

多雪地帯の経済的治山工法の研究 (第2報)

既施工地の取扱い法の試験 (I)

村井 宏⁽¹⁾・高橋敏男⁽²⁾・北田健二⁽³⁾・北田正憲⁽⁴⁾

Hiroshi MURAI, Toshio TAKAHASHI, Kenzi KITADA and Masanori KITADA :
 Studies on the Economical Erosion Control Work for the Restoration of
 Denuded Hillsides in the Heavy Snowy Regions (Report II)
 Experiments on the treatment to hillsides where various kinds of erosion
 control works were already constructed (I)

要 旨：全国的視野に立って地帯区分し、それぞれの地帯に適した経済的治山工法の研究が、現在各地で行なわれつつある。この試験は多雪地帯を対象とした研究の一部で、主として治山既施工地の取扱い基準を明らかにすることを、ねらいとしている。

試験地は、岩手県下川尻営林署管内国有林にある「なだれ」防止既施工地である。2か所の試験地は、具体的な目的がそれぞれ異なっている。すなわち、ひとつは、施工後「なだれ」その他積雪の移動による悪影響が除かれて、高木類の生育がよく、伐採更新の考えられる場所であって、保安機能を著しく減退させないような、伐採更新法を見出すことである。他は、「なだれ」の発生が止まったが、いまだ積雪の移動その他で良好な林相にならず、林力増強のためなんらかの措置の必要な場所で、保安機能の強化を考慮に入れた保育改良法を明らかにすることである。

この試験は、昭和36年度から10か年計画で実施中のものであって、その前半の成果を取りまとめたものである。

伐採更新法の試験では、皆伐 (0.6mの高伐)、帯状皆伐 (残存帯5mと伐採帯15m、残存伐採帯とも15mの2種)、択伐 (伐採率蓄積50%) の4処理とも、伐採によって積雪の移動圧が増加したが、「なだれ」の発生がなかった。ただし、帯特区における幅の狭い残存帯は、風や雪による機械的傷害が著しい。

保育改良法の試験では、既存植栽木・天然生木への施肥、肥料木導入、つる切り除伐などの保育処理や樹種更改などを実施したが、地形、土壌などの立地条件が悪いために、期待する顕著な効果が現われていない。しかし、斜面頂部の雪庇防止林の改良の結果、当初8mに達した雪庇の形成も半減し、林木の生育阻害要因をかなり緩和させた。保育処理の成果は、むしろ今後期待されよう。

目 次

I	まえがき	78
II	成林地の伐採更新法の試験	79
II-1	試験地	79
II-2	試験方法	79
II-3	試験処理前の状況	82
II-4	試験結果	85
II-5	考察	94
III	不成林地の保育改良法の試験	96
III-1	試験地	96
III-2	試験方法	97
III-3	試験処理前の状況	99
III-4	試験結果	104
III-5	考察	112
IV	あとがき	114

1970年10月12日受理

(1)(3)(4) 東北支場 (2) 元東北支場 (現静岡大学教授)

摘 要	114
文 献	116
Summary	116
Plate	1~9

I ま え が き

本試験は、林業試験場が青森営林局の協力のもとに、昭和35年度から継続中の「多雪地帯の経済的治山工法の研究」の一部であって、既施工地の取り扱い法の関係の分である。

治山既施工地の取扱い法については、従来とくに確立された基準がなく、ほぼ放置状態に近いが施工初期の保育法、治山樹種からなる成林地の更改法、合理的補強、補修対策など重要な問題が存在する。本研究においては、多雪地帯にあって相当期間経過した既施工地を更新・保育するにあたり、積雪の移動が問題になる場合の取扱い法を明らかにしようとするものである。本来は山腹工事の既施工地を選ぶ予定であったが、適切な場所が得られなかったため、これにかえて「なだれ」防止工事の既施工地を対象にした。

試験はその具体的目的から、つぎの2つに分けた。すなわち、1つは施工後「なだれ」その他積雪の移動による悪影響が除かれて、高木類の生育がよく、伐採更新の考えられる場所において、保安機能を著しく減退させないような伐採更新法を明らかにすること、1つは「なだれ」の発生がほぼ停止したが、いまだ積雪の移動その他で良好な林相とならず林力増強の措置の必要な場所において、保安機能の強化を考慮に入れた保育改良法を明らかにすることである。

試験の年次計画の概要は

- | | |
|-----------|---------------------------------------|
| 昭和35年度 | 1. 試験地の選定 |
| 昭和36年度 | 1. 試験処理前の基礎調査
2. 試験処理法の決定 |
| 昭和37年度 | 1. 各区の処理
2. 測定装置の設定
3. 施工時の現況調査 |
| 昭和38~44年度 | 1. 変化過程の調査 |

のとおりであって、試験開始後5か年、伐採更新、保育などの試験処理後3か年を経過したに過ぎないが、ここに試験方法、処理前の基礎調査結果、現在までの変化過程の観察調査結果などを取りまとめて、とりあえず報告するものである。

なお、本試験の試験計画の立案に際して、全体的事項は本場防災部が、具体的事項については東北支場が担当した。また、現地事業の実行は青森営林局および川尻営林署、調査測定は東北支場および川尻営林署が担当した。本試験についての当時の各機関の関係職員は下記のとおりである。

○実施計画の立案

林業試験場防災部長 川口武雄、治山第1研究室長 難波宣士、理水研究室長 杉山利治、同東北支場経営第4研究室長 高橋敏男、村井 宏

○現地事業の実行と調査測定の一部

青森営林局治山課企画係長 伊藤敏雄，同調査設計係長 佐藤義男，青森営林局川尻営林署治山係長 小原政雄，星 節雄，同治山係 大川新市，佐藤定之助，高橋 成

○調査測定と取りまとめ

林業試験場東北支場経営第4研究室長 村井 宏，同研究室員 小島忠三郎，北田健二，北田正憲，高橋四郎，西宮正三

上記の各位のほか，当時の青森営林局治山課長 赤沢宗二，立野 清，人見啓治の各氏からは多大の高配を賜わり，また，林業試験場東北支場長 日野道美，片山佐又，渡辺録郎の各氏，同場経営部長 寺崎康正，同山形分場長 高橋喜平の各氏からは種々ご指導を仰いだ。ここにあわせて，心からのお礼を申し上げるものである。

II 成林地の伐採更新法の試験

II-1. 試験地

試験地は図1の位置図に示したように，岩手県和賀郡湯田町大字大石の川尻営林署管内大石山国有林川尻事業区16林班ぬ小班にあって，対象面積は2.75haである。標高300～400mのほぼ南面の35～40°の山腹斜面の一部であり，区域内の地形は細部的には一様とは言いがたいが，大局的にみれば積雪の移動度の高い抱込み地形と考えてよい。

対象地一帯はもともと「なだれ」常習地で，この山腹斜面直下に国鉄北上線および国道107号線が通っているため，既往所有者側の川尻営林署と受益者側の盛岡保線区において，「なだれ」防止工事をそれぞれ別個に施工した。すなわち，国鉄では国有林の一部を借り受け，山腹の「なだれ」発生点と考えられた位置に古軌条と枕木を利用して，防止杭工と防止柵工を8か所施設した。施工時期は昭和2～15年であった。一方，営林署ではその隣接区域に，ほぼ山腹全面にわたり切り取り階段工を施工し，スギとヤマハンノキを段上に植栽した。施工時期は昭和14年であった。これらの施工の結果，「なだれ」の発生は完全に防止することができた。そして施工前はわい性の劣悪な林相であったが，その後しだいに改善され，コナラを主とする高木林およびアカマツに広葉樹を混交した高木林に自然推移し，また階段上に植栽したスギおよびヤマハンノキは一応良好な生育経過を示していた。しかし，一方において既設工作物である防止杭は一部転倒し，または傾斜し，防止柵の枕木は腐朽し脱落しつつあり，また，切り取り階段工も土砂の堆積流亡によって一部埋没し，いずれもその効果を若干減退させていた。

このような現況下において，「なだれ」防止機能を維持させながら，成林した林木を伐採更新するには，どのような伐採法で，またどのような更新手段を講ずればよいかなどの点を究明しようとして試験を実施したものである。

なお，湯田ダム建設によって国鉄路線は対象斜面と無関係な対岸に切り替えられ，既設工作物は昭和38年10月（試験処理後2年目）に撤去された。国道は若干上部に切り替えられたが，依然として「なだれ」防止工事の影響範囲に置かれているので，本試験の処理によって直接危険を与えないよう留意した。

II-2. 試験方法

当該山腹斜面に図2のように試験区を設定した。各区の大きさは傾斜に沿い縦125m，横30mの矩形区を原則とした。ここでは(1)～(8)区までを既設工種によって2群にわけ，それぞれに4種の伐採更新処理を行なって，その影響を各個にはあくする方法を取った。なお，中央部の一部は，いまだによく成林したと

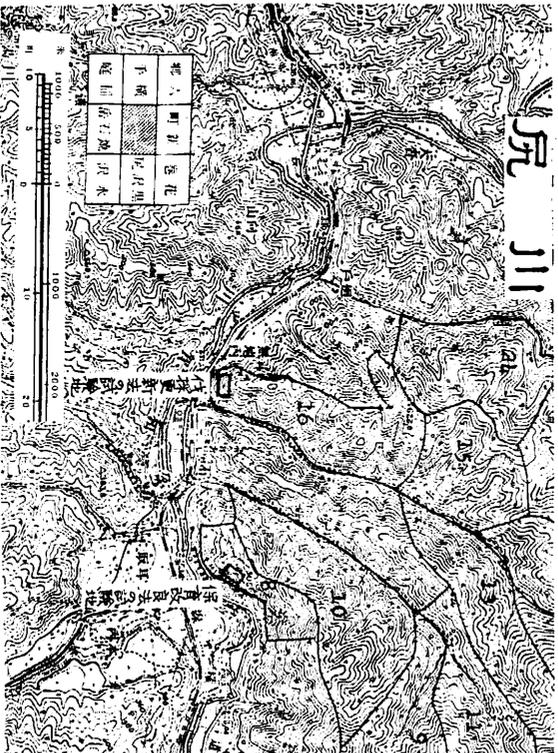


図 1. 試験地の位置図

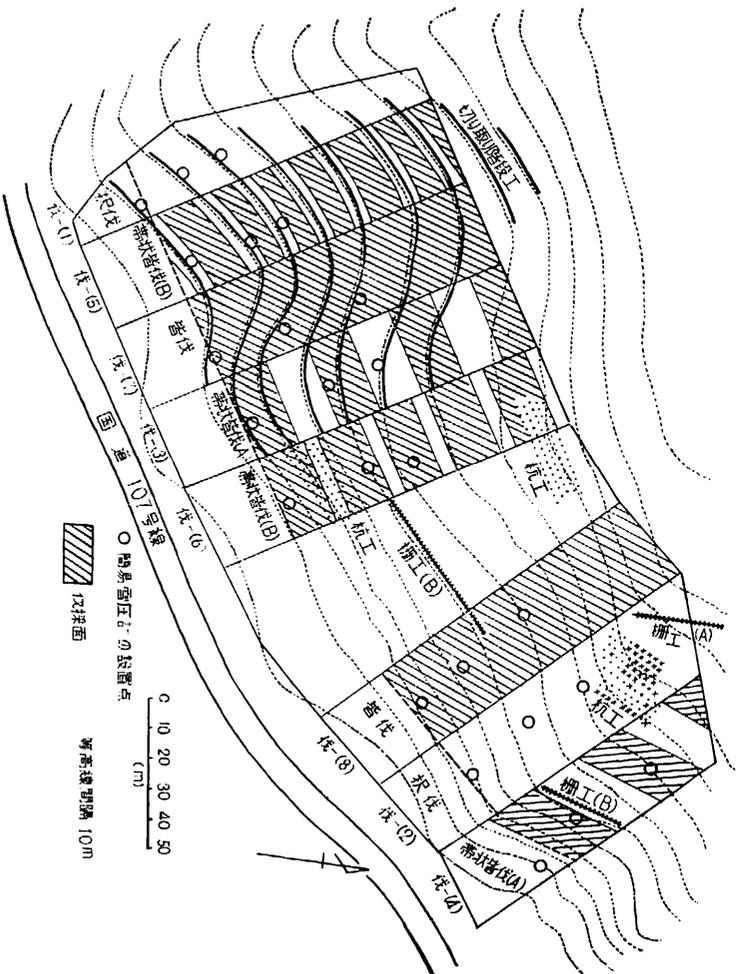


図 2. 試験区の配置と処理 (伐採更新法の試験地)

認められない低木叢状の林況なので、試験処理から除外し無処理のまま残存させることにした。また、各区とも長辺の下部の区域は、上部斜面の処理にともなう影響域とし、無処理のまま林帯を残存させた。このもう一つの意義は必ずしも十分とは言いがたいが、下部を通る国道に対する防護林帯という考えも含んでいる。

具体的な試験処理の概要は表1のとおりである。

表1. 伐採更新法の試験処理要項

試験区	区分	試験区面積 (ha)			伐採処理			更新処理						
		処理区	防護帯	計	伐採種	方法	伐採率 (%)	更新種	樹種	方法	植栽本数(本)			
伐一(1)	階段	0.165	0.073	0.238	択伐	単木択伐	50	人工植栽	スギ	植穴は径、深さとも30cm	500			
伐一(3)		0.300	0.075	0.375	带状皆伐A	伐採帯15m 残存帯15m	50				750			
伐一(5)	工区	0.300	0.075	0.375	带状皆伐B	伐採帯15m 残存帯5m	75				1,000			
伐一(7)		0.300	0.075	0.375	皆伐	伐採帯15m の高伐	100				1,300			
伐一(2)	杭	0.270	0.075	0.345	択伐	単木択伐	50						間畦間とも15m	600
伐一(4)	柵	0.202	0.088	0.290	带状皆伐A	伐採帯15m 残存帯15m	50							750
伐一(6)	工区	0.300	0.075	0.375	带状皆伐B	伐採帯15m 残存帯5m	75							1,000
伐一(8)	区	0.300	0.075	0.375	皆伐	伐採帯15m の高伐	100							1,300

- (注) 1. 伐採率は択伐区では材積、带状区では面積を基準とした。
 2. 植栽本数は処理区面積に対するもの。
 3. 植栽した苗木は2回床替3年生で、現地川尻宮林署大野苗畑産。

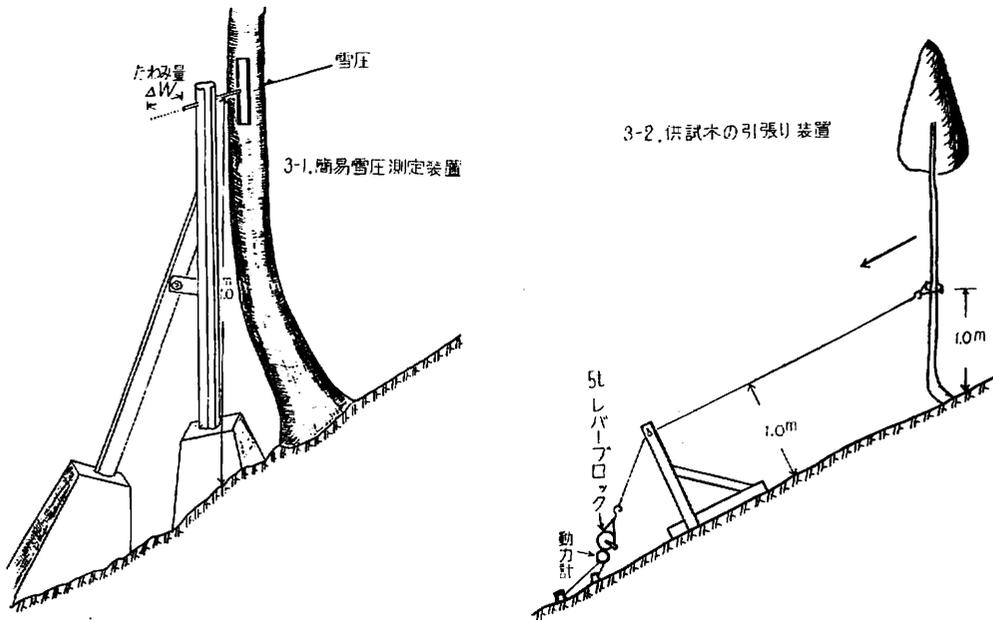


図3. 立木を利用した雪圧測定法

試験結果の判定基準は、イ) 積雪の移動圧および移動量、ロ) 残存林分の生育、ハ) 新植木の生育に主眼を置いた。具体的には、積雪の移動圧は図 3 のような簡易測定装置を、図 2 の中に示したように各試験区の斜面上・中・下の 3 位置に設置し測定した。これは積雪の移動による樹幹の「たわみ」量の最大値を、この装置の最上部の置き針で知って、逆にこの樹幹にかかった雪圧の最大値を、別途に行なった人工荷重実験から推定した。積雪の移動状況は、主として観察によって判断し、移動量を直接測器で測定しなかった。残存木と植栽木の生育状況は、各試験区内のほぼ中央に傾斜方向に沿って、斜面上端から下端に達する幅 2 m の固定ベルトを設置し、標準地として区域内の該当木について、活着・成長量（直径と樹高）、被害状況（樹幹枝の損傷、樹幹の変形）などを継続的に調査観察した。このほか、積雪の分布を明らかにするために、最深積雪時をみはからって各区 30 点以上の位置で測定した。

試験対象地の林地・林木などについての基礎的調査および積雪の移動圧や積雪分布などの調査観察は、試験処理前年の昭和 36 年から開始し、以後試験処理年度も含め毎年春（融雪直後の 5～6 月）、秋（成長終了後の 10～11 月）、冬（最深積雪期 2 月）の 3 回成績調査を実施した。

II-3. 試験処理前の状況

試験処理前年に、試験対象地の既設工作物の状況・林況・地況などの環境因子、積雪の分布、雪圧などについて予備的調査を実施したが、以下この結果について述べる。ただし雪関係の資料は、処理後のものと比較対照する意味で、II-4 の試験結果の中で示す。

a) 地 況

地況の概要は表 2 に示した。これで見えてわかるように、地表傾斜は、30～36°、方位は SSE～SE で大差ないが、局所地形からみて各区によって若干の差異が認められる。土壌は大部分沖積土であって、概して理学的性質は比較的良好な適潤性土壌と言えよう。しかし、斜面の形状の変化に応じ、凸形の上昇斜面の中腹では表土が比較的浅く、やや土湿が乏しい傾向がある。穿孔および検土杖によって調査した各區別の風化土層と A 層の厚さを示したのが、表 3 のとおりである。この場合、斜面上・中・下の各位置に断面を取り、この間を検土杖をもって測定した。

各断面の地表部（0～5cm）・下層部（20～25cm）の 2 位置から土壌試料を採取し、理化学性を分析した結果は、表 4 に示した。

なお、地表は落葉地被物や地床植生によってほぼ完全に被覆されており、階段部を除いて裸地・露岩などは見当たらず、したがって侵蝕崩壊などによる表土の移動は、最近において発生していなかったと判断される。

表 2. 試験処理前の地況概要（伐採更新法の試験地）

試験区	標高 (m)	平均傾斜 (°)	方位	地質構造	母 岩	土 壌 型	斜面の形状
伐一(1)	320～390	32	SSE	新第 3 紀 (大石層)	緑色凝灰岩	B _b	下降型
伐一(2)	320～410	31	SE			B _b (d)	複合型
伐一(3)	320～400	35	SSE			B _b (d)	複合型
伐一(4)	320～410	30	SE			B _b	下降型
伐一(5)	320～390	30	SSE			B _b	下降型
伐一(6)	320～410	31	SSE			B _b (d)	複合型
伐一(7)	320～400	36	SSE			B _b	下降型
伐一(8)	320～410	34	SE			B _b	平衡型

b) 林況

林況の概要は表5に示した。また、林分構造の概況は図4の縦断面図でおよそ表現される。

これらを見てもわかるように、(1), (3), (5), (7)の各区は階段上に線状に植栽したスギとこの間に自然成立したコナラ・シナノキ・ヤマザクラなどの広葉樹と混交したもので、(2), (4), (6), (8)の各区はコナラ・シナノキ・ヤマザクラなどに局部的にアカマツを加えた純然とした天然生林である。林分構造の特徴を示すために、樹種を総括した直径階別本数分配を示したのが図5である。成林したと言うものの、いまなお各区ともに、14cm以下の小径木が主体となる30年前後の密生した林分で、壮齢林への移相過程にあると考えられる。また、導入木と自然成立木について階段区と杭柵区別に、樹幹析解した結果を示したのが図6である。これらによると階段上に植栽したスギとヤマハンノキの樹高成長経過が自然成立したコナラ・

