

令和7年度（2025年度）試験研究成果

課題番号：R7-03

課題名：ドローンによる急傾斜小面積崩壊地における航空実播
技術の開発実証

研究期間：令和5年度～令和7年度（2023～2025年度）

研究担当：林業技術研究室

1 研究の目的

(1) 背景・目的

近年、局地的な集中豪雨により山地災害が頻発する中、計画的に治山事業を進めているものの、山腹尾根部や中腹部などには、地上作業による緑化が困難な小規模崩壊地が未緑化のまま存在している。

そこで、小型で遠隔操作が可能なドローンの機動性を活かした、急傾斜小面積崩壊地における航空実播技術を開発する。

(2) 到達目標

治山事業での活用。

2 成果の概要

(1) ドローン航空実播技術の開発

1) ドローン緑化適用方針の検討

・現場条件によるドローン緑化について、3工法（スラリー※¹、カプセル※²、粒・粉（グレイン））の適用条件整理を行った（図-1）。

2) 散布材料・散布装置の開発

・散布材料の発芽・生育予備試験及び先進事例調査を行った結果、スラリーが最も初期成長が良いことがわかった。

・スラリーを散布するため、吊り下げ式の散布装置を開発した。

3) ドローン緑化技術の開発

・スラリー散布装置は、急傾斜崩壊地の遮蔽物によって上空から目視できない、遮蔽物の下方のブラインドエリアに散布でき、本手法を特許出願した（図-2：特願 2025-138955）。

(2) 現地実証試験

1) 実証試験地の特性評価

・ドローンレーザー計測から傾斜区分図を作成し、ドローン空撮（RGB）及び現地調査よりレキ質分布の評価を行い、適用条件の整理に基づき、施工法を選択し、施工区分図を作成した（図-3）。

2) 実証試験

・整形されていない急傾斜崩壊地の種子定着が実証された。

・工程調査を行い、作業歩掛等の基礎データを収集し、積算資料を作成中である（図-4）。

・施工後の植生回復について、マルチスペクトルカメラを搭載したドローンを用いて調査した結果、植被率は、スラリーが高い値を示したことから、今

後の治山事業での活用が期待できる(図-5～9)。

(3) 技術マニュアルの作成

- ・実証試験の結果からスラリーと粒・粉(グレイン)を使用した技術マニュアルを作成する。

- ※1 スラリー
種子や肥料, 木質繊維, 侵食防止材などを水と攪拌し泥状にしたもの
- ※2 カプセル
医療用のカプセルの中に、種子、肥料、土壌改良材と高吸水性樹脂などを封入したもの
- ※3 マルチスペクトルカメラ
目で見える可視光線の波長帯の電磁波だけでなく、目で見えない不可視光線の波長帯電磁波も記録するカメラ

3 成果の活用

局地的な集中豪雨により山地災害が頻発する中、地上作業による緑化が困難な小規模崩壊地における緑化技術が求められているため、今後の治山事業での活用が期待できる。

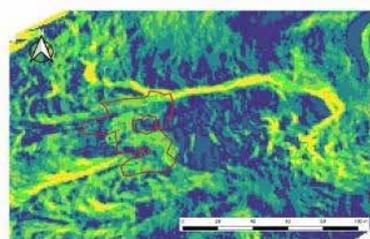
4 主なデータ

散布材料	レキ・土砂区分	傾斜
スラリー	土砂	急傾斜
粒・粉(グレイン)	レキ・土砂	目安として45度未満
カプセル	レキ・土砂	目安として30度未満

図-1 工法選定のための適用条件整理



図-2 ブラインドエリアに散布



傾斜区分図



ドローン空撮写真



施工区分図

図-3 施工区分図

ドローン作業飛行費(A)の計算

$$A = (T1 \times L + T2 + T3 + T4 + T5) \times N1 \times 1/60 \times 1/4 \times M1 \quad (1)$$

L : ドローンポートと散布地間の往復飛行距離(m)

T1 : ドローン発着地点と散布地間の100m当たりの往復飛行時間

T2 : 散布時間

T3 : 操縦士受け渡し

T4 : 横込・バッテリー交換

T5 : 高低作業補正

N1 : 散布回数(回) 総散布量÷積載量

M1 : 日当たり作業飛行料金(円/日)

