



昭和43年度

国有林野事業特別会計 林業試験成績報告書

(完了分)

昭和44年6月



02000-00043089-0

林業試験場

目 次

亜高山地帯の造林に関する試験	1 頁
寒害防止試験	93
食虫性鳥類の誘致増殖に関する研究	125
空中写真による治山計画法	179
林道機械施工の地質区分に関する研究	209

亜高山地帯の造林に関する試験

は じ め に

亜高山帯の造林に関する試験は昭和40年度より開始されたが、40、41年度および42、43年度の結果についてはそれぞれ第一次中間報告としてすでに報告した。43年度で一応調査が終ったので、ここは総括して、その取組をとりまとめ報告した。

1 試験担当者

本場造林部

造 林 部 長	加藤善忠
造林部主任研究官	草下正夫
植 生 研 究 室	前田禎三・刈住 昇・寺田正男
造林第2研究室	蜂屋欣二・只木良也・羽秋一延

土じょう部

土じょう第3研究室	宮川 清
-----------	------

防 災 部

気 象 研 究 室	岡上正夫・佐々木長儀
-----------	------------

東北支場

育 林 部

育 林 部 長	山谷孝一
前 育 林 部 長	森下義郎（現、関西支場育林部長）
育林第1研究室	大庭謙春蔵
育林第2研究室	加藤亮助・瀬川幸三
育林第3研究室	仙石鉄也

経 営 部

経営第1研究室	柳屋新一・金豊太郎・都築和夫（現、四国支場経営研究室）
---------	-----------------------------

木曾分場

造 林 研 究 室	兵頭正寛・飯塚三男・吉本 衛（現、本場土じょう部土じょう肥料研究室）
-----------	------------------------------------

2 試験の目的

拡大造林の進展にともない、亜高山地帯にも大面積皆伐、人工植栽の施策がすすめられているが、その成績は必ずしも満足すべきものではない。しかも昨今の労働力の不足の問題もからんで、これら地帯における造林技術の再検討と一層の研究が必要になってきた。

この研究においても、人工造林あるいは天然更新に限ることなく、それぞれの環境に応じた最適な更新技術の確立をその目的としている。

3 試験の経過とえられた成果

本研究の発足以前から経常研究として亜高山地帯の更新に関連した調査・研究が行われていたが、本、支場を通じての共同研究としてとりあげられたのは昭和40年度からである。試験期間（昭和40～43年度）を通じてつぎの事項について調査、研究および試験地の設定を行った。

〔本場担当の分〕

40年度は中部山岳地帯の亜高山性針葉樹林に焦点を絞って、試験地設定候補地として、名古屋営林局久々野営林署管内千間嶺、胡桃島地区、長野営林局白田署管内八ヶ岳北側地区、川上地区および諏訪署管内八ヶ岳南側地区について、その概況調査とくに伐採種と更新との関係、林床植生型と更新との関連について調査を行った。その結果川上地区に面積8.5haの帯状更新試験地を設定し、その伐採前の調査を行った。さらに八ヶ岳北側地区の既往帯状伐採地の保残帯の更新状況を把握するため試験地を設定し、伐採前の調査を行った。

また長野営林局駒ヶ根営林署管内および前橋営林署今市署管内（鬼怒川上流地区）についても更新状況調査を行った。

41年度は、前年度に設定した八ヶ岳北側地区試験地の保残帯の伐採後の調査を行ない、さらに亜高山性針葉樹林のもつ物質生産力を知るために、富士山麓において主としてシラベ林を対象として調査を開始した。

従来の調査・研究は主として太平洋側および中間地帯にある亜高山地帯の針葉樹林の更新状況を対象としてきたが、日本海側ではさらにブナ林地帯の更新が問題となるので、亜高山帯の造林調査のなかに含めて、ブナ林の更新に関する調査・研究に着手した。そして前橋営林局長岡署管内五味沢地区および六日町署管内苗場山地区について更新および植生に関する調査を行った。

昭和42、43年度では、地域調査として、尾瀬地区および野呂川上流地区の亜高山性針

葉樹林およびその伐採跡地について、更新調査を行うとともにさきに設定した川上および八ヶ岳両試験地について、伐採後の稚樹の消長を追跡した。

ブナ林の更新に関する試験として、昭和42年度に苗場山に天然更新試験地を設定して、その稚樹の消長について調査を行った。なお本試験地については更新試験の一環として、43年度に気象環境の解析を実施した。

亜高山性針葉樹林およびブナ林の物質生産の面からの追及としては、富士山シラベ林の他に、八ヶ岳のシラベ林、新潟県のブナ人工林について地上部、地下部の調査をあわせ行った。

〔本場分場担当の分〕

長野営林局管内国有林の亜高山性樹種の人工造林地の成績調査およびこれら樹種の養苗試験を分担した。

40年度王滝地区、41年度諏訪地区、42年度奈良井・三殿地区、43年度伊那地区に所在する造林地について、残存率、成長状況、枯損原因などの調査を行った。

41年度にシラベ、ウラジロモミ種子の低温湿層処理による発芽促進試験を行なった。

〔東北支場担当の分〕

東北地方の亜高山地帯における気象・土壌・植生などの特異性を解明するとともに、天然林および人工林の成長・更新の実態を把握し、この地帯における更新樹種および更新方法を究明することを目的としてつぎの事項を調査・研究した。

40年度は青森営林局川井営林署管内樹種更改試験地および付近の亜高山性針葉樹林について土壌、生育状態などの調査をした。

さらに三本木営林署管内ブナ総合試験地内樹種更改試験区についても調査を行った。また岩手山地の気象調査も進めた。

41年度は八幡平地区において標高別に調査点を取り、土壌、植生および林木の成長状況を調査するとともに黒沢尻のブナ総合試験地内樹種更改試験区の成績調査を実施した。

気象調査については継続の岩手山のほか八幡平地区にも観測点を設けて、比較研究した。

42年度においては秋田営林局矢島営林署管内鳥海山麓、仙北郡田沢湖町有林および青森営林局新町営林署管内安比地区のブナ林の実態調査を行なった。また八幡平地区の気象調査およびカンバ類の養苗試験を実施した。

43年度は秋田営林局生保内営林署管内玉川地区、青森営林局北上営林署管内黒沢尻ブナ総合試験地においてブナ林の実態調査を施行し、また八幡平地区における気象調査も引き続き実施した。

つぎにそれぞれの項目に対し得られた成果の概要を述べる。

試験の経過とえられた成果

3-1 亜高山性針葉樹林の更新

3-1-1 天然更新に関する調査

A 関東・中部地方における実態調査(本場分担)

(千頭、秩父、川上、木曾駒、八ヶ岳、御岳、乗鞍、奥鬼怒、尾瀬、野呂川上流、苗場山)

1 天然林における稚樹の状態

亜高山帯の天然更新研究の出発点として、天然林内の有用稚樹(用材になりうる針葉樹、広葉樹)の更新実態を調査した。

成熟した天然林を比較してみると、うっぺいのちがいを反映して、シラベ、アオモリトドマツ林、などの稚樹本数は、コメツガ林のそれをかなり上まわっている。

林内稚樹を樹種別にみると、広葉樹のなかではウラジロカンバが相対的に高い出現率を示しているが、広葉樹全体としては極めて小数で更新との関係では全く問題にならない。針葉樹では、アオモリトドマツ、シラベ、コメツガがその殆んどを占めているが、現われ方をみても、当然のことながらアオモリトドマツの割合は、代表的な表日本地帯に属する秩父、川上、野呂川上流で低く、裏日本がかつた奥鬼怒で非常に高く、尾瀬ではその殆んどがアオモリトドマツによって占められている。表日本地帯の代表的な樹種であるシラベの現われ方は逆の傾向を示している。

表日本と中間地帯を含めた地域、裏日本に属する地域をわけて、それぞれ林床型を区分したので、それらの林床型ごとに稚樹がどのように出現するかを次にみてみよう。

o 表日本および中間地帯

- 1) コケ型：最も本数が多い。少数の例外を除いて殆んどが、ha あたり5万本前後、またはそれ以上である。

いままで針葉樹の天然更新をはかるために、色々な方法が試みられてきたが、現在、可能な施業方法の範囲で行なおうとするならば、前生稚樹に頼らざるをえない。そういう意味で、前生稚樹の最も多いこの型が更新の主要な対象になってくる。しかもこの型は、表日本から中間地帯にかけてかなり分布が広い。

- 2) カニコウモリ型：殆んどが ha あたり1万本前後か、それ以下で、そのまゝでは更新の期待がもてない。たゞこのうちで、ゴゼンタチバナやイワカガミを伴う亜型

あるいはヤマソテツの多い型では比較的本数が多いので、ある程度の期待がもてよう。しかしその分布範囲は最も狭い。

- 3) ササ型：3林床型のうちでは、例外を除いて一般に最も本数が少ない。ササの密生地では皆無のところしばしばみられる。たゞこの型もササの稈の長短、疎密によって大きなちがいがみられる。調査区のなかにも、ササが矮小で疎なものがかかり含まれているために、比較的大きな値を示している傾向がある。

上記の典型的な例として八ヶ岳地区における林床型別の稚樹の本数を表-1に示す。

o 裏日本地帯

この地帯の1例として尾瀬地方を選び、区分した5つの林床型ごとの稚樹の出現状態を表-1に示した。

林床型別にみると、ササ型およびササ-ハリブキ-ゴウイチゴ型とともに針葉樹2万本余で最も少なく、ヤマソテツ-コケ型がアオモリトドマツで、コヨウラクツツジ-コケ型が針葉樹でそれぞれ最高の値を示している。

表-1 林床型別の稚樹の出現状態

地 区	林 床 型	地 形	土 壌 型	主 な 上 木	稚 樹 本 数 (1 ha あたり) 1,000 本					
					種 別			針葉樹 合 計	カンバ類	
					アオモリ トドマツ	シラベ	コメツガ	トウヒ	その他	
八ヶ岳 (表日本)	カニコウモリ シラネウラボ	谷平	底面	アオモリトドマツ トウヒ、コメツガ	32	31	0	0	0	0
	シヤクナ コ	壁凸	根形	コメツガ、トウヒ	38	238	179	0	0	0
	コ	累微	地凸	コメツガ	167	99	393	0.8	0	0
	サ	台平	地面	コメツガ、トウヒ	0	20	0	0	0	0
尾 瀬 (裏日本)	ハリブキ ゴ	山麓緩斜 平坦	緩斜地	アオモリトドマツ トウヒ	989		0.5	2.7	0	8.7
	ヤマソコ コ	平衝緩斜	斜面	アオモリトドマツ トウヒ一部コメツガ	2198		10.9	4.3	0.1	6.1
	サラサドウダン コ	尾岩角	根地	コメツガ、トウヒ	1211		1173	593	0	4.0
	サ	斜面平緩 微凸	上部斜面	アオモリトドマツ トウヒ	187		17	1.6	0	17.2
	ササハハリブキ ゴ	山麓緩斜 河岸	斜面	アオモリトドマツ トウヒ	152		26	2.3	0	16.8

II 伐採跡地における稚樹の更新

大面積皆伐、孔状皆伐(1 ha ぐらいの広さのものから、全体の伐採率が30%になるように、30m×30mの広さのものを散在させたものまで)、帯状皆伐、択伐(30%から80%まで)など種々な伐採方法による跡地の調査を行った。その結果、どのような跡地であれ、一応更新を完了したと思われる針葉樹の稚樹(カラマツは除く)の殆んどは、伐採前に生えていた、いわゆる前生稚樹であること、また伐採方法によって稚樹の更新の状態、正確に言えば、針葉樹の前生稚樹の残存の仕方がちがうことが明らかになった。

以下、伐採方法による針葉樹の更新のちがいを主として八ヶ岳を中心に述べてみたい。

- 1) 大面積皆伐：針葉樹の更新を考える場合、前生稚樹の殆んどは枯損するし、後生稚樹の侵入定着もあまり期待できないので、全く問題にならない。ダケカンバなど広葉樹の更新については期待ができるが、短期間に一斉に更新をはかるためには、伐採面積の大きさや、母樹の残し方に考慮が必要である。
- 2) 択伐：伐採率によって異なるが、現在長野営林局などで行われている80%伐採などをみると、母樹の残り方にどうしてもムラができ、収穫調査や、伐採に手間をくうという不利な面ができてくる。更新の面でも帯状皆伐に劣っている。
- 3) 孔状皆伐：面積によってちがいがあ、尾瀬の30m×30mなどでは非常に更新がよかったが、八ヶ岳の1 ha では、大面積皆伐よりも良好であったが、帯状皆伐よりもかなり劣っていた。
- 4) 帯状皆伐：針葉樹の更新に関しては、この方法が最もすぐれている。伐採帯および保残帯の巾をどうするか、保残帯を何年後に伐採するかなど、施業との関連でさらに検討する必要がある。

表-2 伐採方法別の更新状況 (伐採跡地の稚樹本数 ha あたり 1,000 本単位)

	伐採方法	針葉樹、種別内訳			針葉樹	カンナ類	備 考
		アオモリ トドマツ	シラベ	コメツガ	計	計	
八 ヶ 岳	大面積皆伐	0.2	0.4	0.4	1.0	10.0	伐採後2年経過
	帯状皆伐	9.0	4.8	5.4	19.2	7.0	同上 伐採帯幅23.5m、30m
	孔状皆伐	4.7	4.1		8.8	46.0	伐採後5年経過 面積1ha
	帯状皆伐	27.7	7.9	7.0	42.6	39.2	" 6~9年経過 伐採帯幅23.5m、30m
木 駒 ヶ 岳	80%択伐	11.7	1.2	7.0	19.9	10.1	伐採後2年経過
	帯状皆伐	10.7	1.4	13.7	25.8	25.9	伐採後5~6年経過 伐採帯幅50m

Ⅲ 更新に適した稚樹の大きさおよび樹令調査の対象とした跡地の伐採方法は主として帯状皆伐で、一部択伐が含まれている。調査地は表-3のとおりである。

表-3 調査地の概況

調査地	標高	方形区 番号	伐採方法	伐採帯巾	保残帯巾	伐採年
八 ヶ 岳	2,100~ 2,200	I 3'	帯状皆伐	15m	30.0m	昭30年
		II 11'	"	15	23.5	昭32
		III 14'	"	15	30.0	昭30
		IV 4'	"	15	23.5	昭32
		VI 18'	"	15	30.0	昭32
木 駒 ヶ 岳	1,900~ 2,300	VII	"	50		昭32
		III - IV	帯状択伐のうち 風倒皆伐状態			伐採 昭32 風倒 昭34
		I	80%択伐			昭38
奥鬼怒	2,100	I	帯状皆伐的	10		風倒 昭34 伐採 昭35

八ヶ岳では、伐採帯の更新状態調査のため引いた各ラインのうち、比較的更新の良好な場所を任意に選んで、2m×2mの方形区5個をとり、すべての有用稚樹を地際から刈り取って、大きさおよび樹令を調べた。そしてそのうち最も主要な更新樹種であるシラベ、アオモリトドマツについては、毎年できる幹の節をたどることによって、上木伐採時の樹高と樹令を求め、更新に適した稚樹の大きさと樹令を判断する基準とした。

他の地域では、八ヶ岳の資料の補足として、シラベ、アオモリトドマツを伐採跡地から、任意に単木的に採取した。

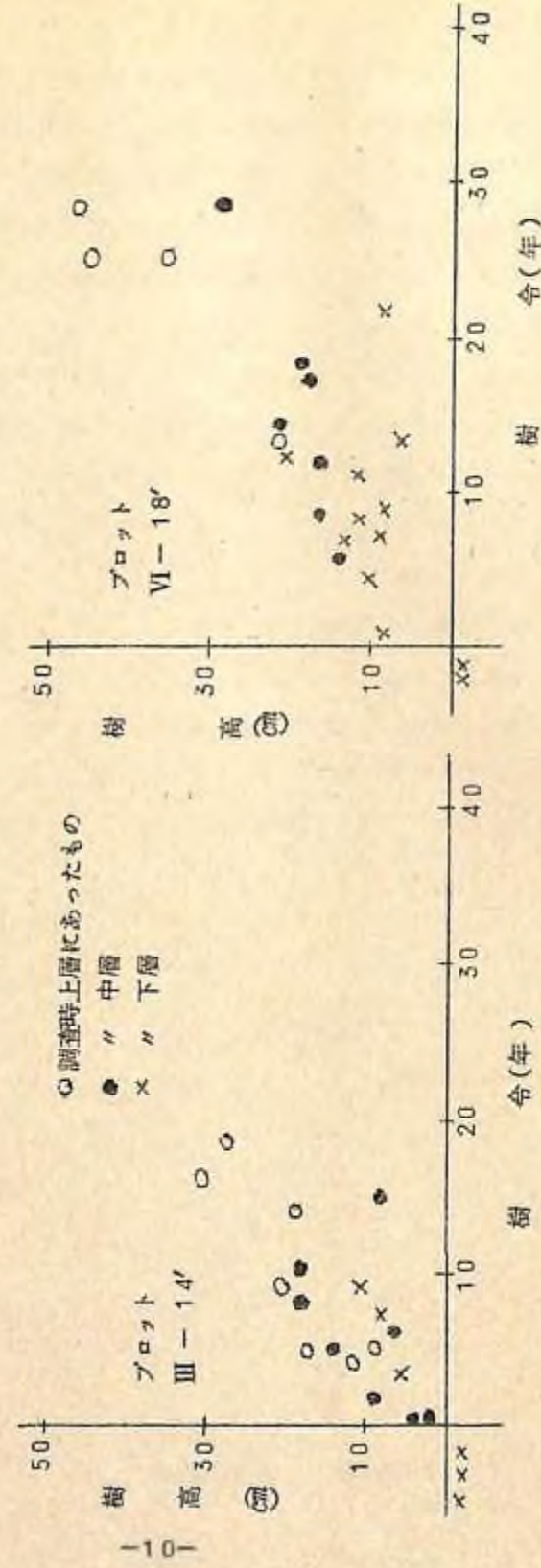
図-1は八ヶ岳の2プロットについて例示したものであるが、調査時上層を占め、良好な生育を示していた稚樹を○印、中層のものを◎印、下層のものを×印で表示し、それぞれの稚樹が上木伐採時にどれ位の大きさ、樹令であったかをあらわしてみた。

大きさ：何本かの例外を除いて、殆どどの稚樹は30cmまでで、もっとも大きいものでも50cm以内に含まれる。

樹令：後生稚樹も若干認められ、少数の例外もあったが、大部分のものは20年以内に集中し、最高は38年であった。

他の地域でも八ヶ岳とはほぼ同様な結果をえたことから、上記のような伐採方法のもとでは、大きく、樹令の高い稚樹は枯損の可能性が強く、殆どは大きさが30cm、せいぜい50cmまで、樹令では40年以内のものが残存し、更新を完了するということが明らかになった。

図-1 帯伏皆伐跡地内更新稚樹の伐採時の樹高および樹令(伐採後7年経過)



B 東北地方における実態調査(東北支場分担)

I 早池峯山地区

早池峯山の天然生林は比較的自然状態を保っており、ヒバを主とした針葉樹の美林がかなり存在している。今回はこれらの代表的な林について海拔高約800~1200mの所でアオモリトドマツ-ヒバーコメツガ林(Plot 1)、キタゴヨウ-ヒバーコメツガ林(Plot 2)について1区ずつ、ヒバ林について3区(Plot 3、4、5)の調査を行ったにすぎない。調査は20m×20mの方形区を設定し、毎木調査、成長値調査、一部について樹幹解析をおこなった。なお同時に代表的な土壌断面についての調査ならびに地表植生調査も行った。その方形区調査の結果は表-4の通りである。

表-4 方形区調査の結果

層位	プロット 樹種	1 (N1100)				2 (NE940)				3 (W850)				4 (NW770)				5 (NB860)			
		平均H m	平均D cm	N/ha 本	V/ha m³	平均H m	平均D cm	N/ha 本	V/ha m³	平均H m	平均D cm	N/ha 本	V/ha m³	平均H m	平均D cm	N/ha 本	V/ha m³	平均H m	平均D cm	N/ha 本	V/ha m³
上層	ヒコメツガ	19	36	275	272	19	29	500	206	32	32	450	431	18	26	825	429	16	40	275	370
	アオモリトマツ	19	79	25	112	20	30	175	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	キダゴヨウ	17	22	525	215	—	59	250	940	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	アオダモ	12	16	75	10	—	—	—	—	19	12	75	13	—	—	—	—	—	—	—	—
	ホホノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	14	29	25	11	20	20	75	24	—	—	—	—
下層	イタヤカエデ	12	17	25	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	シウリザクラ	20	38	50	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	サワグルミ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小計	—	—	975	665	—	—	825	1284	—	—	550	455	—	—	900	455	14	33	25	13
	合計	—	—	—	—	3	5	300	0	7	12	325	18	6	8	625	12	4	7	200	5
下層	ヒコメツガ	—	—	—	—	4	5	425	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	アオモリトマツ	—	—	100	1	2	4	25	0	5	4	175	1	7	6	75	1	9	17	50	5
	アオダモ	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	150	1	6	8	125	4	6	8	50	1
	ホホノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	16	25	2	4	4	50	0
	シウリザクラ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	10	25	1	—	—	—	—
下層	ナナカマド	6	7	25	0	9	7	25	0	7	9	25	1	10	15	25	2	—	—	—	—
	シナノキ	—	—	—	—	8	6	50	1	5	4	75	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	コシアブラ	—	—	—	—	—	—	—	—	4	6	50	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	ミネカエデ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ハチワカエデ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
下層	アオハダ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小計	—	—	125	1	—	—	675	5	6	7	850	22	—	—	900	22	4	6	200	4
	合計	—	—	1,100	666	—	—	1,500	1,289	—	—	1,400	477	—	—	1,800	475	—	—	850	398

II 八幡平地区

八幡平地区の海拔高800～1,600mの範囲に7調査区を設定、天然林の更新および成長状況を調査した。この地帯はブナ林上部からハイマツ林にわたっており、1,000m附近まではブナ林におおわれ、1,000～1,400mの範囲はブナアオモリトドマツ林、ダケカンバーアオモリトドマツ林からなり、1,500m以上では矮形のアオモリトドマツハイマツ林となっている。その概況は表-5のとおりで、Plot 10(1,380m)、11(1,500m)とも樹高の低いアオモリトドマツが生立している。このように本地域では海拔高1,400m以上の林分では林業経営の対象とは考えられない。

表-5 調査プロットの概況

調査地点		上層					下層			
		ブナ	アトドモリツ	ダケカンバ	その他の樹	計	ブナ	アトドモリツ	その他の樹	計
1	H m	16.9					5.1			
	D cm	24.0					5.9			
	N/ha 本	1400				1400	1500			1500
	V/ha m³	609.9				609.9	23.8			23.8
1'	H m	11.0			10.0		4.0		5.3	
	D cm	11.0			11.8		3.5		4.0	
	N/ha 本	1700			100	1800	5700		100	5800
	V/ha m³	109.3			5.3	114.6	18.2		0.4	18.6
5	H m	14.7					6.0		5.1	
	D cm	29.7					9.8		10.2	
	N/ha 本	175				175	325		650	975
	V/ha m³	87.9				87.9	5.4		3.42	39.6
7	H m	13.9	20.5		12.0		6.0		5.4	
	D cm	24.1	62.0		21.8		5.8		6.5	
	N/ha 本	477	23		23	523	91		591	682
	V/ha m³	35.6	67.7		4.5	428.2	0.8		8.1	8.9
10	H m		10.9	11.3				4.8		
	D cm		32.0	32.5				17.5		
	N/ha 本		214	48		262		119		119
	V/ha m³		11.67	28.0		14.47		13.8		13.8
11	H m		5.3					3.2		
	D cm		19.3					15.5		
	N/ha 本		1300			1300		900		900
	V/ha m³		143.0			143.0		75.0		75.0

○ 川上帯状更新試験地における調査（本場分担）

1 試験目的および設計

各地の天然林および伐採跡地の稚樹の更新状態を調査した結果、更新および作業実行上から帯状皆伐が最もすぐれているという結論をうることができた。

そのような結論の実証的な検証と伐採にともなう稚樹の経年的な消長、適正な伐採帯の確定などの調査を主な目的としてこの試験地を設定した。

試験設計

1) 伐採帯の巾は15mおよび30mとし、谷から峯へむけて設定し、3回くりかえしとした。

2) 保残帯はすべて巾20mとした。

3) 水平方向に各帯をよこぎる調査線、A、B、Cの3本を設定し、この線に沿って2m×2mの固定プロットをおき、伐採前後の稚樹の消長、植生の変化などの比較調査を行った。また試験地の現況にそくしてA'（A線の峯側）、C'（C線の谷側）の2つの補助調査線を設け、同様な調査を行った。

II 調査結果

伐採前の状態：本数、種別および高さ別割合などすべての点で峯筋のA'線と谷近くのC'線とが対照的であるほか、他の3線ともあまり差がみられなかった。たゞ斜面方向が更新条件の悪いSSEであるために、とくに多いA'線を除いて、最高3mあたり4～5万本程度であり、コケ型林床としては少ない方で、中～大型稚樹の多い傾向がみられた。

伐採後の状態：針葉樹の前生稚樹は伐採1年後で、残存率30～35%に、2年後で20%前後にまで低下しており、更新条件の悪い斜面であることをあらわしている。しかしながら稚樹の状態をみると安定してきており、以後の枯れの進行はあまりないとみてよい。また発生稚樹については、ダケカンバが伐採1年後から侵入しはじめるが枯損はめだっている。針葉樹はコメツガが殆んどであるが、2年目での新たな侵入がめだった。

本試験地の斜面位置別の稚樹の消長は表一6に示す通りである。

以上のような状況から、更新を完了した時点での試験地の姿を予想してみると、伐採帯はダケカンバを上層とし、コメツガ、アオモリトドマツ、シラベなどを下層とする2段林となり、保残帯はアオモリトドマツ、シラベを主体とし、コメツガを混じた針葉樹林になるのではないと思われる。

表一6 川上帯状皆伐試験地の稚樹の消長（斜面位置別の比較）

位置	前生稚樹本数（針葉樹について）			前生稚樹残存率（伐採前に対する比）		伐採後の芽生		
	伐採前 昭40	伐採後1年目 昭42	伐採後2年目 昭43	伐採後1年目 昭42	伐採後2年目 昭43	伐採後1年目(昭42)		伐採後2年目(昭43)
						針葉樹	カンバ類	カンバ類
A'線 峯	97.6	34.7	23.6	3.6	2.4		49.9	7.7(5.5)
A線 斜面上部	43.7	12.7	7.5	2.9	1.7		43.9	10.5(7.1)
C線 斜面下部	45.3	15.6	9.5	3.4	2.1	0.2	63.6	15.8(2.5)
C'線 沢	19.4	5.8	2.7	3.0	1.4		93.1	6.7(7.3)

注 「伐採後の芽生—伐採2年目」欄中の（ ）内は、2年生の本数

本数単位はすべて 1000本/ha、残存率は百分率

D 八ヶ岳帯状更新試験地における調査（本場分担）

I 試験の目的および方法

既に10年近くも前に帯状皆伐を行った跡地で、保残帯を伐採して、保残帯内の稚樹がどのように消長するかを経年的に調査するためにこの試験地を設定した。

A型（伐採帯巾15m、保残帯巾30m以上）、B型（伐採帯巾15m、保残帯巾22.5m）内に2m×2mの固定プロットをそれぞれ12コ、27コ設定し、川上試験地と同様な調査を行った。

II 調査結果

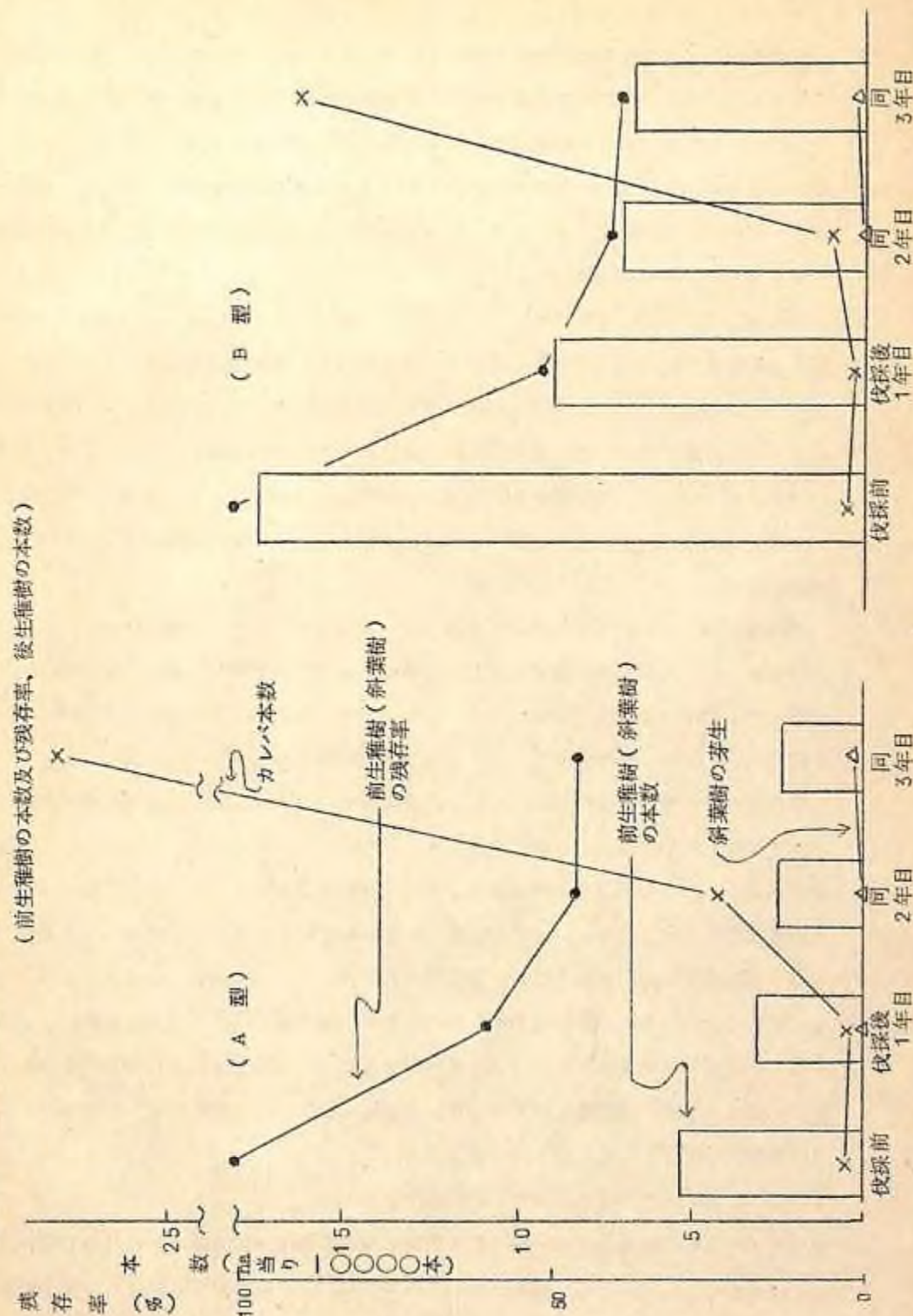
伐採前の状態：八ヶ岳は川上に比べて前生稚樹は一般にかなり多いが、側方光線の射入する保残帯では、アオモリトドマツ、シラベをはじめとして針葉樹の本数が非常に多い。またA型とB型とでは、保残帯巾のちがいを反映して、後者の方がはるかに稚樹の本数が多かった。

伐採後の状況：伐採後3年目までの稚樹の消長をまとめたものが図-2である。

前生稚樹は伐採後1年間で急激に減少するが、その後の減少はわずかで、2年目になるとほぼ安定し、3年目と殆んど変らない。A型、B型ともに更新に必要な本数は充分に残存しているが、B型の方がA型に比べて、伐採前と同様には3倍の本数を保持している。

後生稚樹のカンパ類はともに3年目で急激に増大するが、A型でとくに著しい。

図-2 八ヶ岳帯状更新試験地、針葉樹及びカンパ類の経年的な変化
（前生稚樹の本数及び残存率、後生稚樹の本数）



Ⅱ とりまとめ

本州中央部の亜高山性針葉樹林を表日本とその中間地帯を含めた地域と裏日本に属する地域とに分けると、前地域は表日本地帯の代表的な樹種であるシラベの現われ方がアオモリトドマツより多いが、後地域はアオモリトドマツによってその殆んどを占められていて、シラベはきわめて少ない。林内稚樹の分布をみると上木の構成状態を反映して、前地域はシラベ稚樹の出現が多く、アオモリトドマツが逆に低い。反対に後地域はほとんどアオモリトドマツによって占められる。

林床型ごとの稚樹の更新状況をみると表日本およびその中間地帯においては、コケ型が最も更新が良好で、カニコウモリ型やササ型はそのままでは更新の期待がもてないか所が大部分であるので、コケ型の箇所が天然更新の主要な対象となる。しかもこの型は表日本から中間地帯にかけてかなり分布が広い。裏日本地帯においてはヤマソテツ・コケ型やコウラクツツジ・コケ型が針葉樹の更新が良好で、ササ型およびその亜型は不良であって、両地帯とも亜高山性針葉樹林の天然更新はコケ型およびその亜型が良好で、天然林施業の中核をなす。

東北地方の亜高山性針葉樹林（ブナ帯上部以上）は主としてアオモリトドマツによって占められるが、その面積がせまく、しかも海拔1,400mを越すと著しく樹高が低くなり、このような地域は施業の対象とならない。それで東北地方および本州中央部の裏日本豪雪地帯においては主としてブナ帯上部が更新技術上問題になる。

亜高山性針葉樹林の伐採跡地における針葉樹稚樹の更新はほとんど前生稚樹によっていて、そのほとんどは樹高30cm、大きくても50cmまで、樹令では40年以内のものが残存率が高く、大型の樹令の高い稚樹は、枯損の可能性が高い。さらに伐採方法によって前生稚樹の残存の仕方に大差が生ずることが明らかになり、既往の伐採跡地の実態調査より各種伐採方法のうち、帯状皆伐が針葉樹の更新に関しては最も優れていることをみいだした。そして伐採帯および保残帯の巾をどうするか、また保残帯の伐採時期や枯損、風倒防止など、施業との関連において、さらに検討する必要がある。また針葉樹林のおかれた立地環境条件、上木の樹種構成や稚樹の多少などにより林分型を類別して、それぞれに適した施業方法を確立することが必要であろう。

3-1-2 物質生産力に関する調査（本場分担）

亜高山帯の更新問題としての稚樹の発生活長が調べられる一方更新された林分自体のもつ物質生産力を知るため、また、将来検討さるべき保育問題の基礎資料とするために本調査を

実施した。

A シラベ天然林の物質生産

昭和41、42年秋に、富士山精進登山道2～3合目付近で、シラベ天然林の調査を行った。この地帯は亜高山帯下部に属し、シラベ、コメツガ、カラマツを主体とする天然林が分布する。土壌は黒色火山灰土で、これが未風化の溶岩上に堆積している。標高1,700mにおける気象条件は、年平均気温5.2℃、年降水量約2,000mmと推定され、湿かさの指数は44.5°、寒さの指数42.0°である。

表-7 調査林分の概況（プロット16を除き、主林木はシラベ）

プロット	標高	成長開始後 年数	立木本数	平均樹高	平均胸径	幹材積	記 事
(昭41調)	m	年	本/ha	m	cm	m ³ /ha	
*11	1,640	52	3,179	14.6	15.5	515.6	
12	1,640		2,688	14.2	18.9	526.8	
13	1,650		2,314	12.6	15.6	360.1	
*14	1,700	25	9,700	6.8	7.6	285.0	コメツガ伐跡
15	1,690		5,700	10.8	11.8	655.3	"
16	1,820		644	20.0	41.5	900.1	コメツガ林
17	1,730		12,852	6.3	3.7	272.6	風倒跡
18	1,800		12,495	7.4	7.1	316.7	"
19A	1,940	12	15,200	2.0	4.5**		"
19B	1,940	12	41,600	1.3	3.4**		"
20	1,530	30	1,666	9.9	14.9	166.9	造林地
*21	1,530	10	19,500	4.5	4.3	113.7	苗畑放置
*22	1,530	4	100万	0.46	0.66**	12.2	林間苗畑
(昭42調)							
31	1,640		2,218	11.2	16.2		
*32	1,660	60	1,204	16.3	24.0	568.0	
*33	1,700	60	3,814	10.1	12.8	340.8	コメツガ伐跡
*34	1,530	23	2,076	8.5	13.1	138.0	造林地
35	1,700		997	15.4	28.1		
36	1,700		1,380	14.3	25.3		コメツガ伐跡
*37	1,530	25	1,206	5.3	5.5	117.1	苗地放置
*38	1,500	5	63万	0.69	1.0**	25.7	林間苗畑

*：伐倒調査林、 **：直径は地際

表-7に記した林分が予備的に踏査され、この中の9林分について伐倒調査が行なわれた。

各林分からは、それぞれ8本前後の供試木が選ばれ、層別刈取法によって地上部が測定された。地下部は41年はその一部、42年は全部が掘り上げ実測された。

現存量は、断面積配分法で推定された。表-8にその結果を示す。

表-8 伐倒調査林の現存量

プロット	胸高 断面積	乾 重 トン/ha							片 面 葉面積
		幹	枝	当年枝	葉	当年葉	根	全 体	
	㎡/ha								ha/ha
1 1	64.8	190.2	15.7	0.8	16.7	3.3	61.8	284.4	9.8
1 4	56.8	107.6	15.5	0.8	17.6	3.4	36.9	177.7	11.6
2 1	33.7	45.7	8.7	0.6	14.0	2.9	16.3	84.7	10.0
2 2	37.0*	4.9	1.8	0.4	5.5	1.6	4.3	16.5	7.0
3 2	63.4	205.7	32.3	0.8	18.8	4.4	54.2	311.0	10.7
3 3	58.0	129.2	16.9	0.6	13.5	4.1	40.6	200.0	7.8
3 4	29.3	45.0	17.0	0.8	21.5	4.5	25.9	109.2	12.8
3 7	33.4	42.1	13.6	0.6	18.3	3.4	17.5	91.5	11.0
3 8	54.9*	9.3	3.5	0.6	7.5	2.5	6.0	26.1	7.7

*: 地際断面積

純生産量は、当年の新生部分量の合計として求めた。すなわち、樹幹析解によって求めた幹成長量、樹冠内の幹の成長から推定した枝の成長量、幹+枝の成長率から求めた根の成長量に当年葉の量を加えて純生産量とした。さらに既往のデータから、材部および葉の呼吸量を推定し、これを純生産量に加えて総生産量とした。その結果は表-9に示したとおりである。

表-9 伐倒調査林の生産量

プロット	幹材積 成長量	純 生 産 量 トン/ha・年					呼吸量トン/ha・年			総生産量 トン/ha・年
		幹	枝	根	葉	計	葉	材	計	
1 1	18.8	6.9	1.7	2.6	3.3	14.5	2.2	1.1	3.3	4.7
1 4	21.7	8.2	2.1	3.1	3.4	16.9	2.2	0.6	2.8	4.5
2 1	23.1	9.6	2.5	3.6	2.9	18.6	1.9	0.3	2.2	4.1
2 2		4.1		2.7	1.6	8.4	0.7	0.4	7.4	1.6
3 2	14.0	5.0	1.8	1.6	4.4	12.7	2.5	1.2	3.7	5.0
3 3	10.6	4.1	1.4	1.5	4.1	11.1	1.8	0.7	2.5	3.6
3 4	22.0	7.2	3.7	4.5	4.5	19.9	3.0	0.3	3.3	5.3
3 7	15.5	5.3	3.2	2.7	3.4	14.6	2.5	0.3	2.8	4.3
3 8		6.1			2.5	8.6	1.0	0.1	1.1	1.9

亜高山帯の森林は、その寒冷で苛酷な立地条件のために、低生産性と考えられがちであるが、この調査での成熟したプロットのはほとんどは15トン/ha、年前後の純生産量をもっており、決して生産量はすくなくない。また、この中で参考資料として採られたプロット34は造林地であり、23年生で20㎡/ha・年を越す幹材積生長を示すのは、この地帯における造林成功の可能性を示すものとして注目すべきであろう。

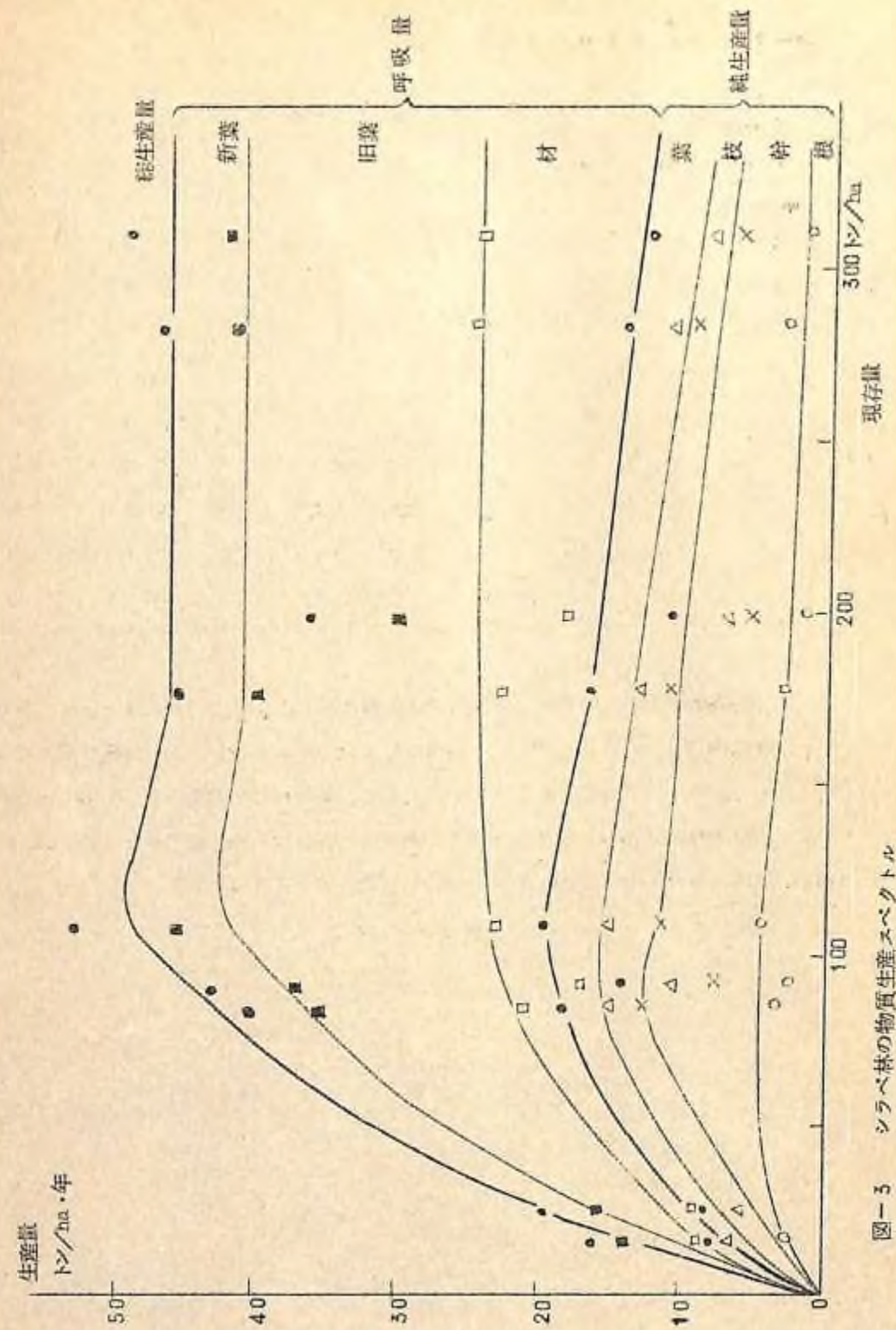


図-3 シラベ林の物質生産・消費スベクトル

図-3は、現存量の増加にともなう生産量の変化を示したものである。現存量100トン/haぐらいで生産量はピークを示し、純生産量はその後漸減するが、現存量増加にともなう材の呼吸量が増して、総生産量は横ばいとなる。現存量100トン/haというのは、日光量の十分なところで密生更新したシラベ群落ならば約30年で到達する量である。なお、プロット34の造林地は、23年生でこの段階に至っている。

なお、亜高山帯において天然林皆伐跡地に成立したダケカンバとコメツガを主とした複層林の成長調査を昭和42年に秩父通峯国師岳の長野県側斜面の海拔約1,800mにある白田営林署管内国有林で実施した。本調査地は引き続き調査を実施する予定である。

D シラベ林の地下部構造

調査林分は前述した富士山精進登山道2～3合目にあり、表-7のプロット32、33、34、37、38に該当する。プロット32、33林分は天然林で林床植生はタチハイゴケ、イワタレゴケを主とするコケ型であり、プロット34、37、38林分は人工造林地で上木の閉鎖が著しいために林床植生の発達が悪い。

調査方法として中径根以下の根量は調査木の1本あたり面積を対象とするブロック法により推定し、直径2cmの大径根以上は全量測定した。

調査木の部分重の測定値の1例は表-10の通りであるが、これを既往の調査林分のもものと比較すると、シラベ林は一般に細根・小径根はスギ林程度の根量があるが、根株量が小さくて地下部重全体としてはスギ林よりも根量が少ない。これをT-R率でみると、3.2～4.8で、大径木ではやや大きくなる傾向が見られた。T-R率は他の樹種に比べてやや大きい。

根量の垂直分布比をみると、養水分の吸収に最も関係が深い細根はI層(0～15cmまで)に60～70%分布し、深さ30cmまでの間に80～90%が分布した。これはスギなどに比較すると表層に多い型である。

表-10 調査木の部分重(乾重 ϕ)

樹種 シラベ	林分 Plot 32	調査 木番 号	胸高 直径 cm	胸高 断面 積 cm ²	樹高 m	枝下 高 m	樹冠 平均 直径 m	材積 cm ³	地上部重			
									幹	枝	葉	地上部 重
		1	400	12566	1985	900	550	1,194,089	457,336	105,184	58,213	620,733
平均胸高直径 24.0 cm		2	315	7793	1920	1120	260	687,668	248,937	26,971	22,241	298,149
平均樹高 16.5 m		3	300	7069	1885	1120	470	635,660	209,769	33,661	19,428	262,858
ha 当り本数 1204 本		4	280	6158	1800	1150	520	519,266	201,475	32,681	19,070	253,226
幹重 t/ha 205.678		5	250	4909	1880	1320	255	475,145	166,776	18,389	12,632	197,797
枝重 t/ha 33.186		6	210	3464	1765	1180	300	305,262	103,179	8,747	7,735	119,661
葉重 t/ha 20.709		7	155	1887	1408	785	240	138,396	44,426	6,396	5,244	56,066
根重 t/ha 71.659		8	85	567	765	700	120	24,508	9,240	495	539	11,027
		計	1995	44,413	13,408	8,275	2,715	5,979,994	1,441,138	232,524	145,102	1,818,764
		平均	249	5552	1676	1034	339	497,499	180,142	29,066	18,138	227,346

地下部重							調査 木の 全重	T/R 率	一生 年長 の量 幹	t/ha			
細根	小径根	中径根	大径根	特大根	根株	地下 部重				枝	葉	根	計
1101	2233	8491	9699	70612	40513	132649	755382	4680	11,653	4,731	14,672	(4915)	35,971
937	2668	9,413	6037	20,478	26,602	66,235	364,384	4501	6,411	1,957	6,166	(2510)	17,044
625	1,613	5285	6506	18,689	16,389	49,107	311,965	5353	2523	1,425	4,440	(1184)	9,572
620	1,275	6965	5260	19,741	14,216	48,077	301,303	5267	5515	2,521	4,615	(2411)	15,062
799	2079	8952	6113	11,651	6850	36,444	234,241	5427	5411	1,467	3,729	(2063)	12,670
671	978	6586	1575	7,431	6998	24,239	143,900	4937	2069	0,526	2,157	(0779)	5,531
594	1,321	4957	3969	3,662	2394	16,897	72,963	3318	1,659	0,398	0,739	(0617)	3,413
425	881	3477	313	713	609	6,418	16,692	1601	0,095	0,018	0,022	(0034)	0,169
772	13048	54126	59472	152977	114671	380,066	2,398,830		35,336	13,043	36,540	(14,513)	99,432
5722	1631	6766	4934	19,122	14334	47,509	274,855	4786					

○ とりまとめ

本州中部地方の亜高山地帯における海拔1,600~1,700mに所在する針葉樹天然林ではその成熟林分の林分生産量は15トン/ha、年前後であって、森林施策の対象として十分期待できる。さらに1,550mにあるシラベ造林地において、23年生で20m/ha、年を越す幹材積生長を示すのは、この地帯における人工造林の成功の可能性を示すものである。

現存量の増加にともなう生産量の変化をみると、現存量100トン/ha、ぐらいで、生産量はピークを示し、純生産量はその後漸減するか、総生産量は横ばいとなる。生産量のピークとなる時期は、陽光量の十分な密生更新したシラベ林では約30年で到達する。

シラベ林の地下部の構造を調査した結果、一般に細根・小径根はスギ林程度の根量があるが、根株量が小さく、地下部全体としてはスギ林よりも根量が少ない。また根量の垂直分布比はスギなどに比較すると表層に多い型である。

林分生産量の面から天然更新がよいか、人工造林がよいか検討するためには、地上部・地下部にわたる両者の検討比較が必要で、今後さらに資料をつみかさねて吟味したい。

3-1-3 人工更新に関する調査、試験(木曾分場分担)

A 中部地方における亜高山性樹種の造林状況

長野営林局の資料(昭和35年)による亜高山性樹種の長野営林局管内における造林状況は図4~7のとおりである。

樹種別にみるとウラジロモミが圧倒的に多く、地域的には木曾谷が大部分で伊那谷がそれについている。海拔高別では1,300~1,800mが多く、年度別では戦後の拡大造林が進められた時期に増大している。

図-4 樹種別の植栽か所数および面積割合

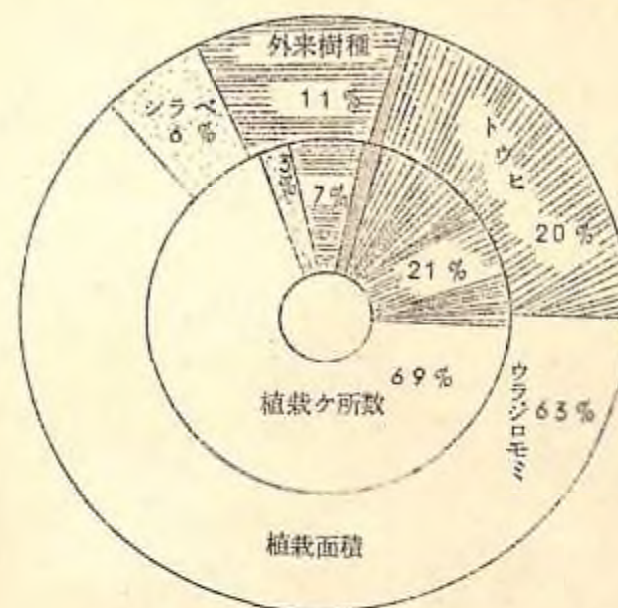


図-5 植栽個所数別分布図



図-6 年度別植栽ヶ所数および面積割合

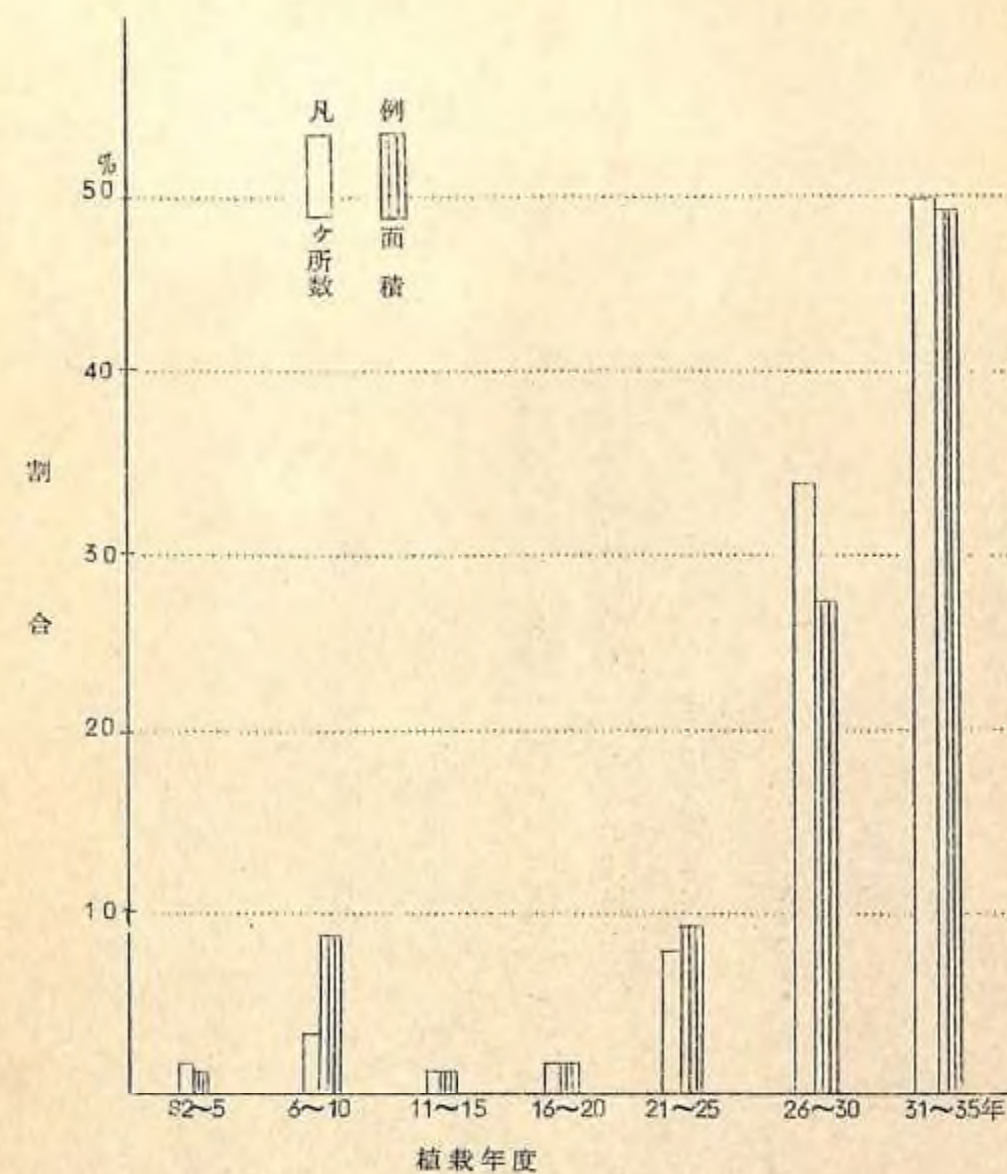
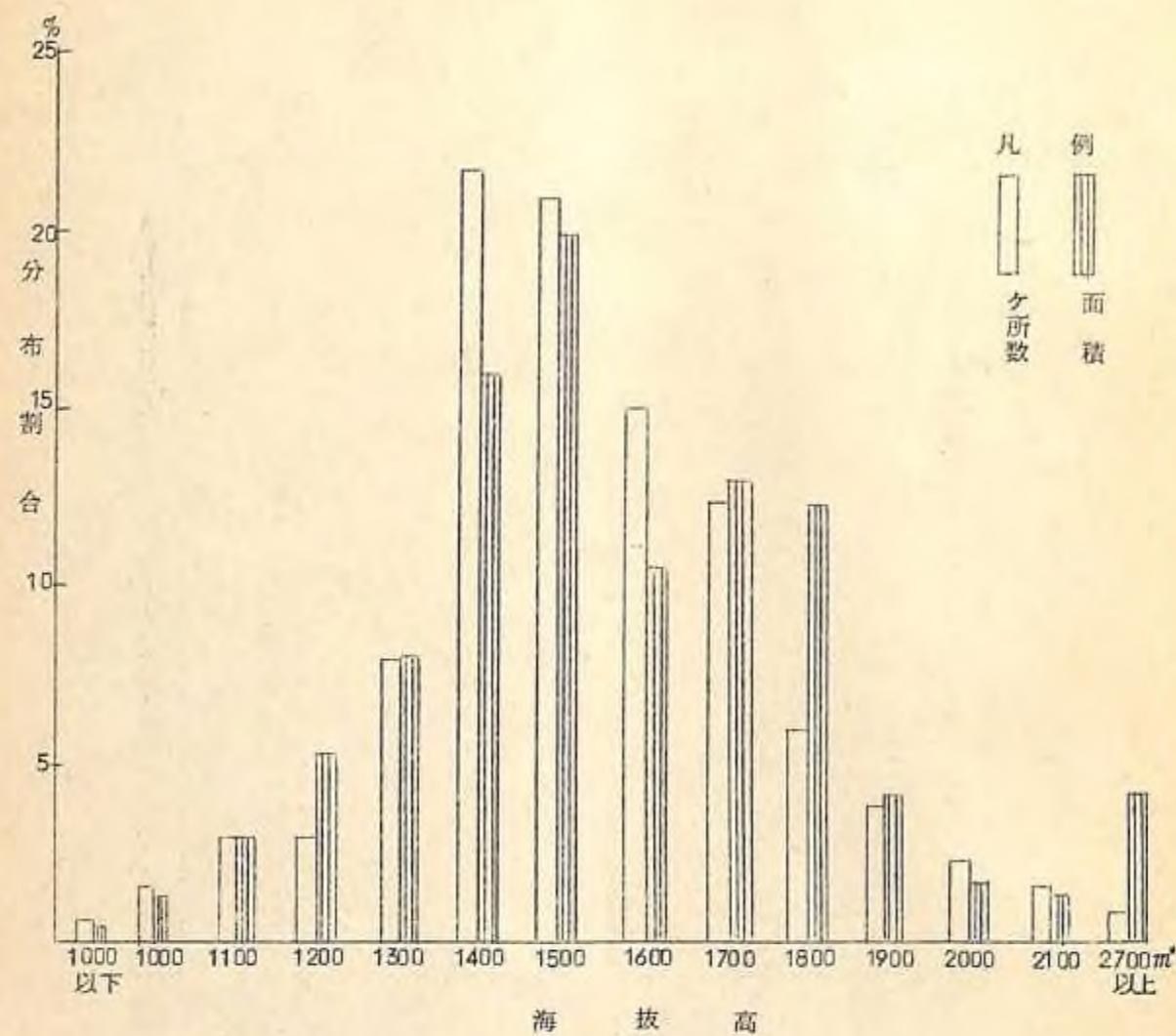


