

積雪寒冷地における道路のり面の緑化手法および植生管理に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 24～平 27

担当チーム：寒地地盤チーム

研究担当者：林宏親、佐藤厚子、野上敦、
山田充

【要旨】

積雪寒冷地におけるのり面植生工は、低温、凍上、凍結融解、積雪および融雪などの過酷な気象条件下にあり、良好な植生環境とはならない場合が多い。このため、積雪寒冷地の気象条件を考慮したのり面緑化に関する技術基準類の作成が強く求められている。そこで、本研究では、安定したのり面保護、地域生態系の保全、維持コストの縮減に資するため試験施工および調査を行った。その結果、経済的で効率的な新配合による緑化手法、無播種施工における留意事項の提案および、すき取り物による緑化・泥炭を緑化基盤材とした緑化など新工法における適用条件、除草作業の省力化技術などを提案した。

キーワード：要注意外来種、無播種施工、新工法、維持管理

1. はじめに

積雪寒冷地におけるのり面は、低温、凍上、凍結融解、積雪および融雪などの過酷な気象条件下にあるため、植物にとって良好な環境条件とならない場合が多い。そこで、積雪寒冷地であってものり面保護として十分な植物の生育が可能となるように、気象条件を考慮したのり面緑化に関する技術的な手法の確立が求められている。そこで、本課題は積雪寒冷地に適した、①要注意外来種を用いない種子配合の提案、②無播種施工における留意事項の提案、③すき取り物または泥炭を用いた緑化工法における適用条件の提案、④のり面緑化の経済的な維持管理方法の提案を目的として試験施工および調査検討を行ったものである。

2. 研究内容

2. 1 要注意外来種を用いない種子配合に関する検討

2. 1. 1 研究概要

播種によるのり面緑化を行う場合、これまで国土交通省北海道開発局では、耐寒性に優れ早期緑化が可能な草種として、トールフェスク、ケンタッキーブルーグラス、クリーピングレッドフェスクを主に用いてきた。一方、平成17年8月、環境省は「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(外来生物法)¹⁾」に基づき、トールフェスクを「要

注意外来生物」とした。また、環境省を中心に農林水産省、国土交通省、林野庁の四省庁において整理された「外来緑化植物の取扱方向(案)(平成17年度)²⁾」では、緑化材料としてイネ科植物を選定する際に、緑化目的を達成し得る範囲において、可能な限り、草丈の低い種・品種、種子による繁殖力の小さい種・品種を使用すること、また、施工の際には、播種量や配分比率を小さくして使用量を抑えるなどの工夫に取り組むこととされた。このため、国土交通省北海道開発局では、平成23年度より、トールフェスクの代替種として、トールフェスクにくらべ草丈の低いハードフェスクをのり面緑化用植物とした。しかし、ハードフェスクについては、のり面緑化用植物としての機能を果たすのか未だ十分に明らかにされていなかったことから、ハードフェスクを含む種子配合で緑化されたのり面について、施工3ヶ年後の植生の性状・生態、およびのり面保護効果について調査を行った。また、この配合における適切な播種量についても調査した。

2. 1. 2 調査方法

国土交通省北海道開発局が平成23、24年度にハードフェスク、ケンタッキーブルーグラス、クリーピングレッドフェスクの3種を混合播種・緑化施工した北海道内の65箇所ののり面について、施工後3ヶ年の調査を実施した。調査は北海道における植生繁茂期の7月～9月に実施した。表-1に調査箇所の内訳、

表－1 調査箇所数 内訳

開発建設部別

開発建設部名	道路のり面	河川堤防	その他	合計
札幌	3	19		22
函館		2	1	3
小樽			1	1
旭川	2	11		13
室蘭	4			4
釧路	5	1	1	7
帯広	5			5
網走		8		8
留萌		2		2
稚内				0
	19	43	3	65

盛土/切土別

盛/切	道路のり面	河川堤防	その他	合計
切土	12		1	13
盛土	7	43	2	52
				65

表－2 調査項目

調査項目	調査方法	詳細
のり面方位	電子方位計	8方位に分類
草丈	定規	自重によりもたげている茎葉を伸長させた際の地表面から先端までの長さ。ハードフェスク、ケンタッキーブルーグラス、クリーピングレッドフェスクのいずれかの草種の中から、調査対象のり面の中で平均的と判断される草丈を代表値として計測。
植被率	目視	植物の茎葉がのり面を被覆している割合
導入種占有率	目視	のり面に発生している植物のうち、導入種(ハードフェスク、ケンタッキーブルーグラス、クリーピングレッドフェスク)が占める割合
侵入種占有率	目視	のり面に発生している植物のうち、植被率のうち侵入種(施工後に周辺から侵入してきたと考えられる様々な草種)が占める割合
植物種数	目視	対象のり面中に発生している全ての植物の種類数
植生基盤材厚さ	シャベルで掘削し、定規で計測	掘削不可だった場合、および植生基盤材の有無が明確で無かった場合は「不明」とする。
表面浸食	踏査および目視	浸食の有無、および浸食状態を調査する。

表－2に調査項目を示す。

さらに道内3箇所において、播種量および種子混合の割合が緑化に与える影響を調査するための試験施工を実施した。ここで、発生期待本数について、国土交通省北海道開発局が規定してで実施している5,000本/m²、「道路土工切土工・斜面安定工指針⁴⁾」でイネ科外来種に対して設定している500本/m²、この間として1,500本/m²の3パターンの播種量を設定し、試験施工を実施した。ただし、従来パターンの3種類全てを自生種で代替する種子混合パターンについては、一度に大量の自生種を調達することが困難なため、5,000本/m²を3,000本/m²に変更した。試験箇所の種子混合パターンと発生期待本数を表－3に示す。

表－3 試験施工で実施した種子配合パターンと発生期待本数

種子混合パターン	発生期待本数(本/m ²)	種子混合の内訳 (各発生期待本数(本/m ²))				実施箇所		
		トルフェスク	KBG	CRF	-	試験地1	試験地2	試験地3
①	5,000	トルフェスク(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-	○	○	○
	1,500	トルフェスク(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	トルフェスク(100)	KBG(200)	CRF(200)	-			
②	5,000	MST1(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-	○	○	
	1,500	MST1(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	MST1(100)	KBG(200)	CRF(200)	-			
③	5,000	Bonsai3000(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-	○	○	
	1,500	Bonsai3000(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	Bonsai3000(100)	KBG(200)	CRF(200)	-			
④	5,000	ハードフェスク(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-	○	○	○
	1,500	ハードフェスク(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	ハードフェスク(100)	KBG(200)	CRF(200)	-			
⑤	5,000	オトコヨモギ(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-			○
	1,500	オトコヨモギ(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	オトコヨモギ(100)	KBG(200)	CRF(200)	-			
⑥	5,000	ノギリソウ(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-			○
	1,500	ノギリソウ(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	ノギリソウ(100)	KBG(200)	CRF(200)	-			
⑦	5,000	-	KBG(2,500)	CRF(2,500)	-	○	○	○
	1,500	-	KBG(750)	CRF(750)	-			
	500	-	KBG(250)	CRF(250)	-			
⑧	3,000	オトコヨモギ(600)	ススキ(1,000)	エゾカモジグサ(400)	エゾスカボ(1,000)	○	○	○
	1,500	オトコヨモギ(300)	ススキ(500)	エゾカモジグサ(200)	エゾスカボ(500)			
	500	オトコヨモギ(100)	ススキ(200)	エゾカモジグサ(100)	エゾスカボ(100)			

