

東北地方の荒廃地における早期緑化 工法についての試験

村 井 宏⁽¹⁾
渡 辺 隆 司⁽²⁾

1. 緒 言

当地方の治山工事は、いままで溪間工に重点がおかれ、山腹工の事例が比較的少ない。これは荒廃地の大半が山崩れに基因するものであつて、まずは山脚部や、溪床地の固定のために、山脚部の護岸や擁壁とか、溪間工としての堰堤、床固めに手をつけられてきたことによる。近年ようやく、溪流部の安定化とともに、積極的に山腹面にも力が注がれてきた観がある。この比較的少ない山腹面の既施工地で、あまりかんばしくない結果に終わっている事例がたまたまみられ、今後飛躍的に増大するであろうこの方面の事業実行のために検討を必要とする。この期待を裏切る結果の原因としては、施工後の工作物の補修や導入植生の取扱いにほとんど留意しなかつたことにくわえて、施行法として先進地方の技術をそのままとり入れたことに大きな欠陥があつたと考えられる。前者については、どの地方でも考えられる共通な原因として、最近ではかなり意をそそがれるようになってきた。しかし、後者については、当地方にさけがたい霜柱や凍上、積雪の移動といった寒冷気象に災いする被害や、その場所のもつ固有の地質的特性を十分に考慮に入れなかつたことがあげられる。よりよい成果をあげるためには、やはりこれらの特質をよく理解したうえで、はじめてそこに適応した合理的な対策がたてられるであろう。

このように、当地方に適合した工法という地域的な問題とともに、現代の治山工事にはさらに別な角度からの要求にこたえなければならない。すなわち、いまさら述べるまでもなく、国土保全の公益性という観念にばかりとらわれずに、最小限の経費でその目的を達成するという経済化の方向に進むのが当然のことであろう。さらに、ますますひつ迫するであろう労務情勢下では、熟練者でなければできがたい工法ではなく、未経験者でも軽労働者でも比較的たやすくできる工法がのぞましい。

さきに、わたくしたちは青森営林局のご協力を得て、このような考え方にたつて、当地方に適応した荒廃地の早期緑化工法を試案し、東北の表側、いわば積雪寒冷地帯とも称すべき地域のいくつかの荒廃地を選んで、試験的施工をおこなつた。本試験工法では、従来おこなわれてきた山腹砂防のように、法切り、階段作り、積苗工、粗朶伏せ工、石積および水路など土工そのものによる土砂の安定化を重視した工法から、最小限の土留め工事をもとに、治山本来の姿であるべき植物による速やかな荒廃面の被覆をおこない、霜柱や凍上の被害を防ぐことに重点をおいたもので、さきに筆者たちの一人が前橋営林局管内の赤城山荒廃地で実行した結果など²⁴⁾³⁰⁾をもとに改良をくわえた工法である。

施工後わずか数年を経過したのみであるが、ほぼ期待した成果をしめしているのので、ここにとりまとめて報告するものである。本試験は厳密な計画にもとづいた総合的なものではなく、ある一つの試験工をい

(1) 東北支場経営部経営第四研究室長心得

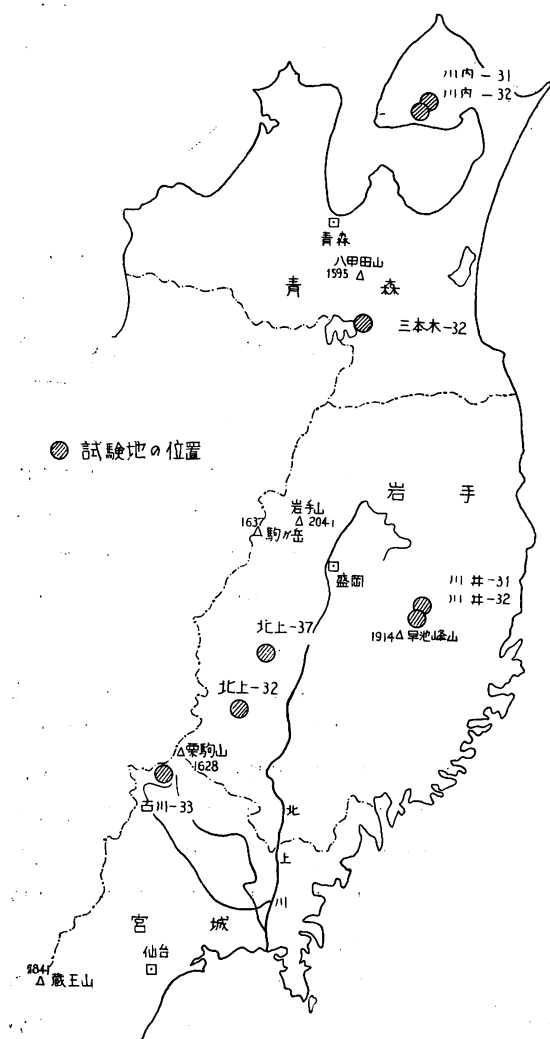
(2) 防災部防災第一科治山第二研究室長

本試験をすすめるにあたって、緑化工について最初に主唱された倉田博士の、卓見と業績⁵⁾ におうところ少なくなかった。ここにあらためて、心から敬意を表するしだいである。また、青森営林局の歴代経営部長西村太郎、福森友久、鯉淵 隆および仁科正二(現)の各氏、歴代治山課長高岡信平、加藤 貞および赤沢宗二(現)の各氏に試験企画面で多大のご配慮を賜わつた。事業実行にあたっては同局治山課須藤作藏(前)、高桑東作(前)、高橋宏治(前)、根田和男(前)、斎藤啓太郎(前)、佐藤昭一、伊藤敏雄の各氏、関係営林署の八重樫達夫、石橋五郎、福井昭三、西条貞市、高橋敏之、馬場紀男などの各氏のご協力におうところがきわめて大きい。試験計画をたてるにあたって村井三郎(東北林木育種場長)、高橋敏男(林試北海道支場)、佐藤 正(林試十日町試験地)、高橋啓二(林試防災部)の各氏に有益なるご助言をあおぎ、調査とりまとめにあたっては、林試東北支場の村上与助、関川慶一郎、北田健二、高橋四郎の各氏に多大

2. 試験地の概要

川内-31 および川内-32 試験地²¹⁾

この付近一帯は、明治年間からの硫化鉄鉱石の採鉱とその精錬によつて生じた鉱害荒地で、精錬中止後 30 年を経過している。しかし、その中心はいぜんとしてハゲ山状となつており、植生の自然侵入がほとんど認められず、雨水による侵蝕土砂流亡がおびただしい。また、土壌が強酸性なのが特徴である。その地況は、標高約 80 m、方位 SW、斜面の形状は複合斜面、傾斜角 35~40°、山腹斜面長約 50 m、同幅員 50 m、地質新第三紀層、母岩は凝灰岩類および石英粗面岩、土性砂質埴土である。この土壌は、乾燥すると固結しやすく、湿めると泥ねい化し、流亡しやすくなる。



第1図 各試験地の位置図

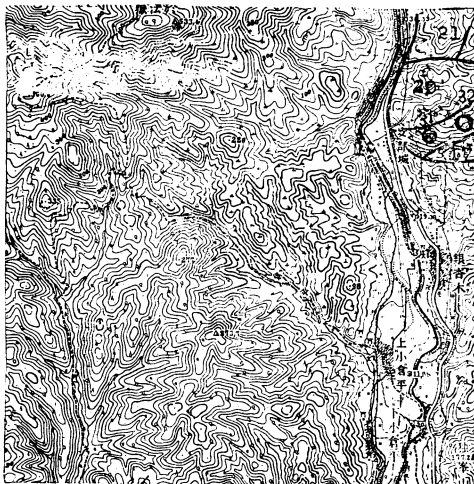
川内-32 試験地は、川内-31 試験地にくらべて地形が全体的にゆるやかで凹凸が少なく、地表部に不安定な石礫がほとんどないこと、中央部に幅・深さとも 1m に達するガリーが貫通していること、土壌が酸性白土化していることが異なる。

川井-31 および川井-32 試験地^{16) 29)}

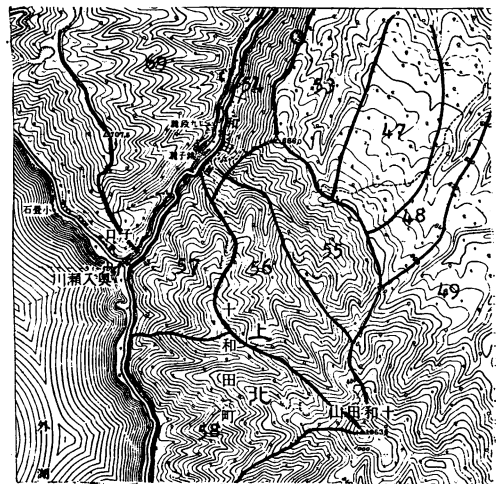
この試験地は早池峯山中腹部に位置し、昭和 23 年のアイオン台風の折に発生した山崩れ跡地である。この山崩れは 2 つの沢が被害時に合流し、その土石流が山体の一部を破壊したことによつて生じたものである。川井-31 試験地はこの合流点の一方の沢（滝ノ沢）に面した残積斜面の一部であり、川井-32 試験地

第 1 表 各試験地の施工面積とその位置

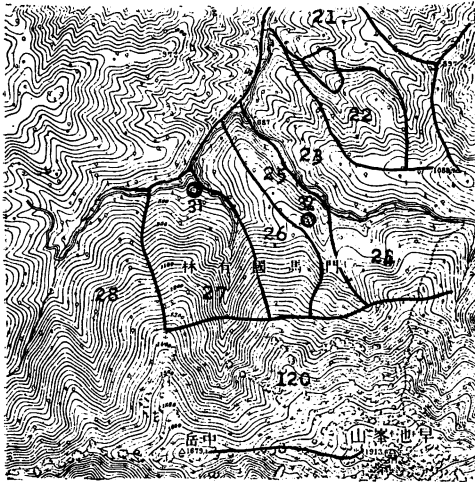
試験地の名称	施工面積	位 置
川 内 (Kawauchi) —31	0.03	青森県下北郡川内町安部城 (川内営林署管内川内事業区 19 林班)
川 内 (Kawauchi) —32	0.08	同 上
三本木 (Sanbongi) —32	0.02	青森県上北郡十和田町子の口 (三本木営林署管内十和田事業区 54 林班)
川 井 (Kawai) —31	0.04	岩手県下閉伊郡川井村門馬 (川井営林署管内門馬事業区 27 林班)
川 井 (Kawai) —32	0.05	同 上
北 上 (Kitakami) —31	0.04	岩手県花巻市笹間 (北上営林署管内北本内事業区 87 林班)
北 上 (Kitakami) —32	0.08	岩手県北上市岩崎 (北上営林署管内岩崎事業区 17 林班)
古 川 (Furukawa) —33	0.05	宮城県玉造郡鳴子町鬼首 (古川営林署管内玉造事業区 21 林班)



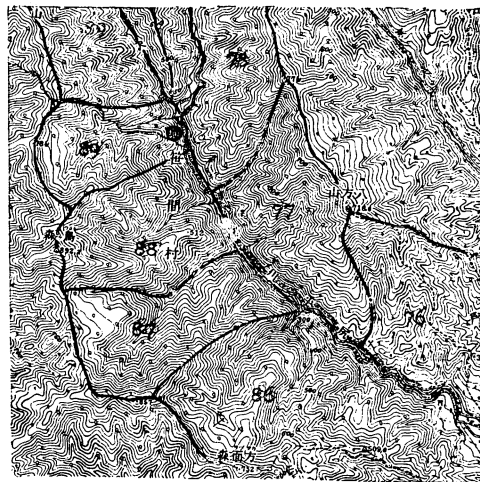
第 2 図 川内-31, 川内-32 試験地の位置図



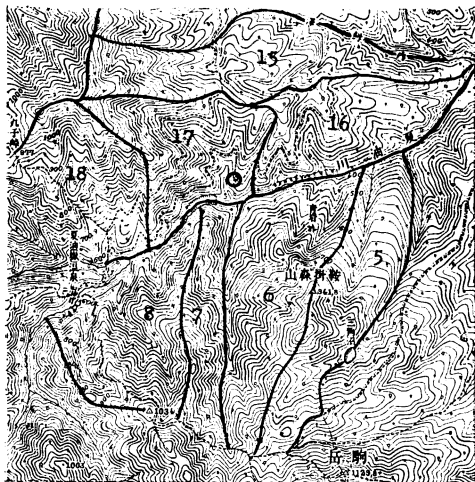
第 3 図 三本木-32 試験地の位置図



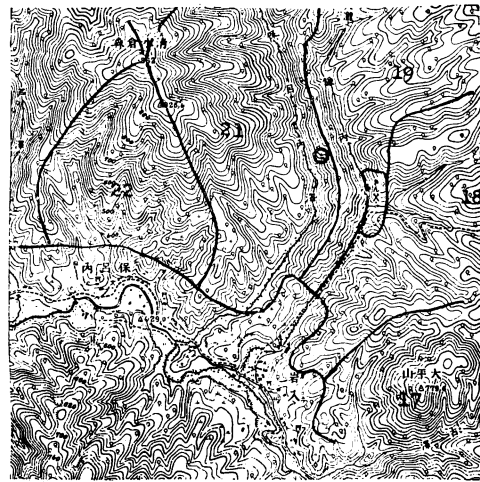
第4図 川井-31, 川井-32 試験地の位置図



第5図 北上-31 試験地の位置図



第6図 北上-32 試験地の位置図



第7図 古川-32 試験地の位置図

はやや下流の他方の沢（石合沢）の堆積斜面の一部である。

その地況は、川井-31 試験地では標高約 900m, 方位 N, 斜面の形状は平衡斜面, 傾斜 10~15°, 山腹斜面長約 40m, 同幅員約 30m, 地質古生層, 母岩は蛇紋岩, 土性は埴質壤土である。川井-32 試験地では、標高約 700m, 方位 NW, 斜面の形状は平衡斜面, 傾斜 10~15°, 山腹斜面長約 40m, 同幅員約 30m, 地質, 母岩, 土性ともに前者とほぼ同様である。

これらの両試験地の立地条件の特色として、寒冷でやや湿潤な気候と土壌が蛇紋岩風化によつて生成された流亡しやすいはなだ貧養性なことがあげられる。

三本木-32 試験地⁸⁾¹⁴⁾

この付近は十和田火山に由来する火山灰, 火山砂や浮石質の大小火山礫を主とするシラス（灰砂）といわれる特殊な火山噴出物からなる地層からなっている。おもなる沢はV字型の侵蝕谷が形成され、崩壊地

は奥入瀬川に流れる侵蝕谷の最上流にあるやや広い貝殻状の急斜面である。この最上部は垂直壁に近い部分もあるが、その基部は徐々に崖錐状をなし、植生もわずかながら侵入し、しだいに安定化の兆をみせている。崩壊の素因はこの特殊な地質構造にあり、誘因は明確ではないが、昭和10年ごろの豪雨によつて生じ、以後水蝕、風蝕などが繰り返えされ発達し、現在に至つた。

その地況は、標高570m、方位S、斜面の形状は下降斜面、傾斜角40~42°、山腹斜面長は約150m、同幅員約100m、地質は火山碎片放出物、土性は砂質壤土~砂土などである。この立地条件の特色としては、まず特異な地質があげられ、これにともなう土壤が砂質のため乾燥しやすく、土粒間の結合が弱いので受蝕性が大きいことである。

北上-31 試験地

この場所は面積広範囲に発生した荒廃地でなく、主流ならびに小沢の溪岸侵蝕によつて地表部が崩落した小規模な山崩れ跡地である。この山崩れの発生は、昭和30年早春とのことである。

その地況は標高約400m、方位S、斜面の形状は複合斜面、傾斜角35~40°、山腹斜面長50m、同幅員50m、地質は新第三紀、母岩は安山岩質頁岩と石英粗面岩、土性は砂質壤土である。この立地条件の特色として、地表部に石礫が多く、荒廃面がわずかの衝撃でもさらに拡大するおそれがあることである。

北上-32 試験地

この場所も前試験地と同様に、溪岸侵蝕によつて不安定な状態にあつた山体の一部が、積雪の移動による衝撃で地表部が滑落した跡地である。最初は、昭和22年早春の雪崩によつて発生したものといわれ、以後徐々に拡大して現在に至つたと推定され、崩壊面の形状から一応安定した状態とみなされる。ただ、中央に発達した水蝕溝が拡大する可能性があることと山脚部が溪流の増水によつて侵蝕されるおそれがある。

その地況は標高520m、方位SE、斜面の形状は下降斜面、傾斜角35~40°、山腹斜面長約80m、同幅員28m、地質は新第三紀、母岩は頁岩・砂岩、土性は砂質壤土である。この立地条件の特色として、地表部は母岩の破碎によつて生じた細礫が多いが、適当な水分と養分をもつ理化学性の良好な土壤なので、植物の生育条件が比較的よいことである。

古川-33 試験地⁷⁾¹⁵⁾

この試験地は、通称鬼首層と称する特殊な地質地帯に存在する崩壊地の一つである。発生の素因は、この脆弱な地質構造にある。すなわち、きわめて膠結力にとぼしい砂岩や凝灰質の岩石によつて構成され、それはあたかも砂礫がわずかに固められたという程度の岩石で、雨水による侵蝕作用がおびただしい。

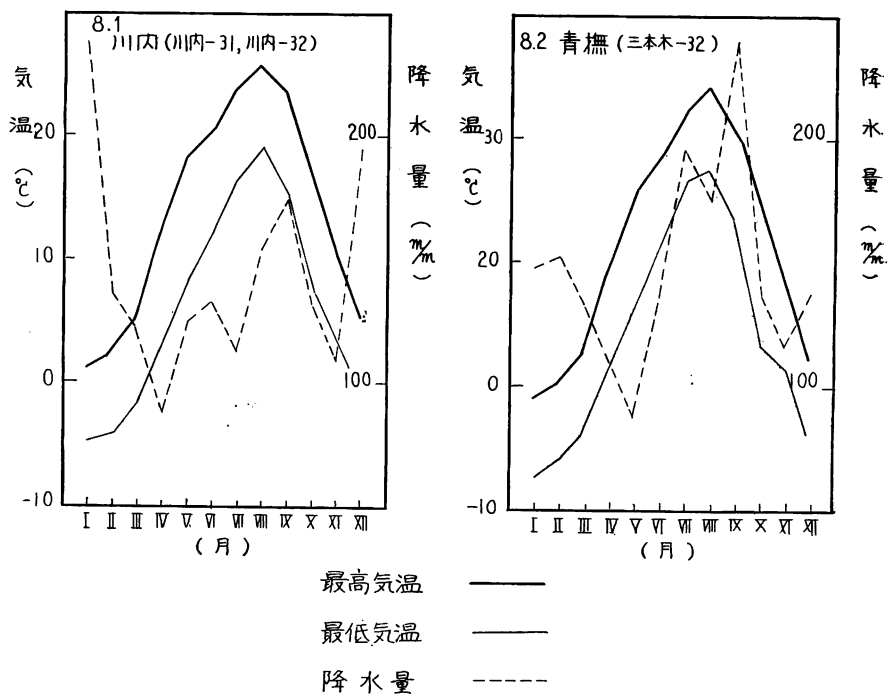
その地況は標高約500m、方位SW、斜面の形状は下降斜面、傾斜面40~45°、山腹斜面長約40m、同幅員約60m、地質新第三紀、母岩は砂岩・砂質頁岩、土性は砂土~砂質壤土である。この立地条件の特色として降水量が比較的多いこと、特殊な地質構造があげられる。

各試験地の気象条件を第2表、第8図にまとめた。各地の資料とも、対象地の最寄りの観測所の試験期間中の記録であるが、いうまでもなく山地では局所的な差が大きく、あくまで参考程度にすぎない。これらをみてわかるように、各地とも12~3月の4カ月間は平均最低気温が氷点以下という寒冷な気候のもとにおかれ、とくに門馬では11~4月の6カ月におよぶ。また、降水量では川内をのぞいてピークが6~9月の夏季に存在し、太平洋岸型気候の性格をしめしているとみてよい。

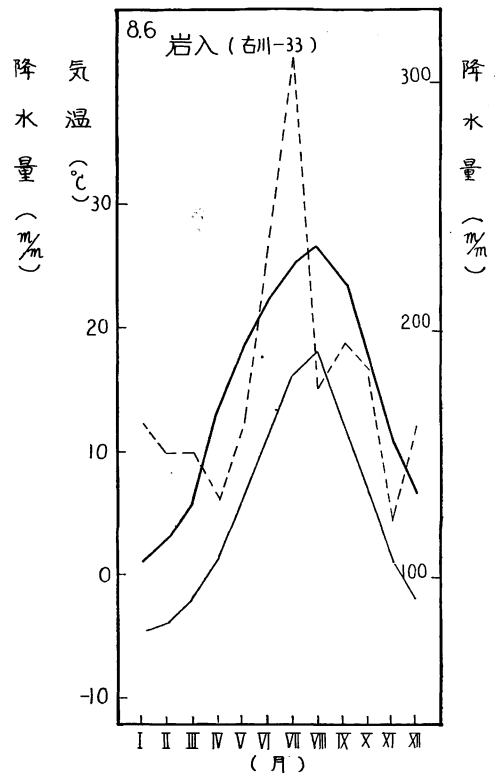
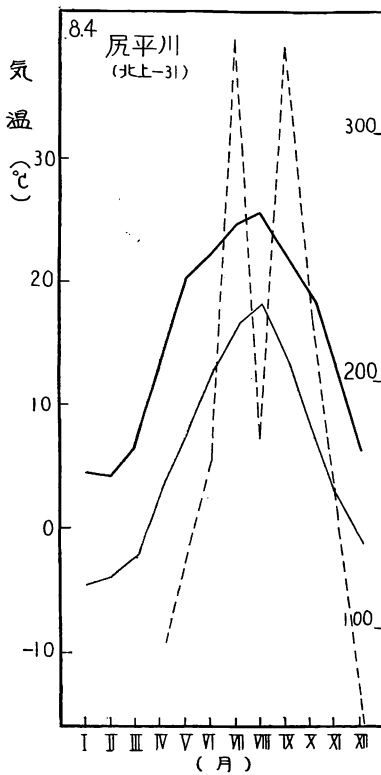
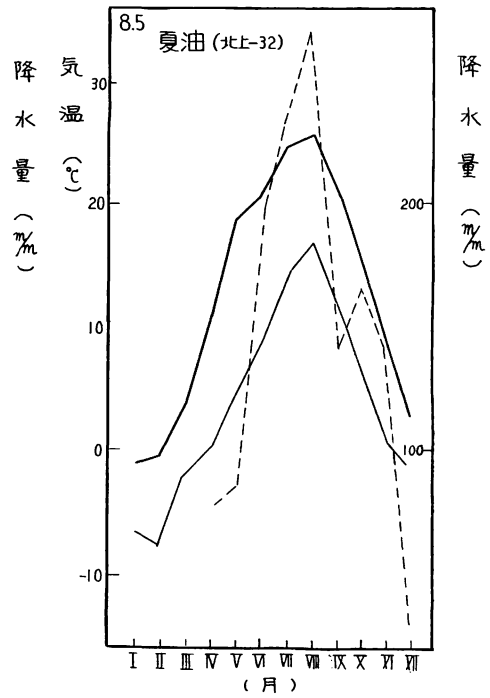
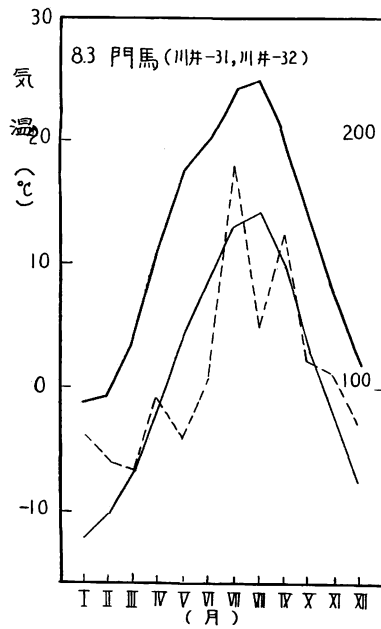
第2表 各試験地周辺の気候表

試験地名	気 温 (°C)			年降水量 (mm)	最深積雪 (cm)	摘 要
	最 高	最 低	平 均			
川 内—31 } 川 内—32 }	13.7	6.2	10.0	1715.7	97.0	青森県気象月表の川内 (1956~1961) の資料
三本木—32	11.1	4.1	7.9	1781.1	168.0	青森県気象月表の青撫 (1956~1961) の資料
川 井—31 } 川 井—32 }	12.2	1.2	6.7	1272.8	72.0	岩手県気象月表の門馬 (1956~1961) の資料
北 上—31	15.1	5.8	10.5	1649.9*	171.0	北上宮林署尻平川事業所 (1956~1959) の資料
北 上—32	12.7	4.0	8.4	1342.9*	198.0	北上宮林署夏油事業所 (1952~1958) の資料
古 川—33	14.4	5.1	9.8	2125.3	118.0	宮城県気象月表の岩入 (1954~1959) の資料

* 冬季間 (1~3月) の降水量はふくまれている。



第8図 各試験地付近における月別の気温と降水量



3. 試 験 工 法

各試験地の施工にあたっては、その荒廃の特殊性と気象条件に適応し、最小限の経費と労力により、しかもできるだけやすい方法で、早期に緑化するという目標をおいて実施した。この工法の共通的な特色として、つぎの3点に要約される。

①法切り工はほとんど、または全くおこなわないこと。

②明確な階段工をさけて、ごく簡易な筋工にかえ、できるだけ施工前の斜面形状をかえないこと。

③てじかにもとめられる低木類を、筋工には埋幹で、法面にはさし木で、密にとり入れたこと。

①のねらいとするところは、従来の山腹砂防ではどのような場所でも、あとに施工する積苗工などのような階段工事の関係からも、法切りは画一的に、かつ形式的になされがちであつた。これにかなりの労力と経費がかさむことから、不安定なカブリや斜面突出部の切りとり、転石の処理などの最小限にとどめ、崩壊後にできた斜面の形状は、自然につくられた一応の安定形状とみなして、ほとんどそのままの形で施工したものである⁹⁾。

②のねらいとするところは、単に経済化という点ばかりでなく、当地方のような比較的雪の少ない寒冷地帯では、階段の先端が破壊される現象がしばしばみられる。これは凍結水の膨張で土の構造がゆるみ、そのあとの融雪や雨水によつてたやすく侵蝕されるからで、これを防ぐため仕上りはできるだけ無階段化の自然形状に近づけるようにした。

③のねらいとするところは、積雪の移動や凍結に対して抵抗力を増加させるためには植栽密度をできるだけ大にする方がよいが、といつて植栽だけでは技術的にも経済的にもむずかしいので、比較的やさしい技術で、現地に大量にもとめられ、また短期間で根系を張つた編柵状となる埋幹とさし木による導入方法をとつたのである。

このほか、当面山腹面の安定化をはかり、積雪の移動に対して抵抗力を弱めるために、埋設編柵工を適切な位置に積極的にとり入れるようにし、また植生導入にあたっては、植生盤や樹草種子の直播、苗木植栽工なども適宜併用した。

したがつて、具体的には埋幹を主とする筋工、植生による法面被覆工、植栽工および埋設編柵工などいくつかの工種の組合わせである。この試験工の模式的な構造図は第9図のとおりである。