図-7 海拔高別植栽か所数及び面積割合



B 地域別の造林成績調査

各地域の経年別樹高成長結果は表11~13のとおりである。

表-11 王滝営林署管内の成長調査結果

調査地 番号	林小班	区 分	樹 種	林 令 別 平 均				
				4	5	6	7	8
0-1	255 ゆ		ウラジロモミ	44	56	70	89	108
			ト ウ ヒ	45	54	66	81	99
			カラマツ	54	59	85	107	130
0-2-1	255 リ	非寄焼	ウラジロモミ	30	37	46	60	77
			ト ウ ヒ	37	42	48	57	65
			カラマツ	38	52	73	94	113
0-2-2	255 リ	寄焼跡	ウラジロモミ	42	58	81	108	129
			ト ウ ヒ	65	90	119	152	184
			カラマツ	58	98	149	217	272
0-3	255 へ	上凸部	ウラジロモミ	37	47	62	81	97
			ト ウ ヒ	38	46	57	69	86
			カラマツ	43	63	98	124	146
0-4	255 へ	下 部	ウラジロモミ	45	59	76	97	115
			カラマツ	65	108	159	203	246
0-5	255 へ	上部少凹	ウラジロモミ	47	63	55	110	131
			ト ウ ヒ	46	59	80	104	131
0-6-1	257 か	尾非焼	ウラジロモミ	23	26	32	44	54
0-6-2		尾焼跡	ト ウ ヒ	52	73	99	130	158
0-7	257 か	下 部	ウラジロモミ	44	62	86	119	146
0-8	441 は		ウラジロモミ	74	100	123	149	178
			カラマツ	154	225	285	346	401
0-9	449 ろ		ウラジロモミ	65	91	122	160	197
			カラマツ	251	318	384	458	527

樹 高 (cm)			現在樹高の範囲	根元直径	胸高直径	枝 張	枝下高	調査数
9	10	11年						
128	146		104~177	3.9	1.0	117	7	20
115	135	157	82~256	4.8	1.7	112	12	21
143	163	180	109~282	3.4	1.1	133	15	20
91	107		47~174	3.4	—	93	8	11
73	83	90	55~178	2.8	—	79	14	10
125	139	152	92~239	3.1	1.0	112	15	10
155	176		109~216	4.9	2.0	130	9	10
211	241	268	158~406	7.6	3.3	152	15	10
313	359	398	240~581	8.4	4.9	220	29	10
112	126		71~197	3.6	1.1	114	11	14
98	109	120	49~186	3.7	1.0	97	13	14
161	175	185	71~309	3.5	1.4	146	12	11
134	154		107~200	3.6	1.1	107	11	20
283	350	399	237~645	6.5	4.1	243	41	20
153	177		155~204	4.8	1.6	150	9	10
159	183	207	175~235	5.1	1.9	122	15	5
65	78		43~128	3.4	—	97	8	20
183	205		123~239	6.8	2.4	161	10	20
177	207		150~242	6.5	2.3	153	11	20
211	243		160~326	5.9	1.1	146	28	20
470	538	585	420~738	9.6	7.0	237	148	10
244	285		209~352	6.4	3.5	146	23	21
596	675		524~787	—	8.1	312	162	20

表-12 諏訪営林署管内の成長調査結果

調査地 番号	林小班	樹種	林 令 別 平 均							
			2	3	4	5	6	7	8	9
Y1	289	ろ					189	212	235	261
Y2	310	ち		61	77	99	126	160	198	236
Y3	310	と		38	46	52	67	83	99	113
		カラマツ	84	126	174	241	315	367	432	
Y4	319	を	37	53	74	93	122	161	205	251
Y5	319	ち								
		ウラジロモミ	33	42	56	73	96	124	153	188
		カラマツ		160	223	268	324	397	466	531
Y6	319	る								
		ウラジロモミ	31	45	63	83	109	138	171	214
		カラマツ	78	90	157	213	275	362	468	569
Y7	310	く								
		トウヒ		33	43	55	69	88	107	125
		カラマツ		69	98	139	186	241	295	353
Y8	310	け								
		トウヒ		35	48	63	78	96	121	141
		カラマツ		95	129	166	213	278	338	395

樹 高 (cm)						現在樹高の範囲	根元直径	胸高直径	枝 張	枝下高
10	11	12	13	14	15					
287	317	343	366	389	410	259~487	74	57	175	43
271	305	339				233~461	62	49	160	18
128	148	170				63~302	42	27	114	14
504	577	640				555~690	95	73	324	45
294	323					191~463	51	40	152	21
224	255					131~353	50	29	155	16
603	683					583~795	92	80	277	90
255	296					201~416	67	40	167	12
668	736					612~858	113	92	346	67
151	187	221				135~421	44	23	126	21
422	493	562				395~798	87	62	310	46
178	216	247				134~440	41	24	130	14
455	535	597				499~796	97	72	307	53

表13 奈良井・三殿営林署管内の成長調査結果

国有林	林小班	樹 重	林 令 別 平										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
奈良井	19. へ	ト ウ ヒ		41	52	72	90	109	136	156	200		
"	33. ろ	"			80	107	130	168	206	242	284	337	369
"	37. ろ	"				225	272	315	352	378	418	463	485
"	39. ろ	"			94	116	143	167	198	229	272	327	387
"	43. い	"							74	100	129	157	191
奈良井	18. と	ウラジロモミ		34	47	61	74	87	103	124			
"	33. ろ	"								125	145	178	204
"	39. ろ	"				62	82	102	123	145	160	179	212
"	39. に	"			56	51	70	95	123	155	185	213	243
"	43. い	"									107	132	162
奈良井	19. は	カラマツ				161	209	272	329	354	396	445	506
"	40. い	"				205	252	309	373	437	498	546	604
"	44. は	"					190	232	279	335	390	446	500
南木曾	324. は	ウラジロモミ		30	44	63	91	116	140	164	182	202	220
"	324. ち	"	30	38	54	76	98	121	137	154	172	184	198
"	324ぬ下	"		27	39	52	68	85	107	127	145	163	178
"	324ぬ上	"		30	43	47	68	85	103	119	134	148	165
南木曾	324. は	カラマツ	94	153	196	257	297	330	354	383	433	458	484
"	324. ぬ	"			101	139	176	226	278	330	379	403	428

(単位 cm)

均 樹 高 (cm)										現在樹高 の 範 囲	胸高直径 (根元)	枝下高	枝張
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
										108~276	18	18	108
435	484	527	580	621	658	695	737	784		200~1014	134	92	303
524	560	597	629	653	674	697				157~998	93	213	262
448	508	557	598	625	648	668				361~921	123	122	259
225	259	290	321	371	417	461	503	548	575	267~916	75	103	218
										77~187	(32)	12	88
236	273	311	349	391	430	465	551	559		202~927	95	60	312
247	284	322	358	387	404	417				199~615	65	103	196
267	292									135~492	41	30	146
195	228	261	288	307	326	339	350	358	369	157~602	44	165	190
586										395~766	75	106	336
668	732	790	828	879	939					490~1215	112	346	293
561	611	652	717							383~1103	94	140	320
234										77~413	32	12	166
217										95~304	26	17	158
194										132~427	28	19	130
184										73~285	22	16	149
515										210~663	69	50	248
490										312~766	59	38	234

一般に亜高山性針葉樹類（モミ属、トウヒ属）は植栽後6～7年間の成長は遅いが、この調査成績からも、この樹齡で2mに達するものは稀であった。

しかし、壮令林の調査によると、表-14に示すとおり、営林局の収獲表に比較して、現存本数は著しく少ないが、樹高は2倍に近く、ha当り蓄積は意外に多い。

同時に行った造林地の被害調査の成績は、表-15のとおりで、植栽してから成林まで諸被害による損傷木がきわめて多い。このような被害に耐えて成長したものは、さきにくべたとおりかなりの成長が期待される。

表-14 伊那営林署管内黒河内国有林シラベ造林地調査結果表（ha 当り）

区 分	林 令	樹 種	本 数	樹 高		直 径		断 面 積	材 積
				平均樹高	範 囲	平均直径	範 囲		
227 区	35	シラベ	1,783	14.7	9~18	19.5	7.5~24.5	53,553.9	404,584
229 区	35	シラベ	1,154	14.3	7~18	22.5	8.5~34.5	46,003.4	348,007
		広	140	11.8	10~13	16.8	13.5~19.5	3,108.4	18,251
		計	1,294	13.9	7~18	22.0	8.5~34.5	49,111.8	366,258
収獲予想表	35		7,193	6.6		7.0		28.1	83
伊那谷 (シラベ)	100		1,195	13.7		21.2		42.2	293

表-15 伊那営林署黒河内国有林造林地被害調査

林小班・区分	樹種	調査数	枯欠損 (生育不良)	管 害	霜害・雪害	風 害	虫 害	病 害	獣 害	ツル 害	不明・その他	無 害
205 い	カラマツ	38	37	3(3)						11(11)	42	21
205 ち下	ウラジロモミ	103	19	6(3)	3(3)		35(20)	7(4)		15(8)	27(18)	18
205 ち上	"	40	28(3)	13(3)			10(8)	3(3)		10(5)	35(13)	20
211 ち上	ウラジロモミ	61	38	3(3)	8(8)	33(20)	3(3)				28(21)	15
" "	カラマツ	47	19	6(4)	47(40)			4(4)	19(15)		64(49)	2
211 ち中	ウラジロモミ	25	36	8(4)		16(8)					24(12)	28
211 ち下	"	57	14	9(9)	20(20)			83(25)	4(2)		18(16)	
" "	カラマツ	25	8	12(12)							60(28)	32
218 い	トウヒ	58	45(2)	12(12)			50(41)	5(5)			43(40)	2
227 に	シラベ	47	34(21)								21	45

注 () は重複被害率

C. 亜高山性針葉樹養苗試験

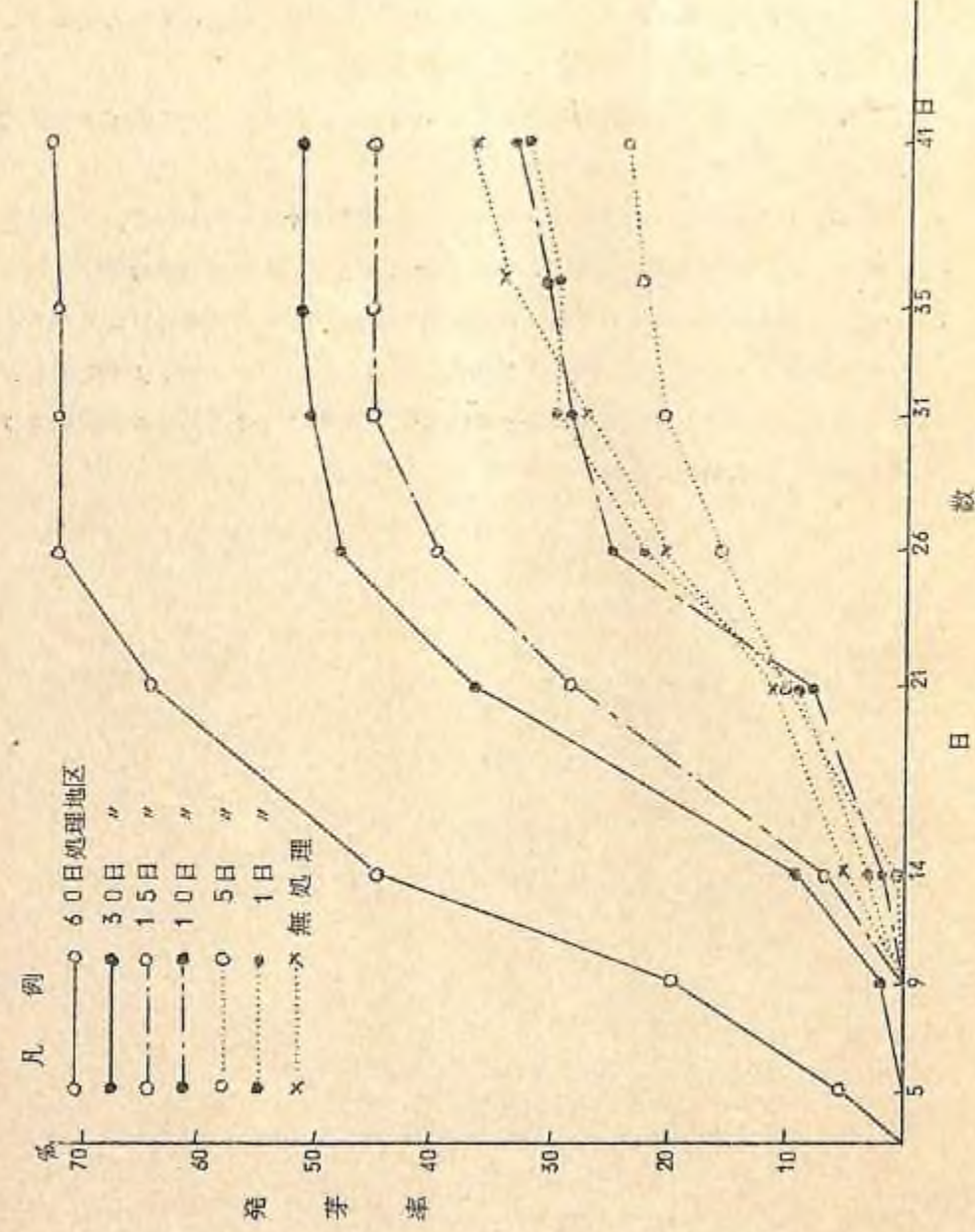
1 発芽促進試験

ウラジロモミ、シラベなどの亜高山性樹種は育苗期の長いことが問題になっている。これらの樹種は発芽がおそく、まきつけてから発芽完了までに長期間を要するので育苗管理上も種々の支障がある。発芽促進および発芽期間の短縮は育苗を容易にし、生育期の延長により育苗期間の短縮に役立つと考えられる。

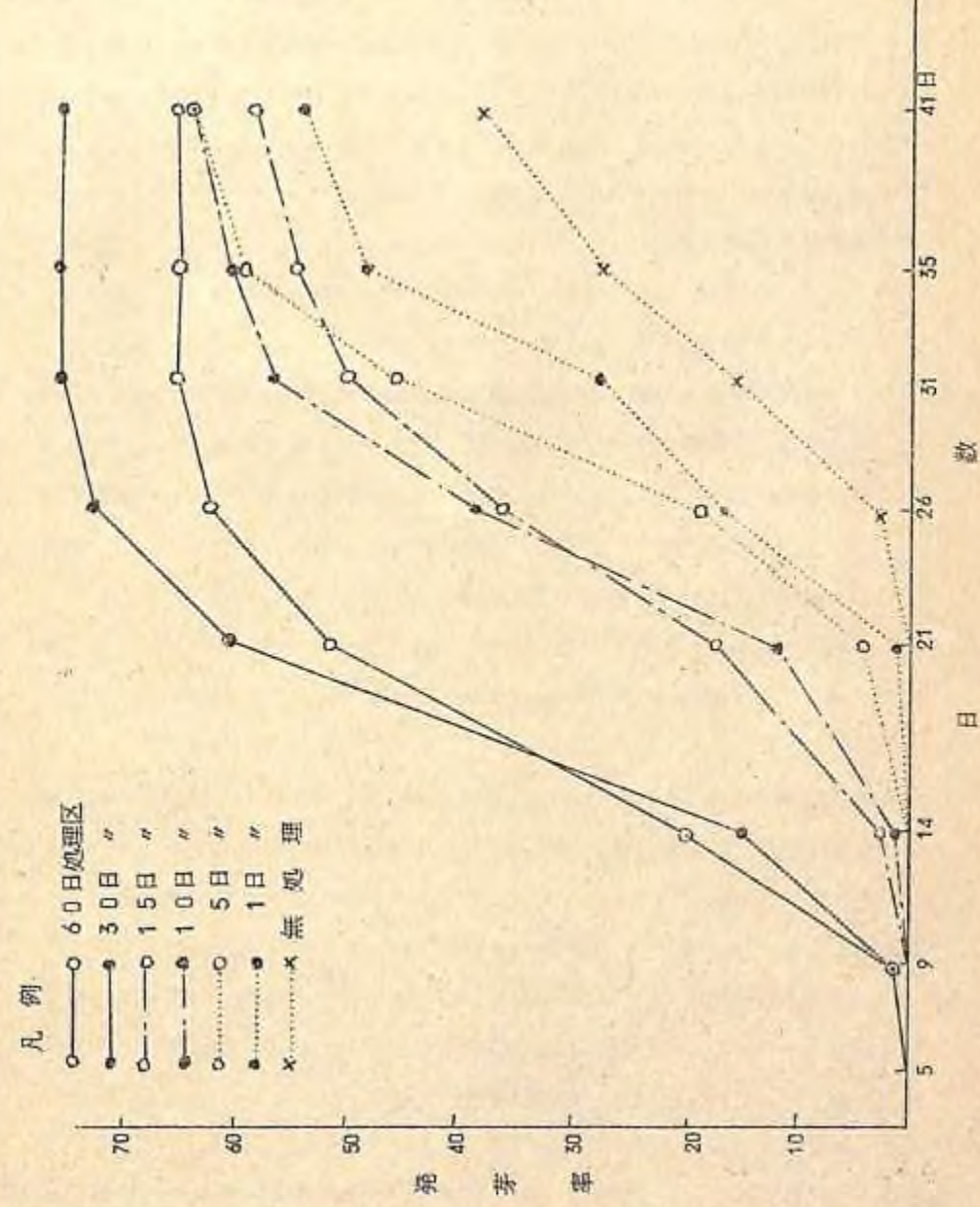
昭和41年には、40年採取のウラジロモミ、シラベについて低温湿層処理による発芽促進試験を次のように行なった。

48時間水道水に浸漬吸水させたタネを、9cmのシヤーレ中の湿ったミズゴイの上に沍紙をおき、その上にならべ、さらに沍紙で覆つて、4~5℃の冷蔵庫に入れた。そして所定の処理を終つたものを無処理のものと一緒に25℃の定温器に移して、数日間隔で発芽数を41日間調査した。その結果は図-8、9のとおりで、両樹種ともに60~30日の処理を行なうと発芽日数の短縮を計るばかりでなく、ある程度の発芽率の向上にも役立つことが明らかになつた。

図一8 シラベ低温低温層処理発芽試験



図一9 ウラジロモミ低温層処理発芽試験



D. とりまとめ

長野営林局管内における亜高山性針葉樹類の既往造林地の実態調査の結果、つぎのことが明らかにされた。

カラマツでは変成岩、安山岩、花崗岩地帯の褐色森林土や黒色土では生育がよく、石英斑岩のポドソル土壌ではよくない。調査した範囲では海拔高のちがいによる成長差は明らかでない。しかし崩積土において生育が良好であるが乾燥型の土壌の出現する尾根や、これに近い凸斜面などでは極端にわるいところがある。トウヒでは変成岩地帯の褐色森林土で生育のよいものがあるが、そのなかでも崩積土の深い土壌のところでは生育がよく、尾根筋や高海拔地に植えられたものが成長がよくない。ウラジロモミでは変成岩および安山岩地帯では生育がよい。

カラマツ、ウラジロモミ、トウヒの同一立地での成長を比較すると、カラマツ>トウヒ>ウラジロモミの順となるのが一般的である。

シラベは国有林内に植栽されることが少ないが、その成長が極めて良好な箇所があるので、亜高山帯の中部以上ではウラジロモミに代つて、造林適地が広いものと推察される。

亜高山性常緑針葉樹類はいずれも、モミ・トウヒ属の特性として植栽当初の成長はスギ・ヒノキ、マツなどの樹種に比して著しく遅いが、壮令になると成長がよく、成立本数が少くとも、収穫表に比べて樹高、材積成長がともに著しく上廻ることがある。

亜高山性樹種の造林地の不成績は苗木の活着不良や手入れ不足を除けば、造林木に各種の被害が多いことが最大の原因と思われる。これを防止することが成績向上の要点と考えられる。

被害要因は凍霜害、雪害などの気象害とノネズミ、シカによる獣害が多い。前者については耐凍性や耐雪性の樹種を選択するとともに保護樹の利用を考えなければならない。亜高山帯中部以上ではシラベ、トウヒがよく、ウラジロモミやカラマツはその下部が安全であろう。ネズミの害に対してもシラベはウラジロモミより強い。

亜高山性常緑針葉樹は養苗期間が長くかかるとともにその期間中に各種の被害にかかりやすいので、養成期間の短縮を計る必要がある。そのためには種子の低温湿層処理による発芽促進、まき付据置床の追肥など改善すべき技術が多い。

3-2 ブナ林の更新

亜高山帯の更新問題について考えるとき、太平洋側・中間地帯は亜高山性針葉樹林の発達が良好で伐採、更新の対象になるが、日本海側の場合には貧弱な森林しか存在しないため、跡地

更新が問題となるのは高亜山帯よりブナ林帯とくにその中部以上になつてくる。

以上の見地から亜高山帯の更新調査のなかに、本州中部地方の日本海側や東北地方についてはブナ林帯を研究対象に含めた。

3-2-1 天然更新に関する調査

A 関東・中部地方における実態調査(本場分担)

1 天然林における稚樹の状態

大豊作の翌年である昭和41年に前橋営林局長岡 富 林 署 管内五味沢地区および六日町営林署管内苗場山地区で、天然林の稚樹の実態調査を行なった。その結果は表-15のとおりである。

表からも明らかなように、五味沢ではブナの1年生稚樹はヤセ尾根で皆無、河岸段丘でhaあたり5,000本など、特殊なところを除いて前年の大豊作を反映して9万~46万本と極めて多数が発生していた。これに反して、2年生以上の稚樹は、1方形区を除いて、多い場合で1万本前後、殆んどが数千本あるいはゼロという状態であつた。また苗場山ではすでに同年9月中~下旬の調査で、1年生稚樹の50~99%が枯損し、本数はhaあたり6万~500本に減少していた。2年生以上の本数も50~2,850本/haと極めて少なかつた。

地区	方形区番号	地形	土 壤 型	主 要 林 床 植 物 (優 占 度 3 以 上)	有 用 樹 種 本 数			
					ブ	ナ	その他の 広 葉 樹	
					1 年 生	2 年 生 以 上	1 年 生 以 上	広 葉 樹
五 味	12	河 岸 段 丘	B P	ユキツバキ, ヒメアオキ	5.0(0)	13.3	0.1	0.1
	11	斜 面 中 部	B D	ユキツバキ, ヒメアオキ	9.4(2.7)	6.6	2.1	2.1
	1	斜 面 下 部	B D	ユキツバキ, ムシヤリ	46.4(0)	10.1	0	0
	2	斜 面 上 部	B D(d)	ユキツバキ, ミヤマカダバミ	87.0(4.5)	0	0	0
	6	斜 面 上 部	B B	ユキツバキ, リョウブ, イワウチワ	217.0(16.5)	15.0	0.6	0.6
沢	10	広 尾 根	B B	ユキツバキ, リョウブ, イワウチワ	115.9(7.7)	50.9	0.7	0.7
	3	ヤ セ 尾 根	B B	ユキツバキ, リョウブ, イワウチワ	0	0	0.7	0.7
	5	山 頂 緩 斜 面	P D II	ユキツバキ, リョウブ, イワウチワ	115.0(6.0)	3.5	0	0
	4	小 尾 根	P D II	ユキツバキ, リョウブ, アズキナシ, イワウチワ	56.7(2.0)	6.0	0.1	0.1
	1	山 頂 平 担 面	B D	チシマササ, ムシヤリ, イワガラミ	61.8(60.0)	2.9	0	0
苗 場	3	平 尾 根	P D II	エゾユズリハ, アタシバ, イワウチワ	0.5(217.5)	0.1	0	0
	2	"	P w(i) I	チシマササ, オタノカンヌゲ	31.8(83.0)	0.1	0	0

注 : ブナ1年生の()内は枯・半枯の本数

II 伐採跡地における稚樹の状態

大面積皆伐跡地と、目的意識的ではないが期せずして適当な間伐を行なった結果になつた跡地を比較調査してみた。その結果は表-16のとおりである。

これらは1例にすぎないが、皆伐跡地に2年生以上の稚樹の少ないことは天然林内の状態からみて当然のことで、更新の良好な場所をみてみると、調べた範囲では例外なく、適当な間伐を行なった跡地といふことができる。

表-16 伐採方法別 ブナ稚樹の本数 (1,000本/ha)

昭和41年調査

地 区	伐 採 方 法	ライン番 号又は方 形区番号	ブ		ナ				その 他の 広葉樹 本数	調 査 地 の 経 過
			1 年 生 本数	2 年 生 以 上 本数	高 さ 別 割 合 %					
					~2m	~4m	~6m	~8m		
苗 場	皆 伐	ラインⅠ	0	2.3	67	33	0	0	0.5	伐採後 1 年経過
		ラインⅡ	7.1	2.1	100	0	0	0		
	択 伐	ラインⅢ	50.2	11.6					1.5	昭和16~20年, 良木 を遺伐放置。 現在大経木が散生。
五 味 沢	択 伐	ラインⅠ	0	17.7	71	22	6	1	0.6	昭和16~20年頃, 航 空機用材を択伐。(30 ~50%の伐採率と思わ れる)のち, 製炭材とし て伐採。昭和40年に残 存木を皆伐。
		ラインⅡ	0	15.9	85	7	8	0	0.2	
		ラインⅢ	0.3	14.2	66	25	7	2	1.1	

III ブナの結実週期

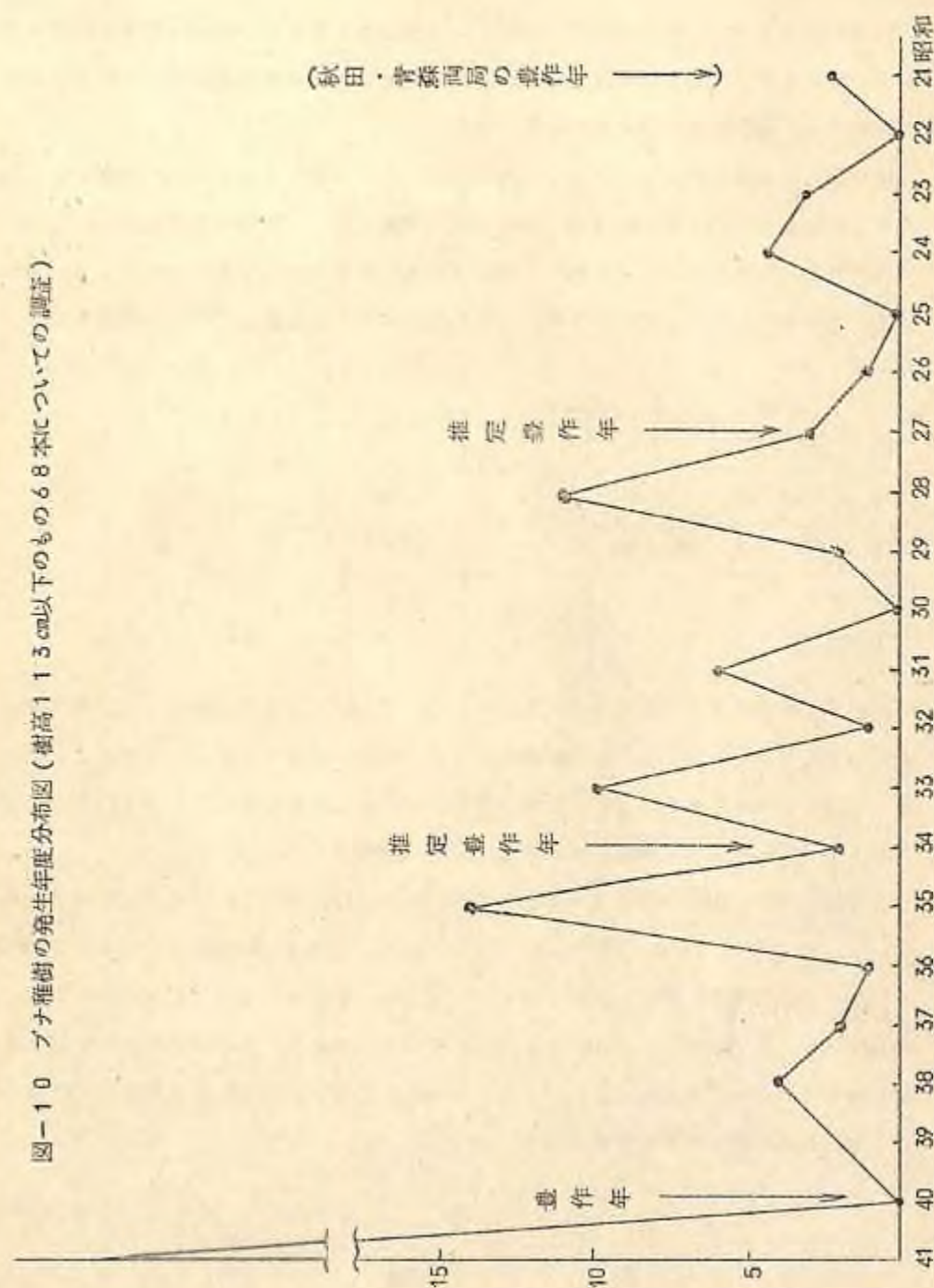
天然更新を考える場合、対象樹種の結実週期と、それがおこる原因を明らかにすることは極めて重要である。

それらについていくつかの報告があるが、結実週期については、過去の記録を検討すると同時に、現存稚樹の樹令分布からそれをおさえる方法を試みた。調査地から大小多数の稚樹を採集し、その樹令を調査した。その一部として、樹高113cm以下の稚樹68本に調査した結果をつぎに述べる(図-10参照)。

調査結果の特徴の一つは、6~7年ごとに大きな波のピークがあらわれていることである。

二つめには、小さな波のピークが、その間2~3年ごとにあるということである。

このことは、いままでの結実週期についての報告の大体の傾向とほぼ一致する。また苗場山において、昭和40年の大豊作以後、42年、44年に並作があらわれていることから裏づけることができる。



B 東北地方における実態調査（東北支場分担）

I 玉川地区

秋田営林局生保営林署管内玉川地区（海拔高900m，豪雪地帯）を昭和37年から昭和39年にわたって皆伐した跡地について，ブナ稚樹の更新調査を行なった例を報告する。調査時は昭和43年8月である。

皆伐跡地に4本のベルトをひき，ベルト上に10mおきに2m×2mの方形区を下記のように設定し，ブナ稚樹の有無，樹令，成長状況，植生，相対照度の調査を行なった。また皆伐前の状況を推定するために，隣接する残存林分について25m×25mの方形区をとり，そのなかに2m×2mのいくつかの小方形区を設置して同様な調査を行なった。

調査地番号	1	2	3	4	5
林小班名	1 4 林班上小班				上1
伐採年	昭37	39	38	37	未
調査区数	20	20	25	21	12

残存ブナ林の状態（調査地番号5）：各調査区でのブナ稚樹の出現率100%で伐跡地に比べてずっと高い。平均して1m²あたり6本の稚樹が出現するが，ムラがあり，図-11に示すように5年生以下が85%，うち1年生が65%を占めており，はたしてこのままでは更新を十分に満足しうる状態かどうか疑問である。

伐跡地の状態（調査地番号1～4）：伐採前は上記残存林分とはほぼ同じ状態だつたと思われるが，伐採にともなつてチシマザサの出現率および優占度が非常に高くなつていく（表-17参照）。ブナの出現率は12～33%，平均23%で，1方形あたりの平均本数0.87本，1m²当たり0.2本にすぎない（表-18参照）。残存林分に比べて極めて少ないのはチシマザサの密生化にともなう相対照度の低下も一つの大きな原因ではないかと思われる（表-19，20参照）。

図-11 ブナ稚樹の年令別のわりあい

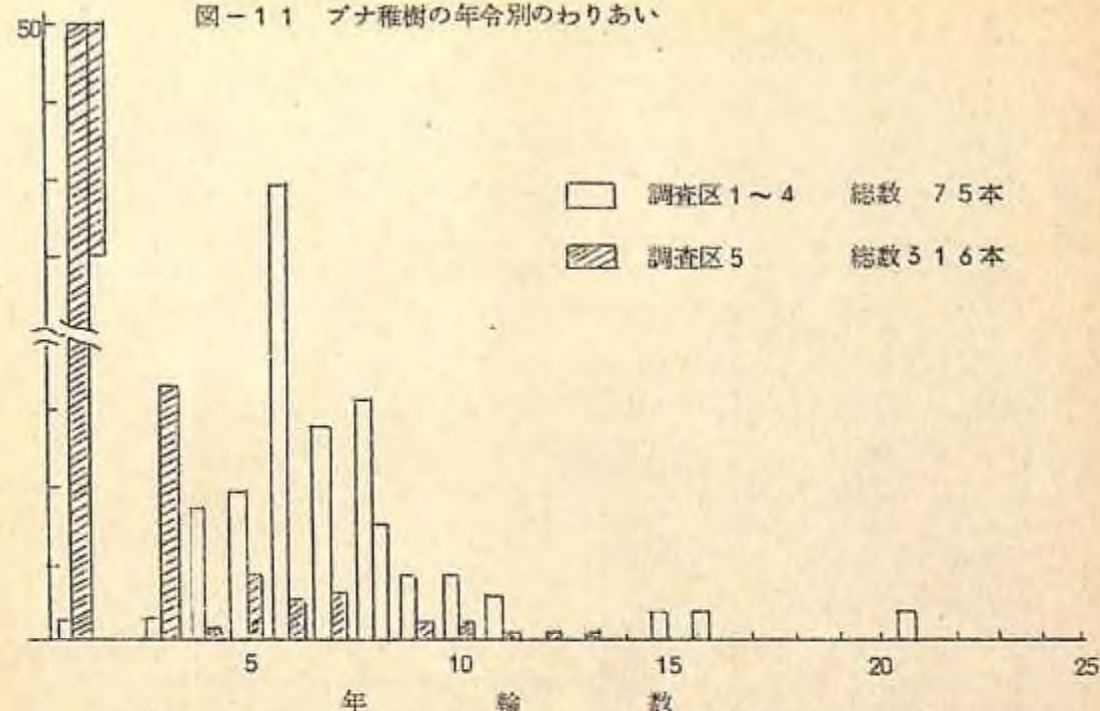


表-17 主要植物の各調査地での出現度と平均優占度

調査地番号	1		2		3		4		5	
出現度(F)と平均優占度(D)	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D
チシマザサ	V	5	V	4	V	5	V	4	V	3
オオカメノキ	II	1	II	1	II	+	II	+	V	2
ハウチワカエデ	I	+	II	+	I	+	II	+	—	—
ウワミズザクラ	II	+	II	+	I	+	I	+	II	+
ブナノキ	II	+	II	+	I	+	II	+	V	+
ニオイコブシ	IV	1	IV	1	I	+	II	+	II	+
オオバクロモジ	I	+	II	+	I	+	II	+	II	+
ヒメモチ	II	1	II	1	I	+	I	+	IV	+
シラネウラボ	V	2	V	2	V	2	V	1	V	1
マイズルソウ	I	+	I	+	I	+	II	+	II	+
イワガラミ	II	+	IV	1	II	+	IV	+	V	+
ツタウルシ	II	1	II	+	IV	+	IV	+	IV	+

表-18 ブナ稚樹の出現状況

調 号	1	2	3	4	総平均	5
方形区出現率%	25	30	12	33	23	100
総 本 数	9	15	13	38	75	
本数/1方形区	0.45	0.75	0.52	1.81	0.87	2.4

表-19 チシマザサの生育状態

調査地番号	3	4	5
本 数 本/㎡	19	42	13
平均高 m	1.6	1.1	2.2
平均根元径 cm	1.2	0.8	1.4
稈 重 Kg/㎡	2.01	1.18	1.47
葉 重 Kg/㎡	0.44	0.33	0.28
地上重 Kg/㎡	2.45	1.51	1.75

表-20 ササ上部の照度にたいする地表の照度のわりあい

調査地番号	1	2	3	4	5
%	1.9	2.5	1.9	2.3	17.8*

* (林冠上部の入射光線に対する割合 5.9%)

II 島海山地区

秋田営林局内天島営林署管内島海山山麓の海拔高600~800mのブナ帯に表-21*のとおり7つの調査区を設けた。そのうちプロット1はスギ天然林、プロット6、7はブナ林伐採跡地のスギ人工林であるが下層木にはかなりブナが混生している。他(プロット2~5)はブナ天然林である。

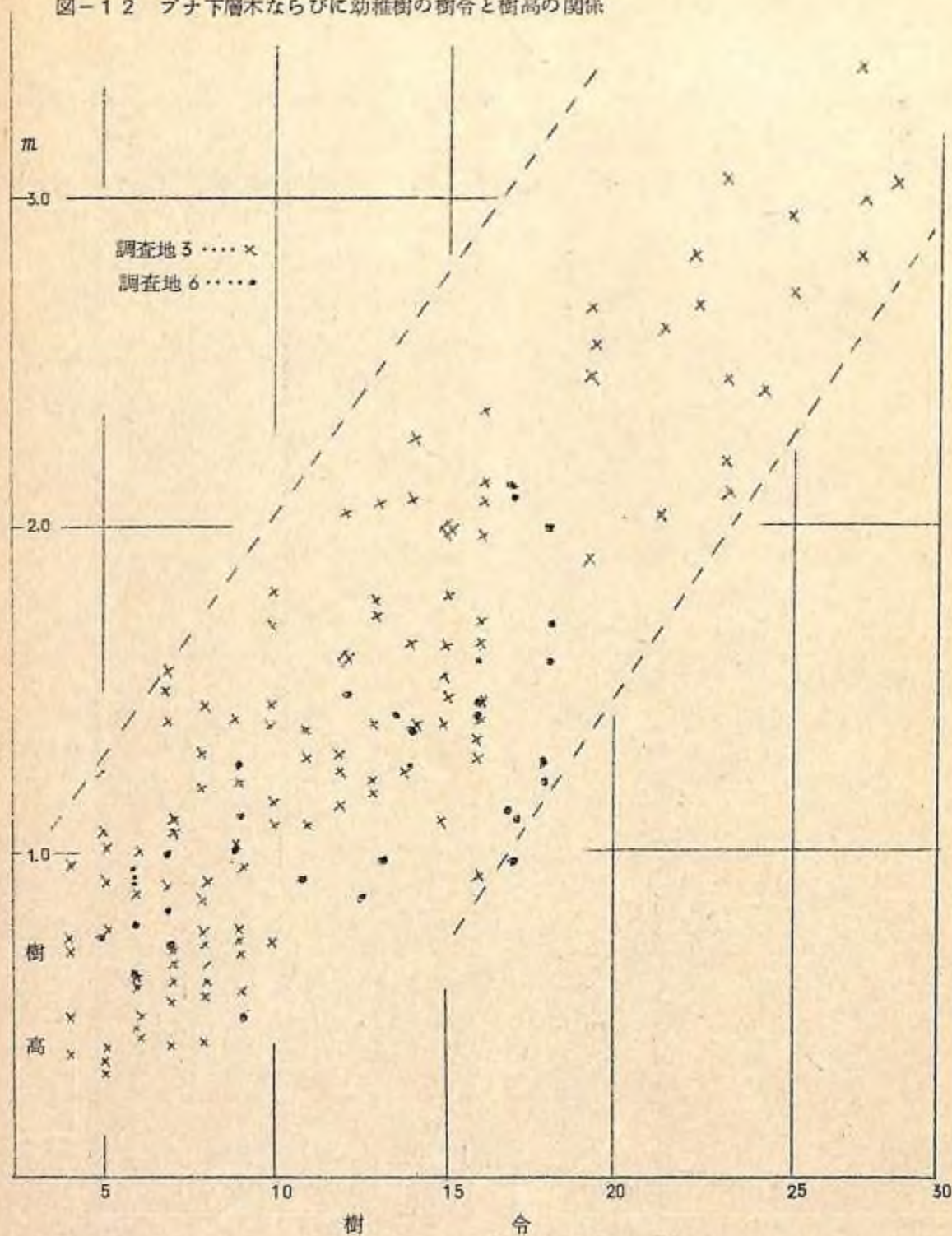
プロット2,3,4のブナ林下にはかなり前生稚樹があり、例えばプロット2では7年生以上の稚樹が1,900本/ha、プロット3では4年生以上が60,000本/haに達している。プロット3における稚樹の年齢と高さとの関係は図-12のとおりで、こ

ではブナ林の更新に前生稚樹にかなり期待をかけられる。

表-21 調査林分の概況

調査地		上 層				下 層			
		ブナ	スギ	その他 広葉樹	計	ブナ	スギ	その他 広葉樹	計
1	Hm		23.5			14.5		18.5	
	Dcm		71.9			20.3		37.2	
	N本/ha		300		300	50		125	175
	V㎡/ha		1,228		1,228	11		125	134
2	Hm	20.6						5.1	
	Dcm	35.0						5.1	
	N本/ha	650		650				225	225
	V㎡/ha	621		621				2	2
3	Hm	23.8						4.4	
	Dcm	44.7						4.4	
	N本/ha	400			400			150	150
	V㎡/ha	643			643			1	1
4	Hm	28.9				6.3		6.2	
	Dcm	60.4				5.7		5.8	
	N本/ha	300			300	175		325	500
	V㎡/ha	1,022			1,022	2		4	6
5	Hm	20.2		18.5				8.5	
	Dcm	33.8		27.1				12.5	
	N本/ha	675		50	725			12	12
	V㎡/ha	597		30	627			2	2
6	Hm	10.2	12.0	9.3		6.0	5.8	6.0	
	Dcm	13.1	18.8	10.6		6.7	11.1	5.8	
	N本/ha	1,850	400	200	2,450	900	100	100	1,100
	V㎡/ha	135	69	10	214	12	4	1	17
7	Hm		17.0			4.2	12.0	4.9	
	Dcm		38.1			5.9	8.8	6.8	
	N本/ha		650		650	900	100	250	1,250
	V㎡/ha		523		523	7	6	7	20

図-12 ブナ下層木ならびに幼稚樹の樹令と樹高の関係



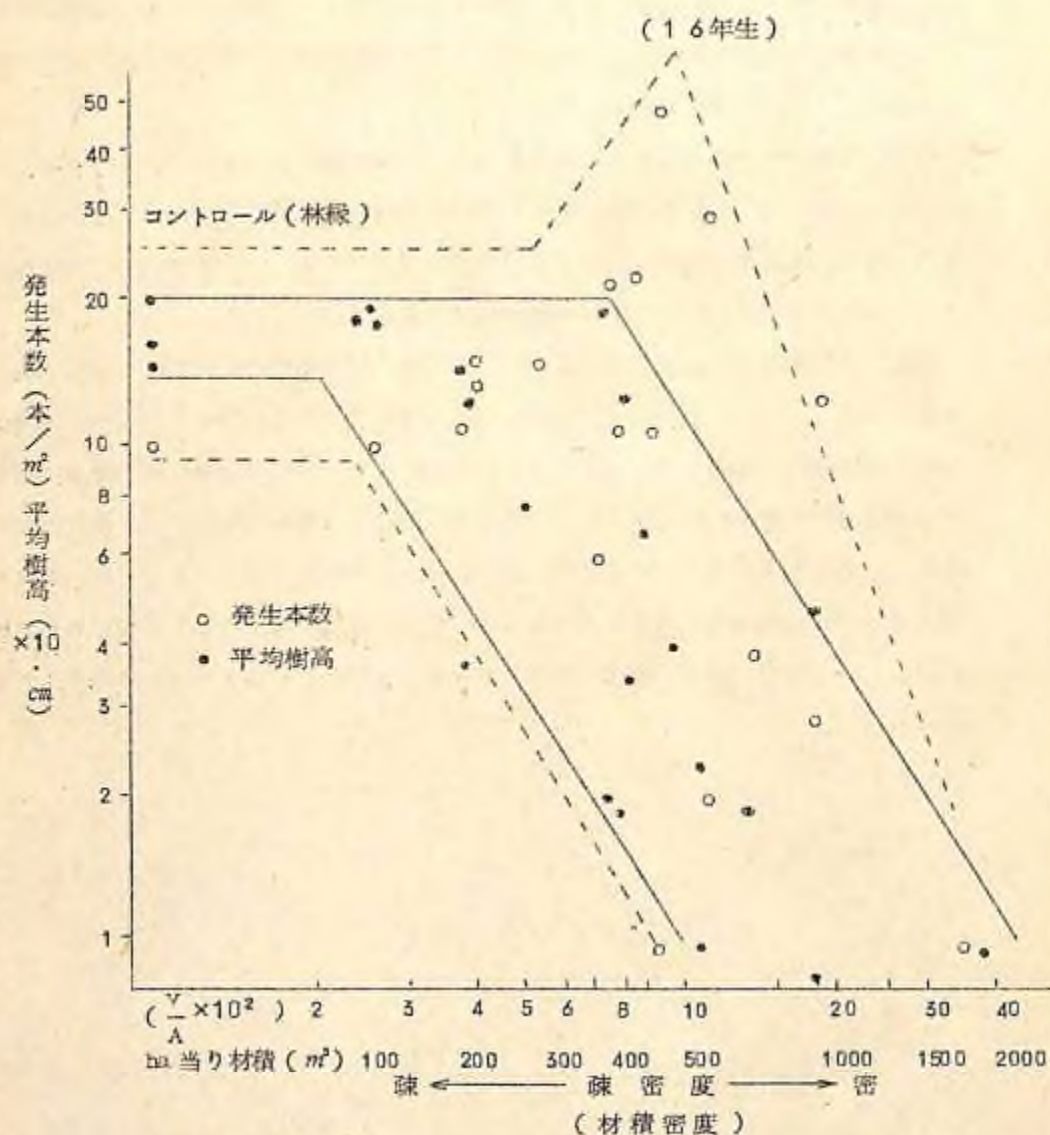
Ⅲ 八幡平地区

青森営林局 新町 営林 署 管内 八幡平安比地区では、安比岳の北東斜面の海拔高約 850 m のブナ林域で、牛馬などの長年の放牧により林床植生がササ、かん木を欠き、草型の林床となり、ブナ稚樹の発生・生育がきわめてよい区域について、森林の取扱いによつて生じた上木の疎密度のちがひによるブナ稚樹の発生、成長の経年的変化の把握を目的として調査を行なつた。

調査の方法は林分内で、できるだけ大きな孔状疎開箇所から小さいところまで、その中心点に 1 m² のコードラートを用意に 18 個、林縁の皆伐状のところは 3 個あわせて 21ヶ所とつた。その結果は図-13 に示すとおりである。この図から皆伐状態から 200 ~ 300 m²/ha まで、ほぼ同一の発生条件と考えられる。

前記ブナ天然林において、非常に恵まれた条件での後継樹の更新初期の型態が林分の推移に伴つて、いかに変化しつつ成林(林令60年まで)に移行するかという天然更新の林分移行過程の実態について調査した。その結果ブナ稚樹の成長は年令経過に伴つて上木距離間の樹冠に影響されない疎開部分に存在する稚樹のみか、陽光量を十分に吸収して、健全な更新木となる可能性が顕著にうかがわれることであり、この結果をもとに本地域での幼令稚樹の育成および壮令木の成長を促進させようとすれば、かなり以前の段階から、すでに林分の取扱いのあり方が充分検討されなければならないことがうかがわれる。

図-13 疎密度別ブナ稚樹発生本数と平均樹高の関係



注: A 隣り合う林木で結ばれる面積
V その面積に関与する上木の幹材積合計

IV 黒沢尻ブナ総合試験地

青森営林局北上営林署管内にある昭和23年設定の黒沢尻ブナ総合試験地内のブナ保残木作業試験区の更新成績と試験地内の無手入状態にあるブナ壮一老令天然林の林床特性調査を行なった。

本試験区は面積約7haを等高線方向にほぼ同じ面積でつぎの3区に区画した。第Ⅰ区(haあたり5本保残), 第Ⅱ区(材積80m³伐採), 第Ⅲ区(haあたり30本保残)の3区である。

昭和23年から24年の冬季間に伐採実行し, 25年各試験区にコードラードを設定してブナ稚樹の発生消長調査を3年間行なった。昭和26年各区全面について刈払いを実施した。今回の調査は試験開始後19年目にあたり, Ⅰ区では123箇, Ⅱ区では54箇, Ⅲ区では42箇のコードラードを設定して, 木本類を対象として全木について種類別の樹高を測定した。その結果調査年次別の全平均的な成績をかかざると表-22のとおりである。

表-22 ブナ後継樹の更新調査

種別 調査年度区	成立本数(1m²あたり)			平均樹高(m)		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
昭 26	1.4	1.7	2.3	0.10	0.10	0.10
" 27	1.5	1.8	1.0	0.16	0.17	0.16
" 28	1.8	2.1	0.8	0.35	0.26	0.26
" 43	1.7	2.2	1.2	3.89	3.76	2.11

各試験区はブナがすでに優占種となつて上層林冠を構成し, 林分構成上からみても安定した状態にあると見うけられた。各区の更新状態は必ずしも保残木の量の多少とは一致しないで, むしろ各区の環境条件の違いによつて異なっている。すなわち各区の地形, 土壌条件のちがいが直接ブナ稚樹の発生, 生育に大きく影響している。この成績の限りではかりに土地条件さえ良好であればhaあたり母樹5~6本の保残でも十分更新が期待できる。

本試験地のブナ天然林の落葉低木型林床における上木の疎密度と木本類の繁茂の関係

を調査した結果、結論的にはこの林床型ではブナの発生は比較的容易であつたとしても、林分では大体3～5年生以上の稚幼樹をみることはまず少ない。そこでこの林床型での更新を考える場合には当然刈払いなどの人工的補助作業が必要と思われる。

上記4地区のブナ林の更新を中心とした実態調査の外に秋田県仙北郡田沢湖町有林のブナ2次林について、その構成状態と生長を把握するために調査が行なわれた。この地方のブナ2次林がかなり立木密度の高い林分であり、樹高成長は収穫表の地位上を上まわるほどであり、また材積平均成長量が5 m^3 に近い値を示している良好な林分であることを示した。

○ 苗場山ブナ天然更新試験地の調査（本場分担）

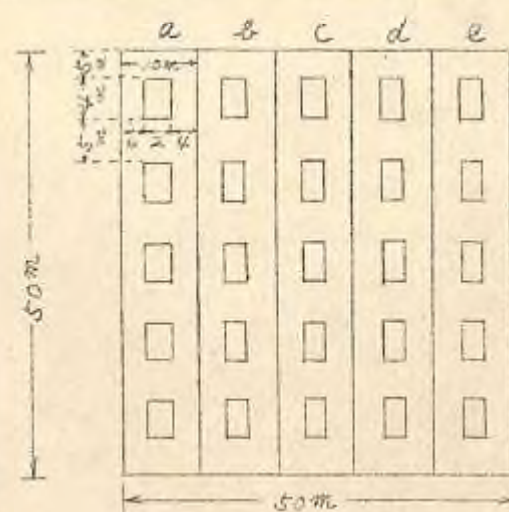
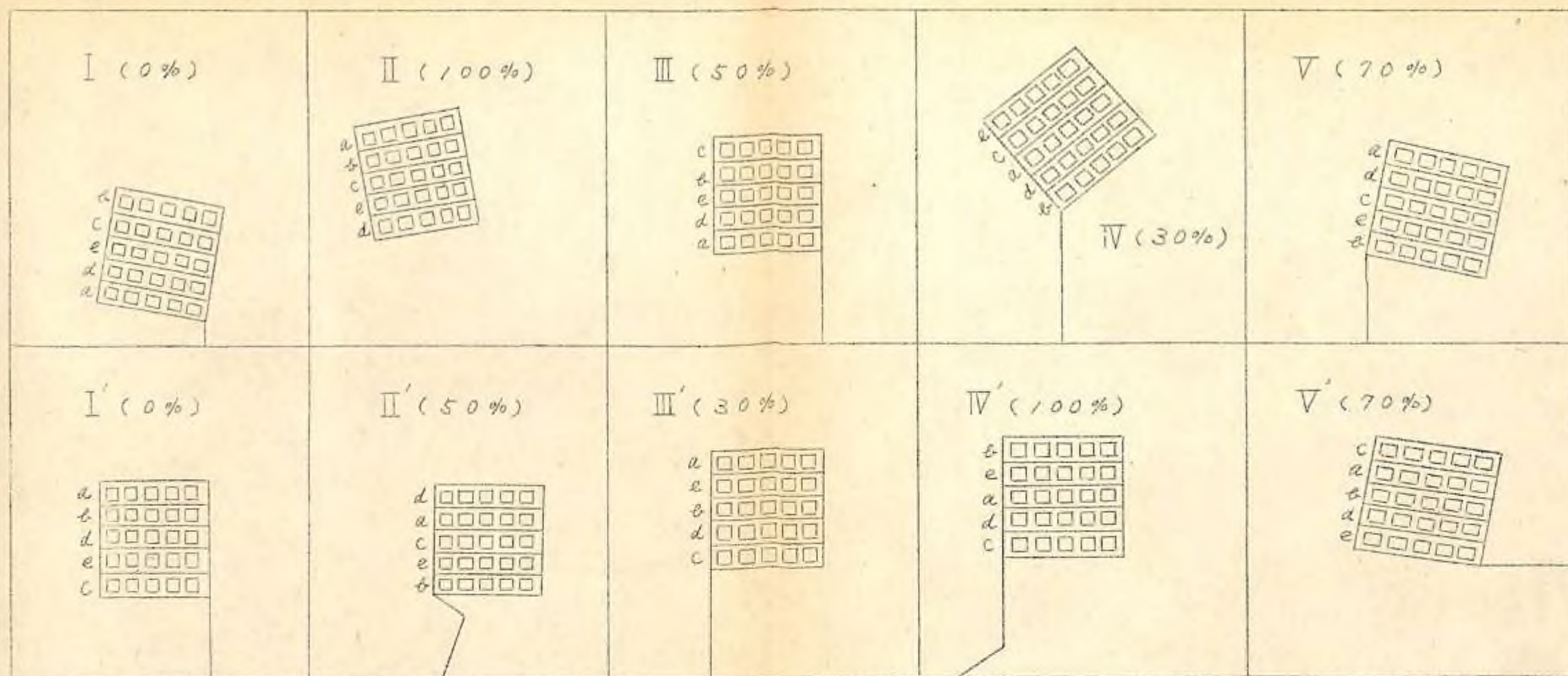
Ⅰ 試験目的および設計

