

第 10 回 胆振東部森林再生・林業復興連絡会議資料

大規模崩壊地森林造成実証試験委託業務（R1～R3 終了）のまとめ

1. 研究の背景・目的

被災地森林の復旧においては、技術的問題点として、①植物の良好な生育基盤である表層土壌の多くが地震により崩落している。このため、崩壊地の土壌条件に応じた植生の導入手法の検討が必要である。しかし、②広域かつ多数分布する崩壊地において、土壌条件を調べるための専門的な調査器具を用いた調査を実施することが現実的ではない。また、③植生導入の検討に当たってこれほど大規模に崩壊した現場での事例が国内になく参考となる情報が不足していることが挙げられる。

こうした背景から、道総研林業試験場では、北海道水産林務部林務局森林整備課から委託を受け、研究項目 1) 崩壊地の土壌を簡易に評価・判定する手法の開発と、研究項目 2) 崩壊地における土壌条件に応じた植生導入手法の解明に取り組むこととなった。

2. 成果概要

1) 崩壊地の土壌を簡易に評価・判定する手法の開発

当該崩壊地においては、土の硬さ（土壌硬度 S 値が指標）と透水性の低さ（飽和透水係数 Ks 値が指標）が植物の主な生育阻害要因であることが確認されたことから、土壌硬度と透水性から崩壊地の土壌を 3 区分（良、中、悪）で評価する基準を設定した（図 1）。その評価基準に基づき、剣先スコップによる掘削の感触、山中式土壌硬度計の値、土壌の見た目や指触、土壌断面写真などによる土壌の簡易評価・判定手法を取りまとめた（図 2）。

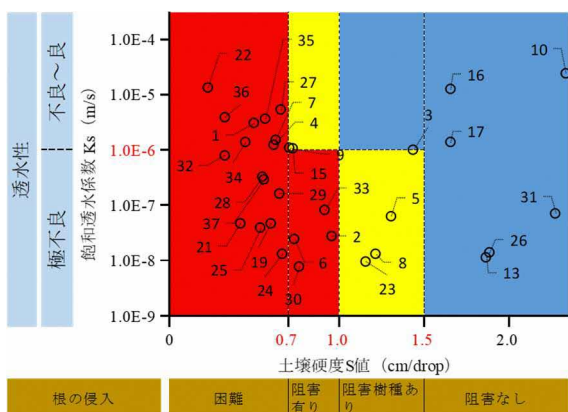


図 1 土壌評価の設定



図 2 北海道胆振東部地震の崩壊地における土壌の簡易評価・判定手法

## 2) 崩壊地における土壌条件に応じた植生導入手法の解明

本項目では、植栽、実播、自然回復、ドローン播種試験について行った。

### 植栽試験

本研究では、崩壊地における土壌条件に応じた植栽樹種・方法などの解明を目的とした。結果、①土壌評価良区および堆積地（崩落土砂を平坦に整地した場所）ではカラマツ裸苗、土壌評価中、悪区ではケヤマハンノキ裸苗が他樹種より成長が良いこと、（図3、図4）、土壌評価良区と堆積地におけるカラマツ裸苗の成長は同程度であること（図なし）、カラマツ裸苗、ケヤマハンノキ裸苗は土壌改良材により成長が促進すること（図4）、②秋植えの多くは凍上倒伏するため（図5）、植栽適期は春植えであること（表1）、③カラマツはエゾシカ、ネズミの食害を受ける場合があるが、シカ侵入防止柵の設置や殺鼠剤散布は食害対策に一定の効果があること（表2）などについて明らかにした。

