

立山池塘保護対策調査報告書

(第三報)

昭和54年12月

計画機関 富 山 県

実施機関 社団法人 日本林業技術協会

立山池塘保護対策調査報告書

(第三報)

昭和54年12月

計画機関 富 山 県

実施機関 社団法人 日本林業技術協会

は し き が

立山は山岳宗教の霊峰として、また恰好の登山地として古くから信者や登山者に親しまれてきた。昭和46年度の「立山黒部アルペンルート」の開設により観光客の急増を見た。老若男女を問わず気軽に立山の自然に親しむ機会を得られたことは大変喜ばしいのではあるが、反面自然環境の破壊もクローズアップされてきた。

富山県では自動車道周辺の樹木や池塘についての被害分布、被害原因等についての調査を昭和50～51年2ケ年にわたって実施し、「立山植生活力度調査」としてとりまとめ立山の自然を守り続けるため実施すべき施策をいくつか提言した。また池塘の保護については早急に具体的な保護対策を実施しなければならないと考えられた。

この調査は池塘保護のため本格的な事業を実施するに先立ち考えられる種々の工法を試験的に実施すると共に、施工に必要な基礎資料の収集をすることを目的として昭和52、53年度に引き続き行ったものでこの調査についての第3報としてまとめたものである。

なお、本調査に当り富山県生活環境部自然保護課、富山県立技術短期大学・折谷隆志教授並びに関係機関の方々の御指導、御助言をいただいたことに対し謹んで謝意を表する次第であります。

昭和54年12月

社団法人 日本林業技術協会
理事長 福 森 友 久

立山池塘保護対策調査報告書（第三報）

目 次

は し が き

I	序 論	1
	1. 調査の経緯	1
	2. 昭和54年度の調査目的	2
	3. 調査対象地域	3
	4. 調査項目	3
II	既往試験施工地調査	4
	1. 昭和52年度試験施工地調査	4
	2. 侵蝕土砂量の測定	24
	3. 関連する気象条件	29
	4. 昭和53年度試験施工地調査	32
III	昭和54年度試験施工地の設定	47
	1. 実験施工地の選定	48
	2. 緑化工法の検討	49
	3. 実験地の設定	56
IV	考 察	63
	1. 試験施工結果	63
	2. 今後の課題	72

I 序 論

1. 調査の経緯

立山・黒部アルペンルートは富山から入り千寿ヶ原～立山～黒部ダム～扇沢を経て大町至る一大観光ルートで、昭和46年に全線が開通するや観光客は飛躍的に増加した。このなかで池塘被害について昭和50、51年度の調査の結果、天狗平周辺はその被害がとくに大きく且拡大も予想されるものであった。

このため池塘保護の対策を早急に確立し、立山の自然の維持をはかる一助とする必要性が痛感され、昭和52年度よりこの調査が行われた。

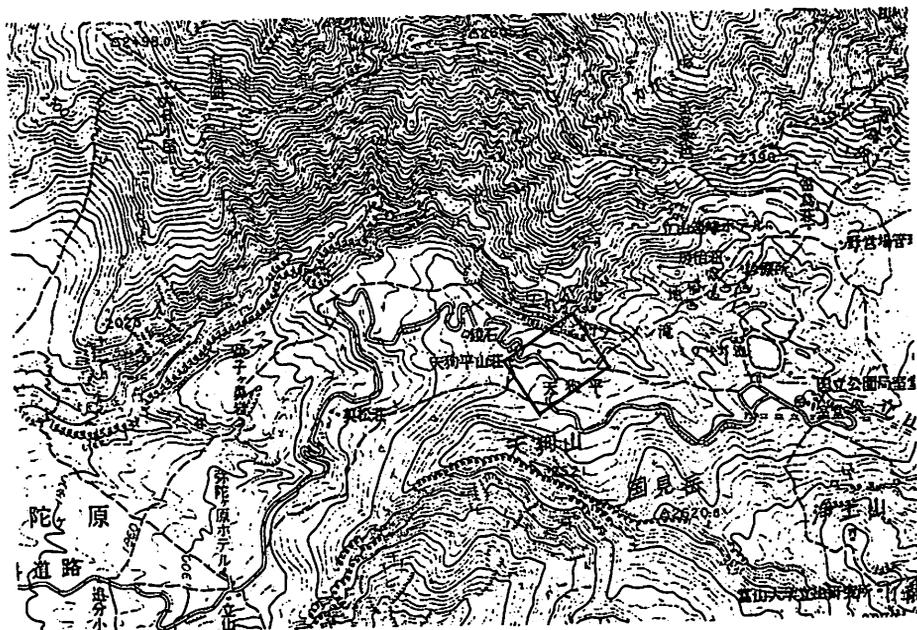


図 I - 1 - 1 調査対象地域位置図

- (1) 昭和51年度の調査においては、池塘の被害状況の調査の結果、池塘及び附近植生に被害をもたらすものは、地表流水の異常な流れとそれともなう土砂の侵食と流入であると判断され、侵食、流入の状況によって概ね4つの被害型とその混交型にタイプ区分した。
- (2) 昭和52年度は、前年度に想定された異常な流水状況、土砂の侵食について確認のための測定を行った。

p63

この結果、流水に対して土砂の侵食を防止するためには、流水方向に積工を行い、流水の速度を減少させ、同時に上流からの土砂の堆積をうながすことによって側方への侵食を防止することが必要であると判断された。この考え方から、積工を試験的に行うこととして試験施工箇所を植生被害型別に、積工の種類別に区分して12ヶ所を設けて、その効果を調査した。(立山池塘保護対策調査報告書(第1報))

(3) 昭和53年度は前年度箇所の状況調査を行うとともに、その結果を勘案して、前年度よりやや広い区域に、且各種工法を有機的に組合わせて行う試験を実施するため、3ヶ所の試験施工箇所を設けて実施し、10月に第1回の効果調査を行った。(立山池塘保護対策調査報告書(第2報))

調 査 の 経 緯

調 査 名	年 度	調 査 事 項	調 査 地 域
立山植生活力度調査	50	<ul style="list-style-type: none"> ○ 赤外カラー写真撮影 ○ 森林活力度調査 ○ 池塘調査(分布, 植生) 	美女平~弥陀ヶ原 (325HA)
	51	<ul style="list-style-type: none"> ○ 池塘の分布と被害 ○ 池塘の経年変化 ○ 復旧手法の検討 	鏡石~天狗平 (200HA)
立山池塘保護対策調査	52	<ul style="list-style-type: none"> ○ 精密地形図作成(1/500) ○ 裸地分布図作成 ○ 流路追跡図作成 ○ 流出土砂量, 侵食土砂調査 ○ 試験施工(12ヶ所) 	天狗平~極楽平 (20HA)
	53	<ul style="list-style-type: none"> ○ 52年試験施工地状況調査 ○ 試験施工(3ヶ所) 	全 上

2. 昭和54年度の調査目的

立山天狗平地域における池塘保護のため、既往(昭和52,53年度)に行った試験施工地の結果を調査すると共に、本格的な保護対策事業を実施するに先立ち、調査結果に基づき緑化工法の実験施工を行い、保護対策事業の基礎資料を収集するものである。

3. 調査対象地域

天狗平～極楽平の面積20HAの地域（既往試験箇所，15ヶ所を含む）

4. 調査項目

- (1) 昭和52年度試験施工地（12ヶ所）及び昭和53年度試験施工地（3ヶ所）について，その状況を調査し分析，検討を行う。
- (2) 試験結果に基づき，緑化工法の実験施工を行い，その状況を調査分析する。

Ⅱ 既往試験施工地調査

1. 52年度試験施工地調査

(1) 試験施工地の概要

52年度施工した12箇所の試験施工地は図Ⅱ-1-1に示すとおりで、試験施工地ごとの植生被害型、試験工法については表Ⅱ-1-1に示すものである。

表Ⅱ-1-1 試験施工地と植生被害型、試験工法

試験施工地	植生被害型	試験工法	備 考
No. 1	植生孤立型	粗石積工	
No. 2	〃	丸太積工	丸太の太さ4~5cm
No. 3	〃	〃	丸太の太さ7~10cm
No. 4	土砂段差型	粗石積工・丸太積工	
No. 5	線的滑落型	丸太積工	
No. 6	線的滑落型(初期)	〃	
No. 7	線的滑落型	〃	植生孤立型へ移行中
No. 8	局所混交型	板柵工と盛土工	池塘の堤の修復
No. 9	線的滑落型	板柵工と丸太積工	
No. 10	植生孤立型	板柵工	池塘の堤の修復
No. 11	面堆積型(石礫)	蛇籠工	
No. 12	植生孤立型	むしろ張	

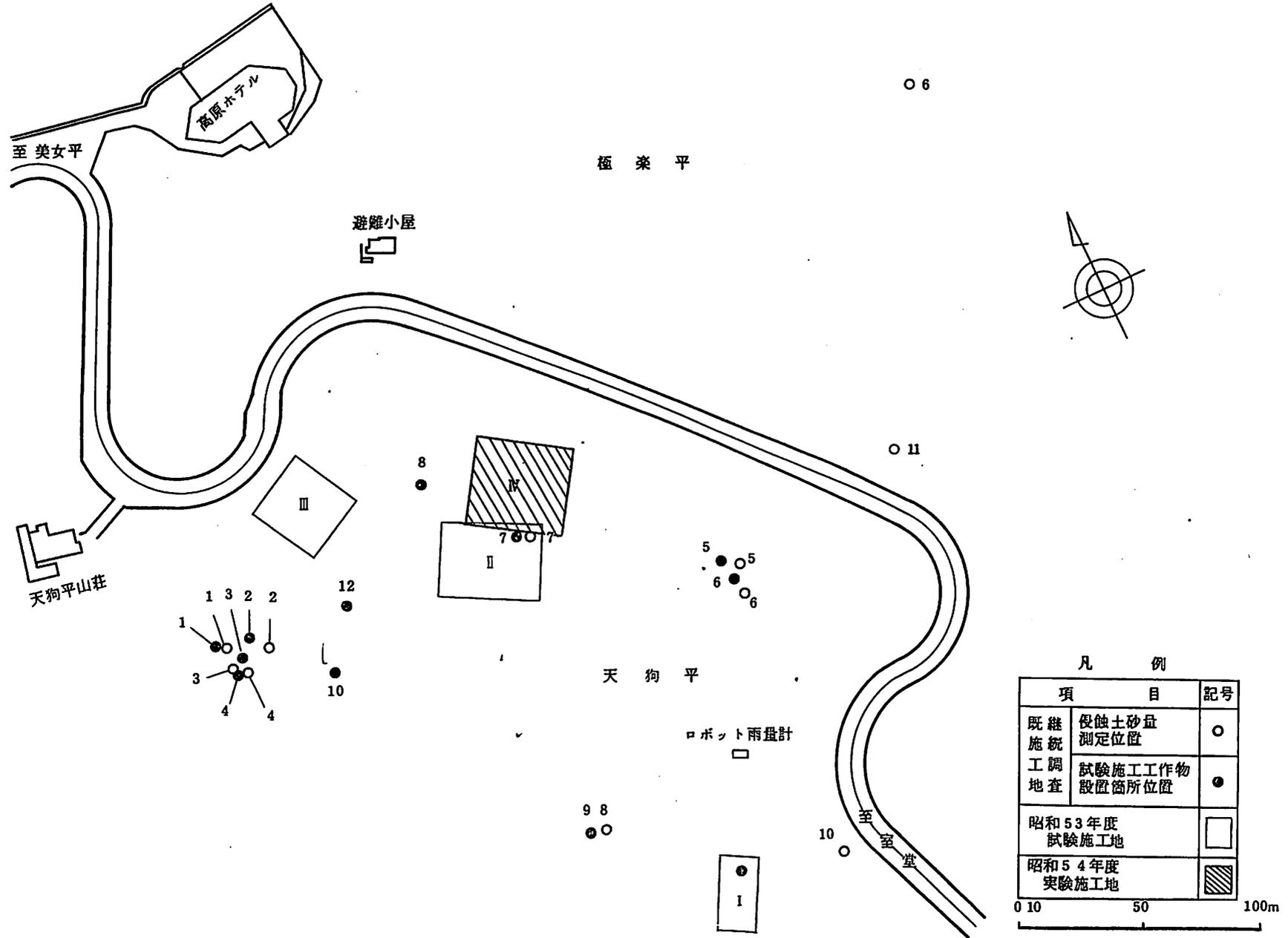
(2) 調 査

調査はつぎの事項について測定又は観察により実施した。

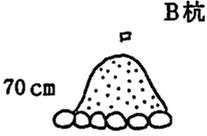
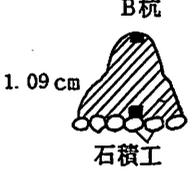
- (1) 工作物耐用の有無及びその状況
- (2) 土砂堆積の水平的広がり状況
- (3) 堆積地における堆積深及び侵食深の変化(固定埋設杭による測定)
- (4) 土砂の越流状況
- (5) 側方の侵食又は安定状況
- (6) 堆積地への植生の侵入状況

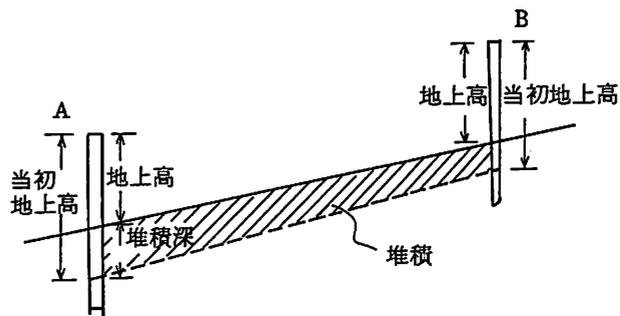
試験施工箇所ごとの調査結果は表Ⅱ-1-2に示した。

図 II - 1 - 1 継続調査箇所および試験施工区位置図



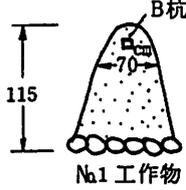
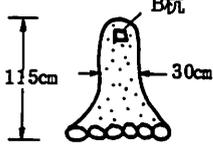
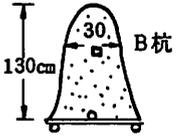
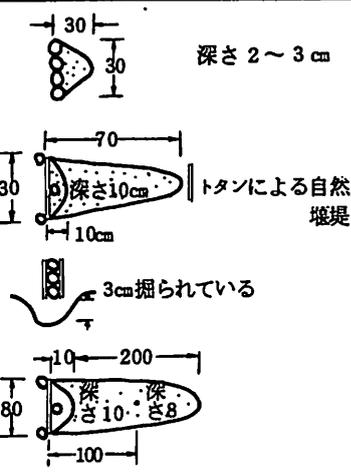
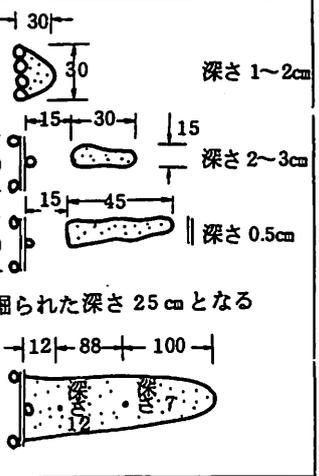
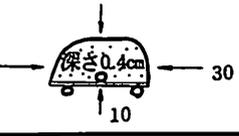
参考のため本表の見方を示すつぎのとおりである。

区 分	第 6 回		第 7 回	
	S 53. 10. 5		S 54. 9. 19	
積 測 定 杭 (A)	地上高 25.0 cm 積 深 (5.5) cm		地上高 27.8 cm 積 深 (2.7) cm	
積 測 定 杭 (E)	地上高 23.4 cm 積 深 (-1.4) cm		地上高 25.0 cm 積 深 (-3) cm	



- ① 測定杭の地上高は、堆積面上の高さであり、当初は第1回地上高であったものが堆積又は侵食されて現在の高さを示すもので、No.1 (A)では、当初30.5 cmが現在27.8 cmで2.7 cmの堆積を示し、第6回では5.5 cm堆積していたが、今回はそれより2.8 cm減少(侵食)されたことを示す。
- ② 堆積状況(水平的広がり)は堆積延長とその形状を  で示す。
- ③ 観察事項は右端所見欄に示した。

表 II - 1 - 2 試験施工箇所継続調査結果表

試験 施工 地番号	調査回数 調査月日 基準 標識	第 1 回 (設置時)		第 2 回		第 3 回	
		S52. 9. 10		S52. 9. 14		S52. 10. 6	
No1	堆積測定杭(A)	地上高 30.5cm	地上高 30.5cm 堆積深 (0.0)cm		地上高 30.4cm 堆積深 (0.1)cm		
	" (B)	地上高 22.0cm	地上高 21.1cm 堆積深 (0.9)cm		地上高 21.5cm 堆積深 (0.5)cm		
No2	堆積測定杭(A)	17.6	17.6 (0.0)	影響なし	17.6 (0.0)	影響なし	
	" (B)	左 21.0 右 21.4	左21.0(0.0) 右21.4(0.0)		左21.0(0.0) 右21.6(-0.2)		
No3	堆積測定杭(A)	40.5	40.2 (0.3)		40.3 (0.2)		
	" (B)	左 34.0 右 33.3	左31.9(2.1) 右31.7(1.6)		左31.9(2.1) 右31.4(1.6)		
No4	①工作物有効高	8.0cm	5.5cm 堆積深 (2.5)		6.2 (1.8)		
	② "	14.0	14.0 (0.0)		14.0 (0.0)		
	③ "	10.0	10.0 (0.0)		10.0 (0.0)		
	④ "	9.0	12.0 (-3.0)		11.5 (-2.5)		
	⑤ "	14.8	12.5 (2.3)		7.5 (7.3)		
No5	工作物有効高	14.0	14.0 (0.0)	変化なし	14.0 (0.0)	変化なし	
No6	工作物有効高	13.0	12.9 (0.1)		12.9 (0.1)	左図と同じ	

