

各種山腹工の効果に関する研究

講師 中島 主一・助手 塚本良則・藤田寿雄

Shuichi NAKASHIMA, Yoshinori TSUKAMOTO and Hisao FUJITA
Studies on the Effect of Hillside Repairing Works

目 次

I はじめに	37	III 各工種と表面侵蝕, 植栽木の生長との関係	42
II 試験方法	38	IV 試験の結果	44
i) 積苗工	38	i) 侵蝕土砂流出量	44
ii) 粗朶伏工	39	ii) 植生の生育	44
iii) 水平溝工	40	V 考 察	48
iv) カヤ筋工	40	VI 参 考 文 献	50
v) 普通植栽	41	VII 英文要約	50

I は じ め に

山腹工事は不規則な侵蝕地形の整形と地表安定の2つからなり, 地表安定により表土の移動を防ぎ, 植生の侵入を促し, かつ人為的に植生侵入を行なうために施行する工事である。山腹工事の最終目的がいずれにあるにせよ, 初期の目的はできるだけ早期に地表面を安定に導き, 植生被覆により地表面侵蝕を防止することにあるということについては異論はないであろう。

地表面の安定, すなわち, 地表面侵蝕の軽減と植生の侵入, 生育とは密接な関係がある。植生による地表面被覆を早期に達成するためには地表面侵蝕を防がなければならない。また植生が生育して地表面を被覆する度合が増大すればするほど一般に地表面侵蝕は防止される。その意味で山腹工事は植生被覆が達成されるまでの一時的工物であるともみられる。

裸地上で幼小植生の生育を促進するには2つの面がある。一つは直接的方法で, 植生自体の成長を促進するように積極的に施肥したり, 耕耘したりする。第2は間接的な方法で, 地表面侵蝕を防ぎ, 地表条件を良好に保ち, 植生々育のための環境を良好にしてやることである。そして山腹工事は主として後者の役目をはたすものとみられる。治山工事の行なわれるところでは土地条件が一般に悪いので後者の役割が重要視されてきた。山腹工事では植生被覆の生育を促進させるための2つの面をいかに調和させてゆくかということが最も重要な点である。

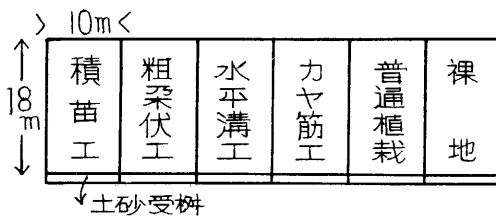
従来, 当演習林においても山腹工種としていろいろのものが採用されてきた。これらの工種が植生被覆の生育に対してどのような特徴をもち, この工種と植生被覆の生長結果により表面侵蝕

がどのように変化して行くかについてはあまり検討がされなかった。そこでこの点を明らかにするため山腹工4種と標準区2種の計6工種を同一斜面上に施工して試験を行なった。この試験は昭和27年4月に開始して以来9年になるので、これまでに得られた資料を基にして分析を行なった結果をここに報告する。

この試験を実行する際に、研究上の御指導をいただいた荻原教授，ならびに特別の御援助をいただいた愛知県元林務課長故加藤春雄氏，および治山課長和田英次氏に厚く感謝の意を表します。また開始当時に試験を担当された井上教官，故大塚技官，および各種の測定を実行されてきた田中技官および北沢技官に感謝いたします。

II 試験方法

試験地は東京大学愛知演習林，水野団地の東向き山腹斜面を使用した。この地帯は第三紀層で斜面は施工以前から約25°の様な傾斜をした半裸地状を呈していた。そのために法切による浮土砂をほとんど作ることなく地表面を整理できた。これにより試験は第三紀基層の上で一様な条件で行なうことができた。この斜面上に総面積1080 M²，各区180 M² [10 M (水平方向) × 18 M (斜面方向)] の区劃を板囲いにより斜面上に並べて6カ所作った。そのうち4区劃には粗朶伏工，積苗工，水平溝工，カヤ筋工を施工し，他の2区劃は標準対照区として普通植栽区，裸



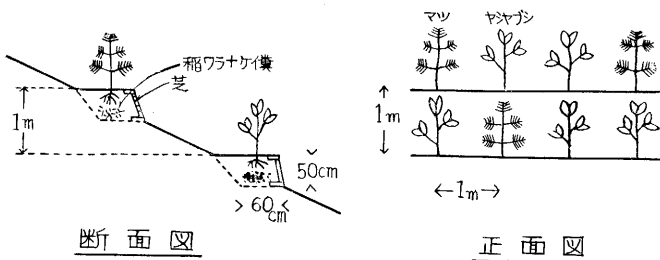
第1図 試験地の工種配列図

地(無施工)区とした。これらのうち粗朶伏工，積苗工，カヤ筋工は古くから当演習林で行なわれてきたが，水平溝工はこの地方が第三紀の非常に固い土層であり，植栽木の根系伸長が妨げられることを考慮して当演習林で発案したものである。

