

平成25年度

のり面緑化における種子配合の検討について

土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム

○山田 充
山梨 高裕
佐藤 厚子.

のり面緑化において、北海道で多く用いられてきたトールフェスクが、平成17年度に環境省の要注意外来生物リストに記載され、代替種の使用や播種量の低減に取り組むことが求められている。本研究では、試験施工により様々な種子配合でのり面緑化を行い、代替種および播種量の低減について検討を行った。また、トールフェスクの代替種として採用されているハードフェスクについて、現地調査を行ったので報告するものである。

キーワード：のり面緑化、のり面保護、種子配合、外来種対策

1. はじめに

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の3種配合（以下、従来パターン）を主に用いてきた。

一方、平成17年8月、環境省では「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、飼養等の法的規制が課せられないものの、生態系に悪影響を及ぼすおそれがあり、注意を要する生物を「要注意外来生物」としてリスト化し、従来パターンのうち、トールフェスクがこのリストに記載された。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、「緑化材料としてトールフェスクを含めたイネ科植物の選定に際しては、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と同時に、施工等を行う際には、これらの特性を持つ種の播種量や配合比率を小さくすることにより、使用量を抑えるなどの工夫が望まれる」とされた。

そのため、従来パターンのうち、トールフェスクに代わる別の草種を用いたり、播種量を低減させてのり面緑化を行うことが望まれるが、現状では、どのような代替種や播種量であれば、トールフェスクを用いた緑化と同等程度ののり面保護効果を担保しつつ、北海道の気象条件に適合するのか、科学的知見が十分に得られていない。

そこで我々は、試験施工により、様々な種子配合でのり面緑化を行い、トールフェスクの代替種および播種量の低減について検討を行った。また、現状で、国土交通省北海道開発局でトールフェスクの代替種として採用されているハードフェスクについて、施工済箇所

の現地調査を行ったので、あわせて報告するものである。

2. 実験方法

2-1 種子配合の試験施工

(1) 種子混合パターンおよび播種量の設定について

試験施工で実施した種子混合パターンについては、従来パターンからトールフェスクを代替種に変更することを基本とし、市場性があり調達が可能な種子の中から選定した（表-1）。

a. 従来種（表1①）

比較対象のため、従来採用されていたトールフェスクを用いるものとした。

b. トールフェスクの変種

トールフェスクに比べ、繁殖力の小さいMST1（同②）、および草丈の低いBonsai3000（同③）を用いるものとした。

c. ハードフェスク（同④）

国土交通省北海道開発局でトールフェスク代替種として採用されているハードフェスクを用いるものとした。

d. 自生種

北海道内に自生しており、緑化植物として実績のあるオトコヨモギ（同⑤）、ノコギリソウ（同⑥）を用いるものとした。

e. 代替種を用いない（同⑦）

トールフェスクの代替種を用いず、トールフェスクを除いた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2種のみを種子混合パターンとした。

f. 従来パターンの3種類全てを自生種で代替（同⑧）

北海道内に自生しており、緑化植物として実績のあるオトコヨモギ、ススキ、エゾカモジグサ、エゾヌカボの4種を用いるものとした。なお、自生種は、環境条件によっては発芽不全が懸念されるため、混播を4種類に増やすものとした。

播種量については、発生期待本数（1m²あたりの発芽成立本数）³を基に算出されているため、発生期待本数により試験施工の内容を設定するものとした。国土交通省北海道開発局では、現状、発生期待本数を5,000本/m²として、種子散布による緑化を行っている。また、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」では、イネ科外来種の1種あたりの発生期待本数の目安が500本/ m²とされており⁴、3種類混藩の場合には合計1,500本/ m²となる。さらに、北海道外では、国土交通省北海道開発局の設定の1/10にあたる、発生期待本数500本/ m²の施工事例も見受けられる。

