

ISSN 0386-5878

土木研究所資料 第3334号

土 木 研 究 所 資 料

木本植物によるのり面緑化工法に 関する研究

平成7年1月

建設省土木研究所
環境部緑化生態研究室

Copyright © (1995) 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、複製は、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。

木本植物によるのり面緑化工法に 関する研究

建設省土木研究所 環境部緑化生態研究室 室 長 半田真理子
研 究 員 飯塚 康雄
室 長 前田 博*1
主任研究員 有村 恒夫*2
〃 藤崎健一郎*3

- *1 現(財)国際花と緑の博覧会記念協会
- *2 現日本道路公団広島建設局
- *3 現日本大学農獣医学部

要 旨

本研究は、のり面の侵食防止、周辺環境との調和等のために施工されるのり面緑化に関して、より景観面や安定性を考慮した施工技術の向上を図ることを目的として、木本植物導入技術について現状の技術を把握した上で、苗木設置と厚層基材吹付工を併用した木本植物導入工法（苗木設置吹付工法）を開発し、取りまとめたものである。

キーワード：のり面、緑化、のり面緑化、苗木設置吹付工法、環境

はじめに

開発事業に伴い生じるのり面については、安定性を確保し、防災に配慮した上で、さらに自然環境との調和、景観形成等を図ることが必要とされている。緑化は、植物の繁茂によるのり面表層部の安定化、浸蝕の防止、地表面温度変化の緩和、表層崩落の抑制とともに美観の向上を図るなど、この必要性に応える上で有効な手法であり、今後一層の推進が期待されている。

のり面緑化にあたっては、地域の自然条件、社会条件等を検討し、それを踏まえて緑化目標を定め、目標に達するべく適切な工法を選択することが必要である。将来の目標として木本植物の導入を設定した場合、その方法として、①当初は草本植物のみを播種し木本植物の導入を待つ方法と、②当初から木本植物を導入する方法とに分けられる。しかしながら、周辺に樹林がない場合、あるいは播種した草本植物が密に茂った場合等には、木本植物の侵入が順調に進まず草本植物のみとなる。このような場合、周辺環境にそぐわない景観になることや草本植物の根が揃って浅くなるため根の先端で滑落しやすいこと、過剰に繁茂した草本植物の一斉枯死が起こる等の問題が生じることがある。また、これを防ぐための維持管理も必要となる。

このため、のり面緑化の量と質を向上させる方向として、当初からのり面へ木本植物を導入する方法が検討されるようになってきている。のり面に木本植物を導入する方法には、播種と苗木植栽の二通りがある。播種による方法は、種子を吹付基材に混入して播くだけなので作業が効率的であるが、ほとんどの樹種について種子繁殖が不可能あるいは困難な樹種であり、現在は数種類の樹種しか導入できない。また、木本植物を計画的に配置することも不可能である。一方、苗木植栽による方法は、既に発芽生育したものを植栽するので利用できる種類が豊富で、計画的な配置も可能である。しかし、苗木植栽の場合、植穴を掘らなければならないため作業効率が悪く、切土のり面のような環境条件の厳しい場所においては地上部に対して地下部の成長が遅いため、苗木が風などで倒れやすく、乾燥による害も受けやすい。また、地山が硬い場所では植穴の掘削が困難な上に水の溜り場となり、軟らかい場合には植穴がのり面の崩壊を招くことにもなる。

しかしながら、早期に目標植生の完成が要望される場合、デザイン的な配植を行う場合、種子繁殖が不可能あるいは困難な樹種（アジサイ、ツツジ類等）を利用する場合などには苗木植栽を行う必要が生じる。

このような状況を踏まえ、建設省土木研究所は「木本植物によるのり面緑化工法に関する研究」を実施し、のり面に木本植物を導入する方法を検討し、苗木設置と厚層基材吹付工を併用した木本植物導入工法（「苗木設置吹付工法」という）を開発し、のり面緑化に関する技術の現状等と併せて土木研究所資料として取りまとめた。

本研究が今後一層のり面緑化の推進に資するとともに、環境保全や景観形成、施工性の向上等に貢献することを期待している。また、本研究の実施にあたり御協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表する。

平成7年1月

建設省土木研究所環境部緑化生態研究室

室長 半田真理子

目 次

はじめに

目 次

第1章 木本植物導入技術の整理	1
1. 1 整理の目的	1
1. 2 整理の方法	1
1. 3 整理の結果	1
1. 3. 1 のり面の調査	1
1. 3. 2 のり面の緑化目標	3
1. 3. 3 緑化工法の種類	11
1. 3. 4 導入植物の種類	13
1. 3. 5 のり面緑化の維持管理	16
1. 3. 6 今後の課題	17
第2章 苗木設置吹付工法の開発	18
2. 1 のり面緑化をめぐる背景	18
2. 2 開発の目的	19
2. 3 苗木設置吹付工法の開発	20
2. 3. 1 生育基盤材の検討	20
2. 3. 2 苗木設置方法の検討	20
2. 3. 3 草本植物の検討	21
2. 3. 4 木本植物の検討	22
2. 3. 5 施工手順	41
2. 3. 6 維持管理方法の検討	42
第3章 苗木設置吹付工法の予備試験	43
3. 1 試験目的	43
3. 2 試験方法	43
3. 2. 1 試験の概要	43
3. 2. 2 調査方法	46
3. 3 試験結果	47
3. 3. 1 施工時の作業性等	47
3. 3. 2 植物生育の測定結果	47
3. 3. 3 検討・考察	55
第4章 苗木設置吹付工法の事例（国営讃岐まんのう公園建設地内のり面）	63
4. 1 実施概要	63
4. 2 植物生育状況	68

4. 2. 1 調査方法.....	68
4. 2. 2 調査結果.....	74
4. 2. 3 まとめ.....	83
第5章 まとめと今後の課題.....	84
参考文献.....	85

第1章 木本植物導入技術の整理

1. 1 整理の目的

本章では、のり面へ木本植物を導入するための、より確実性の高い木本植物導入技術についての研究を進めるために、既存の施工技術を把握し整理することを目的とした。

1. 2 整理の方法

既存の木本植物導入技術の整理は、主にのり面緑化に関する技術指針（案）や文献、論文等から次の項目に分類して行った。

- ①のり面の調査
- ②のり面の緑化目標
- ③緑化工法の種類
- ④導入植物の種類
- ⑤のり面緑化の維持管理
- ⑥今後の課題

1. 3 整理の結果

1. 3. 1 のり面の調査

のり面の調査は、①土工作业に前もって計画・設計時に実施する事前調査と、②のり面が出現した時点に行う調査、そして、③緑化施工後に実施する維持管理のための調査の3つに大別される。

調査の実施にあたっては、まず、各調査項目が緑化にどのような影響を与えることになるのかという点を十分理解し、のり面の安定性から植物の生育性に至るまで、幅の広い観点から調査を行うことが必要である。一般的な緑化工の設計手順は、目標とする植物群落を効率よく導入するために表-1、

1に示した順序で検討が行われている。のり面調査は、これらの検討を行う上での基礎資料を得るために行うものであり、不足な点が生じないように注意して調査することが必要である。表-1、2にのり面の調査ポイントを示した。本表では、参考として各調査ポイントと関係する設計のための検討項目が対比できるように表示した。

(1) 地形・立地

地形・立地の調査は、のり面の概略を把握するために実施するもので、のり面の置かれた位置や規模等の全般的なことから、標高、勾配、方位等のように直接設計に関与する事項までを含んでいる。

表-1. 1 緑化工の設計手順^{a)}

順 序	検 討 項 目
1	概略工種の検討
2	↓ 緑化基礎工の検討
3	↓ 緑化目標の検討
4	↓ 使用植物の検討
5	↓ 適用工法の検討
6	↓ 施工時期の検討
7	↓ 種子配合の検討
8	↓ 使用肥料の検討
9	↓ 使用材料の検討

表-1. 2 のり面の調査ポイント

調査項目	調査事項	調査方法・着眼点	関係する検討項目(表-1. 1)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
地形・立地	のり面の位置	地形図等の判読、現地調査 (施工機械搬入の可否等の施工条件の把握)	○				○				
	のり面の規模	地形図等の判読、現地調査 (地上施工・空中施工の別等の施工条件の把握)	○				○				
	標高	地形図、設計図面等の判読		○		○	○				
	勾配	横断面図、設計図面等の判読		○		○	○				
	方位	地形図、設計図面等の判読 コンパス、クリノメーター等による計測							○		○
	日照条件	現場の状況から予想される乾燥の度合等の把握							○		
地質・土質	地質	地質図等の判読、現地調査		○		○	○		○		
	岩質・土質	地質図等の判読、現地調査		○		○	○		○		
	節理間隔	節理間隔の計測(根系の侵入余地の有無)				○	○		○	○	
	表面の凹凸	表面の凹凸の計測(吹付厚、材料ロスの把握)									○
	土壌酸度	ガラス電極 pH メーターによる計測				○	○		○	○	○
	土壌硬度	山中式土壌硬度計による計測				○	○		○		○
	湧水	湧水位置の確認		○							
	流下水	流下水のある位置、予想される位置の確認		○							
地域環境	周辺環境	のり面周辺の環境区分等 (景観的にどのようなのり面を造る必要があるか)			○	○					
	植生	植生図等の判読、現地調査 (のり面周辺の構成植物、植生分布、植物群落等)			○	○					
	動物	動物地図等の判読、現地調査 (のり面周辺に生育する動物、植生の食害の有無)			○				○		
気象条件	気温	最寄りの観測所の気象データの収集、判読 (月平均気温、月最高気温、月最低気温等)		○		○	○	○	○		
	降水量	(月平均降水量、最大時雨量等)		○		○	○	○	○		
	積雪	(積雪深等)		○			○	○			

注) 文献1と表-1. 1から作成。

のり面の標高や勾配は、植物は標高によって生育分布が異なり、勾配によって生育できるものや生育の難しいものがあるため、復元目標の決定や導入植物を設定する上で重要な要素となっている。また、のり面の方位や日照条件は、種子配合の設定や播種量の補正を行う上で必要な項目である。

(2) 地質・土質

地質・土質の調査は、のり面をさらに狭い範囲で捉えたもので、土砂や岩石の種類と、その状況について詳細に調査を実施するものである。

地山の土壤硬度や節理間隔は、植物の根系の侵入が可能であるか否かを判断するもので、土砂のり面の場合は土壤硬度を、軟岩、硬岩のり面の場合は節理間隔の調査を実施する。一般的に、土壤硬度25mm以上（山中式土壤硬度計）の粘性土や、節理のない一枚岩等は根系の侵入が難しい。

また、植物の生育を左右する条件として土壤酸度（pH）がある。酸性土壌は、火山地帯や温泉地において出現するケースが多いが、泥岩や頁岩の中には、切土後にアルカリ性を呈しているものが時間の経過に伴って短期間で強酸性になるものがあるので注意が必要である。一般的には、pH3.5以下になると、特に植物の生育が困難になる。

流下水や湧水については、これらの処理が不完全であるとのり面の崩壊が発生する場合があるので、調査は確実に行うことが必要である。特に、晴天時では正確な湧水、流下水の位置や、その量が把握できない場合があるので注意する。

(3) 地域環境

地域環境の調査としては、のり面の周辺がどのような環境で構成されているか（例えば森林、住宅地、田園地帯、牧草地等）を把握するもので、概略的な復元目標の目安となるものである。

植生調査は、周辺が森林である場合、優占している植物群落や代表的な構成種、地域の極相種等について調査を行い、導入植物の選定を行う上で参考とする。

動物については、カモシカや野鼠、野兎等が棲息している地帯では、これらの動物による食害が無視できず、季節によって大きな被害となる場合もあるので、動物による被害の有無程度は調べておく必要がある。

(4) 気象条件

気象条件については、現場に最も近い観測所のデータを使用することは勿論ではあるが、標高や地形等によっても大きく異なることがあるので注意する。

平均気温や温量指数によって、地域で生育可能な植物の選定や、施工時期を検討することができ、最低気温では凍上、凍結の予想を、最高気温では乾燥害について予想することが可能である。また、降水量と植物の生育との関係は大きく、年降水量が1,200mm以下の場合には乾燥による生育障害が危惧されるので注意が必要である。

1. 3. 2 のり面の緑化目標

のり面緑化にあたっては、出現するのり面の位置や周辺状況により緑化目標を設定した上で、その目標に合わせた使用植物あるいは種子配合、適用工法、施工時期、使用肥料、使用材料を決定し、施工を行わなければならない。のり面の緑化目標とは、施工対象ののり面に将来的にどのような植物群落を成立させるのかという復元目標のことである。

のり面の緑化目標は、植物群落の相観から表-1. 3に示す4タイプに大別され、さらに、植物群

落の構成種によって細分される。このなかで、木本植物の導入の対象となるのは、高木林型、低木林型、特殊型の3つのタイプである。

表-1. 3 のり面の緑化目標⁹⁾

目標の型	目標の外観・導入植物例	適用地の目安
高木林型	高木、中木が主体の群落 ○ヤマハンノキ、ヤシャブシ ○シラカンバ、ダケカンバ ○アカマツなど ○複合群落（中低木と高木）	・周辺が森林 ・緩勾配のり面 ・自然公園内 ・盛土のり面 ・平坦地など
低木林型	中木、低木が主体の群落 ○ヤマハギ、イタチハギ ○ヤシャブシ ○ネズミモチ、シャリンバイなど	・周辺が雑木林 ・急勾配のり面 ・風衝地 ・採石跡地 ・原石山跡地
草原型	草本が主体の群落 ○外来草本、在来草本 ○ススキ、メドハギなど	・周辺が草原地 ・周辺が農耕地 ・モルタル吹付面 ・一次的な浸食防止 ・都市近郊
特殊型	特殊な群落、人為的な群落 ○常緑広葉樹の純群落 ○草花、地被植物 ○花木、紅葉樹木など	・都市内、都市近郊 ・リゾート地 ・公園内 ・インターチェンジ

(1) 高木林型

高木林型の設定が必要とされるのり面は、周辺の森林と調和を図る必要があるのり面等であり、この場合、のり面の勾配が緩い（45度未満が好ましい）ことが前提とされる。こうしたのり面は、早期に周辺の植生の構成種、または、周辺の植生に遷移し易い先駆植物の導入を図り、開発の跡を残さないようにする。

具体的な例としては先駆植物のヤマハンノキ、ヤシャブシを主構成種とする群落がある。また、寒冷地ではシラカンバやダケカンバの導入も可能である。なお、高木林の造成はのり面の不安定化や風による倒木の発生等が懸念されるが、樹種の選定や施工が適切であれば、播種工によって導入された植物は根系の発育が良好であること、のり面の生育基盤条件を越えるような過生育はしないこと、等の理由から可能である。

(2) 低木林型

低木林型の設定が必要とされるのり面は、雑木林程度の周辺植生との調和を図る場合、あるいは管理上の理由により高木の成立が許されない場合等である。この場合ののり面勾配としては、比較的急勾配なのり面でも適用できる。また、高木の生育が難しい風衝地（常に一定方向の風を周年受ける海岸、高地）や採石跡地、原石山跡地へも適用できる。

具体的な例としてはマメ科のヤマハギ、イタチハギ群落や、急勾配のり面での生育が可能なヤシャブシが混生した植物群落がある。また、暖温帯においては常緑広葉樹のネズミモチ、シャリンバイの導入も可能となりつつある。

(3) 特殊型

特殊型とは、自然の状態に復元するよりも修景機能の高い植生（植栽）を目標とするものであり、公園内、リゾート地の道路、インターチェンジ周辺等ののり面のように、常時、人の目に触れるのり

面が対象となる。

具体的には植栽工が主体となり、花木や秋に紅葉の美しい樹木やヘデラ類によるグラウンドカバー等があげられる。また、播種工による場合では草花（ワイルドフラワー）の導入や、常緑広葉樹の群落の造成等があげられる。

（４）事例

高木林型、低木林型を目標として緑化された事例を次に示した。

事例1 温暖地における極盛相を構成する植物を含む複合群落の造成

緑化目標：高木林型

成立植物：トウネズミモチ、シャリンバイ、ヤシャブシ、ヤマハゼ等

適用工法：厚層基材吹付工（6 cm厚）

施工場所：三重県南牟婁郡御浜町

施工年月：平成元年4月

地 質：軟岩（牟婁層群 勾配1：1.0）



施工3年5ヶ月後の状況



上層に先駆植物、下層に常緑広葉樹が成立し、生態系の早期回復を図っている。

事例2 寒冷地における極盛相を構成する植物を含む複合群落の造成

緑化目標：高木林型

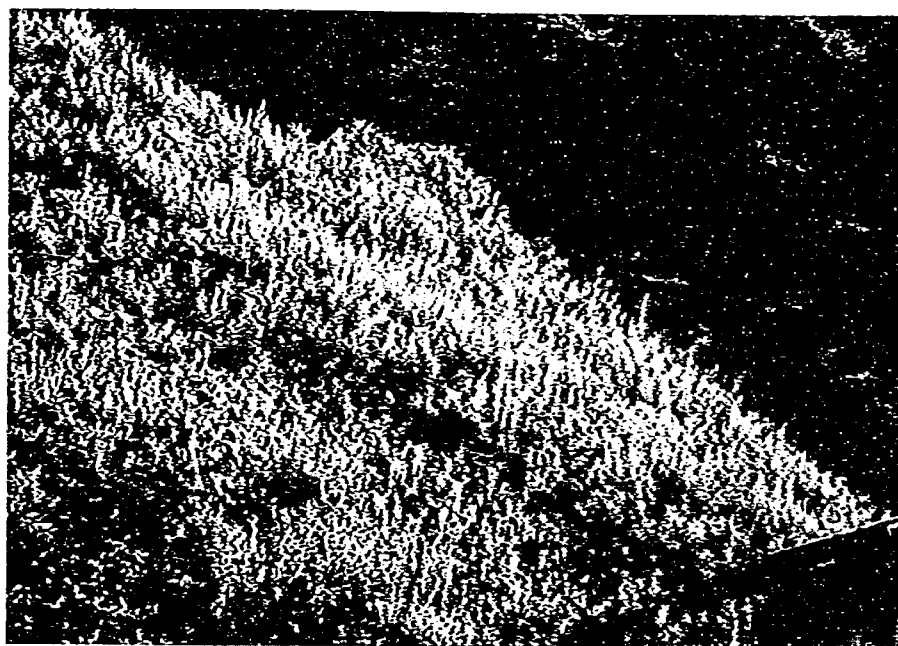
成立植物：ブナ、ミズナラ、ナナカマド、シラカンバ、ダケカンバ等

適用工法：厚層基材吹付工（3 cm厚）

施工場所：岩手県岩手郡松尾村

施工年月：平成2年11月

地 質：礫混じり土砂（勾配1：1.0）



施工1年10ヶ月後の状況



ミズナラの生育状況

事例3 先駆植物群落の造成

緑化目標：高木林型

成立植物：シラカンバ、ダケカンバ、ヤマハギ、イタチハギ等

適用工法：厚層基材吹付工（3 cm厚、5 cm厚、7 cm厚）

施工場所：群馬県利根郡新治村

施工年月：昭和63年11月

地 質：岩屑ズリ（土捨場 平坦地）



施工3年10ヶ月後の状況



シラカンバ、ダケカンバの顕著な生育が認められる。

事例4 温暖地における極盛相を構成する植物群落の造成

緑化目標：低木林型

成立植物：トウネズミモチ、シャリンバイ

適用工法：厚層基材吹付工（6 cm）

施工場所：三重県南牟婁郡御浜町

施工年月：平成2年6月

地 質：軟岩（牟婁層群 勾配1：1.0）



施工3年5ヶ月後の状況



常緑広葉樹の純群落が形成されている。

事例5 肥料木群落の造成

緑化目標：低木林型

植物群落：ヤマハギ、イタチハギ等

適用工法：厚層基材吹付工（3 cm厚、5 cm厚、7 cm厚）

施工場所：愛媛県伊予三島市、川之江市

施工年月：昭和61年6月

地 質：軟岩・硬岩（和泉層群 勾配1：0.6～1：1.0）



施工6年4ヶ月後の状況



ハギ類はのり面の条件によってヤマハギまたはイタチハギが優先することが多い。

1. 3. 3 緑化工法の種類

木本植物の導入を行う緑化工法の種類は、施工方法によって機械施工によるものと人力施工によるものに大別できる。機械施工によるものを表-1. 4に、人力施工によるものを表-1. 5に示した。

表-1. 4 機械施工による木本植物導入工法の種類と特徴¹⁾

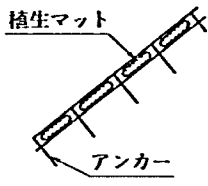
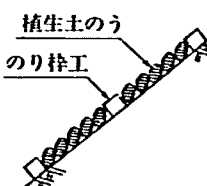
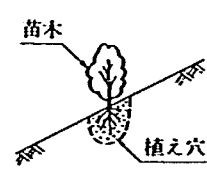
工 種 項 目	種子散布工	客土種子吹付工	厚 層 基 材 吹 付 工		
			(a)	(b)	(c)
施工概要と特徴	ポンプを用いて、木質繊維を主体とする植生基材を厚さ1cm程度に散布する工法。肥沃地、侵食の少ない地、適潤地に適用する。	ポンプや圧搾空気を用いて土壌を主体とする植生基材を厚さ1～3cmに吹付ける工法。土壌は人工土壌を用いることが多い。また、1～2年間耐侵食性を高めたものもある。	圧搾空気により無機質を主体とする基材を、厚さ3～10cm以上に一度に吹付けることのできる工法で、侵食防止剤にセメントを用いるもの。硬質で耐侵食性に優れた基盤が造成される。	圧搾空気により有機質を主体とする基材を、厚さ3～10cm以上に一度に吹付けることのできる工法で、侵食防止剤に合成樹脂を用いるもの。肥沃な基盤が造成される。	圧搾空気により有機質を主体とする基材を、厚さ3～10cm以上に一度に吹付けることのできる工法で、侵食防止剤にセメントを用いるもの。肥沃で耐侵食性に優れた基盤が造成できる。
使用材料	主な植生基材 (基盤材ほか)	・木質繊維 (ファイバー)	・土壌(黒ボク) ・土壌+ファイバー ・土壌+パーク堆肥	砂土+有機質基材 (パーク堆肥、ピートモスなど)	有機質基材(パーク堆肥、ピートモスなど)
	侵食防止剤 (使用方法)	合成樹脂 (粘着剤)	合成樹脂 (粘着剤、養生剤)	セメント (粘着剤)	合成樹脂 (粘着剤)
造成基盤の性状	土壌酸度	pH 5～6	pH 5～6	pH 9～10	pH 5～6
	土壌硬度	————	5～10 _{mm} 以下	20～25 _{mm}	15～20 _{mm}
	固相率	————	20～30%	40～50%	20～30%
	耐侵食性	1～2ヵ月	3～6ヵ月	2～4年	3～5年
	発芽・生育性	発芽・生育に好ましい基盤の造成は不可。	植物の発芽に有効。	発芽・初期生育は遅いが生育の持続性がある。好酸性植物には不適。	生育の持続性が高い。好酸性植物には不適。極相種の生育床に適。
主な適用地 (土壌硬度)	◎土砂、盛土、肥沃地、緩傾斜地、適潤地 ・土壌硬度25 _{mm} 未満に適用。	◎マサ盛土、土砂切土 ・土壌硬度30 _{mm} 未満に適用。	◎軟岩・硬岩斜面 ・土壌硬度35 _{mm} 以上にも適用可。	◎軟岩・硬岩斜面 ・土壌硬度35 _{mm} 以上にも適用可。	◎軟岩・硬岩斜面 ◎強酸性土壌 ◎モルタル吹付面 ・勾配60度以上にも適用可。 ・土壌硬度35 _{mm} 以上にも適用可。

(1) 種子散布工

種子散布工は、機械施工による工法の中で最も簡単な手法で、肥料養分を含んだ肥沃な土壌ののり面に適用する。施工は、ポンプを用いて種子と水を散布するもので、ファイバー類を混合する場合がある。また、侵食防止剤として、粘着剤を使用する場合には、ポリ酢酸ビニル系、ポリアクリルアミド系のものを、養生剤を使用する場合にはアスファルト乳剤を用いる。

なお、種子散布工は他の吹付工と比べて耐侵食性が極めて弱いため、発芽、成立するまでに長期間を要する木本植物の導入は困難である。導入例としては、施工後に生育基盤が侵食・流亡するような降雨がなく、かつ霧や霧雨によって十分な水分供給が受けられるような、かなり条件的に恵まれた場合のみである。種子散布工は、のり面に種子を播くだけの工法で、発芽、生育のための基盤を同時に造成する工法ではないので、外来草本のように肥料要求度の高い植物は施工後1年程度で衰退することが多い。従って、木本植物導入を目的としたものより、一時的な侵食防止を目的として草原型を復元目標として用いるのに適している。

表-1. 5 人力施工による木本植物導入工法の種類と特徴¹⁾

工 種		植生マット工	植生土のう工	埋 枝 工	植 栽 工
施工 方法		全面に張り付ける。	土のうまたは植生袋を固定する。	切り取った樹木の幹・枝・根を土中へ埋める。	植え穴を掘って苗木などを植え付ける
使用材料	基 材	繊維紙袋に土、種子などを詰めつけたもの	繊維袋に土又は改良土、種子などを詰めたもの	長さ10~20cmに切った樹木の幹・枝・根	苗木、成木
	植 物	草本種子 木本種子	木本種子 外来、在来草本種子	萌芽力の強い樹種	樹木類 つる性植物
	肥 料	化成肥料 緩効性肥料	堆肥、PK肥料 緩効性肥料	堆肥、PK肥料 緩効性肥料	堆肥、PK肥料 固形肥料
補助材料		止め杭、アンカーピン	目串、アンカーピン		支柱
併 用 工		客土種子吹付工	溝切工、枠工	植生基材吹付工	植生基材吹付工
施工後の耐侵食性		大きい	大きい	小さい	小さい
適用条件	地 質	土壌硬度25 _{mm} 程度以下の土砂	肥料分の少ない土砂、または硬質土砂、岩	土壌硬度25 _{mm} 程度以下の土砂	土壌硬度25 _{mm} 程度以下の土砂
	勾 配	<1:1	<1:1	<1:1	<1:1.5
備 考		・やせ地に適用する。	・勾配が1:1より急なところでは落下することがある。 ・草本種子を使用する場合には保肥性の大きい土砂とする。	・幹枝は2/3以上を埋め込むようにする。	・活着率を高めるには堆肥の他、高級水性ポリマーやソフトセラミックスを用いるとよい。 ・植え穴からの浸透水による崩壊に注意を要する。
標準図					

(2) 客土種子吹付工

客土種子吹付工は、黒ボク土等の肥沃なシルト系粘性土を主材料として用いる工法であるが、これらの資材が得られない地域では砂質土にバーク堆肥を混合して用いることがある。侵食防止剤には種子散布工と同様に、粘着剤を用いる場合と養生剤を用いる場合とがある。しかし、土壌を泥状に混合してポンプで吹付けるという性格上、一般に降雨に対する耐侵食性が弱いことから、降雨の少ない時期以外の施工では、生育基盤の全面的な流亡が生じるので施工時期に特に留意する必要がある。

従来では客土種子吹付工に用いる客土材として現地発生土を用いたりすることがあったが、近年では良質の客土を入手することが困難であり、品質管理上の問題もあることから、工場生産された人工土壌を使用するのが主体となっている。なお、客土種子吹付工の中でも耐侵食性を高めたものは、カバノキ科のヤマハンノキ、ヤシャブシの導入に適しており、のり面勾配の緩い場合には高木林型を復元目標とした緑化工に適用できる。

(3) 厚層基材吹付工

厚層基材吹付工は、バーク堆肥とピートモスを主材料とする有機質系のものと、山砂にピートモスやバーク堆肥を加えたものを主材料とする無機質系のものに大別され、これらをセメント、または高分子系樹脂で接着、結合するもので、硬岩への適用が可能である。一般的に、有機質系のものは

100mm/h程度の降雨にも十分耐えられる強い耐侵食性を特長としているが、砂質土等を混合したものは耐侵食性が弱い傾向がある。

厚層基材吹付工は、耐侵食性が高いことから裸地状態でも生育基盤の侵食が少なく、発芽の生育の遅い木本植物の導入に有利であり、外来草本を使用せず木本植物だけで緑化することも可能である。

厚層基材吹付工は、高木林型を復元目標とした緑化工に適用できる。また、他の緑化工法では施工困難な岩石地や急勾配のり面にも多く用いられており、復元目標に低木林型や草原型を設定した適用も多くみられる。今後は、豊富な肥料養分と生育基盤の保持力を活かして、常緑広葉樹をはじめとする極盛相を構成する植物の導入に適用できる。

(4) 植生マット工

植生マット工は、肥料や種子を付着させたワラムシロや合成マット（シート）をのり面に全面張、または市松張するもので、土壌分を多く含むのり面に適用する。急勾配のり面では地山とのなじみが不良となり、風や凍上、凍結によって剥離することがあるので注意を要する。

植生マット工は、のり面を被覆することによって地山の水分を保持し、保温効果もあることから、種子散布工との併用によって効果を向上させることが可能である。

(5) 植生土のう工

植生土のう工は、植物の発芽、生育に支障のない編目の土のう袋に、礫分10%以下、最大粒径10mm以下の肥沃な良質土と種子、肥料を詰めたものをのり面に固定するもので、のり砕工の中詰工や、小規模の崩壊復旧に用いられている。

なお、植生土のう工は、厚層基材吹付工と同様に厚い客土を行うことができるので、木本植物の導入に適した工法といえるが、植物の良好な生育を確保するため、使用する土砂は植物に適したものとする必要がある。

(6) 埋枝工

埋枝工（挿木を行う場合もある）は、萌芽力の強いヤナギ等の樹木の枝を埋める（挿す）工法である。一般的に、挿木の場合は30～100cm、埋枝の場合は5～20cm程度の枝を用いる。本工法は、編柵工の杭にヤナギ枝を用いた事例はあるが、その他の適用事例は少ない。埋枝工はのり面の土壌が軟らかく、勾配も緩いことが適用条件となる。

(7) 植栽工

植栽工は、のり面に植穴を掘って樹木を植付ける工法である。既に発芽、生育している樹木を用いることから播種工と比べて多くの樹種を導入できる。しかし、のり面へ植穴を掘ることから、のり面の土壌が軟らかく、勾配も緩いことが適用条件となる。また、切土のり面への適用は植穴に水がたまることから生育障害を起こし、盛土のり面への適用は地山への雨水の侵食を促進してのり面を不安定化させるなど、多くの問題点がある。

植栽にあたっては、30～50cm程度の小さい苗木を用いることや、適期に植栽することに留意する。

1. 3. 4 導入植物の種類

のり面緑化において導入可能な植物はのり面緑化工法によって違いますが、ここでは、播種工によって導入可能な植物を対象とする。

現在、播種工によって導入できる植物は、導入技術が確立されていないことや種子の入手が難しい

ことなどの理由から、確実に導入できる植物は限られている。ここでは、木本植物の導入を目的に考えた場合ののり面緑化に用いる植物について、現在安定して種子の入手が可能で、導入技術が確立されているものについて示した。従って、木本植物の導入上好ましくない外来草本や在来草本については除外し、また、導入技術や種子の採取が難しい植物は今後導入が望まれる植物として示した。

(1) 外来草本

現在、木本植物との混播に使用されている主要な外来草本を表-1. 6に示した。木本植物との混播に使用する外来草本は、木本植物の発芽、生育を被圧することなく、自らの発芽が安定し、生育地域をあまり選ばないものが多用されている。