次にこれらの工法についての説明を行なってみる。以下各工種の経費表には法切，および張芝水路の費用がはぶかれている。

i) 積苗工 面積 180 M²，傾斜 25°

特徴：階段の前面を張芝で固める。



第2図 積苗工説明図

階段：4枚張芝積苗工，階段直高1 M。

植栽：植栽木は張芝の後方を耕耘し，ワラ伏込をした上に植付ける。植栽木は黒松，ヒメヤシヤブシ，植栽間隔は1 Mで黒松とヒメヤシヤブシ

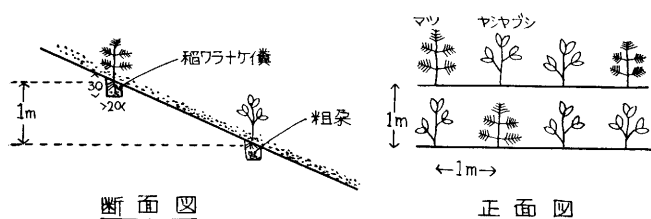
を 1:2 の割合で植付ける。

肥料：黒松 1本当たりケイ糞 100 g, 基肥として階段 1M 当り稲ワラ 2 kg。ヒメヤシヤブシ 1本当たりケイ糞 50 g, 稲ワラは黒松の場合と同じ。

第1表 積苗工 1ha 当り経費表 (第三紀層, 傾斜 25°)

名 称	寸 法	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
材料の部						
芝	33×20×6 cm 2年生 1年生 長さ 80 cm 以上	55,920	枚	4.00	223,680	
黒松		1,555	本	2.40	3,732	
メヤシ		3,110	本	1.80	5,598	
ヤブシ		9,320	kg	4.00	37,280	
ケイ糞		311	本	7.00	2,177	
計					272,467	
賃金の部						
階段	切張込付役	104	人	500.00	52,000	1人付 45 M
芝		173	人	500.00	86,500	27 M
ラ	伏植	86	人	500.00	43,000	55 M
木		24	人	500.00	12,000	200 M
雑		15	人	350.00	5,250	
計					198,750	
合 計					471,217	

ii) 粗朶伏工 面積 180 M², 傾斜 25°



第3図 粗朶伏工説明図

特徴：地表全面を粗朶で被覆する。

階段：無階段，粗朶を横伏にする。

植栽：植穴は深さ 30 cm×巾 20 cm で稲ワラを伏込んだ上に

植付ける。

肥料：積苗工区に同じ。

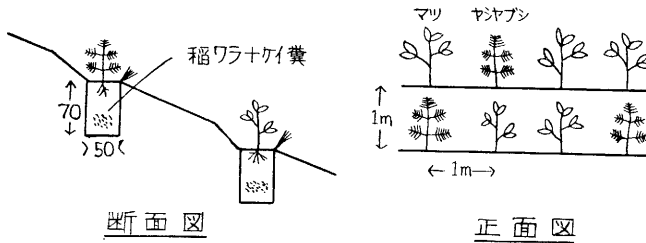
第2表 粗朶伏工 1ha 当り経費表 (第三紀層, 傾斜 25°)

名 称	寸 法	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
材料の部						
粗朶	長さ 1 m 以上	5,000	束	30.00	150,000	{2M ² 付 1 束
杭	長さ 0.7m 太さ 5cm	3,000	本	5.00	15,000	{ササ粗朶
お	長さ 2m 太さ 3cm	5,000	本	10.00	50,000	3.3M ² 付 1 本
黒	2年生	1555	本	2.40	3,732	1 M 付 1 本
メヤシ	3年生	3110	本	1.80	5,598	3 M 付 1 本
ヤブシ	長さ 80 cm 以上	9320	kg	4.00	37,280	1 M 付 2 kg
ケイ糞		311	本	7.00	2,177	マツ 1 本付 100 g
計					263,787	ヒメヤシヤブシ 50 g
賃金の部						
粗朶	伏	330	人	500.00	165,000	1人付 30 M ²
杭	支	200	人	500.00	100,000	50 M ²
打	手	48	人	500.00	24,000	100 M
穴	掘	104	人	500.00	52,000	45 M
ラ	返	24	人	500.00	12,000	200 M
木	伏植	15	人	350.00	5,250	
雑	込付役				358,200	
計					358,200	
合 計					622,037	

iii) 水平溝工 面積 180 m², 傾斜 25°

特徴: この地方が第三紀層で土が非常に堅く植物根系の活動が極度に制限される。これが林木の生育を妨げている大きな因子である。そのため山腹に深さ 70 (50 cm 堀出, 20 cm 起返) × 巾 50 cm の溝を等高線沿いに掘り土壌を膨軟にし, 植栽木の根系活動を容易にして成長を促進させるようにする。

階段; 階段は植穴を掘つた後の整地の結果として作られる。前面はカヤにより保護されることもある。



第4図 水平溝工説明図

植栽: 植穴以外は積苗工に同じ。

肥料: 積苗工に同じ。

この工法は主としてはげ山地帯の土質の非常に堅い緩傾斜面に実行されるので法切をする場合が少ない。

第3表 水平溝工 1 ha 当り経費表 (第三紀層, 傾斜 25。)

名 称	寸 法	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
材料の部						
カヤ	一般には使用せず					本試験には使用した
黒マツ	2年生	1555	本	2.40	3,732	3 M付1本
ヒメヤシヤブシ	3年生	3110	〃	1.80	5,598	〃 2本
稲ワラ	長さ 80 cm 以上	9320	kg	4.00	37,280	1 M付 2 kg
ケイ糞		311	〃	7.00	2,177	黒松 1本は 100 g ヒメヤシヤブシ 50g
計					48,787	
賃金の部						
水平溝掘		389	人	500.00	194,500	1人付 12 M
ワラ伏返		104	〃	〃	52,000	1人付 45 M
苗木植付		24	〃	〃	12,000	1人付 200 M
雑役		15	〃	350.00	5,250	
計					263,750	
合 計					312,537	

