

1 . 在来木本類播種工による法面緑化復元技術 (在来木本類(播種)による法面緑化の手引き (案))

1.1 調査目的

近年、地球規模での緑資源の減少に伴い、砂漠化、CO₂の増加に伴う地球温暖化、野生生物種の減少など、地球環境の悪化が進んでいることから、緑資源の回復が必要とされている。

国土の68%が森林である山国の日本では、各種の開発行為に伴って多くの法面が造成されている。これらの法面を植物で早期に覆うことは、現在の技術レベルでは難しいことではない。しかし、単純に緑を増やせば良いというものでもない。環境に配慮した緑化を行うには、量とともにその質が大変重要な課題となってくる。在来の草本類を用いる緑化工法よりも、植生遷移のより進行した在来の木本植物を用いる造成法面の早期の緑化が、生物多様性にもかない、その質的な課題に対応できる方法であると言える。

この「手引き」は、壮年期で急峻な山地が多い四国地整管内の地域特性を考慮し、法面緑化技術検討会を設置して十分に議論を重ねるとともに、現地を十分に踏査した結果も踏まえ、在来の木本類による法面緑化手法の体系化を行うものである。

1.2 過去の経緯

本調査は平成12～13年度にかけて実施しており、その経緯は以下の通りである。

年度	調査概要
H12	緑化事例調査 ・従来緑化手法による緑化事例調査 ・既存木の活用及び在来樹種による法面緑化事例調査 文献調査 緑化手法検討WG 座長 愛媛大学農学部教授 江崎 次夫 四国技術事務所技術課 全国特定法面保護協会四国支部
H13	在来木本類(播種)による法面緑化の手引き(一次案)を作成 法面緑化技術検討会 座長 愛媛大学農学部教授 江崎 次夫 愛媛大学工学部講師 牧 理子 道路部、松山工事、大洲工事、四国技術事務所関係者 全国特定方面保護協会四国支部 第1回緑化技術検討会 平成13年9月13日 場所：愛媛大学農学部 第2回緑化技術検討会 平成14年1月28日 場所：愛媛大学農学部 在来木本類(播種)による法面緑化の手引き(案)の取りまとめ

1.3 調査概要

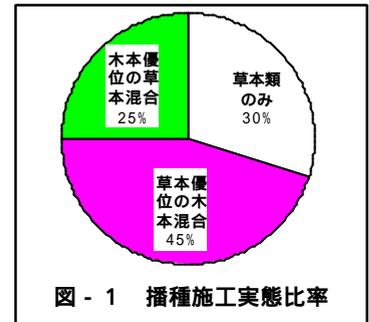
1.3.1 法面緑化の現状

従来、法面緑化に関しては、ハギ類等の先駆性木本類による緑化後、自然遷移にまかせるという方法が主流であるが、草本類に被圧され、また、木本類が生育しても先駆性樹種から在来種への遷移がうまく進んでいないのが実状である。在来木本類による緑化手法を検討するに先立ち、四国地整における法面緑化の実状を把握するため、法面緑化の実態調査を行った。

(1) 四国地整の法面緑化事例の実態調査

1) 播種実態

四国地整において平成5年度から平成8年度に施工した法面緑化事例16箇所の播種の種子配合は、草本類のみの箇所が30%、草本類優位の草本/木本の混合箇所が45%、木本類優位の木本/草本の混合箇所が25%であった。草本類はイネ科のケンタッキー、パミュ、ダグラス等、木本類は先駆性のハギ類等を使用していた。(図-1)



2) 植生の生育状況

植生の生育状況は、導入種が概ね生育しているものの、セイタカアワダチソウ、クズ等排除すべき種が侵入しており、遷移も進まず、期待すべき在来木本類の生育は少ない。写真-1は、供用中の道路法面の防災工事において、既存の法面を清掃し法枠を設置した枠の中を、草本類優位の草本/木本の混合播種を行ったもので、施工後4年経過の状況である。イネ科の植生が優先し、ハギ類は一部に認められるが生育状況は悪い。



