

西部地震災害緑化施工跡地の経過と対策

局・治山課 審査係 ○ 原 文 夫
齊 藤 昇

要 旨

西部地震災害跡地約80haの緑化施工地は、3カ年を経過し森林への復元が急務となつていことから、導入植生と侵入木本植生の遷移の実態と、寒冷高海拔地に適した木本導入試験の2カ年の生育状況を調査した。その結果、治山効果が高く持続性の高い林叢形成を目標とする森林復元には、植生遷移に立脚した木本導入方法を図つて行く必要がある、そのための施工指針として、5つのブロックに分けた施工管理区分図と、その管理指針を作成した。

はじめに

昭和59年9月14日長野県木曾郡王滝村を震源とする直下型地震（マグニチュード6.8、震源の深さ2km）により御岳山の南東斜面、伝上川源頭部（標高2,550m）に大規模な山崩れ（斜面長1,330m、最大深150m、崩壊面積44.1ha）が発生した。これに端を発する巨大な土石流は、尾根の天然林及び溪岸を破壊し580ha余りの林地に甚大な被害をもたらした。これら大規模な荒廃裸地に対して、融雪期、梅雨期における土砂流出に伴う二次災害発生の抑止、下流域の保全、森林生育基盤の早期回復を図ることなどを目的に、伝上川兩岸の荒廃台地約80haに航空緑化工が実施された。

この施工地は、現在3カ年を経過し導入植生の被覆率はピークをこえ、場所によっては衰退化の傾向も見られる。一方、自然植生の侵入状況は林縁に偏っており、今後このままでは、木本成立に相当の期間を要するものと見られることから、この跡地を治山効果の高い安定相へ誘導復元することが急務となっている。このため、寒冷高海拔地に適した工法を見出す目的で、侵入木本植生の成立条件調査と木本導入試験を実施し、今後の施工指針が得られたので報告する。

1 施工地及び調査地の概要

1. 施工地の概要

(1) 施工地の位置

施工地は図-1に示すとおり、王滝営林署御岳国有林351～366林班地内で、標高1,410～1,620m、傾斜30度未満の荒廃台地である。

(2) 地況及び林況

この地域における地質は、全般的に古生代の

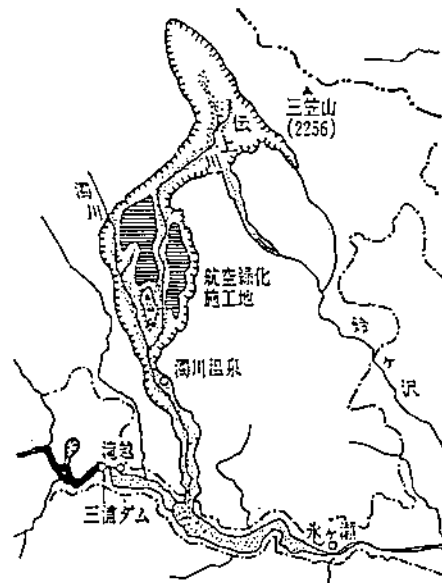


図-1 航空実播による緑化工施工地
(横線部分)

堆積岩と大成岩の流紋岩、石英はん岩などからなり、その上に御岳火山の溶岩である安山岩、大山砕屑物の火山岩塊や火山灰が互いに堆積された複合成層火山で、壊れ易い地形をなしている。施工地の土壌は、森林土壌図によると弱湿性褐色森林土（BE型）が大半を占め、部分的に弱乾性褐色森林土（BC型）と適潤性褐色森林土（BD型）が混在していた。周辺の林相は、亜高山帯の下部に属する針葉樹林であってシラベ、コメツガ、トウヒなどにダケカンバを交えて高木層を形成している。また、低木層にはオオカメノキ、ノリウツギ、ミネカエデなどが分布し、林床にはクマイザサ、ミヤマカタバミ、ユキザサなどがみられる。

表-1 月別平均降雨量（昭和44～昭和53年） 王滝営林署調査

月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
降雨 (mm)	74	137	183	276	277	481	448	372	407	233	140	112	3,160

表-2 航空緑化施工材料仕様計画 (単位: Kg/ha)

