

受入ID- (519990825 D00046

昭和 5 5 年度



国有林野事業特別會計 技術開發試驗成績報告書

(完了分)

昭和 5 6 年 1 2 月



02000-00043101-3

林 業 試 驗 場

昭和55年度国有林野事業特別会計
技術開発試験成績報告書

目 次

1	多変量解析による間伐可能量の推定方法	1
2	亜高山帯針葉樹林及び上部ブナ帯の施業法	37
3	ササ生地における林木の更新技術の体系化	99
4	育苗における生物農薬の使用法	147
5	治山事業における空中写真の実用的活用法	165
6	土じょう地域を基礎にした森林立地的地域区分に 関する方法論的研究	203
7	耕地等に対する防風保安林の造成法	223

多変量解析による間伐可能量
の推定方法

多変量解析手法による間伐可能量の推定方法

I 試験担当者

経営部経営第2科測定研究室長	栗屋 仁 志
主任研究官	樋 渡 ミヨ子
室員	神 戸 喜 久
北海道支場経営部経営研究室長	真 辺 昭
主任研究官	篠 原 久 夫
室員	猪 瀬 光 夫
〃	小 木 和 彦
東北支場経営部経営第1研究室長	加 藤 宏 明
主任研究官	小 坂 淳 一
室員	金 豊太郎
関西支場育林部経営研究室	上 野 賢 爾
主任研究官	〃
〃	長谷川 敬 一
四国支場経営研究室長	都 築 和 夫
主任研究官	佐 竹 和 夫
室員	吉 田 実
九州支場育林部経営研究室	本 田 健二郎
主任研究官	森 田 栄 一
室員	〃
〃	黒 木 重 郎
木曾分場造林研究室長	原 寿 男
室員	原 光 好

II 試験目的

国有林の経営規程の改正により、従来、主間伐量を合せた総収穫量に基づいて行なわれていた保続計画が、主間伐量別に将来予想される量を計上して保続を計ることとなった。それに伴い特に1, 2 分期における間伐量の予想は、かなり高い精度が要求されるものと思われる。従来の収穫予想

表や間伐指針による間伐量の推定は、平均的な値を示すもので、個々の林分に対しては、かなりの差が生ずるものと考えられる。また対象林分について計画編成期間中に実測することは、現在の予算、人員等からみて実行は不可能と判断される。したがって空中写真あるいは森林調査簿等の情報を用いて多変量解析手法により、現実林分の間伐可能量を将来の密度管理指針に沿って推定する手法を開発するため研究に着手した。間伐の実行の可否を判断するには、まず間伐木から生産される素材内容、市場価格から立木価格を求め、事業費との対比が必要と考えられる。この研究では、間伐による密度管理が、伐期における素材の質的生産におよぼす影響の解析から間伐材の材種の分析、間伐木価格の推定方法、空中写真による間伐量の推定方法など、収穫試験地の調査資料や関係営林(支)局から提供していただいた資料を用いて検討を行なった。これらの結果から直接間伐可能量の推定方式を導くことはできなかったが、経営的に収支の釣り合う間伐条件を定める基礎が得られたと考える。この報告は、各支分場でとりまとめた試験結果のうち代表的なものを、取りまとめたものである。

Ⅲ 試験の経過と得られた成果

〔I〕 素材材積による成長・収穫量の林分解析について

東北支場 金 豊太郎, 加藤 宏明, 小坂 淳一

I 目 的

これまでは林分の取扱い方法、すなわち、生産目標をもった保育形式の検討に際して、立木材積を基にした間伐収穫量や残存林分の成長量などが検討の対象になっていたが、ここでは、これをさらに拡張して、素材材積を基にした林分の材種別生産量や間伐収穫量の内容を把握し、これによる成長・収穫量の特性を明らかにするための検討を行なった。

このために、スギ人工林による固定収穫試験地の継続的な林分資料を用いて、各調査時点での林分の素材材積を相対幹曲線による方法によって求め、これに基づいて素材材積による収穫内容の特徴を見い出すため、同齢、同地位の林分について、次のような観点から検討した。

- (1) 林分密度管理図上の最多密度曲線に近い本数密度の場合
- (2) 間伐によって林分の密度管理水準が異なる場合

Ⅱ 解析結果

1. 高い収量比数を維持している林分(男鹿山スギ人工林収穫試験地)

当該林分は、表-1の林分構成に掲げるように、林齢40年生時の初期本数は、それま

での取扱いの結果、各区によって相当の差が生じている林分である。その後、林齢70年までの30年間は無間伐のままで推移させたもので、林分密度管理図上での収量比数は $Ry\ 0.93 \sim 0.97$ の範囲に達し、自然枯損の発生し続けている高密度林分である。

表-1 林分構成の推移(男鹿山)

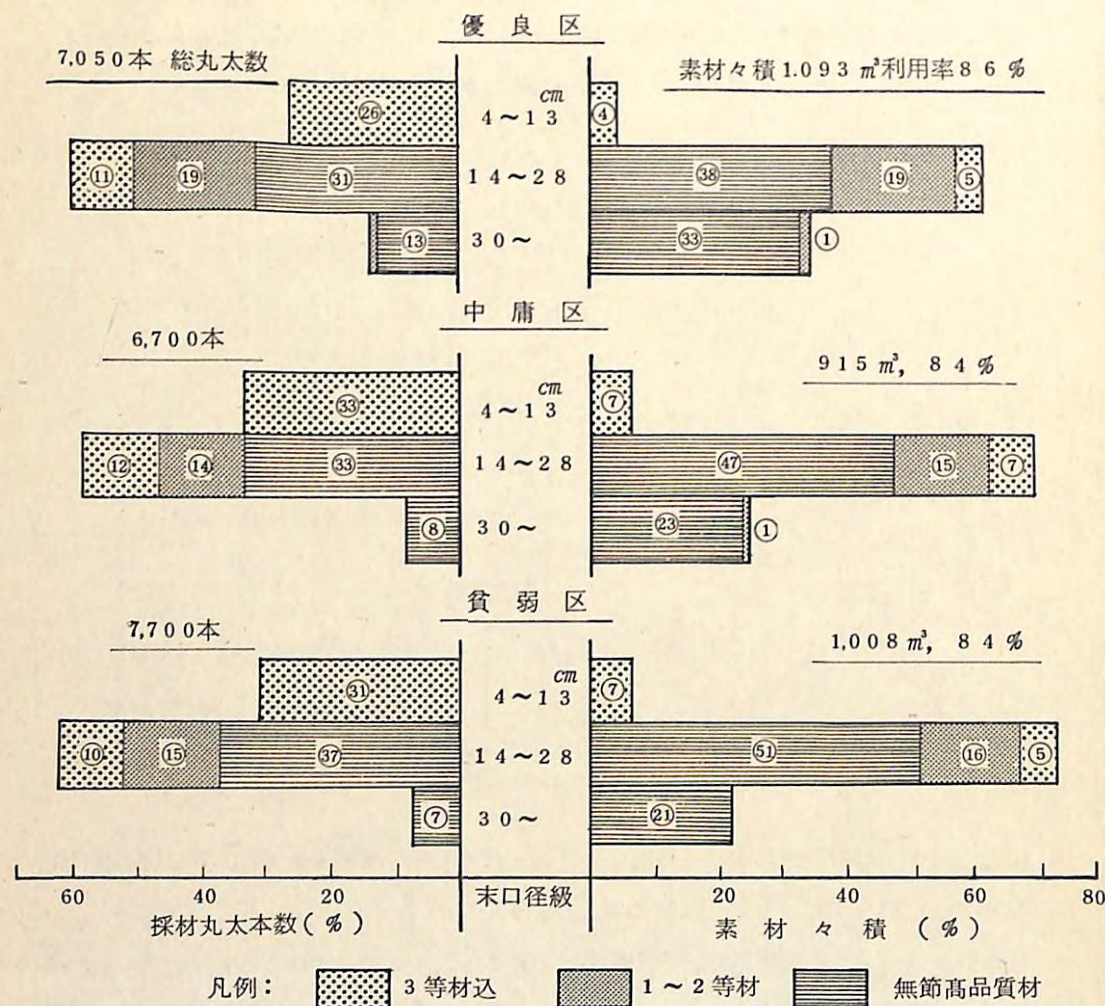
	林 齢 年	直 径 cm	樹 高 m	本 数	材 積	Ry %
優良区	40	24	18	1,426	587	87
	60	30	24	1,174	1,065	93
	70	34	26	1,042	1,267	96
	枯損量合計			384	94	
中庸区	40	22	17	1,530	519	87
	60	27	23	1,257	933	93
	70	31	25	1,070	1,095	93
	枯損量合計			460	109	
貧弱区	40	21	16	2,126	655	95
	60	27	22	1,484	1,055	97
	70	31	25	1,179	1,195	97
	枯損量合計			947	206	

註) 収量比数は安藤氏の全国スギ林分密度管理図による。

この林分の林齢70年時における長級3.65mを基準とする採材丸太本数、および材種別素材材積は、図-1に示すような生産割合となる。

これによると、丸太本数の材種別構成比率は3区とも大きな差はみられず、中丸太級(14~28cm)が約60%を占める集中した構成比となる。また、素材材積では、前者と同様に、3区とも大きな差はなく、材種別では中丸太級に60~70%が集中する傾向にある。さらに、品等区分としては変則であるが、外形上、根元から上部の樹幹について、樹幹の4面が完全に無節の状態にある部分を無節高品質材とし、また、1面以上について残枝、節などのこん跡が認められる部分を1~2等材、その他の欠点のあるものを3等材込みとして、それぞれの比率を求めると、図-1の丸囲いで示した割合となる。これを素材材積の無節高品質材に限ってみると、中・大丸太級を合計した値は、いずれの区でも約70%程度の高い割合を占め、無間伐林の特徴を顕しているように見受けられる。反面、材種別の生産割合では、初期本数の少ない優良の中・大丸太級はそれぞれ38%、33%で較差が小さいのに対して、初期から高密度の貧弱区では中丸太級に51%、大丸太級に

図-1 林齢70年生時の素材々積と採材丸太数、および材種別、品等別割合



21%となって、その構成内容に大きな較差をもつことが判る。

したがって、同じ無間伐林であっても、高い収量比数を維持して推移するまでに至る初期的段階での林分取扱いの程度の違いが、素材による解析では、その及ぼす影響、特性が明確に把握されるといえよう。

2. 林分の密度管理水準が異なる場合

ここに示す林分条件のときの素材材積の生産内容を知ることにより、林分取扱い方法の

尺度を得ることが可能となるが、同時に、間伐収穫量の内容などについても、その量的、質的適否の目安が得られることになると思われる。

ここでの対象林分として、表-2に掲げるように、収量比数をもとにして、 $R_y = 0.9$ （無間伐林：男鹿山Ⅱ）、 $R_y = 0.8$ （間伐林（1回）：上大内沢Ⅱ）、 $R_y = 0.7$ （間伐林（2回）：下内沢Ⅱ）の3林分を用いた。これらの林分は上層樹高による地位は、林齢40年生で21m、60年で27m、林齢40年の成立本数は、男鹿山の1,530本を100として、上大内沢が75%、下内沢が50%に相当する。

表-2. 林分の取扱いの違いによる各林齢時の材種別素材々積の推移 (haあたり)

林齢	採材区 末口径	男鹿山Ⅱ $R_y 0.9$					上大内沢Ⅱ $R_y 0.8$					下内沢Ⅱ $R_y 0.7$				
		3.65 m	3.0 m	2-1 m	合計 m	構成%	3.65 m	3.0 m	2-1 m	合計 m	構成%	3.65 m	3.0 m	2-1 m	合計 m	構成%
40	4-13	—	78	14	92	22	—	63	15	78	21	—	32	10	42	12
	14-28	208	130	—	338	78	195	103	—	298	79	220	66	—	286	87
		190	22	—	212		105	23	—	128		119	23	—	142	
	30-	—	—	—	—		—	—	—	—		1	—	—	1	1
												1			1	
	累計 m^3	208	208	14	430	100	195	166	15	376	100	221	98	10	329	100
60	4-13	—	71	16	87	11	—	31	10	41	6	—	13	7	20	4
	14-28	401	158	—	559	72	442	78	—	520	71	307	37	—	344	60
		350	62	—	412		224	5	—	229		107	1	—	108	
	30-	129	—	—	129	17	168	—	—	168	23	206	—	—	206	36
		126					159			159		185			185	
	累計 m^3	530	229	16	775	100	610	109	10	729	100	513	50	7	570	100
生	高品質 m^3	476	62	—	538		383	5	—	388		292	1	—	293	
	構成%	68	30	2	100		84	15	1	100		90	9	1	100	
	間伐収穫 m^3				0		14	59	4	77		53	37	3	93	
	総収穫 m^3				775	(94%)				806	(86%)				663	(91%)

註) 太字：高品質材 () は利用率：上段→当該林齢時、下段→総収穫までの値

表-2に示す取扱いの異なるこれら林分の林齢60年における総収穫量は、幹材積・素材材積とも $R_y 0.8 \sim 0.9$ で推移した林分ではほぼ同じ値を示すが、 $R_y 0.7$ の林分では過少になる。この結果は、この種の比較条件における幹材積での一般的傾向と一致しており、素材材積の場合においても同様の傾向が確認された。また、立木材積に対する素材材積の

占める割合を示す利用率は、林齢の推移に従って高くなるが、その変動幅は狭く、林分の取扱いの特徴を利用率の比較によって見出すことは困難と思われる。

つぎに、材種別によって構成・内容をみると、林齢40年では中丸太級(14~28cm)が約80~87%を占めるが、林齢60年では30cm以上の大丸太級の増加の著しいことが知られる。特に、間伐回数の多い疎な林分ほど、その量的増加が著しく、間伐効果の影響が明確に把握される。一方、無節高品質材についてみると、林齢40年から60年と高齢になるにしたがって、その構成比は急激に高くなる傾向がみられる。また無間伐林は間伐林に比べて、絶対量は多いが、20年間の増加率では $R_y = 0.8$ 程度の林分が効率のよい成長を示し、さらに役物生産量の多い30cm以上の高品質材が林分の総収穫量に占める割合は間伐林分に多いことから形質と密度管理の関係について一つの指標が得られたと考えられる。

Ⅲ むすび

30年間無間伐で経過した男鹿山の調査結果から、40年生時までに幾分低い本数密度で管理した方が、高い密度を維持させた場合より大径高品質材の生産割合が高く、また長期間間伐を行わず本数密度が高くなった林分に比して、間伐林分は大径高品質材の総収穫に占める割合が高く、この例では60年生で収穫するには $R_y = 0.8$ 程度の密度水準が適当と考えられる。さらに間伐材のうち有利に販売される3.65m材の生産量は、間伐回数が多く、 $R_y = 0.7$ とした時が最も多くなっている。これらのことから無間伐で育成するより $R_y = 0.8$ (新たに作成された秋田地方国有林を対象とした密度管理図では $R_y = 0.73$)が維持できるように適度の間伐を行なうことが素材生産の上でも適当であると考えられる。

〔Ⅱ〕 幼齢間伐木の事例調査

九州支場 本田健二郎, 森田栄一, 黒木重郎

本報告では、とくに若齢林の初回間伐林を対象に間伐木の量的、質的把握を行うとともに、利用材積や利用率を53~55年度にわたって国有林で収集した資料を基に検討を行ったものである。

I 資料と方法

ここで用いた資料は、熊本営林局管内の菊池、熊本、矢部、八代、人吉の各営林署部内の国有林で実行された、林齢23年生から29年生までのヒノキ10、スギ18個所の第1回間伐林の間伐木調査資料を用いた。

1) 一般材、低質材の区分

一般材とは、原則的にはスギ、ヒノキでは径級6cm以上で4mの一般製材原木が採材可能なものを基準とする。ただし、元玉を含め1.8mが2玉以上採材可能なものも含む。

その他のものは低質材とする。低質材はまた次の低質材A、低質材Bに区分する。

i) 低質材Aは、次の各号にあげる一つ以上に該当するもの。

1) 長さ2.1m未満の丸太。

ロ) 径14cm以上30cm未満の丸太で、次の欠点の一つ以上に該当するもの。

(1) 曲り、木口割れまたは引き抜け、目廻り、腐れ、虫食いまたは空洞が40%以上のもの。

(2) その他の欠点がとくに顕著なもの。

ハ) 径30cm以上の丸太で、次の欠点の一つ以上に該当するもの。

(1) 曲り30%以上のもの。

(2) 木口割れまたは引き抜け50%以上のもの。

(3) 目廻り40%以上のもの。

(4) 腐れ、虫食いまたは空洞60%以上のもの。

ii) 低質材Bは、一般用材または低質材Aの価格で販売される見込みのないもので、次の欠点の一つ以上に該当するもの。

1) 長さ1.0m未満の丸太。

ロ) 腐れ、虫食いまたは空洞70%以上の丸太。

ハ) 腐れ、虫食いまたは空洞以外の欠点がとくに顕著な丸太。

2) 立木幹材積および利用材積の算出

立木幹材積は、林分ごとの直径階別樹高階別本数分配表から一般材、低質材ごとに、局調製の立木幹材積表によって求めた。

利用材積は、一般材については局調製の立木利用材積表を用いて、幹丸太、短尺・端尺材ごとに求めた。

低質材については、胸高直径4~10cmと12cm以上に区分して、平均直径を算出し、局調製の低質材A・低質材Bの利用率表を用いて、低質材A、Bごとの利用材積をそれぞれ算出した。

3) 利用率の算出

一般材の利用率は、次によった。

$$\text{利用率(\%)} = \frac{\text{幹丸太, 短尺・端尺材の利用材積の総和}}{\text{一般材の立木幹材積の総和}} \times 100 \dots\dots(1)$$

低質材については、上述した低質材利用率表による利用率を林分の平均利用率として適用している。したがって一般材および低質材を含む全利用率の算出は、次のように行なった。

$$\text{利用率(\%)} = \frac{\text{一般材, 低質材の利用材積の総和}}{\text{間伐木の立木幹材積の総和}} \times 100 \dots\dots(2)$$

4) 価格レベルごとの区分

上述の一般材を幹丸太、短尺・端尺材ごとに区分し、一般材の短尺・端尺材と低質材Aとは、市場での取引時の価格にも大差がないものと思われるので、市場での取引時の価格レベルで、次のように区分した。

- (1) 価格レベルⅠ：幹丸太
- (2) 価格レベルⅡ：短尺・端尺材と低質材A
- (3) 価格レベルⅢ：低質材B

Ⅱ 結果と考察

1) 間伐木の平均直径と平均樹高

今回調査した初回間伐林の本数間伐率は、ほぼ25～30%前後であった。これらの間伐木の平均直径、樹高は表-1に示すとおりである。

ヒノキ間伐木の平均直径は10～12cm、平均樹高は8～10mであった。また一般材、低質材区分ごとの平均直径、樹高は、一般材では14～16cm、10～12m、低質材では10～12cm、8～10mである。スギでは平均直径は8～14m、平均樹高は8～11m、一般材では12～18cm、9～13m、低質材では6～14cm、7～9mであった。

2) 間伐木の中で占める一般材、低質材の本数、材積の割合

間伐木の中で占める一般材、低質材区分ごとの本数、材積の割合は表-2に示すとおりである。

一般材の占める割合は、ヒノキでは本数で5～23%、平均12%、以下()の中の数値は平均を示す。材積では12～43%(25%)、スギでは本数で12～63%(29%)、材積では22～87%(47%)であった。また低質材で胸高直径10cm以下の本数、材積の占める割合は、ヒノキでは本数で33～64%(55%)、材積では17～36%(28%)、スギでは本数で17～82%(42%)、材積では6～52%(19%)を

占めている。

表-1 間伐木の平均直径・樹高一覧表

No	営林署	林 齢	一 般 材		低 質 材		(一般材+低質材)	
			直 径	樹 高	直 径	樹 高	直 径	樹 高
		年	cm	m	cm	m	cm	m
1	人 吉	23	15.6	11.4	11.1	8.6	11.4	8.8
2	"	24	15.6	11.6	11.8	9.9	12.2	10.1
3	熊 本	25	15.3	9.8	10.2	8.0	10.5	8.1
4	人 吉	25	15.0	11.0	9.9	8.9	10.8	9.3
5	"	26	15.4	10.8	10.0	8.0	10.4	8.2
6	熊 本	26	14.7	10.3	10.1	8.2	10.7	8.4
7	"	26	16.8	10.8	10.6	8.3	10.9	8.4
8	"	28	15.5	10.7	10.3	8.3	11.3	8.7
9	"	29	13.8	9.9	9.3	7.7	10.3	8.2
10	菊 池	29	13.8	10.9	9.2	8.4	10.0	8.8
11	"	24	14.3	9.3	10.2	7.9	10.7	8.1
12	矢 部	24	16.7	10.5	11.9	8.1	12.9	8.6
13	人 吉	24	16.1	11.1	10.0	8.9	11.4	9.4
14	菊 池	25	16.1	10.3	10.7	8.2	12.6	9.0
15	矢 部	25	15.1	11.4	11.4	9.1	13.4	10.3
16	八 代	25	15.1	12.7	8.8	8.6	12.8	11.2
17	矢 部	26	14.8	11.3	10.7	9.2	11.9	9.8
18	八 代	26	13.3	11.6	9.1	8.7	10.9	10.0
19	熊 本	27	14.1	10.0	10.2	8.1	11.6	8.7
20	菊 池	27	12.7	10.3	8.7	8.4	9.9	9.0
21	矢 部	27	18.2	11.1	12.9	9.2	13.7	9.5
22	八 代	28	11.7	9.8	6.5	7.3	7.4	7.7
23	熊 本	28	14.1	9.3	10.2	7.9	10.8	8.1
24	矢 部	28	18.3	11.1	13.4	8.7	14.0	9.0
25	熊 本	28	17.5	11.6	12.6	9.1	13.8	9.7
26	菊 池	29	12.8	10.4	9.3	8.7	10.5	9.2
27	"	29	13.8	10.9	10.3	9.0	11.4	9.6
28	熊 本	29	16.1	11.0	12.5	9.1	13.5	9.6

注) No1～10までヒノキ、No11以下はスギを示す。

表-2 一般材, 低質材区分別本数・材積割合および全利用率

No	一般材		低質材(直径12cm上)		低質材(直径10cm下)		全利用率
	本数比率	材積比率	本数比率	材積比率	本数比率	材積比率	
	%	%	%	%	%	%	%
1	7.8	16.6	47.9	64.0	44.3	19.4	73.8
2	9.4	16.3	57.9	66.6	32.7	17.1	75.8
3	5.4	12.4	33.1	53.0	61.5	34.6	71.0
4	15.9	31.3	29.2	42.2	54.9	26.5	70.4
5	6.2	17.0	29.7	47.7	64.1	35.3	70.3
6	12.9	27.1	29.1	42.1	58.0	30.8	70.4
7	4.7	12.5	38.8	59.4	56.5	28.1	72.0
8	18.1	37.8	30.0	38.5	51.9	23.7	69.9
9	23.0	43.0	17.4	26.5	59.6	30.5	69.5
10	18.6	37.2	17.3	27.1	64.1	35.7	69.0
11	12.1	22.3	31.8	46.8	56.1	30.9	71.1
12	21.1	36.9	48.9	51.7	30.0	11.4	73.8
13	23.7	46.9	23.3	29.4	53.0	23.7	70.1
14	35.1	57.9	27.1	29.0	37.8	13.1	70.2
15	53.2	70.0	23.7	23.0	23.1	7.0	72.3
16	63.0	86.8	6.0	6.0	31.0	7.2	71.5
17	27.3	44.5	30.1	31.3	42.6	24.2	72.9
18	44.1	67.3	9.3	11.7	46.6	21.0	69.2
19	34.8	54.2	17.4	24.6	47.8	21.2	70.2
20	30.3	51.3	7.8	12.1	61.9	36.6	67.8
21	16.0	29.7	63.1	63.6	20.9	6.7	74.9
22	17.1	44.4	1.2	3.2	81.7	52.4	55.2
23	16.7	28.9	30.6	44.7	52.7	26.4	71.4
24	12.4	23.4	70.7	70.9	16.9	5.7	75.7
25	25.2	44.0	47.5	48.8	27.3	7.2	74.2
26	33.9	51.2	14.6	21.8	51.5	27.0	69.6
27	32.9	48.3	24.7	33.0	42.4	18.7	71.3
28	29.2	42.6	47.3	50.8	23.5	6.6	73.9

また立木幹材積に対する一般材(幹丸太, 短尺・端尺材)の利用材積の占める割合は, ヒノキでは8~29%(16%), スギでは15~61%(32%)であった。

ヒノキに比べてスギの方が全般的に一般材の占める割合が高い傾向にあるが, 林分によって, その変動幅が大きい。ヒノキの場合は資料数も少ないが, その割合は少ないようで

ある。

林分ごとの最大直径からの累積本数および累積材積の割合をみれば, 累積本数率が50%の点で累積材積率は75%以上の材積を占めている。このことから間伐木の約半数は材積的にはあまり寄与していないことがわかる。

3) 利用率

一般材(幹丸太, 短尺・端尺材)の利用率は, 上記の(1)式で算出した結果, ヒノキでは63~67%, スギでは65~70%で, 両者とも大差はない。また一般材, 低質材を含む全利用率は(2)式で算出した。この結果を表-2に示した。この場合の利用率はヒノキでは69~76%, スギでは55~76%で, スギ1例を除けば両者とも68~76%で, その変動幅は小さく, 間伐木の平均胸高直径が大きくなるほど高くなる傾向がみられた。

4) 価格レベルごとの利用材積の割合

ここでは市場での取引時の価格で, 上記で区分した3つの価格レベルごとに, その利用材積の占める割合を比較した。その結果を表-3に示した。ヒノキではⅠが4~15%(9%), Ⅱが21~41%(32%), Ⅲが25~36%(31%)で, スギではⅠが8~41%(20%), Ⅱが14~45%(29%), Ⅲが8~38%(22%)であった。

表-3 価格レベルごとの利用材積の割合

No	価格レベル			No	価格レベル		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
	%	%	%		%	%	%
1	6.5	39.9	24.7	15	30.3	29.7	12.3
2	6.3	41.2	28.3	16	41.0	22.8	7.7
3	4.2	32.9	33.9	17	18.6	23.5	30.8
4	11.5	32.0	26.9	18	28.6	21.1	19.5
5	6.1	31.1	33.1	19	21.6	28.1	20.5
6	9.7	24.5	36.2	20	20.3	18.5	29.0
7	4.4	36.2	31.4	21	12.1	42.3	20.5
8	13.5	31.9	24.5	22	17.1	13.6	24.5
9	15.1	23.8	30.6	23	10.8	32.9	27.7
10	14.1	21.4	33.5	24	9.5	44.7	21.5
11	8.3	24.7	38.1	25	22.4	35.0	16.8
12	14.7	37.8	21.3	26	20.5	22.1	27.0
13	19.7	28.0	22.4	27	20.0	30.5	20.8
14	22.8	31.0	16.4	28	18.0	38.7	17.2

これらの若齢林分の間伐木は、上述したように、小径木や形質不良木が多く、利用面からも不利な立場にあるが、一般材以外は杭木、杭木、緑化木支柱、チップ材などに利用されている。

今回の調査ではいろいろと不備な点があったが、本報告の裏づけとして現実の素材生産量の把握および間伐実行上や流通面での諸問題まで、今後さらに検討する必要がある。

Ⅲ ヒノキ間伐量の算定について

木曾分場 原 寿男, 原 光好

1. はじめに

木曾谷のヒノキ造林は、明治27年から実行され、一林班を皆伐して、15～20haの大面積を植栽した所が昭和10年代まで続き、その後は小面積となった。間伐手遅れの造林地は最近の間伐量の増加により減少してきている。70年生以上の造林地は、数年前より小面積皆伐の対象となるものが増えている。

長野営林局統計書によると、昭和53、54年度には、500ha、42,000m³の間伐が行われ、漸増の傾向が伺われる。

この研究は、現在実行されている間伐方法による立木処分地について、間伐木の構成、間伐量を調査し、間伐木価格の試算方法の提案を行ない、今後のヒノキ林における間伐量の算定に役立てようとするものである。

2. 間伐木の選定方法

昭和52年度より実施されている木曾谷第3次地域施業計画によると、間伐本数の基準は相対幹距比20%に相当する残存本数が維持できることを目安としている。選木は被圧木、介在木を対象とすることは、前計画と同じであるが、新たに中層木を間伐対象とすることで、適材の割合を増し、間伐効果と実行性の確保を図っている。この場合林分の林冠構成に影響の少ない被圧木のうち、小直径、曲り等のため市場価値がないと判断される木については間伐対象木から除外すると共に、適正密度を維持するための残存本数に含めないこととしている。

なお、昭和50年、51年度の間伐対象木は、収穫予想表に基づく定量間伐方式が採られ、被圧木、介在木が主体となっている。

3. 調査方法

この研究では調査対象地域として木曾谷を選び、昭和53～55年度に間伐のための立木

処分が実施された林分(小班)を主体として調査を行なった。調査箇所数は97である。調査内容は次のとおりである。

(1) 間伐処分の実施された箇所ごとに、面積と樹種別(ヒノキ・サワラ、その他)の本数・材積・伐採率を調べ、ヒノキ・サワラについては直径階ごとの本数と樹高から、直径級(8～12, 14, 16, 18～22, 24～28, 30～34, 36cm以上)ごとの本数、材積および直径・樹高の平均を求めた。

(2) 間伐処分箇所の樹種別蓄積、地位、地利などの立地条件を森林調査簿より求めた。

調査地におけるヒノキ、サワラの間伐対象木の総体の平均と範囲は表-1のとおりである。haあたり間伐材積の平均は52m³となっているが、その他を含めると61m³となる。

表-1 調査地の間伐木の概要

	対象面積	林 齢	haあたり 間伐材積	直 径	樹 高	直径18cm以上 の材積比率
平 均	16.1 ha	51 年	52 m ³	15.4 cm	12.6 m	53 %
範 囲	2～47	42～84	18～103	10.9～20.9	8.9～17.7	5～94

注) ヒノキ・サワラを対象。

またヒノキの混交率および間伐率により、全樹種ごとの間伐材積別に調査地を分類したものを表-2に示す。

表-2 ヒノキ混交率と間伐率による間伐材積級別調査地数

	%	ha あ た り 間 伐 材 積									計
		30	40	50	60	70	80	90	100	110 m ³	
混 交 率	100	1	5	10	7	7	1		1		32
	90	1	6	5	5	3	5	2		2	29
	80	1	3	8	7	1	2	1		1	24
	70			1	1			1			3
	60			1	1	2					4
	50		2			1					3
	40			1						1	2
	36～40					1	1	1			3
	24～26		1	5	3	7	3	1		1	21
	15～23	2	14	19	18	6	4	2	1	3	69
	12	1	1	2							4
	計	3	16	26	21	14	8	4	1	4	

この表から間伐対象林分は、ヒノキの混交率80%以上のものが約90%を占め、間伐材積は40~70m³が80%となっていることから、間伐はヒノキ混交率80%以上の林分で間伐材積は40~70m³程度であり、間伐率は15~23%の多いことがわかる。

4. 間伐対象木の構成状態

1番丸太で10.5cmの柱材が採材できる最小の胸高直径を経験的に18cmとし、18cm以上の間伐木材積を全間伐木材積との比で示すと、調査地での平均は表-1に示すように53%となる。間伐対象木の直径は、林齢と共に増加する傾向があると考えられるので、年齢別に調査地数を示すと表-3のようになる。この表によれば、年齢による18cm以上の材積歩合は林齢とはっきりした関係は認められないが、最多頻度は42~52年、51~62年の40~49%から63~84年の50~59%に移っている。間伐対象木の構成状態を、さらに詳しく検討するため、年齢の両端にある42~50年と63~84年について材積歩合40%以上の調査地(表-3に点線で示す)について間伐木の構成状態を比較検討した。

表-3 林齢別、直径18cm以上の材積歩合別調査箇所数

直径18cm以上の 材積歩合 %	林 齢 年			
	42 ~ 50	51 ~ 62	63 ~ 84	計
5 ~ 29	3	3	3	9
30 ~ 39	2	6	1	9
40 ~ 49	7	17	6	30
50 ~ 59	6	7	10	23
60 ~ 69	2	3	5	10
70 ~ 88	4	9	3	16
計	24	45	28	97

材積歩合級ごとの年齢別に属する調査地の間伐対象木の平均構成を表-4に示す。この表から年齢級とも材積歩合が増すと平均直径・平均樹高が増加しているが、haあたり間伐材積は、はっきりした傾向が認められない。また間伐対象木の平均直径は各材積歩合級で年齢級ともほぼ等しいが、平均樹高は材積歩合60%以上で若い年齢級の方が大きくなっている。このことは間伐本数、材積とも年齢級が大となっていることと合せて、間伐手遅れのため、被圧木が多くなっていることを示していると考えられる。

さらに、これら調査地の直径階別材積百分比を示すと表-5のとおりである。この表から材積歩合の増加に伴って、柱材の採材が困難な16cm以下の百分比が低下する傾向が伺われ

表-4 間伐木構成状態の比較

直径18cm以上の 材積歩合	箇 所	平均林齢	ha あ たり		平均直径	平均樹高	平均地位
			本 数	材 積			
40 ~ 49	7	45	383	44	14.8	11.9	7
	6	74	472	53	14.1	11.9	9
50 ~ 59	6	46	390	50	15.2	12.4	7
	10	69	442	61	15.2	12.8	6
60 ~ 69	2	45	263	46	16.5	14.1	8
	5	69	471	75	16.2	13.0	6
70 ~ 88	4	44	167	40	18.3	16.5	8
	3	71	185	44	18.7	14.8	7
平 均	56	19	45	327	15.9	13.2	7
	57	24	70	423	15.5	12.9	6

表-5 直径階別材積百分比の比較

直径18cm以上の 材積歩合 %	右 の 平均値	平均 林 齢	箇 所	直 径 階 の 百 分 比 (%)						
				8~12	14	16	18~22	24~28	30~34	36上cm
40 ~ 49	45	45	7	16	18	21	38	6	1	0
	42	74	6	20	18	19	35	7	1	0
50 ~ 59	53	46	6	13	14	19	42	9	2	0
	55	69	10	13	15	17	40	11	3	1
60 ~ 69	64	45	2	8	12	17	48	13	2	1
	64	69	5	9	11	15	44	16	4	0
70 ~ 88	78	44	4	1	5	17	63	12	1	1
	79	71	3	11	12	15	41	15	5	1
平 均	56	45	19	11	13	19	46	9	1	0
	57	70	24	13	14	16	40	13	4	1

る。また直径階別材積比の構成が老齢林分では大きい直径級の割合が幾分高くなっていることから、中径以上の蓄積が若い林分より多いことが推察される。間伐対象林分の全林木の調査記録が残されておれば、間伐対象木の林分内での構造分析ができるのではないかと考えられる。

間伐木の選定方法の相異により、間伐木の構成状態がどのように変化するかを調べるため、昭和50、51年に間伐木調査が行なわれた17調査地について、間伐木の構成状態、直径階別材積百分比を表-6、表-7のようにまとめ表-4、表-5と比較すると、ほぼ同じような結果となった。このことから、現段階では間伐木の現地での選定は、要領による違いは認められないと推察される。

表-6 昭和50、51年度処分の間伐木の構成状態

箇所	18cm以上の材積%	林 令	本 数	材 積	H	D	地 位
6	25	65	658	48	10.8	12.1	7
6	47	55	420	45	11.0	14.3	6
5	59	62	517	71	12.3	14.9	7
平均	44	60	533	54	11.3	13.7	7

表-7 昭和50、51年度処分の直径階別材積百分比

	平均林齢	箇所数	胸 高 直 径 階 の 百 分 比 %							
			8~12	14	16	18~22	24~28	30~34	36上	18上cm
	65	6	38	20	17	22	3	0	0	25
	55	6	17	16	20	37	8	2	0	47
	62	5	14	12	15	43	14	2	0	59
計平均	60	17	24	16	18	33	8	1	0	42

5. 間伐木価格の試算方法

新たに間伐計画を樹てようとする場合、間伐木価格は、一つの大きな要因と考えられるので間伐木価格の試算方法の検討を行なった。この試算に用いた市場価格は一般材に関するもので、曲りなど欠点のある一般材以外のものの市場価格は除いてある。

調査地ごとの市場価格は、長野営林局で使用している直径階別の基準価格、造材歩合と調査地の直径階別材積を用いて算出したものをhaあたりに換算したものである。このようにして算出した調査地ごとのhaあたり市場価格を、50万円単位の4つのクラス(100~149万、150~199万、200~249万、250~299万)に分類し、haあたりのヒノキ間伐材積と直径18cm以上のものの材積比率をプロットすると図-1に示すように、両者の関係はクラスごとにほぼ平行的な直線で示される。したがって各クラスごとにhaあたりヒノキ間伐材積を独立変数に、18cm以上のものの材積比率を従属変数として一次回帰式をあてはめ、次式

が得られた。

$$\text{クラスA (100~149万)} \quad y = 102.87 - 1.39x$$

$$\text{クラスB (150~199万)} \quad y = 134.75 - 1.58x$$

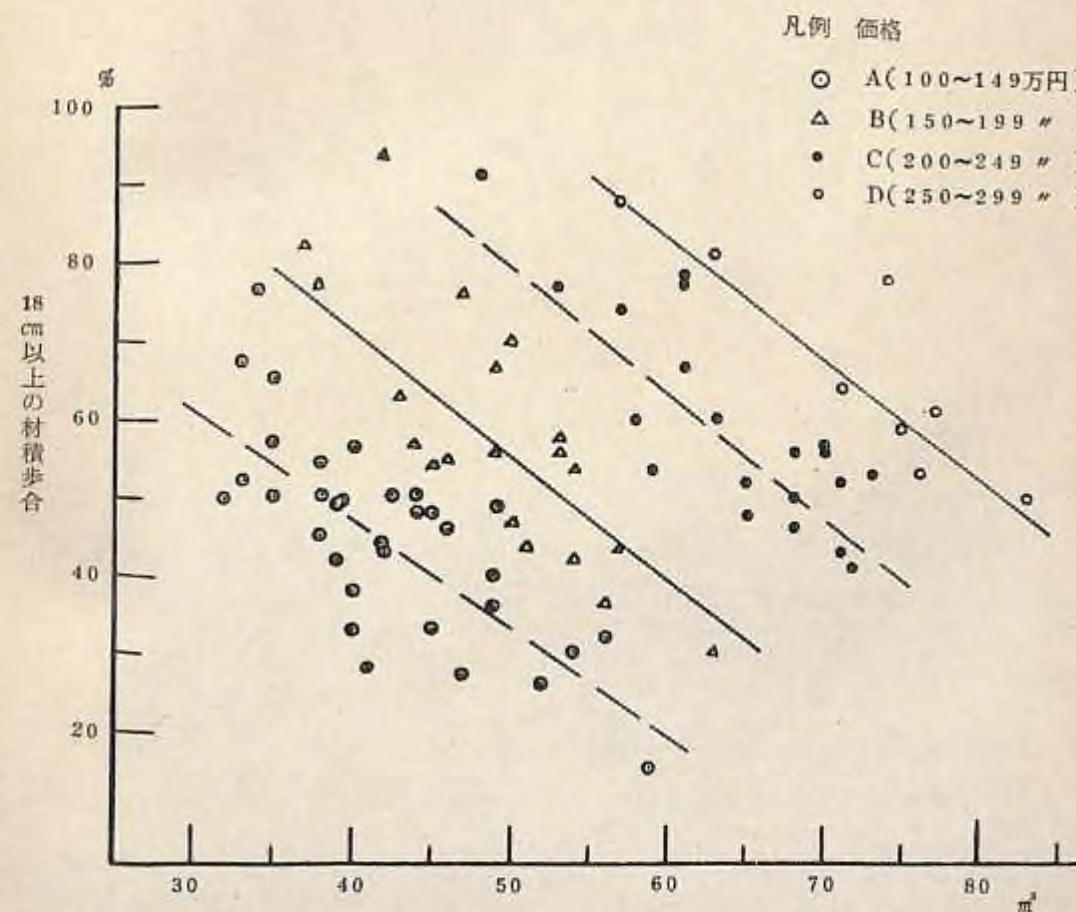
$$\text{クラスC (200~249万)} \quad y = 154.47 - 1.47x$$

$$\text{クラスD (250~299万)} \quad y = 178.01 - 1.57x$$

y : 18cm以上のものの材積比率

x : haあたりヒノキ間伐材積

これらの式は、いずれも相関係数は0.9以上であった。



4aあたりヒノキ間伐材積
図-1 価格クラス別の間伐材積と18cm以上の材積歩合の関係

図-1の使用方法として2通りの方法を考えた。その一つは、 ha あたり間伐材積と18cm以上の材積比率を図上へプロットし、その位置が各クラスの中心線のいずれかを越えていれば、間伐木の価格は、少くともそのクラスの最小値以上となることが推定できる。例えば、間伐材積が60m³で、18cm以上の材積歩合が50%であれば、BクラスとCクラスの中心線の間にあるので、間伐木価格は、少くとも150万以上あることが分る。第2の方法は、 ha あたり事業費と ha あたり間伐材積が分っている時、事業費を下まわらない間伐収入を上げるため、伐採すべき柱適材(直径18cm以上)の材積歩合を予想することである。

例えば、事業費が100~149万円程度で、間伐材積を50m³とすると、Aクラスの中心線から18cm以上のものを材積歩合で33%程度含める必要のあることが分る。このような間伐が実行できるかどうかは、林分構造で判断する必要があり、これにより間伐事業実行の収支の予想ができる。

木曾谷ヒノキの間伐事業費の基準は100~149万(Aクラス)となっているので、このクラスに属する33調査地について、次式で係数を求めたところ、平均値は0.07となり、その変動は極めて僅かであった。

$$\text{係数} = \frac{ha\text{あたり間伐木市場価格(万単位)}}{ha\text{あたり間伐材積} \times 18\text{cm以上の材積比率} \times 100}$$

したがって、平均的な場所での間伐価格は次のようにして求めることができる。

$$ha\text{あたり間伐木価格(万円単位)} = ha\text{あたり間伐材積} \times 18\text{cm以上の材積比率} \times 7$$

6. おわりに

間伐木の実態を解析するため、有利に売払いのできる18cm以上のものの材積比率はかなり有意義な因子であり、また間伐収支を予測するためにも有効であると考えられる。ここで得られた結果を施業計画で活用するには、林分構成の各因子と材積比率の関係についてさらに検討を続ける必要があろう。

〔V〕 間伐木販売価格予測のためのスコア表の作成について

四国支場 佐竹和夫、都築和夫、吉田 実

1. はじめに

間伐は主伐に比べて生産コストが高く、また若齢間伐の場合は一般に材質が劣り、材価が安いので、林道からはなれた個所など条件の悪い林分は捨て伐りとなる場合が多い。この研究は、間伐木の立木販売価格予測のため、価格の算定に関係のある因子の、市場ブロック間

の比較や販売価格への寄与率などにつき分析し、その結果をふまえて数量化I類によるスコア表を作成したものである。用いた資料は、高知営林局管内国有林で昭和49~52年までの間に実施した102点の間伐資料である。高知営林局では昭和53年に数量化I類によりスコア表を作成しているが、今回の作成は、予測精度を一層高めるための手法を見出す目的で行なったものである。本場電算機を使用し、資料の分析や計算は本場技術情報室長西川匡英氏の御尽力によるものである。

2. 資料の分析

間伐材は、その用途、流通や加工形態、販売価格など地域的な特色がよいといわれる。そこで、間伐材価格に影響を与える潜在的因子として市場ブロックをとり上げ、次の2つの観点から分析した。

- ① 林況、地況、その他の因子の面から、市場ブロックごとに差があるかどうかを分析する。
- ② 次に間伐材価格と林況、地況、その他の因子の関係を市場ブロックごとに検討する。

1) 市場ブロックごとの生産構造上の差

調査個所102を市場ブロックごとに分けると中村3、高松3、高幡30、安芸25、高知24、宇和島9、松山8となった。これらの102個所をそれぞれの林況、地況、その他の23個の因子(表-1)を用いて表わすと、23次元空間上に102個所の点が表わされ上記の7つの市場ブロックの様相が理解できる。ここで、この7つの市場ブロックを最もよく判別する次のような函数を考える。

$$Z = a'(x - \bar{x}) = \sum_{i=1}^p a_i (x_i - \bar{x}_i)$$

ここで、 \bar{x}_i : データ全体の平均

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{k=1}^g n_k \bar{x}_{ik}}{\sum_{k=1}^g n_k} \quad (g \text{ は群の数})$$

この判別関数Zの係数ベクトル a は、Zの群間分散の群内分散に対する比を最大にするという条件から得られる。このときの固有ベクトルおよび値を表-2に示した。

また、2次元まで次元を減すことを考え、2つの判別軸 Z_1 、 Z_2 のスコアを算出し、 $Z_1 - Z_2$ 平面上に示すと図-1のようになった。図-1から、高幡、安芸、高知ははっきり区分されることがわかる。中村、高松、宇和島、松山については調査個所が少ないため、はっきりしたことはいえないが、中村、宇和島は高幡の市場ブロックに近く、そして松山は高幡、安芸の中間型、高松は他のいずれの市場ブロックとも異った林況、地況などの因子をもっているといえる。

表-1 間伐木立木価格予測のための因子

林況	林分(小班)	面積
		林齢
因子	間伐木	混交歩合 スギ
		ヒノキ
地利因子		その他
		haあたり 本数
		haあたり 材積
		平均胸高直径
		平均樹高
		小径木占有度
		haあたり 材積
		haあたり 本数
		混交歩合 スギ
		ヒノキ
		間伐量(事業量)
		平均胸高直径
		平均樹高
		造材歩止り
		小径木占有度
		集材距離
		集材線本数
		市場までの距離
		市場ブロック

註：小径木占有度は胸高直径12cm以下のものの材積割合。

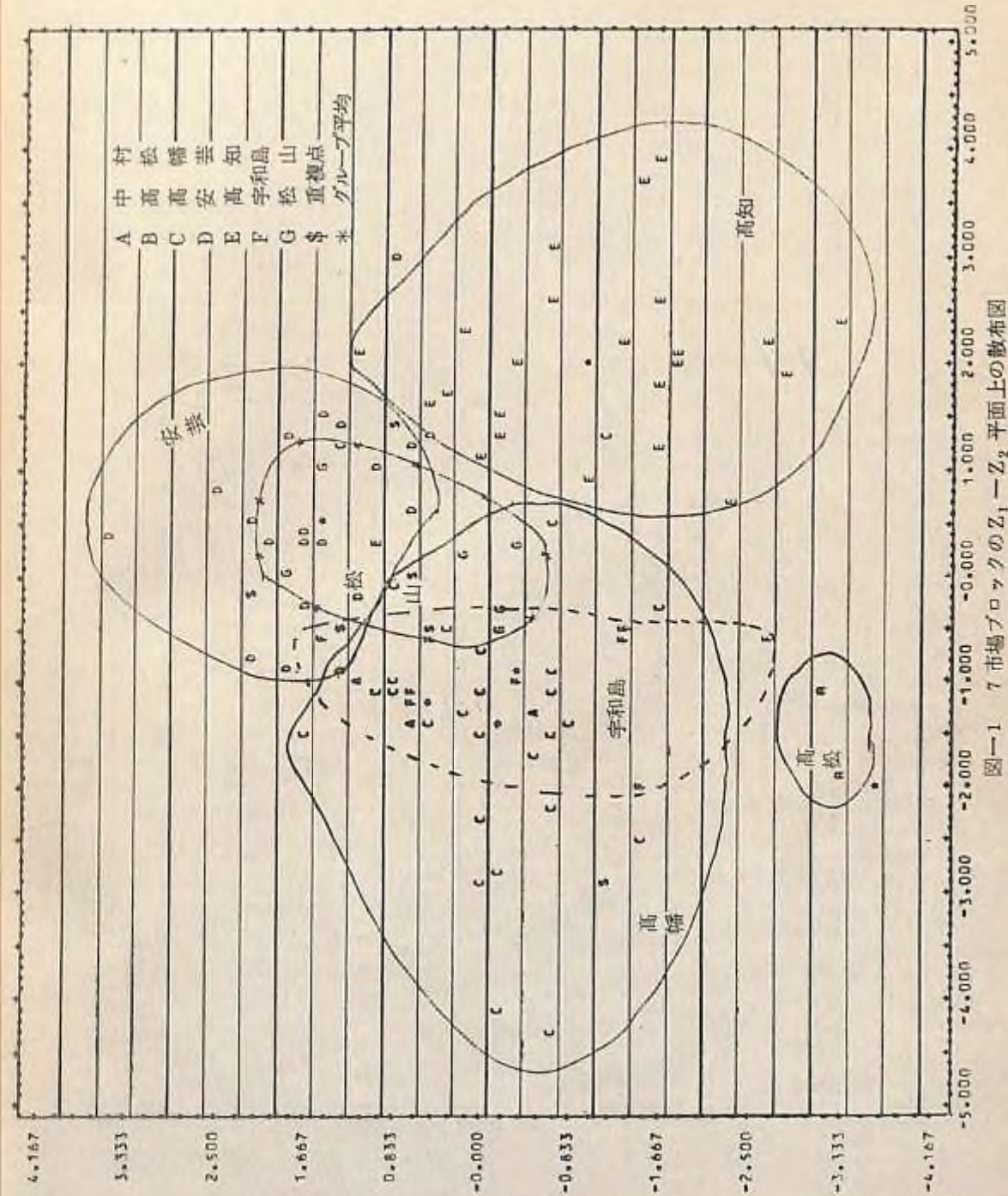


図-1 7 市場ブロックのZ₁-Z₂平面上の散布図

表-2 固有値と固有ベクトル

固有ベクトル			
販売価格		-0.817201 E-05	0.121210 E-04
林分	面積	-0.649344 E-03	-0.186864 E-03
	林 齢	0.248566 E-02	-0.182209 E-03
	haあたり材積	-0.284056 E-03	-0.113153 E-04
	混交歩合 スギ	-0.214093 E-01	0.891873 E-01
	〃 ヒノキ	-0.204758 E-01	0.882881 E-01
	〃 その他	-0.182088 E-01	0.775361 E-01
	haあたり本数	-0.224151 E-04	0.343337 E-04
	平均直径	0.769892 E-02	-0.144016 E-02
	平均樹高	0.537047 E-02	-0.958266 E-02
	小径木占有度	0.821141 E-03	0.152068 E-02
間伐木	haあたり材積	0.292032 E-02	-0.756824 E-03
	haあたり本数	0.117085 E-04	0.159275 E-03
	混交歩合 スギ	0.110903 E-01	-0.628803 E-03
	〃 ヒノキ	0.906421 E-02	-0.214100 E-02
	間伐量	0.885016 E-11	0.215213 E-10
	平均直径	0.354253 E-02	0.172083 E-01
	平均樹高	-0.148216 E-01	-0.122956 E-01
	造材歩止り	-0.116080 E-01	-0.347484 E-02
	小径木占有度	-0.220932 E-02	-0.476076 E-02
地利	集材距離	0.798506 E-06	0.951062 E-04
	集材線本数	0.132761 E-01	-0.271295 E-02
	市場までの距離	0.657519 E-02	-0.240893 E-02
固有値		1.93211	1.31031

2) 間伐材価格と林況、地況などの因子との関係

次に調査個所の比較的多い高幡、安芸、高知の市場ブロックをとり上げ、これらの地域ごとに、間伐材の販売価格と林況、地況などの因子との関係をみてみよう。

3つの市場ごとおよび全市場をこみにした場合の重回帰分析を行なったが、説明変数が23個と多いため、変数選択型の手法のうち、変数増加法(Forward Selection)を用いることにした。

この結果によると、高幡、安芸はいずれも林齢、間伐木の内容などで販売価格が比較

的によく推定されるが、高知は面積、間伐前のha当たり材積などやや異った因子がとり入れられている。変数増加法では最初に販売価格と最も相関の高い因子がとり入れられ、次にこれと組み合わせるとき重相関係数の高くなる因子がとり入れられる手順になっている。このことから高幡、安芸では間伐材の価格と林齢が最も相関が高く、一方、高知ではむしろ面的な因子である間伐地の面積が一番相関が高いのは興味深い。

表-3でも明らかのように、林齢や面積などの因子の他に、間伐材の価格には間伐前後の樹種構成が何らかの形で寄与していることが考えられる。

表-3 市場ブロックごとの間伐木価格の重回帰分析

市場ブロック	ステップ	有効な因子	重相関係数	自由度調整済の重相関係数
高幡	1	林 齢	0.89	0.88
	2	小径木占有度(林分)		
	3	間伐木平均直径		
	4	集材距離		
	5	集材線本数		
安芸	1	林 齢	0.78	0.74
	2	間伐木ヒノキ混交歩合		
	3	歩止り		
高知	1	面積	0.84	0.80
	2	haあたり材積(林分)		
	3	その他の混交歩合(林分)		
	4	間伐木ヒノキ混交歩合		
3市場をこみにした場合	1	林 齢	0.77	0.75
	2	スギ混交歩合(林分)		
	3	その他の混交歩合(林分)		
	4	造材歩止り		
	5	市場までの距離		

3) 数量化I類による要間伐林分の検討

そこで、昭和53年度に高知営林局が行った要間伐林分スコア表作成における数量化I類の解析と比較するため、間伐木の樹種構成を因子としてとり入れることにした。この場合のカテゴリーとしては樹種の混交歩合がスギ100%、ヒノキ100%、スギ60%以上、ヒノキ60%以上、その他の5カテゴリーとした。高知営林局が行なった数量化I類では項目としては、林齢、面積、ha当り間伐材積、事業量、間伐木胸高直径、間

伐木の小径木占有度（胸高直径12cm以下のものの材積割合）、歩止り、集材方法、集材距離、集材線本数、市場ブロックの11項目で樹種構成は含まれていない。また間伐木の価格は1㎡当たり11～17,010円と変動が大きく、次のようなグレードを用いている。（表-4）

表-4 外的基準のグレード

グレード	㎡当りの単価（円/㎡）
1	0～70
2	71～200
3	201～1,000
4	1,001～2,000
5	2,001～3,000
6	3,001～5,000
7	5,001～7,000
8	7,001～10,000
9	10,001～

ここで、どの因子が間伐木価格に寄与しているかを見るための指標として偏相関係数、レンジ、分散比を用いる方法などがあるが、寄与している因子の順位はこれらの方法によっても異なり、またアイテム（項目）やカテゴリーのとり方によっても異なる。川端は、この3つの尺度を同じデータにもちいて項目の相対的重要度（寄与している因子の順位）を検討しており、その結果によると、寄与している因子の順位は分散比、レンジ、偏相関係数によって異っている。しかし、寄与していない因子はいずれの方法においても、その順位はあまり変わらないことから、高知営林局が昭和53年に実施した結果から偏相関係数の低いha当り間伐量、事業量、集材距離、市場ブロックを除くことにした。また、一方先の市場ごとの重回帰分析では、林齢、面積、間伐木胸高直径、間伐前の小径木占有度、歩止り、などが取りあげられているが、高知営林局が行った数量化I類の偏相関係数をみても、これらの項目は比較的高い値を示している。そこでこれらの項目に間伐木の樹種混交歩合を加え、林齢、面積、間伐木の平均胸高直径、小径木占有度、歩止り、集材方法の7つの項目を用いて間伐木の価格の予測を行なうことにした。

数量化理論においては標本の大きさは最小限、総カテゴリーの3～5倍は必要であるといわれている。今回用いた7つの項目のカテゴリーは、間伐木樹種混交歩合5、林齢5、面積5、間伐木直径5、小径木占有度5、歩止り6、集材方法7、合計38である。標本数は96となっているので、標本数は多少不足しているが、重相関係数は0.86と

なり、少ないカテゴリー数（高知営林局の場合は11項目で66カテゴリー）で、0.9に近い重相関係数が得られた。7項目を採用した場合の項目ごとの要因群スコア、レンジ、分散比を表-5に示した。

表-5 数量化I類によるスコア表

アイテム	カテゴリー	カテゴリー 順	スコア	レンジ	分散比
間伐木樹種 混交歩合	スギ 100%	1	5.86757	2.05128	0.06325
	ヒノキ 100	2	7.91886		
	スギ 60～	3	6.34086		
	ヒノキ 60～	4	7.34391		
	その他	5	7.19618		
林 齢	～25年	1	0.		
	26～30	2	-0.93251		
	31～35	3	0.83948		
	36～40	4	0.95436		
	41～45	5	1.68097		
面 積	～5.0ha	1	0.	1.30992	0.03500
	5.1～10.0	2	0.02168		
	10.1～15.0	3	1.30992		
	15.1～20.0	4	0.37908		
	20.1～	5	0.39417		
間伐木胸高直径	～12.0cm	1	0.	1.56852	0.06518
	12.1～14.0	2	-0.15024		
	14.1～16.0	3	-0.04508		
	16.1～20.0	4	1.41828		
	20.1～	5	0.56081		
小径木占有度	～20%	1	0.	1.10963	0.04000
	21～40	2	-0.13868		
	41～50	3	-1.10963		
	51～60	4	-1.08055		
	61～	5	-1.05682		
造材歩止り	～50%	1	0.	3.07457	0.09036
	51～55	2	-1.13449		
	56～60	3	-0.98677		
	61～65	4	-0.35960		
	66～70	5	0.64643		
	71～	6	1.94008		
集材方法	人力運搬	1	0.	3.40493	0.21037
	普通集材 一段	2	-1.52073		
	" 二段	3	-2.34581		
	" 三段	4	-1.68344		
	F型集材	5	-1.63751		
	F型+普通集材	6	-3.05765		
	F型+運材	7	-3.40493		

重相関係数：0.8599

ここで、さらに標本数を加え、間伐材価格の予測の精度を上げるための問題点について述べてみる。

(1) 先に市場ブロックごとの重回帰分析により、間伐木価格に影響を与える因子は、市場によってはかなり異なった内容をもつことがわかった。従って、事前にこれらの市場をいくつかのグループ化して、生産構造の類似した市場に予測式をあてはめることで予測の精度向上が得られると思われる。

(2) カゴリー数をふやせば重相関係数は1に近くなるが、残差平方和は必ずしも小さくならない場合がある。従ってカテゴリー数は、あまり多くとってもこれらの誤差もふえ、また標本数も多くとらねばならないことから、測定誤差が少なく、また、間伐木価格に与える影響の大きい項目を厳選して予測式を適用することが望ましい。

(3) 今回用いた資料の間伐木立木価格は11~17,000円/m³と巾が非常に大きい。これは各原因のうちで林齢の開きも大きく関係しているものと思われる。すなわち、林齢の範囲が20~46年で、高林齢のものは主伐とあまりかわらず、間伐といっても高品質のものが多いためと思われる。現在問題になっている30年生以下を対象とするためには、高林齢のものを除いて、30年生以下のものの標本数を増やすことにより予測精度が向上するものと思われる。

4) 市場価格はその用途(製材用、杭丸太用など)に応じ、さらに曲りなどの品質によって異ってくる。間伐実行が採算に合うかどうかは、林道までの搬出関係、市場までの距離、事業量、間伐材の大きさや質などによって異なってくる。なおこの研究の資料にはこれらの因子は搬出方法のほかは立木価格ではあまり「きく」因子として取り上げられていない。市場ブロックごとに、このような因子をもとに、損益分岐点を出すシステムをつくると、一つの間伐林分についての検討が可能となる。

3. おわりに

間伐木の販売価格に関係のある因子の分析と、予測のための方法や問題点について考案した。最小限の現地調査によって、間伐林分の立木販売価格の予測や、間伐実行の際の採算、不採算林の判定が可能となれば、採算、不採算林分の分布状況や面積、間伐可能量など、地域の間伐実行計画や路線計画をたてる際に必要な林分状態の把握が容易となる。今回の結果をもとに、標本数を増加して、さらに検討をつづけてゆきたい。

[V] 空中写真による間伐適期の判定と間伐可能量の推定

北海道支場 小木和彦

空中写真の判読値から、与えられた間伐基準に対する間伐可能量を推定する方法を検討した。

1. 対象林分と写真判読

検討に用いた林分は、帯広営林支局管内弟子屈事業区77林班ぬ小班に所在するベケレトドマツ人工林収獲試験地(1947年5月植栽、標準地面積0.2ha)である。

この試験地は1965年8月の設定以来5年ごとに定期調査と間伐が繰返され、1980年8月には、第4回調査と第3回の間伐が実行されている。

それぞれの定期調査では標準地内の全立木の胸高直径、樹高を測定し、また試験地設定時には、縮尺1/100の立木位置図が作成されている。これによって、地上調査データと写真像との単木的な対応づけが可能であった。

写真判読は空中写真上で標準地を10×10mの小プロット20個に細分し、それぞれの小プロットごとにおこなった。判読項目は樹冠幅(樹冠直径)、樹高、本数で、写真判読による推定値と地上調査値(実測値)との対比はこの小プロットを単位としておこなった。

使用した器材は樹冠直径の判読では楔尺板、樹高については視差測定桿を用いた。また空中写真は1970年9月林野庁撮影、山582、コース9-24、25(試験地の第2回調査と一致)と1975年9月林野庁撮影、山725、コース9-24、25(第3回調査と約8ヶ月のズレがある)を使用した。縮尺はそれぞれ約1/5,000(樹高測定に使用)と1/2,300(本数、樹冠直径の測定に使用)の2種類の引伸し写真である。

2. 林分材積の推定

間伐の必要度、緊急性は林分密度の相対値を示す収量比数によって判定することができる。この値は、ha当り本数と材積の関係によってきまるので、問題は林分の本数、材積を写真判読によって推定することに帰着する。この推定は、吉田らの方法⁽¹⁾にしたがって、次のように考える(図-1参照)。

図-1に示すように、まず①判読平均樹冠直径(\bar{CD}_p)から断面積平均直径(\bar{db})を推定し、②判読ha当り本数(N_p)からha当り本数(N)を推定する。次に③断面積平均直径(\bar{db})とha当り本数(N)を組み合わせ、ha当り断面積(B)を求める。④判読平均樹高(\bar{H}_p)

注) 上層木平均樹高、本数、材積間の関係が正確に収量密度効果式で表わせるような林分では、収量比数は上層木平均樹高と本数の関係によって求められるが、ここではより一般の場合を考える。

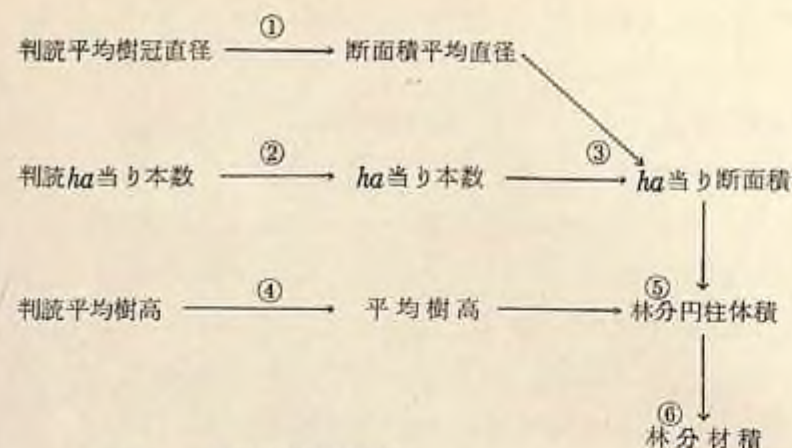


図-1 林分材積推定方法

から平均樹高(\bar{H})を推定し、⑤ha当り断面積(B)に平均樹高を乗じて、林分円柱体積($B\bar{H}$)を計算する。⑥林分材積を現在材積(V)と林分円柱体積($B\bar{H}$)の関係から推定するものである。

このようにして1970年と1975年の写真から因子別の判読値を求め、これを地上調査値(実測値)と対応させて以下の回帰関係を導いた。

1) 判読平均樹冠直径と断面積平均直径の関係

10×10mの小プロット内の立木について判読した樹冠直径の平均値(\bar{CD}_p)と地上調査によるプロットの断面積平均直径(\bar{db})の関係は、

$$1970年 \quad \bar{db} = -1.3219 + 5.8268 \bar{CD}_p \quad (r=0.8070) \quad (1)$$

$$1975年 \quad \bar{db} = -3.7262 + 7.3075 \bar{CD}_p \quad (r=0.7357) \quad (2)$$

となり、残差の標準偏差はそれぞれ0.79, 0.98cmで、年数の経過によって、 \bar{CD}_p の寄与率(r^2)が低下する傾向がみられる。

2) 判読ha当り本数と実測ha当り本数の関係

写真では下層木の判別が困難なために、一般に判読本数は過少となる。この試験地の場合の判読本数(N_p)と実測本数(N)の関係は、

$$1970年 \quad N = -312.8846 + 1.4183 N_p \quad (r=0.9252) \quad (3)$$

$$1975年 \quad N = -300.2193 + 1.3858 N_p \quad (r=0.9122) \quad (4)$$

となり、残差の標準偏差は198.214本で、ha当り本数の判読精度は良好と考えられる。

3) 判読平均樹高と実測平均樹高の関係

樹高の判読も下層の小径木や笹、その他の植生によって、根元位置の視認が困難なために実測値と比較して判読値は過少な推定となる。平均樹高の判読値(\bar{H}_p)と実測値(\bar{H})の関係は、

$$1970年 \quad \bar{H} = 1.8454 + 1.0424 \bar{H}_p \quad (r=0.9401) \quad (5)$$

$$1975年 \quad \bar{H} = 1.7301 + 1.0695 \bar{H}_p \quad (r=0.9936) \quad (6)$$

となり、残差の標準偏差は0.32および0.11mで、1.7~1.8m程度の過少推定ではあるが、1970年、1975年とも両者の対応は極めて良好である。

4) 林分円柱体積と林分材積の関係

判読した樹冠直径から導いた断面積平均直径(\bar{db})とha当り本数(N)から、ha当り新面積(B)が、

$$B = \frac{(\bar{db}^2 \cdot N \cdot \pi)}{(4 \times 10^4)} \quad (7)$$

として計算できる。またha当り断面積(B)と(5)、(6)式で求めた平均樹高(H)との積($B\bar{H}$)は、いわゆる林分円柱体積で、理論的にはこれに林分形数に乗じて林分材積がえられることになる。しかし、形数自体が林分ごとに異なることが予想されるので、林分円柱体積を直接プロット材積に対応させて推定式を求めた。すなわち、

$$1970年 \quad V = 36.4847 + 0.4166 B\bar{H} \quad (r=0.8796) \quad (8)$$

$$1975年 \quad V = 11.03263 + 0.3197 B\bar{H} \quad (r=0.8476) \quad (9)$$

となり、残差の標準偏差はそれぞれ19.2, 27.7m³となる。

3) 収量比数と間伐可能量の推定

収量比数(RY)とha当り本数(N)および材積(V)の関係は、トドマツの場合次式で近似できる(実用上は密度管理図の上で本数と材積に対応する点を探し、等収量比数曲線を補間して RY をよみとればよい)。

$$RY = (0.8336 + 2165.97 \cdot N^{-0.713784} \cdot V^{-0.609754})^{-1} \quad (10)$$

この式に(3)、(4)式から推定したha当り本数(N)と(8)、(9)式で推定した材積(V)を代入して算出した収量比数(推定 RY)と地上調査データの本数と材積を代入して算出した収量比数(実測 RY)との間の関係は図-2および次式のようになる。

$$1970年 \quad \text{実測} RY = 0.0493 + 0.9376 \text{ 推定} RY \quad (r=0.9567) \quad (11)$$

$$1975年 \quad \text{実測} RY = 0.0722 + 0.9118 \text{ 推定} RY \quad (r=0.8958) \quad (12)$$

これによって、基準密度が示されれば、写真判読によって場所ごとの間伐の必要度を判定

できる。

たとえばこの試験地において、収量比数が0.85以上の部分を間伐するとすれば、図-2の推定RYの値から、1970年では7プロット(実測RYで8プロット)、1975年では16プロット(実測RYで14プロット)がその対象となる。

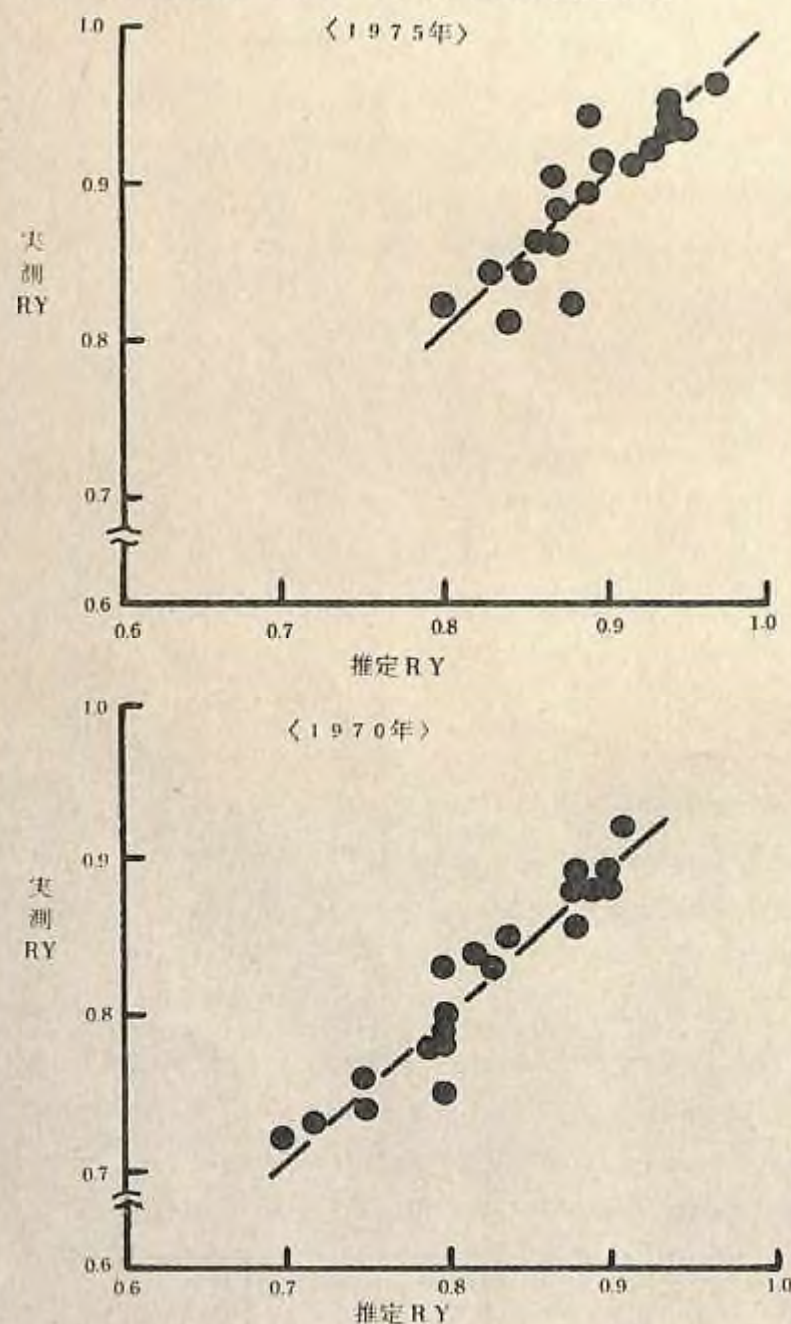


図-2 推定RYと実測RYの関係

間伐材積は収量比数の低下量と直径分布のどの部分から間伐木を選ぶかによって異なる。

通常の下層間伐の場合には、残存木材積は密度管理図の上で本数と材積の現況を示す点を等平均樹高曲線に沿って目標とする収量比数まで移動させて読みとることができ、したがって間伐材積は間伐前材積からの差として推定できる。

一回の間伐量は、収量比数の変化で最大限0.15以内にとどめるべきだとされている。ここで、小プロットのうち収量比数0.75以上の部分について、0.1だけ収量比数を低下させるように間伐をおこなうとすれば、これまでの結果から、予想間伐量が表-1のように求められる。

表-1 予想間伐量

<1970年>

小プロット番号	推 定			残 存 木		予 想 間 伐 量	
	本 数	材 積 _{mf}	収量比数	本 数	材 積 _{mf}	本 数	材 積 _{mf}
1	2,098	162.8	0.80	1,530	147	568	15.8
2	2,098	146.7	0.79	1,530	130	568	16.7
3	1,531	127.9	0.70				
4	1,956	171.8	0.80	1,480	149	476	22.8
5	2,524	213.3	0.88	1,880	192	644	21.3
6	2,949	217.9	0.91	2,005	197	944	20.9
7	2,240	144.3	0.80	1,550	127	690	17.3
8	2,098	179.1	0.82	1,740	168	358	11.1
9	2,098	161.8	0.80	1,450	145	648	16.8
10	2,666	192.2	0.88	1,820	178	846	21.2
11	2,666	156.2	0.84	1,820	137	846	19.2
12	1,673	155.8	0.75	1,170	133	503	22.8
13	2,949	179.2	0.88	2,010	158	939	21.2
14	1,956	128.9	0.75	1,360	110	596	18.9
15	2,524	244.1	0.90	1,720	223	804	21.1
16	1,956	215.6	0.83	1,350	190	606	25.6
17	1,673	203.2	0.80	1,160	177	513	26.2
18	2,949	209.4	0.90	2,030	186	919	23.4
19	1,531	143.7	0.72				
20	2,666	225.7	0.89	1,830	204	836	21.7

<1975年>

小プロット 番号	推 定			残 存 木		予 想 間 伐 量	
	本 数	材 積 m^3	収量比数	本 数	材 積 m^3	本 数	材 積 m^3
1	2,056	253.2	0.87	1,400	227	656	26.2
2	2,056	245.1	0.86	1,400	218	656	27.1
3	1,778	250.0	0.84	1,220	220	558	30.0
4	1,917	288.1	0.87	1,310	255	607	33.1
5	2,471	359.0	0.94	1,605	329	866	30.0
6	3,025	344.1	0.97	2,080	315	945	29.1
7	2,056	252.2	0.87	1,400	223	656	29.2
8	2,333	324.1	0.92	1,600	292	733	32.1
9	2,056	270.6	0.88	1,410	240	646	30.6
10	2,749	310.7	0.94	1,860	283	889	27.7
11	2,471	266.6	0.90	1,770	237	701	29.6
12	1,501	240.1	0.80	1,010	217	491	30.1
13	2,749	287.6	0.93	1,890	260	859	27.6
14	1,917	220.5	0.83	1,310	196	607	24.5
15	2,471	337.0	0.94	1,690	305	781	32.0
16	1,917	314.0	0.89	1,300	283	617	31.0
17	1,640	302.7	0.85	1,120	270	520	32.7
18	2,887	306.4	0.95	1,980	278	907	28.4
19	1,501	233.8	0.80	1,030	204	471	29.8
20	2,749	208.7	0.89	1,890	185	859	23.7

4. 考 察

間伐の必要度は対象とする林の収量比数によって判定され、間伐基準が与えられれば間伐可能量は林分の現実蓄積から推定することができる。しかし、広い地域についてこのための地上調査をおこなうことは費用的、労力的に困難と思われる。このため調査をより簡略化する方法として空中写真の利用を考えた。

空中写真から求めた平均樹高、本数および平均樹冠幅の判読値と ha 当り本数、林分材積の間には高い相関があり、この回帰関係を使うことによって収量比数や与えられた間伐基準に対する間伐可能量を推定できることがわかった。しかし5年間隔で撮影した2組の写真判読結果によると、これらの回帰は時間とともに変化することが示された。したがって、林分が異なる場合にも同様のことが予想される。

このことから、広い地域について間伐計画資料を求めようとするときは、まず大標本について写真判読をおこない、そのうちの一部の地上調査結果にもとづいて必要な回帰関係を求

める、いわゆる二重抽出法を用いるのがよいと思われる。

一方、疎密度や平均樹高などの分類基準による色々な林分タイプごとにここに示した方法で吟味し、比較判読写真とそれに対応する回帰関係を求めておけば、わずかの現地調査と室内作業だけで同様な推定が可能になると思われる。これについてはさらに測定例をふやして検討したい。

文 献

- 1) 吉田茂二郎・長正道・西沢正久：森林経営計画における空中写真の応用(I)，日林九支論，31 (1978)

亜高山帯針葉樹林及び
上部ブナ帯の施業法

亜高山帯針葉樹林および上部ブナ帯の施業法

I 試験担当者

		担 当
主査 本場造林部長	蜂 屋 欣 二	総 括
造林部植生研究室	前 田 禎 三	A - 1, 2
	谷 本 丈 夫	B - 1 - 1), 2)
	浅 沼 晟 吾	B - 2 - 1)
	鈴 木 和 次 郎	
土壌第 3 研究室	宮 川 清	
東北支場 造林第 2 研究室	瀬 川 幸 三	A - 3
	佐 藤 昭 敏	
経営第 1 研究室	柳 谷 新 一	B - 2 - 2), 3)
	金 豊 太 郎	
木曽分場 造林研究室	原 光 好	B - 1 - 3)
	仙 石 鉄 也	
(実 施 期 間 昭和 5 0 年 ~ 5 5 年)		

II 試験目的

亜高山帯や上部ブナ帯は低温、多湿という不良な気象条件にあり、土じょうもまた特殊なものが多く、開発跡地の更新には大きい困難性がある。また奥地という経営的悪条件も加わって、これらの地帯の安全確実な施業技術の体系化には問題が多く残されている。

さらに戦後昭和 3 0 年代よりこれら地帯の開発が進むとともに、自然公園など自然休養の場や風致維持の場として、また水土保持などの環境問題の面からも重要な役割をもつ地域としての認識が高まってきた。これらの地帯の天然林の施業技術の確立は多方面から望まれるところである。

この研究は以上の背景をうけて、安全確実でしかも事業実行が可能な施業技術の体系化を目的としてすすめられてきた。

Ⅱ 試験の経過と得られた成果

○ 試験の経過

亜高山帯および上部ブナ帯の天然林の施業についてはすでに約20年以前より、国立林試においてとりあげられてきた。とくに昭和40年より国有林との共同研究の形で進められている。すなわち