2. 1. 3 調査結果および考察

1) 草丈について

全調査箇所の平均草丈は 19.4cm であり、最大草丈は 70cm、最小草丈は 5cm であった。のり面緑化植物は平地部の草丈³⁾と比較してやや小さい。

2) 植被率について

各調査箇所の植被率について、10%毎に分けた件数を図-1 に示す。「道路土工切土工・斜面安定工指針⁴⁾」では施工後 3 ヶ月後ののり面緑化工の成績判定の目安として、植被率 70%以上を「可」、70~50%を「判定保留」、50%以下を「不可」としている。成績判定時期は異なるものの、6 割が基準を満たす植被率を達成しているが、1 割は生育不良にあたる可能性があることがわかった。

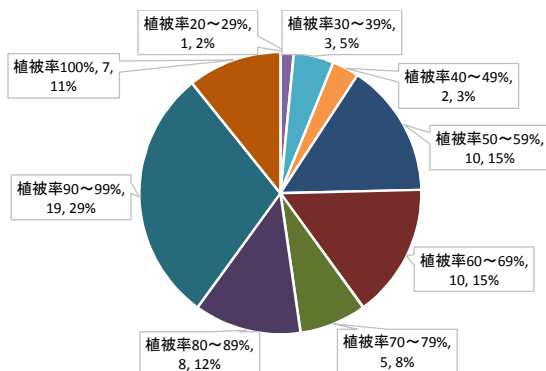


図-1 植被率の件数内訳 (植被率 10%ごと)

3) 確認種数について

全調査箇所の平均確認種数は 8.4 種であり、最大確認種数は 18 種、最小確認種数は 2 種であった。主な確認種としては、導入種である外来イネ科牧草類 (ハードフェスク、ケンタッキーブルーグラス、クレーピングレッドフェスク)、クサヨシ、アカクローバー、シロクローバー等だった。確認種数、確認種ともに、箇所毎に極めて多様であり一定の傾向は見受けられなかった。

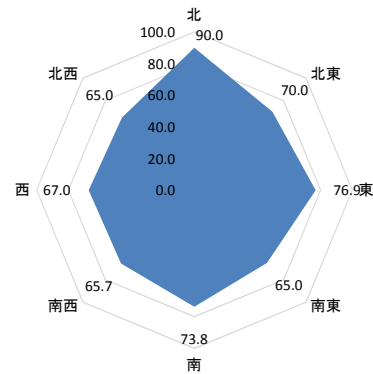
4) 侵入種と導入種の占有率について

導入種占有率の全体平均値は 67.3%、侵入種占有率の全体平均値は 32.7%であった。全体傾向としては、施工から 3 ヶ年が経過し、未だ導入種が優占しているが、導入種から侵入種への遷移が徐々に進んでいると考えられる。

5) のり面方位と植被率の関係について

方位を 8 つに分けて、それぞれの方位の植被率の平均値を図-2 に示す。図-2 より北向きのり面の平均植被率が 90%と最も高い値となった。「道路土

工切土工・斜面安定工指針⁴⁾」では、南向きのり面は乾燥しやすく過酷な条件であるため播種量を増加させることとしている。一方、北向きのり面は、日射量は少ないが、その分土壌水分が蒸散しにくいいため、水分が保持され生育条件が良好となり、最も高い植被率となったと考えられる。



件数内訳：北 10 件、北東 5 件、東 8 件、南東 5 件、南 13 件、南西 7 件、西 10 件、北西 5 件、無方位 (平場) 2 件

図-2 方位別の平均植被率

6) 侵入種占有率と植被率の関係について

図-3 に侵入種占有率とのり面全体の植被率の関係を示す。図-3 より、のり面全体の植被率が高い場合には、侵入種占有率は大小様々な値が見受けられるが、のり面全体の植被率が低くなっていくにつれて、侵入種占有率も低くなっていく傾向が見受けられた。

これらの傾向より、比較的植被率の高いのり面では、ハードフェスク等の導入種が優占している場合もあれば、侵入種が優占している場合もあり、互いに補完しあいながら、高い植被率を達成していると考えられる。一方、比較的植被率の低いのり面では、何らかの要因により導入種の生育が不良となった上に、侵入種の生育も悪く、互いに補完することができない状況となり植被率が上がらないと考えられる。

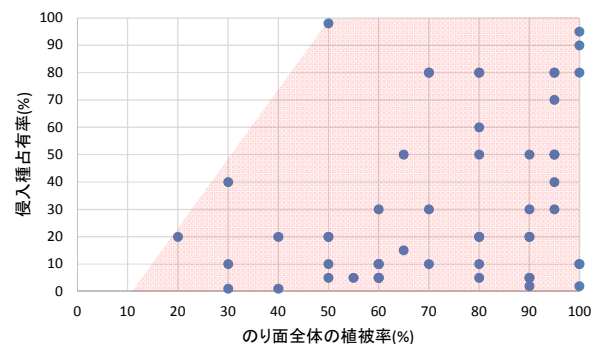


図-3 侵入種占有率とのり面全体の植被率の関係

7) 導入種占有率と植生基盤材厚さの関係について

図-4に導入種占有率と植生基盤材厚さの関係を示す。図-4より、植生基盤材が比較的厚い場合には、導入種占有率は比較的高い値となっているが、植生基盤材が薄くなるにつれて、導入種占有率は様々な値が見受けられるようになり、植生基盤材が無い場合には最も多様な導入種占有率が見受けられた。著者らは別の試験施工において、ハードフェスクを含む種子配合は、良好な生育条件ではトルフェスクを含む種子配合と同等の生育となるが、不良な生育条件では相対的に生育が劣る場合があるという結果を得ており⁶⁾、植生基盤材が厚く施工されているような良好な条件では、ハードフェスクを含む種子配合は良好な植生を成立させやすいが、植生基盤材が薄いか無くなると、生育不良になる場合があると考えられる。

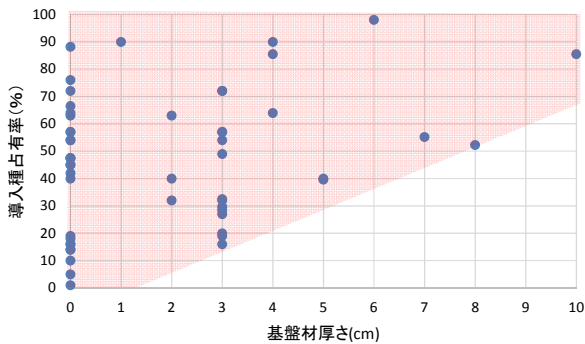


図-4 侵入種占有率と基盤材厚さの関係

ここで植生基盤材の測定結果のうち、河川堤防、道路のり面の盛土・切土の3つについて内訳を図-5に示す。図-5より、河川堤防では植生基盤材無しの箇所数が有りの箇所数よりも多かった。道路のり面の盛土においては、植生基盤材の有無の箇所数は同数であった。道路のり面の切土では、「不明」(掘削不可または判別不能により植生基盤材の有無自体を確認できなかった)箇所を除き、全ての箇所において植生基盤材が有り、最大厚さは10cmであった。

8) ハードフェスクを用いたのり面緑化ののり面保護効果について

踏査および目視によるのり面浸食状態の調査の結果、7箇所で表面浸食を確認した。全体としては65箇所中、何らかの問題があった浸食箇所は3ヶ年経過後で4箇所であり、ハードフェスクを含む種子配合による緑化のり面の大半は、実用的なのり面保護効果を有していたものと考えられる。ただし、上記4箇所以外にも、浸食は生じていないものの植生率