以上を参考とし、5,000本/m²、1,500本/m²、500本/m²の3パターンの発生期待本数により播種量を決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。

(2)試験地の概要

試験地の状況と概要を写真-1、表-2に示す。試験施工は北海道内の3箇所で行った。試験地1、試験地2は平成23年度に、試験地3は平成24年度に植生吹き付け工を実施した。

図-1には、試験地1～3の種子混合パターンと発生期待本数の割り付け位置と大きさを示す。

なお、試験地の都合上、一つの試験地内で全ての種子混合パターンを実施できなかった。表-1の右端3列には、試験地毎に実施した種子混合パターンを示す。

(3)調査方法

調査は、種子混合パターンおよび発生期待本数ごとに、のり面の浸食状況の確認、および植生率の測定等を目視にて行った。ここで、植生率とは、植物の茎葉が試験施工区を被覆している割合のことを示す。植生率が高まれば、茎葉によるのり面保護効果が増すとともに、根張りの深さおよび広さが増し植生の活着性が向上するため、植生率は植生によるのり面保護効果を評価する指標の一つと言える。

調査は、植生が旺盛となる8～9月の夏期に行った。試験地1、試験地2は施工より2ヶ年が経過し、H24.8とH25.8の2回の測定を行った。試験地3については、施工後1ヶ年しか経過していないため、夏期の調査はH25.9の1回のみとなっているが、施工後翌春の発芽状況を確認するために、H25.6にも調査を行った。

表-1 試験施工で実施した種子混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		
		※1		※2		試験地1	試験地2	試験地3
		トルフェスク	KBG	CRF	-			
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	オトヨモギ(1,000)	KBG(2,000)	CRF(2,000)	-			○
	1,500	オトヨモギ(300)	KBG(600)	CRF(600)	-			
	500	オトヨモギ(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	オトヨモギ(600)	ススキ(1,000)	エゾカモジグサ(400)	エゾヌカボ(1,000)	○	○	○
	1,500	オトヨモギ(300)	ススキ(500)	エゾカモジグサ(200)	エゾヌカボ(500)			
	500	オトヨモギ(100)	ススキ(200)	エゾカモジグサ(100)	エゾヌカボ(100)			

※1) KBG : ケンタッキーブルーグラス

※2) CRF : クリーピングレッドフェスク



写真-1 試験地の状況 (代表例で試験地1を示す)

表-2 試験施工実施箇所の概要

試験地	施工時期		勾配	のり面方位	地域	地山状況	基盤材吹き付け厚さ	備考
1	2011年(平成23年)12月上旬	切土	1:1.2	南	釧路地方	岩	8cm	
2	2011年(平成23年)11月上旬	切土	1:1.2	南	網走地方	土砂	3cm	
3	2012年(平成24年)12月上旬	切土	1:1.2	北東	日高地方	土砂	6cm	わらむしろ敷設