なお日当たりの標準作業時間は航空緑化工と同様に4時間とする。

各方式により以下より選択する。

項目	スラリー方式	グレイン方式
T1:ドローン発着地点と散布地間の往復飛行時間	0.6分/100m	0.6分/100m
T2:散布時間	2分/回	1分/回 20kgなら1.5分
T3:操縦士受け渡し	1分/回	1分/回
T4:横込とバッテリー交換	4分/回	2分/回 20kgなら3分
T5:高低補正	1分/100m	1分/100m
積載量	40kg/回を標準	20kg/回を標準

図-4 ドローン作業飛行の歩掛

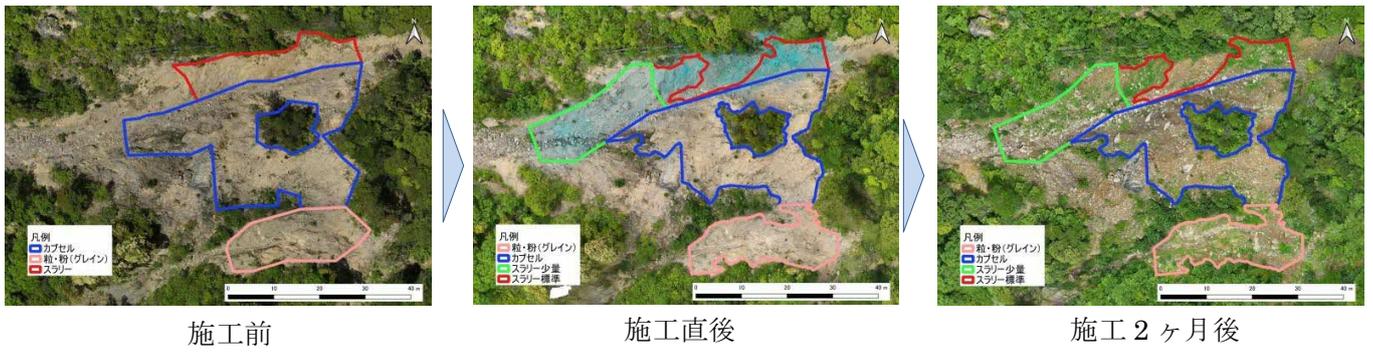


図-5 植生回復調査（岩国市平前地区）

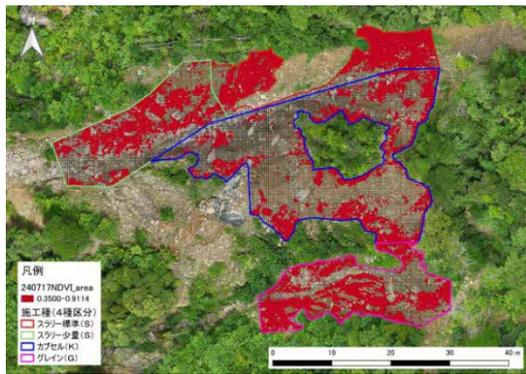


図-6 NDVI (施工2ヶ月後 岩国市平前地区)

