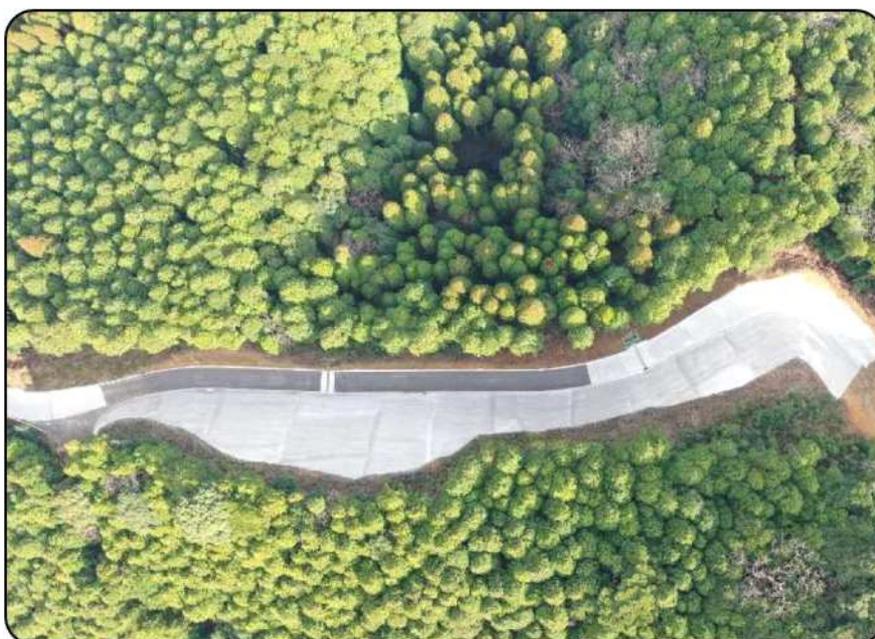


令和6年度(第65回)

治山林道研究発表論文集



第40回民有林治山工事コンクール 林野庁長官賞
日置市 東市来町長里 大根城 地内 (復旧治山事業)



第40回民有林林道工事コンクール 林野庁長官賞
鹿児島市 森林管理道開設 横見谷線2工区 (山村強靱化林道整備事業)

一般
社団法人

鹿児島県治山林道協会

令和6年度治山林道研究発表論文集の発刊に当たって

夏場の記録的な高温が続く中で開催された鹿児島県主催の治山林道研究発表会は、今年度で65回目となりました。

業務多忙にもかかわらず、治山・林道に係る多様なテーマで調査研究の取組を発表していただいた皆様に深く敬意を表します。

さて、今年は1月1日に能登半島地震が発生し、津波や火災、建物の倒壊等で多くの尊い人命や貴重な財産が失われました。また、この地震では大規模な山腹崩壊等の山地災害も発生しましたが、本格的な復旧対策がなされる前に、9月の線状降水帯を伴った大雨で崩壊土砂が土石流となって流出するなど、能登半島では二重被災による甚大な被害となりました。

本県でも、5月・6月の梅雨前線や、特別警報が発表された8月の台風10号に伴う大雨で、山地災害や多くの林道被害が発生しました。

さらに、8月の日向灘を震源とする地震では、南海トラフ地震臨時情報が初めて発表され、震度5強を観測した本県でも林道の落石被害が発生しております。

このような激甚化する自然災害に備えるためにも、治山事業による事前防災・減災対策が従前にも増して重要となっています。

一方、林道は、木材の生産を通じた効率的かつ安定的な林業経営や、伐採後の再造林・保育などの適切な森林施業を実施する上で重要な役割を果たしています。

本県の人工林資源が充実し、本格的な利用期を迎えている中で、森林資源を循環利用しつつ、森林の多面的機能を持続的に発揮させていくためには、引き続き、災害にも強い幹線林道等の整備を推進する必要があります。

本県の治山・林道事業においては、これまで長年にわたり様々な調査研究がなされ、得られた成果や知見に基づいて、地形、地質、植生等の特性や現場条件等を踏まえた改善・工夫がなされ、技術の向上が図られています。

今回も、令和6年8月2日に開催した発表会の発表内容を「令和6年度(第65回)治山林道研究発表論文集」として取りまとめましたので、御活用いただければ幸いです。

今後とも、治山・林道事業に携わっておられる皆様が更なる技術の研鑽に努められ、事業の推進に御尽力いただくことを期待いたします。

終わりに、発刊に当たり御指導、御協力を賜りました鹿児島県森づくり推進課保安林係の皆様には厚く御礼申し上げます。

令和6年11月

一般社団法人 鹿児島県治山林道協会
専務理事 村山 浩美

令和6年度（第65回）治山林道研究発表会

- 1 開催趣旨 治山林道技術についての研究成果を発表し、これを通じて相互の研鑽を図るとともに、技術の向上と改善に資する。
- 2 開催日時 令和6年 8月2日（金） 午前9時20分～午後3時40分
- 3 開催場所 鹿児島県市町村自治会館 4階ホール
- 4 発表者 鹿児島地域振興局, 南薩地域振興局, 北薩地域振興局, 熊毛支庁,
（一社）鹿児島県治山林道協会（各1名）
始良・伊佐地域振興局, 大隅地域振興局, 大島支庁（各2名）【計11名】
- 5 発表内容 治山・林道事業における調査, 計画, 設計, 施工, 維持・管理及び効果,
木材利用, 自然環境への配慮等に関すること。
- 6 参集範囲 県, 市町村, 県内の森林管理署, 鹿児島大学, 森林組合,
鹿児島県森林土木協会, コンサルタント協会, （一社）鹿児島県治山林道協会
- 7 表彰及び選考
 - 表彰 発表者全員
 - 選考 全国大会2名, 九州大会2名（部門ごとにそれぞれ1名）
 - ・全国大会 治山： 令和6年 9月10, 11日 東京都
 - 林道： 令和6年10月 1, 2日 東京都
 - ・九州大会 治山・林道： 令和6年10月31日 大分県大分市
- 8 審査員

所属	氏名	所属	氏名
鹿児島大学名誉教授	下川 悦郎	（一社）鹿児島県治山林道協会 専務理事	村山 浩美
環境林務部次長（兼） 地球温暖化対策総括監	川畑 辰彦	森林技術総合センター所長	的場 吉郎
森林経営課 課長	秋元 拓也	かごしま材振興課 課長	吉元 英樹
総括工事監査監	齋藤 昌彦	森づくり推進課 課長	川上 弘二

9 特別講演

演題：ICT施工技術を活用した工事の取り組み

講演者：九州地方整備局ICTアドバイザー 株式会社久永

i-Con 推進グループ 中原 萌

治山林道研究発表会スケジュール

開催日：令和6年 8月 2日（金）

場 所：市町村自治会館 4階ホール

項 目	時 間	備 考	
開 会	9 : 2 0		
環境林務部長あいさつ	9 : 2 0 ~ 9 : 3 0		
発 表 上 の 注 意	9 : 3 0 ~ 9 : 3 5		
午前の部	発表順位 1	9 : 3 5 ~ 9 : 5 5	
	〃 2	9 : 5 5 ~ 1 0 : 1 5	
	〃 3	1 0 : 1 5 ~ 1 0 : 3 5	
	〃 4	1 0 : 3 5 ~ 1 0 : 5 5	
	〃 5	1 0 : 5 5 ~ 1 1 : 1 5	
	〃 6	1 1 : 1 5 ~ 1 1 : 3 5	
	〃 7	1 1 : 3 5 ~ 1 1 : 5 5	
(昼 食 ・ 休 憩)	1 1 : 5 5 ~ 1 3 : 0 0		
午後の部	発表順位 8	1 3 : 0 0 ~ 1 3 : 2 0	
	〃 9	1 3 : 2 0 ~ 1 3 : 4 0	
	〃 10	1 3 : 4 0 ~ 1 4 : 0 0	
	〃 11	1 4 : 0 0 ~ 1 4 : 2 0	
発表結果とりまとめ	1 4 : 2 0 ~ 1 5 : 1 0		
(休 憩)	(1 4 : 2 0 ~ 1 4 : 3 5)		
特 別 講 演	1 4 : 3 5 ~ 1 5 : 1 0		
審 査 結 果 の 発 表	1 5 : 1 0 ~ 1 5 : 1 5	審査員長 川畑次長	
講 評	1 5 : 1 5 ~ 1 5 : 2 5	審査員 下川名誉教授	
表彰及び記念品の授与	1 5 : 2 5 ~ 1 5 : 4 0	環 境 林 務 部 長	
閉 会	1 5 : 4 0		

目 次

発表 順位	所 属	氏 名	発 表 テ ー マ	区分	全国 大会	九州 大会	頁
1	大 島 支 庁	前 原 千 尋	奄美群島における海岸防災林造成の取り組みについて	治山			1
2	北 地 域 振 興 局 薩	前 田 真 也	北薩地域における林道法面の獣害(シカ)対策について	林道			8
3	熊 毛 支 庁	吉 元 弘 祐	熊毛地域の治山事業における省力化工法の検討について	治山	○		13
4	大 地 域 振 興 局 隅	稲 森 忍	ICT建設機械による法切工の施工事例について	治山			22
5	大 島 支 庁	春 田 黎 暉	大島管内の林道事業における環境配慮事例	林道			29
6	(一社)鹿児島県 治山林道協会	武 田 潤 平	UAVレーザーを活用した林道路線計画について	林道	○		37
7	南 地 域 振 興 局 薩	寺 地 祐 人	丸太防風柵工(H鋼型)の耐久性に関する一考察	治山			43
8	大 地 域 振 興 局 隅	林 宗 汰	令和5年度に発生した林道災害について	林道			50
9	鹿 児 島 局 地 域 振 興	池ノ上憲男	人家裏の植栽木に関する現状と対策について	治山			57
10	始 良 ・ 伊 佐 局 地 域 振 興	川 畑 勇 矢	林道の切土法面におけるシカ害対策の施工事例について	林道		○	65
11	始 良 ・ 伊 佐 局 地 域 振 興	上之原貴之	治山工事におけるICT活用の現状と課題について	治山		○	73
	合 計	11名					
治山関係		6件					
林道関係		5件					

奄美群島における海岸防災林造成の取り組みについて

大島支庁 農林水産部 林務水産課

前原千尋

1 はじめに

【スライド1～5】

奄美群島は南北およそ 170km の範囲内に連なる、奄美大島、喜界島、沖永良部島など8つの島々の総称である。

また、奄美群島は台風の常襲地となっており、喜界町と知名町の平均風速は、奄美市、鹿児島市と比べて、年間を通して強い。

また、大島支庁管内に占める保安林面積は約 1 万 ha で森林面積の約 13% を占め、保安林面積のうち海岸が占める飛砂・防風・潮害防備保安林面積は、水源かん養保安林を除く保安林の中で 1 番高い割合となっており、地元住民にとって重要な役割を担っている。

2 植栽樹種の変遷

【スライド6】

奄美群島における防災林造成の変遷は、1954 年から治山事業において潮害・風害・飛砂の防止を目的としてモクマオウを用いた海岸防災林の造成が始まっている。

1980 年代に入ると、海側の最前線にアダンを、その後方にモクマオウを植栽する配置が定着し、その後、モクマオウの欠点である強風による枝や幹の折れ、高齢に伴う樹勢衰退を補うため、多様な樹種による植栽が検討されるようになった。

令和元年以降、モクマオウは植栽せず、在来樹種のみによる海岸防災林の造成が取り組まれている。

3 モクマオウについて

【スライド7】

モクマオウは海岸などの痩せた土地においても成長がよいため、奄美群島の各地に植栽されるようになった。

しかしながら、2017 年には鹿児島県の防除対策の検討が必要な外来種リストにおいて一般防除種に指定された。

また、モクマオウは一定の樹齢を過ぎると樹勢が衰え、枝や幹が折れやすいという特徴がある。

4 奄美群島の海岸防災林の現状

【スライド8～11】

これまでに様々な樹種を植栽してきたが、いずれの樹種もモクマオウほど早く成長しないことが確認されている。

- (1) 奄美群島は、農地や住宅地などの生活圏が海岸から近い位置に存在しており、林帯幅の十分な確保は困難である。
- (2) 植栽後 30 年以上経過した林分が多く、度重なる台風の襲来により、モクマオウ林への被害が増大し、海岸防災林としての機能が著しく低下している林分が見られる。
- (3) 令和元年より在来樹種のみでの植栽に取り組んでおり、樹種や配列について試行錯誤している。

5 防風効果調査について

【スライド12】

在来樹種のみでの植栽箇所について防風効果が発揮されているのか確認するため、風量の減衰率について調査を行った。

6 調査箇所について

【スライド13～22】

調査は、大島支庁管内で最も事業を多く実施している沖永良部島と喜界島において実施した。モクマオウのみ植栽した箇所、モクマオウと在来樹種を植栽した箇所、在来樹種のみを植栽した箇所である既設海岸防災林造成事業施工箇所を選定した。

「知名町瀬利覚池田地内」

モクマオウのみ植栽された箇所で、10,000 本/ha、36～41 年生、樹高約 12m。先端部の枯れた個体が多く見られ、衰退傾向にあったため、今後、改植を要すると思われた。

「喜界町花良治オフミヤ地内」

前線にアダン(1列)、後方にモクマオウが植栽された箇所で、10,000 本/ha、36～41 年生。モクマオウについては先端部の枯れた個体が多く見られ、全体的に衰退傾向にあったため改植を要すると思われた。

「喜界町浦原マテ地内」

前線にアダン、後方にマサキとモクマオウが交互に植栽された箇所、10,000本/ha、25～30年生。モクマオウが優勢となっており樹高は約15mとなっていた。

「喜界町志戸桶岸前地内」

前線にアダン、後方にクサトベラ、オオハマボウ、コバテイシが植栽された箇所、3～4年生、テリハボク：6,000本/ha、ほか3種：10,000本/ha。全体的に生育は良好であった。

7 防風効果調査の結果

【スライド 23～31】

(1) 調査方法

林帯の前後で風速を計測し、林帯前の風速が林帯によってどれだけ減速したかを比較するため、計測した平均値を用いて減衰率（ $1 - (\text{林帯後風速} / \text{林帯前風速})$ ）を算出した。

