

# 生物多様性に配慮した法面緑化の試み —現場試験施工による新たな種子配合の比較検討—

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地技術推進室 ○兵庫 利勇  
(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地技術推進室 前田 俊一  
(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム 佐藤 厚子

近年、生物多様性に関する関心が高まる中、法面緑化で導入している植物の適切な取り扱いが求められている。しかし、これまで導入してきた緑化植物と同等程度の法面保護機能を担保しつつ、北海道の気象条件に適合する新たな種子配合に関する科学的知見が十分に得られていない。このことから、生物多様性に配慮した法面緑化の試みとして、現場試験施工による新たな種子配合の比較検討の結果について報告する。

キーワード：緑化・植生、保全・共生、外来種

## 1. はじめに

近年、生物多様性に関する関心が高まっている中、外来生物が生態系に及ぼす影響が深刻化している。

こうした事態を受け、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」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又は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、平成 17 年 8 月に公表している。その中には、緑化用植物として使用されてきたトールフェスク（以下、TF と言う）が含まれているため、その適切な取り扱いが求められており、緑化工事を取り巻く環境は大きく変化している。

しかし、TF と同等程度の法面保護機能を担保しつつ、北海道の積雪寒冷下の気象条件に適合し、かつ TF を用いない種子配合に関する科学的知見が十分に得られていないため、TF の代替種の選定は喫緊の課題である。

また、代替種の単価が TF の単価よりも高くなる可能性があることや北海道内の仕様等で設定している播種量が北海道外で設定している播種量に比べて多いこと、さらには播種量が多い場合、一般的に導入種のみで法面が覆われやすく、周辺からの植物の侵入を阻害するため、植生遷移の遅れが生じ、法面植生が周辺環境と調和するまでに長い年月を要することが懸念されることから、新たな種子配合の検討の際には、適正な播種量も考慮する必要がある。

以上のことから、TF を用いずに、生物多様性に配慮した法面緑化の試みとして、新たな種子配合パターンを設定し、現場試験施工による新たな種子配合を比較検討した結果について報告する。

## 2. 北海道における法面緑化の現状

積雪寒冷下にある北海道では、本州で法面緑化に用いられている暖地型の芝草類は一般的に冷温に弱いため生育不良になりやすく、また、法面が凍上や融雪水等による被害を受けやすい条件にある<sup>1)</sup>。

このため、北海道における法面植生工では、早期の法面被覆が可能な耐寒性の強い外来種が導入されている。外国産のイネ科草本類の種子吹付け（播種）による工法が一般的であり、最近までは主にケンタッキーブルーグラス（以下、KBG と言う）、クリーピンググレッドフェスク（以下、CRF と言う）、TF の 3 種類が使用されてきた。

しかし、1. で述べたように TF は、その適切な取り扱いが求められているため、北海道開発局の特記仕様書から除外されている。

このような背景から、法面緑化工事において昨年度（平成23年度）より、TFに代わり要注意外来生物リストに掲載されていないハードフェスク（以下、HFと云う）の使用が増えている。

## 3. 種子配合の検討

平成 17 年度に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）<sup>2)</sup>（以下、四省庁取扱方向（案）と云う）では、「緑化材料として TF 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」とされている。

このため、代替種の選定にあたっては、草丈の低い種や繁殖力の小さい種などについても候補に入れるとともに、研究の効率性を考慮し、ある程度施工実績のある種も候補とする。通常、施工実績のある種は、葉や根等の外見的特徴に加えて、各種環境への適応能力、フィールドでの種子の集めやすさ、栽培の容易さ等の幾つかの点で他の種よりも優位性があるために、過去に選択されたと考えられるので、この点を考慮するということである。

また、1. で述べた法面緑化のコスト縮減や法面植生の遷移促進、さらには外来緑化植物の周辺環境への影響軽減等の観点から、種子配合の検討にあたっては播種量の低減も考慮する。

### (1) 代替種の選定

代替種を選定する際には、上記のように、地域生態系に悪影響を及ぼしにくい草種、及び施工実績のある草種を選定することを基本方針とし、図-1 の種子選定フローより以下の3パターンを選定した。

