

受入ID-1519990824 D00253

昭和 49 年 度



# 国有林野事業特別会計 試験成績報告書

(完了分)

昭和 50 年 7 月



02000-00043085-8

林 業 試 験 場

## 目 次

林業労働安全に関する調査 .....	1
森林施業体系因子の総合検討 .....	19
航空機による林野火災の消火技術の確立 .....	37
林道法面緑化施工跡地の追跡調査 .....	67

# 林業労働安全に関する調査

—労働災害の原因分析—



## I 試験担当者

機械化部作業科作業第1研究室

辻 隆道、石井邦彦、豊川勝生

## II 試験目的

昭和45年度に発生した労働災害の内容について、前回の昭和38年度と同じように発生の原因分析をこころみ、両者を比較しながら、その間における労働環境の変化にともなう労働災害の質的・量的な内容を追求し、新しい防止対策を求めるために、この分析を行なうものである。

## III 試験の経過と得られた成果

前年度に引き続き詳細な分析に入った。分析に当って6事業に分け、その中を中項目としてまとめ、作業を23項目とした。各項目については

1. 年令別・男女別分類
2. 経験年数別・男女別分類
3. 月別・男女別分類
4. 災害部位別分類
5. 災害傷病名分類
6. 受災時の使用器具
7. 加害物件の分類
8. 災害発生経過の分類

以上の内容にまとめ、38年度と比較し、その変化について論じたものである。

「45年度国有林野事業労働災害分析報告書」として昭和49年12月25日、試研756号で林野庁に提出した。

同報告書内容の一部、伐木造材作業について分析、取りまとめの内容を示す。

### ・ 伐木造材作業の災害分析

伐木造材作業総件数は38年度604件であったのが、45年度には490件に減少してきた。伐倒（かかり木処理を含む）、玉切（枝払作業を含む）に分けると、伐倒では194件が175件に、玉切では410件が315件にと減少した。特に玉切の減少が多くみられるのは全幹集材の普及により、盤台上での足場の良好な所での作業が増大したことによるものである。

伐木造材作業の受災時についてみると（表1）伐倒作業では6月が23件、次いで10月が



21件、7月が20件となっており、造材作業では10月が41件、7月が37件、9月が35件となっている。全体的に見ると

45年度

10月(13%)—7月(12%)—9月(11%)—6月(10%)

38年度

7月(15%)—6月(14%)—9月10月(各12%)—8月(11%)

両年度を比べてみても8月は全国的に旧盆による休みが多いのと、季節的に暑くなる月でもあり、その前後の7月、9月が最盛期といえよう。なお通年雇用・機械化の普及により冬山作業も増加しており、38年度に比べてその時期における災害は増加している。

伐木造材作業がチェーンソー使用により肉体労働力の軽減にはなったものの、相当高度な技術が要求されるなど、技術習得に必要な期間が要求されるので、年令的には中堅者が中心(表2)となることは必然的であろう。

また経験年数(表3)にしても相当に長い人々が多くみられる。38年度に比べて、年令、経験年数とも5年位の差であるが高くなっている。他の作業に比べて高令化の傾向は少ない。

これは伐木造材作業が高度の技術を身につけなければ出来ないだけに職種としては作業員が固定しているものと考ええる。

災害部位について見ると(表4)、伐木作業および玉切作業においては非常に異なる。

#### ・ 伐木作業

頭(19%)—腿(15%)—足(15%)—面頸(11%)

#### ・ 玉切作業

足(29%)—腿(14%)—眼(9%)—胸(9%)

となっており、伐倒作業においては頭が多く、玉切作業では足に集中している。

災害程度別に見ると伐木作業では死亡3件で1.7%、重傷が45.7%、中等傷が33.8%、軽傷で17.7%、玉切作業においては死亡は1件で0.3%、重傷が42.5%、中等傷が40.7%、軽傷が14.9%となっている。

伐木作業は死亡・重傷が玉切作業に比べて多くなっている。とくに死亡においては伐木作業では頭、面頸、玉切作業では頭によるものであり、いずれにおいても頭部の災害は非常に危険であるといえる。

災害部位について38年度と比べると、

45年度

足(24%)—腿(15%)—頭(10%)—面頸(9%)

38年度

足(23%)—腿(22%)—胸(11%)—手(10%)

となっており、45年度の足、腿の災害は38年度と同じ順位であるが胸、手の災害より頭、面頸の災害が上位になって来たことは注意すべきことである。なぜならば上部からの落下物による頭部、面頸の衝撃による災害は死亡、重傷につながるからで、それがためにも作業前の周囲の安全確認が不十分ではなかろうかと考えられる。

傷病名を見ると(表5)伐木作業の死亡は挫滅、骨折、打撲、玉切作業では骨折によるものである。伐木、玉切作業を一括して見ると

45年度

切創(23%)—挫創(22%)—打撲(20%)—骨折(16%)

38年度

切創(25%)—挫創(21%)—骨折(19%)—打撲(19%)

の順となり、45年度は切創、骨折の占める比率は減少しているが、挫創、打撲は増加している。

災害部位と傷病名との関連について見ると足—切創(9%)、腿—切創(5%)、足—挫創(5%)、腿—挫創(4%)、胸—骨折(4%)、頭—打撲(4%)、足—打撲(4%)、足—骨折(3%)、面頸—挫創(3%)、眼—眼内(3%)の順になっている。

以上は伐木、玉切作業の全般にわたって、作業員を中心とした分析であるが、伐木と造材作業ではその作業の質的内容の差異からくる所の災害も異なるので、つぎに細部について両者別に分析を行なう。

#### 伐木作業

伐木作業は要素作業が多く、複雑にからみ合いながら作業が進められている。技術的に上位の作業員はその手順が非常によく決まっており、非常に少ない要素作業の組み合わせで材を処理している。すなわち合理的な体の動かし方で作業を進めている。

伐木作業における受災時の使用器具について見ると(表6)使用器具を持たない場合の災害が多い。例えば退避時の25%、退避歩行中の24%、次いでチェーンソー使用中が21%、チェーンソー持歩行が9%となっており、実際に器具を使用しているときは緊張しているせいか災害も少ないが、立木が倒れて退避するときなどは作業の一段落した心のゆるみが生じて環境に対する配感が薄らいでいるのではないだろうか。



被災したときの加害物件（表7）についてみると

45年度

落下枝（24%）—伐倒木元口（17%）—ソーチェーン（12%）—枝条（9%）—鉋の刃（6%）

38年度

伐倒木元口（15%）—ソーチェーン（10%）—枝（7%）—鉋の刃（7%）—丸太（6%）—枯枝（6%）

の順になっている。退避中と退避歩行時の落下枝による災害が多く見られることは伐倒木の準備作業、特に退避場所の選定や、その時の環境、上方への注意が欠けているのではないかと考えられる。

伐木作業の要素作業との関係を見ると（表8）、退避が29%を占めており、次いで追口切りが29%、かかり木処理が14%となっている。とくに伐倒作業では、かかり木処理による災害が多いということが常識のようにいわれているが、今回の分析および38年度の分析においてもかかり木処理による災害は案外少ない。すなわち38年度は18件で9%、45年度は24件で14%となっている。

要素作業で災害の多い、追口切り、退避、かかり木処理、歩行について、災害発生経過について見ると（表9）、追口切りでは伐倒木の方角変化が8件で5%、他木の枝の落下が8件で5%、次いで枝からみによる他の倒木によるものが7件で4%となっている。

追口切りにおいて受口の作製不備、および準備作業による上方の不確認等によるものが多い見受けられる。

退避においては他木の枝落下が20件で11%、伐倒木自体の枝落下が8件で5%などが主なるもので、退避時期の遅れ、すなわち伐倒木が相当に傾いてから退避に移るので隣接木の枝あるいは自体の枝の落下による災害が多いのではないだろうか。あるいはチェーンソーの切断速度が早く、退避の時期を失することが多くなったとも考えられる。筆者が現地で見ても切断速度が早くなっており、また受口の作り方がチェーンソーで容易になったためか良く受口を修正しているのを見かけるが、このような時に受口の切り過ぎがないか、それによって伐倒木の方角変更や、倒れ始めが思ったより早く始まるのではないだろうか。なお人力当時は矢を使って伐倒方向を調整しながら伐倒したが、現在では余程の大径木でない限り、矢の使用が少なくなっている。

かかり木処理においては伐倒木の枝および他木の枝の落下による災害が多い。枝の落下が6

表3 経年数階層別分類

年 数	45 年 度				38年度	
	伐倒	玉切	計	比率	比率	
3	33	64	97	198	322	
4	4	15	19	39	121	
7	22	26	48	98	101	
10	17	37	54	110	159	
13	10	34	44	90	113	
16	39	56	95	191	78	
19	21	32	53	108	35	
22	12	25	37	76	26	
25	7	12	19	39	17	
28	5	3	8	16	12	
31	2	5	7	14	0.3	
34		5	5	10	0.3	
37	2		2	0.4	0.5	
40	1	1	2	0.4	0.5	
計	175	315	490	100.0	100.0	

表2 年令階層別分類

年 令	45 年 度				38年度	
	伐倒	玉切	計	比率	比率	
17		1	1	0.2	18	
18		14	21	4.3	99	
23	7	32	44	9.0	20.7	
28	12	68	107	21.8	21.3	
33	39	82	124	25.3	14.6	
38	42	70	114	23.3	11.9	
43	44	27	47	9.6	8.1	
48	20	15	22	4.5	6.6	
53	7	4	8	1.6	3.6	
58	4	2	2	0.4	1.3	
63					0.2	
73						
計	175	315	490	100.0	100.0	

表1 月別分類

月	45 年 度				38年度	
	伐倒	玉切	計	比率	比率	
4	14	15	29	5.9	6.0	
5	13	28	41	8.4	9.8	
6	23	28	51	10.4	14.1	
7	20	37	57	11.6	15.2	
8	12	20	32	6.5	11.1	
9	17	35	52	10.6	11.9	
10	21	41	62	12.7	11.9	
11	11	27	38	7.8	7.3	
12	15	19	34	6.9	4.3	
1	11	15	26	5.3	2.8	
2	11	26	37	7.6	3.3	
3	7	24	31	6.3	2.3	
計	175	315	490	100.0	100.0	



表 4 災害部位別分類

	45 年 度			38 年度	
	伐倒	玉切	計	比率	比率
頭	34	16	50	10.2	5.1
眼	14	29	43	8.8	4.3
面	20	26	46	9.4	6.5
背	14	6	20	4.1	3.1
胸	11	27	37	7.5	10.6
腰	9	11	20	4.1	5.5
腕	3	7	10	2.0	2.5
手	12	25	37	7.5	9.6
指	4	6	10	2.0	3.6
腿	27	45	73	14.9	22.0
足	26	92	118	24.0	22.9
趾	1	25	26	5.3	4.3
全身	175	315	490	100.0	100.0
計					

表 5 災害傷病名別分類

	45 年 度			38 年度	
	伐倒	玉切	計	比率	比率
擦	4	1	5	1.0	1.0
刺	6	2	8	1.6	1.7
切	22	89	111	22.8	25.1
切	1	1	1	0.2	0.5
裂	8	25	33	6.7	3.8
挫	45	64	109	22.2	20.5
挫	1	5	6	1.2	1.2
挫	9	1	1	0.2	0.5
挫	7	16	23	3.3	3.6
捻	3	3	6	0.6	0.3
脱	29	48	77	15.7	1.92
骨	7	11	18	3.7	1.7
内	3	3	6	0.6	1.5
炎	1	1	2	0.2	0.2
(熱)					
他	42	54	96	19.5	1.87
皮膚炎	1	1	2	0.4	
傷					
打					
損					
その他					
計	175	315	490	100.0	100.0

表 6 使用器具の分類

使用器具	件数	比率
なし(退避)	43	24.5
退避歩行	42	24.0
チェーンソー	36	20.5
チェーンソー持歩行	15	8.6
タ	11	6.3
手	10	5.7
斧	5	2.9
歩	4	2.3
鋸	3	1.7
道具持歩行	1	0.6
スコップ	1	0.6
不明	4	2.3
計	175	100.0

%を占めている。歩行作業においては足がすべったり、引かけたりする災害が多く4%を占めている。

38年度に比べると

45年度

追口切り

方向変化(5%)—他木の枝落下(5%)—枝からみによる他の倒木(4%)

38年度

材がさける(5%)—方向変化(4%)—チェーンソー鋸先がふれる(3%)

退避

45年度

他木の枝落下(11%)—伐倒木の枝落下(5%)

38年度

方向変化(5%)—かかり木となる(4%)—他木の枝落下(4%)

#### ・造材作業

造材作業は測尺・枝切り・玉切と大きく分けて三つの異質な作業がお互いの関連のもとに行なわれている。伐木作業に比べると作業内容においては複雑になっている。しかし最近では、全幹材、全木材の集材が多くなったため林地に比べて足場の良い盤台上での玉切が多くなっている。

使用器具の分類を見ると(表10)、チェーンソーが62%と半数以上を占めており、38年度は52%であったのに比べて10%も増加している。

次いで斧が18%で38年度の20%に比べて減少している。

災害時の直接加害物件についてみると(表11)

45年度

ソーチェーン(31%)—丸太(18%)—斧(14%)—枝(11%)—枯枝(4%)

38年度

ソーチェーン(24%)—丸太(18%)—斧(15%)—枝(6%)の順となっており

45年度ではソーチェーンおよび枝による災害が増加している。また加害物として38年度は45項目あったが45年度には23項目に減少している。このことは盤台上での作業が多くなったために、作業環境が林地の傾斜地より良くなったことを示すものであろう。

要素作業による分類(表12)をみると、



表7 加害物件の分類

加害物件	件数	比率
落下枝	42	24.0
元口	29	16.5
ソーチェーン	21	12.0
枝条	16	9.0
ナタ	10	5.7
転倒木	7	4.0
枯損木	6	3.4
他人の伐倒木	6	3.4
転落全幹材	5	2.9
ゴミ	5	2.9
地表	4	2.3
転石	4	2.3
末木	2	1.1
チェーンソー	2	1.1
竹の切口	2	1.1
末口	1	0.6
ウルシ	1	0.6
姿勢	1	0.6
ツル	1	0.6
ハシゴ	1	0.6
斧	1	0.6
トゲ	1	0.6
伐根	1	0.6
スコップ柄	1	0.6
ホールバックライン	1	0.6
ハチ	1	0.6
ノコ屑	1	0.6
不明	2	1.1
計	175	100.0

表8 要素作業の分類

	要素作業	件数	比率
主体	受口切	4	2.3
	追口切	50	28.6
	矢打	3	1.7
	退避	51	29.1
	計	108	61.7
付帯	障害木切	6	3.4
	障害除去	13	7.4
	かかり木処理	24	13.8
	根掘り	1	0.6
	チェーンソー引放	2	1.1
	作業歩行	15	8.6
	その他	3	1.7
	計	64	36.6
余裕	道具とり歩行	1	0.6
	不明	2	1.1
合計	合計	175	100.0

表9 災害発生経過の分類

要素作業	発生経過の状況			件数	比率
	一次発生	二次発生	三次発生		
追口切り	足がすべり	転倒		3	1.7
	足場がぐらつく			1	0.6
	伐倒木の方向の変化	かかり木となる	かけた木の倒れ	2	1.1
	・	伐倒木の元口はねる		6	3.4
	伐倒木の枝落下			3	1.7
	他木の枝落下			8	4.6
	材回転			2	1.1
	材がすべる			3	1.7
	材がさける			1	0.6
	・	材がはねる		1	0.6
	・	チェーンソーがはねる		1	0.6
	チェーンソーがはねる			3	1.7
	チェーンソー鋸先がはねる	チェーンソーがはねる		4	2.3
	枝からみが倒れる			7	4.0
	近接作業	他人の伐倒木		2	1.1
	鋸屑			3	1.7
	計			50	28.5
退避	足がすべる	転倒		1	0.6
	・	・	材がはねる	1	0.6
	足を引かける	・		1	0.6
	伐倒木の方向変化	かかり木となる	材がすべる④転倒	1	0.6
	・	・	伐倒木がはねる	2	1.1
	・	材がはねる		1	0.6
	かかり木となる	かけた木の倒れ		1	0.6
	・	他木枝落下		1	0.6
	伐倒木の枝落下			8	4.6
	他木の枝落下			20	11.4
	材回転			1	0.6
	伐倒木がはねる			3	1.7
	材がはねる			1	0.6



要素作業	発生経過の状況			件数	比率
	一次発生	二次発生	三次発生		
飛来物・石 踏みはずし 伐倒木が主索にあたる 伐倒木と"つる"でから みついた隣木が倒れる 他人の伐倒木		ワイヤーに打たれる		4	2.3
				1	0.6
				1	0.6
				1	0.6
		方向変化		2	1.1
	計			51	29.4
かかり木処理	足がすべる			1	0.6
	足がすべる	転倒		1	0.6
	伐倒木の方向変化			3	1.7
	かけた木の倒れ	材がはねる		3	1.7
	伐倒木の枝落下			5	2.9
	他木の枝落下			6	3.4
	伐倒木がすべる			2	1.1
	材がさける	材がはねる		1	0.6
	伐倒方向変る	チェーンソーはねる		1	0.6
	ノコ屑飛来			1	0.6
	計			24	13.8
歩行	足がすべる			1	0.6
		転倒		4	2.3
	足を引かける			2	1.1
	材回転			2	1.1
	材がすべる			1	0.6
	枝がはねる			2	1.1
	踏抜			2	1.1
	ハチ			1	0.6
	計			15	8.5

表10 使用器具の分類

使用器具	件数	比率
チェーンソー	195	61.9
斧	56	17.8
歩行	16	5.1
測尺	11	3.5
退避	10	3.2
移動	9	2.9
索手	8	2.5
ナタ	5	1.6
ノコ	2	0.6
玉切確認	1	0.3
不明	2	0.6
計	315	100.0

表11 加害物件の分類

加害物件	件数	比率
ソーチェーン	97	30.9
丸太	55	17.5
斧	44	14.0
枝条	36	11.4
枯枝	14	4.4
木片	11	3.5
元口	10	3.2
地表	8	2.5
他人の伐倒木	8	2.5
姿勢	6	1.9
落下枯枝	4	1.3
全幹材	4	1.3
チェーンソー	4	1.3
ナタ	3	1.0
小枝	2	0.6
ロープ	2	0.6
節	1	0.3
サルカ	1	0.3
末口	1	0.3
鋸肩	1	0.3
他人の斧	1	0.3
雪崩	1	0.3
ハチ	1	0.3
計	315	100.0



45年度

表12 要素作業の分類

チェーンソーによる枝払(37%)—玉切  
(26%)—斧による枝払(22%)

38年度

玉切(28%)—斧による枝払(21%)

—チェーンソーによる枝払(18%)

となっており、チェーンソーによる枝払が非常に増加している。附帯作業においては歩行中の災害が多く5%を占めている。

以上の災害の多い要素作業について、その作業行動と起因、誘因について見ると(表13)、まず玉切においては、材の回転が5%で、材の回転が起因となっているいろいろの誘因を作っているのを含めると7%となっている。次いでチェーンソーの先が、何かにふれるのが4%、枝がはねるが3%となっている。いずれにしても材が回転したり、すべったり、さけたりすることによる災害は起因、誘因、を含めても11%を占めており、またチェーンソーがはねたり、挟まれたりしたことによる災害は6%であり、玉切箇所における材の安定および足場周囲の確認不十分なことによる災害が多い。

斧による枝払いにおいては斧先が何かにふれることによるものが4%、振りおろしたときに手元が狂うことによるものが5%、振りおろしたときに力が余って狂うのが3%、および切った枝がはねてくるのが3%となっている。

チェーンソーによる枝払いでは切った枝がはねるが6%、次いでチェーンソーがはねるが4%、切った枯枝がはねるのが3%となっている。誘因まで含めると枝がはねることによる災害が10%を占めている。次いでチェーンソーの先が何かにふれることによるものが8%、足場としている材の回転によるものが5%となっている。

歩行においては足がすべる。引っかけることによるものが多く3%を占めている。

	要素作業	件数	比率
主	測 尺	14	4.4
	玉 切 り	82	26.0
	枝切り(チェーンソー)	116	36.9
	枝 切 り ( 斧 )	69	21.9
	元 口 切 り	1	0.3
体	サルカ切り	3	1.0
	計	285	90.5
付	チェーンソー引抜	2	0.6
	板 片 付 け	3	1.0
	材 回 転	1	0.3
	材 整 理	1	0.3
	始 動	1	0.3
	退 避	5	1.6
	歩 行	16	5.1
	計	29	9.2
帯	そ の 他	1	0.3
	合 計	315	100.0

表13 災害発生経過の分類

要素作業	発 生 経 過 の 状 況				
	一次発生	二次発生	三次発生	件数	比率
玉 切	足がすべる			1	0.3
	足場がぐらつく	転 倒		4	1.3
	他木枝の落下			2	0.6
	材 回 転			1	0.3
	材がすべる	転 倒		15	4.8
	チェーンソーの鋸先がはねる	チェーンソーがはねる		4	1.3
	材がはねる			4	1.3
	チェーンソーがはねる	転 落		6	1.9
	チェーンソーの鋸先がはねる	材 回 転		1	0.3
	チェーンソー鋸先が挟まれる	材がすべる	チェーンソーがはねる	1	0.3
	チェーンソー鋸先が挟まれる	材 回 転	転 倒	1	0.3
	器物はねる 切片			2	0.6
	枝			6	1.9
	飛来物 ワイヤー	チェーンソーがはねる		11	3.5
	丸太転落			3	1.0
	近接作業	材 回 転	転 落	1	0.3
		チェーンソーがはねる		1	0.3
				3	1.0
				8	2.5
				3	1.0
				1	0.3
				1	0.3
	計			82	26.0
枝 払 い ( 斧 )	足がすべる	転 倒		1	0.3
	足場がぐらつく	転 倒		1	0.3
	材の回転	手元が狂う		1	0.3
	材がすべる	足場がぐらつく	転 倒	3	1.0
	斧がはねる	手元が狂う		2	0.6
	斧先がふれる			1	0.3
	鋸先がふれる			4	1.3
	手元が狂う			13	4.1
	力が余り狂う			1	0.3
	器物はねる 障害物			15	4.8
	枝			10	3.2
				1	0.3
				10	3.2
	計				



要素作業	発 生 経 過 の 状 況				
	一次発生	二次発生	三次発生	件数	比率
枝 払 い	接近作業	他人の伐倒木		5	1.6
	その他			1	0.3
	計			69	21.9
枝 払 い (チェーンソー)	足がすべる			2	0.6
	足場がぐらつく			2	0.6
	・	転 倒		4	1.3
	・	転 落		2	0.6
	材 回 転			9	2.9
	・	転 倒		4	1.3
	・	転 落		3	1.0
	材がすべる			3	1.0
	材がはねる	チェーンソーがはねる		2	0.6
	チェーンソーがはねる			12	3.8
	・	転 倒		1	0.3
	チェーンソーの先がふれる			1	0.3
	・	材がはねる		2	0.6
	・	チェーンソーがはねる		22	7.0
	チェーンソーの鋸先が挟まれる	・		3	1.0
	器物はねる 障害枝	・		2	0.6
	・ 枝			13	5.8
	・ 枯 枝			10	3.2
	・ 枝	チェーンソーがはねる		3	1.0
	・ 枝	チェーンソーの鋸先がふれる		1	0.3
	すべる 伐倒木			1	0.3
	・	チェーンソーの鋸先が挟まれる		1	0.3
	さける 枝	チェーンソーがはねる		1	0.3
	・	障害枝さける	転 落	1	0.3
	飛来物 ハチ	チェーンソーがはねる		1	0.3
	姿勢			1	0.3
	近接作業	他人の伐倒木		2	0.6
	チェーンソーが挟まれ	チェーンソー引抜き	転 落	2	0.6
	計			116	36.8
歩 行	足がすべる	転 倒		5	1.6
	足を引かける	転 倒		5	1.6
	材がすべる			3	1.0
	・	足元がぐらつき	転 倒	1	0.3
	チェーンソーの鋸先がふれる			1	0.3
	目にゴミが入る			1	0.3
	計			16	5.1

次に38年度の内容と比較してみると

玉 切

45年度

材の回転(7%)—チェーンソーの先がふれる(4%)—材がすべる、枝がはねる(3%)

38年度

材がすべる(6%)—材の回転(4%)—チェーンソーの先がふれる(3%)

斧による枝払

45年度

手元が狂う(5%)—斧先がふれる(4%)—力が余る・枝がはねる(3%)

38年度

斧先がふれる(4%)—手元が狂う(3%)—力が余る(3%)

チェーンソーによる枝払

45年度

枝はねる(10%)—チェーンソーの先がふれる(8%)—材の回転(5%)

38年度

チェーンソーの先がふれる(5%)—枝がはねる(3%)—材の回転(2%)

以上の順となっている

・ ま と め

以上報告書の内容について一部を紹介したが、中項目23について一応、上記の記述内容で進めて来た。

各項目の代表的なものについて述べると、

育苗作業においては苗畑関係の各種機械操作中の災害が多い、地拵作業においては手刈では刃物の切れ味がわるいために対象物からすべることや、刃物を使うときに周囲の障害物に心をくばり十分に除去しないためにおこる災害、素手による枝条の片付けでは枝条のはねかえり、判断の誤りから力を入れすぎた結果からの受災が多い。機械による地拵では刈払機の操作不馴れから二段切りにより刈払物の飛来、機械が何かにふれて思わぬ枝条のはねや機械のはねたりする反動によるものが多く、いわゆる環境の整備が悪いか、判断の甘さからくる災害が多い。植付作業においては転倒、転落事故が多いが作業行動を起す以前における環境の確認、判断の不徹底によるものが多い。下刈作業においてはハチ、ウルシ、マムシなどの災害も多いが、カマによるものが多い。カマを払いながら1歩1歩と足を進めて行く作業のために、手と足のリ



リズムが良く一致してはじめて安全な作業が出来るのであって、例えばカマが他物にふれて手元が狂い、カマ振りのリズムが狂ったり、また足がすべって足のリズムが狂ったりするときに災害がおこる可能性は大いにある。両者のリズムカルな作業を行なっているごく短時間に、眼が環境状況を判断しなければならぬために、ハチとかマムシ、ウルシなどの判別が出来ても、動作を途中で停止あるいは方向変換するなどは非常にむずかしいために、これらから災害も受け易いであろう。機械による下刈作業ではほとんど地拵作業と同じである。つる切り、除伐作業については地拵、下刈作業を一諸にしたような災害が多く見られる。伐木造材作業については例示した通りで省略する。集材機作業について述べると一般的に作業基準の普及徹底が計られた点、災害そのものは38年度に比べて少なくなっているが、基準にあまり明記されていない行動災害が多い。例えば歩行中とか足場の確保が不十分であったような災害が多い。また荷掛け、荷卸しにおいては退避の不十分とか退避中に材の移動状況、ワイヤロープの動きなどを見ていなかったというような災害が多い、盤台、巻立作業について見るとトビ、ツルによる木扱い、特に手工具の整備、使用法などの基礎的な教育の不徹底による災害が多く見られる。最後に交通事故が多くなって来ており、本人の自覚もさることながら、その対策は早急にたてる必要がある。

## 森林施業体系因子の総合検討



## I 試験担当者

機械化部作業科作業第1研究室

辻 隆道, 豊川 勝生, 石井 邦彦

## II 試験目的

人工林の環境因子(地況, 林況)を把握することにより, その土地の土地生産力を掴み, 一方, 集約度の目安として, そこに投下された労働力と保育回数を考え, 現在, さかんにいわれている傾斜投資の一考察として, 今後の施業体系選択基準を考えるものである。

今回の報告は, そのために, 環境因子による作業体系の変化, 特に, 工期による変化をみるものである。

## III 試験の経過と得られた成果

この試験は昭和48年度に始まり, 今回は, その途中報告である。48年度では, 過去の保育作業等からの検討をした結果, 時代毎による保育作業の変化が検討できた。そのため, 今回は, 時代による影響を除くことと, ある程度, 林ができあがって, これ以上手がかからない林を選ぶため, 40年生～60年生の林を中心にデータを集収した。

### (1) 調査資料

森林調査簿, 林班沿革簿, 造林台帳, 植栽台帳, 各営林署事業図

### (2) 調査項目

資料数: スギ 166例(40年生以上138例)