「亜高山帯の造林に関する研究」(40~44)

「亜高山帯および上部ブナ帯の更新に関する研究」(45~49)

「亜高山帯針葉樹林および上部ブナ帯の施業法」(50~55)

である。さらに56年度より「ブナ林および亜高山帯林の更新保育施業の体系化」として研究を進める予定である。

天然林の施業技術の研究は実証的データの集積に長期間を要するため、継続的な研究とならざるを得ないが、これまでに多くの成果があがっている。亜高山針葉樹林およびブナ林の施業とくに更新施業についてはその施業法の大綱はほぼ明らかとなり、現地での検討を経て、現実の経営計画、事業計画にすでに入入れられ、これら地帯の施業に大きく貢献している。

○ 得られた成果

この研究はA)施業と更新の事例調査、B)固定試験地調査、C)指標林指導を中心とした成果の普及活動に分かれている。成果についてはすでに多くの報告を出し、さらに全体的とりまとめを行っている。こゝでは一部にしばって報告する。

A 施業と更新の事例実態調査

1. 亜高山帯針葉樹林 (本場;植生研・土3研)

天然更新施業の対象になりうる関東・中部地方の、次のような山地の調査をすでに行なった。

秩父山地(秩父,白田署),八ヶ岳(白田,諏訪署),南アルプス(千頭,飯田署,山梨県,東海パルプ),木曽駒ヶ岳(駒ヶ根署),富士山(静岡署,山梨県),浅間山(岩村田,草津署),乗鞍岳(神岡署),御岳山(久々野,小坂,王滝署),尾瀬地方(沼田,山口署),奥鬼怒(今市署),高原山(矢板,今市署)等。

これらのうち本研究の期間に行なったものは、高原山,富士山および浅間山の調査である。

1) 富士山および浅間山のカラマツ天然林の植生と稚樹の更新

富士山の亜高山帯林については詳しい調査結果があるが、ここではカラマツ天然林についてのみ述べる。

カラマツは、主として、中部および関東地方のブナ帯上部から亜高山帯にかけて分布している。

カラマツ林は、崩壊跡地や荒れた沢沿にしばしばみられるが、ひろい領域を占めてあらわれるのは、内陸地帯の高原や新しい火山地帯である。富士山や浅間山は、その代表的な例といえる。

富士山や浅間山では、新しい火山噴出物の堆積した、新地状のところがひろい。カラマツは、そのようなところにパイオニアとして侵入し、遷移のいろいろな段階の林をつくっている。

遷移の初期段階のカラマツ低木林からシラベ林へ移行しつつあるカラマツ林まで、いろいろな段階のカラマツ林を調査したので、その結果を報告する。

a カラマツ林の林床型区分

○コケモモ型;コケモモ,ガンゴウラン,イワカガミ,地衣類などからなる。

○コケ型;主としてタチハイゴケ,イワダレゴケなどのコケからなる。

○ヒメノガリヤス型;ヒメノガリヤス,イワノガリヤス,ゴンゲンスゲ,マイヅルソウ,コガネギクなどからなる。

○ササ型;ほとんどがミヤコザサからなる。

b 稚樹の出現状態

シラベがほとんどで、ほかにトウヒ,コメツガがみられる。ダケカンバ,カラマツは極めて少ない。

カラマツ林が老令化するにつれて、林床植生はコケ型に移行するが、それに対応して、稚樹本数も多くなってくる。しかしながら、富士山の新5合目——大沢崩れ(静岡県側)や浅間山の東側のように、カラマツの比較的大経木林のあるところでも、付近にシラベなどの母樹のほとんど存在していないところでは、稚樹はほとんどみられなかった。

新しい火山である富士山や浅間山では、ともに、カラマツ林のひろがり非常にひろい。

ところが、同じ陽性の樹種であるダケカンバの林のひろがり非常にせまいし、

裸地への侵入も、前者に比べて、極めて僅かである。

カラマツが、スコリヤや火山灰などの母材の激しい移動さえなければ、全くの新地状のところにも侵入しうるのに対して、ダケカンバは、あるていど、土壌化の進んだ裸地でなければ侵入しえないという性質のちがいに由来するものと考えられる。

2. ブナ林（本場；植生研・土3研）

天然更新が問題になるのは裏日本型気候下のブナ林である。これまで次のような山地の調査を行った。

立味沢（長岡署）、苗場山（六日町署）、尾瀬地方（山口、沼田署）、坂下署管内、飯豊山（新発田署）、飯山署管内、荘川署管内、森吉山周辺（生保内、阿仁、米内沢署）、南八甲田（黒石署）、和賀岳（川尻署）、函館局管内等。ほかに表日本型のものとしては、高原山、秩父のブナ林の調査を行なった。

本研究期間には、森吉山周辺、南八甲田、和賀岳、函館管内の調査を行ったので、その一部を報告する。

1) 森吉山周辺のブナ林の植生と更新

天然林には、亜高山帯の針葉樹林のようにそのまま放置しておいても、樹種間の交代はあるが極相の針葉樹林としての姿を保っていけるものがある。しかしながら針葉樹林であっても、ハリモミ林やトガサワラ林などのように、成立する場所がごく狭い範囲に限られ、しかもパイオニア的な性質をもった樹種の場合には、人為を加えてやらなければその林を維持していくことができない。

多雪地帯のブナ林の場合は、その領域内には、ブナに代って大規模な極相林をつくるような樹種がないので、放置しておいても、まがりなりにもブナ林としての姿は保っていけるという点で前者に似ている。しかしながら、林の内容という点になると、たとえ現在が高蓄積の美林であっても、次代もそういう林が維持できるかというと、その保証はまったくない。閉鎖した林内では、結実年の翌年には、結実の度合に応じて稚樹が発生するが、発生後1年間のうちに大部分が消失し、残存した稚樹もその後の数年間のうちに殆んど枯死してしまうので、古い前生稚樹がきわめて少ないのが普通であること、上木の一部の枯損によって林冠が破れ、新たな下種更新が行われても、林床植生の繁茂している状態では、更新した稚樹がなかなか定着しにくいことなどから、そのまま放置すれば、多くの場合、むしろ低蓄積の、より疎な林になってしまう可能性のほうが強い。極端な場合にはササ生地になってしまうようなことさえありう

る。亜高山帯の針葉樹林の場合、林床にササの密生する林は天然更新上もっとも条件の悪い林で、地面上に更新している稚樹はブナ林と同様にきわめて少ないが、それでも倒木上や根株まわりにはよく更新しているので、次第にもそれなりの林をつくる。しかしながらブナの場合には、そのような場所にもまったく更新しえないというちがいがあからず明である。そういうことから、優良なブナ林を維持造成していこうとすれば、どうしても一定の手入れが必要になってくるのである。

近年原生状態のブナ林が急速に減少してきている状況のもとで、それらの適切な保存が急がなければならないが、あわせてブナ林に対する需要に答えつつ、立派な後継林を仕立てていくための施業法の確立が急務になってきている。

私たちは10数年来ブナの更新問題を手がけてきたが、そのなかで、多くの解決しなければならぬ問題を残しつつも、更新上からみたブナの特長、それにもとづいた天然更新施業法についての基本的な方針を明らかにしえたと考えている。そしてこの方針は、多雪地帯のブナ林をかかえた全国の国有林において、ここ数年来実際の施業のなかで生かされてきている。

ここに報告する内容も、ブナの天然更新の研究の一環として、1977年7月4日～8日、同8月19日～23日に、秋田県森吉山周辺（生保内、阿仁、米内沢の各営林署管内）のブナ林の植生と有用稚樹の更新状態について調査したものである。

生保内および阿仁営林署管内では原生状態の林、米内沢営林署管内では、戦前・戦中に馬の、戦後1950年頃から最近まで牛の林内放牧が行われ、1940～41年頃には良質材が抜き伐りされた林を選んだ。いずれもブナの純林状の林である。またブナ林との比較の意味で、桃洞スギの一部として知られる佐渡スギの天然林についても同様な調査を行ったので、その結果をあわせて報告する。

1. 林床植生による区分（表1参照）

ブナ林を林床植生の特徴によって、乾性な立地に成立するツツジ型から、やや湿性な立地に成立するシラネウラボシ型までのいくつかの林床型に区分し、有用稚樹の出現状態との関係を検討したが、あまりはっきりした対応関係は認められなかった。原生状態の林と林内放牧の行われた林との比較では、後者にササ（チシマササがほとんどでクマイザサは少ない）が極端に少なく、ツタウルシが多いというちがいがみられた。またスギ林ではムラサキヤシオ、オオバスノキ、ハクサンシャクナゲなどのツツジ科植物やアカミノイヌツゲが多いのがめだった。

2. 林分構成（表2・表3参照）

表 1 群落组成表

[illegible]

表2 ブナ林の林分構成(原生状態の林)

林床型	プロット数	樹種	本数(本/ha)	樹高(m)	胸高直径(cm)	材積(m ³ /ha)	胸高断面積(m ² /ha)
シラネウラボシ型	(5)	ブナ	$\frac{2220}{203 \sim 266}$	$\frac{22.7}{6 \sim 32}$	$\frac{41.8}{10 \sim 85}$	$\frac{362.4}{276.7 \sim 559.3}$	$\frac{35.9}{31.4 \sim 49.3}$
		その他	$\frac{560}{25 \sim 77}$	$\frac{15.8}{7 \sim 23}$	$\frac{23.2}{6 \sim 42}$	$\frac{26.3}{0 \sim 20.6}$	$\frac{3.1}{0 \sim 2.4}$
		計	$\frac{2780}{254 \sim 355}$	$\frac{21.2}{6 \sim 32}$	$\frac{35.9}{6 \sim 85}$	$\frac{38.7}{307.4 \sim 559.3}$	$\frac{39.0}{35.7 \sim 49.3}$
ササ〜シラネウラボシ型	(1)	ブナ	259	$\frac{20.3}{95 \sim 25.5}$	$\frac{43.8}{11 \sim 95}$	470.6	50.6
		その他	—	—	—	—	—
ササ型	(1)	ブナ	275	$\frac{20.3}{95 \sim 25.5}$	$\frac{43.8}{11 \sim 95}$	470.6	50.6
		その他	100	$\frac{21.3}{13 \sim 26}$	$\frac{49.5}{24 \sim 74}$	510.5	58.1
		計	375	$\frac{19.5}{15 \sim 24}$	$\frac{27.0}{18 \sim 38}$	582	6.1
ササ〜スゲ型	(1)	ブナ	338	$\frac{20.8}{13 \sim 26}$	$\frac{43.5}{18 \sim 74}$	568.7	64.2
		その他	102	$\frac{21.3}{10 \sim 29}$	$\frac{44.6}{19 \sim 88}$	662.7	67.0
		計	440	$\frac{21.8}{7 \sim 22}$	$\frac{26.0}{6 \sim 55}$	74.5	8.9
ササ〜エゾヅリハ型	(2)	ブナ	$\frac{289}{270 \sim 301}$	$\frac{21.1}{10 \sim 27}$	$\frac{41.8}{10 \sim 82}$	$\frac{491.5}{362.4 \sim 620.5}$	$\frac{49.8}{37.4 \sim 62.2}$
		その他	$\frac{88}{25 \sim 100}$	$\frac{13.1}{8 \sim 21}$	$\frac{23.3}{7 \sim 73}$	$\frac{34.5}{3.4 \sim 65.6}$	$\frac{4.9}{0.6 \sim 9.1}$
		計	$\frac{377}{301 \sim 426}$	$\frac{19.3}{8 \sim 27}$	$\frac{37.5}{7 \sim 82}$	$\frac{52.60}{428.0 \sim 624.0}$	$\frac{54.7}{46.6 \sim 62.8}$
ムシカリ型	(1)	ブナ	337	$\frac{23.0}{17.5 \sim 26.5}$	$\frac{42.2}{21 \sim 82}$	508.3	53.2
		その他	78	$\frac{8.7}{7 \sim 12}$	$\frac{15.7}{13 \sim 20}$	6.7	1.5
		計	415	$\frac{20.3}{7 \sim 26.5}$	$\frac{37.2}{13 \sim 82}$	515.0	54.7
ササ〜ツツジ型	(3)	ブナ	$\frac{450}{201 \sim 662}$	$\frac{19.4}{8 \sim 26}$	$\frac{32.9}{9 \sim 80}$	$\frac{452.9}{400.0 \sim 512.6}$	$\frac{51.9}{44.5 \sim 63.4}$
		その他	50	$\frac{15.8}{7 \sim 22}$	$\frac{26.4}{8 \sim 42}$	$\frac{34.3}{0 \sim 87.8}$	$\frac{4.2}{0 \sim 10.1}$
		計	$\frac{500}{370 \sim 690}$	$\frac{18.8}{7 \sim 26}$	$\frac{32.4}{8 \sim 80}$	$\frac{487.2}{446.4 \sim 512.6}$	$\frac{56.1}{44.5 \sim 63.4}$
合計		合計	303	$\frac{21.2}{6 \sim 32}$	$\frac{39.7}{9 \sim 95}$	$\frac{450.4}{276.7 \sim 662.7}$	$\frac{47.4}{31.4 \sim 67.0}$

表 3 - 1 スギ林の林分構成

林 型	樹 種	本 数 (本/ha)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	材 積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)
スギ	スギ	252 251~253	210 23 ~ 32	696 18 ~ 80	6739 5324~8154	721 534~908
	ネズコ	101 0~201	147 10~21	356 19~58	857 0~1718	111 0~22.2
	ヒメコマツ	25	255 24~27	420 36~48	445 302~588	36 26~46
	計	378 278~477	196 23~32	587 18~80	8043 7344~8742	868 782~954
ブナ	ブナ	13 0~25	12	24	30 0~60	06 0~1.1
	ミズナラ	26 0~51	12.5 9~16	41 32~50	197 0~395	35 0~7.0
	計	39 25~51	12.3 9~16	353 24~50	227 60~395	41 1.1~7.0
	計					

() 調査個所数

表 3 - 2 ブナ林 (林内放牧林) の林分構成

林 型	林床型	樹 種	本 数 (本/ha)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	材 積 (m ³ /ha)	胸高断面積 (m ² /ha)
ブナ	シラネアザミ型	ブナ	200 100~300	230 10~28	509 12~100	5028 4330~5726	501 44.7~55.5
	(2)	その他L	13 0~25	19	30	7.3 0~146	0.9 0~1.8
	ムシカリ型	ブナ	450	232 16~28	420 18~74	7579	73.3
	(1)	その他L	50	25	58	1328	13.2
ツツジ型	ブナ	358 250~466	210 10~29	448 13~80	6312 4881~8444	659 410~909	65.9 41.0~90.9
	(2)	その他L	25 0~50	14.5 9~20	20 10~30	82 0~163	1.0 0~2.0

表 4 - 1 ブナ天然林内有用種樹出現本数 (100本/ha)

原生状態の林

樹 種	樹 令	林 床 型				林 型		
		シラネアザミ型	ササヘシラネアザミ型	ササ型	ササヘスゲ型	ササヘエゾニズリハ型	ムシカリ型	ササヘツツジ型
ブナ	1 年	(1471.5)	(4550.0)	(17.5)	(4025.0)	(2167.5)	(822.5)	(210.0)
	3 年	6452.0	1435.0	370.0	2095.0	3350.0	6037.0	3045.0
	4 年	29.0	95.0	10.0	40.0	25.0	92.5	18.3
	5 年	3.0	0	0	5.0	0	0	0.8
ブナ外L	5 年以上	1.0	15.0	0	10.0	2.5	5.0	0
	計	35.2	38.4	7.5	12.7	15.5	180.0	9.4
	1 年	68.2	148.4	17.5	67.7	43.0	277.5	28.5
	2 年以上	7.0	0	30.0	20.0	122.5	0	13.3
		13.3	6.3	27.5	56.0	20.0	0	10.8

表 4 - 2 放牧林

樹 種	樹 令	林 床 型			樹 種	樹 令	林 型		
		シラネアザミ型	ムシカリ型	ツツジ型			シラネアザミ型	ムシカリ型	ツツジ型
ブナ	1 年	(151.3)	(695.0)	(285.0)	その他L	1 年	23.8	40.0	0
	3 年	461.3	309.5	69.3		3 年	5.0	5.0	0
	4 年	58.8	5.0	10.0		4 年	2.5	0	0
	5 年	117.5	35.0	0		5 年	7.5	0	0
ブナ外L	5 年以上	11.3	0	15.0	計	5 年以上	32.6	10.0	67.5
	計	253.8	209.5	1553.0		計	47.6	15.0	67.5
		441.4	249.5	1578.0					

() 枯死個体数

表5 スギ天然林内有用稚樹出現本数 (本/ha)

樹高 (cm)	針 葉 樹			広 葉 樹			計
	スギ	ヒメコマツ	ネズコ	ミズナラ	ブナ	ミズギ	
0	(250)	1750	1375	125	0	125	250
10	2250	1500	1125	1250	250	0	1500
30	500	1000	250	625	125	0	750
50	0	250	250	250	125	0	375
100	375	26	13	202	63	0	265
200	151	26	26	342	165	0	507
600	65	4552	3039	2794	728	125	3647
計	3341	4552	3039	2794	728	125	10932

() 1年生稚樹

表6 ブナ稚樹の樹高別出現本数 (本/ha)

林型 (cm) 樹高	原 生 状 態 の 林					林 内 放 牧 林				
	3 年	4 年	5 年	5 年以上	計	3 年	4 年	5 年	5 年以上	計
0	10.7	0.4	0.7	3.2	15.0	6.0	2.0	2.0	27.0	37.0
10	23.9	1.3	2.1	26.6	53.9	22.5	52.0	5.5	437.5	517.5
30	0	0	0	1.6	1.6	0	0	0	143.0	143.0
50	0.2	0	0	1.4	1.6	0	0	0	117.5	117.5
100	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0	38.0	38.0
300	0	0	0	0.7	0.7	0	0	0	1.7	1.7
750	0	0	0	0.7	0.7	0	0	0	1.7	1.7
計	34.8	1.6	2.8	33.8	73.0	28.5	54.0	7.5	764.6	854.6
および範囲	0~95.0	0~15.0	0~15.0	3.3~180.0	8.3~277.5	0~117.5	0~227.5	0~22.5	165.3~2630.8	165.3~2630.8
1年生稚樹	(1552.7) 4145.2					(333.5) 1080.5				

ブナ林とスギ林とで樹種構成がまったく異なることは当然であるが、抜伐、林内放牧を行ったブナ林の伐積が非常に高いのは、一応まとまった林分に調査プロットを設定したためである。しかしながらこのような林分でも、周辺の林冠の閉鎖は適度に破かれているために陽光の射入があり、後で述べるように林内の稚樹の出現状態は原生状態の林と比べて非常にちがっている。

3. 稚樹の出現状態 (表4. 5. 6参照)

ブナ林において高木になりうる有用稚樹としては、ブナのはかにイタヤカエデ、ヤチダモ、ミズナラ、ホウノキ、ミズキ、シナノキ、ヒメコマツなどがみられたがきわめて少なかった。したがってブナについてのみ述べる。

ブナは隔年に結実するので、稚樹の年令構成もそうになっているのが普通であるが、この調査地では3年づけて発生した稚樹のみみられた。稚樹の年令区分を1年生、3年生、4年生、5年生、6年生以上とし、それぞれの区分ごとに出現本数、大きさ、年間伸長量などを調べた。

1年生：1976年は豊作年だったので、原生状態の林では健全な稚樹のみでha当り(以下同じ)平均34万本強(4万本弱~75万本弱)を数えた。はかに枯損、虫くい稚樹もかなり多かったし、すでに消失してしまった稚樹もあるので、実際の発生本数は、健全稚樹本数をかなり上まわっていたものと思われる。それに対して林内放牧林では平均10万本弱(0~26万本強)と、原生状態の林よりもかなり少なかった。これは林冠層と古い前生稚樹層による二重の被圧のために、発生した稚樹がより多く消失してしまったためと思われる。

3年生以上：1年生以外のものをまとめてみると、原生状態の林では平均7千本強(833~3万本弱)、林内放牧林では平均8万本強(1万6千本強~26万本強)であった。原生状態の林では、ブナの稚樹は発生後1年間のうちに大部分が消失し、残存稚樹もその後の数年間のうちにはほとんど枯損してしまうという経過を辿るのが普通であるが、こんどの調査でもそういう一般的な傾向が確認された。それに対して林内放牧林では、本数がきわめて多いだけでなく、更新にたえうるようなしっかりした稚樹が多いというきわだった特徴がみられた。これは明らかに、林内放牧および上木抜き伐りの効果と思われる。そしてこの傾向は、林冠の適度に疎開されたところで著しかった。

同様な調査をスギ林についても行なったが、スギ、ヒメコマツ、ネズコなどの針

葉樹が多く、広葉樹はミズナラを除いてきわめて少なかった。更新地を前者が根株上、倒木上に多いのに対して、後者は地面上というちがいがみられた。

わが国におけるブナの良好な更新地は、かつての炭焼跡地だったところが多かったが、東北地方では、そのほかに林内放牧の行なわれたところにもかなりひろくみられる。

ブナの天然更新施業法が最近にいたってようやく確立され、実際の施業にとり入れられだしてきているが、一つの問題は、更新にとって有効な地床刈払いが、経費の面でなかなか実行されにくいということがある。それをカバーする一つの方法として、林内放牧の可能性のあるところでは、積極的にとり入れる道を考えることも必要である。

2) 南八甲田周辺のブナ林の植生と稚樹の更新

近年原生状態のブナ林が全国的に急速に失われてきているが、東北地方もその例外ではない。残されたそれらの林に人為の加えられぬうちに植生と更新の実態を明らかにすべく1977年の秋田局管内の調査にひきつづいて、青森局管内南八甲田周辺（主として黒石署、一部青森署、秋田局十和田署管内）の調査を8月23日から31日にかけて行った。

調査結果は現在とりまとめ中であるが、調査の中でいくつか感じたことがあるので述べておきたい。

(1) 原生状態のブナ林をということ、局に管内の各県からそれぞれ1営林署ずつ選んでもらい、青森県では黒石署管内の調査に入ったのであるが、ほとんどがブナの二次林か、主伐あとの疎林状の林であった。

(2) この地域には、藩政時代にブナを薪材として大がかりに伐採し、流送によって黒石などに集荷したという記録があり、現在の広大なブナの二次林はその跡地に成立したものであるという説がある。それに対して、八甲田周辺も含めて、この付近の二次林は、明治初年からの大がかりな炭焼跡地に成立したものであるという説もある。

この付近の二次林は胸高直径30cm前後のものが多く、ちなみにその1部の伐根の年輪調査を行ったところでは100年前後であった。その結果からすると、二次林の成因は後者の説にあらうように思われるが、なお検討を要する問題である。

(3) 現在、この広大な二次林を皆伐（以前は大面積皆伐、新しい森林施業以降は1伐区5ha以内、伐区は分散、または接続する場合は間に保護樹帯を設けている）して、スギ、

カラマツの新植を大々的に行っている。

新植地の上限は以前は標高800m、実際には900m付近まで行われており、すでに幼令造林地では雪害が発生しやすい条件下に置かれている。

問題としては、

- 現在の二次林の伐採は、肥りざかりの木を伐っているわけで、国有林の経営の実情はよくわかるが大変勿体ない話である。あと最低50年伐期を延ばすように望みたい。
- 北陸などの豪雪ほどではないが、この付近もかなりな多雪地帯である。そのようなところではカラマツの植栽に困難がありスギの植栽限界も十分に検討する必要がある。
- 母樹保存残によるブナの天然更新施業は青森局管内ではこの付近も含めてあまり行われていない。この付近はそのような施業がもっと広く行われなければならない地域である。(1)との関連で検討を要する問題である。

3. 和賀岳（岩手県側）のブナ林の植生と更新

近年、東北地方においても、ブナの天然林が急速に失われつつあるが、その姿を正確に記録し、適正な維持をはかるために、岩手県内でも、もっとも原生状態のよく保たれているといわれる、和賀岳のブナ帯の天然林を、1979年の8月11日から19日にかけて調査した。

主としてブナ林を対象にしたが、ほかにネズコーキタゴヨウ林、トチノキーサワグルミ林についても、植生および稚樹の更新状態について調査を行った。その結果は現在取りまとめ中である。

4. 函館支局管内ブナ林の植生と更新

本邦最北部のブナ天然林の姿を植生および更新の面から、できるかぎり正確に記録すべく、1980年8月16日から8月24日にかけて、調査を行なった。同局管内のブナ林はかなり以前から伐採がすすみ、天然林らしい天然林は非常に少なくなっていたが、局担当者のお骨折りにより、ブナ天然林13プロット、同二次林6プロット、ヒバ天然林プロットをとることができた。ブナ林の植生は本州の場合と同様に、乾性なツツジ型から弱湿性なシラネワラビ型まで区分された。またブナの稚樹の出現状態も同様に少なく、その大部分

は2年生で、それより古い稚樹は極端に少なかった。

ブナ二次林については同様な調査のほか、ブナを伐倒し、樹幹解折用の資料を採取しているが、いずれも現在とりまとめ中である。

ヒバ林はブナ林との比較で同様な調査をしたが、同局管内のまとまった林が主として古生層地帯に限られて出現することは興味深い。

3. ブナ帯の樹種更改地における事例調査・（東北支場；造2研）

この調査は天然更新によるブナ二次林への誘導を目標に、更新完了後における林分を取扱うための資料を得る目的で、昭和53年度から55年度までの3カ年にわたって、安代営林署管内のブナ林地帯における樹種更改地のブナ更新の実態調査を実施した。

1) ブナ林下の更新

昭和53年に安比調査地で、林内陽光とブナ幼齡樹の更新状態をみるため、面積約0.3haのブナ林（樹高：19m、胸高直径：46cm、蓄積：500m³/ha）下に、局所的に林内相対照度の異なる2m×2mの方形調査区を6箇所を設定し、毎木調査をおこなった。その結果は表-7・8のとおりで、ブナ林下でのブナ幼齡樹の生育は貧弱で、本

表-7 林内相対照度と樹高階別本数

林内相対照度 (%)	樹 高 階 (cm)						計 (本/m ²)
	1 ~ 50	51~100	101~150	151~200	201~250	251~300	
36	10.25	2.00	1.00	1.25	0.50	—	15.00
21	8.50	3.75	0.75	0.50	—	—	13.50
20	3.25	4.75	3.75	0.25	0.25	0.25	12.50
16	17.25	2.00	0.25	—	—	—	19.50
14	4.75	0.50	0.25	—	—	—	5.50
9	3.25	—	—	—	—	—	3.25

数減少の要因の一つとして林内陽光が大きく影響し、林内相対照度20%以下の箇所では発生した幼齡樹でも定着が難しく、前生幼齡樹による更新の可能性は低い。林内相対照度20%以上の箇所では、幼齡樹の残存状態がより多く、前生幼齡樹による更新の

可能性が高い。

表-8 林内相対照度と階別本数

林内相対照度 (%)	階 (年)					計 (本/m ²)
	1 ~ 5	6 ~ 10	11~15	16~20	21~25	
36	7.75	3.75	2.25	0.75	0.50	15.00
21	1.50	5.75	5.75	0.50	—	13.50
20	3.50	4.25	3.75	1.00	—	12.50
16	11.50	5.25	2.50	0.25	—	19.50
14	3.00	1.75	0.75	—	—	5.50
9	3.25	—	—	—	—	3.25

2) カラマツ造林地内の更新

昭和53年に安比調査地で、カラマツ植栽後17年を経過した造林地内のブナ幼齡樹の更新状態をみるため、面積0.0035haと0.0026haの2箇所調査区を設定し、毎木調査を実施した。その結果は表-9のとおりで、ブナ幼齡樹はカラマツ植栽木の樹冠下にあるが、外観的にカラマツブナの二段林の様相を呈している。ブナ幼齡樹は、1本立ちのものと下刈りなどの原因による萌芽とみられる又木状のもので成立して

表-9 ブナ幼齡樹の現況

区 分	I	II	(全)
現存本数(本/ha)	86.857	56.538	73.934
平均樹高(m)	$\frac{0.3 \sim 4.7}{2.8}$	$\frac{0.8 \sim 6.2}{3.4}$	$\frac{0.3 \sim 6.2}{3.0}$
平均胸高直径(cm)	$\frac{0.2 \sim 4.8}{1.3}$	$\frac{0.1 \sim 5.7}{1.7}$	$\frac{0.1 \sim 5.7}{1.4}$
材積(m ³ /ha)	38.34	52.23	44.26

あり、平均樹齢は14年以上と推測され、現存本数は7.4万本/ha前後で、樹勢も旺盛であり、天然生ブナの成林の可能性を示しているとみられる。

3) 光環境からみた更新の比較

昭和53年に安比調査地で、同齢級と推定されるブナ林下とカラマツ造林地内のブナ幼齢樹の現存量を測定した。その結果は表-10のとおりであって、その値に大差を生じ、造林地内の成績が良好である。これを光環境からみると、その違いによる影響がきわめて顕著にあらわれている。

表-10 ブナ幼齢樹の現存量

区 分	現存本数 (本/ha)	平均 樹 高 (m)	平均 地際径 (cm)	乾 重 (ton/ha)			
				幹	枝	葉	地上部
ブナ林下	115.416	0.42	0.4	0.675	0.330	0.136	1.141
カラマツ造林地内	71.698	3.1	1.6	29.738	5.831	1.822	37.391
ブナ林下を1とした比数	0.6	7.4	4.0	44.1	17.7	13.4	32.8

表-11 ブナ幼齢樹の現況

区 分	カラマツ区	スギ区
現存本数(本/ha)	92.632	61.579
平均樹高(m)	$\frac{1.2 \sim 3.5}{2.3}$	$\frac{0.8 \sim 4.0}{2.4}$
平均胸高直径(cm)	$\frac{0.1 \sim 3.0}{0.8}$	$\frac{0.1 \sim 2.4}{0.9}$
材積(m ³ /ha)	20.47	15.68

4) カラマツ、スギ造林地内の更新

昭和54年度に稲庭調査地で、カラマツ、スギ植栽後12年を経過した造林地内のブナ幼齢樹の更新状態をみるため、5m×5mの方形調査区を各1区を設定し、毎木調査を実施した。その結果は表-11のとおりで、下刈り保育完了後6年を経過しているが、

ブナ幼齢樹の現存本数は6.2万～9.3万本/haで両者ともきわめて高密度であり、樹勢も旺盛である。

5) カラマツ、スギ造林地内の除伐後の萌芽更新

昭和55年度に前記と同じ箇所で、除伐後1年目のブナ幼齢樹の萌芽更新状態をみるため、1m×1mの方形調査区を11箇所に設定し、切株と萌芽の関係を調査した。その結果は切株が平均11.1株/m²あって、その平均高は22.4cm、平均直径2.0cmであった。切株からの萌芽の発生は平均73.1本/m²で、切株の高さが高いほど、萌芽本数が多くなる傾向がみられる。

4. 試験のまとめ

以上は3カ年にわたって調査したブナ幼齢樹の天然更新の成果であるが、これらの成果によると、ブナ林下のブナ幼齢樹の定着については、後継樹として可能な幼齢樹でも、上層木の樹冠の影響を受けない樹冠外または樹冠周辺の幼齢樹に限定されるようで、ブナ林下での更新には樹冠疎開などによる補助作業が必要とみられる。また、ブナ帯上部の樹種更改地では、植栽樹種の成林が困難な場合があり、このような場合には混交する天然生有用広葉樹の下刈り、除伐を含めた保育技術を十分考慮していく必要があろう。このような林分の施業方法が今後における問題点として残される。

発 表 文 献

- 1) 瀬川幸三：ブナ林地帯における樹種更改跡地のブナ更新の実態 — 安比地区のカラマツ造林地の例一、林試東北支場より、220、(1980)

B 固定更新試験地の調査

1 亜高山帯針葉樹林

1) 川上試験地 (本場・植生研・土3研)

1965年設定、1966年伐出、1967年から伐後の調査をはじめた。試験地全体の更新の総仕上げと伐出の更新樹種への影響を明らかにするため、1978年の調査後保残帯の伐採を行なった。

伐出の稚樹への影響は、満2年を経れば、枯れるものは枯れ、残存したものはほぼ安定するのが普通であるが、ここでもそのような傾向がみられた。全体として、更新に必要な本数は確保されているといつてよい。

1970年に設定した漸伐区試験地の調査も行なっている。

2) 八ヶ岳試験地 (本場; 植生研・土3研)

八ヶ岳国有林(稲子湯側)では1955~1957年に、大規模な帯状皆伐が、1965年にはその一部について保残帯の伐採が行われた。

更新試験地は1965年に保残帯に、更新稚樹の保育試験地は1972年に伐採帯にそれぞれ設定されている。

更新試験地の稚樹の構成は、シラベ、アオモリトドマツなどの針葉樹がほとんどである。

これらの稚樹の枯死は、ここ数年来あまりみられなかったが、最近にいたって、稚樹群内の階層分化による被圧で、枯死する稚樹がぼつぼつみられだしてきた。ここでの上層木の成長はきわめて旺盛で、年間40~55cmの伸長を示しており、最大のものでは樹高8mに達している。

保育試験地では、針葉樹とダケカンバを主体とした広葉樹と混交状態のものと、針葉樹以外を除去したものとを比較調査している。

広葉樹除去の効果はきわめて顕著で、当初心配された広葉樹被圧下の針葉樹稚樹も、ほとんど枯死することなく、現在非常に旺盛な成長ぶりを示している。

3) 玉滝試験地 (木曽分場; 造林研)

長野局玉滝署438、445、446の玉滝更新試験地およびその周辺において以下

* 各固定試験地の詳細については前報〔昭和49年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書(完了分)、林試昭50年7月〕参照

の調査を行った。

(1) 御岳山におけるシナノザサの現存量と再生量

(i) 調査地および調査方法

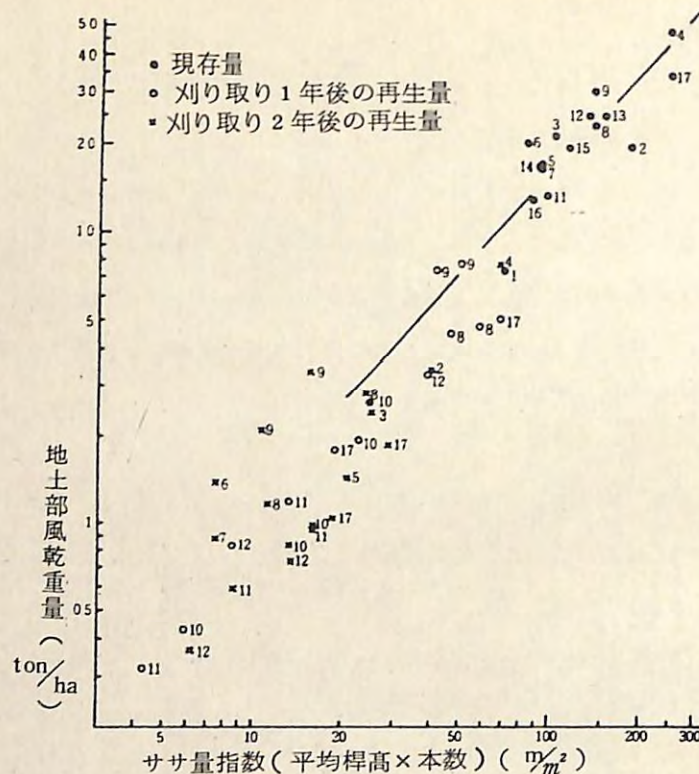
調査地は木曽郡王滝村から御岳山7合目の、田の原に通じる黒石林道沿の民有林と王滝御岳国有林で、表-1のとおり標高1450~2200mに成立する林分を対象に、林内と林外に1m×1mまたは3m×3mのプロットを設置した。現存量は新葉が展開し、終了する時期を考慮して7月以降に刈取り、6ヶ月後に風乾重量を測定した。再生量も同様な方法で測定した。

表-1 調査地

No	林 分		標 高 m	相対照度 %	
				地表	ササ上部
1	{	カラマツ 林内	1450	0.9	5.8
2		人工林 林外	"	0.3	28.6
3	{	カラマツ 林内	1700	0.3	14.6
4		天然林 林外	"	1.1	64.3
5	{	ダケカンバ 林内	1760	1.0	14.5
6		更新地 林外	"	0.7	93.1
7	{	ヒノキ 林内	1770	0.9	36.6
8		天然林 林外	"	1.3	59.7
9		林外	"	1.1	84.5
10		林内	2110	0.7	7.9
11	亜高山	"	"	1.3	19.0
12	針葉樹林	林外	2140	2.7	76.3
13		"	"	—	50.6
14	(樹冠下)	"	"	—	20.1
15		"	2150	—	—
16	(樹冠下)	"	2160	—	—
17		"	2180	2.7	73.1

(ii) ササ量指数と地上部現存量、再生量

ササ量指数(平均桿高×本数)と地上部風乾重量を図-1に示した。現存量では指数25~250 m/m²、重量3~50 ton/haと広い範囲にわたっており、各林分の林内と林外の指数、重量にそれぞれの特徴があらわれている。亜高山帯針葉樹林では林内



図一 ササ量指数と地上部現存量、再生量

に対して林外は、指数4～6倍、重量6～13倍の比率を示し、林冠の疎開と同時に著しくササが繁茂したものであろう。これに対して伊勢湾台風の後発生したダケカンバ更新地では、林外と林内にはほとんど差があらわれていない。このことは旺盛な繁茂を示すササを、現状のダケカンバ幼令林では、衰退させるまでには至っていないものと思われる。

1年後の再生量は指数0～67 m/m²、重量0～8 ton/haで、同一プロット内でも、かなりのバラツキがみられるが、その量はほぼ現存量に比例している。

(iii) 相対照度と地上部現存量、ササ量指数、再生量本数、桿高、根元径の関係

現存の重量とササ量指数は相対照度に影響して、明るくなるにつれて増加する傾向が認められる。これに対して刈払い1、2年後に再生したものは照度に関係しない。現存の本数は照度が低下するにつれて減少する傾向が若干みられる。現存の本数よりも再生の本数が多いプロットもある。現存の桿高は100～200cmの範囲にあって、明るくなるにつれてわずかに高くなるが、再生したものは明るさには関

係していない。現存、再生の根元径は照度に影響されるようである。

(2) 亜高山帯針葉樹林の種子の結実

昭和45年から53年の9年間にわたり、毎年8月から降雪時まで、7日～10日間隔でトラップに落下した種子を採集した。その結果は図-2のとおりである。シラベなどの有用樹種の結実は昭和46年並作、49年大豊作、53年豊作で、これらの観察結果から、ほぼ4年に1回は天然更新を期待できる種子が供給されているようである。ダケカンバの結実は45年から48年は落下量に差は生じているが、隔年結実

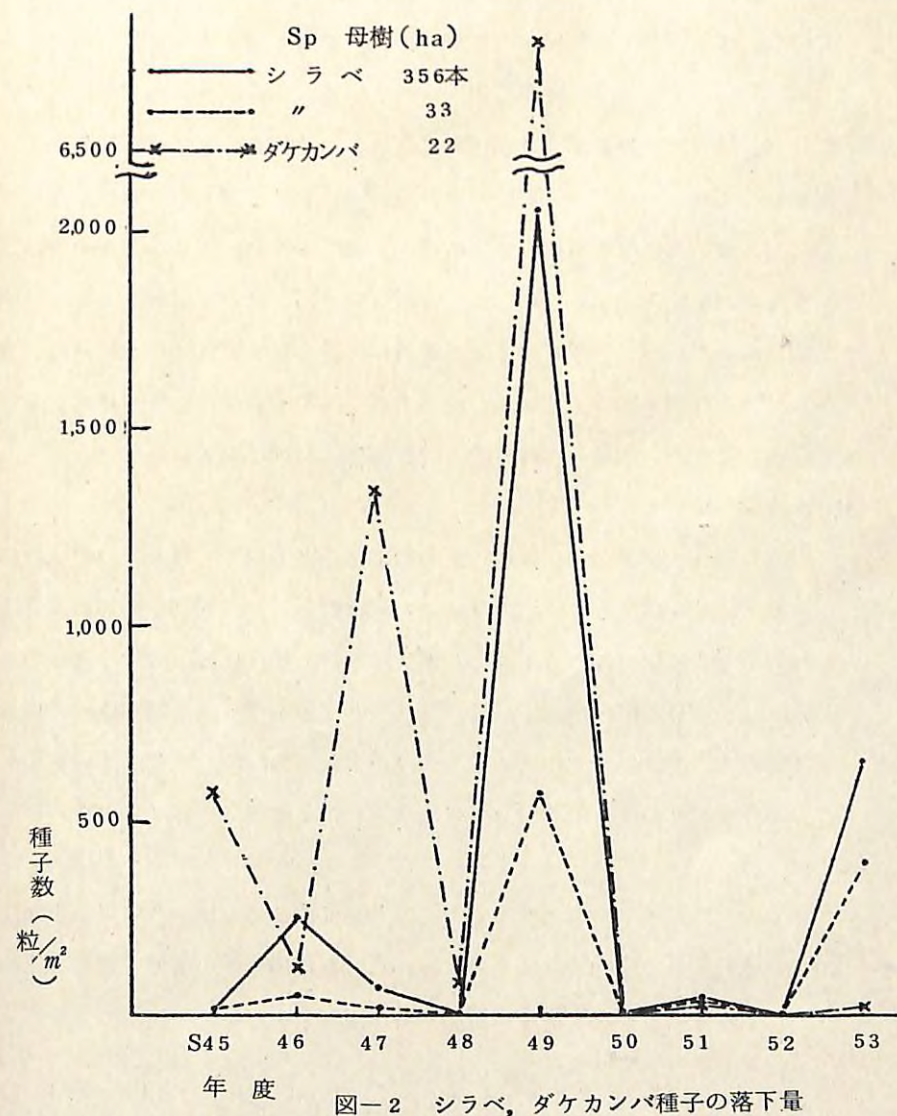


図-2 シラベ、ダケカンバ種子の落下量

の傾向がうかがわれ、49年大豊作の後は凶作がつづいている。シラベの種子落下の開始は9月下旬、最盛期10月下旬、終了は11月下旬で、ダケカンバはシラベより開始は少し早く9月上旬、最盛期と終了時期はシラベと同一である。シラベの発芽率は並作年で5.7%、大豊作年では30.4%と種子結実の作柄によって顕著な差が認められた。しかし実際の林地における落下種子の自然の発芽率はきわめて低い。

(3) 地床処理後における地床の状態

(i) 除草剤+かきおこし

処理後5年目を経過した昭和50年には、設定当初のプロットとは様相が変貌している。相対照度10%以下のプロットはシラベを主とする目的樹種が多く発生したが、ダケカンバは低照度のために、発生はするもののほとんどが消失する。このようなところでも傾斜が20度以上になると、地表を露出させる地表かきおこし処理をおこなっているため、地床が直接降雨で洗われ、種子の定着が不安定になるとともに、種子の流出もあり、発生量はきわめて少ない。20~30%では主としてダケカンバが優占しイチゴ類、スゲなども発生し、その下層には多くの目的樹種が発生した。40~70%になると設定当初に優占していたダケカンバは、著しく繁茂したイチゴ類に生長が抑制され除々に消失するものが目立ってきた。そしてササも回復してきているが、これらの下層にも目的樹種が発生した。

(ii) 除草剤散布

かきおこしと同様5年を経過し、相対照度20%以下ではササの再生はほとんどみられず、他の植生もコケ以外は少ない。枯れたササの桿の分解も進んではいるが、これらが厚く堆積しているところ、地表が部分的に裸地化しているところなどの種子床に多くの目的樹種が発生した。60~80%になると当初部分的に優占したダケカンバも、ササの再生が著しく大部分消失し、処理前のササの状態を呈している。このようにササが優占しているプロットでも、下層には少数の目的樹種が発生した。

(iii) 刈払い

49年夏、種子の結実を察知して、ササを地際から刈払った結果、1年後には稚樹が発生した。相対照度が25%でも刈払いした場合は、前記の処理に比較してササの再生はきわめて早く、その繁殖力は1年目からあらわれはじめ、2年目でプロットはササに優占される。

(4) 大豊作の翌年発生した稚樹の消長

稚樹の発生や消失は種子落下量、地床条件、環境因子などの要因によって影響を受けるが、ここでは地床条件をとりあげて、地床の植生型をAダケカンバ、Bイチゴ類、Cコケ、D裸地、E裸地(地表が流出)、Fササの6つのタイプに分類して、大豊作の翌年(昭50)発生した稚樹本数と6年生残存本数を表-2に示した。稚樹の発生は植生型、処理方法によって顕著な差が認められ、種子落下量に比例してはばシラベ、

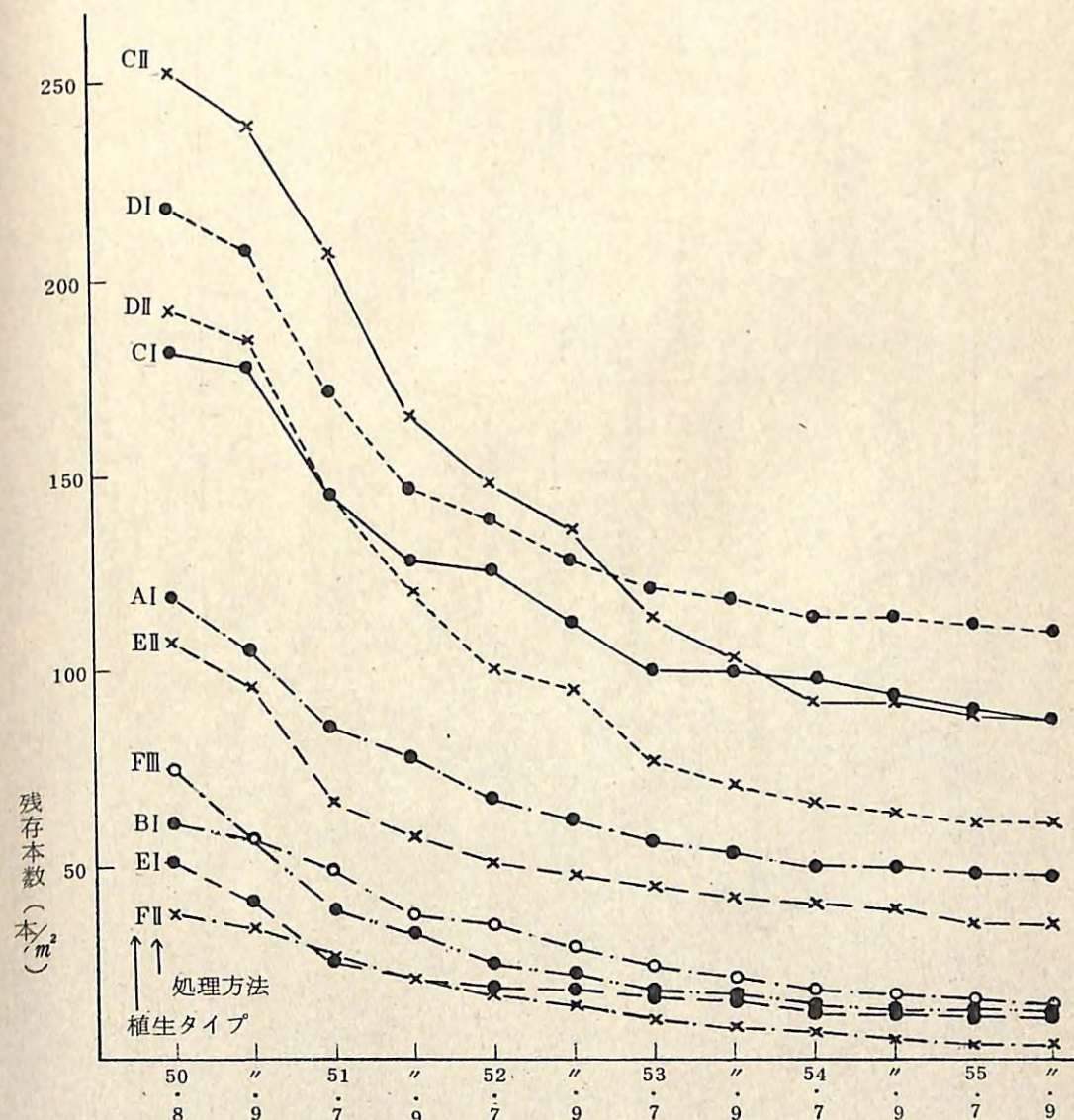


図-3 植生タイプによる稚樹の残存(3樹種合計)

表-2 大豊作の翌年発生した稚樹本数と6年生の残存本数

m²当たり

TYPE	林分 密度	処理 区分	地 床 植 生	相対照度 (%)		S50.8 発生本数			6 年生 S55.9 残存本数 (残存率%)			
				地 床	植生上部	シラベ	トウヒ	コメツガ	シラベ	トウヒ	コメツガ	計
A	密	I	ダケカンバ	12.6	26.9	72.0	31.6	15.3	35.6 (49.5)	6.5 (20.6)	5.5 (35.7)	47.6 (40.0)
B	疎	I	イチゴ類	4.9	52.2	39.9	10.5	10.8	9.8 (24.5)	0.9 (8.6)	1.8 (16.7)	12.5 (20.4)
C	密	I	コケ	3.7	—	126.0	30.0	26.0	66.0 (52.4)	10.0 (33.3)	12.0 (46.2)	88.0 (48.4)
D	"	II	"	10.9	—	153.3	61.3	37.3	68.0 (44.3)	14.6 (23.8)	5.3 (14.2)	87.9 (34.9)
	"	I	裸地	5.9	—	172.0	24.7	22.0	100.0 (58.1)	3.4 (13.5)	6.7 (30.3)	110.1 (50.3)
	"	II	"	7.0	—	90.6	42.7	58.7	30.6 (33.8)	10.7 (25.1)	20.0 (34.1)	61.3 (31.9)
E	"	I	裸地(流れ)	7.8	—	26.4	18.8	6.4	8.5 (32.1)	1.6 (8.7)	1.0 (14.8)	11.1 (21.5)
	"	II	"	14.3	—	34.7	41.3	31.7	18.7 (53.8)	8.6 (21.0)	7.7 (24.2)	35.0 (32.5)
F	中	III	サ	6.9	24.4	25.8	22.7	26.2	8.0 (31.0)	3.7 (16.2)	2.4 (8.9)	14.1 (18.9)
	疎	II	"	2.4	52.7	25.2	10.5	2.8	3.0 (12.2)	0.7 (5.9)	0 (S5.3 消滅)	3.7 (9.6)

註) 処理区分 I は除草剤十かきおこし, II は除草剤, III は刈払いである。

トウヒ, コメツガの順位である。一般に天然生林で見られるようにコケ, 裸地には多くの稚樹が発生し残存率も高い傾向がうかがわれる。ササやイチゴ類の下層は, 種子落下量の少ないわりに稚樹が発生しているが, 相対照度が低いいためか生存に耐えられず消失するものも多く残存率は極端に低い。ダケカンバの下層は相対照度が高いことなどから, コケ, 裸地に次ぐ発生量で残存率も高い。裸地で地表が雨で洗われるところは前記の裸地に比較して, 発生量も少なく残存率も低く, とくに林地をかきおこした場合にその傾向が強くなる。

シラベ, トウヒ, コメツガの3樹種を合わせて調査時ごとの残存本数を植生タイプ別に図-3に示した。この結果から消失経過をみると, 当年生においては, C,Dタイプは発生本数の5%前後の消失率で, その他のタイプは10%を超え, とくにFⅢは24%と極めて高い消失率である。B,E,Fタイプは2年生で50%, 6年生では70~90%が消失している。これに対してCⅠ,DⅠは6年生で50%の消失を示し, 大きな差があらわれている。消失は各タイプとも5年生くらいから徐々に安定状態になると推察するが, 今後どのように生存するか注視したい。残存稚樹の苗高は植生タイプによってわずかに差はあるが, 6年生のシラベで4.1~10.7cm, トウヒ2.6~7.2cm, コメツガ2.7~8.0cmである。

地床処理 1, 2年後に発生したダケカンバの生長経過を参考として図-4に示す。陽性の樹種であることから相対照度によって, 発生当初から生長差があらわれ, 9年生で相対照度73%の生長量は20~30%の生長量に比較して4倍となっている。また, 相対照度が高くてもササ, イチゴなどの植生が優占すると生長が抑制され枯損木も生じてくる。

(5) 疎開地に植栽した山引苗, 養苗の生長

ササ型林床では, ササによって稚樹の更新がさまたげられるので, 天然更新は容易なことではない。こうした場所は, 補助的手段を講じ天然更新を助長することが必要である。旧木曾御料林の天然更新補助造林地が, 良好な生長を示している事例からも, この補助手段は早期に確実に, 目的樹種の針葉樹林を育成する重要な方法である。そこで王滝天然更新試験地内の疎開地5×20m, 5×40m, 25×25mの3ヶ所に, 昭和53年8月ササを刈払い, 同年10月と翌年10月に付近に生存している山引苗, 分場苗畑の養苗の植込みを行った。その結果は表-3のとおりで, 活着は良好で枯損木もコメツガを除き少ない。コメツガは刈払った場所が行動しやすいためか,

兎に食害されて枯損するものが多い。樹種による伸長量の差を山引苗と養苗と比較すると、シラベ1年後4倍、2年後3倍、トウヒは3倍、1.5倍養苗の方がよい生長をしている。この地域に発生したシラベの生長解析では、連年生長量は9cm、養苗2年後が同数値となっている。これからどのように生存して生長していくかを追跡したい。あわせて植栽箇所に昭54、55年に稚樹が発生したので、1m×1mのプロットを12ヶ所設置して、植栽木との生長の関係を見つめることにした。発生量は2年間に㎡あたりシラベ18.6本、トウヒ0.4本、コメツガ8.4本、ダケカンバ13.2本となっている。

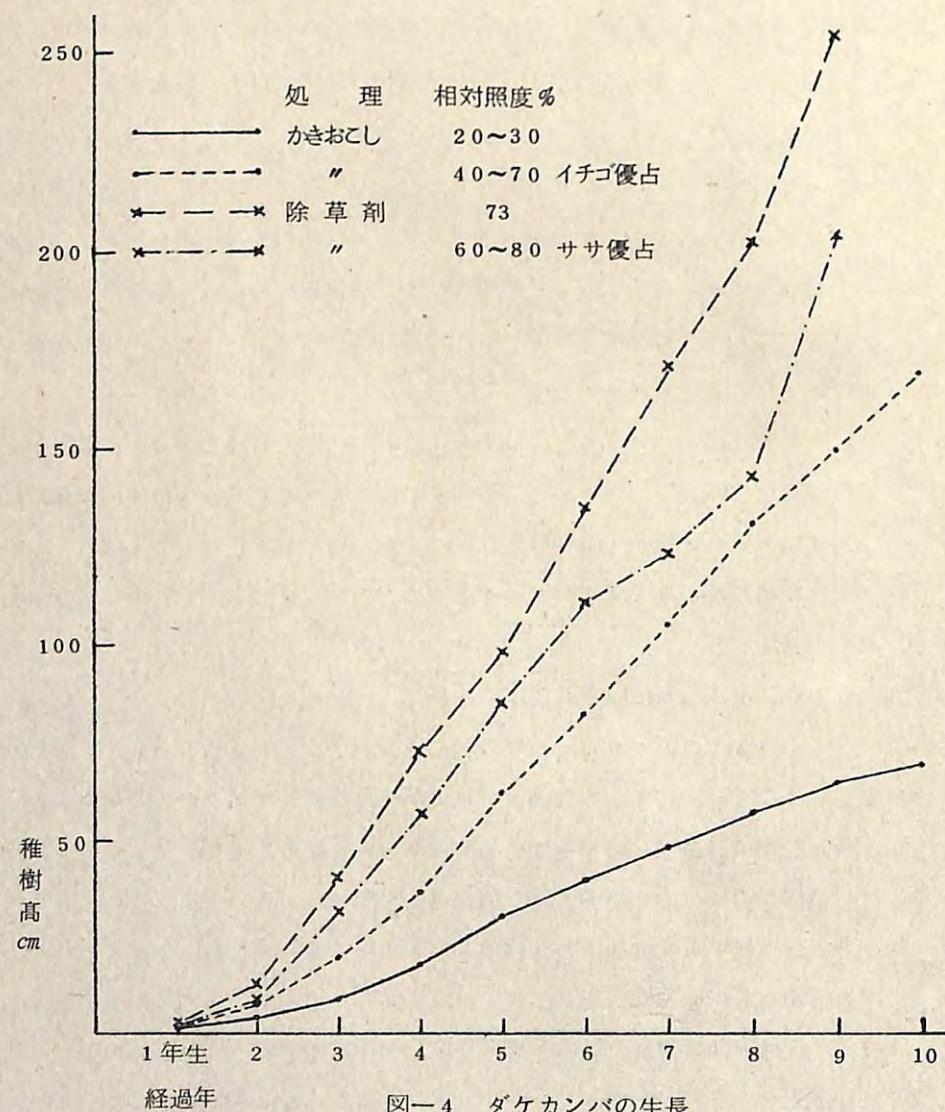


図-4 ダケカンバの生長

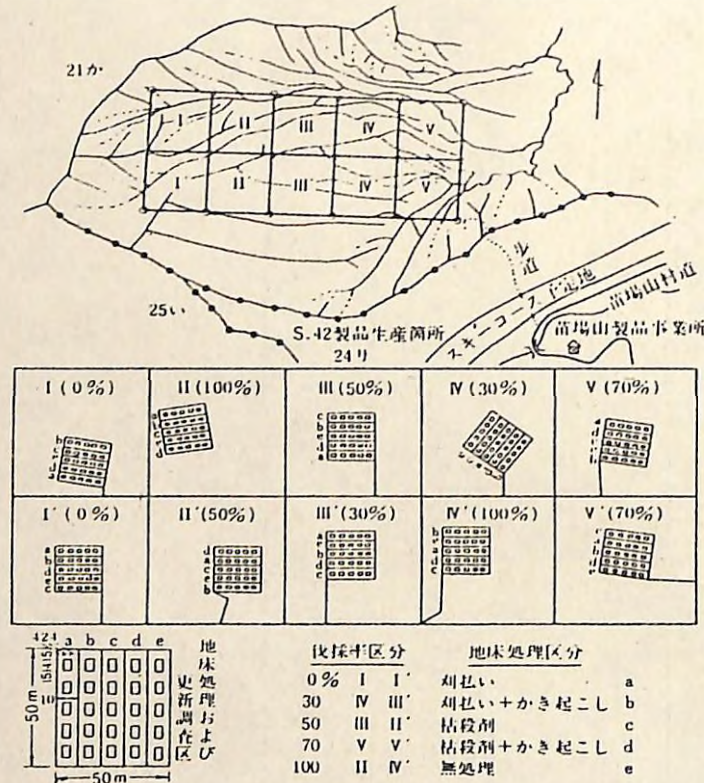
表-3 山引苗、養苗の枯損率と伸長量

項 目	区分 樹種	山 引 苗			養 苗			
		シラベ	トウヒ	コメツガ	6年生 シラベ	6年生 トウヒ	4年生 ヒメマツハダ	7年生 ヤツガタケトウヒ
植 栽 本 数	S53	124	65	73	33	32	31	57
果 積 枯 損 率 %	S54				27			
	1年後	4.8	3.1	5.5	3.0			
伸 長 量 cm	2年後	8.9	4.6	20.5	3.0			
	1年後	1.2	1.4	1.0	5.0	4.4	5.7	3.4
	2年後	3.1	3.3	2.6	9.2	4.7	5.1	

2. ブナ林

1) 苗場山試験地 (本場; 植生研・土3研)

(1) 伐出の更新稚樹への影響



図一 伐採率地床処理別ブナ天然更新試験地

1967年の試験地設定以来、図1、表1にかかげたような内容の調査を行ってきた。ブナの天然更新は、地床処理を併用した適正な母樹保残法が行われれば成功させることができるが、更新が完了したかどうかの判定は、施業的には10年以上たつてからすることになっている。苗場山試験地もそのような時期に達しており、ブナの稚樹は、上木の伐採率、および地床処理のちがいに对应してそれぞれ更新している。I～V区の上木を伐出した1978年は、試験地設定以来12年目(伐採率にしたがった上木伐採後10年目)にあたっており、更新稚樹がそれによってどのような影響を受けるかを調査した。表2はその結果で1977年の年令別稚樹本数を基準にした、1980年の残存率が上木未伐採のI'～V'区と上木伐採のI～V区との比数で示されている。

表1 苗場山試験地の調査実行経過

調査年	稚樹植生調査	たねの飛散落下量調査	萌芽試験	結実状況	稚樹発生	備考
'67	○ (秋)			並		・春試験地を選び、秋設定 ・調査後、除草剤散布
'68	○ (秋)				○	・刈払い、かき起こし ・IV号区設定しなおし ・IV号区に除草剤散布、刈払い かき起こし
'69	○ (秋)	飛散調査のみ		並		・春、伐採率にしたがって、雪 上で伐採撤出 ・秋調査後、2回目のかき起こし
'70	○ (秋)				○	
'71	○ (秋)	○		並(上)		・秋調査後、2回目の刈払い
'72	○ (初夏、秋)		設定		○	・9月上旬、2回目の除草剤散布 ・秋調査後、散布に一部誤りがあったので該当区新設、調査
'73	○ (秋)	○	○	豊	250プロット中2プロットに2本発生	・秋調査後、3回目の刈払い、一部刈り残してる
'74	○ (初夏、秋)		○		○	・初夏の調査後、刈残しを3回目の刈払い
'75	○ (秋)					
'76	○ (秋)	○		豊		
'77	○ (初夏、秋)				○	・稚樹大発生 ・落下試験地での発生率調査を行なう
'78	○ (秋)	○		並		・I～V区の上木皆伐計画実行 ・I区のみ伐出後の調査を行なう。他区は集材線下のプロットを除いて、伐出前の調査となる
'79	○ (初夏、秋)				○	・I区以外の区も、伐出後の調査を行なう(末木・枝条を除きながら) ・落下試験地の稚樹発生調査、昨秋落下した健全種子数に比べて、発生稚樹極端に少ななし ・秋の調査後、a、b区について中段刈を行なう(実際には普通刈になる)
'80	○ (秋)					・結実年にあたっていたので、たねの飛散、落下試験を計画したが、試験地周辺ではブナの結実みられず

表 2 処理別のブナ稚樹の残存率 (%)

(80年/77年)

伐採率 %	処 理	2年生		4年生		6年生		7年生		8年生		9年生		11年生		13年生		15年生		16年生	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	a	—	81	2	15	—	—	—	25	—	—	—	47	—	52	—	—	—	—	—	—
	b	33	100	21	22	—	40	27	28	—	—	30	31	50	33	—	—	100	—	—	—
	c	52	100	16	5	—	—	45	33	—	—	57	100	67	—	—	—	—	—	—	33
	d	75	87	11	3	—	—	29	—	—	—	—	—	29	—	—	—	—	—	—	—
	e	13	88	—	2	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67
30	a	64	76	34	33	—	—	52	66	—	—	60	81	67	78	83	—	89	—	—	100
	b	50	89	25	16	—	—	62	65	—	—	72	76	67	71	100	—	83	—	—	100
	c	45	94	11	14	33	—	42	58	—	—	62	52	71	85	100	—	100	—	91	—
	d	40	84	20	17	—	—	43	44	—	—	52	44	31	60	—	—	50	—	60	100
	e	21	100	33	14	—	100	47	61	—	—	52	75	100	57	100	—	57	—	100	—
50	a	100	100	23	55	75	—	72	78	—	—	68	81	71	94	100	—	96	—	100	100
	b	50	80	18	59	—	—	59	59	—	—	62	77	85	83	100	—	100	—	—	—
	c	59	100	32	26	33	—	60	66	—	—	67	80	67	100	—	—	100	—	100	67
	d	62	100	21	26	33	—	41	83	—	—	100	92	92	96	—	—	75	—	100	100
	e	38	70	3	12	—	—	42	68	—	—	50	63	70	100	75	—	86	—	—	100
70	a	80	40	24	22	—	—	87	47	—	—	97	65	100	42	100	—	50	—	100	88
	b	100	100	30	42	—	—	78	63	—	—	89	82	100	80	—	—	89	—	100	100
	c	—	100	20	13	—	—	57	51	—	—	100	20	100	86	100	64	86	—	90	100
	d	38	60	31	5	—	—	71	37	—	—	69	60	88	63	100	—	100	—	100	77
	e	100	63	26	15	—	—	55	47	—	—	75	54	100	71	100	—	63	—	100	88
100	e	60	—	40	—	—	—	60	—	—	—	70	—	67	—	58	—	—	—	83	—
	a	—	—	—	100	—	—	100	75	—	—	—	—	—	—	—	—	60	—	83	—
	b	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	100	—	—	82	—	96	—
	c	—	—	—	—	—	—	100	100	100	—	—	—	100	—	—	—	100	—	96	—
	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	100	—
	e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	—	62	100

* 上木伐採区

○稚樹の被害には、折れ、こすれ、抜け、末木枝条、落葉や土による埋れなどがある。大きな稚樹では集材の際の折れやこすれによる被害がゆだち、小さな稚樹では末木枝や落葉による埋れ枯れが多かった。○伐採時の年令の高い稚樹ほど残存率の高い傾向がみられた。○2年生稚樹は、1978年の伐採年に下種されたもので、上木がなく、伐出によって地床の攪乱された状態で発生したI~V区がI'~V'区よりも残存率が高い。表4 ○100%伐採区は稚樹が極端に少ないために問題にならないが、他の区では、伐採率が高くなるほど残存率の高くなる傾向がみられた。ただし、I~V区のうちV区は土場敷にかかったために、残存率がやや低くなっている。○0%区は全体に低いが、とくに無処理区(e)で著しい。○4年生の稚樹は伐出によってもっとも被害を受けた。しかし、これらの被害も、更新の面からは許容できる範囲であった。しかしながら被害をより少なくするために、雪上の伐出、架線を高く張る、末木枝条をできるだけ残さない全木集材などの工夫が必要であろう。

表-3 試験地内I~V区の伐出による稚樹の被害状況(本数)

被害の種類	生	き	枯	死	計	被害の種類別割合
傷	7	2	2		74	(25.3%)
埋れ下敷	1	35	28		163	(55.8%)
倒れ	3		—		55	(18.8%)
根うき	35		—			
抜け	—		4			
その他	13		—			
計	258		34		292	

('79年調べ)

表-4 母樹伐出のブナ稚樹への影響

伐採率	試験区	処理区	母樹の処理	'79 発生本数(40m ²)	'80 残存率 %
0 %	I	a	'78 母樹伐採	96	81.3
		b		26	100
		c		25	100
		d		30	86.7
		e		24	87.5
	I'	a	放置	—	—
		b		24	33.3
		c		29	51.7
		d		4	75.0
		e		8	12.5
30 %	IV	a	'78 母樹伐採	42	76.2
		b		27	88.9
		c		17	94.1
		d		32	84.4
		e		43	100
	III'	a	放置	55	63.6
		b		12	50.
		c		29	44.8
		d		35	40.0
		e		14	21
50 %	III	a	'78 母樹伐採	37	100
		b		5	80.0
		c		12	100
		d		16	100
		e		18	77.8
	II'	a	放置	5	100
		b		8	50.0
		c		17	58.8
		d		21	66.7
		e		16	37.5
70 %	V	a	'78 母樹伐採	5	40.0
		b		3	100
		c		1	100
		d		5	60
		e		8	62.5
	V'	a	放置	10	80.0
		b		12	100
		c		2	0
		d		8	37.5
		e		3	100

(2) 稚樹の消長におよぼす上木伐採、地床処理のちがいの影響

設定以来14年間のブナ稚樹の消長を、伐採率別地床処理別に追跡したのが、図2～11までの図である。このうち、Iは当年生以外の稚樹を、IIは更新に耐えられるだろうと思われる30cm以上の大きさの稚樹本数を示している。またI'～V'区はI～V区のかえりかえしであったが、I～V区は1978年に保残されていた母樹をすべて伐出している。

図から次のようなことがいえる。

- 無伐採および皆伐はまったく問題にはならない。
- 皆伐を除いて、伐採率の高いほど、30cm以上の大きな稚樹が多くなる傾向がある。30cm以上の稚樹を50cm以上、100cm以上というように大きくすれば、さらにこの傾向ははっきりする。ただVa区のような例があるが、これはもともと母樹のきわめて遠かったところで、例外として扱いたい。
- 地床処理では、aおよびb区が断然すぐれている。
- 総本数では、1978年が最高で、それをすぎると下向している。林床植生の繁茂や、稚樹間の競争、I～V区では伐出の影響も考えられる。30cm以上の稚樹では、I'～V'区が同様に1978年をすぎて下降しているが、I～V区では増大している。V区は1978年まで30cm以上で最高であったが、それ以後順位がかわっている。これは土場に近く、稚樹の被害が多かったためと思われる。
- IVa, b, d区やIVe区のような、やや乾性な立地で、自然状態で稚樹の残りやすいところがみられた。

(3) 種子の落下量および飛散試験

- 種子の落下量と稚樹の発生状態

表5のような0.5haのブナの天然林内に1m²のトラップを50コ設定し、9月下旬から11月上旬にかけてほぼ5日ごとに健全、シイナ、虫くいにわけてブナの種子の落下量を調べた。調査したのは1971, 1973, 1976, 1978年の4回である。

この地域の結実状況は1971, 1978年が並作、1973, 1976年が豊作であったが、1971, 1973年の調査林分は兩年とも並作で健全種子の1m²あたり落下粒数にそれぞれ10粒('71)と22粒余('73)、1976, 1978年の調査林分は606粒余('76)、と61粒余('78)、であった。落下粒数に対

