

I S S N 0386-5878

土木研究所資料第2712号

土 木 研 究 所 資 料

砂防工事に係わる緑化工法に関する調査(Ⅱ)

平成元年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所
砂防部急傾斜地崩壊研究室

Copyright © (1989) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,
nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

砂防工事に係わる緑化工法に関する調査(II)

急傾斜地崩壊研究室 室 長 吉 松 弘 行
主任研究員 青 木 隆 典
大 浦 二 朗

要 旨

本資料は、昭和62年度に引き続き全国5ヶ所の緑化工試験施工地において各施工地の立地条件に適した緑化工法の検討と、木本類導入をねらいとした砂防工事に係わる緑化工技術基準作成の基礎資料収集のため、追跡調査を行なった結果を取りまとめたものである。現在までの調査により木本類が幼少な時期に草本類のみによる表面浸食を防止するのには、草本類による被度が60%以上必要であること、さらには草本類の被度が90%以上になると木本類の発芽が阻害されることが確認された。また草本類の被度は植生工種によって大きく影響を受けることが知見された。

キーワード：砂防工事、緑化工、試験施工、植生工種、木本、在来草本、外来草本

はじめに

本報告書は東北地方建設局新庄、関東地方建設局渡良瀬川、中国地方建設局倉吉、四国地方建設局吉野川砂防、九州地方建設局宮崎の各工事事務所の以来を受け、昭和63年度に土木研究所急傾斜地崩壊研究室が実施した「砂防工事に係わる緑化工法に関する調査」の結果をとりまとめたものである。

近年砂防施設の設置において、周辺環境との調和が要求される時代となり施設の設置に伴う造成された法面等についても緑化が図られつつある。しかし、砂防工事を必要とする地域の地形、地質、気象等の条件は過酷なものであり、その工法に多くの問題を提起している。本調査は木本類導入をねらいとした砂防工事に係わる緑化工技術基準作成の基礎資料収集を目的として昭和62年度より継続して実施しているものであり、各試験施工地における緑化施工上の問題点、試験施工地の概要、試験方法等については既報「土木研究所資料等2668号」に詳しく記載されているので本報告書においては省略する。

昭和63年度の調査は施工後1年目であり、外来草本、在来草本、木本類の発芽率を中心とした評価を行なった。草本類は木本類が生育する以前の早期においてのり面の表面浸食防止に重要な働きをするものであり、この意味においては、可能な限り密に発育したほうが良いのだが木本類は草本類より発芽時期が遅いため密に発育した草本類によって木本類の発芽が阻害されるので、表面浸食を受けず、なおかつ木本類の発育も阻害されない草本類の植生密度を検討する必要がある。本調査において種子配合、植生工種を変化させたケースの試験データより、表面浸食を防止するためには60%以上の草本被度が必要であり、木本類が発育するためには草本類の被度を90%以下に押える必要があること、草本類の被度は植生工種に大きく影響を受けることが知見された。しかしながら施工2年目という早期の段階であるため、木本類は未だ幼木であり、樹高も草本類と同じか、それ以下の個体が多いため健全に生育できるか否かを今後も継続調査し、その結果を待って最終的な結論としたい。

目 次

はじめに

I. 調査の概要

1) 調査の方針	1
2) 調査の内容	1

II. 調査結果

1. 植生調査集計表	7
1) 新庄工事	9
2) 渡良瀬川工事	17
3) 倉吉工事	25
4) 宮崎工事	33
5) 吉野川工事	37
6) 別コドラートによる木本調査結果集計表	41
2. 気象状況	46

III. 評価・検討

1. 生育状況の推移及び植生の概況	51
1) 新庄工事	52
2) 渡良瀬川工事	58
3) 倉吉工事	64
4) 宮崎工事	72
5) 吉野川工事	78
6) 総括	83
2. 浸食の状況	84
1) 種子散布工	85
2) 客土種子吹付工	86
3) 厚層基材吹付工	87
4) わらむしろ張工	87
5) 総括	87
3. 種子配合別の比較	88
1) 新庄工事	89
2) 渡良瀬川工事	91
3) 倉吉工事	93
4) 宮崎工事	95
5) 総括	97
※期待発生本数	
4. 植生工種別の比較	99

1) 新庄工事	99
2) 渡良瀬川工事	102
3) 倉吉工事	104
4) 宮崎工事	106
5) 総括	108
5. 吹付厚さ別の比較	109
1) 客土種子吹付工	109
2) 厚層基材吹付工	109
6. 客土種子吹付工における材料別の比較	112
1) ハギ類の比較	112
2) ヤシャブシ	112
3) 総括	113
7. 肥料別の比較	115
8. 施工時期別の比較	116
9. 浸食と植生被覆の関係	117
1) 種子散布工	117
2) 客土種子吹付工	117
3) 厚層基材吹付工	117
4) 総括	117
10. 草本被覆率と木本の生育との関係	119
1) 草本被覆率と木本被覆率との関係	119
2) 草本被覆率と木本密度との関係	119
3) 草本被覆率と木本高との関係	121
4) 草本被覆率と木本増減率との関係	125
5) 草本被覆率とヤシャブシ密度との関係	127
6) 総括	128
11. 評価・検討の総括	129
IV. 各試験区に適した緑化工法の提案	
1. 各地区に適した緑化工法の提案	131
1) 新庄工事	131
2) 渡良瀬川工事	133
3) 倉吉工事	135
4) 宮崎工事	136
5) 吉野川工事	137
2. 木本類及び在来草本の導入を効果的に行なうための 緑化工法の提案	138
1) 植生工種	138
2) 吹付厚	138
3) 種子配合	138

4) 導入植物	139
5) 施工時期	140
6) 緑化基礎工	141
3. 来年度以降の調査方法及び緑化工の評価方法	142
1) 調査方法の問題点	142
2) 調査方法の提案	142

I. 調査の概要

1) 調査の方針

試験地の調査は①生育基盤としての土質状況、地形状況の把握（資料調査および現地調査の補足）、②気象データの収集（気温、降水量）、③各試験地の生育調査を行った。植生調査は施工約1年後の結果であり、各植物の生育状況を把握することが主体である。木本類および在来草本の成立の成否に注視するものとし、各コドラートの浸食の有無、程度についても把握する。

2) 調査の内容

1. 現地調査

①調査箇所

（試験施工地）

- ・東北地方建設局 新庄工事事務所 角川第4ダム工事用道路のり面
- ・関東地方建設局 渡良瀬川工事事務所 大畑沢
- ・中国地方建設局 倉吉工事事務所 一の沢
- ・九州地方建設局 宮崎工事事務所 大幡第7砂防ダム工事用道路のり面

（他の緑化工施工地）

- ・四国地方建設局 吉野川砂防工事事務所 西石原堰堤施工地

②調査方法

調査概要をフローチャートで示す。

i) コドラートの確認

コドラートは各試験区毎に3箇所設置してあるが、融雪等により損傷がある場合は、次のような重ね枠に復元するものとする。

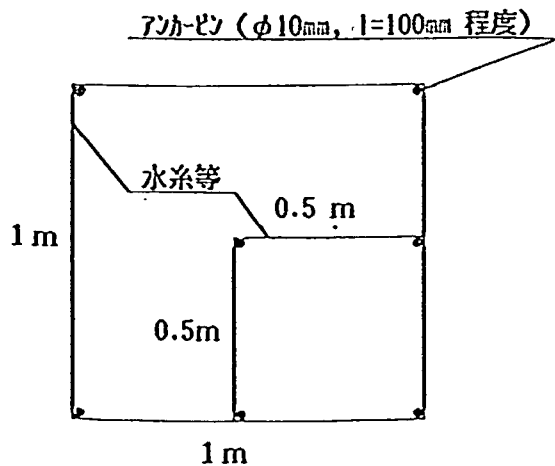


図-I-11 コドラート
設置位置は、試験施工区法面の
上中下の対角線上に設置する。

調査概要フローチャート

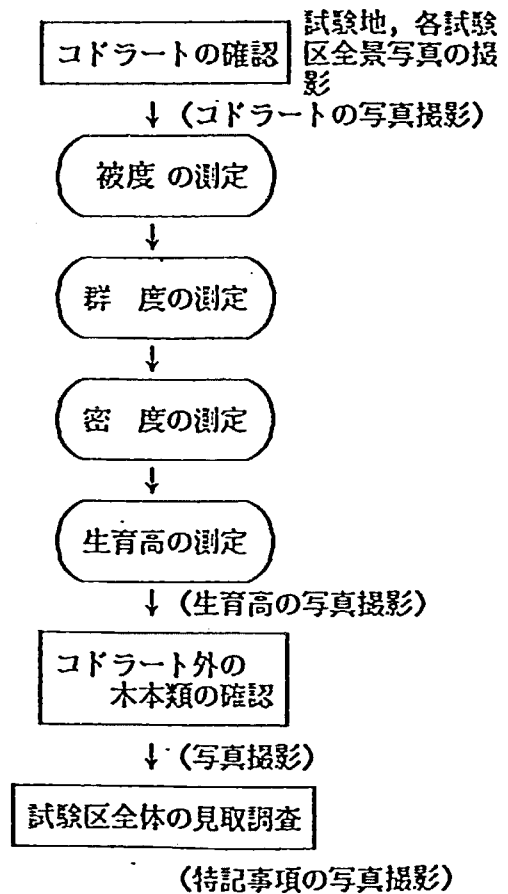


図-I-12

ii) 被度の測定 (1m×1mのコドラート)

各植物の地上における広がり、地上部の地表面に対する投影面積を目視によって測定する。

$$\text{被度} = (\text{各植物冠部のコドラート内の投影面積}) / (\text{コドラートの投影面積})$$

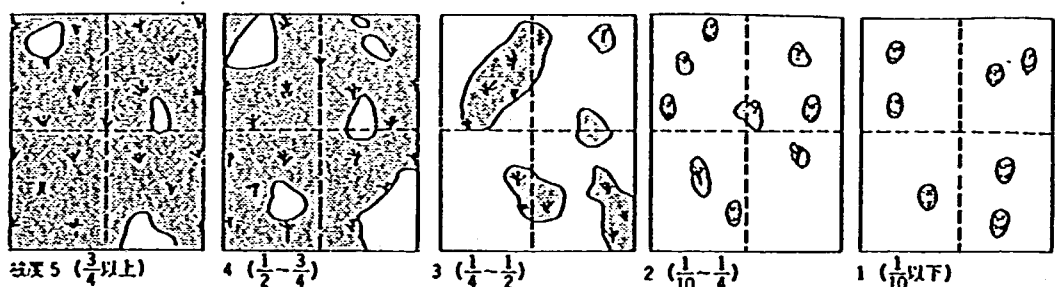


図-I-13 被度の模式

表-I-31 被度の階級区分

階級	被 度	中央値
5	被度が調査面積の75~100% (3/4以上) を占めているもの。	87.5%
4	被度が調査面積の50~75% (1/2~3/4) を占めているもの。	62.5%
3	被度が調査面積の25~50% (1/4~1/2) を占めているもの。	37.5%
2	個体数が極めて多い、または、少なくとも被度が10~25% (1/10~1/4) を占めている。	17.5%
1	個体数が多いが被度が低い、または、個体数が多いが散在している。また、被度が1~10% (1/20) 以上を占めている。	5.0%
+	個体数が少なく、被度も低い (1%以下)	0.1%

iii) 群度の測定 (1m×1mのコドラート)

群度は各植物がどのように配分されているかを調べるもので、被度の多少とは関係なく、配分状況のみが対象となる。

目視により、各植物がどのように生育しているかを下表に従い測定する。

表-1-32 群度の階級区分

階 級	生 育 状 況
5	ある種が調査区内にカーペット状に一面に生育している。
4	大きな斑状、または、カーペット状のあちこちに穴が空いている状態。
3	小斑状に生育している。
2	小群状、または、株状と点状が混在している。
1	単独に生育している。(点状)

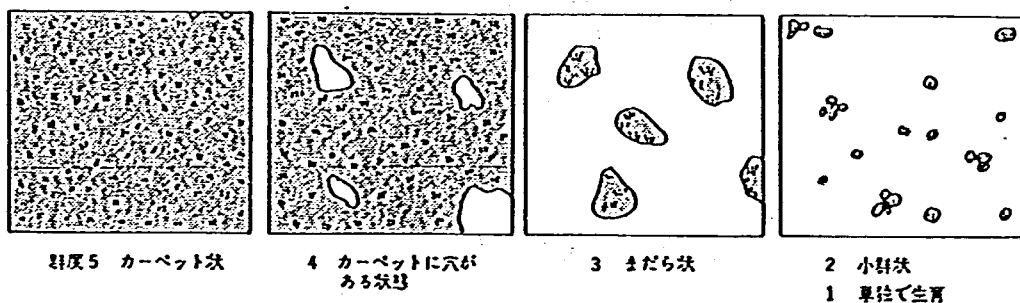


図-I-14 群度の模式

iv) 密度の測定 (0.5m×0.5mのコドラート)

密度は本数によって測定する。数え方は地上茎その他独立して1本と数えられるものは、すべて1ユニットとして数えることとする。

イネ科などは1株を1本として数える。

ヨモギなどのように数茎、群がって株状となるものは、地上部が独立した姿となっているものも茎数を数えて本数とする。この場合、地面際から分かれる側枝をこれに含めないように注意する。

匍匐茎を出して新しい個体を形成する種類については、すでに発根して親株から切り離して生育できる状態であれば1本として数える。

低木やササについては幹の本数を数える。

ハギ類のように萌芽性のものは、各々の萌芽を数えて本数とする。

芽生えについても1本として数える。

v) 生育高 (1m×1mのコドラート)

種ごとに5個体を測定し、その平均値を求める。5個体の中には生育高の最大のものを含み、その他は平均的なものを選び測定する。

・草丈の測定方法

各植物の地面際から最先端の葉片の先までの全長を測定する。従って下に垂れている葉を伸ばして測定する。

イネ科以外の木本類や在来草本などの場合は成長点までの長さを測定するものとする。

・草高の測定方法 (自然高)

コドラート内で各植物の平均的な高さと思われるものを自然状態 (葉が下に垂れている場合など) のまま測定する。

イネ科草本類など出穂している場合は葉部について測定し、穂の高さは参考としてカッコ内に記入する。

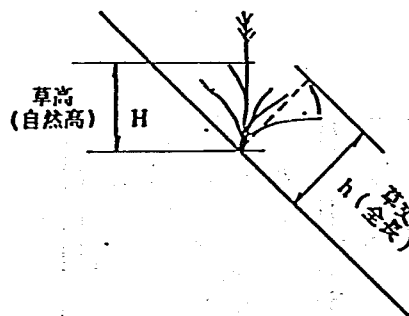


図-I-15 草高と草丈

vi) コドラート外の本類の確認

本類は発芽のバラツキが多いので、コドラート内で成立していない場合があるが、この場合はコドラート外に成立しているのについて生育高を測定し、写真撮影を行なう。

vii) 試験区全体の見取調査

試験区の受けた浸食の状況、植生基材の流出、表面の滑落、試験区上部からの崩積土砂の発生、法尻部の洗掘など試験区の受けた損傷があれば記録する。

viii) 浸食の調査

試験区の受けた浸食の状況を、生育基盤及び地山の状態から次ページ（表I-33）の5段階に区分する。

ix) カバノキ科植物の生育調査の補足

カバノキ科植物（ヤシャブシ、ヤマハンノキ）は、今回の調査では生育密度が小さく、1 m × 1 m のコドラートを用いた調査ではその生育の状況を十分把握できないと考えられた。

このため、試験区内に新たに3.3 m × 3.3 m（倉吉、新庄、宮崎）、または、4 m × 4 m（渡良瀬）のコドラートを設置して、その中のカバノキ科植物の生育高、密度を測定した。

表-1-33 浸食の階級区分

階級	種子散布工	客土種子吹付工	厚層基材吹付工
1	・散布材料の流出は殆どない ・地山の浸食はない	・基材の浸食は殆どない ・基材色（吹付材料の色）は100%残る ・地山の浸食はない	同左
2	・散布材料の流出はあるが地山は浸食を受けていない	・基材の浸食は50%程度 ・基材色は90%以上残る ・地山の浸食はない	・表面が洗われた状態
3	・散布材料は殆ど流出している ・シートエロージョンが発生している	・基材の厚さは失われた状態である ・基材色は50～90% ・地山はシートエロージョン程度である	・基材にリルエロージョンの発生がある
4	・リルエロージョンが発生している（深さ3cm以下）	・基材の厚さはない ・基材色は50%以下 ・地山にリルエロージョンが発生している（深さ3cm以下）	・地山が僅かに露出する（10%以下）
5	・リル・ガリエロージョンが発生している（深さ3cm以上）	・基材の厚さはない ・基材色はない ・地山にリル・ガリエロージョンが発生している（深さ3cm以上）	・地山が露出する（10%以上）
備考	a. シートエロージョン（Sheet erosion, 表面浸食）：法面の全面の土壌が薄層で浸食される状態で、まだ雨裂を全然生じない段階である。 b. リルエロージョン（Rill erosion, 細流浸食）：流下水が集まって細流になり、小さい溝（雨裂ともいう）を生じる段階である。この段階から浸食被害が認められるようになる。 c. ガリエロージョン（Gully erosion, 地隙浸食）：流下水がさらに集し、水量及び流速が増加し、V字形の深い溝を生じる段階である。		

II. 調査結果

1. 各地の調査結果の集計表を以下にしめす。(表-II-1~表-II-37)

- 1) 新庄工事(事) 赤沢ダム
- 2) 渡良瀬川工事(事) 大畑沢
- 3) 倉吉工事(事) 一の沢
- 4) 宮崎工事(事) 大畑地区
- 5) 吉野川工事(事) 西石原
- 6) 別コドラートによる木本調査結果

調査結果の集計は、次の算出方法で行なった。

a) 被度平均、被覆率の算出方法

・被度平均

各植物毎に被度の平均を求め、被度平均とする。

・被覆率

①コドラート毎に、各植物の被覆率を求める。

$$\text{植物(a)の被覆率(\%)} = \frac{a}{(a + b + c \dots n)} \times S$$

a b, c ----- 各植物の被度階級を被覆率に換算した被覆率範囲の
中間値(下表)

被 度 階 級	1	2	3	4	5
被覆率の中間値(%)	5	17.5	37.5	62.5	87.5

S ----- 相観被度(%)

②コドラート毎に求めた各植物の被覆率を平均し、さらに外来草本、在来草本、
木本類毎に合計する。

b) 群度の算出方法

外来草本、在来草本、木本類別の群度の値は、次の式で算出する。

$$\text{群度} = a + b/2 \quad (a > b > \dots > n)$$

但し、a~nは各植物の群度の平均値。

c) 草丈の算出方法

①コドラート毎に測定した各植物の草丈の平均を求める。

②外来草本、在来草本、木本類の3草種に区分し、その中で最も被覆率の高い植物の草丈を草種の代表値とする。

d) 密度の算出方法

①コドラート毎に測定した各植物の密度の平均を求める。

②外来草本、在来草本、木本類の別に①で求めた値を合計する。

2. 気象状況

昭和62年1月～昭和63年8月（又は9月）までの、各施工地の最寄りの観測所における気温と降水量をしめす。（表－Ⅱ－38～表－Ⅱ－42）

気温は、倉吉と宮崎では、施工地と観測所との標高差が大きいため、気温低減率（ $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）で補正を行なった。

表-Ⅱ-1 新庄一①

被度

上段：被覆率 下段：被度平均

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	スズキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ナシ+フシ	ヤマハシノキ	木 本	
① 種子散布工	3.6 % 0.7	36.0 % 2.4	3.5 % 0.7	43.2 %	1.9 % 0.4	3.0 % 0.7	0.2 %	5.1 %	6.7 % 1.0	3.2 % 0.7	0.1 %		10.1 %	58.3 %
② 種子散布工	4.3 % 0.7	16.9 % 1.4	0.5 % +	21.7 %					0.3 %		+		0.3 %	22.0 %
③ 種子散布工	9.1 % 1.0	17.4 % 1.4	2.4 % 0.4	28.9 %		4.4 % 0.7		4.4 %	0.6 % +	2.4 % 0.4	0.4 % +		3.4 %	36.7 %
④ 種子散布工	8.9 % 1.0	23.7 % 2.0	2.4 % 0.4	35.0 %										35.0 %
⑤ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	6.1 % 1.0	11.0 % 1.3	0.6 % +	17.6 %	0.6 % +	2.2 % 0.4		2.8 %		4.2 % 0.7	0.4 % +		4.6 %	25.0 %
⑥ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	5.4 % 1.0	75.6 % 4.3	5.4 % 1.0	86.5 %							0.2 % +		0.2 %	86.7 %
⑦ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	7.8 % 1.3	7.8 % 1.3	0.5 % +	16.1 %	4.6 % 1.0	3.1 % 0.7	0.3 % +	8.1 %	0.3 % +	8.3 % 1.3	0.3 % +	0.3 % +	9.2 %	33.3 %
⑧ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	8.0 % 1.3	13.4 % 1.7	0.3 % +	21.7 %										21.7 %
⑨ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	28.7 % 2.7	57.5 % 4.0	3.2 % 0.7	89.4 %	3.3 % 0.7		0.3 % +	3.6 %	0.2 % +	1.9 % 0.4			2.0 %	95.0 %
⑩ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	32.1 % 3.0	53.5 % 4.0	4.3 % 1.0	89.8 %							0.2 % +		0.2 %	90.0 %
⑪ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	32.2 % 3.0	53.6 % 4.0	4.3 % 1.0	90.1 %	4.3 % 1.0		0.4 % +	4.7 %	0.4 % +	4.3 % 1.0	0.4 % +		5.2 %	100.0 %
⑫ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	33.9 % 3.0	56.5 % 4.0	4.5 % 1.0	95.0 %										95.0 %

表-Ⅱ-2 新庄一②

被度

上段：被覆率 下段：被度平均

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	スズキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ツツジ	ヤマハシ	木 本	
⑬ 厚層基材吹付工 (3cm厚)	23.55% 2.5	64.3 % 4.5	0.4 % +	88.3 %	4.3 % 1.0	0.3	0.4 % +	4.7 %	0.2 % +	4.3 % 1.0	+		4.5 %	97.5 %
⑭ 厚層基材吹付工 (3cm厚)	22.9 % 2.3	75.1 % 4.7	0.3 % 0.1	98.3 %										98.3 %
⑮ 厚層基材吹付工 (3cm厚)	17.4 % 2.0	77.2 % 4.7	0.5 % +	95.1 %	1.8 % 0.4		0.5 % +	2.3 %	0.3 % +	2.2 % 0.4			2.6 %	100.0 %
⑯ 厚層基材吹付工 (3cm厚)	56.2 % 3.7	43.3 % 3.0	0.5 % +	100.0%										100.0 %

表-Ⅱ-3 新庄一①

昭和

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨ モ キ	ス ス キ	メ ト リ キ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシヤフシ	ヤマハシノキ	木 本	
① 種子散布工	1.0	2.7	1.7	3.6	1.3	1.3	0.3	2.0	1.3	1.7	0.3		2.4	
② 種子散布工	1.3	2.0	1.0	2.7							0.7		0.7	
③ 種子散布工	1.3	2.0	1.0	2.7		1.3		1.3	1.0	1.7	0.7		2.2	
④ 種子散布工	2.7	2.7	1.0	4.1										
⑤ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	2.3	2.0	1.0	3.3	1.0	0.7		1.4		1.3	0.7		1.7	
⑥ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	3.0	4.0	2.7	5.5							0.3		0.3	
⑦ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	2.7	3.7	1.0	5.1	2.7	0.7	0.7	3.1	0.7	1.7	0.7	0.7	2.1	
⑧ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	2.0	3.0	0.7	4.0										
⑨ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	4.3	4.7	1.0	6.9	1.0		0.7	1.4	0.3	1.3			0.3	
⑩ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	4.0	4.3	1.7	6.3							0.3		0.3	
⑪ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	4.0	4.0	3.0	6.0	2.0		1.0	2.5	1.0	2.0	1.0		2.5	
⑫ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	4.0	4.0	1.0	6.0										

表-Ⅱ-4 新庄一② 群度

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B C	外 来	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシ+フシ	ヤマハシ	木 本	
⑬ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	4.0	4.0	1.0	6.0	1.5		1.0	2.0	0.5	2.5			2.8	
⑭ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	4.3	4.0	0.7	6.3										
⑮ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	3.7	4.7	1.0	6.6	0.7		1.0	1.4	0.7	1.3			1.7	
⑯ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	5.0	3.7	1.0	6.9										

表-Ⅱ-5

新庄一①

草丈

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシブシ	ヤマハシノキ	木 本	
① 種子散布工	34.1	56.9	31.5	56.9	19.1	48.1	17.0	21.7	32.5	15.3			32.5	
② 種子散布工	28.6	27.3	15.2	27.3							3.4		3.4	
③ 種子散布工	24.7	29.2	13.7	29.2		40.2		40.2	12.5	10.8	4.4		10.8	
④ 種子散布工	17.9	28.5	7.4	28.5										
⑤ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	21.5	27.0	12.4	27.0	14.9	44.8		44.8		13.7	2.1		13.7	
⑥ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	25.4	61.9	20.9	61.9							9.0		9.0	
⑦ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	17.0	26.3	15.8	26.3	12.5	32.9	9.3	12.5	9.0	16.5	3.0	1.0	16.5	
⑧ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	17.3	22.4	7.5	22.4										
⑨ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	58.0	72.1	32.4	72.1	28.7		7.5	28.7	9.0	12.4				
⑩ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	50.4	68.7	29.3	68.7							5.0		5.0	
⑪ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	41.6	52.0	22.2	52.0	18.6		8.0	18.6	14.0	19.4	3.4		19.4	
⑫ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	53.8	68.2	24.4	68.2										

表-Ⅱ-6 新庄一② 草丈

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	スズキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシ+フシ	ヤマハシノキ	木 本	
⑬ 厚底基材吹付工 (3cm厚)	68.2	92.0	41.9	92.0	33.0		10.8	33.0	22.0	21.6			21.6	
⑭ 厚底基材吹付工 (3cm厚)	80.7	89.3	29.8	89.3										
⑮ 厚底基材吹付工 (3cm厚)	64.4	89.6	39.9	89.6	37.4		4.1	37.4	7.5	10.7			10.7	
⑯ 厚底基材吹付工 (3cm厚)	72.5	87.5	35.4	72.5										

表-Ⅱ-7 新庄-① 密度

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシ+フシ	ヤマハシノキ	木 本	
① 種子散布工	10.7	30.7	32.0	73.4	19.0	13.3	2.7	35.0	4.0	16.0	0.3		20.3	
② 種子散布工	10.0	12.0	10.0	32.0							5.0		5.0	
③ 種子散布工	28.0	38.0	9.7	75.7		12.0		12.0	1.3	26.7	1.7		29.7	
④ 種子散布工	138.0	21.0	4.3	163.3										
⑤ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	110.7	38.7	14.7	164.1	7.0	1.0		8.0		9.3	3.0		12.3	
⑥ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	57.3	61.3	33.3	151.9							0.3		0.3	
⑦ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	140.0	72.0	5.3	217.3	30.7	4.3	3.0	38.0	1.7	20.0	5.3	1.7	28.7	
⑧ 客土種子吹付工 (1 cm厚)	98.7	73.3	1.0	173.0										
⑨ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	112.0	85.3	13.3	210.6	17.3		2.7	20.0	0.3	34.7			35.0	
⑩ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	261.3	93.3	112.0	466.6							2.7		2.7	
⑪ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	208.0	80.0	56.0	344.0	28.0		4.0	32.0	4.0	28.0	16.0		48.0	
⑫ 客土種子吹付工 (2 cm厚)	240.0	28.0	96.0	364.0										

表-Ⅱ-8 新庄一② 密度

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本				木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	ススキ	メトハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシ+フシ	ヤマハシノキ	木 本	
⑬ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	54.0	58.0	2.5	114.5	8.0		6.0	14.0	0.5	40.0			40.5	
⑭ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	117.3	89.3	12.0	218.6										
⑮ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	86.7	92.0	10.0	188.7	8.0		5.7	13.7	0.7	20.7			21.4	
⑯ 厚層基材吹付工 (3 cm厚)	176.0	74.7	10.0	260.7										

表-11-9 渡良瀬川-①

被度

上段：被覆率 下段：被度平均

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本					木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	メハキ	ススキ	イタリ	在 来	ヤマハキ	イタハキ	ヤマハノキ	イシヅシ	木 本	
a 種子散布工	9.4 % 1.3	38.1 % 3.3	16.2 % 2.0	63.8 %		5.5 % 1.0			5.5 %	0.1 % +	5.7 % 1.0		+	5.8 %	75.0 %
a' 種子散布工	10.3 % 1.7	13.6 % 2.0	19.6 % 2.3	43.5 %		5.7 % 1.0			5.7 %	0.2 % +	5.3 % 1.0		0.2 % +	5.8 %	55.0 %
b 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	11.7 % 1.7	14.4 % 2.0	7.6 % 1.3	33.6 %		24.2 % 2.7			24.2 %	1.4 % 0.4	18.7 % 2.3		0.4 % +	20.5 %	78.3 %
b' 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	7.7 % 1.3	7.7 % 1.3	4.7 % 1.0	20.0 %		21.1 % 2.3			21.1 %	0.5 % +	4.7 % 1.0		0.5 % +	5.6 %	46.7 %
c 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	9.3 % 1.3	36.1 % 3.0	8.3 % 1.3	53.7 %		16.8 % 2.0			16.8 %	1.9 % 0.4	8.8 % 1.3		0.3 % +	11.1 %	81.7 %
c' 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	7.8 % 1.3	26.3 % 2.7	4.5 % 1.0	38.5 %	0.1 % +	12.4 % 1.7			12.5 %	2.8 % 0.7	15.7 % 2.0		0.4 % +	19.0 %	70.0 %
d 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	12.7 % 1.7	46.9 % 3.3	8.5 % 1.3	68.1 %	0.2 % +	5.0 % 1.0			5.2 %	3.7 % 0.7	12.7 % 1.7		0.3 % +	16.8 %	90.0 %
d' 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	17.9 % 2.0	45.6 % 3.3	5.1 % 1.0	68.6 %		12.6 % 1.7		+	12.6 %	1.9 % 0.4	5.1 % 1.0		0.2 % +	7.1 %	88.3 %
e 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	10.2 % 1.3	83.9 % 4.7	5.3 % 1.0	99.4 %	0.4 % +	0.2 % +			0.6 %						100.0 %
e' 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	15.8 % 2.0	78.8 % 5.0	3.1 % 0.7	97.6 %	0.2 % +	0.1 % +		0.2 % +	0.4 %		0.3 % +			0.3 %	98.3 %
f 客土種子吹付工 (t = 5 cm)	14.8 % 1.7	68.0 % 4.0	9.5 % 1.3	91.5 %	0.4 % +	2.3 % 0.4			2.7 %	0.4 % +	3.8 % 0.7		+	4.1 %	98.3 %
g 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	12.5 % 1.7	85.0 % 5.0	1.8 % 0.4	99.4 %	0.5 % +			0.2 % +	0.6 %						100.0 %

被壁

下段：被度平均

[illegible]

表-Ⅱ-11 渡良瀬川-①

群 度

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本					木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	メハキ	ススキ	イタリ	在 来	ヤマハキ	イタハキ	ヤマハノキ	イシナフシ	木 本	
a 種子散布工	1.7	3.3	3.3	5.0		1.3			1.3	0.3	1.3		0.3	1.5	
a' 種子散布工	2.3	2.7	3.0	4.4		1.7			1.7	0.7	2.0		1.0	2.5	
b 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	3.0	4.0	3.3	5.7		3.7			3.7	1.0	2.3		1.0	2.8	
b' 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	2.3	3.0	2.3	4.2		3.3			3.3	1.0	2.3		1.0	2.8	
c 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	3.0	3.3	3.3	5.0		2.7			2.7	1.0	2.0		0.7	2.5	
c' 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	2.3	3.3	2.3	4.5	0.3	2.7			2.9	1.0	2.7		1.0	3.2	
d 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	2.0	3.3	2.3	4.5	0.3	1.7			1.9	1.0	2.0		0.7	2.5	
d' 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	2.7	3.7	2.0	5.1		1.7		0.3	1.9	1.0	1.3		0.3	1.8	
e 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	2.3	5.0	1.3	6.2	0.7	0.3			0.9						
e' 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	3.0	5.0	1.7	6.5	0.3	0.3		0.3	0.5		0.7			0.7	
f 客土種子吹付工 (t = 5 cm)	2.7	4.3	3.3	6.0	0.7	1.3			1.7	0.7	1.3		0.3	1.7	
g 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	1.7	5.0	1.0	5.9	1.0			0.3	1.2						

群 度

[illegible]

表-Ⅱ-13 渡良瀬川-①

草丈

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本					木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	メトハキ	ススキ	イタドリ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤマハシノキ	ナシ	木 本	
a 種子散布工	23.7	27.0	16.1	27.0		45.5			45.5	10.0	18.3		13.0	18.3	
a' 種子散布工	23.1	18.9	15.3	15.3		29.4			29.4	12.0	18.3		10.5	18.3	
b 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	26.6	27.9	14.7	27.9		54.3			54.3	30.8	26.9		6.9	26.9	
b' 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	27.3	17.3	12.9	27.3		46.9			46.9	20.7	15.3		4.5	15.3	
c 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	24.1	28.5	15.7	28.5		48.7			48.7	23.8	26.6		5.9	26.6	
c' 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	21.6	25.0	16.1	25.0	16.0	36.1			36.1	19.4	21.8		4.0	21.8	
d 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	27.9	36.6	20.5	36.6	14.0	38.1			38.1	27.9	24.8		3.5	24.8	
d' 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	26.9	32.8	18.7	32.8		34.6		2.0	34.6	20.5	18.4		2.0	18.4	
e 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	83.4	86.9	45.5	86.9	78.8	4.0			78.8						
e' 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	52.3	65.2	24.6	65.2	102.0	11.0		20.5	102.0		11.7			11.7	
f 客土種子吹付工 (t = 5 cm)	45.4	56.4	33.7	56.4	45.0	29.0			29.0	23.3	21.4		8.7	21.4	
g 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	72.0	76.3	26.4	76.3	25.8			30.0	30.0						

表-Ⅱ-14 渡良瀬川-② 草丈

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本					木 本					合 計
	K 31 F	O . G	K B G	外 来	ヨモギ	メトハキ	ス ス キ	イタリ	在 来	トマハキ	イタチハキ	トマハンノキ	トシヤフシ	木 本	
h 厚層基材吹付工 (t = 7 cm)	44.1	54.1	21.3	54.1	23.0				23.0						
i 厚層基材吹付工 (t = 10cm)	56.3	69.1	29.7	69.1	55.0				55.0						

表-Ⅱ-15 渡良瀬川 - ①

密度

植物名 試験区	外 来 草 本				在 来 草 本					木 本					合 計
	K 31 F	O G	K B G	外 来	ヨモギ	メトハキ	スズキ	イタドリ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤマハシノキ	ヤシヤフシ	木 本	
a 種子散布工	40.0	130.7	94.7	265.4		22.7			22.7	0.3	14.7			15.0	
a' 種子散布工	32.0	57.3	41.3	130.6		14.7			14.7	1.7	21.0		1.7	24.4	
b 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	80.0	128.0	49.3	257.3		93.3			93.3	4.3	44.0		4.3	52.6	
b' 客土種子吹付工 (t = 1 cm)	86.7	141.3	88.0	316.0		72.0			72.0	4.7	42.7		3.0	50.4	
c 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	42.7	77.3	24.0	144.0		53.3			53.3	3.0	21.3		6.7	31.0	
c' 客土種子吹付工 (t = 2 cm)	56.0	94.7	22.7	173.4	1.3	45.3			46.6	7.0	42.7		3.3	53.0	
d 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	29.3	102.7	28.0	160.0	0.3	28.0			28.3	5.3	54.7		3.7	63.7	
d' 客土種子吹付工 (t = 3 cm)	48.0	120.0	18.7	186.7		61.3		2.7	64.0	8.0	14.7		1.3	24.0	
e 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	21.3	40.0	5.3	66.6	1.7	1.3			3.0						
e' 厚層基材吹付工 (t = 3 cm)	53.3	138.7	22.0	214.0	1.3	1.7		0.7	3.7		2.3			2.3	
f 客土種子吹付工 (t = 5 cm)	64.0	117.3	56.0	237.3	1.7	6.3			8.0	3.0	25.3			28.3	
g 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	16.0	44.0	5.7	65.7	1.3			0.3	1.6						

密度

[illegible]

表-Ⅱ-17

倉吉-①

被度

上段：被覆率

下段：被度平均

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	イタチハキ	ヤマハキ	ヤマハシノキ	ヤシヤフシ	ミスナラ	コナラ	シラカンバ	木 本	
① 種子散布工	30.6 % 3.0	4.0 % 1.0	14.0 % 2.0	48.5 %	4.0 % 1.0	0.4 % +		0.3 % +			0.1 % 0.3	4.8 % 4.6	53.3 %
② 容土吹付工 (t = 2 cm)	32.1 % 3.0	4.3 % 1.0	4.3 % 1.0	40.7 %	4.3 % 1.0	15.0 % 2.0						19.3 %	60.0 %
③ 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	34.7 % 2.1	2.7 % 0.5		37.4 %	3.2 % 0.6	0.4 % +					0.3 % +	3.9 % 4.0	41.3 %
④ 容土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌活性剤	14.2 % 2.0	2.8 % 0.7	31.0 % 3.0	48.0 %	10.7 % 1.7	6.3 % 1.0						17.0 % 17.0	65.0 %
⑤ 容土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌改良剤	14.8 % 1.7	2.1 % 0.4	43.2 % 3.0	60.7 %	20.2 % 2.0	3.8 % 0.7		0.4 % +			0.4 % +	24.8 %	85.0 %
⑥ 容 土 工 無播種													15.0 %
⑦ 容 土 工 無播種													28.3 %
⑧ 容 土 工 種子散布工	14.3 % 2.0	2.6 % 0.7	1.3 % 0.4	18.2 %	1.5 % 0.4	3.1 % 0.7	1.4 % 0.3					6.0 %	24.2 %
⑨ 容 土 工 + 種子散布工	13.8 % 1.7	2.7 % 0.7	0.4 % +	16.9 %	0.1 % +	1.7 % 0.4	1.4 % 0.3	1.6 % 0.4				4.9 %	21.8 %
⑩ 容 土 工 + 種子散布工	9.8 % 1.5	3.2 % 1.0	1.5 % 0.3	14.4 %	0.4 % +	2.3 % 0.6	10.5 % 1.5	42.7 % 3.3				55.9 %	70.3 %
⑪ 容 土 工 + 種子散布工土壌活性剤	65.2 % 4.3	0.3 % +	2.8 % 0.7	68.3 %	0.3 % +	0.1 % +	1.4 % 0.3	0.3 % +				2.1 %	70.3 %

表-II-19

金吉-①

群度

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	イチハキ	ヤマハキ	ヤマハシノキ	ヤシヤフシ	ミスナラ	コナラ	シラカンハ	木 本	
① 種子散布工	4.3	2.7	3.0	5.7	2.0	1.0		0.7			0.7	2.5	
② 客土吹付工 (t = 2 cm)	3.0	1.0	1.0	3.5	1.0	2.0						2.5	
③ 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	2.5	1.5		3.3	2.0	0.5						2.3	
④ 客土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌活性剤	2.3	1.7	3.0	4.2	2.0	1.3						2.7	
⑤ 客土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌改良剤	3.0	1.7	4.0	3.8	3.0	0.7		0.7			0.7	3.4	
⑥ 客 土 工 無播種													
⑦ 客 土 工 無播種													
⑧ 客 土 工 種子散布工	2.0	1.0	1.0	2.5	1.3	0.7	0.3					1.7	
⑨ 客 土 工 + 種子散布工	2.0	1.7	0.7	2.9	0.3	1.3	0.3	1.0				1.8	
⑩ 客 土 工 + 種子散布工	3.0	2.8	1.5	4.4	1.3	1.5	1.8	3.5				4.4	
⑪ 客 土 工 + 種子散布工 + 土壌活性剤	4.0	0.7	1.3	4.7	0.7	0.3	0.3	0.7				0.9	

表-II-20 倉吉-② 群度

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	イチハキ	ヤマハキ	ヤマハシノキ	ヤシブシ	ミズナラ	コナラ	シラカンバ	木 本	
⑫ 客 土 工 + 種子散布工+土壌活性剤	4.7	0.7	1.3	5.4	1.3	0.3		0.3				1.5	
⑬ 客 土 工 + 種子散布工+土壌活性剤	5.0	0.7	1.0	5.5	1.7	1.0		0.7				2.2	
⑭ 苗木植栽													

表-II-21 愈吉-① 草丈

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	イチハキ	ヤマハキ	ヤマハシ	ヤマハシ	ミナナラ	コナラ	シラカンバ	木 本	
① 種子散布工	9.5	24.1	40.0	9.5	14.9	12.7		4.9			8.0	14.9	
② 客土吹付工 (t = 2 cm)	91.0	45.6	50.4	91.0	26.5	50.8						50.8	
③ 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	53.4	55.4		53.4	7.8	7.0					7.0	7.8	
④ 客土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌活性剤	29.1	24.7	61.4	61.4	24.1	37.1						24.1	
⑤ 客土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌改良剤	20.5	25.4	52.7	52.7	26.3	51.5		7.0			3.8	26.3	
⑥ 客 土 工 無播種													
⑦ 客 土 工 無播種													
⑧ 客 土 工 種子散布工	34.3	24.2	9.3	34.3	8.4	28.2	20.0					8.4	
⑨ 客 土 工 + 種子散布工	24.3	29.3	11.0	24.3	9.0	15.1	41.0	16.4				16.4	
⑩ 客 土 工 + 種子散布工	8.7	20.4	27.2	8.7	10.7	16.1	42.8	54.3				54.3	
⑪ 客 土 工 + 種子散布工土壌活性剤	34.7	24.9	30.8	34.7	9.5	10.0	33.5	8.5				33.5	