のり面緑化に用いる外来草本としては、表-1. 6以外にも数多くの種類の導入があるが、木本植物と混播を行う場合には、1年生のもの、寿命の短いもの（チモシー、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、レッドトップ等）、生育にムラが生じ易いもの（ホワイトクローバー）等は、木本植物の導入を困難にするばかりでなく、のり面を不安定にする場合があることから使用していない。

表-1.6 木本植物との混播に用いる外来草本¹⁾

植 物 名	草 丈 (cm)	生育可能域	単位粒数 (粒/g)	発芽率 (%)	純 度 (%)	特 性
トールフェスク TF (K31F)	80~120	亜寒帯~暖温帯	450	97.0	99.6	各種の立地条件に対し適応性が高い。土壤を選ばない。耐寒性が大きい。
クリーピング グレッドフェスク CRF	30~80	亜寒帯~暖温帯	1,000	94.0	99.6	発芽・初期生育が少し遅く単純植生になり易いが、寿命が長くて根系密度が高いため土壌形成力に優れている。耐陰性、耐寒性が大きく、酸性土壌に強い。
オーチャード グラス OG	60~100	亜寒帯~暖温帯	1,200	88.0	99.2	水分条件の良い地域では生育旺盛となり、葉が下垂し易く木本植物を被圧し易い。耐陰性、耐寒性が大きい。
ケンタッキー ブルーグラス KBG	30~40	亜寒帯~冷温帯	4,000	86.0	98.5	発芽・初期生育が少し遅く、発芽に大きなバラツキが生じることがある。耐乾性、耐暑性が小さいが、耐寒性、耐陰性は大きい。
ウィーピング ラブグラス WLG	80~110	暖温帯~亜熱帯	3,000	86.0	99.8	瘠地や砂地でも良く生育するが、冬季に地上部が枯れるので火災の危険がある。耐陰性、耐寒性は小さいが、耐乾性、耐暑性は大きい。
ブルーグラス BG	10~30	暖温帯~亜熱帯	4,000	93.0	100.0	暑さや乾燥に強く海岸砂地でも良く生育するが、葡萄茎による繁殖が旺盛で、木本植物を被圧することがある。耐陰性は小さい。
パヒアグラス BaH	30~50	暖温帯~亜熱帯	300	90.0	99.6	暑さや乾燥に強いが、発芽率が低いことが多い。日陰でも育つが、耐乾性は小さい。

※発芽率・純度は平成3年度の農産種子検査報告書による。

(2) 在来草本

現在用いられている主要な在来草本を表-1. 7に示した。現在、のり面緑化において導入可能な在来草本は木本植物よりも少ない状態で、過去には多用されてきたヨモギ、イタドリなどは、根系の土壌緊縛力が弱く、景観上の問題等の理由から、近年ではほとんど用いていない。

表-1.7 木本植物との混播に用いる在来草本³⁾⁾

植 物 名	草 丈 (cm)	生育可能域	単位粒数 (粒/g)	発芽率 (%)	純 度 (%)	特 性
ススキ	80~120	冷温帯~亜寒帯	2,000	50.0	97.0	根系の土壌緊縛力が強いが、発芽にバラツキが多く、殆ど生えない場合がある。瘠地や乾燥地に強く、強酸性地でも生育する。
メドハギ	50~100	冷温帯~暖温帯	700	62.0	81.0	根系の土壌緊縛力が強く、表土層の形成力が大い。瘠地、乾燥地、硬質地でもよく生育するが、初期生育がやや遅い。

※発芽率・純度は平成3年度の農産種子検査報告書による。

(3) 木本植物

現在、のり面緑化において広く用いられているもの、導入可能で種子の供給も可能であるものを表-1. 8に示す。木本植物の導入については、昭和50年代から調査研究が行われているにもかかわらず、現在導入できる植物はマメ科の木本植物や、カバノキ科の木本植物の一部等に限られている。

表-1.8 播種工による導入可能な木本植物³⁾⁾

植 物 名	樹 高 (cm)	生育可能域	単位粒数 (粒/g)	発芽率 (%)	純 度 (%)	特 性
ヤマハギ	150~250	冷温帯~暖温帯	120	62.0	95.0	瘠地、乾燥地、硬質地でもよく生育する。発芽はイタチハギよりも低い傾向がある。
イタチハギ	150~250	冷温帯~暖温帯	100	53.0	99.7	根系の土壌緊縛力が特に大きく、発芽・生育が安定している。耐陰性もやや高く、外来草本との混播が容易である。
コマツナギ	60~90	冷温帯~暖温帯	210	76.0	93.4	瘠地、乾燥地に強く、硬質地でも生育する。初期生育はやや遅い傾向がある。
ヤマハンノキ	300~600	冷温帯~暖温帯	1,200	33.0	62.2	瘠地、崖地、岩ズリ地でもよく生育する。施工当年の生育は極めて遅いが、2年目から急速に成長する。寒冷地を好む。
ヤシャブシ	200~450	冷温帯~暖温帯	1,000	73.0	93.7	瘠地、乾燥地、急傾斜地、岩石地などでよく生育する。初期生育は遅いが、2年目から急速に生長する。
シラカンバ	200~600	冷温帯	2,300	30~50	—	冷温帯のブナ群落やミズナラ群落地域においてよく生育する。外来草本と混播は熟練した技術を要する。
ダケカンバ	300~500	亜寒帯	1,000	30~50	—	亜高山帯の主構成種として適する。初期生育は遅いが、耐寒性は大きい。外来草本との混播には熟練した技術を要する。
アカマツ	300~600	冷温帯~暖温帯	90	95.0	99.3	瘠地、乾燥地、急傾斜地、岩石地などでよく生育する。肥沃な生育基盤は好まず、外来草本に被圧され易い。
ネズミモチ	200~400	暖温帯	10 (皮取)	50~70	—	根系の土壌緊縛力が極めて大きい。養分の要求量が高い。萌芽力が旺盛で刈込みに耐える。耐陰性が大きい。
シャリンバイ	100~200	暖温帯~亜熱帯	1.5 (皮取)	70~90	—	発芽・生育に安定性があり、有機質に富む厚層基材吹付工による導入が容易。耐陰性が大きく、潮風にも強い。

※発芽率・純度は平成3年度の農産種子検査報告書による(但し、シラカンバ、ダケカンバ、トウネズミモチ、シャリンバイは文献3)による。

(4) 今後導入が望まれる植物

(3) 木本植物に示したように、現在の播種工で導入可能な樹種はわずかなものである。地域環境の保全、のり面における景観形成等の必要性が高まりつつある中、今後、のり面への導入技術を確立し、種子の供給を図るべき植物は多い。この様な植物の中から、将来的に導入が望まれる植物を表-

1. 9に示す。

道路等ののり面への適用が望まれる植物は、文献などにのり面への適用が有効であると記載されている植物のうち、未だにのり面への導入が殆ど行われていないものを中心にとりあげた。また、公園内の道路への適用が望まれる植物は、一般的に公園や中央分離帯、植樹帯などに植栽されている植物の中から、花が美しく、人の目を引きつける要素の高い植物を中心にとりあげた。

表-1.9 今後ののり面への導入が望まれる植物

適用区分	植 物 名
道 路	カエデ類、クルミ（オニグルミ）、ウツギ類、アキグミ、ガマズミ、ミズナラ、アカメガシワ、トベラ、サザンカ、ツバキ類、カシ類、ナナカマド、ブナなど
公 園	上記樹種のほか、モクレン、アジサイ、マンサク、ボケ、サクラ類、ウメ、モモ、ビラカンサ（タチバナモドキ、ホソバトキワサンザシ）、ツツジ類、ジンチョウゲ、シャクナゲ、レンギョウ、オウバイ、キンモクセイ、ライラック、（リラ、ムラサキハシドイ）、クチナシ、アベリア（ハナゾノツクバネウツギ）など 球根類（カンナ、グラジオラス、ヒガンバナなど）など

1. 3. 5 のり面緑化の維持管理

木本植物を導入した緑化工は、のり面を安定させ、地域環境と調和した景観を創造し、生態系の早期回復を図る等の機能を有するものであるが、こうした諸機能は、施工終了後に直ちに目的を達成するものではない。緑化工とは「生きた材料」を取り扱う工種であり、施工後の気象条件や人為的な条件によって生育は大きく異なる。

そのため、施工後の植生が目的と違った方向へ推移することを防止し、状況に即した維持管理や補修を行っていくことが必要である。木本植物をのり面に導入した場合の施工後の植生状態と維持管理方法を表-1.10に示した。

表-1.10 施工後の植生状態と維持管理方法¹⁾

のり面の状態	考えられる原因	維持管理方法
発芽不良 裸地が多い	気温が低い	温度条件がよくなる時期迄様子をみてその時の状態を検討する。
	生育基盤の乾燥	降雨状態がよくなる時期迄様子をみてその時の状態で検討する。
	発芽後の枯死 不適工法による施工 生育基盤の流亡	適用工法の再検討を行った上で再施工する。
木本植物が成立しない	発芽条件が満たされていない。	翌年の春まで様子をみて、発芽が起これなければ追播する。
	外来草本による被圧 外来草本の過剰	状況に応じて、翌年の春まで様子をみるか、草刈、追播等を実施する。
木本植物の発芽にバラツキがある	地山の水条件の違い 施工が不均一 種子計量が不均一	翌々年の春まで様子をみて、著しく発芽が認められない場合には追播する。
木本植物の成立密度の過剰	土質・気象条件に恵まれた。	自然淘汰により減少するので特別の管理は行わないが、状況によって間伐、除伐を行う。
下草（外来草本）の衰退	木本植物の密生	地山の侵食が生じていなければ特別の管理は行わないが、状況によって間伐除伐を行う。
木本類の枯損	有害植物の侵入	クズ等の除去、刈取り
	木本植物の密生 大木植物の病虫害	状況により、間伐、除伐、あるいは殺虫剤、殺菌剤の散布を行う。
	植生遷移の進行 アレロパシー	状況によって判断する。

1. 3. 6 今後の課題

以上、のり面への木本植物導入技術について現状の把握を行った。今後は、木本植物の導入を推進していく上で、次のような課題について取り組む必要がある。

第一に、のり面への導入が可能な樹種を拡大すると同時に、その導入技術を確立することが必要である。今後は、復元目標についてあらゆる要求が増えていくことが予想され、のり面の安定化に寄与できる植物は勿論のこと、美しさを兼ね備えた植物の導入が必要になってくると考えられる。こうしたことから、播種工による木本導入技術の一層の拡充は勿論のこと、緑化の目的に応じた植物、工法の新技術の開発が必要である。

第二には、木本植物の有効性が大きい中で、未だに外来草本を主体とした緑化工が行われており、長期にわたって開発の跡を残すようなのり面が多くみられているのが現状である。木本植物の導入を行う場合には、施工後早期の段階で外来草本が完全被覆しないようにするなど、従来の外来草本を主体とした緑化とは異なった考え方が必要であり、設計、施工、検査に至るまで幅の広い意識を持つことが必要である。

第2章 苗木設置吹付工法の開発

2. 1 のり面緑化をめぐる背景

道路、ダム等の建設に伴い生じるのり面については、防災に十分配慮し、崩壊や滑落を起こさない構造としなければならない。また、のり面は景観や地域の生態系等に影響を及ぼすことがあるので、周辺の地域環境と調和し、維持管理が少なくすむような工法を選択する必要がある。

のり面に木本植物を導入する方法は、①当初は草本植物のみを播種し木本植物の侵入を待つ方法と、②当初から木本植物を導入する方法とに分けられる。①の方法においては、条件が良ければ周辺から樹木の種子が侵入して樹林に遷移する。しかしながら、周辺に樹林がない場合、あるいは播種した草本植物が密に茂った場合等には、木本植物の侵入が順調に進まず草本植物のみとなる。このような場合、周辺環境にそぐわない景観（写真－2. 1）になることや草本植物の根が浅くなって浅くなるため根の先端で滑落しやすいこと（写真－2. 2）、過剰に繁茂した草本植物の一斉枯死が起こる等の問題が生じることがある。また、これを防ぐための維持管理も必要となる。

このため、のり面緑化の量と質を向上させる方向として、当初か



写真－2. 1 周辺環境にそぐわない景観



写真－2. 2 滑落した草本緑化のり面

らのり面へ木本植物を導入する方法が検討されるようになってきている。木本植物の導入方法には、播種と苗木植栽の二通りがある。山寺⁹⁾の研究等に見られるように、植栽後の根の成長(写真-2、3)、引き抜きに対する抵抗性、耐乾性等の面で播種の方が優れており、樹種数はまだ少ないものの木本植物の播種が普及しつつある。しかしながら、緑化の目的により樹種ごとの植栽位置を計画的に定めたり、播種では発芽しにくい樹種を用いる場合には、苗木植栽を行う必要がある。そこで、簡便で低コスト、しかも活着率の高い苗木植栽の方法の開発が望まれている。

2. 2 開発の目的

以上のような背景を踏まえて、本研究は自然の植生遷移系列において通常は落葉樹の後に出現する常緑広葉樹類を切土のり面造成の当初から苗木で導入する方法について新技術を開発することを目的とした。

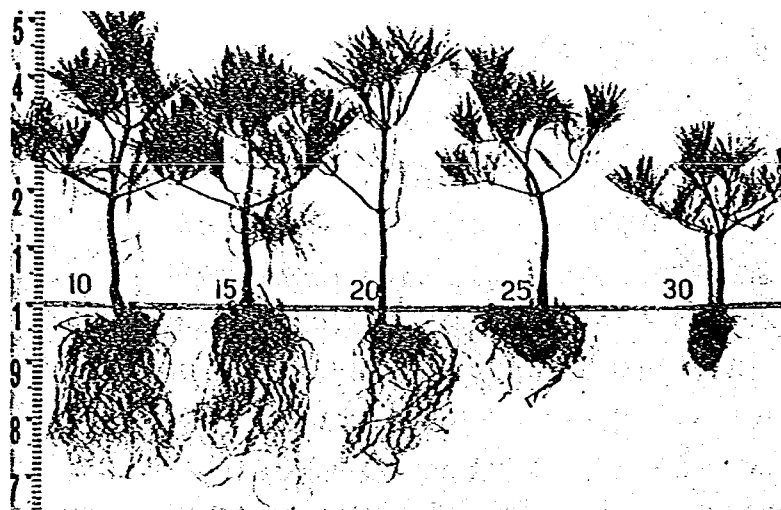
しかし、本研究の対象とした常緑広葉樹類は、いわゆる肥料木や先駆樹種に比べて多量の養分を必要とする。特に播種によらず苗木を植栽するような場合には生育基盤を十分に整えておかなければ導入が難しい。このため、生育基盤については特に留意する必要があった。

現在、生育基盤を造成する工法としては客土吹付工、厚層基材吹付工等がある。これらの工法のなかで、侵食されにくく、厚い吹付けが可能である点においては厚層基材吹付工が優れている。厚層基材吹付工は、のり面に基礎としての金網を張った上から有機質基材、接合材、肥料、種子等を厚さ5～10cm程度に吹付け施工する工法である。この厚さが小さい苗木であれば十分に根鉢の部分に埋没させることができるものであることに着目し、苗木設置と厚層基材吹付工を併用した新しい緑化工法(苗木設置吹付工法)を発案し、次のような手順で研究を進めた。

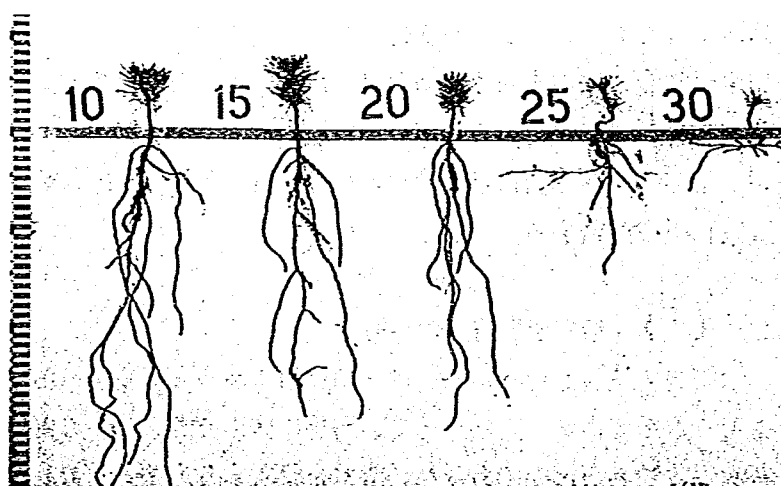
①苗木設置吹付工法の開発(第2章)

②予備試験(第3章)

③施工事例(第4章)



生育基盤の硬度とアカマツ2年生苗の根系比較(植栽1年後)



生育基盤の硬度とアカマツ2年生実生木の根系比較(植栽1年後)

写真-2、3 播種と植栽による根系伸長の比較⁹⁾

2. 3 苗木設置吹付工法の開発

2. 3. 1 生育基盤材の検討

切土のり面では、肥料分がほとんどないことが通常であり、植栽にあたっては生育基盤の造成が必要である。一般に景観形成や修景に用いる木本植物は肥料分の要求度が高いものが多いが、一方において、肥料分、特に窒素分が多いと草本植物が過剰に繁茂し、木本植物の成長が抑えられることになる。そこで、草本植物の急速な成長を防ぎ、木本植物を順調に成長させることを意図して、有機質土壌改良材（パーク堆肥、ピートモス等）に緩効性肥料を混合したものを吹付け基材として用いる。

表-2. 1 本工法に適する生育基盤材

材 料	規 格	備 考
有機質基材	パーク堆肥	完熟したもの
	ピートモス	カナダ産
肥 料	緩効性肥料	
侵食防止剤	セメント	普通ポルトランド
	高分子系樹脂	

生育基盤の流出を防ぐためには、侵食防止剤を混入することが必要であるが、これについては厚層基材吹付工で通常用いられている普通ポルトランドセメントあるいは高分子系樹脂を使用する。セメントを使用する場合には、植物の初期生育にアルカリ障害を及ぼすことがあるため、緩衝材として過磷酸石灰を混合する。

2. 3. 2 苗木設置方法の検討

本研究で検討を行った工法は、のり面に植穴を掘らずに苗木を設置し、生育基盤材を吹付けて根鉢を覆うものである。したがって、簡易に施工でき、しかも倒伏などの起こりにくい苗木の設置方法を考案することが重要であった。苗木を設置する方法として、図-2. 1、2、3のような方法を考案した。

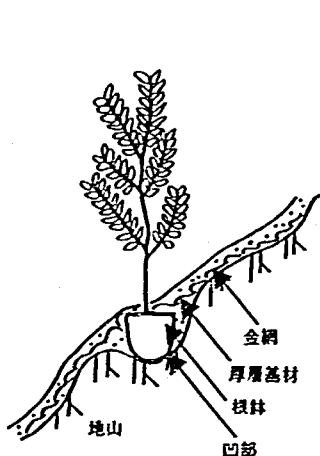


図-2.1 凹部に固定

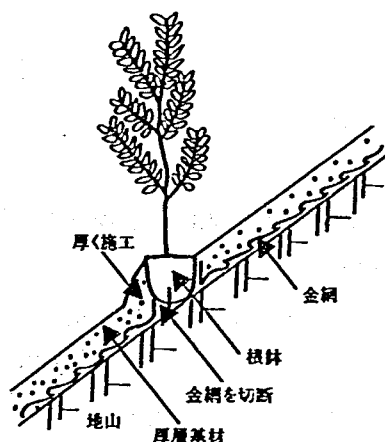


図-2.2 金網を加工して固定

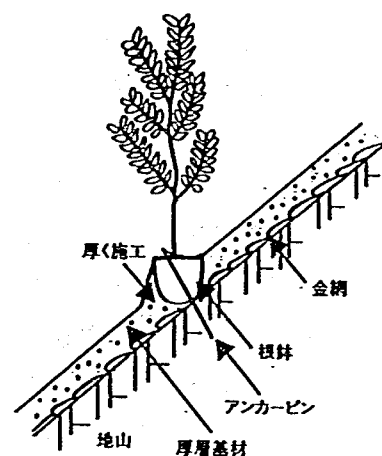


図-2.3 アンカーピンで固定

図-2. 1は、のり面の地山に凹凸が多くある場合にそれを利用して設置しようとするものである。苗木の根鉢を金網をくぐらせて設置するため作業量は3つの方法のなかでは最小であるが、凹部が大きい場合に深植えとならないように注意する必要がある。

図-2. 2は、厚みのある金網を用いて苗木の根鉢を網目にはさむ、あるいは通常金網を用いて苗木設置位置の金網を切って折り曲げ、その間に苗木の根鉢をはさむ方法である。この場合、基材を吹付ける際に根鉢が完全に覆われるように吹付けないと根鉢が乾燥してしまうことに注意する必要がある。

図-2. 3は、地山に植物の根が侵入しやすく良好な成長が望める場合に、金網の上に苗木を置き、地山まで通るアンカーピンを根鉢に打ちつけることにより、直接地山に固定する方法である。この場合には、根鉢が金網で浮いてしまうことにより地山への根の侵入が妨げられることがないように根鉢を地山に密着させる必要がある。

2. 3. 3 草本植物の検討

のり面は侵食防止等の面から木本植物の下草として草本植物で覆う必要があるが、その種類によっては草丈が高い等の理由から設置した苗木を被圧する恐れがある。そのため、導入する草本植物は、苗木を被圧しない草丈の草種を選定するとともに播種量を適正にする必要がある。現在、一般に使用されている主な草種と、緑化目標（高木林、低木林、草原）に応じた発生期待本数の目安を表-2. 2に示す。高木林型、低木林型においては、草原型より小さな値を適用している。苗木設置吹付工法においては、当初から木本植物の苗木が共存することを考慮し、高木林型、低木林型よりもさらに少なめの値を採用し、草本植物が苗木を被圧することを防ぐべきである。

表-2. 2 一般に使用されている主な草種と緑化目標に応じた発生期待本数の目安¹⁾

(単位: 本/㎡)

種 類	高 木 林 型		低 木 林 型		草 原 型	
	寒冷地	温暖地	寒冷地	温暖地	寒冷地	温暖地
クリーピングレッドフェスク	100~200	100~200	100~300	100~300	500~1,000	500~1,000
ケンタッキーブルーグラス	100~200		100~300		500~1,000	
オーチャードグラス	100~200	100~200	100~300	100~300	500~1,000	500~1,000
トールフェスク(ケンタッキー31)	100~200	100~200	100~300	100~300	500~1,000	500~1,000
バミューダグラス		100~200		100~200		500~1,000
ウィーピングラブグラス		100~200		100~200		500~1,000
バヒアグラス		100~200		100~200		500~1,000
ノシバ						3,000~5,000
イタドリ	100~200		100~200	100~200	500~1,000	500~1,000
ヨモギ	100~200	100~200	100~200	100~200	500~1,000	500~1,000
ススキ	100~200	100~200	100~200	100~200	500~1,000	500~1,000

注) 1. 発生期待本数は、播種適期に播種したときの播種後1年間に発芽する総本数である。自然淘汰や被圧等による枯損も含まれる数値で、成立本数とは異なる。

2. 本表の発生期待本数は、2~3種類組み合わせることを前提としたものである。

3. 播種量は、本来、工法、植物の組み合わせ、施工時期、立地条件、発芽率等によって大きく異なるものである。

4. 播種量の算出は、発生期待本数を基準として次式により行う。

各植物の播種量(g/㎡) = 発生期待本数 ÷ (吹付厚に対する各工法の発芽補正率 × 立地条件に対する各工法の発芽補正率 × 施工時期の補正率 × 使用種子の発芽率 × 種子の単位粒数)

2. 3. 4 木本植物の検討

木本植物の樹種については、のり面周辺の植物群落と調和するもの、景観形成に役立つものなど、のり面緑化目標に合致するものがよい。また、そのなかでものり面という植栽困難地においても活着及び生育が可能である生命力の強いもの、防災機能を考慮して深根性のものなどで、入手可能なものを選定する。

苗木の大きさについては、草本植物による被圧を受けない程度の樹高（30～50cm程度）とし、根の損失がなく活着率の高いコンテナ苗を使用する。コンテナ苗であれば根鉢が崩れることもなく設置の作業性もよい。

以下、既存の文献等を基に樹木の特性の整理を行い、苗木設置吹付工法における適応植物の検討資料を作成し、適応可能植物の選定を行った。

1) 各種樹木の特性の整理

検討対象とする樹種は、『道路の樹木』⁶⁾に記載されている「中木」および「低木」とし、さらにこれらを「常緑針葉樹」、「常緑広葉樹」、「落葉広葉樹」に細分して植物特性一覧表を作成した。なお、ここで示す中木とは、『道路緑化技術基準』⁷⁾に従って、道路植栽のうち樹高1 m以上3 m未満の樹木、低木とは樹高1 m未満の樹木とした。一覧表に示す記載項目は次のとおりである。

(1) 植物名

選定した植物の、種名、科名、属名を和名で記載した。また、和名に別名がある場合は括弧を用いて記載した。種名、科名、属名とも『道路の樹木』⁶⁾より引用しており、別名については上記以外の文献等も参考とした。

(2) 植物の特性

植物の特性として、植栽可能域、生育気候帯、植栽適期、繁殖方法を記載した。植栽可能域は『道路の樹木』⁶⁾より引用し、生育気候帯、植栽適期、繁殖方法については『樹木根系図説』⁹⁾より引用した。なお、ここに示した植栽適期は、関東地方を対象として記載したものである。

繁殖方法は「実生」、「挿木」、「接木」、「取木」、「株分」の5種に選別を行い、下記に示した略記を行った。また、5種全てによる繁殖が可能なものは「全」と表示した。

- ・「実」：実生による繁殖をするもの。
- ・「挿」：挿し木による繁殖をするもの。
- ・「接」：接ぎ木による繁殖をするもの。
- ・「取」：取り木による繁殖をするもの。
- ・「株」：株分けによる繁殖をするもの。

(3) 根系の特性

根系の特性として、根系形態、垂直分布、水平分布、支持力を記載した。何れの項目も『樹木根系図説』⁹⁾より引用しており、各項目の区分方法については次のとおりである。

a) 根系形態

根系の発達する部分によって、「垂下根型」、「斜出根型」、「水平根型」の3型に区分した。また、2型の根系形態に跨る場合は双方を表示した。

- ・「垂下根型」：根株ないしは水平根の基部から発達する垂下根によって特徴づけられる型で、アカマツ、モミのように小数の太径の垂下根によるものと、多数の小、中径の垂下根によるものがある。
- ・「斜出根型」：根株から分岐する斜出根によって特徴づけられる型で、スギ、ヒノキのように大径の小数の斜出根によるものと、シラカシのように小、中径の多数の斜出根によるものがある。
- ・「水平根型」：水平根によって特徴づけられる型で、小数の太い水平根と、小、中径の水平根、紐状の水平根によって形成されるものがある。

以上に述べた成木の根系の基本的な分布型を図-2.4に示す。

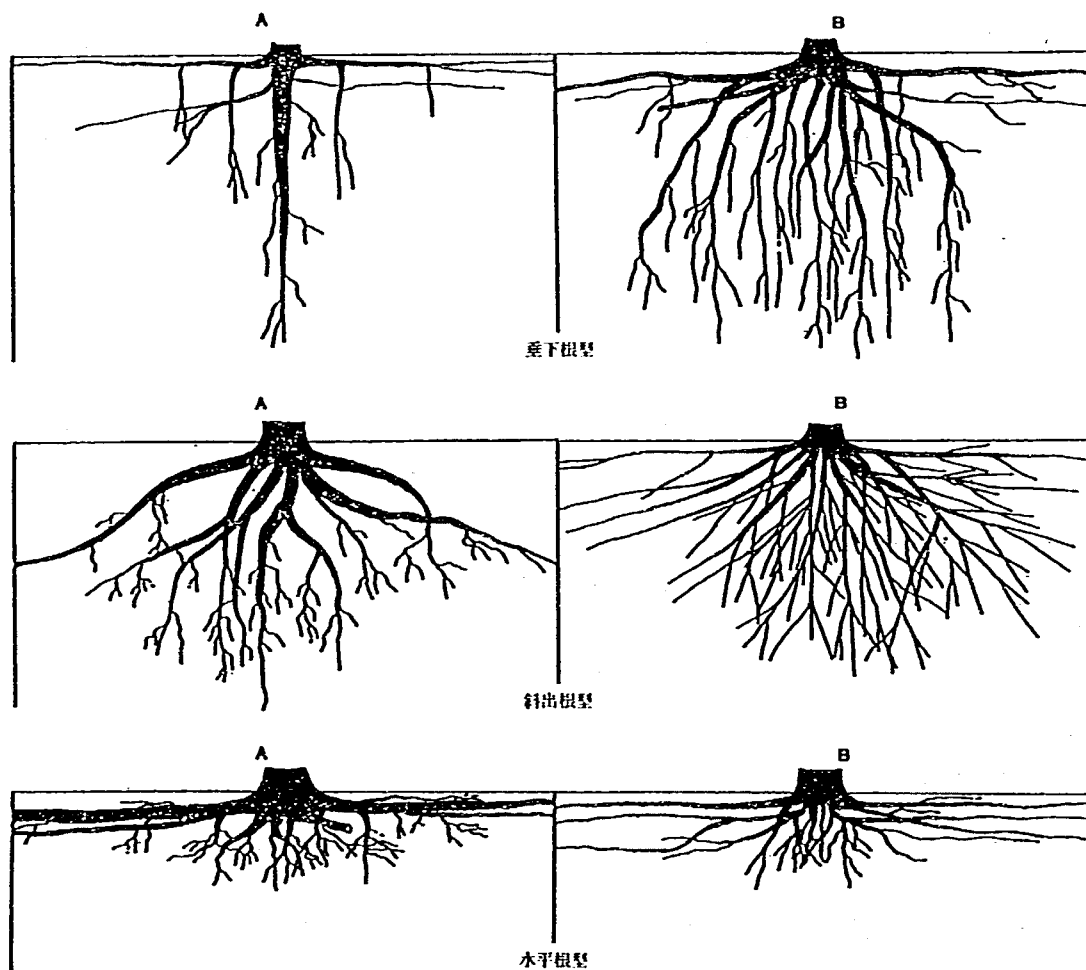


図-2.4 成木の根系の基本的な分布型¹⁾

b) 垂直分布

根系の分布の深さによって、「浅根型」、「中間型」、「深根型」の3型に区分した。

- ・「浅根型」：大部分の根系分布が表層土壤にある型で、深い土壤層での発達は極めて悪いもの。
- ・「中間型」：浅根型と深根型の中間の型で、根系分布が中庸の深さにおよぶもの。
- ・「深根型」：根系分布が堅密で、通気不良で貧栄養の心土にもおよぶもの。

c) 水平分布

根系の分布の範囲によって、「分散型」、「中間型」、「集中型」の3型に区分した。

- ・「分散型」: 根系の水平分布が根株付近に集中せず、広い範囲にわたるもの。
- ・「中間型」: 分散型と集中型の中間の型のもの。
- ・「集中型」: 根系分布が根株の周囲に集中するもの。

d) 支持力

根系が地上部を支持する力を「大」、「中」、「小」の3階級に区分した。

- ・「大」: 根系の支持力が大きいもの。
- ・「中」: 根系の支持力が中庸なもの。
- ・「小」: 根系の支持力が小さいもの。

(4) 生育特性

生育特性として、樹木形状、生育速度、移植性、観賞性、耐陰性、耐乾性、耐潮性、耐刈込、耐瘠地、耐寒性別に区分を行った。移植性については『樹木根系図説』⁹⁾、その他の項目については『道路緑化技術基準』¹⁰⁾、『道路の樹木』¹¹⁾を参考として区分した。各項目の区分方法については次のとおりである。

a) 樹木形状

中木について、成木の形状を「円錐型」、「卵円球形」、「円柱型」、「盃状型」、「不整型」の5型に区分した。

- ・「円錐型」: 樹冠が円錐形になるもの、または、仕立てるもの。
- ・「卵円球形」: 樹冠が卵円形、逆卵円形、球形になるもの、または、仕立てるもの。
- ・「円柱型」: 樹冠が円柱形、円筒形になるもの、または、仕立てるもの。
- ・「盃状型」: 樹冠が盃状形、逆円錐形になるもの。
- ・「不整型」: 樹形が一定の形状にならないもの。

b) 生育速度

生育速度を「速」、「遅」の2階級に区分した。

- ・「速」: 比較的生長の速いもの。
- ・「遅」: 比較的生長の遅いもの。

c) 移植性

移植による活着の難易により「易」、「中」、「難」の3階級に区分した。

- ・「易」: 移植による活着が容易なもの。
- ・「中」: 移植による活着が中庸なもの。
- ・「難」: 移植による活着が困難なもの。

d) 観賞性

観賞性の特に高い部位を「花」、「実」、「葉」の3種に区分した。

- ・「花」: 花の美しいもの。
- ・「実」: 実の美しいもの。
- ・「葉」: 葉の美しいもの。

e) 耐陰性

生育可能な日照時間によって「◎」、「○」の2階級に区分した。

- ・「◎」: 日照時間1.0~2.5時間(天空率15~25%)でも生育可能なもの。
- ・「○」: 日照時間2.5~4.0時間(天空率25~35%)でも生育可能なもの。

f) 耐乾性

耐乾燥性を「○」、「△」、「×」の3階級に区分した。

- ・「○」: 乾燥に比較的耐えられるもの。
- ・「△」: 乾燥地では生育が劣るもの。
- ・「×」: 乾燥を嫌うもの。

g) 耐潮性

耐潮性を「○」、「×」の2階級に区分した。

- ・「○」: 潮風害を比較的生じにくいもの。
- ・「×」: 潮風害を生じるもの。

h) 耐刈込

刈込に対する耐久力を「○」、「×」の2階級に区分した。

- ・「○」: 刈込に耐えるもの。
- ・「×」: 刈込に弱いもの。

i) 耐瘠地

地山における生育性を「○」、「△」、「×」の3階級に区分した。

- ・「○」: 瘠地でも旺盛な生育を示すもの。
- ・「△」: 比較的土壌を選ばないもの。
- ・「×」: 肥沃土を好むもの。

j) 耐寒性

耐寒性を「◎」、「○」、「×」の3階級に区分した。

- ・「◎」: 耐寒性が特に強いもの。
- ・「○」: 耐寒性が強いもの。
- ・「×」: 耐寒性が殆どないもの。

(5) 備考

上記項目のほか、特記すべき性質や維持管理上留意すべき事項等について記載した。

以上をとりまとめ、中木常緑針葉樹一覧表を表-2.3に、中木常緑広葉樹一覧表を表-2.4に、中木落葉広葉樹一覧表を表-2.5に示す。また、低木常緑針葉樹一覧表を表-2.6に、低木常緑広葉樹一覧表を表-2.7に、低木落葉広葉樹一覧表を表-2.8に示す。