防風効果について、樹高の3倍の距離から風速が弱まり始めることから、後背地の測定位置は樹高の後方に3倍離れた位置とし、測定高は1.7mとした。海側の測定位置は汀線位置とした。

(2) 調査結果

いずれの調査箇所も林帯後方の風量が前方より低くなっており、一定の防風効果は得られていることが確認できた。

樹高の高いモクマオウのみの植栽箇所の減衰率をもっとも高くなると考えていたが、今回の結果では最も低い数値となった。これについて、樹勢の衰退が影響していると考えられた。

また、在来種のみでの植栽における減衰率は中央値となっており、一定の防風効果を発揮していることが分かった。在来樹種のみでの植栽箇所については今後、植栽木の樹高が高くなるにつれて、防風効果に影響が出ると考えられるため継続的に調査する必要がある。

8 今後の課題

【スライド 32】

これらの調査の結果から、在来樹種のみで構成された海岸防災林でも防風効果を発揮することが確認できた。

しかし、従来使用していたモクマオウと比較して在来樹種の成長は遅いため、防風林における有効範囲の早期形成は難しいため、地権者や地元住民に理解を得られるかが懸念される。

そのため、今後も海岸防災林の早期形成に有効

な在来樹種の選定、配置について検討する必要がある、地権者等に理解を得られるよう、早期に打合せ等を行うことが重要であると考えられる。

9 おわりに

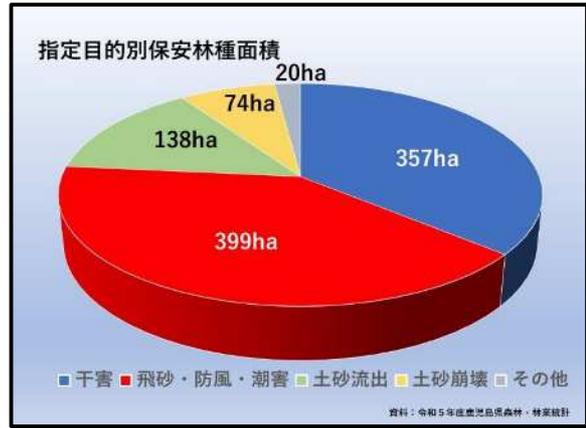
【スライド 33～34】

今後も在来樹種のみでの植栽に取り組んでいく上で、早期に防風効果範囲を拡大するために、モクマオウの代替となる在来樹種を確立する必要がある。そのため地元の苗木生産者や地元住民の意見も含め、引き続きモクマオウの代替となる在来樹種について調査・検討を行っていききたい。

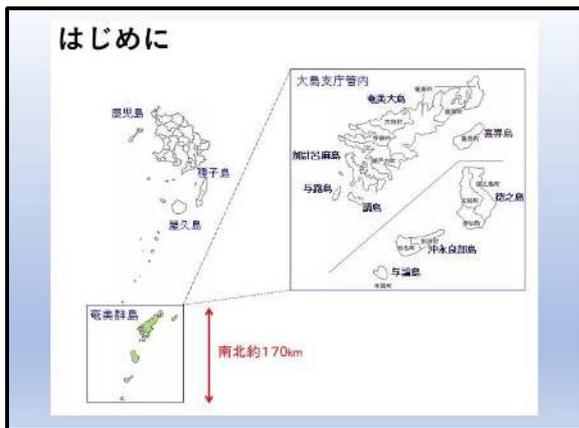
奄美群島における海岸防災林造成の取り組みについて

鹿児島県大島支庁林務水産課
森林土木第二係 前原 千尋

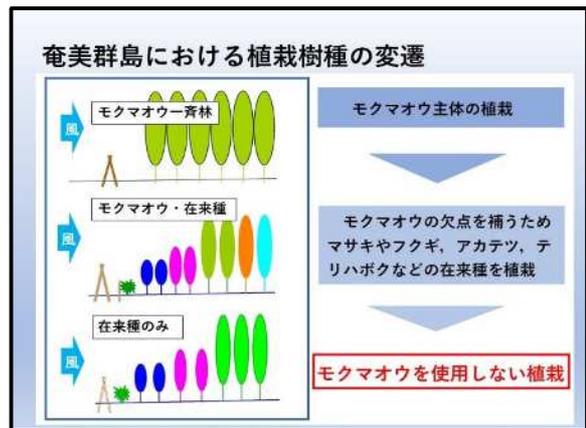
スライド1



スライド5



スライド2



スライド6



スライド3

モクマオウについて

- 常緑高木種
- 2017年に鹿児島県の外来種リストで一般防除種に指定
- 樹齢25年～30年以降樹勢衰退

スライド7



スライド4

これまで植栽した在来樹種

<p>アダン 常緑小高木 7～17m</p>	<p>オオハマボク 常緑小高木 4～10m</p>	<p>モンバノキ 常緑小高木 5～10m</p>
<p>コバテイシ 半落葉高木 7～20m</p>	<p>フクギ 常緑高木 7～17m</p>	<p>テリハボク 常緑高木 10～20m</p>

スライド8

奄美群島における海岸防災林の現状

〔現状1〕

- 農地、住宅地などの生活圏が海岸付近に位置
- 林帯幅の確保が困難



スライド9

調査箇所位置図



スライド13

奄美群島における海岸防災林の現状

〔現状2〕

- 樹勢の衰退により、枝や幹の折れたモクマオウ林が増加



スライド10

調査箇所位置図



スライド14

奄美群島における海岸防災林の現状

〔現状3〕

2021年に世界自然遺産登録

外来種の排除



スライド11

調査地1 (知名町瀬利覚池田地内)



植栽樹種 H23~H31改植

- アダン
- モクマオウ
- アキギ
- オオハマガク
- ヨバテイシ

H元~H5植栽

植栽樹種

- モクマオウ

スライド15

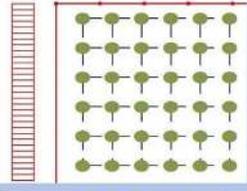
現状 **令和以降、在来樹種のみを植栽**

懸念事項 **在来樹種のみで構成される海岸防災林の防風効果が懸念**

調査 **海岸防災林における防風効果調査**

スライド12

調査地1 (知名町瀬利覚池田地内)



モクマオウ 10,000本/ha



- 先枯れている個体が多い
- 衰退傾向にある

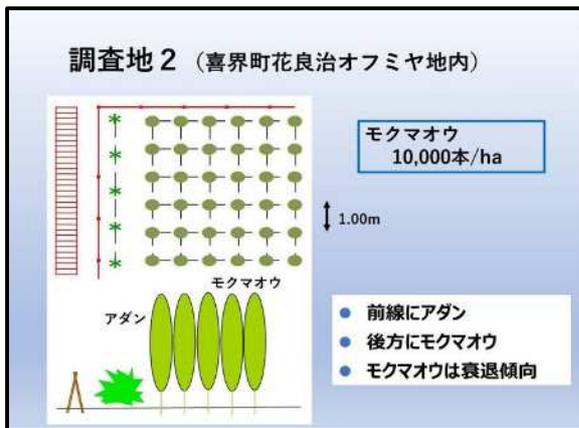
スライド16



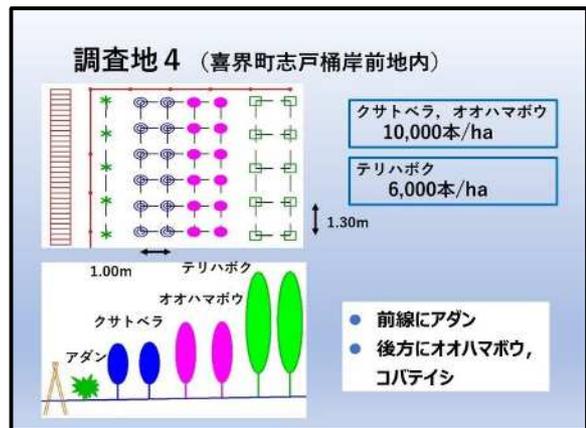
スライド17



スライド21



スライド18



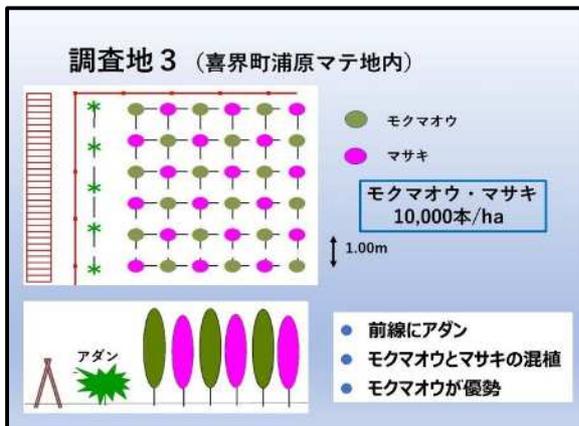
スライド22



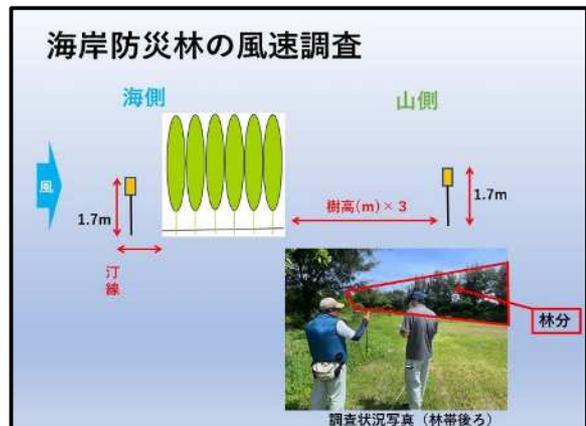
スライド19



スライド23



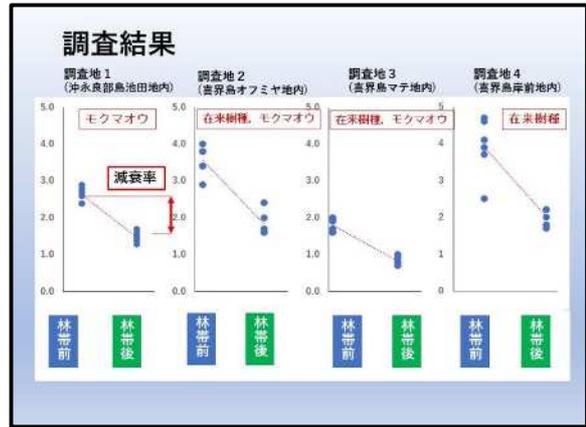
スライド20



スライド24



スライド25



スライド29



スライド26

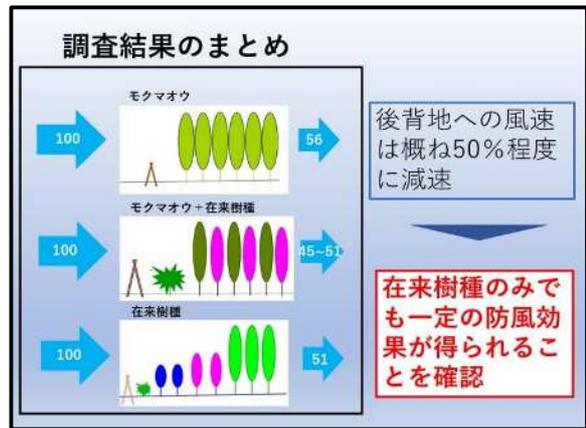
調査結果

	林帯前 (m/s)	林帯後 (m/s)	減衰率 (%)	植栽樹種	測定風向	樹齢
調査地 1 (池田地内)	2.63	1.48	43.73	モクマオウ	東北東	36~41
調査地 2 (オフミヤ地内)	3.55	1.82	48.73	モクマオウ、在来樹種	南東	36~41
調査地 3 (マテ地内)	1.80	0.82	54.44	モクマオウ、在来樹種	南南西	25~30
調査地 4 (岸前地内)	3.92	2.02	48.47	在来樹種	南南東	3~4

スライド30



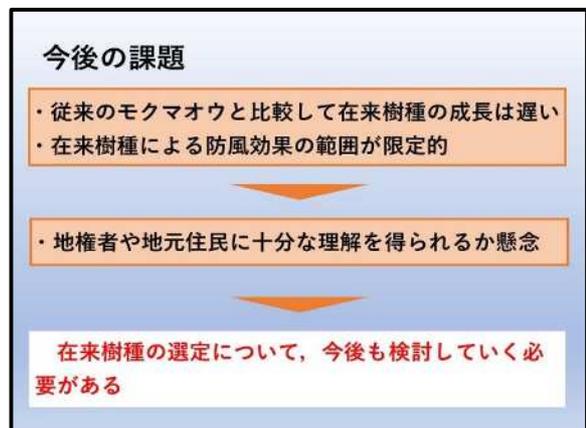
スライド27



スライド31



スライド28



スライド32



スライド33



スライド34

北薩地域における林道法面の獣害(シカ)対策について

北薩地域振興局 農林水産部 林務水産課

前田 真也

1. 経緯

【スライド1～7】

北薩管内の林道法面は、以前からシカによる食害や踏み荒らし、シカが法面を走ることで基盤材が滑落するなどの被害が多く見られた。

この対策のため、現在取り組んでいる工法（従来工法）にかわる新たな獣害対策工法の確立を目標に検証試験を実施した。

検証試験にあたり、目的を2つに絞って取り組んだ。

1つ目に、物理的な法面保護を目的とし、厚層構造を持つラス金網を植生マット上に設置する。

2つ目に、種子配合を不嗜好植物の配合に変更して食害を防ぐ。

これらの異なる2つのアプローチから獣害対策効果、施工性、経済性の観点で評価を行うこととした。

2. 材料および方法

(1) 試験地

【スライド8】

試験地は、令和4年度森林管理道開設白男川泊野線1工区（地方創生道整備推進交付金）内の法面で行い、試験面積は約60㎡（法長10m×延長6m）とした。現場条件としては標高250m、土壌硬度23.4mmの粘性土、勾配1:0.8、土壌酸度pH6.3、東向き法面であった。