表 3. 試験処理前の風化土層およびA層の厚さ（伐採更新法の試験地）

試験区	風化土層の厚さ (cm)				A 層の厚さ (cm)			
	斜面上	斜面中	斜面下	平均	斜面上	斜面中	斜面下	平均
伐一(1)	32	60	43	45.0	12	30	25	22.3
伐一(2)	35	45	45	41.7	18	25	28	23.7
伐一(3)	26	43	33	34.0	6	10	11	9.0
伐一(4)	37	45	52	44.7	23	25	27	25.0
伐一(5)	33	27	52	37.3	17	13	23	17.7
伐一(6)	37	52	45	44.7	23	27	25	25.0
伐一(7)	35	30	45	36.7	23	15	30	22.7
伐一(8)	53	52	37	47.3	18	25	20	21.0

表 4. 試験処理前の土壌の理化学的性質（伐採更新法の試験地）

試験区	採取位置 (cm)	比重	容積重	孔げき量 (%)	最大容水量 (%)	最小容気量 (%)	透水レート (cc/mm)	pH (H ₂ O)	全有機物 (%)	C (%)	N (%)	C/N
伐一(1)	0	2.41	58.7	70.3	46.3	24.0	106	4.8	18.88	10.99	0.68	16.2
伐一(2)		2.40	62.6	70.8	51.4	19.4	212	5.2	14.50	8.41	0.59	14.3
伐一(3)		2.43	71.9	60.7	55.6	15.1	112	5.0	11.23	6.51	0.59	11.0
伐一(4)		2.44	63.6	70.4	51.0	29.4	210	5.2	14.48	8.40	0.60	14.0
伐一(5)	5	2.06	51.1	78.0	52.2	25.8	173	4.9	28.34	16.44	0.79	20.8
伐一(6)		2.44	69.5	65.8	48.4	17.4	416	5.9	9.68	5.62	0.53	10.6
伐一(7)		2.42	67.3	65.2	56.4	8.8	285	5.5	9.76	5.66	0.52	10.9
伐一(8)		2.75	58.1	74.8	49.7	25.1	179	5.3	8.98	5.21	0.48	10.9
伐一(1)	20	2.74	84.7	57.8	51.9	5.9	65	5.5	2.24	1.30	0.01	13.0
伐一(2)		2.60	75.8	59.3	53.9	5.4	162	5.6	3.71	2.15	0.22	9.8
伐一(3)		2.73	80.0	59.0	43.5	15.5	295	5.9	2.29	1.33	0.15	8.7
伐一(4)		2.61	75.8	59.3	54.0	15.3	160	5.7	3.71	2.15	0.22	9.8
伐一(5)	25	2.41	53.3	56.2	48.4	7.8	125	5.5	8.19	4.75	0.34	7.2
伐一(6)		2.62	86.7	57.2	45.7	11.5	354	6.0	2.16	1.25	0.16	8.3
伐一(7)		2.61	65.8	66.2	62.4	3.8	98	5.8	4.83	2.80	0.42	6.7
伐一(8)		2.50	84.5	59.5	56.7	2.8	32	5.3	2.51	1.46	0.24	6.1

(注) 1. 調査分析は国有林林野土壤調査方法書に基づいた。

2. 孔げき量, 最大容水量, 最小容気量は自然状態における採取容積に対する表示である。

表 5. 試験処理前後の林況の概要 (伐採更新法の試験地)

区分	試験区	調査時期	種類	主要樹種	林齢 (年)	疎密度 (%)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	本数 (本/ha)	蓄積 (m ³ /ha)
階段工区	伐一(1)	処理前	天然生林	コナラ, シナノキ, ヤマザクラ	20~60	60~70	$\frac{12}{4\sim32}$	$\frac{9}{5\sim13}$	2,200	129
		処理後	人工林	コナラ, シナノキ, スギ	20~60	50~60	$\frac{14}{4\sim32}$	$\frac{9}{5\sim14}$	1,010	75
	伐一(3)	処理前	天然生林	コナラ, シナノキ, アカマツ	20~50	70~80	$\frac{12}{4\sim60}$	$\frac{9}{3\sim18}$	1,600	150
		処理後	人工林	コナラ, シナノキ, アカマツ	20~50	40~50	$\frac{18}{4\sim62}$	$\frac{10}{4\sim17}$	700	70
	伐一(5)	処理前	天然生林	コナラ, ヤマザクラ, シナノキ, スギ, ヤマハンノキ	20~60	80~90	$\frac{10}{4\sim53}$	$\frac{9}{4\sim17}$	2,380	135
		処理後	天然生林	スギ, ヤマハンノキ	20~60	20~30	$\frac{16}{4\sim42}$	$\frac{9}{4\sim15}$	540	39
伐一(7)	処理前	天然生林	コナラ, シナノキ, ヤマザクラ	20~50	70~80	$\frac{9}{4\sim36}$	$\frac{8}{3\sim13}$	2,170	179	
	処理後	—	—	20~50	0	—	—	0	0	
杭柵工区	伐一(2)	処理前	天然生林	ヤマザクラ, ヤマモミジ, アカマツ	20~50	60~70	$\frac{14}{4\sim66}$	$\frac{9}{4\sim15}$	2,040	166
		処理後	天然生林	ヤマザクラ, ヤマモミジ, アカマツ	20~50	50~60	$\frac{17}{6\sim44}$	$\frac{10}{5\sim17}$	860	80
	伐一(4)	処理前	天然生林	コナラ, ヤマザクラ, アカマツ	20~50	80~90	$\frac{11}{4\sim42}$	$\frac{9}{3\sim20}$	1,870	133
		処理後	天然生林	コナラ, ヤマザクラ, アカマツ	20~50	40~50	$\frac{20}{4\sim42}$	$\frac{10}{3\sim15}$	820	57
	伐一(6)	処理前	天然生林	コナラ, シナノキ, ミズナラ	20~50	80~90	$\frac{11}{4\sim50}$	$\frac{10}{4\sim17}$	2,250	203
		処理後	天然生林	コナラ, シナノキ, ミズナラ	20~50	20~30	$\frac{13}{6\sim30}$	$\frac{10}{4\sim15}$	420	49
伐一(8)	処理前	天然生林	ニガキ, ヤマザクラ, ミズナラ	20~60	70~80	$\frac{10}{4\sim44}$	$\frac{9}{4\sim18}$	1,930	144	
	処理後	—	—	20~50	0	—	—	0	0	

(注) 処理前の調査時点は昭和36年8月, 処理後の調査時点は昭和40年10月。

ヤマザクラ・ニガキ・ヤマモミジなどにくらべてかなり明確にすぐれていることがわかる。また、両区の自然成立した各樹種ともに、階段・杭柵工などの施工によって、以後多少成長経過が上向きになった兆が認められる。

c) 既設工作物

「なだれ」防止のための既設工作物は、切り取り階段工・杭工・柵工などであり、これらの配置は図2の中に示されている。これらの工作物の当初の構造は図7に示した。施工後二十数年経過し、階段はかなり埋没し、古軌条を利用した杭は一部根こそぎに転倒し、柵の横木とした古枕木は腐朽し、それぞれの機能をおる程度減退させている。これら各工作物の各区ごとの量的な配置ならびにその現況を示したのが表6である。

なお、伐採処理後の林分構造の変化を、図8の直径階別本数分布図で示した。

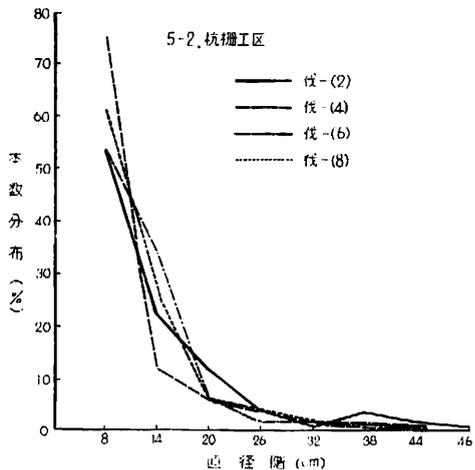
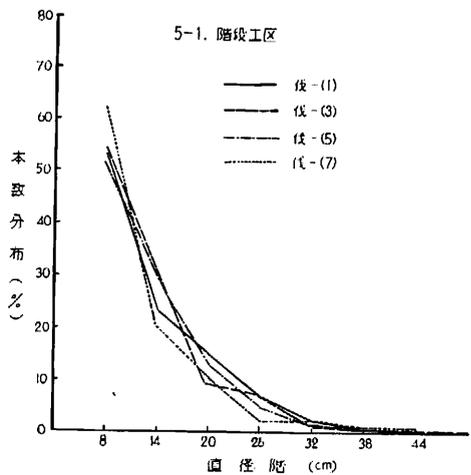


図 5. 試験処理前の直径階別本数分布
(伐採更新法の試験地)

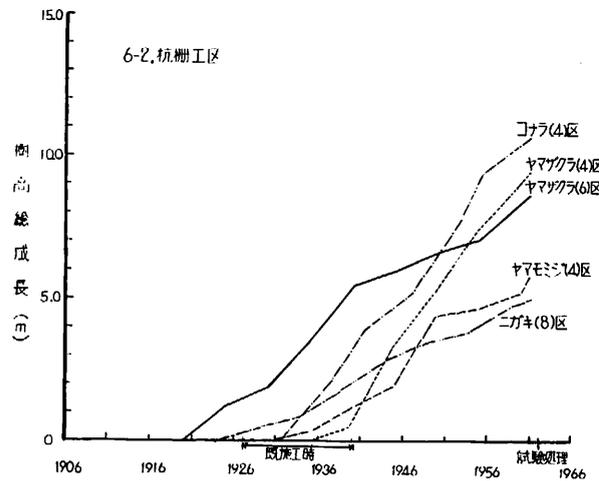
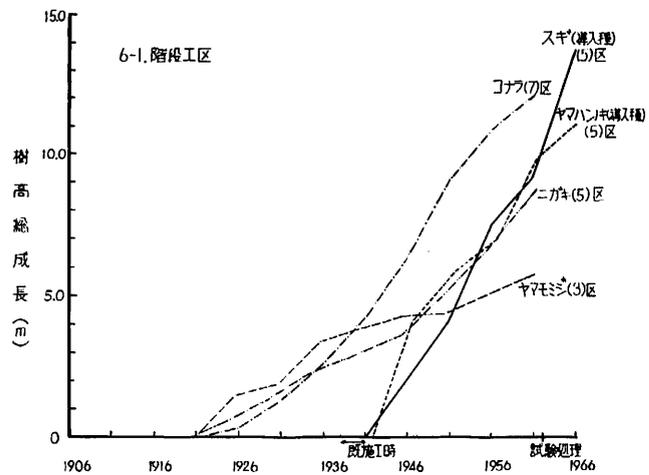


図 6. 既存高木類の成長経過
(伐採更新法の試験地)

表 6. 各種既施工物の施工量と現況 (伐採更新法の試験地)

試験区	既 施 工 量				現 況								
	切り取り階段工		杭 工 (本)	柵 工(m)		階段断面 変化率 (%)	切り取り階段工				杭 工	柵 工	
	延長(m)	植 栽(木)		A 種	B 種		既 植 栽 木		A 種	B 種			
					本数(木)	材 積(m³)	胸高直径 (cm)	樹高(m)					
伐一(1)	114	スギ 57 ヤマハンノキ 57	0	0	0	20	55 14	3.2 1.6	$\frac{12}{6\sim 20}$ $\frac{7}{3\sim 13}$	—	—	—	
伐一(2)	0	—	79	200	0	—	—	—	—	42%転倒 (33本)	完 全	—	
伐一(3)	215	スギ 107 ヤマハンノキ 107	0	0	0	15	75 5	7.3 0.4	$\frac{15}{4\sim 32}$ $\frac{9}{3\sim 15}$	—	—	—	
伐一(4)	0	—	0	0	280	—	—	—	—	—	—	ほぼ完全 (横木一部 腐朽破壊)	
伐一(5)	250	スギ 125 ヤマハンノキ 125	0	0	0	20	54 0	3.0 0	$\frac{11}{4\sim 22}$ $\frac{7}{3\sim 12}$	—	—	—	
伐一(6)	0	—	93	0	0	—	—	—	—	転倒なし	—	—	
伐一(7)	200	スギ 100 ヤマハンノキ 100	0	0	0	25	61 10	4.5 1.0	$\frac{13}{5\sim 25}$ $\frac{8}{3\sim 13}$	—	—	—	
伐一(8)	0	—	0	0	120	—	—	—	—	—	—	ほぼ完全 (横木一部 腐朽破壊)	

- (注) 1. 実行記録によると、階段上への植栽間隔は1.0mで両樹種を混交させ段上の先端部と基部に2列に植栽している。
 2. 各区別の植栽本数は実行記録からの推定数である。
 3. 柵の種類は図7参照のこと。
 4. 階段断面変化率は、各試験区の中央部に基準縦断線をとって、施工時の計画断面と照合し堆積および破壊面積から概算した。
 5. 現況の調査時点は昭和41年11月。

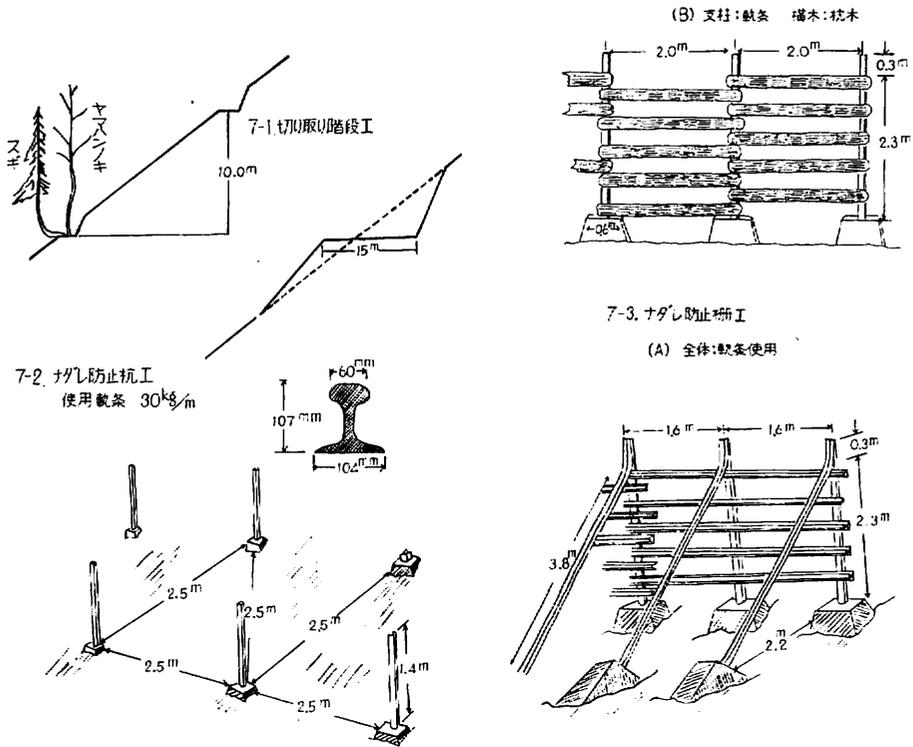


図 7. 既設工作物の構造 (伐採更新法の試験地)

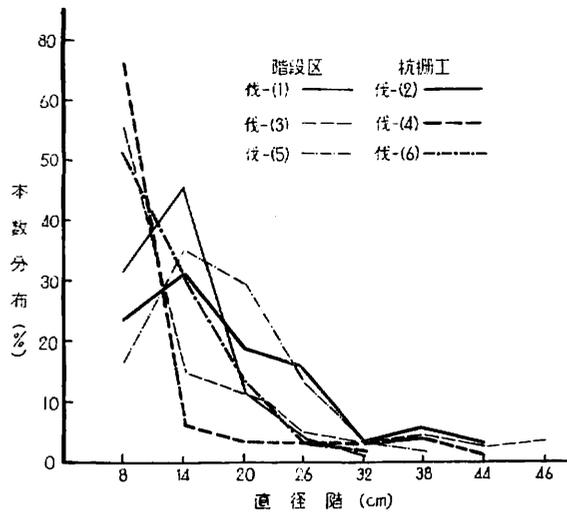


図 8. 伐採処理後の残存木の直径階別本数分布 (伐採更新法の試験地)

斜面の凸部になっている(2)区の中中部は、風衝地のため極端に浅く0.5m程度に過ぎない。試験処理後、伐採によって多少積雪分布に変動を示した。すなわち、(5)区の带状皆伐区で伐採面に吹きだまりが生じたり、風が吹き抜けるようになったため隣接の(4)区に小規模の雪庇を造った。このように伐採による影響と

表 7. 試験処理前後の積雪深（伐採更新法の試験地）

区分	試験区	施工前(昭37.2)		施工後(昭38.3)		施工後(昭39.2)		施工後(昭40.2)	
		平均(cm)	範囲(cm)	平均(cm)	範囲(cm)	平均(cm)	範囲(cm)	平均(cm)	範囲(cm)
階段工区	伐一(1)	170	130~200	160	130~180	120	60~200	220	180~260
	伐一(3)	110	70~150	80	50~120	90	60~145	130	50~180
	伐一(5)	170	140~200	160	140~200	110	60~150	220	170~260
	伐一(7)	150	110~200	140	110~200	110	60~150	170	120~230
	平均	150	70~200	135	60~200	107	60~200	185	50~260
杭柵工区	伐一(2)	90	80~130	85	80~120	60	40~80	150	40~180
	伐一(4)	160	100~200	130	100~140	110	80~120	230	90~350
	伐一(6)	130	100~160	150	100~200	90	60~110	170	50~230
	伐一(8)	150	70~170	130	70~160	100	60~120	160	110~190
	平均	132	70~200	122	70~200	90	40~120	177	40~350
総平均		129	70~200	129	60~200	99	40~200	181	40~350