つぎに、各試験地でおこなつた具体的な施工内容を簡単に説明する。なお、埋幹、さし木などの材料、筋、植穴のつくり方などの仕様は各試験地ともほとんど同様なので、最初に説明する川内-31試験地の項に詳細に記載し、他では概説することにした。

1) 川内-31 試験地

鉱害荒廃地で土壌が強酸性なので、土壌反応改定のために必要量の石灰を施用すること、有効有機物の欠乏をおぎない、また土壌の緩衝能を高めるためにも、堆肥の十分な供給を考えた。工法としては（第10図参照）、

A. 埋幹筋工……簡単に整地したのち、山腹面にごく簡単な筋を切りつけた。筋相互間の間隔は直高1.0m（斜面長1.5m）、筋の床幅は0.4mとし、筋の床面をわずかに山側に傾けるようにした。この切りつけは斜面上部から下部の順とし、床面の基部には浅い溝（幅0.2m、深さ0.1m程度）を掘つて、まず消石灰と土砂を混合していれ（10m当たり2.5kg）、堆肥をその上にいれ（10m当たり37.5kg）、さらに、

9.1 埋幹・草株などによる筋工と
植生盤・さし木・条播など
による法面被覆工

理幹・草株などによる肋工と植生盤・さし木・条播などによる法面被覆工

埋幹

草株

植生盤

さし木

条播

1.20 m

0.3 m

0.3 m

0.05 m

0.1 m

9.2 埋設編柵工

苗木植栽

植生盤

編柵工

施肥

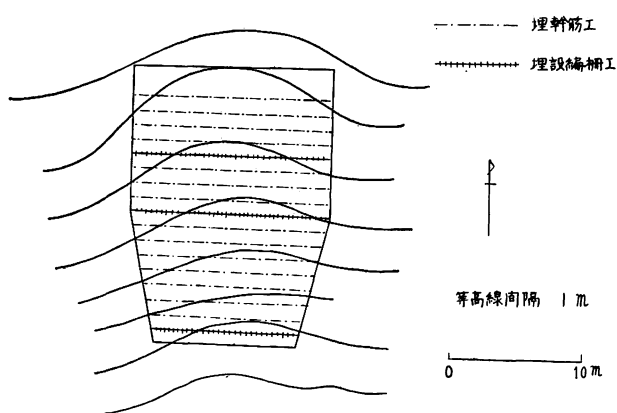
0.30 m

9.3 植栽工

第9図 試験工の構造図

過磷酸石灰と硫酸をいれ (10 m 当たり各 2.4 kg), 軽く覆土した。施肥のおえたこの床面に, イヌコリヤナギ, ヤマナラシ, タニウツギ, ノリウツギなどの1~3年枝条を10 m 当たり100本の割合で埋幹としてならべた。この材料の大きさは, 幹長0.3 m, 太さ0.01~0.02 m ぐらいのものもつかつた。また, このほか筋には, ヨモギとススキ株を10 m 当たり40~50株いれ, 英国トゲナシニセアカシアの苗木も1 mに1本の割合で伏せていれ, これらの先端を0.05 m 程度露出させて覆土した。覆土にあたっては, できるだけ周辺の浮土砂をかきあつめ, 筋の部分の凹部を埋めもどすようにした。

B. 法面被覆工……筋工相互間の法面は露出したままなので、雨滴による衝撃、地表流による侵蝕、霜



第10図 川内-31 試験地の施工平面図
施工面積 0.03 ha

柱、凍上などによる破壊などから保護しなければならない。このために、埋幹筋工下端の法面に浅い溝を掘りつけて植生盤または切芝を張りつけた。この場合、斜面上部は切芝、下部は植生盤としたが、切芝をつかつたのは本試験地のみである。これらの目串にはたやすく萌芽できるイヌコリヤナギの枝条をつかつた。また、これらの下部の露出法面には、斜面長0.3m間隔の千鳥模様に埋幹につかつた低木類のさし木をおこな

った。さし木の長さは0.15m、太さは0.01~0.02mのものをつかつた。植生盤、切芝の目串もこれと同じ程度の大きさの材料をつかつた。植生盤にはヤマハギ、エゾノギシギシ、ヨモギ、ススキなどの種子を混播した。この播種量は100枚当たり0.25l程度、同量率で混播した。

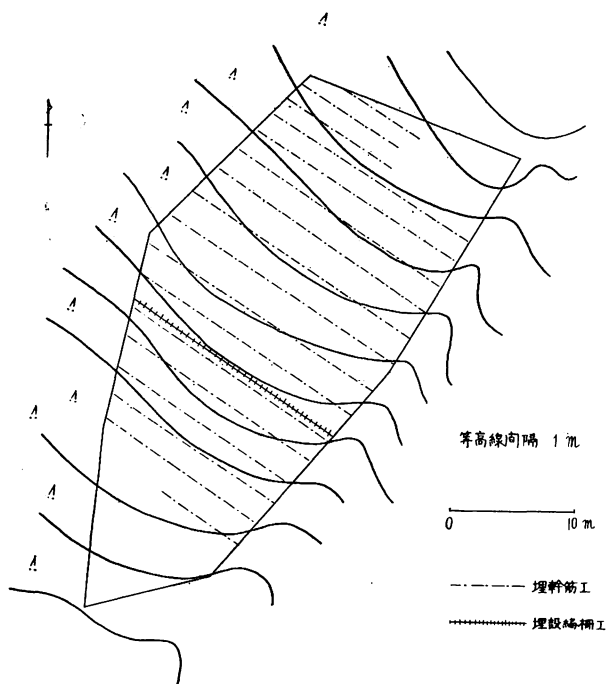
C. 埋設編柵工……整地および筋つけしたときに生じた浮土砂を落ち着かせ、転石の落下を防ぎ、地表状態を安定しなければ、せつかくの導入植生を確実に活着させ、すばやく成長させることができない。このため、斜面上・中・下の各位置に等高線に沿って埋設編柵工を各1本、計3本施工した。本杭の間隔は1.0m、帯梢には萌芽性のヤナギ類枝条をつかつた。編柵の裏側には、英国トゲナシセアカシアの苗木

を1.5m間隔に植栽した。植穴は、直径、深さとも0.3m程度とし、堆肥を1.0kg、消石灰0.5kg、固形肥料④3号を5粒ずつ施用した。

2) 川内-32 試験地

前試験地と同様に 鉾害荒地地なので、同様な考え方により、まず、土壌酸度の改定に留意した。工法としては(第11図参照)。

A. 埋幹筋工……山腹面の中央部の水蝕溝をのぞいて、不安定な部分もないので、法切り、整地など全くおこなわず、そのままの斜面に筋を切りつけた。筋相互間の間隔は直高1.0m(斜面長約1.5m)とした。土地条件の相違から、消石灰は10m当たり4.3kg、堆肥は同じく1.0kgとした。また、苗木は英国トゲナシセアカシアにかえ



第11図 川内-32 試験地の施工平面図
施工面積 0.08 ha

で、ヒメヤシヤブシ、イタチハギにし、埋幹材料として発根性のとぼしいヤマナラシにかえてオノエヤナギをくわえた。その他の仕様は川内-31 試験地と同様である。

B. 法面被覆工……植生盤、さし木にくわえて、法面に2筋の条播をいれた。条播溝は、幅・深さとも0.05 m 程度の小溝で、このなかに植生盤の原土（切藁、藁筋をのぞく）と同じ仕様の肥土をいれ、樹草の種子を混播した。この樹草の種類はヤマハギ、ウツギ、ススキ、ヨモギ、エゾノギシギシ、シロツメクサなどで、同量率に混播した。この播種量は10 m 当たり0.25 l である。植生盤へ播種した樹草の種類は条播のものと同様である。その他川内-31 試験地と同様である。

C. 埋設編柵工……山腹斜面の中央部および下部の位置に、各1本計2本施工した。仕様は川内-31 試験地と同様である。

3) 三本木-32 試験地

この試験地はシラス荒廃地なので、表土の侵蝕がおびただしいが、山腹には練り積み擁壁と谷止め工などの基礎が既設されているので、荒廃斜面は一応固定された形状をしめしている。このため、擁壁間の露出面をできるだけ早期に植物によつて被覆し、表面侵蝕防止に重点をおいた。工法としては（第12図参照）。

A. 埋幹筋工……斜面頂部のカブリを最小限切除した程度で、自然そのままの山腹斜面に、直高1.0 m（斜面長1.5 m）の間隔で筋を切りつけた。施肥は堆肥10 m 当たり8 kg、硫酸、過磷酸石灰各1.0 kg おこなった。埋幹樹種はオノエヤナギ、シロヤナギ、イヌコリヤナギ、タニウツギなどとし、10 m 当たり50本の割合でとりいれ、苗木はイタチハギとし、1.5 m 間隔に同様にならべた。この間に、ススキ、ヨモギ、ヤマハハコ、イヌヨモギ、ノウゴウイチゴなどの草株を10 m 当たり40~50 株いれ覆土した。イタチハギの植栽した位置には、固形肥料④3号を苗木1本当たり5粒ずつ施用した。その他の仕様は川内-31 試験地と同様である。

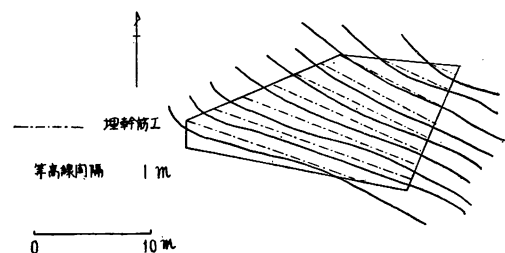
B. 法面被覆工……植生盤、さしき、条播によつて施工した。さし木の樹種は埋幹と同じものを、植生盤と条播にはウツギ、ヤマハギ、エゾノギシギシ、ヨモギ、ケンタッキー31・Fなどを混播した。その他川内-31、川内-32 試験地の仕様と同様である。

4) 川井-31 試験地

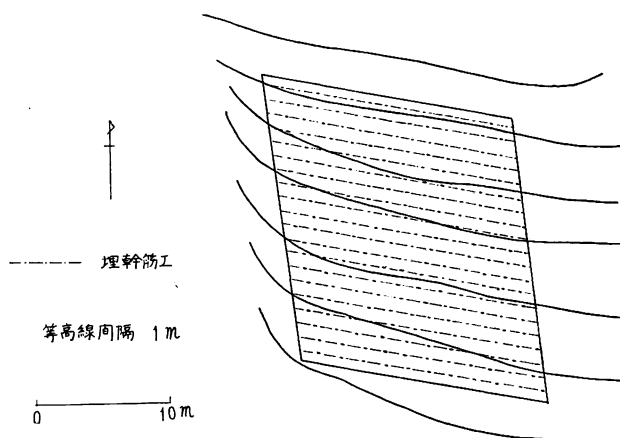
この場所は土石流跡の残積斜面であつて、転石、倒木などが不安定な状態で存在していたので、これらを整理し簡単な整地をしてから施工をおこなった。工法としては（第13図参照）。

A. 埋幹筋工……直高0.5 m（斜面長約1.5 m）間隔に筋を切りつけた。施肥は10 m 当たり堆肥30 kg、硫酸、過磷酸石灰各1.0 kg と固形肥料④3号50粒ずつおこなった。埋幹はオノエヤナギ、イヌコリヤナギ、タニウツギ、ノリウツギなどで、10 m 当たり60~70本の割合でいれ、草本株はススキ、ヨモギ株とし、10 m 当たり40~50 株いれた。その他川内-31 試験地の仕様と同様である。

B. 法面被覆工……各筋工間の法面は傾斜が比較的ゆるやかなので、この露出面を被覆するため、間隔1.0 m（水平距離）の千鳥模様に、直径、



第12図 三本木-33 試験地の施工平面図
施工面積 0.02 ha



第13図 川井-31 試験地の施工平面図
施工面積 0.04 ha

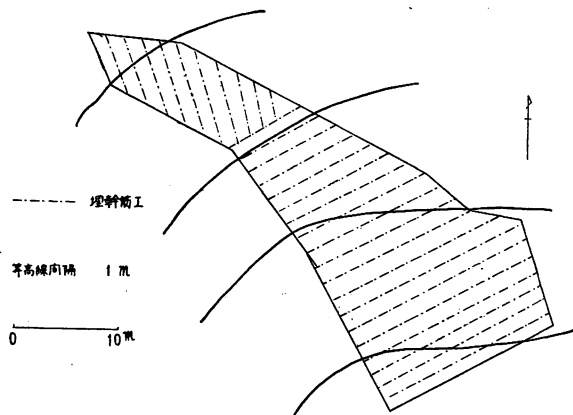
深さとも 0.3m の植穴を掘つて、1 穴当たり堆肥 1 kg と固形肥料④3号5粒ずつをいれ、ニセアカシアの苗木を植栽した。

5) 川井-32 試験地

地表は中央部を貫流する水蝕溝のほかは起伏はないので、法切り、整地などは全くおこなわなかった。水蝕溝は著しく拡大するおそれがないので、若干の保全措置を講じながら、自然水路としてそのまま残した。その工法としては（第14図参照）。

A. 埋幹筋工……直高 0.4m（斜面長 1.5m）に、床幅 0.3m の筋を切りつけた。傾斜がゆるいので、他の試験地のような小階段状の筋工としないで溝状に施工した。この筋に、堆肥を 10m 当たり 7.5 kg、硫安、過磷酸石灰各 1.0 kg、塩化加里 0.5 kg を施用し、軽く覆土した。埋幹樹種はイヌコリヤナギ、シロヤナギ、オノエヤナギ、ノリウツギ、タニウツギなどとし、10m 当たり 100 本程度いれ、このほか、ススキ、ヨモギなどの草株を 20~30 株、イタチハギの苗木を 1.5m 間隔にいれた。

B. 法面被覆工……筋工間の露出法面に、1.5m 間隔（水平距離）の千鳥模様に、直径、深さとも 0.3m



第14図 川井-32 試験地の施工平面図
施工面積 0.05 ha

程度の植穴を掘つて、植穴 1 個当たり堆肥 1 kg、固形肥料④1号を 10 粒ずついれて、カラマツ、ヤマハシノキの苗木を植栽した。また、筋間のほぼ中央部に、幅 0.2m、深さ 0.05m の浅い溝を掘つて、肥土をいれ、それにウツギ、ヤマハギ、エゾノギシギシ、ケンタッキー31・Fなどの樹草種子を混播し、さらに、埋幹につかつた低木類をさし木とし 0.5m 間隔（水平距離）の千鳥模様にさしつけた。中央部の水蝕溝の肩の部分に、2列の横方向に植生盤を張りつけ、溝の拡大

を予防した。これには筋間に用いた樹草種子を混播した。

6) 北上-31 試験地

この場所は崩壊後の経過があたりしく、山腹表面はいまだ不安定な状態におかれているので、編柵工を重点的にとりあげた。また、頂部のカブリも最小限切除した。工法として(第15図参照),

A. 埋幹筋工……直高 1.0m (斜面長 1.5m) の間隔に筋を切りつけた。施肥は堆肥 10m 当たり 8 kg,

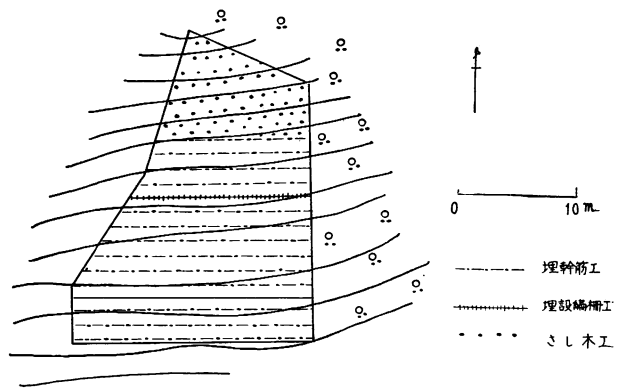
硫安, 過磷酸石灰各 1.0 kg おこなった。埋幹樹種はイスコリヤナギ, カワヤナギ, タコウツギなどとし、10m 当たり 50 本の割合でとりいれ、苗木はイタチハギとし 1.0m 間隔にならべた。このほか、ススキ、ヨモギの草株を 10m 当たり 40~50 株いれ覆土した。イタチハギの植栽した位置には、固形肥料㊦3号を苗木 1 本当たり 5 粒ずついれた。その他川内-31 試験地の仕様と同様である。

B. 法面被覆工……植生盤、さし木によつて施工した。植生盤は筋の下端に横方向 1 列張りにした。これにはケンタッキー31・F, ヨモギ, オオマツヨイグサ, エゾノギシギシ, ヤマハギなどを混播した。残余露出面には、埋幹に用いた各樹種とイタチハギのさし木を 0.3m 間隔 (水平距離) の千鳥模様にさしつけた。

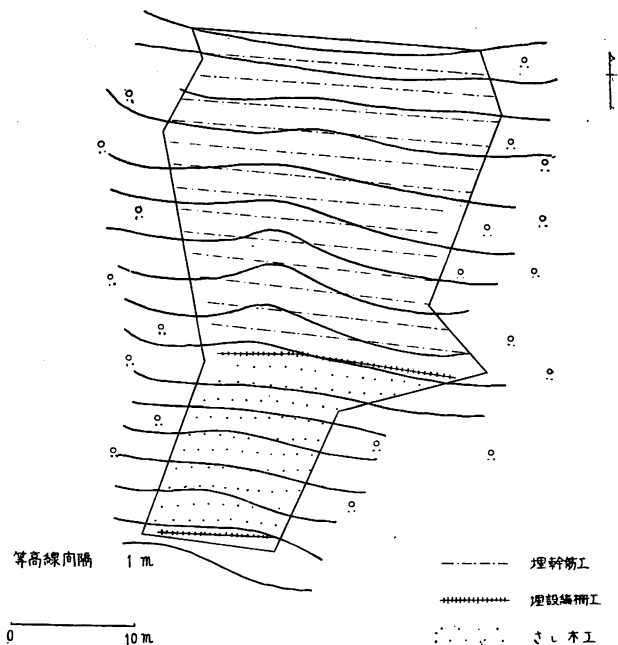
C. 埋設編柵工……斜面上部と下部の適当な位置に 1 本ずつ計 2 本、等高線にそつて施工した。編柵の裏側には、イタチハギの苗木を植栽した。その他は、川内-31 試験地と同じ仕様である。

7) 北上-32 試験地

この場所は崩壊した表土細礫が不安定な状態におかれており、積雪のクリープの影響も無視されないもので、編柵工をとりいれた。また、溪岸侵蝕もうけやすいので、編柵式の護岸とヤナギ類を叢生させて抵抗力を強化するようにした。不整形な部分が少ないので、法切り、整地などを全くおこなわず、自然の形状の山腹斜面をそのままに施工した。工法



第15図 北上-31 試験地の施工平面図
施工面積 0.03 ha



第16図 北上-32 試験地の施工平面図
施工面積 0.08 ha

としては(第16図参照),

A. 埋幹筋工……筋相互の間隔は直高 1.0m (斜距離 1.5m) とした。施肥は 10m 当たり堆肥 12kg, 過磷酸石灰, 硫酸各 1.5kg とした。埋幹樹種はカワヤナギ, イヌコリヤナギ, タニウツギとし, 10m 当たり 60~70 本の割合で入れた。このほか, イタチハギの苗木を 1.5m 間隔にとり入れ, 苗木植栽位置には固形肥料㊦3号を苗木1本当たり5粒ずつ施用した。

B. 法面被覆工……山腹中央部に設置した編柵工から上部の筋間の露出法面には, 筋工下端の法面に植生盤を横方向1列に張り, 残余法面には2筋の条播をおこなった。この植生盤と条播溝にはウツギ, ヤマハギ, エニシダ, エゾノギシギシ, ヨモギ, ススキ, ケンタッキー31・F, ムラサキツメクサなどを混播した。中央部の編柵工より下部の露出法面には, 埋幹に用いたヤナギ類のさし木を 0.2m 間隔(水平距離)の千鳥模様に密にさしつけた。

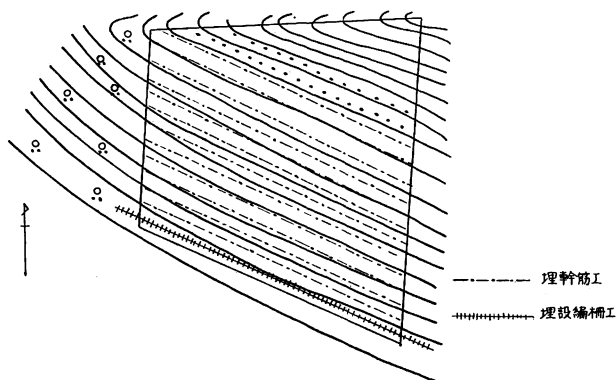
C. 埋設編柵工……斜面中央部と最下端部に各1本, 計2本等高線にそつて施工した。編柵の裏側にはニセアカシアの苗木を, 1.5m 間隔に植栽した。植穴, 施肥などは川内-31試験地の仕様と同様である。

8) 古川-33 試験地

この場所は傾斜がきついが凹凸がほとんどなく, 地形状況から判断して雪がほとんどつかないと考えられるので, 表面侵蝕防止に重点をおいて施工した。なお, 斜面下部の崩積土の固定のための編柵工を取り入れた。工法としては(第17図参照),

A. 埋幹筋工……筋相互の間隔は, 直高 1.0m (斜面長 1.5m) とした。施肥は 10m 当たり堆肥 5.0kg, 過磷酸石灰, 硫酸各 5.0kg, 塩化加量 0.25kg, 固形肥料㊦3号 25粒をおこなった。この筋にキツネヤナギ, イヌコリヤナギ, オノエヤナギ, タニウツギなどの埋幹を 10m 当たり 80本程度, ススキ, ヨモギ, ヤマブキショウマ, トリアシショウマなどの草本株を 40株程度, また, ヤマハンノキ, タニガワハンノキ, イタチハギ, ヒメヤシヤブシなどの苗木を 1.0m 間隔に伏せて覆土した。この苗木のとり入れ方は, 筋交互にヤマハンノキとタニガワハンノキとなるように, しかも, この高木類のなかに, 前記低木類を混植させた。その他の施工は川内-31試験地の仕様と同様である。

B. 法面被覆工……筋工の下端に植生盤を横方向に1列張りつけ, ヨモギ, ススキ, オーチャードグラス, ケンタッキー31・F, カワラケツメイ, コマツナギ, ヤマハギなどを混播した。



第17図 古川-33試験地の施工平面図
施工面積 0.05 ha

C. 埋設編柵工……山脚部の崩土の固定を主目的に、下端部1本等高線にそつて施工した。この裏側にはニセアカシアを1.0m間隔に植栽した。植穴、施肥など川内-31試験地の仕様と同様である。

9) 二次的植生導入

植被の質的構成を、当初の草本類や低木類を主体としたものから、高木類を主体とした構成に積極的に移行させようと、施工後2～3年経過した昭和34年春季に、二、三の先駆の高木類を二次的に導入した。ただし、試みに当初施工時にこれらをあわせて導入した川井-32、古川-33試験地ではそのままとした。この導入方法としては、草本・低木類の発達繁茂した筋工の基部に、幅・深さとも0.3m程度の植穴を掘つて、1穴当たり堆肥1.0kg、固形肥料④3号各10粒ずつ施用することを基準とした。植栽間隔は原則として1.5mとした。各試験で導入した樹種はつぎのとおりである。

川内-31試験地：ヤマハンノキ、タニガワハンノキ、ウダイカンバ、青島トゲナシニセアカシア

川内-32試験地：ヤマハンノキ、タニガワハンノキ、ウダイカンバ、青島トゲナシニセアカシア、アカマツ、カラマツ

三本木-32試験地：ヤマハンノキ、タニガワハンノキ、ウダイカンバ

川井-31試験地：ヤマハンノキ、タニガワハンノキ、ウダイカンバ

北上-31試験地：ヤマハンノキ、タニガワハンノキ、ウダイカンバ

北上-32試験地：ヤマハンノキ、タニガワハンノキ、ウダイカンバ

4. 作業工程ならびに所要経費

本試験工法についての作業工程ならびに所要経費明細を、第3～18表にまとめた。これには二次的植生導入分もふくんでいる。

この工程とか所要経費は、各試験地の荒廃程度、地利的条件や労賃の高低によつてかなり違いがあり、また、このような試験的な小面積の施工では事業的に大面積におこなう場合とある程度異なる。これらを一応無視して、上記の資料から参考までに平均単価を算定してみるとつぎのとおりである。すなわち、主体となつた埋幹筋工は10m当たり284～587円（平均433円）、法面被覆工は10m当たり154～676円（平均462円）、埋設編柵工は10m当たり92～176円（平均152円）、植栽工は100本当たり1,614～3,403円（平均2,563円）となる。さらに、単純に1ha当たり総所要経費をもとめてみると、254,000～967,000円（610,000円）となる。

第3表 川内-31 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 (0.03 ha 当たり)				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
埋 幹 筋 工	156.3	m	52.12	8,147.92	5,204.79	m	271,273.65	} 当初施工分
法面被覆工	190.0	m ²	57.60	10,944.00	6,327.00	m ²	364,435.20	
埋設編柵工	27.5	m	161.11	4,430.53	915.75	m	147,536.48	
植 栽 工	162.0	本	34.03	5,512.86	5,394	本	183,578.24	二次的に 導入した分
計				29,035.31			966,823.57	

第 4 表 川内—31 試験地施工経費単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単 位	単 価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m) (当たり)	苗 木	1 回床替 2 年生	10	本	3	30.00	英国トゲナシニセアカシア
	埋幹材料	長さ 0.3m 径 1~2 cm	150	〃			直役採取, ウツギ, ヤナギ類
	硫 安		2.4	kg	23	55.00	
	過 石		2.4	〃	15	36.00	
	消 灰		2.5	〃	5	37.50	
	堆 肥		37.5	〃	1	37.50	
	筋 草 株	1m 纏締め打連 い, 長さ 0.3m	1	束			直役採取, ススキ, ヨモギなど
	人 夫		1.0	人	350	350.00	
			0.70				整地および筋切つけ
			0.15				埋幹材料採取, 運搬1,000本当たり1.0人
			0.07				草株採取運搬 1 束当たり0.07人
			0.08				苗木, 埋幹, 草株, 埋め込み筋仕上げ, 施肥とも
	計					521.20	
(10m ²) (当たり)	植 生 盤	0.25m × 0.2m × 0.03m	40	枚			直役製造
	さし木	長さ 0.15m 径 1~2 cm	70	本			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	材料串	〃	160	〃			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	目 過 石		0.4	kg	1.5	6.00	
	硫 安		0.4	〃	23	9.20	
	塩化加里		0.2	〃	24	4.80	
	堆 肥		10.0	〃	1	10.00	野草種子直役採取
	切 藁		1.0	〃	1	1.00	
	藁 筋		40	枚	0.5	20.00	
	人 夫		1.5	人	350	525.00	
			0.40				植生盤作成, 運搬100枚当たり1.0人
			0.20				張付け, 目串さしとも
			0.15				目串およびさしほ採取1,500本当たり1.0人
			0.05				法面さし木, 300本当たり1.0人
	計					576.00	
(10m) (当たり)	本 杭	長さ 1m 末口径 0.06~0.08m	20	本	50	1,000.00	ヒバ材
	粗 朶	1束長 2m, 1m 纏締め打連い 1 回床替 2 年生	5	束			直役採取
	苗 木		7	本	3	21.00	英国トゲナシニセアカシア
	堆 肥		7	kg	1	7.00	植穴 1 個当たり 1 kg
	消 灰		3.5	〃	5	17.50	
	固形肥料		0.7	〃	23	16.10	植穴 1 個当たり 5 kg
	人 夫		1.57	人	350	549.50	
			0.50				粗朶採取運搬
			0.50				杭運搬, 打ちつけ
			0.50				柵搔き仕上げ
			0.07				植穴掘り, 施肥, 植栽
	計					1,611.10	