写真-1 一般国道55号 日和佐防災工事施工後4年経過の状況

表-1 法面緑化技術検討会名簿

1.3.2 在来木本類(播種)による法面緑化方針

前項1.3.1の法面緑化の現状を踏まえて、法面緑化技術検討会を設置して十分に議論を重ね、現地を十分に踏査した結果も踏まえ、以下に示すような内容の「法面緑化復元の手引き」の基本方針を決めた。



写真-2 法面緑化技術検討会

種別	所属	役職	氏名
座長	愛媛大学農学部	教授(農学博士)	江崎次夫
委員	愛媛大学工学部	講師(理学博士)	牧理子
委員	全国法面緑化推進協会四国支部	技術委員長	松岡隆雄
委員	全国法面緑化推進協会四国支部	技術委員	藤掛圭一
委員	全国法面緑化推進協会四国支部	委員	中山高秀
委員	全国法面緑化推進協会四国支部	幹事	政達英
委員	四国地方整備局管轄部	道庁工事課課長補佐	金岡嘉彦
委員	四国地方整備局管轄部	道庁管理課課長補佐	清川豊博
委員	四国地方整備局松山工事事務所	調査課長	石塚敏
委員	四国地方整備局大洲工事事務所	調査第二課長	後藤久
委員	四国地方整備局大洲工事事務所	道庁管理課長	岡本舜一
委員	四国地方整備局四国技術事務所	副所長	横井久
事務局	四国地方整備局四国技術事務所	技術課長	今田文男
事務局	四国地方整備局四国技術事務所	技術課技師第一係長	山崎一
事務局	四国地方整備局四国技術事務所	技術課主任	大田明徳
事務局	日本工営株式会社	首都圏事業部環境課長	関根博道
事務局	日本工営株式会社	農林環境部環境課長補佐	本田敦

(1) 緑化目的

法面緑化の目的は、法面保護、生態系の保全及び回復、景観の保全及び質的な向上、CO₂の固定等である。

(2) 緑化工法

緑化工法は、植栽工と播種工に分類される。根系の発達、倒れにくさ、根系の緊縛力による斜面安定等の防災面から、また、多様な種による生態系の回復等の面から播種工が有利であるので、植生工は播種工（有機性基材吹付）を基本とする。

(3) 既存木の活用

既存木とは、緑化対象法面及び周辺に生育し、法面への種子供給源となる樹木をいう。

在来木本類による緑化は、種子の入手、急峻な地形状況等から困難な場合が多い。

従来、既設法面に法枠等を設置して緑化を行う場合には、既存木を伐採し法面を清掃している場合が多いが、既存木は、種子を供給する母樹として、また、施工後のバイオマスの確保、生態系の早期回復及び景観形成等に有効であるので、既存木を活用することを基本とする。

