

令和 7 年度静岡県森林・林業技術研究発表会
発表スライド集Ⅰ

目次

No.1	志太榛原農林管内における「森の力」の回復状況についての一考察	3
No.2	諸子沢地すべり被害木の活用方法の検討	15
No.3	サーマル（熱赤外）カメラを搭載したドローンを活用した感染初期の松枯れ調査及び対策検討	30
No.4	土壌藻類の吹付による自然侵入促進工(BSC 工法)の実施結果について	37
No.5	下刈りの機械化のための自走式地拵え機による地拵えに関する検証	53
No.6	治山事業における大型ドローンを活用した資材運搬の取組	68



志太榛原農林管内における 「森の力」の回復状況 についての一考察

志太榛原農林事務所森林整備課
技師 坂本 陽

1 はじめに

【森の力再生事業】平成18年度～

対象	所有者による整備が困難で、緊急的に整備が必要な荒廃森林
目的	森の力(土砂災害防止・水源涵養等)の回復を目指す
方針	間伐を実施後、自然の力を活用し、針広混交林へ転換を図る
財源	森づくり県民税:超過課税方式



～整備前～

間伐等の整備がされていないため、林内が暗い。
下層植生が生育しないため、「森の力」が十分に発揮されていない。



～13年後(現在)～

整備により、林内に光が届き下草や広葉樹が発生。
「森の力」の回復が見られる。



島田市伊久美(平成24年度整備)

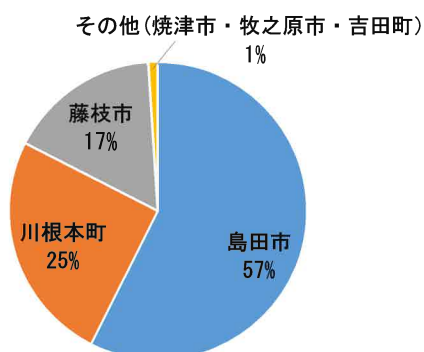
1 はじめに

【管内の森の力再生事業の実績】

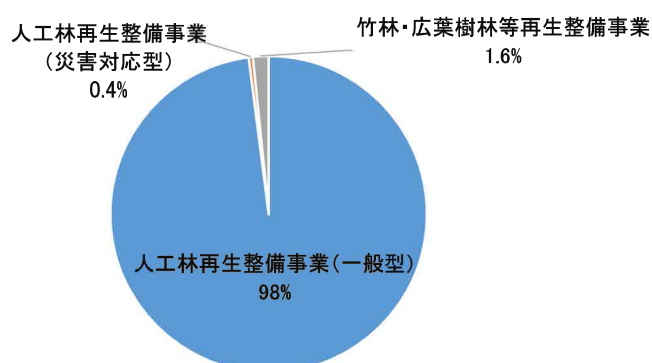
第1期 (H18～27)	第2期 (H28～R7)	
実績	計画	H28～R6 実績
2,245ha	1,900ha	1,815ha

第1・2期合計で
管内の民有林面積の
7.7%を整備

整備面積（市町別）



整備面積(メニュー別)



2 本研究の背景・目的

- ①管内では、「森の力再生事業」により、森林整備が継続的に行われ、森林の多面的機能（＝森の力）の回復が図られてきた
（整備から一定期間が経過した林分の増加）

- ②将来的に針広混交林化を視野にいれた整備が進められている

【針広混交林化とは】

針葉樹と広葉樹が混在している森林
特に林冠層で両方の樹種が共存している森林

スギ・ヒノキ単層林よりも
・ 公益的機能が発揮される
・ 自然の力で森が育つ



2 本研究の背景・目的

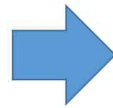
【着眼点】

整備から一定期間が経った森林の状況を調査する
整備による林分構造の変化を把握
木本類（特に高木性の樹種）がどの程度定着、
成長しているのかを確認



持続的な

- ・ 水源涵養機能の発揮
- ・ 土砂災害防止機能の発揮
- ・ 生物多様性の保全



高木性広葉樹の定着

||

針広混交林化への一步

2 調査方法

①調査地概要

調査地	整備年度	樹種	林齢 (施工時)	伐採率(%)	伐採手法	標高(m)	斜面方位	傾斜(度)
島田市相賀	2009年	スギ・ヒノキ	27-54	43	群状・単木	350	北	32
藤枝市岡部町玉取	2007年	スギ・ヒノキ	14-46	40	列状・単木	350	北西	30
焼津市花沢	2008年	スギ・ヒノキ	20-57	40	列状・群状・単木	300	西	34

← 調査プロット内 →

②調査項目（1 施工地に10m×10mの調査区を1箇所）

対象	項目	方法
上層木 (スギ・ヒノキ)	樹種	目視
	胸高直径	林尺測定
	樹高	ブルーメライスで測定
下層木 (胸高以上の木本類)	樹種	目視
	胸高直径	定規で測定
	樹高	ポールで測定

3 結果（施工地①島田市相賀）

【調査区内:上層木】

樹種	立木密度(本/ha)	平均胸高直径(cm)	平均樹高(m)	形状比
スギ	1,400	26.6	29.0	111

【調査区内:下層木】赤字:高木

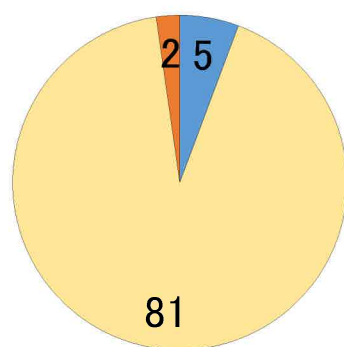
種名	生活型	樹高区分	平均樹高(m)	個体数	シカの嗜好性
ヒサカキ	常緑樹	小高木	2.8	78	採食植物
シキミ	常緑樹	小高木	4.1	2	不嗜好性植物
クロモジ	落葉樹	低木	2.2	2	採食植物
コアジサイ	落葉樹	低木	1.4	2	採食植物
タンナサワフタギ	落葉樹	小高木	2.5	1	採食植物
ヤブムラサキ	落葉樹	低木	1.8	1	採食植物
スダジイ	常緑樹	高木	6.4	1	採食植物
アラカシ	常緑樹	高木	2.1	1	採食植物

計8種類、88個体

低木:1~4m 小高木:4~8m 高木:8m以上に成長するもの

3 結果（施工地①島田市相賀）

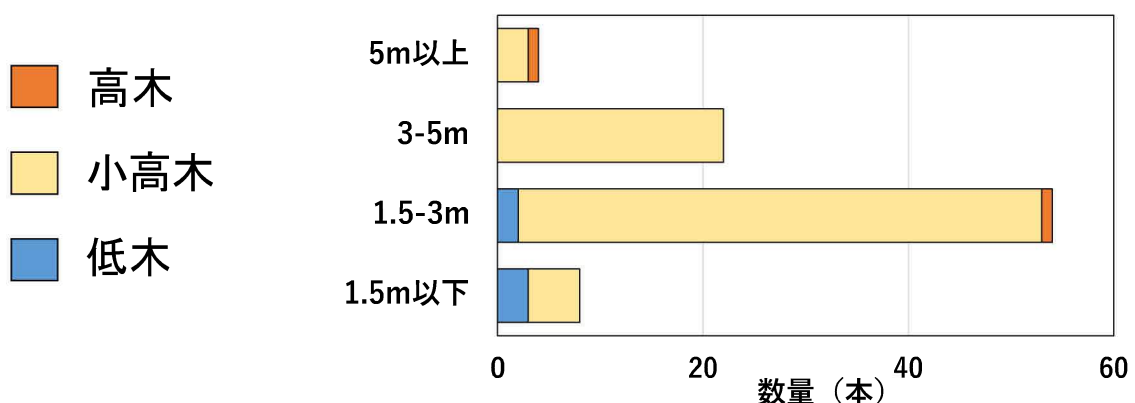
樹高区分ごとの本数



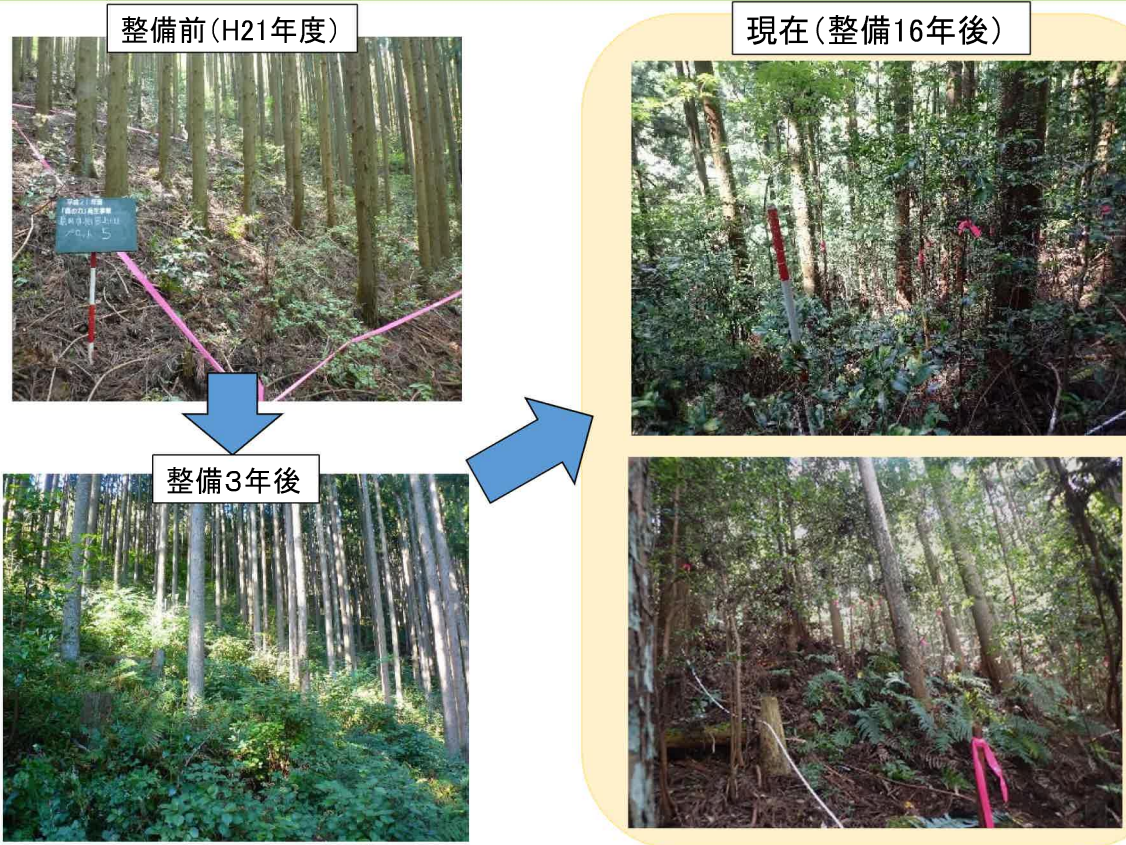
小高木性が最も多い(81本)
次いで、低木性(5本)、高木性(2本)

樹高5m以上: 4本(ヒサカキ3、スダジイ1)
樹高最大: スダジイ6.4m

樹高別の本数



3 結果（施工地①島田市相賀）



3 結果（施工地②藤枝市岡部町玉取）

【調査区内:上層木】

樹種	立木密度 (ha/本)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	形状比
スギ	1,000	30.1	26.8	89

【調査区内:下層木の種類】赤字:高木

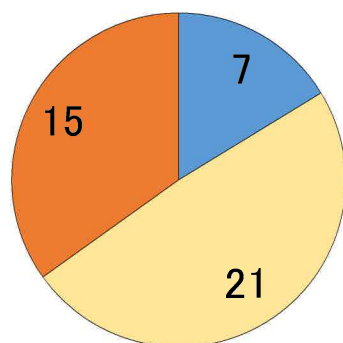
種名	生活型	樹高	平均樹高	個体数	シカの嗜好性
ヒサカキ	常緑樹	小高木	2.5	16	採食植物
アラカシ	常緑樹	高木	4.4	10	採食植物
ヤブムラサキ	落葉樹	低木	3.3	6	採食植物
シキミ	常緑樹	小高木	4.4	4	不嗜好性植物
ツブラジイ	常緑樹	高木	3.1	1	採食植物
アオハダ	落葉樹	高木	4.8	1	採食植物
ウツギ	落葉樹	低木	1.4	1	採食植物
シラカシ	常緑樹	高木	4.4	1	採食植物
スタジイ	常緑樹	高木	3.1	1	採食植物
イヌツゲ	常緑樹	小高木	2.1	1	採食植物
タブノキ	常緑樹	高木	6.3	1	採食植物

低木:1~4m 小高木:4~8m 高木:8m以上に成長するもの

計11種類、43個体

3 結果（施工地②藤枝市岡部町玉取）

樹高区分ごとの本数

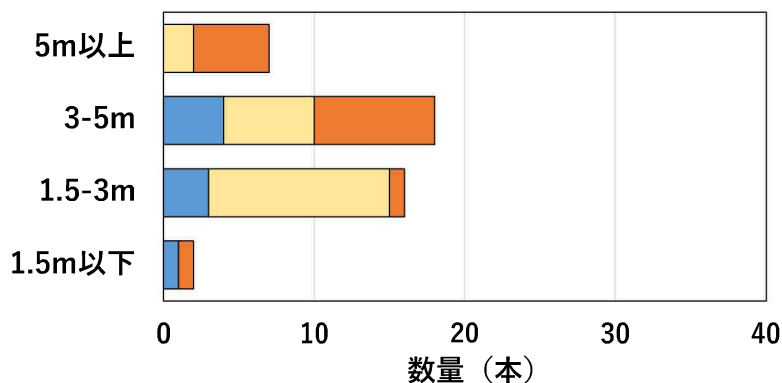


小高木性が最も多い（21本）
次いで、**高木性（15本）**、低木性（7本）

樹高 5 m 以上：7 本
（アラカシ 4、シキミ 2、タブノキ 1）
樹高最大：**タブノキ 6.3m**

高木
小高木
低木

樹高別の本数



3 結果（施工地②藤枝市岡部町玉取）

整備前（H19年度）



整備3年後



現在（整備18年後）



3 結果（施工地③焼津市花沢）

【調査区内:上層木】

樹種	立木密度(本/ha)	平均胸高直径(cm)	平均樹高(m)	形状比
スギ・ヒノキ	1,700（うちスギ200本/ha）	26.7	21.8	84

【調査区内:下層木の種類】赤字:高木

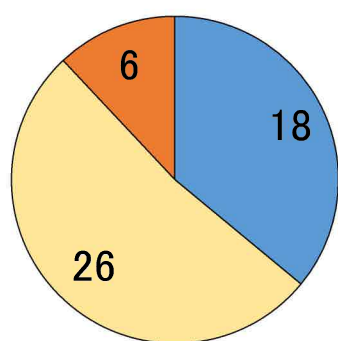
種名	生活型	樹高	平均樹高(m)	個体数	シカの嗜好性
ヒサカキ	常緑樹	小高木	2.8	21	採食植物
アオキ	常緑樹	低木	4.1	17	採食植物
ウラジログシ	常緑樹	高木	2.2	4	採食植物
シキミ	常緑樹	小高木	0.9	3	不嗜好性植物
イヌツゲ	常緑樹	小高木	2.5	1	採食植物
タンナサワフタギ	落葉樹	小高木	1.8	1	採食植物
ヤブニッケイ	常緑樹	高木	6.4	1	採食植物
ネズミモチ	常緑樹	低木	2.1	1	採食植物
タブノキ	常緑樹	高木	2.1	1	採食植物