図2イ I (0%伐採) 区地床処理別ブナ稚樹総本数 (当年生以外, 以下同じ) の経年的変化

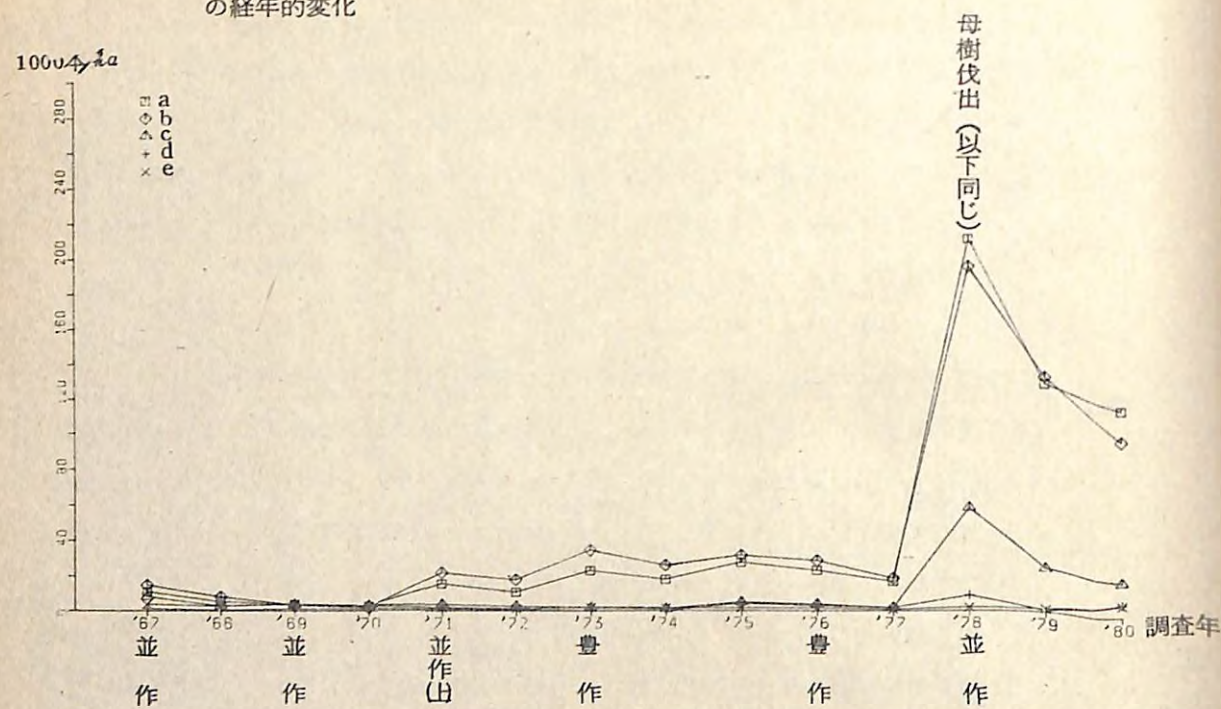


図3イ IV (30%伐採) 区地床処理別ブナ稚樹総本数の経年的変化

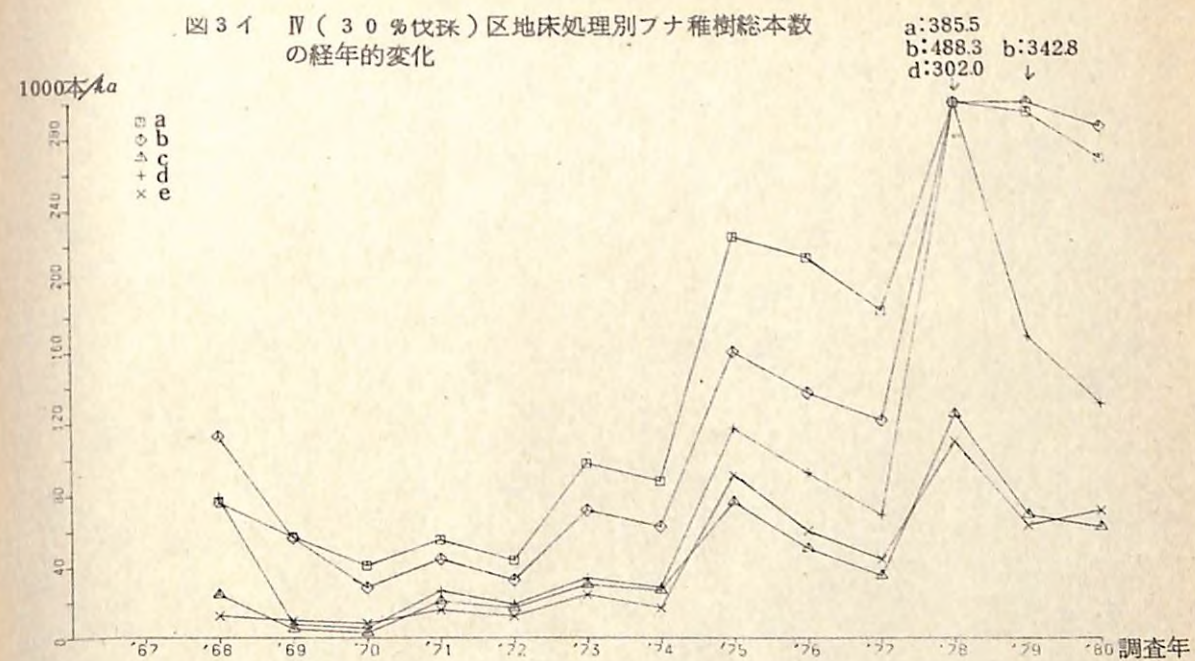


図2ロ I 区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の経年的変化

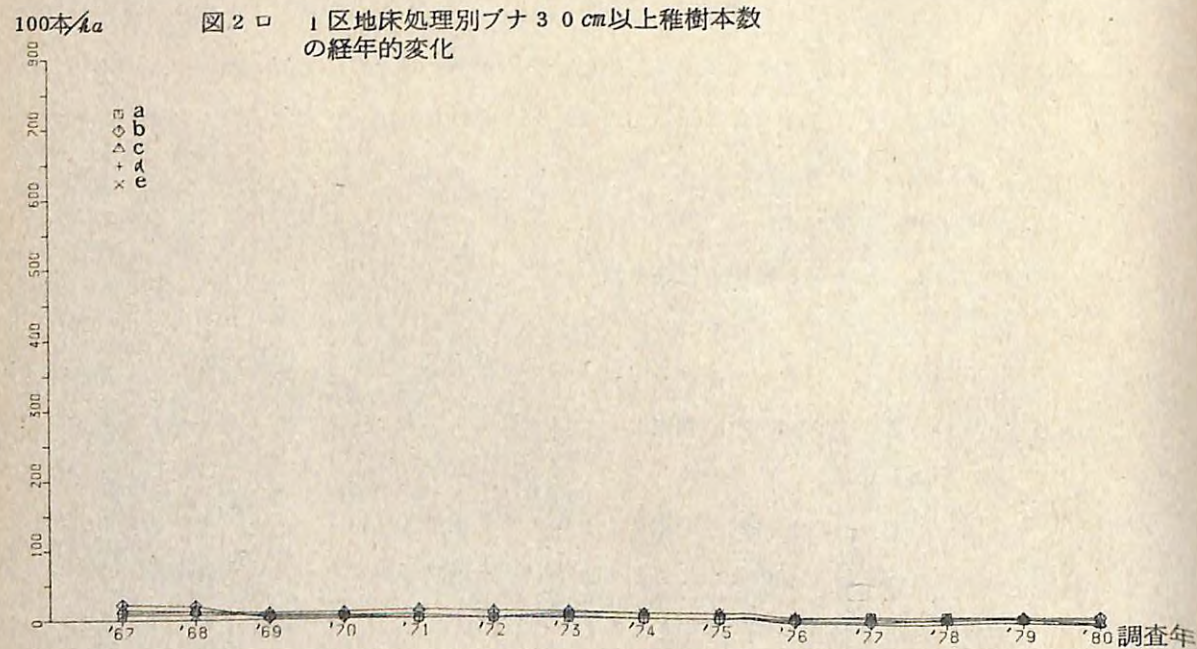


図3ロ IV 区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の経年的変化

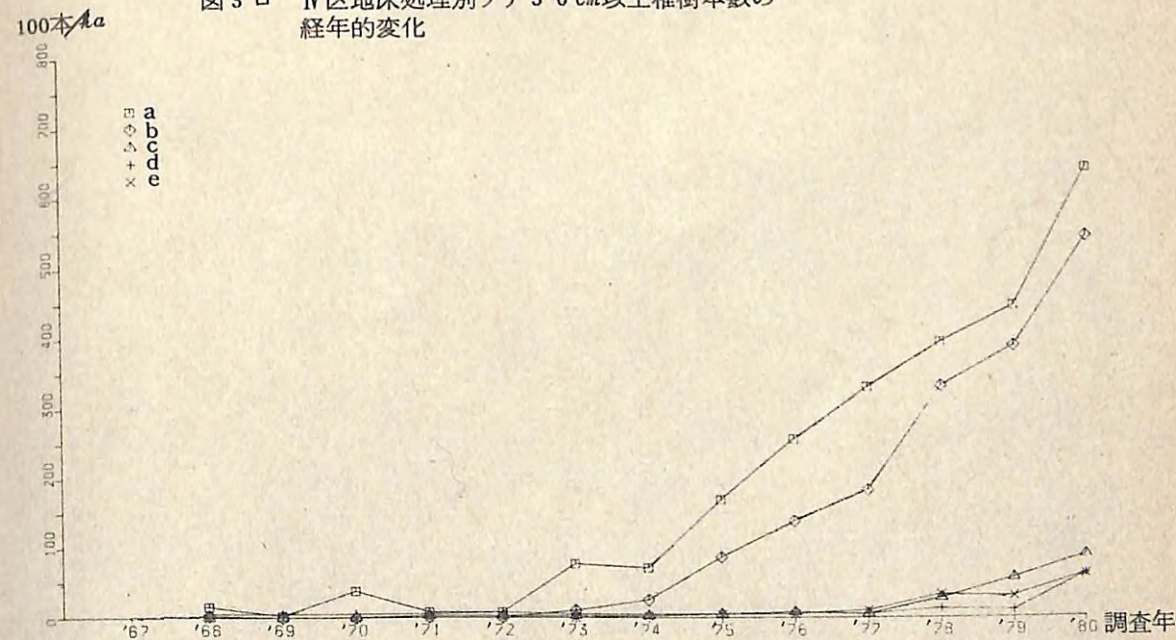


図4イ Ⅲ(50%伐採)区地床処理別ブナ稚樹総本数の経年的変化

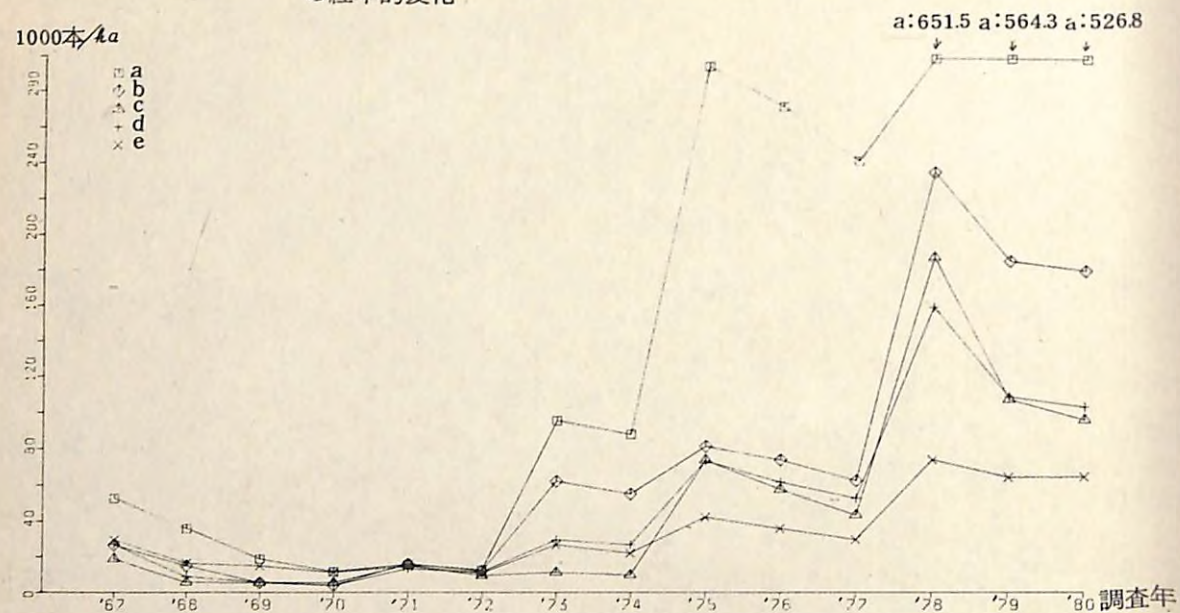


図5イ V(70%伐採)区地床処理別ブナ稚樹総本数の経年的変化

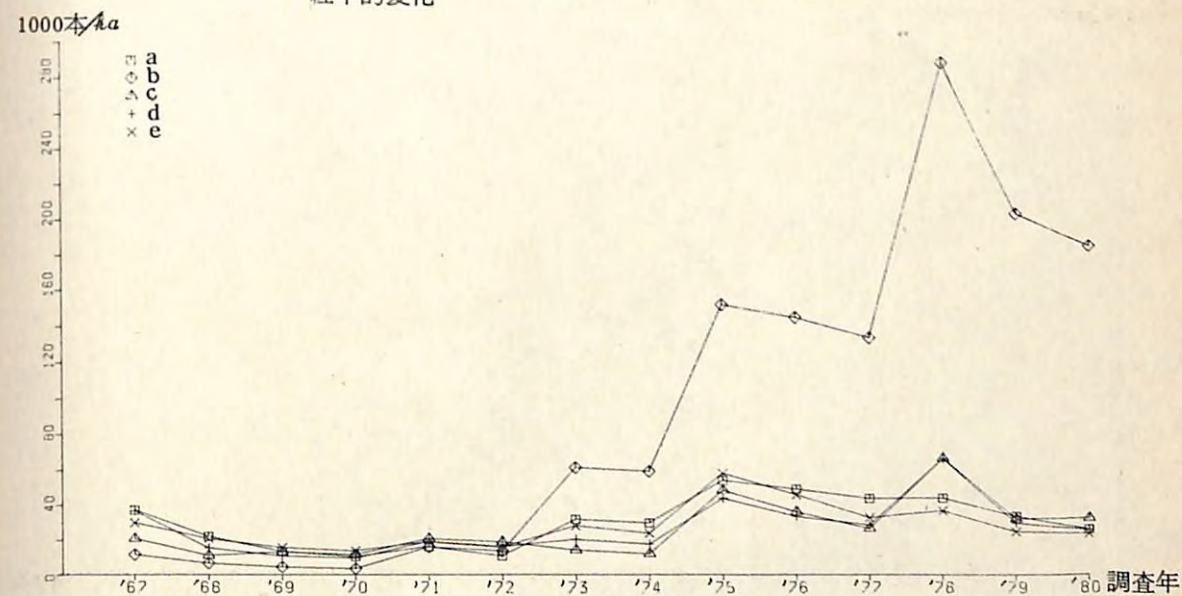


図4ロ Ⅲ区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の経年的変化

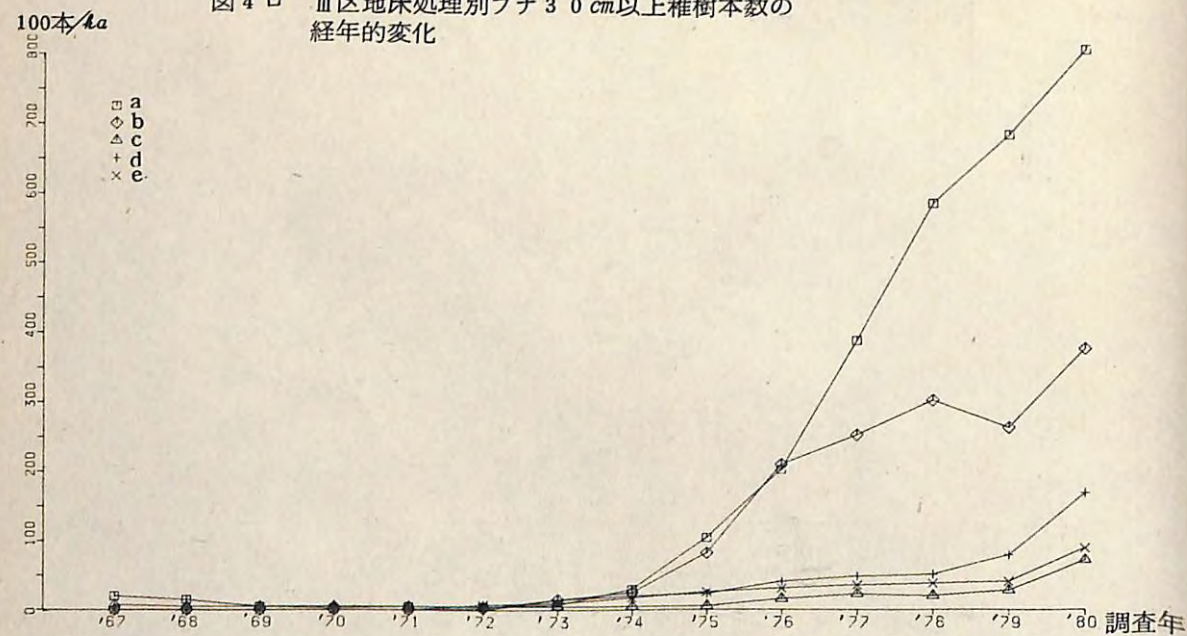


図5ロ V区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の経年的変化

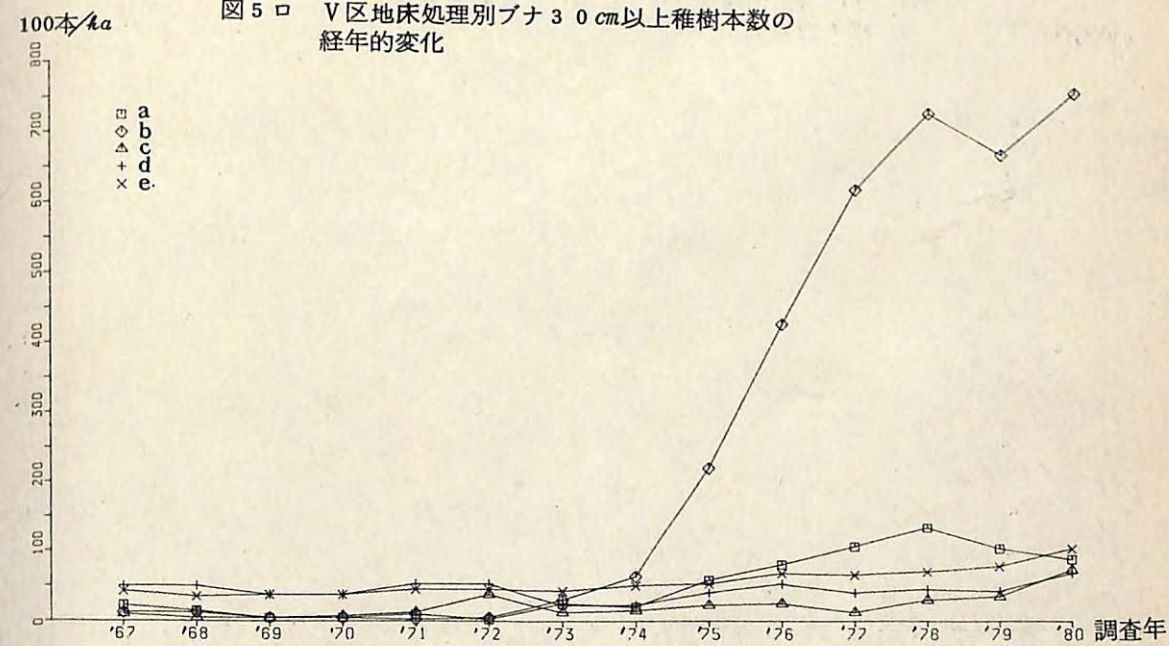


図6イ II (100%伐採) 区地床処理別ブナ稚樹総本数の
経年的変化

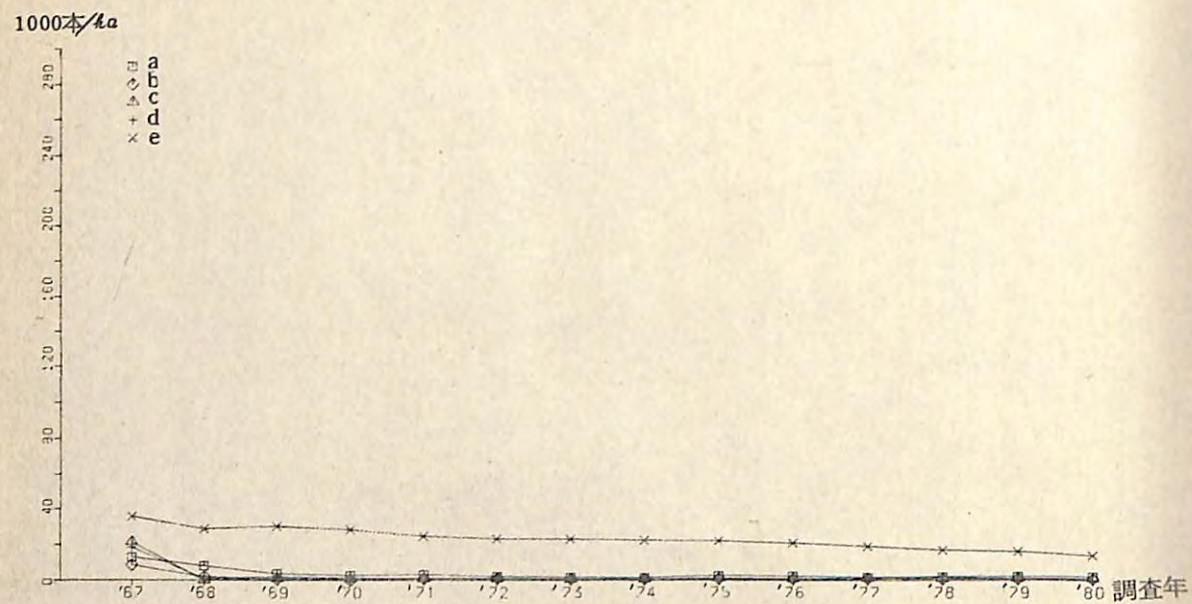


図6ロ II 区地床処理別ブナ30cm以上植樹本数の
経年的変化

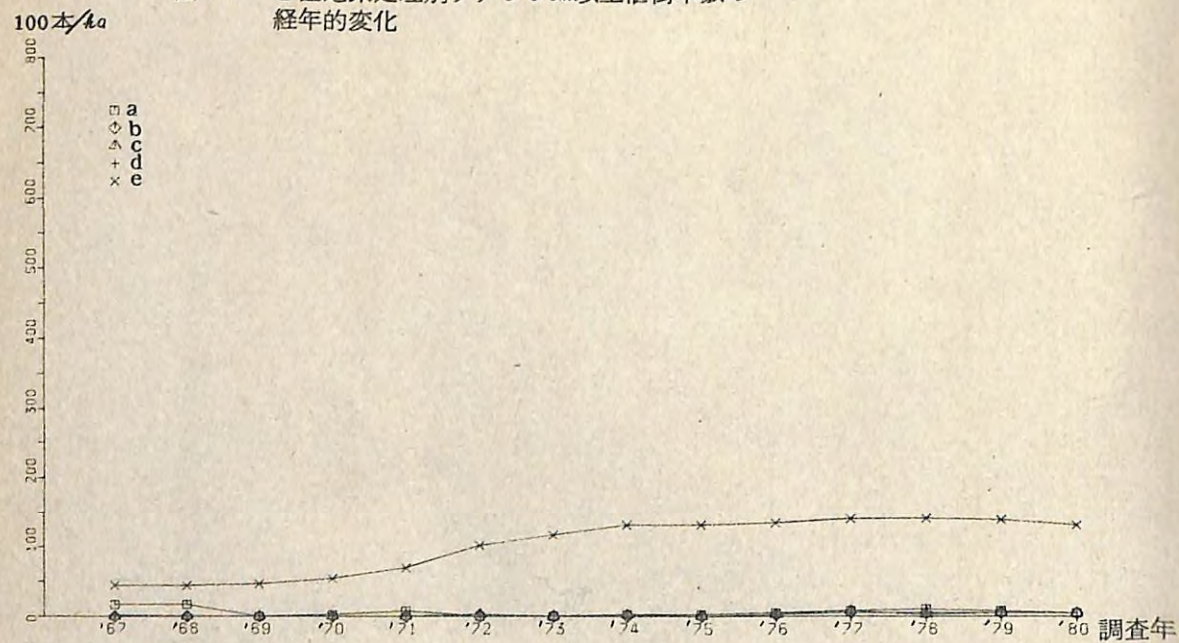


図7イ I' (0%伐採) 区地床処理別ブナ稚樹本数(当年生以外, 以下同じ)
の経年的変化

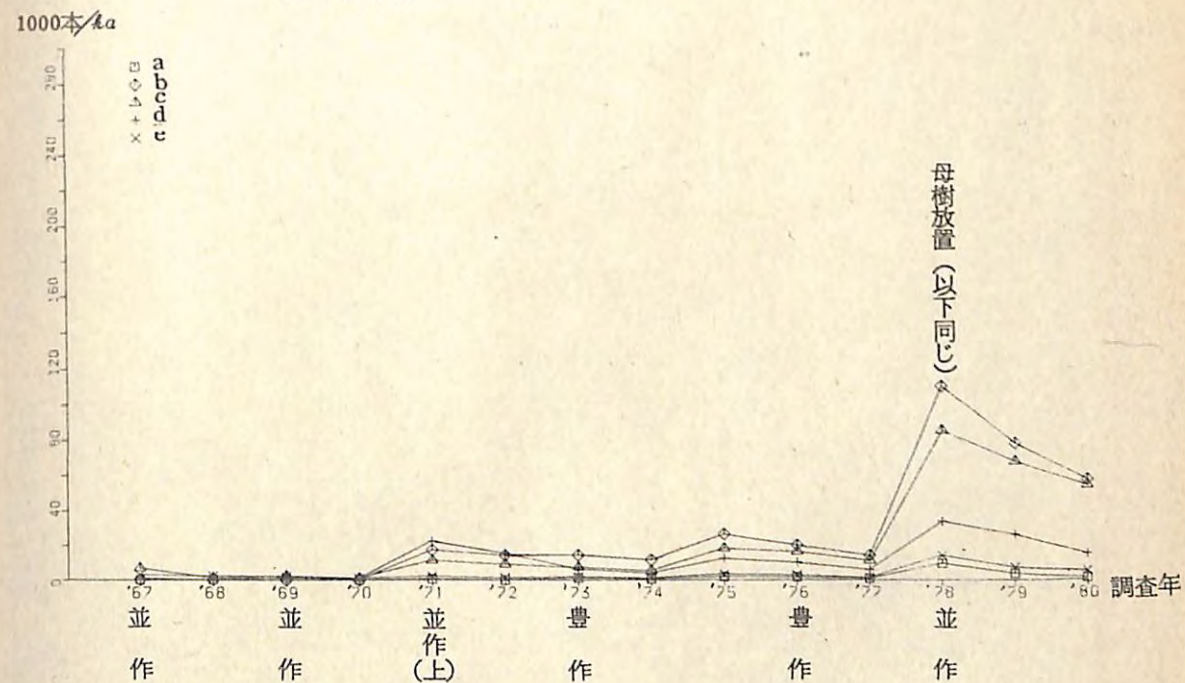


図7ロ I' 区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の
経年的変化

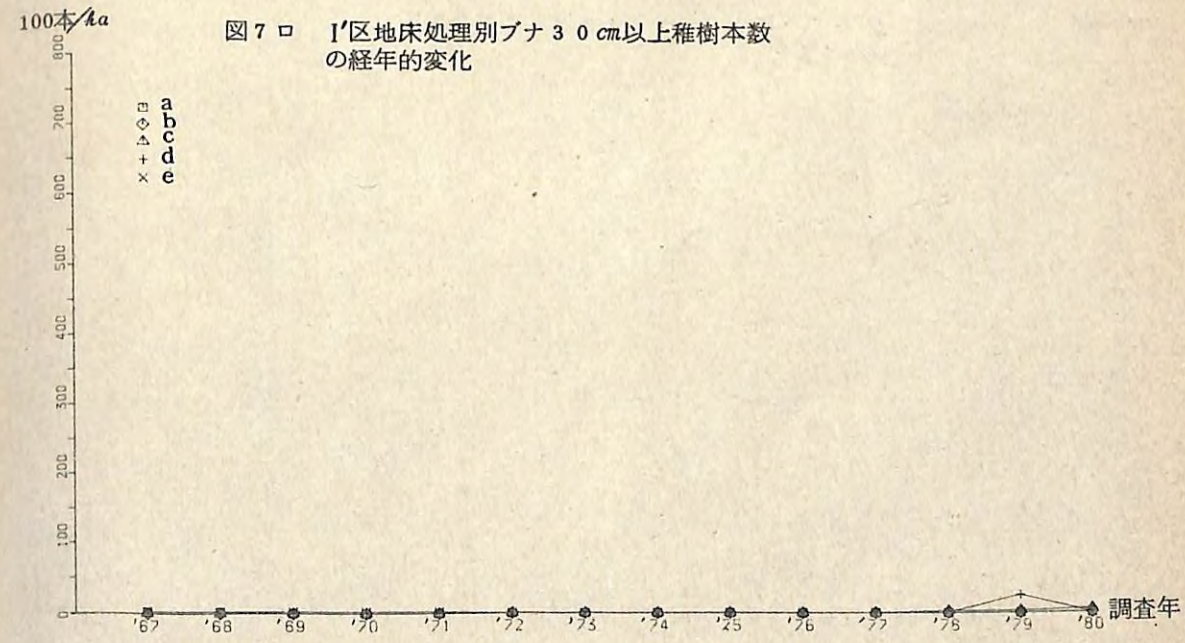


図8イ III'区(30%伐採)地床処理別ブナ稚樹総本数の
経年的変化

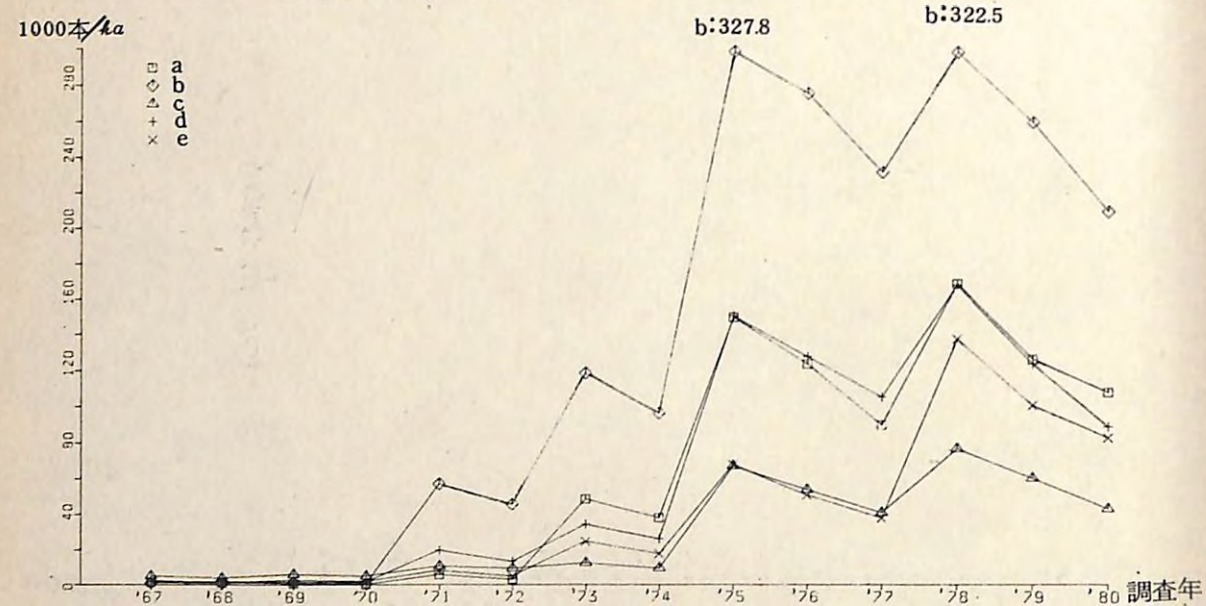


図9イ II'(50%伐採)区地床処理別ブナ総本数の
経年的変化

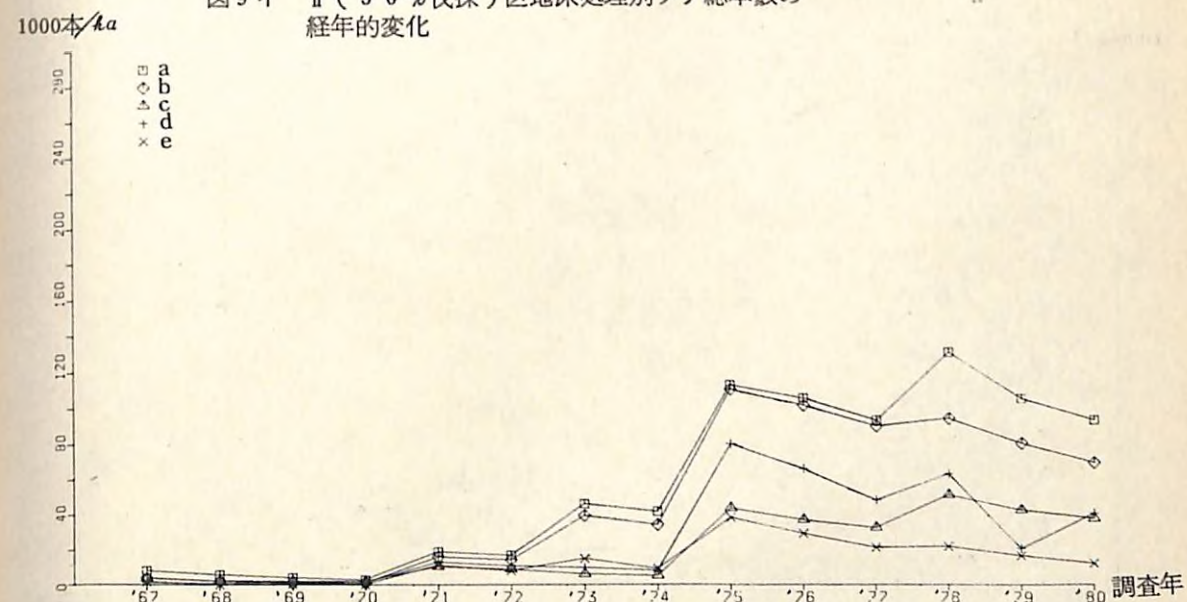


図8ロ III'区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の
経年的変化

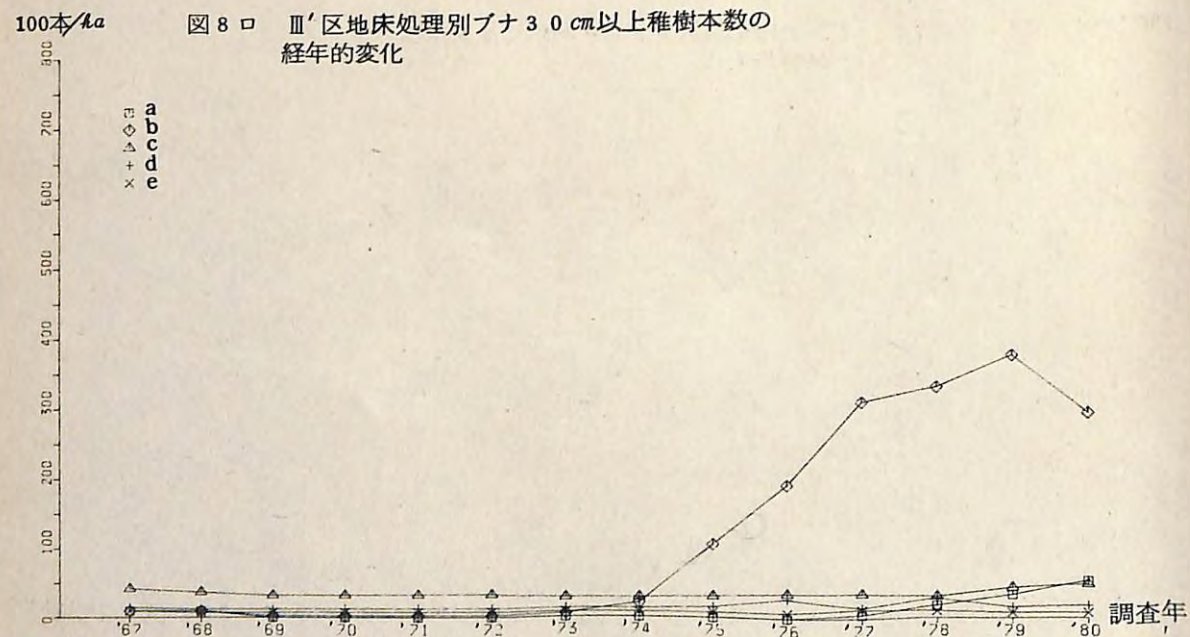


図9ロ II'区地床処理別ブナ30cm以上稚樹本数の
経年的変化

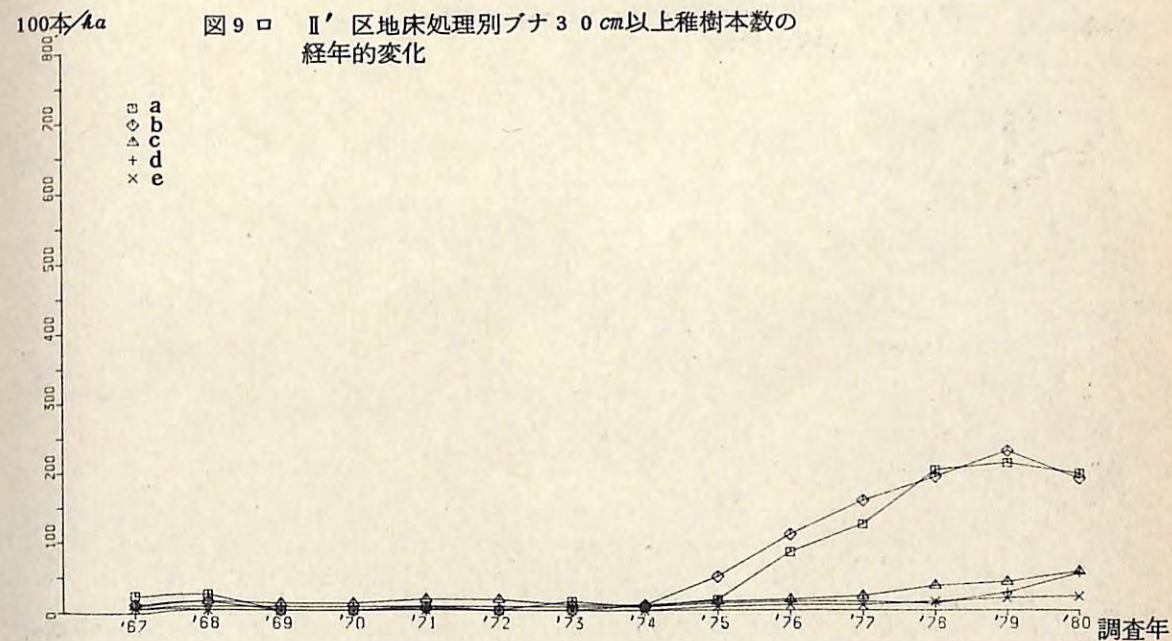


図10イ V'(70%伐採)区地床処理別ブナ総本数の
経年的変化

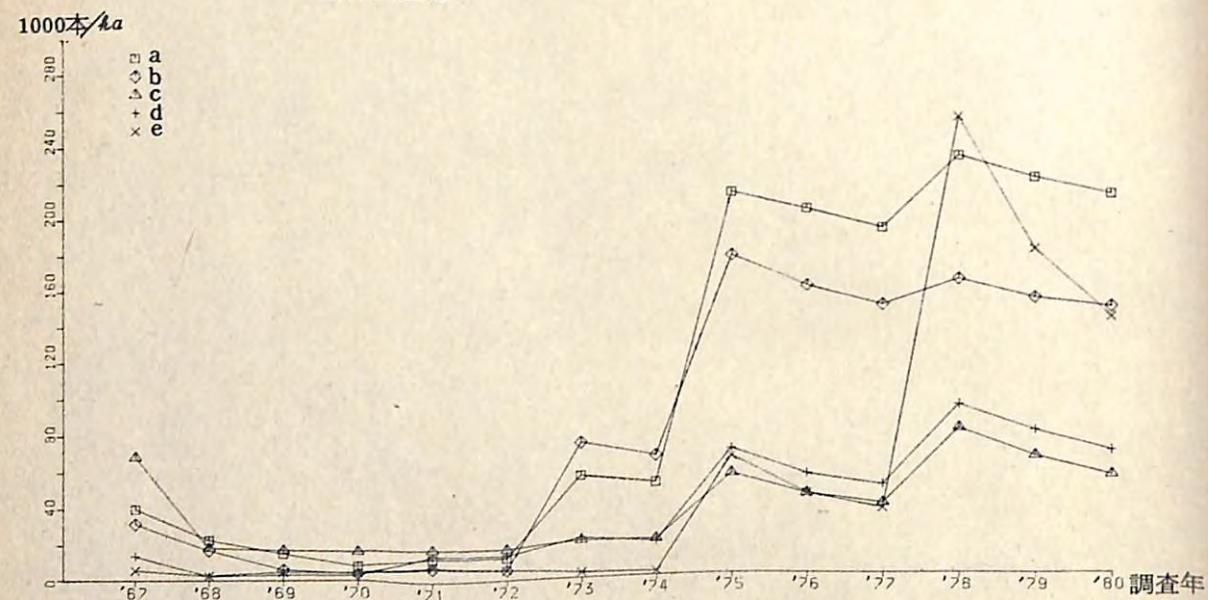


図11イ IV'(100%伐採)区地床処理別ブナ稚樹総本数の
経年的変化

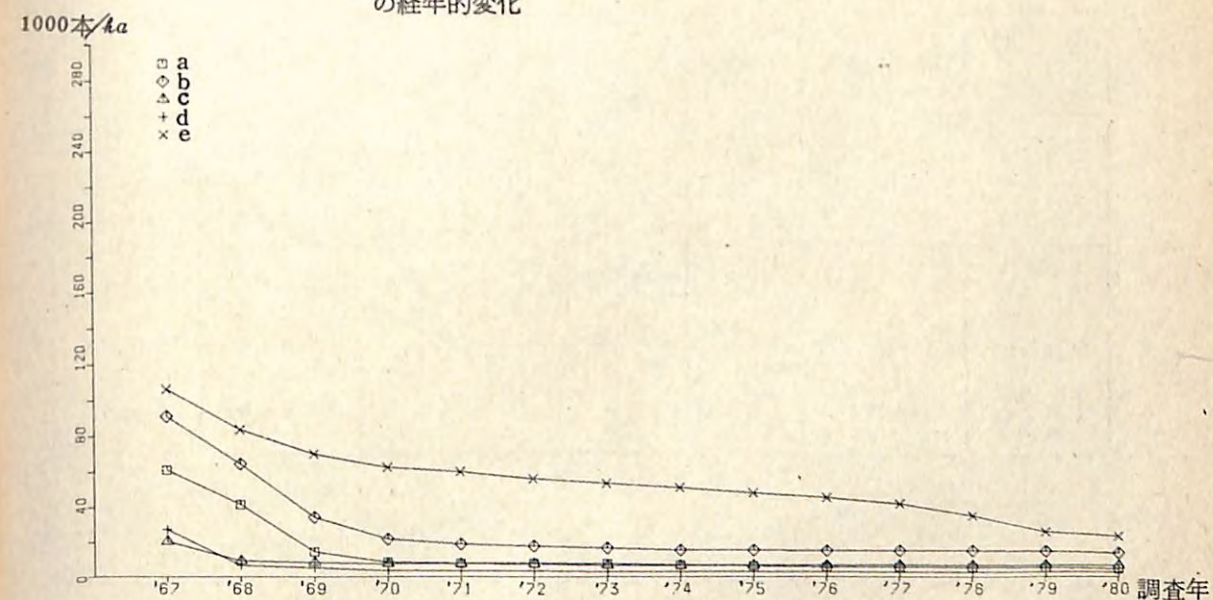


図10ロ V'区地床処理別ブナ30cm以上本数の
経年的変化

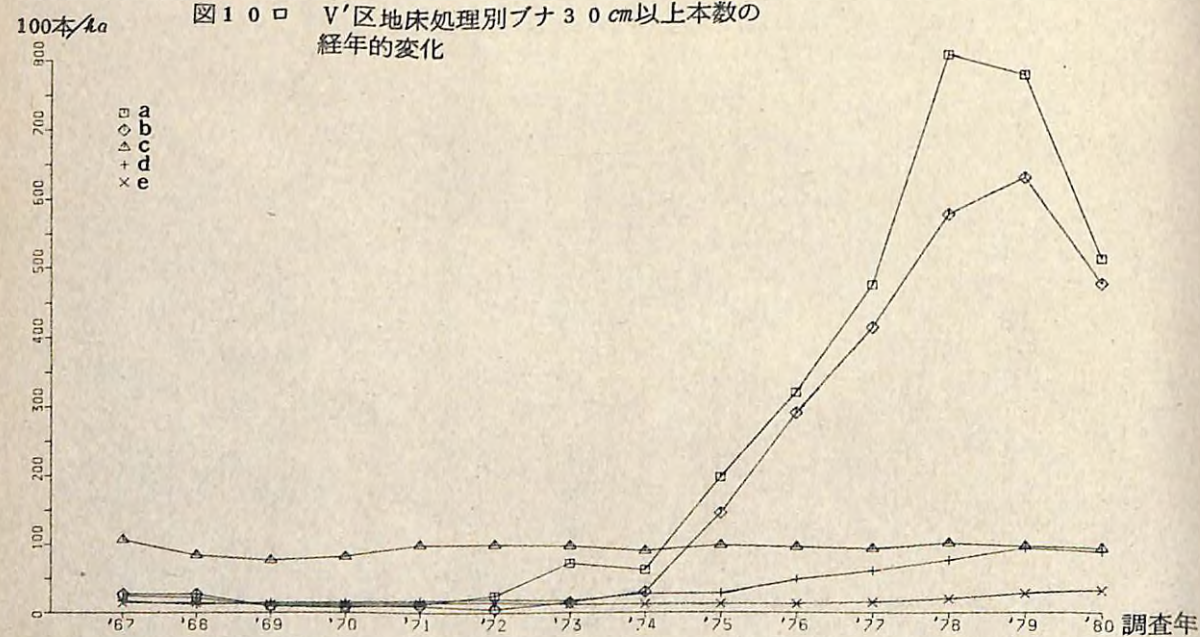


図11ロ IV'(100%伐採)区地床処理別ブナ30cm以上本数の
経年的変化

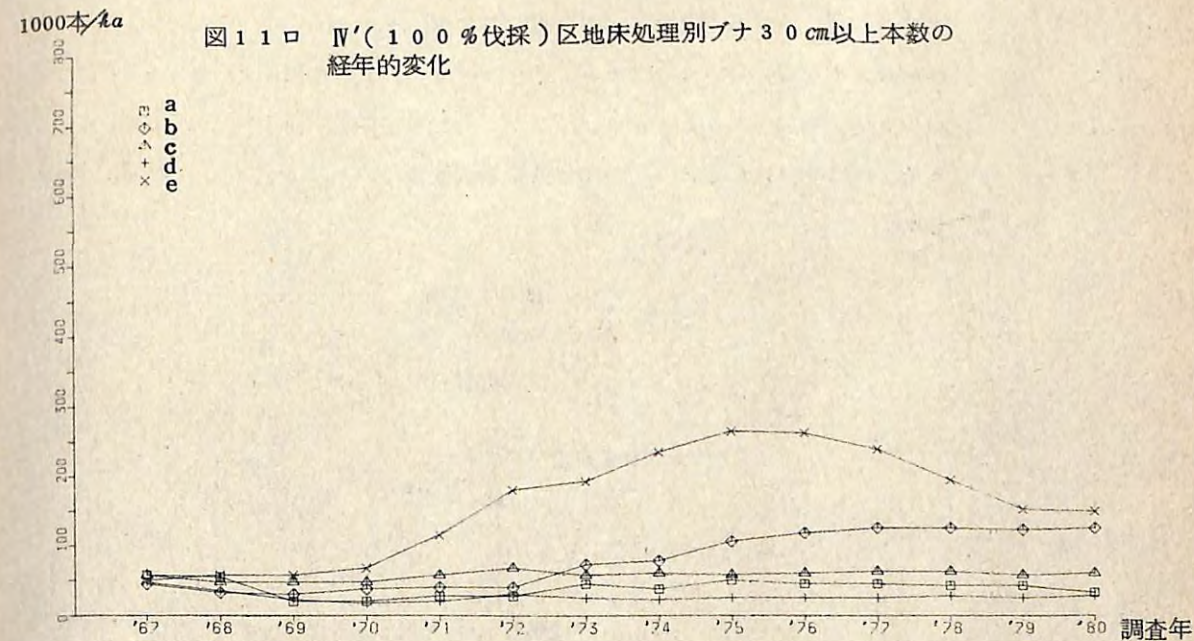


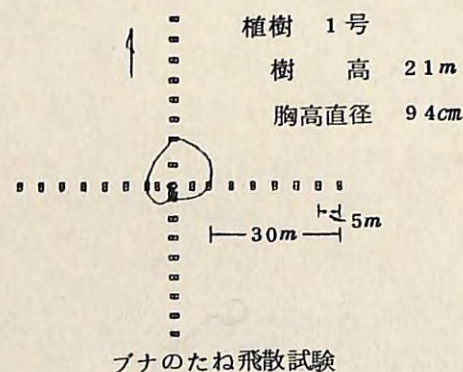
表5 落下試験林の林分構成 (ha当り)

調査年	樹種	本数	樹高 m	胸高直径 cm	胸高断面積 m ²	材積 m ³
1971	ブナ	234	$\frac{15}{5 \sim 21}$	$\frac{30.4}{6 \sim 100}$	22.35	164.18
1973	ダケ	12	$\frac{17.2}{6 \sim 20}$	$\frac{46.7}{24 \sim 80}$	2.04	15.34
1976 1978	ブナ	164	$\frac{25.1}{12 \sim 33}$	$\frac{41.2}{16 \sim 82}$	25.05	289.48
胸高直径 16cm以上について測定	イタヤカエデ	6	$\frac{20.3}{17 \sim 26}$	$\frac{29.3}{18 \sim 44}$	0.46	4.64
	コシアブラ	2	18	20	0.06	0.52

する翌年の稚樹の発生率は、25%強('72)、22%強('74)、15%弱('77)で前田らの行った発芽試験での90%前後、六日町営林署で育苗試験を行った際の露地発芽率86~93%に比べてはるかに低かった。

○ 種子の飛散

完全に孤立した供試木をえらび、図のように、東西南北4方向ごとに、樹冠中央、樹冠縁、樹冠縁から5m、10m、……30m('71年以降はこれに2.5m、12.5mの3地点を加えた)と1m²のトラップ2コづつ設定し、9月下旬から11月上旬まで、ほぼ5日目ごとにブナの種子の飛散量を健全、シイナ、虫くいにわけて調査した。



調査年は1969、1971、1973、1976、1978年の5回、供試木の本数は、それぞれ、1、2、3、2、2本で、いずれも樹高20~26m、胸高直径70~118の老令木である。

飛散距離：5回の調査を通じて最も遠くまで種子の飛んだのは樹冠縁から25mの地点までで、種子の豊作、並作によるちがいは見られなかった。ただ更新にとって有効な飛散距離はちがっており、有効粒数を1m²あたり10粒以上とした場合、並作年では4方向平均で樹冠縁からはば5m、豊作年ではその約3倍という差が見られた。

風向と飛散距離：この地域の種子落下時の常風は南からであるために、北方向への飛散が最も多く、東西がそれにつき、南方向では樹冠外への飛散は極端に少なかった。

2) 黒沢尻試験地(東北支場; 経1研)

ブナを主とする天然更新法を主体とする比較的簡略な施業法の確立をはかるため、昭和43年度より上木伐採事業5カ年計画で皆伐施業形態での4種類の伐採種を採用した試験区を設定した(試験地の概況および試験内容については、昭和49年度特別会計技術開発試験成績報告書「天然林施業法」を参照のこと)。

昭和45年度から49年度までの5カ年間、プロジェクト研究「亜高山帯針葉樹林および上部ブナ帯における更新に関する研究」の課題で調査を行ったが、この期間中の47年度まではブナ種子の結実に恵まれなかったため、伐採方法の違いによるブナ稚樹の発生、定着などの更新の良否の比較はできず、もっぱら各作業地の伐採直後における前生ブナ稚樹の生育の実態把握にとどまった。幸い、昭和48年に該地一円のブナ林が種子の豊作に恵まれたことから、各作業地の代表的な伐採帯に種子の採取トラップを設置して、上木伐採方法とブナ種子の豊作年におけるブナ種子の生産量の関係、飛散落下の特性、さらには種子確保の面からみた上木伐採方法や母樹(帯)配置のあり方などについて検討した。

また、昭和49年には発生稚樹の消失関係を調べるため、各作業地の各伐採帯および保残帯について、それぞれの1~2箇所に更新面を直角に横断する形で母樹(帯)から母樹(帯)までの間に、ベルト状に大きさ1×1mの固定調査コドラートを風上の母樹の根元から5m間隔ごとに1個づつ設定した。設定した固定調査コドラートの数は、各作業地とも25~30個で、全作業地の合計では天下Ⅰ類箇所115個、天下Ⅱ類箇所

100個、保残帯内23個である。そして、同年は豊作翌年におけるブナ稚樹の発生状態を特に上木伐採方法および更新地の林床植生の繁茂状態との関係において検討した。

今朝は、上記の継続調査として、昭和50～55年までの6年間、すなわち昭和48年の豊作種子から発生したブナ稚樹の発生後7年目までの消失、樹高成長の実態、および更新を阻害する林床植生の繁茂・再生状態を経年的に把握した。また、この間昭和51年にも準豊作と思われるブナ種子の結実があったので、その種子からの発生稚樹の推移についても同様に調査した。

なお、各作業地の天下Ⅰ類箇所については、昭和48年から51年まで連年夏季に低木類の刈払いを行った。

(1) ブナ稚樹の成立本数の推移

昭和49年に発生したブナ稚樹の発生後7年目までと、昭和52年に発生したブナ稚樹の発生後4年目までの各年における成立本数・残存率を伐採種別更新種別に掲げると表-6および表-7となる。

これによると、ブナ稚樹の発生量は、当然ながら前年秋の落下健全種子量の多かった伐採種（母樹間距離の短い伐採種）のものが多い。また、それを更新種でみると、どの伐採種でも林床の低木類を刈払いしている天下Ⅰ類箇所が多く発生をみている。この違いの原因についてはよく判らないが、ただ、これまでの観察によると更新地の林床植生の繁茂の程度と種子を食害する野鼠の生息環境との間に因果関係のあることだけは確かなようである。

発生したブナ稚樹は、林床条件の不適や、病害（主として立枯病）、野兎・野鼠害などによって年々消失していく。その推移を便宜上、伐採種の平均値を用いて更新種別に図示すると図-12となる。

これによると、昭和49年に発生した稚樹は発生後7年目で成立本数・残存率は、天下Ⅰ類箇所が21本/㎡の33%、天下Ⅱ類箇所が1.1本/㎡の36%、保残帯内が1.5本/㎡の20%まで低下している。残存率についてみると、保残帯内が最も低いことは当然としても、更新種では一般的には天下Ⅰ類方式より上廻るのが普通であるが、本試験地の場合、特に天下Ⅰ類箇所に野鼠による地際部の噛み切り害や根部の食害が多発しているため、このような結果になっている。野鼠害の多発原因としては、刈払いされた枝条（ボサ）が更新地に残置されることから、これが野鼠にとって恰好の住み家となるためではないかと考えられる。つぎに昭和52年に新たに発生した稚

表-6 昭和49年発生ブナ稚樹の成立本数・残存率の推移

伐採種 (地 形)	昭和48年秋の 落下種子量	更新種	昭和49.6 発生時	昭和49.10	昭和50.10	昭和51.10	昭和52.10	昭和53.10	昭和54.10	昭和55.10
30m幅交互帯皆伐 (南東向緩斜) ①	64.5	天下Ⅰ類	32.4 100	14.9 46.0	13.3 41.1	12.7 39.2	7.1 21.9	5.8 17.9	6.2 19.1	5.7 17.6
" (南向緩斜) ②	36.1	Ⅱ類	4.6 100	3.5 76.1	3.3 71.7	3.2 69.6	2.8 60.9	2.3 50.0	2.1 45.7	1.8 39.1
50m幅交互帯皆伐 (北西向緩斜)	33.3	天下Ⅰ類	2.4 100	2.0 83.3	1.5 62.5	1.6 66.7	1.5 62.5	1.4 58.3	1.4 58.3	1.3 54.2
" (南向緩斜)	37.0	Ⅱ類	2.2 100	2.2 100	2.0 90.9	1.9 86.4	1.4 63.6	1.1 50.0	1.1 50.0	1.0 45.5
皆伐列状母樹保残 (50m幅) (東向緩斜)	96.8	天下Ⅰ類	1.1 100	0.9 81.8	0.9 81.8	0.9 81.8	0.8 72.7	0.8 72.7	0.7 63.6	0.7 63.6
" (東向緩斜)	37.0	Ⅱ類	3.7 100	3.2 86.5	2.2 59.5	2.3 62.2	2.0 54.1	2.0 54.1	1.3 35.1	1.3 35.1
皆伐点状母樹保残 (平 担)	96.8	天下Ⅰ類	4.6 100	3.5 76.1	2.6 56.5	2.7 58.7	1.7 37.0	1.6 34.8	1.5 32.6	1.5 32.6
" (平 担)	96.8	Ⅱ類	9.6 100	9.3 96.9	2.7 28.1	3.3 34.4	2.8 29.2	1.3 13.5	1.4 14.6	1.3 13.5
保 残 帯 内	122.0	—	3.1 100	1.6 51.6	0.9 29.0	1.0 32.3	0.6 19.4	0.3 9.7	0.2 6.5	0.2 6.5
保 残 帯 内	122.0	—	7.4 100	3.1 41.9	2.1 28.4	2.0 27.0	1.8 24.3	1.6 21.6	1.5 20.3	1.5 20.3

(注) 落下種子量: ㎡あたり落下健全種子量(粒) 上段: ㎡あたり本数(本) 下段: 本数残存率(%)

表-7 昭和52年発生ブナ稚樹の成立本数・残存率の推移

伐採種	更新種	昭和52.6 発生時				昭和53.10				昭和54.10				昭和55.10			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30m幅交互帯皆伐	天下I類	15.9	10.5	5.6	4.4	10.5	5.6	4.4	4.2	10.5	5.6	4.4	4.2	10.5	5.6	4.4	4.2
	II類	10.0	6.6	3.5	2.7	6.6	3.5	2.7	2.6	6.6	3.5	2.7	2.6	6.6	3.5	2.7	2.6
"	天下I類	2.4	0.9	0.4	0.3	0.9	0.4	0.3	0.1	2.4	0.9	0.4	0.3	2.4	0.9	0.4	0.1
	II類	1.0	3.7	1.6	1.2	3.7	1.6	1.2	4.2	1.0	3.7	1.6	1.2	1.0	3.7	1.6	1.2
50m幅交互帯皆伐	天下I類	2.0	1.8	1.9	1.6	1.8	1.9	1.6	1.5	2.0	1.8	1.9	1.6	2.0	1.8	1.9	1.5
	II類	1.0	9.0	9.5	8.0	9.0	9.5	8.0	7.5	1.0	9.0	9.5	8.0	1.0	9.0	9.5	8.0
皆伐列状母樹保残 (50m幅)	天下I類	2.5	1.7	1.0	0.5	1.7	1.0	0.5	0.2	2.5	1.7	1.0	0.5	2.5	1.7	1.0	0.2
	II類	1.0	6.8	4.0	4.0	6.8	4.0	4.0	3.3	1.0	6.8	4.0	4.0	1.0	6.8	4.0	3.3
皆伐点状母樹保残	天下I類	3.9	2.8	1.6	1.1	2.8	1.6	1.1	1.1	3.9	2.8	1.6	1.1	3.9	2.8	1.6	1.1
	II類	1.0	7.1	4.1	2.8	7.1	4.1	2.8	2.2	1.0	7.1	4.1	2.8	1.0	7.1	4.1	2.2
保存帯内	天下I類	3.5	3.8	0.8	1.0	3.8	0.8	1.0	0.7	3.5	3.8	0.8	1.0	3.5	3.8	0.8	0.7
	II類	1.0	10.8	2.2	2.8	10.8	2.2	2.8	2.0	1.0	10.8	2.2	2.8	1.0	10.8	2.2	2.0
保存帯内	天下I類	0.4	0.3	0	—	0.3	0	—	—	0.4	0.3	0	—	0.4	0.3	0	—
	II類	1.0	7.5	0	—	7.5	0	—	—	1.0	7.5	0	—	1.0	7.5	0	—
保存帯内	天下I類	4.4	1.9	1.1	0.7	1.9	1.1	0.7	0.3	4.4	1.9	1.1	0.7	4.4	1.9	1.1	0.3
	II類	1.0	4.3	2.5	1.5	4.3	2.5	1.5	6.8	1.0	4.3	2.5	1.5	1.0	4.3	2.5	6.8

注) 上段: mあたり本数(本) 下段: 本数残存率(%)

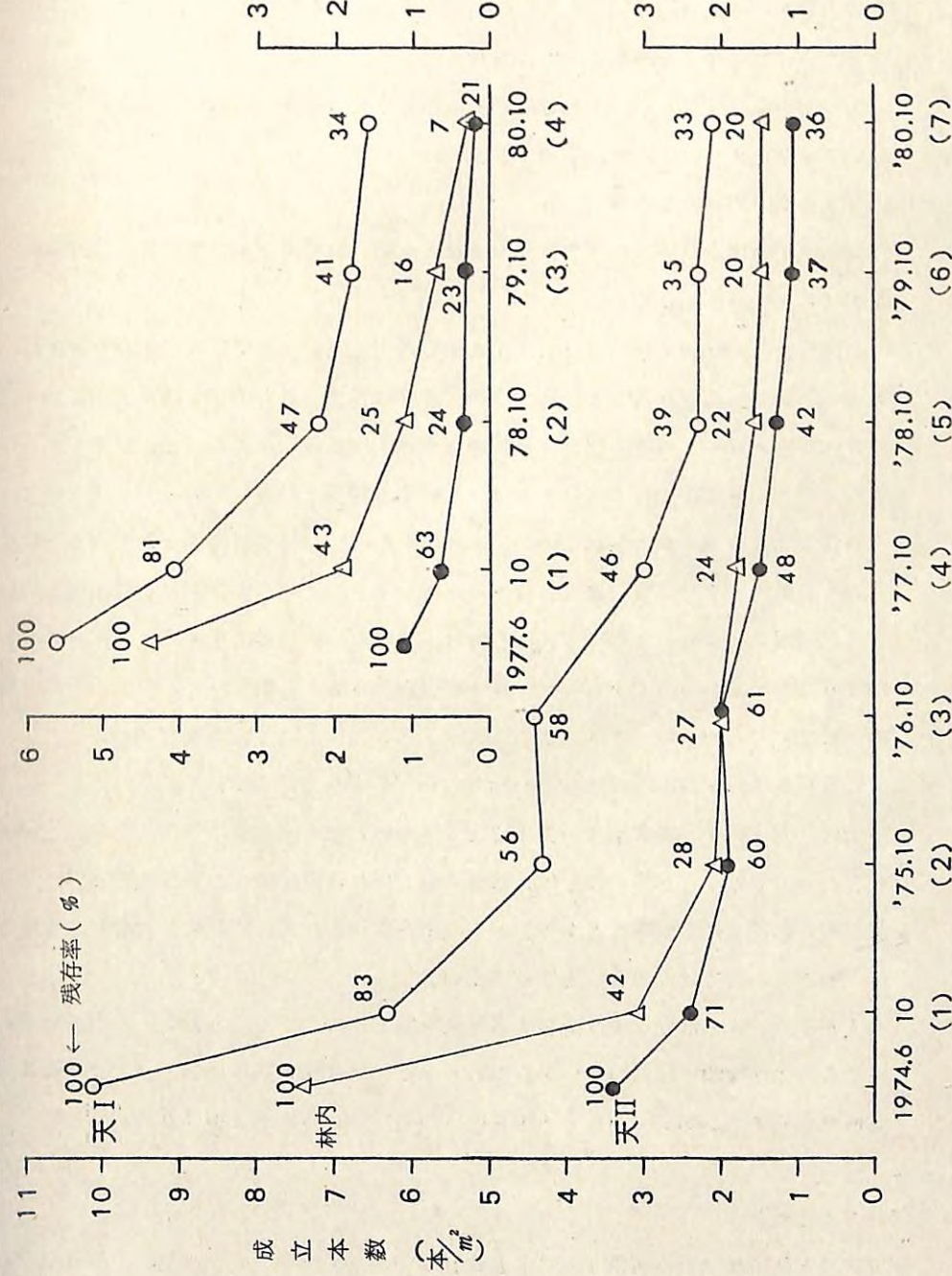


図-12 ブナ稚樹の成立本数と本数残存率の推移(伐採種平均)

樹の推移についてみると、残存率では同一経過年の比較で初回発生（昭和49年）のものよりかなり低下している。その原因としては、上木伐採後の年数経過による林床状態の悪化（繁茂量の増加）が考えられる。

なお、表中、後年の成立本数が前年より増加しているのは、嚙切り被害木が後年において萌芽再生しているためである。

(2) ブナ稚樹の樹高成長の推移

発生ブナ稚樹の経年的な平均樹高の推移とその時の林床植生の繁茂量（総樹高量）を掲げると表-8となる。

樹高成長は、幼時においては特に生育地の林床植生（ササや低木類）の繁茂度合の大小によって左右されることから、その大きさは当然ながら天下Ⅰ類＞天下Ⅱ類＞保残帯内の順となっている。それを更新種別に連年成長量でみると、昭和49年発生のもものは、発生後1～2年目までは林床植生の繁茂量に違いがあっても成長量にはそれほど大きい違いがみられないが、3年目あたりからは次第に差を生ずようになり、それは天下Ⅰ類箇所では成長量が年々増加するのに対して、天下Ⅱ類箇所ではほとんど横ばいとなり、さらに保残帯内では逆に年々低下の傾向を辿るようになる。このような樹高成長の特徴を各年における樹高階別本数占有率でみると、その相違は一目瞭然である（図-13）。つぎに、昭和52年に発生した稚樹についてみると、その樹高量は同一経過年の比較で初回発生のものより下廻っている。特に天下Ⅰ類箇所では、刈払い中止後に植生が再生繁茂するため、その成長量は天下Ⅱ類箇所と同程度となっている。これ等のことは、稚樹の樹高成長は林床植生の繁茂量の多寡によって左右されるものであることを物語るものであるが、ただ、成長に影響を与える繁茂量の限界については今のところ明確でない。

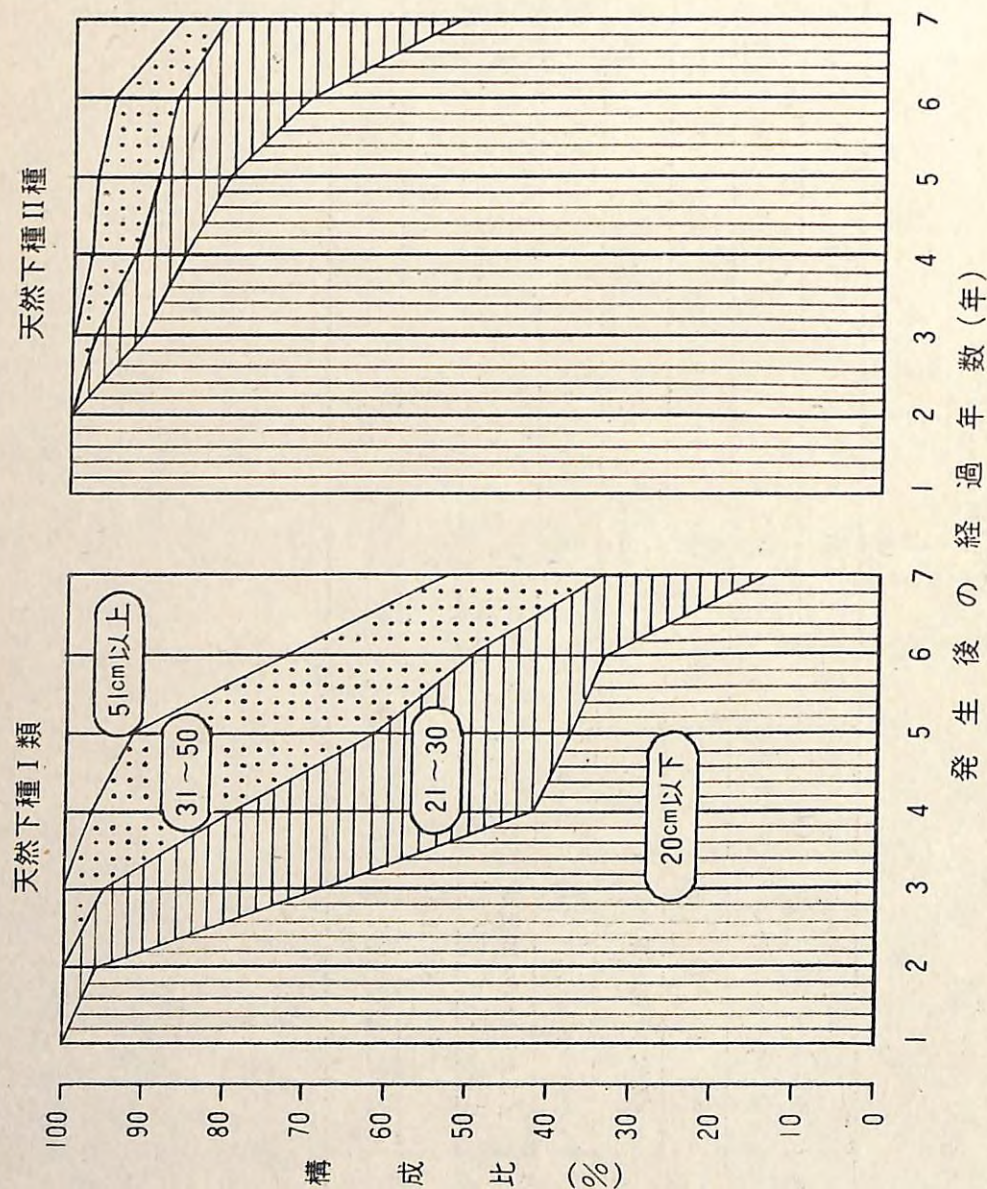
なお、表-8とは別に樹高成長を各作業地間で比較してみると、同一の更新種であっても各伐採種間に成長の違いがみられる。それは伐採方法の違いというよりも各作業地の立地条件（傾斜・方位・土壌状態）の違いによるものと解される。

3. 試験のまとめ

ブナ天然下種更新での更新完了の目安とされている定着稚樹の大きさや、その時の本数の決定基準については諸説があるが、目下のところでは一応、既往のブナ人工造林での植栽本数を一つの目安として、30cm以上の稚樹を更新地にはほぼ均等にhaあたり1万本を

表-8 ブナ稚樹の平均樹高・林床植生繁茂量の推移

更新種	調査年月	昭和49年	50.10	51.10	52.10	53.10	54.10	55.10
	樹齢	1	2	3	4	5	6	7
天下Ⅰ類	平均高 (cm)	9.0	13.3	19.0	25.8	32.1	41.4	52.9
	㎡あたりの植生繁茂量 (m/本)	刈払い	刈払い	刈払い	10.5/41	推定 20.4/45	30.3/48	33.4/50
天下Ⅱ類	平均高 (cm)	8.4	12.2	16.1	20.1	22.2	26.0	29.2
	㎡あたりの植生繁茂量 (m/本)	25.3/46	推定 27.8/45	30.2/43	28.6/33	30.4/35	29.9/34	28.4/36
保残帯内	平均高 (cm)	7.7	11.1	12.9	14.3	16.5	16.8	17.2
	㎡あたりの植生繁茂量 (m/本)	10.5/30	推定 10.6/31	10.7/32	10.3/29	12.8/36	13.7/37	13.9/36



図一13 昭和49年発生ブナ稚樹の樹高階別本数占有率

最低基準にしたい。

発表文献

- 1) 柳谷新一・金 豊太郎：ブナ林の上木伐採方法とブナ種子の飛散の関係，日林誌，57，(7)，(1975)
- 2) ————：ブナ林の上木伐採方法とブナ稚樹の発生の関係，日林東北支誌，27，(1975)
- 3) ————：ブナ林の林床状態とブナ稚樹の発生の関係，日林東北支誌，27，(1975)
- 4) ————：ブナ林の伐採跡地における林床植生繁茂量の経年変化——落葉低木型植相について——，日林東北支誌，28，(1976)
- 5) ————：ブナ天然林施業の体系化——特に皆伐施業形態での更新法——，東北支場年報，19，(1978)
- 6) ————：ブナ皆伐母樹保残作業の更新初期の成績——落葉低木型植相ブナ林の例——，日林東北支誌，32，(1980)

3) 生保内ブナ天然林施業指標林(東北支場・経1研)

この指標林は，ブナ皆伐天然下種更新を対象とする「新しい森林施業」の定着化を図るため，秋田営林局が設定し，その更新成績については東北支場が調査を担当しているものである。

施業経過としては，昭和50年8月に試験区として皆伐点状母樹保残作業区1区と皆伐列状母樹保残作業区3区の計4区を設定し，同年9月から10月にかけて，更新種を天然下種Ⅰ類として上木伐採前にササの刈払いを実施し，翌51年5月から11月まで上木の伐採を製品生産事業で実施している(施業地の概況および試験内容については，秋田営林局「施業指標林実施報告書—ブナ天然林施業」を参照のこと)。

上木伐採後の4作業区について，保残母樹間の更新面に，大きさ1×1mの固定調査コドラートを5m間隔ごとに1個ずつ，合計76個，また，比較対象のため保残帯についても帯内を横断する形で15個を設定した。

調査は、昭和52年から55年まで、毎年6月上旬と10月中旬の2回にわたり、コドラート内に成立しているブナ稚樹について年齢別にその本数、樹高を測定した。また、同時に林床植生の再生繁茂状態をみるため、ブナ以外の木本類植生（ササを含む）についても樹種別にその本数、樹高を測定した。

なお、昭和51年はブナ種子の準豊作年であった。

(1) 上木伐採前の林床植生の繁茂状態

各作業区の上木の疎密状態の異なる局所に大きさ2×2mのコドラートを各2箇所、計8箇所設けて調査した結果によれば、出現樹種数は全体で17種、樹類別では高木類2種、亜高木類3種、低木類10種、ササ類が2種である。優占種はチシマザサで代表的なササ型植相である。また、各コドラートでの構成樹種数は6～10種、本数は㎡あたり12～49本の密度で成立している。繁茂量は上木の疎な箇所では㎡あたりの総樹高で20～72m、密な箇所では9～21mである。特にチシマザサについては、稈高65～410cmに及び、平均高で277cmは同種でも大型に属する。

(2) ブナ稚樹の成立本数の推移

施業後の昭和52年に発したブナ稚樹の発生後4年目までの各年における成立本数・残存率を掲げると表-9となる。

これによると、52年7月発生時点での成立本数は、作業区では㎡あたり平均1.4から9.1本、保残帯内3.7本で、各作業区間の発生本数に違いがみられる。この違いの原因としては、発生本数の際だって多いI区は、母樹の点状的保残に加えてトラクター集材による地表層の剝離が効を奏したとみられるし、また特に発生本数の少ないIV区は、保残母樹本数が他の作業区よりも少なかったことに起因しているようである。

つぎに、これ等稚樹の経時的な消失の推移についてみると、各作業区とも2年目までは急激な減少を辿るが、3年目あたりからは消失の変動が少なくなって安定的に推移する傾向がみられる。この結果、4年経過時での残存率は、作業区では43～84%の範囲、保残帯では38%となり、しかも発生時の本数の多い作業区ほど残存率が高くなっている。各区の残存率の違いの原因についてはよく判らないが、ただ、初期の発生環境がその後の更新成績に影響をもつことだけは明らかなようである。また、この残存率を参考までに前記した黒沢尻ブナ林総合試験地のものと比較してみると、経時的な減少傾向がかなり異なっており、同一経過年の比較では本指標林の方が上廻っている。なお、現実のブナ稚樹の成立本数としては、表-4に掲げたものの他に昭

表-9 昭和52年発生ブナ稚樹の成立本数、残存率の推移

伐採 (地)	種 (形)	更新種	昭52.7 発生時	昭52.10	昭53.6	昭53.10	昭54.6	昭54.10	昭55.6	昭55.10
I:皆伐点状母樹保残 (平坦・東向緩斜)		天下I類	9.1	8.0	7.3	7.0	6.6	6.7	6.7	6.7
II:皆伐列状母樹保残 (北東・北西向・急・緩斜)		"	100	87.9	80.2	76.9	72.5	73.6	73.6	73.6
III: "		"	3.2	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	2.5	2.7
IV: (南東向急・緩斜)		"	100	90.6	90.6	84.4	87.5	90.6	78.1	84.4
(")		"	2.5	2.0	1.9	1.8	1.3	1.4	1.4	1.4
保残帯内		—	100	80.0	76.0	72.0	52.0	56.0	56.0	56.0
			1.4	1.1	1.0	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
			100	78.6	71.4	42.9	50.0	42.9	42.9	42.9
			3.7	2.7	1.7	1.6	1.3	1.5	1.4	1.4
			100	73.0	45.9	43.2	35.1	40.5	37.8	37.8

注) 上段:㎡あたり本数(本) 下段:本数残存率(%)

表-10 プナ稚樹の平均樹高・林床植生繁茂量の推移

試験区	調査年月 樹 齢	昭52.10			53.10			54.10			55.10		
		1	3	2	4	3	5	6	4	5	6	4	6
I	平 均 高 (cm)	9.4	11.4	15.5	15.2	22.1	20.2	24.2	22.1	20.2	24.2	22.1	24.2
	m ² あたり植生繁茂量 (m/本)	4.3/27	10.8/39	16.7	21.1	24.5	29.8	31.6	22.1/43	16.8/40	22.1/43	22.1/43	22.1/43
II	平 均 高 (cm)	9.5	14.9	16.7	21.1	24.5	29.8	31.6	22.1/43	16.8/40	22.1/43	22.1/43	22.1/43
	m ² あたり植生繁茂量 (m/本)	3.5/14	9.0/22	13.6	18.5	21.8	23.5	27.5	11.8/28	11.8/22	17.8/28	17.8/28	17.8/28
III	平 均 高 (cm)	9.5	11.0	13.6	18.5	21.8	23.5	27.5	11.8/28	11.8/22	17.8/28	17.8/28	17.8/28
	m ² あたり植生繁茂量 (m/本)	4.9/23	9.3/28	15.2	22.5	21.8	23.5	27.5	11.8/28	11.8/22	17.8/28	17.8/28	17.8/28
IV	平 均 高 (cm)	9.9	13.4	15.2	22.5	21.8	23.5	27.5	11.8/28	11.8/22	17.8/28	17.8/28	17.8/28
	m ² あたり植生繁茂量 (m/本)	5.8/25	11.9/34	12.3	16.7	13.3	18.4	16.7	18.0/33	18.0/33	28.6/41	28.6/41	28.6/41
保残帯内	平 均 高 (cm)	9.1	13.0	12.3	16.7	13.3	18.4	16.7	18.0/33	18.0/33	28.6/41	28.6/41	28.6/41
	m ² あたり植生繁茂量 (m/本)	13.2/21	13.5/20	13.5/20	13.5/20	13.5/20	13.5/20	13.5/20	13.5/20	13.5/20	14.8/21	14.8/21	14.8/21

表-11 林床植生(木本類)繁茂量の樹類別内訳

(m²あたり)

試験区	経過年数	総樹高量 (m)	総樹高量の樹類別割合(%)					
			高木類	亜高木類	低木類	亜低木類	サ	計
I	2	4.3	18.6	7.6	36.5	25.5	11.8	100
	3	10.8	13.2	6.7	35.5	17.5	27.1	100
	4	16.8	12.0	4.9	30.9	16.1	36.1	100
	5	22.1	11.8	3.7	31.5	16.8	36.2	100
II	2	3.5	16.6	1.0	53.4	9.3	19.7	100
	3	9.0	12.3	0.9	49.0	6.2	31.6	100
	4	11.8	13.0	1.2	47.0	5.5	33.3	100
	5	17.8	11.1	1.2	40.5	5.7	41.5	100
III	2	4.9	5.1	8.0	41.0	42.9	3.0	100
	3	9.3	3.1	10.7	53.4	24.2	8.6	100
	4	11.6	4.2	10.1	47.7	23.1	14.9	100
	5	16.3	4.8	7.3	43.4	23.3	21.2	100
IV	2	5.8	3.5	9.5	44.4	32.1	10.5	100
	3	11.9	1.8	6.5	37.8	20.4	33.5	100
	4	18.0	1.7	6.0	27.9	14.2	50.2	100
	5	28.6	2.4	3.8	24.3	14.1	55.4	100
保残帯内	2	13.2	2.6	0.8	33.6	21.9	41.1	100
	3	13.5	2.3	0.7	33.0	24.3	39.7	100
	4	13.9	2.5	1.0	31.7	23.7	41.1	100
	5	14.8	2.5	0.8	39.0	23.5	34.2	100

注) 昭50.1.0伐前刈払い

和50年に発生した前生稚樹が m^2 あたり0.2~1.0本が成立している。

(3) ブナ稚樹の樹高成長の推移

施業後の昭和52年発生稚樹および50年発生の前生稚樹の平均樹高の経年変化と、その時の林床植生繁茂量(総樹高量)を掲げると表-10となる。

これによると、52年発生の子ナ稚樹は、刈払いを施行したI~IV区では、1年生時ではほとんど差はみられないが、その後、年数経過とともに差を生ずるようになって、4年生時には平均樹高の範囲が28~32cmまで広がっている。この樹高差は林床植生繁茂量の多寡とは無関係のようなので、各作業区の立地条件の違いによるものと解される。保残帯内の子ナ稚樹の平均樹高は、1年生時には作業区のものと同程度で、子ナ上層木や林床植生の庇蔭下で生育しているため、その後の伸長量は当然ながら小さく4年生時で17cm弱にとどまっている。しかも稚樹は外観的に弱々しく活力のないものが多い。一方、前生稚樹は、施業後2年目位までは当然ながら後生稚樹より樹高が大きい、3年目あたりからは伸長量が緩慢となって、4年目ではその樹高値が逆転している。この原因についてはよく判らない。

(4) 林床植生繁茂量の増加傾向

刈払い後2年目の4作業区の全域に出現する樹種数は28種、このうち出現頻度が50%以上のものとしては、オウカメノキ、子ナ、ヒメアオキ、オオバクロモジの5種があげられ、他のものは5~40%の範囲内にある。総樹高量では4作業区の平均で m^2 あたり4.6m、保残帯内13.2mである。再生状態としては、樹種数では伐採前の17種よりかなり増加しているが、総樹高量では落葉低木型の黒沢尻試験地の再生量20mに較べると $\frac{1}{4}$ 程度と緩慢である。

これ等再生繁茂量の経年的な推移と、その樹類別内訳を掲げると表-11のようになる。

各作業区の2年目の総樹高量を基準に経年的な増加量と、その増加率についてみると、各作業区とも年々総樹高量が4~6m位ずつ増加する。それを増加率でみると、最も低いIII区を除いては3年目で205~251%、4年目で310~390%、5年目では493~514%となって、各区ともほぼ同率である。保残帯内では上木が影響しているため、ほとんど横ばいで推移している。

つぎに、各作業区の繁茂量に占める樹類別の割合をみると、各区ともその大半は低木類、亜低木類、ササの不良樹種群によって占められている。特にチシマザサの占め

る割合は年々増加していく傾向が強い。この傾向は本指標林そのものが、もともとササ型植相であり、伐採前においてはチシマザサを主体に最高70m位の繁茂量を保有していたことを考えると、当然のようでもあり、さらに、これ等は今後も加速度的に増加していくものと予想される。

なお、刈払い後5年目での出現樹種数は、高木類7種、亜高木類6種、低木類10種、亜低木類6種、ササ類1種の計30種類となっている。

(5) 試験のまとめ

子ナ稚樹は発生時の本数の多いほど、その後の残存本数も多いという傾向がある。また、刈払い後5年目までにおいては、林床植生の再生繁茂量の多寡による子ナ稚樹の消失、および樹高成長に違いが認められない。ササ型植相のうちでも古いチシマザサの密生地では、刈払い後2~3年まではササの再生力が比較的緩慢である。これに替って低木類が早期に再生するため、一時的には外観上落葉低木型植相の様相を呈する。いずれにしろ、本試験は施業後4年より経過していないため、現時点では更新良否の判定は難しい。少なくとも稚樹の定着が確認できる7年目位までは継続調査が必要である。

発 表 文 献

- 1) 金 豊太郎・仙石鉄也・柳谷新一：子ナ林の局所環境とササの繁茂との関係、日林東北支誌、28、(1976)

C 施業指標林における検討

亜高山帯針葉樹林および子ナ林における天然林施業体系を現地事業に定着させる目的をもって、林野庁、林業試験場および現地営林局による共同の計画より、施業指標林が51年度に設定されている。

針葉樹林では名古屋局久々野署管内および長野局白田署管内の2ヶ所、子ナ林では前橋局六日町署管内および秋田局生保内署管内の2ヶ所である。設定個所の状況および事業計画については各局の報告を参照されたい。

林業試験場では本研究の成果を現場にかえし、再び現場から学んでくるという形で、これら指標林の設計、調査の指導にあたり、毎年現地における検討を行ってきた。以下に今後の問題点を述べたい。