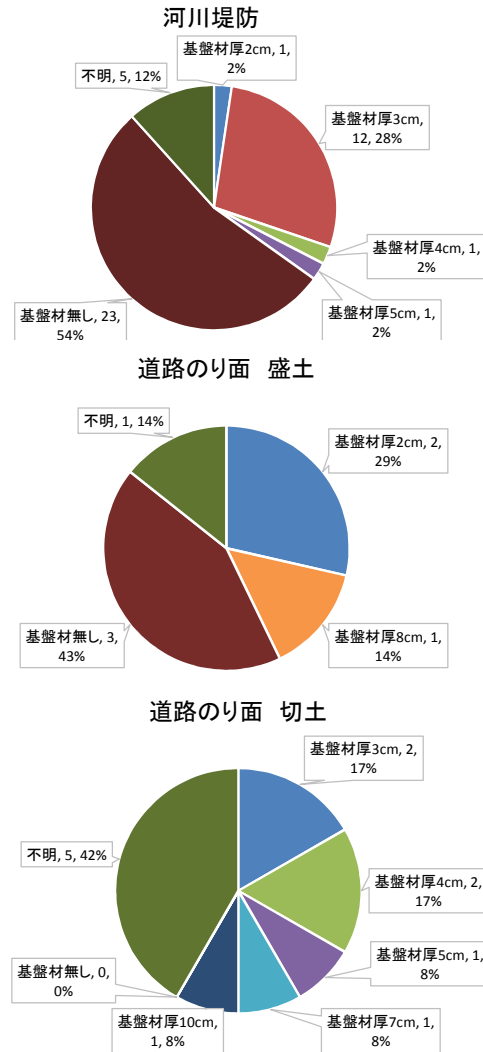


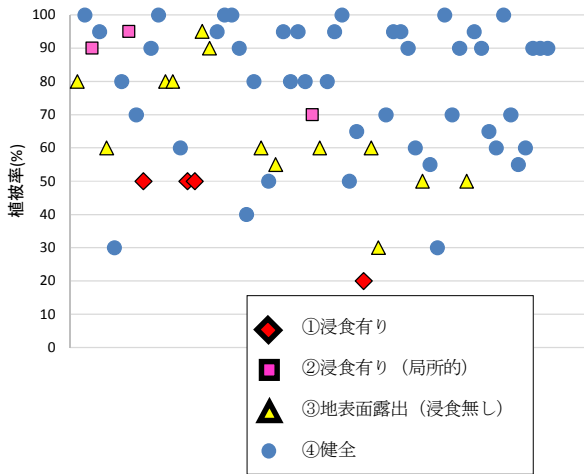
図-5 基盤材厚さの測定結果

(河川堤防、道路のり面盛土、道路のり面切土)

が低く地表面が露出し、十分なり面保護効果が得られていないと考えられる箇所が見受けられた。図-6に、全調査箇所の植生率と浸食状況の関係を示す。浸食状況は、①問題のある浸食が認められる、②浸食が認められるが局所的であり喫緊の問題にはならない、③浸食は認められないが地表面が露出している、④健全、の4種類に分類した。図-6より、比較的高い植生率でも地表面が露出し、今後の浸食が懸念される箇所が認められた。これは、浸食には植生率の他に、降雨量や土材料の性状等、複数の要因が影響しているためと考えられる。今後も継続調査を行い、のり面保護効果の発現メカニズム等について詳細な検討を行う必要があると考えられる。

9) 播種量に関する検討

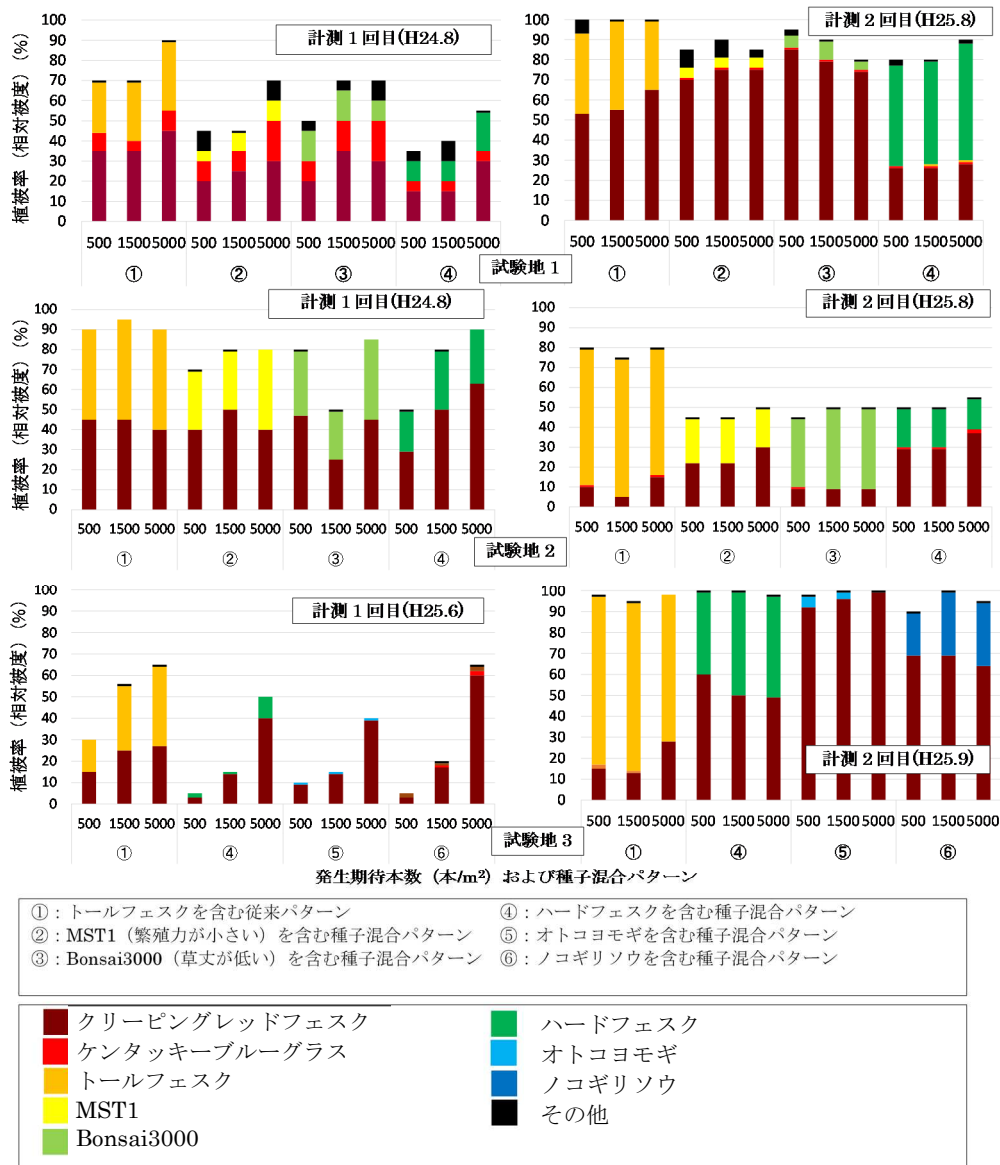
各試験地の種子混合パターンと植生率の関係を図-7に示す。



図－6 植被率と浸食状態の関係

すべての試験地において、1回目の測定(H24.8)では、発生期待本数が多いほど植被率が高くなる傾向が見受けられたが、2回目の測定(H25.8)では、発生期待本数に関わらず植被率が一定となる傾向が見受けられた。したがって、発生期待本数は緑化の初期段階には影響を与えるが、長期的な緑化の度合いへの影響は小さいものと考えられる。