調査回数 調査月日 基礎標識		第 1 回 (設置時)	第 2 回	第 3 回	
試験 施工 地番号		S52. 9. 10	S52. 9. 14	S52. 10. 6	
No7	①工作物有効高	18.0cm	14.2cm 堆積深(3.8)	14.8cm 堆積深(3.2)	左図と同じ 左図と同じ ↓ 15 10 左図と同じ 左図と同じ
	② "	9.6	9.6 (0.0)	9.4 (0.2)	
	③ "	9.6	9.6 (0.0)	9.4 (0.2)	
	④ "	13.0	13.0 (0.0)	13.0 (0.0)	
	⑤ "	13.0	13.0 (0.0)	13.0 (0.0)	
No8	工作物有効高	17.8	16.0 (1.8)	16.2 (1.6)	湛水なし
	堆積杭	左 31.6 右 31.5	左31.4(0.2) 右31.3(0.2)	左31.5(0.1) 右31.4(0.1)	
No9	①工作物有効高	13.3	13.0 (0.3)	12.2 (1.1)	
	② "	10.0	10.0 (0.0)	9.8 (0.2)	
	③ "	10.0	8.0 (2.0)	8.4 (1.6)	
No10	工作物有効高	16.5	16.5 (0.0)	16.5 (0.0)	湛水なし
	堆積杭	左 18.4	左18.4(0.0) 右17.8(0.0)	左18.6(-0.2) 右17.9(-0.1)	
No11	(設置日) (S52.9.18) 工.工作物有効高	3.0.0		3.0.0	変化なし
No12	(設置日) (S52.10.11) 工作物有効高	むしろ厚(0.1cm)			

い。

4-② 丸太積工で、土砂の堆積は上部の流入口だけであり、工作物設置丸太より7cmも侵食され、土砂が流出している。

4-③ トタンによる自然堆積箇所では堆積面は満砂となっており、堆積面も安定している。

4-④ 丸太積工法で土砂の堆積は全面的に見られるが流水の影響で設置箇所下部が3cm侵食されている。

4-⑤ 丸太積工で最上流部にあることから土砂量も多く満砂状態となり、昨年度むしろ張りを実施したが、今年すでにむしろの半分が土砂に埋れている。

№.5 試験施工地

線的滑落型被害 …… 丸太積工法

滑落面に平行に丸太積を行い、これ以上の侵食を防止することをねらいにしたものであるが、土砂の堆積は設置箇所より25cm程度までであり堆積量は少ないが、丸太によりおさえられ滑落の進行はなかった。丸太のない部分は滑落が進行しており、丸太は一応有効と認められた。

№.6 試験施工法

線的滑落型被害 …… 丸太積工法

前年度丸太の下部に幅10cm深さ30cmの穴があげられ、それを塞がず経過を見ることにしたものであるが、丸太の下方の穴は依然として塞がれず、土砂の堆積はなかった。一たび穴をあげられると容易に回復せず、却って拡大することを示している。

№.7 試験施工地

線的滑落型被害 …… 丸太積工法

丸太積工を階段状に5つ設置した箇所である。

7-① 52年度に土砂堆積が満砂となり安定したことから、53年度はむしろ張りをして種子を実播し植生の導入を計った箇所で、むしろ上に約16cmの土砂の堆積が見られ、且今回チングルマ、スゲ属(Carex)等の植生が見られ、将来が期待されるが土砂の堆積が気になる。

7-② は①と同様52年度に満砂しむしろ張りを53年度行ったが、植生は全く見られなかった。

7-③ 土砂の堆積が徐々に多くなっている堆積効果の有効な箇所です。今回で満砂となった。

7-④ は③と同様土砂の堆積量も満砂に近く安定するものと思われる。この施工地は53年度に丸太下部に穴があき石を詰めて補修したものである。

7-⑤ 土砂の堆積量が多く見られるが最上流部であるため流水が強く、設置箇所側面を侵食しそこより流出した土砂が、④と⑤の堆積面の間に新しい堆積地を作っていた。

№.8 試験施工地

局所混交型被害 …………… 板柵工と盛土工法

土砂の堆積状況は施工時点とあまり変化していないと思われる。板柵工法によって土砂及び水の流出は見られず、水も全面に湛水していた。盛土工にも変化はなく安全であった。植生は水面の約半分にまで広がっている。

№.9 試験施工地

線的滑落型被害 …………… 板柵工と丸太積工法

天然流水路に階段状に丸太と板柵を3つ設置した箇所である。

9-① 板柵工法で土砂の堆積は最下流部であり流入土砂は比較的少ないが板柵工であるためか、湛水している。しかしながら設置点側面を侵食し水が流れていた。

9-② 丸太積工法で土砂の堆積は片側だけであり、片方は侵食され底抜けし、土砂、水は流出していた。

9-③ 丸太積工法で土砂の堆積は②と同様片側だけで満砂し工作物の上を流出しているが底抜けは見られない。この施工地は平均傾斜9°で比較的急であり、平常時は水はないが降雨時の流水は相当の速度を有し、流路の曲りに沿った堆積と洗堀を起すものと思われる。

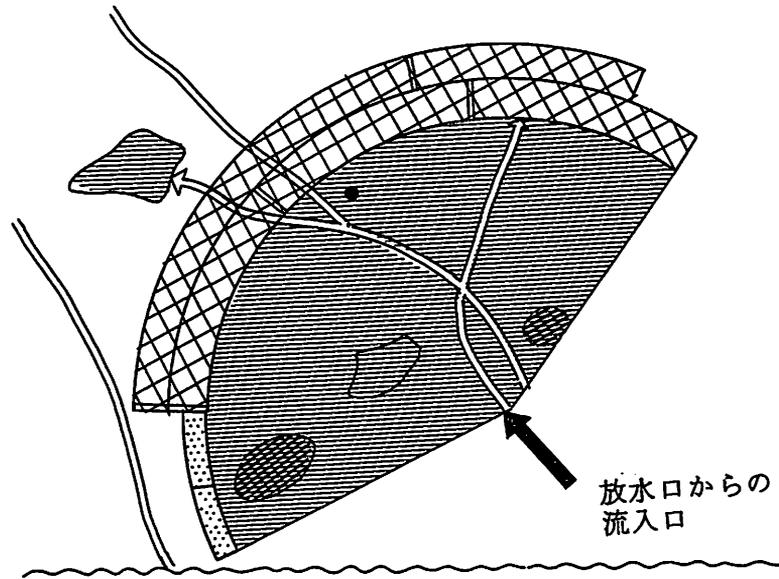
№.10 試験施工地

植生孤立型被害 …………… 板柵工法

土砂の堆積状況は施工時点とあまり変化していないと思われ、板柵によって水及び土砂の流出は全くなく、完全に止められて全面湛水しており、植生は水面の約80%程度を占めており前年度より多くなっていた。

No. 1 1 試験施工地

面堆積型被害 …………… 蛇籠法



道路排水溝の放水口から流れ出た大量の流水が土砂とともに拡散したところで、ここに蛇籠工を設けて大量の土砂処理を目的とした施工地である。

土砂の堆積は有効高30 cm に対してすでに満砂に近い状態にあり、前年度より約5 cm 程度増加し堆積面も比較的安定しており、蛇籠工の効果が現われている。しかしながら放水口から流出される水量が多く、蛇籠工の工作物ほぼ中央部が水道となり下方に流出し、小さな土砂の堆積面を作っている。

イワイチョウが堆積面中央に数株見られたが、前年度と余り大きな変化は認められなかった。

No. 1 2 試験施工地

植生孤立型被害 …………… むしろ張及び播種

旧歩道路の全面裸地部に行ったむしろ張工で、傾斜も緩い平坦地であることから植生の自然侵入と播種による植物の導入を目的とした施工である。

植物の侵入及び導入は流水による土砂の侵食で殆んど見られず、逆にむ

しろの下が約3～5cm 侵食され水道^{みずあち}となっている所が多い。平坦地で安定しているように見えるが、当地区は段丘状の落差のある斜面の真下であり、水の集中と流速が大きいためと思われる。またむしろ張で全面被覆、ちどり型、金網被覆など方式を変えて施工して見たがその方式別の効果の差違は全くなかった。

図 II - 1 - 3 試験工作物 No.1 2 平面図

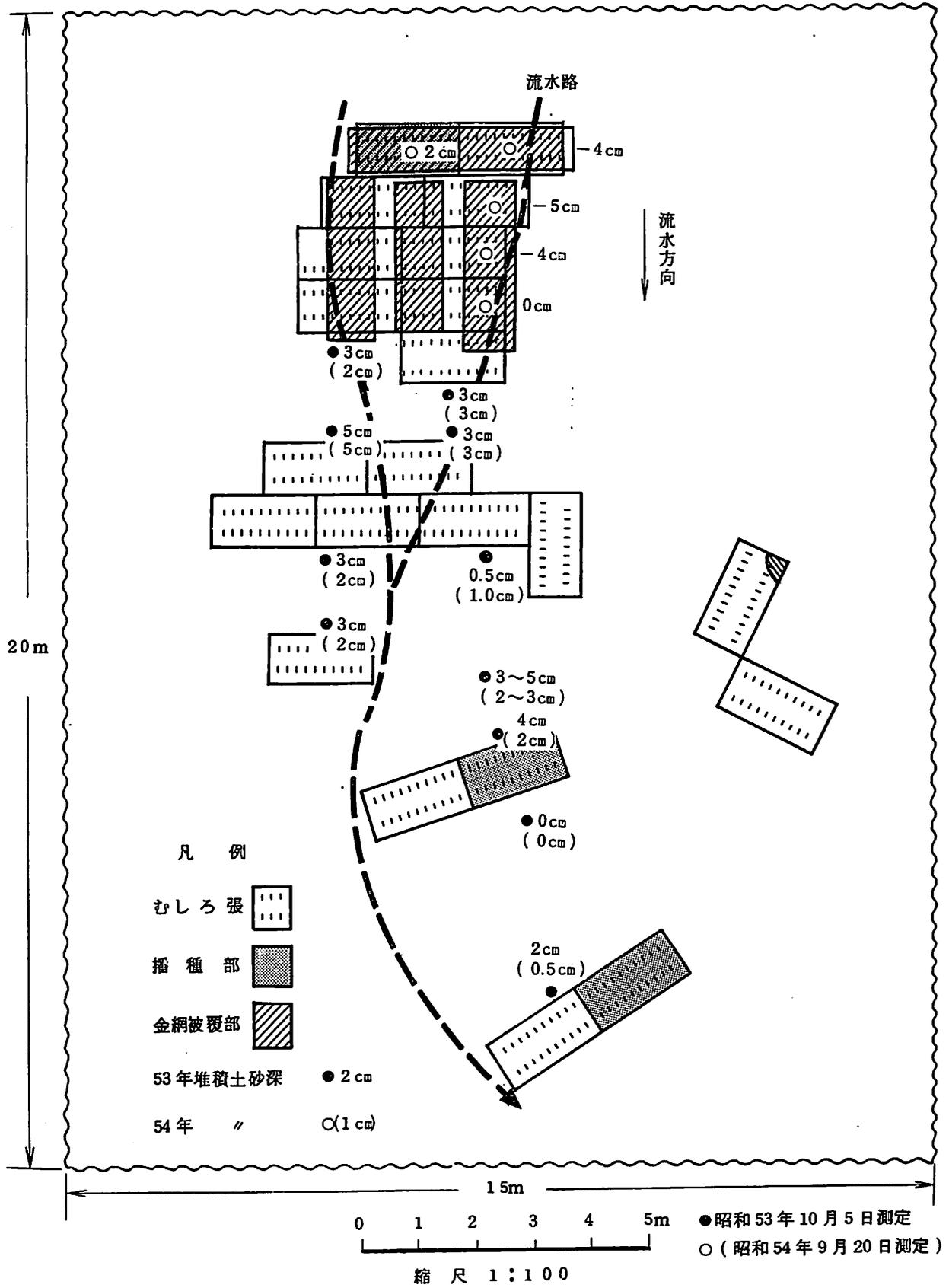




写真1 (9月19日撮影) 以下同日撮影
施工箇所No.3丸太積工

自然水路からの土砂流入よりも側面斜面全体からの
流入型で堆積量も多くなっている。



写真2 施工箇所No.4-5丸太積工

自然水路の最上部に施工した丸太積で土砂量も多く
昨年実施したむしろ張の土にも土砂の堆積が見られ
る。



写真3 施工箇所No.6丸太積工

自然水路に設置した丸太積工であるが流水による侵食で底抜けし、土砂の堆積が全く見られなかった。

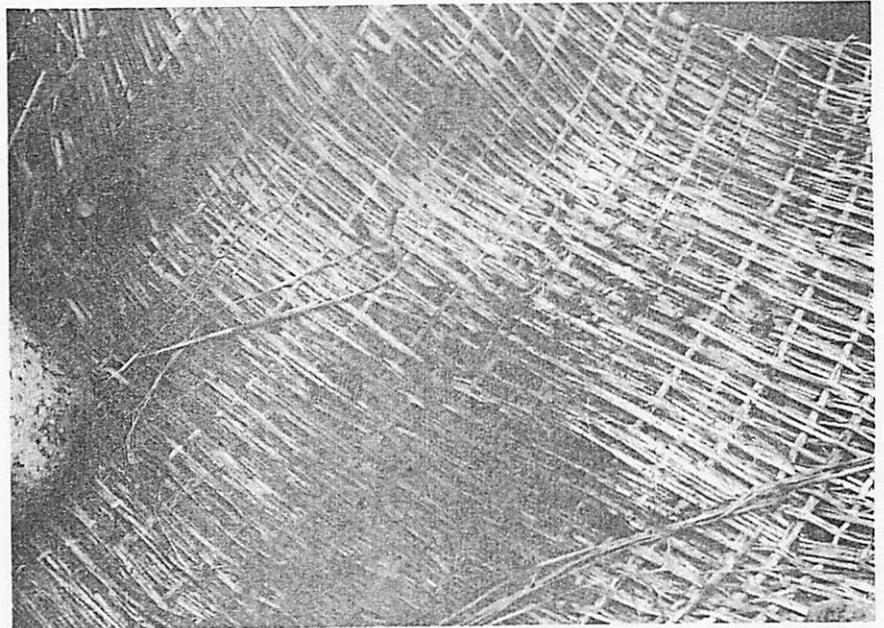


写真4 施工箇所No.7-1むしろ張工

丸太積工による施工で堆積面も比較的安定し前年むしろ張工を実施した。今年チングルマ、スゲ属の植物進入が見られた。



写真5 施工箇所No.10板柵工

池塘の堤を板で補修した箇所がよく水止めされており、水も全面に溜っている。池塘内の植生も昨年より多くなっている。



写真6 施工箇所No.12むしろ張工

歩道跡の平坦な裸地面に施工した箇所であるが上段斜面からの流水が多く、侵食され、自然水路を作っている。

(4) 試験施工地の土砂堆積状況の変化

土砂堆積状況を設置時から昭和54年度の第7回測定までの変化について比較検討を行った。

堆積土砂量の測定結果は表Ⅱ-1-4及びⅡ-1-5に示したとおりであり、その変化状況を図Ⅱ-1-4のグラフに示した。

a. 堆積土砂が満砂状態にある施工地は、

№4-③(堆積深10.0cm)、№4-⑤(14.8cm)、№7-②(11.5cm)、№7-④(13.0cm)、№9-①(13.3cm)、№9-②(10.0cm)、№9-③(10.0cm)の計7施工地あり、前半の第6回に比べ4施工地において多くなっている。

b. 堆積土砂が前年より増えている施工地は、№3(増加高+2.9cmで堆積深20.2cm)、№5(+8.5cmで8.5cm)、№7-⑤(+7.5cmで7.5cm)、№8(+7.7cmで10.5cm)、№10(+12.3cmで14cm)、№11(+1cmで21.0cm)の計6施工地において増加傾向を示していた。

c. 堆積土砂が前年と同じ施工地は、

№2(増加高±0cmで堆積深21.2cm)、№4-②(±0cmで8.0cm)、№4-④(±0cmで4cm)、№6(±0cmで-3cm)、№9-①(±0cmで5.3cm)、№9-②(±0cmで0.2cm)の計6施工地が前年と同じ堆積深であった。

d. 堆積土砂が前年より減少している施工地は、

№1(-2.8cmで堆積深27.8cm)、№4-①(-1.8cmで0cm)、№7-①(-2cmで16cm)、№7-③(-1.2cmで4.0cm)の計4施工地であった。

以上が54年度(第7回)測定時の土砂堆積状況である。

また、施工地の工作物と土砂堆積状況の変化について検討してみると-

- (a) 満砂状態をなしている工作物は丸太積工によるものである。
- (b) 徐々に堆積し、前年に比べて増加しているものは丸太積工、板柵工、蛇籠工であり堆積の効果が大きい。
- (c) 土砂堆積が増加も減少もしておらず前年と同じ堆積深を示している工

作物は丸太積工と板柵工である。

(d) 堆積土砂が侵食や流出で減少している工作物は粗石積工と丸太積工であり、粗石積工においては石積の組み合わせを十分にしない限り、一時的な流れは抑止しても、堆積し安定するには至らない。丸太積工においては側方の侵食や底抜けによるものであるが、抜けているものをそのままにして経過を見たが土砂の堆積はなく、抜け部が拡大された。これに対し、抜け部に石詰めなどによって補強したものは堆積効果の回復が見られ、若干の注意によって効果の回復がはかれることを示している。