- 1) 天然林の施業方法は昭和30年代の頃に比して格段の進歩が見られる。とくに更新および保全上からの施業上の制約要件がかなりきびしいにかゝらず、事業的に実行可能な現場技術として定着させている。林業試験場において提言した天然林の更新施業法の大綱はほぼ事業に定着したと考えられる。

しかし全国的にはなお局間で差があり、技術の全国的な交流を促進する必要がある。

- 2) 過去および現在の施業方法によつての更新成績の実態を把握し、技術の評価と改善点をさらに検討することが必要である。また更新不成績地の改良方向やその技術の開発もまた急がれる問題である。
- 3) 更新地の保育問題も、天然林の伐期問題とともに十分検討すべきである。二次林の保育施業によつて優良材の生長促進を積極的に行うことが資源保続の面からも必要であろう。天然更新と人工造林との選択限界についても具体的に検討を深めることが重要で、とくに豪雪地帯では大きい問題である。

ササ生地における林木 の更新技術の体系化

ササ生地における林木の更新技術の体系化

I 試験担当者

本場造林部	蜂 屋 欣 二 (総 括)
北海道支場育林部造林第2研究室	豊 岡 洪 (A, B-1, C-3, D-1)
	佐 藤 明 "
	石 塚 森 吉 "
	管 原 セツ子 "
	森 田 健次郎 "
	林 敬 太 "
本場造林部造林第2研究室	樋 口 国 雄 (B-3)
	金 沢 洋 一 (C-2)
	清 野 嘉 之 "
本場造林部除草剤研究室	浅 沼 晟 吾 (D-2)
	大 場 貞 男 "
	真 部 辰 夫 "
	早稲田 収 "
関西支場育林部造林研究室	河 原 輝 彦 (B-2, C-1, D-3)
	鈴 木 健 敬 "
	加 茂 皓 一 "

II 試験目的

広大な林地に分布しているササ類は、森林施業とくに更新のさまたげとなっている。ササの駆除あるいは抑制には多くの労力と経費がかかり、施業上の大きな負担となっている。これらの負担を軽減させるためには、ササの生態的特性を理解し、これを最大限に利用した防除法を確立してゆく必要がある。この課題ではこの線にそって、ササの種類別分布、種類別の現在量さらに刈払いや除草剤処理後の再生量について検討を加え、ササ生地における林木の更新技術の体系化の基礎とした。

北海道営林局所管の国有林野面積 3 1 0 万haのうち、ササ類が林床を占める面積は 2 9 4 万haで、この割合は林野面積の約 9 5 %にあたる。そしてササ類のなかではクマイザサが、チシマザサ、ミヤコザサに比較して広い分布面積を確保しており、その割合は国有林野面積の約 5 5 %に達している。また管内別の分布をみると、北見営林支局管内が他の管内に比較して著しく高い割

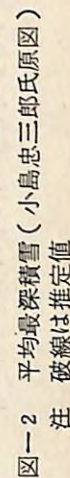


表-1 北海道国有林地におけるササ類の分布面積

種 類	北海道営林局(直轄)		旭川営林支局		帯広営林支局		北見営林支局		函館営林支局		計	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
チシマザサ	154,564	22.7	217,745	24.8	91,875	12.9	32,108	7.4	225,933	58.1	722,225	23.3
クマイザサ	392,091	57.7	507,100	57.8	368,029	51.7	367,469	84.5	73,930	19.0	1,708,619	55.2
ミヤコザサ	39,511	5.8	—	—	182,234	25.6	—	—	—	—	221,745	7.2
スズ	10,242	1.5	—	—	375	0.0	—	—	—	—	10,617	0.3
チシマザサ, クマイザサ	36,178	5.3	122,208	13.9	99,52	1.4	18,532	4.3	81,424	20.9	268,294	8.7
クマイザサ, ミヤコザサ	16,46	0.2	—	—	7,150	1.0	—	—	—	—	8,796	0.3
クマイザサ, スズ	62	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	62	0.0
スズ, ミヤコザサ	29,65	0.4	—	—	134	0.0	—	—	—	—	3,099	0.1
非ササ生地	42,345	6.2	30,930	3.5	52,276	7.3	16,638	3.8	7,745	2.0	149,934	4.8
計	679,604		877,983		712,025		434,747		389,032		3,093,391	

注: 1. 国有林地面積は北海道営林局(直轄)および各営林支局の事業統計書(昭和55年)による。
2. チシマザサ, クマイザサは両種の混生を示すもので, 他の種のばあいも同じ。

合を示し, 反対に函館営林支局管内の分布割合がもっとも低い。大型のチシマザサは国有林野面積の約23%, 約72万haに分布する。主な分布地域は函館営林支局と旭川営林支局管内で, 前者は日本海型気候域を包含し, 後者は山岳部高地を領域とするいずれも有数な多雪地帯である。なかでも函館営林支局管内においては, 所管林野面積の約58%がチシマザサによって覆われ, これにクマイザサとの混生域まで含めると, 実に約80%の面積がチシマザサ型植生となる。

ミヤコザサとスズは, 北海道営林局(直轄)管内と帯広営林支局管内に分布する。北海道営林局(直轄)管内では主に日高地域に分布し, 帯広営林支局管内では十勝東部と根釧地域に広く分布する。両種の分布面積は所管面積に対し, ミヤコザサ7.2%, スズ0.3%の割合であり, 国有林地における分布面積は少ない。

このように北海道の国有林地においては, ササ類が地床の約95%を占有し, しかも取扱い困難な大型のチシマザサ, 中型のクマイザサがササ地面積の約90%を占めている。このことから更新作業の大きな障害となっているササ類の管理(防除)は, 施業上の大きな課題であることが改めて認識される。

引用文献

- 1) 小島忠三郎: 昭和10年以降10か年, 市町村別積雪調査, 農林省農業総合研究所積雪地方支所編 1952
- 2) 薄井 宏: ササ型林床優占種の植物社会学的研究, 宇都宮大学農学部, 1~35, 1961
- 3) 鈴木貞雄: ササ属の生態, 玉川大学教養講座, 1971,

B ササ類の生態と現存量

B-1 北海道汎針広混交林帯の林床ササ類の現存量

立地条件の異なるところに生育するササ類の形態および地上部現存量を調査した。このうちクマイザサを調べたところでは, いずれも9月にササ群落上の明るさをミノルタオートメータで測定し, 裸地に対する各点の相対照度を求めた。この結果は図-3, 4, 5に示した。

稈の根元直径と稈の高さは, 生育する場所が異なってもササの種類ごとに明瞭に区分することができる。大型のチシマザサは根元直径が約10mm以上, 稈の高さは約200cm以上である。ミヤコザサは根元直径4~5mm以下, 稈の高さは100cm以下で示される。このチシマザサとミヤコザサの中間値にクマイザサが位する。そして3種類のササのそれぞれの値は調査地が異なるにもかかわらず, 他の種と大きく重なり合うことがなく, しかも, 3種類のササの根元直径と高さの関係は, ほぼ1本の直線であらわすことができそうである。これらのことは海岸や林地の風衝

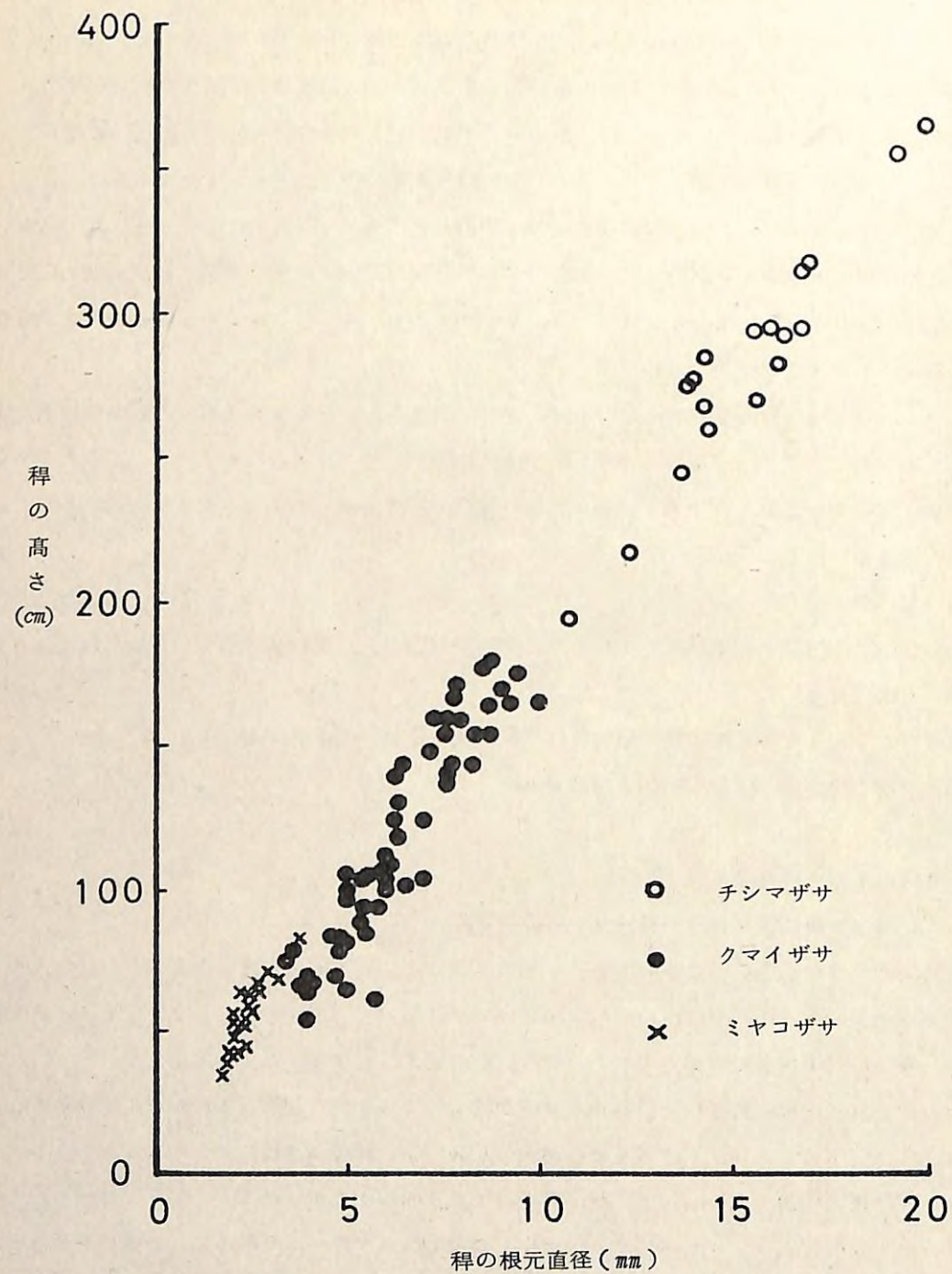


図-3 稈の高さと根元直径の関係

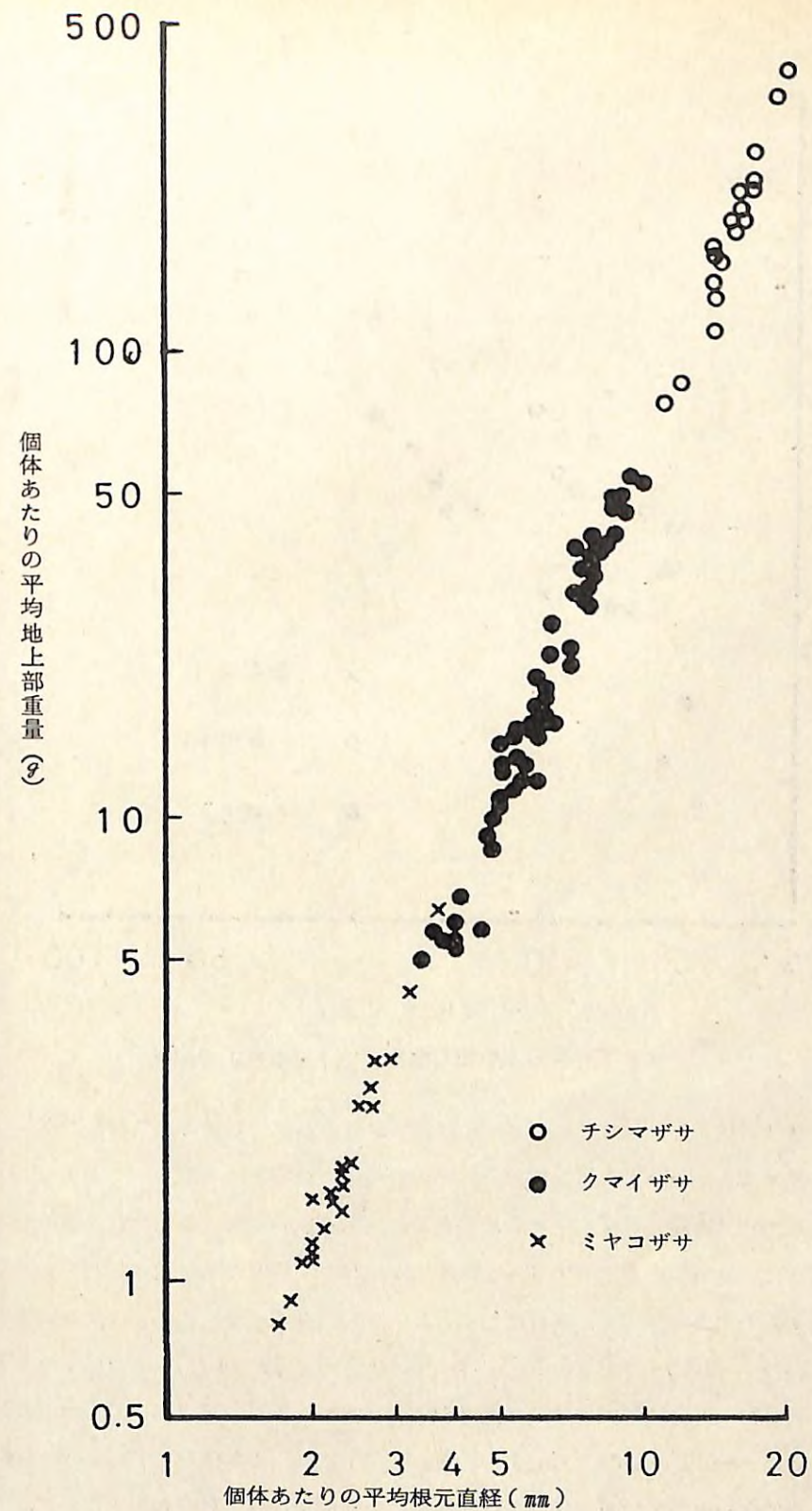


図-4 地上部重量と根元直径の関係

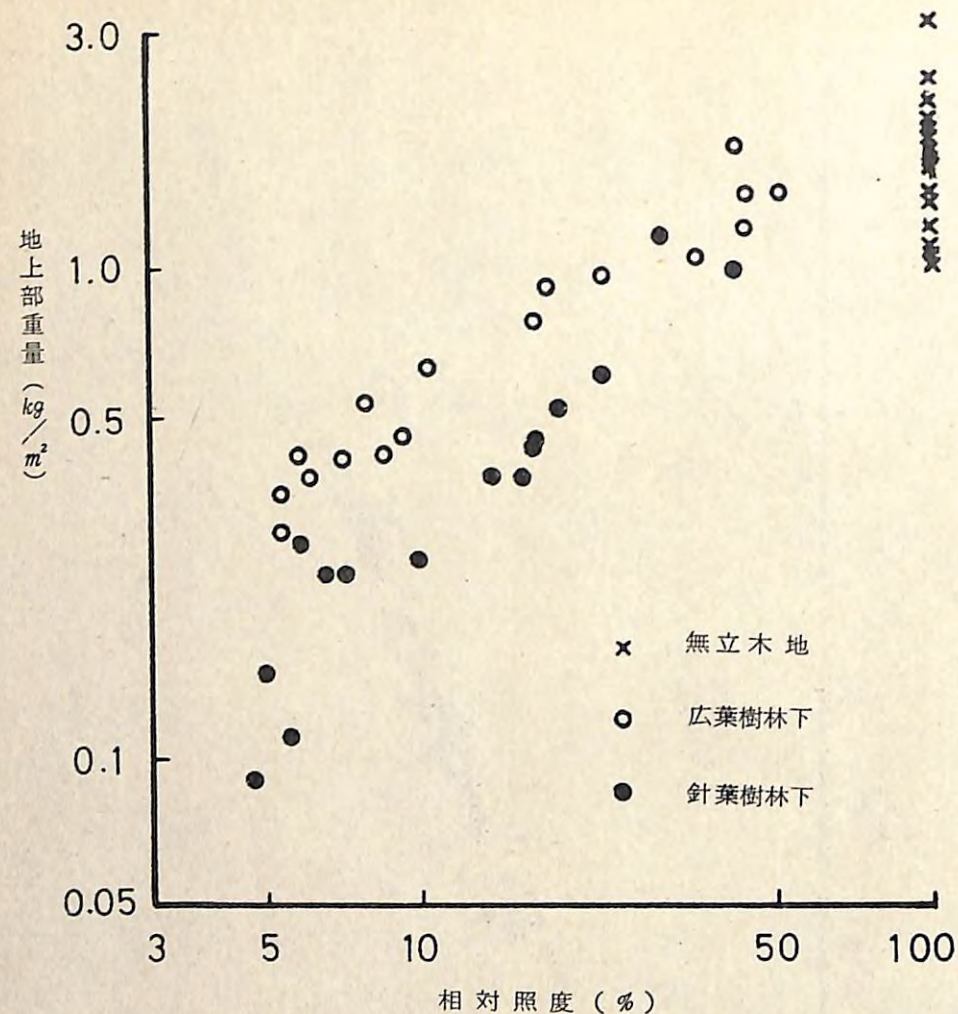


図-5 クマイザサ群落上の相対照度と地上部重量との関係

地などの特殊な環境下で、矮生化したササにはあてはまるかどうか明らかではないが、一般林地においてはササ類を大別分類する上での、形態上の一応の目安とすることができよう。

さらに、平均根元直径と個体の平均地上部重量の関係についても、根元直径と稈の高さのばあいと同じように、3種類のササの平均地上部重量は種間で明らかな差が認められ、しかも、1本の直線式であらわすことができ、良好な対応 ($r = 0.99$) を示している。この回帰式は $\log W_t = 2.459 \log D_o - 1.548$ で示される。同様に個体の稈の重量について求めた結果は、 $\log W_c = 2.705 \log D_o - 2.313$ で示され、相関係数は $r = 0.99$ であった。個体の平均葉量の推定のための回帰式は $\log W_l = 1.741 \log D_o - 1.651$ で示され、相関係数は $r = 0.98$ である。したがって、地上部現存量 (乾重) は稈の根元直径と単位面積の稈本数を測定することによって推

定することができ、このことは環境評価におけるササ現存量調査あるいは資源量の調査等にも有効に活用できるものと思われる。

つぎに、クマイザサ群落上の明るさと地上部現存量 (m^2) について検討した。樹林内に生育するクマイザサの地上部現存量は相対照度が低くなるにしたがって減少する、しかし、同じ相対照度下でも、落葉広葉樹林内に生育するクマイザサの地上部現存量は主にドドマツ、エゾマツで構成する常緑針葉樹林内に生育するものと比較して常に大きく、かつ相対照度が低くなるにしたがって較差が広がる傾向が認められる。このような針 (常緑)・広 (落葉) 間の差異は、林冠を透過し林床に達した光の質的な違いも考えられるが、落葉広葉樹林下においては、春、秋季における落葉期間中の光量の差異が、クマイザサの地上部現存量に大きく影響しているものと推定される。そして広葉樹林内では、地上部現存量が無立木地の $1/2$ になる相対照度は約 20% であり、針葉樹林内の約 30% に比較すると約 10% の差が認められる。また、相対照度が約 5% で完全に閉鎖している林内でも、地上部現存量の減少は無立木地の $1/4 \sim 1/5$ 程度であり、明るさに対する生育の減退度が予想外に小さいことを指摘できよう。このことが、天然更新にとってササが阻害要因といわれる原因でもあり、またいったんササ地化したところでは、容易に他の植生に変遷しない理由でもある。

B-2 本州ササ類の種類別現存量

1) ササの本数と稈高

無立木地のササ群落の本数と稈高および現存量を、今までに報告されているデータも含めて、種類別にまとめて表-2 に示した。

表-2 稈高・本数および現存量

	稈 高 (m)	本 数 (本/ m^2)	葉 量 (Kg/ m^2)	稈 量 (Kg/ m^2)	地 下 茎 (Kg/ m^2)
チシマザサ	$\frac{2.9}{1.8 \sim 4.0}$	$\frac{33}{21 \sim 41}$	$\frac{0.56}{0.33 \sim 0.83}$	$\frac{5.5}{2.8 \sim 7.8}$	$\frac{2.8}{2.3 \sim 3.2}$
チマキザサ	$\frac{1.4}{0.9 \sim 1.7}$	$\frac{112}{55 \sim 209}$	$\frac{0.40}{0.23 \sim 0.60}$	$\frac{1.2}{0.7 \sim 2.8}$	$\frac{1.9}{1.2 \sim 5.6}$
ミヤコザサ	$\frac{1.0}{0.6 \sim 1.2}$	$\frac{317}{115 \sim 424}$	$\frac{0.30}{0.24 \sim 0.39}$	$\frac{0.52}{0.24 \sim 0.63}$	$\frac{0.85}{0.61 \sim 1.31}$
スズタケ	$\frac{1.7}{1.2 \sim 1.8}$	$\frac{125}{120 \sim 131}$	$\frac{0.43}{0.25 \sim 0.63}$	$\frac{1.9}{1.2 \sim 2.6}$	$\frac{1.8}{1.5 \sim 2.5}$

(平均値)
(範囲)

本数密度は、チシマザサ、チマキザサ、スズタケ、ミヤコザサの順に多くなっている。稈の
高さは、密度とは逆にチシマザサがもっとも高く、ミヤコザサがもっとも低い。

この稈高の違いは、稈の寿命と関係があり、稈の寿命の長い種類ほど稈高も大きくなっている。
同一種類のササでも、生育場所によってその差がみられるが、稈高に影響を与える要因の
ひとつとして、林木と同様、地位の違いが考えられる。この両者の関係を、草津営林署管内の
7年生カラマツ造林地において、地位（ここではカラマツの樹高で表す）とミヤコザサの稈
高との関係を調べ、その結果を図-6に示した。図-6にみられるように、両者の関係が直線
関係にあることから、地位のよいところに生育しているササほど稈高は大きくなるといえる。
したがって、ササの稈高は、林木の生長の指標となりうる。

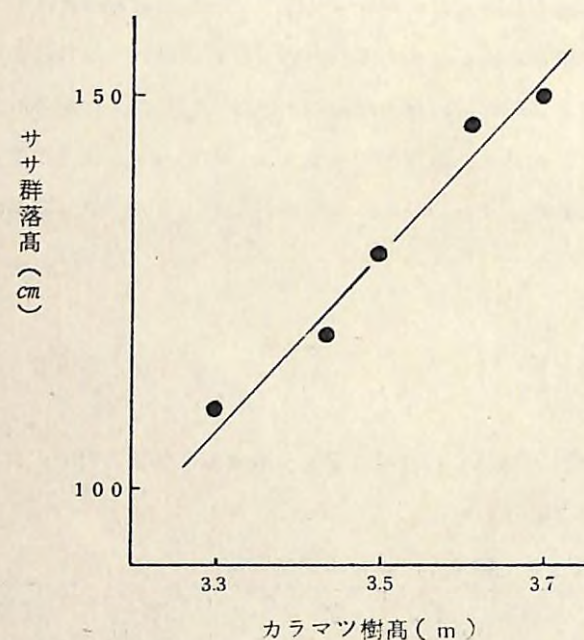


図-6 ミヤコザサ群落と7年生カラマツ
樹高との関係(草津)

ササの本数と稈高は、生育している森林の閉鎖状態；主として林内の明るさに左右され、疎
開地など密生度が大きく、閉鎖度の強い林分ほど疎に散生している。林内の明るさは一般には
林縁から林内に入っていくにつれて暗くなるので、林内の明るさ(相対照度)と本数の関係を
みた(図-7)。どの種類のササも、暗いところに生育しているものほど本数は小さくなる傾
向がみられる。とくにこの傾向はミヤコザサで顕著にみられる。稈高においても同様の傾向が
みられる。

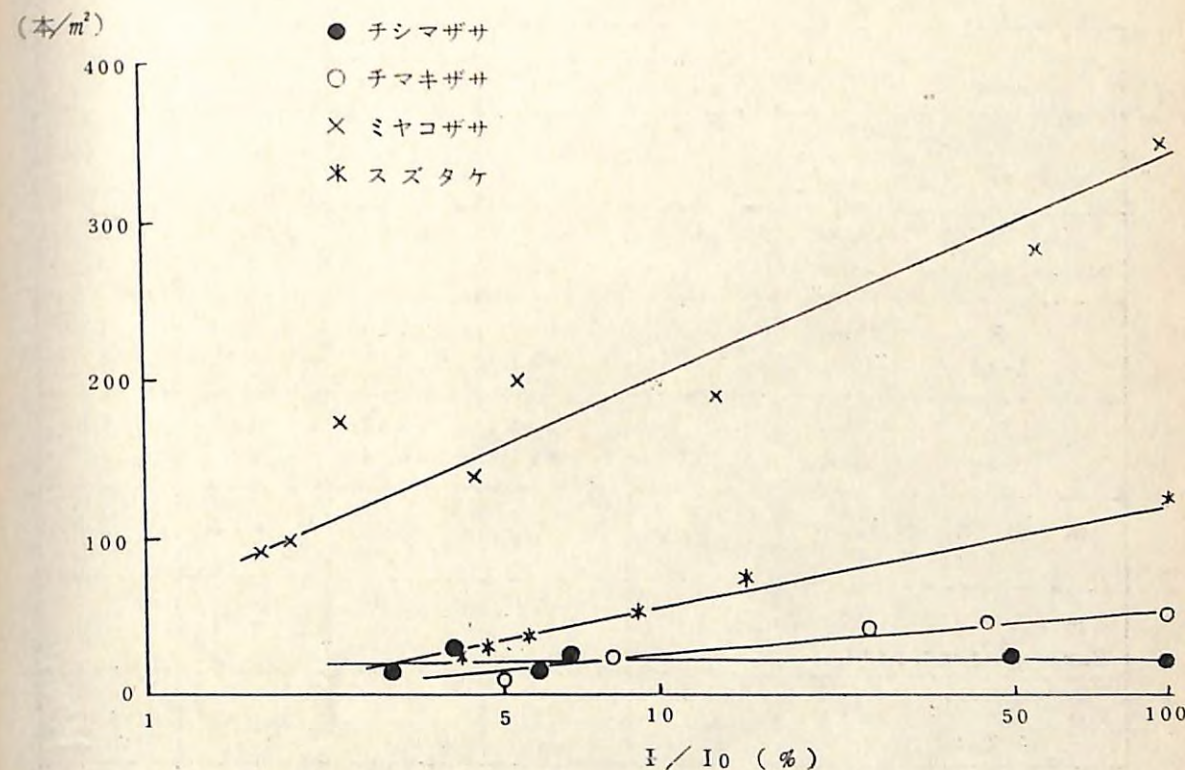


図-7 相対照度と本数密度

2) ササの現存量

(1)季節変化：葉、枝、地下部の現存量は、季節的に変化しており、ササの種類によって多少
異なるが、地上部現存量は、一般的な傾向としては、春から夏に筍の生長や開葉のために急増
し、8月末に最大になる。その後葉や稈が枯死していくために翌春まで減少している(表-3)。
地下部現存量は、どの種類も同じような季節変化をし、地上部現存量が急増する春から夏にか
けて地下部現存量は減少し、秋から冬にかけて回復する傾向がある。

表-3 ミヤコザサの現存量の季節変化
Seasonal change of biomass of *Sasa nipponica*
(Kg/m²)

	74 Apr. 12	June 20	July 18	Aug. 18	Dec. 2
高さ (m) Height	1.2	1.3	1.3	1.2	1.4
本数 No. of culm/m ²	New 0 Old 205	201 198	190 63	220 0	208 0
葉 Leaf	New 0 Old 0.18	0.13 0.17	0.16 0.08	0.25 0	0.26 0
稈 Culm	New 0 Old 0.16	0.34 0.22	0.37 0.06	0.41 0	0.53 0
地上部合計 Total	0.64	0.86	0.67	0.66	0.79
地下部 Subterranean parts	—	—	—	0.61	—
合計 Total	—	—	—	1.27	—

(2)種類による現存量の違い：ササの種類の違いによって現存量にも違いがあり、無立木地でみてみた(表-2)。

稈量はミヤコザサがもっとも少なく、チシマザサがもっとも多く、その量はミヤコザサの約10倍であった。この違いは、稈高の違いに大きく影響され、稈の高い種類ほど多くなっている(図-8)。

葉量は稈量ほど種類の違いはなく、チシマザサを除いた他のササ群落では3~4 ton/ha前後であった。この葉量は落葉広葉樹林の平均葉量とはほぼ等しい。チシマザサで葉量が多いのは、葉の寿命が他の種類よりも長いためであろう。

地下部量についてのデータはあまり多くはないが、地上部と同様チシマザサがもっとも多く、ミヤコザサがもっとも少ない。地上部量と地下部量との比率(T/R率)は、森林では普通3~4ぐらいであるが、ササのT/R率は森林のそれにくらべて小さい傾向にある。これはササの地下茎が養分の貯蔵や繁殖器官であるためよく発達しているためであると思われる。

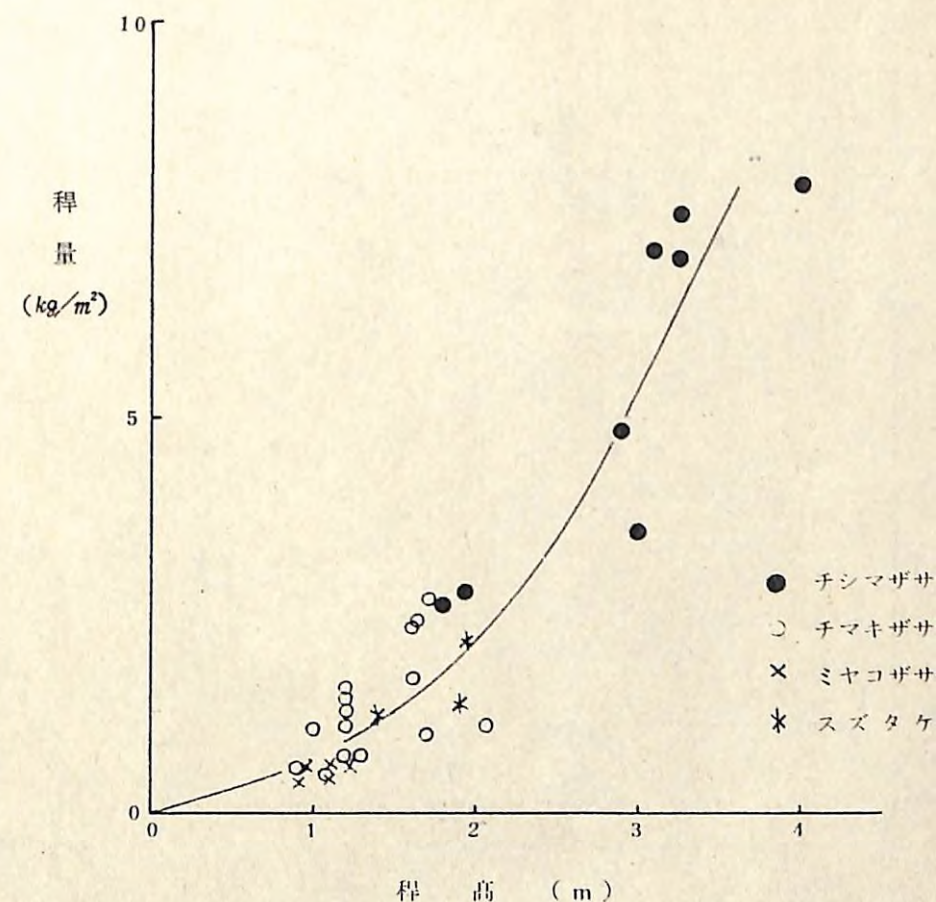


図-8 稈高と稈量との関係

(3)明るさと現存量：林内のササ現存量は、稈高や本数と同様に林内の明るさに大きく影響されている。林内相対照度と葉量との関係をみると(図-9)、暗いところに生育しているササほど、その葉量は少なくなっている。また、稈量においても同様の傾向がみられ、葉量の多いところは、稈量も多くなっている(図-10)。しかし、明るさに対する反応はササの種類によって多少違うようである。

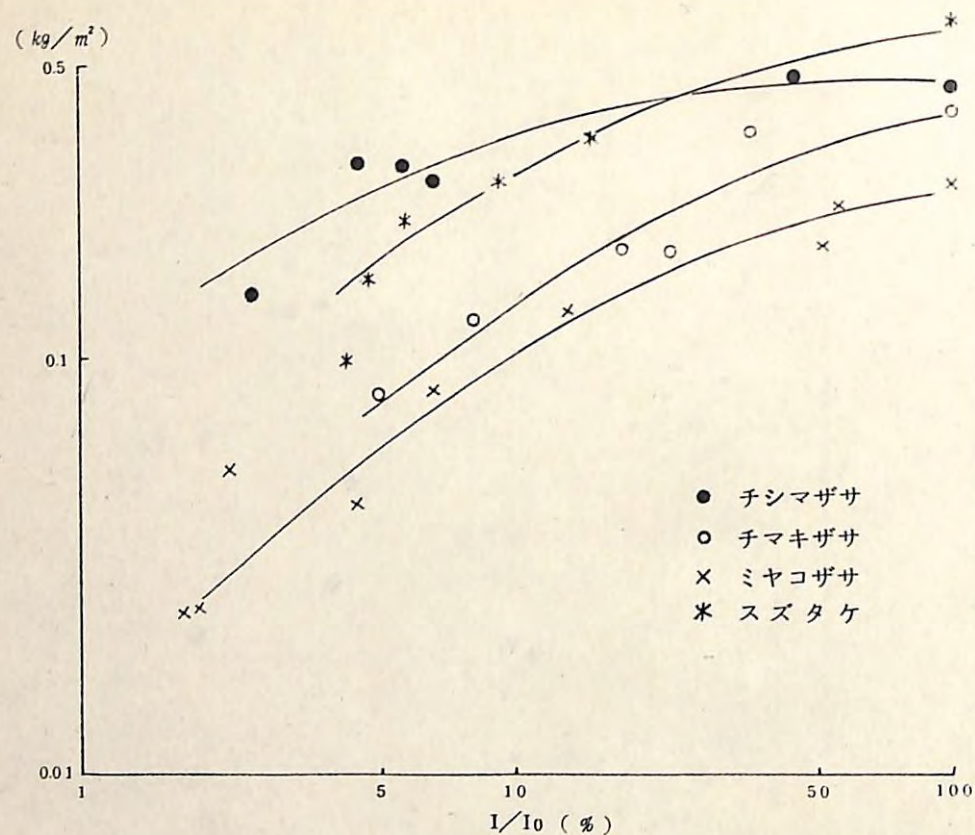


図-9 相対照度と葉量との関係

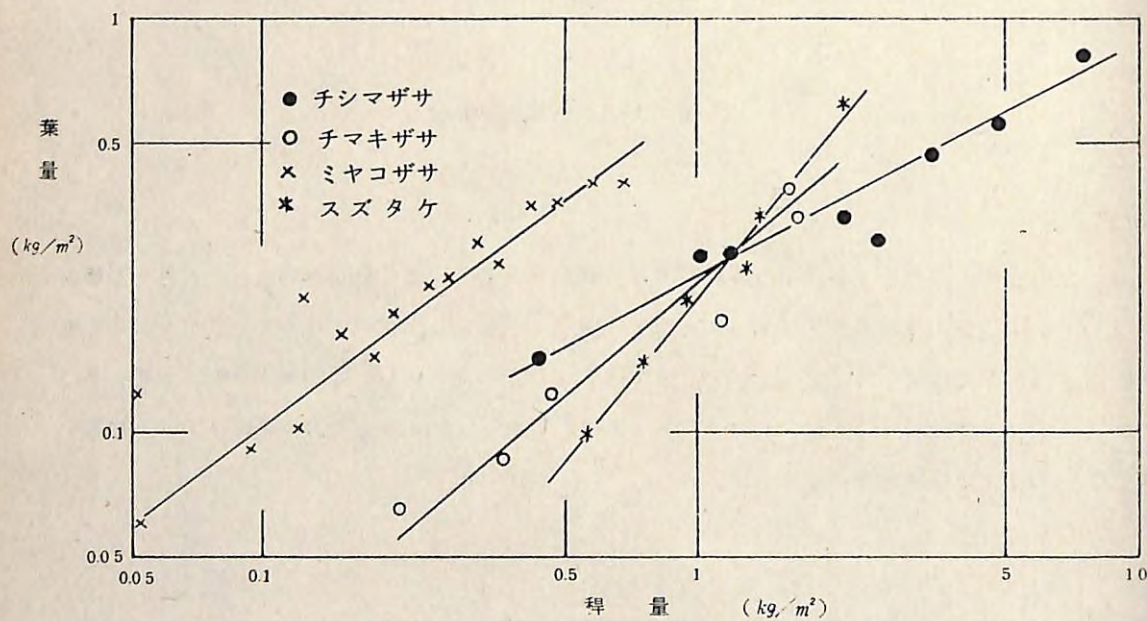


図-10 葉量と稈量との関係

B-3 ミヤコザサの地形別・季節別現存量

ミヤコザサの斜面上・中・下部別、季節別の現存量を把握するために調査した。

調査地は栃木県矢板市高原山国有林にあり、裸地で、標高は約700m、傾斜は20度、土壌型はBd、もよりの矢板での年間降水量は1533mm(1931~1960年間の平均)、平均気温は、12.6℃(同、1930~1960年)である。

1978年6月24日と11月1日に斜面上・中・下部(各々20m間隔)で、ミヤコザサの十分に密生した所を(1×1)m²だけ3回繰返して刈り取った。

測定されたデータは表-4、現存量の垂直分布は図-11のとおりである。

表-4 測定されたデータ

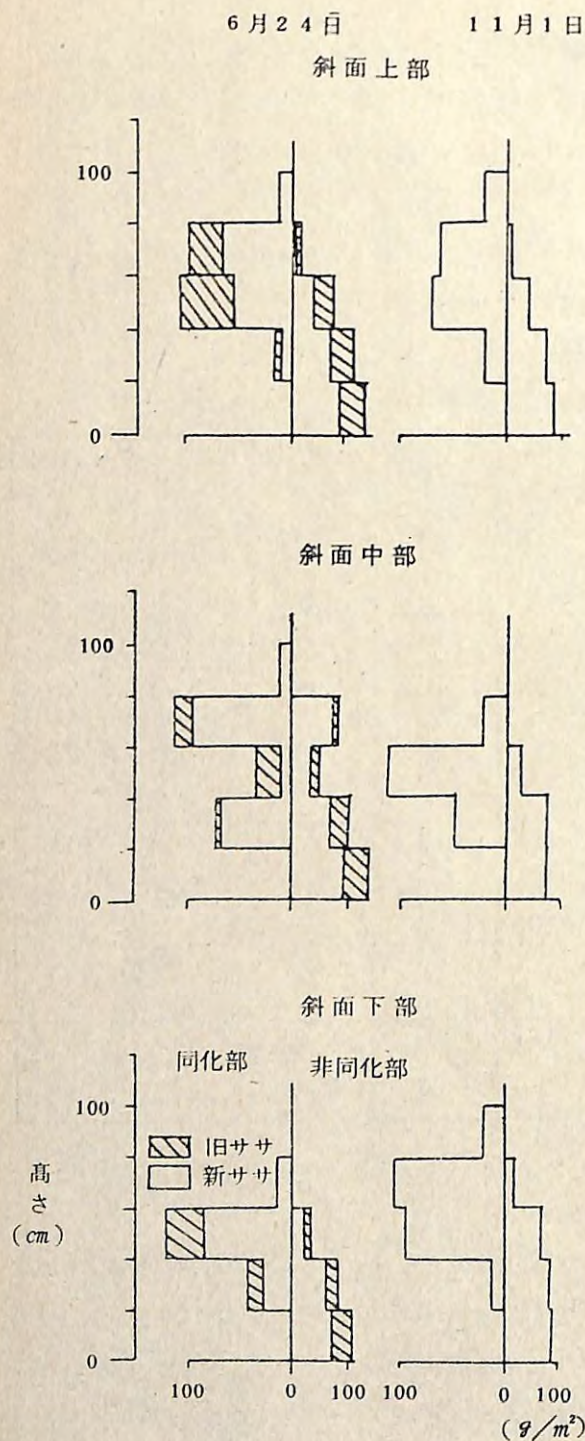
		月日	密度 (本/m²)	根元径 (mm)	平均高 (cm)	葉重 (g/m²)	稈重 (g/m²)	合計重 (g/m²)
斜面上部	旧ササ	6.24	113	2.6	46.7	89.7	121.3	211.0
		11.1	—	—	—	—	—	—
	新ササ	6.24	308	2.3	50.9	143.6	233.9	377.6
		11.1	211	2.5	49.9	176.9	216.6	393.5
斜面中部	旧ササ	6.24	110	1.7	50.2	49.5	137.3	186.7
		11.1	—	—	—	—	—	—
	新ササ	6.24	290	2.0	52.0	187.0	248.9	435.9
		11.1	243	2.2	37.1	186.5	176.1	362.6
斜面下部	旧ササ	6.24	105	1.2	36.6	74.5	52.8	127.3
		11.1	—	—	—	—	—	—
	新ササ	6.24	309	1.2	38.5	130.1	161.0	291.2
		11.1	227	2.5	49.5	227.1	246.6	473.7

(備考) (1×1)m²×3回繰返し

(1978年、矢板)

重量は絶乾重

表-4をみると旧ササは6月24日にはみられるけれども、11月1日にはみられず、6月24日から11月1日の間に旧ササは枯死する。故にミヤコザサの密度・葉重・稈重・合計重は6月24日から11月1日にかけて斜面の上・中・下部をとわず減少している。斜面の上・中・下部ごとの旧ササと新ササの根元径・平均高の差異、および斜面の上・中・下部ごとの密度・根元径・平均高・葉重・稈重・合計重の差異はみられない。



図一 1 1 現存量の垂直分布

図一 1 1 をみると 6 月 2 4 日の斜面中部を除いて、現存量の垂直分布はイネ科ササ型を示し、斜面別・季節別の差異はみられない。6 月 2 4 日の斜面中部の同化部は他とは異った形を示しているが、これは 3 回繰返した刈取地の稈高がそれぞれ異ったため、平均値に直すとこのような不規則な形となった。

C 刈払い処理とササ再生量

C-1 刈払い時期と回復

刈払い後のササの回復は、ササの種類によって差があり、チシマザサの回復力は弱く、チマキザサでは旺盛で、ミヤコザサでは一層回復力が強いといわれている。この回復力も刈払い時期によって異なり、矢板営林署管内の無立木地のミヤコザサ群落で調べた結果を表一 5 に示した。表からわかるように刈払いを葉の開ききった 8 月ごろにおこなえば、その翌年に回復してくるササは、他の時期に刈払った場合のササよりも稈高が低く、本数が少なく、現存量の小さいものである。これは地上部の生長に地下部貯蔵養分が使われて、その量が非常に少なくなっているためである。この傾向は他の種類のササにおいても認められている。したがって、この時期に刈払いをおこなえばより効率的であるといえる。

表一 5 刈取り時期の相違と再生したミヤコザサ
(1977 年 10 月調査)

刈取り時期	高 さ (cm)	本 数 (No/m ²)	葉 量 (g/m ²)	稈 量 (g/m ²)	葉 面 量 (cm ² /g)	葉 面 量 (cm ² /leaf)
1976						
6 月	68	378	185	144	165	41
8 月	55	235	91	162	156	43
10 月	70	234	126	173	170	50
12 月	68	217	146	186	167	54
1977						
4 月	70	265	176	193	193	56
無処理	85	310	189	255	161	56

C-2 刈払い地の中心部と周辺部での再生量のちがい

1) 調査の経過

ミヤコザサについて、8 月に刈払いを行えば翌年その場所に再生してくるササの量が小さくなることはすでに知られている(河原, 1980; 泉ほか, 1979)。ここでは 8 月に刈払いをした場合の翌年の再生状況を平面的に調べた。すなわち、再生状況を刈払い地周辺から刈払い地内へかけての地上部現存量の変化から調べた。調査は栃木県矢板営林署管内高原山国有林にある無立木のササ生地で行った。

前年の 8 月に刈払いをした約 170 m²の調査地で、8 月に刈払い地の周辺から中心に向けてライントランセクトを置き、1.5 m おきに 0.7 m × 0.7 m のプロットを 3 個ずつ置いて坪刈りを行った。坪刈りとともに、ライントランセクトに沿って 10 cm ごとに群落高を記録した。

2) 結果と考察

表-6 と図-12 に結果を示してある。

表-6 刈払い周辺から中心への距離と諸量の変化

距離 (m)	稈高 (cm)	密度 (本/m ²)	葉面積 (m ² /m ²)	葉量 (g/m ²)	稈量 (g/m ²)	(葉+稈)量 (g/m ²)
0.0	73	447	7.3	408	499	907
	63	282	6.2	309	337	646
	73	388	9.4	410	549	959
1.5	31	304	3.3	183	106	288
	29	294	3.3	185	99	284
	35	153	2.1	114	69	183
3.0	40	261	3.8	213	135	348
	33	282	3.6	200	115	315
	37	161	2.7	147	100	247
4.5	25	271	2.9	162	92	254
	30	161	1.7	92	55	147
	29	296	3.8	209	109	318
6.0	35	200	2.5	139	100	239
	26	263	2.8	155	90	245
	28	194	1.7	93	75	168

米 重量はすべて乾重

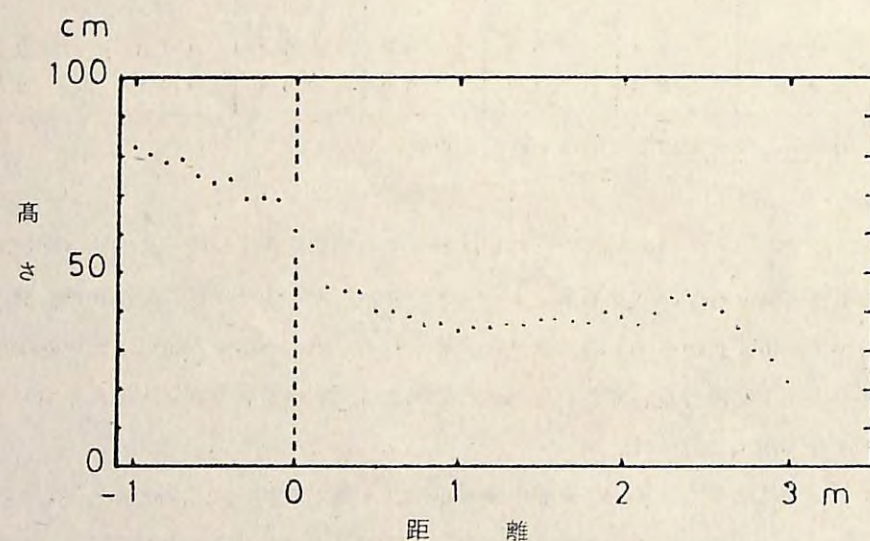


図-12 刈払い地周辺から中心への距離と群落高の変化

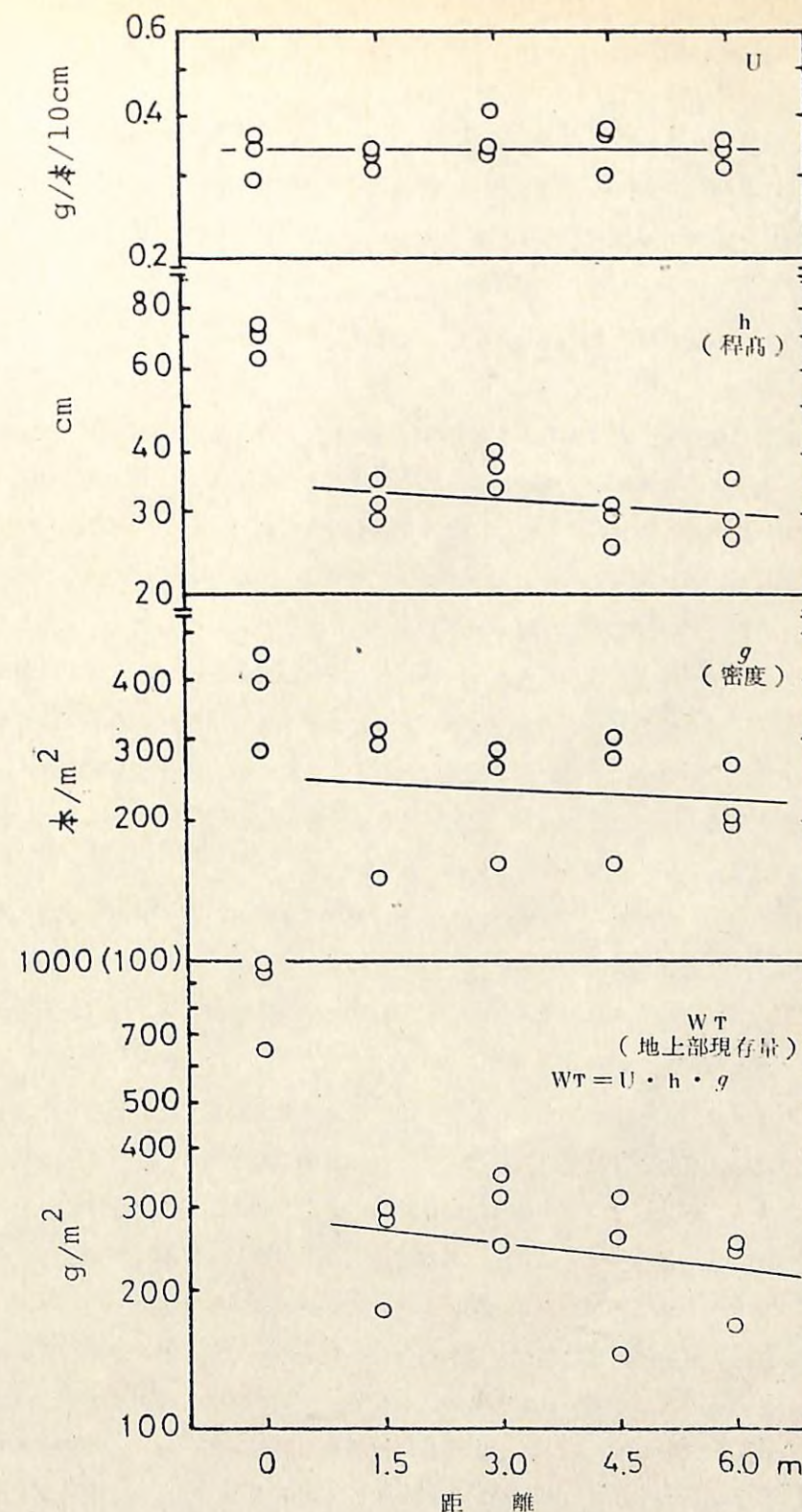


図-13 刈払い地周辺から中心への距離と諸量の変化

群落高は、刈払い地の周辺から次第に低くなり、刈払い地内で急に低くなった。それから約40 cmの高さが刈払いの中心に向って続いた。地上部現存量は、刈払い地外部から内部にかけて急減し、外部の半分あるいは半分以下となった。内部においては、中心に向って漸減するようであった(図-13)。

ところで、地上部現存量は以下の式として表すことができる。

$$W_T = u \cdot h \cdot \rho$$

W_T は地上部現存量、 u は稈1本あたり単位長さあたりの乾重、 h は稈高、 ρ は本数密度を意味する。表-6の数値から u を計算し、他の数値とともに図-13に示した。図中の直線は刈払い地内部の数値のみについて求めた回帰線である。その結果、 u については、刈払い地の周辺あるいは内部にかかわらず、約0.34 g/本/10 cmではほぼ一定のようであった。稈高については、刈払い地の周辺と内部で大きな違いがみられた。ただし刈払い地内では、中心に向って次第に減少してゆくように見える。刈払い地内の本数密度は周辺に比べて低いが、周辺から同距離でも3つのプロット間でバラツキが大きかった。このササ生地は、外見적으로는ササが均一に生えているようにみえたが、実際に群落内部は稈が密に生えているところと疎なところがあり、均質に生えているわけではなかった。図にみられる本数密度のバラツキは、こうした疎と密の場所にサンプルプロットを置いたためと思われる。

これらの結果をみる限り、刈払い地内では、稈高・本数密度とも減少するが、刈払い地周辺と内部の地上部現存量の大きな差は、主として稈高の違いによるものであり、また刈払い地周辺から中心に向けての距離が等しいにもかかわらず、地上部現存量がバラツクのは本数密度の違いによるものと思われる。

ミヤコザサは前年地下部に貯えた物質によって春に葉を展開する。その葉による同化産物は夏にかけて地上部の同化器官に、秋から冬にかけて地下部に配分される(県、鎌田・1979)。従って、8月の刈払いは、地下部への同化産物の蓄積の前に同化器官を除いてしまうことを意味するから、蓄積量は少なくなり、この蓄積量の多少が翌年の稈高に影響しているものと思われる。そして、刈払い地周辺から内部にかけての稈高の急激な減少は、刈払い地内の稈の伸長生長が、刈払い地内の貯蔵物質に大部分依存し、周辺の地下茎にある貯蔵物質にはあまり依存していないことを示唆しているのかも知れない。

また、8月の刈取りが9~10月の冬芽の形成を阻害することが知られている(県ほか、1979)。この調査でみられた刈払い地内の本数密度の減少は、こうした現象によると考えられる。

引用文献

- 県和一・鎌田悦男：数種在来イネ科野草の生態特性と乾物生産。I、ミヤコザサ群落の生育環、日草誌25(2)：103-109, 1979
県和一・窪田文武・鎌田悦男：数種在来イネ科野草の生態特性と乾物生産。II 刈取りの時期および回数がミヤコザサ群落の乾物生産に及ぼす影響、日草誌25(2)：110-116, 1979
河原輝彦：ササの生態について、林業と薬剤, 70：1-6, 1980

C-3 刈払い再生力の種類によるちがい

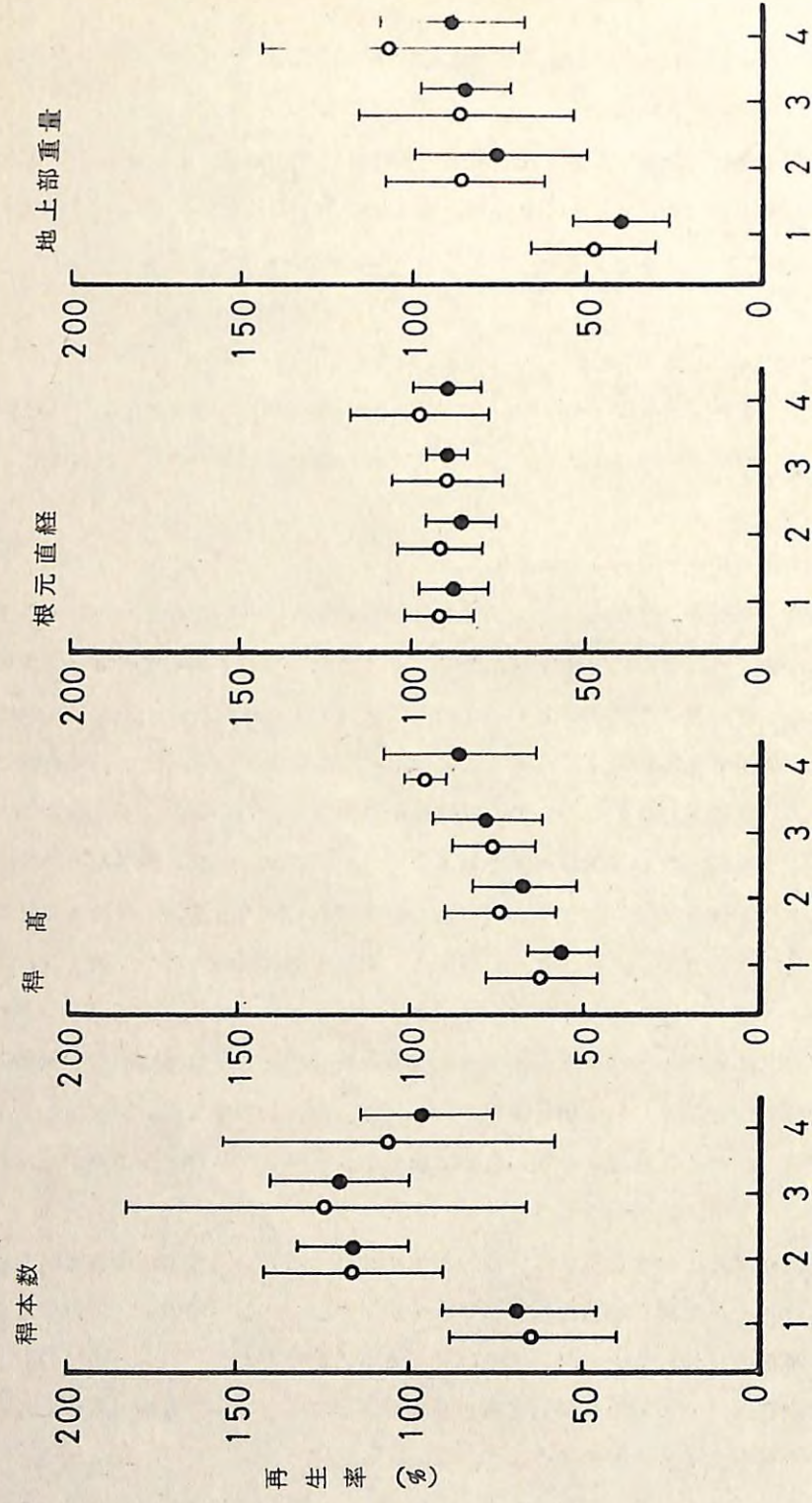
チシマザサ、クマイザサ、ミヤコザサについて、刈り払い後の再生力を調査した。この調査は林況や地況の異なる、チシマザサ18か所、クマイザサ28か所、ミヤコザサ22か所で4年間に亘って行なわれた。

種別の再生状態は図-14~図-19に示した。

刈り払い後の再生力はササの種類によってかなりの差異がある。再生力はミヤコザサ>クマイザサ>チシマザサの順であらわれ、ササが大型になるほど再生力は小さくなる傾向がある。これは大型のササほど生育年数(寿命)が長く、それだけ更新サイクルも長いこと、あるいは刈り払いに対して不利な生活型(休眠型)であることに基因するものであろう。また、同じ種でも各部位または器官によって再生力が異なる。ここでは稈の本数密度、稈の高さ、根元直径について示したが、いずれの種も稈本数の回復がもっとも大きく、ついで根元直径、稈の高さの順に回復は小さい。地上部現存量は各部位の回復が総合された結果であるので、量的には地上部現存量を、質的には C/F (非同化器官/同化器官)比を目安として、この両面から再生年数をおおよそ計算してみると、ミヤコザサでは2~4年、クマイザサでは6~8年である。一方、チシマザサは稈本数に限っては非常に高い再生率を示すが、これは刈り払いによって矮生化した稈が箒状に叢生するチシマザサ特有なもので、他は根元直径、稈の高さ、地上部重量などに示されたように再生は非常に緩慢である。再生年数はササ類のなかではもっとも遅く15年以上を要すると推定される。

また、無立木地と樹林地における刈り払い後の再生を比較すると、再生値が調査地間で相当異なるためにはっきりとした差異を認めることができなかった。しかし、傾向としては、無立木地における再生が樹林地に比較してやや早い傾向は認めることができた。

以上の再生力の調査は、ササ地の直接的な取扱い指針にはならないが、稚樹の刈出し後のササ類の再生を判断する資料とすることができよう。



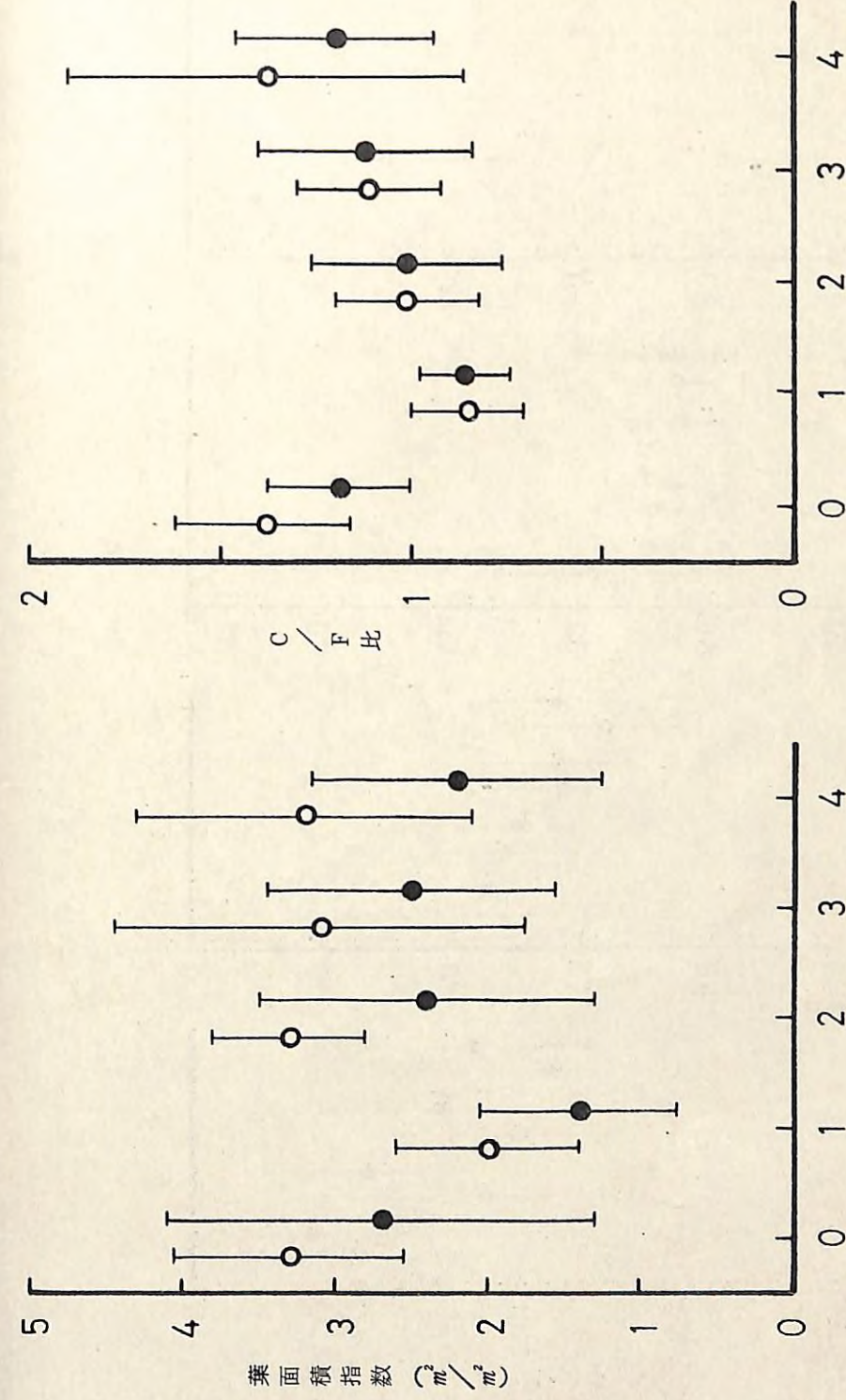
刈り払い後の年数

図一14 刈り払い後のミヤコザサの再生

注: ○ 無立木地

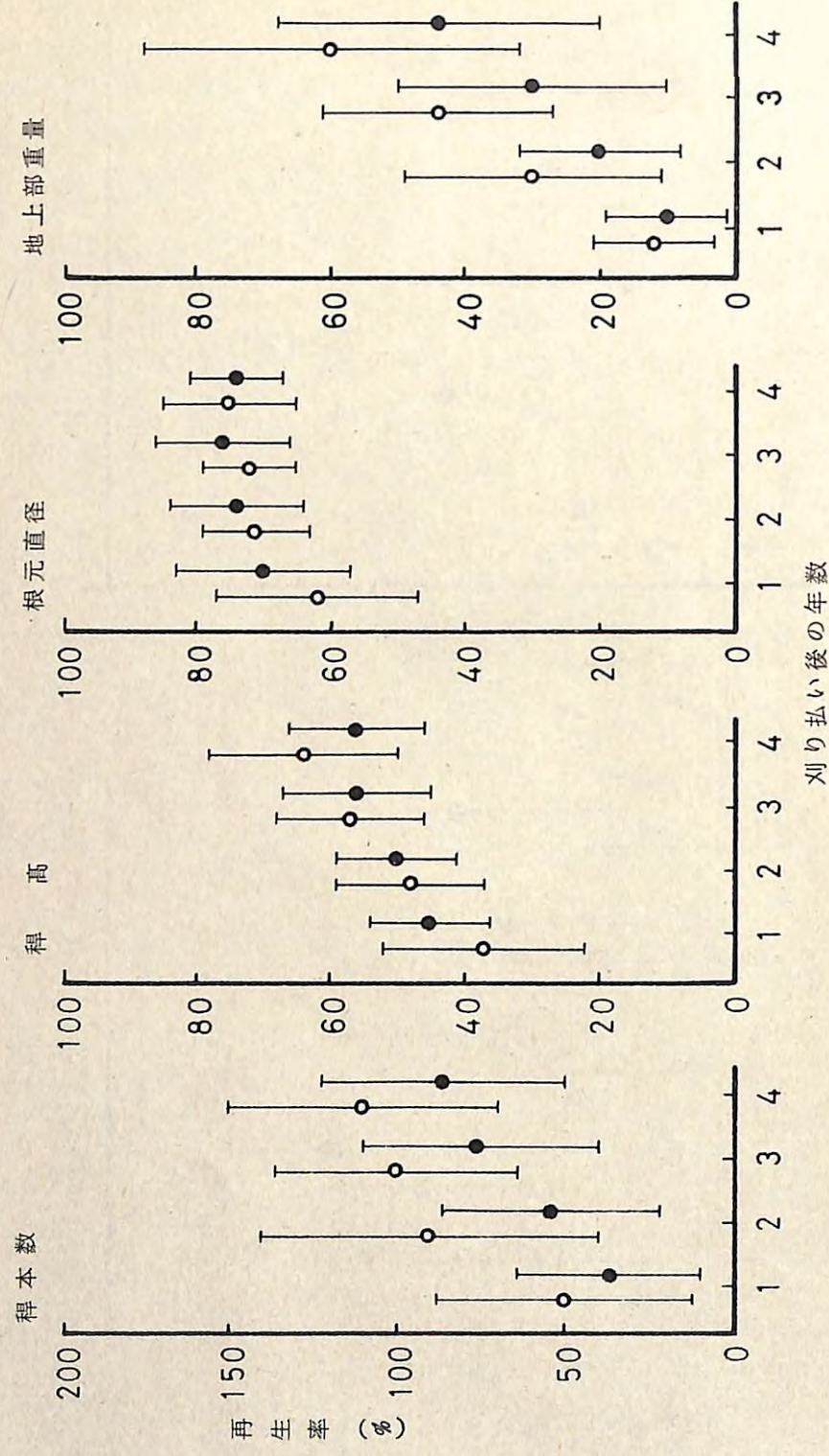
● 樹林下

丸は平均値で縦線は標準偏差

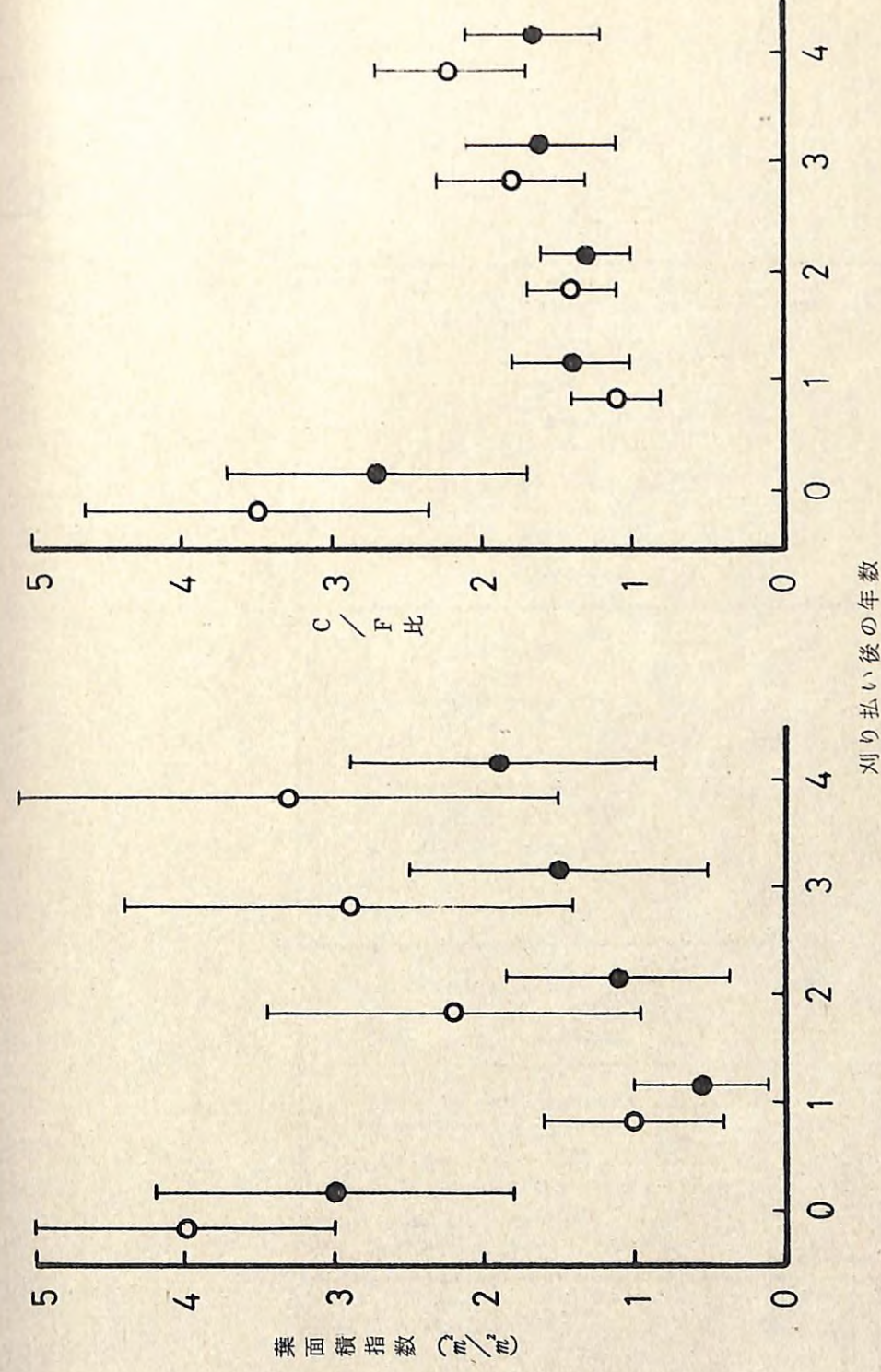


刈り払い後の年数

図一15 刈り払い後のミヤコザサの再生



図一16 刈り払い後のクマイザサの再生



図一17 刈り払い後のクマイザサの再生

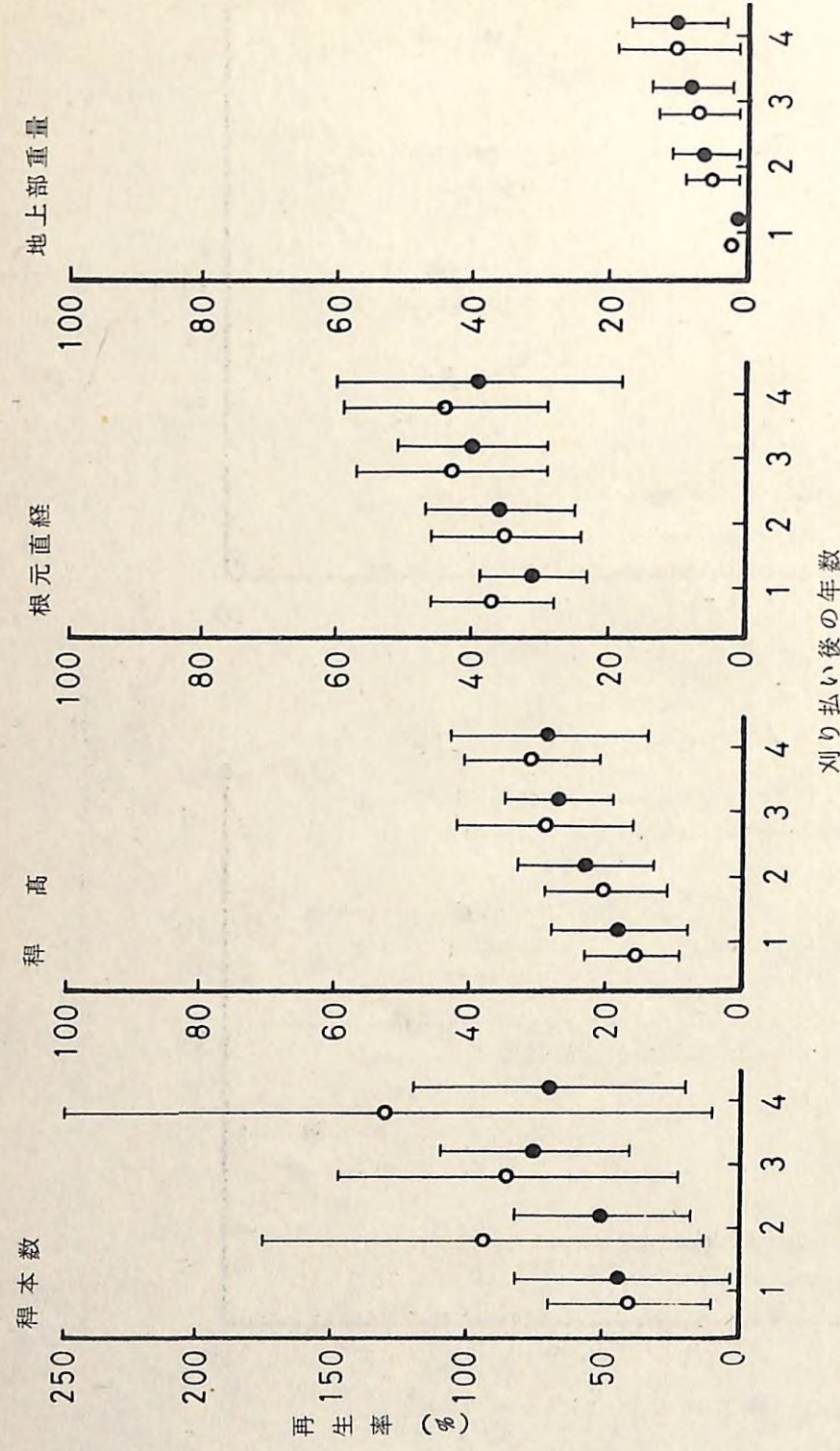


図-18 刈り払い後のチシマザサの再生
注：○無立木地 ●樹林地
平均値の縦線は標準偏差

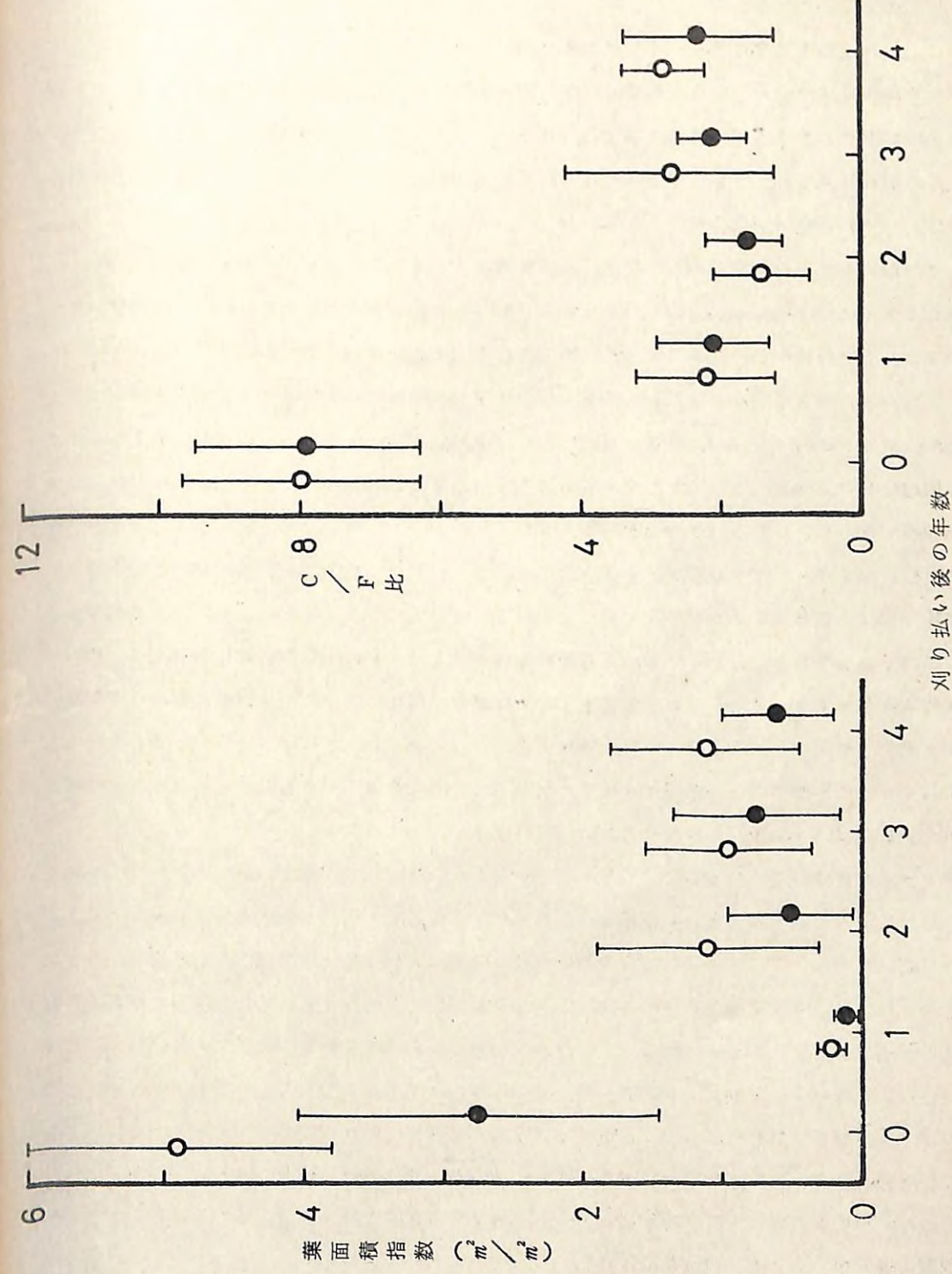


図-19 刈り払い後のチシマザサの再生
注 刈り払い後の年数の0は、刈り払い前を示す

D 除草剤処理とササ再生量

D-1 北海道のササ型林床に対する林地除草剤の適用

ササ地の処理技術としては、林業的防除、機械的防除、化学的防除などの方法があり、どの防除方法が有効であるかは、施業上の条件、林地の立地条件あるいはササ類の生態とくに植生の変化等によって異なり、ばあいによってはそれらの組合せ処理が必要であろう。ここではそのなかのひとつである化学的防除法について検討した。