材 料	区 別	乾 式	湿 式	備 考
種	子			
	オーチャード グラス	23.8	23.8	2000本/m ²
	ケンタッキー31 フェスク	28.5	28.5	1000本/m ²
	クリーピングレッドフェスク	11.0	11.0	#
	ペレニアルライグラス	28.5	28.5	#
	メドハギ	23.8	23.8	#
	ススキ (ヨモギ)	5.5	5.5	#
小	計	121.1	121.0	
肥	料			
	コーティング肥料	800.0	800.0	ハイコントロール180
	化成肥料	700.0	700.0	
小	計	1500.0	1500.0	
有機質基材				
	パーク堆肥	10000.0		(含水率50%)
有機質・混和剤			2300.0	
緩衝材		56.0		
侵食防止材			1000.0	
	セメント	3200.0		(80Kg/m ²)
清	水		9078.0	
合	計	14877.1	13999.1	

註) ・上記程度の効果が発揮できる量を目安に設計すること。
 ・イタリアンライグラス、レッドトップは混入しないこと。
 ・ペレニアルライグラスは規定量以上混入しないこと。

(3) 気象

上滝村は本州のほぼ中央に位置するため、内陸性の少降雨の特徴を有するが、大平洋側気象の影響も加わり夏期多雨の傾向にある。降雪は、11月中旬に初雪があり、4月中旬に終る。年平均降水量は表-1のようである。

2. 施工の概要

(1) 施工及び方法

緑化施工対象地を、傾斜15度未満と15度以上に区分し、昭和59年11月2日~18日にわたって、表-2に示す緑化材料による内容で実施した。なお、緑化資材の散布方式を次のように区分した。

(イ) スラリー方式；種子、肥料、侵食防止材、混和剤、発色剤などを水で混合した粘液状基材。

(ロ) ドライ方式；種子、肥料、バーク堆肥、セメントなどを混合した乾性基材とした。

3. 調査地の概要

調査地は、伝上川右岸で前述の施工地内のスラリー方式及びドライ方式により施工した箇所を、ベルトトランセクト、各調査枠の位置を図-2に示す。

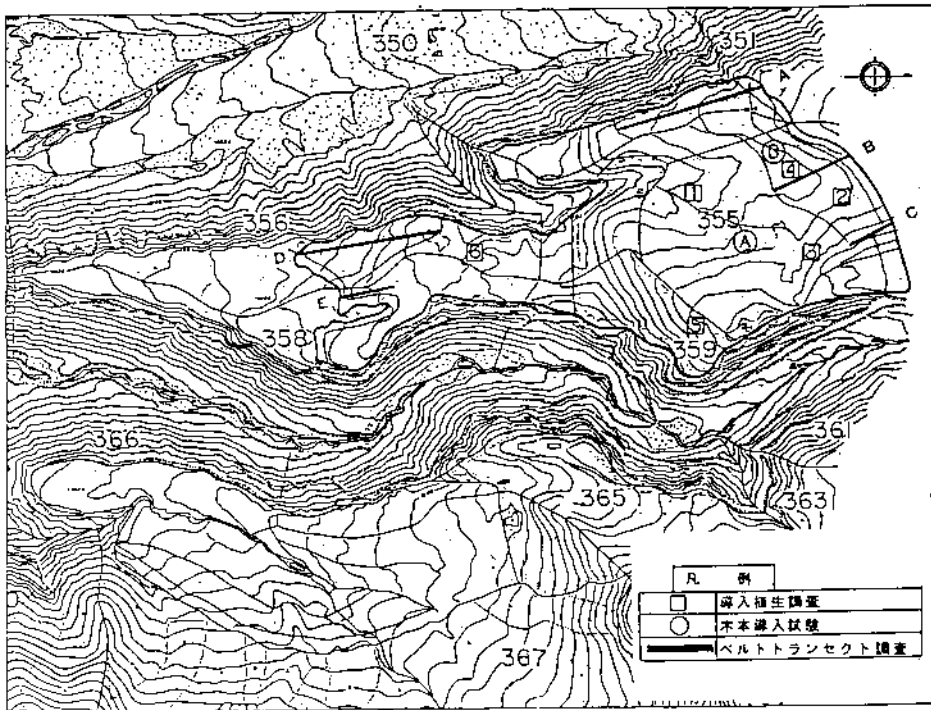


図-2 調査カ所の位置図

I 調査方法及び結果

1. 導入植生の追跡

(1) 調査方法

昭和60年6月に調査地内における、斜面の方位、勾配等の条件がことなる場所を5ヶ所選定し、

1.0 m の調査枠を設定して、60年6月～8月の3回と、61年8月、62年9月の都合5回にわたって、被覆状況・成立本数・草丈・根長・侵入植生等の追跡調査を実施した。