(注) 1. 測定は最深積雪期と見なされる時期に実施した。
 2. 平均は各区について30点以上系統的に抽出した測定値からとめた。

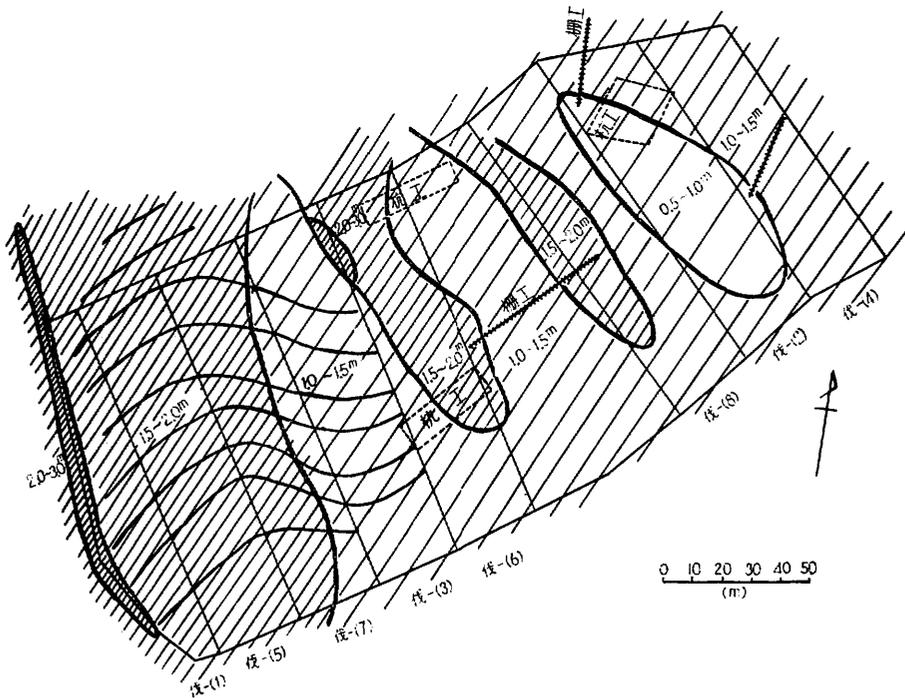


図 9. 試験区の積雪分布（昭和37~41年各冬季の最深平均）
 （伐採更新法の試験地）

して多少積雪の分布をより不均一化した傾向が認められたが、全体的には地形の差異によるかたよりの方がはるかに顕著である。

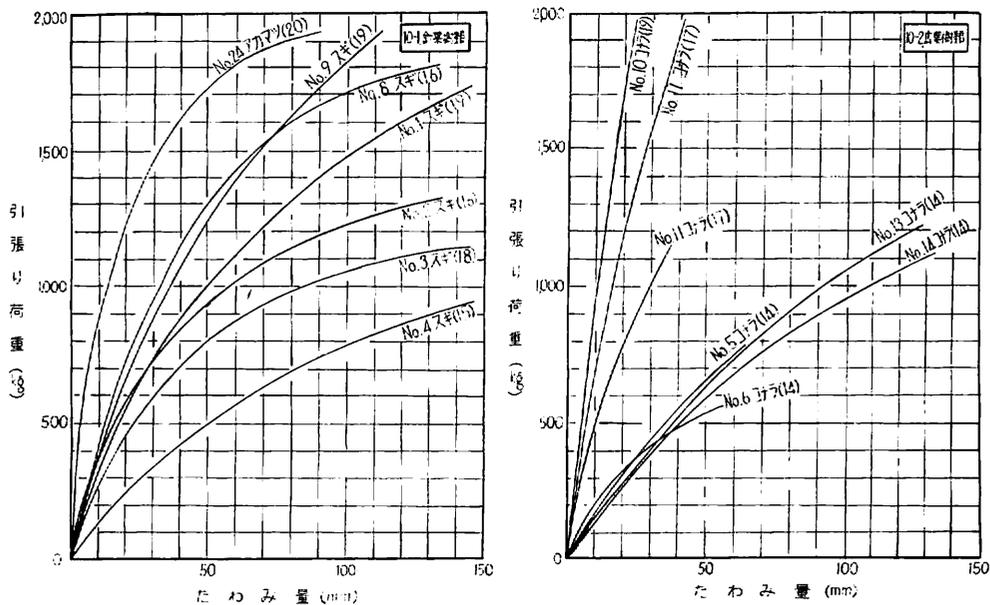
b) 積雪の移動圧

積雪の移動圧は樹幹の「たわみ」量から推定する方法によったが、供試木の樹幹の「たわみ」量と引張

り荷重との関係は図10に示した。立木はいうまでもなく生体であり、成長ともなって引張り荷重に対する抵抗力は変化するものと考え、同一の供試木についてのキャリブレーションを試験処理年の昭和37年と処理後3年目の昭和39年の2回実施した。実際上は両年の測定値の間に顕著な抵抗力の増大は認められなかったが、前半の2か年間は昭和37年のものに、後半の2か年間は昭和39年のものに適用した。表8は試験処理前後の積雪移動圧の変化を示したものである。各区3測点の平均したものであるが、有無階段区ともに皆伐区では伐採処理によってかなり雪圧の増大が認められ、また、択伐区ではほとんど変化が認められない。帯状皆伐区では伐採処理によって、若干の増大傾向が認められるものの顕著ではない。また、無階段区は有階段区にくらべて伐採処理による雪圧の増加率が若干上回っており、また、既設工作物の撤去によって相当程度の増大が認められている。言うまでもなく、雪圧には積雪量が直接的な関連を持つが、積雪の深かった昭和40年はほぼ全般的に数値が高くなっている。

c) 積雪の形態

試験処理前は各種の工作物の効果とともに、立木が斜面上に適宜に配置され、杭状の働きを示し、根元に積雪移動の力を受けとめていた。このために、「なだれ」の発生や連続的な規模での積雪の匍行はまったく認められなかった。しかし、試験処理後伐採によって、積雪の形態に若干の変化が認められた。すなわち、皆伐区では積雪面に数か所「ひだ」や「われ」が発生した。とくに、無階段の(6)区で顕著であったが、0.6mの高伐の効果のために、地表の摩擦抵抗を高め匍行を相当程度阻止しているように観察された。(3)、(6)の帯状皆伐区の斜面上部では、傾斜角がきつ凸地形になっている関係もあって、伐採面上の積雪に「われ」が発生し、一部均衡が破れて小規模に崩落した部分が認められた。一方、択伐区では、立木密度は減少したが、胸高直径 10~30cm の林木が 25m² 1本程度に残存配置するような伐採であったので、積雪の分割が各所に見られたが匍行力を全林木が互いに分担しさえ合っていた。



(注) 各樹種名のつきの括弧内の数字は、供試木の胸高直径を示す

図 10. 地上 1 m 高における引張り荷重と立木の「たわみ」量との関係

参考までに有階段区の皆伐区と帯皆(B)区の階段部に積雪断面を設定し積雪形態を調査した結果は図11のとおりである。調査時期は伐採後3年目の昭和40年の3月中旬であって、このころは最深積雪期を過ぎ融雪が始まっていた。この観察断面では、皆伐区においても階段上に顕著な空洞はなく、積雪の座屈とい

表 8. 試験処理前後の積雪移動圧の変化（伐採更新法の試験地）

区分	試験区	施工前(昭37.2)		施工後(昭38.3)		施工後(昭39.2)		施工後(昭40.2)	
		雪圧(kg)	変化比	雪圧(kg)	変化比	雪圧(kg)	変化比	雪圧(kg)	変化比
階段工区	伐一(1)	630	100	670	106	670	106	670	106
	伐一(3)	430	100	700	163	600	140	750	174
	伐一(5)	450	100	680	151	670	149	750	167
	伐一(7)	550	100	910	166	1,000	182	1,300	236
	平均	515	100	740	144	735	143	868	169
杭柵工区	伐一(2)	700	100	700	100	750	107	780	111
	伐一(4)	700	100	800	114	1,350	193	1,500	214
	伐一(6)	670	100	1,000	149	1,300	194	1,330	199
	伐一(8)	700	100	1,800	258	1,750	250	1,850	264
	平均	693	100	1,075	155	1,290	186	1,365	197
総平均		604	100	908	150	1,011	167	1,102	182

- (注) 1. 雪圧は供試木の樹幹1m高にかかる集中荷重の換算値。
 2. 雪圧には積雪量の変動による影響も含まれている。
 3. 杭柵工は昭和38年10月に撤去された。

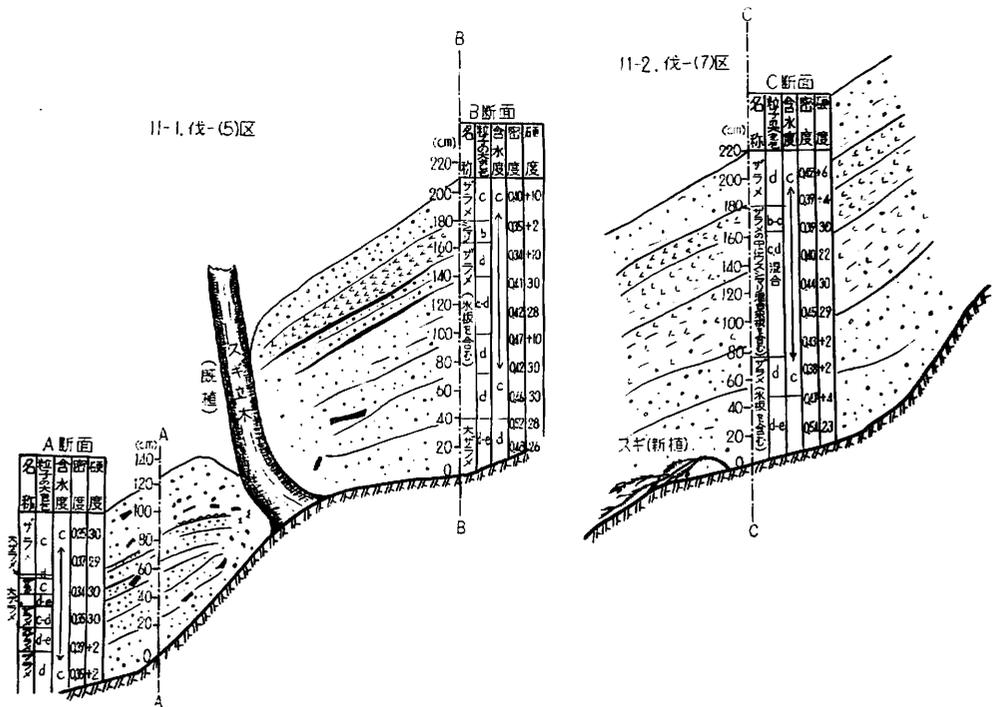


図 11. 階段周辺の積雪構造（伐採更新法の試験地）
 (昭40.3.19)

表 9. 新植木 (スギ) の生存率 (伐採更新法の試験地)

区分	試験区	生存率 (%)					
		昭 37.11	昭 38. 5	昭 38.10	昭 39.11	昭 40.10	昭 41.11
階段 工 区	伐一(1)	100.0	50.0	88.0	86.0	86.0	82.0
	伐一(3)	100.0	46.0	100.0	100.0	98.0	98.0
	伐一(5)	100.0	68.0	90.0	90.0	90.0	90.0
	伐一(7)	100.0	57.0	92.0	92.0	92.0	92.0
杭 柵 工 区	伐一(2)	100.0	68.0	96.0	94.0	92.0	90.0
	伐一(4)	100.0	60.0	90.0	88.0	84.0	84.0
	伐一(6)	100.0	52.0	100.0	92.0	88.0	88.0
	伐一(8)	100.0	24.0	92.0	92.0	92.0	90.0

(注) 1. 昭和37年10月に新植。 2. 昭和38年5月調査後補植(溝度)。
3. 苗木は2回床替3年生で川尻(岩手)産。

表 10. 新植木の成長経過 (伐採更新法の試験地)

区分	試験区	樹種	項目	直径成長					樹高成長				
				昭37. 11	昭38. 10	昭39. 11	昭40. 10	昭41. 11	昭37. 11	昭38. 10	昭39. 11	昭40. 10	昭41. 11
階 段 工 区	伐一(1)	スギ	平均 (cm)	0.6	0.7	1.0	1.6	2.0	36.4	43.5	72.3	109.1	120.1
			範囲 (cm)	0.4	0.5	0.7	1.0	1.1	29~42	30~60	47	90	73
			成長率 (%)	~0.9	~1.3	~1.5	~2.8	~3.2	—	20	~105	~175	~185
	伐一(3)		平均 (cm)	0.5	0.9	1.4	2.1	2.8	29.6	41.2	82.0	114.9	128.6
			範囲 (cm)	0.4	0.6	0.7	1.1	1.7	21~39	34~55	50	70	115
			成長率 (%)	—	80	26	50	33	—	39	99	40	12
	伐一(5)		平均 (cm)	0.6	0.8	1.5	2.1	3.4	32.4	46.2	62.7	125.6	171.3
			範囲 (cm)	0.4	0.6	0.6	0.8	2.0	24~46	31~67	47	60	105
			成長率 (%)	~0.8	~1.2	~2.1	~3.3	~6.0	—	43	~165	~170	~270
	伐一(7)		平均 (cm)	0.6	1.0	1.8	2.6	4.0	31.5	46.3	91.7	133.6	159.9
			範囲 (cm)	0.4	0.8	0.7	0.8	2.0	21~40	31~75	55	75	95
			成長率 (%)	~0.8	~1.2	~2.4	~4.8	~5.8	—	47	~159	~180	~237
杭 柵 工 区	伐一(2)	平均 (cm)	0.5	0.9	1.2	1.7	2.4	29.0	40.5	68.2	101.0	115.3	
		範囲 (cm)	0.4	0.7	0.8	0.8	1.2	23~48	23~55	40	60	85	
		成長率 (%)	—	80	33	42	41	—	40	68	48	14	
	伐一(4)	平均 (cm)	0.6	0.9	1.4	2.4	3.3	33.5	46.7	91.0	131.4	173.0	
		範囲 (cm)	0.4	0.5	0.7	1.5	0.9	26~45	35~58	60	80	100	
		成長率 (%)	~0.7	~1.4	~2.2	~2.7	~5.8	—	39	~140	~205	~286	
	伐一(6)	平均 (cm)	0.5	0.8	1.5	2.0	3.0	28.0	41.3	78.0	114.0	132.6	
		範囲 (cm)	0.4	0.4	0.5	0.8	1.0	25~40	35~57	41	50	70	
		成長率 (%)	—	60	88	33	50	—	48	89	46	16	
	伐一(8)	平均 (cm)	0.5	1.0	1.4	2.6	3.8	27.4	46.1	88.0	132.0	172.3	
		範囲 (cm)	0.3	0.5	0.5	0.7	1.3	16~38	33~70	40	50	80	
		成長率 (%)	~0.7	~1.1	~2.4	~4.6	~6.0	—	68	~135	~200	~265	

(注) 1. 補植木, 被害木は除外した, 各区50本の測定結果。
2. 直径成長は根元(地ぎわ)直径。

う現象は認められなかった。このことは降雪初期においてその移動がほとんどなかったことを示唆している。階段上に立木のある帯皆(B)区では、その山側はかなり判然とした層位を形成しているのに対し、谷側は積雪深が浅く乱雑な堆積を示している。これは階段と林木によって分断された積雪が、下方に沈降し匍行したものである。そして、この間げきに冠雪が落下したものであろう。また、全体的に帯皆(B)区の積雪断面は、皆伐区にくらべ氷盤網が各所に交じり複雑化しているが、冠雪の落下や樹幹周辺の気流の乱れや樹幹からの輻射熱による融解などが加わった結果と考えられる²⁾。

なお、皆伐区の階段ならびに斜面部の新植したスギ(植栽後4年目)はすべて斜面下方に倒伏していた。そして樹幹の屈曲点は地上部10cm程度のところとなっており、枝葉は地表にほとんど完全に接着していた。

d) 新植木の生育状況

表9は伐採処理後、その跡地に植栽したスギの活着状況を示したものである。これによると、当年の秋植の結果がきわめて不良で24~68%の範囲にとどまった。翌年の春、あらかじめ保留しておいた苗木を補植した。この結果は比較的良好で、3年を経過した現在85~90%活着している。この間、一般造林と同様に継続的に年1回下刈りがなされた。伐採当年秋の植栽が十分活着できなかったのは、苗木や植栽方法の不良といった問題ではなく、冬季まで十分根付かなかったためと推定された。なお、最初の秋植において無階段の(8)区がとくに悪かった以外、現在まで試験処理による活着率の差は明らかに認めがたいようである。

植栽後4年目までの成長経過は表10に示した。この調査木は補植木や不健全木を除いたもので、標本数は各区50本とした。この結果によると、直径成長・樹高成長ともに択伐区がやや劣ること、皆伐区は大体においてすぐれていると言えそうである。択伐区が他処理区よりも劣った原因は、おそらく上層林冠による受光量の不足に基づいているかもしれない。伐採によって疎密度50%前後まで疎開したが、3年経過した現在60~70%まで回復した。成長には伐採種の差異による積雪関係の影響という問題以外に、土壤条件の差異がある程度影響を及ぼしていることは無視できない。たとえば、比較的土壤条件の良好と考えられる凹地形の(5)、(7)、(8)の各区にくらべて凸地形を含む(2)、(3)、(6)の各区の成長がやや劣っていることは、多分にこのことを感じさせる。

植栽後の被害状況を示したのが表11である。これは植栽以後5年目の昭和41年秋の時点における調査結果であって、いわば被害の積算とも言える。したがって、毎冬季に生じた軽微な枝折れなどの被害のうち、回復し生育にほとんど影響を与えないようなものは含まれていない。雪害とその他の被害とは重複する。また、樹幹枝の損傷と樹幹の変形とは重複するが、それぞれの細別間は重複させず被害の顕著な方を取っている。なお、各区の調査標本数は50本である。この結果によると、最も問題になる樹幹枝の損傷は、各処理区を通し5~15%程度であり、その大半は枝折れ・枝抜けである。根元折れ・幹折れは皆伐区にのみ認められるが量的には僅少である。樹幹の変形は成長の停滞、材の利用上の損失ということで雪害と考えられるが、多雪地帯の傾斜地の造林地では普通に見られる生育形である。今のところ根元曲りが大半を占めており、各処理による顕著な差異は認めがたい。このほかに、植栽翌年春に現われた雪害としては、現在枯損という形で表面には出ないが、根抜けが皆伐区、帯皆(B)区で若干認められた。なお、虫害はスギカミキリによるものである。

表 11. 新植木（スギ）の被害状況（伐採更新法の試験地）
昭和41年11月現在

区分	試験区	雪 害 (%)								その他の害 (%)		
		樹 幹 枝 の 損 傷				樹 幹 の 変 形				兎害	虫害	計
		根元折れ	幹折れ	枝折れ 抜	計	根元曲り	幹曲り	幹全曲り	計			
階段 工区	伐一(1)	0.0	0.0	4.0	4.0	52.0	6.0	4.0	62.0	0.0	0.0	0.0
	伐一(3)	0.0	0.0	10.0	10.0	48.0	4.0	0.0	52.0	0.0	4.0	4.0
	伐一(5)	0.0	0.0	10.0	10.0	48.0	10.0	0.0	58.0	0.0	0.0	0.0
	伐一(7)	2.0	2.0	12.0	16.0	54.0	4.0	0.0	58.0	4.0	0.0	4.0
杭 柵 工区	伐一(2)	2.0	0.0	4.0	6.0	42.0	10.0	2.0	54.0	0.0	4.0	4.0
	伐一(4)	0.0	0.0	10.0	10.0	44.0	12.0	0.0	56.0	0.0	4.0	4.0
	伐一(6)	0.0	0.0	10.0	10.0	62.0	4.0	0.0	66.0	2.0	4.0	6.0
	伐一(8)	2.0	2.0	10.0	14.0	68.0	2.0	4.0	74.0	2.0	8.0	10.0

(注) 1. 樹幹枝の損傷は植栽後(昭37.5)から現在(昭41.11)までの累積を示す。

2. 樹幹枝の損傷と樹幹の変形とは重複するが、各細分では重複させず被害の重度のものをとっている

e) 残存林木に与えた影響

伐採処理後に各処理区内の林木および各区の防護林帯の林木に与えた雪害は、表12に要約した。伐採後「なだれ」の再発は認められず、また、顕著な積雪の進行もなかった関係から、林木に対する機械的被害は全体的にみれば僅少と言えよう。階段工の択伐区でやや被害が多かったのは、西側のりょう線部に形成された雪庇による影響が大きい。斜面上に5m幅で帯状に切り残した(6)区では、林とうがないため風による影響も加わり、機械的雪害を増加させている。この点、階段上に残存した既往植栽木(スギ)の場合には、ほとんど被害が認められなかった。皆伐区では若干の進行現象があったことにより、防護林帯の前線林縁木に幹折れ・割れなどの被害が発生した。なお、これらの被害の大半は(1)区の雪庇形成区域を除き、ほとんどは伐採処理を実施した年の冬季に発生したものである。

つぎに、皆伐区において0.6mに高伐した伐根の状態を示したのが図12である。これは(7)、(8)両区から伐根直径階ごとに、各樹種5本ずつあわせて100本の固定標本木をとり、毎木調査したものである。やはり10cm以下の小径伐根は、根抜けしたり腐植化したものが多い。20cm以上のものは満4年経過した現在でも、ほとんど伐採時と大差ない状態を保持していることがわかった。また、同一直径階のものでは、ニガキ・アズキナシ・ヤマハンノキなどに比べれば、ナラ類やカエデ類は抵抗性が高い。積雪条件によって異なるが、地表の摩擦物としての伐根の効果期間は、伐根径20cm以上のものであれば5年程度は十分期待できるものと考えてよい。

II-5. 考 察

本試験地に既往施工した「なだれ」防止工事は、階段工・杭・柵工ともに発生阻止工法である⁶⁾。営林署で実施した階段工の場合には、段上に人為に植栽し森林の造成をはかっているのに対し、国鉄で実施した杭・柵工の場合には、森林の取り扱いは自然推移にまかせた。結果として、いずれも「なだれ」はとまり成林したが、林分構造は保安機能および経済価値の両面からみて不満足なものであった。というのは、植栽した階段工区でも、直高10mおき等高線上に成立しているのみで、主体は斜面部の既存または自然侵入した広葉樹類である。とくに既存の大部分は、「なだれ」常習時に成立していたもので樹幹形質が一般に