- ① TFのみを外した2種混播パターン
- ② 2種混播+TFの1種を代えたパターン、
- ③ 標準配合の3種混播を全て見直したパターン

上記②の内、TFの1種を代えた草種については、昨年度から使用が増えているHFと、四省庁取扱方向(案)に基づき、TFの変種で、花粉の出ない雄性不稔のMST1(以下、MST1と言う)と草丈の低い矮性のBonsai3000(以下、Bonsaiと言う)を選定した。

上記③については、極力、北海道内の他の産地から持ち込まないことを前提とし、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種を採用した。なお、自生種については知見が少ないことから発芽しなかった場合のリスク分散を図るため4種混播の播種パターンを選定した。

### (2) 発生期待本数の設定

播種量の設定については、1㎡あたりの発芽成立本数、すなわち発生期待本数を基本としており、現在は発生期待本数を5,000本/㎡とし、種子毎の播種量を設定している。しかし、設定された発生期待本数が大きすぎると、上述のようにコストや生物多様性の観点から問題があるため、法面防災との両立が図れる範囲内で発生期待本数の低減を考慮する必要がある。

したがって、発生期待本数が5,000本/㎡の従来パターンに加えて、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」では外国産イネ科草本類の1種あたりの発生期待本数として500本/㎡が目安とされている<sup>3)</sup>ことから、3種混播した場合の発生期待本数として1,500本/㎡のパターン、さらに北海道外の事例を参考にし、発生期待本数5,000本/㎡の10分の1にあたる500本/㎡のパターンの合計3パターンの発生期待本数の設定を行った。