(2) 試験材料

【スライド9～10】

使用する植生マットの配合は従来配合と不嗜好性配合の2種類とした。また、厚層金網を厚さ3cmと厚さ5cmの厚さの異なる2種類用意した。

これらの材料から従来配合、不嗜好性配合×厚層金網H50mm、厚層金網H30mm、厚層金網未施工の6つの組み合わせで試験区を設定することとした。

【スライド11～12】

また、不嗜好性配合については種子の装着粒数を検討するため、種子の種類は同じで配合量

が異なる2種類の植生マットを使用することとした。よって、不嗜好性配合植生マットを施工するB区、D区、F区をそれぞれ上下で3分割しB1区、D1区、F1区には種子配合量の多い植生マットを施工し、B2区、D2区、F2区には種子配合の少ない植生マットを施工することとした。

【スライド13】

今回不嗜好性配合にて4種類の不嗜好性植物を選定したが、その理由としては次のとおりである。

まずススキとチカラシバについてだが、どちらも生長すると高い不嗜好性を発揮し、根深も深いことから法面保護能力も高いとされているためである。

しかし、ススキとチカラシバはどちらも初期成育が緩慢であることから、初期成育が良く葉の大きい青シソを初期の被覆率向上を目的として配合することとした。

また、クララについては不嗜好性が非常に高いが、環境によって生育にムラが生じることもあるため、補助的な意味合いでの選定とした。

(3) 施工方法

【スライド14】

試験区に分けて植生マットを施工し、その後に厚層金網を植生マットの上から施工することとした。植生マットはアンカーピンφ9×200mmを184本/100㎡と大頭釘を422本/100㎡使用して設置する。また、厚層金網はアンカーピンφ16×400mmを32本/100㎡、アンカーピンφ9×200を199本/100㎡を使用して設置する。

3. 結果

施工は4人工にて実施し、60㎡の植生マットを全面に張り終えるのに70分かかった。そこから、40㎡の厚層金網を植生マット上に張り終えるのに40分かかった。

また、施工後の厚層金網施工部を横から確認すると植生マット上に金網による空間ができていることが確認された。

施工後の追跡調査について項目ごとに見る。

■追跡調査 施工後1ヶ月半

(令和5年6月21日)

【スライド15】

被覆率は1ヶ月半の調査時に最も高かった場所はE区の60%、低かったのはD2区とF1区の10%であった。全体で見ると、法肩部は被覆率が低く、法尻部は被覆率が高い傾向が見られた。

また、従来配合のA区、C区、E区は草丈の成長が早く15cmほどにまで達しており金網より高くなっていたが、食害は受けていなかった。

また、不嗜好性配合のD1箇所とF2箇所からもクリーピングレッドフェスクやススキ、クララの発芽が確認でき、草丈は同じく最長で15cmほどであった。ただし、被覆率に差があり、同じ不嗜好性配合(減量)でもB2区の方がF2区よりも植被率が2倍ほど高かった。

■追跡調査 施工後3ヶ月半

(令和5年8月30日)

【スライド16】

不嗜好性配合の工区では当初の狙い通り青シソが初期成育の良さを見せ、葉を展開することで被覆率の向上に貢献している。また、1ヶ月半の時点では従来配合の工区の方が植被率や草丈も繁茂していたが、その後の2ヶ月で不嗜好性植物が成長し、草丈は逆転している。被覆率に関してはいずれの試験区も100%となっている。

■追跡調査 施工後4ヶ月半

(令和5年9月28日)

【スライド17】

いずれの試験区も被覆率は100%をキープしたままで、不嗜好性植物は生長を続け、草丈は50cmを大きく超えている。特にチカラシバの株が大きく育っていた。

不嗜好性配合の配合量について、増量のD1区と減量のF2区とで比較すると、どちらも被覆率に違いはなく、チカラシバや青シソの個体数も同程度であった。

■追跡調査 施工後1年(令和6年5月9日)

【スライド18】

1年経過したが、多年草のチカラシバが草丈を伸ばしている。1年層の青シソも昨年落とした種から世代交代し所々で植生しているが、個体数も少なく衰退している。

試験区ごとの草丈に関しては、不嗜好性配合を

使用しているD1区とF2区の方が従来配合のC区、E区に比べて高いことが確認できる。

4. 考察

【スライド19】

今回の獣害対策試験から、1年を通して厚層金網の有無や種子配合の種類にかかわらず食害、踏み荒らし等の被害は確認されなかった。柔らかい新芽の草丈が厚層金網を超えるとときに食害を受けるケースが他では多く見られたが、当試験では厚層金網を超えて成長した幼芽も食害にあうことはなかったため、そもそもシカが当試験区に来なかった可能性もあるが、不嗜好性配合の試験区ではチカラシバとススキの群生が成立しており、仮にシカが試験区に来ていたとしても食害は受けにくかったと思われる。

【スライド20】

施工性の観点について考察すると、厚層金網張工は①ラス金網の設置、②アンカー打設によって施工が完了するため、従来工法の①台座設置、②ラス金網設置、③台座と金網の結束と比較して工程数や法面での移動も少なく済む。また、厚層金網は吹付工事で使用するラス金網と類似の手順で施工できるため、ラス金網の施工に慣れた施工者であれば新たな施工手順を覚えなくても問題なく施工が可能である。今回の試験施工はラス金網張工も行う施工者であった為に、実際の施工時間についても植生マット工よりも厚層金網張工の方が㎡当たりの施工時間は少なく済んでいる。

【スライド21】

経済性については、厚層金網張工の単価が、㎡当たり2,635円であり、従来工法の設計単価、㎡当たり3,814円より、経済性で優れているといえる。

また、不嗜好性配合植生マットの単価は、㎡当たり3,214円であることから、厚層金網張工と不嗜好性配合植生マット工を併用した、新たな獣害対策工法が、従来の獣害対策工法(工法+植生マット工)より、コストを抑えて実施することが可能である。

【スライド22~24】

獣害対策工法の低コスト化により、コストを抑えつつ複数の工法から、現場条件に合った、最適な工法選定が可能になると期待される。

林道法面における 獣害(シカ)対策について

北薩地域振興局農林水産部
林務水産課森林土木第一係 前田 真也

スライド1

シカの被害写真

角擦り

食害

踏み荒らし

食害

スライド5

北薩地域 (3市2町)

薩摩川内市
出水市
阿久根市
さつま町
長島町

スライド2

シカ侵入防止柵

アニマルガード工法

スライド6



スライド3

取り組み内容

- 1 物理的な法面保護 (厚層金網張工)
効果：経済性・施工性
- 2 種子配合の見直し
効果：獣害対策 (不嗜好性植物の採用)

スライド7

シカの推定個体頭数

地域	R5推定個体数 (頭数)
出水山地	43,980
国見霧島山地	3,600
八重山地	8,460
南薩地域	190
大嶺地域	420
種子島	9,800
屋久島	14,730
計	81,180

提供：自然保護課

スライド4

試験地 (白男川泊野線 1工区)

スライド8

使用材料の詳細

植生マット (従来配合)	
装着種子	クリーピングレッドフェスク、コロンパントグラス ケンタッキーブルーグラス、バミューダグラス
植生マット (不嗜好性植物配合)	
装着種子	青シソ、クララ、チカラシバ、ススキ (不嗜好性植物) バミューダグラス、クリーピングレッドフェスク→外東草本類
厚層金網 H-30mm	φ2.0 50×50 H-30mm
厚層金網 H-30mm	φ2.6 75×75 H-50mm

スライド9

不嗜好性植物



ススキ
高い不嗜好性が期待できる。法面快速能力が高い



チカラシバ
高い不嗜好性が期待できる。法面保護能力が高い



青シソ
初期育成がよく、被覆率向上に期待



クララ
高い不嗜好性が期待できる。補助的な位置づけ

スライド13

試験区のイメージ図



A	従来配合+厚層金網 H-50mm
B	不嗜好性配合+厚層金網 H-50mm
C	従来配合+厚層金網 H-30mm
D	不嗜好性配合+厚層金網 H-30mm
E	従来配合
F	不嗜好性配合

従来配合、不嗜好性配合+厚層金網H-50mm、厚層金網H-30mm
厚層金網本工の6つの組み合わせで試験区を設定

スライド10

施工写真

植生マットの上に空間を作る厚層金網



植生マット工の構造図



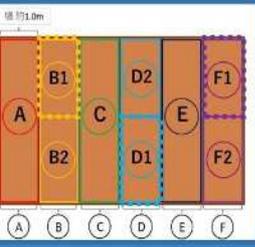
アニマルガード工法の構造図



厚層金網工の構造図

スライド14

試験区のイメージ図

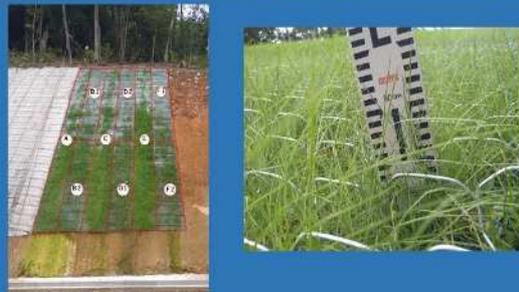


配合種子	播種量 (g/m ²)	発芽期待本数 (本/m ²)
青シソ	2.00	84
クララ	5.00	16
チカラシバ	4.50	336
ススキ	1.00	336
クリーピングレッドフェスク	1.80	782
バミューダグラス	0.35	615
計	14.65	2,169

スライド11

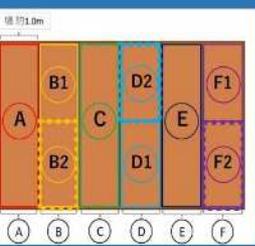
追跡調査

施工後1ヶ月半経過 (R5.6.21)



スライド15

試験区のイメージ図



配合種子	播種量 (g/m ²)	発芽期待本数 (本/m ²)
青シソ	1.50	63
クララ	5.00	16
チカラシバ	3.50	261
ススキ	0.30	101
クリーピングレッドフェスク	1.40	608
バミューダグラス	0.23	404
計	11.93	1,453

スライド12

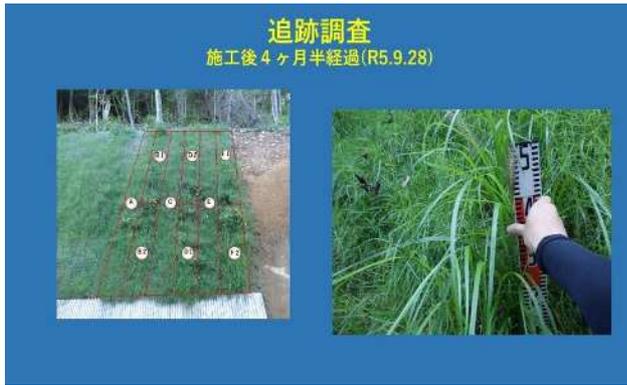
追跡調査

施工後3ヶ月半経過 (R5.8.30)



青シソ繁茂状況

スライド16



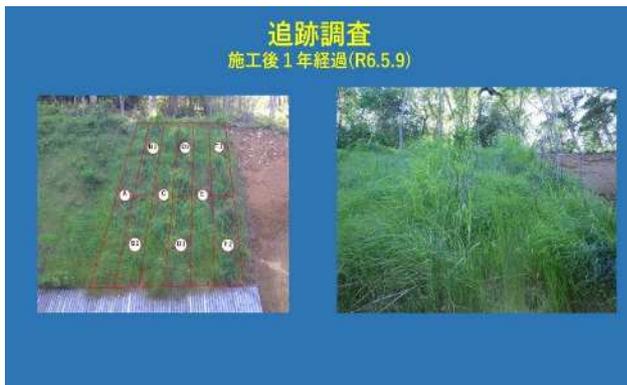
スライド17

各工法の設計単価

工 法	設計単価
厚層金網工法	2,635円/m ²
アニマルガード工法	3,814円/m ²
植生マット(不嗜好性配合)	3,214円/m ²
厚層金網張り工+植生マット工(不嗜好性配合)	5,849円/m ²
アニマルガード工法+植生マット工(市場単価)	6,394円/m ²

単価差 1,179円

スライド21



スライド18

- 結果**
- 獣害対策効果**
シカによる被害は確認できず、一定の効果は得られた。
 - 施工性**
従来工法より、施工手順、施工時間の減少
 - 経済性**
従来工法より、1,200円/m²のコスト縮減

スライド22

調査結果

区 分	繁茂状況				シカ被害状況
	1ヶ月半	3ヶ月半	4ヶ月半	1年	
A区(従来配合+厚層金網 H-50mm)	50%	100%	100%	100%	無
B区(不嗜好性配合+厚層金網 H-50mm)	40%	100%	100%	100%	無
C区(従来配合+厚層金網 H-30mm)	50%	100%	100%	100%	無
D区(不嗜好性配合+厚層金網 H-30mm)	40%	100%	100%	100%	無
E区(従来配合)	60%	100%	100%	100%	無
F区(不嗜好性配合)	50%	100%	100%	100%	無

スライド19

- まとめ**
- 新たな獣害対策工法の提案
 - 低コスト化
 - 現場条件にあった工法選択が可能

スライド23

施工性調査結果

区分	施工手順	(60m ² 当たり)	
		工程数	施工時間
厚層金網張り工	金網設置 + アンカー打設	2	110分
アニマルガード工法	台座設置 + 金網設置 + 台座と金網結束	3	200分

スライド20



スライド24

熊毛地域の治山事業における省力化工法の検討について

熊毛支庁 農林水産部 林務水産課 吉元 弘 祐

熊毛地域の概要（位置・面積）

【スライド1～2】

私が勤務する熊毛地域は、種子島、屋久島、口永良部島、馬毛島の4島からなっている。

総土地面積は992km²で県本土の10.8%を占め、土地利用状況は林野面積が73%と大部分を占めている。

熊毛地域の概要（人口の推移）

【スライド3】

総人口は、昭和35年をピークに減少を続けており、令和2年には39,550人となり、ピーク時の44.7%まで減少している。

熊毛地域の概要（高齢化率の推移）

【スライド4】

高齢化の進行度合を示す65歳以上の人口比率は、昭和35年には県平均の7.2%に対し、5.6%であるが、令和2年には県平均の32.5%を5ポイント上回る37.5%となっている。