ササ類に対する林地除草剤としては、塩素酸塩剤 (NaClO_3) とテトラピオン剤 (Sodium 2,2,3,3 tetrafluoropropionate) の2種類がすでに効果が明らかにされて、実用化されているが、この林地除草剤は各々異なる作用性を示すので適用場面の選択が必要であろう。

すなわち、塩素酸ソーダ除草剤 (粒剤) は、ササ類を完全に枯殺することが施業上有利であるばあいがある使用の条件となる。先行地ごしらえ、稚幼樹の刈出し、天然更新補助作業としての地表処理などの諸作業にとっては、ササ類が回復するまでの期間が長いほど、この間に稚樹の発生が期待できること、あるいは稚幼樹の生長を促すことができるので、地上部、地下部の枯殺を目的とした塩素酸ソーダ除草剤がとくに有効であろう。しかし、粒剤で用いられている塩素酸ソーダ除草剤は、枯殺効果が土壌条件によって異なることが1つの欠点であり、この原因を明らかにしておく必要があることから、Bc (弱乾性褐色森林土)、Bd (適潤性褐色森林土)、BE (弱湿性褐色森林土)、Ble (弱乾性黒色土) の4種類の土壌型によって、土壌中における塩素酸ソーダの行動をエンバクを指標とした生物検定法によって調査し、さらに各土壌型のところに生育するクマイザサの根系分布と関連させて、枯殺力の発現の土壌型間差異に対する結果をとりまとめた³⁾。結果は図-20、21に示した。

クマイザサに対する枯殺効果は、 $Bc > Bd > BE > Ble$ の土壌型の順に大きいことが確かめられている^{1) 2)}。この原因はBc型土壌では、クマイザサの根量の大部分が地表から10cmまでの上層に分布している³⁾ので、散布された除草剤の枯殺力の減少度が少ない上層滞留中にほとんどの根が枯殺され、しかも除草剤が下層に移動しても長期間枯殺力を維持するために、下層に分布する根系をも枯殺することができ、このことが他の土壌型に比較して枯殺力の発現が大きい原因となっている。これに反してBd、BE型土壌では、枯殺力は下層にまで及ぶとしても、その期間はせいぜい2週間で失われるので、下層にまで分布する根系に相当程度の影響をあたえるには至らないと思われる。また、枯殺効果があらわれにくいBle型土壌は、根系のほとんどが下層に分布するのに対して、除草剤は土壌の表層から10cmまでの間にのみ分布し、しかも枯殺力が僅か1週間に過ぎないことが原因と推定される。

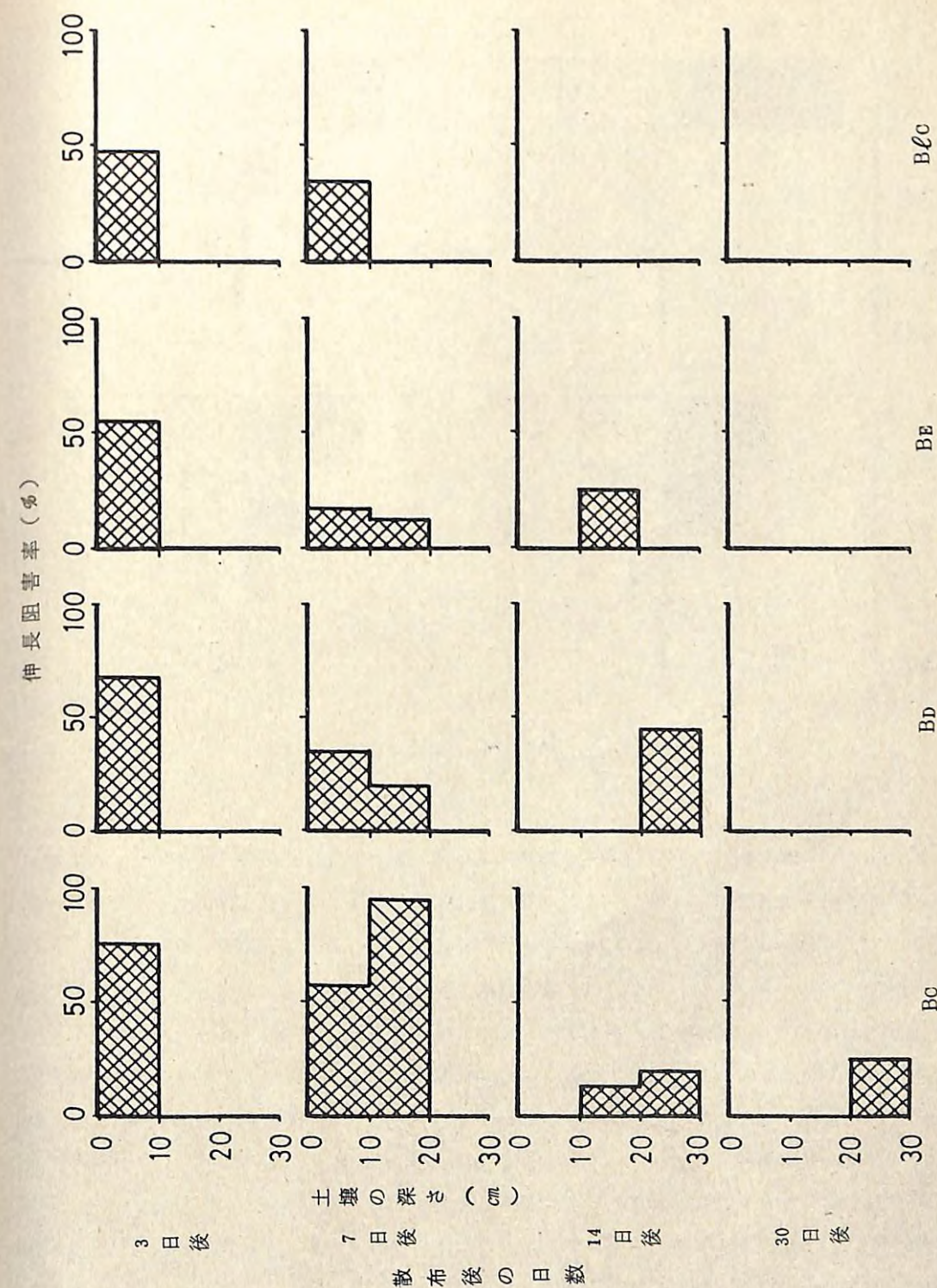


図-20 塩素酸ソーダの土壌型による移動と残留

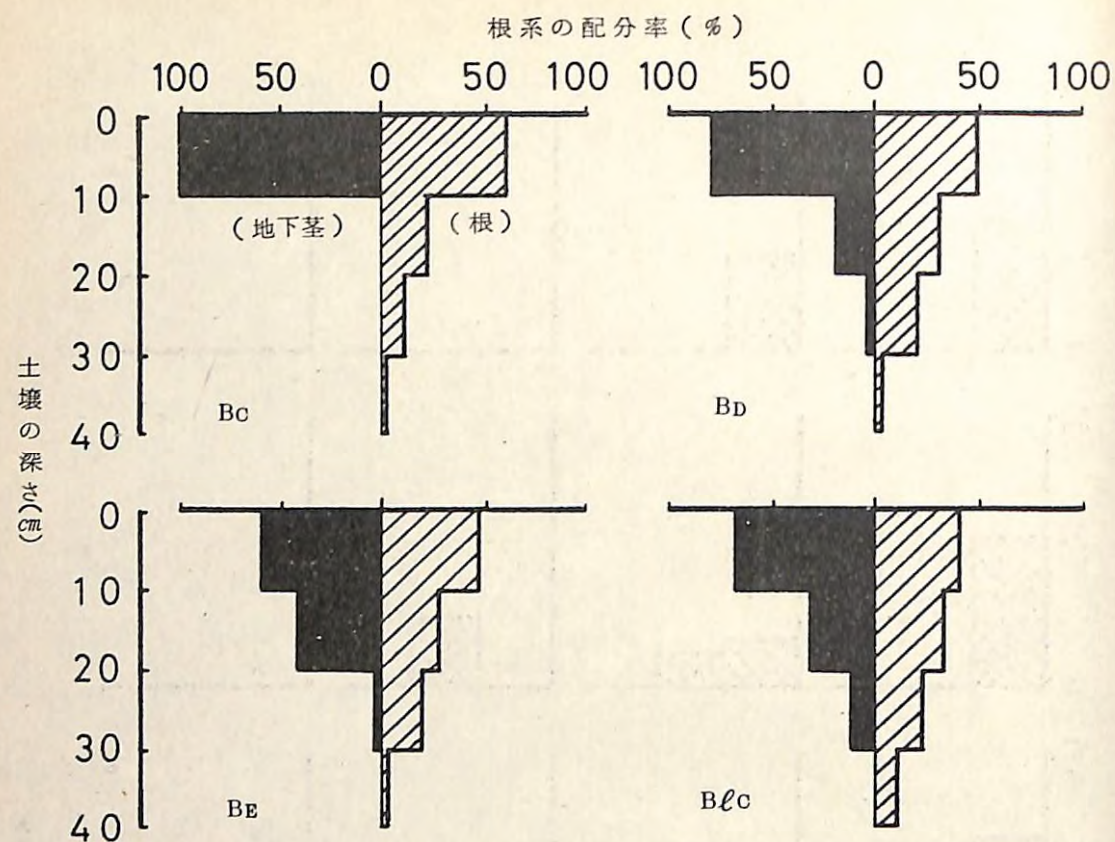


図-2-1 クマイザサ根系の土壌型による配分率の垂直変化

このように土壌の性質は、除草剤の土壌中における行動（消長）に影響をおよぼし、これがササ類の生態的条件と重なって枯殺力を左右する要因となっているので、塩素酸ソーダ除草剤の施用にあたっては、事前散布によって施用量の基準を確立するとともに、土壌調査を行なって散布の適地、不適地の評価を行なうなどのことが必要であろう。

つぎに、テトラピオン剤の施用場面については、本剤は非常に遅効性であり、かつ散布してから3～4年間は新たな発生、分枝、生長を抑制する効果が著しく大きい、いわゆる抑制効果をもった除草剤である⁴⁾。したがって、土壌侵蝕を受けやすい立地、あるいは高海拔地のように植生の侵入、交替が遅れることによって林地保全上障害となる恐れのあるところでは、塩素酸ソーダ剤に比較してササ型植生の破壊が一時的であるために有効な適用場面であろう。また、このような作用特性は、広葉の大型草本類に変化しやすいところでも、急激な植生交替を避けることが可能であり、有効な除草効果が期待できる。

しかし、本剤のササ類に対する作用は、ほぼ3～4年であってこの抑制期間を過ぎるとササの再生が始まるので、抑制期間内に効果をあげうる作業種の選択が必要である。このような観点から検討すると、造林事業のなかでは下刈り期間の短縮、造林地のかぶり取り作業などに適している除草剤であろうと推察される。

引用文献

- 1) 塩崎正雄, 豊岡洪, 永桶留蔵: 林地除草剤の枯殺効果に関する研究(I)。日林北支講, 17, 81～84, 1968
- 2) 豊岡洪, 塩崎正雄, 横山喜作: 林地除草剤の枯殺効果に関する研究(II)。林試北支年報1968, 143～153, 1969
- 3) —, —: 林地用除草剤塩素酸ソーダの土壌中における行動の土壌型間差異について, 雑草研究, 25(4), 20～24, 1980
- 4) 豊岡洪, 菅原セツ子: 造林地の下刈り場面における除草剤TFPの適用性と苗木におよぼす影響。林試研報, 300, 141～150, 1978

D-2 北関東ミヤコザサ地帯でのNaClO₃剤処理後の植生変化

1) 試験の経過

ササ生地における林木更新を成功させるためには、刈払い後の再生力の強いササの生育を、更新期間、保育期間をとって十分に抑えることが必須である。そこで従来より塩素酸塩系除草剤を中心にしたササ枯殺剤が利用されてきた。除草剤によるササの処理は使用量が適当であれば極めて高い枯殺効果を現わし、ササ抑制の技術として十分に実用性が評価され、広く活用されてきた。しかしこれによりササが一斉に枯死することから、林床環境が急激に変化することによる更新林木の生育へのプラス・マイナスの影響、植生が速やかに転換してその後の保育作業に与えるプラス・マイナスの影響などの問題が派生した。そこで今日ではササ生地に対する除草剤の使用は、一斉枯殺方式から生育抑制・部分枯殺の方式へと、考え方を変わって行われてきつつある。

ここに示されたように、更新を成功させるために有効適切なササの抑制法を評価するには、保育期間全般にわたる視点をもって行われることが基本であるが、とくに下刈植生の動態についてのめい密な観察がその基礎データとして必要である。当研究室では、以前よりササ生地に対する除草剤使用の基本データを「林地除草剤(塩素酸ソーダ)の合理的使用法」(昭和45年度特別会計報告, 昭和46年7月), により全国的に集めたが、さらに技術会議特別研究

「除草剤の森林生態系におよぼす影響とその調査方法に関する研究」によってミヤコザサ地帯の除草剤 (NaClO_3 剤) による枯殺後の林床植生の動態を検討した。今回はこの以前の試験地の再調査により、地床植生の動態・群落の構造などについて解析し、ミヤコザサ抑制法の評価を試みた。

調査地としてカラマツ壮令林内 (57年生, 708本/ha) のミヤコザサの, NaClO_3 剤 (50% 粒剤) による伐前地ごしらえとしての全面枯殺の試験地をとりあげた。設計および経過は表-7のとおり。試験地の所在は、草津営林署管内7林班。標高1,050m, 火山灰性黒色土を被り、傾斜度25°~30°。除草剤の第1回散布によってササは顕著に枯殺された。

表-7 試験設計と施業経過 (草津営林署管内暮坂峠)

処理 処理区	期日	1969.8	1970.7	1970.8～9	1971.5	1971.8	1972.8	1973.6	1974.7		
除草剤2回 処 理 区		除草剤散布第1回 80Kg/ha成分量	散布第2回 80Kg/ha成分量	上木	刈 払 い 地 ご し ら え	植 栽 (アカ マ ツ 4 0 0 0 本 /ha	第1回下刈り (筋刈)	第2回下刈り (筋刈)	第3回下刈り (筋刈)	最終下刈り (全刈)	放 置
除草剤1回 処 理 区		除草剤散布第1回 80Kg/ha成分量	無 処 理	伐 採							
刈 払 い 区		無 処 理	無 処 理								

2) 植生の推移

(1) ミヤコザサの被度の変動 (図-22)

除草剤処理区では散布3ヶ月後には枯死葉の脱落などにより被度が無処理区の $\frac{1}{2}$ 以下に減少し、翌年~2年目まで、ササは顕著に抑制される。1回処理でも十分な枯殺効果が現われていて、2回処理の場合と、ササの被度の抑制の傾向は大差ない。

処理3年目以降には上層が開放 (上木の伐採) されたこともあり徐々に回復するが、その後3回の下刈りにもかかわらず盛んに回復して、7年目には刈払い区の水準にほぼ達している。2回処理についてはササの被度の回復傾向に1回処理と大差は見られない。

刈払い区では、上木伐採と地ごしらえ・植栽の際の刈払いで一時的に被度を低下するが、その後は下刈りが行われても刈払い後の再生が早く、当年内にほぼ被度を回復している。また放置されて以降は、林内の場合より若干被度が大きい。

(2) 出現種数の変動 (図-22)

除草剤処理区も刈払い区も、ともに上木伐採と地ごしらえ・植栽に伴う出現種の急増が、

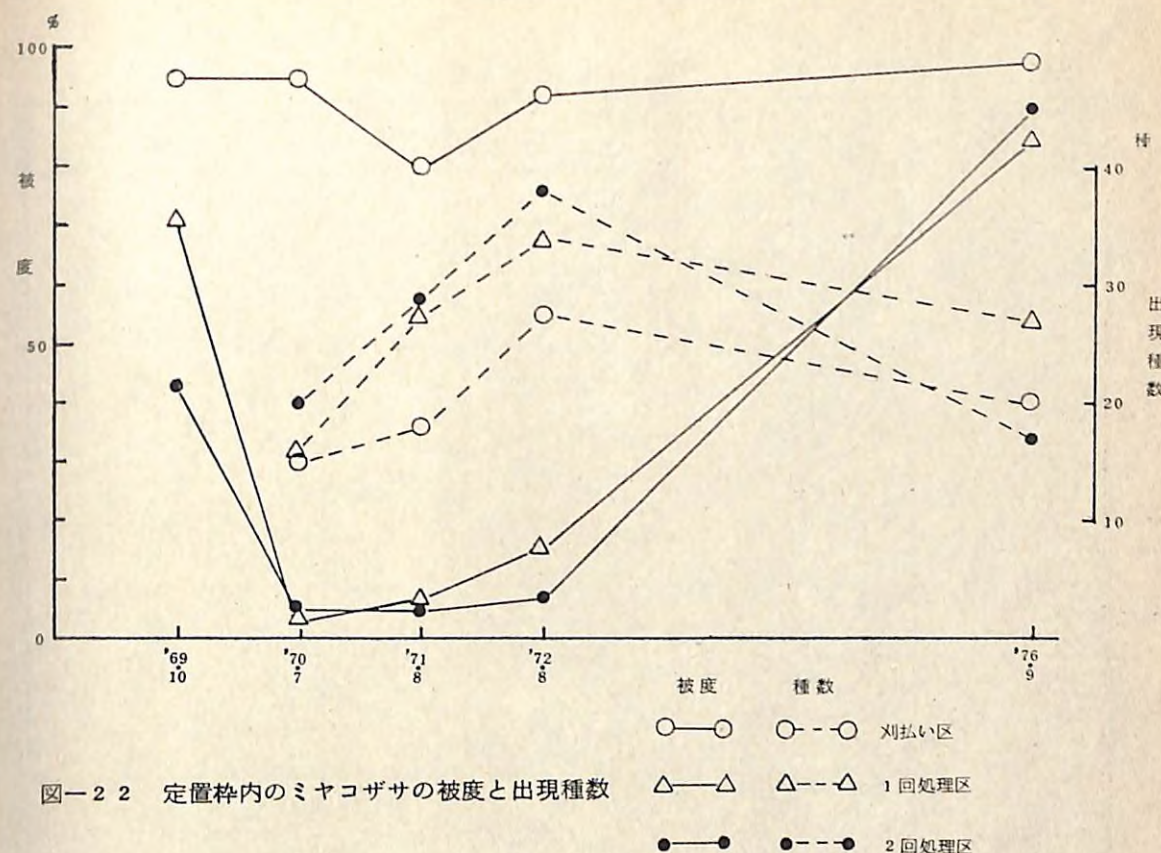


図-22 定置枠内のミヤコザサの被度と出現種数

伐採後2年目までみられる。除草剤処理区では、ササの減少に伴って侵入・発生するものが刈払い区よりも若干多い。

これらの主な種は、タラノキ、クマイチゴ、ヤマハギ、ニワトコ、ツルウメモドキ、ウド、オカトラノオ、オトコエシ、ミツバツチグリ、ケネバリタデ、タニソバ、ダンドボロギク、ヒメムカシヨモギ、ヤマニガナなどであり、いずれも陽地生の低木類、多年草、タデ科・キク科1年草である。

ササのその後の回復傾向と相まって、この中から移動性の大きい1年草を主体に消失していくものが生じて、各処理区とも種数が減少する。しかし後述のように、陽性の低木類・多年草のいくつかは、まだ残存している。

(3) ササ以外の種の推移 (表-8)

ミヤコザサ以外の出現種のうち、被度の大きい上位5種の変動をみると、各処理区で、被度の大小による順位の年々の入れ替りがはげしい。これは毎年下刈りにより各種個体の受ける影響が均一なものではなく、かつまた再生に際しては種と個体の特性が直ちに反映するた

表-8 ミヤコザサ以外で被度の大きい種(上位の5種)

調査年月	処理区	除草剤2回処理区	除草剤1回処理区	刈 払 い 区
1969.10		キイチゴ +	ミズナラ 6	ゼンマイ 4
		アオハダ +	リョウブ 1	コアジサイ 2
		ミズナラ +	ナツハゼ 1	キイチゴ 1
			コアジサイ +	ムラサキシキブ 1
1970.7			コナラ +	ミズナラ 1
		キイチゴ 1	コナラ 10	コアジサイ 10
		アオハダ 1	ミズナラ 5	ゼンマイ 9
		ミズナラ 1	コアジサイ 3	ミズナラ 5
		ガマズミ +	ナツハゼ 2	ムラサキシキブ 2
1971.8		ツルウメモドキ +	ヤマツツジ 2	ヤマイヌワラビ 2
		ケネバリタデ 3	ケネバリタデ 25	コアジサイ 5
		キイチゴ 2	コナラ 5	ゼンマイ 4
		ミズナラ 1	ミズナラ 4	キイチゴ 3
		アオハダ +	コアジサイ 2	ミズナラ 3
1972.8		タラノキ +	ミツバツチグリ 2	ムラサキシキブ 1
		◎クマイチゴ 15	◎コナラ 35	◎キイチゴ 7
		◎タラノキ 6	ミツバツチグリ 10	コアジサイ 7
		◎キイチゴ 4	◎ウド 5	ゼンマイ 6
		ミツバツチグリ 5	◎クマイチゴ 4	ヤマイヌワラビ 5
1976.9		ケネバリタデ 1	ヘビノネゴザ 3	ムラサキシキブ 3
		◎クマイチゴ 43	◎ミズナラ 25	ゼンマイ 60
		◎ワラビ 20	◎キイチゴ 18	コアジサイ 20
		◎キイチゴ 5	ヘビノネゴザ 15	◎キイチゴ 18
		ガマズミ 3	ガマズミ 10	タガネソウ 18
		◎カスミザクラ +	◎ミズキ 4	ヘビノネゴザ 7

注) ◎印はミヤコザサの草高より、高さの大きいもの。数字、記号は被度を示す。

めと思われる。

これらの種が、ミヤコザサの被度を超える時期は、刈払い区では全くなく、除草剤処理区では枯殺効果の著しい処理3年目までの期間である。3年目以降は、ササの被度が回復するため、相対的に被度が低下するが、一部のものは萌芽などでササよりも高さが大きくなり、後述のように、とくに下刈り終了後は群落構造が2層化する方向へすみ、上層に高木性木本の萌芽(コナラ、ミズナラ、アオハダ、ミズキなど)やキイチゴ類(クマイチゴ、キイチゴ)、その下にササという構成になって、上層の種は被度を半安定的に確保していくものと

思われる。除草剤処理区にくらべて刈払い区では、ササの高さを超す種はキイチゴを除いては、とくに高木性木本の萌芽が極めて微弱である点が特徴的である。この萌芽の多・少の差異は、将来の除伐段階になって問題となるであろう。

3) 群落構造の動態

(1) ミヤコザサの本数の変動(図-23)

刈払い区では、上層の開放・下刈りのくり返しにともなって、ササの稈本数は増加している。除草剤処理区でも、処理効果の著しく現われた処理後1年目・2年目からは、刈払い区と同様に稈数を増大させているが、処理7年目ではまだ刈払い区の水準に達していない。

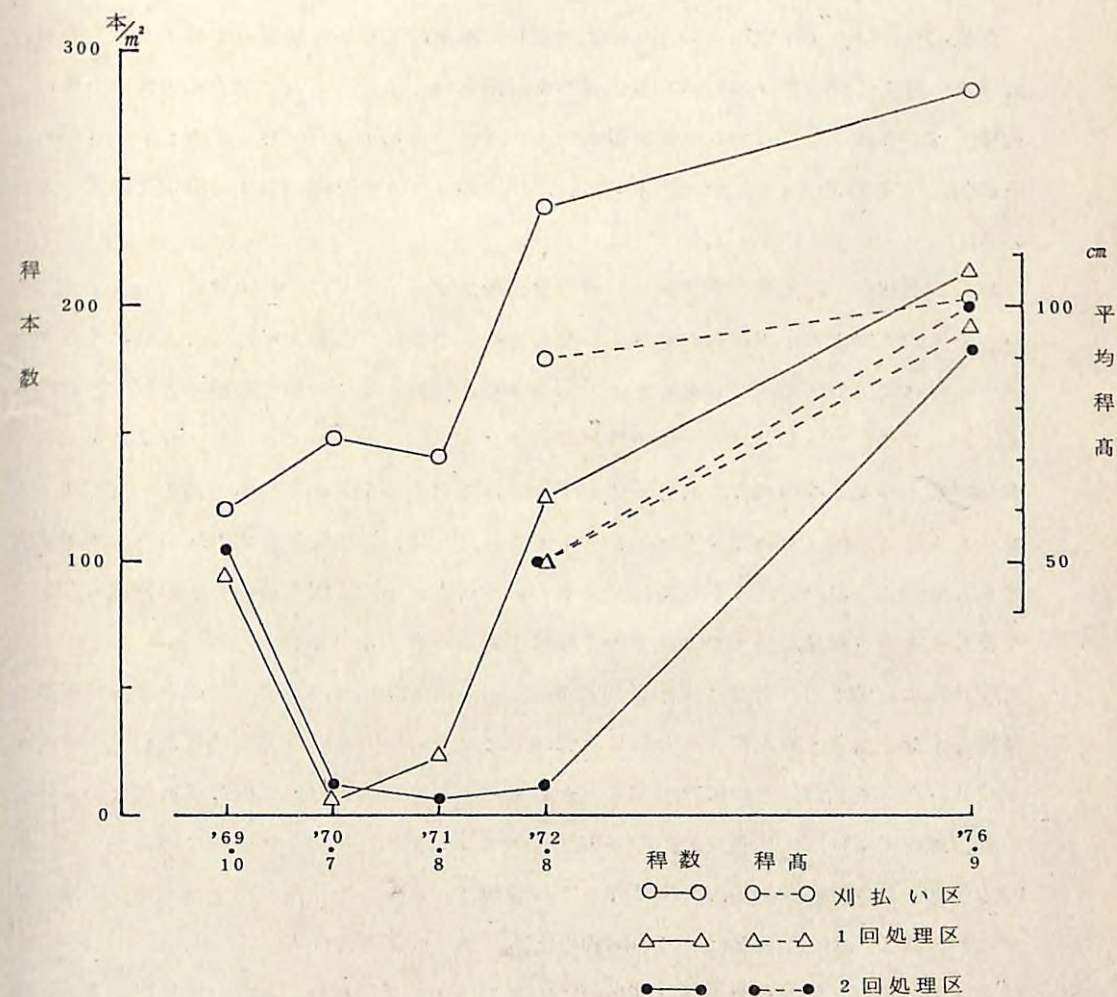


図-23 ミヤコザサの地上稈の本数と平均稈高

当然ながら、その分を他の植生が占有しているからである。処理回数のちがいによる本数回復の差異は、数年みられるようであるが、それも徐々に差がちまっており大差ない範囲になっている。

(2) ミヤコザサの平均樹高の推移 (図-23)

刈払い区は、当初の稈高をほぼ持続し、下刈り終了後は若干高くなっている。除草剤処理区では、処理回数とは関係なく再生ササの稈高は当初の約 $\frac{1}{2}$ 程度であったが、再生がすすむと、下刈りがなされてきたにもかかわらずほぼ刈払い区と同程度にまで回復し、当初の水準に戻っている。

(3) 地上部現存量の推移 (図-24)

刈払い区では、上木伐採、地ごしらえ・植栽の施業により一時現存量を減ずるが、その後は上木の除去に伴ってササの現存量は速やかに極大値に達し、下刈りによる影響は少ない。以後、下刈り終了2年目でもササの量には大差なく、当初カラマツ林下での1.4倍量である。その間にキイチゴ、コアジサイを主体にした低木類を主とした他の植生量が若干増えて来ている。

除草剤処理区では処理効果でササの現存量が激減する。とくに2回処理はその後のササの再生を1回処理より2年も遅らせる。しかしこれらの差は、処理7年目では大差なくなり、ササの量は刈払い区の約60%ほどまで回復する。これにはササが他の植生と競合状態にあることも影響しているわけで、除草剤処理区では刈払い区のササに比して、稈量は56%、葉量は61~64%の程度にある。またササ全量に占める葉量の割合が、刈払い区では32%であるのに、除草剤処理区では42~44%となっていて、除草剤処理区の方が生産器官である葉の量を相対的に多く保持しているという状態にある。即ち他植生との競合のなかで、今後もササの現存量は増えつづけて行く段階にあると考えられる。

ササ以外の植生の現存量は、除草剤処理区、とくに2回処理区で多く、その主体は落葉広葉樹高木類の萌芽と低木類である。2回処理ではササの回復おくれと反対にこれらの増大が2年目以降に著しい。どの処理区でも、その後の下刈りなどに伴って現存量は増えつづけていく。処理7年目での比較では、除草剤処理区では刈払い区の約2倍量となっている。この時点で地上部重量の相対的に大きくなっている種は、コナラ(萌芽)、クマイチゴ、キイチゴなど少数で、また草本類はササの回復とともに減少してきている。

全量でみると、除草剤処理区は刈払い区の82~88%である。また、全量中の葉の量は、各区で36~39%と均衡してきており、このまゝ放置しつづければ、あと数年間で各処理

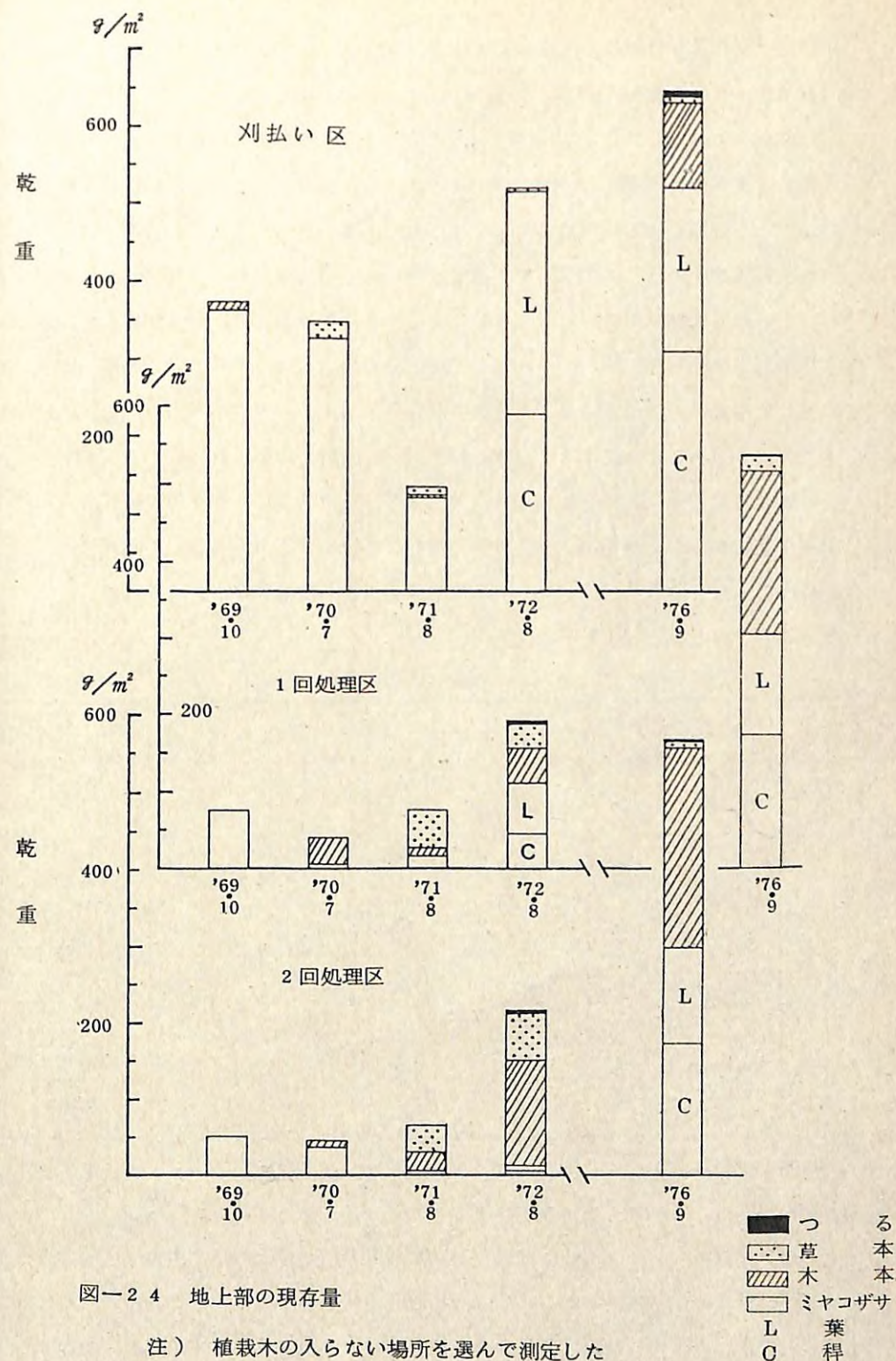


図-24 地上部の現存量

注) 植栽木の入らない場所を選んで測定した

区の地上部現存量は等しくなるものと想像される。

(4) 群落生産構造の変動 (図-25)

刈払い区では、下刈り圧を反映して、再生ササの葉層が当初の群落にくらべて上下の方向に細長く変形して分布している。稈の分布は、草高がやゝ高くなった他は当初の型と殆ど一致してきている。またササ以外の植生は、各層に薄く分布してきている。

除草剤処理区では、処理後のササの減少とその後の緩徐な再生、一時的な植生の転換によってササ以外の植生が各層にやゝ厚く分布し、さらにそれ以降はササが盛んに回復し、ササ及び他の植生の草高が増して、とくに葉層の分布が上へ伸びて行く傾向がはっきりしてきている。先に述べた様に、このまゝ放置されれば、高木性木本の萌芽(コナラ、ミズナラ、アオハダ、ミズキなど)を主体に、さらに上層へと葉層分布が上昇して行き、やがて群落構造が2層化して行くであろう。とくにこの傾向は、一時的にしろササの急激な減少に伴う植生転換の著しかった2回処理区でより強く現われているようであるが、1回処理区でも一致した傾向にあり、除草剤利用によるササ枯殺の一つの問題点となるところである。

4) 植栽木(アカマツ)の生長 (表-9)

表-9 アカマツの平均樹高、平均胸高直径

調査年月	項目	処理区	2 回 処 理 区	1 回 処 理 区	刈 払 い 区
1972.8 (1年生)	平均樹高		50 cm	50 cm	50 cm
1976.9 (5年生)	樹 高		$\frac{187}{108 \sim 255}$ cm	$\frac{189}{128 \sim 245}$ cm	$\frac{182}{134 \sim 229}$ cm
	前年樹高生長量		$\frac{50}{13 \sim 82}$ cm	$\frac{51}{28 \sim 69}$ cm	$\frac{51}{39 \sim 63}$ cm
	胸 高 直 径		$\frac{1.4}{0.7 \sim 2.8}$ cm	$\frac{1.4}{0.6 \sim 3.0}$ cm	$\frac{1.1}{0.6 \sim 1.8}$ cm
	ササの高さ×1.5 以下の樹高木本 数割合		16.1 %	3.3 %	9.1 %

植栽後1年目は、各区ともに平均樹高50cmであるが、植栽後5年目では、平均樹高は180cmを超えており、各区とも樹高生長は速やかであった。

平均胸高直径は、5年生時で各区とも1cmを超えているが、除草剤処理区にくらべ刈払い区でやゝ小さ目で(除草剤区の約80%), また最大値も1.8cmとまりであった。これは、植栽以降の初期に、とくに光合成生産を盛んに行っている下枝部分が、再生力のつよいササなどに

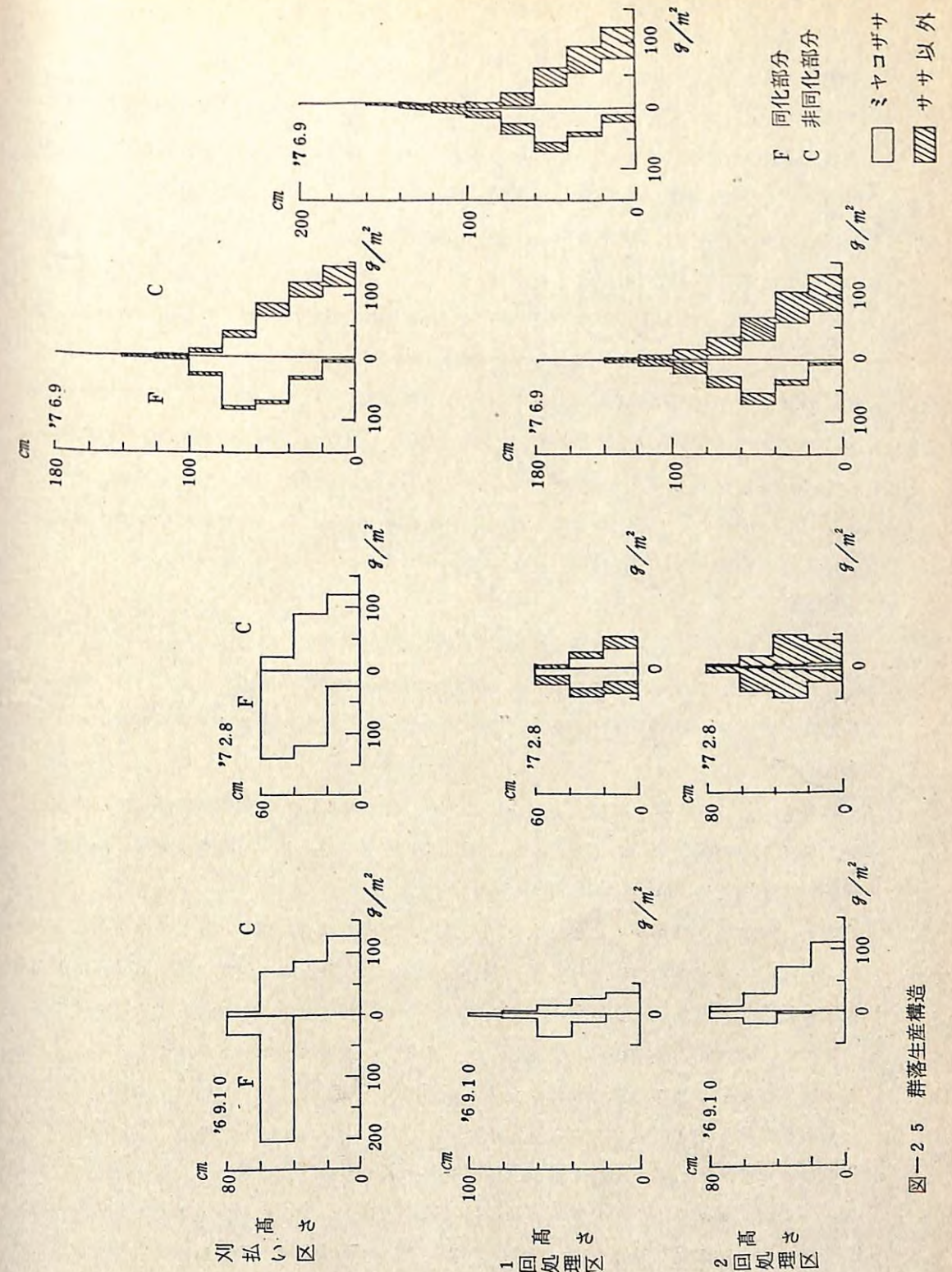


図-25 群落生産構造

より他区よりも強く庇陰されて来たことのあらわれであると見てよからう。

樹高生長については、4年目から5年目への平均生長量も50～51cmと各区では等しいが、2回処理区では最小のものが他区より小さい。これをさらに5年生時の樹高で、ササの平均植生高の1.5倍よりも小さい個体の本数割合で見てみると、2回処理区では16%強、つまり6本に1本の割合で、1回処理区の3%強つまり30本に1本、刈払い区の9%強つまり11本に1本、に比してかなり多いことが指摘されよう。2回処理区では、最大樹高は他区より大きいことから見て、この区ではササ枯殺後の植生の急激な転換に伴って繁茂した低木又は萌芽が、ちょうどそこに植栽されたアカマツの初期の生長を抑えるかたちとなり、またそういった庇陰圧のなかった場所に植栽された個体は十分に生長できたため、処理区内で個体間の樹高に大小のバラツキがより大きく生じたものと解されよう。(なおこの検討でアカマツの樹高をササの植生高の1.5倍において線びきしたのは、アカマツの下枝が、ササの最大葉層の分布する高さより高い位置にあるか否かを見るための一応のメヤスとしたものであって、特に客観的な根拠をもった数値ではない。しかしこの高さより大きく変動することはなからうと考えている。)

5) まとめ

以上の検討から、ミヤコザサ植生をNaClO₃除草剤で枯殺した場合

- ① 効果が十分現われれば処理翌年より2年間はササが激減し、他の植生が現われ一時的に植生転換をおこす。この主体は、陽性な低木類や多年草、高木の萌芽、キク科などの一年草である。
- ② 処理3年目以降、ササは徐々に回復し、7年目では完全にササ植生へ回復してはいないがササ型植生への収束傾向が認められる。再生ササ群落は、被度・草高をより早く回復するが、稈数・地上部重量の回復はより遅くなる。
- ③ 侵入・発生した低木類・多年草また萌芽は、その後も残存し発達するものも少なからずあり、とくに高木性木本の萌芽はササの高さを抜け出てより上層に展開していくすう勢にあり、植栽木を含めて将来2層化して行く気配である。この傾向は除草剤処理区でより明確である。
- ④ 植栽年以降の地上部現存量の推移からみて、刈払い区では次年の下刈りまでの間にササの再生を主体にして植生量がほぼ元に戻るため、第2回の下刈り以降は下刈り期間中、ほぼ毎回同量の植生量を刈払っていることになる。

除草剤処理区は、ササと他の植生とくに萌芽・低木の占める比率の高い混生群落が下刈対象となるが、植栽当年の第1回下刈り時は刈払い区の46～56%、第2回下刈り時は刈払い区の37～41%の植生量で、下刈完了2年目の植生量もまだ刈払い区より少ないことか

ら、4回の下刈り期間中の総下刈り量は、刈払い区の $\frac{1}{2}$ ていどで済んだものと思われる。

- ⑤ 植栽木がアカマツであることから、初期の生長を大きくして、いくらか広葉樹が混生しても林分閉鎖を早くすることを期待するものであれば、一回のササ枯殺処理により短期的にササを激減させ、植栽後の下刈りを継続しつつ、混生する高木性広葉樹の萌芽を適宜処理して行くという保育経過が想定され、除伐の時期・程度があとの問題となる。

しかし広葉樹の混生を避け、発生する低木類・多年草を短期間で消滅させるには、ササの枯殺ではなくササを相当量に残存させた適当な群落構造への誘導をはかる必要がある。そのためにはササ処理の考え方をさらに改めて行くことと、植栽木の初期生長量についての検討が必要となる。

D-3 TFP剤処理と再生量

林地除草剤として塩素酸ソーダーがよく使われており、その枯殺効果は顕著にあらわれる。しかし、ササを完全に枯殺してしまうと他の植生が侵入し、ササ型植生から陽性の低木類に変化していく。こうなるとササ型よりもその取扱いがやっかいになる場合が多い。

そこで最近では、ササに対する除草剤として遅効性のテトラピオン(TFP)が注目されている。このTFPはササの新芽、新芽の発生・伸長を抑制する効果はあるが、塩素酸ソーダーのように地下茎を枯殺しない。したがって、この除草剤をササ生地に使用した場合、一時的には他の植生が侵入しても、数年後にはササは回復してくる。

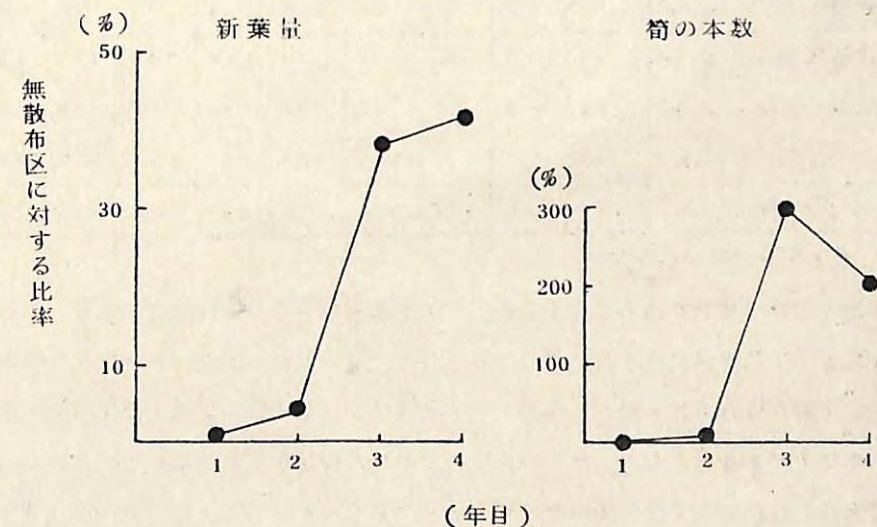


図-26 TFP散布後のチシマザサの回復(小板)

このTFPの抑制効果が何年間ぐらい続くかを、事業として実際に山に散布されている小坂管林署管内で、回復調査をおこなった(図-26)。これをみると、散布後2年間は筍や新葉の展開がほぼ抑えられているが、3年目から筍や新葉が出はじめている。しかし、稈高、本数、現存量とも元の状態にもどっていない。

一方、最適のTFP散布量を決めるために、チマキザサ群落を刈払い、TFP散布量を違えた試験地を設け、TFP散布量とササの回復量との関係を調べた(表-10)。表にみられるように成分量で5Kg/haを散布した区では、再生ザサ量が少なく、その代りに雑草木量が多くなっている。一方、2Kg/ha区では再生ザサは多いため、雑草木量は少なくなっている。したがって、刈払いをおこなった場合は、2~3Kg/haの散布であれば再生ザサ、雑草木もそれほど多くなく、この程度の散布量が適当ではないだろうか。

表-10 地拵え後における植生の再生量と植栽木の生長量

		対 照 区		下刈り区		TFP2K区		TFP3K区		TFP5K区	
		54年	55年	54年	55年	54年	55年	54年	55年	54年	55年
再 生 ザ サ	稈 本 数 本/m ²	242	305		162	96	151	85	84	55	50
	再 稈 量(乾重) g/m ²	116.2	266.2		199.2	58.0	91.0	25.3	55.0	11.7	21.3
	稈 平 均 高 cm	21.2	35.0		28.9	17.0	20.2	13.6	16.4	11.5	16.0
	稈 平 均 直 径 mm	1.7	2.8		2.4	1.2	2.0	1.2	1.8	1.0	1.5
	葉 量(乾重) g/m ²	212.2	308.1		143.9	93.9	149.9	31.2	56.4	12.7	18.5
	葉 面 積 指 数 m ² /m ²	3.3	4.5		2.2	1.4	2.4	0.5	0.9	0.2	0.3
雑 草 木	非同化部量(乾重) g/m ²		0		0	2.0	5.6	14.0	17.3	17.3	264.9
	同化部量(乾重) g/m ²	1.3	0		0	3.6	3.8	7.1	9.8	8.5	118.8
	最 大 長 cm	31.3	0		0	48.4	43.2	63.4	61.0	72.3	78.6
ヒノキの樹高生長量 cm		14.4	17.8	11.7	17.6	7.8	19.8	9.2	22.3	7.4	16.9

※TFPの量は成分量

ササ生地で森林の更新を進めていく場合、ササを放置しておくわけにはいかず、刈払いあるいは除草剤によって防除されてきた。すなわち、今までは、ササは林業にとって大きな障害物でじゃま物として取り扱われてきた。しかし、ササ群落は地下茎の強い緊縛力によって土壌の崩壊・流亡を防ぐ効果があるとともに、ササの密生地では他の植生が混じっていないためその取り扱いが単純である。したがって、今後はササをうまくコントロールして、味方にするような方法を考えていく必要があると思われる。その方法のひとつとして、今試験継続中であるが、一定の高さ

に刈払った後テトラピオンを散布し、稈高の低いササの再生を期待し、これをCover plantとして使うことが考えられる。このようなササ群落を作り出すことができれば、急激な林床の変化や土の流亡などが防げるとともに、下刈りの省力化にも役立つであろう。

育苗における生物農薬の使用法

育苗における生物農薬の使用法

I 試験担当者

保護部昆虫科

天敵微生物研究室	片 桐 一 正
	串 田 保
	島 津 光 明
昆虫第一研究室	萩 原 実

II 試験目的

本研究の前課題として「育苗における生物農薬の開発」が3か年間研究され、根切虫類の天敵微生物の検索、有力天敵微生物の選定、その微生物の性質の解明等が行なわれてきたが、これらの基礎的な諸知見を統合し、苗畑における育苗の実際面に役立たせることが必要である。すなわち前課題のとりまとめ部分を形成する研究であり、根切虫による苗木の被害を防ぐために、糸状菌 *Beauveria tenella*、または *Metarhizium anisopliae*、および、ウイルス *Entomopoxvirus* sp, リケツチャの1種等を主要素材とする総合的防除のための技術面の発展・確立を計ることを目的とする。

III 試験の経過と得られた成果

1. 前課題成果の概要

根切虫類の天敵微生物として糸状菌類、細菌類、ウイルスその他等広範囲にわたる微生物が検索され、その中から、有力天敵微生物として糸状菌 *Beauveria tenella*、*Metarhizium anisopliae* およびウイルス *Entomopoxvirus* sp がとり上げられた。これらのうち糸状菌は蚕蛹煎汁や Sabouraud 培地で培養が容易であり、これによって菌学的な基礎的諸特性が研究され知見が得られた。また特に *B. tenella* については、実用に関連して、土壌中に混入した胞子の活性が長期間残ること、土壌施用の慣行農薬の中では、MEP、DEP、MPP等の殺虫剤は併用しても菌の活性をあまり阻害しないこと等が判明した。

実用上最も問題となる大量培養については施用態との関係で解決できる場合もあることがわ

かった。すなわち苗床施用にあたって、パーク堆肥を施用できる場合は、この堆肥に菌を繁殖させ、いわば天敵微生物を大量に含んだ堆肥をつくり施用すると有効である。パーク堆肥に菌を繁殖させる方法が研究され蚕蛹に培養した菌をその培体である蚕蛹とともに堆肥に混入し、25℃に保つ方法が考案された。この方法はポリバケツ、ビニール袋等を用いて現場でも可能な方法なので、実用化が容易である。

糸状菌のほかに Entomopoxvirus の 1 種も有力な天敵微生物であり、病死幼虫体の 1,000 倍液を土壤に噴霧することによって、伝染させることができる。しかしウイルスでは、人工培地による増殖ができないので、ウイルスを大量に得る方法が実用的に解決されなければならない重要な事項である。

2. Beauveria tenella の利用

(1) 施用形態試験 (その 1)

供試菌 *B. tenella* : 研究室保存菌 F-77 すなわちオオスジコガネ幼虫の病死体より分離し継代保存した分離株を用いた。以下特に記さない限り *B. tenella* はこの株を用いた。

施用のための培養法 : 次のような材料を用いた。すなわち、ホワイトカーボン (カーブレックス)、木炭、米ぬか、蚕蛹粉末、蚕蛹丸のまま、魚粉、大豆等である。これらのそれぞれに水を加えて 120℃ 30 分間滅菌し培地とした。これにあらかじめ蚕蛹煎汁を用いて約 3 日間振とう培養した *B. tenella* の培養物を、種菌として、原料 500 g から調製した培地に 200 ml の割合で混入し、25℃で 5 日間培養した。ここまでは大型三角フラスコを用いたが、5 日間培養後内容物を発泡スチロールの箱に移し、さらに 25℃で保存して菌を発育させた。菌が十分発育した後培養物を風乾し粉末または粒状にした。またこのほかに振とう培養物をホワイトカーボンに混入し、直ちに風乾し粉末状にしたものも供試した。

試験方法と施用量 : 試験には素焼きの鉢 (直径内径約 30 cm) を用いた。鉢にヒノキ 1 年生苗 3 本/鉢植え、これに上記各材料を培地とした培養物を施用した。施用量は供試各培養物を 100 g/m²、および 500 g/m² の割合であり、これらそれぞれに殺虫剤 (有機リン剤) イソフェンホスを 10 g/m² の割合で併用したいわば併用区ももうけた。

各単用区にはそれぞれ 5 鉢、併用区には 3 鉢を割り当てた。

これらの鉢はすべてカンレイシヤの袋を用いて 1 つずつ覆い、自然のコガネムシの産卵を防ぎ、供試虫はすべて室内飼育のドウガネブイブイ孵化後 7~10 日の幼虫を鉢当たり 5 頭放飼した。

調査 : 11 月に鉢から苗木を掘りとり、根部の被害程度を記録した。さらに鉢の土中の幼

表-1 *B. tenella* の施用効果

処 理 区		ヒノキ苗被害本数					ドウガネブイブイ		ヒメコ ガネ	その他	備 考
		激	中	微	無	計	健全虫	罹病虫			
A ホワイト カーボン	100	11	1	1	2	15	5	0	2	1	シオヤアブ1
	500	4	2	0	9	15	2	1	0	0	
	100+イン	0	0	1	8	9	0	0	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	0	1	0	
B 木 炭	100	4	2	0	9	15	2	1	0	0	# 1
	500	7	1	1	6	15	3	2	0	0	
	100+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
C 米ぬか	100	1	0	1	13	15	0	1	1	0	胞子形成 良 好
	500	0	0	1	14	15	0	6	1	1	
	100+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	4	0	0	
D 蚕蛹粉	100	0	0	5	10	15	0	4	0	0	同 上
	500	0	0	2	13	15	0	0	0	0	
	100+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
E 蚕蛹丸	100	0	0	4	11	15	1	1	0	0	シオヤアブ1
	500	8	1	4	2	15	4	0	1	0	
	100+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
F 魚 粉	100	0	0	3	12	15	0	1	0	0	胞子形成 や や 良
	500	5	1	0	9	15	0	5	1	0	
	100+イン	0	0	0	9	9	0	1	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	2	0	0	
G 大豆粉	100	2	1	0	12	15	1	2	0	0	
	500	3	0	3	9	15	1	3	0	0	
	100+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
	500+イン	0	0	0	9	9	0	0	0	0	
Cont 無 処 理		6	1	2	6	15	3	0	3	1	シオヤアブ1
イソフェンホス		0	0	0	9	9	0	0	0	0	

注 : ヒノキ苗 2 年生 5 月 31 日施用

虫数を調べた。

結果：調査結果は表-1の通りであった。

全体的にみて、施用培養物を粉末状にした場合が良い結果をもたらしているようである。特に米ぬかおよび蚕蛹粉末を施用した区が、得苗率、ドウガネブイブイ生存率からみても効果が大きかったと思われる。

鉢を用いるようなポット試験であったためか施用量による効果の差は判然とせず100g区と500g区の差はみ出せなかった。

殺虫剤イソフエンホスについてみると、ポットを用いた場合10g/m²では100%殺虫が行なわれてしまい、菌に対する作用等影響のほどは不明であった。

(2) 施用形態試験(その2)と施用方法

供試菌 *B. tenella* : 研究室保存 F-77 菌

施用のための培養法：基本的には前項(1)の場合と同じ方法で培養した。培養に用いた材料は米、米ぬか、蚕蛹、ホワイトカーボン、蚕蛹煎汁等で、このうち蚕蛹は培養、風乾後粉末状にしたものを用いた。またホワイトカーボンは、種菌液を混合した後25℃で培養したものと、液体培養後混合して直に風乾し、施用したものとの2通りを用いた。

施用方法：これらの培養物(菌)の施用をポット(直径30cm素焼き植木鉢)および実用苗畑の苗床を用いて行ない、苗木被害防除効果を調べた。

施用は床全面に10cmの深さまで混和する方法、植穴のみに集中して施用する方法および表面全面に散布する方法の3通りによって行なった。

苗木はヒノキ1年生を用いた。ポット試験では苗木を各5本ポットに植え、菌を上記3通りの方法で施用後、ドウガネブイブイ孵化後10日目の幼虫を、ポット当たり各3頭放飼した。

菌の施用量は各培養物とも200g/m²とし、液培養物は200ml/m²の割合で施用した。各施用態とも5ポットを用いた。

各ポットともカンレイシヤ袋で覆い、供試虫以外の個体の混入を防いだ。

苗床を用いた試験では、菌の施用量、方法ともポット試験と同じであるが、1施用区の面積は1m×1mの正方形区で、ここに36本のヒノキ1年生苗を植えた。

調査：調査は11月に行なった。苗木を掘り取り、根部の被害程度を1本ごとに調査して記録した。また土壌を掘り出し、生息しているコガネムシ類幼虫その他の個体数を調べた。

結果：調査の結果は表-2、表-3に示す通りである。

表-2 *B. tenella* 施用法と施用効果

A: ポットを用いた試験

処 理 区			苗 木 被 害 程 度					幼 虫		
			枯	激	中	微	無	計	生	罹
a 米	全	0	0	0	5	2 5	3 0	1	3	4
	穴	0	0	0	5	2 5	3 0	4	4	8
	表	0	0	0	2	2 8	3 0	2	4	6
b 米 ぬ か	全	0	4	0	6	2 0	3 0	4	4	8
	穴	0	1	4	5	2 0	3 0	7	1	8
	表	0	1	2	1 2	1 5	3 0	6	7	1 3
c 蚕 蛹	全	0	0	1	2	2 7	3 0	3	5	8
	穴	0	2	1	4	2 3	3 0	1 1	1	1 2
	表	0	0	0	4	2 6	3 0	4	2	6
d ホ ワ イ ト カ ー ボ ン	全	0	0	0	1 0	2 0	3 0	5	2	7
	穴	1	0	1	5	2 3	3 0	4	1	5
	表	1	1	4	4	2 0	3 0	1 0	3	1 3
e ブ イ ヨ ン ホ ワ イ ト カ ー ボ ン	全	0	0	0	5	2 5	3 0	2	3	5
	穴	0	2	2	3	2 3	3 0	7	3	1 0
	表	0	0	2	0	2 8	3 0	2	1	3
f ブ イ ヨ ン	表	0	2	7	5	1 6	3 0	9	2	1 1
c o n t		0	3	0	3	2 4	3 0	6	1	7

注： a：米を用い培養したもの

b：米ヌカを用いて培養したもの

c：蚕蛹に培養した後粉末にしたもの

d：ホワイトカーボンを用いて培養したもの

e：蚕蛹煎汁で培養し、ホワイトカーボンに混入したもの

f：蚕蛹煎汁液培養のもの

表-3 B.tenella 施用法と施用効果

B: 苗床を用いた試験

処 理		苗木被害程度					計		幼 虫			
		枯	激	中	微	無			ドウガ ネ生	ヒメ 生	罹 病 B. ten.	他
B.tenella	全	1	2 6	5	3	1	3 6		1	2	3	2
a 米	穴	1	1 8	4	7	5	3 5	☆	0	1	3	0
	表	0	2 4	7	3	2	3 6		1	2	4	0
b 米ぬか	全	1	3 4	1	0	0	3 6		2	2	4	0
	穴	1	3 0	2	1	2	3 6	☆	0	2	1	0
	表	0	7	2	1 6	1 0	3 5	☆	0	8	0	1
e ブイヨン ホワイトカー ボン	全	0	2 5	8	3	0	3 6	☆	3	3	0	0
	穴	1	1 8	7	0	4	3 6		0	3	1	1
	表	3	2 7	6	0	0	3 6	☆	0	1	0	0
f ブイヨン	表	1	1 9	5	7	3	3 6	☆	1	0	0	0
cont		2	5	2	8	1 8	3 5	☆	1	2	0	1

注: ☆シオヤアブのいた区

ポットを用いた試験では、施用態間、施用方法間に大差はなかったが、米を用いた培養物の施用が大いに有効である可能性が示唆された。また、施用方法でも一定の傾向がみられず、施用態を粉態にした場合は土壤中に混和してもしなくても良く、表面散布の場合でも混和したものと差がなかった。

苗畑試験では全体として効果が良くなかった。表-3を苗木の得苗率でみると、くず米を用いた場合、土壌混和区11%、植穴区33%、表面散布区19%、米ヌカを用いた場合、同じく混和区0%、植穴8%、表面74%と表面散布区が特に優れた効果がみられた。ホワイトカーボンを用いた場合は混合8%、植穴28%、表面0%、またホワイトカーボンを蚕蛹煎汁培養液培養物に混和し風乾したものをを用いた場合は方法別にそれぞれ17、19、94%と、表面散布がよく効いていた。液培養だけの場合は表面施用で29%であった。

これらのことから、B.tenellaの施用には、処理方法のちがいが大きく現われた区も認められたが、全体としては表面散布で十分であることがわかった。

施用態としては粉剤または粒剤態のものがよいことがこれまでの試験で明らかになってい

るが、これは菌の分生胞子の量と分散の程度に関係があることが推察された。特に供試したB.tenellaは、胞子形成前に施用したため富栄養の培地を用いた場合の方が効果が良い傾向がみられた。

3. Metarhizium anisopliaeの利用

(1) 施用形態試験

供試菌M.anisopliae: 林試本場構内で罹病死したドウガネブイブイ幼虫から分離した株を用いた。

試験材料と方法はB.tenellaの場合と同じである。即ち菌の施用態は次の通りである。

A: ホワイトカーボンに種菌液を混入し培養したもの

B: 木炭粉に種菌液を混入し培養したもの

C: 米ぬかを用いて培養したもの

D: 蚕蛹に培養し粉砕したもの

E: 蚕蛹に培養したもの

F: 魚粉で培養したもの

G: 大豆粉で培養したもの

これらを100g/m²又は500g/m²の割合で施用した。

試験は素焼きの植木鉢(内径約30cm)を用い、1鉢当たりヒノキ1年生苗3本を植え、各区5鉢、ほかにイソフェンホスを用いたものを3鉢割り当てた。

結果: 表-4に結果を示す。

表-4 M.anisopliaeの施用形態と効果

		ヒノキ苗木被害本数				ドウガネブイブイ		ヒメコ ガネ	その他	備 考
		激	中	微	無	計	健全虫	罹病虫		
A	500	6	0	0	9	15	1	1	0	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	0	0	
B	500	2	0	2	11	15	1	0	1	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	0	0	
C	500	0	0	1	14	15	0	1	0	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	1	0	
D	500	0	1	4	10	15	1	1	0	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	0	0	
E	500	0	1	4	10	15	1	1	0	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	0	0	
F	500	0	0	1	14	15	0	0	0	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	0	0	
G	500	9	0	0	6	15	2	2	0	
	500+イソ	0	0	0	9	9	0	0	0	シオヤアブ1

イソフェンホス併用区はイソフェンホスの殺虫力が強力であったため菌への影響をみることはできなかった。

施用態としてはC,D,E,F等がよく、中でもC、F等粉末状の施用態の区の得苗率がよかった。

(2) 施用形態と施用方法

施用菌株は(1)項の場合と同じ。また培養方法、試験方法等B. tenellaの場合と同様である。

供試した菌の施用態

a: 米(くず米)に培養したもの

b: 米ヌカに培養したもの

c: 蚕蛹に培養し粉末にしたもの

d: ホワイトカーボンに培養したもの

e: 液体培養したものをホワイトカーボンに混入粉末状にしたもの

f: 液体培養したもの

これらを200 mg/m² または200 ml/m²の割合で施用した。施用方法は深さ10 cmまでの土壌中に混和、植穴のみに施用、表面全面散布の3通りで、1区1 m×1 mを単位とした。

被害程度を調べるためにヒノキ1年生苗を1 m²当たり36本植えた。

調査は11月に行なった。

ヒノキ苗1本ごとに被害度を調査し得苗数を求めるとともに、各区ごとに土壌中の幼虫その他の生息動物数を調べた。

結果: 表-5に調査結果を示す。

施用態	方法	苗木被害程度						幼虫				
		枯	激	中	微	無	計	シオヤ アブ	ドウガ ネ生	ヒメ 生	罹病虫	
米培養	全混和	1	6	7	7	15	36	有	1	2	1	1
	植穴	0	3	4	4	25	36	有	0	1	1	0
	表面	0	3	6	16	11	36	有	1	0	0	1
ホワイトカーボン培養	全和	4	24	2	6	0	36	有	0	1	0	0
	植穴	1	28	0	3	4	36		0	3	0	1
	表面	1	0	1	5	29	36	有	0	3	0	0
液培養+ホワイトカーボン	全和	0	0	1	6	29	36		0	6	0	1
	植穴	0	4	1	2	29	36	有	2	4	0	1
	表面	0	0	0	7	29	36	有	0	7	0	0
無処理		2	5	2	8	18	35	有	1	2	0	1

4. Entomopoxvirus等の利用

昆虫ボックスウイルスEntomopoxvirus (EPV)の1種がドウガネブイブイ幼虫で検索されて以来その利用について検討が続けているが、その一環としてEPVの濃度別、幼虫齢期別の接種試験を行ない利用のための基礎資料を得た。供試したEPVは静岡県下善で採集したドウガネブイブイ老熟幼虫の病死体から分離したものである。

また長野県広原国有林に発生したオオスジコガネ幼虫から、わが国では初めてであるが、リケッチャ(R-Mc)が分離検索された。これを実験室内でオオスジコガネ幼虫に接種して増殖したものを用いて、EPVの場合と同様に、濃度別幼虫齢期別の接種試験を行ない、防除利用の可能性について検討する資料を得た。

両病原とも、検索された地域では宿主の自然個体群中にかなり高率で流行していたもので、いずれも有力な病原である。

(1) コガネムシ幼虫に対するEPV-Ac, R-Mcの病原性について

試験方法: 土壌にそれぞれの病原液を散布混和し、その土壌でコガネムシ幼虫を飼育し、死亡発生の経過、発病率、死亡率をみた。

混和は、病原液1 mlを100 mlの土壌に噴霧し、十分にかき混ぜた後フルイにかけて混和をさらに十分にする方法によった。

供試虫はドウガネブイブイ、ヒメコガネ、オオスジコガネで、いずれも室内飼育により採卵した卵から孵化したものである。

飼育は個体別に、250 mlのポリカップを用いて行ない、餌としてニンジンを与えた。

結果: 表-6に結果を示す。ドウガネブイブイに対してEPV, R-Mcとも10⁻³液すなわち病死体の重量1000倍液ではほぼ100%の死亡をもたらすことが判った。

表-6(a) ドウガネブイブイに対するEPV-Ac, R-Mcの病原性

病 原	接種令	濃 度	供試虫数	接種病原 による死亡	その率	その他の 死亡	備 考
(Anomala cuprea) ドラガネブイブイ EPV-Ac	卵	0	25	1	4	14	8月4日接種
		10 ⁻⁵	25	7	28	9	
		10 ⁻⁴	25	19	76	4	
		10 ⁻³	25	25	100	0	
		10 ⁻²	25	25	100	0	
	1 齢	0	25	0	0	18	同 上
		10 ⁻⁵	25	4	16	12	
		10 ⁻⁴	25	18	72	6	
		10 ⁻³	25	25	100	0	
		10 ⁻²	25	25	100	0	
R-Mc	卵	0	25	0	0	9	8月7日接種
		10 ⁻⁵	25	5	20	10	
		10 ⁻⁴	25	10	40	3	
		10 ⁻³	25	14	56	3	
		10 ⁻²	25	25	100	0	
	1 齢	0	25	0	0	8	同 上
		10 ⁻⁵	25	3	12	3	
		10 ⁻⁴	25	5	20	6	
		10 ⁻³	25	19	76	1	
		10 ⁻²	25	25	100	0	

表-6(b) ヒメコガネ, オオスジコガネに対するEPV-Ac, R-Mcの病原性

病 原	接種令	濃 度	供試虫数	接種病原 による死亡	その率	その他の 死亡	備 考
(A. rufocuprea) ヒメコガネ EPV-Ac	卵	0	25	0	0	17	8月8日接種
		10 ⁻⁵	25	0	0	11	
		10 ⁻⁴	25	1	4	5	
		10 ⁻³	25	0	0	9	
		10 ⁻²	25	1	4	12	
R-Mc	1 齢	0	25	0	0	17	9月14日接種
		10 ⁻⁵	25	0	0	13	
		10 ⁻⁴	25	1	4	4	
		10 ⁻³	25	1	4	11	
		10 ⁻²	25	8	32	5	
(Mimela costata) オオスジコガネ EPV-Ac	卵	0	25	0	0	25	8月22日接種 M. anisopliae 等の死亡多し
		10 ⁻⁵	25	1	4	22	
		10 ⁻⁴	25	1	4	24	
		10 ⁻³	25	6	24	19	
		10 ⁻²	25	15	60	7	
R-Mc	1 齢	0	25	0	0	24	8月31日接種 同 上
		10 ⁻⁵	25	0	0	25	
		10 ⁻⁴	25	4	16	21	
		10 ⁻³	25	8	32	16	
		10 ⁻²	25	14	56	10	

注: 個体飼育, 1 ml susp/100 ml soil/cup

(2) 汚染土壌によるコガネムシ幼虫の発病

長野県諏訪営林署広原国有林カラマツ造林地に発生したオオスジコガネの幼虫間に、リケッチャ病が流行していることがわかったため、土壌の病原伝染性について調べた。この造林地は3年前にB. tenellaを、コガネムシ防除のために定着増殖させるべく、点状に導入した地域である。

試験方法: 上記地域から土壌を採取し実験室に持ち帰り、ポリカップを用いてこの土壌で、室内採取の卵から孵化した幼虫を飼育した。餌としてニンジンを与えた。

また上記地域から採集したオオスジコガネ幼虫を実験室内で新鮮な土壌を用いて飼育し、採集時点における幼虫の感染状況について調べた。飼育方法は個体別、ニンジンを経由して、ポリカップを用いて行なった。

結果: 表-7に飼育結果を示す、R-Mc, すなわち新しく検索されたリケッチャが現地土壌に生息し、かなり強い起病力を示すことが判明した。

表-7 汚染土壌によるコガネムシ幼虫飼育結果

土 壤	供試虫 各 25頭	死 亡 因 別 死 亡 数					健全
		B. tenella	R-Mc	R-Mc + B. tenella	R-Mc M. a	M. anisopl.	その他
第1区 土 壌	ドウガネ	0	12	12	0	0	1
	オオスジ	4	12	5	0	1	3
第2区 土 壌	ドウガネ	1	10	2	0	1	10
	オオスジ	3	4	2	0	3	2
構 内 土 壌 (Cont)	ドウガネ	1	0	0	6	2	20
	オオスジ	0	0	0	0	15	5

一方現地生息のオオスジコガネ幼虫について発病状況をみると、全90頭採集し飼育したもののうち、B. tenellaの寄生を受けていたもの14(15.5%), R-Mcの感染していたもの29(32.3%), 両者併発していたもの35(38.9%)であった。すなわち、B. tenellaの発病は併発まで加えると54%, R-Mcのそれは、71%となった。R-Mcすなわちリケッチャ病の発病率が高いことが注目される。また導入したB. tenellaがこの地域にかなり広がっており、この菌が定着していることが認められた。

5. 微生物の組み合わせによる利用

(1) *B. tenella* と *M. anisopliae* の併用

供試菌：それぞれ2, 3節で述べた菌と同じ菌株, 培養法も同じ。

施用方法：両菌の培養物とも各200g/m²の割合で等量混合したものを, 全面に深さ10cmまでの土壌と混和, 植穴のみ施用, 全表面に散布の3通りの方法で施用した。

結果：結果を表-8に示す。すなわち米に培養したものを併用した場合植穴でも全面散布でも80%以上の得苗率が得られている。またホワイトカーボンに液培養したものを混合した区でも混和区, 植穴区, 表面散布区で, それぞれ83, 80, 53%の得苗率であった。

分生孢子状態で施用する場合には必ずしも土に混和しなくてもよく。床表面に施用しても植穴に施用しても大きな差はない。

表-8 *B. tenella* および *M. anisopliae* の各施用態併用による効果

処 理	苗木被害程度						幼 虫					
	枯	激	中	微	無	計	☆	ドウガ ネ 生	ヒメ 生	罹 病	B. ten.	他
a 全	1	20	7	4	4	36	☆	2	2	0	2	
	0	0	2	2	32	36		0	3	0	0	
	0	4	3	18	11	36	☆	0	2	2	0	
b 全	0	29	4	3	0	36		0	3	0	0	
	1	24	7	4	0	36		0	1	0	0	
	0	24	7	5	0	36	☆	0	8	1	0	
c 全	0	5	1	9	21	36		1	2	0	0	
	0	3	4	5	23	35		0	1	0	0	
	0	8	9	16	3	36		1	3	0	0	
<i>B. tenella</i> f 表	1	19	5	7	3	36	☆	1	0	0	0	
<i>B. ten</i> + <i>M. a</i> f 表	1	20	8	1	6	36	☆	2	5	0	0	
<i>M. anisopliae</i> f 表	2	11	7	2	14	36	☆	2	2	2	0	
EPV植穴 + <i>B. ten</i>	0	24	8	4	0	36	☆	0	1	5	0	
EPV植穴 + <i>B. ten</i> + <i>M. a</i>	1	1	1	15	18	36	☆	0	2	4	0	
EPV植穴 + <i>M. a</i>	1	0	3	4	28	36	☆	0	5	0	0	
EPV 穴	0	5	1	15	15	36		1	1	0	0	
cont	2	5	2	8	18	35	☆	1	2	0	1	

注① ☆印はシオヤブ幼虫がいた区

② *M. anisopliae* の培養も *B. tenella* と同様な施用態とした。

(2) *B. tenella* と Entomopoxvirus (EPV-Ac) との併用

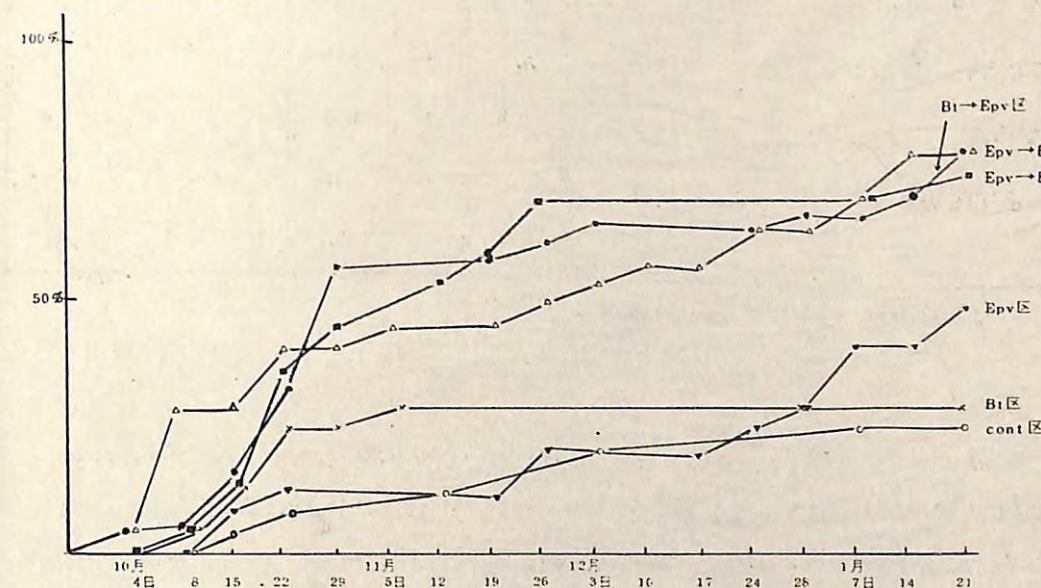
EPVと*B. tenella*を同時に接種した場合, またはどちらかが先に感染していた場合, 両者の間に協力作用, 干渉作用等相互作用が認められるか否かについて調べた。

試験材料と方法：EPV-Acは病死虫の10⁻³液を用いた。また*B. tenella*は研究室保存のF-77で, 孢子濃度10⁷/ml液を用いた。EPV-Acは土壌に容積比1:100で散布混和し, この土壌をポリカップにとり, 幼虫を個体別飼育した。*B. tenella*の接種は幼虫を孢子液に約10秒間浸漬することによって行なった。