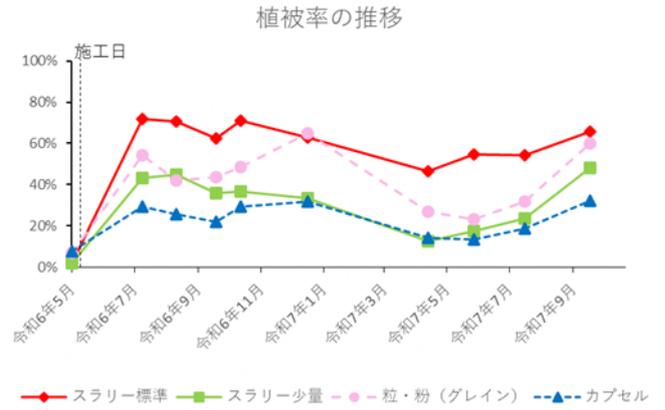


図-7 植生率の推移（岩国市平前地区）

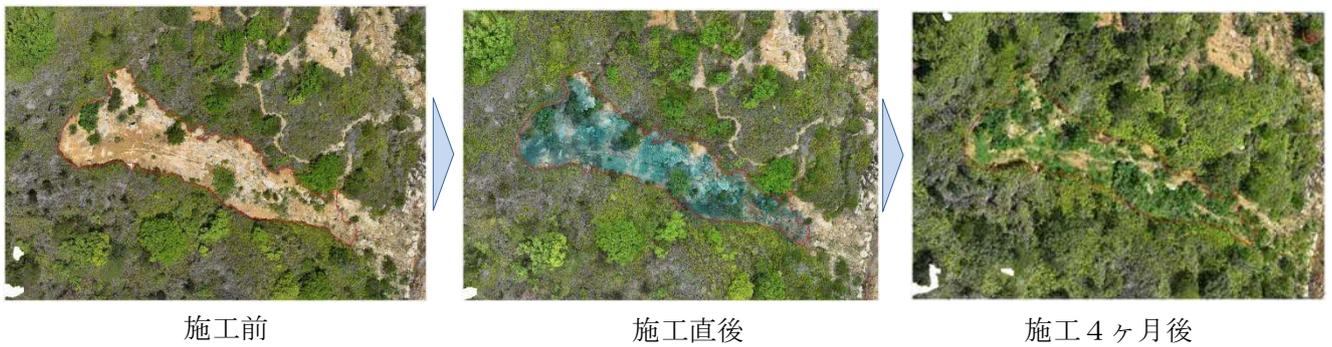


図-8 植生回復調査（防府市下右田地区）

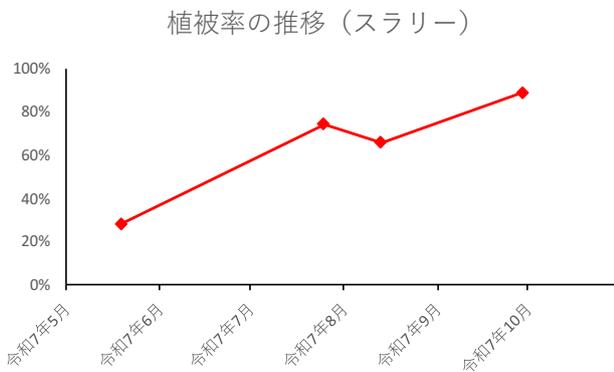


図-9 植生率の推移（防府市下右田地区）

ドローンによる急傾斜小面積崩壊地における 航空実播技術の開発実証

局地的な集中豪雨等により山地災害が多発化



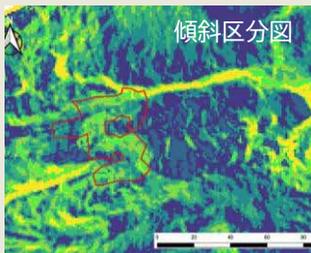
放置すると、
さらなる被害が...

急傾斜でアクセス困難な小面積崩壊地
の緑化技術の開発が急務



ヘリコプターによる航空実播技術を
小型で遠隔操作が可能なドローンに活用！

ドローン航空実播技術の開発



レーザ計測等で地形
の特性を把握



地形情報を基に施工
区分図を作成



散布材料の改良

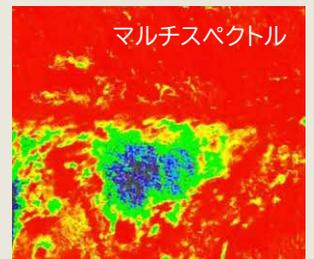


ドローン専用の
散布装置開発

ドローン航空実播技術の現地実証試験



- ・ 開発技術の現地実証
- ・ 植生状況、遷移状況の検証
- ・ 作業歩掛の収集



マルチスペクトルによる植生回復検証

ドローン緑化技術マニュアル

治山事業で活用

県民生活の安心・安全を確保

令和 5 年度（2023年度）研究推進計画書

(変更年： 年度)

1 課題分類			
2 課題名	ドローンによる急傾斜小面積崩壊地における航空実播技術の開発実証		
3 研究期間	R5～R7（2023～2025）	4 希望予算区分	単県
5 担当研究室 協力研究室 共同研究機関	林業研究室 国土防災技術（株）	6 要望提出機関	岩国農林水産事務所