営林署名, 林小班, 面積

地況: 傾斜, 方位, 標高, 温量指数, 地質, 土壌型, 有効深度, 堆積型, 局所地形

林況: 樹種, 林令,  $H_a$  当り蓄積,  $H_a$  当り本数, 平均胸高直径, 平均樹高

保育形式: 植栽本数, 年代別の作業種名, 年代別の  $H_a$  当り人工数

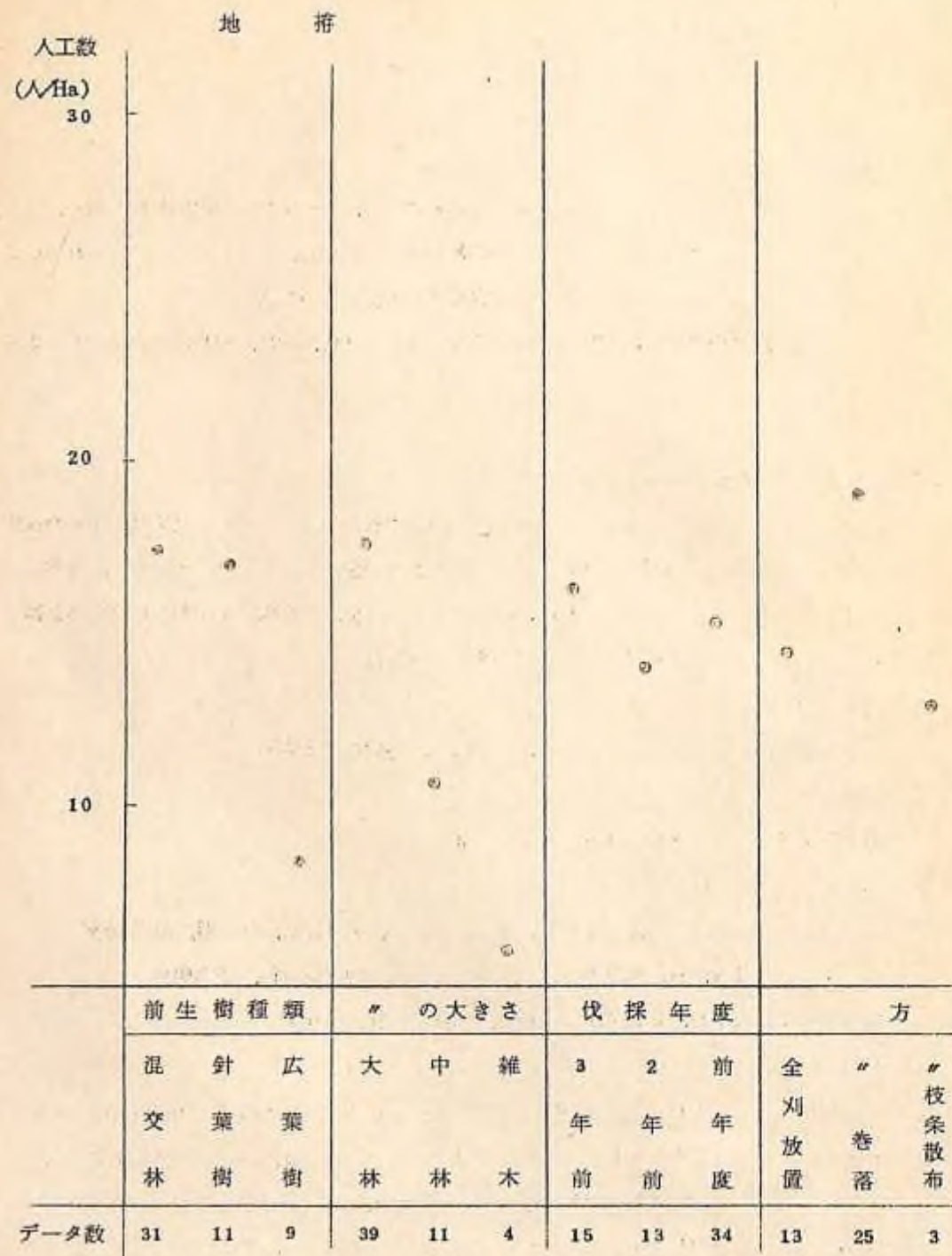
### (1) 地拵

地拵の工期を考えた場合, 環境因子として考えられるのは, ①傾斜 ②植生の種類密度

③地被物及び未木枝葉の種類 であり, 人為的なものとしては, 地拵の方法等が考えられる。

①の傾斜は急, 中, 緩と3区分し, ②は伐採年度を因子として考えてみた。③は, 前生樹の種類, 大きさを因子として考えてみた。その他の因子としては, 図1に示す通り, 地拵の方法, 面積, 林道からその小班までの歩道の長さとその小班的重心までの距離を加えたものを

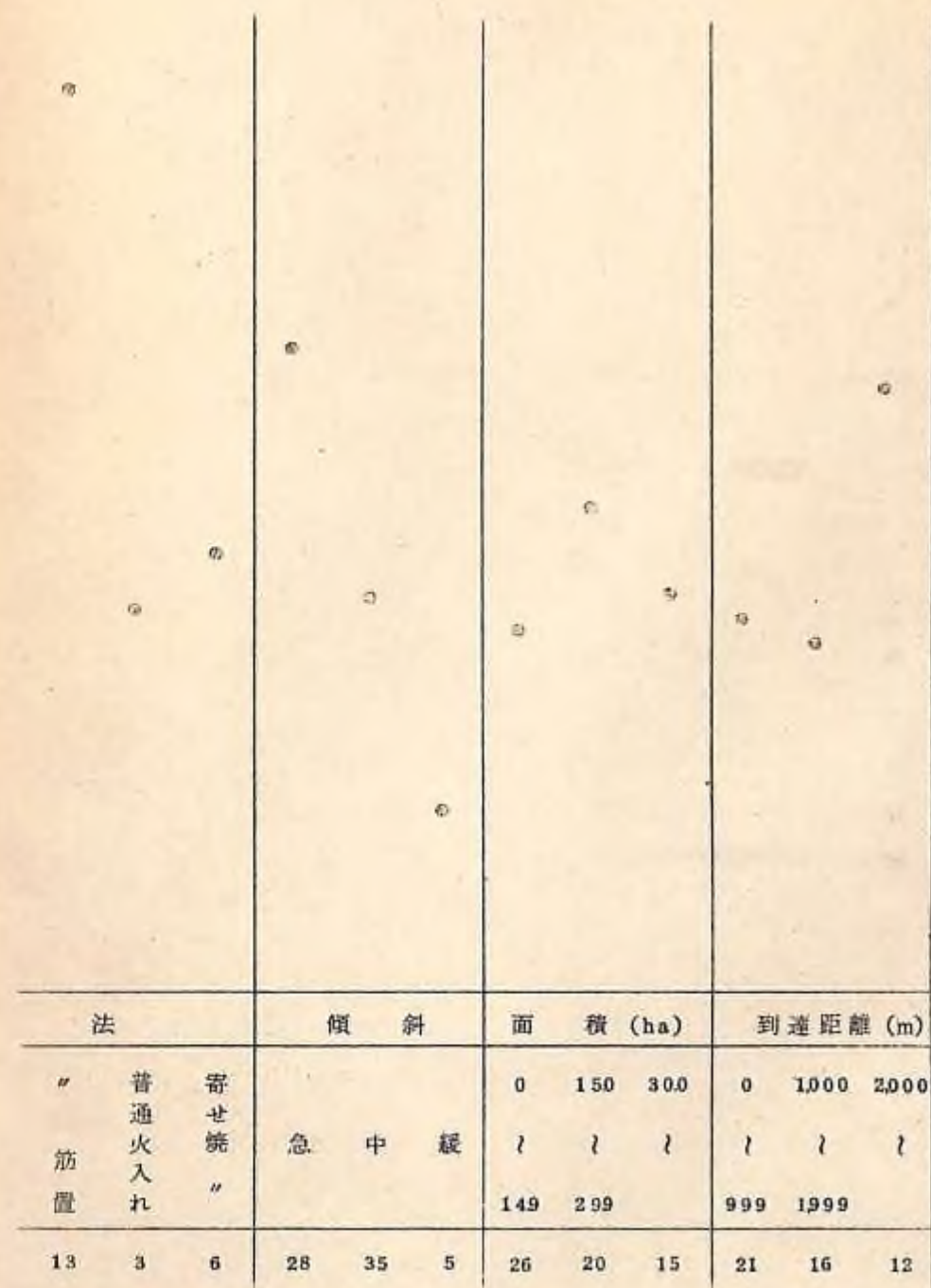




大林：80年生以上の林

中林：79～30年生の林

図 1



雑木：29年生以下の林

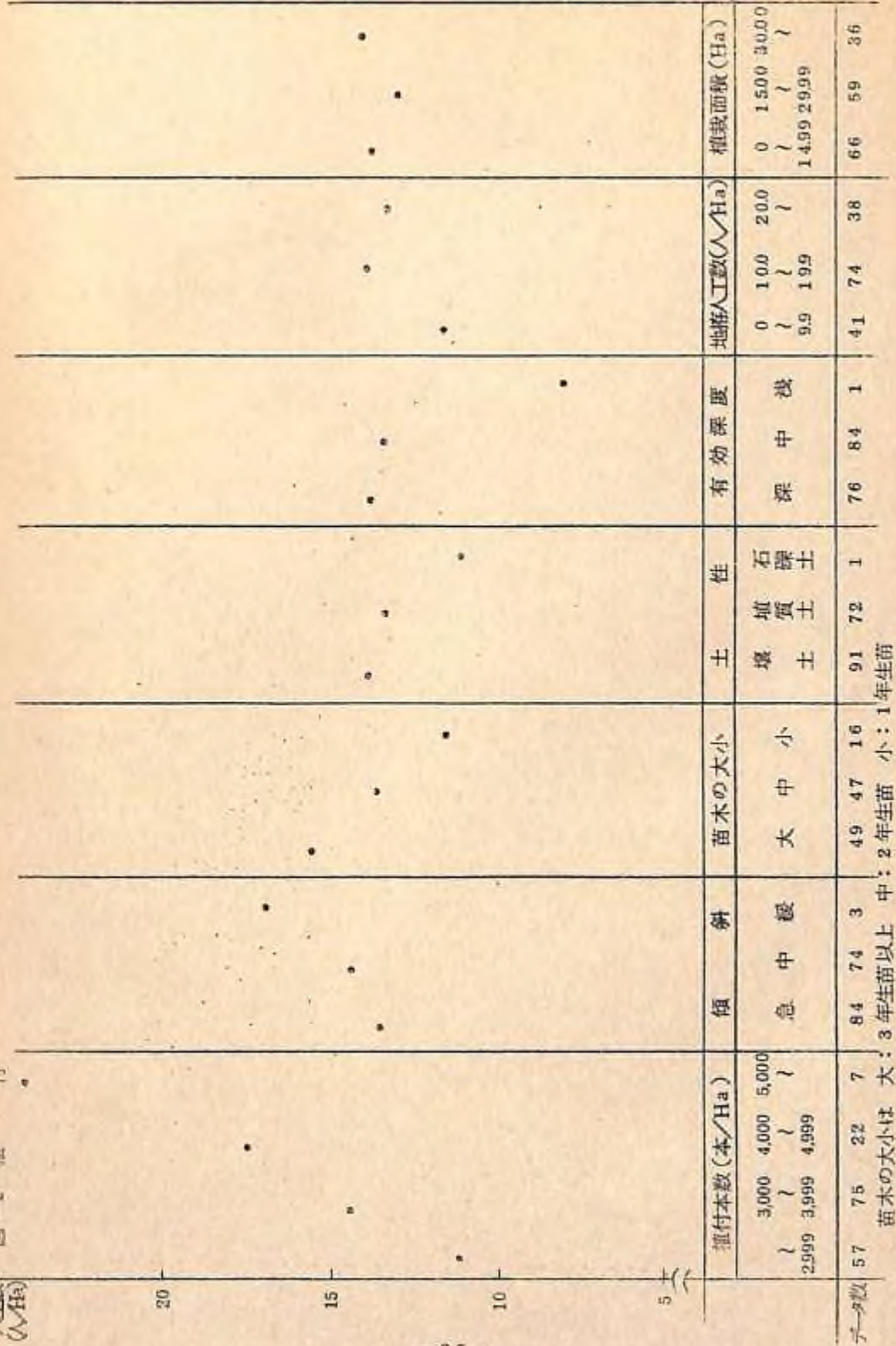


到達距離として、とってみた。この結果は、図1の通りであり、それぞれ因子間の交互作用を考えていないが、おおよその傾向はつかめる。又、この7因子を項目として数量化の1類を使い傾向をつかんでみた。その結果は、偏相関順位で、①地拵方法 ②前生樹の大きさ ③到達距離 ④傾斜 ⑤前生樹の種類 ⑥伐採年度 ⑦地拵面積 の順となっている。しかし、その偏相関係数そのものの大きさは、0.43~0.25までで、あまり、その間の差はない。次に、項目毎のスコアと図1から、その傾向を述べると、①前生樹種類においては、ほぼ差がなく、広葉樹が若干、下がる。②前生樹の大きさでは、大林が大きく、中林、雑木は少ない。③伐採年度においては、2年前が少ない。④地拵方法では、全刈放置が低く、その他は若干、高めであった。⑤傾斜は、急、中、緩の順に低くなる。⑥面積は、150~29.9 Haのものが高くなっている。⑦到達距離では、スコアでは、距離が長くなる程、高くなっていた。

## (2) 植付

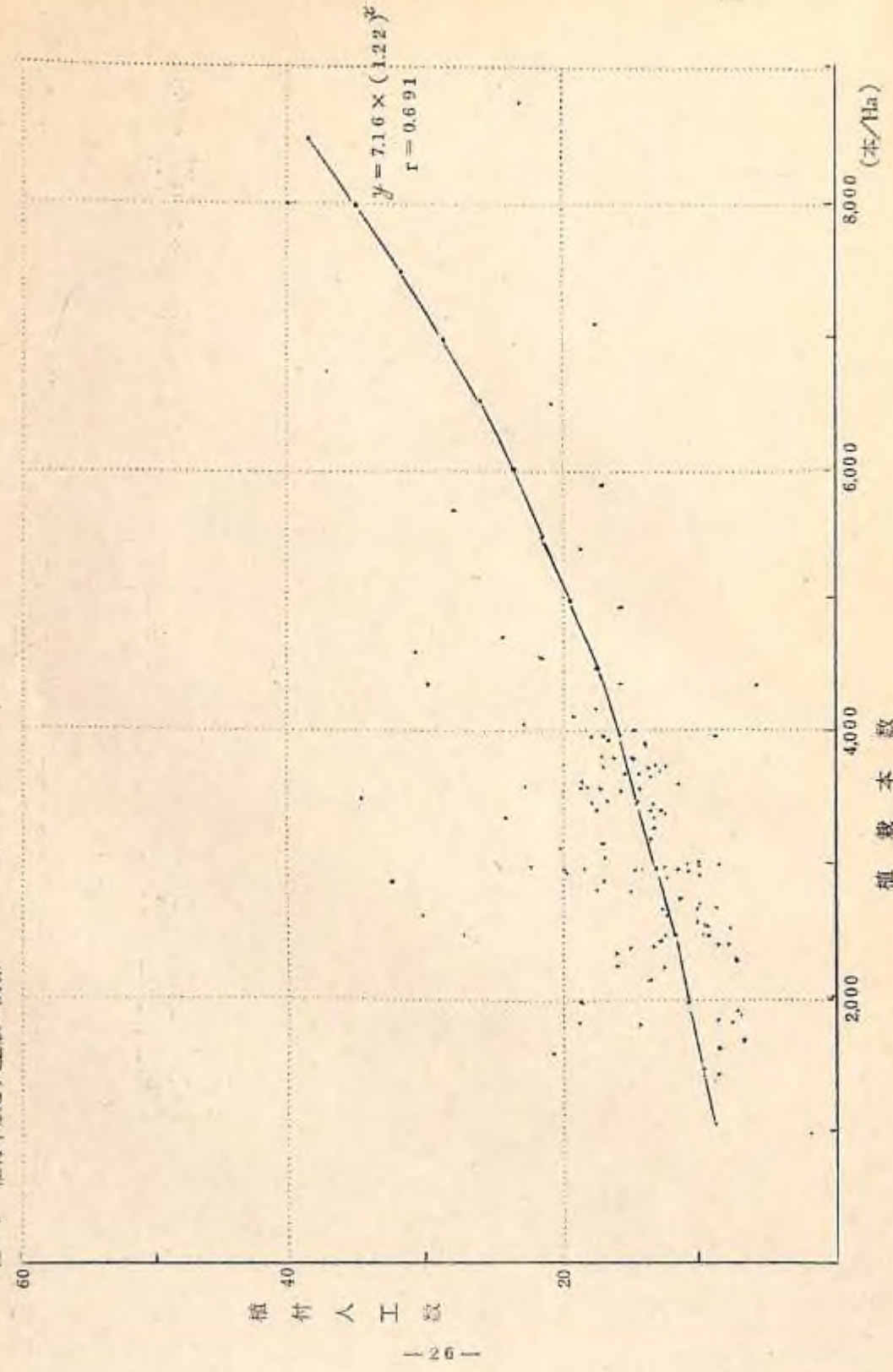
植付に影響すると思われる因子には、①傾斜 ②苗木の大小 ③土質 ④地被物及び未木枝条の種類 ⑤地拵の方法 ⑥植付本数 が主な因子として、あげられる。③の苗木の大小は、1年生苗を小、2年生苗を中、3年生以上の苗を大として、考えてみた。⑤の土質は、土性(遺土、填質土)と有効深度(深、中、浅)を考えてみた。④と⑤は、地拵人工数への影響が大きいとみられるため、地拵人工数を因子として、とってみた。その他、植栽面積を1つの因子として、とってみたのが、図2である。又、特に影響があると思われる①植付本数 ②傾斜 ③苗木の大小 ④地拵人工数 の4項目を数量化の1類で分析を行なってみた。偏相関係数順位では、①植付本数 ②傾斜 ③苗木の大小 ④地拵人工数 の順であったが、②~④は、ほとんど、その差がなく、偏相関係数も低かった。次に、項目毎の傾向を述べると、①植付本数は、本数が増える程、高くなる。②傾斜は、スコアでも、急、中、緩の順に高くなっており、ある程度の傾斜がある方が、植えやすいと考えられる。③苗木の大小は、大、中、小の順に低くなる。④地拵人工数は、大きくなる程、増加し、地拵人工数が多い様な場所は、植付人工数も多くなると考えられる。なお、偏相関係数が高い、植付本数と人工数の関係を図3で示しておく。

図2-2 植  
付  
人工数  
(人/ha)





図一3 植付本数と人工数の関係



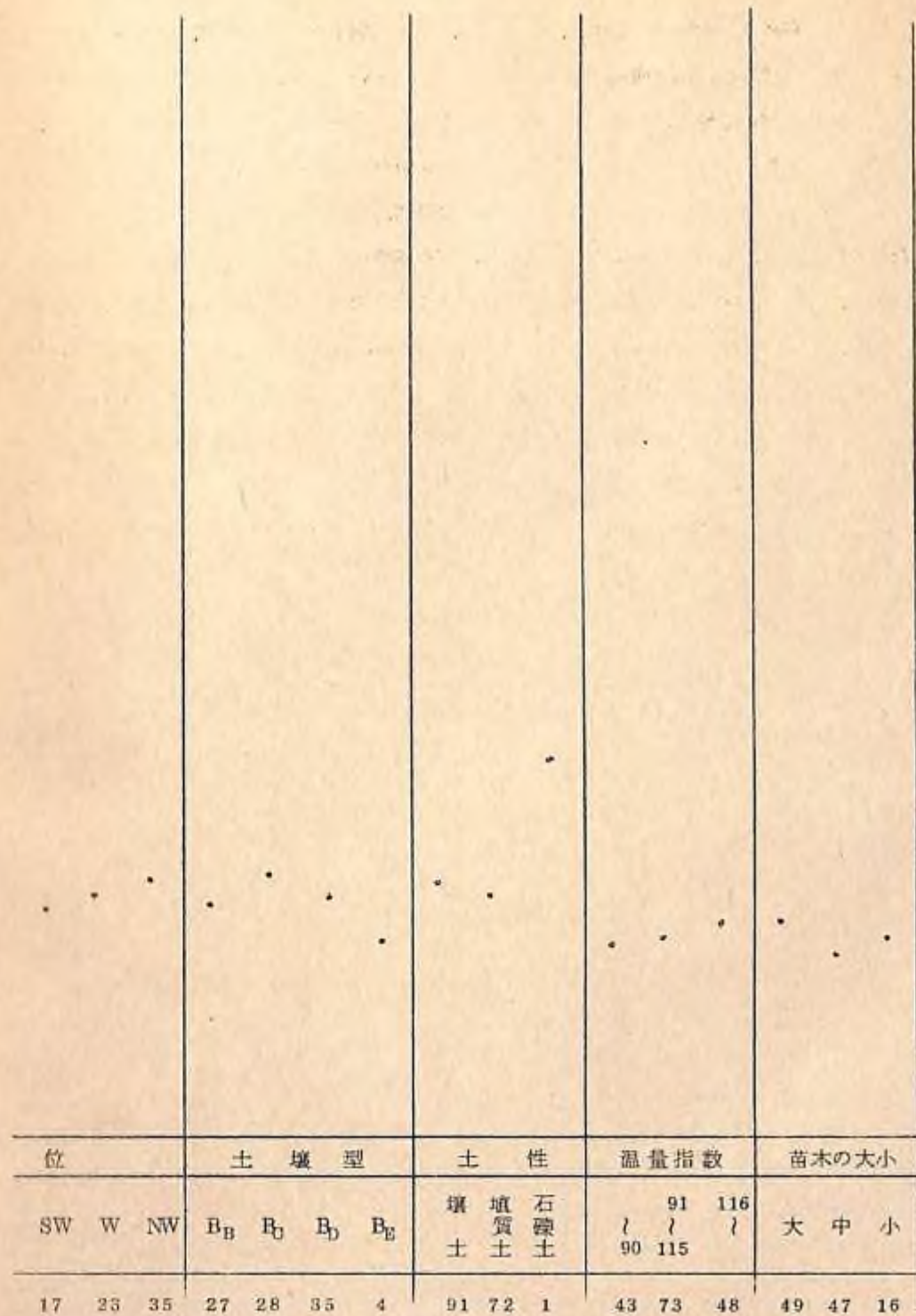
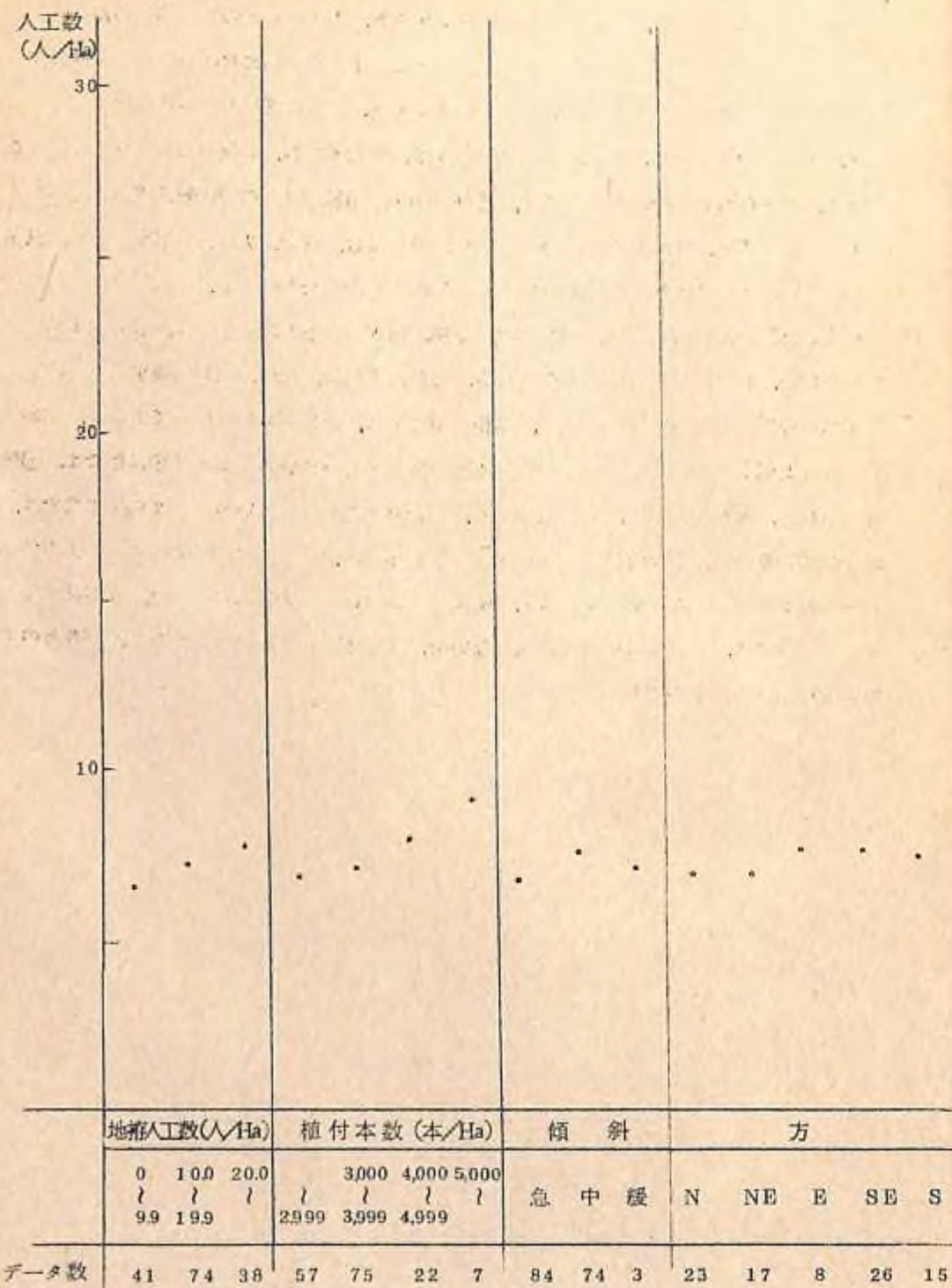
### (3) 下刈

下刈の功程に関しては、神崎氏等における1965, 1966年の2年間にわたる研究がある。この研究(下刈作業の能率に関する研究)は、下刈作業地における諸種の条件を主成分解析法によって、整理分析している。これによると、下刈作業における環境因子としては、土性、土壌水分、海拔高、方向、植栽木の大きさ、植栽木本数、A層の厚さ等をあげている。この他、考えられる環境因子としては、地拵の方法、傾斜、植生の種類密度等が考えられる。以上のことを考え、本研究では、地拵人工数、植付本数、傾斜、方位、土壌型、土性、温量指数、苗木の大きさの8因子をとってみた。それが、図4である。又、この中で、植生の状態を除いた因子、地拵人工数、植付本数、傾斜、苗木の大小を項目として、数量化1類の分析を行ない、次に、植生状態と考えられる、方位、土壌型、土性、温量指数を入れて、数量化1類の分析を行なってみた。まず、偏相関順位では、ほぼ係数値は同じであるが、①地拵人工数 ②傾斜 ③苗木の大小 ④植付本数の順位となっている。又、各項目毎では、①地拵人工数が、かかる所では、下刈人工数も、若干の増加を示している。②植付本数では、増加している毎に、若干の増加傾向がある。③傾斜は、ほとんど同じである。④方位は、南側が若干高い。⑤土壌型は、Bc, B<sub>D</sub> 型が高い。⑤苗木の大小は、中が低くなっている。今回は、下刈回数を考慮に入れないで、平均下刈人工数で分析したが、回数との関係も入れた分析が必要であろう。