表-2.3 中木常緑針葉樹一覧表

植 物 名	科 名	属 名	植 物 の 特 性				根 系 の 特 性				生 育 特 性										備 考
			植栽可能域	生育気候帯	植栽適期	繁殖方法	根系形態	垂直分布	水平分布	支持力	樹形状態	生育速度	移植性	鑑賞性	耐陰性	耐乾性	耐潮性	耐刈込	耐瘠地	耐寒性	
オウゴンシノブヒバ(ニッコウヒバ)	ヒノキ	ヒノキ	北海道南部～九州								円柱形		易	葉							強剪定は避ける
カイズカイブキ(カイズカビクシ)	ヒノキ	ヒノキ	北海道南部～沖縄	温帯～亜熱帯	4～6、9下～11中	挿	斜出水平	浅根型	集中型	中	円柱形	遅	易		○	○	○	○	×		大気汚染に強い、自然に樹形が整う
コノテガシワ(ハリギ)	ヒノキ	ノボ	北海道～沖縄	温帯～亜熱帯	3～5	実・挿	斜出	浅根型	集中型	中	円錐形	遅	難		○			○			積雪地では雪囲い、自然に樹形が整う
シノブヒバ(ツマヅロヒバ)	ヒノキ	ヒノキ	北海道南部～九州	温帯～暖帯	2下～3、11	実・挿	斜出水平	浅根型	集中型	小	円錐形	遅	易					○	×		強剪定は避ける
タギョウショウ(ウツクシマツ)	マツ	マツ	北海道南部～九州	温帯～暖帯	2～3、11	継・実	水平垂下	深根型	分散型	中	盃状形	速	難								都市環境に弱い
ヒムロ(ヒメムロ、ヒメムロシモツバ)	ヒノキ	ヒノキ	北海道～九州	温帯～亜熱帯	3～4	挿	水平斜出	浅根型	集中型	小	円柱形		難					○			強剪定は避ける

表-2.4 中木常緑広葉樹一覧表

植 物 名	科 名	属 名	植 物 の 特 性				根 系 の 特 性				生 育 特 性										備 考
			植栽可能域	生育気候帯	植栽適期	繁殖方法	根系形態	垂直分布	水平分布	支持力	樹形状態	生育速度	移植性	鑑賞性	耐陰性	耐乾性	耐潮性	耐刈込	耐瘠地	耐寒性	
イヌツグ(ヤマツグ、コバモチ)	ミズナギ	ミズナギ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～6、9～10	実・挿	斜出水平	浅根型	集中型	小	卵円球形	速	易		◎	○	○	○			徒長枝の定期的な剪定
ウバメガシ(イマメガシ、バメガシ)	ナギ	ナギ	東北中部～沖縄	亜熱帯～暖帯	5～6	実・挿	斜出垂下	中間型	集中型	大	不整形	遅	中			○	○	○			徒長枝の定期的な剪定
エゾムシハ	ムシハ	ムシハ	北海道～本州中部								叢生株立					×			×	○	特別な管理は殆ど不要
オトメツバキ	ツバキ	ツバキ	東北～九州								卵円球形	遅		花	○	×			×		施肥、枝透剪定、樹勢の維持を図る
カクレミノ(ミツバ)	カクレミノ	カクレミノ	東北部～沖縄	暖帯	6～7上	実・挿	水平垂下	深根型	集中型	小	卵円球形	遅	中		◎	×			×		適宜枝透かし剪定、自然に樹形が整う
カナモモチ(アノモモチ)	ナギ	ナギ	関東～九州	亜熱帯～温帯	3～4、9～10	実・挿	水平	浅根型	集中型	小	卵円球形	速	中	実		○			×		刈込すると新葉が美しい
キョウチクトウ	キョウチクトウ	キョウチクトウ	関東～沖縄	亜熱帯～暖帯	3～4、6～7、9	挿・接ぎ	水平垂下	深根型	分散型	小	叢生株立	速	易	花		○	○		○	×	都市環境に強い
キンモクセイ	ミズナギ	ミズナギ	東北中部～沖縄	暖帯～温帯	5下～6中	挿・取	水平	浅根型	中間型	中	卵円球形	遅	中	花		△		○	×		樹形は自然にまとまる
ギンモクセイ	ミズナギ	ミズナギ	東北中部～沖縄								卵円球形	遅		花		△			×		樹形は自然にまとまる
ダウソウ(ギギチー、スミスイギー)	ミズナギ	ミズナギ	奄美、沖縄								卵円球形			花				○			風に弱い、カイガラムシの防除
サザンカ(ヒメツバキ、タカシ)	ツバキ	ツバキ	関東～沖縄	亜熱帯～温帯	6中～7	実挿接	水平	浅根型	集中型	小	卵円球形		易	花	○		○	○	×		施肥、樹勢の維持を図る
サンゴジュ(キサンゴ)	ミズナギ	ミズナギ	東北部～沖縄	亜熱帯～暖帯	5～10	実・挿	水平	浅根型	中間型	小	卵円球形	速	易	実	○	△	○	○	△		サンゴジュハムシの防除
シャリンバイ(タチシャリンバイ)	ナギ	ナギ	関東～沖縄	亜熱帯～暖帯	5～9	実・挿	垂下	深根型	集中型	小	盃状形	遅	中		○		○		△		病虫害は少ない
セイヨウバクチノキ	ナギ	ナギ	関東～沖縄								卵円球形	速			○			○		○	自然に整った樹形になる
トウネズミモチ(リュウキョウネズミモチ)	ミズナギ	ミズナギ	東北部～沖縄	亜熱帯～温帯	4～6、9～10	実・挿	斜出水平	浅根型	集中型	小	卵円球形	速	易			○	○	○	○		
ナンテン(ナツテン、サルテン)	ナギ	ナギ	関東～沖縄	亜熱帯～温帯	3～4	全	垂下斜出	中間型	集中型	小	歪状形		中	実		○		○			樹高が高くなると樹形が崩れる
ネズミモチ(タマツバキ)	ミズナギ	ミズナギ	東北～沖縄	亜熱帯～温帯	4～7、9～10	実・挿	水平垂下	浅根型	集中型	小	卵円球形	速	易			○	○	○	△		下枝が上がり易い
ヒイラギ	ミズナギ	ミズナギ	北海道南部～沖縄	亜熱帯～温帯	5～6	実・挿	斜出水平	浅根型	集中型	小	卵円球形	遅	易		○	○	○	○	×		
ヒイラギモクセイ	ミズナギ	ミズナギ	東北部～沖縄	亜熱帯～温帯	6	実挿接	斜出	浅根型	集中型	小	卵円球形		易			△		○	×		ハスカシバの防除
ヒサカキ	ツバキ	ツバキ	岩手県～沖縄	亜熱帯～温帯	5～6、9～10	実・挿	水平	浅根型	集中型	小	卵円球形	遅	難		◎	○	○	○	△		病虫害は少ない
フツウグサ(ハイビスカス)	ナギ	ナギ	九州南部、沖縄	亜熱帯	5～6	実・挿	水平	中間型	分散型	大	盃状形	速	易	花			○	○	△		アブラムシの除去
マキ(シタラ)	ミズナギ	ミズナギ	北海道南部～沖縄	亜熱帯～亜寒帯	4～5	実・挿	斜出水平	中間型	集中型	大	円柱形	速	易		○		○	○	×	○	アブラムシ、シクトリムシの除去
モッコク	ツバキ	ツバキ	東北中部～沖縄	亜熱帯～暖帯	6～7	実・挿	水平	浅根型	集中型	小	卵円球形	遅	中		○	×		○	×		施肥、枝透剪定、樹勢の維持を図る
ヤブデ(テンノウチワ)	ナギ	ナギ	北海道南部～沖縄	亜熱帯～暖帯	4、6～7	実挿接	斜出垂下	中間型	集中型	小	不整形		易		◎	×	○		×	○	樹形がまとまり易い
ヤブツバキ(ツバキ)	ツバキ	ツバキ	東北部～沖縄	亜熱帯～温帯	4、6中～7	実挿接	斜出水平	浅根型	集中型	中	卵円球形	遅	中	花	○	△	○	○	×		施肥、枝透剪定、樹勢の維持を図る

表-2.5 中木落葉広葉樹一覧表

植 物 名	科 名	属 名	植 物 の 特 性				根 系 の 特 性				生 育 特 性										備 考
			植栽可能域	生育気候帯	植栽適期	繁殖方法	根系形態	垂直分布	水平分布	支持力	樹木形状	生育速度	移植性	鑑賞性	耐陰性	耐乾性	耐潮性	耐刈込	耐瘠地	耐寒性	
エゾノコリンゴ(ヒメリンゴ)	バラ	リンゴ	北海道～中部								卵円球形			花・実							病虫害防除、徒長枝の剪定
カイドウ(ミカイドウ)	バラ	リンゴ	北海道～九州								卵円球形			花					×		病虫害防除、徒長枝の剪定
シモクレン(モクレン)	モクレン	モクレン	北海道中部～九州	亜熱帯～温帯	10～11	実株挿	斜出水平	中間型	分散型	小	卵円球形		難	花					×		樹形は自然にまとまる
スイフヨウ	フナ	フナ									叢生株立	極速		花					×		
タニウツギ	ミズナギ	ミズナギ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4、10～11	実・挿	斜出	浅根型	集中型	大	叢生株立	速	易	花			○	○	△		病虫害は少ない
トサミズキ	ミズナギ	ミズナギ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4	実株挿	水平	浅根型	分散型	中	叢生株立	速	易	花		×			×		
ニワウメ	バラ	バラ	北海道～九州	亜熱帯～温帯	9～10	実接挿	斜出垂下	中間型	中間型	中	卵円球形	速	易	花						○	病虫害は少ない
ハシドイ	バラ	ハシドイ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4、10～11	実	斜出水平	浅根型	集中型	大	盃状形		易	花							酸性土壌を嫌う、施肥
ハナカイドウ(カイドウ)	バラ	リンゴ	北海道南部～九州								盃状形			花					×		高度の管理を要す
ハナズオウ	バラ	ハナズオウ	北海道南部～九州								叢生株立	速		花							施肥
バラ	バラ	バラ	北海道(一部)～沖縄								不整形	速		花						○	病虫害防除、施肥
フヨウ	フナ	フナ	東北～沖縄	亜熱帯～温帯	3～4	実挿株	水平	中間型	分散型	小	叢生株立	速	中	花			○		△		
マンサク(カタツゲ)	マンサク	マンサク	北海道南部～九州	暖帯～温帯	3～4	実・取	水平	浅根型	集中型	大	不整形		易	花						○	自然樹形を活かす
ムクゲ(ハチス)	フナ	フナ	北海道南部～沖縄	暖帯～温帯	3～4、10～11	実・挿	斜出垂下	中間型	中間型	小	盃状形	速	易	花				○	△		
ムラサキハシドイ(ライラック、リラ)	バラ	ハシドイ	北海道～東北								盃状形			花							酸性土壌には不適、施肥
リョウブ(リョウボウ、サルダメシ)	バラ	バラ	本州以南	暖帯～温帯	3～4、11～12	実・挿	水平	浅根型	分散型	大	卵円球形		易	花		△					

表-2.6 低木常緑針葉樹一覧表

植 物 名	科 名	属 名	植 物 の 特 性				根 系 の 特 性				生 育 特 性										備 考
			植栽可能域	生育気候帯	植栽適期	繁殖方法	根系形態	垂直分布	水平分布	支持力	樹木形状	生育速度	移植性	鑑賞性	耐陰性	耐乾性	耐潮性	耐刈込	耐瘠地	耐寒性	
キナンド	ヒノキ	ヒノキ	北海道中部～九州	暖帯～温帯	2～4	挿	斜出	深根型	集中型	大		遅	中～易		○			○		○	特別な管理は要しない
タマフキ	ヒノキ	ヒノキ	北海道中部～九州									遅				○		○	△		積雪地では雪囲い、自然に樹形が整う
ハイネズ(ハイムロ)	ヒノキ	ヒノキ	北海道～九州	暖帯～亜寒帯	3～4	実・挿		浅根型	集中型	小			難			○	○				上に伸びる枝が時折発生
ハイビクシツ(ツナレ)	ヒノキ	ヒノキ	北海道南部～沖縄	暖帯～温帯	3～4	実・挿	水平垂下	浅根型	集中型	中			難			○	○				
モンクナツ	マツ	マツ	北海道～東北																	○	特別な管理は要しない

表-2.7 低木常緑広葉樹一覧表

植物名	科名	属名	植物の特性				根系の特性				生育特性										備考
			植栽可能域	生育気候帯	植栽適期	繁殖方法	根系形態	垂直分布	水平分布	支持力	樹形形状	生育速度	移植性	鑑賞性	耐陰性	耐乾性	耐潮性	耐刈込	耐瘠地	耐寒性	
アオキ(アオキバ)	ミズキ	アオキ	関東～沖縄	亜熱帯～温帯	4～6、9～10	実挿採取	斜出	浅根型	集中型	小		速	易	実	◎		○		×		特別な管理は要しない
アカリフ	ツバキ	アカリフ	沖縄									速							×		枝透かし剪定、間引き
アセビ(アセビ、アセボ)	ツバキ	アセビ	北海道南部～沖縄	暖帯～温帯	4、6～7	実・挿	斜出	浅根型	集中型	小		遅	易	花	○	○		○	△		
エゾムラサキツツジ(トキワゲンカイ)	ツツジ	ツツジ	北海道～東北											花						◎	暖地での植栽は避ける
オオムラサキツツジ(ベニヒラド)	ツツジ	ツツジ	関東～沖縄	亜熱帯～暖帯	3～4、6	実挿		浅根型	集中型	中		速	易	花				○			生育旺盛
カルミア(アメリカシキナゲ)	ツツジ	カルミア	関東～九州									遅		花					×		自然に樹形がまとまる
カンツバキ(シシガシラ)	ツバキ	ツバキ	東北～九州									遅		花	○			○			カイガラムシ、スス病の防除
キリシマツツジ(クルマツツジ)	ツツジ	ツツジ	東北～九州											花				○	×		雑草との競合に弱い
キンシバイ	ツツジ	キンシバイ	関東～九州	亜熱帯～温帯	4、6～7中	株・挿		浅根型	集中型	小			易	花			×		△	×	道路法面の植栽に適する
クサツツジ(ヒメツツジ、ニワツツジ)	ツツジ	ツツジ	関東～九州												○			○			ツゲノメイガの防除
クチナシ	ツツジ	クチナシ	関東～沖縄	亜熱帯～暖帯	6～7	実・挿	斜出	中間型	中間型	小		速	易	花	○	×	○	○			オオスカシバの防除
クロトン	ツツジ	クロトン	沖縄																		放置すると下枝が枯れる
コクチナシ	ツツジ	クチナシ	本州、四国、九州											花	○	×	○	○	△		オオスカシバの防除
コバノセンナ	ツツジ	コバノセンナ	九州南部～沖縄											花					△	×	雑草との競合に強い、道路法面に適す
サツキツツジ	ツツジ	ツツジ	東北～九州	暖帯～温帯	3～4、6～7	実・挿	斜出	浅根型	集中型	大			易	花				○	×		雑草との競合に弱い
サンダンカ(サンタンカ)	ツツジ	サンダンカ	九州南部～沖縄											花					△		
シキナゲ	ツツジ	ツツジ												花	○						高原地帯に限る
ジンチョウゲ	ツツジ	ジンチョウゲ	東北～沖縄	暖帯～温帯	4、6～7	挿	斜出	浅根型	集中型	小		遅	難	花	○	×	○	○	×		線虫の防除、樹形は自然に整う
チャノキ	ツバキ	ツバキ	東北～九州	暖帯～温帯	6～7	実挿株	垂下	深根型	集中型	大			難								定期的な刈込剪定
ツゲ	ツツジ	ツツジ	北海道南部以西	暖帯～温帯	3～6、9～10	実・挿	斜出	浅根型	集中型	小		遅	中		○		○	○			ハマキムシの防除
トベラ(トビラノキ)	ツバキ	ツバキ	関東～沖縄	亜熱帯～暖帯	9～10	実・挿	水平垂下	浅根型	分散型	小		速	中		○	○	○	○			カイガラムシ、スス病の防除
ナワシログミ(ハルグミ)	ツツジ	ツツジ	北海道南部～九州	暖帯	4、6～7中	実・挿	斜出水平	浅根型	分散型	小		速	易		○	○	○	○	△		剪定は不要
ハクチョウゲ	ツツジ	ハクチョウゲ	関東以南	亜熱帯～暖帯	3～4、6～7	挿・株		中間型	集中型	小			易	花				○	△		
ハナゾノツクバネウツギ(アベリア)	ツツジ	ツツジ	東北部～沖縄	暖帯～温帯	3～4、6～7	挿		浅根型	集中型	小		速	易	花	○	○		○	△		雑草との競合に強い、道路法面に適す
ハマヒサカキ	ツバキ	ツバキ	千葉県～沖縄	暖帯	5～6、9～10	実・挿	斜出	浅根型	集中型	大		遅	易		○	×	○	○			カイガラムシ、スス病の防除
ヒイラギナンテン	ツツジ	ツツジ	北海道南部～沖縄	暖帯	2～3、10～11	実・挿	斜出垂下	中間型	集中型	小			中		◎	×			△		
ビヨウヤナギ	ツツジ	ツツジ	北海道南部～九州	暖帯～温帯	4、6～7中	実挿株	斜出	浅根型	集中型	小		速	易	花			×		△	○	道路法面に適す
ピラカンサ(タチバナモドキ、トキワササ)	ツツジ	ツツジ	東北部～沖縄		4～6	実・挿	斜出	浅根型	中間型	小		速	難	花・実				○	△		成長が早く剪定を要す
ヒラドツツジ	ツツジ	ツツジ	関東～沖縄									速		花				○	×		
ボックスウッド(セイヨウヒメツツジ)	ツツジ	ツツジ	関東～九州									遅						○			ハマキムシの防除
マメツツジ	ツツジ	ツツジ	北海道～九州									遅	易		○	○		○		○	都市環境に強い
マルバシキリ	ツツジ	ツツジ	山形県～沖縄									遅		花	○		○	○	△		病虫害は少ない
ミヤマシキリ	ツツジ	ツツジ	福島県～九州										易	実					△		自然に樹形が整う
モチツツジ(ネバツツジ)	ツツジ	ツツジ	関東～九州	暖帯～温帯	5～6	実・挿	斜出	浅根型	集中型	大			易	花		○			△		
ランタナ	ツツジ	ツツジ	九州南部～沖縄									速							△	×	雑草との競合に強い、道路法面に適す
リュウキュウツツジ(シロリュウキュウ)	ツツジ	ツツジ	北海道中部～沖縄											花				○		○	寒冷地から温暖地まで広く植栽

表-2. 8 低木落葉広葉樹一覧表

植物名	科名	属名	植物の特性				根系の特性				生育特性										備考
			植栽可能域	生育気候帯	植栽適期	繁殖方法	根系形態	垂直分布	水平分布	支持力	樹木形状	生育速度	移植性	鑑賞性	耐陰性	耐乾性	耐潮性	耐刈込	耐瘠地	耐寒性	
アキグミ	ミ	ミ	北海道～沖縄	暖帯～温帯	3～4、10～11	実・挿	水平	浅根型	分散型	小		速	易	実		○	○	○	○	○	海岸部の道路
アジサイ	ミ	ミ	北海道～沖縄									速		花	○				△		雑草との競合に強い
イタチハギ(クロバネエンジュ)	ミ	ミ	北海道～沖縄	亜熱帯～温帯	2～4、10～11	実・挿	斜出水平	中間型	分散型	大		速	易			○			○		
イボクノキ	ミ	ミ	北海道～沖縄	亜熱帯～温帯	2～4、10～11	実・挿	斜出水平	浅根型	集中型	小		速	易				○	○	△	○	ハマキムシの防除
ウツギ(ウノハナ)	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4	実・挿	垂下斜出	深根型	集中型	大		速	易	花				○	△		雑草との競合に強い
ウメモドキ	ミ	ミ	東北～九州	暖帯～温帯	3～4	実挿接枝	斜出水平	浅根型	集中型	中			易	実		×					自然樹形を活かす
エニシダ	ミ	ミ	北海道南部～九州	暖帯～温帯	2～4、10～11	実株挿	垂下斜出	中間型	集中型	大		速	難	花		○	○		○	○	自然に整った樹形になる
ガクアジサイ(ガク)	ミ	ミ	関東～九州	暖帯～温帯	3～4	挿株取	斜出	深根型	集中型	大		速	易	花	○		○		△		
クサボケ	ミ	ミ	東北～九州											花				○	△		徒長枝の剪定、積雪に強い
コデマリ(テマリバナ)	ミ	ミ	北海道中部～九州	暖帯～温帯	3～4	実・挿	斜出水平	浅根型	集中型	大			易	花					△		雑草との競合に弱い
カラキドウダン	ミ	ミ	北海道～関東									遅		花・葉				○	×		積雪地では雪囲い、自然樹形を活かす
フモツケ	ミ	ミ	北海道～本州冷涼地	暖帯～温帯	3～4	実株挿	水平	浅根型	集中型	大			易	花				○	△		雑草との競合に弱い
ドウダンツツジ	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	2～3、10～11	実・挿	水平	浅根型	集中型	大		遅	易	花・葉				○	×		積雪地では雪囲い、自然樹形を活かす
ニシキギ	ミ	ミ	北海道～九州									速		葉				○	×		積雪地では雪囲い
ハコネウツギ(ケンペイウツギ)	ミ	ミ	北海道～九州									速		花		○	○		△		雑草との競合に強い、道路法面に適す
ハマナス(ハマナシ)	ミ	ミ	北海道～鳥取茨城沿岸	暖帯～亜寒帯	3～4	実株挿	垂下	深根型	分散型	中		速	易	花		○	○		△	◎	積雪に強い
ヒュウガミズキ(イヨミズキ)	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4	実株挿	水平	浅根型	分散型	中		速	易	花		×			×		雑草との競合に弱い
ボケ	ミ	ミ	北海道～九州		3～4、10～11	実・挿	垂下	深根型	分散型	大			中	花				○	△		徒長枝の剪定
ネザキシモツケ	ミ	ミ	北海道～東北											花					×		雑草との競合に弱い
ミツバツツジ	ミ	ミ	北海道南部～九州	暖帯～温帯	3～5	実・挿	水平	浅根型	分散型	中			中	花		○		○	△		自然樹形を活かす
ミヤマタ	ミ	ミ	関東～九州	暖帯	3～4、9～10	実挿株	斜出	浅根型	集中型	大			易			×			×		樹形が自然に變う
ミヤギノハギ	ミ	ミ	北海道～九州									速		花					△		落葉後地上部を地際で刈取る
ムラサキシキブ	ミ	ミ	北海道南部～沖縄	暖帯～温帯	2～3、10～11	実・挿	水平	浅根型	集中型	小		速	易	花・実					△		
メギ(ヨロイオドシ、コトリトマラズ)	ミ	ミ	東北～九州	暖帯～温帯	2～3、10～11	実株挿	斜出垂下	中間型	集中型	小			易		○	○	○	○	△	○	
ヤマツツジ(アカツツジ)	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4、9～10	実・挿	斜出	浅根型	集中型	大			易	花		○		○	△		雑草との競合に強い、道路法面に適す
ヤマハギ	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～亜寒帯	3～4、9～10	実株挿	水平	中間型	分散型	大		速	中	花					○		雑草との競合に強い
ヤマブキ	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	10～11	実挿株	水平	浅根型	集中型	大			易	花		×			×		傾斜地に適する
ユキヤナギ(コゴメバナ)	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4、10～11	実株挿		浅根型	集中型	大			易	花					△		法面の修景に適する
ヨドガワツツジ(ボタンツツジ)	ミ	ミ	北海道～九州											花		○		○	△	○	
レンギョウ(チョウセンレンギョウ)	ミ	ミ	北海道～九州	暖帯～温帯	3～4、10～11	挿株取	水平	浅根型	分散型	大		速	易	花					△		雑草との競合に強い、道路法面に適す
レンゲツツジ(カバレンゲツツジ)	ミ	ミ	北海道～関東	暖帯～温帯	3～5	実・株	水平	浅根型	中間型	大			中	花				○	×		剪定を要しない

2) 適応樹種の検討

表-2. 3～表-2. 8に示した各植物一覧表をもとに、苗木設置吹付工法に適した樹種の検討を行った。

検討方法としては、一覧表に示した各項目の中から苗木設置吹付工法によってのり面に植栽した場合の判定項目として、根系支持力、移植性、耐乾性、耐瘠地の4項目を選定し、各項目に対する評価によって適応性を判定した。各判定項目の選定理由および適応性の判断方法については次のとおりである。

(1) 根系支持力

のり面のような傾斜地に植栽を行う場合、苗木が自立して生育する上で根系の支持力は大きく関与している。しかし、根系の支持力は、植物の成立本数や根系の形などによって大きく異なるものであり、支持力が小さいものが必ずしも傾斜地での成立が難しいとは判定できないと考える。従って、根系支持力については次のような判断を行った。

- ・「大」=最良：のり面において非常に安定した生育が可能といえる。
- ・「中」= 良：のり面において安定した生育が可能といえる。
- ・「小」= 良：のり面において生育は可能といえる。

(2) 移植性

通常の植栽よりも条件が悪く、そのため苗木設置吹付工法を行う場合には、移植性は植物の適応性を判断する上で重要な目安となる。移植性の判断は次のように行った。

- ・「易」=最良：吹付植栽において高い活着率が望めるといえる。
- ・「中」= 良：吹付植栽において中程度の活着率が望めるといえる。
- ・「難」=不良：吹付植栽による導入は困難といえる。

(3) 耐乾性

苗木設置吹付工法においては、苗木を設置してから吹付を行うまでに少なからず乾燥を受けることを余儀なくされ、また、厚さ5cm～10cm程度の薄い生育基盤で植栽することを考えると、通常の植栽と比較してかなり厳しい乾燥条件下に晒されることになる。こうしたことを考慮し、耐乾性の判断は次のように行った。

- ・「○」=最良：吹付植栽における乾燥には十分耐えられるといえる。
- ・「△」= 良：吹付植栽における乾燥にある程度は耐えられるといえる。
- ・「×」=不良：吹付植栽における乾燥には耐えられないといえる。

(4) 耐瘠地

施工対象となるのり面の多くは、肥料養分を殆ど含まない礫混じり土砂や軟岩のり面であり、導入する植物は瘠地においても十分生育できるものが好ましい。肥沃な生育基盤を造成できる厚層基材吹付工を併用する場合、肥沃な土地で生育する植物を導入することも可能であると考えられるが、これまでに施工実績がなく、裏付けとなる基礎データがないことから考えて、耐瘠地性については次のよ

うに判断を行った。

- ・「○」=最良：のり面等の瘠地においても旺盛に生育するといえるもの。
- ・「△」= 良：のり面等の瘠地においても生育可能といえるもの。
- ・「×」=不良：のり面等の瘠地においては生育困難といえるもの。

苗木設置吹付工法の適用判断は、上述した4項目を表-2. 9に示した判定基準によって評価した。また、播種による導入の実績として下記に示した区分を行った。

- ・「○」：播種工による導入が行われているもの。
- ・「△」：播種工による実績はないが、実生による繁殖が可能なもの。
- ・「×」：種子ができないもの、或いは、種子繁殖が難しいもの。
- ・「無印」：データ不足で不明のもの。

表-2. 9 苗木設置吹付工法の適用性判定基準

評 価	判 定 基 準
A	4項目とも「最良」のもの
B	3項目が「最良」で、且つ、「不良」のないもの
C	2項目が「最良」で、且つ、「不良」のないもの
D	1項目が「最良」で、且つ、「不良」のないもの
E	「最良」はないが、「良」が2項目以上あるもので、且つ、「不良」のないもの
F	「不良」が1項目でもあるもの
G	データ不足で判断できないもの

以上をとりまとめ、中木常緑針葉樹判定表を表-2. 10に、中木常緑広葉樹判定表を表-2. 11に、中木落葉広葉樹判定表を表-2. 12に示す。また、低木常緑針葉樹判定表を表-2. 13に、低木常緑広葉樹判定表を表-2. 14に、低木落葉広葉樹判定表を表-2. 15に示す。