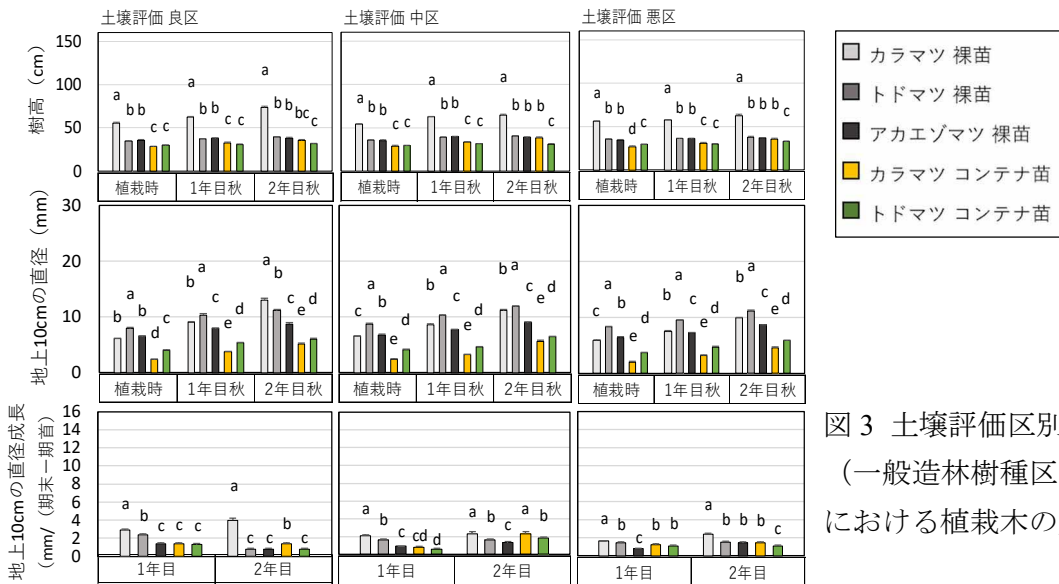


図3 土壌評価区別植栽試験区（一般造林樹種区）における植栽木の成長

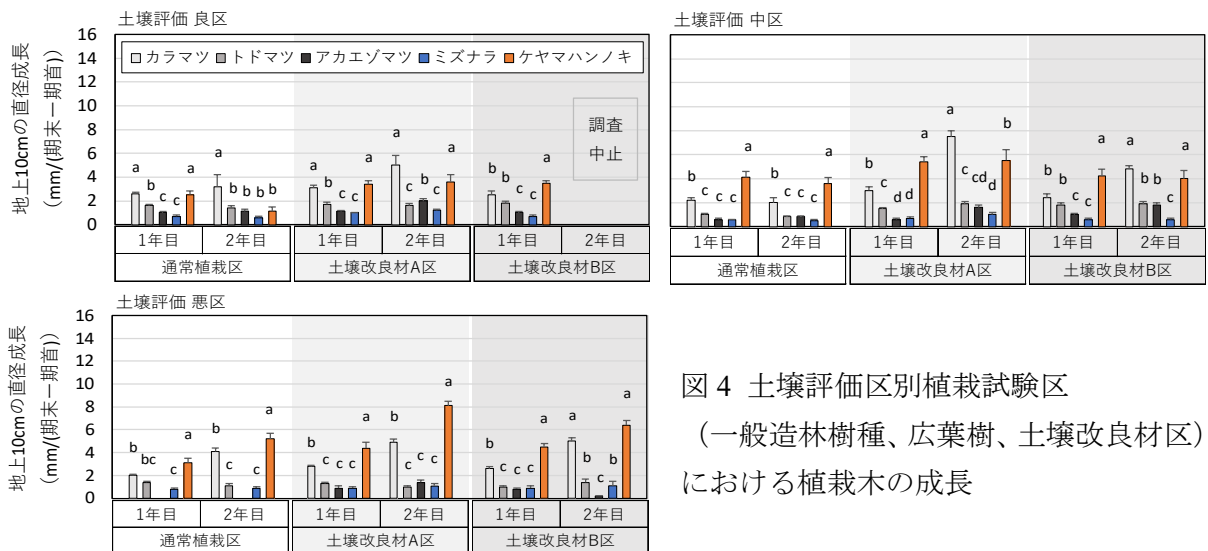


図4 土壌評価区別植栽試験区（一般造林樹種、広葉樹、土壌改良材区）における植栽木の成長

表 1 植栽時期別の凍上倒伏の被害率

	秋植え区	春植え区
	(%)	(%)
カラマツ	35	1
トドマツ	36	1
アカエゾマツ	48	2
ミズナラ	22	-
ケヤマハンノキ	21	-
カラマツ (コンテナ)	96	1
トドマツ (コンテナ)	94	1