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(100本 当たり)	植 木	1 回床替 2 年生	100	本	5	500.00	ヤマハンノキ, タニガワハンノキなど
	熔 燐		15.0	kg	13	195.00	
	消 石 灰		50.0	〃	5	250.00	
	固形肥料		16.0	〃	23	368.00	
	堆 肥		200.0	〃	1	200.00	
	人 夫		5.4	人	350	1,890.00	
			内 {2.4 訳 {3.0				植穴掘り 植栽, 施肥, 材料運搬とも
	計					3,403.00	

第5表 川内—32 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 (0.08 ha 当たり)				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
埋 幹 筋 工	262.5	m	48.84	12,820.50	3,281.25	m	160,256.25	} 当初施工分 二次的に 導入した分
法面被覆工	550.0	m ²	57.60	31,680.00	6,875.00	m ²	396,000.00	
埋設編柵工	19.0	m	161.11	3,061.09	237.50	m	38,263.63	
植 栽 工	178	本	34.03	6,057.34	2,225	本	75,716.75	
計				53,618.93			670,236.63	

第6表 川内—32 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m 当たり)	苗 木	1 年生およ び 2 年生	10	本	3	30.00	イタチハギ, ヒメヤシヤブシなど 直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	埋幹材料		100	〃			
	硫 安		20	kg	23	46.00	
	過 石		20	〃	15	30.00	
	消 石 灰		4.3	〃	5	21.50	
	固形肥料	1m 繩締め打違 い, 長さ 0.3m	0.8	〃	23	18.40	苗木 1 本当たり 5 粒ずつ施用 直役採取 ヨモギ, ススキなど 整地および筋切りつけ 埋幹材料採取運搬 1,000 本当たり 1.0 人 草株採取運搬 1 束当たり 0.07 人 苗木, 埋幹, 草株などの埋め込み仕上げ, 施肥とも
	堆 肥		10.0	〃	1	10.00	
	草 株		1	束			
	人 夫		0.95	人	350	332.50	
			内 {0.70 訳 {0.10 訳 {0.07 訳 {0.08				
	計					488.40	
(10m ² 当たり)	植 生 盤	0.25m × 0.2m × 0.03m 長さ 0.15m 径 1~2 cm 〃	40	枚			直役製造
	さし木		70	本			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	材料串		160	〃			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	過 石		0.4	kg	15	6.00	
	硫 安		0.4	〃	23	9.20	
	塩化加里		0.2	〃	24	4.80	

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
法 面 被 覆 土 (10m ² 当たり)	堆肥		10.0	kg	1	10.00	野草種子直役採取
	種子		0.1	l			
	切藁		1	kg	1	1.00	
	藁筋夫		40	枚	0.5	20.00	
	人		1.5	人	350	525.00	植生盤製造, 運搬100枚当たり1.0人 植生盤張付および目串さしとも 目串およびさしほ採取1人当たり1,500本 法面さし木1人当たり300本 野草種子採取1人当たり2l
	内訳		0.40				
			0.20				
			0.15				
			0.70				
			0.05				
	計					576.00	
埋 設 編 柵 工 (10m 当たり)	本杭	長さ1m, 末口 径0.08~0.1m	20	本	50	1,000.00	カラマツ材
	粗朶	1束長2m, 1m 細締め打連い	5	束			直役採取
	苗木	1回床替 2年生	7	本	3	21.00	英国トゲナシニセアカシア
	堆肥		7	kg	1	7.00	
	消石灰		3.5	〃	5	17.50	
	固形肥料	㊦3号	0.7	〃	23	16.10	苗木1本当たり5粒ずつ施用
	人		1.57	人	350	549.50	
	内訳		0.50				粗朶採取運搬
			0.50				杭運搬打ちつけ
			0.50				柵搔き仕上げ
			0.07				植穴掘り, 施肥, 植栽とも
	計					1,611.10	
植 栽 工 (100本 当たり)	苗木	1年生および 2年生	100	本	5	500.00	ヤマハンノキ, タニガワハンノキなど
	熔燐		15.0	kg	13	195.00	
	消石灰		50.0	〃	5	250.00	
	固形肥料	㊦3号	16.0	〃	23	368.00	
	堆肥		200.0	〃	1	200.00	植穴掘り100個当たり1.0人 植栽, 施肥, 材料運搬とも
	人		5.4	人	350	1,890.00	
	内訳		2.4				
			3.0				
	計					3,403.00	

第 7 表 三本木—32 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 (0.02 ha 当たり)				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
埋 幹 筋 工	139.0	m	40.38	5,612.82	6,950.0	m	226,645.67	} 当初施工分 二次的に 導入した分
法面被覆工	130.5	m ²	41.04	5,355.72	6,525.0	m ²	219,798.75	
植 栽 工	133	本	25.68	3,415.44	6,650	本	170,772.00	
計				14,388.98			617,216.42	

第8表 三本木—32 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m) 当たり)	苗 木	1年生	7	本	3	21.00	イタチハギ
	埋幹材料	長さ0.3m 径1~2cm	150	〃			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	硫 安		1	kg	23	23.00	
	過 石		1	〃	15	15.00	
	幹 固形肥料	㊦3号	0.6	〃	23	13.80	
	堆 肥		8.0	〃	1	8.00	
	筋 草 株		1	束			直役採取 ヨモギ, ススキなど
	人 夫		0.85	人	380	323.00	
			内				整地および筋切りつけ
			訳				埋幹材料採取運搬 1,000本当たり1.0人 草株採取運搬 1束当たり0.07人 苗木, 埋幹, 草株などの埋め込み仕上げ, 施肥とも
	計					403.80	
(10m ²) 当たり)	植生盤	0.25m×0.2m ×0.03m	40	枚			直役製造
	さし木	長さ0.15m 径1~2cm	20	本			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	目 串	〃	160	〃			直役採取 ヤナギ類
	過 石		0.4	kg	15	6.00	
	硫 安		0.4	〃	23	9.20	
	塩化加里		0.2	〃	24	4.80	
	堆 肥		10.0	〃	1	10.00	野草種子, 直役採取
	種 子		0.2	l			
	切 藁		1.0	kg	1	1.00	
	藁 筋		40	枚	2	80.00	
(100本) 当たり)	人 夫		10.8	人	380	410.40	
			内				植生盤製造, 運搬100枚当たり1.2人
			訳				植生盤張りつけ, 目串さしとも
							目串およびさしほ採取1人当たり1,500本
							条播溝つけ, 播種とも
	計					521.40	法面さし木 1人当たり200本 野草種子採取 1人当たり2l
(100本) 当たり)	苗 木	1回床替 2年生	100	本	5	500.00	ヤマハノキ, タニガワハノキなど
	固形肥料	㊦3号	160	kg	23	368.00	苗木1本当たり10粒ずつ施用
	堆 肥		100	〃	1	100.00	
	人 夫		4.0	人	400	1,600.00	
			内				植穴掘り, 65個当たり1人
	計					2,568.00	植栽, 施肥とも 諸材料運搬

第9表 川井—31 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 0.04 ha 当たり				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
埋 幹 筋 工	183.0	m	28.40	5,197.20	4,575.0	m	129,930.00	} 当初施工分 二次的に 導入した分
法面被覆工	308.5	m ²	15.44	4,809.73	7,712.5	m ²	190,810.00	
植 栽 工	135	本	19.18	2,589.30	3,375.0	本	64,732.50	
計				12,596.23			385,472.50	

第10表 川井—31 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
埋 幹 筋 工 (10m 当たり)	埋幹材料	長さ 0.3m 径 1~2cm	65	本			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	硫 安		1	kg	23	23.00	
	過 石		1	〃	15	15.00	
	固形肥料	㊦3号	0.8	〃	23	18.40	
	堆 肥		30	〃	1	30.00	
	草 株	1m 繩締め打違 い, 長さ 0.3m	1	束			直役採取 ススキ, ヨモギなど
	人 夫		0.52	人	380	197.60	
			内 訳 0.30 0.07 0.10 0.15				整地および筋切りつけ
							埋幹材料採取運搬 1,000本 1人
							草株採取運搬 1束当たり 0.1人
							埋幹, 草株などの埋め込み仕上げ, 施肥とも
	計					284.00	
法 面 被 覆 工 (10m ² 当たり)	苗 木	1 回床替 2 年生	10	本	3	30.00	ニセアカシア
	固形肥料	㊦3号	0.8	kg	23	18.40	苗木 1本当たり 5粒ずつ施用
	堆 肥		30.0	〃	1	30.00	苗木 1本当たり 3kg ずつ施用
	人 夫		0.20	人	380	76.00	
			内 訳 0.10 0.05 0.05				植穴掘り, 1人100個
							堆肥, 固形肥料運搬施用
							苗木運搬, 植栽仕上げとも
	計					154.40	
植 栽 工 (100本 当たり)	苗 木	1 回床替 2 年生	100	本	5	500.00	ヤマハシノキ, タニガワハシノキなど
	過 石		10.0	kg	15	150.00	
	固形肥料	㊦3号	16.0	〃	23	368.00	
	堆 肥		100.0	〃	1	100.00	苗木 1本当たり 1kg 施用
	人 夫		2.0	人	400	800.00	
			内 訳 1.00 0.50 0.50				植穴掘り, 100個当たり 1人
							苗木植栽, 施肥とも
							諸材料運搬
	計					1,918.00	

第 11 表 川井—32 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 0.05 ha 当たり				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額	
埋 幹 筋 工	250.0	m	39.09	9,772.50	2,500.00	m	97,725.00	} 当初施工分 二次的に 導入した分
法面被覆工	375.0	m ²	14.41	5,259.65	7,500.00	m ²	108,075.00	
植 栽 工	148	本	16.14	2,388.72	2,960.00	本	47,774.40	
計				17,420.87			253,574.40	

第 12 表 川井—32 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m 当たり)	苗 木	2年生および1年生	10	本	3	30.00	イタチハギ, カラマツ
	埋幹材料	長さ0.3m 径1~2cm	100	//			直役採取 ヤナギ, ウツギなど
	硫 安		1.0	kg	23	23.00	
	過 石		1.0	//	15	15.00	
	塩化加里		0.5	//	24	12.00	
	固形肥料	㊦1号 および3号	0.8	//	23	18.40	苗木1本当たり5粒ずつ施用
	堆 肥		7.5	//	1	7.50	
	草 株	1m 縄締め打違い, 長さ0.3m	1.0	束			直役採取 ヨモギ, ススキなど
	人 夫		0.75	人	380	285.00	
	計					390.90	整地, 筋切りつけ 埋幹材料採取, 運搬1,000本1.0人 草株採取運搬1束当たり0.1人 埋幹, 草株などの埋め込み仕上げ, 施肥とも
(10m ² 当たり)	植 生 盤	0.25m×0.2m×0.03	4	枚			直役製造
	さし木材料	長さ0.3m 径1~2cm	36	本			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	目 串	//	8	//			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	過 石		0.04	kg	15	0.60	
	硫 安		0.04	//	23	0.92	
	塩化加里		0.02	//	24	0.48	
	堆 肥		1.0	//	1	1.00	
	種 子		0.2	l			野草種子 直役採取
	切 藁		0.1	kg	1	0.10	
	人 夫		4	枚	2	8.00	
(100本 当たり)	苗 木	1 回来替 2年生	100	本	5	500.00	カラマツ, ヤマハンノキ, ウダイカンパなど
	固形肥料	㊦1号 および3号	16.0	kg	23	368.00	苗木1本当たり10粒ずつ施用
	堆 肥		100	//	1	100.00	苗木1本当たり1kg ずつ施用
	人 夫		1.9	人	380	646.00	
	計					1,614.00	植穴掘り150個当たり1.0人 植栽, 施肥とも 諸材料運搬
	計					1,614.00	
	計					1,614.00	
	計					1,614.00	
	計					1,614.00	
	計					1,614.00	

第 13 表 北上—31 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 0.04 ha 当たり				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
法面被覆工	270.0	m ²	66.66	17,998.20	6,750.0	m ²	449,955.00	} 当初施工分 二次的に 導入した分
埋設編柵工	30.0	m	175.84	5,275.20	750.0	m	131,880.00	
植 栽 工	179	本	25.18	4,507.72	4,550.0	本	114,569.00	
計				27,781.12			696,404.00	

第 14 表 北上—31 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
法 面 被 覆 工 (10m ² 当たり)	苗 木	1 年生	10	本	3	30.00	イタチハギ
	さし木	長さ 0.15m 径 1~2cm	25	〃			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	植 生	材料盤 0.25m×0.2m ×0.03m	40	枚			直役製造
	目 串	長さ 0.15m 径 1~2cm	160	本			直役採取 ヤナギ類
	過 硫	石 安	0.4	kg	15	6.00	
	塩 化	〃	0.4	〃	23	9.20	
	堆 肥	〃	0.2	〃	24	12.00	
	種 子	〃	10.0	〃	1	10.00	
	種 子	〃	0.2	l			野草種子, 直役採取
	切 筋	〃	1	kg	1	1.00	
	固 筋	〃	40	枚	2	80.00	
	固 筋	〃	0.8	kg	23	18.40	
	固 筋	〃	1.25	人	400	500.00	苗木 1 本当たり 5 粒ずつ施用
	人 夫	〃	0.15				植穴掘り 1 人70個
	人 夫	〃	0.10				施肥, 植栽100本1.0人
	人 夫	〃	0.48				植生盤製造運搬100枚当たり1.2人
埋 設 編 柵 工 (10m 当たり)	苗 木	1 年生	10	本	3	30.00	イタチハギ
	固 筋	〃	1.8	kg	23	18.40	
	固 筋	〃	10.0	〃	1	10.00	
	人 夫	〃	2.00	人	400	800.00	
	人 夫	〃	0.50				粗朶材採取, 運搬
	人 夫	〃	0.80				杭打ち, 材料運搬
	人 夫	〃	0.40				柵掻き仕上げ
	人 夫	〃	0.10				植穴掘り100個当たり1.0人
	人 夫	〃	0.10				施肥, 植栽100本当たり1.0人
	人 夫	〃	0.10				諸材料運搬
	計					1,758.40	
植 栽 工 (100 本 当たり)	苗 木	1 回床替 2 年生	100	本	5	500.00	ヤマハンノキ, タニガワハンノキなど
	過 硫	〃	10.0	kg	15	150.00	
	固 筋	〃	16.0	〃	23	368.00	
	堆 肥	〃	100	〃	1	100.00	
	人 夫	〃	3.5	人		1,400.00	
	人 夫	〃	1.50				植穴掘り70個当たり1.0人
	人 夫	〃	1.00				施肥, 植栽100本当たり1.0人
	人 夫	〃	1.00				諸材料運搬その他
	計					2,518.00	

第 15 表 北上—32 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 0.08 ha 当たり				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
埋 幹 筋 工	358.50	m	35.88	12,862.98	4,481.25	m	160,787.25	} 当初施工分 二次的に 導入した分
法面被覆工	600.00	m ²	48.98	29,388.00	7,500.00	m ²	367,350.00	
埋設編柵工	19.00	m	171.74	3,263.06	237.50	m	40,788.25	
植 栽 工	250	本	25.18	6,295.00	3,125	本	78,687.50	
計				51,809.04			647,613.00	

第 16 表 北上—32 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m 当たり)	苗 木	1年生および2年生	7	本	3	21.00	イタチハギ, ニセアカシアなど 直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	埋幹材料	長さ 0.3m 径 1~2cm	65	〃			
	硫 安	㊦ 3号	1.5	kg	23	34.50	
	過 石		1.5	〃	15	22.50	
	固形肥料		0.6	〃	23	13.80	整地および筋つけ 埋幹材料採取運搬1,000本当たり1.0人 苗木, 埋幹など埋め込み, 植栽仕上げ, 施肥とも
	堆 肥		12.0	〃	1	12.00	
	人 夫		0.75	人	340	255.00	
			0.60				
			0.07				
			0.08				
	計					358.80	
(10m ² 当たり)	植 生 盤	0.25m×0.2m	40	枚			直役製造 直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	さし木	×0.03m 長さ 0.15m 径 1~2cm	60	本			
	材料串	〃	160	〃			直役採取 ヤナギ
	目 過	〃	0.4	kg	15	6.00	
	硫 安	加里	0.4	〃	23	9.20	野草種子直役採取
	塩化		0.2	〃	24	9.60	
	堆 肥		10.0	〃	1	10.00	
	種子		0.2	l			
	切 藁	筋	1.0	kg	1	1.00	植生盤製造, 運搬100枚当たり1.5人 植生盤張りつけ, 目串さしとも 目串およびさしほ採取1,500本当たり1.0人 条播溝つけ, 播種とも 野草種子採取 2l 当たり1.0人
	藁 筋		40	枚	2	80.00	
	人 夫		1.10	人	340	374.00	
			0.60				
		訳	0.20				
			0.15				
			0.05				
			0.10				
	計					489.80	
埋設編柵工	本 杭	長さ 1.5m 径 0.08~0.18m	15	本	70	1,050.80	アカマツ材
	粗 朶	長さ 2m, 1m 縄締め打違	5	束			直役採取
	苗 木	1年生	7	本	3	21.00	ニセアカシア
	堆 肥	㊦ 3号	7.0	kg	1	7.00	
	固形肥料	〃	0.6	〃	23	13.80	

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m 当たり)	埋 設 編 柵 工		1.84 内 訳 0.80 0.50 0.40 0.07 0.07	人	340	625.60	杭打ち 粗朶採取運搬 柵掻き仕上げ 植穴掘り100個当たり1.0人 施肥, 苗木植栽仕上げ100本当たり1.0人
	計					1,717.40	
(100本 当たり)	植 栽 工	1 回床替 2 年生 固形肥料 ⑩ 3号	100 1.0 16.0 100 3.5 内 訳 1.50 1.00 1.00	本 kg " " 人	5 15 23 1 400	500.00 15.00 368.00 100.00 1,400.00	ヤマハノキ, タニガワハノキなど 植穴掘り70個当たり1.0人 施肥, 苗木植栽仕上げとも100本当たり1.0人 諸材料運搬など
	計					2,518.00	

第 17 表 古川—33 試験地施工経費総括表

工 種	施工面積 0.05 ha 当たり				1 ha 当たり			備 考
	数 量	単位	単 価 (円)	金 額 (円)	数 量	単位	金 額 (円)	
埋 幹 筋 工	270.0	m	58.67	15,846.30	4,997.70	m	293,315.00	
法面被覆工	250.0	m ²	67.55	16,887.50	4,627.50	m ²	312,587.63	
埋設編柵工	30.0	m	91.84	2,755.20	555.30	m	47,998.13	
計				35,489.00			653,300.76	

第 18 表 古川—33 試験地施工単価表

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
(10m 当たり)	埋 幹 筋 工	1 回床替 2 年生 固形肥料 ⑩ 3号	10 80 0.5 0.5 0.25 0.3 5.0 1.0 1.25 内 訳 1.00 0.08 0.07 0.10	本 " kg " " " " 束 人	5 " 23 15 24 23 1 400	50.00 " 11.50 7.50 6.00 6.90 5.00 500.00	ハンノキ類およびイタチハギ, ヒメヤシヤブシなど 直役採取 ヤナギ, ウツギ類 直役採取 ヨモギ, ススキなど 整地および筋切りつけ 埋幹材料採取運搬1,000本当たり1.0人 草株採取, 運搬 苗木, 埋幹, 草株などの埋め込み, 植栽仕上げ, 施肥とも
	計					586.90	

工種	名 称	寸 法	数 量	単位	単価 (円)	金 額 (円)	備 考
法 面 被 覆 工 (10m ² 当たり)	植 生 盤	0.25m×0.2m ×0.03m	20	枚			直役製造
	さし木	長さ0.15m	70	本			直役採取 ヤナギ, ウツギ類
	材料	径 1~2 cm					
	目 串	"	80	"			
	過 石		0.2	kg	15	3.00	
	硫 安		0.2	"	23	4.60	
	塩化加里		0.1	"	24	2.40	
	堆 肥		5.0	"	1	5.00	
	種 子		0.1	l			野草種子 直役採取
	切 藁		0.5	kg	1	0.50	
	藁 筋		20	枚	2	40.00	
	人 夫		1.55	人	400	620.00	
			内				植生盤作成, 運搬100枚当たり1.4人
			訳				植生盤張つけ, 目串さしとも
							目串およびさしは採取1,500本当たり1.0人
							法面へのさし木200本当たり1.0人
							野草種子採取 2l 当たり1.0人
						675.50	
埋 設 編 柵 工 (10m 当たり)	本 杭	末口径 0.08~ 0.18m, 長さ 1.0~1.5m	14	本			直役採取 ヤナギ材
	粗 朶	1束長 2.0m 1m 纏締め打 違い	5	束			直役採取
	苗 木	1 回床替 2年生	10	本	5	50.00	ヤマハンノキ, タニガワハンノキなど
	堆 肥		10	kg	1	10.00	
	固形肥料	㊤ 3 号	0.8	"	23	18.40	苗木 1 本当たり 5 粒ずつ施用
	人 夫		2.1	人	400	840.00	
			内				本杭採取運搬 1人20本
			訳				粗朶採取運搬
							杭打ちつけ
							柵掻き仕上げ
							植穴掘り, 施肥, 植栽とも
	計					918.40	

5. 施工結果の成績調査方法

施工後, 毎年 1 回秋季に定期的に成績調査をおこなった。すなわち, 施工によつて治山効果がどのようなあがりつつあるかを, つぎの 5 点に留意しておこなったものである。

- ①施工地全域をみて, 霜柱・凍上, 積雪の移動, 豪雨などの気象災害が誘因となつて荒廃程度がさらに拡大していないか。
- ②施工した工作物が破壊されず, また, その効果を十分あげているか。
- ③導入した植物の活着と成長はどうであるか。
- ④自然植生の侵入発達状態はどうか。
- ⑤土壌の理化学性は改善されたかどうか。

結局, 緑化による荒廃の復旧状況, 林力の回復過程に注目したもので, つぎの具体的方法にもとづき実

施した。

1) 植生状態について

(1) 概況調査……全域を概括的にみて、導入種、侵入種もふくめての植物による被覆状態と生育状態とを定性的に観察した。この場合、植被の発達状態は全層をとおした拡がりの程度、生育状態では形状、葉色などから成長・栄養の程度を観察した。

(2) 固定方形区調査……植被発達の精密調査の一方法として、 $(2m)^2$ の方形区を施工面の適当な位置(この場合、原則として斜面上・中・下に各1区ずつ計3区)に固定的に設定し、植被の構成を詳細に調べた。すなわち、枠内の全層ならびに階層別の植被率をおさえ、また、階層別の各種名ごとに、導入種であるか、侵入種であるかを記録し、それぞれの被度、頻度、密度を調べた。

(3) 導入植生の個別調査……各工種ごとに、施工のかたよらない一小部分を標本抽出し、さし木、埋幹、草本株、苗木や植生盤をふくむ各種直播などの諸方法で導入した植物の生育状態を調べた。すなわち、さし木と埋幹については活着率、根元直径、樹高、樹冠投影面積、萌芽本数、萌芽枝条長などを、苗木については活着率、根元直径、樹高、樹冠投影面積などを、草本類については草丈、分けつ数、草冠投影面積などを測定した。これらの根系発達状態は一部掘取り調査をおこない、根長、根径、根重量、根系発達の範囲などを調べたが、施工面をできるだけ破壊しないようにするために少数標本にとどめた。

2) 土地状態について

(1) 概況調査……全域をみて、規模の大小を問わず、崩れ、割れ、水蝕溝などが新しく発生していないか、施工前に存在したものがより拡大していないかなどを観察した。この場合、編柵工、筋工などの工作物の被害状況もあわせて調査した。

(2) 土砂の流亡調査……斜面における侵蝕深の推定は概括的に土壌断面から、または林木の根または固

第19表 施工から現在までの成績調査経過

試験地名	施 工 時		成 績 調 査 時					
	当初施工	二 次 植生導入	第1回 (0)	第2回 (1)	第3回 (2)	第4回 (3)	第5回 (4)	第6回 (5)
川 内—31	1956 Jun.	1959 May	1956 Sept.	1957 Oct.	1958 Oct.	1959 Sept.	1960 Oct.	1962 Sept.
川 内—32	1957 Jun.	1959 May	1957 Oct.	1958 Oct.	1959 Sept.	1960 Oct.	1962 Sept.	—
三本木—32	1957 Jun.	1959 May	1957 Oct.	1958 Oct.	1959 Sept.	1960 Oct.	1962 Sept.	—
川 井—31	1956 Jun.	—	1956 Sept.	1957 Oct.	1958 Sept.	1959 Oct.	1960 Oct.	1962 Sept.
川 井—32	1957 Jun.	1958 Oct.	1957 Oct.	1958 Sept.	1959 Oct.	1960 Oct.	1962 Sept.	—
北 上—31	1956 Jul.	1958 May	1956 Oct.	1957 Oct.	1958 Sept.	1959 Oct.	1960 Oct.	1962 Sept.
北 上—32	1957 Aug.	1959 May	1957 Oct.	1958 Sept.	1959 Oct.	1960 Oct.	1962 Sept.	—
古 川—33	1958 Jul.	—	1958 Oct.	1959 Oct.	1960 Oct.	1962 Oct.	—	—

(注) 成績調査時の項の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

定した岩石に付着した痕跡からおこなった。流亡した土砂総量については、斜面下部に堆積した土量の推定からおこなった。また、斜面における表土の移動をより精密に推定するために、杭による方法によった²⁰⁾。すなわち、植被関係の調査のため設定した固定方形区の各基点に、丸鋼棒（9～12 mm、長さ 1～1.5 m）を各 8 本、斜面上・中・下の 3 位置あわせて 24 本さしこみ、各 2 本ずつ対応させ、その頂部を水平とし、その鉄棒間の水平線上の数点から地表面までの垂直高を定期的に測定することによっておこなった。

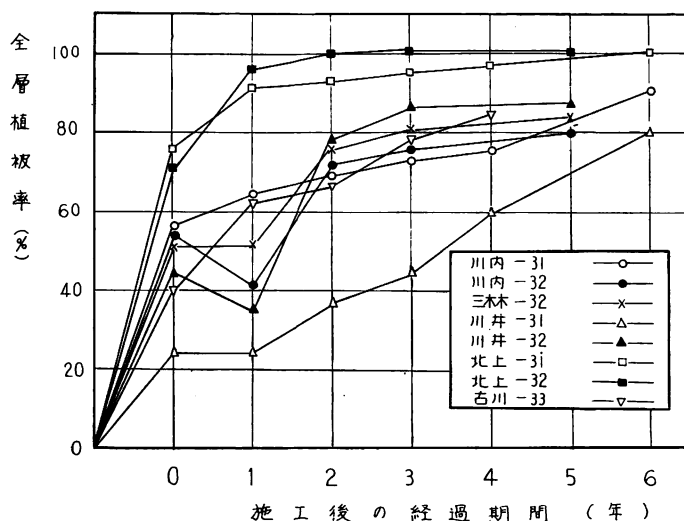
(3) 土壌の理化学性の調査^{12) 23)}……施工による立地形成作用の効果を判断するために、施工前の土壌の理化学性と施工後のものを比較した。まず、土壌断面を設定し、落葉層の発達状況、腐植の浸透状況、土壌構造の発達状況などを観察した。また、理化学性については、採取円筒（400 cc 容）を用いて、地表部の 0～5 cm、20～25 cm の両位置から土壌試料をとり、容積重、圧結度、孔隙量、含水量、容気量、透水性、可塑性、流亡度、膨潤速度などを調べた。化学性については、同じ位置で採取した試料を用いて、pH 値、置換酸度、全有機物、炭素および窒素含量などを分析した。土壌試料の採取は、斜面上・中・下の特定 3 位置（植生調査用の方形区の側近）からおこなった。また、筋部と法面とでは、同じ施工区域でもかなり条件が異なっているようなので、別々に調査した。