処理区は, EPV-Acと*B. tenella*の同時接種区いずれか一方の1週間先行区, および各単独区の5処理区と無接種区で, 各区25カップを供試した。

飼育はニンジン餌として用い, 25℃恒温室内で行なった。

結果：図-1に結果を示す。*B. tenella*を用いた区では, *B. tenella*による死亡は11~32日後にみられ, 特に25日前後の死亡発生が多い。これに対しEPVによる死亡はそれよりも後で発生するようになり, 以後漸増する。しかし*B. tenella*との共同感染による死亡は25~32日後に多くみられる。



第1図 *B. tenella* と EPV-Ac の複合作用

EPV, *B. tenella*をそれぞれ単独で接種した区よりも、両者を併用した区で死亡が高い。しかも死亡するまでの時間も両者の存在下で短い。すなわち両者を併用した場合のLT 50は約30日で、単独の場合はその時点では25%にもみえない。

成虫発生期まで(7月)飼育した最終結果を表-9に示す。これによると両者の併用区はほぼ100%死亡しているが、*B. tenella*のみの区は死亡率がその後上らず、50%弱のものが成虫にまでなった。またEPV-Acのみの区は老熟期に発病するものが多く、最終的には、80%以上のものが発病して死んだ。

両者の併用の場合1週間の処理時間の差があっても、死亡発生経過や死亡率に大きな差を認めることはできなかった。

以上のことから、EPV-Acと*B. tenella*の併用は、ドウガネブイブイの防除に有効であることが示された。

表-9 *B. tenella*とEPVの複合作用実験最終結果

処 理	<i>B. tenella</i>	EPV	併発	EPV率	<i>B. tenella</i> 率	羽化率
EPV・ <i>B. tenella</i> 同時	8	☆ 12	2	56%	40%	4%
EPV $\xrightarrow{1W}$ <i>B. tenella</i>	5	10	2	48	28	0
<i>B. tenella</i> $\xrightarrow{1W}$ EPV	10	10	4	56	56	0
EPVのみ	0	21	0	84	0	4
<i>B. tenella</i> のみ	4	2	0	8	16	44
Cont	0	0	0	0	0	28

注☆ 成虫のEPV罹病虫が1個体みられた。

6. 論議とまとめ

育苗時における主要害虫であるコガネムシ類幼虫いわゆる根切虫の被害防除に利用するべく検索した数種類の天敵微生物のうち、有力種としてとり上げられた *Beauveria tenella*, *Metarhizium anisopliae*, *Entomopoxvirus* 等の利用方法について、苗畑やポットを用いた適用試験を行なうとともに、新しく検索され有望視されるリケッチャの1種についても室内接種試験を行ない利用のための基礎資料を得た。

糸状菌 *B. tenella* および *M. anisopliae* については、これらを米、米ぬか、木炭、魚粉、

大豆、蚕蛹、カープレックス等に培養したものをカープレックスと混和し、風乾したもの等を調製し、最終的にはこれら培養物の粉状または粒状のものを施用態とした。これらに培養することは困難ではなく、大量増殖の面では問題のない施用態である。

施用試験の結果を総合すると次のようなことが言える。胞子形成が十分行なわれるまで培養したものを施用した場合には、培養基の材料にあまり関わりなく全体として良い効果を期待できる。しかし菌を十分繁殖させた後胞子形成はまだ十分ではない状態のものを施用すると、一般に富栄養の培養基材を用いた場合の方が効果が良好であった。これは施用後の胞子形成の良否に関係があると推論された。感染は胞子によって行なわれる。したがって、胞子形成が十分に行なわれるような方法をとれば、カープレックスや木炭粉等も利用できることが判明した。

施用方法について、土壌表面10cm深さぐらいまでの全面に培養物を混和する方法、植穴の部分だけに施用する方法および土壌表面全体に散布するだけで特に土中に混和しない方法等を試みたが、いずれの方法も同様な効果を示している。このような粉態または粒態の培養物を施用するには、敢えて土壌中に混入する必要もなく、実状に応じた適用方法で良いといえる。

*B. tenella*と*M. anisopliae*の効果を比較すると、今回の諸実験からは*B. tenella*がいく分劣るようになりみられる場合が多かった。しかしこのことは*B. tenella*が利用微生物として劣るということではないように思われる。地域すなわち温度、湿度や根切虫の種構成にもよると思われる。一般に南の暖かい地域程*M. anisopliae*の効果が高い、すなわち有効に働いている場合が多くなることが予想される。

*Entomopoxvirus*すなわち昆虫ボックス病ウイルスは、幼虫病死体の1000倍を調製して土壌に散布することによって利用できることがわかった。このボックスウイルスの場合、幼虫がなるべく若い時期程感染率が高いことが判明している。当面の問題としてはウイルス施用の時期を成虫産卵期から若齢幼虫期に行なうことになろうが、ウイルスは土壌中に長期間残存し、起病力のある土壌となるのであまり厳密に時期を限定しなくてもよい。ただしウイルスであるので大量増殖が難しくコガネムシ幼虫を大量に飼育して発病させ、これを用いるより他に今のところ方法はない。

新しく検索されたリケッチャについても、前述のボックスウイルスと同様のことが言える。すなわち病死体の1000倍液を土壌に散布することによって幼虫を発病死させる。しかしこの場合も大量増殖が困難であるため、実用化を計るにはこの点が解決されなければならない。

微生物を単独でなく、併用して複合的に使うために*B. tenella*と*M. anisopliae*を混用したが、*M. anisopliae*の効果が強くでて、複合による協同作用の確認はできなかった。し

かし、*B.tenella*よりは勿論、*M.anisopliae* 単独よりも良い結果が得られる場合もあり、両者が干渉し合うことはないと思われるので種構成や地域性を考慮すると、両者を混用することは、むしろ望ましいといえる。

B.tenella と昆虫ボックスウイルスの併用は、実験室的には強い協同作用が認められ、実用に当たっては両者の併用こそ望ましいといえるが、ボックスウイルスの増殖が困難なことから、特殊な場合にだけ限られた使用になるであろう。

以上のように、*B.tenella*、*M.anisopliae* 等の糸状菌は培養が比較的容易であることから、実用化が可能であると考ええる。苗畑作業の育苗施業の一環として、土壌中の根部害虫の防除のための微生物施用が実行されることが望ましい。

報告された成果

- 1 片桐一正・岩田善三・串田保・島津光明・萩原実・小沢孝弘：育苗における生物農薬の開発
技術開発試験成績報告書昭和53年度 1979.10
- 2 串田保・片桐一正・島津光明：育苗における根切虫防除のための天敵微生物使用形態について
第92回日林大会発表 1981.4
- 3 片桐一正・串田保・島津光明：こがねむし *Entomopoxvirus* の伝染性および新しく検索されたリケッチャ様体について 日本応用動物昆虫学会大会発表1981.4
- 4 林業試験場保護部天敵微生物研究室業務資料（昭和54、55年度）

治山事業における空中 写真の実用的活用法

治山事業における空中写真の実用的活用法

I 試験担当者

防災部 治山科 治山第1研究室 秋 谷 孝 一

経営部 経営第2科 航測研究室 樋 渡 幸 男

II 試験目的

治山事業の調査対象となる荒廃流域は、一般に急峻で歩道さえも充分つけられてはいない。こうした流域で治山事業のための調査を行うには、均一な精度で広域の調査が出来る空中写真を利用することが不可欠であるが、現在の利用状況は充分であるとは言えない。そこで現場治山技術者が利用し得る空中写真の利用体系を確立するための研究を行う。

III 試験の経過と得られた成果

1. 試験方法

営林局署、都道府県の現場治山技術者から空中写真利用の実態、利用上の問題点、今後の空中写真利用の方向などについての聴き取り調査を行い、一般の森林計画のための空中写真判読と異なる治山調査の写真利用の特徴を理解したうえで、現場の治山技術者が実際に写真判読、写真図化を行うための、いわば「治山事業における空中写真判読技術手引書」を作成した。

2. 試験の経過

本試験は昭和53年度～55年度の3年間実施したもので、次の事項について検討した。

- (1) 53, 54年度は、管内に荒廃多発地を持ち、治山事業量の大きな営林署の治山技術者からの聴取調査を行った結果、以下の諸点を明らかにした。
 - ① 撮影縮尺が20,000分の1より大きい写真が必要である。
 - ② 既成の図化図の不備を修正する必要がある。
 - ③ 崩壊地などの実測図を既成の図化図と整合させる必要がある。
 - ④ 踏査不能の遠隔地、急傾斜のがけの調査などに空中写真を利用するとメリットが大きい。
 - ⑤ 印画の焼き方が普通に行なわれた写真は崩壊地表面、溪床面などのハレーションがひどく、測定が困難である。

⑥ 崩壊予測因子として土層深や土壌水分の判読が可能になるとよい。

(2) 最終年度55年度は、現地調査、あるいはサンプリング調査併用で行う空中写真利用技術の体系づけを防災部治山第1研究室と経営部航測研究室の共同で行った。撮影、図化、判読、計測など空中写真利用の技術面の仕様の検討は航測研究室が行い、治山第1研究室は、現地調査と空中写真の併用技術、判読、測定精度の決定、現場技術としての写真利用の難易による仕様の調整などを担当した。最終的に治山事業を担当する技術者が利用するための「治山事業における空中写真判読技術手引書」をまとめた。内容は、空中写真の撮影、図化、判読、計測の各項目について、治山事業担当技術者が利用可能な方法について解説してある。Iの基礎編は主として航測研究室の樋渡幸男が、IIの応用編は主として治山第1研究室の秋谷孝一が執筆した。

治山事業における空中写真判読技術手引書

I 基礎編

1. 空中写真について

※ われわれが通常使用する航空写真は東西方向に飛行コースをとり、コース内の一連の写真は約60%づつ重なるように撮影されている(オーバーラップという)。またコース間は約30%の重なりで撮影される(サイドラップという)。この相隣接する2枚の写真の重なりによって写真の立体視ができ、図化や写真判読が容易にできるようになっている。

これらの一連の写真は、どの場所の写真であるのか一目でわかるように、各写真画枠の中心(主点という)位置を5万分の1地形図上に表示し、コースと写真番号を付した標定図が作成されている。これによって利用者は調査地域に必要な写真のコースと写真番号を指示して購入することができる。

※ 本文中では特に断りがない限り空中写真および写真は航空写真を意味する。

(1) 空中写真の計器と注記の見方

写真には調査者が写真測量や写真判読を実施する際に必要なデータがわかる計器や注記が表示されている。その計器の表示は航空カメラの種類によって若干異なり、また注記は林野庁撮影と国土地理院撮影とで異なっている。計器と注記を図示すると図-1のようになる。

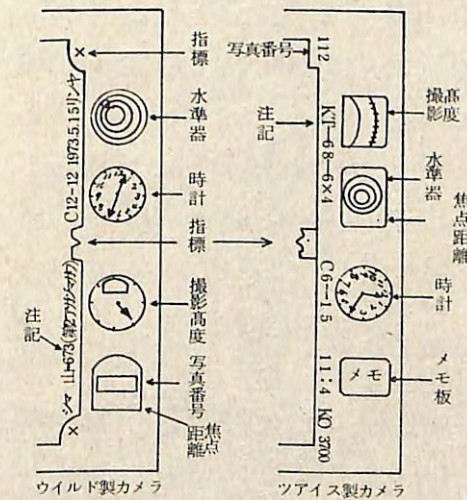


図-1 写真の計器と注記

指標は写真の中心点（主点）を求めるためのもので写真の辺の中央か、辺の中央と四隅の両方に記されている。水準器は撮影時のカメラの傾きの度合を示すもので、気泡の中心位置によって最大傾斜線方位と傾斜角がグラードによって5グラードまで読みとることができる。1グラードは0.9°である。撮影高度計は海水面0mからの撮影高度を表示するものと、1枚前の写真の撮影高度との高度差を記録したものとの2種類がある。写真番号は同時撮影地区内での写真の通し番号である。焦点距離はカメラの焦点距離でmmで表わされている。

1) 林野関係の写真注記

最初のシマは写真が該当する5万分の1の地形図の図葉名、次の山-673は撮影地区整理番号、C12-12は12コースの12番目の写真という意味で次が撮影年月日である。最後のリンヤは撮影計画機関名である。

2) 国土地理院の写真注記

KT-68-6X4 C6-15 11:4 KO 3700 と書かれている場合、最初の2文字の英字は地方名で地方区分は次のようになっている。

北海道：HO，東北：TO，関東：KT，中部北陸：CB，近畿：KK，中国：CG，
四国：SI，九州：KU

次の68は撮影年度で1968年を表わしている。

次の6X4の6は撮影地方をさらに地区別に分類したもので、Xは写真縮尺である。Xは約2万分の1、Yは約3千分の1から4千分の1で、1万分の1の縮尺写真には何も記入していない。次の4はロールフィルムの番号、C6-15は林野写真と同じくコースと写真番号である。コース番号は地図の上から（北から）数えた番号で、写真番号は西から東へ順に番号がつけられている。11:4は撮影月日でKOは撮影を実施した航測会社の略名である。最後の3700は撮影の目標高度である。

国土地理院の写真はコース、写真番号以下の注記はコースの最初の写真のみに記入されているので、中間の写真を購入するときは、撮影月日以下の注記を試べて補充しなければならない。

(2) 空中写真の性質

1) 画像のずれ

空中写真は図-2のようにレンズの光軸を中心にして被写体（地形や地物）をフィルム面に投影した画像を印画紙（写真面）に焼付けたものである。これを中心投影とっている。これに対し地図は正射投影という。

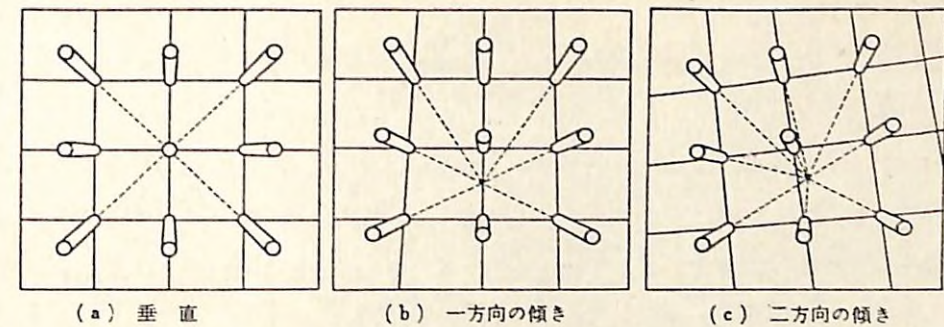


図-2 A 中心投影による画像のずれ

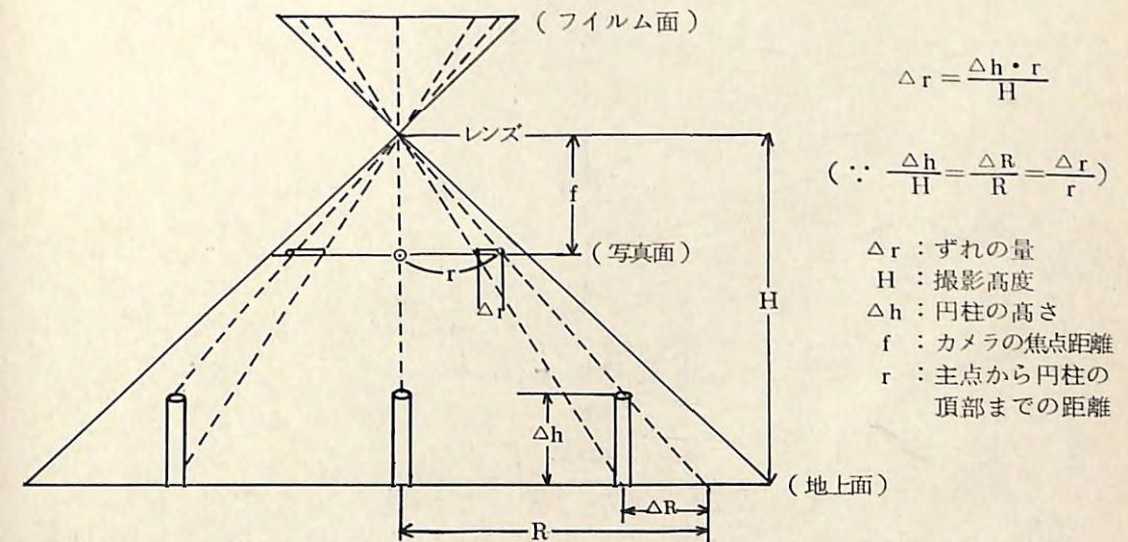


図-2 B 中心投影による画像のずれ

図-2 A, (a)はカメラを全く垂直にして撮影したときの模式図であるが、円柱の頂部と基部の位置は画枠の中心点のみが一致し、その他の箇所は両者の位置がずれて写っている。これを中心投影による画像のずれといい、そのずれ方はレンズの光軸を中心にして放射線上にずれる。光軸の中心は完全な垂直写真の場合は画枠の中心（写真主点という）と一致し、カメラを傾けて撮影した場合は図-2 A, (b)(c)のように写真主点から、その傾きに応じて射影中心点が移動する。

しかし実際の作業にあたっては3°以内のカメラの傾きは垂直写真とみなして、写真主点を射影中心点として用いている。撮影も3°以内の傾きにおさまるように実施されている。

画像のずれの量は図-2 Bで分るように比高が高く、写真主点から画枠の周辺部にいくに従い大きくなる。また普通角カメラより広角カメラの方がより画像のずれが大きくなる。

2) 空中写真の縮尺の求め方

写真から種々の被写体を読みとる前に写真のおおよその縮尺を知っておく必要がある。写真には標高の高いところは大きく写り、低いところは小さく写っているので厳密な意味での写真縮尺は個々の場所によって異なっている。したがって1枚の写真のおおよその縮尺といった場合は次の2つの方法で写真縮尺を算出する。

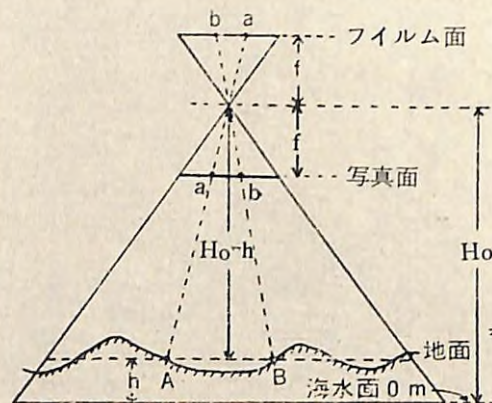


図-3 写真縮尺の求め方

図-3でわかるように中等海水面からの撮影高度を H_o 、カメラの焦点距離を f 、写真に写っている地域の平均的な標高(地図から読みとる)を h とすると写真縮尺 $1/S$ は次式で求められる。

$$1/S = f / (H_o - h) \quad (1)$$

ここで2.5倍引伸写真の場合は、 f の値はカメラ焦点距離に2.5を乗じた値を用いる。

もう1つの方法は地図と比較して求める方法で次式によって求める。

$$1/S = \ell / L \quad (2)$$

ただし ℓ は写真上の a, b 点間の長さ、 L は地図上の A, B 点間距離に地図縮尺の分母値を乗じた値である。

勿論個々の崩壊地の写真縮尺はそれらの標高を地図より読みとり(1)式の h の値とすることによって求められる。

(3) 空中写真の実体視

人間がごく自然に物を見るとき物の形を立体的にとらえている。それは两眼(2つの視点)から物を見るとき視線でできる狭角の大小によって遠近感や立体感を得ているわけである。

(図-4参照)。そこで两眼の網膜上に写っている画像を眼ではなくカメラで写真を取り、左

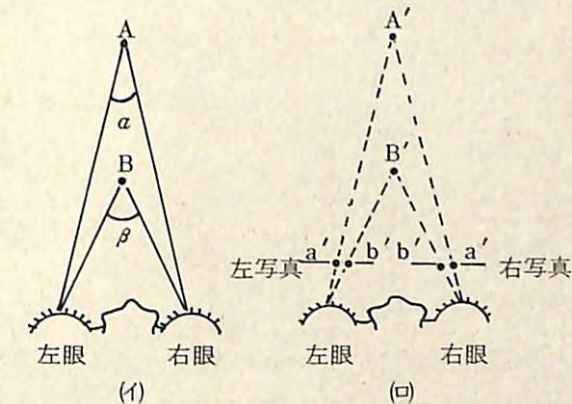
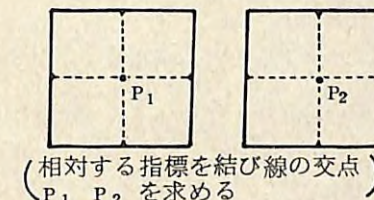


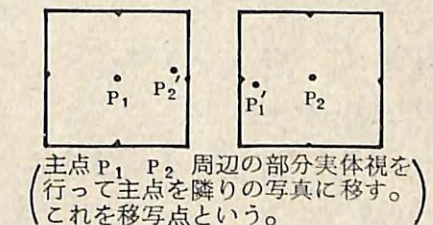
図-4 立体視の成りたち

側の写真を左眼で、右側の写真を右眼で同時に見ると、2枚の写真像が1つになって立体的に

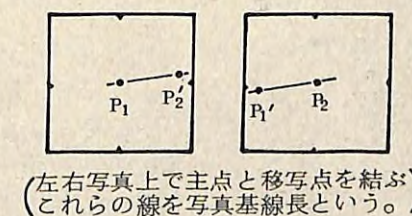
1. 主点を求める



2. 主点を移写する



3. 主点を結ぶ



4. 写真上の線が同一直線になるように写真を並べる。

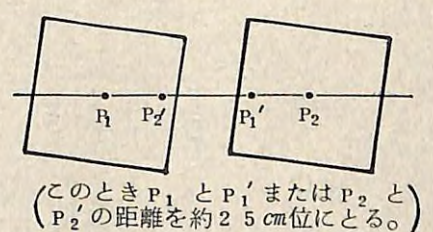


図-5 実体視のための写真標定

見える。これを実体視または立体視といっている。

空中写真の実体視もこの原理を利用して、相隣接する2枚の写真の同一地物を反射式実体鏡を使って左右両眼でのぞくと実体視することができる。正しく実体視するためには、図-5のように相隣接する2枚の空中写真を撮影されたときと同じ状態になるように並べなければならない。この作業を“写真の標定”と呼んでいる。図-5のステップ4の状態は航空機が2枚の写真を一定間隔あけて撮影したときと全く同じ状態を机上で縮小して再現したものになっている。このときの左右写真の間隔は使用する実体鏡の視準間隔に等しくとる。反射式実体鏡の場合は P_1 、 P_1' の間隔を約25cmにとる。なお主点および移写点は正確に針で刺針し、その箇所を明らかにするために写真用鉛筆または油性サインペン等を用いて、直径7mm程度の円で囲む。

このようにして正確に写真標定が完了すれば、実体鏡を写真基線に平行に設置してのぞくことにより正しい立体視が可能となる。

2. 撮影計画上の留意点

治山調査にあたって、調査時点に比較的近い年次に撮影された空中写真が無いか、または集中災害の規模が大きく、新たに写真撮影して空中写真をふるに活用することが時間、労力、経費の面で得策である場合等には、新規に写真を撮影することになる。その場合、撮影計画について撮影実行機関と打合せするときには次の諸点に留意する。

(1) 撮影縮尺

1/2,000の荒廃地現況図面を作成するには1/10,000より大きい縮尺の写真が必要である。また荒廃地の地表面の判読などには1/5,000以上の大縮尺写真が望まれる。

写真縮尺が大きければ精密調査に有利ではあるが、縮尺が2倍になれば写真枚数は4倍になり、必然的に経費、図化、判読作業量等も増大するので、調査目的を満足する精度と費用、能率等の総合判断の上、撮影縮尺を決めなければならない。

治山調査用の写真縮尺は1/5,000～1/10,000が理想的である。

(2) 撮影カメラの選択

現在わが国で使用されている主な航空写真用カメラには次のようなものがある。

表-1 航空写真用カメラの種類

種 類	焦 点 距 離	最大 画 角	画 枠
広 角 カ メ ラ	150 mm	90°	23cm × 23cm
セ ミ 広 角 カ メ ラ	210 mm	75°	23cm × 23cm
普 通 角 カ メ ラ	210 mm	50°	18cm × 18cm
長 焦 点 カ メ ラ	300 mm	60°	23cm × 23cm

崩壊が発生し易い急傾斜地や起伏の多い地形では標高差による写真像のずれや写真縮尺のちがいが大きくなり、写真判読上好ましくない。この欠点をできるだけ少なくするために、治山調査では長焦点カメラで撮影することが望ましい。画枠も広いので全体の写真枚数もそれだけ少なくなり、図化や判読調査も能率的である。何等かの理由で長焦点カメラが使用できない場合は普通角カメラを採用する。

(3) フィルム

フィルムの種類はモノクローム、モノ赤外フィルム、天然色カラーフィルム、赤外カラーフィルムなどがあり、利用目的によってそれぞれ使い分けられているが、カラー写真類はその効果の割に単価が高いため、治山調査にはモノクローム(パンクロ)を使用するのが一般的である。

(4) 露 出

治山調査における調査対象地は崩壊面や溪床など比較的明るい面であるために、森林等の被覆面に露出を合わせたものは露出オーバーになり、崩壊地の形状や面積の計測はできても崩壊面の状況などは判読困難となる恐れがある。反対に露出を下げ過ぎると北急斜面等は陰影部が濃くなり崩壊地の判読を難しくする。従って治山調査用の撮影では、一般森林調査用より僅かに露出をおとす程度が適正であろう。

(5) 撮影時期

一般に空中写真は陰影があまり生じない太陽高度の高い時期と時間帯に撮影する。治山調査においても比較的晴天が続く梅雨明け直後の7月中旬から8月中旬頃までの太陽高度の高い時間帯に撮影することが好ましい。この時期は高冷地の残雪も消え、また崩壊面の地被植生の判読にも適している。

(6) 撮影写真枚数の概算

撮影地域の写真の総枚数を概算するには、使用するカメラの種類と写真縮尺を決定して表-2の撮影諸元表をみると簡単にその概数を算出することができる。例えば長焦点カメラを用いて1/10,000の撮影縮尺の写真を撮影するとすれば、1枚の写真の有効撮影面積は148haである。従って撮影地域全体の面積を148haで割って出た数字が写真枚数となる。

ただし撮影地域の境界線の形状や安全率を考えて、前記の算出枚数の2、3割増を総枚数としている。

表-2 撮影諸元表

撮影縮尺	カメラの 焦点距離 (cm)	撮影(対地)高度 (m)	撮影基線長 (m)	コース間隔 (m)	有効撮影面積 (ha)
1/3,000	15	450	276	483	13
	21	630	216	378	8
	30	900	276	483	13
1/5,000	15	750	460	805	37
	21	1,050	360	630	23
	30	1,500	460	805	37
1/7,500	15	1,125	690	1,208	83
	21	1,575	540	945	51
	30	2,250	690	1,208	83
1/10,000	15	1,500	920	1,610	148
	21	2,100	720	1,260	91
	30	3,000	920	1,610	148
1/12,500	15	1,875	1,150	2,013	231
	21	2,625	900	1,575	142
	30	3,750	1,150	2,013	231
1/15,000	15	2,250	1,380	2,415	333
	21	3,150	1,080	1,890	204
	30	4,500	1,380	2,415	333
1/20,000	15	3,000	1,840	3,220	592
	21	4,200	1,440	2,520	363
	30	6,000	1,840	3,220	592

3. 空中写真調査

治山調査における写真調査は、A、崩壊地自体の現状を把握するための崩壊地の形状や分布とその量(数、面積、体積)の判読。B、崩壊の素因を把握するための地形(斜面形、斜面長、傾斜、標高、谷密度、起伏量)、地質(岩質と構造)、被覆植生(土地利用、林相、樹種、疎密度、林令)の判読。C、治山工事設計に伴う諸条件(施工物物の種類と施工ヶ所の選定、機械運搬手段と径路の選定)の判読がある。

これらを写真測量の技術面からみた場合、写真判読に類するものと測定や図化技術にかかわるものとに分けられる。従ってこの基礎編では写真調査するために必要な基礎的写真測量技術を写真判読、写真測定、図化に分けて解説する。

(1) 写真判読

治山調査における写真判読はまず崩壊地や溪流荒廃地の所在の判読から始り、それらの形状や周辺林相、地形、地質、土地利用形態等の判読が必要となってくる。

これらの判読は写真のどのような画像特性に着目して行うのか、その判読の鍵となる判読因子について述べる。

1) 判読因子

(i) 形状と大きさ

形状と大きさは色調とともに物を識別するときの最も有力な因子である。樹種判読にあたって野外では葉、花、果実や枝等の形や大きさによって樹種を判定する。つまり物体固有の形を手がかりにしている。この点は写真判読でも全く同様であるが、ただ写真の場合は上空から撮影されているので主として樹冠形の特徴によって判読する。

崩壊地の判読にあたっては、その形や大きさ(規模)と位置、分布状態が極めてよく観察され、それによって崩壊の原因究明や復旧計画が有効に立てられる。

崩壊地の形は円頭形、杓子状、貝殻状、樹枝状、岸状とかあるいは、細長、方形、円形、巾広などの言葉で表現し類型化して判読される。

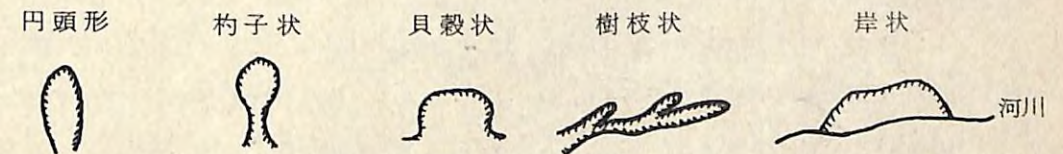


図-6 崩壊地の形の類型化例

(ii) 色調

パナクロ写真の映像の濃淡は被写体が太陽光線を受けて反射させる反射光線(可視光線域)の多少によってできている。多量に反射させている被写体は白く、その逆は黒く写っている。したがって同じ物体であっても、撮影時点にその物体が受けている太陽光線の入射角や撮影角度、天候などによって反射光線量が増減するために映像の色調も変化する。また当然レンズの明るさや現像の程度によっても変化する。しかしこれらの変化はあっても、相対的な物体固有の色調差があり、また人間の頭脳は諸条件の変化を考慮しつつ物体固有の色調を見当つけうる能力をもっている。

物体固有の色調差を森林地帯で概観すると、一般に針葉樹は濃く、広葉樹がそれよりう

すく、林道や崩壊地など土壌が露出しているところは明るく、なかでも岩石が露出しているところは特に明るい。つまり裸地では含有水分の少ないところが明るく、多いところが暗く写っている。

したがって崩壊地内の地被植生の有無、露出岩石の有無、既施工状況等はこの写真色調による判読が有効である。

(iii) 陰 影

陰影から地物を直接判読することは少ないが、崩壊地内の工作物や樹冠の影による模様によって物体や樹種を判読するといった物体識別の補助的因子となる。また後述する写真像のきめやパターンといった重要な判読因子を左右する要素となるものである。

(iv) き め

写真には被写体の素材によって柔らかい感じに写るものから粗い感じに写るものまで異なった感触を示す。写真に写っている河川敷をよく観察すると、大きな石がゴロゴロしているところは、砂が堆積しているところに比べてきめが粗く写っている。森林でも樹冠形がフラットで細枝に多量に小葉が附着して密生している樹種は、シャープな円錐形をなす針葉樹に比べて非常にソフトに写っている。

(v) 模 様 (パターン)

いままで取り上げてきた形状と大きさ、色調、陰影、きめによって総合的に描かれる絵画的模様、この模様を判読因子に用いることがある。樹種判読に当たっても個々の樹冠形などを細かく吟味するまでもなく、この模様によって樹種や人工林か天然林かななどを判別できる場合がある。例えば人工林は、その林分区画線や植生状態と樹冠の大きさの均一性などの規則だった模様によって容易に識別される。また地質調査における断層その他の地質構造線や、地形学的な地形判読は、このパターンが最も重要な判読因子となる。

2) 土地利用の判読

土地利用の現況調査は次の調査項目に基づいて判読分類する。

A, 耕 地

水 田

畑 地〔普通畑、樹園地(果樹園、桑園、その他荒廃樹園地)苗畑、その他の区分〕

B, 草 地 〔人工草地、自然草地、その他の区分(放牧地、採草地、営刈場、未利用地)〕

C, 林 地 〔針葉樹林、広葉樹林、針広混交林、竹林、皆伐跡地〕

D, 裸 地

E, 集落、その他

F, 土木施設〔土地改良施設(水路、水源施設、排水施設、護岸堰堤)〕

G, 交 通 線〔通路、鉄道〕

H, 土地の状態〔泥炭地、湿地、池、河川、水路〕

I, そ の 他〔ゴルフ場、など〕

3) 林分の判読

崩壊地周辺の林分を、土地利用区分で実施した針葉樹林、広葉樹林、針広混交林、竹林、皆伐跡地を、さらに森林調査簿および写真判読によって主要樹種名、樹冠疎密度、樹高、林令の階級区分を実施する。

樹冠疎密度の判読は樹冠疎密度板と写真の立体視との比較目測によって、点生(20%以下)、疎(20~60%)、中(60~80%)、密(80%以上)の4段階に区分する。ただし新植地はその旨を記載する。

樹高は森林調査簿または後述する写真測定法にてY(2~8m)、S(9~13m)、B(14~17m)、O(18m以上)の4段階に区分する。

林令は森林調査簿によってI~II、III~IV、V~VII、IX令級以上の4段階に区分する。林令が判明しない林分については樹高階をもって代行させる。

4) 地形の判読

山地の地形分類は形態による分類が最も基本的で一般的であり、空中写真の立体視によって容易に判読することができる。

治山調査においてはまず崩壊地が存在する斜面上の位置を山頂部、山腹部、山脚部に分け、次に縦断面形と水平断面形の2つの特徴によって分類する。縦断面形および水平断面形ともその表示は凸形、凹形、等斉で区分する。崩壊地の斜面上の位置が山腹部と山脚部の双方に連続している場合はその双方共記載する。

森林で覆われた山地の地形判読のときは、地形の起伏は林冠層を透して推定することになる。この場合、一般に凹地での樹高が伸びているので実際の地形の起伏よりもいくらかフラットになりがちである。この点を考慮して判読するように努める。

(2) 写真測定

空中写真は自然界の地形地物の立体的形状をそのまま縮小した形で観察し、三次元の表現で物体の高さと平面位置を測定することができる。

治山調査に必要な高さの測定は崩壊地の頭部と下端部との標高差、周辺林分の樹高、あるいは

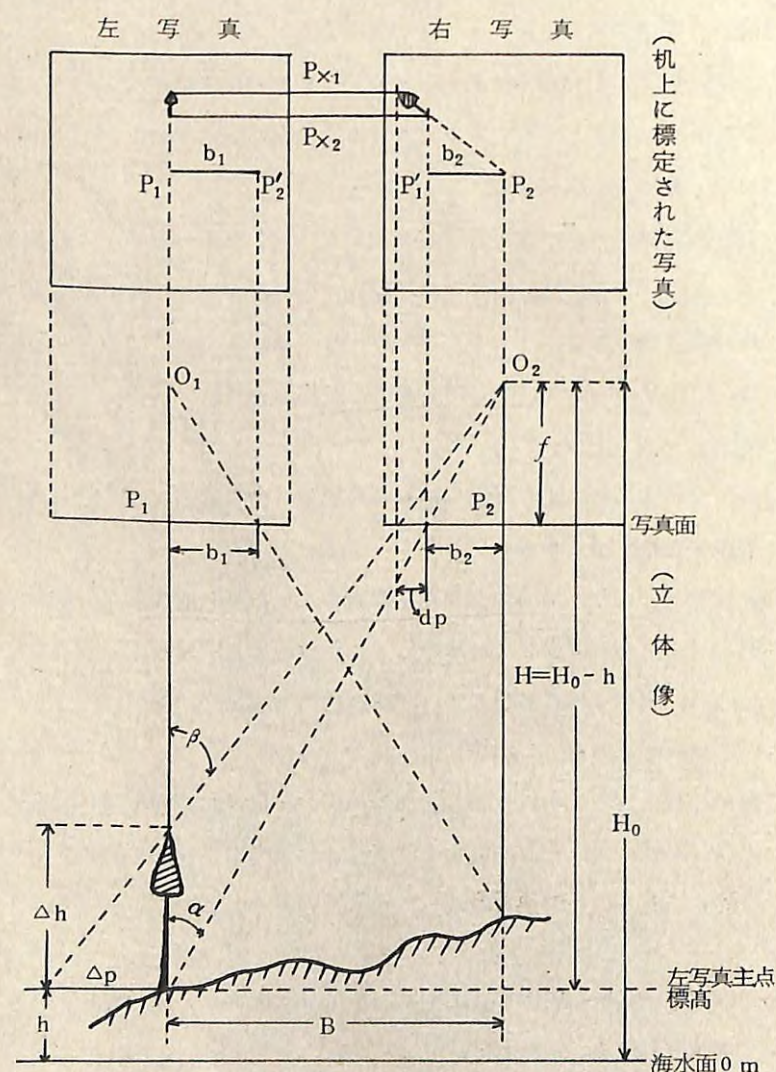
は崖の高さ、施工機械運搬手段としての索道の先柱と元柱との高低差などがある。

平面位置の測定を必要とするものとして、崩壊地の平均長、平均巾、面積などがある。また高さ、平面位置の双方が必要なものとして傾斜、溪床勾配、索張り勾配などがある。

これらの諸調査項目を測定するための基礎的手法と若干の応用的手法について説明する。

1) 地物の高さの測定

反射式立体鏡の格納箱には付属品として視差測定棒というものが入っている。この視差測定棒を使い、後述する視差を測定することによって地物の高さを求めることができる。



図一七 地物の標高測定

(視差式の誘導)

$$\frac{\Delta h}{\Delta P} = \frac{H}{B + \Delta P} \quad \Delta h = \frac{H \times \Delta P}{B + \Delta P}$$

ここで右辺の分母、分子に f/H をかけ、写真上で測定できる因子に変換すると

$$\Delta h = \frac{H \times dp}{b_2 + dp} \quad \dots\dots\dots \text{視差式(1) [撮影高度 (H) を用いる視差式]}$$

ここで $H = \frac{B \cdot f}{b_2}$ を視差式(1)に代入すると

$$\Delta h = \frac{B \cdot f \cdot dp}{b_2 (b_2 + dp)} \quad \dots\dots\dots \text{視差式(2) [撮影間隔 (B) を用いる視差式]}$$

となる。

H_0 ; 海水面から上の撮影高度 H ; 左写真主点標高から上の撮影高度
 h ; 左写真主点位置の標高 f ; 写真の焦点距離 Δh ; 樹高 (地物の高さ)
 Px_1 ; 樹梢の視差 Px_2 ; 樹木の根元の視差 (この場合は左写真主点の視差でもある)
 dp ; 樹木の高さによって生じた視差々 ($Px_1 - Px_2$)
 B ; 撮影間隔 (撮影基線長) b_2 ; 右写真の基線長

図一七は(3)空中写真の実体視の項で述べたように写真を反射実体鏡の下に正しく標定した状態である。図の上段は写真を直上から見た状態で、下段はその写真の立体像を横からみた状態である。(立体像は虚像だから現実には観察者の頭脳の中に描かれる。)

この図は説明を解り易くするために、高さを測ろうとする物体を樹木にして、その樹木は左写真の主点位置の標高と同一標高に立ち、しかも主点を通り写真基線に対して垂直な線上に立っていると仮定した。

図の下段でわかるように標高 (Δh) は O_1 と O_2 からの視線の狭角 α , β の大小によって生じている。この狭角 α , β は上段では Px_1 と Px_2 の長さの差 (dp) によって表わされている。われわれは Px_1 や Px_2 のことを視差と呼び、2つの視差の間の差を視差々 (dp) と呼んでいる。

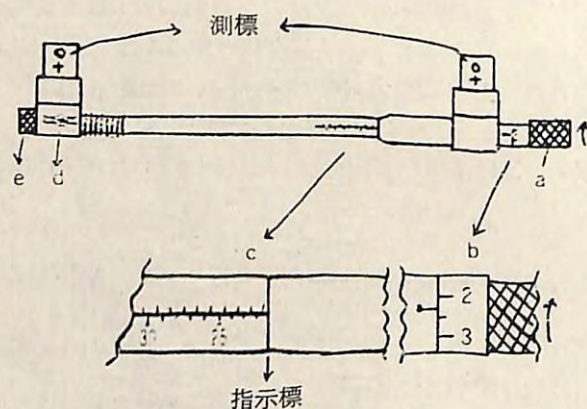
この dp の値を視差式(1)に代入して計算すると樹高 (Δh) を求めることができる。

ここで H は写真に記録されている撮影高度 H_0 から左写真主点の標高を引いた値である。(単位は m とする)。左写真主点の標高は主点位置を見とりで地図におとしコンターで読みとる。 b_2 は右写真基線長、すなわち右写真主点 (P_2) と移写真 (P'_1) 間の長さである (単位で測る)。 Px_1 や Px_2 の視差は視差測定棒で測る。(視差測定棒の使い方は後述する。)

任意の点の標高測定は、左写真主点標高を基準面として、その基準面よりの高低差を算出することによって求める。具体的には任意の点の視差を測り、それから左写真主点の視差を引いて視差々 dp の値を出し、 dp の値を視差式に代入して基準面標高（左写真主点標高）からの高低差 Δh を算出する。従って 1 組の左右写真 2 枚で出来る 1 立体モデル内では H ；左写真主点標高から上の撮影高度と b_2 ；右写真基線長、それに左写真主点の視差は一定であるから、そこまでの準備が完了した後は、測定しようとする任意の点の視差を視差測定棒で測るという操作のみになる。

2) 視差測定棒の使い方と目盛の読み方

格納箱から取り出した視差測定棒と測標のガラス板は視差を測定できるように調整する。



〔例〕この図の読数は 21.23 mm です

図一八 視差測定棒

まず測標ガラス板 2 枚を図一八のように装定し、C の指示標が 20 目盛のところにくるように a を回転させて調整する。次に左右測標の間隔が 2.4 ~ 2.5 cm 位になるように d のネジをゆるめて e を回して調整し、その後で d ネジを締めつけておく。これで調整は完了する。

測定棒の目盛は左右測標間の距離が短くなると読数が大きくなるように目盛られている。それは標高が高いところほど視差値も大となるようにするためである。

視差測定棒を写真基線に平行におき、実体鏡で地形を立体視しながら a ネジを向う側か手前に回転させると、測標が地面より浮いたり沈んだり立体的にみえる。左右写真上の同一地物の真上に左右の測標がきたとき測標の立体像はその地物にぴったり附着してみえる筈である。この時の目盛の値がその地物の視差値である。目盛の読み方は図一八の例題を参照され

たい。注意すべき事項は、a ネジを一回転させると 0.5 mm 動くものと、1.00 mm 動くものと 2 種類があること、またこの視差値は相対的な値になっている点である。相対的な値であっても 2 つの視差の間の差、つまり視差々は絶対的な意味をもつ値になるので視差式の計算上は差支えない。本来ある任意の点 A というものはその標高に応じた絶対視差をもっているが、この絶対視差の測定方法は精度と手間がかかる点で不利であり、絶対視差間の差も、相対視差間の差もその視差々は同じ値になるので測定し易い相対視差を測るのである。ある任意の点 A の絶対視差とは、左右写真上で A 点およびその移写点 A' よりそれぞれ基線上に垂線を下ろし、その交った脚からそれぞれの主点 P_1 , P_2 までの距離を測り、それを加えた値を A 点の絶対視差と呼んでいる。

絶対視差を実際に測定する場合は次のようにして求める。正しく標定された左右写真の主点間隔 (P_1P_2) から測定点 A の AA' の距離を引くことで求められる。(測定は物差による) 一立体モデル内では標高が等しいところは絶対視差も等しい値を示す。

3) 崩壊地の上端と下端との高低差の測定

前述の視差式(1)を用いて高低差を算出するときは、基準標高面と崩壊地の下端との高低差を出し、さらに基準標高面と上端との高低差を算出してその差をとって崩壊地の高さを求めなければならない。しかし崩壊地の高さなど、海拔高とは別に 2 点間の高低差のみを知りたいときは視差式(2)を用いるのが便利である。

$$\text{視差式(2)} \quad \Delta h = \frac{B \cdot f \cdot dp}{b(b + dp)}$$

B : 撮影間隔

f : カメラ焦点距離 × 写真引伸率

b : 崩壊地下端の絶対視差

dp : (上端の視差) - (下端の視差)

Δh : 高低差 (崩壊地の上端と下端)

ここで崩壊地下端の絶対視差 b の求め方は前項の絶対視差の求め方で既に述べた。新たな問題は撮影間隔 B の求め方だけである。そこで撮影間隔 B の求め方にふれておこう。

地形図上に後述する方法で左右写真の主点の位置をおとし、その 2 点間の距離を測り、それに使用した地図縮尺の分母値を乗じて B を求める。地図上に主点位置をおとす方法は 2 法あるが、ここでは 1 方法のみ説明する。

まず左写真を取り出し、写真に写っているおおよその範囲を地図上で確め、地図と写真の双方で明瞭な点 (位置的に正確さのある三角点や尾根の分岐点等) で主点を中心として図一 9 のように適当な 3 方に配置されるような 3 点を選ぶ。

この3点は写真と地図双方に
刺針してマークし、点名を付し
ておく。(a, b, c)

次にトレーシングフィルムを
写真上にのせ主点をフィルム上
から刺針し、a, b, cの3点
へ放射線を図のように引き点名
を書いておく。

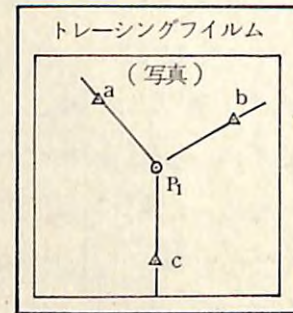


図-9 主点を地図へ移写する方法

この記入されたフィルムを今
度は地図上にのせ、地図上の3

点a, b, cをそれぞれの放射
線が通過するようにトレーシングフィルムをおいたとき、フィルム上の主点位置をフィルム
を通して地図上に刺針する。これが左写真主点の地図上の位置である。右写真主点の地図へ
の移写も全く同様にして行う。

あとは崩壊地の上端の視差と下端の視差を視差測定棒で測り、その差 dp を算出して視差
式(2)に代入すれば高低差が1回の計算で求められる。

4) 崩壊地の傾斜の測定

空中写真による傾斜測定法にも幾つかの方法があるが、実用的な観点から2つの方法を取
り上げる。その1つは視差測定によって求める方法で、他の1つは傾斜測定板による方法で
ある。

(i) 視差測定によって求める法

2点間の傾斜の計測は次の式によって求めることができる。

$$\tan \theta = \frac{\Delta h}{\ell} = \frac{B \cdot f \cdot dp}{b(b + dp) \ell}$$

Δh : 崩壊地の先端と下端との高低差

ℓ : 崩壊地の先端と下端との水平距離

B, f, dp, b は前項 3) と同じ

2点間の高低差(Δh)の測定は既に前項 3) で修得したので、2点間の水平距離の計測
法を知ることによって傾斜測定法が成立する。2点間の水平距離の計測は単写真(1枚の写真)
を用いて求める法と左右写真による交会法で求める法がある。

単写真で2点間の水平距離を測定する法 - この方法は2点間の高低差(Δh)によって
生じる画像のずれ、つまり崩壊地の先端が下端に対して相対的にずれている量を測り、そ
の分を修正してやることで水平距離を求める方法である。既述の図-2Bをみていただき
たい。

ここで画像のずれの量は

$$\Delta r = \frac{\Delta h \cdot r}{H}$$

である。

いま崩壊地の先端をA点とし下端を
B点とする。

図-10のように写真主点 P_1 から
A点へ直線を引き、その長さを測りそ
の値を r とする。

A点の画像のずれを計算するため前
述の式を用いる。

$$\Delta r = \frac{\Delta h \cdot r}{H_B}$$

ここで H_B はB点標高から上の撮影高度、すなわち、記録されている撮影高度からB点
標高を引いた値である。 Δh はA, B点間の標高差である。

算出された Δr の長さだけA点から P_1 方向にとり、その点をA'点とする。A'点とB点
との距離(ℓ)を測り、それに H_B/f を掛けると求める2点間の水平距離となる。

左右写真による交会法で求める方法 - この方法はトレーシングフィルムを左右写真上
にのせ写真主点 P_1 と P_2 からそれぞれ崩壊地の先端と下端へ線を引き、その線の交会に
よって画像のずれを修正し水平距離を求める図解法である。具体的な作図法は“図化”の
項で説明する。

(ii) 傾斜測定板による方法

傾斜測定板は図-11のような円形模様が透明なフィルム板上に7ヶ描かれたもの2枚
(左右写真上に置く)から成り立っている。

この2枚の傾斜測定板の円の中心を左右写真の崩壊地の下端部において、写真を立体視
すると、図-11の右の図のように地形傾斜に沿って盆形に傾斜測定板を見ることができる。

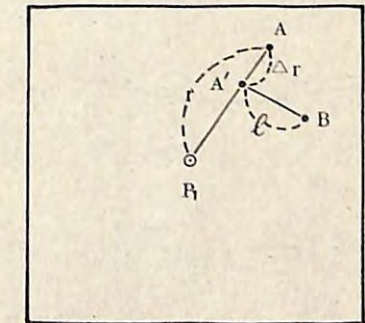


図-10 2点間の水平距離の求め方

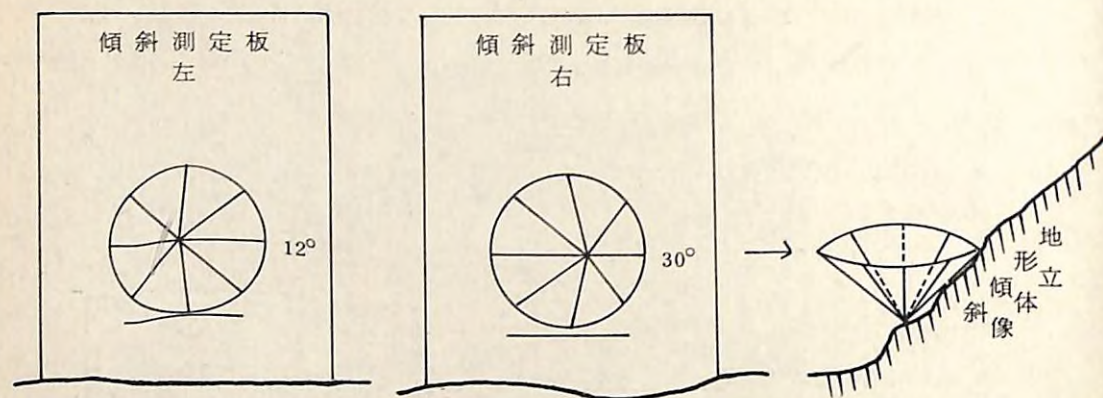


図-1 1 傾斜測定板による傾斜角の測定

傾斜測定板の円形は立体模像の盃形が底の深いものから浅いものまで約40段階位変化するようにつくられている。従って測定しようとする地形の斜面にぴったり一致する盃形を探して、その右側に書かれた度数を読むと、それが傾斜角である。しかし使用する写真の条件によって度数が変化するので、カメラの種類と写真基線長に応じた修正図表がついている。それによって度数を補正しなければならない。

操作上の注意点としては傾斜測定板の円形の下に引かれた直線を写真基線に平行になるようにおくことである。また立体模像の盃形全体が地形より浮いて見える場合は左右写真上の傾斜測定板の間隔を徐々に離していけば盃がだんだん下において地形の斜面に沿って見えるようになる。その反対に盃が地形より沈んで見える時は左右傾斜測定板の間隔を狭くしていけばよい。

5) 崖の高さと斜面長の測定

崖の高さおよび斜面長を測定する際に、その斜面の最大傾斜線がどの方向か判定し、その線と崖底との交点を決めなければ高さも斜面長も測定できない。そこでその交点を近似的に確定する方法を次のようにして行う。

図-1 2 のように崖の上端をA点とし、A点からの最大傾斜線方位とその線が崖底と交わるであろうD点附近を見当つけ、その左右に適当な距離をおいてB、C点を設ける。これらの3点A、B、Cは勿論左右写真に刺針しマークする。このA、B、C点を後述する交会法で平面図化する。図化された三角形(△EBC)の頂点Eより底辺BCへ垂線を下ろしD点

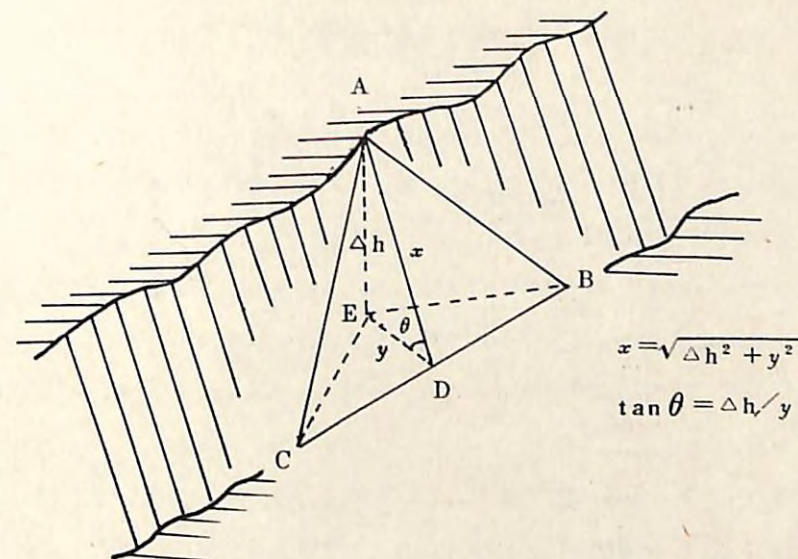


図-1 2 崖の高さと斜面長の測定

を決める。次に図上で求めたD点を写真上に移写する。その方法は図上のCD間隔とDB間隔との比によって左写真上のBC点間を分割して写真上にD点を決定する。左写真に刺針されたD点は右写真に移写しておく。

写真上でA点、D点が決まれば、その2点間の高低差 Δh は既述の方法で測定できる。またEDの長さ y は図化された三角形によって計測し図化縮尺の分母値を掛けて実距離とする。ここで崖の高さは Δh 、斜面長(x)は $x = \sqrt{\Delta h^2 + y^2}$ で求められる。また傾斜角 θ は $\tan \theta = \Delta h / y$ で求めることができる。

この測定法は近似的なものであるが通常崖での実測は不可能な場合が多いのでこのような空中写真測量で計測せざるを得ないであろう。

6) 索道予定路線の設定

治山工事用の機械の運搬に索道を設計するにあたり、理想的な路線を選定しなければならない。それには空中写真を最も有効に利用することができる。

写真を立体視して地形の起伏を観察しながら索道の先柱と元柱の候補地を左右写真上に刺針する。左写真上で刺針された先柱から元柱へ鉛筆(Bか2B使用)で線を引く。右写真上でも同様に先柱、元柱間に線を引く。これを立体視すると先柱から元柱へ索張りされたように立体的にみることができる。従って、索道の中間に地形的障害物はないかの検討、あるいは

は既述の方法で索道の傾斜や索張長などの概算も可能である。このようにして写真上で数本の路線を仮設して検討し、その中から適切な路線を設定する。

(3) 図 化

空中写真は中心投影の画像であるため地形の標高に応じて主点（正確には鉛直点）からの放射線上で地物の水平位置がずれて写っている。この像のずれを何等かの方法で正しい水平位置に修正して平面図が作成される。

平面図の作成方法は大きく分けて図化機を用いる方法と手作業による図解射線法とがある。図化機は1級図化機から3級図化機まで数10種にのぼる機種があるが、図化の精度や図化面積、図化目的等で適当な機種が使用される。機械図化は林業技術協会や航測会社に依頼するのが通常である。

ここで取り上げる図解射線法（交会法）は身のまわりにある器具（実体鏡、トレーシングフィルム、定規等）のみで簡単に図面を作ることができ、注意深く行えば、意外によい精度が得られるところから、種々の業務の実行現場で広く利用される方法である。

現場の治山調査においては崩壊地や溪流荒廃地の部分的図化とそれにとりあう判読測定が主たるものであるから、左右写真2枚による1立体モデル内の部分図化の方法を熟知していれば事足りる。従って図解射線法で行うコース全体の図化方法は省略して、1モデル内の部分図化方法に限定して説明する。

この方法はコンパス測量等の交会法と原理は全く同じである。まずコンパスで崩壊地の周囲測量を実施する場合を想定しながら、写真を立体視して崩壊地の周囲に適当な測量点を設け、そこを針で刺針してマークし、点名を付けていく。この測量点は左右写真の双方に刺針する。

次に写真とほぼ同じ大きさのダイヤモンド（半透明のポリエステル製のトレーシングフィルム）を左写真上に重ね、ダイヤモンド上で左写真主点（ P_1 ）と右写真主点の移写点（ P_2 ）を刺針し、鉛筆でマークして、その2点間に直線を引く。次に P_1 点から崩壊地の各測量点へ放射線を引く。この線は各測量点を中心に前後2cm位の長さだけ引けばよい。以上記入されたダイヤモンドを今度は右写真上に移し、写真主点 P_2 とさきほど記入されたダイヤモンド上の P_2 点を完全に重ね、さらに写真とダイヤモンド上の写真基線を1直線に重ね合わせたのち、 P_2 点から各測量点へ向けて放射線を引き、それぞれの測量点の放射線が交わった交点を求める。これで崩壊地の各測量点の平面位置が決定される。このときの図化縮尺はダイヤモンド上での P_1 、 P_2 間の写真基線の長さのとり方によって左右される。写真基線を長くすれば図化縮尺は大きくなり、その逆は小さくなる。通常図化原図の縮尺は測量点間の細部の測図を写真から

の見とり移写で行うために写真縮尺には近い縮尺で図化する。

図化縮尺の決定は次のようにして行う。崩壊地の測量点を交会するとき同時に立体モデル内にある三角点等を2点以上交会しておき、図化されたこの2点間の距離と地図上のこれら2点間の距離との比によって図化縮尺を決定する。（図-13を参照）

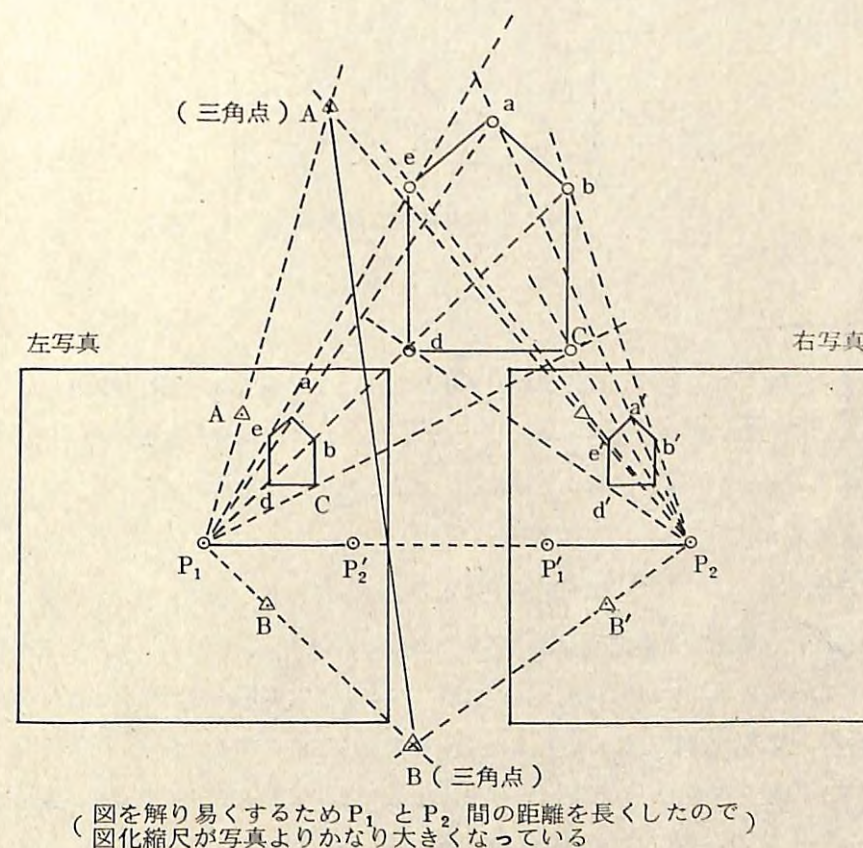


図-13 交会法による図化

崩壊地が写真基線附近にある場合は、交会する左右写真主点からの放射線が平行に近くなるため交会点が求めにくい。そのときは図-14のように P_1 および P_2 から写真基線に垂直な Q_1 、 Q_2 点を取り（長さは適当でよいが、ただし Q_1P_1 と Q_2P_2 を同じ長さにとる）その点から測量点aおよびa'へ線を引き、その交点から垂線を下ろした線と P_1 からaへ放射線を引いた線との交点Aが求める平面位置となる。

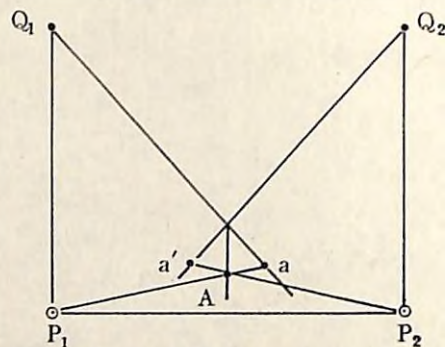


図-1 4 写真基線附近の交会法

1) 面積の測定

崩壊地が分布する地域は特に急峻な地形が多いので写真画像のずれが大きいことを前提条件として面積測定法を考えなければならない。かといって複雑な修正式等を用いると現場での実用をむずかしくする。そこで両観点を考慮した3つの方法を提案する。

(i) 見とり図化による法

崩壊地が小さく前項の図化方法では作図が困難な場合に適用する。

写真を立体視して崩壊地周辺の尾根や沢等との関係位置を検討しながら見とりで地形図上に崩壊地を移写して図化する。この場合写真主点と崩壊地の斜面向きとの関係で写真画像が相当に歪んでいる場合があるので注意深く移写する必要がある。

面積の測定は図化された崩壊地の上に適当な点間隔の点格子板をのせ、崩壊地内におちた点格子の点数を読み、それに1点当の面積を掛けて面積を算出する。

1点当りの面積は点間隔に地図縮尺の分母値を掛け、それを自乗して求める。例えば点間隔2mで地図縮尺1/5,000の場合は $(2 \times 5,000)^2 = (10m)^2 = 0.01 \text{ ha}$ である。

適当な点間隔とは測定誤差を少なくするために測定しようとする区画内に少なくとも10点以上入るような点間隔の点格子板を使用するという意味である。(種々の点格間隔を持つ点格子板が市販されている。)

(ii) 単写真による法

測定しようとする崩壊地を含む同一地形斜面の適当な区域を写真上と地図上で区画する。

(図-15 参照)

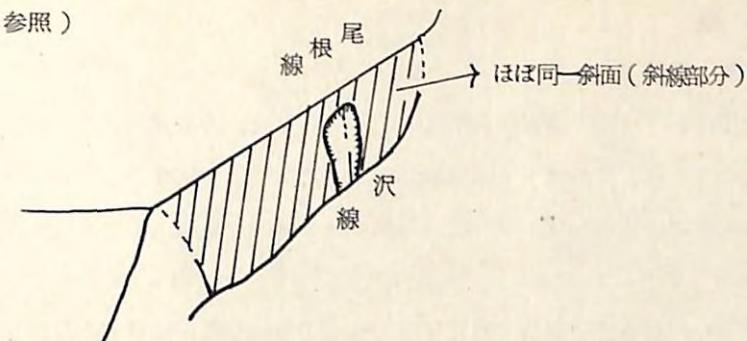


図-1 5 単写真による面積測定法

点格子板を写真上にのせ同一斜面の区画全体(X_i)と崩壊地(Z_i)の点数を数える。次に点格子板を地図上にのせて区画全体(Y_i)の点数を数える。ここで崩壊地の面積は次のようにして求められる。

$$\text{崩壊地の面積} = \frac{Y_i \times (1 \text{ 点当り面積})}{X_i} \times Z_i$$

崩壊地の面積は一般に小さいので崩壊地の点数を読むとき点格子板の点間隔を小さいものにかえて測定してよい。そのときは、例えば、区画全体は4m間隔の点格子板を使い、崩壊地の読みに2m間隔を使用したとすると前者の1点が後者の点格子の4点に当るので崩壊地面積は

$$\text{崩壊地面積} = \frac{Y_i \times (4 \text{ m間隔の1点当面積})}{X_i} \times (Z_i / 4)$$

となる。

なお境界線上におちている点格子は、初めの1点は区画内として数え、次の1点は区画外とする、など1点おきに数えればよい。

(iii) 交会法を用いた図化による法

図化の項で述べた図解射線法(交会法)によって崩壊地を図化し、点格子板またはプランメータを使用して面積を測定する。図化縮尺が端数になっていても点間隔にその縮尺の分母値を掛けて、1点当りの面積を計算すれば面積測定上は差支えない。最終的な報告書作成段階になって図化原図を縮小または拡大して端数のない縮尺にすればよい。

II 応用編

1. 治山事業と空中写真

治山事業に於ける空中写真の利用は、昭和30年代には森林計画のために撮影した空中写真の利用から始まった。昭和40年前後には、各地で災害が発生すると空中写真を撮影する例が多くなり、最近では、災害が発生すると、航測会社が需要を見込んで想定し、自主的に撮影するケースが多い。

治山事業に於ける空中写真の利用は主として調査の面で行われる。空中写真を利用した調査の利点は、まず、季節、地利・地形など現地調査の際に制約となる条件に無関係に調査を行い得ることである。したがってどんな山奥でも、また急峻な山岳地形でも、精度一様な調査ができる。治山事業が対象とする山地は、特に踏査困難なところが多くこの面でのメリットは大きい。次に、災害時の緊急の調査に当っては、鉄道、道路等が不通で地上の調査が不可能であっても、空中からの調査は迅速かつ高精度で行ない得る。さらに、流域内の崩壊地、溪流荒廃地の昔からの推移や変化の傾向を把握するために過去にさかのぼって写真を利用することも可能である。全国の山地の大部分は、森林計画に利用する空中写真が、昭和30年頃から各地ともおおむね5年おきに撮影されており、こうした古い空中写真が利用し得る。

前述のように、治山調査を目的として撮影する場合もあるが、一般に利用し得る空中写真の大部分は、森林計画のための縮尺2万分の1のものであり、縮尺、露出、撮影時期等の点で必ずしも治山事業の要求を満たしていない写真が多い。しかし、治山調査の目的も、多種多様であり、これら既成の空中写真によって十分な情報が得られる場合も多い。要するに、調査の目的によって、治山調査のための新規の撮影が必要か否かが決まる。

2. 調査の目的と写真判読の限界

治山のための空中写真利用の目的を大別すると、1つは崩壊地、地すべり、溪流荒廃地などの現況を把握し、各流域内の治山事業の対象となる荒廃地の総量を把握し、長期の治山計画、たとえば5ヶ年計画樹立のための調査で、この種の調査では、おおむね2万分の1の縮尺の撮影の空中写真で調査可能である。もう一つの空中写真利用は、現在あまり一般的ではないが、治山ダムのダムサイトの計測あるいは山腹工事の工種配置など、治山工事の設計や実行の際の利用である。この種の調査では、既成の空中写真の縮尺では十分な結果が得られないことが多い。

以上は縮尺に関しての利用の限界の一例であるが、縮尺を含めて、空中写真判読の限界あるいは精度に関係する条件を列挙すると

(1) 日 蔭

主として、北向きの急斜面が日蔭で露光不足になる問題で、太陽の低い冬期に撮影した写真では特に問題になる。治山事業の対象となる崩壊地は急斜面に発生することと、台風の崩壊多発流域の撮影は10月～12月に行われることなどの理由で、こうした写真を使わざるを得ないことがある。

対策としては、立体視によって、単写真では判読できなかったものが見えることが多い。また、ネガで確認できる程度に露光されていれば、日蔭部分を判読するための印画を特別に複製することも可能である。

(2) ハレーション

崩壊地、溪流荒廃地等がネガフィルムの露光過多で白く写ってしまい、地表面の凹凸や地表の植物等が見分けられない状態になる。乾燥した裸地が太陽光線を反射して光ることによって起る。縮尺が大きくなると比較的事物の判読は容易になる。また、図化に用いるポジフィルムは印画に較べてハレーションの影響を受けにくい。

対策としては、印画を注文する際に、崩壊地の判読に使用する旨を申し入れて崩壊地を焼き込んで特別な印画を作らせることが可能である。ただしこの場合、林地等は黒くなり過ぎて一般的な用途には向かない。

(3) 像のひずみ

空中写真は放射投影であるため、画角の周辺部で画像がひずみを持つことは基礎篇で述べた通りであるが、治山事業が対象とする山地は斜面が急傾斜でひずみが出易い。林野庁の撮影ではほとんど用いないが、 $f=150$ mm、画角 230×230 mmの広角レンズのカメラで大きな縮尺の写真撮影する場合、飛行高度が低くなるため、周辺部のひずみが大きく使いにくい写真が出来る。

対策として、隣接するコースや隣接する写真番号を利用することで判読が行い易くなることがある。

(4) シャヘイ物

たとえば地表面を判読したい場合に大きな樹木があれば樹冠が邪魔になる。特にダムサイトの判読の場合、兩岸の樹木の枝葉が障害になることがある。空中写真を利用して地形図を作成する場合、重なり合った樹冠を見ながら地表面を推定するわけで、こうしたことで地形図の精度が悪くなることがしばしばある。(3)の像のひずみと同様に隣接するコースあるいは写真で見える場合もある。

(5) 雪

高山地帯では早春や晩秋に残雪や新雪によって地表がおおわれることがある。少量の雪は地形の判読などには都合の良いこともあるが、概して事物の判読は困難になる。

(6) 縮尺

写真利用の限界について考える時、縮尺が適切であるかどうかは利用の目的によって変る。利用の目的を治山に限定して考えた場合、次のようなことが言える。

1) 図化作業と縮尺

高級な図化機を使って図化を行う場合は撮影縮尺の8倍までの図化が可能である。つまり、20,000分の1の空中写真から地形図を作成する場合、1/2,500の縮尺の図面を作成することが可能である。逆に、1/1,000の縮尺の図面を作成しようとするれば、撮影縮尺で1/8,000の空中写真が必要である。

撮影縮尺 1/20,000の空中写真の2.5倍引伸写真を使って交会法(基礎篇 3-(3)-1)一(III)を参照)で図化を行う場合は、おおむね 1/5,000の図化図の作成が限度と考えられる。

2) 事物の判別と縮尺

鮮明な撮影の場合、450×450mmの引伸し写真以外に特別に900×900mmの引伸し写真を複製することも可能である。一般には、450×450mmの2.5倍伸しの写真を立体鏡附属の約3倍の望遠鏡で見るのが一般的である。この方法で例えば崩壊地に溝があったとして巾70cm以上のものでないと判読が困難である。

その他写真に直接山腹工種配置などを書き込む場合は、引き伸す部分を指定し、5倍までの部分伸しの写真を利用することが出来る。5倍以上の引き伸しも不可能ではないが不鮮明な印画になる。この場合、なるべく写真の中心点の近くに伸す目的物が写っている写真をえらぶべきである。

3. 治山調査と空中写真利用

(1) 治山調査のための写真撮影

治山調査のために写真撮影を行う場合の仕様については基礎篇ですでに説明されているが、崩壊地あるいは溪流荒廃地の概況調査だけが調査対象であれば、既成の空中写真で調査可能である。従って撮影を新規に行うとすれば、設計あるいは実行にも利用することなどを考慮しなければ意味がない。たとえばダムサイトの計測や山腹工事の工種配置までを考えると、縮尺1/1,000の地形図の図化が出来る撮影が望まれる。こうした点を含めて、治山調査のために新たに撮影を行う場合の一般的な仕様を述べると次のようになる。

1) 縮尺

撮影縮尺は、1/8,000が適当である。倍伸しの写真を用いて、1/5,000の森林基本図への移写も容易であるし、部分伸しで、1/2,000や1/1,000の写真の作成も可能である。また、図化機を使えばこの縮尺からは1/1,000の地形図作成が可能である。図面や写真は、実用面で1/1,000のように寸法の換算が容易なものが使い易いし、1/1,000の縮尺の図面であれば山腹工事の工種の数量積算にも利用出来る。

2) 撮影に用いるカメラ

焦点距離300mm、画枠230×230mmのいわゆる長焦点カメラが最適である。まず、画枠が広いので普通角カメラより有効面積が大きく、従って撮影枚数が少なくて済む。また、焦点距離が長いので、撮影高度が高くなるため、写真像のずれつまり写真上の事物の形のゆがみが小さいので単写真での利用が容易である。

3) フィルム

モノクローム(パンクロ)を使用するのが一般的である。天然色カラーフィルムよりは日蔭の描写力があり、各種の計測にも有利である。単価も他のフィルムより安い。モノ赤外、赤外カラー等は特殊な目的の場合利用するが現在のところ治山調査用としての用途は技術的に未開発である。

4) 露出

治山調査用としては、崩壊面や溪床面を判読するために露出はアンダー気味が好ましい。但し、次項の撮影時期、時間に留意して、北向斜面に日蔭が出来ぬようにする必要があることは言うまでもない。

5) 撮影時期

5月中旬～8月下旬の間が良い。これ以前は残雪が判読をさまたげることがあるし、9月以降は太陽高度が低くなり、北斜面が蔭になり易い。崩壊地が北斜面にある場合、山の蔭だけでなく木の蔭にもなるため、治山用の写真は特に太陽高度の高い季節に撮影をする必要がある。撮影時間は林野庁の規定では、10～14時であるが、上記の季節以外に撮影を行う場合にはこの時間内でも蔭を生ずるおそれがあるので注意しなければいけない。

(2) 長期治山計画樹立のための写真利用

5年又はそれ以上の長期的な治山計画樹立のための調査では、1/20,000の空中写真を利用して、調査可能な項目が多いことは前に述べた通りである。国有林の長期的治山計画のための調査の代表的なものは、治山全体調査第2部の流域別調査であり、この流域別調査で、

1/20,000 の空中写真の利用が行われる場合を想定して過去に林業試験場が研究した結果、表-3 のように各項目別に空中写真による判読の可否が明らかになった。この表で明らかに、平面的な形状や大きさ、高さなどは判読に問題がないが、崩壊地の深さのように数メートルの高さの差や、崩壊地表面の侵食によって出来た1メートル以内の溝などは判読が難しい。こうした結果から、土砂量のような量的なものや地表面の侵食状況などは1/20,000 の空中写真では判読が困難であると言える。これらの各項目について多少の説明を加えると、

表-3 縮尺1/20,000 空中写真による調査の可否

- 判読可能
 × 判読不可能
 ? 不可能とは言えないが問題がある。
 △ 判読できる場合とできない場合とある。

(1) 一般崩壊地の場合

規 模			位 置	傾 斜	形 状	方 位	植 生			地 質	侵 蝕 状 況	残 留 土 量	拡 大 見 込 量	施工状況		保 全 対 象
平均長	平均巾	面積					種 類	占 有 率	周辺林相					山 腹	溪 間	
		○・○-1ha以上	斜面上の位置	急・中・緩	タイプ		木本・草本				多・中・少	m ³	m ³			直接のもの
○	○	○	○	○	○	○	?	?	○	?	×	×	×	○	△	○

(2) 溪床荒廃地の場合

規 模					溪 床 勾 配	石 礫 構 成	植 生		荒 廃 の 型	保 全 対 象	ダ ム サ イ ト
延長	平均巾	面積	平均深	土砂量			種 類	占 有 率			
							木本草本				
○	○	○	×	×	○	×	?	?	×	○	△

1) 崩壊地の調査

(i) 規 模

1級または2級図化機を用いて1/2,500の縮尺の平面図を作成し、これを計測した場合、現地でコンパス測量を行なったと同程度の精度で長さ、巾、面積の計測が可能である。図化機を使わず、交会法による1/5,000の図化を行う場合には小規模な崩壊地は正確な図化が困難である。(基礎篇3-(3)-1)-(iii))

(ii) 位 置

引伸し写真の立体視によって斜面のどの位置に崩壊地が存在するかが判読できる。

(iii) 傾 斜

図化機を利用する場合は、崩壊の上下2点の平面図上の位置とそれら2点の標高から、2点の標高差と水平距離の比を求め、傾斜角を三角函数表から読むことが出来る。引伸し写真では、傾斜測定板が最も簡便であり、図化機と同様に、崩壊の上下2点を定めて、2点間の水平距離を交角法で、高低差を、視差測定桿の計測によって求め、高低差と水平距離の比から傾斜角が得られる。(基礎篇3-(2)-4))

(iv) 形 状

引伸し写真の立体視で、崩壊地の存在する斜面の尾根と溪流との位置関係を判読し、山腹崩壊、溪岸崩壊の別を判定する。

(v) 方 位

引伸し写真の立体視で方位を判読し得る。空中写真は立体視した場合の右が東、左が西、上が北、下が南で地形図と全く同じであるから方位の判読は容易である。

(vi) 植 生

引伸し写真の立体視で、植生の有無が写真の濃淡で判読出来るが、草と木の判別や被覆率の的確な把握は出来ない。1/5,000の撮影縮尺の写真の引伸しを用いると、崩壊地内の被覆の位置や面積、草と木の別などは正確に判読可能である。

周辺林相は一般の森林判読技術で判読し得る。(基礎篇3-(1)-3))

(vii) 地 質

治山事業で把握したいのはまず岩石種類であるが、これを空中写真で判読する技術は未だ確立されていない。現在、試みに行われ、判読の可能性を持つ方法は、尾根、谷などの分岐のパターンや微地形のパターン、地形の緩急などの特徴によって、基岩の種類を見分けるもので、経験と知識を必要とし、一般的な判読方法は実用化されていない。荒廃に関