表-Ⅱ-22 倉古-② 草丈

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	イタチハキ	ヤマハキ	ヤマハシノキ	ヤシ+フシ	ミスナラ	コナラ	シラカンハ	木 本	
㊦ 客 土 工 + 種子散布工土壌活性剤	35.7	26.2	42.7	35.7	15.2	50.7		7.0				15.2	
㊧ 客 土 工 + 種子散布工土壌活性剤	26.7	16.0	30.1	26.7	18.9	19.3		3.3				18.9	
㊨ 苗木植栽													

表-II-23 愈古-① 密度

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	イタハキ	ヤマハキ	ヤマハノキ	ヤシブシ	ミズナラ	コナラ	シラカンハ	木 本	
① 種子散布工	304	46.7	42.7	393.4	30.7	4.7		3.0			5.3	43.7	
② 客土吹付工 (t = 2 cm)	32.0	8.0	72.0	112.0	32.0	24.0						56.0	
③ 厚層基材吹付工 (t = 5 cm)	80.5	8.0		88.5	11.0	0.5					0.5	12.0	
④ 客土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌活性剤	58.7	8.3	162.7	76.6	21.3	8.0						29.3	
⑤ 客土吹付工 (t = 2 cm) + 土壌改良剤	186.7	5.3	220.0	412.0	24.0	2.0		2.0			1.7	29.7	
⑥ 客 土 工 無播種				22.3								0.6	
⑦ 客 土 工 無播種				29.5								1.6	
⑧ 客 土 工 種子散布工	45.3	6.0	6.0	57.3	20.0	5.3	0.3					25.6	
⑨ 客 土 工 + 種子散布工	48.0	20.3	0.7	69.0	12.0	5.0	0.3	4.3				21.6	
⑩ 客 土 工 + 種子散布工	210.0	87.0	44.0	341.0	11.8	4.3	10.5	44.0				70.6	
⑪ 客 土 工 + 種子散布工 + 土壌活性剤	429.3	3.0	16.0	448.0	1.7	1.3	0.7	1.3				5.0	

表-Ⅱ-24 愈吉-② 密度

植物名 試験区	在 来 草 本				木 本								合 計
	ヨモギ	スズキ	メハキ	在 来	イタチハキ	ヤマハキ	ヤマハノキ	ヤシヅシ	ミスナラ	コナラ	シラカンハ	木 本	
㊦ 客 土 工 + 種子散布工+土壌活性剤	528.0	5.3	8.0	541.3	5.3	1.0		1.3				7.6	
㊦ 客 土 工 + 種子散布工+土壌活性剤	434.7	3.0	7.0	445.0	10.7	3.0		2.7				16.4	
㊦ 苗木植栽													

表-Ⅱ-25

宮 崎

被 度

上段：被覆率

下段：被度平均

植物名 試験区	外 来 草 本					在 来 草 本				木 本				合 計
	K 31 F	C R F	K B G	W L G	外 来	ヨモギ	スズキ	トハキ	在 来	トハキ	イタチハキ	トシナフシ	木 本	
1.種子散布 3種	5.7 % 1.0	10.1 % 1.3		79.3 % 4.3	95.0 %									95.0 %
2.ネット張種子散布 6種	4.7 % 1.0	7.0 % 1.0		45.2 % 3.3	56.9 %	8.4 % 1.3		28.2 % 2.7	36.7 %	3.1 % 0.7			3.1 %	96.7 %
3.ネット張客土 (t=3) 6種	21.3 % 2.0	3.2 % 0.3		46.3 % 3.3	70.8 %	6.1 % 1.0		21.3 % 2.0	27.4 %	0.2 % 0.1			0.2 %	98.3 %
4.金網種子散布 9種	16.0 % 2.0	16.0 % 2.0	4.6 % 1.0		36.6 %	16.0 % 2.0	1.3 % 0.3	2.9 % 0.7	20.2 %	0.5 % 0.1	4.6 % 1.0	1.6 % 0.4	6.6 %	63.5 %
5.金網種子散布 9種 1/2	3.3 % 1.0	11.4 % 2.0	1.3 % 0.4		16.0 %	5.8 % 1.3	1.1 % 0.4	2.3 % 0.7	9.2 %	0.3 % 0.1	3.3 % 1.0	1.2 % 0.4	4.8 %	30.0 %
6.ネット張有機質 肥料袋付 6種	6.2 % 1.0	11.4 % 1.3		30.3 % 2.3	47.9 %	16.4 % 1.7		16.5 % 1.7	32.9 %	0.4 % 0.1			0.4 %	81.2 %
7.ネット張客土 (t=1) 6種	9.4 % 1.3	2.3 % 0.4		33.4 % 2.7	45.1 %	5.4 % 1.0		42.2 % 3.0	47.6 %	3.9 % 0.7			3.9 %	96.7 %
8.ネット張客土 (t=2) 3種	26.3 % 2.3	1.7 % 0.4		60.5 % 4.0	88.5 %									88.6 %
9.ネット張客土 (t=2) 9種	9.2 % 1.3	3.5 % 0.7	3.5 % 0.7		16.1 %	13.0 % 1.7	4.7 % 1.0	49.3 % 3.7	67.0 %	1.7 % 0.4	8.5 % 1.3		10.2 %	93.3 %
10.ネット張客土 (t=2) 9種 2/1	15.0 % 2.0	2.9 % 0.7	1.7 % 0.4		19.6 %	11.1 % 1.7	2.9 % 0.7	46.6 % 3.7	60.6 %	1.6 % 0.4	3.1 % 0.7	0.1 %	4.9 %	85.1 %
11.張 芝 工									93.2 %					93.2 %
12.厚層基材吹付 (t=5) 6種	58.6 % 3.3	2.0 % 0.4		20.7 % 1.7	81.3 %	6.3 % 1.0		5.7 % 0.7	12.0 %					93.3 %

表-Ⅱ-26

宮崎

昭和

植物名 試験区	外 来 草 本					在 来 草 本				木 本				合 計
	K 31 F	C R F	K B G	W L G	外 来	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタハキ	ヤシ+フシ	木 本	
1.種子散布 3種	2.7	3.0		4.3	4.4									
2.ネット張種子散布 6種	1.7	1.3		4.0	4.9	2.7		2.7	4.1	1.0			1.0	
3.ネット張客土 (t=3) 6種	2.7	0.3		3.3	4.7	2.0		1.7	2.9	0.3			0.3	
4.金網種子散布 9種	3.0	4.0	1.7		5.0	2.7	0.3	1.0	3.2	1.0	1.7	1.0	2.2	
5.金網種子散布 9種 1/2	1.3	2.7	1.0		3.4	3.0	1.0	1.7	3.9	1.0	2.0	1.3	2.7	
6.ネット張有機質 肥料袋付 6種	2.0	2.7		2.3	3.9	3.0		2.3	4.2	0.7			0.7	
7.ネット張客土 (t=1) 6種	2.3	1.0		3.7	4.9	3.0		3.0	4.5	1.7			1.7	
8.ネット張客土 (t=2) 3種	3.7	1.3		4.3	6.2									
9.ネット張客土 (t=2) 9種	2.0	1.3		2.7	3.7	2.7	1.3	3.7	5.1	1.0	2.0		2.5	
10.ネット張客土 (t=2) 9種 2/1	3.0	2.0	1.7		4.0	3.0	1.0	3.7	5.2	1.0	1.7	0.3	1.9	
11.張 芝 工									5.0					
12.厚層基材吹付 (t=5) 6種	3.0	1.0		1.3	3.7	2.0		1.3	2.7					

表-Ⅱ-27

宮 崎

草 丈

植物名 試験区	外 来 草 本					在 来 草 本				木 本				合 計
	K 31 F	C R F	K B G	W L G	外 来	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	ヤシ+フシ	木 本	
1.種子散布 3種	49.5	19.6		90.1	90.1									
2.ネット張種子散布 6種	58.7	25.2		92.7	92.7	32.3		56.6	56.6	32.1			32.1	
3.ネット張客土 (t=3) 6種	80.3	32.8		95.0	95.0	40.5		61.2	61.2	49.0			49.0	
4.金網種子散布 9種	34.9	16.3	17.3		34.9	31.7	33.7	20.5	31.7	19.5	18.6	10.9	18.6	
5.金網種子散布 9種 1/2	22.4	11.6	13.1		11.6	10.0	18.8	19.7	10.0	17.3	14.2	7.1	14.2	
6.ネット張有機質 肥料袋付 6種	52.2	27.9		90.0	90.0	26.1		43.1	43.1	21.0			21.0	
7.ネット張客土 (t=1) 6種	70.3	42.5		88.5	88.5	28.1		68.7	68.7	30.1			30.1	
8.ネット張客土 (t=2) 3種	62.9	18.7		83.7	83.7									
9.ネット張客土 (t=2) 9種	60.9	36.8	41.9		60.9	27.4	64.2	60.8	60.8	37.7	37.6		37.6	
10.ネット張客土 (t=2) 9種 2/1	74.5	43.6	41.9		74.5	29.7	60.0	66.5	66.5	26.9	31.6	11.0	31.6	
11.張 芝 工									11.9					
12.厚層基材吹付 (t=5) 6種	78.6	39.4		94.5	78.6	34.1		39.2	34.1					

表- II - 28

宮崎

密度

植物名 試験区	外 来 草 本					在 来 草 本				木 本				合 計
	K 31 F	C R F	K B G	W L G	外 来	ヨモギ	ススキ	メハキ	在 来	ヤマハキ	イタチハキ	シヤブシ	木 本	
1.種子散布 3種	29.3	108.0		117.3	254.6									
2.ネット張種子散布 6種	17.3	21.3		42.7	81.3	29.3		157.3	186.6	5.0			5.0	
3.ネット張客土 (t=3) 6種	18.7	4.0		28.0	50.7	28.0		24.0	52.0	0.3			0.3	
4.金網種子散布 9種	85.3	56.0	28.0		169.3	49.3	1.3	6.3	56.9	1.3	18.3	10.0	29.6	
5.金網種子散布 9種 1/2	42.7	74.7	3.7		121.1	142.7	11.0	17.7	171.4	2.3	24.0	6.7	33.0	
6.ネット張有機質 肥料袋付 6種	44.0	36.0		21.3	101.3	92.0		45.3	137.3	1.7			1.7	
7.ネット張客土 (t=1) 6種	36.0	8.0		36.0	80.0	62.7		80.0	142.7	6.7			6.7	
8.ネット張客土 (t=2) 3種	66.7	30.7		54.7	152.1									
9.ネット張客土 (t=2) 9種	38.7	4.0	34.7		77.4	69.3	4.3	218.7	292.3	11.0	33.0		44.3	
10.ネット張客土 (t=2) 9種 2/1	65.3	46.7	9.7		121.7	56.0	5.3	126.7	188.0	3.0	21.3	3.0	27.3	
11.張 芝 工														
12.厚層基材吹付 (t=5) 6種	24.0	3.0		7.0	34.0	14.7		52.0	66.7					

表-Ⅱ-29

吉野川

被度

試験区	植物名	外 来 草 本								外 来	(99-)
		K31F	CRF	PRC	IRG	WLG	OG	HBC	WC		
N0. 1	わらむしろ張工		15.9 % 2		15.9 % 2			4.5 % 1	34.1 % 3	95.5 %	25 %
N0. 2	わらむしろ張工				0.5 % +			5.4 % 1	94.1 % 5	100 %	
N0. 3	わらむしろ張工		15.8 % 2		0.5 % +			4.5 % 1	33.8 % 3	94.6 %	40 %
N0. 4	わらむしろ張工		4.4 % 1		4.4 % 1			15.6 % 2	55.6 % 4	100 %	20 %
N0. 5	わらむしろ張工		20.0 % 2		5.7 % 1			5.7 % 1	42.0 % 3	89.3 %	15 %
N0. 6	わらむしろ張工		22.3 % 2					6.4 % 1		38.7 %	10 %
N0. 7	わらむしろ張工		5.1 % 1					0.5 % +	64.2 % 4	89.8 %	20 %
N0. 8	わらむしろ張工		41.4 % 4					0.3 % +		56.7 %	15 %
N0. 9	わらむしろ張工		51.7 % 4					4.1 % 1		65.8 %	10 %
N0.10	わらむしろ張工		31.6 % 3					4.2 % 1		45.8 %	10 %

表-Ⅱ-30

吉野川

群度

植物名 試験区	外 来 草 本								
	K31F	C R F	P R G	I R G	W L G	O G	H B G	W C	外 来
N0.1 わらむしろ張工		3		3			2	4	5.5
N0.2 わらむしろ張工				1			1	5	5.5
N0.3 わらむしろ張工		4		1			2	4	6
N0.4 わらむしろ張工		2		1			3	4	6
N0.5 わらむしろ張工		3		1			2	3	4
N0.6 わらむしろ張工		4					2		5
N0.7 わらむしろ張工		2					1	4	5
N0.8 わらむしろ張工		4					1		4.5
N0.9 わらむしろ張工		4					2		5
N0.10 わらむしろ張工		4					3		5.5

表-Ⅱ-31 吉野川

草丈

試験区	植物名	外 来 草 本							
		K31F	C R F	P R G	I R G	W L G	O G	H B G	W C 外 来
N0. 1	わらむしろ張工		20.4		25.0			21.8	11.0 11.0
N0. 2	わらむしろ張工				22.3			31.2	15.0 15.0
N0. 3	わらむしろ張工		22.0		14.0			14.0	14.0 14.0
N0. 4	わらむしろ張工		19.4		24.4			22.0	16.6 16.6
N0. 5	わらむしろ張工		23.0		23.6			23.8	14.0 14.0
N0. 6	わらむしろ張工		15.8					20.4	15.8
N0. 7	わらむしろ張工		14.4					19.2	12.0 12.0
N0. 8	わらむしろ張工		18.8					19.8	18.8
N0. 9	わらむしろ張工		21.2					22.6	21.2
N0.10	わらむしろ張工		15.4					19.0	15.4

表-Ⅱ-32 吉野川 密度

試験区	植物名	外 来 草 本							
		K31F	CRF	PRG	IRG	WLG	OG	HBG	WC
N0.1	わらむしろ張工		20		5			24	49
N0.2	わらむしろ張工				3			12	15
N0.3	わらむしろ張工		416		1			80	497
N0.4	わらむしろ張工		80		24			72	176
N0.5	わらむしろ張工		700		24			80	804
N0.6	わらむしろ張工		400					40	440
N0.7	わらむしろ張工		256					48	304
N0.8	わらむしろ張工		528					16	544
N0.9	わらむしろ張工		368					44	412
N0.10	わらむしろ張工		576					52	628

・ホワイトクローバー（wc）はほふく形のため、密度は測定していない。

表-II-33

別コドラートによる木本調査結果集計表

新庄

試 験 区 名	植物名	総 数 (本/10m ²)	高さ別本数 (本/10m ²)			木本高毎木調査 (cm) 3.3m×3.3m=10m ²												
			5cm未満	5~10cm	10以上cm													
1工区 (種子散布工, 配合①)	ヤシャブシ	2	1	1		5	3											
2工区 (種子散布工, 配合②)	〃	2	1	1		4	9											
3工区 (種子散布工, 配合③)	〃	10	3	5	2	4	7	3	3	6	10	5	5	7	10			
5工区 t=1cm (客土種子吹付工, 配合①)	〃	6	5	1		2	3	2	2	6	3							
6工区 t=1cm (客土種子吹付工, 配合②)	〃	0																
7工区 t=1cm (客土種子吹付工, 配合③)	〃	19	15	4		3 5	4 3	3 3	2 6	3 3	2 2	5 3	3	4	9	4	3	
9工区 t=2cm (客土種子吹付工, 配合①)	〃	0																
10工区 t=2cm (客土種子吹付工, 配合②)	〃	2	2			3	2											
11工区 t=2cm (客土種子吹付工, 配合③)	〃	0																
13工区 (厚層基材吹付工, 配合①)	〃	0																
14工区 (厚層基材吹付工, 配合②)	〃	0																
15工区 (厚層基材吹付工, 配合③)	〃	0																

別コドラートによる木本調査結果集計表

渡良瀬川-1

試 験 区 名	植物名	総 数 (本/16m ²)	高さ別本数 (本/16m ²)			木本高毎木調査 (cm) 4.0m×4.0m=10m ²											
			5cm未満	5~10cm	10以上cm												
a 種子散布工	ヤシャブシ	3			3	15	11	11									
a' 種子散布工	〃	16	1	6	9	10 9	16 6	10 4	16 6	15	16	10	20	11	5	8	8
b 客土種子吹付工 t=1cm	〃	23	8	10	5	10 5	12 4	10 5	14 5	12 5	7 5	5 4	3 5	3 5	2 3	3 3	6
b' 客土種子吹付工 t=1cm	〃	12	6	4	2	10	14	9	5	4	8	3	3	3	3	3	7
c 客土種子吹付工 t=2cm	〃	20	10	8	2	10 4	13 6	7 4	8 6	2 6	4 6	3 6	2 5	3	3	3	3
c' 客土種子吹付工 t=2cm	〃	12	7	4	1	12	4	4	3	4	5	3	3	7	7	4	5
d 客土種子吹付工 t=3cm	〃	19	16	2	1	3 4	4 4	3 2	5 3	4 1	2 3	2 10	1	4	2	4	5
d' 客土種子吹付工 t=3cm	〃	12	7	4	1	10	4	3	3	5	3	6	2	3	2	5	6
e 厚層基材吹付工 t=3cm	〃	0															
e' 厚層基材吹付工 t=3cm	〃	0															
f 客土種子吹付工 t=5cm	〃	3	1	0	2	12	11	3									

表-II-35

別コドラートによる木本調査結果集計表

渡良瀬川II-2

試 験 区 名	植物名	総 数 (本/16m ²)	高さ別本数 (本/16m ²)			木本高毎木調査 (cm) 4.0m×4.0m=16m ²											
			5cm未満	5~10cm	10以上cm												
g 厚層基材吹付工 t=5cm	ヤシャブシ	0															
h 厚層基材吹付工 t=7cm	〃	0															
i 厚層基材吹付工 t=10cm	〃	0															

表-Ⅱ-36

別コドラートによる木本調査結果集計表

倉吉

試 験 区 名	植物名	総 数 (本/10㎡)	高さ別本数 (本/10㎡)			木本高毎木調査 (cm) 3.3m×3.3m=10㎡												
			5cm未満	5~10cm	10以上cm													
1工区 種子散布工	ヤシャブシ	43	10	28	5	20 7 10 5	5 7 9 9	6 6 2 5	7 7 5 4	6 4 4 20	5 7 5 12	5 8 9 5	6 2 8	4 4 5	11 3 4	6 7 7	4 7 9	
1工区 種子散布工	シラカバ	19	14	2	3	11 3	31 2	3 3	6 5	2 2	4 3	3 3	12	4	2	3	3	
2工区 客土種子吹付工	ヤシャブシ	3	1	2		2	6	8										
3工区 厚層基材吹付工	シラカバ	1		1		7												
4工区 客土種子散布工	ヤシャブシ	7	4	3		3	3	3	7	5	2	6						
4工区 客土種子散布工	シラカバ	2	1	1		9	2											
5工区 客土種子散布工	ヤシャブシ	23	7	10	6	20 10	9 5	4 6	7 12	8 3	4 7	15 3	5 3	3 11	6 1	6 17	9	
5工区 客土種子散布工	シラカバ	4	2	1	1	2	10	2	8									

表-II-37

別コドラートによる木本調査結果集計表

宮崎

試 験 区 名	植物名	総 数 (本/10m ²)	高さ別本数 (本/10m ²)			木本高毎木調査 (cm) 3.3m×3.3m=10m ²											
			5cm未満	5~10cm	10以上cm												
4工区 種子散布工	ヤシャブシ	18		9	9	24 5	18 12	10 5	5 5	8 9	24 6	14	31	6	15	9	14
5工区 種子散布工	〃	16	6	9	1	11 6	16 5	14 7	8 5	11	15	17	9	8	9	10	4
9工区 客土種子吹付工	〃	0															
10工区 客土種子吹付工	〃	1			1	20											

表 - II - 38 試験地の気象状況

建設省東北地方建設局 新庄工事事務所 角川第四ダム工事用道路法面														
試験地の位置	山形県東田川郡戸沢村						観測地の位置	肘折 (H=365m)						
標高	200~250m						緯度	38° 35'						
昭和62年														
気象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備考
月別平均気温	-2.5	-2.0	0.4	4.8	12.7	17.1	21.0	21.3	17.4	11.2	5.0	0.5	℃ 8.9	
月別最高気温	0.8	1.2	4.2	10.9	19.4	23.4	25.1	25.6	22.4	16.4	9.7	4.3	℃ 13.6	
月別最低気温	-5.5	-5.7	-3.2	-0.4	5.9	10.6	17.0	17.5	12.9	6.2	0.6	-3.2	℃ 4.4	
月別降水量	443	262	255	83	89	68	293	388	77	174	363	337	mm 2832	
備考	最深積雪 (cm) 197 259 262 183 46 114													
昭和63年														
気象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備考
月別平均気温	-1.4	-4.2	-0.1	4.7	10.7	16.7	17.8	22.7	17.2				℃	
月別最高気温	1.8	-1.7	3.0	9.9	16.3	21.4	21.2	27.4	21.2				℃	
月別最低気温	-4.7	-7.0	-4.2	-0.3	5.5	12.0	14.8	18.4	13.5				℃	
月別降水量	521	232	145	168	260	104	154	232	178				mm	
備考	最深積雪 (cm) 268 359 363 246													

表 - II - 39 試験地の気象状況

建設省関東地方建設局 渡良瀬川工事事務所 大畑沢														
試験地の位置	栃木県上都賀郡足尾町						観測地の位置	足尾						
標高	700~750m						緯度	36°40'						
昭和62年														
気象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備考
月別平均気温	1.0	3.7	6.2	10.8	15.2	18.0	22.1	22.1	18.4	13.9	8.9	4.7	℃ 12.2	最高と最低の平均
月別最高気温	6.4	7.5	10.4	16.1	20.3	22.6	26.1	25.7	21.7	18.4	12.8	9.1	℃ 16.4	
月別最低気温	-4.4	-0.2	2.1	5.5	10.2	13.5	18.1	18.5	15.2	9.5	5.0	0.3	℃ 7.8	
月別降水量	10	36	134	19	118	126	207	218	292	91	58	18	mm 1327	
備考														
昭和63年														
気象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備考
月別平均気温	3.7	-0.7	2.8	8.6	13.3	17.4	18.5	22.4					℃	
月別最高気温	8.0	3.7	8.0	13.7	18.7	21.8	21.3	26.2					℃	
月別最低気温	-0.6	-5.1	-2.4	3.4	7.8	13.0	15.6	18.5					℃	
月別降水量	18	2	121	144	163	240	129	471					mm	
備考														

表 - II - 40 試験地の気象状況

建設省中国地方建設局 倉吉工事事務所 一の沢														
試験地の 位 置	鳥取県日野郡江府町一の沢						観測地の 位 置	気 温：倉吉（H＝ 50 m） 降水量：大山（H＝875 m）						
標 高	860 m						緯 度	35° 22'（宍倉）						
昭和62年														
気 象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備 考
月 別 平均気温	0.1	0.5	2.1	6.7	11.8	16.0	20.5	20.5	15.6	12.2	7.2	2.6	℃ 9.7	標高差に より補正
月 別 最高気温	3.3	4.5	5.7	11.4	16.5	20.0	23.7	24.0	19.5	16.4	11.4	7.0	℃ 13.6	同上
月 別 最低気温	-2.9	-2.8	-1.7	1.4	6.8	11.7	17.6	17.0	12.0	8.6	3.3	-1.3	℃ 5.8	同上
月 別 降 水 量	204	121	211	75	160	284	289	309	320	516	173	119	mm 2781	大山
備 考	最深積雪（cm） 72 82 101 19 90													
昭和63年														
気 象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備 考
月 別 平均気温	0.8	-1.7	1.4	6.9	11.1	15.9	18.6	20.2	16.7				℃	標高差に より補正
月 別 最高気温	4.3	1.1	4.6	11.3	15.6	19.3	21.2	23.9	20.2				℃	同上
月 別 最低気温	-2.5	-4.4	-1.9	2.1	6.3	12.5	16.5	16.7	13.7				℃	同上
月 別 降 水 量	135	196	188	70	（42）	385	452	285	517				mm	大山
備 考	最深積雪（cm） 57 152 133 31													

()--欠測あり

表 - II - 41 試験地の気象状況

建設省九州地方建設局 宮崎工事事務所 矢岳川工事用道路															
試験地の位置	宮崎県西諸郡高原町蒲田字狭野地先							観測地の位置	小林市 (H=200m)						
標高	580m							緯度	31°53'						
昭和62年															
気象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備考	
月別平均気温	3.7	4.9	7.8	12.0	16.1	19.4	23.3	23.6	19.1	16.7	11.0	5.1	℃ 13.6	標高差により補正	
月別最高気温	8.6	9.7	12.3	17.3	21.3	24.0	27.3	28.2	24.1	21.4	15.9	10.8	℃ 18.4	同上	
月別最低気温	-1.3	0.3	3.0	7.1	11.4	15.1	20.0	20.0	14.9	12.8	6.8	-0.3	℃ 9.2	同上	
月別降水量	44	74	296	219	355	203	639	272	162	336	73	29	mm 2702		
備考															
昭和63年															
気象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備考	
月別平均気温	4.8	3.6	6.5	11.4	16.7	20.0	24.1	23.0	20.7				℃	標高差により補正	
月別最高気温	9.8	8.4	10.8	16.7	21.8	23.9	28.8	27.7	25.4				℃	同上	
月別最低気温	0.1	-0.7	2.2	6.2	11.8	16.3	20.4	19.4	19.0				℃	同上	
月別降水量	25	80	216	232	239	529	280	218	188				mm		
備考															

表 - II - 42 試験地の気象状況

建設省四国地方建設局 吉野川砂防工事事務所 西石原谷堰堤盛土法面														
試験地の 位 置	高知県土佐郡土佐町西石原						観測地の 位 置	本山町下津野 (H=250m)						
標 高	460m						緯 度	33°45'						
昭和62年														
気 象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備 考
月 別 平均気温	3.0	4.1	7.0	11.8	16.8	20.1	24.1	24.9	20.3	16.9	10.7	4.4	℃ 13.7	
月 別 最高気温	9.0	10.5	12.5	18.8	22.6	25.9	28.4	29.8	25.7	22.6	16.1	11.3	℃ 19.4	
月 別 最低気温	-1.2	-0.5	2.2	6.2	11.7	15.3	21.1	21.7	16.7	13.0	7.0	0.4	℃ 9.5	
月 別 降 水 量	71	42	155	74	271	341	885	253	201	218	55	149	mm 2715	
備 考														
昭和63年														
気 象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	備 考
月 別 平均気温	3.7	2.9	6.0	11.0	16.0	20.7	24.6	24.0					℃	
月 別 最高気温	10.0	8.0	10.9	17.5	22.0	25.7	29.6	29.3					℃	
月 別 最低気温	-0.9	-1.4	1.6	5.6	11.0	16.9	21.1	20.8					℃	
月 別 降 水 量	44	24	162	291	174	772	53	148					mm	
備 考														

Ⅲ. 評価、検討

1. 生育状況の推移及び植生の概況

全国5ヶ所の調査地の本年調査結果の植生状況を、昨年度の調査結果と対比させてグラフをしめし、各地区の植生の推移、及び概況を述べる。

ここでは植生の推移と各地区毎の植生の特徴を述べることを目的とし、種子配合や植生工種等の比較及び考察は本章第3項以下で述べることとする。

尚、群度の比較図、及び密度の比較図での外来草本の値は推移の検証には用いなかったが、それはつぎの理由による。

群度の比較： 植物の成長に伴って草丈や密度が大きく変化しているため、1m×1mコドラートの固定されたスケールにおいて群度の経年変化を見ることは困難であり、誤差が現われやすい。

外来草本の密度： 外来草本は成長が著しく、それに伴って根元が多数に分けつして拡大している。このために個体が集合してしまい、分離が困難となり、本年では株数によって計測している。よって、昨年の調査とは測定の尺度が異なり、比較は困難となっている。

以上のことを考慮して、次に、各地区毎に植生の推移及び概況を述べる。

なお、各地区の施工時期及び調査日を次にしめす。

表-Ⅲ-1 各地区の施工時期及び調査日

試験地	施工時期	前回調査日	本年調査日
新庄	62年11月下旬	63年7月下旬	63年10月上旬
渡良瀬川	62年8月下旬	62年11月下旬	63年9月中旬
倉吉	62年7月下旬	62年11月上旬	63年9月下旬
宮崎	62年6月下旬	62年12月上旬	63年9月下旬
吉野川	62年3月	62年12月上旬	63年9月下旬

1) 新庄工事

本年7月と10月の植生状況の比較を図-III-1~図-III-10にしめす。植物の種類毎に植生の推移及び概況を述べる。

a) 外来草本

外来草本は、7月と10月を比較して、6工区（客土種子吹付工1cm厚）で被覆率の増大が見られたほかは、大きな変化は見られなかった。

草丈は、伸びている工区が多いが、伸び量はいずれも10~20cm程度であり、全体的には大きな変化は見られない。このように、外来草本は7月~10月にかけての成長量は小さく、7月の時点ですでに成長をほぼ終えていたものと考えられる。

外来草本は工種による生育の差が著しく、種子散布工と客土種子吹付工（1cm厚）では、6工区を除いて被覆率は50%以下であるが、客土種子吹付工（2cm厚）と厚層基材吹付工では、80%~100%の高い被覆率をしめしている。草丈についても、後2者の工種は前2者の工種の2倍近い値となっている。この差は、客土種子吹付工（2cm厚）と厚層基材吹付工では、客土材料に有機質（バーク堆肥+ピートモス）を使用していることによるものと考えられる。

b) 在来草本

在来草本は、各工区共に被覆率は漸増の傾向をしめし、草丈においても、11工区を除いて全て増大している。（11工区は、新設コドラートであるので比較は難しい。）このように、在来草本は7月から10月にかけても相当量の成長が見られた。

しかし、被覆率においては、全工区共に10月になっても、外来草本と比較して極めて低い状況であった。

c) 木本類

木本類の被覆率は、種子散布工と客土種子吹付工（1cm厚）では増加傾向にあるが、客土種子吹付工（2cm厚）と厚層基材吹付工では（コドラート新設の11工区を除いて）変化はほとんどない。

一方、草丈は全ての工区で増大し、明らかな成長傾向が認められる。草丈の伸長は、客土種子吹付工（2cm厚）や厚層基材吹付工の外来草本の優勢な工区でも認められるが、観察の結果、木本のほとんどはもやし状に「徒長」した形態をしめしており、外来草本によって被圧されている。これらの工区では、木本の密度の減少も、他の工区に比較して著しく現われており、これも、木本が外来草本によって被圧されているためであると

考えられる。

d) まとめ

当施工地での植生の推移は、発芽約3ヶ月後である7月と6ヶ月後の10月との比較となったが、「外来草本」と「在来草本及び木本類」との間で成長に相違がみられた。

外来草本は7月の時点ですでに成長がほぼ完了していて、10月にかけての成長は小さかった。これは、外来草本は生育適期であれば非常に急速な成長をしめし、短期間に成長の大部分を終えてしまうためであると考えられる。

これに対し、在来草本と木本類は、7月から10月にかけても成長が見られた。これは、在来草本、木本類は本来、成長が外来草本に比較して遅いものであることと、生育適期を通じて成長する性質を持っているためと考えられる。

また、植生工種による植生の相違は次のようであった。

①種子散布工、客土種子吹付工（1cm厚）

外来草本、在来草本、木本類ともに被覆率は小さい状態であるが、木本類は7月から10月にかけて明らかな成長がみとめられた。

②客土種子吹付工（2cm厚）、厚層基材吹付工（3cm厚）

外来草本で密閉された植生となっている。在来草本や木本類の生育はみとめられたが外来草本に被圧されており、被覆率と密度は7月から10月にかけて減少していた。

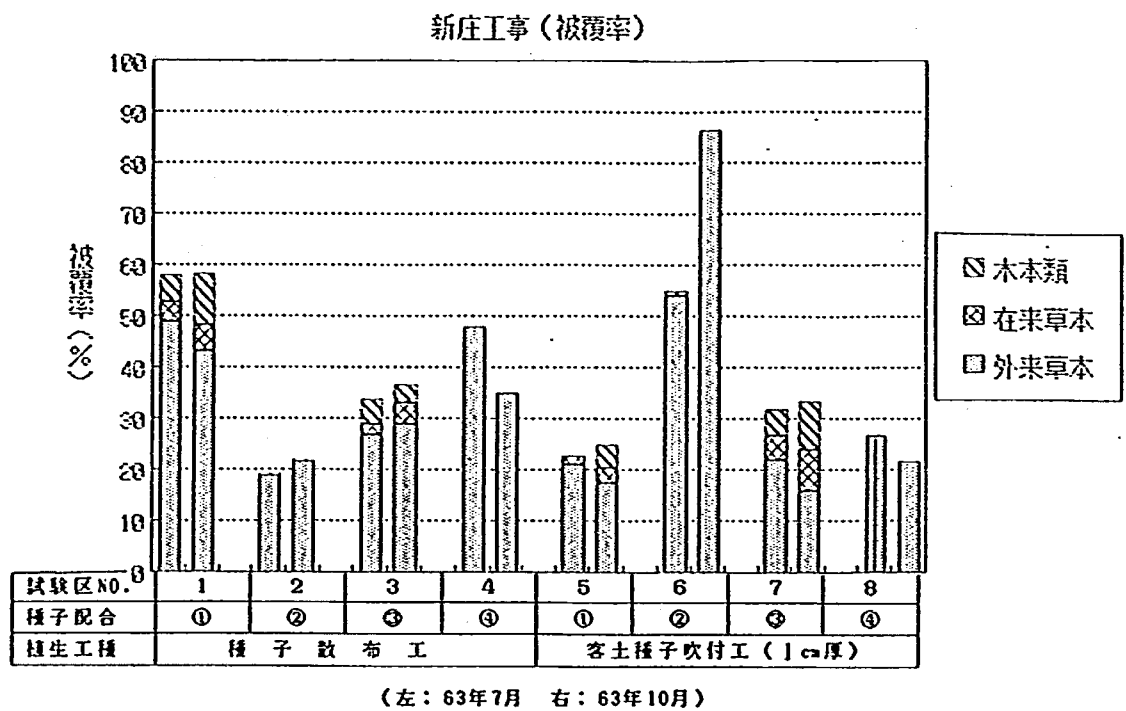


図-III-1

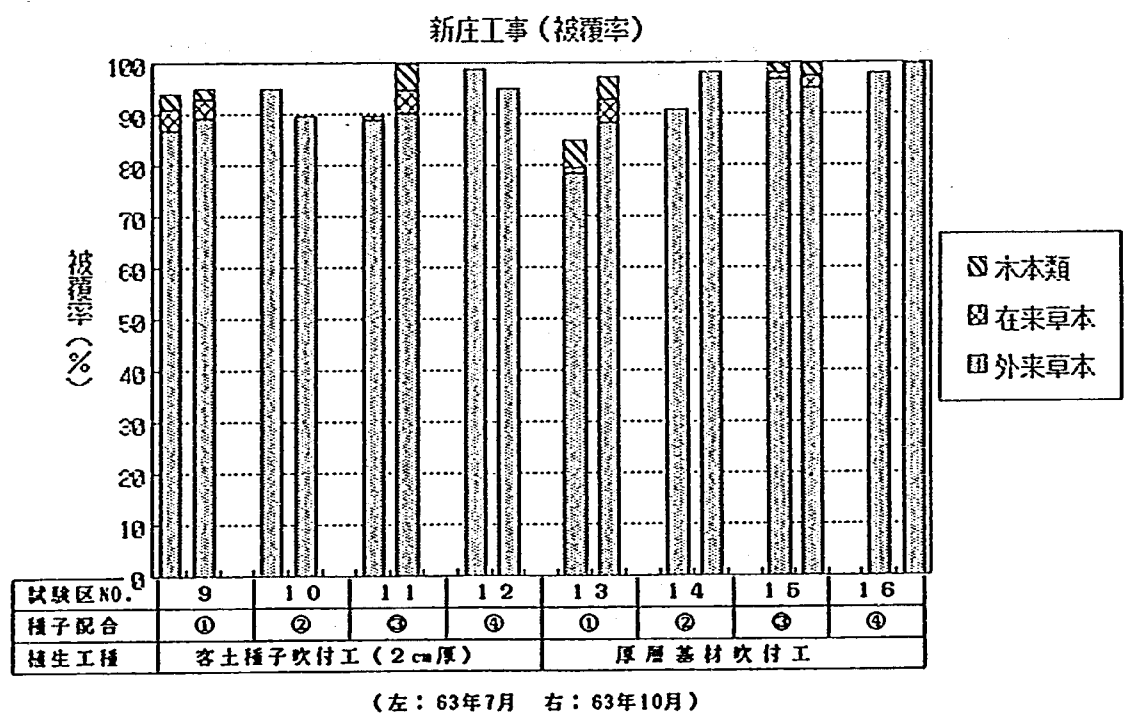


図-III-2

新庄工事(群度): 外来草本

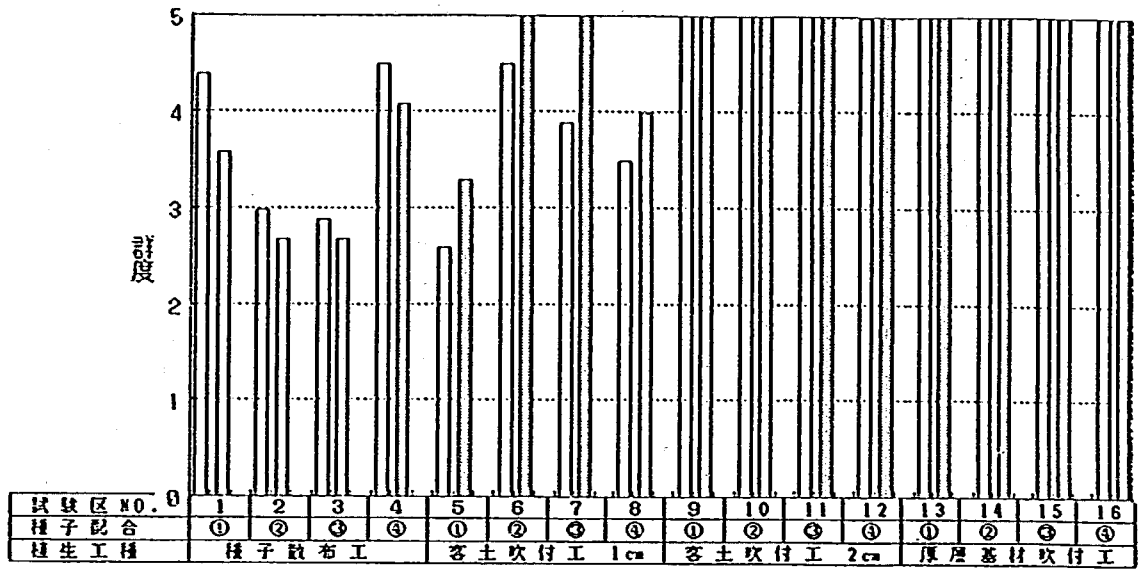


図-III-3 (左: 63年7月 右: 63年10月)