成績調査は以上のような考え方と方法にもとづいて実施したが、試験工施工から現在までの成績調査の時期は、第 19 表のとおりである。最終回の調査は、各試験地ともその前回の時点の隔年後で、1962 年の秋季に実施したものである。

6. 試験工の成果ならびに考察

1) 植生状態について

(1) 植被発達の推移……まず、施工前裸地同様であつた各試験地の荒地面が、これらの施工によつてどのように緑化されたか、そして、それが毎年どのようにして推移してきたかを、階層を一括した全層植被率をもつてしめたのが第 18 図である。これはおおまかにして平面的な緑化程度をしめすに過ぎないが、



第 18 図 施工後の植被発達の推移

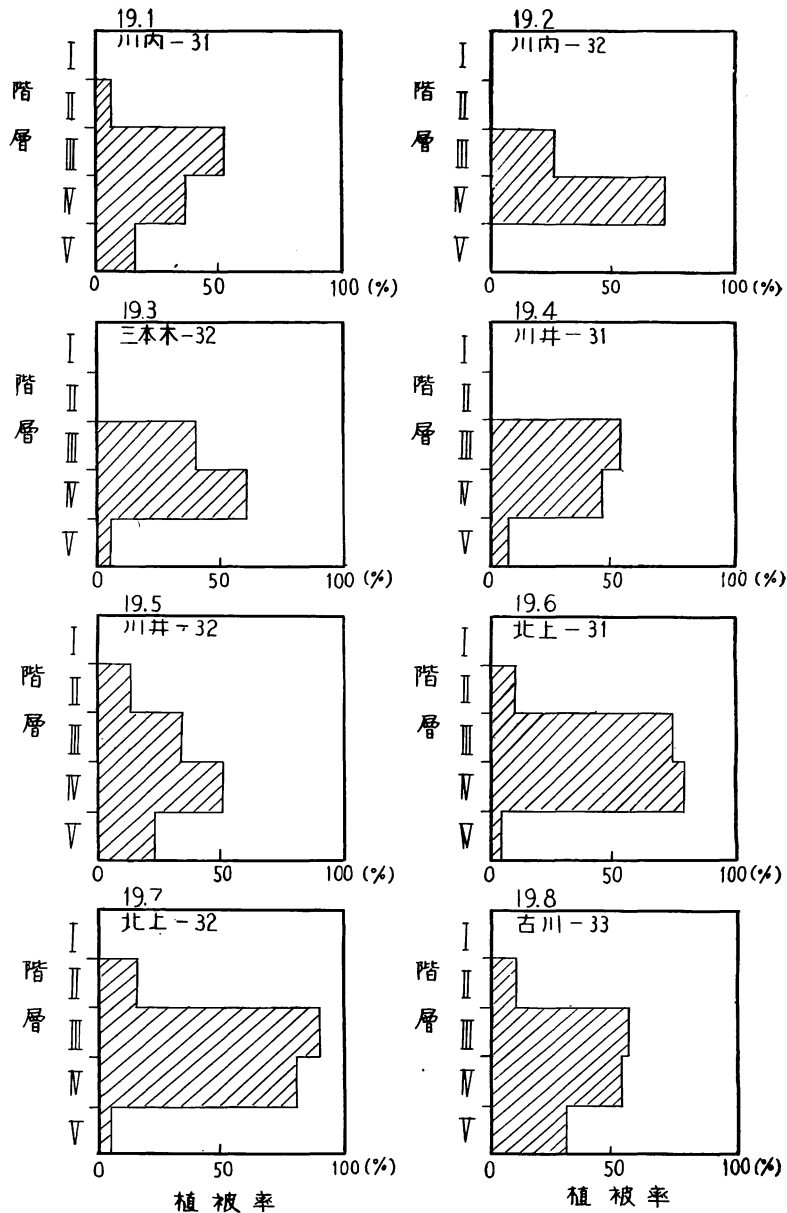
この消長こそもつとも端的に施工の結果を表現しているとみてさしつかえない。もちろん、施工の目的からすれば、できるだけすみやかに植被率100%を期待していることはいうまでもない。この図によれば、川井-31試験地をのぞいて、各試験地とも施工した当年秋までに40~60%以上緑化されて、以後徐々に植被を増大させている。なかでも、北上の両試験地はとくによく、2年目の秋までにほとんど全域が緑化されたことをしめしている。施工当年秋まで70%、3年目秋まで全面を緑化するという当初の目標からすれば、北上の両試験地以外必ずしも満足できる成績とはいえない。川内-32、川井の両試験地および三本木-32試験地では、施工翌年秋に、一時植被が減衰または停滞しているが、2年目の秋の二次的植生の導入によって、ふたたび増大している。これからみても、土地条件のわるい場所では当初の一時的緑化に気を許さず、翌年または2年目あたりに追肥、補植などの保育行為を必要としていることがうかがえる。川井-31試験地は他にくらべて全体的に緑化速度がおそいが、おそらく標高1,000mに近い高冷な気象条件と貧弱な土地条件に根本的な影響をうけているものと考えられる。しかし、ここでも導入した高木類が思つたより成長がよく、したがって着実に全層植被を増大させつつあることが認められた。

(2) 階層別の植被発達状態……この緑化の程度を、平面的な見方から植被の高さを考えにいった立体的な表現を試みるために、階層別の植被発達をしめたのが第20表である。また、これをわかりやすくするために、最終回の成績調査資料をつかつて階層模式図²⁰⁾を第19図のようにつくつてみた。最終回の資料

第20表 階層別の植被率の推移

試験地名	成績調査時	全層植被率 (%)	階層別の植被率 (%)				
			I	II	III	IV	V
川内-31	施工後 { 1年目秋 (1) 4年目秋 (3) 7年目秋 (6)	65	—	—	45	30	5
		72	—	—	53	37	17
		90	—	6	52	36	15
川内-32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	40	—	—	10	35	5
		73	—	—	28	53	8
		80	—	—	25	70	2
三本木-32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	50	—	—	5	50	5
		80	—	—	30	67	5
		85	—	—	40	60	5
川井-31	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 7年目秋 (6)	24	—	—	4	25	5
		33	—	—	5	27	5
		78	—	—	53	45	7
川井-32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	35	—	—	5	25	5
		85	—	—	28	58	12
		87	—	13	33	50	23
北上-31	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 7年目秋 (6)	91	—	—	20	80	15
		95	—	—	50	68	8
		100	—	10	73	78	4
北上-32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	96	—	—	45	95	5
		100	—	—	50	68	8
		100	—	15	90	80	5
古川-33	施工後 { 2年目秋 (1) 3年目秋 (2) 5年目秋 (4)	40	—	—	5	40	5
		62	—	—	20	48	9
		82	—	10	55	53	30

(注) 成績調査時の項の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。



第19図 階層別の植被の発達状態をしめした階層模式図

といつても、施工後の経過年数に若干の差異があり、厳密には各試験地間の相対的比較はできないかもしれない。この階層の分け方は、生活形を考えにいれない機械的なもので、吉井の方式³³⁾にしたがつている。すなわち、I (高木層) … 8m 以上、II (亜高木層) … 8~3m、III (低木層) … 3~0.8m、IV (草本層) … 0.8~0.05m、V (蘚苔層) … 0.05m 以下の5階層である。

第20表によれば、各試験地とも時間の経過とともに植被がしだいに上方に発達する。【すなわち、高くなっていることが明らかである。しかし、それとともに各階層も横に拡がっているともいえない場所もある。

る。治山効果をより高くするためには、植被を高い階層まで発達させることも必要であるが、これと同時に地表を被覆する下層植生をよく発達させ、しかもこれをできるだけ持続させることが侵蝕防止のために重要である。このためには、導入植生は陽性の先駆種的なものにくわえて、当初成長がおそくとも被陰にたえて寿命の長い樹草種もとりのいれるべきであろう。いずれにしても、各試験地とも 4~6 年を経過した現在、植群の主体が 8m 以下のもの、すなわち、亜高木層をふくむ低木・草本階層中心の植被であつて、いまだ林分というまでには至っていない。

(3) 生活形からみた植被の構成…この緑化の程度を各生活形別の優占度によつて分析してみた。すなわち、荒廃地という新地に発達した植被が草だけのものか、草や低木類によるものか、高木類もはいつているものか、さらに、それらの冬季間の生活形式はどうかといったように、緑化の質的構成を把握する意図からである。この生活形は RAUNKIAER の方式⁴⁾にしたがつている。すなわち、MM: 大型地上植物 M: 小型地上植物 N: わい性地上植物 Ch: 地接植物 G: 地中植物 H: 地表植物 Th: 1 年植物 である。なお、Th には真性 1 年生植物のほか、越年生~2 年生植物もふくめた。ここでつかつた優占度は、被度、頻度、密度を組み合わせ、これらの 3 測値の和で定める DFD 指数²⁾を用いた。

第 21 表は、各調査時における植被の発達状態を、生活形別に分析した結果である。また、第 20 図は最終回の成績調査の資料によつてつくつた生活形組成図である。この組成図では、とくに種数によつて分析

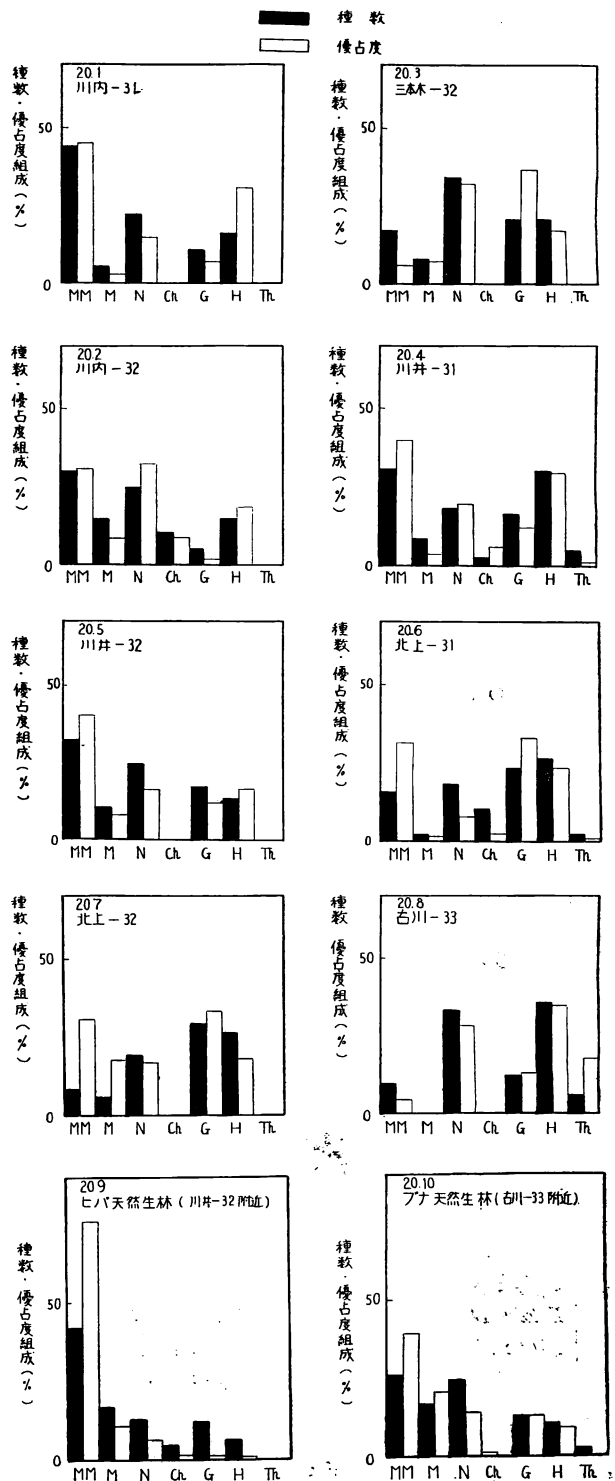
第 21 表 植被の生活形組成

試験地名	成績調査時	優占度による生活形組成 (%)							生活形系数 (%)	
		MM	M	N	Ch	H	G	Th	地上植物	地下植物
川内—31	施工後	—	5.2	2.7	1.1	75.3	15.7	—	9.0	91.0
	{ 2 年目秋 (1)	23.7	6.6	4.2	—	47.6	17.8	—	34.5	65.4
	{ 4 年目秋 (3)	45.4	2.5	14.5	—	30.5	7.0	—	62.4	37.5
川内—32	施工後	17.2	14.4	9.9	2.3	16.1	30.1	9.9	43.8	46.2
	{ 2 年目秋 (1)	16.7	14.2	14.6	13.4	15.2	21.3	4.6	58.9	36.5
	{ 4 年目秋 (3)	30.5	8.1	32.0	9.3	18.7	1.4	—	79.9	20.1
三本木—32	施工後	—	3.1	11.9	—	11.5	73.5	—	15.0	85.0
	{ 2 年目秋 (1)	3.3	1.7	14.9	—	19.4	60.7	—	19.9	80.1
	{ 4 年目秋 (3)	16.7	8.3	33.6	—	20.8	20.8	—	58.6	31.6
川井—31	施工後	10.0	7.5	4.9	—	42.9	30.0	4.7	22.4	72.9
	{ 2 年目秋 (1)	53.7	4.2	4.1	—	21.6	16.4	—	62.0	38.0
	{ 4 年目秋 (3)	39.9	8.3	5.6	0.6	30.6	16.7	1.3	57.4	41.2
川井—32	施工後	15.2	—	62.2	—	3.0	19.6	—	77.4	22.6
	{ 2 年目秋 (1)	29.3	12.0	2.7	—	51.0	4.9	—	44.0	55.9
	{ 4 年目秋 (3)	45.7	8.4	16.4	—	17.0	12.6	—	70.5	29.6
北上—31	施工後	3.7	1.1	10.7	3.1	29.8	51.6	—	18.6	81.4
	{ 2 年目秋 (1)	9.3	0.7	11.9	—	37.7	38.0	2.3	21.9	75.7
	{ 4 年目秋 (3)	31.4	1.7	7.7	2.1	23.2	32.9	—	42.9	56.1
北上—32	施工後	—	—	15.6	0.5	28.4	55.4	—	16.1	83.8
	{ 2 年目秋 (1)	3.8	3.3	16.3	—	19.2	57.5	—	23.4	76.7
	{ 4 年目秋 (3)	31.0	0.7	16.8	—	18.0	33.5	—	48.5	51.5
古川—33	施工後	0.6	—	10.0	0.3	29.1	18.7	41.2	10.9	89.0
	{ 2 年目秋 (1)	4.5	7.1	21.2	10.3	25.6	28.1	3.2	43.1	56.9
	{ 3 年目秋 (2)	4.5	0.4	28.5	—	35.0	13.4	18.2	33.4	66.6

(注) 成績調査時の項の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

した結果もあわせてしめしている。第21表から、施工後、時間の経過とともに、H・G・Nといった草本・低木類を主体とした植被から、しだいにN・M・MMといった地上植物の組成割合が高くなりつつあることがわかるが、4～6年を経過した現在、いまだ前者がかなりの割合をしめしている。もちろん、植被の絶対量にも関係するが、導入した高木類の活着のとくにわるかつた三本木-32試験地、当初草本や低木類とともに高木類を同時に導入したが施工後の経過年数のもつとも少ない古川-33試験地では、地上植物の占める割合がとくに低い。参考までに、川井-31試験地のヒバ天然生林、古川-33試験地付近のブナ天然生林で調査した資料¹⁵⁾をあげた。これらは植生推移過程から判断して末期的様相を呈する安定した群落であるが、緑化試験地の生活形組成はこれらにくらべるといまだ初期一進期過程を脱していないことがわかる。しかし、こんど導入高木類の成長とともに、急速に地上植物を主体とする群落に移行することが期待される。

(4) 各植物種別の優占度組成……各階層ごとにどんな種が優占種となつているか、また、どんな種が自然侵入し、それがどの程度の優占度を占めるかなどについて検討してみる。ここには固定方形区調査による最終回調査時の資料のみをしめた。この資料もふくめて、既往各調査時の群落組成表を吟味してみると、各試験地でも草本階ではススキ、ヨモギが共通的に優占度が高い。これらの両種はともに導入種であ



第20図 種数・優占度による生活形組成図

第 22 表 川内—31 試験地群落組成表

階層	種 名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
II	<i>Alnus tinctoria</i> var. <i>microphylla</i> タニガワハンノキ	○	6.7	33.3	0.1	300.0
III	<i>Miscanthus sinensis</i> ススキ	○	38.3	100.0	37.5	181.6
	<i>Lobinia pseudo-acasia</i> var. <i>umbraculifera</i> 青島トゲナシニセアカシア	○	16.7	66.7	0.2	44.1
	<i>Alnus tinctoria</i> var. <i>microphylla</i> タニガワハンノキ	○	8.3	66.7	0.2	32.4
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> ヤマハンノキ	○	5.0	33.3	0.1	17.2
	<i>Betula Maximowicziana</i> ウダイカンバ	○	1.7	33.3	0.1	12.6
	<i>Amorpha fruticosa</i> イタチハギ	○	1.7	33.3	0.1	12.6
IV	<i>Miscanthus sinensis</i> ススキ	○	18.3	100.0	6.7	138.9
	<i>Polygonum sachalinense</i> オオイタドリ	○	3.3	33.3	4.2	55.3
	<i>Amorpha fruticosa</i> イタチハギ	○	5.0	66.7	0.2	36.0
	<i>Lobinia pseudo-acasia</i> var. <i>umbraculifera</i> 英国トゲナシニセアカシア	○	6.7	33.3	0.2	30.4
	<i>Pinus densiflora</i> アカマツ	◎	0.7	66.7	0.2	24.0
	<i>Betula Maximowicziana</i> ウダイカンバ	○	1.7	33.3	0.1	15.5
V	<i>Pinus densiflora</i> アカマツ	◎	1.0	100.0	0.9	99.6
	<i>Amorpha fruticosa</i> イタチハギ	●	0.7	66.7	1.7	96.6
	<i>Miscanthus sinensis</i> ススキ	●	0.3	33.3	0.8	45.1
	<i>Hydrangea paniculata</i> ノリウツギ	◎	0.3	33.3	0.2	29.3
	<i>Zoisia japonica</i> シンバ	○	0.3	33.3	0.2	29.3

(注) ○ 導入種: 9 種 ● 導入種から天然下種したもの: 2 種 ◎ 侵入種: 2 種

第 23 表 川内—32 試験地群落組成表

階層	種 名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
III	<i>Miscanthus sinensis</i> ススキ	○	5.0	66.7	0.5	101.1
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> ヤマハンノキ	○	10.0	33.3	0.1	62.0
	<i>Salix Sachalinensis</i> オノエヤナギ	○	6.7	33.3	0.1	50.4
	<i>Amorpha fruticosa</i> イタチハギ	○	3.3	33.3	0.2	48.4
	<i>Larix leptolepis</i> カラマツ	○	3.3	33.3	0.1	38.4
IV	<i>Pinus densiflora</i> アカマツ	◎	28.3	100.0	2.9	75.8
	<i>Amorpha fruticosa</i> イタチハギ	○	16.7	100.0	1.6	49.6
	<i>Phalaris arundinacea</i> リードカナリーグラス	○	1.0	33.3	4.2	35.6
	<i>Trifolium repens</i> シロツメクサ	○	2.3	100.0	2.1	31.8
	<i>Miscanthus sinensis</i> ススキ	○	6.0	100.0	1.3	31.5
	<i>Salix integra</i> イヌコリヤナギ	○	4.3	66.7	0.6	19.7
	<i>Robinia pseudo-acasia</i> var. <i>umbraculifera</i> 英国トゲナシニセアカシア	○	2.3	66.7	0.2	14.4
	<i>Artemisia princeps</i> ヨモギ	●○	1.7	33.3	0.8	12.6
	<i>Salix sachalinensis</i> オノエヤナギ	○	1.7	33.3	0.2	8.4
	<i>Betula Maximowicziana</i> ウダイカンバ	○	1.7	33.3	0.1	7.7
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> ヤマハンノキ	○	1.0	33.3	0.1	5.6
	<i>Lespedeza bicolor</i> forma <i>acutifolia</i> ヤマハギ	○	0.3	33.3	0.1	5.6
V	<i>Amorpha fruticosa</i> イタチハギ	●	1.7	100.0	9.0	164.3
	<i>Pinus densiflora</i> アカマツ	◎	1.0	100.0	1.7	84.1
	<i>Trifolium repens</i> シロツメクサ	○	1.0	33.3	1.2	51.5

(注) ○ 導入種: 10 種 ● 導入種から天然下種したもの: 2 種 ◎ 侵入種: 1 種

第 24 表 三本木—32 試験地群落組成表

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
Ⅲ	<i>Lеспедеза bicolor forma acutifolia</i>	ヤマハギ	○	16.7	100.0	1.9	91.9
	<i>Salix sachalinensis</i>	オノエヤナギ	○	10.0	66.7	0.7	48.2
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	3.3	66.7	1.1	44.3
	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	○	3.3	66.7	1.0	42.8
	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	○	10.0	33.3	0.3	32.2
	<i>Anaphalis margaritacea</i>	ヤマハシノキ	○	10.0	33.3	0.1	28.3
	<i>Salix Gilgiana</i>	カワヤナギ	○	1.7	33.3	0.1	13.3
Ⅳ	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	○	30.0	100.0	33.3	139.5
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	16.7	100.0	7.5	61.6
	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	○	2.0	66.7	0.8	16.9
	<i>Anaphalis margaritacea</i>	ヤマハハコ	◎	3.3	33.3	2.5	16.8
	<i>Lеспедеза bicolor forma acutifolia</i>	ヤマハギ	○	2.0	66.7	0.5	16.2
	<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	○	0.7	66.7	0.2	13.3
	<i>Salix vulpina</i>	キツネヤナギ	○	3.3	33.3	0.4	12.2
	<i>Alnus hirsuta var. sibirica</i>	ヤマハシノキ	○	1.7	33.3	0.1	8.9
	<i>Betula Maximowicziana</i>	ウダイカンバ	○	1.0	33.3	0.1	7.7
	<i>Fagus crenata</i>	ブナ	◎	0.3	33.3	0.1	6.6
Ⅴ	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	●	2.0	66.7	12.5	120.3
	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	○	1.7	100.0	6.7	95.9
	<i>Patrinia gibbosa</i>	マルバギンレイカ	◎	0.3	33.3	0.4	17.7
	<i>Salix sachalinensis</i>	オノエヤナギ	○	0.3	33.3	0.2	16.7
	<i>Anaphalis Margaritacea</i>	ヤマハハコ	◎	0.3	33.3	0.2	16.7
	<i>Plantago asiatica</i>	オオバコ	◎	0.3	33.3	0.1	16.2

(注) ○ 導入種: 10 種 ● 導入種から天然下種したもの: 1 種 ◎ 侵入種: 4 種

第 25 表 川井—31 試験地群落組成表

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
Ⅲ	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	ニセアカシヤ	○	30.0	66.7	0.2	105.7
	<i>Alnus tinctoria var. microphylla</i>	タニガワハシノキ	○	16.7	33.3	0.2	68.0
	<i>Alnus hirsuta var. sibirica</i>	ヤマハシノキ	○	10.0	33.3	0.1	44.8
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	1.7	33.3	0.2	44.4
	<i>Betula Maximowicziana</i>	ウダイカンバ	○	5.0	33.3	0.1	36.9
Ⅳ	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	6.0	100.0	6.1	65.8
	<i>Aruncus sylvestris</i>	ヤマブキシヨウマ	◎	5.3	66.7	1.1	25.2
	<i>Fraxinus Sieboldiana</i>	コバノトネリコ	◎	3.7	66.7	1.1	23.3
	<i>Eupatorium Lindleyanum</i>	サワヒドリ	◎	1.7	100.0	0.9	22.4
	<i>Petasites japonicus var. giganteus</i>	アキタブキ	◎	2.0	66.7	0.7	16.4
	<i>Solidago japonica</i>	アキノキリンソウ	◎	3.3	33.3	1.1	18.9
	<i>Betula Maximowicziana</i>	ウダイカンバ	○◎	6.0	100.0	0.5	25.0
	<i>Calamagrostis hakonensis</i>	ヒメノガリヤス	◎	1.0	33.3	1.1	13.1
	<i>Thujopsis dolabrata</i>	ヒノバ	◎	1.3	66.7	0.3	12.0
	<i>Picris japonica</i>	コウゾリナ	◎	1.0	33.3	0.2	7.1
	<i>Hypericum Kamtschaticum</i>	イワオトギリソウ	◎	0.3	33.3	0.4	6.8

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
IV	<i>Aralia elata</i>	タラノキ	◎	1.0	33.3	0.1	6.5
	<i>Astilbe Thunbergii</i> var. <i>congesta</i>	トリアシシヨウマ	◎	1.0	33.3	0.1	6.5
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	ヤマハシノキ	○	1.0	33.3	0.1	6.5
	<i>Rubus phoenicolasius</i>	エビガライチゴ	◎	0.3	33.3	0.2	5.4
	<i>Betula globispica</i>	ヨグソミネバリ	◎	0.3	33.3	0.2	5.4
	<i>Ixeris dentata</i>	ニガナ	◎	0.3	33.3	0.1	4.8
	<i>Betula corylifolia</i>	ネコシデ	◎	0.3	33.3	0.1	4.8
	<i>Acer Tschonoskii</i>	ミネカエデ	◎	0.3	33.3	0.1	4.8
V	<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	イワガラミ	◎	11.0	66.7	1.1	113.3
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○◎	0.3	33.3	2.5	52.8
	<i>Eupatorium Lindleyanum</i>	サワヒヨドリ	◎	0.3	33.3	2.5	52.8
	<i>Thujopsis dolabrata</i>	ヒバ	◎	0.7	66.7	0.3	26.8
	<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	アキタブキ	◎	0.3	33.3	0.1	13.8
	<i>Spodiopogon sibiricus</i>	オオアブラススキ	◎	0.3	33.3	0.1	12.1
	<i>Astilbe Thunbergii</i> var. <i>congesta</i>	トリアシシヨウマ	◎	0.3	33.3	0.1	12.1
	<i>Aruncus sylvestris</i>	ヤマブキシヨウマ	◎	0.3	33.3	0.1	12.1
	<i>Tsuga diversifolia</i>	コメツガ	◎	0.3	33.3	0.1	12.1
	<i>Hypericum Kamtschaticum</i>	イワオトギリソウ	◎	0.3	33.3	0.1	12.1