表 12. 残存木の機械的被害(伐採更新法試験地)

区分	試験区		被害区分別本数									被害率 (%)
			根抜け	根元割れ	根元折れ	幹割れ	幹折れ	梢折れ	枝抜け折れ	剥皮	転倒	
階段 工区	伐一(1)	処理区	0	0	1	1	1	1	1	2	0	4.1
		防護帯	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	伐一(3)	処理区	0	0	0	1	2	7	2	1	0	12.3
		防護帯	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
伐一(5)	処理区	0	0	0	0	1	2	0	2	0	4.8	
	防護帯	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
伐一(7)	処理区	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	防護帯	1	1	1	1	2	0	0	0	0	3.0	
杭 工区	伐一(2)	処理区	0	0	0	0	2	1	0	2	1	4.7
		防護帯	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	伐一(4)	処理区	0	0	0	2	1	3	3	0	0	8.9
		防護帯	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
伐一(6)	処理区	0	2	1	1	1	3	2	0	0	7.9	
	防護帯	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	
伐一(8)	処理区	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	防護帯	0	1	1	3	3	0	0	0	0	4.0	

- (注) 1. 被害は伐採処理後(昭37.10)から現在(昭41.11)までの累積を示す。
 2. 被害率は全残存木に対する割合で示した。
 3. 同一個体で被害の重複しているものは重度のものをとった。

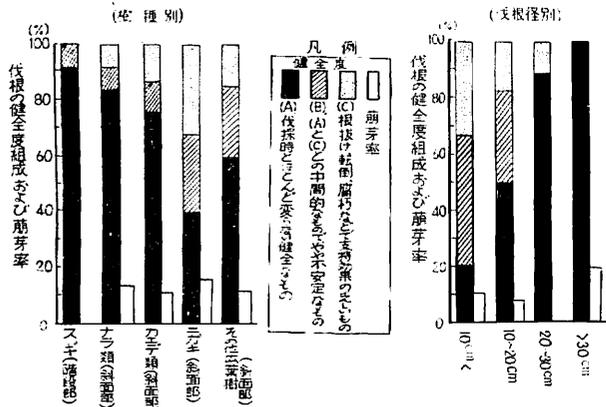


図 12. 高伐した伐根の状態
(伐採後5年目)
(伐採更新法の試験地)

不良であった。したがって、この試験では現存する林木と一部機能低下した工作物をもとに、よりよい林分に改良していく手段の解明に主たるねらいがあったわけである。

試験区は斜面方向におおむね長方形に取って、その上端が「なだれ」発生点となり、その下方処理面のほぼ全域が崩落面、下端の防護林帯が堆積面となるように取っている。しかし、各試験区の地況条件としては平均傾斜・方位などはほぼ一様としても、地形は凹形・直線形・凸形など細部的にみると差異がある。したがって、地形に相応し積雪条件の差異も認められた。このような諸条件下で、幅30m、長さ125mという試験区の大きさが、果たして十分であるか否か、多分の問題を含むかもしれない。積雪の移動は地形

地物に支配される面的な形をとるから、とくに各処理間の周辺効果は無視できないものと考えられる。この影響を消去する意味で、雪圧測定や新植木の生育関係の調査は、試験区の両側 5 m は除外して実施している。

対象地全域は地形・方位・傾斜などの地況因子や既往の実績からみても、「なだれ」の発生しやすい条件下であったが、皆伐を含む伐採処理後においても大きな積雪移動はなかった。これには既設工作物の残効と相まって、高伐した伐根を含む残存林木の支持抵抗によるものと考えられる。各処理区のなかでは、皆伐区でとくに顕著な移動圧の増加が認められた。すなわち、試験処理翌年の冬季において約 2 t に達する積雪荷重を示したが、この値は既往の研究⁴⁾によっても明らかにされたように、樹齢 30 年で胸高直径約 20 cm の樹木（スギ・ナラ）の限界強度に近い。しかし、択伐区などでは伐採前後において、ほとんど変化が認められず、帯状皆伐(B)区で皆伐区の約 1/2、帯状皆伐(A)区ではそれ以下であった。匍行力は積雪水量に比例して増加し、傾斜角と地面の摩擦係数などに関係して変化すると考えられている。したがって、積雪量の増大により、また、伐根の腐朽による地表摩擦抵抗の減退により、今後ある期間は、移動圧の増加する可能性を多分に含んでいるわけである。

伐採による残存林木に与えた機械的雪害は、僅少であった。発生原因を個別に分析した場合種々であるが、伐採処理に直接関与したもとして帯状皆伐区の残存帯の被害がある。階段上の植栽木を残す場合はともかく、天然生林をわずか 5 m 程度の幅員で切り残すことは問題が多いようである。すなわち、隣接木の伐採による傷害や風による被害に加えて、主として積雪の沈降力・匍行力によって幹割れ・幹折れなどが発生している。

伐採面へスギ秋植の結果は、植栽の時期が遅れたため十分根付けないままに冬季を迎え、積雪の匍行力によって根が浮き枯損率を高めた。このような立地条件下で秋植する場合には、9月の適温、適潤期に完了することがのぞましい。翌春の補植したものは活着良好で、全体的に良好な成長経過を示している。毎年融雪直後の稚樹は倒伏し枝抜けなどを生じて惨状を呈すが、秋までには回復しており、機械的傷害は比較的少なかった。試験処理区間の差異としては、択伐区の成長がやや劣り、樹体もひよわな形態を示している。上層林冠層の急激な回復に伴う受光量の不足によるが、本試験区のように側方から光線が射入できる場合はまだしも、下木を十分な生育条件下に置こうとするならば、ふたたび上層林冠の疎開が必要となってくるであろう。

結局、このような積雪ならびに立地条件下においては、各伐採処理ともに「なだれ」の再発はなく、多少残存木ならびに新植稚樹に雪害が認められるけれども、一応良好な更新が可能であるという見とおしが得られた。今後注視すべき点としては、皆伐区の伐根支持力の漸減を後継樹でうまく補足できるかどうか、ということがあげられる。なお、残存木の成長経過については、とくに本報では触れていないが、伐採処理前後の調査資料を比較しても、現時点においては処理による明らかな差異が認められない。今後この問題については若干の期間の経過をみて比較検討するのが適当と考えられる。

Ⅲ 不成林地の保育改良法の試験

Ⅲ-1. 試験地

試験地は図 1 の位置図に示したように、岩手県和賀郡湯田町大字大石の川尻宮林署管内大石山国有林川尻事業区 8 林班ろ小班にあって、対象面積は 1.73 ha である。標高 400~500 m のほぼ南西の 32~42° の山

腹斜面の山頂から中腹までの一部となっている。区域内の地形は細部的には一様とはいえないが、大局的にみればここも積雪の移動度の高い抱込み地形と考えてよい。大規模な全層なだれが誘因となって崩壊した跡地なために、表土が少ないのが特徴である。対象地一帯は「なだれ」常習地であったが、山腹斜面直下を走る前記国道に対する危険防止と、下方の林分保全のために国有林側で昭和16年に練積石垣・コンクリート・切り取りなどの階段工を施工し、また、一部箇所には谷止工を取り入れた。そしてこれらの階段上にケヤキ・ニセアカシアなどを植栽した。もともとこの場所は山頂部に巨大な雪庇が形成されるため、尾根筋に雪庇防止のための土塁・板塀工などとともに、カラマツの雪庇防止林を造成した。これらの施工の結果、「なだれ」の被害は防止できたが施工地ははまだ劣勢な低木状林相が見られるのみであった。したがって、これら工作物の損耗による効果減退の前に、できるだけ早期に良好な林分を造成する必要が認められた。

このような現況下において、「なだれ」防止機能を維持させながら、既往導入木や自然侵入した有用高木類の成長を促進し、林相を改善するために、いかなる保育方法を講ずればよいかについて、究明しようとして試験を実施したものである。

III-2. 試験方法

まず、成林できない原因を、より正確にはあくするために、冬季に積雪状態の調査と夏季に土地状態の調査を実施した。この結果は次項に詳記するが、結論においてその原因は、山頂部の成林した雪庇防止林の枝下の吹き抜けによる雪庇の再形成、雪庇の崩落、急斜面上の積雪の匍行圧、肥沃な表土の不足、導入樹種の不適、保育の不十分などのことが考えられた。これらの点を考慮のうえ、つぎのような試験処理を決定した。すなわち、当該斜面に図13のような試験区を設定した。各区の大きさは、必ずしも一様ではないが傾斜に沿い縦60~80m、横15~30mの矩形区を原則とした。なお、山頂部の雪庇防止林には、吹き抜け防止

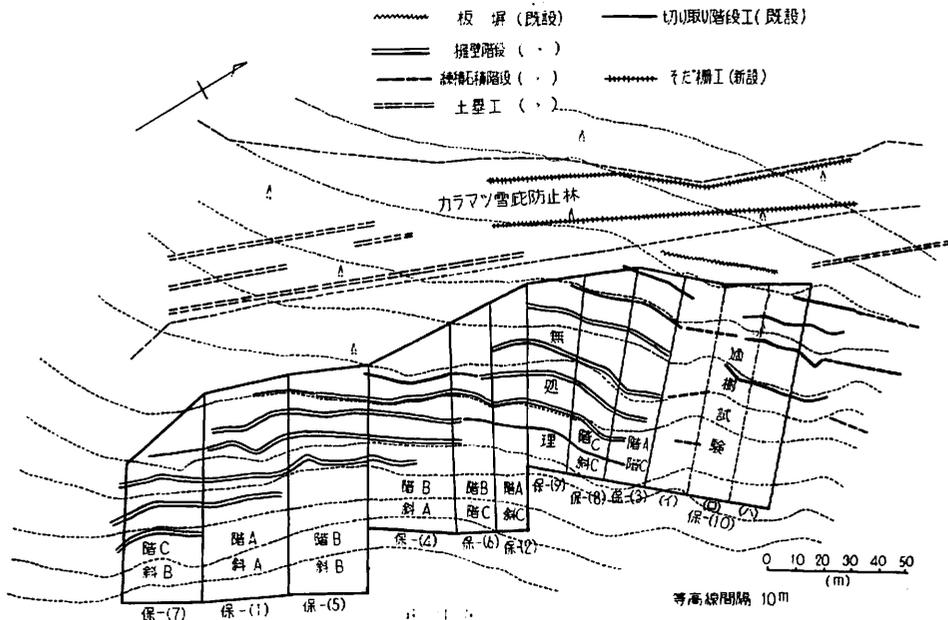


図 13. 試験区の配置と処理（保育改良法の試験地）

表 13. 保育改良法の試験処理要項

試験区	区分	試験区 面積 (ha)	保育処理		植栽樹種と植栽木数 (本)	摘 要
			階段部	斜面部		
保一(1)	保 育 処 理 試 験	0.228	A	A	スギ 170, ヤマハンノ キ170, イタチハギ480	(記号説明) 階段部とは既設の階段およびその下方の 斜面長 1/2 までの部分をさす。
保一(2)		0.092	A	B	スギ 120 ヤマハンノキ 120	斜面部とは階段部以外の斜面の部分をさ す。
保一(3)		0.114	A	C	スギ 70 ヤマハンノキ 360	階段部の A : 階段部を皆伐し, 伐採跡に スギ, ヤマハンノキを混植。スギ, ヤ マハンノキの交互植栽。間隔は苗間1.0 m, 畦間 1.5m
保一(4)		0.189	B	A	ヤマハンノキ 520 イタチハギ 470	階段部の B : 階段部のケヤキおよび有用 高木類を保育対象として, つる切り, 除伐を行ない, ヤマハンノキを植栽す る。植栽方法は同じ。
保一(5)		0.239	B	B	ヤマハンノキ 570	階段部の C : 階段部のケヤキおよび有用 高木類を保育対象として, つる切り, 除伐を行ない, 除伐木等は搬出せず, 林地の被覆に用いる。
保一(6)		0.076	B	C	ヤマハンノキ 350	斜面部の A : 斜部の有用高木類を対象と してつる切り, 除伐を行ない, イタチ ハギを 1.5m 間隔に植栽する。
保一(7)		0.183	C	B		斜面部の B : 斜部の有用高木を対象とし てつる切り除伐を行ない除伐木は搬出 せず, 林地の被覆に用いる。
保一(8)		0.127	C	C	ヤマハンノキ 350	斜面部の C : 斜部を皆伐し, 伐採跡にヤ マハンノキを植栽する。間隔は 1.5m とする。
保一(9)		0.119	無処理	無処理		
保一(10)	適 樹 試 験	0.367			(イ)リギダマツ 110 タニガワハンノキ 370 (ロ)ドイツウヒ 180 タニガワハンノキ 270 (ハ)ヒメコマツ 180 タニガワハンノキ 270	階段部, 斜面部を 皆伐して 伐採跡に (イ)リギダマツ (階段部) (ロ)タニガワ ハンノキ(斜面部) (ハ)ドイツウヒ(階段部) (ニ)タニガワ ハンノキ(斜面部) (ハ)ヒメコマツ (階段部) (ニ)タニガワ ハンノキ(斜面部) を間隔 1.5m に植栽 する。

(注) 供試苗木

スギ：川尻宮林署大野苗畑産，2 回床替 3 年生。 ヤマハンノキ：林試東北支場苗畑産，1 回床替 2 年生。

タニガワハンノキ：同上，1 回床替 2 年生。 イタチハギ：同上，1 回床替 2 年生。

リギダマツ：東北林木育種場苗畑産，2 回床替 3 年生。 ドイツウヒ：同上，2 回床替 4 年生。

ヒメコマツ：同上，2 回床替 4 年生。

表 14. 試験処理前の地況概要 (保育改良法の試験地)

試験区	標 高(m)	平均傾斜(°)	方 位	地質構造	母 岩	土 壤 型	斜面の形状
保一(1)	400~480	40	ESE	新第 3 紀 (大石層)	緑色凝灰岩	Bn(d)	下 降 型
保一(2)	450~500	40	ESE			Bn(d)	平 衡 型
保一(3)	450~500	35	SE			Bn(d)	下 降 型
保一(4)	420~490	40	ESE			Bn(d)	下 降 型
保一(5)	400~480	39	ESE			Bn(d)	下 降 型
保一(6)	450~500	40	ESE			Bn(d)	平 衡 型
保一(7)	400~480	35	ESE			Bn(d)	下 降 型
保一(8)	450~500	33	SE			Bn(d)	平 衡 型
保一(9)	450~500	35	SE			Bn(d)	平 衡 型
保一(10)	450~500	36	SE			Bn(d)	平 衡 型

のために林内に防止柵の造成，側枝発達処理，下木植栽，土壘上への低木植栽などの補助的措置を講じた。具体的な試験処理要項は，表13のとおりである。

試験結果の判定基準は，イ）新植栽木の生育，ロ）既植栽木の生育，ハ）自然侵入の有用高木類に主眼を置く。具体的には，各區別に斜面を上中下に3区分し，階段部と斜面部ごとに，各樹種について50本の標本木を取り，これを毎年秋季に継続的に観察測定した。測定項目は新植木は根元直径と樹高，既植木および自然侵入木は胸高直径と樹高，また全部について被害状況，樹幹枝の損傷，樹幹の変形などを継続的に調査観察した。これら植物生育関係の調査のほか，冬季最深積雪時をみはからって積雪調査を実施した。この場合，斜面頂部の雪庇形成状況もあわせてはあくするため，斜面上部から下部に達する固定基準線を7本取って，5mごとの位置で積雪深を測定した。

試験対象地の林地，林木などについての基礎的調査および積雪分布などの調査観察は，試験処理前年の昭和36年から開始し，以後試験処理年度も含めて毎年春（融雪直後の5～6月），秋（成長終了後の10～11月），冬（最深積雪期の3月）の3回成績調査を実施した。

Ⅲ-3. 試験処理前の状況

試験処理前年に，試験対象地の既設工作物の状況・林況・地況などの環境因子，積雪の分布などについて，伐採更新法の試験地と同様に予備的調査を実施した。ただし，雪関係の資料は，処理後のものと比較対照する意味で，Ⅲ-4の試験結果の中で示す。

a) 地 況

地況の概要は表14に示した。これを見てわかるように，傾斜は29～48°，方位はSE～ESE，地形は区内に多少の凹凸が認められるが大差はないとみてよい。土壤は大部分残積土であって，適潤性であるが表土が浅く石礫に富んでいる。当該斜面は常習的な「そこだれ」のために表土が剥脱崩落した跡地であって，数か所に露岩・転石が認められる。しかし，雪庇によって雪田となる山頂部には有機質に富む肥沃な土壤が残存している。穿孔および検土杖によって調査した試験地内の風化土層とA層の厚さを示したのが，表15のとおりである。この場合も斜面上・中・下の各位置に断面を取り，この間を検土杖をもって測定した。

各断面の地表部（0～5cm），下層（20～25cm）の2位置から土壤試料を採取し，理化学性を分析した結果は，表16に示した。

なお，地表は落葉地被物や地床植生によってほとんど被覆されているが，傾斜の急な斜面部に積雪の匍行によって裸地面の露出した部分も存在しており，このような場所には夏季の豪雨による表面侵蝕の形跡が認められた。

b) 林 況

林況の概要は表17に示した。また，林分構造の概況は図14の縦断面図でおよそ表現される。

これらを見てわかるように，(1)～(10)の各区はだいたい一様な林相で，階段上に植栽したケヤキ・ニセアカシアと階段間の斜面にヤマモミジ・ヒメヤシ・ブシ・イタヤカエデなどの広葉樹類が混交した低木林型と言える。また，これらの樹種別ならびに生活形別の組成を示したのが図15である。これを見てわかるように，「なだれ」常習地の指標樹種とも言えるヤマモミジ・ヒメヤシ・ブシ・ミヤマナギ・タニウツギなどの樹種，すなわち小型およびわい性植物がなお優先していることがわかる。林相が類似しているので試験区を一括し，樹種別の直径階別本数分布を図16に，また，その樹高曲線を示したのが図17である。

表 15. 試験処理前の風化土層とA層の厚さ(保育改良法の試験地)

試験区	風化土層の厚さ (cm)				A 層の厚さ (cm)			
	斜面上	斜面中	斜面下	平均	斜面上	斜面中	斜面下	平均
保一(1)	22	11	11	14.7	8	5	2	5.0
保一(5)	18	17	11	15.3	2	2	2	2.0
保一(9)	17	15	14	15.3	5	3	2	3.3
保一(4)	16	17	19	14.0	4	3	1	3.7
保一(6)	18	15	15	16.0	3	2	2	2.3
保一(7)	14	15	17	15.3	10	2	1	4.3

(注) 地況はほぼ類似しているので、保一(2)区のは保一(6)区に近似し、また、保一(8)区のは保一(9)区に近似するものとみなして大過ない。

表 16. 試験処理前の土壌の理化学的性質(保育改良法の試験地)

試験区	採取位置 (cm)	比重	容積重	孔げき量 (%)	最大容水量 (%)	最小容気量 (%)	透水レート (cc/mm)	pH (H ₂ O)	全有機物 (%)	C (%)	N (%)	C/N
保一(1)	0~5	2.60	51.5	68.0	60.4	7.6	203	4.9	7.81	4.53	0.16	28.3
保一(4)		2.45	67.4	60.9	47.6	13.3	105	5.8	5.90	3.42	0.56	6.1
保一(5)		2.47	58.3	62.5	46.6	15.9	42	6.1	7.88	4.57	0.38	12.0
保一(6)		2.57	65.8	66.4	56.1	10.3	35	6.1	6.64	3.85	0.69	5.6
保一(7)		2.52	61.3	63.3	51.1	12.2	112	5.6	7.90	4.58	0.45	9.8
保一(9)		2.50	63.7	58.7	44.7	14.0	175	5.2	11.27	6.54	0.48	13.6
保一(1)	20~25	2.49	78.9	54.9	47.8	7.1	138	5.6	5.24	3.04	0.23	13.2
保一(4)		2.58	83.4	51.6	40.2	11.4	71	5.3	1.86	1.08	0.13	8.3
保一(5)		2.56	83.0	48.0	45.7	2.3	12	5.8	3.62	2.10	0.33	6.4
保一(6)		2.71	91.0	48.3	24.2	24.1	99	5.4	1.76	1.02	0.01	10.2
保一(7)		2.56	82.7	50.1	39.4	10.7	80	5.4	3.17	1.84	0.14	13.1
保一(9)		2.48	77.4	50.2	36.9	13.3	78	5.0	3.38	1.96	0.20	9.8

