行った。

a) 秋田市飯島

1994 年 7 月 14 日に約 20 年生の樹高約 7m、胸高直径約 7~9cm のクロマツを 3 本伐倒し、その場に立てかけて放置した。マツノマダラカミキリが産卵後、8 月 29 日、立木 1 本につき高さ 3~4m 付近に不織布を 1 枚巻き付けた。

b) 男鹿市戸賀

1994 年 4 月にマツノザイセンチュウ病による年越し枯れの様相を呈していた 6 本と、8 月に今年度自然感染して当年枯れを起こしていた 6 本に、8 月 29 日、立木の状態で高さ 3~4m 付近に 1 本につき不織布を 1 枚巻き付けた。

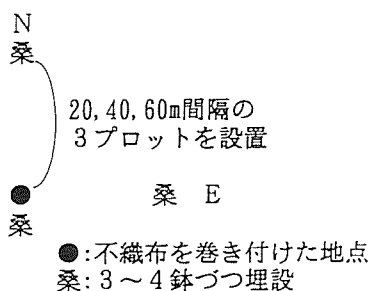
c) 男鹿市脇本

1994 年 4 月に年越し枯れと判断されたクロマツ 2 本を 8 月 29 日に伐倒し、縦に二分した不織布を樹幹に平行にほぼ 1m おきに樹幹先端部まで置き、枝条部の一部は集積してその上に適宜不織布を置いた。

11 月 7 日、3 調査地の供試木を回収し、11 月 8~15 日に割材調査を行った。採取したマツノマダラカミキリの幼虫は 1 頭ずつフィルムケースに入れ、25℃の恒温器に 1 週間加温し、ボーマリア菌の感染の有無を調べた。

②蚕への影響試験（1994 年）

試験地の箇所と桑の配置は、前述したキイロコキクイムシ放虫による蚕への影響試験と同様である。図一11 のように、供試木は中心点（不織布設置箇所）に、1994 年 7 月 14 日、胸高直



図一11 不織布利用による
蚕影響試験配置図

径約7～9cmのクロマツを1プロットにつき1本計3本を伐倒し、その場に立てかけて放置した。8月29日にボーベリア菌培養不織布を3～4mの位置に巻き付けた。桑葉の収穫は9月8日に枝条基部から切断して行い、クール宅急便で岩手県蚕業試験場に送付した。その後の蚕への給与方法、本菌の同定方法等はキイロコキイムシ放虫による蚕への影響試験と同様である。

2. 結果と考察

①不織布による効果試験（1994年）

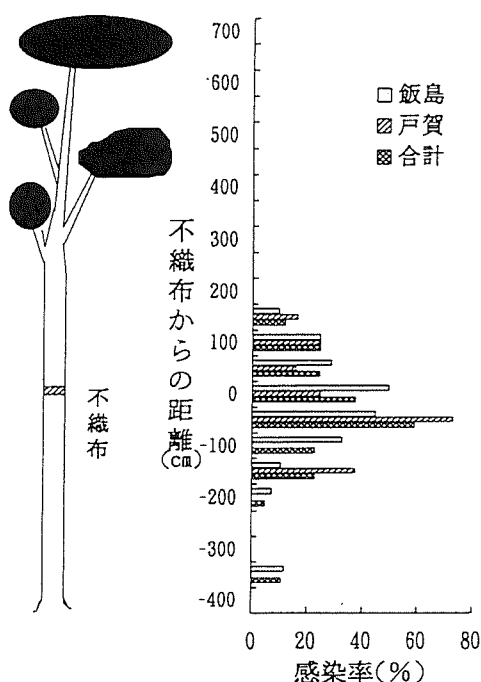
a)、b) 秋田市下新城、男鹿市戸賀の菌感染率

不織布を巻いた高さが異なるため、樹高別ではなく不織布の位置を0として、それより高い方を+として50cmごとの感染率を図一12示した。下新城と戸賀は2箇所とも、不織布を巻き付けた位置およびその下50cmにおける感染率が最も高く、また、巻き付け位置の下方だけでなく上方でも感染率が高くなるなど類似した傾向を示した。合計では上下150cmまで10%以上の感染率であった。

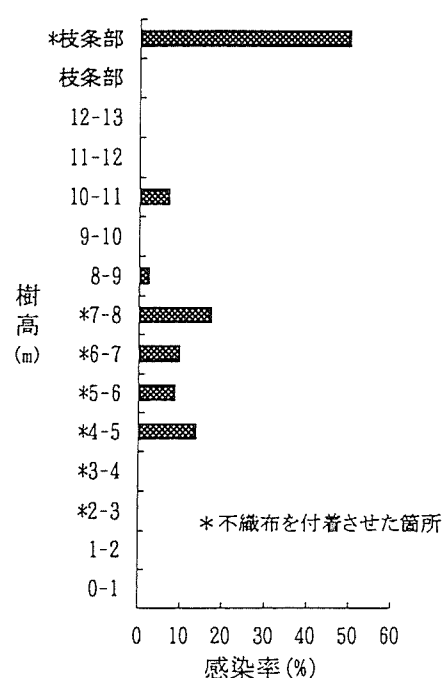
なお、戸賀の年越し枯れ6本には、マツノマダラカミキリの幼虫は材入していなかった。

c) 男鹿市脇本の菌感染率

年越し枯れ2本には、マツノマダラカミキリ幼虫はいなかった。当年枯れの感染率を図一13示す。不織布を置いた箇所内、4～8m部分では10～18%の感染率であったが、不織布を置いていない箇所では、8～9mの約3%、10～11mの約8%以外では菌の感染は認められな



図一12 不織布の立木巻き付けによる感染率



図一13 不織布の倒木設置による感染率

かった。また、不織布を置いた枝状部では50%の幼虫に感染が認められたのに対し、置かない枝状部では感染は0であった。これらのことより不織布による防除効果はあったといえる。しかし、東京都大島における同様の試験では、最高の感染率で約98%、多くが60%以上の感染率という結果(22)があり、これと比較しても当県の試験結果は十分な防除効果があったとはいえない。そこで、今後はこの原因を探り、より効果的な防除方法や連年の不織布使用により菌の高密度化に伴い被害率がどう推移していくかなど明らかにしていく必要がある。

②蚕への影響試験(1994年)

結果を表—18示す。ボーベリア菌による病蚕が認められたのは40m区の処理地点の桑葉を食した蚕だけで、他の区の処理地点および処理地点から北・東に20、40、60m離れたそれぞれの地点の桑葉を食した蚕には本菌による発病は認められなかった。不織布による本菌の分生子の飛散範囲は処理地点に近接したエリアに限られ、近辺に桑園がなければ養蚕への影響は少ないと推測できる。

しかし、不織布の大量処理した場合の本菌の分生子飛散範囲や、連年使用による菌の高密度化に対する養蚕への影響は不明であるため、今後明らかにしていく必要があると思われる。

図—18 不織布利用による蚕の罹病状況

鉢植え桑 設置箇所	供試 蚕数	健蚕	B. b.	硬化 病蚕	その他
20-0	20	16	0	3	1
20-E	20	18	0	1	0
20-N	20	20	0	0	1
40-0	20	6	9	5	0
40-E	20	20	0	0	0
40-N	20	20	0	0	0
60-0	20	19	0	0	1
60-E	20	20	0	0	0
60-N	20	20	0	0	0
Cont.	20	20	0	0	0

*供試蚕：錦秋×鐘和、5齢起蚕。

*鉢植え桑給与期間：5齢起蚕～5齢3日目まで。

*Cont：岩手養蚕試験場内圃場(水沢市)から
収穫した桑葉。

Ⅲ. 誘引剤と殺虫剤を併用した防除

誘引剤を使用した駆除試験は1979年より国立林業試験場(現在森林総合研究所)や各公立研究機関で行われ、①マツノマダラカミキリは誘引源(松材線虫病被害木や自然枯損木等の産卵対象木)から一定の範囲内に定着している(29、34)。②激害林分ほどカミキリの移出率が激しく、微害林分程停留率が高い(30)。③自然誘引源が多くなれば、捕虫率が低くなる(30)。などの結果が得られ

ている。

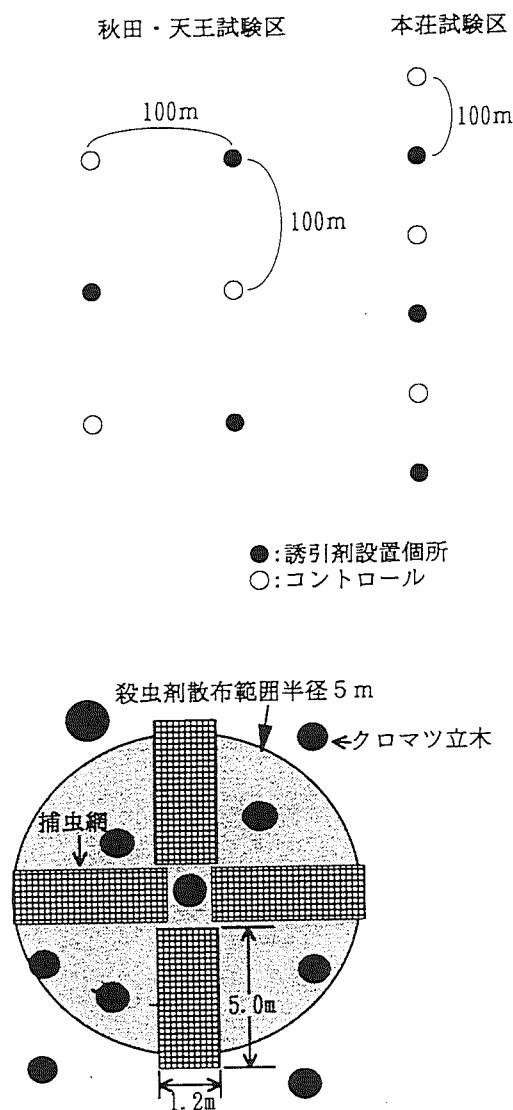
これらのことから、未被害地において誘引剤を設置し、付近に殺虫剤を散布し捕殺効果を調査した。

1. 調査地と調査方法

①試験地概況：1992年は秋田市下新城（海岸部22・27年生）と本荘市新山公園（内陸部51年生）に、1993年は天王町天王（海岸部40～46年生）に、1994年は秋田市下新城（海岸部24・29年生）のそれぞれ人工クロマツ林内に試験区を設定した。本荘新山区以外は、それぞれの距離が2km以内で連続した林分内に位置する。

なお、試験地は未被害地である。

②試験方法と誘引剤：試験区内に図一14のように、それぞれの間隔が100m以上になるようにク



図一14 誘引剤と殺虫剤の併用試験地の配置図

ロマツ立木を6本選定し、その立木を中心に長さ5m、幅1.2mの受け布（寒冷紗）を東西南北4方向へ地上50cmの高さに張り、上部を4cmメッシュの防鳥ネットで覆った。立木6本の内、3本に地上から高さ約4mの所に誘引剤の固形マダラコール（紙製カップに α -ピネンのカップとエタノールのカップ2つがはいったもの、試供品、約400cm³、サンケイ化学社製）を吊し、残り3本には吊さないで対照区とした。誘引剤の設置は1992年の下新城区では7月1日、本荘新山区では7月10日、1993年は7月5日、1994年は7月11日に行い放置した。

③殺虫剤：殺虫剤はスミパイン乳剤150倍液を用い、選定したクロマツ立木を中心に半径5mの範囲に1箇所あたり100リットル散布した。散布日は、1992年の下新城区で6月30日、7月27日に、1993年が7月12、28日、1994年が7月10、17日に行った。1992年の本荘新山区は事業で薬剤散布が行われている林分で、7月16日にスミパイン乳剤170倍液を動力散布機で使い試験区全体に均等に散布した。

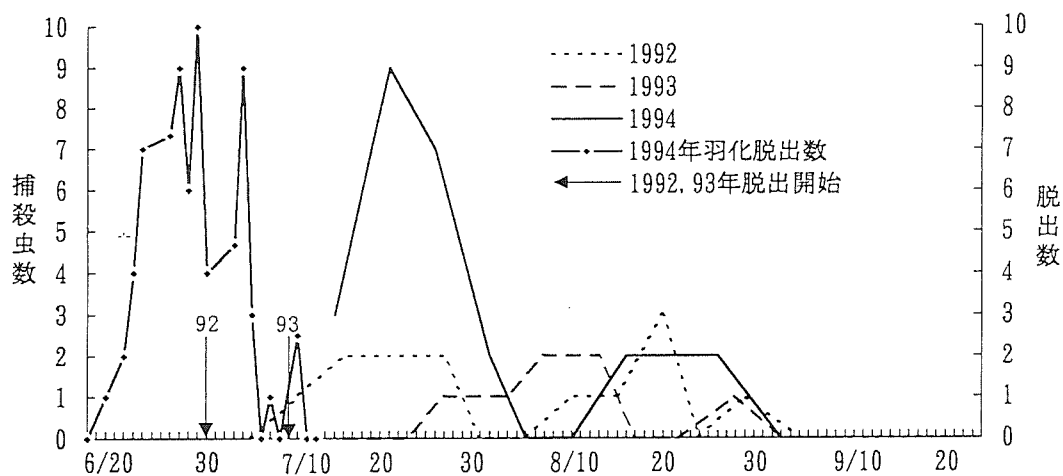
④調査期間：調査は、受け布に落ちているマツノマダラカミキリの雌雄別個体数を4～7日置きに確認し、9月上旬に入って2回連続で捕殺虫が認められなくなるまで行った。調査期間は1992年7月6日～9月4日と9月22日、1993年7月16日～9月9日、1994年7月15日～9月7日である。

⑤羽化脱出調査：1992～94年にマツノマダラカミキリの羽化個体数の変動を調査するため、前述した「I. キツツキ類利用による防除」のキツツキ類の捕食試験のため準備した、マツノマダラカミキリの材入している丸太を当センター構内の網箱で羽化脱出させ、1994年には個体数を毎日～2日置きに記録した。1～2日置きの採取の場合は、平均を1日分の羽化脱出数とした。1992と93年は7～10日置きの記録を行った。

2. 結果と考察

①羽化脱出数変動と誘引捕殺数変動の関係

秋田下新城区と天王区のマツノマダラカミキリ捕殺数の変動と羽化脱出日及び1994年の成虫の羽化脱出過程を図一15に示す。羽化初日は、1992年が6月30日、93年が7月8日、94年が6月20日であった。また、誘引開始日は、1992年が7月11日、93年7月27日、94年は誘引剤を取り付け後の調査初日に捕虫が認められているため7月16日以前、となり、羽化初日から10～26日後に捕殺され始めている。また、捕殺の最盛期は1992年と94年では7月中旬～下旬に、93年は8月上旬～中旬に現れ、その後一度減少してから8月中旬～下旬に再増加する傾向にある。羽化脱出数の最盛期は1994年は6月下旬～7月上旬にみられた（図一15）。誘引剤と誘引器を使用した試験では、誘引開始とその最盛期は羽化初日と最盛期の約2～4週間後であった報告がある（31、32）。本試験では、脱出の場所である当センター構内が試験地より内陸で標高の高い所（+70～80m）であり単純な比較はできないが、誘引開始と最盛期は、羽化初日と最盛期からそれ



図一15 捕殺虫と羽化脱出の変動数

それぞれ約2～4週間後であり、前記報告と符合する。1993年の羽化脱出、誘引開始、誘引最盛期のそれぞれの日が他の年より遅いのは、冷夏長雨の影響によるものと推定される。

捕殺終息日は3カ年とも9月上旬であったが、藤岡ら(28、29)や山家ら(36、37)の試験では、誘引剤を2週間隔で取り替えた場合、誘引効果は10月中旬～下旬までみられたことより、7月上旬に誘引剤設置、同月上旬～中旬に殺虫剤使用した本試験による誘引または殺虫効果は約50日間であったと考えられる。

②雌雄別捕殺数

誘引捕殺総数を表一19に表す。雌雄別では、1994年には雌の割合が56%と過半以上となったが、その他の年では雄が多くを占め、3カ年の計では雄の割合は60%強である。このように、雄の割合が高くなるのは、大型プロジェクト研究2(33)、藤岡ら(28、29)、山家ら(36、37)の結果と同じ傾向である。

表一19 誘引捕殺総数

年	誘引剤設置区			対 照 区		
	♂ (%)	♀ (%)	計	♂ (%)	♀ (%)	計
1992	11 (85)	2 (15)	13	0 —	0 —	0
1993	6 (86)	1 (14)	7	3 (75)	1 (25)	4
1994	12 (44)	15 (56)	27	0 (0)	2 (100)	2
計	29 (62)	18 (38)	47	3 (50)	3 (50)	6

③捕殺効果

捕殺数を年別に比較すると1994年に27頭と最も多く、1993年の7頭が最低であった。これは、前述したように1993年は冷夏、1994年は猛暑が影響していると思われる。

対照区と比較すると誘引剤設置区の方が、3カ年の捕殺総数で約8倍となり、高橋ら(35)の結果と同様となった。これらから、誘引殺虫による効果があったといえる。しかし、この試験によ

るマツノマダラカミキリ生息数に対する駆除割合等は推定できない。

④殺虫剤と除間伐の併用の効果

1992 年の本荘新山区における効果は、誘引剤設置区と対照区ともに捕殺されたマツノマダラカミキリは認められなかった。この場所は「I. キツツキ類利用による防除」のラインセンサスを実施した調査地でもある。前述したようにこの区は、公園管理上、マツ材線虫病防除のため全林分に地上散布や除間伐を実施している。表一1 試験地・調査地総括より他調査地に比較し、枯損本数が非常に少ないのがわかる。また、マツ材線虫病被害林分において除間伐の実施後、被害が減少した試験結果がある(27)。これらから、殺虫剤と徹底した除間伐を併用すれば、マツノマダラカミキリの成虫の駆除と潜在木の減少により、カミキリの生息個体数は低減し、かなりの効果があると考えられる。

これらのことより誘引剤・殺虫剤を併用した防除は効果があると認められるが、今後は、空中散布等の前面薬剤散布との効果の相違や、効果的な誘引剤設置密度、殺虫剤の散布範囲等明らかにしていく必要がある。

おわりに

現在当県におけるマツ材線虫病による被害は、未だ激増中である。天敵を用いた生物的防除や誘引殺虫による防除は、従来の事業を補完するものとして捉えられるが、被害の初期段階において、被害地域の拡大阻止に効果が期待される。今後、より一定な効果が得られるよう、それぞれの方法について検討していく必要がある。

引用文献

I. キツツキ類利用による防除

- (1) 藤岡浩・富樫均：キツツキ類によるクロマツ林における単材丸太の利用状況、日林東北支誌 44、167—168、1992
- (2) 藤岡浩：天敵を利用したマツ材線虫病防除技術に関する研究（I）—巣箱によるアカゲラの誘致—、秋田県林セ研報 3、57—69、1993
- (3) 船越日出夫・小林光憲：岩手県種市町におけるアカゲラによる人工巣の利用例、日林東北支誌 40、221—222、1988
- (4) 五十嵐正俊：キツツキ類によるマツノマダラカミキリ越冬幼虫の捕食、日林論 91、363—364、1980
- (5) 岩手県林業技術センター：平成 5 年度業務報告 44 号、14pp、1993
- (6) 加茂谷常雄、藤岡浩：秋田県におけるマツノマダラカミキリーキツツキ類による越冬幼虫の捕

食一、日林東北支誌 33、187—188、1981

- (7) 中村充博・鈴木祥悟・由井正敏：アカゲラによる人工巣と自然巣の利用状況、日林東北支誌 42、193—194、1990
- (8) 中村充博・鈴木祥悟・由井正敏：人工林におけるアカゲラの生息密度と環境、日林東北支誌 44、165—166、1992
- (9) 中村充博・鈴木祥悟：アカゲラによる材線虫病の防止対策、森総研東支年報、61—65、1992
- (10) 斎藤正一・大泉雅春：キツツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食（Ⅲ）—営巣用丸太と改良型ねぐら用巣箱の利用状況一、日林東北支誌 46、53—54、1994
- (11) 鈴木祥悟・由井正敏・青山一郎：鳥類による合成樹脂製巣箱の利用例、日林東北支誌 38、218—219、1986
- (12) 由井正敏・鈴木祥悟・青山一郎：キツツキ営巣用丸太の利用例、日林東北支誌 37、202—204、1985
- (13) 由井正敏・鈴木一生・山家敏雄・五十嵐正俊：キツツキ類の生息密度とマツノマダラカミキリの捕食率、日林論 96、525—526、1985
- (14) 由井正敏ほか共著：日本の海岸林、7. 海岸林に棲む野鳥、ソフトサイエンス社、338pp—351pp、1992
- (15) 由井正敏・鈴木祥悟・中村充博：キツツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食実態と保護対策、森林防疫 42、105—109、1993

II. 微生物 (*Beauveria bassiana*) 利用による防除

- (16) 片桐一正・島津光明・串田保・岩田善三：マツノマダラカミキリの病原微生物、応動昆講要 23、105、1979
- (17) 片桐一正・島津光明：マツノマダラカミキリの天敵微生物、森林防疫 29、28—33、1980
- (18) 榎原寛・山家敏夫・五十嵐豊・鎌田直人・藤岡浩・神山安生・船越日出夫・具志堅允一：キイロコクイムシ大量増殖の試み、日林論 102、279—280、1991
- (19) 野淵輝：キイロコクイムシを運搬者とした天敵微生物によるマツ枯損防止の試み、森林防疫 38、133—138、1989
- (20) 野淵輝：マツノマダラカミキリの天敵微生物防除を目的とした（林振式）天敵微生物付与装置、森林防疫 42、213—217、1993
- (21) 林業科学技術振興所：天敵利用による松くい虫防除調査—成果の要約一、昭和 63 年度～平成 5 年度林野庁委託事業報告書、8—9pp、16pp、21pp、1994
- (22) 林業科学技術振興所：天敵利用による松くい虫防除調査、平成 5 年度林野庁委託事業報告書、41pp—43pp、1994

- (23) 島津光明・串田保：天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—被害材の処理—、日林
関東支論 32、93—94、1980
- (24) 島津光明・串田保・片桐一正：天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—脱出直前の
被害材の処理—、日林論 93、399—400、1982
- (25) 島津光明・串田保：昆虫病原糸状菌各株のマツノマダラカミキリに対する病原力、日林関東支
論 35、165—166、1983
- (26) 島津光明・串田保・片桐一正：天敵微生物によるマツノマダラカミキリ防除試験—成虫後食期
の散布—、日林論 94、485—486、1983

Ⅲ. 誘引剤と殺虫剤を併用した防除

- (27) 藤岡浩：マツ材線虫病防除に対する除・間伐の効果、森林防疫 36、181—186、1987
- (28) 藤岡浩・山家敏雄：マツノマダラカミキリの誘引試験（Ⅰ）—標識虫による誘引日数と移動距
離、日林東北支誌 40、177—179、1988
- (29) 藤岡浩・山家敏雄：マツノマダラカミキリの誘引試験（Ⅱ）—標識虫による誘引日数と移動距
離及び移動方向、日林東北支誌 41、170—173、1989
- (30) 池田俊弥：マツノマダラカミキリの誘引物質とその利用、森林防疫 35、95—100、1986
- (31) 井ノ上次郎・金森弘樹：松くい虫被害軽害林における誘引剤によるマツノマダラカミキリ誘殺
例、島根林技研報 39、33—38、1988
- (32) 尾花健喜智・志水勝彦・小松利昭：生理活性物質利用技術に関する総合研究、宮城林試業報
16、32—34、1983
- (33) 林野庁：大型プロジェクト研究成果 2—松の枯損防止新技術に関する総合研究、45—58、1984
- (34) 佐藤平典・小林光憲：被害木丸太近くに発生したマツ材線虫病、日林東北支誌 39、180—182、
1987
- (35) 高橋健太郎・作山健：マツノマダラカミキリ誘殺試験、日林東北支誌 44、173—174、1992
- (36) 山家敏雄・藤岡浩・滝沢幸雄：誘引剤によるマツノマダラカミキリのモニタリングに関する研
究（Ⅲ）—海岸クロマツ林における誘引消長—：日林東北支誌 40、184—185、1988
- (37) 山家敏雄・藤岡浩・滝沢幸雄：誘引剤によるマツノマダラカミキリのモニタリングに関する研
究（Ⅳ）—海岸クロマツ林の除間伐における誘引消長—：日林東北支誌 41、174—176、1989

複層林の造成管理技術の開発

石 田 秀 雄・金 子 智 紀・保 坂 昭 雄
安 岡 政 幸・大 井 牧 夫

Development of Technique of Planting Tree Control in Multi - Storied Forest

Hideo Ishida, Tomonori Kaneko, Akio Hosaka

Masayuki Yasuoka, Ooi Makio

要 旨

男鹿市戸賀にある複層林施業実験林は県内で一番古く、昭和 54 年に設定された。当時の林齢は 26 年と成長旺盛期にあり、上木の生長に伴う附加価値向上の面では期待できないが、上木の生長に伴う林内照度の変化と、下木の生長状態と下層植生の変化の関係を知る上では、格好な林齢の状態であった。この実験林の経年調査から、林内相対照度が 7% まで下がると下木の枯損の発生が見られるが、下木の健全な生長を図るには相対照度が 15% 以上必要と考えられる。そのためには収量比数にして 0.5 ～ 0.6、胸高断面積合計は ha 当たり 45 m² 未満に管理していくべきと考えられる。複層林内で相対照度が 15% 以下になったことを判定するには、下層の雑草の中からススキ、ヨモギ、ヤマハギ、ノコンギク、クリ、マルバマンサク、ムラサキシキブ、ミズナラ、ベニイタヤ、ヒメウコギなどが消えるので、これを目安に判断することができる。

下層植栽木（スギ）の耐陰性の強弱には個体差が大きいことが確認された。

昭和 63 年から補助造林として造成した複層林の中には、平成 3 年秋の台風 19 号に不運にも合い壊滅状態になった箇所が多い。しかし、構造的に完成した複層林は樹幹層率が高く、耐風性を最高に示すが、そこまで達する経過に、その地域の合った創意工夫が大切である。

風害発生危険区域において、地形的に風が集束する地域、地下水位が極端に高い場所など上木が長伐期化する複層林施業には適しない地域もあるが、そこを除いては、初期の間伐時の選木から残置木を徐々に群状に仕立てることに心掛けて実行し、将来群状複層林に誘導することが良いと考えられる。

はじめに

近年、林業界には森林の公益機能の重視が認められている。複層林施業には恒続的な森林の生産力を維持向上させながら、できるだけ多く、コンスタントに供給すること、またはそう言う基盤に近づけていこうとするものでその求めに合致するものである。

本県では、冠雪害被害地の被害木整備跡地や択伐跡地などに植え込んだ自然発生的な小規模の複層林は各地に見受けられるが、複層林施業の歴史は新しく、補助造林で昭和 63 年から平成 5 年までの 6 年間に 98ha の造成を見るにすぎず、その地域に合った複層林の造成管理技術は未解明の部分が多い。

そこで、複層林造成管理実験林として昭和 54 年に設置した男鹿市戸賀地内の実験林を中心に、その他実験林の成果と、平成 3 年 9 月 28 日未明に襲来した台風 19 号の被害地調査のデータから複層林施業の造成・管理技術を検討した。

1. 上木の生長と林内光環境の関係について

複層林施業の要点は林内の光の配分具合にも左右される。即ち下木の健全な生長を損なわない最低限を確保するため、上木の形状に合った仕立て本数を知る必要がある。

そこで、男鹿市戸賀地内に昭和 54 年、当時の林齢 26 年に複層林施業における更新技術の資料を得る目的で設置された試験地があり、その後 10 年を経過し上木が閉鎖してきたので、上木の生長に伴う林内光環境の変化についてこれまでの資料をまとめた。

試験地の概要及び調査方法

当試験地の所在地は男鹿市戸賀浜塩谷字樋口で、浜塩谷県有林の一角にある。標高 70m、最新積雪 50cm、土壌は B_b 型、斜面方位は南南東、傾斜 28 度となっている。

試験地の全面積は 0.89ha で、昭和 54 年（スギ 26 年生）に光環境を調節するため収量比数を基準とした間伐を行い、弱度間伐区（R_y 0.52, 980 本/ha）、中庸間伐区（R_y 0.43, 720 本/ha）、強度間伐区（R_y 0.33, 480 本/ha）、の 3 種類の間伐強度別試験区を設定した。

1 区当たり 0.05ha の精査区を設け、翌 55 年、スギ挿し木苗を ha 当たり 3,000 本を植栽した。この試験地で上木、下木の毎木調査と相対照度を測定した。

調査結果

1) 上木の生長

表-1 は、上木について間伐前及び間伐後、現在の林況等を示したものである。上木は現在 36 年生で、各試験区の平均樹高は約 18m となっている。この 10 年間の樹高生長量は約 5.5m で、各試験区の差はほとんどみられない。また、平均樹高直径、胸高断面積合計、材積は、間伐率に比例して増減している状況にある。また、これら上木の生長による“林の込み具合”の変化を収量比数でみると、弱度間伐区では 0.52 から 0.70 へ、中庸間伐区では 0.43 から 0.59、強度間伐区では 0.33 から 0.48 へと移行し、これに伴って枝下高は弱度間伐区、中庸間伐区で約 2m 枯れ上がっている。

表－1 上木の生長

調 査 区 名	年 度	施 業	林 況						備 考	
			樹 高 (m)	枝 下 高 (m)	胸 高 直 径 (cm)	本 数 密 度 (本 / ha)	材 積 (m ³ / ha)	胸高断面積合計 (m ² / ha)		収 量 比 数
弱度間伐区	S54	施業前	11.4	5.7	17.7	2,420	371.3	68.5	0.77	本数間伐率 59.5%
	〃	間伐木	(10.7)	(6.2)	(15.6)	(1,440)	(164.5)	(29.3)		材積間伐率 44.3%
	S55	間伐後	12.5	5.5	20.8	980	206.9	34.2	0.52	
	S58	測 定	14.1	6.8	23.4	980	289.7	43.9	0.58	
	H1	測 定	18.1	7.9	27.7	980	520.6	60.8	0.70	
中庸間伐区	S54	施業前	11.7	6.3	18.5	2,380	390.8	67.0	0.77	本数間伐率 69.7%
	〃	間伐木	(11.5)	(6.1)	(17.7)	(1,660)	(232.0)	(40.7)		材積間伐率 59.4%
	S55	間伐後	12.7	6.3	21.3	720	158.8	26.3	0.43	
	S58	測 定	13.8	6.1	23.9	720	217.0	35.5	0.47	
	H1	測 定	18.1	8.0	29.7	720	420.4	50.6	0.59	
強度間伐区	S54	施業前	11.4	5.2	18.4	2,020	355.6	60.5	0.71	本数間伐率 76.2%
	〃	間伐木	(10.8)	(4.9)	(16.9)	(1,540)	(225.5)	(39.4)		材積間伐率 63.4%
	S55	間伐後	13.2	5.4	23.3	480	130.1	21.0	0.33	
	S58	測 定	14.1	6.1	26.7	480	177.7	27.8	0.37	
	H1	測 定	18.3	5.9	32.5	480	311.8	40.9	0.48	

2) 相対照度の経年変化

図-1 は、相対照度の経年変化を示したものである。現在の相対照度は強度間伐区 22%、中庸間伐区 9%、弱度間伐区 4%となっており、後者 2 試験区は林が閉鎖している状況にある。試験区別経年変化をみると、強度間伐区では間伐当初約 50%の相対照度であったが、その後バラツキはあるものの徐々に低下し、5 年目は約 30%、10 年目は約 20%となっている。なお、このバラツキは測定時期、測定日の天気等によるものと考えられる。中庸間伐区は間伐直後 44%であったが、4 年目に 30%、5 年目に 20%を割っている。また、弱度間伐区では間伐直後 28%であったが、4 年目に 20%、5 年目に 10%を割っていて、現在は 5%以下の照度になっている。

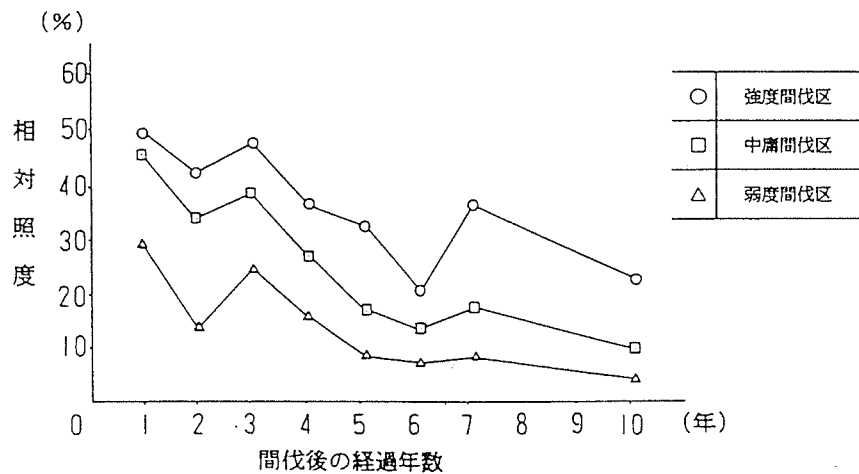


図-1 林内相対照度の経年変化

考 察

本試験地での下木の生長調査から、下木の健全な生長を図るには、最低 15%以上の相対照度が必要と考えられる。

相対照度を 15%以上に維持していくための上木と相対照度の関係を図-2 で示している。これによると収量比数が高まると相対照度が下がる傾向となっている。

図-3 は胸高断面積合計と相対照度の関係を示している。これも収量比数と同様胸高断面積が多くなると相対照度が下がる。

この両図から、相対照度 15%以上を維持していくためには、収量比数にして 0.5~0.6、胸高断面積合計にして 45 m^2 未満に管理していくべきと考えられ、弱度間伐区では植栽後 4 年目、中庸間伐区では 7 年目に光環境改善のための施業が必要であったものと想定できる。

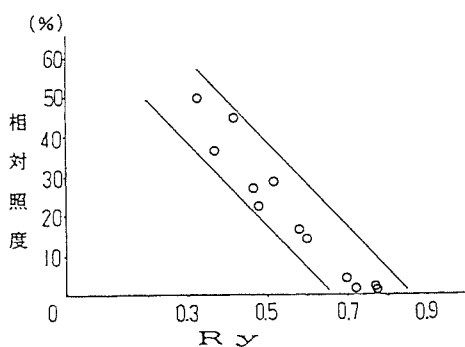


図-2 比量比数と相対照度との関係

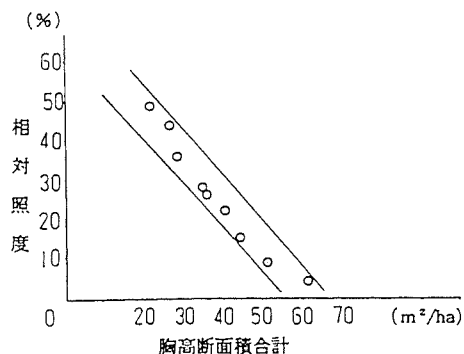


図-3 胸高断面積合計と相対照度との関係

2. 複層林内光環境推定する下層植物指標について

上木の密度管理が適正に行われているか否かは、林床植生によって見る事ができる。しかし、照度計を持たない多くの現場では、施業実行上実用的な手法の一つである。

調査地の土壌条件によってかなり照度が下がっても生育するものもあり、また、気象条件によって消失したものが再生する場合もあるが、およそのことは判断することができるので、照度の変化と下層植物の消長について調査した。

試験地の概要及び調査方法

表-2 は秋田県内 10 調査地での林内光環境の変化に伴う植生の推移を示している。各調査地共、調査区内の四角に 3.0m×3.0m の小方形区を設け、毎年一箇所づつ雑草木の生産量の刈り取り調査時に、林内の相対照度と下層植生の優占度との関係を調査した。調査は 8 月中に実施した。

調査結果と考察

- 1) 男鹿市戸賀浜塩谷の複層林は、昭和 54 年に当時スギ 26 年生を間伐して設定した複層林で、間伐の強度別に 3 調査区に分かれている。
(A) 調査区は調査開始の平成 2 年の相対照度は 20%であった。翌年 19%に下ると林床からススキが消え、16%に下るとヤマハギが消え、14%に下るとヨモギ、ノコンギクが消えた。木本類には目立った現象は見当らない。
- 2) (B) 調査区は調査開始の平成 2 年の相対照度は 7%であった。以後徐々に相対照度が減少してゆくにつれて、モミジイチゴ、ミチノクホンモミジスゲ等が少数になり、相対照度が 5%になるとサワヒヨドリバナ、チゴユリ、ホソイノデ、ホオノキが消えた。
- 3) (C) 調査区は平成 2 年の相対照度が 4%であった。4%はスギ生存の限界と思われるが、この時点で、タニウツギ、チマキザサが消えている。
- 4) 鹿角市川原調査区では、平成 5 年に雑草木が非常に良く生長した。そこで、ヨモギが消えてクサソテツが多くなっている。
- 5) 雄勝町秋の宮調査地では、下木の良好な生育により、雑草木の生産重量は減少したが、ホオノキ、クリ、ハリギリ、ベニイタヤなど高木性広葉樹が出てきたのが特徴である。
- 6) 相対照度が 7%になると林床の所々に裸地が見えてくる。その上に上木の枯枝の堆積が次々に上乘せするので、裸地の面積は拡大し、およそ 3 年後、相対照度 4%になった時点では林床の約半分の面積が裸地の状態になる。男鹿市戸賀実験林の弱度間伐区は、現在林床の約 70%が裸地になっている。