表-2. 10 中木常緑針葉樹判定表

植 物 名	植 栽 可 能 域	植 栽 適 期	判 定 項 目				判定	播種工 実 績
			支持力	移植性	耐乾性	耐瘠地		
オウゴンシノブヒバ(ニッコウヒバ)	北海道南部~九州			易			D	
カイズカイブキ(カイズカビクシ)	北海道南部~沖縄	4~6、9下~11中	中	易	○	×	F	×
コノテガシラ(ハリギ)	北海道~沖縄	3~5	中	難			F	△
シノブヒバ(ツマジロヒバ)	北海道南部~九州	2下~3、11	小	易		×	F	△
タギョウショウ(ウツクシマツ)	北海道南部~九州	2~3、11	中	難			F	△
ヒメロ(ヒメロ、ヒメロヒバ、シモフサヒバ)	北海道~九州	3~4	小	難			F	×

表-2. 11 中木常緑広葉樹判定表

植 物 名	植 栽 可 能 域	植 栽 適 期	判 定 項 目				判定	播種工 実 績
			支持力	移植性	耐乾性	耐瘠地		
イヌツゲ(ヤマツゲ、コバモチ)	北海道～九州	3～6、9～10	小	易	○		C	△
ウバメガシ(イマメガシ、バメガシ)	東北中部～沖縄	5～6	大	中	○		C	△
エゾユズリハ	北海道～本州中部				×	×	F	
オトメツバキ	東北～九州				×	×	F	
カクレミノ(ミツデ)	東北南部～沖縄	6～7上	小	中	×	×	F	△
カナメモチ(アカメモチ)	関東～九州	3～4、9～10	小	中	○	×	F	△
キョウチクトウ	関東～沖縄	3～4、6～7、9	小	易	○	○	B	×
キンモクセイ	東北中部～沖縄	5下～6中	中	中	△	×	F	×
ギンモクセイ	東北中部～沖縄				△	×	F	
ゲッキツ(ギキチー、スマトスイギー)	奄美・沖縄						G	
サザンカ(ヒメツバキ、タカシ)	関東～沖縄	6中～7	小	易		×	F	△
サンゴジュ(キサンゴ)	東北南部～沖縄	5～10	小	易	△	△	D	△
シャリンバイ(タチシャリンバイ)	関東～沖縄	5～9	小	中		△	E	○
セイヨウバクチノキ	関東～沖縄						G	
トウネズミモチ(リュウキョウネズミモチ)	東北南部～沖縄	4～6、9～10	小	易	○	○	B	○
ナンテン(ナツテン、サルテン)	関東～沖縄	3～4	小	中	○		D	△
ネズミモチ(タマツバキ)	東北～沖縄	4～7、9～10	小	易	○	△	C	○
ヒイラギ	北海道南部～沖縄	5～6	小	易	○	×	F	△
ヒイラギモクセイ	東北南部～沖縄	6	小	易	△	×	F	△
ヒサカキ	岩手県～沖縄	5～6、9～10	小	難	○	△	F	△
フソウゲ(ハイビスカス)	九州南部、沖縄	5～6	大	易		△	C	△
マサキ(シタワレ)	北海道南部～沖縄	4～5	大	易		×	F	△
モッコク	東北中部～沖縄	6～7	小	中	×	×	F	△
ヤブデ(テングノウチワ)	北海道南部～沖縄	4、6～7	小	易	×	×	F	△
ヤブツバキ(ツバキ)	東北南部～沖縄	4、6中～7	中	中	△	×	F	○

表-2. 12 中木落葉広葉樹判定表

植 物 名	植 栽 可 能 域	植 栽 適 期	判 定 項 目				判定	播種工 実 績
			支持力	移植性	耐乾性	耐瘠地		
エゾノコリンゴ(ヒメリンゴ)	北海道～中部						G	
カイドウ(ミカイドウ)	北海道～九州					×	F	
シモクレン(モクレン)	北海道中部～九州	10～11	小	難		×	F	△
スイフヨウ						×	F	
タニウツギ	北海道～九州	3～4、10～11	大	易		△	C	△
トサミズキ	北海道～九州	3～4	中	易	×	×	F	△
ニワウメ	北海道～九州	9～10	中	易			D	△
ハシドイ	北海道～九州	3～4、10～11	大	易			C	△
ハナカイドウ(カイドウ)	北海道南部～九州					×	F	
ハナズオウ	北海道南部～九州						G	
バラ	北海道(一部)～沖縄						G	
フヨウ	東北～沖縄	3～4	小	中		△	E	△
マンサク(カタツゲ)	北海道南部～九州	3～4	大	易			C	△
ムクゲ(ハチス)	北海道南部～沖縄	3～4、10～11	小	易		△	D	△
ムラサキハシドイ(ライラック、リラ)	北海道～東北						G	
リョウブ(リョウギウ、サルダメシ)	本州以南	3～4、11～12	大	易	△		C	△

表-2.13 低木常緑針葉樹判定表

植 物 名	植 栽 可 能 域	植 栽 適 期	判 定 項 目				判定	播種工 実 績
			支持力	移植性	耐乾性	耐瘠地		
キョロボク	北海道中部～九州	2～4	大	中～易			C	×
タマイヅキ	北海道中部～九州				○	△	D	
ハイネズ(ハイムロ)	北海道～九州	3～4	小	難	○		F	△
ハイビョクシン(ソナレ)	北海道南部～沖縄	3～4	中	難	○		F	△
モンタナマツ	北海道～東北						G	

表-2.14 低木常緑広葉樹判定表

植 物 名	植 栽 可 能 域	植 栽 適 期	判 定 項 目				判定	播種工 実 績
			支持力	移植性	耐乾性	耐瘠地		
アオキ(アオキバ)	関東～沖縄	4～6、9～10	小	易		×	F	△
アカリフ	沖縄					×	F	
アセビ(アジビ、アセボ)	北海道南部～沖縄	4、6～7	小	易	○	△	C	△
エゾムラサキツツジ(トキワゲンカイ)	北海道～東北						G	
オオムラサキツツジ(ベニヒラド)	関東～沖縄	3～4、6	中	易			D	△
カルミア(アメリカシクナゲ)	関東～九州					×	F	
カンツバキ(シシガシラ)	東北～九州						G	
キリシマツツジ(クルマツツジ)	東北～九州					×	F	
キンシバイ	関東～九州	4、6～7中	小	易		△	D	×
クサツグ(ヒメツグ、ニワツグ)	関東～九州						G	
クチナシ	関東～沖縄	6～7	小	易	×		F	△
クロトン	沖縄						G	
コクチナシ	本州、四国、九州				×	△	F	
コバノセンナ	九州南部～沖縄					△	G	
サツキツツジ	東北～九州	3～4、6～7	大	易		×	F	△
サンダンカ(サンタンカ)	九州南部～沖縄					△	G	
シクナゲ							G	
ジンチョウゲ	東北～沖縄	4、6～7	小	難	×	×	F	×
チノキ	東北～九州	6～7	大	難			F	△
ツグ	北海道南部以西	3～6、9～10	小	中			G	△
トベラ(トビラノキ)	関東～沖縄	9～10	小	中	○		D	△
ナワシログミ(ハルグミ)	北海道南部～九州	4、6～7中	小	易	○	△	C	△
ハクチョウゲ	関東以南	3～4、6～7	小	易		△	D	×
ハナノツクバネウツギ(アベリア)	東北南部～沖縄	3～4、6～7	小	易	○	△	C	×
ハマヒサカキ	千葉県～沖縄	5～6、9～10	大	易	×		F	△
ヒイラギナンテン	北海道南部～沖縄	2～3、10～11	小	中	×	△	F	△
ビヨウヤナギ	北海道南部～九州	4、6～7中	小	易		△	D	△
ビラカンギ(タチバナモドキ、トキワギンヂ)	東北南部～沖縄	4～6	小	難		△	F	△
ヒラドツツジ	関東～沖縄					×	F	
ギョクスクッド(セイヨウヒメツグ)	関東～九州						G	
マメツグ	北海道～九州			易	○		C	
マルバシヤンバイ	山形県～沖縄					△	G	
ミヤマシキミ	福島県～九州			易		△	D	
モチツツジ(ネバツツジ)	関東～九州	5～6	大	易	○	△	B	△
ランタナ	九州南部～沖縄					△	G	
リュウキュウツツジ(シロリュウキュウ)	北海道中部～沖縄						G	

表-2. 15 低木落葉広葉樹判定表

植 物 名	植 栽 可 能 域	植 栽 適 期	判 定 項 目				判定	播種工 実 績
			支持力	移植性	耐乾性	耐瘠地		
アキグミ	北海道～沖縄	3～4、10～11	小	易	○	○	B	△
アジサイ	北海道～沖縄					△	G	
イタテハギ(クロバナエンジュ)	北海道～沖縄	2～4、10～11	大	易	○	○	A	○
イボタノキ	北海道～沖縄	2～4、10～11	小	易		△	D	△
ウツギ(ウノハナ)	北海道～九州	3～4	大	易		△	C	△
ウメドキ	東北～九州	3～4	中	易	×		F	△
エニシダ	北海道南部～九州	2～4、10～11	大	難	○	○	F	○
ガクアジサイ(ガク)	関東～九州	3～4	大	易		△	C	×
クサボケ	東北～九州					△	G	
コデマリ(テマリバナ)	北海道中部～九州	3～4	大	易		△	C	△
チラシウダン	北海道～関東					×	F	
シモツケ	北海道～本州冷涼地	3～4	大	易		△	C	△
ドウダンツツジ	北海道～九州	2～3、10～11	大	易		×	F	△
ニシキギ	北海道～九州					×	F	
ハコネウツギ(ケンペイウツギ)	北海道～九州				○	△	D	
ハマナス(ハマナシ)	北海道～鳥取茨城沿岸	3～4	中	易	○	△	C	△
ヒュウガミズキ(イヨミズキ)	北海道～九州	3～4	中	易	×	×	F	△
ボケ	北海道～九州	3～4、10～11	大	中		△	D	△
ホザキシモツケ	北海道～東北					×	F	
ミツバツツジ	北海道南部～九州	3～5	中	中	○	△	D	△
ミツマタ	関東～九州	3～4、9～10	大	易	×	×	F	△
ミヤギノハギ	北海道～九州					△	G	○
ムラサキシキブ	北海道南部～沖縄	2～3、10～11	小	易		△	D	△
メギ(ヨロイオドシ、コトリトマラズ)	東北～九州	2～3、10～11	小	易	○	△	C	△
ヤマツツジ(アカツツジ)	北海道～九州	3～4、9～10	大	易	○	△	B	△
ヤマハギ	北海道～九州	3～4、9～10	大	中		○	C	○
ヤマブキ	北海道～九州	10～11	大	易	×	×	F	△
ユキヤナギ(コゴメバナ)	北海道～九州	3～4、9～10	大	易		△	C	△
ヨドガワツツジ(ボクツツジ)	北海道～九州				○	△	D	
レンギョウ(チョウセンレンギョウ)	北海道～九州	3～4、9～10	大	易		△	C	×
レンゲツツジ(カバレンゲツツジ)	北海道～関東	3～5	大	中		×	F	△

以上の判定をもとに、苗木設置吹付工法によって導入可能な植物を判断すると、判定項目のうち“最良”を多く有している植物ほど適合性が高いといえる。判定項目に“不良”を含まない「A」～「E」にランクされた植物をとりまとめ、検討結果集計表を表－2. 16に示す。

表－2. 16 検討結果集計表

評価区分	樹木区分	生活型	植 物 名
A	低 木	落葉広葉樹	イタチハギ
B	中 木	常緑広葉樹	キョウチクトウ、トウネズミモチ
	低 木	常緑広葉樹	モチツツジ
		落葉広葉樹	アキグミ、ヤマツツジ
C	中 木	常緑広葉樹	イヌツゲ、ウバメガシ、ネズミモチ、ブッソウゲ
		落葉広葉樹	タニウツギ、ハシドイ、マンサク、リョウブ
	低 木	常緑針葉樹	キャラボク
		常緑広葉樹	アセビ、ナワシログミ、マメツゲ、ハナゾノツクバネウツギ
		落葉広葉樹	ウツギ、ガクアジサイ、コデマリ、シモツゲ、ハマナス、メギ、ヤマハギ、ユキヤナギ、レンギョウ
D	中 木	常緑針葉樹	オウゴンシノブヒバ
		常緑広葉樹	サンゴジュ、ナンテン
		落葉広葉樹	ニワウメ、ムクゲ
	低 木	常緑針葉樹	タマイブキ
		常緑広葉樹	オオムラサキツツジ、キンシバイ、トベラ、ハクチョウゲ、ビヨウヤナギ、ミヤマシキミ
		落葉広葉樹	イボタノキ、ハコネウツギ、ボケ、ミツバツツジ、ムラサキシキブ、ヨドガワツツジ
E	中 木	常緑広葉樹	シャリンバイ
		落葉広葉樹	フヨウ

以上「A」～「E」にランクされた植物を集計したが、“データ不足”で「G」に判定された植物の中には、生育が早く樹勢が強健なもの等があり、植物の生育特性から考えてのり面への適用が可能と思われる植物も含まれている。また、“不良”を有していることから「F」に判定された植物でも、肥沃な厚い生育基盤を造成することによって耐瘠地性を克服し、導入可能と判断できる植物も含まれている。

こうした植物の中には、苗木設置吹付工法の拡充を図る上で、「A」～「E」にランクされた植物に劣らない将来性を持つものも含まれていると考えられることから、生育特性から考えてのり面への適用が可能と判断できる植物を表－2. 17に、厚い肥沃な生育基盤を造成することにより、のり面への適用が可能と判断できる植物を表－2. 18に示す。

表－2. 17 生育特性から適応可能と考えられる植物

樹木区分	生活型	植 物 名
中 木	常緑広葉樹	セイヨウバクチノキ
	落葉広葉樹	ハナズオウ、バラ
低 木	常緑針葉樹	モンクナマツ
	常緑広葉樹	コバノセンナ、サンダンカ、ランタナ、 マルバシャリンバイ、リュウキュウツツジ
	落葉広葉樹	アジサイ、クサボケ、ミヤギノハギ

表－2. 18 厚い肥沃な生育基盤を造成することにより適応可能と考えられる植物

樹木区分	生活型	植 物 名
中 木	常緑針葉樹	カイヅカイブキ、シノブヒバ
	常緑広葉樹	カナメモチ、キンモクセイ、ギンモクセイ、 サザンカ、ヒイラギ、ヒイラギモクセイ、 マサキ、ヤブツバキ
	落葉広葉樹	カイドウ、スイフヨウ、ハナカイドウ
低 木	常緑広葉樹	アオキ、アカリファ、カルミア、 キリシマツツジ、サツキツツジ、ヒラドツツジ
	落葉広葉樹	サラサドウダン、ドウダンツツジ、ニシキギ、 ホザキシモツケ、レンゲツツジ

2. 3. 5 施工手順

苗木設置吹付工法の施工手順は概略として次のとおりである。

①のり面表面のゴミ、浮石等を除去する。(写真－2. 4)

②のり面全体に緑化基礎工としての金網をなるべく地表面に密着するように張り、アンカーピンにより確実に固定する。(写真－2. 5)

③苗木（コンテナ苗）の姿勢を維持しながら図－2. 2～2. 4のいずれかの方法で設置する。
(写真－2. 6)

④吹付材料を攪拌装置内で十分に練り混ぜ、設置してある苗木を傷つけないように注意しながらのり面全体に均一にムラなく吹付ける。この時、苗木の根鉢が完全に覆われるように注意して吹付けを行う。(写真－2. 7)

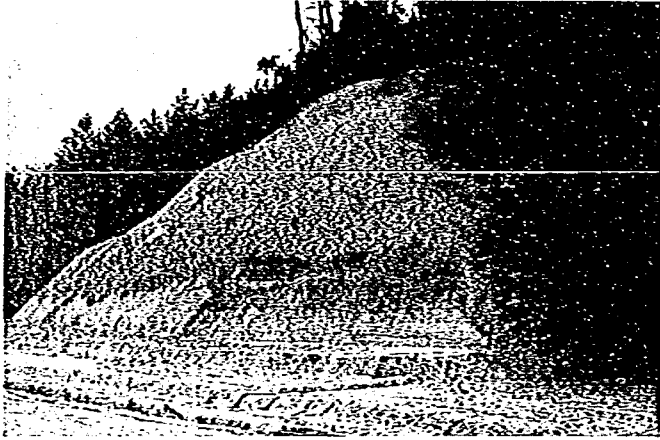


写真-2. 4 ゴミ、浮石等を除去

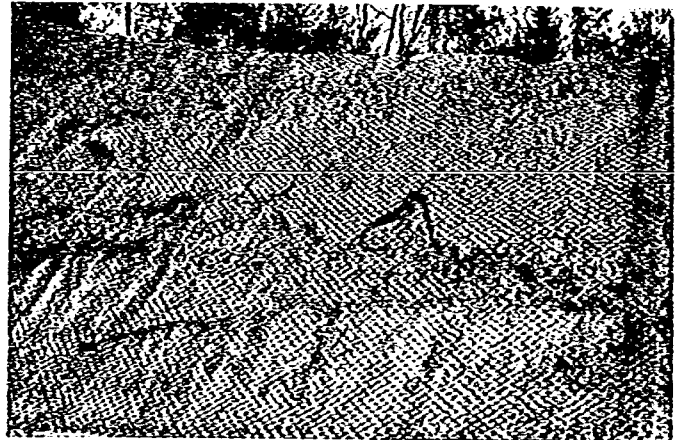


写真-2. 5 金網の設置

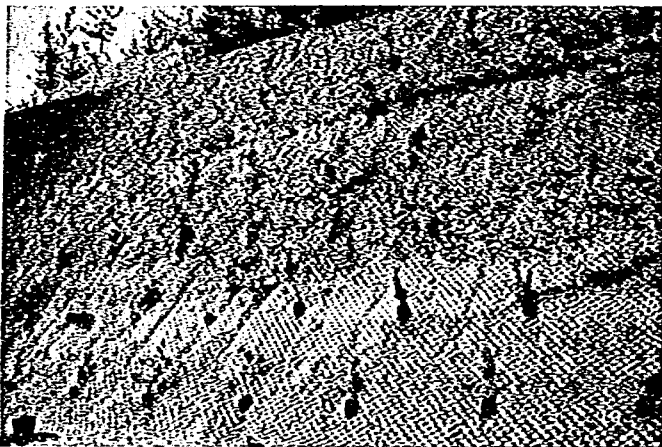


写真-2. 6 苗木の設置

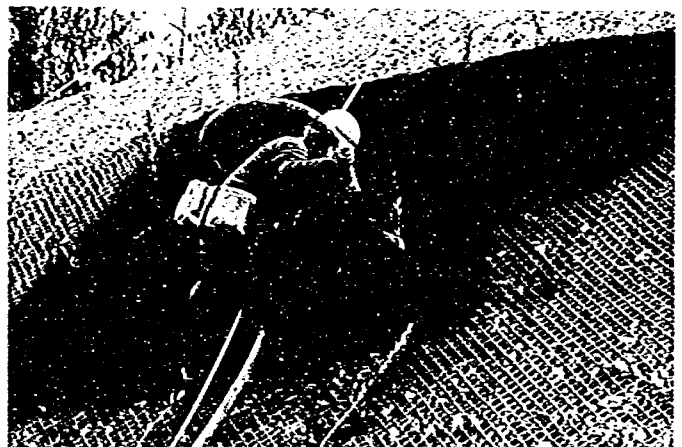


写真-2. 7 生育基盤の吹付

2. 3. 6 維持管理方法の検討

のり面の緑化方法を検討するにあたっては、施工後の維持管理が少なくなるように配慮するとともに、施工後の点検を随時行い、問題が発生した場合はその対応策を検討し早期に手当する必要がある。点検時の点検項目と着眼点を表-2. 19に示す。

表-2. 19 点検時の点検項目と着眼点⁹⁾

種類	点検項目	着 眼 点
草本植物	活力 繁茂 病虫害 損傷	葉色、茎葉の生育度など 茎葉の過密、雑草の発生度など 種類、発生度など 枯死、すり切れ、焼失、踏圧など
木本植物	活力 繁茂 病虫害 損傷	葉色、茎葉の生育度など 通行障害の有無、視距の確保など 種類、発生度など 枯死、損傷の程度など
生育基盤	地盤 排水 崩壊 緑化基礎工	地盤露出の有無など 湧水、オーバーフローなど きれつ、陥没、崩れの有無など 安定性など

第3章 苗木設置吹付工法の予備試験

3. 1 試験目的

第2章で検討した苗木設置吹付工法について実際に施工するにあたっての問題点の確認を行うことを目的として予備試験を実施した。

予備試験では、苗木がのり面に設置されてから基材吹付けまでの期間を何日間程度あけても乾燥に耐えることができるか、また剪定及び蒸散抑制剤の利用により乾燥害を緩和することができるかを確認することを主目的として試験区を設定した。

さらに、モルタルガンを用いて基材を吹付けることにより、樹木が受ける影響についても観察することとした。

このような目的による予備試験のため、作業性の良い平地で試験を行った。

3. 2 試験方法

3. 2. 1 試験の概要

施工内容の概要は次のとおりである。施工状況を写真－3. 1～写真－3. 7に示す。

- (1) 施工日 平成元年9月5日～12日
- (2) 試験場所 土木研究所構内(平地)
- (3) 供試樹種 ネズミモチ(コンテナ苗)
- (4) 基材吹付内容 バーク堆肥、ピートモス、接合剤、化成肥料、草本種子{トールフェスク(品種名:ケンタッキー31)、ホワイトクローバー}
- (5) 施工手順 試験区を造成して苗木を設置し、試験区ごとの所定の日数経過後に厚層基材(厚さ約5cm)の吹付けを行った。
- (6) 試験区の構成 施工時期を要因Aとして、苗木設置直後吹付、4日後吹付、7日後吹付の3水準、苗木形状を要因Bとして、無剪定・無処理、剪定・無処理、剪定・蒸散抑制処理の3水準設定した2因子試験を行った。1試験区当りの施工面積は18㎡(縦3m×横6m)で、苗木はポットをはずし、根鉢のついたまま1m間隔2列に計10本設置した。試験の組み合わせを表－3. 1に、試験区画図を図－3. 1に示す。

- 要因A: 施工時期

- A1: 苗木設置直後

- A2: 苗木設置4日後

- A3: 苗木設置7日後

- 要因B: 苗木形状

- B1: 対照区(無剪定、無処理区)

- B2: 苗木形状A区(樹高30cmに剪定、無処理区)

B 3 : 苗木形状B区 (樹高30cmに剪定、蒸散抑制処理「パラフィン水」)

表- 3. 1 試験の組み合わせ

水 準	A 1	A 2	A 3
B 1	A 1 B 1	A 2 B 1	A 3 B 1
B 2	A 1 B 2	A 2 B 2	A 3 B 2
B 3	A 1 B 3	A 2 B 3	A 3 B 3

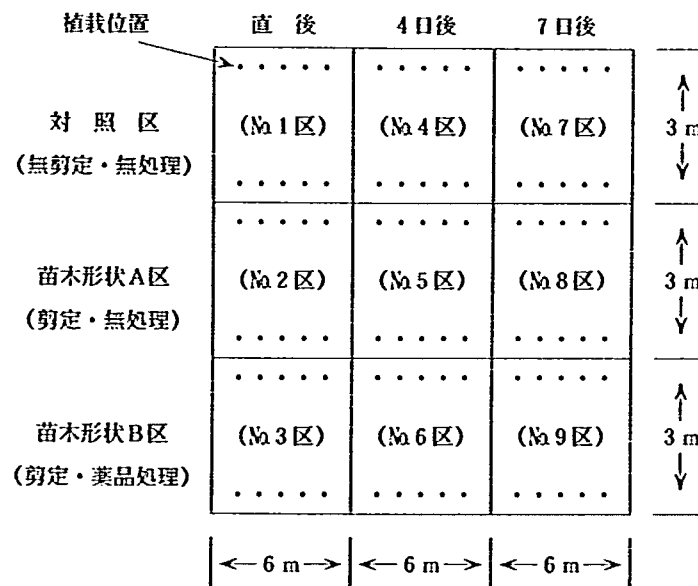


図- 3. 1 試験区画図

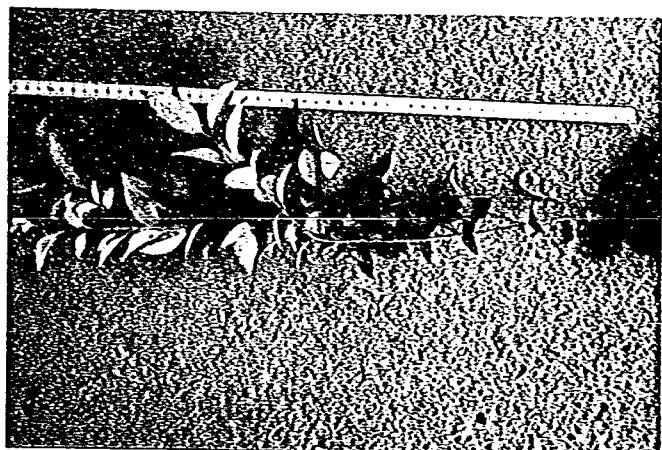


写真-3. 1 無剪定の苗木

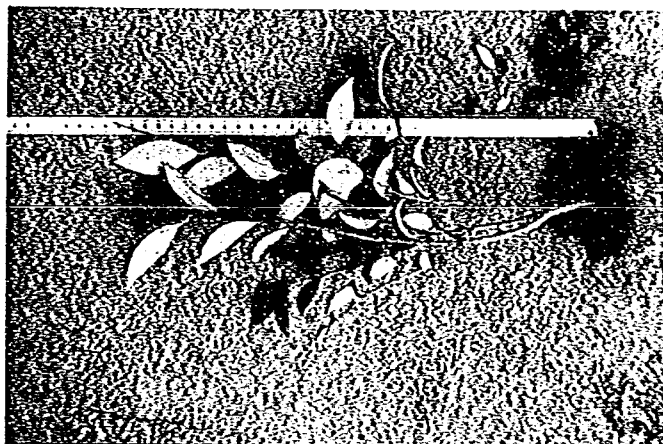


写真-3. 2 剪定後の苗木



写真-3. 3 蒸散抑制処理

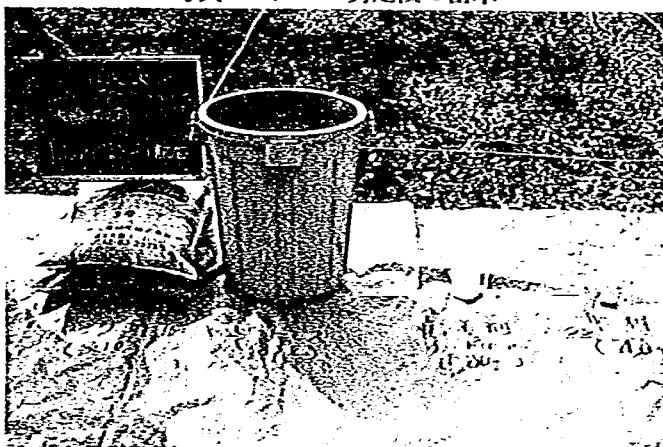


写真-3. 4 厚層基材吹付工の配合

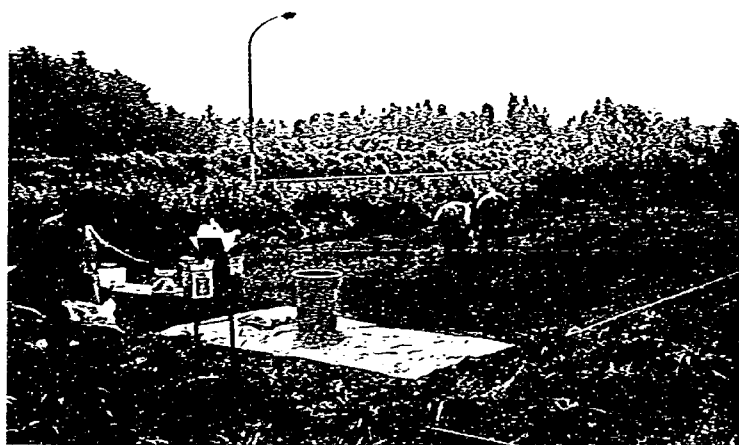


写真-3. 5 苗木の設置

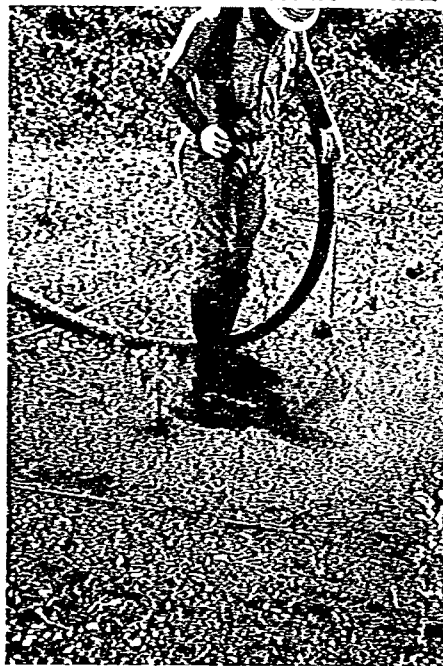


写真-3. 6 吹付作業

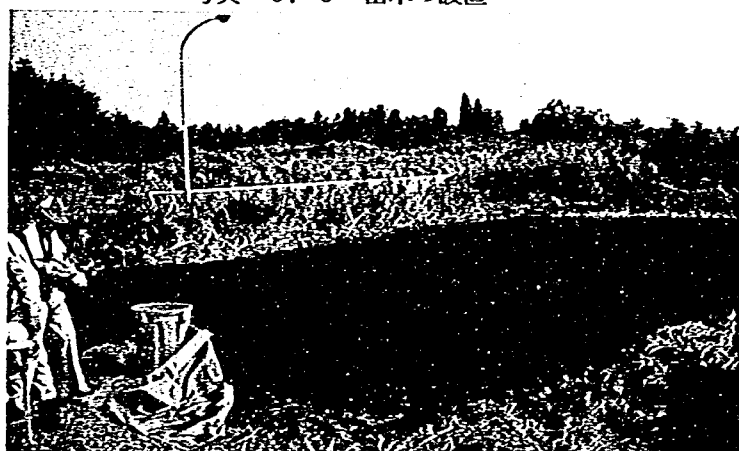


写真-3. 7 吹付直後の状態

3. 2. 2 調査方法

調査は、試験区毎に10本全ての植栽木について、活着、樹勢、樹高、見取り調査を実施し、外来草本については、試験区毎に、植被率、平均草高、および、任意の2地点で草丈の調査を実施した。

各調査項目の詳細は、以下のとおりである。

(1) 活着率

植栽木が活着（生育）しているか、枯死しているかの区分を行った。

(2) 樹勢

樹勢は、目視による生育状態によって表-3. 2に示す4階級の区分により判定した。

表-3. 2 樹勢評価基準

樹勢階級	植 栽 木 の 状 態
1	旺盛な生育を示し、被害が全く見られない状況。
2	普通の生育状態を示し、障害等も殆ど目立たない状態。
3	異常が明らかに認められる状態。
4	生育状態が劣悪で、回復の見込がない状態。