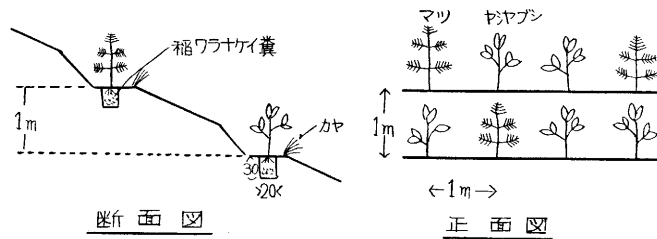
iv) カヤ筋工 面積 180 M² 傾斜 25°

特徴: 階段の前面をカヤで保護する。水平溝工と異なるところは植穴が深さを 30 cm × 巾 20 cm にする点である。

階段: 巾 60 cm の階段を作り先面をカヤにより保護する。直高間隔は 1 M。

植栽: 植穴は深さ 30 cm × 巾 20 cm で, 稲ワラを伏込み, その上に植付ける。

肥料: 他区と同じ。



第5図 カヤ筋工説明図

第4表 カヤ筋工 1 ha 当り経費表 (第三紀層, 傾斜 25°)

名 称	寸 法	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
材料の部						
カヤ	1 M 繩×	4665	束	35.00	163,275	植付 1 M に 1 束
黒松	2 年生	1555	本	2.40	3,732	3 M に付 1 本
ヒメヤシヤブシ	1 年生	3110	〃	1.80	5,598	〃 〃 2 本
稲ワラケイ糞	長さ 80 cm 以上	9320	kg	4.00	37,280	1 M に付 2 kg
		311	〃	7.00	2,177	マツ 1 本付 100 g ヒメヤシヤブシ 50 g
計					212,062	
賃金の部						
階段切		104	人	500.00	52,000	1 人付 45 M
階段掘返		24	〃	〃	12,000	1 人付 200 M
ワラ埋込		104	〃	〃	52,000	1 人付 45 M
カケ植付		16	〃	〃	8,000	1 人付 300 M
苗木植付		24	〃	〃	12,000	1 人付 200 M
雑役		15	〃	350.00	5,250	
計					141,250	
合 計					353,312	

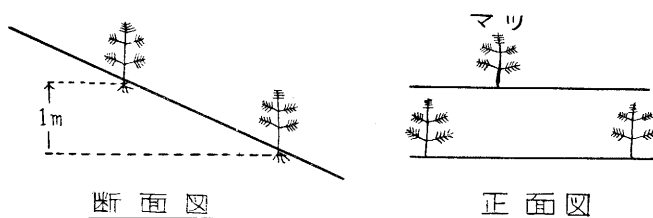
v) 普通植栽 面積 180 M², 傾斜 25°

特徴: 前記の対照区として植栽木植付けのための穴だけを掘り, それに無肥料, 無階段で松のみを植付ける。

階段: 無階段。

植栽: 黒マツのみを水平間隔 3 M, 直高 1 M 間隔に植付ける。

肥料: 無肥料。



第6図 普通植栽説明図

侵蝕土砂量の測定装置として
は各区劃の下端に受樹 [50 cm
(底部)×50 cm (側壁)] を作り,
その底はセメント, 側壁は板張
りとした。測定は降雨の少い冬
期は半月からカ 1 月間隔で, 夏

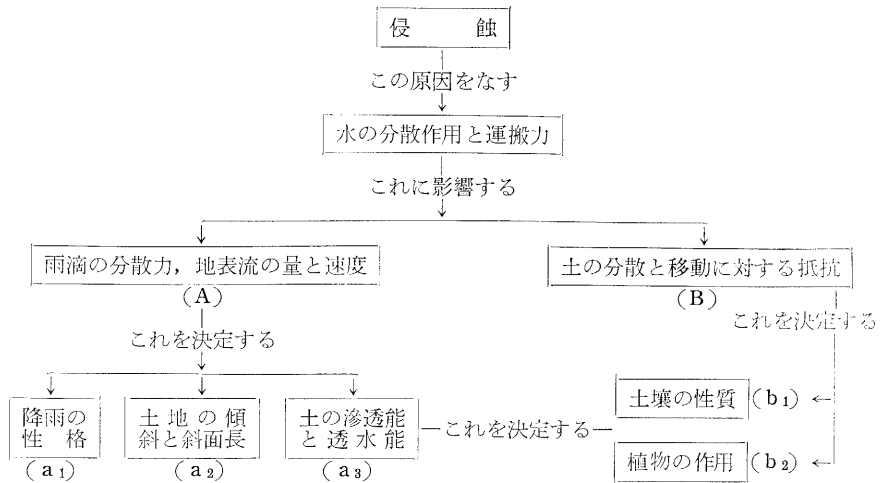
期の降雨の激しい時は毎降雨ごとに行なった場合もある。この試験装置では微細粘土粒子は浮遊して流去するものもいくらかはあるが、これは微量とみなし無視した。測定は体積単位で行なっている。

植栽木の生長量測定は主林木である黒松のみについて年1回、根元直径と樹高について行なってきた。

III 各工種と表面侵蝕、植栽木の生長との関係

ペーパー⁴⁾は侵蝕現象の中における植物の作用というものを適確に説明している。これについて少しくふれてみよう。ペーパーは水による侵蝕とそれに関係する諸因子とを第7図のように関係づけている。