たとえ下木の下であっても裸地の状態は良くない。地面が草に覆われた状態が維持されるよう気を付けると、下木は照度不足になることはないようである。

- 7) これまでの調査を林内相対照度別に消滅してゆく植物をまとめを表-3 に示す。

表一 植生調査

No.1

箇所名		男鹿市浜塩谷 A				男鹿市浜塩谷 B				男鹿市浜塩谷 C				鹿角市川原				雄勝秋の宮			
区 分		〔スギー スギ〕				〔スギー スギ〕				〔スギー スギ〕				〔スギー スギ〕				〔スギー スギ〕			
		H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5
調 査 年		90				90				90				280				320			
海 抜 高 m		SW				SW				SW				SW				E			
傾 斜 方 位		17				19				21				9				18			
傾 斜 角 度		20	19	16	14	7	6	6	5	4	4	4	3	38	36	44	40	31	30	27	25
相 対 照 度		3×3				3×3				3×3				3×3				3×3			
調 査 面 積		3.90		2.91		2.06		1.49		1.25		0.59		5.72		7.81		7.02		5.57	
生 重 量 kg			3.24		3.46		1.76		1.68		0.71		0.41		6.14		8.29		6.73		3.49
草 本 類	モミジイチゴ	4	3	3	3	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	4	4	3	4
	チマキザサ	1	1	1	+	1	+	+	+					2	2	2	2		+	+	1
	フキ	+	+	+	1		+	1	+		γ	γ	γ	2	1	2	2	2	1	1	2
	トリアシショウマ													+	1	1	+	1	1	1	+
	ワラビ																	1	1	2	+
	サカゲイノデ																				
	ミヤマカンスゲ													2	2	3	4	1	2	2	2
	ヨモギ	+	+	+										1	1	1					
	ゼンマイ																				
	ヤマハギ	+	+			+				γ											
	シシガシラ																				
	オカトラノオ																				
	サワヒヨドリバナ			+			+	+													
	ミゾソバ																	2	2	2	+
	チゴユリ		+	+			+	+										2	3	3	2
	ヘビノネコザ																				
	タガネソウ																				
	ミチノクホンモンジスゲ	5	4	4	1	5	3	2	+	1	1	γ									
	キバナイカリソウ																				
	チジミザサ	+	+	+	1	2	1	+	+	1	+										2
	ススキ	+																			
	サルトリイバラ					γ				γ											
	ヤナギバヒメジョオン																				
	キツリフネソウ																				
	タチボスミレ																				
	ヤマユリ																				
	クサソテツ	+	+	+	+	+	+	+	+	γ	γ	γ	γ	+	+	+	3	+			
	ノコンギク	γ	γ	γ														+	+		
	ウワバミソウ																				
	オオバギボウシ																	+	γ		
	イタドリ													+	+	1	γ	+	γ		
	ウド			+					+					γ							
	アザミ																			+	1
	アカザ												+		+	1	2				
	イヌタデ																				
	ホソイノデ	1	1	1		+	+	+		1	1	1		1	1	2					

箇所名		男鹿市浜塩谷 A				男鹿市浜塩谷 B				男鹿市浜塩谷 C				鹿角市川原				雄勝秋の宮			
区 分		〔スギースギ〕				〔スギースギ〕				〔スギースギ〕				〔スギースギ〕				〔スギースギ〕			
		H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5
調 査 年		90				90				90				280				320			
海 抜 高 m		SW				SW				SW				SW				E			
傾 斜 方 位		17				19				21				9				18			
傾 斜 角 度		20	19	16	14	7	6	6	5	4	4	4	3	38	36	44	40	31	30	27	25
相 対 照 度		3×3				3×3				3×3				3×3				3×3			
調 査 面 積		3.90		2.91		2.06		1.49		1.25		0.59		5.72		7.81		7.02		5.57	
生 重 量 kg			3.24		3.46		1.76		1.68		0.71		0.41		6.14		8.29		6.73		3.49
木 本 類	タニウツギ	+	+	+					+					+	+	1	2				+
	エゴノキ		+	1	2			+	+		+	+	+								
	カマツカ																				
	ガマズミ																1				
	タムシバ																				
	サンショウ	+	1	2	2		+	1	1		+	+	1								
	ホオノキ		+	1				+													1
	ノリウツギ								1				+								
	ヤマウルシ																				+
	ヒメアオキ																				1
	キブシ																				
	クリ				1																+
	ハリギリ								γ							γ	+				+
	エゾユズリハ																				
	アオハダ																				
	コナラ						+	1				γ	γ						+		
	オオバクロモジ																		+	1	
	ウゴツクバネウツギ																				
	ヤマツツジ																				+
	コシアブラ																				
	ツノハシバミ																				
	タラノキ	+	1	1	1	2	2	1	1		+	+	+				+				
	ヌルデ					2	1			2	1										
	マルバマンサク		+	1	+	γ											1		+	+	
	ムラサキシキブ					γ													+	+	
	ニワトコ					+				2	1			+	1	1					
	イヌザンショウ					+															
	ヤマグワ		+	1	+		+	+	+	+	+	+		1	1	1	1		+	+	
	クロミノイヌツグ																				1
	ハイイヌガヤ																				
	ミズナラ				1														1	1	
	ベニイタヤ			+	+											γ				+	
	ヤマモミジ																		1	+	
	ブナ																+				
	エゾアジサイ													+	+	+	1				
	ヒメウコギ	1	1	1	1																
	サワグルミ															1	+				

[illegible]

区 分		藤里町谷地 B				阿仁町比ノ沢				五城目町内川				藤里町谷地 A				ニッ井町荷上場 上部			
		〔スギ—スギ〕				〔スギ—スギ〕				〔スギ—スギ〕				〔広葉樹—スギ〕				〔スギ—スギ〕			
調 査 年		H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5
海 抜 高 m		110				240				120				110				140			
傾 斜 方 位		W				E				SE				W				W			
傾 斜 角 度		18				16				14				22				23			
相 対 照 度		45	45	41	38	39	38	46	44	27	24	21	18	27	27	26	25	21	21	19	18
調 査 面 積		3×3				3×3				3×3				3×3				3×3			
生 重 量 kg		6.61		3.92		5.97		5.33		4.73		2.86		6.34		5.26		4.22		3.40	
			5.57		4.28		4.71		6.02		3.92		3.21		6.01		5.97		3.61		3.78
草 本 類	モミジイチゴ	5	4	3	2	2	2	3	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3	3
	チマキザサ	3	2	+	3			+		+	+	+	2	5	4	1	2	3	2	2	2
	フキ	2	2	2	1			3	1	1	1	1	+				1				
	トリアシショウマ	2	1	+				1	1	1	1	1		1	+	+		2	2	2	1
	ワラビ	1	1	1	1	+	1	4	4							+		1	3	4	+
	サカゲイノデ	1	+																		
	ミヤマカンスゲ		1	1	4	2	2	5	3	3	3	3		2	2	3	3		2	4	3
	ヨモギ			+	2			+													
	ゼンマイ		γ	1				+	+		1	2	2			+			+	1	2
	ヤマハギ																				
	シシガシラ					1															
	オカトラノオ			γ		+										+				2	
	サワヒヨドリバナ					+															1
	ミゾソバ		1	2						3											
	チゴユリ		+	+	1			2		2	1	+		1	1	+	1	+	1	2	2
	ヘビノネコザ													+							
	タガネソウ																	2	1	+	
	ミチノクホンモンズスゲ																	2	1	+	
	キバナイカリソウ																	+			
	チジミザサ				1								+								3
	ススキ																				
	サルトリイバラ																				
	ヤナギバヒメジョオン																				
	キツリフネソウ																				
	タチボスミレ																				
	ヤマユリ				+																
	クサソテツ							1													
	ノコンギク					1	2	2													
	ウワバミソウ																				
	オオバギボウシ																				
	イタドリ																+				
	ウド																				
	アザミ			+																	
	アカザ				2								+								
	イヌタデ		+	+																	
	ホソイノデ					1	1	2		2	2	2									
	ドクダビ										γ	+									

箇所名		藤里町谷地 B				阿仁町比ノ沢				五城目町内川				藤里町谷地 A				ニッ井町荷上場 上部			
区 分		〔スギースギ〕				〔スギースギ〕				〔スギースギ〕				〔広葉樹ースギ〕				〔スギースギ〕			
		H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5	H2	H3	H4	H5
調 査 年																					
海 抜 高 m			110				240				120				110				140		
傾斜方位			W				E				SE				W				W		
傾斜角度			18				16				14				22				23		
相対照度		45	45	41	38	39	38	46	44	27	24	21	18	27	27	26	25	21	21	19	18
調査面積			3×3				3×3				3×3				3×3				3×3		
生 重 量 kg		6.61		3.92		5.97		5.33		4.73		2.86		6.34		5.26		4.22		3.40	
			5.57		4.28		4.71		6.02		3.92		3.21		6.01		5.97		3.61		3.78
木 本 類	タニウツギ	2	1	+		+	+	4	2	+	+	1						1	1	2	1
	エゴノキ	1	+	+	1								+			1	2	1	1	1	+
	カマツカ	1	+											+				+			
	ガマズミ	1	+					+	+						+						+
	タムシバ	+				+															
	サンショウ			+	+					+			+	+	+	+	+				
	ホオノキ			+			+	1	1											+	+
	ノリウツギ					2	2						+								
	ヤマウルシ					2	1	1	1			+	+				1		+	1	
	ヒメアオキ			1	2	1	1	+			+	1	1		+	1	2		1	3	3
	キブシ					+								1	+						
	クリ				+	+	+	+	1												+
	ハリギリ					+	+	+	+				γ								
	エゾユズリハ									2			+	1	+			1	+		
	アオハダ													+				+			
	コナラ											γ						2	1	1	
	オオバクロモジ		+	+	2				+						+	+	2	1	1	1	1
	ウゴツクバネウツギ																	1	1	+	
	ヤマツツジ																	1			
	コシアブラ																	+			
	ツノハシバミ																	+			
	タラノキ			+	1		+	1									1				1
	ヌルデ																				
	マルバマンサク														1				1	2	1
	ムラサキシキブ																				
	ニワトコ																				
	イヌザンショウ																				
	ヤマグワ			1	2			+			+	+									1
	クロミノイヌツグ							+	1		γ	+	+			γ			1	2	1
	ハイイヌガヤ							+				γ									
	ミズナラ		+	+				+	1									1	1	1	2
	ベニイタヤ							1	+				+							+	
	ヤマモミジ							+							+						
	ブナ																				
	エゾアジサイ											γ									
	ヒメウコギ											1									

[illegible]

表－3 林内相対照度の減少と消滅する雑草木の分類

林内 相対照度%	消滅する雑草木
20 ～ 15	ススキ・ヤマハギ・オカトラノオ・トリアシショウマキバナイカリソウ
14 ～ 10	ヨモギ・ノコンギク
9 ～ 5	サワヒヨドリバナ・チゴユリ・ホソイノデ・ホオノキ・ヌルデ・ムラサキシキブ・ヤマザンショウ
4 ～	タニウツギ・チマキザサ・ミチノクホンモジスゲ・ヤマグワ・ニワトコ

3. 複層林内の光環境と下木の生長状態

試験地の概要及び調査方法

男鹿市戸賀実験林では上木の生長に伴う林内光環境の変化の経年調査に併せて下層植栽木（スギ）の生長状態を調査し、14 年が経過した。

当実験林の設定当時の林齢は 26 年と生育旺盛時期で、光環境を調節するため、収量比数を基準とした間伐を実施した 3 種類の間伐強度別試験区の樹冠のうっ閉は早く、弱度間伐区での設定当初の林内相対照度 28%が、14 年後の平成 5 年度の林内相対照度が 3%、同じように中庸間伐区では設定当初 44%が 5%に、強度間伐区では設定当初 50%が 14%に減少し（表－4 参照）、調査が短期間にもかかわらず、複雑な下木の生長経過の資料を得ることができた。

1 区当たりの面積は約 0.3ha となっているが、この中に 0.05ha の精査区を設け、翌 55 年、桃洞スギ挿し木苗を ha 当たり 3,000 本の密度で植栽した。

調査結果

表－4 は各試験区の光環境の変化と下木の生長状況を、図－4 は樹高と地際直径生長量の経年変化を示している。

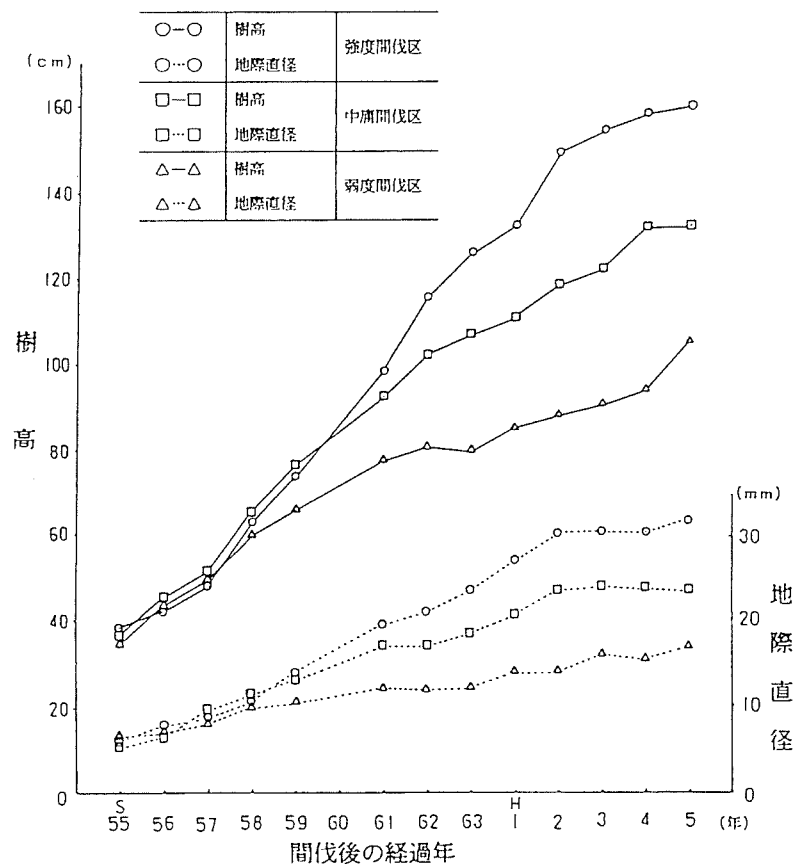
強度間伐区では間伐当初約 50%の相対照度であったが、その後徐々に低下し、10 年目には約 20%、14 年目には 14%となっており、下木の樹高生長と地際直径生長共、相対照度が 20%以下になった平成 2 年から生長量の伸びが低くなっている。中庸間伐区では間伐当初約 44%の相対照度であったが、8 年目には 20%を割り、14 年目には約 5%となっており、下木の生長は、樹高生長・地際直径生長共相対照度が 20%を確実に割ったと判断される昭和 62 年頃から生長量の伸びが低くなっている。7%以下になると徐々に枯損木が増えてきており、その頃から地際直径生長は停滞している。

弱度間伐区では間伐直後 28%で、20%台を保っていた 4 年目頃までは下木の生長状態は二試験区と同様の生長量を示していたが、相対照度が 20%を割る 5 年目頃から、樹高・地際直径生長量共低い生長量の伸びとなっている。特に 5%を割ると枯損木がどんどん増え、3%の段階では、局部的に陽光が入る部分以外は全滅状態となった。

表-4 下木の生長状況

調査項目 調査年	弱 度 間 伐 区				中 庸 間 伐 区				強 度 間 伐 区													
	樹 高 (cm)	当年伸長 量 (cm)	地際直径 (mm)	当年伸長 量 (mm)	林内相对 照表(%)	枯 損 率 (%)	樹 高 (cm)	当年伸長 量 (cm)	地際直径 (mm)	当年伸長 量 (mm)	林内相对 照表(%)	枯 損 率 (%)	樹 高 (cm)	当年伸長 量 (cm)	地際直径 (mm)	当年伸長 量 (mm)	林内相对 照表(%)	枯 損 率 (%)				
S 55	34.6	—	6.3	—	28	0	35.9	—	6.1	—	44	0	37.5	—	6.2	—	50	0				
56	43.6	9.0	7.3	1.0	14	0	43.3	7.5	7.2	1.1	34	0	42.8	5.3	7.4	1.2	42	0				
57	49.5	5.9	8.0	0.7	25	0	51.5	8.1	8.5	1.3	39	0	48.1	5.3	8.1	0.7	47	0				
58	60.2	10.7	10.0	2.0	16	0	65.5	14.0	11.0	2.5	27	0	62.5	14.4	10.9	2.2	37	0				
59	66.1	5.9	10.6	0.6	8	0	76.5	11.0	12.9	1.9	18	0	73.8	11.3	13.4	2.5	33	0				
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
61	77.7	5.8	12.6	1.0	7	0	93.3	8.4	17.0	2.1	14	0	98.9	12.6	19.4	3.0	21	0				
62	80.9	3.2	12.0	−0.6	8	0	103.0	9.7	17.0	0.0	19	0	115.7	16.8	21.0	1.6	37	0				
63	80.0	−0.9	12.6	0.6	6	0	107.6	4.6	18.7	1.7	14	0	126.4	10.7	23.7	2.7	30	0				
H 元	85.6	5.6	14.1	1.5	4	7	111.6	4.0	20.6	1.9	9	0	133.0	6.6	26.8	3.1	22	0				
2	88.7	3.1	14.3	0.2	4	29	119.1	7.5	23.7	3.1	7	4	150.0	17.0	30.3	3.5	20	0				
3	91.1	10.4	15.3	1.0	4	38	123.1	4.0	24.0	0.3	6	11	154.8	4.8	30.6	0.3	19	0				
4	94.3	3.2	15.5	0.2	4	71	132.5	9.4	23.7	−0.3	6	20	159.2	4.4	30.3	−0.3	16	0				
5	106.1	11.8	16.9	1.4	3	81	132.7	0.2	23.5	−0.2	5	21	160.8	1.6	31.8	1.5	14	0				
備 考	本 数 間 伐 率				59.5%				本 数 間 伐 率				69.7%				本 数 間 伐 率				76.2%	
	材 積 間 伐 率				44.3%				材 積 間 伐 率				59.4%				材 積 間 伐 率				63.4%	

※ 昭和 60 年は欠測



図—4 樹高生長・地際直径年間生長量の経年変化

考 察

- 1) 樹高生長と地際直径生長は、同一光環境下での生長量変化は、同じ傾向を示しているのので、下木の生育状態は樹高調査だけで評価できると判断される。
- 2) 各試験区の樹高生長量は、強度間伐区では10年目から、中庸間伐区では8年目から、弱度間伐区では5年目から低い伸びとなっており、この時点から相対照度が20%を割っている。これらのことから下木の健全な生長を図るには、本試験地の場合、最低15%以上の相対照度が必要と考えられる。

4. 複層林内下木の個体別生育状況

複層林施業における基礎資料を得るために、下層植栽木（スギ）が個体別毎に耐陰性がどの程度生長量の差となって出るかを把握するため、昭和62年に試験地を図—5のように設定し、上木の生長、これに伴う林内光環境の変化と下木の個体別生長量を調査した。

試験地の概要及び調査方法

当試験地の所在地は、秋田県山本郡藤里町粕毛字上家後の個人有林にある。標高80m、最深積雪1.50m、土壌はB₀型、斜面方位は北東、山腹傾斜度5度となっている。

試験地の全面積は0.58haで、昭和62年（スギ68年生）に光環境を調節するため収量比数を基準と

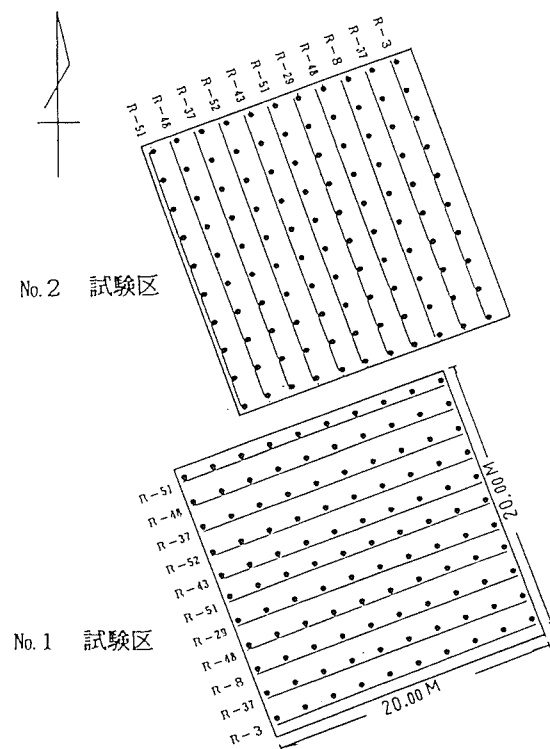


図-5 複層林内下木の個体別植栽配列図

した間伐を行ない、No.1 試験区 (Ry0.59 320 本/ha)、No.2 試験区 (Ry0.54 420 本/ha)、の試験区を設定した。

1 区当たりの面積は 0.04ha となっており、その中に雪害抵抗性 8 個体の挿し木苗を ha 当たり 3,000 本の密度で、図-5 の配列で植栽した。

調査結果

表-5 は各試験区の下木の生長と相対照度の推移を示したものである。

No.2 試験区は、No.1 試験区より調査開始時点から若干生長量が多く推移しているが両試験の間に極

表-5 林内相対照度と下木の生長状況

調査区	No.1 試験区					No.2 試験区				
調査年	樹高 (cm)	当年伸長量 (cm)	地際直径 (mm)	当年伸長量 (mm)	林内照度 (%)	樹高 (cm)	当年伸長量 (cm)	地際直径 (mm)	当年伸長量 (mm)	林内照度 (%)
H・1	86.6	—	14.6	—	43.9	105.3	—	16.0	—	39.8
2	111.4	24.8	17.6	3.0	38.1	129.3	24.0	20.5	4.5	33.2
3	141.3	29.9	23.3	5.7	37.6	168.4	39.1	27.2	6.7	32.7
4	176.6	35.3	30.6	7.3	35.0	201.7	33.3	34.5	7.3	37.0
5	218.6	42.0	37.9	7.3	32.0	249.2	47.5	44.7	10.2	34.0

端な差がなく平成4年まできているが平成3年9月に本県に上陸した台風19号により、No2試験区内の上木1本が幹折したために、林内照度が上昇したことが翌年（H5年）の好生長に現れたものと思われる。

図-6. 7 は、二試験区毎の過去6年間の生育状況を示している。

No.1 試験区で一番生長量が多かった R-51 号と一番少ない R-37 号、No.2 試験区で一番生長量が多い R-43 号と一番少ない R-48 号、との差は約2倍ある。

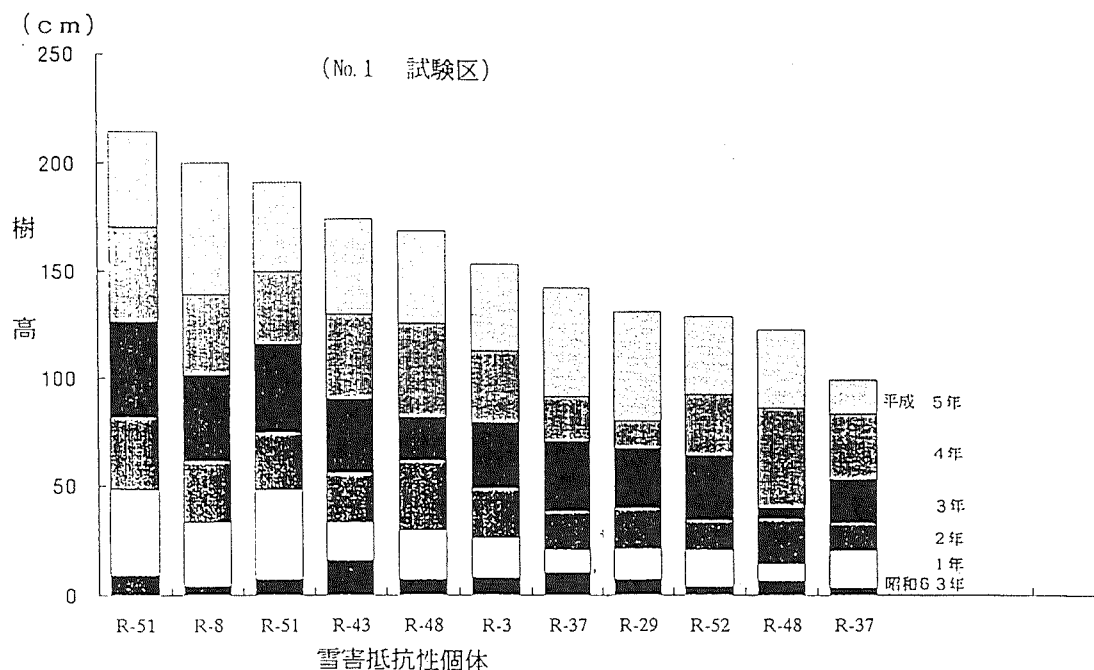


図-6 複層林内下木の個体別生育経年変化

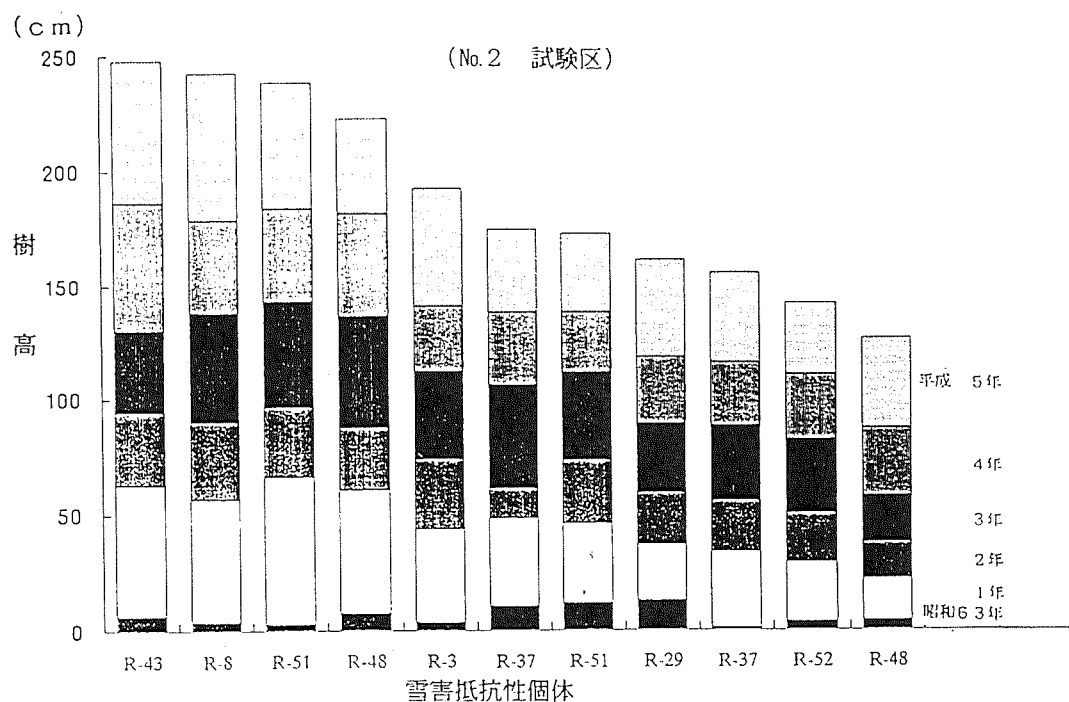


図-7 複層林内下木の個体別生育経年変化

考察とまとめ

- 1) 秋田県では挿木苗の山地植栽の場合、気温が低いせいで発根が遅れることから、植栽後3~4年間の生長が悪い例が多い。当試験地でもこの傾向がみられるが植栽後3年間の生長状態の良否が、その後の生長量におよぼす影響はないようである。
- 2) 二箇所の試験地を通じて、低い光環境下でも良い生長量を持続している個体 R-8 号、R-43 号、R-51 号の3個体のグループと、生長量の低い個体 R-48 号、R-37 号、R-52 号の3個体のグループとの生長量の差 1.4 倍あるが、R-48 号のように幼齢時の低い生長状態が5年程続き、その後良い伸びを示す個体もあるので今後10年程の調査が必要と思われる。
- 3) 平成3年9月の台風19号により、No2 試験地の上木1本が幹折し、林内相対照度が翌年上がったことから下木の生長量が平成5年に全個体共前年より生長が良いことは、複層林施業地では、特に造成初期の間は、上木の伐採が5年に一度程度は択伐が必要と判断される。
- 4) 下木の生長の個体差は明瞭であるが、今後多くの育種種子を対象に、下木の樹冠が上木の樹冠までとどき構造上完成した複層林となる最低15年間程のデータの採取が必要と思われる。

5. 複層林造成管理技術の検討

1) 一般的な複層林の造成と維持管理法

複層林は森林の生態系を破壊しないで、恒続的な森林の生産力を維持または向上することを目的とした施業なので、保安林施業等幅広い分野での活用が見込まれ、今後施業面積は増え続けることが予想されるため、広範囲にわたり事例にもとづいた基礎知識が要求される。

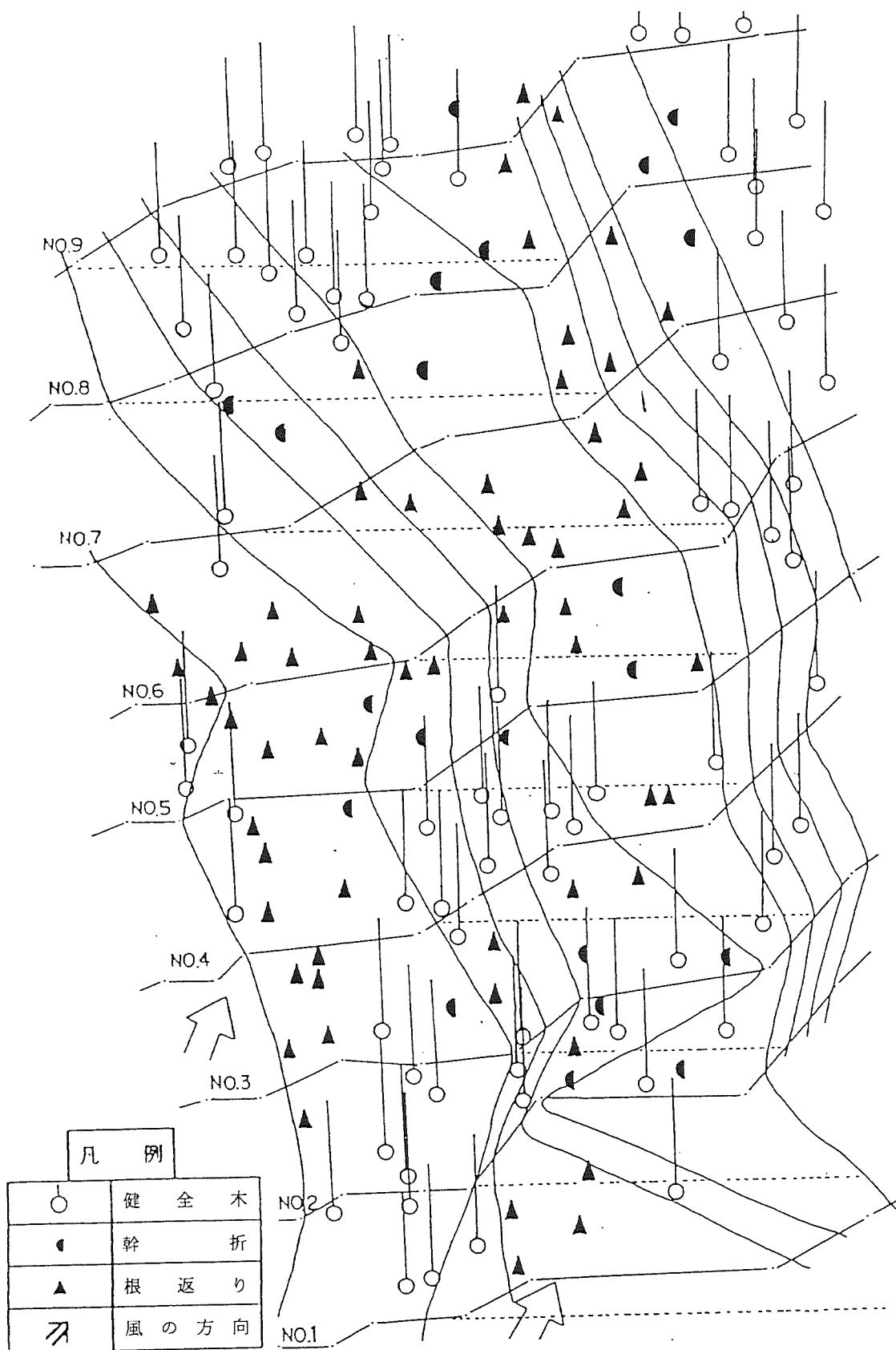
男鹿市戸賀地内の複層林実験林は、昭和54年に設定され、当時の林齢が26年と生長旺盛期にあり樹冠のうっ閉が早かったので、短い期間内で、林内相対照度の減少に伴う下層植栽木の生長、林床の雑草木の変化等の成果を得ることができた。

下層植栽木を健全な状態で維持していくためには、林内相対照度が最低15%以上必要であり、15%以上の林内相対照度を保つためには、上木を数量比数にして0.5~0.6、胸高断面積合計が45m²/ha未満に管理することが必要である。

しかし、照度計を持たない現場では、上木の密度管理が適性に行われているか否かを知ることを、林床植生の変化で知ることができる。林床からススキ、ヤマハギ、トリアシショウマ、ヨモギ、ノコンギクなどが消えると、上木の択伐が必要となる。

男鹿市戸賀地内の複層林実験林で、林内相対照度15%以上を確保するためには、林齢26年時に本数間伐率60%を実行した弱度間伐区で4年後に、本数間伐率70%を実行した中庸間伐区では6年後に上木の択伐が必要となる。このような集約林業の実行を継続するためには、施業を熟知した技術者と、施行地が作業道周辺か、大面積の場合は作業道がha当たり200m以上必要である。

林齢50年以上になると樹冠巾がある程度定まった樹型となるので、初回の間伐で上木の状態を



図—8 被害状況図 山本郡ニッ井町荷上場字加護山

定めてからの林内相対照度管理のための択伐のサイクルが長くなり、上木の管理に時間的余裕が出るが、上木の疎立は、強風害に対し危険度を増すことになる。

図-8 写真-1 は、1991 年台風 19 号により被害に合った複層林（上木の樹齢 73 年 580 本/ha、Ry0.66、複層林開始 3 年目）の例である。

被害は地下水位が高く、スギの生育が良い緩傾斜地に多く、特に山腹傾斜度 20 度以下の緩傾斜地になるに従って被害率が増している。（図-9 参照）このことは、風害危険地域内での複層林施業は、下木が生長して、樹冠層率が高くなり、構造的に完成するまでにリスクが伴うことを示している。

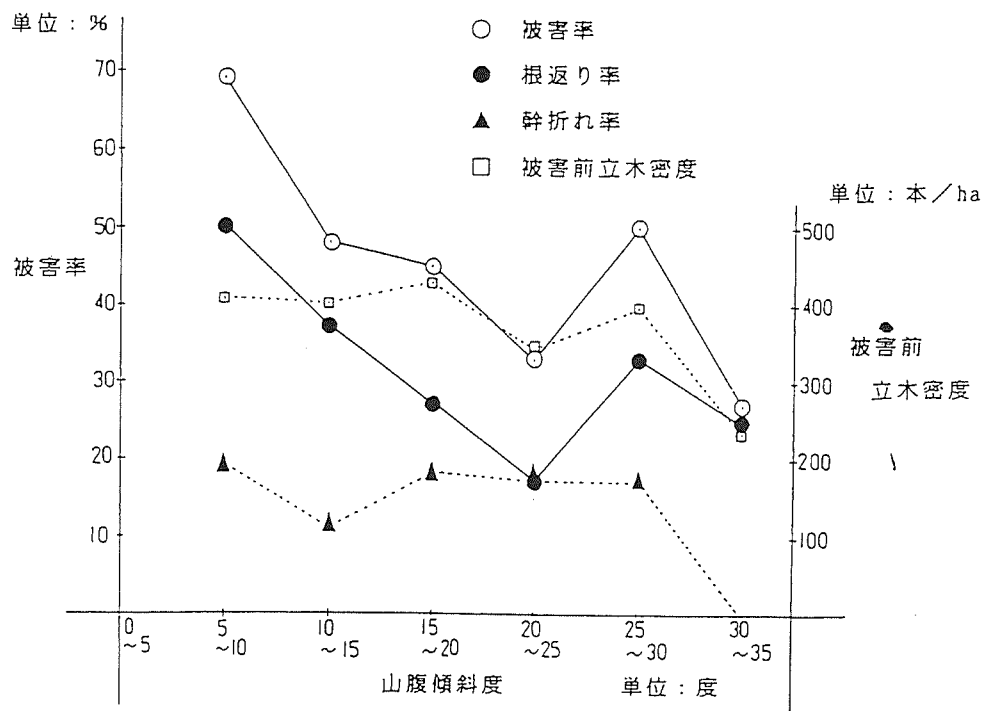


図-9 山腹傾斜度別被害状況図



写真-1

2) 気象条件に強い林分構造と残存木選定の要点

北秋田郡合川町・森吉町と鷹巣町の一角に広がる大野台地区は、1991年の19号台風による被害の激害地区である。その中で無傷で残った林分の中から代表的な二つの複層林林分を例にとると。

写真-2は、上木の樹齢48年、下木の20年生の若齢の複層林で、図-10は、立木を胸高直径階別に樹高の位置で表示して林相の状態を示しているが、上木と下木の樹冠層が接続し、樹冠層率が高い。写真-3は、上木の樹齢が80年、下木38年生の高齢の複層林である。図-11は林相状態を