(2) 調査結果

植生調査は、各調査枠ごとに被度・密度・生育高を調査し、各々の調査値を総合的にまとめ表-3及び図-3～図-6の通り整理した。これによる植生の経年変化を結果としてまとめると次のようになる。

表-3 導入植生の生育状況 (調査 62.9.8)

区別 項目	平均				比 数 (%)			
	被度	密度	自然高	草丈	被度	密度	自然高	草丈
P.R.G	1.0	77.5	19cm	84cm	37.0	20.4	59.4	100
O.G	2.2	120.0	21	22	81.5	31.6	65.6	26.2
C.R.F	1.6	380.0	20	54	59.3	100	62.5	64.3
K.31.F	2.7	117.5	24	55	100	30.9	75.0	65.5
ヨモギ	0.2	1.3	32	32	7.4	0.3	100	38.1
メドハギ	0.1	0.5	24	24	3.7	0.1	75.0	28.6
合計	7.8	696.5	140	271	-	-	-	-

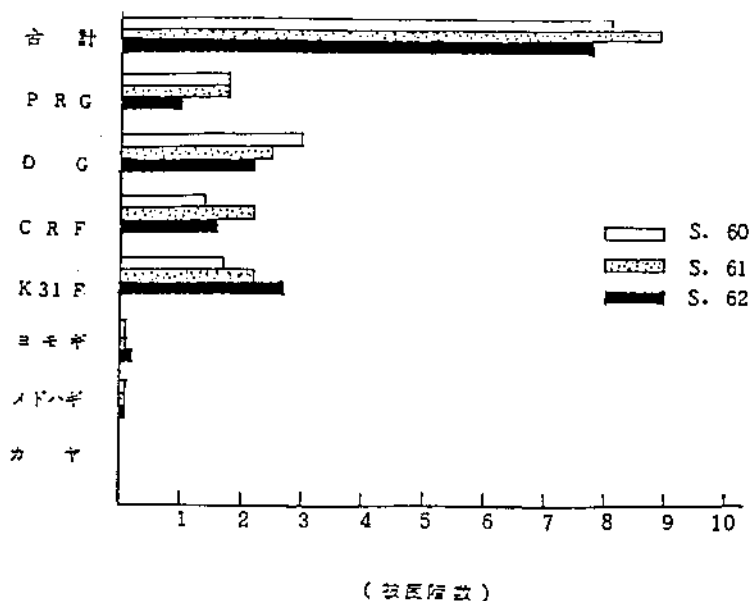


図-3 経年被度

① 植生の生育状況は、昨年に引続きおおむね良好であったが、その被覆率において減少傾向が見られた。