新庄工事(群度): 在来草本

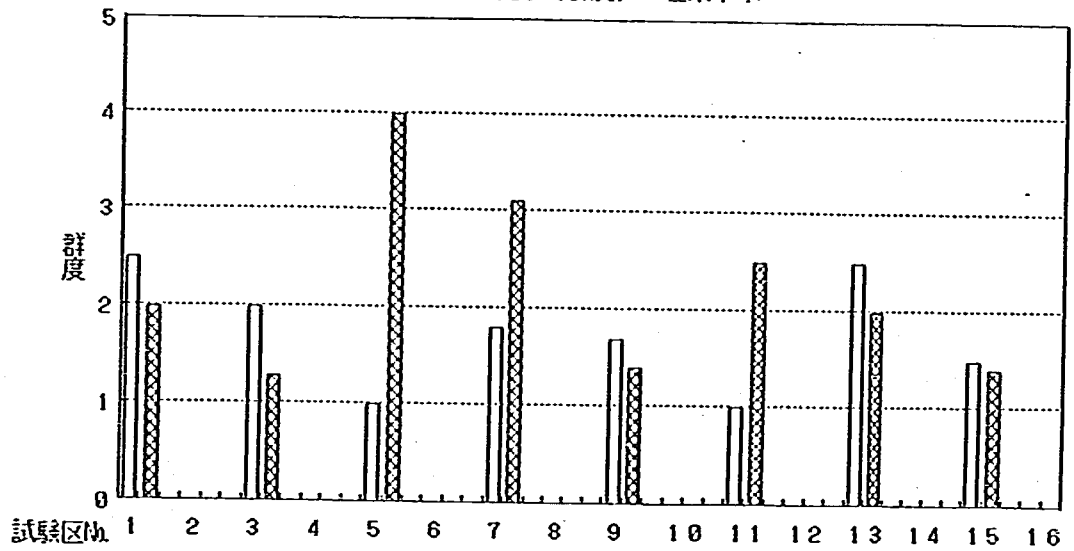


図-III-4

新庄工事(群度): 木本類

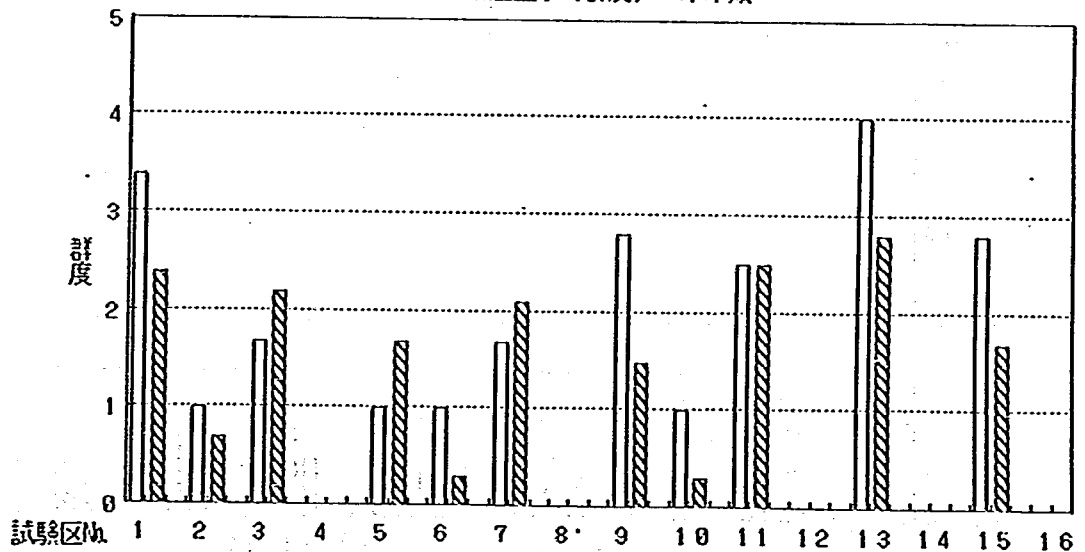


図-III-5

新庄工事(草丈): 外来草本

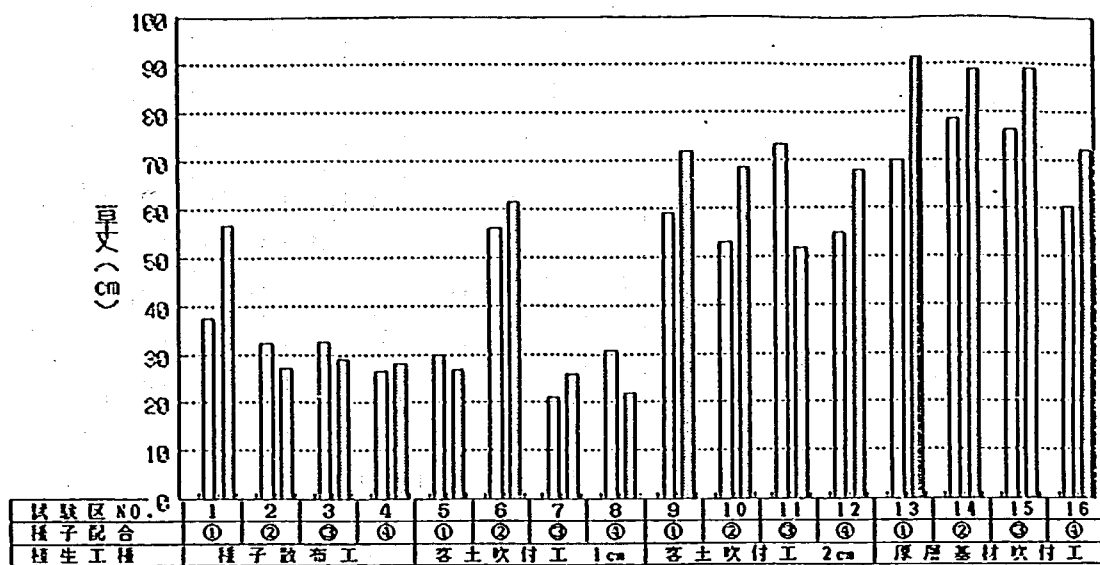


図-III-6 (左: 63年7月 右: 63年10月)

新庄工事(草丈): 在来草本

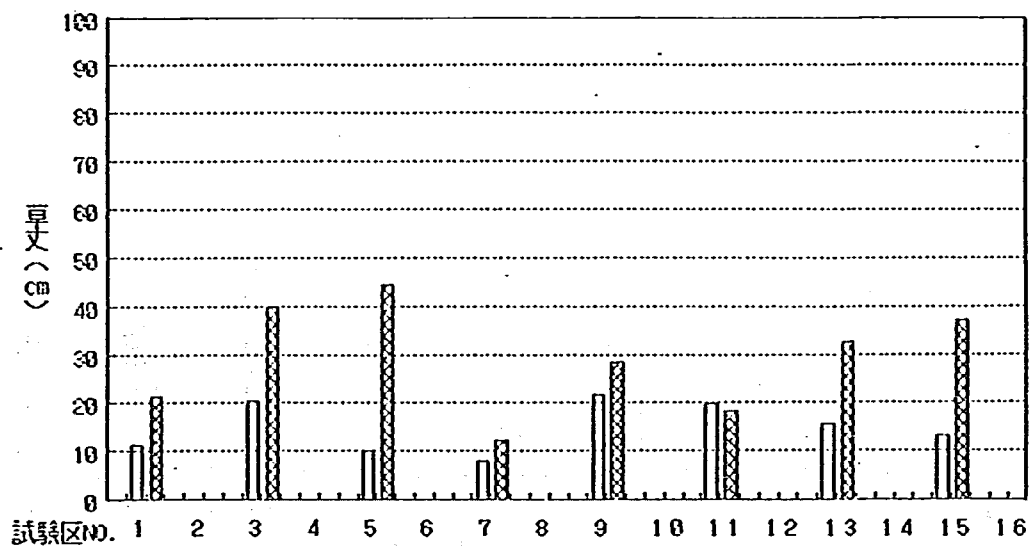


図-III-7

新庄工事(草丈): 木本類

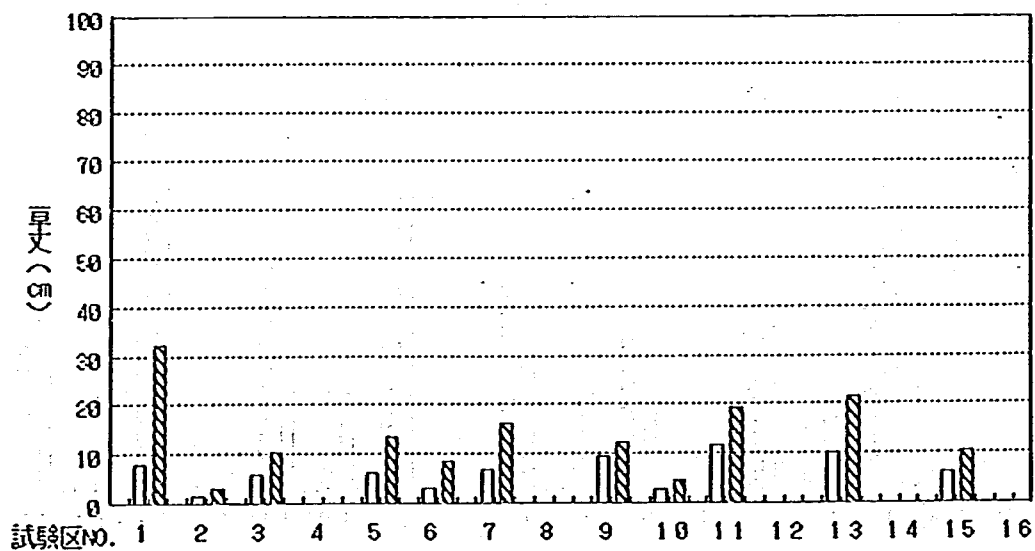


図-III-8

新庄工事(密度)

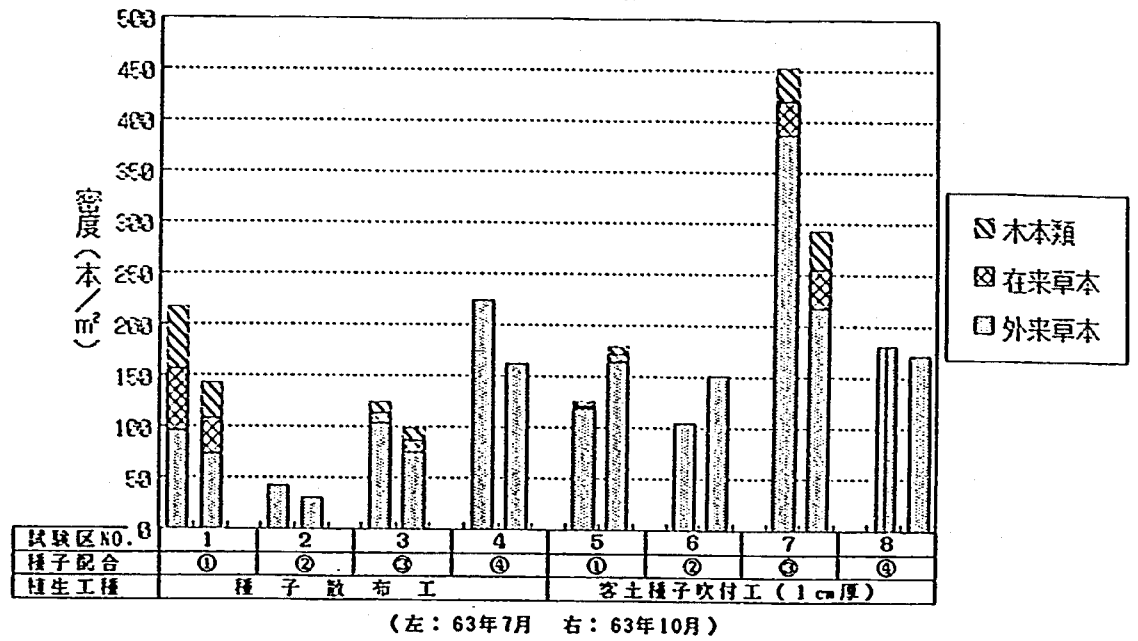


図-III-9

新庄工事(密度)

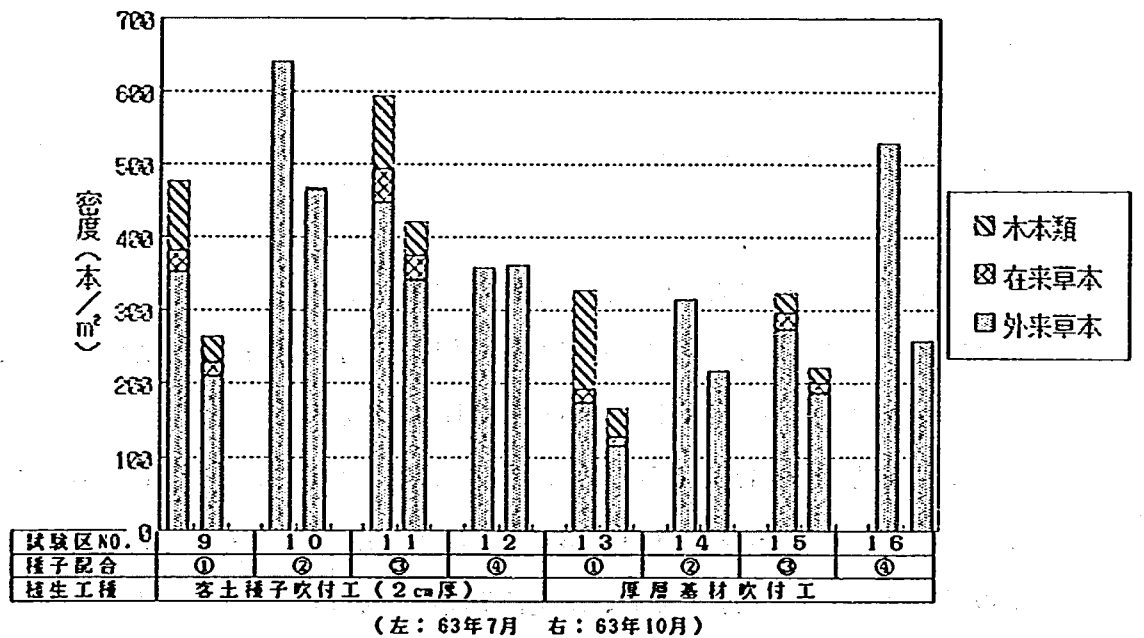


図-III-10

2) 渡良瀬川工事

昨年11月と本年9月との植生状況の比較を図-III-11~図-III-20にします。

植物の種類毎に推移及び概況を述べる。

a) 外来草本

外来草本は、客土種子吹付工(5cm厚)と厚層基材吹付工で被覆率の増大が著しく、本年では100%またはこれに近い値をしめしていた。これは、個体の成長によるものであり、草丈の比較を見ると、これらの工種での伸長が特に著しくなっている。

これに対し、種子散布工と客土種子吹付工(1~3cm厚)では、草丈の増加は見られるが、被覆率の増加は小さく、本年でも70%以下の被覆率となっている。

b) 在来草本

在来草本は、外来草本と正反対な推移をしめしている。

被覆率は、外来草本の被覆の小さかった種子散布工、客土種子吹付工(1~3cm厚)では増大しているが、外来草本の増大の著しい客土種子吹付工(5cm厚)と厚層基材吹付工では昨年と同様に低い値で推移している。

草丈は、全ての工区で著しい伸長が見られたが、観察の結果、客土種子吹付工(5cm厚)と厚層基材吹付工では、草丈だけが伸びて茎や葉の生育が悪い「徒長」した形態をしめしていた。

密度は、ほとんどの工区で減少しているが、特に厚層基材吹付工では0.5~4本/m²と極めて低い値となっている。

c) 木本類

木本類は、在来草本と同様な推移をしめしている。

被覆率、草丈共に種子散布工と客土種子吹付工(1~3cm厚)での増加が著しく、草本高(自然高)よりも高くなっている木本もみとめられた。

一方、客土種子吹付工(5cm厚)と厚層基材吹付工においては、草丈の伸びは見られたものの、木本の失われた工区もあり(g, h, i工区)、被覆率はいずれの工区も極めて小さくなっている。しかし、客土種子吹付工(5cm厚)では、木本類は草丈、密度共に、同工種の1~3cmのものと同程度の値をしめしており、比較的生育が良好であった。

d) まとめ

昨年は、植生工種間の植生の差異は小さい状況であったが、本年では差異が明確に現

われている。植生工種毎に植生の推移をまとめると、次のようになる。

①種子散布工、客土種子吹付工（1～3cm厚）

在来草本、木本類の良好な生育が見られ、外来草本と適度に混生した植生となっている。全体の被覆率も増大しているが、密閉した植生とはなっておらず、特に種子散布工と客土種子吹付工（1cm厚）では被覆率が低い状況であった。

②客土種子吹付工（5cm厚）、厚層基材吹付工

外来草本の成長が著しく、外来草本で密閉された植生となっている。このため、在来草本と木本類は被圧され、厚層基材吹付工ではe'工区を除いては、木本類は消失している。しかし、客土種子吹付工（5cm厚）では、厚層基材吹付工に比較すると、在来草本、木本類の生育はやや良好であった。

浪良湖川工事（被覆率）

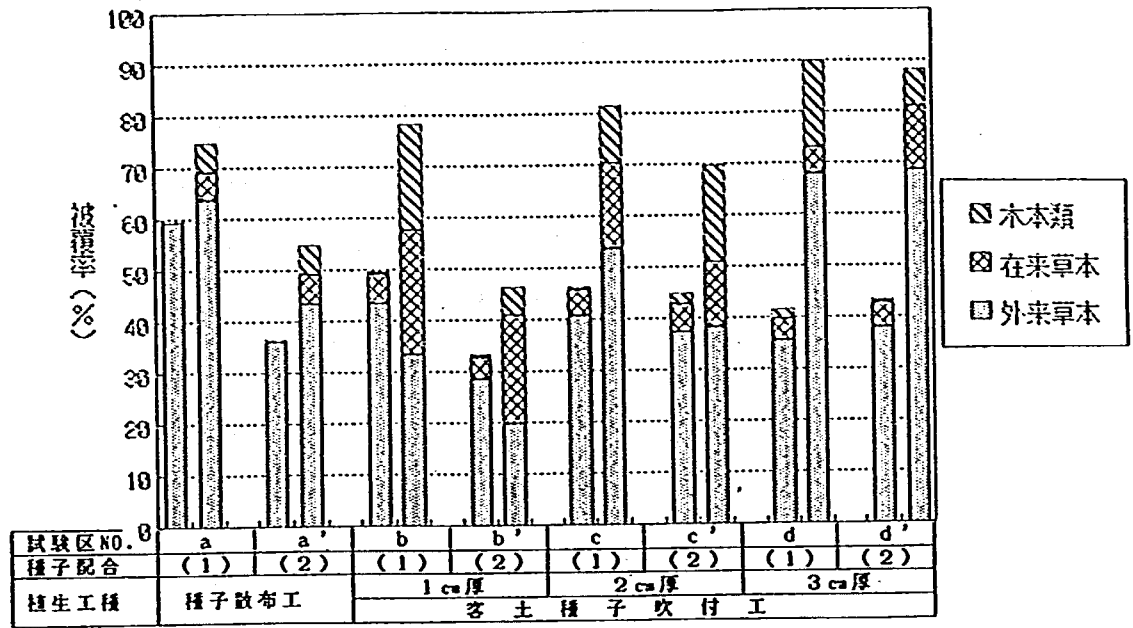


図-III-11

浪良湖川工事（被覆率）

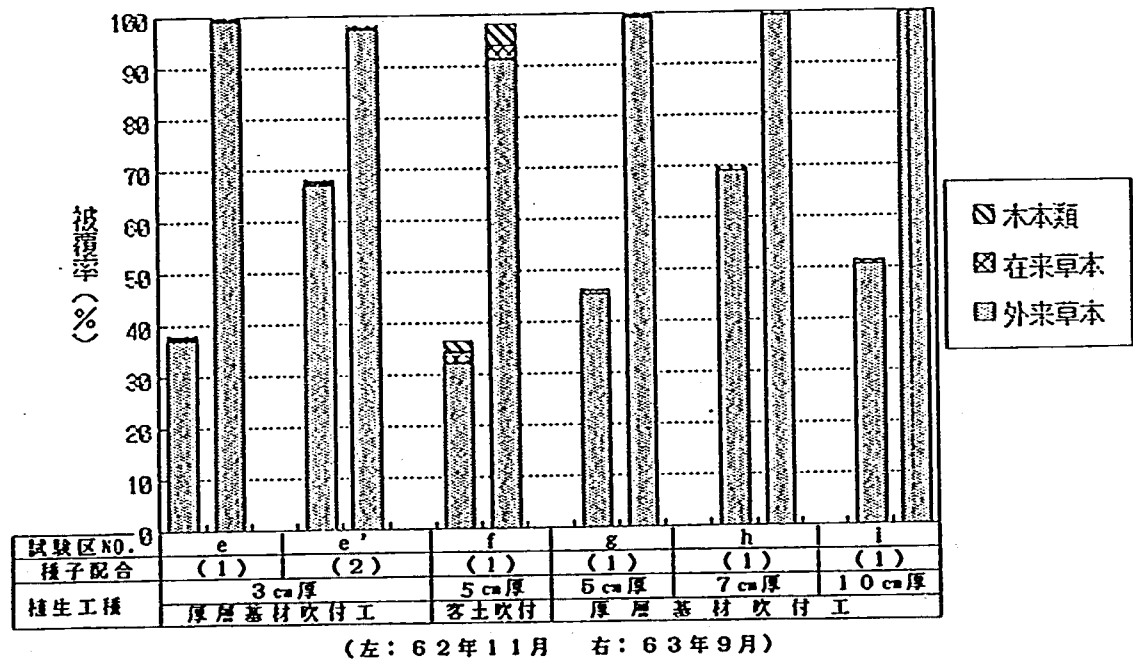
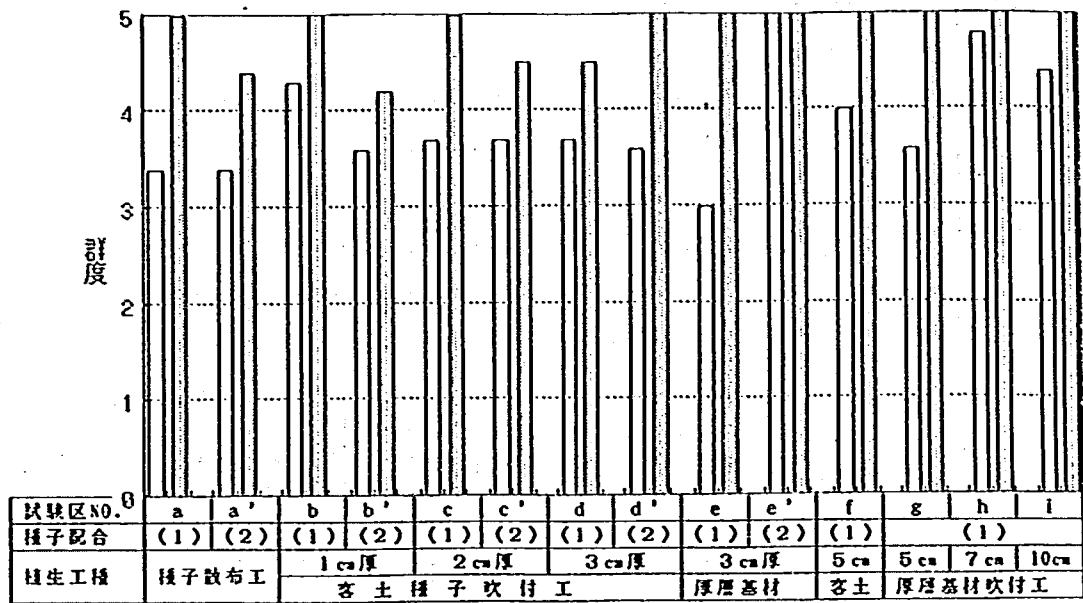


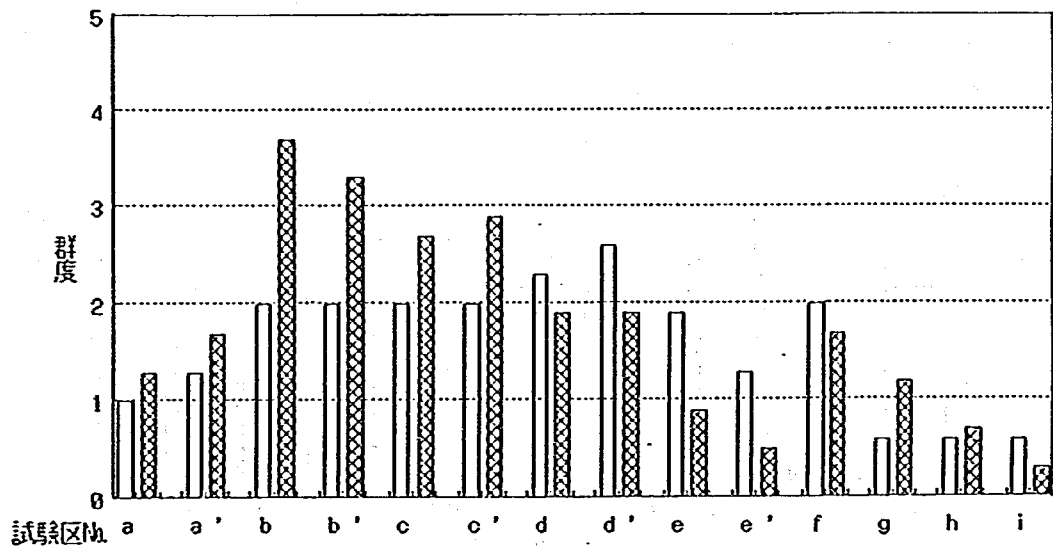
図-III-12

渡良瀬川工事（群度）：外来草本



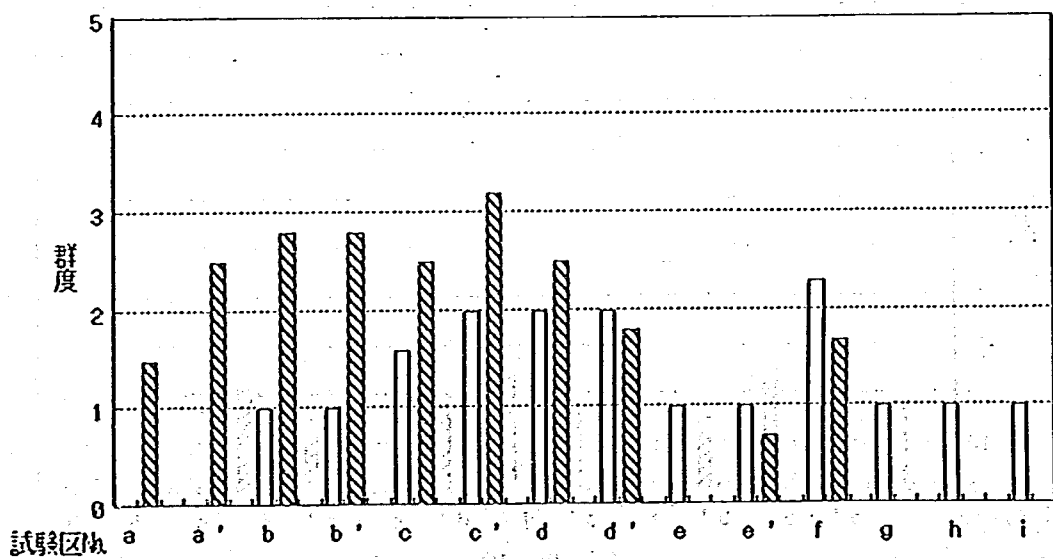
図一Ⅲ-13 (左：62年11月 右：63年9月)

渡良瀬川工事（群度）：在来草本



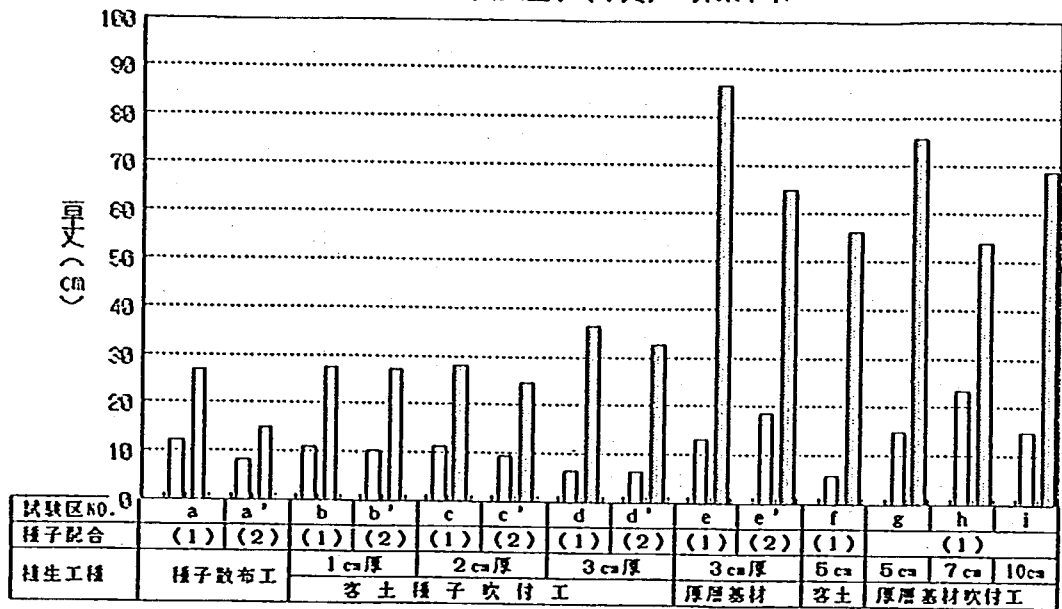
図一Ⅲ-14

渡良瀬川工事（群度）：木本類



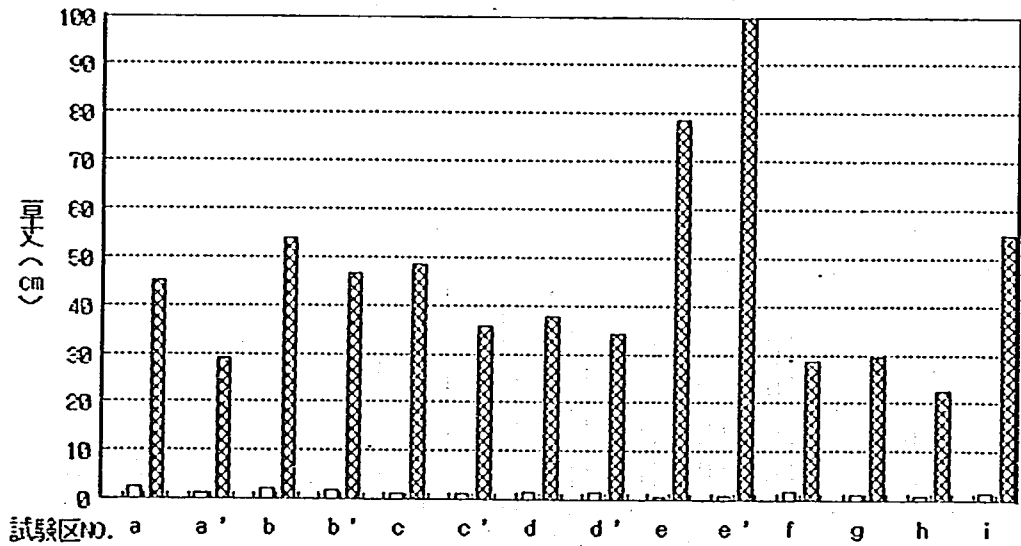
図一Ⅲ-15

浪良瀬川工事（草丈）：外来草本



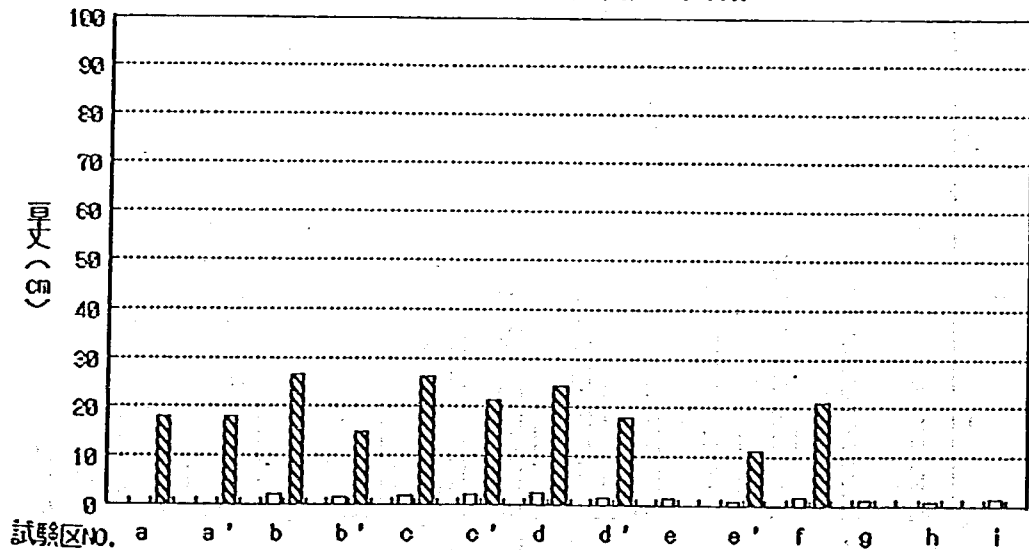
図一Ⅲ-16 (左：62年11月 右：63年9月)

浪良瀬川工事（草丈）：在来草本

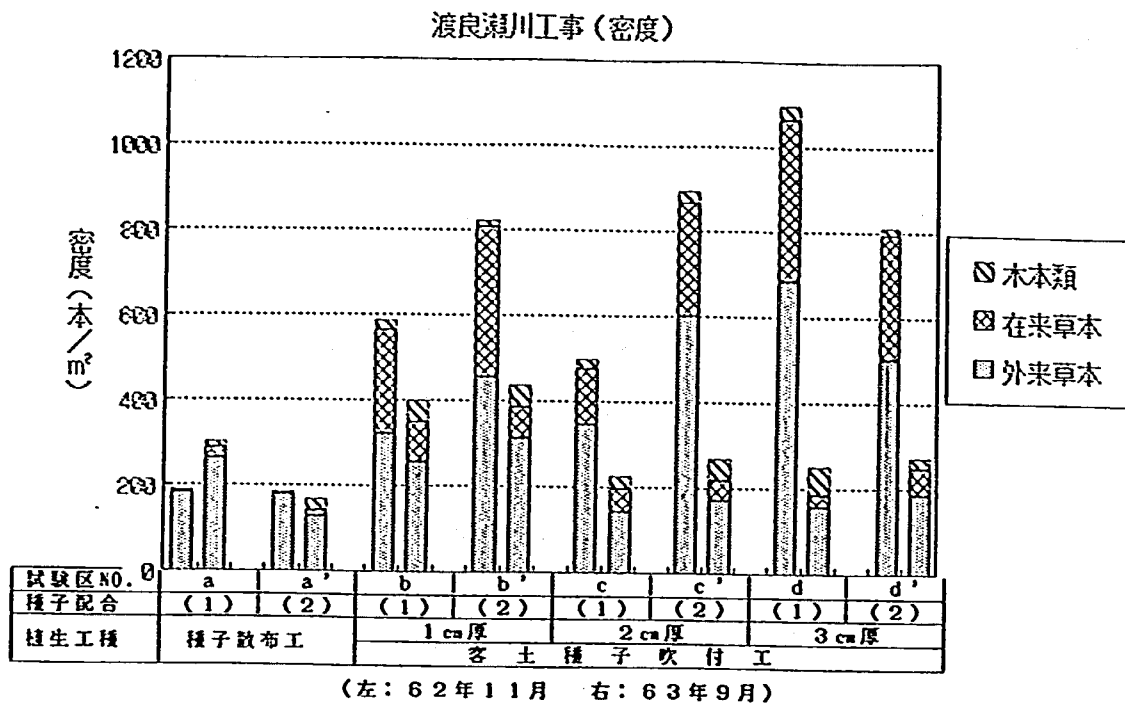


図一Ⅲ-17

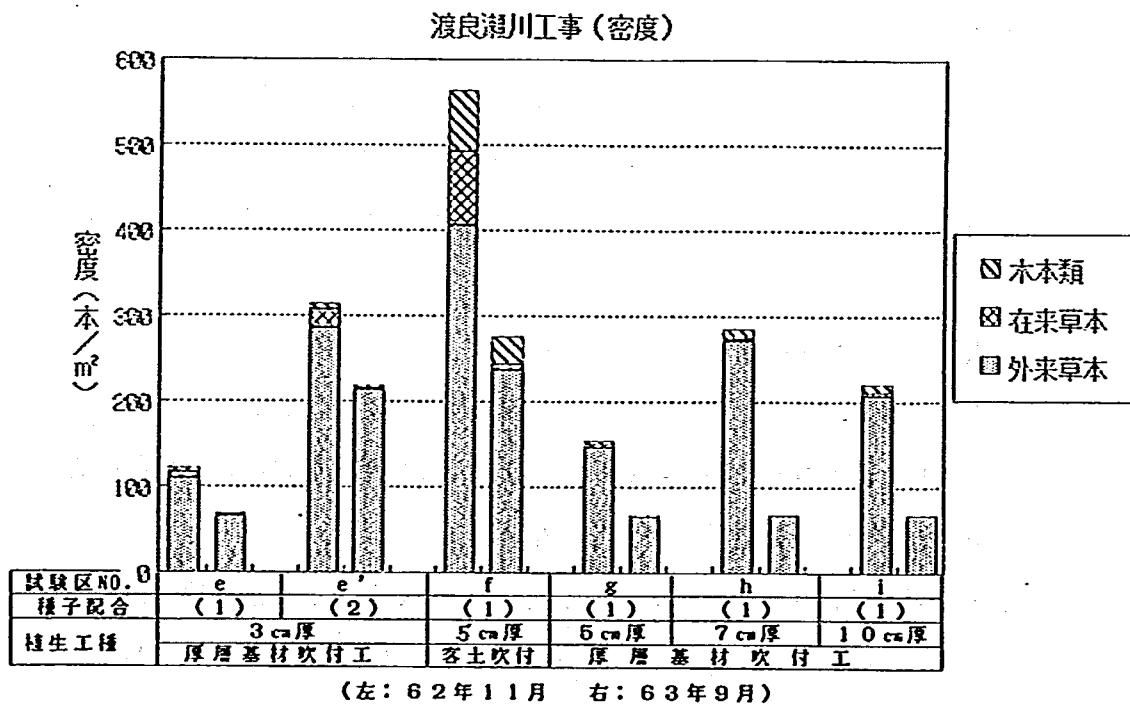
浪良瀬川工事（草丈）：木本類



図一Ⅲ-18



図—Ⅲ—19



図—Ⅲ—20

3) 倉吉工事

昨年11月と本年9月の植生状況の比較を図-III-21～図-III-29に示す。

当施工地は、法面と天端に分けて施工され、施工方法も大きく異なるので、法面と天端べつに植生の推移及び概況を述べるものとする。

a) 法面

在来草本の被覆率は、種子散布工だけで減少し、他の試験区は増加の傾向を示している。種子散布工では草丈が伸びずに密度が減少したために被覆率が低下し、一方、他の工種では草丈がすべて著しく伸長したために被覆率も増大したものである。

木本類は、被覆率、草丈、密度ともに全工種で増加の傾向を見せ、特に、客土種子吹付工（2、4、5工区）での成長が著しくなっている。

全体の被覆率を見ると、種子散布工でのみ減少し、他の工区はすべて増加している。種子散布工では、草丈は小さく密度が大きい「カーペット状」の生育形態をしめしている。また、厚層基材吹付工の被覆率は最も低くなっているが、この試験区は河川水によって洗われた可能性が強く、あまり参考となる値ではないと思われる。

<土壌活性剤、土壌改良剤の効果の検証>

①土壌活性剤（2工区と4工区の比較）

在来草本、木本類ともに、施用区（4工区）では被覆率は無施用区（2工区）に比較してやや大きくなっているが、密度、草丈では逆に無施用区よりも小さい値となっている。また、被覆率の差は小さく、この結果からは、土壌活性剤の効果は明確であるとは言えない。

②土壌改良剤（2工区と5工区の比較）

在来草本の被覆率と密度は土壌改良剤施用区（5工区）の方が無施用区（2工区）に比較して高くなっている。しかし、在来草本の草丈は逆に、施用区の方が低くなっており、土壌改良剤の効果は明確ではない。

木本類では、被覆率の両工区の差異は小さく、草丈、密度は施用区の方が小さくなっている。この結果からは、木本類では、土壌改良剤施用による効果は見られなかった。しかし、ヤシャブシについては、「6. 客土種子吹付工における材料別の比較」で検証したところ、土壌改良剤施用による発生本数の増加がみられた。

b) 天端

植生工種は、①客土工+種子散布工、②客土工（無播種）、③苗木植栽工に分類されるので、それぞれについて述べる。

①客土工+種子散布工

昨年は、土壌活性剤施用区（11,12,13工区）では在来草本（ヨモギ）の良好な生育がみられ、試験区全面を覆っていたが、本年もこの状況は継続しており、被覆率、草丈、密度ともに11～13工区で高い値をしめしている。これらの試験区の本木類は草丈の伸長はみられるものの、密度は昨年と同様に小さい値であり、このために本木類の被覆率は5%以下の小さな値となっている。

土壌活性剤の無施用区（8,9,10区）では、昨年は在来草本、本木類共に生育が不良であったが、本年では10工区の本木（特にヤシャブシ）が著しい成長を見せている。この10工区は、昨年は在来草本、本木類共に密度が他の試験区（8,9工区）と比較して著しく高い状態であったが、本年は密度が高い状態のままで（若干の減少はあるが、まだ高い値である。）、本木の草丈が著しく伸長したものである。一方、8,9工区でも10工区と同程度の高さの本木は存在するのであるが、密度が低いために被覆率は小さくなっている。

②客土工（無播種）

草本、本木類共に数種の植物の侵入が見られた。被覆率は本年でも15～30%とまだ低い値であるが、昨年よりは若干増加している。

侵入した本木類は、いずれも先駆的植物と言われているもので、タニウツギ、ヌルデ、ヤマハギ、シラカバ等であった。

③苗木植栽工

<現況>

樹高の推移と枯れ下がりの割合を図-III-29にしめす。

枯れ下がりの割合とは、次の条件に当てはまる苗木を枯れ下がったものと判定し、全植栽本数に対する割合を求めたものである。

1. 樹高は、生きている所までの最高分枝点で測り、その高さが昨年より10cm以上低下したもの。

2. 葉が1枚もついていないもの。

これによると、ナナカマド、イタヤカエデで枯れ下がり及び樹高の低下が目立ち、生

育は不良である。

ブナは、枯れ下がりには小さかったが、葉は、普通林床にあるものと比較して矮小であった。

キャラボクは、比較的樹勢の低下は見られず、昨年の植栽時と同様な形態を保っていた。

また、キャラボクやナナカマドの一部には、雪折れと見られる損傷がみとめられた。

<考察>

苗木植栽工は、土壌改良をせずに地山に植え込んでいるが、この点を考慮しても生育不良が著しい。このような植栽方法では、今回使用した樹種に関しては導入が難しいといえる。また、山腹工で通常行なわれている程度の客土を行なったとしても、当地ではさらに、雪害、低温害、乾燥害、過湿害などへの対策や、地域の立地に適合した樹種野選定や良質の苗木の入手など課題が多いと言える。