係する岩石の風化、割れ目の多少、破碎の程度などに関連するリニアメントを写真上で見出すことは可能であるが、写真上に見えるリニアメントは非常に多く、それらのどれが荒廃に関係し、どれが無関係かを判断するのが困難である。したがって、現在の技術では、空中写真によって基岩の種類や断層、破碎帯などを調査することは一般的には困難である。土壌についても、植生の種類などから間接的に判読する方法が考えられているが、植生には人為の影響もあり、間接的な判読は精度が悪い。判読は不可能と考えた方がよい。

(iii) 侵食状況

崩壊地表面の侵食の状況は、引伸し写真の立体視で判読するが、 $1/20,000$ の撮影縮尺では、巾 1 m 以上の溝でないと判読できない。 $1/5,000$ の撮影縮尺の引伸し写真があれば、その立体視で巾 30 cm の溝の判読が可能である。

(ix) 残留土量、拡大見込量

前に述べたように崩壊地の深さや土の厚み等は判読が困難である。崩壊地の上部のかぶりの状況も $1/20,000$ の撮影縮尺では判読出来ない。

(x) 施工状況

山腹の施工地は施工直後で、植生が少くとも、積工や筋工等の施工のパターンで引伸し写真によって判読し得る。施工結果が良くて年数を経過したものは、周辺の林地と区別し難いが、施工地内の林木が治山用樹種が多ければ = 周辺の林木とはパターンが異なるので判読が可能である。溪流の工作物は、工作物による段差で判読できるが、流出土石の堆積が多量で、工作物が埋設的に埋没した場合や溪岸の林木の樹冠が大きい場合、工作物の高さや長さが小さい場合には判読が困難になる。

(xi) 保全対象

人家、道路、施設などは引伸し写真の立体視で判読し得る。

(xii) 工種配置計画

山腹工事の工種配置を空中写真で行うには、理想的には $1/1,000$ 程度の縮尺の空中写真が欲しい。しかし、 $1/20,000$ の撮影縮尺の写真しかない場合は、左右の写真が立体視出来るよう密着写真上で判読する崩壊地をトリミングして、5倍(約 $1/4,000$)の部分伸しを作って、立体視しながら写真鉛筆で工種配置を書き込み、その結果を見取りによって平面図に移写する。

2) 溪流荒廃地の調査

i) 規模

崩壊地の調査と同様に巾、延長、面積等は $1/20,000$ の写真の引伸しを用いた交会法で容易に測定し得る。但し、巾 W については、交会法を用いて兩岸の2点をそれぞれプロットする方法よりは、写真上の川巾 w を測定し、その地点の図面上の標高 h と撮影高度 H_0 および焦点距離 f から、

$$W = \frac{(H_0 - h)w}{k \cdot f} \quad \begin{array}{l} \text{(注1. } k \text{ は使用写真の引伸倍率)} \\ \text{(注2. } f \text{ はカメラの焦点距離)} \end{array}$$

として求める簡便な方法の方がむしろ精度は良い。平均深、土砂量等の計測が困難なのは崩壊地の調査と同様である。

ii) 溪床勾配

崩壊地の傾斜の測定と同様に可能である。但し比較的緩傾斜なので、交会法による上下流2点の平面図化と、視差測定器による高低測量か図化機による同様な測定の二通りの方法に限られ、傾斜測定板は使用できない。視差測定器による測定作業の場合は、撮影海拔高度 H_0 (撮影データを使う)、左写真主点の標高 H_M (地形図から読み取る)、下流の測定点の標高 H (地形図から読み取る)、右写真の基線長 b 、(右写真を実測)、下流と上流の各測点で測定した視差の差 dp を計測して、下流と上流の標高差 Δh を

$$\Delta h = \frac{(H_0 - H) \times dp}{b \times \frac{H_0 - H_M}{H_0 - H} + dp} \quad \dots\dots \text{基礎篇図一7 視差式(1)の変型}$$

として求める。上流、下流の2点間の距離 L を交会法で求めれば、溪床勾配 θ は

$$\tan \theta = \frac{\Delta h}{L}$$

から知ることが出来る。この作業による場合、撮影時の写真の傾きがあると数度の誤差が出るので溪流の最上流、最下流の標高差の地形図による値と、視差々からの計算値をそれぞれ求め、大巾に異なる場合は、地形図による高低差を正しいものとして、視差々から算出した各区分間の高低差の合計値を補正する必要がある。補正の場合の各区分への誤差の配分は各区分間の延長に比例して行えばよい。

iii) 石礫構成

$1/20,000$ の空中写真の2.5倍伸し写真では、前出の通り、 1 m 以上の事物でないと判

別が出来ない。従って溪床の石礫は1 m以上の大転石を除いて判読不能である。大転石についてもハレーションのひどい写真では、判読が困難である。従ってこの項目は現地調査によらざるを得ない。

IV) 植 生

溪床面に侵入した植生は草、木とも初期の間は、崩壊地の植生同様に、存在は或る程度確認出来ても、種類や本数などについては判読が困難である。ハンノキなど生長の良い林木では、10年生以上になれば一般の森林判読技術で判読し得る。

V) 荒廃の型

溪流の荒廃が、堆積型か侵食型かの区別は、前記石礫構成と同様な理由で1/20,000の空中写真では困難である。

VI) 保全対象

一般崩壊地の場合と同様に可能である。

VII) ダムサイト

ダムサイトの地形が極端に急傾斜である場合や樹冠がおおいふさぎっている場合を除いて、図化機による計測は勿論、引伸し写真と視差測定器を用いた計測によって次のような手順でその概略の形状を知ることが出来る。但し、1/20,000の縮尺の写真では1%が現地で20 mに相当するため、10~20 m程度の中のダムサイトの計測はむづかしく40~50 mの規模のもので2.5倍伸しの印画を用いてどうやら作業が可能である。流域内の要所のダムサイトを調査する場合は撮影縮尺1/8,000より大きい縮尺の写真が欲しい。

まず、左写真のダムサイトの左岸右岸にそれぞれ4点ずつ計8点、中央附近が凹形をなす場合は凹部にも1点指針をする。

指針した測定間の水平距離は、片側の端から各点までの距離 l_n を図-14のように計測する。最低点No.0地点の標高を地形図から読み取りこれを H_L とすれば、現地に於ける各測点間の距離 L_n は次の式で計算できる。

$$L_n = \frac{l_n}{k \cdot f} \cdot (H_0 - H_L)$$

注1. k は印画の引伸倍率(普通は2.5倍)

注2. f は撮影したカメラの焦点距離

次に、各測点の標高は、視差測定器を用いて、溪床の最低点(図-16のNo.0)と他の

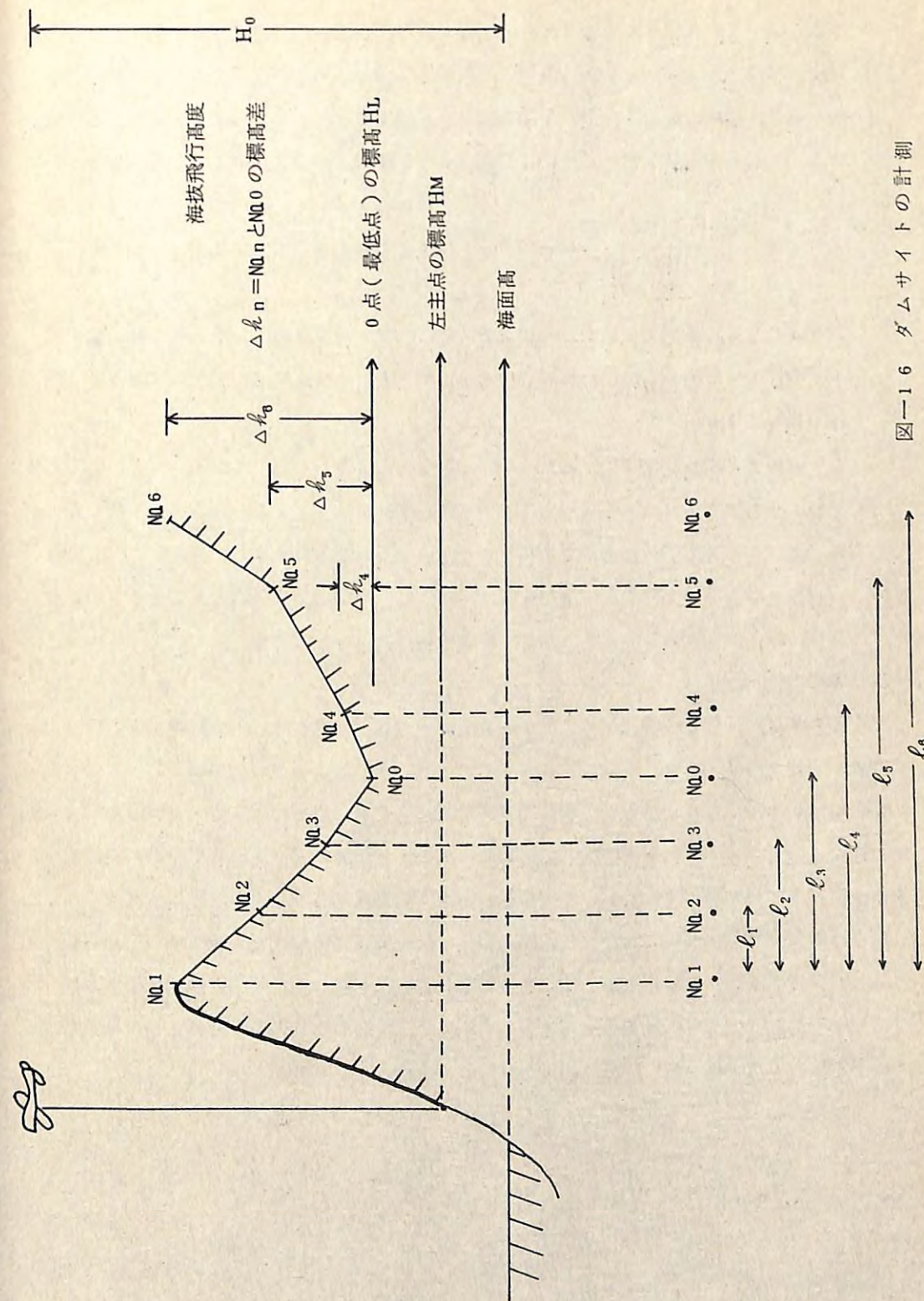


図-16 ダムサイトの計測

各点（図-16 のNo 1 からNo 6）との視差の差 dp を求め、一方で、地形図から、左写真主点の標高 H_M と溪床上の最低点（溪流の形状から地形図上の位置を推定）の標高 H_L を読み取り、撮影の海拔高度 H_0 を撮影記録から調査する。また、右写真の基線長 b を実測する。これらの数値を用いて、任意の測点No n と溪床上の最低点No 0 との標高差 Δh_n は

$$\Delta h_n = \frac{(H_0 - H_L) \times dp}{b \times \frac{H_0 - H_M}{H_0 - H_L} + dp} \quad \dots\dots \{ \text{基礎篇図-7 視差式(1)の変型} \}$$

で計算できる。溪床上の最低点の標高を基準にして、各測点の Δh を方眼上に目盛れば、ルーペによって計測算出した測点間の水平距離とあわせて、任意の縮尺でダムサイトの形状が描写できる。

この方法による測定は撮影縮尺 $1/8,000$ の写真の倍伸しを用いても $1 \sim 2 \text{ m}$ の誤差が生ずる。また、ダムサイトの図形には水平方向のずれがあって実際の形状とは一致しない。従ってこの方法では、現地調査に相当する精度を得ることは出来ない。特に $1/20,000$ の写真からは概略の形状しか把握できない。しかし、踏査困難な溪流のダムサイトの広狭、あるいは 100 m^2 単位でのラフなダム体積の積算には有効である。

4. 現地調査の併用

空中写真判読には幾多の利点があるが、既存の空中写真を利用するという制約の下では、計測や判読に限界がある。また、写真にパターンとして写っている場合でも何が写っているのか判断し難い場合が多い。こうした場合、現地調査による補足を行うことによって、空中写真判読の精度も格段に向上し、同時に空中写真利用の範囲も広くなる。例えば、崩壊地表面の侵食状況は、直接空中写真では判読出来ないが、現地調査の結果、崩壊地の大きさ或いは形状と関連することが明らかになれば、一部の崩壊地の地表面の侵食状況を調査するだけで、他の多くの崩壊地の地表面の侵食状況を類推することが可能になる。その他の調査についても、現地調査を併用することで空中写真判読が非常に効果を発揮することが多い。机上で作業出来る点が空中写真の利点であるが、その欠点を補うための現地調査が常に必要である。

土じょう地域を基礎にした森林立地的地域区分に関する方法論的研究

土壤地域を基礎にした森林立地的 地域区分に関する方法論的研究

I 試験担当者

土しょう部土しょう調査科 久保哲茂

II 試験目的

林業諸技術の適用地域の明確化、広域生産性の把握などのための森林立地的地域区分法の開発を目標に、環境因子の総合所産である土壤が有する大きい環境指標性を利用した地域区分法を確立する。

III 試験の経過と得られた成果

A はじめに

森林立地的地域区分にはいろいろな方法が考えられ、また実際に幾つかの事例がある。それには、地形あるいは地質など単一因子を使用したもの、また気候、地形、地質、植生、土壤など複数因子を使ったものがあり、後者には、各因子を同格と見なしてそれらの組み合わせ（分布図の重ね合わせ）で区画したものと、各因子にウェイトづけて大区分から小区分へと因子を使い分けて段階的に区画したものがある。

単一因子による区分は、手順は簡便であるが、地方によっては立地的に無意味な区分に終ることもあって、全国的に適用することが難しい。複合因子による区分は、立地的には詳細な成果を得ることができるが、区分の手順が煩雑である。

従って、森林立地的地域区分は、区分に使用する因子の数（種類）をなるべく少なくし、できれば1つにして一元的区分にすることが望ましく、また使用する因子は森林立地的に環境指標性が大きく、かつその因子に関する情報が詳細でしかも全国どこでも同じ精度を持っている（高精度の分布図がある）ものがよいということになる。

このような条件にかなうものとして土壤が挙げられる。その理由は、まず土壤は気候、植生、地形、地質（母材）など環境諸条件の総合所産であって、環境指標性が高く、かつ土壤が林木の培地そのものであるからである。もう1つの条件である因子の情報の有無、精粗については、

いうまでもなく林野土壤図があり、国有林の約80%、民有林の約50%が大縮尺土壤図でカバーされている。

これら土壤図を概観すると、たとえばある山地には黒色土が多いとか、ある海拔高からポドゾルが現れるとか、土壤の分布状態に地域的特性のあることに気がつく。このような特徴はそれぞれの地域の気候、植生、地形、母材など土壤生成条件の特徴の反映と理解されている。この事実を利用すれば、まず土壤の分布状態の異同によって地域区分し、これを森林立地的に評価することにより森林立地的地域区分が可能であるという極めて自然な論理が成り立つ。

本報告では、上述のような考えに立って検討した土壤に基づく森林立地的地域区分の方法と手順について報告する。なお成果報告は、地域区分の手引書のスタイルで取りまとめるようにという業務課の要望があったので、それに重点をおき、基礎的検討事項は必要最少限度に記述することとする。

B 土壤地域区分に関する基礎的検討事項

1 土壤地域概念

土壤の生成あるいは土壤の性質というように使われる「土壤」という言葉には、厳密に言えば「広がり」という概念はない。そして土壤学においては、土壤断面で観察されるように、垂直方向に配列している層位にかかわる研究が主題となっている。

しかしわれわれが分類し、生産性を評価し、利用区分を考えている対象は、断面に曝露されたいわゆる土壤体ではなく、ある同じ断面形態をもって水平方向に広がり一定の空間を占めている自然である。これを土壤個体と呼んでおり、土壤図では1つのくくりで図示してある。

1つの土壤個体は、種類の異なる1つ以上の土壤個体に相接し、それら個体は更に別の個体と接し、河川、湖沼、岩石地など非土壤地でさえぎられない限り延々と連なって土壤被を構成している。従って土壤図とは土壤個体の配列を示した平面図、あるいは土壤被の構成状態の平面図であるといえよう。

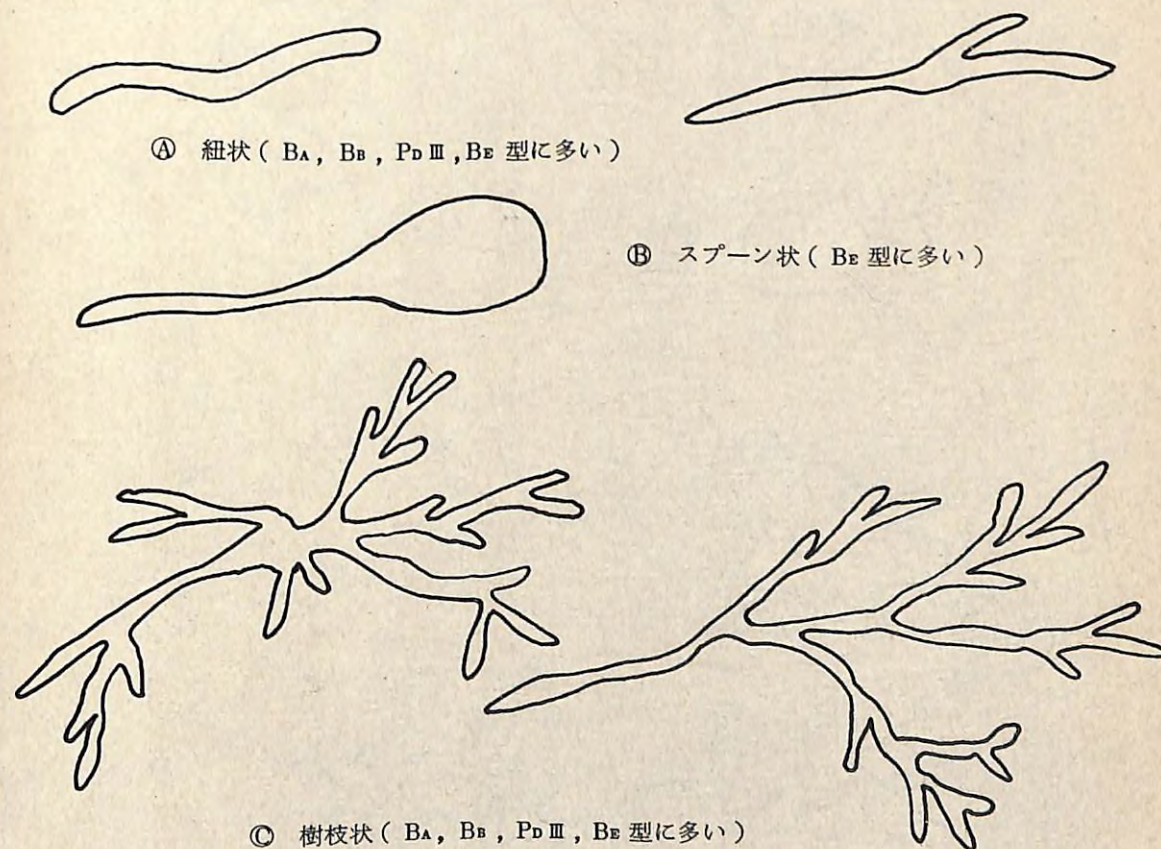
土壤被の構成状態は、それを構成している土壤個体の種類(土壤型・亜型)、それらの平面形、面積、配列状態などで性格づけし類型化することができ、土壤被の特徴に基づいて、連続的な地表を幾つかに区画することができる。このような過程を土壤地域区分と呼び、区画されたものを一般に土壤地域と呼んでいる。

2 土壤個体の大きさ(広さ)と平面形

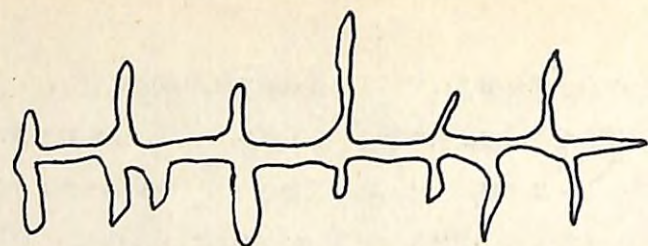
現地でミクロに土壤個体の広がりを調べると、小さいものには10m²にも満たない個体が

ある。たとえば、B_b型土壤の優占している凸型緩斜面に局所的に見られるP_dⅢ型土壤、またP_dⅢ型土壤の連なる稜線に点在するP_dⅠ型あるいはP_dⅡ型土壤などである。一方、大きいものには、B_d型土壤のように延々と連なり、数10～数100haの広さを持つものがある。しかし土壤図の上ではあまり小さい個体は図示されていない。これは縮尺に由来した図示限界があるためで、土壤図だけでなく、地質図、地形分類図、植生図など他の主題図でも同様である。

土壤図に描示されている最小の土壤個体を調べてみると、図上でその短経あるいは幅は少なくとも2mm以上である。これは、国有林土壤図(1:20,000)では実長40m以上、民有林(1:50,000)では実長100m以上に相当する。従って、土壤図に描示されている土壤個体は、いかに小さくても国有林土壤図では約0.16ha以上、民有林土壤図では約1ha以上のものであり、図示限界に満たないような小さいものは描示が省略されている。



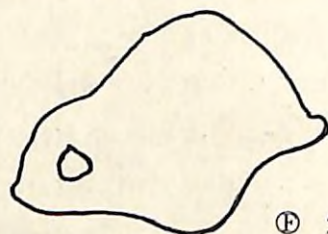
図一1 土壤個体の平面形の類型



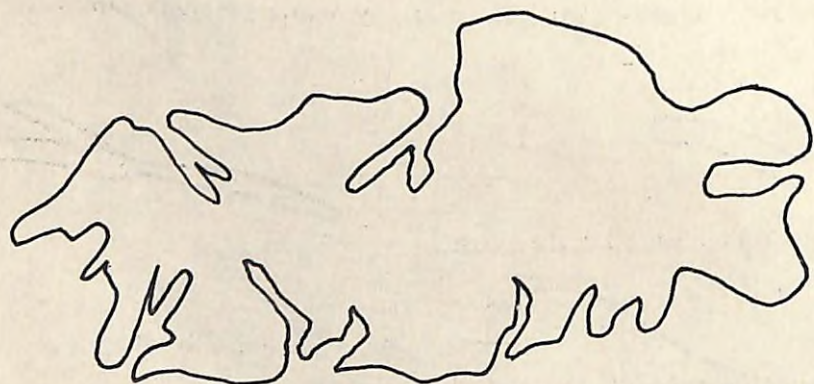
① 羽毛状 (第三系単斜構造丘陵地の Bb, Be 型)



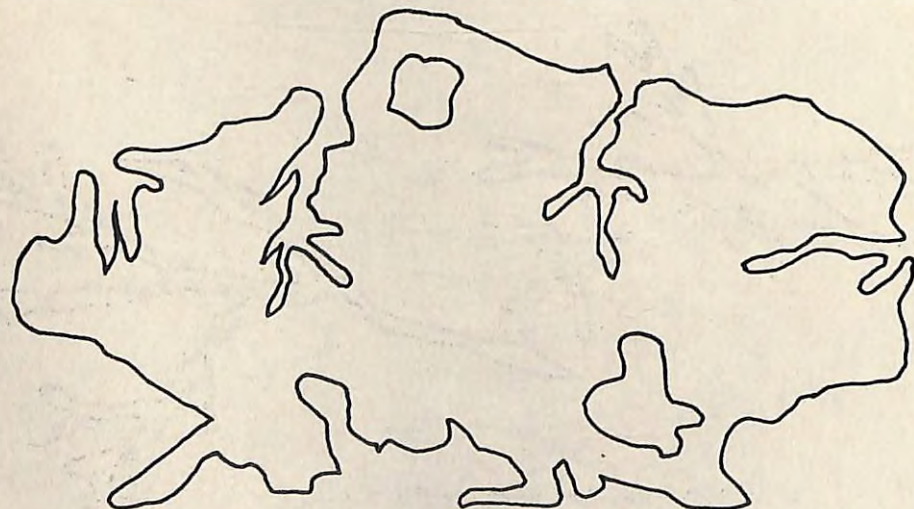
② 団状 (Bb, G型に多い)



③ 穴あき団状



④ 不定形 (Bd, Bld に多い)



⑤ 穴あき不定形 (Bd, Bld に多い)

図-1 (つづき)

土壌個体の平面形は一見、不規則、不定形なものからある程度まとまった形を呈するものまでであるが、多数の林野土壌図を通覧し、類型化した結果、図-1に示すような基準型が得られた。これらのうち穴あきというのは、穴の部分が高土壌個体、岩石地、湖沼などで占められているものであり、Bd型土壌のように山腹を広く占有する個体に見られる。

これらの平面形は微地形の発達、配列状態に支配されており、地形の開析状態と極めて関係が深い。

3 土壌個体の配列状態

1つの土壌個体は1つ以上の他の個体に接し、またそれらの個体は更に他の個体に接している。土壌個体のこのような配置のありさまを配列状態と呼ぶこととする。

土壌個体の配列状態は不規則な場合もあるが、ふつう一定の配列順序を保って繰り返している。この最もわかりやすい例は、尾根筋から沢筋へかけての幾つかの個体の配列順序であり、この場合、これが繰り返しの1つの単位となっている。

このような単位ごとの配列状態を土壌図で調べて見ると、Ba-Bd(d)-Bd-Be, Bb-Bd(d)-Bd, Pb-Bd-Be, Bld-Bld(d)-Bld などいろいろな系列が認められ、また同一の系列であっても、各個体の占有面積比率に大小が認められる。このような土壌個体の配列状態は微地形の発達、配列状態に支配されているところが大きく、この1つの系列からなる広がり土壌図学の上で土壌複合区(コンプレクス)と呼んでいる。

4 土壌被を構成する各種土壌の面積比率

土壌被の異同を見る上でも1つ重要な要素は構成土壌の分布面積比率である。これは、土壌地域ごとの適地面積の大小にもかかわりがあるという点でも重要な要素である。構成土壌の面積比率は、当然、互いに相対的に増減するものであるが、この大小の客観的判定基準が必要となる。

この基準としては、全国あるいは地方別の平均的な面積比率が適している。表-1は土壌群、亜群レベルで見た国有林地の土壌被の地方(局)別および全国の面積比率である。また表-2は褐色森林土の土壌型、亜型別の面積比率である。

ある地域の土壌被の構成比率がこれらの値とかけはなれていれば、それは、その地域の土壌被の大きい特徴と見ることができよう。

表-1 国有林土壤被の土壌群別構成比率(%)

営林(支)局	ポドゾル	褐色森林土	赤黄色土	黒色土	グライ	泥炭土	未熟土	非土壌地
旭川	2.8	90.4	0	1.2	0.8	0.2	3.2	1.7
北見	13.2	75.8	+	1.2	+	0.1	8.4	1.1
帯広	3.1	77.8	0	13.7	0.1	0.8	1.3	3.0
札幌	0.4	79.7	+	1.2	0.1	0.1	16.2	2.0
函館	3.4	81.5	0	0	+	0	11.4	3.8
青森	17.8	53.1	+	18.4	0.2	1.8	3.0	5.6
秋田	10.5	68.5	+	1.3	+	1.2	2.7	16.1
前橋	10.0	61.1	+	10.3	0.1	0.1	2.8	15.4
東京	6.5	78.3	0.1	5.7	0.1	0	2.4	6.9
長野	25.6	60.1	0	9.8	0.1	0.2	2.4	1.8
名古屋	20.6	76.1	0.3	0.2	0.1	0.1	1.0	1.6
大阪	6.8	78.8	0.3	3.9	0.1	0	6.1	3.9
高知	0.3	95.5	0.1	0.3	0	0	0.1	3.7
熊本	+	76.9	7.2	11.5	0.2	+	1.5	2.7
全局平均	8.4	72.3	0.6	7.4	0.2	0.5	4.5	6.1

表-2 国有林土壤被の褐色森林土の土壌型別構成比率(%)

営林(支)局	B _A	B _B	B _C	B _D	B _E	B _F
旭川	+	0.8	8.4	82.4	8.7	+
北見	+	3.3	+	87.6	8.8	0.4
帯広	+	0.2	1.9	82.4	15.2	0.3
札幌	+	2.1	4.6	70.4	21.6	1.0
函館	+	3.9	2.8	63.1	30.0	0.3
青森	0.5	23.8	1.4	54.1	18.8	1.1
秋田	0.3	25.9	0.3	72.1	1.3	+
前橋	2.9	10.4	3.1	77.6	5.9	+
東京	8.9	13.6	4.1	66.4	7.0	+
長野	0.9	3.2	3.4	51.8	41.5	0.2
名古屋	1.6	27.8	2.3	65.6	2.7	0
大阪	9.8	17.7	1.3	69.3	1.7	0
高知	2.3	20.7	27.6	47.8	1.6	0
熊本	3.1	3.1	23.7	68.7	1.6	0
全局平均	1.6	10.1	5.5	72.5	11.4	0.3

5 土壌地域の区分単位

土壌地域区分は土壌被の構成状態の異同に基づいて行うが、その異同は、たとえば構成土壌の種類、あるいは面積比率など、土壌被を性格づけている要素に分解して検討し、区分基準を用意する必要がある。この要素の区分基準のとり上げ方によって、大区分から小区分までの系統的区分が可能である。

表-3 土壌地域の区分体系

カテゴリー	単位名	内容	例
I	土壌帯	1つの成帯土壌の分布する領域	ポドゾル帯 褐色森林土帯
II	土壌亜帯	土壌帯の細分、精密化	暗色系褐色森林土亜帯
III	土壌域	優占土壌の地域的特徴によって区分	黒色土域 未熟土域
IV	土壌地区	土壌型の配列、面積比率、パターンなどの異同によって区分	P _D III - B _D 地区 B _A - B _D - B _E 地区
V	土壌亜地区	土壌地区の精密化。土性、理化学性の異同によって区分	砂質亜地区 埴質亜地区

これについて全国的視野で検討した結果、表-3のような区分体系の試案を得た。このうちカテゴリーI、II、IIIについては本研究では十分検討できなかったが、カテゴリーI、IIは全国で数帯、カテゴリーIIIは全国で数10域画定できるようなものである。施業計画、重要なのはカテゴリーIVおよびVであり、特にIVは区分手続きの上で基本単位となる。本報告ではカテゴリーIVの区分要領を中心に述べることにする。

C 土壌地域区分の手順

1 既存資料の集収と整理

区分対象地域に関係した次の諸資料を集め、整理、吟味する。

(1) 土壌に関する資料

- a 林野土壌調査報告書(この報告書の土壌図が土壌地域区分の中心資料となる)
- b 縮尺20万分の1土地分類図(国土庁)

c 土壌関係の報文、論文など

(2) 土壌生成因子に関する資料

- a 地形図および各種地形学図（起伏量図、谷密度図など）、同説明書
- b 表層地質図または地質図、同説明書
- c 植生図、同説明書
- d 気象観測値、気候区分図、同説明書
- e これらに関する報告、論文など

(3) 施業に関する資料

- a 林相、蓄積、成長量などに関する資料
- b 施業計画、施業履歴などに関する資料

2 土壌被の特徴の把握と土壌地区の仮区分

林野土壌図を使って、次の要領で土壌被の特徴を把握し、それに基づいて図上で対象地域を幾つかの小地区に仮区分する。

① まず、基調土壌（優占する土壌型）の異同によって対象地域を大分けする。基調土壌は、ふつう B₀ 型であることが最も多く、次いで B₁ 型であり、時には rB₀ 型、yB₀ 型、dB₀ 型、P_w(h) 型、I_m 型である場合もある。南西諸島については詳しく検討していないが、おそらく R₀(d) 型、Y₀ 型などであると予想される。

たとえば B₀ 型と B₁ 型、あるいは yB₀ 型と I_m 型というように、2 種類以上の土壌が目測ではほぼ同等に分布している場合は、その状態がその部分の特徴であると理解し、1 地区とする。

この段階では、1 事業区が 2 以上の小地区に分割できないことがある。

② 次に①で区分された各地区について、基調土壌に随伴して分布している土壌型に着目し、基調土壌を中心にどのような組み合わせになっているかを調べ、その異同に基づいて更に小地区に区分する。

この結果、たとえば①で B₀ 型が優占するとして区分された小地区が B₁—B₀—B₂ 型、B₁—B₀—B₀ 型、B₁—B₀ 型あるいは P₀—B₀—B₂ 型、時には B₁c—B₀ 型、B₀—崩壊地、B₀—岩石地など組み合わせの異なる小地区に更に区分される。この場合、随伴する土壌あるいは崩壊地などの分布を支配している要因を検討し、各土壌型および非土壌地の配列状態の法則性の概要を把握しておく。

③ 次に、②で区分された小地区について、それを構成する各種土壌の占有面積比率に差が

認められた場合は、それに基づいて更に小地区に区分する。比率の異同は目測による。

④ 次に、③で区分された小地区、（③で区分の必要のなかった場合は②で区分された小地区）について、それを構成する各土壌個体の平面形の特徴に着目し、パターンに顕著な違いが認められる場合は、それに基づいて区分する。この場合、基調土壌はふつう個体が大きく、不定型であり、基準としにくい。従って、尾根筋あるいは沢筋などに現れる土壌に着目して行う。

以上のような段階を経て区分するが、これは大区分から小区分へという意味ではなく、あくまで手順の上での段階であり、従って最終的に得られた多数の小地区は、いずれも同格である。また、同質の小地区が分離して区分されている場合は、土壌地区としてはそれぞれが独立した別の地区である。

なお、以上の作業はあまり細部に拘泥すると地域区分本来の趣旨からはずれた結果を招くようになるので、最終的に得られる小地区の大きさは、目安として小さくても 2～3 ケ林班以上になるような目標で実施する。

3 土壌地区の画定

土壌図上に仮区分された土壌地区について次の要領で土壌被の構成状態を明確にし、それに基づいて区分を補正し、土壌地区界を確定する。

① 仮区分された各土壌地区について、そこに出現する土壌型、亜型の種類、それらの配列状態、それらの面積比率、土壌個体の平面形の特徴など土壌被の性格を詳細に調べ仮区分の適否を検討する。

仮区分された 1 つの土壌地区が広過ぎて上記の作業が過大な場合は、連続した数ケ林班をモデル地区に選び、これについて検討を加えてもよい。また、土壌型、亜型別の面積比率は報告書に掲載された面積から算出する。

② 仮区分を検討の結果、必要あれば補正し、界線を決定する。

この場合、ある地区から隣の地区への境界が不明確で（両地区の土壌被の構成状態の特徴が漸变的に移行している場合）、両地区の界線の決定が困難な場合は、それぞれの土壌被を特徴づけている生成因子の分布界線を参考にして決定するのがよい。これには等高線、地形区の界線（山地、丘陵地、火山地、台地、低地などの境界線、また山地については大起伏山地、小起伏山地などの境界線など）、地質・岩石界線などが有効な根拠として使用できる場合が多い。

4 土壌亜地区の画定（細分）

1つの土壤地区が、母材料の違いに由来した土性、理化学性などの違いによって2以上の小地区に細分できる場合はこれを区画し、土壤亜地区とする。

母材料の違いによる土性、理化学性の違いは、土壤図上で直覚的に読み取れないので、説明書の記載、分析値などによってその異同を調べ、細分の必要を認めた場合に限り、地質界線などその違いの要因となっているものの分布界線を参考にして亜地区を画定する。

なお施業履歴の違いによってA層の厚さや腐植含量、その他の性状に違いのある小地区が存在することもあるが、この場合、土壤亜地区として区画した方がよい。

5 土壤地区および亜地区の命名

次の要領で土壤地区および亜地区に番号と名称を与える。

名称は土壤地区あるいは亜地区の所在のわかりやすい地名を冠し、土壤被の内容がわかりやすいように優占土壤および標徴的な土壤名(土壤型、亜群または群)を連記して示す。地名は地形図上から選ぶ。奥山地帯などで適切な地名のない場合は、たとえば、〇〇山東部、〇〇火山西麓、〇〇沢左岸などのように位置を示す修飾語を付して示す。

地区番号は、土壤地区については、左上から右下にかけて、1, 2, ……とつけ、亜地区については、同様にa, b, ……とつける。

例 3 笠松山 B_A・B_D・B_E 地区

12 竜西台地 B₁ 地区

5 a 伊那丘陵 B_A・B_D 砂質亜地区

5 b 伊那丘陵 B_A・B_D 壤質亜地区

6 土壤地域区分の成果品

土壤地域区分の結果を次の3成果品に取りまとめる。

(1) 土壤地域区分図

地域区分に使用した大縮尺林野土壤図に、土壤地区、亜地区の界線を記入し、各区画に地区番号を記入する。

(2) 土壤地域一覧表

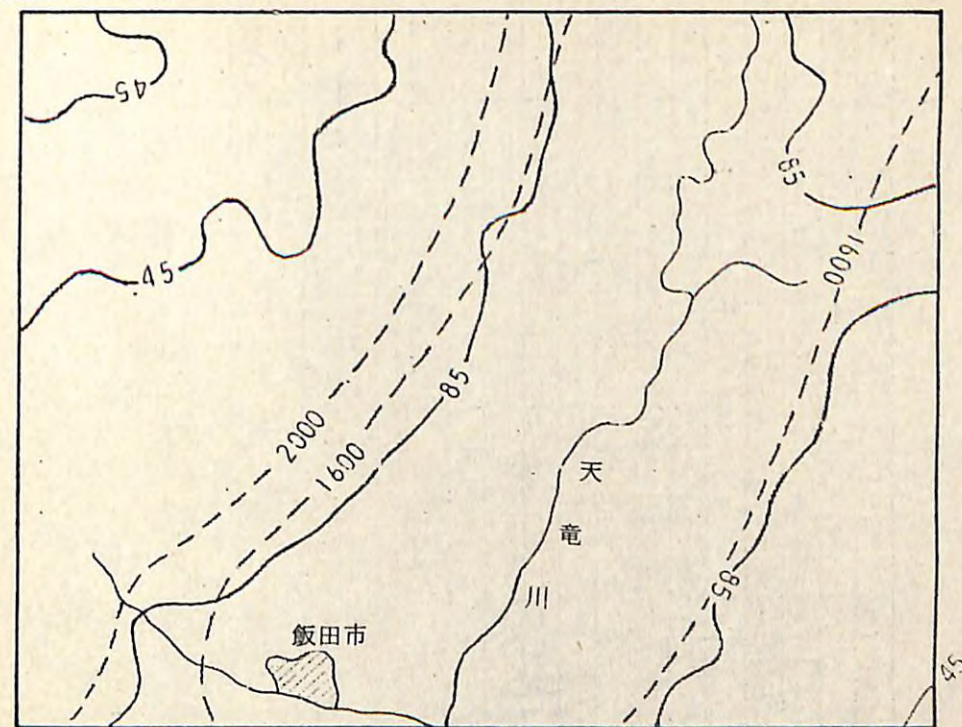
付表(例)に示したような一覧表を作成し、土壤地区、亜地区の土壤被の構成状態の特徴が一覧できるようにする。

(3) 土壤地域区分説明書

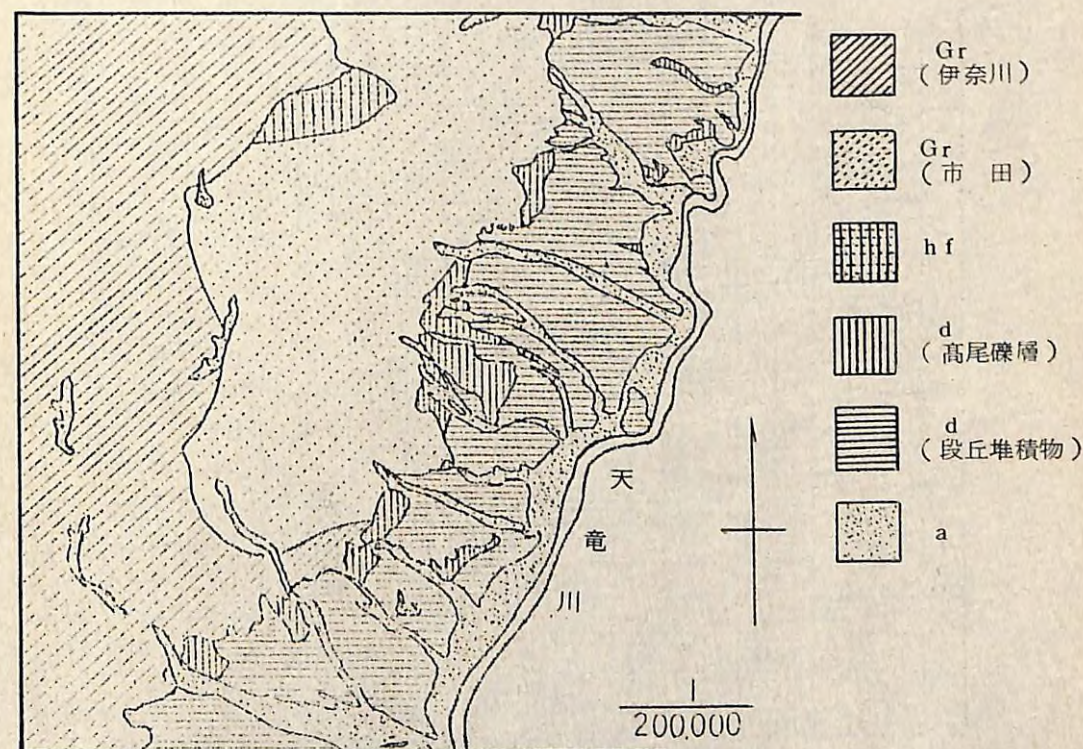
上記の図および表の内容を補足する程度に簡潔に記述する。

付 土壤地域の区分例

長野県飯田市付近(民有林、農地を含む)



付図1 飯田市付近における温度、降水量の分布



付図2 飯田市付近の地質

4	6	6	5	5	6	4	5	4	5	5	2	2	1	0	1	1	3
4	4	3	5	5	4	5	4	6	4	5	3	1	0	0	0	1	0
5	6	5	5	4	5	5	6	5	5	4	3	2	1	0	0	1	1
4	4	5	5	5	4	6	5	4	4	4	2	1	0	1	1	1	1
5	5	4	5	4	5	5	6	4	4	4	1	1	0	1	0	0	0
4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	3	2	1	0	1	0	1	0
5	4	4	5	4	4	2	4	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0
3	4	5	5	4	4	3	3	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0
4	4	3	5	3	3	3	4	4	3	1	1	0	1	0	0	0	0
3	2	3	4	3	4	3	4	4	4	1	2	0	1	0	0	0	0
2	2	5	4	2	4	4	3	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0
3	3	4	3	2	3	4	5	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0
4	3	4	4	3	4	4	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	3	6	4	4	1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	3	5	4	4	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	5	3	4	3	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	5	3	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

縮尺

1
200,000起伏量区分
(m/Km)

0	100	以下
1	101	~200
2	201	~300
3	301	~400
4	401	~500
5	501	~600
6	601	以上

付図-3 飯田市付近の起伏量分布

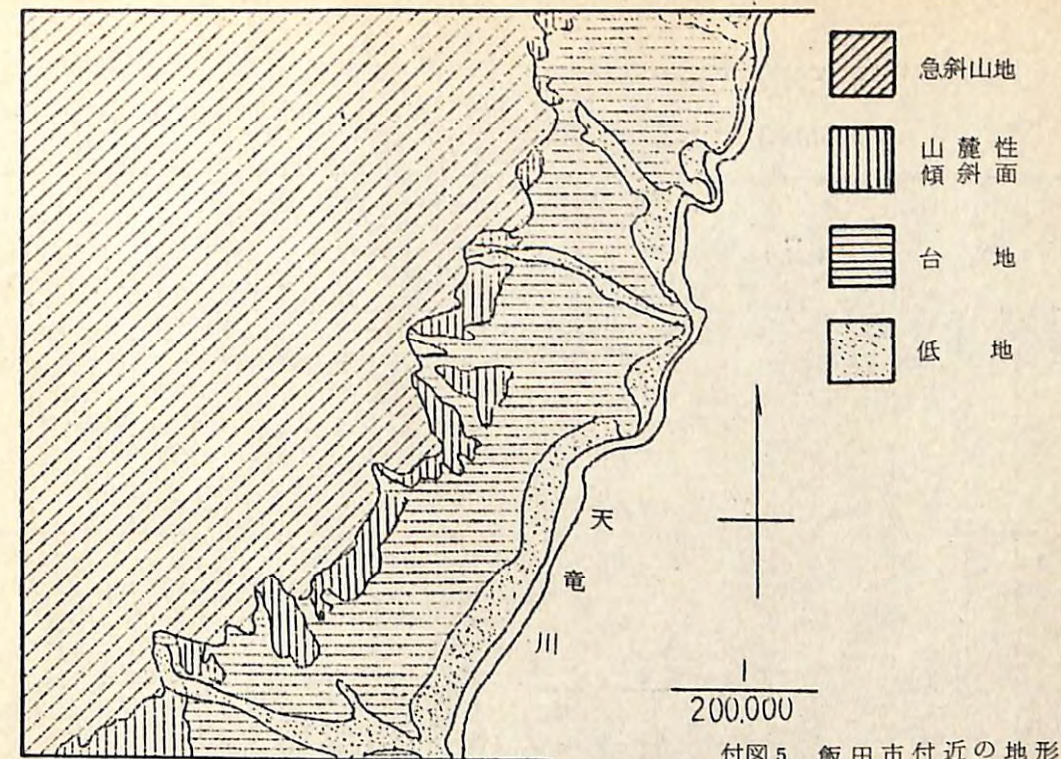
3	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	2	0	0	0	0	0
2	2	2	4	3	2	2	2	1	2	4	5	1	0	0	0	1	0
1	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	6	3	0	0	0	0	0
2	2	3	4	4	3	2	2	2	3	4	2	1	0	1	0	0	0
2	2	2	3	4	6	2	2	2	3	3	5	1	0	0	0	1	1
3	5	3	3	4	4	2	2	2	2	4	3	0	0	0	0	0	0
3	4	2	4	3	3	3	2	3	3	3	0	0	0	0	1	1	1
1	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0
3	4	3	4	3	4	3	4	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	2	3	3	3	2	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	2	3	3	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	1	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	1	3	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

縮尺

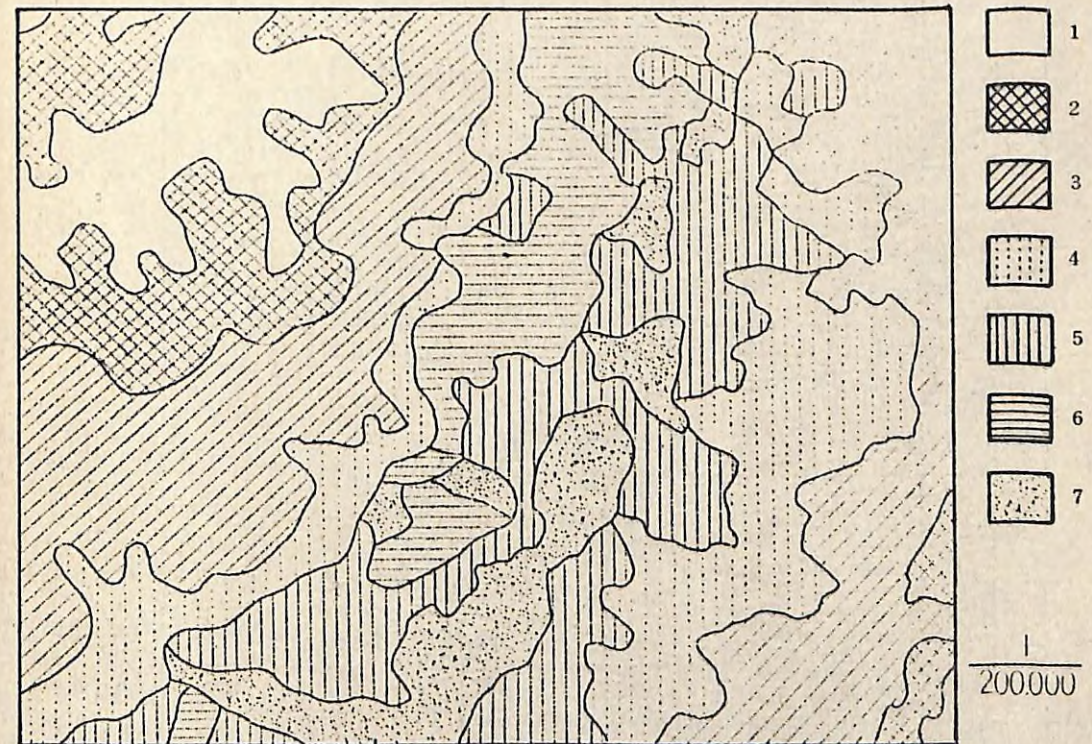
1
200,000谷密度区分
(本/Km)

0	10	以下
1	11	~20
2	21	~30
3	31	~40
4	41	~50
5	51	~60
6	61	以上

付図-4 飯田市付近の谷密度分布



付図5 飯田市付近の地形



- 1 ポドゾル化土壌 2 褐色森林土-乾性ポドゾル化土壌地区 3 褐色森林土地区
4 未熟(受蝕)褐色森林土地区 5 黄褐色土壌地区 6 黒色土壌地区
7 灰褐色土壌-灰色土壌地区

付図6 飯田市付近の土壌地区

付表-1 地域別土壌

土 壌 S Z S P S R			ポドゾル化土壌		褐 色 森 林 土			
			腐植型湿性群 （主に P _{w(h)} Ⅲ型）	乾 性 群 （P _d Ⅲ型 P _d Ⅱ型 P _d Ⅰ型）	乾 性 群 （主 に B _d 型）	過潤性群 （ B _d 型 ）	湿 性 群 （主 に B _e 型）	未熟土群 （E _r 型 I _m 型）
I	1		1 1 2 5.5	1 1 5.0		3 9 1.5	1 4.5	
	2		9 3 0.5	6 1.5		3 7 6.0	2 4.0	
	計		2 0 5 6.0	1 7 6.5		7 6 7.5	3 8.5	
II	A	1		6 3.0	1 1.5	4 6 1.0	4 1.5	
		2		1 0 5.5	9.5	6 6 1.5	3 0.0	
		3		1 8 7.0	5 2.5	1,0 6 1.5	1 0 9.5	
		小計		3 5 5.5	7 3.5	2,1 8 4.0	1 8 1.0	
	B	1			2 0 6.0	7 2 2.0	6 7.0	2.0
		2		2.0	1 6 5.0	7 3 2.0	5 3.0	2 0.5
		3			1 9 7.0	8 1 2.5	4 3.5	
		4			1 3 2.5	1,1 7 4.5	1 5 2.0	1 1.5
		5			1 7 3.0	9 2 6.0	8 3.0	2 5.5
		小計		2.0	8 7 3.5	4,3 6 7.0	3 9 8.5	5 9.5
	C	1			4 6.5	9 3.5	6.5	5 0 4.0
		2			2 6.0	1 5 2.0	6.5	4 2 2.5
		3			6.0	1 3 0.5		4 6 8.0
		4			3 5.5	2 6 6.5	3 7.0	3 8 3.0
		5			1 5.5	2 9 9.5	1 7.5	4 3 1.0
		小計			1 2 9.5	9 4 2.0	6 7.5	2,2 0 8.5
	計			3 5 7.5	1 0 7 6.5	7,4 9 3.0	6 4 7.0	2,2 6 8.0

以下省略

S Z 土壌帯 S P 土壌地域 S R 土壌地区

※ 農耕地土壌

-218-

分 布 面 積 (ha)

黒色土壌 (B _{cl} 型)	※ 黄 褐 色 土 壌	※ 灰 褐 色 土 壌 お よ び 灰色土壌	※ 強グライ 土 壌	※ 人工未熟 土 壌	岩 石 地 お よ び 砂 礫 地	市 街 地	計
					2.5		1 6 4 9.0
							1 3 9 2.0
					2.5		3 0 4 1.0
					1 0.0		5 8 7.0
					2 9.0		8 3 5.5
					4 9.5		1 4 6 0.0
					8 8.5		2 8 8 2.5
2.5					1 6.5		1 0 1 6.0
7.5					1.5		9 8 1.5
1.0					5.5		1 0 5 9.5
2.5					1 9.0		1 4 9 2.0
5 2.0					3 1.5		1 2 9 1.0
6 5.5					7 4.0		5 8 4 0.0
1 6 4.0	5 4.0				1.5		8 7 0.0
1 2.5	7.0	1 0.5					6 3 7.0
					7.0		6 1 1.5
1.0	5.0				1 9.0		7 4 7.0
	3.5						7 6 7.0
1 7 7.5	6 9.5	1 0.5			2 7.5		3 6 3 2.5
2 4 3.0	6 9.5	1 0.5			1 9 0.0		1 2 3 5 5.0

-219-

付表-2 地域別土壌分

土 壤 S Z S P S R			ポドゾル化土壌		褐 色 森 林 土			
			腐植型湿性群 (主に P _w (h)Ⅲ 型)	乾 性 群 (P _d Ⅲ型 P _d Ⅱ型 P _d Ⅰ型)	乾 性 群 (主 に) (B _s 型)	通潤性群 (B _d 型)	湿 性 群 (主 に) (B _e 型)	未熟土群 (E _r 型) (I _m 型)
I	1		6 8.3	7.0		2 3.7	0.9	
	2		6 6.9	4.4		2 7.0	1.7	
	計		6 7.6	5.8		2 5.2	1.3	
II	A	1		1 0.7	2.0	7 8.5	7.1	
		2		1 2.6	1.1	7 9.2	3.6	
		3		1 2.8	3.6	7 2.7	7.5	
		小計		1 2.3	2.5	7 5.8	6.3	
	B	1			2 0.3	7 1.1	6.6	0.2
		2		0.2	1 6.8	7 4.6	5.4	2.1
		3			1 8.6	7 6.7	4.1	
		4			8.9	7 8.7	1 0.2	0.8
		5			1 3.4	7 1.8	6.4	2.0
		小計		+	1 5.0	7 4.8	6.8	1.0
	C	1			5.3	1 0.7	0.7	5 8.0
		2			4.1	2 3.9	1.0	6 6.3
		3			1.0	2 1.3		7 6.6
		4			4.8	3 5.7	5.0	5 1.3
		5			2.0	3 9.0	2.3	5 6.2
		小計			3.6	2 5.9	1.9	6 0.8
	計			2.9	8.7	6 0.6	5.2	1 8.4

以下省略

S Z 土壌帯 S P 土壌地域 S R 土壌地区

※ 農耕地土壌

布面積比率(%)

黒色土壌 (B _l 型)	※ 黄褐色 土 壌	※ 灰褐色 土 壌 および 灰色土壌	※ 強グライ 土 壌	※ 人工未熟 土 壌	岩石地 および 砂礫地	市街地	計
					0.1		1 0 0.0
							1 0 0.0
					0.1		1 0 0.0
					1.7		1 0 0.0
					3.5		1 0 0.0
					3.4		1 0 0.0
					3.1		1 0 0.0
0.2					1.6		1 0 0.0
0.8					0.1		1 0 0.0
0.1					0.5		1 0 0.0
0.1					1.3		1 0 0.0
4.0					2.4		1 0 0.0
1.1					1.3		1 0 0.0
1 8.9	6.2				0.2		1 0 0.0
2.0	1.1	1.6					1 0 0.0
					1.1		1 0 0.0
+	0.7				2.5		1 0 0.0
	0.5						1 0 0.0
4.9	1.9	0.2			0.8		1 0 0.0
2.0	0.6	0.1			1.5		1 0 0.0

耕地等に対する防風保安林
の造成法

耕地等に対する防風保安林の造成法

I 試験担当者

北海道支場経営部防災研究室 増田 久夫
" 工藤 哲也^{*1}
(現林業試験場防災部防災第1研究室)
" 吉武 孝^{*2}
(現林業試験場防災部気象研究室)
北見営林支局治山林道課 高橋 光治
(元北見営林支局斜里営林署管理官)

II 試験目的

北見営林支局管内の斜里、小清水地方には、北海道開拓当初から内陸の農耕地を保護するための防風林が設定され、明治44年以降は防風保安林の指定をうけ現在に至るまで保存維持されている。

今日では、その延長は180km、面積1,430ha余りにおよび、保護効果の受益面積は12,000ha以上になっている。設定当初の防風林は現在の数倍あったものと記録され、幅員も180mと指定されていたが、太平洋戦争後の社会情勢の変化に伴い、防風林の一部農地への転用などにより伐採され、幅員は縮小されて現在では18~180mの数種類となっている。

この地域は広範囲にわたってカムイヌプリ岳、摩周岳、斜里岳等の火山灰層が分布しており、この火山灰は軽しように風食をうけやすく、これまでに何度か激しい風食被害をうけていることから、強風を抑制する防風林の存在意義は大きいといえる。しかし、これまで地元産業に対する森林の効用を十分説明しうる具体的資料に乏しく、今後、保安林の造成、更新にあたって地元の理解と協力を得る目的から、北見営林支局と共同で総合的調査を実施した。

*1. 昭和52年4月試験開始から昭和54年8月まで

*2. " 昭和56年4月まで

Ⅱ 試験の経過と得られた成果

1. 防風林の現況

北見営林支局管内における営林署別内陸防風保安林の現況は表-1のとおりで、小清水営林

表-1 北見営林支局管内防風保安林の現況

1) 内陸防風保安林内訳

署 名	市 町 村 名	林 帯 巾 m	総 延 長 km	面 積 ha		
				天然林	人工林	計
斜 里	斜 里 町	12	29.1	124	88	212
		110	2.2	22	12	34
		180	6.2	112	—	112
		計	37.5	258	100	358
清 里	清 里 町	72	34.5	104	147	251
		計	34.5	104	147	251
小 清 水	小 清 水 町	36	2.7	7	3	10
		72	57.3	233	193	426
		180	3.8	68	—	68
		計	63.8	308	196	504
網 走	網 走 市	18	3.3	—	6	6
		36	15.2	14	39	53
		72	7.6	48	21	69
		180	0.5	9	—	9
	計		26.6	71	66	137
北 見	常 呂 町	72	19.8	56	93	149
		180	2.4	18	18	36
		計	22.2	74	111	185
合 計	合 計	18	3.3	—	6	6
		36	17.9	21	42	63
		72	148.3	565	542	1,107
		110	2.2	22	12	34
		180	12.9	207	18	225
			184.6	815	620	1,435

2) 天然林、人工林別、樹種別署別面積内訳

(ha)

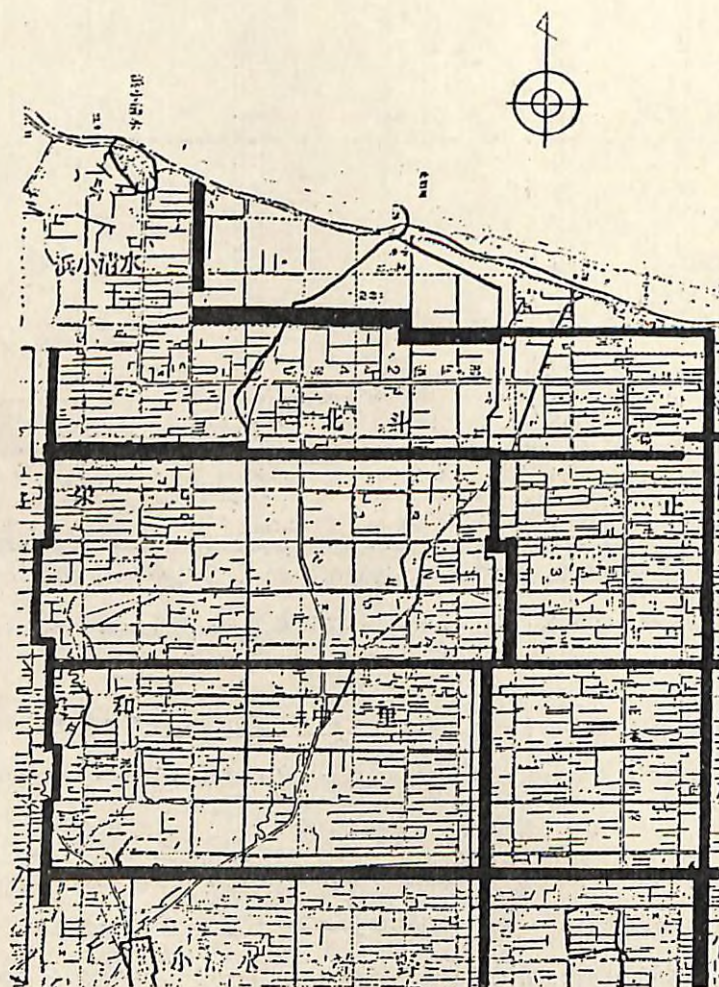
人天別樹種	斜 里	清 里	小 清 水	網 走	北 見	計
カ ラ マ ツ	54	91	149	24	42	360
ト ド マ ツ	6	13	26	37	34	116
アカエゾマツ	—	3	1	—	10	14
ト ー ヒ	—	6	12	—	—	18
N 計	60	113	188	61	86	508
ミ ズ ナ ラ	3	19	—	—	—	22
カ ン バ	—	—	2	—	—	2
ハ ン ノ キ	10	3	—	2	—	15
ヤ チ ダ モ	27	12	6	3	25	73
L 計	40	34	8	5	25	112
人 工 林 計	100	147	196	66	111	620
天 然 林 計	258	104	308	71	74	815
合 計	358	251	504	137	185	1,435

署管内のものが林帯総延長、面積ともに最も多く、同支局管内の内陸防風保安林の35%を占めている。また、天然林・人工林の別では天然林が61.1%、人工林は38.9%と天然林の方の比率が高い。

林帯幅は、設定当初180mであったものが、現在では18m幅が3.3km、36m幅が2.7km、72m幅が5.7kmとなっており、180m幅の林帯は3.8kmと設定当時の姿を残しているのは僅かで、大部分は72m以下となっている。

一方、この地域では国有林の防風保安林のほかに、各農家が必要に応じて農地の境界あるいは農地内に造成した1～3列の耕地防風林（主としてカラマツ）が多様な形で配置されている。

小清水における防風保安林と耕地防風林の現況の一部を示すと図-1のとおりである。



図一 小清水営林署管内の防風林の配置

(注) 図中黒の太線は国有防風保安林を、また、
無数の細線は農家所有の耕地防風林を示す。

2. 調査項目と調査場所

試験を実施するに当たり、全体計画の一環として、北見営林支局との間で主として現地で行う調査項目及び年度別の実施計画、分担等について協議を行い、その結果全期間を通じ現地で実施する調査項目は次の8項目とすることを申し合せた。

- (1) 地域内の風の実態調査
- (2) 林帯幅の相違による防風効果
- (3) 林型と防風効果
- (4) 天然林と人工林の防風効果の違い
- (5) 風食の実態と飛砂量の測定
- (6) 風食防止法の検討
- (7) 被陰等に伴う諸問題
- (8) 農作物の収量

これらの調査項目については、1回の調査日数が短かったり、気象条件にはばまれたり、風食のように全期間を通じ調査の機会が得られなかったなどの理由で、実際に調査を行った内容は表一2のとおりである。

調査場所は北見支局管内で防風保安林、耕地防風林ともに配置密度が最も高い小清水営林署管内の平野部全域を対象とした。

表一2 現地調査の実施経過と分担

調 査 項 目	調 査 年 度				分 担
	5 2	5 3	5 4	5 5	
地域内の風の実態調査	○	○	○		林 試・北 見 支 局
林帯幅・林型と防風効果	○	○	○	○	〃
林帯前後の気温分布		○			〃
林帯前後の作況調査		○			〃
観測林帯の林況調査		○	○	○	北 見 支 局
防風保安林隣接地現況		○			〃
日影部分の日射量調査			○		林 試
林帯前後の土じょう水分調査			○	○	林 試・北 見 支 局
風食の実態				○	北 見 支 局

3. 地域内の風の実態

調査地内の小清水町には気象庁所管の小清水農業気象観測所があって、風向、風速の観測を実施しているが、この観測点1カ所の資料では、複層する防風保安林や耕地防風林の影響をうける地域内の風の動態を解析することは困難なので、初年度の昭和52年7月から管内10ヶ所に風の観測点を設け通年観測を開始した。この観測は昭和54年10月まで継続した。

(1) 測点の選定と測器の設置

測点は図-2に示すように、防風保安林で区切られた区画内のほぼ中央付近に1カ所宛、合計10カ所を選定した。

測器の種類は、測点№5、№7の2カ所に3カ月捲長期自記風向風速計、測点№13にはプロペラ型自記風向風速計(1カ月捲)を、また残りの測点№4、№6、№9、№11、№12、№14、№15にはそれぞれ3杯型風程式風速計(1電接100m風程式のを3,000m風程に改装)を設置し、電接信号の記録は42日捲自記電接計数器を用いた。記録紙の交換、日常の点検は現地の小清水営林署に依頼した。

(2) 調査結果

風向および風速観測の結果は、測器のトラブル等によって、全観測点のデーターが完全に揃うことは少なかったが、風向についてみると、表土の転流、飛砂の開始風速といわれる4~5m/sの風速の発現は、ほとんどS~SSWの風向に多く、春季ばかりでなく年間を通じてこの傾向が強かった。全観測点のデーターが完全に揃ったのは、調査期間全体を通じS寄りの風が12日、N寄りの風では7日であった、S・Nの風向別日平均風速分布の代表的パターンを図-3、図-4に示す。図-3はS寄りの風が吹いた日の例であるが、強風帯は地域中央部測点№11、№6、№15を結ぶ幅約1.5kmの南西から北東方向へ延びる弱風帯を挟んで南・北両側にそれぞれあって、風下側となる北側の強風帯の方が風上側より風速が強いことがある。S風11回の全平均風速による分布を示すと図-5のとおりである。図-3の日平均風速の例と極めて近似したパターンで、この両図からS風時の風速分布状況が一応理解することができる。

次にN風のときについてみると、図-6に示されるように、北西から南東方向に向って地域の中心部に向け風が収束する傾向がみられる。風速は、風下側に向って比較的規則正しく減速し、測点№12から№5、№9に向って漸減している。しかし、このライン上では風が防風林帯の影響を受ける割合が他より大きく、それだけ減速の度合いが大きいと考えられるにもかかわらず、強風帯は内陸深く押し込まれた形となっている。このことは、地域全体の防

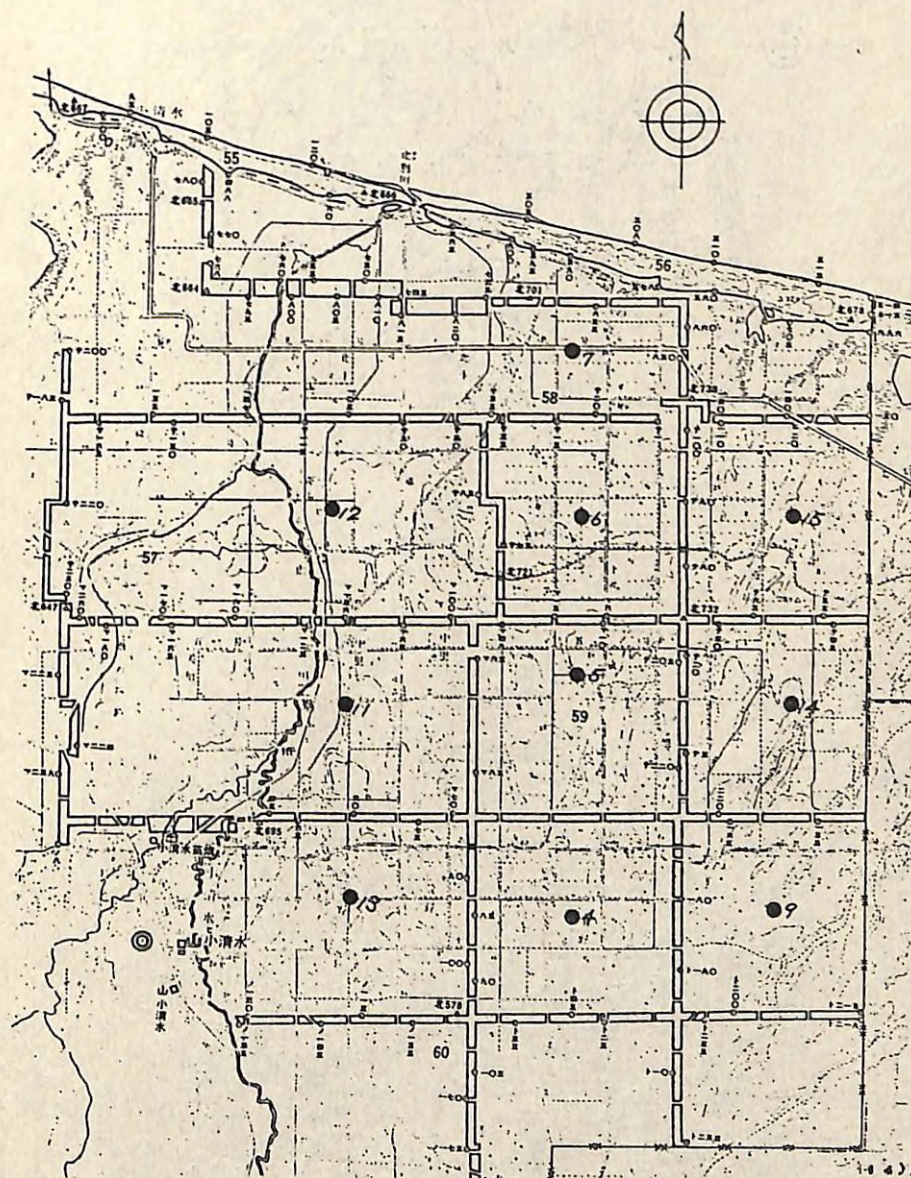


図-2 測点の位置

注) ◎農業気象観測所

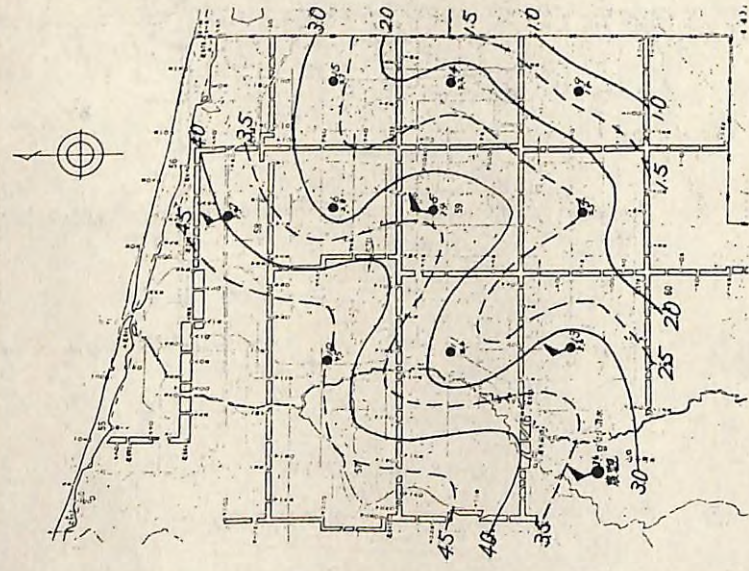


図-4 北風の日の風速分布例 (S54.4.1.3)
単位 (m/s)

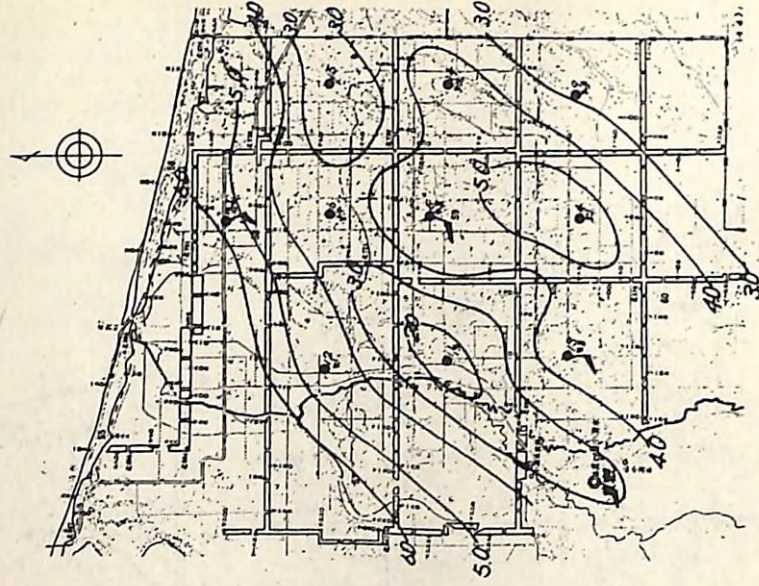


図-3 南風の日の風速分布例 (S54.4.1.4)
単位 (m/s)

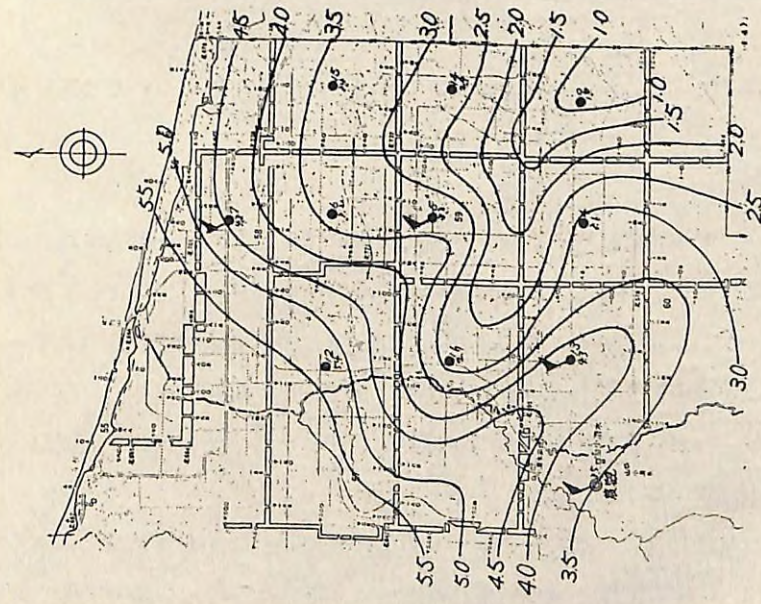


図-6 平均風速分布図 (北風7回の平均)
(m/s)

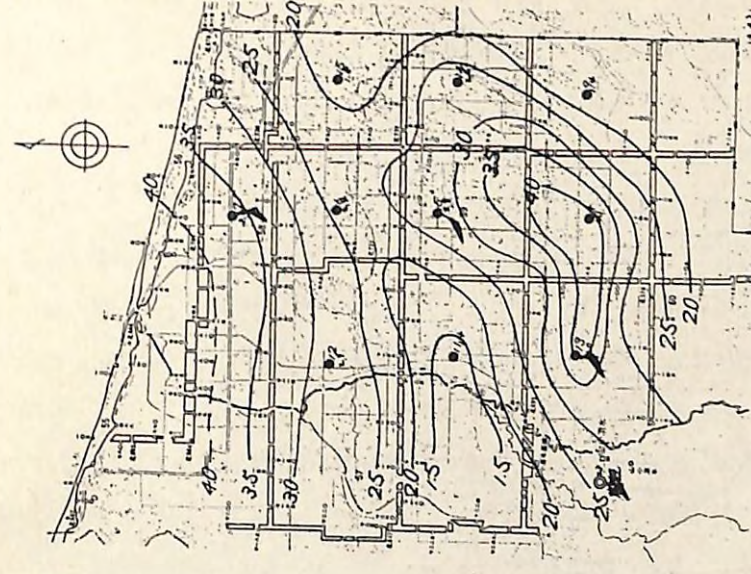


図-5 平均風速分布図 (南風11回の平均)
単位 (m/s)

風保安林の配置からみて、北西方向の浜小清水付近の林帯のない部分から吹き込む風が、耕地防風林のほとんど存在しない測定 $\#12$ 付近の空間地で収束をはじめ、それが地域中心部に向って侵入するためと思う。このことは風速分布曲線の形にも影響し、防風保安林の少い、オホーツク海側からのN風時、曲線の蛇行が顕著にみられる。これの理由も上に述べたと同様、防風保安林の配置密度の差に起因するもので、西部地域の測定 $\#12$ 、 $\#11$ 、 $\#13$ 、のブロックでは、東西方向の防風保安林の中間に東部地域にみられるような南北方向の林帯がなく、空間地面積が広いから、ここでは吹き込む風は内陸深く侵入しやすく、一方、 $\#7$ 、 $\#6$ 、 $\#14$ では縦横の複層林帯の影響で風速の減速度合が大きい。結局、強風帯と弱風帯が互いに隣接していることから分布曲線が蛇行を示すものといえる。

この調査の結果、防風保安林の風下側では着実に風速が減衰すること、また、減衰の程度は防風保安林の配置密度と関係が深いことなどが明らかとなり、防風保安林は地域の風速緩和に十分寄与しているとの評価を得たといえる。

4. 林帯幅・林型と防風効果

小清水営林署管内の防風保安林は、林帯幅 180m 、 72m 、 36m の3種類現存するが、防風効果を判定するための林帯前後の風速分布測定はこれらのすべてを対象とした。なお、 18m 幅の林帯は網走営林署管内 134 林班の広葉樹林(トドマツ樹下植栽)、及びカラマツ林を対象に、計4種類の林帯幅について行った。また、樹種構成としては、針葉樹人工林、広葉樹天然林、林型は標準的な \square 型、凸型のもの \cap のもの及び上層と下層の2段林になった林分を選定した。

対象林分の位置は図-7に、また林況並びに風速測定の日時等については表-3に示した。測定林分の林相は図-8~12のとおりである。

(1) 測定方法

防風林の防風効果の判定には、普通、林帯風上側に標準点を置き、樹高倍数点に設けた比較測点の一定時間内の平均風速と同時間内の標準点の平均風速の比を算出し、標準点風速に対する $\%$ で示すが、本調査でもその方法によった。測点数は普通標準点を含め数~10数点とる。標準点は1例を除き風上側 $10H$ (樹高 $H \times 10$)とし、比較測点は林帯風上側に樹高の $5H$ 、 $3H$ 、 $0H$ (林帯前縁)林内中央、風下側は $0H$ (林帯後縁)、 $3H$ 、 $5H$ 、 $10H$ 、 $15H$ 、 $20H$ の11点とした。