ただし、自生種4種混播のパターンについては、種子の収集・生産状況等も考慮し、発生期待本数5,000本/㎡のところを3,000本/㎡とした。

### (3) その他

発生期待本数を5,000本/㎡、1,500本/㎡、500本/㎡にした標準3種(KBG、CRF、TF)混播を対照区として設定した。

以上の検討により、対照区を含めて播種植物の種類を変えた6パターン×発生期待本数を変えた3パターンの計18パターンの種子配合(表-1)で試験施工を行うこととした。

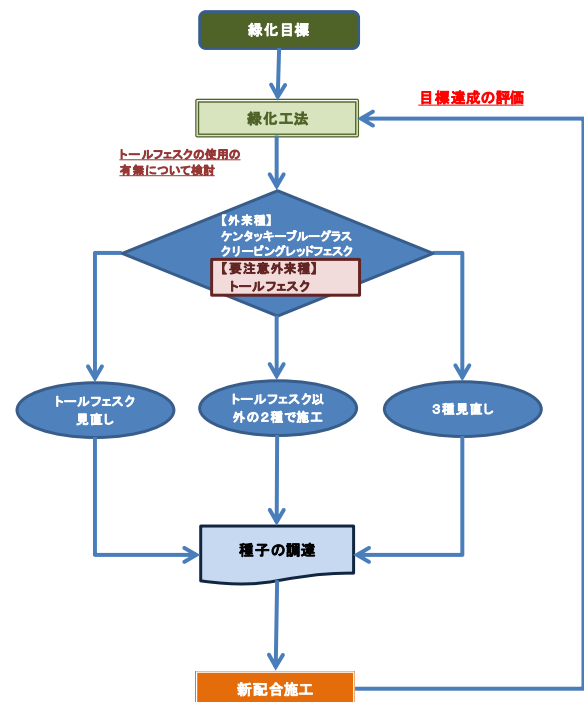


図-1 種子選定フロー

表-1 試験施工で用いた播種パターン

播種パターン	植物名	略称	科目	種子重量 (粒/g)	純度 (%)	発芽率 (%)	協定 期待本数 (本/m)	期待本数 合計 (本/m)
A	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	2,500	5,000
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	2,500	
B	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	750	1,500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	750	
C	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	250	500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	250	
D	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	2,000	5,000
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	2,000	
	ハードフェスク	HF	イネ科	1,200	97.0	80.0	1,000	
E	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	600	1,500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	600	
	ハードフェスク	HF	イネ科	1,200	97.0	80.0	300	
F	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	200	500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	200	
	ハードフェスク	HF	イネ科	1,200	97.0	80.0	100	
G	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	2,000	5,000
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	2,000	
	トルフェスク MST1	MST1	イネ科	400	98.0	80.0	1,000	
H	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	600	1,500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	600	
	トルフェスク MST1	MST1	イネ科	400	98.0	80.0	300	
I	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	200	500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	200	
	トルフェスク MST1	MST1	イネ科	400	98.0	80.0	100	
J	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	2,000	5,000
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	2,000	
	トルフェスク Bonsai3000	Bonsai	イネ科	400	97.0	80.0	1,000	
K	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	600	1,500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	600	
L	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	200	500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	200	
M	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	2,000	5,000
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	2,000	
N	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	600	1,500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	600	
O	ケンタッキーブルーグラス	KBG	イネ科	3,000	96.0	75.0	200	500
	クリーピングレッドフェスク	GRF	イネ科	1,000	97.0	80.0	200	
	トルフェスク	TF	イネ科	400	97.0	80.0	100	
P	オトコヨモギ	—	キク科	8,300	95.0	85.0	600	3,000
	ススキ	—	イネ科	3,100	70.0	55.0	1,000	
	エゾカモジグサ	—	イネ科	250	95.0	90.0	400	
	エゾスカボ	—	イネ科	17,000	70.0	80.0	1,000	
Q	オトコヨモギ	—	キク科	8,300	95.0	85.0	300	1,500
	ススキ	—	イネ科	3,100	70.0	55.0	500	
	エゾカモジグサ	—	イネ科	250	95.0	90.0	200	
	エゾスカボ	—	イネ科	17,000	70.0	80.0	500	
R	オトコヨモギ	—	キク科	8,300	95.0	85.0	100	500
	ススキ	—	イネ科	3,100	70.0	55.0	200	
	エゾカモジグサ	—	イネ科	250	95.0	90.0	100	
	エゾスカボ	—	イネ科	17,000	70.0	80.0	100	

(2) 調査時期

試験施工の時期は、平成 23 年 11 月下旬～12 月上旬である。しかし、北海道のような積雪寒冷地では、このような時期に播種した場合、種子は発芽せず越冬し、翌年に発芽・生育する。

このため、試験地は平成 23 年度の施工であるが、調査時期は植生旺盛期（ピーク時）であり、かつ施工翌年度の融雪後概ね 3 ヶ月である平成 24 年 8 月とした。

表-2 試験地の概要

試験地	播種時期	切盛区分	勾配	法面方位	吹付厚さ
試験地1	2011年(平成23年)12月上旬	切土	1:1.2	南向き	8cm
試験地2	2011年(平成23年)11月下旬	切土	1:1.2	南向き	3cm



写真-1 試験施工箇所の状況 (試験地1)



写真-2 試験施工箇所の状況 (試験地2)

4. 試験施工箇所及び調査方法の概要

(1) 試験地の概要

本調査では、法面タイプの異なる2箇所で試験施工を行った。2つの試験地の概要は表-2、写真-1、写真-2、図-2、及び図-3のとおりである。

試験地 1 は、北海道の太平洋側に位置し、大切土法面の下から 2 段目の南向き切土法面で、試験地 2 は、北海道のオホーツク海側の内陸部に位置し、周辺が牧草地の南向き切土法面である。