② 生育本数についても自然淘汰により減少している。

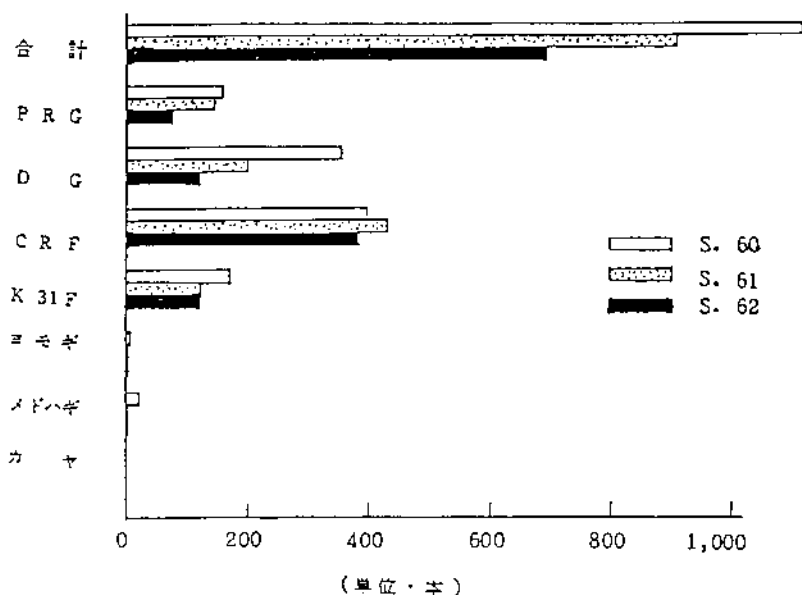


図-4 経年密度

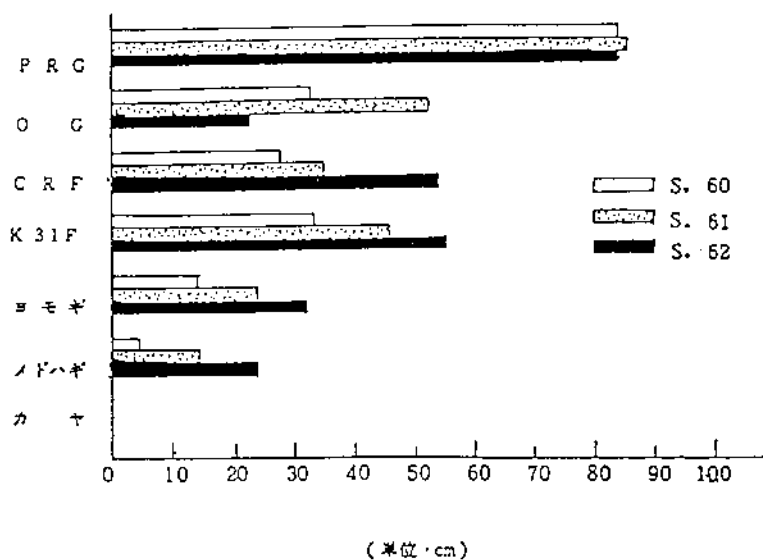


図-5 経年生育高 (実長)

③ 生育高においては、特に、ベレニアルライグラス・スリーピングレッドフェスクは地面によこたおれており、自然高が低くなっていることが目立った。

④ 草種ごとの優占度については、特に、ベレニアルライグラスの衰退化がはっきりと見られ、その減少分をヨモギ、メドハギの野草類が補いつつある。

⑤ 調査地付近の侵入植生は、ヤマハンノキ、ヤシャブシ、ヤナギ類、クマイチゴ等が見受けられるが、その数はまれに出現している程度である。

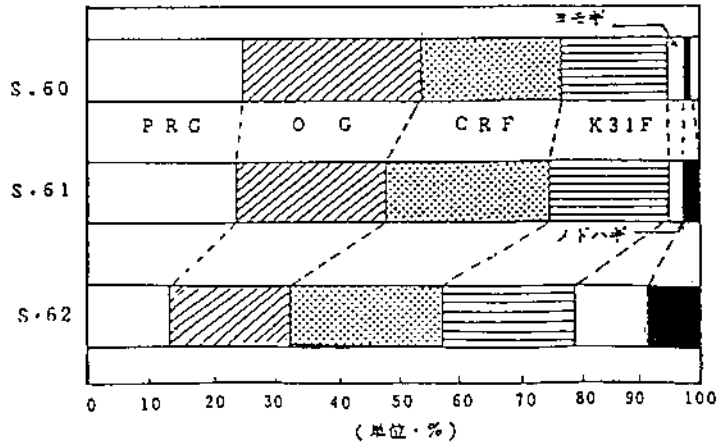


図-6 経年優占度

2. 施工跡地の侵入木本植生

(1) 調査方法

周辺の残存林分から、植生の回復状況を調査するため、林縁を基点とするベルトトランセクトを5線設け、10mまで2mおき、10~50mは5mおき、50m以上は10mおきに1mの方形枠を置いて、その中の樹木実生の樹種別本数と生育高及び導入植生の被覆率、生育高などを測定した。