現地における風速測定は、昭和52年10月26日に行った 180m 林帯のとき(表-3の測定①)には、標準点に理工研型小型ロビンソン風速計と毎分60 $\%$ の早送り記録計を用

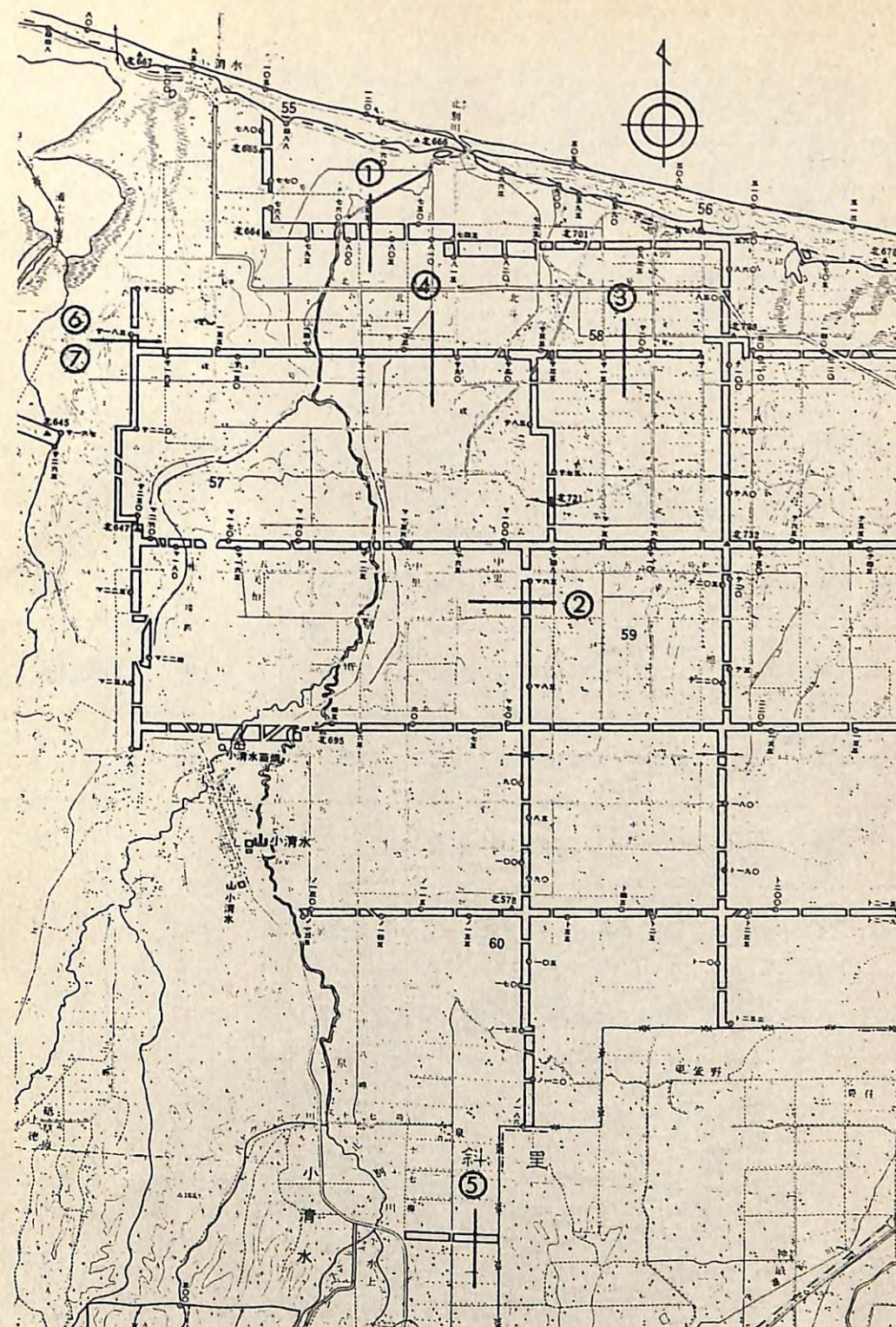


図-7-1 風速観測を行った林帯の位置(小清水営林署管内)

表-3 防風保安林前後の風速分布

測定 番号	調査年月日	測定時間	林			
			林 班	林帯方向	林 帯 幅 (m)	平 均 高 (m)
1	5 2.1 0.2 6	14:00~15:03	58・あ・い	E~W	180	17.4 下層4.3
2	5 3. 5.3 1	13:21~13:57	59・へ・せ	N~S	72 E側 36 W側 36	18.0 4.0
3	5 3. 6. 1	11:22~12:02 13:30~14:12	58・れ そ	E~W	72 N側 24 S側 48	7.5 19.6
4	5 3. 6. 6	12:00~12:42 13:12~13:52	58・む	E~W	72	17.9 下層6.5
5	5 3. 6. 8	10:48~11:32 12:51~13:30 14:12~14:52	59・つ	E~W	72	18.0 両側2.0
6	5 4. 5. 9	12:07~12:46	57・とき	N~S	36 E側 18 W側 18	21.4 6.4
7	5 4. 5.1 0	10:21~11:06	57・とき	"	"	"
8	5 5.1 0.1 5	13:07~13:43	網走 134・と	ENE~WSW	18	14.1 樹下植栽 トドマツ 4.0
9	5 5.1 0.1 5	14:07~14:53	網走 134・は	ENE~WSW	18	7.0

調査日時と調査林分の林況

況					樹種	測定時 の風向	林帯への 吹込角度 (°)	天 気
樹高階別本数 (%)								
< 5 m	6~10	11~15	16~20	21<				
4 6.5	2 0.8	9.9	1 5.8	6.9	ヤチダモ, ハンノキ, ヤナギ, カシワ等広葉樹	N~NE	90~45	◎
×	×	×	×	×	ヤチダモ, シラカンバ, カシワ, カラマツ (S47植)	NNW~NNE	22.5	◎ 時々●
7 0.0 1 6.1	3 0.0 3.2	— 3.2	— 6 4.5	— 1 2.9	カラマツ (S41植) ヨーロッパトウヒ (T15植)	N	90	●強
2 5.9	3 5.5	1 9.4	4.8	1 4.5	ヤチダモ (S5植)	N~NW	90~45	①
×	×	×	×	×	ミズナラ, ヤマナナラシ, シラカンバ, 両林縁各5m イボタ, サクラの低木	S~SW	90~45	①後◎
1 1.1 2 8.6	2 7.8 7 1.4	1 1.1 —	5.6 —	4 4.4 —	カラマツ (T12植) カラマツ (S44植)	ESE~SSE ~S~SSW	77.5~22.5 ~22.5	◎
〃	〃	〃	〃	〃	〃 〃	NNE~NE~ ~E	22.5~45~ ~90	◎
6 3.0	7.4	1 8.5	1 1.1	—	ハンノキ, オヒヨウニレ, サワシバ, トドマツ (樹下 植栽)	NNW~N~ ~NNE	90~77.5~ ~45	◎
2 5.9	7 4.1	—	—	—	カラマツ (S42植)	NE~E~NN E~calm	22.5~22.5 ~45~calm	◎

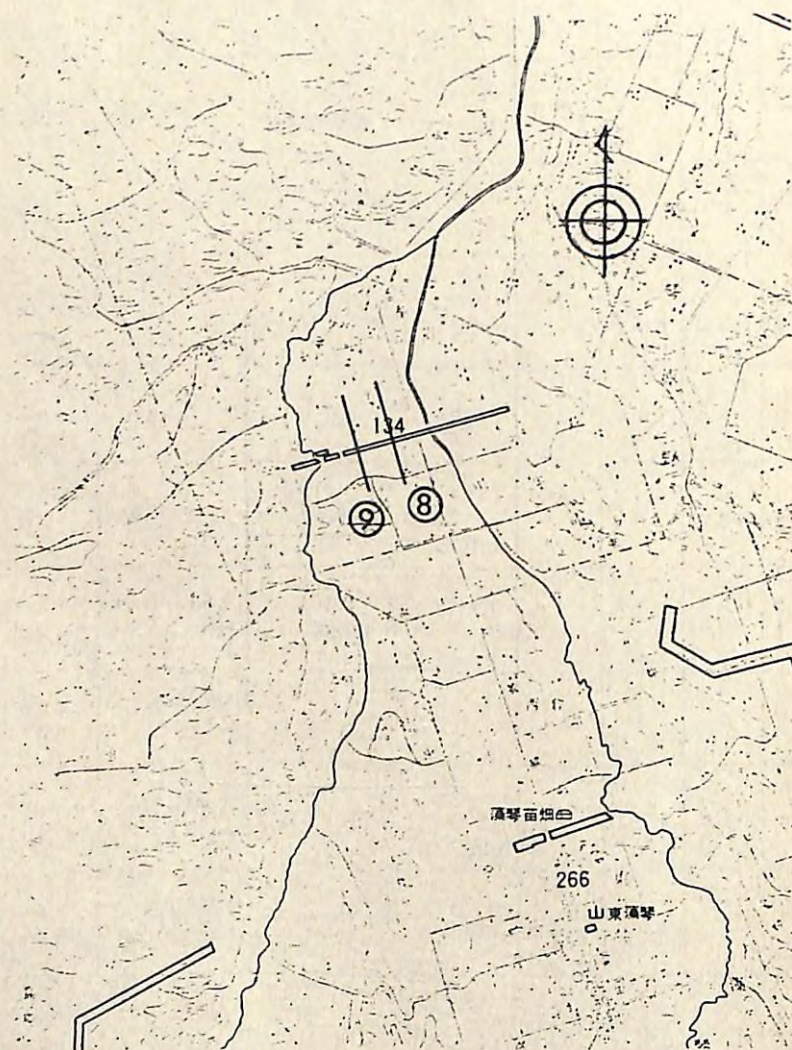


図-7-2 風速観測を行った林帯の位置(網走営林署管内)

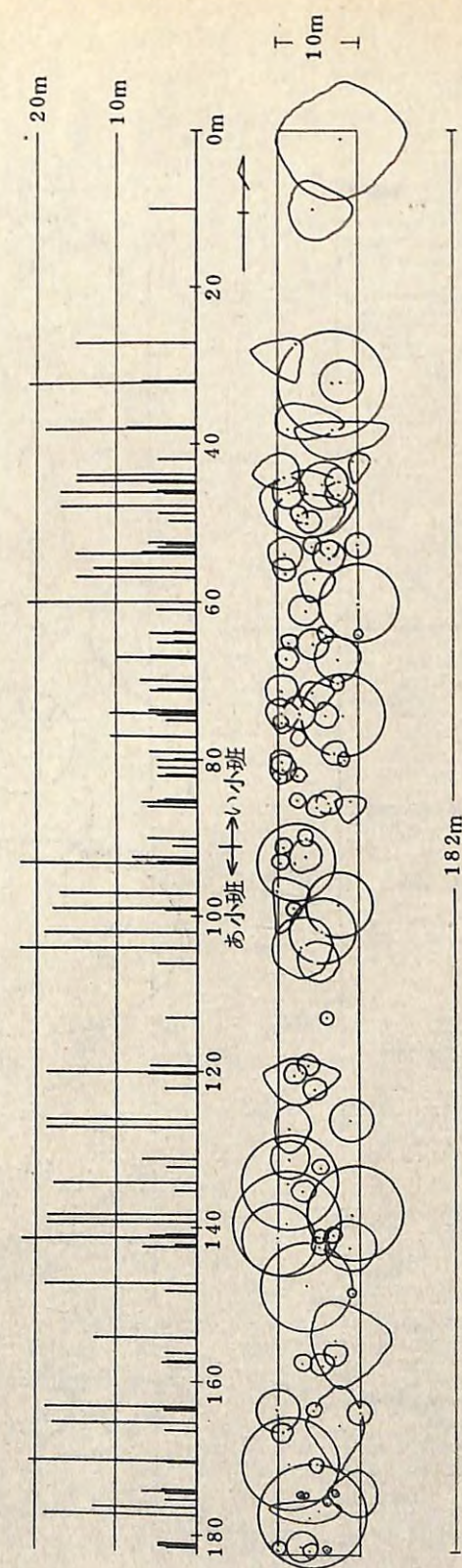
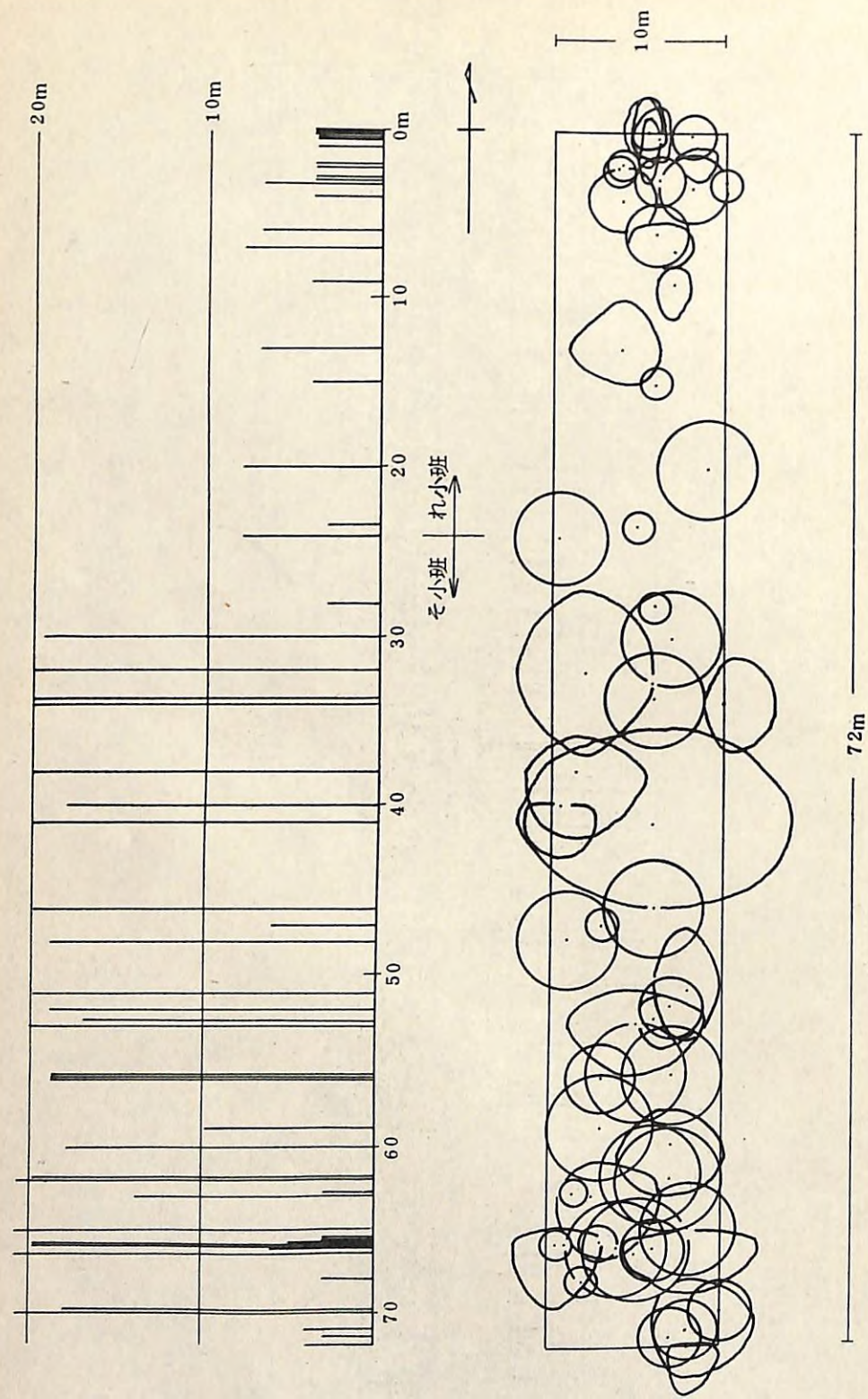
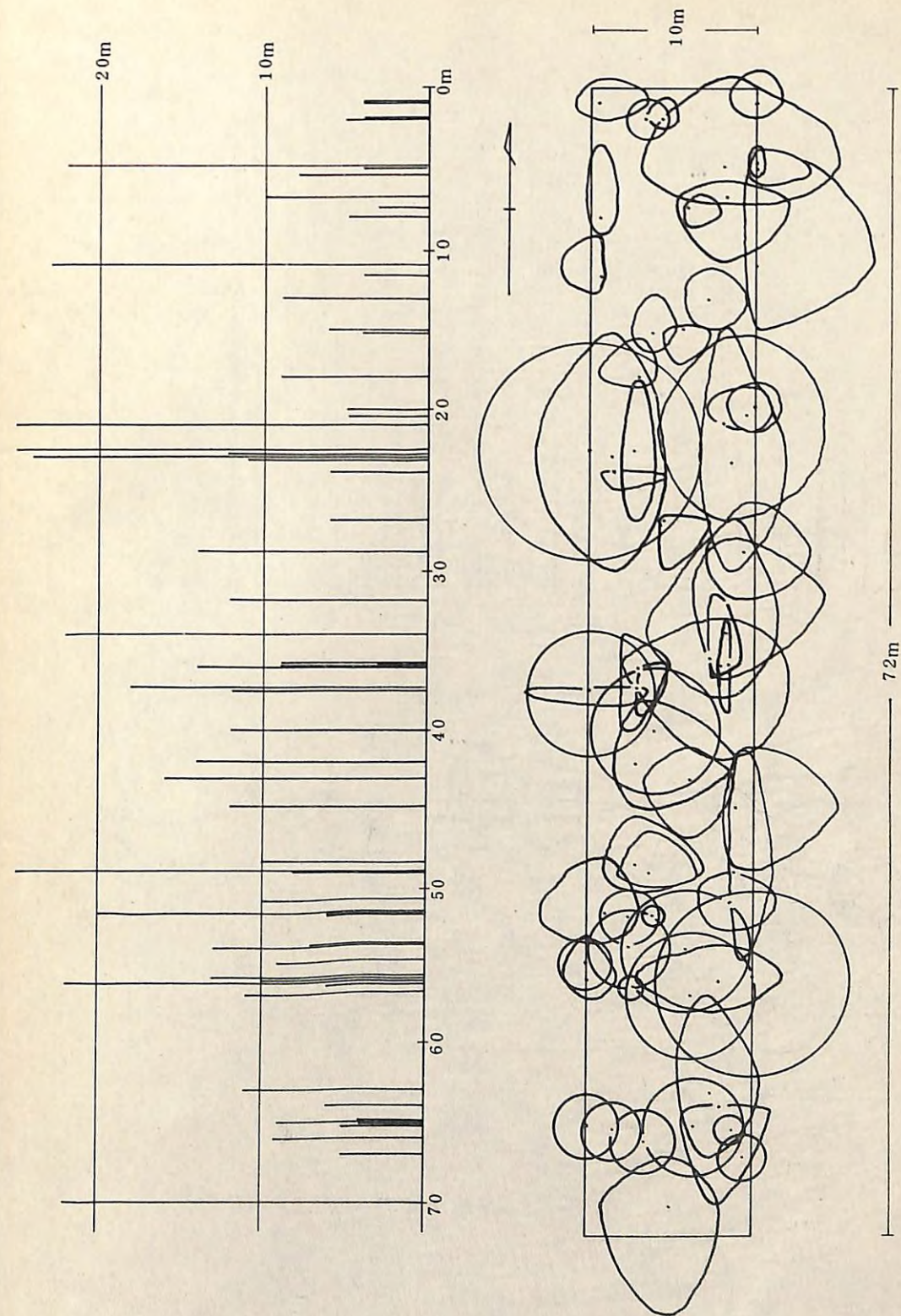


図-8 58林班あ・い小班林相図(北見営林支局調査)



図一 9 58 林班れ・そ小班林相図 (北見管林支局調査)



図一 10 58 林班む小班林相図 (北見管林支局調査)

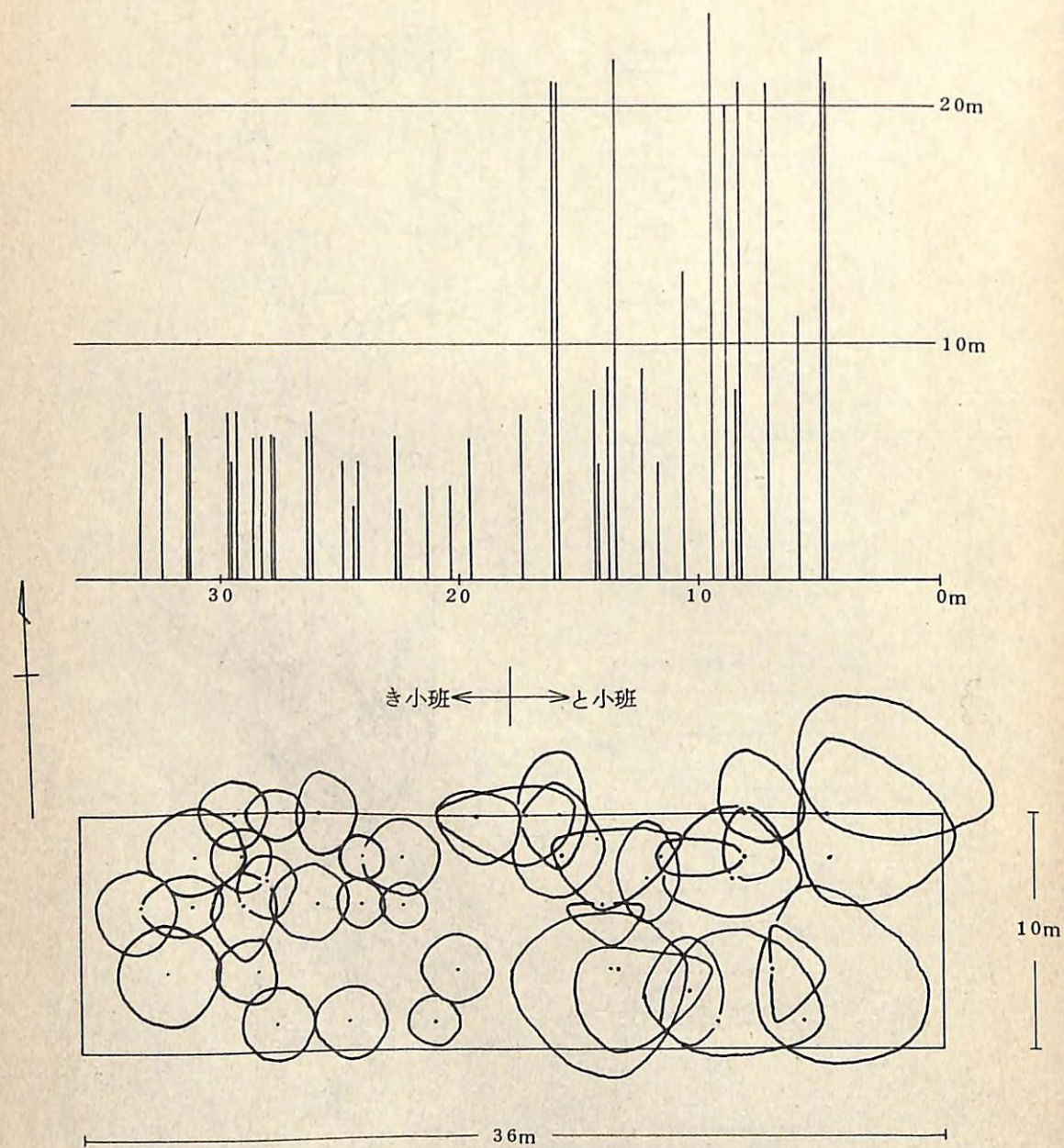


図-1 1 5 7 林班き・と小班林相図(北見営林支局調査)

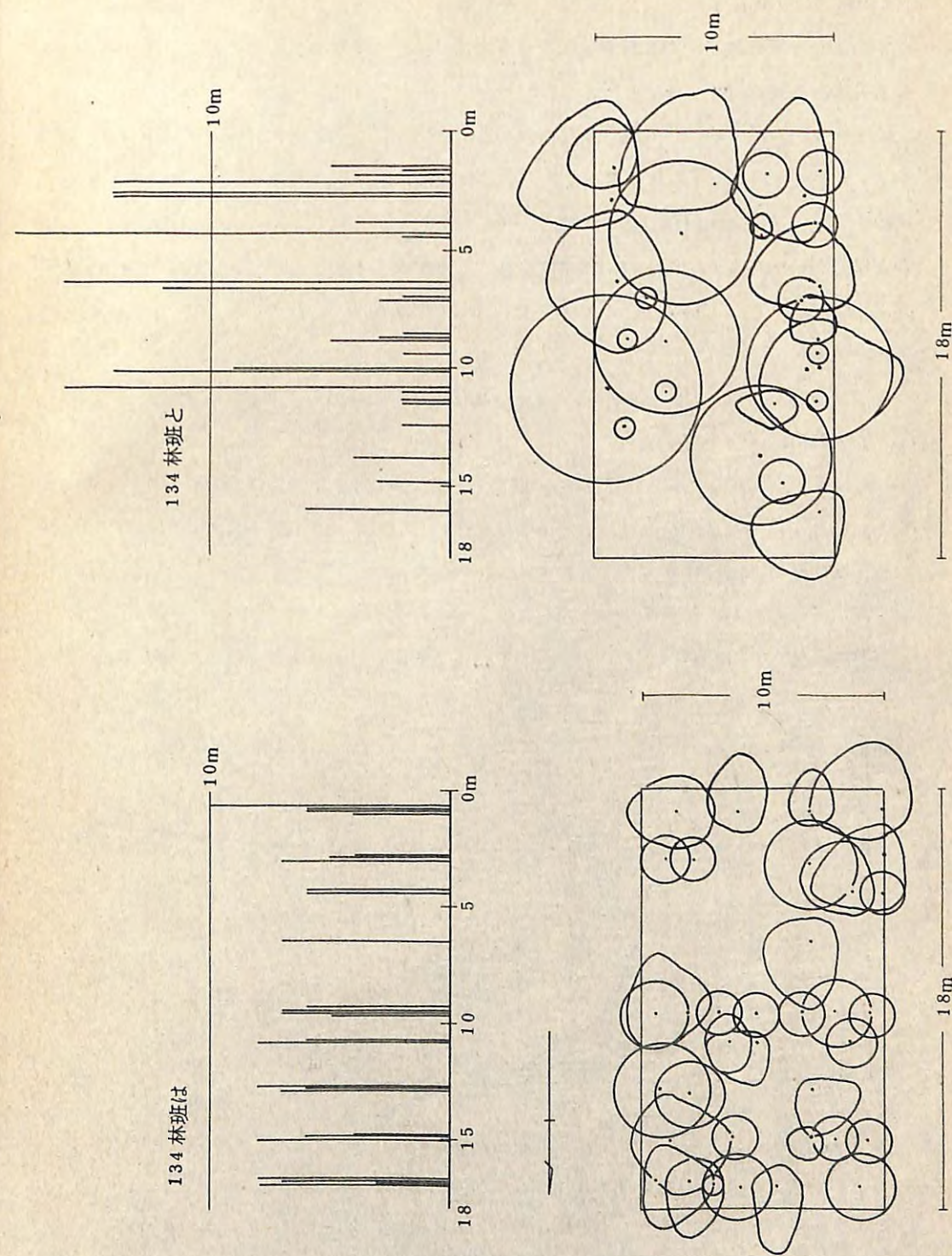


図-1 2 網走134林班は・と小班林相図(北見営林支局調査)

いて測定開始から終了までの全時間の風速を記録し、他の比較測点は3人で交互に移転しながら1回10分間宛測定し、これを3回くりかえして、3回の平均値をその測点の平均風速として扱った。測定高は1.5 mとした。

風速測定を容易にし、かつ測定精度を高めるため風速計から発信されるパルス信号を、磁気カセットテープレコーダーに収録、集積回路で構成した水晶発振式のタイマーを開発したので、昭和53年以降の風速測定は、すべてこの新しい方法によった。新測定法の開発によって現地調査は僅か2~3人で全測点の同時測定を行うことができるようになった。なお、風速の測定高は畑作物が主として根菜類、ムギ等で丈が低いので80 cmとした。

(2) 測定結果

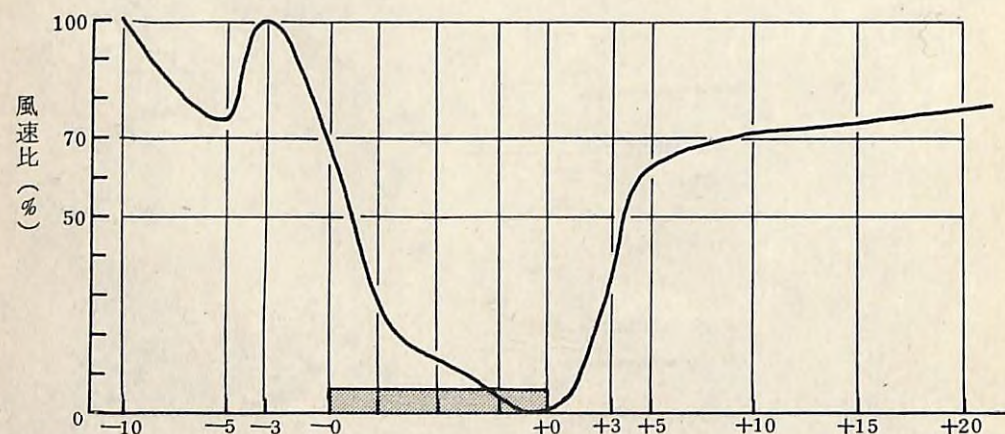
全期間を通じて行った防風林帯前後の風速分布測定結果は次のとおりである。

① 58林班あ・い小班

昭和52年10月26日に風速測定を行ったこの林帯は、現地で数少なくなった180 m幅の広葉樹天然林で、図-8にみられるように、林帯幅は広いが立木密度が割合に疎であるため、風は林帯のかなり後方まで侵入する。

測定時間内における標準点の平均風速は、2.8 m/sであった。

林帯前後の風速比は図-13のとおりで、風下側20 H点における風速の回復率は77.3%



林縁からの距離 (XH)

5 2.1 0.2 6 1 4 : 0 0 ~ 1 5 : 0 3 N ~ NE, H = 1 7.4 m

小清水営林署 58林班あ・い小班, ヤチダモ, ハンノキ, ヤナギ等, 182 m幅

図-13 防風保安林の防風効果(1)

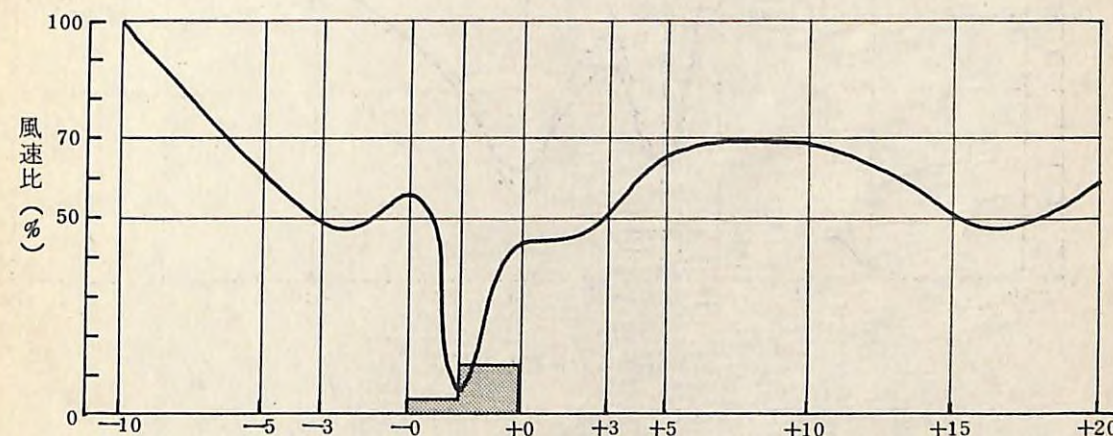
であった。防風林の効果範囲を標準点風速と同風速に回復する位置までと考えるなら、この林帯の防風効果範囲はさらに遠方までおよび、樹高の3.5~4.0倍(600~700 m)点付近まで達するものと考えられる。

防風林による風速の減殺効果機構は極めて複雑で、同じ林帯でも、そのときの風速の強弱、吹き込む角度、樹葉の有無などにより多様に変化するので、一言でその効果範囲を断言することはできないが、今回の測定結果については、一応、過去の多くの報告例とはほぼ同じ傾向の減殺効果を示しているといえる。

② 59林班へ・せ小班

この林帯を対象とした風速測定から、前記のカセットテープレコーダーを用いて風速資料の収録を行った。測定高は農作物の草丈を考慮し地上80 cmの高さとした。また、風向は中浅式風向風速計により随時移動して測定した。

風速比の分布は図-14のとおりであったが、この日は測器設置が終る頃から風向が林帯



林縁からの距離 (XH)

5 3.5 3 1, 1 3 : 2 1 ~ 1 3 : 5 7, NNW ~ NNE, H = 1 8.0 m

小清水営林署 59林班へ・せ小班, ヤチダモ, シラカンバ, カシワ, カラマツ, 72 m幅

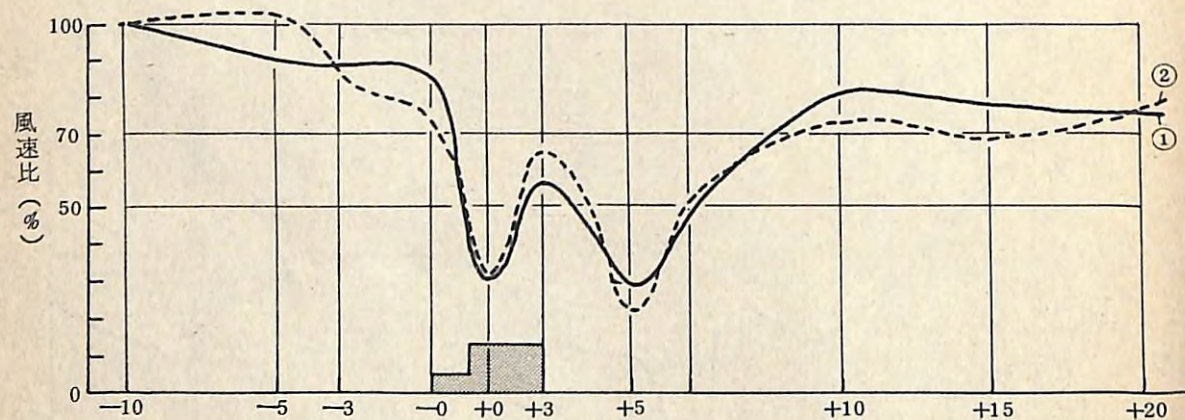
図-14 防風保安林の防風効果(2)

に平行になったため、目的とした防風保安林の直接の風速減殺効果は得られなかった。しかし、防風保安林に直交する高さ10 mの2列植えの耕地防風林の影響により、耕地内の風速は場所によって大きく変動するが明らかに減速されていることがみとめられ、一方向に画一

的に設けた防風林だけの場合に比べ、これと直交する耕地防風林があれば、たとえ幅が狭いものでも相乗作用により耕地内の風速を弱めるといえる点では好結果をもたらしていることが示された。

③ 58林班れ・そ小班

この林帯は南側48mは大正15年植栽のヨーロッパトウヒ、北側24mは昭和41年植栽のカラマツで段型の林型を示している。北側のカラマツ幼齢林の林床は下草類も多く、全体としては下層ほど遮風度の大きい林帯といえる。林帯を中心とした風速比分布測定は、昭和53年6月1日に行った。当日の天気は風雨が激しく、測定時間中の風速は平均7~9m/sであった。また風向はN~NNEで林帯への吹込角度は90~77.5°であって、防風効果測定には適当な条件であった。測定の結果は図-15に示した。この林帯の風上側5H付近



林縁からの距離 (XH)

① 53.6.1 11:22~12:02 N, H=19.6m

② 53.6.1 13:36~14:12 N~NNE

小清水営林署 58林班れ・そ小班(カラマツ・ヨーロッパトウヒ)72m幅

図-15 防風保安林の防風効果(3)

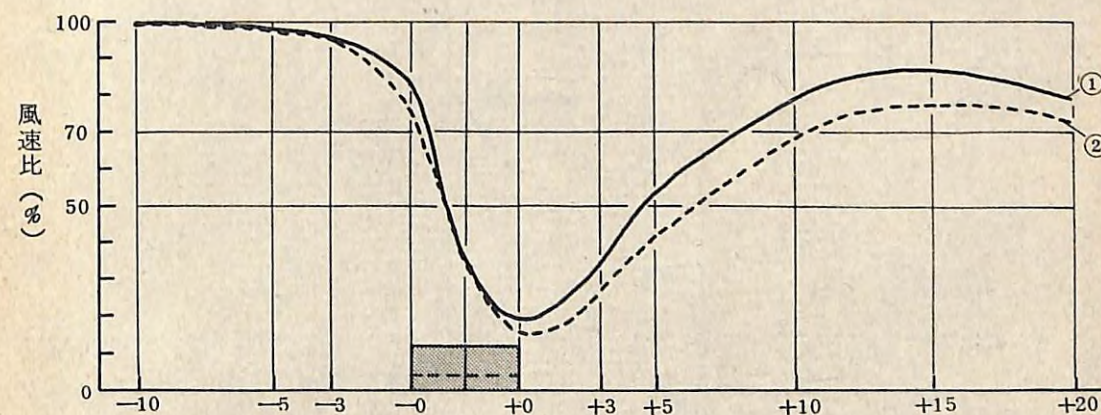
には防風保安林に直交する形で、樹高1m前後のカラマツが列状に植栽され、また、風下側5Hには、これも防風林に直交するシラカンバ、カラマツの混交する耕地防風林(ともに樹高6~8m)が、15H付近まで存在し、5H付近にはさらに防風保安林に平行するカラマツ耕地防風林(8m)が東・西方向に連なっている。

このため、風下側では5H付近から後方では風向の僅かな振幅、林木の揺れによる風の乱

れの影響のため、風速の変動が大きくあらわれた。この防風保安林では後方の風速が標準点の値に復元する位置は30H(600m)あたりと推測される。また、この林帯では林帯後縁で林帯に平行するやゝ強い風が観測された。図-15の風下側0Hにおける風速比が、それを示している。この現象は林帯上層と下層の通風度が異なるため、林冠密度の小さい上層を通過した風が、通過速度の遅い下層の空白部へ巻き込み、流入するためと考えられ、このような林帯では下層の通風度を改善して、通過流を風下側遠くまで延長させるようにすべきと考える。

④ 58林班む小班

この林帯は昭和5年植栽のヤチダモ人工林で樹高は18mあり、また、林帯幅は72mあるが、通風度はかなりよいと考えられる林帯で落葉期には林帯を通して前方の地物等が見える。測定日当日の風向はN~NWで林帯に吹き込む角度は90~45°、標準点風速は3.7~3.9m/sであった。測定は2回行ったが、その結果は図-16のとおり、風速の減衰、上昇傾向が細かい変動を伴わない、良好な曲線を示している。風下側20H付近で風速が低下しているのは、この近くにある防風保安林に直角方向の耕地防風林の影響によるもの



林縁からの距離 (XH)

① 53.6.6 12:00~12:42 N~NW, H=17.9m

② 53.6.6 13:12~13:52 N~NW

小清水営林署 58林班む小班, ヤチダモ72m幅

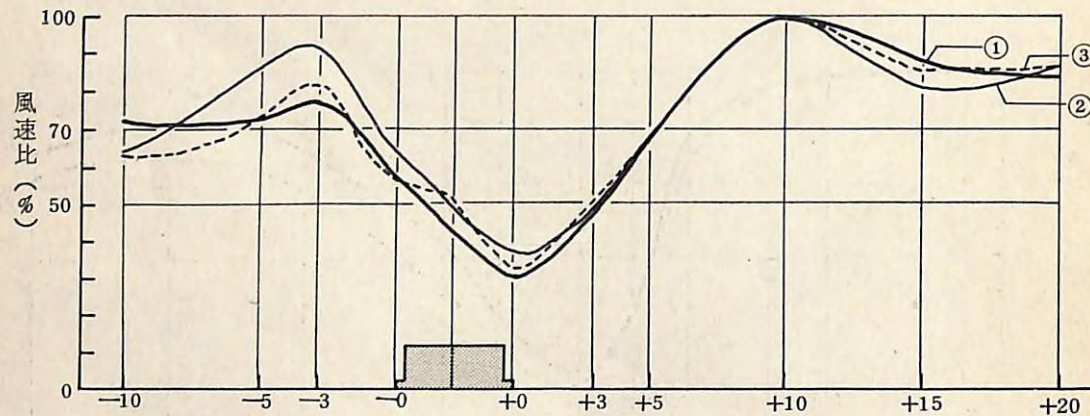
図-16 防風保安林の防風効果(4)

と考える。この林帯には平均樹高 6.5 m の下層木層があり、地表面付近の風速をより減殺する作用をしている。風速の減衰、上昇傾向からみて、一応理想に近い防風林であろうと考えられる。

⑤ 59 林班つ小班

この防風保安林は、小清水営林署管内でもっとも南側山岳寄りにあるもので、この防風保安林の南側には狭い間隔で、平行、直交する多くの耕地防風林がみられる。

風速測定は防風保安林に平行する耕地防風林の切れ目の農道沿いに行った。林帯北側（風下側）は 1.5 H 付近まで平坦な耕地で、7 H 付近に 50 ~ 60 cm のカラマツを列状に植栽した防風樹帯がみられる程度である。この日の風向は S ~ SW であったが、林帯南側（風上側）は上述のように耕地防風林が複層し、風速の変動に起伏のあることが認められる。また、風上側 3 H から林縁までの間は耕地防風林がなく、この付近でもっとも広い空間地（農耕地）であり、測線が農道上で林帯の切れ目であったため、周囲からの風の流れ込みによる強い風が観測されている。図-17 は風上側の風速が弱かったため、最も風速の強かった風下側 1



林縁からの距離 (XH)

- ① 5 8.6.8 10:48 ~ 11:32 S ~ SW, H=18.0 m
- ② 5 8.6.8 12:51 ~ 13:30 S ~ SW
- ③ 5 8.6.8 14:12 ~ 14:52 S ~ WSW

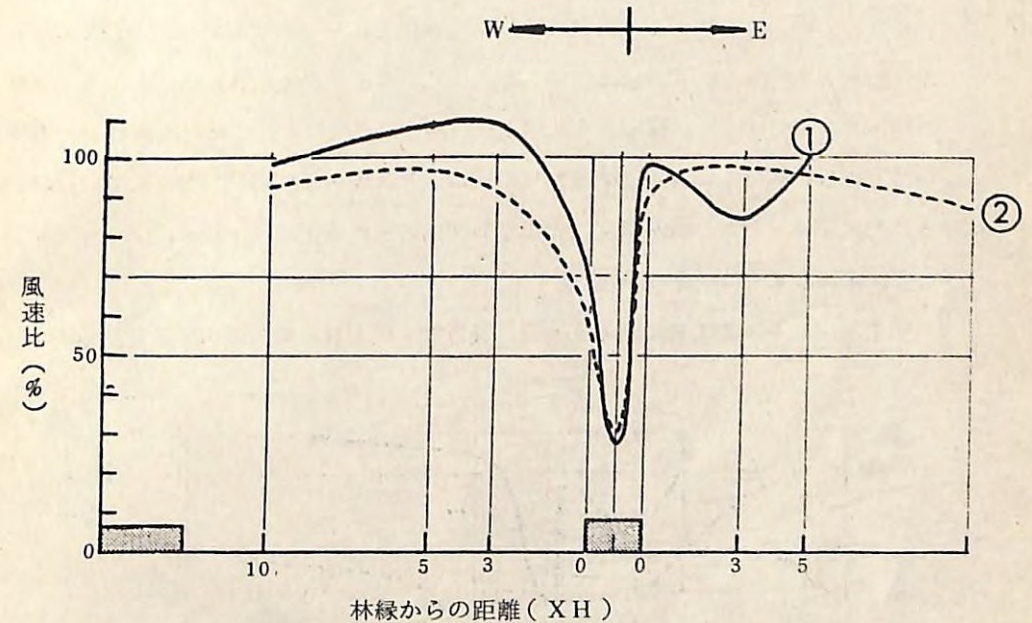
小清水営林署 59 林班つ小班, ミズナラ, ヤマナラシ, シラカンバ等, 72 m 幅

図-17 防風保安林の防風効果(5)

0 H を 100 とした場合の風速比分布を示している。この林帯の防風効果は風上側 3 H 付近で前述のように風速が強いが、風速の減衰、回復の傾向は良好といえる。

⑥⑦ 57 林班き・と小班

図-18 は林帯幅 36 m のカラマツ防風保安林で、林帯の東側 18 m は、大正 12 年植栽で、平均樹高はこれまで調査した林分中最高の 21 m で、昭和 44 年に植栽された西側 18



- ① 5 4.5.9 12:07 ~ 12:46 ESE ~ SSE ~ S ~ SSW, H=21.4 m
- ② 5 4.5.10 10:21 ~ 11:00 NNE ~ NE ~ ENE

小清水営林署 57 林班き・と小班, カラマツ 36 m 幅

図-18 防風保安林の防風効果(6, 7)

m 幅の 6 m の林分と併せ段型の林型となっている。

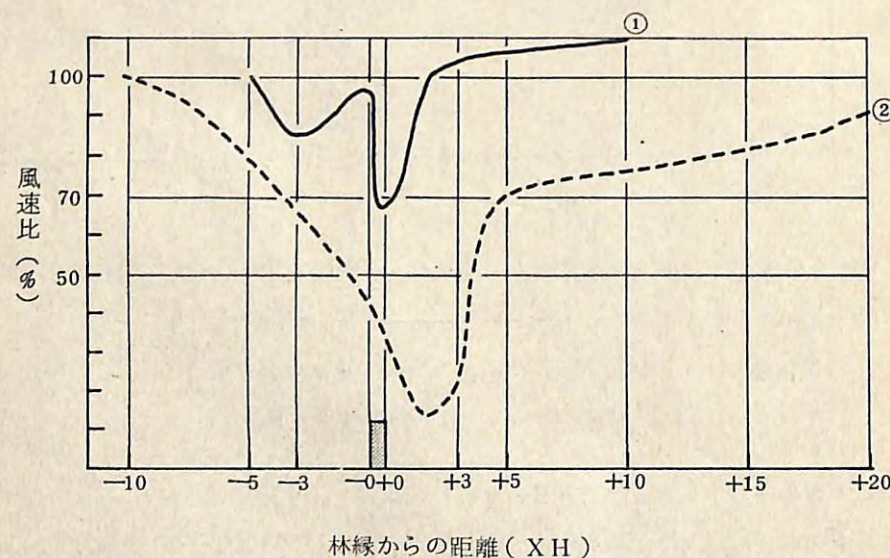
この林分前後の風速分布の測定は、昭和 54 年 5 月と、昭和 55 年 5 月の 2 回計画したが、2 回とも風向が N あるいは S 寄りであるため十分な成果は得られなかった。図-18 に昭和 55 年 5 月 9 日、10 日に行った測定結果を示す。この林帯は主林帯の樹高も高く、通風度は目視観察の結果、さきの 58 班む小班的ヤチダモ人工林と、58 林班れ・そカラマツ・ヨーロッパトウヒの中間程度であり、下層に植栽した樹高の低いカラマツとの相乗作用を考えると、E, W の風に対しては良好な防風効果を示すものと考えられる。

なお、この林帯の西側の地元農家の言によれば、「オホーツク海からのNEの冷風による農地の気温および地温低下を防ぐ効果が顕著である」と、温度環境緩和の面から防風保安林の存在を高く評価している。

⑧⑨ 網走134林班と小班・は小班

北見営林支局管内で最小林帯幅である18mの防風保安林帯は、小清水営林署管内には存在しないので、網走営林署134林班のトドマツを樹下植栽した広葉樹防風保安林と、これに隣接する同じく林帯幅18m、平均樹高7mのカラマツ防風保安林について林帯前後の風速分布調査を行った。と小班は上層を形成している広葉樹天然林の中にトドマツ(樹高4m)を樹下植栽した林帯で目視によると枝下高が高く、空隙の多い疎林で風速減殺能力はあまり期待できない林分といえる。測定当日の風は、NNW~N~NNEで林帯に対し、ほぼ直角に吹き込む風であったが、風速は弱く、測定時間内の平均風速は1.4m/sで防風効果試験にとっては適切な風とはいえなかった。

結果は図-19の実線に示すように、林帯風上側5Hの風速に対する各測点の風速比も、



- ① 5.5:1.0:1.5 13:0.7~13:4.3, ENE~WSW, H=14.1m
 ② 5.5:1.0:1.5 14:0.7~14:5.3, ENE~WSW, H=7.0m
 ① 網走営林署 134林班と小班, ハンノキ, オヒョウニレ, サワシバ, トドマツ等, 18m幅
 ② " " は小班, カラマツ, 18m幅

図-19 防風保安林の防風効果(8, 9)

これまで行ってきた測定結果にくらべると高く、従って現段階では防風効果の小さい林帯といわざるを得ない。

次に、この林帯の東側に隣接するカラマツ人工林(134林班は小班)は、昭和42年植栽で林帯幅は前記と小班と同じ18m、平均樹高は7mで、下枝の枯れ上りもない幼齢林で完全にうっ閉した林帯である。こゝでの測定結果は図-19の点線で示すように、風速比分布曲線の傾向は幅広い防風林の場合に近似し、各測点の風速減殺率についても何ら遜色のない結果となっている。

林帯幅が同じ両者の結果の相違は、樹種、林分構造の違いによるもので、前者のと小班的防風効果は人工的に立木密度を高める施業を加えることによって改善することが可能で、現在樹下植栽されているトドマツの生長に伴って、防風効果はより高まることが予測され、広葉樹林帯へのトドマツの植栽は将来を考慮した適切な施業であるといえる。

(3) 防風保安林の防風効果の評価

全期間を通じて防風保安林前後の風速比調査結果から、それぞれの林帯の防風効果の優劣の評価を試みると表-4のようになる。

表-4 調査林分の防風効果の評価

測定 No	林 班	平 均 林分高 (m)	林 型	風速が50%, 70%に回復する位置				順位
				50%		70%		
				距 離	樹高倍数	距 離	樹高倍数	
1	小清水58・あ・い	17.4		67 ^(m)	3.9 ^(H)	153 ^(m)	8.8 ^(H)	2
2	" 59・へ・せ	18.0		55	3.1	140	7.8	4
3	" 58・れ・そ	19.5		105	5.4	165	8.5	3
				100	5.1	170	8.7	
4	" 58・む	17.9		82	4.6	145	8.1	1
				115	6.4	185	10.3	
5	" 59・つ	18.0		50	2.8	90	5.0	5
				50	2.8	90	5.0	
				50	2.8	90	5.0	
6	" 57・と・き	21.4		×	×	×	×	×
7				×	×	×	×	
8	網走 134・と	14.1		×	×	×	×	×
9	" 134・は	7.0		28	4.0	35	5.0	5

表一4は防風保安林の風下側の風速が、標準点風速の50%, 70%になる位置を林帯風下側林縁からの距離と樹高倍数で示したものであるが、それぞれの林帯は林型、平均林分高が異なるので、同じ距離でも樹高倍数は異なる。樹高倍数値の大きいものほど防風効果が大きいと考えると、今回の調査結果からは、58林班む小班のヤチダモ防風林が最もよいという結果がでたが、2位の58林班あ・い小班180m幅の広葉樹防風保安林、3位58林班のれ・そ小班72m幅カラマツ・ヨーロッパトウヒの針葉樹防風保安林についても大きな差はないということがわかった。従って、この結果から考察すると、58あ・い林帯は、風速の減殺効果のみを期待するのであればこれほどの林帯幅は必要ないと考えられるが、この林帯は、最もオホーツク海岸寄りに存在するため、海からの冷風を遮断する効果にその意義があるといえよう。このことは地元の受益者の発言からも裏付けられている。また、58林班れ・そ小班的針葉樹林帯は上層の林帯幅は実質48mであるが、全層72m幅のヤチダモ林帯と効果範囲はほぼ同じであることから、林帯幅を検討する際の参考となることと思う。

なお、小清水営林署管内の防風保安林の今後の更新については、現在の防風保安林用地が地元民間農地といずれも隣接していることから、現在用地内での更新法を考えざるを得ない。その場合、伐期令と更新のくり返ししのローテーションを考慮すると主林帯そのものの幅は現在幅の2分の1あるいは3分の1となることが予測される。従って造成に当たっては、極力防風効果を維持するための配慮が必要で、主林帯幅が狭くなる弱点を樹種の選定と林分構造によって補うことが大切で、強風期（主として5～6月）に対する防風効果を少なくとも現在と同程度発揮させるためには、この季節にも高い樹冠密度をもつ常緑針葉樹への交替が必要であろうと考える。

5. 防風保安林前後の気温日変化

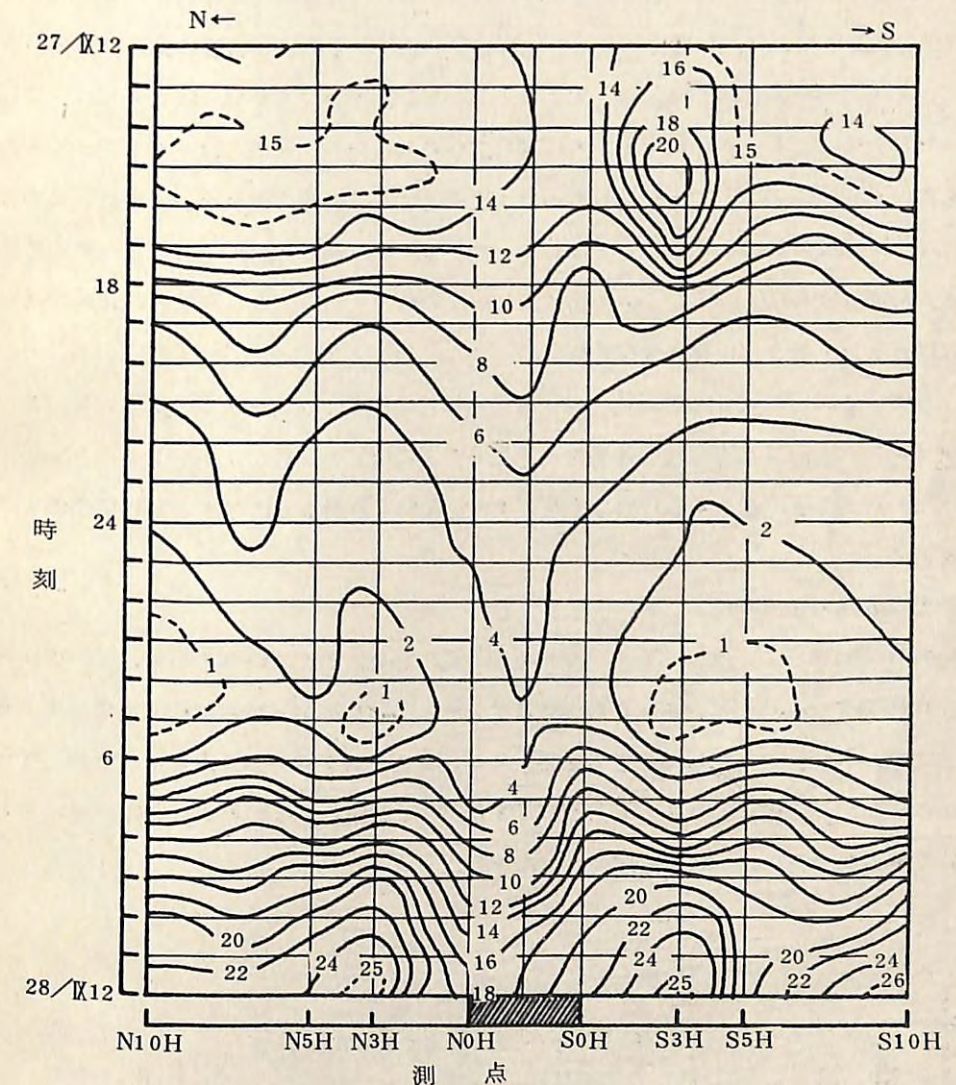
昭和53年9月27～28日、58林班れ・そ小班（カラマツ・ヨーロッパトウヒ）林帯前後の気温日変化の測定を行った。

(1) 測定の方法

測定は9月27日12時から28日12時までの24時間、バイメタル使用の小型サーモレコーダーとルサフォード型最高・最低温度計を併用して行った。測器はステンレス板と捕鼠籠を組み合わせた簡単なシェルターで日射を防ぎ、写真三脚を利用して、80cmの高さで行った。測点は風速観測に準じ、林帯の北側、南側ともOH（林縁）、3H、5H、10H及び林内中央の計9点とした。

(2) 測定の結果

時間経過と各測点の気温変化を図一20に示す。



小清水営林署 58林班れ・そ小班

カラマツ・ヨーロッパトウヒ

注：図中気温単位℃

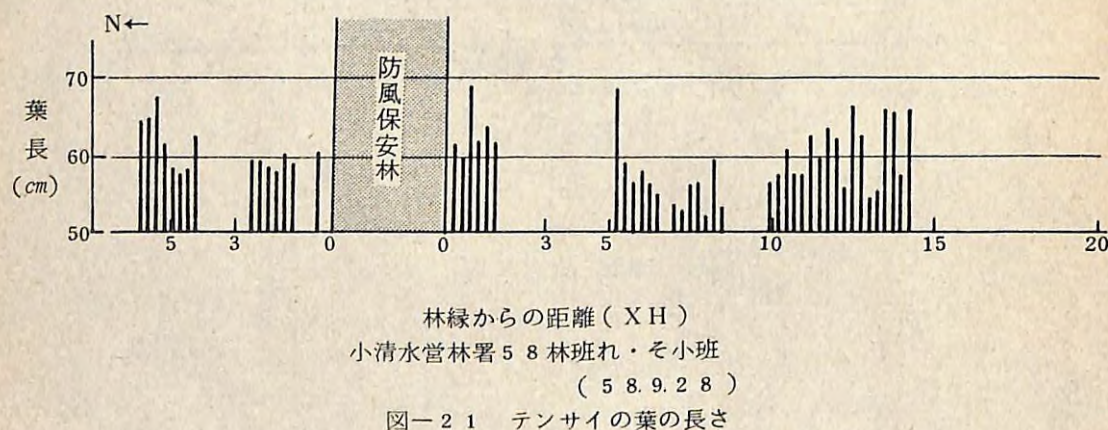
図一20 気温イソプレット

測定中は、ほとんど快晴、無風の状態で経過した。林帯を中心に、南、北両側の気温分布、時間経過に伴う気温変化のパターンは、極めて近似的で、最高温域、最低温域の出現場所は、ともに林帯両側3H付近であることが示された。また、気温変化の経過も、林帯前後3～5H付近で急速で、林内は緩慢であることが、具体的に示され、日出後の昇温は南側がやや早く、北側との時差は約1時間ほどである。日影の影響をうける北側林縁付近では、同じ北側3H付近で、28日9時には18℃に達しているのに対し、林縁では10℃と8℃の差がみられ、林縁の気温が18℃に達したのは12時で、約3時間の遅れが認められ、この影響は林縁から1.5H付近まで及ぶことがわかった。全般的にみて日出後の南、北両側の昇温経過は、日出直後から2時間ぐらいの間は南側が早い、それをすぎると前述の北側林縁～1.5H付近までを除き差はみられなくなる。

なお、この結果は快晴・無風という条件下で林帯にごく近い畑地上の気温の測定を行った例であるが、防風林と気温の関係を追求するためには、さらに、オホーツク海高気圧の張出による冷涼な風が吹走する時期などを対象に防風保安林の気温に対する影響を評価すべきであろう。

6. 防風保安林前後の作況

防風林の効果あるいは、マイナス作用を総合的に評価する方法のひとつとして、農作物の収量、作柄調査が行われている。この地域はテンサイ、パレイショ等根菜類の栽培が主であるので、本来ならば、掘り起して単位面積あたりの収量を比較するのが妥当であろうが、種々の事情がゆるさないため、とりあえず、昭和53年に58林班れ・その北側、南側のテンサイ畑において葉長を調査した。結果は図-21に示した。



調査は、林帯前後のテンサイ畑の中を林帯に直角に測線を取り、測線の近くで5mごとに5本の葉長を測定し、その平均長を図示した。林帯南側130～140m、160、170m及び260m付近で葉長の短いところがあるが、これが畑の西側をS～Nに植栽されたカラマツ、シラカンバの耕地防風林の日影による影響か、土壌、種子に原因するものかは把握されていない。なお、日影時間が長いと考えられる防風保安林北側林縁から10m付近の葉長は、全域の平均葉長(59.2cm)に達している。

7. 隣接地に対する諸問題

防風保安林は、隣接農地へ対し多くの機能を果しているといえるが、一方、林木の根や枝が農地に侵入し、雪が滴下し、枝葉が耕地内に飛散するなどして農作物に被害を与え、また、日影をもたらす等の悪影響を与える因子も多い。

小清水営林署管内の防風保安林が地元農地と接する延長距離の55%は天然林で、人工林のそれは45%となっている。人工林の林帯が面する方位から見る更新の進捗は、北面、次いで西面となっていて、古くから日照を考慮した処置がなされてきたものと推測することができる。

現地で防風保安林に接して耕作する農家の悪影響を訴える第一は樹林による庇陰である。

隣接地に対する枝の侵入についての多くは、天然林を主体に大正末期、或は昭和初期にかけて更新された人工林となっており、これらの林帯では、隣接地に何らかの影響を及ぼしていることが表-5からうかがうことができる。

表-5

防風保安林と隣接地の現況

53.1.1-

林況	方向面別延長					隣接地に対する枝張り					樹根の延伸状況	境界侵入の状況
	E	W	S	N	計	m 1-2	m 3-4	m 5-6	m 7-	計		
天然林	15,850	8,972	24,076	14,577	63,475	19,066	14,095	1,010		34,171	0	2,210
人工林	7,660	12,900	8,990	23,291	52,841	12,571	5,735	775		19,081	0	0
計	23,510	21,872	33,066	37,868	116,316	31,637	19,830	1,785		53,252	0	2,210

(北見営林支局調査)

これらの悪影響を除くには、枝切りを行い、枝張りを林縁内に抑える処置が必要である。また、林帯の北側に生ずる日影についてみると、高緯度地方においては夏の長日性から日影時間は、作物の生育期間になるとかなり短縮されてくる。ことに開花期から結実期に亘る7—8月、防風林の樹高の範囲内の日影面積は、8時頃—15時頃の間で約6時間強、さらにこのうち樹高2分の1以内に日影のある時間は、10時頃—13時頃の間約3時間弱である。

夏至の頃の正午の日影の長さはおおよそ0.38Hで、従って、常時日影となる面積は樹高の0.38倍の範囲となる。

防風林の日影の長さは、冬至に近づくほど長くなり広面積に影響を及ぼすが、9—10月は作物の収穫期であり、収量は高温時にかなり出来上っているため、この時期の影響は比較的少ないものと思われる。

小清水町における年間の時刻別日影の長さを示す常数は表-6のとおりである。

8. 日影部分の日射量

(1) 測定方法

昭和54年10月17日、58林班・む小班の北側日影部分の日射量分布の測定を行った。測器は太陽電池式日射計と携帯用電圧記録計、センサーと記録計の間にはインターフェースとして、電圧電流変換器を挿入し、測定結果は電流値で記録させた。

測定は、林帯北側林縁から5、10、20、30、40mに林帯に平行に長さ50mの調査ラインを設け、このラインの基点から測定をはじめ、10m移動するごとに記録紙上にマークを入れ、順次徒歩で移動しながら測定する移動観測法によった。

(2) 測定結果

測定は14時01分からはじめ14時27分で終了した。なお、このとき林冠の影の長さは29.6mであった。測定結果は測定時間内に太陽面上層雲(Cs, Cc)が覆って日射量に急激な変化が生じ、比較値を算定するための十分な資料は得られず失敗に終わった。

防風保安林の日影の問題は、防風林のもたらすデメリットのうちで地元農民の最も関心の高い問題のひとつで、日影時間と幅と同様、日影部分の日射量が作物の生育にどれほど影響をもたらすか明らかにする必要がある。

9. 防風保安林前後の土壌水分

防風保安林の存在によって、とくに日影のできる北側林縁に近い畑地では、作物の生育に悪影響があるといわれているが、反面、林帯の南側の日照の多いところより土壌面および作物表面からの蒸発散が抑制され、畑地の水分環境は良好であろうとの考えから58林班・む小班のヤ

表-6 長さ1mの棒の水平面上における影の長さ(m)

小清水 $\varphi = 43^{\circ}52'$

時刻 月 日	5	6	7	8	9	10	11	12
	19	18	17	16	15	14	13	
III 21			5.23	2.58	1.68	1.25	1.03	0.96
31		20.57	4.14	2.24	1.49	1.10	0.90	0.83
IV 10		10.58	3.44	1.92	1.29	0.98	0.79	0.73
20		7.24	2.96	1.78	1.21	0.88	0.70	0.64
30		5.61	2.63	1.62	1.11	0.80	0.62	0.56
V 10	32.42	4.46	2.38	1.51	1.03	0.74	0.56	0.49
20	15.97	4.12	2.21	1.42	0.98	0.69	0.51	0.44
30	11.99	3.77	2.10	1.36	0.93	0.66	0.47	0.41
VI 9	10.17	3.57	2.03	1.33	0.91	0.63	0.45	0.38
19	9.54	3.49	2.00	1.31	0.90	0.62	0.44	0.37
29	9.76	3.52	2.01	1.32	0.90	0.63	0.46	0.38
VII 9	10.88	3.65	2.06	1.34	0.92	0.64	0.46	0.39
19	13.62	3.91	2.15	1.39	0.95	0.67	0.49	0.42
29	21.20	4.35	2.29	1.46	1.00	0.71	0.53	0.47
VIII 8	67.40	5.06	2.49	1.56	1.07	0.77	0.59	0.52
18		6.28	2.76	1.69	1.15	0.84	0.66	0.59
28		8.37	3.15	1.86	1.26	0.93	0.74	0.67
IX 7		13.35	3.71	2.08	1.40	1.03	0.84	0.78
17		34.37	4.54	2.37	1.56	1.16	0.95	0.88
27			5.84	2.74	1.77	1.31	1.08	1.01
X 7			8.20	3.25	2.02	1.49	1.24	1.16
17			13.40	3.94	2.37	1.66	1.41	1.33
27			33.05	4.90	2.72	1.94	1.61	1.51

チダモ防風保安林を対象に地表から約30cmの深さまでの土壌を採集し、その水分量を測定した。

(1) 測定方法

試料の採取は昭和54年10月17日と昭和55年6月5日の2回行った。採取には内径

48 mm, 深さ43 cmの土じょう採取円筒を用いた。測点は、風速観測に用いたラインに沿って昭和54年は林帯の北側150 m地点から10 mごとに林帯南側100 m地点まで計30点、また、55年度には南北両林縁から30 mごとに両方向に150 mまで行った。林内は両林縁から10 m地点と林内中央測点を含め計17点とした。

採取した試料は採取点ごとにビニール袋に封入し、持帰り後直ちに秤量し、その後、絶乾になるまで乾燥機内で乾燥し、重量差を土じょう100 cc当りの値に換算して水分量(%)を求めた。

(2) 測定結果

地中浅層の土じょう水分は、外的条件による影響が大きいと考えられる。すなわち、降雨から土じょう採取日までの経過日数、そのときの降雨量、天気経過、風速の強弱、および、今回のように林帯の両側の比較を行うときなどは、風向変動の経過などにも留意し、測定日を選定する必要がある。

2回の測定結果は表-7及び図-22に示すとおりで、55年では林内を除き、全般的に5

表-7 畑地および林内の土じょう水分

年	54年	55年
場所		
林帯南側畑地	36.7%	20.9%
林内	47.0	46.6
林帯北側の畑地	36.3	28.2

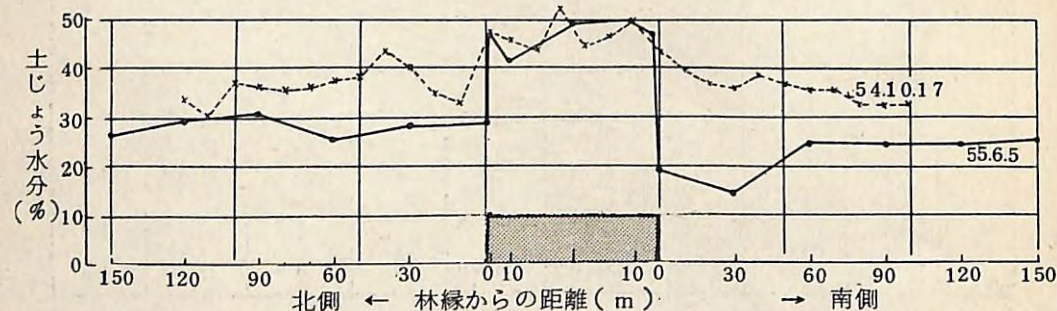


図-22 畑地土じょう水分

小清水ヤチダモ防風保安林(58林班む小班)

4年の結果よりも水分は少く、また、林帯の北側が南側に比べ水分の多いことが示された。このことを、測定日前10日間の気象状態の比較によってみると、表-8にみられるように54年は55年に比べ気温は低く、日照時数は稍半分、風速も弱く、蒸発散を促進する気象要

表-8 土じょう水分測定日前10日間の気象

気象要素 期 間	気 温 (℃)			降 水 量 (mm)	日照時数 (hr)	風	
	平 均	平均最高	平均最低			平均風速 (m/s)	最多風向
S54.10.7~10.16	11.4	16.7	6.1	18	56.6	1.4	S
S55.5.26~6.4	16.9	23.8	9.9	—	95.6	3.3	S

因の影響力が薄弱であったことと、さらに決定的な条件として測定日、前々日の10月15日に3%,前日の16日1%の降雨があったため、林帯の北、南側ともほとんど差がないという結果がもたらされたものである。一方、55年度に測定を行った6月5日より前の10日間は、晴天が続く、この期間を狭んで5月22日から6月9日までの19日間無降水日が継続した。

6月5日の測定時の表層から30 cmまでの土じょうの平均含水率の林縁からの変化は図-22のとおりで、林縁から南側90 mまでの平均含水率は20.9%,これに対し日影側となる林帯北側では28.5%で、南側との北は1:1.4で、水分保有量が南側の畑地にくらべ4割程度多く、乾燥期の畑地土じょうの水分環境としては、北側の方が少くとも南側より有利であることが示された。これは、日影、風下側という条件のもたらすメリットとして評価ができるものとする。

10. 風食の実態

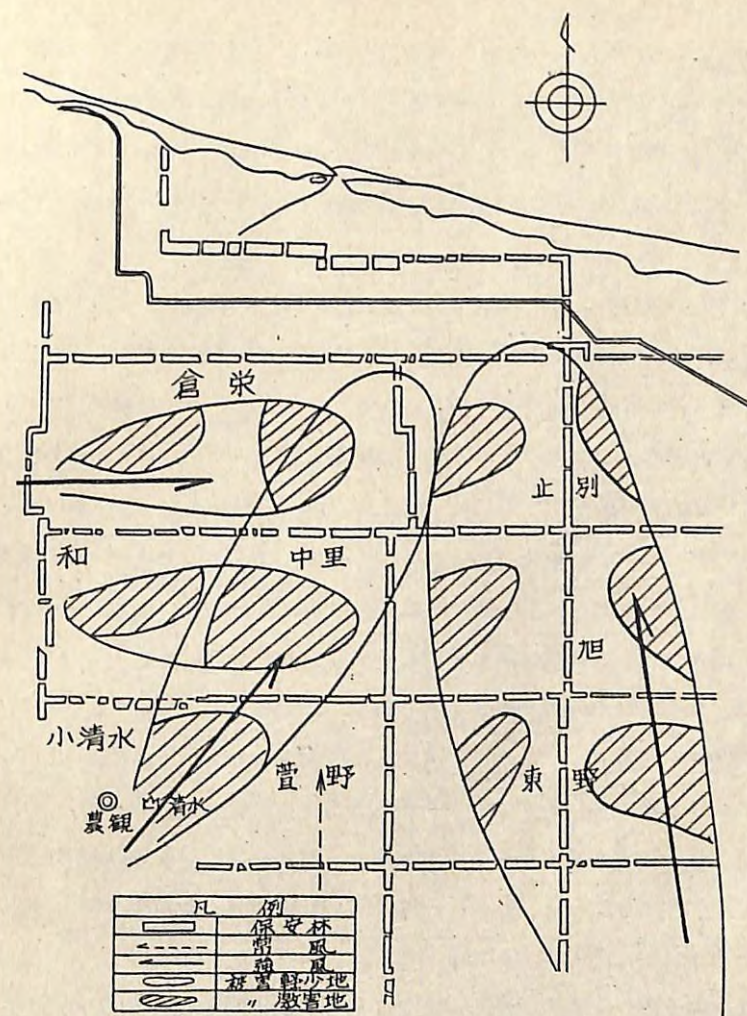
小清水町を含む斜里、清里地方に風食をもたらす強風の吹く時期は、年間を通じて春の5月~6月には限られている。この強風は同地方特有の局地風とみられるもので南東側の斜里岳、標津岳などの山岳地帯から平野部に吹き降りるフェーン現象に伴う強風と考えられるが、その成因、規模などについては明らかでない。また、被害実態についてもまとまった資料は乏しいようである。

風食は、現地の畑地における直接被害なので、本調査においてもその実態を把握することを重点課題のひとつにしていたが、調査期間内に風食を生ずるほどの強風の機会がなく、直接その実態をとらえることができなかった。表-9、図-23は北見営林支局が収集した、昭和47年5月の風食による被害実態並びに被害地域分布図である。

表一 昭和47年5月斜網地区風害の状況

市町村	月 日	所在地	風向, 風速の状況	被害の状況
斜里町	5月5日	激害地	以久科苗畑観測記録及	被害作物 作付面積 被害面積
	11日	大栄, 美咲, 豊倉, 以久科 朱円西地区	び受益者より聴聞。 朱円地区 南東の風 其他地区 南西及び南の風 平均風速 15~20m/s	甜 菜 2,400ha 1,200ha 麦 類 550 50 にんじん 200 35 馬 鈴 薯 2,900 350 牧 草 900 150 激害地の甜菜, にんじんは再播 その他の作物は補播
清里町	5月5日	激害地	札弦苗畑観測記録及び	被害作物 作付面積 被害面積
	15日	上斜里, 東宣 野, 豊住, 江崎東, 南ヶ丘地区	受益者より聴聞。 南西及び西の風 平均風速 20~25m/s	甜 菜 1,500ha 1,000ha 馬 鈴 薯 2,000 100 え ん 麦 100 30 小 豆 480 50 え ん 豆 150 100 激害地の甜菜は再播, 馬鈴薯は 表土露出のため覆土
小清水町	5月初旬	激害地	小清水苗畑観測記録及	被害作物 作付面積 被害面積
		東野, 旭, 止別地区	び受益者より聴聞。 南西及び西, 南東の風 平均風速 15~20m/s	甜 菜 2,300ha 1,800ha 馬 鈴 薯 2,150 500 にんじん 152 100 激害地の甜菜, にんじんは再播 馬鈴薯は表土露出のため覆土
網走市	5月初旬	激害地	稲富, 音根内小学校観	被害数値不詳
		稲富, 丸万, 音根内, 浦士別地区	測記録及び受益者より 聴聞。 南西及び西の風 平均風速 15~20m/s	激害地の甜菜は再播 その他の作物は補播

(北見営林支局調査)



図一 23 昭和47年5月の風食被害地分布(小清水町)

(北見営林支局調査)

表一9は5月5日、11日、15日の3回の風食被害及びそれをもたらした風の状況、被害地区を市町村別に集計した概数であるが、図一23の風向別被害地域分布との関連は明らかでない。

防風保安林の配置と被害地域分布の関係は、まず、被害は防風保安林に囲まれた耕地の中央付近に多くみられ、防風保安林の側方100～300mでは無被害あるいは被害軽微で、激害地はほとんどなく、防風保安林の風食防止および被害軽減機能の一端を示すものといえる。

11. おわりに

北見営林支局小清水営林署管内の現存防風保安林の機能を明らかにする調査を行ったが、この地域の防風保安林は地域の風速の緩和に十分その機能を果していること、また、個々の防風保安林帯の風上、風下側の風速分布測定の結果、主流となっている72m幅の現実の林帯では樹種が異なっても効果範囲に大きな差がないという結果となった。また、林帯幅との関係では、将来、更新に伴って林帯幅が狭められることが予測されるが、現実の18m、36m幅の林帯については効果を実証できる良い資料が得られなかった。しかし、主林帯幅48mの58林班れ・そ小班（カラマツ・ヨーロッパトウヒ）の観測結果からは、林帯幅が48mまで狭められても下層林分との組合せ方によって72m幅の林帯と同程度の防風効果が期待できることが示され、更新に当たって林帯幅の判断にひとつの示唆が与えられた。防風林帯の機能のうち気温低下防止機能については、小気候的考えをもって、とくにオホーツク海からの冷風による気温低下防止機能について広い地域にわたって今後調査する必要があると考える。防風林帯周辺の農作物の作況、比較、日射量の調査等についても今回は有効な資料が得られず、また、風蝕は機会がなく過去の資料から実情を推測するにとどまった。なお、防風保安林の南側と北側の農地の土壌水分は、乾燥期には北側の方が有利であるとの結果を得た。

この調査を実施するにあたり、現地における風速計等に対する日常的保安管理、記録紙の交換等には、小清水営林署前経営課長兼子邦彦技官をはじめ現経営課長沢田實技官、同署前小清水担当区主任岡田豊技官、現主任石川正俊技官の四氏から絶大なご協力を賜った。また、資料整理には林業試験場北海道支場防災研究室坂本知己技官のご助力を得たが、おわりにのぞみ、以上の方に対し深甚の謝意を表する。