試験地1、2、3のいずれの箇所においても施工後一冬期経過後に1回目の計測を実施している。発生期待本数5,000本/m²とした場合、1回目の計測では、試験地3の⑤でのり面緑化工の成績判定が「不可」となったものの、ほかの箇所では、「可」、「判定保留」であった。これより、播種量（発生期待本数）は現



図－7 種子配合パターンと植費率（相対密度）の関係（発生期待本数別）

状同様 5,000 本/m²を基本とし、低減させる場合は現地気象条件等を十分勘案する必要がある。

2. 1. 4 まとめ

試験施工 3 箇所において、要注意外来生物（トールフェスク）の代替種の検討および播種量低減の検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- ①播種量低減は緑化初期速度を低下させること、また、トールフェスク代替種候補であるハードフェスクは、比較的厳しい生育環境ではトールフェスクに劣るが良好な環境ではトールフェスクと同程度の生育となり、実用的なり面保護効果を発揮する。
- ②要注意外来生物を用いない種子配合等に関する留意事項は次の通りである。
 - ・播種量（発生期待本数）は現状同様 5,000 本/m²を基本とし、低減させる場合は現地気象条件等を十分勘案して検討すること。
 - ・ハードフェスクは実用的なり面保護効果を有しており、トールフェスク代替種の一つとして有効である。
 - ・ハードフェスクを用いる場合、のり面方位、施工時期等を勘案し、播種量を補正すること。

2. 2 無播種施工における留意事項の提案に関する検討

2. 2. 1 研究概要

近年、のり面緑化において、周辺環境への影響を考慮し種子を散布しない工法が用いられることがある。この方法は、初期緑化の遅延や、それにとまなう表面浸食、定着する植物群落の制御が困難であることなどが懸念されている。さらに、施工後の経過調査が十分に行われておらず、工法の評価が十分に行われていない。そこで、種子を散布せずにのり面緑化を施工した箇所について、施工後の植被率、種別の被度、表面浸食の調査を実施してきた。

2. 2. 2 施工および調査方法

図-8に調査対象のり面を示す。平成 22 年から 24 年の 3 か年にわたり、順次施工した箇所である。施工は 6 月～10 月の夏期に行われた。のり勾配は 1:1.2、のり全長は 160m、のり高さは平均 15m の切り土のり面である。

調査地点の主な立地条件と気象条件を表-4に示す。気象条件は最寄りのアメダス地点の1989年から2013年までの平均値を示す⁷⁾。

図-9に施工の全体作業フローを示す。表層崩壊

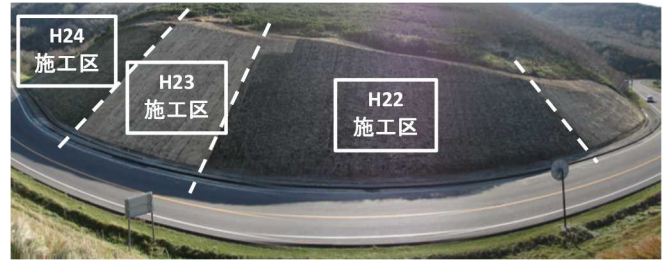


図-8 調査対象のり面

表-4 調査箇所の立地および気象条件

項目	内容
地域	北海道 道東地方
標高	約700 m
方位	北西～北東
周辺環境	道路に面している
年降水量	1,220 mm
年平均気温	6.4 °C
日照時間	1,426 h
最深積雪	124 cm

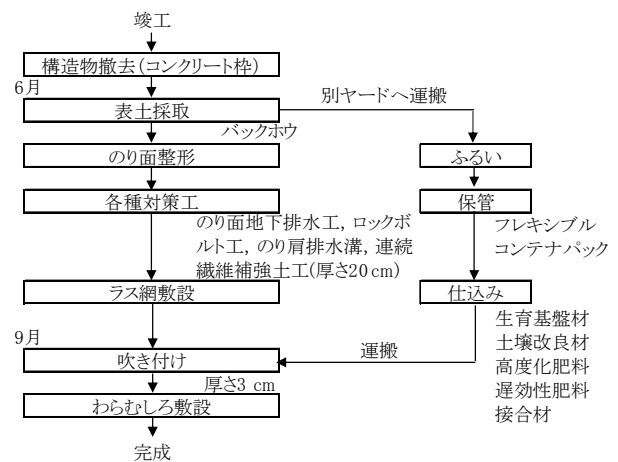


図-9 施工の全体フロー

対策復旧工事であったため、のり面の安定確保に必要な各種対策工とともに緑化された。緑化は、現地で発生した土砂を基盤材に混合する工法であった。種子は混合せず、別途播種施工はなかった。

計測は、各工区内に 1m×1m の調査枠を任意の位置に 5 箇所設定し、植被率および種別の被度を測定した。調査枠の四隅に目印杭を設置し、毎年同位置で測定した。また、のり面全体の表面浸食の有無を目視で確認した。測定は、平成 24 年、25 年のいずれも 8 月に計測している。

2. 2. 3 計測結果および考察

図-10 に各工区の植被率の平均値を調査年ごとに示す。図よりいずれの工区においても経過年数と

ともに植被率が增加する傾向が見受けられ、緑化は継続的に進行していたものと考えられる。ただし、「道路土工切土工・斜面安定工指針⁸⁾」で示されている草地型のり面緑化の達成判定で評価「可」としている植被率 70%以上となるには、平成 22 年施工区では施工から 3 年を要する結果となった。種子を散布しない緑化工法では、のり面に十分な植生が成立するにはある程度の期間が必要である。のり面浸食は、目視ではいずれの施工区でも認められなかった。のり面は継続的に健全な状態を保っていたものと考えられる。

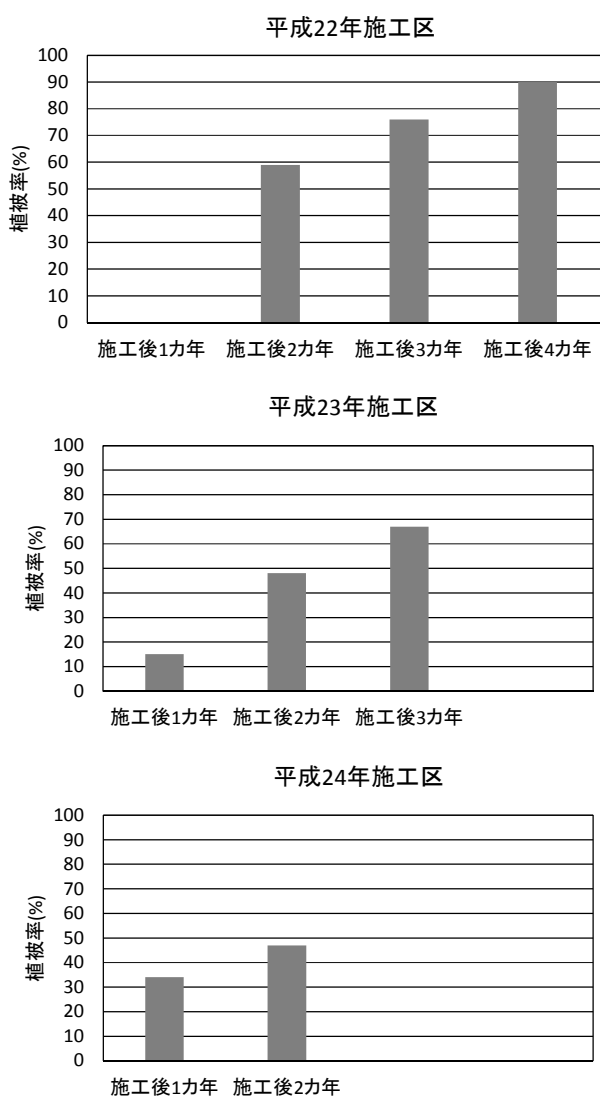


図-10 各工区の平均植被率

試験施工での出現種数について調べたところ、平成 23、24 年施工区の施工後 1 カ年目、および平成 22 年施工区の施工後 2 カ年目では、10 種類以上の出現種を確認したが、経過年数とともに少なくなる傾