天然林および伐採跡地の調査結果をふまえて、どのような伐採率、地床処理がブナの更新によいかを明らかにするために、両者を組合せた固定試験地を苗場山に昭和42年に設定し、調査を行なつた。

試験地の位置は六日町営林署管内苗場山国有林21林班は小班内で、標高は1180 mから1460 mにおよび、その面積は22.5 ha (750 m × 300 m)である。傾斜方向はほぼ北東、低部は緩斜地で高度をますにつれて傾斜が急になり、最高部でふたたび緩斜地になっている。土壌は大部分がつまり型のB_D型土壌によつて占められているが、尾根地形にはB_B型土壌が、若干凹地がかかってくるとバン層の発達した表層グライ層があらわれてくる。

典型的な日本海型ブナ林で、凹地沿いにサワグルミ・トチノキが僅かに出現し、試験地の最高部でダケカンバが混生するほかはブナによつて占められている。

試験設計は図-14に示すように伐採率0, 30, 50, 70, 100%の大区画(150 m × 150 m)をランダムに2回くりかえし計10コを設定した。それぞれの伐採区外の影響をさけるために、ほぼその中央に中区画(50 m × 50 m)を設け、刈払い、刈払い+かきおこし、除草剤散布、除草剤散布+かきおこし、無処理の5つの地床処理区をランダムに区分した。そしてそれぞれの処理区内に4 m × 4 mの小方形区5コずつ、1伐採率区で計25コ、試験地全体で250コを設定した。



伐採率区分		
0%	I	I'
30	IV	III'
50	III	II'
70	V	V'
100	II	IV'

地床処理区分

刈 払 い	a
刈 払 い + かきおこし	b
枯 殺 剤	c
枯 殺 剤 + かきおこし	d
無 処 理	e



図-14 伐採率地床処理別ブナ天然更新試験地

II 調査結果

林内稚樹の大部分は昭和41年に大発生したものであるが、これらは1年後にはほぼ $1/10$ に、2年後にはさらにその $1/2$ に減少していた。林床型との関係では、昭和41年発生した稚樹についてはきれいな傾向が認められたが、それ以外についてはつきりしなかつた。

自然状態および薬剤（ササ枯殺剤）散布によるブナ稚樹の消長は表-23, 24のとおりである。

除草剤散布区では散布後1か年間でブナの3年生稚樹は $1/5.5$ に減少した。除草剤が均一に散布されているところではブナ稚樹は完全に枯死し、1m内外のものでも枯死するものができている。このことは林床処理法として除草剤利用上注目すべきことと考えられる。

本試験地については今後上木の伐採に伴う稚樹の発生消長、植生の変化などを引続き調査する予定である。

表-23 苗場山試験地

自然状態におけるブナ稚樹の消長
(昭和42,43年両年の本数,出現頻度の比較)

グループ	林床型	昭和40年の種子豊作により発生した稚樹				
		本数,平均と範囲(ha当り100本)			出現頻度	
		昭42	昭43	残存率	昭42	昭43
ササ優占のグループ	ササ	194 0~725	104 0~538	53.7	83.4	72.2
	ササ -シラネワラビ	63 0~550	42 0~350	65.9	44.5	34.6
	ササ -ミヤマカンスゲ	72 0~300	33	45.1	78.3	65.2
	ササ -ヤマソテツ	374 0~2975	218 0~2075	58.3	90.0	86.7
	ササ -イワウチワ	463 13~1700	276 0~1100	63.5	100.0	90.0
	全 体	209 0~2975	128 0~2075	61.2	78.8	69.7
	林床欠除	519 338~800	259 113~475	50.0	100.0	100.0
ササが優占しないグループ	シラネワラビ	47 0~425	24 0~213	52.9	42.1	26.3
	ミヤマカンスゲ	106 25~263	38 0~113	35.3	100.0	75.0
	ヤマソテツ	248 0~788	144 0~500	58.0	88.2	76.5
	イワウチワ	372 25~875	216 13~550	58.2	100.0	100.0
	全 体	200 0~875	110 0~550	55.0	74.5	62.7

度	昭和40年以前に発生した稚樹					
	本数,平均と範囲(ha当り100本)			出現頻度		
前年比	昭42	昭43	残存率	昭42	昭43	比
0.87	58 0~438	50 0~375	86.8	61.1	61.1	1.00
0.78	17 0~113	12 0~50	70.6	55.6	50.0	0.90
0.83	26 0~150	19 0~113	71.2	43.5	43.5	1.00
0.96	45 0~338	38 0~338	84.4	53.3	50.0	0.94
0.90	20 0~73	13 0~50	62.5	60.0	50.0	0.83
0.88	35 0~438	28 0~388	80.0	53.5	50.5	0.94
1.00	91 25~138	69 25~113	75.9	100.0	100.0	1.00
0.62	13 0~63	12 0~50	90.0	47.3	47.3	1.00
0.75	25 13~50	22 0~50	87.5	100.0	75.0	0.75
0.87	53 0~238	44 0~225	81.1	82.3	76.5	0.93
1.00	14 0~68	7 0~50	50.0	28.6	14.3	0.50
0.84	34 0~238	27 0~225	79.9	64.7	58.8	0.91

表-24

苗場山試験地

薬剤散布による稚樹の消失

(1967年薬剤散布前と1968年薬剤散布後の稚樹本

グループ	林床型	昭和40年の種子豊作により発生した稚				
		本数, 平均と範囲 (ha当り100本)			出現頻度	
		昭42	昭43	残存率	昭42	昭43
ササの優占するグループ	ササ	131 0~800	20 0~100	15.3	95.0	50.0
	ササ - シラネワラビ	13 0~50	0	0	62.5	0
	ササ - ミヤマカンスゲ	94 0~463	21 0~163	22.3	70.6	41.2
	ササ - ヤマソテツ	80 0~400	9 0~50	11.3	72.7	36.4
	ササ - イワウチワ	258 63~463	71 13~175	27.5	100.0	100.0
	全 体	101 0~800	18 0~175	17.8	79.7	40.7
ササが優占しないグループ	林床欠除	141 0~275	41 0~163	29.1	85.7	85.7
	シラネワラビ	8 0~50	3 0~13	37.5	30.0	20.0
	ミヤマカンスゲ	114 0~350	70 0~138	61.4	57.1	57.1
	ヤマソテツ	261 0~600	69 0~300	26.4	92.3	92.3
	イワウチワ	503 425~663	34 0~63	6.8	100.0	75.0
	全 体	177 0~662	42 0~300	23.7	70.7	65.9

数, 出現頻度の比較)

樹	昭和40年以前に発生した稚樹					
	(%)	本数, 平均と範囲 (ha当り100本)			出現頻度 (%)	
		昭42	昭43	残存率	昭42	昭43
前年比						
0.53		19 0~125	11 0~63	57.9	25.0	20.0
—		34 0~188	20 0~138	58.8	37.5	25.0
0.58		45 0~463	28 0~288	62.2	52.9	29.4
0.50		42 0~275	27 0~150	64.3	54.5	45.5
1.00		17 0~25	13 0~25	76.5	66.7	66.7
0.51		33 0~463	20 0~288	60.6	42.4	30.5
1.00		29 0~75	16 0~50	55.2	57.1	57.1
0.66		10 0~38	8 0~38	80.0	40.0	30.0
1.00		50 0~225	48 0~138	96.0	71.4	71.4
1.00		20 0~50	12 0~38	60.0	69.2	46.0
0.75		266 0~788	119 0~300	44.7	75.0	75.0
0.93		48 0~788	26 0~300	54.2	61.0	51.2

D とりまとめ

本州中央部の日本海側の代表的ブナ林地帯である前橋営林局長岡宮林署管内五味沢地区および六日町営林署管内苗場山地区についてブナ林の更新および植生に関する調査を行った。その結果ブナ天然林内の2年生以上の稚樹数ははなはだ少く、針葉樹林の場合ととなり、前生稚樹の更新に主体をおくことは困難であることが明らかになった。

ブナの結実周期を天然林内に現存する稚樹の年令調査によつて推定した結果6~7年ごとに大豊作が現われ、その間に2~3年ごとに豊作がみられる。

ブナの結実豊作の翌年には当年生稚樹が天然林内に多数の発生がみられるが、その消失は予想外に著しく、主として梅雨期による菌害および夏期の乾燥害とが原因と考えられる。

大面積皆伐によつてブナの更新を期待することは全く希望はもてないので、林床処理をともなり前更作業的伐採法によることが、必要と考えられた。そこで苗場山国有林においてブナ天然更新試験地を設定して、上木の伐採率と各種地表処理を組合せた試験地を設定して、引継ぎ調査を行なっている。本試験地においても昭和41年に大発生したブナ稚樹は1年後にはほぼ1/10に、2年後にはさらに1/2に減がみられたことが前記の結果を裏付けるものと考えられる。

東北地方のブナ林として青森・秋田営林局管内、5地区において、その林分構成状態と成長およびブナ稚樹の更新に関する調査などが行なわれた。

本地区のブナ天然林の林床はごく大まかにみて草型、落葉低木型、ササ型に分類できるが、そのそれぞれの林床特性が明らかにされた。そのうち草型林床は牛馬の長年放牧した跡地などに出現し、ブナ稚樹の発生、生育が良好であるために2次林の造成が比較的容易である。

(例一八幡平安比地区)本地区で上木の疎密度によるブナ稚樹の発生と成長をみると皆伐状態から材積密度5を保有する林分まではほぼ同一の発生条件であり、皆伐状態とほぼ同一の樹高成長の効率を示す範囲は上限では10、下限で5であり、それ以上の密度では急激に樹高成長の減退が認められた。

落葉低木型林床の林分(例一黒沢尻ブナ総合試験地)においてはいくら上木が疎開してもブナ後継樹の生育が期待できず、当然刈払いなどの人工的補助作業が必要である。

ササ型林床の林分(例一玉川地区)は林床のササの密度の多少によつて、ブナ稚樹本数に影響されるが、皆伐跡地のように地床植物が密生する場合には、伐採前に生じた稚樹は大部分消失する。このときササの除去が更新を完全にする一つの条件として不可欠である。

いずれにしても人為的な影響を多分にうけた草型林床を除いて、落葉低木型、ササ型林床をもつ天然林を皆伐的に伐採すれば、植生が繁茂し、ブナ稚樹の更新が期待できなく、伐採前後の林床処理が極めて有効であることがわかる。

保残木作業において伐採後2年目に全面刈払を行なつて、17年経過したときの更新成績から、保残木の量(haあたり5本~36本)の多少と更新の良否とは関係がなく、土地条件さえ良好であればhaあたり5~6本の保残でも十分更新が期待できる。

さらに更新初期から林令60年生までの更新経過の調査から、ブナ稚樹の成長は年令経過に伴つて上木距離間の樹冠に影響されない疎開部分に存在する稚樹のみが健全な更新木となる可能性がうかがわれ、そのためにこれらの更新木の成長を促進するためにはかなり早い段階において上木の取扱い方を決定しておかなければならない。

3-2-2 物質生産力に関する調査

ブナ林の更新と保育に関連してブナ人工林の調査を森林生産の立場から解析した。

A ブナ人工林の物質生産

昭和43年秋に新潟県中魚沼郡津南町、松の山町で、この地方に分布するブナ人工林を調査した。この地方は、いわゆる豪雪地帯で、スギなどの針葉樹の成林が困難なために、比較的雪に強く、また家屋建築用の用途もあつて、ブナ人工林(山引苗の植栽)が生まれたもののようである。

調査はつぎの3プロットで行なつた。なお調査地付近の年平均気温は10°C前後、暖かさの指数は80°C程度で、ブナ帯の下部にあたる。

P3: 松の山町、標高400m、スギ不成継造林地を改植。35年生。

P4: 津南町、標高470m、生産力の低下した畑地に造林。41年生。

P6: 津南町、標高580m、ボイ山を皆伐して植栽。林齢50年以上。

各プロットから、6~8本の供試木を伐倒、相対成長法によつて表-25のとおり現存量が推定された。

表-25 調査林の現存量その他

		P 3	P 4	P 6	
林 齢	年	3 5	4 1	7 5 0	
立木本数	本/ha	5,232	2,186	2,829	
平均胸径	cm	8.9	13.9	11.6	
平均樹高	m	10.0	13.6	13.9	
上層木平均樹高	m	14.6	16.4	19.9	
胸高断面積	m ² /ha	40.6	38.8	39.9	
乾 重	幹	トン/ha	168.0	166.5	202.2
	枝	トン/ha	31.4	43.5	39.5
	葉	トン/ha	4.8	4.7	4.9
	地下部	トン/ha	54.2	58.2	49.9
	全 体	トン/ha	258.4	272.9	296.5
幹材積	m ³ /ha	274.9	272.4	330.8	
葉面積	ha/ha	7.7	7.6	7.8	

純生産量は、最近1年間の現存量増加量にリター量(枯死・落葉枝など)の推定値を加えて求めた。また、既往のブナの呼吸に関するデータから、機部と葉に分けて呼吸量を推定し、これを純生産量に加えて総生産量とした。これらについては表-26にまとめて示した。

これらのプロットは一斉林型を示し、最近間伐も行われていないために林冠層は密で、中下層の植生はほとんど見られない。このため、林冠層が不均質で不連続になりやすい既往の落葉広葉樹天然林のデータと比較すると、葉量が多く、純生産量もかなり多い。

また、材積成長では、この地方のスギ収獲量の2等地と3等地の中間ぐらいにあたるが、最近の年成長量は10~13m³/ha・年に達し、平均成長量でも7m³/ha・年と、広葉樹林としては良好である。そして、これだけの成長量をもつ造林地が、スギ成林不能地、営農放棄地、ポイ山改良地などで実現しているところに、これらブナ人工林の存在価値が

あると考えられるのである。

表-26 調査林の生産量

		幹	枝	地下部	葉	計	エネルギー効率 通 年 生育期間	
		トン/ha・年				トン/ha・年	%	
P 3	現存量増加	5.9	2.1	1.6	0	9.6		
	リター	0	(1.9)	(1.1)	4.8	7.8		
	純生産量	5.9	4.0	2.7	4.8	17.4	0.7	1.2
	呼 吸	1.24				23.5		
						40.9	1.6	2.8
P 4	現存量増加	6.6	2.5	2.5	0	11.6		
	リター	0	(1.9)	(0.5)	4.7	7.1		
	純生産量	6.6	4.4	3.0	4.7	18.7	0.7	1.3
	呼 吸	13.1				23.7		
						42.4	1.6	2.9
P 6	現存量増加	7.6	2.3	1.6	0	11.5		
	リター	0	(2.0)	(0.9)	4.9	7.8		
	純生産量	7.6	4.3	2.5	4.9	19.3	0.7	1.3
	呼 吸	14.3				24.8		
						44.1	1.7	3.0

B ブナ林の地下部構造

調査林分は表-25で示した新潟県中魚沼郡津南および松の山町にあるプロット4.6.3の3林分である。

調査計算方法として、中径根以下の根量はブロック法により、大径根以上については全量測定した。

各調査林分から6~8本の調査木を選んで、地上部、地下部の現存量と生産量を測定した。この地下部の現存量の一例を示すと表-27の通りである。

表-27 調査木の部分重 (乾重g)

樹種	林分	調査木番号	胸直 cm	胸高 断面積 cm ²	樹高 cm	地 下 部 重							根系の 最大深さ cm
						細根	小径根	中径根	大径根	特大根	根 株	地下部重	
ブナ	4	55	233	426	1660	4013	6451	14333	6974	6127	35023	72921	145
		41	185	269	1560	1261	2981	3820	2883	2372	22458	35775	130
		8	164	(30) 211	1560	1987	2353	4186	2607	1634	19274	32041	130
		13	112	99	925	411	2609	3565	914	366	4372	12237	120
		6	90	64	1190	758	1042	567	259	526	2313	5465	120
		26	71	40	665	412	822	751	310	233	1251	3779	110
		計	855	1139	7560	8842	16258	27222	13947	11258	84691	162218	755
ブナ	4	平均	143	190	1260	1474	2710	4537	2325	1876	14115	27036	126
		根重比				0.055	0.100	0.168	0.086	0.069	0.522	1.000	

各林分の調査木の根量の平均値をいままで調査したスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツなどの林分と比較すると、細根、小径根、中径根、根株の根量は他の樹種に比べて著しく大きく、大径根、特大根は小さい。地下部全体ではやや大きい傾向が認められた。

根重比においてブナは特に細根、小径根、中径根が他の部分に比べて高い割合を示した。

これはブナの根系は針葉樹と異なり、分岐性が大きく、大径根および特大根が多数分岐する多岐性をもっていることによる。

ブナは呼吸に関係する細根、小径根など新しい組織が多く、吸収表面積も大きい。このような根系の特徴は開業時などの一時的吸収の増加とも関連して考えられる。

ブナ林の根量の垂直分布からみると、各林分ともに細根はその90%以上が第Ⅰ層に集中しその吸収構造が著しく表層に片寄っている。この点ではブナは浅根性樹種で細根の発達と成長は好氣的な条件に影響されることが考えられる。ブナの根系の最大の深さも浅く調査木のほとんどは100~150cmであつた。これは同程度の径級の根系の最大深さが3m以上にも及ぶマツ類とは性格を著しく異にする。

0 とりまとめ

ブナ人工林はわが国では比較的事例が少なく、有名なのは北海道七飯のガルトナーの人工林である。本研究の過程で調査した新潟県の人工造林はその稀な例の一つであるが、豪雪地帯の、他樹種の造林が困難な場所で造林に成功したことはきわめて意義が大きい。

ブナは積雪の影響を受けることが少く、豪雪地での最も有力な更新材料であることは、兼ねてよく知られているところである。ブナ人工林が着地でもこのように好い成長を示すのは、この調査で明らかにされたとおり、小径根の多い吸収構造の根系をもつこと、十分密生して高い純生産量をもっていることによるもので、多雪地帯の人工造林樹種として期待をいだかせるとともに、その造林、保育方法について示唆を与えるものである。

3-2-3 人工更新に関する調査 (東北支場分担)

A 樹種更改に関する試験

既設の樹種更改試験地を調査して、ブナ帯とくにその上部の造林適樹種を判定する資料を得ようとした。

1 早池峯山金平沢試験地

本試験地は青森営林局川井営林署管内早池峯山腹北側海拔高780~880mのヒバ林伐採跡地に昭和31年30m×30mの36プロットが設置され、植栽は翌32年に行なわれた。カラマツとヨーロツバアカマツは単植区、ヒバ、ヨーロツバトウヒ、

スギ、トドマツ、エゾマツ、オーストリーマツ、モンタナマツについてはカラマツとの一列おきの混植区でhaあたり4,000本で植えられている。満8年目の成績によれば、現存本数のあまり減っていない樹種にヨーロッパアカマツ、ヨーロッパトウヒ、トドマツ、エゾマツ、モンタナマツであり、樹高成長の順はカラマツ>ヨーロッパトウヒ>スギ>トドマツ>ヨーロッパアカマツ>オーストリーマツ>エゾマツ>モンタナマツ>である。被害の著しいものはカラマツ先枯病と雪害であり、雪害は傾斜の急な上部のプロットに多く、ヨーロッパアカマツ、オーストリーマツなどのマツ類とスギ、カラマツなどに多い。

II 三本木ブナ総合試験地内樹種更改試験区

本試験区は青森営林局三本木営林署管内惣辺山国有林標高520mの箇所に昭和29.30年に適潤地(B_D型)、湿潤地(B_F型)、中間地(B_E型)の3ヶ所について、ブナ林面積9.76haを皆伐して、針葉樹の植栽試験区(1プロット20X20m30プロット)を設けた。昭和31年春、秋期にわけて植栽した。

その植栽後10年目までの成績の一部は表-28のとおりである。

10年目の平均樹高についてみると、両区ともカラマツ、ヨーロッパトウヒが他の樹種より抜きでている。10年目の平均樹高を当地方の収獲表と比較すれば適潤区においてはカラマツが地位2等上、スギが1等地下を示し、湿潤区のものそれぞれ2等地中の値を示した、ヒバ、アカマツマツ、エゾマツ、ダグラスファーはいずれも樹高成長は劣る。成立本数を適潤区でみると他の樹種は80%以上を示すが、トドマツとヒバはそれ以下で劣った。湿潤区では適潤区より劣るが、湿潤地に比較的強いものはエゾマツ、アカマツマツ、弱いものはチヨウセンマツ、ヒバ、ダグラスファーがあげられる。

表-28

適潤潤区の成績表

(haあたり3,025本植え)

項 樹 種	各調査時における平均樹高(m)							10年目の成績		
	1956 10	1957 9	1958 10	1959 10	1960 9	1961 10	1965 11	成立本 数	成長 指数	計算対 象本率
	当年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	10年目			
スギ	0.36	0.41	0.71	1.12	1.54	2.27	4.12	97.0	1,144	45.7
	0.36	0.40	0.64	0.95	1.37	1.94	3.47	73.8	957	43.3
カラマツ	0.31	0.85	1.53	1.94	2.63	3.49	6.41	84.8	2,087	65.9
	0.28	0.70	1.19	1.60	2.17	2.86	5.32	64.7	1,879	53.2
ヒバ	0.13	0.21	0.33	0.46	0.59	0.89	1.34	65.8	1,057	46.0
	0.13	0.23	0.29	0.39	0.50	0.61	1.04	35.5	802	86.0
エゾマツ	0.31	0.35	0.45	0.61	0.84	1.12	2.34	98.1	756	92.4
	0.32	0.35	0.45	0.57	0.75	0.99	2.30	94.8	719	86.9
トドマツ	0.18	0.25	0.42	0.59	0.86	1.18	2.56	79.1	1,397	68.3
	0.20	0.24	0.36	0.52	0.74	1.04	2.25	72.7	1,108	61.0
アカエゾマツ	0.22	0.29	0.41	0.55	0.77	1.06	2.35	89.8	1,082	96.6
	0.23	0.32	0.43	0.53	0.68	0.95	2.16	88.7	953	87.0
ヨーロッパトウヒ	0.18	0.25	0.44	0.69	1.04	1.53	3.67	97.2	2,037	79.9
	0.21	0.30	0.45	0.67	0.98	1.44	3.69	87.1	1,757	88.0
ヨーロッパアカマツ	0.16	0.23	0.41	0.65	0.84	1.19	2.30	97.5	1,413	60.7
	0.18	0.25	0.38	0.57	0.76	0.98	2.06	85.4	1,146	63.9
ダグラスファー	0.15	0.18	0.27	0.37	0.50	0.66	1.33	80.7	903	46.1
	0.14	0.18	0.26	0.34	0.47	0.59	1.21	43.0	864	58.3
チヨウセンマツ				0.17	0.23	0.35	1.02	57.6	598	
				0.15	0.22	0.29	0.82	27.3	536	

(注) 上段は適潤区、下段は湿潤区

チヨウセンマツについては7年目までの成績を掲げた。

III 黒沢尻プナ総合試験地樹種更改試験区

本試験区は青森営林局 北上営林署管内入畑山国有林の標高470～550mに所在するブナ林の伐採跡地に昭和29年に設定された。冬期間の積雪量は3～4mに達する。試験区内に20×20mのプロットを64箇設定し、邦産樹種4種、外国樹種4種を選定し、昭和30年秋各プロット100本づつ（haあたり2,500本植）植栽し、31年、32年に補植を行なった。

今回の調査は植栽当年から数えて12年目、調査回数では7回目にあたり、その成績はつぎのとおりである。

植栽苗木の活着状態とその後の本数減少の推移状態をみると、補植を行なわない場合植栽時からの累積枯損率は表-29のようにウラジロモミ、エゾマツを除いては、植栽後12年目でその植栽本数が半減する。このうちスギの活着不良の原因は桃割スギのサシキ苗が弱小であつたためとされる。またストロブマツは昭和36年から41年までの間の虫害（ミドリハバチ類）をうけたために異常な枯損量となつた。

表-29 樹種別、経過年別、枯損率一覧表（補植を行なわない場合）

植栽時からの累積枯損率%

樹 種	昭31.10月	昭32.10月	昭33.9月	昭35.9月	昭36.9月	昭41.11月
	2年目	3年目	4年目	6年目	7年目	12年目
ス ギ	45.0	46.9	46.9	47.5	47.9	48.9
ヒ バ	30.3	33.5	35.6	43.9	45.3	51.1
エ ゾ マ ツ	15.0	19.3	21.9	28.4	30.3	34.9
ウ ラ ジ ロ モ ミ	2.3	3.4	3.9	6.5	8.1	15.0
ス ト ロ ー プ マ ツ	8.8	10.3	11.8	21.4	38.1	91.1
ダ グ ラ ス フ ァ ー	25.0	30.8	34.3	38.0	39.6	45.3
ヨ ー ロ ッ パ ア カ マ ツ	21.8	23.6	28.1	34.1	37.6	52.6
ヨ ー ロ ッ パ ト ウ ヒ	17.0	21.1	25.0	32.5	34.6	40.6

（注）： 昭和40年秋植栽、植栽本数は各樹種とも800本

表-30 樹種別、経過年別、平均樹高一覧表（m）

樹 種	健 全 木							成立木 12年目
	植栽当年	2年目	3年目	4年目	6年目	7年目	12年目	
ス ギ	0.15	0.28	0.57	0.86	1.41	1.85	3.52	3.02
ヒ バ	0.29	0.30	0.40	0.53	0.76	0.93	1.67	1.57
エ ゾ マ ツ	0.27	0.28	0.33	0.42	0.65	0.78	1.65	1.52
ウ ラ ジ ロ モ ミ	0.47	0.48	0.52	0.62	0.90	1.11	2.05	1.92
ス ト ロ ー プ マ ツ	0.37	0.43	0.56	0.72	1.08	1.19	1.52	1.38
ダ グ ラ ス フ ァ ー	0.23	0.25	0.33	0.46	0.68	0.82	1.42	1.34
ヨ ー ロ ッ パ ア カ マ ツ	0.09	0.15	0.28	0.48	0.78	0.93	1.70	1.63
ヨ ー ロ ッ パ ト ウ ヒ	0.13	0.16	0.26	0.37	0.59	0.76	1.65	1.51

つぎに樹高成長についてみると、植栽時から現在までの同一健全木（補植木、被害木を除く）についての平均樹高は表-30のとおりである。なお12年目の成立木（補植木、被害木を含む全生存木）の平均樹高も併記した。

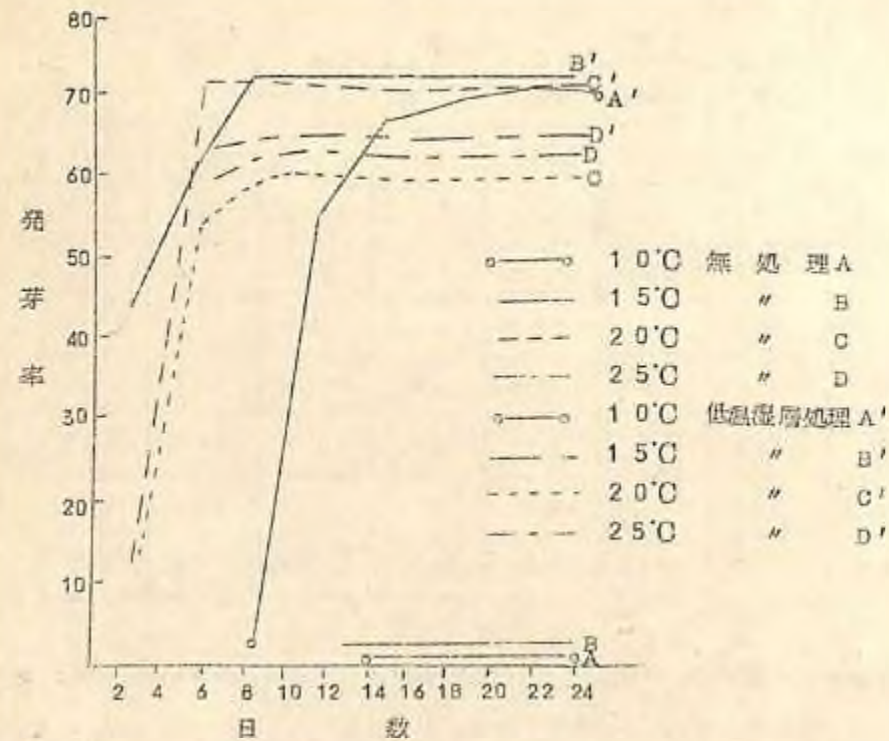
補植完了後の枯損率と樹高生長量からみて、スギが最も優れ、これについて、ウラジロモミ、以下ヨーロッパアカマツ、ヒバ、ストロブマツのグループの順である。

B カンパ類の養苗試験

I シラカンパ種子の低温湿層処理試験

昭和40年札幌営林署管内定山溪産の種子を0～30℃で45日間低温湿層処理を行ない、発芽床温度を10℃、15℃、20℃、25℃の4段階とし、これにまきつけて発芽試験を行なった。その結果は、図-15のように、低温湿層処理をすることによって比較的低い床温度で、早く発芽させることのできる事がわかった。

図 - 1 5



II シラカンパ種子のまきつけ時期試験

無処理および0～3°Cの低温湿層処理をした種子を4月13日より6月10日まで15日間おきに順次苗畑にまきつけ発芽、成長を検討した。

その結果苗高および根元径ともにまきつけ時期の早いものほど大きい苗木がえられ、また低温湿層処理をしたものはそれぞれのまきつけ時期における無処理のものよりも成長量が大きかった。これは発芽時期の差によるもので、処理をしたものは無処理のものよりも相当早い日数で発芽した。

III シラカンパおよびウダイカンパの冬まき試験

シラカンパの育苗について低温湿層処理の有効なことについてはすでに報告した。これをさらに自然条件のもとで、しかも事業的に行なうことを目的とし、雪上からまき付け、発芽およびその後の生育状態を調査した。その結果は表-31のとおりである。

表-31 シラカンパ、ウダイカンパの冬まきと春まきの比較

			発芽・開始期	苗高	直径	生重量 (g)	
						地上重	地下重
冬まき	シラカンパ	ポリネット区	4月17日	45.0cm	4.2mm	4.0	2.8
		無覆区	4月22日	40.0	4.0	3.0	2.0
	ウダイカンパ	ポリネット区	4月20日	68.7	5.6	8.9	3.9
		無覆区	4月25日	61.2	4.0	3.5	1.8
春まき	シラカンパ	ポリネット区	5月6日	21.0	2.2	0.7	0.56
		無覆区	5月6日	31.5	2.5		
	ウダイカンパ	ポリネット区	5月5日	33.0	3.5	2.8	1.8
		無覆区	5月5日	38.0	3.6	2.9	1.9

IV シラカンパおよびウダイカンパの褐斑病防除試験

シラカンパの褐斑病防除は、姜苗経歴の短い苗畑地では、その対策を軽視しても容易にできるようであるが、本年度の成果から、シラカンパのまきつけ苗の育成にあたって薬剤散布しない場合は、その得苗率が極めて悪いということがうらづけられた。またダイホルタンの散布回数および濃度については、1,000倍液の月2回散布区が比較的良いことがわかった。なおボルドー液による場合、月3回散布でおおむね防除できたものといえるが、完全に無病菌を得るには散布回数をさらに多くすることが必要である。

ウダイカンパはシラカンパよりも褐斑病の被害が少ないことを従来から認められているが、本試験においてさらに再確認することができた。

0 とりまとめ

青森営林局管内国有林のブナ林地帯の樹種更改試験は昭和30年頃より始まり、各地に主要針葉樹類による試験地が設定された。この研究においても林業試験場担当の3試験地が調査されたが、いずれの試験地も試験開始後の日が浅いため、その成績はあくまでも植栽初期の成績の一断面にすぎない。したがって、これ等の成績が今後どのように変化していくかを追跡し、その経過を見なければ成林についての速断は許されない。

樹種更改にあたっては、当面特に植栽初期の成立本数の確保の問題が重要である。これに関連して、植栽本数、植栽苗木の大きさ、植付時期、湿潤地帯の排水、補植回数など検

討すべき事項が多い。

上記の試験地の成績からとくに成立本数を低下せしめる原因として考えられる共通点はブナ林上部台地に点在する湿潤箇所（凹地）の植栽と弱小苗木の植栽があげられる。さらに樹種別の被害状況にみると豪雪地帯のカラマツおよびスギの一部に雪害による幹折れ、根元折れが多発し、凍害や寒風害による半枯れ状の被害はスギ、ヒバ、ダグラスファーに多い。虫害としてはストロブマツのミドリハバナ類による被害が一部試験地にみられた。今後豪雪地帯にある試験地においては林令の増加とともに耐雪性の弱い樹種では本格的な雪害をこうむる危険が予想される。

植栽後10年前後における樹高成長をみると、樹種別の成長順位によつて、カラマツ>スギ>ヨーロッパトウヒのグループ、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、ヨーロッパアカマツ、ウラジロモミのグループ、ヒバ、ダグラスファーのグループに分けられる。

それでカラマツは多雪～豪雪地帯においてはたとえ単木の成長がよくても、雪害の危険が頗る多いし、またスギもブナ林上部においては凍害、寒風害にかかりやすい。それでカラマツ、スギの成林の見込みのない箇所ではトドマツ、ヨーロッパトウヒおよびアカエゾマツなどの樹種から選択すべきであろう。なお人工植栽については単植のほか、針々混植や広葉樹林下の樹下植栽の2段林の造成、単植などによる植付様式の検討も行なわなければならない。

3-2-4 気象調査

A 岩手山、八幡平附近の気象（東北支場分担）

東北支場では、亜高山地帯の更新技術の確立にふかき関係のある要因の一つとして、気象環境についての研究を、岩手山および八幡平地区の造林限界高度と考えられる海拔高900m前後を中心として調査を行なった。

その成績のうち長期積算計による平均気温と標高との関係は図-16、17、18に示すとおりである。平均気温のてい減率は、年により、季節により、また場所によつて多少ちがうが、3月と5月が小さく、1、2月がやや大きい、その他の月は大体ふつう言われている0.55°C/100m前後であつた。

表3.3.2は、標高930mの八幡平安比と190mの東北支場構内との気温（平均、最高、最低）の比較を示す。最低気温は740mも高い安比のほうが支場構内より高い場合があり、とくに冬季はこの傾向が強くなり、支場構内より安比のほうが高い日が多い。山地気象状況はたんに海拔高だけでなく、局地的な諸条件にかなり左右されることがわかつた。

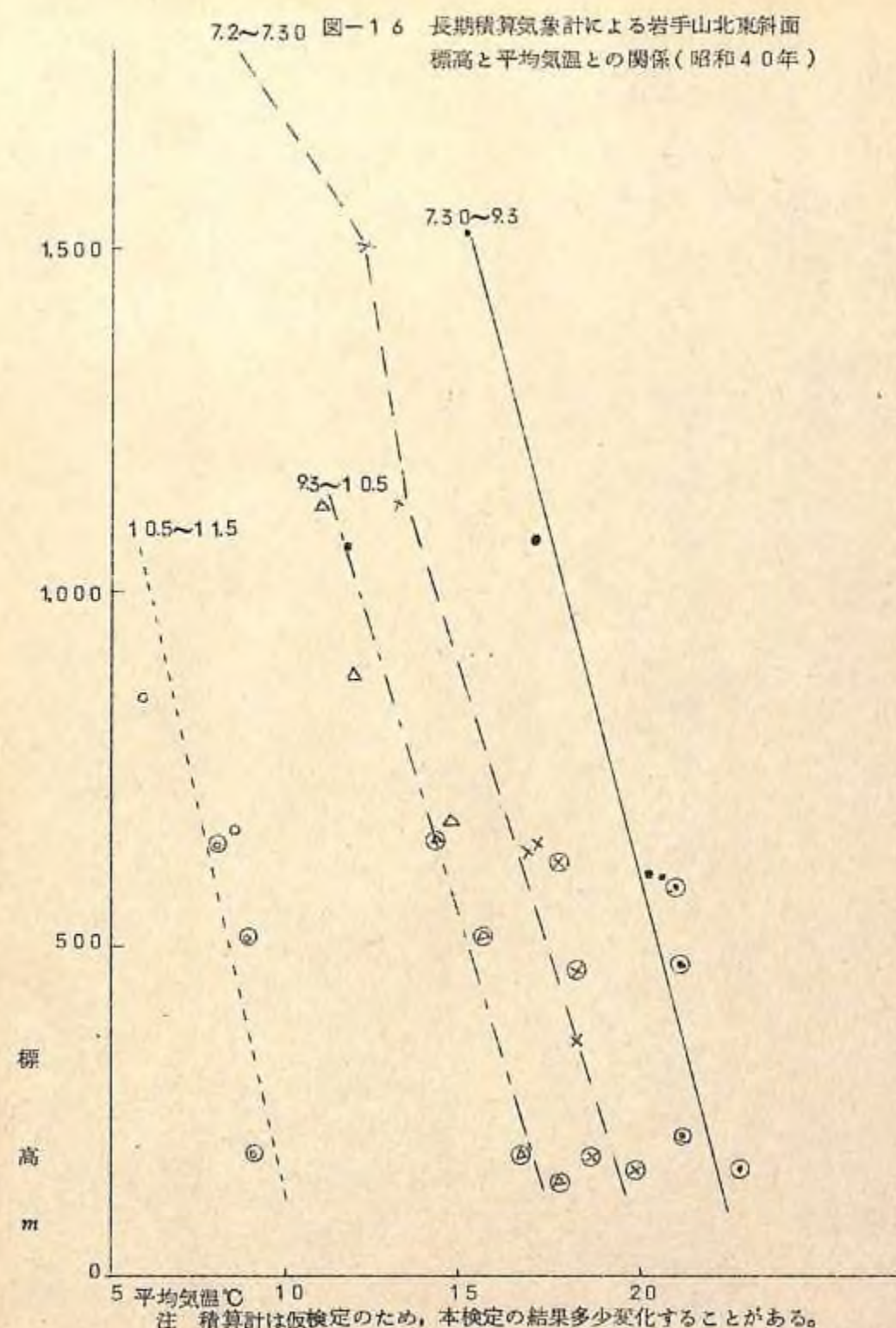


圖-17 長期積算気象計による岩手山北東斜面と標高と平均気温との関係
(昭和39年)

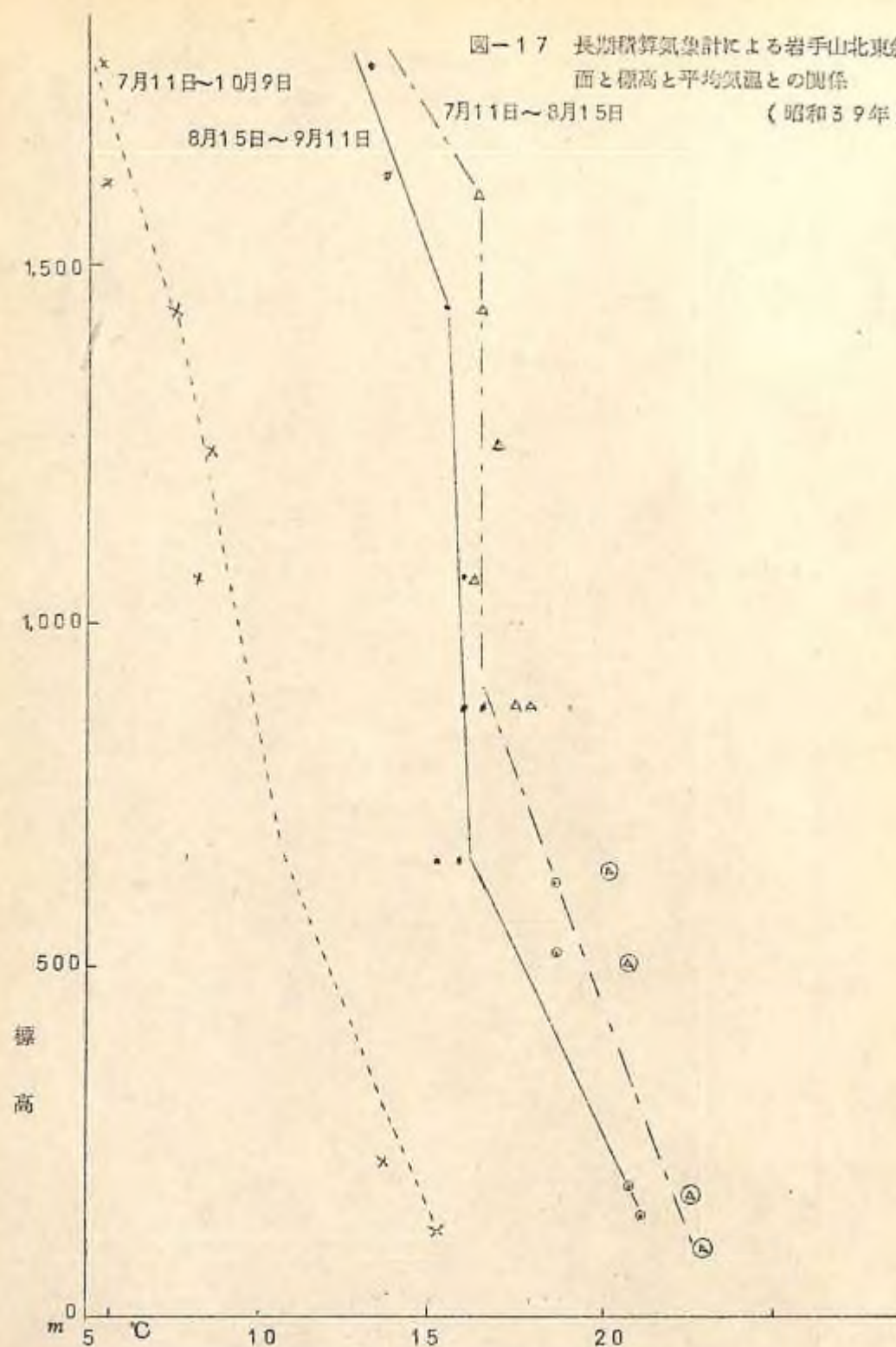


図-18 昭和42年安比地区標高別平均気温

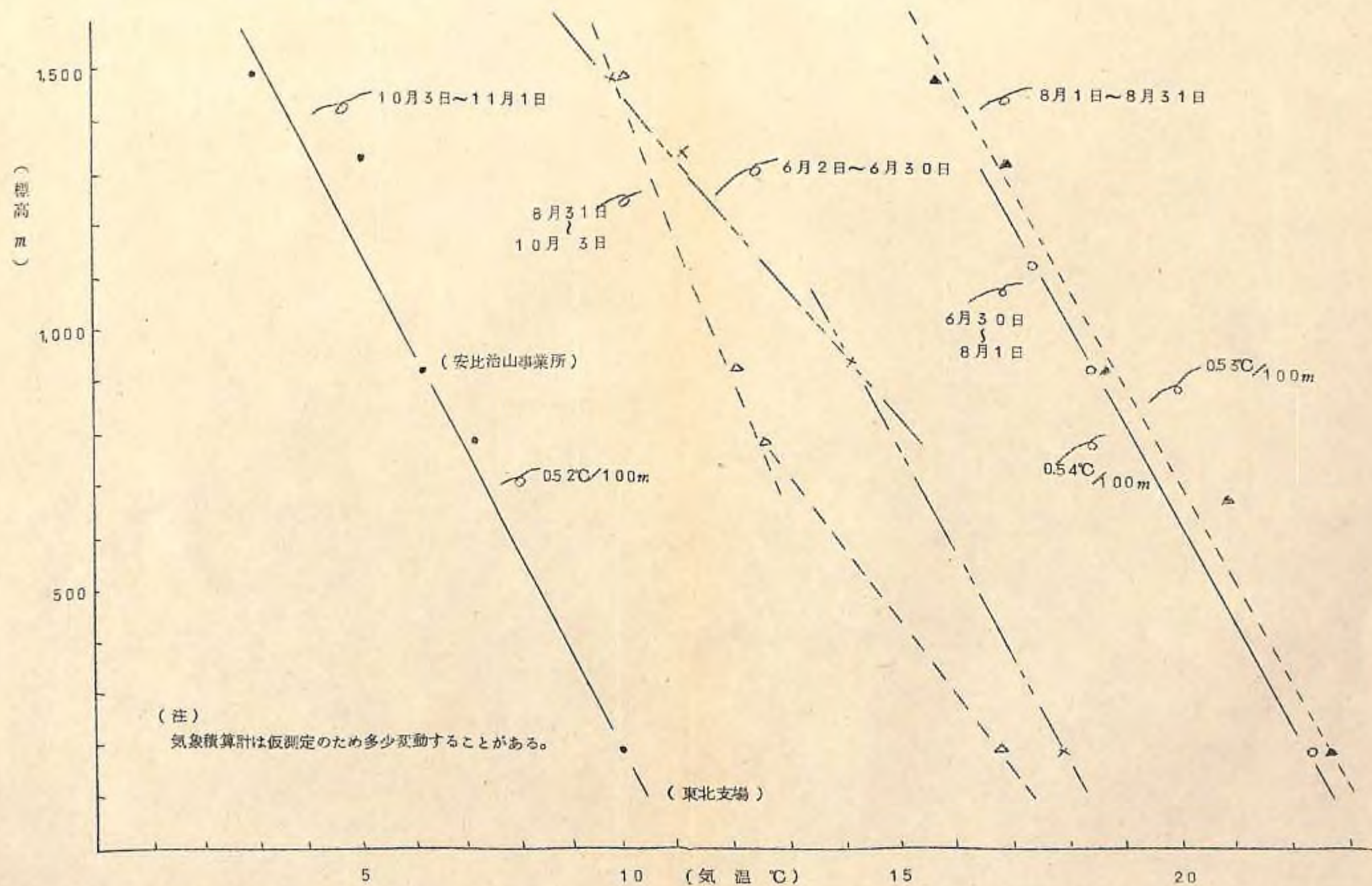


表-31 支場(標高190m)と安比造林事業所
(標高930m)の気温比較 (昭和40年)

	平均気温(8回)			最高気温			最低気温		
	支場	安比	差	支場	安比	差	支場	安比	差
7月下旬	20.2	17.7	2.5	24.7	21.7	3.0	16.9	13.7	3.2
8月 上旬	22.5	19.4	3.1	27.2	23.1	4.1	18.3	15.2	3.1
8月 中旬	22.5	17.7	4.8	26.5	21.6	4.9	19.3	12.6	6.7
8月 下旬	21.3	18.7	2.6	27.4	23.7	3.7	16.1	13.4	2.7
8月 平均	22.0	18.6	3.4	27.0	22.9	4.1	17.8	13.7	4.1
9月 上旬	19.4	15.1	4.3	25.1	19.2	5.9	16.4	11.3	5.1
9月 中旬	17.9	13.8	4.1	22.1	17.7	4.4	14.0	10.6	3.4
9月 下旬	14.6	11.0	3.6	21.0	15.5	5.5	8.9	5.6	3.3
9月 平均	17.3	13.3	4.0	22.7	17.5	5.2	12.5	9.2	3.3
10月 上旬	10.7	6.6	4.1	17.5	11.1	6.4	5.4	3.2	2.2
10月 中旬	10.4	5.7	4.7	16.0	9.7	6.3	5.6	2.0	3.6
10月 下旬	8.6	(5.3)	(3.3)	15.8	(9.5)	(6.3)	2.6	(1.5)	(1.1)
10月 平均	9.9	(6.0)	(3.9)	16.4	(10.2)	(6.2)	4.5	(2.3)	(2.2)

注 : 安比は10月27日までに観測完了

表-32 昭和42年東北支場対安比による気温の比較

支場標高190m 安比治山事務所920m

月	旬	平均気温(8回)			最高気温			最低気温		
		支場	安比	差	支場	安比	差	支場	安比	差
1	上	-4.9	-9.1	4.2	-1.4	-7.8	6.4	-9.6	-10.4	0.8
	中	-6.0	-8.9	2.9	-0.8	-6.4	5.6	-12.5	-11.6	0.9
	下	-2.1	-6.6	4.5	1.3	-4.9	6.2	-6.5	-9.1	2.6
	平均	-4.3	-8.2	4.9	-0.3	-6.4	6.1	-9.5	-10.4	0.9
2	上	-1.6	-7.3	5.7	2.9	-6.2	9.1	-6.4	-8.8	2.4
	中	-6.0	-10.4	4.4	-0.8	-9.4	8.6	-13.1	-11.8	1.3
	下	-1.1	-4.5	3.4	4.3	-1.0	5.3	-15.9	-8.0	2.1
	平均	-2.9	-7.4	4.5	2.1	-5.5	7.6	-8.5	-9.5	1.0
3	上	-0.4	-3.7	3.3	6.0	0.4	5.6	-5.9	-7.9	2.0
	中	0.4	-3.5	3.9	5.0	0.0	5.0	-4.1	-7.0	2.9
	下	2.8	0.7	2.1	7.3	3.4	3.9	-1.5	-3.9	2.4
	平均	0.9	-2.2	3.1	6.1	1.3	4.8	-3.8	-6.2	2.4
4	上	6.3	1.8	4.5	11.0	5.8	5.2	1.4	-2.0	3.4
	中	6.7	2.7	4.0	12.5	7.8	4.7	0.0	-2.5	2.5
	下	11.2	7.8	3.4	17.1	12.7	4.4	5.5	3.1	2.4
	平均	8.1	4.1	4.0	13.5	8.8	4.7	2.3	-0.5	2.8
5	上	13.3	11.3	2.0	19.1	16.3	2.8	6.4	6.6	0.2
	中	13.0	10.0	3.0	19.3	15.6	3.7	6.5	5.3	1.2
	下	17.8	14.7	3.1	24.5	20.7	3.8	11.8	9.2	2.6
	平均	14.7	12.0	2.7	21.0	17.5	3.5	8.2	7.0	1.2
6	上	16.4	13.3	3.1	21.6	19.0	2.6	11.5	8.1	3.4
	中	17.9	14.8	3.1	23.5	19.5	4.0	12.4	10.1	2.3
	下	19.0	15.0	4.0	25.0	19.9	5.1	14.1	9.4	4.7
	平均	17.8	14.4	3.4	23.4	19.5	3.9	12.7	9.2	3.5

月	旬	平均気温(8回)			最高気温			最低気温		
		支場	安比?	差	支場	安比	差	支場	安比	差
7	上	18.9	14.9	4.0	23.0	19.1	3.9	14.6	9.7	4.9
	中	24.0	20.4	3.6	28.9	25.0	3.9	19.7	14.4	5.3
	下	25.1	20.6	4.5	30.1	24.8	5.3	22.0	16.4	5.6
	平均	22.7	18.6	4.1	27.3	23.0	4.3	18.8	13.5	5.3
8	上	23.5	19.0	4.5	29.1	23.9	5.2	18.7	13.8	4.9
	中	22.1	18.3	3.8	25.8	22.1	3.7	18.7	14.6	4.1
	下	22.0	18.4	3.6	27.4	22.7	4.7	17.5	13.8	3.7
	平均	22.5	18.6	3.9	27.4	22.9	4.5	18.3	14.1	4.2
9	上	20.0	16.5	3.5	24.3	20.4	3.9	16.8	12.5	4.3
	中	16.2	11.8	4.2	18.9	13.6	5.3	13.9	9.7	4.2
	下	15.0	11.1	4.9	20.2	14.9	5.3	9.9	7.5	2.4
	平均	17.1	13.1	4.0	21.1	16.3	4.8	13.5	9.9	3.6
10	上	11.2	7.6	3.6	17.9	12.1	5.8	6.2	3.3	2.9
	中	11.1	7.0	4.1	17.1	11.0	6.1	5.9	3.5	2.4
	下	8.7	4.5	4.2	14.3	7.6	6.7	4.2	2.5	1.7
	平均	10.3	6.4	3.9	16.4	10.2	6.2	5.4	3.1	2.3
11	上	7.2	3.1	4.1	13.2	8.1	5.1	0.7	-1.9	2.6
	中	2.1	-2.4	4.5	6.4	0.1	6.3	-1.6	-4.9	3.3
	下	2.3			6.9			-2.4		
	平均	3.9			8.8			-1.1		
12	上	0.5			4.6			-3.1		
	中	-2.9			1.6			-7.5		
	下	-4.3			0.3			-9.7		
	平均	-2.2			2.2			-6.1		

B 苗場山の気象 (本場分担)

苗場山のブナ天然更新試験地について、この地域の気象的立地環境を明らかにするとともに、施業方法のちがいによつて生ずる気象量の差を求め、ブナの天然更新に關与する気象因子の因果關係をを求める目的で、表-33のとおり林内外に9点の観測点を設け所定項目の観測を開始した。

この昭和43年度の伐採前の観測結果を、表-34に示す。本試験の目的を達成するためには、こんど資料の集積とその応用に一段の工夫を要するものと思われる。

表-33 苗場山ブナ試験地内気象観測点と観測項目

観測点	Plot No.	海拔高 m	林内外	温度 ℃ 120	積算 温度 ℃ 70	湿度 % 120	日照 cm 150	積算 日照 cm 70	風向 cm 600	風速 cm 150	積算 風速 cm 150	蒸発 cm 30	雨量 cm 50
No1		1,100	外	○		○							
2		1,170	外		○		○	○	○			○	○
3	V'	1,140	内		○								
4	IV'	1,200	内	○	○	○		○		○	○		
5	III'	1,240	内		○								
6	II'	1,330	内		○								
7	I'	1,410	内	○	○	○		○		○	○		
8		1,430	外		○		○	○	○			○	○
9	II	1,280	内							○			

表-34 苗場山ブナ天然更新試験地の気象

I										II 蒸発量 (8月1日~11月4日)			
	平均気温 ℃ No.1 4 7			平均湿度 % 1 4 7			日 時 2 8	照 数 2 8	平均風速 m/sec 2 8	主風向	観測点	相対度	
7月上旬	16.0	15.6	13.9	87	93	欠	—	—	—	NE SW	No. 2	100	
中旬	17.9	17.7	15.9	86	91		—	—	—	ENE SE	4	55	
下旬	19.9	19.7	17.9	85	88		—	—	—	ENE —	7	25	
平均または合計	17.9	17.7	15.9	86	91		—	—	—	— —	8	108	
8月上旬	20.2	19.7	18.7	87	91		58	36	2.1	12	NE W		
中旬	19.9	19.6	18.5	88	92		52	31	2.4	—	NE W		
下旬	16.7	16.5	15.7	89	93		41	—	2.0	—	NE W SE SW		
平均または合計	18.9	18.5	17.6	88	92		151	—	2.2	—	— —		
9月上旬	15.1	14.5	14.3	86	90		55	28	3.0	—	SE NE —	No. 4	0.2
中旬	13.3	14.0	13.6	78	83		74	55	3.3	—	SW —	7	0.1
下旬	14.7	14.6	14.4	84	89		53	48	3.3	—	SW —	11	0.3
平均または合計	14.4	14.4	14.1	83	97		187	131	3.2	—	— —		
10月上旬	—	—	—	88	2		—	—	—	—	— —		
中旬	—	—	—	84	—		—	—	—	—	— —		
下旬	5.2	—	—	83	—		—	—	—	—	— —		
平均または合計	—	—	—	85	—		—	—	—	—	— —		
										IV 浅貝とNo.1 との月 平均気温℃ 浅貝 苗場 差			