侵蝕には雨滴の分散力に基因する侵蝕と地表流の量と速度により決定される侵蝕との2種がある。両者は相互に関連しあっているが、両者とも地表被覆物により最も大きく影響される。雨滴侵蝕は雨滴のもつ衝撃力により起されるので地表被覆物により決定的に支配される。たとえ薄く



第7図 侵蝕とそれに関係する諸因子 (Baver, Soil physics より)

ても被覆物が存在するとそれは大抵の場合は雨滴エネルギーの大部分を減殺するのに充分である。また雨滴衝撃力が減殺されると地表面の滲透能は最大に保たれるので地表流下水は最小となる。この意味で地表面被覆は地表流下雨水による侵蝕も同時に最小に保つ。被覆物は地表面に接近しているほど有効である。それは地表面上にあれば物理的にも地表流下雨水のエネルギーを減殺し、地表面侵蝕を軽減させるからである。この場合植物による被覆は他の何物よりも有効である。その理由は植物による被覆は植物自体が積極的に土壌を改善してゆき、土壌の滲透能を増大させ、地表流による侵蝕を積極的に軽減させるからである。また植物被覆はそれが永続性を持ち、地表面に落葉堆積または下層草木の生育を促し、地表保護を良好にする機会がより多い。

山腹工により工作物を作ることは先に述べたペーパーの侵蝕因子のうちの降雨の性格 (a_1), 土地の傾斜と斜面長 (a_2), 土の透透能と透水性 (a_3) の3者のうちのいくつかを積極的に変えて、雨滴による侵蝕と地表流による侵蝕を減少しようとするものである。これにより侵蝕の抵抗因子のうちの植物被覆 (b_2) をより早く生長させようとするものである。一方施肥ということは植物被覆をそれ自体直接に生長促進させるものである。

ペーパーの侵蝕因子の表をもとにして各工種の特徴を比較分析してみよう。

積苗工

雨滴による侵蝕：階段間、階段水平部が裸出しているのでこれらの部分は雨滴侵蝕を受ける。しかし階段は積苗で保護されているので雨滴侵蝕のみで下方に土壌を運搬することは考えられない。

地表流による侵蝕：階段は芝で保護されているので地表流は階段を起えて伝わるとしても流水の速度は非常に減殺される。階段を作るということは a_2 の侵蝕斜面長を階段で区切ることで侵蝕軽減には有効である。一方階段を作ることにより階段間の斜面勾配は少しく増大するのでこの部分では侵蝕量を少し増大させるであろう。

全体の侵蝕量としてみた場合は階段前面の張芝と上面の水平部とによって非常に侵蝕が軽減される。

侵蝕面：階段間

植栽木の生育：積苗工においては張芝の裏側はすべて一度耕耘された膨軟な土で構成されており、水平溝工と同様に植物の生育には最も良好な土の条件を備えている。また侵蝕の面は上記のように階段間に限定されているので割合と良好な植栽木の生育が期待される。

粗朶伏工

雨滴による侵蝕：全面粗朶で被覆されるので雨滴の衝撃エネルギーは完全に殺される。雨滴侵蝕は0とみられる。

地表流による侵蝕：雨滴衝撃エネルギーが0となるので地表流の濁水化は防がれ透透能は最大に保持される。地表流下水は他の工種に比して最も少ない。また地表流下が起こったとしても粗朶が斜面に対して水平方向に並べられているので地表流下水のエネルギーが極度に減殺される。これは、しいて説明すれば粗朶によりペーパーの侵蝕因子中の斜面長 (a_2) を0に近くすることを意味する。

侵蝕面：殆んど0。

植栽木の生育：地表面侵蝕が0に近いので植栽木の生育は最も良い。粗朶の腐朽以前に植栽木の生育により被覆することができれば侵蝕は最も少なく、植栽木の生育も良いであろう。土の耕耘範囲は積苗工、水平溝工に比して少ないが、粗朶により夏季生育期の地表面乾燥が防止されることと、一般の山腹工事地に不足している有機質を粗朶の腐朽したものが供給するので植栽木の生

育には最も良い環境を作る。

水平溝工

雨滴による侵蝕：雨滴侵蝕を受ける部分は積苗工よりも広く、ほとんど全面に受ける。そのため雨滴侵蝕だけでも土砂が斜面下方に動くと思われる。しかしカヤが生長すれば積苗工と同様な、またはそれよりも良好な侵蝕防止をはたすとみられる。

地表流による侵蝕：積苗工と同様に階段間に起こる。階段前面がカヤによる保護のため大雨の場合の階段の一部が破壊されたりして侵蝕斜面長 (a_2) が階段間にとどまらず、これより長くなるのが普通である。そのため侵蝕は積苗の場合よりも激しいとみななければならない。

侵蝕面：ほとんど全面

植栽木の生育：植栽木の植穴を大きくし、土の環境は積苗工と同様に良好である。しかし侵蝕防止の面では積苗工に劣る。

カヤ筋工

雨滴侵蝕：水平溝工と同じ。

地表流による侵蝕：水平溝工と同じ。

侵蝕面：水平溝工と同じ。

植栽木の生育：植栽木の植穴が水平溝工に比して小さいので土の条件は水平溝工に劣る。侵蝕の面では水平溝工に全く同様とみられる。

普通植栽

雨滴侵蝕：水平溝工、カヤ筋工に比してカヤの作用がないので雨滴侵蝕は一層激しい。

地表流による侵蝕：階段と階段前面の保護物がないので侵蝕斜面長 (a_2) は区間斜面 18m 全長となる。そのために非常な侵蝕が起る。侵蝕ペーパメントの形成はできても侵蝕斜面長が長いために流水の集中によりリル (rill) が形成され、侵蝕は裸地と同様に続く。