(3) 樹高

樹木の地際から主幹の先端部までの長さを測定した。枝が曲がっているものは伸ばして測定を行うものとした。

(4) 植被率

播種した外来草本の植被率を目視による百分率で記録した。

(5) 平均草高

各試験区の平均的な植生状態である外来草本の生育高（自然高）を記録する。自然高とは下垂した葉を伸ばさずにそのままの状態で計測した値である。

(6) 草丈

播種した外来草本の草丈を5本測定し、平均値を算出した。草丈は下垂した葉は伸ばして計測した。草高と草丈を図-3. 2に示す。

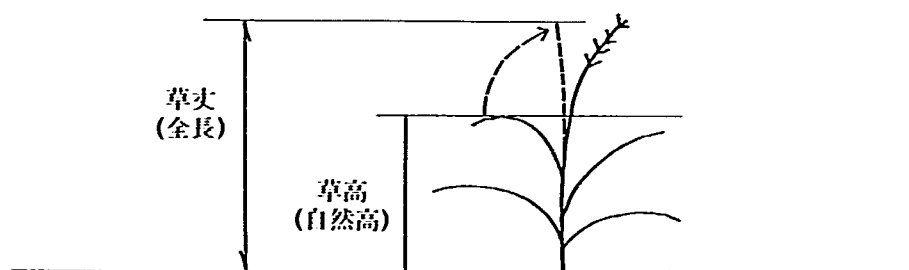


図-3. 2 草高と草丈

(7) 土壌硬度

山中式土壌硬度計を用いて、指標硬度（以下土壌硬度と称す）を各試験区毎に5回測定し、その平均値を算出した。

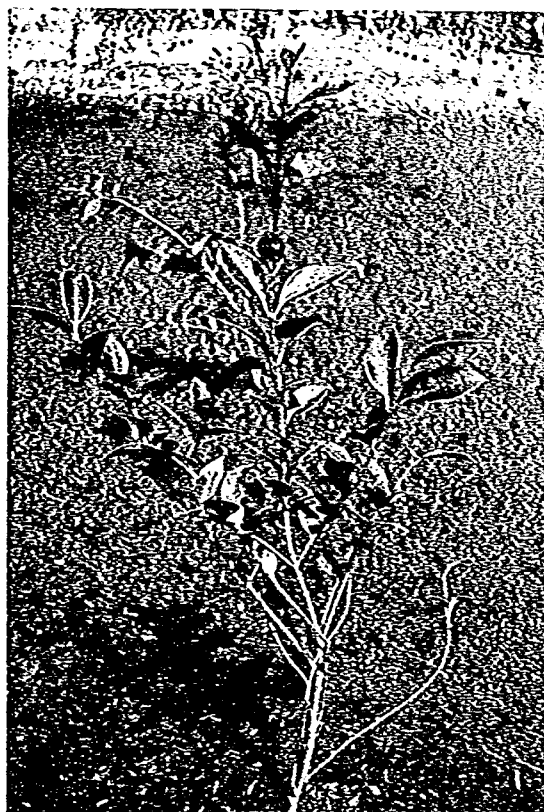
(8) 見取り調査

植栽木の生育状況や生育基盤の状況について、特記すべき事項があれば記録した。

3. 3 試験結果

3. 3. 1 施工時の作業性等

基材吹付け時において、苗木を倒したり損傷することがないようにモルタルガンのホースを移動させる作業員が必要となった。また、ノズルマンが苗木を押さえながら吹付けを行うため、吹付けのみに比べると多少作業時間を要するが、植穴による植栽よりは、かなり短時間であった。吹付けによる苗木の損傷はほとんどなかった（写真－3. 8）。吹付材の苗木への付着は、粉末状の接合材を用いたのでわずかであった。



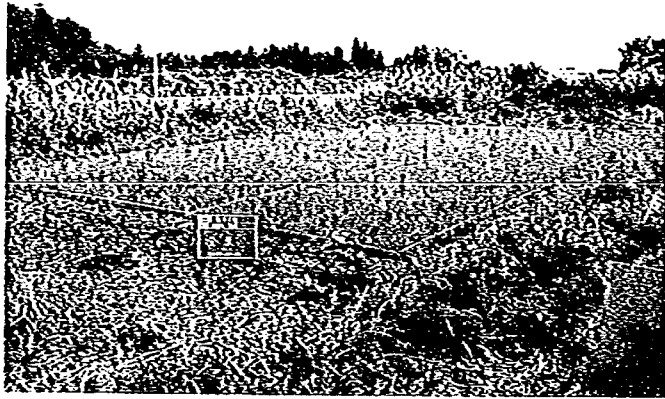
写真－3. 8 吹付直後の苗木

3. 3. 2 植物生育の測定結果

測定は、施工1ヵ月、2ヵ月、3ヵ月、1年、2年、3年経過後に実施した。施工3年後に調査した最終測定結果の概要を表－3. 3に示す。また、生育状況写真を写真－3. 9～写真－3. 12に示す。

表－3. 3 調査結果集計表（施工3年後）

試 験 区	-----直 後-----			----- 4 日後-----			----- 7 日後-----		
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
木本植物									
活着率(%)	100	100	90	100	100	100	90	90	80
平均樹勢	1.7	1.7	2.1	2.6	2.2	2.4	2.6	2.6	2.0
平均樹高(cm)	112.0	95.0	95.0	79.0	81.0	75.0	83.9	82.8	95.6
草本植物									
植被率(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
土壌硬度	7.0	6.8	9.8	9.6	7.2	8.2	7.2	6.2	5.8
平均草高(cm)	50	40	40	50	40	50	40	40	40

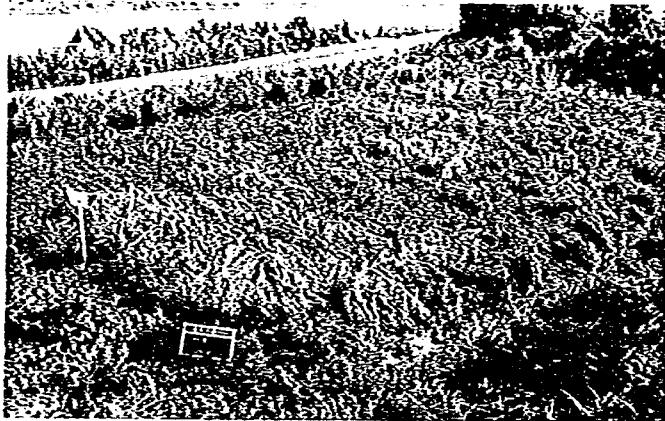


全 景

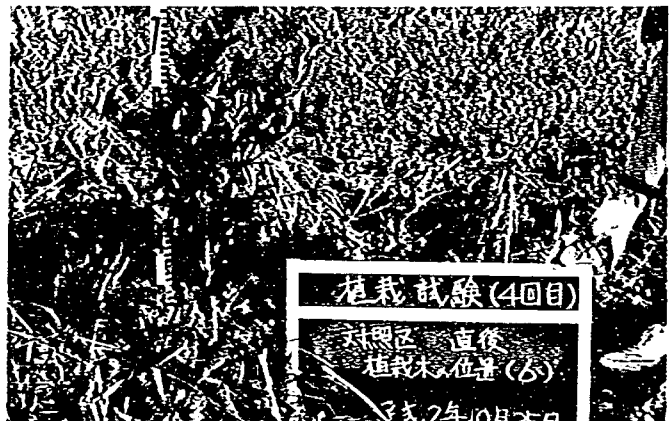


植栽樹木

写真-3. 9 施工1ヵ月後(平成元年10月)の状況

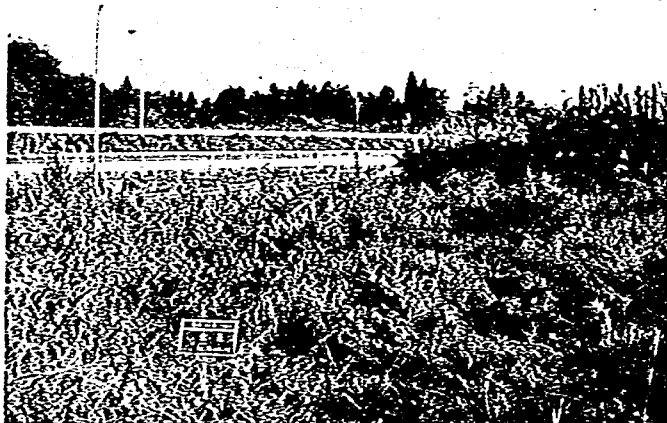


全 景



植栽樹木

写真-3. 10 施工1年後(平成2年10月)の状況



全 景



植栽樹木

写真-3. 11 施工2年後(平成3年10月)の状況



全 景



植栽樹木

写真-3. 12 施工3年後(平成4年10月)の状況

(1) 活着率

活着率の測定結果を表－3. 4 に示す。活着率は施工3ヵ月後まではすべての試験区で100%であった。その後は、施工1年後に№3区、№8区で各1本ずつ枯死し、施工2年後に№9区で1本枯死し、施工3年後に№7区、№9区で各1本ずつ枯死した。活着率は、いずれの試験区も80%以上と高いものであった。

表－3. 4 活着率の測定結果

試験№	形 状	時 期	活 着 率 (%)						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
№1	対照区	直 後	100	100	100	100	100	100	100
№2	A 区	直 後	100	100	100	100	100	100	100
№3	B 区	直 後	100	100	100	100	90	90	90
№4	対照区	4日後	100	100	100	100	100	100	100
№5	A 区	4日後	100	100	100	100	100	100	100
№6	B 区	4日後	100	100	100	100	100	100	100
№7	対照区	7日後	100	100	100	100	100	100	90
№8	A 区	7日後	100	100	100	100	90	90	90
№9	B 区	7日後	100	100	100	100	100	90	80

(2) 樹勢

樹勢の測定結果を表－3. 5 に、樹勢の推移を図－3. 3 に示す。施工3ヵ月までの樹勢は、施工時期が早い試験区が良好な結果となった。施工2年、3年後には、直後施工区が樹勢2程度で最も良く、4日後施工区、7日後施工区が樹勢2.5程度であった。コンテナ苗設置直後に吹付を行ったものは比較的樹勢が高く、コンテナ苗設置から吹付までに期間を置いたものは、これより樹勢が悪い傾向がみられるものの全体的に普通以上の樹勢を示している。

表－3. 5 樹勢の測定結果

試験№	形 状	時 期	樹 勢 階 級						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
№1	対照区	直 後	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.7
№2	A 区	直 後	1.0	1.1	1.0	1.0	1.8	1.8	1.7
№3	B 区	直 後	1.0	1.2	1.1	1.1	1.8	1.8	2.1
№4	対照区	4日後	1.0	1.7	1.6	1.6	2.2	2.7	2.6
№5	A 区	4日後	1.0	1.4	1.2	1.2	2.2	2.1	2.2
№6	B 区	4日後	1.0	1.5	1.5	1.5	2.6	2.6	2.4
№7	対照区	7日後	1.0	2.2	2.0	2.0	2.1	2.9	2.6
№8	A 区	7日後	1.0	1.8	1.8	1.8	2.2	2.4	2.6
№9	B 区	7日後	1.0	2.3	2.0	2.0	2.1	2.4	2.0

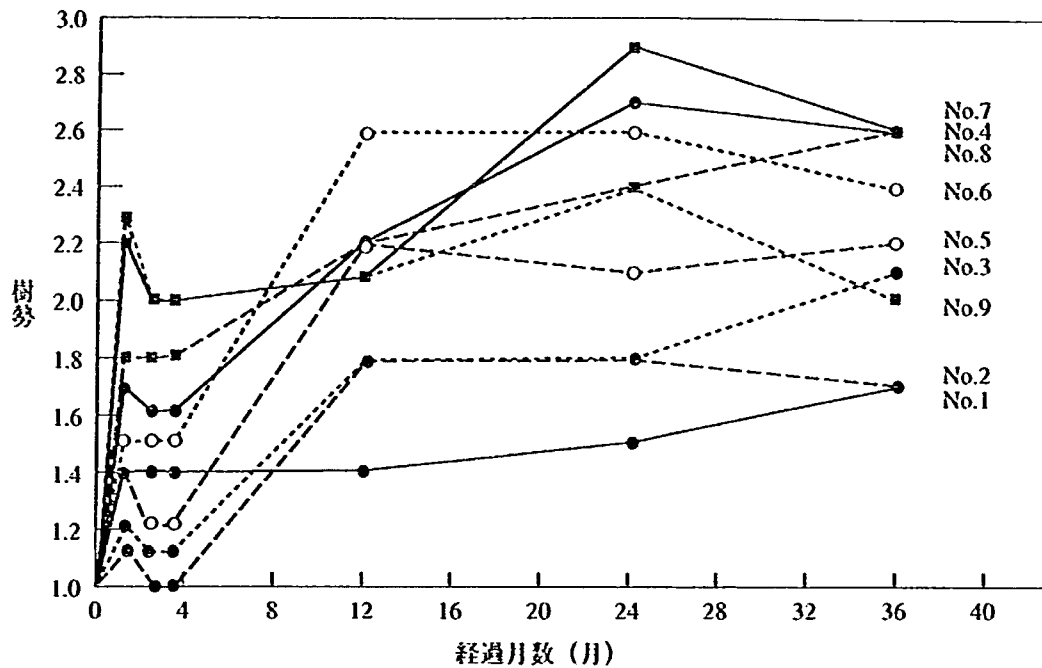


図-3.3 樹勢の推移

(3) 樹高

樹高の測定結果を表-3.6に、樹高の推移を図-3.4に示す。樹高は施工2年後までは順調に伸長して、外来草本による被圧はみられなかった。しかし、施工3年後はやや緩慢となり、生育の速い区でも1年間で10cm程度しか伸長がみられなかった。これは外来草本による被圧ではなく、多量のクズの侵入による被圧によって生育が抑制されたためではないかと思われる。

表-3.6 樹高の測定結果

試験No	形 状	時 期	樹 高 (cm)						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
No.1	対照区	直 後	51.4	56.5	56.7	55.5	61.4	103.6	112.0
No.2	A 区	直 後	32.8	40.2	41.6	41.5	58.6	89.5	95.0
No.3	B 区	直 後	29.7	38.5	37.5	40.5	47.2	97.0	95.0
No.4	対照区	4日後	44.5	49.8	48.3	48.1	58.5	72.5	79.0
No.5	A 区	4日後	31.9	37.8	39.9	40.0	52.7	71.8	81.0
No.6	B 区	4日後	32.3	37.1	37.6	37.3	51.9	74.3	75.0
No.7	対照区	7日後	53.4	55.7	55.0	54.6	58.3	69.0	83.9
No.8	A 区	7日後	32.5	36.7	36.0	35.5	50.2	82.2	82.8
No.9	B 区	7日後	32.3	37.2	38.3	37.8	57.2	88.9	95.6

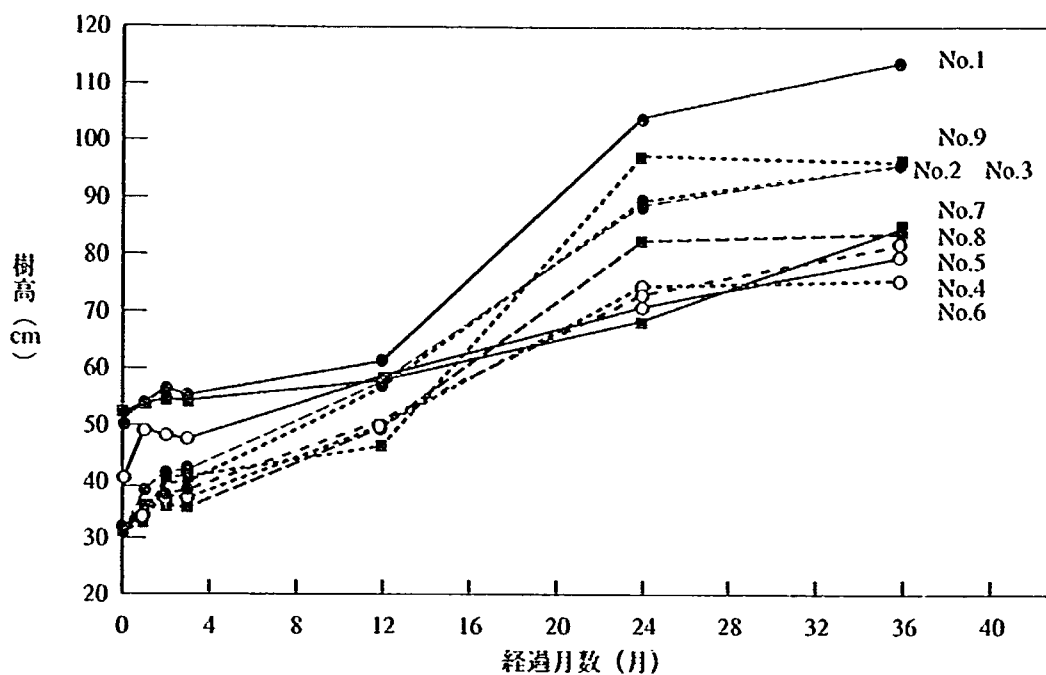


図-3.4 樹高の推移

(4) 生育比 (樹高)

生育比 (樹高) の測定結果を表-3.7に、生育比の推移を図-3.5に示す。施工時の樹高を1.0とした生育比は施工2年後まで大きく伸びている。なかでも剪定を行った個体が高くなる傾向がみられたが、これは剪定により萌芽した徒長枝の影響である。施工3年後の生育比は、樹高の伸長が停滞気味であることから施工2年後の状況と大きな変化はなかった。

表-3.7 生育化の測定結果

試験No	形 状	時 期	生 育 比 (樹高)						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
No.1	対照区	直 後	1.00	1.10	1.10	1.08	1.19	2.02	2.18
No.2	A 区	直 後	1.00	1.23	1.27	1.27	1.79	2.73	2.90
No.3	B 区	直 後	1.00	1.30	1.26	1.36	1.59	3.27	3.20
No.4	対照区	4日後	1.00	1.12	1.09	1.08	1.31	1.63	1.78
No.5	A 区	4日後	1.00	1.18	1.25	1.25	1.65	2.25	2.54
No.6	B 区	4日後	1.00	1.15	1.16	1.15	1.61	2.30	2.32
No.7	対照区	7日後	1.00	1.04	1.03	1.02	1.09	1.29	1.57
No.8	A 区	7日後	1.00	1.13	1.11	1.09	1.54	2.53	2.55
No.9	B 区	7日後	1.00	1.15	1.19	1.17	1.77	2.75	2.96

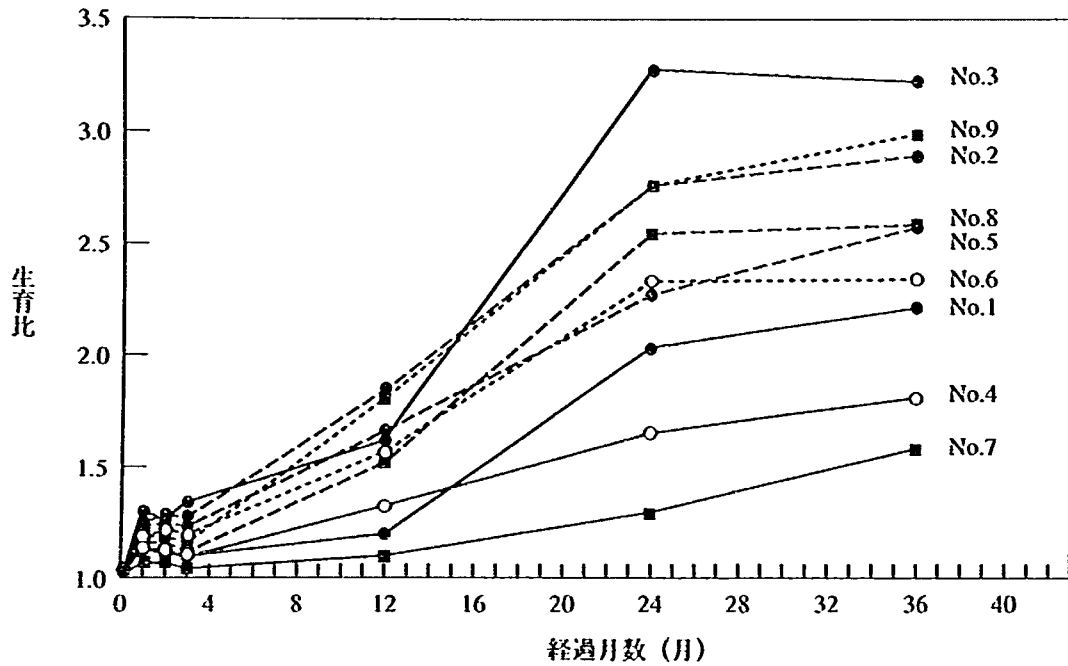


図-3. 5 生育比の推移

(5) 植被率

植被率の測定結果を表-3. 8に示す。植被率はすべて100%であるが、施工3年後の植被率は外部から侵入したクズ、ススキ、ヨモギ、セイタカアワダチソウ等を含めたものである。導入した草本植物のホワイトクローバーは消滅して見当たらず、ケンタッキー31フェスクの植被率は70~95%である。特に、No 1区ではクズの侵入が著しく、ケンタッキー31フェスクの植被率は40%となっている。

表-3. 8 植被率の測定結果

試験No	形状	時期	植 被 率 (%)						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
No 1	対照区	直 後	0	—	—	—	100	100	100
No 2	A 区	直 後	0	—	—	—	100	100	100
No 3	B 区	直 後	0	—	—	—	100	100	100
No 4	対照区	4日後	0	—	—	—	100	100	100
No 5	A 区	4日後	0	—	—	—	100	100	100
No 6	B 区	4日後	0	—	—	—	100	100	100
No 7	対照区	7日後	0	—	—	—	100	100	100
No 8	A 区	7日後	0	—	—	—	100	100	100
No 9	B 区	7日後	0	—	—	—	100	100	100
平 均			0	—	—	—	100	100	100

(6) 草高・草丈

草高の測定結果を表-3. 9に、草丈の測定結果を表-3. 10に、草高・草丈の推移を図-3. 6に示す。外来草本の平均草高は優先種であるケンタッキー31フェスクの草高であり、施工2年後にいずれの試験区も40~50cmとなっている。施工3年後もほとんど変化がなく、施工から3年が経過して

いることから考えて、草高は平地におけるケンタッキー31フェスクの限界値であると思われる。草丈は、施工2年後にケンタッキー31フェスクが92cm、ホワイトクローバーが31cmとなった後、低下がみられた。

表-3. 9 平均草高の測定結果

試験No	形 状	時 期	平 均 草 高 (cm)						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
No 1	対照区	直 後	0	—	—	—	25	50	50
No 2	A 区	直 後	0	—	—	—	30	50	40
No 3	B 区	直 後	0	—	—	—	28	40	40
No 4	対照区	4日後	0	—	—	—	40	40	50
No 5	A 区	4日後	0	—	—	—	45	45	40
No 6	B 区	4日後	0	—	—	—	32	50	50
No 7	対照区	7日後	0	—	—	—	40	40	40
No 8	A 区	7日後	0	—	—	—	40	40	40
No 9	B 区	7日後	0	—	—	—	30	30	40
平 均			0	—	—	—	34.4	42.8	43.3

表-3. 10 草丈の測定結果

外 来 草 本 種	草 丈 (cm)						
	直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
TF (ケンタッキー31フェスク)	0.0	16.6	34.6	35.1	75.5	92.4	85.7
WC (ホワイトクローバー)	0.0	5.1	11.4	13.2	30.0	31.0	消滅

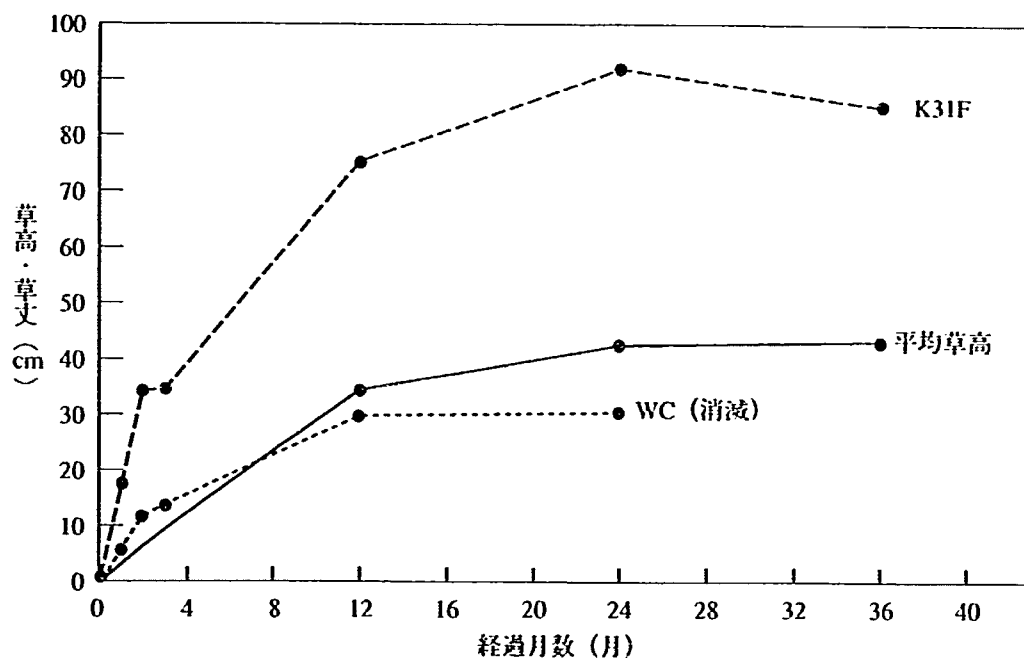


図-3. 6 草高・草丈の推移

(7) 土壌硬度

土壌硬度の測定結果を表-3.11に、土壌硬度の推移を図-3.7に示す。土壌硬度は、施工後の年数の経過に伴って軟化する傾向がみられた。これは生育基盤の軟化および表層へのリターの堆積によるものと考えられる。しかし、生育基盤の状態は良好であるため、植物の生育に適した土壌硬度であるといえる。また、試験を平地で行っているため、植栽木も安定している。

表-3.11 土壌硬度の測定結果

試験No	形 状	時 期	土 壌 硬 度 (mm)						
			直 後	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	1 年	2 年	3 年
No.1	対照区	直 後	6.3	6.6	15.8	16.8	14.2	12.0	7.0
No.2	A 区	直 後	6.3	9.6	15.2	14.4	14.0	13.0	6.8
No.3	B 区	直 後	6.3	8.6	19.4	18.6	15.6	13.6	9.8
No.4	対照区	4日後	6.3	12.0	17.6	17.0	14.4	10.4	9.6
No.5	A 区	4日後	6.3	9.4	16.8	16.2	14.6	13.6	7.2
No.6	B 区	4日後	6.3	13.0	17.6	16.8	16.6	14.0	8.2
No.7	対照区	7日後	6.3	11.2	17.8	17.2	16.8	13.4	7.2
No.8	A 区	7日後	6.3	12.2	18.8	18.2	16.2	13.0	6.2
No.9	B 区	7日後	6.3	15.4	20.2	19.4	15.0	10.2	5.8
平 均			6.3	10.9	17.7	17.2	15.3	12.6	7.5

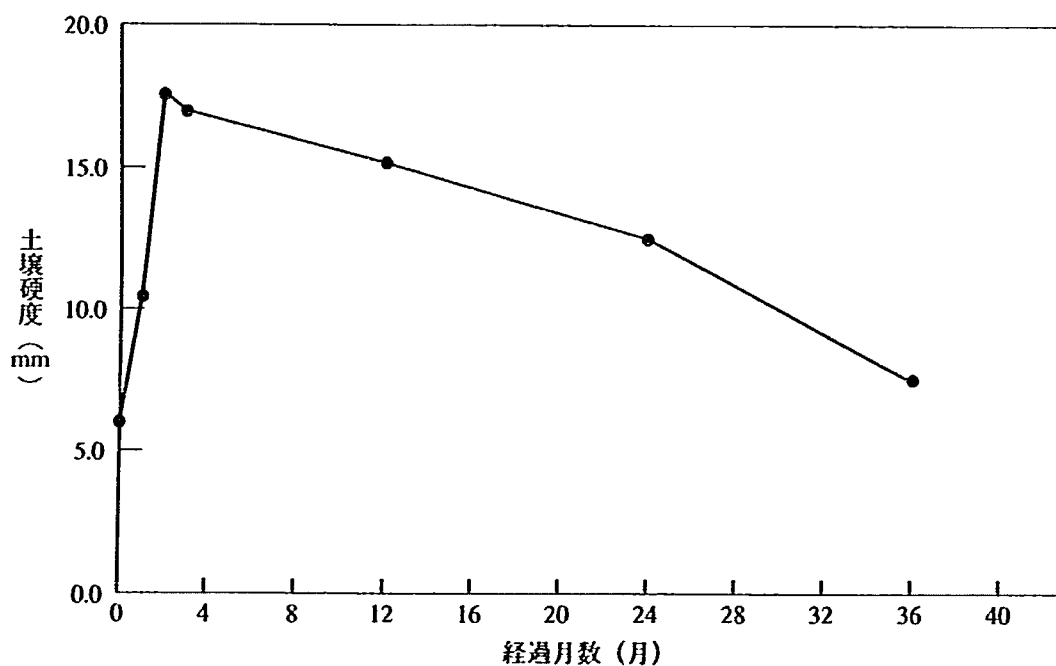


図-3.7 土壌硬度の推移

3. 3. 3 検討・考察

土木研究所構内で行った施工3年後の予備試験施工結果を、二元配置による分散分析を行って解析し、施工時期、および苗木形状が、活着率、樹勢、樹高、生育比に与える影響について考察を行った。分散分析表の構成を表-3. 12に示す。

表-3. 12 分散分析表の構成

変動因	S 平方和	ϕ 自由度	V 平均平方	F _{0.05}	F _(0.05) 1%	F _(0.05) 5%
A 施工時期	S _A	$\phi_A = 3 - 1$	$V_A = S_A / \phi_A$	V_A / V_e	F (ϕ_A, ϕ_e)	F (ϕ_A, ϕ_e)
B 苗木形状	S _B	$\phi_B = 3 - 1$	$V_B = S_B / \phi_B$	V_B / V_e	F (ϕ_B, ϕ_e)	F (ϕ_B, ϕ_e)
e 誤差	S _e	$\phi_e = (3-1)(3-1)$	$V_e = S_e / \phi_e$			
s 全体	S _T	$\phi_T = 9 - 1$	V _T			

ただし、

$$S_A = \frac{(A_1 \text{データの和})^2}{A_1 \text{データの個数}} + \dots + \frac{(A_3 \text{データの和})^2}{A_3 \text{データの個数}} - \frac{(\text{全データの和})^2}{\text{全データの個数}}$$

$$S_B = \frac{(B_1 \text{データの和})^2}{B_1 \text{データの個数}} + \dots + \frac{(B_3 \text{データの和})^2}{B_3 \text{データの個数}} - \frac{(\text{全データの和})^2}{\text{全データの個数}}$$

$$S_T = \text{個々のデータの2乗の和} - \frac{(\text{全データの和})^2}{\text{全データの個数}}$$

$$S_e = S_T - S_A - S_B$$

(1) 各要因が活着率に与える影響について

施工3年後の活着率の分散分析結果を表-3. 13に示す。また、施工時期の違いによるネズミモチの活着率の比較を図-3. 8に、苗木形状の違いによるネズミモチの活着率の比較を図-3. 9に示す。

表-3. 13 活着率の分散分析結果

変動因	S	ϕ	V	F _{0.05}	F _(0.05)	F _(0.05)
A	288.889	2	144.444	13.0000 *	18.00	6.94
B	88.889	2	44.444	4.0000	18.00	6.94
e	44.444	4	11.111			
s	422.222	8				