(2) 調査結果

林縁からの侵入木本類の発生本数を表-4に、各調査ベルト別樹種別生育数を表5.1~表5.5に示した。

表-4 調査地別木本類の発生本数

林縁からの 距離 (m)	木本類の発生本数 (本)				
	調査(A)	調査(B)	調査(C)	調査(D)	調査(E)
0~ 5	8	69	0	183	4
6~ 10	54	32	0	100	2
11~ 20	17	37	0	33	1
21~ 40	24	52	2	7	1
41~ 60	15	21	2	2	0
61~ 80	7	3	8	1	0
81~100	9	7	17	1	0
101~120	5	15	1	1	-
121~140	3	6	-	2	-
141~160	3	4	-	2	-
161~180	6	12	-	3	-
181~200	9	-	-	3	-
201~250	(40)	-	-	(6)	-
251~300	(24)	-	-	(6)	-

表-5.1 調査地別林縁からの樹種別生育本数(本)
調査(A)の結果

距離	~50	~100	~150	~200	~300	合計
ダケカンバ	48	2	0	1	18	69
ヤシャブシ	9	9	5	6	12	41
ハンノキ	0	0	0	2	3	5
ヤナギ類	6	4	4	5	16	35
サワラ	38	7	1	2	15	63
カラマツ	1	0	0	0	0	1
合計	102	22	10	16	64	214

表 5.2 調査(B)の結果

距離(m)	~50	~100	~150	~200	~300	合計
ダケカンバ	181	7	15	10	-	213
ヤシャブシ	5	1	2	0	-	8
ハンノキ	0	0	0	1	-	1
ヤナギ類	3	4	7	1	-	15
サワラ	19	0	0	1	-	20
モミ	1	0	0	0	-	1
合計	209	12	24	13	-	258

表-5.3 調査(C)の結果

距離(m)	~50	~100	~150	~200	~300	合計
ダケカンバ	0	11	0	-	-	11
ヤシャブシ	1	3	1	-	-	5
ハンノキ	0	1	0	-	-	1
ヤナギ類	1	9	0	-	-	10
サワラ	0	3	0	-	-	3
合計	2	27	1	-	-	30

表-5.4 調査(D)の結果

距離(m)	~50	~100	~150	~200	~300	合計
ダケカンバ	291	0	1	1	0	293
ヤシャブシ	11	2	3	3	9	28
ヤナギ類	7	0	1	2	4	14
サワラ	16	0	0	0	0	16
合計	325	2	5	6	13	351

表-5.5 調査(E)の結果

距離(m)	~50	~100	~150	~200	~300	合計
ダケカンバ	3	0	-	-	-	3
ヤシャブシ	2	0	-	-	-	2
ヤナギ類	3	0	-	-	-	3
合計	8	0	-	-	-	8

林縁からの木本類の成立本数と、導入植生の衰退を現わす裸地率との関係を、調査ベルトAとCにより示したのが図-7及び図-8である。自然侵入による木本類の成立は、草本被覆率の低下即ち、裸地率との間に関係が認められた。また、林縁からの距離と、木本成立本数との関係を片対数紙にあらわしたのが図-9である。調査ベルトCを除けば、成立本数は林縁から遠ざかるに従い、減少傾向にあり、木本類の成立条件である林縁の効果は、おおむね120mの範囲に及んでいる。