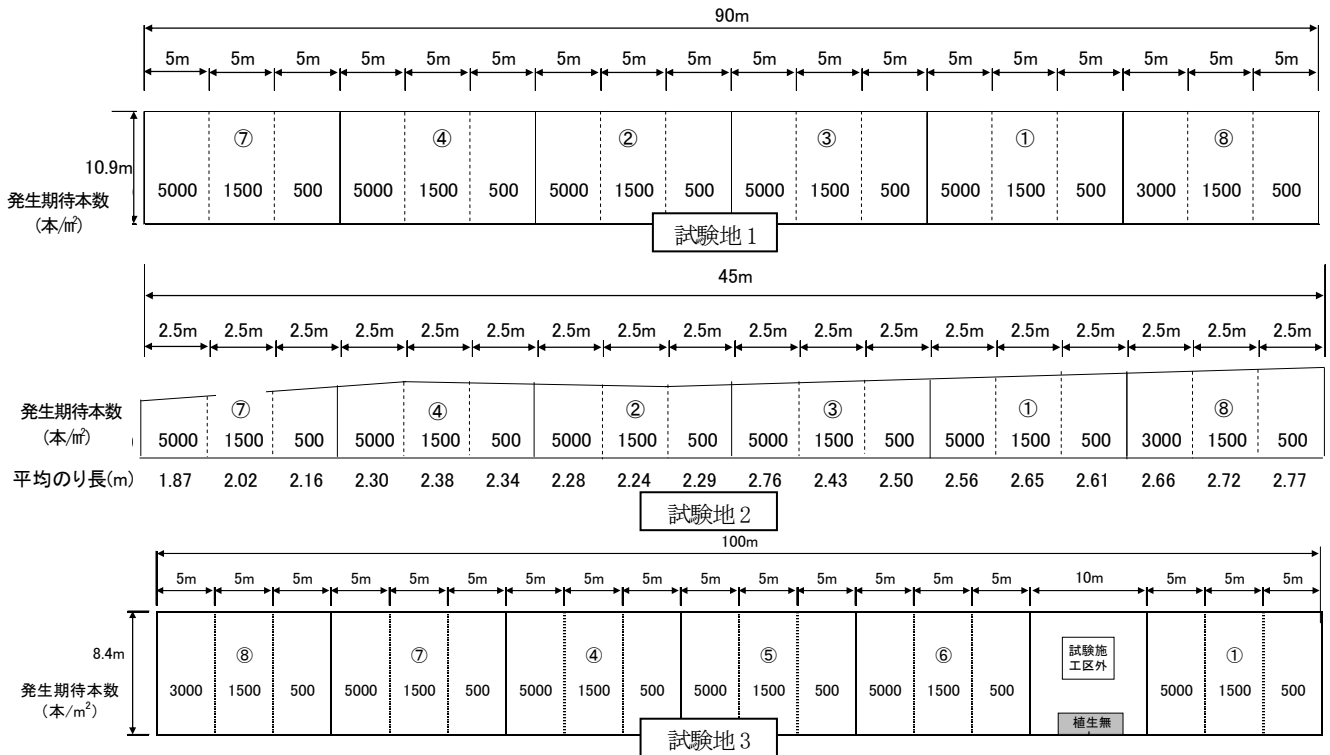


図-1 種子混合パターンと発生期待本数の割り付け位置と大きさ

表-3 ハードフェスク現地調査箇所 内訳

	箇所数
札幌開発建設部管内	31
函館開発建設部管内	15
小樽開発建設部管内	1
旭川開発建設部管内	23
室蘭開発建設部管内	9
釧路開発建設部管内	13
帯広開発建設部管内	13
網走開発建設部管内	23
留萌開発建設部管内	4
	132

2-2 施工済ハードフェスクの現地調査

国土交通省北海道開発局で、H23年度、H24年度に道路事業および河川事業において、ハードフェスクを用いてのり面緑化を施工した北海道内の132箇所について、のり面の浸食状況の確認、および植被率の測定等を目視にて行った。表-3に調査箇所の内訳を示す。

3. 調査結果および考察

3-1 種子配合の試験施工

各試験地の発生期待本数と植被率の関係を図-2に、種子混合パターンと植被率の関係を図-3に示す。なお、試験地1の種子混合パターン⑧の発生期待本数500本/m²については、土砂が流入し、試験施工区域の大半が埋没してしまつたため(のり面自体の表層崩壊でないことを確認済)、2回目の測定を行わなかった。

・播種量低減について

図-2より、すべての試験地において、1回目の測定では、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。

・種子混合パターンについて

図-3より、試験地1において、計測1回目では、①(従来パターン)の発生期待本数5,000本/m²が最も高い植被率となった。緑化の初期段階においてトルフェスクの旺盛な生育が植被率を高めたものと考えられる。計測2回目では、種子混合パターンによる植被率の差は小さかつ