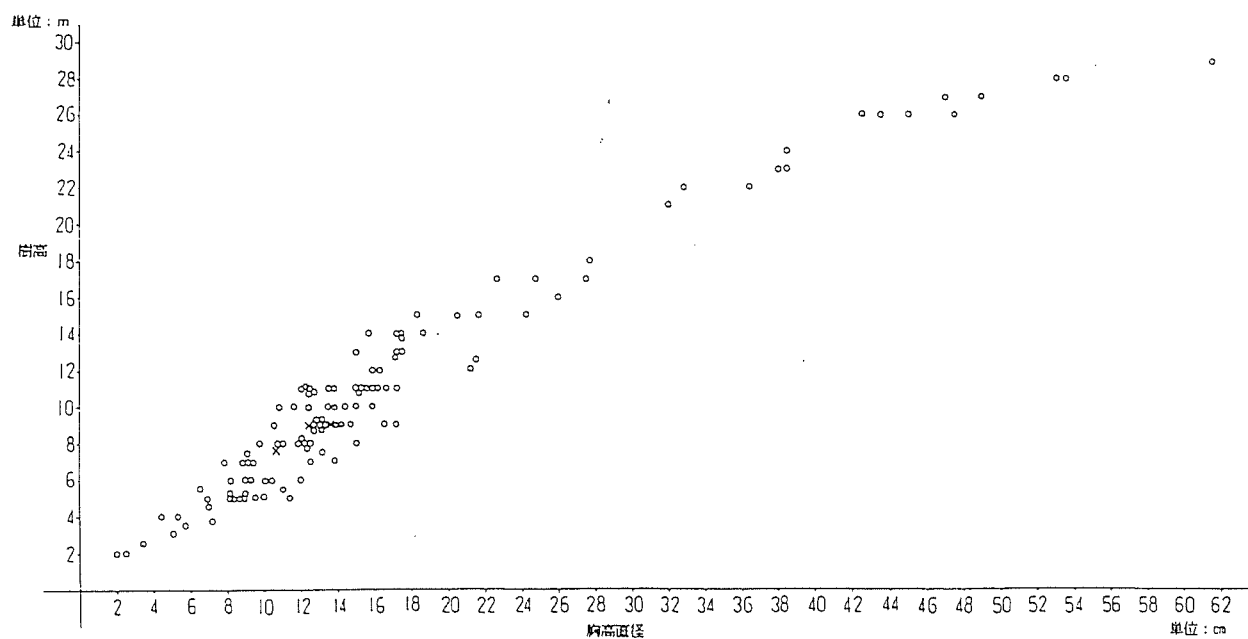


図-10 若齢複層林の林相状況

調査地 北秋田郡森吉町米内沢字大沢岱地内
調査面積 30m × 17m 林齢20～48年生

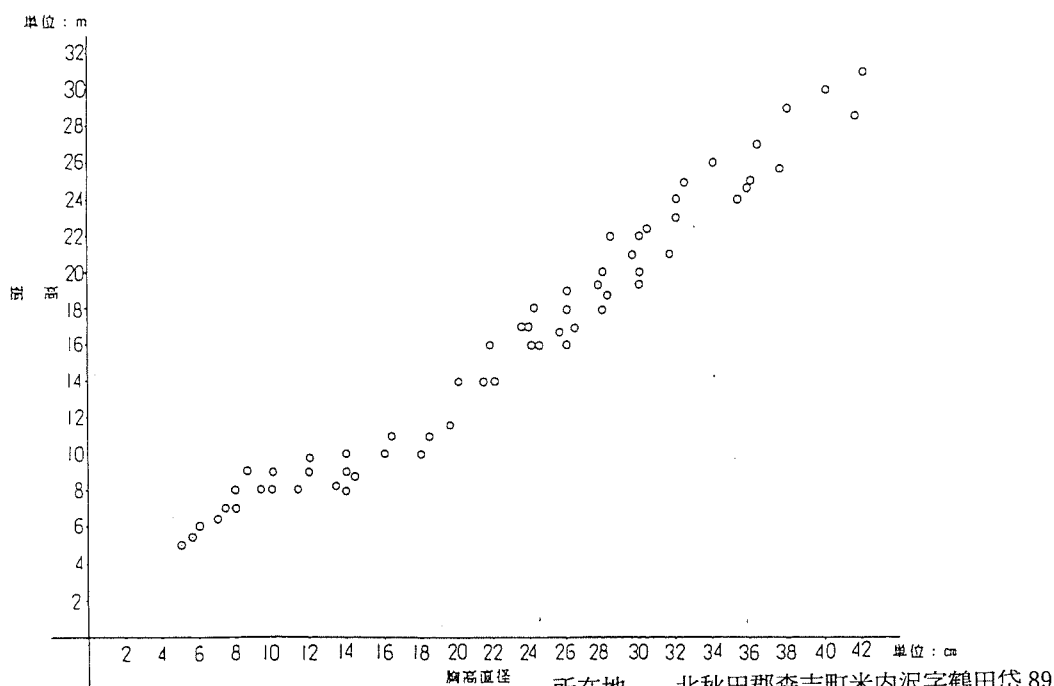


図-11 高齢複層林の林相状況

所在地 北秋田郡森吉町米内沢字鶴田岱 89
林 齢 38～80年生

示しているが、樹冠層率が高いことが推測できる。この両複層林の開始は、前者は、山林所有者の都合で大径木が択伐され、また、後者は1954年9月の洞谷丸台風時の復旧資財として択伐されて、その伐採跡に植え込まれた、自然発生的に複層林ができたことと、択伐時の樹齢が若い林分と比較的若い林分であったことが共通している。

このことは、複層林開始時の間伐は、利用価値の高い大径木から伐採すると、残存木の樹高は低く、樹冠巾の狭い立木が多くなるので、下木の生育に都合が良いことが多いなどが考えられる。

二つの複層林の写真-2、3を見ると上木の立木状態がやや群状に近い状態である。このような状態であると上木を管理し易く、下木は陽光を受け易い状態なので生長が良く、下木の植え込み後、ほとんど放置状態でも複層林として成立してゆくものと考えられる。



写真-2



写真-3

3) 気象災害に強い群状複層林への期待

写真-4は大野台地内で強風に耐えた群状複層林である。林相状態を図-12に示している。上木が3~5本の群状となっていて、立木間隔が0.8~1.3mと極めて近い状態にある。

スギ立木の群状の生立状態は強風だけに強い状態なのか否かについて、県内民有林内では積雪深

がトップクラスの地域である雄勝郡東成瀬村椿川字徳谷地の山林で調査し、立木配置状況を図-13に示した。当地域は近年でも4m以上の積雪が確認されている所で、調査林分は樹齢57年で標高520mの地点にあって、冬季は厳しい風雪環境下にある。施業歴は、下刈終了後3～5年おきに雪害木の除去の繰り返しであった。現在は立木が2～4本の群状の配置状態で安定している。立木密度は

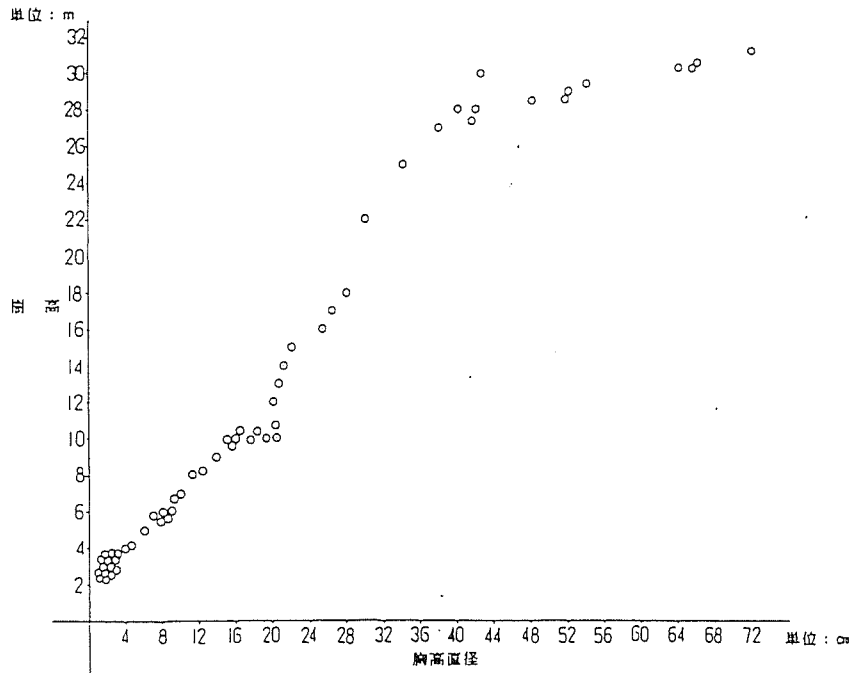


図-12 群状複層林林相状況
所在地 北秋田郡森吉町米内沢字大沢岱 79
林 齢 7～78年生

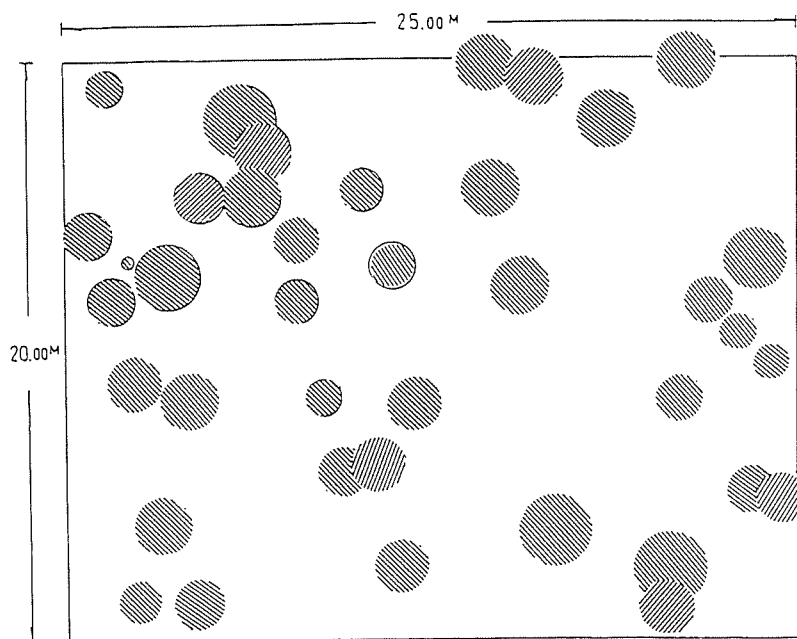
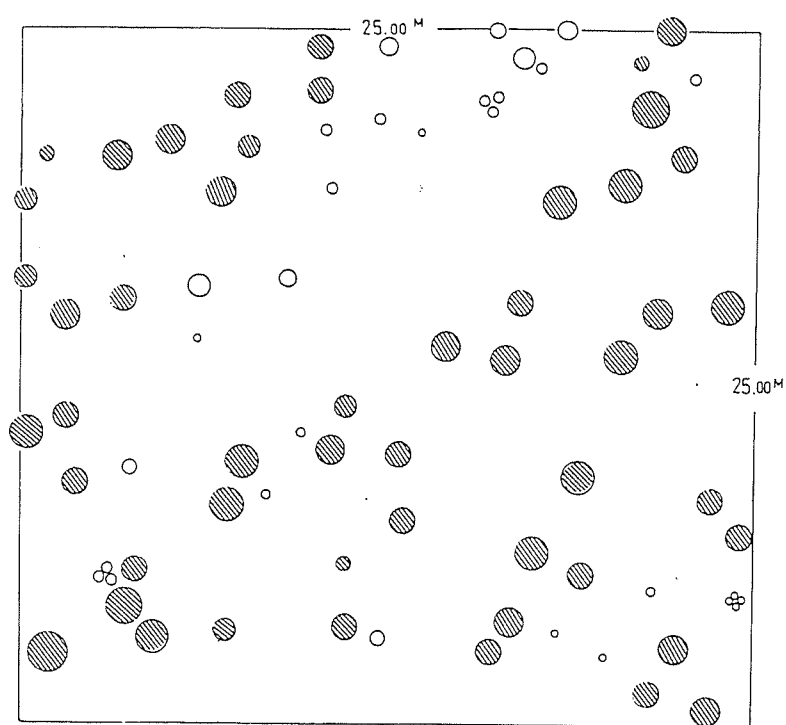
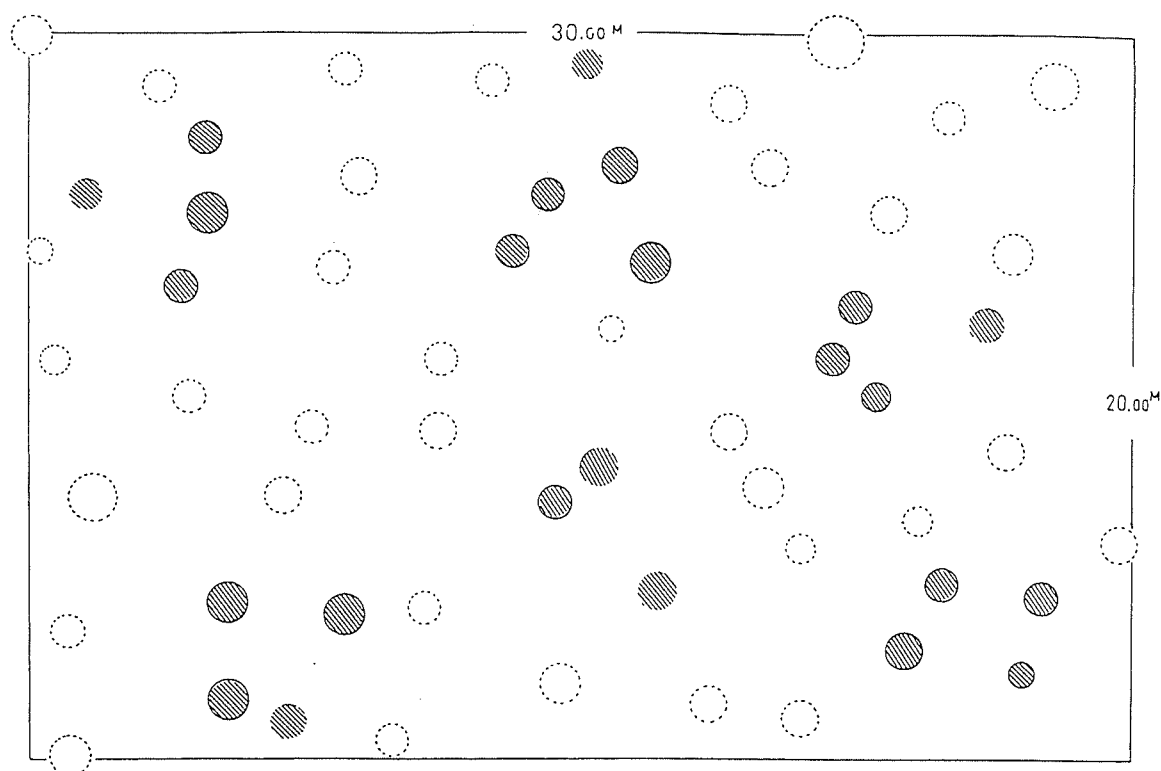


図-13 豪雪地帯におけるスギ人工林の立木状況
箇所名 雄勝郡東成瀬村椿川字徳谷地
植栽年 昭和12年 秋



図—14 群状残木間伐林立木位置図

箇所名 秋田市下浜字羽川
植栽年 昭和5年 秋



図—15 群状複層林立木位置図

箇所名 河辺郡雄和町椿川字万福
植栽年 昭和22年 秋

●	残存木
○	伐採木



780 本/haである。

図-14 は 7 年前の間伐時に残置木を群状にした林分である。当林分は海岸線から直線で 6km にあり、毎年強い季節を受けており、特に 1991 年の台風 19 号では、隣接するこれまでの方法で間伐した林は、幹折れをして全滅したが、この群状残置林は健在であった。この林分の立木密度は 768 本/ha で、図-13 の林分とほぼ同じ本数なのが興味深い。

また、樹冠層率が高なくても、立木の群状の状態が風雪に強いことと、その状態下に天然広葉樹か針葉樹の幼樹が入り込むともっとも自然に近い状態であると考えられる。

図-15 は、海岸線から直線で 9km と近く、強風危険地域にある樹齢 47 年の林分で複層林開始時の立木密度が 1000 本/ha であったところ本数間伐率 60% で群状残置方式で複層林に誘導してみた。今後の生育成果を期待している。

おわりに

下層植栽木（スギ）の耐陰性には個体別に優劣が明確であったので、今後は新設複層林で植栽実証試験地を増やして、育種種子の中から、複層林用下木として優れた個体の仕分けが、複層林普及上必要と思われる。

スギの場合、根張りの発達した立木は雪圧害に強く、根元曲がりが少ないうえに、強風にも強いので、複層林造成時の上木の残置木の選定の時にはできるだけ残置した方が良く、群状複層林造成に当たっても、根張りの発達した立木を核として残置立木群を構成した方が良い。

一斉林から針・広混林への誘導など、将来に向けて期待される広葉樹－スギ複層林をはじめ、まだ造成間もないその他の実験林については今後共調査を続けていきたい。

参考文献

- (1) 社団法人 日本林業術協会：複層林の施業技術 3～8 1982
- (2) 藤森隆郎：複層林マニュアル施業と経営 33～58 1992
- (3) 金子智紀：複層林施業における林内更新試験について、日林東北支誌 41. 135～138 1989
- (4) 秋田県林務部：1991 年台風 19 号による大規模森林被害の実体解析と耐風性森林育成技術の検討、21～69 1994
- (5) 早稲田収：非皆伐施業法、多段林総説、これからの森林施業、全国林業改良普及協会、360～373 1975
- (6) 安藤 貴：林内の光環境、これからの森林施業、全国林業改良普及協会、86～103 1975
- (7) 安藤 貴：間伐と非皆伐、林業技術 401、35～39 1975
- (8) 秋田県林務部：スギ人工林収穫予想表等作成に関する基礎調査、11～12 1980
- (9) 安藤 貴：複層林施業の要点、わかりやすい林業研究シリーズ 79、48～56 1987
- (10) 藤森隆郎：複層林の生態と取り扱い、わかりやすい林業研究シリーズ 93、29～43 1989
- (11) 浅利和栄：複層林施業における林内人工更新技術に関する研究、秋林セ業報、57～64 1982
- (12) 武田英文：複層林施業における林内人工更新技術に関する研究、秋林セ業報、63～69 1980
- (13) 大里陽造：多雪地帯における複層林誘導方式に関する研究、秋林セ業報、1～8 1988

積雪地帯における育林技術の一考察

石 田 秀 雄

A Study of Silviculture Technigue in Snow Covered Arfa

Hideo Isida

要 旨

積雪地帯における立木の根元曲りの発生には、季節風が大きく関わっている。このような自然環境条件を無視した人工植栽地は、季節風と真向から対立するので成林過程での損失が多く、地域に合った育林技術の確立が期待されている。

その中で、恒常的に発生している雪圧害を軽減する方法としては、雪圧害発生の素因である降雪時の季節風を回避するように、季節風の流れと同じ方向へ平行状に、できるだけ縦じま状に植栽列を配列して風雪の通り道を作ってやると、林内降雪量のより多くを所定の位置に誘導することができ、一方では植栽列内の積雪量を少なくすることで、植栽木の生存率を高めることができた。また、無植栽の筋状空間地に誘導された帯状の積雪は、列状植栽木が生長するに連れてその日陰で融雪が遅れ、春季下流の水需要期まで遅延するようになり、水源かん養機能の向上効果をも上げることができた。

従来、根元曲りを軽減するための裾枝払い作業を、下刈り終了時頃から始めると、葉量不足から生長が遅れるとか、樹冠が小さくなることにより冠雪害に弱いなどと心配し、消極的な見方が多いが、

イ. 無裾枝払い区の平均水平長は、裾枝払い区の2倍近い長さがある。

ロ. 裾枝払いすることによる樹高生長の減少は見られない。

など、裾枝払いをすることによる効果を把握することができたが、裾枝払いをすることにより、直径生長が若干減少する傾向にあるために、形状比が高くなるので、冠雪害への対応を考慮し、植栽後5～7年目頃から無理せず徐々に樹高の1/2程度を目途に実行することが、裾枝払い施業の骨と考えられる。

現在、不成積造林地と見なされているスギと、自然発生した広葉樹との混交状態の森林を、健全性のある森林へと誘導する方法としては、除伐は針・広問わず、不良形質木を対象にして実行し、間伐は針・広問わず根元曲りが大きい立木から実行することが良いと考えられる。

はじめに

本県では、戦後木材供給の増大を目指しておよそ25万haの人工造林を実施し、その内92%強をスギが占めている。スギ林の成立環境の中で雪は、プラスとマイナスの両方に大きく関与しているので、本県では積雪環境に合った健全な森林を育成してゆくことが大切である。

そこで、積雪環境下で健全性を保持している森林は、どんな形態をしてその機能を発揮しているのか。スギ幼齢林を、より健全な森林に誘導してゆく方法はないか。また、生育が悪いスギ林が、自然発生してくる有用広葉樹と有利な共存方法はないか。についてを下記の項目によってまとめたものである。

この研究は平成4年度から6年度にかけて実施された研究課題「積雪地帯における環境保全林特性の解明」の研究成果の一部である。

I. 環境保全林として機能している森林

—豪雪地帯に合った並木状植栽—

II. 針葉樹人工林の健全性維持増進技術

—根元曲り軽減のための裾枝払いの効果—

III. 不成績造林地の扱い

—混交林を針葉樹林化への誘導方法—

I. 環境保全林として機能している森林

—豪雪地帯に合った並木状植栽—

1. はじめに

秋田県のスギ人工林地は、民有林の半分強であり、その実態が水土保持機能と木材生産機能が調和し、積雪環境に合った森林として、効率良く育成されていることを全ての人が期待しているが、なかには、冬期間の強い季節風と多い降雪量に影響を受けて、標高が増す毎に劣悪化している地域がある。

このような厳しい環境下における内陸部の2箇所、林分状態が客観的に見て普通植栽より良い生長をしていると判断される、林齢25年と30年のスギの並木状植栽地があったので精査した。

2. 調査と結果

1) 調査地の概要

スギの並木状植栽の調査地は、雄勝郡東成瀬村椿川字徳谷地と北秋田郡阿仁町三枚一の又の2箇所であり、それぞれの調査地には、最寄りにあるほぼ同林齢の普通植栽地を対象区として設定した。

対象区を含む4調査地の概況を表1に示した。

表1 調査地林分の概況

調査地	植栽法	林齢	植栽本数	現存本数	現存率	標高	斜面方向	山腹傾斜度	最深積雪深
東成瀬村	並木植栽	30年	1,500本	787本	52%	500m	SE	10°	4.0m
徳谷地	普通植栽	25年	3,000本	660本	22%	400m	S	5°	4.0m
阿仁町	並木植栽	25年	2,240本	1,222本	55%	480m	W	5°	3.5m
一の又	普通植栽	20年	4,000本	1,675本	42%	480m	SW	10°	3.5m

註) 本数はha当たりを示す。

各調査地共標高、地況、積雪深等似ているが、留意すべきことは、東成瀬村は雪質が湿雪で、阿仁町は乾雪であり、乾雪は雪の重量が軽いために着雪しても立木に負担が少ないことと、風に吹き飛ばされ易く降雪が立木に重圧と成ることが少ない。

東成瀬村徳谷地地内の普通植栽調査地の当初植付本数の現存率は22%でありにも低い、当地方でのスギ人工造林地では、強度の除伐2回だけの施業で以後主伐時まで間伐なしで放置された状態で経過するのが普通の施業方法である。並木状植栽の場合は、過去一回の除伐をしたが普通植栽の2倍以上の立木が存在しており歩止りが良い。

一方、阿仁町一の又地内の調査地では、対象区共過去2回の除伐をしているが、植栽方法を変えても、乾雪と言うおだやかな障害のせいか、普通植栽に比べ並木状植栽の現存本数割合が13%優位にあるだけである。

2) 調査林分の生育状況

調査は、立木位置、樹高、胸高直径、水平長、水平長の方角を測定した。

平均樹高、平均胸高直径と、両方の測定値から出てくる形状比、それに平均水平長について表一2に示した。

並木状植栽地の立木位置と、水平長を縮尺してその方向と一緒に表示して図一1、図一3に示し、対象区（普通植栽区）の立木位置は胸高直径を縮尺した表示にして図一2、図一4に示した。

表一2 植栽方法別林分の生育状態

調査地	林齢	植栽方法	植列	本数	樹 高			胸 高 直 径			形状比 (樹高/直径)			水 平 長		
					平均 (m)	範 囲 (m)	標準 偏差	平均 (m)	範 囲 (m)	標準 偏差	平均 (m)	範 囲 (m)	標準 偏差	平均 (m)	範 囲 (m)	標準 偏差
東成瀬村椿川字徳谷地	30	並木植栽	1	13	8.7	4.3-12.0	2.50	21.6	11.5-28.3	5.51	40.7	23.5-52.9	7.55	1.63	0.55-32.0	0.69
			2	24	9.8	5.0-12.0	1.97	20.3	8.3-29.7	5.51	49.8	34.7-66.7	7.57	1.03	0.50-2.20	0.37
			3	24	9.7	5.0-12.5	2.29	20.7	9.5-33.5	6.49	49.0	32.8-49.0	9.74	1.18	0.55-1.85	0.37
			4	38	9.9	5.0-12.5	1.84	20.3	10.0-27.5	4.23	50.4	31.8-72.0	8.08	0.99	0.50-2.05	0.34
			5	25	9.8	5.0-13.0	2.20	18.6	6.4-28.0	5.30	55.3	25.6-93.8	13.15	0.87	0.45-2.10	0.39
			計	124	9.7	4.3-13.0	2.13	20.1	6.4-33.5	5.43	50.0	23.5-93.8	10.27	1.08	0.45-3.20	0.46
	25	普通植栽		33	9.2	5.3-11.5	1.99	19.6	10.1-26.0	4.56	47.8	33.5-62.2	6.11	0.64	0.00-1.40	0.33
阿仁町三枚字一の又	25	並木植栽	1	24	10.0	6.0-12.5	1.55	16.8	8.8-28.5	5.30	63.0	39.6-86.0	12.95	0.47	0.10-1.10	0.29
			2	29	9.0	4.7-11.5	2.01	17.8	6.7-25.2	4.66	51.5	40.7-70.1	6.04	0.56	0.00-1.30	0.30
			3	28	8.9	6.5-11.5	1.12	18.7	13.0-26.6	3.30	48.3	41.0-64.6	5.08	0.43	0.00-1.30	0.28
			4	29	10.1	7.9-11.7	1.03	16.3	9.5-23.0	3.37	64.2	48.5-94.9	12.53	0.41	0.00-1.20	0.25
			計	110	9.5	4.7-12.5	1.57	17.4	6.7-28.5	4.30	56.5	39.6-94.9	11.95	0.47	0.00-1.30	0.28
	25	普通植栽		67	5.1	1.7- 8.3	1.31	9.1	3.0-14.0	2.62	57.8	38.0-87.5	8.81	0.69	0.10-2.50	0.42

表一2では、各調査での調査項目別の平均値だけを単純に比較している。

東成瀬村内調査地の生育状態は、並木状植栽と普通と比べると同じ程度であるが、水平長だけが並木植栽地の方が長い。

一方、阿仁町内調査地の場合は、全ての調査項目で並木植栽地の値が優位になっている。中でも水

平長の値が東成瀬村内調査地の結果とは逆で、普通植栽地の方が1.5倍程長い。

表-2の結果の範囲だけを取り上げてみると、豪雪地帯での並木植栽は、雪質が湿雪の地域では植栽の生育に不利であり、乾雪地帯では有利な植栽方法と判断されるが、以後各調査項目別に分析してゆく。

図-1は東成瀬村内並木植栽地の立木位置と水平長の状態である。

冬期に北西の季節風がまともに当たる右端の列は環境の厳しさに耐えかねて立木本数が減少している。この列の水平長は長く、調査地全体の平均の1.5倍強である。

水平長の方向は、左側風下の列になるにつれて個々の立木が左右上下の方向に乱れて向く傾向にあるが、このことは季節風が林内で乱流しているからと考えられ、水平長の方向は、季節風によって方向づけられている様子が現われている。

図-3は東成瀬村の普通植栽地での立木位置の状態である。

調査地の中央がやや凸地形になっているので、凸部分には毎年の積雪量が周囲に比べてやや少ないため雪圧害が軽減されて、この部分の現存本数が多くなっている。現存する立木の配置状態は季節風の方向である北西に並ぶ傾向が見られること、複数の立木が群状に残る傾向が見られる。

図-2は阿仁町内の並木植栽地の立木位置と水平長の状態である。

調査地は平坦に近い地形と、風に吹き飛ばされ易い乾雪地帯の影響とで雪の流れが鮮明に現われないため、水平長の方向が定まらず乱れている。しかし、主として水平長は季節風が吹き込む北西の方向から、南東の方向へ向いている。

図-4は阿仁町内普通植栽地での立木位置の状態である。

季節風が吹き込む方向（図の左上から右下南東方向）にしま状に、無立木の細長い空間、隣に小径スギ立木の筋状の分布、次に良質スギ立木の分布となっている。無立木の空間は雪の吹き溜まり地で、その影響で隣接地のスギ立木は根元曲がり大きい小径木地域になっている。

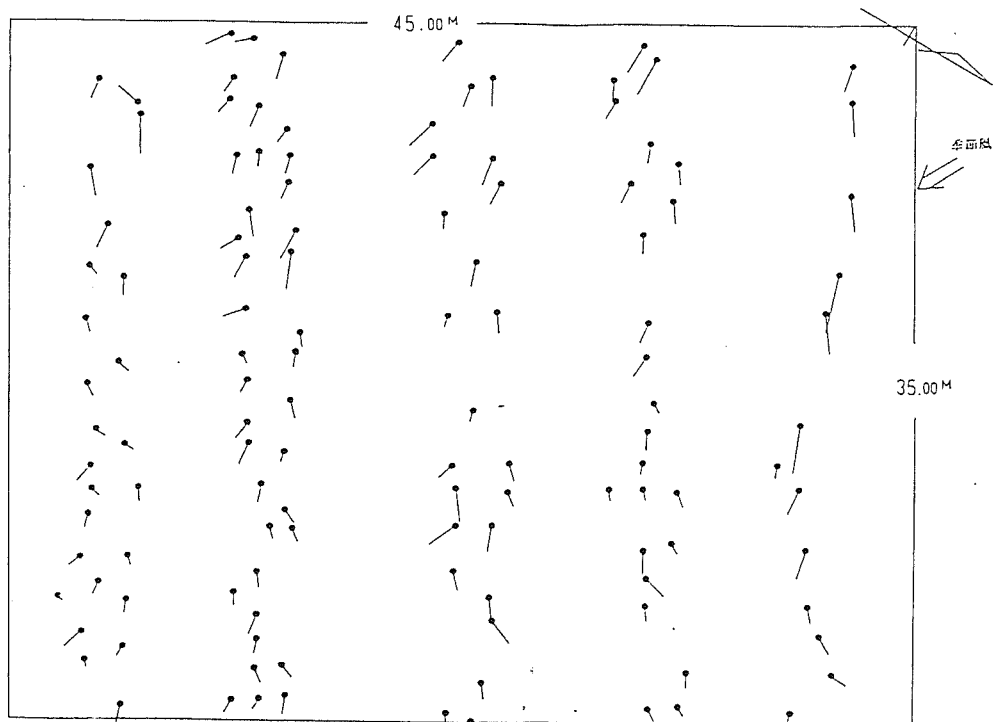
この調査から、普通植栽地の場合は、乾雪地帯において不良形質木がしま状に発生し易いこと、湿雪地帯の良質木は群状に残る傾向があることがわかる。

3) 植栽法別水平長階別の現存立木本数構成状況

調査地を町村別に分けて、植栽法別に水平長階別の本数比率を図-5、図-6に示しているが、両図を比較すると、水平長の本数割合が並木状植栽の場合、雪質が湿雪の東成瀬村では、0.9mをピークに、一方、乾雪である阿仁町では0.5mをピークにしておよそ正規分布の型で構成されている。

普通植栽の場合、東成瀬村では水平長階別本数割合のピークが0.4mと0.8mに二つあり、阿仁町の場合も同じように0.5mと1.0mの二つにピークがある。二つのピークの発生原因は、冬期林内で部分的に無数に発生する雪の吹き溜り部分とその周辺に多い水平長の長いグループと、その他の地域の水平長の短いグループで林分が構成されているからと考えられる。

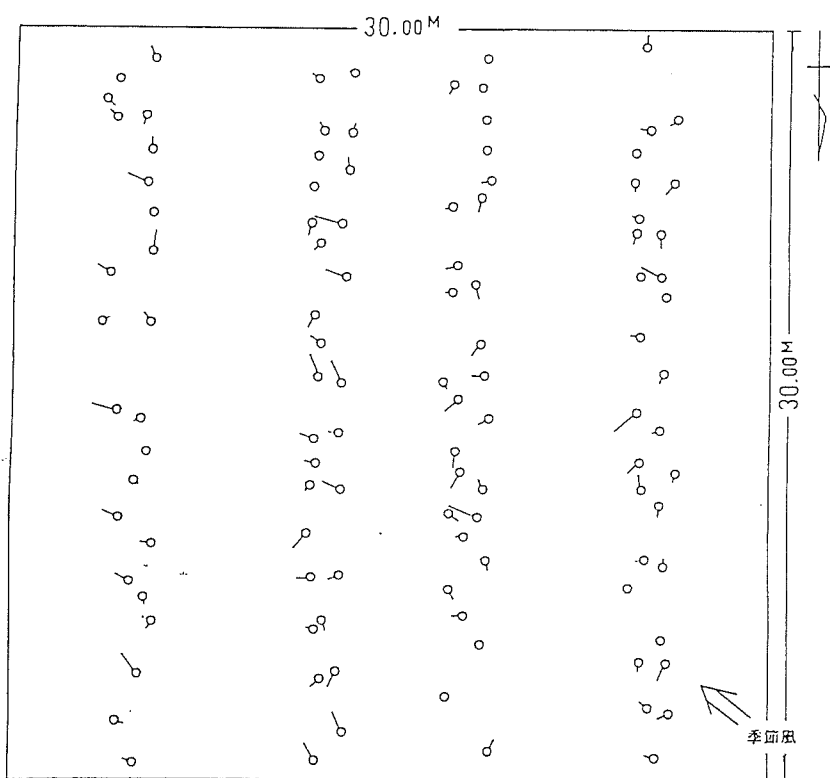
表-3と表-4は水平長別に平均樹高、平均胸高直径、形状比を整理した。



図一1 並木状植栽林における立木の根元曲りの方向と傾幹巾（樹高 1.0m での測定値）

箇所名 雄勝郡東成瀬村椿川字徳谷地

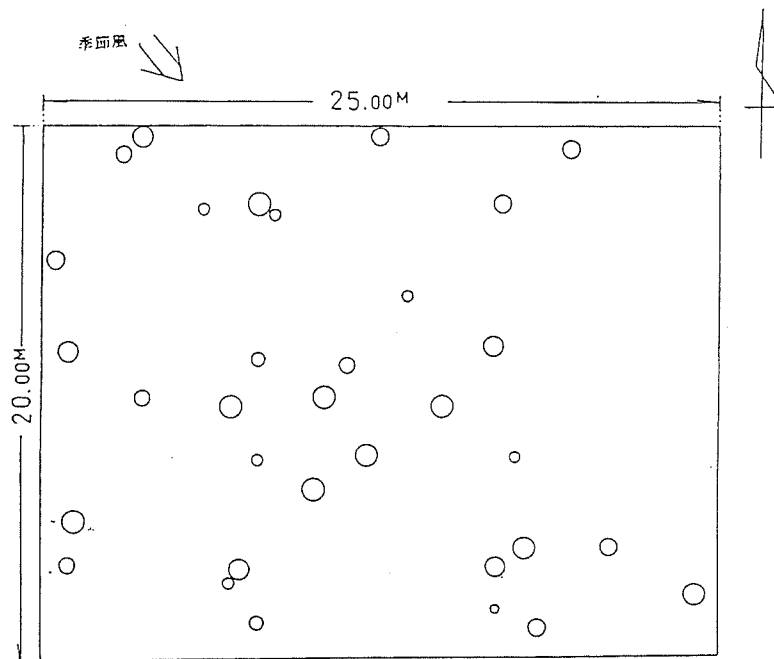
植栽年 昭和40年 秋



図一2 並木状植栽林における立木の根元曲りの方向と傾幹巾（樹高 1.0m での測定値）

箇所名 北秋田郡阿仁町三枚字一の又

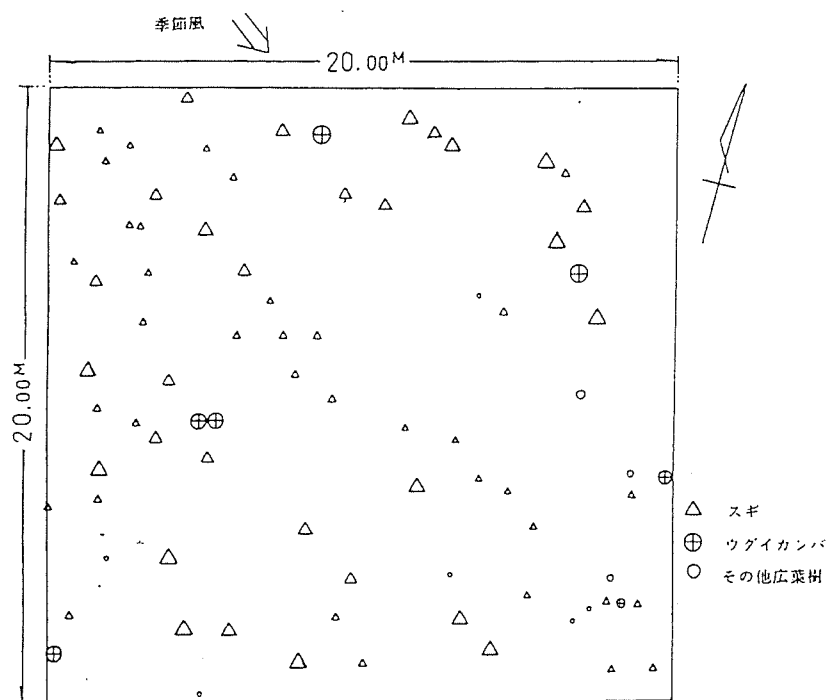
植栽年 昭和45年10月（ポット苗使用）



図—3 スギ人工林の立木状況

箇所名 雄勝郡東成瀬村椿川字徳谷地

植栽年 昭和45年 秋



図—4 スギ人工林の立木状況

箇所名 北秋田郡阿仁町三枚字一の又

植栽年 昭和50年10月

表-4 での普通植栽の場合、水平長が短くなる程、樹高と胸高直径の生長が良くなる正常と思われる傾向が見られるが、その他は明確な関係が見られない。

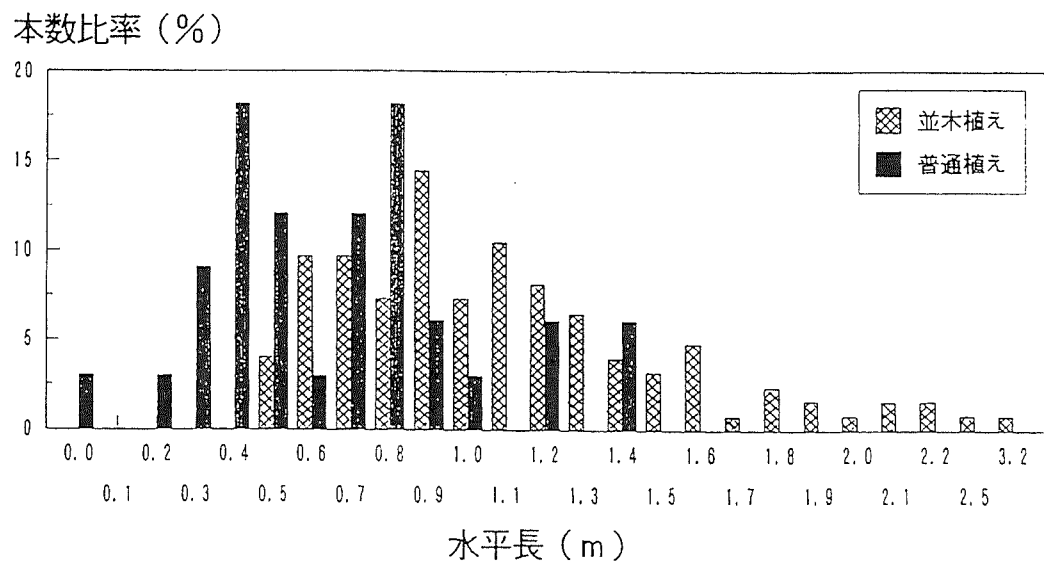


図-5 植栽法別水平長階本数比率
(東成瀬村椿川字徳谷地スギ林)