植栽木の生長：無肥料、無耕耘で土壌条件は最も悪い。しかも肥料木たるヒメヤシヤブシの混植もなく、地表面侵蝕が最も激しいので植栽木の生育はあまり望めない。そのために地表面被覆ができず、侵蝕が進むという悪循環が続く。

裸地

雨滴：地表流による侵蝕とも最大。

IV 試験の結果

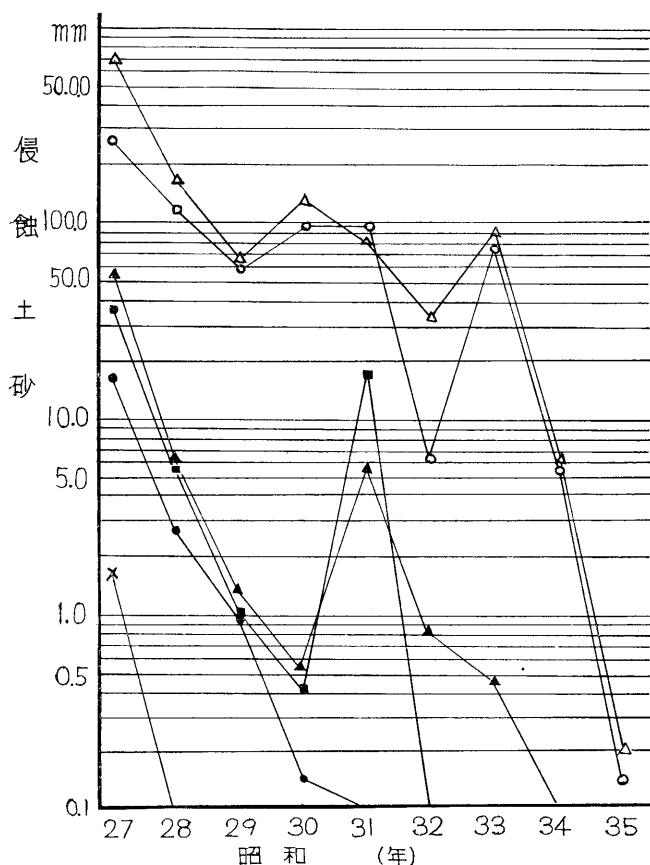
この試験の結果を各工種の侵蝕土砂流出量変化と植栽木の生長状況とについて分析してみよう。

i) 侵蝕土砂流出量

各試験区劃より侵蝕されて下方の受耕に貯った土量につき、年単位で比較を行なうと第8図の

ようになる。この図をもとにして各工種と侵蝕土砂との関係を分析してみる。

侵蝕土砂量からみると3つのグループ分けができる。すなわち、侵蝕土砂量の最も少ない粗朶伏工区、次は侵蝕土砂流出は相当にあり、しかも相当期間続き、順次に減少して行くもので、積苗工、水平溝工、カヤ筋工がこれにあたる。第3は普通植栽区、裸地区である。この3つのグループは各々特徴をもっているの、これは図にしたがい以下のように説明される。



第8図 試験工種と侵蝕土砂量

凡例: × 粗朶伏工 ■ 水平溝工 ○ 普通植栽
● 積苗工 ▲ カヤ筋工 △ 裸地

粗朶伏工区: 粗朶伏工区は試験開始年度に僅少の土砂流出がみられる程度で2年目以後は土砂流出は全くない。初年度の侵蝕土量は受樹附近の不安定な一部のものが流出したとみられる。この試験区は粗朶の腐朽前に植栽木が生長し、十分な地表被覆の役目を果たした。結局土砂流出は全くない。初年度の侵蝕土量は受樹附近の不安定な一部のものが流出したとみられる。この試験区は粗朶の腐朽前に植栽木が生長し、十分な地表被覆の役目を果たした。結局土砂流はほとんどなかったとみなしてもよいであろう。

積苗工、水平溝工およびカヤ筋工: この3者は初めは雨滴侵蝕、地表侵蝕にさらされて相当の侵蝕土砂流出がみられるが、

植生の発達とともに減少してゆく。年間侵蝕土砂量も侵蝕土砂流出の終了年度も、積苗工、水平溝工、カヤ筋工の順で、小さく、また早くなっている。積苗工区は他の2区よりも相当に侵蝕土砂量が少なく、侵蝕終了年度も早い。水平溝工区とカヤ筋工区は大体同様の過程をとる。両区の侵蝕土砂量が31年に急増しているのは理由が不明である。普通植栽区、裸地区がこの年にあまり変化していないことより考えて降雨の影響とは考えられない。偶然に一致して大きな雨が両区にできたものと考えられる。積苗工区では30年頃より侵蝕量が急減しているのに反し、水平溝工、カヤ筋工区ではその後も侵蝕が続いている。しかし33年頃になると両区とも侵蝕量は極