— ことなどが明らかになった。

表Ⅱ-1-4 堆積土砂量測定結果一覽表

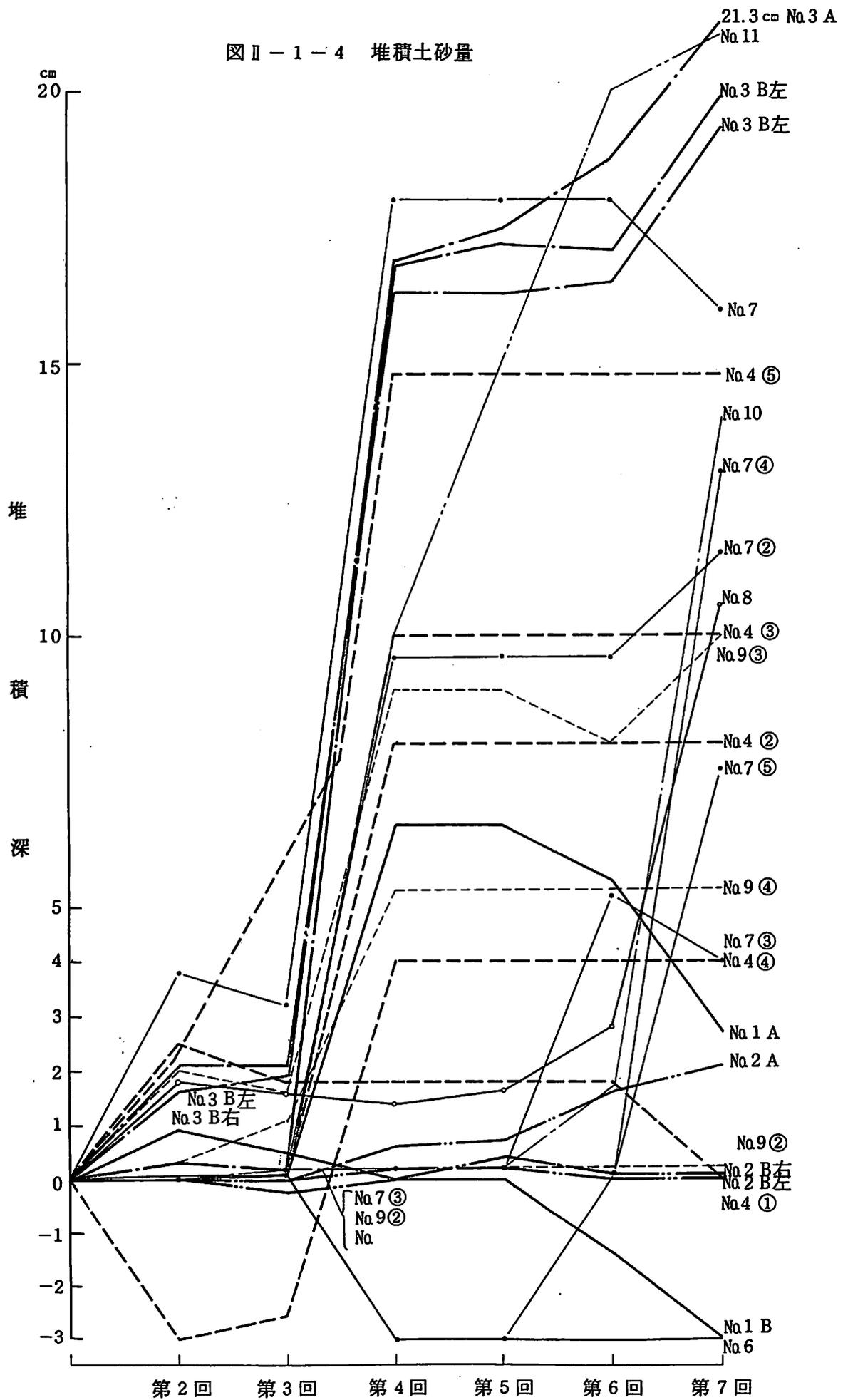
工作物 及測定 点番号	杭区分	設置時 52年9月10日	第2回 測定 52.9.14	第3回 測定 52.10.6	第4回 測定 53.7.9	第5回 測定 53.8.7-9	第6回 測定 53.10.5	第7回 測定 54.9.19	備考	施工地 附近傾 斜集水 面積
粗石積工 厩 1	A	地上高 30.5cm 堆積深	30.5cm 0	30.4cm 0.1	24.0cm 6.5	24.0cm 6.5	25.0cm 5.5	27.8cm 2.7		11° (12m²)
	B	地上高 22.0 堆積深	21.1 0.9	21.5 0.5	22.0 0	22.0 0	23.4 -1.4	25.0 -3.0		
丸太積工 厩 2	A	地上高 17.6 堆積深	17.6 0	17.6 0	17.0 0.6	16.9 0.7	16.0 1.6	15.4 2.1		1° (14m²)
	B 左	地上高 21.0 堆積深	21.0 0	21.0 0	20.8 0.2	20.8 0.2	21.0 0	21.0 0		
		地上高 21.4 堆積深	21.4 0	21.6 -0.2	21.4 0	21.0 0.4	21.3 0.1	21.3 0.1		
	B 右	地上高 21.4 堆積深	21.4 0	21.6 -0.2	21.4 0	21.0 0.4	21.3 0.1	21.3 0.1		
丸太積工 厩 3	A	地上高 40.5 堆積深	40.2 0.3	40.3 0.2	23.6 16.9	23.0 17.5	21.7 18.8	19.2 21.3		9° (20m²)
	B 左	地上高 34.0 堆積深	31.9 2.1	31.9 2.1	17.2 16.8	16.8 17.2	16.9 17.1	14.0 20.0		
		地上高 33.3 堆積深	31.7 1.6	31.4 1.9	17.0 16.3	17.0 16.3	16.8 16.5	13.9 19.4		
	B 右	地上高 33.3 堆積深	31.7 1.6	31.4 1.9	17.0 16.3	17.0 16.3	16.8 16.5	13.9 19.4		
粗石積工 丸太積工 厩 4	①	地上高 8.0 堆積深	5.5 2.5	6.2 1.8	6.2 1.8	6.2 1.8	6.2 1.8	8.0 0	①~③ は下流 部より の番号 ④~⑤ は②③ の間に 入る小 支下流 からの 番号	3~10° (30m²)
		地上高 14.0 堆積深	14.0 0.0	14.0 0.0	6.0 8.0	6.0 8.0	6.0 8.0	6.0 8.0		
	③	地上高 10.0 堆積深	10.0 0.0	10.0 0.0	0.0 10.0	0.0 10.0	0.0 10.0	0.0 10.0		
		地上高 9.0 堆積深	12.0 -3.0	11.5 -2.5	5.0 4.0	5.0 4.0	5.0 4.0	5.0 4.0		
	⑤	地上高 14.8 堆積深	12.5 2.3	7.5 7.3	0.0 14.8	0.0 14.8	0.0 14.8	0.0 14.8		
丸太積工 厩 5		地上高 14.0 堆積深	14.0 0.0	14.0 0.0	14.0 0.0	14.0 0.0	14.0 0.0	5.5 8.5		15° (20m²)
丸太積工 厩 6		地上高 13.0 堆積深	12.9 0.1	12.9 0.1	16.0 -3.0	16.0 -3.0	16.0 -3.0	16.0 -3.0		9° (0.8m²)

工作物 及測定 点番号	杭区分	設 時 52年9月 10日	第2回 測 定 52.9.14	第3回 測 定 52.10.6	第4回 測 定 53.7. 9	第5回 測 定 53.8.7-9	第6回 測 定 53.10.5	第7回 測 定 54.9.19	備 考	施工地 附近傾 斜集水 面積
丸太積工 № 7	①	地上高 18.0cm	14.2cm	14.8cm	0.0cm	0.0cm	0.0cm	2.0cm	下流部 より① ②…… となる	8° (25m ²)
		堆積深	3.8	3.2	18.0	18.0	18.0	16.0		
	②	地上高 9.6	9.6	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0		
		堆積深	0.0	0.2	9.6	9.6	9.6	11.5		
	③	地上高 9.6	9.6	9.4	9.4	9.4	4.4	5.6		
堆積深		0.0	0.2	0.2	0.2	5.2	4.0			
④	地上高 13.0	13.0	13.0	16.0	16.0	13.0	0.0			
	堆積深	0.0	0.0	-3.0	-3.0	0.0	13.0			
⑤	地上高 13.0	13.0	13.0	16.0	16.0	13.0	5.5			
	堆積深	0.0	0.0	-3.0	-3.0	0.0	7.5			
板柵工 盛土工 № 8	工作物	地上高 17.8	16.0	16.2	16.4	16.2	15.0	2.3		6° (30m ²)
		堆積深	1.8	1.6	1.4	1.6	2.8	10.5		
	左 杭	地上高 31.6	31.4	31.5	32.4	32.4	33.3	35.6		
		堆積深	0.2	0.1	-0.8	-0.8	-1.7	-4.0		
右 杭	地上高 31.5	31.3	31.4	31.7	31.7	33.2	33.5			
	堆積深	0.2	0.1	-0.2	-0.2	-1.7	-2.0			
板柵工 丸太積工 № 9	①	地上高 13.3	13.0	12.2	8.0	8.0	8.0	8.0	下流部 より① ②…… となる	9° (50m ²)
		堆積深	0.3	1.1	5.3	5.3	5.3	5.3		
	②	地上高 10.0	10.0	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8		
		堆積深	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
	③	地上高 10.0	8.0	8.4	1.0	1.0	2.0	0.0		
		堆積深	2.0	1.6	9.0	9.0	8.0	10.0		
板柵工 № 10	工作物	地上高 16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	14.8	2.5		0° (45m ²)
		堆積深	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	14.0		
	左 杭	地上高 18.4	18.4	18.6	18.6	18.6	18.6	18.0		
		堆積深	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.4		
	右 杭	地上高 17.8	17.8	17.9	17.9	17.9	17.9	17.0		
		堆積深	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.8		
蛇籠工 № 11	工作物	地上高 30.0		30.0	20.0	15.0	10.0	9.0		9° (5500m ²)
		堆積深			10.0	15.0	20.0	21.0		

※ №10の設置時は52.9.11

※ №11の設置時は52.9.18

图 II - 1 - 4 堆积土砂量



表Ⅱ-1-5 54年度 土砂堆積状況の変化

施 工 地	工 作 物	第6回堆積高 (S 53.10.5)	第7回堆積高 (S 54.9.19)	54年度増加量
№ 1	粗石積工	5.5 cm	2.7 cm	-1.8 cm
№ 2	丸太積工	21.2	21.2	0
№ 3	丸太積工	18.8	21.3	+2.5
№ 4-①	粗石積工	1.8	0.0	-1.8
" -②	丸太積工	8.0	8.0	0
" -③	丸太積工	10.0	10.0	0
" -④	トタン止	4.0	4.0	0
" -⑤	丸太積工	14.8	14.8	0
№ 5	丸太積工	0.0	8.5	+8.5
№ 6	丸太積工	-3.0	-3.0	0
№ 7-①	丸太積工	18.0	16.0	-2.0
" -②	丸太積工	9.6	11.5	+1.9
" -③	丸太積工	5.2	4.0	-1.2
" -④	丸太積工	0.0	13.0	+13.0
" -⑤	丸太積工	0.0	7.5	+7.5
№ 8	板柵工	2.8	10.5	+7.7
№ 9-①	板柵工	5.3	5.3	0
-②	丸太積工	0.2	0.2	0
-③	丸太積工	8.0	10.0	+2.0
№ 10	板柵工	1.7	14.0	+12.3
№ 11	竈籠工	20.0	21.0	+1.0
計		151.9	200.5	48.6
平 均		7.2 cm	9.5 cm	2.3 cm

2. 侵食土砂量の測定

52年度設けた侵食土砂量測定杭について測定調査を行った。

今回の測定は第7回目であるが、その侵食状況を前年度の第6回目と比較検討することとした。結果は表Ⅱ-2-1及びⅡ-2-2のとおりである。

尚、これを図Ⅱ-2-1でグラフ化して見た。

a. 前年度よりさらに侵食が進んでいる測定は8杭(全11杭)あり、特に№5(+4.55 cm)、№11(+4.45 cm)、№7(+2.30 cm)の測定杭における侵食が大きく、他の杭においても1 cm以上の侵食が見られる。

b. 前年度と同じ測定値で侵食の進んでいない測定杭は№6の草地上に設けられた杭だけである。

c. 前年度に比較し堆積の見られた測定杭は、道路放水口の流路上に設けたNo 10の杭で7.3 cmの堆積がある。

以上が各測定杭における侵食状況であるが、植生被害型との関係はあまり見られなかった。しかしながら、裸地上における侵食は植生地上よりも多く、植生による侵食防止効果が伺える。

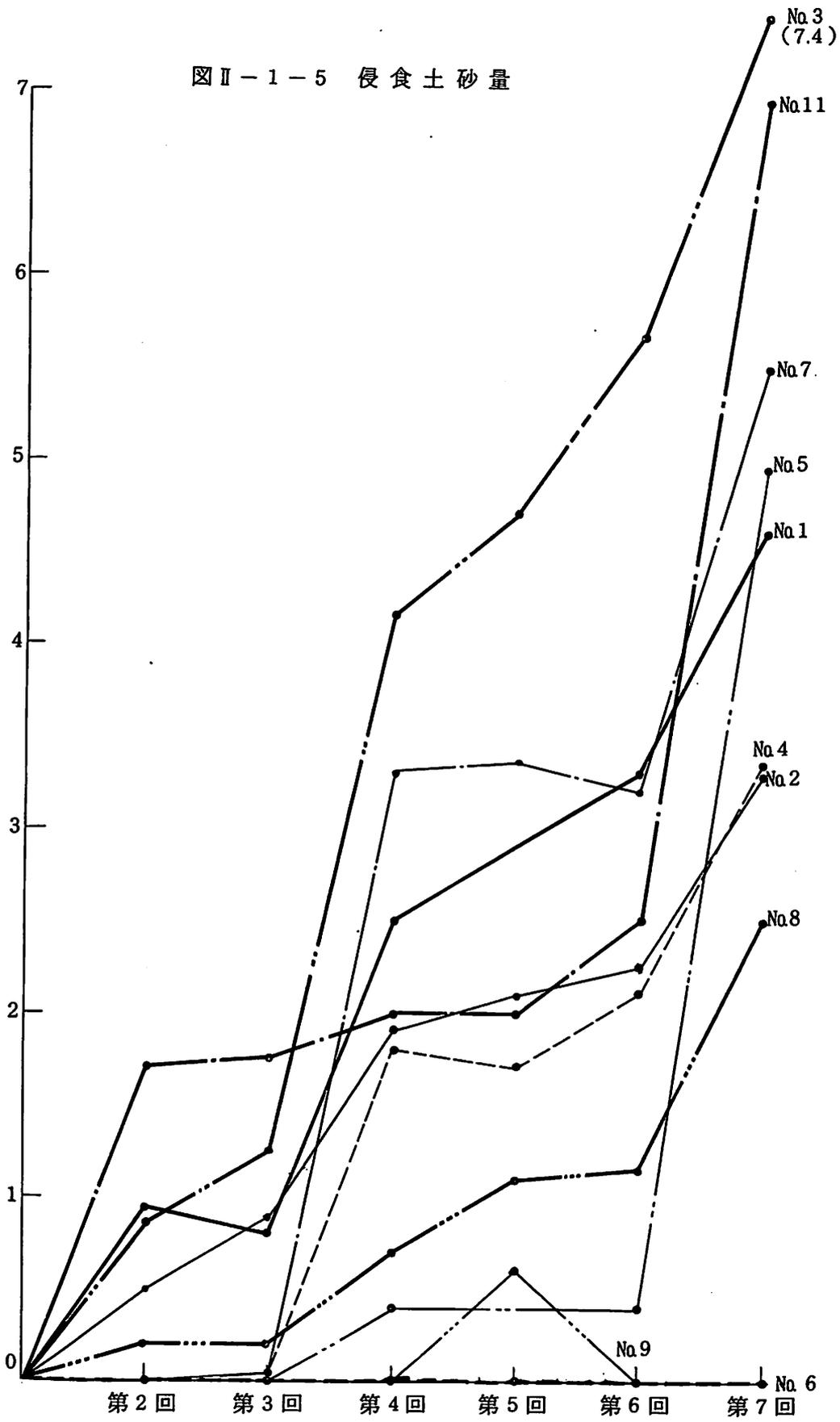
また、54年度における各測定杭の侵食量は2.00 cmであり、平均年侵食量を約2 cmとすると、この地域(20 HA)では年に4,000 m²、比重1.4として、5,600 tの土砂が流下していることになる。

表Ⅱ-2-1 侵食土砂量測定結果一覧表

杭番号	測定回数	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	設置箇所	植生被害型
	月日	昭和52年 9月14日	昭和52年 10月6日	昭和53年 7月9日	昭和53年 8月7~9日	昭和53年 10月5日	昭和54年 9月19日		
№ 1	左	1.3 cm	0.8 cm	2.6 cm	2.8 cm	2.8 cm	5.2 cm	工作物 №1の 上部に設置	植生孤立型の裸地上
	右	0.6	0.8	2.4	3.0	3.8	4.0		
	平均	0.95	0.80	2.50	2.90	3.30	4.60		
№ 2	左	0.5	0.8	2.0	2.2	2.5	3.3	" {№2 №3} "	同 上
	右	0.5	1.0	1.8	2.0	2.0	3.3		
	平均	0.50	0.90	1.90	2.10	2.25	3.30		
№ 3	左	1.2	1.8	4.0	4.8	5.7	7.3	" №4 "	土砂段差の裸地上
	右	0.5	0.7	4.3	4.6	5.6	7.5		
	平均	0.85	1.25	4.15	4.70	5.65	7.40		
№ 4	左	0.0	0.0	1.6	1.2	1.5	2.9	" №4 "	同 上
	右	0.0	0.1	2.0	2.2	2.7	3.8		
	平均	0.00	0.05	1.80	1.70	2.10	3.35		
№ 5	左	0.0	0.0	0.8	0.8	0.8	4.6	" №5 "	線的滑落型の裸地上
	右	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3		
	平均	0.00	0.0	0.40	0.40	0.40	4.95		
№ 6	左	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	" №6 "	線的滑落型初期の草地上
	右	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	平均	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00		
№ 7	左	0.0	0.0	2.2	2.4	2.0	4.0	" №7 "	局所混交型の裸地上
	右	0.0	0.1	4.4	4.3	4.4	7.0		
	平均	0.00	0.05	3.30	3.35	3.20	5.50		
№ 8	左	0.0	0.0	0.4	0.4	0.5	0.5	" №9 "	線的滑落型の裸地上
	右	0.4	0.4	1.0	1.8	1.8	4.5		
	平均	0.2	0.2	0.70	1.10	1.15	2.50		
№ 9	左	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	測定杭 不明	放水口から の流路上	草地上
	右	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	平均	0.00	0.0	0.00	0.60	0.00			
№ 10	左	0.0	0.0	測定不能			-6.2	放水口から の流路上	土砂段差型
	右	0.0	0.0				-8.4		
	平均	0.00	0.0				-7.30		
№ 11	左	2.0	2.1	2.0	2.0	2.5	5.9	同 上	土砂段差型 杭を打ち込んだ影響で過 度に掘られた 実際は1cm程度と推定さ れる
	右	1.4	1.4	2.0	2.0	2.5	8.0		
	平均	1.70	1.75	2.0	2.0	2.5	6.95		