* : 有意水準5%で有意差あり。

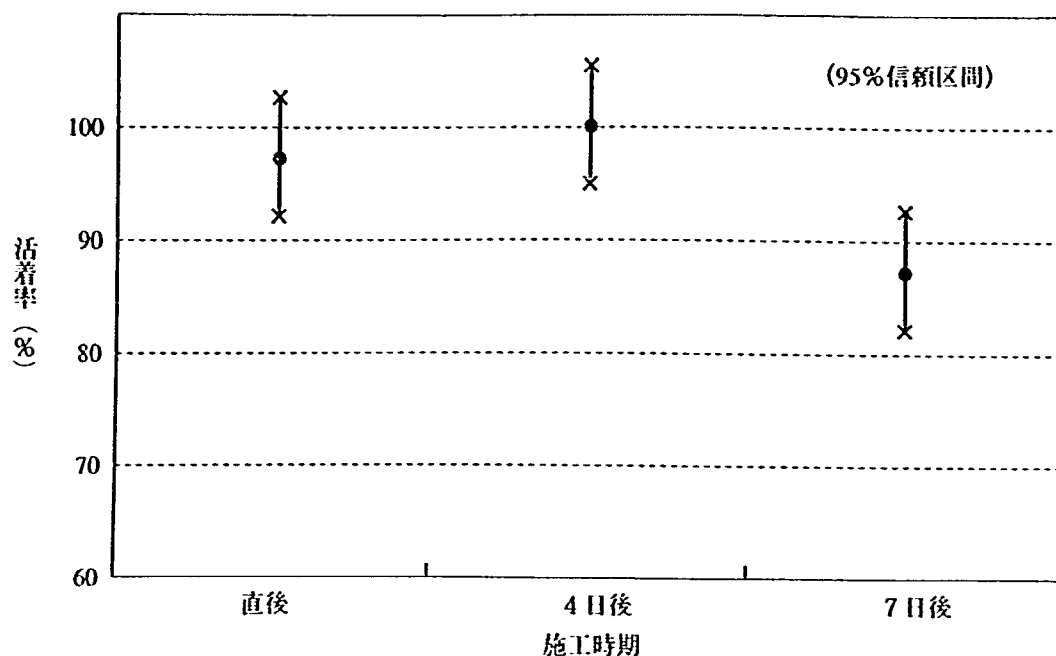


図-3. 8 施工時期の違いによるネズミモチの活着率の比較

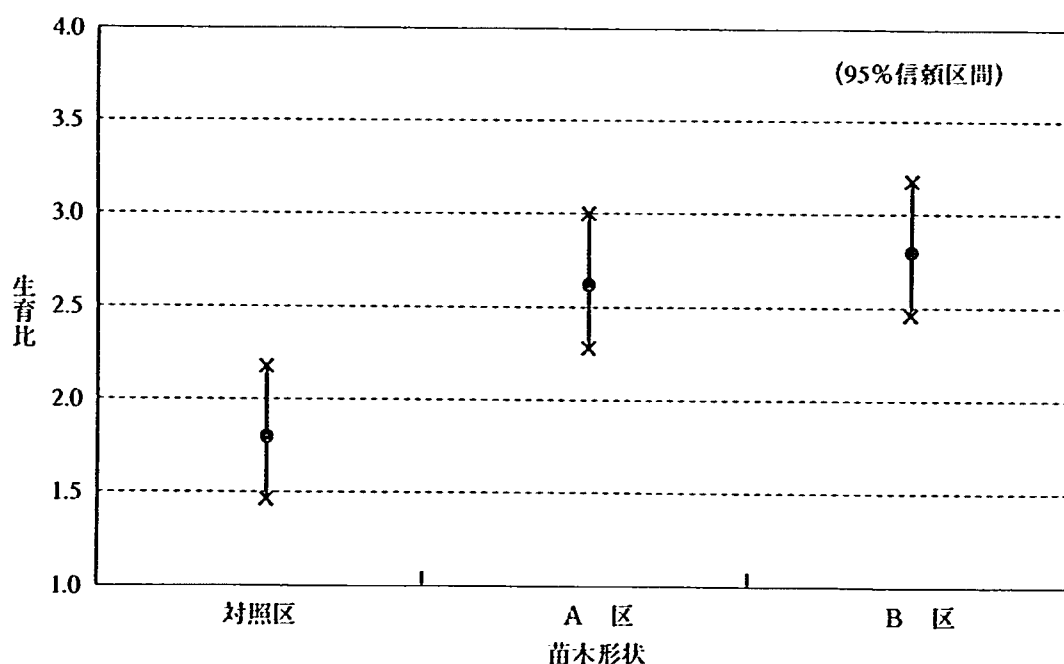


図-3. 9 苗木形状の違いによるネズミモチの活着率の比較

各要因が活着率に与える影響は、分散分析結果によると施工時期について有意水準5%で有意差が認められたが、苗木形状については有意差は認められなかった。施工時期については、苗木設置7日後に吹付を行った区で施工後に矮化した個体があり、その後の生育回復が遅かった個体は、混播した外来草本や侵入草本によって被圧、枯死したため、図-3. 8に示したように明かな有意差が生じたといえる。

以上から考えると、苗木を設置してから吹付けまでの期間が長くなると、かろうじて活着した個体

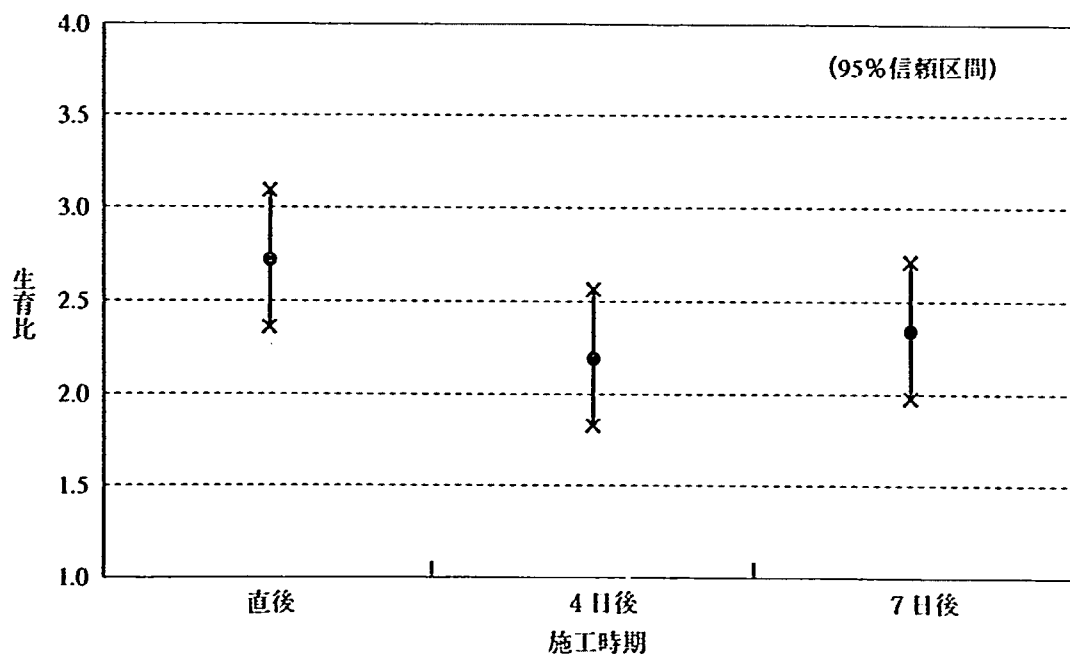
がその後の生育が不良となり、衰退してしまう危険性が高いことを示している。本試験からの判断では、高い活着率を期待するためには可能な限り苗木設置直後に厚層基材吹付工を施工することが好ましく、遅くても苗木設置4日後以内に施工を行うことが必要といえる。なお、苗木形状については有意差は認められなかったが、図－3．9によると蒸散抑制処理をした場合にやや活着率が低下する傾向が認められる。しかし、蒸散抑制処理が活着率の低下に結びつくという結果には疑問が残り、今後究明していく必要があると考えられる。

（2）各要因が樹勢に与える影響について

施工3年後の樹勢の分散分析結果を表－3．14に示す。また、施工時期の違いによるネズミモチの樹勢の比較を図－3．10に、苗木形状の違いによるネズミモチの樹勢の比較を図－3．11に示す。

表－3．14 樹勢の分散分析結果

変動因	S	ϕ	V	F _(1,1)	F _(1,20)	F _(1,20)
A	0.642	2	0.321	3.2841	18.00	6.94
B	0.036	2	0.018	0.1818	18.00	6.94
e	0.391	4	0.098			
s	1.069	8				



図－3．10 施工時期の違いによるネズミモチの樹勢の比較

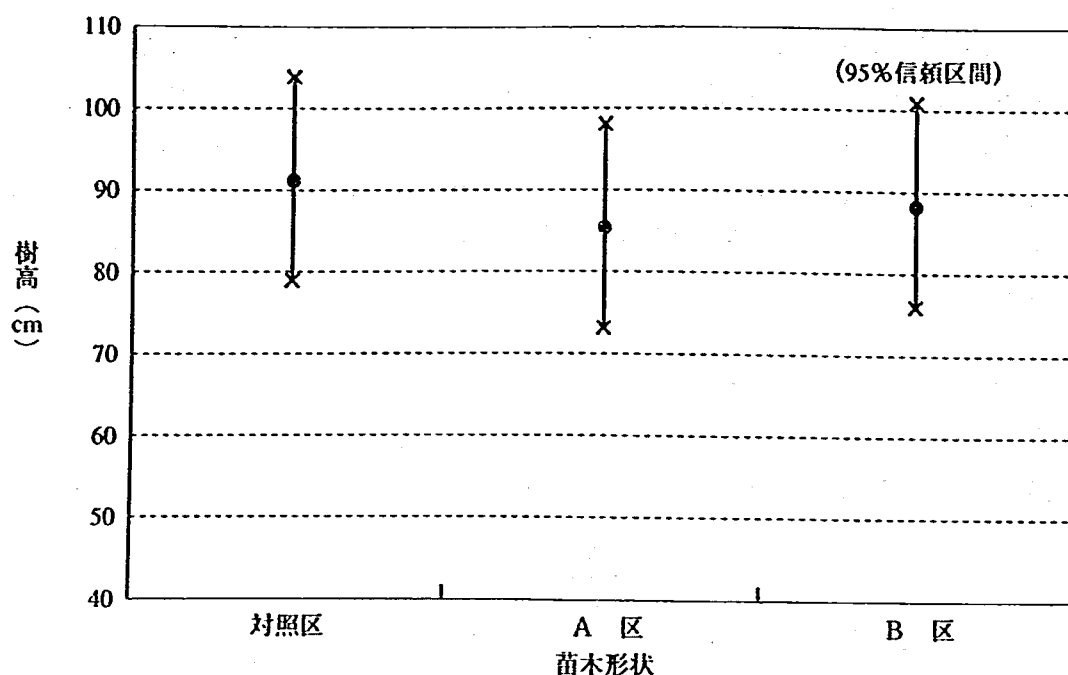


図-3. 11 苗木形状の違いによるネズミモチの樹勢の比較

各要因が樹勢に与える影響は、分散分析結果からは施工時期、苗木形状とも有意差は認められなかった。

施工時期については、施工3年後に苗木設置4日後に施工した区と7日後に施工した区の樹勢が徐々に回復してきたことにより、苗木設置直後に施工した区との差が縮まったことが原因と思われる。しかし、施工3年後においても、苗木設置直後に施工したものと苗木設置後に時間を経過したものとでは図-3. 10をみると樹勢にいくらかの違いがみられており、本試験から判断する限りでは、良好な樹勢を維持するためには苗木設置直後に厚層基材吹付工を施工する必要があるといえる。

なお、苗木形状が樹勢に与える影響は、図-3. 11をみるとわかるように全く影響がないと判断できる。

(3) 各要因が樹高に与える影響について

施工3年後の樹高の分散分析結果を表-3. 15示す。また、施工時期の違いによるネズミモチの樹高の比較を図-3. 12に、苗木形状の違いによるネズミモチの樹高の比較を図-3. 13に示す。

表-3. 15 樹高の分散分析結果

変動因	S	ϕ	V	F _{0.05}	F _(crit)	F _(obs)
A	756.709	2	378.354	5.6380	18.00	6.94
B	43.549	2	21.774	0.3245	18.00	6.94
e	268.431	4	67.108			
s	1068.689	8				

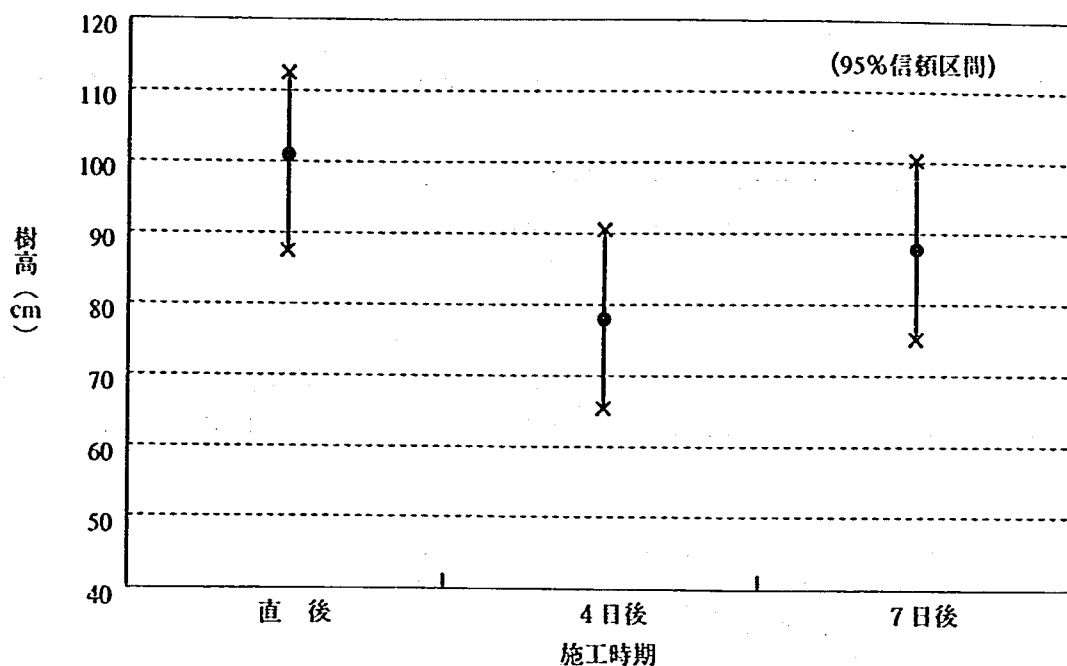


図-3.12 施工時期の違いによるネズミモチの樹高の比較

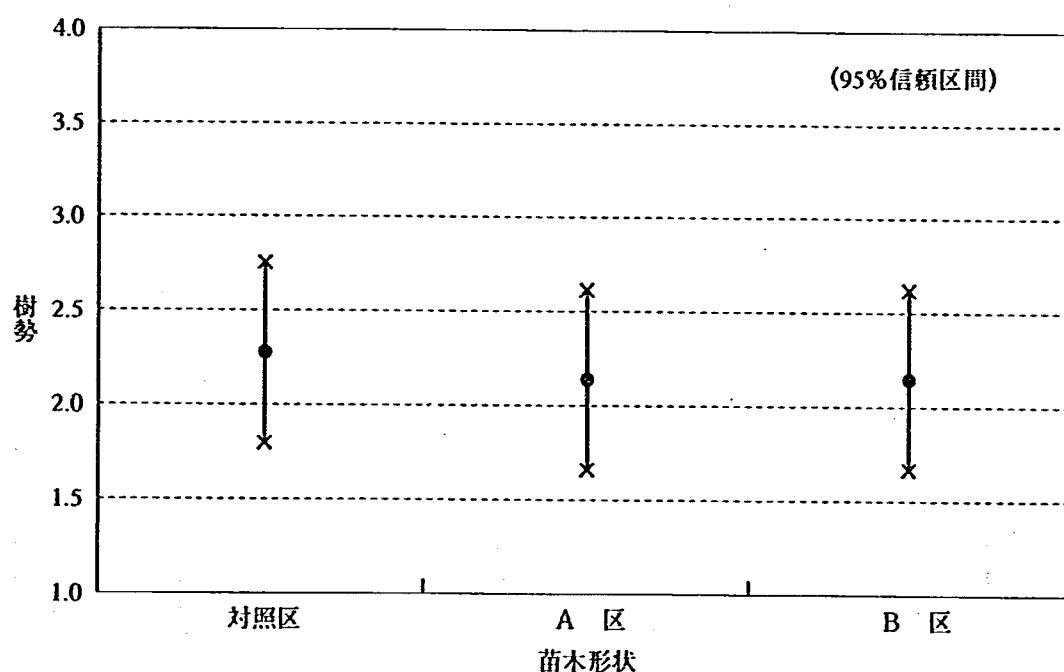


図-3.13 苗木形状の違いによるネズミモチの樹高の比較

各要因が樹高に与える影響は、分散分析結果によると施工時期、苗木形状とも有意差は認められなかった。

施工時期については、樹勢の場合と同様に苗木設置4日後、および7日後に施工した試験区の樹高の伸びに比べて苗木設置直後に施工した試験区の伸びが不調であったことから、試験区間の差が縮まったことが原因と考えられる。しかし、図-3.12をみるとわかるように、樹高の伸びは苗木設置直後に施工を行った方が良好な傾向がみられており、施工後の良好な樹高成長を期待するには、苗木設置

直後の施工が好ましいといえる。

なお、苗木形状が樹高に与える影響は、図-3.13をみるとわかるように、その差は全くないといえる。しかし、苗木形状は、無剪定のものと剪定を行ったものとは施工時点より樹高に差が生じていたことから考えると、剪定区の樹高の伸びは無剪定区に比べて徒長枝が発生した分大きいと判断できる。苗木形状の影響は次に述べる生育比の項でさらに考察を行う。

(4) 各要因が生育比に与える影響について

施工3年後の生育比の分散分析結果を表-3.16に示す。また、施工時期の違いによるネズミモチの生育比の比較を図-3.14に、苗木形状の違いによるネズミモチの生育比の比較を図-3.15に示す。

表-3.16 生育比の分散分析結果

変動因	S	ϕ	V	F _{0.05}	F _(0.01)	F _(0.001)
A	0.480	2	0.240	4.5826	18.00	6.94
B	1.666	2	0.833	15.8938 *	18.00	6.94
e	0.210	4	0.052			
s	2.356	8				

* : 有意水準5%で有意差あり。

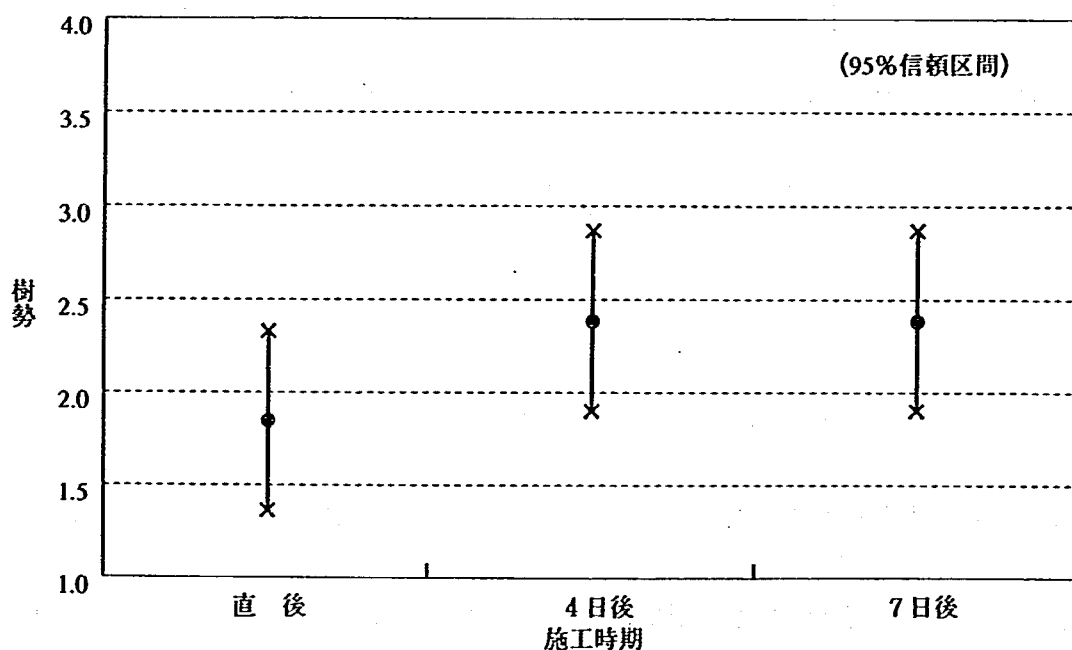


図-3.14 施工時期の違いによるネズミモチの生育比の比較

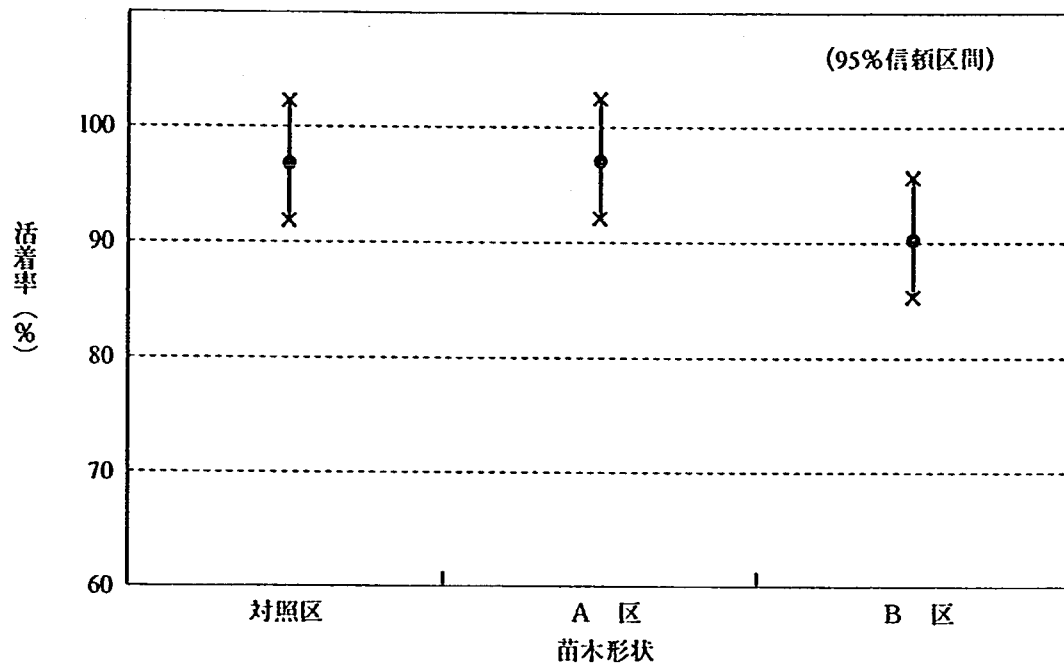


図-3.15 苗木形状の違いによるネズミモチの生育比の比較

各要因が生育比に与える影響は、分散分析結果によると施工時期については有意差は認められなかったが、苗木形状については5%水準で有意差が認められた。

苗木形状が生育比に与える影響については、施工時に剪定を行ったか否かに左右されているといえる。これは、剪定を行った場合には徒長枝を発生することから、無剪定の場合に比べて樹高の伸長が大きくなることに起因しているものである。

なお、施工時期の影響については有意差は認められなかったが、図-3.15をみるとわかるように、苗木設置直後に施工を行った方が生育比は良好になる傾向が認められる。苗木形状と比較してその差は軽微であるが、実際の施工を考えると苗木設置直後に施工するのが好ましいといえる。

(5) まとめ

土木研究所構内で実施した苗木設置吹付工法の予備試験について総括を行うと、施工3年後の調査結果では、施工時期が苗木植栽に与える影響では活着率において有意水準5%で有意差が認められ、苗木設置直後に施工を行ったものと4日後に施工を行ったものは、7日後に行ったものと比較して活着率が高くなることが明らかになった。また、樹勢、樹高、生育比については有意差は認められなかったものの、何れについても苗木設置直後に施工を行ったものが、4日後、7日後に行ったものと比較して良好な傾向が認められた。

苗木形状が苗木植栽に与える影響は、生育比において有意水準5%で有意差が認められたが、活着率、樹勢、樹高については各区間の相違は認められなかった。

以上を総合して考えると、苗木設置吹付工法を実施する場合には、苗木設置後にあまり時間を置かないで吹付植栽を行うことが、施工後の植物の良好な生育につながると結論づけることができる。また、苗木形状については、無処理の場合、剪定処理あるいは蒸散抑制処理をした場合でも顕著な差は現れないことから、実際の施工において特別に行う必要はないと考えられる。しかし、蒸散抑制剤の

効果については本試験のみから効果なしと判断するにはデータ不足であり、今後はより活着率、樹勢、樹高の伸長等を向上させる手法について究明していくことが必要であると考えられた。

第4章 苗木設置吹付工法の事例

—国営讃岐まんのう公園建設地内のり面—

4. 1 実施概要

国営讃岐まんのう公園は、香川県に建設中の国営公園である（面積：350ha）。国営公園としては初めて、車を取り入れて施設間を移動できる方式を採用することが計画されている。そのため、園路のり面についても公園にふさわしい樹木を計画的に配植し、建設当初から開園した時の景観を配慮した対策をとることが望まれている。このような緑化目標に最もよく合致する工法として、苗木設置吹付工法を提案し、細部の検討を行った。これに基づき施工が行われた。施工概要は次のとおりである。

(1) 施工場所

香川県仲多度郡満濃町吉野地内

国営讃岐まんのう公園道路切土のり面

(2) 地山の概要

のり面勾配：1 : 1.0 (45°)

地質区分：花崗岩（風化）

土壌硬度：30～35mm（山中式土壌硬度計）

土壌酸度：pH 5.71

のり面方位：南向きのり面 S10°W

北向きのり面 N10°E

のり面面積：南向きのり面 262m²

北向きのり面 533m²

(3) 施工年月

実施工期：平成3年2月26日～同年3月19日

南向き：平成3年3月6日～同年3月7日（1.5日間）

北向き：平成3年3月7日～同年3月12日（3.5日間）

(4) 生育基盤（厚層基材吹付工）

生育基盤の材料配合を表－4. 1に示す。本工法における生育基盤は、耐侵食性が高く、植栽する

表－4. 1 材料配合表（厚層基材吹付工）

（100m²当り）

材 料 名	規 格	単 位	数 量
生育基盤材	パーク堆肥	ℓ	5000
	ビートモス	ℓ	5000
肥 料	緩効性肥料	kg	20
保 水 剤	高吸水性ポリマー	kg	5
侵食防止材	普通セメント	kg	300
pH緩衝材	過磷酸石灰	kg	5

苗木を施工当初から自立させることが要求される。そのため、侵食防止材としてセメントを使用した。また、草本植物の初期成長を旺盛なものとし、緩効性肥料を使用した。

吹付厚さは5 cmとし、苗木設置部分は根鉢が完全に覆われるように多少厚く吹付けた。

(5) 木本植物

導入する木本植物にはネズミモチとシャリンバイのコンテナ苗を用いた。

・南向きのり面 (262㎡)

シャリンバイ : 樹高30cm コンテナ径10.5cm 植栽本数209本

ネズミモチ : 樹高50cm コンテナ径 9.0cm 植栽本数 21本

・北向きのり面 (533㎡)

シャリンバイ : 樹高30cm コンテナ径10.5cm 植栽本数301本

ネズミモチ : 樹高50cm コンテナ径 9.0cm 植栽本数114本

(6) 草本植物

草本植物の種子配合を表-4. 2に示す。使用する草本植物は、木本植物の生育を妨げないように、草丈があまり高くない種として、トールフェスク (品種: ジャガー)、オーチャードグラス、バビアグラスの3種とした。

表-4. 2 種子配合表

植 物 名	発生期待本数 (本/ℓ)	有効粒数 (粒/ℓ)	播種量 (g/㎡) 5 cm当り
トールフェスク (ジャガー)	600	376	4.0
オーチャードグラス	450	979	1.3
バビアグラス	750	246	7.5

(7) 施工方法

施工方法は次のとおりである。施工状況を写真-4. 1～写真-4. 5に示す。

①のり面清掃工

降雨水によるエロージョンが発達していたため、のり面の凹凸を可能な限り整形し、施工上支障となる不安定な土砂や石礫を除去した。

②金網張工

金網は線径φ3.2mm、網目50mm×50mmを使用した。通常使用する線径φ2.0mm、網目50mm×50mmと比較して重量が約4倍あるため人力施工が不可能であり、重機を使用して吊り上げを行った。また、金網を固定するアンカーは一般に用いられるものを使用し、主アンカーは径φ16mm、長さ400mmを0.3本/㎡、補助アンカーは径φ9mm、長さ200mmを1.5本/㎡を標準として設置した。

③苗木設置箇所のマーキング

植栽配列図 (図-4. 1) に基づいて、コンテナ苗木を設置する箇所に、樹種別にカラーズプレーを用いてマーキングを行った。

④苗木設置部の金網の加工

苗木の自立性を向上させることを目的として、苗木設置箇所の金網の加工を行った。金網の加工は、図-4. 2に示すように、金網の交点を切断して苗木が金網の中に入るように切断部の曲げ返しを行っ

た。

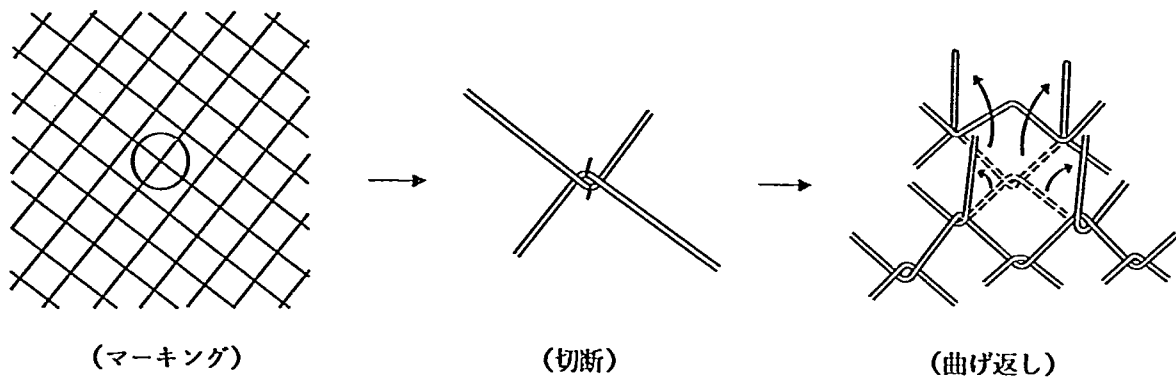


図-4. 2 金網の加工方法

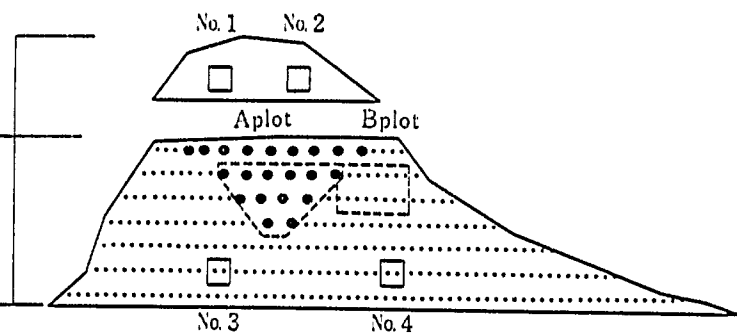
⑤苗木の仮設置

苗木を所定の箇所に置き、のり面に寝かせて仮設置した。苗木を寝かせて置いておくのは、施工時にホース移動の支障となり、苗木が損傷するのを防ぐためである。

⑥厚層基材吹付工

材料圧送ホースによる苗木の損傷や根鉢の崩壊に注意しながら、のり面上部より吹付を行ない、苗木はノズルマンがほぼ鉛直方向よりやや谷側に傾くように手で起こしながら、苗が自立するように地際をやや盛り上げるようにして吹付けを行った。