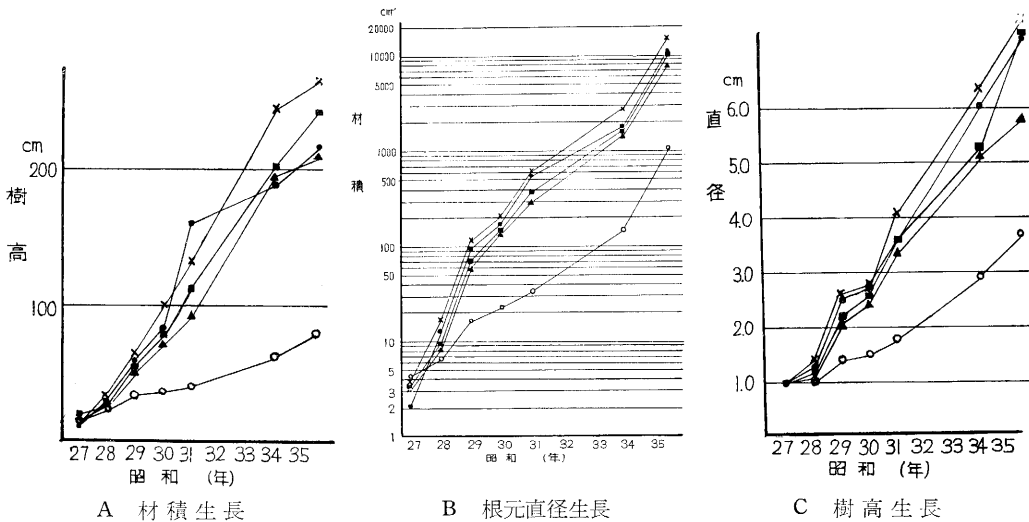
めて少なくなる。34年には普通植栽区と裸地区を除くすべての工区の侵蝕土砂量が0となる。すなわち施工後7年たつて初めてこの区劃では植生による安定被覆が完成し、それにより侵蝕が止まったことを意味する。

普通植栽区と裸地区：普通植栽区の方が裸地区よりも幾分侵蝕土砂量は少ないが大体同様の侵蝕量変化傾向を示す。初期の表層浮土砂の流出が終了するとみられる29年以後は33年頃まで大體同様の侵蝕量をしている。33年以後は表層ペーパメントの発達により侵蝕土砂量は減少している。ここで表層ペーパメントの形成に大體8年くらいかかることをしめしている。

ii) 植生の生育

植栽木の生長

植栽木としては黒松を主林木とし、ヒメヤシヤブシを肥料木として前述したような方法で植付けた。植栽以後は何等手を加えることをしなかつた。そのため林地被覆の面よりみると黒松とヒメヤシヤブシの両者および下草の3者の作用によっているわけであるが、ここでは被覆植生の生育過程と侵蝕土砂量の変化の相互関係をみることにして、植栽木中より黒松のみを取出して、その生長が年ごとにどのように変化しているかを調べた。結果は第9図に示すごとく直径（根元5cmの直径）、樹高、幹材積の3種につき検討してみた。



第9図 植栽木(黒松)の生長経過

積苗工の樹高生長は不規則である。これはこの区を中心として松のシンクイ虫の害が発生したのでそのためと解せられる。この不規則を除くと樹高、直径、材積とも規則的な生長を続け、植栽木の生長の順位は常に粗朶伏工区、積苗工区、水平溝工区、カヤ筋工区、普通植栽区の順になっている。

このことより植栽木の生長と侵蝕土砂量とは密接な関係があることがわかる。植栽木の生長に

は侵蝕土砂の少ないことが必要であり、植栽木の生長により侵蝕土砂は次第に減少してゆく。

昭和36年6月現在の下層植生の発達状況

山腹工事地に植栽木以外の下層植生が侵入するのは山腹斜面の地表面侵蝕、すなわち表土の移動が停止または僅少になってからである。この意味で下層植生の発達状況を調べることは大切である。

植生調査は斜面方向に1m巾の標準地を取り、その地域内のうちのどのくらいの部分を植生が被覆しているかを調べた。調査は草生地、落葉地、裸地の3種に分類し、斜面の上部、下部で3者の割合が非常に異つているので試験地斜面を上半部と下半部に分類して表示した。3者の占有面積を百分率で表示すると第5表のごとくなる。

第5表 下層植生の発達状況(昭和36年6月現在)
地表面被覆 %

斜面区分	工種 被覆種別	地表面被覆 %					
		裸地	普通植栽	カヤ筋工	水平溝工	積苗工	粗朶伏工
斜面下半部	草生地	23.5	0	38.5	65.0	90.0	100.0
	落葉地	0	0	24.0	17.0	10.0	0
	裸地	76.5	100.0	37.5	18.0	0	0
斜面上半部	草生地	0	0	31.0	36.0	66.0	50.0
	落葉地	0	0	11.0	18.0	24.0	50.0
	裸地	100.0	100.0	58.0	46.0	10.0	0
斜面全体	草生地	12.8	0	34.8	50.5	78.0	75.0
	落葉地	0	0	17.5	17.5	17.0	25.0
	裸地	87.2	100.0	47.7	32.0	5.0	0

この草生地に生えている草の種類はどの区でも変りがなく、カヤ、ササが100%近くを占め、わずかにヨモギ、つる草の類が数えるほど生えている。また灌木類としてはツツジ、ハギ、ウルシが幾分かみられる。

第5表によると斜面全体としては裸地の面積が粗朶伏工区、積苗工区、水平溝工区、カヤ筋工区、裸地区、普通植栽区の順に多くなつている。この場合裸地面積は各工種の階段間にのみみられる。また斜面を上、下に分けてみると、裸地面積では斜面下半分が常に少ないが、工種別の順序では全部の場合と変りがない。