倉吉工事(被覆率):法面

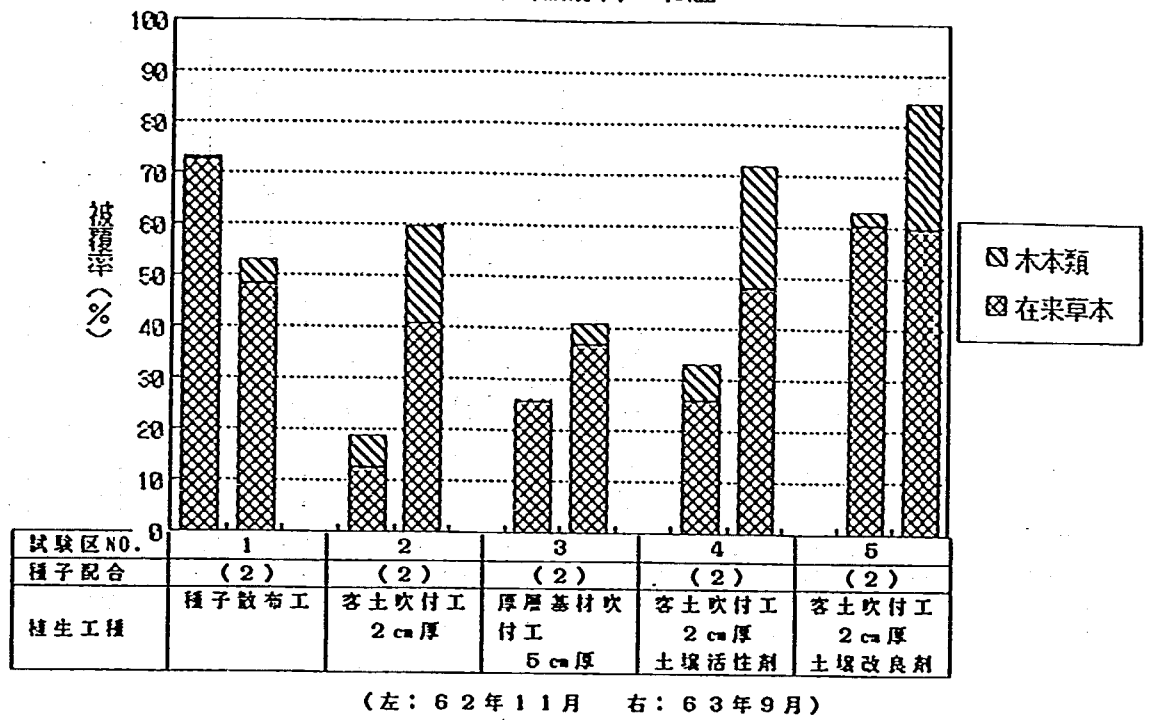


図-III-21

倉吉工事(被覆率):天端

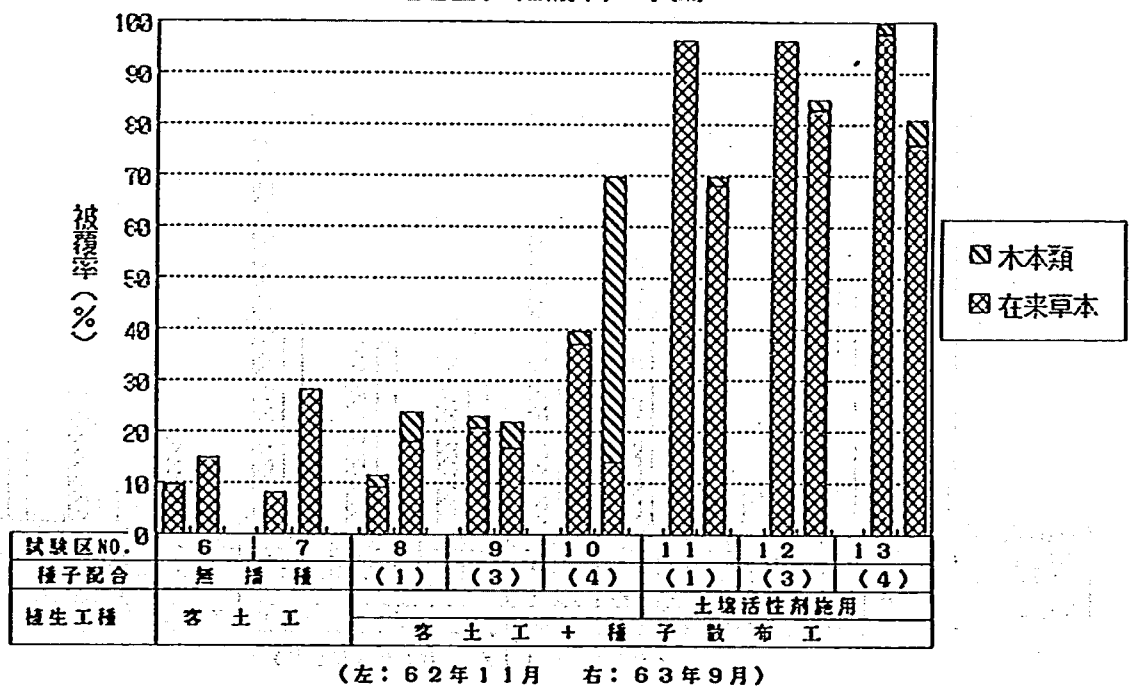
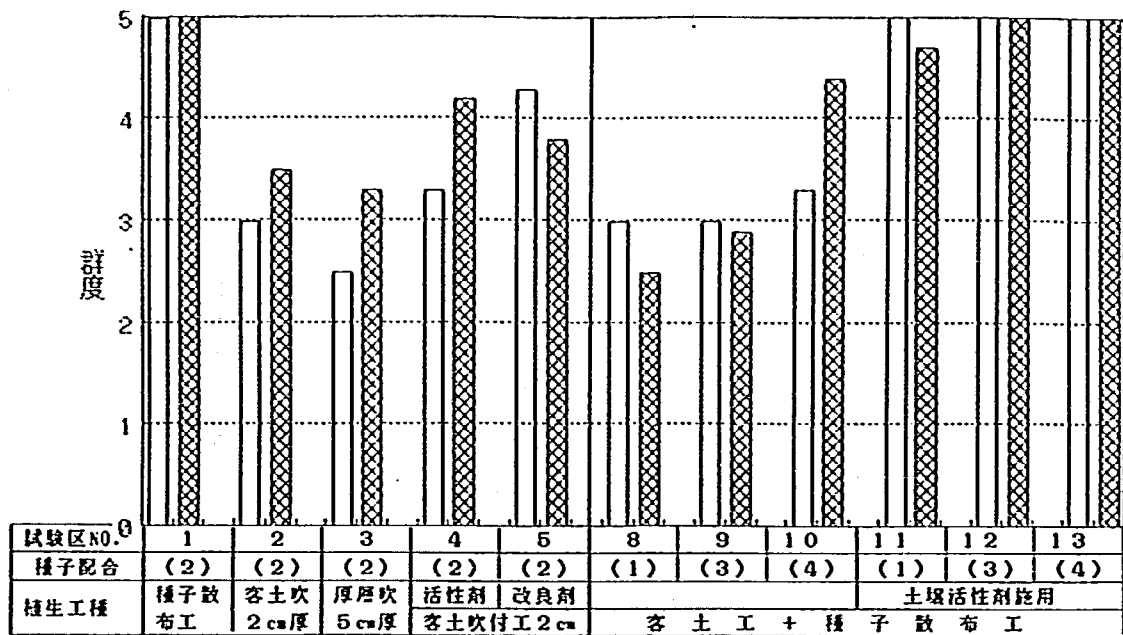


図-III-22

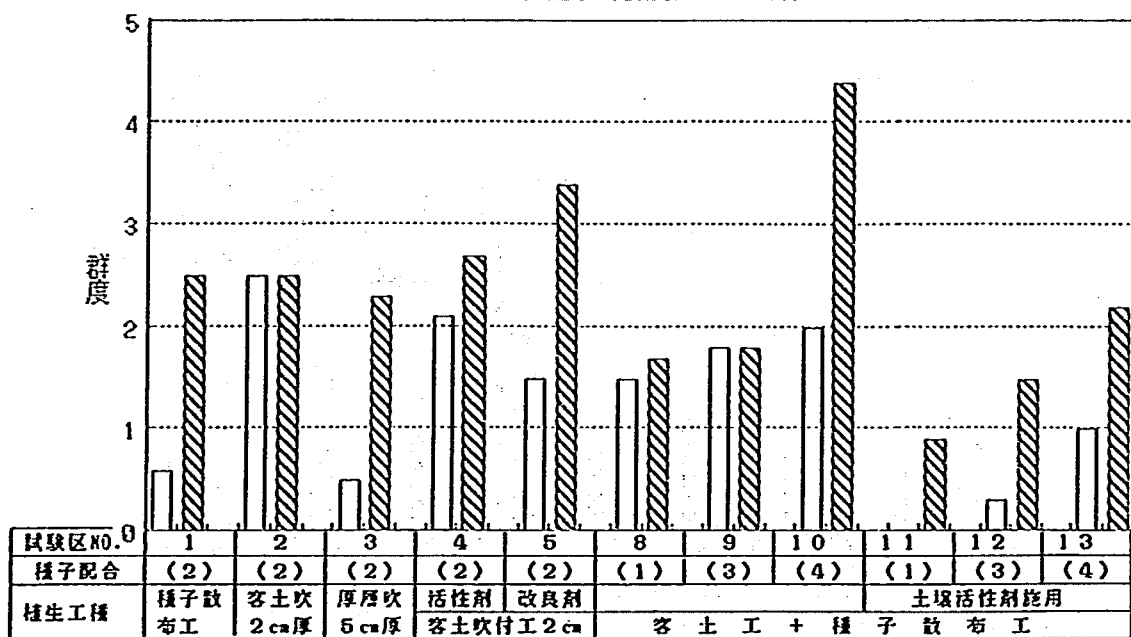
倉吉工事(群度):在来草本



(左: 62年11月 右: 63年9月)

図-III-23

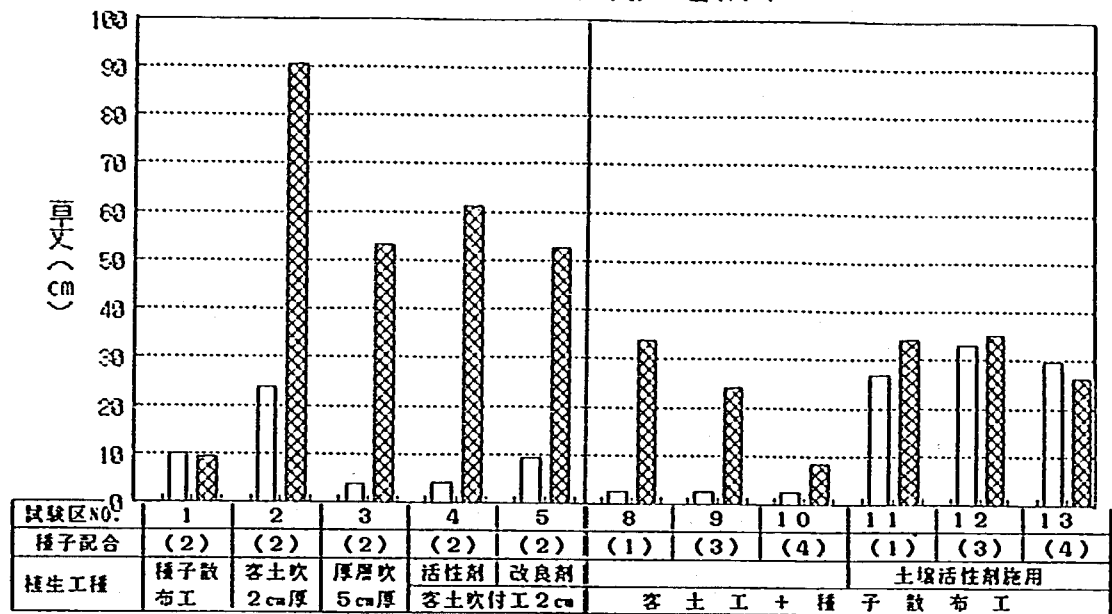
倉吉工事(群度):木本類



(左: 62年11月 右: 63年9月)

図-III-24

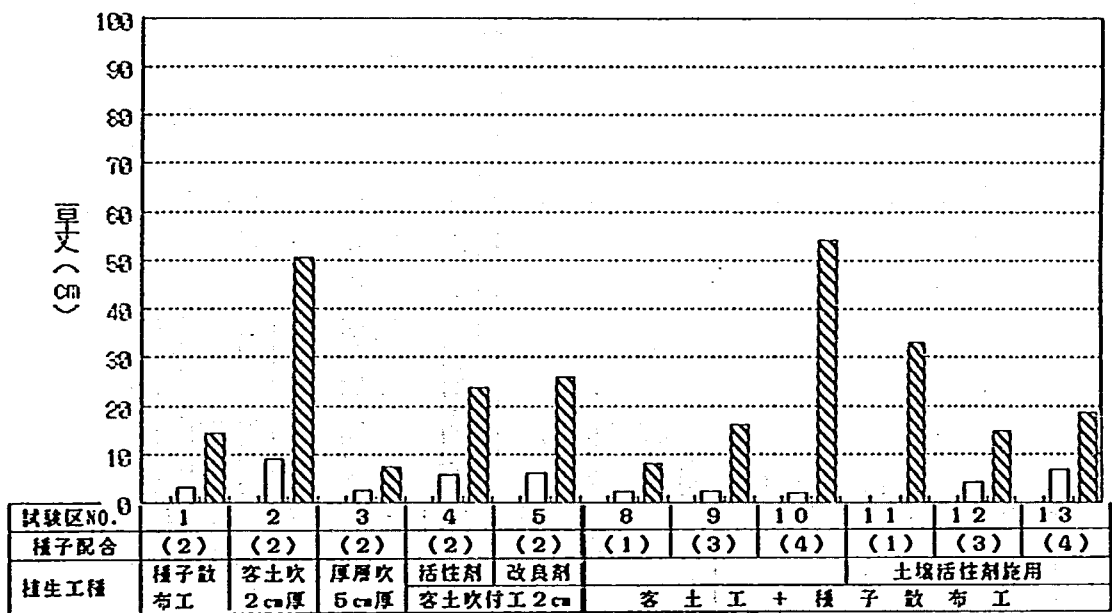
倉吉工事(草丈)：在来草本



(左：62年11月 右：63年9月)

図-III-25

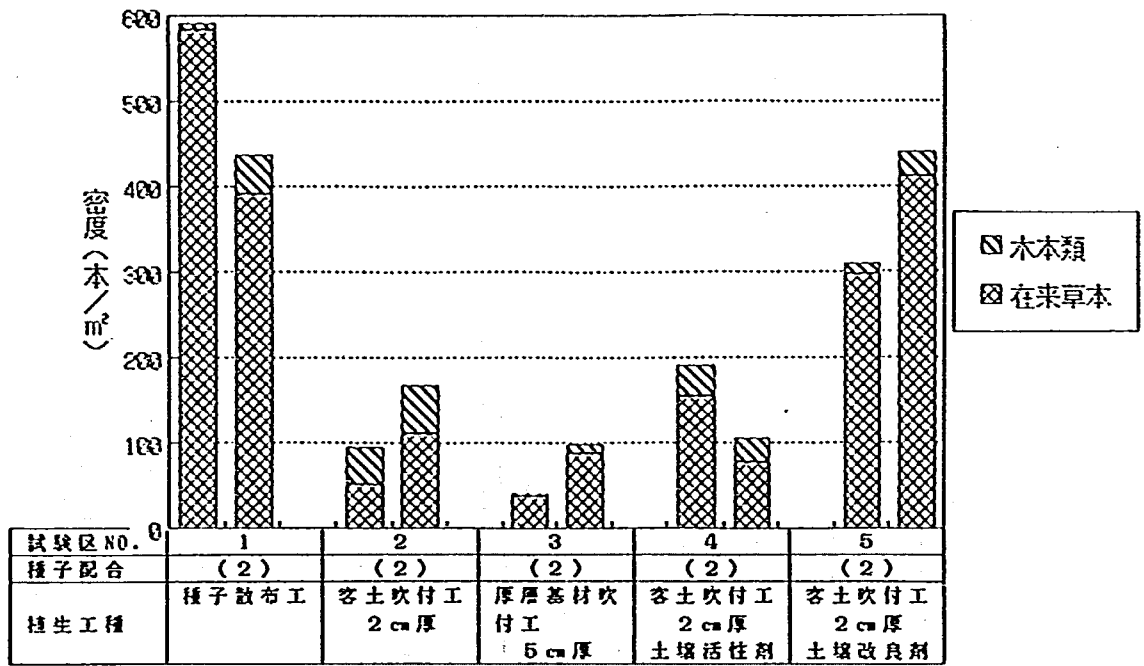
倉吉工事(草丈)：木本類



(左：62年11月 右：63年9月)

図-III-26

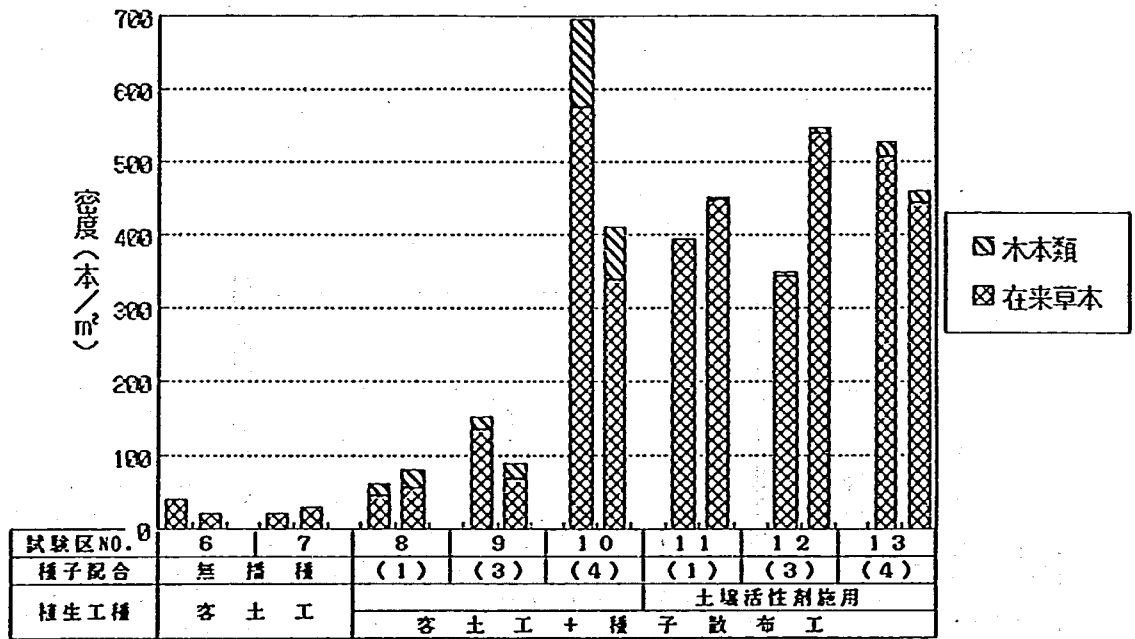
倉吉工事(密度):法面



(左: 62年11月 右: 63年9月)

図-III-27

倉吉工事(密度):天端



(左: 62年11月 右: 63年9月)

図-III-28

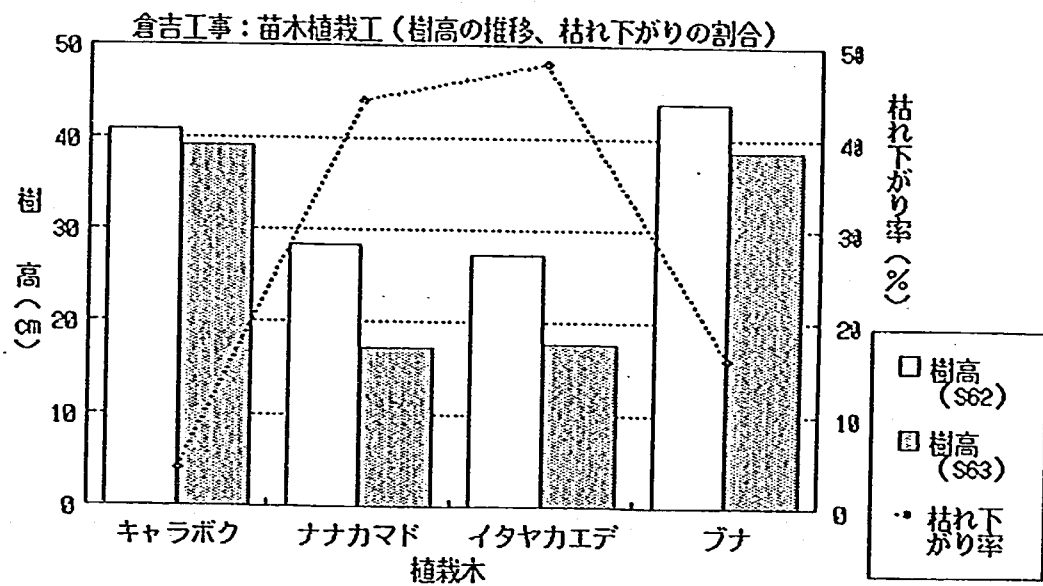


図-Ⅲ-29

4) 宮崎工事

昨年12月と本年9月の植生状況の比較を図-III-30~図-III-39にしめす。

植物の種類毎に推移及び概況を述べる。

a) 外来草本

外来草本の被覆率は全体的に増減は小さいが、9、10工区（客土種子吹付工1cm厚、9種、9種外来草本1/2配合）では在来草本の被覆率の増大に反比例して減少している。

草丈は、全体的には大幅な伸長を見せているが、4、5工区（種子散布工、9種、9種外来草本1/2配合）では増加は小さく、5工区では減少している。4、5工区では被覆率も小さくなっており、生育がやや不良となっている。

b) 在来草本

在来草本の被覆率は、客土種子吹付工（1~2cm厚）での増大が著しく、他の工区は昨年との差異は小さかった。

草丈は、全ての工区で伸長しているが、種子散布工のうち、4、5工区では伸長は小さく、これは同工区での外来草本の生育不良と対応している。

密度は、全ての工区で減少している。

c) 木本類

6種配合ではヤマハギのみ、9種と9種外来草本1/2配合ではヤマハギ、イタチハギ、ヤシャブシを使用しており、種子配合によって植生状況に差異が見られる。

6種配合では、ヤマハギの密度は小さく（0~7本/㎡）、被覆率においても小さな値で推移している。しかし、草丈の伸長はいずれの工区においても見られ、ヤマハギの個体は順調な生育をしめしている。但し、厚層基材吹付工（12工区）では、本年でも昨年と同様に、ヤマハギの生育は見られなかった。

9種及び9種外来草本1/2配合では、イタチハギの成立が多いために、密度は6種配合に比較して大きくなっている。イタチハギは草丈も順調な生育を見せているため、これらの種子配合では木本類の被覆率は増大している。

d) まとめ

当施工地は、昨年の施工時期が6月と早かったため、昨年12月の調査時点ですでに植生被覆は良好であり、全体の被覆率では、本年にかけて大きな変化はなかった。

しかし、昨年は外来草本主体の植生であったのに対し、本年は、在来草本や木本類の成長が見られ、特に客土種子吹付工（1~2cm厚）では、外来草本、在来草本、木本類

が混生した良好な植生状況となっている。木本類の生育は9種及び9種外来草本1/2の種子配合で良好となっている。

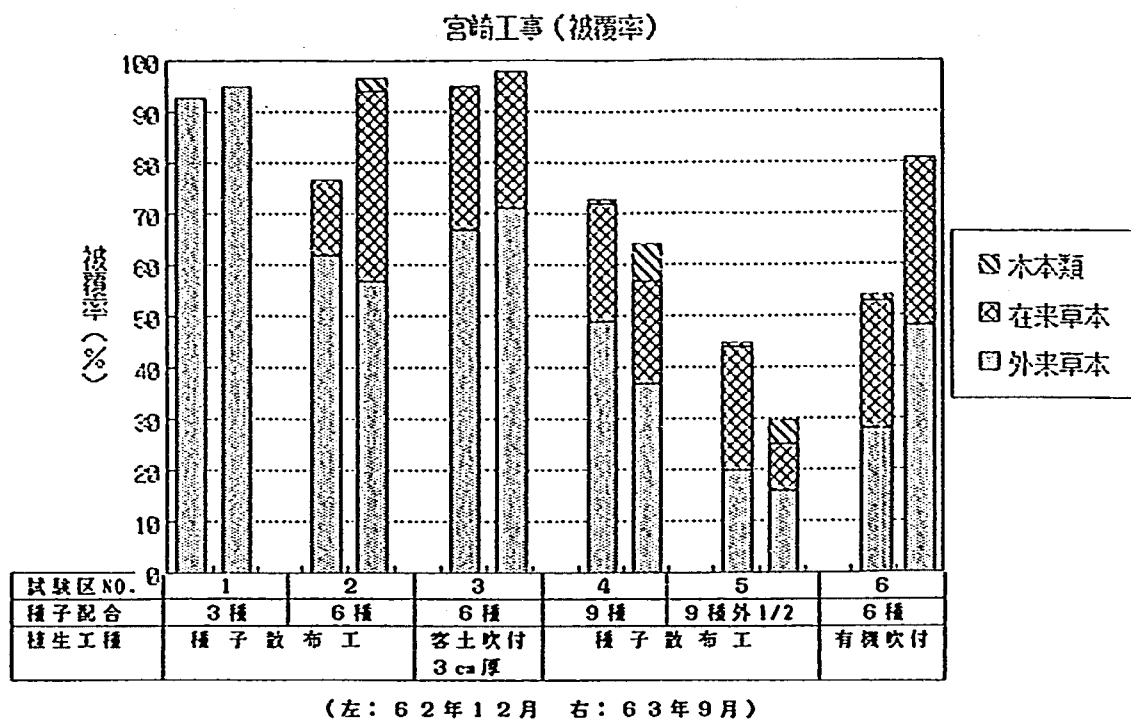


図-III-30

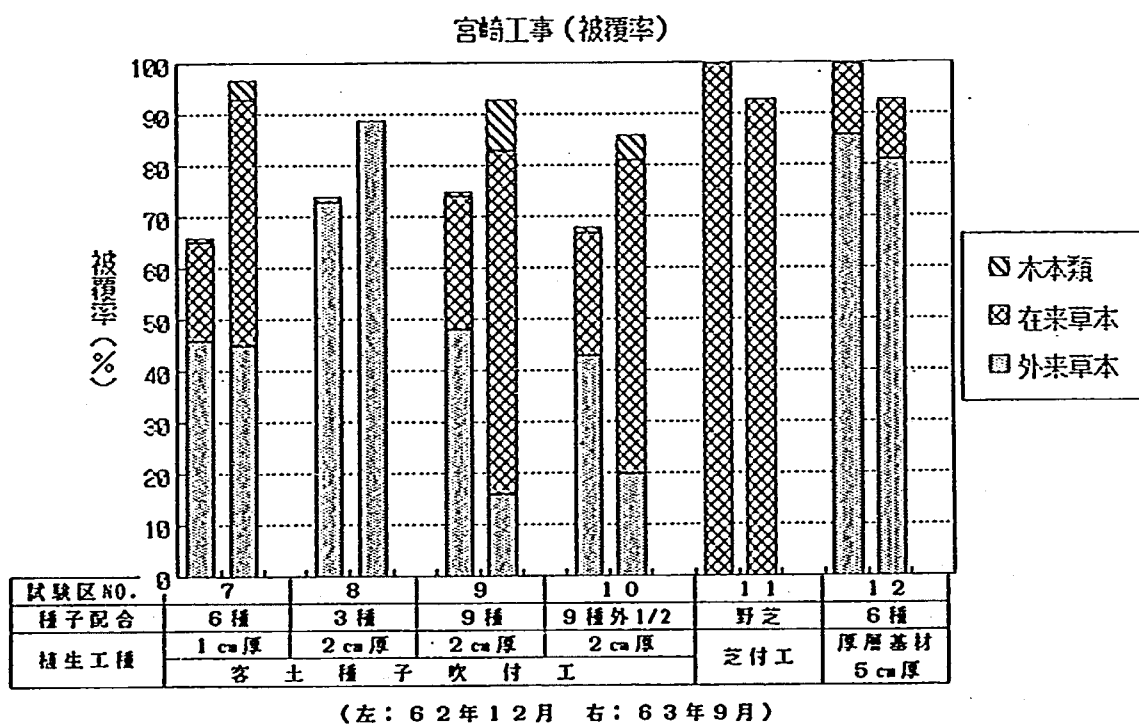


図-III-31

宮崎工事（群度）：外来草本

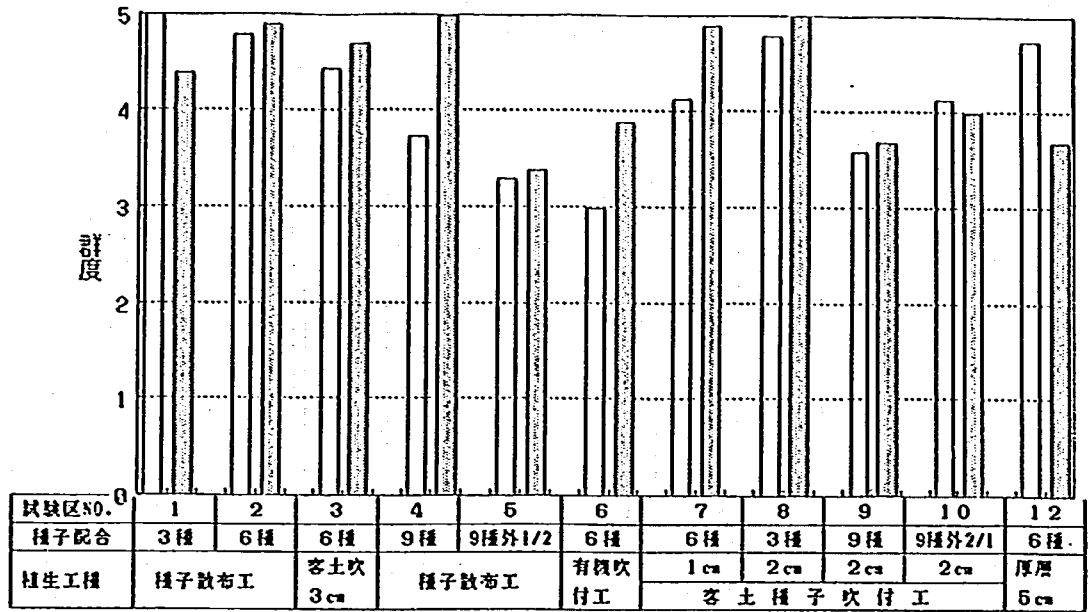


図-III-32 (左：62年12月 右：63年9月)

宮崎工事（群度）：在来草本

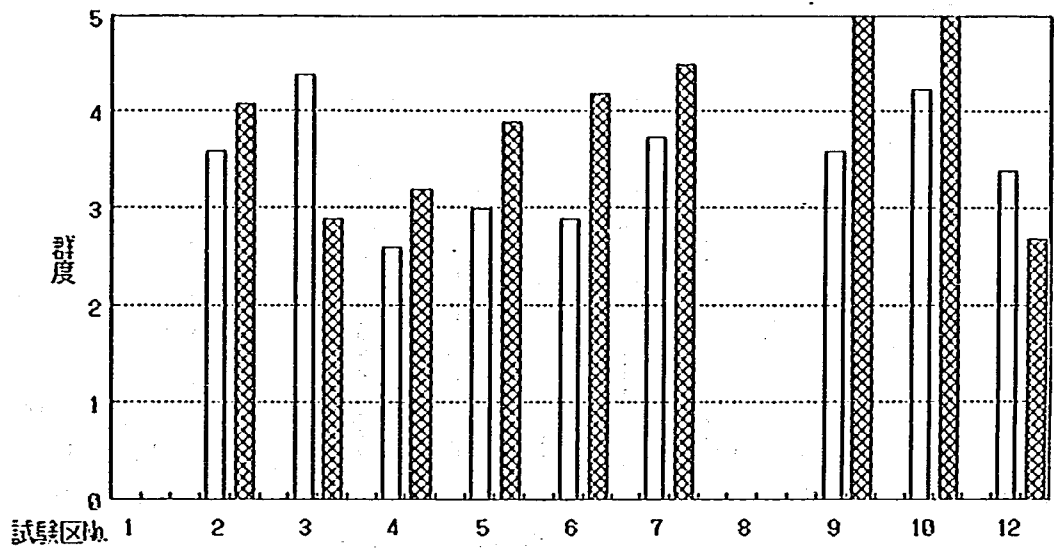


図-III-33

宮崎工事（群度）：木本類

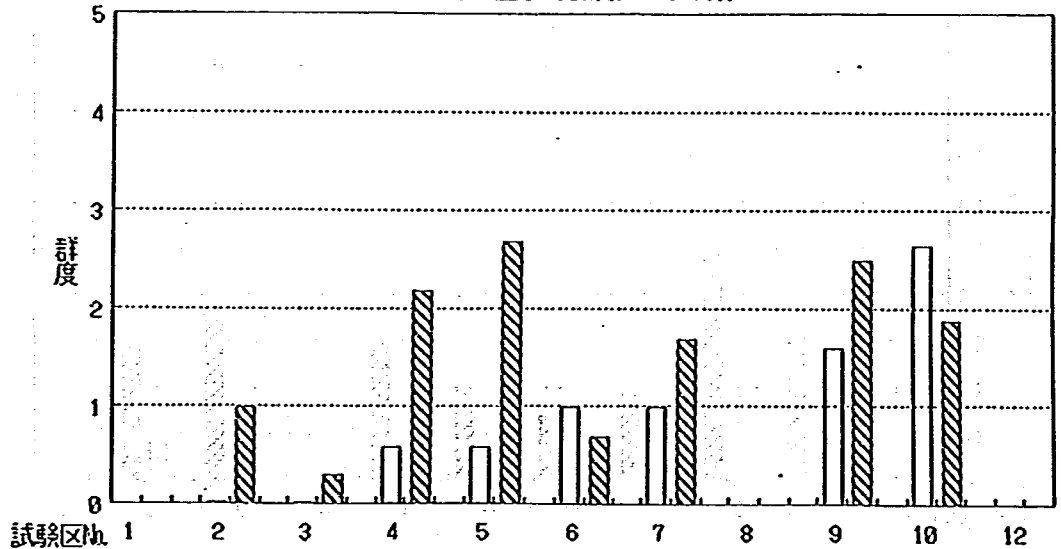


図-III-34

宮崎工事(草丈): 外来草本

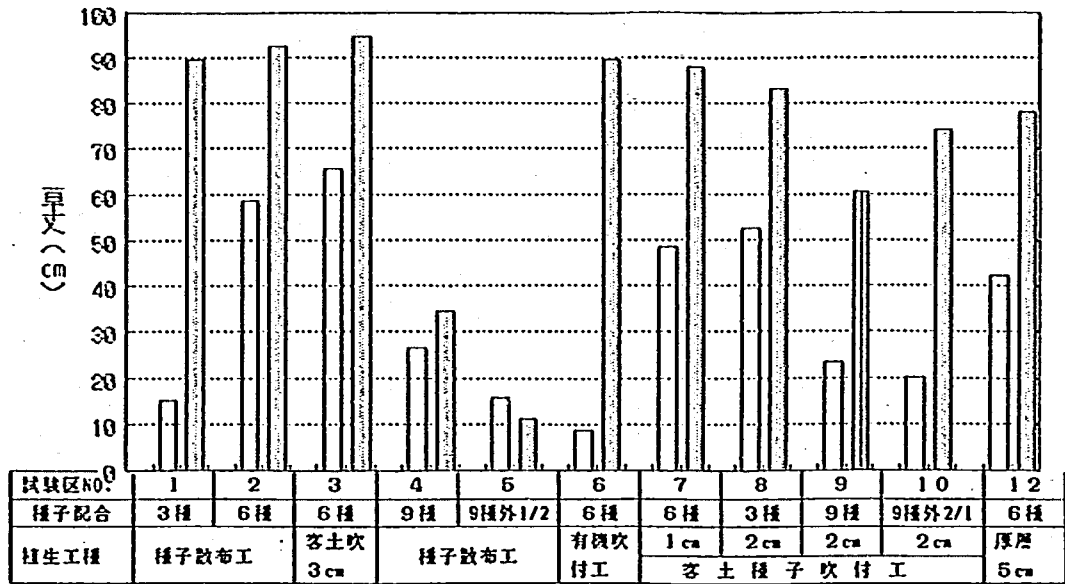


図-III-35 (左: 62年12月 右: 63年9月)

宮崎工事(草丈): 在来草本

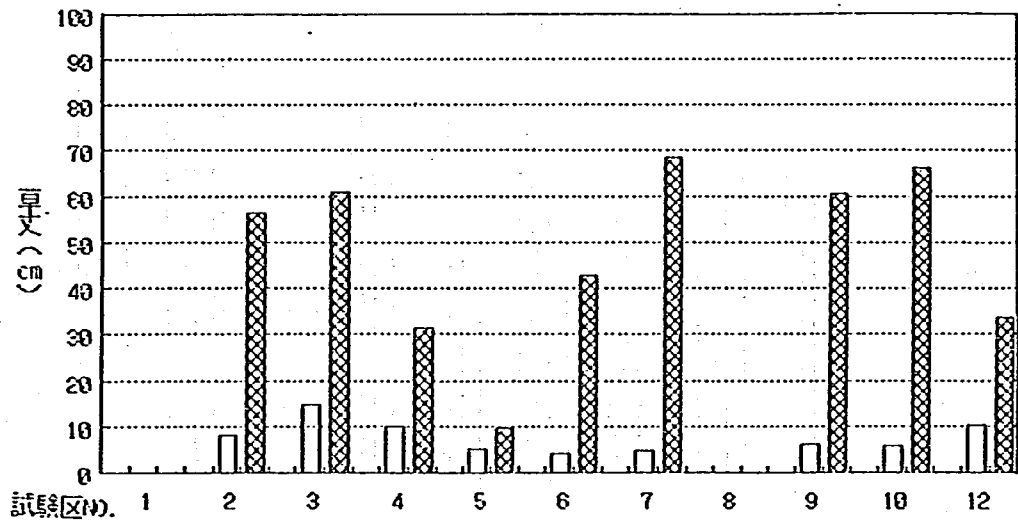


図-III-36

宮崎工事(草丈): 木本類

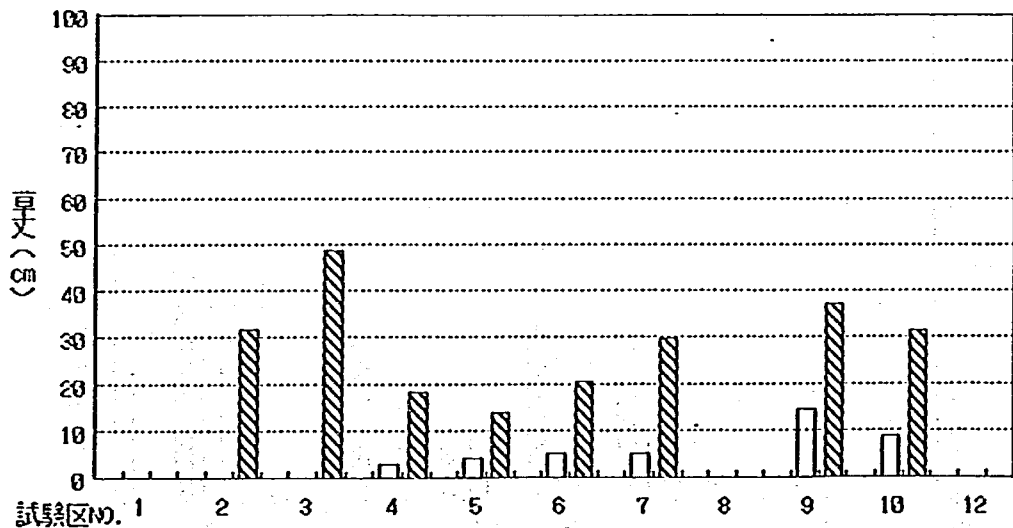
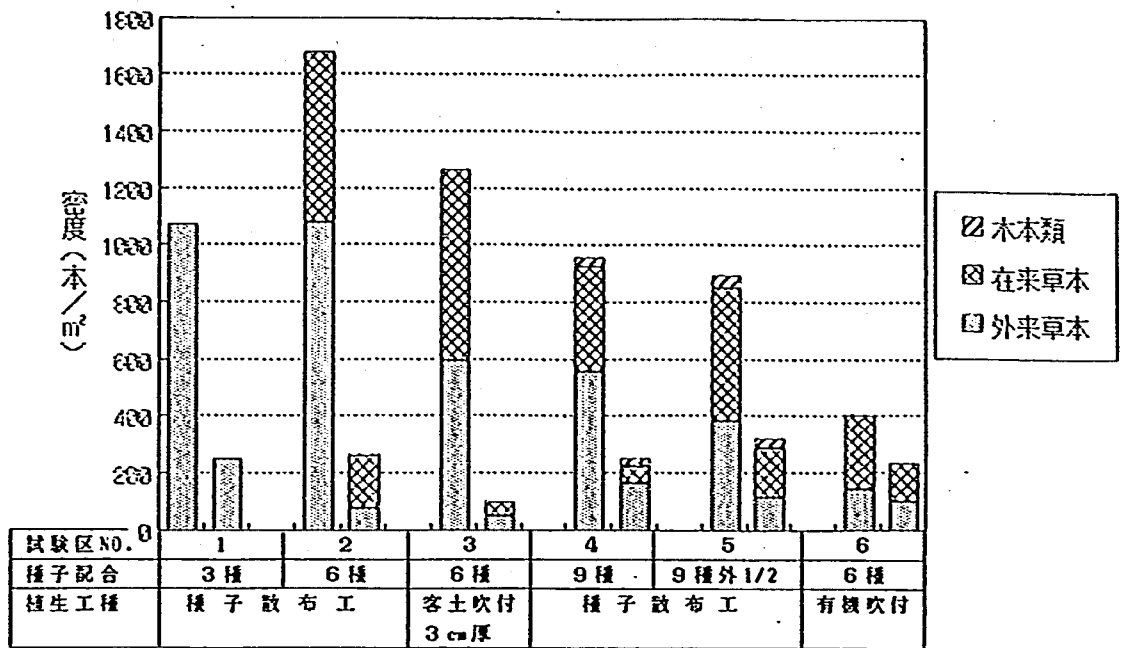