III 林内の平均風速
m/sec
観測点 平均風速
No. 4 0.2
7 0.1
11 0.3
IV 浅貝とNo.1との月
平均気温℃
浅貝 苗場 差
43年
7月 20.0 17.9 2.1
8月 21.5 18.9 2.6
9月 16.1 14.4 1.7

4. 総括と問題点

昭和40年以来、4ヶ年間にわたる研究を通じて、亜高山帯針葉樹林およびブナ林の更新の実態が部分的に明らかになり、これらについては施業上一定の指針を提起しうる段階にまで到達しつつある。

今後更新実態をさらに明らかにし、技術体系の確立のために努力していかなければならないが、そのこととの関連で、「更新技術と実業施業との関係をどうするか」、「更新の面からの地帯区分の実施」、「稚樹とくにブナの稚樹の消失原因は何か」などこんど解決しなければならない問題が多く提起された。

つぎに亜高山性針葉樹林の更新についてみると、表日本側とその中間帯においては針葉樹前生稚樹が比較的多いが、大面積皆伐を行なつて天然更新を期待する場合はほとんどダケカンバの純林に近いものとなり、針葉樹の混交は甚だ僅少のものとなる。しかし巾20m内外の帯状皆伐を行なつた場合には立地条件によるかなり高い針葉樹の混交がみられて、再び針葉樹林を成立することが可能とおもわれる。帯状皆伐の保残帯内の前生稚樹の受光成長はめざましいものがあるが、風害や虫害に関する対策、その伐採年度などが今後の問題となる。いずれにしてもどの伐採種においても前生稚樹の伐採に伴う消失を極力少くして、これら稚樹を健全に育てる保育方法の確立が肝要であろう。

針葉樹前生稚樹がないかまたは少い林分に対しては種々地表処理による天然更新を計るべきか、また人工植栽によるべきか立地条件による技術上の難易を検討して、その地帯区分を確立することが今後の問題点となるだろう。

亜高山帯の人工造林はきびしい気象条件によつて、既往の成績から判断しても、被害・枯損率が著しく高いのが、その特徴と認められるから、樹種の選択、植栽様式などの検討がさらに必要であろう。

表日本側や東北地方は一般に亜高山性針葉樹林の発達が不良で、更新上問題となるのはブナ林帯とくにその中部以上の地域である。

ブナ林の更新をみると、その天然林内の2年以上の稚樹数は特殊な場合を除ききわめて少く、前生稚樹の更新に主体をおくことは困難である。大面積皆伐によつてブナの更新を期待することは全く希望はもてないので、前更作業的伐採法によらなければならないが、この際長年放牧などの影響を受けた草型林床を除き、落葉灌木型やササ型林床においては林床処理が上木伐採に伴つて行なわれなければならない。そして発生したブナ稚樹の消失原因とその対策を明らかにし、3年生以上の安定した更新に育てる技術を確立することが、今後の問題点となる。

またブナ林帯におけるブナの更新立地を解明して、樹種更改による人工造林に適する箇所とブナの天然更新による箇所との立地区分を行なうとともに、人工造林限界を豪雪地帯と非豪雪地帯別に索定することが必要である。

ブナ林帯の樹種更改については既往の試験地の成績を追求するとともに、とくにブナ帯上部に対してはモミ属、トウヒ属樹種を中心とし、先駆樹または天然生広葉樹を保護樹として利用する植栽試験も考えるべきであろう。

おわりに

この研究を実施するに当つては、その計画立案について、林野庁の関係職員多数の御協力をうるとともに、現地での調査に際しては関係営林局署員の一方ならぬ御力添えをいただいた。報告をとりまとめるにあたり厚く感謝の意を表します。

発表文献

題 目	著 者	発 表 誌	年
亜高山帯の更新に関する研究(I)	前田禎三, 宮川清	76回日林大会講演	昭40
継子岳北西麓亜高山帯の天然更新	早川篤治, 山本義昭		
同(II) 秩父亜高山帯の天然更新	宮川清, 前田禎三	"	"
同(III) 天然林における稚苗の状態	前田禎三, 宮川清	77回日林講 522-524	昭41
同(IV) 伐跡地における稚苗の更新	"	" 525-531	"
同(V) 更新に適した稚樹の大きさと樹令	宮川清, 前田禎三	" 531-535	"
同(VI) 稚樹地上部の形と形質	"	" 535-538	"
同(VII) 豪雪地帯ブナ林の稚苗の状態	前田禎三, 宮川清	78回日林大会講演	昭42
同(VIII) 豪雪地帯ブナ林の跡地更新	"	"	"
同(IX) 八ヶ岳帯状皆伐地保残帯の稚樹の消長	前田禎三, 宮川清 山家義人, 蜂屋欣二 藤森隆郎	78回日林講 253-255	"
森林の生産構造(X)	只木良也, 蜂屋欣二	日林誌 49 (1942) 421-428	"
富士山シラビソ天然林の一次生産	宮内宏		
亜高山帯の更新に関する研究(XI)	尾瀬地方の針葉樹林	79回日林大会講演	昭43

同(XI) 苗場林のブナ林	前田禎三, 宮川清	79回日林大会講演	昭43
同(XII) 川上帯状皆伐試験地の稚樹の消長	宮川清, 前田禎三 棚秋一延, 羽住昇 山家義人	79回日林講81-83	"
ふたたびシラヘ天然林の物質生産について	只木良也, 蜂屋欣二 棚秋一延, 松田氏叔	79回日林大会講演	"

亜高山帯の更新に関する研究 (XIII)

川上帯状皆伐試験地における伐採2年後 の稚樹の消長	前田禎三, 宮川清	80回日林大会講演	昭44
同(XIV) ハケ岳帯状皆伐保残帯の稚樹の 消長	宮川清, 前田禎三	"	"
同(XV) 野呂川上流地帯の針葉樹天然林 および採跡地について	前田禎三, 宮川清	"	"
同(XVI) 苗場山ブナ更新試験地の稚樹の 消長	" 萩野道夫	"	"
ブナ人工林の物質生産	只木良也, 蜂屋欣二 棚秋一延	日 林 誌 (投 稿 中)	

ブナ林の森伐作業における更新初期の成績について

: 金豊太郎, 都築和夫, 柳谷新一, 林試東北支場年報8 昭42

ブナ林地帯における針葉樹植栽試験の初期の成績

—— 特に青森営林局管内の樹種更新試験地を中心として ——

: 柳谷新一, 金豊太郎, 小西明, 林試東北支場年報 昭43

ブナ稚樹の発生と成長におよぼす上木の影響について

: 金豊太郎, 柳谷新一, 小坂淳一, 林試東北支場年報9 昭43

シラカンバのまきつけ時期とタネの低温湿層処理効果について

: 大鹿康春蔵, 岩崎正明, 斉藤勝郎, 及川伸夫, 林試東北支場年報7 昭42

広葉樹のタネの発芽に関する研究(第2報) シラカンバのタネの発芽温度に影響を与える低温湿層処理の効果について

: 日 林 学 講 集 7 7 昭 4 1

ブナ林地帯における造林技術 —— 東北地方における成果と問題

: 加藤亮助, 山林998, 昭42

田沢湖地方におけるブナ二次林の生長

: 加藤亮助, 瀬川幸三, 大場貞男, 日 林 学 講 集 7 9, 昭 4 3

寒 害 防 止 試 験

1 試 験 担 当 者

坂口勝美(前場長)

造林部長:加藤善忠

防災部長:川口武雄

造林部:石崎厚美(退官),土井恭次(北海道支場),坂上幸雄,森徳典

防災部:井上桂,佐藤正(退官),岡上正夫,本木茂,佐々木長義,高橋龜久松,笹沼たつ,牧村翠(退官)

北海道支場:高橋勇(木曾分場長),渡辺喜夫,鎌田丑之助(物故),

東北支場:森下義郎(関西支場),古川忠,貴田,大鹿糖,小島忠三郎,

関西支場:早稲田収,鈴木健敏,齊藤勝郎

四国支場:安藤貴,齊藤明

九州支場:早斐原一郎,徳重陽山,尾方信夫,高木哲夫,長友安男,塚原初男,上中作次郎

2 試 験 目 的

(1) 試験をとりあげた背景

戦後の林力増強計画によって,造林事業が拡大するに伴ない,国・公・私有林をとわず,寒害の発生が著しくなってきた。とくに,昭和27,31,35年は,全国的に大規模な発生をした年となった。

このため,国有林をはじめ,被害鑑定の依頼が多くなるとともに,公立林試からの問合せも殺到するようになった。しかし,寒害に対する知識が十分でなく,地域間の情報交換も不円滑なため,組織的に対処できず,一日も早く,試験研究を推進することが望まれた。

これらは,国有林をはじめ,林業関係諸機関,大学,研究機関が一堂に会する,林業試験研究協議会で,再三にわたり切実な要望として提起され,ついに林業試験場で全場の規模のもとにとりあげるべき課題であるとの結論に達し,昭和38年度より試験研究が開始された。

(2) 試 験 目 的

主要造林樹種における寒害の実態を明らかにすると共に,被害発生の機作を解明し,被害を未然に防止するため,寒害発生立地区分を画定し,これに応じた防止法の基礎試験を実施し,実用的防止技術確立への橋渡しをすることを目的として行なった。

3 試験の経過とえられた成果

(1) 試験の経過

本試験は、前後7カ年にわたり実施してきたので、この間をいくつかの期間に分けることができる。

a 準備期間 昭和37年1月より、坂口造林部長を中心に問題点の検討に入り、既往の研究抄録とその検討をした。ついで、2月に地域別寒害の特性・研究対象の整理、研究項目の組立て案をつくり、2月9日、それまで先駆的に寒害の研究を実施してきた九州支場の甲斐原支場長・徳重室長を交え、

(i) 九州での寒害の実態と支場研究の内容

(ii) 2月9日の研究項目組立て試案の検討

(iii) こんごの進め方

を討議した。

これにより、本場造林部長をP. L. とし、本場造林部、防災部、保護部、土壌調査部、北海道支場、九州支場が共同して研究に当ることとなった。

b 前期(37年～39年度)

この期間は、各担当区域の寒害の実態把握に力を注ぐと同時に、北海道、九州両支場のように、既に実態は相当程度明らかにされてきたところは、発生の機作解明に努力した。

本場では、とくに、国有林、県、公立林試と提携し、37年6月第1回の現地検討会を静岡県下で実施、東京・前橋両営林局、沼津・静岡両営林署、関東中部の関係県林試の係官が集まり、貴重な意見交換ができた。

ついで、冬季、寒害が発生している現場で検討するため、本場研究グループが、38年2月末に、中之条営林署にて、研究分担、研究計画を具体的に討議した。

これに基づき、38年度、39年度(ただし、38年度は大きな被害はなかった。)に試験地を設定し、冬季の定期観測を実施した。

39年度は、東北支場が、とくに岩手県等現地の要望にこたえ、本グループに参加し、東北地方の寒害の究明に当ることとなった。

c 後期(40年～43年度)

前期3カ年を通じ、各地域の寒害の実態が明らかになると同時に、発生の機作の解明が必要になってきた。すなわち、被害症状から加害条件を判断し、発生時期、発生の仕組みを明らかにすることは、防除法をあみだす上から必要なことであるからである。

このため、40年5月、本場、北海道、東北、九州の3支場担当官が茨城県、群馬県で現地検討会を開催した。

41年度からは、関西支場が地元の要望にこたえて、本研究に参加、四国支場を除く、全支場の参加を得た。

この年、東北地方の寒害とくに寒風害の実態が、関東以西と若干異なる要因のあることに気づき、5月下旬岩手県下で、参加本支場員が集まり現地検討会をひらいた。

ついで、最終年度には、残る四国支場が、高知営林局管内国有林および民有林の寒害報告を蒐集、現地調査をし、資料を本研究グループに提出し、研究に参加することとなり、ここに全国的に調査研究の網をはることが可能となった。

寒害の実態は、このため相当程度明確になり、また、各種実験から機作の解明が進んだが、防止法の開発については、この期間に、十分なまでの段階に到達することができなかった。

それは、大面積の一斉皆伐作業では、寒害防止はほとんど不可能に近い状態になってしまっているからである。このことから、国有林においても、保護樹帯の設定、とくにその密度を高めること、あるいは、保残木作業や、下木植栽の機運が醸成されてきた。

よって、本格的防止試験は、44年度から新規に実施することとし、一応、この試験に終止符を打たせ、これまでの成果をとりまとめることとしたわけである。

(2) 試験の成果

a 寒害の分類

寒害の名称は、必ずしも統一されてなく、その分類も区々である。主なものを列挙するとつぎのとおりである。

(i) 林学用語選定原案(1953)

寒さの害、しみの害 (定義はない)

(ii) 今田敬一(1958)

凍 害	{	晩 霜 害
		早 霜 害
		寒 害
		寒 風 害

(iii) 森林国営保険法第2条(1960)

凍 害

(VI) 四国地方 従来主要林木の寒害についてはほとんど報告をみななかったが、中央脊梁山脈を中心に発生していることがわかった。

すなわち、寒風害は、海拔800～1000mの地帯に集中し、大部分が北面または北西面の21～30度の斜面に発生している。

凍害は、海拔600～700mの南面で、21～30度の斜面上部または尾根筋にみられた。

(VII) 九州地方 昭和31～36年にかけて、このグループにとっては、先駆的な研究がなされており、当地方の全ぼうはおおよそつかみえている。

すなわち、福岡・佐賀両県にかけこの筑紫山系や、九重、阿蘇、中部山岳地帯の標高700m以上の北西斜面では、スギ、ヒノキの寒風害が多く発生する。

また、九重、阿蘇、霧島山周辺や、熊本、鹿児島、宮崎、大分各県境界山地には、スギの凍霜害が多発している。

○ 寒害発生と環境因子

(I) 寒風害

(イ) 気象要因 寒風害は、冬季、降水量が少なく、かつ低温のため、樹体内部水分移動が円滑でなくなってきた時期に、季節的に乾いた風にさらされ、枝葉から強制脱水されて起る被害といえる。

このため、土壌が深く凍結するばあいは、被害が大きくなる反面、土壌が凍らず、風をうけない斜面は全く被害をうけない。この土壌凍結は積雪と深い相関がある。結局、寒風害は水分収支と深い関係があるので、冬季の降水量と被害量とは高い相関がある。図-1は、12月～2月の3ヵ月降水量との関係を示したものである。

前橋営林局管内の寒害被害面積は、前橋での1月の降水量と高い相関はあり、これが40mmをわると相当大きい被害になることがわかった。(図-2)

また茨城林試によれば、水戸の1月の降水量が100mm以上なら寒害は発生せず、40～50mmで多くなり、20mm以下では大被害になるといっている。(表-1)

風に対しては、実験的に、風と樹体含水率の減少との関係は当グループでは明らかに出来なかった。これは低温風洞がないからである。

しかし、群馬県林試での実験では、風をあてれば当然蒸散量は増大するが、このさい一定の風速では、ある程度まで蒸散が増大したのちは、漸減するが、風を断続的にあてると蒸散量は増大すること、根の周囲の温度が低温になると蒸散量が多くなることなど、新しい知見を提供してくれた。

積雪量の少ない処では、土壌凍結がきびしく、期間は11月下旬～4月下旬までで、土壌凍結がはじまってから1ヵ月後の1～2月に寒風害が発生する。本州と異なる点は、雪の関係で、積雪量の少ない南面が多いといわれている。

昨今、正常な寒風害と異なり、季節風の影響のない地点で、凍害でなく乾燥害によって枯死する現象が多く発見され、一応乾寒害と仮称して、その現象解明に努力してきた。

晩霜害については、北大農学部林学科でのトドマツを中心とした成果がはやくから公表されており、本州と同じく、凹地形や台地状地形、または斜面下部などにみられる。

樹種はトドマツが最も被害が大きい、カラマツ、エゾマツにも発生する。

(II) 東北地方 表日本側に多く発生する。奥羽山系の低地部と北上山系に多い。北上川に沿った低地部では積雪が少なく、土壌凍結も深く、平野部でも寒風害が発生する。

スギの寒風害が主体であるが、岩手県北部では、アカマツの寒風害もみられる。また凍害と寒風害とが併発するばあいもある。福島県では、朝日、磐梯山地から福島・郡山盆地へかけての山地と、阿武隈高地とに、スギヒノキ寒風害が多く発生している。

(III) 関東地方 阿武隈高地南部、八溝山地などの茨城県北部から、栃木県北部の足尾山地、帝釈山地、さらに、群馬県の三谷山地、埼玉県から神奈川県にかけての関東山地は、関東平野をとりまく山系であるが、これらのうち、冬季積雪が少ないが、全くない山間部では、スギ、ヒノキの寒風害がしばしば発生している。標高はおおよそ300m以上で、積雪が50cm以下の部分に多く、斜面の方位は北東～北～北西面が大部分である。

関東平野部は、スギの凍害が著しい。とくに茨城県南部から千葉県北部へかけての常総台地や、栃木県の関東平野の北部に多く見られる。

また前記山間部の、低凹地、斜面下部、一部の南斜面には、スギ、ヒノキの凍害が発生している。

(IV) 中部地方 静岡県では、富士山南西山麓の、富士宮市、吉原市、裾野町などに、ヒノキスギの寒風害が発生しやすく、山梨県でも、スギ、ヒノキの寒風害が多い。

長野県では、カラマツを主とする凍霜害が多く、八ヶ岳山麓、浅間山麓、伊豆谷、木曾谷での事例がある。愛知県では、昭和31年、額田、東加茂、北設楽、南設楽4郡に凍霜害発生事例がある。

(V) 近畿地方 事例報告は少ないが、調査が進むにつれ、次第に発生地域が明らかになってきた。すなわち、京都府南部、奈良県など、日本海沿岸の影響がなくなる地区に寒風害が発生している。

(vi) 四国地方 従来主要林木の寒害についてはほとんど報告をみなかったが、中央脊梁山脈を中心に発生していることがわかった。

すなわち、寒風害は、海拔800～1000mの地帯に集中し、大部分が北面または北西面の21～30度の斜面に発生している。

凍害は、海拔600～700mの南面で、21～30度の斜面上部または尾根筋にみられた。

(vii) 九州地方 昭和31～36年にかけて、このグループにとっては、先駆的な研究がなされており、当地方の全ぼうはおおよそつかみえている。

すなわち、福岡・佐賀両県にかけこの筑紫山系や、九重、阿蘇、中部山岳地帯の標高700m以上の北西斜面では、スギ、ヒノキの寒風害が多く発生する。

また、九重、阿蘇、霧島山周辺や、熊本、鹿兒島、宮崎、大分各県境界山地には、スギの凍霜害が多発している。

c 寒害発生と環境因子

(1) 寒風害

(i) 気象要因 寒風害は、冬季、降水量が少なく、かつ低温のため、樹体内部水分移動が円滑でなくなってきた時期に、季節的に乾いた風にさらされ、枝葉から強制脱水されて起る被害といえる。

このため、土壌が深く凍結するばあいは、被害が大きくなる反面、土壌が凍らず、風をうけない斜面は全く被害をうけない。この土壌凍結は積雪と深い相関がある。結局、寒風害は水分収支と深い関係があるので、冬季の降水量と被害量とは高い相関がある。図-1は、12月～2月の3カ月降水量との関係を示したものである。

前橋営林局管内の寒害被害面積は、前橋での1月の降水量と高い相関はあり、これが40mmをわると相当大きい被害になることがわかった。(図-2)

また茨城林試によれば、水戸の1月の降水量が100mm以上なら寒害は発生せず、40～50mmで多くなり、20mm以下では大被害になるといっている。(表-1)

風に対しては、実験的に、風と樹体含水率の減少との関係は当グループでは明らかに出来なかった。これは低温風洞がないからである。

しかし、群馬県林試での実験では、風をあてれば当然蒸散量は増大するが、このさい一定の風速では、ある程度まで蒸散が増大したのちは、漸減するが、風を断続的にあてると蒸散量は増大すること、根の周囲の温度が低温になると蒸散量が多くなることなど、新しい知見を提供してくれた。

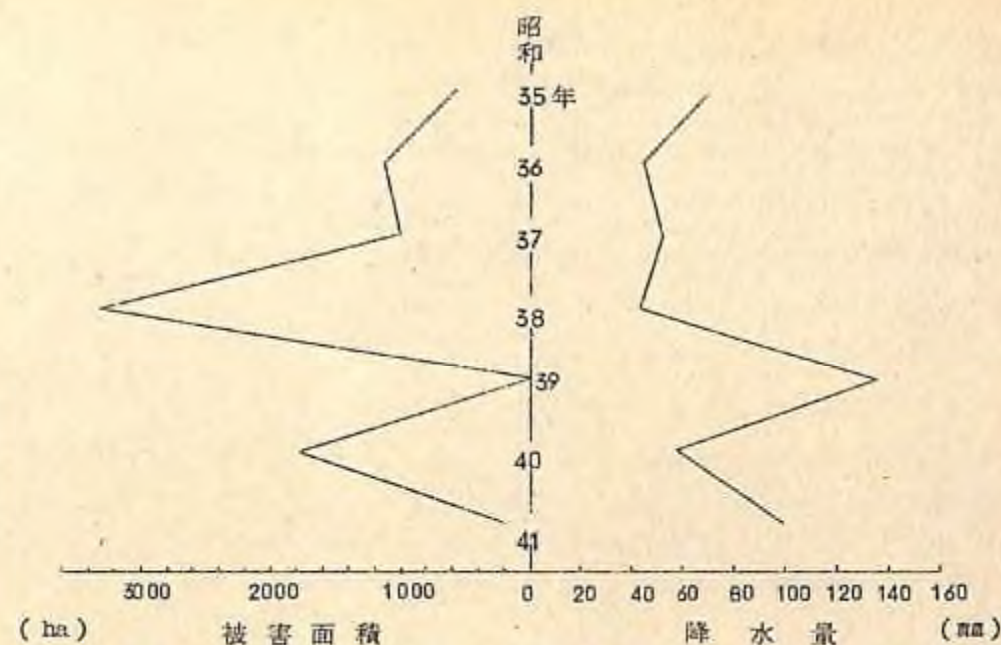


図-1 群馬県下民有林寒害被害面積と、前橋での12～2月降水量合計との関係(被害面積は森林国営保険事業書より、降水量は前年の12月から当年の2月)

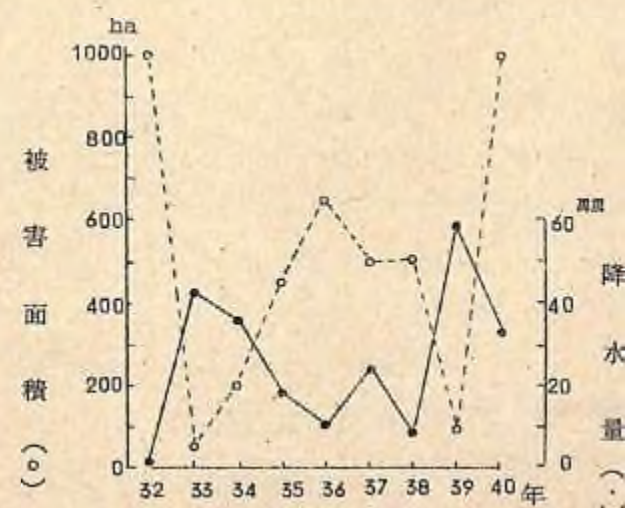


図-2 前橋営林局管内国有林寒害被害面積と前橋における1月の降水量

表-1 1月の降水量と寒害発生年との関係
(茨城県林試資料より)

寒害年度	被害程度※	水戸の1月の降雨量
昭36~37冬	+++	55 mm
37~38	+++++	2
38~39	-	128
39~40	+++	67
40~41	+++++	27
41~42	+++	45
42~43	+++++	21

※ -は被害なし +の数により被害の著しさを表わす

本場が、前橋営林署で実施した観測例では、一つの沢をはさんだ南面斜面と北面斜面の両プロットに於いて、試験期間の平均風速は、南面が大きいにかかわらず、(表-2)枯損は1本もなかった。これは、蒸散があっても、吸水が滞らなかったことを示し、土壤凍結との関係が深いことを示している。

土壤凍結の深さは、標高、斜面の方位、傾斜度、植生の有無などによって異なるが、足尾附近の1,100m前後の海拔高でえた資料を図-3に示す。また、北海道東部での、積雪と土壤凍結深度との関係は、図-4のとおりである。

積雪量の違いによつて寒風害発生状態が異なる。雪が多い年は、晴天で、季節風が卓越する乾燥した日が少ないということにもなるし、また、苗木が埋雪されて保護されるといふ面もある。東北・北海道地方や、本州の

表-2 半旬別平均風速(m)

期 間	被害区	対照区
月 日		
12.29~1.4	1.6	1.8
1.4~1.10	2.3	2.2
1.10~1.16	1.6	2.3
1.16~1.21	1.3	1.6
1.21~1.27	1.7	1.9
1.27~2.1	2.5	2.4
2.1~2.6	2.4	2.5
2.6~2.12	1.3	1.4
2.12~2.17	2.6	2.6
2.17~2.23	1.3	1.4
2.23~3.1	2.7	1.7
3.1~3.7	1.9	2.1
3.7~3.13	1.3	1.8
3.13~3.19	1.8	1.7
3.19~3.25	1.9	2.5

(注) 昭和39年12月~40年3月までの前橋営林局細野試験地での調査

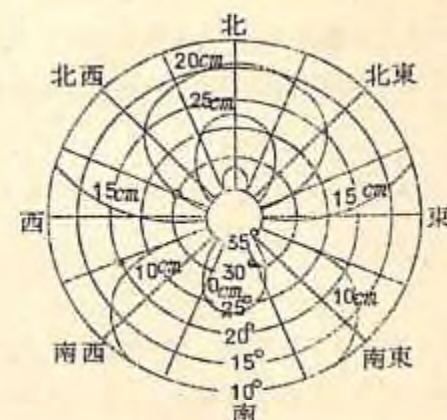


図-3 足尾付近の海拔1,100m前後における造林地の斜面の傾斜方位と土壤凍結の深さ

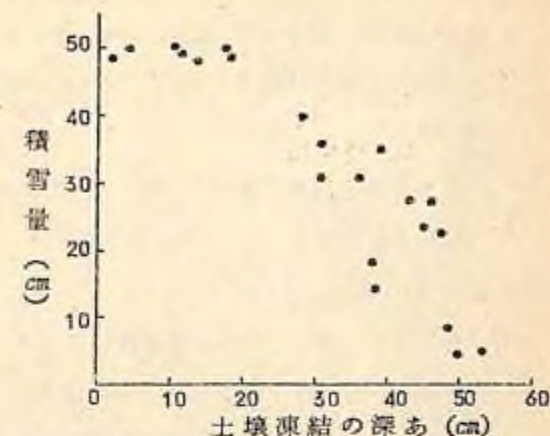


図-4 苗畑における土壤凍結の深さと積雪量の関係(牧野1960)(帯広営林局管内菊太田)

海拔の高い処で、苗木が雪面上に出た部分に被害がでるばあいは、その年の降雪量の多少により被害発生が極めて変動する。

(ロ) 地形因子 前にのべた要因にもとづくので、発生地形は、風あたりのよい斜面に多く発生し、斜面上部が著しい。

また、土壤凍結は、冬のその林地面への日照時間と関係してくるから、傾斜が急で、北に向いているほど、土壤凍結は深くなる。これらの関係から一定地域での被害率は、地形要因と関連させうると考えられる。

中之条営林署管内で調査した、斜面方位と残存率の関係は、図-5のとおりである。

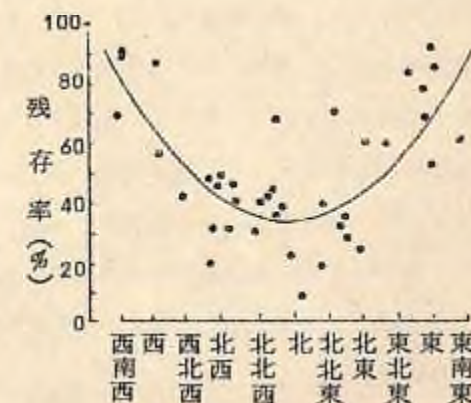


図-5 斜面の方位と寒風害残存率

- (イ) 発生時期 全国的にはほぼ同時期であって、最盛期は、1月下旬から2月上旬にかけてである。ただ、関東地方で調べた例では、12月下旬から枯れはじめるものもあり、3月上旬・中旬でも枯損は終了しない。含水率の減少によって枯死に至るので、変色から枯死までの期間は長い。

また、高萩営林署管内で調査した事例は図-6のとおりである。いずれも北面ないし北に近い方位をピークとしている。

(ii) 凍 害

- (イ) 気象要因 植物が低温に耐える性質は、秋から冬にかけて増大し、冬から春にかけて減少する。この性質を耐凍性と呼ぶ。凍害は、樹木の部分部分のもつ耐凍性より、気温が低下して、樹木の組織が凍結害をうけることをいう。従って気温低下が最も重要な問題となる。

秋から冬へかけての気温は序々に低下してゆくが、必ずしも順調な変化をするとは限らない。茨城県水戸の近くで、11月下旬から12月初旬にかけて、百葉箱内で -5.7°C とか -7.1°C とかを示した例がある。これは、低温としての絶対値はそれほどでなくても、苗木の耐凍性がまだ高まっていないため、この程度でも被害が発生することがある。(図-7)

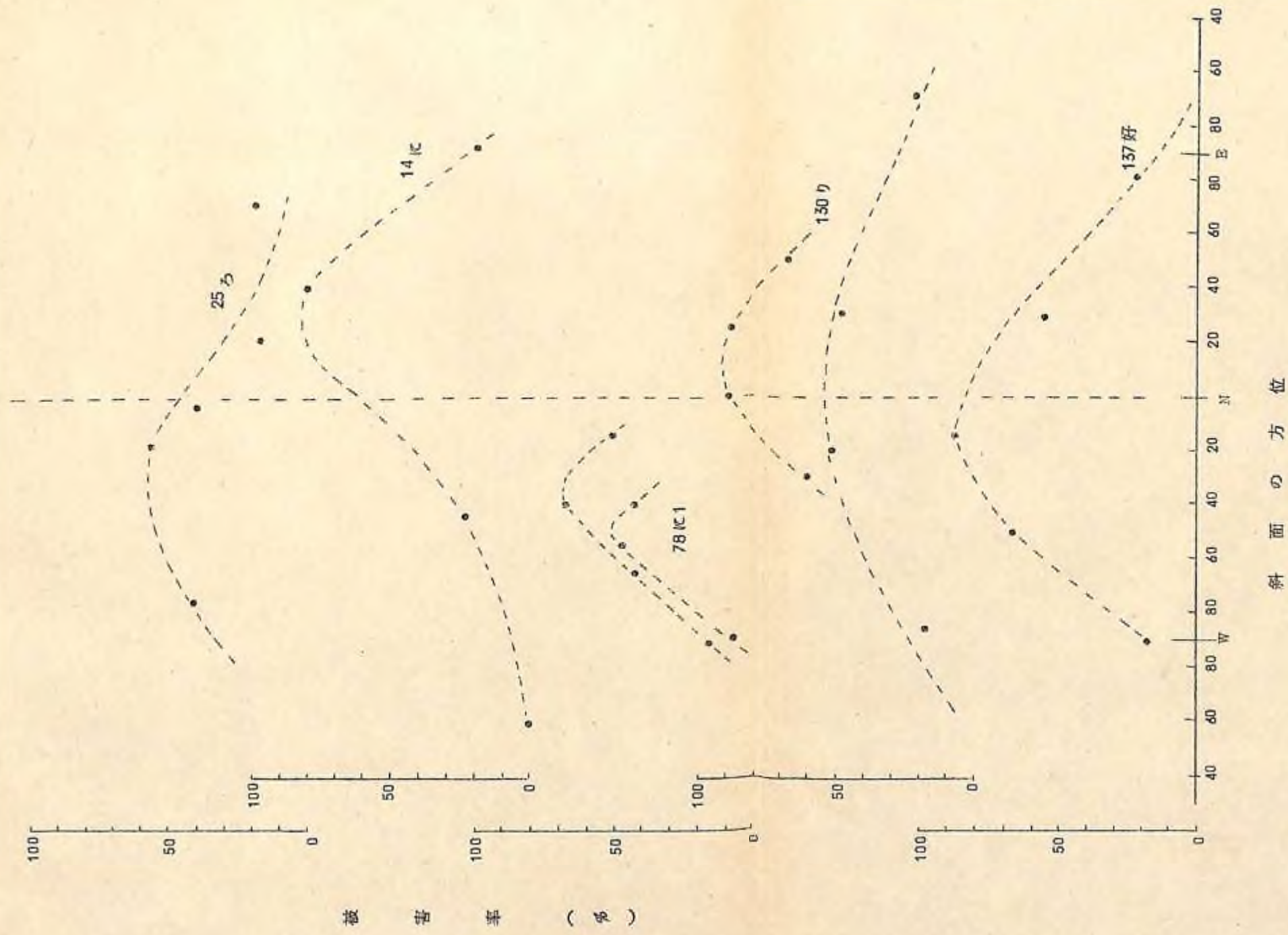
また、冬から春にかけて、耐凍性が低下する時期も同様のことがいえる。

- (ロ) 地形因子 標高が高くなれば気温は低下することは常識となっているが、気温はさらに地形、植生の状態により種々変化する。

北海道苫小牧の北大演習林内で調査した事例は図-8のとおりである。すなわち、凹地状地形、斜面下部、平坦台地でしゃへい物がないばあいなどは低温になりやすい。

また南九州から関東地方にかけてみられる南斜面の凍害は、おそらく、樹木の耐凍性が日中の高温により低下することに起因するのではないかと考えられている。

- (ハ) 発生時期 晩秋は、11月下旬からスギの凍害発生を発見している。厳冬季の凍害は、樹木が正常に越冬状態にある場合は、スギで -20°C 以下になるので、容易に害をうけない。しかし、とくに寒冷なばあいは別である。また、早春、気温が上昇すると共に耐凍性が低下するが、4～6月に襲来する異常な低温で凍害をうける。カラマツ、トドマツなどはこの例が多い。



図一六 高萩営林署管内におけるスギの寒風雪被害率と斜面の方位
(昭和42~43年冬の被害調査)



図-7 最低気温の推移と凍害発生推定日 (茨城林試)

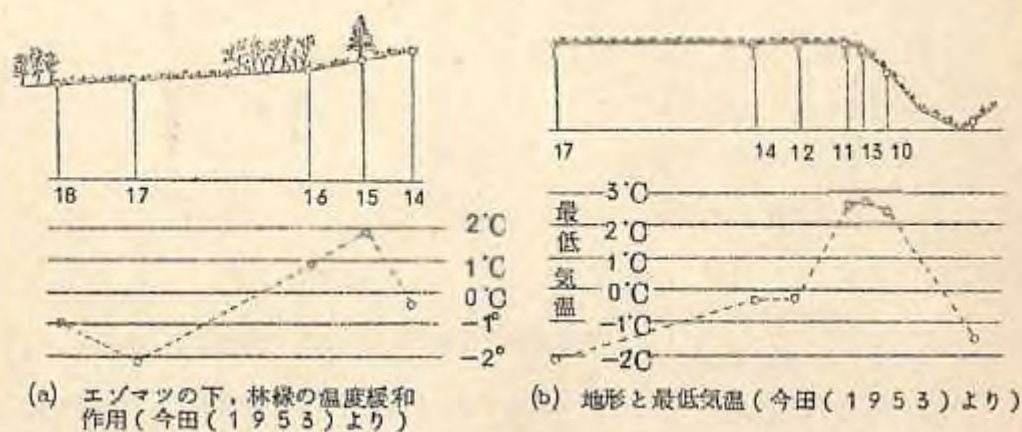


図-8 地形地物と最低気温

4 被害症状と被害型

(1) 寒風害

(i) 外権的症狀含水率の欠乏による被害であるから葉色の変化が最もはげしい冬季間スギの針葉は褐色をおびた濃い緑色か、ほとんど赤褐色にかわっている。これが害をうけると、把って柔かい感じをうけ、さらに被害が進むと、しおれていたものが乾き葉緑色があらわれ、斑点状に黄ばんで、さらに赤味をます。この段階になると回復不可能で、まもなく、乾燥が進み、手でにぎると針葉が手のひらにささっていたみを感じる。

ヒノキは、スギと似ているが、黄褐色になり、次第に落葉する。アカマツは、針葉の先端から枯れこんでくる。

アカエゾマツやトドマツは、黄緑色から黄色または黄褐色にうつる。黄緑色である間は回復可能であるが、黄褐色になると致死限界をこえて脱水されている。

(ii) 生理的特徴 上述のように、含水率の低下による乾燥死であるので、どの程度の含水率まで低下したら枯死するかを、スギとしらべてみた。およそ、対乾物の80%まで低下すると枯死する。(図-9)

ヒノキもほぼ同様であり、アカエゾは、対乾物の50%以下だと枯死する。

(iii) 被害型 最も典型的なスギについての分類案を示すと、図-10のようになる。

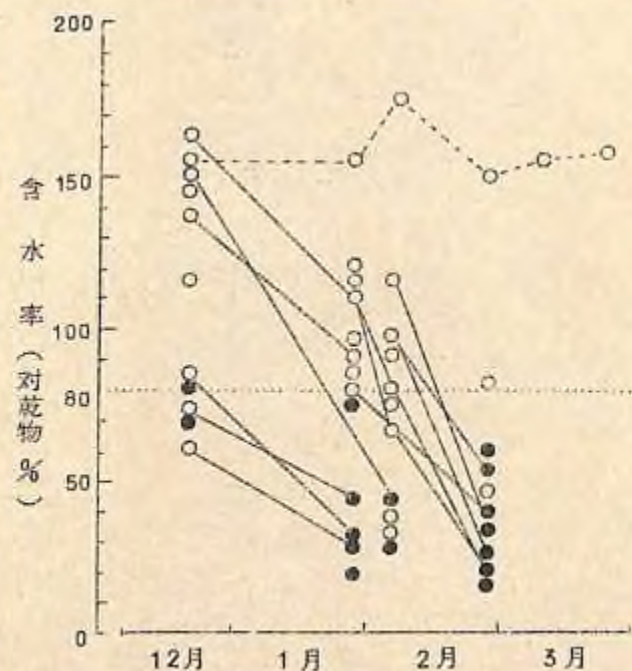


図-9

寒風害によるスギ枝葉の含水率の変化(○健全木 ●枯死木)

昭和39年12月~40年3月前橋営林署内細野試験地で調査した。対照区がほぼ160%を維持しているのに対し、寒風害区は急激に下降し(直線で結んでいるのは、同一個体を測定した場合を指す)、80%以下になると枯死するものが多くなってくる。



⑩全枯れ型 地ぎわから全体が枯れている。若い1~3年生の造林木に多いが5~6年生のものもある。時期がたつと凍害害と区別つかなくなる。凍傷痕があるものもあるが、寒風が主体であれば寒風害とみた方がよい。



⑪枝枯れ型 全部の枝でなくあの枝この枝と点々と枝が枯れているばあ。おそらく枯れる枝は虫害が傷害などあって枯れやすくなっていたのだと思われる。これも5, 6年生以上の大きい造林木に多い。(c)と同様寒害害の程度は軽い。



⑪上半枯れ型 凍害害や雪などの影響で下半分は生残り上半分のみ枯れるものがある。枯れの程度はいろいろだが、比較的寒害害の強い地帯にあらわれるから、このような型の多い林分は成林の見込みはなさそうだ。



⑫枝先枯れ型 枝葉の先だけが枯れるもの。ごく軽い寒風害のばあいである。回復するとわからなくなる。



⑬片枝枯れ型 風上側の枝葉だけが枯れて風下側が生残っているもの。1~2年生の若いものより3年生以上のやや大きいものに多い。枝が風にもまれるとお互いに葉を傷つけ合うがその傷あとも風上側に多い。(a), (b)より寒害害の程度は軽い。



⑭枝枯れ型 樹冠の前の部分のみが枯れるもの若いものもあるが15, 6年以上の造林木にもある。林分ではまわりのものより抜きでたものに多い。寒風害としては軽い方で回復も早い。

図-10 寒風害被害型

(ii) 凍 害

(イ) 外観的症狀 晩秋、まだ枝葉が十分固まらないうちに被害をうけたばあいには、スギなど、若い緑色部は1週間ぐらいで赤色に変色する。また、4月下旬から、5～6月にかけての被害も、短時日で変色がめだつ。これらは、樹体内の生理活動が、休止の状態になっていないので、変化がはっきりあらわれることを示している。しかし、冬季、休止状態のばあいには、害をうけると、枝葉の変化は目立たず、春季、気温や土壌温度の上昇と共に生理活動の開始期になって、明瞭な変化があらわれる。

葉色が鮮紅色になったものは害をうけてから間もないことを示している。しかし、この現象は、上述の活動期に入ってからのものであることと、被害部が樹体のごく一部であると、これらの徴候もすぐには現われない。夏の高温乾燥期になってから目立つばあいもある。

これらの点を十分考慮しないと被害時期の判定をややまるおそれがある。

(ロ) 生理的特徴 凍害の機作を理解するためには、樹木の耐凍性の季節変化などの特性を十分に知っておく必要がある。耐凍性の季節変化は、樹種によって異なるし、同一樹種でも、品種や年による変動がある。また、地域ごとには若干の差異がある。2, 3の例を示すと図-11のようになる。

これは、外界条件の変化に応じて、反応する性質であるからである。また、樹種により、耐凍性の獲得状況が異なり、エゾマツ、トドマツは、外気温が 0°C 以下になる10月初旬に、すでに -10°C の耐凍性をもちはじめが、スギ、ヒノキは、それ程はやく獲得しない。これらの現象も、凍害発生の状況を異にする要因になっている。

また、一本の樹木についても、部位ごとに耐凍性の獲得程度がことなり、一般に樹体の先端より基部の方が弱いといわれている。このことと、地上20～30cmの高さの、最低気温が他の層より低いことから、樹体の幹の地上20～30cmの部分に凍傷痕がよく見られる。これは、生木部の組織が変色、褐変している状態で、その位置は、積雪高などにより上部にあるばあいもある。

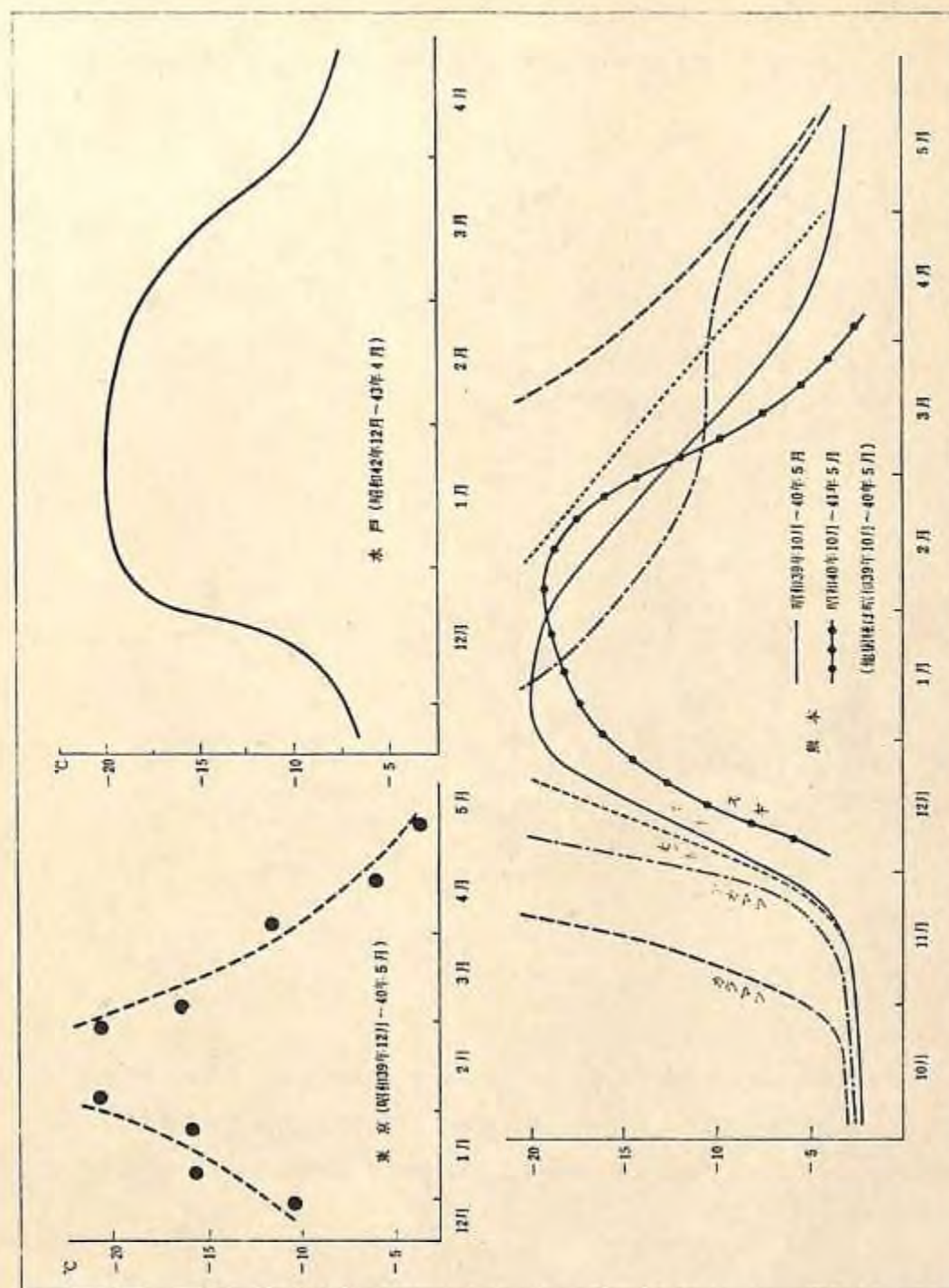


図-11 スギ耐凍性の季節変化

(イ) 被害型 スギのばあいの典型的なものを図-12に示す。寒風害と同様、他の樹種にも準じうるが、なお前述のとおり複合要素も加味したものが出来ていないことをお断りする。

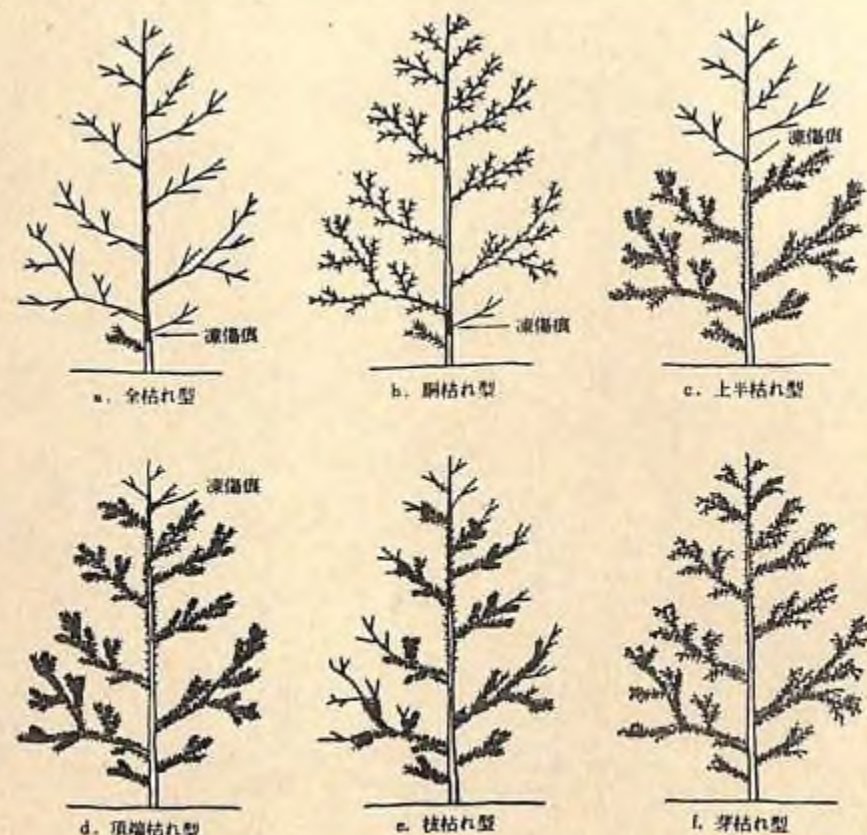


図-12 凍害木の被害型

(a) 全枯れ型

多くの樹種にあらわれる被害型である。2～3年生までの比較的小さい造林木が激しい凍害を受けた場合や霜穴地形のような寒冷気流が集中して高い霜高になる地形や寒冷気流が多量に緩やかに流下停滞する斜面下部などでは、苗の幹枝葉が凍害にあって変枯死して全枯れ症状になる。

(b) 胴枯れ型

スギ、ヒノキに多く発生するが、ユーカリ、アカシア、クリ、コバハン、クスなどにも

発生する。最近トドマツ、アカマツにも発見されている。2～5年生くらいの造林木に発生することが多い。地際より10～20cmくらいの高さの幹に凍害が現われる型である。凍害のこの型の被害はさらに苗木の地際片面だけに凍害を受けている場合と全周に受けている場合とがある。前者は半面胴枯れ型、後者を全面胴枯れ型と呼ぶことにする。

(c) 上半枯れ型

原野地形で気象の荒い場所に造林されたスギは、植栽後5～6年頃までは刈りこまれた庭園木のように側枝を密生させ主軸の伸長をはじめないが、この状態から主軸を伸ばした年に凍害がおこり、軸基部付近に強い凍害を受けて上半枯れをおこす場合がある。また、カヤ、ササなどの羽合に丈の高い下草や、かん木類、積雪などによって保護されていた造林木が保護物以上に幹を伸ばした場合に上半枯れをおこす。

(d) 頂端枯れ型

1～2年生のスギ、15～40年生くらいのスギによくおこる被害で、いずれもその年に伸びた主軸部分が凍害で枯れる被害型である。壮齡スギの梢が枯れる頂端枯れ凍害は、比較的肥沃な土地で非常に伸びのいいスギに発生し、その年に伸びた新梢基部付近に強い黒褐色の被害部が認められることが多い。すなわち、この被害は芽の先端部分からはじまっていないのが特徴である。

(e) 枝枯れ型

枝の先端の1年生部や2年生部などさまざまな部分から枯れる凍害で、針葉樹、広葉樹に広く発生する。比較的凍害の激しい霜高の高い地域に現われる型で、枝や幹部から新しい側芽を出して回復しかけるが、ふたたび凍害にあつて枝の枯れこみを生じ、結局は2～3年のうちに枯死するか、生長の望みない萎縮した造林木になる。

(f) 芽枯れ型

芽だけが枯れる被害で、林木ではスギ、アカマツ、エゾマツ、カラマツ、トドマツが晩霜害によって芽が枯れる。スギやカラマツは側芽が伸びて回復し被害はわからなくなる。しかし、トドマツやエゾマツは頂芽優先性が強く、側芽が伸びても樹型はよくなりず、毎年頂芽が凍死して生長しない場合は樹形は一層悪くなり成林さえもおぼつかなくなるので北海道では重要な凍害となっている。

9. 立地区分

寒害の実態が明らかにつれて、発生地域に一定の法則性があり、これによって地域区分を行えば、寒害発生の有無、被害程度の大小などが、予め推察でき、さらに進めば、地域区分に応じた防除法の選択が可能になってくると考えた。

しかし、地域区分は、そのスケールによって大小がある。例えば、日本全土を対象にしたばわいは、一筆一筆の林地にとっては極めて大ざっぱなものになってしまう。しかし、このような大区分は、地方ないし都道府県単位でものを考えるには役立つところが多分にある。

このようなことから、つぎの大、中、小の三つの段階の区分を考えることがよいと思われる。大区分は日本全土を対象とし、中区分は都道府県単位、小区分は一筆一筆の林地単位とした。

まだ十分な資料が集まっていないうえに、検討も未完成なので、ここでは2、3の例を提示することにとどめたい。

(i) 危険地域の区分

寒風害についてのばわいを例示する。多雪地帯では苗木が積雪下にかくれて寒風害が起らないこと、暖かいところでも起らないこと、また土壌が深く凍るようなところは、積雪が少なく低温なところであること、などに着目して、スギの寒風害発生地の分布と1月の平均積雪深分布図、1月の平均気温分布図とを照合して、寒風害発生地が、1月の平均積雪深が50cm以下で、1月の平均気温が0℃以下の地域にあることを知った。この地域をスギの寒風害発生危険地域とする試案を得た。(図-13)

なお、凍害については未だ成案をえていない。

(ii) 危険地域の中小区分

大区分では、発生する可能性の有無という程度であるが、中小区分では、被害発生頻度、被害程度も加味し、各林地の被害予測がある程度可能ならしめる必要がある。

しかし、何を根拠にして画定してゆくかは、いろいろ論議のあるところである。ここでは、気象量から推定した事例、気象量と現実の発生状況とを加味して帰納的に行なってみた事例などを挙げてみる。

(1) 降水量から判定した寒風害中区分

前橋営林局管内の寒害被害面積と、前橋の気象との関係を調べた結果、12月の平均気温が低いほど、また1月の降水量が少いほど被害面積が大きい傾向がわかり、また逆に1月の降水量からその年の寒害被害面積を予想できる。その相関係数を示せば次のと

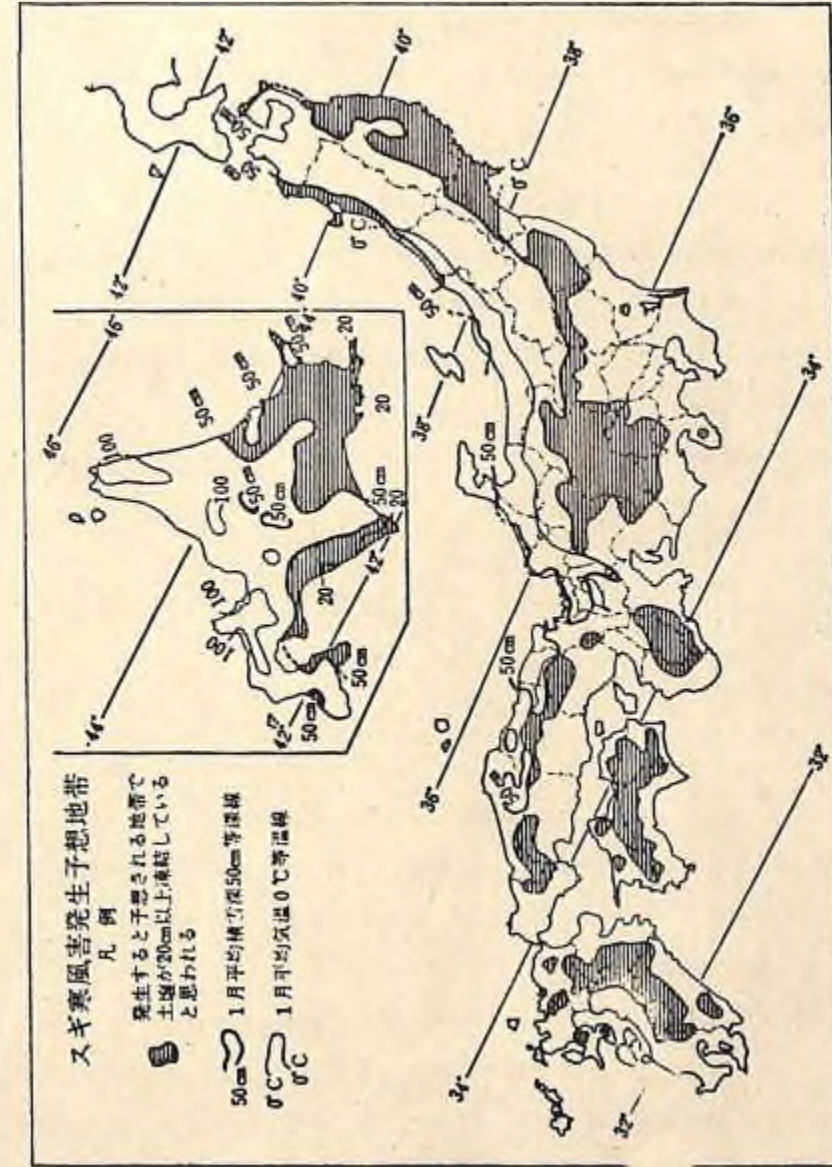


図-13 スギ寒風害発生危険地域

おりである。

月 別	平均気温	降水量	平均湿度
1 2	-0.68		
1	-0.67	-0.96	-0.62
2		-0.52	
1 2 ~ 2		-0.80	

1月の降水量が40mm以下の年には被害が多いことがわかったので、1月の降水量が40mm以下の年の出現頻度で群馬県を3階級に立地区分してみた、その方法を示せば、昭和26年～41年の16カ年間の群馬県下における、区内観測所の観測資料により、年別に降水量の分布図を作り、1月の降水量10mm毎の等量線を求め、1月の降水量40mm以下の年が、16カ年中0回を安全区域、1～6回の区域を小発区域、7～9回を中発区域、10回以上を常習区域として区分した。また20mm以上の回数でも同じ傾向を示した。次にその区分を示すと次の通りである。