(注) ○ 導入種: 5 種 ◎ 侵入種: 20 種

第 26 表 川井—32 試験地群落組成表

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
II	<i>Larix leptolepis</i>	カラマツ	○	13.3	33.3	0.2	300.0
III	<i>Larix leptolepis</i>	カラマツ	○	11.7	33.3	0.2	81.0
	<i>Salix sachalinensis</i>	オノエヤナギ	○	5.0	33.3	0.3	63.7
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	1.7	33.3	0.3	45.5
	<i>Betula Maximowicziana</i>	ウダイカンバ	○	5.0	33.3	0.1	29.7
	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	○	1.0	33.3	0.1	29.7
	<i>Polygonum sachalinense</i>	オオイタドリ	◎	11.7	100.0	2.7	68.0
IV	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	4.3	100.0	5.7	66.3
	<i>Lespedeza bicolor</i> forma <i>acutifolia</i>	ヤマハギ	○	5.3	100.0	3.1	51.7
	<i>Rumex obtusifolius</i>	エゾノギンギシ	○	3.0	100.0	1.1	31.3
	<i>Amorpha Fruticosa</i>	イタチハギ	○	3.3	33.3	0.2	16.2
	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	○	1.7	33.3	0.8	15.5
	<i>Betula globispica</i>	ヨグソミネバリ	◎	1.0	66.7	0.2	14.4
	<i>Salix integra</i>	イヌコリヤナギ	○	1.7	33.3	0.3	12.1
	<i>Betula Maximowicziana</i>	ウダイカンバ	○	0.3	33.3	0.2	7.3
	<i>Eupatorium Lindleyanum</i>	サワヒヨドリ	◎	0.3	33.3	0.2	7.3
	<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	○	1.0	33.3	0.3	10.0
	<i>Lespedeza bicolor</i> forma <i>acutifolia</i>	ヤマハギ	○	1.7	100.0	6.9	64.2
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	1.0	100.0	7.5	55.6
V	<i>Betula globispica</i>	ヨグソミネバリ	◎	0.7	66.7	6.7	42.9
	<i>Betula Maximowicziana</i>	ウダイカンバ	○	0.7	66.7	4.6	36.2
	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	●	0.7	66.7	2.8	30.4
	<i>Salix sachalinensis</i>	オノエヤナギ	○	0.7	66.7	0.8	24.1
	<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	○	0.3	33.3	0.8	12.7
	<i>Salix Bakko</i>	バツコヤナギ	◎	0.3	33.3	0.8	12.7
	<i>Thujopsis dolabrata</i>	ヒバ	◎	0.3	33.3	0.3	11.1
	<i>Acer Mono</i>	イタヤカエデ	◎	0.3	33.3	0.1	10.4

(注) ○ 導入種: 10 種 ● 導入種から天然下種したもの: 1 種 ◎ 侵入種: 6 種

第 27 表 北上—31 試験地群落組成表

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)	
II	<i>Alnus tinktoria</i> var. <i>microphylla</i>	タニガワハンノキ	○	10.0	33.3	0.1	300.0	
III	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	○	16.7	100.0	13.3	109.2	
	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	○	36.7	66.7	1.3	61.6	
	<i>Spodiopogon sibiricus</i>	オオアブラススキ	◎	8.3	33.3	1.7	25.0	
	<i>Polygonum sachalinense</i>	オオイタドリ	◎	10.0	33.3	0.8	22.2	
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	ヤマハンノキ	○	6.7	66.7	0.2	22.2	
	<i>Alnus pendula</i>	ヒメヤシヤブシ	◎	5.0	66.7	0.2	22.0	
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	2.3	33.3	0.8	13.5	
	<i>Rubus palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>	モミジイチゴ	◎	1.7	33.3	0.4	10.7	
	<i>Lespedeza cuneata</i>	メドハギ	◎	1.0	33.3	0.1	8.3	
	<i>Artemisia japonica</i>	オトコヨモギ	◎	0.3	33.3	0.1	7.5	
	IV	<i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i>	ケンタッキー 31・F	○	61.7	100.0	58.3	130.1
<i>Artemisia princeps</i>		ヨモギ	○	13.7	66.7	10.0	29.7	
<i>Artemisia japonica</i>		オトコヨモギ	◎	3.7	100.0	3.3	16.5	
<i>Spodiopogon sibiricus</i>		オオアブラススキ	◎	5.0	33.3	4.2	12.3	
<i>Hydrocotyle ramiflora</i>		ノチドメ	◎	1.3	66.7	4.6	12.5	
<i>Amphicarpaea Edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>		ヤブマメ	◎	5.0	33.3	2.5	10.4	
<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>		アキタブキ	◎	2.0	66.7	0.8	9.1	
<i>Lespedeza cuneata</i>		メドハギ	◎	1.3	66.7	0.8	8.4	
<i>Lubus phoenicolasius</i>		エビガライチゴ	◎	2.3	33.3	2.5	7.9	
<i>Plantages asiatica</i>		オオバコ	◎	0.7	66.7	0.5	7.4	
<i>Muhlenbergia japonica</i>		ネズミガヤ	◎	2.0	33.3	0.7	5.8	
<i>Boehmeria tricuspis</i>		アカソ	◎	2.0	33.3	0.3	5.3	
<i>Amorpha fruticosa</i>		イタチハギ	○	2.0	66.7	1.7	5.0	
<i>Oenothera Lamarkiana</i>		オオマツヨイグサ	○	1.0	33.3	0.3	4.3	
<i>Lysimachia clethroides</i>		オカトラノオ	◎	1.0	33.3	0.1	4.1	
<i>Carpinus laxiflora</i>		アカシデ	◎	1.0	33.3	0.1	4.1	
<i>Acer Mono</i>		イタヤカエデ	◎	0.7	33.3	0.2	3.9	
<i>Solidago japonica</i>		アキノキリンソウ	◎	0.3	33.3	0.3	3.7	
<i>Lespedeza pilosa</i>		ネコハギ	◎	0.3	33.3	0.3	3.7	
<i>Weigela hortensis</i>		タニウツギ	○	0.3	33.3	0.2	3.6	
<i>Fagus crenata</i>		ブナ	◎	0.3	33.3	0.1	3.5	
<i>Salix Gilgiana</i>		カワヤナギ	◎	0.3	33.3	0.1	3.5	
V		<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	●	1.0	66.7	12.5	135.2
		<i>Plantago asiatica</i>	オオバコ	◎	1.0	33.3	0.3	41.9
		<i>Carpinus laxiflora</i>	アカシデ	◎	1.0	33.3	0.3	41.9
		<i>Artemisia japonica</i>	オトコヨモギ	◎	0.3	33.3	2.5	39.0

(注) ○ 侵入種: 8 種

● 導入種から天然下種したもの: 1 種

◎ 導入種: 20 種

第 28 表 北上-32 試験地群落組成表

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)
II	<i>Alnus tinctoria microphylla</i>	タニガワハンノキ	○	15.0	33.3	0.1	300.0
III	<i>Amorapha fruticose</i>	イタチハギ	○	33.3	100.0	1.9	95.8
	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	11.7	66.7	3.3	82.1
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	ヤマハンノキ	○	23.3	100.0	0.7	64.9
	<i>Salix integra</i>	イヌコリヤナギ	○	5.0	66.7	0.3	27.6
	<i>Cytisus scoparius</i>	エニシダ	○	5.0	33.3	0.2	17.7
	<i>Lespedeza bicolor</i> forma <i>acutifolia</i>	ヤマハギ	○	1.7	33.3	0.1	11.9
	IV	<i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i>	ケンタッキー 31・F	○	23.3	66.7	20.8
<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>		アキタブキ	◎	26.7	100.0	5.4	47.6
<i>Miscanthus sinensis</i>		ススキ	○	4.6	100.0	15.4	33.9
<i>Carex multifolia</i>		ミヤマカンスゲ	◎	5.0	33.3	7.5	24.1
<i>Artemisia princeps</i>		ヨモギ	○	7.7	100.0	2.5	21.9
<i>Amorpha fruticosa</i>		イタチハギ	○	7.0	100.0	2.3	20.7
<i>Astilbe Thunbergii</i> var. <i>congesta</i>		トリアシシヨウマ	◎	1.0	100.0	1.0	10.9
<i>Alnus pendula</i>		ヒメヤシヤブシ	◎	1.3	66.7	0.2	7.4
<i>Fagus crenata</i>		ブナ	◎	0.7	66.7	0.3	7.0
<i>Lespedeza bicolor</i> forma <i>acutifolia</i>		ヤマハギ	○	0.7	66.7	0.2	6.8
<i>Desmodium racemosum</i>		ヌスビトハギ	◎	1.7	33.3	0.3	5.2
<i>Salix vulpina</i>		キツネヤナギ	◎	0.2	33.3	1.7	5.0
<i>Salix integra</i>		イヌコリヤナギ	○	1.7	33.3	0.1	4.8
<i>Salix sachalinensis</i>		オノエヤナギ	○	1.0	33.3	0.3	4.5
<i>Stachyurus praecox</i>		キブシ	◎	1.0	33.3	0.2	4.3
<i>Aster trinervius</i> var. <i>adustus</i>		ヤマシロギク	◎	0.3	33.3	0.3	3.8
<i>Rumex obtusifolius</i>		エゾノギシギシ	○	0.3	33.3	0.2	3.6
<i>Angelica edulis</i>		アマニウ	◎	0.3	33.3	0.1	3.4
<i>Acer palmatum</i> var. <i>Matsumurae</i>		ヤマモミジ	◎	0.3	33.3	0.1	3.4
V		<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	●	2.3	100.0	5.8
	<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	アキタブキ	◎	1.0	100.0	2.8	72.3
	<i>Rumex obtusifolius</i>	エゾノギシギシ	○●	0.7	100.0	0.3	42.2
	<i>Astilbe Thunbergii</i> var. <i>congesta</i>	トリアシシヨウマ	◎	0.3	33.3	0.3	17.3

(注) ○ 導入種: 11 種 ● 導入種から天然下種したもの: 2 種 ◎ 侵入種: 12 種

るが、同時に自然繁殖、自然侵入もしている。低木階では高木性のハンノキ類、イタチハギなどが埋幹やさし木で導入したヤナギ類とともにしだいに優占度を高めつつあるが、なおススキ、ヨモギなどがかなりの優位を占めている。また、植生盤の原土や堆肥とともに入りこんできたイヌビエ、イヌタデ、エノコログサ、イネなどの短年生草本は施工当年か翌年秋ごろまで、草本—低木階でかなりの優占度を占めたが、以後急激に減衰し、最終時にはほとんど消滅していた。

各試験地別にみて特記すべきこととして、川内の両試験地では、施工当初ススキよりヨモギの方がはるかに優勢であつたが、根系が植生盤や条播などの肥土から通り抜け地山に発達するころになると、急激にこの関係がいかわり、ススキが優勢になり、最終時にはヨモギはきわめて劣勢になつてしまつた。これはおそらく地山の酸性土壌に基因したものと考えられる。また、同じく川内の両試験地（とくに川内-32

第 29 表 古川-33 試験地群落組成表

階層	種	名	侵入、 導入の 区 別	被 度 (%)	頻 度 (%)	密 度 (N/m ²)	優占度 (%)	
II	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	ヤマハンノキ	○	10.0	33.3	0.1	300.0	
III	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	○	13.3	100.0	1.5	80.8	
	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	○	23.3	66.7	1.2	78.7	
	<i>Salix integra</i>	イヌコリヤナギ	○	21.7	66.7	0.3	54.0	
	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	ヤマハンノキ	○	10.0	66.7	0.2	35.5	
	<i>Artemisia japonica</i>	オトコヨモギ	○	1.0	33.3	0.4	19.7	
	<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	○	1.7	33.3	0.3	18.1	
	IV	<i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i>	ケンタッキー 31・F	○	22.3	66.7	25.0	101.1
<i>Artemisia princeps</i>		ヨモギ	○	10.0	100.0	3.3	33.2	
<i>Dactylis curvula</i>		オーチャードグラス	○	6.7	33.3	4.2	23.3	
<i>Salix integra</i>		イヌコリヤナギ	○	10.0	66.7	0.6	21.9	
<i>Miscanthus sinensis</i>		ススキ	○	6.7	66.7	0.8	18.4	
<i>Salix vulpina</i>		キツネヤナギ	◎	6.7	66.7	0.7	17.9	
<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>		アキタブキ	◎	4.0	66.7	0.8	15.2	
<i>Astilbe Thunbergii</i> var. <i>congesta</i>		トリアシシヨウマ	○	4.3	66.7	0.5	14.7	
<i>Weigela hortensis</i>		タニウツギ	○	4.3	66.7	0.2	13.9	
<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>		コマツナギ	○	3.3	33.3	0.8	10.3	
<i>Patrinia villosa</i>		オトコエシ	◎	3.3	33.3	0.2	8.7	
<i>Amorpha fruticosa</i>		イタチハギ	○	1.0	33.3	0.4	6.5	
<i>Artemisia princeps</i>		オトコヨモギ	◎	0.3	33.3	0.2	5.1	
<i>Patrinia gibbosa</i>		マルバギンレイカ	◎	0.3	33.3	0.1	4.9	
<i>Salix sachalinensis</i>		オノエヤナギ	○	0.3	33.3	0.1	4.9	
V		<i>Ixeris japonica</i>	ジシバリ	◎	25.0	100.0	10.8	153.2
		<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	●	5.0	100.0	3.3	55.6
	<i>Salix vulpina</i>	キツネヤナギ	◎	2.0	66.7	1.1	27.2	
	<i>Astilbe Thunbergii</i>	トリアシシヨウマ	◎○	1.7	33.3	1.3	19.8	
	<i>Weigela hortensis</i>	タニウツギ	○	0.7	66.7	0.2	18.4	
	<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	アキタブキ	◎	1.7	33.3	0.8	16.9	
	<i>Ulmus Davidiana</i>	ハルニレ	◎	0.3	33.3	0.1	9.1	

(注) ○ 導入種: 13 種 ● 導入種から天然下種したもの: 1 種 ◎ 侵入種: 10 種

試験地)では、周辺の林分からアカマツが自然侵入し、低木階以下の各層でかなり高い優占度を占め、近い将来には導入した高木類にかわつて優占種となるものと考えられる。川井-31 試験地では、導入した草本類がよく繁殖できず、むしろ自然侵入種の方が多かつた。これは、土地条件にもよるが、高海拔のため、他ではよかつた各導入種が環境に適応できず、導入後急激に減衰したものと考えられる。

なお、一般的に侵入種の種数や優占度組成が大きいほど荒廃地復旧の程度が高いようであるが、明らかな関係が認められなかつた。

(5) 導入種の成績……

(イ) 草本類 植生盤での導入結果が各地とも良好であつた。実播した各草種のなかでは、もつともヨモギがよかつたが、これについてオーチャードグラス、ケンタッキー31・F、シロツメクサなどの牧草類、エゾノギンギシ、マツヨイグサなどの野草類が共通的によかつた。ただ北上-32 試験地では、植生盤のマ

第30表 植生盤で導入した草本類の成長状態

試験地名	草 種	地 上 部 の 成 長				地下部の成長	
		草 丈 (cm)	分けつ数 (本)	草冠投影面積 (m ²)	生重量 (g)	根 長 (cm)	生重量 (g)
川 内—31	ス ス キ ヨ モ ギ	43.0	4.1	0.236	82.6	39.8	60.5
		76.5	—	0.060	54.6	32.8	26.3
川 内—32	ス ス キ ヨ モ ギ エゾノギシギシ	68.0	3.5	0.128	53.0	19.7	11.7
		35.0	—	0.044	6.0	22.6	5.5
		29.5	—	0.032	16.8	22.8	26.3
三本木—32	ス ス キ ヨ モ ギ エゾノギシギシ ケンタッキー31・F	63.0	3.0	0.176	90.7	33.5	56.3
		45.0	—	0.036	16.8	33.6	10.6
		24.5	—	0.011	15.0	29.8	8.8
		50.0	7.3	0.092	66.8	28.6	26.3
川 井—32	ヨ モ ギ エゾノギシギシ ケンタッキー31・F	70.0	—	0.065	28.2	28.5	11.8
		31.5	—	0.030	24.4	26.0	7.2
		45.0	6.5	0.062	46.7	29.3	30.1
北 上—31	ヨ モ ギ エゾノギシギシ ケンタッキー31・F	36.0	—	0.035	15.0	24.1	13.4
		38.5	—	0.038	16.5	25.4	21.8
		50.0	3.9	0.111	60.6	30.9	25.5
北 上—32	ヨ モ ギ エゾノギシギシ ケンタッキー31・F	27.0	—	0.015	7.0	24.8	7.0
		20.0	—	0.010	13.4	23.0	22.0
		35.0	6.2	0.073	32.0	26.9	18.8
古 川—33	ヨ モ ギ ケンタッキー31・F オーチャードグラス	50.0	—	0.052	24.0	33.5	10.0
		62.5	8.1	0.126	54.8	26.7	28.5
		72.5	9.0	0.185	64.0	37.8	38.5

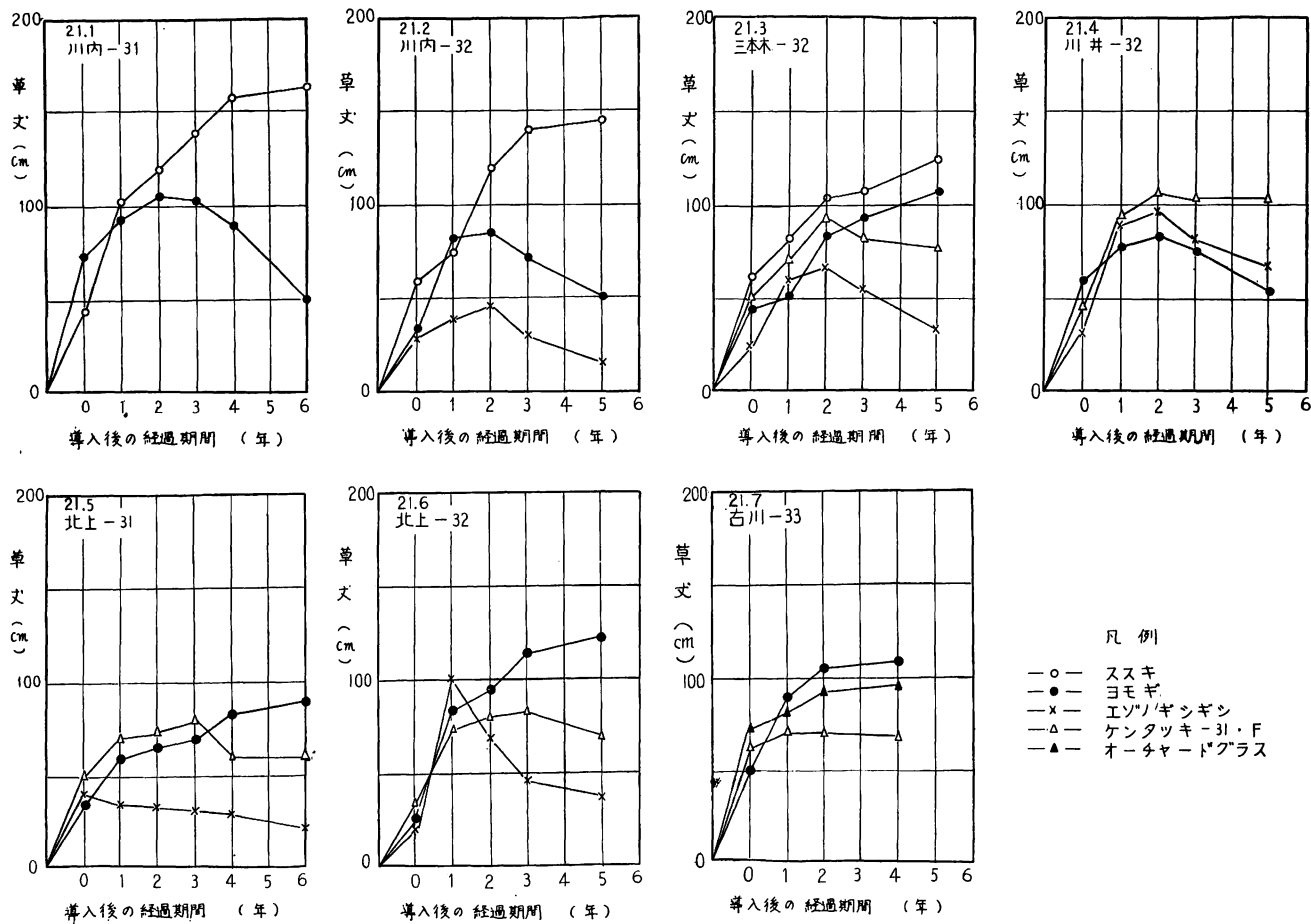
(注) これらの資料は施工当年秋の成績をしめしている。

ツドがよく乾かぬうちに張りつけ豪雨にあたつたので、せつかく播種した種子が流去して原盤上にあまり生立できなかつた。地山に直接に条播または散播した場合は、植生盤の結果にくらべかなり劣り、場所によつては、当初発芽生育したものの十分発達できず衰退消滅した。この理由は当然のことながら、地山土壌の理化学性のわるさに基因するものと考えられるが、覆土が多過ぎたことや流亡土砂がかぶさつたことなども無視できない。草本類を株分けでも導入したが、このなかでもススキ、ヨモギは成長、繁殖力もつとも旺盛で、施工当初の筋工保全のため効果的であつた。

第30表は、施工当年秋の調査時における植生盤に発達した草本類の成長状態をしめたものである。第21図は、これらの最終調査時までの成長経過を、草丈をとりあげしめたものである。これは施工面上・中・下の代表的な筋から、各10本ずつ計30本標本抽出調査した。

(ロ) 低木類 埋幹、さし木、苗木植栽などで導入したが、施工当年秋の調査時におけるこれらの活着、成長状態を要約したのが第31～33表のとおりである。また、これらのうち埋幹による低木類の最終調査時までの成長経過を、樹高と投影面積をとりあげしめたのが第22図である。調査のための標本抽出は、草本類の場合と同様である。

埋幹とさし木はほぼ同じ樹種を用いたが、一般的に埋幹の方がはるかに成績がよかつた。これは材料の大きさが埋幹の場合さし木より大型のものをつかつたこと、さし木の場合地山にかなり無理にさしつけ無施肥であるのに対し、埋幹は筋を切りつけた土壌の理化学性を改良したうえ、施肥してから覆土するという具合に、導入時の条件がそのまま結果に影響したものと考えられる。川井の両試験地では、活着してもさ



第21図 植生盤で導入した草本類の成長経過

第 31 表 埋幹で導入した低木類の成長状態

試験地名	樹 種	活着率 (%)	材料の大きさ		地上部の成長			地下部の成長		
			太さ (cm)	長さ (cm)	総萌芽 枝条長 (cm)	萌芽枝 条本数 (本)	萌芽枝条 の平均長 (cm)	総根長 (cm)	発根本数 (本)	根の 平均長 (cm)
川内—31	イヌコリヤナギ	64.2	1.0	38.1	18.9	2.4	9.7	13.6	5.9	2.5
	タニウツギ	29.6	1.1	35.6	10.5	1.6	4.6	10.1	4.4	2.1
	ノリウツギ	48.7	1.0	36.7	14.6	1.8	6.1	10.8	4.4	2.3
	ヤマナラシ	0.0	0.9	30.0	—	—	—	—	—	—
川内—32	イヌコリヤナギ	75.4	1.0	30.0	22.2	2.8	12.3	49.4	9.2	5.4
	オノエヤナギ	70.0	1.5	30.0	30.8	2.0	16.7	80.2	9.2	9.6
	タニウツギ	24.5	1.5	30.0	10.5	1.6	4.6	10.1	4.4	2.1
	ノリウツギ	30.1	1.0	30.0	14.6	1.8	6.1	10.8	4.4	2.3
三本木 —32	オノエヤナギ	85.0	1.2	30.0	50.0	1.8	28.1	184.0	23.0	8.1
	イヌコリヤナギ	90.0	0.9	28.7	64.0	2.1	30.1	196.0	31.0	9.6
	シロヤナギ	74.5	0.8	30.0	44.6	2.0	22.3	176.5	20.0	8.9
	タニウツギ	10.0	1.5	30.0	12.0	2.0	6.0	24.5	10.0	2.5
川井—31	イヌコリヤナギ	59.9	1.0	35.6	11.4	2.4	4.7	96.2	16.8	5.8
	オノエヤナギ	65.0	1.1	33.3	17.1	2.1	8.1	232.1	27.7	8.3
	ノリウツギ	26.7	1.0	32.6	11.9	2.1	6.0	104.9	25.6	4.0
	タニウツギ	11.5	1.5	30.0	10.0	2.0	5.0	84.0	10.1	8.4
川井—32	カワヤナギ	35.0	1.6	36.0	27.3	2.3	12.4	145.7	21.7	6.8
	イヌコリヤナギ	35.0	1.8	31.7	30.3	2.7	16.5	204.0	20.0	11.6
	シロヤナギ	50.0	2.0	31.0	68.7	2.3	30.8	168.0	11.0	16.2
	ウツギ	10.0	1.5	33.0	13.0	1.0	13.0	64.7	9.3	7.4
	タニウツギ	18.0	1.5	30.0	18.0	2.0	9.0	140.0	10.0	14.0
	クマイチゴ	0.0	1.5	30.0	—	—	—	—	—	—
北上—32	イヌコリヤナギ	85.0	1.2	23.8	24.7	2.8	13.7	70.0	13.0	5.4
	カワヤナギ	80.0	1.0	28.7	23.9	3.1	8.6	59.4	10.6	6.1
	タニウツギ	27.4	1.5	30.0	28.0	2.0	14.0	60.0	10.0	6.0
古川—33	イヌコリヤナギ	75.0	1.1	30.0	56.4	2.6	22.3	164.0	20.0	8.2
	キツネヤナギ	62.4	1.0	30.0	44.0	2.0	22.0	94.0	15.0	6.2
	オノエヤナギ	70.0	1.2	30.0	63.6	2.3	27.6	186.0	24.5	7.6
	タニウツギ	31.0	1.5	30.0	18.0	1.5	12.0	23.0	6.8	3.5

(注) これらの資料は施工当年秋の成績をしめしている。

第 32 表 さし木で導入した低木類の成長状態

試験地名	樹 種	活着率 (%)	材料の大きさ		地上部の成長			地下部の成長		
			太さ (cm)	長さ (cm)	総萌芽 枝条長 (cm)	萌芽枝 条本数 (本)	萌芽枝条 の平均長 (cm)	総根長 (cm)	発根本数 (本)	根の 平均長 (cm)
川内—31	イヌコリヤナギ	44.6	1.0	16.4	14.5	2.5	8.4	11.0	5.1	2.2
	タニウツギ	15.8	0.9	15.8	8.7	1.4	4.4	8.7	3.6	2.0
	ノリウツギ	30.5	1.0	16.7	11.6	1.4	5.5	8.8	4.0	2.4
	ヤマナラシ	0.0	0.9	15.0	—	—	—	—	—	—
川内—32	オノエヤナギ	35.0	1.1	16.0	12.6	1.4	9.4	44.0	7.6	5.6
	イヌコリヤナギ	35.0	1.0	15.0	11.5	2.0	8.9	37.7	7.5	5.1
川井—32	カワヤナギ	30.0	0.9	16.0	7.0	1.0	7.0	78.0	10.0	7.8
	イヌコリヤナギ	30.0	1.5	18.0	10.0	1.0	10.0	78.0	8.0	9.8
	ウツギ	8.0	1.0	14.0	4.0	1.0	4.0	47.0	9.0	5.0
北上—31	カワヤナギ	75.0	1.1	16.3	14.7	4.1	3.6	121.0	19.1	6.6
	イヌコリヤナギ	70.5	1.0	15.8	10.4	4.6	3.4	104.0	16.1	5.8
	タニウツギ	38.7	1.2	15.2	10.9	3.4	3.7	96.4	14.1	4.6
北上—32	カワヤナギ	80.0	1.1	14.8	32.8	4.3	8.6	77.8	13.0	5.7
	イヌコリヤナギ	90.0	1.2	15.8	32.3	3.7	9.1	91.7	19.0	4.8
古川—33	イヌコリヤナギ	60.7	1.3	15.0	24.9	2.6	9.8	64.0	15.0	4.2
	キツネヤナギ	53.6	1.0	15.0	20.4	2.0	10.2	44.5	10.0	4.5