このように、生産年齢人口の減少と高齢化の進行により、各分野において人材不足が顕著になっている。

熊毛地域の概要（建設業における就業者数と高齢化率の推移）

【スライド5】

建設業界の就業者数は、国勢調査によると、平成12年の2,933人に対し、令和2年には1,553人と約半数まで減少している。

高齢化率も2.9%から21.8%に上昇しており、全産業の平均と比較しても、建設業における高齢化は急速に進行している。

熊毛地域の建設業における課題

【スライド6】

このように、各分野において労働力不足や人材の確保が課題となる中、建設業における働き方改革では、週休2日制の導入促進や時間外労働の抑制が進められており、現場作業の効率化による労働時間の短縮が求められている。

さらに、治山工事は急斜面での過酷な作業も多く、現場作業の負担軽減に繋がる工法を積極的に導入していく必要がある。

発表概要

【スライド7】

今回は、管内で施工しているかごマット工、残存型枠工、ICT活用工事について、作業効率とコスト面から従来工法との比較を行い、省力化工法としての評価と課題などについて考察したので、その内容を発表する。

省力化工法① かごマット工の概要

【スライド8】

まず、かごマット工について説明する。

かごマット工は、河川などにおける護岸の侵食防止を目的として使用されており、鉄線などで組まれた網目状のかごに割栗石を詰め、階段状に積み上げる工法である。

特徴としては、重機による吊り上げが可能なこと、製品の据付が簡単なことから、熟練した作業が不要なことが挙げられる。

かごマット工の施工地

【スライド9】

施工地は、中種子町 田島 上阿高磯地内である。

当施工地は、集中豪雨による河川の水位の上昇により、護岸工の既設コンクリートブロック積工が延長62mにわたり被災した箇所である。

かごマット工の施工状況

【スライド10】

被災を受けて、令和5年度の県単事業により、高さ2.5m、かごマット5段を施工した。

なお、当施工地は海岸に近いことから、塩害に対処できる「ポリエステルの繊維製かごマット」を採用した。

写真は令和6年7月22日時点のかごマット工の施工完了状況である。

かごマット工の施工手順

【スライド 11】

施工手順は、まず床掘完了後、遮水シートを設置する。

次に、専用の型枠にかごマットを設置し、割栗石を詰め、上蓋をロープで結束する。

最後にかごマットを移動し、所定の位置に設置する。

かごマット工の作業効率比較

【スライド 12】

当施工地において、かごマット工と従来の工法であるブロック積工の作業効率を比較するため、請負者への聞き取りにより施工日数を算出した。

ブロック積工の場合、基礎型枠の施工から天端コンクリートの施工まで 49 日かかるのに対し、かごマット工は詰石によるかごマットの製作から設置まで 24 日となった。

かごマット工の場合、裏込工などのコンクリート施工にかかる手間が省けることから、約 5 割の 25 日間の短縮となった。

かごマット工のコスト比較

【スライド 13】

次に、施工経費を直接工事費で比較すると、ブロック積工の 564 万円に対し、かごマット工は 462 万円となり、102 万円、約 2 割の経費削減となった。

かごマット工のコスト比較（経費別内訳）

【スライド 14】

経費別の内訳では、資材費は約 1.5 倍となるが、労務費は約 7 割の削減となった。

省力化工法② 残存型枠工の概要

【スライド 15】

次に残存型枠工について説明する。

残存型枠工は、一般的な合板型枠工とは異なり、型枠用のパネルと組立て金具を使用し、コンクリート打設後の脱枠作業を必要としない工法である。

特徴としては、工場で作成されるので現場搬入後すぐに組立てができること、型枠として使用し取り外す必要がないこと、Pコンの穴埋めの手間が省けることが挙げられる。

また、残存型枠工は合板型枠工と比較して、足場設置や脱枠作業が省略され、工程が簡略化される。

残存型枠工の施工地

【スライド 16】

施工地は、屋久島町 原 前嶽地内の谷止工であり、令和 4 年度復旧治山事業により施工した。

残存型枠工の施工手順

【スライド 17】

施工手順は、床掘完了後、クレーン車により型枠パネルを設置し、組立て金具を取り付けた後、セパレータを溶接し、その後コンクリートを打設して完了となる。

残存型枠工の作業効率比較

【スライド 18】

残存型枠工と合板型枠工の 1 リフト当たりの作業日数を比較すると、合板型枠工の場合、型枠の組立から脱枠まで 8 日かかるのに対し、残存型枠工を使用すると、足場設置、型枠資材の脱枠にかかる手間が省けることから、型枠組立からコンクリート養生の完了まで 5.5 日となり、2.5 日間の短縮となった。

残存型枠工のコスト比較

【スライド 19】

谷止工 1 基の施工経費は、合板型枠工の場合、1,822 万円に対し、残存型枠工では 1,757 万円となり、65 万円の経費削減となった。

残存型枠工のコスト比較（経費別内訳）

【スライド 20】

経費別では、資材費は約 1.2 倍、機械費は約 6 倍となりますが、労務費では約 5 割の削減となった。

省力化工法③ ICT活用工事の概要

【スライド 21】

次に ICT活用工事について説明する。

ICT活用工事とは、3次元起工測量、3次元設計データ作成、ICT建設機械による施工、出来形管理、データ納品の各段階で、ICT技術を活用して施工する工事である。

熊毛管内では、令和 5 年度林地荒廃防止事業、西之表市 国上 千人塚地内で初めて導入した。

起工測量と出来形管理、ICT建設機械によるコンクリート土留工の掘削を ICT活用工事として実施したが、今回は ICT建設機械による掘削について説明する。

ICT活用工事の使用機械、施工手順

【スライド 22】

使用したICT建設機械は、操作補助型の3Dマシンガイダンス機能を搭載したバックホウである。

施工方法は、事前準備として、現地でGNSS受信状況の確認を行うとともに、2次元の設計図面データから3次元設計データを作成する。

次に、「ローライゼーション」と言われる観測でGNSS座標系を現場座標系に変換し、この座標データと3次元設計データをタブレット端末に取り込み、バックホウを現場に搬入する。

ICT建設機械による掘削・法面整形状況

【スライド 23】

掘削作業では、バックホウの位置情報とバックホウ搭載のセンサーからバケット刃先の座標値を算出し、バケット位置と3次元設計データをタブレット画面へリアルタイムに表示する。

オペレーターは、タブレット画面を確認しながらバケットを操作し、掘削・切土法面整形を施工する。

3Dマシンガイダンスの特徴は、設計ラインから外れると音声で知らせてくれるため、バケット操作の無駄な動きがなくなる。

ICT活用工事（掘削）の作業効率比較

【スライド 24】

当施工地の掘削量 290m³の作業効率を従来の方法と比較すると、従来の方法は、測量と丁張設置から出来形管理までの9日に対し、ICT機械を使用すると、掘削と法面整形の作業効率が倍増することで事前測量から出来形管理まで5日となり、4日間の短縮となる。

ICT活用工事（掘削）のコスト比較

【スライド 25】

施工経費を比較すると、従来方法の70万円に対し、ICT機械の場合、3次元設計データ作成などICT活用にかかる経費が加わることで225万円となり、155万円の増額、従来の約3倍となった。

ICT活用工事（掘削）のコスト比較（経費別内訳）

【スライド 26】

経費別では、ICT活用費は157万円となるが、労務費では丁張設置や掘削、出来形計測に必要な

作業員の経費が省け、約4割削減となる。

考察 省力化工法① かごマット工

【スライド 27】

次に、今回施工した工法と従来工法との比較から省力化工法の評価について考察する。

かごマット工は、施工日数で約5割短縮となった。

ブロック積工と比較して、工程が単純で重機を使って中詰めができること、降雨による作業不能日でも中詰めの製作が可能なことから、工期短縮には有効である。

コスト面では、設置にかかる労務費が約7割削減となることから、生産性の向上に繋がり、また、安全面においても手作業が少ないため、作業員の安全の確保に有効であると考ええる。

R6. 6 豪雨による現場状況（被災軽減効果）

【スライド 28】

今年6月には、かごマット工を3段、根固工として袋詰玉石工の施工を終えていたが、河川の水位が上昇したことで、激流に吞まれたにも関わらず、かごマットと袋詰玉石工は流出しなかった。

現場代理人の話では、「ブロック積工であれば流されていたかもしれない。」と聞き、かごマット工を採用してよかったと感じた。

考察 省力化工法② 残存型枠工

【スライド 29】

残存型枠工は、1リフトあたりの施工日数で約3割の短縮となった。

従来の合板型枠と比較して、型枠の取り外しや足場の設置が不要なことなどから作業効率の向上に有効である。

コスト面では、労務費が約5割削減できることから、生産性の向上に繋がる。

安全面においても、クレーン車で設置を行い、型枠内での組立てとなることや、足場での作業がなく、墜落の危険性が排除されることから、作業員の安全確保に有効であると考ええる。

残存型枠工の今後の課題

【スライド 30】

残存型枠工の採用においては、クレーン車が必要となり、道路付きの箇所に限定されることから、工事箇所周辺の状況やクレーン車の使用条件を検討する必要がある。

また、クレーン車の使用条件を整理することで、

現場に適合した選択ができるようになることを考える。 森林土木技術の研鑽に励んでいきたい。

一方で、道路がない場合は、工事中道路の新設を検討する必要がある。

考察 省力化工法③ ICT活用工事

【スライド 31】

ICT建設機械による掘削では、施工日数で約4割の短縮となり、従来の方法と比較して、掘削や法面整形の作業効率が倍増することから、作業効率の向上に有効である。

コスト面では、ICT施工により155万円高くなるが、労務費では約4割の削減となる。

ICT建設機械を活用することで、労務費が削減され、過掘りによる余計な施工もなくなることから、長期的に見ると生産性の向上に繋がる。

安全面においても、急斜面での丁張設置がなく、掘削作業時の補助員がつく必要がなくなることから、転落や接触事故を回避することができる。

ICT活用工事の今後の課題

【スライド 32】

当管内では、今回、初めてのICT活用工事となり、ICT施工が省力化に有効であることが分かったが、建設業者においては、建設機械やソフトウェアなど初期導入にかかる経費を投資するとともに、ICT施工を行う技能者の育成が必要となる。

一方、発注機関においては、ICT活用工事施工することで、工事費が数百万円単位で増額となり、予算枠内での調整が発生し、他の工事箇所の進捗に影響を及ぼす。

今後、ICT活用工事を推進していくためには、ICT施工による効果を広く普及するとともに、導入に関する補助制度の周知や技術講習会を実施していく必要がある。

また、ICT施工による工事費の増額については、十分な予算確保が必要と考える。

おわりに

【スライド 33】

少子高齢化が急速に進行する中、工事現場における労働力不足への対応は簡単ではない。

また、近年の異常気象により、山地災害が多発している中、治山事業を計画的に推進していくためには、さらなる省力化が重要と考える。

今回検討した工法以外に、様々な工種における省力化工法の採用や、ICTの最新技術を積極的に活用することにより、省力化を実現するため、

熊毛地域の治山事業における 省力化工法の検討について

熊毛支庁 林務水産課
森林土木係 吉元 弘祐

スライド1



スライド5

熊毛地域の概要【位置・面積】

○総土地面積：9,92km²
(県本土の10.8%)

○土地利用状況：林野面積73%

熊毛地域位置図

熊毛島、橋子島、口永良部島、屋久島

スライド2

熊毛地域の建設業における課題

- ①技術者、作業員の高齢化
- ②若年層の新規就業者の減少
- ③働き方改革による週休2日制の導入促進や時間外労働の抑制

<さらに、治山工事は・・・>

- ④急斜面での過酷な作業が多い

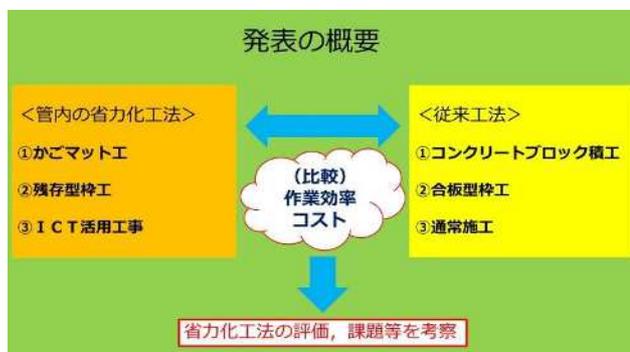
現場作業の負担軽減に繋がる工法の積極的な導入が必要

(参考：R6.6.18 建設新聞より転載)

スライド6



スライド3



スライド7



スライド4

省力化工法① かごマット工

【かごマット工】…河川などにおける護岸の浸食防止を目的として、鉄線などで組まれた網目状のかごに割栗石を詰め、階段状に積み上げる工法

【特徴】重機による吊り上げ可、据付が簡単のため熟練作業が不要

規格・仕様、施工事例

(参考：インフラアット(R) 2020)

スライド8



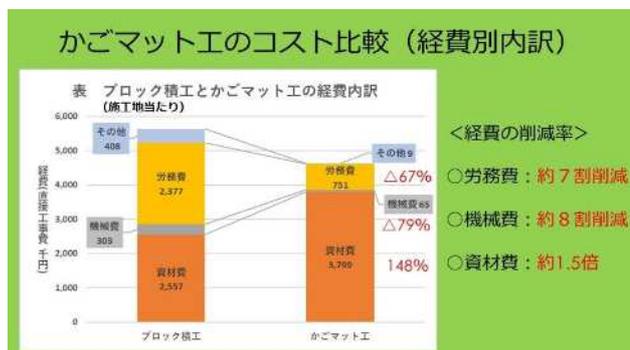
スライド9



スライド13



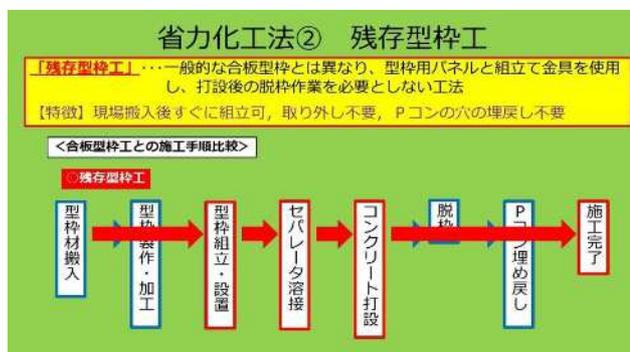
スライド10



スライド14



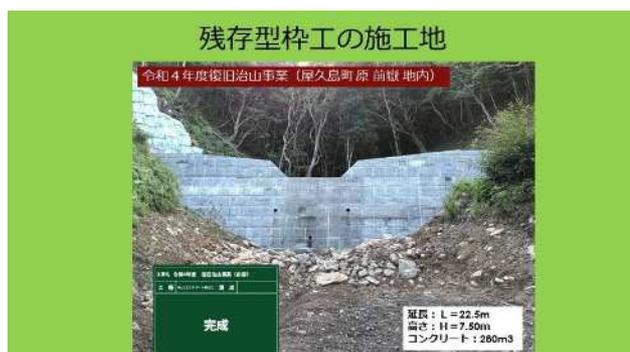
スライド11



スライド15



スライド12



スライド16

残存型枠工の施工手順

<施工手順>

- ①床掘実施, 完了
- ②型枠パネル設置(クレーン車)
- ③専用金具の取り付け
- ④セパレータ溶接
- ⑤型枠設置完了
- ⑥コンクリート打設

スライド17

省力化工法③ ICT活用工事

【ICT活用工事】とは?