図-4

下 列



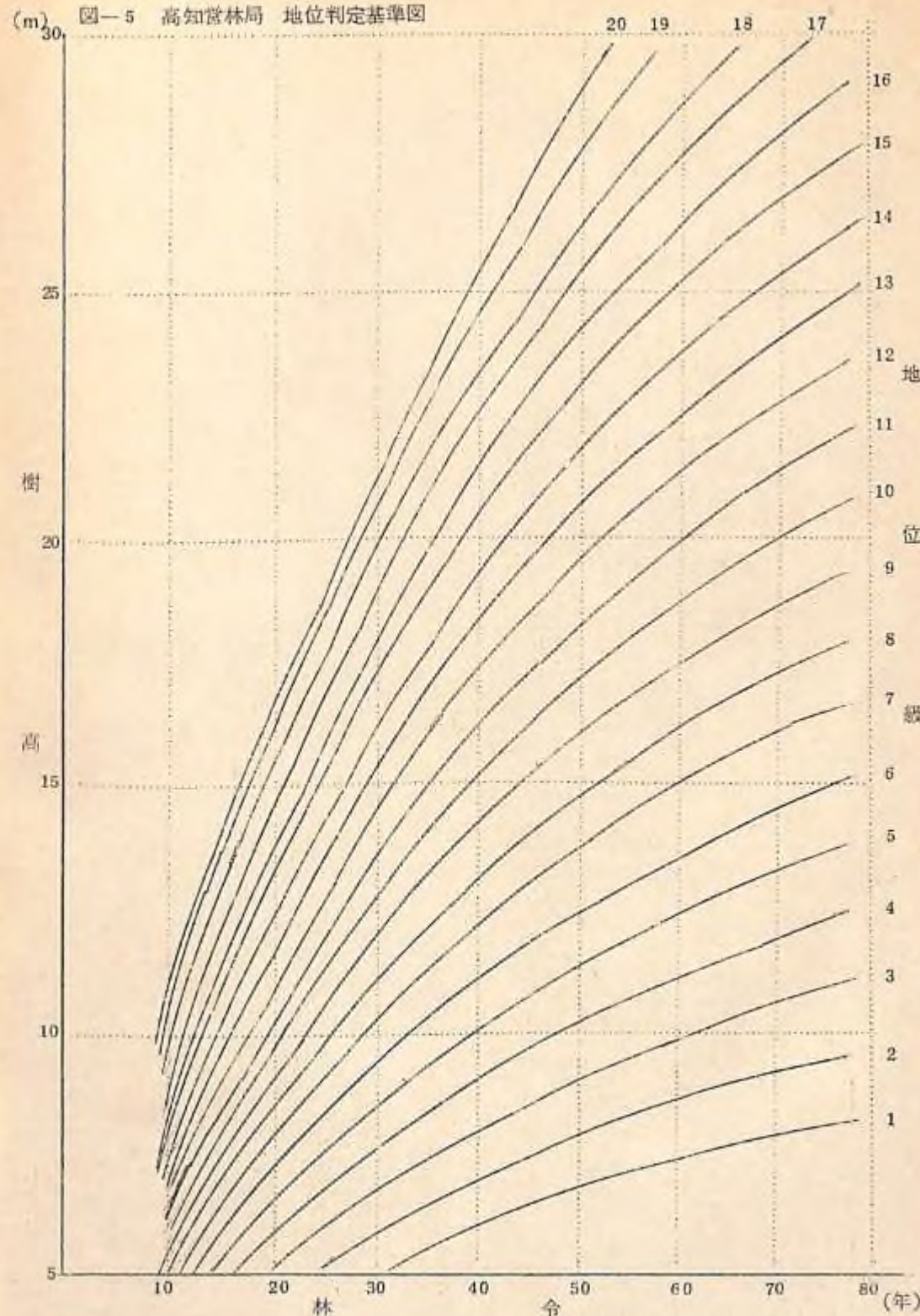


#### (4) 枝打

枝打の功程に及ぼす因子としては、小出氏は、枝打に関する研究の中で、枝打する幹の高さと地形、本数密度、単位面積当りの枝打本数をあげている。又、枝の太さは、立木本数密度、土壌のちがい（砂質、粘土質のちがい）によって、決まってくると発表している。又、重要な問題として、枝打の時期（年度）によるちがいを考えなければ、ならない。このため、高知営林局における土佐地方すぎ林林分収獲表を基に、地位級別、林令別の判定図を作成した。（図5、6、7）これによる枝打の樹高、立木本数に対する功程がそれぞれ推定できる。（図8、9）又、傾斜、土壌のちがい等は図10の通りである。樹高が高くなる程、人工数は増し、立木本数が増える程、減少傾向にある。これは、Ha 当り立木本数が増えると、枝打する枝の太さが細くなったり、枝、そのものの数が減少してくるからだ、と思われる。

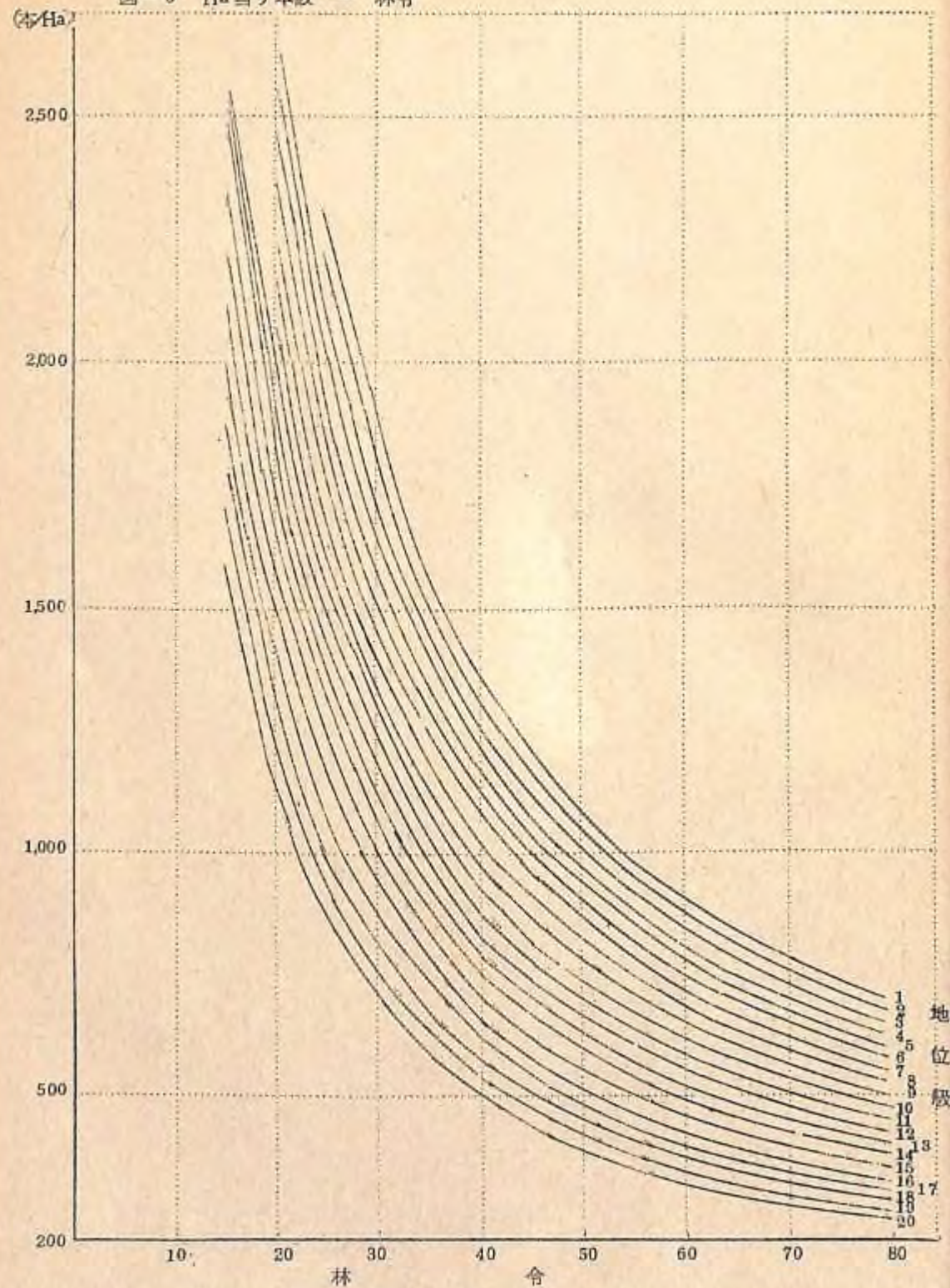
以上、地拵、植付、下刈、枝打について、功程に及ぼす因子の影響度合を述べてきたが、その他の保育作業、つる切、除伐、間伐等は、前年度報告の中の保育作業図にみられるごとく、林令によるバラツキがあり、これからの問題として、残っている。

図-5 高知営林局 地位判定基準図

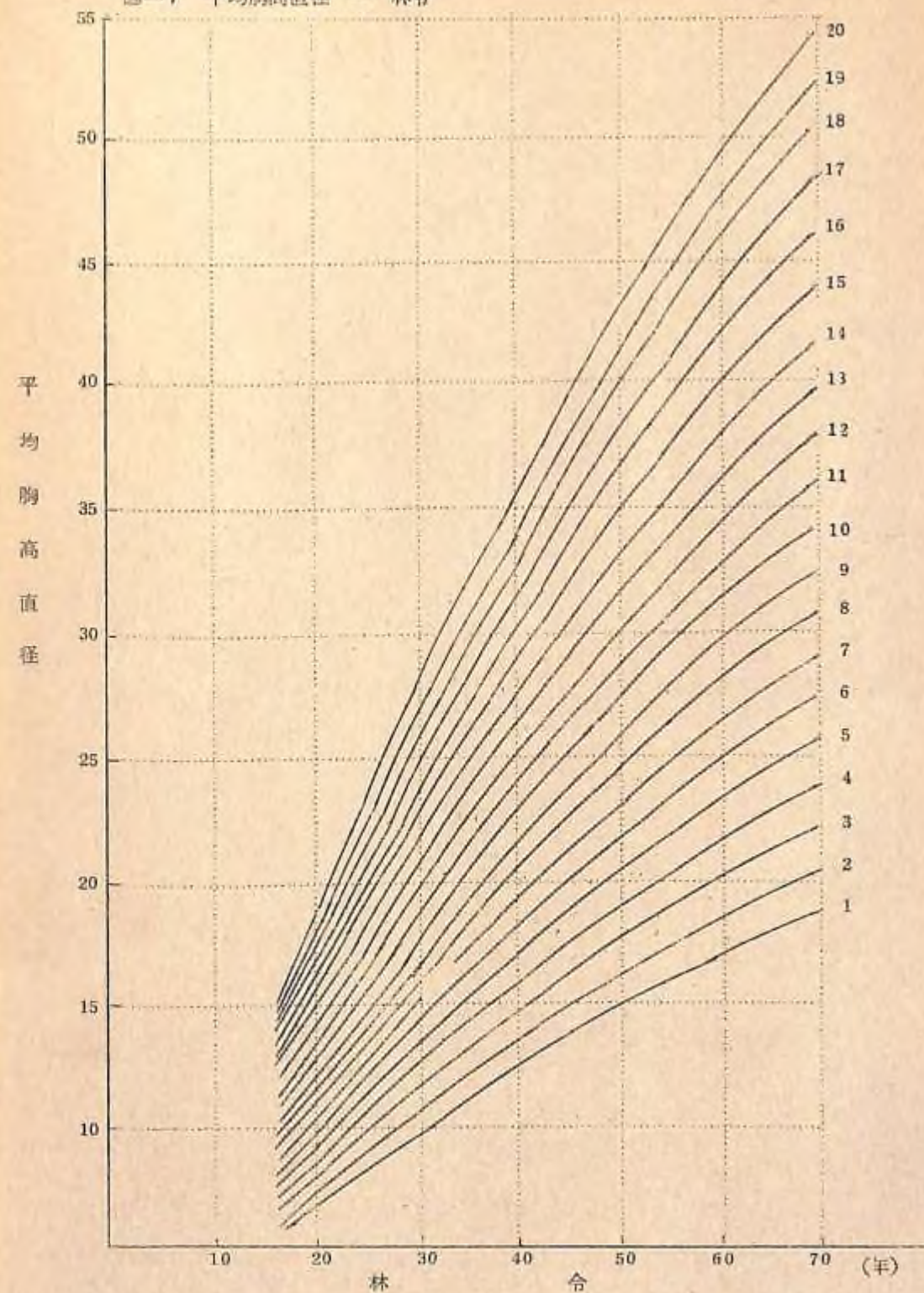




図一6 Ha当り本数 — 林令

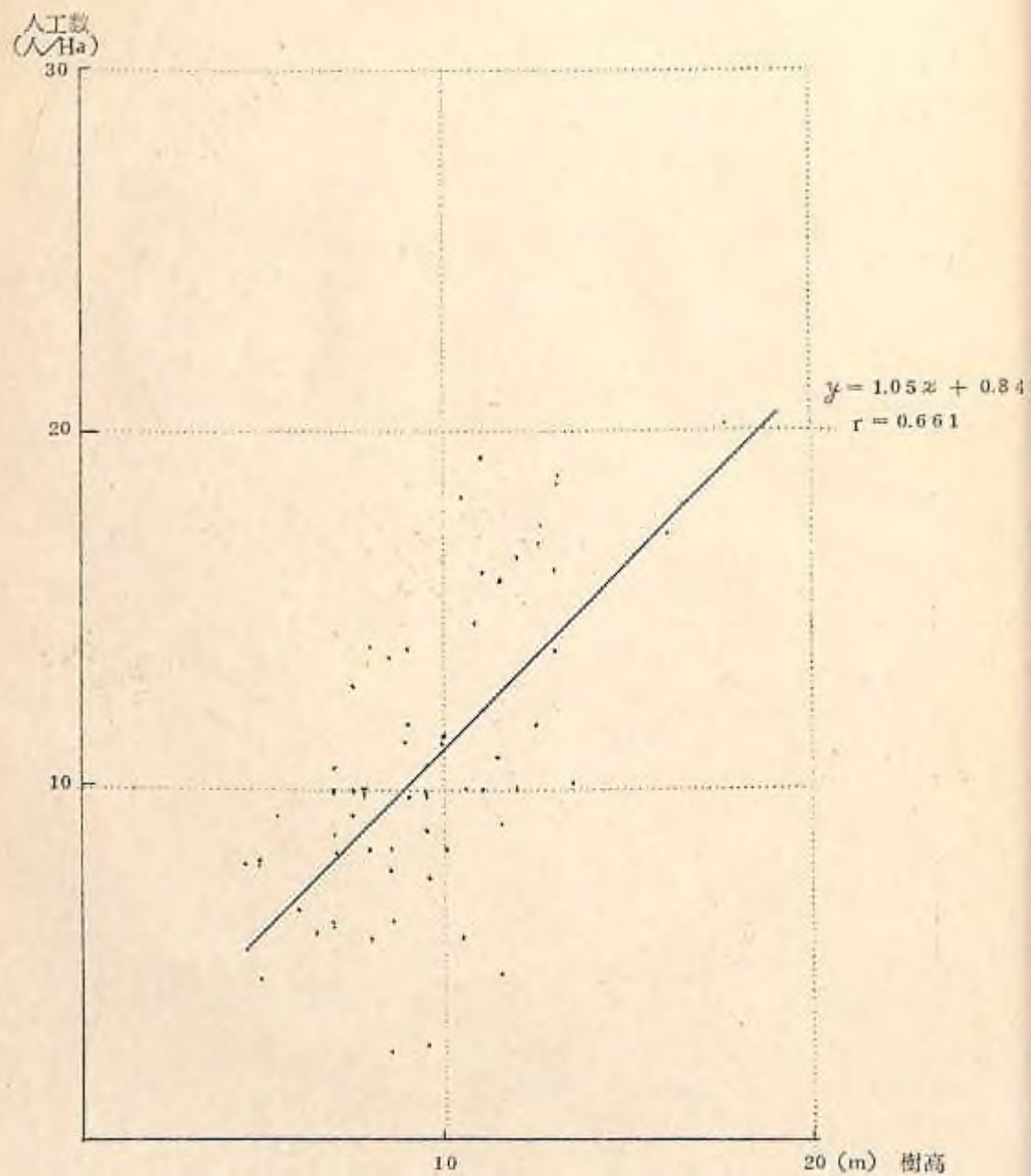


図一7 平均胸高直径 — 林令





図一8 樹高と枝打人工数の関係



図一9 立木本数と枝打人工数の関係

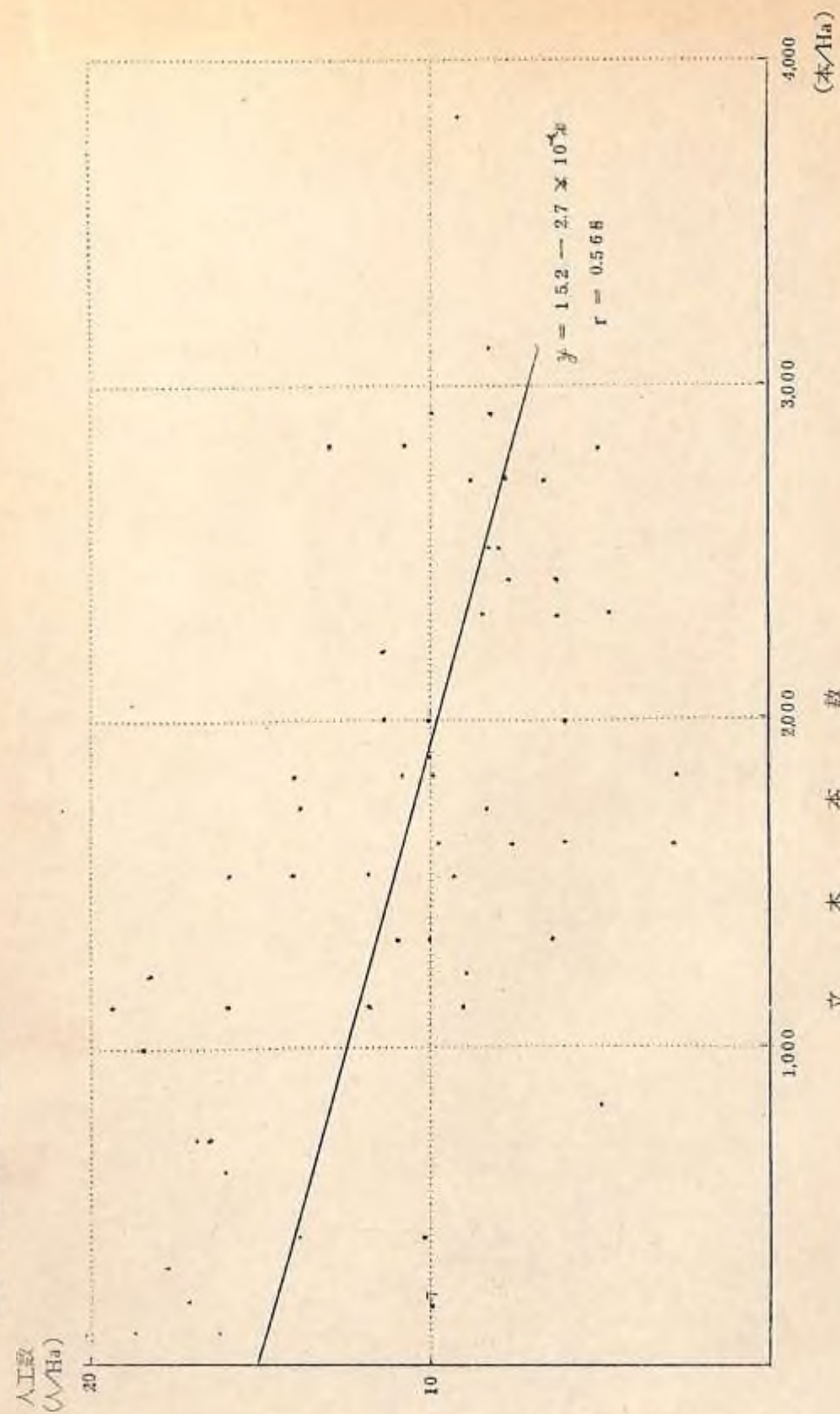
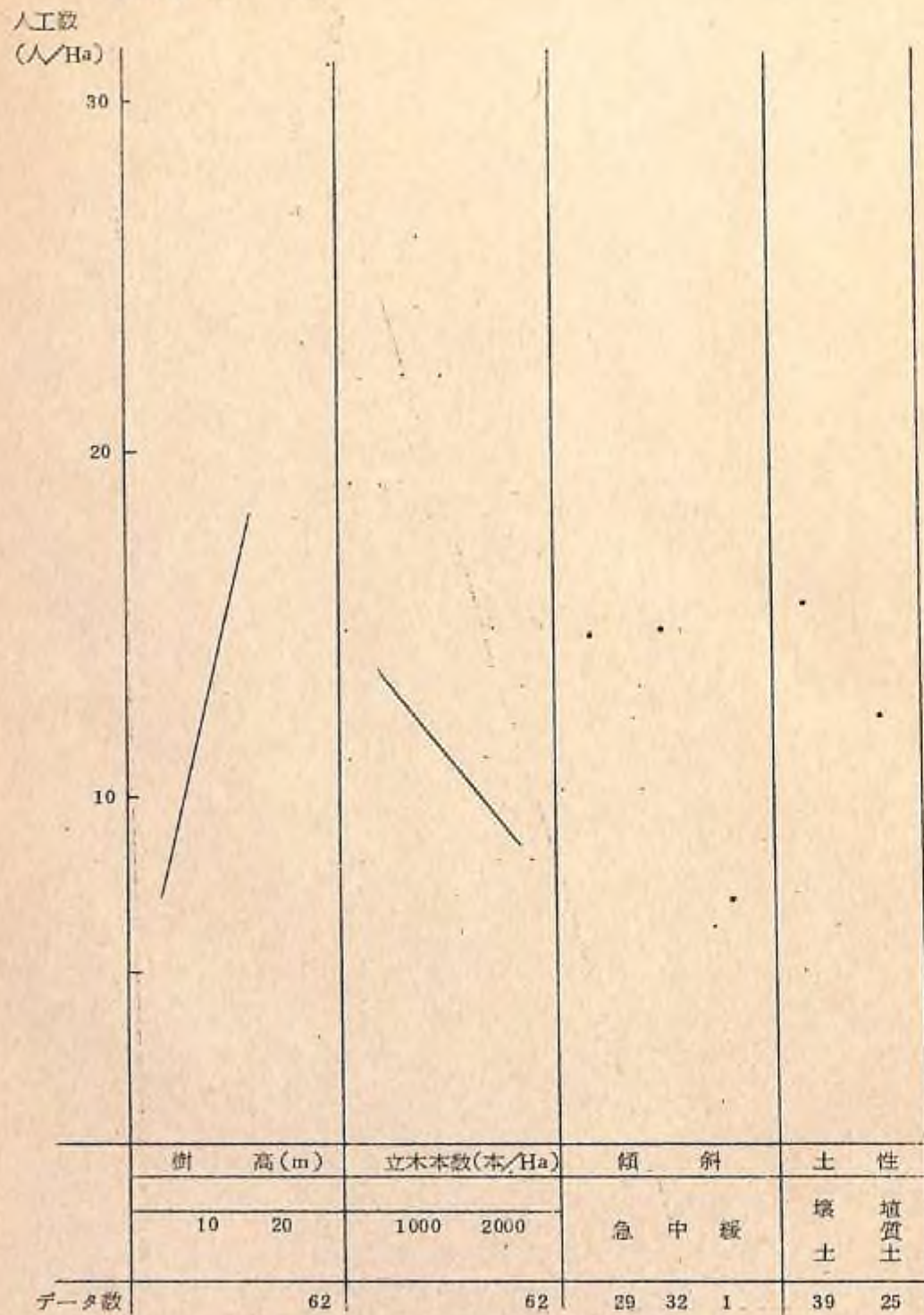




図-10 枝 打



## 航空機による林野火災の 消火技術の確立



## I 試験担当者

防災部防災科防災第2研究室      本 木      茂

## II 試験目的

毎年全国各地で数多く発生して大損害をあたえ時に社会問題となっている林野火災に対する消火方法等近代化を計る手法の1つとして、航空機を活用した空中消火の研究開発が要望され一日も早い実用化の達成が求められている。

都市火災にくらべ山地での悪条件下で発生する林野火災は、焼失面積も大きく複雑な火災形態を持っているので、人力主体の消火作業では困難も多く、消火効果も悪く、加えて最近の農山村人口の流出は益々消火作業をむづかしくしている。このような現状から各種機械力の導入を試みて消火技術の省力効率化が進められているが、なかでも、3次元的機動性を誇る航空機の活用を基とした、消火技術の開発は最も期待される手法の1つとなり早期実用化が要望された。

急峻、複雑な地形を持ち、交通不便な各種の悪条件下に発生する、わが国の林野火災に対し効果的な消火活動が期待出来る身近な航空機を検討すると、プロペラ機にくらべ小廻りがきき、停止飛行散布などの機能特性をもつ、ヘリコプター機の活用と実用化を第1の目標に研究が始められた。とくにわが国の、航空機保有の現情から全国的な使用を検討すると、当面防衛庁、陸上自衛隊所属のヘリコプターの出動を軸に民間保有機の使用を併せ航空体制を整備し同時に消火剤、散布機など空中消火用資機材の開発を完了して支援体制を整備して、航空機による林野火災の消火技術の確立を計った。

## III 試験経過

空中偵察・隔地連絡・災害救助などで出火事に航空機を利用した事例は多く、効果も確認され必要性がさげばれていた。加えて昨近における航空機の発達とともに林野火災時での積極的な活用が注目されていたが、ヘリコプターを使用した空中消火方法の研究が本格的に取り上げられたのは、昭和44年度からで、昭和44年3月岩手県山形村の大林野火災時の小型ヘリ機による消火剤散布の実績を契期として、空中消火技術の確立と1日も早い実用化を目的に科学技術庁特別研究促進調整費により消防庁・林野庁・消防研究所・林業試験場が共同し、防衛庁・陸上自衛隊航空隊の支援協力により研究が開始された。

当初は、現有する大型（バトル型機）・小型（ベル型機）ヘリコプターによる山地での消火飛行技術の検討と、林野火災用消火剤の選定・散布機など使用諸機器の開発を目標に、室内実験



による基礎数値の解明および野外試験による技術の確認を同様に諸実験を行ない、当面必要な空中消火の技術的な諸問題を解明し実施の見通しを得た。

引続き45年からは、各庁経費による共同計画で、使用航空機も全国的に使用密度の高い中型ヘリコプター（HU<sub>1</sub>-B機）の活用を第1に、大型機を併用する方向で研究が進められ、使用散布機など資機材の完成と、散布飛行技術を決定し、消火効果を確かめるための諸試験を実施した。したがって林野火災の空中消火の研究は、当面各研究場所に於ける研究解析を基に基礎的な課題を解決し山地散布試験・現地消火試験など48年まで十数回にも及ぶ野外実験を行ない、成果を検討し研究実績を重ねて早期実用化の達成を計った。

48年以降の航空機による林野火災の消火技術の確立の研究課題では、主題を新たに防衛庁より提示された大・中型ヘリコプターの山地消火剤散布飛行の最低安全基準である、機速120 Km/h（≒60ノット）散布高度30mの条件時に対応した、散布機の安定安全性を確認し増速による散布パターンの測定と消火効果を判定する、などの課題を解決するため昭和49年1月現地総合散布試験を実施した。

その結果、飛行安定性を基とした大・中型機用散布機の改修を完成し、安全も確認されリン酸アンモニウムを主剤とする林野火災用消火剤の選定と、効率的な消火剤混合攪拌機を開発してヘリコプターによる林野火災の空中消火方法、技術を確立し実施実用化の基礎を確定した。

以後各担当省庁協力して空中消火実施体制の整備を行ない、運用基準、支援要項など必要条項の策定を進め、昭和50年よりの出動実施を達成するため、49年9月空中消火集合訓練野外試験を実施して、航空機による林野火災の消火技術を確立し実用化を完成した。

試験完了と共に昭和48年より林野庁で全国国有林内に配備した各局管内34ヶ所の空中消火基地に対し現地検討会を行ない、整備資機材の点検整備を行ない空中消火方法と実務を現地で検討し、実施体制の徹底を計った。

#### IV 試験概要と得られた成果

航空機による林野火災の消火技術の確立の課題で昭和48～49年に実施した試験概要と成果を以下に記載するが、いずれの試験項目も昭和44年林野火災の消火に関する特別研究からの継続した関係課題で概要結果を年次別に取りまとめた報告書、「林野火災の消火に関する特別研究」昭和44年度特別研究促進調整費試験報告書（昭和47年3月・科学技術庁研究調整局）