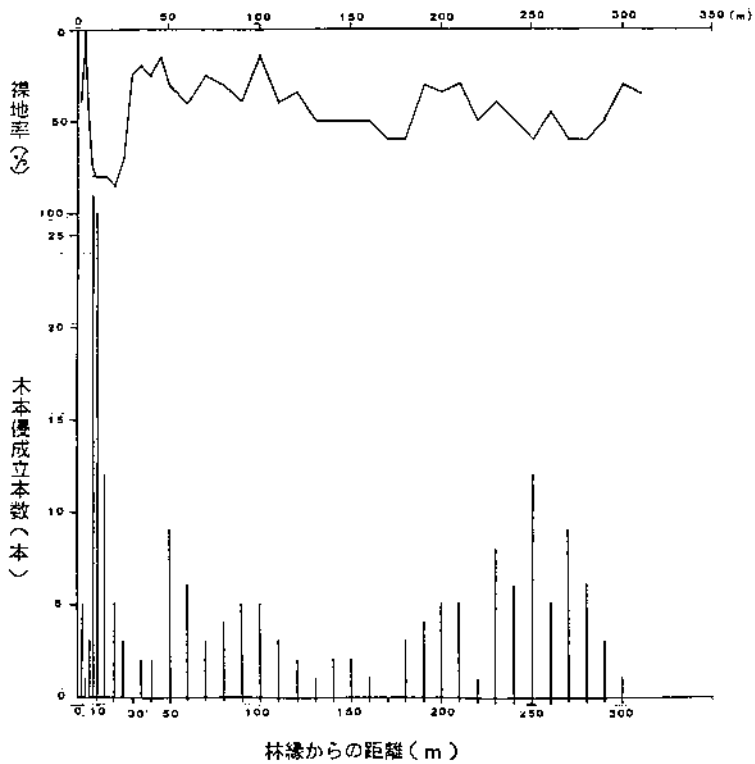


図-7 林縁からの木本成立数と裸地率の関係
ベルトトランセクト A

3. 木本導入の試験施工

(1) 施工内容

供試材料としては、植生袋 (TP-15) で、その規格は巾7cm×長さ15cm×厚さ2cmである。使用した植生袋 (TP-15) は、木本種子のみの特殊配合製品で、その配合は表-6の通りである。

表-6 植生袋 (TP-15) 配合内容

名 称	単 位	配 合 量 (1.0 個 当 り)
イ タ チ ハ ギ	g	1.07
ヤ マ ハ ギ	g	0.27
ヒメヤシヤブシ	g	0.11
ヤマハンノキ	g	0.14
化 学 肥 料	g	13.67
保 水 剤	g	0.22
土 壌 改 良 剤	g	6.94

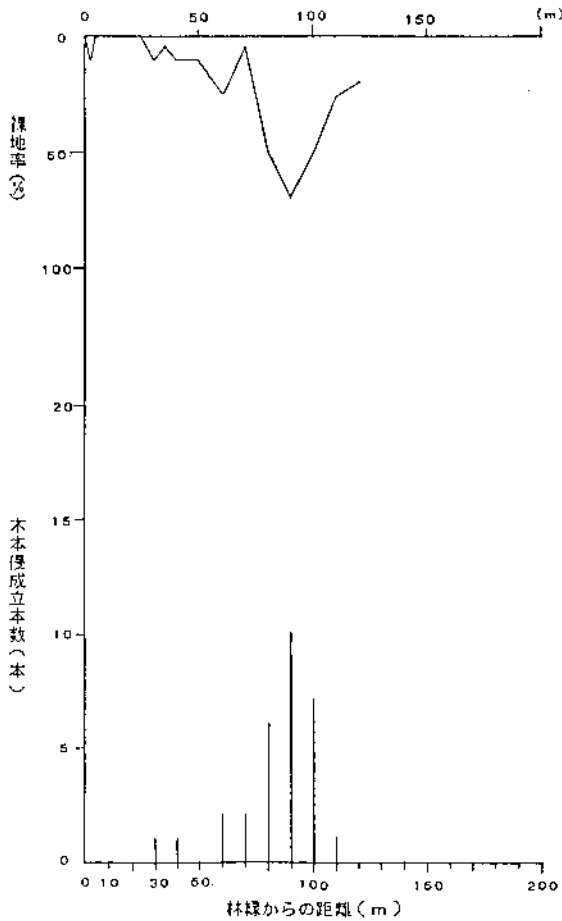


図-8 林縁からの木本成立数と裸地率の関係
ベルトトランセクト C

(2) 施行方法

施工は、植生袋 (TP 15) を植生被覆率80%程度のA区と40%程度のB区の2箇所を選定して、施工基盤上の礫 (10~15cm程度の大きさ) を取り除いて出来た穴部または、礫間に一定間隔をおいて配置し、竹串により固定した。各試験区の大きさ及びTP 15の配置等の内容は表-7に示す。なお、施工は昭和60年8月29日に実施した。