草地面積では積苗工区が粗朶伏工区よりも少なくなっている。他は裸地と同じ順序で草地占有面積が減少している。

これらより考えて、地表面侵蝕は粗朶伏工区、積苗工区、水平溝工区、カヤ筋工区の順に多くなつていることが下層植生の発達状況からも推定され、これは前述の侵蝕土砂量の項とよく一致

している。

昭和 36 年 6 月現在では粗朶伏工区と積苗工区ではほとんど表面侵蝕は起っていないとみられる。一方水平溝工区、カヤ筋工区ではまだ階段間の裸地で幾分土砂の移動が起こっていると推定される。

V 考 察

以上侵蝕理論と実際に施工した試験結果から、粗朶伏工、水平溝工、カヤ筋工の山腹工種につき裸地、普通植栽を対照としながら検討をしてみた。この試験から得られたものをもとにして考察を加え、それを要約してみると次のようになる。

i) 実際の侵蝕土砂量、植栽木の生長、下層植生の被覆度合は第 6 表のごとくなり、これは理論的に推定される順序と良く一致している。

第 6 表 試験工種と侵蝕土砂量、植生長状態との関係

		工種とその大小関係									
侵蝕土砂流出量		粗朶伏工 < 積苗工 < 水平溝工 < カヤ筋工 < 普通植栽 < 裸地									
植 生	植栽木	材 積	"	>	"	>	"	>	"	>	"
		根元真径	"	>	"	>	"	>	"	>	"
		樹 高	"	>	"	=	"	>	"	>	"
	主として下層、植生による被覆度	"	≧	"	>	"	>	"	>	裸地 > 普通植栽	

ii) 侵蝕土砂流出の終了年度は第 7 表のようになり、これも第 6 表から当然推定されるところである。

第 7 表 侵蝕土砂流出終了年度

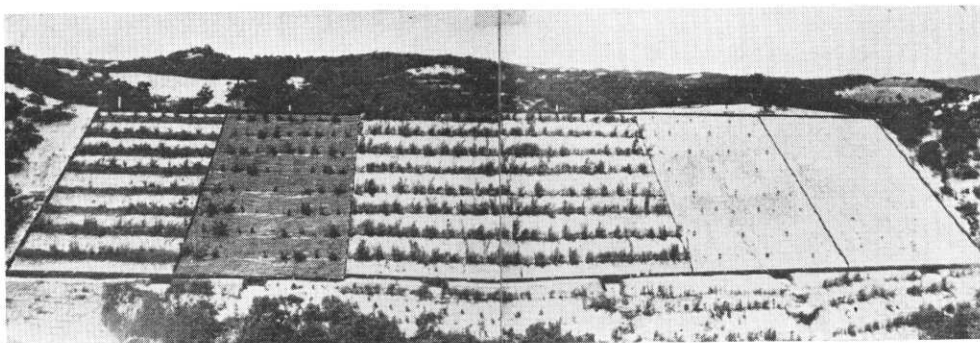
	粗朶伏工	積苗工	水平溝工	カヤ筋工	普通植栽	裸地
侵蝕土砂流出継続期間	施工後 2 年	" 5 年	" 6 年	" 8 年	続 継 中	継 続 中

iii) 以上より山腹工種としては粗朶伏工、積苗工、水平溝工、カヤ筋工の順序で良好な結果が得られるだろうと推定される。愛知県第三紀層地帯の傾斜は大休この試験地の傾斜角である 25° ぐらいか、これより緩かとみられるので、この結果はこの地方に適用できるであろう。

iv) しかしこの試験地では 2, 3 年の差はあるにせよ侵蝕土砂流出は粗朶伏工、積苗工、水平溝工、カヤ筋工においては数年で終了している。植栽木の生長(第 9 図)とそれによる地表面被覆も、また内部の下層植生による地表面被覆度合にもかなりの差異が各工種間で存在するにもかかわらず、外見的には 4 者の植生繁茂の状態は 10 年後の現在ではほとんど差異がみられない(写真参照)。この意味でカヤ筋工も粗朶伏と同様にここでは一応成功であったことがわかる。