(注) 1. 地況はほぼ類似しているので保一(2)区のは保一(6)区に近似し、また保一(8)区のは保一(9)区に近似するものとみなして大過ない。
 2. 調査分析は国有林林野土壤調査方法書に基づいた。
 3. 孔げき量, 最大容水量, 最小容気量は採取容積に対する表示である。

既往の成長経過をはあくするために、導入種(ケヤキ)と侵入種(イタヤカエデ・ヤマモミジ・ヒメヤシ・ブシ)を樹幹析した結果を示したのが図18である。これによると、耐雪性は強いが幼時の成長がおそいといわれるケヤキは、他の侵入樹種よりも樹高成長においてかなり上回っていることがわかる。また、既往の施工が、それ以前から成立していた侵入樹種の成長に格別好影響を与えたとは認めがたいようである。

試験地全域の「なだれ」は停止したものの、斜面上の積雪の崩行と沈降により、また、頂部に形成された雪庇の崩落によるスノーボールなどによって、試験処理前に傷害木が若干存在し、全般的に樹幹の変形が顕著であった。

c) 既設工作物

「なだれ」防止のための既設工作物は、切り取り階段工、擁壁階段工、土塁工などであり、これらの配

表 17. 試験処理前の概況 (保育改良法の試験地) (昭和36年10月現在)

試験区	種類	主要樹種	林齢(年)	疎密度(%)	胸高直径(cm)	樹高(m)	本数(本/ha)	蓄積(m ³ /ha)
保一(1)	天然生林	ケヤキ, ヤマモミジ, コナラ	15~30	50~60	$\frac{7}{4\sim 10}$	$\frac{4}{3\sim 5}$	486	5
保一(2)		イタヤカエデ, ヤマモミジ, ヒメヤシャブシ		50~60	$\frac{7}{4\sim 10}$	$\frac{7}{3\sim 7}$	463	7
保一(3)		イタヤカエデ, ヤマモミジ, ヒメヤシャブシ		50~60	$\frac{5}{4\sim 12}$	$\frac{5}{3\sim 6}$	450	6
保一(4)		ヒメヤシャブシ, ヤマモミジ, ミズナラ		50~60	$\frac{6}{4\sim 10}$	$\frac{6}{4\sim 9}$	396	4
保一(5)		ヤマモミジ, ヒメヤシャブシ		40~50	$\frac{5}{4\sim 6}$	$\frac{5}{4\sim 5}$	435	4
保一(6)		イタヤカエデ, ヤマモミジ, ヒメヤシャブシ		50~60	$\frac{7}{4\sim 10}$	$\frac{7}{3\sim 7}$	463	7
保一(7)		ヒメヤシャブシ, コナラ, ヤマモミジ		50~60	$\frac{6.0}{4\sim 8}$	$\frac{5}{4\sim 5}$	298	3
保一(8)		ヒメヤシャブシ, コナラ, ヤマモミジ		50~60	$\frac{5}{4\sim 8}$	$\frac{5}{3\sim 5}$	298	3
保一(9)		ヒメヤシャブシ, コナラ, ヤマモミジ		50~60	$\frac{5}{4\sim 8}$	$\frac{5}{3\sim 5}$	298	3
保一(10)		ヒメヤシャブシ, コナラ, ヤマモミジ		40~50	$\frac{5}{4\sim 6}$	$\frac{4}{3\sim 5}$	267	3

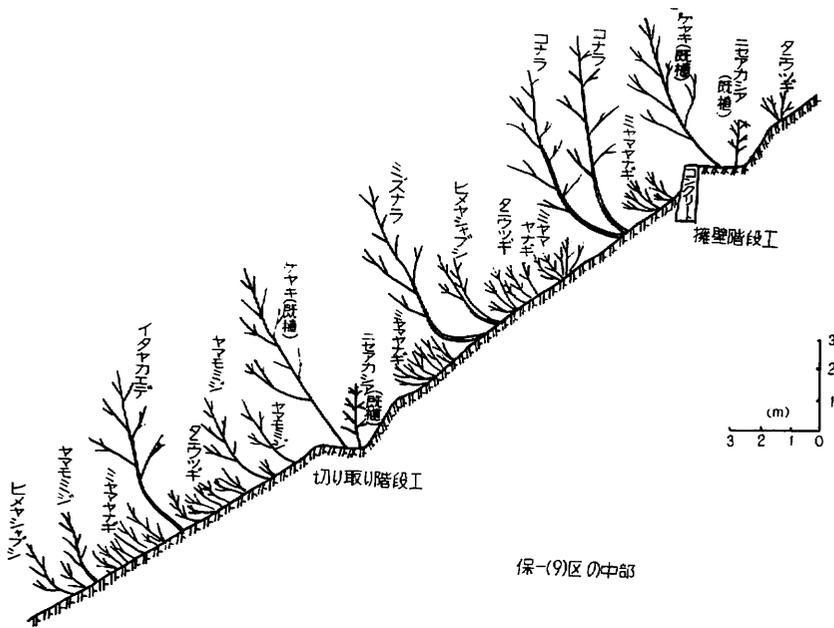


図 14. 林分縦断図 (保育改良法の試験地)

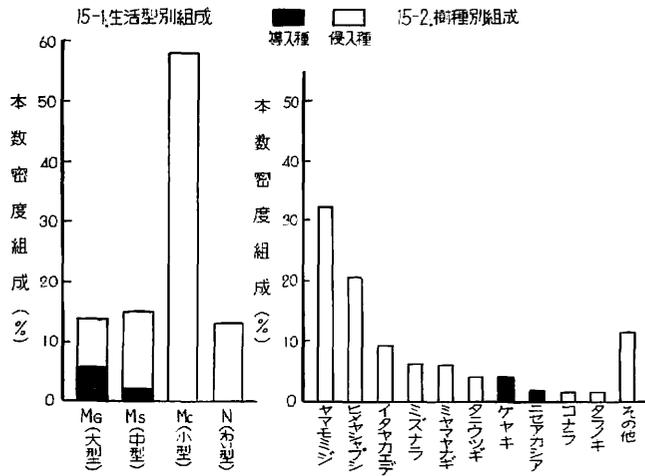


図 15. 処理前の樹種別ならびに生活型別の本数密度組成 (胸高直径 4 cm 以上) (保育改良法の試験地)

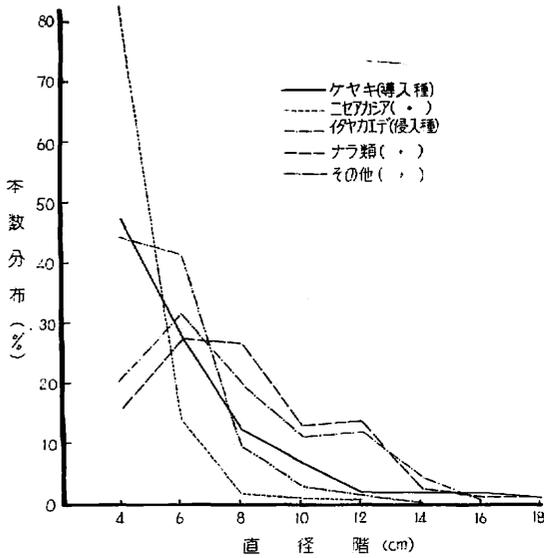


図 16. 処理前の樹種別直径階別本数分布 (保育改良法の試験地)

図 17. 処理前の樹種別樹高曲線 (保育改良法の試験地)

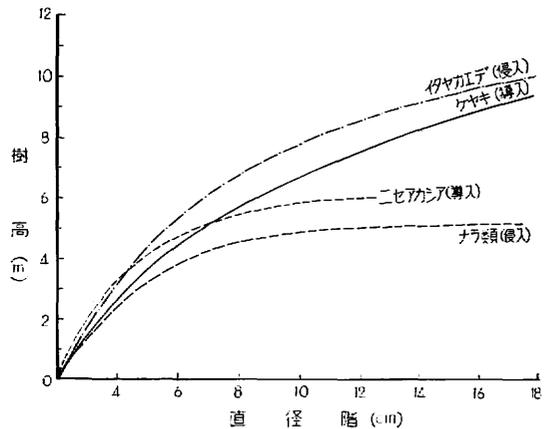
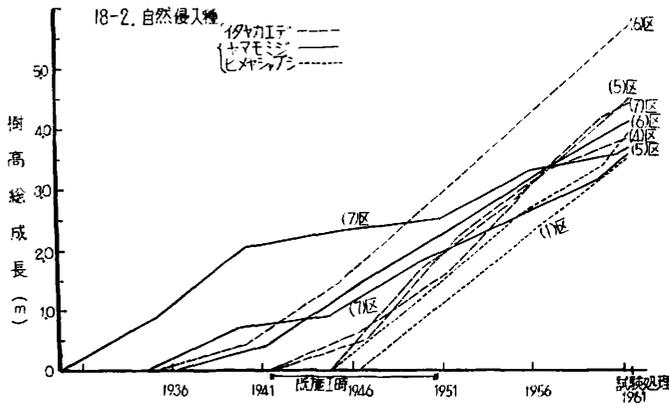
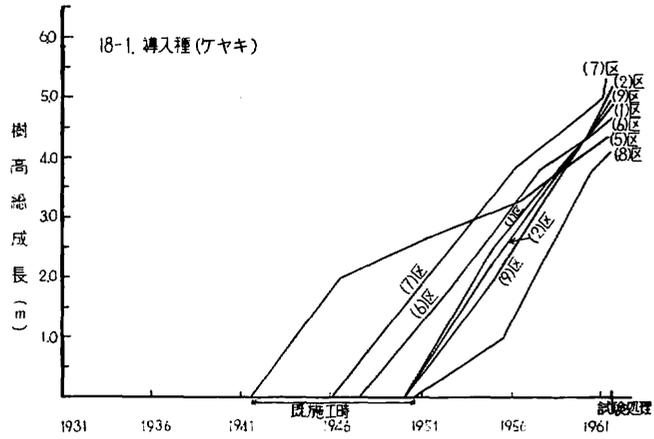
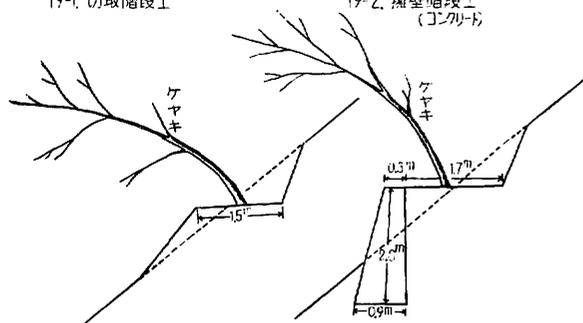


図 18. 既存高木類の成長経過
(保育改良法の試験地)



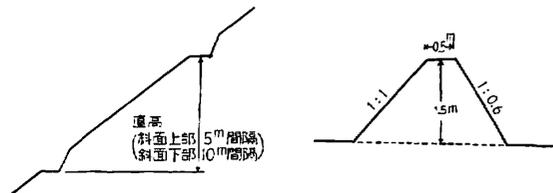
19-1. 切取階段工

19-2. 掘壁階段工 (コンクリート)



19-3. 土留工

図 19. 既設工作物の構造
(保育改良法の試験地)



置は図13の中に示されている。これらの工作物の当初の構造は図19に示した。施工後二十数年経過し、階段はかなり埋没し、コンクリート擁壁の一部が破壊転倒したものもある。また、局部的に階段間に土どめのための編柵工を実施しているが、その数量、構造などは不詳である。これら各工作物の、各区ごとの量的配置ならびにその現況を示したのが表18である。

参考までに、試験区外の斜面頂部の雪庇防止林および土塁工の数量、ならびに状況を示すと表19のとおりである。なお雪庇防止林のカラマツは、大半が先枯病にかかり全体的に生育が停滞していた。

III-4. 試験結果

a) 積雪深と積雪形態

積雪深の測定は、試験処理前年から実施したが、ここでは処理後3か年間の資料と比較しながら検討を進めてみる。まず、処理前後4か年間の資料をもとに、この試験地周辺を含む全域への平均的な積雪分布

表 18. 各種既施工物の施工量と現況（保育改良法の試験地）

試験区	施 工 量				現 況				
	階 段 工 (m)				階段断面変化率(%)				形 状 変 化
	切取階段	擁壁階段 (コンクリート)	練積石 階 段	計	切取階段	擁壁階段 (コンクリート)	練積石 階 段		
保一(1)	10	115	—	125	25	15	—	} 擁壁階段約15m破壊転倒 (斜面上部)	
保一(2)	15	43	—	58	15	5	—		
保一(3)	40	48	—	88	20	10	—		
保一(4)	30	105	—	135	25	10	—		
保一(5)	13	105	—	118	25	10	—		
保一(6)	22	25	—	47	15	5	—		
保一(7)	17	90	—	107	25	10	—		
保一(8)	37	73	—	110	25	15	—		
保一(9)	20	82	—	102	15	10	—		
保一(10)	75	—	43	118	20	—	15		

- (注) 1. 実行記録によると、階段上への植栽は1.0mで、段上の中央部の位置に1列に植栽している。
 2. 各区別の植栽本数は実行記録からの推定数である。
 3. 階段断面の変化率は各試験区の中央部に基準縦断線をとって、施工時の計画断面と照合し堆積および破壊面積から推定した。
 4. 現況の調査時点は昭和41年11月。

表 19. 付帯既施設の施工量と現況（保育改良法の試験地）

工 種	構 造	数 量	現 況							
			概 況	林 齢 (年)	疎密度 (%)	胸高直 径(cm)	樹 高 (m)	枝下高 (m)	本 数 (本/ha)	蓄 積 m ³ /ha
雪庇防止 林(カラ マツ)	幅員 20~60m 延長 300m 植栽間隔 1.8m	1.0 ha	成林状態、斜面側の 林縁に雪害木多し、 全般的に先枯病罹病	27	90 ~100	17 11~25	11 7~15	4 1~10	2769	468
土 塁 工	高さ 1.5m 天幅 0.5m 法面勾配 表0.1 : 0.6 裏1 : 1	30m	ほぼ完全	—	—	—	—	—	—	—
板 塀 工	高さ 2m 木製支柱付	4m	完全に消滅	—	—	—	—	—	—	—

- (注) 1. 試験区の影響範囲に分布するものに限っている。
 2. 既施工は実行記録によると昭和16年度となっている。
 3. 現況の調査時点は昭和41年11月。

状況を図化したのが図20である。全体的にみると雪底形成のため斜面頂部の積雪深が4～5m、下部に降りるに従い漸減し、1.5～2.0mとなる。試験地内は多少地形によって変動があったとしても、2.0m前後とみてよい。

つぎに、雪底防止林の改良結果は図21に示した。これは試験処理前後の積雪分布を調査した固定基準線のうちから代表的な3線を選んで、処理前後の積雪分布を示したものである。この結果を見ても明らかのように、積雪分布が顕著に変化したのは林内に約2mの高さの防止柵を設けたNo.4であって、高伐後に下木植栽したNo.2と無処理のNo.7ではほとんど変化がなかった。しかし、大局的にみるとこの程度の改良効果では、雪底の発達規模をある程度小さくすることができたけれども、現段階では斜面の植生にまったく影響を与えない程度までは縮小できなかった。

雪庇が縮小したが、依然として試験区の頂部にかなりの規模のものが各冬季に発達するために、融雪期にその一部が崩落する現象がたまたま見られ、この影響は(4)、(6)、(2)、(9)、(8)、(3)の各区に多い。試験区内には発生しなかったが、(7)、(1)両区の周辺で小規模の「そこなだれ」が常習的に認められた。また、試験区全域とも、斜面上部は傾斜がきつくと、積雪の溜行が顕著であって、階段部では法面の上端と先端部に積雪が橋渡しのような形となっていた。法底部には顕著な空洞がみられ、融雪期には明確な「われ」が各所に発生した。伐採更新法の試験地よりも、全般的に不安定な積雪形態と認められる。なお、最深積雪期には階段上のケヤキのほか、斜面上の若干の高木類を除けば、他の低木類はほとんど倒伏し、完全に積雪下に埋没している。

b) 新植栽木の生育状況

表20は保育処理後、その跡地に植栽した各樹種の活着状況を示したものである。階段部、斜面部ともにハンノキ類の活着率が不良で、とくにヤマハンノキが顕著であった。この理由は、用いた苗木自体が貧弱

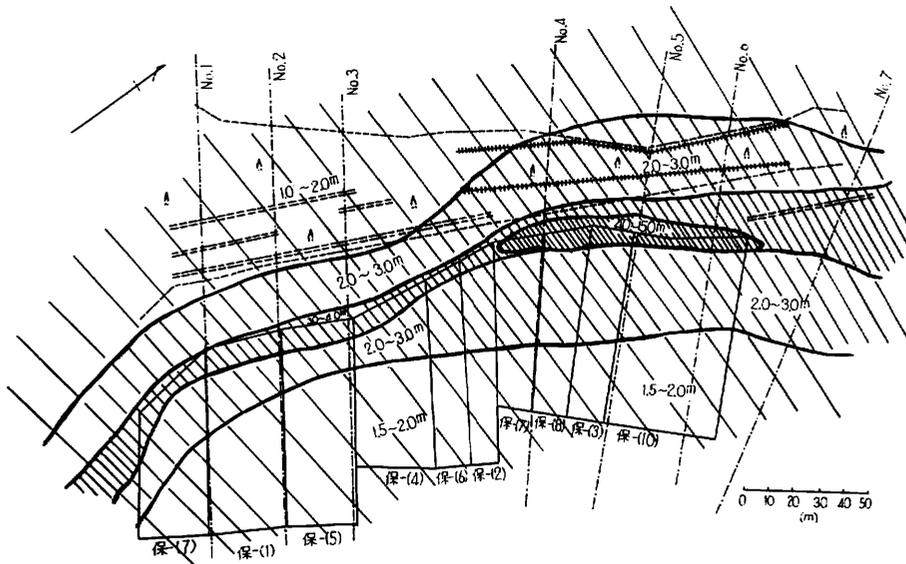


図 20. 試験区およびその周辺の積雪分布 (昭37～昭41 各冬季の最深平均)
(保育改良法の試験地)

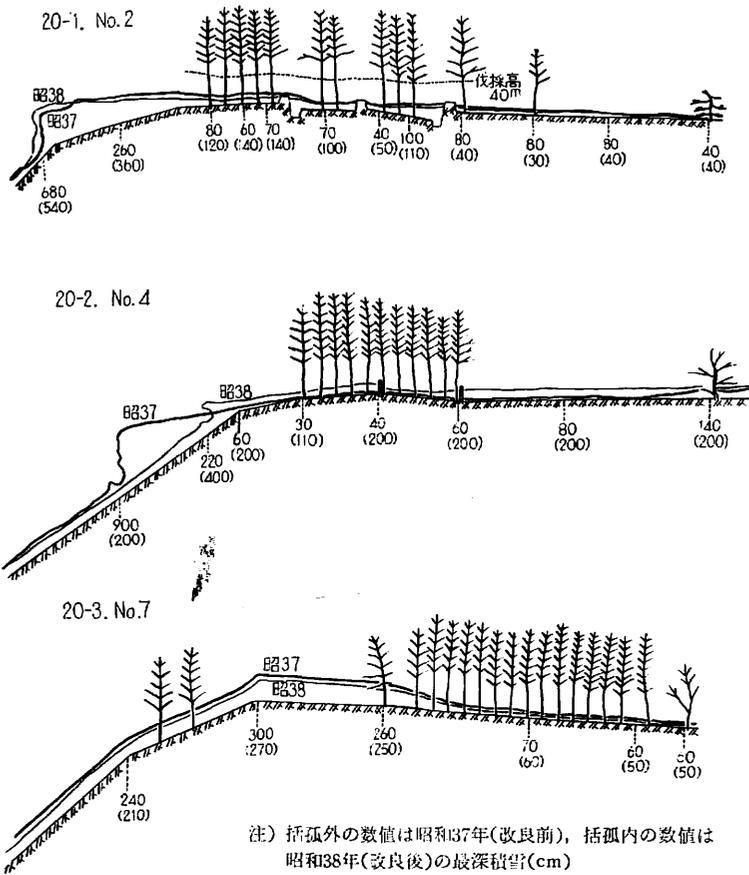


図 21. 斜面頂部雪庇防止林付近の積雪の分布
(保育改良法の試験地)