(3) 調査結果

調査方法は、試験区A・Bの植生袋16個について発芽生育本数及び生育高を2カ年にわたって実測した。その調査結果を表-8に示す。

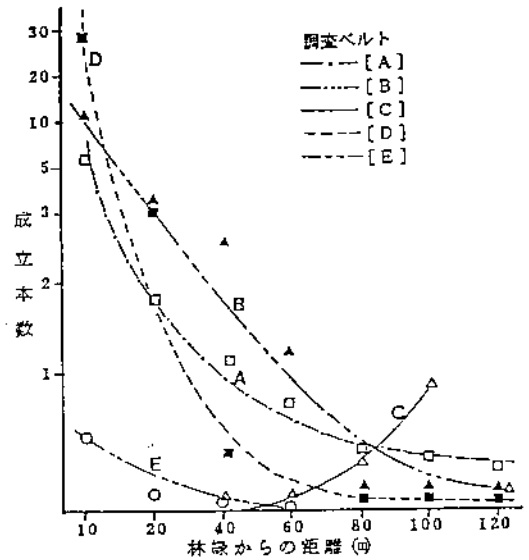


図-9 林縁からの木本類成立分布

表 7 試験施工内容

	施 工 内 容		施 工 略 図
	施工条件	施工数量	
A 区	(位置) 航空写真施工地 のヤブ中央部に 当る	(試験区大きさ) $10\text{m} \times 10\text{m} = 100\text{m}^2$	<p>(A区) 100 cm (B区) 50 cm</p> <p>(A区) 100 cm (B区) 50 cm</p> <p>7 cm 1.5 m</p> <p>平面図 (各区の施工間隔)</p>
	(勾配) かたむね平置法	(TP-15使用数量) $11個 \times 11個 = 121個$ $1個/m^2$	
B 区	(位置) 施工地のヤブ林 縁部より当る	(試験区大きさ) $5\text{m} \times 5\text{m} = 25\text{m}^2$	<p>竹藪 TP-15</p> <p>断面図</p>
	(勾配) 約1割5分 (植生袋使用率) 約40%程度	(TP-15使用数量) $11個 \times 11個 = 121個$ $4個/m^2$	
	(植生袋使用率) 約80%程度	(施工間隔) $1\text{m} \times 1\text{m}$	
		(施工間隔) $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$	

表 8 木本類導入試験 (植生袋TP-15) の生育調査結果

試験区	植生率80% A 試験区			植生率40% B 試験区		
	総本数	平均本数/ 1m^2	平均生育高	総本数	平均本数/ 1m^2	平均生育高
ヤマハギ	3	0.2	4.0 cm	—	—	— cm
イタチハギ	12	0.8	34.0	14	3.6	36.8
ヤマハンノキ	2	0.1	2.0	1	0.4	7.0
ヤシャブシ	1	0.1	30.0	—	—	—
合計	18	1.2	17.5	15	4.0	21.9

II まとめ

以上のように各調査結果からまとめると次のとおりである。

1. 導入植生

(1) 全体の生育状況は、特に外来種の生育高（自然高）の低下による衰退化傾向が見られる。この現象は当施工地の立地条件（気象・土壌）の厳しさによるもので、植生の推移が早目に進行しているものと考察される。

(2) 各草種の優占度の変化を見てみると、外来種ではペレニアルライグラス、オーチャードグラスの勢力が弱まり、寒冷地向きのクリーピングレッドフェスク、ケンタッキー31フェスクは依然として、その勢力を保持している。在来種のヨモギ、メドハギについては順調に生育しており、特に、昨年まで牧草により被圧されていた箇所、このヨモギ・メドハギが勢力を伸ばし群生しているところも見受けられた。

2. 侵入木本植生

(1) 侵入木本類の成立条件の一つである林縁の効果は、概ね、林縁から120mの範囲にまで及ぶことが確認された。ただし、施工地の西側のへりに当たる調査ベルトAでは、120mをこえ250m付近に第2のピークが認められたことは、現地が谷風による吹き上げを受け易い地形となっており、このような場合、木本成立に風が大きく影響しているものと推定された。

(2) 侵入木本類の成立条件の二つとして、導入植生の裸地率が30%以上（被覆率70%以下）になると、その頻度が高くなる傾向が見られた。

(3) 侵入木本樹種の中で成立本数が最も多かったものは、先駆性の樹種であるダケカンパで、すべての調査ベルトに出現した。

3. 木本導入試験

(1) 施工後2年目を迎えた、木本類の成立状況はやや生育本数の減少は見られたが、概ね良好な生育状況が確認された。

(2) 特に、イタチハギは生育高において、牧草類を上回る順調な生育が目立った。

(3) 木本導入を円る播種時期としては、不適の秋施工にもかかわらず、概ね良好な結果を得た。

(4) 木本導入工法としては、表-9に示す4方法が考えられるが、寒冷高海拔地の立地条件に対して確実性・施工性・経済性の高い工法として、植生袋（TP-15）が適していることが分った。