向が見受けられた。平成 22、24 年施工区では、施工後 1 カ年目では外来種数と在来種数は同数だが、経過年数とともに在来種の出現種数が外来種の出現数に比べて大きく減少していった。平成 23 年施工区では、平成 22、24 年施工区とは傾向は異なるものの、3 回の計測全てで外来種数が在来種数を上回っていた。

以上より、本調査箇所における植物相の変遷を考察すると、施工後 1 カ年目では、外来種、在来種の出現種数は同程度であったことから、のり面に存在した外来種、在来種の種子の発芽状況は同等であったものと考えられる。しかし、その後は、外来種の占有割合の内訳には変化が見受けられるものの、数種類の外来種が大半の優先種を構成し、在来種の相対被度は低いままであった。これは、外来種は一般的に在来種に比べて生長が早く草丈が高いため、徐々に外来種が在来種を淘汰した可能性が考えられる。また、一般的に外来種は在来種に比べ環境適応能力が高いため、在来種が枯死し、外来種が多く残存した可能性も考えられる。さらに、外来種の種子が、埋土および飛来等により、在来種よりも元々多く供給されていた可能性も考えられる。特に、平成 23、24 年施工区については、先んじて植生が成立していた平成 22 年施工区からの飛来種子の影響を受けた可能性が考えられる。

2. 2. 4 まとめ

無播種施工が行われた箇所の詳細な植生調査を行った結果、以下のことがわかった。

- ① 経年的な緑化の進行が見られるが、一般的な播種に比べ緑化速度は遅い。
- ② 概ね十分なのり面保護効果を有するが、外来種が優占するなど成立する植物群落を正確に予測することが難しい。

2. 3 すき取り物または泥炭を用いた緑化工法に関する検討

すき取り物による緑化、および泥炭を緑化基盤材とした緑化工法について、積雪寒冷地に適したのり面緑化工法とするための適切な適用方法を検討した。

2. 3. 1 研究概要

すき取り物は植物の地上部分を刈り取ったあとの茎や根を含む表土である。道路盛土を施工する際、北海道開発局では高さが 1 m 以下の盛土を施工する場合、すき取り物をはぎ取ってから盛土を施工する⁹⁾。このすき取り物は、施工に必要な条件を確保

できれば¹⁰⁾盛土に使用できるが、条件に合わなければ廃棄処分されてきた。

また、北海道の大河川周辺の平野部には、泥炭と呼ばれる高有機質、高含水比な性質を有する地盤が分布している¹¹⁾。このため、平野部で河川堤防や道路盛土を施工する場合、掘削により泥炭が発生することがある。泥炭は、高有機質、高含水比であることから、強度が低く、さらに施工後の腐食が懸念されるため、そのままの状態では土構造物として使用できない¹²⁾。土構造物として利用する場合、多量の固化材により改良する方法があるが、費用が大きいことから、この方法を採用することはほとんどない。また、他の利用方法も著者らの知る限りではほとんどないことから、大部分が捨土処分されている¹³⁾。しかし、捨土処分できる場所の確保が困難な場合が多く、泥炭の適切な利用方法の開発が望まれている。

以上より、すき取り物および泥炭をリサイクルして緑化に適用するための条件を検討することとした。

2. 3. 2 調査方法

1) すき取り物による緑化

北海道で平成14年から16年まですき取り物を20～30cmの厚さで施工したのり面47箇所、平成21年にすき取り物を15cm以下の薄層で施工した28箇所について調査した。すき取り物による緑化は、すき取り作業後、すき取り物を現場内に仮置きし、盛土成形した後、バックホウによりのり面に土羽打ちする。この作業工程により試験施工した。なお、盛土のり面こう配は1:1.5および1:1.8である。すき取り物の施工時に施肥はしていない。

2) 泥炭を緑化基盤材とした緑化

千歳川遊水地の地内掘削の粘土および有機質混じり粘土に、セメント系固化材を混合し、固化してから約1年後に破碎して固化破碎土とした材料による盛土に基盤材として泥炭を貼り付けた。この盛土材は、植物を植える場合、改善を要する材料である。この盛土の表面に基盤材として泥炭を厚さ20cmで貼り付け泥炭を貼り付けない試験区と比較した。さらに泥炭を貼り付けた箇所と貼り付けない箇所のそれぞれを2分し、北海道における河川堤防緑化に一般的に用いられるファイバー種子吹きつけと腐植酸種子吹きつけの2種類を施工した。どちらの種子吹きつけ方法も種子の配合と化成肥料の量は同じである。

なお、使用した泥炭の含水比は約100～250%であり、一般土砂と比較して高い。

2. 3. 3 計測結果および考察

1) すき取り物による緑化

a) すき取り物によるのり面の時間経過後の状況

調査したすべての47箇所の施工からの時間経過と植被率の関係を図-11に示す。時間の経過とともに植被率は大きくなっている。1箇所のみ一時的に植被率が低下したが、5年後には植被率が100%であることを確認している。他の箇所では、植被率が低下することはなかった。施工から6～8年後では、1箇所は植被率90%であったが、その他はすべて植被率100%を確保しており全ての箇所で植物の生育状況は良好であった。また、すべての箇所でのり面の崩壊は見られなかった。

なお、すき取り物による緑化を行った箇所は施工時を含め、その後肥料に関する維持管理を行っていない。このことから、今後も肥料に関する維持管理は不要と考えられる。

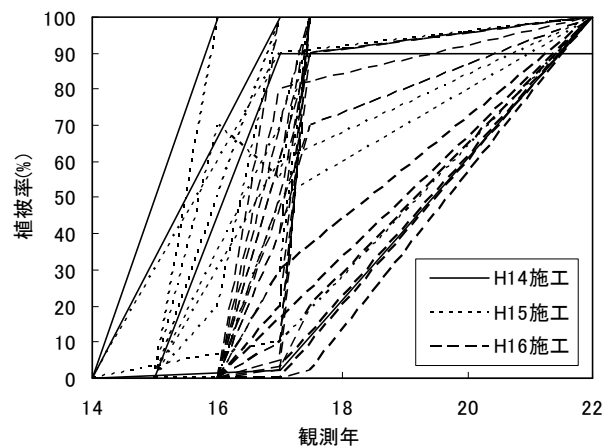


図-11 すき取り物を施工してからの経過時間と植被率

b) すき取り物の施工厚さを薄くしたのり面緑化工法の時間経過後の状況

すき取り物の施工厚さを10cm～15cmと薄くした箇所の施工翌年の植被率を図-12に示す。すき取り物は盛土完成後に施工することから、夏以降から晩秋までの施工となる。したがって調査は施工から1年4か月以下である。施工から1年4か月以下で全体の70%以上が植被率60%以上であった。植被率が10%程度の箇所は海岸近くや施工からの時間が短い箇所であったが、施工後冬期を経過し、春先の雪解けがあってもり面が崩壊している箇所はなかった。これより、積雪寒冷地である北海道でも十分適用できる方法であるといえる。