※ 第1回は設定時で昭和52年9月10日~12日

图 II-1-5 侵食土砂量



※ No. 9 第7回测定不能

※ No. 10 第7回 - 7.3

表Ⅱ-2-2 昭和54年度侵食量調査表

測定杭	植生被害型	第6回侵食量 (S 53.10.5)	第7回侵食量 (S 54.9.19)	54年侵食量 (差)
16 1	植生孤立型	3.30 cm	4.60 cm	1.30 cm
16 2	植生孤立型	2.25	3.30	1.05
16 3	土砂段差型	5.65	7.40	1.75
16 4	土砂段差型	2.10	3.35	1.25
16 5	線的滑落型	0.40	4.95	4.55
16 6	草地上	0.00	0.00	0.00
16 7	局所混交型	3.20	5.50	2.30
16 8	線的滑落型	1.15	2.50	1.35
16 9	草地型	0.00	—	—
16 10	土砂段差型	—	- 7.30	—
16 11	土砂段差型	2.50 cm	6.95 cm	4.45 cm
計		20.55 cm	38.55 cm	18.00 cm
平均		2.06 cm	4.28 cm	2.00 cm

参考 52～53年の平均侵食量は1.56 cm

3. 関連する気象条件

土砂の堆積・侵食の大小は気象条件、特に雨量に左右されることが考えられる。

昭和50～54年の7～9月の気象(雨量)は立山ロボット雨量計によると次表のとおりである。参考までに富山気象台の測定値を併記した。

表Ⅱ-3-1 夏期の月別雨量

年	立山ロボット雨量計(標高2,340 m)				富山気象台(標高9 m)			
	7月	8月	9月	計	7月	8月	9月	計
昭和50年	608	301	401	1,310	—	—	—	—
51	405	1,103	450	1,958	—	—	—	—
52	455	365	178	998	72	144	106	322
53	221	321	521	1,063	31	197	269	497
54	778	536	552	1,866	190	300	256	746
平均	493	522	420	1,439	97	214	210	521

これによると54年は、52年の約2倍、53年の約1.8倍の降雨でとくに7月が著しく多雨年であった。

試験地における土砂堆積グラフ(図Ⅱ-1-4)では余り大きな上昇を示していないが、侵食土砂量のグラフ(図Ⅱ-2-1)では急上昇している。

6～9月の日雨量は表Ⅱ-3-2のとおりであるが、日雨量100mm以上の日が6日もあったり、最大時雨量は74mmも示している。降雨量と侵食量を対比すると表Ⅱ-3-3のとおりで、降雨が多いと侵食量の増加が見られるが、雨量強度も問題になろう。

侵食量は雨によって大きく増加するが、土砂は降雨量が大きいと流水と共に流去されることが多く、また施工地の土砂堆積余裕がなければ、ほとんど流去するための堆積量は侵食量と必ずしも同じ傾向を持たないことになるであろう。

表Ⅱ-3-2 昭和54年6月～10月降雨量

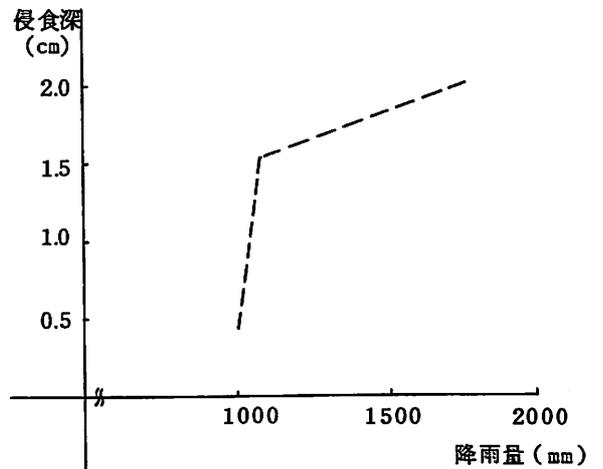
(単位：mm)

日 雨 量		(立山ロボット雨量計)				
日	月	6月	7月	8月	9月	10月
1		—	118	—	—	83
2		—	148	—	27	—
3		—	13	30	2	22
4		—	—	57	32	17
5		—	—	8	64	2
6		—	—	18	5	1
7		—	—	45	51	33
8		—	9	—	—	73
9		—	—	—	—	—
10		—	13	—	—	—
11		—	87	—	—	—
12		—	78	1	—	—
13		—	3	—	—	—
14		2	13	—	21	—
15		—	—	—	74	—
16		4	—	—	—	—
17		5	—	—	2	—
18		—	—	—	36	—
19		114	—	—	22	—
20		20	—	2	—	—
21		45	—	94	—	—
22		—	—	47	24	—
23		36	—	49	74	—
24		3	33	18	11	—
25		32	25	118	26	—
26		10	—	1	9	—
27		41	—	38	39	—
28		11	154	10	15	—
29		103	80	—	13	—
30		21	1	—	5	—
31		—	—	—	—	—
最大時雨量		—	33	22	74	
同起日/時		—	28/10	7/07	23/03	
計		447	778	536	552	

表Ⅱ-3-3 降雨量と侵食量

図Ⅱ-3-1 降雨量と侵食量のグラフ

年度	区分	夏 期 降 雨 量 (7~9月)	年 平 均 侵 食 (侵食杭)
昭和52年 (第3回)		998mm	0.45cm
53年 (第6回)		1,063	1.56
54年 (第7回)		1,866	2.00
平均		1,309	1.34



※昭和52年の侵食量は9月～10月の間

4. 53年度試験地調査

53年度は52年度に施行した施工試験地の推移状況を分析検討し、これらを参考にしながら天狗平において上流部、中流部、下流部から典型的な3地区を選びだし、各々について適当と思われる土砂安定の試験施工を行った。

施工地域は52年度に比してやや規模を広くとった。53年度試験施工地の概況を表Ⅱ-4-1、及び図Ⅱ-4-1に示す。

表Ⅱ-4-1 試験施工地の概況

施工区	面積	位置	植生被害型	説明
I	450 m ² (30 m × 15 m)	上	面堆積型	道路排水溝の放水口からの大量の流水によって侵食、堆積が盛んに行われている。 蛇籠工、むしろ籠工を二段構えに設置することによって水勢を弱め、堆積させた土砂の上に、むしろ張工を施して植生の導入を図る。
II	1,200 m ² (40 m × 30 m)	中	線的孤立型 (帯状)	流下地帯である。流水や踏み荒らしによって狭広、浅深、さまざまな線状、帯状の裸地がある。 丸太積工、板柵工、麻袋工、むしろ籠工等の土留工を設置して、水速を弱め土砂の堆積を図り侵食を防止する。 主として、各種の土留工について分析する。
III	900 m ² (30 m × 30 m)	下	植生孤立型 (面状)	裸地部が多く土砂の移動が激しい。傾斜が緩かなので、大部分はむしろ張工によって土砂の安定化を図り、要所要所に土留工を行う。 主として、むしろ張の方法について分析する。

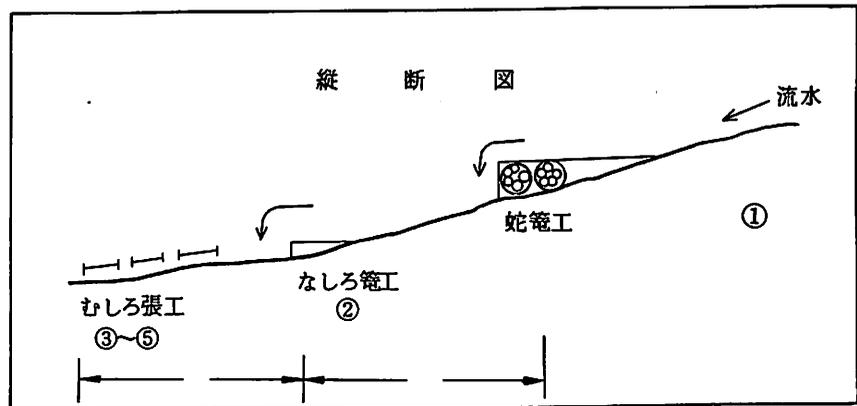
(1) 試験施工地-I

道路排水口の放出口から流れ出た大量の流水が地面に深い溝を掘って、50 mほど進んだ後、急に拡散して扇状地形を形成しているところである。扇の要から10 mほど離れたところ迄は、道路工事に使用した石礫が分布しており順次砂に変わっていた。52年度はここに、半径4.5 m、弧長9 m、有効高30 cmの蛇籠工の①を施工したため蛇籠工の内側には土砂が大量に堆積し満砂になっていた。53年度蛇籠工の設置によって流速はかなり衰えたが十分とはいえないという理由で、蛇籠工の外側に半径10 m、弧長14 m、有効高10 cmのむしろ籠工②を実施している。

つまり2段構えで流水を分散し、流速を減退させた土砂の侵食を防止し、土砂の堆積を図っている。

むしろ籠工下方の土砂が溜まっているところには、むしろ張工③～⑤を施して土砂の安定を図った。③は全面被覆、④は格子型被覆、⑤はむしろの2～3枚重ねと3種類の被覆法を試みた。各被覆法ごとに、むしろ一枚づつ播種している。

麻袋工⑥は段差のあるところに設置したものである。麻袋工とは麻袋(米などを入れている大きさ)粗石を詰めたものである。



54年度の状況

- 試験施工地の推移を見るために、工区内の各工作物6箇所の第3回目の有効高を測定することとした。結果は表II-4-2のとおりである。
- 後記の表から各工作物の有効高を前年度と比較するといずれも低くなっており、土砂の堆積が行われたことを示している。特に①'のむしろ籠工の有効高が1 cmとすでに満砂状態にある。

表II-4-2 試験地I有効高測定表

工作物 No	植生被害型	工 法	工作物の寸法	設置時有効高 (53年9月11日)	第2回有効 高測定値 (53年10月 6日)	第3回有効高 測 定 値 (54年9月 20日)	54年度 堆 積 高 (差)
①	面堆積型 (石礫)	蛇籠工	弧 長 900cm	20 cm	10 cm	9 cm	+1 cm
①'	"	むしろ籠工	弧 長 180cm	10	10	1	+9 cm
②	"	むしろ籠工	被覆面積 1,430cm	-	10	4	+6 cm
③	面堆積型 (泥土)	むしろ張工 (全面被覆)	" 21.6 m ²	-	-	-	-
④	"	(格子型)	" 11.7 m ²	-	-	-	-
⑤	"	" (2~3枚重ね)	" (むしろ使用面積) 18.0 m ²	30	-	-	-
⑥	土砂段差型	麻袋工	幅 100cm		23	21 cm	+2 cm

- また、むしろ張工においても③工作物で3~8 cm, ④工作物で1~5 cm, ⑤工作物で13~19 cmの土砂がむしろ上に堆積していた。
- 植生の分布状況は施工工作物内のほぼ中央にイワイチョウを主とした植物が5~6株見られ、土砂による植生の被害は前年度とあまり変化はなかった。

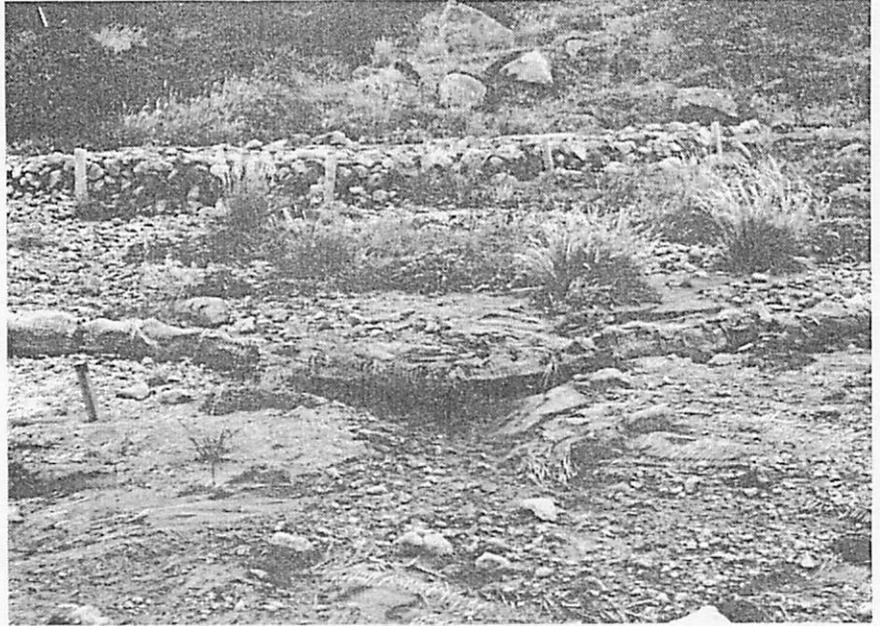


写真7 施工区I 蛇籠工, むしろ籠工

放水口下の施工箇所で上段の蛇籠工は土砂の堆積, 流水の拡散効果が見られるが下段のむしろ籠工は中央部が侵蝕され下段へ土砂が流出している。



写真8 施工区I むしろ張工

施工区最下段の平坦な裸地面にむしろ張工を行なったが上段のむしろ籠工の侵蝕により土砂が流入し, 大部分のむしろ上に土砂が堆積している。

(2) 試験施工地 - II

流下地帯である。流水や踏み荒しによって狭広、浅深さまざまな線状、帯状裸地がある。この施工地では侵食の防止を第一義とし、各種の土留工を試みその効果のほどを調べる目的で実施したところである。

52年度下流に向かって試験施工区の左端部に踏みつけによる狭く ($\frac{100 \text{ cm}}{60 \sim 200}$)、浅い ($\frac{20 \text{ cm}}{10 \sim 30}$) 線状裸地であるところに工作物①～②を設置した。①～③は丸太積工、④～⑥は麻袋工、⑦～⑧はむしろ籠工、⑨～⑩はむしろ籠工、⑪～⑫は板柵工である。各々傾斜、裸注の幅、深さを考慮して設置している。試験施工区の中央には幅広く ($\frac{600 \text{ cm}}{400 \sim 1000}$)、深い ($\frac{40 \text{ cm}}{30 \sim 60}$) 帯状の裸地がある。旧歩道で現在は利用者がほとんどいない。裸地は広がりつつあり孤立型の植生が裸地内にいくつか分布している。施工にあたっては、この取り残された植生、大岩を利用して工作物でつなぎ合わせるようにして土留をしている。工法はむしろ籠工⑬～⑭を主体とし粗石積工⑮～⑯、板柵工⑰～⑱もその効果には疑問はあるが一応施工している。⑲は軽度の線状裸地について、むしろ張工のみによる侵食防止を試みている。⑳～㉑は52年度施工した㉒の試験施工箇所である。丸太積工によって土留を行い、その堆砂部を使って植生導入の試験を行うこととした。即ち、㉑の堆積部には、播種、むしろ張工、㉒の堆砂部には、むしろ張工のみ、㉓の堆砂部はそのまま放置することにして、今後の推移を見守ることとしたところである。

土砂段差型のところにむしろ籠工を行ったのが㉔～㉕である。㉖～㉗は緩傾斜で土砂が堆積しているところに行ったむしろ張工である。

前記の施工区内における①～㉓の各工作物の堆積土砂状況を見るために第3回目の有効高を測定した。結果は表Ⅱ-4-3のとおりである。

表Ⅱ-4-3 試験施工地Ⅱの有効高測定表

工作物No	植生被覆型	工法	工作物の寸法	設置時有効高 (53年8月8日 9月11日)	第2回有効高 測定値 (53年10 月6日)	第3回有効高 測定値 (54年9月 20日)	54年度 堆積 (差)
①	線の滑落型 狭く浅い 線状裸地	丸太積工	幅 60cm	20cm	16cm	8cm	+8cm
②		"	60	16	12	10	+2
③		"	60	20	20	10	+10
④		麻袋工	幅 90	10	10	0	+10
⑤		"	90	10	7	0	+7
⑥		"	90	10	10	0	+10
⑦	植生孤立型 旧歩道で 広く深い 岩石が露出 した 帯状裸地	むしろ籠工	幅 200	25	24	10	+14
⑧		"	140	25	24	6	+18
⑨		板柵工	幅 95	20	17	0	+17
⑩		"	80	22	22	7	+15
⑪		"	100	16	15	0	+15
⑫		"	80	23	17	0	+17
⑬	線の滑落型 線の滑落型 植生孤立型 へ移行中	むしろ籠工	幅 330	25	22	7	+15
⑭		"	80	20	17	14	+3
⑮		"	280	25	22	12	+10
⑯		"	130	25	25	19	+6
⑰		"	520	20	16	1	+15
⑱		"	160	20	10	6	+4
⑲		粗石積工	幅 400	25	25	25	0
⑳		"	200	25	25	25	0
㉑		板柵工	幅 90	35	32	17	+15
㉒		"	180	35	29	35	-4
㉓	線の滑落型	むしろ張工	11.88m(長さ13.2m幅0.9m)	-	-	-	-
㉔	土砂段差型 面堆積型 (泥土)	丸太積工	幅 65cm	130	130	12	+1
㉕		"	115	130	130	11	+2
㉖		"	75	9.6	4.4	2	+2.2
㉗		丸木積工と むしろ張工	幅 80cm被覆面積1.80m ²	9.6	0.0	-	-
㉘		"	57 " 0.81	18.0	0.0	-	-
㉙		むしろ籠工	幅 80cm	10	10	0	+10
㉚	"	80	20	20	8	+12	
㉛	面堆積型 (泥土)	むしろ張工	被覆面積 2.70m ²	-	-	-	-
㉜	"	"	1.62m ²	-	-	-	-
平均			1949	1646	907	867	

54年度の状況

- 前記の表Ⅱ-4-3から各工作物の有効高を比較すると今回測定値が0cm(満砂)になっている工作物が7箇所(④~⑥, ⑨⑪⑫⑰)もある。これらはいずれも踏みつけによる線上植生被害型に施工された工作物に見られるものであり、施工区周辺の主な自然水道^{みずみち}で降雨時には相当量の流水量があるものと思われる。
- 工作物横側の侵食によって土砂の流出が見られるものが4箇所(④⑤⑥⑱)あり、工作物下の底抜けによるものが1箇所(⑳)で工種別では麻袋工とむしろ籠工及び板柵工の3種類である。しかしながら今回見る限りにおいては工種と堆積状況の関係はあまり目立ったものはなかった。
- 満砂に近い状況で工作物を乗り越えて流出しているものが3箇所(⑬⑰⑱)あるが、これとは逆に堆積0cmのものが粗石積工で2箇所(⑲⑳)も見られた。
- むしろ張工において植生のみられたものは4箇所(㉗㉘㉙㉚)あるが、いずれも2~3mm程度の草本類がむしろの上に付着している程度であり、一時的な植生の侵入で将来この植生が拡がってむしろ上を全面的に被覆するとは期待できないと思われる。