工付和材基層付 厚工付和材設置位置



(南向きのり面)

	本 数	
	ネズミモチ	シャリンバイ
7段目	9	6
6段目	6	14
5段目	4	23
4段目	2	30
3段目	0	39
2段目	0	46
1段目	0	51
合 計	21	209

図-4.1 植栽配列図

No.39

No.40

No.41

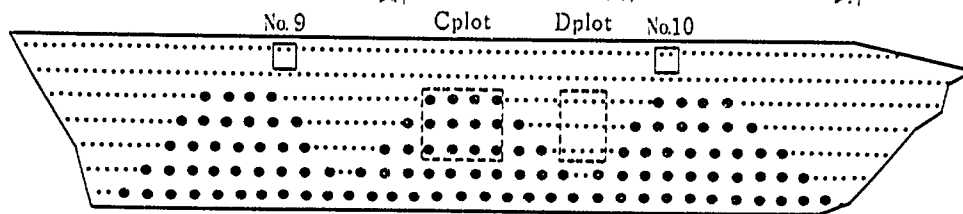
No.42

No.43

No.44

苗木設置吹付工法

厚層基材吹付工



(北向きのり面)

	本 数	
	ネズミモチ	シャリンバイ
1段目	0	78
2段目	0	80
3段目	12	57
4段目	18	42
5段目	23	28
6段目	29	13
7段目	32	3
合 計	114	301

(凡 例)

- ネズミモチ
- シャリンバイ

- コドラート設置位置
- プロット設置位置

常緑広葉樹導入区



写真-4. 1 のり面地山 (左:南向き、右:北向き)

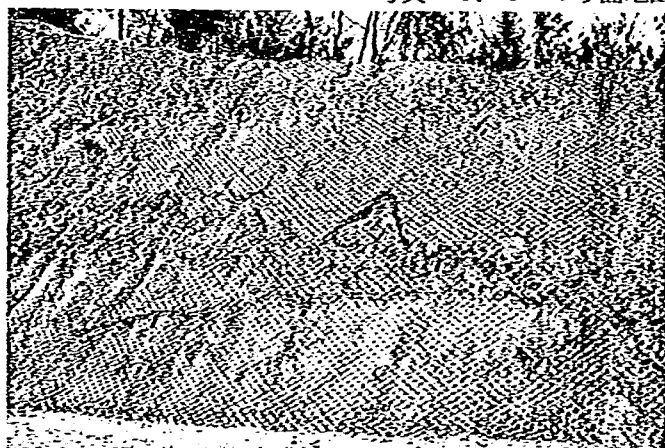


写真-4. 2 金網の設置、マーキング



写真-4. 3 苗木の設置

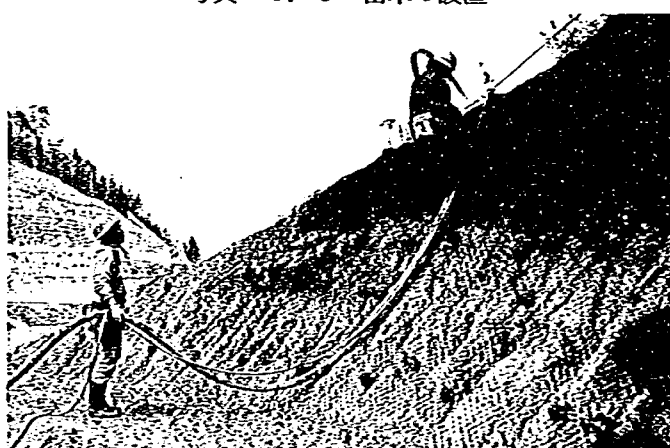


写真-4. 4 厚層基材吹付工 (右:ホースを移動させる補助者)

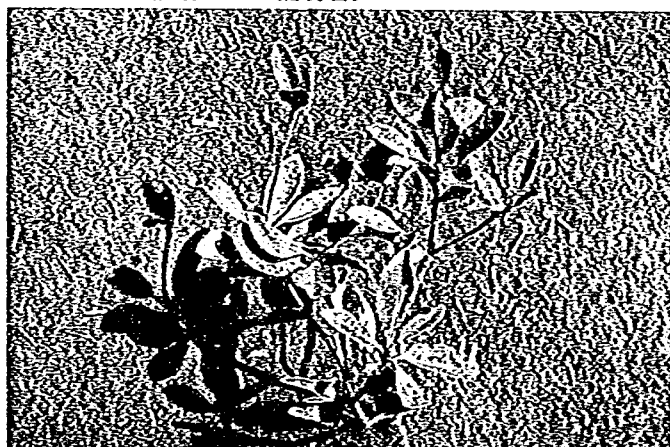
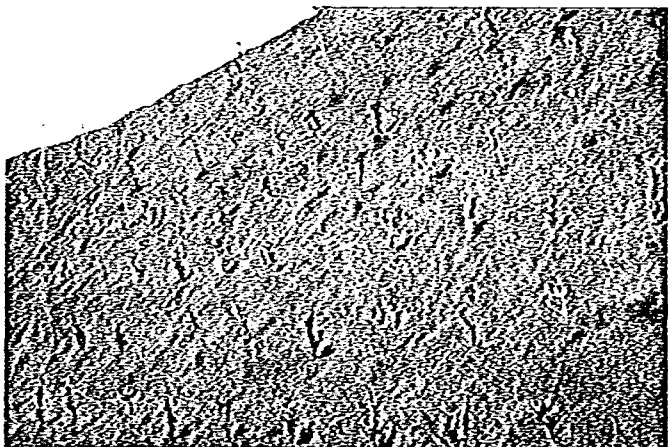


写真-4. 5 施工直後の状況 (左:全景、右:植栽樹木)

4. 2 植物生育状況

国営讃岐まんのう公園建設地内におけるのり面緑化について、施工後に植物生育調査を行った結果を以下に示す。なお、調査年月は次のとおりである。

＜調査年月＞

- 第1回：平成3年4月22日（施工 1ヶ月後）
- 第2回：平成3年6月14日（施工 3ヶ月後）
- 第3回：平成3年11月5日（施工 8ヶ月後）
- 第4回：平成4年6月15日（施工1年3ヶ月後）
- 第5回：平成4年10月26日（施工1年7ヶ月後）
- 第6回：平成5年11月17日（施工2年8ヶ月後）

4. 2. 1 調査方法

植物生育状況の調査は、木本植物については活着率、樹勢、樹高、見取り調査、引抜強度（第5回調査時のみ）を、草本植物については植被率、平均草高、被度、群度、草丈、成立本数、土壤硬度を行った。なお、調査にあたっては、図-4. 1に示すように木本植物については調査プロットを、草本植物についてはコドラート（1m×1m）を設置している。

調査方法は、第3章の「3. 2. 2 調査方法」と同様であるが、これ以外の調査項目と調査内容が異なるものの調査方法は次のとおりである。

（1）見取り調査

コドラート周辺の見取調査として、コドラート内では確認できなかった個体や特に生育が良い個体、侵入植物などがみられる場合には代表的な個体の樹高・草丈を測定する。また、造成した生育基盤の状況調査として、基盤の状態や侵食、損傷などがある場合には記録した。

（2）引抜強度

引抜強度とは、植物の根系の引抜抵抗力で、植物を直接引き抜くのに要する力（kg）である。そのため、根系の発達の良い土壤緊縛力の強い個体ほど引抜強度は大きくなる。引抜強度の測定は、写真-4. 6の背筋力計（TARZAN MUSCULAR METER 300kg）を用いた人力による計測を行った。計測は、ネズミモチ、シャリンバイについて各5本行い、樹勢、樹高、根元直径、葉張り、根元付近の土壤硬度、引抜強度を記録した。

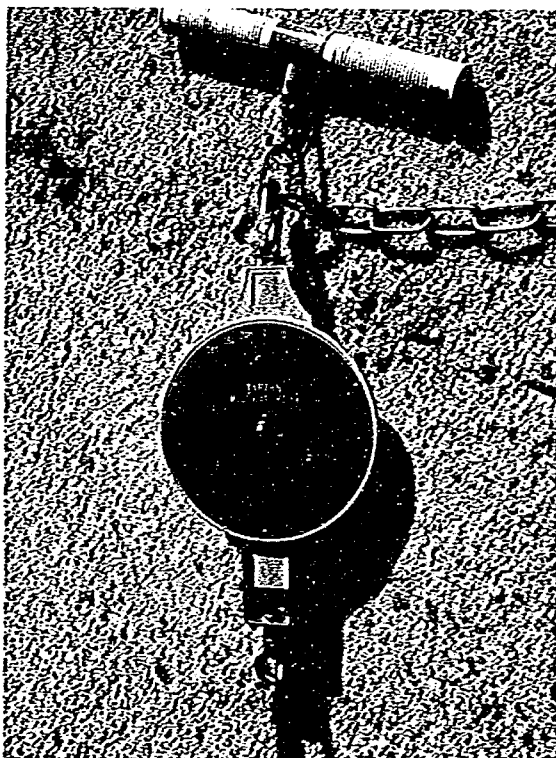


写真-4. 6 背筋力計

(3) 被度

コドラート内において、個々の植物種がどのくらいの面積を被覆しているかどうかを、目視により6階級に区分する。被度階級を表-4. 3に、被度の様式を図-4. 3に示す。

表-4. 3 被度階級¹⁾

階 級	被 覆 状 態
5	被度が調査面積の3/4以上を占めているもの (75~100%)
4	被度が調査面積の1/2~3/4を占めているもの (50~75%)
3	被度が調査面積の1/4~1/2を占めているもの (25~50%)
2	個体数が極めて多いか、または、少なくとも被度が1/10~1/4を占めているもの (10~25%)
1	個体数は多いが被度が1/20以下、または、被度が1/10以下で個体数が少ないもの (1~20%)
+	個体数も少なく被度も少ないもの (1%以下)

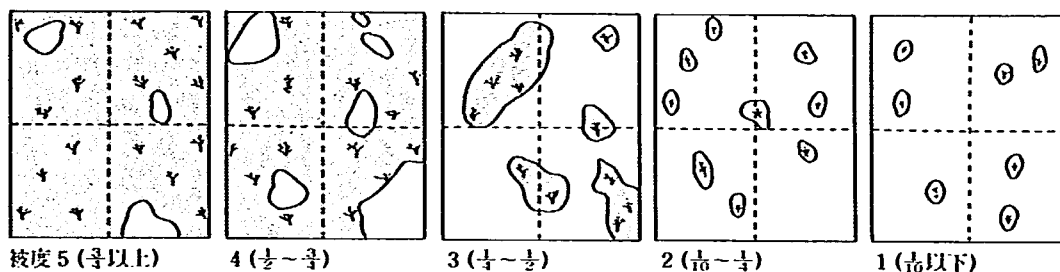


図-4. 3 被度の様式¹⁾

(4) 群度

コドラート内において、個々の植物がどのように配分されているかどうかを調べるもので、被度の多少とは関係なく、個体の配分状態のみが対象となる。群度階級は5階級に区分される。群度階級を表-4. 4に、群度の様式を図-4. 4に示す。

表-4. 4 群度階級¹⁾

階 級	配 分 状 態
5	調査区内にカーペット状に一面に生育しているもの
4	大きな班状、または、カーペットのあちこちに穴があいているような状態のもの
3	小群の班状のもの
2	小群をなしているもの
1	単独に生えているもの

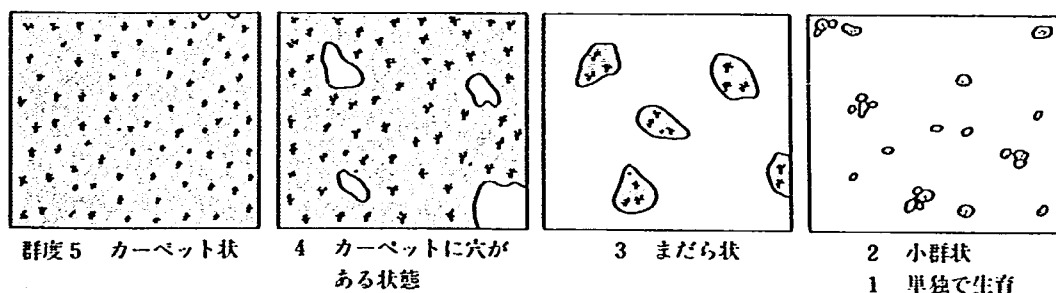
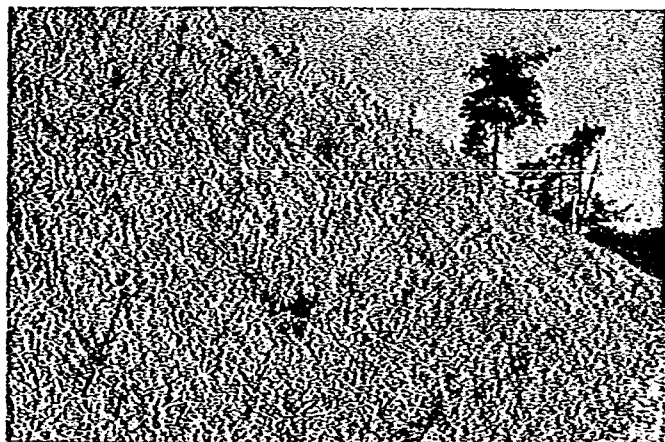


図-4. 4 群度の様式¹⁾

(5) 成立本数(密度)

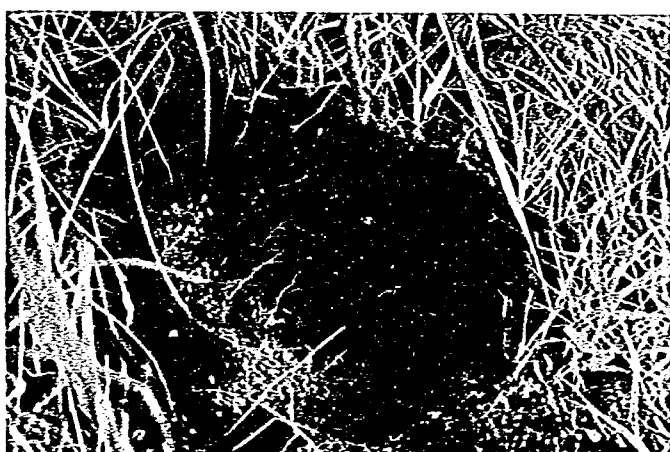
コドラート内に生育する個体の成立本数であり、1 m×1 mコドラートで測定を行った。また、イネ科植物については1株を1本として測定を行った。



写真－4. 7 施工8ヵ月後の植物生育状況（左：南向き、右：北向き）



写真－4. 8 施工8ヵ月後の樹木生育状況（左：ネズミモチ、右：シャリンバイ）



写真－4. 9 施工8ヵ月後の根系状況（左：ネズミモチ、右：シャリンバイ）

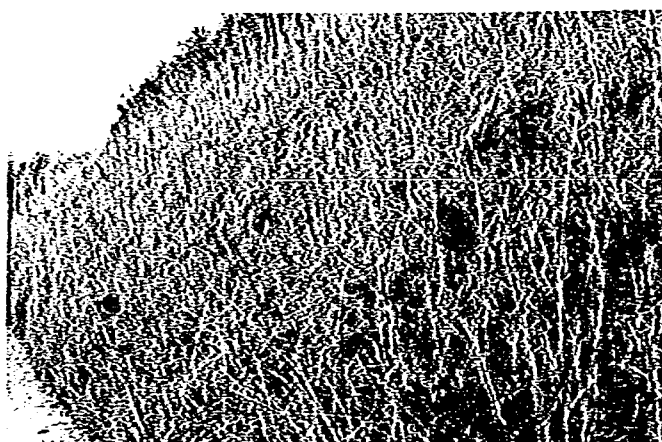


写真-4. 10 施工1年7ヵ月後の植物生育状況（左：南向き、右：北向き）

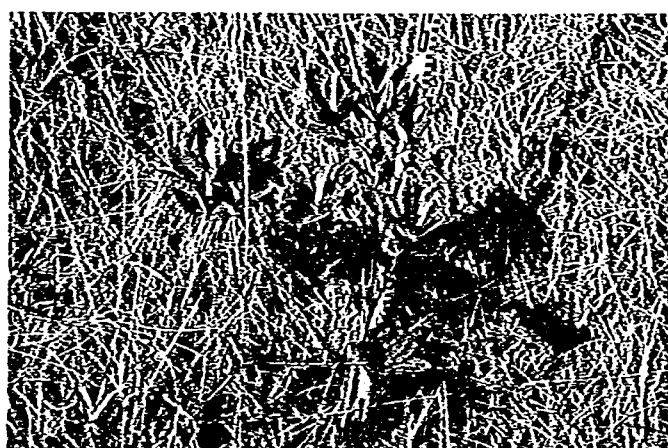
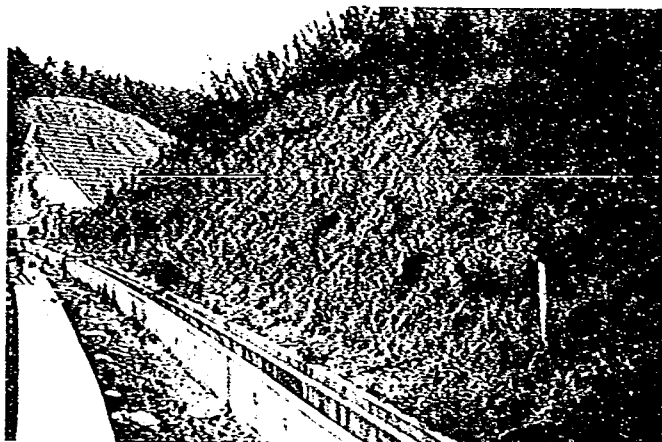


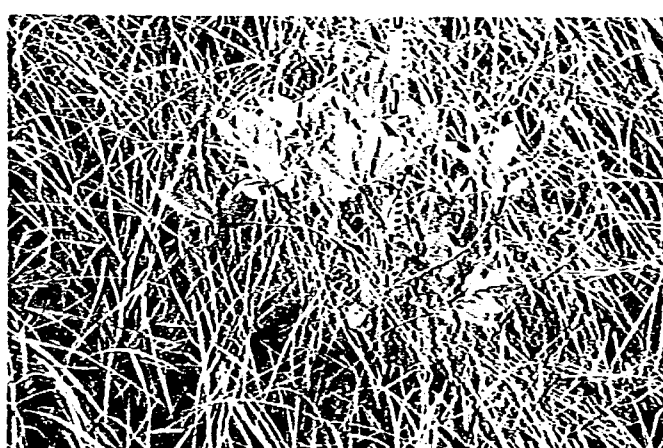
写真-4. 11 施工1年7ヵ月後の樹木生育状況（左：ネズミモチ、右：シャリンバイ）



写真-4. 12 施工1年7ヵ月後の根系状況（左：ネズミモチ、右：シャリンバイ）



写真－4. 13 施工2年8ヵ月後の植物生育状況（左：南向き、右：北向き）



写真－4. 14 施工2年8ヵ月後の樹木生育状況（左：ネズミモチ、右：シャリンバイ）

4. 2. 2 調査結果

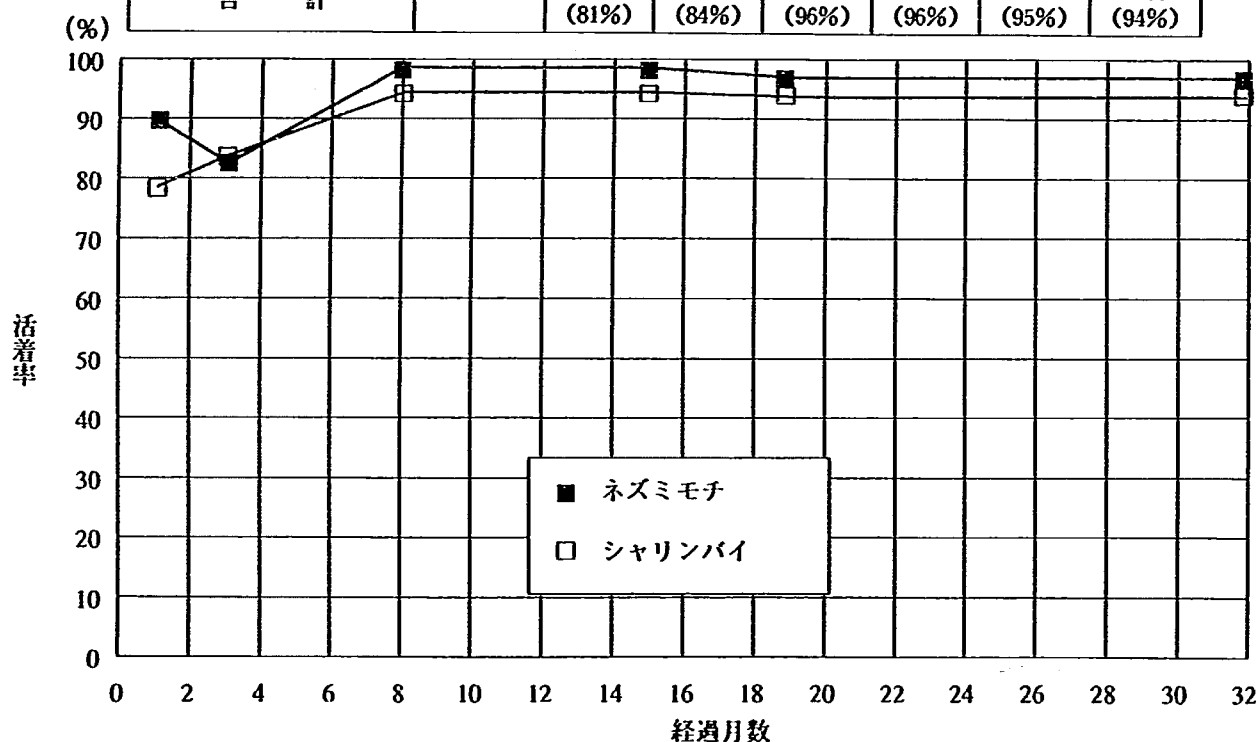
植物の生育状況について、写真－4. 7～写真－4. 14に示す。また、各調査項目の結果を以下に示す。

(1) 活着率

本木植物の活着率の測定結果を表－4. 5に、活着率の推移を図－4. 5に示した。活着率は、施工1ヵ月後にネズミモチで90%、シャリンバイで79%であったものが8ヵ月後にそれぞれ98%、95%と向上している。これは、施工直後に本木植物が葉を落としたことにより枯死したと判断されたものが、一時的なものでその後に葉を展開したためこのようになっている。その後はあまり変化がなく、施工2年8ヵ月後の活着率はネズミモチで96%、シャリンバイで94%と樹種の差はなく非常に高い結果となっている。

表－4. 5 活着率の測定結果

植 物 名	のり面 方 位	植栽本数	上 段：枯死本数			下 段：活 着 率		
			1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1年 3ヵ月	1年 7ヵ月	2年 8ヵ月
ネズミモチ	南向き	21	1 (95%)	1 (95%)	1 (95%)	0 (100%)	0 (100%)	1 (95%)
	北向き	114	13 (89%)	22 (81%)	2 (98%)	2 (98%)	4 (96%)	5 (96%)
	計	135	14 (90%)	23 (83%)	3 (98%)	2 (99%)	4 (97%)	6 (96%)
シャリンバイ	南向き	209	35 (83%)	27 (87%)	16 (92%)	15 (93%)	18 (91%)	19 (91%)
	北向き	301	72 (76%)	56 (81%)	10 (97%)	10 (97%)	11 (96%)	13 (96%)
	計	510	107 (79%)	83 (84%)	26 (95%)	25 (95%)	29 (94%)	32 (94%)
合 計		645	121 (81%)	106 (84%)	29 (96%)	27 (96%)	33 (95%)	38 (94%)



図－4. 5 活着率の推移

(2) 樹勢

樹勢の測定結果を表-4. 6に、樹勢の推移を図-4. 6に示す。樹勢は施工1年3ヵ月後までは2.0以上であった。しかし、施工1年7ヵ月後から回復して施工2年8ヵ月後にはネズミモチ、シャリンバイとも平均1.7と良好なものになっている。なお、施工1年7ヵ月後以降にはネズミモチ、シャリンバイとも花や実をつけている個体が多くみられた。

表-4. 6 樹勢の測定結果

プロット	のり面方位	植 物 名	樹 勢			
			8ヵ月	1年 3ヵ月	1年 7ヵ月	2年 8ヵ月
A	北向き	ネズミモチ	2.0	2.0	1.7	1.5
B	北向き	シャリンバイ	2.2	2.1	2.0	1.8
C	南向き	ネズミモチ	2.2	2.1	1.9	1.8
D	南向き	シャリンバイ	2.3	2.2	2.0	1.6

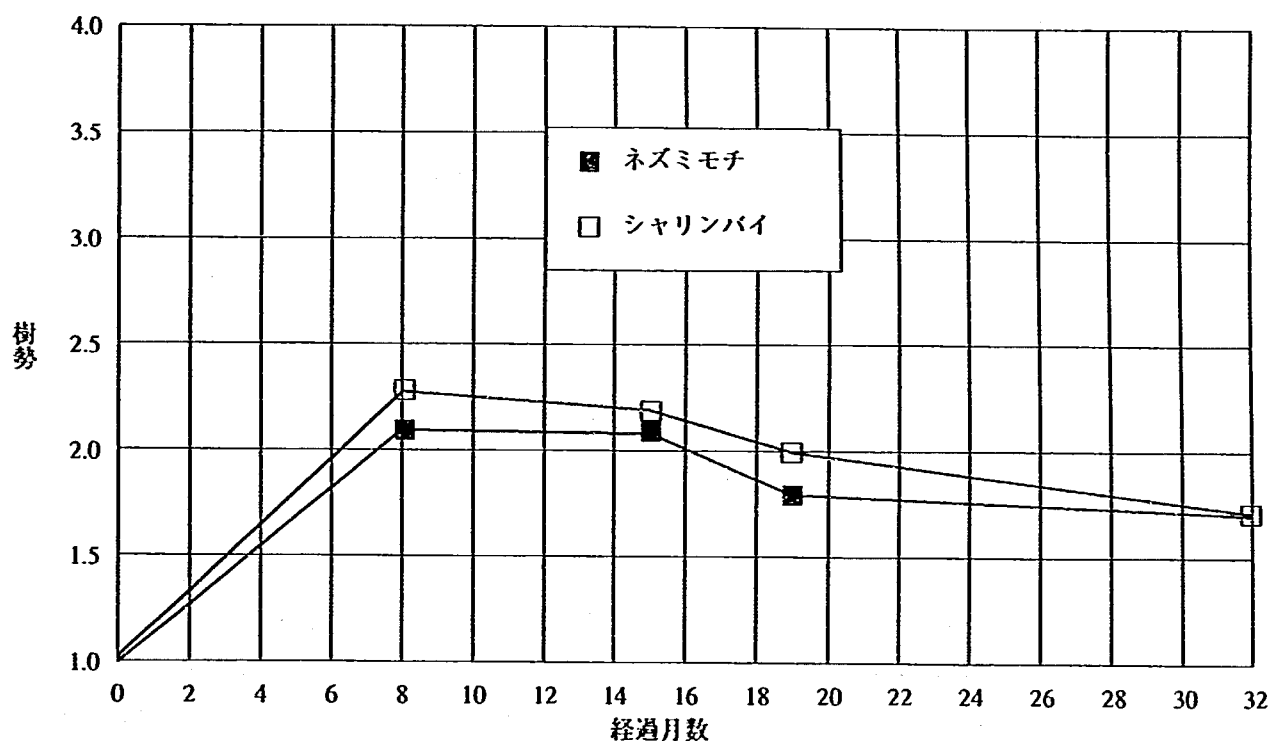


図-4. 6 樹勢の推移

(3) 樹高

樹高の測定結果を表-4. 7に、樹高の推移を図-4. 7に示す。樹高は、施工時（ネズミモチ：50cm、シャリンバイ：30cm）に比較すると、施工2年8ヵ月後までにネズミモチで平均39cm、シャリンバイで平均18cmの伸長がみられた。樹高の推移は、各調査時で同程度の伸び率であり順調に生育しているといえる。また、ネズミモチにおいて北向きのり面の伸長が良好になっているが、これは日照量の差による生育基盤の乾燥状態の差によるものと考えられる。

表-4. 7 樹高の測定結果

プロット	のり面方位	植 物 名	樹 高 (cm)			
			8ヵ月	1 年 3ヵ月	1 年 7ヵ月	2 年 8ヵ月
A	北向き	ネズミモチ	68.7	77.6	80.0	94.2
B	北向き	シャリンバイ	38.9	41.8	44.6	48.3
C	南向き	ネズミモチ	67.7	71.3	72.9	84.6
D	南向き	シャリンバイ	39.1	41.8	43.3	47.9

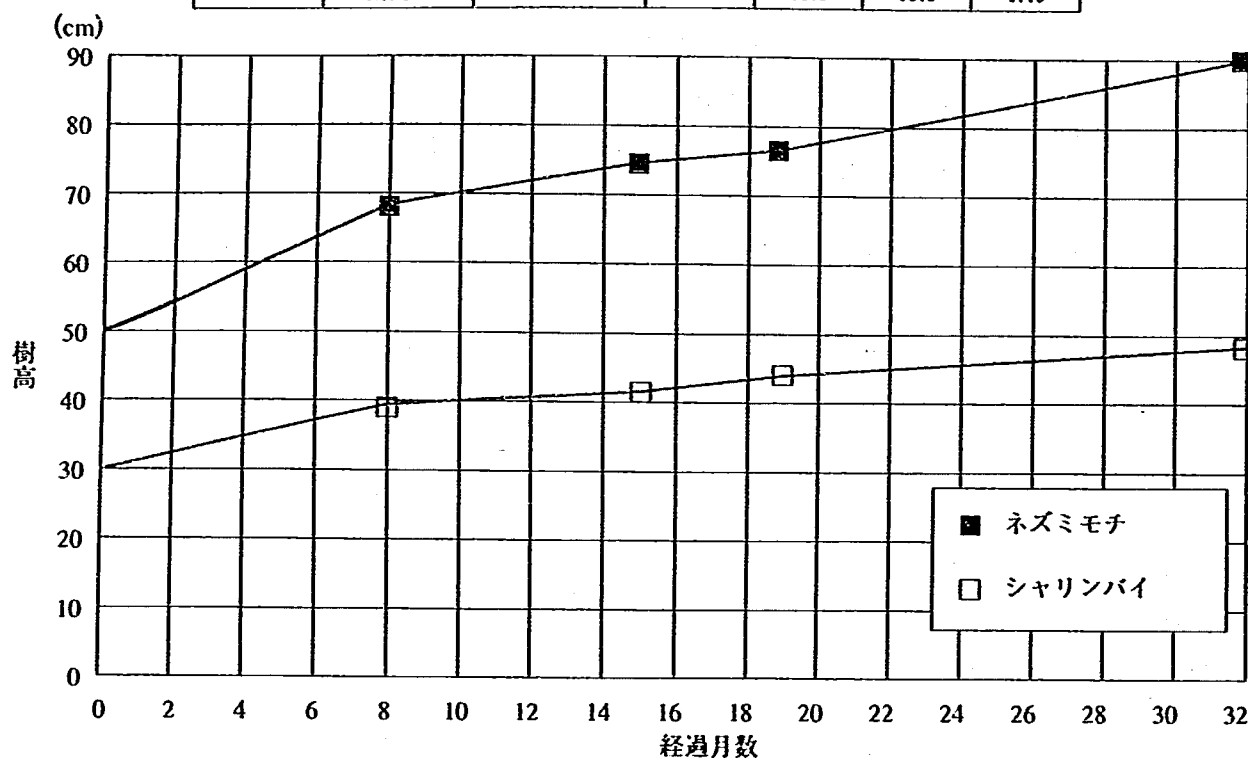


図-4. 7 樹高の推移

(4) 生育比 (樹高)