計9種、50本

低木:1~4m 小高木:4~8m 高木:8m以上に成長するもの

3 結果（施工地③焼津市花沢）

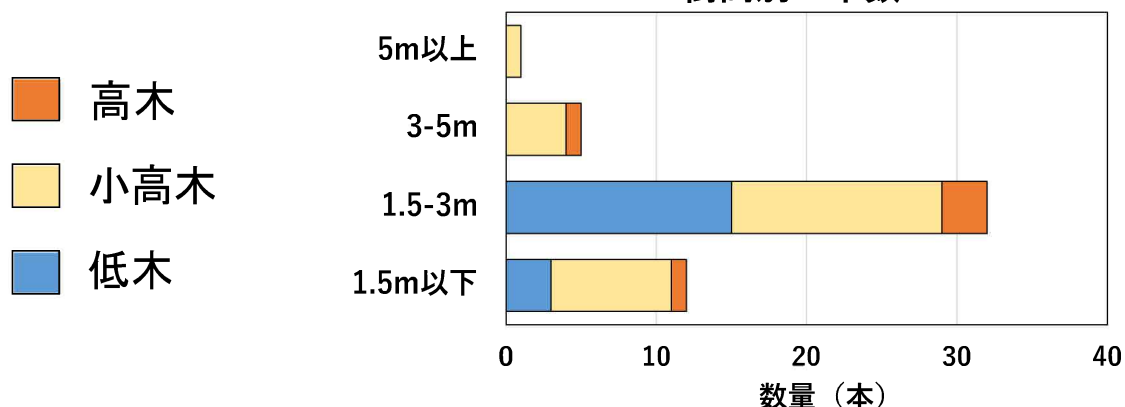
樹高区分ごとの本数



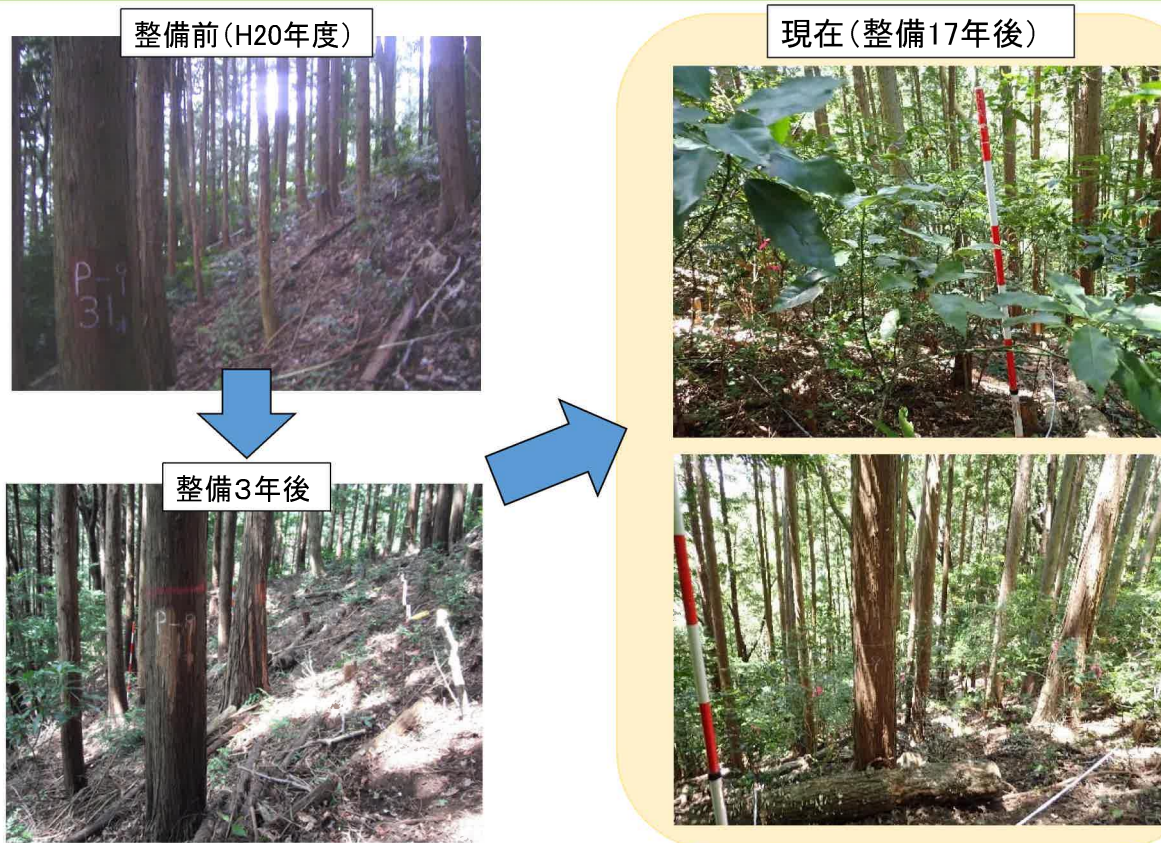
小高木性が最も多い（26本）
次いで、低木性（18本）、高木性（6本）

樹高5m以上：1本（ヒサカキ1）
樹高最大：ヒサカキ5.7m
高木性の樹高最大：タブノキ4.0m

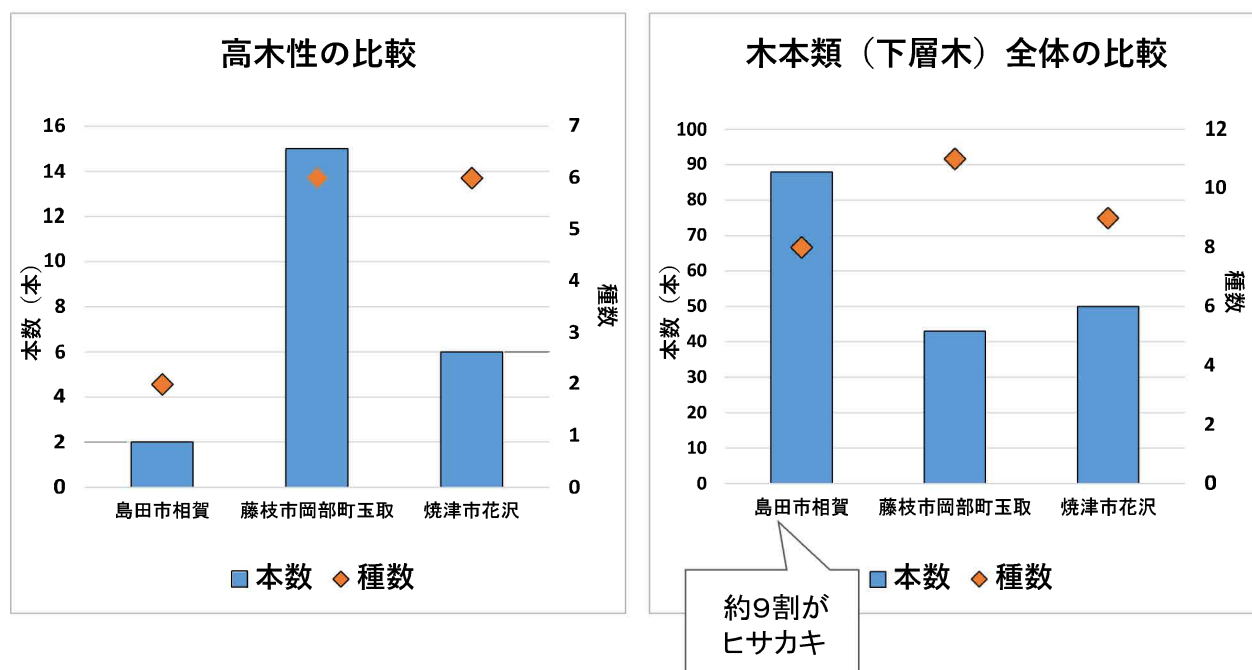
樹高別の本数



3 結果（施工地③焼津市花沢）



3 考察（高木性樹種の状況）



3施工地全てで、高木性樹種を含む多様な樹種の木本類が確認され、植生回復が進んでいることが示された

3 考察（ヒサカキの影響）

全ての施工地でヒサカキが最も多く確認された



【ヒサカキの特徴】

- ・常緑の小高木
→林床を覆い、土壌侵食の防止
- ・シカの嗜好性が比較的低い
→萌芽や稚樹が安定して成長
- ・耐陰性が高い
→光が弱い環境でも生育できる



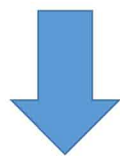
林分の安定化、公益的機能の持続的な発揮に寄与

一方で・・・

林床で優占すると、光や空間の競合等によって、高木性樹種の成長・定着に影響を与える可能性

3 考察（高木性樹種の状況）

- ・ 3施工地すべてにおいて、高木性樹種が複数確認できた
- ・ 低木～高木、常緑樹、落葉樹まで多様な樹種が生育していた
- ・ 樹高が5 m以上に達するものもあり、順調に成長していた



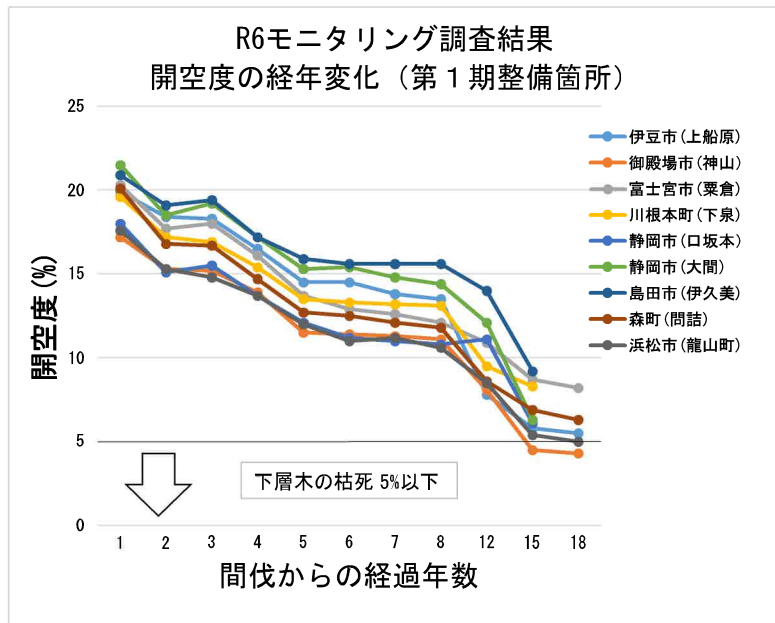
整備によって、一定の成果が得られている

- ・ 針広混交林への移行が進んでいる
- ・ 「森の力」の持続的な発揮に向けた基盤が形成された

3 考察（光環境）

年数が経つにつれ、林冠は閉鎖してきており、光環境に変化が見られる

→ 適度な光環境の維持が更なる森林の階層構造の発達を促すことができる



調査地内の林冠（現在）



3 考察（シカの影響）

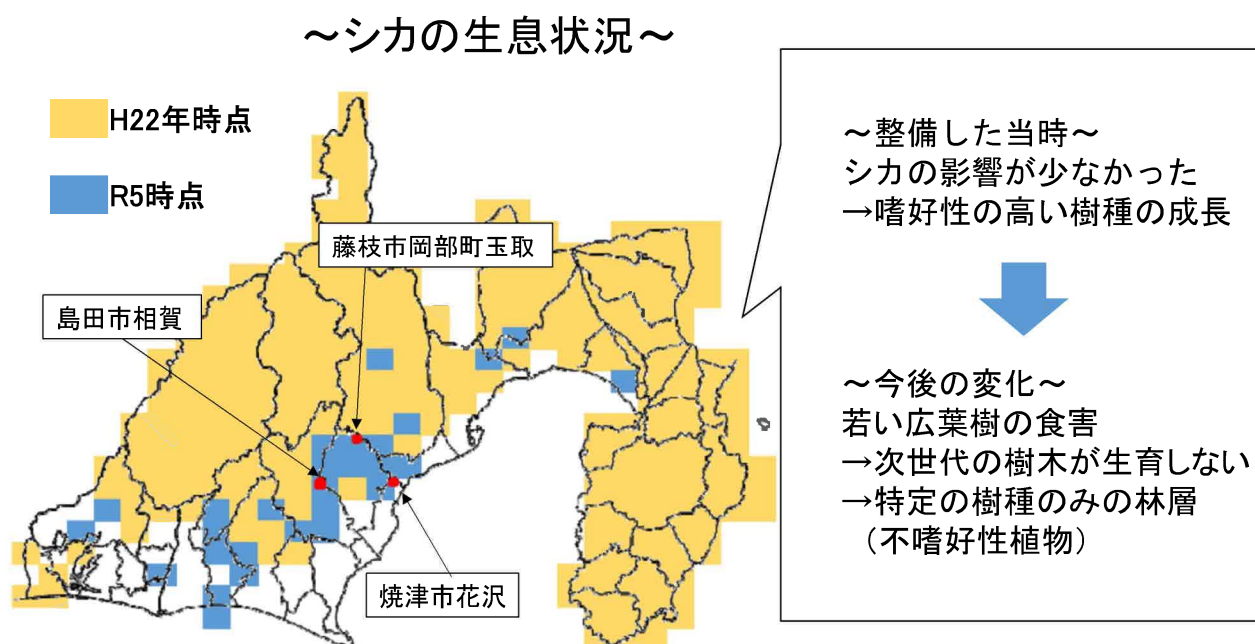
今回現地で生育が確認された、広葉樹（計16種）のうち、シカの不嗜好性植物は、1種：シキミのみ

【現地のシカ食害状況】

調査地	食害状況
島田市相賀	あり
藤枝市岡部町玉取	あり
焼津市花沢	なし



3 考察（シカの影響）



持続的な「森の力」の維持、向上のためには、シカ対策が重要

4 まとめ

- ◎全ての調査地で、多様な木本類(高木性樹種)が確認され、それらが順調に成長しており、立体的な林分構造になっていた
- ◎一定期間経った整備地では、シカによる被害や林冠の閉鎖による光環境の悪化が見られた



「森の力再生事業」は

- ・針広混交林への移行や「森の力」の回復に一定の効果がある
- ・成果を持続的に発揮させるには、シカ対策や光環境の改善が不可欠



6.3mまで成長したタブノキ

ご清聴ありがとうございました。

諸子沢地すべり被害木の活用方法の検討



要旨

令和5年8月22日静岡市葵区諸子沢地内の森林で大規模な地すべり災害が発生し、大量の土砂流出と、崩壊地内には数千本に及ぶ倒木が堆積した。

中部農林事務所治山課では、地すべり災害による森林の復旧の為に令和5年度から災害関連緊急地すべり防止事業に着手し、現在、緊急総合地すべり防止事業を実施している。

要旨

森林被害木の倒木の搬出処理について

→当初、産業廃棄物処分費を計上
(近隣の木くず受入可能な処分場に搬出)

→産廃処分費が、工事費を押し上げている

要旨

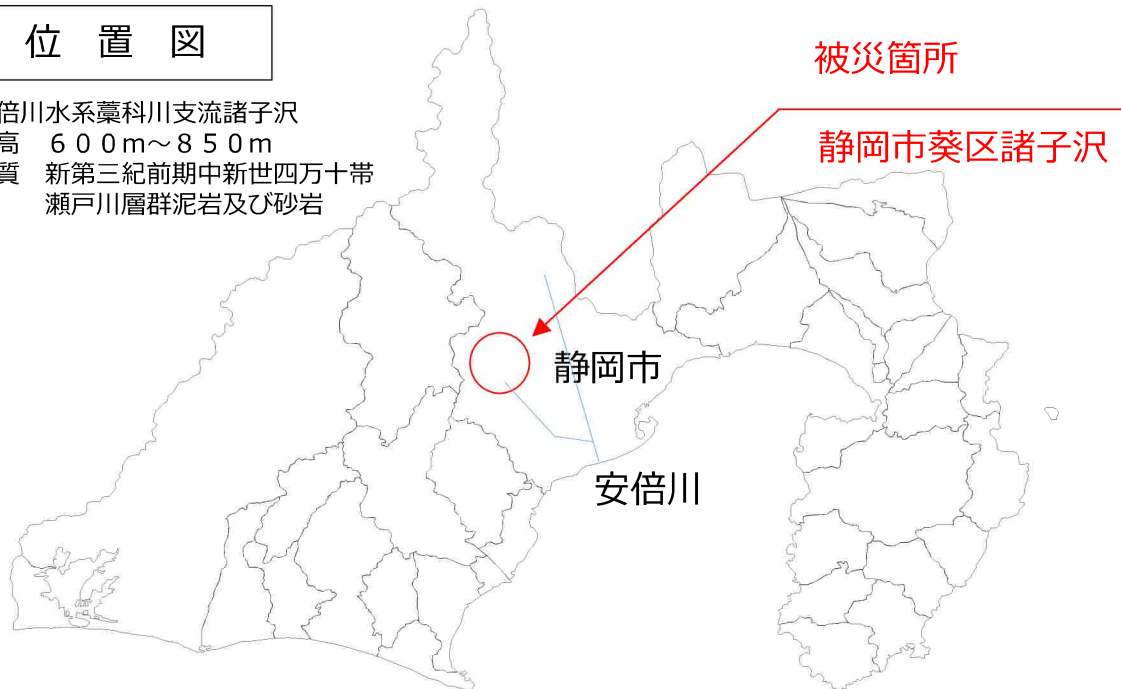
森林被害木の倒木を袋井市の遠州フォレストエナジー
発電所に搬出するトライアルを行った結果、コスト縮減
と共に、木質バイオマスに活用できることがわかった。