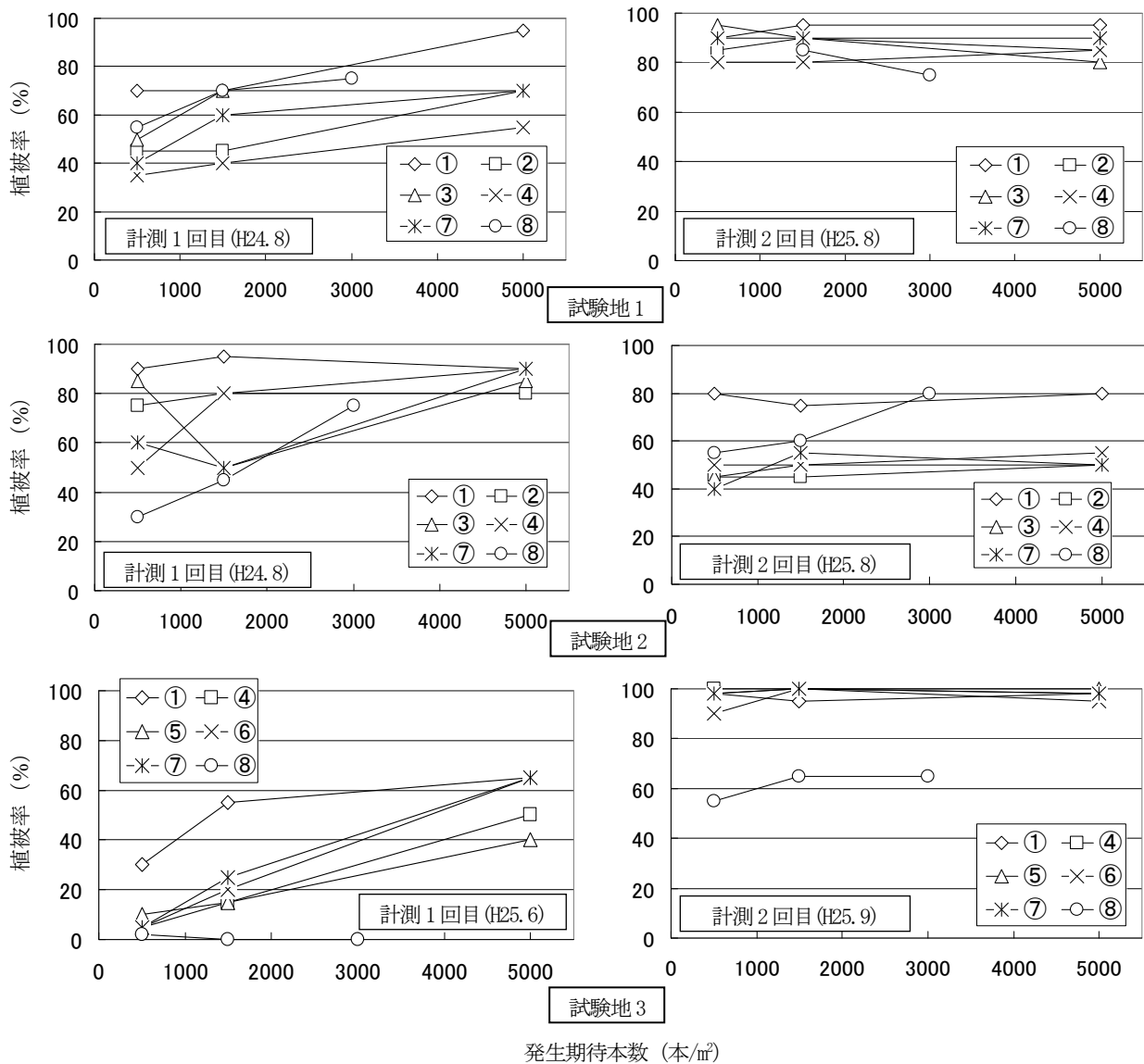


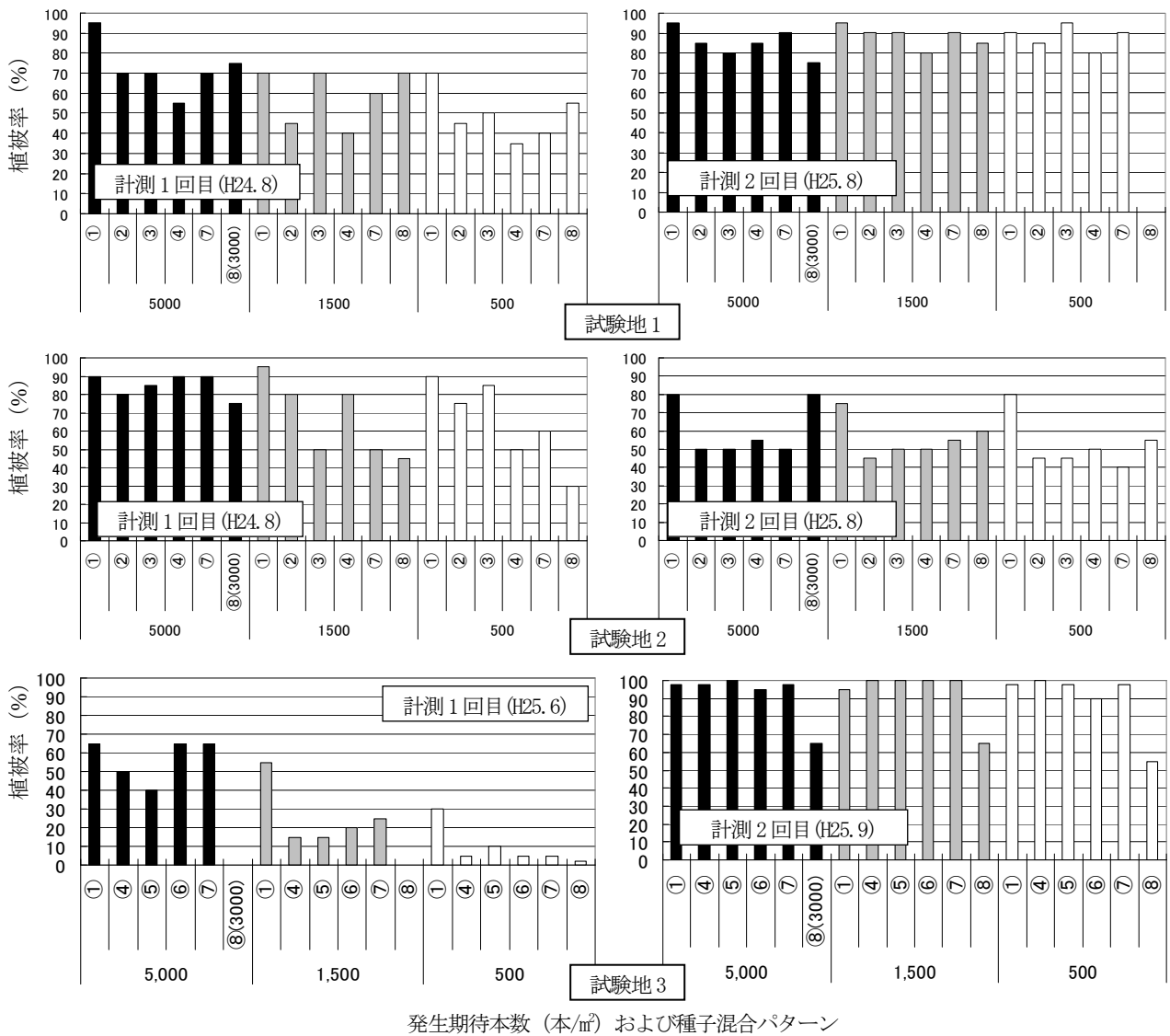
図-2 発生期待本数と植被率の関係

た。試験地1は地山が岩のため、吹き付け厚は8cmと比較的厚く、そのため植生の根張り、養分等の条件が良好となり、種子混合パターン間に大きな植被率の差が生じなかったものと考えられる。しかし、その他にも様々な影響要因が考えられるため、今後も継続的に調査を行う必要があると考えられる。