生育比の測定結果を表-4. 8に、生育比の推移を図-4. 8に示す。植栽時の樹高を1.0とした場合の、施工2年8ヶ月後の生育比をみると、北向きのり面のネズミモチは最も速い伸びがみられるものの、何れのプロットともほぼ同様な伸びを示し、施工時の約1.6倍程度となっている。生育比の推移も順調である。

表-4. 8 生育比の測定結果

プロット	のり面方位	植 物 名	生 育 比			
			8ヵ月	1 年 3ヵ月	1 年 7ヵ月	2 年 8ヵ月
A	北向き	ネズミモチ	1.34	1.55	1.60	1.88
B	北向き	シャリンバイ	1.30	1.39	1.49	1.61
C	南向き	ネズミモチ	1.35	1.43	1.46	1.69
D	南向き	シャリンバイ	1.30	1.39	1.44	1.60

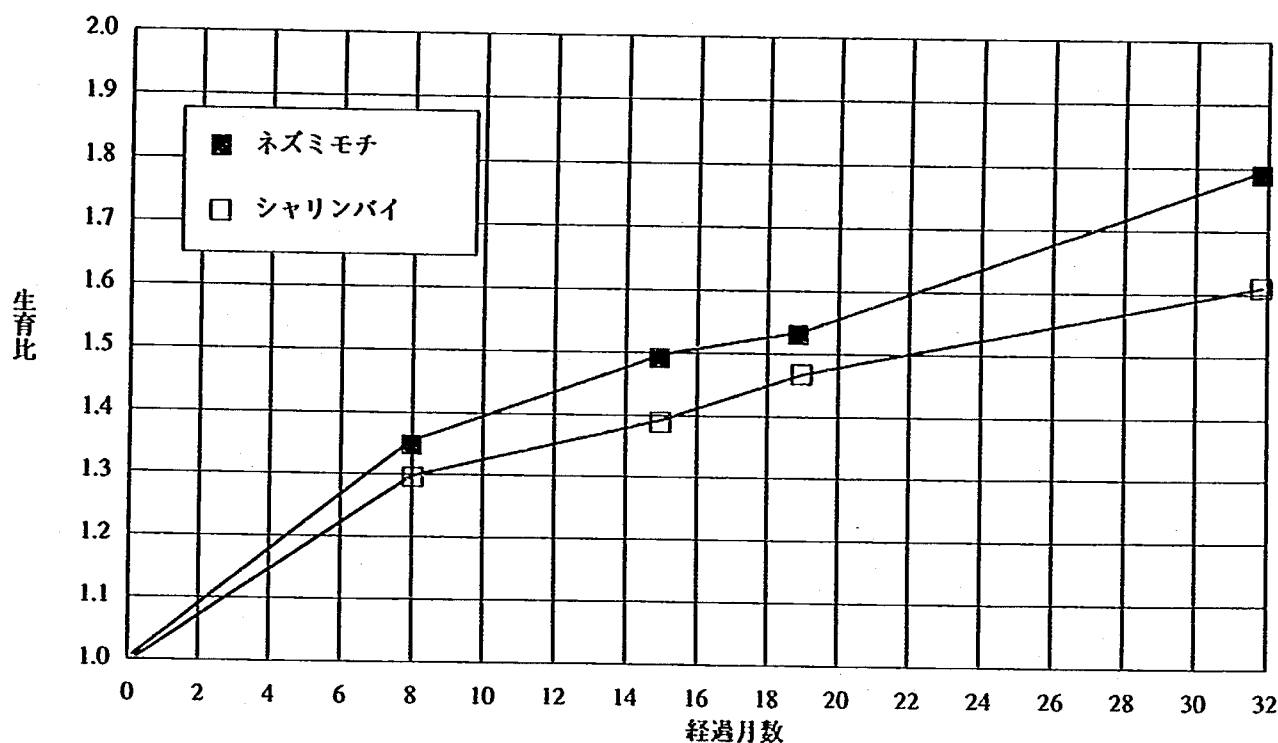


図-4. 8 生育比の推移

(5) 引抜強度

引抜強度の測定結果を表-4. 9に、引抜後の根系状況を写真-4. 15、16に示した。引抜強度は、シャリンバイが平均68.6kgf/本、ネズミモチが平均92.0kgf/本であった。この値はのり面の状態で大きく変わってくることなどから他のデータとの比較は難しいが、播種により成立したものに劣らない結果であると考えられる。なお、シャリンバイの値がネズミモチの値よりも低くなっているが、これは引抜強度測定時に根元付近から破断する根系が多かったためと思われる。

表-4. 9 引抜強度の測定結果

樹種No		樹勢	樹高 (cm)	根元直径 (cm)	葉張り (cm)	土壌硬度：平均 (cm)	引抜強度 (kgf/本)
シャリンバイ	1	2	60	6.7	40×10	16、17、14：15.7	102＊
	2	2	55	7.9	25×20	15、14、16：15.0	65
	3	2	95	10.0	30×10	16、14、15：15.0	66
	4	2	50	9.4	20×15	16、14、14：14.7	37＊
	5	2	40	10.2	15×15	15、16、13：14.7	73
	平均	2.0	60.0	8.8	26×14	15.0	68.6
ネズミモチ	1	2	55	9.4	30×30	19、20、17：18.7	40
	2	2	45	8.9	40×30	17、17、17：17.0	65
	3	2	55	10.2	50×25	17、17、15：16.3	143
	4	2	45	8.3	30×20	13、13、16：14.0	90
	5	2	40	8.6	30×20	10、16、16：17.0	122
	平均	2.0	48.0	9.1	36×25	16.6	92.0

※引抜強度の*印は根元で根系が破断したもの。

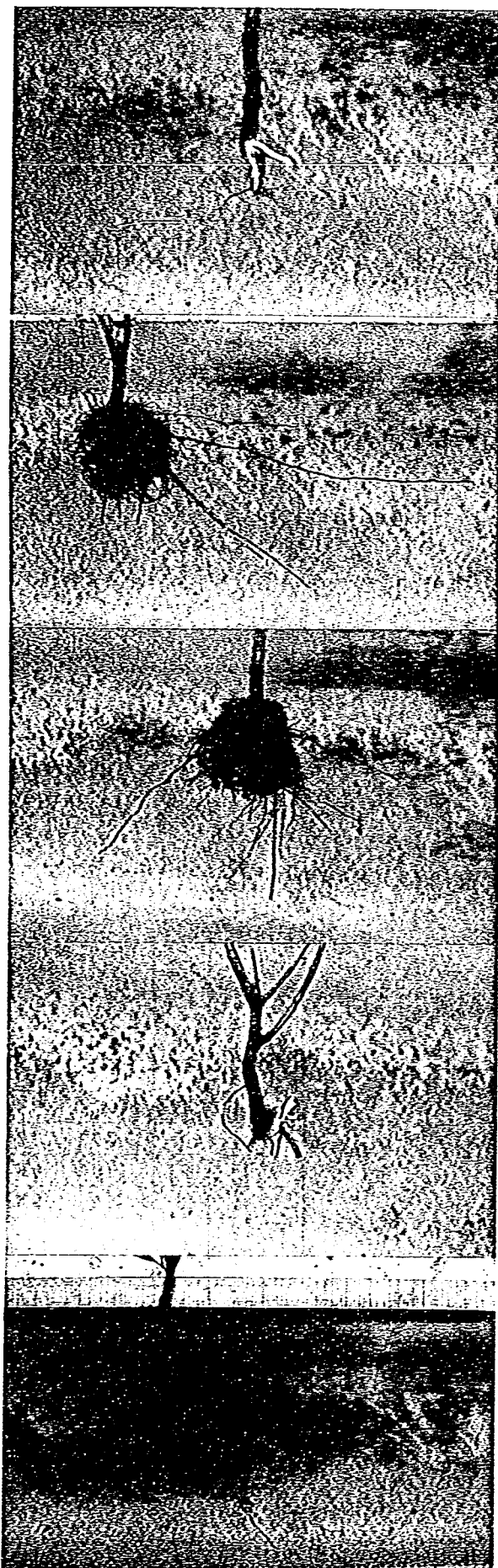
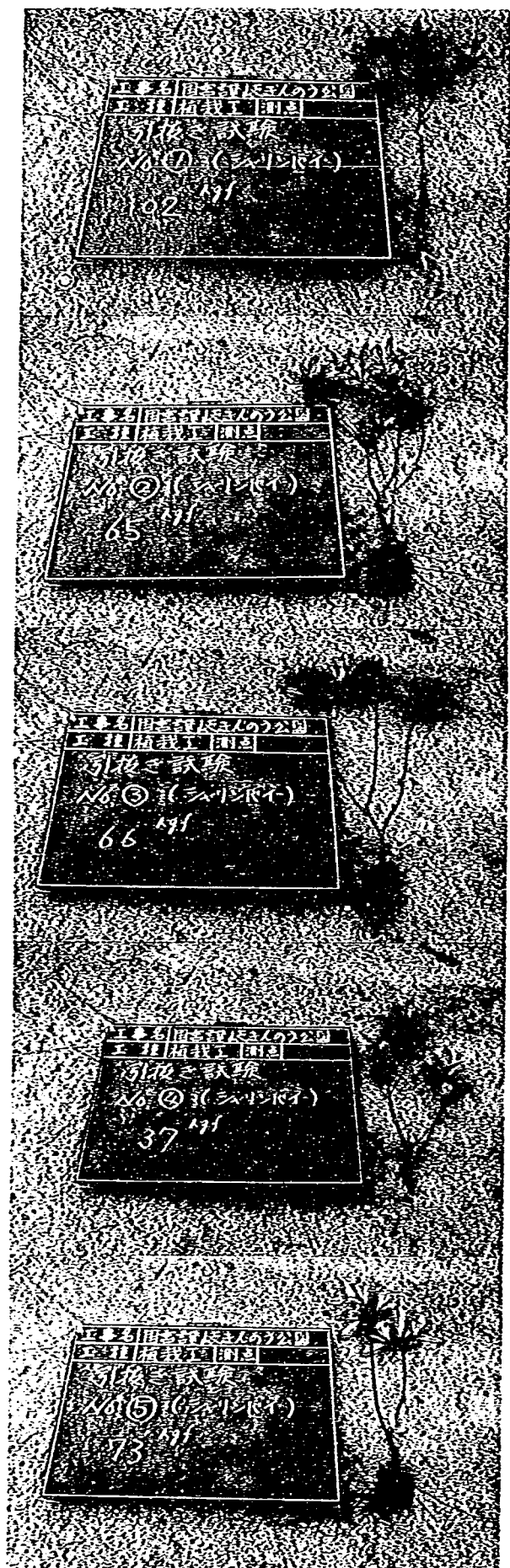


写真-4. 15 引抜後の根系状況 (シャリンバイ)

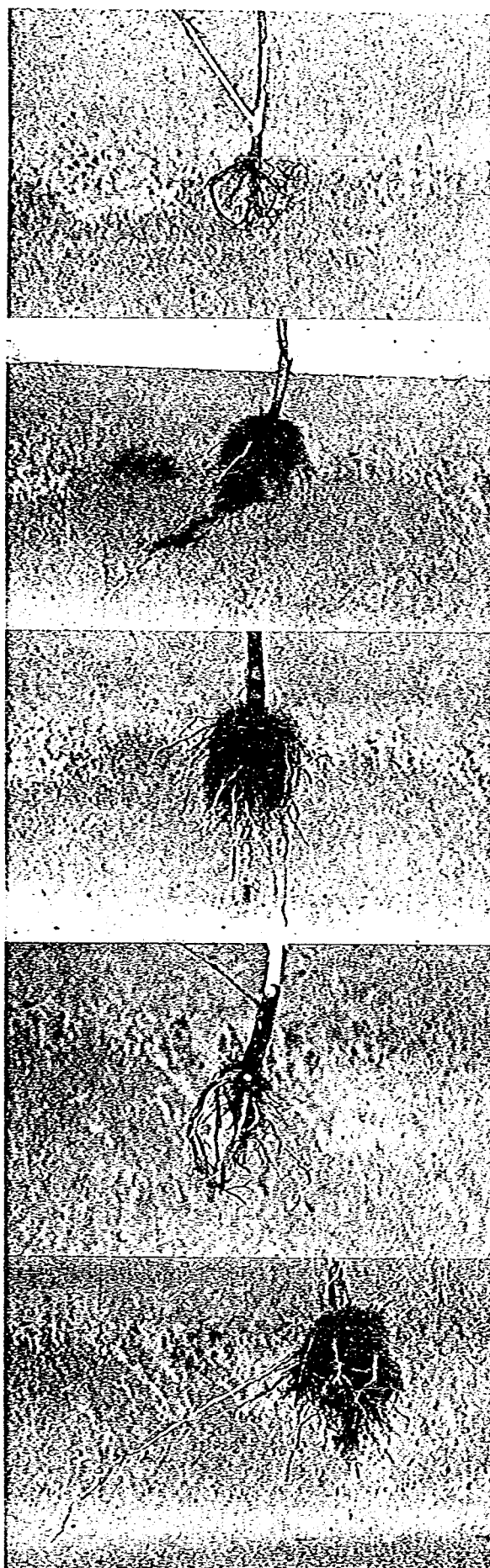
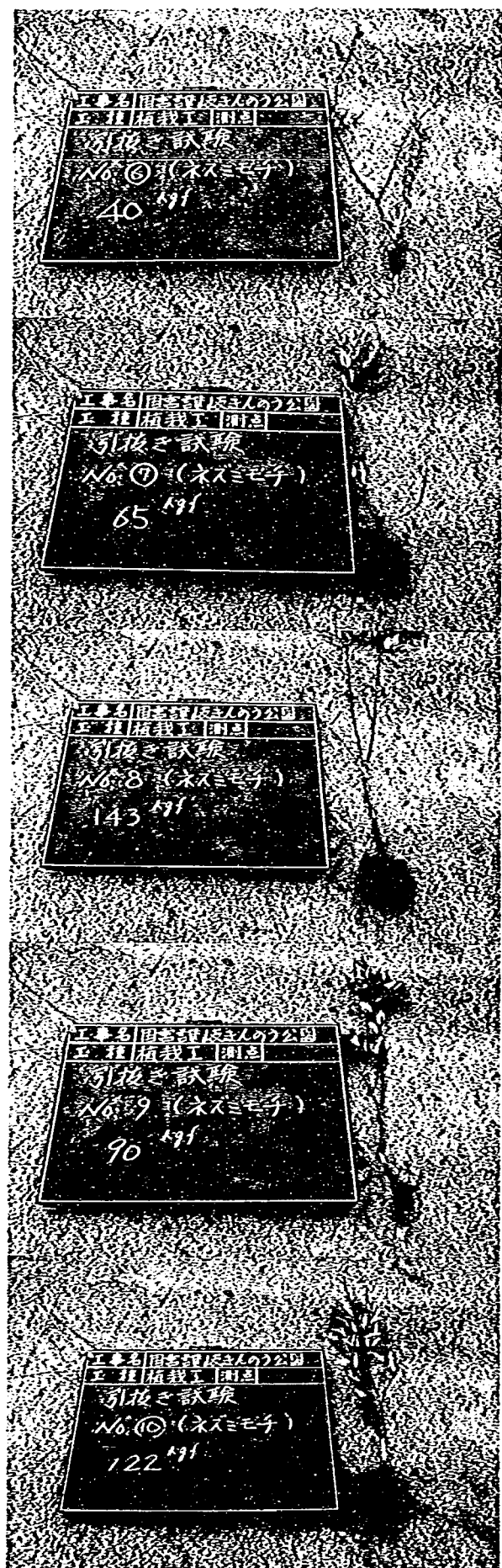


写真-4. 16 引抜後の根系状況 (ネズミモチ)

(6) 植被率

外来草本の植被率の測定結果を表-4. 10に示す。外来草本の植被率は、施工2年8ヵ月後に多少低下したものの75～95%の植被率となっており、のり面全面をカーペット状に被覆している。また、植生の衰退等は全く確認されなかった。

表-4. 10 植被率の測定結果

のり面方位	植 被 率 (%)					
	1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1年 3ヵ月	1年 7ヵ月	2年 8ヵ月
南向き	--	--	95.0	95.0	90.0	75.0
北向き	--	--	95.0	92.5	100.0	95.0
計	--	--	95.0	93.8	95.0	85.0

(7) 平均草高

外来草本の平均草高の測定結果を表-4. 11に示す。平均草高は、施工1年3ヵ月後（平均32.5cm）に比較すると施工2年8ヵ月後（20.0cm）で減少傾向がみられているが、これは調査時期の違いによるものである。したがって、草高に変化はなく良好であるといえる。

表-4. 11 平均草高の測定結果

のり面方位	平 均 草 高 (cm)					
	1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1年 3ヵ月	1年 7ヵ月	2年 8ヵ月
南向き	--	--	20.0	25.0	15.0	20.0
北向き	--	--	27.5	40.0	27.5	20.0
計	--	--	23.8	32.5	21.3	20.0

(8) 草丈

外来草本の草丈の測定結果を表-4. 12に、草丈の推移を図-4. 9に示す。施工2年8ヵ月後の外来草本の草丈は、トールフェスクで48cm程度、オーチャードグラスで28cm程度、バヒアグラスで15cm程度と衰退する傾向はなく良好である。

表-4. 12 草丈の測定結果

植 物 名	のり面方位	草 丈 (cm)					
		1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1年 3ヵ月	1年 7ヵ月	2年 8ヵ月
トールフェスク (ジャガー)	南向き	5.0	20.0	38.3	31.2	25.1	44.0
	北向き	3.0	25.0	42.8	35.1	29.8	52.4
オーチャードグラス	南向き	10.0	30.0	40.0	38.2	25.3	30.5
	北向き	5.0	30.0	43.9	32.4	24.8	25.1
バヒアグラス	南向き	10.0	3.0	--	--	--	14.8
	北向き	5.0	3.0	--	--	--	14.4

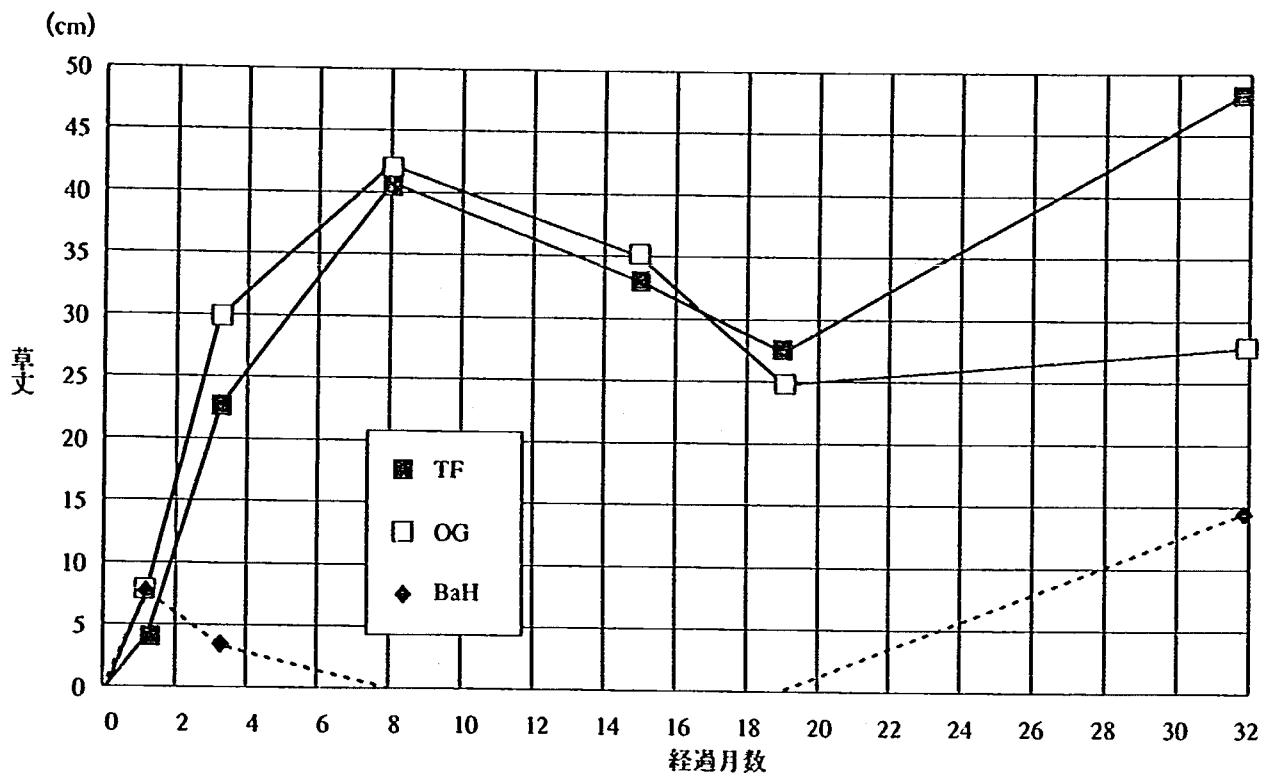


図-4. 9 草丈の推移

(9) 成立本数

外来草本の成立本数の測定結果を表-4. 13に、成立本数の推移を図-4. 10に示す。施工2年8ヶ月後の外来草本の成立本数は、トールフェスクで38本/m²程度、オーチャードグラスで30本/m²程度、バヒアグラスで8本/m²程度である。成立本数は、施工後に徐々に減少しているが、これは草本植物の分けつによるものであり、のり面被覆に影響するものではない。

表-4. 13 成立本数の測定結果

植 物 名	のり面方位	成 立 本 数 (本/m ²)					
		1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1年 3ヵ月	1年 7ヵ月	2年 8ヵ月
トールフェスク (ジャガー)	南向き	124	96	104	73	54	41
	北向き	96	160	94	76	86	36
オーチャードグラス	南向き	160	64	58	80	63	33
	北向き	128	80	64	63	71	26
バヒアグラス	南向き	112	64	0	0	0	12
	北向き	160	64	0	0	0	4

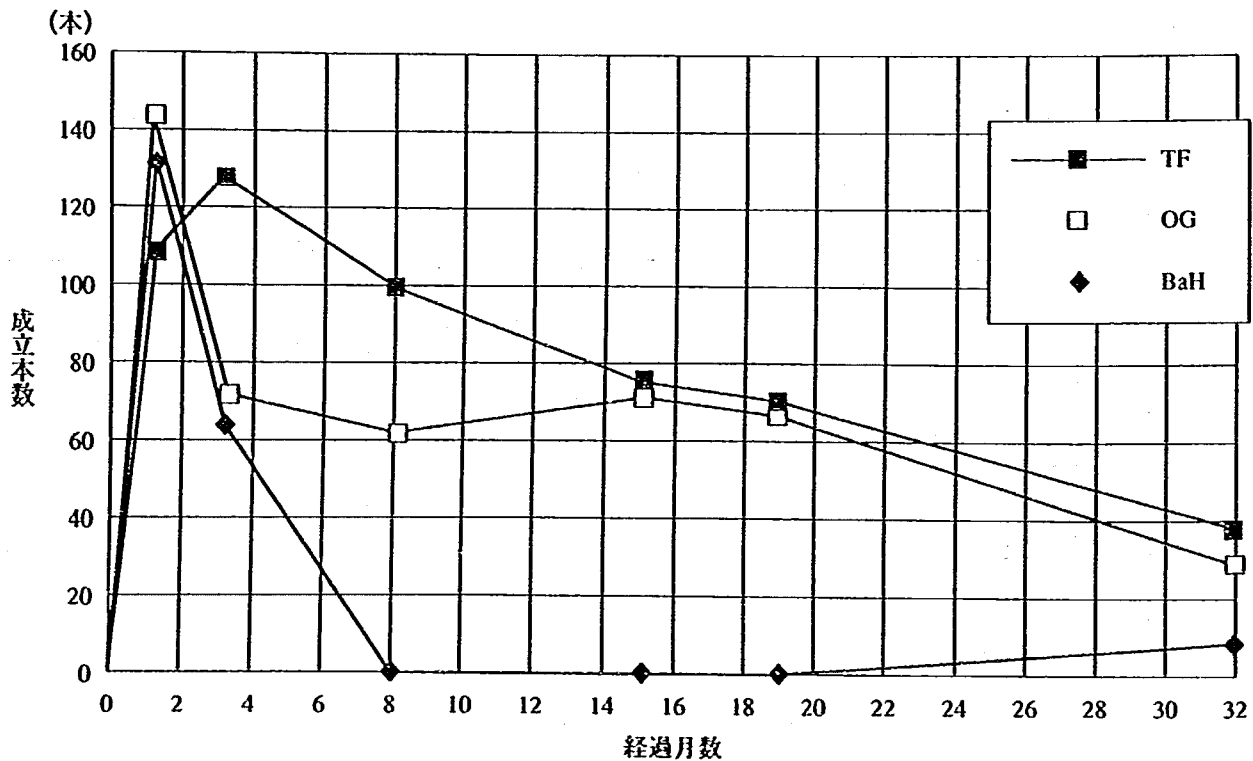


図-4. 8 生育比の推移

(10) 被度・群度

被度・群度の測定結果を表-4. 14に示す。外来草本の被度・群度は、施工1年7ヶ月後のまでは変化はみられず、トールフェスク（ジャガー）とオーチャードグラスが優占した状態を維持している。その後、消滅していたバヒアグラスが再発芽し加わっている。

表-4. 14 被度・群度の測定結果

植 物 名	のり名方位	被 度 ・ 群 度					
		1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1 年 3ヵ月	1 年 7ヵ月	2 年 8ヵ月
トールフェスク (ジャガー)	南向き	--	--	4・4	3・3	3・3	3・3
	北向き	--	--	4・4	4・3	5・4	4・3
オーチャードグラス	南向き	--	--	3・3	4・3	3・4	3・3
	北向き	--	--	4・4	4・3	4・4	3・3
バヒアグラス	南向き	--	--	--	--	--	2・2
	北向き	--	--	--	--	--	1・2

(11) 土壌硬度

土壌硬度の測定結果を表-4. 15に示す。土壌硬度は、施工1ヶ月後の21mmを最高にして少しずつ低下し、施工2年8ヵ月後には16.8mmとなっている。しかし、しっかりした状態を維持しており、木本植物の地際周辺を含めた基盤の緩み等は全くみられない。

表-4. 15 土壌硬度の測定結果

のり面方位	土 壌 硬 度 (mm)					
	1ヵ月	3ヵ月	8ヵ月	1 年 3ヵ月	1 年 7ヵ月	2 年 8ヵ月
南向き	21.0	20.0	20.8	19.4	17.6	16.7
北向き	21.0	20.0	18.6	19.8	18.6	16.9
計	21.0	20.0	19.7	19.6	18.1	16.8

4. 2. 3 まとめ

国営讃岐まんのう公園道路のり面で実施した施工結果を総括すると、苗木設置吹付工法は、のり面方位による若干の差異は生じるものの、ネズミモチ、シャリンバイとも活着率90%以上の高い値を示し、樹勢も良好で順調に成長をしているといえる。また、草本植物の衰退もみられず良好に生育しており、のり面の滑落もなく安定しているといえる。

また、国営讃岐まんのう公園の建設地内のり面では、本工法の施工によりアセビ、ヤマツツジ、ノウゼンカズラ、コデマリ、レンギョウ、アベリアが導入されている。

以上の結果、のり面緑化は短期間での成否の判断が難しいことから、その評価には時間を要するが、苗木設置吹付工法は今まで導入不可能であった木本植物を確実に切土のり面へ導入することに有効な工法であると結論づけられる。

第5章 まとめと今後の課題

本研究により次のことが判明できた。

1. のり面への木本導入技術について現況調査を行った結果、導入方法は大きく分けると①種子によるもの、②苗木によるものの二通りであった。また、種子による方法においては導入できる樹種が10種類程度であった。詳細は第1章に解説した。
2. 切土のり面へ木本植物を導入する工法として「苗木設置吹付工法」を考案（第2章）し、予備試験を実施した結果、良好な結果が得られた（第3章）。
3. 国営讃岐まんのう公園建設地内ののり面において、「苗木設置吹付工法」を施工した結果、導入した木本植物（ネズミモチ、シャリンバイ）の活着率は90%以上と高い値であった。また、樹勢は木本、草本植物ともに良好であった。詳細は第4章に解説した。

以上の結果、「苗木設置吹付工法」は、播種工での導入が困難な樹種においてものり面への導入が可能となることが現時点で確認でき、これからの木本植物によるのり面緑化のひとつの手法として有効であるといえる。しかしながら、のり面緑化の成否は短期間で判断することは難しいことから、今後の追跡調査を行いながら評価を行うことが必要となっている。また、本工法の今後の課題としては対象樹種を増やすこと、より省力的で確実な苗木設置方法を開発すること、木本植物の生育が一層良好となる生育基盤を開発すること等があげられ、これらの課題について調査研究を進めていく必要がある。

参 考 文 献

1. 日本岩盤緑化工協会（1985）：岩盤調査・植生追跡調査 調査要領
2. 道路緑化保全協会（1986）：荒廃裸地に対する植生復元の技術指針
3. 農山漁村文化協会（1990）：のり面保護工 ー設計・施工の手引ー
農業土木事業協会編
4. 日本岩盤緑化工協会（1991）：有機質系厚層基材吹付工 技術資料
5. 山寺喜成（1990）：急勾配斜面における緑化工技術の改善に関する実験的研究
6. 道路緑化保全協会（1992）：道路の樹木
7. 日本道路協会（1988）：道路緑化技術基準・同解説
8. 荻住昇（1979）：樹木根系図説
9. 日本道路協会（1986）：道路土工 のり面工・斜面安定工指針

木本植物による
のり面緑化工法に関する研究

建設省土木研究所 環境部 緑化生態研究室

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第3334号
平成7年1月(1995)

室 長 半田真理子
研 究 員 飯塚 康雄
室 長 前田 博^{*1}
主任研究員 有村 恒夫^{*2}
// 藤崎健一郎^{*3}

- *1 現(財)国際花と緑の博覧会記念協会
*2 現日本道路公団広島建設局
*3 現日本大学農獣医学部

要 旨

本研究は、のり面の侵食防止、周辺環境との調和等のために施工されるのり面緑化に関して、より景観面や安定性を考慮した施工技術の向上を図ることを目的として、木本植物導入技術について現状の技術を把握した上で、苗木設置と厚層基材吹付工を併用した木本植物導入工法（苗木設置吹付工法）を開発し、取りまとめたものである。

キーワード：のり面、緑化、のり面緑化、苗木設置吹付工法、環境

郵便はがき

いは50
って円
下手切
さを手

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
環境部緑化生態研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第3334号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印