「林野火災の空中消火法」特別会計技術開発試験成績報告書（昭和49年7月・林業試験場）。の試験成果を基に問題点の解決を計ったので、本課題実施までに得られた成果の概要を述べ参考

としよう。

#### (1) 使用航空機

林野火災の空中消火に使用する航空機としては、基本的には林野火災の広い火災面積に対する消火資材の大量投入が必要であり、交通不便な奥地への補給には高速往復性が重要な条件となるので、大型固定翼機（プロペラ機）の機動特性が有利となり、山地・森林形態・国情などからアメリカ・カナダなどで実際に活動使用されているが、わが国のように、急峻複雑な地形の多い山地での火災に対し航空機の性能と一番効果的な消火活動を検討すると、ヘリコプターの行動特性が断然有利となってくる。

表-1 空中消火に使用するヘリコプター  
陸上自衛隊ヘリコプターの能力基準

区 分  機 種		性 能						飛 行 制 限		
		巡航速 度 (時速)	航続距 離	積載可能重 量または (人員)	離陸時所要 面積 (障害物が ない場合)	燃料消費 量 (1時間 当り)	上昇限度	離着陸時の 正対最大風 速 (m/sec)	最小視 程	最低高
大型 (A)	V-107	Km 240	Km 450	Kg 2,800(人 (25)	m 50×70	ℓ 727	m 4,100	20	Km 1.5	m 150
中型 (B)	HU-1B	176	350	1,000 (7)	50×50	318	4,400	20	1.5	150
	H-19	120	420	500 (5)	50×50	168	3,500	18	1.5	150
小型 (C)	KH-4	140	400	300 (2)	30×30	70	5,500	18	1.5	150
	H-13	112	380	200 (1)	30×30	70	3,500	18	1.5	150

民間ヘリコプターの能力基準

機 種	区 分	巡航速度 (時速)	航続距離 (Km)	積載可能重量 または(人員)	燃料消費量 (1時間当り)	上昇限度 (m)
ベル 47G - 2		80	380	150～280(Kg)	57	4,100
ベル 47G3B-KH4		120	398	200～280	68	6,100
アルエット II		150	510	250～350	190	4,500
シコルスキー S-62A		157	435	600～850	265	4,800
ベル 204B		180	450	800～1,500	265	6,600



加えてわが国の航空機界と保有機の現状からこれが活用を計画すると、当面、消防専用機の保有とは別に、民間保有機に加え全国的使用ネットが期待出来る。自衛隊機の出動を要請した実施体制を確立し、使用する資機材を開発整備する方法で研究を進めねばならない。

使用航空機の性能、消防実務などを試験検討した結果、適用ヘリコプターの主力を大型バーツル機と中型機の官民現有機とし、小型機による直接の消防活動には余り期待が持てないと判断し林野火災の空中消防使用機は大・中型機とし実用化の研究を進めた。各種ヘリコプターの所有性態諸元を表-1に示した。

## (2) 消防剤散布装置

現有の各種ヘリコプターを使用し、消防剤を空中より散布して林野火災を鎮圧する場合、消防専用機としての航空機の保有は、現在東京消防庁など一部官署を除き不可能で、当面官民所有のヘリコプターに災害時の出動を求め、所要の消防剤散布装置を着装して、現地に搬送し消防剤を投下する方法が実用化の目標となる。したがって、使用ヘリコプターの機能に適合した散布装置の開発と散布飛行技術の完成は、空中消防を実施する場合の重要課題で問題解決のため、散布機の形状抵抗・機材強度など基礎数値の実験解明と、成果確認の野外試験を行ない結果を検討し使用散布機の決定を計った。とくに、火災時の気象状態や山地の悪条件下での大・中型ヘリコプターの飛行安全性と、重量散布機懸吊時の安定性を確保するため十数回に及ぶ改修を行なった。

昭和48～49年度の研究主題も従来林野火災の空中消防時の基準散布飛行条件として示されていた、機速90km/h(≒50ノット)高度30m(≒100フット)の数値が、火災時の現地条件を再検討し、かつ重荷重懸吊時の散布飛行の安定性を試験した結果、機速を120km/h(≒60ノット)に増速した条件で散布機性能の確認が必要となった。このため散布機本体に対する対応数値の基礎実験を行なって安定板などの改修を完了し、野外試験により、結果を確認し新条件による散布パターンを決定し、消防効果を判定して林野火災の空中消防に使用する大・中型ヘリコプター用散布機を完成した。図-1・2に各種散布機の仕様を示した。

なお、散布機内の消防剤の放出は図-3に示す開放装置を使用し、ヘリ機内での過電操作により所要地点への散布を行なった。

図-1 中型機用バケット型散布機

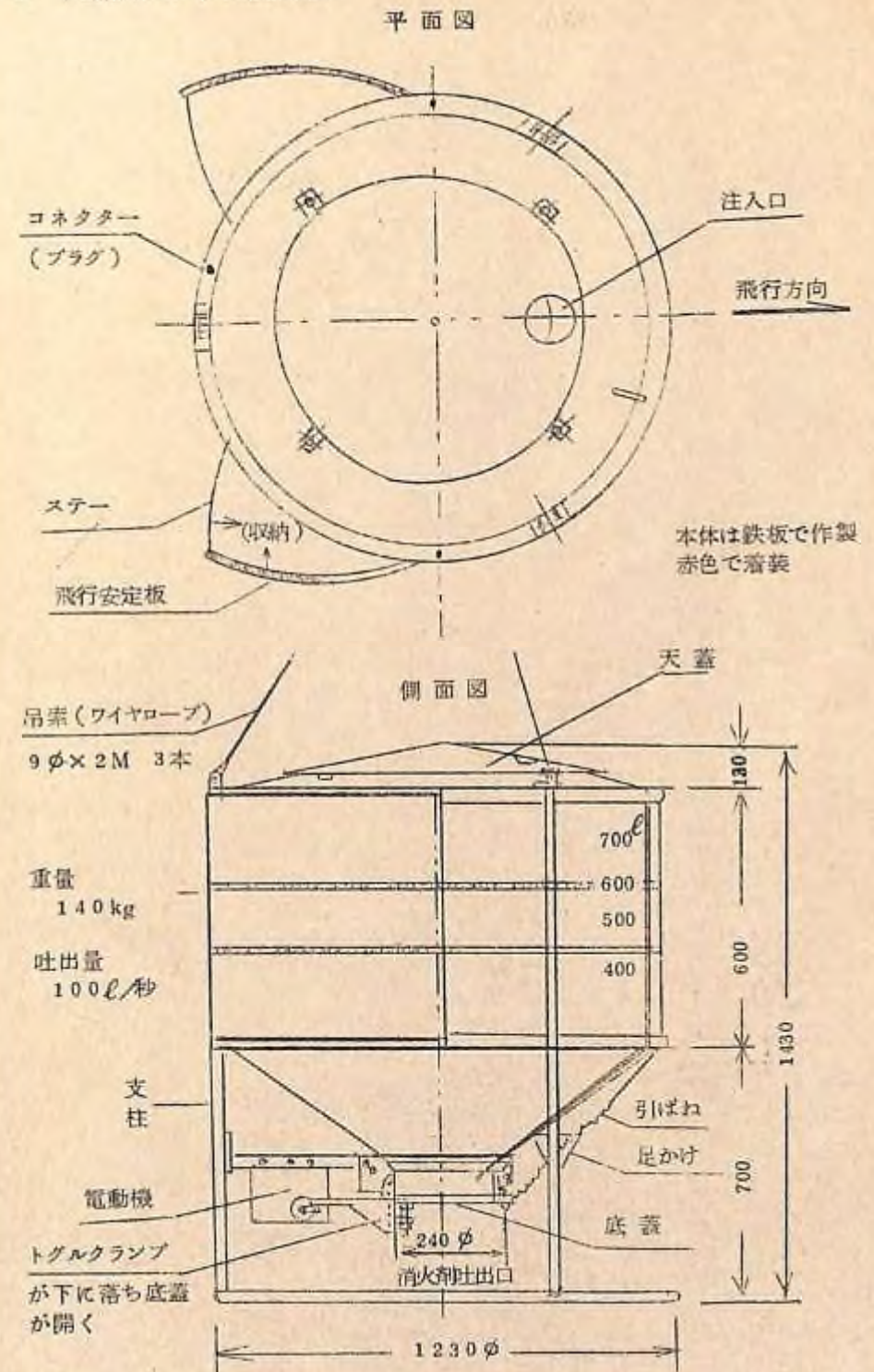




図-2 中型機用水のう型散布機

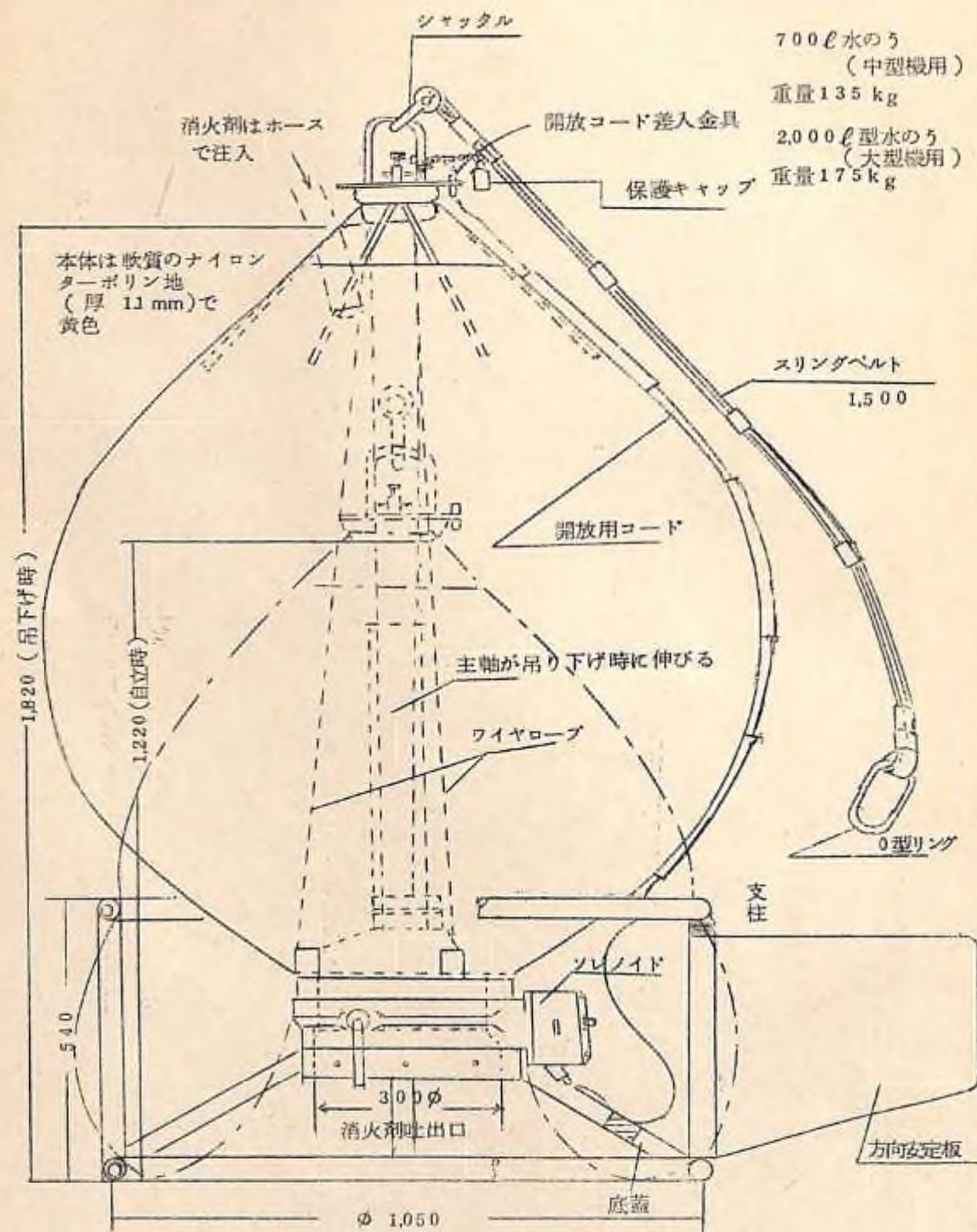
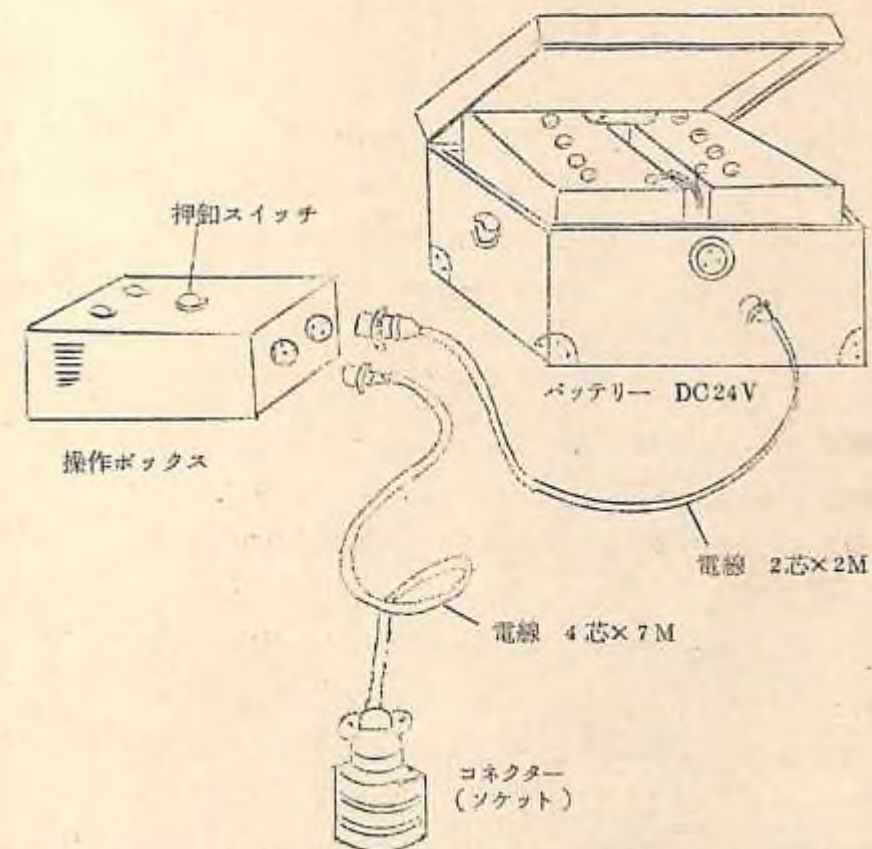


図-3 消火剤開放装置



### (3) 消火剤

林野火災の空中消火に使用する消火剤の特性、効果を検討して適用薬剤を選定する研究は、先に地上消火技術の近代化を目的とする課題で昭和42年から実施した、「新消火剤の現地適応試験」(昭和42年度国有林野事業特別会計試験成績報告書)で実用化が試みられた林野火災に使用する効果的な消火剤の試験実績を基に、進められ空中消火の研究と共に大きく前進した。以下項目別に結果の概要を述べよう。

#### 1 空中消火用消火剤の選定

空中消火に使用する消火剤として、水は最も多く使用され効果をあげている最良の消火剤と考えられ活用されているが、水の使用が極端に制限される林野火災の場合は、少量の水を最大限に活用する方法とか、水に変わるより大きい効果を期待する手法として、化学消火薬剤を利用した消火方法の研究開発が行なわれているが、とくに林野火災の特徴、規模、可燃物な



どを対象に使用可能な消火剤を選定すると、次の諸条件が必要となる。

性能上の特性として、散布と同時に効力を表わす速効性であること、可燃物への付着・浸透性が強いこと、効力が長時間持続するなどの性能が必要である。

使用上の条件としては、直接、間接消火と再燃を防止する残火処理にも使用出来るほか、処理方法が簡単で、何処でも容易に入手出来て、人畜無害で多量に使用するので安価であることの条件が要求される。このほか貯蔵方法、輸送が簡易で長期間変質しないなど多くの要望が有るが、現在各国で研究され各種の木材火災に使用の実績をもつ消火剤も検討し、条件別効力の比較実験、野外消火試験を行ない成果を検討して空中消火用消火剤として次の薬種を選定した。

リン酸第1アンモニウム=MAP ( $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$ ) を主剤とする15%濃度の水溶液に、展着剤=CMC (Sodium. Carboxyl. Methyl. Cellulose) 1%を加え、散布位置確認のため少量の赤色顔料を入れた水溶液を林野火災用空中消火剤の基準液と規定した。

なお、消火主剤MAPは比較的低温の $166^\circ\text{C}$ で分解し ( $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4 \rightarrow \text{HPO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2 \text{O} \rightarrow 4.607 \text{ Cal}$ ) 吸熱反応による冷却作用と、熱分解による不燃性アンモニアガス ( $\text{H}_2 \text{ONH}_2$ ) の隔離作用のほか、メタリン酸の溶解は燃焼を抑圧するなどの作用で大きい消火効力を現わしている。

展着剤のCMCは、繊維素グリコール酸ナトリウムの有機重合体で、白色微粒の合成糊料で草木枝葉など可燃物に消火剤の付着性を増大するほか、空中散布時の霧散を防ぎ、水分の蒸発を制約し消火効果を持続させるなどの特性を持ち、散布時の気象条件により2%に増量し使用する。

## II 散布パターンと有効散布量

林野火災を空中より消火剤を散布して消火・鎮圧するには、地上可燃物の燃焼エネルギーに優る消火剤の制圧エネルギーの搬入が必要である。

消火方法も、燃焼面が大きい山地の地形・気象などの影響で火線の移動も複雑で早い林野火災に対し、初期火災とか地点火災・残火処理など限られた小規模の林野火災を攻撃する直接消火のほかは、火線の延焼前面に消火剤の散布帯を作り火災を阻止する間接消火方法が実施される。

したがって、消火に有効な散布量の決定は、ホバリング(停止飛行)で一点に集中散布の出来る場合は、投入される薬量も多く効果も充分期待出来問題はないが、定められた散布飛

行条件(機速・高度)で火災の規模、現地の状況に対し、消火剤を空中散布する場合の消火有効量(散布密度・分布範囲)の決定はむづかしく、各種の室内および野外試験により以下の基準値を定めた。

空中より散布された消火剤の地上分布範囲と散布密度、消火効果の判定は、使用する散布機と航空機の機速、高度の飛行条件を第1に、散布時の気象の影響、操縦技術などで確度が決定されるが、各種の試験結果によると次の数値が確認された。

I 消火有効散布量としては地上可燃物が比較的少ない $0.5 \sim 2 \text{ kg/m}^2$ 程度の地表火の場合、 $0.5 \sim 1 \text{ l/m}^2$ の密度で $5 \sim 10 \text{ m}$ ほどの散布幅があれば、火線は散布帯への浸入も少なく阻止効果は充分であった。地上可燃物が雑木などの混入で $2 \sim 6 \text{ km/m}^2$ と多くなると $1 \sim 3 \text{ l/m}^2$ と多量の散布量が必要となり、 $10 \text{ m}$ ほどの散布帯を稜線等地形を利用した散布位置を選定すれば、火勢が相当に強くなっても充分な延焼阻止効果が期待出来た。なお風速が $12 \text{ m/s}$ 以上の強風時になると散布値の変動が大きく効果が制定出来ず、そのほか樹冠火など猛烈火災に対する散布効果など空中消火限界数値の解明は、実施不可能時の制定とともに今後の検討課題として重要である。

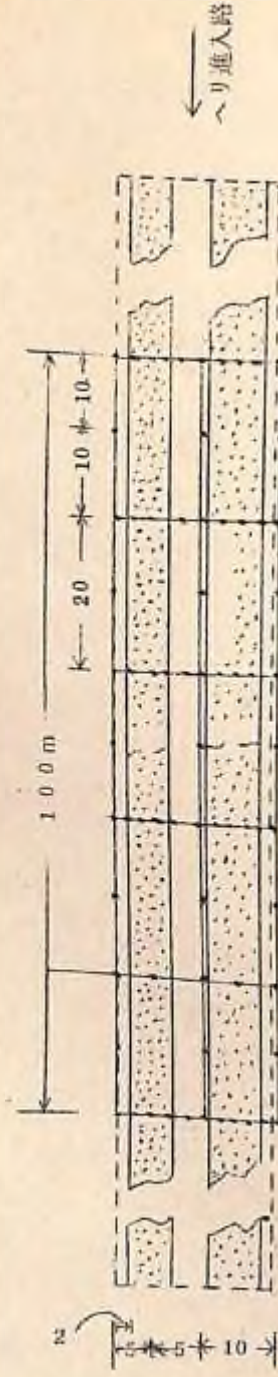
II 小型ヘリコプター・ベル型機に装着されたスプレーキット方式の散布機で、機速 $30 \text{ km/h}$ ・高度 $20 \text{ m}$ の飛行条件で、空中散布すると幅 $20 \text{ m}$ 長さ $150 \text{ m}$ ほどの地上散布区ができ、一部に最大 $0.1 \text{ l/m}^2$ の密度区も有ったがバラッキの大きい筋状の散布では、一回 $100 \sim 200 \text{ l}$ の散布量を考えると、ごく小規模の火災以外には消火効果は期待出来ない。(図-4参照)

III 中型機・HU<sub>1</sub>-B機で「水のう型」および「バケット型」の散布機を使用し、機速 $120 \text{ km/h}$ ・高度 $30 \text{ m}$ の飛行条件で $700 \text{ l}$ の消火剤を空中散布すると、図-5に示すような幅 $25 \sim 30 \text{ m}$ 長さ $130 \sim 150 \text{ m}$ の地上散布区が得られた。密度分布も普通規模の地表火に対して消火効果が充分期待出来る $0.5 \text{ l/m}^2$ 以上の密度区も幅 $8 \sim 15 \text{ m}$ 長さ $100 \sim 120 \text{ m}$ 内と大きく、かつ区内一様に散布されており、 $0.8 \text{ l/m}^2$ 以上の密度区も充分なので散布位置の選定とあわせ中型機による散布は充分な消火効果が求められよう。なお、火災の状況により多量の散布薬量を必要とする場合の同一区域に対する「重複散布」を行なうとか、長い散布帯を作る場合「継ぎ散き散布」を行ない高い効果を求める方法も検討され、実用化が達成された。(図-5)

IV 大型ヘリコプター・バトル107型機を使用し大型「水のう型」散布機で、機速 $120 \text{ km/h}$ ・散布高度地上 $30 \text{ m}$ の条件で $2000 \text{ l}$ と多量の消火剤を投下すると、散布区も



図-4 小型機の散布パターン

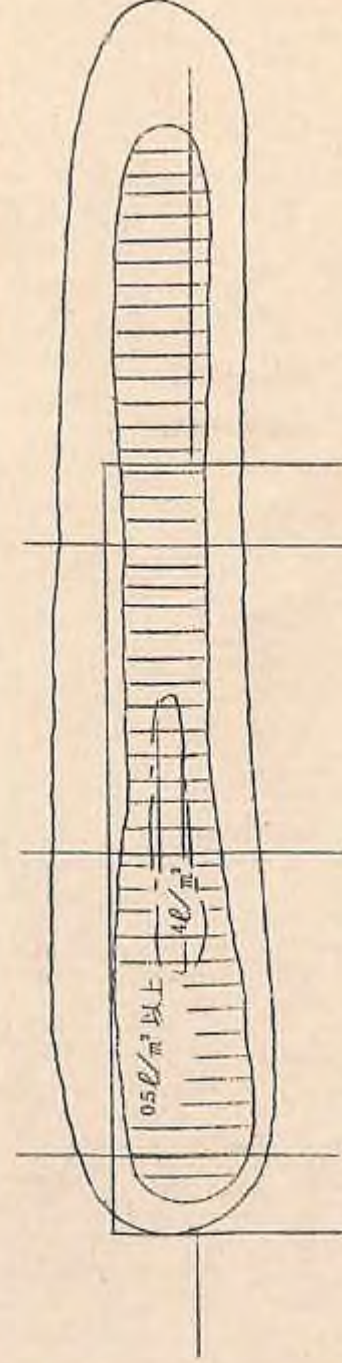


- 48 -

機 種	へり 47G
機速 (km/h)	30
散布高度 (m)	17
消火液	MAP (15)
散布量 (ℓ)	100
風 向	N
風 速	2.9
散布幅 (m)	20
散布長 (m)	170 ~ 200

図-5 中型ヘリコプターHU-1B機による散布パターン

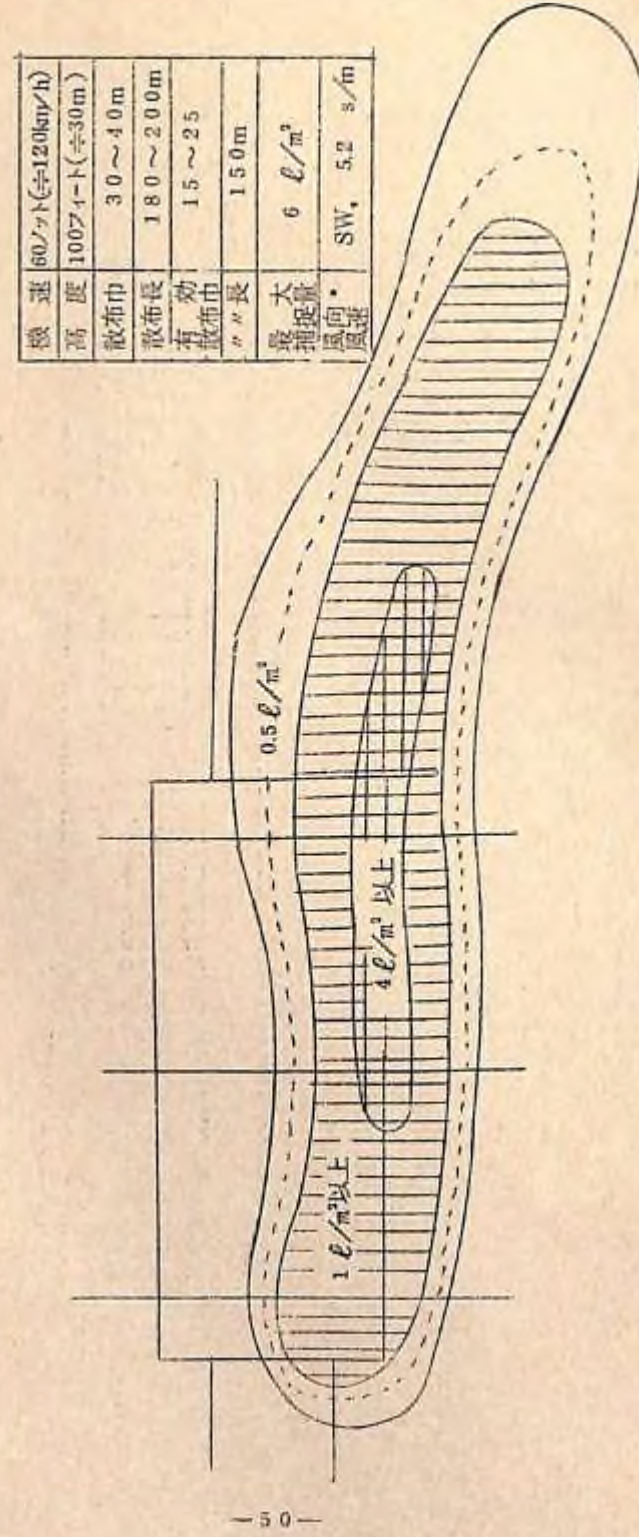
機 種	60ノット(≒120 km/h)
高 度	100フィート(≒30 m)
散布巾	25 ~ 30 m
散布長	130 ~ 150 m
有効散布巾	8 ~ 15 m
〃〃長	110 m
散布量	4 ℓ/m <sup>2</sup>
原色・濃度	S, 2.0 S/m



- 49 -



図一6 大型ヘリコプター・バートル107機による散布パターン



幅30～40m長さ200～180mと大きく、1ℓ/m²以上の密度区も広いので消火効力も大きく、大規模林野火災の空中消火でも十分な効果が期待される。(図一6参照)