そこで未利用材の有効活用として着目し、森林整備課と
治山課の合同で、森林被害木の活用方法を検討した。

地すべり地の概要

位置図

安倍川水系藁科川支流諸子沢
標高 600m～850m
地質 新第三紀前期中新世四万十帯
瀬戸川層群泥岩及び砂岩



令和5年度災害関連緊急地すべり防止事業

位置図

静岡市葵区諸子沢（大久保沢）

諸子沢集落

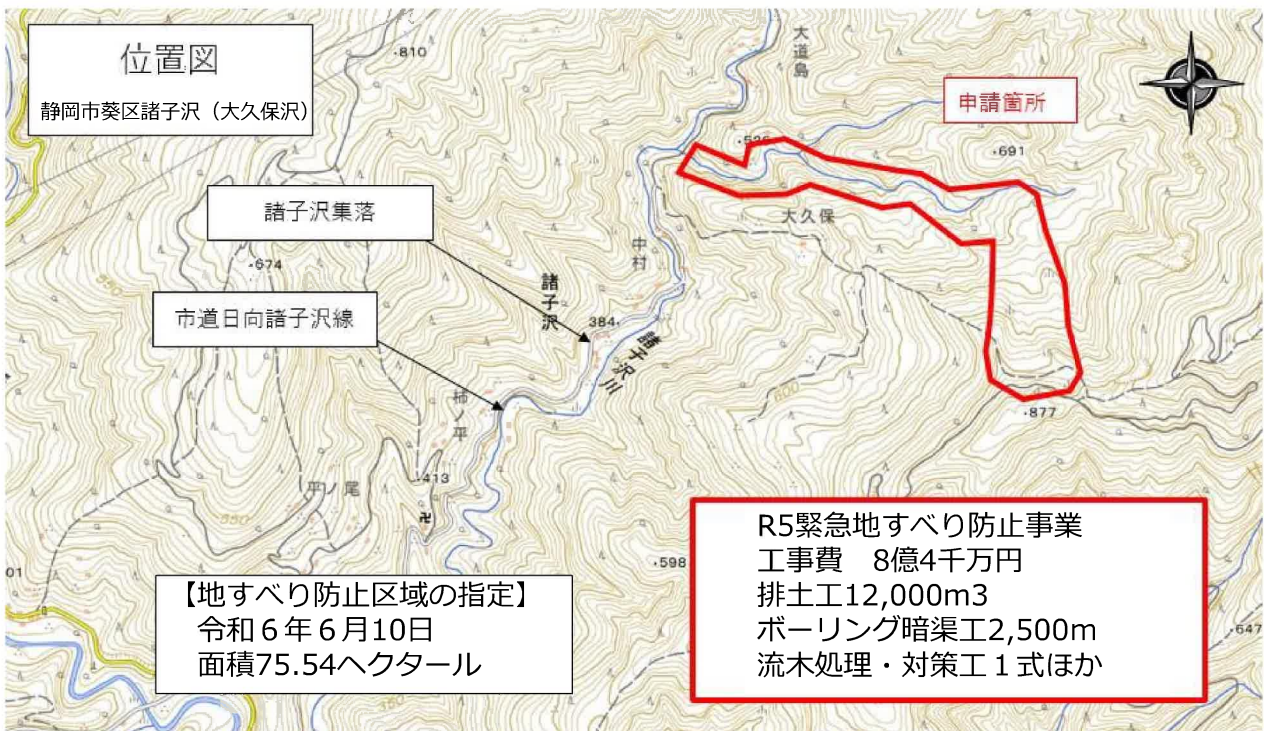
市道日向諸子沢線

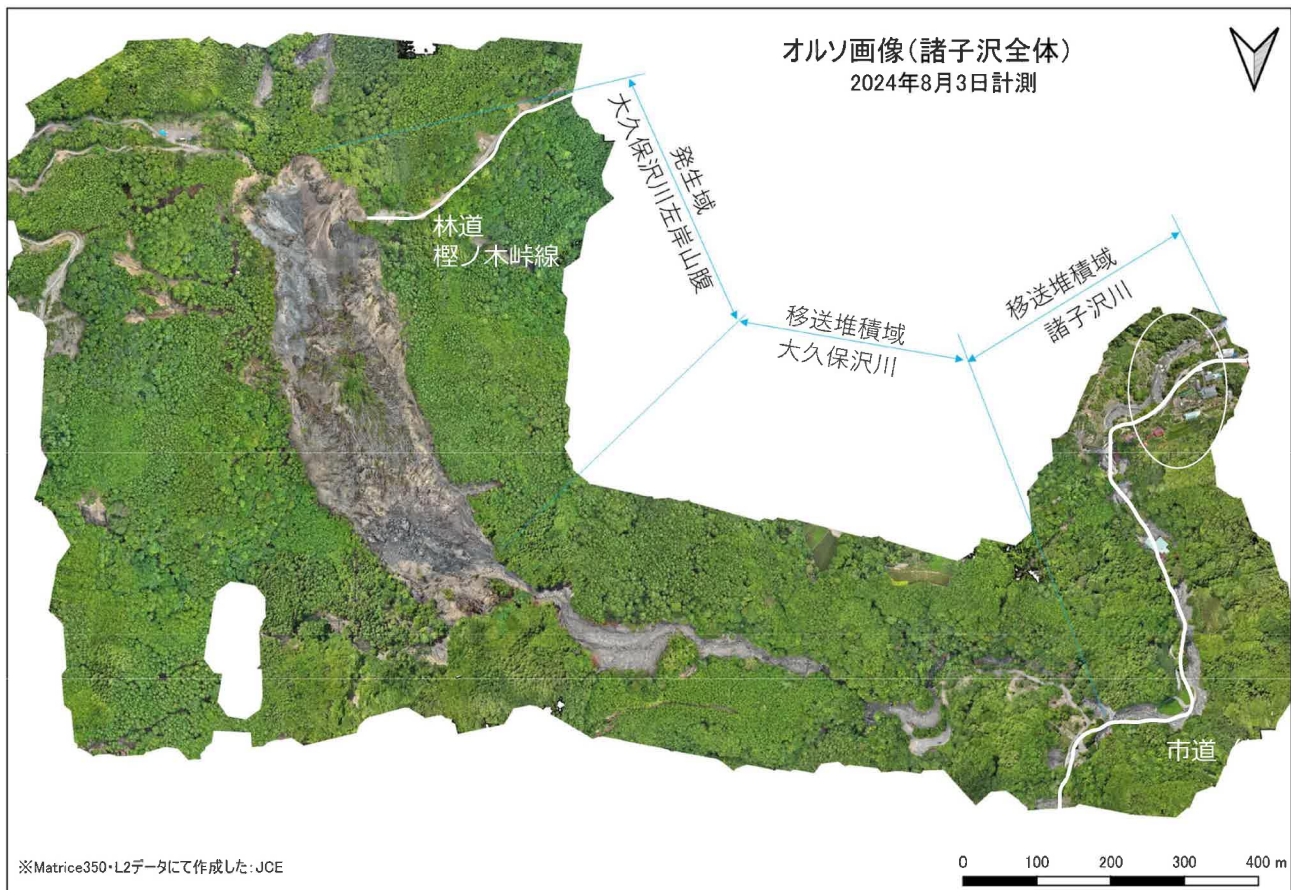
諸子沢

申請箇所

【地すべり防止区域の指定】
令和6年6月10日
面積75.54ヘクタール

R5緊急地すべり防止事業
工事費 8億4千万円
排土工12,000m³
ボーリング暗渠工2,500m
流木処理・対策工1式ほか





被災状況



地すべり崩壊地内の倒木状況

流木対策



市道への流出状況



流木補足工
(R5災害関連緊急地すべり)

災害関連緊急地すべり防止事業（R5）



流木除去工（積込・搬出）



産業廃棄物処分

緊急総合地すべり防止事業



集水ボーリング暗渠工 (R5-2)



集水ボーリング暗渠工 (R6-4)

R6緊急総合地すべり防止工事



ザウルス



ケーブルクレーン運搬



R6緊急総合地すべり防止工事



着手前



完 成

課題

令和6年度治山（緊急地すべり）工事で倒木処理を進めたところ、積み重なった倒木の数量が概算で2,000m³を超える見込みであった。

当初は産業廃棄物処分場に搬出する予定であったが、全量を産業廃棄物処分（幹・葉3,000円/m³）した場合、処分費だけで600万円超の経費を要し、工事費のコスト縮減が求められた。

課題

産業廃棄物処分費のコスト縮減を検討する中で、
「未利用木材活用トライアル事業」を参考に、
木質バイオマスとして発電所に搬出する案を作成。

R6治山工事で、袋井市の遠州フォレストエナジー
発電所に倒木を搬出するトライアルを実施した。

遠州フォレストエナジー合同会社への搬出トライアル



山土場



トラックの積込



発電所

(1日目)	R7. 4. 17	搬出量	11. 620トン
(2日目)	R7. 4. 18	"	10. 510トン
(")	R7. 4. 18	"	9. 440トン
(3日目)	R7. 4. 21	"	9. 450トン
(4日目)	R7. 4. 22	"	9. 460トン
(")	R7. 4. 22	"	9. 730トン

**4日間で6往復、合計60. 21トンの木材を
袋井市の遠州フォレストエナジー合同会社に搬出**

経費分析・・・トラック輸送費

山土場（静岡市葵区）～発電所（袋井市）間の
運搬距離：往復169.4 k m（片道84.7 k m×2）

トラックの1往復運転時間（時速30 k m標準）
= 5.6時間

トラック運転経費（10,538円/時間）
= 1往復：約58,000円

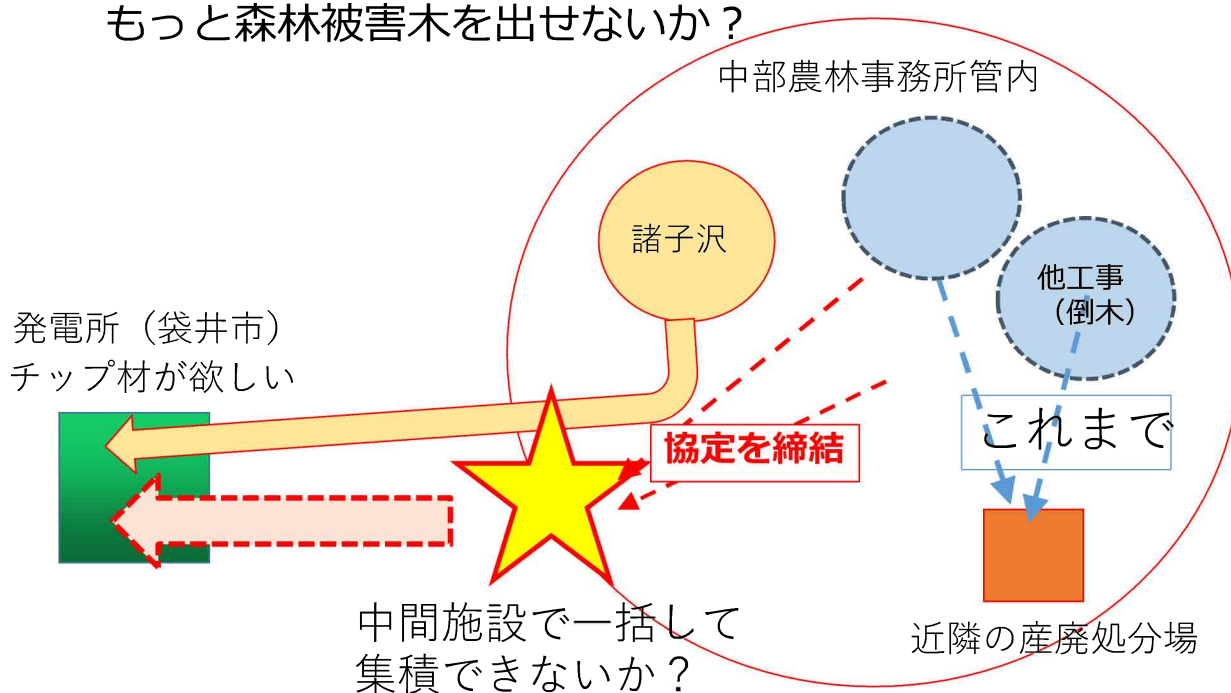
トライアルの経費比較

	発電所（袋井市）	搬出量10トン当り 処分場（静岡市内）
運搬距離（往復）	1 6 9 . 4 k m	8 2 . 8 k m
トラック運転経費	58,000円	28,000円
産業廃棄物処分費	—	15,000円
チップ買取	▲20,000円	—
計	38,000円	43,000円

もっと森林被害木を出せないか？

	発電所（袋井市）	搬出量10トン当り 処分場（静岡市内）
運搬距離（往復）	200 k m（仮）	8 2 . 8 k m
トラック運転経費	69,000円	28,000円
産業廃棄物処分費	—	15,000円
チップ買取	▲20,000円	—
計	49,000円	43,000円

もっと森林被害木を出せないか？



対 応（トライアル後）

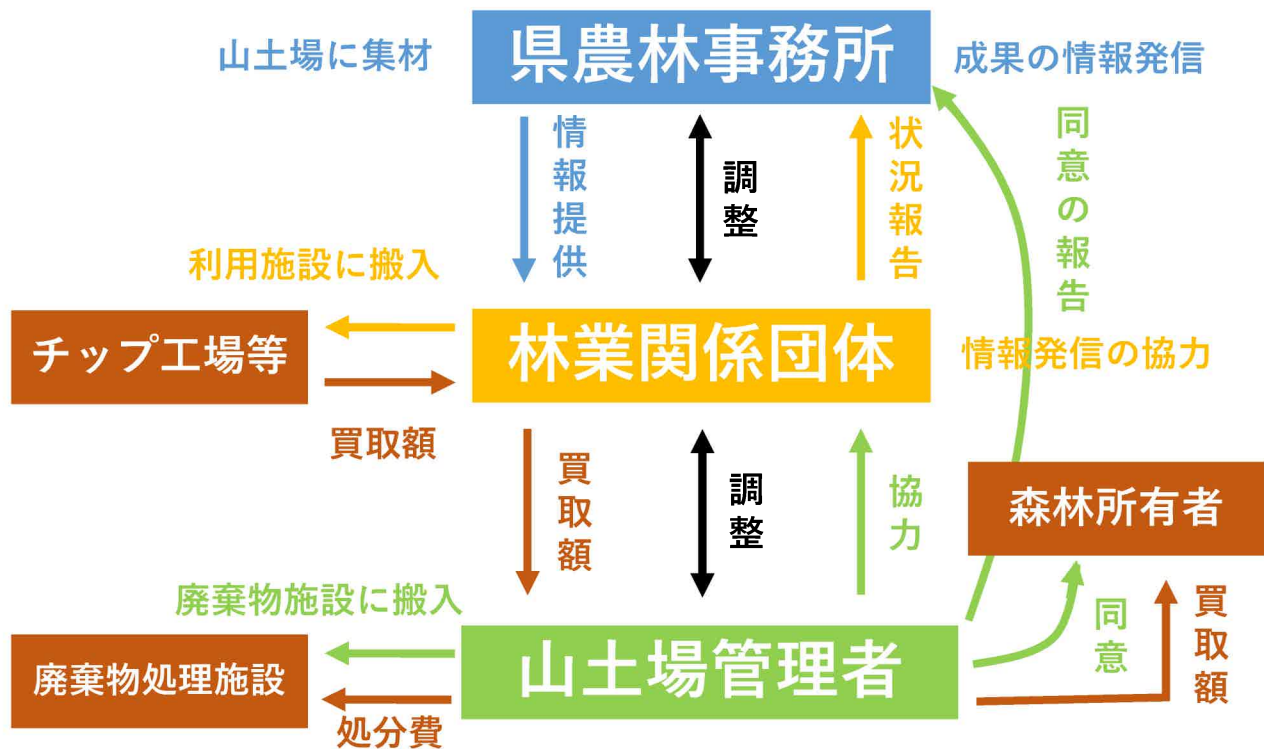
農林事務所内で検討チームを設置

目的	・ 被害木の効率的な撤去・運搬 ⇒災害現場の早期復旧 ・ 未利用木材の利活用 ⇒処分費削減、環境負荷低減
メンバー	農山村整備部長、治山課長 森林整備課長、各課担当者
検討内容	・ 運搬費等を買取額で補う仕組みづくり ・ 燃料の他、木材加工施設への販路 ・ 被害木を選別する中間集積拠点の確保 ⇒民間との協定締結に向けた調整
検討回数	4 回程度

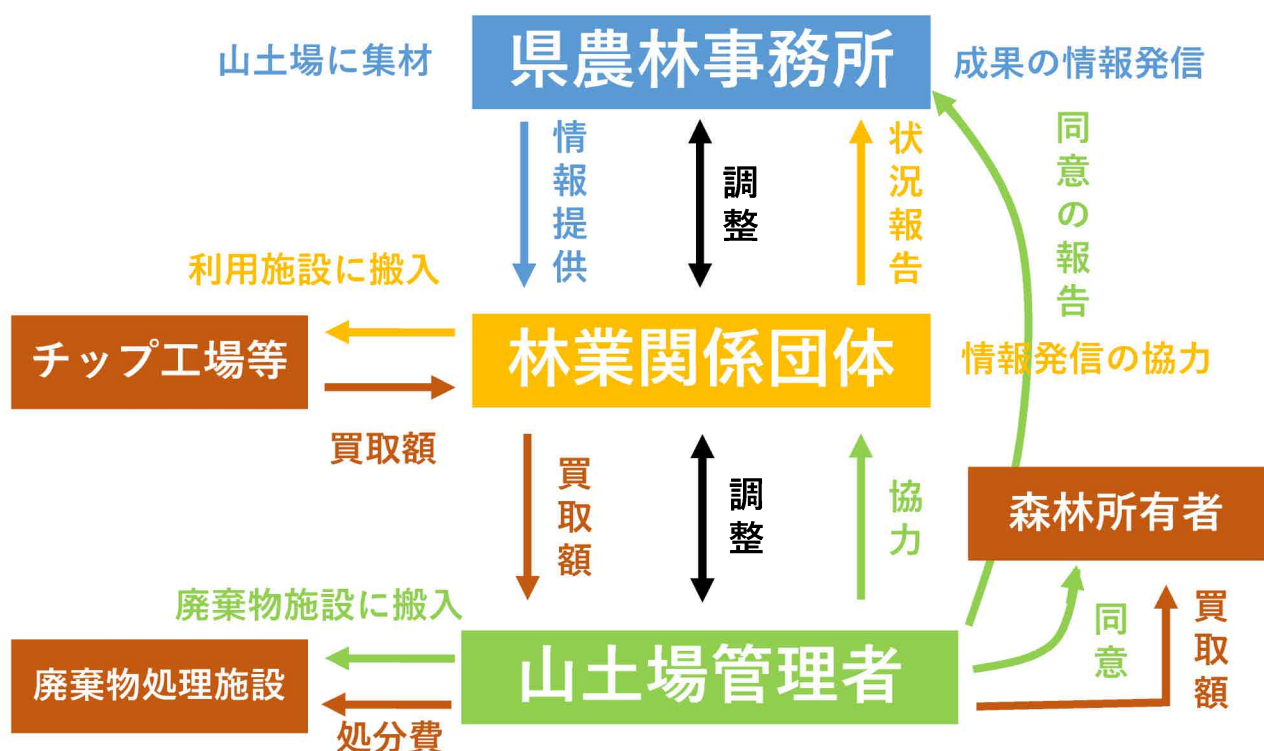
未利用材を利活用する仕組み

- ・ 被害木のうち、泥まみれの枝葉や石が噛んでいる根株を除いた**幹の部分は、利用施設へ持ち込めば有償**で買い取ってもらえる。
- ・ 災害等により発生した被害木は、F I T 発電施設では、売電価格の事情で、木材の買取価格が安くなるので、**マテリアル利用先も含めて検討**
- ・ 被害木の状況によっては、チップ用材（C材）のほか、製材（A材）、合板用材（B材）としても利用できる可能性があるので、**民間の協力のもと、運搬費等を買取額で補うなどの仕組みをつくる**余地がある。

検討内容（役割分担フロー）



検討結果（協定締結時）



検討することの意義

- 公共工事に伴う未利用材の利活用について、**所内で検討チームを設置**して、検討しておくこと、他の災害現場においても、応用できる。
- 対応例として、関係者の協力のもと**協定書を締結**することで、より実行性が高い取組に繋がる。
- 実効性が高まることで、森林以外の農地、土木などの**他部局や市町への広がり**が期待できる。
- 他部局や市町に広がることで、未利用木材の利用量（生産量）が増え、県内のチップ用材等の**利用施設への供給力の強化**に繋がる。

最後に（現場の声）

- ・発電用に木材の量をもっと欲しい。
- ・木材の運搬に10トン車が入れる道が必要。
- ・発電所・チップ工場・製材所でも、搬出先はどこでも構わない。時間が経てば虫が入ったり材が悪くなるので、早く出したい。
- ・チップ材が安すぎる。県はチップ材の価格を上げる仕組みを考えるべきではないか？
- ・泥まみれの枝葉、石が噛んでいる根の処分をどうする。
- ・枝葉や根株は搬出しても赤字になる恐れが高い。

治山工事の課題



泥まみれの枝葉



石が噛んでいる根株

今後の展望

- ・カーボンニュートラルの実現に向けて再生可能エネルギーへの期待が高まる中、県内では新たな発電施設の整備が進んでおり、木質バイオマスの需要が急速に高まっている。

- ・一方、台風など大規模な森林災害で発生した被害木は、産業廃棄物として処分されることがある。

- ・森林災害による被害木の集積拠点を各地に決めておき、森林災害の発生時には直ちに被害木を搬出できる体制を整えておけば、工事面では迅速な搬出処理とコスト縮減が期待でき、木材利用面でも、木質バイオマスの需要に応えていけるのではないかな。