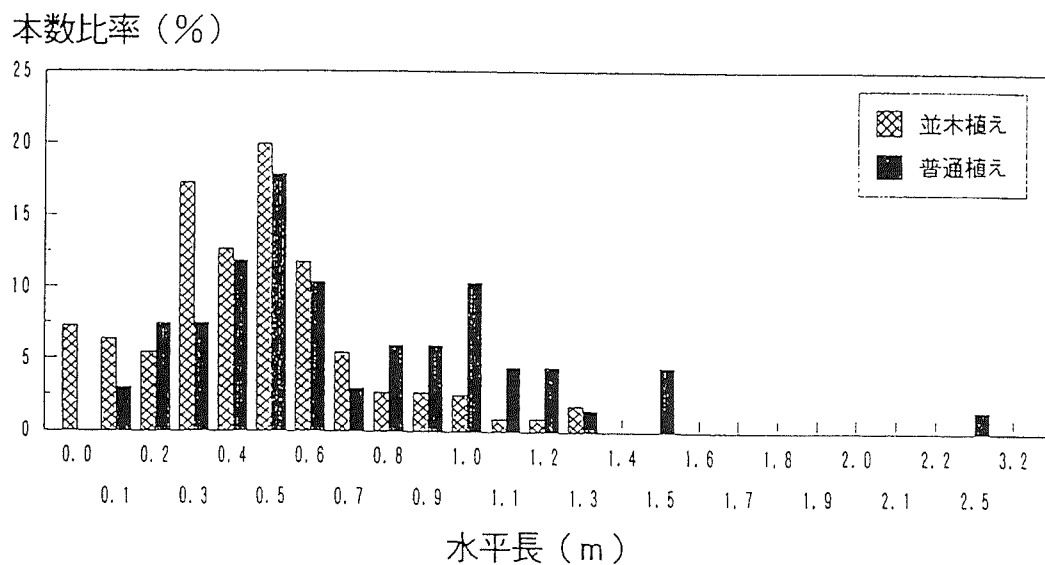


図-6 植栽法別水平長階本数比率
(阿仁町三枚字一の又 地内スギ林)

表—3 水平長からみた平均樹高、胸高直径、形状比

調査地 秋田県東成瀬村椿川字徳谷地

水平長階	並 木 植 (林 齢 30 年)			普 通 植 (林 齢 25 年)		
	平均樹高	平均直径	平均形状比	平均樹高	平均直径	平均形状比
0.0				11.0	24.4	45.1
0.1						
0.2				11.0	20.6	53.4
0.3				9.2	21.7	43.3
0.4				9.1	20.1	46.1
0.5	10.9	18.0	61.8	8.6	16.9	51.6
0.6	10.5	19.8	54.2	6.5	16.7	38.9
0.7	10.3	20.7	50.5	9.3	19.0	50.1
0.8	10.2	20.0	51.4	9.6	19.5	49.5
0.9	10.3	21.1	52.0	10.3	23.0	44.6
1.0	9.2	19.5	48.1	11.5	22.0	52.3
1.1	10.5	22.8	47.1			
1.2	8.3	17.0	49.7	9.2	21.2	44.6
1.3	9.9	20.6	48.9			
1.4	8.0	19.7	44.3	7.0	14.1	49.8
1.5	9.9	22.8	47.4			
1.6	7.7	16.1	48.5			
1.7	8.0	12.0	66.7			
1.8	7.2	21.0	33.5			
1.9	9.0	16.0	61.3			
2.0	9.0	28.3	31.8			
2.1	11.5	23.3	49.4			
2.2	10.0	23.0	44.0			
2.3						
2.4						
2.5	9.0	17.0	52.9			
3.2	5.5	13.5	40.7			

表一4 水平長からみた平均樹高、胸高直径、形状比

調査地 秋田県阿仁町三枚字一の又鉾山地内

水平長階	並 木 植 (林 齢 25 年)			普 通 植 (林 齢 25 年)		
	平均樹高	平均直径	平均形状比	平均樹高	平均直径	平均形状比
0.0	9.7	19.2	51.4			
0.1	9.8	16.7	60.8	5.9	10.9	54.0
0.2	9.2	16.8	55.2	5.9	10.3	57.4
0.3	9.8	17.8	56.8	5.5	10.6	53.1
0.4	10.0	18.2	56.9	5.7	10.0	58.4
0.5	9.2	17.0	56.3	5.4	9.3	60.5
0.6	8.9	16.0	57.9	5.8	10.3	56.0
0.7	9.0	16.7	55.9	5.4	8.7	64.5
0.8	9.8	17.7	60.8	5.5	9.7	57.5
0.9	8.9	16.0	59.9	3.8	7.6	51.4
1.0	9.6	18.0	56.9	4.5	7.3	63.6
1.1	12.5	25.0	50.0	4.9	7.5	64.7
1.2	11.2	21.1	53.1	4.3	7.9	55.1
1.3	8.0	16.1	49.5	4.4	6.5	67.7
1.4						
1.5				3.1	6.6	49.3
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5				3.2	7.5	42.7
3.2						

4) 水平長と樹高・胸高直径との関係

図一7、図一8 は調査地を町村別に分けて、植栽法別に水平長と樹高・胸高直径との関係を示した。

図一7 の東成瀬村の場合では、植栽法別の生長状態は、水平長の長短にかかわらず、生長量が樹高と胸高直径共、同じ生長量で伸びているが、図一8 の阿仁町の場合は、水平長の長短にかかわらず、同じ生長量で伸びているものの、並木植栽地の方が普通植栽地より生長量が多いレベルをキープしており、阿仁町での並木植栽は林分生長量を上げる効果があると判断される。

① 水平長と樹高との関係

図一9 は、東成瀬村内調査地での植栽法別の水平長と樹高との関係を示している。

水平長 1m以上の根元曲がり回復困難とみて、近い将来に除伐して、水平長 1m未満の立木を残すとすれば、図一9 から数えると並木植栽地で 40 本、普通植栽地で 26 本となり、並木植栽で不良木を除伐した段階では普通植栽地より残存木は多くなるので、東成瀬村においても並木植栽は豪雪地帯に

合った植栽方法と考えられる。

一方、阿仁町内調査地での内容を示している図-10 に対して前述の見方をすると、断然並木造林が有利なことがわかる。

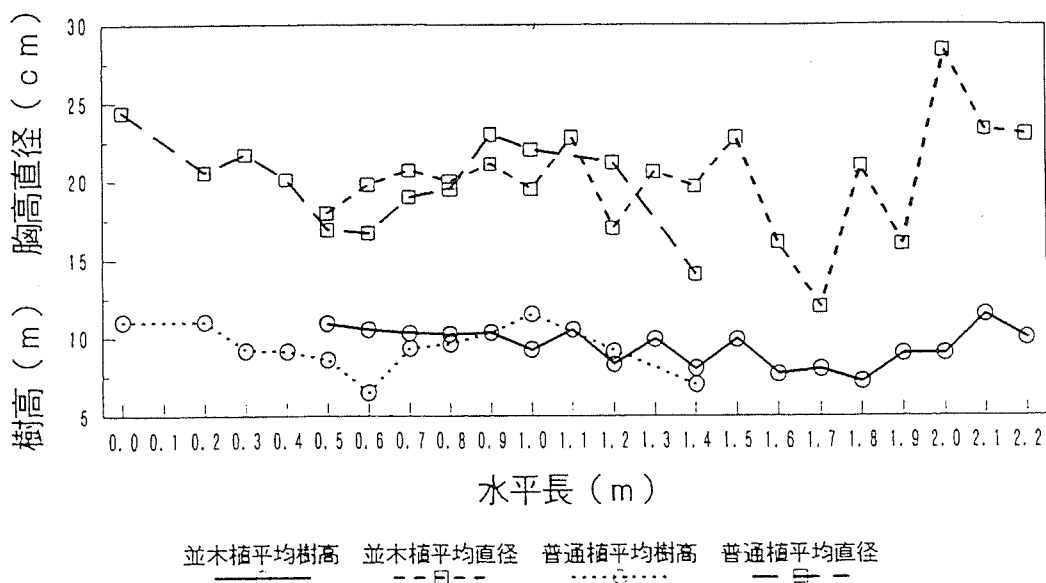


図-7 植栽法別の水平長と樹高、胸高直径の関係
(東成瀬村椿川字徳谷地スギ林)

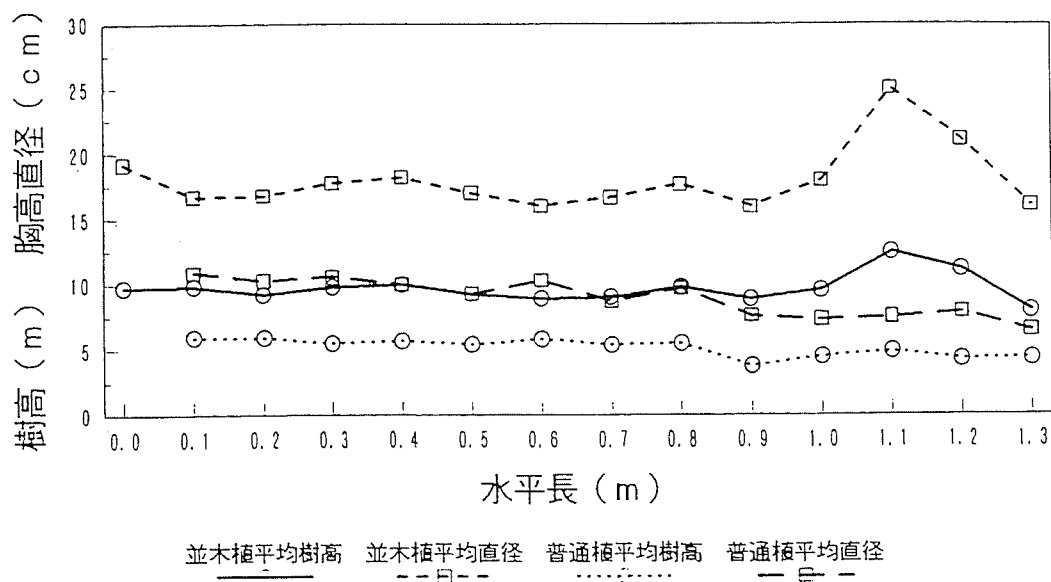


図-8 植栽法別の水平長と樹高、胸高直径の関係
(阿仁町三枚字一の又 地内スギ林)

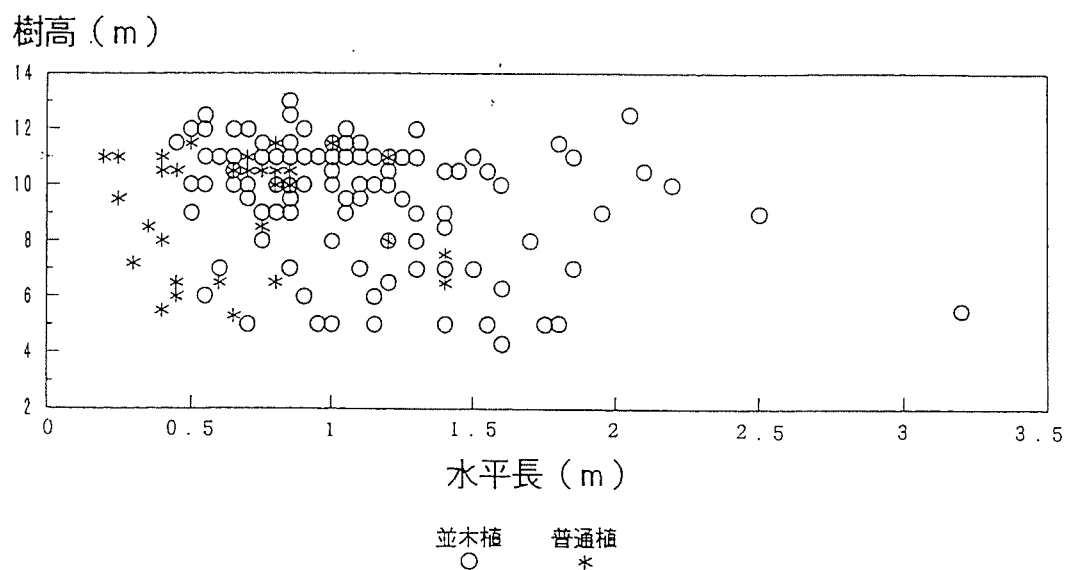


図-9 植栽法別の水平長と樹高の関係
(東成瀬村字徳谷地スギ林)

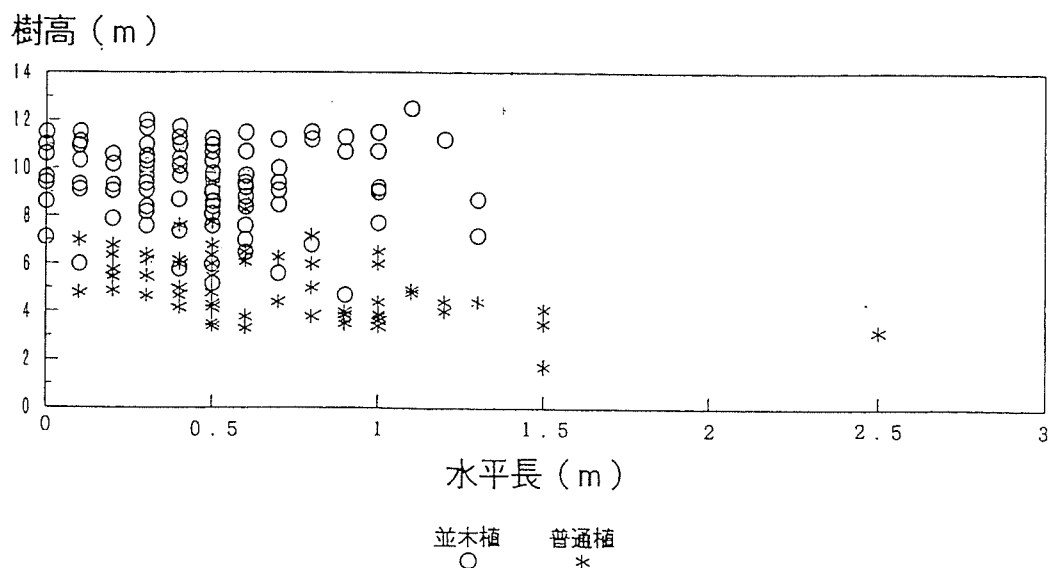
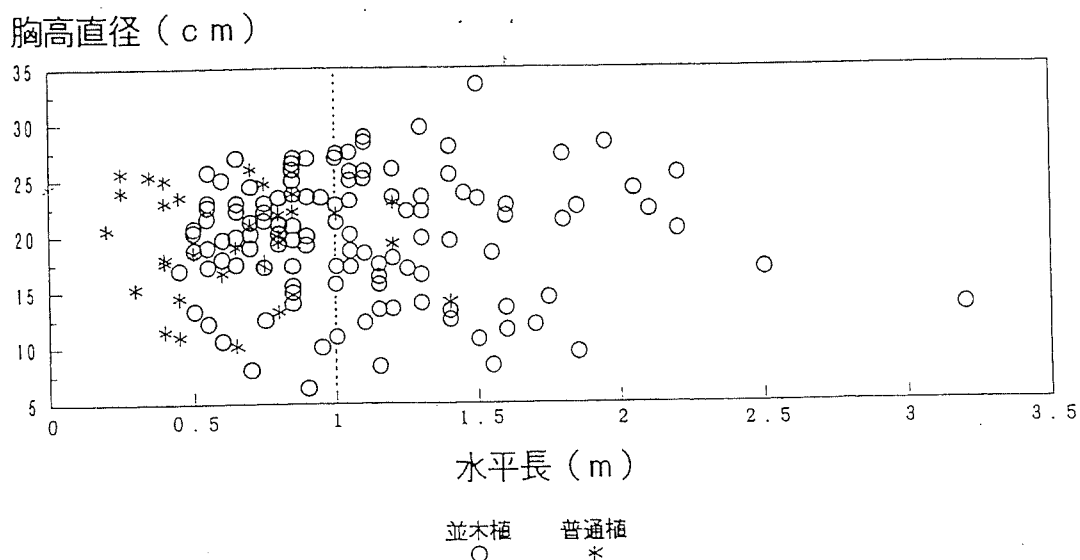


図-10 植栽法別の水平長と樹高の関係
(阿仁町三枚字一の又 地内スギ林)

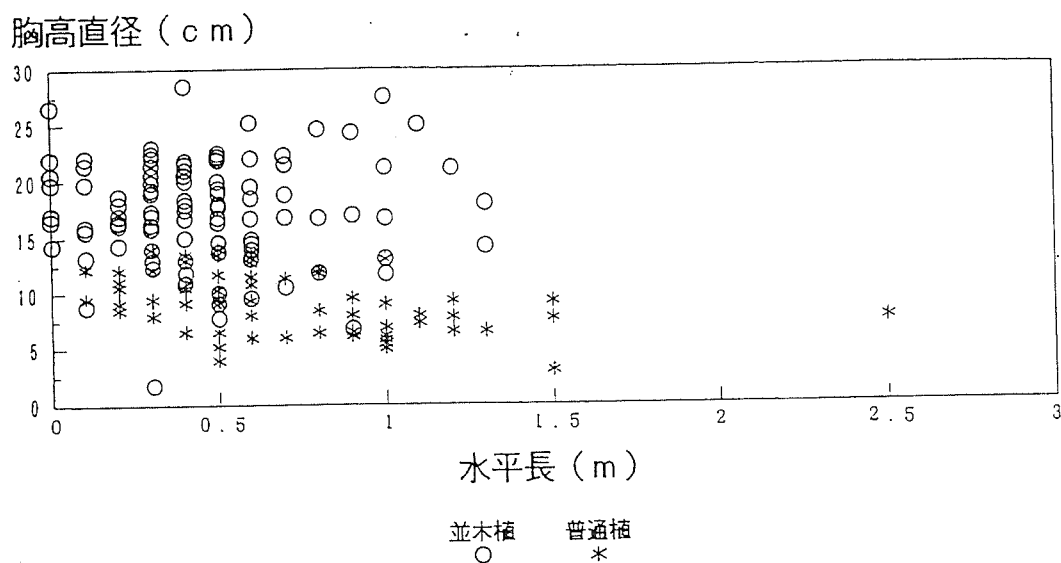
② 水平長と胸高直径との関係

図-11 は東成瀬村内調査地での植栽法別の水平長と胸高直径との関係を示している。図-9 での見方と同様にして水平長 1m 以上の立木を除伐、水平長 1m 未満の立木を残した場合、並木植栽地では 52 本、普通植栽地で 27 本となり、並木植栽地の良質木の残置本数は多くなる。また、図-12 では並木植栽の有利性がはっきりしている。

表-2 のように、並木植栽の場合の林分状態を、単純に林分の平均値として表現すれば不良形質で未整理の残存本数が多いために、不良形質林分と解釈される危険性が出ることがわかる。



図一11 植栽法別の水平長と胸高直径の関係
(東成瀬村字徳谷地スギ林)



図一12 植栽法別の水平長と胸高直径の関係
(阿仁町三枚字一の又 地内スギ林)

③ 形状比から見た平均水平長

表一5 は各調査地の形状比階毎に、平均水平長・平均樹高・平均胸高直径の関係を見ている。

形状比が増すにつれて各調査地共平均胸高直径が減る傾向が見られるが、形状比と水平長との関係は見い出せない。

表—5 形状比からみた平均水平長、平均樹高、平均直径

調査地 秋田県東成瀬村椿川字徳谷地						
形 状 比	並 木 植 (林 齢 30 年)			普 通 植 (林 齢 25 年)		
	平均水平長	平均樹高	平均直径	平均水平長	平均樹高	平均直径
20	1.80	5.0	21.3			
30	1.46	7.6	23.7	0.35	8.5	25.4
40	1.18	9.9	23.8	0.61	9.2	21.7
50	1.05	10.1	20.5	0.69	9.1	18.3
60	0.90	9.7	16.4	0.52	10.8	18.4
70	1.11	9.0	13.3			
80	0.50	10.0	13.3			
90	0.90	6.0	6.4			

調査地 秋田県阿仁町三枚字一の又鉾山地内						
形 状 比	並 木 植 (林 齢 25 年)			普 通 植 (林 齢 25 年)		
	平均水平長	平均樹高	平均直径	平均水平長	平均樹高	平均直径
20						
30						
40	0.42	9.1	21.3	1.00	4.6	10.8
50	0.52	9.5	18.9	0.61	5.3	10.3
60	0.39	10.0	16.8	0.63	5.4	9.1
70	0.41	8.7	12.6	0.81	4.8	7.0
80	0.50	9.6	11.8			
90	0.55	9.9	11.0	0.50	3.5	4.0

3. おわりに

豪雪地帯において並木状植栽の方法が、これまでの普通植栽方法に比べて森林育成上有利な点が多いことを説明するために、植栽方法別に生育状態を調査し、結果を単純に表にまとめてみると、その内容を十分表現することができなかった。自然現象が複雑に関与する状態を説明するためには多くの図解が必要であった。

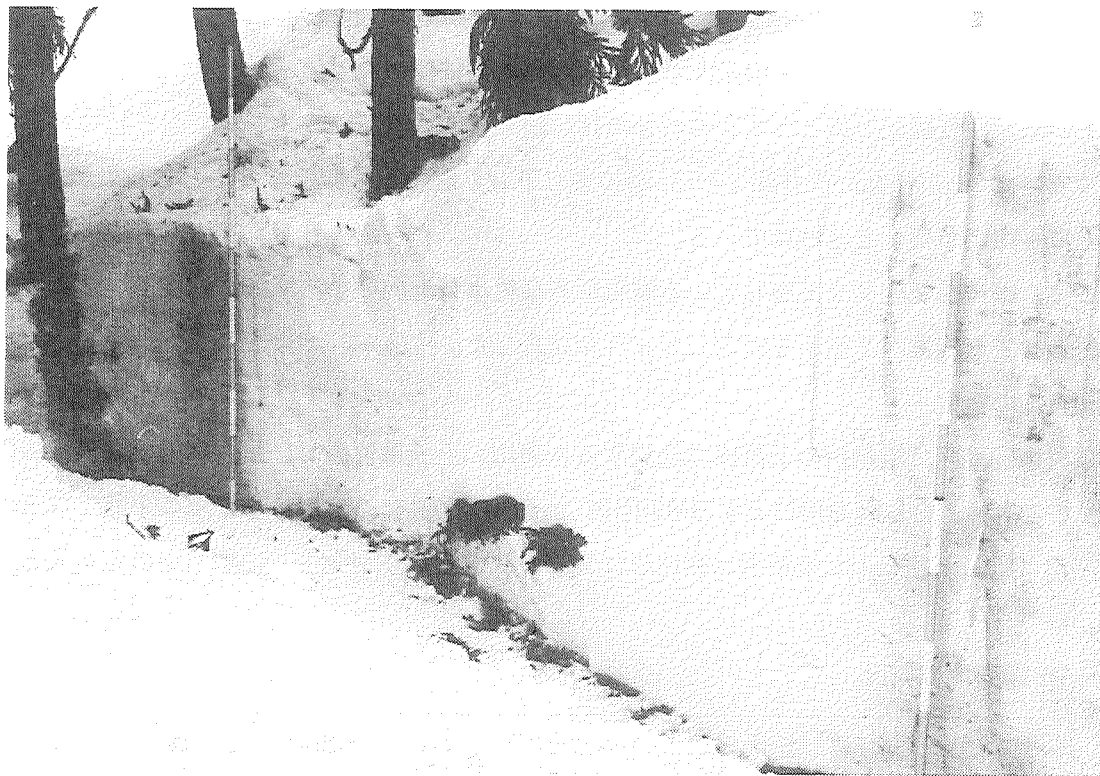
並木状植栽地では、立木位置図に根元曲りの方向と長さを合わせて示すことによって、根元曲りの発生には季節風が大きく関わっていることが説明できた。一方、普通植栽地では、雪質によって成林時の立木位置状態が変わることも理解できた。

人工植栽地は自然環境条件を無視し、季節風と真向から対立すると損失が多い。雪圧害を軽減する方法としては、季節風を同じ方向に平行状で、できるだけ縦じま状に植栽列を配列すると、自然力を回避しながら、風雪の通り道を作ってやり、林内積雪量を所定の位置に誘導することが有効と考えら

れる。

雪質が乾雪であれば樹冠への着雪量が少なくなり根元曲りは減少する。また乾雪は風を利用して誘導も楽なので並木状植栽の効果が出易いことがわかった。

豪雪地帯における森林育成技術は、並木状植栽方法と、下刈終了時頃から始める裾枝払い施業と組合せて体系化すれば、非常に有利な施業と考えられる。



写真一 1 積雪断面調査

撮影月日 H4 年 3 月 5 日



写真一 2 残雪状況

撮影月日 H4 年 5 月 2 日

Ⅱ. 針葉樹人工林の健全性維持増進技術

－根元曲り軽減のための裾枝払いの効果－

スギの根元曲り軽減対策として、これまでは雪消え後倒伏状態の立木を縄で引き起こす方法が主流を占めていたが、裾枝払いを林齢3～5年時のまだ下刈期間中から開始することで効果があり、その後管理上にも都合が良いと言われている。

そこで、裾枝払い施業を実施している雄勝郡皆瀬村市野地内の小流域内に裾枝払い調査地2箇所、対照区として無施業区2箇所を設定し3ヵ年間調査した。

1. 調査地の概要

皆瀬村市野地区は雄物川の上流部で合流する皆瀬川の上流に位置し、民有林内での最深積雪深は平均3mであるが、日本海を川口とする大河川の上流部に位置し、冬期は季節風の末路となるために吹雪は非常に厳しく、そのため積雪は微地形によって吹き溜まりが発生し、積雪深の差が大きい地域である。

表一1 調査地の概況

		林 齢	調 査 積	資料数	ha当たり 本 数	標 高	山腹面 方 向	山 腹 傾斜度	最 深 積雪深
裾 枝 払 区	前	22	200 ^{m²}	76 ^本	3,800 ^本	240 ^m	S	5	2.0 ^m
	奥	13	500	142	2,840	270	SE	15	2.7
無 施 業 区	A	15	100	14	1,400	260	SSW	26	2.3
	B	15	100	22	2,200	250	S	37	2.3

裾枝払区の（前林分）は林道に沿って4調査区が並んでいる状態の一番手前に位置している。クリ林の下に昭和47年にスギを植栽したが、樹下植栽のためスギの生長・形状が悪く、下刈終了時の7年生時に上木のクリを伐採した。以後スギの成長が良くなったが、根元曲がりが多いので、9年生時、12年生時、15年生時、17年生時の4回裾枝払いを実施した22年生の林分である。

裾枝払区の（奥林分）は、4調査区の一つ奥に位置している。植栽後4年目のまだ下刈施業実施期間中から裾枝払いを一年おきに4回実施した林分で、季節風の風上方向に峰があるため、その微地形の影響で雪の吹き溜り地となり、（前林分）より毎年積雪量が0.7m程度多い。

2. 調査と結果

現地調査は、樹高・胸高直径・水平長（高さ1.0での根元曲りの値）の3項目について行い、概要を表一2に示している。

表一2 各調査地の年度別平均生長量の比較

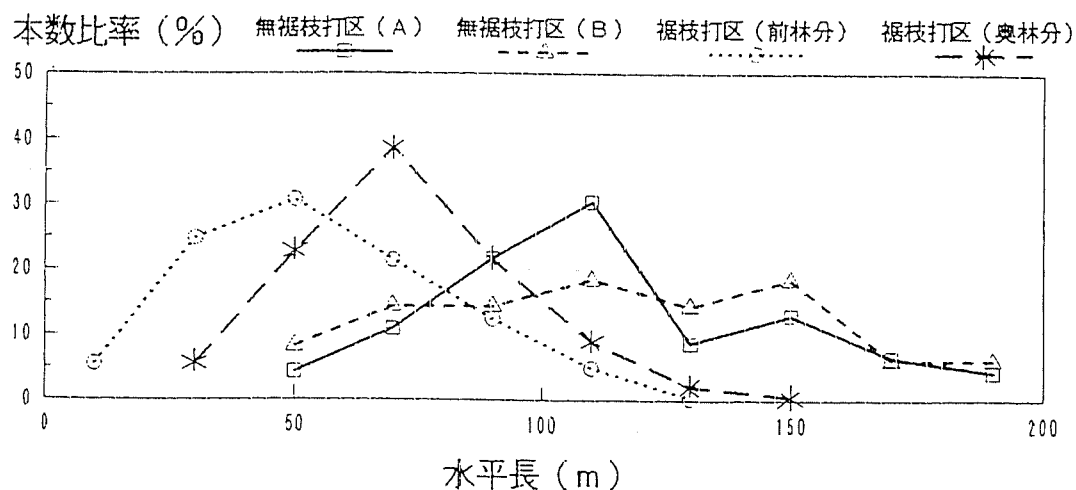
() 内は偏差値

区 分		樹 高			胸 高 直 径			水 平 長		
		H 4	H 5	H 6	H 4	H 5	H 6	H 4	H 5	H 6
裾 枝 払 区	前	m 6.1	6.3	6.8	cm 10.1	10.7	11.1	cm 58.4 (24.2)	61.3 (24.6)	63.4 (28.5)
	奥	5.6	5.6	6.6	9.9	10.4	11.2	74.8 (20.8)	75.2 (20.9)	80.8 (22.9)
無 施 業 区	A		5.7	6.0		10.3	10.6		117.7 (35.2)	117.7 (33.9)
	B	4.7	5.6	5.0	9.8	12.2	12.3	116.0 (30.6)	119.0 (46.6)	119.6 (37.2)

① 裾枝払いの有無別と水平長の関係

裾枝払区（前林分）の水平長別の本数割合のピークは 50cm、（奥林分）は 70cm で、無施業区のピークが 1.10m であるのに比べると、水平長が短く裾枝払いの効果が大きい。

4 箇所の調査を裾枝払いの有無別に分け、水平長別の本数出現割合を図一2 にまとめてみると、両者の差は明確にわかる。



図一1 裾枝払有無別の水平長と本数比率

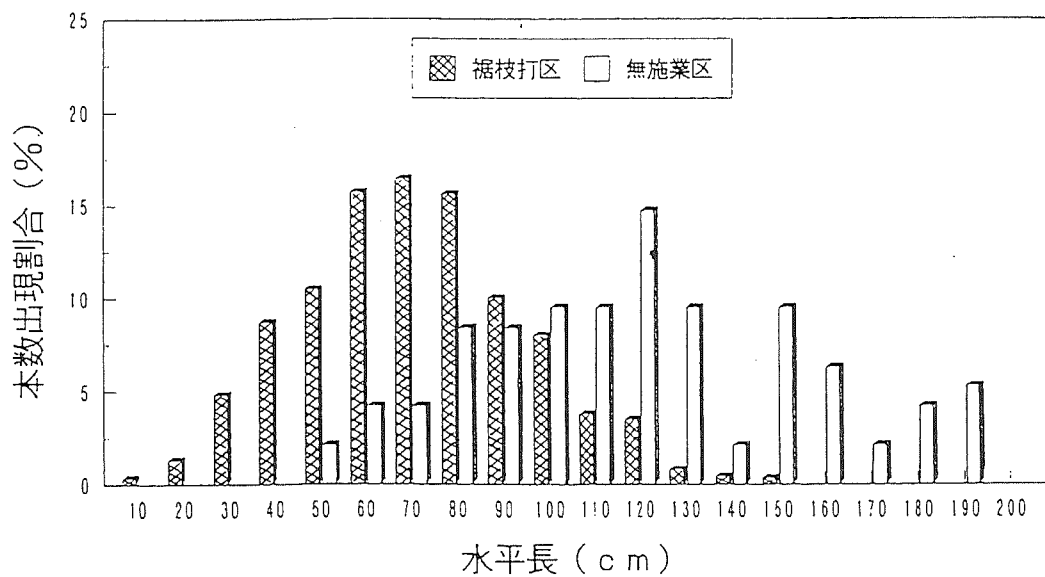


図-2 裾枝払の有無と水平長階別本数出現割合

② 裾枝払いの有無別の水平長と平均樹高との関係

図-3 では、裾枝払区（前林分）は、樹高成長が良い立木ほど水平長が短くなる傾向を示しているが、（奥林分）の場合はほとんど関係ない。無施業区を含めて全般的に見ると、水平長と樹高との関係は少ないと言える。

裾枝払いの実行がやや早いと見られている裾枝払（奥林分）の水平長と樹高との関係を図-4 に、無施業区の水平長と樹高との関係を図-5 に示した。両図を比較すると、各立木の樹高は5～6mの範囲内にまとまった型をしているが、無施業区は水平長が巾広くばらついている。造林地での間伐木選定の判断基準として、水平長 1.0m以上の立木は立直りが期待されず間伐木とするので、無施業区の場合は、2/3 程が無収入間伐となる可能性が強い。

一方、図-3 から裾枝払区（前林分）は、水平長が短いほど樹高成長が良い傾向を示していることは、裾枝払施業の開始の適期は、下刈終了時頃の樹型が定まった時と考えられる。この点を今後の調査で検討してゆきたい。

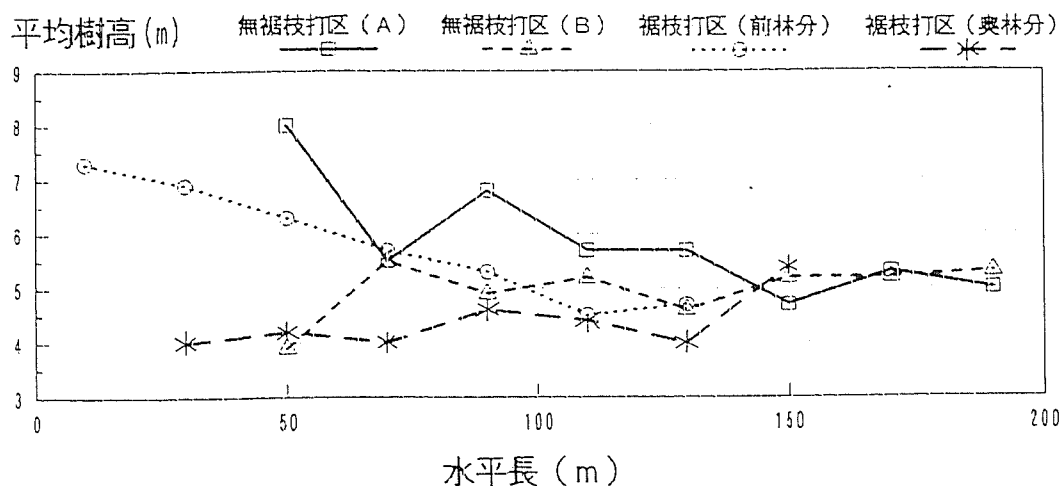
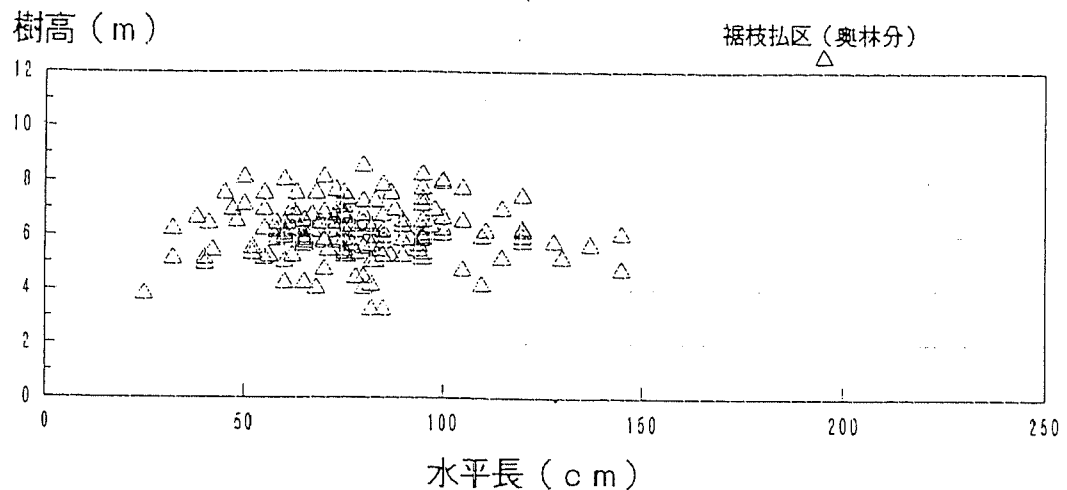
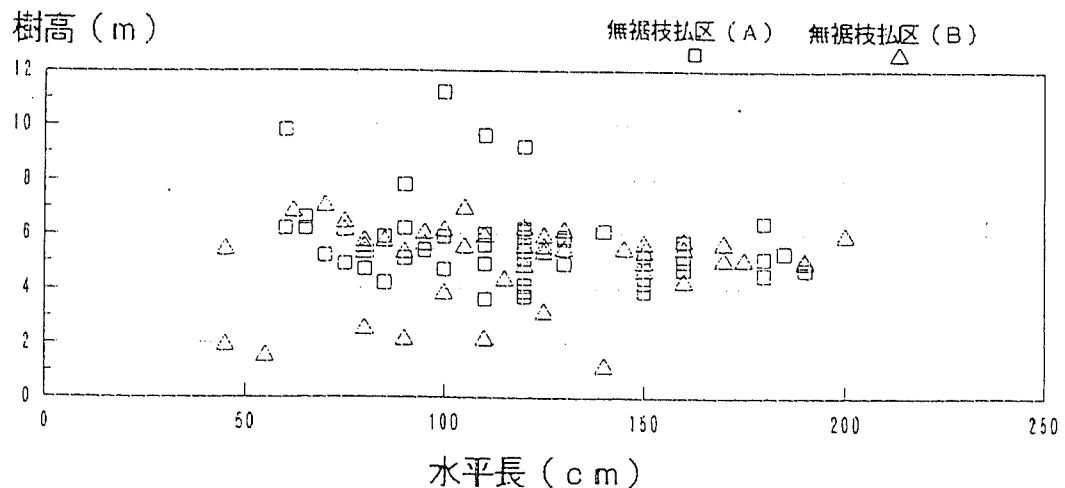