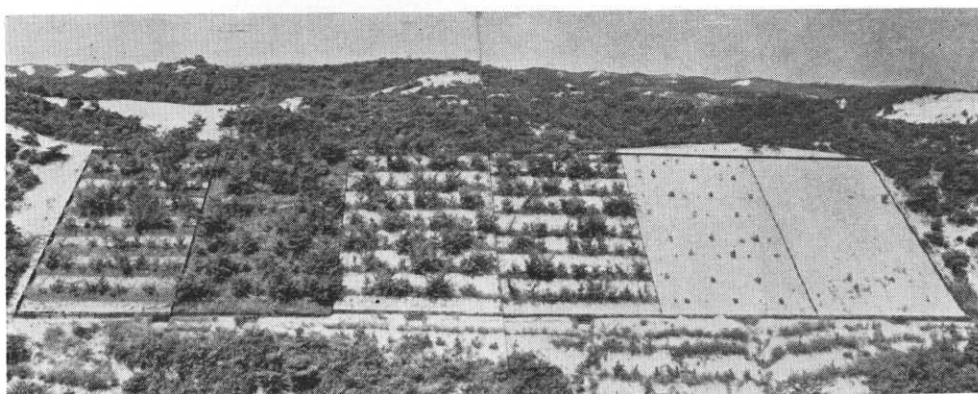
参考写真 A. 施工後1年2ヵ月経過

14 months after the beginning of the experiment



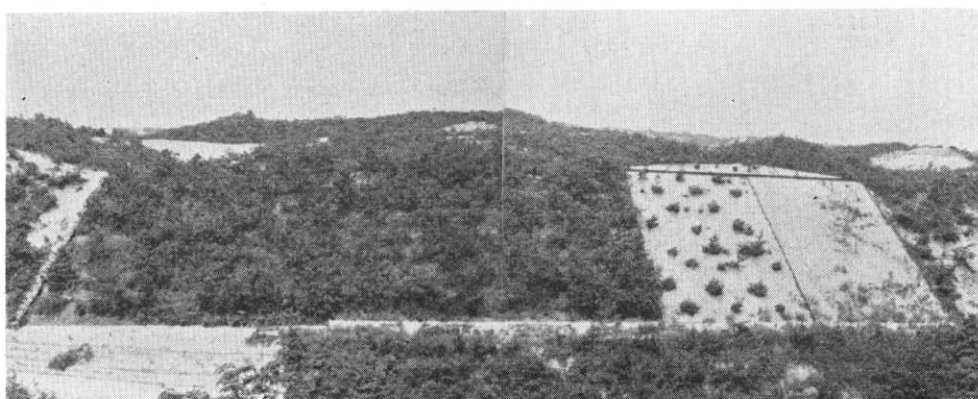
参考写真 B. 施工後3年4ヵ月経過

3 year and 4 months after the beginning of the experiment



参考写真 C. 施工後9年4ヵ月経過

9 years and 4 months after the beginning of the experiment



v) 普通植栽地が裸地と同様の状態を呈して不成功であつた原因を考えると、最も大きな原因は植栽木自体が生育する環境と肥料の状態が悪かつたからと考えられる。水平溝工，カヤ筋工でも程度の差はあるにせよ相当の侵蝕を初期に受けている。しかし土が耕耘され，施肥されているため，また肥料木の混植により植栽木は生長できた。一方普通植栽区は無耕耘，無肥料，また肥料木の混植を行なわなかつたため植栽木は生長がほとんどできなかつたとみられる。普通植栽区のように階段を造らず，カヤによる階段保護を行わずに土の耕耘，施肥を他の工種と同様にやつたらどうなるかは今後の問題である。

vi) 上記の各工種を実際工事の施工上より検討してみると次のようになる。

粗朶伏工は施工後の侵蝕土砂流出が最も少なく，植生の生長が最好であり，治山効果は最も大きいが経済的な点より工費が多額にのぼる欠点がある。

積苗工は粗朶伏工に次いで表土を安定する効果は大きい，これも工費がかかり過ぎる。また多量の材料（芝）の入手が困難である。

水平溝工，カヤ筋工は施工後の土砂流出が粗朶伏工，積苗工に比して長く続くが，一応年数をかければ目的が達せられ，工費が前2者に比して安く，工事が比較的簡単であるので，第三紀層のはげ山の砂防工事には最も適した工法と思われる。

VI 参 考 文 献

- 1) 荻原貞夫：森林理水砂防，昭和 28 年。
- 2) ————：日本の砂防（英文），演習林 9 号，昭和 27 年。
- 3) 倉田益二郎：緑化工概論，昭和 34 年。
- 4) L.D. BAVER：Soil physics. 1948.

Summary in English

Studies on the Effect of Hillside Repairing Works

This is the results of 9-year experiment on the effect of hillside repairing works on erosion and the growth of planted trees. The experiment have been carried out in Aichi Forest of the University of Tokyo.

Six plots were made on a bare tertiary hillside in 1952. Each plot has 180 m² (10×18 m) in area, 25° in slope gradient and a wooden box for measurement of eroded soil. Six plots are as follows:

○ Brush covering work—Kuro-matsu (*Pinus Thunbergii*) and Hime-yashabushi (*Alnus Bendula*) were planted trees, and rice straw and domestic fowl's droppings were laid inside planting ditches as fertilizer……called A work.

○ Terrace work with sod (Protecting terrace front with sod)—The method of planting and fertilizing was the same as in A work……called B work.

○ Terrace work with Miscanthus, which has bigger planting ditches (50×50cm) than D work (Protecting terrace front edge with Miscanthus)—The method of

planting and fertilizing was the same as in A work.....called C work.

○ Terrace work with Miscanthus—This was the same with C work except planting ditches of small size (30×20 cm).....called D work.

○ Planting of Kuro-matsu without terracing and fertilizing—control plotcalled E work.

○ Bare land with no treatment—control plot.....called F work.

The volume of eroded soil from each plot and the growth rate (stem diameter at soil surface and tree height) of the planted trees have been measured once every year for 9 years. The following is the summary of the experiment results.

The measured items are summarized as in the following table.

Measured item		Order of works	
Volume of eroded soil		A < B < C < D < E < F	
Surface cover	Planted tree	Stem volume	A > B > C > D > E
		Stem diameter	A > B > C > D > E
		Tree height	A ≅ B > C > D > E
	Area covered by grasses and litters	A > B > C > D > E > F	

○ Erosion came to an end after the following period.

Works	A	B	C	D	E	F
Period of erosion (year)	2	5	6	8	continuing	continuing

○ The above tables show that better result is obtained in the order of A, B, C, D and E in this tertiary region.