試験地2において、計測1回目では、①（従来パターン）の発生期待本数1,500本/m²が最も高い植被率となった。試験地1と同様に、緑化の初期段階でトールフェスクの旺盛な植生が植被率を高めたものと考えられる。また、⑧（自生種だけの種子混合パターン）の植被率が、いずれの発生期待本数においても最も小さくなった。計測2回目では、計測1回目と同様に①の植被率が高い値を

示しているものの、計測1回目よりも植被率が下がる種子混合パターンが多く見受けられた。試験地2は、のり面が南向きのため、一般的に日光による土壌の乾燥が起こりやすい。また、試験区に近接する植生が繁茂していたため、試験区内の植生が十分な水分、養分を得られなかった可能性も考えられる。そのため、種子混合パターンによっては、植生が衰退し、植被率が低下したものと考えられる。その他にも、様々な影響要因が考えられるため、今後も継続的に調査を行う必要があると考えられる。

試験地3では、計測1回目では、①（従来パターン）、⑥（ノコギリソウを含む種子混合パターン）、⑦（2種だけの種子混合パターン）の発生期待本数5,000本/m²が



- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| ①：トールフェスクを含む従来パターン | ⑤：オトコヨモギを含む種子混合パターン |
| ②：MST1（繁殖力が小さい）を含む種子混合パターン | ⑥：ノコギリソウを含む種子混合パターン |
| ③：Bonsai3000（草丈が低い）を含む種子混合パターン | ⑦：トールフェスクを除いた2種のみの種子混合パターン |
| ④：ハードフェスクを含む種子混合パターン | ⑧：自生種4種のみの種子混合パターン |

図-3 種子混合パターンと植被率の関係（発生期待本数別）

最も高い植被率となった。従来パターンについては、試験地1、2と同様に、緑化の初期段階でトールフェスクの旺盛な植生が植被率を高めたものと考えられる。計測2回目では、⑧（自生種のみ）が比較的低い植被率となったが、それ以外の全ての種子混合パターンが90%以上の高い植被率となった。試験地3は、のり面が北東向きのため、日光による土壌の乾燥が比較的起こりにくい。さらに、わらむしろの敷設により保湿、保温効果が高まり、植生の生育に良好な環境となったため、⑧を除く種子混合パターンで高い植被率となったものと考えられる。

⑧（自生種のみによる種子混合パターン）は、試験地によって植被率が低くなる場合が見受けられた。これは、一般的に、自生種は外来種にくらべ生育速度や繁殖力が低いと考えられるが、外来種を含む種子混合パターンと同等の植被率となる場合も見受けられた。どのような環境条件が自生種に適しているのか、今後も継続的に調査を行う必要があると考えられる。

・目視によるのり面状況の調査結果
目視によるのり面の浸食状況等の確認の結果、試験地3、⑧（自生種のみによる種子混合パターン）の発生期待本数500本/m²において、小規模な表層の浸食を確認した。

表4 ハードフェスク植被率 測定結果

	調査件数	平均植被率(%)
施工後1年目	132	66.3
施工後2年目	65	74.3

他の全ての試験地、種子混合パターン、発生期待本数では、表面浸食、表層崩壊等ののり面変状は認められなかった。

試験地3は、前述の考察より、植物の生育が良好だったことより、土壌に豊富な水分があったことが推察されるが、反面、過剰な水分を含んでいる場合は、土の強度が低下する。当該箇所は、他の種子混合パターンが90%以上の高い植被率だったのに比べ55%と低く、豊富な水分環境の割りに植生の状況が悪く、根張りによるのり面表層の抑えが十分でなかったため、表層の浸食を生じたものと考えられる。しかし、それ以外にも想定される要因は多岐にわたるため、今後、より詳細な検討をする必要があると考えられる。