サーマル(熱赤外)カメラを搭載したドローンによる 感染初期の松枯れ調査及び対策検討

【沼津市千本松原の調査報告】



【目次】

1.	調査の概要	2
2.	どの様な松枯れが対象か?	3
3.	どの様に探すのか?	4
4.	今回の調査方法は?	6
5.	調査の結果は?	8
6.	成果と課題は?	10

令和7年10月 3日
沼津市農林農地課
昭和設計株式会社



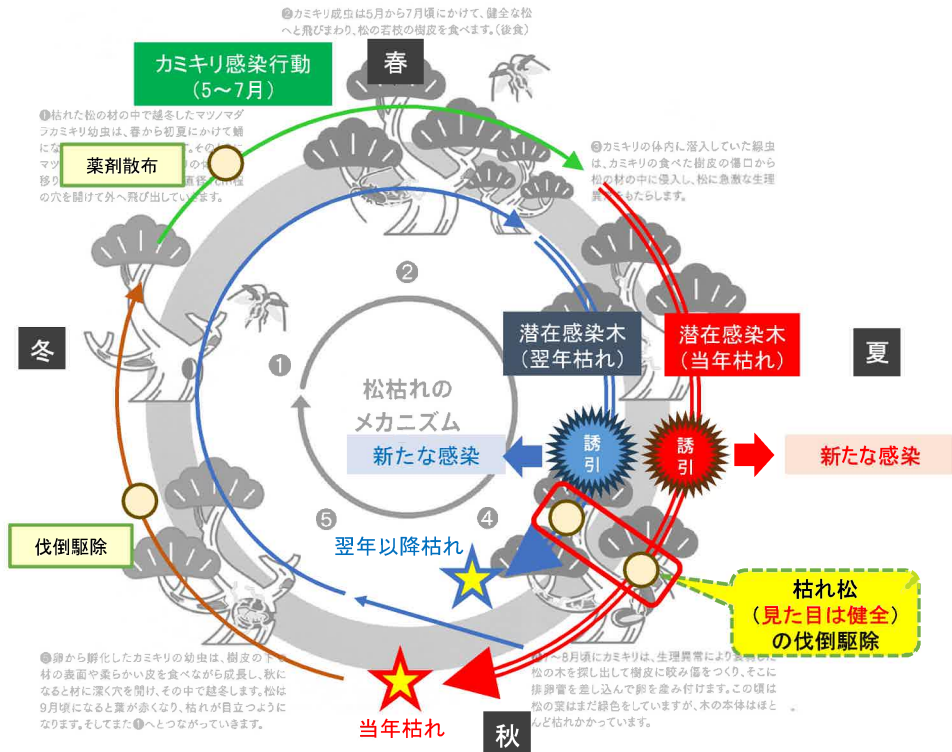
1. 業務の概要

- 沼津市の千本松原は、高度公益機能森林であり、松くい虫の被害から守るべきエリアになっています。
- また、千本松原は、歴史的に有名な歌人である若山牧水を魅了した景勝地であり、地域からも愛される場所となっています。
- このため、定期的に薬剤散布や樹幹注入等を行い、松くい虫の被害を軽減する取り組みを実施しています。しかし、完全な対策には至っておらず、毎年、松くい虫の被害が発生している状況にあります。
- そこで、本調査では、松くい虫からの被害をより軽減していくことを目的に、サーマルカメラを搭載したドローンを使用し、『見た目は健全であるが、感染拡大が懸念されるマツノザイセンチュウに感染した松』を調査し、今後の対策案を整理しました。



写真： 千本松原と富士山
(出典： 沼津市HP)

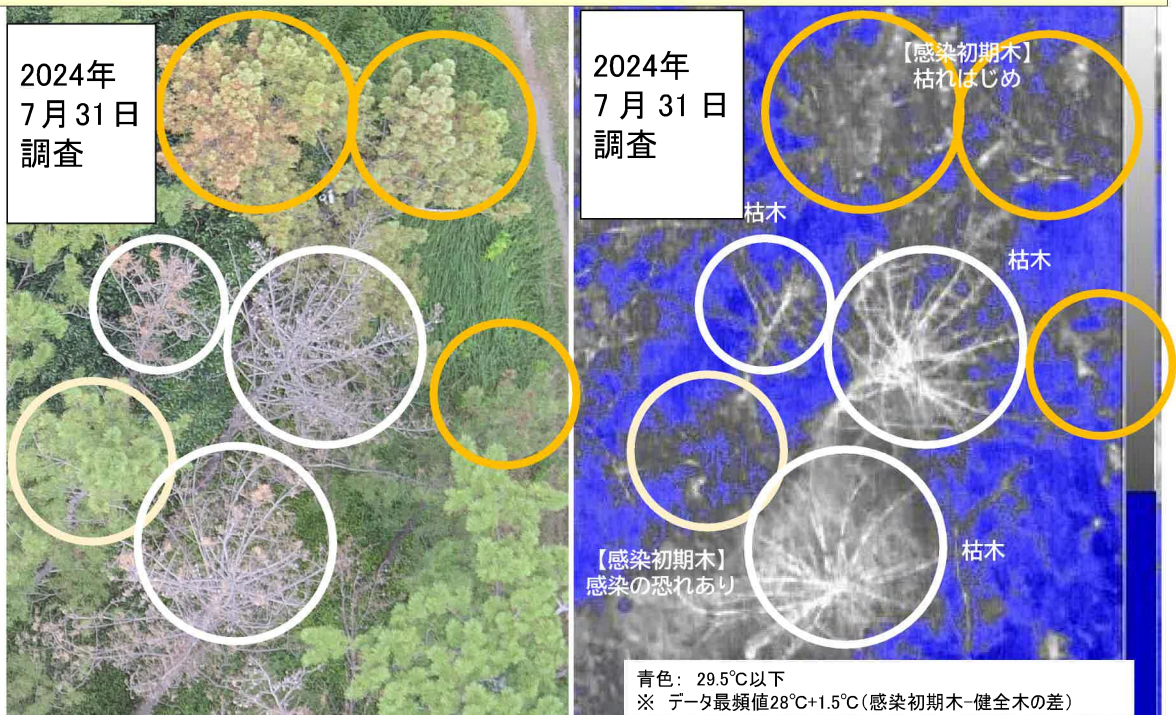
○ 感染拡大の原因となる、見た目は健全な『潜在感染木(=当年枯れ、翌年枯れ)』を対象



図：松枯れのメカニズム (出典：静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター資料)

3

- サーマルカメラを搭載したドローンを使用し、潜在感染木(当年枯れ、翌年枯れ)を把握
- 令和2~3年度の静岡市産学交流センター助成事業で、静岡県立農林環境専門職大学、静岡県立農林技術研究所と共同開発



写真：御用邸記念公園(学習院大学との境)の温度状況

4



写真：御用邸記念公園(学習院大学との境)の松枯れ(比較)

5

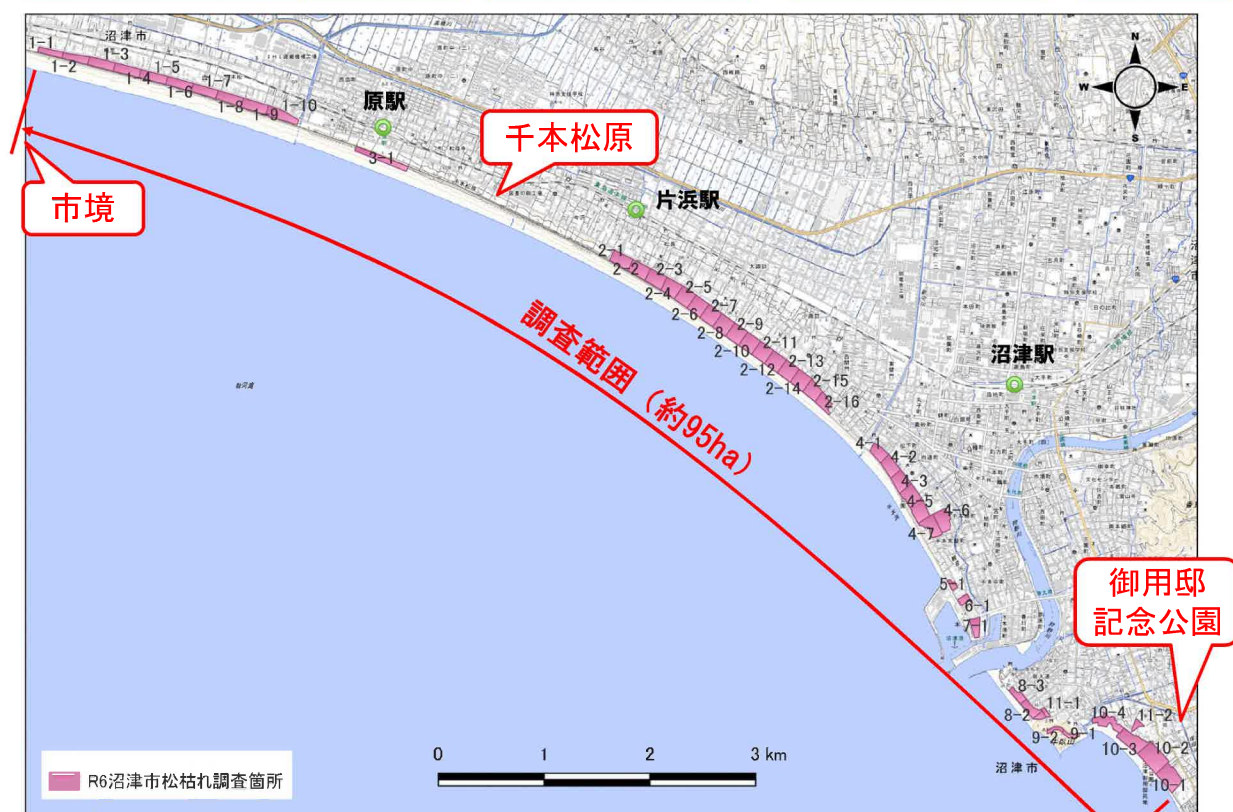
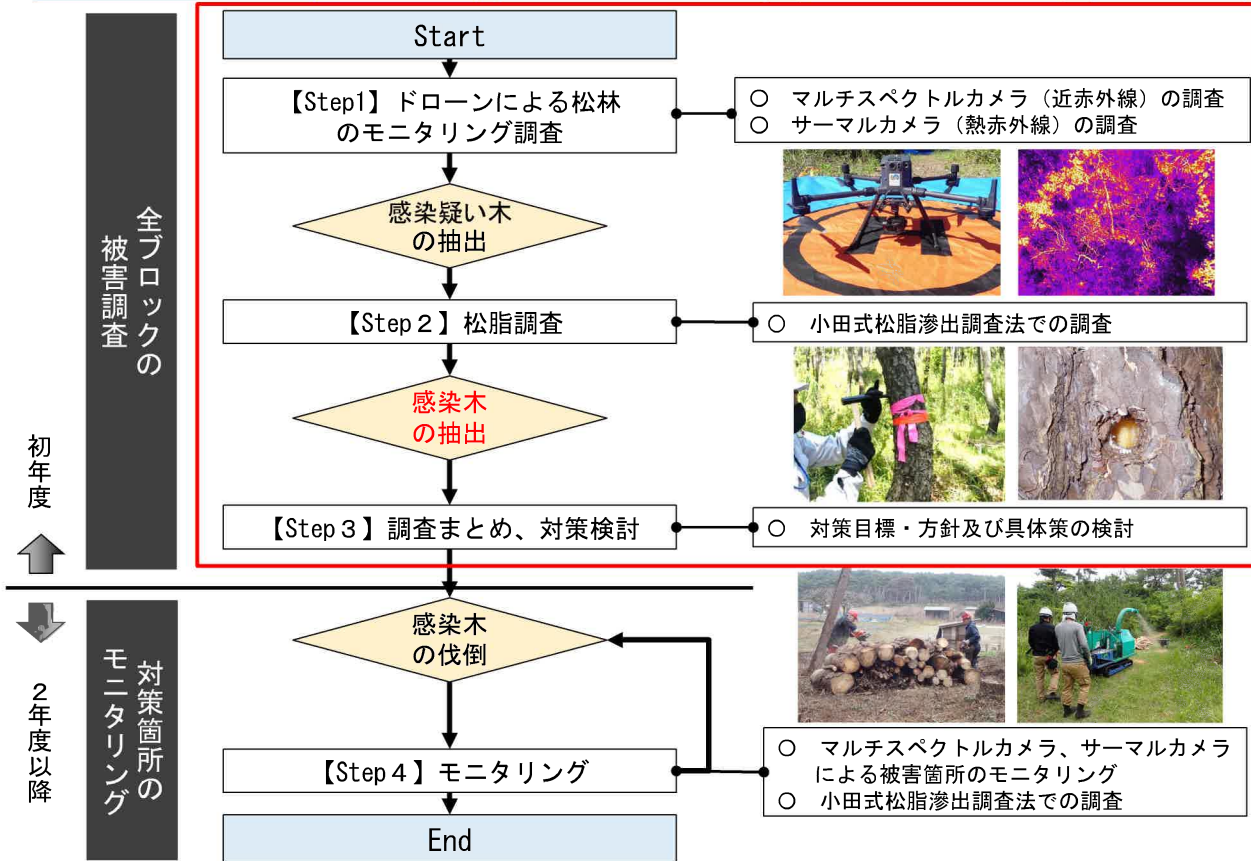


図 調査箇所図(全体図 約95ha)(出典：令和6年度調査結果)

6



7



図 1ha当りの潜在感染木の本数【全体図】（出典：令和6年度調査結果）

8

(1) ドローンを使用したことのメリット

① 潜在感染木（当年枯れ、翌年枯れ）を発見

- サーマルカメラを搭載したドローンにより、目視では発見困難な**潜在感染木**を発見することができた。

② 枯れ松を把握する時間が短縮

- 伐倒駆除を実施するために、**従来までは目視**により、枯れ松の本数や位置等を把握していた。今回、**ドローン**により調査を行うことで、**約9日間の短縮**を図ることができた。（95haを調査した場合）

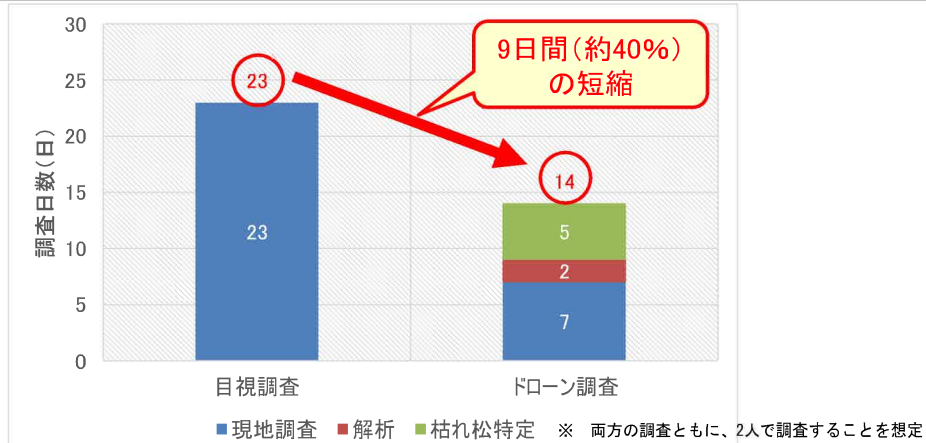


図 目視調査とドローン調査の作業日数の比較（調査面積 95ha）

9

(2) 今後のスケジュール

- 感染木が確認されたブロックで、**段階的に感染を抑制**していき、松枯れの被害を軽減
- 海岸林に**隣接する民地からの感染も抑制**

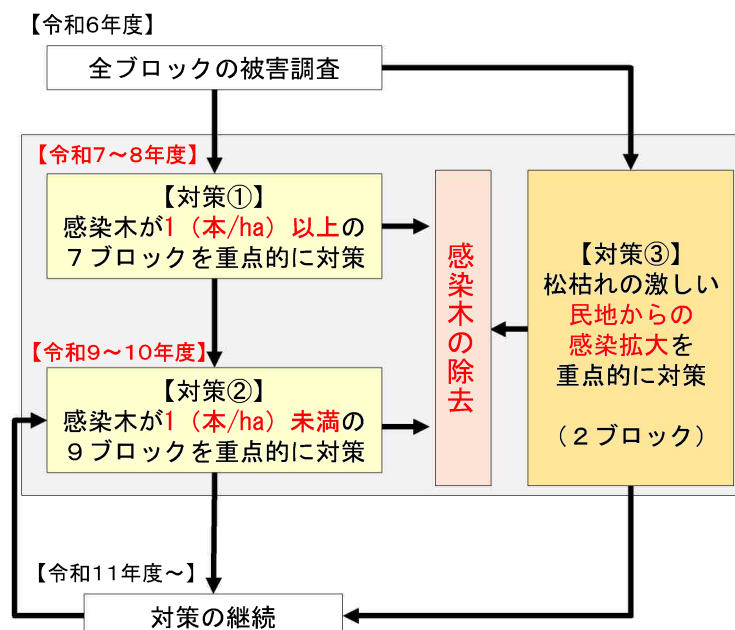


図 今後の対策の流れ

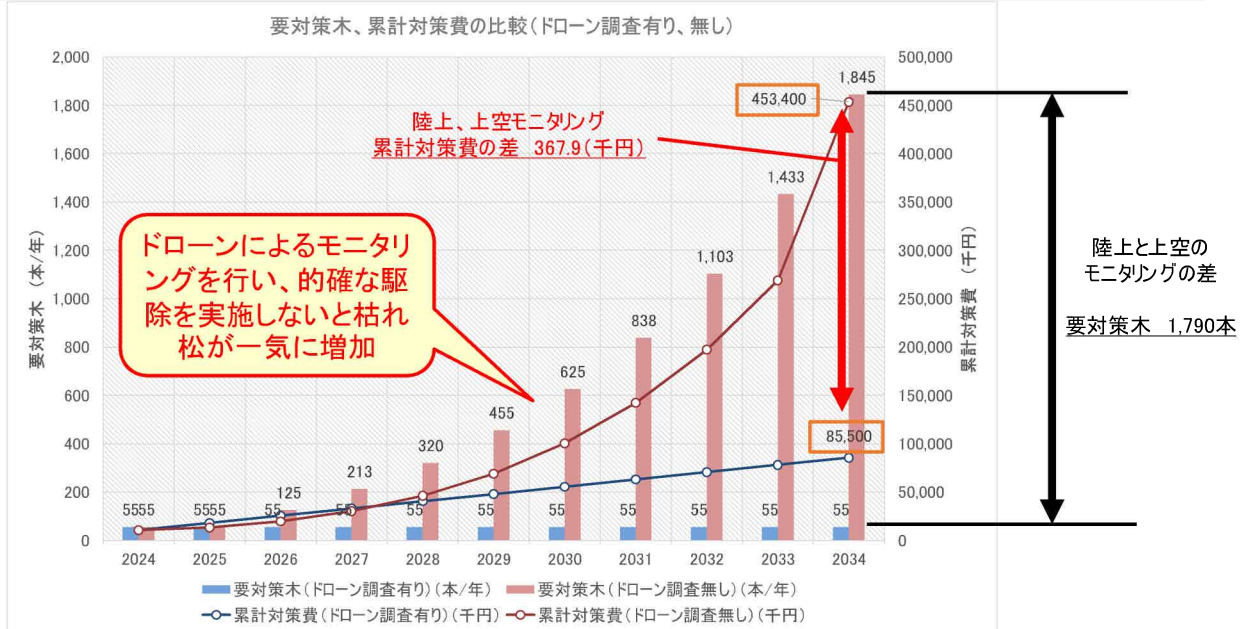


写真 伐倒駆除前、駆除後の様子

10

(3) 今後の課題①：ドローンによる継続なモニタリング調査が必要

- 「ドローンによるモニタリング調査」と「陸上からのモニタリング調査」した場合について、今後10年間の感染状況をシミュレーション
- その結果、「陸上からのモニタリング」の場合、2034年の要対策本数は、「ドローンによるモニタリング」よりも**1,790 (本/年)** 多く、2034年までの累計対策費は、**約3.7 (億円)** 高くなると想定