秋植え：2019年11月植栽、2020年5月確認

春植え：2020年10月植栽、2021年5月確認

-：未調査



図 5 秋植え植栽木が土壤凍結で倒伏する様子

表 2 殺鼠剤の有無とカラマツ植栽木の生残本数および生残率の推移

土壌評価良区 (調査地No.10)	面積 (m <sup>2</sup> )	殺鼠剤使用量 (リンカS・1) (g)	カラマツ本数			カラマツ生残率	
			補植木 (本)	生残数 (本)		冬季 (%)	夏季 (%)
				2020年11月	2021年5月		
通常植栽区	200	なし	19	3	3	16	100
土壌改良材A区	200	20	11	8	8	73	100

林業用殺鼠剤リンカS・1使用量：1kg/ha、2020年11月散布

冬季：2020年11月～2021年5月

夏季：2021年 5月～2021年9月

### 実播試験

ここでいう実播とは、ヘリコプターなどの航空機によって、種子と肥土等の緑化資材を面状に播く航空実播工を指す。本研究では、事業規模での実施検討に先立って人力で小面積試験を行い、この工法による植生の生育や法面被覆効果に関する情報を得ることとした。工法は、国土防災技術(株)が開発した ECO バインド Air 工法（以下、実播 A）とマルチプロテクション Air 工法（以下、実播 B）を用いた。実播 A は、外来草本類の種子や侵食防止材を含む緑化資材を播き崩壊斜面の早期緑化を図る工法で、実播 B は、外来種子は基本的に使用せず、生分解性の繊維を地表面に散布し斜面を覆うことで斜面侵食を防止するとともに、繊維間の隙間に周辺から飛来した種子を固定することで自然散布種子の定着・発芽促進を図る工法である。

結果、実播 A において、土壌評価別および斜面部位上～下部のいずれにおいても植被率が高く、早期に法面被覆できる効果が認められた（表 3、写真 1）。

表3 実播における植被率

		土壌条件		
		良区	中区	悪区
実播A (外来種子 導入型)	斜面上部	95.6	92.9	40.7
	中部	92.1	63.3	49.9
	下部	83.9	72.8	61.1
実播B (飛来種子 定着型)	斜面上部	0.6	0.5	0.4
	中部	14.7	0.9	4.7
	下部	25.5	0.1	2.8

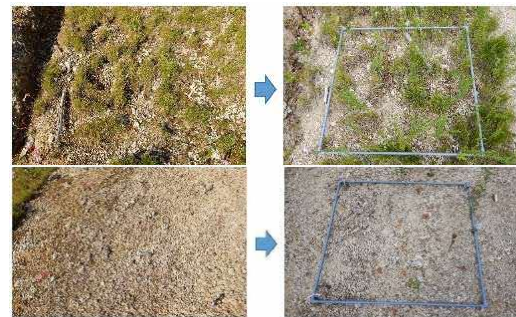


写真1 土壌評価悪区における経年変化の様子  
上：実播A、下：実播B、左：1年目、右：2年目

### 自然回復調査

自然回復調査では、胆振東部地震発生から4年目の2021年時点において、土壌評価良区では植被率が高く、土壌評価悪区では植被率が低い傾向が認められた(図6)。全調査区を通じて、木本種はカラマツ、ケヤマハンノキ、オノエヤナギ、ウダイカンバなどが確認できたが(図7)、ケヤマハンノキ以外の木本種の生育密度は経年的に減少した。UAVを用いた表土動態の解析では、土壌評価良区、悪区のどちらも地表面がよく変化する傾向が認められ(図8)、現状では表土移動が植被率に与える影響は大きくないことが推察された。