表 - 2 既存木活用・木本類播種工による緑化事例

路線名	一般国道33号	一般国道33号	一般国道55号	一般国道55号	一般国道55号
距離表	40k200	60k700	63k280	64k380	83k110
施工時期	平成9年10月	平成8年2月	平成8年3月	平成8年3月	平成8年3月
事務所名	土佐国道	松山工事	徳島工事	徳島工事	徳島工事
工事名	33号法面処理工事	33号法面処理第2工事	海部防災工事	海部防災工事	海部防災工事
略称	越知	柳谷	海部2工区	海部4工区	海部5工区
所在地	高知県高岡郡越知町	愛媛県柳谷村岩川	徳島県海部郡牟岐町	徳島県海部郡牟岐町	徳島県海部郡海部町
法面地質	土砂～岩盤	土砂～岩盤	岩盤	岩盤	岩盤
主方位	NE	NW	NW	N	S
湧水の有無	なし	なし	なし	なし	なし
法勾配	1:0.8～1.1	1:0.5～0.8	1:0.5～0.8	1:お.5～0.8	1:0.5～1.0
緑化目標	灌木型	森林型	森林型	森林型	森林型
導入植物 (発期待 本数:本/㎡) (播種量より 概略算出)	ヒメヤシャブシ (200) ヌルデ(200) ヤマハギ(100) コマツナギ(200) トールフェスク (300) ヨモギ(70) メドハギ(100)	コナラ(3) アラカシ(7) コマツナギ(800) メドハギ(200) パニユーダグラス (250) オーチャードグラス (250) ケタキブルグラス (250) トースフェスク (250)	ウバメガシ(3) アラカシ(3) スダジイ(3) ネズミモチ(3) ヒサカキ(3) ドベラ(3) ヤマモモ(3) ヤブツバキ(3) ヤマハギ(10-20) メドハギ(30-50) ススキ(20-50) トールフェスク (20-50)	ウバメガシ(3) アラカシ(3) スダジイ(3) ネズミモチ(3) ヒサカキ(3) ドベラ(3) ヤマモモ(3) ヤブツバキ(3) ヤマハギ(10-20) メドハギ(30-50) ススキ(20-50) トールフェスク (20-50)	ウバメガシ(5) アラカシ(5) スダジイ(3) ネズミモチ(3) シャリンバイ(3) ハマヒサカキ(5) ヤマハギ(10) コマツナギ(10) メドハギ(30-50) ススキ(20-50) トールフェスク (20-50)
植生工/ 吹付量(cm)	厚層基材吹付工 /5	厚層基材吹付工 /5	厚層基材吹付工 /5	厚層基材吹付工 /5	厚層基材吹付工 /5
緑化基礎工	従来型法枠工	従来型法枠工	従来型法枠工	自然共生型法枠	従来型法枠工
備考	既存木活用	既存木活用	既存木活用	既存木活用	既存木活用

(4) 植生の生育状況

表 - 2 に示す、既存木活用により施工した箇所における植生の生育状況は、木本類優位の播種をしているためか概ね良好である。写真 - 3 ~ 5 は、一般国道55号海部5(C)工区の施工後及び3年半後の状況である。前項1.3.1(1)2)の事例と同様に、供用中の道路法面における防災工事であり、既存の樹木を活用するとともに、法面に法枠を設置し、枠の中を木本類優位の種子配合により播種を行った箇所である。木本類優位の配合で草本類による被圧が少なかったためか、木本類の生育は順調である。



写真 - 3 55号海部5(C)工区 施工直後の状況



写真 - 4 55号海部5(C)工区 施工後3年半後の状況



写真 - 5 既存木の利活用状況

表 - 3 群落組成調査 (海部 :5(C)工区、施工後3年半後)

階層	植被率 (%)	種名	優占度	群度	優占種
低木層 (H = 1 ~ 1.5 m)	10	ウバメガシ	1	1	
		ススキ	1	1	
		ドベラ	+		
草本層 (H = 0.5 ~ 1 m)	60	ウバメガシ	2	2	ウバメガシ
		アコウ	1	1	
		ススキ	2	2	
		シャリンバイ			
草本層 (H = 0.5 ~ 1 m)	20	ヤマハギ	+		メドハギ
		コマツナギ	+		
		メドハギ	1	1	
		ネズミモチ	+		
		アキノノシゲ	+		
		ヨメナ	+		
		その他	+		

優占度

空欄：ごくまれに最小被度で出現 +：少数で被度は非常に低い

1：多数だが被度は1/20以下 2：非常に多数か、或いは被度が1/10～1/4
被度、群度は、ブロン-ブランケ(1964年)による。

(5) 既存木の利活用

1) 既存木利活用の機能

既存木の利活用には、次のような機能がある。

既存木は飛来する鳥類の止まり木となる。
 既存木の利活用によるバイオマスの確保は、生息昆虫を餌とする鳥類がより多く飛来する。
 飛来した鳥類は、鳥散布型の多肉果の樹木種子を法面に供給する猛禽類、カラス等はペリットとして飲み込まれた種子を口から吐き出し、種子を供給する場合もある。