(注) これらの資料は施工当年秋の成績をしめしている。

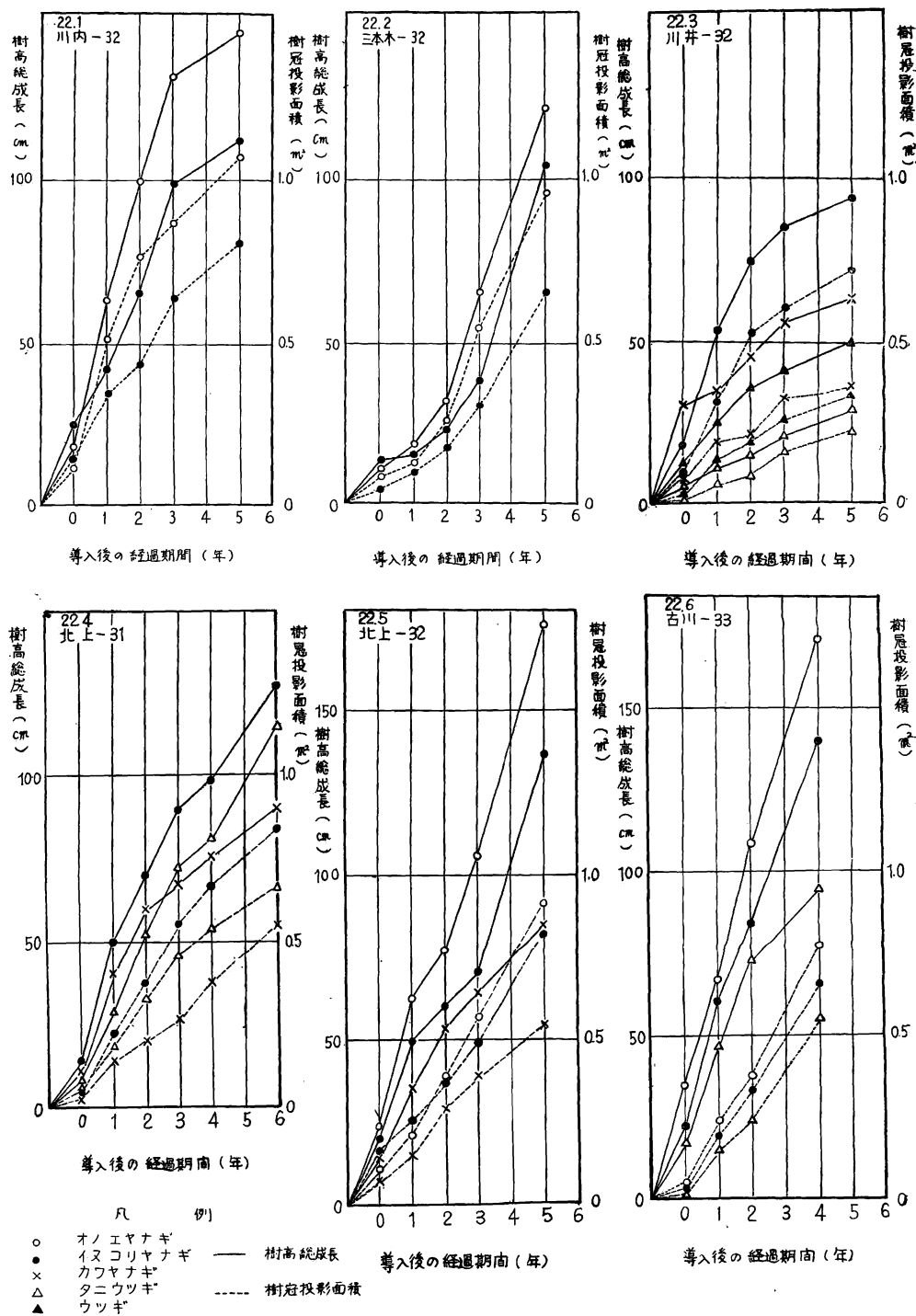
第 33 表 苗木植栽によって導入した高木類の成長状態

試験地名	樹 種	活着率 (%)	肥大成長（胸高直径）（cm）				上長成長（樹高）（cm）			
			植栽時	当年秋	1 年目 秋	3 年目 秋	植栽時	当年秋	1 年目 秋	3 年目 秋
川内—31	ヤマハンノキ	81.5	1.2	1.4	2.1	3.8	99	111	147	160
	タニガワハンノキ	80.8	0.9	1.5	2.8	4.3	68	108	206	229
	ウダイカンバ	80.6	0.9	1.1	1.5	2.2	90	98	109	142
	青島トゲナシニセアカシア	92.0	0.7	1.5	2.3	3.6	50	80	125	176
	英国トゲナシニセアカシア	95.0	0.7	1.4	1.8	2.1	50	57	65	65
川内—32	カラマツ	72.0	1.0	1.8	2.8	4.1	80	126	234	271
	ヤマハンノキ	96.4	1.2	1.7	2.0	3.7	99	110	147	217
	タニガワハンノキ	80.8	0.9	1.6	3.6	5.6	68	124	250	328
	ウダイカンバ	57.1	0.9	0.9	1.2	1.6	90	100	96	135
	青島トゲナシニセアカシア	90.0	0.7	1.4	2.1	3.4	50	80	118	149
	英国トゲナシニセアカシア	92.0	0.7	1.0	1.0	1.0	50	55	58	66
三本木 —31	ヤマハンノキ	19.1	1.1	1.3	3.6	4.7	88	90	127	254
	タニガワハンノキ	18.0	0.9	1.1	4.6	5.8	66	82	210	348
	ウダイカンバ	7.0	1.0	0.8	1.0	1.4	85	88	100	130
川井—31	ヤマハンノキ	74.5	0.9	1.2	2.0	2.9	70	76	141	151
	タニガワハンノキ	79.5	0.7	1.4	2.5	5.6	53	90	188	249
	ウダイカンバ	57.9	0.7	0.9	1.5	1.9	61	68	90	124
	ニセアカシア	90.0	0.7	1.5	2.8	5.6	60	84	152	267
川井—32	カラマツ	100.0	1.3	2.1	3.2	5.6	49	95	185	278
	ヤマハンノキ	96.7	1.1	1.2	2.0	2.1	50	60	120	145
	ウダイカンバ	50.0	0.7	1.0	1.5	4.2	54	60	82	218
北上—31	ヤマハンノキ	78.3	1.0	1.4	2.1	5.0	81	107	154	280
	タニガワハンノキ	50.5	0.8	1.5	3.0	6.3	58	106	235	325
北上—32	ニセアカシア	85.0	0.7	1.2	2.6	4.6	60	81	126	247
	ヤマハンノキ	55.9	1.0	1.2	2.2	5.4	81	93	137	343
	タニガワハンノキ	40.2	0.8	1.4	3.1	7.4	66	90	230	373
古川—33	ヤマハンノキ	50.0	1.2	1.3	2.1	4.6	65	78	147	282
	タニガワハンノキ	35.0	1.1	1.7	3.6	5.8	65	122	260	337
	ニセアカシア	90.0	0.7	1.5	2.5	2.9	60	85	120	183

（注） 活着率は、植栽当年秋における成績をしめしている。

したさし木が秋までに十分根系が発達できなかったために、凍上によつて浮きあがり、結局枯損してしまつたものが少なくなかつた。また、北上-32 試験地、川井-32 試験地などで、せつかく活着し萌芽した新枝条が野兎の食害で枯死寸前のものがみられた。

埋幹やさし木に使用した樹種では、やはりヤナギ類がよく、そのなかでもイヌコリヤナギ、オノエヤナギが成績がよかつた。イヌコリヤナギは乾燥した瘠悪地によくたえて成長したが、川井-31 試験地のような高冷地ではやや無理なようである。また、川井-32 試験地でみられたことであるが、シロヤナギが野兎の食害率がほとんどなく、その抵抗性樹種として注目された。このほか、この試験でつかわなかつたヤナギ類の他樹種について、まだかなり有用なものがある¹¹⁾³¹⁾。もともと頑丈な根系をもち、かなりの瘠悪な立地条件にもたえ、治山効果の高いタニウツギは、どこでもあまりよい成績をしめしていない。別に試験した結果では、活着率 50% 以上を期待するためには、春まだよく芽の動かない時期（当地方では 4 月下旬まで）以外はむずかしいことがわかつた¹⁷⁾。したがつて、材料を貯蔵するとか、別に発根処理を試みるとか考慮しなければならない。イタチハギは植栽、さし木でもほとんど活着し、どこでもよく成長してい



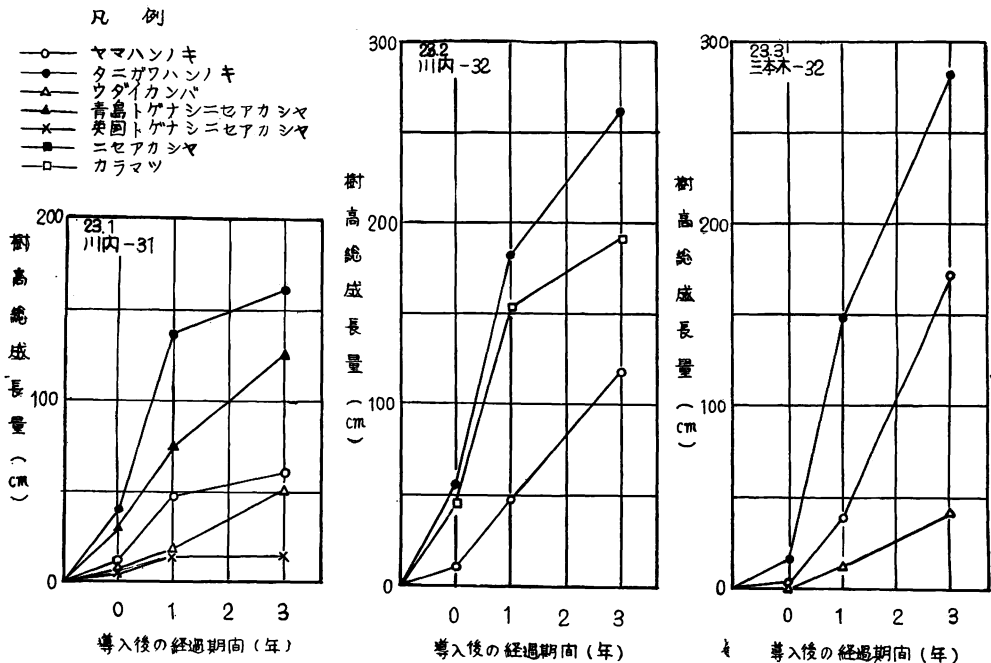
第22図 導入(埋幹)した高木類の成長経過

た。植生盤、条播、散播に用いたヤマハギ、エニシダなどはよかつた。前者は無処理のままで播種したので発芽がそろわず成長がおくれたが、当初繁茂した草本類の被圧にたえて以後よく成長していた。後者も被圧によくたえ、しかも冬季間も緑を失わない貴重なものであつたが、各地で野兎による被害が大きかつた。

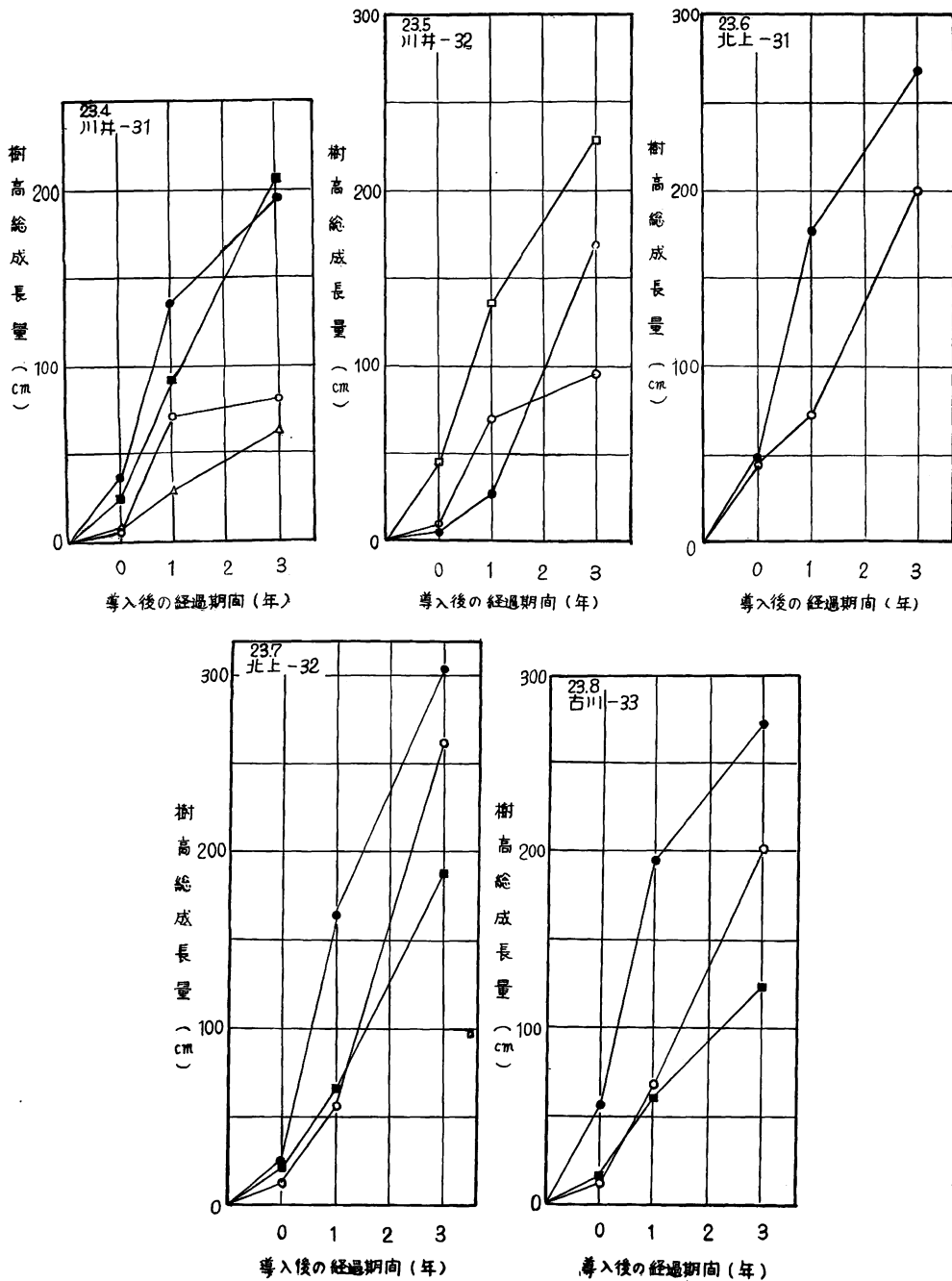
（ハ）高木類 導入した高木類の成績を第 33 表に要約した。また、3 年目秋までの成長経過を樹高をとりあげてしめたのが第 23 図である。これには施工と同時に導入したもの、二次的に導入したものを一括した。このうち、川井-32、古川-33 試験地の分は施工当初の導入したものであり、植栽時点は他の試験地と異なる。

これらを見ると、各試験地をとおして、試みにつかつたウダイカンバは活着、成長ともあまりよくなかつた。荒地地先駆樹種として、当地方ではよくみられるのでとりいれたものであるが、治山樹種としてはあまり期待ができないようである。それに反して、タニガワハンノキはいままで治山樹種としてどこでもつかわれてきたヤマハンノキにくらべておとらない成績をしめしている。すなわち、活着率がやや低い、成長面でははるかにヤマハンノキにまさっている。諸害に対する抵抗性について、なお検討吟味する余地が残されているが、当地方の治山樹種として有望ではないかと考えられる³⁾¹⁸⁾。

三本木-32 試験地では、各樹種とも活着がきわめてわるかつたが、乾燥しやすいシラス土壤に基因しているものと思われ、このような場所では苗木の取扱いに十分留意し、堆肥をもつと多い目にいれ、客土をするとかの処置が必要である。



第 23 図 導入（植栽）した高木類の成長経過



第23図つづき

2) 土地状態について

(1) 荒廃の安定状況……施工後、なんらかの原因で荒廃の程度が拡大しているか、また施工した工作物が破壊されたかなどについてふれる。全体的にみて、各地とも緑化によつて着実に荒廃地が復旧しつつあ

り、各種の気象災害に対する抵抗性を増加している。川内-31、北上-31の両試験地でみられたが、斜面頂部のカブリを十分に切削しなかつたため、これに基因して小崩壊が発生していた。現況では重大な影響をあたえてはいないが、毎年春季にはかなりの土砂が崩落していた。また、川内-31、北上-31、北上-32、古川-33の各試験地では、荒廃面の上部急斜面の一部を故意に施工しないままに残しておいたが、これは傾斜がきつく作業上困難であつたことにもよるが、できるだけ手を抜いて斜面中・下部を十分緑化し、上方に植被を自然に発展させようと考えたからであつた。しかし、現実には裸地面を残すと、冬季間の霜柱、凍上等のために表土がたえず移動し、この部分は容易に植被が発達できなかつた。やはり、再荒廃の素因となりそうな、上記のような場所では斜面頂部のカブリをよく切削し、最小限の法切りをおこなつて、多少無理してもできるだけ上部まで施工することがのぞましいようである。

北上-32試験地の山脚部は、1959年の15号台風時に溪流が増水したため、横侵蝕によつて一部えぐりとられた。この部分は施工前より溪岸侵蝕の危険性が大きいことを予想していたので、ヤナギ類の密なさし木と編柵工によつて護岸をはかつたが、この効果が十分発揮されないうちに被害をうけた。より安全をねらうためには、土木的護岸工も併用すべきだつたと思われる。また、各試験地とも編柵工の地上に露出した部分の帯梢部が腐朽しつつあるが、5年はもつてくれたので、帯梢部がたとえ破れても、導入した木本類のネットワークによつて土砂かん止効果はこれにかわり、直接の被害はほとんどあたえていない。それにしても、萌芽性のヤナギ類の枝条をできるだけ帯梢につかうべきである。

施工後の表土の移動状況を把握するために、斜面上・中・下の3位置へ固定的にさしつけた鉄棒を基準にしておこなつたが、落石、雪圧などの影響で鉄棒が屈曲したり、移動したりして満足できる資料が得られなかつた。また、測定にあつても、鉄棒間の水平線の任意の点から地表面までの垂直高の把握に無視できない誤差がともなつた。積雪のないハゲ山状の荒廃地はともかくとして、当地方の崩壊地ではこの方法によつて表土の移動を精密に測定することにかかなりの無理がともなうようである。基準杭がもし完全に固定できるとすれば、最近報告された方法¹⁾にしたがえば、ある程度この測定精度を高めることができるかもしれない。いずれにしても、一般的傾向として植被の発展とともに斜面の侵蝕が効果的に抑制されていることが観察され、とくに全層植被率 60% を越す2年目秋以降は、施工面で目だつほどの変化が認められなかつた。

(2) 立地改善状況……荒廃地復旧のメヤスは、まず緑化の程度から判断されるが、これとともに、立地条件がどの程度改善されているかも重視すべきであろう。なぜならば、改善されない限り緑化も一時的におわり、ふたたび容易に荒廃地に逆行する危険性さえある。また、緑化されてからどのくらいたてば、経済樹種導入が可能かというための資料として役だつてであろう。

この考え方から、施工による地表面の変化、すなわち、落葉層 (A_0 層) の発達状態についてふれてみたい。いうまでもなく、 A_0 層は土壤腐植の給源であり、表土の侵蝕防止のために、また、土壤水分の蒸発抑制のためにも貴重なものである。このために、本試験工では荒廃面へすみやかな植被の発達とともに、 A_0 層を全域にわたつてむらなく集積させることを期待していた。植被調査用の固定方形区によつて、施工後最終調査時までの A_0 層発達経過を調査し要約したのが第34表である。これをみると、各試験とも A_0 層の形成がきわめて貧弱である。これは植被の発達が十分でないことにもよるが、風や水によつて斜面から飛散してしまうことも多いと考えられる。筋に埋幹で導入した低木類は、多数分岐して叢生しているので、飛散しようとした落葉の地表障害物となつてある程度集積させるのに効果的であつた。いずれにして

第34表 落葉層 (A₀) の発達状態

試験地名	成績調査時	地表被覆率 (%)	厚さ (cm)	摘 要
川 内—31	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 7年目秋 (6)	0.0 0.0 10.0	0.0 0.0 0.5~1.0	ヤマハンノキ (2), ススキ (1)
川 内—32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	0.0 5.0 35.0	0.0 0.5 0.5~1.0	英国トゲナシニセアカシア (1) 英国トゲナシニセアカシア (3), アカマツ (2), イタチハギ (1)
三本木—32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	0.0 5.0 25.0	0.0 1.0~1.5 1.0~1.5	イタチハギ (2), プナ (1), ヨモギ (1) イタチハギ (2), プナ (2), ヨモギ (1)
川 井—31	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 7年目秋 (6)	0.0 5.0 25.0	0.0 1.0~1.5 1.0~1.5	ニセアカシア (1) ニセアカシア (2), タニガワハンノキ (2), ヤマハンノキ (1), ウダイカンバ (1)
川 井—32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	0.0 5.0 65.0	0.0 0.5~1.0 0.5~1.5	カラマツ (2), ヤマハンノキ (1), イタチハギ (1) カラマツ (4), ヤマハンノキ (1), イタチハギ (1), ススキ (1)
北 上—31	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 7年目秋 (6)	0.0 25.0 65.0	0.0 0.5~2.0 1.0~2.0	イタチハギ (2), ススキ (1) タニガワハンノキ (2), ヤマハンノキ (2), イタチハギ (2), ススキ (1)
北 上—32	施工後 { 2年目秋 (1) 4年目秋 (3) 6年目秋 (5)	0.0 30.0 90.0	0.0 1.0~2.0 1.0~3.0	イタチハギ (2), ススキ (2), ヨモギ (1) イタチハギ (4), ヤマハンノキ (3), タニガワハンノキ (2)
古 川—33	施工後 { 2年目秋 (1) 3年目秋 (2) 5年目秋 (4)	0.0 10.0 85.0	0.0 1.0~1.5 1.0~2.0	イタチハギ (2) ヤマハンノキ (3), イタチハギ (2), タニガワハンノキ (1)

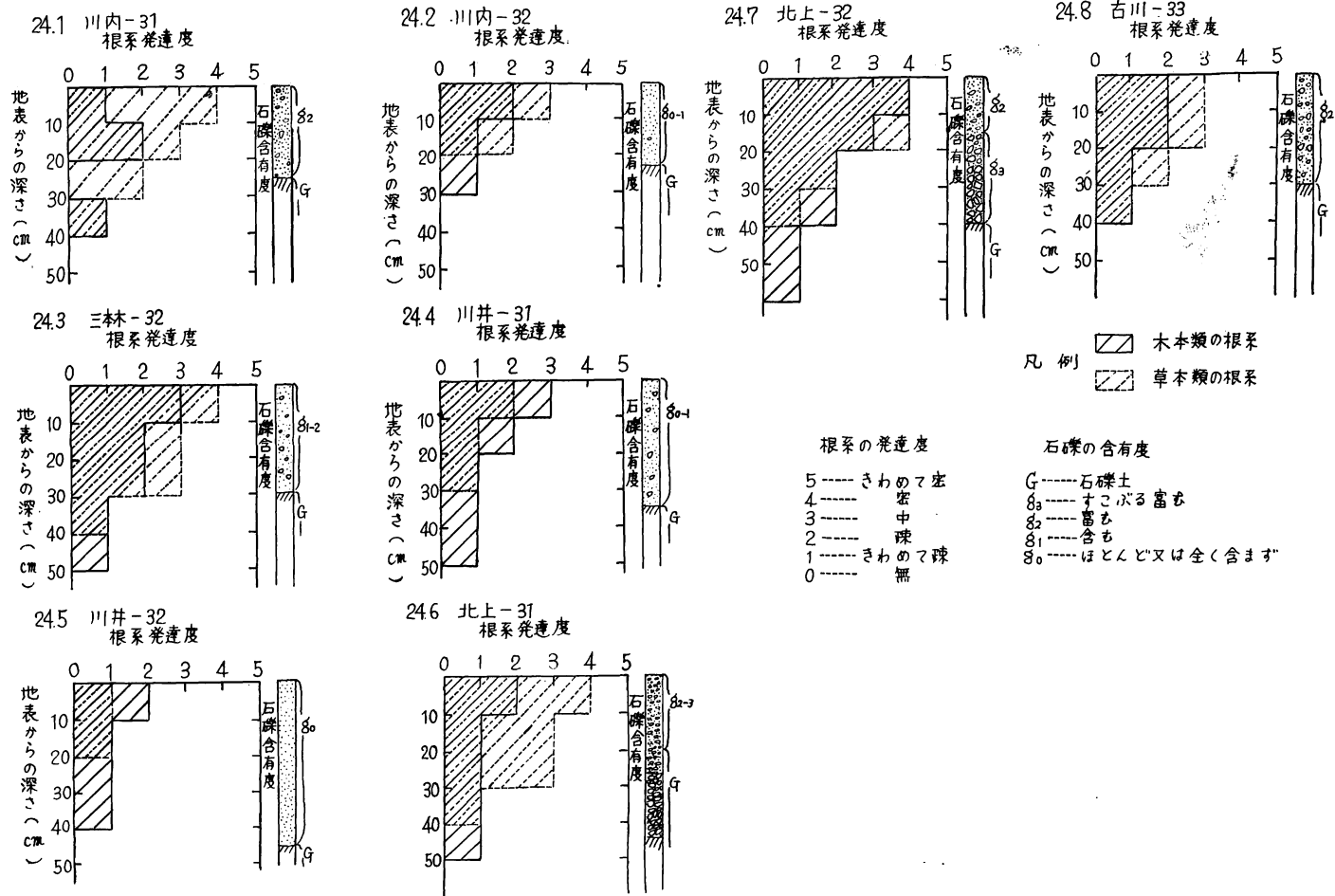
(注) 1) 摘要欄には、種類別の落葉被度をしめしている。すなわち、これをつぎの5階級にわけた。

$$5 \cdots 1 \sim \frac{1}{2}, \quad 4 \cdots \frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}, \quad 3 \cdots \frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}, \quad 2 \cdots \frac{1}{8} \sim \frac{1}{16}, \quad 1 \cdots \frac{1}{16} \text{ 以下}$$