図-3 裾枝払有無別の水平長と平均樹高



図—4 裾枝払林の水平長と樹高関係



図—5 無裾枝払林の水平長と樹高関係

③ 裾枝払の有無別の水平長と平均胸高直径との関係

水平長の長短と胸高直径成長との関係を図—6 に示した。

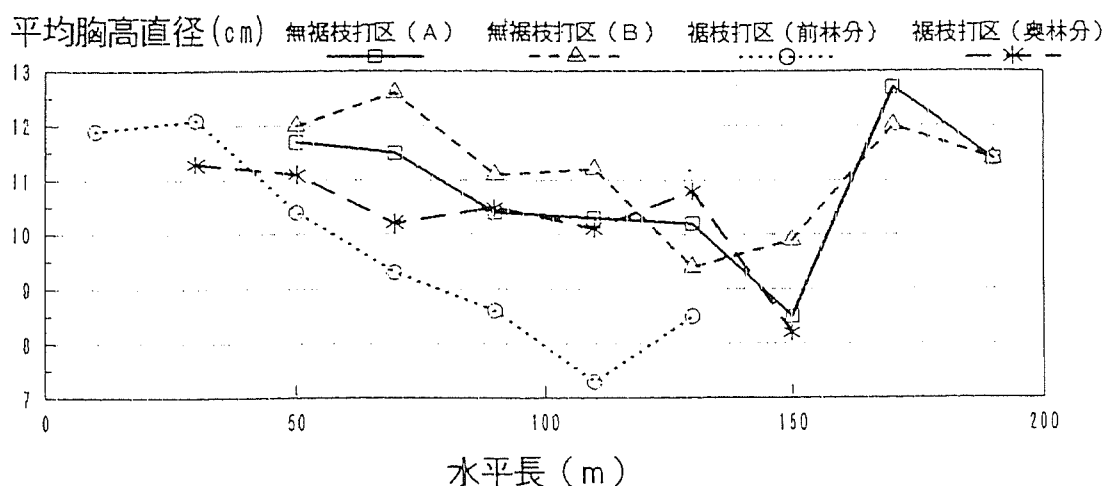
裾枝払区 (奥林分) を除いた 3 調査区で、水平長が長い部分での胸高直径が急に上向いているのは、根返りする寸前まで倒伏した状態の立木である。これは近々除伐される立木であるが、これ等立木を除くと各調査区と水平長が短くなる程胸高直径が太くなることと、無施業の直径成長が良いことがわかる。

④ 裾枝払の有無別の形状比と水平長との関係

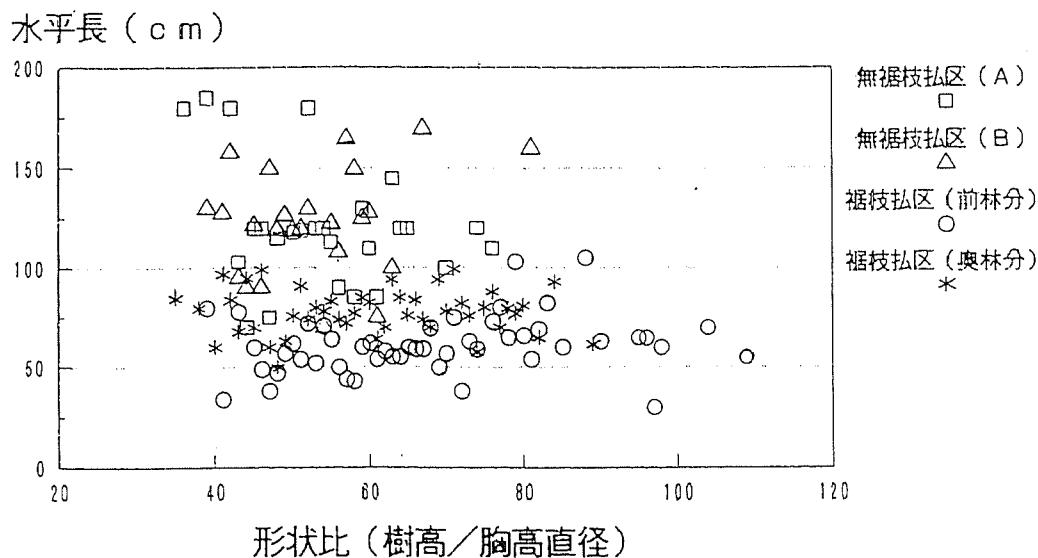
裾枝払区の立木は樹冠巾が狭いことから立木密度が高くなり易いこと、若齢期から枝払いすると優生木以外は直径生長が減少することなどから全体的に直径生長が減少するため形状比が高くなる。

一方、無施業区の場合に直径生長は水平長の長・短に関係なく増えるので形状比は低くなる。

通常は形状比が低くなると雪害・風害に対する抵抗力が増すことになっているが、このことが裾枝払いの効果とはむすびつかないことがわかる。



図一六 裾枝払有無別の水平長と平均胸高直径



図一七 裾枝払有無別の形状比と水平長の関係

⑤ おわりに

造林地の現場で、裾枝払済林分と無施業林分を比較すると、裾枝払済林分での樹冠の小さい立木の存在は、気象環境変化に弱く、その上葉量不足から生長が後れることが心配され、裾枝払施業に消極的な人が多い。

この度、3年間と短期間の調査のせい、表一3に見られるとおり、裾枝払いの有効性に関する有力な因子を見出すことはできなかったが、これまでの結果を要約すれば次のことが言える。

- イ. 無施業区の平均水平長は、裾枝払区の2倍近い長さであり、裾枝払いの根元曲り軽減効果は大きい。
- ロ. 裾枝払いすることによる樹高生長の減少は、無施業区に比べると変わらない。
- ハ. 裾枝払いすると直径生長が若干減少する。
- ニ. 裾枝払いすると形状比が高くなり、その上林分全体の生育状態がまとまる傾向がある。

ホ. いずれの林分も除伐施業を実施しないと、林分全体の水平長が長くなる。
 などであるが、この結果を踏まえた積雪地帯における根元曲りを軽減するための施業方法としては、
 下刈終了時点である植栽後5～7年目の樹型が定まった頃から徐々に裾枝払いを実行し、その後の間
 伐の実行に当たっては、水平長の長い立木から選抜して伐倒することが良いと考えられる。

表一3 水平長と樹高・胸高直径・形状比との相関係数

平成6年調査

区 分	相 関 係 数		
	樹 高	胸高直径	形状比
試 験 区 名			
無裾枝打区 (A)	-0.385	-0.226	-0.308
無裾枝打区 (B)	0.298	-0.288	0.456
裾枝打区 (前林分)	-0.606	-0.585	0.113
裾枝打区 (奥林分)	-0.080	-0.054	0.046

写真一 1

裾枝払い林分の状況



写真一 2

裾枝払いをしない立木



Ⅲ. 不成績造林地の扱い

－混交林を針葉樹林化への誘導方法－

1. 調査地の概要

調査地：秋田県平鹿郡山内村筏字蒲谷地 46－11

標高：190～200m

山腹斜面方向：南

山腹傾斜：10°

最深積雪：2.50m

植栽年月日：昭和 53 年 11 月

2. 調査方法と結果

この調査は、昭和 53 年 11 月に植栽し、その後 5 年間下刈を実施したが、以後 7 年間放置されて平成 3 年秋林齢 14 年生時に、不良形質木とスギ以外の目的外樹種を対象に除伐を実施した。

スギ以外の目的外樹種を伐採することによりスギに与える効果を調査するために、無除伐区を対象区として隣に設けて、平成 4 年から 7 年までの 4 年間、樹高・胸高直径・傾幹巾について調査し、表－1 に示した。

表－1 スギ一斉林区と混交区における生長量の経過

区 分	調 査 年	ス ギ			コ ナ ラ		
		平均樹高 m	平均胸高 直径 cm	平均傾幹 巾 m	平均樹高 m	平均胸高 直径 cm	平均傾幹 巾 m
スギ 一 斉 林 区	H 4	6.5	12.5	0.56	—		
	5	7.2	13.8	0.69	—		
	6	8.0	14.4	0.68	—		
	7	8.3	14.9	0.69	—		
スギ・コナラ (混交林区) (対象区)	H 4	6.0	11.2	0.54	3.0	1.7	—
	5	6.6	12.8	0.62	3.4	2.5	0.85
	6	7.9	13.6	0.65	3.4	2.7	0.70
	7	8.1	14.3	0.65	3.0	2.9	0.81

1) 4 年間のスギ立木の樹高と胸高直径の関係

図－1 と図－2 は、針・広混交林区とスギ一斉林区での平成 4 年調査時と平成 7 年調査時の、スギの樹高と胸高直径の関係を比較している。

両調査区とも除伐直後の立木は直径階別の平均樹高の点に集合する形をとっている。

4 年経過すると胸高直径の生長は順調に推移しているが、樹高生長は個体差が多く、4 年前の集合体曲線が、次第に樹高生長の違いで、上下にバラツキ、範囲が広がる状態になり、2 回目の間伐時期が近づいていることを示している。

両調査区とも同じ生長経過をしていると判断しても良い状態である。

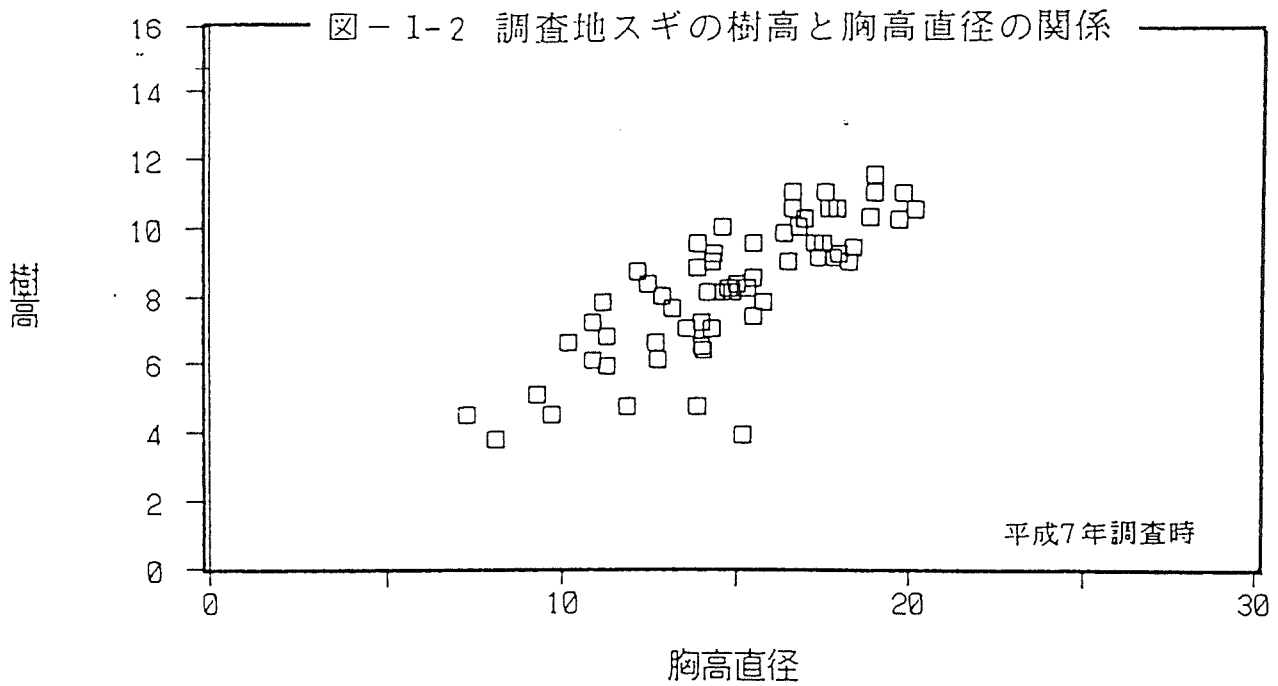
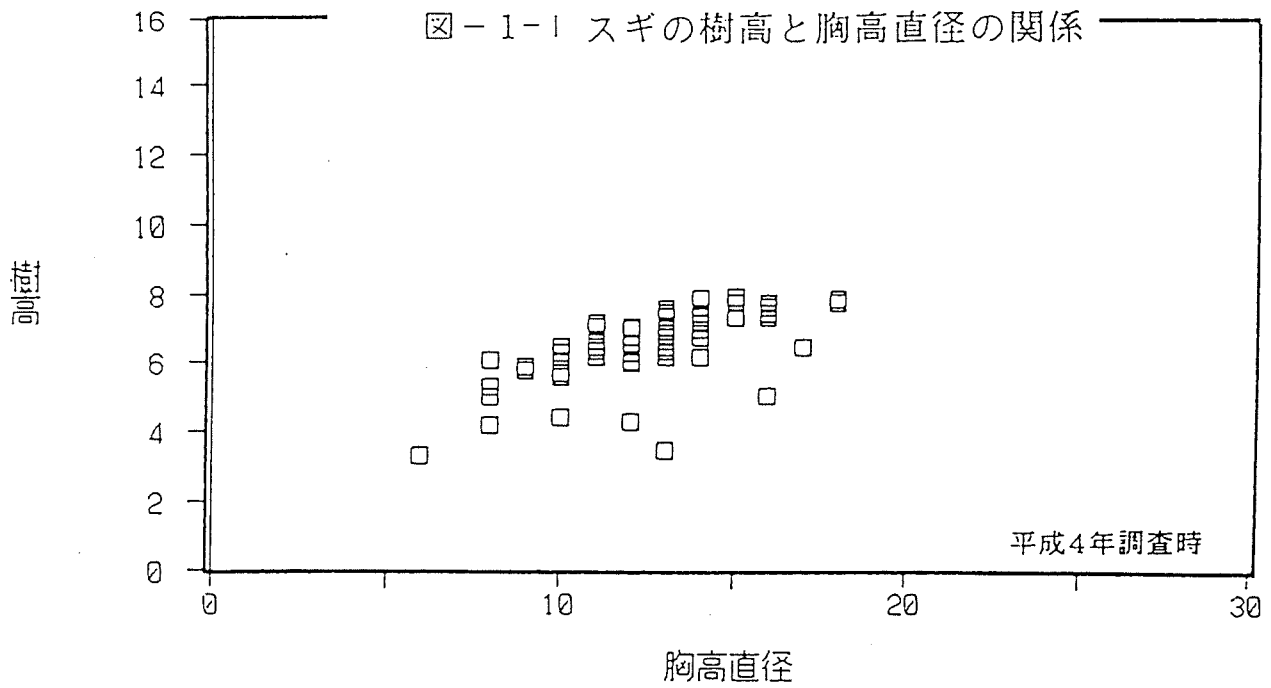


図-1 スギー斉林の樹高と胸高直径の関係

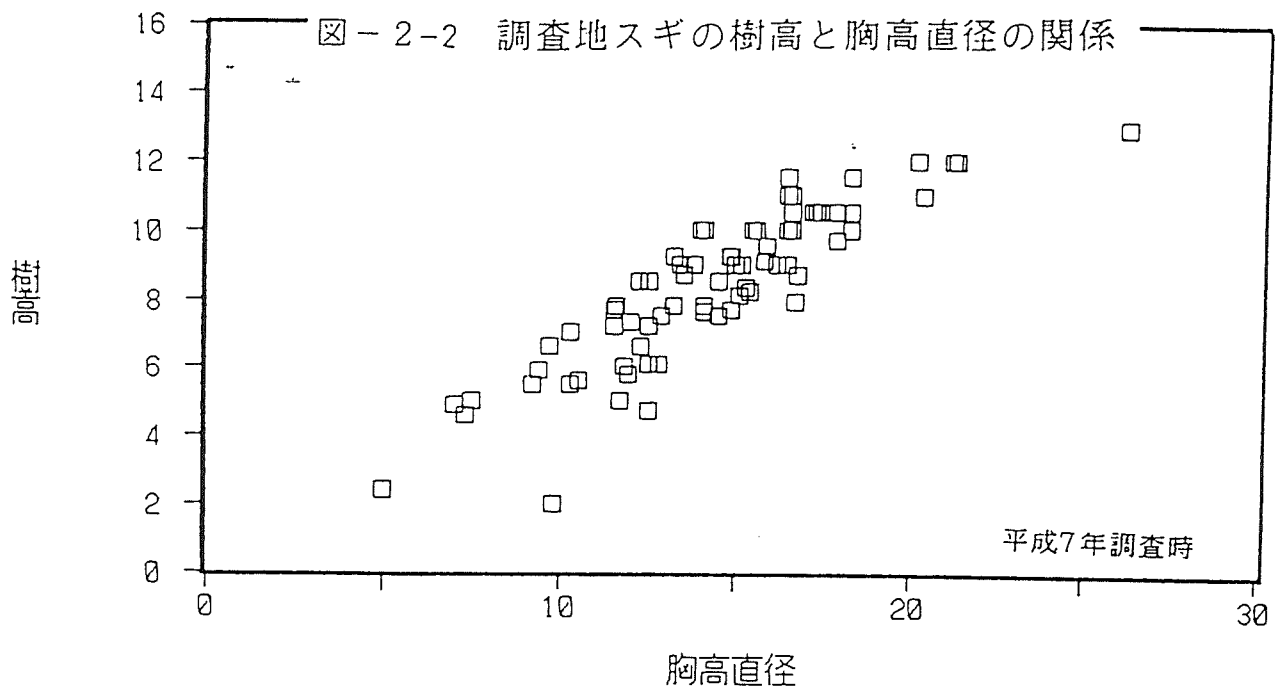
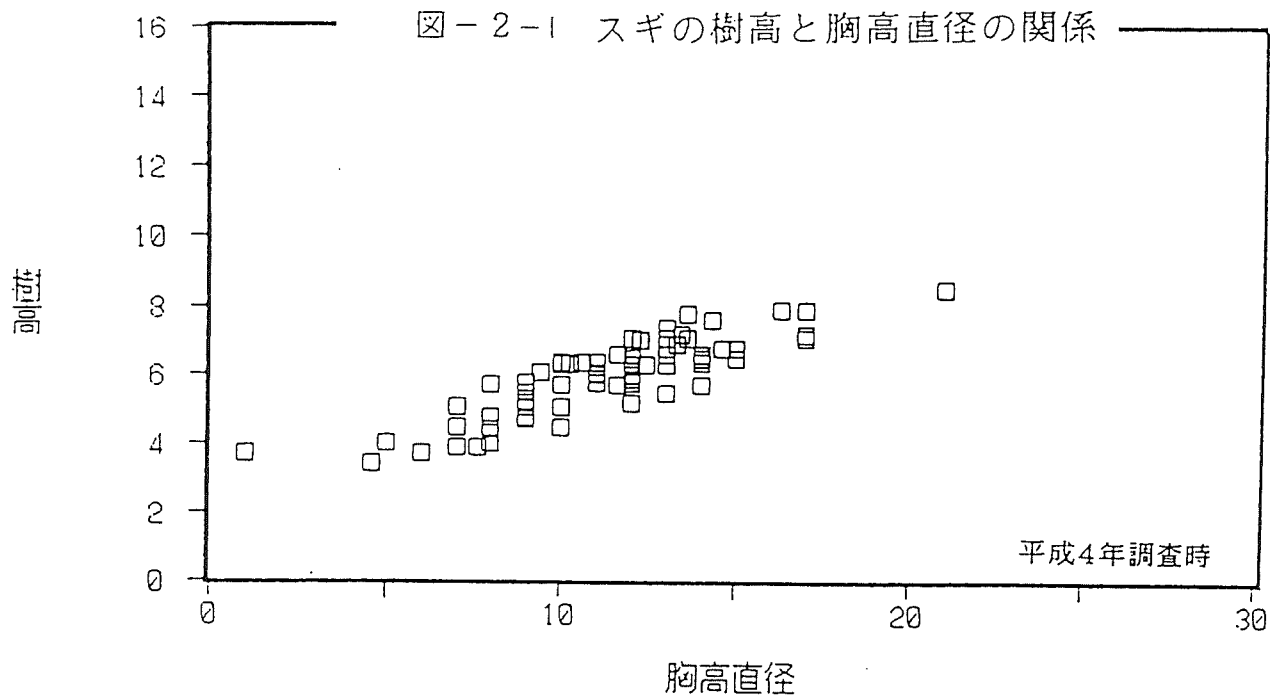


図-2 スギ・コナラ混交林内のスギの樹高と胸高直径の関係

2) 4年間のスギ立木の樹高生長と傾幹巾の関係

図-3と図-4は、針・広混交林区とスギ一斉林区での平成4年調査時と平成7年調査時のスギの樹高生長と傾幹巾の関係を比較している。両図の共通点は、

- ① 4年間に樹高に低い数本が傾幹巾を長くしている。
- ② 傾幹巾0.8m未満の立木の樹高生長が良い。

相違点として明確な点はないが、混交林区の傾幹区0.8m未満の立木の樹高生長にバラツキが一斉林区よりも多く、スギは同林齢でも混交林型にすることにより多段林化する傾向が出るものか、今後この点を注目してゆきたい。

3) 4年間のスギと広葉樹の傾幹巾の推移

除伐後、林齢の高齢化に従って傾幹巾の推移はどうなるかを、調査区別・樹種別に平均樹高を中心に上下に区分して、図-5～図-7に示している。

平成4年時の傾幹巾を横軸に取り、平成7年時の傾幹巾を縦軸に表示しているので、図の中の45°線より下に位置する立木は、この4年間に傾幹巾が短くなったことを表現している。

図-5～図-7を比較して言えることは、

- ① 平均樹高より低い立木は、除伐以後4年間でほとんど傾幹巾が良くなっている。
- ② 平均樹高より高い立木は、傾幹巾が4年間ほとんど変化しないか、短くなっているものが多い。

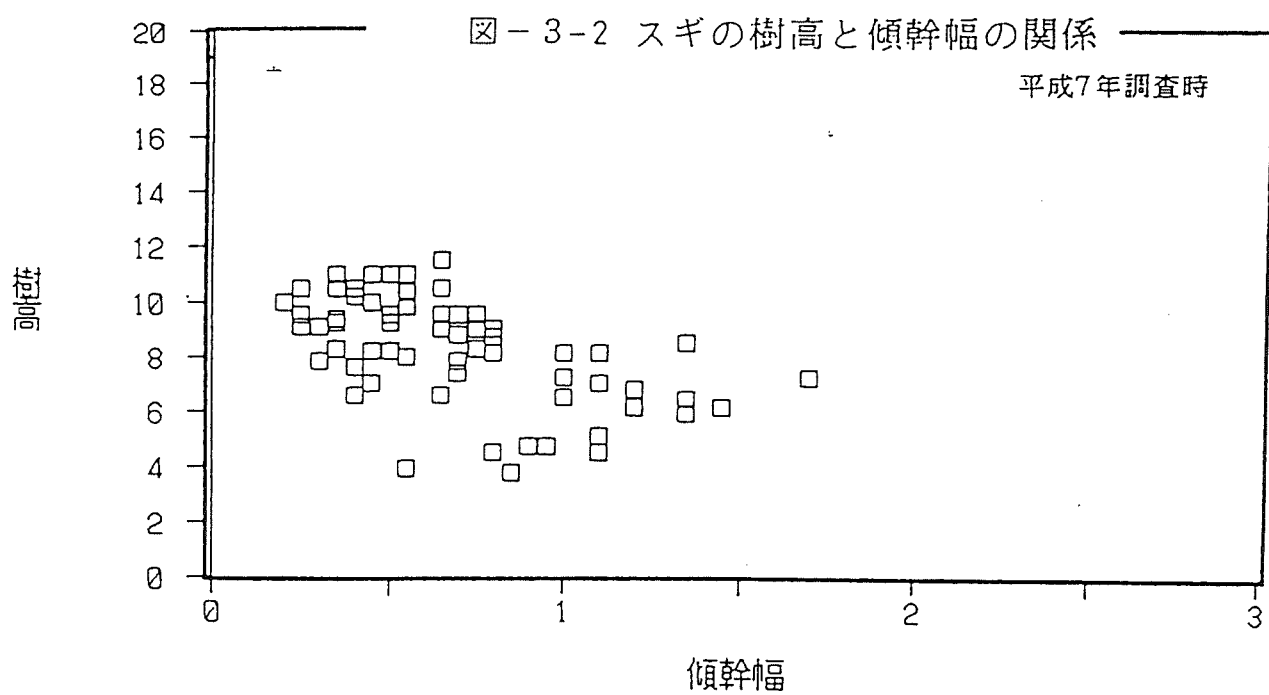
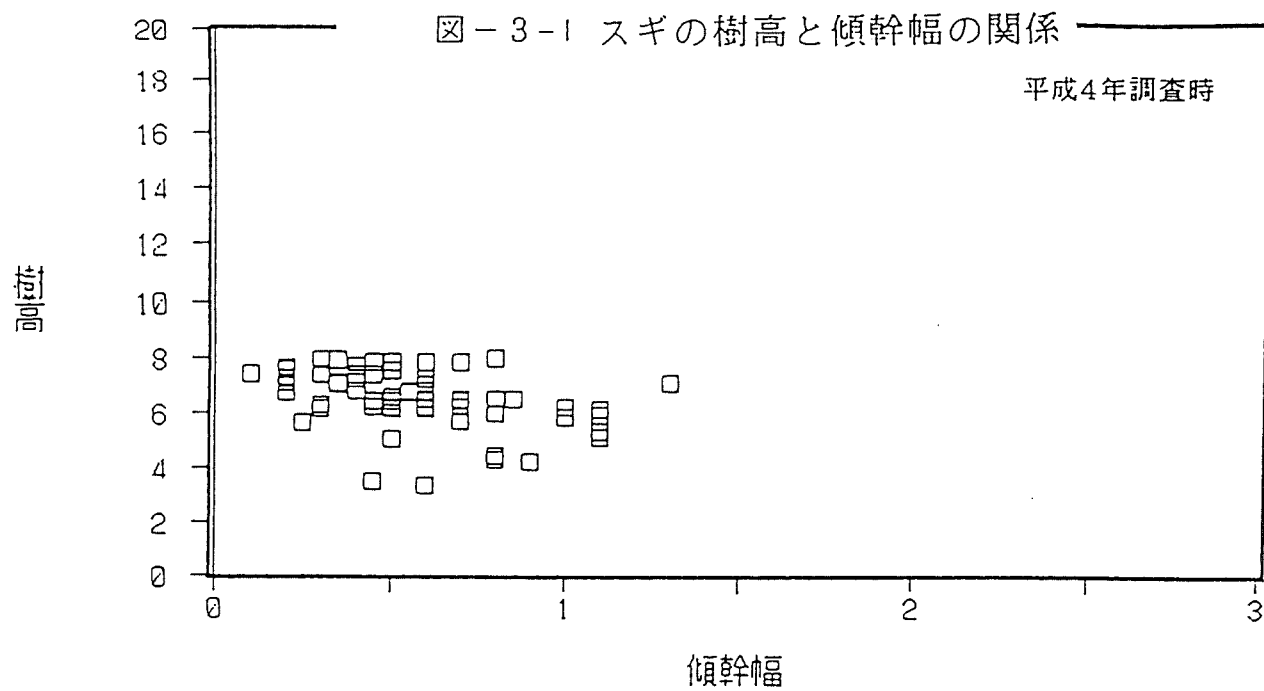


図-3 スギ一斉林の樹高と傾幹巾の関係

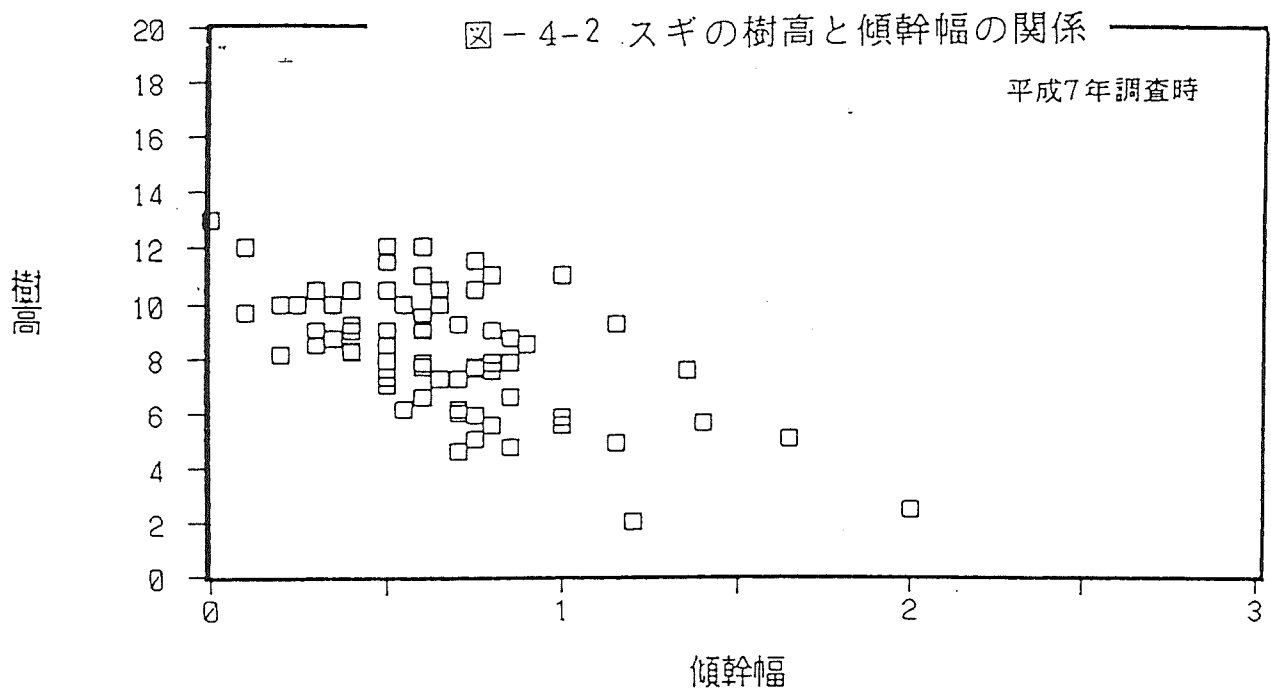
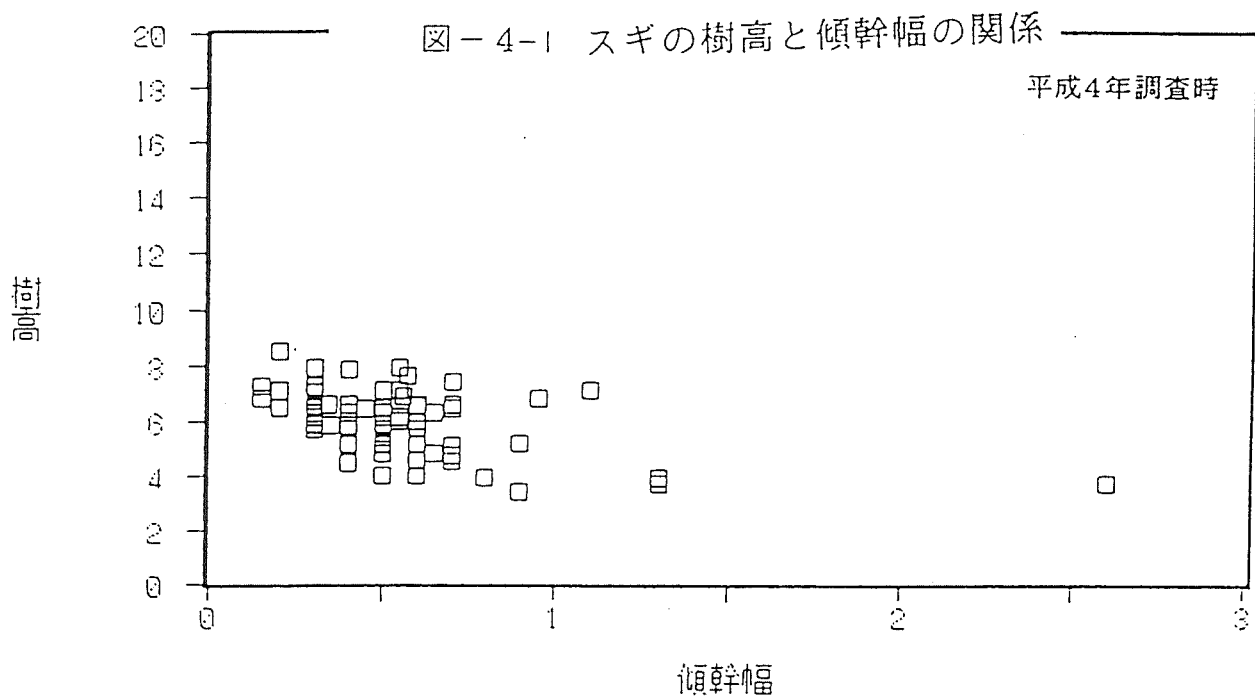


図-4 スギ・コナラ混交林内のスギの樹高と傾幹巾の関係

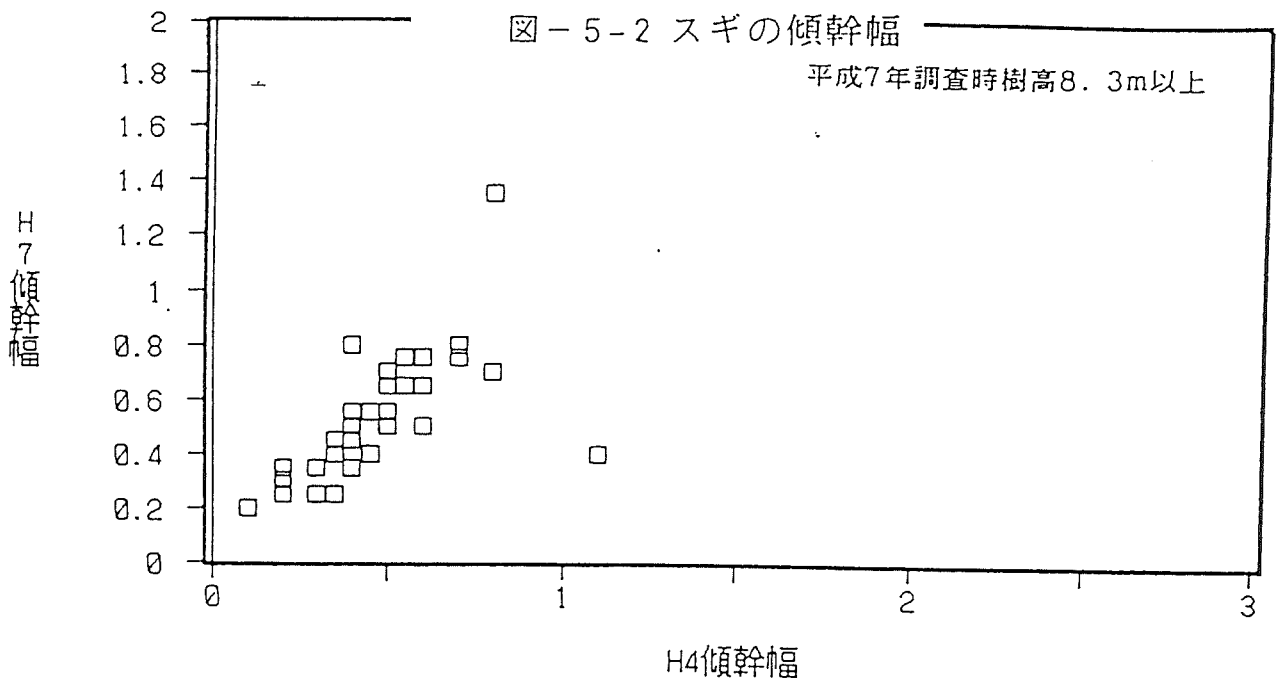
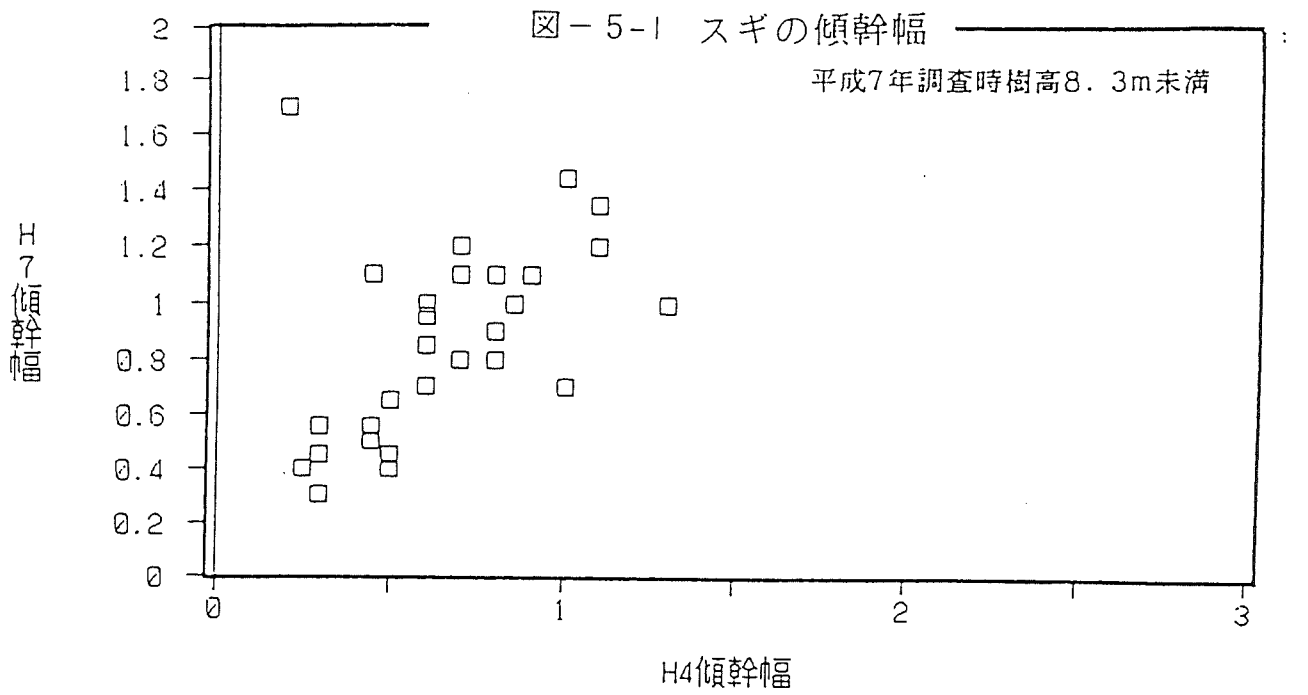