- ① 3次元計測
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理
- ⑤ 3次元データ納品

ICT技術を活用した工事

熊毛管内の森林土木事業では、令和5年度林地荒廃防止事業(西之表市国上千人塚地内)で初めて活用!

ICT計測機械による掘削について説明

スライド21

残存型枠工の作業効率比較

表 合板型枠工と残存型枠工との施工日数比較 (※請負業者への聞き取りで作成) 掘削場における1リフト当たり <施工日数合計>

工程	合板型枠工 (日)	残存型枠工 (日)
型枠組立・足場設置	7日	1.5日
生コン打設	1日	1日
生コン養生	3日	3日
撤却	2日	-
合計	8日間	5.5日間

2.5日間短縮 (約3割)

スライド18

ICT活用工事の使用機械, 施工手順

<使用機械>

機械名 ... PC78US-10 ※3Dマシンガイダンス搭載
バケット容量 ... 0.28m³

<測位方式>

「RTK-GNSS方式」... 現場の工事基準点に固定局を設置し、補正情報を送信

<施工フロー>

- 事前調査
- 3次元設計データ作成
- ローカライゼーション
- 機械現場投入
- 掘削, 法面整形
- 出来形管理

スライド22

残存型枠工のコスト比較

表 合板型枠工と残存型枠工の経費比較 (直接工事費) (単位:千円)

項目	合板型枠工	残存型枠工
生コンポンプ車打設	13,082	-
治山ダム型枠工	4,604	-
足場工 (キャットウォーク)	533	-
生コンクレーン車打設	-	12,263
残存型枠工 (滑面タイプ)	-	5,249
天端手摺設置 撤去	-	61
直接工事費 計	18,220	17,575
直接工事費 差	-	△645

<直接工事費比較>

合板型枠工 < 残存型枠工
1,822万円 < 1,757万円

65万円削減 (4%, 約1割)

スライド19

ICT建設機械による掘削, 法面整形状況

掘削, 法面整形状況

パッド内での作業にセンサー搭載

設計ラインから外れると音声通知

オペ室内

【特徴】設計ラインから外れると音声通知, 無駄な動きがない

スライド23

残存型枠工のコスト比較 (経費別内訳)

表 合板型枠工と残存型枠工の経費内訳 (施工地当たり)

項目	合板型枠工 (千円)	残存型枠工 (千円)
その他	1,449	222
労務費	5,721	2,851
機械費	241	1,382
資材費	10,809	13,270

<経費の削減率>

- 労務費: 約5割削減
- 機械費: 約6倍
- 資材費: 約1.2倍

スライド20

ICT活用工事 (掘削) の作業効率比較

表 ICT施工の有無による施工日数比較 (※請負業者への聞き取りで作成) 掘削場当たり (コンクリート土留工) 掘削: L=44.5m 高さ: H=2.50m 掘削量: V=290m³ <施工日数合計>

工程	従来掘削 (日)	ICT掘削 (日)
従来掘削	9日間	-
ICT掘削	-	5日間
合計	9日間	5日間

掘削, 整形の作業効率倍増!

4日間短縮 (約4割)

スライド24

ICT活用工事（掘削）のコスト比較

表 ICT施工の有無による経費比較（直接工事費）
（施工地当たり）

	従来掘削	ICT掘削
測量、丁張	138	—
掘削、整形	505	—
出来形管理	54	—
3次元設計データ作成	—	770
外注費 （ローカライゼーション）	—	360
ICT運用	—	679
3次元出来形管理	—	210
3次元データ納品	—	232
直接工事費 計	697	2,251
直接工事費 差	—	+1,554

＜直接工事費比較＞
従来掘削 70万円 < ICT掘削 225万円
155万円経費増 321%、約3倍

スライド25

考察 省力化工法② 残存型枠工

○残存型枠工の評価

区分	合板型枠工との比較	評価
作業効率	施工日数約3割短縮	・型枠の取り外しが不要 ・足場・支保工が不要 ・現場搬入後すぐに組立てが可能 →作業効率の向上に有効
コスト	直接工事費約1割削減 労務費約5割削減	・労務費の削減 →生産性向上に有効
安全性		・クレーンにより設置 ・型枠内での組立て作業 ・足場での作業がなく墜落の危険性排除 →作業員の安全確保に有効

スライド29



スライド26

＜今後の課題＞
○残存型枠設置にはクレーン車が必要
→道路付きの箇所に限定

＜対応策＞
○工事箇所の周辺状況、クレーン車の使用条件（作業範囲）の検討
→クレーン車の使用条件整理
○道路がない場合は、工事用道路の新設を検討

スライド30

考察 省力化工法① かごマット工

○かごマット工の評価

区分	ブロック積工との比較	評価
作業効率	施工日数約5割短縮	・工程が単純 ・重機で中詰めが可能 ・降雨時でも中詰め作業が可能 ・機械施工が主体 →作業効率の向上に有効
コスト	直接工事費約2割削減 労務費約7割削減	・労務費の削減 →生産性向上に有効
安全性		・重機で設置 ・手作業が少ない →作業員の安全確保に有効

スライド27

考察 省力化工法③ ICT活用工事

○ICT活用工事（ICT建設機械による掘削）の評価

区分	従来掘削との比較	評価
作業効率	施工日数約4割短縮 掘削・法面整形の作業効率倍増	・丁張設置が不要 ・人力による現場での出来形管理が不要 ・出来形精度が向上 →作業効率の向上に有効
コスト	ICT活用で155万円増額 労務費約4割削減	・過掘による余計な施工がない ・労務費の削減 →生産性向上に有効（長期的に）
安全性		・急斜面での丁張設置がない ・掘削作業時の補助員が不要 →作業員の安全確保に有効

スライド31



スライド28

＜今後の課題＞
○熊本管内で初めてのICT活用工事の実施

＜建設業者＞
○ICT活用に係る初期導入経費が高い
○技能者の育成（時間と費用）が必要

＜発注者＞
○事業費が増額となり、予算調整が必要、他箇所の工事進捗に影響

＜対応策＞
○ICT活用工事の効果を管内の建設業者に広く普及
○ICT施工導入に関する国の補助制度の周知（導入経費の負担軽減）
○県や地域単位での技術講習会の実施
○ICT活用工事による十分な予算確保

スライド32

おわりに

○少子高齢化が急速に進行する中、労働力不足の対応は困難

○近年の異常気象による災害の多発・激甚化

⇒ 治山事業を計画的に推進していくためにさらなる省力化が重要

・様々な工種における省力化工法の採用

・最新技術（ICT）の積極的な活用



スライド33

R6.7.1 H3ロケット地球観測衛星「だいち4号」
種子島から打ち上げ成功！！
～さらなるICT技術活用の時代へ～



ご静聴ありがとうございました！

スライド34

ICT 建設機械による法切工の施工事例について

大隅地域振興局 農林水産部 林務水産課 稲 森 忍

1 はじめに

【スライド1～2】

私の勤務する大隅地域振興局は、宮崎県境から県本土最南端の佐多岬までの大隅半島全域、4市5町を管轄しており、広範囲にわたり治山事業を推進している。

近年、管内においては豪雨等による山地災害が毎年発生しており、復旧治山事業等の国庫補助事業を活用し、復旧工事を行っている。

【スライド3】

今回のICT建設機械による法切工の施工を行った現場は、令和2年度から復旧治山事業を継続実施している垂水市新城諏訪地内である。

まず、災害発生時の状況と復旧方針について、説明する。

【スライド4～5】

諏訪地内は、垂水市役所の南東6.3kmに位置し、シラスで形成された低地地形で表流水によるガリ侵食が起こり、徐々に拡大して入江状の地形となっている。

斜面の高低差は約90mで比較的急勾配の地形であり、平成29年7月7日から8日にかけて24時間雨量249mm、最大時間雨量48mmの豪雨により、山腹斜面が崩壊し、人的被害はなかったものの市道が通行止めとなった。

その後、土地所有者の同意を得て令和2年度に測量設計委託に着手していたが、7月の豪雨により新たに2箇所の子腹崩壊が発生した。

【スライド6】

この新たな崩壊を含め、下流にある人家や国道等を保全するため、山腹工事面積1.20ha、全体事業費7億4千万円で整備する計画を策定した。

【スライド7】

復旧方針として、崩壊斜面上部は、切土勾配7分を基本とし、不規則な山腹斜面を整形後、法枠工によって斜面全体を被覆し、斜面下部の法勾配1割より緩勾配の区間では簡易法枠工を、掘削

擦り付け部は、モルタル吹付工により被覆し、斜面の安定を図ることとした。

なお、山腹斜面の不安定土砂の移動防止のため、土留工を3個設置し、土留工背面部は丸太枠工と枠内植栽により早期緑化を図り、山腹内の降雨水については、水路工により集水し、下方の市道側溝まで導水する計画とした。

【スライド8】

近年、建設業界においては、生産年齢人口が減少することが予想される中で、生産性向上が避けられない課題となっており、建設現場における一人一人の生産性の向上と企業の経営環境の改善により、魅力のある現場づくりと安全性の確保を推進するため、治山事業においてもICT活用工事の件数が増えつつある。

今回の施工地においては、山腹の中腹工事でバックホウによる掘削は出来ないと判断したことから、当初設計では人力法切工を採用していたが、契約後に、受注者からの協議により、施工承諾でICT対応のロッククライミングマシンでの施工を行うとともに、ICT活用工事を取り組むことになったことから、経費や作業日数の比較及び法切工の効率性や安全性の効果を検証した。

2 ICT活用工事（空中写真測量：ドローン空撮測量）

【スライド9～10】

ICT対応のロッククライミングマシンは、人工衛星を利用して地上の現在地を計測するための全球測位衛星システム（GNSS）によるRTK測位方式を採用しており、位置情報及び3次元設計データが必須であることから、無人航空機を用いた測量と3次元設計データ作成を実施した。

諏訪地内のような急斜面の工事は、起工測量や出来高測量作業が非常に危険であるが、近年のドローンを活用した3次元計測技術の発達により、急斜面でも広範囲を安全かつ詳細に計測することが可能となり、現場技術者の負担を大幅に軽減できる技術として注目されている。

無人航空機測量には、空撮測量とレーザー測量

ICT 建設機械による法切工の施工事例について

があり、それぞれの特徴を生かす必要がある。今回の施工箇所は、樹木等による植生区域が少ないことから、主にカメラ撮影による空撮測量を実施し、植生箇所の地形測量が必要な箇所については、レーザー測量を補足的に実施した。

【スライド 11】

これは、無人航空機測量に用いたドローンの写真で、右上が空撮測量用のカメラであり、右下がレーザー計測機になる。

【スライド 12】

これは、真値とする基準点及び検証点の3次元座標値と無人航空機測量で測定した3次元座標値における精度確認結果表であり、誤差が±2cm以下で十分施工に活用できるものと判断した。

【スライド 13】

これはドローンの飛行経路と空撮測量のデータを調整し画像化したもので、左は使用した画像データや特徴点数を着色で表示し、右はカメラ位置の調整を表示している。

【スライド 14】

次に左は、空撮測量の計測精度を補完するための基準点と検証点2点の計測データで、右は樹木や構造物の高さを含む地表面の高さを着色で表示している。

【スライド 15】

これは、空撮測量により取得された測量データを専用のソフトウェアで処理した3次元設計データである。

3 ICT対応のロッククライミングマシンの準備

【スライド 16】

3次元設計データ完成後は、ICT対応のロッククライミングマシンへの位置情報及び3次元設計データのセットアップを行う。

【スライド 17】

まず、左上は基準点を基準局として位置情報を登録し、動かないよう固定する。左下は、検証点の計測を行い、右下はバックホウバケット位置座標を取得する。

【スライド 18】

次に左上は、運転席上部の全球測位衛星システム受信機により位置情報を取得し、右上は3次元設計データや位置情報のセットアップ作業で、左下は位置情報がモニターに表示されている。右下は、3次元設計データとバックホウ位置をモニターに表示したもので、赤丸がバックホウ、青丸が掘削断面となる。

4 ロッククライミングマシンの掘削作業

【スライド 19】

ロッククライミングマシンでの施工を行う前に安全確認のため、右上のワイヤー引張り試験により引張り強度を確認する。右上と左下は掘削状況写真で、右下はワイヤーと既設法枠工の接触による法枠工の破損防止とワイヤー損傷を軽減するための切断防止措置の写真である。

【スライド 20】

次に左上は、法枠工施工箇所の法面整形状況で、右上は、擦り付け部の法面整形であり、左下は擦り付け部の法面整形をモニターに表示したものである。右下は、掘削区域外に堆積した掘削土砂の撥ね付け作業である。

5 比較検討

【スライド 21】

次は、法切工 2,830m³における当初設計額とICT対応のロッククライミングマシンの見積金額による経費の比較を行った。

当初設計では、人力法切工と掘削後の土砂の撥ね付け作業にバックホウ掘削を採用し、合計額 19,918千円となった。

ロッククライミングマシンは、切り崩し、法面整形、撥ね付け作業の直接工事費が 19,365千円となり当初設計額に対しては△2.8%の約 55万円の減額となるが、当初設計には必要ないICTセットアップ等の間接工事費の 1,661千円が新たに追加されるため、トータルでは 21,026千円となり、当初設計額に対して+5.6%の約 111万円の増額となる。