図-III-37

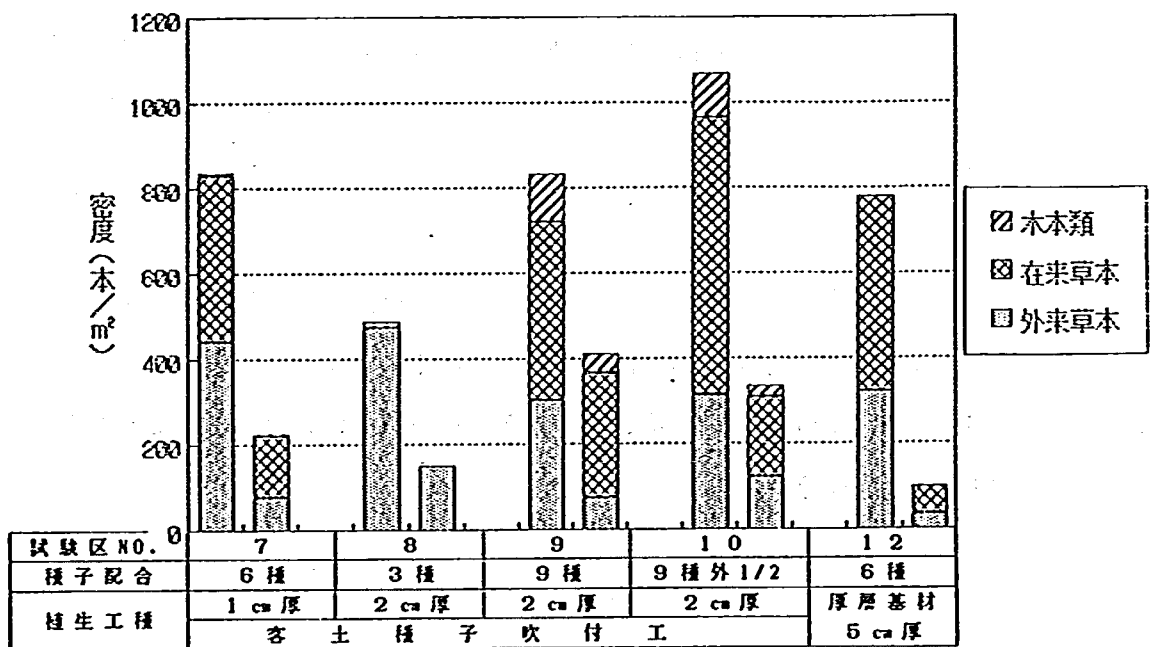
宮崎工事(密度)



(左: 62年12月 右: 63年9月)

図-III-38

宮崎工事(密度)



(左: 62年12月 右: 63年9月)

図-III-39

5) 吉野川工事

植生の推移を図-III-40～図-III-43にしめす。また、草種毎の本年の植生状況を図-III-44～図-III-47にしめす。

当施工地は、右岸（コドラートNO.1～5）が北向き、左岸（コドラートNO.6～10）が南向きの法面となっており、法面の向きによって、植生に次のような相違がみとめられた。

a) 北向き法面（右岸）

- ・ホワイトクローバーの生育が良好であり、ほぼ全面を覆っている。昨年は斑点状に成立していたのであるが、本年はそれがほふく茎により全面に拡がったものと考えられる。

- ・被覆率は、いずれのコドラートでも90%以上と高くなっている。

b) 南向き法面（左岸）

- ・ホワイトクローバーは一部（NO.7コドラート付近）に生育が見られるだけで、他のコドラートでは生育が全く見られず、クリーピングレッドフェスクが多く生育している。

- ・全体の被覆率も北向き斜面に比較して低くなっている。

法面の向きによる植生の相違は、主に水分条件の相違によるものと考えられる。すなわち、やや湿った環境を好むホワイトクローバーは北向き法面で優占し、耐干性の高いクリーピングレッドフェスクは乾燥傾向にある南向き法面に多く生育しているものと考えられる。

昨年からの植生の推移図を見ると、被覆率、草丈は若干の増加傾向を見せているが、密度は大幅に減少している。密度の減少は、主にクリーピングレッドフェスクの密度の減少によるものである。（尚、ホワイトクローバーは、ほふく茎であるため、密度は計測していない。）

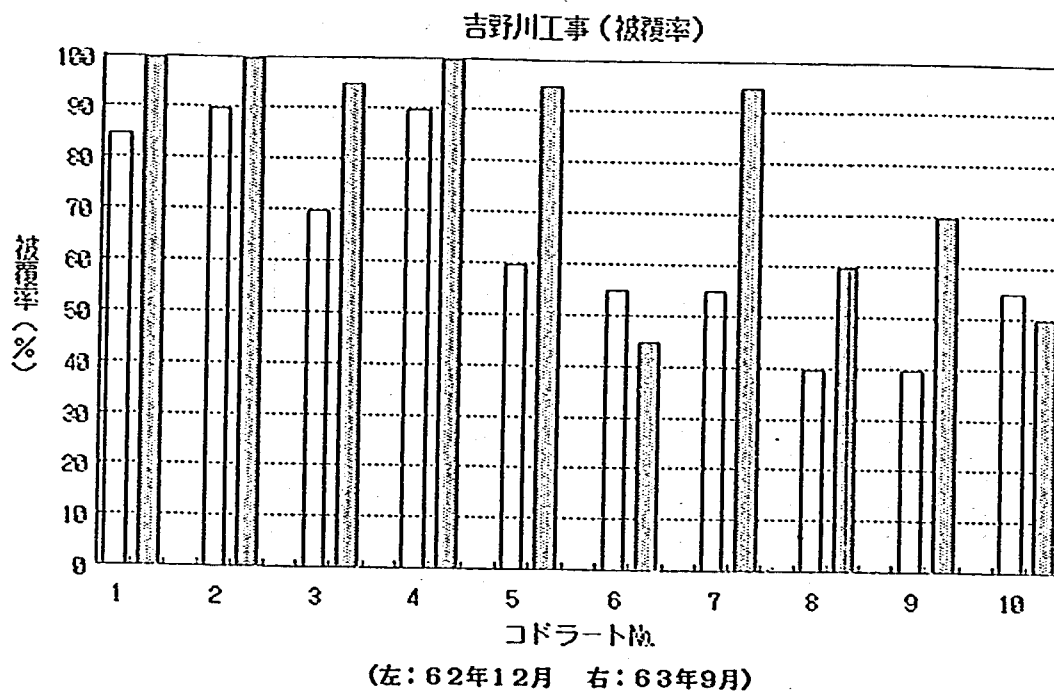


図-III-40

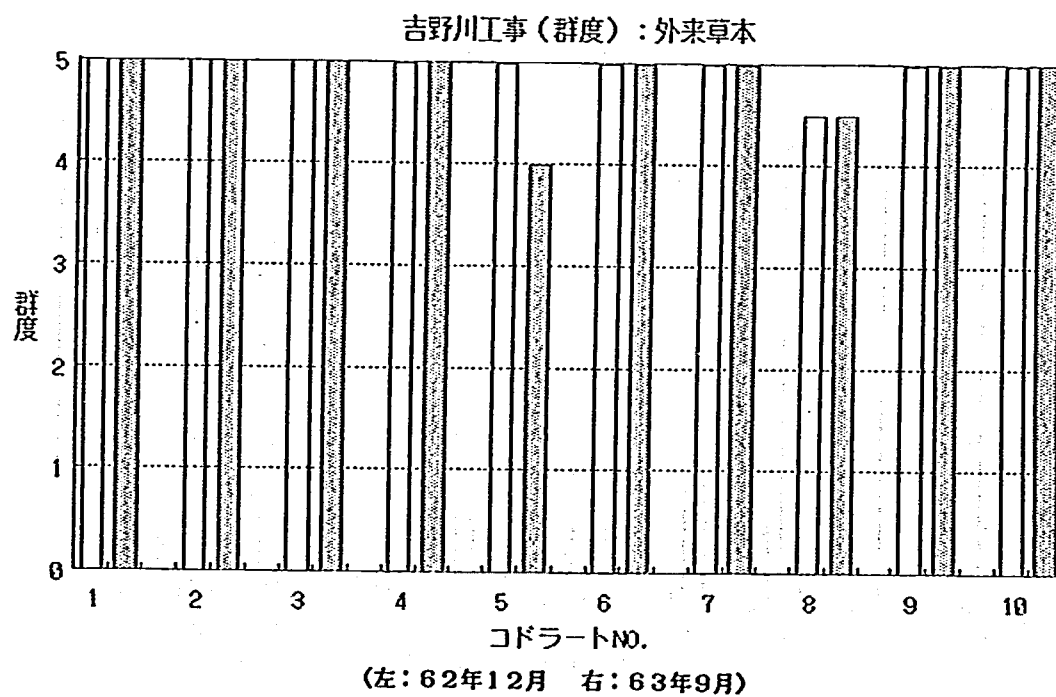


図-III-41

吉野川工事(草丈): 外来草本

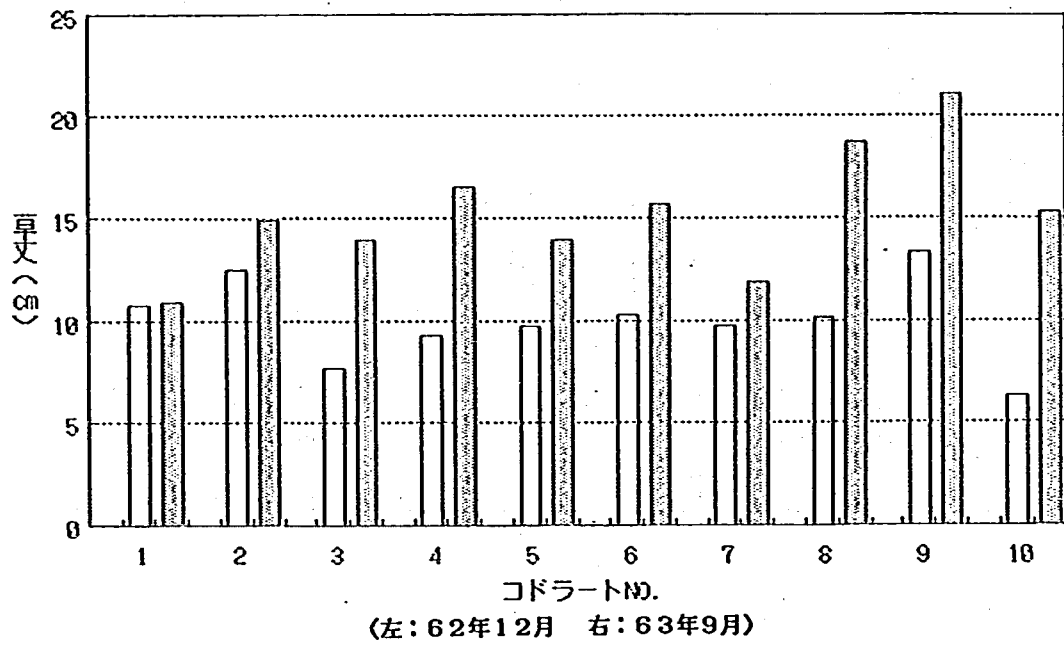


図-III-42

吉野川工事(密度)

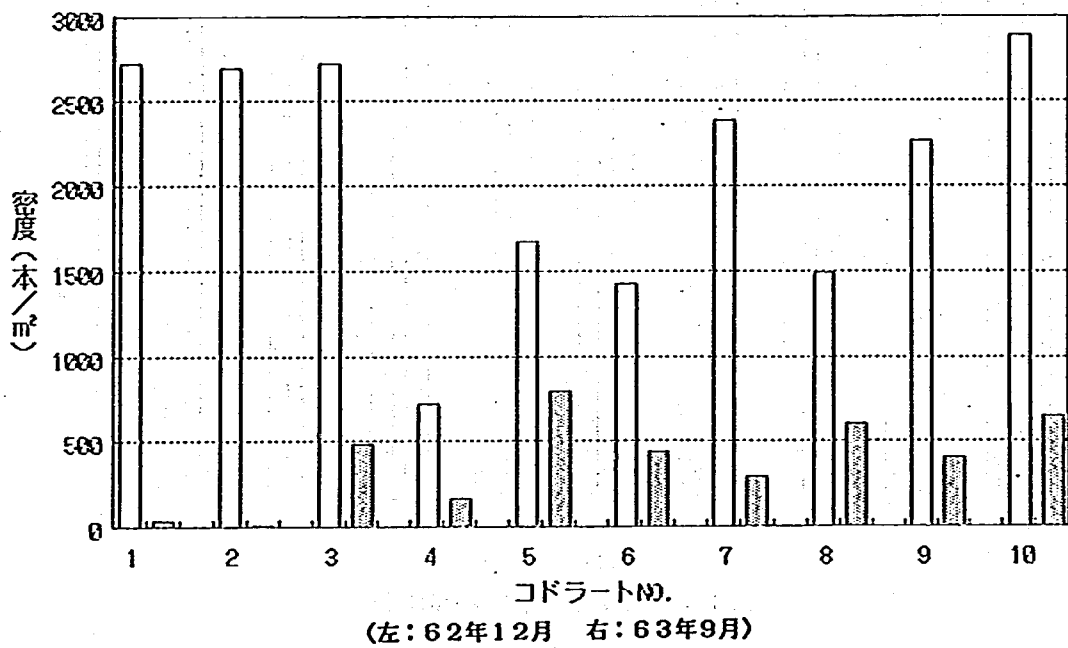


図-III-43

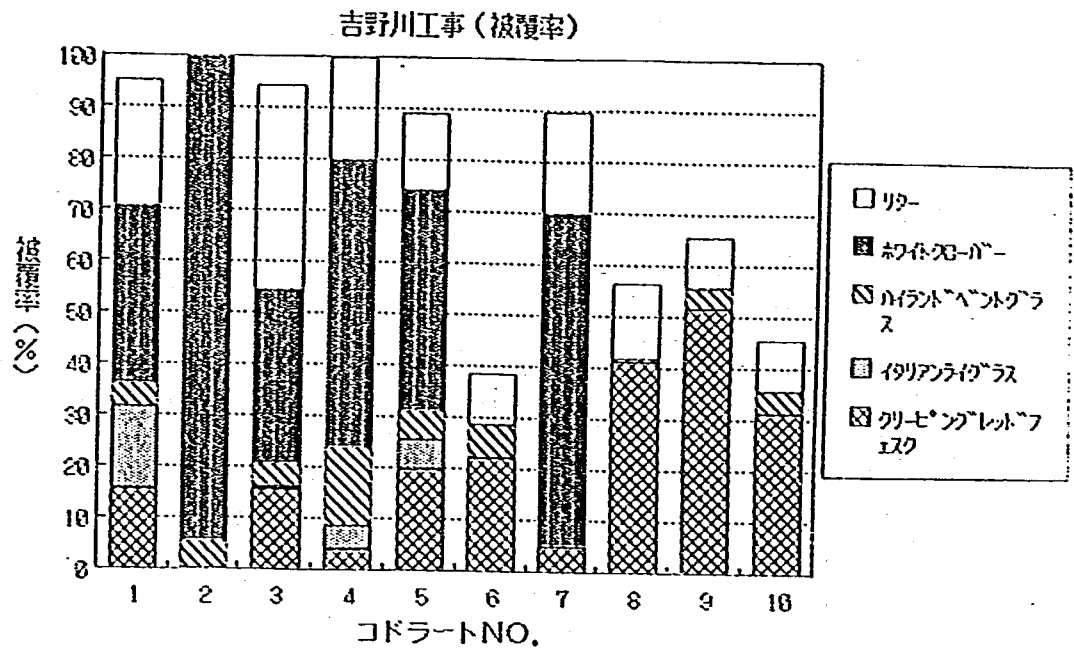


図-III-44

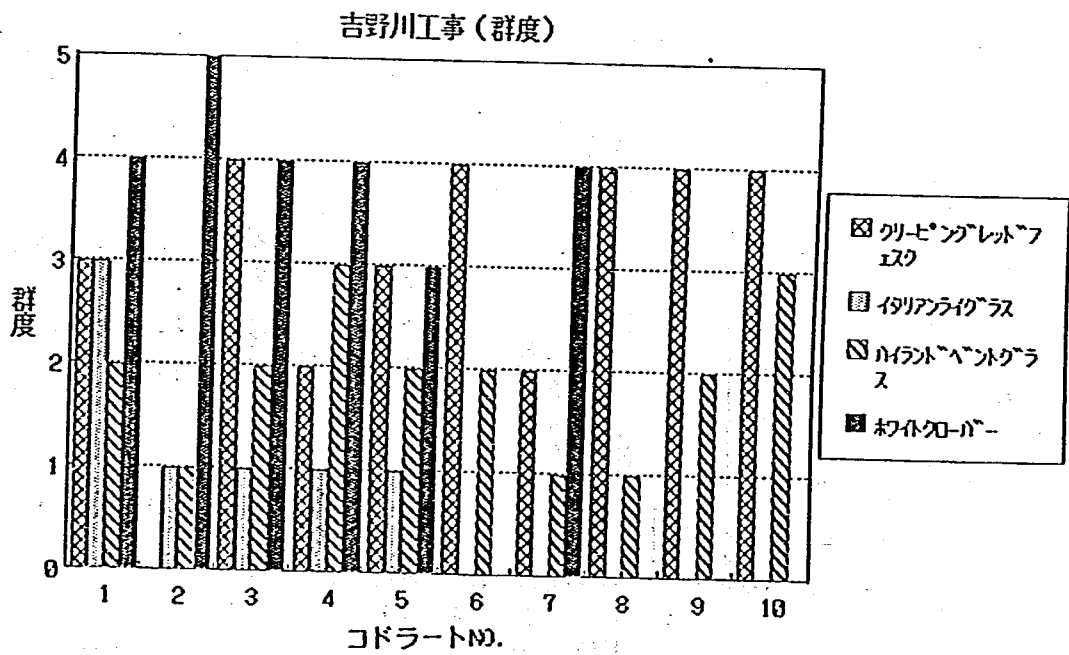


図-III-45

吉野川工事（草丈）

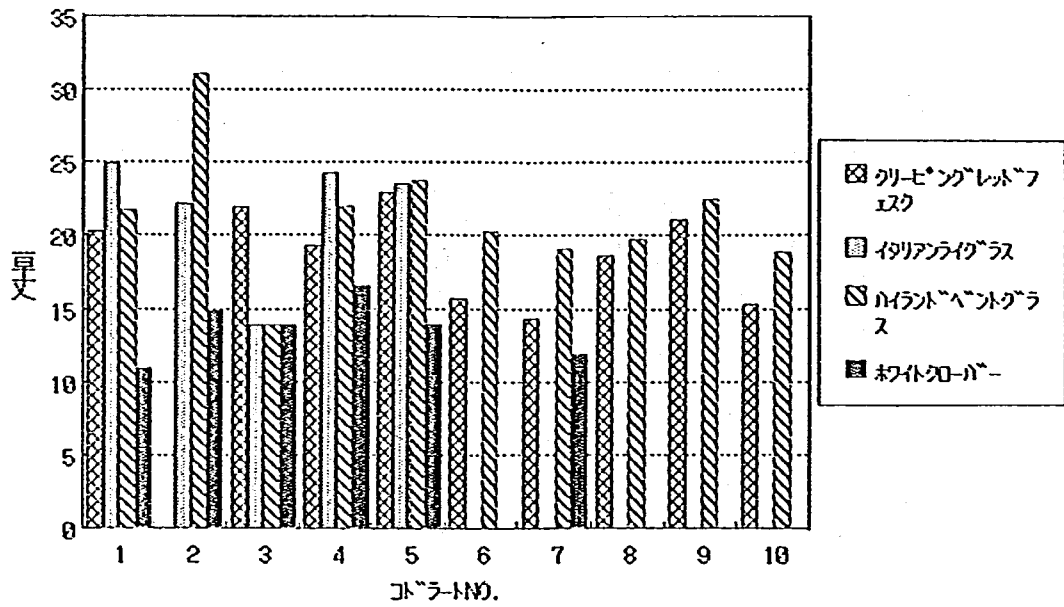


図-III-46

吉野川工事（密度）

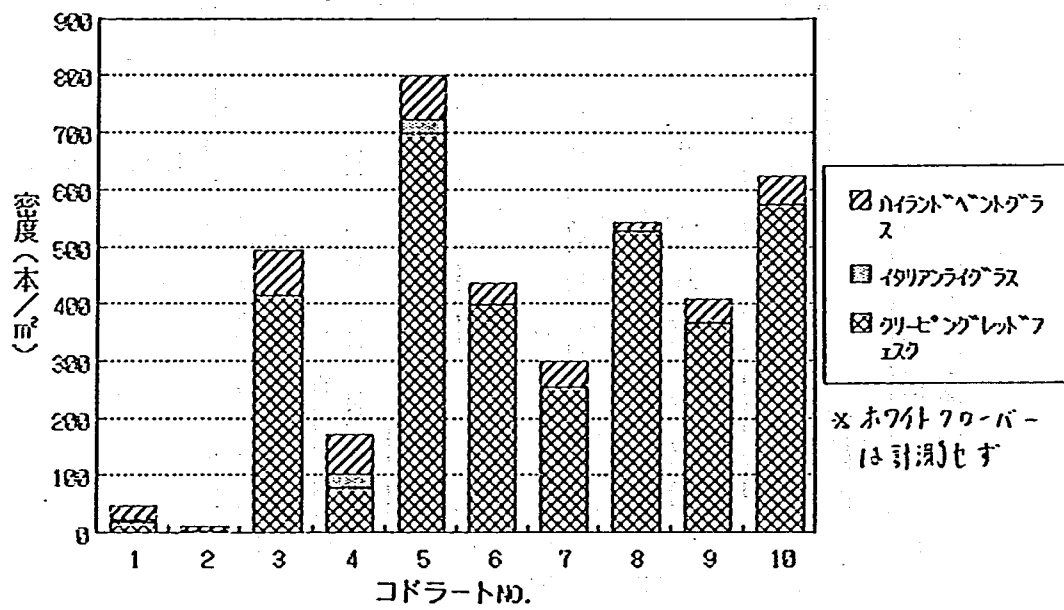


図-III-47

6) 総括

各地区では、施工時期が異なるために、地区毎に植生推移の状況に差が見られたが、この差は特に外来草本に顕著に現われている。また、外来草本、在来草本、木本類のそれぞれについても生育に特徴がみとめられた。

地区別、草種別に見られた生育の差異を次にまとめておく。

a) 外来草本

新庄、宮崎、吉野川では、外来草本は草丈では若干の伸長を見せたものの、被覆率ではほとんど差がなく、前回調査時点ですでに植生被覆が完成していたと言える。これに対し、渡良瀬川では、草丈、被覆率ともに本年調査での増大が著しかった。これは、新庄、宮崎、吉野川では施工日から前回調査日までが春から夏の生育適期であり、渡良瀬川では秋施工であったための差異であると考えられる。すなわち、外来草本は生育適期であれば旺盛な生育をしめして早期に植生被覆を完成させる草種であると言える。

また、外来草本は、各地区ともに厚層基材吹付工において特に旺盛な生育をしめし、本年では、厚層基材吹付工の工区は外来草本が密生した単一な植生形態となっていた。これは、厚層基材吹付工の基盤は肥料養分が豊富であるために、成長の早い外来草本が他の植物に先がけて早期に密閉した植生を形成したものと考えられる。

b) 在来草本

在来草本の草丈は、各地区ともに大幅な伸長をしめし、個体の成長が顕著であった。これは、在来草本は外来草本に比較して成長が遅いものであるために、前回の調査時点ではまだ十分に生育していなかったためと考えられる。

在来草本の被覆率は、外来草本の被覆率に大きく左右されており、外来草本の密生した工区では、被圧により減少が見られた。

c) 木本類

木本類の植生の推移は在来草本と同様な傾向をしめし、各地区共に草丈の大幅な伸長が見られた。しかし、草本類に比較すると草丈はまだ小さく、木本類は初期成長が最も遅いと言える。木本類の成長は、植物によっても差が認められ、マメ科の植物であるイタチハギ、ヤマハギは、カバノキ科のヤマハンノキ、ヤシャブシに比較して、成長が早い傾向にあった。

2. 浸食の状況

設置コドラートでの浸食調査を浸食階級表（表-I-33）に従って行なった結果を施工地毎に表-III-2～表-III-6に示す。

表-III-2 新庄工事

植 生 工 種	浸食階級別コドラート数						地 山 の 地 質
	I	II	III	IV	V	計	
種子散布工		2	10			12	礫混り土、切土
客土種子吹付工（1cm厚）				12		12	礫混り土、軟岩切土
客土種子吹付工（2cm厚）	7	1				8	軟岩、切土
厚層基材吹付工（3cm厚）	12					12	軟岩、切土

表-III-3 渡良瀬川工事

植 生 工 種	浸食階級別コドラート数						地 山 の 地 質
	I	II	III	IV	V	計	
種子散布工				7		7	礫混り土、盛土
客土種子吹付工（1～2cm厚）		6	6	2		14	〃 〃
客土種子吹付工（3～5cm厚）	7	5				12	〃 〃
厚層基材吹付工（3～10cm厚）	15					15	〃 〃

表-III-4 倉吉工事（法面）

植 生 工 種	浸食階級別コドラート数						地 山 の 地 質
	I	II	III	IV	V	計	
種子散布工			1	2		3	礫混り土（崩積土砂）
客土種子吹付工（2cm厚）	2	2	1	1		6	〃 〃
厚層基材吹付工（5cm厚）	1					1	〃 〃

表-III-5 宮崎工事

植 生 工 種	浸食階級別コドラート数						地 山 の 地 質
	I	II	III	IV	V	計	
種子散布工		6	5	1		12	粘性土、切土
客土種子吹付工（1～3cm厚）	13	2				15	〃 〃
厚層基材吹付工（5cm厚）	2	1				3	〃 〃

表-III-6 吉野川工事

植 生 工 種	浸食階級別コドラート数						地 山 の 地 質
	I	II	III	IV	V	計	
わらむしろ張工		1	7	2		10	礫混り土、盛土

表-I-33 にしめす浸食の階級表では、種子散布工においては主に地山の状況、客土種子吹付工及び厚層基材吹付工では、主に吹付基材の状況により浸食の程度を判定しようとするものである。何れの工種においても、階級Ⅰ～Ⅲでは法面保護上の問題が少ない状況であり、階級Ⅳでは表面浸食がやや進んだ状況、階級Ⅴでは法面保護の目的が達せられておらず、法面を放置しておくとも問題が発生する可能性のある状況である。

次に、植生工種毎に浸食の状況を述べる。

1) 種子散布工

各施工地共に、吹付基材（主にファイバー類）は失われた状況であった。また、地山の浸食の程度は、施工地によりやや異なるが、これは、主に地山の状況による差異であると考えられる。

新庄、宮崎では浸食階級がⅡ～Ⅲであり、渡良瀬川、倉吉の階級Ⅲ～Ⅳに比較して浸食が小さくなっている。これは、新庄、宮崎の法面は固く締まった堆積土であるために浸食が小さく、渡良瀬川、倉吉では礫混り土が緩く堆積したものであるため（渡良瀬川は盛土）浸食はやや大きくなっているものと考えられる。

種子散布工の試験区では、各地区共に植生被覆の小さい状態（新庄工事は無植生）で越

冬したのであるが、何れの施工地においても地山の著しい浸食は認められなかった。一般に裸地法面を冬期間放置するとリル、ガリーエロージョンが各所に発生することが多いことに比較すると、各施工地共に浸食は軽微であると言える。これは、各施工地共に、金網張工（宮崎工事の1工区だけは樹脂ネット張工）を施工している結果、土砂の移動が抑えられているためであると考えられる。また、凍上によるアンカーピンや金網の浮き上がりは何れの施工地においてもみとめられなかった。

2) 客土種子吹付工

吹付基材の浸食程度により浸食階級を定めているため、基材の耐浸食性の差異が大きく現われている。

特に浸食が著しかったのは新庄工事の客土種子吹付工（1cm厚）であり、基材は殆ど失われた状態であった。新庄工事では無植生で越冬したために、春先の融雪水のために他の施工地に比較して特に浸食が進行したものと考えられる。しかし、隣接した工区である客土種子吹付工（2cm厚）では基材の流出は殆どなかったことから、客土種子吹付工（1cm厚）に使用した基材である砂質土は、本来浸食を受け易い基材である可能性が大きい。

一方、倉吉工事では、客土種子吹付工に砂質土を使用しているが、ここでは浸食は小さくなっている。これは、養生剤として散布したアスファルト乳剤の効果が現われているためと考えられ、施工後約1年を経過した時点でも、面積にして50%以上のアスファルト乳剤の残存がみられた。

宮崎工事と新庄工事の客土種子吹付工（2cm厚）では、客土基材に有機質を使用しているが、浸食の階級は両者共にⅠが殆どであり、有機質は耐浸食性に優れた基材であると言える。

渡良瀬川工事では客土基材に黒ボクを使用し、アスファルト乳剤の散布は行っていない。1～2cm厚では3～5cm厚と比較してやや基材の流出が目立つ状況であったが、殆どのコドラートは浸食階級Ⅱ～Ⅲであり、問題となるような浸食はみられなかった。黒ボクは耐浸食性においては、砂質土（アスファルト乳剤を散布しなかった場合）と有機質の中間的な性質を有するものと考えられる。これは、黒ボクは有機質を多量に含んだ土壌であるためと考えられる。

3) 厚層基材吹付工

各施工地共に浸食階級は殆どがⅠであり、表面浸食も殆どみられない状態であった。昨年は植生被覆の小さかった渡良瀬川工事、倉吉工事、及び無植生で越冬した新庄工事でも同様である。また、吹付厚さ（3～10cm）による浸食の差異もみとめられない。よって、厚層基材吹付工は植生被覆の大小や施工時期等にかかわらず、耐浸食性の高い工法とすることができる。

4) わらむしろ張工（吉野川工事）

わらむしろ張工は植生被覆が完成するまでの施工当初の浸食防止効果を期待するものである。本年の調査では浸食は全体的に軽微であり、一部に軽度なリルエロージョンがみられた程度であった。また、法面の方位による浸食の差異もみられなかった。

このように、わらむしろ張工では施工当初における浸食防止効果は確かめられた。しかし、本年では腐朽によりわらむしろの残存は少なくなっており、わらむしろ張工は2年目以降の法面の被覆が期待できるものではないと考えられる。

5) 総括

- ・種子散布工では吹付基材はほとんど失われており、無植生で越冬した場合は、翌年の十分な植生被覆は期待できない。
- ・しかし、昨年の植生被覆の大小に関わらず地山の浸食は小さかった。これは、金網張工の浸食抑制効果によるものと考えられる。
- ・客土種子吹付工の耐浸食性は基材の種類によって異なり、耐浸食性は、有機質＞黒ボク＞砂質土の順となっている。しかし、砂質土であってもアスファルト乳剤を散布した倉吉工事では浸食が小さくなっており、砂質土を使用する場合は施工時期や養生の方法に注意する必要があると言える。
- ・厚層基材吹付工は全施工地で最も高い耐浸食性をしめし、施工時期や地山の状況に左右されず安定した性質を有している。
- ・わらむしろ張工は施工当初の浸食防止効果は確かめられた。しかし、施工1年後には腐朽により被覆効果は失われているため、植生被覆が不完全な場合の浸食防止効果は期待できない。

3. 種子配合別の比較

種子配合の比較は、同一の工種で行なうことが前提であり、それを考慮して試験区が設定されている。種子配合の設定に当たっては次の3点を考慮して行なっている。

①草本の播種量を変えて木本への被圧の程度をみる。

②ある種の植物（木本類）の導入を試みる。

③従来の種子配合（外来草本）を想定した対象区を設ける。

ここでは、主に①に関し、草本の播種量と植生状況との関係について検証する。そのうちの木本の生育との関係についてはここでは検証せず、本章第9項「草本被覆と木本の生育との関係」のところで行なうものとする。

尚、草本の播種量の相違による植生状況の差異を検証する調査項目は、主に草本被覆率（%）としたが、それは次の理由による。

①外来草本が成長し、分蘖（ぶんけつ）が進んだことにより、密度の測定精度が悪くなり、また、外来草本の成長の大きい区ほど極端な密度の減少があったこと。

②木本への被圧の程度は草本被覆率の大小との関係が大きいと考えられること。

以上の点を考慮して、各試験地毎に、種子配合別の植生の比較を行なう。

※尚、種子の配合量は「期待発生本数」で表わしている。これは、「発芽能力を有する種子」を1㎡当り何粒まくかということであるが、詳しい説明はP135に記す。

1) 新庄工事

比較する種子配合を表-Ⅲ-7に、全試験区の本年10月の被覆率を図-Ⅲ-48に示す。

表-Ⅲ-7 新庄工事 種子配合

比較に用いた工種		全工種(種子散布、客土1,2cm、厚層基材)			
記 合 名		①	②	③	④
外来草本	期待発生本数(本/㎡)	1,812	1,812	3,225	6,805
	摘 要	K31F 561 OG 544 KBC 707	①と同じ	①×2	①×4
在来草本	期待発生本数(本/㎡)	1,248	--	2,499	--
	摘 要	3F 398 2F 229 2F 621	---	①×2	--
木 本 類	期待発生本数(本/㎡)	826	348	826	--
	摘 要	ヤマシ 230 イナシ 248 ヤマシ 207 ヤマシ 141	ヤマシ 207 ヤマシ 141	①と同じ	--

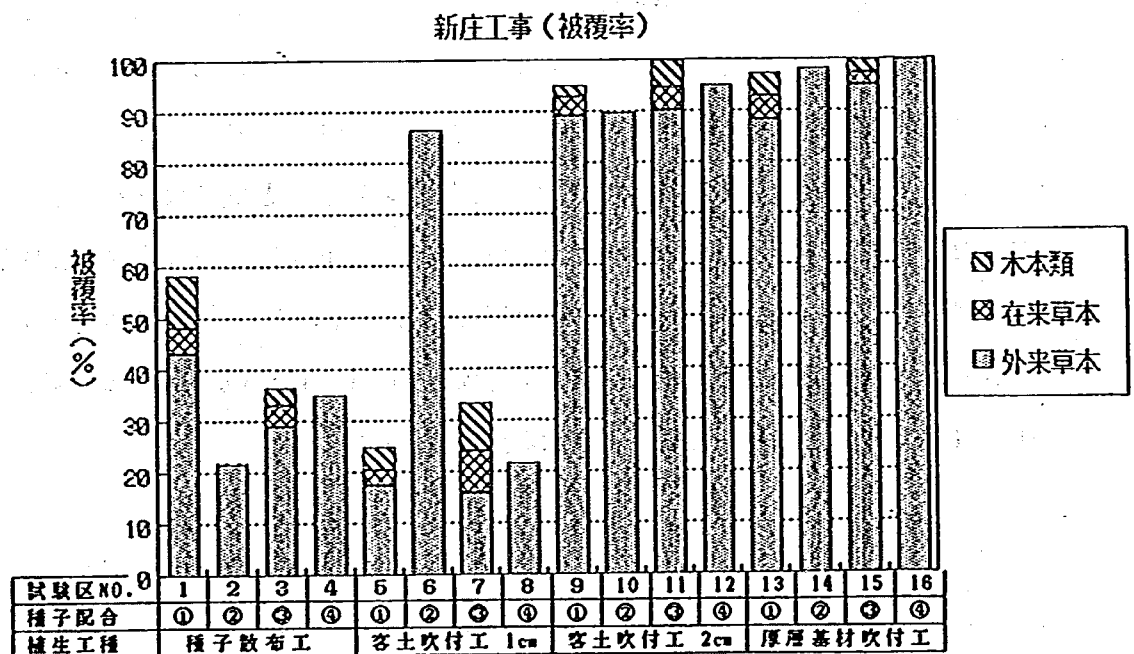


図-Ⅲ-48

種子散布工（1～4工区）、客土種子吹付工1cm厚（5～8工区）、客土種子吹付工2cm厚（9～12工区）、厚層基材吹付工3cm厚（13～16工区）の4工種それぞれについて4つの種子配合を設定しているので、全工種で種子配合の比較が可能となっている。

草種毎に傾向をみていくことにする。

a. 外来草本

期待発生本数は配合①と②が約1,800本/㎡、③が3,200本/㎡、④が6,800本/㎡となっている。

被覆率で比較すると、各工種共にややバラツキはあるが、期待発生本数の増量による外来草本の被覆率の増加はみとめられない。客土種子吹付工2cm厚と厚層基材吹付工では、各種子配合とも一様に90～100%の高い被覆率をしめしている。

b. 在来草本

期待発生本数は配合①が約1,250本/㎡、③が約2,500本/㎡となっていて、この両者で比較する。

これも外来草本と同様であり、期待発生本数の増量による在来草本の被覆率の増大はみとめられない。

c. まとめ

以上のことから、今回の試験で行なった程度の期待発生本数の増減では、植生被覆への影響は明確には現われないことが明らかとなった。そこで、今後の種子配合の検討の際に参考にすべきこととして、今回施工した期待発生本数での植生被覆の状況をまとめておく。

外来草本の期待発生本数と被覆率の現況との対応は次のようであった。

- ・種子散布工では外来草本が6,800本/㎡でも被覆率約35%と低くなっている。
- ・客土種子吹付工1cm厚は種子散布工と同様であるが、6工区で著しく被覆率が高いことから、1,800本/㎡でも条件さえ良ければ高い被覆が得られることをしめしている。
- ・客土種子吹付工2cm厚と厚層基材吹付工では最低の1,800本/㎡でも高い被覆率（90～100%）となり、在来草本や木本類を被圧している。

2) 渡良瀬川工事

比較する種子配合を表-III-8に、全試験区の本年9月の被覆率を図-III-49にしめして、草種毎に検討する。

表-III-8 渡良瀬川工事

比較に用いた工種		種子散布、客土1,2,3 cm、厚層基材3cm	
配 合 名		(1)	(2)
外来草本	期待発生本数 (本/㎡)	1,490	2,740
	摘 要	K31F 540 OG 540 KBC 410	(1) × 2
在来草本	期待発生本数 (本/㎡)	1,330	2,650
	摘 要	3E4~ 400 4F4~ 590 224 50 4F4~ 290	(1) × 2
木 本 類	期待発生本数 (本/㎡)	480	480
	摘 要	4F4~ 20 4F4~ 150 4F4~ 140 4F4~ 170	同 左

渡良瀬川工事 (被覆率)

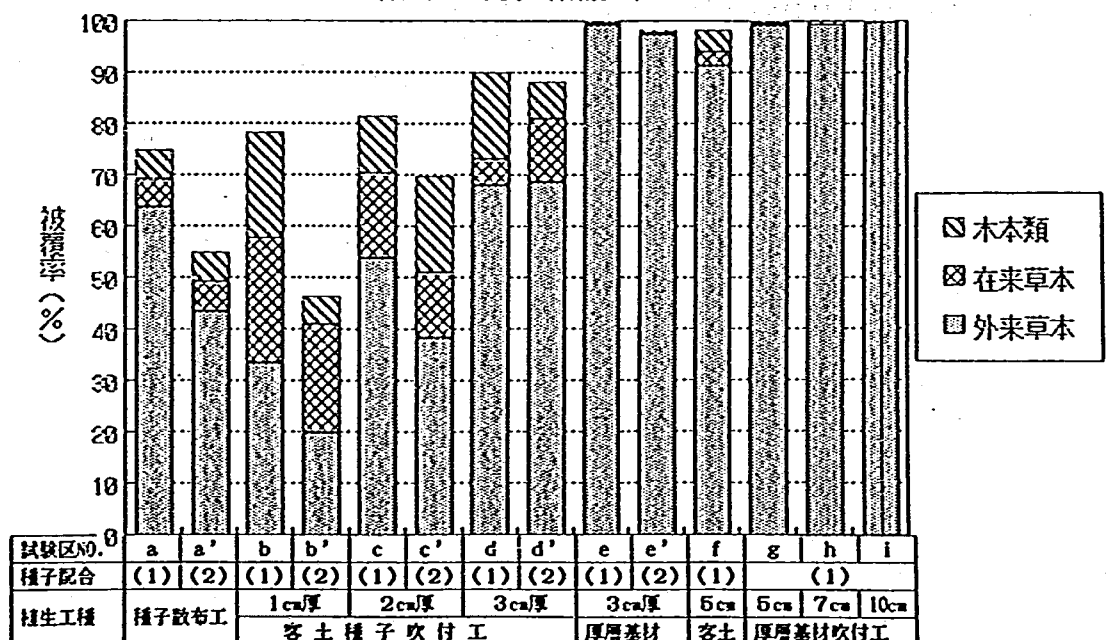


図-III-49

a. 外来草本

期待発生本数は、配合(1)が約1,500本/㎡、配合(2)が約2,700本/㎡である。

両者を被覆率で比較すると、期待発生本数の増量による植生被覆への影響は明確でなく、むしろ被覆率が若干減少している工区が多くなっている。

b. 在来草本

期待発生本数は、配合(1)が約1,300本/㎡、配合(2)が約2,600本/㎡である。

在来草本についても外来草本と同様で、各工種共に期待発生本数の増量による植生被覆の差異は明確でなかった。

c. まとめ

このように、外来草本で1,500～2,700本/㎡、在来草本で1,300～2,600本/㎡の範囲で期待発生本数を増減させた結果、植生被覆の差異は、両草種共に明確ではなかった。

次に、種子配合の検討に際して考慮すべき点として、今回施工した期待発生本数での植生被覆の状況をまとめておく。

- ・種子散布工と客土種子吹付工(1cm厚)では、外来草本が2,700本/㎡でも被覆率は低く(20～45%)、更に増量することも可能と考えられる。

- ・客土種子吹付工(2,3cm厚)では、外来草本は上限の2,700本/㎡までは90%以上の被覆率に抑えられ、在来草本及び木本類の成立も可能な状況であった。

- ・厚層基材吹付工では外来草本の期待発生本数が下限の1,500本/㎡以上であれば、被覆率はほぼ100%となり、外来草本の密生した植生となる。

3) 倉吉工事

当地区の法面の試験区では、種子配合は全て(2)配合で施工しているの、天端の試験区について検証する。天端の試験区の期待発生本数は(3)配合は(1)配合の2倍、(4)配合は(1)配合の4倍として設定している。比較する種子配合を表-III-9に、本年9月の被覆率を図-III-50に示す。