11

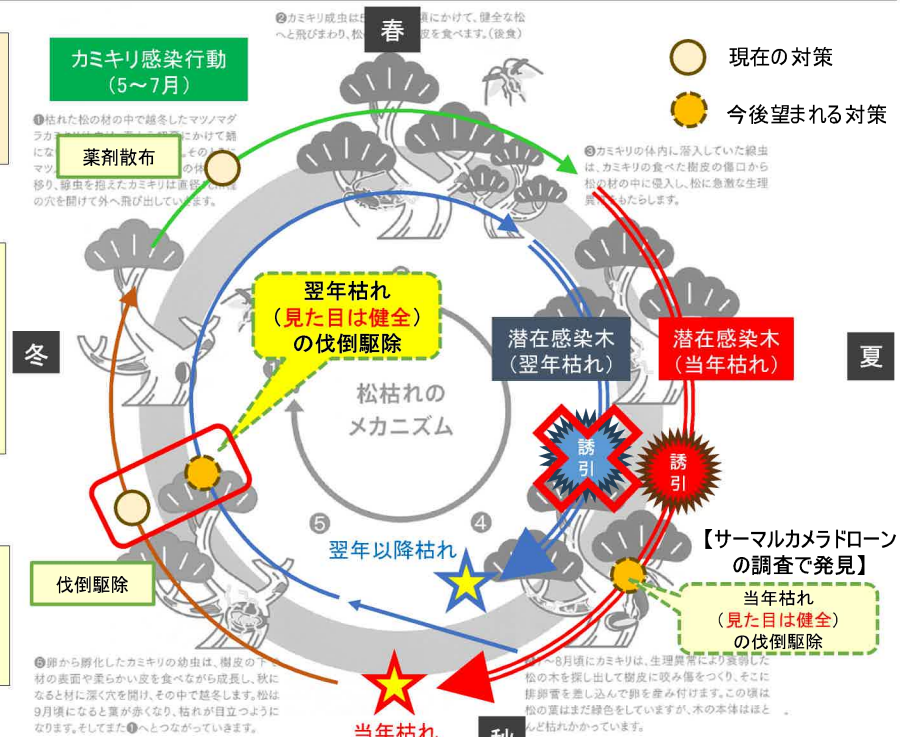
(3) 今後の課題②：潜在感染木(翌年枯れ)の検出精度を向上

- 翌年枯れを、**当年枯れと同時期に駆除**

- 翌年度以降の**松枯れが減少**

- **誘引行動を抑制**することが可能

- 繰り返すことで、『**松枯れの根絶**』を目指す！



図：松枯れのメカニズム (出典：静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター資料)

12

課題に取り組みながら、
美しい千本松原をしっかりと守っていきます。

ご清聴ありがとうございました。



写真： 千本松原と富士山
（出典： 沼津市HP）

土壌藻類の吹付による 自然侵入促進工（BSC工法）の 実施結果について

中遠農林事務所 治山課 技師 深川琴未
株式会社日健総本社 環境事業部 主任 小堺直樹

1

目次

- 01 はじめに
- 02 施工地・工法の検討
- 03 BSC工法の紹介
- 04 結果
- 05 考察

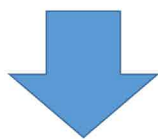
2

01 はじめに

3

01 はじめに ～背景～

- ◎ 確実な緑化を図りたい
- ◎ 資材価格・人件費の高騰による設計額の上昇
- ◎ 技術者の減少



- ・ 費用対効果の高い工法
 - ・ 施工性の良い工法
- } 再検討が必要

4

01 はじめに ～目的～

- ・BSC工法の紹介
- ・BSC工法の実施結果について考察



BSCが形成されて
いる様子

BSC工法 施工イメージ

緑化吹付用ポンプ車

※散布時、常時搅拌



吹付工用ホース

5

02 施工地・工法の検討

6

02 施工地

- ・災害日時：R4.9.24(台風15号)
- ・事業名：治山施設等管理



7



02 施工地

～法面緑化工の検討～

<検討箇所>

- ◎植生の状況 ▶ 飛来種子による緑化・定着する可能性が高い
- ◎直ちに利用または崩壊のおそれがない ▶ 早期の緑化が必要ない
- ◎切土法面と盛土法面 ▶ それぞれ工法を検討する

候補は？

9

02 施工地

～法面緑化工(切土)の検討～

切土法面

項目	現場状況
土壌pH	4.0以上
勾配	1:0.5以上
土壌硬度	27mm以下

候補

- ・ 植生（厚層）
基材吹付工
- ・ 客土吹付工
- ・ 植生マット工
- ・ BSC工法

02 施工地

～法面緑化工(盛土)の検討～

盛土法面

候補

項目	現場状況
土壌pH	4.0以上
盛土材	一般的土質
侵食	受けやすい
土羽土	打つことができる



- ・ 種子散布工
- ・ 張芝工
- ・ 植生シート工
- ・ BSC工法

11

02 工法の検討 ～法面緑化工(切土)の検討～

工種	緑化の 定着度	経済性	施工性
植生(厚層)基材吹付工 (厚さ3cm)	○	× 550千円※1	× 140m2/日
客土吹付工 (厚さ1cm、繊維ネット張)	○	○ 241千円※1	△ 325m2/日
植生マット工 (肥料袋付 二重ネット)	○	△ 317千円※1	△ 200m2/日
採用 BSC工法	○	◎ 156千円※	◎ 1100m2/日

※1 本施工地291.7m2 面積100m2あたりの直工費 12

02 工法の検討 ～法面緑化工（盛土）の検討～

工種	緑化の 定着度	経済性	施工性
種子散布工	△	◎ 72千円※1	◎ 1100m2/日
張芝工(全面張)	○	△ 173千円※1	△ 300m2/日
植生シート工 (袋無 一重ネット)	○	○ 116千円※1	△ 250m2/日
採用 BSC工法	○	△ 156千円※1	◎ 1100m2/日

※1 本施工地91.8m2 面積100m2あたりの直工費 13

03 BSC工法の紹介

BSC(バイオロジカル・ソイル・クラスト)とは・・・ (Biological Soil Crust)

- ・糸状菌類や土壤藻類、地衣類および苔などが地表面の土粒子や土塊を絡めて形成するシート状のコロニー



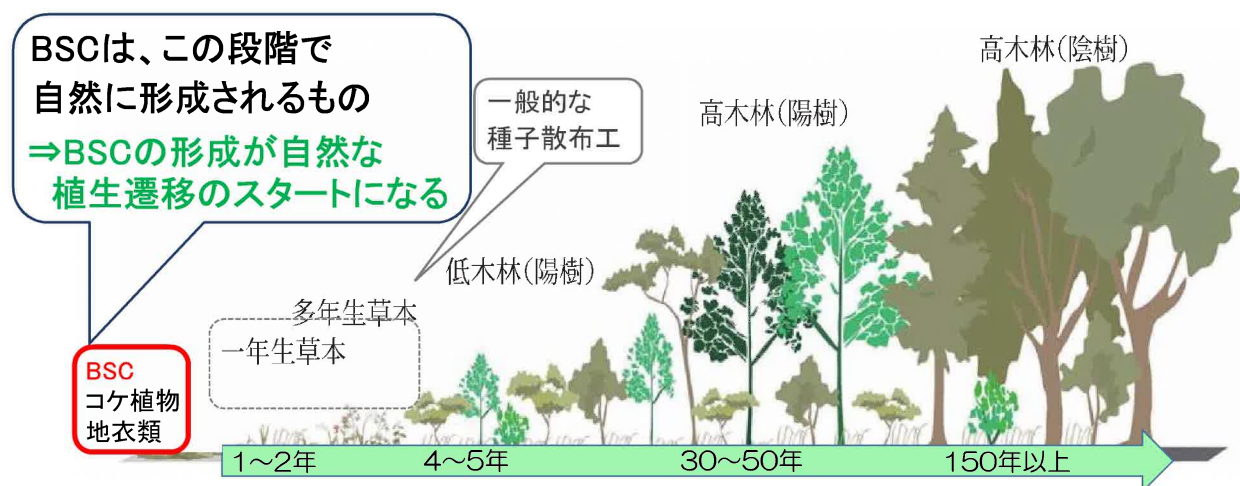
農地に形成されたBSCの例



BSCの拡大写真

- ・BSCは崩壊地などにおける自然植生の遷移初期や更新後の農地など、どのような場所においても観察される事象。

BSCは植生遷移の最も初期に見られる現象である



法面裸地等における植生遷移の概要(乾性遷移系列)

※時間は目安(条件により変化)

注: 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き(国総研資料第722号、平成25年1月)より作成

BSCを形成する土壤藻類等は最初に侵入するパイオニア

土壌藻類資材を吹付ける事で
侵食防止及び植生の自然侵入促進を
早期にはかる事が可能となる。



BSC工法の主な記歴

・平成30年 **静岡県新技術・新工法へ登録**
(登録番号1653)

・令和5年 第6回インフラメンテナンス大賞にて
防衛大臣賞受賞

(BSC工法を活用した演習場内道路法面の保全)

・令和6年 第51回環境賞 環境大臣賞受賞

・令和7年 国土交通省 NETIS推奨技術に認定

【NETIS登録番号 OK-170002-VR】

【主な研究機関:東京農業大学・日本工営株式会社・

株式会社日健総本社】(3者にて包括連携協定を締結し研究にあたる)

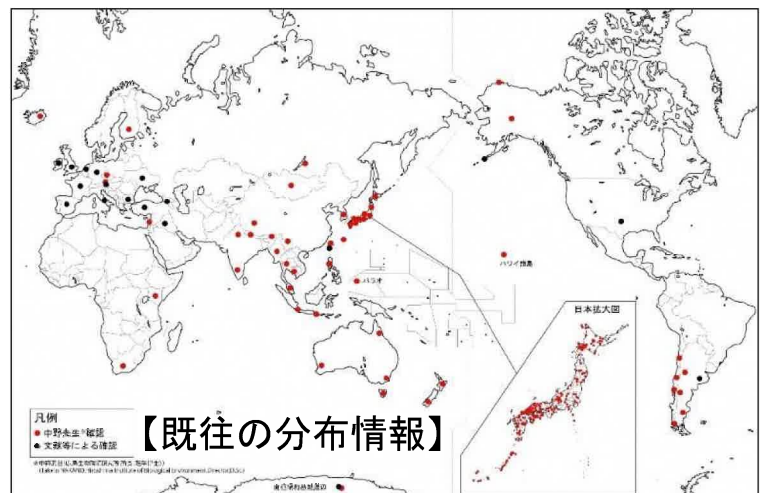
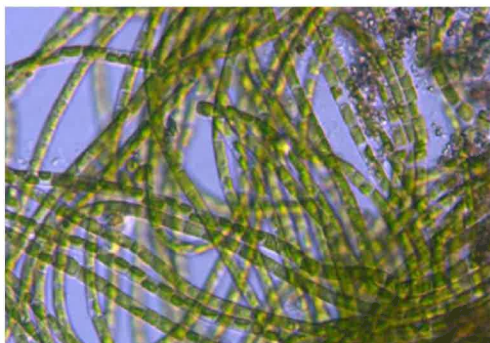
BSC工法の特徴・利点

◎自然植生や農作物へ与える影響が特にならない
(環境にやさしい)

◎世界中に存在しBSCを形成する土壌藻類
(汎存種:コヌモミタリ)を利用することで、在来種など
への環境影響を回避。

・クローン増殖なので遺伝子攪乱等もない

※自然公園、国立公園等
の環境規制が厳しい
エリアでの施工実績あり。



04 結果

19

04 結果 ～施工手順～

①資材を入れる



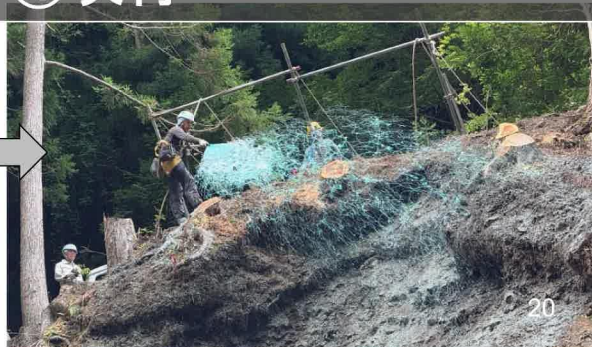
②混ぜ合わせる



③施工場所へ移動・準備



④吹付



20

04 結果 ～施工中の様子～ 吹付中、吹付後



04 結果 ～施工実時間～（歩掛との比較）

	歩掛	実際
施工時間	138分	72分

（本施工地383.5m² 100m²当り0.6時間）

作業内容	作業時間
資材準備	18分
吹付(切土)	27分
吹付(盛土)	5分
移動時間等	22分
合計	72分

04 結果 ～施工効果～

R7.7.1 施工

R7.7.30 施工1か月後 現地確認

切土



盛土



23

04 結果 ～施工効果～



4

04 結果 ～施工効果～（試験工区）磐田市彦平谷

5か月後(R6.8.20)

□：施工箇所
□：未施工箇所



25

05 考察

26

05 考察 ～BSC工法の特性について～

適地

- ・緑化を急ぐ必要がない
 - ・1:0.5(60°)以上の勾配
 - ・土壌硬度30mm未満
- } 植生侵入のため

不適地

- ・地表面が乾燥しやすい土壌
- ・表層が崩壊する場所(スレーキング、湧水)
- ・空隙が多い土壌(土壌硬度10mm未満)
- ・強酸性、強アルカリ性(pH3.0以下、pH10.0以上)

05 考察 ～BSC工法の特性について～

雪下のBSCの様子(参考:岐阜県高山市)



形成されたBSCは休眠状態で冬を越すことを確認

- ・積雪がない地域でも晩秋や冬季に施工した場合は、植生の侵入は春以降になる。
- ・10℃以上で繁茂する。

静岡県は温暖であるため、繁茂できる期間が長い

→BSC工法の施工や、効果を発揮する期間が長い

05 考察 ～工事での施工適用箇所について～

適している	不向きである
・ 緑化を急がない箇所 → 予防工事、 施設等管理工事など ・ 溪流が近い	・ 早期の緑化が 必要な箇所 → 災害関連工事 ・ ヤードが十分に 確保できない

29

05 考察 ～まとめ～

BSC工法

- ・ 費用対効果の高い工法
- ・ 施工性の良い工法

施工地の条件や現状に合わせて検討する



ご清聴
ありがとう
ございました

下刈りの機械化のための 自走式地拵え機による地拵えに関する検証 ～富士地域林業イノベーション推進協議会の取組～



令和7年9月5日
合同会社ビスペル 代表社員 馬渡 純
富士農林事務所 森林整備課 主任 辻 菜緒

富士地域林業イノベーション推進協議会について

林業イノベーションの推進に向けて、管内関係団体が参画する協議会

令和5年度から自走式下刈り機械の自動操縦による下刈りの実装に向け実証に取り組んでいる。



発表の流れ

1 下刈りの現状

2 自走式地拵え機による
地拵えに関する検証

3 発表のまとめ

発表の流れ

1 下刈りの現状

2 自走式地拵え機による
地拵えに関する検証

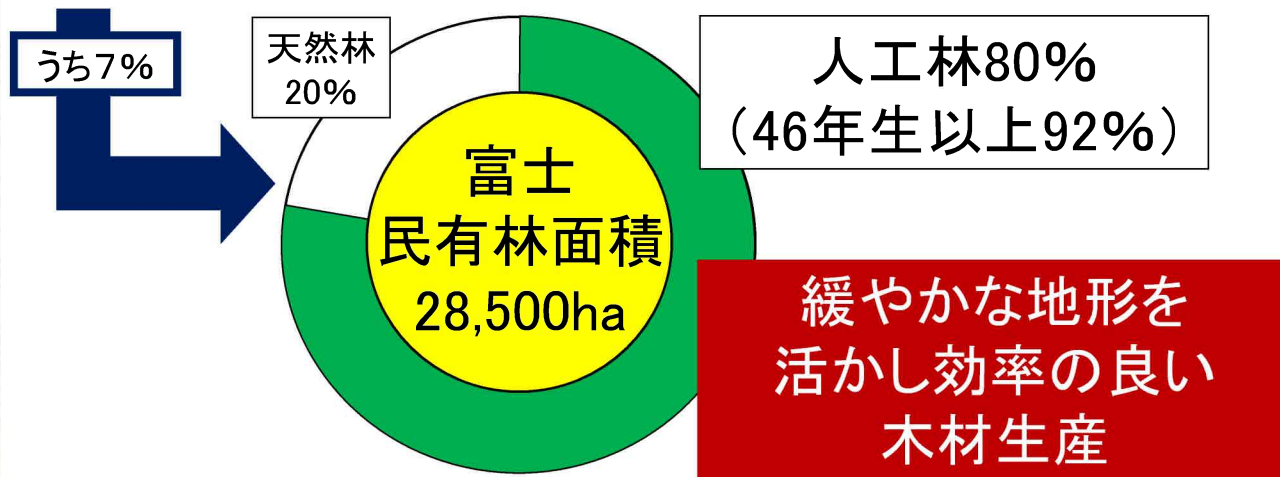
3 発表のまとめ

1-1 富士地域の森林資源

2 3



静岡県民有林面積: 406,700ha



1-2 富士地域の森林整備

2 3

年度	木材生産量 (主伐)(m3)	造林 面積(ha)	下刈り 面積(ha)
H30	26,627	35	98
R1	46,790	34	108
R2	32,927	37	147
R3	50,257	57	186
R4	42,226	56	184
R5	46,836	26	207