2) 成績調査時欄の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

も、緑化状態のよい場所ほど、いまのところ落葉層がよく形成され、また、筋部にくらべて法面ではきわめて少なかった。導入した高木類が成長し林冠を閉鎖するようになれば、落葉の生産量も多くなり、分解されずに流出する量も少なくなり、平衡点に達するまでには急激に増加していくものと考えられる。

土壌形態の発達状況を観察するために、最終調査時に、斜面上・中・下の各位置で、筋面下端に幅 0.5 m、深さ 0.5 m 以上任意の断面を設定して調査した。この観察結果によると、一般的に筋部と法面との間では断面形態がかなり異なっていたが、これは筋切りつけによる機械的な攪乱効果とその上に発達した植物の発達効果の差によるものと考えられる。施工前との顕著な差としては、筋周辺部では 0.3~0.4 m 程度の深さまで根系の発達が旺盛であつたこと、有機物の浸透がかなり明白にみられたことなどである。とくに、川内-32 試験地では酸性白土に黒褐色の有機物が 2~3 cm の深さの範囲に、鮮やかに浸潤していたのが印象的であつた。一方、法面では、植被の発達も貧弱で地山土壌とほとんど変化していないが、詳細



第24図 地表からの深さごとの根系発達状態

に観察すれば表土の移動がとまつた効果によつて、露出面でもわずかであるが地表が風化したままで残積し、土壌化のきざしがみえた。とくに、このことが露出法面が固結化していた古川-33 試験地において顕著に認められ、この部分がフィルム状となつて地表に残留していたことが注目された。

これらの断面における根系発達状態をわかりやすく図示したのが第 24 図である。ここでは、木本類の根径がほとんど 20 mm 以下の中細根であるので便宜上一括し、草本類とだけを区別した。また、各試験地の資料とも、斜面上・中・下の 3 断面のものを平均したもので、その発達密度は 6 階級の定性的な表現によつた。すなわち、5…きわめて密、4…密、3…中、2…疎、1…きわめて疎、0…無、である。根系の発達と土層の堅密度、石礫含有度などは直接的な関係があるが、ここではとくに石礫の含有度のみを参考までに併記した。これは宮崎の方式¹³⁾にしたがつたもので、G…石礫土、g₃…すこぶる富む、g₂…富む、g₁…含む、g₀…ほとんど、または全く含まず、などの 5 階級である。この図をみてわかるように、当

第 35 表 土壌の一般物理性

試験地名	成績調査時	比 重	容積重 (%)	圧結度 (%)	孔隙量 (%)	含水量 Max.(%)	容気量 Min.(%)	植物根の 含有率 (%)
川 内-31	施工前	2.81	99.8	76.0	52.8	42.2	10.6	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.97	115.9	78.8	43.7	43.1	0.6	2.1
	施工後 7 年目秋 (6)	2.85	96.3	74.5	53.6	44.7	8.9	6.7
川 内-32	施工前	2.65	114.9	93.9	39.8	36.9	2.9	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.69	100.8	82.3	49.2	41.6	7.6	1.6
	施工後 6 年目秋 (5)	2.67	94.3	80.0	50.3	43.3	7.0	5.4
三本木-32	施工前	2.60	98.2	65.6	46.4	48.6	0.0	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.73	84.8	54.9	48.3	43.5	5.2	3.4
	施工後 6 年目秋 (5)	2.70	84.0	53.1	49.2	46.8	2.4	7.0
川 井-31	施工前	2.77	109.9	72.5	47.2	44.0	3.2	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.70	88.4	61.6	50.3	44.8	5.5	2.8
	施工後 7 年目秋 (6)	2.74	83.9	60.9	51.1	45.3	5.8	4.4
川 井-32	施工前	2.61	48.6	74.0	80.4	77.9	2.5	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.72	53.1	83.2	80.3	72.8	7.5	1.5
	施工後 6 年目秋 (5)	2.66	50.4	79.1	81.1	75.7	5.4	3.6
北 上-31	施工前	2.63	88.1	65.0	38.3	37.4	1.1	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.66	87.2	75.4	50.4	43.9	6.5	3.8
	施工後 7 年目秋 (6)	2.65	84.2	65.3	57.2	46.3	11.1	7.8
北 上-32	施工前	2.73	101.5	77.0	39.7	21.3	18.4	0.0
	施工後 4 年目秋 (3)	2.76	111.6	91.2	36.8	36.8	0.0	4.2
	施工後 6 年目秋 (5)	2.74	98.7	70.7	43.0	40.3	2.7	10.1
古 川-33	施工前	2.62	88.9	58.1	44.6	40.6	4.0	0.0
	施工後 3 年目秋 (2)	2.64	87.0	57.7	45.8	41.1	4.7	2.6
	施工後 5 年目秋 (4)	2.61	84.0	56.9	46.0	41.7	4.3	7.7

- (注) 1) 各項目の調査方法は、主として国有林林野土壌調査方法書にもとづいている。
 2) 容積、孔隙量、含水量、容気量、植物根の含有率などは、自然状態で採取 (400cc 容円筒) した容積比で表示している。
 3) 成績調査時欄の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

然のことながら緑化状態の良否と根系の発達の多少との間には、かなり明確な相関関係が認められる。今後植被の構成がより高度に発達するにつれて、しだいに根系もより深い位置に発達し、また、より密に頑強に広がっていくと考えられるが、現況程度では表土の流出防備のうえからも、土砂崩落防止のためにも、まだまだ不十分なものと考えられる。これらは筋周辺の断面にあらわれた根系発達状態であるが、地山の露出した法面部ではこれよりもはるかに貧弱で、場所によつてはほとんど根系の発達をみないか、あつても 30 cm までの深さに限定されていた。どこでもイタチハギとヤナギ類の根系は、堅密な石礫間を貫入し強力に発達していた。川井-31 試験地では、ニセアカシヤの根瘤菌をもつた根系が 60 cm 以上も蛇紋岩の風化土のなかによく発達していたのが注目された。

土壌の改善状況を、さらに詳細に把握する意図から、施工前後の土壌の理化学性を調査分析した。これ

第 36 表 土壌の受蝕性

試験地名	成績調査時	塑性			膨潤性 (速度)	流亡度		透水性	
		流出 限界	成形 限界	塑性 指数		流亡量	全水蝕 時間	レート	係数
川 内-31	施工前	(%) 35	(%) 10	25	分秒 40.00	(%) 10.0	分秒 —	cc/min 50.0	$\times 10^{-8}$ 6.67
	施工後 4 年目秋 (3)	35	10	25	40.00	10.0	—	65.0	8.67
	施工後 7 年目秋 (6)	35	10	25	30.30	10.0	—	77.0	10.27
川 内-32	施工前	60	10	50	77.00	5.0	—	11.0	1.50
	施工後 4 年目秋 (3)	60	10	50	35.00	10.0	—	2.5	0.33
	施工後 6 年目秋 (5)	55	10	45	40.00	10.0	—	15.0	2.01
三本木-32	施工前	25	20	5	.50	100.0	1.50	34.0	4.54
	施工後 4 年目秋 (3)	25	15	10	.30	100.0	1.20	103.0	13.70
	施工後 6 年目秋 (5)	30	20	10	1.10	100.0	2.10	95.0	12.67
川 井-31	施工前	65	45	20	1.00	100.0	2.00	25.0	3.34
	施工後 4 年目秋 (3)	50	20	30	1.30	100.0	2.00	20.0	2.67
	施工後 7 年目秋 (6)	50	25	25	1.50	100.0	2.30	38.0	5.07
川 井-32	施工前	65	45	20	1.50	100.0	2.20	15.0	1.94
	施工後 4 年目秋 (3)	50	20	30	2.00	100.0	2.30	3.5	0.47
	施工後 6 年目秋 (5)	60	30	30	2.15	100.0	2.45	18.0	2.40
北 上-31	施工前	35	10	25	3.30	50.0	—	85.0	11.30
	施工後 4 年目秋 (3)	35	10	25	4.00	50.0	—	80.0	10.60
	施工後 7 年目秋 (6)	30	10	20	5.30	35.0	—	74.0	9.98
北 上-32	施工前	30	15	15	24.50	29.0	—	81.0	10.80
	施工後 4 年目秋 (3)	35	10	25	32.00	15.0	—	128.0	17.10
	施工後 6 年目秋 (5)	30	10	20	30.50	20.0	—	134.0	17.88
古 川-33	施工前	20	10	10	.30	100.0	.50	72.0	9.60
	施工後 3 年目秋 (2)	25	15	10	.50	100.0	1.00	81.0	10.81
	施工後 5 年目秋 (4)	25	15	10	1.30	100.0	1.00	75.0	10.00

- (注) 1) 塑性については Atterberg 法により調べた。
 2) 膨潤性、流亡度については Vilensky 法により調べた。
 3) 透水性については真下法により調べた。
 4) 成績調査時欄の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

第37表 土壌の化学性

試験地名	成績調査時	全有機物 (%)	C (%)	N (%)	C/N	pH		置換酸度 $y_1 \times 3$	反応改定 に要する CaO (kg)
						H ₂ O	KCl		
川内—31	施工前	0.43	0.24	0.02	12	3.71	3.65	125.04	700.2
	施工後4年目秋 (3)	0.53	0.31	0.02	16	3.80	3.67	49.50	277.2
	施工後7年目秋 (6)	0.71	0.84	0.02	41	4.10	4.03	48.00	268.8
川内—32	施工前	0.31	0.18	0.01	18	3.22	3.12	87.09	487.7
	施工後4年目秋 (3)	0.26	0.15	0.01	15	3.51	3.32	51.00	285.6
	施工後6年目秋 (5)	0.58	0.33	0.02	17	3.78	3.72	47.50	266.0
三本木—32	施工前	0.43	0.25	0.01	25	7.07	5.88	2.82	15.8
	施工後4年目秋 (3)	0.90	0.52	0.01	52	6.40	5.45	2.90	16.2
	施工後6年目秋 (5)	1.05	0.61	0.01	61	6.67	5.55	3.54	19.8
川井—31	施工前	1.77	1.03	0.01	103	6.21	5.54	2.75	15.4
	施工後4年目秋 (3)	1.50	0.87	0.01	87	6.05	5.39	3.80	21.3
	施工後7年目秋 (6)	2.24	1.30	0.01	130	6.18	5.51	3.46	19.4
川井—32	施工前	3.26	1.89	0.01	189	5.68	5.27	4.23	23.7
	施工後4年目秋 (3)	4.38	2.54	0.01	254	5.29	5.11	4.50	25.2
	施工後6年目秋 (5)	4.55	2.60	0.02	130	5.33	4.95	5.11	28.6
北上—31	施工前	2.23	1.29	0.01	129	5.73	4.67	25.30	141.7
	施工後4年目秋 (3)	2.24	1.30	0.01	130	5.66	4.21	30.00	168.0
	施工後7年目秋 (6)	4.85	2.81	0.02	140	5.50	4.15	21.00	117.6
北上—32	施工後	0.97	0.57	0.01	57	6.20	5.60	7.05	39.5
	施工後4年目秋 (3)	2.77	1.60	0.02	80	5.60	5.00	28.50	159.6
	施工後6年目秋 (5)	4.68	2.71	0.03	90	5.40	4.71	19.65	110.0
古川—33	施工後	0.22	0.13	0.01	13	6.99	6.10	5.00	28.0
	施工後3年目秋 (2)	0.55	0.32	0.01	32	6.48	5.66	4.60	25.8
	施工後5年目秋 (4)	0.80	0.46	0.01	46	6.45	5.63	5.31	29.7

- (注) 1) 各項目の調査方法は、主として国有林野土壌調査方法書にもとづいている。
 2) pH の測定 (H₂O) の場合、土壌：水は 1：2 とした。
 3) 反応改定に要する CaO 量算出にあたっては 0.1 ha の 20 cm までの深さの土壌重量を 200 トンとし、これを中和するに要する量をもとめた。
 4) 成績調査時欄の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

らの結果を、第35～38表に要約した。試料は施工面の斜面上・中・下の特定の位置で、深さ 0～5 cm, 20～25 cm の两点において、法面部と筋部の両方から採取したものであつて、表中にしめした数値はこれらの平均値で表現している。各試験地で共通的にはば明らかな変化の認められるのは、植物根の含有率と有機物含有量の増加のみであつた。個々の試験地についてみれば、川内の両試験地で置換酸度が小さくなつたこと、緑化程度の良い北上—31 試験地において容積重、圧結度が小さくなり、孔隙量、含水量が大きくなるという物理性向上のきざしがうかがえたことがあげられる。しかし、一応緑化されたとはいえ、5～6年の経過ではまだまだ施工前と大差ない条件におかれているようである。

第 38 表 土壌の機械的組成

試験地名	成績調査時	組 成 (%)					土性区分
		粗 砂	細 砂	砂分計	微 砂	粘 土	
川 内—31	施工前	25.0	30.0	55.0	15.4	29.6	L. c
	施工後 4 年目秋 (3)	25.4	29.1	54.5	16.2	29.3	L. c
川 内—32	施工前	34.1	22.0	56.1	15.7	28.2	S. c
	施工後 4 年目秋 (3)	20.1	39.2	59.3	15.0	25.7	S. c
三本木—32	施工前	62.4	28.3	70.7	3.3	6.0	S
	施工後 4 年目秋 (3)	49.6	31.7	81.3	11.8	6.9	S. l
川 井—31	施工前	32.6	11.0	43.6	21.7	34.7	L. c
	施工後 4 年目秋 (3)	30.4	12.0	42.4	22.3	35.3	L. c
川 井—32	施工前	5.4	24.3	29.7	37.6	32.7	L. c
	施工後 4 年目秋 (3)	4.0	33.7	37.7	44.3	18.0	C. l
北 上—31	施工前	23.0	9.6	32.6	21.2	46.2	H. c
	施工後 4 年目秋 (3)	39.3	16.3	55.6	14.1	30.3	S. c
北 上—32	施工前	40.4	26.7	67.1	14.9	18.0	S. c. l
	施工後 4 年目秋 (3)	30.2	26.5	56.7	24.8	18.5	C. l
古 川—33	施工前	76.1	11.2	87.3	4.5	8.2	S
	施工後 3 年目秋 (2)	74.5	10.7	85.2	5.6	9.2	S

- (注) 1) 粒径区分は国際土壌学会法にもとづきビベット法により分析した。
 2) 最終回の成績調査時には、土性については調べなかった。
 3) 成績調査時欄の括弧内の数字は当初施工からの経過年数をしめしている。

7. 本試験工に対する今後の問題点

緑化試験工を設計施工し、その成果を調査観察した結果、経済的な早期緑化をねらった本工法にどのような問題が残され、それはどのようにしたら改善できるかなどについて検討をくわえてみたい。

1) 施工時期について

理想的には、春施工して夏までに植被をもつて荒廃面をできるだけすみやかにおおうのがのぞましい。そうすることによつて、台風季の豪雨に、また、そのあとにくる霜柱、凍上、積雪の移動といった冬季間の気象災害にそなえることになる。このような考え方からすれば、本試験工の施工時期が一部でかなりおくれた。少なくとも梅雨のあがる 7 月上旬までには終わらせたいものである。したがって、当地方では融雪直後の 4 月上旬から 6 月下旬までが適期とみてよい。当地方のような寒冷地帯では、植物の生育期間が短いえ、植物材料の活着、発根に適期があるから、施工時期を大切にしなければ肝心の治山効果は半減することになる。

2) 施工方法について

面的緑化をねらいながら、施工後 1~3 年はほとんどの場所で、筋工周辺部のみの線的緑化に限られた。土地条件のわるい場所では、筋間の地山法面に低木類を直さしたり、草本類の直播したりすることには、かなりの無理がともなうようである。この対策としては筋工をもつと密にいれるということも考えら

れるが、これは経済的にも技術的にものぞましくないので、さしつける樹種を、活着率の高く、かつ、せき悪な条件にもよくたえて生育できるものに限定して用いること、また、各筋工の下端に張りつけた植生盤にはほふく性の植物をいれランナーを法面に発達させること、筋工間の条播溝をより大きくして、肥土をできるだけ多くいれ、土地条件をよくしてやる必要がある。

施工後数年経過して高木類もかなり生育し、全面緑化された状態でも、下層植生がよく発達していなければ、表土の侵蝕防止のために十分だといいたいがたい。当初導入した草本類がほとんど好陽性のもので、被圧されると急激に減衰する傾向をしめしたが、これらにくわえて被陰にたえ繁茂継続できるものも混播させるなどして下層植被を維持させ、平面的にも立体的にも充実した緑化を目標にすべきである。

一部の場所で、斜面頂部のカブリの処理が十分でなく、また、斜面上部の急斜地域の緑化を省略した。このことは結局において全域の緑化をおくらせ、再荒廃の素因にもならないとも限らない。やはりこのような場合は、カブリはよく切削し、この部分は最小限の法切りをおこなって、多少無理しても原則として最頂部まで十分に施工することがのぞましいようである。

当地方の荒廃地は、ハゲ山状の場所は少なく、山崩れが多いから、荒廃面の下部とくに山脚部には不安定な堆積土砂が多い。このような場所に、緑化工をとりいれるときには、不安定部分の固定のために、積極的に編柵工をつかいたいものである。

3) 工法の難易について

できるだけやすく、誰にでも実行できるようにと考えた工法であつたが、実際はどうであつたろうか。今回は試験的な取りあつかいをしたうえ、初めてのことであつたので、作業員がちよつととまどつた感じを受けた。しかし、実際には埋幹やさし木材料の採取にあたつて、樹種の識別のほかは特記すべきことはなかつたと考えられる。植物材料の配列、種子の混播、施肥などの方法に適切な指示さえあたえれば、要は作業員の熟練度だけの問題である。また、筋切りつけ、編柵工などをのぞけば、女子または若年作業員でも可能な単純な軽労務と考えられる。事業実行段階となれば、使用する樹草種子は前年秋までに採取するか、購入しておき、また、埋幹やさし木などにつかう母樹もいくつかの樹種に限定しておき、あらかじめ現場付近を踏査し供給可能量をも検討しておけばあまり問題がない。

4) 施工工程、経費について

「経済的工法」すなわち、施工単価をできるだけさげて、治山効果を十分にあげるということをねらつたが、必ずしも期待したようにはいかなかつた。当初 1 ha 当たり 50 万円（施工当時の金額）以下で仕上げる目標であつたが、各試験地の結果を平均したら 61 万円となり若干上回つた。本工法の主体となつた埋幹筋工、法面被覆工、植栽工や埋設編柵工などの施工単価表をみた場合、いずれも所要経費の大半は賃金であつて、材料費の占むる割合はきわめて少額にすぎない。現在の施工費を合理化して所要経費を節減できないかを検討してみたが、結局、本施工に従事する作業員に対して、緑化工は植物成長をキーポイントとしていることを徹底的に認識させたうえに立つて、熟練による作業の能率化をはかることが第一のようである。いたづらに施工単価の低下をはかることは、施工上手抜きをもたらし、不成績地を多くすることになるかもしれない。なお、作業能率を高めるためには、綿密な作業計画にもとづいた合理的な人員配置、施工の一部機械化³²⁾、材料採取場所の事前の踏査など考慮すべき点が残されている。

5) 導入樹草について

本試験工では植物材料の準備の都合で、限られたものしかつかえなかつたが、できればこれらにくわえ

て各地の立地条件に応じたいろんな種類をとりいれたいものである。このためには、対象地周辺の荒廃地に侵入する先駆植生の調査が大いに参考になる。

当地方に適応する樹草として、立地条件にもかなり影響をうけるが、本試験工につかつたもの以外に草本類ではヒメノガリヤス、チカラシバなどのような細根が多く、土壤の団粒発達に貢献するホモノ科のものや、ヌスビトハギ、メドハギなどの根瘤菌をもつマメ科のもの、瘠悪地にたえて強力な根を地中深くに発達するイタドリ、イヌヨモギ、マルバキンレイカなど、また、法面をランナーによつて被覆するほふく性のものとしてオトコエシ、ノウゴウイチゴ、ヤブマメ、クズなどがよいと思われ、低木類では繁殖力が旺盛で、土壤改善効果の大きいといわれるクサギ、ニワトコ、ヌルデ、リョウブ、アキグミなども今後活用してみたいものとしてあげられる。また、北上-32試験地付近から見いだされたミヤマカワラハンノキは、極端な乾燥地のをのぞけば、肥培効果、土砂かん止効果がともに大きい治山樹種としてすすめられる。高木性の治山樹種として当地方ではハンノキ類がもつとも適すると考えられるが、これらにつぐものとしてはマツ類、アカシヤ類ぐらいなものなので、こんごの適樹の選択がのぞましい。

外来種の牧草類では、ケンタッキー31・Fやオーチャードグラス、シロツメクサなどは寒冷地にもよくたえ、短期間にすばらしい成長をしめしたが、野草類にくらべて土地を選び、施肥を多量におこなわなければ、生育もわるく長つづきしない。当初それほどでなくとも、上層が発達し被圧されるようになってからのものとしてクリーピングレッドフェスキウなどは今後大いにつかいたいものの一つである。

6) 植物材料の取扱いについて

本工法では、導入した植物の死活が成果の良否を決定する。このなかで、植栽苗木の活着、さし木埋幹などの活着、発根などがあまりよくない場所があつた。これは施工時期なども関係したが、材料取扱いの面で不十分であつたことにもよる。植物材料は、まず活力のある充実したものを選ぶべきである。苗木は掘取りから輸送、植栽までできるだけ乾かさないう、また、さし木や埋幹材料などは採取してから施工するまでの間、乾かさないう特別な配慮が必要である。さし木や埋幹材料などは、発根しやすい適期に採取しておき、穴倉などを利用して施工時まで貯蔵することを考え、また、短期間であれば流水に浸しておくか、地中に埋めておけば1週間か10日間ぐらいは保存可能であるから、できるだけこのような条件をととのえて施工すべきであろう。さし木をおこなうときには、必ず案内棒をつかつて、材料を損傷しないように留意し、また、苗木類はあらかじめ施工前に現場付近に仮植しておく方が、立地条件にできるだけ適応させておくという考え方から、のぞましいことである。

7) 施肥について

施工にあたっては、対象地の土壤検定のうへ、施肥基準をきめて試験設計をたてた。しかし、現実には一般的に不足だつたし、意外に消耗が早く長つづきしなかつた。これは、もともとせき悪な砂礫に富む土壤なので、傾斜がきつくと流亡損失する量も少なくないと推定される。植生盤や実播工などには速効性の単肥を使用して当初きわめて効果的であつたが、2年目秋には肥効がきれたとみえて草本類の生育が減衰する傾向をしめた。筋工、植栽工には固形粒状の化成肥料をつかい、比較的速効性であつても肥効をながもちさせることを考えた。しかし、これらの固形粒状肥料は土によく保持され比較的速効性であるといつても、肥効はせいぜい1~2年程度といわれる。

ほとんどの場所は、全体的に緑化状態は最初の年はよいが、2年目または3年目になると植被が色あせて停滞しているか、衰退のきざしさえみせた。施工時にはこれら化学肥料とともに、堆肥、腐植土など有

機質肥料をとりいれたが、場所によっては土地条件を考慮のうえにたつて、基肥としてもつと施用すべきだと考えられる。この有機質肥料としては、堆肥のほかに塵埃、人糞などを原料にした脱水污泥ケーキ、高速処理堆肥（コンポスト）などが最近出まわっている。これによつて均質な有機質肥料を大量に入手でき、価格も堆肥とあまりかわらないとすれば、取扱いにも便利なので試用すべきであろう（2,000 円/ton 程度）¹⁰⁾。

追肥の問題については、植物が順調に生育すれば落葉や草本類の枯葉が腐朽化し、自然に必要な養分を供給できれば、その必要がなく自立しているわけであるが、現実には短期間に植物の遺体が地表を十分被覆するまでには至らない。したがつて、本試験につかつた程度の基肥量であれば、とくに草本類を対象にして、施工後 3 カ年ぐらい毎年継続して追肥をすることが緑化を早める確実な手段であろう。

8) 植生導入過程について

本試験工では、施工当初に草本および低木類を主とする第一次植生導入をおこない、このあと荒廃面が植被でおおわれた 2~3 年後に高木性の治山樹種や一部経済樹種を二次的に導入した。これは立地条件が少しでも改善されたあとに高木類をいれる方が、結果的によい成績をあげられるのではなからうかという判断からであつた。試みに、これらを同時に導入した場所もある。たしかに 2 度にも、3 度にもわけて導入するということは、植生推移説の立場からみれば当を得たものと思うが、現実には、表土の移動がとまり、草本や低木類の繁茂で、極端な気象変化が緩和されたとしても、土壌面では 2~3 年程度の短期間では明らかな改善のきざしは認められなかつた。荒廃地の砂防造林地では A₀ 層の発達でさえ天然生林の状態に復元するには、80~100 年を必要とするのではないかという意見や、60 年を経過しても法面であつた場所では、約 10 cm で母岩があらわれ、それ以下の深さには根の侵入を認められなかつたという報告もある。もちろん、ハゲ山と山崩れ跡地では、おのずから土地条件の異なることはいまでもないが、本試験において、施工当初高木類を同時に導入した場合も緑化後 2~3 年経過してから導入した場合とそれほど損色がなかつた。このことを考えても多少無理しても当初施工時に、これら治山用高木類や一部一般樹種もふくめて導入し、草本や低木類とともにそれ自体で改善していくという考え方が事業上得策であるかもしれない。そのためにも、苗木の取扱いにより注意し、適期に、ていねいな植栽方法によつて導入すべきである。

なお、これら治山高木類が成林したあとに、いつ、どのような方法で一般経済林に転換するかということとは、立地形成状況と考えあわせ、今後検討していくべき問題であろう。

8. 結 言

この緑化試験では、施工後 4~6 年を経過した現在、地質、地形、気候などの立地条件の異なる各地において、一応荒廃地が安定し、ほぼ期待した緑化状態をしめしている。もともと、少雪地帯を対象としたものであつたが、かなりの積雪のある北上の両試験地でも侵蝕測定用の鉄棒が屈曲するほどの移動圧にたえてよく成功していた。このような場所に適用する場合には、その状況に応じて編柵による階段植栽工などを要所にとりいれていけばさらに効果を期待できる。それにしても、本工法は東北地方のどこにでも適用できるものではなく、表側の比較的雪の少ない寒冷地に施工した場合もつとも効果的である。

工法自体についても、なお改良し合理化すべき余地が少なくない。すなわち、霜柱、凍上に対する防護対策として、荒廃面の急速な全面的緑化をはかつたが、必ずしも十分でなく、施工時期、樹草の選択、導入方法、施肥方法などの点で問題が今後に残されている。このために、もつとも緑化が困難であつた十和

田湖周辺のシラス地帯崩壊地で、本試験をもとに 適当と思われる 数種工法の 試験設計をおこない、昭和 35 年度から比較試験をおこなっている¹⁹⁾。この成果が明らかになれば、当地方における緑化工のために、さらに貢献できるものと考えられる。

いずれにしても、本試験工は低木類のさし木や埋幹、草本類の直播、木本類の植栽などを主体としたものであつて、比較的たやすく、かつ、経済的に実行できるので、これらの結果を参考に、現地の状況に応じて取捨選択し、事業のなかにとりいれられるならば幸いである。

9. 要 約

この報告は、寒冷地帯に適応した荒廃地の早期緑化工法を考案し、東北の表日本側のいくつかの山地荒廃地へ現地適用した結果をとりまとめたものである。試験は、厳密な実験計画にもとづいておこなつたものではなく、各地の国有林治山事業の一端を試験的な角度からとりあげて実行したものにすぎない。