図-5 スギ一斉林の傾幹巾4年間の推移

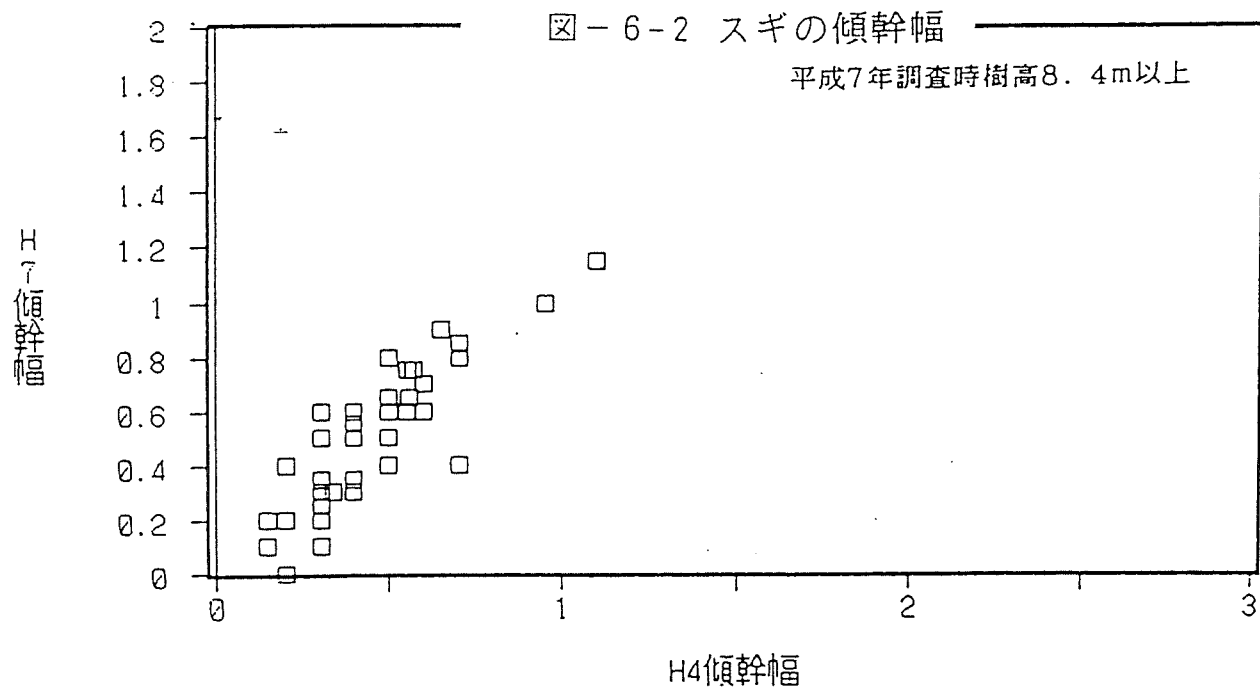
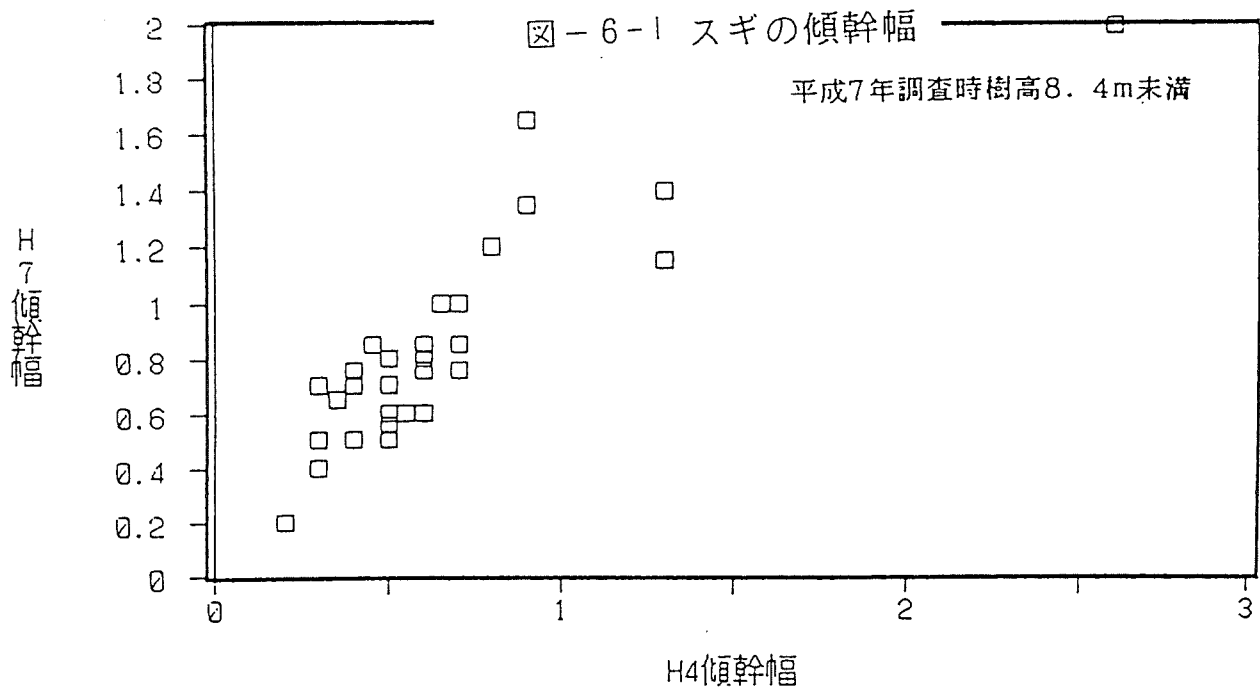


図-6 スギ・コナラ混交林内のスギの傾幹巾4年間の推移

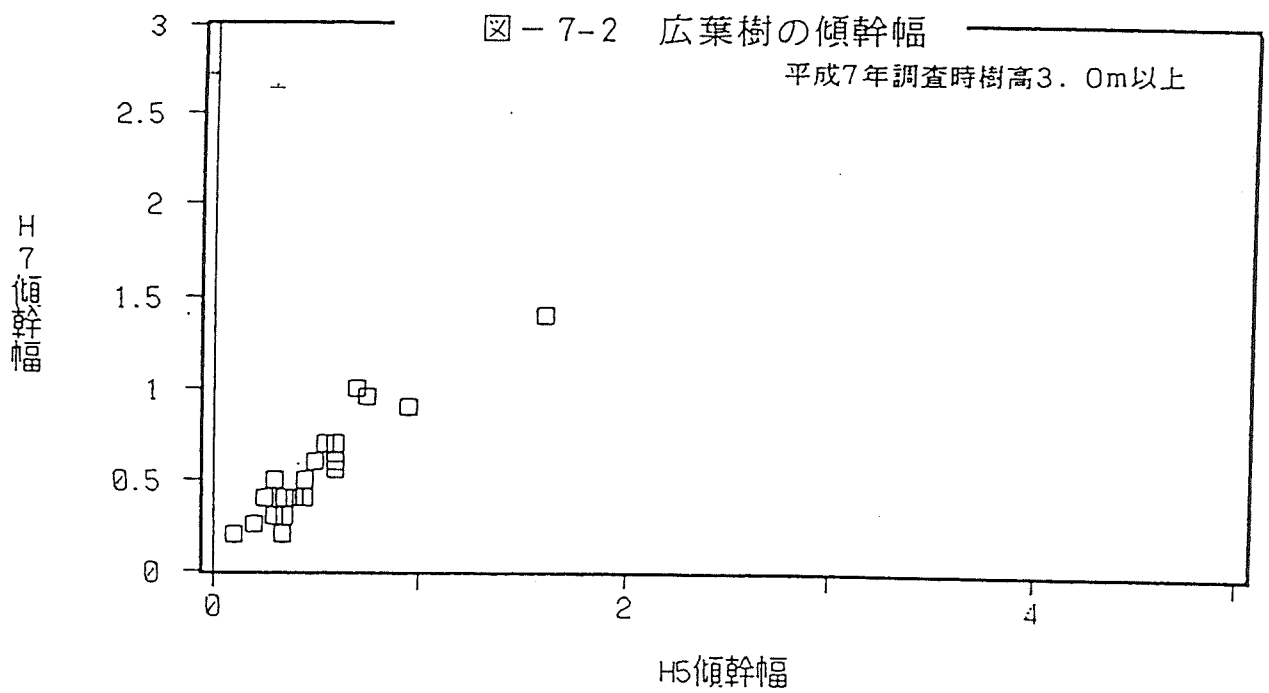
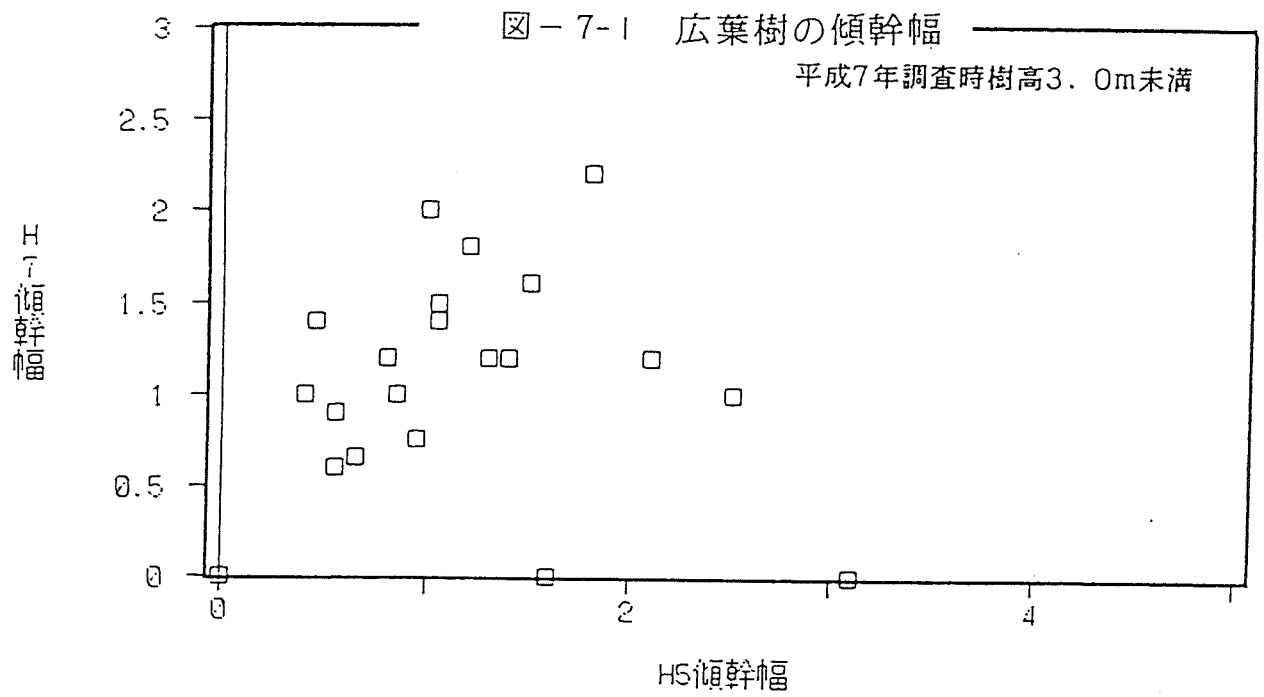


図-7 スギ・コナラ混交林のコナラの傾幹巾4年間の推移

3. おわりに

4年間調査対象となったスギ・コナラ混交林区とスギ一斉林区の調査内容をまとめると、

- ① 林分内の樹高の低い立木の傾幹巾は年々長くなる傾向がある。
 - ② 広葉樹の傾幹巾もスギと同様に平均樹高以上の立木の傾幹巾は、林齢を重ねると変化しないか、短くなる傾向がある。
 - ③ 針・広混交林区のスギの傾幹巾は、スギ一斉林区の傾幹巾より早く短くなる傾向が見られる。
- 以上のことが考えられることから、針・広混交林を針葉樹の一斉林化する作業の順序として、
- ④ 除伐はスギ、広葉樹問わず、不良形質木を対象とすること。
 - ⑤ 間伐の開始は除伐後5年後程度を目処とし、間伐対象木は、針・広別や径級の大小を問わず、根元曲がりの大きい立木から実施すること。
 - ⑥ スギの多段化した林分構造は、耐風性や、収穫の保続性等に優れているので、維持すること。
 - ⑦ 広葉樹の伐採は、スギと一緒に根元曲がりの多い立木から伐採するが、通直な立木はできるだけ混交させ、伐期に近ずいたら伐木の良否を検討すること。
- などが考えられる。

中でも特に注目されることは、針・広混交によって生み出されると考えられるスギの多段林化への移行の現象は、今後継続調査の必要がある。

複層林造成をめざしたスギ耐陰性試験

伊・藤 精 二・大 井 牧 夫・畠 山 貞 明

要 旨

スギ精英樹及び気象害抵抗性クローンの中から、複層林施業（樹下植栽）に適応する耐陰性クローンの選択を行うため、人工庇陰施設下における3年間の生長性について比較検討した。

庇陰試験に供した精英樹23クローンの中では山本3号・由利4号・仙北5号・雄勝2号・雄勝17号の5クローン、耐雪性26クローンの中では耐雪28号・耐雪36号・耐雪51号の3クローンの生長が良好であった。

はじめに

最近、森林の保続的経営と合わせて公益的機能の重要性が叫ばれ、新たな森林整備目標の一つとして複層林施業が大きな課題として取り上げられている。しかし、本県では複層林施業における下木用として植栽に適応する材料の調査等はほとんど行われていない。そこで、当センターではスギ精英樹クローンと雪害抵抗性クローンの特性調査の一環として、庇陰下に於ける生長特性調査を行ったのでその結果について報告する。

1. 試験方法

樹下植栽に対する適応性を把握するため、上層木の樹種や林内照度を考慮して検討する必要があるが、当面スギ人工林を対象にして行う樹下植栽を目安にしながら、既存精英樹等のさしき苗を人工庇陰地に植栽し、3カ年の生育経過を調査し評価を行った。

1. 検定地と照度

庇陰下の低照度に対する感受性を判定するため次の検定地を設定した。

A 区 : 人工庇陰地 相対照度 10%

B 区 : 人工庇陰地 相対照度 30%

C 区 : 裸 地 照度 100%

人工庇陰地は黒色のダイオシートで被覆した高さ2mの庇陰小屋を作設した。ただし、地際10cmはシートを張らずに換気をはかった。被覆期間は消雪後から降雪前とした。

2. 供試苗木と植栽本数等

検定地には3回の反復区を設けた。供試苗木は2回床替3年生の挿し木苗を用い、1反復あたり1クローン5本を単木混交で植栽した。

供試苗木の植栽時期は春植えとし、人工庇陰地では、庇陰小屋の側壁から1m離して植栽した。植栽

間隔は人工庇陰地 60×60cm (占有面積 0.36㎡)、裸地 80×80cm (占有面積 0.64㎡) とした。苗木の形状はクローン別にはほぼ均等なものを用いた。

3. 調査の項目と方法

1) 検定地の概況調査・・・・・・地況・気象等を常法により、調査した。

2) 検定地の環境調査

ア) 相対照度の測定

供試苗木の梢頭から約 10cm 上の位置の照度を次の要領で測定し、全光下（裸地）の照度と対比した相対照度を求めた。

測定時期：適宜

測定時刻：測定日（晴天時）の 11 時～14 時までの時間帯に適宜 1 回

測定方法：人工庇陰地の各反復区内を踏査して約 1 分間の積算照度と、同時刻の全光下の積算照度を測定して、検定区別平均照度と平均光量を求めた。

イ) 温度・湿度の測定

検定地の中央、地上 1.2m 位置に温湿度計を設置し、13 時の温度・湿度及び温度の日最高・最低値を測定した。

3) 供試苗木の調査・・・・・・生長、枯損を全木について調査した。

4. 検定地の設定

昭和 63 年 5 月、平成 3 年 5 月に設定した。

なお、昭和 63 年の供試苗木は精英樹 12 クローン・耐雪性 11 クローン、平成 3 年は各々 11・15 クローンである。

II. 結果と考察

1. 検定地の概況

平成 3 年度設定の検定地の概況を表-1 に示した。検定地は標高 77m、年平均気温 10℃、年平均湿度 76% の当センターの苗畑に設定した。なお、昭和 63 年設定の検定地の概況は当センター構内の旧苗畑で条件はほぼ同一である。

2. 検定地の環境

平成 3 年度設定の検定地の環境を表-2 に示した。相対照度は A 区 6.6%、B 区 24.7% で相対目標照度より若干低めであった。試験区温度は B 区に比較して A 区のダイオシードが厚く、通気性が低く熱気がこもるためと考える。

表一1 検定地概況票

機関名	秋田県 林業技術センター		担当者	伊藤 精二		植 栽 年月日	平成3年5月									
所在地	秋田 府 ^県 河辺 市 ^郡 河辺 ^町 村 大字 戸島 字 井戸尻台															
検定区の種類	A・B・C区			反復数	3	庇陰期間	自3年5月 日 至3年9月28日 自4・4・ 至4・10・ 自5・4・7・ 至5・10・29・									
供 試 苗 木	さし木クローン名					みしゅう系統名										
	精英樹 北秋田1. 山本2. 山本3. 仙北4. 雄勝2 雄勝3. 雄勝11. 雄勝12. 雄勝13. 雄勝14 雄勝17 計11クローン 雪害抵抗性 耐雪3. 8. 15. 19. 26. 29. 35. 36. 37. 43. 49. 51. 57. 61. 63. 計15クローン															
地 況	標 高	77m			土 性	上層 SiL 下層 HC			土 壤 型		BeD					
	傾斜度	0			方 位	—			凹 凸 の 有 無		無					
気 象	平均 気温	月 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	
		3	-0.7	-0.7	2.4	9.3	13.9	19.8	21.4	22.5	19.3	13.7	6.0	1.6	10.7	
		4	0.2	-0.8	2.7	8.8	11.9	17.9	21.9	23.4	17.8	12.6	6.8	1.9	10.4	
	平均 湿度	5	0.1	1.0	2.6	6.9	12.8	17.3	20.1	20.8	18.1	11.1	7.8	1.5	10.0	
		3	80	76	72	68	73	79	84	77	78	80	78	80	77.1	
		4	77	78	74	71	75	73	79	76	77	79	76	77	76.0	
		5	74	73	67	70	73	78	78	77	79	77	76	78	75.0	
	備 考															

表—2 検定地環境調査票

平均光量	調査年月日	H3. 6					H4. 6. 10					H5. 6. 9									
	裸地	121,000					113,000					112,000									
	A区	8,100					6,690					7,900									
	B区	28,500					27,700					29,200									
平均 相対照度	A区	6.7%					5.9%					7.1%									
	B区	23.6%					24.5%					26.1%									
A区	調査年月	3年 6月					4年 6月					5年 6月					年 月				
	日	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11					
	13時	22.°	17.°	13.°	16.°	18.°	20.°	18.°	30.°	23.°	17.°	20.°	24.°	28.°	15.°	17.°					
	最高	24.°	18.°	14.°	20.°	21.°	21.°	19.°	31.°	25.°	17.°	22.°	26.°	28.°	16.°	18.°					
	最低	11.°	9.°	10.°	7.°	5.°	13.°	11.°	12.°	11.°	9.°	9.°	10.°	9.°	15.°	13.°					
湿度	13時	80	90	95	69	72	91	91	48	70	90	63	56	53	93	94					
	最高																				
	最低																				
B区	調査年月	3年 6月					4年 6月					5年 6月					年 月				
	日	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11					
	13時	21.°	16.°	13.°	15.°	17.°	19.°	18.°	29.°	21.°	16.°	19.°	22.°	27.°	14.°	17.°					
	最高	23.°	17.°	14.°	19.°	18.°	20.°	18.°	29.°	25.°	17.°	22.°	26.°	27.°	15.°	18.°					
	最低	11.°	9.°	9.°	7.°	5.°	13.°	11.°	12.°	10.°	10.°	9.°	10.°	9.°	14.°	13.°					
湿度	13時	68	82	92	65	67	88	90	44	66	84	60	54	50	85	87					
	最高																				
	最低																				
照度計銘柄・形式		ミノルタ デジタル照度計T-1H																			

3. 各試験区における成長等

昭和 63 年設定検定地の 3 年間の変化を表-3 に、平成 3 年設定検定地の変化を表-4 に示した。

樹高成長と肥大成長については次代検定林の結果(1)と同様に 1%水準でクローン間に有意差が認められ、5%水準で反復区間での有意差は認められなかった。これら 2 形質でクローン間の有意差が認められたのは、個体の遺伝的素質と考える。

表-3 昭和63年設定検定地の 3 年間の変化 (平均値)

調査対象 調査項目	精英樹クローン			耐雪性クローン		
	裸地区	相対照度 10%区	相対照度 30%区	裸地区	相対照度 10%区	相対照度 30%区
樹高生長量	196 cm	13 cm	68 cm	205 cm	18 cm	85 cm
肥大生長量	3.3	0.2	0.8	3.5	0.2	1.0
枝張生長量	44	11	29	52	14	38
枝下高の 枯れ上がり	17	5	4	17	4	5

表-4 平成 3 年設定検定地の 3 年間の変化 (平均値)

調査対象 調査項目	精英樹クローン			耐雪性クローン		
	裸地区	相対照度 10%区	相対照度 30%区	裸地区	相対照度 10%区	相対照度 30%区
樹高生長量	98 cm	11 cm	33 cm	108 cm	14 cm	40 cm
肥大生長量	1.6	0.1	0.5	1.8	0.1	0.5
枝張生長量	24	3	10	28	4	12
枝下高の 枯れ上がり	8	2	6	10	2	6

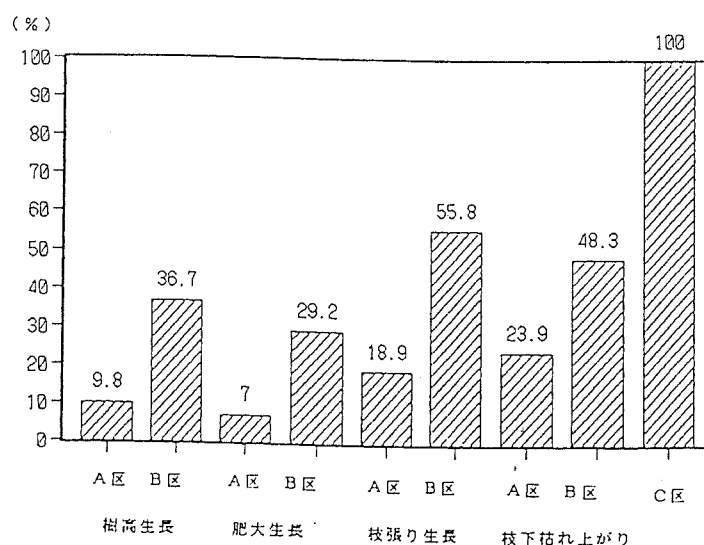


図-1 平均樹高生長率等

また、昭和 63 年・平成 3 年度に設定した検定地の C 区（裸地区）に対する各試験区の平均生長率等を図-1 に示した。C 区（裸地区）に対する樹高生長量は A 区で 9.8%・B 区 36.7%、肥大生長量 A 区 7%・B 区 29.2%、枝張り生長 A 区 18.9%・B 区 55.8%、枝下枯れ上がり量 A 区 23.9%・B 区 48.3% となり、相対照度の低下とともに生長量等が低下した。今回の試験では、照度の低下は枝張り・下枝の枯れ上がりよりも樹高生長と肥大生長に大きく影響することが解った。

なお、検定地設定時期、精英樹・雪害抵抗性、クローン別の各試験区における 3 年間の樹高生長、肥大生長、枝張りの広がり、下枝の枯れ上がりの平均推移を参考として付表 1~8 に載せた。

4. 樹下植栽適応性の評価

検定地設定時期、精英樹・雪害抵抗性、各試験区別における 3 年間の樹高生長、枝張りのひろがり、下枝の枯れ上りを評価した。評価方法は樹高生長の場合、日覆内平均伸長量・日覆内平均伸長量／日覆内植栽時平均苗長・日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量の各々について 5 段階評価し、評価値合計 12 以上が樹下植栽適応性が高いものとし、肥大生長・枝張りの広がり・下枝の枯れ上がりも同様に評価した。

昭和 63 年設定した検定地で評価値が 12 以上の良好な生育をしめしたものを表-5 に、平成 3 年度設定した検定地の結果を表-6 に示した。

表-5 昭和 63 年度設定検定地での調査項目別高評クローン総括表

○印は評価値 12 以上

☆はいずれかの試験区で樹高・肥大生長の両方が評価値 12 以上のクローン

調査項目	照度 %	クローン名	鹿角 3	鹿角 5	北秋田 2	由利 4	由利 5	仙北 5	雄勝 1	雄勝 9	雄勝 10	耐雪 28	耐雪 42	耐雪 45	耐雪 47	耐雪 50	耐雪 52	耐雪 54	耐雪 55	耐雪 56	耐雪 64
樹高生長	10		11	7	7	⑫	10	⑮	9	6	10	⑮	11	8	9	8	6	8	6	10	8
	30		8	11	5	9	9	⑮	⑫	9	11	⑭	11	⑫	6	8	9	11	8	⑫	5
肥大生長	10		6	⑫	4	⑫	⑬	⑬	9	9	8	11	11	7	3	11	7	⑮	⑫	⑫	8
	30		3	11	7	⑫	⑬	11	9	11	⑬	⑫	11	6	11	⑬	9	9	6	6	4
枝張り	10		⑭	11	6	10	11	7	6	⑬	7	11	8	9	9	6	⑮	6	11	6	7
	30		⑫	6	6	7	11	10	⑫	7	⑫	8	⑬	8	⑫	6	⑫	9	6	7	9
枝枯下上がりの	10		8	8	⑭	6	10	10	8	⑬	⑫	8	11	10	3	6	⑬	⑭	9	10	7
	30		11	9	7	3	⑬	9	8	⑫	⑫	5	8	⑫	6	9	11	⑮	10	9	⑫
						☆				☆				☆							

表—6 平成3年度設定検定地での調査項目別高評価クローン総括表

○印は評価値12以上

☆はいずれかの試験区で樹高・肥大生長の両方が評価値12以上のクローン

調査項目	照度% クローン名	北秋田 1	山本 2	山本 3	雄勝 2	雄勝 3	雄勝 11	雄勝 13	雄勝 14	雄勝 17	耐雪 15	耐雪 19	耐雪 29	耐雪 35	耐雪 36	耐雪 37	耐雪 49	耐雪 51	耐雪 57	耐雪 61
樹高生長	10	8	7	⑭	9	7	9	9	5	⑮	8	⑫	6	11	⑫	3	10	⑭	9	10
	30	5	7	10	⑫	6	9	⑭	10	⑬	10	9	9	8	⑮	3	7	⑭	7	10
肥大生長	10	⑫	⑫	⑫	9	6	9	9	6	⑭	⑬	8	⑮	3	7	9	9	⑬	⑬	10
	30	⑫	6	⑭	⑫	7	6	8	6	⑬	9	9	9	9	⑮	3	7	11	9	⑫
枝張り	10	3	4	11	11	9	⑬	11	10	9	⑭	11	6	6	11	⑭	⑫	11	9	6
	30	6	10	7	9	6	11	⑫	7	⑮	9	10	11	7	⑫	4	10	⑬	9	⑬
枝枯下上 のがり	10	⑫	9	9	8	⑫	10	11	8	⑫	9	11	7	⑫	⑫	4	9	⑫	10	⑫
	30	5	10	⑫	8	⑫	9	5	⑫	10	⑭	3	10	⑫	⑫	8	9	⑫	9	7
				☆	☆				☆					☆		☆				

底陰下でも樹高・肥大生長のいずれもが良好で評価値12以上の個体は、昭和63年設定区では由利4号・仙北5号・耐雪28号、平成3年設定区では山本3号・雄勝2号・雄勝17号・耐雪36号・耐雪51号で精鋭樹5個体、耐雪性3個体であった。

なお、検定地設定時期、精英樹・雪害抵抗性、各試験区別における3年間の樹高生長、肥大生長、枝張りのひろがり、下枝の枯れ上がりの評価を付表—9～40に示し、いずれの評価値が12以上のクローンの評価図を付図—1～8に参考として載せた。

おわりに

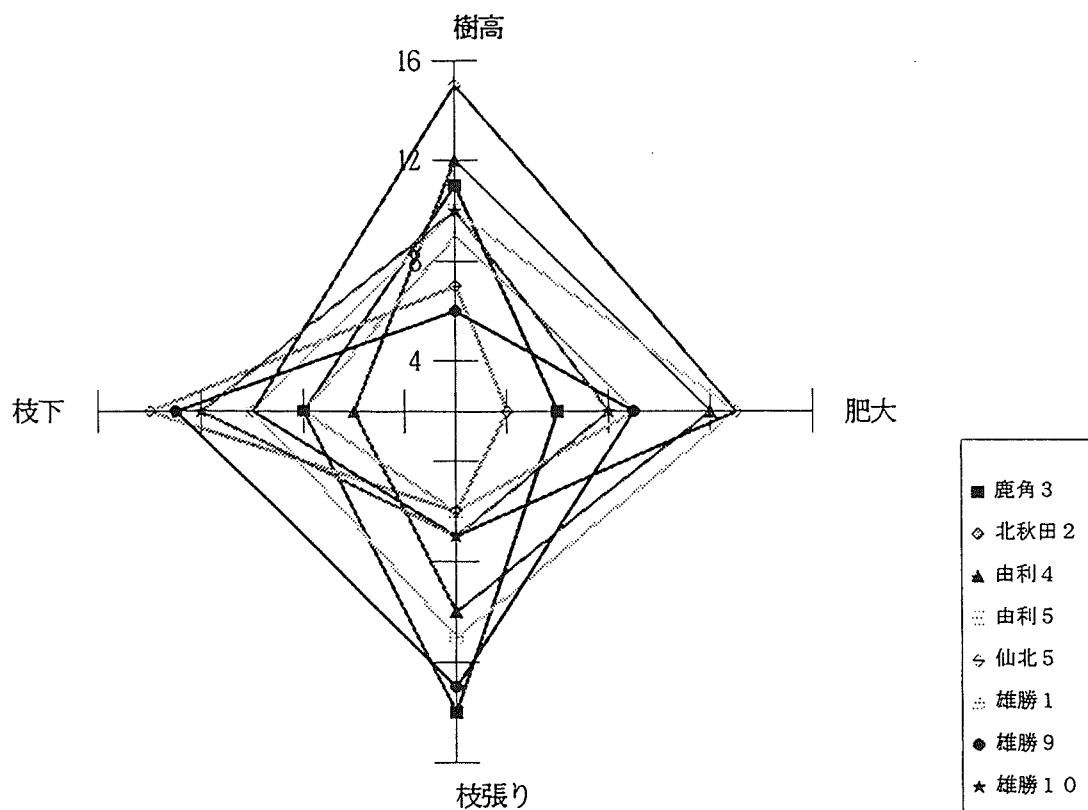
2段林施業を実施する場合、今回の試験で生長が良好と評価したクローンは供試クローン中の16% (8/49クローン) であったことから、これらクローンを使用することにより、除伐本数等を考慮して行ってきたこれまでの単位面積当り植栽本数よりも相当数削減することが可能であり、植栽経費・以後の保育管理費の軽減化を図ることが出来ると考える。なお、樹冠層が複層している多段林を造成する場合は、クローン苗を植栽するよりも生長特性のレンジ幅が大きい育種種子による実生苗の樹下植栽が適当と考える。

また、今回の試験は黒色のダイオシートを用い、均一に遮光された環境下での生長を比較したが、現実林分では上層木樹冠の葉色により自然光の波長が変化することが指摘されていることや強い木漏

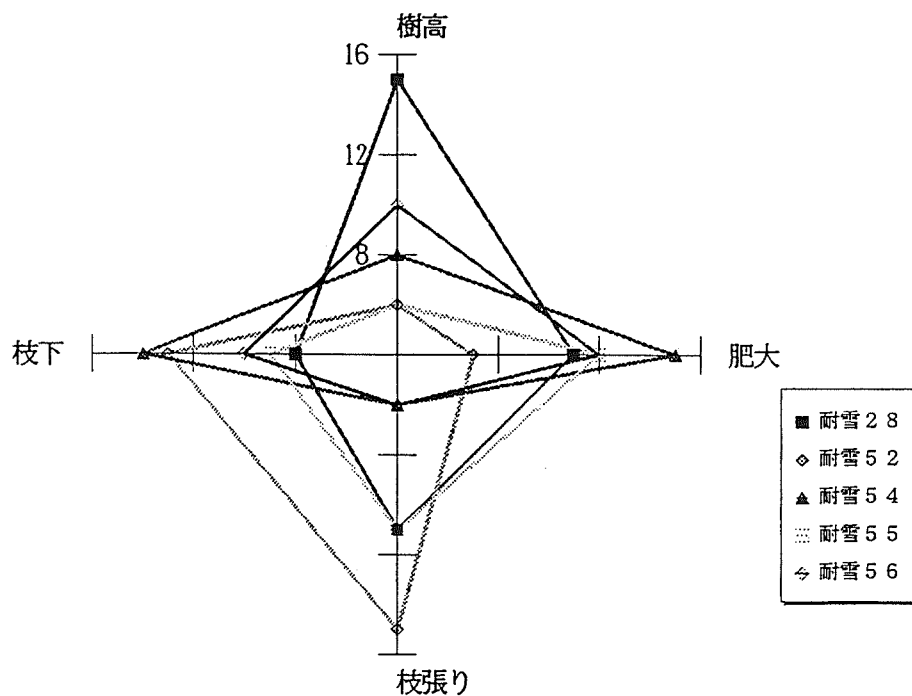
れ日を一時的にでも受けることなどから、今後現地植栽し生育特性を追試する必要があると考える。

引用文献

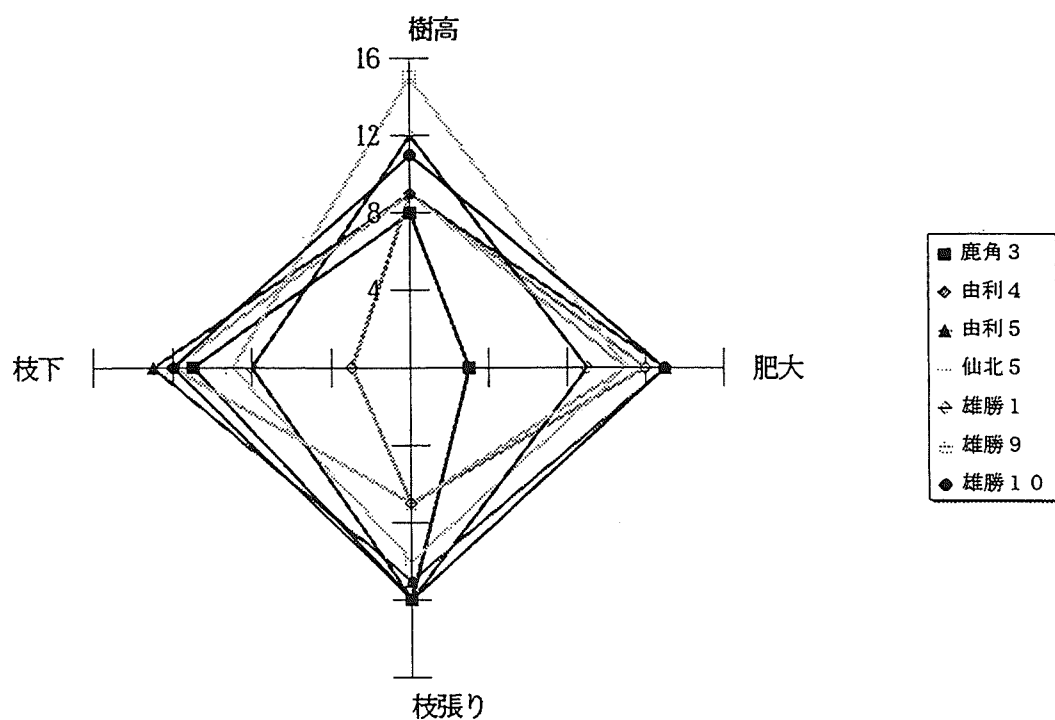
- (1) 富樫 均ほか：最小二乗法を用いたスギ精英樹次代検定林の系統評価（Ⅰ）、日林東北支誌 46：123～125、1994