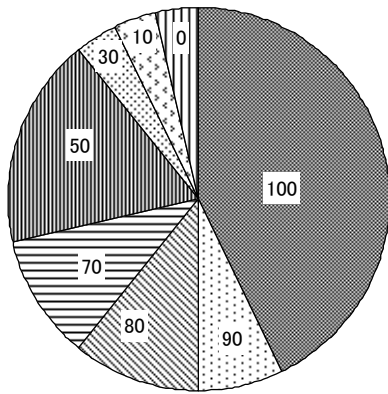


図-12 すき取り物の施工厚さを薄くした箇所での1年経過時点でのそれぞれの植被率の割合

c) すき取り物による緑化工法の施工性

すき取り物をのり面に張り付ける作業について、施工担当者に聞き取り調査をしたところ、施工厚さを10cmよりも薄くした場合には、表面の成形が不十分であったり、作業が困難になるなどの指摘があった。このことから、すき取り物ののり面への張り付け厚さは施工性を考慮し10cm以上とすることが適切である。なお、平坦部に施工する場合は、すき取り物が滑り落ちることが無く、特に成形の必要がないことから、施工可能な厚さとして5cm程度であればよい。

また、長い根を含むすき取り物は、のり面成形に時間がかかるばかりでなく、のり面に十分押さえつけることが困難となるため、のり面に空隙ができることがある。これらのことから、長い根は施工する厚さ程度まで短く裁断する方が望ましい。

d) 施工箇所の土質等の条件の違いによる適用性

すき取り物を施工した箇所の土質は粘性土、砂質土、礫質土など多様な土質であった。また、すき取る前の植物は牧草、ササ類、その他雑草など様々な種類であった。これまでの調査の結果では、すき取り物を施工した箇所では追肥に関する維持管理が不要であったこと、植物の生育が良好であったこと、施工箇所の崩壊がなかったことが示された。このことから、すき取り物による緑化工法は、すきとり物の種類、施工箇所の土質にかかわらず、良好なのり面保護が可能な工法である。

以上を踏まえ、すき取り物によるのり面緑化工法的设计・施工における留意事項を以下および図-13に示す。

- ① すき取り物の施工は、のり面成形用のバケットを有するバックホウにより土羽打ちする方法に

より施工できる。

- ② すき取り物の種類や施工箇所の土質にかかわらずのり面保護が十分可能な工法である。
- ③ すき取り物の施工はのり面の場合、張り付けるのり面のこう配は1:1.5以上、施工の厚さは10cm以上とする。平坦部であれば、5cm程度でも良い。
- ④ すき取り物の施工後は追肥に関する維持管理が不要である。

- ・すべての植物で施工可能
- ・施工のり面こう配は1:1.5またはこれよりも緩く
- ・施工厚さは、のり面部で10cm以上、平面部で5cm以上

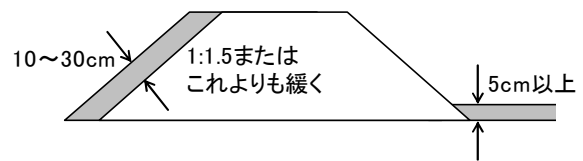


図-13 すき取り物によるのり面緑化工法の条件

2) 泥炭を緑化基盤材とした緑化

a) 積雪・融雪が泥炭基盤材に与える影響

冬期の積雪時と施工翌春、施工翌々春ののり面の状態を図-14に示す。翌春、翌々春の泥炭基盤材の状況を確認したところ、特に目立った浸食は認められず、泥炭基盤材は、冬期間の積雪や春期の融雪に対しても安定した材料であることを確認した。ただし、越冬2回の結果であり、今後経年的に観測確認を続け、より長期的な安定性を確認する必要がある。



図-14 積雪とのり面の状態

b) 草丈

観測日と草丈の関係を図-15 に示す。2013/9/1の種子吹きつけから9日後には発芽を確認した。その後12/11まで、若干ではあるが草丈は大きくなった。のり面の雪が完全に消失した後の4/28の測定では、降雪前とほぼ同じか若干小さくなっていた。これは、冬期に植物の生育が休止したり、枯死したためと考えられる。施工翌年は春先から夏期に向かい急速に草丈が大きくなった。7月下旬から8月上旬にかけて維持管理の都合上、草刈りされたため、8月以降の草丈の変化を測定できなかった。7月上旬の草丈は、ファイバー種子吹きつけ、腐植酸種子吹きつけのいずれについても、泥炭基盤ありは、泥炭基盤なしよりも約20 cm草丈が大きかった。泥炭基盤は、植物の生育に良好な影響を与えるといえる。今後継続して泥炭基盤材の効果を確認したい。

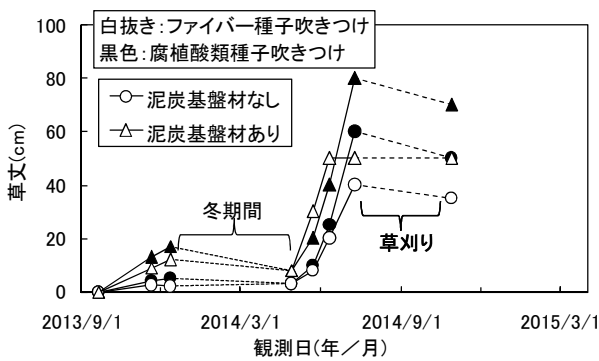


図-15 施工18か月までの草丈の調査結果

c) 植被率

観測日と植被率の関係を図-16 に示す。時間の経過とともに植被率は大きくなっていき、泥炭基盤ありは、約1か月後に目標植被率である60%となり、10月末日には被覆率が90~100%となった。その後、冬期の積雪と融雪を受けても安定的に90~100%で推移した。泥炭基盤なしでは、腐植酸種子吹きつけで12月中旬に60%となったもののファイバー種子吹きつけでは施工年度中には60%とならなかった。また、被覆率が90~100%となったのは翌年の6月中旬であった。全ての試験施工パターンで施工翌年の7月中旬には、植被率100%となり、その後は工法による差はほとんど見られなかった。

目標植被率60%になるまでの期間は、泥炭基盤ありでは1か月、泥炭基盤なしでは3か月であった。また、植被率90~100%になるまでの期間は、泥炭基盤ありでは1.5か月、泥炭基盤なしでは9か月