試験施工は、1956 年に 3 カ所、1957 年に 4 カ所、1958 年に 1 カ所計 8 カ所の荒廃地を対象に実施した。これらの各対象地は、荒廃の素因、誘因がそれぞれ異なっているが、当地方における典型的な荒廃地である。共通的にいえることは、比較的雪が少ないか、積雪がかなりあつても寒冷なために冬期間における霜柱凍上による被害が大きい場所である。

この試験工法は、従来当地方で行なわれてきた土木技術偏重の工法から、治山本来の姿であるべき植物による荒廃面の速やかな被覆を重視した工法である。すなわち法切りはほとんどおこなわず、埋幹と草株による簡単な筋工と各筋工間法面を植生盤・さし木・直播などによる被覆工を主体としたものであり、このほか、表土固定のため必要と考えられる場所に編柵工を適切にとり入れた。

試験工の現在までの成果は、各試験地ともほぼ期待した状態をしめしている。すなわち、

(1) 施工後 3 年目の秋までに、川井-31 試験地をのぞいて、植被率は 70~100% に達し、表土の移動はほとんど停止した。川井-31 試験地は比較的成績がよくなかったが、この場所は標高 1,000m に近い高冷地で、しかも貧養性の蛇紋岩土壤に基因している。しかし、この場所も最終調査時（7 年目秋）までは約 80% の植被率をしめしていた。

(2) 埋幹と草株を主体とした筋工は、地表の被覆と土砂かん止のためにきわめて効果的であつた。施工当年の秋までに、埋幹したヤナギ類を主とする低木類はよく萌芽し、頑強な根系を地中に緊密に張りめぐらした。そしてそれは、あたかも活力をもつた編柵工的役割を果たした。さらに、ヨモギ、ススキなどの草本株は地表を速やかにおおい、表面侵蝕防止のためにさらに効果をたかめた。

(3) 筋工間の法面の被覆にもちいた植生盤の成績がよく、ヨモギ、ケンタッキー-31・F、オーチャードグラスなどはよく繁茂したが、低木類、草本・低木類の直播はあまりよくなかつた。土地条件のわるい地に直ざしたり、直播したりすることにはかなりの無理がともなうようである。

(4) 導入した高木類では、いままで治山用として広くつかわれてきたヤマハンノキよりも、試みにつかつたタニガワハンノキは活着においてやや劣つたが、その成長においてはるかにすぐれていた。ヤマハンノキとともに、当地方における治山高木類として有望なものと考えられる。

(5) 緑化による土壤の改善状況を調べたところ、現在まで顕著な変化が認められなかつた。とりたてていえば、川内両試験地で置換酸度が小さくなつたこと、緑化程度のもつとも良好だつた北上両試験地で容積重、圧結度が小さくなり、孔隙量、含水量が大きくなるという物理性向上のきざしがうかがえた。

(6) この試験工に要した経費は、各試験地の地利的条件や労賃の高低によつて多少異なるが、主体となつた埋幹筋工は 10m 当たり 284~587 円 (平均 433 円)、法面被覆工は 10m 当たり 154~676 円 (平均 462 円)、編柵工は 10m 当たり 92~176 円 (平均 152 円)、植栽工は 100 本当たり 1,614~3,403 円 (平均 2,563 円) であつた。また、参考までに単純に 1 ha 当たり総所要経費を算出してみたら、254,000~967,000 円 (平均 610,000 円) となつた。当初期待した 50 万円よりもやや上まわつたが、事業としてかなりの面積に実行する場合には 2~3 割の低減が可能になるものと考えられる。

(7) この試験工法は東北地方のどこにでも適用できるものではなく、比較的雪の少ない場所で施工した場合に成功する率が高いと考えられる。また、施工の時期、導入方法、樹草の種類、施肥方法などの面で、さらに検討をくわえるならば、より急速な緑化が期待できるであろう。いずれにしても、この工法は低木類のさし木や埋幹・草本類の直播を主体としたもので、比較的たやすく、かつ、経済的に実行できるもので、応用価値が高いものと考えられる。

文 献

- 1) MESAVAGE, Clement and James L. SMITH: Soil-Erosion Gauge., Journal of Soil and Water Conservation, 17, 1, (1962)
- 2) COTTAM: The Phytosociology of an Oak Woods in Southwestern Wisconsin., Ecology, 30, (1949)
- 3) 藤田俊雄・外崎文夫: 荒廃地に植栽されたコナバシの成長 (第 1 報), 北方林業, 11, 7, (1962)
- 4) 堀川芳雄・佐藤和韓鶴: 日本本部に於ける 高等植物の生活形の研究, 生態学研究, 2, 2~3, (1936)
- 5) 倉田益二郎: 緑化工概論, 養賢堂, (1961)
- 6) ISHIBASHI, Hidehiro: On the Rehabilitation of Soil Properties in Sabo-forests. 島根農科大学研究報告, 9, A-2, (1961)
- 7) 小出 博: 宮城県災害と荒廃地, 宮城県, (1950)
- 8) 小出 博: 青森県災害と荒廃地, 青森県, (1951)
- 9) 小出 博: 山崩れ, 古今書院, (1955)
- 10) 京都大学農学部造園学教室: 斜面急速緑化工法に関する研究 II, 京大農学部造園学教室, (1962)
- 11) 村井三郎ほか: ヤナギ類のサシキ試験, 林試東北支場年報, 2, (1962)
- 12) 満鉄調査局: 土砂侵蝕防止の研究, 満鉄調査局, (1934)
- 13) 宮崎 紳: 森林土壌の見方と其の応用, 好摩分場厚生部, (1950)
- 14) 村井 宏: 荒廃地先駆植生についての研究 (第 1 報), 日林誌, 40, 10, (1958)
- 15) 村井 宏: 荒廃地先駆植生についての研究 (第 2 報), 日林誌, 42, 11, (1960)
- 16) 村井 宏: 荒廃地先駆植生についての研究 (第 3 報), (未発表)
- 17) 村井 宏・北田健二: 治山用樹草の繁殖方法についての研究 (第 1 報), 日林第 71 回大講, (1961)
- 18) 村井 宏・北田健二: 治山樹種としてのタニガワハンノキ (予報), 日林第 71 回大講, (1961)
- 19) 村井 宏・北田健二: 十和田シラス地帯の荒廃地緑化試験について, 林試東北支場研究だより, 2, (1962)
- 20) 難波宜士: 荒廃地からの侵蝕土砂量について, 治山, 1, 7, (1956)
- 21) 野呂省三: 煙害地の植生調査, 第 5 回造林分担研究報告会記録, 青森森林局, (1952)
- 22) 沼田 真: 草地植生調査法に関する研究, 千葉大学, (1960)
- 23) 林業試験場: 国有林林野土壌調査方法書, 林業試験場, (1955)

- 24) 林試防災部: 関東地方荒廃山地の霜柱凍結防止工法に関する研究, 日本治山治水協会, (1957)
- 25) 鈴木時夫: 生態調査法, 古今書院, (1954)
- 26) 堤 利夫・徳丸始朗: 治山造林地の林力回復過程に関する 調査報告 (第1回報告), 大阪営林局, 治山事業調査報告第8輯, (1957)
- 27) 堤 利夫・有光一登: 治山造林地の林力回復過程に関する 調査報告 (第2回報告), 大阪営林局, 治山事業調査報告第11輯, (1959)
- 28) 堤 利夫ほか: 治山造林地の林力回復過程に関する 調査報告 (第3回報告), 大阪営林局, 治山事業調査報告第14輯, (1960)
- 29) 武田進平・永井正見: アイオン台風における早池峯山の崩壊と治山, 日林東北支部会誌, 1, (19)
- 30) 渡辺隆司・丸山岩三: 赤城山治山 (第Ⅱ報), 前橋営林局, (1955)
- 31) 渡辺隆司ほか: 赤城山に於ける治山用木本類挿木試験, 前橋営林局, (1956)
- 32) 山脇三平ほか: 可搬式筋切播種兼施肥機, 日林第72回大講, (1962)
- 33) 吉井義次: 植物群落の観察, 鉾谷書店, (1951)

Experiment on Early Greening Work on the Denuded Mountains in Tohoku District.

Hiroshi MURAI and Ryuji WATANABE

(Résumé)

We designed early greening work considered to be well suited to the cold area and applied it to many denuded hillside-spots situated on the Pacific side of Tohoku District. In this report we have arranged the results obtained in the experimental work.

This experiment was not performed in conformity with any intensive experimental design, but carried out only in some parts of soil conservation work in government forests from an experimental standpoint. Work had been performed at 3 plots in 1956, 4 plots in 1957 and one in 1958. Each plot was different in the cause of denudation, but all were typically denuded hillsides in this district. Common environmental characteristics of the above plots are comparatively little snowfall and a tendency for the work to be destroyed by frost and freezing actions in winter.

Up to the present, hillside work in this district has been performed as was done at the advanced district, that is to say, engineering work such as intense grading, terracing, sodding, fascine covering, masonry work and channel work have been applied to the hillside. These undertakings are not always adaptable to cold districts; they are especially apt to be destroyed at the shoulder part of the terrace by severe cold weather and the early covering of deduded surface by plants cannot be expected.

In this experiment we paid attention to rectifying the above defect and performing work economically. The outline of the works are as follows: grading work was not extensively performed, but simple horizontal-step work was done mainly by planting slips and grasses, covering work by vegetation block, direct slip-planting and sowing on the slope between every step. Besides these, hillside-wicker work was set at the place where it was considered to be necessary to prevent the movement of surface soil. The experimental work has shown to a large extent the anticipated result at every spot.

- (1) By autumn of the third year after the work, the percentage of plant cover had

reached 70~100%, and surface erosion had been largely prevented except at the spot of Kawai-31. At Kawai-31, it had shown a comparatively poor result. The reason for this is considered to be that the spot is situated at a cold area of near 1000 *m* high above sea level, and its basic soil has been produced from infertile serpentine. But it showed about 80% of plant cover at the time of last inquiry (in autumn of the 6th year after work).

(2) Horizontal-step work using slips and grasses was extremely effective for ground cover and erosion control. By autumn of the working year, planted slips of shrubs (mainly willow) had sprouted well and stretched strong roots closely under the ground and showed the state, as it were, of living buried-wicker work. Grasses of *Artemisia* spp. and *Miscanthus sinensis* had covered the surface ground and promoted the function of erosion-prevention still more.

(3) Vegetation blocks used for covering surface on the slope between horizontal-step work yielded good results and *Artemisia* spp., Kentucky 31 F (*Festuca elatior* var. *arundinacea*) and orchard grass (*Dactylis curvula*) had grown thick. But direct slip-planting and direct sowing of grasses and shrubs on the slope had given no adequate result. Good results cannot be expected by direct slip-planting or direct sowing to the denuded hard ground. Hence, slip-planting must be done carefully with a guide stick, planting ditch should be cultivated sufficiently in the case of direct sowing, and ample fertilization is also desirable.

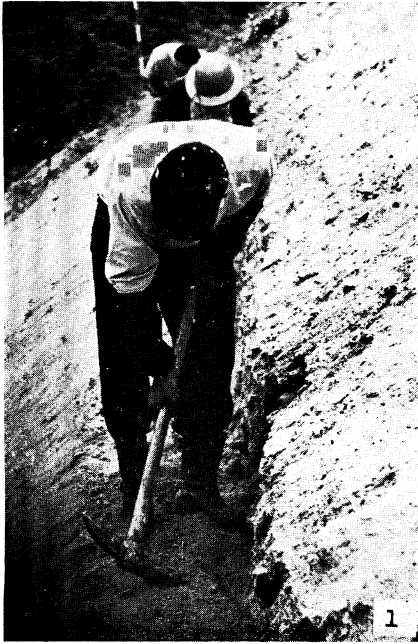
(4) As for the species of trees, TANIGAWAHANNOKI (*Alnus tinctoria* var. *microphylla*) used for trial was a little inferior in survival of the seedlings but fairly superior in growth as compared with YAMAHANNOKI (*Alnus hirsuta* var. *sibirica*) which has been a widely-used plant in hillside work up to now. TANIGAWAHANNOKI is also considered to be hopeful for hillside planting in this district, equal to YAMAHANNOKI.

(5) To make clear the secondary effect of working, we made researches into improving the state of the soil. As a result, improving of the properties of the soil was recognized. Namely, the value of exchange acidity became small at both plots of Kawauchi, and volume weight and compactness became small, and porosity and water capacity increased at both plots of Kitakami where the state of greening was best of all. But in other points the difference of soil properties between before and after working could not be recognized.

(6) The expenses of this experimental work of each plot were more or less different according to the condition of each plot or wages of the worker; for instance, the chiefly performed horizontal-step work of slip-burying cost 284~587 Yen per 10 *m* (average 433 Yen), covering work 154~676 Yen per 10 *m* (average 462 Yen), wicker work 92~176 Yen per 10 *m* (average 152 Yen) and planting work cost 1614~3430 Yen per 100 seedlings (average 2563 Yen). Converting the whole expense into the cost of per *ha*, we get 254,000~967,000 Yen (average 610,000 Yen). At first we had expected the cost of 500,000 Yen per *ha*. Although the cost was a little higher than expected it may be possible to curtail 20~30% of the cost in the case of an undertaking applied to an extensive area.

(7) These experimental works can not always be applied everywhere in the Tohoku district but they indicate what effect can be expected in comparatively little snow area. If the suitable season for working, species of grasses and trees be selected, and methods of planting and fertilizing be improved, quicker greening may be expected.

To recapitulate, these works chiefly aimed at the early greening by putting or burying slips of shrubs and sowing of grass seeds. They can be carried out easily and economically, and may be considered to have high adaptability to the purpose.



1. 山腹面に直高1mごとに床幅0.3m程度の簡単な筋を切りつける。



2. 筋の基部に施肥をする。



3. 低木類の埋幹材料草株などを伏せこむ。



4. 覆土して斜面をほぼ原形にもどす。この場合植物諸材料の先端を一部露出させる。



5. 埋幹筋工の仕上がった状態。



6. 筋には低木類の枝条 (長さ $0.3m$) を $1m$ 当たり 5~6 本, 草株 4~5 株, 肥料木 1 本程度を配列する。



7. 法面保護のための低木類のさし木工。



8. 法面保護のための低木類のさし木工と植生盤張工



9. 川内—32 試験地施工前の状態



10. 同上箇所施工後当年秋の状態



11. 同上箇所施工後6年目秋の状態



12. 三本木—32 試験地施工前の状態



13. 三本木-32 試験地施行後当年秋の状態



14. 同上箇所施行後6年目秋の状態



15. 川井-31 試験地施工前の状態



16. 同上箇所施行後当年秋の状態



17. 川井-31 試験地施行後7年目秋の状態



18. 川井-32 試験地施工前の状態



19. 同上箇所施行後当年秋の状態



20. 同上箇所施行後6年目秋の状態



21. 北上—31 試験地施工前の状態



24. 北上—32 試験地施工前の状態



22. 同上箇所施行後当年秋の状態



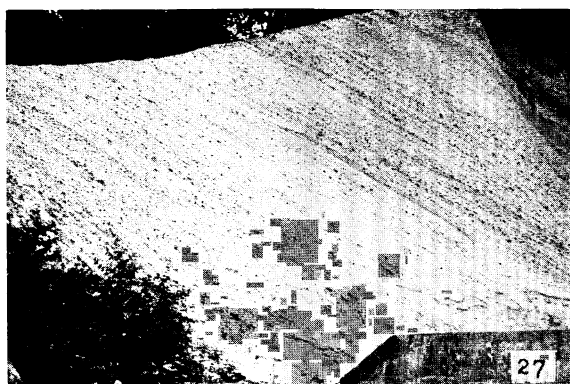
25. 同上箇所施行後当年秋の状態



23. 同上箇所施行後7年目秋の状態



26. 北上-32 試験地施行後6年目秋の状態



27. 古川-33 試験地施工前の状態



28. 同上箇所施行後当年秋の状態



30. 埋幹筋工施工後当年秋の状態
(三本木-32 試験地)



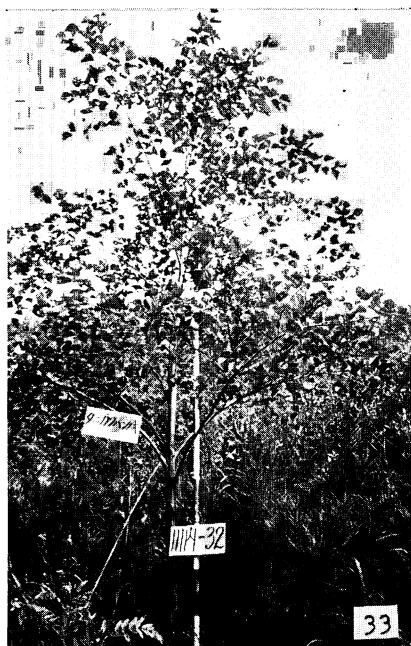
29. 同上箇所施行後4年目秋の状態



31. 埋幹筋工，法面被覆工施工当年秋の状態
(古川—33 試験地)



32. 施工後隣接林分から自然侵入したアカマツの幼稚林
(川内—32 試験地施行後6年目秋の状態)



33. 苗木植栽で二次導入したタニガワ
ハンノキの成長状態
(植栽後4年目秋 川内—32 試験地)



34. 苗木植栽で二次導入したヤマハン
ノキの成長状態
(植栽後4年目秋 川内—32 試験地)



35. 苗木植栽で導入した英国トゲナシニセアカシアの成長状態
(植栽後4年目秋 川内—32 試験地)



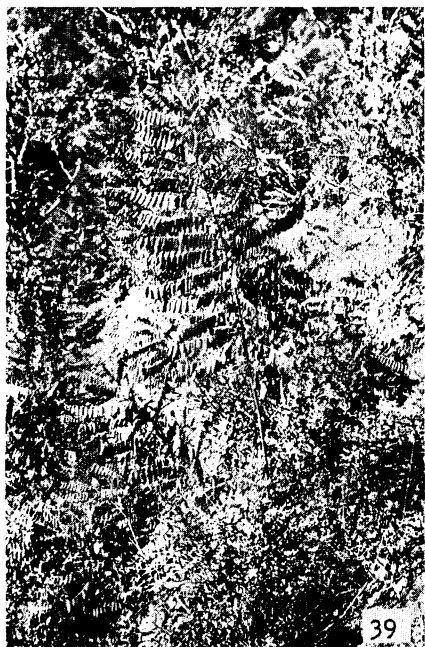
36. 苗木植栽で導入したウダイカンパの成長状態
(植栽後4年目秋 川内—32 試験地)



37. 植生盤で導入したススキの成長状態
(直播後当年秋 川内—31 試験地)



38. 植生盤で導入したヨモギの成長状態
(直播後当年秋 三本木—32 試験地)



39. 苗木植栽で導入したイタチハギの成長状態 (植栽後当年秋 三本木—32 試験地)



40. 埋幹で導入したイソコリヤナギの成長状態 (植栽後当年秋 川内—32 試験地)



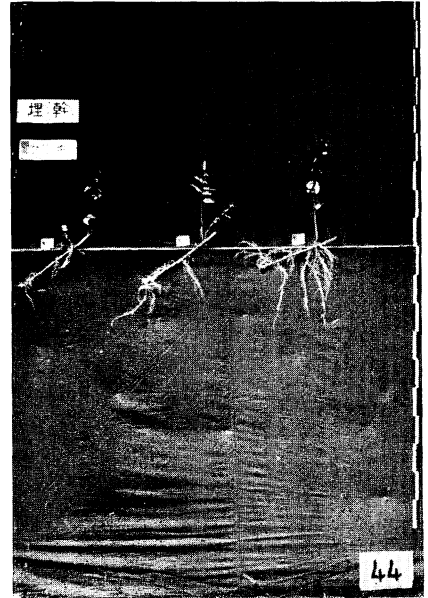
41. 植生盤で導入したケンタッキー・シロツメクサの成長状態 (直播後当年秋 三本木—32 試験地)

42. 条播で導入したオオマツヨイグサの成長状態 (直播後当年秋 三本木—32 試験地)

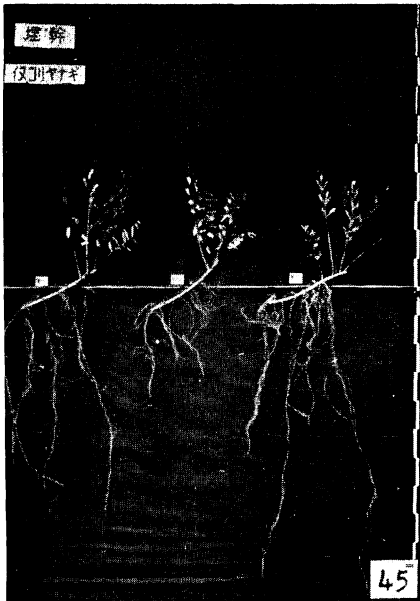




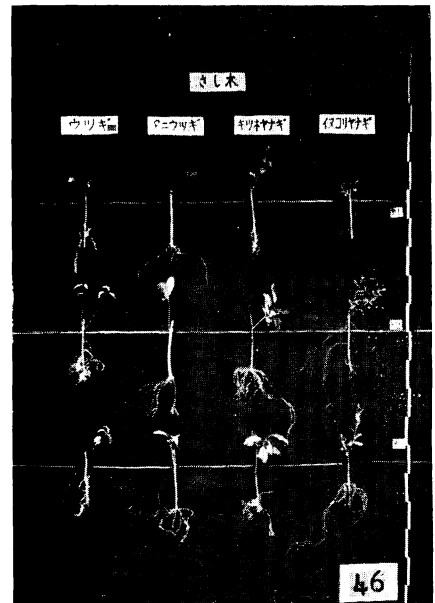
43. 条播で導入したシロツメクサ、イタチハギの成長状態（直播後当年秋 三本木—32 試験地）



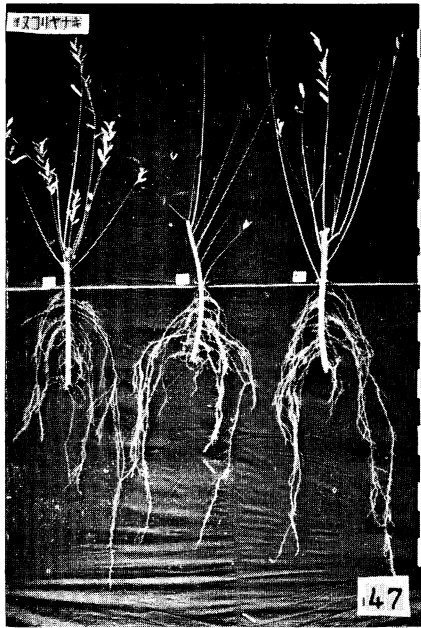
44. 埋幹したウツギの根系発達状態（施工後当年秋）



45. 埋幹したウツギの根系発達状態（施工後当年秋）



46. さし木した低木類の根系発達状態



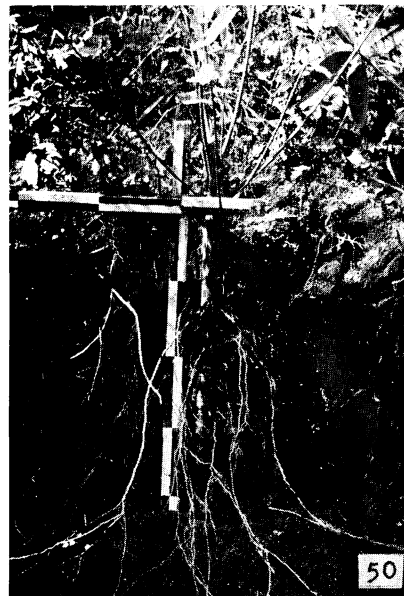
47. さし木したイヌコリヤナギの根系発達状態



48. さし木したタニウツギの根系発達状態。適期（早春）にさしつけるとこのように頑丈な根を張りめぐらし、土砂かん止効果が大きい。（施工当年秋）



49. さし木したキツネヤナギの根系発達状態。乾燥地に耐えいつでもよく活着するが、成長はあまりよくない。



50. さし木したイヌコリヤナギの根系発達状態。いつでもよく活着し、成長がきわめてよい。（施工当年秋）



51. 土壌断面（筋部下端）における根系発達状態。指向した位置以下の深さは地山で固結し、根系はほとんど発達していない。
（施工後6年目秋 三本木-32 試験地）



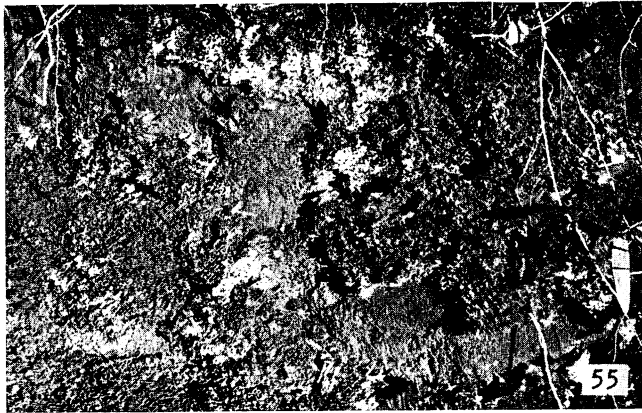
52. 土壌断面（筋部下端）における根系発達状態。酸性土壌でも、ススキの根系は40 cmの深さまでよく発達している。
（施工後7年目秋 川内-31 試験地）



53. 土壌断面（筋部下端）における根系発達状態。ニセアカシアの根瘤菌をもつた中根が60 cm以下の深さまでよく発達している。
（施工後7年目秋 川井-31 試験地）



54. 荒廃面頂部のカブリは当初施工時によく切削し施工しなければ施工面に土砂を崩落させ、施工効果を十分あげられない。
（北上-31 試験地）



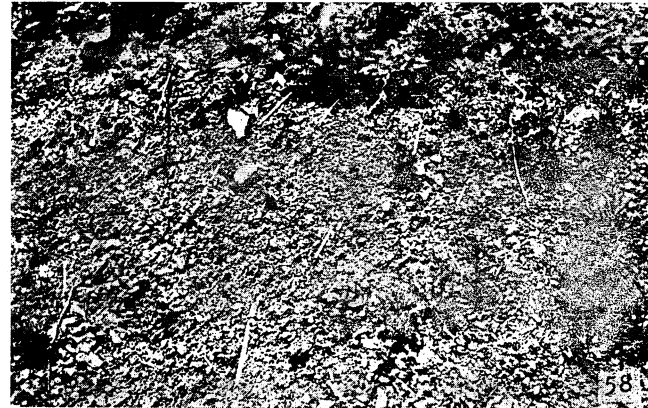
55. 露出面を残すと冬季間の霜柱・凍上のため土砂を崩落させる。
(川内—32 試験地)



57. 荒廃面の上部急斜地施工しないままに残しておいても、なかなか植被が拡大しないので、たえず表面侵蝕をうける。作業上やや困難であつても、できるだけ十分に緑化すべきである。
(川内—31 試験地)



56. 施工効果は十分あがらない前に、溪岸侵蝕によつて山脚部の一部がえぐりとられた。このような場所は土木的護岸工も併用すべきである。(北上—32 試験地)



58. 適期を過ぎてさしつけた場合には、秋までに十分根系が発達できないために、冬季における凍上によつて浮きあがり効果を果たせない。(北上—32 試験地)