【スライド 22】

次に、当初設計とロッククライミングマシンの見積より算出した延べ人数及び延べ日数の比較を行った。

当初設計は、人力法切工とバックホウによる撥ね付け作業で、延べ人数 953人、延べ日数は

ICT 建設機械による法切工の施工事例について

252 日となる。

ロッククライミングマシンは、切り崩し等で当初設計の△72%の延べ 267 人、延べ 110 日で当初設計の△56.3%となった。

なお、実際の作業日数を集計した結果、延べ人数 109 人、作業日数 29 日で当初設計の△88.5%であった。

【スライド 23】

法切工の経費及び作業日数を検討した結果、人力法切工のメリットとして、設計が容易でロッククライミングマシンの工事費と比べて安価であるが、デメリットは、1 日当たりの施工量が少なく、工期の短縮が見込めず、現場条件によっては、土砂移動を別途計上するのが難しいことが挙げられる。

ロッククライミングマシンのメリットとして、人力法切工より 1 日当たりの施工量が多く、工期の大幅な短縮が見込めるが、デメリットとして、歩掛が公表されていないことから、設計時に三者見積書を取得する必要がある、工事費が割高となる。

【スライド 24】

次に人力法切工とロッククライミングマシンの安全性を検証した。

人力法切工は、地盤の崩壊や落石の危険性があり、転落防止のためのロープ高所作業により 1 日の施工量も限られる。

ロッククライミングマシンは、法面上部に設けたアンカー又は立木を使用して、1 本のワイヤーでも機械を支える強度を持つワイヤーを 2 本接続し、引っ張り試験により安全を確保してから工事を実施するとともに、車体は高所の傾斜に対応し、作業体を常に水平に保つリフティング装置を搭載するなど、安全性が非常に高い工法と考えられる。

6 ロッククライミングマシンの設計適用における提案

【スライド 25】

現在、ロッククライミングマシンの設計適用に当たっては、主務課と協議することになっており、適用規定はないが、法切工の経費と作業日数及び安全性の検証結果と県森林整備保全事業

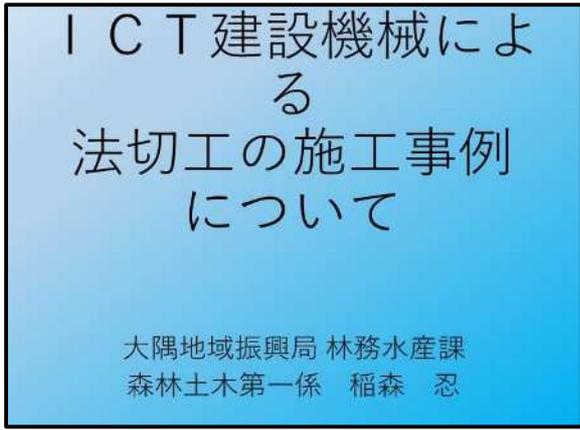
ICT 活用工事試行要領の第 2 条を考慮すると、「人力法切工の土工量がある一定規模以上（例えば 500m³ 以上）や掘削高等によって、ロックク

ライミングマシンによる掘削等を設計に適用することが出来る。」規定を提案できるように現場検証を行っていきたいと考える。

7 終わりに

今回は、ICT 対応のロッククライミングマシンによる施工について発表した。今後、安全性や工期短縮の観点から ICT 活用工事の件数が多くなっていくので、多くの課題はあるものの 3 次元設計データによる事業発注が近い将来、実現するものと考えている。

最後に御協力頂いた方々に改めてお礼を申し上げ私の発表とする。



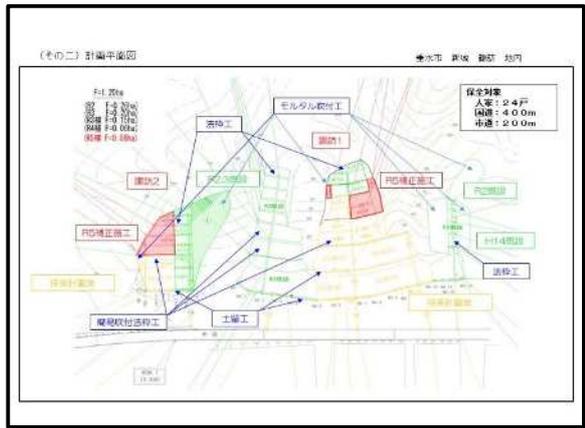
スライド1



スライド5



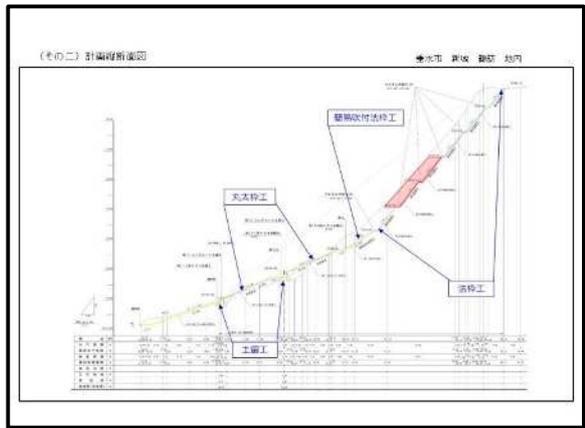
スライド2



スライド6



スライド3



スライド7



スライド4



スライド8

全球測位衛星システム (GNSS) によるRTK測位方式

・ 固定の位置に据えた基地局と観測点にアンテナ持って移動する移動局の2台のGNSS測量機で、4個以上の同じGNSS衛星を同時観測する測量。

1. GNSS・RTK 観測イメージ

※計画書より

D-RTK 2 セパレートステーション (RTK 観測)

※計画書より

スライド9

無人航空機測量 (ドローン) のカメラキャリブレーション

使用データ

測位方式	GNSS	精度	10cm
観測時間	10分	観測ポイントの数	1000
観測範囲	100m x 100m	観測高さ	50m

カメラ位置調整

カメラ	カメラ	カメラ	カメラ	カメラ
カメラ	カメラ	カメラ	カメラ	カメラ
カメラ	カメラ	カメラ	カメラ	カメラ

※ 起工測量データより ※ 起工測量データより

スライド13

無人航空機測量 (ドローン) の特徴比較

測量方法	メリット	デメリット
ドローン空撮測量	<ul style="list-style-type: none"> 点群密度やモデリング品質が高い 高精度 (数cm) 比較的低コスト 	<ul style="list-style-type: none"> 樹木下の地形は計測出来ない 点群データ化に長時間を要する (数時間から1日)
ドローンレーザー測量	<ul style="list-style-type: none"> 樹木下の地形計測が可能 データ解析が短時間 	<ul style="list-style-type: none"> 空撮測量より点群密度や精度 (10cm程度) が低い 比較的高コスト

※ 1 主にカメラ撮影によるドローン空撮測量による計測。植生箇所の地形計測が必要な場合は、ドローンレーザー測量を補足的に実施。

※ 2 計画書より

スライド10

無人航空機測量 (ドローン) のカメラキャリブレーション

対空標識

DSM

※ 起工測量データより ※ 起工測量データより

スライド14

無人航空機測量 (ドローン) を用いた測量

ドローン (UAV)

主: カメラ撮影による「ドローン空撮測量」

ドローン (UAV) による地上測量

植生箇所の地形計測「ドローンレーザー測量」

スライド11

無人航空機測量 (ドローン) による3次元設計データ

全体 施工区域拡大

左: 点群座標データ表示

点群	点群
グループ: 2024_09_02 點...	点群
名称: 2024_09_02 點...	名称: 2024_09_02 點...
X座標: -372.130 828	X座標: -372.130 828
Y座標: -24.846 757	Y座標: -24.846 757
Z座標: 70.624	Z座標: 70.624
R(傾): 42	R(傾): 42
G(傾): 82	G(傾): 82
H(傾): 0	H(傾): 0
表示解除:	表示解除:

スライド15

無人航空機測量の基準点及び検証点の精度確認

測量方法: GNSS (RTK) による高精度測量 (ICBAP100000)

点	X	Y	Z
基準点 (赤)	1000.000	1000.000	1000.000
検証点 (青)	1000.000	1000.000	1000.000

- 既存基準点 (赤) を固定局に設定。
- 検証点 2点 (青) の計測。
- 空中写真測量による測定結果と真値と比較し、座標間較差が精度確認基準値以内であるか。

参考: 精度確認基準値

X座標 ±10cm以下
Y座標 ±10cm以下
Z標高 ±10cm以下

(結果) 合格 (基準値以内)

※ 起工測量データより

スライド12

ICT対応のロックライミングマシン

ICT対応 自研機

スライド16



スライド17

法切工経費の比較

金額：千円

名称	設計金額	ロッククライミングマシン見積金額
人力法切工	18,619	
切り崩し		12,772
法面整形		208
段築工（撥ね付け）	1,299	6,385
直接工事費	19,918	19,668
ICTセットアップ等		641
ワイヤーロープ設置撤去		620
運搬工（往復：県外）		400
間接工事費	0	1,661
合計	19,918	21,026
増減額	0	+1,108
増減率	0%	+5.6%

スライド21



スライド18

法切工の延べ人数及び延べ日数の比較

名称	設計	ロッククライミングマシン見積
人力法切工	934人（233日）	
切り崩し		176人（73日）
法面整形		3人（1日）
段築工（撥ね付け）	19人（19日）	86人（36日）
合計	953人（252日）	267人（110日）
増減額	0	-686人（-142日）
増減率	0%	-72.0%（-56.3%）

法切工の延べ人数及び実績日数の比較

名称	設計	ロッククライミングマシン実績（実日数）
合計	953人（252日）	109人（29日）
増減額	0	-844人（-223日）
増減率	0%	-88.6%（-88.9%）

スライド22



スライド19

法切工の経費及び作業日数の検討結果

掘削方法	メリット	デメリット
人力法切工	<ul style="list-style-type: none"> 設計が容易。 ロッククライミングマシンの工事費と比べて安価。 	<ul style="list-style-type: none"> 1日当たりの施工量が少ない。 工期の短縮が困難。 現場条件によっては、土砂移動の別途計上が困難。
ロッククライミングマシン	<ul style="list-style-type: none"> 1日当たりの施工量が多い。 工期の大幅な短縮が見込める。 	<ul style="list-style-type: none"> 歩掛が公表されていない。 工事費が割高。

スライド23



スライド20



スライド24

<p>ロッククライミングマシンの設計適用における提案</p> <p>提案 人手法切工の土砂量がある一定規模以上（例：500m³以上）の場合は、ロッククライミングマシンによる掘削等を設計に適用することが出来る。</p>
<p>(参考) 鹿児島県森林整備保全事業ICT活用工事（ICT土工等）試行要領</p> <p>(目的) 第2条 建設業界においては、生産年齢人口が減少することが予想されている中で、生産性向上が避けられない課題となっていることから、建設現場における一人一人の生産性の向上と企業の経営環境の改善により、魅力のある現場づくりと安全性の確保を推進することを目的とする。</p>

スライド25

大島管内の林道事業における環境配慮事例

大島支庁 農林水産部 林務水産課

春 田 黎 暉

1 はじめに

【スライド1～2】

奄美群島は、希少な動植物、多様な自然環境を持ち、令和3年7月26日に国内で5番目の世界自然遺産に登録された。

奄美群島の貴重な生物多様性を守るために、現在大島管内で行っている環境配慮事例と、環境配慮アドバイザーへの聞き取り調査から、大島管内における環境配慮の課題の抽出及びその対応について検討した。

2 これまでの取り組み

【スライド3～22】

施工前～施工後およびその他の取組は次のとおりである。

(1) 希少野生動植物調査（施工前）

着工前に希少動植物が施工範囲に無いかを確認し、工事による環境被害を事前に防ぐ。

希少動植物が確認された際には、施工前に必要に応じて施工範囲外への移植等を行う。

(2) 赤土流出防止対策（施工中）

ブルーシートによる切土法面の保護、編柵工による逸散土や赤土混じりの雨水の捕集、排水流末のフィルター設置、未舗装路盤への乳剤散布等による赤土流出の防止。

(3) 逆ハンプ横断溝

横断溝の側溝部分を低くし、通過する車両に上下の振動を与え速度を抑制する。

(4) 警戒標識

逆ハンプ横断溝付近や希少生物の生息地近くに設置し、視覚による注意喚起を行う。

(5) エスケープトラフ

片側の傾斜が緩くなり、小動物が這い上がることでできる側溝を法面の低い箇所や沢筋に設置する。

(6) 植生工

法面保護に無種子の基盤材、張芝を用いることで周囲の植物の種子による緑化を図る。林道工事では在来種株の植栽を併用している。

(7) その他の取組（嘉徳青久線）

嘉徳青久線は瀬戸内町嘉徳地域及び奄美市青

久地域を通る林道で、昭和53～58年度に開設、現在は改良事業を実施している。

嘉徳青久線は新規改良箇所のすべてが国立公園第1種あるいは第2種特別地域に属しているため、国立公園法第10条に基づき許可申請が必要な地域となっており、計画箇所の測量設計委託を発注後、事前協議および自然公園法にかかる許可申請を行ったうえで工事に着手した。

現在、嘉徳青久線では希少動植物の保護に加え、構造物に茶色の塗装を施すなど、景観への配慮も兼ねた施工を実施している。

令和5年度の災害時には、復旧箇所が国立公園第1種特別地域及び特別保護地区であることから、奄美大島・徳之島公共事業における環境配慮指針に基づき、工事の執行前に自然環境への配慮に関する検討会を行った。

検討会では環境配慮アドバイザー及び環境省職員、瀬戸内町職員、施工業者とともに現地打合せ及び意見交換会を行った。

環境配慮アドバイザーとは、平成29年3月に策定された奄美大島・徳之島公共事業における環境配慮指針に基づく環境に配慮した公共事業の実施を支援するため、必要な助言を行う方々であり、検討会での意見として、