地 区	20mm ≧	40mm ≧
安全区域 0	0 1	0
小発 " I	1 ~ 2	6 ≧
中発 " II	3 ~ 4	9 ≧
常習 " III	5 ~ 7	> 10

但し、降水量20mm以下の年は、被害程度が大きいので、安全区域から常習区域に変わるにつれて被害をうける頻度も多くなり、その程度も大きくなることがわかった。

(四) 気象量と被害実態から画定した事例

当研究グループが基本計画を作成していくつかの県に画定作業をお願いしたもののなかから、2つの事例をあげてみる。図-14は群馬県林試が作成した寒風害立地区分案である。これは12月から2月の最低気温、平均気温、降水量、積雪深など、と過去の被害状態から作られたものである。中央の斜線部は常習地帯で、毎年大かれ少なかれ被害が発生し、相当高度の防止対策を立てないと、スギ、ヒノキの人工造林は困難な状態にある。この両側にある縦線部の地帯は準常習帯といって、常習帯ではないが、降水量の少ない年には、常習帯と変わらない被害が発生し、相当の防止技術が必要とする。北側の準常習帯の北縁部は、降水(こ

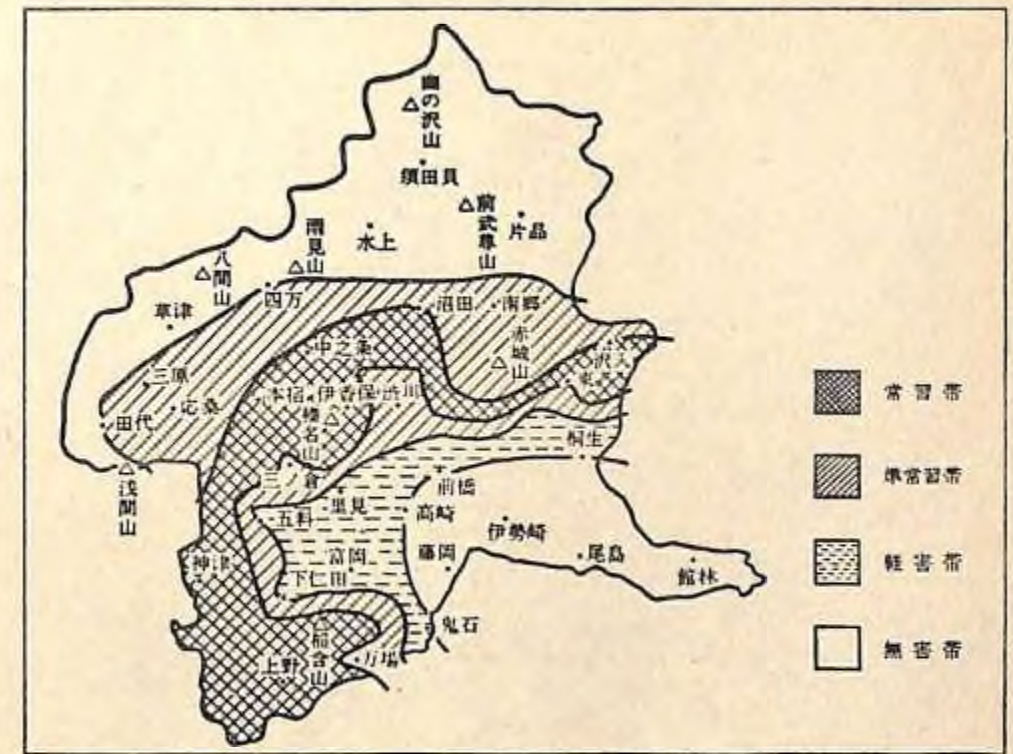


図-14 群馬県におけるスギ寒風害立地区分
(群馬県林業試験場試案)

のばあいが多い)の多い時は、ずっと南に後退することがある。南側の準常習帯のさらに南側には、軽害帯があって、横線で示されている。この地帯は、とくに、降水量等気象要因に恵まれれば、ほとんど被害が発生しない地帯である。最後に、北縁部と南縁部は、それぞれ無害地帯となっているが、北縁部は、積雪地帯であるので、場所により、積雪面上に現われた林木が、その部分だけ枯死するばあいがある。

また、茨城県林試で画定したものはつぎのとおりである。

茨城県内に発生するスギ、ヒノキの寒さの害の被害地の分布と気象資料を検討したところ、最寒月(1月)の平均気温の分布とかなりかなりよく一致することがわかった。

そこで図-15に示したように、茨城県内の危険地帯区分を作成した。

まず、凍害危険地帯については、III-5ですでにみてきたように、かなりはつきりと推定できることがわかっているのので、この凍害の小気候特性を考慮して、最寒月平均気温の分布図に0.5℃きざみの等温線を推定して入れてみた。これでもかなり、はっきりと凍害多発地

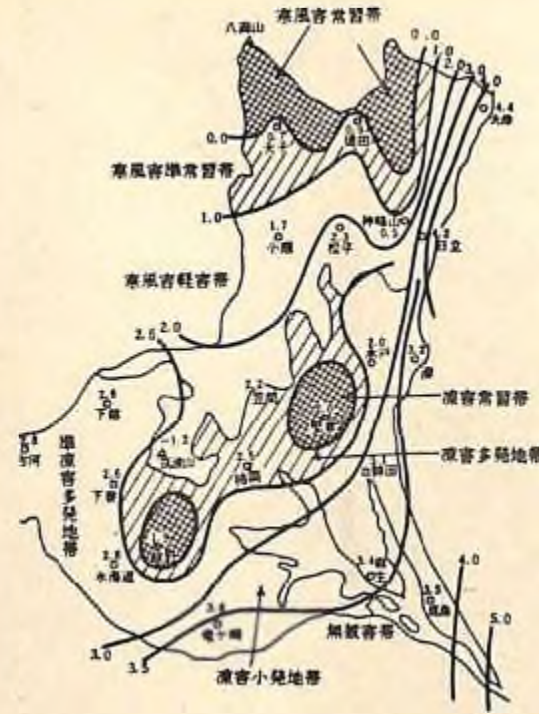


図-15 最寒月平均気温の分布とスギの寒害危険地帯区分

帯の小気候特性がわかる。

一方、寒風害のこれまでの被害地の分布をみると、寒風害は1℃の等温線で囲まれる地帯にもっとも被害地が集中しているが、2℃と1℃の等温線で囲まれる地帯にもかなり発生してきている。ただし、2℃の等温線より高い地域には筑波山系の一部を除いて、これまで寒風害が発生していないようである。

したがって、大別すれば、凍害と寒風害の境界線に2℃の等温線があたり、この付近が凍害と寒風害の混在地帯となっている。

以上のことから、茨城県内のスギの寒さの害の危険地帯を推定すれば、図でみられるように北から寒風害の常習帯、準常習帯、軽害帯、凍害の常習帯、多発地帯、準多発地帯、小発地帯、無被害地帯とかなりよく最寒月平均気温の分布図と一致するようである。表-3に茨城県内のスギの寒さの害の危険地帯区分を示す。

表-3 茨城県内におけるスギの寒害危険地帯区分

大区	中	区分	地	域	最寒月平均気温	標高	地質系統
寒風害危険地帯	常習帯	降雪が少ない。毎年被害が発生し、1～2年生造林地の北面は全枯多く、成林の見とおしにくい林地が多い。	八溝付近・大子町 里美村岡見 里美村里川 北茨城市花園 高萩市上君田		0℃以下	500～1,000	古生代深成岩類
	準常習帯	気象条件によって被害をまぬがれる年もある。寒害年には幼令造林地の北面の大半に被害が発生する。	里美村 北茨城市 高萩市 大子町		1℃以下	300～600	"
	軽害帯	全枯することはないが、北面幼令造林地に奇型木を多く発生する。	日立市 美和村 七会村		2℃以下	200～400	深成岩類古生層
	常習帯	常習的に凍害が発生し2～3年で造林木が全滅する造林地が多い。	内原町 美野里町 谷田部町		2℃以下	20～25	関東ローム
凍害危険地帯	多発地帯	1～2年おきに凍害が発生し数年で造林木の大半枯損する林地が多い。	水戸市 友部町ほか		2.5℃以下	10～30	"
	準多発地帯	3～4年に1度ぐらいい凍害が発生する。	石下町 水海道市 真壁町		3℃以下	10～50	"
	小発地帯	数年に1度は大きな凍害が発生する。	阿見町 江戸崎町		3.5℃以下	10～30	"
無被害地帯	温暖帯				3.5℃以上	0～30	"

f 防 除 法

(i) 寒風害発生危険地帯の北偏斜面は、通常の皆伐—人工植栽では、成林は期待できない。そこでいろいろなものによるしゃへいを利用しなければならない。しかし、灌木、広葉樹の萌芽（寒害地帯には落葉性のものしかない）などを利用した、筋刈りや坪刈地ごしらえ法は、寒風害の常習地帯では効果がないようである。つまり、もっと大がかりなしゃへいを必要とするようだ。

防風林の利用 寒風害は、季節風が重要な原因の一つであるから、これを防ぐことが第一である。このため、防風林を利用することが考えられるが、どのように防風林を配置したらよいかは、なかなかむずかしい。

山岳地形の場合、尾根すじ防風林は、林地に対して、寒風害防止効果をあまりもっていないということである。というのは、寒風害は北偏斜面に発生するのだから、その斜面の尾根にある防風林は、その斜面には役に立たず、また、防風林の風下は南偏斜面となって、寒風害の発生しない場所であるから、尾根の防風林の有無に関係がない。したがって防風林は、被害の発生する斜面上に立てなければならない。

1, 2の観察した例では、斜面上の防風林の防風効果は、その梢端を水平に延長した線までのようである。とすると、防風林は、斜面上に何段か立てなくてはならない。すなわち、帯状皆伐更新法をとらなければならない。

下木植栽法 皆伐したら、寒風害を受ける林地の場合は、伐採前に先行下木植栽をすることも、一つ考えられる。まだ実例がないので、正確なことはいえないが、試みる価値があると思う。

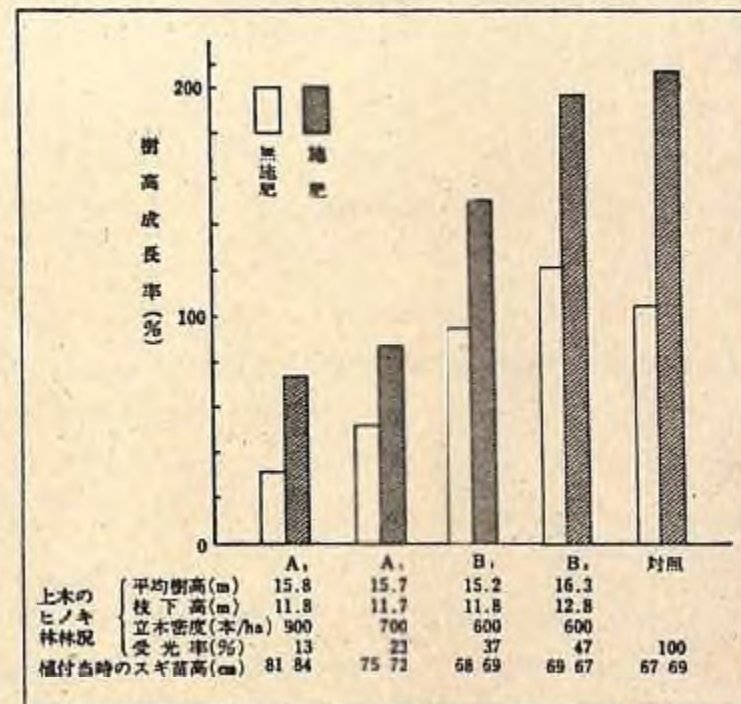
しかし、これには二つの問題がある。一つは、一般の造林地にスギを下木植栽すれば、被陰により、初期の成長が著しく妨げられないか。もう一つは、上木の伐採のさい、下木が邪魔になるということである。

後者のためには、下木は帯状に植栽することにより、少しでも伐栽しやすい方法をとる必要はあろう。しかしそれでも、伐木集材に不便であると考えらるなら、それは考え方の相異になってくる。人為でかえられない、きびしい気象条件を、既成林分を利用して、克服できるとすれば、まさに林業的特徴を生かした更新法であり、伐木集材上の問題点は、これに比べれば解決しやすいものではなからうか。

前者の被陰に対する問題は、幼時多少成長が衰えても、伐開後の成長回復を期待すればよいのではなからうか。とくに、上木成立中に植付けるから更新が早めに始まり、上木伐採から植

栽木の閉鎖までの期間は、通常の皆伐更新とあるいは変わらないかもしれない。

寒風害防止のための試験ではないが、被陰下のスギ造林木の成長の一例がある（図—16）。土壌や品種など異なった場合の問題はあるが、スギの下木植栽が全く無意味とは思えない。



図—16 ヒノキ林下のスギ造林木の成長（竹下・石原）
岐阜県益田郡 石原林業所有山林における試験結果 成長率は39年7月植栽のジカザシ苗の苗高に対する42年10月までの成長量の比

下木植栽法も、上木の伐採や、そのつぎの更新法を考えると、前項と同様、帯状更新法が便利ではないかと思う。

したがって両者を合わせ考えれば、(i)無立木地または幼造林地の改植の場合は、防風林となる樹種(マツ類など)を帯状に前植し、防風効果が出てからスギを植栽する。(ii)再造林の場合、帯状下木植栽をし、帯状更新に誘導する方法が考えられる。

いずれも、現実はその例をみないが、速やかに試みる価値はあると考えている。

(ii) 凍害防止の更新法

凍害を防ぐには、樹体温の低下を緩和するか、苗木の耐凍性を高めるかが、まず第一の方法で、このため上方や側方から苗木をしゃへいしなければならない。後者は耐凍性の形成が早く、消失のおそい品種を選ぶか、または苗木の成長休止を早め、耐凍性形成を促す施業をとることが必要となってくる。

下木植栽法 茨城県南部から、千葉県北部にかけての常総台地は、平坦地の凍害常習地帯である。ここでは、農家が、経験的に、アカマツ林のなかにスギを植栽して、凍害を防いでいる。どの程度の上木を必要とするかが問題である。北海道苫小牧地方のトドマツの例では、直径20cmであれば上木の閉鎖度は50%~60%でよいとしている。スギの場合は資料が乏しく、明確なことはいえない。上木としてはマツ類が考えられるが、寒風害同様、スギの下に植えてもかまわない。

下木植栽は、南面斜面に発生する凍害の場合でも通用すると思われる。しかし沢沿地や、凹地のように、低温気流が流入停滞するような所では、せっかくの上木保護による低温防止効果が消滅してしまうおそれがあるから留意しなければならない。

果植え・寄植え 平坦地や南面の凍害地に適用できる方法である。どの程度の大きさの苗をどの位の間隔に植えたらいかががきめ手になる。報告例は4つある。2つは林試九州支場で行なった実験であり、他の2つは茨城県下で、防災部と造林部が行なった結果である。

九州支場の実験は、平坦地である九州林木育種場構内で2回、吉無田で1回、また南斜面である吉無田で1回それぞれ試験報告があり、これをまとめると表-4のようになる。防災部は、水戸の関東林木育種場構内で行なったもので、表-5に結果をまとめた。造林部は、水戸の西方約10kmの茨城県鉾田苗畑で行なった実験で、表-6にまとめた。

九州では、アヤスギ、防災部はサンプスギ、造林部はクモトオシと、それぞれ用いた品種が異なり、苗の大きさも違う。また、年度によって被害の発生度合も異なる(表-4)ので、共通の尺度が必要である。筆者たちが比放射量をはかったのも、その試みの一つであるが、将来

表-4 林木凍害防除試験

(1) 育種場試験地(熊本県菊池郡西合志村 台地上の平坦地形 黒色火山灰土 標高85m)

37年度の結果

防 止 法	果植え	遮光板	丘植え	溝切り	土寄せ	施 肥	対 照	下刈り	除 草	耕 転	わら巻き	
被害度⑤	健全	91.6	85.0	79.6	58.4	43.3	52.8	38.5	28.3	31.6	18.5	16.1
	退色	6.6	15.0	10.0	27.6	40.0	21.9	29.8	35.8	28.3	21.9	24.6
	半枯	0	0	6.6	9.2	13.3	15.1	19.2	23.8	20.0	30.6	17.2
	枯死	1.6	0	1.6	4.6	3.3	10.0	12.2	11.9	20.0	28.7	42.0
被害指数	0.15	0.18	0.28	0.78	0.96	1.17	1.48	1.67	1.88	2.57	2.86	

39年度の結果

防 止 法	遮光板	囲み植	丘植え	そえ植 1:3	土寄せ	耕 転	溝切り	そえ植 1:2	そえ植 1:1	除 草	下刈り
被害指数	0.40	1.15	1.23	1.55	2.03	2.81	3.07	3.28	3.37	4.67	4.75

(2) 吉無田試験地(熊本県上益城郡御船町吉無田 黒色火山灰土 標高800m)

39年度の結果 (平坦地)

防 止 法	溝切り	囲み植	対 照	そえ植	施 肥	下刈り
被害指数	0	1.30	1.63	2.47	3.34	3.92

(南面)

遮光板	除草剤	耕 転	下刈り
0.08	0.95	1.51	3.79

(3) 波野試験地(熊本県阿蘇郡波野村 浅谷緩斜面 黒色火山灰土 標高760m)

防 止 法	除 草	溝切り	遮光板	耕 転	土寄せ	丘植え	対 照	わら巻き	施 肥	下刈り
被害指数	0.02	0.12	0.16	0.20	0.36	0.57	0.60	0.77	0.85	1.38

被害指数 0:無被害 1:葉先および幹枝葉の1部褐変 2:枝葉の約1/3 褐変 3:枝葉の約1/2褐変 4:枝葉の1/2 或は下部の1部を残した褐変 5:完全枯死の6段階に分け各個体の程度別に重みをつけ、その積を生立本数で割った値が被害指数で値が大きいほど被害は大きい。

防 止 法 の 内 容

丘植え	高さ40cmの丘を作りその頂上に植える	施 肥	化成肥料40g苗木の4方向15cm深さ15cm6月実施
土寄せ	高さ30cm位、土を苗に寄せる11月土寄4月土戻し	遮 光 板	苗の南側に40×40cmの板を立てる11月取り付け4月除く
耕 転	深さ30~40cm全面耕耘、除草6・8・10月実施	わら巻き	苗をわらで包む、11月包み4月解く
下刈り	下刈り(全刈り)を6・8月実施	溝 切 り	深さ50cm幅30cm木幅1mの溝を切り床面中央に苗を植える
除 草	除草を6・8・10月実施	そ え 植	スギ苗の南側30cmのところ30cm間隔にクロマツを植える
果植え	スギ苗を4本のクロマツで囲んで植える(囲み植)	対 照	下刈りを行わず放置する

表-5 渠 植 え の 効 果

記号	植 栽 方 法	植 栽 間 隔	枯 死 率	平均苗高	平均最大 枚張り	
A	単 木 植 え	2.0 × 1.2 m	39.1 %	59 cm	3.2 cm	
B		1.8 × 1.8	56.4	56	3.0	
C		2.6 × 2.6	46.3	58	3.1	
D	巢 植 え	巢の中心木の間隔 2.0 × 1.2	中心木	0.8	69	3.0
周囲木は 3.0cm間隔			周囲木	南東	30.8	59
		南西		25.8	59	3.0
		北西		4.2	67	3.3
		北東	5.8	66	3.2	
E	巢 植 え	巢の中心木の間隔 1.8 × 1.8	中心木	0	71	3.1
周囲木は 3.0cm間隔			周囲木	南東	22.0	63
		南西		32.0	63	2.9
		北西		4.0	68	3.3
		北東	4.0	70	3.2	
F	単 木 植 え	1.8 × 1.8	70.8	56	2.6	
G	〃 (アカマツ林内)	1.8 × 1.8	1.6	58	3.9	

植栽は1965年4月、枯死率は1966年8月調査

表-6 寄 植 え に よ る 凍 害 防 止 効 果

番 号	平均植 栽距離 (m)	小 苗			大 苗		
		し や へ い 度 %	生 存 %	し や へ い 度 %	生 存 %	し や へ い 度 %	生 存 %
1	0.25	37	88	33	100	30	100
2	0.38	19	33	23	88	23	88
3	0.53	0	8	21	46	13	42
4	0.75	—	0	10	4	10	8
5	1.07	—	0	—	0	—	0
6	1.54	—	0	—	0	—	0
7	2.20	—	0	—	0	—	0
8	3.14	—	0	—	0	—	0

(1) 小苗、大苗とも3プロットずつ試験、小苗は苗高5.2~7.5cm、大苗は8.5~12.0cm

(2) スギの品種はクモトオシ

(3) しやへい度は示差放射計を苗の南側地上2.0cmのところにおいて、夜間、放射量を測定し裸地での値との比をもって表わした

もっと簡便なモノサシが現われるであろう。いずれにしても、平坦地や南面では、苗木の周囲のしゃへいが効果あることは明らかである。しかし、何ゆえに効果があるのか、たとえば、最低気温の緩和か、直射日光のしゃへいか、その両者によるものか、正確なことはまだわかっていない。

丘植え・溝切り 前項と同様、林試九州支場で行なった実験(表-4)のなかに、波野試験地や、吉無田の平坦地、林木育種場橋内で、丘植えあるいは溝切りの効果が現われている。水湿状態が多少過度によるところではとくに明らかである。例えば、山間の水田跡地にスギを造林して凍害を受けている例を多くみるが、この中でも特に植え込んだものが生き残った例がある。土壌水分が過多であると、秋季の成長停滞が遅れ、帯凍性の形成が進まないために、凍害を受けやすくなるので、丘植え、溝切りの効果があることもうなずける。

(iii) 耐 寒 性 品 種 の 選 定

寒風害と凍害は、発生の仕組みが違うので、ひと口に耐寒性品種といって一語にしてしまうわけにはいかないかもしれない。しかし、寒風害も乾燥を伴うので、凍害が比較的干害と似た生理的特徴をもっていることをあわせて考えると、共通点が多いかもしれない。いずれにしても、両者とも、はっきり品種名があげられるほど、資料が集まっていない。

多雪地帯に生育している天然生スギは耐寒性がよいように思われがちであるが、必ずしもそうとはいえない。雪が多いことは、かえって寒害から保護されるので、多雪地帯には、寒害発生がきわめて少なく、判断の尺度が何もないからである。

耐寒風害個体については、前橋営林局中之条営林署の造林実験団地での試験や、金川たちの(茨城林試)の報告にみられるように、針葉の鉤状型のものに抵抗性の高い個体が多い。耐寒風害性の高い個体がありそうであり、今後に期待したい。

耐凍性については、林試九州支場の報告にあるのは、ヤブタグリ・アヤスギに比べ、メアサ、オビアカが弱いという。このほかについては、まだはっきりした報告はない。元来、厳冬季の耐凍性最大値は、どの品種も高低がほとんどなく、また外気温よりずっと抵抗力があるので、抵抗性の強弱は、秋の耐凍性の形成が早い、春の消失が遅いかで決まるようだ。この検定は比較的簡単であり、検定が進むことを期待したい。

食虫性鳥類の誘致増殖に関する研究

1 試験担当者

保護部鳥獣第2研究室	由井正敏
保護部鳥獣第2研究室	高野 肇
保護部鳥獣科長	池田 真次郎
元保護部鳥獣第2研究室主任研究官	松山 資郎

2 試験目的

森林有害虫獣の生物的防除の一環として、食虫性鳥類の誘致増殖をはかるため、造林地における育林施業と調和した環境造成の試験研究を行なうことを目的としている。

3 試験の経過とえられた成果

A 試験の経過

1) 試験開始の動機

木材需要の増大に対応して、近年拡大造林、一斉造林が計られているが、それに並行して病虫害の発生が目立ってきている。これの防除策としての薬剤散布は速効性は認められるが、抜本的な発生環境の抵抗力の強化には勿論関係が無く、農薬蓄積による弊害、生物界の自然平衡の攪乱など悪影響も最近しばしば指摘されている。したがって現在では生物的防除法もあわせた、総合的な防除対策が望まれており、その点で食虫性鳥類の役割も再認識されるに至った。しかるに、森林に棲息する食虫性鳥類は棲息環境の無計画な破壊によって、急速に減少しており、こんど天敵としての役割を果たさせるためには、これの積極的な保護増殖を計る必要がある。森林棲息鳥類が必要とする棲息環境については、この試験開始に先だって林野庁が財団法人山階鳥類研究所に委託した研究によって詳しく解析され、さらに「標高、土壌、地形、植栽樹種が同じ林分であっても、施業方法によってそこに棲息する鳥類相を変化させることができ、また、小面積の異種林分（特に広葉樹）の混在によって、地域全体の鳥類相を相当豊かにする事が可能である」ことが解った。そこで次に造林地において、造林施業体系といかに調和させて、鳥類の棲息条件を整えていくかと言う具体的方策を究明する事が課題となって、この試験が開始されたわけである。

2) 試験地の設定

試験地については東京営林局及び沼津営林署と共同調査を行ない、以前から野鳥の棲息地として著名な富士山麓の国有造林地帯を選定した。所在は沼津事業区仁杉国有林及び木

の根坂第一国有林で、ここに「森林有益鳥類誘致試験地」として43.56haの広さの試験地を設けたが、実際に調査対象とした林分は50haである。標高は1150mで低山帯上部に位置し、以前はアカマツ、ミズナラ、ツガ等の天然林であったが、現在は試験地上縁に若干の天然林帯を残すのみで、殆んど全域がアカマツ、カラマツ、ヒノキ、ウラジロモミの若令造林地になっている。

試験地の構造は第1図のようになっている。南北に1300m、東西に400mで、西に富士山をいただき、殆んど傾斜の無い平坦地である。調査に便利ように営林局に依頼して巾1mの調査歩道を50m間隔で基盤目状に伐開したが、その延長は17kmに達する。昭和10年植栽のアカマツ、カラマツ混交林約10haが成林している他は殆んど全部昭和30年以降植栽の高さ5mに満たない若令造林地からなっている。なお、試験地内を2本の高圧線が南北に通っており、その直下は巾約50m、高さ3m程度の灌木林帯になっている。試験地の中央には仁杉造林小屋が有り、調査はそこを根拠に行なった。

3) 試験調査の計画

(1) 基本方針

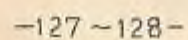
まず試験地内に棲息する鳥類についてその種類相、個体数を各林相に照らし合わせて精査し、その棲息環境を「前報」と比較しつつ、さらに詳しく、営巣環境、採餌環境、囀り位置、逃避、休息林の環境など繁殖期に重点を置いて調査し、その他鳥類の基礎的な諸生態と合わせて鳥類の要求する構造的また生物的な棲息条件を抽出する。次にこれに基づいて造林地においていかにすればそれに適合した棲息条件を総合的に造成できるかを考究しつつ、年々の林分遷移や育林作業に伴う鳥相の変動、また繁殖期における育林作業の鳥類に及ぼす影響などを調査し、きめ細かな誘致、保護策を追究する。

そして、可能な範囲において、巣箱架設、育林作業の調整等誘致策を上記調査と併行して行ない、その効果を見て行なった。

(2) 調査期間

試験地内には各種の林相があり、また年々各種の育林作業が行なわれているので、短期間でも同時に諸種の解析が可能であるが、年毎の鳥相の自然変動による偏りを小さくし、さらに年々の林分の自然成長に伴う鳥相の入れ代りを見て行くにはかなり長期の調査が必要であろう。幸いこの試験地は昭和41年以降10カ年設定が認められており、前、後期の2期に分けて試験を実施する予定である。今回はそのうち、昭和43年度までの3カ年の林野庁特別会計事業費による調査の中間報告である。

富士山試験地略図 1968.



(3) 調査細目

① 試験地実態調査

- (i) 鳥相調査：種類相、個体数、棲息林分など
- (ii) 林相調査：自然植生、林分配置、構造など
- (iii) 造林施業の経過調査
- (iv) 諸環境調査：気候、周囲の状況など

② 繁殖生態の調査（林相と関連させて）

- (i) なわばり配置、囀り位置の調査
- (ii) 営巣調査：営巣環境、営巣経過など
- (iii) 採餌行動調査：採餌環境、餌の種類など
- (iv) 諸行動調査：逃避、休息、睡眠、水浴び、囀り日廻活動、親子群行動など
- (v) 害敵調査：小哺乳類、鳥類、獣類など

③ 標識試験調査

これは鳥の足に番号や色つきの足輪をはめて放し、これを識別追跡したり、再捕獲する事によって、行動圏や移動性、年齢、帰還性などを調べるものである。

④ 繁殖季内における育林作業が鳥類に及ぼす直接的影響の調査

- (i) 営巣地点に対する影響の調査
- (ii) 諸行動域に対する影響の調査
- (iii) 心理的影響の調査

⑤ 実施した誘致諸施策の効果調査

- (i) 巣箱架設試験
- (ii) 給水施設調査
- (iii) 野生化試験
- (iv) 育林作業の調整

⑥ その他

- (i) センサス方法の究明
- (ii) 近接天然湧水池の調査

4) 調査日程表

調査は毎回担当者1～3名、野鳥の会等の補助員1～4名によって行なった。（第1表）

第1表 調査実施日程表

1966 月 日 日数	1967 月 日 日数	1968 月 日 日数
5/10~ 5/14 5	4/16~ 4/18 3	4/19~ 4/22 4
5/30~ 6/3 5	5/10~ 5/14 5	5/7 ~ 5/12 6
6/13~ 6/16 4	5/22~ 5/26 5	5/18~ 5/23 6
6/23 1	6/6 ~ 6/9 4	6/1 ~ 6/4 4
7/4 ~ 7/8 5	6/20~ 6/26 7	6/13~ 6/18 6
7/25~ 7/29 5	6/30~ 7/4 5	6/27~ 7/2 6
8/15~ 8/18 4	7/14~ 7/18 5	7/11~ 7/15 5
9/5 ~ 9/7 3	7/29~ 8/2 5	7/25~ 7/30 6
11/4 ~11/6 3	8/5 ~ 8/8 4	8/8 ~ 8/13 6
11/30~12/1 2	8/19~ 8/23 5	8/31 1
	9/25~ 9/27 3	9/27~ 9/28 2
	10/21~10/23 3	10/31~11/1 2
	12/20~12/23 4	1969 3/23 1
計 37	58	55
大 計		150

5) 実施経過

前表のように3カ年間に繁殖期を中心に実質150日間の調査を行なった。この間、一行程2時間近くかかる鳥類センサスを390回余行なったのを始め、延66日間に渡る標識調査、その他、前記調査細目を可能な限り実行した。

誘致諸施策としては先ず巣箱架設を行なった。調査開始の前冬期に昭和10年植栽混交林内に30個架設し、さらに翌年40個架設し計70個の経過を調査した。次に富士山麓のように水場の少ない所では給水施設を供与した場合、どの程度利用するかを調べるために、試験地中央に2カ所ポリタライ計4個の水場を設け、経過を調査した。なお、近接の天然湧水地との交流関係も標識試験などで調査した。次に初年度に中型鳥類2種類を試験地に放翔し、野生化の可能性を調査した。育林作業の調整については担当区との了解の上

に若干の作業手順の変更を行ない、その効果を調査した。

B 試験の成果

3年間の調査で得た資料は膨大であり、主として、鳥類繁殖基礎生態、誘致施業法の検討、鳥類センサス法の検討の3部門に大別され、センサス法については、国際生物学事業計画(I B P)との共同課題として解析を進めている。ここでは、試験地の鳥類相の概要に触れたあと、主に棲息環境の解析を中心に、前記調査細目の主要な部分について資料を示しながら解説し、最後に誘致施業についての中間総括を述べておく。

1) 試験地の鳥類相

(1) 種類相

3カ年季節を通じての出現種数は第2表のように93種類に達する。これを候鳥別に見ると、1年中近辺にいる留鳥が30種類で最も多く、次に夏期に日本に渡来する夏鳥が27種類出現した。また寒期に山地から平坦地に移動してきたり、西日本に移動したりする漂鳥を22種確認したが、冬期になると日本に越冬のため南下してくる冬鳥は冬期の調査が不十分なため、10種類しか記録されていない。最後に春期と秋期に日本列島或は本州を通過するだけの旅鳥は4種類記録されている。1967年の記録について、試験地出現種類数の季節変化を見てみると、第2図のようになる。厳冬季には積雪の多少にもよるが相当減少する。4月初旬頃から漂鳥が戻り始め、4月下旬には多くの夏鳥が渡ってくる。そして一時渡りの時期が過ぎて、全ての種類が繁殖地に落ち着いた6月中旬頃に記録数の谷が有って後除々に、繁殖が終わったものや、幼鳥群が出現し始めて、8月下旬に1つのピークを示しその後少し夏鳥が去ったりしてまた減少する。そして、10月下旬には留鳥、漂鳥、冬鳥、旅鳥などが一度に移動を始めて年間の最大のピークに達した後、寒さと共に急激に種類数が減少することになる。

(2) 繁殖個体数

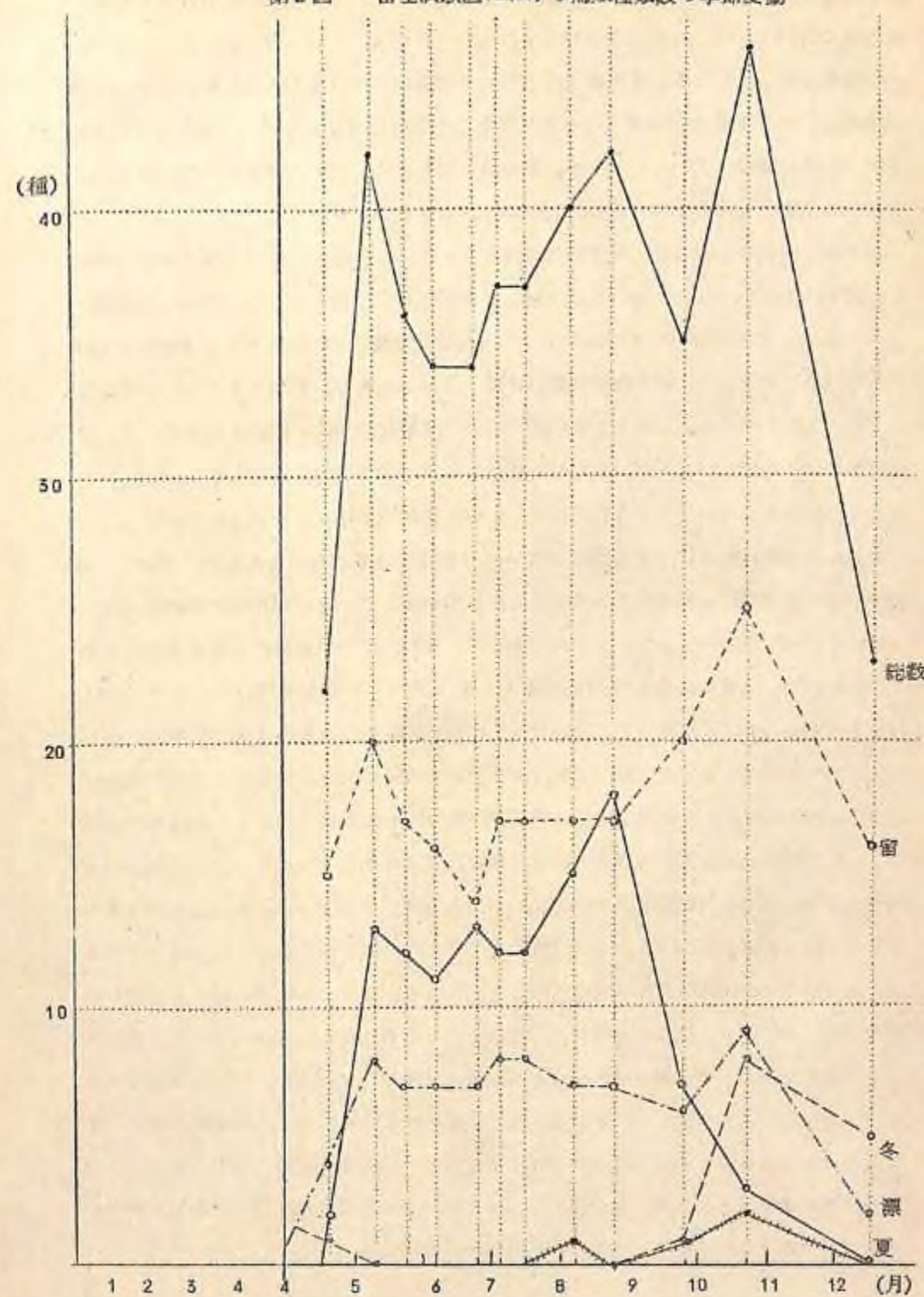
移動性の激しい鳥類の個体数を正しく把握する事は相当労力のいる仕事であり、年間を通じて、個体の絶対数を割り出す方法はまだ確定していない。従来の方法の多くは標識センサスによる相対的な把握が基本であり、説得力に欠けていた。近年繁殖期については、なわばり記図法によって、相当正確につがい数を把握することが可能になった。この方法は山野棲の多くの鳥が繁殖期にはなわばりを持ち、その境界は争いや囀り合いによって示されるという事を利用したものである。つまり繁殖期に調査対象の森林内の全体をおおむね経路で順回し、認めた鳥を携帯する地図上に記入して行くのである。

第2表 出現鳥種リスト

1966~1968

鳥名	候	鳥名	候	鳥名	候	鳥名	候
1 ハシブトガラス	留	26 ゴジュウカラ	留	51 シロハラ	冬	76 ジュウイチ	夏
2 ハシボソガラス	留	27 シジュウカラ	留	52 マミチャジナイ	旅	77 コノハズク	夏
3 オナガ	留	28 ヤマガラ	留	53 アカハラ	漂	78 フクロウ	留
4 ホシガラス	漂	29 コガラ	留	54 ツグミ	冬	79 ハヤブサ	漂
5 カケス	漂	30 ヒガラ	留	55 ノビタキ	夏	80 チョウゲンボウ	漂
6 ムクドリ	留	31 エナガ	留	56 ルリビタキ	漂	81 ノスリ	留
7 コムクドリ	夏	32 キクイタダキ	漂	57 ジョウビタキ	冬	82 オオタカ	留
8 スズメ	留	33 モズ	漂	58 ノゴマ	旅	83 ハイタカ	留
9 シメ	冬	34 アカモズ	夏	59 コマドリ	漂	84 トビ	留
10 イカル	留	35 ヒヨドリ	漂	60 コルリ	夏	85 サシバ	夏
11 コカワラヒワ	留	36 サンショウクイ	夏	61 カヤクグリ	漂	86 キジバト	留
12 マヒワ	冬	37 サンコウチョウ	夏	62 ツバメ	夏	87 アオバト	漂
13 ベニマシコ	冬	38 コサメビタキ	夏	63 イワツバメ	夏	88 キアシシギ	旅
14 ウソ	漂	39 エゾビタキ	旅	64 アマツバメ	夏	89 ヤマシギ	漂
15 イスカ	冬	40 キビタキ	夏	65 ハリオアマツバメ	夏	90 オオジシギ	夏
16 アオジ	漂	41 オオルリ	夏	66 ヨタカ	夏	91 コジュケイ	留
17 ノジコ	漂	42 エゾムシクイ	夏	67 ヤマセミ	留	92 キジ	留
18 ホオジロ	留	43 メボソムシクイ	夏	68 アオゲラ	留	93 ヤマドリ	留
19 ホオアカ	漂	44 センダイムシクイ	夏	69 アカゲラ	留		
20 カシラダカ	冬	45 ウグイス	漂	70 オオアカゲラ	留		
21 タロジ	漂	46 ヤブサメ	夏	71 コゲラ	留		
22 ビンズイ	漂	47 セッカ	漂	72 アリスイ	冬		
23 タヒバリ	冬	48トラツグミ	漂	73 カッコウ	夏		
24 キセキレイ	留	49 マミジロ	夏	74 ツツドリ	夏		
25 メジロ	留	50 クロツグミ	夏	75 ホトトギス	夏		

第2図 富士試験区における鳥類種類数の季節変動



特に同時に別個体と分るものには区別の印をつけていく。これを何回か繰り返した後、種類毎に集約すると、なわばりを持つものは出現点がまとまって現われ、そこに1つかいの棲息が明らかになる。本方法ではどのような環境に棲息するかも同時にわかって便利である。この試験地では全てのセンサスをこの方法で行なったが、回数が非常に多い上に、実際に繁殖しているかどうか、巢の発見にも努めたので、種類毎の絶対棲息数は春夏の季節変化も含めて相当正確につかめているものと思う。

第3表は上記の方法の他、標識調査資料などを総合的に検討して得た3カ年間の繁殖なわばり数変化を示している。各年の数値は季節を通じて最も安定した時期の棲息数をとってある。日本において50 ha 余の広い地域の繁殖絶対数を3カ年も追跡した例はこれが初めてと言える。繁殖確認種類数は延25種以上あり、平均150つかい位棲息していることになるが、これを前記山階鳥類研究所報告の各地の記録と比較すると、種類数はほぼ平均的といえるが、放鳥した種類を除いて調査面積から考えると、少ないと言える。個体数についても少ない方に属し、特に巣箱で増殖したシジュウカラ類を除けば明らかだと思われる。これは種類によっては個体数の多いものもあるが、やはり、試験地全体に成層構造の発達していない幼令造林地が多くて、環境が比較的単純なために、種類の偏った鳥相になっているためであろう。また、アオジが各年とも最優占種であり、3年目には全棲息数の1/3程度にも達する。この3カ年試験地では特にアオジの好むような環境造成はしておらず、強いて言えば試験開始前の視測路伐開が影響したかも知れないが、恐らくは42年度の気候、食物量等が条件にかなったために自然に増加したものである。この種類は山階鳥類研究所報告にも書かれているように棲息する区域としない区域が明確に区分されていて、棲息区域には多数密集するが、この試験地も好適な環境のために多数密集している例なのであろう。ウグイスは初年度は相当棲息していたが徐々に減少している。これは後にも示すように明らかに彼等の棲息環境であるブッシュが下刈り作業により減少していることによる。アカハラは3カ年とも安定した数を示しており常に上位3位までに入っている。この鳥もどんな環境でもかなり適応性があるようである。ビンズイはアオジと同様徐々に増加しているが、これも後述のとおり、下刈りによってウグイスが姿を消した後の草原状の区域に入り込んで棲息数を増やしたのである。シジュウカラについては1年目に巣箱が小哺乳類によりかなり被害を受けたために2年目は余り利用率が増えなかったが、3年目にはほぼ倍に増加しており、やはりこの類は条件さえ整えば相当増える事が再確認された。

第3表 富士試験地 繁殖番数 (50 ha 当り)

№	鳥 名	B. 41	B. 42	B. 43
1	ア オ ジ	30+番	37番	51番
2	ウ グ イ ス	30+	26	16
3	ア カ ハ ラ	20+	24	24
4	ビ ン ズ イ	5+	9	12
5	シ ジ ュ ウ カ ラ	7	7	13
6	コ ル リ	10	7	7
7	メ ジ ロ	7	6	6
8	ホ オ ジ ロ	5+	7	6
9	モ ズ	2+	4	8
10	マ ミ ジ ロ	1+	5	3
11	ホ オ ア カ	0	2	3
12	ヒ ガ ラ	2	3	2
13	ヨ タ カ	1+	2	1
14	エ ナ ガ	1+	2	2
15	センダイムシクイ	1	1	1
16	コサメビタキ	1	1	0
17	トラツグミ	0	1	0
18	ア カ グ ラ	0	0	1
19	キ ジ	1	1	1
20	コムクドリ	0	0	1
21	ヤマシギ	0	1	1
22	ホトトギス類	1±	1±	3±
23	キジバト	0	1	1
24	コジュケイ	0	1	1
25	オオジシギ	0	1	0
合計		127+	150	164

上記以外の種類については各項で述べるので、ここでは言及しないが、いくつかの種類が育林作業の影響を示している他は、全体にかなり安定した個体数変化を示しているようである。

2) 棲息環境の解析

なわばり記図法によるセンサス結果は一例を示せば第3図のようになる。この図は1968年5月上旬の調査時のウグイスの例で、試験地の南半分だけ扱ってある。小円の位置が囀り地点で、小円内の数字はセンサス順回の回数の順番を示している。なわばり枠は大まかな暫定線である。以下の説明では解り易くするために、このなわばり線のみで図示しておく。

棲息環境というのは彼等の生活する場全体を指すもので、前にも述べた営巣環境、採餌環境、囀りポスト、避難所、休息所、ねぐらなど全てに関連している。小鳥類のうち8割はいわゆるなわばりを持っているが、そのうち1/3は配偶、採餌、育雛その他大部分の生活行動をなわばりの中のみでまっとうしているのに対し、2/3のものは主要行動の1つである採餌活動をなわばりの外にも出て行なっているという。したがって、なわばり記図法によるなわばり図のみでは彼等の生活域を完全に把みきっているとはいえないのであるが、ここでは採餌活動については別に調査した結果を補足しながら、まず営巣環境の詳しい解析等を混えつつなわばり記図法に基いて相観的に棲息環境を述べておくことにする。

(1) 営巣環境

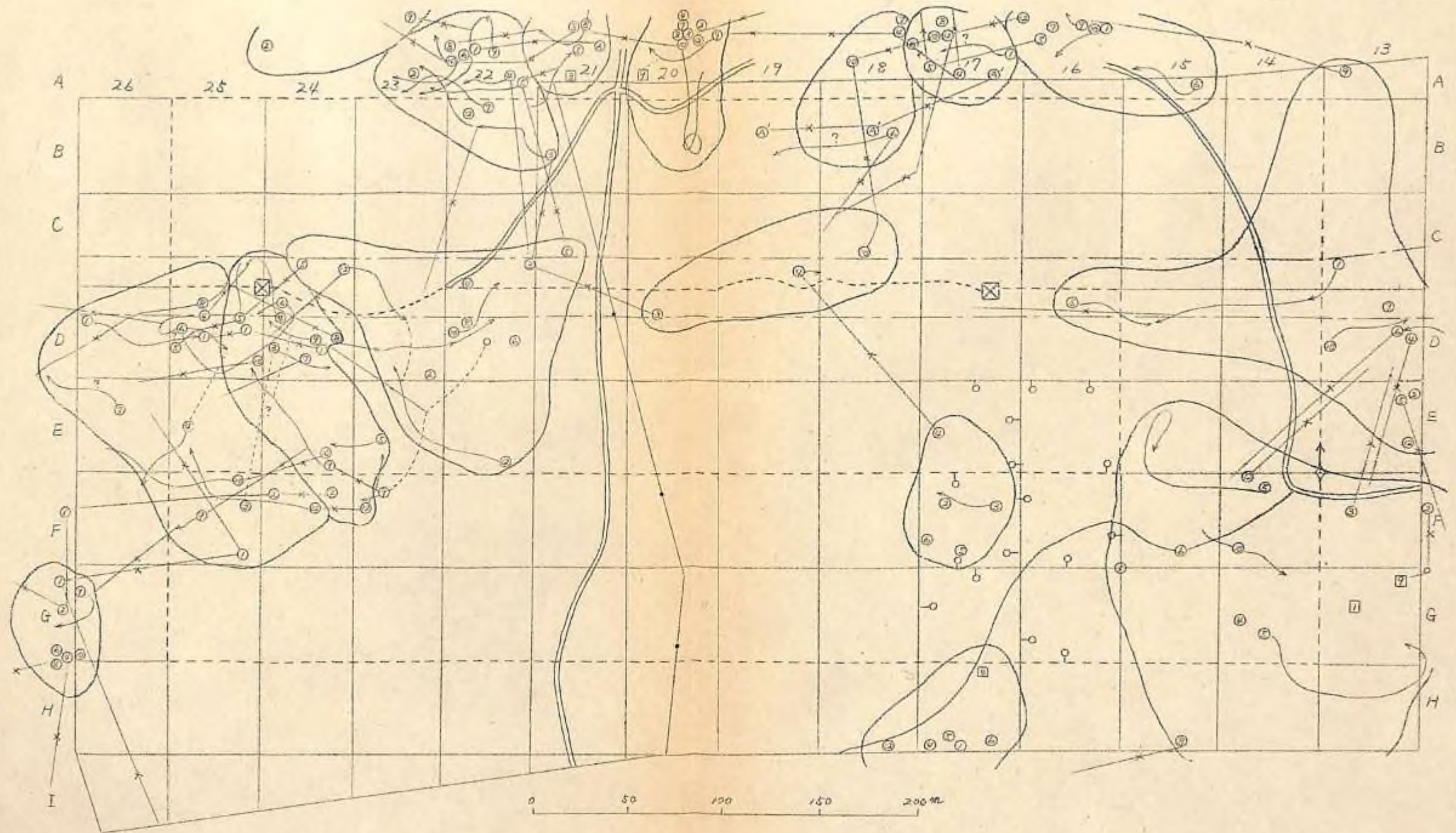
3年間にトエ巣箱にのみ営巣したシジュウカラ、ヒガラを除いて20種328個の自然巣を発見し、営巣環境や営巣経過を調査したが、そのうち主として樹上に営巣する種類については、第4表営巣樹種、第5表巣の地上からの高さ、第6表観測路や林縁からの距離の3つに分けて検討した。

巣の発見確率は全植生にわたって種類毎にほぼ同様だと見て良く、この表に出ている傾向は恐らく全体の傾向を示していると考えられる。

- ① 営巣樹種は鳥種によってばらつきがあるとはいえ、小灌木が圧倒的に多い。小灌木として主な樹種はフジベニウツギ、マメザクラ、ノリウツギ、フジイバラ、ハノソキ、その他ツツジ科、カエデ科などであり、いずれもこの附近の下層植生の代表種である。大部分の巣はこれら小灌木の分枝点や蔓性植物とからみ合った所に造られているが、また一万、下刈りにより途中で切断されたあとひこばえが密生した所にも多くの巣が架けられていた。ウグイス、モズ、メジロなどが圧倒的に小灌木に架けるのに比べて、

第3図

ウグイス 南側区域 1968. 5/8 ~ 5/12



アオジ、ホオジロ、アカハラなどは造林木であるウラジロモミ、カラマツ、アカマツに架けるものも多い。特にアオジ、ホオジロ、それにホオアカの一例などホオジロ属の仲間はウラジロモミを好むようで、これは幼令ウラジロモミ林分全体の環境をこれらホオジロ属が好む上に、ウラジロモミの樹枝構造が営巣に最適なためであろう。ウラジロモミでも生長の良い枝間隔の長い林木は好まれず、生長のおそい枝葉のつまった木に多く架けるようである。アカハラはウラジロモミにも架けるが、それは良く伸びた木のやや上の部分に架けることが多い。アカハラはその棲息環境から言ってむしろ、やや成長したアカマツ、カラマツの枝上に架ける事が多く、アカマツについては、成長先端部の分枝点に最も多く、その部位ならば樹高や樹幹の太さに余り関係なく架けている。コサメビタキはカラマツにのみ2例記録されているが、これは本来的にカラマツを好むと言うよりは、周囲の環境全体として好適であったと言う事であろう。トラツグミは巣が大きい事もあって、2例とも相当太い幹を必要としていた。キジバトはアカマツの分枝点に粗い巣を架けている。その他特異なのはアオジが伐倒した枯枝上に営巣した例やウグイスがススキの株内に巣を架ける事などである。アカゲラとコムクドリは新植地に伐り残した枯大木に穴をあけて営巣した。なお、造林木のヒノキに営巣したものは1つもない。

アオジ、ホオアカの一部の他、ビンズイ、コルリ、ヨタカ、オオジシギ、センダイムシクイ、キジ、コジュケイ、ヤマシギの全部が地上に営巣するが、それぞれ草つきやブッシュ下や倒木下など一定の環境を選択する。特にこの試験地で棲息数の多いビンズイについては、道路沿いの崖ふちや草原状の所に大部分営巣するが、多くの例で下刈りして束状に伏したススキや草木の下にもぐり込んで営巣していた。

以上要約すると樹令や諸環境条件によって差異はあるものの、造林主林木に営巣する種類、個体数はある程度存在するとも言えても、もし小灌木類が全く無い場合には、この試験地の主要構成種の多くが、営巣環境を失なったり、何らかの営巣条件に不利をこうむる事は明らかであると言える。

また、逆に育林作業過程で関連してくる、下刈り処理方法、枯木の処理などのいかに、ある種の営巣条件に微妙に作用する事もある。

- (2) 巣の地上高は先程触れた一部のアカハラがアカマツの先端に架けるなら高さに関係なく巣を架けている他は、圧倒的に低い部分に架ける種類が多く、とりわけ2mまでの高さに殆んどどの種類が集中している。

第4表 営巣樹種 (数字は例数)

1966~1968

樹種その他 鳥名	ウラジロ モミ	カラマツ	アカマツ	小灌木	ススキ	倒木 伐枝	不明	地上	計
ア オ ジ	32			36		3	11	5	87
アカハラ	8	14	25	52		2	11		112
ウグイス	6			36	4		6		52
モズ	2			15					17
ホオジロ	6	1	1	2					10
メジロ				9			1		10
コサメビタキ		2							2
トラツグミ		1		1					2
ホオアカ	1			1				1	3
キジバト			1						1
計	55	18	27	152	4	5	29	6	296

アオジはホオジロで報告されているように、春先の営巣地点は地上が多く、後季節が進むに従い、営巣高も上昇するという傾向を示すが、いずれにせよ2m以下にとどまるものであり、あとはそれぞれウラジロモミや小灌木などの棲息環境においてその樹枝構造によって若干の上下のふれを示すものと言える。アカハラは主な営巣高はやはり2m前後であって低い。しかしアカマツの高い部分に営巣することもあるので、もしこの地域全体の灌木林が平均して数m高い場合には、平均営巣高が高くなる可能性はある。しかしそうした環境にアカハラが多数棲息するかどうかは別の問題である。ウグイスはヤブウグイスと言われるようにその生活行動の大半をブッシュの中で過ごし(特に雌)、営巣地点もごく低い。