であったことがあげられるが、当該地は消雪が遅いために、植栽時期がおくれ（5月下旬）苗木はほとんど開葉に近い状態にあった。また、植栽当時乾天が続いたこと、石礫が多いので植穴が掘りがたく覆土も十分にできないことなどが乾燥死を招いたものと推察される。なお各樹種とも翌春、上記の事項に相当留意しながら補植を行なったが、ヤマハノキについてはこの場合も活着が不良であった。これ以外の樹種は比較的良好であって、3年を経過した現在 60~100% 活着している。

表21は適樹試験区を除く、全区の新植木の成長経過を示したものである。階段部のスギについて比較してみると、活着率が高く、直径・樹高成長ともに良好なのは(3)、(2)区と言えそうで、(1)区がやや劣っている。ヤマハノキについては、階段部では(3)区がとくに直径・樹高成長ともに良好で、(2)区これについている。ヤマハノキの活着の不良なことは前述のとおりであるが、(3)はそのなかで比較的良好の方に入っている。斜面部についても、(3)区ヤマハノキがとくにすぐれている。イタチハギについては(1)、(4)区ともほぼ完全に活着しており、成長面でも差異が認められない。結局、階段部と斜面部を総括して、現在までに(3)区が新植木の導入成績が最も良好な成績を収めていると言えよう。

適樹試験のための(10)区の成長経過は、表22のとおりである。比較のために、階段部にスギ、斜面部にヤ

表 20. 新植木の生存率(保育改良法の試験地)

試験区	区分	樹種	生存率 (%)				
			昭 37.5	昭 37.11	昭 38.10	昭 39.11	昭 40.11
(1)	階 段 部	スギ	100.0	87.4	100.0	91.7	82.4
		ヤマハンノキ	100.0	0.0	50.0	38.0	33.3
(2)		スギ	100.0	50.0	100.0	100.0	90.0
		ヤマハンノキ	100.0	0.0	63.3	43.3	38.5
(3)		スギ	100.0	91.9	95.2	92.2	82.4
		ヤマハンノキ	100.0	42.3	72.0	52.3	50.0
(4)		ヤマハンノキ	100.0	0.0	34.7	33.3	26.7
(5)		ヤマハンノキ	100.0	0.0	83.3	40.0	33.3
(6)		ヤマハンノキ	100.0	0.0	38.0	26.7	23.3
(10)		リギダマツ	100.0	96.7	96.7	76.7	76.7
	ドイツトウヒ	100.0	100.0	100.0	89.6	74.3	
	ヒメコマツ	100.0	73.6	88.1	85.9	62.8	
(1)	斜 面 部	イタチハギ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(3)		ヤマハンノキ	100.0	43.3	43.3	33.3	26.7
(4)		イタチハギ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(6)		ヤマハンノキ	100.0	0.0	50.0	33.3	26.7
(8)		ヤマハンノキ	100.0	0.0	63.3	38.5	33.3
(10)		タニガワハンノキ	100.0	78.3	63.3	48.3	40.0

(注) 1. 昭和37年5月に新植。

2. 昭和38年5月に補植(満度)。

マハンノキを併記したが、これらは前述の保育処理試験の各区の平均である。これをみて明らかことは、階段部では直径・樹高成長ともにスギにまさる樹種は認めがたい。リギダマツ・ドイツトウヒ・ヒメコマツともに活着率は全般的に良好であった。しかし、リギダマツ・ヒメコマツに関する限り、積雪の沈降と匍行により、樹幹枝の湾曲が顕著で、枝抜けなどの傷害も目についた。ドイツトウヒは初期段階で成長が比較的すみやかであり、また、その樹幹は強く弾力性を備えていた。斜面部のタニガワハンノキは良好な成長経過を示している。少なくとも、従来治山樹種として採用してきたヤマハンノキより活着がよく成長がすぐれていることは注目される。しかし、虫害木が多いようであり、また、耐雪性については今後の経過をみなければ確言できない。

つぎに、各種の被害の発生状況を示したのが表23である。この表に現われないものとして、植栽後の枯損があげられ、この多くは植栽直後の乾燥死であるが、一度活着しながら積雪の匍行と沈降によって根浮きし、春の乾燥によって枯死したものもある。全体的にみて、積雪の不安定地にもかかわらず雪による傷害が少ない。ハンノキ類に対するコウモリガ類の被害、ならびにスギに対するカミキリ類の被害はかなり認められた。とくに前者については、せっかく良好な成長経過を示しながら、穿孔されるため雪の影響も加わって樹幹が折損されている。

c) 残存林木に与えた影響

保育処理前後の既植木ならびに自然侵入した有用高木類の成長経過は、表24のとおりである。各区を総括して樹種別にみると、処理後直径ならびに樹高とも相対的に良好な成長を示しているのは、導入木のケヤキであって、イタヤカエデがこれにつぎ、ナラ類がかなり劣っている。これには樹種の固有の差異とともに、成立位置による立地条件の差異は無視できない。すなわち、ケヤキは積雪および土壌条件の良好な

表 21. 新植木の成長経過 (その1. 保安処理試験地)

試験区	区分	樹種	項目	直径成長					樹高成長				
				昭 37.5	昭 37.11	昭 38.10	昭 39.11	昭 40.10	昭 37.5	昭 37.11	昭 38.10	昭 39.11	昭 40.11
(1)	階	スギ	平均 (cm)	0.9	1.1	1.4	2.3	3.0	52	65	84	118	144
			範囲 (cm)	0.7~1.0	0.9~1.2	0.9~1.7	1.7~2.8	2.3~3.8	45~60	55~75	68~95	99~137	122~165
		成長率 (%)	—	22	27	64	30	—	25	29	40	22	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.5	(昭38.5)	(1.2)	(2.3)	(3.1)	61	(昭38.5)	(59)	(141)	(166)
			範囲 (cm)	0.4~0.6	(改植)	(0.9~1.5)	(1.6~3.0)	(2.6~4.1)	45~57	(改植)	(44~70)	(104~163)	(159~229)
			成長率 (%)	—	—	—	92	35	—	—	—	139	18
(2)	段	スギ	平均 (cm)	0.9	1.0	1.4	2.0	3.2	58	72	85	127	176
			範囲 (cm)	0.7~1.1	0.7~1.4	0.7~1.8	1.1~3.5	3.1~3.3	56~61	68~76	75~95	118~135	170~182
		成長率 (%)	—	11	40	43	60	—	24	18	53	39	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.7	(昭38.5)	(1.2)	(2.2)	(2.7)	59	(昭38.5)	(57)	(132)	(189)
			範囲 (cm)	0.6~0.7	(改植)	(0.9~1.5)	(2.0~2.3)	(2.8~2.9)	52~65	(改植)	(43~70)	(113~150)	(194~207)
			成長率 (%)	—	—	—	83	55	—	—	—	132	30
(3)	部	スギ	平均 (cm)	1.0	1.1	1.2	2.5	3.8	42	62	78	132	171
			範囲 (cm)	0.7~1.3	1.0~1.2	1.1~1.3	2.1~3.0	3.1~4.4	35~51	58~70	74~90	109~146	150~190
		成長率 (%)	—	10	9	108	52	—	48	26	69	30	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.7	(昭38.5)	(1.9)	(3.3)	(4.8)	57	(昭38.5)	(145)	(169)	(232)
			範囲 (cm)	0.5~1.0	(改植)	(1.6~2.3)	(2.7~3.8)	(3.1~5.7)	51~62	(改植)	(115~175)	(179~193)	(210~245)
			成長率 (%)	—	—	—	74	45	—	—	—	17	37
(4)	部	スギ	平均 (cm)	0.7	(昭38.5)	(0.8)	(1.8)	(2.2)	55	(昭38.5)	(51)	(141)	(146)
			範囲 (cm)	0.6~0.8	(改植)	(0.7~1.0)	(1.4~2.1)	(1.7~2.7)	—	(改植)	(42~69)	(104~163)	(159~229)
		成長率 (%)	—	—	—	125	22	—	—	—	176	4	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(0.8)	(2.3)	(3.1)	53	(昭38.5)	(70)	(160)	(250)
			範囲 (cm)	0.6~0.8	(改植)	(0.6~1.1)	(1.2~2.9)	(2.9~3.2)	—	(改植)	(57~84)	(93~193)	(230~271)
			成長率 (%)	—	—	—	188	35	—	—	—	129	56
(5)	部	スギ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(0.8)	(1.8)	(2.4)	54	(昭38.5)	(52)	(125)	(157)
			範囲 (cm)	0.5~0.7	(改植)	(0.7~0.8)	(1.4~2.7)	(2.0~2.6)	49~61	(改植)	(37~59)	(100~198)	(143~173)
		成長率 (%)	—	—	—	125	33	—	—	—	140	26	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(0.8)	(1.8)	(2.4)	54	(昭38.5)	(52)	(125)	(157)
			範囲 (cm)	0.5~0.7	(改植)	(0.7~0.8)	(1.4~2.7)	(2.0~2.6)	49~61	(改植)	(37~59)	(100~198)	(143~173)
			成長率 (%)	—	—	—	125	33	—	—	—	140	26
(6)	部	スギ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(0.8)	(1.8)	(2.4)	54	(昭38.5)	(52)	(125)	(157)
			範囲 (cm)	0.5~0.7	(改植)	(0.7~0.8)	(1.4~2.7)	(2.0~2.6)	49~61	(改植)	(37~59)	(100~198)	(143~173)
		成長率 (%)	—	—	—	125	33	—	—	—	140	26	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(0.8)	(1.8)	(2.4)	54	(昭38.5)	(52)	(125)	(157)
			範囲 (cm)	0.5~0.7	(改植)	(0.7~0.8)	(1.4~2.7)	(2.0~2.6)	49~61	(改植)	(37~59)	(100~198)	(143~173)
			成長率 (%)	—	—	—	125	33	—	—	—	140	26
(1)	斜面	イタチハギ	平均 (cm)	0.8	0.9	1.2	2.1	2.3	42	53	107	125	143
			範囲 (cm)	0.4~1.1	0.6~1.6	1.0~1.6	1.2~2.5	1.4~2.7	23~76	43~113	86~137	90~150	105~280
		成長率 (%)	—	13	3	43	10	—	26	102	17	14	
		ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(2.1)	(3.7)	(4.8)	53	(昭38.5)	(123)	(175)	(194)
			範囲 (cm)	0.4~0.9	(改植)	(1.4~3.0)	(2.4~5.9)	(4.3~7.3)	34~71	(改植)	(81~155)	(140~260)	(120~250)
			成長率 (%)	—	—	—	76	30	—	—	—	42	10

(4)	部	イタチハギ	平均 (cm)	0.9	1.2	1.4	1.7	2.1	34	71	100	105	129
(6)		ヤマハンノキ	範囲 (cm)	0.5~1.5	0.8~2.2	0.9~2.1	1.0~2.4	1.4~2.7	28~42	47~120	75~138	80~185	90~180
			成長率 (%)	—	33	17	21	24	—	109	41	5	23
(8)	ヤマハンノキ	平均 (cm)	(0.6)	(昭38.5)	(0.7)	(1.6)	(2.5)	54	(昭38.5)	(54)	(113)	(141)	
		範囲 (cm)	(0.4~0.8)	(改植)	(0.5~1.0)	(1.1~2.1)	(1.5~4.0)	30~70	(改植)	(39~77)	(95~150)	(110~220)	
(8)	ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.6	(昭38.5)	(1.2)	(1.8)	(2.2)	53	(昭38.5)	(56)	(71)	(143)	
		範囲 (cm)	0.5~0.8	(改植)	(0.9~1.5)	(0.7~1.7)	(1.9~3.0)	44~64	(改植)	(42~69)	(45~95)	(110~240)	
			成長率 (%)	—	—	—	50	22	—	—	27	101	

(注) 1. 補植木, 被害木は除外した各50本の測定結果, ただし枯損率の高かったヤマハンノキは全て改植木 () を調査した。
2. 肥大成長は根元(地ぎわ)直径。

表 22. 新植木の成長経過(その2. 適樹試験) (保育改良法の試験地)

試験区	区分	樹種	項目	直径成長					樹高成長				
				昭 37.5	昭 37.11	昭 38.10	昭 39.11	昭 40.10	昭 37.5	昭 37.11	昭 38.10	昭 39.11	昭 40.11
(10)	(イ)	リギダマツ	平均 (cm)	1.0	1.1	1.7	2.0	2.2	40	50	76	90	98
			範囲 (cm)	0.8~1.2	0.9~1.3	1.5~2.0	1.7~2.4	2.1~2.4	35~47	48~52	68~84	85~94	92~103
			成長率 (%)	—	10	55	18	10	—	25	52	18	9
(10)	(ロ)	ドイツトウヒ	平均 (cm)	1.0	1.2	1.3	1.9	2.9	49	56	61	77	107
			範囲 (cm)	0.9~1.2	1.1~1.4	1.2~1.4	1.8~2.1	2.3~3.6	41~53	55~58	56~67	71~87	91~124
			成長率 (%)	—	20	8	46	53	—	14	9	26	39
(10)	(ハ)	ヒメコマツ	平均 (cm)	0.9	0.9	1.1	1.3	1.9	37	39	51	61	88
			範囲 (cm)	0.8~1.0	0.8~1.0	1.0~1.2	1.0~1.5	1.6~2.2	33~43	36~43	47~54	53~67	65~100
			成長率 (%)	—	0	22	18	46	—	5	31	20	44
(10)	部	スギ	平均 (cm)	0.9	1.1	1.3	2.3	3.3	51	56	82	126	163
			範囲 (cm)	0.7~1.1	0.9~1.3	0.9~1.6	1.6~3.1	2.8~3.8	45~57	50~73	72~93	109~139	147~182
			成長率 (%)	—	22	18	77	43	—	10	46	54	29
(10)	(イ)~(ハ)	斜面	平均 (cm)	0.6	1.0	1.8	2.6	3.6	41	69	147	218	293
			範囲 (cm)	0.4~1.1	0.6~1.2	1.4~3.8	2.4~5.0	3.7~6.0	27~56	47~101	110~235	190~340	200~450
			成長率 (%)	—	67	80	44	38	—	68	113	48	11
(10)	部	ヤマハンノキ	平均 (cm)	0.7	1.0	2.0	3.5	4.8	55	66	134	172	213
			範囲 (cm)	0.5~1.0	0.7~1.3	1.5~2.7	2.6~4.9	3.7~7.5	43~66	53~83	100~165	159~226	160~248
			成長率 (%)	—	43	100	75	37	—	20	103	28	24

(注) 1. 補植木, 被害木を除外した各50本の測定結果。
2. 直径成長は根元(地ぎわ)直径。

表 23. 新植木の被害状況 (保育改良法の試験地)

試験区	区 分	樹 種	害 (%)							その他の害			
			樹幹枝の損傷				樹幹の変形			死害	虫害	計	
			根元折れ	幹折れ	枝折れ	計	根曲り	幹曲り	幹全曲り				
(1) { (2) { (3) { (4) { (5) { (6) { (10) {	部	スギ	3.3	3.3	16.7	23.3	40.0	6.7	6.7	53.4	0.0	6.7	6.7
		ヤマハシノキ	0.0	3.3	3.3	6.7	23.3	13.3	10.0	46.6	0.0	3.3	3.3
		スギ	0.0	3.3	6.7	10.0	60.0	30.0	3.3	93.3	0.0	0.0	0.0
		ヤマハシノキ	3.3	3.3	3.3	10.0	10.0	16.7	10.0	36.7	0.0	3.3	3.3
		スギ	6.7	3.3	16.7	26.7	56.7	13.3	3.3	73.3	0.0	10.0	10.0
		ヤマハシノキ	3.3	3.3	0.0	6.7	23.3	10.0	13.3	46.6	0.0	6.7	6.7
		ヤマハシノキ	0.0	3.3	0.0	3.3	26.7	3.3	6.7	36.7	0.0	3.3	3.3
		ヤマハシノキ	0.0	3.3	3.3	6.7	33.3	13.3	3.3	49.9	0.0	0.0	0.0
		ヤマハシノキ	6.7	0.0	3.3	10.0	23.3	16.7	13.3	53.3	0.0	0.0	0.0
		リギダマツ	3.3	0.0	6.7	10.0	20.0	30.0	33.3	83.3	0.0	0.0	0.0
ドイツウヒ	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	3.3	3.3	39.9	0.0	0.0	0.0		
ヒメコマツ	3.3	3.3	6.7	13.3	16.7	13.3	3.3	33.3	0.0	0.0	0.0		
(1)	斜 面 部	イタチハギ	13.3	3.3	3.3	19.9	10.0	16.7	46.7	73.4	0.0	0.0	0.0
(3)		ヤマハシノキ	3.3	3.3	0.0	6.7	23.3	16.7	6.7	46.7	0.0	16.7	16.7
(4)		イタチハギ	6.7	3.3	0.0	10.0	23.3	3.3	40.0	66.7	0.0	0.0	0.0
(6)		ヤマハシノキ	6.7	3.3	3.3	13.3	16.7	13.3	13.3	43.3	0.0	6.7	6.7
(8)		ヤマハシノキ	3.3	0.0	0.0	3.3	20.0	25.0	10.0	55.0	0.0	6.7	6.7
(10)		タニガワハシノキ	6.7	3.3	3.3	13.3	46.7	3.3	10.0	60.0	0.0	13.3	13.3

(注) 1. 樹幹枝の損傷は植栽後(昭37.5)から現在(昭41.11)までの累積を示す。
 2. 樹幹枝の損傷と樹幹の変形とは重複するが、各細分では重複させず、重度のものをとった。

表 24. 既存木の成長経過 (保育改良法の試験地)

試験区	樹 種	試験処理前 (昭37.6)				試験処理後 (昭40.10)				成長率(%)	
		胸高直径		樹 高		胸高直径		樹 高		胸高直径	樹高
		平均 (cm)	範 囲 (cm)	平均 (cm)	範 囲 (cm)	平均 (cm)	範 囲 (cm)	平均 (cm)	範 囲 (cm)		
(1)	ナラ類	6.7	3~10	4.0	2.8~5.3	8.2	6~12	4.6	3.4~6.0	22.4	15.0
	イタヤカエデ	4.8	2~9	3.9	2.9~4.5	6.0	3~10	4.2	3.0~5.8	25.0	7.7
(2)	ナラ類	8.3	5~16	4.7	3.6~6.9	10.5	7~19	5.3	4.5~8.7	26.5	12.1
	イタヤカエデ	7.1	4~11	5.2	4.7~7.5	9.0	5~11	6.8	5.4~8.5	26.7	30.8
(4)	ケヤキ	4.5	0.4~9	4.3	1.5~5.8	6.7	2~14	4.7	2.8~7.5	48.9	9.3
	ナラ類	10.0	8~13	5.7	5.0~6.5	13.0	9~17	6.2	5.0~7.0	30.0	8.8
(5)	イタヤカエデ	6.3	3~10	5.1	3.6~6.7	9.1	5~13	5.8	4.2~7.5	44.4	13.7
	ケヤキ	3.9	1~7	3.5	2.4~5.0	5.7	2~8	4.3	3.0~5.8	46.2	22.9
(6)	ナラ類	5.7	3~17	3.8	3.0~11.4	8.0	5~24	4.2	3.5~12.5	40.4	10.5
	イタヤカエデ	5.3	2~7	5.1	3.5~4.6	7.6	4~11	5.5	4.0~6.3	43.3	7.8
(7)	ケヤキ	3.8	3~5	3.5	3.0~4.2	5.8	3~7	4.2	3.0~4.5	52.6	20.0
	ケヤキ	5.5	1~11	3.8	2.4~6.5	7.0	4~17	4.1	3.0~6.5	27.3	7.9
(8)	ナラ類	8.7	6~21	4.3	4.0~4.8	10.1	7~23	4.6	4.0~5.8	27.6	7.0
	イタヤカエデ	6.0	1~13	4.6	2.3~5.5	8.0	7~10	5.0	4.2~6.7	33.3	8.7
(9)	ケヤキ	3.7	1~7	3.5	1.6~4.0	6.2	4~9	4.3	3.5~6.5	67.6	22.8
	ケヤキ	4.8	2~9	4.0	2.0~5.0	7.3	3~13	5.2	3.0~7.5	52.1	30.0
(10)	ナラ類	10.4	7~18	5.5	3.0~6.5	13.1	10~20	7.0	7.0~12.0	26.0	27.2
	イタヤカエデ	6.8	4~14	4.9	3.0~12.0	8.6	6~14	6.1	5.5~12.0	29.4	24.5