写真9 施工地Ⅱ ⑦~⑫
板柵工, むしろ
籠工

自然水路の線的な所に階断状に数箇所施工した所で、施工区Ⅱ内では最も良い堆積状況であった。





写真10 施工地Ⅱ ⑬～⑮ むしろ籠工

旧歩道跡の裸地部に施工した箇所であるが大きな石が多く地面が一定でないため堆積効果はあまりなかった。

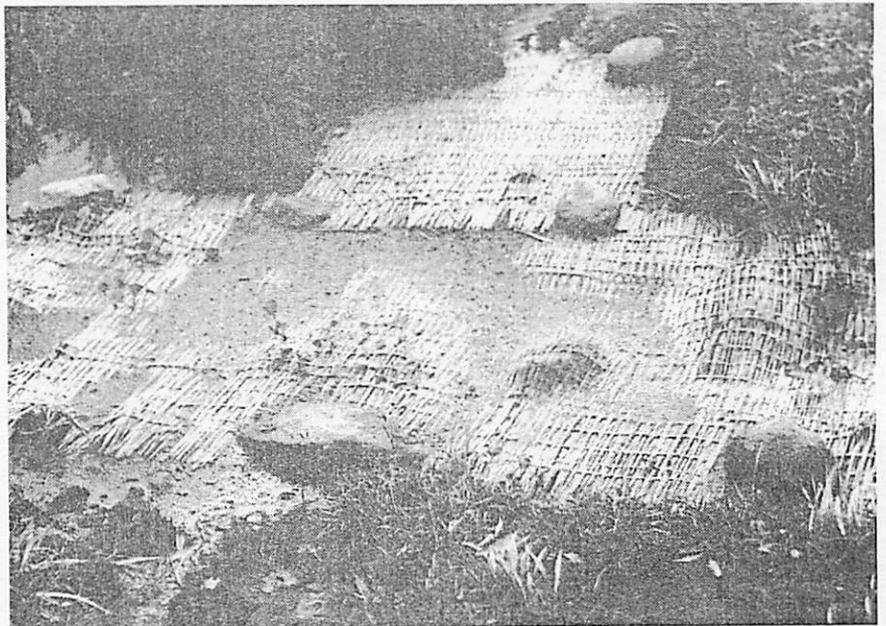


写真11 施工地Ⅱ むしろ張工

4 m²程度の裸地面をむしろで覆った所で大部分が埋土されているがイワイチョウの植生が見られるようになった。

(3) 試験施工地—Ⅲ

踏み荒らしによる裸地部が多く、旧歩道であったところは岩石地になっているが、泥炭の残っているところが多く、侵食が盛んにおこなわれており、土砂の移動が激しい。全体に傾斜が緩やかなので要所に土留をした程度で、前年度、主としてむしろ張工によって土砂の安定化を図った地区である。

工作物は全部で32箇所に施行してあるが、このうち①～④がむしろ籠工等による土留工で⑤～⑧がむしろ張工である。

尚むしろ張工には大きく分けて2通りの狙いがある。

第1はむしろが直接被覆している箇所において、

流水、凍結、融解等による土壌の流亡を防ぐ。

飛んでくる種子を捕える。

播種した場合、種子の拡散を防ぐ。

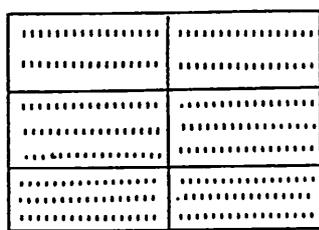
むしろ下の温度、湿度を保ち植生が生育しやすい環境を作る。

第2は、むしろの厚さによる土留工の役を期待する。土砂堆積効果と流速を弱める効果である。

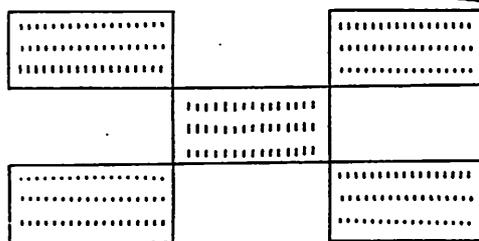
第1の目的を果たすには、むしろの全面被覆が普通一般に行なわれている。被覆箇所の土壌の侵食が進んでいない所は良いが、侵食が進んで表土が流出してしまっているような所は土砂を堆積させてから、むしろ張工をする方が良いと思われる。

第2の目的のためには、必ずしも全面被覆をする必要は無い。水を遊ばせながら土砂の堆積を図るために千鳥型、格子型の張り方を試みた。むしろの大きさを $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ にして施工したものを、 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ 千鳥型、 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ 格子型とする。

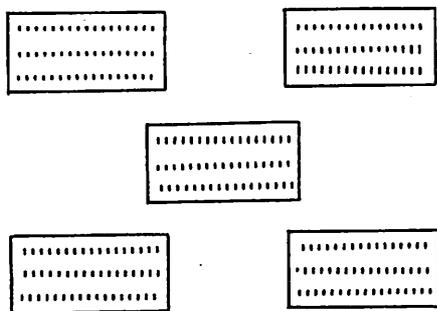
図Ⅱ-4-3 昭和53年度試験施地Ⅲ



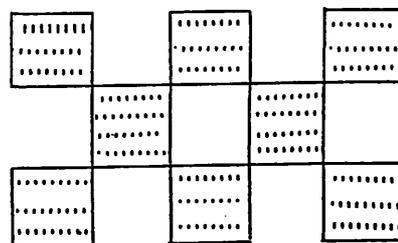
(全面被覆型)



(格子型)



(千鳥型)



($\frac{1}{2}$ 格子型)

むしろ一枚の厚さでは、第1の目的にも第2の目的にも足りないことも考えられるので、むしろを2重～3重に張り合わせた場合の効果も測定する。

前記の施工区内における①～⑨の各工作物の堆積土砂状況を検討するために第3回目の有効高を測定した。結果は表Ⅱ-4-4のとおりである。

表Ⅱ-4-4 53年度試験施工地Ⅲの測定表

工 作 物 №	植生被害型	工 法	工作物の寸法	設置時有効高 (53年8月8日 9月11日)	第2回有効 高測定値 (53年 10月6日)	第3回有効 高測定値 (54年 9月20日)	54年度 堆積高 (差)
①	全体的に	むしろ籠工	幅 100 cm	20 cm	0 cm	0 cm	0 cm
②	見れば植	"	50	7	0	0	0
③	生孤立型	"	100	25	3	0	+ 3
④	である。	丸太積工	幅 90	27	20	15	+ 5
⑤	細く見れ	"	60	18	10	3	+ 7
⑥	ば土砂段	"	110	20	20	10	+ 10
⑦	差型線的	むしろ籠工	幅 110	11	0	0	0
⑧	滑落型の	"	60	13	0	0	0
⑨	部分であ	むしろ籠工	幅 180	25	19	12	+ 7
⑩	る。	"	300	25	5	0	+ 5
⑪	傾斜は急	むしろ籠工	幅 80	16	0	0	0
⑫		"	120	10	10	3	+ 7
⑬		板 柵 工	幅 140	20	20	14	+ 6
⑭		麻 袋 工	幅 90	20	0	2	- 2
⑮	植生孤立	むしろ張工	3.24				
⑯	型のうち	"	4.86				
⑰	の緩傾斜	"	3.15				
⑱	部	"(格子型)	4.77				
⑲		"	4.86				
⑳		"(1/2千鳥型)	7.29				
㉑		"	1.53				
㉒		"(1/2千鳥型)	8.82				
㉓		"	9.72				
㉔		"(1/4千鳥型)	1.44				
㉕		"	5.49				
㉖		"	2.25				
㉗		"	6.84				
㉘		"(格子型)	6.30				
㉙		"(2枚重ね)	m^2 (むしろ6.48) 3.24				
㉚		"(全面, 隔面)	14.67				
㉛		"(1/2格子型)	4.23				
㉜		"	3.96				

5 4 年度の状況

- 前記の表Ⅱ-4-3から各工作物の有効高を比較すると全体的に低くなっているが、今回測定値が0 cm(満砂) になっている工作物が7箇所(①~③, ⑦⑧⑩⑪)もあるが、これらはいずれもむしろ籠工の施工箇所だけであった。
- 侵食による土砂の流出は殆んどないが、上記の満砂になった箇所については工作物の上や工作物横から乗り越えて、下流部に流出している程度である。
- むしろ張工においては、むしろの上の土砂が堆積しているのが全部で16枚程度あるが、全面的に土砂で覆われているのは3枚だけで、他はむしろの一部分だけであった。
- 植生の分布が確認されたのは11枚あるが、その状況はむしろの上に2~3 mm程度のものが点在しているだけであり、イワイチョウやスゲ属(Carex)の自然植生の侵入が見られたのは2枚であった。



写真12 施工地Ⅲ ⑭~⑳ 麻袋工, むしろ張工

水路に麻袋工を施置して土砂を堆積し, その堆積面をむしろで覆い植物の導入をはかる。

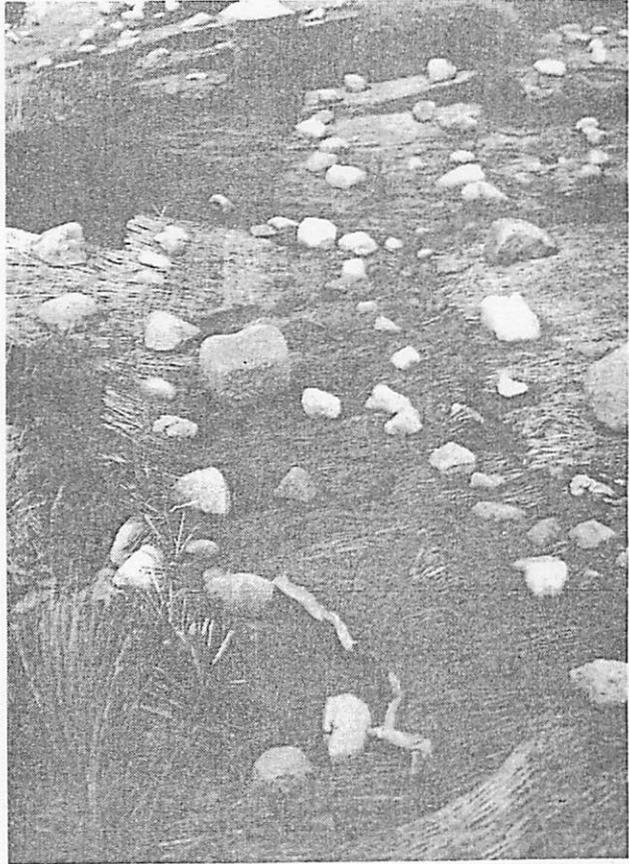


写真13 施工地Ⅲ㊸ むしろ張工
裸地面にむしろ張工を施工し斜面の安定と植生の導入を
図ったが土砂によってむしろが埋土している箇所が多い。

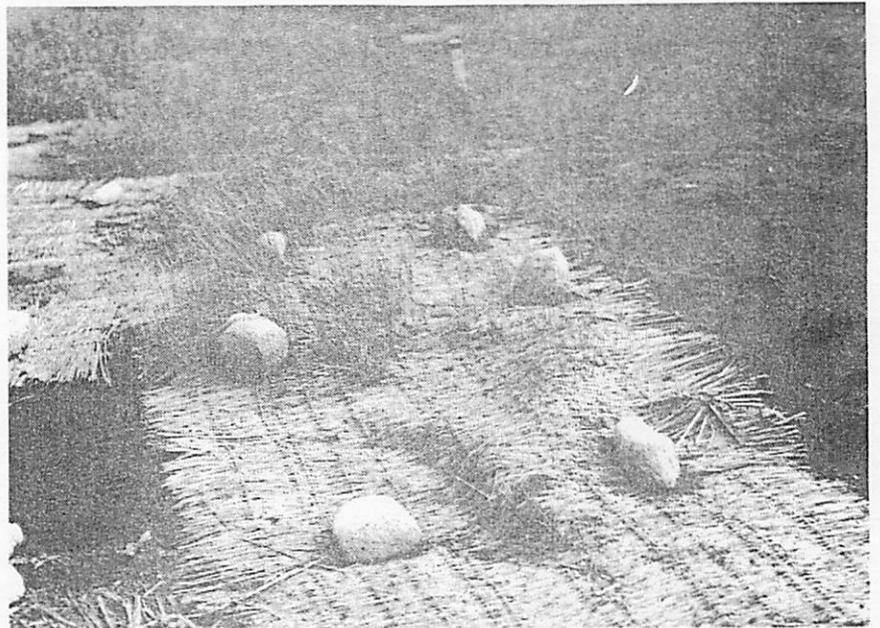


写真14 施工地Ⅲ㊹ むしろ工
比較的裸地面が安定している箇所で周辺植生の進入が
見られた。

III 54年度実験施工地調査

今年度は植生被害跡地の緑化をめざす前段階として、52年度の試験箇所、53年度の試験施工地で実施された成果をふまえて緑化が可能である方法を目的として実験施工に入ることとした。

すなわち、従来の試験施工に対して実験施工の具体的な考え方は以下のとおりである。

過去2年間は残存している植生を維持し、出来ればそれを拠点として植生をつなげて行くにはどうしたらよいか。それには流亡して行く土砂を何とかとめて、残存植生からの侵入を容易にしたり、少なくとも残存植生がこれ以上侵食されないことが必要である。また水を走らせることによってえぐり取られることが多い。水を走らせてはいけない(51年度の結論)。51年度の結論から、さてそれには具体的にどうするか。試験をやってみよう。水を走らせないことと土をためる、これ以上えぐらせないことを目的として、丸太、石積、石をむしろでくるんだもの、大きなものは蛇籠を入れてどうなるかとかく施工した(52年度)。

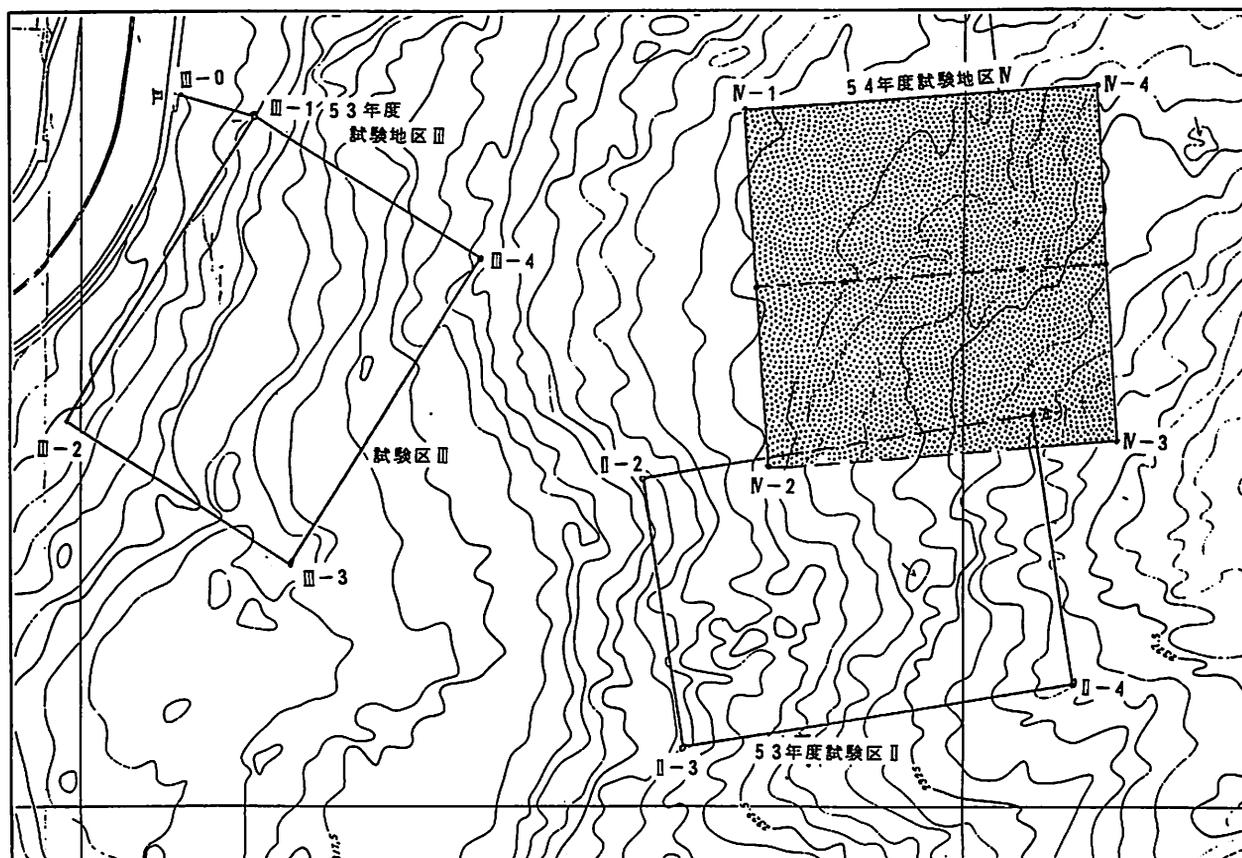
工法によって違いはあるが、或る程度の成果をみとめられたが、なお今後の経過を見る必要があった(52年の成果を53年に見て)。土砂の落着いた処をえらんで、これ以上水で土砂が洗い流されないよう、植生の侵入が容易になるようにむしろを色々のスタイルで被って見た。中には種子をまいて(53年度)、54年度はこれらの経過を見るのが一つと、それらの成果をふまえて、試験段階から一步前進して実験施工に入ることとした(54年度)。

実験施工となると、成果を期待しなければならない。成果すなわち、まいた種子が生え、植生として残ることである。そして、それらが一面に地表を被うことである。このためには成功すると考えられる手段をとらねばならない。

1. 実験施工地の場所選定

実験施工となれば播種した種子が将来植生として残る成果が期待されるものでなければならない。しかしながら、この成果は実験地の立地条件（流量、傾斜、地形、土壌）に大きく左右されるものである。そこで今回の施工地選定にあたっては、精密地形図 1/500、空中写真並びに現地踏査をふまえて、成果が期待できると思われる地区、すなわち、傾斜が緩く平坦地で著しい流水の水道が少なく、土壌もまだ残っている地区を選定することとした。位置は自動車道の標高 2,312.6 m 地点にある地藏尊（石仏）から南東方向（方位 134° ）へ約 25 m 入った所である。（図Ⅲ-1-1 参照）