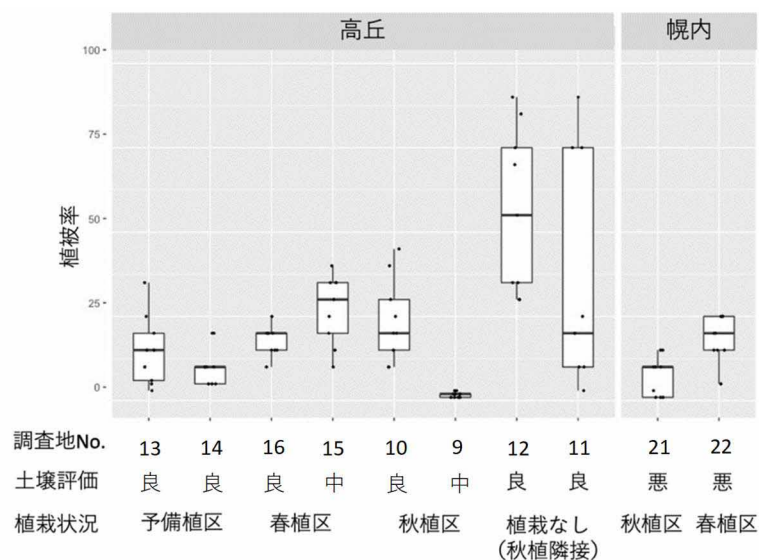


図6 土壌評価区分別平均植被率

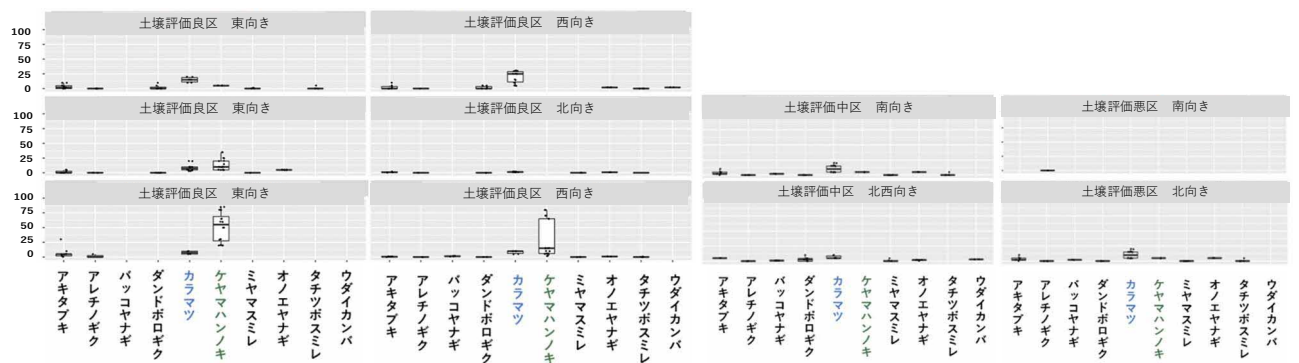


図7 優占種の平均植被率

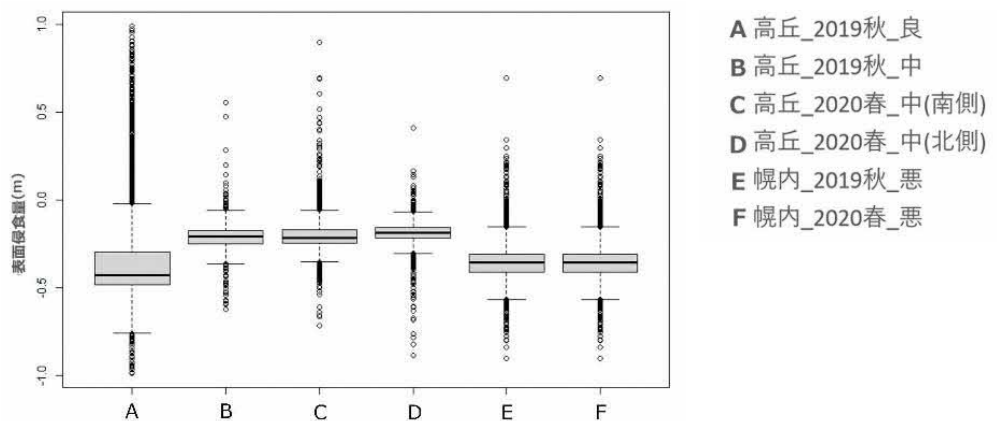


図8 表面侵食量の比較 2020年7月～2021年7月

### ドローン播種試験

崩壊地では、自然散布種子から天然更新した木本類などが散見されることから、ドローンによる播種は、森林再生の一手法として検討すべきと考えられる。通常の播種における植生の発生期待本数は、播種量などの数値を用いて求めるが、ドローンから播種をする場合には、直播きより高い位置から播種するため、ドローンのプロペラ風により種子が散逸し、使用種子量が同じであっても、直播きによる播種量より少なくなることが予想される。このため本研究では、ドローンから播種した場合の（地上における）播種量を測定（写真2）するとともに、ドローンからの播種量を推定するための補正值（表4注釈）を求めた。

結果、播種高が2～5mと高くなるにつれ、低位置からの直播きによる播種量に比べ、ドローンからの播種量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) は少なくなり（表4）、補正值の平均値は1.2～3.5と増加することが分かった（表5）。また、播種後の発芽状況を確認したところ、補正值を用いて求めたドローン播種によるエゾヤマハギの発生期待本数 2.5 本/ $0.04 \text{ m}^2$ と実際に確認できた実生本数 2.0 本/ $0.04 \text{ m}^2$ （写真3～5）とでは大きな差はなかったことから、求めた補正值はドローン播種による播種量の推定に活用できる可能性があることが示唆された。

表4 ドローンからの播種量および播種量を推定するための補正值

面積 (m <sup>2</sup> )	使用 種子量 (g)	低位置からの 直播きによる 播種量W1 <sup>a</sup> (g/m <sup>2</sup> )	播種 高 (m)	ドローンからの播種量W2 (g/0.05m <sup>2</sup> )										ドローンからの播 種量W2を推定する ための補正值H (g/m <sup>2</sup> )	
				No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	平均値 <sup>b</sup>		