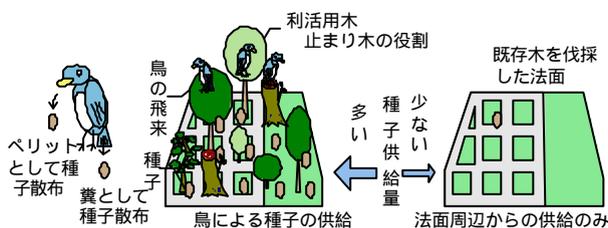


図 - 2 種子の供給

既存木の利活用は、生物(昆虫)の立体的な生息空間が緑化初期より確保されるため、より優れた生物の生息環境を形成する。

既存木は、昆虫類等の小動物が法面に移入するきっかけとなり緑化初期よりバイオマスが確保される。

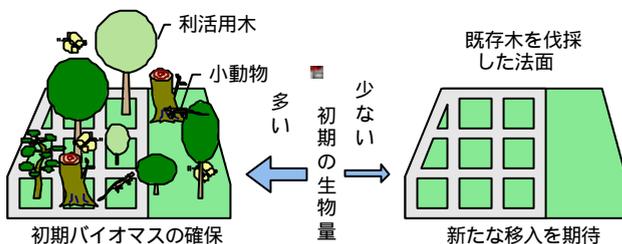


図 - 3 生物の生息環境

上記以外に、下記の機能も期待できる。

- ・ 既存木が母樹となり、法面に種子が飛散供給されることが期待できる。
- ・ 既存木が法面に緑陰を形成し、生育基盤の乾燥を防止する。
- ・ 既存木により初期の緑量が確保できる。
- ・ 既存木が構造物を覆い初期の修景効果が高い。

2) 既存木の利活用形態

既存木の利活用に有効と考えられる主な繁殖形態は、萌芽繁殖 根萌芽繁殖 伏条繁殖 倒木繁殖 地下茎繁殖 匍匐茎繁殖 落枝繁殖 等がある。(図 - 4)

なお、既存木の利活用に伴って法面に保存される草本類は、吹付基材からの養分供給により成長が旺盛となり、播種導入を行った在来木本類の生育を阻害(被圧)する場合が想定されるため、状況に応じて根元付近で低刈り処理を行う。