7 研究の背景及び目的

(1) 背景

近年、局地的な集中豪雨等により山地災害が多発化する中、計画的に治山事業を進めているものの、地上作業による緑化が困難な小規模の急傾斜崩壊地が放置状態で存在している。裸地状態の急傾斜崩壊地は、新たな災害をもたらす危険性があるため、小規模であっても適切な緑化が必要である。

急傾斜地の緑化技術として有人ヘリコプターによる航空実播技術があるが、小規模崩壊地に対しては高コストとなるほか、資材プラントやヘリポートの設置など工法も過大となる。

そこで、小型で遠隔操作が可能なドローンの機動性を活かした、急傾斜小面積崩壊地における航空実播技術を開発する。

(2) 既往の成果

急傾斜地の緑化技術として、有人ヘリコプターによる航空実播技術がある。

(3) 残された問題点

ドローンの搭載能力、飛行特性に対応した散布材料、散布機材及び、散布に対応したドローンの飛行方法を開発する必要がある。

(4) 目的

ICT技術を活用し、急傾斜でアクセス困難な小面積崩壊地のドローン航空実播技術の開発・実証を行い、植生状況、遷移状況を検証する。

(5) 農林水産部の施策方向

やまぐち農林水産業振興計画「4産地の維持・拡大に向けた基盤整備と防災力強化」の「(5) 防災・減災機能の強化」に豪雨等による山地災害箇所への復旧が位置付けられている。

8 共同研究をする必要性

ドローンに搭載可能な散布材料、散布機材の開発には、ドローンの航空能力を熟知し、既存の有人ヘリコプターによる航空実播技術の応用が必須であることから、これらの技術・知見を有する国土防災技術（株）と共同研究を行うことで効率的に開発できる。

9 研究計画の内容

(1) 概要

ア ドローン航空実播技術の開発

レーザ計測等で詳細な地形を把握し、ドローンの飛行能力、積載量に対応した飛行プ

ラン等を検討する。既存の散布材料の改良、ドローン専用の散布機材を開発する。

イ ドローン航空実播技術の現地実証試験

開発した技術の現地実証試験を行い、植生状況、遷移状況を検証し、ドローン緑化技術マニュアルを作成する。

(2) 課題構成、達成目標及び研究年次

中課題	小課題	試験項目	達成目標	研究年次	
(課題名) ドローン航空 実播技術の開 発	(課題名) ドローン緑化 適用方針検討	ドローン能力に応じた適正距離、面積、散布方法調査	ドローン緑化の適用条件を整理	(R5)	
	(課題名) 散布材料、散 布機材の開発	散布材料の改良と散布試験	散布材料の開発	(R5~7)	
		散布材料に応じた散布機材の開発	散布機材の開発	(R5~7)	
	(課題名) ドローン緑化 技術の開発	散布材料毎の散布方法、飛行方法検討	ドローン緑化技術の開発	(R5~7)	
	(課題名) ドローン航空 実播技術の現 地実証試験	(課題名) 急傾斜小面積 崩壊地の特性 評価	レーザ計測による崩壊地の傾斜図、技術適応図作成	事業地の特性に応じた飛行ルート作成技術の開発	(R5~6)
		(課題名) ドローン航空 実播現地実証	ドローン航空実播工程調査	ドローン航空実播の歩掛整理	(R6~7)
マルチスペクトルドローンによる植生回復調査			ドローン航空実播の効果を確認	(R6~7)	
(課題名) ドローン緑化 技術マニユア ル作成		積算資料、ドローン選定	マニュアル、積算資料の作成及び技術の普及	(R7)	

(3) 主要な利用施設・備品

農林総合技術センター(マルチスペクトルドローン)

10 研究のポイント

- ドローンを活用した急傾斜崩壊地の遠隔緑化技術の開発実証により、従来の緑化技術では対応できなかった小規模崩壊地の緑化が可能になる。

11 普及に向けたスキーム

- ドローンによる急傾斜小面積崩壊地における航空実播技術の開発は、全国に先駆けた取り組みであり、治山事業で実践するほか、研修会や見学会などで情報発信を行う。