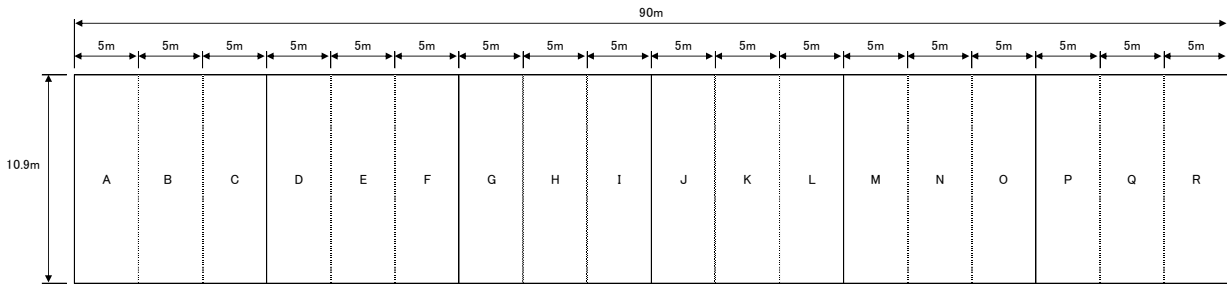


図-2 試験地1の概要

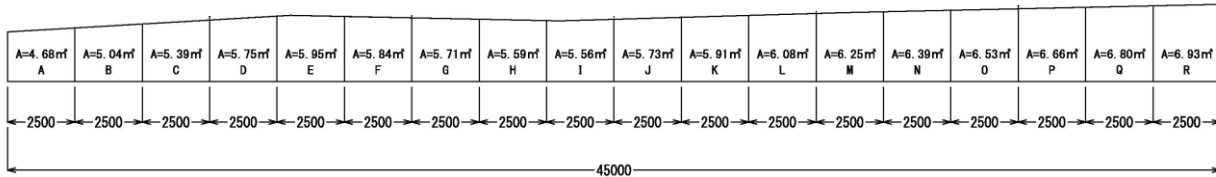


図-3 試験地2の概要

(3) 調査方法

本調査では、各種子配合における植物の生育状況や植被率を目視または写真によって記録<sup>4)</sup>するとともに、法面の浸食状況を目視にて確認した。

(4) 成績判定方法

本調査では、佐藤らの既往の研究<sup>5)</sup>にならい、緑化工事の成績判定のしきい値として植被率60%を設定し、植被率がこのしきい値以上になるかどうかで各播種パターンの成績判定を行った。また、法面の安定に影響を与えるような表面浸食の有無も成績判定の要素に加えた。

パターンの植被率が60%を下回った。

次に、TFのみを外した2種混播パターンについては、A(70%)とB(60%)の植被率が60%以上となった。

TFの変種であるMST1およびBonsaiを混播した播種パターンについては、発生期待本数5,000本/㎡のG(80%)、J(70%)と発生期待本数1,500本/㎡のK(70%)の植被率が60%を越えた。しかし、それ以外の播種パターンの植被率は60%を下回った。

使用が増加しているHFを混播したパターンについては、D(55%)、E(40%)、F(35%)のどの播種パターンでも植被率が60%を下回った。

最後に、自生種4種混播パターンについては、P(75%)、Q(70%)の植被率が60%を越えており、標準3種混播に次いで成績が良好だった。しかし、R(55%)の植被率は60%を下回った。

5. 調査結果

(1) 植生旺盛期の植被率

a) 試験地1

図-4に試験地1の植被率を示す。

発生期待本数が5,000本/㎡の標準3種混播である播種パターンMの植被率は95%と突出して高い値を示した。また、標準3種混播で発生期待本数を低減した播種パターンNとOの植被率も70%であった。

標準3種混播以外の播種パターンについては、発生期待本数が5,000本/㎡の場合、D(55%)以外では植被率が60%を越えた。

また、発生期待本数が1,500本/㎡の場合では、植被率が40%~70%であり、同じ発生期待本数の標準3種混播であるN(70%)と比較すると、K(70%)とQ(70%)は同程度の植被率であった。

発生期待本数が500本/㎡の場合では、全ての播種

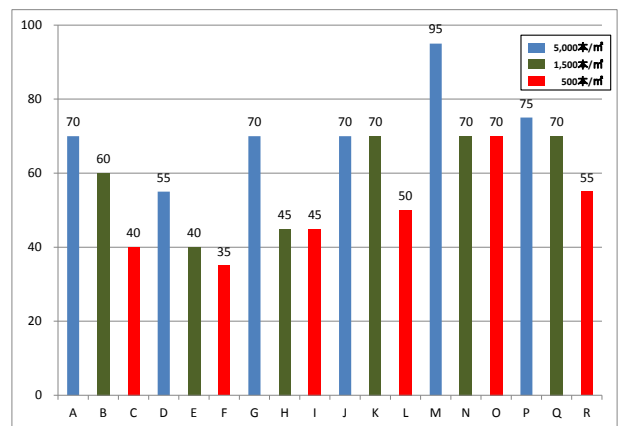


図-4 植生旺盛期の植被率 (試験地1)