モズはやはり低い所にのみ営巣し1mから2mの間に多い。ホオジロ、ホオアカはアオジと同様全て2m以下でホオアカは2例ともごく低い。メジロは数mのウリハダカエデやツツジ科の広葉樹の樹冠下に巣をぶら下げる事が多く若干高い位置に架けて

第5表 巣の高さ (数字は例数)

1966~1968

鳥名	地上高 樹種	1mまで	2mまで	3mまで	4mまで	5mまで	5m以上
ア	ウラジロモミ	31					
オ	小灌木	11	14				
ジ	ヒコバエ内 伐倒枝	5 3					
小計		50	14				
ア	ウラジロモミ	3	4		1		
カ	アカマツ	1	8	2	1	3	6
ハ	カラマツ	2	8	3	1		1
ラ	小灌木	4	30	15	1		
小計		10	50	20	4	3	7
ウ	ウラジロモミ	6					
グ	小灌木	25	9				
イス	ススキ	4					
小計		35	9				
モ	ウラジロモミ	1	1				
ズ	小灌木	2	11	1			
小計		3	12	1			
ホ	ウラジロモミ	5	1				
オ	アカマツ	1					
ジ	カラマツ	1					
ロ	小灌木	2					
小計		9	1				
ホア	ウラジロモミ	1					
オカ	小灌木	1					
小計		2					
メジロ	小灌木		5	2		1	
コサメ ビタキ	カラマツ			1		1	
トラツ グミ	カラマツ		1				
ラミ	ミズナラ			1			
小計			1	1			
大計		109	92	25	4	5	7

いるがやはり2m前後が多い。コサメビタキはカラマツの力枝の上に腕形のウメノキゴケでおおった巣を造っており、周囲が解放的な場所が良いのか3~5mと高くなる。いずれにせよ残りの種類や地上性のものまで含めて、この試験地では2m以下のものが大部分なわけであるが、これは1つには、この試験地の小灌木や造林木まで含めて2m以下に好適な営巣部位のある林相或は林層が大半を占めることから、そうした環境に営巣する種類が集まっていると言う事でむしろ当然の事かも知れないが、しかし、特に幼令造林地において鳥を誘致しようとするなら、そうした高さの営巣条件を揃える必要があるという事も示唆するものであろう。

③ 観測路あるいは林縁から巣までの距離について統計を出した意味は、いわゆる林縁効果 (margin effect) が営巣環境にどう影響するかを解析するためである。

巣までの距離はこの試験地が50m間隔で基盤目状に伐開されている事から、最高25mとなる。巣の分布が実際第6表の通りであるならば、林縁から6m程度まで巣の集中分布性は著しいものと言わねばならない。しかしながら通常の場合巣の発見効率は奥に行くほど落ちるのは当然であろうから、この表の数字をそのまま信ずるのは危険である。しかし1966年夏秋期に実施した一部地域の徹底調査では特に内部の方で見逃していた例はなかったし、また1968年の巣調査でも、内部の方を偏って見逃がしたという事は無いと言えるので、大体の傾向としてはやはり相当多くの種で林縁に巣が集まっているという事は言い得ると思う。

アオジではウラジロモミ、小灌木ともに全体の傾向と同じであるが、下刈りされたウラジロモミ林などでは林縁に特に関係なく営巣している例もあった。ひこばえや伐倒枝に営巣しているものは殆んど林縁にあるが、それらの架設対象が低く位置しており、後で述べる行動性と関連して、より林縁近くに寄って営巣したものと言える。

アカハラはアカマツ、カラマツ、小灌木など全体の傾向と同じであり、アカマツでは杜令林において、生長先端部に架ける際は、諸環境条件からみて、特に深さの選択は不要に見えるが、実際は観察路沿いに架けるものが多い。小灌木については、特に高圧線下の灌木林に架けるものも多く、そこは本来林縁的な様相を示していて、地域全体としてアカハラの棲息環境となっているのだが、実際の営巣場所は外縁を選ぶものが多い。ウラジロモミ林地で架設位置が深くなっているが、もとの資料では5例ともいずれも8~12mの範囲にある。しかし幾分深い事は確かで、これはウラジロモミ林全体の環境が何等かの関連を持っているのだと言える。ウグイスはブッシュ棲で

第6表 観測路林縁から巣までの距離 (数字は例数)

1966~1968

鳥名	距離 樹種	0m	1m まで	2m まで	3m まで	4m まで	5m まで	6m まで	7m まで	7m 以上
ア	ウラジロモミ	2	3	4	5	7	3	5		6
オ	小 灌 木		5	4	4	4	4	2	1	4
ジ	ヒコバエ内 伐倒枝		1	1	2			1		
小計		2	12	9	11	11	7	8	1	10
ア	ウラジロモミ					1	2			5
カ	アカマツ	2	9	4	1	1	3			3
ハ	カラマツ	2	1	1	4	1	1	2		2
ラ	小 灌 木	2	4	9	7	8	10	3		3
小計		6	14	14	12	11	16	5	0	13
ウ	ウラジロモミ			1	1	3				
グ	小 灌 木		3	8	8	2	4	4		3
イス	ス ス キ		1					1		2
小計		0	4	9	9	5	4	5	0	5
モ	ウラジロモミ	1		1						
ズ	小 灌 木	2		2	5	2	1			2
小計		3	0	3	5	2	1	0	0	2
ホ	ウラジロモミ		1				1	1		3
オ	アカマツ			1						
ジ	カラマツ						1			
ロ	小 灌 木			1		1				
小計		0	1	2	0	1	2	1	0	3
ホア	ウラジロモミ							1		
オカ	地 上			1						
小計				1				1		
メジロ	小 灌 木	1				1	4	1		1
コサメ	カラマツ			1	1					
ビタキ										
ツグミ	カラマツ									1
ラミ	ミズナラ						1			
小計							1			1
大計		12	31	39	38	31	35	21	1	35

あることから、営巣位置の選択は不要と考えられるが、他の種類と同様かなり林縁に近く架けている。ススキ株は下刈りの後なども短期間に密生して営巣環境として適当なため、林地内の深い位置でも架けるのではないと思われる。モズとメジロは全体としては他の種と同様な傾向だが、モズは3m、メジロは5mと若干集中部に差が見られ、恐らく棲息環境全体としての両種の差が出ているのだと思われる。ホオジロ、ホオアカは例数が少ないが、若干ばらつきがあるようで、これは彼等の主たる生活域が後で述べるようにアオジより若干低位の草原や低木林であって、地域全体がランダムな構造をしている所が多いため、営巣地点は林縁に関係なくどこをとっても良いという事があると思われる。コサメビタキは四囲空間があいていて、長く張り出したカラマツの太枝に営巣しており、彼等の習性から言って林縁的な部分にのみ営巣するものと言える。トラグミは例が少ないが、他より奥の方を好むようである。主として樹上営巣性の種類に限らず、ビンズイ、コルリなど地上性のものもやはり林縁的な場所に巣を造る傾向がある。ビンズイは試験地では林道沿いの崖や路傍近くに営巣したものが5例あり、また草つきの広い場所でも、樹高数mの林分との境界近くに営巣した例が3例ある。コルリは1巣しか見出されなかったが、林内小径の路傍傾斜地に造っていた。

以上の事から試験地に棲息する多くの種類が営巣場所として林道沿いや林縁部分を選好する事が解った。つまり、この試験地に関する限り鳥類が全体としての棲息環境を選ぶ際には、多くの場合、他の活動域がどんな林相であれ、林縁的な部分を一部に含めたり、あるいはそこを中心として棲息域を形成すると言える。アオジは1968年は非常に多数が繁殖したが、通例では棲息域となり得ない壮令林でさえ観測路があって路傍に適当な営巣地点があったというだけで棲んでおり、営巣地点の重要性を再認識した。

なおこの試験地は全体に細分化されている上に観測路が四方に伐開された結果、林縁的な場所を好む種類のみが棲息しているといった点も若干考えられるが、前記山階鳥類研究所報告と比較しても、純森林極、主として洞巢性のものが少ない他はそれほど鳥相に変わりはないと言ってよく、この結果はかなり妥当なものと思われる。

なぜ営巣地点として林縁を好むのか、その理由として考えられるのは以下のようである。

(i) 巣の架け易さから

(i) 林道造成による地形の好適化

(ii) 林縁植性の好適化

(iii) 鳥の行動性から

(i) 巣への飛び込み、飛び出しの便宜さ

(ii) 見張り、避難の容易さ

(iii) 巣位置の確認のし易さ

(iv) その他生活環境全体としての好適化

営巣環境の解析からまとめてみると、結局樹上営巣性の多くの鳥類に好適な営巣環境を提供するためには、広葉樹で2m程度までの高さに好適な営巣部位のある林相を林縁部に配置すれば有効(特に幼令造林地において)であるという事になる。地上営巣性のものについてもやはり林縁要素を好適に配置すれば有効である。さらに育林諸作業上の考慮によって洞巢性の種も含めて、いくつかの種にとって好適な営巣環境を保全することもできる事が判った。次にこれらを含めて棲息環境全体について相観的に見ていくことにする。

(2) 種類別の棲息環境

① アオジ

第4図は1968年5月におけるアオジのなわばり分布図であり、◎印は営巣位置を示し、これは必ずしも5月の時点の巣のみではなく繁殖季全体を通じて発見した巣が入っている。なわばりは季節的に多少移動するものなので、5月のなわばり図とは全ての巣が一致することはない。

アオジの分布は試験地ほぼ全域にわたっており、わずかに89林班い小班(第1図参照以下「89-い」)などの新植地と「85-ぬ」の壮令林中央や「85-ろ」などの壮令下刈林に棲息しないだけである。彼等の採餌活動は殆んど低木林層以下で主に広葉樹、草木、地上が対象で雑食性であるが、試験地ではしばしばカラマツの枝上で昆虫の幼虫を摂食しているのも目撃している。採餌活動はなわばりから余り離れないようである。囀りは殆んどの場合、周囲から突き出た梢で行なっており、特に幼令造林地に散在する孤立木や高木小林は必ずSong Postに利用されている。また林縁部の高木が良く利用される。「89-へ」では前年秋下刈りされたため68年は棲息しないと予想していたが、その中にある2つの高木小林を根拠にして棲み着いており、そこをSong Postや避難場として使っている。また下側の高圧線灌木林を足

場に下刈り地に入り込んでいる。アオジは一般に近くに逃げ込める林を確保しているようである。そうした事などと林縁によく営巣する事とあわせて、アオジは低木林相を主生活域とした完全な林縁種であると言える。

② ウグイス

第5図④、⑤、⑥はそれぞれ1967年5月と7月および1968年5月下旬のウグイスのなわばり分布図である。④において「101-い、ろ」「89-へ」はなわばり数が密集しているが⑥では大分整理されている。ブッシュがこの一帯では最も密であり、それだけ彼等にとって好適であって、季節始めの場所の占有争いが激しかったものと考えられる。同年の6月に「85-り」で下刈りが行なわれたが、2つのなわばりが消えている。またその秋期に「101-り」「89-へ」とも下刈りされたが、68年にはその地帯には全くウグイスが入っていない。高圧線下灌木林に多数入り込んでいる事もあわせて、ウグイスが完全にブッシュ層に依存している事が明らかで、採餌活動(ウグイスは殆んど動物食)、営巣の大半がその中で行なわれる。囀り活動はブッシュ内でも行なうがしばしばカラマツ林や孤立木に登って囀り、その際昆虫類を摂食する事もある。

③ アカハラ

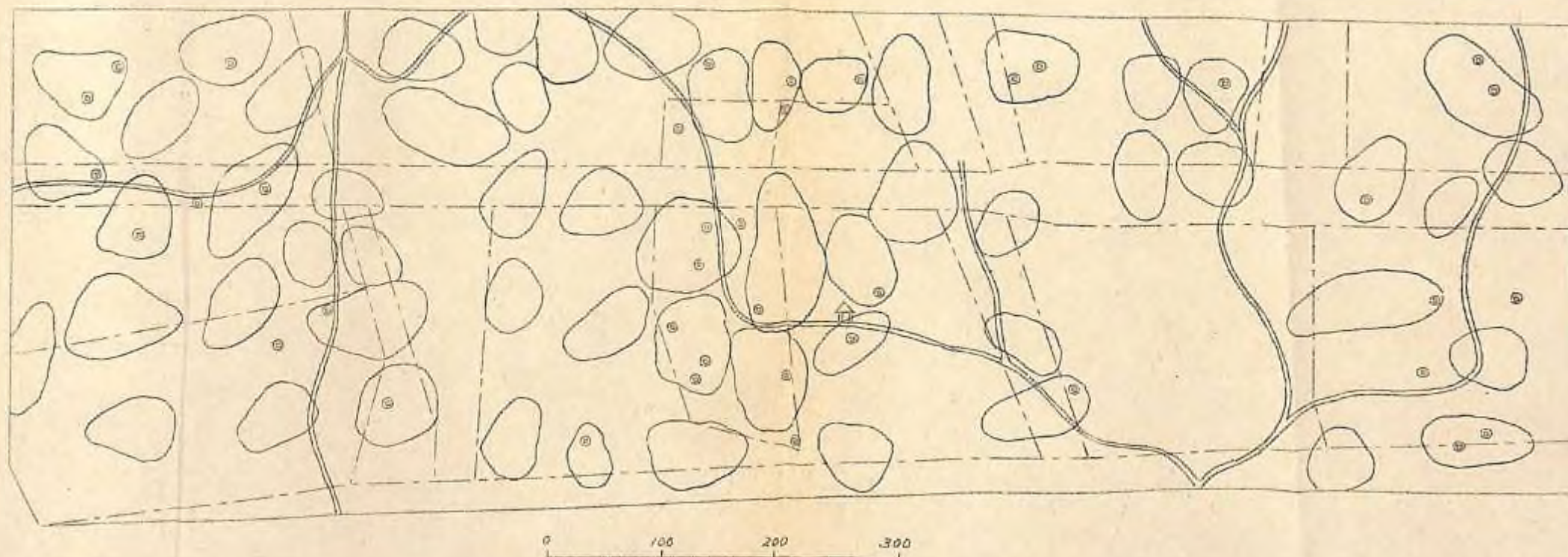
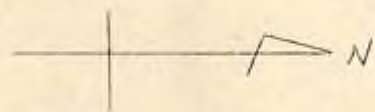
第6図は1968年7月のアカハラのなわばり分布図である。全体に中低木林相で良く繁っている所に棲息し、上層の有無は無関係といえる。雑食性であるが、育雛は他の鳥と同様主として、動物質を用い、地上から上層木まで採餌範囲としカラマツ林で昆虫類の幼虫を摂食することもある。本種はなわばり外の行動圏が非常に広く、200m~300mの遠隔地へも採餌に行く事もしばしばある。「85-ぬ」の仕合混交林や試験地上縁の天然林に良く採餌に行っている。Song-Postは高所を好み、高圧線の鉄塔途中で囀ることもあった。行動域が広い事から、営巣条件さえ整えば近接の環境は雑多でも適応すると思われる。

④ ビンズイ

第7図④、⑤は1967年5月と1968年5月のビンズイのなわばり分布図である。④ではなわばりのある「101-は」、「85-ろ」、「89-に、ろ」などは全て前年に伐採や下刈りが行なわれた地域で、林床は草木や枯枝が散在するか、裸地状になっている所である。また「89-い」は草生造林試験地で新植カラマツの他は芝生状の低い草が生えている。その他林道沿いのなわばり地域も林床に草木が多い。

第4図

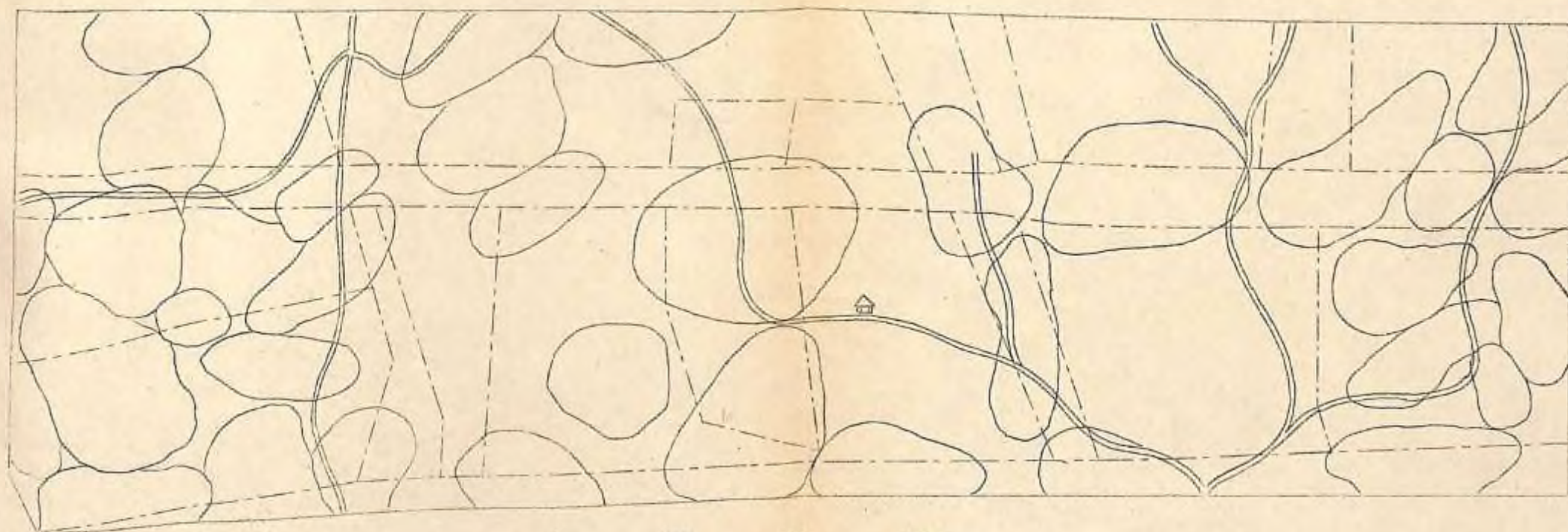
ア オ ジ 1968. 5.



第 5 図 ㉔

ウグイス

1967. 5

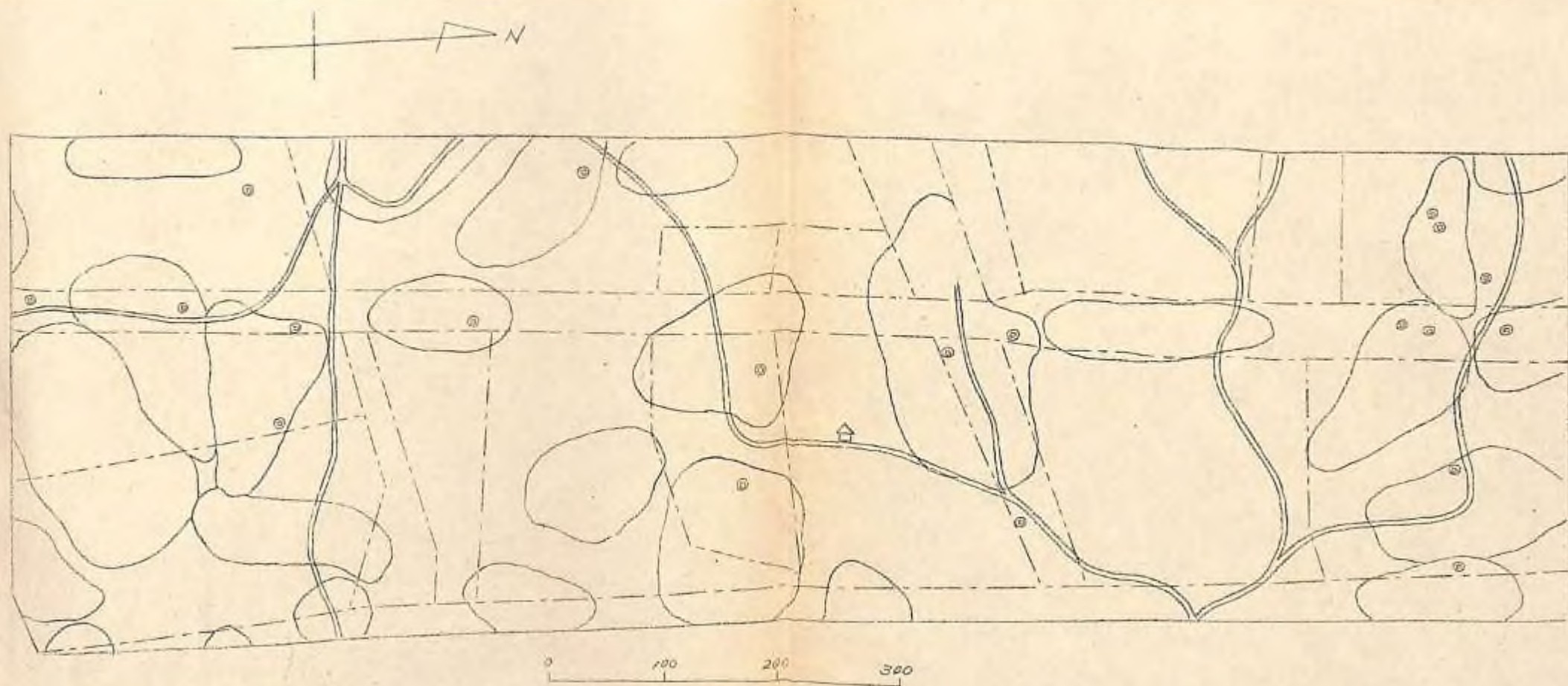


0 100 200 300

第 5 図 ㊦

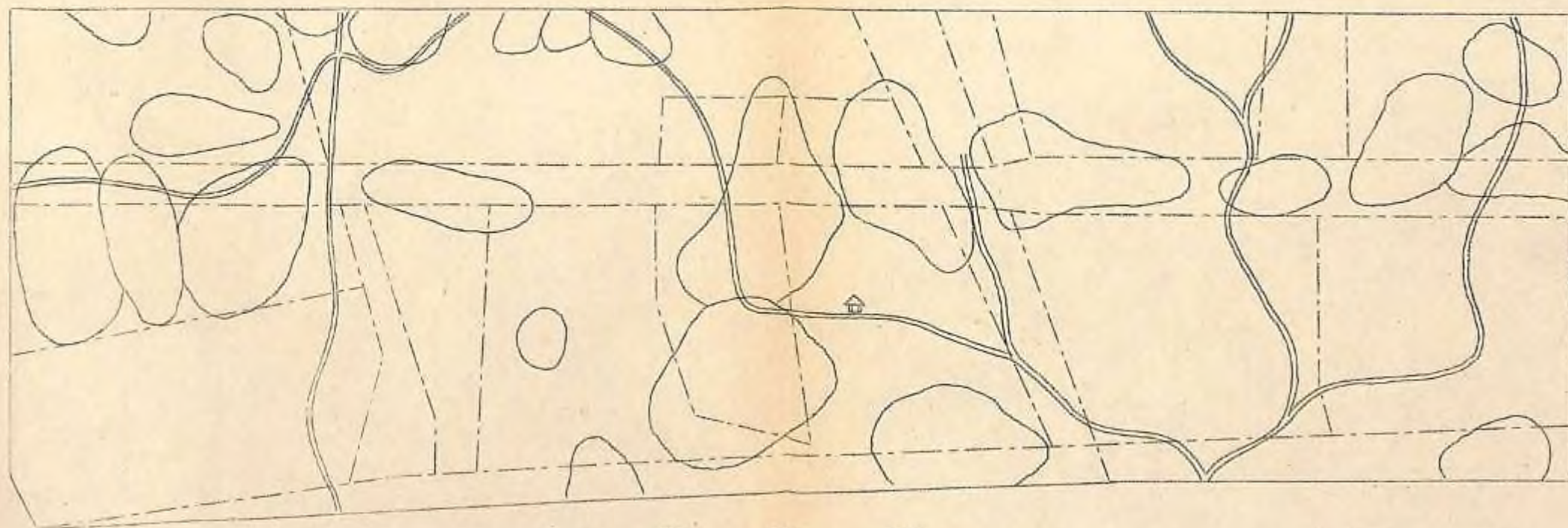
ウグイス 1967. 7

㊦印は巢の位置



第 5 図 ©

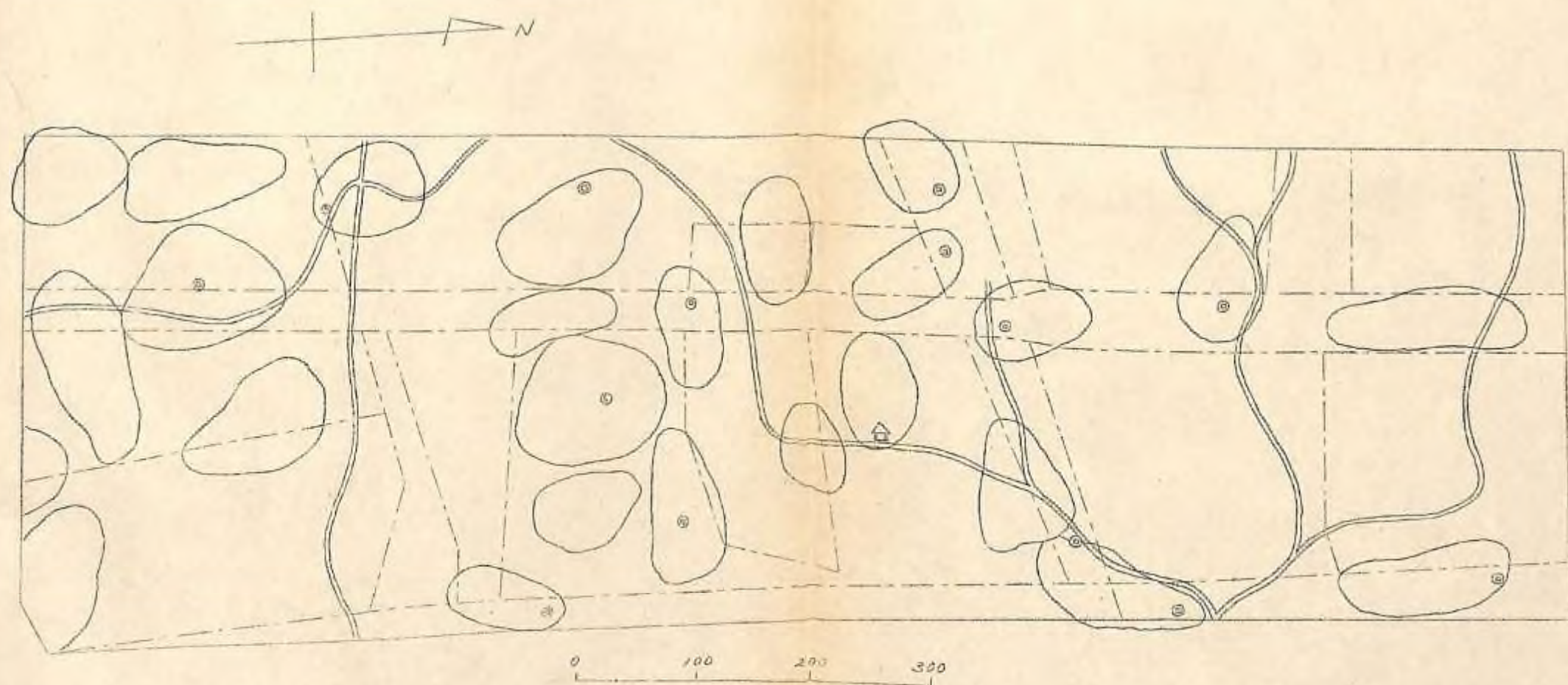
ウグイス 1968. 5. 下旬



0 100 200 300

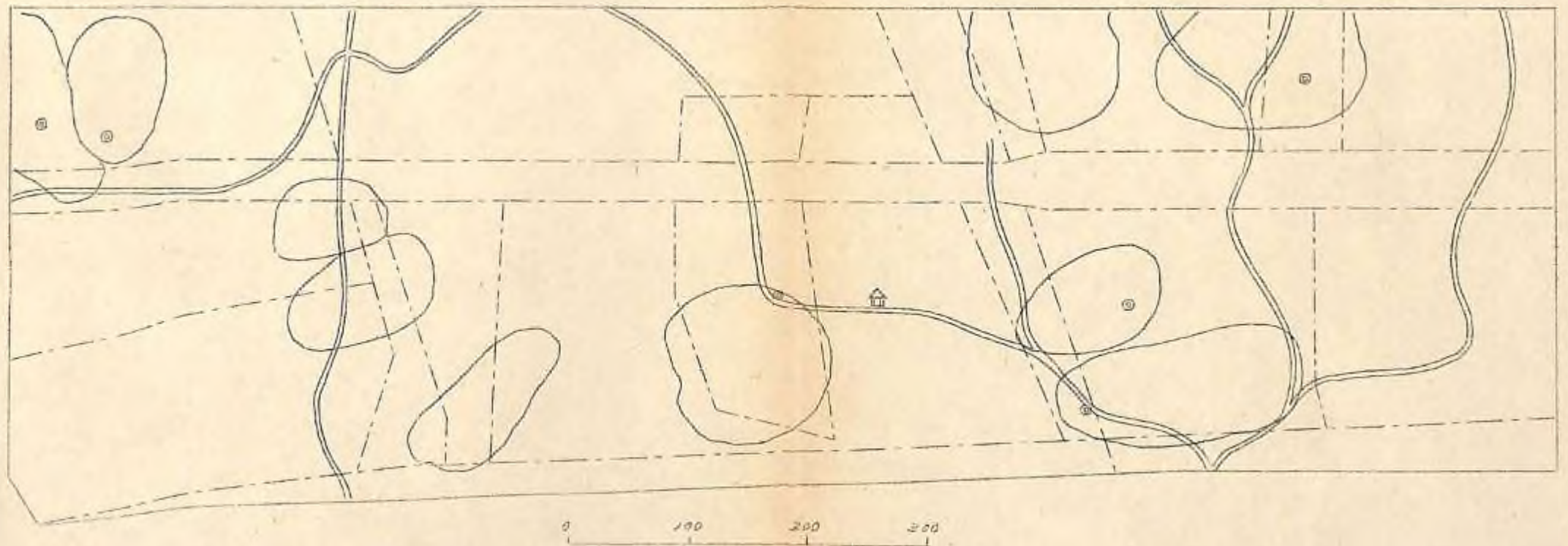
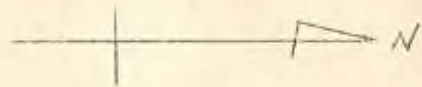
第 6 図

アカハラ 1968. 7



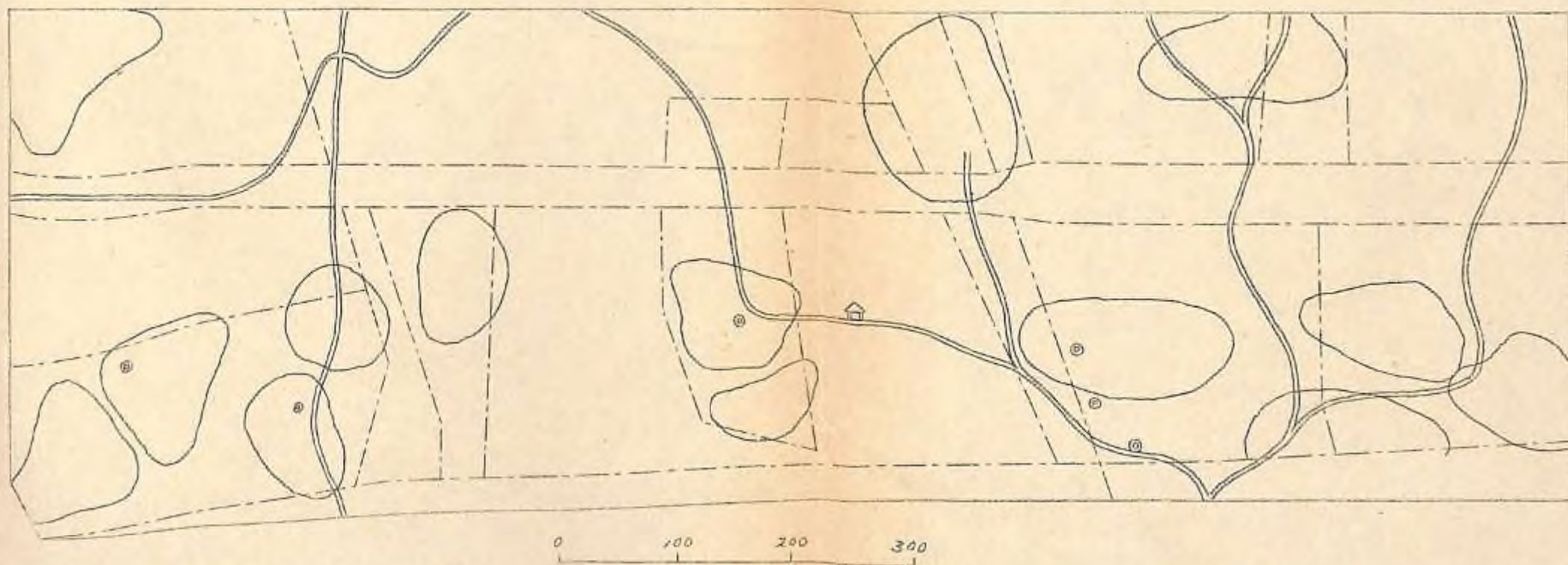
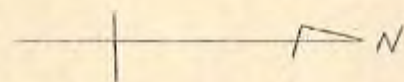
第 7 図 ㉔

ビンズイ 1967. 5



第 7 図 ⑥

ビ ン ズ イ 1968.5



⑤、では前年から同じ所に入り込んでいる他に、「101-い」「89-へ」のように新たに前年秋期に下刈りされてウグイスが姿を消したあとにビンズイが多数入り込んでいる。このように新しく出現した好適環境にすぐ対応して入り込む能力は注目すべきで、個体群動態の現象としても興味深い。

ビンズイはいずれにせよ林床に草木がある事を条件とするようで、上層は疎開している方がよいようである。ただしSong-Postは必要で、林縁の高木や開かつ地の孤立木を好んで選び、余り突出木の無い「101-い」などではSong-Postの争いが激しく、またなわばり争い全体も激しくて落ち着かないようである。試験地一帯のビンズイは巣雛から巣立ち雛の給餌全般に渡って「85-ぬ、り、ろ」などのカラマツ林に依存しているようで、遠隔地からもしばしばこの林に飛来して採餌して行った。餌はカラマツイトヒキハマキが大半で、ミミズなどを運ぶこともあった。さらに大雨の際には必らずこの林の中に避難しているようであり、ビンズイの生活圏は草原から壮合林まで一体となっていると見てよい。

⑤ コルリ

第8図④、⑤、は1966年と1967年のコルリのなわばり分布図である。1966年の秋期に「85-ろ、ち」が下刈りされた結果67年はそこから姿を消している。高圧線下灌木林でコルリが入っている所は広葉樹が4m以上も高く繁っている所であり、「85-ぬ」も造林主林木の下は広葉樹が中下層に良く繁った部分を持つことから、コルリはかなり繁った広葉樹、中低木林相に主に棲息すると言える。囀りや採餌も全てその層で行なう。高圧線下には毎年春先には入るようであるが、地域幅が狭いせいか余り繁殖がうまく行っていないようである。なお、標識調査によると、この林内のコルリの多くは毎年同じ所に南方から戻ってくる事が判明したが、それだけ住みなれた土地に愛着を持っているものと思える。

⑥ ホオジロとホオアカ

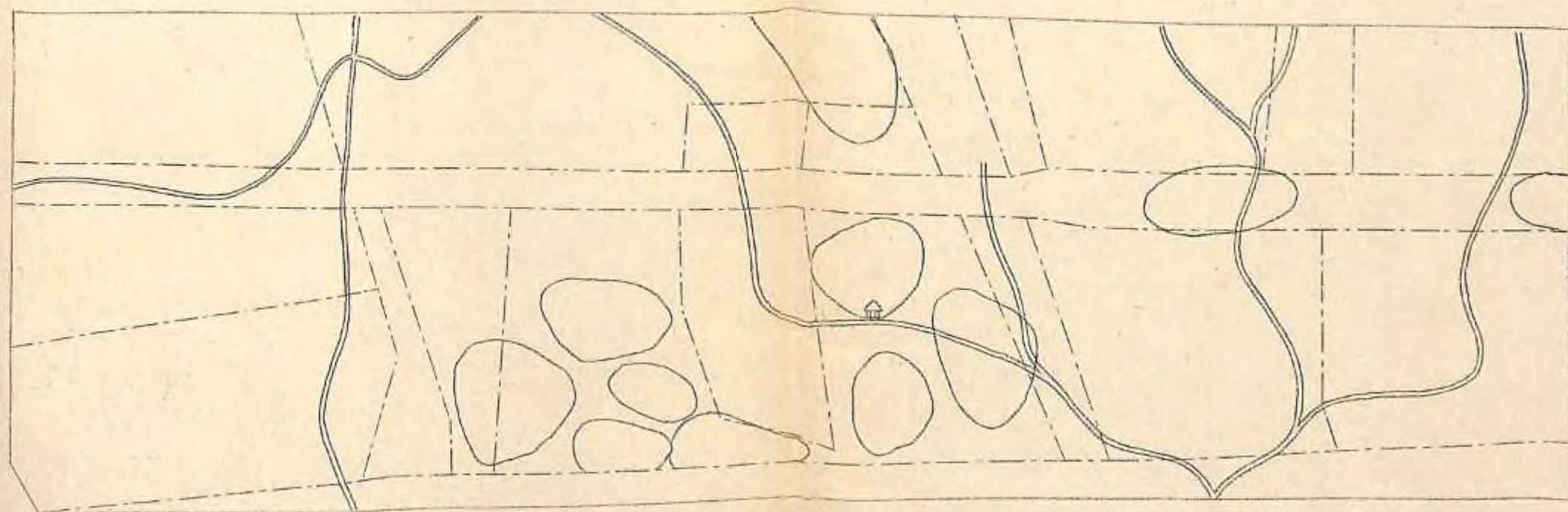
第9図は1968年6月のホオジロ(実線)とホオアカ(破線)のなわばり分布図である。

ホオジロの分布域は殆んどアオジも入っているが、ホオジロは棲息数が少ないせいか、なわばりが非常に大きく、それでいてアオジのように、はっきりした林縁部を余り含んでいない。囀りは林縁や高い孤立木で行なう事もあるが多くは広いなわばり内で若干突出した木で囀る。採餌は中低木林相に入ることなく、ブッシュや草原で行

第 8 図 ㉔

コ ル リ

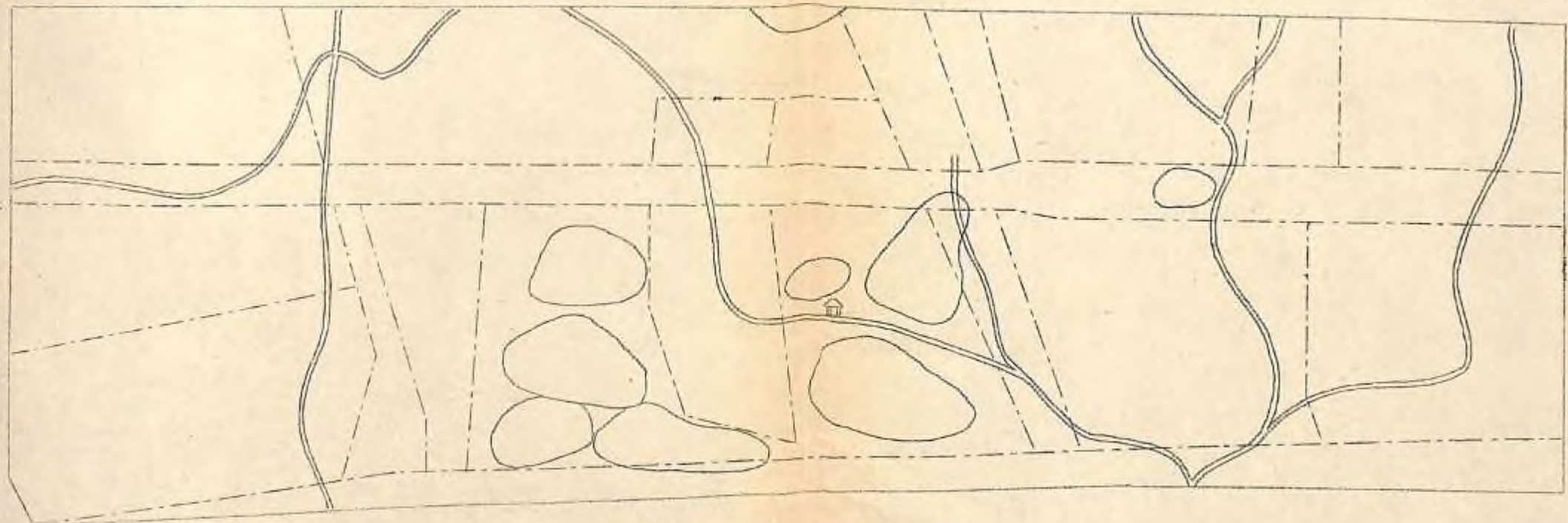
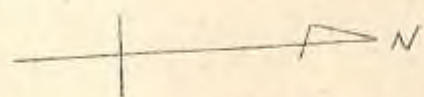
1966.



0 100 200 300

第 8 図 ㊦

コ ル リ 1967. 7



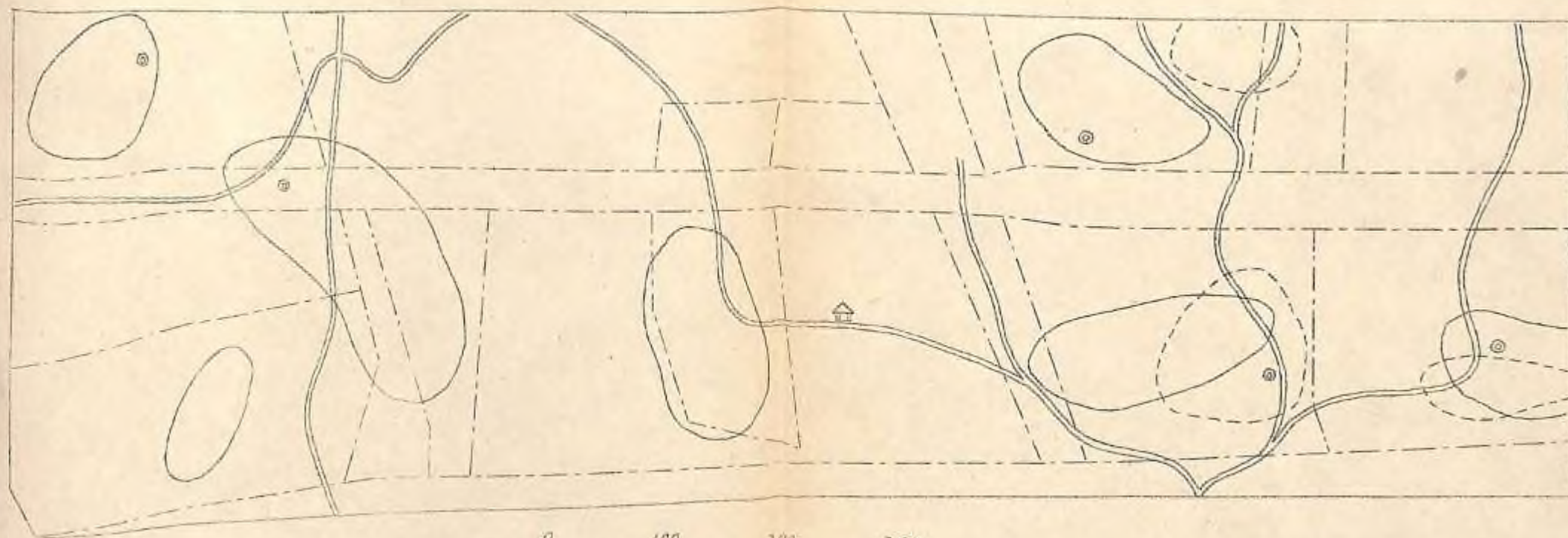
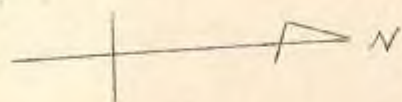
0 100 200 300

第 9 図

ホオジロとホオア力 1968. 6

(実線)

(破線)



0 100 200 300

なうが、まれにカラムツ下枝で昆虫類の幼虫をとる事もある。逃避行動は広い行動域を巧みに逃げ廻るようで、壮令林等に入る事は無い。このようにホオジロは明るく疎開したブッシュ林を主棲息域としている。

ホオアカはホオジロよりさらに草原的な林相を好む。「89-は、へ」などいずれも草生新植地に棲している。採餌活動は主として草原だが、一部はブッシュで行ない、囀りも低い灌木やウラジロモミ、さらに草原の樟枕上などで行なう。逃避も草原内に巧みに潜伏してしまう。「89-い、へ」が67年に下刈りされた時には、伐り束の下とかこの林班の中央に2カ所ある小林を避難、休息場としていた。

⑦ シジュウカラ

巣箱を架設する以前にこの近辺にシジュウカラが棲息していた事は確かであろうが、試験地内には巣を造るような樹洞などは恐らく無かったと思われるので、大半は試験地上縁の天然林で繁殖していたと考えられる。その後巣箱架設によって7つがいから13つがいと繁殖を成功させつつ増加している事は、つまり画一的な人工造林によって営巣場所が無いだけのために、棲息可能域の多くが徒らにシジュウカラを拒否していたと言う事になる。これはヒガラその他全ての洞巢性鳥類にあてはまる事である。繁殖期には巣箱がそこにしかないために「85-ぬ、り」にはほぼ棲息が限られているが、繁殖後期から秋冬春期にかけて相当移動性が激しく、その際高田線下灌木林などを渡り廊下として、採餌をしつつ移動している。普通は冬期も残るが、大雪などの時は低地へ降ってしまう。この鳥は食虫性の代表的なもので、広葉樹、カラムツ、アカマツ林などで採餌する。

⑧ ヒガラ

巣箱架設によって繁殖期に、試験地に入るようになった種類であるが、シジュウカラが優勢のためかそれほど増えていない。シジュウカラより上層で活動し、カラムツ、アカマツの針葉樹につく昆虫類を採食している。夏冬期を問わず天然林からもかなり移動してきてカラムツ、アカマツ林で昆虫類を捕食している。繁殖期外は他のカラ類と共に混群をなして各種林相に出現するが、「101-は」の大分成長したアカマツ林は良く通路としている。

⑨ メジロ

コルリと同じ広葉樹の中低木林に出現する他、「101-ろ」の幼令混交林にも出現するが、そこはブッシュ層の上に若干広葉樹が混っている。行動範囲は広く、採餌

も広葉樹の他カラマツ、アカマツ林で昆虫類を採食している。

⑩ モズ

アオジと同様完全な林縁種である。高い孤立木や小林の梢から見張り、囀りを行ない、その直下の林内に巣を架ける事が多い。従って「89-へ」の2つの小林は良く利用される。採餌は野原の突出木に静かに止っていて、地上の小動物を襲う。

⑪ エナガ

主に広葉樹中低木のある林相を好むが、若令カラマツ林にも出現する。行動範囲は広く、季節を問わず高圧線下の灌木林を通路として移動している。広葉樹層が活動対象の中心であるがカラマツ林でも昆虫類を探索している。

⑫ アカゲラ

主たる棲息域は上緑の天然林から「85-ぬ」に続く壮令林であるが、季節を問わず他の幼令造林地にも良く出現する。特に1968年には「89-に」に伐り残されて孤立している直径30cm、高さ6m程の枯大木に穴を穿ち営巣し、2羽の雛を巣立たせた。採餌行動圏は89林班全体に及び更に「85-り、ぬ」まで移行していた。太い樹幹に穿孔している幼虫などを摂食していた様子は余り無く、広葉樹や細い幹の造林木から餌をついばんでいるのが観察された。

いずれにせよ、営巣場所さえあれば相当適応性があるということである。

⑬ コムクドリ

従来上緑天然林に棲息し、試験地には採餌などに飛来するだけであったが、68年は前記アカゲラが巣立った後の穴に入り雛を巣立たせた。ここでもいかに営巣場所(この場合洞巣)が大切な要素であるかという事が示された。採餌は2本の高圧線下灌木林帯や「89-へ」の小林であった。

⑭ マミジロ

「85-ぬ」及び89林班の高圧線下のみ棲息し、囀りはカラマツの梢で行なう事も有るが、採餌など主たる生活域は中低広葉樹林相である。広葉樹は特に寄生している所を好むようである。高圧線下に棲息、営巣するものは採餌に「85-ぬ」まで移動する事が多い。

⑮ その他

以上主だった種の棲息環境、棲息状況の概要を説明したが、残りの少数棲息種について簡単に触れておく。センダイムシクイ、トラツグミ、ヤマシギは「85-ぬ」の

みに出現する。いずれも相当繁った広葉樹林を好む。オオジシギは「89-い、へ」の草原にすむ。ヨタカ、キジバト、キジ、コジュケイ、ホトトギス類は行動圏が広く、ほぼ全域に渡って出現する。カッコウがホオジロ、モズなどに、ホトトギスがウグイスに託卵しており、カッコウはかなり棲息数が多い。ヨタカは新植地の放置倒木下に営巣していた。コサメビタキは春先は「85-ろ、へ」など下層広葉樹が下刈りされた空間のある林相へも入っているが、繁殖をまっとうするのは「85-ぬ」の林縁的な所に入ったものだけである。非常に行動圏の広いワシ、タカ類は上緑天然林で繁殖し、試験地には採餌に飛来するだけであるが、特にノスリは多く、新植地上の枯立木に止り、ノネズミやノウサギを捕食している。

(3) 林相別棲息鳥類

これまで各鳥種毎にその棲息環境を総合的に解析してきたわけであるが、次にこれに基づいて、林相別にどのような鳥類群集を有し、更に小林分がどのような役割を果たしているかをまとめてみる。

この試験地は細分化された各種林相から成り立っているとはいえ、これまで示してきたように多くの鳥種において1つの林相のみでなくいくつかの林相にまたがった有機的な生活域を確保していることから、一概にどのような林相にはどのような鳥類がいると規定した言い方はむずかしい。ここでは各林班に出現する種類について、相観的に概要をまとめておくにとどめる。

種類毎の概括的な棲息林相は全体として前記山階鳥類研究所報告とはほぼ同じ結果になっているが、特に幼令造林地帯の実態については新たにより深く解析し得たものと言える。

① 壮令混交林(85-ぬ)

この林相では試験地繁殖種25種のうち16種が繁殖を行っており、主に森林帯と言われる種類はここと高圧線下にしか出現していない。彼等はこの林相全体の森林的な様相と下層の広葉樹相のみに引かれるものに分かれるであろうが、大部分の種は主林木であるカラマツ、アカマツも採餌や囀り場として利用している事は確かである。この林分はここで繁殖するものばかりでなく、近辺の幼令造林地に棲息するものが採餌や避難に利用するし、上緑天然林棲息種の行動圏として、また春秋期の渡りの際の重要な中継点としても利用している。林内の広葉樹の繁り方は雑多であるが、繁茂状況に応じて、鳥類も各自選択的に入り込んでいるようである。冬季はカラマツ林のみ

だと貧栄養的な林相になるがアカマツがあるため、餌も確保されるし、寒気からの防禦もできているようである。なお「85-ろ」の下刈り壮令林では繁殖するものは数種にすぎないが、採餌地域としては普通に利用される。

(2) ウラジロモミ幼令造林地

ブッシュ層が下刈りされているに拘らず、繁殖種数は最高7種程度であり、その多くのものが林縁的な部分や孤立木、高木小林を必要としており、ちなみに1969年になって前年に下刈りされた「89-は」ではウラジロモミ以外殆んど無いためか、全く鳥が入っていない。ウラジロモミは営巣対象としては最適であるため、条件がよければ個体数的には多く棲息する事はこれまで見てきた通りである。幼令造林地と違って成長したウラジロモミ林は暗くなり、下層植生も抑えられるため、鳥相が変化する事は充分予想される。

(3) カラマツ幼令造林地

下刈り林では4種、ブッシュ層がある林では7種位でウラジロモミ林と同様繁殖種数は少ないが、ビンズイを始め、採餌に来るものが多い。

(4) ヒノキ幼令造林地

繁殖種数は下刈り林で3種、ブッシュ層が有っても4種位で個体数とも非常に少ない。このヒノキ林内に高木小林が殆んど無い事とヒノキが営巣対象として全く不適なためである。初年度に林縁に近く混入しているアカマツにアカハラが営巣した事はあった。このヒノキ林に採餌に来る鳥類も殆んどないが、秋季にエナガ、ヒガラ等のカラ類混群がヒノキで採餌しつつ通過したことはあった。

(5) 幼令混交林(101-ろ、は)

全体に植栽木が密であり、また樹種もアカマツ、カラマツ、ウラジロモミと多様であるためか下刈の有無に関係なく繁殖種数は7~8種類おり、個体数も多い。ヒガラ、アカゲラなど採餌に飛来するものや通路とするものも多い。キジ、ヨタカなども良く入っている。

(6) 草生新植地(89-い)

カラマツ幼令木の他はほぼ洋種草木におおわれていて、草原の観を呈しており、植生量に比例するように繁殖種数は3種類で少ない。そのうち主要種のビンズイは採餌活動の多くを他地域で行なう。しかしアオジ、ホオジロ、ノスリ、さらに春先のアカハラなど採餌に来るものはかなりいる。またノビタギ、セッカなど秋季の渡りの際に

寄って行くものもいるが、本来の棲息域と異なるのか定着はしない。

(7) 裸地新植地(89-ろ、に)

66年に天然林を伐採し、67年にカラマツを植栽した地域で、林床は裸地状である。ここには枯立木や倒木がかなり残されているために、アカゲラ、コムクドリ、ヨタカが繁殖し、ビンズイも余り草木が多くななくても入っているが地上物が無い場合には入るかどうか疑問である。モズ、ノスリも来て採食する。

(8) 高圧線下灌木林帯

灌木林内のみで生活を行なうもの6種、主に営巣場所として使うもの2種の計8種が繁殖活動を行ない個体数も多い。この灌木林帯は試験地全面積の10%近くを占めるが、もし灌木林帯が無いと仮定すると68年の例では全棲息数の20%強の35つがいが棲息できない事になり、改めてこの灌木林帯の存在価値を認識した。さらにその中に棲むものだけでなく、周辺に棲息する個体にとっても絶好の採食地であり、アカゲラ、コムクドリなども採餌に来る。また周辺の幼令造林地に棲息する種類の避難場として大事な役割を果たしているし、春秋の移動期には渡り廊下としても多くの種に利用されており、獣類(タヌキかアナグマ)の通路もついている。従ってこの灌木林帯が無い場合は地域全体としてさらに大きな影響をこうむる事は明白である。

(9) 高木小林(89-い、へ、林内に2カ所) 本小班内のほぼ中央に2カ所離れて存在するカラマツ幼令林で15×20m及び10×10m程度の小林分で高さは5m以下である。いずれもSong-Post、営巣、避難、採餌、見張り、中継など多くの種に利用されている。

3) 育林作業と鳥類の関係

(1) 繁殖期における育林作業の影響

伐採という徹底的な林相の改変作業を除いて、下刈り、つる切り、除伐などの基本的な育林作業は日本においては春期から夏期にかけて行なう事が普通であり、学問的にも裏付けされている。しかしながらその時期は鳥類にとっては最も大切な繁殖期と一致するわけで、ここに造林地内における鳥類保護の決定的な問題点が存在する。これらは結局は誘致林配置、作業の手加減、時期の調整など細かい施策で乗り切らざるを得ないと思われるが、ここでは先ず試験地で調べたいいくつかの下刈り又は除伐作業の影響に触れておく。