※造林、下刈り面積…森林環境保全整備事業実績より

下刈りの作業量が増加

主伐再造林を積極的に進めてきた

下刈り等の保育作業量が増加
猛暑日が続く過酷な環境

下刈りの省力化や
労働環境の改善を
行う必要がある



発表の流れ

1 下刈りの現状

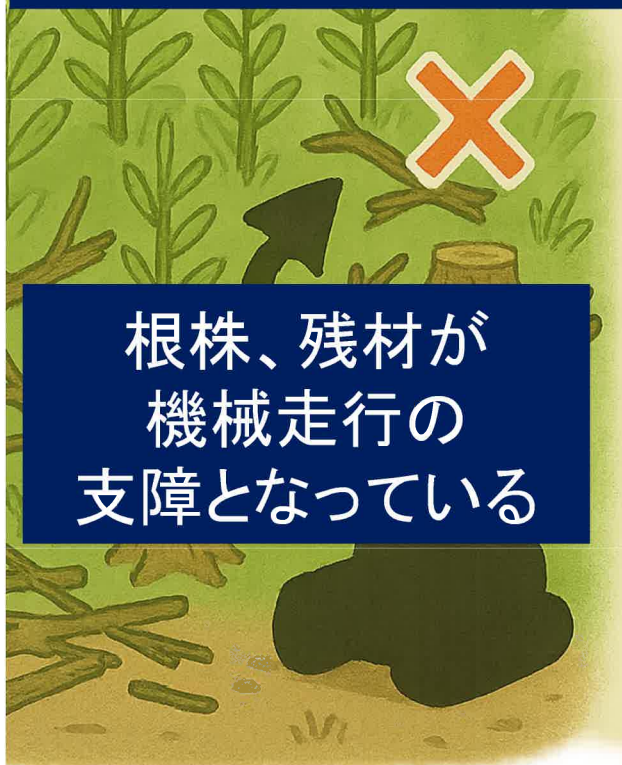
2 自走式地拵え機による 地拵えに関する検証

3 発表のまとめ

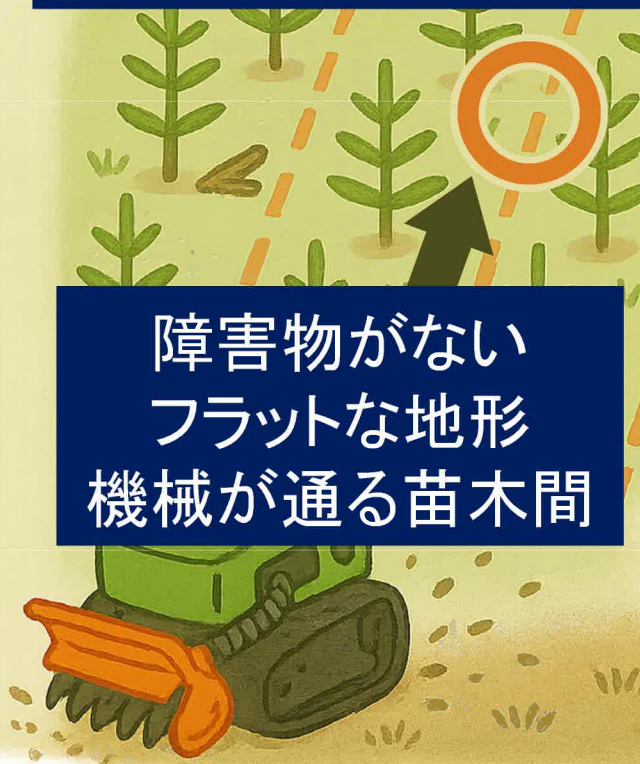
2-1 “なぜ”機械化ができないのか

3

現在の状況



機械化が可能な状況



2-2 自走式地拵え兼下刈り機械

3

2023年頃から本格稼働 『LV800PRO』



斜面60度

80馬力

耐寒/耐暑

免許不要 根株、枝条、伐根株 短時間粉碎

2-3 2つの試験地

3



上井出 試験地



北山 試験地

2-4 本当にフラットになるのか

3



施工前



施工後

1日の作業量



過去の実績
(スギ)

0.3ha

1ha



今回の実績
(アカマツ)

0.2ha

1ha

木の硬さ

根株の高さ

未利用材
残置量

作業時間が増大



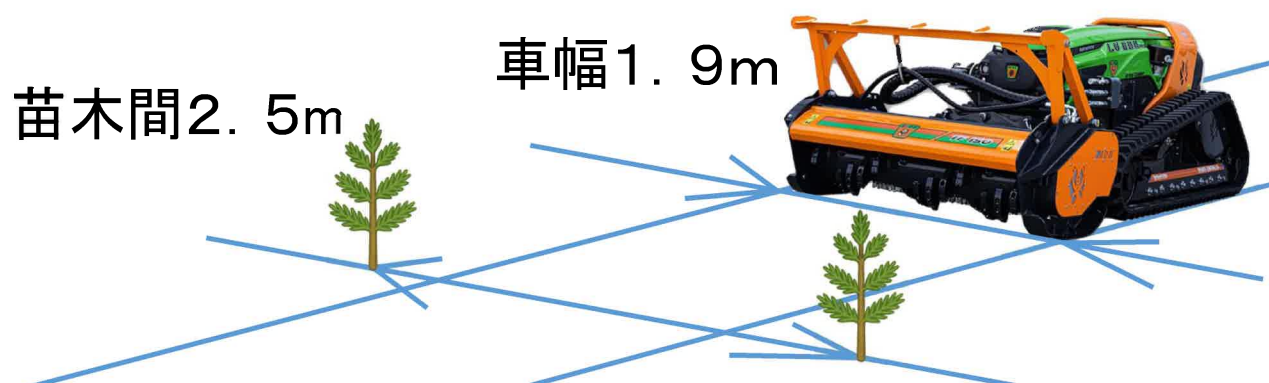
2-7 機械が通れる苗間隔は？

3

新しい
運用

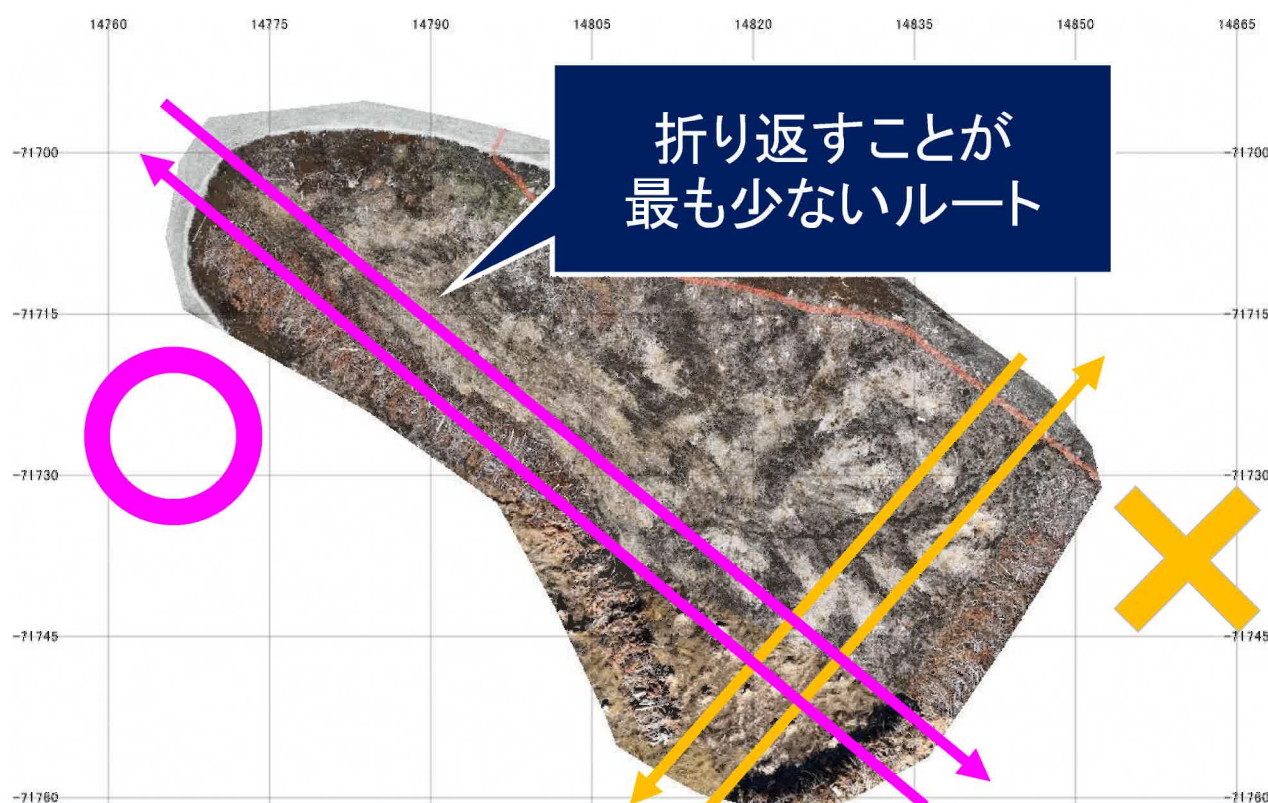
フラットな地面づくりに成功

走行ルートを先に考え、植える



2-8 基準線について

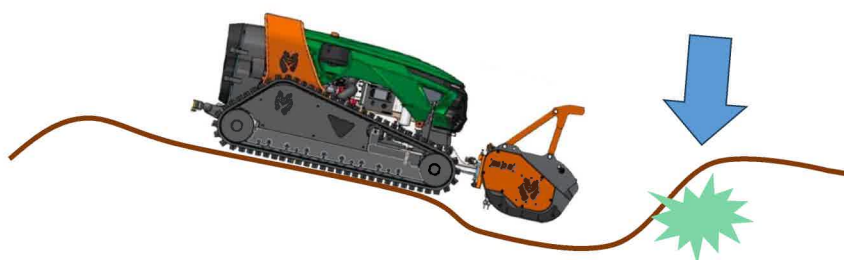
3



長辺を基準線として並行植え

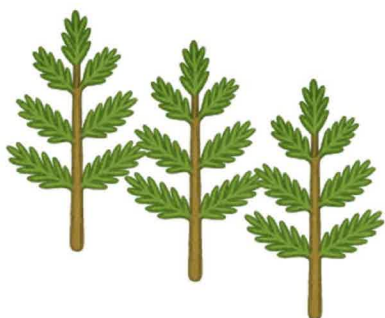


走行に影響する大きな凹凸・傾斜



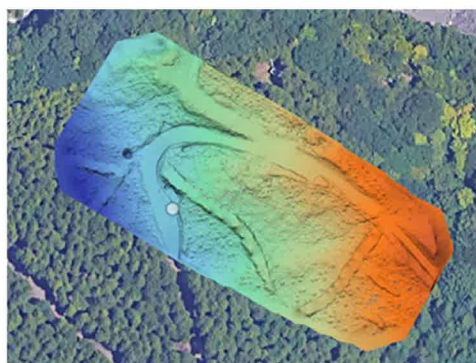
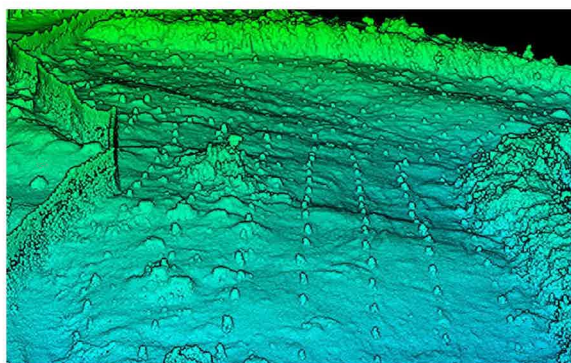
苗木の位置

障害物(鹿柵、根株等)

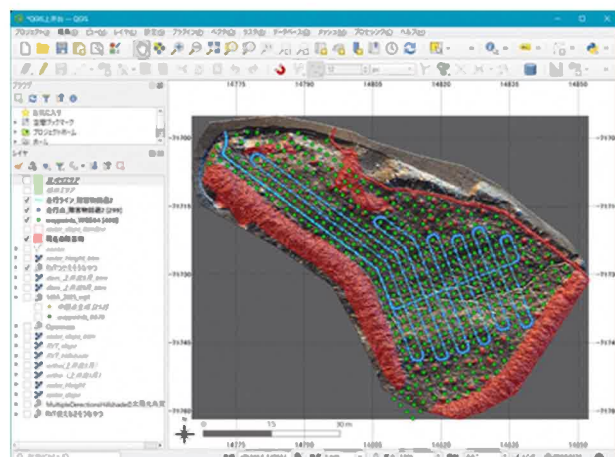


ICT

デジタル地形データでわかる



ドローン



無料ソフト

高精度空撮 LiDAR システム
ZENMUSE L2



2-13 走行ルート作成の手順

3

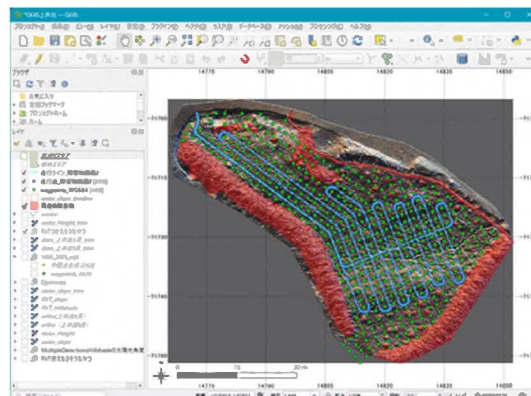
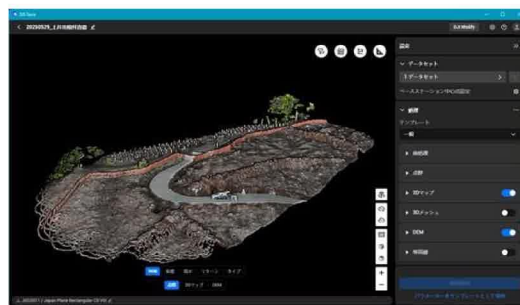
ドローン後処理