表-III-9 倉吉工事

比較に用いた工種		客土工+種子散布工(天端)		
記 合 名		(1)	(3)	(4)
在来草本	期待発生本数(本/㎡)	1,771	3,420	7,090
	摘 要	ミナモト 1,031 スズメ 370 オシロイ 370	(1) × 2	(1) × 4
木 本 類	期待発生本数(本/㎡)	540	1,070	2,130
	摘 要	クサキ 100 ハナミズキ 110 ヤマブキ 160 ササ 170	(1) × 2	(1) × 4

倉吉工事(被覆率):天端

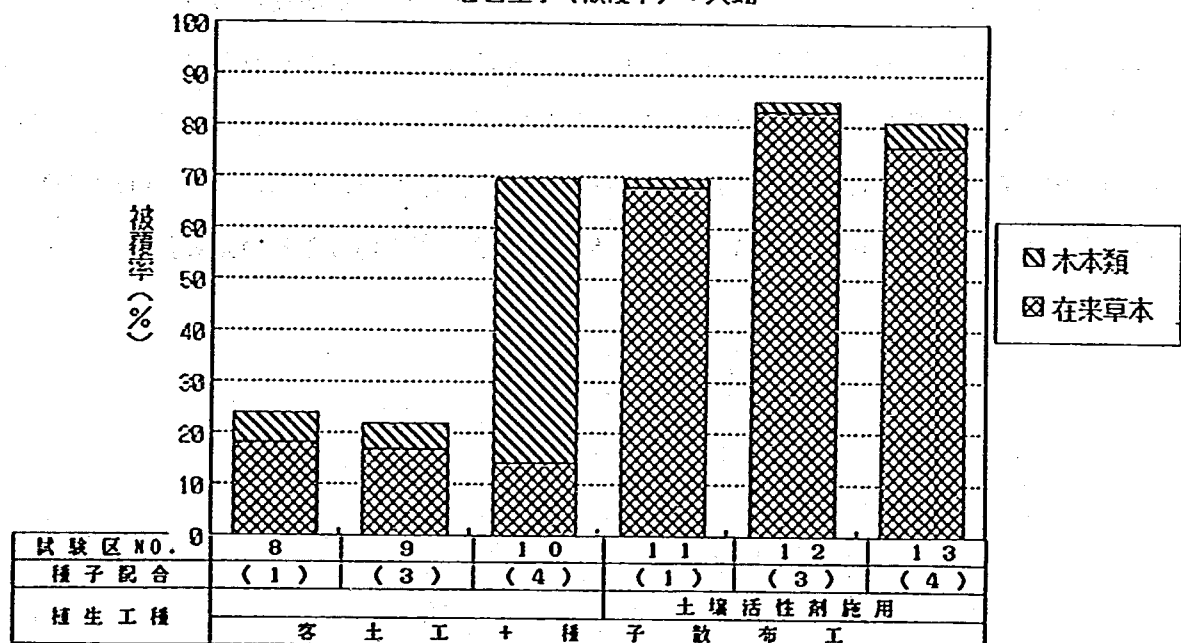


図-III-50

a. 在来草本

在来草本の被覆率は、土壌活性剤無施用区（8、9、10工区）、施用区（11、12、13工区）の双方においても期待発生本数の増減による差異はみとめられない。施用区では3工区共に在来草本が高い被覆率を示している。

密度については推移図（図-Ⅲ-28）で比較してみると、土壌活性剤施用区では期待発生本数の増減による差異はみられないが、無施用区では（4）配合（10工区）だけが（1）及び（2）配合に比較して高い値をしめしている。

b. 木本類

木本類の被覆率は、土壌活性剤無施用区では（4）配合で極めて高い値を示している。土壌活性剤施用区では被覆率が期待発生本数の増大に伴って増加する傾向がみられる。この被覆率の傾向は密度においても全く同様の結果となり（推移図、図-Ⅲ-28）、密度の大小が被覆率の大小に対応している。

このように、木本類においては期待発生本数の増大によって密度及び被覆率が増大する傾向が認められた。

c. まとめ

在来草本の期待発生本数は、1,771～7,090本/㎡と大きな幅があるにも関わらず、被覆率に差が生じないという結果となり、在来草本は1,800本/㎡以上播種する必要はないといえる。

また、土壌活性剤施用区と無施用区の在来草本の被覆率の明らかな差異からも推測されるように、在来草本の生育は肥料養分等の環境要因に大きく左右されるものと考えられる。

木本類は、期待発生本数が540～2,130本/㎡と増加するのに従って、密度及び被覆率が増大する傾向がみとめられた。10工区（土壌活性剤施用、木本類2,130本/㎡）では、ヤシャブシの群落が形成されており、木本導入は一応成功したといえる。

4) 宮崎工事

種子配合は3種、6種、9種、9種外来草本1/2について、主に外来草本の期待発生本数に着目して検証する。比較する種子配合を表-III-10に、本年9月の被覆率を図-III-51に示す。

表-III-10 宮崎工事

比較に用いた工種		種子散布工 客土種子吹付工 (2cm厚)			
記 合 名		3種	6種	9種	9種外来1/2
外来草本	期待発生本数 (本/㎡)	10,390	5,490	2,810	1,400
	摘 要	K31F 4,620 CRF 3,260 WLG 2,870	K31F 1,770 CRF 1,630 WLG 2,090	K31F 1,170 CRF 580 KBG 1,060	9種×1/2
在来草本	期待発生本数 (本/㎡)	--	5,040	3,200	3,200
	摘 要	--	3種 1,590 外種 3,450	3種 1,590 外種 990 外種 620	同 左
木 本 類	期待発生本数 (本/㎡)	--	710	840	840
	摘 要	--	ヤナヒ 710	ヤナヒ 300 イナハ 330 ツツジ 210	同 左

宮崎工事 (被覆率)

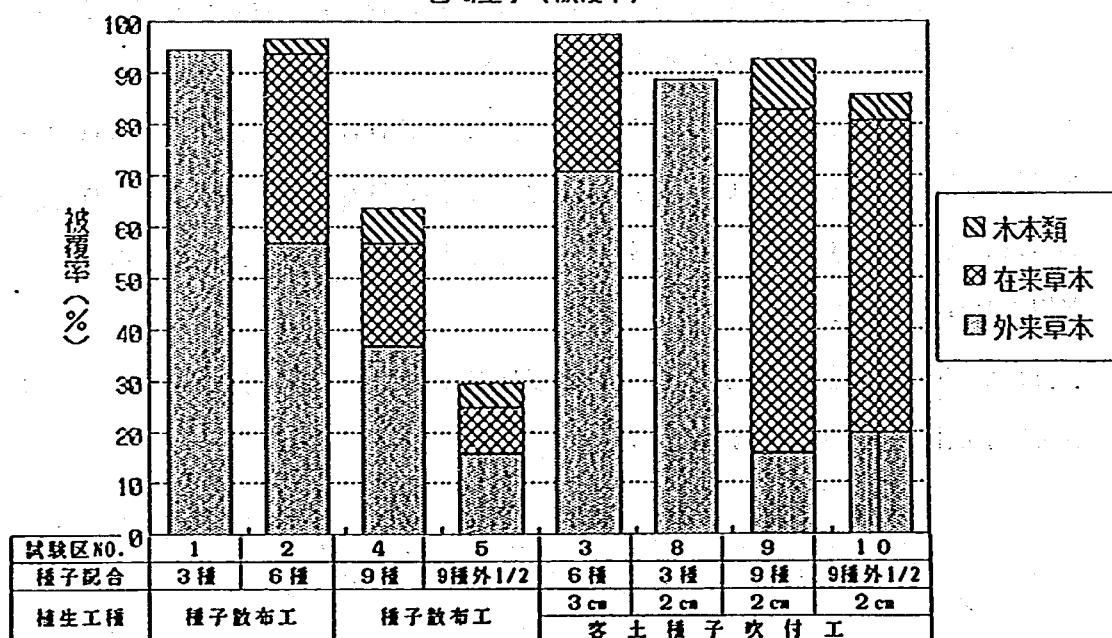


図-III-51

a. 種子散布工についての比較

3種(1工区)→6種(2工区)→9種(4工区)→9種外来草本1/2(5工区)と、外来草本の期待発生本数の減少に伴って外来草本の被覆率が減少している。但し、3種と6種との比較においては、6種では在来草本を混播していることから同じ条件とは言えない点がある。また、9種と9種外来草本1/2との比較においては、9種外来草本1/2の方は在来草本も減少していることから、他の要因が影響している可能性もある。

従って、ここでは「3種及び6種(10,400本/㎡～5,500本/㎡)」と「9種及び9種外来草本1/2」(2,800本/㎡以下)との間には差があるといえるが、3種と6種の比較、及び9種と9種外来草本1/2との比較でみられた差は、上記条件の相違を考慮しておく必要がある。

b. 客土種子吹付工についての比較

6種(3工区)と3種(8工区)との比較、9種(9工区)と9種外来草本1/2(10工区)との比較においては、どちらも外来草本の被覆率に差があるとは言えない。しかし、前2者は後2者に比較して著しく外来草本の被覆率が高くなっている。このことから、外来草本は5,500本/㎡以上と2,800本/㎡以下の期待発生本数の差では、被覆率に明確な差異が生ずると言える。

c. まとめ

外来草本の期待発生本数と被覆率との関係については次の結果となった。

- ・種子散布工では、10,400本/㎡で90%以上の被覆率となり、5,500本/㎡以下では60%以下の被覆率となった。(但し、6種配合(5,500本/㎡)では在来草本を含めた草本被覆率は90%以上となっている。)

- ・客土種子吹付工では、「10,400本/㎡～5,500本/㎡」と2,800本/㎡以下では外来草本の被覆率に明確な差が見られたが、外来草本の被覆率は全て90%以下であった。(但し、6種配合(5,500本/㎡)では在来草本を含めた草本被覆率は90%以上となっている。)

- ・外来草本の期待発生本数が2,800本/㎡と1,400本/㎡との間の差は種子散布工、客土種子吹付工共に明確ではなかった。

5) 総括

外来草本、在来草本の播種量と植生被覆との相関は、今回各地で行なった播種量の増減の範囲では明確なものが得られなかった。このため、草本の播種量を変えて木本への被圧の程度をみるという目的に関しては十分なデータは得られたとは言えない。

しかし、今回の播種量においての植生被覆の状況を知ることは、今後種子配合を検討する上で重要であるので、この点を特に考慮して今回の試験結果をまとめておく。

a) 外来草本

外来草本の期待発生本数と被覆率の関係は、植生工種により異なる。

①種子散布工

6, 800本/㎡以下であれば被覆率が90%以下に抑えられ（新庄、渡良瀬川）、10,000本/㎡以上では90%以上となる（宮崎）。

②客土種子吹付工（1～3cm厚）

2, 800本/㎡以下であれば、被覆率を90%以下に抑えることができる（渡良瀬川、宮崎）。

但し、客土材が有機質の場合は、1, 800本/㎡であっても100%近くになる事がある（新庄）ので、使用材料の相違には注意を要する。

③客土種子吹付工（5cm厚）、厚層基材吹付工

1, 500本/㎡以上では90%以上の被覆率となる。（新庄、渡良瀬川、宮崎）

b) 在来草本

在来草本は外来草本の被覆の大小に大きく左右される。

外来草本を用いていない倉吉では、期待発生本数が1, 800～7, 090本/㎡と大きな幅があるにもかかわらず、被覆率の差は明確ではなかった。

外来草本との混播である新庄（1, 250～2, 500本/㎡）、渡良瀬川（1, 300～2, 600本/㎡）においても結果は同様であった。

c) 木本類について

木本類は、倉吉において期待発生本数を540本/㎡～2, 130本/㎡と変えて試験を行なっているが、期待発生本数が多いほど、密度、被覆率が増加するという傾向が認められた。

※期待発生本数

期待発生本数は種子配合を設計するときに、播種量を正確に算出するための考え方である。

従来の法面緑化工はいわゆる急速緑化の考え方で実施しており、一定量以上の種子を播けば良いとされ、期待発生本数の概念は軽視される傾向にあった。しかし、近年はこのような急速緑化の考え方の欠点が指摘されており、導入植物の質が問題とされ木本類の導入を目指した緑化の考え方も定着しつつある。木本類を導入する場合は、混播する草本類の種類や播種量の多少が導入の成否に大きく影響するので播種量を正確にすることが望まれる。期待発生本数はこのようなことを背景として考えられたものである。

期待発生本数は「発芽能力を有する種子」を1㎡当り何粒播くかということである。発芽能力の検定は発芽試験で行なうもので、それぞれの植物に理想的な条件（温度、水分など）下での発芽能力である。したがって、発芽条件の劣る現場での発芽数が期待発生本数より低くなることは自明のことである。導入植物ごとの期待発生本数を設定するにあたっては、当然のことながら、以上のことを考慮している。

期待発生本数は大まかな標準的な値として緑化工の指針、設計要領あるいは緑化工の技術書でしめされている。しかし、期待発生本数と実際の発芽数の関係はいまだ不明な点も多いので緑化の目標、植生工の種類、使用植物の種類、法面の立地条件などを考慮し、適正な値を再検討することが望ましい。

播種量は次式により算出する。（道路土工、のり面工、斜面安定工指針）

$$W = \frac{G}{S \cdot \frac{P}{100} \cdot \frac{B}{100}} \cdot K$$

ここに W ：導入種ごとの播種量 (gf)

G ：希望発生本数 (本/㎡)

S ：平均粒 (粒/gf)

P ：純度 (%)

B ：発芽率 (%)

K ：施工時期などによる補正值 (1.0~1.1)

尚、期待発生本数はいくつかの呼称でいわれており、希望発生本数（土工指針、緑化工の実際（難波宜土編））希望成立本数（土木工事の法面保護工（新田伸三、小橋澄治））発生期待本数（高標高地における法面保護工法の調査研究（山寺喜成ほか））などがあるが、同様の意味である。

4. 植生工種別の比較

植生工種は、種子散布工、客土種子吹付工、厚層基材吹付工の3工種を行っているが、工種の違いによる植生状況の差異は各試験地で認められている。ここでは、同一の種子配合において植生工種の比較を行い、各工種の生育形態の特徴を明らかにすることを目的とする。

グラフは、被覆率、群度、密度を要素としたレーダーチャートを用い、試験地ごとに比較する。

1) 新庄工事

種子配合①、③で比較する。(図-Ⅲ-52)

種子配合別の比較でも明らかにされた通り、2つの種子配合では同様な植生の傾向がみられる。

つぎに、工種別の植生の特徴を草種毎に述べる。

a) 外来草本

外来草本は、種子散布工と客土種子吹付工(1cm厚)では被覆率、草丈共に低く生育は不良である。これに対し、客土種子吹付工(2cm厚)と厚層基材吹付工では被覆率、草丈共に高く、外来草本が密生している状態である。厚層基材吹付工では特に草丈が高く、生育が旺盛となっている。

b) 在来草本、木本類

在来草本、木本類共にどの工種においてもグラフでは同様な形態をしめし、外来草本に比較して被覆率、密度が極めて小さくなっている。このように、在来草本や木本類は数値上は工種による差異は明確ではない。しかし、生育形態を観察した結果、客土種子吹付工(2cm厚)と厚層基材吹付工においては、草丈だけが伸びて茎や葉の生育が悪い「徒長」した形態をしめしていた。

c) 考察、まとめ

種子散布工と客土種子吹付工(1cm厚)の植生状況が似ていることは、客土吹付の効果はここでは発揮されていないことをしめしている。越冬時に客土材(砂質土)の流失が著しかったためと推測される。

また、客土種子吹付工(2cm厚)と厚層基材吹付工が類似しているのは、どちらも有機質(パーク堆肥系)を使用しているため、実質は類似した工種となっているためと考えられる。

工種毎に植生の特徴をまとめると次のようになる。

・種子散布工と客土種子吹付工（1 cm厚）

全体の被覆率は小さく、特に外来草本の生育が不良である。在来草本、木本類は被覆率、密度は小さいが、外来草本による被圧の影響は見られなかった。

・客土種子吹付工（2 cm厚）と厚層基材吹付工

外来草本で密閉された植生となっている。在来草本や木本類は密度では上記2工種と差はないが、徒長した形態をしめしており、外来草本による被圧の影響が現れていた。

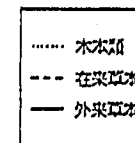
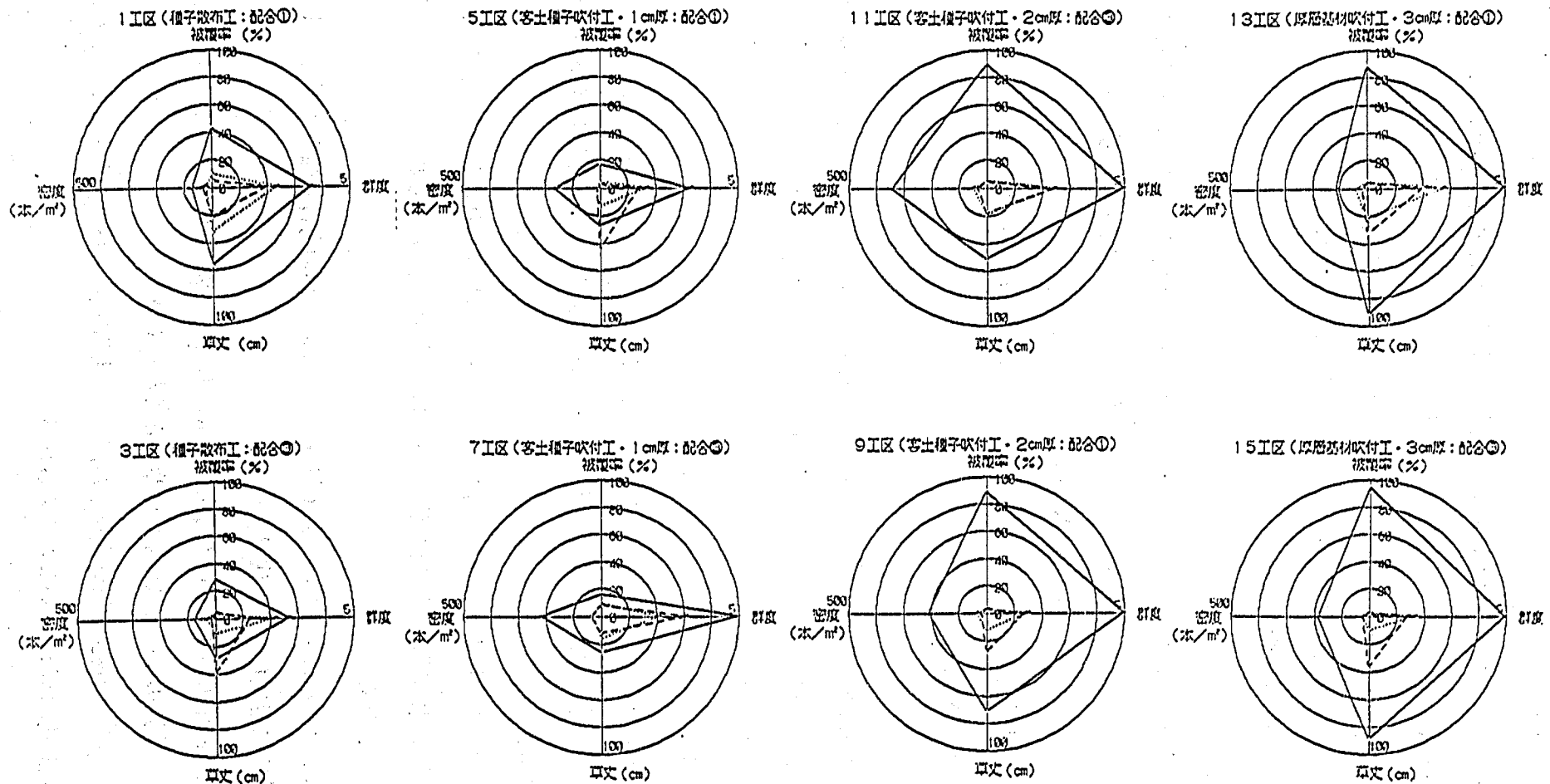


図-III-52
新庄工事 植生工種別の比較

2) 渡良瀬川工事

種子配合(1)において、種子散布工、客土種子吹付工(2cm厚)、厚層基材吹付工(5cm厚)で比較する。(図-III-53)

なお、ここでは客土種子吹付工と厚層基材吹付工の代表的な厚さについて比較し、吹付厚さ別の比較は本章第5項「吹付厚さ別の比較」で行うものとする。

次に草種毎に植生の特徴を述べる。

a) 外来草本

種子散布工と客土種子吹付工(2cm厚)では類似した生育形態をしめしている。これらの工種では、外来草本は群度は高く一面に成立している状況であるが、草丈は小さく、このために被覆率も小さくなっている。

厚層基材吹付工では、被覆率、草丈ともに極めて高く、外来草本の密生した植生となっている。

b) 在来草本

客土種子吹付工(2cm厚)で特に良好な生育をしめし、草丈では外来草本を上回っている。厚層基材吹付工では、密度が極めて低くなっており、外来草本による被圧の傾向が見られる。

c) 木本類

木本類は客土種子吹付工(2cm厚)で良好な生育をしめしている。

種子散布工では客土種子吹付工(2cm厚)に比較して密度及び被覆率が低くなっている。

厚層基材吹付工(5cm厚)では、木本類の生育は見られなかった。厚層基材吹付工では、木本類はe'工区(3cm厚)にわずかな生育が見られただけであった。

d) 考察、まとめ

客土種子吹付工(2cm厚)では在来草本や木本類の生育が最も良好で、外来草本と適度に混生した植生状況であった。

種子散布工の植生状況も客土種子吹付工(2cm厚)とほぼ同様であるが、在来草本、木本類の密度と被覆率はやや小さくなっている。

厚層基材吹付工では外来草本が密生した植生状況であり、在来草本、木本類の生育は困難になっていると考えられる。

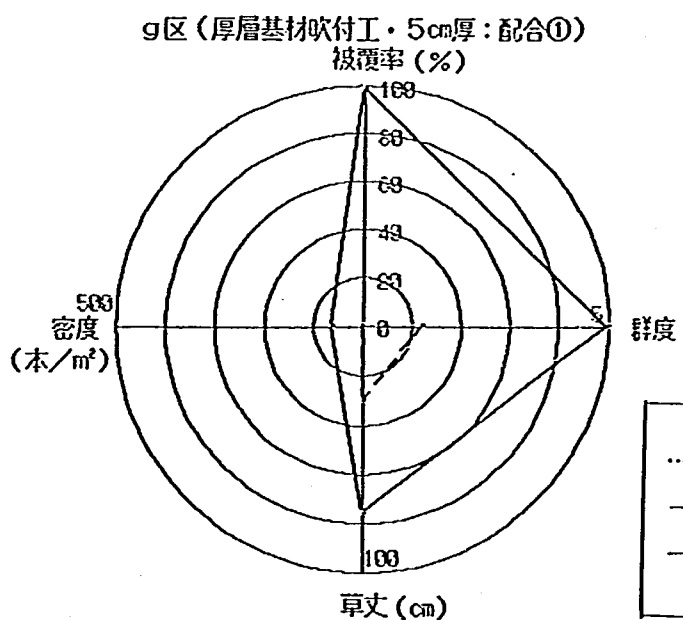
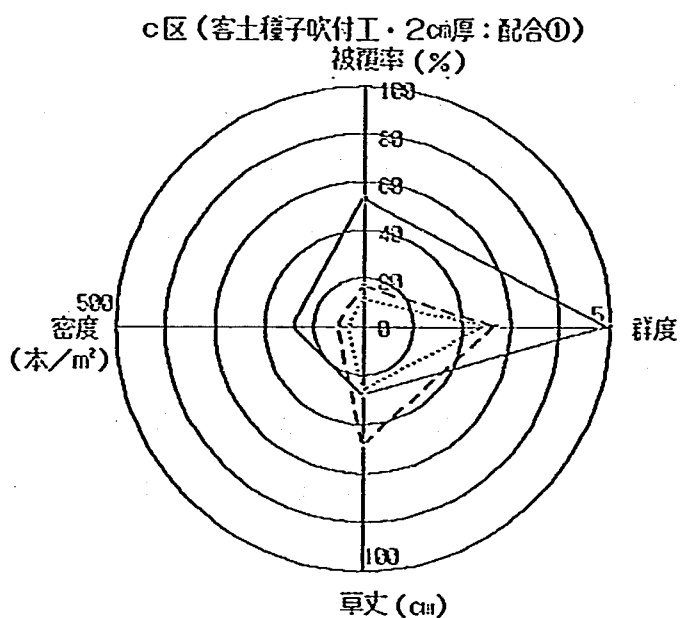
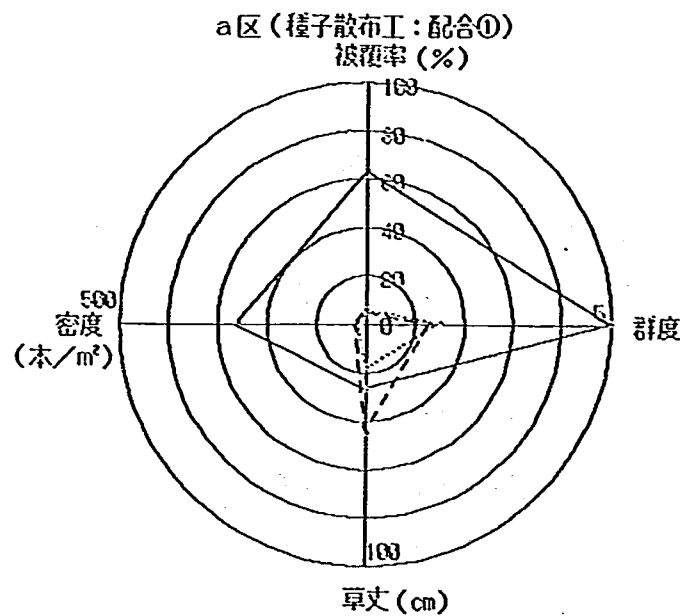


図-III-53 渡良瀬川工事 植生工種別の比較

3) 倉吉工事

当地では、法面において植生工種の比較を行っている。種子散布工、客土種子吹付工、厚層基材吹付工の3工種の比較であるが、厚層基材吹付工は河川の増水で表面が洗われたために、やや生育不良となっていることを考慮すべきである。

a) 在来草本

被覆率は3工種ともに40%前後であり差は小さいが、草丈では大きな差異がみられる。草丈は客土種子吹付工(2cm厚)では極めて高く、厚層基材吹付工、種子散布工の順に低くなっている。種子散布工の在来草本は草丈が低くて密度が著しく高いカーペット状の生育形態をしめしていた。

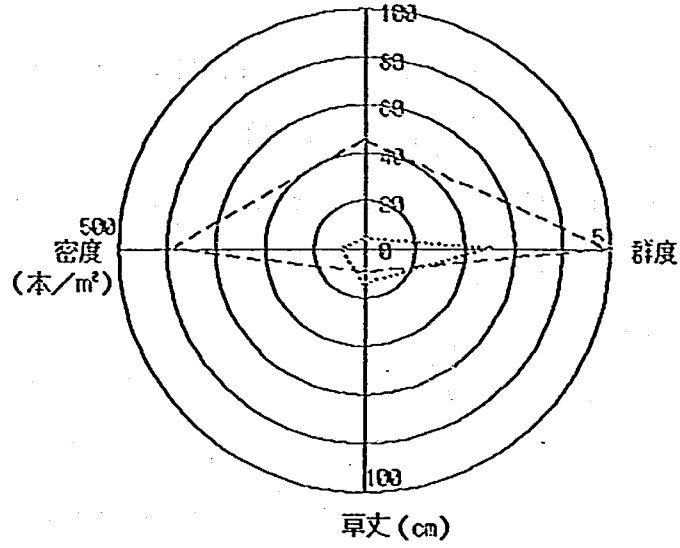
b) 木本類

木本類は客土種子吹付工で最も良好な生育をしめし、特に草丈の伸長が著しい。種子散布工では、密度は客土種子吹付工と同程度であるが草丈が小さくなっている。厚層基材吹付工では、密度、草丈ともに小さい状況であった。

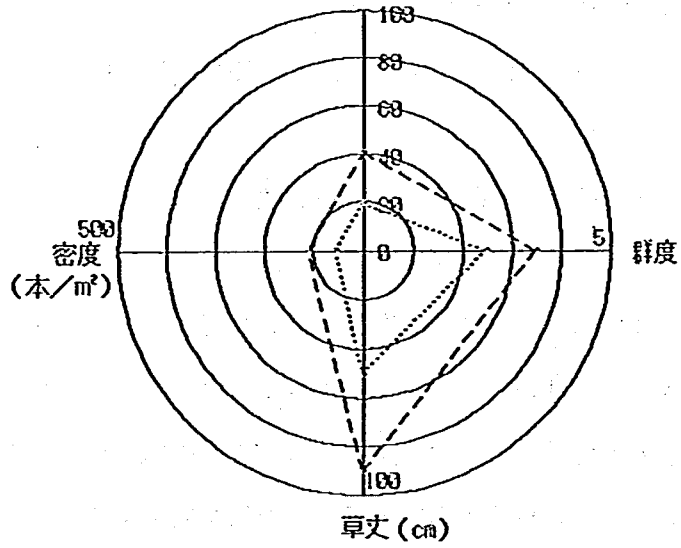
c) 考察、まとめ

在来草本や木本類は客土種子吹付工で最も良好な生育をしめしている。ここでは外来草本の被圧がない状態であるから、客土種子吹付工の基盤は在来草本や木本類の生育には適した基盤であると言える。なお、ここでの客土材は砂質土を使用している。

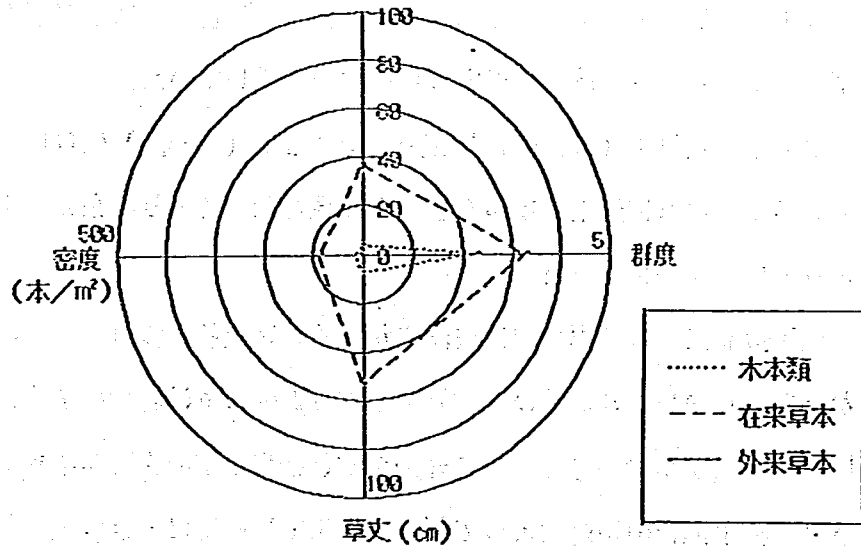
Ⅱ-1 (種子散布工: 配合②)
被覆率 (%)



Ⅱ-2 (客土種子吹付工・2cm厚: 配合②)
被覆率 (%)



Ⅱ-3 (厚層基材吹付工・5cm厚: 配合②)
被覆率 (%)



倉吉工事 植生工種別の比較

4) 宮崎工事

種子配合「6種」において種子散布工、客土種子吹付工（1，3cm厚）厚層基材吹付工（5cm厚）を比較する。（図-Ⅲ-55 上列）

種子配合「9種及び9種外来草本1/2」においては、種子散布工と客土種子吹付工（2cm厚）を比較する。（図-Ⅲ-55 中、下列）

a) 6種配合における比較

客土種子吹付工（1，3cm厚）と厚層基材吹付工は客土材に有機質（パーク堆肥系）を使用しており、実質同様な工種を厚さを変えて施工したものと考えてよい。

これら3工種を比較すると、厚さが厚くなるほど外来草本の被覆率は増大し、それに反比例して在来草本、木本類の被覆率は減少している。厚層基材吹付工（5cm厚）では、木本の成立は見られない。

種子散布工は客土種子吹付工（1cm厚）と同様な植生状況であり、植生被覆はほぼ100%であった。

b) 9種配合、9種外来草本1/2 配合における比較

種子散布工と客土種子吹付工（2cm厚）の比較となっている。

客土種子吹付工（2cm厚）は種子散布工に比較して、各植物ともに草丈が高く、特に在来草本は生育が良好で被覆率も高くなっている。

この種子配合での種子散布工は、上記の6種配合の種子散布工と比較して外来草本、在来草本の生育が著しく不良であることが特徴的である。

c) まとめ

客土種子吹付工（1，2cm厚）では、各種子配合ともに在来草本、木本類の生育が良好であり、外来草本と混生した植生を形成していた。

厚層基材吹付工（5cm厚）と客土種子吹付工（3cm厚）は6種配合だけで行われているが、ともに外来草本が密生した植生となっており、在来草本や木本類は被圧されている傾向にあった。

種子散布工は6種配合では被覆率が高く、客土種子吹付工との植生の差異は小さかった。しかし、9種及び9種外来草本1/2 配合では客土種子吹付工（2cm厚）と比較して被覆率は小さく、特に外来草本と在来草本の生育が不良であった。このように、種子配合の相違によって種子散布工では植生に大きな差異が生じた。

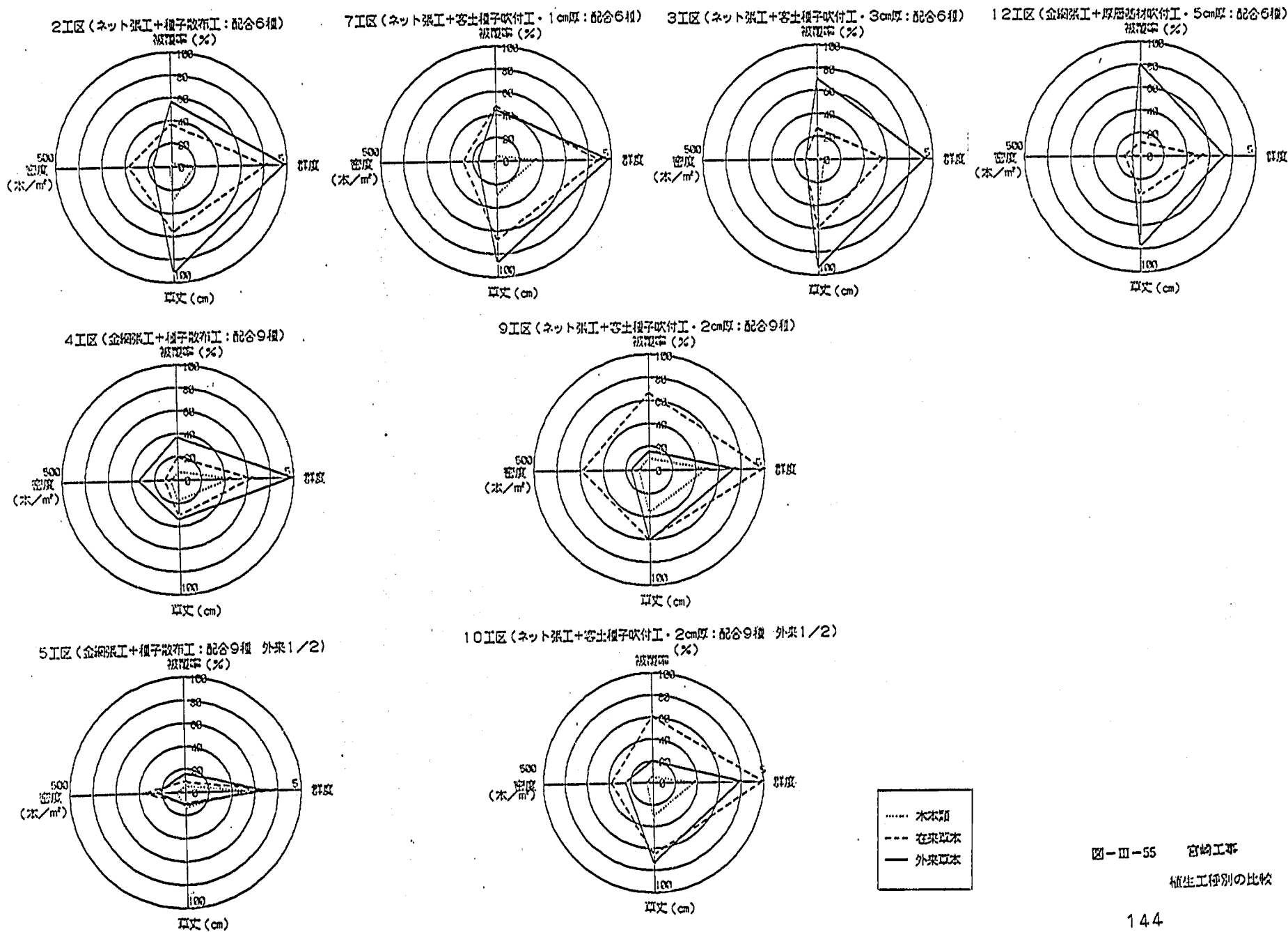


図-III-55 宮崎工事
植生工種別の比較

5) 総括

各施工地別に検証してきた植生工種別毎の植生状況の特徴を次にまとめて述べる。

①種子散布工

新庄、渡良瀬川においては、外来草本の生育は他工種に比較して不良であり、このために全体の被覆率も他工種に比べ低くなっている。一方、宮崎では工区により全体の被覆率は20%~95%と差異が著しくなっている。このことから、種子散布工は一般的には客土種子吹付工よりも植生被覆は小さくなるが、法面の状態や種子配合などによる影響を受けやすい工法とすることができる。

在来草本、木本類の生育も客土種子吹付工に比較してやや不良の傾向であった。

②客土種子吹付工

渡良瀬川、倉吉、宮崎においては在来草本や木本類の生育が良好であり、外来草本と混生した良好な植生状況であった。

しかし、新庄においては、1cm厚では客土材の流失による生育不良、2cm厚では外来草本の密生による在来草本や木本類の被圧という問題が生じている。

客土種子吹付工は在来草本や木本類を導入するには優れた工法であるが、浸食に対する配慮や種子配合の選定に当たっては十分注意する必要があると言える。

③厚層基材吹付工

外来草本を使用していない倉吉を除き、外来草本を播種した工区は何れも外来草本が密生した植生となっており、在来草本や木本類は被圧されていた。

このように、厚層基材吹付工は、外来草本を早期に導入するには最も優れた工法である。しかし、在来草本や木本類を導入するには、種子配合の選定等解決すべき問題が多いと言える。

5. 吹付厚さ別の比較

吹付厚さの比較は渡良瀬川において体系立てて試験しているので、渡良瀬川の客土種子吹付工（1～5cm厚）と厚層基材吹付工（3～10cm厚）において比較を行う。他の試験地においては工法の違いや種子配合の違いがあり、比較できない。

比較は被覆率で行い、木本類については密度の検証も行う。図－Ⅲ－56～図－Ⅲ－58に比較図をしめして考察する。

1) 客土種子吹付工

吹付厚さの相違による植生の差異は外来草本に顕著に現れている。外来草本の被覆率は、1, 2, 3, 5cmと段階的に増加しており、生育の度合いが吹付厚さに影響され易いことをしめしている。

在来草本及び木本類は吹付厚さに影響されずに一定量は生育するものと思われ、被覆率に現れる量の多少は外来草本の多少に反比例的に増減するものと考えられる。

2) 厚層基材吹付工

被覆率は3～10cmでの差はなく、すべて外来草本の単一な植生となっている。この原因は、客土種子吹付工で厚いほど外来草本の成長が旺盛であったことから推測される通り、肥料養分の供給が多いことによるものであると考えられる。

木本類は本年の生育はほとんど見られなかった。しかし、木本密度の推移図（図－Ⅲ－58）の通り厚層基材吹付工でも昨年は発芽が見られたことから、外来草本の被圧によって消滅したものと考えられる。