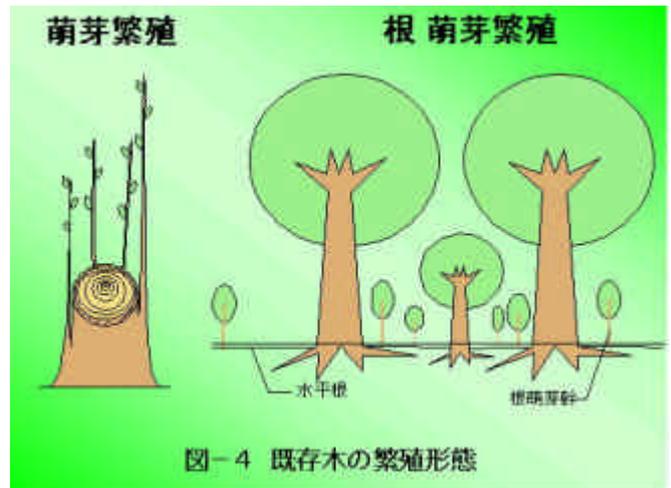


図-4 既存木の繁殖形態

<萌芽：ほうが>

(6) 木本類を主体とする種子混合

前項(3)に示す事例では、木本類主体の播種混合としているが、施工後3~4年経過時点で、植生基盤材の侵食もなく木本類を主体とした植生が生育している。

これらの実態も踏まえ、配合条件を下記のとおりとした。

表-4 播種パターン別種子の優先順位

1) 「主構成種」の選定条件

根が地山に深く入り、防災的に強い深根性のもの。
四国管内の天然生林に生育している広葉樹であること。

2) 「補全種」の選定条件

国内産であること。
主構成種を被圧しにくい低木林であること。

3) 「草本種」は導入しない

外来イネ科草本類は、木本類を被圧するため、植生遷移の遅延を引き起こす。
帰化種の蔓延は、昆虫類、

鳥類等の動物相にまで影響を及ぼし、生態系を大きく変化させる。

4) 種子の入手

在来木本類の種子は、市場性が低いため、計画的な予約購入を行う必要がある。そのためには、購入予定の種子が凶作等で入手困難な場合を想定して、予め代替種子を確認しておく必要がある。

なお、本「手引き」は、全国特定法面保護協会と連携して作成しており、種子の入手にあたっては、予め、全国特定法面保護協会を通じて計画的に行えば可能である。

区分	分布分類	種子パターン	必ず導入する種子	選択する種子の優先順位
主構成種	ウバメガシ型	海岸ウバメガシ型	トベラ シャリンバイ	ウバメガシ ヤブツクシ
	クロマツ群落	海岸クロマツ型	ネズミモチ	トベラ ヤブツクシ
	シイ・カシ群落 オハツジ・アカマツ群落 コバヤシ・アカマツ群落 サカキ・ウラシロガシ群落	低地帯型	ネズミモチ	アラカシ チャノキ ヤブツクシ
	コナラ群落	低地帯型	ヌルデ	(法面こが入らない場合) ヤマハゼ ガマズミ (法面こが入る場合) ガマズミ ヤマハゼ
	スズク・カシ群落 アガビ・イヌシテ群落 フ・ミズナ群落 クリ・ミズナ群落 クヌギ・コナラ群落	高地帯型	ネズミモチ	アラカシ チャノキ ヤブツクシ
	シイ・カシ群落	高地帯型	ヌルデ	(法面こが入らない場合) ヤマハゼ ヤマモシ ガマズミ ヤマウルシ (法面こが入る場合) ヤマモシ ガマズミ ヤマハゼ ヤマウルシ
補全種	共 通	ゴマンナギ	アキグミ ヤマハギ	