表-9 木本導入法の比較

○優る △普通 ×劣る

工法名	確実性	施工性	経済性	加当り 直接費(円)	比数 (%)
植栽工	○	×	×	8,237	100
直播きによる追播工	△	△	△	1,950	24
航空機による追播工	△	○	△	1,593	19
植生袋工(TP-15)	○	△	○	722	9

II 今後の対策

以上今後の対策として、復元目標とする永続性の高い森林への誘導を図るために、導入植生と侵入木本植生の場所的な競合関係から、植生遷移に立脚した方法により、木本導入と木本の自然侵入を促す維持管理が必要であり、その結果として、植生状態からの施工管理区分図と、その管理指針を作り図・10及び表・10に管理内容を示し、今後の施工指針とした。

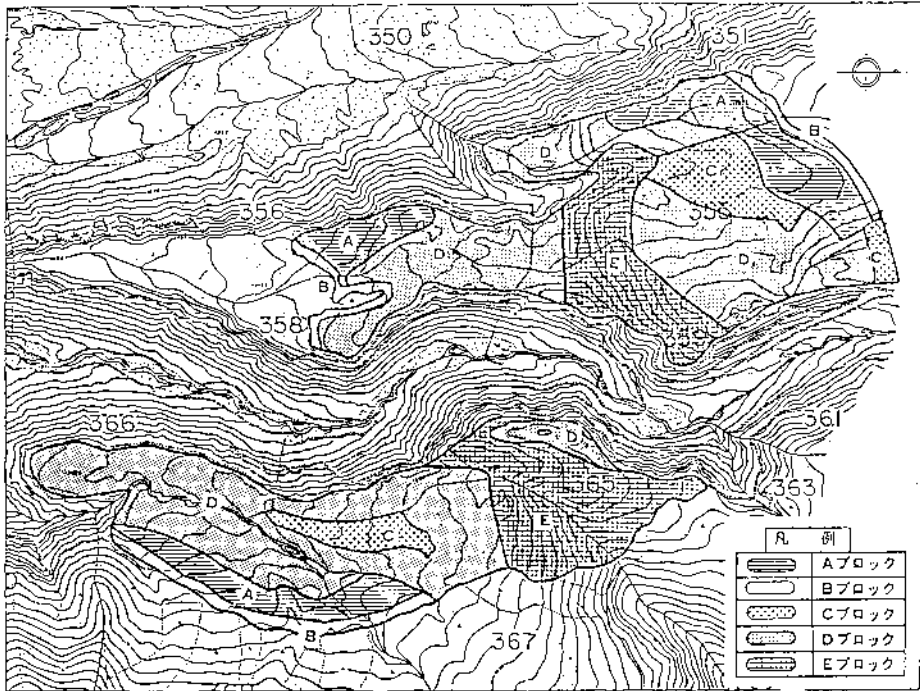


図-10 植生状態からの施工管理区分

表-10 調査結果と施工地の管理指針

調査区分	調査結果の状態	施工管理に対する考え方	面積(㎡)	比率(%)
Aブロック	自然侵入樹木が1本/㎡以上あり、その生育が望める。	特別に管理をしなくとも、自然侵入植生の成立が期待できる。このままで推移させる。	12.18	15
Bブロック	自然侵入樹木は見られるが、このままでは木本群落の成立が困難である。	木本類の成立を促す、なんらかの保育管理を実施する。	3.88	5
Cブロック	自然侵入の樹木類がほとんど見られない。草本類の生育が比較的良い。	草本類の植生繁茂が比較的良いので、その推移を観察しながら対応する。	6.41	8
Dブロック	導入植物の衰退が見られる。自然侵入は、期待できない。	TPの設置、木本類の追播などの補正を考える。必要に応じて追肥を考慮する。	40.59	51
Eブロック	自然侵入植生がほとんど見られない。導入植生の衰退が著しく、被覆率が低い。	TPの設置、木本類の播種など、積極的な補正を実施する。特に侵食が予想されるときは追肥などをして、被覆率を高める。	17.01	21

おわりに

この調査は、航空実播施工翌年の昭和60年以降3カ年の経過であるが、この広大な緑化跡地の維持管理と最終目標である森林復元に向けて、今後も引き続き植生の推移を観察して行く必要がある。