図Ⅲ-1-1 昭和54年度試験施工位置図



2. 実験施工地の緑化工法の検討

立山において、これまでに行われてきた緑化工法は播種、緑化むしろ、移植、株分け、挿木等の工法が施工あるいは試験されている。本調査においても、種子のじか蒔やむしろ張による試験施工を実施してきた。しかしながら、その成果はむしろの上に2～3mm程のミノボロスゲが点在している程度で、しかも、植物導入の確認ができたのは5～6枚のむしろ上だけであった。

今年の緑化工の実験施工にあたっては、植生導入の成果を第一義としなければならず、(1)使用種子、(2)施工方法、(3)施工時期等の緑化工法を検討することとした。

今回使用した検討資料は本調査でこれまでに行われてきた調査結果と立山ルート緑化研究委員会、立山黒部貫光株式会社による「立山ルート緑化研究報告書第一報（昭和49年1月）」を参考資料とした。

(1) 使用種子の検討

当調査地は中部山岳国立公園に含まれ、標高2,300mといった特別な環境条件にあり、種子の使用にあたっては現地産高山植物による緑化工を原則として、種子の発芽試験、生長試験、挿木試験の各試験結果から使用種子を選定することとした。

a. 種子の発芽試験……（参考資料「立山ルート緑化研究報告書」小林貞作）

小林氏は立山荒廃地の高山植物による緑化実験において、富山大学の研究室と室堂平の現地で発芽試験を行っている。結果は表Ⅲ-2-1のとおりである。

表Ⅲ-2-1 高山植物の種子発芽試験結果
(1968年, 1970年および1971年の3カ
年平均)

Comparison of the germination percent of alpine plants
in different altitude (average of three years:1968,1970
and 1971)

区分	種名	平地(大学)		現地(室堂平)	
		%	順位	%	順位
草 本 植 物	ミノボロスゲ	73.3	4	70.5	2
	ショウジョウスゲ	42.1	14	23.8	12
	ヤチカンスゲ	11.5	25	10.1	19
	ヒロハノコメススキ	31.2	17	24.4	11
	オオヨモギ	53.0	11	30.5	9
	ヒトツバヨモギ	8.5	26	6.1	22
	チングルマ	77.2	3	73.0	1
	ワレモコウ	32.5	16	12.1	16
	ウラジロタデ	62.5	7	50.9	5
	メイゲツソウ	51.3	12	40.1	7
	タカネスイバ	71.0	5	30.2	10
	タカネギシギシ	62.2	8	35.4	8
	イワイチヨウ	43.2	13	22.2	13
	ウサギギク	41.1	15	9.3	20
	ノリクラアザミ	16.8	22	3.3	25
	ミヤマガラシ	80.2	1	55.1	4
	ミヤマキノキリンソウ	30.0	18	11.5	18
	ミヤマコウゾリナ	12.3	24	6.0	23
	ゼンテイカ	77.8	2	60.7	3
	ヨツバシオガマ	20.0	20	8.7	21
	シラネニンジン	19.4	21	11.6	17
	シナノオトギリ	68.4	6	14.5	15
	(ギシギシ)*	53.2	10	49.3	6
	(エノコログサ)*	59.9	9	5.5	24
木 本 植 物	ミヤマハンノキ	29.3	19	17.1	14
	ダケカンバ	13.8	23	3.0	26
	ウラジロナナカマド	2.0	27	0.6	28
	ナナカマド	1.5	30	0.0	30
	ハイマツ	1.7	28	0.3	29
	オオシラビソ	1.4	31	1.3	27
	ハッコウダゴヨウ	1.6	29	0.0	30

注:発芽しなかったもの:草本植物…ミヤマカンスゲ, ワタスゲ, ヒゲノガリヤス, ヌマガヤ,
ホスガヤ, イワガガミ, ゴマナ, ミヤマセンキュウ,
ハクサンイチゲ, ミヤマキンバイ, オヤマリンドウ, ヤ
ナギラン

木本植物…クロウスゴ, ミヤマザサ, ミネカエデ, ガンコウラン

* 対照試験のためにつかった平地産の雑草

前記の試験結果から大学構内と現地における発芽率を比較すると多少バ
ラツキはあるが, 現地において比較的正常的な発芽率を示したのは, チング
ルマ, ヒロハノコメススキ, ミノボロスゲ, ウラジロタデ, ゼンテイカ等
であった。木本類においては, ミヤマハンノキ, ダケカンバであるが発芽
率は低い。

b. 生長試験

小林氏は高山植物の生長量試験を大学講内、弥陀ヶ原、天狗平、室堂平で行い、①生長試験における標高差の比較、②2ヶ年間に於ける草本植物の累積生長の比較、③生長試験における標高差による草丈の比較をそれぞれ行っている。結果は表Ⅲ-2-2, 3, 4のとおりである。

①表Ⅲ-2-2 生長試験における標高差による初年度
草丈(cm)の比較(1970年)

Comparision of the plant growth late(cm) in different altitudes in the sowed year (1970).

種名	平地	弥陀ヶ原	天狗平	室堂平
	(大学)	(1,980m)	(2,300m)	(2,450m)
ヒロハノコメススキ	14.2	5.9	3.7	2.9
ミノボロスゲ	13.6	6.3	4.8	3.3
ショウジョウスゲ	9.9	3.3	2.5	1.9
チングルマ	3.1	1.4	1.1	0.8
ウラジロタデ	11.2	7.6	-	5.1
ゼンテイカ	20.1	9.3	-	3.8
ウサギギク	6.8	3.1	-	1.8
ミヤマハンノキ	6.5	2.2	1.5	1.1
ダケカンバ	5.2	1.9	1.0	0.7

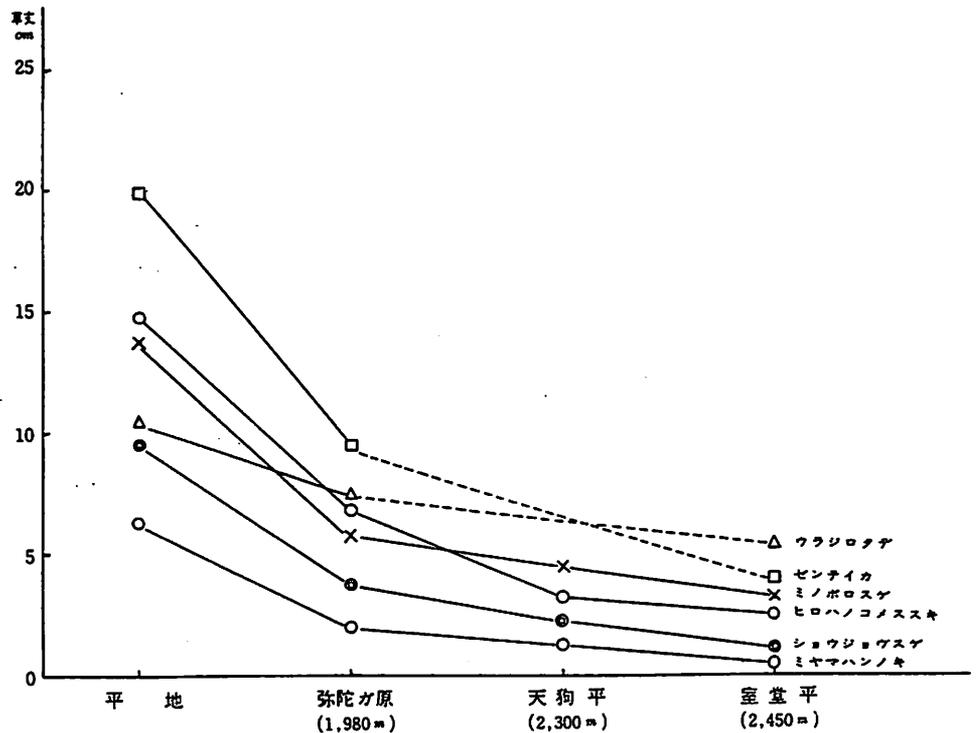
② 表Ⅲ-2-3 2ヶ年間に於ける草本植物の累積生長(cm)の比較
(1971年~1972年)

Comparision of the accumulated growth late(cm) during two years (1971~1972) in different altitudes.

種名	平地(大学)			弥陀ヶ原			室堂平		
	(A)1971	(B)1972	(A)-(B)	(A)1971	(B)1972	(A)-(B)	(A)1971	(B)1972	(A)-(B)
ヒロハノコメススキ	15.1	21.1	6.3	6.7	9.2	2.5	2.8	4.5	1.7
ミノボロスゲ	16.2	24.5	8.3	8.0	12.1	4.1	4.4	5.4	1.0
ショウジョウスゲ	11.5	19.7	8.2	4.2	5.7	1.5	2.2	2.8	0.6
チングルマ	3.4	4.1	0.7	1.2	1.7	0.5	0.9	1.1	0.2
ウラジロタデ	14.5	21.9	7.4	6.9	12.3	5.4	5.4	8.8	3.4
ゼンテイカ	20.3	25.8	5.5	10.3	12.5	2.2	4.0	4.6	0.6
ミヤマハンノキ	7.8	11.3	3.5	3.5	4.9	1.4	1.8	2.6	0.8
ダケカンバ	6.1	8.1	2.0	2.3	3.4	1.1	0.8	1.2	0.4

③ 図Ⅲ-1-1 生長試験における標高差による草丈(cm)の比較(1970年)

Comparison of plant growth (plant height, cm) cultured in different altitudes (1970)



前記の各表から共通して同じ傾向を示していることは、同一高山植物でも生育環境条件の異なる標高差によって、その生育生長に大きな差があり、どの植物を比較しても標高が高くなるにしたがって生長が減少していることである。

生長の良い草本植物は、ウラシロタデ、センテイカ、ミノボロスゲ、ヒロハノコメススキである。木本植物ではあまり良い生長を示しているものはない。

c. 移植及び株分け試験

小林氏は室堂平において、ヒロハノコメススキ、ヌマガヤ、ミノボロスゲが生育する自然植生の宿根、地下茎を包含したものを移植及び株分けして行っている。

この緑化方法は絶対的成功性を具えた方法であり、初年度の生長程度は少なくなるものの枯死するものではなく最も確実な方法である。しかしながら、この方法はその材料を得るのに大きな難点がある。

d. 挿木試験

小林氏は緑化達成期間の短縮という意味から、無性繁殖である挿木試験を大学構内、弥陀ヶ原、室堂平において行っている。

試験結果は表Ⅲ-2-4のとおりである。

表Ⅲ-2-4 高山植物の挿木試験結果
(1968年, 1970年および1971年の3カ年平均)

Results of plant cutting test in different altitudes
(average of tree years:1968, 1970 and 1971).

植 物 名	発 芽 (根) 率 (%)		
	平地(大学)	弥陀ヶ原	室 堂 平
オノエヤナギ	100.0	100.0	91.3
ミヤマヤナギ	85.5	91.5	88.2
タカネイワヤナギ	83.1	87.2	87.1
ハイマツ	0.0	—	0.0
ミヤマネズ	0.0	—	0.0
ナナカマド	0.0	0.0	0.0
ウラジロナナカマド	0.0	0.0	0.0
ダケカンバ	0.0	0.0	0.0
ミヤマハンノキ	0.0	0.0	0.0
クロマメノキ	0.0	0.0	0.0
ムラサキヤシオツツジ	0.0	—	—

前記の表から挿木における発根を示したものはヤナギ類だけであり、室堂平(2,450mm)の標高の高い所でも約90%の発根率を示している。しかしながら次年度の生長は著しく減少し、なかには枯死するものも生じており、他の植物においては全く発根はなく、植物生長ホルモン処理を行っても同じ結果であり、草本植物が全く使えない等の問題がある。

e. 使用種子の決定

前項のa~dまでの各種試験結果により立山地区における緑化用高山植物として適当と思われる高山植物は次のとおりである。

表Ⅲ-2-5 適当と考えられる立山地区緑化用高山植物

(小林貞作)

List of plants resulted for a suitable propagative planting for the destroyed area of Mt. Tateyama.

区 分	種 子 繁 殖		挿木繁殖
	草本植物	木本植物	木本植物
①弥陀ヶ原～室堂にまたがって適する植物 (標高：1,980～2,500 m)	ヒロハノコメススキ ミノボロスゲ ウラジロタデ ヌマガヤ ショウジョウスゲ チングルマ ミヤマアキノキリンソウ タカネスイバ オオヨモギ タテヤマアザミ イワイチヨウ シナノオトギリ ヒゲノガリヤス シラネニンジン	ミヤマハンノキ ダケカンバ ハイマツ ウラジロナナカマド	ミヤマヤナギ
②弥陀ヶ原地区に適するもの (標高：1,980～2,100 m)	①以外のものとして ワレモコウ メイゲツソウ ゼンテイカ ヤチカンスゲ タカネギンギシ ミヤマカンスゲ* ゴマナ* ヤマハハコ* ヤナギラン*	①以外のものとして ナナカマド ハッコウダゴヨウ オオシラビソ	オノエヤナギ
③室堂地区に適するもの (標高：2,200～2,500 m)	①以外のものとして ウサギギク ミヤマガラシ ヒトツバヨモギ ヨツバシオガマ* ミヤマキンバイ* ハクサンイチゲ* オヤマリンドウ*		タカネイワヤナギ

* 試験中のもので未発表だが緑化対象植物と考えられるもの

54年度の緑化工実験の使用植物選定にあたっては前記の表に出てくる植物の中から、さらに当地区における種子採取の難易度を加えて考慮することとした。結果は次のとおりである。

チングルマ、ヒロハノコメススキ、ミノボロスゲ、ショウジョウスゲ、ミヤマハンノキ、ナナカマドの草本植物4種、木本植物2種の計6種を使

用することとした。

(2) 施工方法の検討

本調査におけるこれまでの緑化工法は、種子の直播とむしろ張工の2種だけであったが、その成果は融雪時や降雨による流水によって土壌の侵食やむしろ張の埋土があり、将来に渡って植物が自生できると思われるものはなかった。

a. 緑化工における植物侵入生育の最も大きな要件は「表土部分が動かないこと」である。

本調査は植生被害による裸地帯であり、地形も大きな起伏もなく、流水時の水系も定らず相当量の流下水が裸地部を主に水道として流れることは現地においてしばしば観察され、このために、客土や施肥も流失されるおそれが多い。

今回は、植物の生育に適するような基盤を造成し、安定化させるため、現地において流水路になると思われる部分に麻袋工を施工する緑化基礎工と、客土、肥料、種子の流亡を防ぎ且、長期に維持されるような植生袋を使用した保護工を実施することとした。

b. 緑化工における早期生長の最も大きな要件は、「土壌の養分」である。

本調査地の植生被害跡地は、泥炭層や砂礫が表面に露出しており、発芽生長に不可欠な土壌と栄養分は全くない状態にある。

小林氏は室堂と黒部平における施肥試験結果を行っている。その施肥効果は顕著に現われ、立山といわず高山はすべて栄養欠乏を来たしているので生長という物質生産の裏付けとなる肥料分は必らず施してやらなければならないと指適している。

今回は、播種後速効性のある化成肥料と、持続的効果のある有機質肥料を加えた客土を施すこととした。

(3) 施工時期の検討

高山地帯の自然的条件はきびしいが、その中であって成長する高山植物の生育環境を適確に把握し、最も成果の期待できる時期に実施しなければならない。これについて温度と発芽条件などについて次のように考えた。

a. 温度は植物の生育を左右する最も大きな要素であると言われている。したがって播種時期が問題になる。

一年の大半は雪でおおわれ、わずかに6～9月が地表の見える期間であり、しかも、その間でも最高、最低の温度差は大きく、果して播種して発芽し成長するか疑問であったが、高山植物はわずかに2～3ヶ月の生育期間で発芽し、生長するものであり、生育可能な低温は -30°C 位という文献もあり、 0°C 附近でも生長し開花するものが多く、一般に高山植物の発芽可能な温度は -3°C ～ -5°C とされている。したがって寒さに対して特に考慮を払う必要はなく、むしろ秋口に播種されたものは天然の低温処理で翌春の発芽を順調にしているものである。

b. 水分は植物の生育に絶対不可欠なものであるが立山山系は降水量と積雪が多いため、水分に関する限りあまり問題とはならない。

以上のような生育条件から施工時期を検討すると、翌春の発芽状況を期待するとなれば秋季に播種を行い、冬期の天然低温処理によることが合理的と考えられる。

3. 実験地の設定

試験施工の域を脱して事業を前提とした実験試行であるが、その成否を検討するために施工に当って次のような組合わせを考え、今後の比較検討に資することとした。

(1) 施工々種

a. 直播，わらこも伏工：採集選定された種子を裸地面に直播し，その上をわらこもで伏せる工種である。

b. 植生袋工：種子，化成肥料，有機肥料，土壌を入れた植生袋を植生被害跡の裸地面に設ける工種である。

(2) 播種及び施肥量

播種量は植生被害裸地面に発芽したものが全面にわたって植生被覆できるだけの量を必要とするわけであるが，発芽試験で明らかなように植物の種類によってその発芽率は著しく違っており，種子量による植生被覆度の

比較や施肥量による生長比較はあまりなされていない。

そこで今回は使用種子量とその植生被覆度の成果を見るため、直接わらこも伏工と、植生袋工の各工種において種子、施肥量を4タイプに分けて施工することとした。

A. 直接わらこも伏工

A-aタイプ：最も多い量で裸地面1㎡当りの種子量を200g使用，無施肥。

A-bタイプ：2番目に多い種子量でaタイプの75%，1㎡当り150gを使用，無施肥。

A-cタイプ：3番目に多い種子量でaタイプの50%，1㎡当り100gを使用，無施肥。

A-dタイプ：最も少ない量でaタイプの25%，1㎡当り種子50g使用，無施肥。

B. 植生袋工

B-aタイプ：最も多い種子，施肥量で植生袋1枚当り，種子40g（760g/㎡），化成肥料45g（855g/㎡），有機肥料60g（1140g/㎡）

B-cタイプ：3番目の量でaタイプの50%，植生袋1枚当り，種子20g（380g/㎡），化成肥料30g（570g/㎡），有機肥料50g（950g/㎡）

B-dタイプ：最も少ない量でaタイプの25%，植生袋1枚当り，種子10g（190g/㎡），化成肥料20g（380g/㎡），有機肥料40g（760g/㎡）

今回緑化工法に植生袋を使用した理由は次のとおりである。

◎ 天狗平の植生被害地は泥炭層や砂礫地が多く，土壤の少ない所には特に客土施工の効果がある。

◎ 布製の網で作られた袋であり，降雨や流水などで袋中の土壤，種子，肥料，堆肥等の混合土は流出しない。また，種子の発芽，生長の支障にならない。

◎ 肥料，種子量が一定の基準で袋に入れることが出来て，施工が均一になる。

(3) 施工使用材料

今年度の実験施工に用いた材料は次のとおりである。

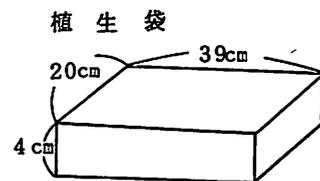
種子：チングルマ，ヒロハノコメススキ，ミノホロスゲ，ショウジョウスゲ，ミヤマハンノキ，ナナカマド，ダケカンパ