#### (4) 空中消火用資機材と支援作業

所要のヘリコプターを活用し所定の散布機を使用して実施する林野火災の空中消火方法では、散布する消火剤の調整補給などを支援する各種の作業がありこれが工程実務を完成することにより、初めて十分な消火活動と効果的な運用が達成される。支援作業工程および使用資機材の現状を述べよう。

##### 1 消火剤混合攪拌機

空中消火に必要な消火剤を調製し、散布機に注入してヘリコプターの消火活動を支持する一連の作業を補給基地作業といい、支援作業の第1である。作業工程の1例を図一7に示した。

所要の薬剤を定量水と混合し消火剤を作製する作業に使用するのが消火剤混合攪拌機で、粘性の高い展着剤を効率良く攪拌する条件で強力軽量な可搬式機械の開発が課題となった。現在使用している大型攪拌機は、可搬式動力ポンプの水流圧により消火剤を吸い込み混合攪拌する装置で、容積2,500ℓの大型水槽の上に本体を設置して、10分間に1,000ℓの消火剤の調整能力を持っている。林野庁で各空中消火基地に整備した、容積500ℓの布製タンクと小型エンジン始動による強力混合攪拌機は、1回450ℓの消火剤を5分ほどの攪拌で調整するので、タンクを数個用意し連続作業により補給効率を確保している。このほか混合タンクへの給水・散布機への消火剤の注入作業には、夫々高能率の動力ポンプを使用して効率的な補給工程を組立てているが、大火災時出動航空機が増加し大量の補給が要求された場合に、十分な消火剤の攪拌・補

図一7 消火基地作業





給能率を確保するためには、より高性能の作業機器の開発と、支援作業工程の高率化を計る一層の研究が必要である。

## II 支援作業

空中消火実施時のヘリコプターの誘導・散布機の懸吊・発進・帰着など航空機に関する作業は航空機関係者が実施するが、ヘリポートの選定・補給基地の設置など消火活動に必要な受け入れ体制を整え、消火剤、散布機など空中消火用資機材の補給基地への搬入とこれに必要な支援作業人員の適切な配置などの支援体制は航空機の到着までに完了しなければならない。このため関係部所では、平素から空中消防隊を編成し、出動時の配備計画を定め、所要の人員がそれぞれの分担で常時訓練を行ない、作業に習熟し、一旦有時の出動に対処しなければならない。空中消防隊（補給基地作業隊）の編成の1例を次表に示した。

表一 2 空中消火消防隊

編 成		資 機 材	備 考
名 称	人 員	名 称	
作業指揮者	1		指揮者兼務可
無線係	(1)		
給水係	2		
薬剤注入係	3	可搬式動力ポンプ 水そう 散布装置	B3級以上 必要に応じ貯水槽を設置する 3～6台（水のう型又はバケット型）
薬 剤 係	(1)	消火剤MAP 展着剤CMC 染 料	MAP 15%, CMC 1～3%, 染料0.001% 、攪拌係兼務可 消火剤貯蔵量3～5トン
攪 拌 係	6	混合装置 水そう 可搬式動力ポンプ	混合機1～2台又は簡易攪拌機2～3台 2500ℓ、2～3台、又は500ℓ型6～10台 混合機1台に付1台

## (5) 散布飛行技術

悪条件下の山地火災の現場で空中消火の大きい効果を求めるには、所定の位置に消火剤を的確に散布するヘリコプターの飛行操縦技術が重要なポイントとなる。重量散布機を吊り下げ複雑な地形と山地の悪気流を突破して限られた地点への消火剤の散布は、高度な飛行技術の裏付けとパイロットの的確な判断が要求されよう。そのうえ、投下位置の制訂、開放スイッチの操作など機内作業も要求されるので、火災の状況、現地環境に合せた最高の散布飛行は大変むづかしい。これらは、すべて航空機部門担当者の平素の訓練熟度を基に、出動時の活用が計られているが、今後は実火災時の数値を加え検討し、林野火災時の効果的な空中散布技術を完成し最大の効果を求めなければならぬ。表一3に大・中型ヘリコプター機の基準飛行諸元と散布飛行要領の1例を示した。

表一 3 大・中型機の基準飛行諸元

## (1) HU-1の場合

状態		散 布 前	散 布 中	散 布 後	備 考
区分					
速度	水 平 飛 行	6 0 K T			速度70ノットまでは左右の振れもなく安定しているが、散布前においては70KTで操縦桿（かん）に微振動が出、また、散布後70KTを超えると風圧により散布器材が大きく後方に流れる。
	上 昇	4 5 ~ 6 0 K T		4 5 ~ 6 0 K T	
	降 下	6 0 K T		6 0 K T	
旋 回 角		2 5 ° 以 内		2 5 ° 以 内	旋回角30°までは、おおむね安定した飛行可能
上 昇 ・ 降 下 率				1 0 0 0 F T / M I N 以 下	
高 度			対 地 1 0 0 F T		
全 備 重 量		H U - I B : 7, 6 0 0 L B S 以 内 H U - I H : 8, 5 0 0 L B S 以 内			消火薬剤と重量 約700ℓ



(2) V-107の場合

状態 区分		散 布 前	散 布 中	散 布 後	備 考
速度	水 平 飛 行	8 0 K T	6 0 K T		1. 散布前においては100 K T, 散布後においては8 0 K Tまで飛行可能であるが、散布器材の安定性からそれぞれ8 0 K T, 6 0 K Tが適当である。 2. 散布後6 3 ~ 6 5 K Tでは、重量と抵抗のバランスが崩れ散布器材が動揺するので、この速度での連続飛行は避けなければならない。
	上 昇	8 0 K T以下	6 0 K T		
	降 下	8 0 K T以下	6 0 K T		
旋 回 角		2 0 ° 以内	2 0 ° 以内		旋回角2 5 ° までは、おおむね安定した飛行が可能である。
上昇・降下率				1 0 0 0 F T / M I N 以 下	
高 度		対地 1 3 0 F T			
全 備 重 量		1 9, 0 0 0 L B S 以内			消火薬剤と5載量 約1 8 0 0 ℓ

(1) 散布飛行の基準諸元



(2) 散布飛行要領

ア 経路の選定

次の事項等を考慮して経路を選定する。

- (ア) 火災の状況 ..... 火焰, 煙, 延焼方向等
- (イ) 地 形 ..... 高圧線等の障害物, 標高, 不時着適地等
- (ウ) 気 象 ..... 風向, 風速, 乱流。

V 本課題(48~49年度)で実施した試験

昭和44年度から引続き実施してきたヘリコプターによる林野火災の空中消火方法の研究も、昭和48年2月岡山県祿山高原における現地散布試験で、今までに得られた成果の確認を行ない、技術方法を確立して実用化の解決を求めたが、試験を終了し結果を検討し48年度新たに航空機サイドから提示された散布基準飛行条件(機速120Km/h・高度30m)に関連する諸問題の解決を計り実用化を達成するため次の実験を追加実施した。

(1) 静岡県富士国有林に於ける現地総合試験

機速120Km/h(以前は90Km/h)散布高度30m(同じ)の大・中型ヘリコプターの林野火災時の空中散布飛行条件に対応した、改良型散布機の安定性、安全性の確認と、増速による散布パターンを決定し、消火効果を検討するなどを主題に、次いで新消火剤混合攪拌機の開発テストと支援作業工程の完成などを目標に現地総合試験を実施した。

1 試験概要

試験地は静岡県富士宮市大字北山・東京営林局管内静岡営林署富士山国有林291・297林班で、ヘリ基地など試験地の配置を図-8に、試験日程・実施項目を表-4に示した。



表-4 日程・実験内容と実施要項

## 実用化試験 (富士宮)

月日	項目	9:00~12:00 (飛行開始10:30)	13:00~16:00 (飛行開始13:30)
11月/19日 (月)	実験打合 実験準備		◎ HU-1B, 中型散布機による散布パターン測定(第1回) ・ バケット型2回 機速:60KT ・ 水のう型2回 高度:100ft
20 (火)	HU-1B, 中型散布機による散布パターン測定(追補)		◎ HU-1B×3機による実用化試験(第1回) ・ 連続散布…バケット, 水のう交互に使用 連続延6回散布 ・ 散布総長さ…300~400m ・ 機速:60KT, 高度:100ft
21 (水) (見学日)	◎ HU-1B×3機による実用化試験(追補)		◎ V-107, 大型散布機による散布パターン測定 散布試験2回, 機速:60KT, 高度:100ft ◎ V-107による中型散布機吊上試験
22 (木)	◎ V-107による実用化試験 ・ 連続散布…3回 ・ 散布総長さ…300~400m ・ 機速:60KT, 高度:100ft		予備日 撤収

## 大型散布機飛行安定性試験(木更津)

月日	項目	午 前	午 後
11月/19日 (月)	実験打合 実験準備		(1) 安定性試験(第1回) Ⅰ) 懸吊散布機条件 { a=空袋(消火薬剤なし) b=消火薬剤として 淡水2000ℓ Ⅱ) 飛行条件 { 高度:100ft 機速:40KT→50→60→→ (2) 機能試験(第1回) Ⅰ) ヘリコプターへの着脱動作試験 Ⅱ) 投射口バルブ等の作動試験
20 (火)	(1) 安定性試験 (追補) (2) 機能試験 (追補)		

21日以後は実用化試験(富士宮)にて実施

項 目	内 容
ヘリコプター	中型機HU-1B(塔載量約1ton)-3機(陸上自衛隊東部方面ヘリコプター隊所属) 大型機バートル107(塔載量約2.5ton)-2機(陸上自衛隊第1ヘリコプター団所属)
散布機	中型機用改良バケット型散布機(容量1,000ℓ(自重約140kg)) 林野庁所有 中型機用改良水のう型散布機(容量700ℓ自重約140kg) 消防庁所有 大型機用改良水のう型散布機(容量2,000ℓ自重約160kg) 消防庁所有
散布飛行条件	中型機, とも高度100ft(≒30m), 機速60ノット(≒120km/h) 大型機, を基準飛行条件とする。
散布量	中型機は1回700ℓ 大型機は1回2,000ℓ
消火剤	消火用第1リン酸アンモニウム(MAP)15%を基準濃度水容薬剤とし顔料 林野火災用展着剤(CMC)1%で赤に着色
攪拌・補給	消火剤の攪拌・調整は消研式攪拌機と大型水槽を使用し, 散布機への補給, 注水作業は可搬式消防ポンプを利用する。
散布測定	飛行条件毎の散布密度・分布範囲の測定を行なう試験区で巾50m長さ150mの区間の測点上の散布薬量を秤量しパターンを決定する。
散布実験	巾30m, 長さ500mの実験区を決め連続散布試験毎のパターンを観測する。
散布条件	散布実施時毎の風向, 風速, 気温, 湿度などを観測し条件とする。



図-8 現地総合試験配置図



なお、本試験に使用したバケット型散布機の改修の要点を述べると、①本体上部の開放口にフタを付け飛行時の浮き上がりを止めた。②本体中央部に方向安定板を取り付け飛行中の安定性を確保した。③吊り索(ワイヤー)を200cmと長くし、吊り環(シャックル)を長円形にして吊り下げ作業を容易にした。④散布後の開放を水のう型と同一規格の通電方式とし操作は塔乗員のスイッチ操作で行ない手動直接方式は止めた。⑤本体の容積を満量800ℓ(従来は1,000ℓ)と小型にし、タンクを上部で支持し底蓋の開閉操作を容易にした。などが主な改修点で本実験での使用テストにより性能を確認し完成を求めた。

## II 試験結果

散布機の安定、安全性については中型機用の「バケット型」散布機および「水のう型」散布機とも、新条件数値に対する各種の基礎実験データをもととした所要個所の改修を行ない、木更津基地における飛行テストにより一応満足すべき結果を得ていたが、今回の散布試験に

より実用散布機としての精度と飛行時の安定性と取り扱いの安全性の最終確認を得たので当面使用する散布機に対する改修課題を完成した。大型機用「水のう」散布機に付いても、今回実施した平地基礎実験と現地経験の結果から当面実用散布機としての認定も得たので実施時の使用課題も解決された。

散布パターンの決定と消火効果の確認は、幅50m長さ150mの測定試験区域内に、10m間隔に配置した測点上の薬量を秤量して散布密度・分布範囲を算定した。幅50m長さ500mの散布実験区では大・中型機による連続散布(継ぎ散き)試験を行ない実火災時での散布方法の確認を行なった。

中型機による機速120km/h、高度30mの飛行条件による散布は、バケット型、水のう型とも大体幅25~30m長さ130~150mの区内に、平均0.2ℓ/m<sup>2</sup>の密度で0.5ℓ/m<sup>2</sup>以上の消火有効散布区も幅8~15m長さ100~130mとなった(図-5参照)。大型ヘリコプター・バートル107型機の散布では、散布が幅30~40mで散布長180~200mの区内に平均0.5ℓ/m<sup>2</sup>の密度の分布区も幅15~20、長さ150mと大きくなった。(図-6参照)

散布実験区での大・中型ヘリ数機による継ぎ散き連続散布試験も、20~30mの重複区を作り散布線を延し予期以上の結果を得たが、火災時求められた目標に対し適確な投射を行ない完全な消火帯を作るには、風の影響と地形を判断した散布飛行技術の習熟が効果良否のポイントとなろう。

これら散布パターンの数値をもとに各種の消火試験を行ない結果を検討すると新しい条件での空中散布での消火効果は、従来の数値と同様充分に期待出来るものと判定し、現地の火災状況、規模に応じて700ℓまたは2,000ℓ一回の散布薬量で不十分の場合は、重複または連続散布を実施することにより十分な効果が求められよう。

補給基地作業、所要の消火剤を調整して散布機に注入しヘリコプターの消火活動を支援する補給基地の作業は、多数の人力と機械力を必要とする連続した作業工程で、なかでも高能率で消火剤を混合攪拌する装置の開発は、空中消火活躍のキーポイントでもあり研究が進められていたが、今回試作使用した大型混合機は中型動力ポンプの注水圧を利用した簡単な攪拌機構で、粘性のある展着剤CMCの混合も容易に出来たので今後実用上大きい活用が期待された。必要水量の揚水・消火剤の散布機注入などの作業には可搬式の消防ポンプ数台を使用し作業工程を効率化したが、作業指揮、人員、機械の配定を整理して作業の習熟を計れば補給基地作業は十分な任務をはたすものと自信を持った。



以上が本試験での結果の概要であるが、これにより大・中型ヘリコプターを使用した林野火災の空中消火に必要な技術的課題は一応解決されたものと判断し、これが完全な実施、実用化を達成するため行政、技術担当部門、関係諸機関が協力して、一日も早い林野火災の空中消火方法を確立する目的で最終段階の研究を進んだ。

## (2) 空中消火の実用化訓練試験

前記富士国有林に於ける現地試験で確立した空中消火技術、方法の研究成果を基に、昭和50年よりの実施を目的として防衛庁主催、消防庁、林野庁支援により空中消火訓練野外試験が昭和49年9月千葉県木更津基地で実施された。とくに、今回の試験は災害派遣による自衛隊機の出動を基盤に派遣体制の整備、関係実務の訓練を主としたもので、参加者も各都道府県及び国有林営林局署の実務担当職員で、空中消火資機材の取り扱い、散布、消火技術の確認を行ない、運用要項、支援実務を実習検討しヘリコプターによる林野火災の空中消火体制を整備し、実務を計画するための資とした。

### 1 実施要領

試験は次の表一5・6に示す日程と実施要項で千葉県木更津市陸上自衛隊第一ヘリコプター団基地内で行なわれた。

表一5 訓練日程

月 日	調 訓 練 目	担 当
9/9 (月)	午前 訓練要旨説明 空中消火の概要	隊 研
	午後 空中消火用器材の取扱法	"
9/10 (火)	午前 林野火災の実施 空中消火操縦法	林 隊
	午後 " "	"
	午前 空中消火に対する準備態勢 空中消火操縦法	消防・林野 隊
	午後 空中散布飛行(直接消火演習)	"
9/11 (水)	9.30 現地集合(体育館) 9.40~10.00 日程等説明(" ") 10.10~11.50 空中消火操縦法現地見学(飛行場) 12.00~13.00 休 憩 13.10~15.00 空中散布飛行(直接消火演習)見学 15.10~17.30 研究討議(体育館) 演 見学者の行動は現地で各担当者が指示する。	消防・林野 " " " " " " 消防・林野 防衛
9/12 (木)	午前 空中消火演習 午後 空中消火操縦法 9.30 現地集合(君津郡ダム) 11.30 解散	千葉県・隊 隊 消防・林野
9/13 (金)	午前 空中消火災害派遣 午後 研究討議	隊 "
9/14 (土)	午前 研究懇談会 解 散	"

表一6 実施要項

項 目	内 容
ヘリコプター	中型機HU-1B(搭載量約1ton)-2機(陸上自衛隊東部方面ヘリコプター隊所属) 大型機バートル107(搭載量約2.5ton)-1機(陸上自衛隊第1ヘリコプター団所属)
散 布 機	中型機用改良バケット型散布機(容量700ℓ自重約140kg) 林野庁所有 中型機用改良水の5型散布機(容量700ℓ自重約140kg) 消防庁所有 大型機用改良水の5散布機(容量2,000ℓ自重約160kg) 消防庁所有
散布飛行条件	中型機 } とも高度100ft(≒30m), 機速60ノット(≒120km/h)を 大型機 } 基準飛行条件とする。
散 布 量	中型機は1回700ℓ 大型機は1回2,000ℓ
消 火 剤	消火用第1リン酸アンモニウム(MAP)15% } を基準濃度水容薬剤とし顔料で (CMC) 1% 赤に着色 林野火災用展着剤
攪 拌 ・ 補 給	消火剤の攪拌・調整は大型攪拌機2,000ℓの大型水槽と500ℓ水槽5個と小型攪拌機を使用し、散布機への補給、注水作業は可搬式消防ポンプおよび自吸式エンジンポンプを利用
消火試験	間接消火実験区1・直接消火実験区1をとり、実験区(50×50m)内に乾燥したスギの枝葉を多量(厚さ約50cm)集積し、着火燃焼後空中消火し効果を判定する。

## II 試験の成果

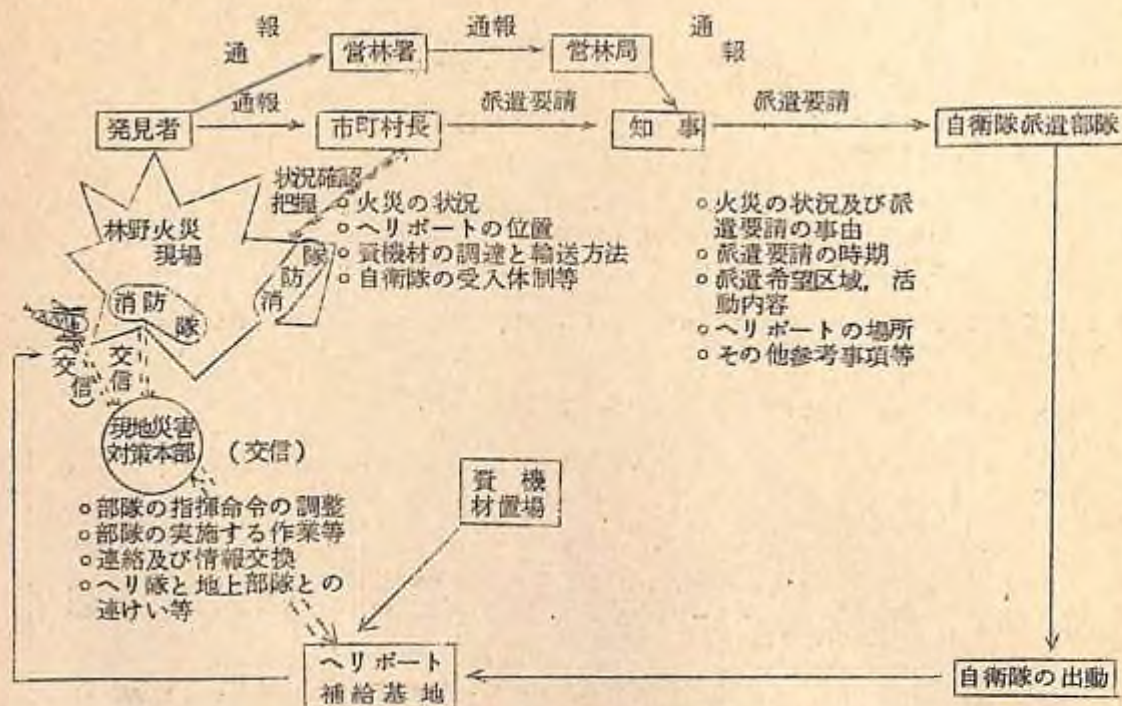
試験はまず、ヘリコプターによる林野火災の空中消火に使用する資機材の機能、取り扱いの確認を行ない、次いで同方法の円滑なる実施を計るための運用方法、協力体制、受入体制の整備地上支援作業の充実など一連の空中消火活動の具体的指針の検討を行なった。

とくに今回は自衛隊所属航空機の出動を求めて空中消火を実施する場合の運用条項を基本に(民間機の場合もこれに準ずる)試験が実施され、関係諸問題が訓練された。試験に提示された運用基準(案)の概要を述べると、図一9に自衛隊ヘリコプターの派遣を求めた場合の系統図に示すごとく、派遣要請は通常現地市町村長が火災の状況を確認して、現地の消防隊による消火が困難となり次の状況を判断して都道府県知事に要請するものである。

- ① 立地条件とくに急斜面・道路・水利などの不便等、火災現場周辺の状況により地上からの消火が困難であるとき。
- ② 火災規模に対して地上からの消火能力が不足する場合。
- ③ 人家への延焼その他重大な結果が予想される場合等で、空中消火によらなければ消火が



図-9 林野火災における自衛隊のヘリコプター派遣系統図

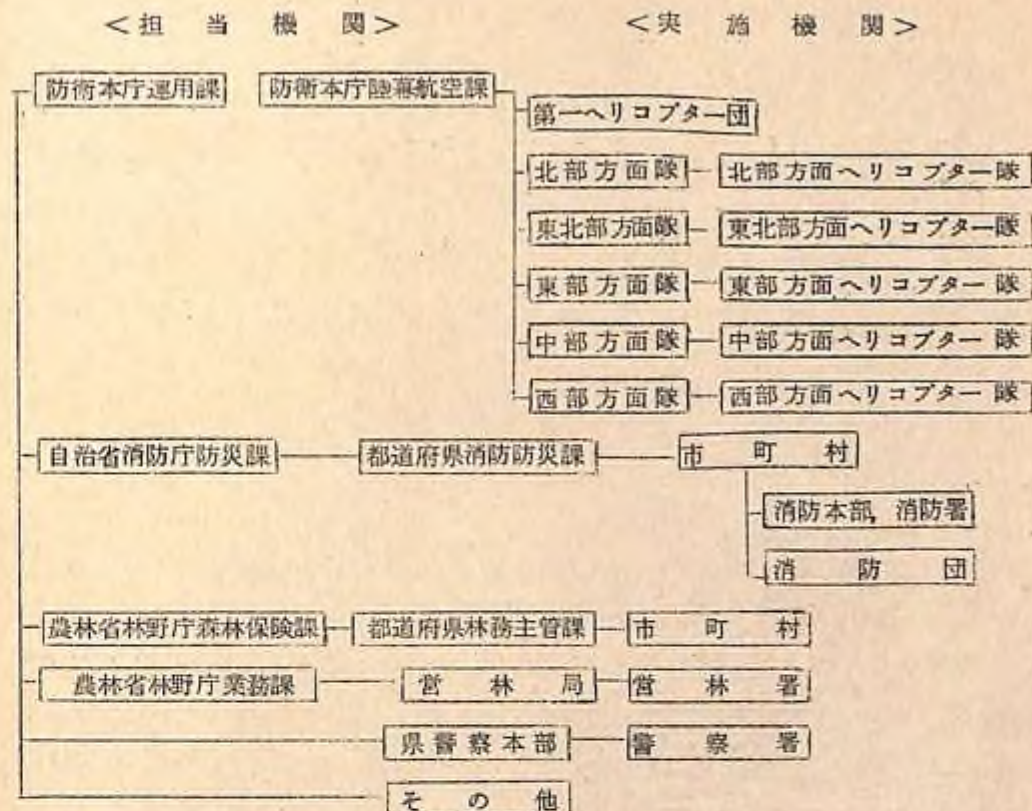


困難であるとき。の条件が示されているが空中消火を最大限に活用するため、これら条項の現場担当者の十分な活用と要請時期のタイミングが空中消火運用のポイントとなろう。

要請側の受入体制としては発令までに次の準備が必要である。① 現地災害対策本部の設置 ② 補給基地の選定 ③ ヘリポートの設定 ④ 必要資機材の輸送・配備 ⑤ 支援作業消防隊の編成・配置。のほか空中消火活動を安全かつよく実施するため安全基準を定める必要がある。

林野火災のヘリコプターによる空中消火に関係する現行の担当組織を図-10に示した。

図-10 空中消火組織図



以上で今回の実用化訓練試験を終了し林野火災の空中消火方法と実施に必要な条項の確認を得、当面災害措置によるヘリコプターの活用体制も達成されたので、航空機による林野火災の消火技術の確立を標榜とした研究は一応実用化の成果を完成して終了する事とするが、これが完全な実施・実用化のためには今後の検討課題も多く当面下記事項の早期解決を必要としている。

- I 空中消火体制の早期確立。（中央・地方を通じた関係機関による空中消火体制の整備と責務の分担を明確にし運営方法を決定する）
- II 空中消火用資機材の整備拡充。（国・自治体を問わず全国的な散布機・消火剤などを保有する空中消火基地の配備とヘリポート・補給基地等の選定配置をする）
- III 空中消火方法・地上支援作業の完成。（空中消火作業の実務・支援作業要領などを決定し、常時訓練を行ない方法・作業の習熟を計る）



(3) 空中消火基地の整備

ヘリコプターによる林野火災の消火技術を確立し昭和50年よりの実施に対応する為、昭和46年度林野庁で所管国有林内の各営林局管内に重点配備した空中消火基地に対し、新しい体制下の空中消火方法の認識と、改良散布機を初め使用資機材の取り扱い方法、実用化の内容、支援作業の習熟を計って本年度は、大阪・高知・熊本・長野・秋田・青森局内の空中消火基地で現地検討会を行なった。

各基地とも担当者の熱心な研究心に敬服すると同時に、前項で求めた問題点のほか数々の改善点の指摘も多く、一日も早い問題の解決を計って、関係者が一体となって林野火災に活躍出来る空中消火基地の整備に萬全を期さねばなるまい。

表一7に国有林関係の現有消火基地と表一8に都道府県関係の整備状況を示した。

おわりに

林野火災の空中消火の研究は、昭和49年航空機による林野火災の消火技術の確立の課題で試験を終了し、消火方法、技術を完成するとともに昭和50年からの出動、実施を達成し実用化の研究も終了したが、より大きい効果を期待し、より高い成果を求めて今後一層の研究も必要である。当面、運用基準、支援要項など関係条項の決定と、担当業務分担など協力体制の確立を計るほか、消火用資機材の配備拡充に努め常備ヘリポート、作業基地を選定して地域別の空中消火作戦に備えねばなるまい。

研究部門に於ても林野火災の燃焼特性、環境因子との関係など基礎的数値の解明と、地上および空中を一体とした総合消火技術の確立を図らねばならない。とくに複雑な立地条件に対応した合理的な消火方法として消火剤の最大の効果を求めるため散布位置の判定技術などの基準を策定する研究を開始した。一方使用資機材の新らしい開発をもととした林野火災の近代消火技術の完成を目標とした研鑽も進めねばならない。