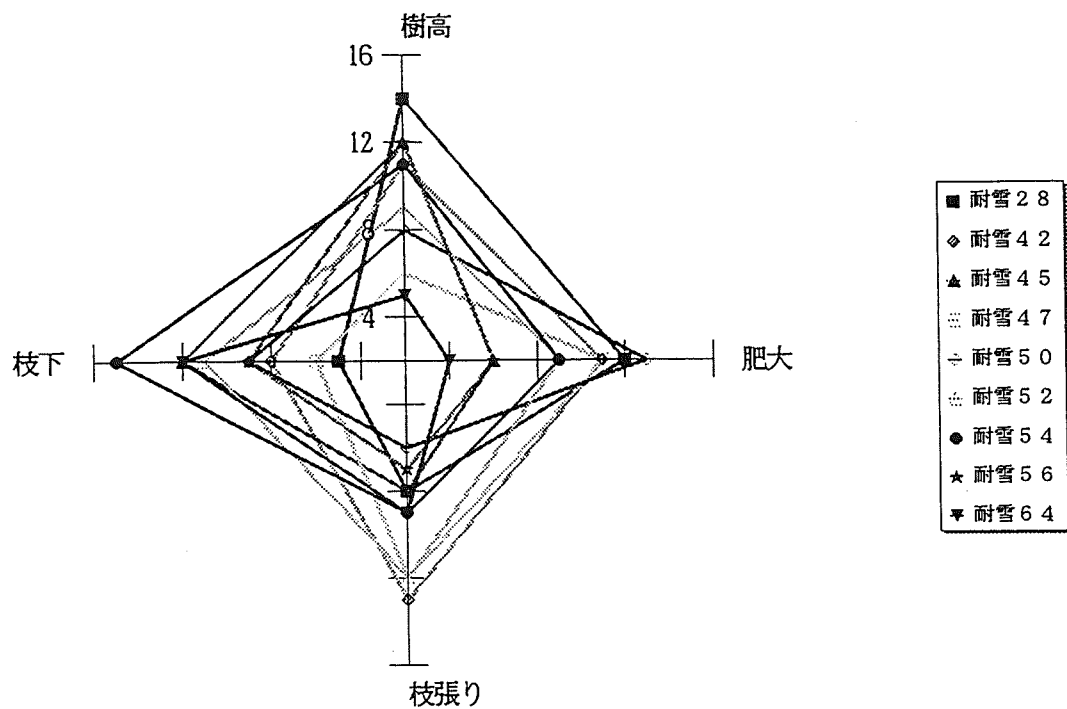
付図—1 10%区に於ける精英樹クロンの評価（昭和63年設定）



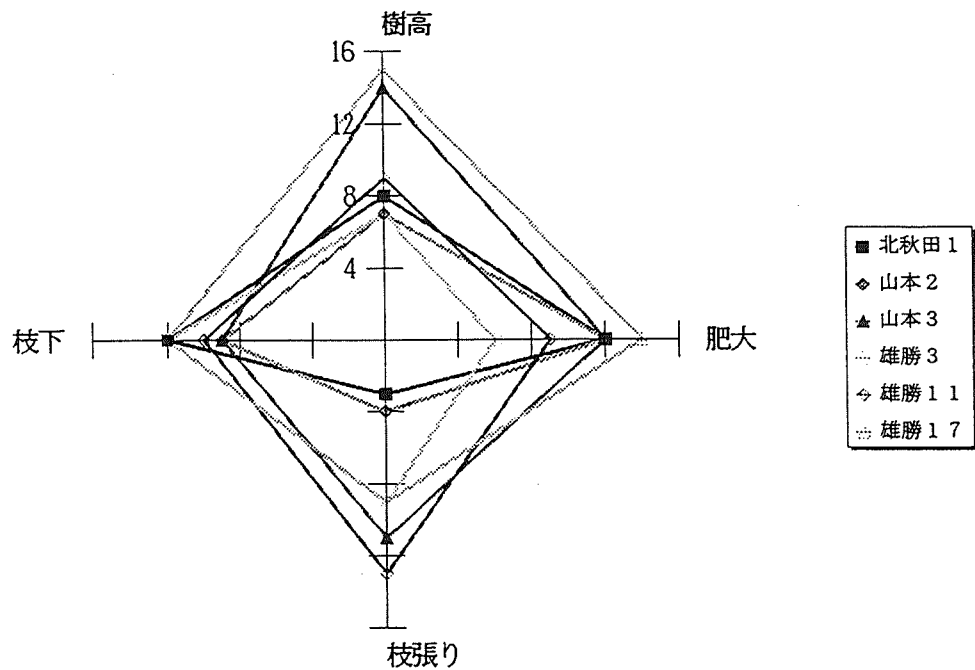
付図—2 10%区に於ける耐雪性クロンの評価（昭和63年設定）



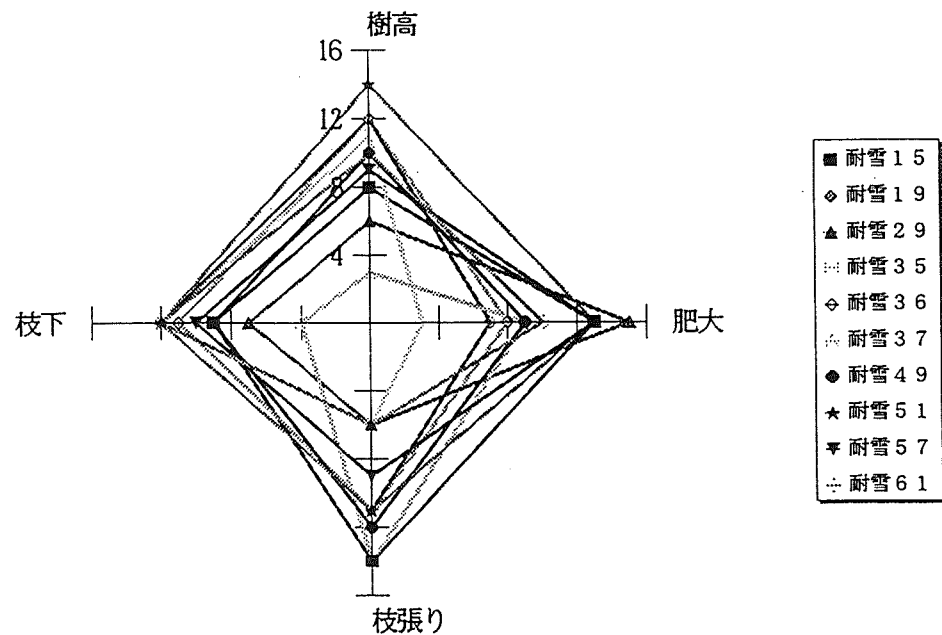
付図—3 30%区に於ける精英樹クロンの評価（昭和63年設定）



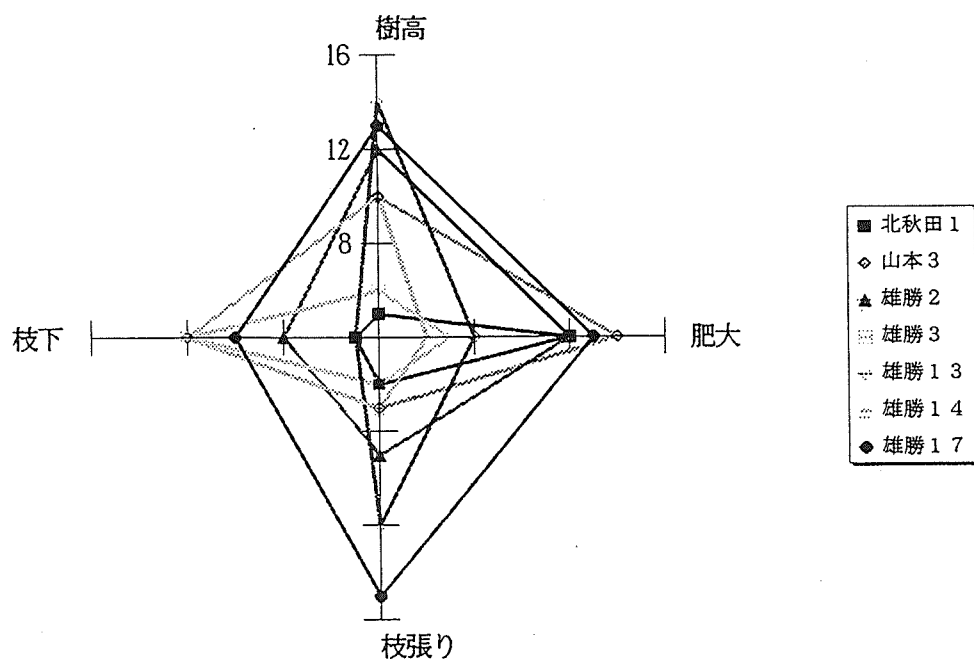
付図—4 30%区に於ける耐雪性クロンの評価（昭和63年設定）



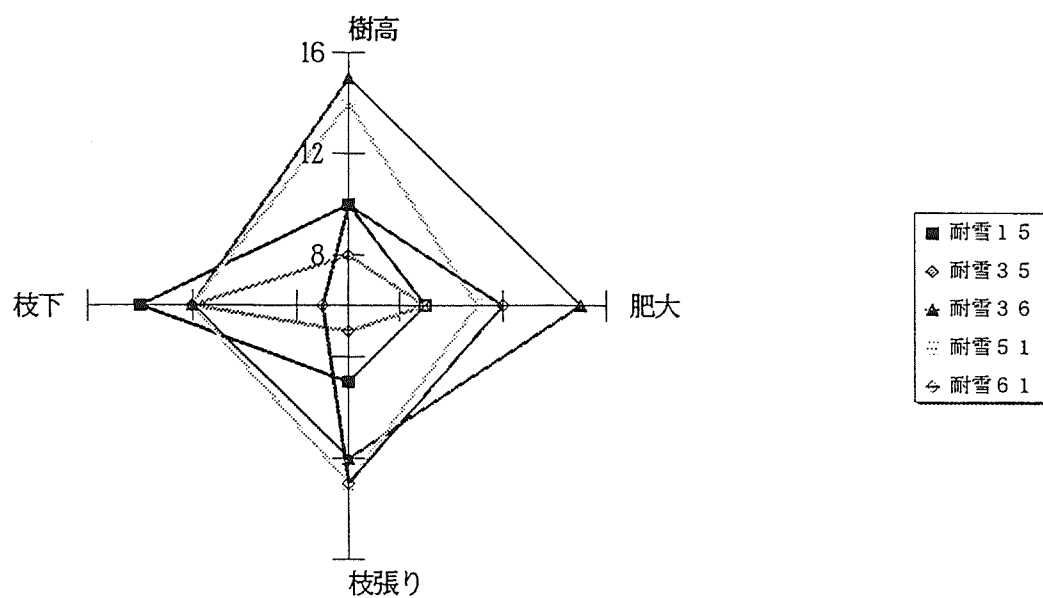
付図—5 10%区に於ける精英樹クローンの評価（平成3年設定）



付図—6 10%区に於ける耐雪性クローンの評価（平成3年設定）



付図—7 30%区に於ける精英樹クローンの評価（平成3年設定）



付図—8 30%区に於ける耐雪性クローンの評価（平成3年設定）

付表一1 各試験区の樹高生長（昭和63月5月設定）

相対照度		樹								高				摘	要
		10%				30%				100%					
		植 栽 時 (S63.5)	3 年目秋 (H2.11)	樹高生長 (cm)	樹高生長率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3 年目秋 (H2.11)	樹高生長 (cm)	樹高生長率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3 年目秋 (H2.11)	樹高生長 (cm)	樹高生長率 (%)		
鹿角 2	46.5	56.3	9.8	21.1	44.9	119.1	74.2	165.3	44.0	252.7	208.7	474.3			
鹿角 3	40.4	53.3	12.9	31.9	42.3	98.9	56.6	133.8	43.4	204.1	160.7	370.3			
鹿角 5	46.7	57.9	11.2	24.0	46.7	123.5	76.8	164.5	44.6	251.1	206.5	463.0			
北秋田 2	37.9	48.9	11.0	29.0	43.4	92.7	49.3	113.6	37.1	269.5	232.4	626.4			
由利 4	51.9	68.1	16.2	31.2	50.4	117.3	66.9	132.7	51.9	252.9	201.0	387.3			
由利 5	59.9	76.3	16.4	27.4	58.6	134.4	75.8	129.4	58.7	283.3	224.6	382.6			
由利 9	42.5	52.6	10.1	23.8	41.5	88.1	46.6	112.3	44.2	181.9	137.7	311.5			
由利 10	45.3	53.0	7.7	17.0	43.9	94.2	50.3	114.6	47.5	232.1	184.6	388.6			
仙北 5	50.7	71.6	20.9	41.2	53.1	144.5	91.4	172.1	53.4	228.3	174.9	327.5			
雄勝 1	47.7	60.9	13.2	27.7	49.5	131.0	81.5	164.6	44.6	258.1	213.5	478.7			
雄勝 9	48.5	58.3	9.8	20.2	49.9	115.8	65.9	132.1	51.1	254.8	203.8	398.8			
雄勝 10	55.7	70.7	15.0	26.9	56.5	133.2	76.7	135.8	57.8	259.2	201.4	348.4			
平均	47.8	60.7	12.9	26.8	48.4	116.1	67.7	139.2	48.2	244.0	195.8	413.1			
無庇陰区に対する生長率 (%)			6.6				34.6								
耐雪 28	53.0	84.1	31.1	58.7	56.3	170.9	114.6	203.6	53.6	304.1	250.5	467.4			
耐雪 42	58.5	81.8	23.3	39.8	62.1	158.7	96.6	155.6	63.1	274.4	211.3	334.9			
耐雪 45	48.7	64.4	15.7	32.2	46.4	142.9	96.5	208.0	48.9	279.7	230.8	472.0			
耐雪 46	40.8	55.1	14.3	35.0	42.6	94.1	51.5	120.9	39.6	190.6	151.0	381.3			
耐雪 47	52.5	70.8	18.3	34.9	58.7	132.5	73.8	125.7	56.3	253.4	197.1	350.1			
耐雪 50	48.1	64.3	16.2	33.7	49.4	134.2	84.8	171.7	46.3	268.1	221.8	479.0			
耐雪 52	53.4	66.8	13.4	25.1	54.5	140.7	86.2	158.2	51.5	266.3	214.8	417.1			
耐雪 54	60.1	77.7	17.6	29.3	63.9	164.4	100.5	157.3	59.7	276.7	217.0	363.5			
耐雪 55	45.6	58.0	12.4	27.2	48.7	122.9	74.2	152.4	48.6	223.5	174.9	359.9			
耐雪 56	57.5	78.1	20.6	35.8	54.5	147.3	92.8	170.3	60.1	249.8	189.7	315.6			
耐雪 64	52.2	68.5	16.3	31.2	52.9	116.2	63.3	119.7	54.9	250.1	195.2	355.6			
平均	51.9	70.0	18.1	34.8	53.6	138.6	85.0	158.5	53.0	257.9	204.9	390.6			
無庇陰区に対する生長率 (%)			8.8				41.5								

単位：cm

付表—2 各試験区の肥大生長（昭和63年5月設定）

単位：cm

相対照度	根				元				径				摘 要	
	10%				30%				100%					
	植 栽 時 (S63.5)	3年目秋 (H2.11)	根元生長 (cm)	根元生長率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3年目秋 (H2.11)	根元生長 (cm)	根元生長率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3年目秋 (H2.11)	根元生長 (cm)	根元生長率 (%)		
鹿角 2	0.9	1.1	0.2	22.2	0.9	1.7	0.8	88.9	0.9	4.4	3.5	388.9		
鹿角 3	0.9	1.0	0.1	11.1	0.9	1.5	0.6	66.7	0.9	3.7	2.8	311.1		
鹿角 5	1.0	1.3	0.3	30.0	1.1	2.0	0.9	81.8	1.0	4.3	3.3	330.0		
北秋田 2	1.0	1.1	0.1	10.0	1.0	1.8	0.8	80.0	1.0	4.5	3.5	350.0		
由利 4	1.0	1.3	0.3	30.0	1.0	1.9	0.9	90.0	1.0	4.3	3.3	330.0		
由利 5	1.0	1.3	0.3	30.0	1.0	1.9	0.9	90.0	1.0	4.0	3.0	300.0		
由利 9	0.9	1.1	0.2	22.2	0.9	1.7	0.8	88.9	1.0	3.7	2.7	270.0		
由利 10	0.9	1.0	0.1	11.1	0.9	1.6	0.7	77.8	0.9	3.7	2.8	311.1		
仙北 5	0.9	1.2	0.3	33.3	1.0	1.9	0.9	90.0	1.0	4.4	3.4	340.0		
雄勝 1	1.0	1.2	0.2	20.0	1.1	2.0	0.9	81.8	0.9	4.7	3.8	422.2		
雄勝 9	1.0	1.2	0.2	20.0	1.0	1.9	0.9	90.0	1.0	4.5	3.5	350.0		
雄勝 10	1.1	1.3	0.2	18.2	1.0	2.0	1.0	100.0	1.0	4.5	3.5	350.0		
平均	1.0	1.2	0.2	21.5	1.0	1.8	0.8	85.5	1.0	4.2	3.3	337.8		
無庇陰区に対する生長率 (%)	6.4				25.8									
耐雪 28	1.0	1.3	0.3	30.0	1.0	2.2	1.2	120.0	0.9	4.5	3.6	400.0		
耐雪 42	0.9	1.2	0.3	33.3	0.9	2.0	1.1	122.2	0.9	4.7	3.8	422.2		
耐雪 45	0.9	1.1	0.2	22.2	1.0	1.9	0.9	90.0	1.0	4.6	3.6	360.0		
耐雪 46	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	1.8	0.9	100.0	0.9	3.5	2.6	288.9		
耐雪 47	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	2.1	1.2	133.3	0.9	4.4	3.5	388.9		
耐雪 50	1.0	1.3	0.3	30.0	0.9	2.1	1.2	133.3	0.9	4.6	3.7	411.1		
耐雪 52	1.0	1.2	0.2	20.0	0.9	1.9	1.0	111.1	0.9	4.2	3.3	366.7		
耐雪 54	1.0	1.4	0.4	40.0	1.0	2.1	1.1	110.0	1.0	5.1	4.1	410.0		
耐雪 55	0.9	1.2	0.3	33.3	1.0	1.9	0.9	90.0	0.9	4.3	3.4	377.8		
耐雪 56	0.9	1.2	0.3	33.3	0.9	1.8	0.9	100.0	0.9	4.5	3.6	400.0		
耐雪 64	0.8	1.0	0.2	25.0	0.8	1.5	0.7	87.5	0.9	4.0	3.1	344.4		
平均	0.9	1.2	0.2	26.1	0.9	1.9	1.0	108.9	0.9	4.4	3.5	379.1		
無庇陰区に対する生長率 (%)	7.0				29.0									

付表一3 各試験区の枝張りの広がり (昭和63年5月設定)

		枝 張 り										摘 要				
相対照度	10%					30%					100%					
	植 栽 時 (S63.5)	3年目秋 (H2.11)	広 が り (cm)	広が り率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3年目秋 (H2.11)	広 が り (cm)	広が り率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3年目秋 (H2.11)	広 が り (cm)		広が り率 (%)			
鹿角 2	33.8	42.7	8.9	26.3	33.3	65.3	32.0	96.1	36.3	88.2	51.9	143.0				
鹿角 3	26.3	38.9	12.6	47.9	26.2	55.0	28.8	109.9	29.8	64.1	34.3	115.1				
鹿角 5	36.9	49.9	13.0	35.2	38.9	63.3	24.4	62.7	35.6	78.6	43.0	120.8				
北秋田 2	33.8	42.5	8.7	25.7	37.2	62.0	24.8	66.7	38.7	78.8	40.1	103.6				
由利 4	33.8	45.3	11.5	34.0	34.9	60.7	25.8	73.9	33.1	71.8	38.7	116.9				
由利 5	36.2	49.5	13.3	36.7	33.6	66.1	32.5	96.7	37.1	86.2	49.1	132.3				
由利 9	29.1	40.4	11.3	38.8	28.8	57.1	28.3	98.3	30.3	65.7	35.4	116.8				
由利 10	33.7	41.9	8.2	24.3	33.3	52.0	18.7	56.2	35.7	73.7	38.0	106.4				
仙北 5	35.7	45.7	10.0	28.0	34.5	67.7	33.2	96.2	37.6	92.5	54.9	146.0				
雄勝 1	34.5	42.9	8.4	24.3	35.3	70.3	35.0	99.2	34.7	79.1	44.4	128.0				
雄勝 9	33.0	46.9	13.9	42.1	35.2	61.3	26.1	74.1	39.5	79.5	40.0	101.3				
雄勝 10	40.1	51.1	11.0	27.4	40.1	78.7	38.6	96.3	42.2	96.1	53.9	127.7				
平均	33.9	44.8	10.9	32.6	34.3	63.3	29.0	85.5	35.9	79.5	43.6	121.5				
無庇陰区に対する生長率 (%)																
耐雪 28	37.0	53.6	16.6	44.9	40.0	74.3	34.3	85.8	38.4	84.6	46.2	120.3				
耐雪 42	36.9	52.3	15.4	41.7	33.4	88.7	55.3	165.6	37.3	113.9	76.6	205.4				
耐雪 45	32.1	46.0	13.9	43.3	32.3	71.7	39.4	122.0	35.1	96.6	61.5	175.2				
耐雪 46	32.3	44.2	11.9	36.8	32.5	56.8	24.3	74.8	32.9	56.9	24.0	72.9				
耐雪 47	30.9	45.1	14.2	46.0	32.2	74.3	42.1	130.7	30.3	82.0	51.7	170.6				
耐雪 50	38.7	48.1	9.4	24.3	34.0	66.1	32.1	94.4	33.9	87.1	53.2	156.9				
耐雪 52	30.5	52.6	22.1	72.5	31.7	73.7	42.0	132.5	31.5	77.8	46.3	147.0				
耐雪 54	39.5	50.2	10.7	27.1	39.7	79.7	40.0	100.8	39.1	93.3	54.2	138.6				
耐雪 55	33.9	50.1	16.2	47.8	39.7	73.7	34.0	85.6	37.4	87.7	50.3	134.5				
耐雪 56	33.9	48.9	9.0	22.6	34.1	68.0	33.0	99.4	41.2	87.3	46.1	111.9				
耐雪 64	29.4	40.3	10.9	37.1	25.1	64.6	39.5	157.4	29.1	92.9	63.8	219.2				
平均	34.6	48.3	13.7	40.4	34.1	72.0	37.9	113.5	35.1	87.3	52.2	150.2				
無庇陰区に対する生長率 (%)																

単位: cm

付表—4 各試験区の下枝の枯れ上がり (昭和63年5月設定)

単位: cm

相対照度	10%				30%				100%				摘 要
	植 栽 時 (S63.5)	3 年目秋 (H2.11)	枯れ上がり (cm)	枯れ上がり率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3 年目秋 (H2.11)	枯れ上がり (cm)	枯れ上がり率 (%)	植 栽 時 (S63.5)	3 年目秋 (H2.11)	枯れ上がり (cm)	枯れ上がり率 (%)	
鹿角 2	11.1	19.6	8.5	76.6	14.7	19.0	4.3	29.3	19.2	32.7	13.5	70.3	
鹿角 3	11.9	17.6	5.7	47.9	12.7	15.0	2.3	18.1	11.3	35.5	24.2	214.2	
鹿角 5	14.7	20.5	5.8	39.5	13.7	16.4	2.7	19.7	12.5	28.0	15.5	124.0	
北秋田 2	12.9	12.9	0.0	0.0	11.7	16.3	4.6	39.3	11.7	23.3	11.6	99.1	
由利 4	11.7	19.2	7.5	64.1	12.8	22.5	9.7	75.8	16.9	36.5	19.6	116.0	
由利 5	22.3	27.1	4.8	21.5	20.5	19.5	-1.0	-4.9	20.8	37.1	16.3	78.4	
由利 9	13.1	19.2	6.1	46.6	15.1	18.9	3.8	25.2	18.7	29.9	11.2	59.9	
由利 10	15.7	19.6	3.9	24.8	14.0	20.6	6.6	47.1	14.9	30.3	15.4	103.4	
仙北 5	16.1	20.3	4.2	26.1	14.3	19.4	5.1	35.7	16.4	43.6	27.2	165.9	
雄勝 1	17.7	24.5	6.8	38.4	18.5	24.7	6.2	33.5	15.3	36.7	21.4	139.9	
雄勝 9	20.5	21.3	0.8	3.9	16.3	16.3	0.0	0.0	18.0	35.7	17.7	98.3	
雄勝 10	22.2	24.6	2.4	10.8	16.3	18.4	2.1	12.9	17.1	31.8	14.7	86.0	
平均	15.8	20.5	4.7	33.3	15.1	18.9	3.9	27.6	16.1	33.4	17.4	112.9	
無庇陰区に対する生長率 (%)	27.1				22.3								
耐雪 28	18.9	24.6	5.7	30.2	18.5	28.4	9.9	53.5	23.1	35.3	12.2	52.8	
耐雪 42	26.6	28.3	1.7	6.4	25.8	32.1	6.3	24.4	33.4	43.7	10.3	30.8	
耐雪 45	22.7	25.0	2.3	10.1	20.7	22.6	1.9	9.2	22.1	38.0	15.9	71.9	
耐雪 46	13.1	19.3	6.2	47.3	11.0	19.3	8.3	75.5	7.7	30.8	23.1	300.0	
耐雪 47	12.1	24.1	12.0	99.2	17.5	27.3	9.8	56.0	20.1	40.3	20.2	100.5	
耐雪 50	12.8	22.4	9.6	75.0	17.1	23.6	6.5	38.0	16.1	36.3	20.2	125.5	
耐雪 52	21.4	19.7	-1.7	-7.9	20.7	23.3	2.6	12.6	23.9	36.0	12.1	50.6	
耐雪 54	27.3	24.6	-2.7	-9.9	29.2	24.4	-4.8	-16.4	28.1	44.3	16.2	57.7	
耐雪 55	19.3	22.2	2.9	15.0	19.5	24.3	4.8	24.6	19.5	38.9	19.4	99.5	
耐雪 56	23.7	26.7	3.0	12.7	21.6	27.1	5.5	25.5	24.6	42.1	17.5	71.1	
耐雪 64	17.1	24.8	7.7	45.0	18.7	21.5	2.8	15.0	23.5	40.7	17.2	73.2	
平均	19.5	23.8	4.2	29.4	20.0	24.9	4.9	28.9	22.0	38.8	16.8	94.0	
無庇陰区に対する生長率 (%)	25.3				29.1								

付表—5 各試験区の樹高生長（平成3年5月設定）

単位：cm

相対照度	樹					高					摘	要		
	10%区			30%区		100%（無庇陰区）								
	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	樹高生長 (cm)	樹高生長率 (%)	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	樹高生長 (cm)	樹高生長率 (%)	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)			樹高生長 (cm)	樹高生長率 (%)
北秋田 1	40.1	49.8	9.7	24.2	36.2	61.3	25.1	69.3	35.6	138.7	103.1	289.6		
山本 2	42.7	51.5	8.8	20.6	42.6	69.3	26.7	62.7	43.3	127.0	83.7	193.3		
山本 3	35.7	49.5	13.8	38.7	33.5	64.3	30.8	91.9	33.3	116.7	83.4	250.5		
仙北 4	44.6	53.8	9.2	20.6	46.2	74.3	28.1	60.8	42.8	127.7	84.9	198.4		
雄勝 2	38.2	49.3	11.1	29.1	41.3	82.7	41.4	100.2	45.6	155.0	109.4	239.9		
雄勝 3	41.9	50.7	8.8	21.0	40.7	65.7	25.0	61.4	40.3	132.1	91.8	227.8		
雄勝 11	42.9	53.3	10.4	24.2	40.1	72.0	31.9	79.6	38.1	139.0	100.9	264.8		
雄勝 12	33.8	43.3	9.5	28.1	36.7	69.3	32.6	88.8	36.3	129.0	92.7	255.4		
雄勝 13	31.4	40.7	9.3	29.6	35.3	77.3	42.0	119.0	34.0	136.1	102.1	300.3		
雄勝 14	36.8	43.7	6.9	18.8	35.9	70.7	34.8	96.9	35.1	133.3	98.2	279.8		
雄勝 17	44.5	62.3	17.8	40.0	42.7	89.7	47.0	110.1	42.8	166.0	123.2	287.9		
平均	39.3	49.8	10.5	26.7	39.2	72.4	33.2	84.7	38.8	136.4	97.6	251.3		
無庇陰区に対する生長率 (%)														
耐雪 3	37.7	48.9	11.2	29.7	38.9	71.7	32.8	84.3	36.7	140.0	103.3	281.5		
耐雪 8	44.6	60.1	15.5	34.8	48.2	83.3	35.1	72.8	53.5	166.6	113.1	211.4		
耐雪 15	38.6	52.7	14.1	36.5	36.1	82.0	45.9	127.1	34.9	159.0	124.1	355.6		
耐雪 19	40.9	59.1	18.2	44.5	41.8	81.7	39.9	95.5	41.9	147.0	105.1	250.8		
耐雪 26	48.5	62.5	14.0	28.9	46.8	85.3	38.5	82.3	49.2	147.3	98.1	199.4		
耐雪 29	33.7	43.4	9.7	28.8	33.1	67.3	34.2	103.3	37.7	137.0	99.3	263.4		
耐雪 35	43.8	61.3	17.5	40.0	43.7	78.7	35.0	80.1	42.2	166.7	124.5	295.0		
耐雪 36	40.7	60.4	19.7	48.4	43.3	120.0	76.7	177.1	40.9	177.3	136.4	333.5		
耐雪 37	39.7	45.7	6.0	15.1	40.1	55.4	15.3	38.2	41.1	117.0	75.9	184.7		
耐雪 43	50.8	64.9	14.1	27.8	44.9	99.0	54.1	120.5	44.9	182.7	137.8	306.9		
耐雪 49	42.3	55.1	12.8	30.3	43.5	69.7	26.2	60.2	46.5	116.8	70.3	151.2		
耐雪 51	46.9	68.7	21.8	46.5	49.7	116.0	66.3	133.4	49.1	172.7	123.6	251.7		
耐雪 57	46.3	62.1	15.8	34.1	45.7	81.0	35.3	77.2	43.1	164.3	121.2	281.2		
耐雪 61	40.1	53.3	13.2	32.9	38.5	75.7	37.2	96.6	37.5	123.3	85.8	228.8		
耐雪 63	33.7	44.3	10.6	31.5	30.5	53.3	22.8	74.8	29.0	134.0	105.0	362.1		
平均	41.9	56.2	14.3	34.1	41.7	81.3	39.7	95.3	41.9	150.1	108.2	258.4		
無庇陰区に対する生長率 (%)														

付表一6 各試験区の肥大生長（平成3年5月設定）

単位：cm

相対照度	根				元				径				摘 要
	10%区				30%区				100%（無庇陰区）				
	植栽時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	生 長 (cm)	生 長 率 (%)	植栽時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	生 長 (cm)	生 長 率 (%)	植栽時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	生 長 (cm)	生 長 率 (%)	
北秋田1	1.0	1.2	0.2	20.0	1.0	1.6	0.6	60.0	1.0	2.8	1.8	180.0	
山本2	0.9	1.1	0.2	22.2	0.9	1.3	0.4	44.4	0.9	2.3	1.4	155.6	
山本3	0.9	1.1	0.2	22.2	0.8	1.4	0.6	75.0	0.9	2.2	1.3	144.4	
仙北4	0.9	0.9	0.0	0.0	0.9	1.3	0.4	44.4	0.9	2.4	1.5	166.7	
雄勝2	0.9	1.0	0.1	11.1	0.9	1.5	0.6	66.7	0.9	2.6	1.7	188.9	
雄勝3	1.0	1.0	0.0	0.0	0.9	1.3	0.4	44.4	0.9	2.2	1.3	144.4	
雄勝11	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	1.3	0.4	44.4	0.9	2.4	1.5	166.7	
雄勝12	0.9	1.0	0.1	11.1	0.9	1.4	0.5	55.6	0.9	2.3	1.4	155.6	
雄勝13	0.9	1.0	0.1	11.1	1.0	1.5	0.5	50.0	0.9	2.6	1.7	188.9	
雄勝14	0.9	1.0	0.1	11.1	0.9	1.3	0.4	44.4	0.9	2.3	1.4	155.6	
雄勝17	1.0	1.2	0.2	20.0	0.9	1.6	0.7	77.8	1.0	3.1	2.1	210.0	
平均	0.9	1.1	0.1	12.6	0.9	1.4	0.5	55.0	0.9	2.5	1.6	169.3	
無庇陰区に対する生長率（%）				7.6			32.2						
耐雪3	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	1.5	0.6	66.7	0.9	2.7	1.8	200.0	
耐雪8	0.9	1.0	0.1	11.1	0.9	1.4	0.5	55.6	1.0	2.7	1.7	170.0	
耐雪15	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	1.4	0.5	55.6	0.9	2.8	1.9	211.1	
耐雪19	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	1.4	0.5	55.6	1.0	2.7	1.7	170.0	
耐雪26	0.9	1.1	0.2	22.2	0.9	1.4	0.5	55.6	0.9	2.7	1.8	200.0	
耐雪29	0.8	1.0	0.2	25.0	0.8	1.3	0.5	62.5	0.9	2.6	1.7	188.9	
耐雪35	0.9	1.1	0.2	22.2	0.8	1.3	0.5	62.5	0.9	2.5	1.6	177.8	
耐雪36	1.0	1.1	0.1	10.0	0.9	1.9	1.1	137.5	0.9	3.4	2.5	277.8	
耐雪37	0.8	0.9	0.1	12.5	0.7	1.0	0.1	11.1	0.8	2.2	1.4	175.0	
耐雪43	1.0	1.0	0.0	0.0	0.9	1.4	0.7	100.0	0.9	2.9	2.0	222.2	
耐雪49	0.9	1.0	0.1	11.1	0.8	1.2	0.3	33.3	0.8	2.2	1.4	175.0	
耐雪51	0.9	1.1	0.2	22.2	0.8	1.6	0.8	100.0	0.8	3.2	2.4	300.0	
耐雪57	0.9	1.2	0.3	33.3	0.9	1.5	0.7	87.5	0.9	3.0	2.1	233.3	
耐雪61	0.8	0.9	0.1	12.5	0.7	1.2	0.3	33.3	0.8	2.0	1.2	150.0	
耐雪63	0.9	0.9	0.0	0.0	0.8	1.1	0.4	57.1	0.8	2.4	1.6	200.0	
平均	0.9	1.0	0.1	13.9	0.8	1.4	0.5	63.5	0.9	2.7	1.8	203.0	
無庇陰区に対する生長率（%）				7.1			29.9						

付表一7 各試験区の枝張りの広がり (平成3年5月設定)

単位: cm

相対照度	枝				張				り高				摘 要
	10%区				30%区				100% (無庇陰区)				
	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	ひろがり (cm)	ひろがり率 (%)	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	ひろがり (cm)	ひろがり率 (%)	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	ひろがり (cm)	ひろがり率 (%)	
北秋田 1	34.9	33.8	-1.1	-3.2	35.3	40.8	5.5	15.6	35.9	57.4	21.5	59.9	
山本 2	33.7	33.4	-0.3	-0.9	31.9	46.5	14.6	45.8	31.4	63.9	32.5	103.5	
山本 3	30.9	34.8	3.9	12.6	33.8	42.2	8.4	24.9	32.2	57.4	25.2	78.3	
仙北 4	24.9	26.4	1.5	6.0	25.1	36.9	11.8	47.0	25.1	51.1	26.0	103.6	
雄勝 2	27.1	31.7	4.6	17.0	32.9	46.1	13.2	40.1	30.9	61.6	30.7	99.4	
雄勝 3	34.4	37.6	3.2	9.3	33.1	39.2	6.1	18.4	31.7	52.7	21.0	66.2	
雄勝 11	32.6	37.6	5.0	15.3	29.5	42.2	12.7	43.1	30.7	46.3	15.6	50.8	
雄勝 12	29.5	32.9	3.4	11.5	34.2	38.4	4.2	12.3	32.9	48.3	15.4	46.8	
雄勝 13	28.2	32.3	4.1	14.5	28.9	44.3	15.4	53.3	28.8	55.3	26.5	92.0	
雄勝 14	28.1	31.6	3.5	12.5	31.7	37.7	6.0	18.9	30.0	45.7	15.7	52.3	
雄勝 17	40.5	43.3	2.8	6.9	37.3	50.1	12.8	34.3	39.8	69.7	29.9	75.1	
平均	31.3	34.1	2.8	8.9	32.2	42.2	10.1	31.3	31.8	55.4	23.6	74.4	
無庇陰区に対する生長率 (%)							42.6						
耐雪 3	37.7	38.9	1.2	3.2	38.7	45.2	6.5	16.8	37.6	67.2	29.6	78.7	
耐雪 8	31.1	38.8	7.7	24.8	32.8	42.1	9.3	28.4	33.4	56.1	22.7	68.0	
耐雪 15	33.8	39.3	5.5	16.3	32.3	45.3	13.0	40.2	31.5	67.7	36.2	114.9	
耐雪 19	38.3	38.6	0.3	0.8	34.1	44.8	10.7	31.4	33.3	56.0	22.7	68.2	
耐雪 26	38.3	37.7	-0.6	-1.6	36.7	46.8	10.1	27.5	39.7	64.4	24.7	62.2	
耐雪 29	30.3	30.9	0.6	2.0	30.8	40.2	9.4	30.5	35.0	50.7	15.7	44.9	
耐雪 35	36.6	38.2	1.6	4.4	33.5	42.9	9.4	28.1	35.4	64.3	28.9	81.6	
耐雪 36	37.6	43.3	5.7	15.2	37.9	55.8	17.9	47.2	33.6	71.1	37.5	111.6	
耐雪 37	22.2	27.8	5.6	25.2	26.7	31.3	4.6	17.2	26.7	47.9	21.2	79.4	
耐雪 43	35.1	40.3	5.2	14.8	34.5	49.0	14.5	42.0	34.3	69.2	34.9	101.7	
耐雪 49	31.7	37.2	5.5	17.4	28.0	39.9	11.9	42.5	30.2	52.7	22.5	74.5	
耐雪 51	38.1	44.3	6.2	16.3	39.2	60.9	21.7	55.4	39.9	79.9	40.0	100.3	
耐雪 57	34.3	36.9	2.6	7.6	32.3	42.2	9.9	30.7	31.1	56.1	25.0	80.4	
耐雪 61	30.5	30.5	0.0	0.0	25.3	42.7	17.4	68.8	26.8	55.8	29.0	108.2	
耐雪 63	29.2	34.1	4.9	16.8	30.1	37.6	7.5	24.9	27.3	56.7	29.4	107.7	
平均	33.7	37.1	3.5	10.3	32.9	44.4	11.6	35.3	33.1	61.1	28.0	84.7	
無庇陰区に対する生長率 (%)							41.4						

付表一8 各試験区の下枝の枯れ上がり (平成3年5月設定)

単位: cm

相対照度	10%区				30%区				100%（無庇陰区）				摘 要
	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	枯れ上がり (cm)	枯れ上がり率 (%)	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	枯れ上がり (cm)	枯れ上がり率 (%)	植 栽 時 (H3.5)	3年目秋 (H5.11)	枯れ上がり (cm)	枯れ上がり率 (%)	
北秋田1	16.3	16.1	-0.2	-1.2	11.5	19.3	7.8	67.8	13.9	19.8	5.9	42.4	
山本2	16.1	18.8	2.7	16.8	16.0	21.9	5.9	36.9	16.3	27.3	11.0	67.5	
山本3	14.5	15.9	1.4	9.7	13.2	17.1	3.9	29.5	13.6	20.6	7.0	51.5	
仙北4	16.1	23.6	7.5	46.6	15.5	26.1	10.6	68.4	18.1	28.6	10.5	58.0	
雄勝2	17.0	20.6	3.6	21.2	15.3	22.8	7.5	49.0	18.7	29.7	11.0	58.8	
雄勝3	17.9	18.0	0.1	0.6	17.5	21.1	3.6	20.6	15.3	25.3	10.0	65.4	
雄勝11	18.1	19.3	1.2	6.6	14.7	21.0	6.3	42.9	15.0	21.9	6.9	46.0	
雄勝12	12.8	16.8	4.0	31.3	13.7	19.4	5.7	41.6	14.3	18.5	4.2	29.4	
雄勝13	13.3	14.2	0.9	6.8	12.0	20.8	8.8	73.3	14.1	22.3	8.2	58.2	
雄勝14	14.6	17.8	3.2	21.9	13.8	17.5	3.7	26.8	12.4	20.5	8.1	65.3	
雄勝17	19.7	18.6	-1.1	-5.6	16.3	21.7	5.4	33.1	16.4	22.1	5.7	34.8	
平均	16.0	18.2	2.1	13.2	14.5	20.8	6.3	43.4	15.3	23.3	8.0	52.6	
無庇陰区に対する生長率 (%)	26.3				78.2								
耐雪3	14.2	16.9	2.7	19.0	13.6	20.3	6.7	49.3	13.1	21.8	8.7	66.4	
耐雪8	18.4	19.9	1.5	8.2	19.1	25.9	6.8	35.6	21.0	31.8	10.8	51.4	
耐雪15	19.1	19.6	0.5	2.6	13.1	21.7	8.6	65.6	15.4	25.7	10.3	66.9	
耐雪19	15.4	18.9	3.5	22.7	16.8	22.6	5.8	34.5	15.5	23.2	7.7	49.7	
耐雪26	19.0	22.3	3.3	17.4	17.0	24.1	7.1	41.8	18.6	27.5	8.9	47.8	
耐雪29	13.7	16.4	2.7	19.7	13.3	19.3	6.0	45.1	16.3	27.4	11.1	68.1	
耐雪35	19.7	19.9	0.2	1.0	16.1	21.4	5.3	32.9	14.6	27.4	12.8	87.7	
耐雪36	18.1	18.7	0.6	3.3	15.9	20.2	4.3	27.0	16.5	27.3	10.8	65.5	
耐雪37	16.7	21.1	4.4	26.3	16.5	23.4	6.9	41.8	15.7	23.3	7.6	48.4	
耐雪43	21.1	22.3	1.2	5.7	18.1	24.7	6.6	36.5	20.1	29.6	9.5	47.3	
耐雪49	19.9	21.9	2.0	10.1	18.3	24.9	6.6	36.1	16.9	26.7	9.8	58.0	
耐雪51	18.9	19.4	0.5	2.6	16.7	21.5	4.8	28.7	19.5	31.3	11.8	60.5	
耐雪57	19.3	20.3	1.0	5.2	17.5	24.3	6.8	38.9	18.4	28.5	10.1	54.9	
耐雪61	17.5	17.4	-0.1	-0.6	15.3	22.7	7.4	48.4	14.5	27.7	13.2	91.0	
耐雪63	14.7	16.2	1.5	10.2	11.3	17.6	6.3	55.8	12.9	20.7	7.8	60.5	
平均	17.7	19.4	1.7	9.6	15.9	22.3	6.4	40.2	16.6	26.7	10.1	60.6	
無庇陰区に対する生長率 (%)	16.9				63.6								