・伐採範囲について、希少種が確認されているところは法肩から1m程度にとどめること。

・希少動植物について、県レッドリスト絶滅危惧I類のリュウキュウスズカケ及びカクチョウランが確認されたため、可能な限り全個体を移植すること。

・クロウサギの糞が確認されたため、資材や重機の間隙などに入り込んでいないかなど、より丁寧に作業前点検を行うこと。

・外来種について、セイヨウミズユキノシタの群落が5箇所確認されたため、最優先で着工前に駆除処理を行うこと。

等があげられた。

意見があった内容については、現地にて希少動植物の移植および外来種の駆除が適切に行われていることを確認した。

以上が現在大島管内で行われている環境配慮の取り組みである。

3 環境配慮アドバイザーへの聞き取り調査

【スライド 23～25】

大島管内の環境配慮の取組について環境配慮アドバイザーの方に聞き取り調査を行った結果、以下の意見が得られた。

(1) これまでの林道事業における環境配慮の取組

- ・環境配慮への取り組みや環境配慮アドバイザー制度によって、希少種の保護や移植など公共事業での環境配慮が適切に行われるようになった。
- ・これまで公共事業により環境が破壊されるというイメージを持つ人もいたが、それらの認識が改められるようになっていく。
- ・世界自然遺産に登録されたことで希少動植物調査や移植に対する理解が得られやすくなった一方、島民からの環境配慮に対する目も厳しくなっている。

(2) 外来種について

- ・現在大島管内の林道では特定外来生物については確認されていないが、特定外来生物に指定されていない外来種は確認されている。

4 課題の抽出

【スライド 26】

これまでの取り組みおよび環境配慮アドバイザーへの聞き取り調査から、次の課題を洗い出した。

(1) 既存の環境配慮について

島民の環境配慮への意識が向上している事を踏まえ、既存の環境配慮の効果を広くアピールすること。

(2) 外来種への対応

現在林道で確認されている外来種への対応及び特定外来生物への対応。

(3) 業者への負担軽減

環境配慮への意識向上に伴い、環境配慮や移植によって施工業者に発生する負担の軽減。

5 課題への対応

【スライド 27～29】

洗い出した課題について、今後の対応を検討した。

(1) 既存の環境配慮について

法面保護の緑化が確認できた点や、アドバイザーからの意見により効果が確認されたため、今後も引き続き継続して行う。加えて、現在の取り組みについて、より詳細なデータを収集した上で工事看板などを利用した PR や啓発を行い、林道事業に対するより一層のイメージアップを図る。

(2) 外来種への対応

外来種については、現在林道に特定外来種は侵入していない。一方で、特定外来生物に指定されていない外来種は確認されている。外来種の拡大は人によるものと考えられるため、対策として施工後にパトロールを行い、外来種の侵入がないかを確認するといった、定期的なモニタリング等を検討していく。

また、林道以外では特定外来生物が確認されているため、今後林道で特定外来生物が確認された際の報告の流れを整理し、周知を行うことで、外来種の侵入及び繁殖の防止を図る。

(3) 業者への負担軽減

施工業者への負担軽減については、負担の原因として、施工中に希少動植物が発見され、その対応に時間がかかることが考えられるため、まず施工前の全体計画調査の段階で、線形の仮決定時にアドバイザーに調査を依頼し、線形上に移植が必要な希少植物や、希少動物の巣、希少植物の群落などがいないかを確認する。

希少動植物が発見された場合は、森林整備や木材運搬等の効率化との兼ね合いを考慮した上で、被害を抑える事の出来る線形の選定、あるいは対応に要する日数や費用を具体的に算出し、それを設計に反映させることや、移植先の選定などあらかじめ希少動植物への対応の整理等を行う。

これにより、施工時に発生しうる環境配慮の負担を軽減することができ、また、より環境に配慮した施工が可能となる。

また、設計時に希少動植物への対応を整理することで、施工時に保護や移植に必要な負担をあらかじめ計算することが可能となり、適切な工期の確保が可能となる。このような環境配慮で発生する負担を補填するシステムの構築に取り組む。

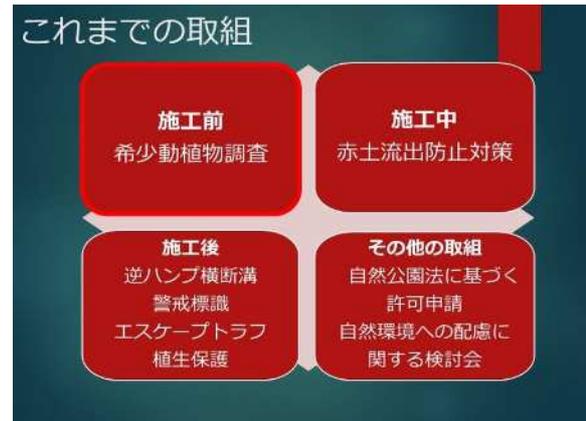
6 まとめ

【スライド30】

以上より、現在の取り組みを継続して在来種を保護すること、外来種対策を行い外来種による環境被害を抑制すること、そして、それらの活動を行う施工業者の負担を軽減することで持続可能な環境配慮の取り組みを行うことが、今後大島管内において林道事業を実施していく上で重要である。



スライド1



スライド3



スライド2-1



スライド4



スライド2-2



スライド5-1



スライド2-3



スライド5-2

これまでの取組

施工前 希少動植物調査	施工中 赤土流出防止対策
施工後 逆ハンブ横断溝 警戒標識 エスケープトラフ 植生保護	その他の取組 自然公園法に基づく 許可申請 自然環境への配慮に 関する検討会

スライド6

逆ハンブ横断溝の使用例・比較

〔施工例/林道 佐念線, 田検福元線(宇検村)〕

	生態系配慮型 逆ハンブ横断溝	従来 横断溝(通常)
工法	<p>約5cmの凹部を設ける</p>	
価格	200,794円(一式)	184,135円(一式)
価格差	16,759円割増(109.0%)	
備考	H25~R5施工実績 佐念線(5箇所) 田検福元線(18箇所)	

スライド10

赤土流出防止対策

法面の保護(発生源対策)

地山掘削を伴う工事は、掘削後すぐに法面保護工を行えない場所にブルーシートで被覆し赤土の流出を防止

スライド7

逆ハンブ横断溝の使用例

車両に上下の振動を与え減速を促しロードキルを防止する

スライド11

赤土流出防止対策

赤土の捕捉(発生源・濁水対策)

編籠工(吸出防止材や木杭を用いた簡易な籠)を設置し、逸散土を捕捉
排水施設流末にフィルターを設置し、流出する赤土を捕捉

スライド8

警戒標識

〔施工地: 湯崎赤土線(宇検村)など〕

蝶に超注意!

視覚による通行者への注意

スライド12

これまでの取組

施工前 希少動植物調査	施工中 赤土流出防止対策
施工後 逆ハンブ横断溝 警戒標識 エスケープトラフ 植生保護	その他の取組 自然公園法に基づく 許可申請 自然環境への配慮に 関する検討会

スライド9

小動物昇降路付側溝(エスケープトラフ)の使用例・比較

〔施工例/林道 佐念線, 田検福元線(宇検村)〕

	小動物昇降路付側溝 エスケープトラフ	従来 U型トラフ(KD-300)
工法	<p>※横い上がれるように傾斜を設けている</p>	
製品単価	47,200円/2m	15,500円/2m
単価(設置手間含)	275,678円(10mあたり)	111,278円(10mあたり)
価格差	164,400円割増(247.7%)	
備考	H25~R5施工実績 佐念線(開設): 161.0m 田検福元線(舗装): 54.0m	

スライド13

エスケープトラフの使用例・従来工法比較

小動物昇降路付側溝 (エスケープトラフ)

※ 落下した場合でも段差から法面に這い上がることが出来る

※ 落下したら縁いよがれず 落ちるケースが急増される (前後はコンクリート製)

スライド14

嘉徳青久線における国立公園地域

経路：宮：瀬戸内町島根地内
 ○自然保護区分：自然保護第1種 (全幅5.0m 車道幅員4.0m)
 ○林道区分：露林経路道
 延長：19.42.2m
 国立公園区域：第1種特別地域、第2種特別地域

スライド18

法面保護工 (在来種植栽併用吹付工) の使用例・比較

[施工例/林道 新小勝線 (宇検村)]

工法	生物多様性配慮型		従来
	在来種植栽併用吹付工	劣土吹付工(無種子)	養生基材吹付工
図			
養生種	ニシロモギ, ハチジョウウスギ, ホシタ, タマシダ の4種 (在来種)	同種の樹木の種子による緑化	フリービングレッドフェスク, パニョーグラス, ホワイトローバー, ヨモギ, ドトキ, ヤマハギ の6種
単価 (吹工)	6,034円/m ²	2,331円/m ²	2407円/m ²
価格差	3946円割増 (289.0%)	243円割増 (96.8%)	
備考	養生種の4種は種付 基材材 (厚さ3cm, 種子配合無)	基材材 (厚さ1cm)	養生種の6種は基材材に配合して吹付 基材材 (厚さ3cm)

スライド15

嘉徳青久線における取組

計画箇所16箇所について、測量設計業務委託を発注

R3.12月 支庁総務企画課及び環境省奄美国立公園管理事務所と事前協議

R4.3月 測量設計結果を基に環境省と現地調査を実施

自然公園法に係る許可申請

景観配慮として構造物を茶色塗装

スライド19

施工完了後の法面生育状況 (H18年施工:新小勝線)

施工後2ヶ月

施工後7ヶ月

施工後6年

施工後18年

スライド16

嘉徳青久線における取組 (R5災害)

令和5年6月20日～21日にかけての梅雨に伴う災害

工事内容

- 災害復旧工事 L=258m (W=5.0m)
- 残土処理工 V=8062m³
- 法面保護工 A=5730.5m² (養生基材吹付工 t=3cm)
- 擁壁工 V=25.5m³

工期 令和5年12月8日～令和7年1月7日

スライド20

これまでの取組

施工前 希少動植物調査	施工中 赤土流出防止対策
施工後 逆ハンブ横断溝 警戒標識 エスケープトラフ 植生保護	その他の取組 自然公園法に基づく許可申請 自然環境への配慮に関する検討会

スライド17

自然環境への配慮に関する検討会

参加者：環境配慮アドバイザー、環境省職員、瀬戸内町職員、施工業者
 現地視察 アドバイザーを中心に希少種の移植先や外来種の確認

奄美大島・徳之島公共事業における環境配慮指針

→平成29年3月に策定
 世界自然遺産登録に向けこれまで各事業毎に検討されていた環境配慮への取り組みについて、地域全体で一体となって取り組むための共通の指針

環境配慮アドバイザー

→奄美大島・徳之島公共事業における環境配慮指針に基づく公共事業の実施を支援するため必要な助言を行う者又は団体

スライド21-1

自然環境への配慮に関する検討会

参加者：環境配慮アドバイザー、環境省職員、瀬戸内町職員、施工業者
現地視察 アドバイザーを中心に希少種の移植先や外来種の確認



検討会での主な意見

- ・伐採範囲について、希少種が確認されているところは法肩から1m程度に留める
- ・希少動植物について、県レッドリスト絶滅危惧Ⅰ類のリウキュウスズカケ及びカクチョウランが確認されたため、可能な限り全樹体を移植すること
- ・クロワサギの森が確認されたため、資材や重機の脱脂など作業前点検を行うこと
- ・外来種について、セイヨウミズキノシタの群落が5箇所確認されたため、最優先で着工前に駆除処理を行うこと

スライド21-2

環境配慮アドバイザーへの聞き取り調査

外来種について

- ・現在大島管内の林道では特定外来生物については確認されていない。一方で、特定外来生物に指定されていない外来種は確認されている。

林道で確認された外来種



セイヨウミズキノシタ ムラサキカクコウアザミ アメリカハマグルマ

スライド25

希少植物の移植及び外来種について

リウキュウスズカケ カクチョウラン



移植先での定着を確認

セイヨウミズキノシタ
検討会での指示通り施工前にセイヨウミズキノシタを工事に先駆け取り除き、燃やすごみとして処分

検討会で協議された事項が適切に施工されている事を確認

スライド22

今後の環境配慮における課題

- ・既存の環境配慮について
環境配慮の効果をより広くPRする方法
- ・外来種への対応
大島管内で確認されている外来種への対応
特定外来生物についての対応
- ・施工業者への負担の軽減
移植が必要な希少種が発見されると、移植完了まで他の業務がストップするなど、負担が大きい

スライド26

環境配慮アドバイザーへの聞き取り調査



スライド23

課題への対応-1

既存の環境配慮

- ・法面保護工の植生定着
- ・環境配慮アドバイザーの意見

↓

環境配慮の継続

+

データの収集・効果の検証
工事看板などによるPR・啓発

↓

林道事業のさらなるイメージアップ！

スライド27

環境配慮アドバイザーへの聞き取り調査

これまでの林道事業における環境配慮の取り組みについて

- ・着工前の調査によって、希少野生動植物の保護が適切に行われている。赤土流出対策、法面保護、エスケープトラフ、逆ハンプ横断溝についても有効である
- ・環境配慮アドバイザー制度によって、公共事業での環境配慮が適切に行われるようになった
- ・これまで公共事業により環境が破壊されるというイメージを持つ人もいたが、それらの認識が改められるようになっている

林道事業における環境配慮の取り組みについて効果が感じられる

etc.世界自然遺産に登録されたことにより、施工業者からの理解が得られやすくなった
一方で、島民からの環境配慮に対する目も厳しくなっている

スライド24

課題への対応-2

外来種対策

- ・現在大島管内の林道では特定外来生物については確認されていない。一方で、特定外来生物に指定されていない外来種は確認されている

↓

施工後の定期的なパトロールによる
外来種の侵入調査

↓

特定外来生物が確認された場合の対応

↓

外来種の侵入及び繁殖の防止

スライド28

課題への対応-3
施工業者の負担軽減

- ・ 測量設計時
全計調査時に、線形が仮決定した時点でアドバイザーに調査を依頼
- ・ 対応を要する希少動植物が発見された場合
- ・ 森林整備機能との兼ね合いを考慮した上で、被害を抑える線形の選定
- ・ あらかじめ希少動植物への対応を整理

↓

施工時の手間を軽減、より環境に配慮した施工に

- ・ 施工時
希少動植物の保護に要する日数に応じた適切な工期の確保

↓

環境配慮で発生する負担を補填するシステムの構築

スライド29

大島管内における今後の環境配慮

負担軽減 **外来種対策**
取組継続

↓

持続可能な環境配慮の取組

スライド30



スライド31

UAV レーザーを活用した林道路線計画について

(一社)鹿児島県治山林道協会 武田 潤 平

1. はじめに

(スライド1～3)