DEMデータ

等高線

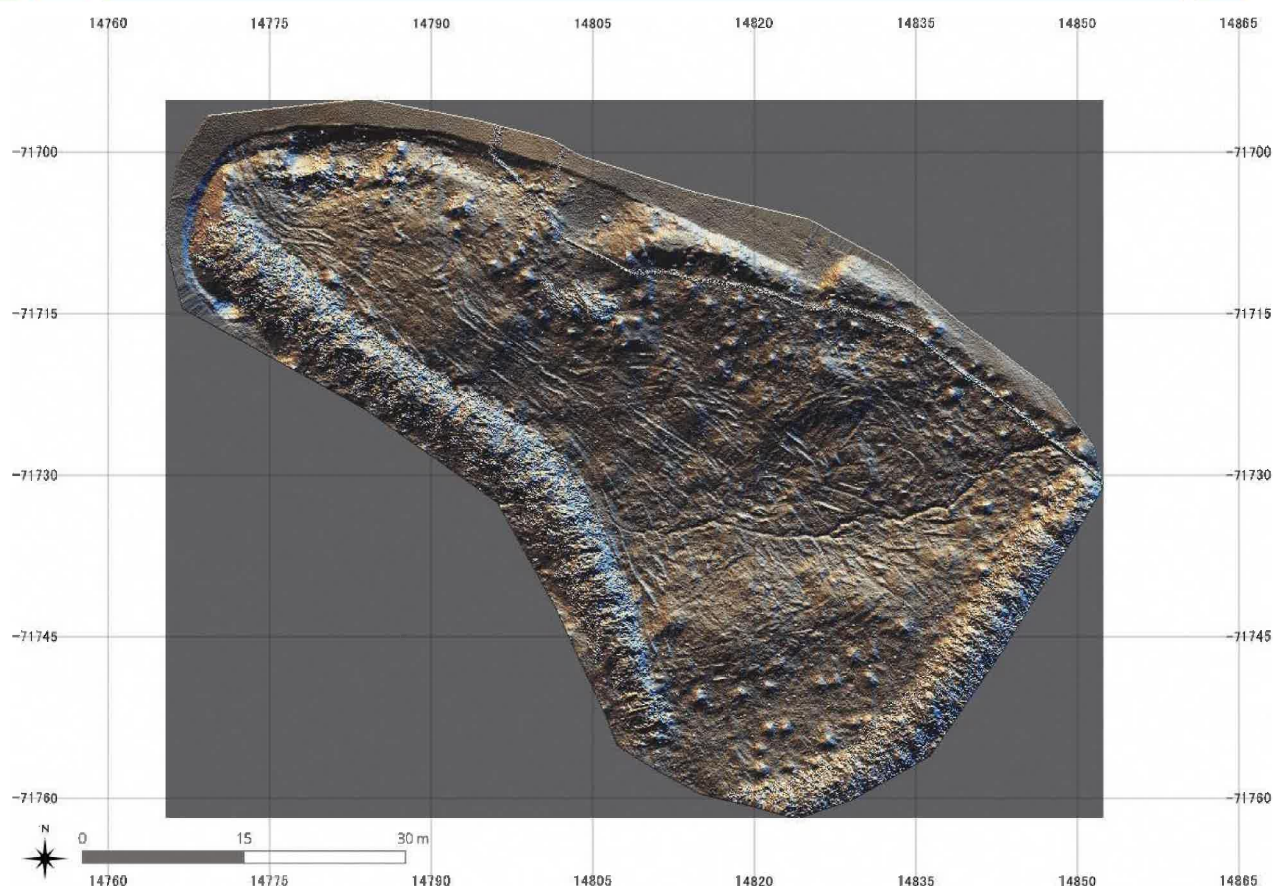
微地形画像

走行ルートデータ



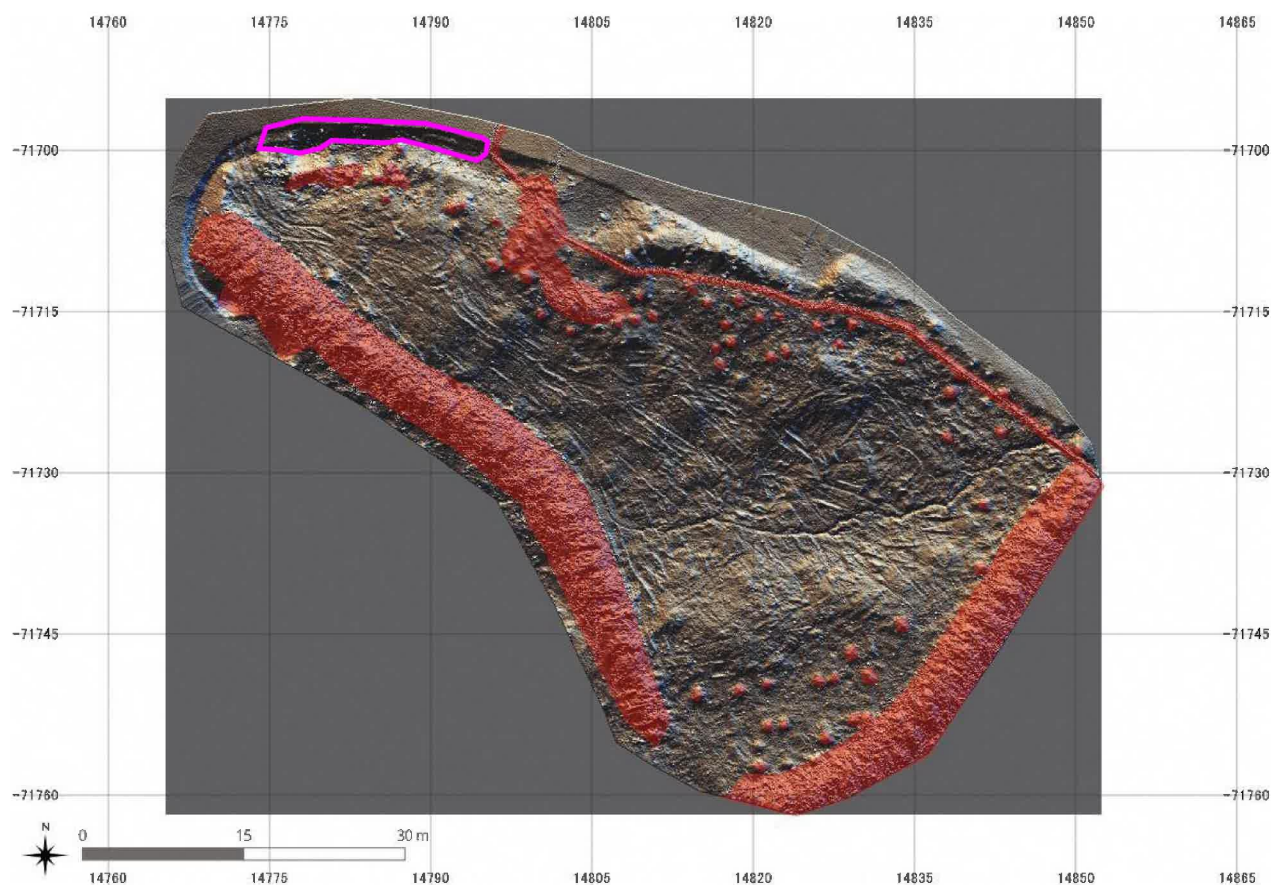
2-14 微地形画像

3



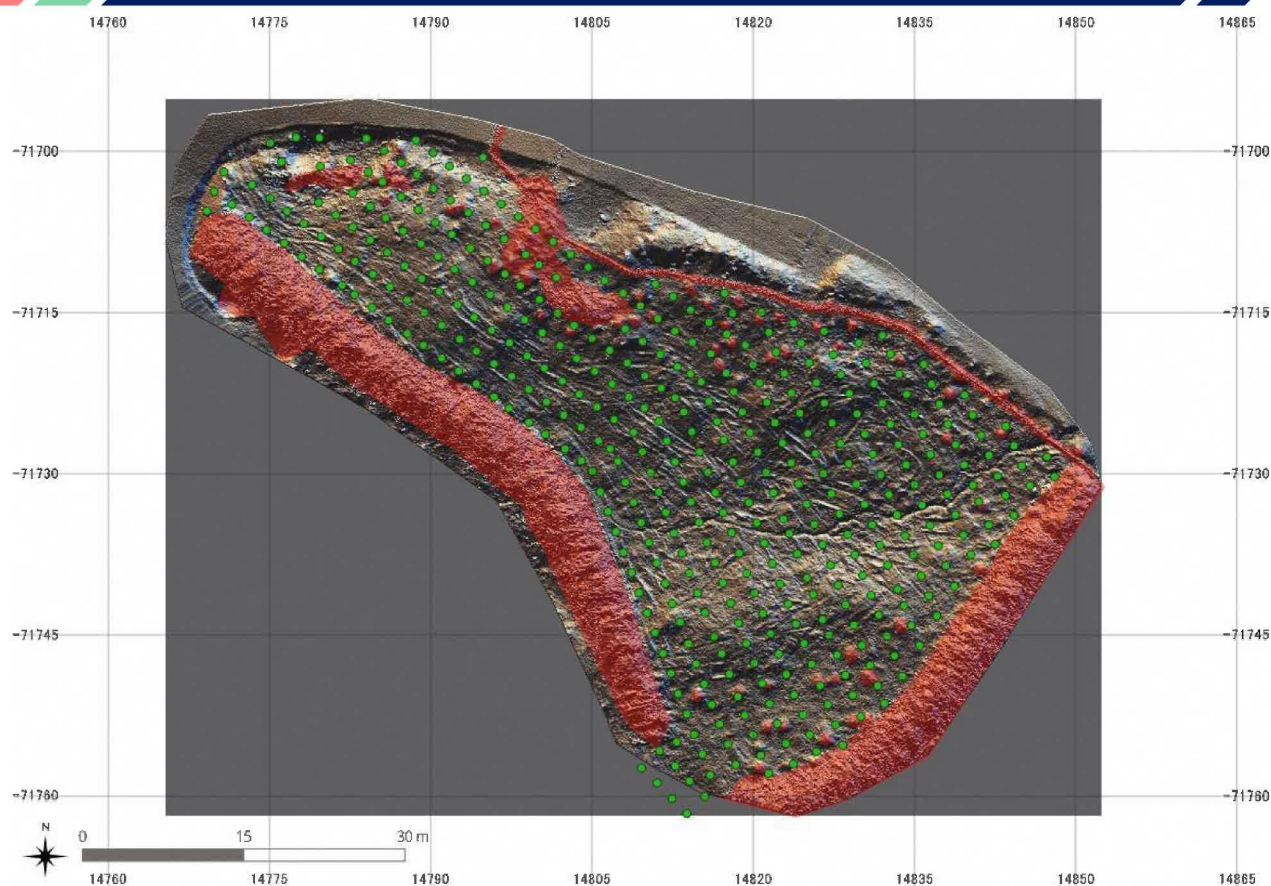
2-15 走行障害の把握

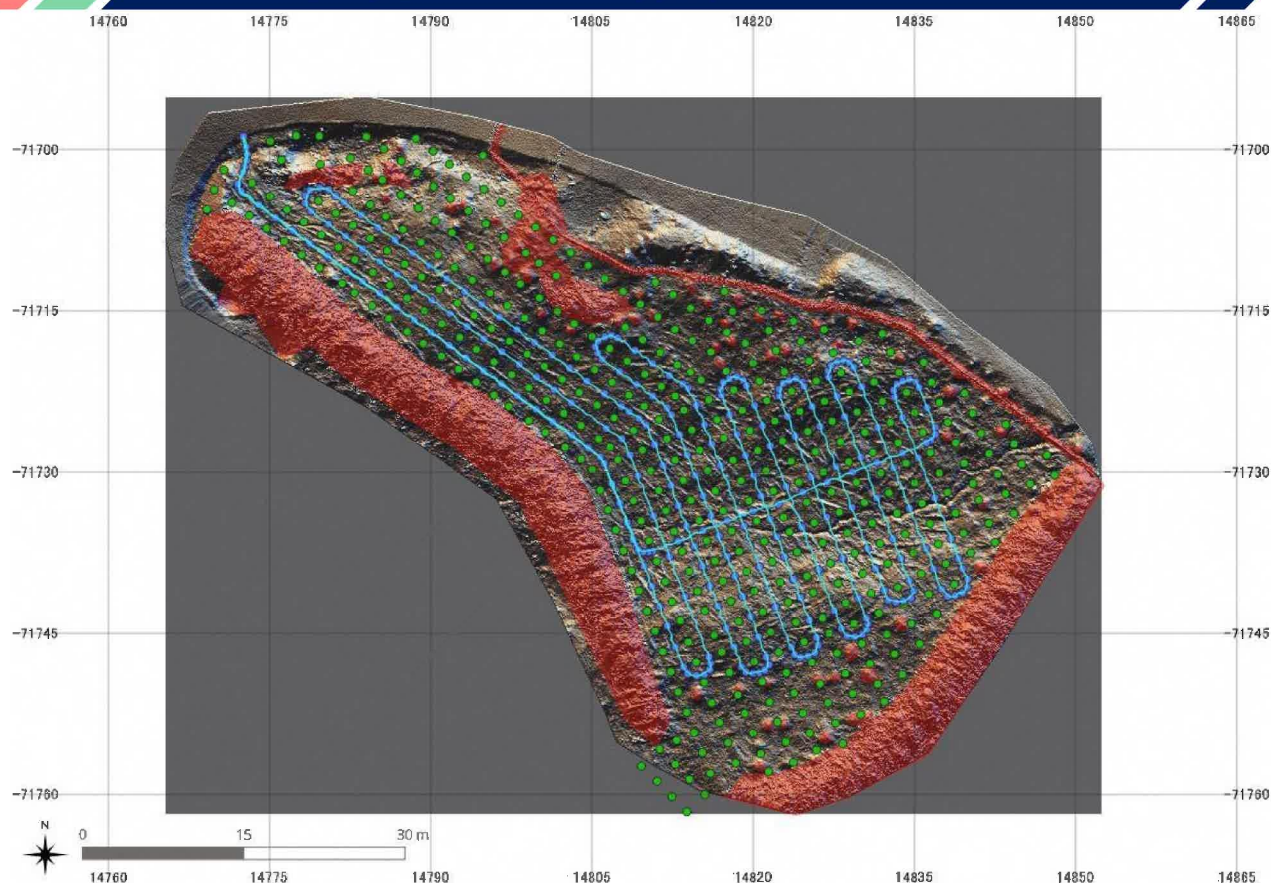
3



2-16 苗木位置

3





発表の流れ

1 下刈りの現状

2 自走式地拵え機による 地拵えに関する検証

3 発表のまとめ

3-1 成果

①自走式地拵え機械の実証

→作業効率は、4日で1haを処理することができた。

②自走式下刈り機械の走行を想定した苗木間

→基準線に沿って2.5m並行に植える。

③ドローン測量により地形図及び走行ルート作成

3-2 課題

効率の良い地拵えを考えた時・・・

自走式地拵え機械の作業を考慮し
伐採作業から工程を見直すことが必要

地際に近い位置で伐
採し、現場に残る根
株の高さを低くする。

未利用材を搬出し、
現場に残る枝条の量
を少なくする。

R7年8月 自走式下刈り機械の実証



以上で発表を終わります。
ありがとうございました。



目 次

工事概要及び導入経緯

令和6年度 県単治山 姥ヶ瀬（雨期前）工事



ドローン資材運搬の実際

現場整備～運搬まで 利用上の留意点



現場適合性の検証

大型ドローンを活用できる治山工事とは

目 次

工事概要及び導入経緯

令和6年度 県単治山 姥ヶ瀬（雨期前）工事



ドローン資材運搬の実際

現場整備～運搬まで 利用上の留意点



現場適合性の検証

大型ドローンを活用できる治山工事とは

工事概要

工事名 : 令和6年度県単治山（県営）姥ヶ瀬（雨期前）工事
場 所 : 伊豆市土肥地内
契約額 : 13,893千円
工 期 : R7.3月～7月⇒実績3月～5月（2か月短縮）
施工内容 : 山腹工0.4ha（伏工：植生マット工 350m²）