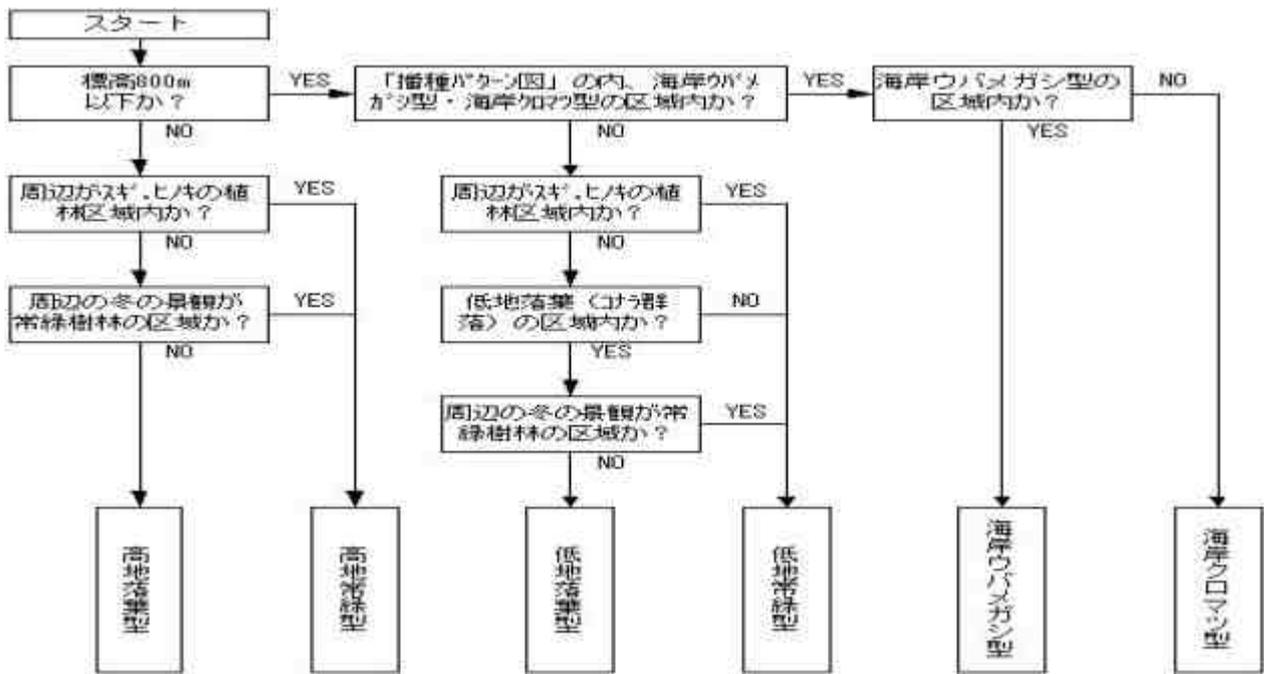


図 - 5 播種パターン選定フロー

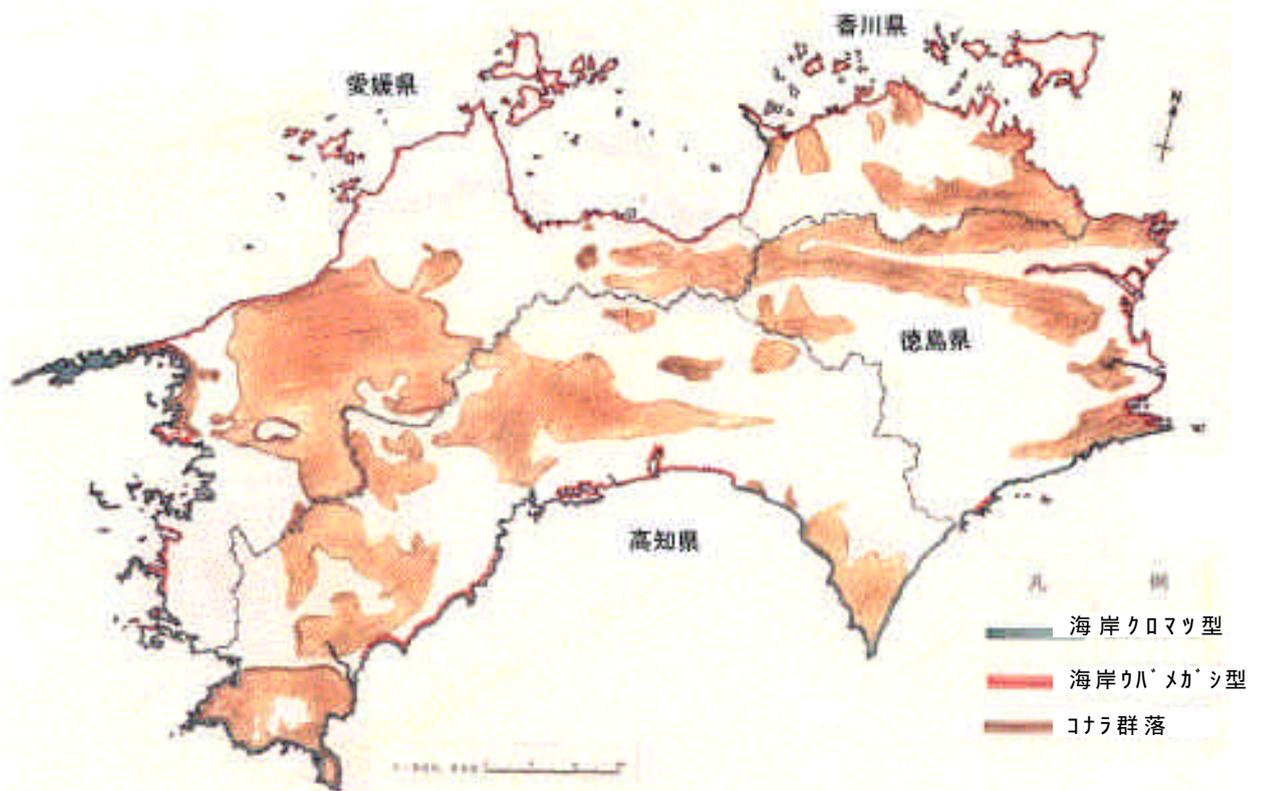


図 - 6 四国における播種パターン図

(7) 植生と法枠（緑化基礎工）との共生

施工箇所の植生基盤は、侵食も認められず良好であるが、従来の法枠の場合は、横枠がオーバーハ

グシ基盤の一部が陰地になるので、日光、雨水、夜露等が十分に当たらず植物の生育が悪い裸地の箇所が多くみられる。また、恵まれて生育した植生もオーバーハングしている横枠が支障になり幹が湾曲する等、植物の生育が阻害されている箇所がある。

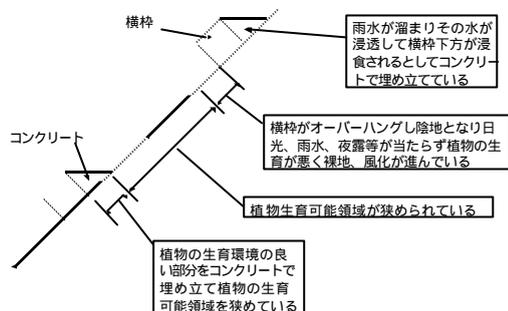


図 - 7 従来の法枠構造



写真 - 6 従来の法枠箇所の生育状況

1) 植生との共生を図った法枠

試験施工した法枠の構造は、物理的に植物が生育できない法面部分は横枠で被覆保護し、植物の生育可能な部分は植物で被覆保護するとしたもので、それによって自然との共生が図れるとともに、法枠本体とは別に施工していた窪地部分のコンクリート打設作業がなくなり、省力化、コスト削減が図れる。