肥料：N：P：K = 12：8：6

堆肥：パーク堆肥（GHP）

植生袋：巾20cm×長39cm×高4cm

こも：巾90cm×5cm



麻袋：緑化基礎工として流水路に石礫を麻袋に入れて積工として施工

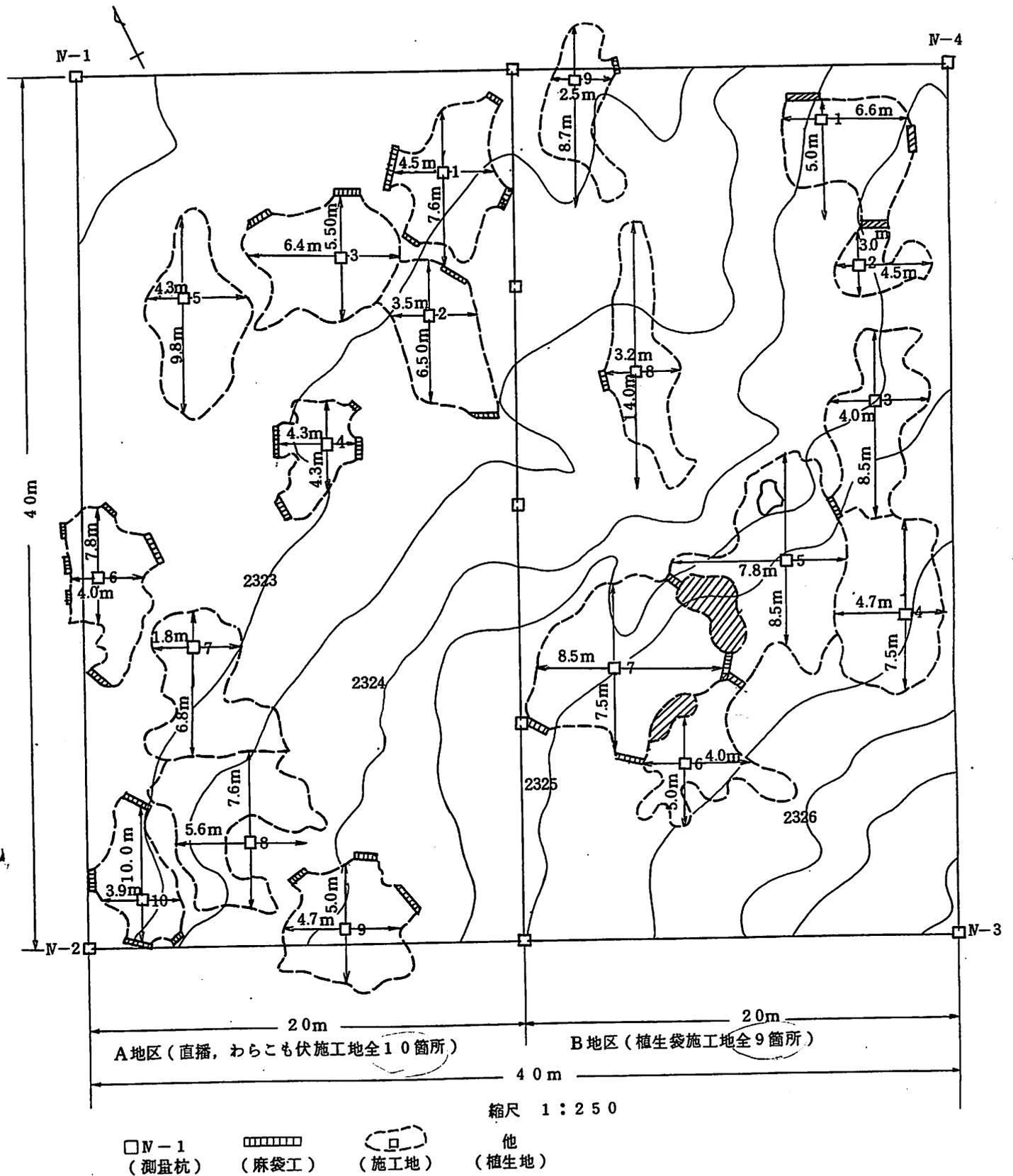
(4) 実験施工の設定

緑化実験施工地は直播わらこも伏工と植生袋工の2種で，その施工タイプは両者で8タイプあり，同じ施工タイプを2箇所取るとすれば全部で16箇所（8タイプ×2 = 16箇所）となる。さらにこれら施工地が出来るだけ同じ立地条件内で実験できると思われる地域を天狗平において選定した結果，実験施工地は1,600㎡（40m×40m）となった。設定した19箇所の施工内容と概況写真は次のとおりである。

実施は昭和54年9月21日～10月5日にわたり行った。まず麻袋工を施工し，つぎに植生袋工（つみ込みを含む），直播わらこも伏工の順序に行った。

降雨もあって施工期間が長びいたものである。

図Ⅲ-3-1 昭和54年度実験施工位置図



表Ⅲ-3-1 昭和54年度実験施工地

施工地	施工タイプ	直播わらこも伏工			施工地	施工タイプ	植生袋工		
		種子	化成肥料	有機肥料			種子	化成肥料	有機肥料
1	A-d	50 g/m ²	無	無	1	B-a	40 g/袋	45 g/袋	75 /袋
2	A-a	200 g/m ²	"	"	2	B-b	30 g/袋	40 g/袋	60 /袋
3	A-b	150 g/m ²	"	"	3	B-a	40 g/袋	45 g/袋	75 /袋
4	A-c	100 g/m ²	"	"	4	B-a	40 g/袋	45 g/袋	75 /袋
5	A-d	50 g/m ²	"	"	5	B-c	20 g/袋	30 g/袋	50 /袋
6	A-a	200 g/m ²	"	"	6	B-d	10 g/袋	20 g/袋	40 /袋
7	A-b	150 g/m ²	"	"	7	B-b	30 g/袋	40 g/袋	60 /袋
8	A-d	50 g/m ²	"	"	8	B-d	10 g/袋	20 g/袋	40 /袋
9	A-b	150 g/m ²	"	"	9	B-c	20 g/袋	30 g/袋	50 /袋
10	A-c	100 g/m ²	"	"					



写真15 施工地Ⅳ 麻袋工

実験施工区で植生袋工を実施する前に麻袋工で水や土砂の流出入を緩和する基礎工を行った。



写真16 (10月8日撮影) 施工地Ⅳ B-1

植生袋による裸地面の全面被覆を実施した。
袋の中は種子、化成肥料、堆肥、土が入っ
ているが、その量は4段階に分けてある。

20×39×4cm

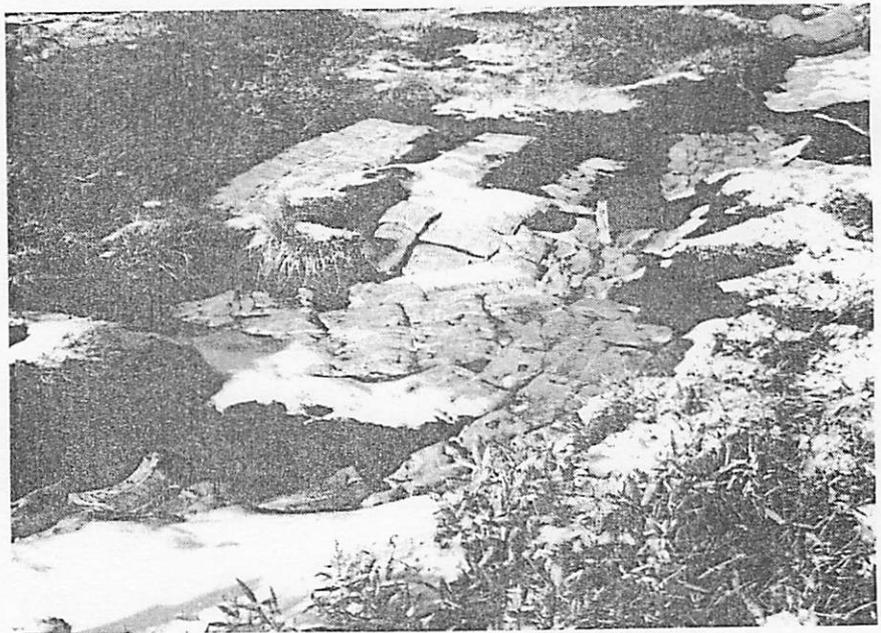


写真17 施工地Ⅳ B-3

植生袋による施工箇所であるが土砂段差型
の裸地面であり、植生袋が地山とあまりな
じんでいないようである。

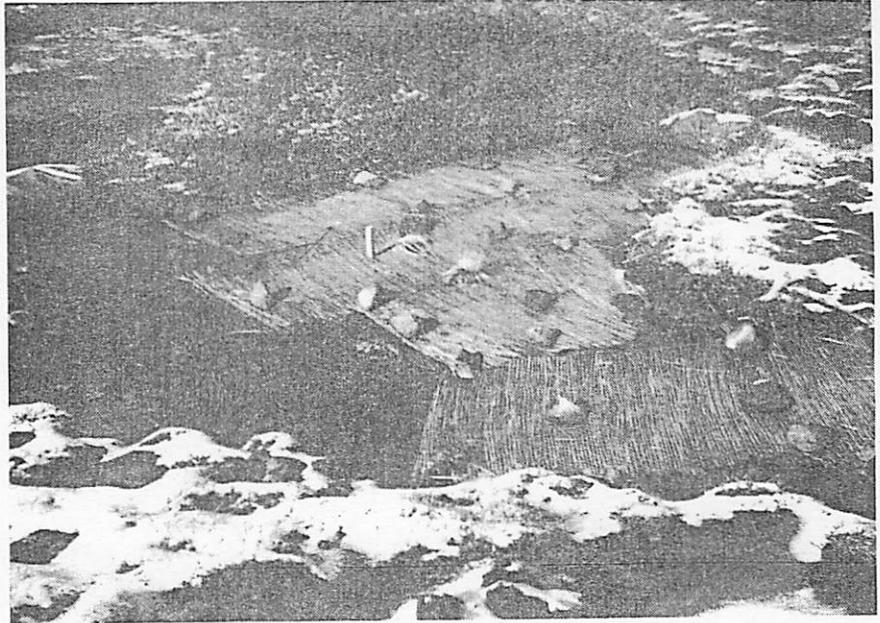


写真18 施工地Ⅳ A-4 むしろ張工
むしろ張による緑化実験で、むしろの下には
自生地植生の種子が直播されている

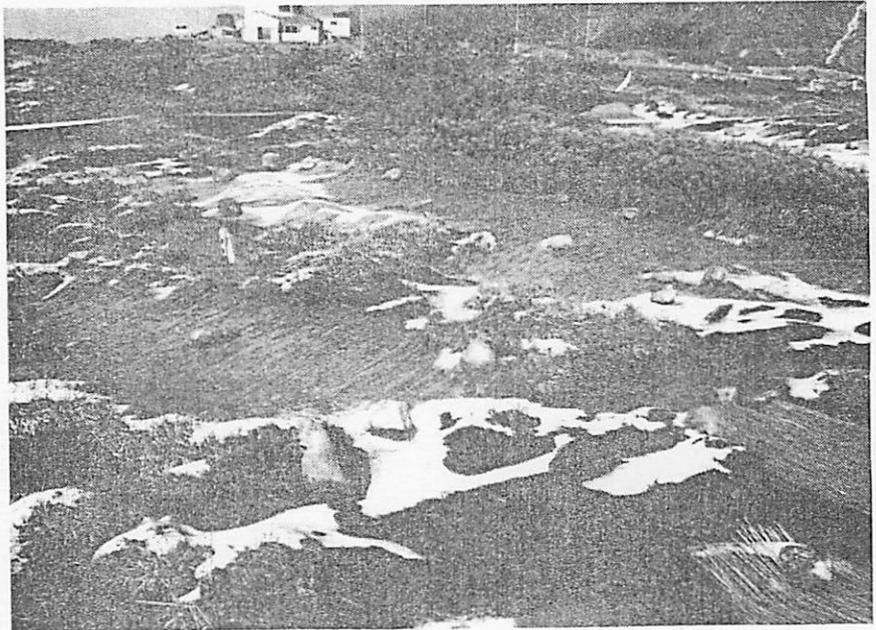


写真19 施工地Ⅳ A-8 むしろ張工
植生の被害型によって種子の量を4段階に分けて
直播した。

IV 考 察

1 試験施工結果

国立公園特別地域であり、且つこの場の景観を配慮し、可能な限り自然環境とマッチした資材により土砂止めを行うこととし、現地の石礫、木材（古材使用）蛇筥などを使用した。夫々の資材は景観上余り奇異に感ずるものではなく、また土砂止めの規模も高さ20～40cm、長さも80cm程度の小規模なもので違和感はない（但し蛇筥は6m）。

土砂止めに使用した工種とその抑止状況は個々の施工地について述べたが、それらを集約すると次の通りとなる。

工種名 概要 植生被害型	粗石積工		板柵工		むしろ包み工		丸太積工		麻袋包み工		蛇筥工	
	箇所	堆積率	箇所	堆積率	箇所	堆積率	箇所	堆積率	箇所	堆積率	箇所	堆積率
植生孤立型	3	$\frac{3.0}{0\sim 8.9}\%$	4	$\frac{41.5}{0\sim 84.5}\%$	15	$\frac{77.7}{24\sim 100}\%$	5	$\frac{45.5}{12.0\sim 83.3}\%$	1	$\frac{90.0}{90}\%$		
土砂段差型	1	$\frac{0}{0}$	—	—	2	$\frac{80.0}{60\sim 100}$	3	$\frac{67.2}{44.4\sim 100}$	—	—		
線的滑落型	—	—	5	$\frac{81.6}{39.9\sim 100}$	2	$\frac{68.0}{60\sim 76}$	15	$\frac{51.8}{-23.1\sim 100}$	3	$\frac{100}{100}$		
面堆積型											1	$\frac{70}{70}$
平均	4	$\frac{2.2}{0\sim 8.9}$	9	$\frac{63.3}{0\sim 100}$	19	$\frac{76.9}{24\sim 100}$	23	$\frac{52.3}{-23.1\sim 100}$	4	$\frac{97.5}{90\sim 100}$	1	$\frac{70}{70}$

* $\frac{\text{平均}}{\text{最低}\sim\text{最高}}$ ……堆積率(%)

(1) 植生孤立型に対しては、粗石積工、丸太積工、枝柵工、むしろ筥工、麻袋工の5種類の土留工を試験した。それらの試験地ごとの状況は次表にまとめた。

植生被害型	試験地№	工種	堆砂率	記 事
植生孤立	52-1	粗石積	8.9%	土砂堆積は2年目まで順調に行われていたが、54年には石積の間から土砂流出があって堆積は減少している。
	53-19	粗石積	0	石積の間から流出して堆積なし
	53-20	粗石積	0	〃
	52-II-2	丸太積	11.9	上流からの土砂供給が比較的少なく、徐々に堆積している。昭和53年には堆積内に笹の侵入が見られた。丸太積工下部より流出あり。現在笹の侵入は見られなかった。土砂移動のゆるやかなところでは若干の安全によって両側の残存植生からの侵入が期待される。
	52-II-3	丸太積	52.6	堆積土砂量は年々増大しているが満砂になっていない。土砂の供給が少ないためであろう。堆積は丸太積部分のみでなく、上流方向にも伸びている。根元部から土砂流出が見られる。植生の侵入が(1本)見られた。52-2と共に安定した部分には植生侵入の可能性がある。
	53-II-4	丸太積	29.6	傾斜20°の場所で上部にII-5、II-6が設けられ、土砂は抑止させているので堆積量は少ないが効果を示している。
	53-II-5	丸太積	83.3	左横から流れ出したものがある。ほぼ満砂状態に近い。
	53-II-6	丸太積	50.0	上部は4°の緩斜地で、かつむしろ張工が施工されているので、土砂の供給は少ないと見られる効果を示している。
	52-10	板 柵	84.5	池塘の堤が破壊された部分に設けたものである。湛水及び土砂の堆積は十分でスゲ類の植生が全面にわたって生育している。池塘の堤破壊などの補強としては推奨できるものと考えられる。
	53-II-21	板 柵	51.4	傾斜8°の部分に設け順調に堆積している。
	53-II-22	板 柵	0	板柵の中央下部がえぐられ流出した。
	53-II-13	板 柵	30.0	傾斜12°の部分に設けられ、順調に堆積している。
	53-II-13	むしろ籠	72.0	傾斜6°の部分に設け堆積効果はよいが、たまりすぎて上部から横に流れ出したものがある。
	53-II-14	むしろ籠	30.0	土砂の供給が少ないためか第1年度は多かったが2年度は少ない。
53-II-15	むしろ籠	52.0	傾斜6°の部分で53-II-13の下部にある。土砂は順調にたまり上部から横に流れ出したものもある。	

植生被害型	試験地№	工種	堆砂率	記 事
植生孤立	53-II-16	むしろ籠	24.0	53-II-14の下方にある。土砂流出が少なく、かつ上部で抑止され堆積は少ない。
	53-II-17	むしろ籠	95.0	傾斜6°の部分に設けられ、満砂状態で流れ出したものもある。
	53-II-18	むしろ籠	70.0	相当に堆砂し右側方より流れ出しているものもある。
	53-II-1	むしろ籠	100	傾斜25°の地点に設けられ下部よりII-1, II-2, II-3と連続している。53年度に満杯となり維持されている。1部側方より流出
	53-II-2	むしろ籠	100	全上 溢流している。
	53-II-3	むしろ籠	100	全上 右・左側方より流出している。
	53-II-7	むしろ籠	100	53年に満砂、溢流が見られる。
	53-II-8	むしろ籠	100	全上
	53-II-9	むしろ籠	52.0	流水の影響を受けているが、維持されている。
	53-II-10	むしろ籠	100	53年に大部分堆砂し、54年に満杯となっている。傾斜12°の箇所で大きな流水を受けている。
	53-II-11	むしろ籠	100	傾斜10°の箇所です3年度で満砂である。
	53-II-12	むしろ籠	70.0	傾斜10°の箇所です4年で大部分堆積している。
	53-II-14	麻袋	90.0	傾斜12°の箇所です3年に満杯、54年に若干減っている。