① カラマツ新植地下刈り(89-い、他) 1967年に試験地近接の新植地で下刈り

が行なわれ、その際オオジシギの抱卵中の巣が発見されたが、オオジシギは人が近接して下刈りを続行していても逃げず、結局下刈り後も抱卵を続けていた。それに対し別の新植地における1968年の下刈りの際、キジの抱卵中の巣は放棄されたようである。「89-い」の草生造林地では良く下刈りが行なわれたが、1968年夏期の下刈りの際ここに棲息していたホオアカの親子連れは若干驚いたようであるが、下刈り後の伐倒草木の下や高木小林に避難して、採餌などはそのまま草地で続けていた。恐らくビンズイの巣も破壊されない限り影響無いものと思える。

(2) カラマツ若令林下刈り除伐(85-り)

1967年6月にこの林分の高田線より下の部分の下層植生の刈り払いが行なわれた。(以下いずれもブッシュクリーナーによる) その際そこにはウグイス2つがいとアオジ1つがいとが棲息し、ウグイスとアオジの巣卵各1個ずつがあり、作業班の好意によりその周囲1m程度を伐り残してもらったが、結局は2つとも放棄され、ウグイス、アオジともに姿を消してしまった。棲息環境全体が失われた結果、放棄したのである。

(3) ウラジロモミ林下刈り除伐(85-る)

1968年7月にこの小林分全体にわたって下層植生の刈り払いが行なわれた。その際ウラジロモミに架けてあった3つの巣が裸出されそのうちアオジの産卵中の1巣は放棄されたのに比べ、アオジとホオジロ各1巣の中期雛のいる巣はそのまま親によって育雛が続けられ、巣立ちに成功している。放棄された巣は小林班中央にあって棲息環境の大部分が破壊されたのに比べ、後の2つは林縁に近く採餌域などが別にあったため育雛が完遂できたとも考えられるが、恐らくは雛の段階になるとシジュウカラでも見られるように雛への愛着心が強くなって少し位の環境変化は平気になるのではないと思われる。なおこの下刈りの後、この小林班の林縁に寄ったウラジロモミに巣を架けて育雛に成功したアオジがいた。また、この小林班を主たる棲息域としていたウグイス2つがいは周辺部に押しやられたが棲息し続け、灌木林帯などに営巣し、1969年にも2つがいとも周辺部でなわばりを持っていた。

(2) 育林作業による鳥相推移

下刈り作業などが行なわれた後、林相の成長変化と鳥相の推移との関係は興味ある問題だが、この試験地ではまだ3年しか経過しておらず、正確な多くの事例によっているわけではないが、若干明らかとなったものを示しておく。

① 幼令造林地下刈り、(101-い、は、89-は)「101-は」については前述したように林相が多様なため、除伐してもそれほど鳥相に影響はなかったが、「101-い」、「89-は」などでは下刈り翌年はウグイスが完全に姿を消し、ビンズイが侵入した。しかし両地区とも次の年にはビンズイが少なくなり、すでにウグイスが少し復帰を始めている。つまり幼令造林地におけるブッシュ層の蘇生が早いための変化であろうが、両林分とも樹高が若干高いという事も関係している。「101-い」と同年に下刈りされた「89-へ」のウラジロモミ林ではその次の年にはビンズイが入ったが、その次の年にはビンズイが姿を消しても、ウグイスはまだ戻り始めていない。つまりこのウラジロモミ林は「101-い」や「89-は」より後の造林地でまだ樹高が低く、林分全体としてブッシュ蘇生は同じでもウグイスが戻り始めるほどには垂直構造全体として密ではないという事があるのであろう。

(2) 壮令林除伐(85-ろ、ち)除伐前はコルリ、マミジロ、など森林棲の種が多かった地域で、その後全く鳥相が貧弱になっているのであるが、上層造林木がかなりうっ閉しているため、下層植生の回復も遅く、この3カ年殆んど鳥相に変化が見られず、林分全体死んだようになっている。結局、壮令林における下層植生の刈り払いは、幼令林のそれに比べ、多くの鳥類を追い払うと共に、その回復も遅く、鳥類の棲息に不利であるという事になる。この壮令林の現在の下層植生は1958年頃に除伐されたもので、その後コルリなどが棲息するためには5~6年以上かかったと見られる。

4) 誘致施業法の検討

これまで解析してきたところは、全てこの富士山試験地という一地域の現象であり、動植物地理、地形、気候、水系、土壌、植栽樹種、造林施業体系などの多くの要因のうちわずかの現象の組合せについてしか解析を加えていないわけであり、勿論日本全域とか中部山岳一帯とか広い地域に普遍的に当てはまるものではないが、一部天然生林を混えた人工造林地帯における鳥類の棲息環境の特徴、生活様式と林分の関連、鳥の行動圏の拡がり、さらに繁殖期内外の鳥相動態などについてかなり構造的、機能的に基本線を抽出し得ていると思われるので、これらの資料及び前記山階鳥類研究所報告に基づいて、造林地帯における誘致施業法を検討しておくのはむだではないと考える。

人工造林地で誘致施業を行なおうとすれば多くの場合すぐその林地の諸生産性と抵触する事は明らかであり、従って検討にあたっては、諸生産性との妥協の程度に応じた諸施策を考えざるを得ないわけであるが、ここではまず鳥類誘致の理念あるいは考え方について

若干整理を行なった後、それに基づいた誘致の方向性に沿って、原則的な施業方法の検討を進めて行く方針である。

山階鳥類研究所報告の人工造林地に出現する鳥相をみると、中部山岳地域の造林対象地帯に天然に出現する種類の殆んど全部が人工造林地にも棲息可能であることがわかる。しかしながら、山階鳥類研究所報告の調査対象林の全てが50年生前後の老壮令林であって、今後増加する幼令造林地には関係が無く、また、全ての老壮令林が充分豊富な鳥相を維持する事は不可能である事も示唆している。近年の鳥類保護は天敵としての有益鳥類の保護という観点のみで無く、一般的自然保護や観光資源としても対象とされており、その観点に立って国立公園や鳥獣保護区も運用されているのであろうが、そこでは普通の造林施業もかなり行なわれており、規制もそれほど強くないように思われる。しかし国民の天然資源として、また鳥類の個体群ストックとして、地域なり一定の鳥類群集について保護すべき所は完全に保護すると言う事でなければならない。さらにそういう地域での造林施業には強力な規制が必要となる。こうした措置があってはじめて、施業適地は充分に林業に供すべきであると言う事になるが、そこに惹起するのがこれまで言ってきた病虫獣害の大発生である。一斉単純人工林化が病虫獣害の発生を促している事は客観的事実であり、またそうした環境が被害を受けやすいと言う事は近年理論的、実証的に明らかにされつつある。そこにおいて現在は森林から追い立てられつつある鳥類が実際に森林の有害虫獣をいかに良く抑制しているかと言う研究も外国ではかなり進んでおり、鳥類のみでなく天敵昆虫類等もあわせて環境抵抗性の強化が望まれる段階にある。日本においては今後山岳地域のみで無く低山地帯でも新たに林業対象として再開されて行くであろうが、これら地帯についても、自然保護や景観維持の観点からまず総合的な計画を立てた上でさらに生物防除体系を充分考慮に入れた森林施業が行なわれることが望ましい。要するに鳥類誘致施業の基本的な方向というのは、特に鳥類の減少の著しい日本においてまず総合的な利用計画を立てた上で、そのおのおのの地域について可及的多様な鳥相を維持するという事であり、最低限、いたずらに鳥類を圧迫する施業は避けるべきであると言う事になる。誘致施業の実施計画としては大きく以下の系列に分けて、それぞれの段階で目的に沿うように造林施業と調和させてゆくという事になるが、そのうち特にⅡ、Ⅲについて、これまで解析してきた事からを参考にして計画を立てて行く事になる。

Ⅰ 広域的計画

① 厳正保護地帯の設定

② 広域調整

Ⅱ 狭域的計画

① 林分配置

② 施業輪期の調整

Ⅲ 林分内計画

① 具体的棲息諸条件の整備

② 育林諸作業の調整

以 上

空中写真による治山計画法

1 試験担当者

治山第1研究室 秋谷 孝一 難波 宣士

治山第2研究室 岩川 幹夫

航測研究室 橋渡 幸男

2 試験目的

治山計画立案に当つては、崩壊地、溪流荒廃地等の実態をつかみ、これら荒廃地の影響に対処する治山ダムあるいは山腹工事等の数量を決める必要がある。従来、治山事業計画は主として現地調査により、崩壊地や溪流荒廃地の現況を把握し、同じく現地調査により、ダムサイトやダムの規模の決定、山腹工の要・不要、工事の難易等の判断がされていた。しかし、今後の治山事業では、奥地林の開闢や下流の人口増加にともなつて、治山事業の対象地も奥地へひろがると同時に、精密な計画の樹立が望まれる情勢にある。奥地での現地調査は、地利も悪く、地形は急しゆんであるため困難であり、そのほかに季節的制約もあつて調査期間に限られる。これらの理由によつて空中写真を併用して調査が行なわれることは必然である。また、突発的な災害発生にともなう全面的計画改訂のための治山調査においては悪条件の下で早急な調査の完了が望まれるため空中写真による調査が不可欠のものとなる。

空中写真利用の利点としては、調査期間の短縮だけでなく、距離や地形に影響されずに精度一様な結果が得られることがあげられる。しかし一方、空中写真は撮影に多額の経費を必要とし、治山調査のためだけに全国的な規模の大面积な範囲を撮影することは考えられない。現在、国有林のほとんど全域にわたつて森林資源調査のための空中写真が撮影済みで、今後も5年に一度は新規撮影が行なわれるのでできるだけこれを活用することが有利である。そこでまづ撮影済の空中写真を用いる場合、荒廃地の現況ならびに推移の状況などについて各種の写真判読を行ない、その結果を現地調査の結果と対比させるなどして、既存の空中写真の利用法の基準および利用し得る限度を明らかにし、次に、既往の空中写真により判読できない項目の調査についてはそれらの判読が撮影仕様の変更によつて可能であるかどうかを検討し、空中写真利用を主とした治山計画法を確立することを目的とした。

3 試験の経過とえられた成果

(1) 試験の方針

空中写真による各種測定判読項目は写真判読の研究としては、非常に多くの項目が考えら

れるが、実際に治山計画のための調査が行なわれない項目をとりあげても意味がない。

国有林では昭和40年度から治山全体調査を実施しており、その第1部「重要度判定調査」は40年度から、第2部「流域別調査」は41年度から実施になつている。そこで国有林治山全体調査で行なっている調査項目をとりあげて検討することにした。このうち、重要度判定調査の項目については、そのほとんどが流域別調査でもとりあげられるため、ここでは流域別調査要領に指示されている調査項目に従つて検討することにした。また流域別調査には保安林整備事業が含まれるが、写真で調査すべき項目は少いので省略し、ここでは治山事業の対象のうちの大部分を占める崩壊地、溪流荒廃地の判読を中心に研究することにした。

国有林野治山事業治山全体調査の流域別調査によれば一般崩壊地の調査項目は表-1のとおりである。

表-1

規 模	位 置	傾 斜	形 状	方 位	植 生	地 質	侵 蝕 状 況	残 留 土 量	掘 大 見 込 量	施 工 状 況	保 全 対 象	備 考
平均長	平均巾	面積	急・中・緩	タイプ	種 類	占有率	周辺林相			山 腹	溪 間	
		○・○一ha以上	斜面上の位置		木本・草本			多・中・少	m	m		直接のもの

また溪流荒廃地の調査項目は表-2のとおりである。

表-2

規 模	延 長	平均巾	面 積	平均深	土 砂 量	溪 床 勾 配	石 礫 構 成	植 生	荒 廃 の 型	保 全 対 象	備 考
								種 類	占有率		

これらの他に堰堤の配置計画決定に不可欠なダムサイトの溪床横断面調査を行なうことを試みた。試験はこれら調査項目を調査する場合の空中写真利用の可能性と限界をたしかめることを目標にして行なつた。

治山計画という仕事の中での空中写真の利用は、諸資料を得るための手段であつて本来の治山技術ではない。従つて技術習得に時間や訓練を要する判読方法を治山技術者に対して要求するのはあまり好ましいことでなく、熟練度によつて判読結果がちがひおそれがあるので、方法はなるべく簡易な方がよい。また国有林全体の計画のように規模が大きい場合は手作業的な判読方法では量的に仕事を消化し切れないおそれがある。これらの点を勘案すると、判読の一部または全部を航空測量会社に外注することが出来るような判読方法をえらぶことが好ましい。そこで各種項目の判読方法はなるべく単純で個人差がなくしかも大量処理に適するよう心がけて決定した。

(2) 試験の経過

i) 昭和41年度

長野営林局中川治山事業所管内四徳川支流シラカバ沢、イワクラ沢のあわせて100haを対象に試験を行なつた。この地域は36年6月のいわゆる伊那谷災害によつて崩壊が多発した地域の一部で、災害直後の36年7月にこの地域の荒廃状況を中部地方建設局が撮影した縮尺約1/20,000(広角)の空中写真と、最近の状況として40年10月に国土地理院が撮影した縮尺約1/20,000(広角)の空中写真の2種類の空中写真を利用した。試験した項目は3(1)の表-1、表-2にあげられている流域別調査の各項目で、これら項目を資料-1のような仕様にもとづいてアジア航測株式会社に発注して判読させ、その結果を現地調査の結果などと対比した。

ii) 昭和42年度

東京営林局梅ヶ島治山事業所管内安倍川支流、毫沢、西日影沢のあわせて1,000haを対象に41年度と同様の試験を行なつた。判読は前年度と同様アジア航測株式会社に請負付託で資料-2の仕様で行ない、41年度の試験の結果を検討していくつかの項目については判読方法を改良した。

iii) 昭和43年度

41、42両年度にわたつて伊那谷、梅ヶ島の両地区で行なつた上記の試験は、現在森林資源調査のために撮影済の縮尺約1/20,000の写真を利用して治山調査を行なう場合の基準を得ることが目的であつたが、その結果後述するように、崩壊地表面の侵蝕

または堆積状況など微細な地形、崩壊地内の植生、地質、溪床面の堆積侵蝕状況、溪床面の植生などの判読は1/20,000の写真では困難であることがわかった。そこで43年度にはこれらの項目の判読を行なうにはどんな写真が必要であるか、撮影縮尺、フィルムの種類などについて前橋営林局新築田営林署中条治山事業所管内で縮尺1/5,000のパンクロ写真(普通角)、1/12,000の赤外写真(広角)の新規撮影を約2,700haについて行ない、そのなかからA～E計5ヶ所の崩壊多発区をえらんで既存の1/10,000カラー写真と1/10,000パンクロ写真をも併用して検討した。このときの判読仕様は資料-3の通りである。

(3) 試験の結果

1) 崩壊地の規模

a. 方法決定までの経過

表-1にあるように崩壊地の規模は、平均長、平均巾、面積であり、このうち面積は治山計画において最も重要視される項目であるのでその調査方法についてはいろいろ検討した結果資料-1および資料-2の仕様書に記載した方法に落ちついた。この間の考え方を述べる。

最も簡単な崩壊地の計測方法は、単写真を直接計測する方法であるが、誤差が非常に大きく極端な場合は、100%以上の誤差を生ずる。既成の図面を用いて面積が測れる20～30haの斜面単位毎に、単写真の歪みを補正する方法を考えて試みた結果でも、やはり50%以上の誤差を生ずる場合があり(20～30haの斜面単位に補正を行なっても、崩壊地の大部分が0.1ha前後の大きさなので崩壊の方位と斜面全体の方角が一致しない場合が多く、そのため補正の効果があがらない。また、歪は傾斜の緩急により変化するが、一般に崩壊地の傾斜が斜面全体の傾斜にくらべて急なものも補正の効果があがらない一つの原因と思われる。)、単写真による簡単な計測では充分な結果が得られない。次に写真を立体視しての計測では崩壊地1個毎に傾斜を計測し、単写真の崩壊地面積とその写真上での位置傾斜から正しい面積を求めることが出来るが手作業的に行なう方法なので、治山計画の基礎調査の方法としては適当でない。何故なら伊那谷の例をとると約100haの流域内の崩壊地数は200個以上で、この率で崩壊地が発生すると10,000haの流域では20,000個の崩壊地を計測しなければならなくなる。伊那谷は極端な崩壊多発地帯であるから例外としても、梅ヶ島の1,000ha当り約200個はそれ程珍しい多発地帯でもないから10,000

ha当り2,000個を計測するわけであり、全国的な治山計画のための調査になると手作業的な処理では時間的にも不適当と言わざるを得ない。

結局、大面積の調査を行なう場合には図化機を用いて平面図を描画し、これを計測するのが最も適当と思われる。図化機を用いるのは平面図を描画するためだけでなく、高低測量(後述の崩壊地の傾斜、溪床勾配およびダムサイト等の測量)を同時に能率的に行なうためでもある。図化機を用いて図化すると言えば勿論外注であり相当な経費を要すると考えられがちであるが、多くの林野庁撮影山番号の空中写真のように三角測量のデーターが完備している場合にはha当りの図化単価は、二級図化機A-8使用の場合、調査区域が広ければ90円程度(等高線なしトレースなし縮尺1/10,000)であり、空中三角測量のデーターがない場合でも現地標定を行なわない空中三角測量ですませれば、このための費用としてha当り約15円程度を加算すればよい。

図化機を使用するとポジフィルムの拡大像を見ながら作業をするのでここにいろいろな利点が生ずる。先づフィルムは印画紙では表現できない微妙な色調が表現できるため、崩壊地の日陰部分などの確認ができ、崩壊地の外周が正確におさえられる。次に拡大画像の大きさはフィルム原板の約1.7倍であるから2倍伸しの印画を実体鏡の望遠鏡で立体視した像より大きい。それもフィルムであるから鮮明で大きい。その他にも図化機を利用することの利点はあるが、それぞれの項目で述べることにする。

さて、図化機を用いて図化する場合に図面縮尺をいくりにするかが問題である。大縮尺ならば正確であるが図面の枚数が多くなるし経費も多少はかさむ。それ以上に計測に手間がかかるおそれが生ずる。

比較検討するために検討すべき縮尺の範囲を考えてみた。先づ小縮尺の限度を流域別調査の調査対象面積0.01ha以上という規定を根拠にして1/10,000と定めた。従来、いろいろの崩壊地調査で面積測定はドット・テンプレートによるのが能率的でしかも正確であることが分っており、ドット・テンプレートのうち肉眼で数え得る最も密なものは100点/1cm²で、これで1/10,000の図面を計測すると一点が0.01haとなる。したがって0.01ha以上の崩壊地を能率的に計測しようとする場合、図面縮尺の最小限度は1/10,000と考えられる。次に大縮尺の限度であるが、治山調査では林野庁撮影の縮尺1/20,000～1/25,000の空中写真を利用することを考えているので、図化機の図化可能倍率は約10倍であるから1/2,500が図面縮尺の最大限度となる。空中写真を使つて崩壊地規模を計測した

場合、最も精密な図化図面による計測と実測を比較してみた。

b. 航測と実測

長野県伊那谷の例で縮尺1/2,500の図化図面を100点/1cmのドット・テンプレートで計測した結果と、同じく縮尺1/2,500のコンパス測量図を100点/1cmの同じドット・テンプレートで計測した結果と較べてみよう。表-3の①にあるように崩壊地1個当り0.01ha程度の差であるが、個々の崩壊地について差を検討してみると、大きな差があるのは0.10ha以上のやや大きな崩壊地で、露岩部分、自然復旧部分などの判定が航測(空中写真による測量)と実測で異なっている場合が多く、図化以前の問題で差が生じているようである。したがって治山技術者が崩壊地の輪かくを明示して図化させればこの差は可成り小さくし得ると思われる。

c. 1/2,500図面と1/10,000図面による計測値

結果の正確さに重きを置くなら1/2,500図面の使用が最も好ましいことになるが図化経費や計画図面としての便利さからは縮尺1/10,000の図面が適当であろうと思われる。この2種の計測結果を比較してみた結果は表-3の②の通りで、実測と航測の差の約1/3に過ぎず、1/10,000図面を利用しても差し支えないと思われる。勿論利用目的によつては1/2,500~1/10,000の中間の任意の縮尺図面で計測しても差し支えない。なお規模についての調査項目、長さ、巾、面積のう

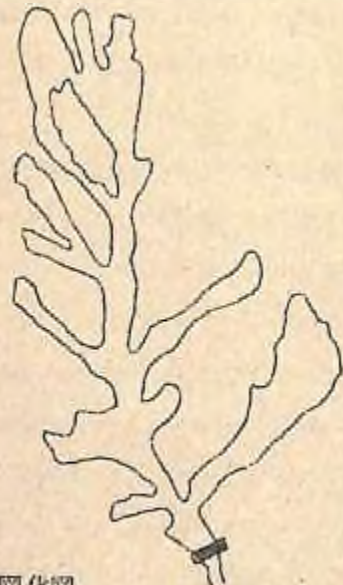


図-1 航測図化図
(40年10月撮影)

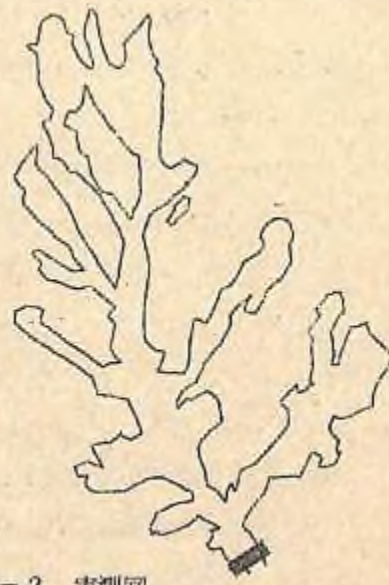


図-2 実測図
(41年測量)

ち、面積についての検討しか行なわなかつたが、図-1、図-2の伊那谷シラカバ沢の例の如く、崩壊地図化図の形状は航測図と実測図で非常に似ているので、長さ、巾等も航測実測の差は小さいと思われる。

II) 位置

崩壊地の位置は、山腹斜面上における位置を上中下に分けて記載する。判読は2倍伸し写真の立体視により行ない、同一崩壊地の2種の空中写真の判読結果を対比させたのが表-3の④および表-4の①である。

位置の判読については崩壊地の図化図面があればその平面図だけでも読めそうであるが、1/10,000の図面に大きな尾根、沢が記載してある程度では、現地調査で観察する場合に相当する斜面上の位置を判読することは困難な場合が多い。たとえ等高線図化図面があるとしても、細かい尾根、沢の表現はされないから伸し写真による判読の方が正確なようである。

III) 傾斜

傾斜の測定方法には水平距離と標高差から傾斜角の \tan を算出して角度を求める方法と、傾斜角をもつた立体模像を山腹斜面に沿わせて角度を求める方法とがある。前者は正確な結果が得られるが、測定計算に手間がかかる。後者は計測すれば角度そのものが求められる点は簡単であるが、求められる結果は5度とかる度ごとに括約された角度である。2度括約で読める機械に傾斜測図機があるが、この傾斜測図機にかけるための準備作業に手間がかかるので現在では他の方法によつて計測する方が時間経費両面で有利である。表-3にはのせなかつたが、傾斜測図機による傾斜測定結果も大体正しい結果を得られるので、将来機械が改善されれば利用しうる可能性は充分ある。伊那谷の調査では水平距離を平面図で計測し、標高差を図化機によつて読みとる方法で傾斜を算出した。36年と40年の写真の傾斜測定結果を同一崩壊地ごとに対比させた結果は表-3の⑥の通りである。梅ヶ島も同様に調査し、結果は表-4の③の通りである。

IV) 形状

流域別調査では崩壊を表面侵蝕型、深部崩壊型、崖欠型に分類するよう指示されているが、写真による判読で表面侵蝕型、深部崩壊型を分けることは無理があると思われるので、山腹、溪岸の別を伸し写真の立体視により判読するに止めた。結果は表-3の④、表-4の③の通りである。同一崩壊地が異種に判読される理由は崩壊地の拡大または復旧によるものと思われる。

番号	検討項目	数値の求め方	対比した崩壊地数	結 果	
①	崩壊地面積と実測値の比較	航測値P1/2,500図化 40年 100点/cm ² ドット板にて計測 実測値S コンパス測量 1/1,000図化を1/2,500に 縮小100点/cm ² ドット板にて計測	160個 実測面積 約 19ha	P>S 44 (+)0.92ha P=S 35 0 P<S 81 (-)2.41 計 160 -1.49	1個所当り 0.0093ha 実測値が大きい
②	図化縮尺の差による崩壊地面積計測値の差	航測値P1/2,500図化 (36年, 40年) 100点/cm ² ドット板にて計測 航測値P'1/1,000図化 (36年, 40年) 100点/cm ² ドット板にて計測	468個	P>P' 216 (+)5.09 P=P' 138 0 P<P' 114 -3.56 計 468 +1.53	1個所当り 0.0033ha 1/2,500 図計測値 が大きい。
③	濃度測定機による崩壊地面積の計測	航測値P'1/1,000図化 (36年, 40年) 100点/cm ² ドット板にて計測 航測値P''1/1,000図化 濃度測定機で計測	467個	P>P'' 383 (+)1.12 P=P'' 84 (-) 4.09 P<P'' 84 (-) 4.09 計 467 +7.03	1個所当り 0.0151ha ドット板計測の方が 大きい。
④	崩壊地の位置	36年の写真と40年の写真から崩壊の発生位置を山腹斜面の上中下に分けて比較	173個	同位置(上上, 中中, 下下)124個 中と上又は下(上中, 中上, 中下, 下中) 39個 上と下(上下, 下上) 10個 計 173個	72% 22% 6% 100.0%

⑤	崩壊地の傾斜	36年の写真と40年の写真から崩壊地の傾斜を(高低差/水平距離)で算出して比較	171個	36年>40年 71個 (+) 325° 36年=40年 31個 0° 36年<40年 69個 (-) 533° 計 171個 -208°	平均1個当り 121°40年の方が 大きい。
⑥	山腹崩壊地溪岸崩壊地の判別	36年の写真と40年の写真から判別した崩壊地の種別を山腹崩壊別に比較	172個	同 種 137 異 種 35	(80%) (20%)
⑦	崩壊地の方位	36年の写真と40年の写真から判別した崩壊地の方位	172個	同 方 位 128 45°差 34 90°差 3 135°差 5 180°差 2	(74%) (20%) (2%) (3%) (1%)
⑧	崩壊地の縦断面形状	36年の写真と40年の写真から判別した縦断面形状を凹凸平滑の3種類の符合により比較した。	173個	同符号(V, -, -, /, \) 117 平滑と他符合(V-, /-, -, /-, -) 51 異符号(V/, /, \) 5	(68%) (29%) (3%)
⑨	溪床勾配の航測と実測の差	測点間隔 50m 総延長 2,050m 航測勾配(40年) P 実測勾配 S	41区間	P>S 23区間 (+)102.2 P=S P<S 18区間 (-) 70.2 計 41区間 32.0	平均1区間当り 0.78% 航測が大きい。

番号	検討項目	数値の求め方	対比した崩壊地の数	結 果
①	崩壊地の位置	39年の写真と41年の写真から崩壊の発生位置を山腹斜面の上中下に分けて比較	117	同位置(上上、中中、下下) 103 中と上又は下(上中、中上、中下、下中) 13 上と下(上上、下上) 1 計 117 88%
②	崩壊地の傾斜	39年の写真と41年の写真から崩壊地の傾斜を(高低差/水平距離)で算出して比較	123	39年>41年42個 301° 39年=41年 9個 39年<41年72個-392° 計 123個-91° 平均1個当り 0.74° 41年が大きい。
③	崩壊地の形状	39年の写真と41年の写真で崩壊地を山腹溪岸別に対比	117	同 種 111 異 種 6 計 117 95% 5%
④	崩壊地の方位	39年の写真と41年の写真から崩壊地の斜面方向を8方位に分けて比較	123	同 方 位 99 45°差 17 90°" 6 135°" 1 計 123 80% 14% 5% 1% 100%
⑤	溪床の測点高	実測点の高さSを航測の高さPと比較	対 比 し た 測 点 112	P>S 58個+103.4m P=S 1個 P<S 53個-85.2m 平均1点当り 0.16m航測 値が大きい。

V) 方位

II) の位置と同様な理由で伸し写真の立体視により崩壊地の斜面方向を8方位で示した。結果は表-3の⑦および表-4の④の通りである。

VI) 植生

崩壊地周辺林相と崩壊地内植生がある。周辺林相については森林資源調査の手法がそのまま利用できるのでは問題はないが、崩壊地内の植生はおおむね、草本や灌木類が主であるから、主林木よりも判読は困難である。1/20,000を用いた伊那谷及び梅ヶ島における調査では写真の濃淡で崩壊地内の植生の確認は出来るが、崩壊面のどこに植生があるかは判然とはわからない。これは、縮尺が小さいので個々の植生までは写真が表現していないためと、崩壊地が周囲の林地と比較して明るすぎるので、崩壊地のハレーションが著しいために、判読が困難になると考えられる。つまり、縮尺と、フィルムの能力(解像力という意味を含まない)の2つの面に問題があることが分つた。そこで43年度は中条地区で縮尺、フィルムの種類のちがいによる植生判読の可否の検討を行なった。

1/5,000のパンクロ写真による観察と現地調査の対比を下記の通りに行なった。

B. 調査地

崩壊地に導入および自然侵入した植物の状況について調査した斜面は、昭和42年8月下旬の集中豪雨によつて、アカマツ幼令林(4~6年生)に発生した多数の板状剝離型崩壊地で、地質は深層風化花崗岩である。斜面内の起伏は少なく比較的平滑な崩壊面であるが、雨裂が多数みとめられる。

導入植生による緑化斜面は、昭和43年6月にヘリコプター実播工施工されたもので、播種後約5ヶ月(生育期間では約4ヶ月)経過したところである。

実播に用いた植物種子は次のようなものであるが、

ウイーピングラブグラス	20kg/ha
ケンタツキ-31フエスク	30
ススキ	50
イタドリ	40
ヨモギ	30
イタチハギ	20
ヤマハギ	5
メドハギ	25

現地では生育している植物種はほとんどウイーピングラブグラスの単一的植物構成となつていて、ごく一部にイタドリ、ヨモギ、ススキなどの雑草が点生するにすぎない。

自然侵入植物はほとんどみとめられないが、多くの崩壊斜面には、点状、島状に滑落残積土があり、これに既存の植生が残留生育している。

b. 調査方法

実地施工斜面については、植物の生育状況を疎密の度合いによつて区分し、1㎡方形の調査プロットをできるだけ多くとるようにし(連続してとれるところは10個ほど)、被覆率(全植物被覆率、植物種類別被覆率)、生育量(重量)、生育密度(本数)などを測定して、比較判別の資料とした。

既往植生が崩壊斜面内に点状、島状に残留するところについては、林地土じよりの上に地被植物が密生しているものが多いので、植物の被覆度を記載するにとどめた。

c. 調査結果と写真判読の対比

ヘリコプター実地によるウイーピングラブグラスの単一的植物種類による緑化形成の斜面では、一般に隣接林地の植生にくらべて、淡色である。光線が適当の状態では撮影された部分については、植物の疎密程度は、写真の濃淡として、かなり明瞭に区別され、緑化状況の判別に役立つ。しかし、崩壊地の斜面方位により、ハレーション部分の疎生地は、ほとんど識別が不能に近く、面的に緑化被覆されているところでも、生育量および生育密度の小さいところでは判別が困難になる。

既存植物が、滑落残積土とともに斜面に点状、島状に残留するところは、ほとんど明瞭に判別される。ごく小規模点状の場合は、ハレーション部分でやや不明瞭になる。

導入植物の種類判読については、この調査地では、ウイーピングラブグラスの単一的植生のため検討できなかった。

既存植物の種類についても、草木および小低木状の植生のため、判読は困難であつた。

vii) 地質

岩石の種類を写真で判読する技術は未だに確立されておらず、一部の技術者が研究として行なっている段階で、その研究結果も中率は可成り低いので、まだ実用の段階でないと考えよう。

岩石の風化、割目の多少、もまれ方などについては、写真上でいわゆるリニアメントを見出すことは可能であるが、写真上に見えたリニアメントと崩壊あるいは荒廃の数量的な因果関係が解明されていないため、現在では写真による判読で事業計画のための地質の調査を行なうことは困難な面が多い。

viii) その他、崩壊地に関する項目

崩壊面における侵食状況、残留土量、拡大見込量等の判読はむづかしい。崩壊面のハ

表-5 崩壊地内植生の判読 43年 中 冬

調査地	地区	植物生育状況				写真判読	真説	備考	考
		被覆率(%)	生育量(乾重g/㎡)	生育密度(本/㎡)	疎密区分				
A ヘリコプター実地施工斜面	1	(1)	7.5	181	疎	ハレーション	ハレーション	雨裂部分に生育。	ウイーピングラブグラスの単一的植生
		(2)	71.0	647	中	中	中	面状に生育。	"
		(1)	31.2	495	中	中	中	おもに雨裂部分に生育。	"
		(2)	264.0	3,100	密	濃	濃	面状に生育。	"
		(1)	25.6	373	疎	淡	淡	雨裂部分に生育。	"
		(2)	100	100	密	濃	濃	小規模群状。	"
	4	(1)	4.4	85	疎	ハレーション	ハレーション	雨裂部分に生育。	"
		(2)	94.0	1,527	中	中	中	うすく面状に生育。	"
		(3)	295.0	2,743	密	中	中	凹地に群状に生育。	"
		(1)	1.2	39	疎	ハレーション	ハレーション	崖い地山、まばらな生育。	"
		(2)	46.0	1,345	中	淡	淡	うすく面状に生育。	"
		(3)	605.0	65	密	中	中	面状に生育。	ススキ、ウラボ
B	1	(1)	129	150	疎	淡	淡	雨裂部分に生育。	ウイーピングラブグラスの単一的植生
		(2)	122.0	1,305	密	中	中	凹地に群状に生育。	"
		(3)	238.0	3,088	密	濃	濃	"	"

調査地	植物生育状況				写真	真説	備考
	調査場所	被覆率 (%)	生育量 (g/m ²)	生育密度 (本/m ²)			
D 未施工斜面	崩壊地	1		密	濃	濃	滑落残積土の 既存植生 (点状)。ネザサ50%、スゲSP.50%、イヌツグ5%
	地区	2		密	中	濃	" (点状)。ネザサ70%、キイチゴ50%
		3		密	濃	濃	" (島状)。" 80%、ワラビ 40%
		4		密	濃	濃	" (島状)。ネザサ50%、ハコネウツギ40% サルトリイバラ30%
				密	中	濃	" (点状)。ネザサ90%、ミズキ70%、スゲSP.30%
				密	濃	濃	" (島状)。" 30%、ツツジ80%、ヒサカキ10%
				密	濃	濃	" (")。" 100%、コナラ20%、イヌツグ10%

注 疎 …… ~ 29g/m²
中 …… 30~99g/m²
密 …… 100g/m² ~

表-6 崩壊面の侵蝕状況の判読 43年 中条

崩壊地番号	侵蝕の大きさ			写真判読 の可否	備考
	巾	深さ	長さ		
C-1	10cm	10cm	300cm	X	
"	100	60	250	○	
"	20	15~20	400	?	
C-2	60	40	1000	○	
"	5	5	-	X	長さ3~5m多数のリル
"	3,0 50	50	800	○	
E-1	80 100	40	500	○	
"	20	20	-	?	長さ3~10m多数のリル
"	30	20	-	?	" "
E-2	5 10	20	-	X	" "
E-3	5	3~5	-	X	" "

引伸して1/2,000の写真を反射実体鏡の望遠鏡で観察した。

- は空中写真で判読可能
- ? は現地の侵蝕状況を知らなければ写真で判読不可能
- X は写真で判読不可能

レーションの問題もあるが、むしろ撮影縮尺1/20,000~25,000の写真では1m前後の小さい物や深さを判読しようとするのが無理な注文であろう。43年度に中条地区でC, Eの調査地について1/5,000の空中写真を2.5倍伸して用い崩壊地表面の侵蝕状況を判読した結果が表-6で、深さ・巾が30cmをこえるものは判読できるようである。

施工状況は写真で明らかな場合も多いが、ダムサイトに木が覆い茂っている場合や、

山腹施工地が成林した場合等は見落してしまうから過去の記録から調査の方が早く正確である。勿論堰堤体積などを要求される場合はなおさらである。

IX) 溪床勾配

溪床勾配を写真による測定と実測の両方を行なつて比較した結果が表-3の⑧および表-4の⑨である。溪床勾配の計測は実測では流れの屈曲及び溪床勾配の変化に従つて変化点の流心の最低点に測点を置き斜距離と高低角を測るのが普通である。ところが航測では1/10,000図化図を用いて水平距離を求め、図化機の標高の読みによつて高低差を求め、勾配を算出するのであるから多少の方法の相異が生ずる。

先づ測点間の距離は図上5mm(現地50m)が最小限度と思われる。即ち図上0.1mm迄正確に測定出来るとしても水平距離の誤差は現地1mになる。従つて調査に際しては溪流内の測点を図上5mmの等間隔に設けて測定をした。そこで勾配や流心の変化点に測点が行かない場合の方が多く実測方法とのずれがある。こうして求められた航測による溪床横断面図を実測のそれと較べた結果、当然ではあるが実測の方が細かい勾配の変化をよく表現し得るのに対し航測では累積誤差を生じないという特徴を持っている。

流域別調査では、溪床勾配は溪床荒廃地ごとに平均勾配を多で表わすことになつてゐるため航測結果でも充分と思われる。

X) 溪床石礫構成、その他

VIII)でも述べたように1m以下の、一般の溪床に非常に多くある石については撮影縮尺1/20,000~1/25,000の空中写真で判読するのは無理と思われる。荒廃の型(侵食、堆積の別)も同様な理由で現地調査を必要とする。

XI) ダムサイトの調査

山地治山事業計画を山腹工と溪間工に分けて計画数量の基になる因子を考えると、山腹工では崩壊面積、溪間工では溪流荒廃面積あるいは溪床不安定土砂量である。このうち山腹工の数量は施工の必要な箇所をそのまま計上すればよいが、溪間工の数量は堰堤を作る位置によつて貯砂量、安定面積が変化するので、荒廃面積や不安定土砂量が分つていても溪間工の数量は確定しない。

そこでダムサイトの決定とその溪床横断面図の作成を空中写真によつて行なつてみた。

2倍伸しの印画を立体視し、溪流をたどることによつてダムサイトらしき箇所をさがし、次に箇所毎に2.5倍の望遠鏡でさらにダムサイトとして適当かどうか、また適当な場合その附近で最もよい場所とその方向とを赤線で記入し図化機の作業に廻す。

1万分の1図化作業を行なう際ダムサイトの位置を図化機の座標系で記憶しておき、1万分の1図化終了後再びダムサイトに戻つて図化機のパンタグラフを1/2,500図化にセットし直し、約5m間隔に測点を設けて標高測定を行なう。1/2,500に図化された測点の水平間隔をルーペを用いて正確に測定して横断面図を作成する。

伊那谷では10ヶ所、梅ヶ島では11ヶ所のダムサイトをえらんで横断面図を作成した結果次のことが分つた。

実測と航測(写真測量)の比較例が図-3、図-4である。この例は比較的実測と航測が一致しているが、実測と航測が一致しない例について検討してみると、次の2つの理由が考えられる。一つはダムサイト附近に大きな立木があり、その樹冠が邪魔をして正確な写真測量が出来ない場合(この場合はダムサイトが暗くなるのも影響しているかも知れない)、他の一つは赤鉛筆で引いた測定予定線に巾があるので本当のダムサイトから外れて写真測量を行なつてしまつた場合である。前の問題は図化機の画像倍率を最大限に使つて測量すればよりよい結果が得られると思われるし、後の問題は鉛筆の代りにペンを用いることによつて解決される。

写真上でダムサイトと判定した場所は、現地へ行つてみると非常によいダムサイトであるが、実際の溪間工の計画ではダムの数も多くなるので、もつと広い横断面にダムを作る場合もある。したがつて実際の溪間工の計画を立案するためには、よいダムサイト

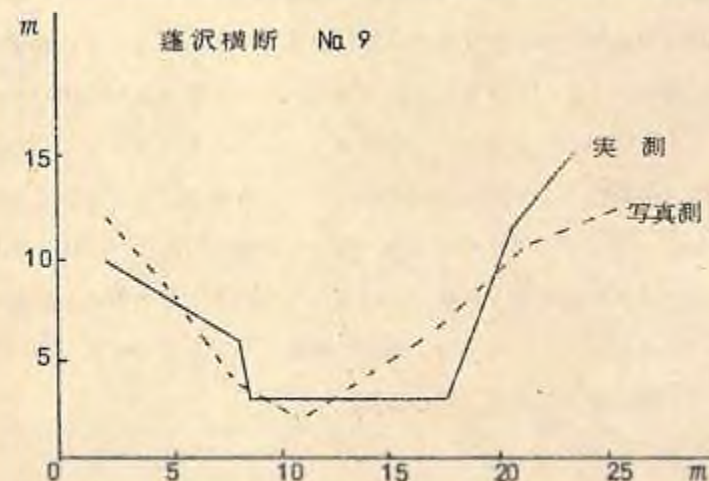


図-3 溪床横断面図



図-4 溪床横断面図

だけでなく他の溪流横断面も計測しなければならないが、広い横断面の計測は見やすい箇所だけに問題が少ないといえよう。

xii) 各項共通事項

a. フィルムの種類と判読

これまでにのべた各項目のうち、崩壊面の判読、崩壊地の植生などについて、パンクロ、赤外、カラーなどによる判読の優劣を検討した。パンクロ写真は判読対象が鮮明にうつる点で他のフィルムよりすぐれているが崩壊地表面のハレーションが著しく、少量の植生、小規模な侵蝕などは判読できない場合が多い。赤外フィルムは通常赤外用フィルターを用いて撮影するが、こうした赤外写真は、コントラストが強過ぎるので、今回はフィルターなしで撮影を行なった。赤外写真は、ハレーションによる判読困難は全くないが、崩壊地や溪流のような凹んだ地形は、暗いこともあつてか崩壊面の侵蝕状況や植生は判然としない点でパンクロにおとる。カラーは特に植生の判読には適していると思われるが、パンクロに比しての優劣については、今回のカラー写真が縮尺約 1/12,000であつたため、カラーが植生判読に有利であると言いきれない。フィルムの種類と崩壊地の判読の難易を表-7に示した。

b. 撮影縮尺と判読

41年伊那谷42年梅ヶ島の調査で撮影縮尺1/20,000の空中写真(パンクロ)では判読が困難であつた植生と侵蝕堆積状況について、撮影縮尺1/5,000の空中写

真(パンクロ)を用いて判読した。1/5,000の写真は堆積状況については的確な判読はできないが植生と、侵蝕状況などについては崩壊地の露出が過大でなければ判読しうる。

表-7 崩壊地の判読とフィルムの種類

	崩壊地表面の鮮明度	崩壊地表面のハレーションによる判読困難	崩壊地内植生判読	崩壊地内侵蝕の判読
パンクロ	鮮明	著しい	やや困難	適
赤外	不鮮明	ない	不適	不適
カラー	中間	ややある	適	適

表-8 1/20,000空中写真による調査の可否

(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	
		○・○一ha以上	斜面上の位置	急・中・緩	タイプ		木本・草本				多・中・少	m	m			直接のもの
○	○	○	○	○	○	○	? 注1	? 注2	○	?	X 注3	X	X	○	△	○

注1、注2 : 1/5,000空中写真を用いた調査では種類(木草別)は○、占有率も多少の問題があるが○である。

注3 : 1/5,000空中写真を用いた調査では○

○ : 判読可能 × : 判読不可能

? : 判読に問題がある。△ : 判読できる場合もある。

(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			
○	○	○	X	X	○	X	? 注4	? 注5	X	○	○ 注6

注4, 注5 : 崩壊地の場合と同じく1/5,000の空中写真では○

注6 : やや不完全な点もある。

c 広角と普通角

一般に山地は傾斜が急なので広角より普通角の方が適している。梅ヶ島の調査の結果では現地調査で存在する相当数の崩壊地が写真図化では見落されている。この原因を検討してみると、梅ヶ島は地形が急なのに広角で写したので急傾斜の崩壊地がよく写っていないためと、立木の樹冠のかぶりや崩壊面がうつらない場合があるためと推定される。また広角では画角の隅の方の像の歪みが大きいことも原因と考えられる。これらの問題は普通角では広角程いちぢるしくないから、地形の急しゆんな治山事業の調査地では一般に普通角が適している。

以上I)~XII)の結果を簡単な表にまとめると表-8になる。

(4) ま と め

以上述べてきた結果から治山計画への写真利用について要約すると次のようになる。

- I) 撮影に使用するフィルムは解像力、露出の許容範囲、利用上の普遍性、コストなどを総合して一般にはパンクロフィルムが適当である。
- II) 撮影には普通角レンズを用いて、崩壊地や溪流荒廃地に適した露出で撮影することが望ましい。

III) 縮尺1/20,000の空中写真では、植生、侵食堆積などの判読に問題があり、これらの判読は1/5,000の空中写真である程度可能である。しかし、総合的に考えると、突発的災害以外の一般の治山計画のための治山調査は既存の空中写真による調査を現地調査で補足しながら行なうのが妥当であろう。

IV) 崩壊地の位置、形状、方位、植生、侵蝕状況、施工状況などを調査するには伸し写真の立体視による判読が適当な方法と思われるが、長さ、巾、面積、傾斜など計測を行なう事項については大量の判読の場合には図化機を用いて崩壊地の平面図(等高線は不要)を作成しこれを計測する方法が適当と思われる。崩壊面積を測定するために濃度測定機、傾斜測定に傾斜測図機があるが将来これらの機械が改良されればとり入れて利用すべきであろう。現在はコストの点で図化図作成のあとの作業は手作業で行なう方が有利である。

V) 山腹工の設計などで1/1,000図面を作るに十分な精度を要求する場合は1/20,000より大きい縮尺の撮影が必要になる。この場合は、1/5,000の縮尺なら申し分ないが判読または図化の仕様によつては1/10,000でも充分である。

VI) 過去に於ける流域状況の調査や急を要する災害調査などで空中写真はその効用を十二分に発揮するが特に過去における荒廃状況を調べ得ることは空中写真の大きな利点の1つで復旧治山の資料として崩壊地の推移を調べる際には空中写真の利用が不可欠である。

1. } 省略
2. }

3. 調査項目および調査要領

(1) 崩壊地に関する調査

2種の空中写真の各々について次の調査を行なう。

(i) 崩壊地の平面図化

1級図化機を用いて $\frac{1}{10,000}$ の崩壊地の平面図を描く。ただし、0.01 ha 未満の崩壊地は省略しても差し支えない。同時に峯線および溪流を描く。描がかれた崩壊地の全部について(ii)~(ix)の各調査を行ない、その結果を第1表に記入する。図化の際に山腹崩壊と溪岸崩壊を区分しておく。

(ii) 崩壊地面積の測定

0.01 ha 単位まで読めるような方法で平面図に描がかれた崩壊地面積を計測する。

(iii) 崩壊地の縦断面形

崩壊地の縦断面形を $\frac{1}{1,000}$ の図面に描く。溪流との位置関係を同時に記入する。

(iv) 崩壊地の発生位置

崩壊が発生した山腹斜面の峯から谷まで上中下に分けて該当する位置に○印をつける(1つに限らない)。

(v) 崩壊地の方位

崩壊面が向いている方位を8方位で表わす。

(vi) 崩壊地の傾斜

崩壊地の傾斜を±3°以内の誤差で計測し、その数値を記入する。

(vii) 崩壊地の形状

崩壊地の最大傾斜線方向の水平長を計測し、 $\text{崩壊地面積} / (\text{水平長})^2 = \text{形状係数}$ として記入する。

(viii) 周辺林相

崩壊地の中央より上方周縁を針、広、混別に20年未満および20年以上およびその他に分けて記入する。

(ix) 崩壊地内の植生

崩壊地に侵入した植生の粗密度を10%単位に本草別に記入する。

(2) 溪流荒廃地に関する調査

2種の空中写真のおののについて次の調査を行なう。

(i) 溪流の平面図化

崩壊地の平面化と同時に溪流の平面図化を行なう。溪流の末端は溪床巾5m以下の部分を省略する。

(ii) 荒廃溪流の記載

平面図に図化された溪流のうち侵蝕または堆積により荒廃している、あるいは荒廃したと思われる場所を朱書で明示する。

(iii) 溪流荒廃地面積の測定

溪流幅の変化点ごとに幅を測定し、測定点から次の測定点までの距離を平面図上で測定し、第2表により面積を算出する。幅の測定は±1m以内の誤差で測定し得るような方法で、測定間の距離の測定は±5m以内の誤差で測定し得る方法で行なう。

(iv) 溪床縦断面の図化

(i)で平面図化された溪流のすべて(荒廃の有無にかかわらず)についてその縦断面図を描く。縮尺は水平距離千分の1、垂直距離百分の1とする。

(v) 溪床横断面の図化

あらかじめ指定された箇所について百分の1の縮尺で横断面図を作成する。

(vi) 侵入植生

溪流荒廃地内に侵入した植生を本草別に10%単位で第2表に記入する。

(3) 機械による面積および傾斜の測定

崩壊地面積の測定、溪流荒廃面積の測定および傾斜の測定を機械により行なつた結果と手作業による結果を対比させるため次の作業を行なう。

(i) 崩壊地面積の測定

白樺沢、岩倉沢に分けて、また山腹、溪岸別にそれぞれの沢の流域内にある崩壊地の面積を濃度測定機により測定する。($\frac{1}{10,000}$ 平面図使用)

(ii) 溪流荒廃地面積の測定

白樺沢、岩倉沢のそれぞれの流域内にある溪流荒廃地の面積を濃度測定機により測定する。($\frac{1}{10,000}$ 平面図)

(四) 傾斜の測定

傾斜測図機を用いて調査対照区域のうち1モデルにはいる崩壊地および溪流の傾斜および勾配を測定する。

第 1 表 崩 壊 地 調 査 表

沢 名	崩壊地 番 号	面 積 ha	山 腹 溪 岸 別	縦 断 面	発生位置			方 位	傾 斜
					上	中	下		

第 2 表 溪 流 荒 廃 地 調 査 表

沢 名	区 間 番 号	測 点 番 号	溪 床 巾 m	区 間 平 均 巾 m	区 間 延 長 m	面 積 ha
		0				
	1					
	2	1				
		2				
	3					
		3				
	4					
		4				

形 状		崩壊地内の植生			周 辺 林 相					備 考
長さm	係 数	木 多	草 多	その他多	針	広	混	20~	0~20	

区 間 標 高 差 m	区 間 勾 配 標高差 (延長) %	溪流荒廃地内侵入植生			備 考
		木 多	草 多	その他多	

1. 省 略
- 2.