写真 - 7 従来の法枠箇所の生育状況



写真 - 8 試験施工の法枠箇所の生育状況

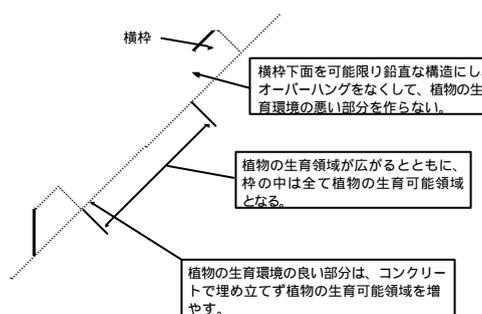


図 - 8 自然共生型の法枠構造

施工後の状況 施工後3年半後の状況は、写真 - 8のように枠の近くまで植生が順調に生育し、法面を被覆保護している。

1.4 調査結果

前述の内容を基本方針に、「在来木本類（播種）による法面緑化の手引き（案）」をとりまとめた。

本「手引き」では、以下の図-9の作業フローにより作業方法を順を追って示している。在来木本類による法面緑化の方法は、これに従って詳しく記述している。

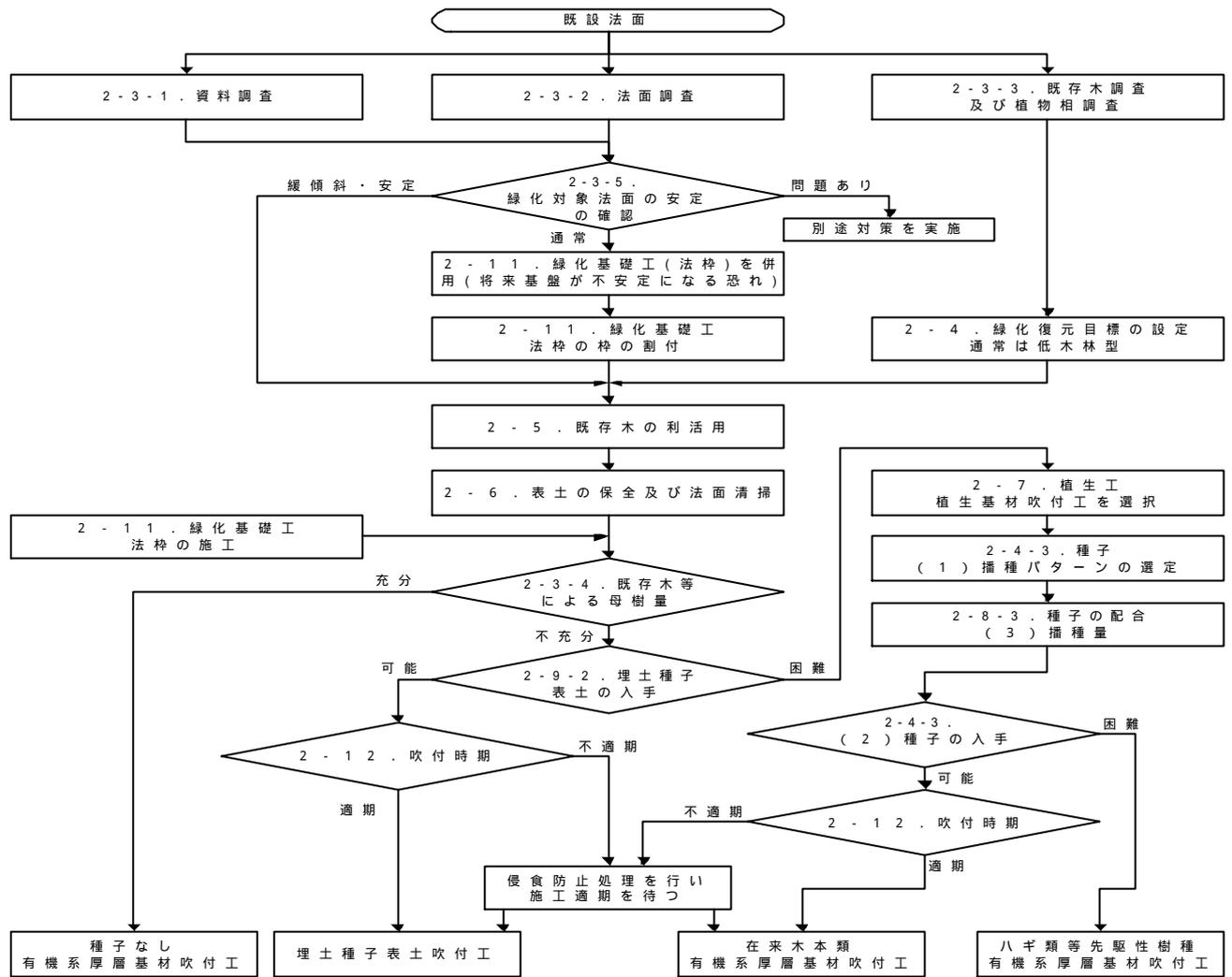


図 - 9 既設法面の場合の作業フロー

1.5 今後の課題

「在来木本類」による法面緑化は、管内の一部で試験的に施工されているが、急勾配でしかも土壌がないなど、立地条件の悪い法面においては困難な場合もあり、一般的に普及するまでには至っていない。本「手引き」は、このような状況の箇所において、多様な生態系の回復と防災的に強い緑化を行うための手法を示したものである。

現状の知見の状況から、現場の判断に委ねるところもあるが、本「手引き」が広く緑化事業に利用され、その効果を確認するとともに、更なる緑化技術へ発展し、潤いのある快適で安全な社会資本整備に役立てば幸いである。

担当者	技術課	技術課長	今田 文男
		技術第一係長	山地 哲一
		技術課 主任	大石 明德
	愛媛大学	農学部教授	江崎 次夫