付表—9 精英樹 30%区における伸長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	鹿角 2	74.2000	1.65	0.3555	2.0000	4.0000	3.0000	9.0000
2.0000	鹿角 3	56.6000	1.34	0.3522	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
3.0000	鹿角 5	76.8000	1.64	0.3719	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
4.0000	北秋田 2	49.3000	1.14	0.2121	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
5.0000	由利 4	66.9000	1.33	0.3328	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	由利 5	75.8000	1.29	0.3375	4.0000	2.0000	3.0000	9.0000
7.0000	由利 9	46.6000	1.12	0.3384	1.0000	2.0000	3.0000	6.0000
8.0000	由利 10	50.3000	1.15	0.2725	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	仙北 5	91.4000	1.72	0.5226	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
10.0000	雄勝 1	81.5000	1.65	0.3817	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
11.0000	雄勝 9	65.9000	1.32	0.3234	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
12.0000	雄勝 10	76.7000	1.36	0.3808	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
合 計		812.0000	16.7066	4.1815				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		67.6667	1.3922	0.3485				
標 準 偏 差		13.6547	0.2095	0.0698				

区分 ア 日覆内平均伸長量
イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時平均苗長
ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表—10 精英樹 10%区における伸長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	鹿角 2	9.8000	0.21	0.0470	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
2.0000	鹿角 3	12.9000	0.32	0.0803	3.0000	4.0000	4.0000	11.0000
3.0000	鹿角 5	11.2000	0.24	0.0542	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
4.0000	北秋田 2	11.0000	0.29	0.0473	2.0000	3.0000	2.0000	7.0000
5.0000	由利 4	16.2000	0.31	0.0806	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
6.0000	由利 5	16.4000	0.27	0.0730	4.0000	3.0000	3.0000	10.0000
7.0000	由利 9	10.1000	0.24	0.0733	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
8.0000	由利 10	7.7000	0.17	0.0417	2.0000	1.0000	2.0000	5.0000
9.0000	仙北 5	20.9000	0.41	0.1195	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
10.0000	雄勝 1	13.2000	0.28	0.0618	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
11.0000	雄勝 9	9.8000	0.20	0.0481	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
12.0000	雄勝 10	15.0000	0.27	0.0745	4.0000	3.0000	3.0000	10.0000
合 計		154.2000	3.2140	0.8014				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		12.8500	0.2678	0.0668				
標 準 偏 差		3.5615	0.0612	0.0209				

区分 ア 日覆内平均伸長量
イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時平均苗長
ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表—11 精英樹 10%区における肥大生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	鹿角 2	0.2000	0.22	0.0571	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
2.0000	鹿角 3	0.1000	0.11	0.0357	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
3.0000	鹿角 5	0.3000	0.30	0.0909	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
4.0000	北秋田 2	0.1000	0.10	0.0286	2.0000	1.0000	1.0000	4.0000
5.0000	由利 4	0.3000	0.30	0.0909	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
6.0000	由利 5	0.3000	0.30	0.1000	4.0000	4.0000	5.0000	13.0000
7.0000	由利 9	0.2000	0.22	0.0741	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	由利 10	0.1000	0.11	0.0357	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	仙北 5	0.3000	0.33	0.0882	4.0000	5.0000	4.0000	13.0000
10.0000	雄勝 1	0.2000	0.20	0.0526	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
11.0000	雄勝 9	0.2000	0.20	0.0571	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
12.0000	雄勝 10	0.2000	0.18	0.0571	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
合 計		2.5000	2.5818	0.7682				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		0.2083	0.2152	0.0640				
標 準 偏 差		0.0759	0.0775	0.0234				

区分 ア 日覆内平均肥大量
イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時平均径
ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表—12 精英樹 30%区における肥大生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	鹿角 2	0.8000	0.89	0.2286	3.0000	4.0000	2.0000	9.0000
2.0000	鹿角 3	0.6000	0.67	0.2143	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
3.0000	鹿角 5	0.9000	0.82	0.2727	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
4.0000	北秋田 2	0.8000	0.80	0.2286	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
5.0000	由利 4	0.9000	0.90	0.2727	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
6.0000	由利 5	0.9000	0.90	0.3000	4.0000	4.0000	5.0000	13.0000
7.0000	由利 9	0.8000	0.89	0.2963	3.0000	4.0000	4.0000	11.0000
8.0000	由利 10	0.7000	0.78	0.2500	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
9.0000	仙北 5	0.9000	0.90	0.2647	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
10.0000	雄勝 1	0.9000	0.82	0.2368	4.0000	3.0000	2.0000	9.0000
11.0000	雄勝 9	0.9000	0.90	0.2571	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
12.0000	雄勝 10	1.0000	0.91	0.2857	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
合 計		10.1000	10.1677	3.1076				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		0.8417	0.8473	0.2590				
標 準 偏 差		0.1037	0.0706	0.0268				

区分 ア 日覆内平均肥大量
イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時平均径
ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表—13 精英樹 10%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	鹿角 2	8.9000	0.26	0.1715	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
2.0000	鹿角 3	12.6000	0.48	0.3673	4.0000	5.0000	5.0000	14.0000
3.0000	鹿角 5	13.0000	0.35	0.3023	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
4.0000	北秋田 2	8.7000	0.26	0.2170	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
5.0000	由利 4	11.5000	0.34	0.2972	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
6.0000	由利 5	13.3000	0.37	0.2709	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
7.0000	由利 9	11.3000	0.39	0.3192	3.0000	4.0000	4.0000	11.0000
8.0000	由利 10	8.2000	0.24	0.2158	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	仙北 5	10.0000	0.28	0.1821	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
10.0000	雄勝 1	8.4000	0.24	0.1892	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
11.0000	雄勝 9	13.9000	0.42	0.3475	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
12.0000	雄勝 10	11.0000	0.27	0.2041	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
合 計		130.8000	3.9105	3.0841				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		10.9000	0.3259	0.2570				
標 準 偏 差		1.9532	0.0742	0.0656				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表—14 精英樹 30%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	鹿角 2	32.0000	0.96	0.6166	4.0000	4.0000	2.0000	10.0000
2.0000	鹿角 3	28.8000	1.10	0.8397	3.0000	4.0000	5.0000	12.0000
3.0000	鹿角 5	24.4000	0.63	0.5674	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
4.0000	北秋田 2	24.8000	0.67	0.6185	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
5.0000	由利 4	25.8000	0.74	0.6667	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
6.0000	由利 5	32.5000	0.97	0.6619	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
7.0000	由利 9	28.3000	0.98	0.7994	3.0000	4.0000	4.0000	11.0000
8.0000	由利 10	18.7000	0.56	0.4921	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
9.0000	仙北 5	33.2000	0.96	0.6047	4.0000	4.0000	2.0000	10.0000
10.0000	雄勝 1	35.0000	0.99	0.7883	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
11.0000	雄勝 9	26.1000	0.74	0.6525	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
12.0000	雄勝 10	38.6000	0.96	0.7161	5.0000	4.0000	3.0000	12.0000
合 計		348.2000	10.255	8.0239				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		29.0167	0.8549	0.6687				
標 準 偏 差		5.2529	0.1681	0.0974				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表—15 精英樹 10%区における下枝枯れ上がり量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	鹿角 2	8.5000	0.77	0.6296	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
2.0000	鹿角 3	5.7000	0.48	0.2355	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
3.0000	鹿角 5	5.8000	0.39	0.3742	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
4.0000	北秋田 2	0.0000	0.00	0.0000	5.0000	4.0000	5.0000	14.0000
5.0000	由利 4	7.5000	0.64	0.3827	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
6.0000	由利 5	4.8000	0.22	0.2945	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
7.0000	由利 9	6.1000	0.47	0.5446	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
8.0000	由利 10	3.9000	0.25	0.2532	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
9.0000	仙北 5	4.2000	0.26	0.1544	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
10.0000	雄勝 1	6.8000	0.38	0.3178	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
11.0000	雄勝 9	0.8000	0.04	0.0452	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
12.0000	雄勝 10	2.4000	0.11	0.1633	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
合 計		56.5000	4.0018	3.3950				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		4.7083	0.3335	0.2829				
標 準 偏 差		2.4891	0.2239	0.1777				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量
イ 日覆内平均枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均枝下高
ウ 日覆内平均枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表—16 精英樹 30%区における下枝枯れ上がり量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	鹿角 2	4.3000	0.29	0.3185	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
2.0000	鹿角 3	2.3000	0.18	0.0950	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
3.0000	鹿角 5	2.7000	0.20	0.1742	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
4.0000	北秋田 2	4.6000	0.39	0.3966	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
5.0000	由利 4	9.7000	0.76	0.4949	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
6.0000	由利 5	-1.0000	-0.05	-0.0613	4.0000	5.0000	4.0000	13.0000
7.0000	由利 9	3.8000	0.25	0.3393	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
8.0000	由利 10	6.6000	0.47	0.4286	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	仙北 5	5.1000	0.36	0.1875	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
10.0000	雄勝 1	6.2000	0.34	0.2897	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
11.0000	雄勝 9	0.0000	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
12.0000	雄勝 10	2.1000	0.13	0.1429	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
合 計		46.4000	3.3166	2.8058				
標 本 数		12.0000	12.0000	12.0000				
平 均		3.8667	0.2764	0.2338				
標 準 偏 差		2.8102	0.2069	0.1656				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量
イ 日覆内平均枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均枝下高
ウ 日覆内平均枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表—17 耐雪 10%区における伸長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	耐雪 28	31.1000	0.59	0.1242	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
2.0000	耐雪 42	23.3000	0.40	0.1103	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
3.0000	耐雪 45	15.7000	0.32	0.0680	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
4.0000	耐雪 46	14.3000	0.35	0.0947	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
5.0000	耐雪 47	18.3000	0.35	0.0928	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	耐雪 50	16.2000	0.34	0.0730	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
7.0000	耐雪 52	13.4000	0.25	0.0642	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
8.0000	耐雪 54	17.6000	0.29	0.0811	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
9.0000	耐雪 55	12.4000	0.27	0.0709	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
10.0000	耐雪 56	20.6000	0.36	0.1086	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
11.0000	耐雪 64	16.3000	0.31	0.0835	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
合 計		199.2000	3.8296	0.9695				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		18.1091	0.3481	0.0881				
標 準 偏 差		5.0830	0.0853	0.0189				

区分 ア 日覆内平均伸長量

イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時苗長

ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表—18 耐雪 30%区における伸長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	耐雪 28	114.6000	2.04	0.4575	5.0000	5.0000	4.0000	14.0000
2.0000	耐雪 42	96.6000	1.56	0.4572	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
3.0000	耐雪 45	96.5000	2.08	0.4181	4.0000	5.0000	3.0000	12.0000
4.0000	耐雪 46	51.5000	1.21	0.3411	1.0000	2.0000	2.0000	5.0000
5.0000	耐雪 47	73.8000	1.26	0.3744	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
6.0000	耐雪 50	84.8000	1.72	0.3823	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
7.0000	耐雪 52	86.2000	1.58	0.4013	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	耐雪 54	100.5000	1.57	0.4631	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
9.0000	耐雪 55	74.2000	1.52	0.4242	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
10.0000	耐雪 56	92.8000	1.70	0.4892	3.0000	4.0000	5.0000	12.0000
11.0000	耐雪 64	63.3000	1.20	0.3243	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
合 計		934.8000	17.4310	4.5327				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		84.9818	1.5846	0.4121				
標 準 偏 差		17.2699	0.2834	0.0505				

区分 ア 日覆内平均伸長量

イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時苗長

ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表一19 耐雪 10%区における肥大生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 28	0.3000	0.30	0.0833	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
2.0000	耐雪 42	0.3000	0.33	0.0789	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
3.0000	耐雪 45	0.2000	0.22	0.0556	2.0000	3.0000	2.0000	7.0000
4.0000	耐雪 46	0.1000	0.10	0.0385	1.0000	1.0000	2.0000	4.0000
5.0000	耐雪 47	0.1000	0.10	0.0286	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
6.0000	耐雪 50	0.3000	0.30	0.0811	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
7.0000	耐雪 52	0.2000	0.20	0.0606	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
8.0000	耐雪 54	0.4000	0.40	0.0976	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
9.0000	耐雪 55	0.3000	0.33	0.0882	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
10.0000	耐雪 56	0.3000	0.33	0.0833	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
11.0000	耐雪 64	0.2000	0.25	0.0645	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
合 計		2.7000	2.8722	0.7602				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		0.2455	0.2611	0.0691				
標 準 偏 差		0.0891	0.0931	0.0206				

区分 ア 日覆内平均肥大量
イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時平均径級
ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表一20 耐雪 30%区における肥大生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 28	1.2000	1.20	0.3333	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
2.0000	耐雪 42	1.1000	1.22	0.2895	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
3.0000	耐雪 45	0.9000	0.90	0.2500	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
4.0000	耐雪 46	0.9000	1.00	0.3462	2.0000	2.0000	4.0000	8.0000
5.0000	耐雪 47	1.2000	1.33	0.3429	2.0000	5.0000	4.0000	11.0000
6.0000	耐雪 50	1.2000	1.33	0.3243	4.0000	5.0000	4.0000	13.0000
7.0000	耐雪 52	1.0000	1.11	0.3030	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	耐雪 54	1.1000	1.10	0.2683	4.0000	3.0000	2.0000	9.0000
9.0000	耐雪 55	0.9000	0.90	0.2647	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
10.0000	耐雪 56	0.9000	1.00	0.2500	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
11.0000	耐雪 64	0.7000	0.88	0.2258	1.0000	2.0000	1.0000	4.0000
合 計		11.1000	11.9750	3.1980				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		1.0091	1.0886	0.2907				
標 準 偏 差		0.1564	0.1604	0.0400				

区分 ア 日覆内平均肥大量
イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時平均径級
ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表一21 耐雪 10%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 28	16.6000	0.45	0.3593	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
2.0000	耐雪 42	15.4000	0.42	0.2010	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
3.0000	耐雪 45	13.9000	0.43	0.2260	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
4.0000	耐雪 46	11.9000	0.37	0.4958	3.0000	3.0000	5.0000	11.0000
5.0000	耐雪 47	14.2000	0.46	0.2747	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	耐雪 50	9.4000	0.24	0.1767	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	耐雪 52	22.1000	0.72	0.4773	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
8.0000	耐雪 54	10.7000	0.27	0.1974	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	耐雪 55	16.2000	0.48	0.3221	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
10.0000	耐雪 56	9.0000	0.23	0.1952	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
11.0000	耐雪 64	10.9000	0.37	0.1708	2.0000	3.0000	2.0000	7.0000
合 計		150.3000	4.4395	3.0964				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均			0.4036	0.2815				
標 準 偏 差			0.1322	0.1125				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表一22 耐雪 30%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 28	34.3000	0.66	0.7424	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
2.0000	耐雪 42	55.3000	1.66	0.7219	5.0000	5.0000	3.0000	13.0000
3.0000	耐雪 45	39.4000	1.22	0.6407	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
4.0000	耐雪 46	24.3000	0.75	1.0125	1.0000	2.0000	5.0000	8.0000
5.0000	耐雪 47	42.1000	1.31	0.8143	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
6.0000	耐雪 50	32.1000	0.94	0.6034	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	耐雪 52	42.0000	1.32	0.9071	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
8.0000	耐雪 54	40.0000	1.01	0.7380	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
9.0000	耐雪 55	34.0000	0.86	0.6759	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
10.0000	耐雪 56	33.9000	0.99	0.7354	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
11.0000	耐雪 64	39.5000	1.57	0.6191	3.0000	4.0000	2.0000	9.0000
合 計		416.9000	12.4890	8.2108				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		37.9000	1.1354	0.7464				
標 準 偏 差		7.4419	0.2882	0.1187				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表—23 耐雪 10%区における下枝枯れ上がり量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	耐雪 28	5.7000	0.30	0.4672	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
2.0000	耐雪 42	1.7000	0.06	0.1650	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
3.0000	耐雪 45	2.3000	0.10	0.1447	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
4.0000	耐雪 46	6.2000	0.47	0.2684	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
5.0000	耐雪 47	12.0000	0.99	0.5941	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
6.0000	耐雪 50	9.6000	0.75	0.4752	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	耐雪 52	－1.7000	－0.08	－0.1405	4.0000	4.0000	5.0000	13.0000
8.0000	耐雪 54	－2.7000	－0.10	－0.1667	5.0000	4.0000	5.0000	14.0000
9.0000	耐雪 55	2.9000	0.15	0.1495	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
10.0000	耐雪 56	3.0000	0.13	0.1714	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
11.0000	耐雪 64	7.7000	0.45	0.4477	2.0000	3.0000	2.0000	7.0000
合 計		46.7000	3.2306	2.5760				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		4.2455	0.2937	0.2342				
標 準 偏 差		4.3053	0.3281	0.2362				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量

イ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均枝下高

ウ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表—24 耐雪 30%区における下枝枯れ上がり量及び対照区との比較表（昭和 63 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	耐雪 28	9.9000	0.54	0.8115	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
2.0000	耐雪 42	6.3000	0.24	0.6117	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
3.0000	耐雪 45	1.9000	0.09	0.1195	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
4.0000	耐雪 46	8.3000	0.75	0.3593	2.0000	1.0000	3.0000	6.0000
5.0000	耐雪 47	9.8000	0.56	0.4851	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
6.0000	耐雪 50	6.5000	0.38	0.3218	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
7.0000	耐雪 52	2.6000	0.13	0.2149	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
8.0000	耐雪 54	－4.8000	－0.16	－0.2963	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
9.0000	耐雪 55	4.8000	0.25	0.2474	4.0000	3.0000	3.0000	10.0000
10.0000	耐雪 56	5.5000	0.25	0.3143	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
11.0000	耐雪 64	2.8000	0.15	0.1628	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
合 計		53.6000	3.1775	3.3519				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		4.8727	0.2889	0.3047				
標 準 偏 差		4.0254	0.2439	0.2720				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量

イ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均枝下高

ウ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表―25 精英樹 10%区における伸長及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	9.7000	0.24	0.0941	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
2.0000	山本 2	8.8000	0.21	0.1051	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
3.0000	山本 3	13.8000	0.39	0.1655	4.0000	5.0000	5.0000	14.0000
4.0000	仙北 4	9.2000	0.21	0.1084	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
5.0000	雄勝 2	11.1000	0.29	0.1015	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	雄勝 3	11.1000	0.21	0.0959	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
7.0000	雄勝 11	8.8000	0.24	0.1031	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	雄勝 12	10.4000	0.28	0.1025	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
9.0000	雄勝 13	9.5000	0.30	0.0911	3.0000	4.0000	2.0000	9.0000
10.0000	雄勝 14	9.3000	0.19	0.0703	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
11.0000	雄勝 17	6.9000	0.40	0.1445	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
合 計		115.3000	2.9478	1.1818				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		10.4818	0.2680	0.1074				
標 準 偏 差		2.8293	0.0686	0.0248				

区分 ア 日覆内平均伸長量
イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時平均苗長
ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表―26 精英樹 30%区における伸長及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	25.1000	0.69	0.2435	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
2.0000	山本 2	26.7000	0.63	0.3190	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
3.0000	山本 3	30.8000	0.92	0.3693	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
4.0000	仙北 4	28.1000	0.61	0.3310	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
5.0000	雄勝 2	41.4000	1.00	0.3784	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
6.0000	雄勝 3	25.0000	0.61	0.2723	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	雄勝 11	31.9000	0.80	0.3162	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	雄勝 12	32.6000	0.89	0.3517	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
9.0000	雄勝 13	42.0000	1.19	0.4114	4.0000	5.0000	5.0000	14.0000
10.0000	雄勝 14	34.8000	0.97	0.3544	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
11.0000	雄勝 17	47.0000	1.10	0.3815	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
合 計		365.4000	9.4081	3.7286				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		33.2182	0.8553	0.3390				
標 準 偏 差		7.0492	0.1938	0.0472				

区分 ア 日覆内平均伸長量
イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時平均苗長
ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表—27 精英樹 10%区における肥大生長及び対照区との比較表（平成3年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	0.2000	0.20	0.1176	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
2.0000	山本 2	0.2000	0.22	0.1429	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
3.0000	山本 3	0.2000	0.22	0.1538	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
4.0000	仙北 4	0.1000	0.11	0.0714	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
5.0000	雄勝 2	0.1000	0.11	0.0588	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	雄勝 3	0.0000	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	雄勝 11	0.1000	0.10	0.0667	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	雄勝 12	0.0000	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	雄勝 13	0.1000	0.11	0.0588	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
10.0000	雄勝 14	0.0000	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
11.0000	雄勝 17	0.3000	0.30	0.1429	5.0000	5.0000	4.0000	14.0000
合 計		1.3000	1.3778	0.8129				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		0.1182	0.1253	0.0739				
標 準 偏 差		0.0936	0.0969	0.0562				

区分 ア 日覆内平均肥大量

イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時平均径級

ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表—28 精英樹 30%区における肥大生長及び対照区との比較表（平成3年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	0.6000	0.60	0.3529	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
2.0000	山本 2	0.4000	0.44	0.2857	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
3.0000	山本 3	0.6000	0.75	0.4615	4.0000	5.0000	5.0000	14.0000
4.0000	仙北 4	0.4000	0.44	0.2857	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
5.0000	雄勝 2	0.6000	0.67	0.3529	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
6.0000	雄勝 3	0.4000	0.44	0.3077	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
7.0000	雄勝 11	0.4000	0.44	0.2667	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
8.0000	雄勝 12	0.5000	0.56	0.3571	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
9.0000	雄勝 13	0.5000	0.50	0.2941	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
10.0000	雄勝 14	0.4000	0.44	0.2857	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
11.0000	雄勝 17	0.7000	0.78	0.3333	5.0000	5.0000	3.0000	13.0000
合 計		5.5000	6.0722	3.5835				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		0.5000	0.5520	0.3258				
標 準 偏 差		0.1044	0.1229	0.0527				

区分 ア 日覆内平均肥大量

イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時平均径級

ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表—29 精英樹 10%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	-1.1000	-0.03	-0.0519	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
2.0000	山本 2	-0.4000	-0.01	-0.0125	1.0000	1.0000	2.0000	4.0000
3.0000	山本 3	3.9000	0.13	0.1542	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
4.0000	仙北 4	1.8000	0.07	0.0711	2.0000	3.0000	2.0000	7.0000
5.0000	雄勝 2	4.6000	0.17	0.1489	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
6.0000	雄勝 3	3.2000	0.09	0.1502	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
7.0000	雄勝 11	5.2000	0.16	0.3291	4.0000	4.0000	5.0000	13.0000
8.0000	雄勝 12	3.6000	0.12	0.2368	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
9.0000	雄勝 13	4.1000	0.15	0.1571	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
10.0000	雄勝 14	3.4000	0.12	0.2252	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
11.0000	雄勝 17	2.8000	0.07	0.0930	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
合 計		31.1000	1.0349	1.5012				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		2.8273	0.0941	0.1365				
標 準 偏 差		1.8950	0.0627	0.1044				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表—30 精英樹 30%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	5.5000	0.16	0.2594	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
2.0000	山本 2	14.6000	0.46	0.4563	4.0000	3.0000	3.0000	10.0000
3.0000	山本 3	8.4000	0.25	0.3320	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
4.0000	仙北 4	12.0000	0.48	0.4743	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
5.0000	雄勝 2	13.2000	0.40	0.4272	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	雄勝 3	6.1000	0.18	0.2864	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	雄勝 11	12.7000	0.43	0.8038	3.0000	3.0000	5.0000	11.0000
8.0000	雄勝 12	4.2000	0.12	0.2763	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
9.0000	雄勝 13	15.4000	0.53	0.5900	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
10.0000	雄勝 14	6.0000	0.19	0.3974	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
11.0000	雄勝 17	22.8000	0.84	0.7575	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
合 計		120.9000	4.0362	5.0606				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		10.9909	0.3669	0.4601				
標 準 偏 差		5.3304	0.2035	0.1782				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表—31 精英樹 10%区における下枝枯れ上がり量及び対照区との比較表（平成3年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	-0.2000	-0.01	-0.0339	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
2.0000	山本 2	2.7000	0.17	0.2455	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
3.0000	山本 3	1.4000	0.10	0.2000	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
4.0000	仙北 4	7.5000	0.47	0.7143	1.0000	1.0000	2.0000	4.0000
5.0000	雄勝 2	3.6000	0.21	0.3273	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
6.0000	雄勝 3	0.1000	0.01	0.0101	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
7.0000	雄勝 11	1.2000	0.07	0.1739	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
8.0000	雄勝 12	4.1000	0.32	0.9762	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
9.0000	雄勝 13	0.9000	0.07	0.1111	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
10.0000	雄勝 14	3.2000	0.22	0.3951	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
11.0000	雄勝 17	-1.1000	-0.06	-0.1930	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
合 計		23.4000	1.5528	2.9265				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		2.1273	0.1412	0.2660				
標 準 偏 差		2.3207	0.1486	0.3204				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量

イ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均下枝高

ウ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表—32 精英樹 30%区における下枝枯れ上がり量及び対照区との比較表（平成3年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	北秋田 1	7.8000	0.68	1.3220	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
2.0000	山本 2	5.9000	0.37	0.5364	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
3.0000	山本 3	3.9000	0.30	0.5571	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
4.0000	仙北 4	10.2000	0.66	0.9714	1.0000	2.0000	3.0000	6.0000
5.0000	雄勝 2	7.5000	0.49	0.6818	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
6.0000	雄勝 3	3.6000	0.21	0.3636	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
7.0000	雄勝 11	6.3000	0.43	0.9130	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	雄勝 12	5.7000	0.42	1.3571	3.0000	3.0000	1.0000	7.0000
9.0000	雄勝 13	8.8000	0.73	1.0864	2.0000	1.0000	2.0000	5.0000
10.0000	雄勝 14	3.7000	0.27	0.4568	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
11.0000	雄勝 17	5.4000	0.33	0.9474	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
合 計		68.8000	4.8738	9.1932				
標 本 数		11.0000	11.0000	11.0000				
平 均		6.2545	0.4431	0.8357				
標 準 偏 差		2.0509	0.1694	0.3255				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量

イ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均下枝高

ウ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表—33 耐雪 10%区における伸長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 3	11.2000	0.30	0.1084	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
2.0000	耐雪 8	15.5000	0.35	0.1370	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
3.0000	耐雪 15	14.1000	0.37	0.1136	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
4.0000	耐雪 19	18.2000	0.44	0.1732	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
5.0000	耐雪 26	14.0000	0.29	0.1427	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
6.0000	耐雪 29	9.7000	0.29	0.0977	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	耐雪 35	17.5000	0.40	0.1406	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
8.0000	耐雪 36	19.7000	0.48	0.1444	4.0000	5.0000	3.0000	12.0000
9.0000	耐雪 37	6.0000	0.15	0.0791	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
10.0000	耐雪 43	14.1000	0.28	0.1023	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
11.0000	耐雪 49	12.8000	0.30	0.1821	3.0000	2.0000	5.0000	10.0000
12.0000	耐雪 51	21.8000	0.46	0.1764	5.0000	5.0000	4.0000	14.0000
13.0000	耐雪 57	15.8000	0.34	0.1304	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
14.0000	耐雪 61	13.2000	0.33	0.1538	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
15.0000	耐雪 63	10.6000	0.31	0.1010	2.0000	3.0000	2.0000	7.0000
合 計		214.2000	5.0960	1.9826				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		14.2800	0.3397	0.1322				
標 準 偏 差		3.9287	0.0819	0.0303				

区分 ア 日覆内平均伸長量
イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時苗長
ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表—34 耐雪 30%区における伸長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 3	32.8000	0.84	0.3175	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
2.0000	耐雪 8	35.1000	0.73	0.3103	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
3.0000	耐雪 15	45.9000	1.27	0.3699	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
4.0000	耐雪 19	39.9000	0.95	0.3796	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
5.0000	耐雪 26	38.5000	0.82	0.3925	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	耐雪 29	34.2000	1.03	0.3444	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
7.0000	耐雪 35	35.0000	0.80	0.2811	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
8.0000	耐雪 36	76.7000	1.77	0.5623	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
9.0000	耐雪 37	15.3000	0.38	0.2016	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
10.0000	耐雪 43	54.1000	1.20	0.3926	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
11.0000	耐雪 49	26.2000	0.60	0.3727	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
12.0000	耐雪 51	66.3000	1.33	0.5364	5.0000	4.0000	5.0000	14.0000
13.0000	耐雪 57	35.3000	0.77	0.2913	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
14.0000	耐雪 61	37.2000	0.97	0.4336	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
15.0000	耐雪 63	22.8000	0.75	0.2171	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
合 計		595.3000	14.2345	5.4029				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		39.6867	0.9490	0.3602				
標 準 偏 差		15.3488	0.3279	0.0970				

区分 ア 日覆内平均伸長量
イ 日覆内平均伸長量／日覆内植栽時苗長
ウ 日覆内平均伸長量／裸地平均伸長量

付表—35 耐雪 10%区における肥大生長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	耐雪 3	0.1000	0.10	0.0556	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
2.0000	耐雪 8	0.1000	0.11	0.0556	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
3.0000	耐雪 15	0.2000	0.22	0.1053	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
4.0000	耐雪 19	0.1000	0.10	0.0556	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
5.0000	耐雪 26	0.1000	0.10	0.0588	3.0000	2.0000	3.0000	8.0000
6.0000	耐雪 29	0.2000	0.25	0.1111	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
7.0000	耐雪 35	0.0000	0.00	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
8.0000	耐雪 36	0.1000	0.10	0.0400	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
9.0000	耐雪 37	0.1000	0.13	0.0769	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
10.0000	耐雪 43	0.1000	0.10	0.0500	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
11.0000	耐雪 49	0.1000	0.11	0.0714	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
12.0000	耐雪 51	0.2000	0.22	0.0870	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
13.0000	耐雪 57	0.2000	0.22	0.0952	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
14.0000	耐雪 61	0.1000	0.13	0.0833	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
15.0000	耐雪 63	0.1000	0.11	0.0625	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
合 計		1.8000	2.000	1.0082				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		0.1200	0.1333	0.0672				
標 準 偏 差		0.0542	0.0644	0.0271				

区分 ア 日覆内平均肥大量
イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時苗径級
ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表—36 耐雪 30%区における肥大生長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			評価計
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	
1.0000	耐雪 3	0.6000	0.67	0.3333	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
2.0000	耐雪 8	0.5000	0.56	0.2778	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
3.0000	耐雪 15	0.5000	0.56	0.2632	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
4.0000	耐雪 19	0.5000	0.56	0.2778	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
5.0000	耐雪 26	0.5000	0.56	0.2941	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	耐雪 29	0.5000	0.63	0.2778	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
7.0000	耐雪 35	0.5000	0.63	0.3125	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
8.0000	耐雪 36	1.0000	1.11	0.4000	5.0000	5.0000	5.0000	15.0000
9.0000	耐雪 37	0.2000	0.25	0.1538	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
10.0000	耐雪 43	0.6000	0.67	0.3000	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
11.0000	耐雪 49	0.4000	0.50	0.2857	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
12.0000	耐雪 51	0.7000	0.78	0.3043	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
13.0000	耐雪 57	0.6000	0.67	0.2857	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
14.0000	耐雪 61	0.5000	0.71	0.4167	3.0000	4.0000	5.0000	12.0000
15.0000	耐雪 63	0.3000	0.38	0.1875	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
合 計		7.9000	9.2004	4.302				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		0.5267	0.6134	0.2913				
標 準 偏 差		0.1731	0.1842	0.0638				

区分 ア 日覆内平均肥大量
イ 日覆内平均肥大量／日覆内植栽時苗径級
ウ 日覆内平均肥大量／裸地平均肥大量

付表一37 耐雪 10%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 3	1.2000	0.03	0.0414	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
2.0000	耐雪 8	0.5000	0.01	0.0311	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
3.0000	耐雪 15	8.3000	0.27	0.2441	5.0000	5.0000	4.0000	14.0000
4.0000	耐雪 19	4.8000	0.14	0.1983	4.0000	3.0000	4.0000	11.0000
5.0000	耐雪 26	-0.6000	-0.02	-0.0191	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
6.0000	耐雪 29	0.6000	0.02	0.0400	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
7.0000	耐雪 35	1.6000	0.04	0.0576	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
8.0000	耐雪 36	5.7000	0.15	0.1532	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
9.0000	耐雪 37	5.4000	0.24	0.2634	4.0000	5.0000	5.0000	14.0000
10.0000	耐雪 43	5.5000	0.16	0.1594	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
11.0000	耐雪 49	5.5000	0.17	0.2500	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
12.0000	耐雪 51	6.2000	0.16	0.1558	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
13.0000	耐雪 57	2.5000	0.07	0.0996	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
14.0000	耐雪 61	0.0000	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
15.0000	耐雪 63	4.8000	0.16	0.1667	4.0000	4.0000	3.0000	11.0000
合 計		52.0000	1.6267	1.8415				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均			0.1084	0.1228				
標 準 偏 差			0.0873	0.0908				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表一38 耐雪 30%区における苗冠巾生長量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 3	6.5000	0.17	0.2241	2.0000	2.0000	1.0000	5.0000
2.0000	耐雪 8	5.4000	0.15	0.3354	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
3.0000	耐雪 15	12.5000	0.38	0.3676	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
4.0000	耐雪 19	12.5000	0.39	0.5165	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
5.0000	耐雪 26	12.7000	0.37	0.4045	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
6.0000	耐雪 29	9.4000	0.31	0.6267	3.0000	3.0000	5.0000	11.0000
7.0000	耐雪 35	9.4000	0.28	0.3381	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
8.0000	耐雪 36	17.9000	0.47	0.4812	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
9.0000	耐雪 37	4.3000	0.16	0.2098	1.0000	2.0000	1.0000	4.0000
10.0000	耐雪 43	14.5000	0.42	0.4203	4.0000	3.0000	3.0000	10.0000
11.0000	耐雪 49	11.6000	0.41	0.5273	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
12.0000	耐雪 51	21.7000	0.55	0.5452	5.0000	4.0000	4.0000	13.0000
13.0000	耐雪 57	9.9000	0.31	0.3944	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
14.0000	耐雪 61	17.4000	0.69	0.6042	4.0000	5.0000	4.0000	13.0000
15.0000	耐雪 63	7.5000	0.25	0.2604	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
合 計		173.2000	5.3063	6.2557				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		11.5467	0.3538	0.4170				
標 準 偏 差		4.7163	0.1440	0.1271				

区分 ア 日覆内平均苗冠巾生長量
イ 日覆内平均苗冠巾生長量／日覆内植栽時平均苗冠巾
ウ 日覆内平均苗冠巾生長量／裸地平均苗冠巾生長量

付表—39 耐雪 10%区における下枝枯上がり量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 3	2.7000	0.19	0.3103	2.0000	2.0000	2.0000	6.0000
2.0000	耐雪 8	0.9000	0.05	0.0682	3.0000	4.0000	4.0000	11.0000
3.0000	耐雪 15	1.1000	0.06	0.2340	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
4.0000	耐雪 19	-0.2000	-0.01	-0.0256	5.0000	4.0000	2.0000	11.0000
5.0000	耐雪 26	6.9000	0.45	0.5750	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
6.0000	耐雪 29	2.7000	0.20	0.2432	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
7.0000	耐雪 35	0.2000	0.01	0.0156	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
8.0000	耐雪 36	0.6000	0.03	0.0556	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
9.0000	耐雪 37	4.7000	0.28	0.6438	1.0000	2.0000	1.0000	4.0000
10.0000	耐雪 43	1.2000	0.06	0.1263	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
11.0000	耐雪 49	2.0000	0.10	0.1961	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
12.0000	耐雪 51	0.5000	0.03	0.0424	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
13.0000	耐雪 57	1.0000	0.05	0.0990	3.0000	4.0000	3.0000	10.0000
14.0000	耐雪 61	-0.1000	-0.01	-0.0076	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
15.0000	耐雪 63	1.5000	0.10	0.1923	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
合 計		25.7000	1.5887	2.7687				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		1.7133	0.1059	0.1846				
標 準 偏 差		1.8558	0.1214	0.1925				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量

イ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均枝下高

ウ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

付表—40 耐雪 30%区における下枝枯上がり量及び対照区との比較表（平成 3 年設定）

No.	クローン	区 分			評 価 額			
		ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	評価計
1.0000	耐雪 3	6.7000	0.49	0.7701	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
2.0000	耐雪 8	8.9000	0.52	0.6742	1.0000	2.0000	3.0000	6.0000
3.0000	耐雪 15	2.6000	0.14	0.5532	5.0000	5.0000	4.0000	14.0000
4.0000	耐雪 19	9.5000	0.73	1.2179	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000
5.0000	耐雪 26	7.3000	0.43	0.6083	2.0000	3.0000	3.0000	8.0000
6.0000	耐雪 29	6.0000	0.45	0.5405	3.0000	3.0000	4.0000	10.0000
7.0000	耐雪 35	5.3000	0.33	0.4141	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
8.0000	耐雪 36	4.3000	0.27	0.3981	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
9.0000	耐雪 37	6.7000	0.41	0.9178	3.0000	3.0000	2.0000	8.0000
10.0000	耐雪 43	6.6000	0.36	0.6947	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
11.0000	耐雪 49	6.8000	0.37	0.6667	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
12.0000	耐雪 51	4.8000	0.29	0.4068	4.0000	4.0000	4.0000	12.0000
13.0000	耐雪 57	6.8000	0.39	0.6733	3.0000	3.0000	3.0000	9.0000
14.0000	耐雪 61	7.4000	0.48	0.5606	2.0000	2.0000	3.0000	7.0000
15.0000	耐雪 63	6.3000	0.56	0.8077	3.0000	2.0000	2.0000	7.0000
合 計		96.0000	6.2222	9.9041				
標 本 数		15.0000	15.0000	15.0000				
平 均		6.4000	0.4148	0.6603				
標 準 偏 差		1.6533	0.1337	0.2073				

区分 ア 日覆内平均下枝枯れ上がり量

イ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／日覆内植栽時平均枝下高

ウ 日覆内平均下枝枯れ上がり量／裸地平均枝枯れ上がり量

研究報告（第4号）

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

BULLETIN
OF THE
AKITA PREFECTURE FOREST
TECHNICAL CENTER

No. 4 1996. 3

contents

Studies on biological control of pine damage by the pine wood nematode utilizing natural enemies (II) —The field test for biological control by the woodpeckers, the entomogenous fungus and chemical control by attractants—	Akihiko Nagaki.....	1
Development of Technique of Planting Tree Control in Multi - Storied Forest	Hideo Ishida.....	33
A Study of Silviculture Technique in Snow Covered Area	Hideo Isida.....	59