最後に本研究に参画し今日の成果を支えて下さった諸賢に心から御礼申し上げる。

表一7 林野庁の空中消火器材保有状況

営林局	基 地	基 地 所 在 地 住 所	摘 要
旭 川	名 寄 羽 幌 旭 川	北海道名寄市西二条一丁目 " 苫前郡羽幌町南三条三丁目 " 旭川市神楽三条四の419	既 設 " "
北 見	留辺蘂	" 常呂郡留辺蘂町栄町二区	"
帯 広	帯 広 標 茶	" 中川郡幕別町字千住 札内苗畑事業所 " 厚岸郡厚岸町字太田 太田造林事業所	" 49年度中に設置
札 幌	苫小牧	" 苫小牧市字丸山	既 設
函 館	八 雲	" 山越郡長万部町字富町 長万部苗畑事業所	"
青 森	青 森 盛 岡 仙 台	青森県青森市大字大矢沢字里見242 八甲田苗畑事業所 岩手県紫波郡矢巾町大字煙山 煙山苗畑事業所 宮城県宮城町上愛子字遠野原 原山苗畑事業所	" " 49年度中に設置
秋 田	大 館 大 曲 大 村	秋田県大館市上代野 大館苗畑事業所 " 仙北郡協和町境 製品事業所 山形県東根市大字若木番地外 若木種子貯蔵庫	既 設 " "
前 橋	草 津 富 岡	群馬県吾妻郡妻恋村大字田代字妻恋山国有林42林班内 福島県双葉郡広野町大字下北迫字西平山3	" 49年度中に設置
東 京	静 岡 水 戸 東 京	静岡県富士宮市豊町19-27 茨城県常陸太田市山下町1237-1 東京都八王子市長房町1996	既 設 49年度中に設置 "
長 野	上 田 上 松	長野県上田市下紺屋町3400の1 " 木曾郡上松町大字上松字沖田	既 設 49年度中に設置
名古屋	下 呂 岡 崎	岐阜県益田郡下呂町小ヶ野 愛知県岡崎市明大寺町向山2-4	既 設 "
大 阪	神 戸 広 島 新 宮 岡 山	兵庫県三木市別所町三木山国有林34林班7小班三木苗畑事業所 広島県広島市己斐町 八木山国有林68班 ち小班 和歌山県新宮市新宮大浜宮有地 大浜貯木場 岡山県御津郡御津町伊田2751-1 五城苗畑事業所	" " 49年度中に設置 "
高 知	徳 島 奈 半 松 山 窪 川	徳島県三好郡池田町 元池田貯木場 高知県安芸郡奈半利町 愛媛県上浮穴郡久万町 久万貯木場 高知県高岡郡窪川町 窪川貯木場	49年度中に設置 既 設 49年度中に設置 "
熊 本	直 方 熊 本 宮 崎	福岡県直方市永満町ユリハラ 熊本県飽託郡北部村貢オハギ 宮崎県宮崎市鏡州丸町 丸野駐車場内	既 設 " "

注： 基地に配備している資機材（標準的な基地で示す。）

- |                     |     |
|---------------------|-----|
| 1. 空中散布装置バケット(700ℓ) | 3台  |
| 2. 簡易攪拌(かくはん)機      | 2 " |
| 3. 水 槽              | 8 " |
| 4. 動力ポンプ            | 2 " |
| 5. 消火剤(MAP)         | 3トン |



表一 8 地方自治体の空中消火器材保有状況

都道府県	管理連絡先	保 有 器 材			
		散布器材	混合機	貯水槽	消火薬剤
秋 田 県	秋田県林政課	2 (バケツ)	2	6 ( 5 0 0 ℓ )	5 トン
岩 手 県	岩手県消防防災課	17 (水のう 7 0 0 ℓ)	4	4 ( 2.5 0 0 ℓ )	5.1 トン
栃 木 県	栃木県造林課	7 (バケツ)	2 (スムーザー)	1 ( 2.5 0 0 ℓ )	5.4 トン
群 馬 県	群馬県治山造林課	3 (水のう 7 0 0 ℓ)	1	1 ( 2.5 0 0 ℓ )	2.5 トン
千 葉 県	千葉県消防防災課	8 (水のう 2.0 0 0 ℓ)	8	8 ( 2.5 0 0 ℓ )	6 トン
埼 玉 県	埼玉県消防防災課	4 (水のう 7 0 0 ℓ)	1	1 ( 2.5 0 0 ℓ )	4.2 トン
山 梨 県	山梨県消防防災課	4 (水のう 7 0 0 ℓ)	1	1 ( 2.5 0 0 ℓ )	1 0 トン
		3 (水のう 7 0 0 ℓ)	1 (スムーザー)		3 トン
静 岡 県	静岡県消防防災課	3 (水のう 7 0 0 ℓ)	1 (スムーザー)		3 トン
広 島 県	広島県消防防災課	12 (水のう 7 0 0 ℓ)	4	5 ( 2.5 0 0 ℓ )	3 トン
愛 知 県	未		定		

注：1. スムーザー：混合機と貯水槽が一体となったもの。

2. 保有状況は、昭和 4 9 年度末であり、昭和 5 0 年度以降更に各県等に配備される予定。

## 林道法面緑化施工跡地の 追 跡 調 査



## I 試験担当者

防災部 治山第2研究室長 岩 川 幹 夫

室 員 原 敏 夫

## II 試験目的

林道網の整備につれて、全国の各種立地環境のもとで法面開設が進展しつつあるが、通行の安全確保、林地保全、景観保全、自然保護などと関連し、法面の早期かつ恒続的な安定緑化が強く要請され、林道域の立地環境に適応した緑化工法の改善、開発が緊要な課題となっている。

林道法面の、ことに切土法面などでは傾斜が著るしく急なため、薄層土じよ法面、瘠弱、乾燥法面などが多く現われる。したがって一般の荒廃山腹にくらべて、植生の発生、生育にはかなりきびしい地況条件を生じ、緑化形成の困難をきたすところも少なくない。

このようなことから、立地条件別、施工条件別等の諸要因と、緑化形成状況ならびに導入植物と周辺植物との関係等について調査し、林道法面における緑化工技術の改善、開発に資するものである。

## III 試験経過と得られた成果

### 1. 調査地および調査方法

林道法面における緑化形成状況に関する調査資料はまだ少ないので、気候、地質、地況など環境の異なる広い地域にわたる調査がまず必要である。本調査では緑化形成、推移の実態を把握するため、経年的な緑化施工がみられる地域の一部として、冷温帯下部から冷温帯上部域まで連続的な開設法面がみられる瓶ヶ森林道（高知営林署管内）と、暖温帯上部から冷温帯下部の低山帯域にある長九郎林道（河津営林署管内）について検討した。

現地調査にあたり、立地的要因に関しては、標高による植物分布区分が考えられる林道ではほぼこれに準じた区分やそのほかに土じよう（表層土質および切土、盛土）、法面方位、隣接林況などの区分も考えられた。施工条件については施工年次別の調査法面が求められるようにした。

法面植生の調査では、一般にまだ導入植物による草本植被が形成されている段階なので、法面内に $1 \times 1$  (m) のコドラートを10個ほど設け、全植物、木本植物、草本植物および種類別にそれぞれの被度(%)と種類別生育高などを測定し、被度と頻度による優占度( $O \cdot F$  %),あるいは頻度階級にとりまとめて検討した。法面に隣接した周縁植生については $5 \times 5$



(m)～10×10(m) のコドラートによってその構成状況を調べた。また法面周辺における導入植物類の生立状況については、法面上縁および下縁から出現範囲まで1×1(m) のコドラートを連続してとり、路面両側部については、法面端から1×5(m) のコドラートを路側にそって設け、法面外における分散状況を調査した。

なお、林道法面における緑化工法は、機械搬入が容易なため、能率的な種子吹付工が一般に定着しているが、本調査地域の緑化工法もすべて種子吹付工が行われたところである。

## 2. 調査結果

### 2-1 瓶ヶ森林道

#### 2-1-1 調査地概況

瓶ヶ森林道は、高知営林局が昭和43年度から施工に着手し、石鎚スカイライン終点の土小屋から、よさこい峠、しらさ峠、氷見2千石原入口、瓶ヶ森南東山腹から西・東黒森山、伊予富士等をむすぶ山腹をぬけ、国道194号線の寒風山トンネルの南側に至る26.6kmにおよぶものである(図-1)。このうち、土小屋～瓶ヶ森の氷見2千石原入口までは一般にも開放されている。

調査区間の標高は1100mから1700m附近にあり、植物分布帯からは冷温帯下部附近から冷温帯上部にわたっている。四国地方の植物分布については詳しい調査資料がいくつかあるが、これらによって石鎚山系域にみられる植生の概要をみると次のようである。

この地域の暖温帯植生域は標高1000m附近までで、これから上部の1000～1200m前後からはブナが次第に多くなり、冷温帯域に移行するが、さらに1700mをこすとシコクシラベが生ずる冷温帯域となる。

この間のブナ帯域のうち1000～1300m域は暖帯上部から冷温帯に変わる移行帯の植生がみられるところで、モミ、ツガの混生や、スギ、ヒノキの人工林も広がっている。林内にはシロモジ、カマツカ、リョウブなどがあり、林床にはスズタケの広がる場所が多く、草本層には、コカンスゲ、カンスゲ、イトスゲなどが多い。

ブナ林には冷温帯域の二次林として生立するミズナラ林があるが、1300～1500m域の土小屋～しらさ峠附近にはこのようなミズナラの優占した林地が生立している。林内にはイヌシデ、コダソミネバリ、ヒメシャラ、ナツツバキ、コハウチハカエデなどが混生しているが、これは漸次ブナの極相林に移行するものである。下床にはナガバモミデイチゴ、ニガイイチゴ、シロモジ、ノリウツギ、ニシキウツギ、リコウブなどがあるが、ヤマブドウ、クロズルなどのつる植物は、樹高の低い二次林の林冠部や林縁植物のなかでかな

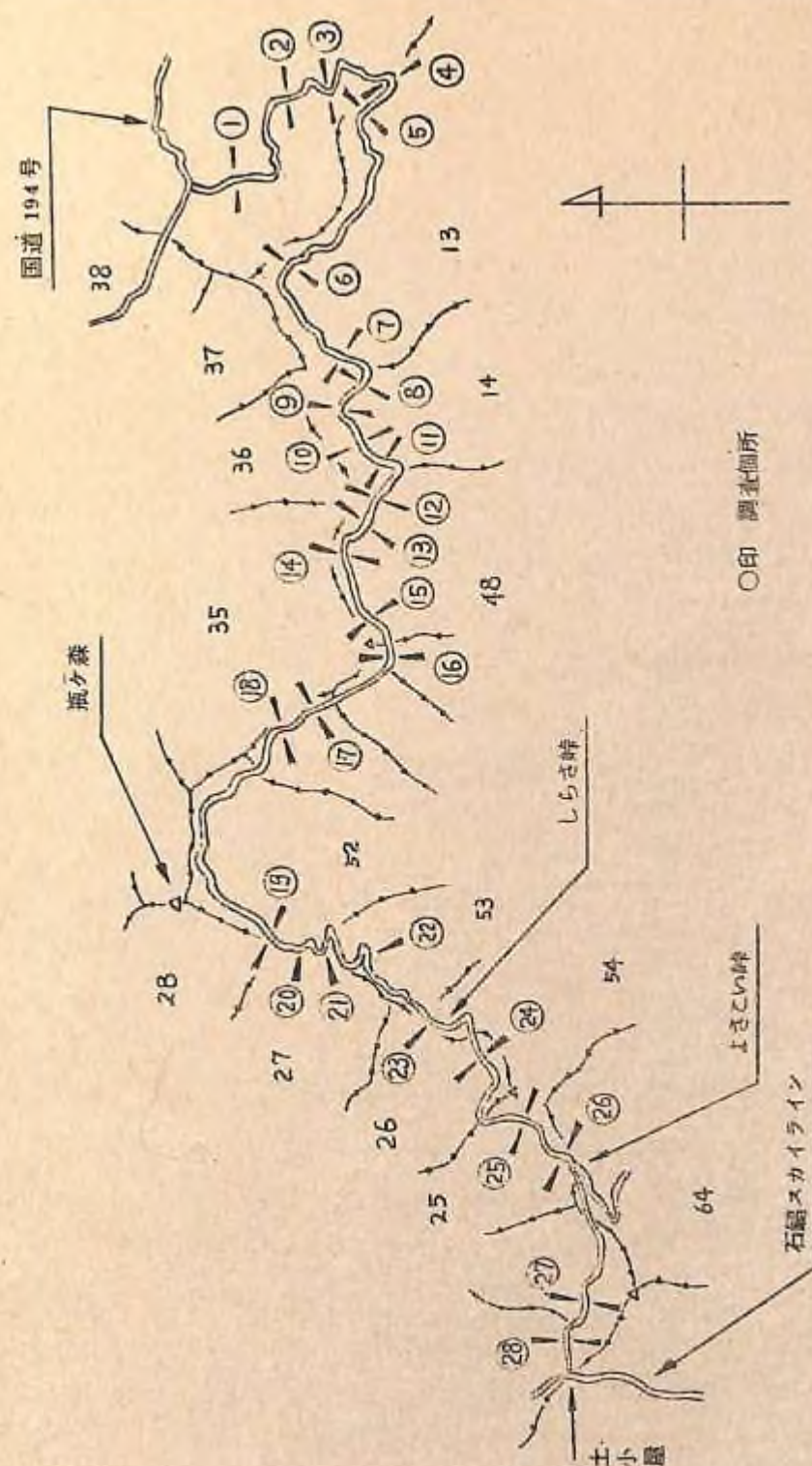


図-1 瓶ヶ森林道法面調査位置図



り多く生じている。

また、1500mでいどころ以上では、南斜面などの日当りのよいところに、ウラジロモミの優勢なところがあらわれる。また、ブナ林の林床植生の特徴はササ類の多いことで、風衝地や積雪の少ないところではスズタケが生じ、標高の高いところではイシヅチザサが全面的に広がっている。

本調査林道は標高1100m～1700mの範囲にあり、植物分布帯からは、前述のブナ帯全域にわたっている。調査法面について標高要因によるちがいを、上述の植生状況に準じてみれば、ほぼ200mごとの区分となるが、これによる現地における調査法面位置を示めすと図-2のようである。また、降水量が多く、曇りや霧の多い地域であり、法面方位によるちがいはあまり観察されなかったが、8方位によって区分された法面について、一応N側、S側別のとりまとめも行なった。なお調査法面の表層地質ならびに土質は、地1～18附近までは、砂岩、頁岩類を基岩とするものとみられるが、法面表土は一般に崖錐状斜面の切取面およびその下方斜面にあたる盛土面が大部分で、表土は隠まじり粘性土をなし、盛土面ではかなり大きい角礫や転石の浮き出たところもある。法面傾斜は切土面では40度～60度をしめし、盛土面ではほぼ35度～43度である。法面傾斜20～28附近では、切土表面はやや硬い黄褐色ローム質地盤をなし、盛土面は粘性土～隠まじり粘性土である。

施工は昭和43年度～49年度にかけて行なわれているが、法面表播工は表-1のように実施されている。すなわち昭和45年～49年度には既施工法のほぼ全域にわたって追播が行なわれているので、現況の緑化形成植物は、新たに導入された種類が優占的に生立しているところが多くなっている、盛土面では初期導入種による緑化が保たれているところがある。

## 2-1-2 法面周縁植生

この地域の植生分布の概況は前項および図-2のようであるが、調査法面の周縁部にみられた林縁植生を含む植物の種類組成は表-2のようである。

高木類ではリョウブ、ヨグソミネバリ、ヒメシヤラ、タラノキ、ブナ、ダケカンバ、ヤマモミジ、ミネカエデ、ナツハセなどがみられ、ブナ、ダケカンバ、ヨグソミネバリ、リョウブなどが上部域まで多く出現する。ヌルデ、ホオノキ、ハゼノキ、フサザクラなどは中部域以下にみられるが、ウラジロモミ、コウチハカエデなどは中部～上部域にわたっている。

図-2 調査地の概況 (瓶ヶ森林道)

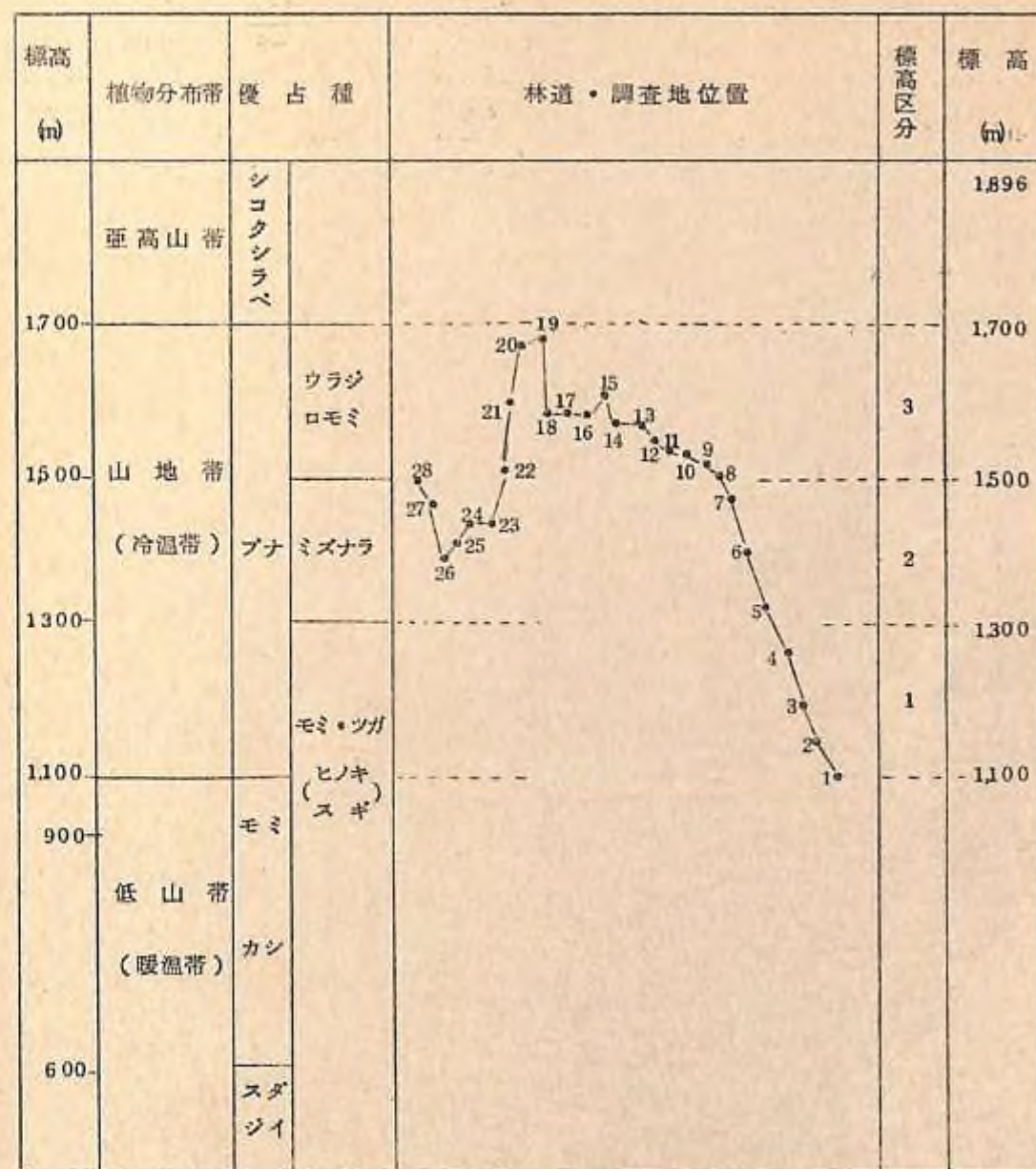




表-1 施工年次別実播内容(瓶カ森林道)

施工年次	44	45	46	47	47	48	49
調査地 No.	24~28	19~23	19~28	16~28 1~2	3~5	16~18	6~15
導入種子 (Kg/1000m <sup>2</sup> )	20	20	20	20	20	20	20
K. 31 F.	10	10	10	8	9	8	
W. L. G.	5	7					
P. R. G.	2.5	1.5		2	2		
K. B. G.	2.5	1.5		2			
Wh C			4		1	3	
Tim							3
R C							2
R T			4			3	
C R F			2			4	
O G				8	8		
ヨ モ ギ						2	6
ス ス キ							6
イ タ ド リ							3
施肥量	N. 24	24	24	24	24	24	24
成分量 (Kg/1000m <sup>2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 16	16	16	16	16	16	16
	K <sub>2</sub> O 12	12	12	12	12	12	12

表-2 周縁植生

種 類	優占区分 標高区分			優占度			常在度			種 類	優占区分 標高区分			優占度			常在度		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3
リ ヨ ウ ブ	6	4	4	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ				タ マ ア デ サ イ	4	0		I	I				
ヨ グ ソ ミ ネ バ リ	4	2	0	Ⅱ	I	I				サルトリイバラ	3	1		I	I				
ヒ メ シ ヤ ラ	3	1	0	I	I	I				コ ウ ヤ ボ ウ キ	3			I					
タ ラ ノ キ	4	0	0	I	Ⅱ	I				ミ ツ バ ウ ツ ギ	3			I					
ブ ナ	1	26	23	I	Ⅱ	Ⅲ				ウ ル シ	1			I					
ダ ケ カ ン バ	1	3	8	I	I	Ⅲ				コ メ ツ ツ ジ	1			I					
ヤ マ モ ミ ジ	0	4	3	Ⅱ	Ⅱ	I				シ ヤ ク ナ ゲ	1			I					
ミ ネ カ エ デ	0	0	0	I	I	I				ウ ツ ギ	0			Ⅱ					
ナ ツ ハ セ	1		0	Ⅱ		I				ナガバモミジイチゴ		0	1			I	I		
ミ ズ キ	1	1		Ⅱ	I					ツ ル ア ジ サ イ		0	0			I	I		
ハ セ ノ キ	4			Ⅱ						ニ シ キ ウ ツ ギ		0	0			I	I		
ホ オ ノ キ	3			Ⅱ						タンナサワフタギ		1				I			
フ サ ザ ク ラ	1			I						ス ス キ	1	2	10	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ			
オオイタヤメイゲツ	1			I						ウ ド	1	0	0	Ⅱ	I	I			
ヌ ル デ	1			Ⅱ						ミヤマカンスゲ	0	0	1	I	I	I			
モ ミ		12	6		Ⅱ	I				ジ ュ ズ ス ゲ	0	0	0	I	I	I			
コハウチワカエデ		11	1		Ⅱ	I				ヨ モ ギ	0	0	0	I	I	I			
サ ワ グ ル ミ		6	0		I	I				タカネオドギリ	1		0	Ⅱ		I			
ツ ガ		3	3		Ⅱ	I				シ ダ	1	1		Ⅱ	I				
イ ヌ シ デ		3	0		I	I				ノ ア ザ ミ	0	0		I	I				
ナ ナ カ マ ド		1	1		I	I				ヤ ク シ ソ ウ	1			I					
キツネヤナギ		3			Ⅱ					トリアシシヨウマ	0			Ⅱ					
イタヤカエデ		3			I					ヒヨドリバナ	0			Ⅱ					
コミネカエデ		0	0		I	I				タケニグサ	0			I					
オオバアサガラ			0			I				ベニバナボロギク	0			I					
ヒメコマツ			0			I				イ タ ド リ		2	2		Ⅱ	Ⅱ			
イ シ ツ チ ザ サ	11	36	43	Ⅱ	Ⅳ	V				ヤ マ ハ ツ カ		2	2		I	I			
シ ロ モ ジ	9	6	0	Ⅳ	Ⅲ	I				テ キ リ ス ゲ		0	2		I	Ⅲ			
ク マ イ チ ゴ	4	6	0	Ⅳ	Ⅱ	I				ミ カ エ リ ソ ウ		0	0		I	I			
ノ リ ウ ツ ギ	4	2	2	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ				ヤマシロギク		4			I				
ミ ツ バ ツ ツ チ	3	1	0	I	I	I				ヒメトラノオ		3			I				
ニ ワ ト コ	3	0	0	Ⅱ	Ⅱ	I				オタカラコウ		0			I				
ツ ツ ジ	8		0	I		I				アキノキリンソウ			0				I		
ノ イ バ ラ	3		0	I		I				キ オ ン			0				I		
バ ラ イ チ ゴ	0		0	I		I				タ ニ ソ バ			0				I		
フ ジ ウ ツ ギ	4	0		Ⅱ	I														



低木類ではシロモジ、ニワトコ、ミツバツツジ、クマイチゴなどが全域的にみられ、イシツチザサは上部域に至るにつれて全面的に拡がっている。フジウツギ、タマアジサイ、ウツギなどは中部域以下に、ニシキウツギ、ツルアヂサイ、ナガバモミジイチゴなどは中部域以上にもみられた。

草本類ではススキ、ヨモギ、イタドリ、タカネオトギリ、ミヤマカンスゲ、ジュズスゲ、などは全域的にみられ、ヒヨドリバナ、トリアシウマ、ベニバナボロギタなどは下部域に、ヤマハツカ、テキリスゲ、アキノキリンソウ、キオンなどは中部域から上部域に多くみられた。

### 2-1-3 法面植生

法面の施工年次および実施内容は第1表に示したが、これによると既施工法面に対する補修が積極的に行われ、行なわれたことが知られるが、経年別の導入植物はかなり異なっている。初期施工による№24～28区および№19～23区では、昭和46～47年に、№16～18区は昭和48年に改修施工が行なわれている。したがって、同一施工条件における経年別の緑化推移について十分解析しうる資料にはならなかった。以下調査法面について、標高、方位、施工年次等を考慮しながら、切土、盛土区別に、緑化形成、侵入植生状況等について述べてみる。

#### 1) 標高と法面緑化形成

##### (i) 切土法面の緑化形成

調査法面のうち標高1100～1300m域の植物種類組成は表-3のようである。導入種ではオーチャードグラス(O.G.)が最も旺盛で、ケンタッキー31フェスク(K.31F.)、ベレニアルライグラス(P.R.G.)がところによって混生している。47年度施工地ではO.G.が多く用いられたことによるが、法面土じょうが粘性土で湿度条件もよいことをしめすと思われる。侵入種はジュズスゲ、ミヤマカンスゲ、ヒカゲスゲなどやトリアシウマ、サワヒヨドリ、タケニグサ、ウド、ヤマアザミなどの草本類のほか、木本類ではヤナギ類、リョウブ、クマイチゴなどがあり、イシツチザサが周辺部から侵入しはじめている。

1300～1500m域における種類組成表は表-4のようである。№23～28区の法面では、レッドトップ(R.T.)の優占する法面が多いが、K.31F., クリーピングレッドフェスク(C.R.F.)はR.T.の旺盛な法面と区別される。法面表土はやや硬いローム質粘性土のため、滑落部分は裸地状に露出しているところもある。

表-3 切土法面植物

(標高別 1.)

種 類		施工年次 法 面 №		47		48		種 類		施工年次 法 面 №		47		48	
		1	2	3	4	1	2			3	4				
導 入 種	O.	G.	30	40	20	40	侵 入 種	ヤマハツカ		+					
	K.	31. F.	30	30				ヤマアザミ				+			
	K.	B. G.	+			50		オオバヨメナ				+			
	W.	L. G.	+			+		ノコギリ				+			
	Wh.	C.			+	+		タニソバ				+			
	R.	T.	+					キバナハタザオ				+			
	P.	R. G.		30	10			テキリスゲ						+	
	(ススキ)			+		+		トラノオ						+	
	(イタドリ)		+					ジシバリ						+	
侵 入 種	ジュズスゲ		+	+			種	ヤナギ	+	+			+		
	ミヤマカンスゲ		+	+				リョウブ	+					10	
	ヒカゲスゲ		+					クマイチゴ	+	+					
	コヌカグサ		+					ノイバラ	+						
	ヤマトラノオ		+					イシツチザサ			10				
	トリアシウマ			10				ウコギ		10					
	タケニグサ			+	+			キツネヤナギ				+			
	ウド			+				ウツギ					+		
	サワヒヨドリ			+											



表-4 切土法面植物

種 類		44							45	48			49		
		46								47			48		
		24	25A	25B	26	27A	27B	28	23	5	6	7	49		
導 入 種	R . T		90	100	90	90	60	80		+					
	Wh C	+			+	+		+		+	+				
	K 31 F	90			10			+			60				
	O . G						+	+		20	40				
	C R F	50				10		10							
	Tim												10		
種	(ヨモギ)	20			+			+			50	+			
	(イタドリ)	+	+	+	+			+				+			
	(ススキ)	+	+		+			+							
侵 入 種	ヤマアザミ	+			+			+							
	テキリスグ				+	+	+	+							
	タカネオトギリ	+						+							
	オタカラコウ	+								+					
	イシヅチザサ	+													
	ブタクサ	+													
	コウゾリナ		+												
	ヒカゲスグ				+										
	ヤマトラノオ				+										
	ジュズスデ				+										
	ベニバラボロギク				+										
	ミカエリソウ				+										
	ウド					+	+								
	フキ					+									
	ミヤマタニソバ							+							

(標高別 2.)