であった。泥炭基盤材により目標植被率になるまでの期間は2か月、被覆率が90~100%となる期間は7.5か月短縮された。

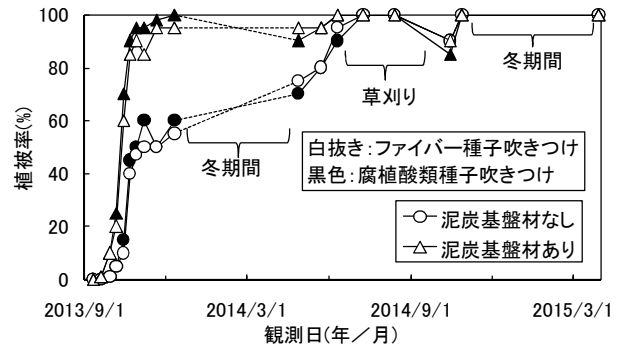


図-16 施工18か月までの植被率の調査結果翌年

2. 3. 4 まとめ

現地調査より新工法(リサイクル型のり面緑化工)について積雪寒冷地である北海道での適用性を確認した結果、次のことが明らかになった。

- ①現地調査よりすき取り物の長期安定性および薄層施工の有効性を確認し、具体的な留意事項を示した。
- ②試験施工より泥炭は有効な緑化基盤材として活用できることを確認した。

2. 4 のり面緑化の経済的な維持管理方法の提案に関する検討

近年、道路維持管理にかかる費用のコストを縮減しなければならぬ社会情勢にある。道路のり面の緑化に対しても効率的な維持管理が求められ、除草回数を低減する方法がとられている。しかしながら、十分な交通の安全性を確保することには限界があることから、効率的な維持管理方法として、防草および植物の生育を抑制する方法によりコスト縮減を試みた。

2. 4. 1 研究概要

植生工の維持管理は除草がほとんどである。これまで年間複数回除草をしていたが、近年ではコストを縮減するため、除草回数を低減している場合が多い。このため、通行時の視認性を確保できない場合や、防犯上の問題が発生する可能性がある。そこで、除草に関する状況を確認するため、担当者の聞き取り調査を行った。

また、植物の生育を抑制することにより、除草に関する維持管理費用を低減することを検討した。具

体的には、工事現場付近で発生する木材のチップにより地表面を覆うことにより植物の生育を抑制する方法と、増殖するスピードが速く、草丈の低い植物（グラウンドカバープランツ）で地表面を被覆することにより、除草回数を低減する方法である。

2. 4. 2 調査方法

北海道内の3箇所（留萌、苫小牧、函館）において木材チップおよびグラウンドカバープランツにより試験施工を行った。試験施工の条件を表-4に示す。木材チップは、工事現場で発生した木材をチップ化したものである。

のり肩およびのり尻付近の平坦部に対する防草および生育抑制効果を調べた。図-17に示すように、平坦な箇所にて2mの正方形の枠を5個設置し、このうちの4枠に木材チップを、1枠にグラウンドカバープランツを施工した。それぞれの木枠は、木材チップの施工厚さによる効果を確認するため、高さを5、10、15、20cm以上とした。

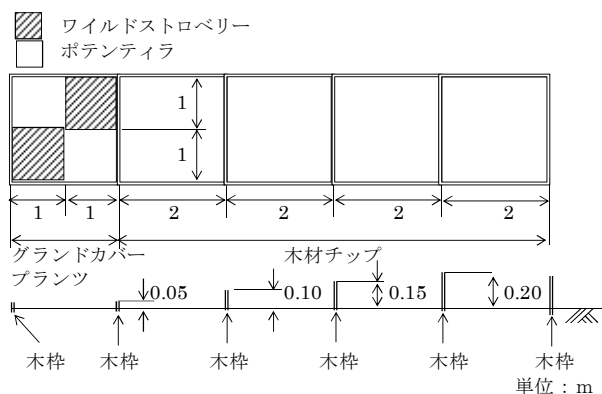


図-17 施工箇所概略図

グラウンドカバープランツに使用した植物は、積雪寒冷地の水田畦畔で効果が確認されている¹⁴⁾ワイルドストロベリー、ポテンティアである。1辺2mの木枠を4分割し、1m×1mの中にポット苗を9株ずつ対角状に植えた。つまり、2m×2mの木枠にはワイルドストロベリー、ポテンティア各18株を植えた。各植物には植え込み時に、「被覆燐硝安加里360日タイプ」を植え穴にひとつまみ（2～3g）施用したが、その後は施肥していない。

試験施工箇所はすべて切土箇所である。No.1、2は切土直後であり、植物は生育していない。No.3は工事がある程度進んでいたため、西洋芝で緑化した箇所であり、緑化した植物を除去することなく、この上に木材チップを施工した。この箇所の植被率は

80%であった。なお、No.3は、チップの飛散防止のため網目の大きさが2cmの網で施工箇所を覆った。

時間の経過にともない、原則として植物の生育が旺盛な初夏を中心に、1年間に2～3回程度、枠内に生育している植物の植被率を測定し、枠外の無対策箇所と比較した。グラウンドカバープランツ箇所では、ワイルドストロベリーとポテンティア植生区ごとに、ワイルドストロベリーの植被率、枠の外から侵入した種より発芽した植物とワイルドストロベリーを合わせた植被率、ポテンティアの植被率、枠の外から侵入した種より発芽した植物とポテンティアを合わせた植被率を測定した。

また、木材チップが時間経過により、圧縮することが考えられたので、時間経過による木材チップの体積の減少量も測定した。減少量は、各枠の上部からチップ表面までの長さを任意に5箇所計測し、その平均値とした。

2. 4. 3 計測結果および考察

1) 除草に関する聞き取り調査

国土交通省北海道開発局の6つの開発建設部で除草に関する維持管理を発注した18の会社の担当者より、除草箇所、主な除草対象植物の種類、除草時期、除草に関する意見などを直接聞き取り調査した。その結果、除草対象箇所は中央分離帯や路肩、のり面が主な作業箇所であった。対象植物は、雑草が主体であった。除草時期は、北海道全域で6月～8月の3か月で実施していた。除草に関して、一般的な雑草に関しては比較的容易に駆除できるが、イタドリの駆除については、幼少期の草刈りは容易であるが成長が著しく幼少期を逃すと高さ、茎の直径が大きくなり、刈り取るときの効率が大幅に低下することがわかった。また、除草機械の台数に限りがあり、効率的な除草に限界があることもわかった。イタドリの生育抑制方法の開発が必要と考えられる。

2) 木材チップ施工による植被率の変化

木材チップの施工厚さと植被率の変化を図-18に示す。No.1では、地山も含めて施工から2年が経過しても植物の生育はほとんどなかった。No.2では、チップの施工厚さが薄いほど植被率は大きくなった。No.1とNo.2は同じチップを使用しているが植被率に大きな違いが見られた。

No.1は木材チップの下の地山には植物がほとんど生育していなかったが、No.2は草地の中の資材置き場を整地して試験箇所としたものであり、生育していた雑草を10cm程度すき取り、その分を土砂で