## b) 試験地2

図-5に試験地2の植被率を示す。

発生期待本数が 5,000 本/m<sup>2</sup>の標準 3 種混播である播種パターン M の植被率は 98%と今回の調査で最も高い値を示した。また、標準 3 種混播で発生期待本数を低減した播種パターン N(95%)と O(90%)についても植被率 90%以上の高い値を示した。

標準 3 種混播以外の播種パターンについては、発生期待本数が 5,000 本/m<sup>2</sup>の場合では、植被率がいずれも 75%以上の高い値を示した。

また、発生期待本数が 1,500 本/m<sup>2</sup>の場合では、植被率が 45%~80%であり、同じ発生期待本数の標準 3 種混播である N(95%)と比較すると、播種パターン E(80%)と H(80%)は同程度の植被率であった。

発生期待本数が 500 本/m<sup>2</sup>の場合では、植被率が 30%~85%であり、播種パターン I(75%)と L(85%)は同じ発生期待本数の標準 3 種混播である O(90%)と同程度の植被率であった。

次に、TF のみを外した 2 種混播パターンについては、A(70%)と C(60%)の植被率が 60%以上となった。

TF の変種である MST1 および Bonsai を混播した播種パターンについては、発生期待本数 500 本/m<sup>2</sup>の K(50%)以外の植被率は 60%を越えており、全般的に植被率が高い傾向であった。

使用が増加している HF を混播したパターンについては、D(90%)と E(80%)の植被率が 80%以上の高い値を示したが、発生期待本数 500 本/m<sup>2</sup>の F の植被率 50%に留まった。

最後に、自生種 4 種混播パターンについては、P(75%)の植被率が 60%を越えたが、Q(45%)と R(30%)の植被率は 60%を下回った。

なお、播種パターン C と L の植被率が、同じ植物の種子を用いて大きな発生期待本数を設定している B と K よりも植被率が大きな値となっているが、その原因については不明である。

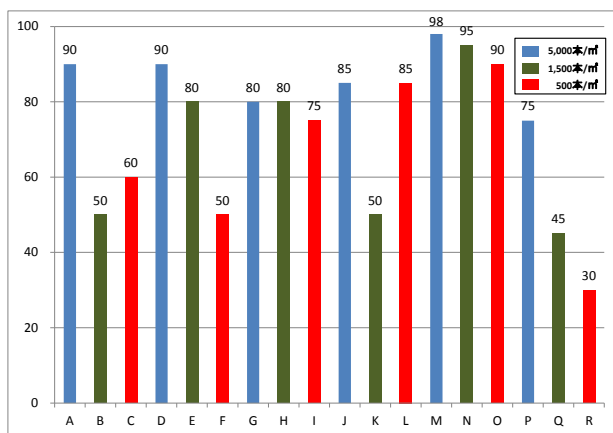


図-5 植生旺盛期の植被率 (試験地2)

## (2) 法面の浸食

試験地 1、試験地 2 のいずれについても、一部の法面において植生基盤に若干の剥離はあったものの、法面の安定に影響を与えるような大きな表面浸食は確認されなかった。

## 6. 考察

施工翌年度 (越冬後 1 年目) における調査結果を以下に考察する。

- 今回の 2 箇所での試験施工は、播種パターンが同じで、実施時期もほぼ同時期であったが、概ね試験地 2 では試験地 1 よりも植生の生育が旺盛で植被率の値も大きい傾向にあった。この原因としては、気候条件や細かな現場条件の差等が考えられるが、これを特定するためには、さらなる調査検討が必要である。
- 各播種パターンを発生期待本数毎にグルーピングし、発生期待本数と植被率の関係を表したグラフを図-6 に示す。図-6 より、発生期待本数を 5,000 本/m<sup>2</sup>から減らしても、植被率の減少は緩慢であることがわかる。したがって、発生期待本数 5,000 本/m<sup>2</sup>の播種パターンで 60%を相当程度上回る植被率が達成できれば、法面緑化の成績判定基準として植被率 60%を採用する限り、発生期待本数を 5,000 本/m<sup>2</sup>からある程度減らしても問題ないと言える。