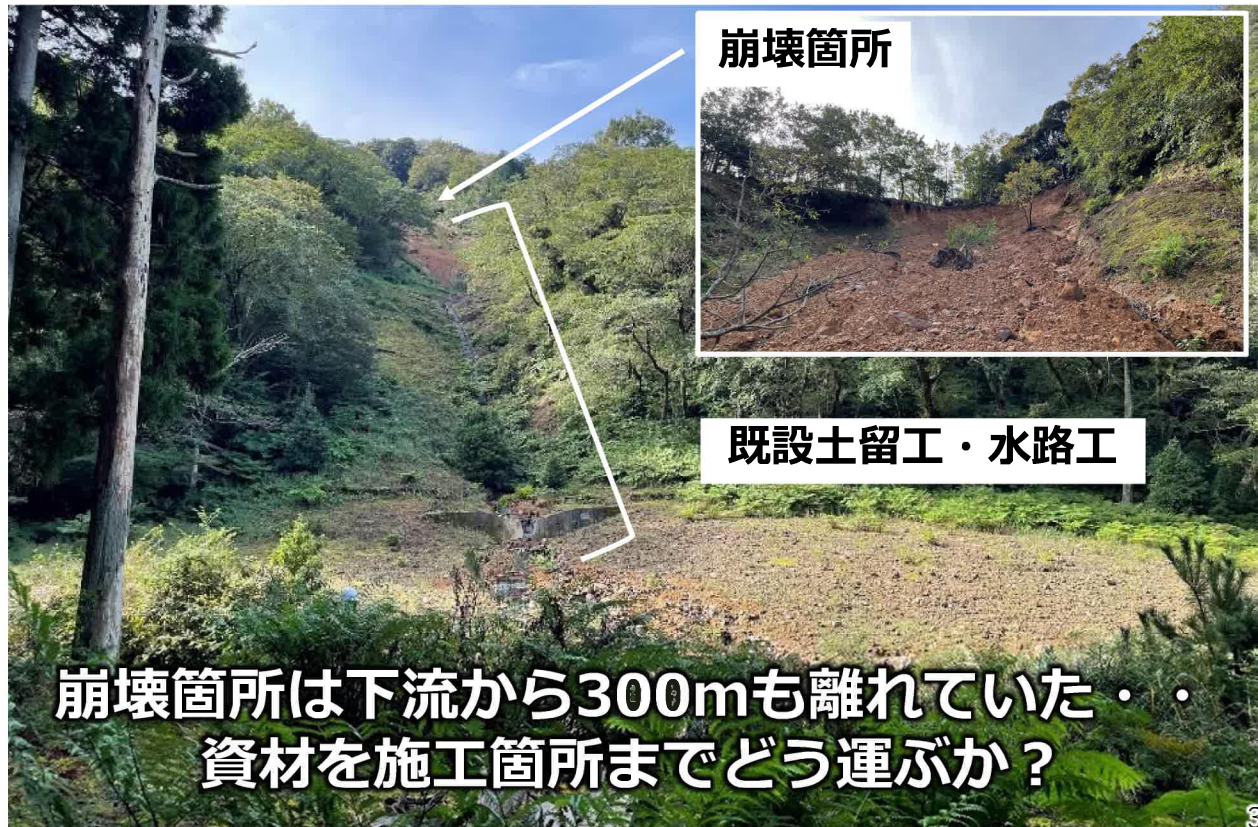
Before

・ 既設山腹工の上流が拡大崩壊
・ 復旧：植生マット工350m²

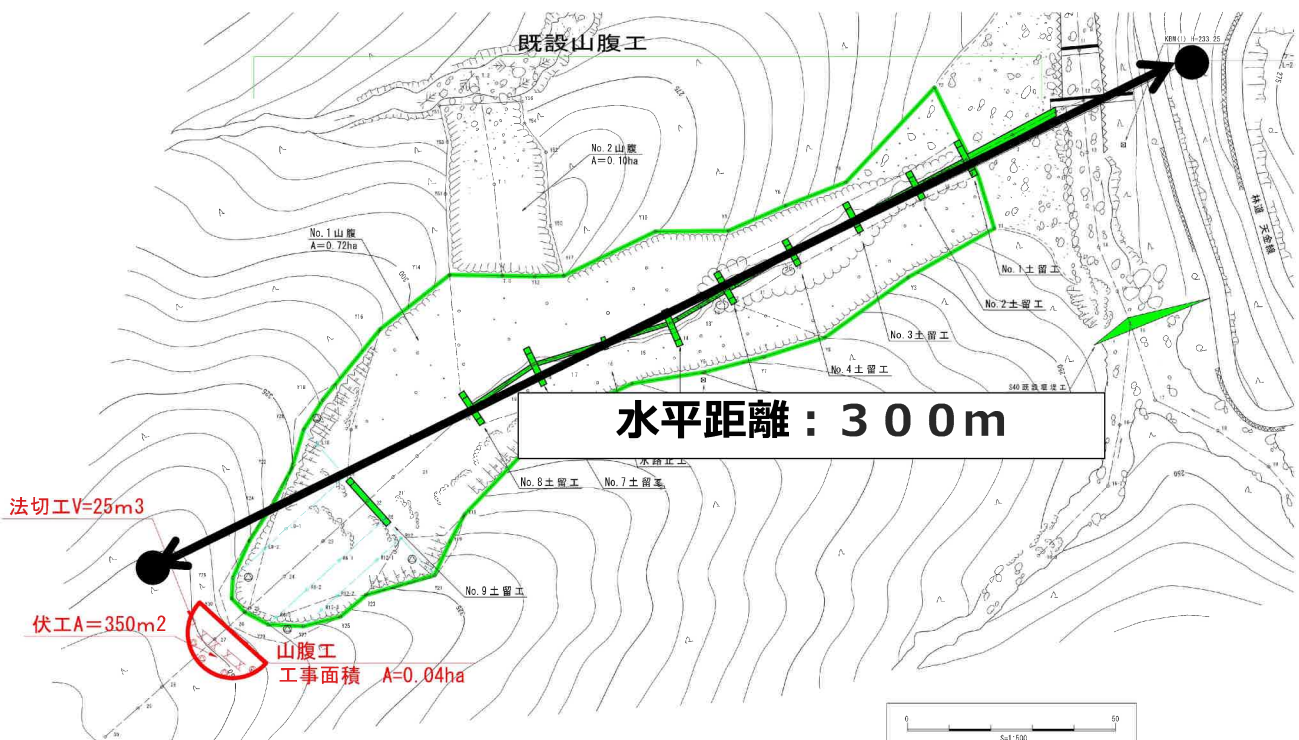


After

施工上の課題

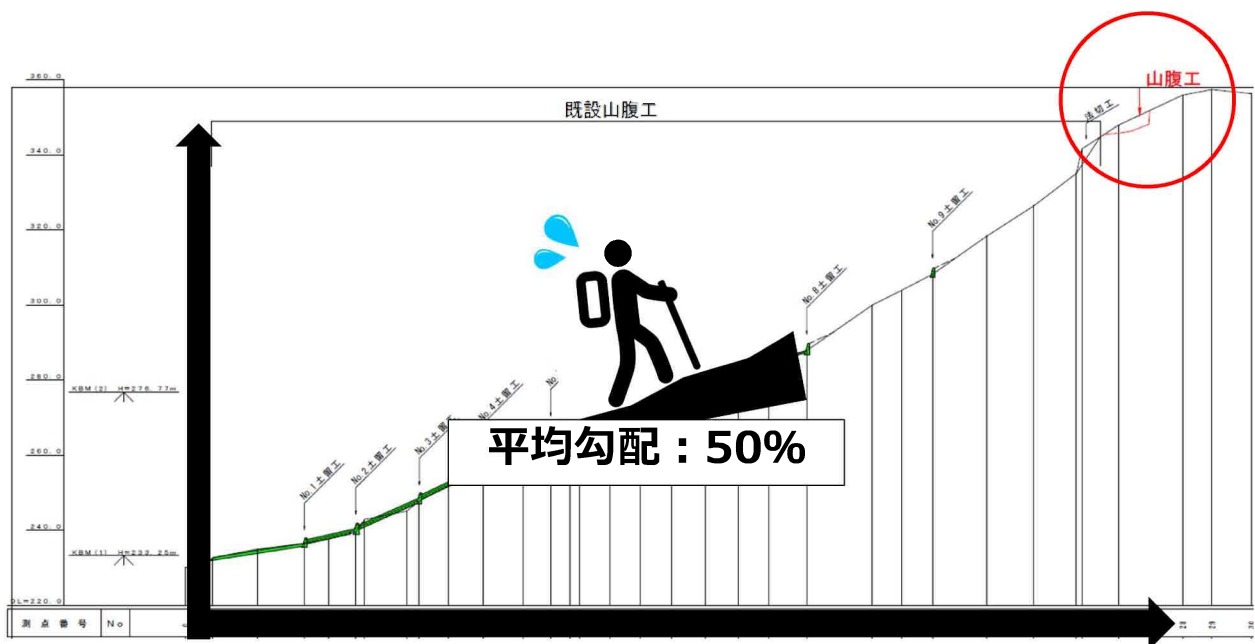


仮設計画検討①索道



工期困難（架設撤去1カ月以上）・コスト高

仮設計画検討②人力運搬



片道30分超・急傾斜で安全上の懸念

5

仮設計画に求められた条件

① 短工期

雨期前工事完了を要する時間的制約

② 低コスト

資材運搬方法の低コスト化の検討

③ 安全性

急傾斜地でも安全な運搬方法の検討

6

大型ドローンによる資材運搬（計画）



見積徴収

- ・現場条件提示（平面図・縦断図）
- ・運搬距離：300m
- ・資材重量：2 ton

回答

ドローン仕様	最大積載重量：25kg
運搬工期	運搬日数：4日 (試運転1日・運搬2日・撤収1日)
コスト (賃料)	1,400千円 (350千円/日×4日)

短工期、低コスト、安全性○

7

大型ドローンによる資材運搬（実績）



	ドローン	索道
運搬 工期	実績: 4日 (計画と相違なし)	1ヶ月
	約1ヶ月間短縮	
コスト (直接工事費)	実績: 1,400千円 (計画と相違なし)	5,700千円
	約1/4に削減	

«ドローン見積条件»
 運搬距離：300m
 積載重量：25kg未満
 供用日数：4日

«索道見積条件»
 運搬距離：300m
 積載重量：1t未満
 供用日数：3～6ヶ月
 起点・終点支柱設置

8

目次

工事概要及び導入経緯

令和6年度 県単治山 姥ヶ瀬（雨期前）工事



ドローン資材運搬の実際

現場整備～運搬まで 利用上の留意点



現場適合性の検証

大型ドローンを活用できる治山工事とは

使用機体・運搬資材



●使用機体

XYZ20 (株)山進製（日本製）

機体幅 : 約3m

積載重量 : 最大25kg

飛行時間 : 約3～5分（往復）

運搬回数 : 4日、計136回



●運搬資材

伏工資材80袋＋諸資材
合計約2.0ton

事前準備～運搬まで

① 事前準備（発着場整備）

- ・ 現地調査
- ・ 発着場の確保（伐採）

② 運搬（荷揚・荷降）

- ・ 気象条件確認、GNSS確認
- ・ 飛行サイクル反復
- ・ バッテリー交換・充電

10

事前準備（発着場整備）

荷揚げ場

傾斜があるとドローンの
安全機能上、飛行できない



平坦な場所＋合板設置
⇒出来る限り水平を確保



荷降し場

枝等に接触すると資材落下・
機体墜落の可能性



資材置場＋機体飛行
⇒伐採幅：10m確保



11

運搬（準備）

●風速・天候確認



雨天・風速 5 m以上
⇒作業中止

●GNSS確認



基本常時
⇒通信不良時は手動運転

1 2

運搬

●資材準備



梱包資材に縄がけし、
ドローンのフックに繋ぐ

●バッテリー交換・充電



3 往復で交換・充電
(充電時間：約 1～2 時間)
⇒充電時間ロスがないよう
10 本準備

1 3

運搬動画



1 4

施工業者としての所感

- ・ 苦労した点
 - ・ バッテリーの確保・充電
 - ・ 発着場の整備（伐採作業）
- ・ 良かった点
 - ・ 工期短縮、労力削減
 - ・ 安全面（労働災害・熱中症リスク軽減）
- ・ 今後も活用したいか？
 - ・ 適した現場には積極的に活用したい
 - ・ ドローン性能の更なる向上に期待

1 5

ドローン運搬の留意点

①発着場の整備

- ・発着場はできる限り平坦に
- ・荷降場は直径10m以上確保

②バッテリー交換周期を考慮

- ・飛行距離に応じて適切なバッテリー本数の確保を
- ・冬季は性能が落ちるため、更に余裕が必要

③天候への留意

- ・設計上、予備日を設けることが望ましい
(賃料が1日単位のため、作業中止＝稼働日ロス)

16

現場見学会の実施



参加者から航空法や運搬資材など、
活発な質問・ディスカッションが展開

現場見学会の実施：質疑応答

飛行時の留意点はあるか？（法令等）

航空法上、下記は国交省の許可・承認が必要

- ・ 目視外飛行
- ・ 人口集中地域
- ・ 危険物輸送（発電機等の燃料運搬）
- ・ 物件投下（空中から物を落とす行為） 等

⇒今回の現場では該当なし

18

現場見学会の実施：質疑応答

ドローン運搬に適さない資材はあるか？

- ・ **面積の大きい物**
（風の影響を強く受ける）

（例）合板型枠



- ・ **ツルツルした物**
（フックの取付が困難）
⇒PPバンド・ラップ等で
結束すれば運搬可能

（例）獣害防護用ネット支柱



19

現場見学会の実施：質疑応答

ドローン運搬の最新動向について知りたい

年々、高性能化・低コスト化が進んでいる



価格	1,300万円	500万円	500万円
積載重量	25kg	40kg	80kg
充電時間	1～2時間	30分	10分
ウインチ	なし	あり	あり

20

現場見学会の実施：質疑応答

ドローン運搬の最新動向について知りたい



ドローン業者の悩み

設備投資して回収しきらない内に
新機種が台頭する懸念がある



継続的な受注が見通せない昨今、
設備投資に一步踏み出せない

21

目 次

工事概要及び導入経緯

令和6年度 県単治山 姥ヶ瀬（雨期前）工事



ドローン資材運搬の実際

現場整備～運搬まで 利用上の留意点



現場適合性の検証

大型ドローンを活用できる治山工事とは

現場適合性の検証

①仮設工法比較

比較対象：ドローン・索道・モノレール

運搬距離：100m～500m

運搬重量： 2t（350m² ：小規模工事想定）

10t（1,750m²：中規模工事想定）

20t（3,500m²：大規模工事想定）

②運搬事例調査

他県事例の聞き取り

（石川県・奈良県・三重県・徳島県）

現場適合性の検証:仮設工法比較

前提条件：

- ・ドローン仕様：最大積載25kg
- ・運搬距離：100m～500m 運搬重量：2t,10t,20t

①コスト

- ・運搬距離が長くなるほどドローンの優位性は増す
 - ・運搬重量が増すほどコスト差が縮まる
- ⇒従来工法との損益分岐点は20tonあたり

②工期

- ・最大条件（20t・500m）でも運搬日数は半月程度
- ⇒従来工法の架設撤去期間(約1か月)よりも短工期

23

現場適合性の検証:運搬事例調査



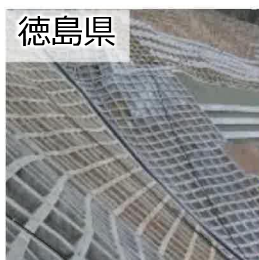
三重県

八尾トーヨー住器等共同体
歩道整備
運搬資材：円柱丸太



石川県

金沢河川国道事務所
法面保護工（モルタル吹付）
運搬資材：ラス金網



徳島県

嶺北森林管理署
法面保護工（検討段階）
運搬資材：ラス金網

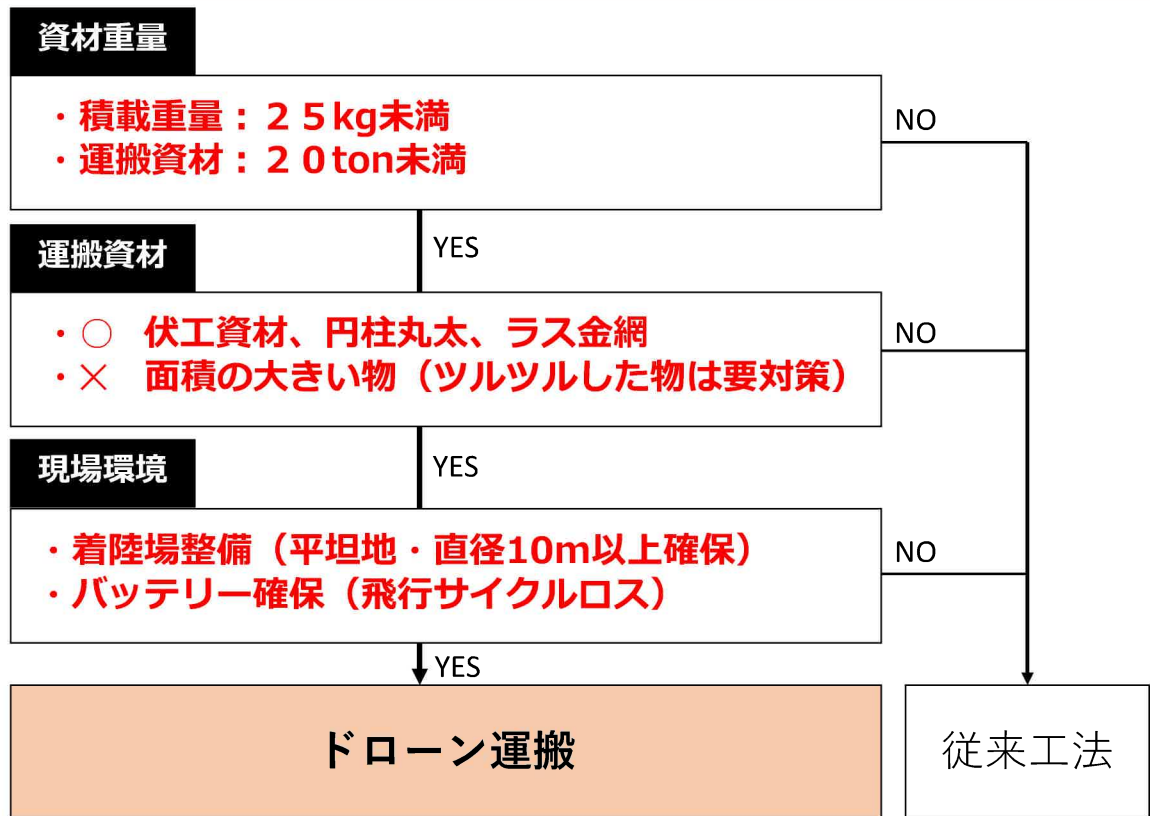


奈良県

五條土木事務所
落石防護網工
運搬資材：ラス金網

24

現場適合性の検証:フローチャート



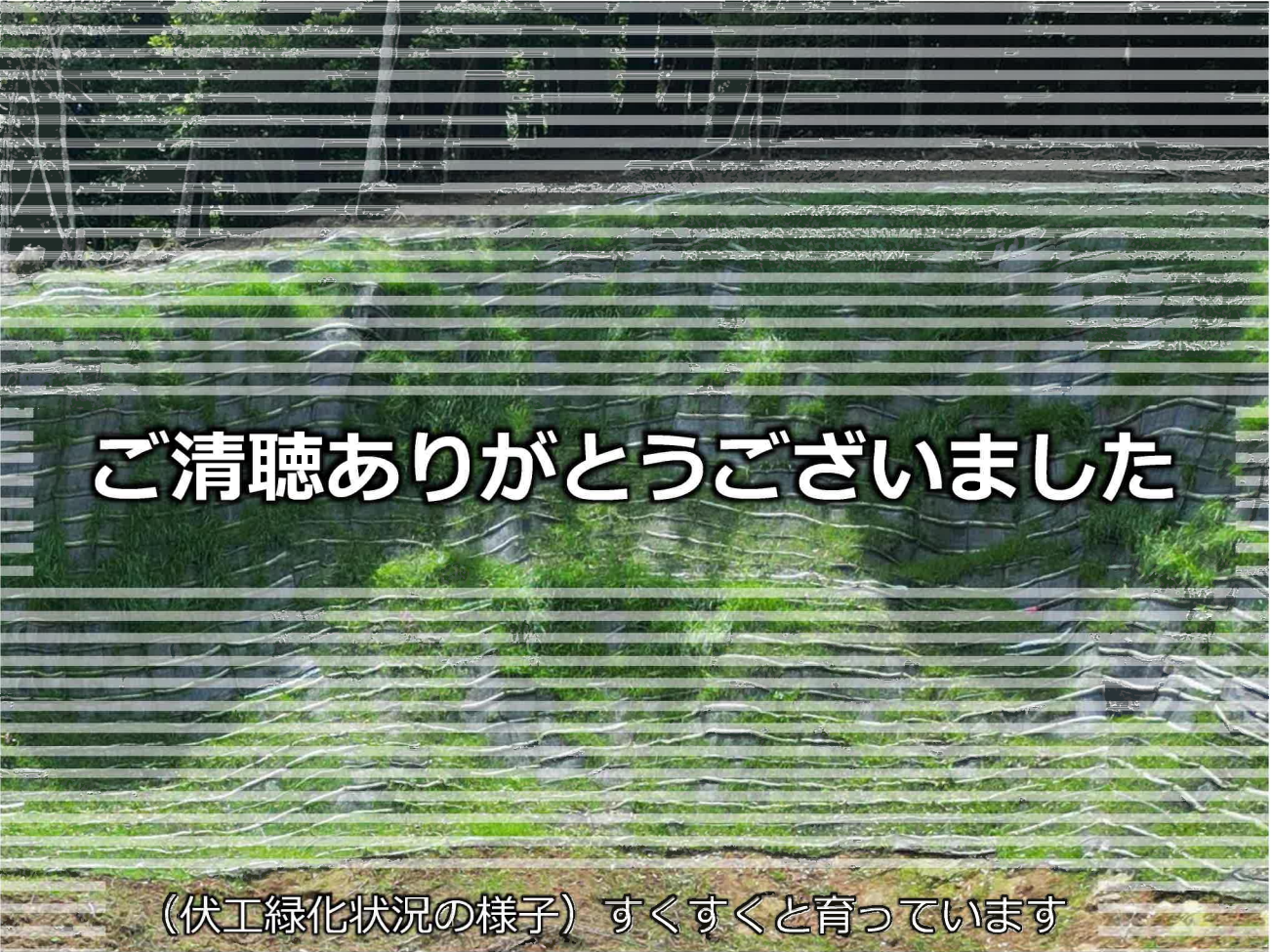
25

本発表のまとめ

- ・ **治山工事への実用化**
 - ・ コスト、工期、安全性 メリット有
 - ・ 現場条件の留意点を整理
- ・ **現場適合性の検証**
 - ・ フローチャートで適合現場の整理

高性能化著しく、資材運搬のゲームチェンジャー
まずは計画段階でドローン運搬の活用検討を！

26



ご清聴ありがとうございました

（伏工緑化状況の様子）すくすくと育っています