厚層基材吹付工では、一般に肥料養分の豊富な基盤であるので、木本類、在来草本の導入を目標として実施する場合には外来草本の播種量に注意を要する。

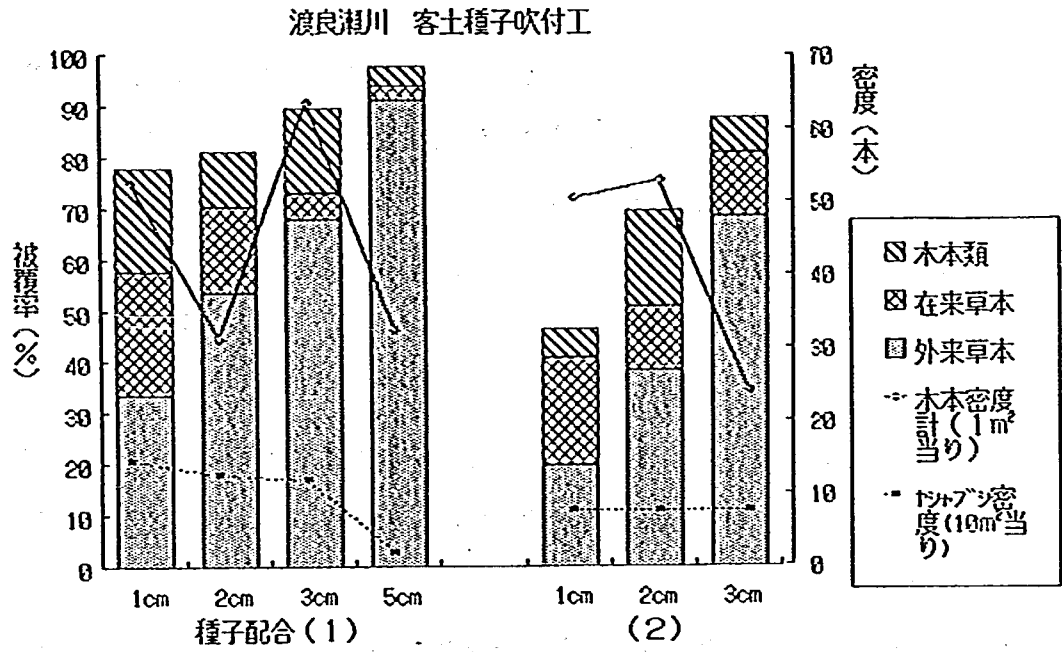


図-III-56 吹付厚さと被覆率、木本密度との関係

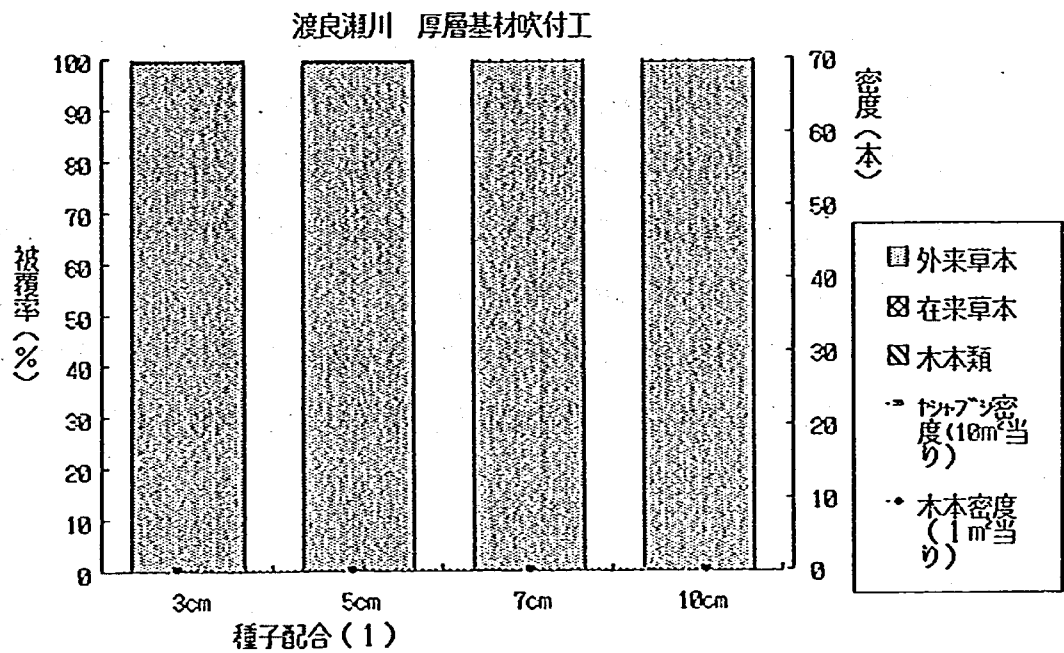
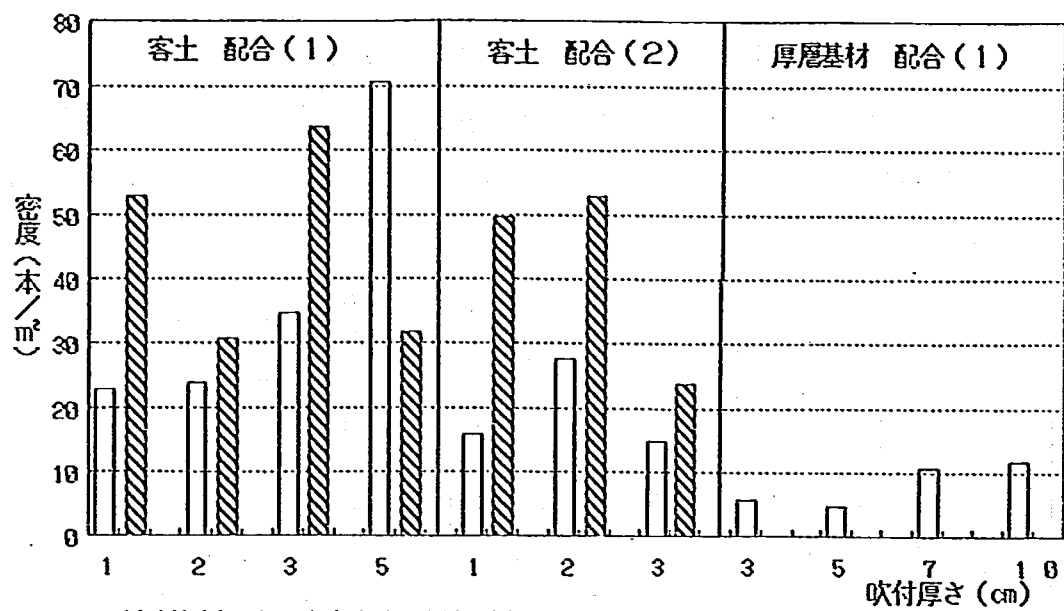


図-III-57 吹付厚さと被覆率、木本密度との関係



渡良瀬川工事 木本密度の推移 (左: 62年11月 右: 63年9月)

図-III-58

6. 客土種子吹付工における材料別の比較

客土種子吹付工においては施工地毎に使用材料が異なるが、ここでは、材料の相違による木本類の発芽及び成立の可否について検討する。比較は全て2cm厚で行う。比較する材料及び施工地、種子配合を表-Ⅲ-10に、植生の比較図を図-Ⅲ-59～図-Ⅲ-61に示して考察する。

表-Ⅲ-11 客土種子吹付工材料別の比較

材料名	施工地	試験区 NO.	種子配合 (本/㎡)			備 考
			外来草本	在来草本	木本類	
有機質 (バーク堆肥+ビートモス)	新 庄	9	1,812	1,248	826	
	宮 崎	9	2,810	3,200	840	
		10	1,400	1,330	840	
黒 ボ ク	渡良瀬川	C	1,490	1,330	480	
		C'	2,740	2,650	480	
砂 質 土	倉 吉	2	--	3,420	8,692	木本類のうち シラカバ 7,620 本/㎡
		4	--	//	//	
		5	--	//	//	

1) ハギ類の比較 (図-Ⅲ-59,61)

有機質では、昨年は他と比較してハギ類の発芽が多く見られたのであるが、(新庄は本年7月) 本年では大幅に減少している。これは、有機質の草本の被覆率が高いために被圧されたものと考えられる。本年の値で比較すると、何れの材料においてもハギ類の密度は20～50本/㎡となっており、材料の違いによる有意な差はみとめられなかった。

ハギ類の木本高においても、工区によってややばらつきはあるが、材料の違いによる差異はみとめられない。

2) ヤシャブシ

黒ボク、砂質土では、工区によるばらつきは大きいが生育はみられ、10cm以上の個体もある。黒ボク、砂質土はヤシャブシを導入する際の客土材料として適当であると思われる。

一方、有機質では、宮崎の10工区に1本の生育が見られただけであった。

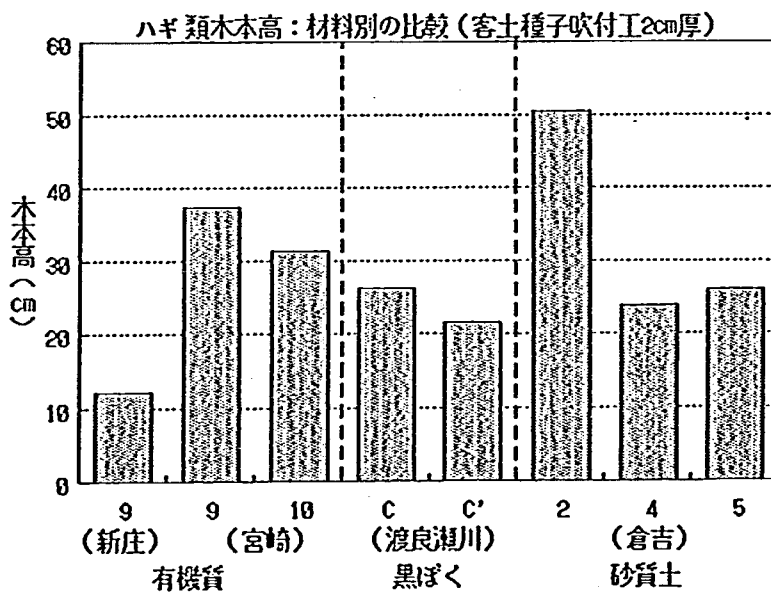
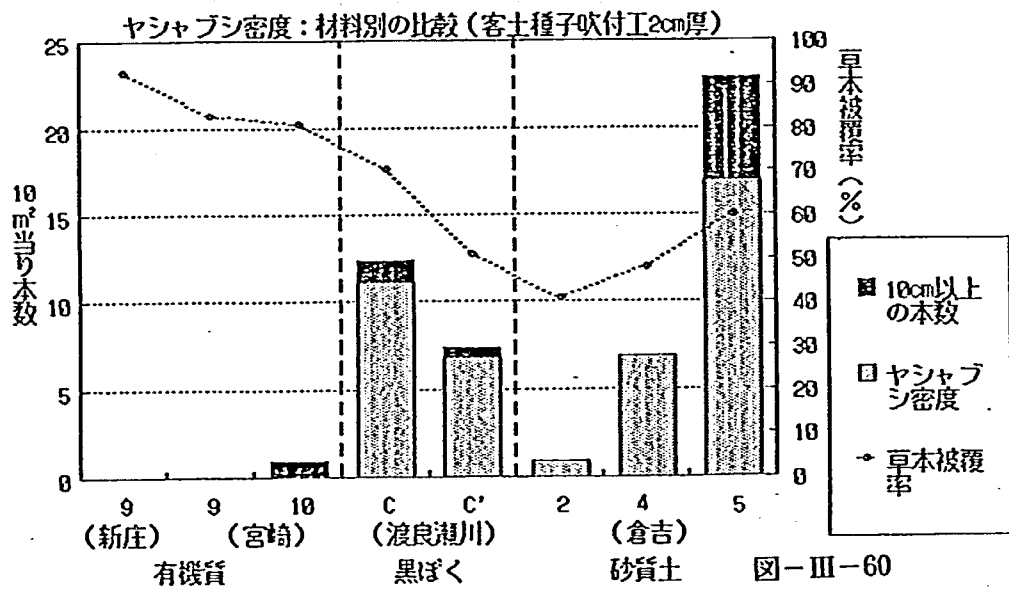
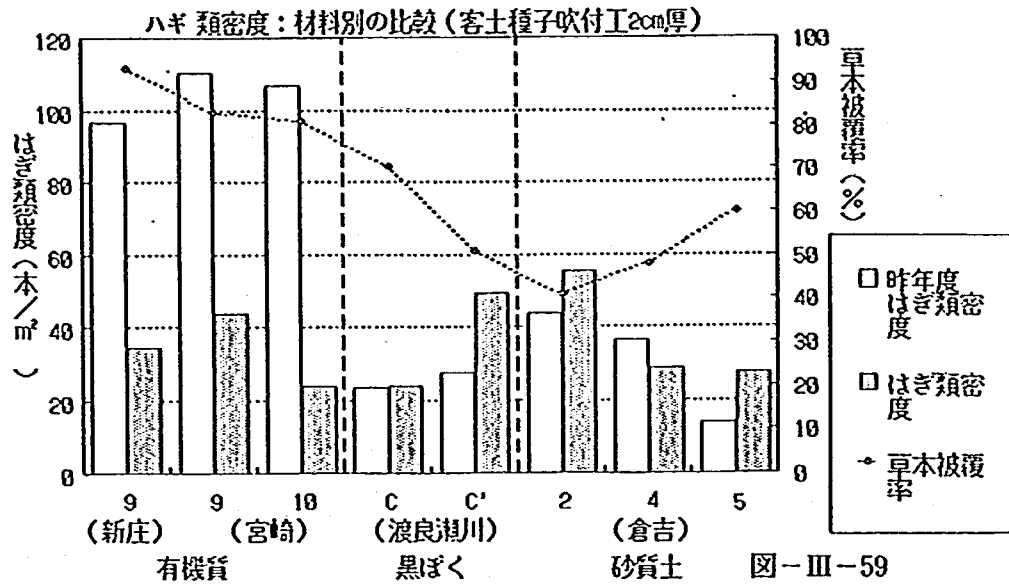
有機質はヤシャブシの発芽にやや不利な点がみとめられ、生育時においても肥料養分が過剰となるために外来草本の旺盛な生育を許し、ヤシャブシを被圧させる結果となりやすいと考えられる。

尚、砂質土においては、ヤシャブシの生育に対して土壌改良剤（フィルトン）の効果がみとめられている。（倉吉5工区）

3) 総括

ハギ類の発芽及び生育は、有機質（バーク系）、黒ボク、砂質土（マサ土）といずれの材料で実施しても差がなく、導入は比較的容易である。

ヤシャブシ（ヤマハンノキにも言えると考え）は、黒ボク、砂質土での導入は可能であるが、有機質を使用する場合は、肥料設計、種子配合（外来草本の播種量）などに注意する必要がある。



7. 肥料別の比較

使用する肥料は、施工地ごとに異なり、しかも、各施工地ごとに主材料、種子配合、施工時期など植物の生育に大きな影響を及ぼす要素が異なる。このため、各試験地の成長の差異を肥料の違いに特定することが難しいと考えられたので、肥料の差を検討することはできなかった。

8. 施工時期別の比較

一般に、秋施工では、春施工に比べ木本類の導入は難しいといわれているが、本年の調査結果では、11月末（新庄）の施工においても、6月（宮崎）、7月（倉吉）、8月（渡良瀬川）の施工と同様に、ハギ類やヤシャブシの成立が見られた。よって、今回の試験地では、秋施工においても木本類（ハギ類、カバノキ類）の導入は、一般に言われているような不確実なものではないと言える。

但し、秋施工では次の点に特に注意することが必要である。

- 1) 造成した植生基材の流失が無いこと。
- 2) 種子配合を厳密に行なうこと（被覆率の著しい低さは避ける。）
- 3) 緑化基礎工（金網張工など）を併用すること。
- 4) 地域の気象条件をよく知っておくこと。（雨量、積雪量、気温等）

9. 浸食と植生被覆との関係

植生の被覆率と浸食との関係を工種別に図-III-62~図-III-64に示す。これは、コドラート毎に関係を見たものであり、浸食の階級は表-I-33により判定し、被覆率は相観被度（コドラートの全植物の被覆率）を用いた。相観被度は、10%毎に階級分けし、図中の数字はその浸食階級にあるコドラート数を表わしている。

1) 種子散布工

被覆率と浸食との相関は明確ではない。浸食階級IVは50%以上の高い被覆率で出現し、植生被覆が浸食を防止するという考えに矛盾する。これは、種子散布工においては地山の硬度が植生に与える影響が大きく、軟らかく植生に適した地山はまた浸食を受けやすいことに起因すると考えられる。

2) 客土種子吹付工

被覆率が高くなるほど、低い浸食階級のコドラートが多くなる傾向にある。被覆率が80%以上ではほとんどが階級II以下であり、また、60%以上では階級がIII以下である確率が非常に高いと言える。

3) 厚層基材吹付工

ほとんどのコドラートで被覆率が高く、浸食も進行していない。昨年被覆率の低い状態で越冬した渡良瀬川や新庄においても浸食はほとんどなく、厚層基材吹付工は極めて耐浸食性に優れた工法であると言える。

4) 総括

植生被覆と浸食との相関は、地山の状況や気象条件等、他の要因による影響が大きいものと推測され、今回の調査でも種子散布工での関連性は明らかではなかった。しかし、地山の状態に比較的影響されないと思われる客土種子吹付工の基材の浸食と植生被覆との相関については一定の傾向がみとめられ、被覆率が60%以上あれば浸食は小さいという結果であった。

厚層基材吹付工は植生被覆の大小によらず、耐浸食性の高い工法であると言える。

種子散布工

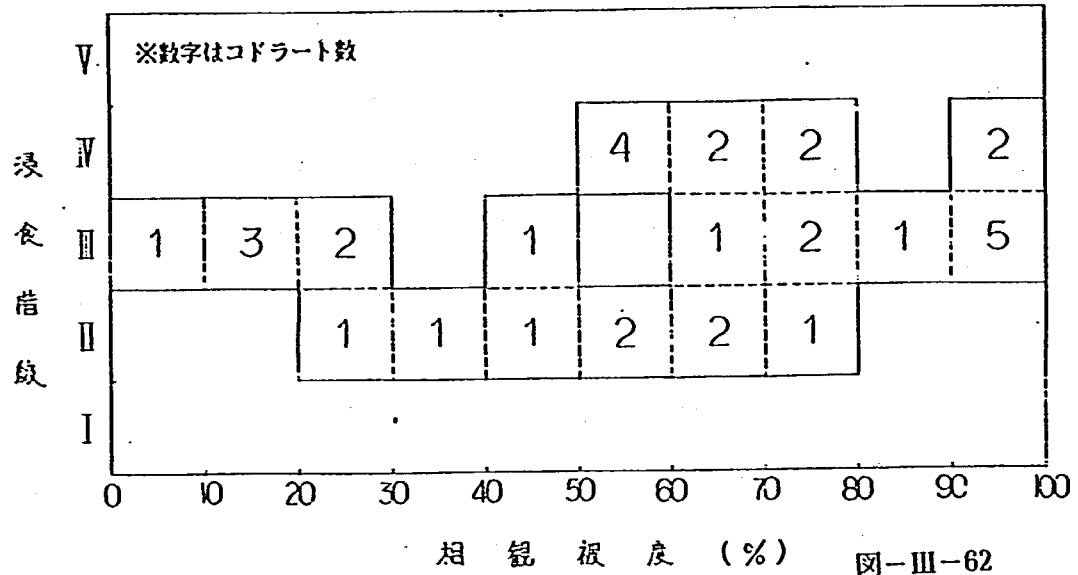


図-III-62

客土種子吹付工

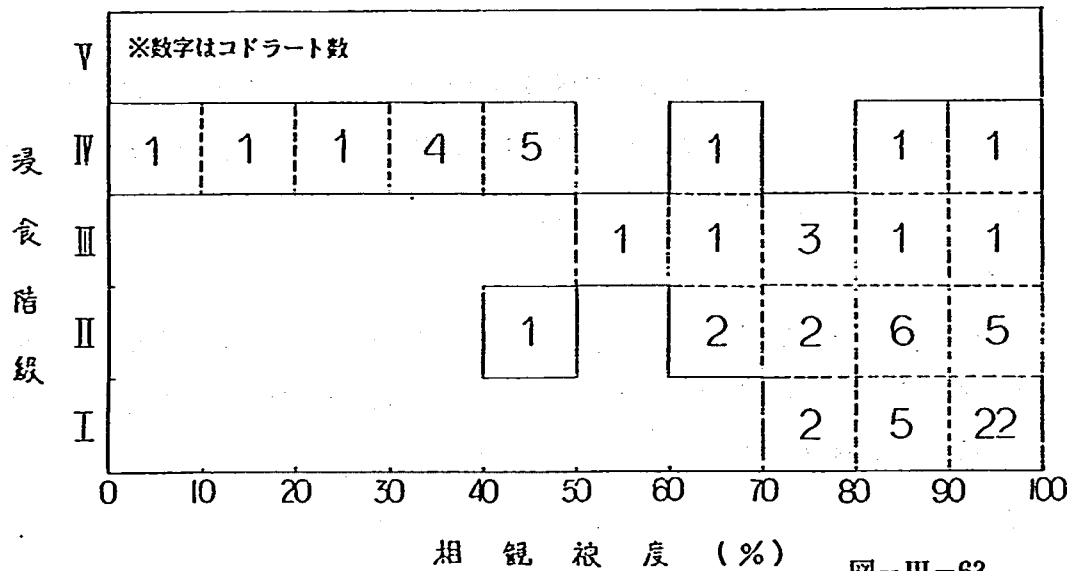


図-III-63

厚層基材吹付工

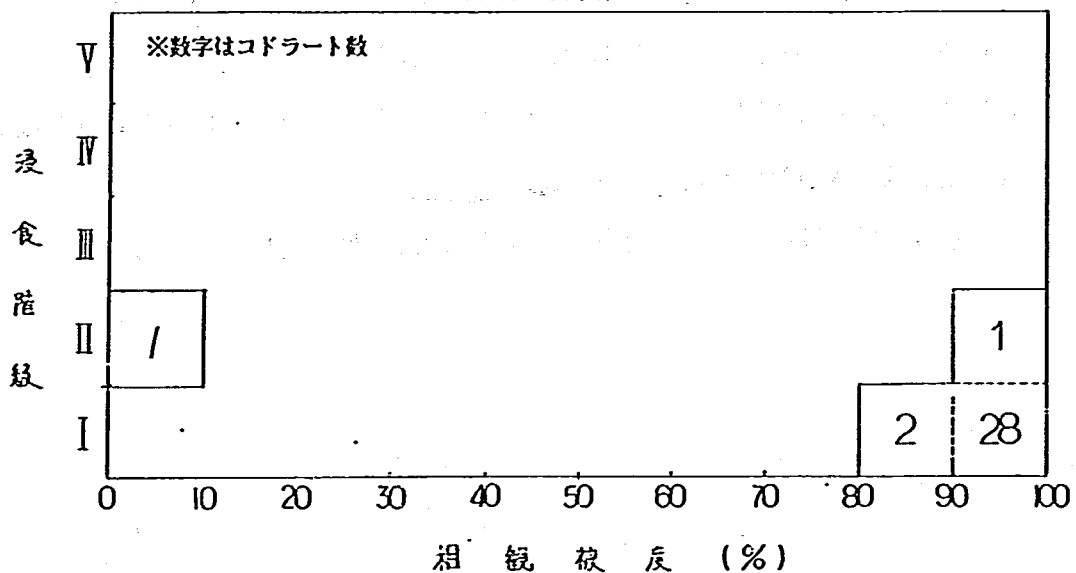


図-III-64

相観被度と侵食階級との関係

10. 草本被覆率と木本の生育との関係

ここでは、草本被覆率（外来草本＋在来草本）と、木本の被覆率、密度、生育高との関連性を検証することによって、木本の生育に適当な草本被覆の範囲を検討する。

1) 草本被覆率と木本被覆率との関係

渡良瀬川の全コドラートについて、草本被覆率と木本被覆率との関係を表わした散布図を図－Ⅲ－65に示す。

草本被覆率（％）＋木本被覆率（％） ≤ 100 （％）であるので、図上の点は斜めの直線以下にだけ存在する。すなわち、直線上に点があるものは草本と木本の合計の被覆率が100％であるということである。

この散布図をみると、客土種子吹付工と種子散布工では草本被覆率は30～95％の範囲にあるが、木本の被覆率との相関は明確とはなっていない。厚層基材吹付工では、ほとんどのコドラートで草本被覆率は100％となっており、木本の被覆率は極めて低い状況であった。

このように、渡良瀬川においては草本被覆率と木本被覆率との相関は明確ではないことが確かめられたのであるが、この結果は他の施工地においても同様であった。

2) 草本被覆率と木本密度との関係

渡良瀬川の全コドラートについて、草本被覆率と木本密度との関係を表した散布図を図－Ⅲ－66に示す。

草本被覆率と木本密度との関係は、1)と同様な結果となり、明確な相関はみとめられなかった。

客土種子吹付工においては草本被覆率が90％を越えるコドラートでもかなりの数の木本類の生育（最大40本/㎡）がみとめられた。これら木本類の大部分はヤマハギ、イタチハギ等のハギ類であり、ハギ類は、少なくとも施工後1年位は、草本の被覆が高い状態であっても生育が可能であると考えられる。

また、他の施工地においても、草本被覆率と木本密度との間に明確な相関が無いこと、ハギ類が草本被覆の高い状態でも生育していることは同様であった。

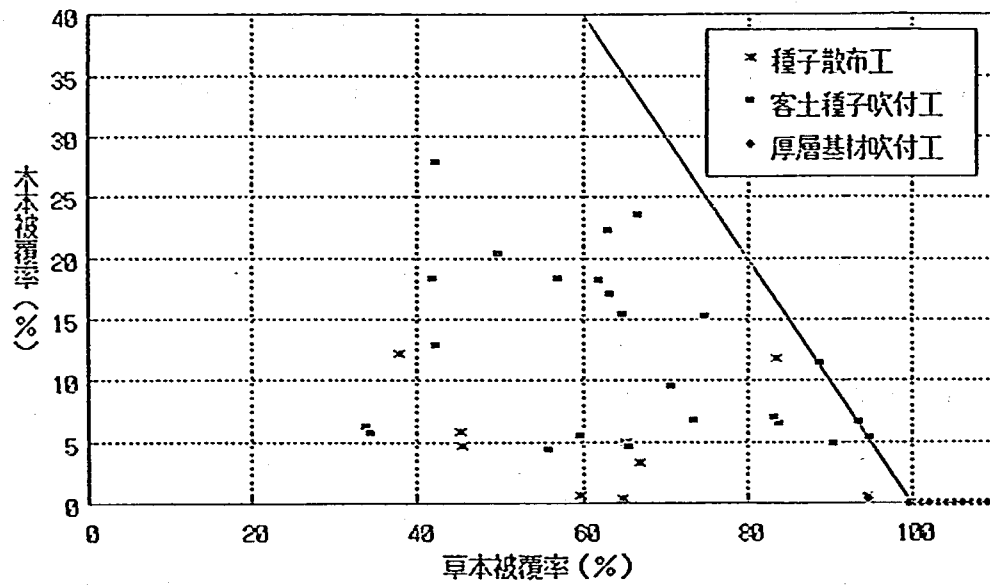


図-III-65 渡良瀬川工事：草本被覆率と木本被覆率の関係

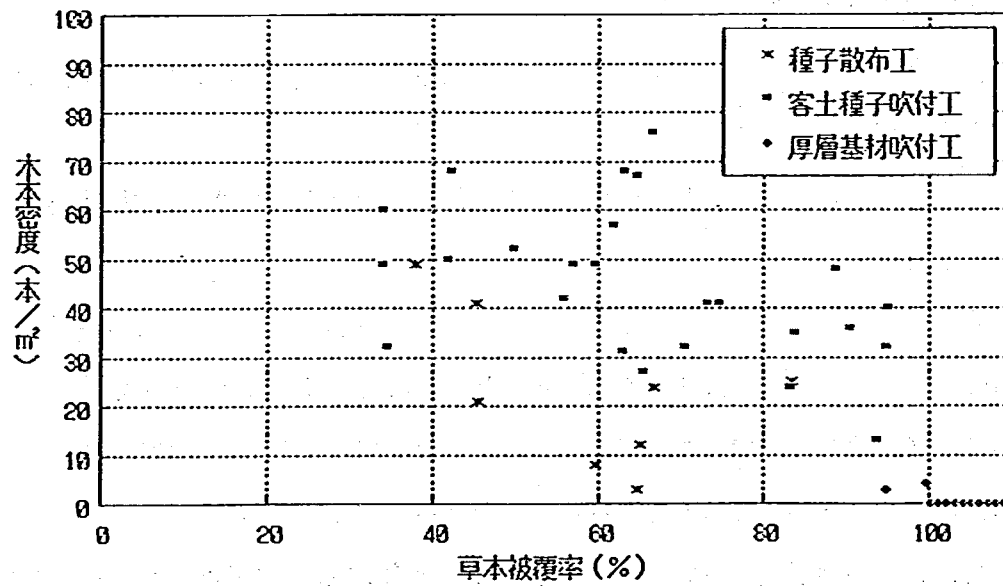


図-III-66 渡良瀬川工事：草本被覆率と木本密度の関係

3) 草本被覆率と木本高との関係

草本より上位に葉を展開することができれば、木本類は一応成立できたと評価できるので、ここでは各コードラートの草高に着目して木本の生育高がこれを上回っているかどうかを検証する。

各コードラート毎に草高（自然高）と木本高（最高のもの）を比較してどちらが高いかで2つに分類し、草本被覆率10%毎にヒストグラムを作成した。（図-III-66～図-III-71）

全施工地の合計（図-III-66）により検証する。

尚、コードラート個数は絶対数であるので、比較に当たっては、同じ被覆率階級においてコードラート個数の大小を図の左右で比較する必要がある。

これによると、木本高>草本高となる割合が多いのは草本被覆率が69%以下であり、70%を越えると草本高>木本高となるコードラートが多くなる。さらに、90%を越えるとその差は著しくなる。この結果から、木本の導入に当たっての草本被覆率の適正な値は70%未満が望ましいと考えられ、90%以上では木本の成立の可能性は極めて低くなると言うことができる。

ここで、草本被覆率が低いにも関わらず、木本の生育高の方が小さいコードラートがあるが、これは草本の影響を受けていない状況であるから、木本類の成長は草本に比べて劣ることが原因である。このことからすると、このグラフは草本高>木本高の方にコードラートの個数が表れやすい傾向を持っていると言える。この点を考慮すると、89%以下での差は有意であるとは言えず、89%以下での傾向は明確とは言えない。

以上のことをまとめると次のようになる。

- ・草本被覆率が90%以上の状態では、木本が草本より上位に葉を展開することが極めて困難となっている。
- ・90%以下の草本被覆率については、草本高と木本高の大小の関係は明確とはなっていない。

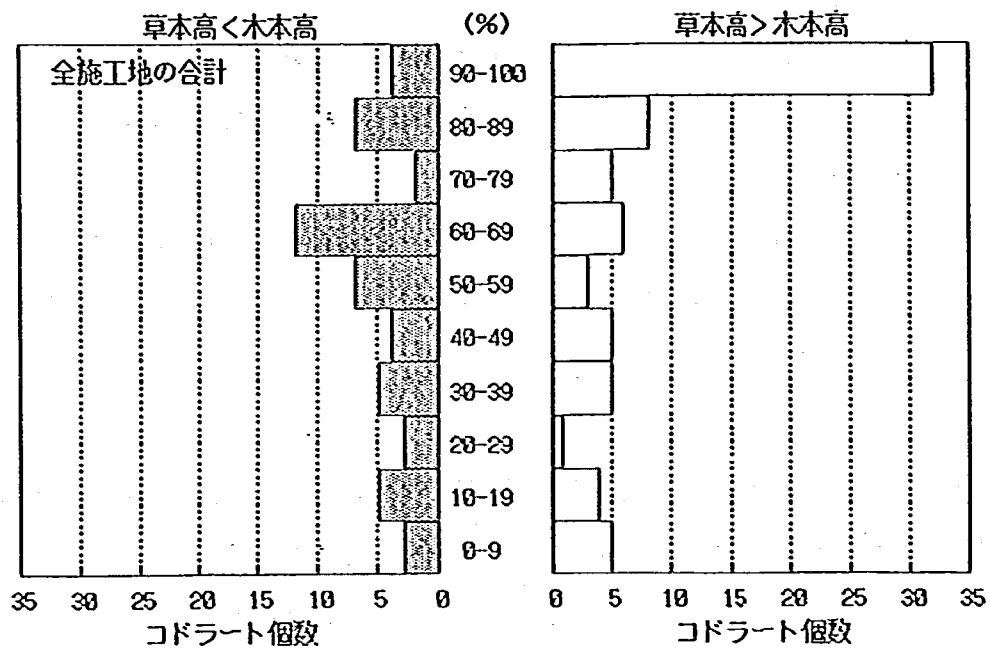


図-III-67 草本被覆率の階級別の草本高（自然高）と木本高の比較

左：草本高よりも高い木本のあるコドラート数

右： " ない "

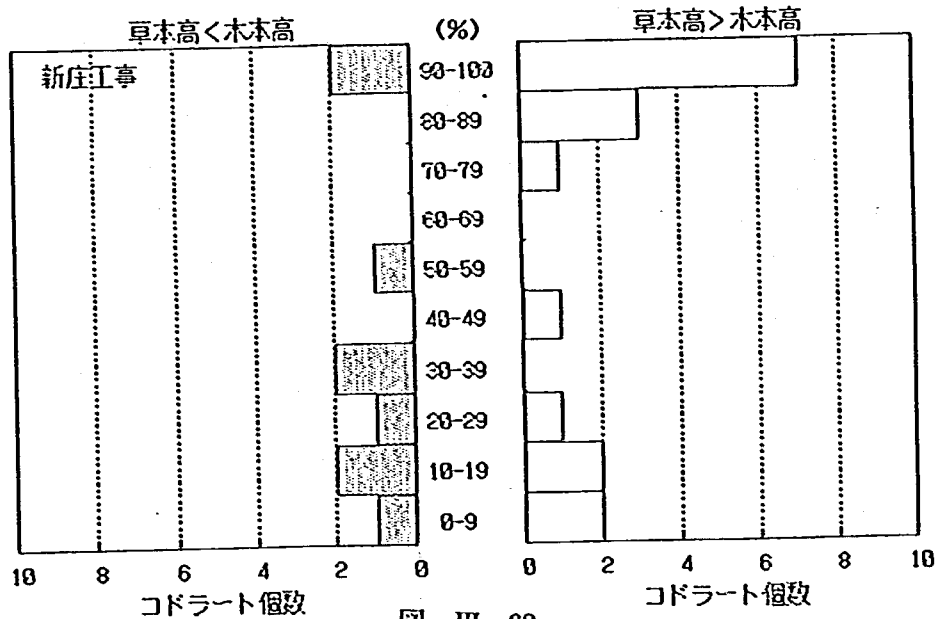


図-III-68

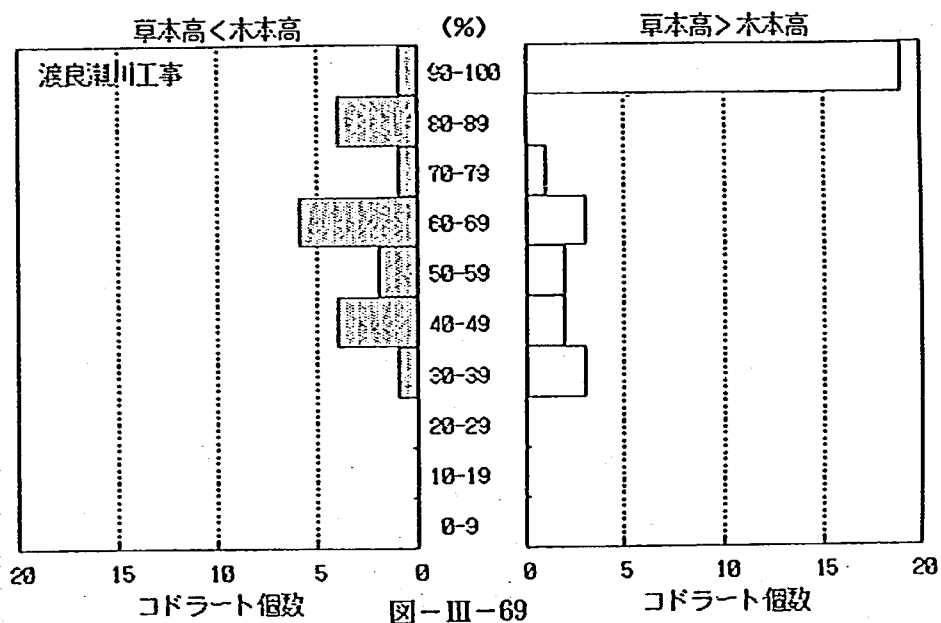


図-III-69

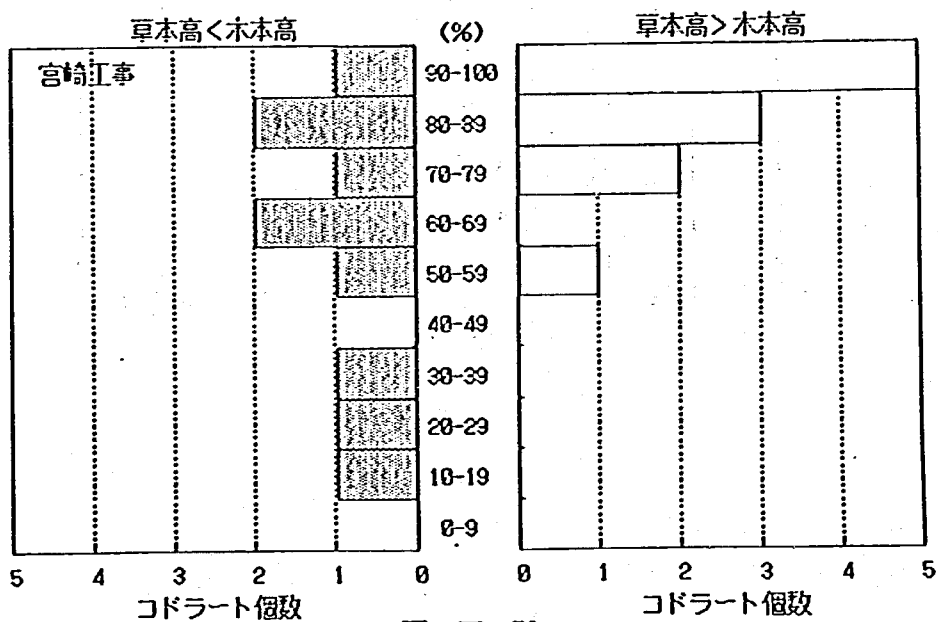


図-III-70

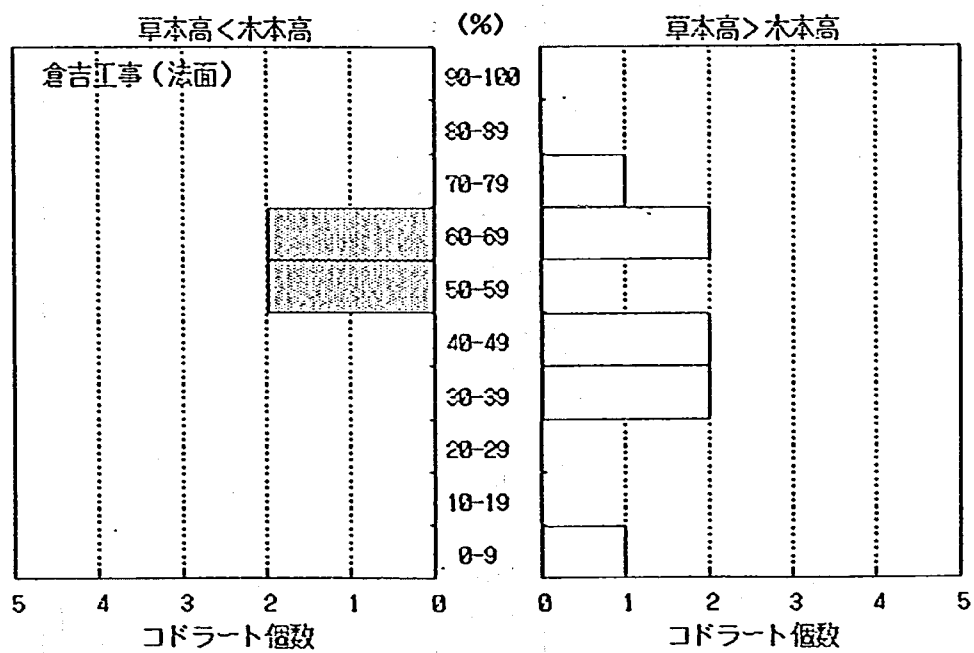


図-III-71

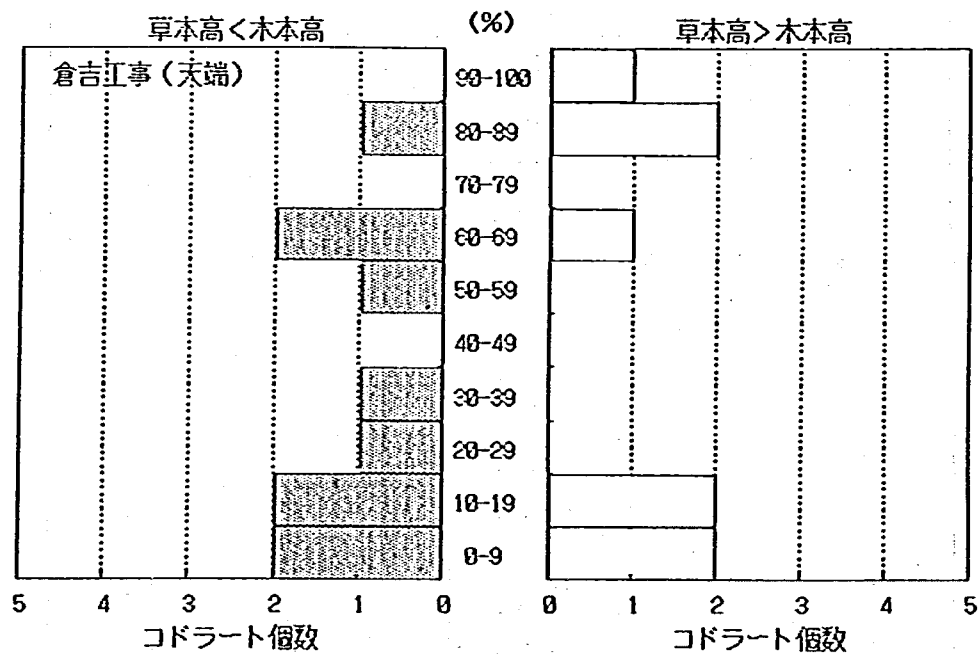


図-III-72

4) 草本被覆率と木本増減率との関係

2) において、草本被覆率と木本密度との相関は明確ではないことが明らかとなったが、渡良瀬川において木本密度の昨年からの増減の様子を求めた結果、草本被覆率との間に相関のあることが明らかとなった。(図-Ⅲ-73, 74)

図-Ⅲ-73は試験区毎に、その草本被覆率の位置に、昨年からの木本密度の推移を表わしたものである。(草本被覆率は本年での値である。)これによると、草本被覆率が90%以下の試験区では全ての試験区で木本密度が増大しているが、90%以下では逆に全て減少している。

この増減の様子を増減率(63年÷62年)で表わしたものが下の図(図-Ⅲ-74)である。

これによると、種子散布工では昨年の密度が0であったために増減率は無限大(∞)になっているが、他の試験区はほぼ直線上に並び、草本被覆率が高い程、木本密度の減少傾向が著しいという結果となっている。

このことから、草本被覆率と木本の被圧の程度は比例関係に近いものがあると考えられる。特に、草本被覆率が100%近くでは、木本の生育が極めて困難になっていると言える。