25	20	0.80	2	0	0.01	0.03	0.04	0.07	0.05	0.06	0.32	0.09	0.05	1.00	0.8
			3	0	0.02	0	0.01	0.36	0.01	0.02	0.13	0.03	0.02	0.36	2.2
			4	0	0	0.03	0.08	0.08	0	0	0.23	0.06	0.03	0.68	1.2
			5	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.17	0.01	0.12	6.7
40	40	1.60	2	0	0.14	0.05	0.10	0.30	0.04	0.01	0.19	0.01	0.07	1.36	1.2
			3	0	0.01	0	0.06	0.11	0	0.08	0.37	0.02	0.03	0.68	2.4
			4	0	0.07	0.02	0	0.53	0.01	0.31	0.15	0	0.05	1.00	1.6
			5	0	0.01	0	0.03	0.25	0	0.08	0.22	0.04	0.03	0.64	2.5
60	60	2.40	2	0	0.29	0	0	0.45	0.07	0.21	0.09	0	0.07	1.48	1.6
			3	0	0.05	0.12	0.03	0.29	0	0.22	0.29	0	0.08	1.68	1.4
			4	0	0.01	0.01	0	0.43	0	0.07	0.47	0.06	0.03	0.60	4.0
			5	0.17	0.15	0	0	0.36	0.07	0.13	0.07	0	0.08	1.68	1.4

低位置からの直播きによる播種量W1 (g/m<sup>2</sup>)<sup>a</sup>: 使用種子量 (g) / 面積 (m<sup>2</sup>)

平均値(g/0.05m<sup>2</sup>)<sup>b</sup>: 上位2つおよび下位2つの異常値を除いた5つの数値の平均値。

W2 = W1 / H (H: ドローンからの播種量W2を推定するための補正值)

表5 補正值の平均値

播種高	種子量			補正值の平均値
	20g	40g	60g	
2m	0.8	1.2	1.6	1.2
3m	2.2	2.4	1.4	2.0
4m	1.2	1.6	4.0	2.3
5m	6.7	2.5	1.4	3.5



写真2 (左上) 播種量調査の様子。(2021/6/23)



写真3 (右上) 現場播種の様子。(2021/6/24)



写真4 (左下) 生育状況。(2021/9/2)



写真5 (右下) 接写。(2021/9/2)