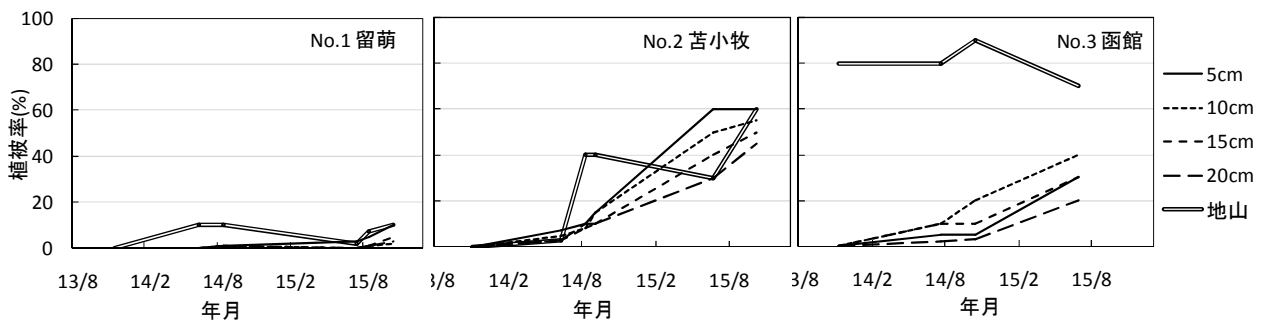


図-18 木材チップの施工厚さと植被率の変化

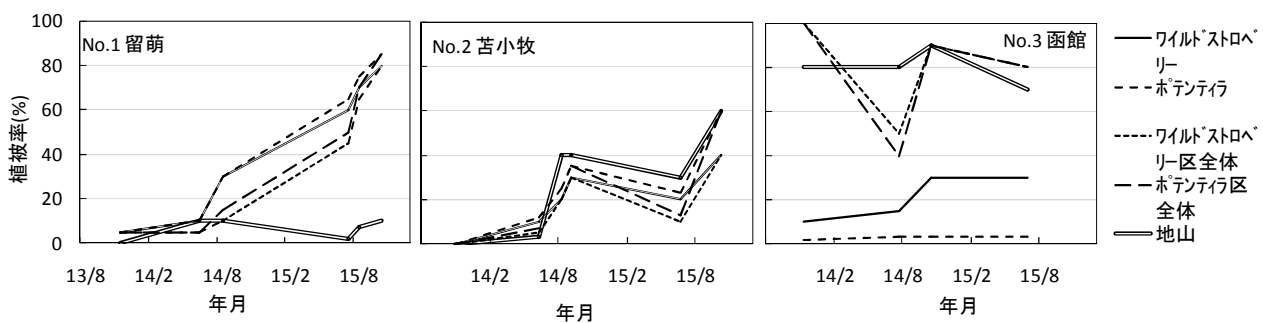


図-19 グラウンドカバープラント施工箇所の植被率の変化

埋め戻し、その上にチップを施工したものである。このため、地山に残っていた植物の根から植物が成長したことにより、植被率が高くなったものと思われる。No.3 は、チップ材の厚さが 5cm の場合を除いて、チップの施工厚さが薄いほど植被率は大きくなった。No.3 は、西洋芝により緑化した箇所であったが、このような箇所であっても木材チップによる植物の生育抑制ができた。

なお、いずれの箇所においても木材チップは飛散、洗掘することなく、地表面を保護していた。

3) グラウンドカバープラントによる植被率の変化

グラウンドカバープラント施工箇所の植被率の変化を図-19 に示す。No.1、2 は、ワイルdstロベリー、ポテンティラのみの植被率とその他の植物と合わせた植被率がほぼ等しい。これは、ワイルdstロベリー、ポテンティラが表面を被覆することにより、他の植物が施工箇所に侵入できなかったことが考えられ、グラウンドカバープラントによるその他植物の抑制ができると考えられる。No.3 では、ワイルdstロベリー、ポテンティラのみの植被率に対してその他の植物と合わせた植被率との差が大きい。この箇所は西洋芝が生育している中に苗を植えたため、西洋芝が植被率の多くを占めた。ポテンティ

ラは、時間が経過しても植被率は大きくなっていないが、ワイルdstロベリーは、時間の経過とともに植被率が大きくなっており、継続的な調査が必要である。なお、グラウンドカバープラントを施工した箇所は、降雨、降雪による影響を受けることなくのり面は健全な状態を保持していた。

2. 4. 4 まとめ

除草に関するヒアリング調査を実施した結果、主要な除草範囲は路肩部とのり面下部であること、特にイタドリの除草に苦慮していること、様々な事情から除草回数と除草時期に制限があること、等が明らかとなった。

主要な除草範囲を防草することにより除草コスト削減を図る方法として、マルチング防草について試験施工より具体的な施工方法、適切なマルチング材種類、効果継続性などが明らかになった。

3. まとめ

本研究では、積雪寒冷地における道路のり面の緑化手法および植生管理について検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) トールフェスクの代替種としてのハードフェスクは、実用的なのり面保護効果を発揮していた。

なお、ハードフェスクを用いる場合、のり面方位、施工時期等を勘案し、播種量を補正する必要がある。

パープラント導入指針.農業および園芸、83(4)、pp.463-473、2008

- 2)無播種施工においては、経年的に緑化は進行するが、一般的な播種にくらべ緑化速度が遅いこと、概ね十分なのり面保護効果を有することおよび成立する植物群落を正確に予見することは難しいことが明らかになった。
- 3)現地調査よりすき取り物の長期安定性および薄層施工の有効性を確認し、具体的な適用条件を示した。また、試験施工より泥炭は有効な緑化基盤材として活用できることを確認した。
- 4) 除草に関するヒアリング調査の結果より、イタドリの除草に苦慮していること、また、マルチング防草による具体的な施工方法、適切なマルチング材の種類、効果の持続性などが明らかになった。

参考文献

- 1) 特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律、平成16年6月2日法律第七十八号
- 2) 環境省、農林水産省、林野庁及び国土交通省：平成17年度外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取扱方針検討調査、2006.12
- 3) 雪印種苗（株）：雪印の芝生・緑化カタログ
- 4) （社）日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、p.258、2009.6
- 5) （社）日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、pp.231-248
- 6) 山田充、山梨高裕、佐藤厚子：のり面緑化におけるトールフェスク代替種と播種量の検討について、寒地土木研究所月報、No.736、2014.9
- 7) 気象庁.“過去の気象データ検索”.気象庁ホームページ. 2015年4月30日)
- 8) （社）日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、pp.258-264
- 9) 国土交通省北海道開発局：平成27年度北海道開発局道路設計要領、p.1-4-17、2015
- 10) 渡辺英・西川純一：すき取り物の盛土材料としての利用について、開発土木研究所月報、No.564、pp.35-39、2000
- 11) (独)土木研究所寒地土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル、p.4、2011
- 12) (独)土木研究所：建設発生土利用技術マニュアル第4版。(一財)土木研究センター、pp.41-89、2013
- 13) (独)土木研究所寒地土木研究所：北海道における不良土対策マニュアル、pp.36-38、2013
- 14) 生方雅男：北海道における水田畦畔へのグラウンドカ

A STUDY ON GREENING TECHNIQUES AND VEGETATION MANAGEMENT ON ROAD SLOPES IN COLD, SNOWY AREAS

Budget : Grants for operating expenses General
account

Research Period : FY2012-2015

Research Team : Cold-Region Construction Engineering Research
Group (Geotechnical)

Author : HAYASHI Hirochika

SATO Atsuko

NOGAMI Atsushi

YAMADA Mitsuru

Abstract :In cold, snowy regions, slope greening is often done under severe weather conditions, including low temperature, and under other conditions such as frost heave, freeze-thaw, snow cover and snow melting. The environment for plant growth is often poor. Therefore, the creation of technical standards for slope greening that consider the weather conditions of cold, snowy areas has been strongly called for. In this study, a test construction and surveys were done towards contributing to the establishment of stable slope protection using plants, the conservation of the local ecosystem, and reductions in greening maintenance costs. As a result of our study, we propose a greening method that is economical and efficient, together with considerations for non-seeding greening. We also propose the application requirements for new greening techniques, including greening using construction waste surface soil with organic materials and greening using peat as planting substrate, and manpower saving techniques for weeding.

Key words : invasive alien plant species, non-seeding greening, new greening techniques, maintenance