(注) 1. ケヤキは当初施工時の導入(植栽)樹種、ナラ類(ミズナラ、コナラ)、イタヤカエデは自然侵入樹種で、ここでは有用高木類としている。
 2. 成長率は試験処理期間(4年)の定期成長率を用いた。
 3. ケヤキ(導入種)は階段部のものに限り、その他の樹種(非導入種)は陸、斜両部のものを含む。

階段上にあり、それに対し、他の有用高木類は両条件の比較的劣る斜面部にある。この既存木の成長経過の測定は、固定標本木について実施したものであって、樹幹枝の折れ・割れなどの重被害木は取りまとめの中から除外している。なお、表25はこれら既存林木の試験処理後に発生した被害状況を示したものである。これによると、斜面部のナラ類にやや多い傾向があり、また、受害形態は樹幹の折れ・割れ・枝抜けなどの傷害であった。保育処理によってむしろ被害が増加する傾向を示したが、この原因のひとつとして雑低木類を除去し斜面上に有用高木類を孤立させた結果もある程度関係していると考えられる。

d) 除伐枝条による地表被覆

(7)、(8)両区の階段部、(3)、(6)、(8)の斜面部では、除伐枝条を搬出せず地表の被覆に用いた。しかし、斜面部に散布したものは、傾斜がきついため直接落下したり、積雪の匍行によって大半階段部に集積された。階段部のものは、そのまま階段上に残留したので、枝条で法底を埋める結果を招き、階段の機能を若干低下させたものと考えられる。しかし、斜面上の残存立木に繋留されたものは、短期間は縦柵状を呈し、積雪の匍行をある程度押えた。処理後3～4年目には、相当程度腐植し層積はかなり減少し、その強度も急激に低下しているので、物理的效果に関するかぎり、プラス、マイナスの両面ともに漸次小さくなってきている。

枝条による地表被覆に対し期待している効果は、積雪の匍行や雨水による侵蝕防護という効果のほかに、土壌有機質の根源という面に多くの期待をかけているわけである。この効果が林木の生育面に影響を与えるまでには、かなりの長期間を要することが考えられ、今のところはあくするまでには至らないが、被覆材が階段部に集中することからみて、最も必要とする斜面部に対しては、その効果が薄くなるのではないかと考えられる。

表 25. 既存木の被害状況（保育改良法の試験地）

試験区	樹種	被害区分別本数								雪害率 (%)	
		根抜け	根割	元れ	根折	元れ	幹折れ (割れ)	梢折れ	枝抜け 折		剥皮
(1)	ナラ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	イタヤカエデ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
(2)	ナラ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	イタヤカエデ	0	0	0	0	1	0	0	0	1	6.7
(4)	ケヤキ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	ナラ類	0	0	0	0	4	0	0	1	0	16.7
(5)	イタヤカエデ	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6.7
	ケヤキ類	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3.3
(7)	ナラ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	イタヤカエデ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
(8)	ケヤキ類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	ナラ類	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3
(9)	イタヤカエデ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	ケヤキ類	0	0	1	1	0	0	1	0	0	10.0
(9)	ナラ類	0	2	0	0	0	0	2	0	0	13.3
	イタヤカエデ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.3

- (注) 1. 被害は保育処理後(昭37.5)から現在(昭40.10)までの累積を示す。
 2. 雪害率は全残存木に対する割合で示した。
 3. 同一個体で被害の重複しているものは重度のものをとった。

e) 施工工程と所要経費

それぞれの試験処理面積が小さいので、このまま事業実行上に適用するわけにいかないが、参考までに本試験についての施工工程と所要経費を示したのが表26である。また、わかりやすく施工単価の比較を示したのが図22である。一般の育林事業と異なり、階段のクリーニングや枝条伏せなどの工種がはいるので、多少労務費がかさむことはやむをえない。面積規模や区内の階段の配備量がいくら異なるので、そのまま比較することには問題があるが、階段部をつる切り除伐して高木性肥料木を植栽し、斜面部も皆伐し同樹種を植栽した(6)区、階段部と斜面部を皆伐して樹種更改した(3)区の施工単価が比較的高く、つる切り除伐し既存木の保育のみにとどめた(7)区が最低であった。

III-5. 考 察

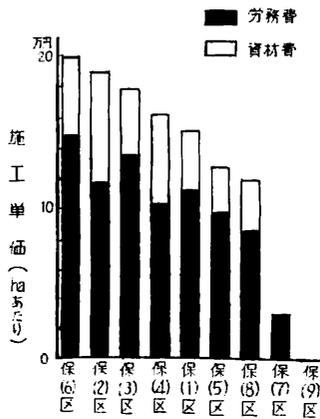


図 22. 試験施工の単価比較 (昭. 36) (保育改良法の試験地)

本試験地の積雪条件ならびに土地条件は成林を妨げる重要なポイントになっていることがわかったが、現実面でこれを短期間に解決することは困難である。斜面の積雪の移動は既設工作物でおおむね固定されているから、頂部の積雪形態をより安定化させることが肝心である。既存の雪庇防止林の枝下が上がったことによる吹抜けに対して、林内に立木を利用した枝条柵(2列、2m高)を設定した結果、林分の機能を相当程度高めることができた。しかし、林帯の風上下両面に植栽した補助林帯や、既存林帯を間伐し樹下植栽したものが少なくとも5m程度に生育するまで、あと数年を要するであろう。したがって、この間は少なくとも現況程度の防止柵を維持し、これで肩代わりさせる必要がある。土地条件の改善手段としては、肥培樹の導入、施肥と枝条被覆などを実施したが、これらの効果は今後徐々に反映してくるものと考えられるが、この試験処理におい

表 26. 所要経費

試験区面積	(1) 0.228 ha		(2) 0.092 ha		(3) 0.114 ha		(4) 0.189 ha		
	数 量	金額(円)	数 量	金額(円)	数 量	金額(円)	数 量	金額(円)	
つる切り、除伐	9.0人	6,300	3.0人	2,100	8.5人	5,950	6.0人	4,200	
地ごしらえ	10.0人	4,200	3.0人	1,260	8.5人	3,570	6.0人	2,520	
新植	労務	10.5人	4,410	3.5人	1,470	4.0人	1,680	7.0人	2,940
	資材(苗木)	820本	4,100	590本	2,950	430本	2,150	990本	4,950
	資材(肥料)	131.2 kg	3,018	94.4 kg	2,171	68.8 kg	1,582	158.4 kg	3,643
補植	労務	3.5人	1,470	1.2人	504	1.3人	546	2.3人	980
	資材(苗木)	273本	1,365	197本	965	143本	715	330本	1,650
	資材(肥料)	43.7 kg	1,006	31.5 kg	724	22.9 kg	527	52.8 kg	1,214
下刈	16.5人	6,930	7.5人	3,150	6.0人	2,520	15.0人	6,300	
階段クリーニング	2.8人	1,960	3.1人	2,170	2.1人	1,470	3.6人	2,520	
計		34,759		17,464		20,710		30,917	
1 ha あたり単価		152,592		189,659		181,627		163,551	

(注) 1. 試験施工(昭37.5)以来、現在(昭40.10)までの所要経費であるが、直接投入分で材料運搬費や諸雑費を含
 2. 区分ならびに全区の整理伐採は、つる切り除伐のなかに、枝条被覆は地ごしらえのなかに含めた。
 3. つる切り除伐、階段クリーニングなどの労務は男子とし、単価700円、地ごしらえ、植栽、下刈りなどは
 4. 苗木(ヤマハンノキ、スギ、イタチハギ)の平均単価は5円/本、肥料(固形肥料@1.3号)の平均単価23円/kg。

て、それぞれの効果を個別にはあくすることはむずかしい。

保育処理のなかで、斜面部の有用高木類を仕立てる考え方から、わい性の雑低木類を除去した。厳冬期の「しまりゆき」では、これらの雑低木類が積雪内に食い込んで積雪を強力に支持しているが、「ざらめゆき」になった融雪期では、枝条の回りが融けて急に支持力を減退させている。そして低木叢の周辺がきっかけとなって、積雪の小崩落や削行が観察されている。ここに、積雪の安定化という観点から、時期によって相反する2つの状態を示しているわけである。積雪時にほとんど雪中に埋没倒伏してしまうような小径木の林相では、不用雑低木類を完全に除去することが、有用樹に対して積雪荷重負担を少なくし、その生育を促進することに全面的に役だつかどうか、一概に決めがたい問題を含んでいる。有用および不用林木の本数密度組成、両者の樹高の差異、積雪状態などを勘案して判断すべきものと考えられるが、あわせて基礎的な面からの究明が必要である。ただし、ササ・ススキなどに関するかぎり、山腹斜面の積雪を迂りやすくし、また、造林木を被圧したりして、プラス面はほとんど考えられないので完全に除去すべきであろう。

伐採した枝条を斜面部に散布したが、ほとんど地表に定着できず落下し階段上に集積された。階段上に枝条や土石を貯留することは、その機能を低下させるので好ましくない。このような急斜地で、枝条散布するような場合には、傾斜に直角方向にならべ立木を利用してとめるか、あるいは粗朶伏せ工のつもりで簡単に固定するくふうが必要である。

各区の保育処理の差異は、今のところ明確な形で結果に現われていない。これには更改主要樹種のヤマハンノキの活着が不良なことをあげなくてはならない。また、既存高木類の生育が除去によって明らかに上向きになったという実証は得られなかった。この原因のひとつとして、除去という形で急激に疎開し、場所によっては孤立するような形になったために、一時的にかえって環境を低下させ、生育を停滞させたことがあげられるかもしれない。しかし、環境に適応できつつあるので、態勢が整うことによって、漸次上向きの傾向をたどることが期待される。

明細表（保育改良法の試験地）

(5) 0.239 ha		(6) 0.076 ha		(7) 0.183 ha		(8) 0.127 ha		(9) 0.119 ha			
数	量	金額(円)	数	量	金額(円)	数	量	金額(円)	数	量	金額(円)
12.0人		8,400	4.5人		3,150	6.0人		4,200	4.0人		2,800
8.0人		3,360	4.5人		1,890				1.5人		630
7.0人		2,940	3.5人		1,470				3.0人		1,260
520本		2,600	350本		1,750				350本		1,750
83.2 kg		1,914	56.0 kg		1,288				56.0 kg		1,288
2.3人		966	1.2人		504				1.0人		420
173本		865	117本		585				117本		585
27.7 kg		638	187 kg		429				18.7 kg		429
180人		7,560	4.5人		1,890				7.5人		3,150
2.3人		1,610	3.1人		2,170	2.0人		1,400	4.3人		3,010
		30,853			15,126			5,600			15,322
		128,966			199,663			30,576			120,584

まない。

女子で単価 420円。

適樹試験の結果では、雪圧に抗し、よく成長できる針葉樹としてはスギ・ドイツウヒがすぐれているようで、リギダマツ・ヒメコマツはいずれも湾曲しやすい。とくに前者は樹幹の変形が著しく、後者は枝幹がもろくて抜け・折れなどの被害が多かった。タニガワハンノキはヤマハンノキにくらべて、活着・成長ともに良好であり、虫に弱い点を除けば第1次の成林樹種として有望である。既植の樹種のうちケヤキは耐雪性樹種として知られ、事実、傷害や湾曲が少ないが、幼時の成長がおそいのが難点である。ニセアカシアは樹幹枝がもろく、折れが顕著であって、再生力は抜群であったが成林は不能のようである。スギはこのような土壌条件にもかかわらず予期以上の活着・成長を示している。比較的耐雪性の高く、成長すみやかな有用樹種を、本試験の結果にもとづき選択しようとするならば、階段部にスギ、斜面部にタニガワハンノキとすることができる。

IV あ と が き

当初の試験企画に対し、満足できるような対象地を選ぶことができなかった。このために積雪・地形・土壌・林相などの諸要因が、試験区相互間において必ずしも均一でなく、試験処理による差異からこれらの変動の影響を明らかに分離できない面も含まれている。現実の山腹斜面を対象とした試験計画としては、やや処理数の多い点で、結果の解析をより複雑にしたことも否めない。今回の報告は、このような若干の条件の差異を考慮のうえで、主として現象面の観察記録を中心としてまとめたものである。試験はあと5か年継続する予定であるが、この段階までにはその推移状況と試験処理別により明確な結論がえられるかもしれない。

本試験は「なだれ」防止を主とした既施工地の取り扱いに関する現地適用試験であるが、同様な形で積雪条件や地況林況の異なったいくつかの場所で実施してみる必要があるものと考えられる。と同時に応用技術のための基礎的な事項について、未解明な点が多いので別途究明していかなければならない。たとえば、適正な立木密度に関しても、このもとになる林木の積雪荷重負担力や、積雪移動圧の影響範囲などについて、2、3の研究成果¹⁾⁶⁾が見られるものの必ずしも十分とは言いがたい。また、更新伐または保育伐などに当たって、雑木類の効果を斜面の積雪の支持および摩擦抵抗力としてどのように評価していくかといったことも考えられるであろう。

摘 要

この試験は多雪地帯の経済的治山工法の研究の一部として実施したもので、試験期間は昭和36～45年度の10か年である。試験場所は岩手県下の青森営林局川尻営林署管内の国有林にある「なだれ」防止既施工地である。試験の具体的な目的は、成林地の伐採更新法と不成林地の保育改良法を明らかにすることである。これらの試験は現在継続中であり、現在までの5年間の経過はつぎのとおりである。

成林地の伐採更新法の試験関係

(1) 試験地は既施工種によって2区分した。1つは切り取り階段工区域であり、他は杭および柵工区域である。各区域それぞれにおいて、択伐区(択伐材積率50%)、交互帯状皆伐A(残存帯、伐採帯ともに15m)、同B(残存帯5m、伐採帯15m)および皆伐(伐採高0.6m)の4伐採処理が設計された。伐採後、後継樹としてスギを植栽した。

(2) 調査期間中の試験地全域の積雪深は1.5～2.0mであり、地形によって若干の差異が認められた。伐

採による積雪に与えた影響は全般的に小さかったが、带状皆伐区の伐採面の一部に小規模な吹きだまりや雪庇が発達した。

(3) 5冬季間の試験結果では、明白な「なだれ」は発生しなかった。積雪の匍行圧は伐採程度にほぼ比例して顕著に増加した。すなわち、伐採前後において択伐区ではほとんど変化が認められなかったが、皆伐区では約2倍に増加した。

(4) 試験処理による残存立木に与えた被害は比較的少なかった。すなわち、带状皆伐区の残存帯では風や雪によって5～12%の幹折れ・枝折れなどの傷害木が観察された。皆伐区下方の防護林帯では全木数のおよそ5%の幹折れ・幹割れなどの傷害木を発生させた。

(5) 皆伐区の0.6mに高伐した伐根は5年経過した現在において、80%以上良好な状態を示しており、これらは地表の摩擦抵抗を高め、斜面の積雪を支持するのに役立っていた。伐根の健全度は直径に比例して高くなっているが、根元直径20cm以上のものは伐採時とほとんど状態の変化が認められない。樹種による健全度には明らかな差異が認められ、ナラやカエデ類はニガキや他の広葉樹にくらべてよりすぐれていた。

(6) 伐採した跡に植栽したスギの生育状態は、全般的に良好であったが、各試験処理間に顕著な差異がなかった。ただ、択伐区においては、新植木の成長は上木によって若干影響を受けていた。被圧を除くために、上木の一部は2次の伐採によって除去する必要がある。植栽木の雪による被害は樹幹変形と機械的傷害に分けられた。これらの被害は皆伐区に多く、択伐区において少なかった。

不成林地の保育改良法の試験関係

(7) 不成林の原因として、表土が浅くせき悪な土壌条件、斜面頂部からの雪庇の崩落、急斜面上の積雪の匍行圧、施工後の保育不十分、導入樹種の不適性などの事項があげられる。これらの原因にもとづく影響を緩和するために、除伐、樹種更改、施肥および肥料木導入による土壌改良、除伐枝条による地表被覆、さらに付帯的にカラマツ雪庇防止林の吹抜け防止柵の設定や林内外への植栽などによる改良を行なった。

(8) 試験処理は無処理区を含む9種であり、くりかえしがない。各プロットはさらに階段と斜面の2部分に分けられ、それぞれ異なる処理が加えられた。最強度の処理は両部の前生樹を皆伐して他の適樹を新植することであり、また、最弱度の処理は前生樹の保育と除伐枝条による地表被覆であった。これらの両極端の処理間に6区の処理が配列された。このほか、「なだれ」防止林の適樹を検討するための試験区を設定し、リギダマツ・ヒメコマツ・ドイツトウヒ・タニガワハンノキなどを導入した。

(9) 試験期間中の試験地全域の積雪深は1.5～2.0mであったが、雪庇防止林の改良結果により、処理前およそ8mに達した斜面頂部の雪庇は大幅に減少した。

(10) 保育処理後において、当初導入したケヤキや自然侵入したナラ・カエデ類に顕著な生育回復の徴候が認められなかった。そして現在までの段階において試験処理によるこれらの成長上に与えた有意な差異を認められなかった。また、各区の斜面部上における雪による機械的傷害木は、全立木のおよそ10%認められた。

(11) 新導入樹種のなかで、高木性肥料木として用いたヤマハンノキの活着率がきわめて低く、それと一緒に導入したスギは高かった。現在までの段階において試験処理によるこれらの成長上の有意な差異は認められなかった。雪による被害として、全般的に樹幹の変形が認められ、また、特定の場所に少数の機械的傷害木が認められた。これらの多くはスギやハンノキ類に対するコウモリガやカミキリ類の虫害に基づ

く幹折れであった。

⑫ 地表保護と土壌保全のために被覆した枝条は、主として積雪の匍行で斜面下方にかなり移動した。これらの粗朶は各階段上に多量に保留され、この結果として階段工の機能をおる程度減退させた。このような急斜面では、被覆した枝条は簡易に固定する必要がある。

⑬ 適樹試験の結果では、ドイツトウヒは初期段階で成長が比較的すみやかであり、また、その樹幹は強く弾力性を備えていた。リキダマツは樹幹に明白な変形が認められ、ヒメコマツは初期の成長が緩慢であった。タニガワハンノキは成長がきわめてすみやかであったが、反面、害虫による被害が目立った。

いずれにしても、これらの試験結果は今後残された期間の調査観察を待って、十分な検討が加えられなければならない。

文 献

- 1) 新井秀雄・生原嘉毅：積雪防止林の立木密度，雪氷，19，6，1～8，(1957)
- 2) 鎌田正之：なだれに対する林木と杭の強度について，雪氷，21，6，12～15，(1957)
- 3) 四手井綱英・高橋喜平：積雪と森林，林業解説シリーズ，23，P.141，(1951)
- 4) 四手井綱英：雪圧による林木の雪害，林試研報，73，P.89，(1954)
- 5) 高橋喜平：雪庇防止工法，青森営林局，P.31，(1962)
- 6) 高橋喜平・片岡健次郎・佐藤正平：林木の耐雪機能，昭和40年度林試東北支場年報，7，170～178，(1966)

Studies on the Economical Erosion Control Work for the Restoration of Denuded Hillsides in the Heavy Snowy Regions (Report II) Experiments on the treatment to hillsides where various kinds of erosion control works were already constructed (1)

Hiroshi MURAI,⁽¹⁾ Toshio TAKAHASHI,⁽²⁾ Kenzi KITADA⁽³⁾ and Masanori KITADA

Summary

These experiments are performed as a part of the studies on economical erosion control works in heavy snowy regions, and the experimental duration programme covers ten years from 1961 to 1970. The experimental areas are the already constructed sites of erosion control works in the national forest under the jurisdiction of Kawashiri District Forestry Office (Iwate Prefecture) of Aomori Regional Forestry Office. The tangible purpose of the experiments is to determine the cutting and regeneration method for the good forested areas, and the tending and improvement method for unforested areas. These experiments are continuing now and the process of the first five years to the present are as follow :

On the cutting and regenerating methods for forested areas

- (1) The experimental areas were divided into two sides according to classifications of

Received October 20, 1970

(1)~(4) Tôhoku Branch Station

already constructed works. One side is the section of terrace and the other side is the section of staking and fencing. At each side, the experiments were designed to four cutting treatments which were the selection system (percentage of cutting volume : 50%), progressive clear strip system A (remaining and cutting strip: 15m), the same system B (remaining strip: 5 m, cutting strip: 15 m) and clear cutting system (cutting height 0.6 m). After the cutting, *Cryptomeria japonica* were planted as the succeeding trees for regeneration.