種 類		44							45	48			49		
		46								47			48		
		24	25A	25B	26	27A	27B	28	23	5	6	7	49		
侵 入 種	カリヤスモドキ							+							
	ヤマハハコ							+							
	オオバコ							+							
	ミヤマカンスグ												+		
	タニソバ												+		
	イヌタデ												+		
	ムカゴイラクサ												+		
	テンニンソウ												+		
	キツネヤナギ	+	+												
	ノイバラ	+													
種	シロモジ		+		+										
	タマイチゴ		+												
	タンナサワフタギ		+												
	ヒメウツギ		+												
	クロヅル		+												
	ダケカンバ		+												
	タラノキ			+	+	+									
	ヤブウツギ				+	+									
	アカシデ				+										
	ニシキウツギ					+									
	ノリウツギ							+							
	ミズナラ							+							
	ガタウツギ														+



表一5. 切土法面植物

種	類	45				47																	
		46 47				48			49														
		19	20	21	22	16	17	18	8	9	10	11	12	13	14	15							
導 入 種	R . T		60	60	70	70	20	80		+	+												
	W L G					50	70																
	Wh C		+		+	+	+			+				+	+	+							
	C R F		+	+	10																		
	K 31 F		+																				
	Tim								+		+		30		10	20							
	O . G																						
	(ヨモギ)					+	+	10	30	30	50	80	70	50	10	30							
	(ススキ)			+				+	+		+												
	(イタドリ)							10	10	20	+	+	+	20	+	+							
侵 入 種	コスカグサ	20						+															
	ミヤナタチバナ	+						+	+	+													
	ミヤマカンズグ		+						+	+	+			+									
	オオバヨメナ			+						+				+	+								
	オソイ	+								+	+												
	ジュズスグ			+	+			+								+							
	ヒヨドリバナ	+					+						+										
	タニソバ		+					+															
	テキリスヂ			+	+																		
	シコクハタザオ					+						+											
	アキノキリンソウ							+		+		+											
	タカネオトギリ									+	+												
	ヤマスカボ									+	+												
	ウマゴヤシ	+																					
	キツリフネ	+																					
	イヌダデ			+																			

(標高別 3)

種	類	45				47																	
		46 47				48			49														
		19	20	21	22	16	17	18	8	9	10	11	12	13	14	15							
侵 入 種	ヒメガンクビソウ					+																	
	イシズチザサ					+																	
	ムカゴイラクサ							+															
	ギンバイソウ																				+		
	ニワホコリ																				+		
	ナガバイラクサ																				+		
	ヒナノウスツボ																				+		
	フジグロソノウ																				+		
	アカザ																				+		
	ヤマハツカ																				+		
	ヤマシロギタ																				+	+	
	ニシキウツギ		+																				
	エノキ					+		+															
	タンナサワフタギ							+														+	
	キツネヤナギ	+																					
	ヤナギ	+																					
	ガクウツギ							+															
	ツルアジサイ																				+		
	リョウブ																				+		
	ミツバツツジ																				+		
	オニヒヨウタンボク																				+		
	ツタウルシ																				+		
	マユミ																					+	
	ブナ																					+	
	コックハネウツギ																						+
	ヨウラクツツジ																						+



表一六 切土法面 (標高別)

種	優占区分 標高区分	優占度			常圧度			優占度			常圧度			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
樹	O . G K 31 F Wh C W L G K B G P R G R . T C R F Tim ( ス ス キ ) ( イ タ ド リ ) ( ヨ モ ギ )	33	17	3	V	III	I	III	III	I	III	III	I	
		15	18	0	III	III	I	III	III	I	III	III	I	
		0	0	0	III	IV	III	III	IV	III	III	IV	III	
		0		8	III		I	III		I	III		I	
		13			III			III			III			
		10			III			III			III			
			47	24			III	III		III		III		
		8	1	4		III	II	I	III	I	II	I	I	
								II						
			0	0	0	III	III	II	III	II	II	III	III	II
種	( ヨ モ ギ ) ジ ユ ズ ス ミ ヤ マ カ リ ス チ キ リ ス ヤ マ ア ウ タ ニ シ オ オ バ ヨ メ ナ コ ス カ ヤ マ ハ ツ タ ケ ニ ヤ マ ト ラ トリ ア	0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
		0	0	0	III	III	II	III	III	II	III	III	II	
侵	ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト サ ウ ギ ナ サ ネ ウ サ ト													

入	種	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0</
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----



る。施工年次の早いところではススキ、ヨモギ、イタドリなどの草本のほか、木本類ではタラノキ、アカシデ、ニシキウツギ、ヤブウツギ、ガクウツギなどがみられる。底5～6区では導入種がK 31 F, O Gが主であるが、底6区では在来植物として導入したヨモギの稚苗が生立している。施工後経過期間が浅いので侵入植生は殆んどみられない。

次に1500～1700m域における種類組成は表-5に示した。45～48年度の実播地区ではRTが多く、ことに底16～17ではウィーピングラブグラス(WLG)もかなり残存しているが、この地域では角礫の多い法面であるが、土じょうも保持されているため、残存植物はかなり良好な生育をしめしている。

また、49年度は従来の外来緑化工用草の使用がひかれられ、外来草はチモンシ( Tim) がかなり用いられたていどにすぎないが、在来植物のススキ、ヨモギ、イタドリなどは全面的に活用されている。調査した時(49年9月)のこれらの生育高はまだ3～数cmでいどのものがほとんどで、冬期以降の法面保護機能にはかなり不安がうかがわれた。侵入植物は施工年次の古い法面ではヒョドリバナ、コスカグサ、木本類ではタンナサワフタギ、ニシキウツギなどの生立がみられ、施工の新しい法面ではアキノキリンソウ、ミヤマカンスグ、オオバヨメナ、タカネオトギリなどがみられた。これらは法面に残存した株も含まれるものとおもわれた。木本類ではリョウブ、マニミなどもみられる。

以上の切土法面の植生状況を被度と頻度による優占度(CF%)と常在度によってとりまとめると表-6のようである。各区分域における法面数は少ないので、出現頻度の少ない種類については明確な区分となるものではない。

## (ii) 盛土法面の緑化形成

盛土法面のうち標高1100～1300m域の植物種類組成は表-7のようである。切土法面における導入植物はOGが優占的であったが、盛土面ではK 31 Fが草丈も高く切土面にくらべて生育は旺盛で、WLG, CRF, RT, OGなどが混生している。侵入種は少なくタケニグサ、ウド、フキなどが点生しているが、すでに堆積土じょうに含まれていたものからの発生が多いとみられる。

表-7. 盛土法面植物(標高別 1)

種 類	施工年次 法面	47		48	
		1	2	3	4
導 入	K 31 F	60	90	100	70
	O . G	30	+	+	60
	Wh C	+		+	20
	W L G	40			
	C R F		30		
	R . T				20
種	(イタドリ)	+			+
	(ヨモギ)				+
	(ススキ)				+
侵 入 種	タケニグサ		+		+
	ウド				10
	フキ	+			
	コウゾリナ	+			
	カリヤスモドキ				+

標高が1300～1500m域の盛土法面にみられる種類組成は表-8のようである。施工年次の早い法面では46～47年度に改修追播が行なわれているため、法面によって草種の優占状況がかなり差がみられる。全域的にはK 31 Fが多いが、RTやチモンシ( Tim) の多い法面もみられる。49年度の実播法面ではヨモギ、ススキ、イタドリなどが用いられているが、法面にみられたのはほとんどヨモギに限られた。侵入植物は、施工年次の早い底23～28区の法面では、スゲ類、ウド、フキなどのほか、木本植物ではタラノキ、リョウブ、ヤシヤブシ、ノリウツギ、クマイチゴ、イシヅチザサなどが点生的にみられるていどで、改修施工と関連して、顕著な変化はみられない。

標高1500～1700m域にみられる種類組成は表-9のようである。46, 48年度に実播されたRTの旺盛な法面が多くみられるほか、45年頃に導入されたとみられるWLGの良好な法面もみとめられ、K 31 Fの優占的なところもある。なお、49



表-8. 盛土法面植物 (標高別 2)

種	施工年次 法面 類	44						45			
		46						47			49
		47						47			49
		24	25A	25B	26	27	28	23	5	6	7
導 入	K 31 F				20	10		100	100	50	
	R . T			100		90		+	+	10	
	O . G			+					+	40	
	Wh C				+	10			+		
	W L G		+					+			
	C R F	+						+			
	Tim	80									40
	(イタドリ)	+	+	+	+	+	+				
種	(ヨモギ)						+	+		50	30
	(ススキ)		+		+			+			
侵	ウ ド	+		+		+					
	テキリスゲ	+						10			
	ミヤマカンスゲ	+									
	ツリフネソウ	+									
	フ キ					+					
	オオバヨメナ							+			
	イヌタデ							+			
入	クマイチゴ	+									
	タラノキ			+							
	ヨグノミネバリ				+						
	ツタウルシ					+					
	イシヅチザサ					+					
	ノリウツギ					+					
	ヤシヤブシ							+			
	リヨウブ							+			
	ウルシ							+			

表-9 盛土法面植物 (標高別 3)

種	施工年次 法面 類	45			47																
		46			47				48				49								
		20	21	22	16	17	18A	18B	8	9	10	11	12	13	14	15					
導 入	R T		+	70	60	30		10		40											
	W L G	+	50		60	70															
	K 31 F	30	40					80		20											
	Wh C			+	+	+				10	+			10	+	+					
	Tim								10	+	10	5	10	30	30						
	O G			+						20				50							
	C R F			10																	
	(ヨモギ)				10	30	+	+	90	90	70	90	40	50	60	60					
種	(イタドリ)				+	+	+	+	+	+	10		40	+	+	+					
	(ススキ)		+		+		+	+			+		60	+	+	+					
侵	テキリスゲ	40	50	+			+		+				+								
	アキノキリンソウ	+	+				+		+												
	ヤマアザミ	+					+		+												
	ヤマハツカド																				
	フ キ		+	+																	
	ウマゴヤシ			+																	
	オオバヨメナ			+																	
	ジュズスゲ			+																	
	ジシバリ						+														
	タニソバ								+	+											
	ミヤマカンスゲ									+	+			+	+						
	ヤマハハコ									+	+			+	+						
入	ア カ ザ									+	+			+	+						
	キバナハタザオ										+										
	カリヤスモドキ																				
	ヤマシロギク																				
	ニシキウツギ	+	5	+																	
	キツネヤナギ	+																			
	オノエヤナギ			+																	
	リ ヨ ウ																				
	ダケカンバ																				
	タラノキ																				



年度の実播における外来種はTim, クローバーに限られている。在来草種は48~49年度に施工したところではヨモギ, ススキ, イタドリが用いられているが, 前述地域と同じように, ヨモギの発生が最もよく, ついでイタドリも一部法面で発生量の多いところが見られた。ススキは初期の生育が遅いこともあるためか, 調査法面で確認できた量はきわめて少なかった。侵入植物ではテキリスグが全域的にみられたが, 施工の早い法面ではアキノキリンソウ, ヤマアザミのほか, ヤナギ類, ニシキウツギ, タラノキ, リョウブなどがみられる。49年度の施工法面では, タニソバ, キバナハタザオ, アカザ, ヤマハハコ, ミヤマカンスグなどがみられ, 木本ではタラノキなどがみられるが, 残存した株から発生したものとみられる。

以上の盛土法面における標高区分別の法面植生状況を優占度と常在度によってとりまとめてみると表-10のようである。

## 2) 法面方位と緑化形成

調査法面のうち1~18区附近まではこの地域の山体の南側にあり, 19~28区はほぼ尾根地形ないし山体の北東~北側斜面に位置している。なお, 法面の表土は前者は礫まじり粘性土であるが, 後者はかなりかたいローム質の傾向をしめしている。前述のように施工年次別に導入植物の種類に変化があるので, 同一条件における方位の影響がしめされるものとはならないが, 侵入植物に注目してのべてみると次のようである。法面方位は8方位別に記載しこれからN側, S側にとりまとめた。

### (1) 切土法面の緑化形成

切土方面のN側およびS側方位における法面植物の種類組成は表11, 12のようである。導入植物は施工の早いところでは48年度の实播によるとみられるRTが多くみられ, その他ではN側でK31Fが多いが, S側ではK31Fは少ない。また, WL GはN側には少ないが, S側では生育の旺盛なところもみとめられる。このほかOGや49年度導入のTimなどは両域にみられる。在来植物のうちヨモギ, ススキは48~49年度に活用されているが, ヨモギは両域でよく生立している。侵入植生は一般に点生的で発生量が少ないので, 明確な差はみられないが, 両方位における植物について, 前述のように優占度と常在度によってしめしてみると表-13のようになる。

これによるとわずかではあるがN側法面ではRT, K31F, CRFなどがよいようにS側ではWL Gの生育のよいところがある。在来植生のヨモギ, イタドリなどはS側

表-10 盛土法面 (標高別)

種	優占区分 標高区分			優 占 度			常 在 度			種	優占区分 標高区分			優 占 度			常 在 度		
	類	1	2	3	1	2	3	類	1		2	3	1	2	3				
導 入	K 31 F	80	28	11	V	III	II	侵 入	ヤ マ ア ザ ミ			0			I				
	O G	23	4	5	V	II	I		キ バ ナ ハ タ ザ オ			0			I				
	W L G	10	10	12	II	I	II		ア カ ザ			0			I				
	C R F	8	0	1	II	I	I		ジ ュ ズ ス ゲ			0			I				
	R T	5	20	14	II	III	II		ヤ マ ハ ツ カ			0			I				
	Wh C	5	1	1	IV	II	III		ジ シ バ リ			0			I				
	Tim		12	7		I	III		ヤ マ シ ロ ギ タ			0			I				
種	( ヨ モ ギ )	10	8	41	III	II	IV	ウ マ ゴ ヤ シ			0			I					
	( ス ス キ )	5	0	0	III	II	I	キ ツ ネ ヤ ナ ギ	0	0	3	II	I	I					
	( イ タ ド リ )	0		1	II		II	リ ヨ ウ ブ	0	0	0	II	I	I					
侵 入 種	ウ ド	3	0	0	II	II	I	ク マ イ チ ゴ	5	0		II	I						
	フ キ	0	0	0	II	I	I	ウ ル シ	0	0		II	I						
	カリヤスモドキ	0		0	II		I	ツ タ ウ ル シ	0	0		II	I						
	タ ケ ニ グ サ	0			II			ニ シ キ ウ ツ ギ	0	0		II	I						
	コ ウ ゾ リ ナ	0			II			ス ル デ	0			II							
	テ キ リ ス ゲ		1	6		I	III	ウ ツ ギ	0			II							
	ミヤマカンスグ		0	0		I	I	タ ラ ノ キ		0	0		II	I					
	オオバヨメナ		0	0		I	I	イ シ ズ チ ザ サ		0	27		I	I					
	イヌタデ		0			I		ノ リ ウ ツ ギ		0			I						
	ツリフネソウ		0			I		ヨ グ ソ ミ ネ バ リ		0			I						
	ベニバラボロギク		0			I		ヤ シ ヤ ブ シ		0			I						
	アキノキリンソウ			0			I	オ ノ エ ヤ ナ ギ			0			I					
ヤマハハコ			0			I	ダ ケ カ ン バ			0			I						
タニソバ			0			I	ビ ヨ ウ ヤ ナ ギ			0			I						



表-11. 切土法面植物

種		施工年次 法 法 面 類 法 類	44								47		48	49		
			46				47				47		48	49		
			28	27A	27B	26	25A	25B	24	2	1	3	15	11	7	
導	R	T	80	90	60	90	90	100			+					
	C	R	10	10					50							
	K	31	+			10			90	30	30					
	O	G	+		+				40	30	20					
	Wh	C	+	+		+		+			+	+				
	P	R							30		10					
	W	L									+					
	K	B									+					
入	Tim												20		10	
	(ヨモギ)		+			+			20				30	80	+	
	(イタドリ)		+			+	+	+	+		+		+	+	+	
種	(ススキ)		+			+	+		+	+						
	テ	キ	リ	ス	ゲ	+	+	+	+							
	ヤ	マ	ア	ザ	ミ	+	+					+				
侵	タ	カ	ネ	オ	ト	ギ	リ		+							
	ミ	ヤ	マ	タ	ニ	ソ	バ		+							
	カ	リ	ヤ	ス	モ	ド	キ		+							
	ヤ	マ	ハ	ハ	コ				+							
	オ	オ	バ	コ					+							
	ウ															
	フ															
	ジ	ユ	ズ	ス	ゲ					+	+		+			
入	ミ	ヤ	マ	カ	ン	ス	ゲ			+	+					
	ヒ	カ	ダ	ス	ゲ						+					
	ヤ	マ	ト	ラ	ノ	オ										
	ベ	ニ	バ	ラ	ホ	ロ	ギ									
	ミ	カ	エ	リ	ソ	ウ										
	コ	ウ	ゾ	リ	ナ											
	オ	タ	カ	ラ	コ	ウ										
	ブ	タ	タ	サ												
種	ト	リ	ア	シ	シ	ヨ	ウ	マ		+	+					
	タ	ケ	ニ	グ	サ								+			
	ヤ	マ	ハ	ツ	カ											

(方位別 N側)

種		施工年次 法 法 面 類 法 類	44								47		48	49		
			46				47				47		48	49		
			28	27A	27B	26	25A	25B	24	2	1	3	15	11	7	
侵	ヒ	キ	オ	コ	シ						+					
	サ	ワ	ヒ	ヨ	ド	リ					+					
	コ	ス	カ	グ	サ							+				
	ジ	シ	バ	リ								+				
	オ	オ	バ	ヨ	メ	ナ							+			
	タ	ニ	ソ	バ									+			
	キ	バ	ナ	ハ	タ	ザ	オ						+			
	ノ	コ	ン	ギ	ク								+			
入	シ	コ	ク	ハ	タ	ザ	オ							+		
	ヒ	ナ	ノ	ウ	ス	ツ	ボ							+		
	イ	シ	ヅ	チ	ザ	サ				+	10					
	ノ	リ	ウ	ツ	ギ					+						
	ミ	ズ	ナ	ラ						+						
	タ	ラ	ノ	キ												
	ヤ	ブ	ウ	ツ	ギ											
	シ	ロ	モ	ジ												
種	ア	カ	シ	デ												
	キ	ツ	ネ	ヤ	ナ	ギ										
	ク	マ	イ	チ	ゴ											
	ヒ	メ	ウ	ツ	ギ											
	タ	ン	ナ	サ	ワ	フ	タ	ギ								
	ク	ロ	ズ	ル												
	ヨ	グ	ソ	ミ	ネ	バ	リ									
	ノ	イ	バ	ラ												
種	ヤ		ナ	ギ												
	ウ		コ	ギ												
	リ	ヨ	ウ	ツ	ブ											
	ヨ	ウ	ラ	ク	ツ	ツ	ジ									
	コ	ツ	ク	バ	ネ	ウ	ツ	ギ								
	ミ	ツ	バ	ツ	ツ	ジ										
	オ	ニ	ヒ	ヨ	ウ	タン	ボ	ク								
	ガ	ク	ウ	ツ	ギ											



表-12 切土法面植物

種 類	施 工 年 次 法 面	45					47			48		49							
		46.47					48			48		49							
		23	22	21	20	19	18	17	16	5	4	14	13	12	10	9	8	6	
導 入 種	R T		70	60	60		80	20	70	+					+	+			
	C R F		10	+	+														
	Wh C		+		+			+	+	+	+	+	+			+		+	
	K 31 F				+													60	
	W L G							70	50	+									
	O G									20	40	30				10		40	
	K B G										50								
	Tim											10		30	+		+		
	(ス ス キ)			+			+			+					+		+		
	(ヨ モ ギ)						10	+	+			10	50	70	50	30	30	50	
	(イ タ ド リ)											+	20	+	20	10	10		
侵 入 種	ジュズスゲ		+	+														+	+
	テキリスゲ		+	+						+									
	オオバヨメナ			+								+	+			+			
	イ スタ デ			+															
	タ ニ ソ バ				+													+	+
	ミヤマタニソバ					+	+									+	+		
	コ ス カ ダ サ					20	+												
	ヒヨドリバナ					+		+						+					
	ホ ソ イ					+									+	+			
	ウ マ ゴ ヤ シ					+													
種	キツリフネ					+													
	シコクハタザオ								+										
	ヒメガンクビソウ								+	+									
	イ ラ ク サ								+										
	オタカラコウ									+									
	トラノオ										+								

(方位別 S側)

種 類	施 工 年 次 法 面	45					47			48		49							
		46.47					48			48		49							
		23	22	21	20	19	18	17	16	5	4	14	13	12	10	9	8	6	
侵 入 種	ヤマシロギク											+	+						
	ミヤマカンスグ												+		+	+	+	+	
	ヤマハツカ												+						
	アキノキリンソウ													+	+		+		
	アカザ													+					
	タカネオトギリ														+	+			
	ヤマヌカボ															+	+		
	フシダロセンノウ															+			
	ギンバイソウ															+			
	ニワホコリ															+			
種	ナガバイラクサ															+			
	ムカゴイラクサ																	+	+
	テンニンソウ																	+	+
	ヤ ナ ギ				+					+									
	ニシキウツギ				+		+												
	エ ノ キ					+			+										
	キツネヤナギ					+													
	ウ コ ギ						+												
	タンナサワフタギ						+							+					
	イシヅチザサ							+											
種	ガクウツギ								+										
	リ ヨ ウ ブ								+										
	ウ ツ ギ									10									
	マ ュ ミ									+									
	ブ ナ															+			
	ツ タ ウ ル シ																+		
	ツルアジサイ																	+	



表一13. 切土法面 (方位別)

種	優占度		常在度		種	優占度		常在度	
	N	S	N	S		N	S	N	S
導	39	21	III	III	ホ		0		I
入	0	0	III	III	アキノキリンソウ		0		I
種	7	8	II	II	ヒヨドリバナ		0		I
	12	4	II	I	イヌダテ		0		I
	5	1	II	I	ヤマシロギク		0		I
	2	3	I	I	ムカゴイラクサ		0		I
	2	2	I	I	ヤマヌスカバ		0		I
	0	7	I	I	アスカバ		0		I
	1		I	I	ウマゴヤシ		0		I
	0	4	IV	II	テンニンソウ		0		I
	10	17	III	III	フシダロセンノウ		0		I
	0	0	II	II	ギンバイソウ		0		I
侵	0	0	II	II	ツルアジサイ		0		I
	0	0	II	I	ニワホコリ		0		I
	0	0	II		キツネヤナギ	0	0	II	I
	0	0	I	II	ヤナギ	0	0	I	I
	0	0	I	I	リヨウ	0	1	I	I
	0	0	I	II	タンナサワフダギ	0	0	I	I
	0	0	I	II	ガクウツギ	0	0	I	I
	0	0	I	I	ウコギ	1	8	I	I

オ	タ	カ	ラ	コ	ウ	イ	ツ	チ	ザ	サ	I
ヤ	マ	ハ	ツ	カ	ノ	キ	ラ	ノ	キ	ダ	I
シ	コ	ク	ハ	タ	ザ	オ	マ	イ	チ	ゴ	II
コ	ス	カ	ダ	サ	シ	ロ	モ	シ	シ	シ	II
ウ	ヒ	カ	ダ	ス	ケ	イ	バ	ラ	ギ	ギ	I
ヤ	マ	ト	ラ	ノ	オ	リ	ウ	ツ	ギ	ギ	I
タ	ケ	ニ	ダ	サ	サ	ヒ	メ	ウ	ツ	ギ	I
トリ	ア	シ	ヨ	ウ	マ	ミ	ツ	バ	ツ	ツ	I
カリ	ヤ	ス	モ	ド	キ	ヨ	ウ	タ	ツ	ツ	I
ヤ	マ	ハ	ハ	コ	コ	コ	ツ	バ	ネ	ウ	I
ブ	タ	タ	サ	サ	サ	ク	ロ	ズ	ル	ル	I
ベ	ニ	バ	ボ	ロ	ギ	ア	カ	シ	デ	デ	I
ミ	カ	エ	リ	ソ	ウ	ミ	ズ	ナ	ラ	ラ	I
フ	オ	オ	バ	キ	キ	ヨ	ダ	メ	ミ	ネ	I
オ	オ	バ	コ	シ	シ	オ	ニ	ヒ	ヨ	ウ	I
ヒ	キ	オ	コ	シ	シ	ニ	シ	キ	ウ	ツ	I
サ	ワ	ヒ	ヨ	ドリ	ドリ	エ	ノ	ツ	キ	ギ	I
キ	バ	ナ	ハ	ダ	ザ	ウ	ツ	ユ	ミ	ミ	I
ノ	コ	ン	ギ	タ	タ	マ	ツ	タ	ル	シ	I
ヒ	ナ	ノ	ウ	ス	ツ	コ	ウ	ル	ナ	ナ	I
コ	ウ	ズ	リ	ナ	ナ	シ	ブ				I
シ	シ	バ	リ								I



でやや多いが、明らかな差はみられない。侵入在来植物もごくわずかつつ生立するにすぎないが、スダ類のほかタカネオトギリ、オオバヨメナ、ミヤマタニソバ、オダカラコウなどが両域に、木本類ではヤナギ類、リョウブ、ガクウツギ、インヅチザサなどが両域に多くみられた。その他のものも多数種類が表示されたが、調査法面数が少ないので、これによって方位環境による区分とすることはできない。

## (ii) 盛土方面の緑化形成

盛土法面のN側およびS側方位における法面植物の種類組成は表-14、15のようである。N側法面の導入植物は初期の実播によるものと追播によるものか混生または単生しているが、生育量は多く、かなりよく適応しているものとみられる。在来植物ではイタドリが全域的に点生し、ヨモギは実播法面では密に生立している。侵入植物ではウド、フキなどのほか、木本類ではノリウツギ、クマイチゴ、ニシキウツギ、リョウブ、インヅチザサなどがある。

S側方面の、導入植物の生育も外来草種、在来草種ともN側法面とあまり異ならない。侵入植物では、施工年次の早い法面では、テキリスグがやや多いほかアキノキリンソウ、ヤマアザミなど、木本類ではリョウブ、ヤナギ類のほかインヅチザサの生立もみられる。両域における植物について、優占後と常在度によってまとめてみると表-16のようである。盛土面ではK 31 F, OGなどはS側でもよい生育がみられ、実播導入によるヨモギは両域法面でよく発生している。侵入植物ではテキリスグ、ウド、クマイチゴなどが多少めだつところがある。このほか表にみられる常在度の少ない侵入種は、これによって方位環境による区分としてみることはできない。

## 2-1-4 導入植物と周辺植生の関係

従来、緑化工用植物には外来緑化工用草種が多く活用されてきたが、在来植物とは異質的なものとしてみられることの多いこれら植物が、自然植生群落におよぼす影響について懸念されることが少なくない。

このため、法面外における導入植物の生立状況についてもあわせて調査した。

### 1) 法面周縁

法面に直接隣接した周縁部における導入外来緑化工用植物の調査は、前述(2-1-2)した法面周縁植物の調査における測定コドラートに重ねて、法面端から1×1(m)のコドラートを導入植物の出現範囲までとることとした。これによると、路面上部における法面周縁部では、種子吹付の際に、あきらかに法面外まで飛散したものとみられるところ以

表-14 盛土法面植物 (方位別 N側)

種	類	施工年次 法面	44						47		48	49		
			46, 47						2	1	3	15	11	7
			28	27	26	25A	25B	24						
導 入 種	K 31 F			10	20				90	60	100			
	Wh C			10	+					+	+	+		
	R T			90			100							
	O G						+		+	30	+			
	Tim							80				30	5	40
	W L G					100				40				
	C R F							+	30					
	(イタドリ)		+	+	+	+	+	+	+	+		+		
	(ヨモギ)		+						+			60	90	30
	(ススキ)				+	+			+					
侵 入 種	ウ ド			+			+	+						
	フ キ			+						+				
	テキリスグ							+						
	ミヤマカンズグ							+						
	ツリフネソウ							+						
	タケニグサ								+					
	コウゾリナ									+				
	ベニバラボロギク													+
	ツタウルシ			+										
	インヅチザサ			+										
種	ノリウツギ			+										
	ヨグツミネバリ					+								
	トラノキ						+							+
	クマイチゴ							+	10					
	ニシキウツギ								+					
	キツネヤナギ								+					
	リョウブ								+					
	ヌルデ								+					
	ウツギ									+				
											+			