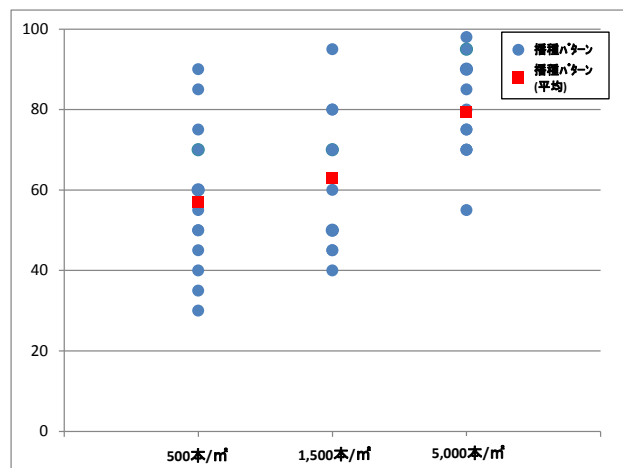


図-6 発生期待本数と植被率

- 標準 3 種混播の播種パターンの試験成績が両試験地ともに最も良く、改めて TF の法面緑化における有効性を示すこととなった。また、発生期待本数を相当程度減らしても標準 3 種混播では、播種パターン N と O の植被率から判断して、所要の法面

保護効果を発揮できると考える。

- 発生期待本数 500 本/m<sup>2</sup>では、大きな法面浸食は確認されなかったものの、標準 3 種混播以外の播種パターンでは、植被率が 60%を下回る場合が多く、この播種パターンを採用するには懸念が残る。
- TF のみを外した 2 種混播パターンについては、発生期待本数が 5,000 本/m<sup>2</sup>の場合の試験成績が両試験地とも概ね良好であったことから、この 2 種混播パターンは、少なくともこの程度の発生期待本数の設定を行えば、所要の法面保護効果を発揮できる可能性が大きいと考える。ただし、何らかの理由で発芽しない場合のリスク分散を考えると、この 2 種に他の種類の草本を加えることが望ましい。
- MST1 と Bonsai は、TF の変種であるが、これらを混播したパターンの植被率は TF に及ばない結果となった。ただし、発生期待本数 5,000 本/m<sup>2</sup>の場合の試験成績が両試験地とも概ね良好であったことから、これらの 2 種を混播したパターンは、少なくともこの程度の発生期待本数の設定を行えば、所要の法面保護効果を発揮できる可能性が大きいと考える。
- HF を混播したパターンについては、発生期待本数が 500 本/m<sup>2</sup>の場合を除き、両試験地間の植被率に大きな差が生じたことから、今後のモニタリングより有用性を見極める必要がある。
- 自生種 4 種混播パターンについては、発生期待本数 3,000 本/m<sup>2</sup>の場合の試験成績が両試験地とも概ね良好であったことから、この播種パターンは、少なくともこの程度の発生期待本数の設定を行えば、所要の法面保護効果を発揮できる可能性が大きいと考える。

## 7. おわりに

TF を用いない法面緑化の試みとして、18 の播種パターンを設定し、現場試験施工による種子配合の比較検討を行ってきたが、そもそも TF の使用は全面禁止となった訳でなく、災害復旧工事箇所等において早期緑化が求められる場合に、TF は有効な草種と考えられている。

今回の 2 箇所の試験施工では、試験地間で法面植生の生育に差が見られ、その原因として気候条件が考えられることから、次年度以降については、北海道内の各気候区分をカバーできるように、試験施工箇所数を増やすとともに、試験施工箇所の植生の生育状況を継続してモニタリングし、生物多様性に配慮した種子配合を提案していきたいと考えている。

謝辞：本報告の取りまとめにあたり、本報告の試験フィールド等の提供を頂いた関係機関に感謝の意を表します。

## 引用・参考文献

- 1) 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、pp144-145
- 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) 前掲 1) pp234-235
- 4) のり面緑化工の手引き：（社）全国特定法面保護協会、2006. 11、pp101-102
- 5) 佐藤厚子・西本聡：のり面保護対策の分類と特徴について、第 51 回北海道開発局技術研究発表会、2008. 2