3-2 施工済ハードフェスクの現地調査

調査地全ての平均植被率を経過年ごとに表4に示す。表4より、施工後1年目、2年目とも、平均植被率はいずれも60%以上となった。佐藤らの既往の研究によると、植被率の評価基準値は60%とされており⁵⁾、この基準値によれば、調査箇所のハードフェスクを含む植生は概ね良好な生育状況にあるものと考えられる。また、施工後1年目では66.3%であった平均植被率が、施工後2年目には74.3%に上がり、経年的に緑化が進行していることが確認できた。

目視によるのり面状況の調査では、調査箇所全132箇所のうち、2箇所で表面浸食を確認した。ただし、周辺に表層の崩壊を起こすような兆候は見受けられず、のり面全体としては十分安定していた。それ以外の130箇所ではのり面の変状は見受けられず、ハードフェスクを用いた緑化は、概ね十分なのり面保護効果を発揮していたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、試験施工により異なる種子配合でのり面緑化を行い、トールフェスクの代替種および播種量の低減について検討を行った。また、国土交通省北海道開発局でトールフェスクの代替種として採用されているハードフェスクについて、施工済箇所の現地調査を行った。その結果、以下のことがわかった。

- ①発生期待本数は緑化の初期段階に影響を与えるが、一定期間経過後は影響は小さくなる。
- ②トールフェスクを含む従来パターンは、様々な環境条件に高い適応性を示し、緑化の初期段階においても良好な植生を形成する。

③従来パターンからトールフェスクのみをMSTI、Bonsai3000、ハードフェスク、オトコヨモギ、ノコギリソウに代替した種子混合パターンは、条件によっては従来パターンと同等の植生を形成する。

④自生種のための種子混合パターンは、他の外来種を含む種子混合パターンにくらべ、植生が劣る場合がある。

⑤ハードフェスクを用いたのり面緑化は、実際の施工済現場において、良好な植生を形成し概ね十分なのり面保護効果を発揮している。

5. おわりに

本報告では、種子配合の試験施工、および施工済ハードフェスクの現地調査とも、2回の計測のみとなっており、データ数が十分とは言い難い。しかし、植生調査はその性格上、1年に1回しか計測を行うことができず、データ数の数だけ調査年数を要することとなってしまうため、今後も長期的にしっかりと継続調査を行うことが重要である。

また、本報告では、主に植被率による植生評価を行ったが、今後はより詳細なのり面保護効果の評価を行う必要性があると考えられる。

最後に、植物は周辺環境によって生育状態が左右されるが、植物自身も周辺環境に適応する能力を持っているため、植物の繁茂、衰退の要因を正確に把握することは非常に難しい。我々がのり面保護のために利用している植物は、常に一定の性能を発揮するような土木資材ではなく、我々の思いどおりになるとは限らない「生き物」であるという認識をして、利用することが重要ではないかと思う。

謝辞：本研究を実施するにあたり、フィールドをご提供いただいた国土交通省北海道開発局の各関係機関の皆様、心より感謝申し上げます。また、土木研究所寒地土木研究所寒地技術推進室（地域景観ユニット併任）の兵庫利勇氏には、本報告に討論を頂きました。末筆ながら心より感謝の意を表します。

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) 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) 道路土工切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）：（社）日本道路協会、2009.6、pp232-233
- 4) 前掲3）、pp242-243
- 5) 佐藤厚子、西本聡：寒冷地に適したのり面緑化工法の分類と特徴-工事で発生する材料を利用した緑化工法-、寒地土木研究所月報702号、2011.11、pp20-26