表-15. 盛土法面植物 (方位別 S側)

種	施工年次 法面 類	45				47			48				49					
		46.47				48			48				49					
		23	22	21	20	18A	18B	17	16	5	4	14	13	12	10	9	8	6
		類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類
導	K 31 F	100		40	30		80			100	70					20		50
	P T	+	70	+			10	30	60	+	20					40		10
	W L G	+		50	+			70	60									
	O G		+							+	60		50			20		40
入	Wh C		+					+	+	+	20	+	10		+	10		
	Tim											+	30	10	+		10	
	C R F	+	10											10	+			
	(ヨモギ)	+				+	+	30	10			60	50	10	70	90	90	50
種	(イタドリ)	+				+	+	+	+			+	+	10	10	+	+	
	(ススキ)	+		+		+		+	+			+			+			
	テキリスゲ	10	+	50	40	+						+		+			+	
	オオバヨメナ	+	+										+					
侵	イヌタデ	+																
	ウ		+								10				+			
	ジュズスゲ		+															
	ウマゴヤシ		+															
入	アキノキリンソウ			+	+	+												
	フ			+														
	ヤマアザミ				+	+												
	ジシバリ						+											
種	カリヤスモドキ										+			+				
	タケニグサ										+							
	ミヤマカンズグサ											+				+		
	ア											+	+			+		
入	カ											+	+			+		
	ヤマハツカ											+	+			+		
	ヤマシロギク											+	+			+		
	ヤマハハコ											+	+			+		
種	キバナハタザオ													+	+			
	タニソバ													+	+		+	
	キツネヤナギ	+		5	+													
	リヨウブ	+	+			(+)												
種	ウ										+							
	ヤシヤブ																	
	オノエヤナギ		+															
	ニシキウツギ				+													
種	イシヅチザサ											+	+					
	タラノキ																	
	ダケカンバ																	
	クマイ										+							
種	ツ										+							
	タ										+							
	ウ										+							
	ル										+							

表-16. 盛土法面 (方位別)

種	優占区分 方位区分 類	優占度		常在度		種	優占区分 方位区分 類	優占度		常在度	
		N	S	N	S			N	S	N	S
導    入	K 31 F	23	29	Ⅲ	Ⅲ	侵	キバナハタザオ		0		I
	Wh C	1	2	Ⅲ	Ⅲ		ア カ ザ		0		I
	O G	3	10	Ⅱ	Ⅱ		ジュズスゲ		0		I
	Tim	13	4	Ⅱ	Ⅱ		ジ シ バ リ		0		I
	R T	16	14	I	Ⅲ		ヤマハツカ		0		I
	W L G	12	11	I	Ⅱ		イ ス タ デ		0		I
	C R F	3	1	I	I		ヤマシロギク		0		I
種	( イ タ ド リ )	0	1	N	Ⅲ	ウ マ ゴ ヤ シ		0		I	
	( ヨ モ ギ )	18	30	Ⅱ	N		タ マ イ チ ゴ	1	0	I	I
	( ス ス キ )	2	0	Ⅱ	Ⅲ		タ ラ ノ キ	0	0	I	I
侵       入     種	ウ ド	0	1	Ⅱ	I	入       種	キツネヤナギ	0	0	I	I
	テキリスグ	0	6	I	Ⅲ		リ ヨ ウ ブ	0	0	I	I
	ミヤマカンスゲ	0	0	I	I		イシヅチザサ	0	0	I	I
	フ キ	0	0	I	I		ニシキウツギ	0	0	I	I
	タケニグサ	0	0	I	I		ツ タ ウ ル シ	0	0	I	I
	コウゾリナ	0		I			ス ル デ	0		I	
	ベニバラボロギク	0		I			ノ リ ウ ツ ギ	0		I	
	ツリフネソウ	0		I			ウ ツ ギ	0		I	
	オオバヨメナ		0		I		ヨダソミネバリ	0		I	
	アキノキリンソウ		0		I		ウ ル シ		0		I
	カリヤスモドキ		0		I		オノエヤナギ		0		I
	ヤマハハコ		0		I		ヤンヤブシ		0		I
タニソバ		0		I	ダケカンバ		0		I		
ヤマアザミ		0		I	ビヨウヤナギ		0		I		



外は、法面端からわずか0.5~1mでいどの範囲に、局部的に点在するていどで、表示するまでに至らないものであった。路面下部における法面辺縁部では、下端部に地床植生がないようなところでは、強雨等による流下種子によって、沢筋地形またはガリ状地況に、筋または点生的に生立するところがあるが、下端部に十分植生群落が形成されているところでは、上部法面の場合と同じように、導入植物の分枝はほとんどみられなかった。

氷見2千石原入口附近および歩道周辺域では駐車場法面周辺における導入植物またはこれと類似植物が繁茂するとして問題とされたところがある。駐車場周辺から氷見2千石原入口、ならびに歩道域にかけては、尾根地形部のなかにおけるやや鞍部をなすところで、強風が吹き流れやすい環境となるものとみられる。氷見2千石原はイシヅチササの広がる観光地となっているが石鎚山系では林道開設の始められた頃に、これらササの全面開花枯死が起り、ササ植生のあとは地表植生をかき裸地化し、一部ではかなり侵食現象もみられたようである。裸地表土は黒色土壌で、先駆植生の侵入しやすい環境をなすものとみられ、飛散しやすい種子の植物は活発に生立したものとみられる。導入植物とみられる種類の侵入もあったとされるが、現況はササの生立を阻害する種類は人為的除去が継続して行なわれ、現存在来植物はスゲ類、アキノキリンソウなどが多くみられ、在来植物の生立回復が進行するにつれて、問題とされる植物の生立も漸次減衰の過程に至るものとみられる。

従来、各地における緑化工跡地においても、一般的な環境では外来緑化工用草が周辺在来植生域に、駆逐的に侵入拡大することはみられないようである。古くから導入が行なわれている牧野周辺においても、路傍植物として一部環境で定着するものや、林縁部に生立するものはあるが、周辺植物群落に能動的に拡大する現象はほとんどみられていない。

## 2) 路側植物

前述のように導入植物は周辺の既存在来植物群落への能動的な侵入はほとんどみられないが、施工法面の路側周辺(路肩部分)には流出、飛散種子による生立が少なくない。路面敷の両側にみられる植物について、優占度、常在度によってみると表-17, 18のようである。

導入植物も裸地空間の多い路側部にはかなりの密度で生立し、K31 F, OG, RT WLG, KBGなどが在来の路傍植物と混生する、RT, K31 F, OG, Wh Cな

表-17 路側植物 (山側)

種 類	優占区分 標高区分			優占度			常在度			種 類	優占区分 標高区分			優占度			常在度		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3
K 31 F	0	8	1	N	N	I				オタカラコウ				0			I		
O G	0	5	2	N	III	I				キ オ ン				0			I		
Wh C	3	0	0	II	II	II				アレチノギタ				0			I		
W L G	3	0		II	I					ス ス キ 植					1			I	
K B G	0			II						ウ ド					0			I	
R T		11	0		N	II				タ ニ ソ バ					0			I	
ヨ モ ギ	0	9	4	III	III	II				ヒヨドリバナ					0			I	
イ タ ド リ	0	0	0	III	II	I				コメススキ					0			I	
オ オ バ コ	0	0	0	II	III	I				フジウツギ	0		0	II			I		
ス ス キ	0	0	0	II	I	I				リ ヨ ウ ブ	0	0		II	II				
テ キ リ ス ゲ	0	0	0	II	I	I				クマイチゴ	0	0		III	I				
ベニバナボロギタ	0	0		II	II					タニウツギ	0			II					
フ キ	0	0		II	II					イシヅチササ		6	5		II	I			
タ ケ ニ ダ サ	0			III						キツネヤナギ		0	0		I	I			
スズメノカタビラ	0			II						ヤマモミジ		0	0		I	I			
ミ ゴ ソ バ	0			II						ヤシヤブシ		0			II				
ジュズスゲ		0	0		III	II				ウ ル シ		0			I				
ブ タ ク サ		0	0		II	I				タ ラ ノ キ		0			I				
ミヤマタニソバ		0	0		II	I				ヨグソミネバリ			0				I		
タカネオトギリ		0	0		I	I				ノリウツギ			0				I		
ヤマアザミ		0	0		I	I													
ス ゲ S P		0			II														
ヤマハタザオ		0			I														



表-18. 路側植物(谷 側)

種	優占区分		優占度			常在度		
	種	高区分	1	2	3	1	2	3
O	G		5	0	1	II	II	I
K	31	F	3	3	0	III	II	I
K	B	G	0	0		III	I	
R		T		2	2		II	II
Wh		C		0	0		I	II
C	R	F		0			I	
W	L	G		0			I	
Tim					1			I
オ	オ	バコ	0	0	0	II	II	
フ		キ	0			II		
ヨ	モ	ギ		0	5		II	II
ヤマ	ア	ザミ		0	0		I	I
ミカ	エリ	ソウ		0			I	
ニワ	ホ	コリ		0			I	
キ	オ	ン		0			I	
アレ	チノ	ギク		0			I	
ミヤ	マタニ	ソバ		0			I	
イシ	ツチ	ザサ			2			II
ス	ス	キ			1			I
ス	ス	キ			0			I
ジュ	ズ	スケ			0			II
イ	タ	ドリ			0			I
ス	ゲ	SP			0			I
ベニ	バラ	ボロギタ			0			I
タ	マイ	チゴ	0	0		II	II	
タ	ニウ	ツギ		0			I	
コ	アジ	サイ			0			I



図-3 長九郎林道法面調査位置図



どは標高の高い地域でもよく生立しているが、いずれも路側部ないし接続した裸地部とみられるところに限られ、既存植生域にはほとんど侵入していない。混生在来植物は、ヨモギ、ススキ、イタドリ、ジュズスグなどの草本や、フジウツギ、クマイチゴ、ニシキウツギ、ヨダソミネバリーなどの先駆的の林縁植物で、このほかイシツチザサが全域的にみられる。

## 2-2 長九郎林道

### 2-2-1 調査地概況

長九郎林道は、伊豆半島の天城山塊南西部山陵域につらなる、長九郎山北側山腹の標高600~700 m附近に開設されている。延長は約7 Km で、緑化施工は昭和44年度から現在(49年度)まで継続して行なわれている。地質は新第三紀安山岩を基岩としているが、導入植物の生育に直接影響する法面表土は、全域的に礫まじり粘性土である。調査地域の法面はほとんど切土法面で、傾斜はほぼ60度前後、法面方位はE~N~NWがほとんどで、全域はほぼN側に屈している。調査地の概要は図-3に示した。伊豆半島の植生は、天城山塊の高地では落葉樹林帯となるが、それ以下は概ね暖温帯植物相をしめし、調査地の標高600~700 m域はちょうどこれらの推移帯域に位置している。したがってモミ、ツガの針葉樹のほか、シイ、カシなどの常緑広葉樹やシデ類、ケヤキ、ミズキなどの落葉広葉樹が混生しているが、林道周辺はスギ、ヒノキの人工造林地がつづいている。

### 2-2-2 調査地周縁植生

植物分布概要は前述のようであるが、現地法面の隣接周縁にみられる種類をみると表-19のようである。調査区のうち6, 7, 8, 10区は伐跡地で、その他の区は成林地である。成林地ではスギ人工林が多くみられるが、これら林地の間には→暖温帯植生のウラジロガシ、スダジイ、アカガシ、シラカシなどのほか、アカシデ、イヌシデ、モミなどの混生林分もみられ、下床にはヒサカキ、ツバキ、シキミ、ヤブニタケイなどがある。伐跡地ではエゴノキ、ニワトコ、ゴンズイなどの先駆的の2次植生が現われている。

### 2-2-3 法面植生

調査林道のうち、施工の早い実施法面は約6年を経過しているが、全域的に立地的条件はほぼ類似したところである。法面植生について種類組成をしめすと表-20のようである。施工の早い法面ではWLGが多いが、WLGは法面火災の予防などから47年度以降は使用をさけている。法面土層がうすいところでは衰退の傾向をしめすところがあり、部分的な滑落もみられるが、全域的にはかなり良好な緑被形成が保たれている。

侵入植生ではススキ、ヨモギ、ヒメジョオンなどが点生的で、初期的な遷移段階にすぎないが、施工の早い法面ではニシキウツギ、モミジイチゴ、コアジサイ、リョウブ、オオバヤシャブシなども生立し、安定的に推移していることがうかがわれる。なお、法面植生状況を法面隣接林況との関連でみると、表-21のようである。施工年次の早い法面、上縁部に成林した林地が生立するところでは、木本類の侵入発生の早いところが多い。

### 2-2-4 導入植物と周辺植生の関係

法面周縁における導入植物の状況については、法面周辺植物の調査と併せて行なった。その結果、この地域の林道においても、吹付施工の際に法面外に散逸したとみられるところが一部にあるほかは、法面の側縁からほぼ0.5~1.0 mの範囲に多少みられる程度で既存の在来植生による植被内まで、能動的に侵入する状況はうかがえなかった。この林道では→盛土法面が少なかったため、下方域における法面周縁の状況はあまりみられなかったが、→法面下縁に裸地部が接したところや、沢地形部の筋状裸地部分に、多少生立がみられるほかは、既存の植生域に対する能動的な侵入はほとんどみられなかった。

道路敷の両側部(路肩部)では、WLG, K31F, WbCなどが、ススキ、ヨモギその他の路側植物と混生して生立するが、谷間路側でも下方斜面の既存植生域まで拡大する状況はみられない。路側部に平地部分があるところでは、ススキ、ヨモギその他路傍→先駆的植物のなかに混生するところがあるが、そのほかではめだった生立状況はみられなかった。

## IV ま と め

林道開設の進展にともない、走行の安全、景観保全、自然保護等に関連して、法面の適確な緑化施工は重要な課題となっている。このため、法面緑化工が経年的に行なわれている。瓶力森林道(高知営林署管内)、長九郎林道(河津営林署管内)について、法面立地条件と緑化形成、施工法面周辺における導入植物の状況等について調査した。

### 1. 法面緑化形成

石鎚山系における面河スカイラインにつらなる瓶力林道は、標高1100~1700 m域に開設され、植物分布帯からは温帯の全域にわたっている。すなわち下部は暖温帯上部域から続くモミ、ツガの混生するブナ域から、上部は亜高山帯に接したブナ帯上部域まで及んでいる。導入植物の緑化形成に影響する法面表土は、崖錐状堆積斜面の切り取りとみられる礫まじり粘性土



表-19 長九郎林道周辺植生

[illegible][illegible]



表一20 長九郎林道法面植物

種	施工年次 法 面 度		44		45		46		47			48			49		常 在 度
	類	面積	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	2	1		
全 植 被 (%)			90	100	90	100	60	90	30	100	100	100	100	90	70		
木 本 (%)			+	+	+	+	+	+		10	+	+			+		
草 本 (%)			90	100	90	100	50	90	30	100	100	100	100	90	70		
事 入 種	K 31 F		+	5	+		+	2		1	+	1	+	4	+	N	
	C R F			3	5			5	1	4	5	5	5	3		N	
	w h C			+	+	1			2	3	+	+	1	1	1	N	
	W L G		5	3		5	4								4	II	
	O G			+	+							+				I	
侵	ヨ モ キ	1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	III	
	ス ス					+	+	+	+				+		+	II	
	ヒメジョオン						+	+	+					+	+	II	
	コケ類		+			+	+	+		+		+	+	+	+	IV	
	シダ類				+		+		+	+		+				II	
	フヤクシソウ					+		+				+				I	
マツカゼソウ							+	+	+						I		
ツバナ								+	+	+						I	

I	I	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
				+											
				+			+		+						
	+			+	+	+				+			+		
				+	+	+		+		+					
	+	+		+		+					+				
+	+			+	+			+		+					
				+	+			+	+	+				+	
+	+			+		+	+	+			+	+			+
				+	+	+	+		+	+		+			
ウ ル コ ヒ	リ メ ウ メ	ン ゾ ウ シ	ド ナ リ オ	ニ シ ヤ モ	ツ キ シ ミ	ッ ウ ジ シ	ギ チ イ ゴ	ラ タ サ イ	キ カ ナ	ゴ チ イ	ギ ッ ウ	ジ モ ロ	ブ ウ ヨ	ラ カ ス	ミ ズ マ



表-21. 長九郎林道法面植物

表一 2.1. 長九郎林道法面植	種	周辺植生 屬工全次 法面高	伐 開 地	46	林 地	49	常 在 度	伐 開 地	林 地								
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)	K 31 F	C R F	Wh C	W L G	O G	ヨ ギ	ス キ	ヒ メ ジ ヨ	コ ケ	シ ダ	フ キ	ヤ タ シ ソ	マ ツ カ セ	ッ バ ナ
類	全 植 被 (%)	木 本 N (%)	草 本 ch (%)														

入 種	ツ ル リ	+															I
	ヨ メ	+															I
	コ ク	+															
	ヒ メ	+															
	ニ シ キ	+															II
	ヤ シ ヤ	+															I
	モ ミ	+															I
	ヤ マ	+															I
	コ ア	+															II
	ヒ サ	+															I
	ニ ガ	+															I
	ガ ク	+															I
	ク ロ	+															I
	リ ヨ	+															I
	ウ グ イ	+															I
	タ マ	+															I
	ガ マ	+															I



状のところと、黄褐色のやや硬いローム状粘性土がみられる。このほか破碎された砂岩、粘板岩類の切取流れ盤が続く部分もみられる。堅密ロームや岩盤（流れ盤）薄層土じょう法面では強雨や凍上などの影響によって、緑化形成の不揃いや衰退の早い法面も生じ、昭和46年度以降は不成績部分の改良実施が行なわれている。しかし、盛土法面は上部からの崩壊流出などの影響がなければ、一般に緑化形成が良好である。

導入緑化工用草の種類別状況をみると、標高の中域以下ではK31F, OG, CRFなどがよく生育している。標高の高いところでは、RTの生育のよいところがめだっている。また、切土法面にくらべて盛土法面の緑化形成は良好で安定している。在来草種は昭和47～49年度に漸次使用が増加しているが、このうちではヨモギの発生が早く、イタドリ発生はやや不均質にみられ、ススキは初期生育が遅いこともあり、生育はごくわずかであった。これらに在来導入草種の現況は、土じょう条件や施工期などにもよるとおもわれるが、施工後の初期あるいは冬期における法面保全機能については、かなり懸念されるところがみられる。一般に従来の緑化工用草類にくらべて、法面被覆機能は遅効的となるので、導入方法や追肥等の管理には一層の配慮が必要になる。法面における侵入植物は全域を通じて、草本類ではススキ、ヨモギが普遍的で、スゲ類、ウド、フキなども各域にみられる。このほかにも多数種みられるが点生的である。木本類では周辺部から侵入がみられるインヅチザサなどのほか、ヤナギ類、リョウブ、スルデ、タラノキ、シロモジ、クマイチゴ、ニシキウツギなどがある。

次に、長九郎林道は伊豆天城山系の西南山塊の北側山腹をぬって、標高約600～700 m附近に開設されている。植物分布帯からは暖温帯上部から冷温帯域に移行する中間推移帯域に属し、法面表土は礫まじり粘性土で法面傾斜は60～70度（切土法面）である。施工は昭和44年～49年度まで継続し、緑化は種子吹付工によっている。

導入植物は、暖温帯低山地であるが、CRFが全域的に多く、K31F, WL G, Wh Cなどが混用されている。侵入植物はヨモギ、ススキ、ヒメジョオンなどが多く、植物遷移はまだごく初期的なヒメジョオン期からヨモギないしススキ期への移行がうかがわれるていどである。木本類は施工年次の早い法面では、ニシキウツギ、モミジイチゴ、リョウブ、オオバヤシヤブシなどの生立が早い。

## 2. 緑化工用植物

従来、緑化工用植物には外来緑化工用草が多く活用されてきた。これらは初期生長が早く、被覆保護効果がとくにすぐれているものである。一方、導入後の植被は特定草種による緑化形成にかたより、在来自然植物の侵入が阻害され、法面における植生遷移がよく制されるとして

問題となる。また瘠地では衰退が早く、特定の草種による緑化形成では裸地化の危険もあり追肥その他の手数が多いたともいわれる。しかし、これはすべて樹草の特性に帰せられるものではなく、在来植物も含めて、画一的な施工にかたよることや、施工後の管理にも関して考えなければならないことが少なくない。近年、在来植物の活用気運が一層たかまり、瓶力森林道法面でも昭和48～49年度には、在来植物としてはもっとも普遍的に活用されてきたヨモギ、イタドリ、ススキなどが導入されている。このほか活用候補植物に関する提言も少なく石越スカイラインにおける法面については、本調査域の標高に近い1000～1500 m附近の適植物として、ススキ、イタドリ、スゲ類、イチゴ類、インヅチザサ、クロズル、ヤマヤナギ、ヤシヤブシ、ダケカンバ、リョウブ、ブナなどをしめしたものがある。

法面の緑化保護には、一般に施工後における早期緑化被覆、面的緑化被覆、冬期の被覆保持などが要点となるものであるが、これらの点からはイネ科などの叢生状草種で、生育停止期も茎葉による地表被覆のえられるものがすぐれている。在来草のヨモギ、イタドリ、キク科等のものも生育が早い。急斜面におけ冬期枯死期間の被覆機能は低下する。また土じょう条件のよいところでは、大型広葉草種の密生は他の植物の生育、侵入をよく制する作用がつよい。なお、根系による土層の緊縛力では木本植物がすぐれており、冬期の凍上その他の外力についても小型木本植物の生立は効果的である。

本調査における第2, 6, 10表などにみられるもののなかから、緑化工用植物として適性がたかいたともいわれるものには次のようなものがある。まず、種子が比較的えられやすく、実施工に活用しうるものには、一般的なススキ、ヨモギ、イタドリなどのほか、アキノキリンソウ、ヒヨドリバナなどの草本類や、ウツギ、ノリウツギ、ニシキウツギ、フジウツギ、リョウブ、ヤシヤブシ、ダケカンバなどがある。このほか全域的にみられるテキリスゲをはじめとするスゲ類があるが、種子の多量確保は困難とみられるため、株わけなどと併せて、要所、局所の適用にかぎられるとおもわれる。

また、種子によるほかさし木、埋幹（埋根）など人工的な導入によれるものでは、ウツギ、ニシキウツギ、クマイチゴ、ナガバモミヂイチゴ、ガクウツギ、ツルアジサイ、フジウツギ、ツツジ類、シロモジ、インヅチザサ、ヤナギ類、リョウブなどがある。なお、路面下部の盛土法面などでは高木類の生立による安定法面への移行が期待されるが、ヤシヤブシ、リョウブ、ヨグソミネバ、ダケカンバ、シデ類、カエデ類などは、過密な緑化被覆が形成されないように管理がえられれば侵入が促進される。

長九郎林道は、植物分布帯からは冷温帯下部と暖温帯上部の推移帯域にあって、植物種類の変



化は多様である。これらのうち緑化施工における諸種の要因を考慮し、活用性がたかいたおもわれるものは次のようである。種子がえられやすく実播工に活用しうるものでは、やはりススキ、ヨモギ類などであるが、施工面積が限定的な場合は、チガヤ、トダシバ、スグ類などの草本類がある。樹高の低い木本類では、メドハギ、ヤマハギ、ニシキウツギ、コアカソ、リョウブ、ウツギなどがある。路面下部の法面では高木類のオオバヤシバシ、アカマツ、クロマツその他有用樹種も考慮される。また、さし木、埋幹などで導入できる場合は、ニシキウツギ、ウツギ、ノリウツギ、イチゴ類、コアデサイ、キブシ、コアカソ、ツツジ類などがある。

### 3. 導入植物と周辺植生の関係

開設法面における植生による保護安定には、表土保全機能のたかい植物による早期緑化被覆とその後における恒続的緑化形成が順調に推移することである。従来の緑化工用植物が、早期緑化被覆にすぐれた機能をもつことは、本調査地域においてもよく理解しうるものである。なお、従来の導入植物は在来植物にくらべて一般に衰退が早く現われる傾向がみられるとされながら、初期の生育が早いことから、他方ではこれらが周辺自然植生域におよぼす影響が懸念され、また、景観形成からも異質的なものとして指摘されることがある。このため、調査法面上、下周縁や路側植生などについて、導入植物の生立状況を調査した。道路開設が植物生態系におよぼす影響等については、若干の報告がみられ、法面周辺域における植物構成の変化もうかがうことができるが、ここでは導入植生の周辺域における分布状況について、限られた地域であるがその現況を調べてみた。

すでに前述(2-1-4)のように、瓶カ森林道、長九郎林道でも一般の環境植生域では、施工時における散布材料の散逸によるところのほかは、法面周縁部に生立繁茂するところは見られなかった。路面下方法面でも、施工面の下方に裸地部が続いたとみられるところや、沢地形におけるガリ状部分に、強雨などによる強制的な流出があったとおもわれる部分以外は、とくに測定できるほどの発生、生立はみられなかった。これらの現況からは、今後も既存の植生域へ、能動的、駆逐的に侵入拡大する現象はほとんどみられないものとおもわれる。瓶カ森林道地区では、氷見2千石原におけるイシヅチザサ植生の開花枯死による裸地に、導入植生または類似植生類の侵入繁茂があり、ササ植生の復旧が阻害されるとして注目されたところがある。調査時における観察では、前述のように、この地域における地況およびそれにもとづく気象条件などにより、強い風の通りやすい環境形成となることもうかがわれた。また、ササ枯死によって探出した黒色土じょうは、飛来種子の発芽、生立に好適な条件をなすものとみられ、これら諸要因によって、飛来した種子による植物の活発な生育をみたものとおもわれる。現況はサ

サの生立阻害が懸念される植物の抜きとりと、人為的なササ株の導入が併せて行なわれたとされるため、ササ植生の回復も促進され、導入植物または類似植物の生立は減少し、点生的ないし小斑状をしめすていどである。これらは、在来植生の回復にしたがって漸次衰退するものとみられる。

### 4. 保育管理

瓶カ森林道では、施工の早い法面については、その後緑化改修のための実播が行なわれている、やや硬いローム質の切土法では、表面に残積する土じょうが不安定で、崩落裸地を生ずることが少ない。また、18区以下の最近施工の法面では、在来植物のヨモギ、イタドリ、ススキなどの吹付実播が行なわれているが、これらの植物も土じょうの少ない切土法面では生育が著るしく劣り、冬期間の被覆機能の低下から、緑化不成績に至ることが懸念され、当年においても追肥などの保育管理がのぞましいとおもわれる。植物の生育基盤が薄層土じょうとなる切土法面などでは、従来の外来緑化用草に限らず、緑化工用適植物とみられる在来植物も、施工時およびその後の適期に必要な肥培手入れを要することは変らない。すなわち、植生工によって、法面の恒久的な緑化形成を図るには、法面緑被群落が安定的な推移に向う基盤が整うまで、施工後の追肥、追播その他の保育手段を続けることが必要である。対象地に緑化形成が求められる以上、立地環境に応じて、一次施工に限らず、緑被機能が恒続、安定してえられるまで、適時に管理手法を構ずるのが、法面植生保護工の成果を全うするまでのパターンであると考えられる。

## V 今後に残された問題点

この調査では、まだごく一部地域の林道法面における実態把握に限られた。さらに広い地域にわたる立地条件、施工条件が別等による法面緑被形成状態や導入植物と周辺植生の関係等について調査を進める必要がある。それによって諸要因による類型別法面の改善対策を明らかにすることが望まれる。なお、気象、地質、その他地況がとくに劣悪な立地、基盤条件の法面については試験工による検討も緊要な課題である。



## 参 考 文 献

- 1) 山中二男：四国の森林，高知林友，564 ～ 569，1973 ～ 1973
- 2) 山中二男：石鎚山地の原生林，植物と自然，6(5)，1972
- 3) 高知営林局：高知営林局管内国有林植生調査報告書，高知営林局叢書，8，1939
- 4) 鈴木時夫・峰屋欣二：伊豆半島の森林植生，東京大学農学部演習林報告，(37)，1949
- 5) 亀山 章：車道による周辺植生への影響，(I)，信州大学農学部紀要，10(2)，1973