これらの表を中心に土留の効果、植生の侵入について考察を加えると、植生孤立型は孤立している植生の保護と、これを拠点として植生の侵入を期待するものであるが、植生の脚部は10～30cmも侵食され、このままでは保護や侵入は不可能であり、早急に土留工によって土砂を堆積させ、また、脚部の侵食を防止することをねらいとした。

① 粗石積工は石と石との隙間が大きすぎることで、地山と石とのなじみ、左右の地山との接合が十分でなく、堆積してもすぐ流出し、効果は求められない。粗石製の施工方法にもよるが、流出してくる土砂には、ほとんど粘土分がなく、粒子も細く、隙間の大きいものでは用をなさない。また、たとえ堆積させられたとしても石積そのものは不安定で永く維持するには難しい。

② 丸太積施工地は全体として土砂流出量が少ないためか、満砂に至って

いないものもあるが、その効果は十分認められる。

№ 5 2 - 2, № 5 2 - 3では若干の植生が見られた。土砂量の少ないところでは、若干、安定されることによって植生の侵入が期待されることが証明された。№ 5 2 - 2, № 5 2 - 3における堆積深は

試験箇所 \ 期間	昭和52~53	昭和53~54	週辺傾斜
№ 昭52-2	1.6 cm	0.6 cm	1°
№ 昭52-3	18.8	4.5	9°

上表の通りで、どの程度をもって供給量が多いか少ないかを判定することは、これだけではむずかしい。

丸太積は、丸太をならべ前面に杭を打って、丸太と杭とを針金で固定しているものである。丸太と丸太との若干の隙間は水抜き作用をなし、土砂だけを止めるには有効である。

しかし、地山部に杭打ちをするが泥炭質の部分では杭は十分打ち込めないこと、丸太と地山とが十分密着しないことなどの施工上の問題がある。雪圧とか融雪水に対しては十分維持されたが、やや長い期間まで永続するかが問題となろう。

また丸太の下部からの流失も若干見られ、半永久工作物としては必ずしも十分とは云えない。即ち、機能上はまずまずとしても耐久性の点では問題なしとしない。

③ 板柵工は板を横におき、前面に杭を打って固定しているもので水密性に富み、土砂抑止の効果がある。

5 2 - 1 0のように池塘の堤部分の補強には大きな効果を果している。この施工については、特に杭打ちについて丸太積工と同様の問題があり、耐久性についてもどの程度もつか問題となる。特に水密性を必要とする場合などの効果は高く評価したい。

④ むしろ箆工は粗石積を若干改良し、粗石をむしろでくるんで土留としたものである。これによると、石は小さいものでもよいこと、石と石との隙間は石が小さいので、大きいものより少なく、且つその隙間はむしろを

かぶせてあるのでカバーされる、地面に対するなじみがよい、などの効果をねらったものである。効果は表にみられるように極めて良好で上記の目的を達成している。

むしろ箆施工地では植生の侵入はまだ見られていないが、土砂はしっかりと留められている。

むしろ箆15カ所の土砂堆積深をまとめると次表の通りとなる。

試験地名	Ⅱ-13	Ⅱ-14	Ⅱ-15	Ⅱ-16	Ⅱ-17	Ⅱ-18	Ⅲ-1	Ⅲ-2	Ⅲ-3	Ⅲ-7	Ⅲ-8	Ⅲ-9	Ⅲ-10	Ⅲ-11	Ⅲ-12
堆積率	72.0%	30.0	52.0	24.0	95.0	70.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	52.0	100.0	100.0	70.0
傾斜	6°	6	6	6	6	6	25	25	25	10	10	12	12	10	10
堆積深	15cm	3	10	6	15	4	20	7	25	11	13	7	25	16	10

※堆積深の項の○(Ⅲ-2の場合、堆積深7cm)は、満砂した事、あるいは昨年度ですでに満砂している事を示す。

ア. 傾斜10°以上の箇所はⅢ-9を除き、1年で満砂している(Ⅲ-9は流水と平行に設けられているため少ない)。

イ. これに対して傾斜6°のものは土砂流出も少なく堆積率は低く、安定化の期待が持てる。

むしろ箆のむしろは将来くさってしまうが、堆積した土砂となじんで肥料分にもなるであろうし、或る期間は持ち続けるであろう。また、フレキシブルであるので、若干の外力が加わっても機能には支障はないなどの長所があるが、反面むしろで巻くことがちょっと面倒だという施工上の欠点もある。しかし、植生復元のために土砂となじみやすいむしろを使用することは好ましく、土留の効果も十分であるので、今後とも活用すべきものである。

⑤ 麻袋工は、むしろの代りに石を麻袋につめて積工とするもので、施工の難易さから云えば最も簡単であり、地山とのなじみもよい。1カ所しか施工していないが、効果は十分である。むしろ箆と同等かわることがなく、施工上の点からはむしろ箆に勝る。むしろが肥料化する点では劣るが、施肥について別途に考えるとすれば最も簡便なものとして推奨したい。

(2) 土砂段差型

土砂段差型は溝状になっていて比較的水が集中し、水の速度も早い。このため侵食が激しく起るのを防止するため、主として水速減殺をはかった

もので、当初から侵食の懸念があったものである。この型に対する施工は粗石積、丸太積、むしろ箆工で、これをまとめたものを次表に示したが、工法上の問題は前述の通りでこれを省略するが、

- ① 粗石積、丸太積工は共に洗堀され堆砂0か又は減少していて、将来ともこれらを採用することは避けねばならない。
- ② むしろ箆は十分な機能を果たしている。土砂段差型の地区は傾斜も52-4の箇所では3~10°、53-IIの箇所では15°と比較的急な所であったので、土砂の流入も多いわけであるので、しっかりしたむしろ箆、麻袋工などを使用すべきである。

植生被害型	試験地№	工種	堆積率	記 事
土砂段差型	52-4①	粗石積	0%	52年には30%程度堆積していたが、53年はそれを維持し、54年には1部抜けてしまっている。
	52-4②	丸太積	57.1	53年に60%程度堆積していたが、54年は下部7cm程度侵食され、やや減少した。
	52-4④	丸太積	44.4	52年には丸太下部が洗堀されていたが53年に自然に石がつまり約40%堆積していたが、54年に1部下部より流出している。
	52-4⑤	丸太積	100	52年に50%、53年に100%となり、53年に堆積部にむしろ張を行ったが、植生の侵入はみられない。
	52-II-29	むしろ箆	100	53年に溝砂となった。
	53-II-30	むしろ箆	60	54年に堆積が行われた。

(3) 線の滑落型

比較的浅い溝状のもので、連続して施工することを必要とするものである。施工工程は丸太積、板柵、むしろ箆、麻袋工を行った。

堆砂状況などを次表にとりまとめた。

施工工種による差はこの場合余り見られないが、特に気のついた点は次の通りである。

- ① 線の滑落型は土砂段差型に比して水の勢いも少なく、土砂の供給も少ないようである。
- ② したがって52-7①、57-7②のように安定化が早く進み、植生

の導入も考えられるものもある。53Ⅱ-27, 53Ⅱ-28のように当初からむしろ張りとは併用したものもある。

③ 施工工種のうち板柵工のように余り水密なものは逆に湛水して好ましくない結果となっている。その他は概ね所期の目的を達しているが、耐久性などについては前述したとおりである。

今後の工種選定上の考え方も前述の通りで、特にこの型のみには有効なものとは指摘できない。

植 生 被害型	試験地 地	工 種	堆積率	記 事	傾斜
線 的 滑 落 型	52-5	丸太積	60.7%	流出土砂少なく、52, 53年は変化なく、54年に堆積	15°
	52-6	丸太積	—	52年にわずかに堆積したが、53年に下部洗掘(3cm)、54年もそのままである。一般に土砂は少なく、水の勢いもあまりないようである。	9°
	52-7①	丸太積	88.9	53年に満砂となり、むしろ張、播種を行ったが54年にむしろ上に所々土砂が堆積し、チングルマ、スゲの稚種が所々に見られる。	8°
	52-7②	丸太積	100	53年に満砂、むしろ張を行った。植生は見られない。	8°
	52-7③	丸太積	41.7	53年にほぼ堆積したが、53年後半に減少した。植生は見られない。	8°
	52-7④	丸太積	100	54年に満砂した。	8°
	52-7⑤	丸太積	57.7	53年に洗掘され補修し54年に堆積した。	8°
	52-9②	丸太積	2.0	土砂の流入は一般に少ない。右部洗掘流出	9°
	52-9③	丸太積	100	53年にほぼ堆積し溢流している。	9°
	53Ⅱ-1	丸太積	60.0	54年に大部分堆積	6°
	53Ⅱ-2	丸太積	37.5	53年に大部分堆積	6°
	53Ⅱ-3	丸太積	50.0	54年に堆砂	6°
	53Ⅱ-24	丸太積	7.7	余り土砂の供給がない	10°
	53Ⅱ-25	丸太積	15.4	余り土砂の供給がない	10°
	53Ⅱ-26	丸太積	79.2	53, 54年にほぼ半分ずつ堆積	10°
	53Ⅱ-27	丸太積	—	むしろ張と併用	4°
	53Ⅱ-28	丸太積	—	むしろ張と併用	4°
	52-9①	板 柵	39.9	53年に堆積し、54年には上部に湛水あり、右側方侵食あり、水密性のものは湛水したりして固定のためには思わしくない。	9°
	53Ⅱ-9	板 柵	100	54年に満砂	8°

植生被害型	試験地№	工種	堆積率	記 事	傾斜
線的 滑落型	53Ⅱ-10	板 柵	68.2	54年に堆積，Ⅱ-9の下部に位置する。	8°
	53Ⅱ-11	板 柵	100	54年に満砂，Ⅱ-10の下部	8°
	53Ⅱ-12	板 柵	100	54年に満砂，Ⅱ-11の下部	8°
	53Ⅱ-7	むしろ籠	60.0	54年に大部分堆積	4°
	53Ⅱ-8	むしろ籠	76.0	54年に大部分堆積，Ⅱ-7の下部	4°
	53Ⅱ-4	麻 袋	100	54年に満砂	6°
	53Ⅱ-5	麻 袋	100	54年に満砂，Ⅱ-4の下部	6°
	53Ⅱ-6	麻 袋	100	54年に満砂，Ⅱ-5の下部	6°

(4) 面堆積型

土砂、礫の拡散が大きい面堆積型はなるべく広い範囲で拡散させながら固定することが必要で、蛇籠工を使用した。

施工の翌年（53年）には満砂となり、イワイチョウが見られた。1部補強したが54年も一応安定し、植生に引き続き生存が確認された。今後は、水量も多く石礫の流出の多い場所では拡散させながら固定し、更に増加すれば蛇籠工を増加させてこれに対応することが好ましい工法として推奨したい。

(5) むしろ張工

むしろ張工は被害地上の流水、凍結、融解等による土壌や播種した種子の流失、拡散を防ぐことで植生導入効果を狙いとした施工法であり、53年度に実施した試験施工地Ⅰ～Ⅲにおいて、各積工と併せてむしろ張工を行った。（全26施工地，95枚）

これら施工地の54年度の状況は次表の通りである。

むしろ張工試験地状況

工作物 №	むしろ張 工 法	むしろの変化		土砂の被覆		植生の侵入		使 用 むしろ 枚 数	他
		有	無	有	無	有	無		
53年 I-③	全面被覆型		○	枚 4	枚 2	枚 2	枚 4	枚 6	播種
-④	〃		○	1	5	1	5	6	
-⑤	格子型	○			5		5	5	
II-②②	1枚張		○	1			1	1	
-②⑦	〃		○		1	1		1	
-②⑧	〃		○		1	1		1	播種
-②⑩	〃		○	1	1	1	1	2	
-②⑫	〃		○	1		1		1	播種
III-①⑤	〃		○	1	1	1	1	2	
-①⑥	〃		○		3		3	3	
-①⑦	〃	○			2	2		2	
-①⑧	格子型		○		3		3	3	自然水路
-①⑨	1枚張		○	2	1		3	3	自然水路
-②⑩	½千鳥型		○	1	8		9	9	
-②⑪	1枚張		○		1		1	1	
-②⑫	½千鳥型	○		2	11	4	9	13	播種
-②⑬	1枚張		○	4	1	1	4	5	
-②⑭	¼千鳥型		○		4		4	4	
-②⑮	1枚張		○		3	1	2	3	
-②⑯	〃		○	1			1	1	
-②⑰	〃		○	1	2		3	3	
-②⑱	〃		○	1	3		4	4	播種
-②⑲	2枚重		○	1	1		2	2	
-③⑰	1枚張	○		4	4	2	6	8	自然水路
-③⑱	½格子	○			4		4	4	自然播種
-③⑲	1枚張	○		2			2	2	自然播種
計(26)		(6)	(19)	28 (16)	67 (10)	17 (12)	78 (14)	95 (26)	

以上の表からむしろ張工の効果について考察を加えると

- ① むしろのめくれや破損、流失等の変化は自然水路上にあるむしろ一主に6施工地（Ⅰ-⑤，Ⅲ-⑰，⑳，㉑，㉒，㉓）一だけであり，他は異常な変化もなく，裸地面を覆っている。
- ② むしろの上に土砂が堆積し，埋土しているむしろが全95枚のうち，28枚あり，むしろによる土砂堆積の効果が一応見られた。
- ③ むしろ上に植生の侵入が見られたのは，全95枚の内17枚だけであり，その植生状況も1枚に全面といったものではなく，スゲ等の芽が点在して，むしろに付着している程度で，この植生が成長し大きく広がるとは思われぬ。
- ④ むしろの張方を1枚張，2枚重，格子型張等に分けて施工したが効果の変化はあまりない。
- ⑤ 以上の結果むしろ張工は，当地域のような所ではむしろだけによる土砂の堆積，植生の進入は難しく，他の工作物と併用し，ある程度，堆積面が安定した後の施工が望ましい。

(6) ま と め

植生被害型と施工工種の関連は，面堆積型などでは蛇籠工の効果が評価されるが，今後の工種としては現地の石を使用し，フレキシブルなむしろ籠，麻袋工などが土留工として有効であるといえる。つまり，しっかりと堆積面を維持し，長い年月を要する緑化復元に耐えるものということになる。

2 今後の課題

今年度の調査は，52年度実施した試験工作物，及び53年度実施した試験施工地の適応性，堆積，侵食土砂量の継続調査と，今年度行った実験施工地の設定施工である。

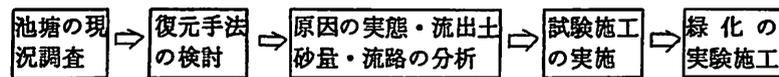
継続調査については施工後1～2年余を経ているので，ある程度の効果が認められ，一応の分析が可能であった。

しかし今年度設定した実験施工地については，9月21日～10月5日

に実施したため、来年以降を待たなくてはならなかった。

5年間に渡った一連の池塘調査を概括し、今後の課題として以下にまとめた。

(1) 昭和52年度より始められた立山池塘保護対策調査は、昭和50～51年度の植生活力度調査を継続した形で実施されてきたが、池塘そのものの分析・復元をめざす前段階—池塘の復元というむすかしさを認識し—として、消滅した池塘及び拡大化傾向の裸地の緑化を目標に進められてきた。



(2) 上記の流れを見て、一応現地での試験地の試みは〈調査段階〉という過程を終ったと考えられよう。では次にその成果を応用し、立山全域に適用した〈復元化段階〉に推進することが望ましいが、成果の検定は、54年度の実験施工（植生袋及びわらむしろ工）を除いても、2年間で安易な結論は余りにも短絡的であり、やはり高山地帯の緑化—それは結果として、立山の自然植生の復元と池塘の維持をめざすものであろう—を考えれば、継続調査が提起される問題である。

(3) 5年間に渡る一連の調査から、池塘の消滅、裸地化の現象は残念ながら進捗している感じが強い。とくに、現象の原因として〈水の流れ〉が指摘される。

そこで、これまでの調査を振り返り、立山という大きな器でもう一度、水の動き（水系、流量）を把握し、土砂生産の影響を調べ直すことが必要である。

(4) 施工の実施に当っては以上の調査結果に加えてこれまでに行ってきた各試験地の成果をふまえて基本的な施工計画をたてなければならないが、ここでその考え方を述べることにする。

① 調査された水系から主な水道を適選し、この水道の両サイドを蛇籠工等で護岸した水路工を施工し、流水ができるだけ一定の水路を流れるように導く。

② 他の小さな水道^{みずみち}については流水の緩和を目的として水路の傾斜変換地に蛇籠工を施工し、さらに、その間に土砂堆積を目的とした、むしろ籠工、麻袋工、丸太積工等を階段状に連続して施工する。

③ 他の面的な裸地部には、編柵工を等高線に沿って2～3段程施工し、裸地面の土砂流出を少なくする。

④ 緑化工は、裸地面全域の緑化を目的とするものであるが、以上の各工作物でより安定した（傾斜6°以下）土砂堆積地や裸地面から順次、植生袋工、むしろ張工等の緑化工を実施するのが望ましい。

⑤ 植生被害裸地面の緑化復元は池塘保護への根本的対策でもあることから、今後も手法と効果について継続して調査し、一日も早くその方策を確立する必要がある。

(5) 池塘の状況は昭和50年度までにその実態を調査したがその後の消滅、増加及び裸地化の現象がどのような状態で進行しているかを、この際、チェックしてみることが時系列的に変化を求めるために必要であろう。

この結果、その変化が如何なる場所で如何なる原因で如何なる速さで行われているかが判明すれば、今後の対策の規模・内容を確認する上に有効である。

この調査のためには空中写真撮影によって全体を明らかにして、その中で池塘分布の変化のみでなく、流路の変遷、緑の変化、裸地分布の進行なども併せて調査し、今後の対策への情報を提供するような方法を提案したい。

今後の池塘保護対策調査