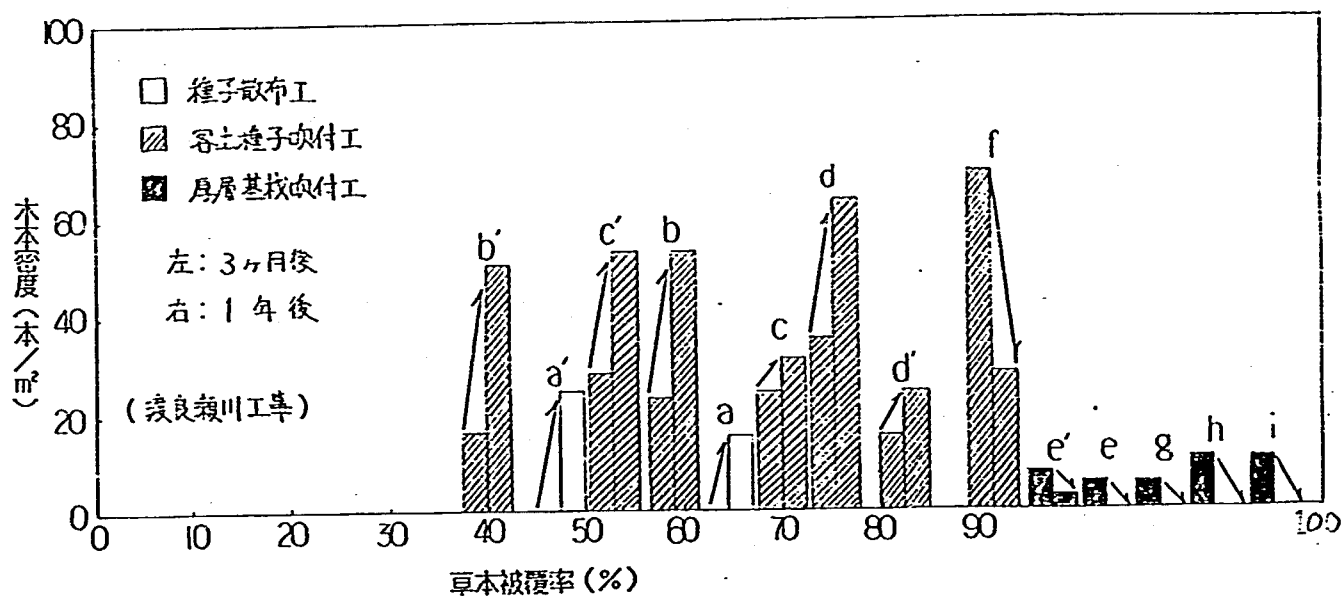


図-III-73 草本被覆率と木本密度の増減との関係

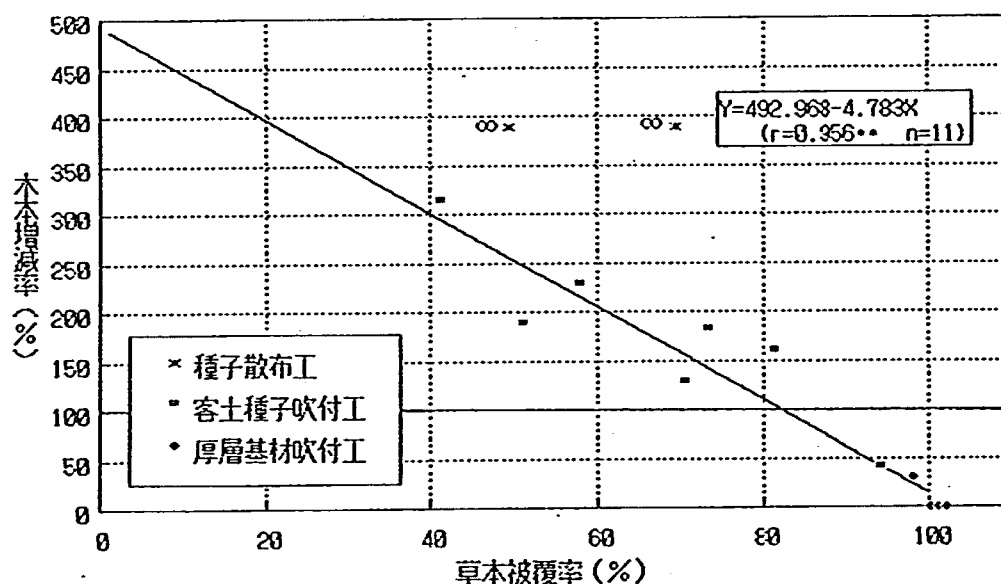


図-III-74 渡良瀬川工事：草本被覆率と木本増減率の関係

5) 草本被覆率とヤシャブシ密度との関係

木本類の生育は、各試験地ともマメ科の植物であるハギ類が多いために、1)～4)で検証した木本類の傾向はハギ類のものと言うことができる。そこで、ここでは、カバノキ科の木本類であるヤシャブシについて、草本被覆率との関連性を検証してみる。

カバノキ科の木本類はマメ科の木本類に比較して密度が極めて低いため、今回の調査では、既設の1×1mのコドラートとは別に、3.3×3.3m又は4×4mのコドラートを設けて密度及び木本高を測定している。(表-Ⅱ-33～37) この結果を用いて草本被覆率とヤシャブシ密度との関係をみたものが図-Ⅲ-75である。

これによると、草本被覆率が60%以下においては、ヤシャブシの密度はばらつきが多く、0～44本/10㎡の範囲にあるが、60%以上になると密度は低い傾向となり、85%以上では極めて低い値となっている。

この結果からすると、ヤシャブシは草本被覆率が85%以上であると、生育が極めて困難になっていると言える。

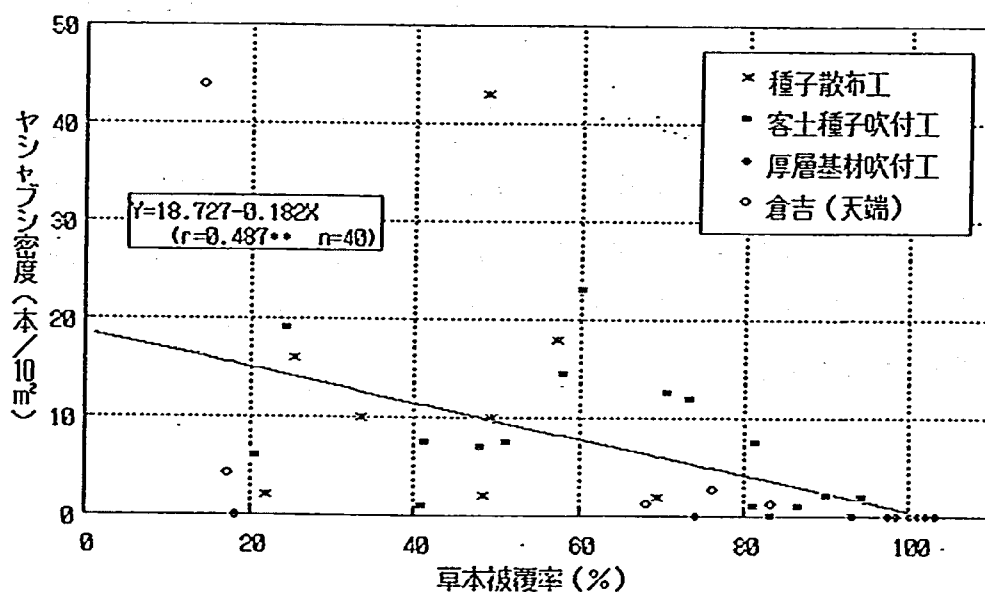


図-Ⅲ-75 草本被覆率とヤシャブシ密度の関係

6) 総括

草本被覆率が木本の成立に及ぼす影響をみるために、草本被覆率と次の5項目との関係を検討した。

- a. 木本被覆率
- b. 木本密度
- c. 木本高（最大の個体）と草本高（自然高）の大小関係
- d. 木本増減率
- e. ヤシャブシの密度（10 m²当り）

a から d については、密度の高いハギ類が主体の検証である。

a, 及び b については草本被覆率との関係は明らかではなかった。この原因は、①木本の被覆率は何れのコドラートも低く、差異が小さかったこと、②木本の密度は成立の可能性が低い個体も含まれていること（被圧されながらも生存している。）、によるものと考えられる。

c 及び d によると、草本被覆率が90%以上では木本の成立が極めて難しいと考えられた。また、被圧の傾向が見られるのは70%以上であるが、その被圧の程度は明示できなかった。

e では草本被覆率が85%を越えるとヤシャブシの個体数が減少しており、被圧の傾向が見られた。ハギ類では90%以上の草本被覆率でも密度の減少は無かった事を考慮すると、ハギ類とカバノキ類では許容する草本被覆率に差があると考えられる。カバノキ科の植物を導入する場合は草本被覆率をハギ類の場合より低く抑えることが必要であると考えられる。

11. 評価、検討の総括

本業務の主な目的は次の2点であった。

①施工地ごとの緑化上の問題点について対処できる緑化工法を提案する。

②木本類及び在来草本の導入を効果的に行なうための緑化工法を提案する。

本章では、上の目的に沿って今回の調査結果を評価検討してきたが、各地で行なった個々の緑化工法の評価や木本類を導入する際の問題点についての検証は一応できたように思われる。

これらの結果をもとに、①については、次章「各試験地に適した緑化工法の提案」のところで考察するものとする。

②については、木本類を導入する際の問題点に着目して本章で検証してきたが、この結果を以下にまとめておく。

播種工で木本類を導入するとき問題となる点として次の事が上げられている。

a. 発芽効率が悪く、発生本数が少ない。

b. 草本類に比較して成長が遅いため、草本類に被圧される傾向がある。

c. 草本の播種量を抑えると、浸食の問題が生じる。

a. に関しては、植物の種類によって発芽、生育に差異がみとめられた。良好な生育をみせたのはイタチハギ、ヤマハギ等のハギ類であり、特にイタチハギは発生本数が多く、外来草本の被圧下でも本年ではまだ生育が見られた。ヤシャブシ、ヤマハンノキ等のカバノキ科の木本類は発生本数が少なく、特に有機質を使用した客土種子吹付工や厚層基材吹付工での発芽が悪い傾向にあった。(6. 客土種子吹付工における材料別の比較) しかし一方では、倉吉の10工区のように、ヤシャブシが非常に旺盛な生育をしめしていた工区もあり、カバノキ科の木本類を導入するためには使用材料や植生工種の選択に検討の余地が多いといえる。

b, c に関しては、今回の試験では草本の播種量を変えて、木本類の成立に適切な草本被覆の範囲を検証しようとした。しかし、今回各施工地で行なった草本の播種量の増減の範囲では、草本被覆に明確な傾向はつかめなかった。(3. 種子配合別の比較)

むしろ、草本被覆は植生工種の相違による差異が著しく、有機質使用の客土種子吹付工や厚層基材吹付工では外来草本の密生した植生となって木本類を被圧する傾

向が見られた。(4. 植生工種別の比較)

また、黒ボクを使用した客土種子吹付工においては、厚さが厚くなる程外来草本の生育が旺盛となる傾向がみとめられた。(6. 客土種子吹付工における吹付厚さ別の比較)

そこで、このような現況の草本被覆の差異に着目し、各コドラート毎に草本被覆率と木本の生育との関係を検証したところ、草本被覆率が90%以上になると木本類に明らかな生育阻害が認められた。(10. 草本被覆率と木本の生育との関係)

一方、浸食と植生被覆との関係については、客土種子吹付工における検証となったが、草本被覆率が60%以上あれば、問題となるような浸食が生じないという結果となった。(9. 浸食と植生被覆との関係)

以上のように、前記a～cの木本類を導入する際の問題点については一応の評価ができたように思われる。また、播種量と植生被覆との相関は明確では無かったものの、植生の現況から推測することにより、次章の表-IV-1に、外来草本の播種量と被覆率との関係の目安をしめすことができた。

しかし、今回の調査は施工後約1年のものであり、木本の成立の有無を確実に評価できていない点や、木本類の導入に適切な種子配合の明示ができなかったことに問題が残り、今後の課題とすべき点であろう。

IV. 各試験区に適した緑化工法の提案

1. 各地区に適した緑化工法の提案

各試験地ごとに緑化工法の問題点がとりあげられており、これに対処できる緑化工法について2年目の調査結果から知り得た事実をもとに検討する。さらに、それぞれの試験地で有効と考えられる緑化工について提案する。また、試験地計画時に想定された緑化上の問題点について、実際にどうであったか推測する。

検討にあたっては、植生調査項目のうちとくに被度（被覆率）を用いて行った。これは法面保護工の機能として植生工に期待する最大のものは浸食防止効果であり、その効果は植生被覆の良否であろうと考えたためである。

一般に被覆率は、外来草本を主体の緑化においては60日前後で80%以上必要であるとされている。一方、外来草本や木本類の導入をはかる場合には、被覆率を低く抑える必要があるので、同じく60日後で50～70%程度が適当であるといわれている。

当試験では、木本類を導入することを目標としているので、50～70%を想定すればよいと思われるが、調査が約1年後であるので70%を基準値と仮定して、各植生工を比較することにする。

1) 新庄工事

新庄工事では緑化上の問題点として次の5項目があげられている。

- I. 軟岩部では根の侵入が阻害される。
- II. 軟岩部では節理にしたがった滑落が発生する。
- III. 晩秋及び春先に凍結、融解現象による滑落が発生する。
- IV. 積雪害がある。
- V. 植物の生育適期が短い。

軟岩部では、客土種子吹付工1cm厚（配合①、②）、2cm厚4種、厚層基材吹付工

3cm4種の計10種を実施している。

被覆率は1cm厚では30%以下であるのに対して、2cm厚以下では90%以上と良好である。このことから、軟岩部では客土種子吹付工の2cm厚で施工すれば良好な緑化ができるといえる。但し、試験地を行った軟岩部は細かな割れ目が多く、土砂化も進行しているので、硬質な軟岩部で行った場合も同様であると考えるのは早計であろうと思われる。

緑化上の問題点のうち「節理にしたがった滑落」と「凍結、融解に起因する滑落」に対しては金網張工（#14、50×50）で対処するものとしたが、晩秋の施工で無植生の状態で越冬させたにもかかわらず損傷を受けなかった。凍上によるアンカーピンの浮き上がりも発生していなかったため、金網張工は当地の緑化基礎工として有効であろうと判断される。

土砂部では客土種子吹付工の1cm厚（①、②）と種子散布工4種の計6種を実施している。

両植生工とも植生機材の流出がはなはだしく、殆ど残存しない状態であり、地山もシートエロージョンを受けていた。被覆率は客土種子吹付工の1cm厚②配合が80%以上であったことを除いて60%以下であり、浸食防止に十分な被覆率とはいえない。

この結果だけからいえば、土砂部は吹付厚1cm厚以下では良好な緑化基礎工は望めないといえる。但し、機材の流出は融雪水が原因と考えられるので、施工時期が晩秋で無植生のまま越冬させた事が大きく影響している。適期施工を行えば結果は異なったことは充分考えられる。

著しい「積雪害」を受けており、土砂部であっても植生工の選定にあたっては十分な配慮が必要である。当地では土砂部であっても、耐浸食性の高い植生工を採用することが必要であり、今回の試験結果の範囲でいえば、客土種子吹付工の2cm厚が適当となる。

寒冷な気候であることから、「植物の生育適期が短い」と考えられたが、今回採用した植物は発芽の確認できなかったヤマハンノキを除いて、当地の緑化に使用できるといえる。

2) 渡良瀬川工事

渡良瀬川工事では緑化上の問題点として次の5項目があげられている。

- I、粗粒で礫が多く、保水性、保肥性が低い。
- II、強酸性であり、生育阻害物質を含む。
- III、冬期は著しく低温となり、植物は低温害を受ける恐れがある。
- IV、植物の生育適期が短い。
- V、周辺からの侵入植物が少ない。

渡良瀬川工事の緑化上の問題点のうち、渡良瀬川工事に特有な事項は、地山が強酸性で、生育阻害物質（Cu、Zn、As等）を含むことである。さらに、試験区の地山は掘削土の盛土で、大小の礫を多く含んだ粗粒な土質であるために、保水性、保肥性が低いこともあげられる。

このようなことから、植生工を行うと、造成した植生基盤の吹付厚さが植物の生育に大きな影響を与えると予想される。このため、吹付厚を0～10cmの範囲で変えて比較している。

被覆率が70%未満の区は種子散布工（配合②）と客土種子吹付工1cm厚（配合②）だけである。客土種子吹付工2cm厚（配合②）では基準値の70%である。配合①ではすべての区で70%以上である。配合①と②では、配合②の方が草本類を倍量播種しており、播種量と矛盾する被覆率となっている。

3cm厚以上はすべて85%以上であり、播種量の多少に影響されずに良好な被覆である。

ここで外来草本の草丈をみると、客土種子吹付工2cm厚以下はすべて30cm以下となっており、3cm厚以上と比べるとやや低い値であった。被覆率の状況と考え合わせると、外来草本の生育が劣るといえる。しかし、植物の生育に有害な物質を含むことによる程の顕著な生育不良は発現されておらず、緑化上の問題として想定した「強酸性であり、生育阻害物質を含む」ことはないと考えられる。

緑化上の問題点のうち、寒冷な気象条件に起因する「低温害」や「植物の生育期間が短い」ことの問題はみとめられない。今回使用した植物は寒冷地に適した植物を

採用しているが、これらの植物は当地域の気象に充分耐えるものであるといえる。

「周辺からの侵入植物（木本）が少ない」という問題は、導入植生が衰退した場合のことであるので、現時点での評価はできない。

1年後の状況から、渡良瀬川工事の試験法面の立地に適当な植生工を検討すると次のように考えられる。

客土種子吹付工3cm厚を採用すると確実性が高い。客土種子吹付工2cm厚以下で植生被覆の良否にバラつきがでる可能性はあるが、浸食は殆ど受けていないことからすれば、種子散布工または客土種子吹付工1cm厚を採用してもよいと考えられる。

緑化基礎工は、法面が25°と緩傾斜であることからすると、金網張工は不必要であると考えられる。

3) 倉吉工事

倉吉工事では緑化上の問題点として次の3項目があげられている。

- Ⅰ. 粗粒で礫が多く、保水性、保肥性が低い。
- Ⅱ. 植物の生育適期が短い。
- Ⅲ. 国立公園内位置するために緑化用植物の制限を受ける。

大山の一の沢地区は国立公園内に位置するので、自然植生の保護の観点から緑化用の植物の制限を受けており、外来草本を使用できない。したがって、在来草本と木本類だけによる緑化となるが、これは従来の緑化工の考え方とは大きく異なり、実施例が少ない。外来草本は初期生育が旺盛であるから植生被覆を速やかに行うことができるが、これに対し生育の緩慢な在来草本や木本類による緑化は植生被覆が遅くなる。

このようなことを考慮して被覆率をみていくことにする。

客土種子吹付工(2cm厚、土壌改良材混入区)を除く他の4区(無播種は除く)はすべて70%以下となっている。しかし、いずれの区においても降雨浸食等の変異は発生しておらず、現時点での問題はない。

草丈をみると、客土種子吹付工と厚層基材吹付工では在来草本が50cm程度まで生長しているのに対し、種子散布工では10cmと極めて低かった。「保水性、保肥性が低い」土質であることが大きく影響していると考えられる。

「植物の生育適期が短い」ことは、寒冷地に適した植物を使用したことにより問題とはなっていないと判断される。

「緑化用植物の制限を受ける」ことの問題は、被覆率がやや低いことに集約されるが、浸食が発生していないことからして、現時点では問題となっていない。

当地の緑化では木本類の導入が必須の要件となるが、この点では客土種子吹付工(2cm厚)が適当であると考えられる。種子散布工では地山が露出するので、浸食を受けやすい土質であることからすると緑化を確実に行うことは難しいと考えられる。

緑化基礎工として金網張工を併用すべきであると考えられる。

4) 宮崎工事

宮崎工事では緑化上の問題として次の3項があげられている。

- I. 粘性土で冬期は低温となるので霜柱が発生する。
- II. 土壌硬度が23mm以上の部分もあり、根の侵入が阻害される。
- III. 降水量が多く、降雨浸食を受ける。

種子散布工、客土種子吹付工(1、2、3cm厚)、有機吹付工、張芝工、厚層基材吹付工(5cm厚)の計7種の植生工で、種子散布工と客土種子吹付工では4種の種子散布工配合比較し、計12区を実施している。

被覆率は種子散布工の配合③と④が70%以下である。他の区では全て80%を超えている。草丈は被覆率の低い2区の外来草本が35cm以下であったのに対し、他の区では60cmを超えている。(張芝工は除く)

「降水量が多く、降雨浸食を受ける」という問題が予想されたが、被覆率の低い区においても軽微であり、とくに大きな問題となっていない。

「土壌硬度が23mm以上の部分」があるとされていたが、測定した結果は殆どが23mm以下で、根の伸長が阻害されるという問題は発生していないと考えられる。

「霜柱の発生による滑落」は試験地周辺の裸地法面で僅に発生していたが、試験地内では発生していない。緑化基礎工として併用した金網張工の効果があったものと考えられる。

当地の緑化工においては、外来草本を主体の種子配合(配合③、④)を行えば種子散布工で実施することも可能である。(但し、これは現時点での評価であるので、3年目以降衰退する可能性については不明である。)

ヤシャブシなどのカバノキ類の木本を導入することの前提にたてば客土種子吹付工(2cm厚)を採用し、種子配合③とすることが適当である。

緑化基礎工として金網張工(＃14 50×50)を併用していくことが望ましい。

5) 吉野川工事

吉野川工事では緑化工を実施するにあたって、特に注意すべき問題はないと考えられた。

種肥付ワラムシロ張工を実施しているが、今回の施工は必ずしも成功していない。コドラートは10区設けて調査したが、被覆率70%以下の区が4区あった。そしてこの4区はいずれも南向き法面であった。また、70%以上あった区は、いずれもホワイトクローバー(WC)が増殖、拡大したことによるものである。

使用植物はWCのほかイネ科の植物を7種類であるが、近年、緑化用植物として問題視されているベントグラス類(HBG)、ライグラス類(PRG、IRG)なども使われている。

現在の植生不良の主たる原因はこの点にあると思われる。

今後の緑化工においては、ケンタッキー31フェスク、クリーピングレッドフェスク、ウィーピングラブグラスなど、法面緑化工に適した植物を主体に種子配合を設計していくことが重要であると考え。また、メドハギのような肥料木を適宜併用していくべきであろう。

このような条件の緑化の場合、植生工は大面積であれば種子散布工とし、小面積であれば種肥付きワラムシロ張工を採用することが適当であると考えられる。

2. 木本類及び在来草本の導入を効果的に行なうための緑化方法の提案

1) 植生工種

木本類及び在来草本の発芽及び生育に最も適した工種は客土種子吹付工であった。

種子散布工では発芽は客土種子吹付工と同様の傾向を示すが、概して草丈が低く、外来草本を少なくした場合の被覆率の高低の幅が著しく大きいので確実性が低いように思われる。即ち、播種量を増減することにより植生被覆の程度を変えていくと言うことが難しいのではないかと考えられる。浸食防止の機能を発揮しながら木本類や在来草本の成立を可能にするという被覆率をつくり出すことが難しい工種であると言える。

厚層基材吹付工は外来草本の成長が著しく、木本類や在来草本を被圧する傾向にあった。また、木本類や在来草本の発芽についても客土種子吹付工より劣るように思われる。厚層基材吹付工は基材の耐浸食性を向上させ、植物（特に外来草本）が衰退しないように肥効が長期に亘るように作られており、このことが、木本類の導入には逆効果になっているように推測される。

2) 吹付厚

客土種子吹付工は吹付厚1～3cmの範囲で地山の状態に応じて設定していくことが望ましい。但し、1cm厚は木本類及び在来草本の発芽床としては良好であることに変わりはないが、生育基盤としての効果は低い。このため、2、3cm厚と比べて2年目の植物の生育が劣る。更に、浸食による基材の流出も受け易い傾向にあり、植物の生育基盤としての評価を誤ると十分な緑化は望めないので、採用に当たっては注意する必要がある。また、3種の植生工のなかで木本類の成立が最も良好であった客土種子吹付工においても、5cm厚では外来草本の過剰な生育により被圧される傾向にあった。

厚層基材吹付工は肥料養分に富んだ基盤である。2cm厚でも外来草本の成長が良好になるので、木本類、在来草本を導入する場合は種子配合を充分検討することが必要である。

（新庄の客土種子吹付工2cm厚は厚層基材吹付工と同様であるので、このことから考察した）

3) 種子配合

木本類の導入に当たって、種子配合は1年後で草本類の被覆率を60%～90%の範囲となるよう設定することが適当である。これは、草本類の被覆率が90%以上になると木

本類を著しく被圧し、60%以下になると地山が浸食を受ける危険性が高くなるためである。被覆率の上限と下限を設定して、それに合致する植生被覆を造る場合、植生工の種類により植物の生育の形態が異なるので、播種量は植生工の種類によって変えることが必要である。

今回の調査結果から外来草本の被覆率と播種量の関係について植生工ごとに目安とすべき値をしめすと下表のようである。

表-IV-1 外来草本の期待発生本数と目安となる被覆率（1年後）

植 生 工	外来草本の期待発生本数	被 覆 率
種 子 散 布 工	10,000本/㎡以上 1,500~7,000本/㎡	90%以上 60~90%
客土種子吹付工 (1~3cm厚)	3,000本/㎡以上 1,500~3,000本/㎡	90%以上 60~90%
厚層基材吹付工 (3~10cm厚)	1,500本/㎡以上 ¹⁾	90%以上 60~90%

1)厚層基材吹付工は1,500本/㎡以下での実施例がないので記載しない。
あえて独断的にいえば、被覆率60~90%にするためには300~800本/㎡程度となると思われる。

但し、今回の試験の結果だけからの目安であるので、これだけで播種量の基準とすることはできない。基準化のためにはこの播種量を今後の種子配合の設計、検討の材料として扱い、さらに多くの実施例を重ねデータを蓄積していくことが必要である。

在来草本及び木本類は各植物の加算による総量での制約は不要であり、1種当り100~500本/㎡の範囲で設定すればよいと思われる。（ヨモギは約1,000本/㎡以上播種し、富栄養状態を作ると木本類を被圧する傾向があるので注意を要する。）

4) 導入植物

今回の試験地は程度の差はあるが何れも寒冷な気象であり、寒冷地で使用すべき植物として次の植物が上げられる。この中から適宜選定していくことが適当である。 a. 外来草本

K31F、CRF、OG、KBG

b. 在来草本

ヨモギ、ススキ、メドハギ

c. 木本類

ヤマハギ、イタチハギ、ヤシヤブシ

※今回の結果から言うとカバノキ類は厚層基材吹付工での導入は難しい。

5) 施工時期

春期は、木本類の導入を目標として施工する場合の施工適期である。気温が 10°C 以上となると木本類の発芽が可能となり、以後次第に気温が上昇して生育に好適である。また、梅雨を控えて相応の降水量も期待できる。

夏期は気温が高く、乾燥害を受け易い。このため発芽が阻害されたり、最も弱い生育段階である発芽初期に枯死するなどの問題が生じる。よって、施工時期として適当ではない。

秋期は、寒冷地型の外来草本を導入する場合は施工適期であるが、木本類の導入を目標として施工する場合は不利であると言われている。これは、外来草本と木本類で発芽可能温度が異なることによるものである。すなわち寒冷地型の外来草本の発芽可能温度は $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ とされているのに対し、木本類の多くは $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ と比較的高い温度を必要とするためである。

このように発芽できる温度に差があると、気温が低下していく秋期に施工すると外来草本が優勢になり易い。さらに秋期に発芽した木本類は成長も緩慢となり、越冬前に充分成長しきれず、冬期に枯死してしまう例も多い。また、次第に気温が上昇していく春先にも外来草本の発芽、生育が木本類に先行し、その結果、木本類を被圧することになり易い。

秋期施工は、以上のような問題があると考えられたが、今回の試験においては新庄（11月施工）、渡良瀬川（9月施工）において木本が成立しており、秋期の施工も可能であると考えられる。ただし、木本類を導入する場合には草本類の被覆を一定以下に抑えることが必要なのは当然のことであり、このために晩秋～冬期～春先に植生基材の流失は充分予想される。（新庄は地山の浸食は軽微であったが、植生基材の流失は甚だしく、問題であった。）

秋期施工は、さしたる問題とならない今回の試験のようなケースばかりとは限らず、大きな問題となるケースもある。すなわち、秋期施工は法面が損傷される危険性が高くなるので、今回の結果である程度可能性を見いだせたとしても、できるだけ適期施工で実施すべきである。

冬期は気温が10℃以下となり、木本類の発芽はできないだけでなく、寒冷害、雪害等による基盤及び植物体の損傷がある。よって、施工時期として適当ではない。

以上の事から、木本類を導入する場合の施工適期は春期であり梅雨以前に施工を終えることが望ましい。施工適期は温暖地（温量指数^{*2)} 85以上、暖温帯、常緑広葉樹林帯）では3～6月、寒冷地（温量指数85以下、冷温帯、落葉広葉樹林帯）では4～6月である。

*2)温量指数とは各月の平均気温(℃)のうち5℃以上の月から5℃を減じ合計したもので、次式で表わされる。

$$WI = \sum_{t=5}^n (t - 5) \quad (t > 5)$$

WI : 温量指数 (Warmth index)
t : 各月の平均気温 (℃)
n : t > 5℃の月の数

6) 緑化基礎工

寒冷地においては、緑化基礎工として金網張工(＃14 50×50)を併用することが有効である。植生基材及び植生の流失は防げるし、さらに植生が損傷を受けないために、緑化の確実性は高くなる。とくに寒冷地では晩秋～春先に凍結、融解現象による法表面の滑落が発生し易いので、金網張工を併用して防止することが望まれる。実際の例を見ても金網張工を併用した緑化工は失敗例が少ないことは実証されている。

3. 来年度以降の調査方法及び緑化工の評価方法

今回の試験施工のテーマは「自然性、多様性の高い植物群落」をつくり、「保護管理上の不要な植生」とすることに集約され、そのために必要なデータを蓄積することであった。このような植生をつくりあげることの可能な緑化工法を確立するためには、次のことがとくに重要である。

①、主構成種である木本類の発芽及び初期生育の状況を知ること。

②、草本類が木本類に及ぼす影響を知ること。

したがって、施工後3年目までは「どの植物がどの程度発芽して、どの程度生長したか」を見られる調査方法を採用した。

昭和62年度及び昭和63年度は、コドラート調査(1×1m、0.5×0.5mの重ね枠)による植生調査を主体とした。被度、群度、草丈、密度の調査を行い、解析では一応の成果を得ている。

1) 調査方法の問題点

本年度の結果からいうと、被度、群度、草丈については実際の植生を反映する結果を得たが、密度は実際と相反するものであった。これは株化するイネ科の外来草本及びヨモギなどのように地下茎により増殖を行う植物の実態がとらえにくいことによる。株化する植物は分けつ数の多少により占有するボリュームが大きく異なるし、地下茎により増殖したものの分離が曖昧になり易いためである。このため密度の値は植生の実態を反映していないものとなり、被度や草丈と反比例的な値となってしまった。

密度を実態に則した値にするためには、分けつ数も測定していけばよいが、実際に多大な労力を必要とするので不都合である。(密度にそれだけの労力をかけるのは得策ではない。)

2) 調査方法の提案

各地区であげられた諸問題のうち、最も多かったものは導入植生の衰退が原因で地山の浸食等の変異が発生することである。従来のような外来草本を主体とした緑化工

においては、肥料養分が欠乏すると顕著な影響をうけ、植生の衰退や著しい場合は枯死に至る場合もある。施工2年目では造成した主材料や肥料からの養分の供給があって、欠乏症状はまだ現われにくく、本年の調査では外来草本が主体の植生で全面的な被覆をしている試験区があった。これらは3年目以降、肥料養分の供給が無くなった時に衰退あるいは枯死する危険性を含んでいるといえる。これに対し、木本類や在来草本を導入できれば、一斉な衰退は起こりにくく、より上位の遷移系列に移行できると考えられる。現時点では、外来草本が優占する区と木本類や在来草本が優占する区があるので、今後の植生の消長を3年目以降確認していく必要がある。

当初の調査計画は施工後の3年間を一区切りと考えており、この間は導入した全ての植物の発芽効率（仮称）や成立後の成長の経過を把握することに主眼をおいている。

1、2年目はこの点ではコドラート調査（1m×1m）は有効であった。

昭和64年度の調査は当初の計画に従い、この調査方法を継続するものとするが、木本の成長が著しくなる時期であるので、今後は集団としての植生の変化もとらえていく必要がある。

このような視点で植生をとらえていくには既設の1m×1mのコドラート調査だけでは不十分であると考えられる。これは、小面積のコドラートでは、木本類が大型化するのに伴い植生のかたよりが生じ、試験区全体の状況を反映できない場合が多いためである。低木類が混生する植生を把握するには相応の広さの調査面積が必要であるので本年度仮に調査したように10㎡程度のコドラートを設け調査すべきであると考ええる。

調査方法は1、2年目と同様の手法によるが、密度は草本類を測定せず、今後の植生の主体となる木本類だけを測定する。草本類の密度は他の測定項目で代替できると考える。この調査は65年度以降は現在の小コドラートに代わり、評価、解析の主たる要素としていくので、固定したコドラートを設置しておくべきである。

3年目以降の調査のテーマとしては次のことがあげられる。

- i. 各試験区の植生の遷移の進行度。
- ii. 各試験区の植生の衰退等の現象。
- iii. 導入した木本類の生長及び定着の確認。
- iv. 法面の浸食、滑落等の発生の有無。

評価方法は、ii～ivは従来の方法でよいが、「遷移の進行度」は評価のモデルを作り、その是非を検討しておく必要がある。

遷移系列（二次遷移系列）では、生活型は裸地→1年生草本→多年生草本→陽樹→陰樹という公式が一般的である。但し、1年生草本から多年生草本への移行や、陽樹から陰樹への移行は、発芽及び生育に対する好光性（光発芽等）の特性から説明がつくが、多年生草本→陽樹の移行は草本に対する木本の特性に不明な点が多いので説明が難しいといわれている。

ところで、木本類を導入する緑化工はこの中途段階である多年生草本→陽樹を一気に造り上げようというものである。このため、遷移の進行度のモデル化は極めて難しいと考えられる。評価の要素としては次の例が上げられる。

（1）遷移度

遷移の進行度合を相対的に数量で判断するための指標である。群落を構成する種の寿命（l）、極相指数（c）と優占度（d）の積和を種数で割り、植被率（v）を乗じた値（DS）で表わす。

$$DS = \{ (\sum c \cdot l \cdot d) / n \} \cdot v$$

（2）分散構造

個体群内の個体が生息場所内、または生息場所間に散らばる遷移を指している。種間の分散構造の差異や変化をみることにより、遷移の方向を知ろうとするものである。

（3）種類組成

遷移の各段階の植生型をしめす優占種、若しくは指標植物によって動向の診断を行なうものである。遷移の解析で最も常識的なものといわれる。

草地植生の型で図化した例では次のようになる。

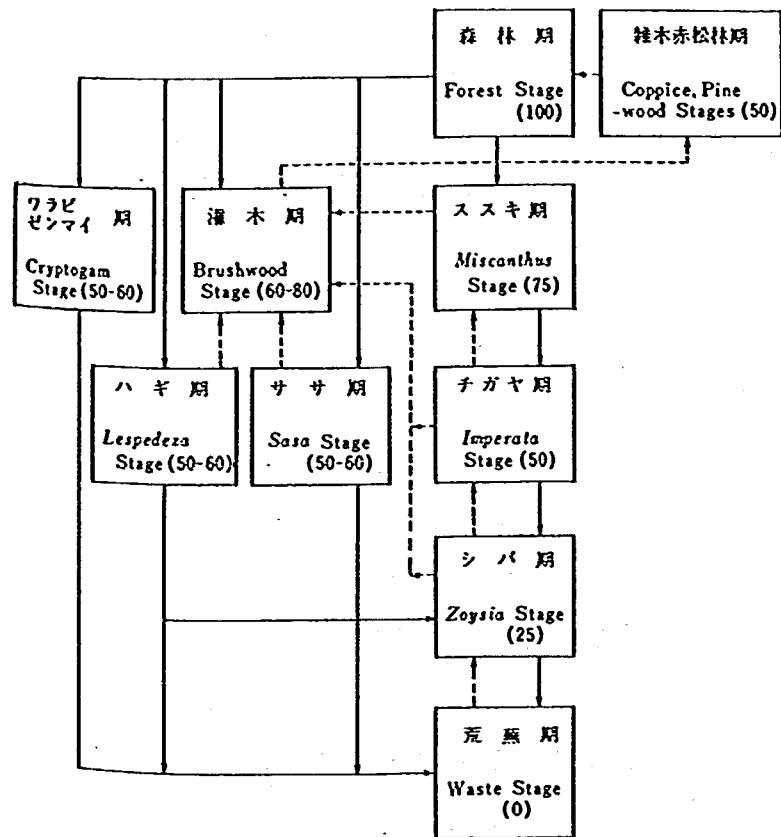


図-IV-1 わが国の草地植生の型、数字は肥沃度を示す(大迫, 1937)

(4) 生活型組成

生育不適期の休眠芽の位置の高さによる生活型の分類に従い、生活型組成をみることによって遷移の進行度を評価する。

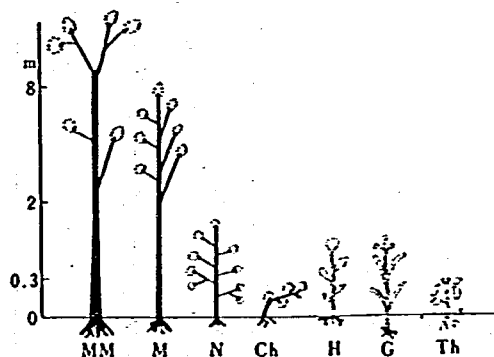


図-IV-2 ラウンケアの休眠型
点線部分が不適期に枯死する部分

- Ph (地上植物): 最高の休眠芽の位置が地上 30 cm 以上につくもので、ふつう木本植物であり、これを MM(高木), M(小高木), N(低木)に細分する。また、Phに入るものとして E(着生植物)と S(多肉基植物)がある。
- Ch (地表植物): 最高の休眠芽の位置が 0 cm (地表面) ~ 30 cm。
- H (半地中植物): 最高の休眠芽の位置が地表面のすぐ下。
- G (地中植物): 最高の休眠芽の位置が地中であって地表面に達しない。
- HH (水生植物): 休眠芽が水面または水で飽和された土中にある。
- Th (一年生植物): 一年生, 越年生, 二年生植物をふくむ。

(5) 年齢構成

主要樹種の年齢構成を経時的にみることや、林分の古さと密度の関係をみることにより、遷移の進行の度合をみるものである。遷移の進行、特に極相に近い段階で有効といわれる。

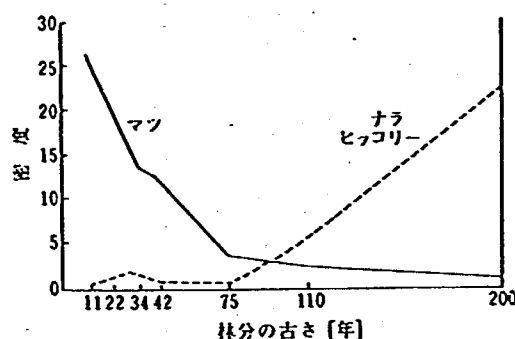


図-IV-3

(a) 遷移に伴うマツの優占度の低下 (b) マツとナラ・ヒッコリーの密度と年代の関係

法面植生を経時的に調査した例はあるが、常在度（出現頻度）が主体であり、遷移の進行度のモデルとはなり得ないものであった。

以上のような方法があげられるが、この考え方は何れも立地条件により大きく異なるので、全国に共通なモデルを設定することは難しいと考えられる。当試験で立案するならば、もっと単純な方式がよいと思われる。即ち、①木本類の成立の可否、②導入植物と侵入植物の関係、を主題とすべきではないだろうか。簡単な概念でしめすと次のようである。

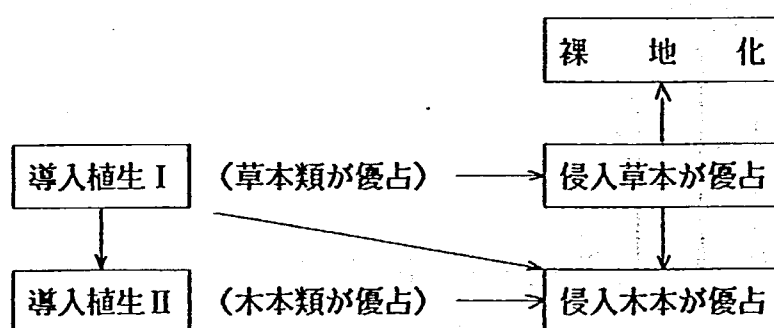


図-IV-4 遷移の進行度（案）

図は粗案で評価の具体的な手法が明示できないが、前述した（1）～（5）の考え方や、他の方法も含めてよく検討し、当試験の評価に適したモデルを立案することが必要と考える。

砂防工事に係わる緑化工法に
関する調査(II)

ISSN 0386-5878
土研資料第2712号
平成元年3月(1989)
吉松弘行・青木隆典
大浦二郎

要 旨

本資料は、昭和62年度に引き続き全国5ヶ所の緑化工試験施工地において各施工地の立地条件に適した緑化工法の検討と、木本類導入をねらいとした砂防工事に係わる緑化工技術基準作成の基礎資料収集のため、追跡調査を行なった結果を取りまとめたものである。現在までの調査により木本類が幼少な時期に草本類のみによる表面浸食を防止するには、草本類による被度が60%以上必要であること、さらには草本類の被度が90%以上になると木本類の発芽が阻害されることが確認された。また草本類の被度は植生工種によって大きく影響を受けることが知見された。

キーワード：砂防工事、緑化工、試験施工、植生工種、木本、在来草本、外来草本

郵便はがき

四十円切手
を貼って
下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研所

急傾斜地崩壊研究室

御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第 2712 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印