(2) The maximum snow depth in each year over the experimental areas through the five-year duration were 1.5~2.0 m and they differed according to the lay of the land. The effects on the drifted snow by the cutting were very small; however, little snow-drifts or snow ledges were developed on a few parts of cutting areas of the progressive clear-strip system.

(3) On these trials for five winter seasons, one obvious avalanche did not break out. The creeping pressure of snow increased considerably almost in proportion to the cutting grade. Namly, on the selection system plots, the pressure remained the same, but on the clear cutting system plots, it increased about twice as much as before cutting.

(4) The damage on the remaining trees was very slight. On the remaining belts of the progressive clear-cutting system, the extent of injured trees was ascertained to from 5 to 12 per cent, the injuries being stem break and branch break caused by snow and wind. In the protective zone under the clear cutting system plots, about 5 per cent of the total number of the trees suffered stem break and stem crack.

(5) The high cutting (0.6 m) stumps of clear cutting system have kept conditions well by more than 80 per cent after five years; they raised frictional resistance on the ground surface and supported snow on the slope. The healthy grade of the stumps were high proportional to the diameter, and the stumps of the basal diameter over 0.2 m were hardly changed on the healthy grade. The clear differences of the healthy grade by tree species were recognized, and some species of *Quercus* and *Acer* were superior to *Picrasma quassioides* and the other broad-leaved-trees.

(6) No remarkable difference between each experimental treatment was noted in the growth condition of *Cryptomeria japonica* which were planted after the cutting. On the selection system plots, the growth of planting trees was influenced by the upper trees; therefore, a part of upper trees needs to be exempt from cutting. The damage by snow pressures to the planted trees was classified into the stem transformation and other mechanical injury. Such damage was found heavy on the clear cutting system plots and slight on the selection system plots.

On the tending and improvement method unforested areas

(7) The causes of unforested result were found to be insufficient improvement after initial works, unsuitability of tree species, arid soil conditions with thin surface soil, breakdown of snow-ledge from top of the slope and pressure by moving of drifted snow. To exclude these causes, experimental treatments were considered, i. e. exchanging of tree species, clear cutting, improvement of soil condition by manuring and introducing fertilized trees and covering of the ground surface by the fascine, and improvements of protective *Larix leptolepis* forest for the snow-ledge by the protecting fence against penetrating snow and then new planting to under or out side of the forest.

(8) The improvement treatments comprised nine sorts which included one non-treatment plot, and they have not been repeated. Each plot was divided into two parts of terrace and

slope. The most intensive treatments were clear cutting of the preoccupied growth on the both parts and new planting of other adaptable tree species; the most casual treatment was tending of the preoccupied growth and covering of the ground surface by the fascine of the improvement cutting. Between these two extreme treatments, the other six stages were arranged. The test plots were established to check the adaptable trees for protection forest from avalanche, and as that species we have introduced *Pinus rigida*, *Pinus parviflora*, *Picea Abies* and *Alnus Inokumae*.

(9) The maximum snow depth in each year over the experimental areas was from 1.5 to 2.0 m, and effects by improvement of the protective forest for snow-ledge were decreased considerably.

(10) After the tendings, *Zelkova serrata* which were introduced at the commencement, and some species of *Quercus* and *Acer* which invaded naturally, have not pointed out clear indications on recovery of growth. On the affected growth by the experimental treatments, however, we could not find any differences up to this time. Mechanical injury to trees by snow pressure on the slope in each plot was about 10 per cent of the total standing trees.

(11) In the newly introduced tree species, the living percentage of *Alnus hirsuta* var. *sibirica* which were applied as the fertilized trees was very low, and that of *Cryptomeria japonica* introduced at the same time was high; that of *Amorpha fruticosa* applied as the fertilized shrubs was very high. On the affected growth by the experimental treatments, we could not see any difference up to this time. As to the damage by snow pressure on the newly introduced trees, the stem transformation was observed over-all and a few mechanical injuries appeared on limited parts. Some stem-break trees by the insect damage (*Phassus excrescens* and *Cagosima sanguinolenta*) were among the newly planted *Cryptomeria japonica* and *Alnus Inokumae*.

(12) The covering branch woods for surface protection and soil conservation were removed passably to the lower part by creeping drifted snow. These fascine were much reserved on each terrace, and as a result, the function of terracing work was decreased to some extent. On such steep slope as this, the covering branch woods must be fixed with some pickets like the wicker or fascine covering.

(13) As results of the experiment on adaptable species for protection against forest avalanche, it can be said that *Picea Abies* grows quickly in the initial stage and its stem is strong and elastic; *Pinus Ligida* transforms distinctly on the stem, *Pinus parviflora* grows slowly in the initial stage, and *Alnus Inokumae* is very quick growing but it suffers damaged by noxious insects.

At all events, these experimental results should be adequately investigated and criticized again after further examination in the future.



写真 1. 伐採更新法の試験地（試験処理前の夏季の全景 1961. 8）



写真 2. 伐採更新法の試験地（試験処理前の冬季の全景 1962. 2）



写真 3. 伐採更新法の試験地（試験処理後の秋季の全景 1962. 10）



写真 4. 伐採更新法の試験地の試験処理前の林相（階段工区の伐一5区, 1961. 8）



写真 5. 伐採更新法の試験地の試験処理前の林相（杭柵工区の伐一4区, 1961. 8）



写真 6. 試験処理前の代表的地床植生, その 3
(保育改良法の試験地の保一(5)区, 1961. 8)



写真 7. 試験処理前の代表的地床植生, その 4
(保育改良法の試験地の保一(2)区, 1961. 8)



写真 10. 浅採更新法の
試験地の既設工作物
(なだれ防止杭工)

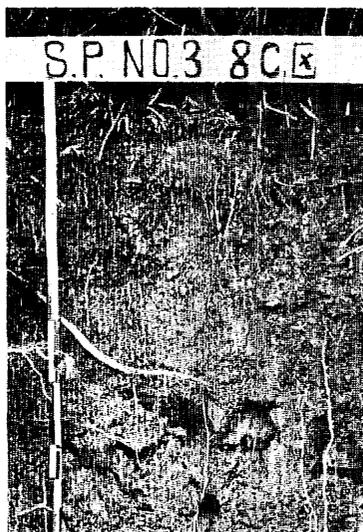


写真 8. 試験処理前の代表的
土壌断面, その 3 (保育
改良法の試験地の保一(5)区,
1961. 8)



写真 9. 試験処理前の代表的
土壌断面, その 4 (保育改
良法の試験地の保一(2)区,
1961. 8)

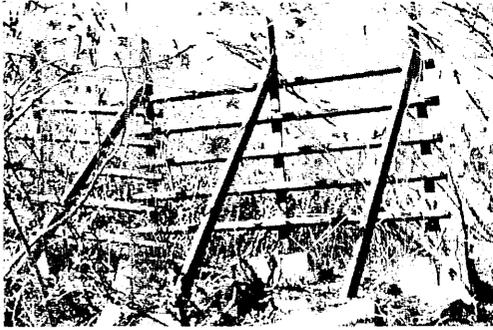


写真 11. 伐採更新法の試験地の既設工作物
（なだれ防止柵工（A），1961. 8）



写真 12. 伐採更新法の試験地の既設工作物
（なだれ防止柵工（B），1961. 8）



写真 13. 簡易雪圧測定装置
（伐採更新法の試験地，伐一(5)区）



写真 14. 雪圧測定の供試木の引張り試験実施中（伐採更新法の試験地）



写真 15. 試験処理後の冬季の状況（伐採更新法の試験地の伐一1区
1963. 3）



写真 16. 試験処理後の冬季の状況（伐採更新法の試験地の伐一5区
1963. 3）



写真 17. 試験処理後の秋季の状況（伐採更新法の試験地の伐一 6 区 1962. 10）

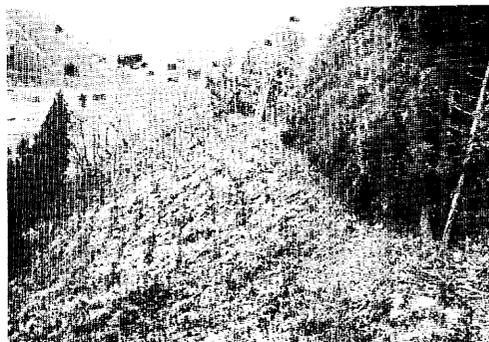


写真 18. 伐採後その跡地に植栽したスギの生育状況（伐採更新法の試験地の伐一 5 区, 1965. 10）



写真 19. 伐採後その跡地に植栽したスギの生育状況（伐採更新法の試験地の伐一 7 区, 1965. 10）



写真 20. 伐採後択伐区で小径木が一部倒伏したものが認められた（伐採更新法の試験地の伐一 1 区, 1963. 2）



写真 21. 既設階段周辺の立木地の積雪断面（伐採更新法の試験地, 伐一 5 区, 1965. 3）

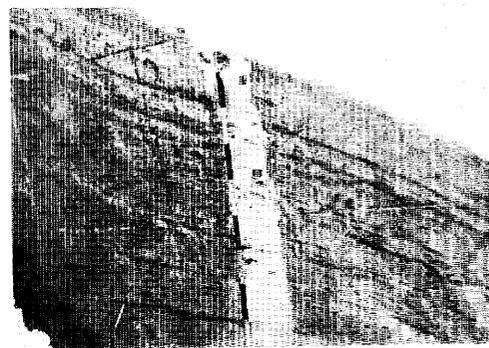


写真 22. 既設階段周辺の無立木地の積雪断面（伐採更新法の試験地, 伐一 7 区, 1965. 3）



写真 23. 皆伐後に既設階段上に植栽したスギ（植栽後3年目）は完全に倒伏し、地表に密着している。（伐採更新法の試験地、伐一(7)区、1965. 3）

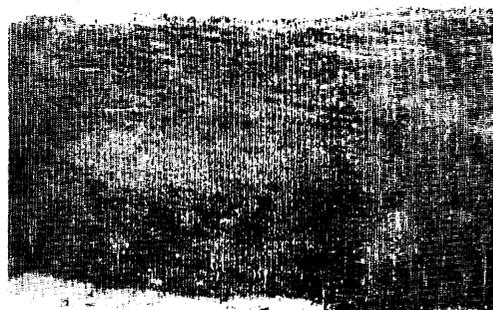


写真 24. 保育改良法の試験地（試験処理前の秋季の全景、1961. 11）



写真 25. 保育改良法の試験地（試験処理前の冬季の全景、1962. 2）

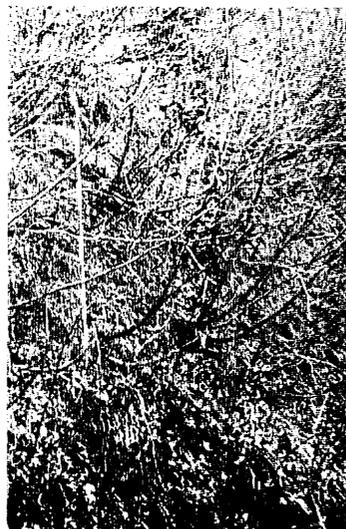


写真 26. 保育改良法の試験地（試験処理後の秋季の全景、中央部の残存帯は保一(9)の無処理区、1962. 11）



写真 27. 既設階段上に植栽したケヤキの生育状況（保育改良法の試験地、保一9区、1961. 8）

写真 28. 既設階段間の法面の植生は低木叢状を呈している。その多くはミヤマヤナギ、タニウツギ、ヒメヤシャブシなどが多い。（保育改良法の試験地、保一(9)区、1961. 8）



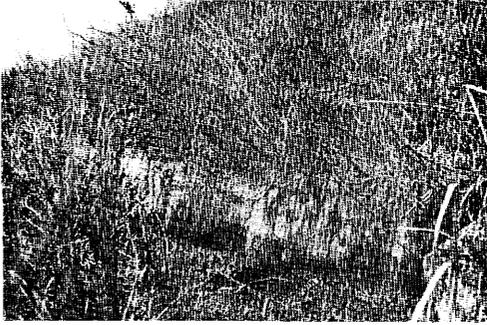


写真 29. 保育改良法の試験地の既設工
作物（コンクリート擁壁階段
工、1961. 8）

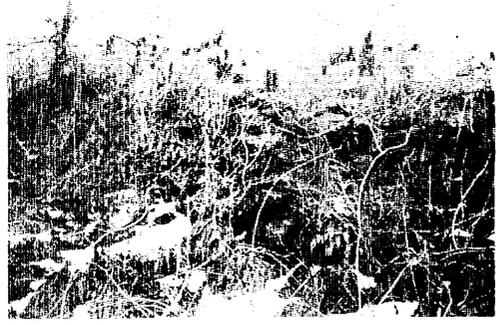


写真 30. 保育改良法の試験地の既設工
作物（斜面頂部の土器工、
1961. 11）



写真 31. 斜面頂部のカラマツ雪庇防止
林と吹抜け防止柵工。柵工は枝条と立
木を利用してつくったもので、この結
果、雪庇の形成は半減した。（保育改
良法の試験地、1965. 3）



写真 32. 階段部に成立したケヤキは、
積雪の安定化のために大きな
役割を果たしている。（保育
改良法の試験地、保一(9)、
1965. 3）



写真 33. 斜面頂部に 8 m を越える巨大な
雪庇が形成され、これが不成林の原因の
一つになっていた。（保育改良法の試験
地の保一(7)、(8)区の上部分近、1962. 3）



写真 34. 斜面頂部の雪庇は 5 月中旬～下旬まで残
り、この結果植物に生理的および物理的な悪影響
をあたえている。（保育改良法の試験地の保一(7)
(8)、(10)区の上部分近、1962. 5）



写真 35. 斜面上部の急傾地では積雪が不安定で小規模な雪崩の発生も認められる。(保育改良法の試験地の保一(8)区, 1962. 3)

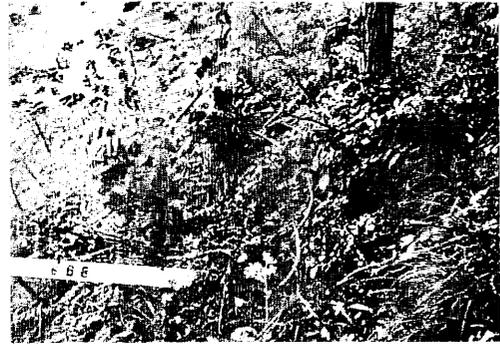


写真 36. 試験処理前の代表的地床植生 その1 (伐採更新法の試験地の伐一(5)区, 1961. 8)



写真 37. 試験処理前の代表的地床植生 その2 (伐採更新法の試験地の伐一(4)区, 1961. 8)



写真 38. 試験処理前の代表的土壌断面 その1 (伐採更新法の試験地の伐一(5)区, 1961. 8)



写真 39. 試験処理前の代表的土壌断面 その2 (伐採更新法の試験地の伐一(4)区, 1961. 8)

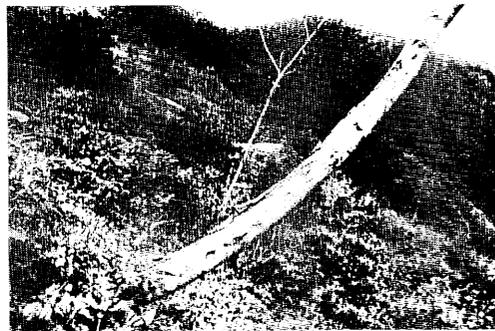


写真 40. 既存木(ニガキ)の機械的雪害(剥皮傷害)(保育改良法の試験地)



写真 41. 既存木（ミズナラ）の機械的
雪害（幹割れ）（保育改良法
の試験地）

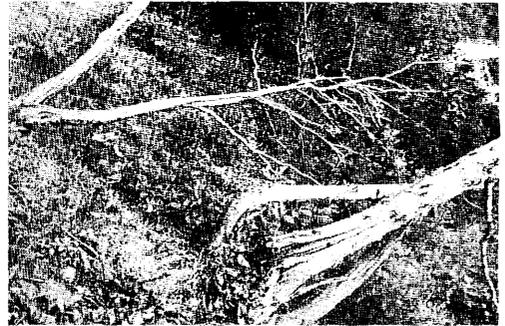


写真 42. 既存木（ミズナラ）の機械的
雪害（根元割れ）（保育改良
法の試験地）

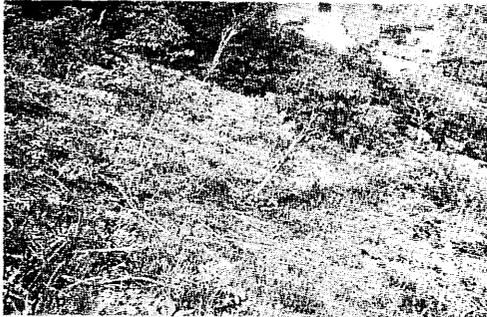


写真 43. 有用高木類を残し除伐した直後
の状態。除伐木は地表に被覆した。（保
育改良法の試験地、保一(5)区、1962. 10）

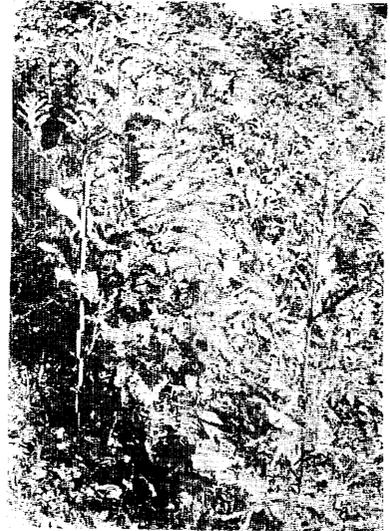


写真 45. 経済樹種のスギと高木性肥料木のヤマハン
ノキを混植し、いずれも良好な生育状態をしめして
いる。（保育改良法の試験地の保一(3)区、1965. 10）

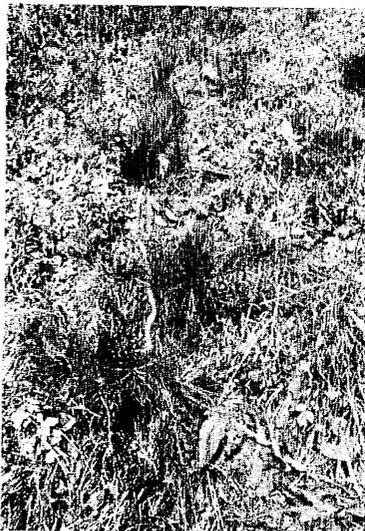


写真 44. 有用高木類を残し除伐したあと、低
木性肥料木（イタチハギ）を植栽した。（保
育改良法の試験地、保一(4)区、1965. 10）

写真 46. 適樹試験区のリギダマツの生育状態。成長は比較
的良好であるが樹幹の湾曲が著しい。（保育改良法の試験
地の保一(10)区 1966. 11）



写真 47. 適樹試験区のキタゴヨウマツの生育状態。幼時の成長がおそく、雑草低木類によって被圧されている。（保育改良法の試験地の保一00区 1966. 11）



写真 48. 適樹試験地のドイツツツヒの生育状態。成長が比較的良ほうえ耐雪性が強い。（保育改良法の試験地、保一00区 1966. 11）



写真 49. 適樹試験地のタニガワハンノキの生育状態。虫害木が少なくないが成長良好である（保育改良法の試験地の保一00区 1966. 11）