3. 調査項目及び調査要領

(1) 崩壊地に関する調査

2種の空中写真の各々について次の調査を行なう。

(i) 崩壊地の平面図化

2級図化機を用いて $\frac{1}{10,000}$ の崩壊地の平面図を描く。但し0.01 ha未満の崩壊地は省略して差し支えない。同時に峯線及び溪流を描く。描がかれた崩壊地の全部について(ii)~(ix)の各種調査を行ない、その結果を表1に記入する。

(ii) 崩壊地番号の記入

同一斜面上に発生し発生原因を共にする崩壊地は1個として沢別に通して崩壊番号を附する。

(iii) 崩壊地面積の測定

1cmに100点のドットテンプレートで平面図に描かれた崩壊地面積を計測する。

(iv) 崩壊地の縦断面形

崩壊地の縦断面形を凹凸平滑、複合(V、Λ、一、VVの各符合であらわす)に分けて表1に記入する。

(v) 崩壊地の方位

崩壊地が向いている方位を8方位であらわす。

(vi) 崩壊地の発生位置

崩壊地の発生した山腹斜面に崩壊地を通る最大傾斜線を想定し峯から谷までを上中下に分けて発生位置を表1に記入する。

(vii) 崩壊地の傾斜

最大傾斜線方向の傾斜を水平距離は1/10,000平面図上に指針した2点間の距離を計測し標高差は指針点の標高を図化機によつて読み取り標高差/水平距離(=tan θ)であらわす。

(viii) 崩壊地の形状

(vii)で求めた水平距離と(viii)で求めた崩壊面積から面積/(水平長)²=形状係数を算出する。

(ix) 周辺林相

崩壊地の中央より上方周縁の林相を針広混別、20未満及び20年以上別、その他に分けて記入する。

その他については草地等を記入する。

(x) 崩壊地内の植生

崩壊地に生育している植生を粗密度10%単位木草別に記入する。

(2) 溪流荒廃地に関する調査

(i) 溪流の平面図化

崩壊地の平面図化と同時に溪流の平面図化を行なう。溪流の末端は溪床勾配20°の点とする。

(ii) 荒廃溪流の記載

図化された溪流のうち侵蝕または堆積によつて荒廃している、あるいは荒廃したと思われる場所を朱書で明示する。

(iii) 溪流荒廃地面積の測定

溪流の延長50m毎に溪流巾を指針測定し表2によつて面積を算出する。溪流巾の計測は図面上で0.1mm(現地1m)単位で行なうものとする。

(iv) 溪床縦断面の図化

荒廃の有無にかかわらず溪流のすべてについて50m間隔に測点を取り、その縦断面図を描く、縮尺は水平距離1/1,000、垂直1/500とする。溪流と山腹の境は勾配約20°の点とする。

(v) 溪床横断面の図化

指定された10箇所のダムサイトの横断を計測する。水平距離計測のために横断測定線のための1/2,500の図化を行ない、水平距離約5m間隔に標高測定を行ない測定点を指針、水平距離を測定する。

測定結果を1/200図面に展開する。

(vi) 植生

溪流内に生育した植生を木草別10%単位で記入する。

表 1 崩壊地調査表

沢名	崩壊地 番号	面積 ha	山腹溪岸別		縦断面	発生位置			方位	傾斜		
			山腹	溪岸		上	中	下		水平 距離	標高 差	勾配

表 2 溪流荒廃地調査表

沢名	区間番号	測定番号	溪床中	区間平均巾	区間延長	面積
		0	m			
	1			m	m	ha
	2	1				
		2				

形 状		崩壊地内の植生			周 辺 林 相						備 考
					林 地					草 地	
長さm	系 数	木 %	草 %	その他%	針	広	混	20～	0～20	その他	

区間標高差	区間勾配 (標高差× 100/延長)	溪流荒廃地内侵入植生			備 考
		木 %	草 %	その他%	
m	%				

- 1. }
2. } 省略
3. }

4. 作業の内容

(1) 平面図化

縮尺1/5,000のパンクロ写真を用い、主な峯線、谷線、崩壊地を縮尺1/1,000で図化する。使用図化機は2級図化機A-8とする。空中三角の骨格測量に赤外写真を用いる。

(2) 判読

崩壊地内の雨裂、崩壊地内の土砂堆積部、崩壊地内の植生分布を判読し上記1/1,000図化図になるべく図化機を用いて記入する。

(I) 雨裂についてはその中心線を記入し巾が判読できるものについてはその巾を適当な間隔で計測記入する。

(II) 崩壊地内の土砂堆積部の上端を点線で記入する。

(III) 崩壊地内の植生を多、中、少、無に分けて図面内に記入する。尚A地区、B地区、D地区については、多、中、少のモデルを1/1,000のパンクロ写真(約5倍部分伸し)で示す。

(3) 傾斜

A地区の崩壊地の最高点と最低点を測定し標高差を出す。測定点は図面上で明示する。

5. 成果品の納入

上記の作業の結果出来た図面及びその青焼き3部を納入する。又作業に伴つて生じた成果で作業発注者の要求するものを提出する。

林道機械施工の地質区分に関する研究

1. 試験担当者 林道研究室 福田 光 正

2. 試験目的

林道作説技術の高度化にともない、従来より用いてきた人力施工中心の林道工事用地質分類を地質構造や施工区分等の見方も加え、複雑な要素を数多く含んでいる岩を含む土質対象を品質規格化に近づけ、機械施工に適合した合理的なものとするよう改め、これら定性かつ定量、数値化による客観的判定方法を見出し、林業土木の実用範囲で設計施工の工程尺度を知ろうとするものである。なお、あわせて、地質区分の判定に安定して必要精度のえられる測定機械器具類および付属部品の改良、特に小型軽量化、振動や衝撃に対する堅牢さ、機構性能上からの測定現象数、電圧の安定を含めた電源確保等諸問題を解決しつつ安心して林道現場へ持ち込めるような野外測定用実用携帯計器類の発見、改造にあたる。

3. 試験の経過と得られた成果

物理探査法（弾性波、重力、電気、磁気、放射能、地温等による探査法）といわれる地球物理学の地下非破壊調査の方法は、大正の中期、わが国に導入され、鉱山で試験的に使われていた。そのうち弾性波探査法がダム基礎や橋梁の川床調査のような土木に応用され始めたのは昭和6～7年のこととされている。その後、昭和25年頃より弾性波速度その他の物理量を手段として物質の土木工学的性質を明らかにすることの必要性が深く認識され、さらに、昭和37年ころより外国製に3～4年おくれで軽便な携帯用コンパクト型弾性波測定器の国産品二、三、が出現してきた。

この調査には、弾性波探査法（地震探査法ともいう）を採用し、林道施工基面付近主として切土部の地質的解明を目標に、主として名古屋営林局管内国有林林道（資料照合の便宜上、測定点はできる限り、名古屋営林局土木課独自で行なっているスイス製シュミットテストハンマーN型を主体とした岩質区分調査箇所を採択した）を場としてえらび、その岩の程度を知るため携帯用弾性波測定器（測機舎製弾性波速度時間計サイズモカウンター）を使つて、試験地設定、写真撮影等一切の作業を総勢7名内外の作業員で行なつた。これは、原則として2成分（起震源に対して受信計の数が2個）であるが、従来からの12成分、24成分といった規模の大きい弾性波による物理探査と超音波探傷の中間を狙つた規模の小さい打撃波法といえよう。起震は、5kgを標準として手打ちハンマーと建設用鋸打機を利用した起震装置の2種により、計値を比較しながら適宜、PH（ハンマー取り付けのマイクロスイッチ対受信側ビックアップ）、PP（起震側ビックアップ対受信側ビックアップ）の配置をとり実施した。内業とりまとめは、外業測定値よりえられた数値を、求める縦波第1波（P波、疎密波）と縦波第2波以下、横波、騒音と区別する

ため、はかつた岩の弾性波速度時間値を数群に分け、群ごとの平均値を縦軸に時間として全部おとし、横軸には距離をとって走時曲線を描き、簡易化されたモデルすなわち、標準地質構造模式例に照らしつつ判読解析し、それに地質的な解釈をつける一連の手順により処理した。

なお、必要な数式は近似式や数表を用いて簡略計算を行なった。対象材料としての岩は鉱物の集合体で、火成岩、堆積岩、変成岩に大別され、構成鉱物の種類と量、さらに粒度（等粒と不等粒、粗粒と細粒）とその組織によつて検索されるが、中間帯が連続して存在し、ときに捕獲岩を挟みこみ、一般に「石の目」と呼ばれる層理、節理、片理その他ヘアークラックにいたるまで大小の亀裂等割れ目多く、林内では木の根や転石の基岩に入りこんだもの、水を含むと極端に強度を減ずるもの等がみられ、風化作用や熱、動力作用により軟化する二次的変質を加えて、これら第1、第2風化帯には概して新鮮露頭はみられない。岩石はまた、弾性のみならず塑性変型を含み、弾性的に等方ともいいきれないので、荷重の加え方により複雑な反応を示す。そこで岩の種類や岩本来の圧縮強さ、硬さ等のほかに、岩盤全体の表わす断層、割れ目、成層等の地山の地質構造、それに伴う透水性その他を知る必要がある。なお、天然あるがままの地盤における岩体全部とそれよりとり出した原石からの岩石試料、供試体とでは、同じ岩でも以上のいろいろな原因で測定値にかなりの相違が認められる。しかし、それはそれなりに意義を持つており、最近では、「現場より持帰つたボーリング・コアより数多くとつた直径2cm、長さ5cmぐらいの円柱テストピース」等の室内基礎試験値の重要性が再認識されはじめている。同一産地、同一時代生成同種名称の岩石でも、厳密な意味では、おのおの土木工学的性質は異なり、諸性質相互の関係も単純でなく、その上、林道では1つの岩種で代表できる岩石量はすくない。それから、切取り面に関する弾性波速度値は当該岩盤すべての特性要素が含まれているものでそれによる区分は個々の直接的要素である力学的特性（強度、等方と異方、均質と不均質など）や亀裂による区分に分離することの困難なことを常に心にとどめ、ボーリング・コアよりとつた供試体による直接的な力学性よりくる値とこれら弾性波値を相互関連させ適正な判断を下すよう努めなければならない。

3-1 試験の経過

（昭和41年度）

初年度は、切取り表面での測定が主で、それに、場所の状態と調査の日程を考え可能と思われる個所のみ、のり肩上付近林地の測定を加えて試験を行なった。当初比較的測定しやすい風化のあまり進んでいない代表的な地質構造をえらぶことにしていたが、実行の段階で、短期間のうちに広範囲に多くの岩種に接するよう計画したので、移動に多くの時間を費し、そのため調査時間が制約され、思うように典型的な場所がとれず、現実にはかなり複雑な構造を対象

にせざるをえなかつた。

林道工事現場における岩の程度は弾性波伝播速度という一つの物理量からみるとどのくらいになつているのか知るため、5月中旬予備調査（出の小路、栃洞）と本調査を第1回（下佐谷、北の俣、鳳餅、蒲田、小黑川、兵衛谷、棋谷、七宗、栃洞、澄川）6月中旬、第2回（出の小路、黒井沢）10月中旬、岐阜、愛知県下の国有林関係林道12路線、25箇所（該当営林署管内神岡8、小坂8、下呂3、付知3、中津川1、新城2）で実施した。新設後1年以内の路線を原則として選んだ。

弾性波測定器本体の重量は9.6kg、外形寸法縦220mm×横360mm×高250mmそれに起震装置、ピックアップ、蓄電池、各種コード、工具類を加えると一式25kg以上となり、携帯用として重かつた。調査対象とした林道の切取り長は4～5mもあり、測定に適した調査箇所でも、特にのり肩上にそれら計器類を持つて登ること自体に困難なところが多かつた。なお、測定器購入時は、カタログその他説明書により機器の性能を過信して第一に地山測定を考えたが、林地内の測定基線設定は、起伏の著しい地形、また、転石、浮石、木の根、落葉や苔の層等悪条件が重なり、起震点下の状態、ピックアップの固定を考えると、予想以上にむずかしい面があり、さらに測定装置の野外設定に加えて横波（S波、振れ波）、騒音（ノイズ）読みに対する感度調節（ゲインコントロール）すなわち、「ゲインが低いと求める第1波が捕えられず高くすると騒音が入ってくる」といつた特に雑音指数限界でゲイン数をととのえる感度調節器の操作により媒質に応じて求める波を正確に捕える計器の読みに対する技術の習熟に若干の期を必要としたので、1年目は切取り面を中心に試験を行なった次第である。

また、同じハンマーによる起震でもPH法とPP法では調査工期に大差があり、移動時間を含めないで1箇所当り前者は作業員4～5名で0.5～1.5時間、後者は7～9名で1.5～2.5時間と、人員、時間ともに後者は前者のおおむね倍かつている。このようにPH法は調査工期があがり、測定したい位置を任意に測点とすることが出来るので、経済的にも、調査の上からも有利であるが、反面、特に岩面をたたくような場合に、ハンマーにとりつけられたマイクロスウィッチが故障しやすく、その故障を知らずに打ちつづける可能性があり、測定精度上、調査してえられる数値に不安があるので、捨てさり難い利点を感じてはいるがPP法による傾向が強まつている。

ハンマー起震による測定値の検定にはヒルティ安全鉄打機DX-500型（リヒテンシュタイン製ハンマー型、空包、鉄、鉄板）を利用した。

起震装置、受信計、固定金具、コード連結金具その他付属部品を含めた一連の測定装置は、

一応、電子技術の進歩により幾多不利、難関を克服して開発され市販された計器ではあるが悪条件下に用いる林地用弾性波測定器のコンパクト型携帯機械器具としてみると、本体のさらに小型軽便化はもとより未だ完全に信頼しうる機械ではなく現時点で十分固まっていないうる感を感じたので、今後、試験をすすめるにさいし、現地の林地設計、施工に使用可能な、簡易ながら必要精度のえられる簡易岩石探知機のような計器の改良、開発にも心掛ける。

(昭和42年度)

試験計画2年目は、ひきつづき工事現場における岩質の程度を主として弾性波伝播速度により知るため、9月下旬第1回(大名倉)、10月中旬第2回(大名倉)、12月上旬第3回(佐口谷)を愛知、岐阜県下の国有林関係林道2路線のべ14箇所(該当営林署管内新城10、下呂4)で調査実施した。2年目より調査場所の移動に要する時間を極力ふくみ、往復測定、重複測定を加えまとめた個所の測定にその時間を集中するため路線数をしぼって2路線とした。

また、初年度は火成岩が主な対象となつたので、充分究明できなかつた堆積岩、変成岩の地帯を選び補足して現地試験を進めた。大名倉林道において、こころみに大地比抵抗測定器を使って、ごく局部的な電気探査を併用してみたが資料をとるまでに至らなかつた。1箇所当りの調査範囲を路線延長沿いに20~40mまでひろげ、林道施工前の測量杭による地山調査と同じ場所の施工後における切取り岩面や付近露岩上、路面、切取りり肩上付近林地の各調査を行なつた。計器本体は、初年度使用と同じ測機舎製の携帯用弾性波測定器サイズモカウターであるが、その後集積回路、カドニカ電池等導入され小型、軽便化された改良型である。重量は7.0Kg、外形寸法は縦180mm×横330mm×高190mmとなつた。測定はPP法によつたが、空包を使う建設用鋸打機を利用した起震装置では当初の外国製ハンマー型ヒルティ鋸打機DX-500を国産のピストル型鋸打銃ドライブット440(口径12.7mm)にかえ、引金をひくことにより、叩く個人差をすくなくした。弾丸に相当するドライブピンは試作品を使い、ぶち当てるたたき鉄板は焼きの入れ方を改め(板の焼きが堅すぎると割れ、軟かすぎると板にピンがめりこむ)、さらに初年度用いた鉄板の大きさ(直径120mm、厚さ15mm)を直径200mm、厚さ19mmとした。また、従来、現地の地質状態を客観的におさえるためカラー写真を撮ってきたが、本年度からカラーをやめ白黒写真とした。その理由は、岩石が動植物のように大きさや形が一定しておらず、色も光沢、条痕色を含めて風化その他により分解変色したり、含水状態により濃淡があり、精密分類の参考にはなるが決定的要素とならず、ことさら経済的に高いカラーを使う必要がないからである。

(昭和43年度)

最終年の3年目は初年度、次年度に行なつた岩質の程度による分類で調査できなかつた点を継続して補足するため、7月下旬第1回(第2榎谷、竜ガヒゲ)、9月下旬第2回(竜ガヒゲ、第2榎谷)、11月上旬第3回(第2榎谷、竜ガヒゲ)を岐阜県下の国有林関係林道2路線のべ9箇所(該当営林署管内小坂5、付知4)で調査実施した。昨年同様、路線を2本にしぼって調査箇所における測定時間の集中をはかつた。また、同一箇所における施工前の測量中心杭による地山、施工中の表層土を除きひと皮むいた第1風化帯の岩表面、施工後の切取りり面ときつたまの路面における弾性波伝播速度時間をはかり、測定時点をかえた比較を竜ガヒゲ林道で行なつた。第2榎谷林道既設1と既設2の切取りり面上で左右方向に弾性波往復測定(全体と部分)を行ない、その値と左右0.5m間隔に細かく同一測線上にとられたシュミットテストハンマー値とを対比した。計器本体は2年目と同じ改良型のサイズモカウターを用いランプの表示により、測定はPP法によつた。起震装置もドライブット440を利用した。

調査箇所選定にあたり、導入施工機械の現場作業の難易度と岩質程度の関係について弾性波伝播速度を媒介にして知る地質調査一施工例とするため、名古屋営林局実行路線で請負工事ではあるが作業工程の把握できそうな区間を狙つたが、結局、その工程が判然とつかめなかつたのでこのこころみは果せなかつた。

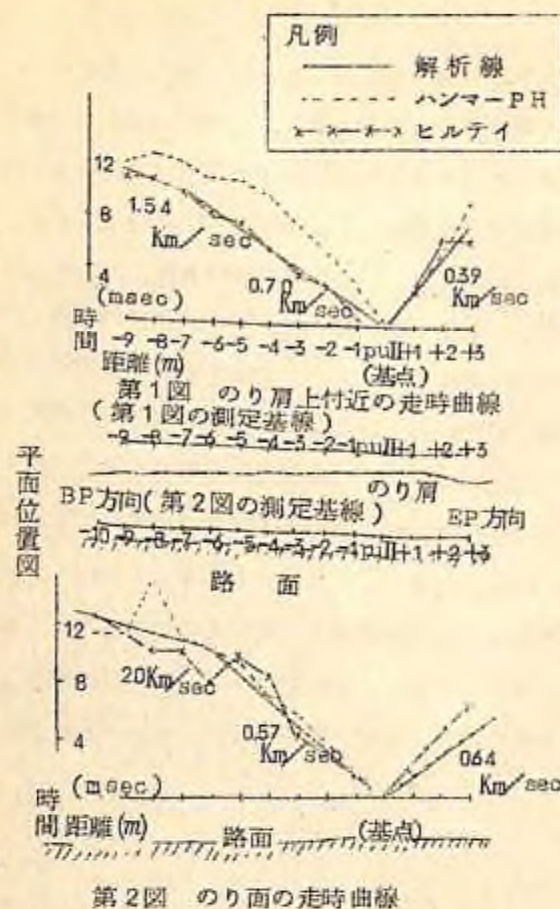
3-2 試験の成果

(昭和41年度)

今回えられた測定値は初年度のこころみによるもので、切取りり面を主に一とおり現地における岩質の程度を打診しただけの値である。調査場所全25箇所のうち72名の18箇所は火成岩で花崗岩表面弾性波速度0.4~3.7Km/sec(シュミットテストハンマー反撥硬度48)、花崗閃緑岩0.5~1.1Km/sec(48~63)、石英斑岩0.2~4.3Km/sec(33~65)、角閃石英斑岩0.7~3.2Km/sec(54~58)、流紋岩0.4~2.7Km/sec(65~67)、石英安山岩1.4~4.6Km/sec(49~60)、安山岩1.0~5.0Km/sec(56~67)である。その他、堆積岩は6箇所(凝灰岩1.2~3.8Km/sec(50~63)、砂岩3.8Km/sec(64~67)、粘板岩3.5Km/sec、チャート2.3~4.8Km/sec(56~61)、変成岩は1箇所(ホルンフェルス3.0~3.3Km/sec(65~72))となつている。なお、概略の測定範囲はのり面左右方向3~20m、上下方向3~7mである。

○ ハンマー値とヒルティ値の比較

出の小路No3(岐阜県恵那郡出の小路、付知営林署管内)石英斑岩



多摩田園都市建設地

多摩川付近の関東ローマ層洪積台地で、均一地層、平坦地表上より比較試験を参考までに行なつた。解析線からえられる信頼限界はハンマー値10m、ヒルティ値80mであつた。ハンマー値におけるPHとPPの差はほとんど認められなかつた。

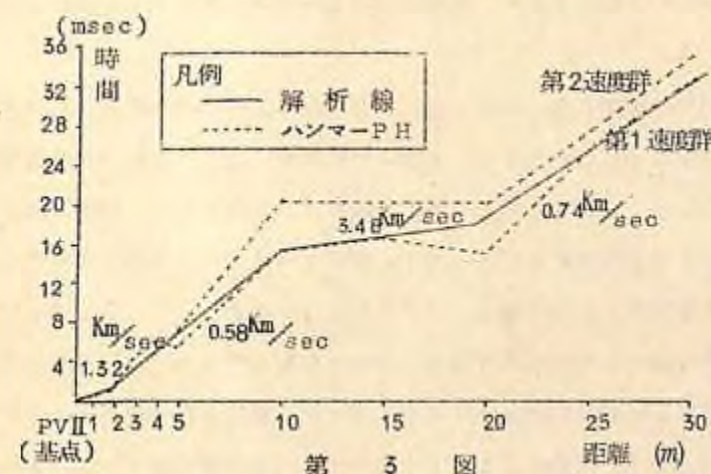
○ ハンマー起震によるPH配置長距離測定

出の小路予I(岐阜県恵那郡出の小路, 付知営林署管内)石英斑岩

柱状節理は前例の出の小路No3と同様である。不規則な割れ目は見られるが風化は進んでいない。第3図は切取のり面において、路面からの高さ1.5mを横方向に測定した例である。距離2~10mの区間で解析線に対し測定値にチラバリがあるのは、のり表面の凹凸等が表面波速度に現われたものと思われる。10~15m間は、安定した屈折波による内部速度を示している。18~20m付近に、ほぼのり面に垂直な傾斜の不連

柱状節理は30cm角程度の角礫あるいはそれ以上の岩塊となり、破砕形は塊状である。不規則な割れ目が発達している。なお測定箇所の、のり肩付近はヘアピンに近い路線の上部路面と、ほぼ、同一面である。第1図と第2図を比較してもわかるように、起震点、ピックアップ取付け対象が岩に直接で安定している第2図の場合は、ハンマーPH値とヒルティ値にほとんど差が認められぬ。しかし第1図のように林内で土をかぶつた岩の土上よりする不安定なときは両者の値に大差が出て、しかも数値がバラついている。すなわち、対象が不安定な場所では、たとえ測定距離が近くても起震エネルギーの大小が測定値に大きな影響を与えるので、この場合、ヒルティ値の信頼度が高らかに高くなつてゐる。

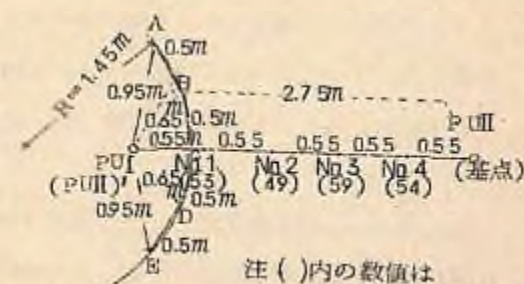
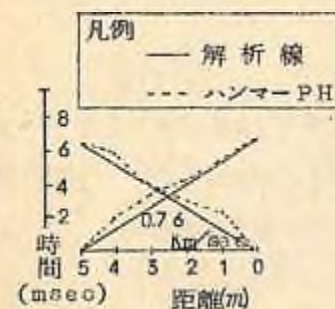
続面があり、20~30mにかけて、ふたたび、表面波速度が予想される。



○ ハンマー起震によるPH配置往復測定

枋洞予II(愛知県北設楽郡枋洞, 新城営林署管内)ホルンフェルス

路側切取がわ、のり尻沿い路面で中心線に平行に測定した例である。第4図に示した平均値は、路面に敷き詰められた角礫(のり切りにより生じ、流用された礫で、変成度の高い緻密な砂質ホルンフェルスである)の表面を伝わる弾性波速度である。なお、一測線の往復測定とは、基点ピックアップIIをその側線の両側線端部で置き換えて測定したものをいう。



注()内の数値は
シュミットテストハンマー値

○ 感度調節器のゲイン数、起震ハンマーの重量と測定値

鼠峠No 2 (岐阜県吉城郡立平、神岡営林署管内) 石英安山岩

岩盤全面にわたり、縦幅20~25cm奥行厚6~8cmの横に長く、規則正しい柱状節理が発達している。

切取り面内で、路面より、ほぼ、目の高さの左右方向に走る節理に基点PUIIを固定し、平行な節理の割れ目をたどり、2.75mの距離にPUIをとり、感度調節器のゲイン数を1, 3, 5, 7, 8と低より漸次高にあげ、5Kgハンマー起震PP法で弾性波速度時間値の変化をしらべたところ、ゲイン数が7~8で求める適正值をえた。

次に、PUIIをPUI位置に移し、PUII'とし、A, B, C, D, E, の各点をPUI'とし、5Kgハンマーに約2Kg小ハンマーを加えて、ゲイン数を8(高)とし(低)に変化させ、起震手打ハンマー重量とゲイン(感度)数の差異による測定値を比較した(第5図参照)。次表によるとPUII'周囲の表面速度は1.0Km/sec前後である。

測 点	A			B			C			D			E		
基点よりの距離(m)	0.95			0.65			0.50			0.65			0.95		
ハンマー重量(Kg)	5	5	2	5	5	2	5	5	2	5	5	2	5	5	2
ゲイン(感度)数	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8
平均測定値(msec)	1.6	0.7	1.2	1.7	0.7	1.4	1.7	0.5	0.5	1.7	0.6	0.7	1.6	0.9	0.9
速度(Km/sec)	0.59	1.36	0.79	0.38	0.93	0.46	0.29	1.0	1.0	0.38	1.08	0.93	0.59	1.06	1.06

ゲイン数が1の場合は明らかに求める波よりおくれた波をつかんでおり、小ハンマーの場合はゲイン数を8まで上げて求める波をつかんだり、つかめなかつたりで信頼できぬ不安定な値を示し、この場所で予想した傾向を数値的に実証できた。

○ そ の 他

現地調査における測定結果(弾性波速度時間値と現地の地質状態連続写真)と応用地質調査事務所室内岩石試験報告書(現地原石よりとった岩石試料の圧縮強度、超音波伝播速度その他)を国鉄の分類(部内用トンネル設計施工資料、昭41-11)と比較対照し前者の後者に属する分類段階を検討すると、「岩石試料」は1~4分類と上半分

階、「切取り内部の表層」は4~7分類、「切取りの表面」は5~7分類と下半分段階に判然と分かれた。

(昭和42年度)

のべ14個所のうち堆積岩は佐口谷の4個所、チャートである。その弾性波速度は施工後切取り表面で測点2551~測点2572間において0.40~0.77Km/sec, 0.82~1.05Km/sec, 測点2501~測点2513間において0.67~0.76Km/sec, 0.81~1.07Km/sec, 1.11~1.27Km/sec, 1.67Km/sec また、施工後のり肩上付近林地で測点2551~測点2572間において0.37~0.74Km/sec, 0.80~1.29Km/sec, 2.50Km/sec, 測点2501~測点2513間において0.53~0.88Km/sec, 1.11Km/sec, 1.29~1.75Km/sec, 2.33Km/sec である。変成岩は大名倉の10個所、石英片岩である。その弾性波速度は施工前の測量杭でIP46付近では0.51~0.71Km/sec, IP50~IP52間において0.42~0.89Km/sec, 0.91~1.38Km/sec, 1.39~1.59Km/sec, 3.18Km/sec, IP56~IP59間において0.26~0.43Km/sec, 0.45~0.78Km/sec, 0.84~1.33Km/sec, 1.57~2.0Km/sec, また、施工後切取りの表面で測点1240付近では1.35Km/sec(シュミットテストハンマー反撥硬度22~25), 同じく測点1382付近では1.38Km/sec, 2.37Km/sec(26~36), その他ある測点では1.20Km/sec(15, 44, 63), 施工後路面で、上敷砂利等敷込まぬ前の状態でIP50~IP52間において0.76~0.79Km/sec, 0.82~1.30Km/sec, IP56~IP59間において0.48~0.91Km/sec, 1.03~1.04Km/sec, 1.51~1.82Km/sec また、施工後のり肩上付近林地でIP50~IP52間において0.21~0.38Km/sec, 0.61~0.79Km/sec, 1.03~1.22Km/sec, 2.50Km/sec, IP56~IP59間において0.40~0.77Km/sec, 1.07~1.09Km/sec, 1.75~1.94Km/sec, 2.73Km/sec であつた。測定範囲はチャートでのり面、のり肩上ともに左右方向15mまで、のり面、のり肩上ともに左右11~12m, 切取つたままの路面では10~16mまで一度に測定することが出来た。

調査個所のうち数例をあげ次のとおり説明する。

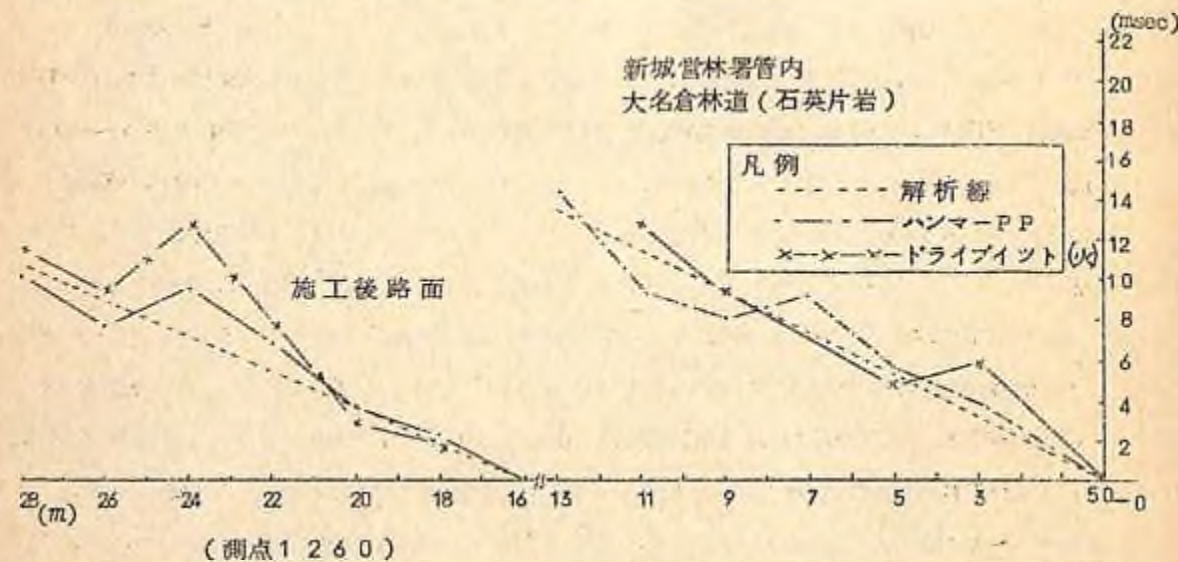
大名倉林道(愛知県北設楽郡田口町大名倉新城営林署管内) 石英片岩

砂質系の結晶片岩で白色、淡緑色の絹雲母が片理面で輝き片状組織が著しい。中粒以下の等粒片状で成分鉱物に並行構造のあるものがありうすく割れる小さな褶曲多く小断層や割目が多い。なお、岩質そのものの含水率は比較的少ないが、褶曲のため空隙多く、湧水もみ

れた。基岩の風化した岩塊、礫も多くみられた。当該路線はブルドーザーのみの作業か、ブルドーザーにコンプレッサを加えた作業とするか一見して決めかねるような軟岩、硬岩の接点現場である。

○ IP50～IP52：路面測線の片側測定（施工後）第2回調査

天候くもりのちあめ。上敷砂利等ひいてない切つたままの路面でドライブイットとハンマーのPP法により調査した14と15の間にIP51があり、0を原点（PUⅡ）に13まではかつた解析線は0.96Km/secであつた。次に原点（PUⅡ）を16に移し、その先を28まではかつた解析線は1.11Km/secであつた。



○ 測点1240付近：切取りり面測線の片側測定（施工後）とシュミットテスト

ハンマー反撥硬度測定との併用第2回調査

天候小雨。名古屋営林局土木課のシュミットテストハンマーによる岩石調査地内で、測点1240付近 石英片岩



シュミットテストハンマーで打つと薄く割れ22～25と反撥硬度が30未満の軟岩値を示した。切取りり面左右方向に3.10mの距離をとり、サイズモカウンターのハンマーPP法により弾性波速度を測定したところ波回

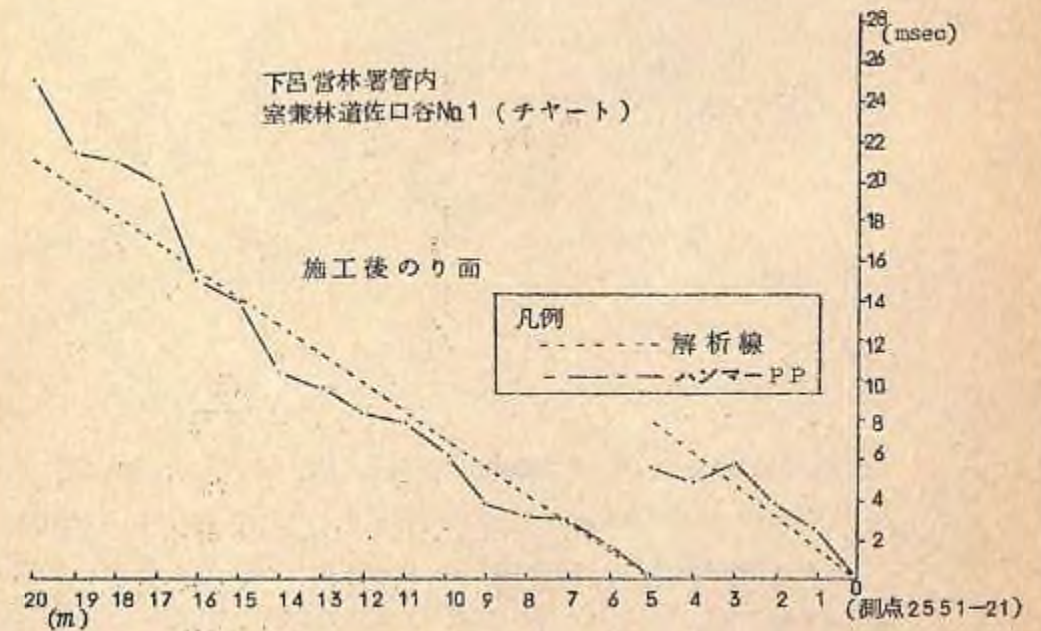
起震しても2.3 msec (= $\frac{2.3}{10000}$ 秒) の定値を示した。すなわち、速度は1.35 Km/sec である。

室兼林道佐口谷支線（岐阜県加茂郡七宗下呂営林署管内）

チャート 古生代の砂岩、粘板岩等の互層で岩質そのものは堅く緻密であるが脆く、割目が著しく発達し、風化による岩塊、礫もみられた。測点2551～測点2572間では特に岩盤全体がゆるんでみえる部分があつた。測点2501～測点2513間では褶曲作用等により細かい多数の亀裂を生じていた。

○ 測点2551～測点2572（21m）：切取りり面測線の片側測定（施工後）第3回調査

全体は褐色で原点0付近のみ緑色チャートである。天候はれ。昭和42年度実行区間内終点付近西向斜面。ドライブイットの使用が困難であつたためハンマーPP法によつた。0を原点（PUⅡ）に5まではかつた解析線は0.63Km/secであつた。5の前後に縦横の亀裂が多くみられたためか6までは弾性波が減衰して達しなかつた。従つて、原点（PUⅡ）を5に移した。その先20まではかつた解析線は0.71Km/secであつた。

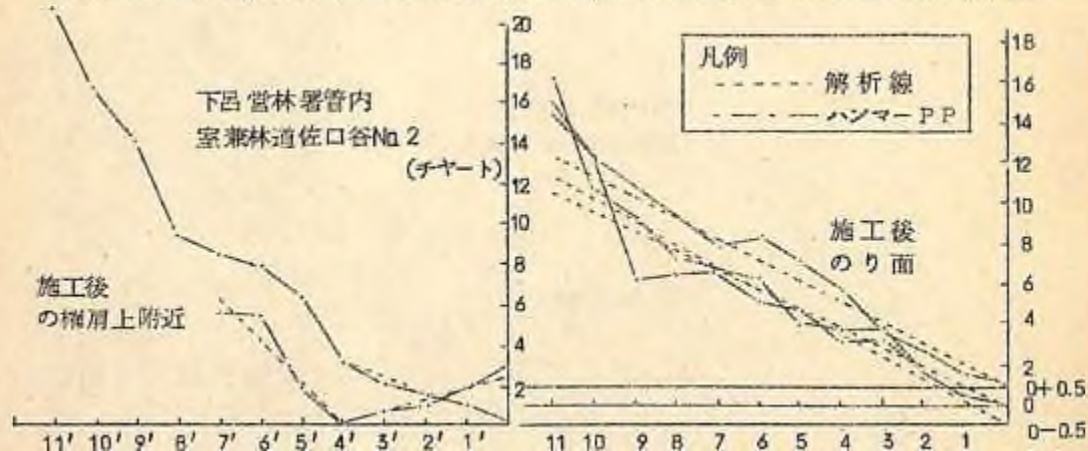


9より11までの区間は粘度を挟み褶曲が多い。14より16までは、ハンマー起震をするさい、10打ぐらいでり表面が崩壊した。15より17の間において、切取りの面左右測線に対し、これに上下直角方向に数本の測線を取り、5よりの平均速度をはかつたところ、路面よりの高さ1.6mの左右水平測線より下は1.01~1.17Km/sec、(バラツキ気味)上は0.44~0.67Km/sec という値が出た。

○ 測点2501~測点2513(12m): 切取りの面測線の片側測定と切取りの面上測線の往復測定(施工後)第3回調査

天候はれ。昭和42年度実行区間南向斜面で、測点2551~測点2572より全体的に岩の目が細かい。その細かい亀裂のため、PP法でも、定められた測点の岩面に正しくピットアップ(PUI)を固定することが出来た。切取りの面内に路面より1.6m高の水平な左右基測線を設け、さらに、基準線の上、下共に0.5m幅をとつて基測線に平行な測線をころろみに設け、左右方向のり表面のハンマーPP法による弾性波伝播速度を測定した。

外見して、岩盤全体がゆるんでグザグザの感があつた9、10、11付近は測定値にもバラツキがあつた。解析線よりみた基準線の速度は1.00Km/sec、その上の測線におけ



る速度は0.96Km/sec、下の速度は0.86Km/secであつた。なお、調査測定中、同軸コード端に取付けているコネクター部において、コードの素線が切れ変値が出たが、修理して一部再測を行なつた。施工後のり面上付近林地は土かぶり基岩上の土層すくなく、設定した測線上でも1'、3'、4'、6'は風化した露岩の上であつた。7'、8'はスギの太い根があり、9'、10'、11'はザタザクで破碎帯状を呈し、測定値にバラツキがみられた。解析線からみた原点(PUI)0'より4'までの速度は1.49Km/sec、4'に原点を

移し測定したその先の速度は0.47Km/secであつた。

(昭和43年度)

調査測定したのべ9箇所はいずれも火成岩に属する石英斑岩である。弾性波伝播速度は付知営林署管内竜ガヒゲ林道(岐阜県恵那郡東段)において、施工前測量杭測線の往復測定(7月下旬)結果0.28~0.71Km/sec、同じところの施工中表土を除きひと皮むいた風化岩上の往復測定(9月下旬、走時曲線1参照)で0.53~1.05Km/sec、



走時曲線 2

時間 (msec)

亀ガヒゲ林道
切取りのり面 (施工後)

快晴

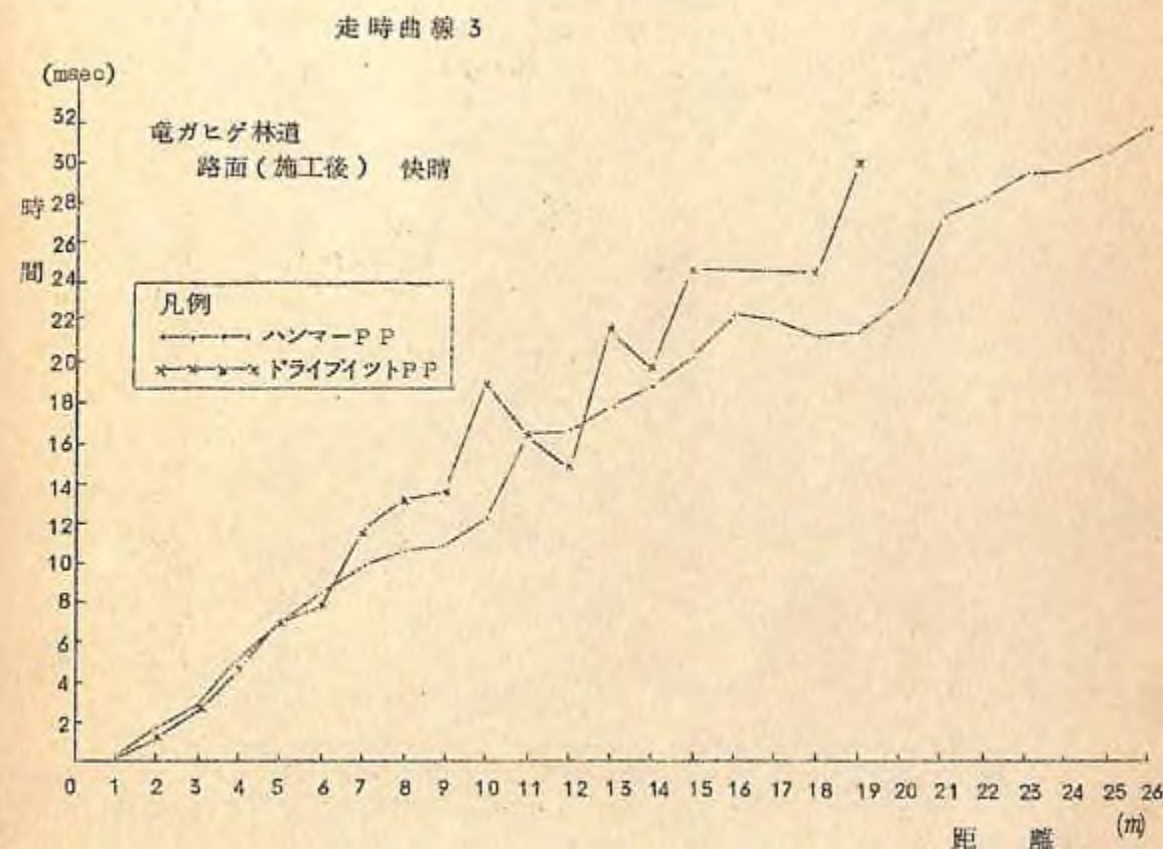
凡例

- 解析線
- ハンマーPP
- ドライブビットPP

距離 (m)	解析線 (msec)	ハンマーPP (msec)	ドライブビットPP (msec)
0	0	0	0
1	0.5	0.5	0.5
2	1.5	1.5	1.5
3	2.5	4.0	2.5
4	3.5	3.5	3.5
5	4.5	5.0	4.5
6	5.5	5.5	5.0
7	6.5	8.5	6.5
8	8.5	8.5	8.5
9	14.5	14.5	14.5
10	18.0	16.0	16.0
11	19.5	17.5	17.5
12	17.5	17.5	17.5
13	18.0	17.5	17.5
14	20.5	17.0	17.0
15	32.5	20.5	20.5
16	30.5	22.5	22.5
17	50.0	34.5	34.5

距離 (m)

路面の片側測定(11月上旬, 走時曲線3参照)で0.57~1.02 Km/secであつた。測定距離は26mである。

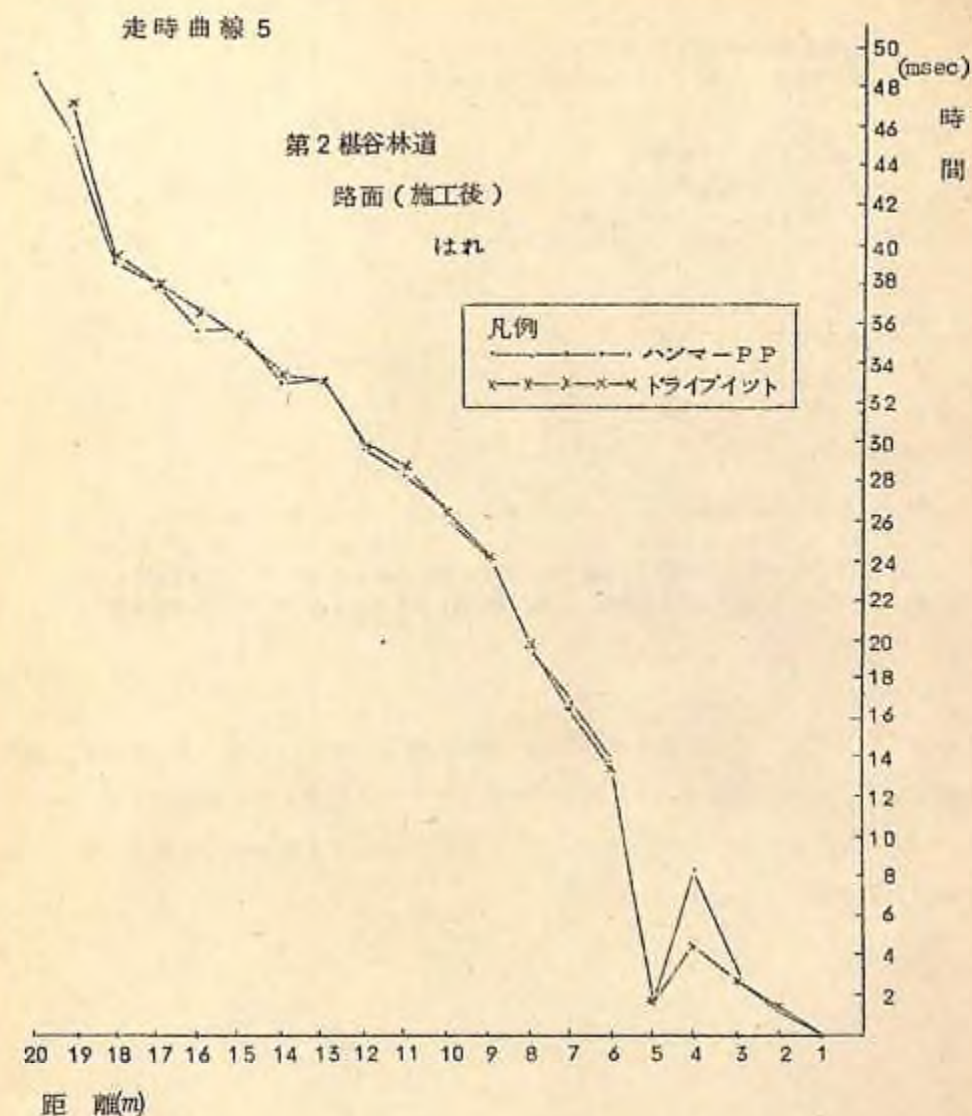


また、小坂宮林署管内第2槻谷林道(岐阜県益田郡)において、施工前測量杭測線の片側測定(7月下旬)結果 $0.31 \sim 0.53 \text{ km/sec}$ 、同じところの施工後切取り面の片側測定(11月上旬、走時曲線4参照)で $0.30 \sim 0.48 \text{ km/sec}$ 。

—223—



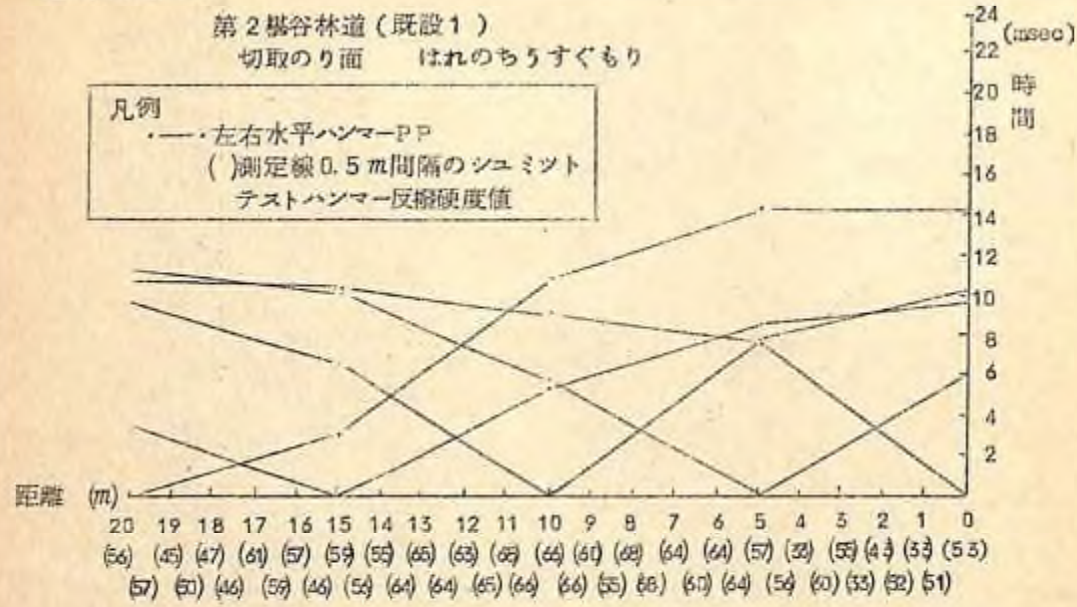
路面の片側測定（11月上旬，走時曲線5参照）で $0.33 \sim 0.71 \text{ Km/sec}$ であつた。一様の土石で測定距離は20mである。



さらに，第2 樺谷林道他所既設1と既設2の2箇所においてのり面左右方向の弾性波伝播速度の全体および部分往復測定を追加したが，既設1（7月下旬，走時曲線6参照）では測定距離20m，多様の風化岩で弾性波速度値は $0.64 \sim 0.93 \text{ Km/sec}$ （低）， $0.94 \sim 1.34 \text{ Km/sec}$ （中）， $1.39 \sim 1.89 \text{ Km/sec}$ （高），シュミットテストハンマー反撥硬度値は33（低），44～57（中），59～68（高）であつた。

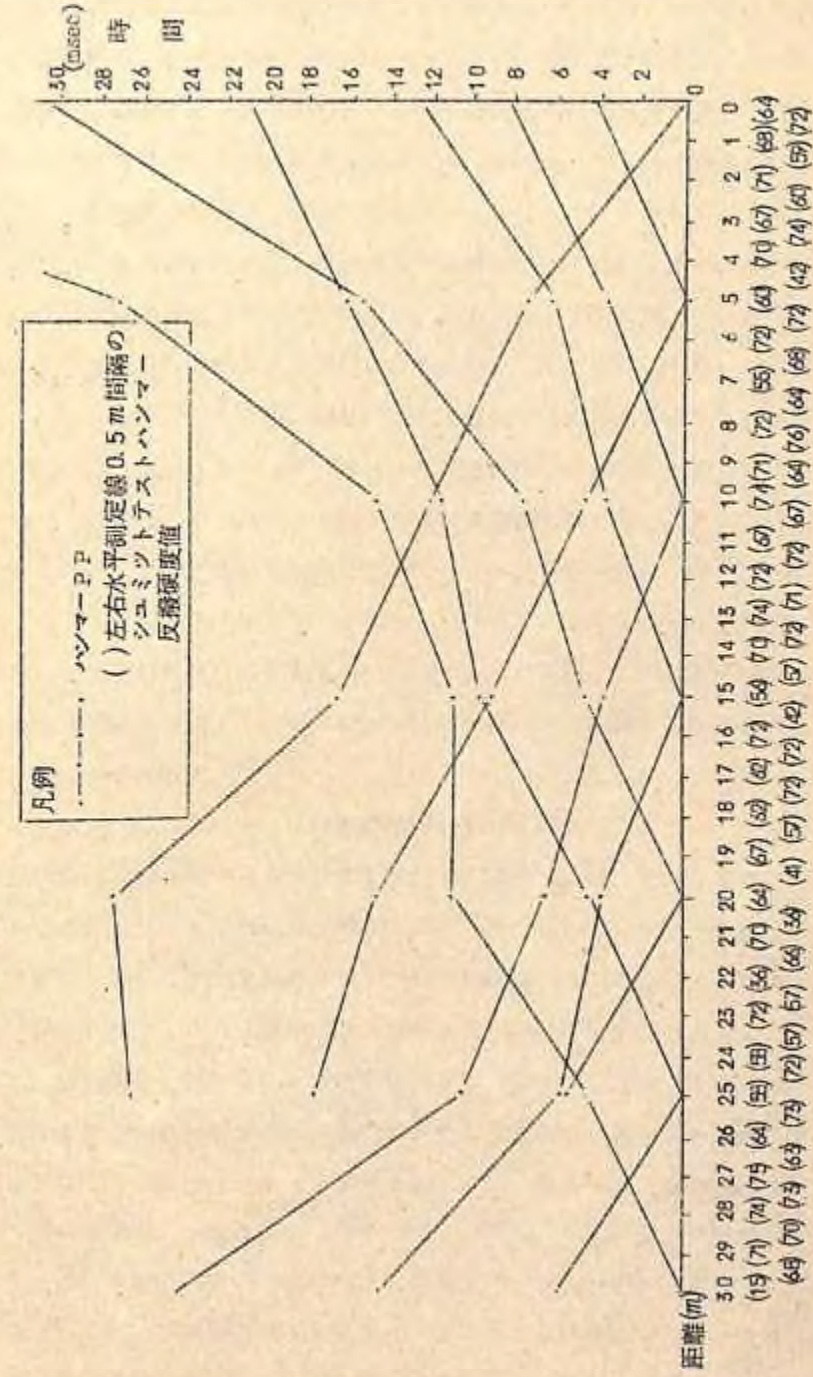
走時曲線 6

第2榎谷林道(既設1)
切取りのり面 はれのちうすぐもり



既設2(9月下旬, 走時曲線7参照)では測定距離30m, 同じく多様の風化岩で弾性波速度値は0.56~0.97Km/sec(低), 1.02~1.41Km/sec(中), 1.54~1.72Km/sec(高), シュミットテストハンマー反撥硬度値は36~42(低), 55~68(中), 70~76(高), であつた。

走時曲線 7
第2榎谷林道(既設2)
切取りのり面 はれ



4. 考 察

PH法、PP法に拘らずコンパクトな携帯計器を用いて信頼度の高い弾性波速度時間値を得るためには、打撃起震点下の媒質の内部状態を安定させ、受信計を媒質に確実に固定することが大切である。このことは至極あたりまえのことではあるが林地の場合等では現実になかなか実行され難いことである。従つて、受信計を直接、岩に取付けてするような切取り岩面、岩切取部分の路面での測定は比較的安定した値がえられ、林業土木の実用範囲で岩質の程度を弾性波速度により関連づけタイプ分けする方向が判然としてきた。しかし、地震探索器本来の機能であらねばならぬ施工前の地山や施工後の切取り肩上付近林地のような基岩にかぶつた土上からする内部探索は悪条件が重なり、起震点をよくつきかため鉄製打板を置き、地表層をはぎ、掘りとり地ならしして受信計を地盤にしつかり取りつけ、またそのかわりに固定用金具を長くして打込んでみる等工夫を凝らし、さらに測定基線の選定、測定計器類の配置に充分注意したが、概してバラツキ多く不安定な値をえて走時解析、地質的解釈などとりまとめを困難にする傾向がみられた。この種の非破壊計器で行なう測定は、医者の打診と聴診のようなもので、そのはかろうとする目的にそつたあて方技術の巧拙如何が直接測定結果にかなりの影響を与えている。今後の調査はバラツキ多く、不安定な値を示す個所にしほり、サイズモカウンターのランプによる一義的な時間表示のみでなく、起震源に生じ、媒質をとおり受信計に達する弾性波の状態をシンクロスコープで観測したり、その個所を直接試掘する等今迄の測定値を裏付ける資料を早急にとりバラツキ、不安定の根本的な解決をはかる必要がある。このことは、ひいては実用的な林道用測定装置の改良、開発にも通じ、また、それら機械器具による測定値の検定、走時解析の精度向上にもなると思われる。また、野外試験に平行して、現地より持帰つた岩石試料や簡易化した標準地質構造模型、さらに5Kg、2Kg各ハンマー、建設用鉄打銃の空包等各起震機器により生ずる波の差異観測、ピックアップ固定度合その他に関し、超音波を用いて、蓄積管を有する特殊シンクロスコープで詳細観測する等による多角的な室内基礎実験も必要に応じて行なわねばならぬ。継続試験当初の計画では、最終年にあたる昭和43年度に導入作設機械による岩に対する林道施工の難易度と工法選択の判定法を確立するため、岩の状態よりくる作業の難易を弾性波伝播速度を主に表わすこと、換言すれば、岩石掘削施工法と火薬の有無、適正火薬量とリツパビリテイ等を対象岩体の弾性波速度時間値との相関から究明することになつていたが、請負事業その他諸事情により調査箇所を含む区間毎の工期が正しく確信をもつて把握されなかつたため弾性波速度で表わされた岩質の程度と機械工期がむすびつけられぬまま初年度、次年度値と共に機械施工の難易による岩石仕分け要素を含まぬ値にとどまつた。なお、岩をその特性の類似したいくつかの群に大別するときには、

火成岩、変成岩は主として成因により、堆積岩については成因のほかは構成物質の粒度、粒子間の膠結物質を考慮して決める。機械施工の工期には、林道作設のさい破砕し、剝落する対象岩石の断層、層理、節理、亀裂の方向、切取量の大小に対する火薬の使用量、リツパビリテイや導入機種、重量および性能など複雑なとりあわせが伴うが、とにかく、岩の弾性波速度値を現場の工事に活用し役立て、実用化するためには、さらに、ブルドーザ、リツバー、掘削系ショベル、コンプレッサー車等導入施工機械およびそれら機械の組合せ効果による作設作業の難易工期とむすびつけることが必要である。また、この試験研究を巾広く軌道にのせるためには、林試内はもとより関係各方面の研究グループとサブテーマを分担しての共同研究が望まれるが、ダム、トンネルなど岩盤力学を中心に調査研究を進展させている土木学会の「岩盤力学委員会」の岩石分類に関する諸資料とともに、土質力学と岩盤力学をむすびつける動きが最近活発となつてきた土質工学会の「岩の力学委員会」による岩の統一分類資料は参考文献として役に立つものと思われる。

A 測定機械・器具および付属品



新機舎製携帯用弾性加速度時間計（改良型）



地震装置に利用した国産ビートル型鉄打鉄ド
ライブイットとたたき鉄板。ピットアップお
よびその固定棒



フンタン加速度ピットアップ受信計
（仁丹テルモ製AP-500）



表層土を除き、ひと皮むいた風化岩表面における測定
（竜ガヒゲ林道）



同上ピットアップ取付用岩固定ハーネン



たたき鉄板（直径120mm，厚さ15mm）

B 代表的な調査地

B-1 昭和41年度



本調査第1回七宗(チヤート)
下島宮林署管内



本調査第1回兵衛谷(安山岩)
小坂宮林署管内



本調査第1回鹿角(ホルンフェルス) 新城宮林署管内



本調査第1回蔵川(花崗岩)
新城宮林署管内



本調査第2回黒井沢(花崗岩) 中津川宮林署管内



本調査第2回出の小路(石英斑岩)
付知営林署管内



本調査第1回蒲田右保(石英斑岩)
神岡営林署管内



本調査第1回蒲田左保(流紋岩質凝灰岩)
神岡営林署管内



多摩田園都市建設地(関東ローム層洪積台地)
横浜市



第2回調査大名倉IP50～IP52(石英片岩)
新城営林署管内



第2回調査大名倉IP56～IP59(石英片岩)
新城営林署管内



第3回調査佐口谷観点2551～観点2572(チャート)
下呂営林署管内



第3回調査佐口谷観点2501～観点2515(チャート)
下呂営林署管内



第1回調査第2横谷(石英斑岩)
小坂岩林署管内



第3回調査電ガヒダ(石英斑岩)
付知岩林署管内



第1回調査第2横谷既設1(石英斑岩)
小坂岩林署管内



第2回調査第2横谷既設2(石英斑岩)
小坂岩林署管内