近年、様々な分野で UAV (無人航空機) 測量が注目を集めており、建設業界や森林土木においても人員不足の解消や業務の効率化につながるものとして期待されている。中でも、伐採前の森林地帯であってもレーザー光が草木の隙間を抜け、地表面計測が可能な UAV レーザー測量は、森林地帯での作業が多い林道事業においても活用できると思われる。

今回、林道開設の予備設計に際して UAV レーザー測量を実施する機会があったので、計測してきたデータを用いた路線計画の流れとそれを踏まえた考察を行った。

2. UAV レーザー測量を活用した林道路線計画 (スライド4～10)

点群処理ソフトと路線計画ソフトを併用し、計測してきた点群データより路線計画を行なった。

- ①オリジナルデータから植生などを除去するフィルタリング処理を行い、地表面のみを残したグラウンドデータを作成する。
- ②グラウンドデータより三角網(TIN)を配置し点群から面データを作成する。
- ③三角網データより等高線を作成し、縦断勾配と地盤高を確認しながら線形を決定。横断形を確認しながら線形を修正し、交点部には曲線設定を行う。
- ④構造物や排水予定箇所、地籍等の制限がある箇所は任意の測点・断面を追加する。
- ⑤縦断勾配や切土勾配などの詳細設定を行う。
- ⑥点群処理ソフト上で完成形の図面の3次元化を行う。

3. 利点と問題点

(スライド11～19)

現在行っている地上測量による測量設計業務と UAV レーザーを用いた測量設計業務を比較し、林道事業における UAV レーザー測量の利点と問題点を検証した。

利点① 平面線形検討について

線形検討の自由度が高く、複数の平面線形の立案ができるため、発注者の意向を反映した路線選定ができる。

利点② 縦断線形検討について

机上にて平面線形と縦断線形を同時に検討することができ、縦断変化点の少ない滑らかな縦断線形で計画することができる。

利点③ 用地境界線について

用地境界線及び地形を含めた情報を一元化することで、制限のある区域を考慮した路線計画が可能である。

問題点① 点群密度のばらつき

樹木など障害物の影響でグラウンドデータの点群密度にばらつきが生じる。

問題点② 検証点・調整点の設置

森林地帯の多い林道測量では設置箇所の確保に苦慮する。

問題点③ 路線の決定

今回の路線計画作業のなかで、線形の決定作業が非効率的であったと思う。

4. 林道全体計画における活用法の考察

(スライド20～24)

利点と問題点を踏まえ、UAV レーザー測量は、全体計画に活用できると考える。

- ・広域な調査が必要な業務では、従来の調査方法に比べ高精度で迅速に測量作業を行える。
- ・オルソ画像や地籍データなど他のデータと併せることで様々な資料の提供が可能である。
- ・3次元表示することで完成形のイメージがしやすい。
- ・比較路線の立案が容易である。
- ・プログラムにより概算土量が容易に算出できる。

5. まとめ

(スライド 25~26)

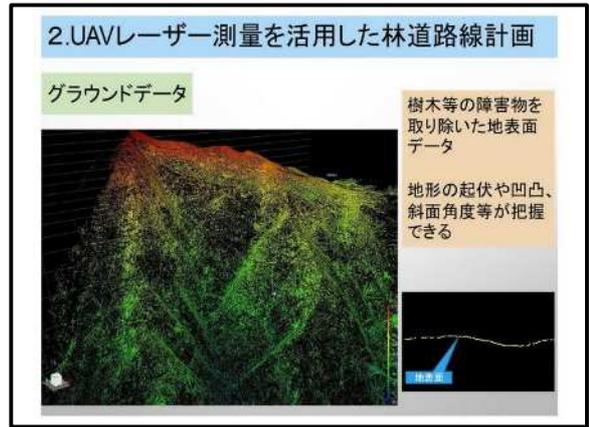
UAV レーザー測量は林道業務において安全化と効率化を図ることができ、今後全体計画だけではなく多くの活用法を模索していく必要があると考える。

そのためには、使用者の技術習得及び作業環境の整備も優先して取り組む必要があると思われる。

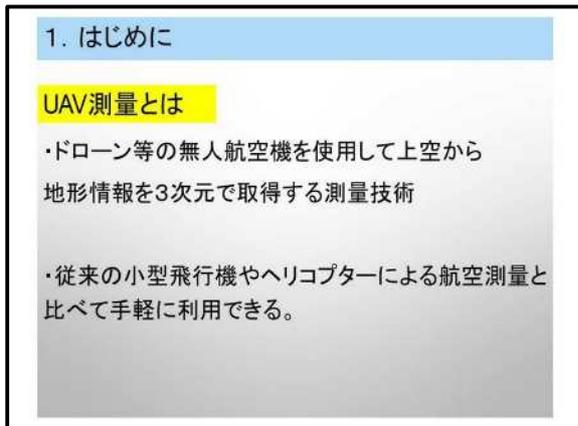
そして、これまで培ってきた地上測量の技術と UAV 測量の技術を融合し、森林土木の測量設計技術の向上を目指していきたい。



スライド1



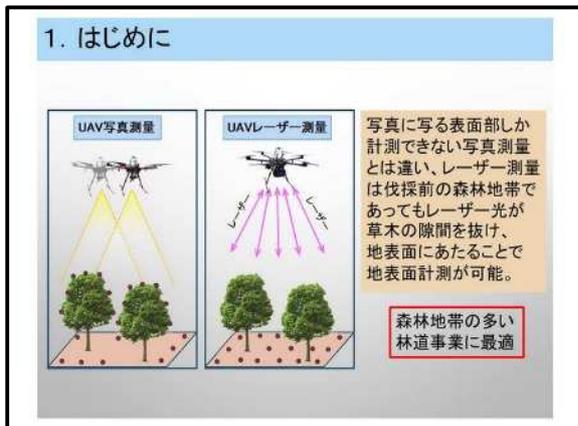
スライド5



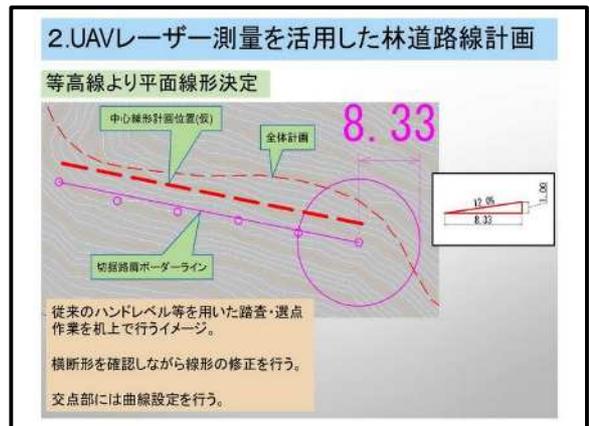
スライド2



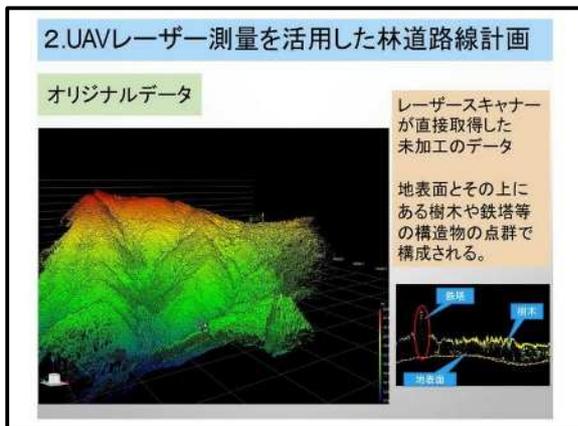
スライド6



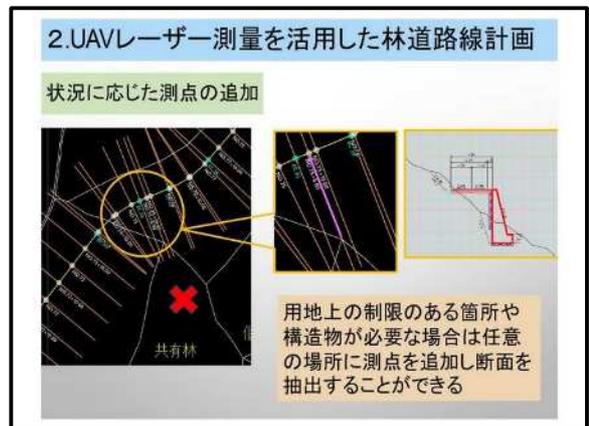
スライド3



スライド7



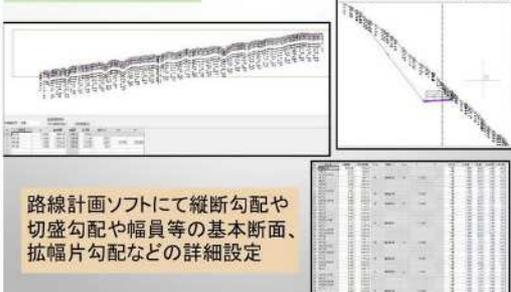
スライド4



スライド8

2.UAVレーザー測量を活用した林道路線計画

設計路線の詳細設定



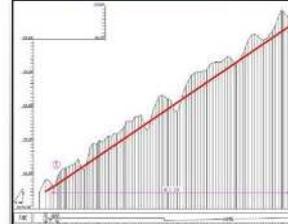
路線計画ソフトにて縦断勾配や切盛勾配や幅員等の基本断面、拡幅片勾配などの詳細設定

スライド9

3.利点と問題点

利点② 縦断線形検討について

点群を用いた縦断線形



新林道規定を考慮しつつ、横断面図を確認しながら平面線形と縦断線形を同時に検討することができる。

↓

不必要な縦断変化点がなく、一定の縦断勾配で計画できる。

スライド13

2.UAVレーザー測量を活用した林道路線計画

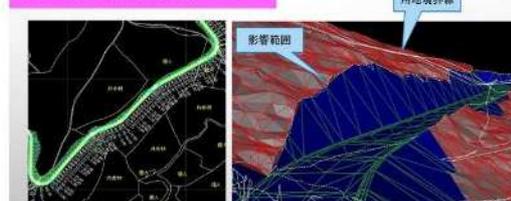
完成形の3次元化



スライド10

3.利点と問題点

利点③ 用地境界線について



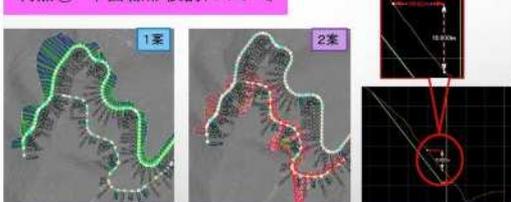
用地境界線及び地形などを含めた情報を一元化することで用地影響幅の可視化ができる

用地区域に制限がある場合、影響のない路線設計が可能である

スライド14

3.利点と問題点

利点① 平面線形検討について



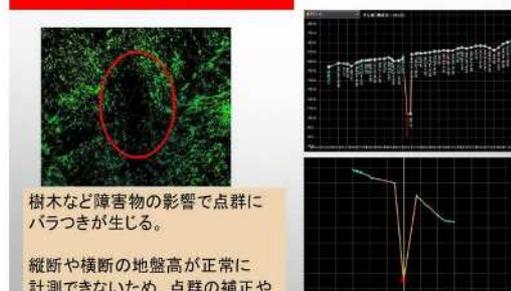
従来と比較し急斜面や起伏の激しい複雑な地形であっても机上で自由に平面線形の検討をすることができる。

複数の平面線形の立案が可能ため発注者の意向を反映した路線決定が可能である。

スライド11

3.利点と問題点

問題点① 点群密度のバラつき



樹木など障害物の影響で点群にバラつきが生じる。

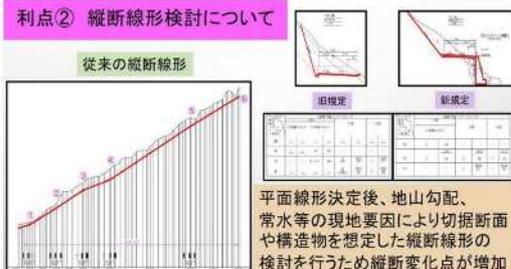
縦断や横断の地盤高が正常に計測できないため、点群の補正や三角網にて補正する必要がある。

スライド15

3.利点と問題点

利点② 縦断線形検討について

従来の縦断線形



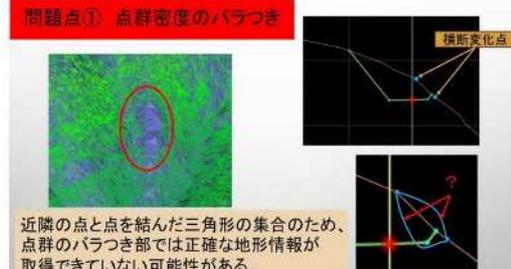
平面線形決定後、地山勾配、常水等の現地要因により切据断面や構造物を想定した縦断線形の検討を行うため縦断変化点が増加することがある。

令和3年度林道規定改定により縦断勾配の上限が変更したため、机上での調整がより困難になった。

スライド12

3.利点と問題点

問題点① 点群密度のバラつき



近隣の点と点を結んだ三角形の集合のため、点群のバラつき部では正確な地形情報が取得できていない可能性がある。

切据断面の路肩部や構造物の根入れ部に影響する恐れ。

スライド16

3.利点と問題点

問題点② 検証点・調整点の設置

検証点・調整点

スライド17

4.林道全体計画における活用法の考察

他データと合わせて様々な資料提供

オルソ画像や地籍図などの点群以外のデータを点群データと併用することで、植生区分図など全体計画に必要な資料の作成ができる。

スライド21

3.利点と問題点

問題点③ 路線の決定

今回路線計画作業を行った中で、平面線形決定作業が非効率的であると感じた。
机上で従来の踏査・選点作業と同じ作業を行うため、現場での労力は軽減できるが作業方法がアナログ的に思える。

より効率的に路線計画作業ができないか？

**既存ソフトの操作技術・機能の習得
他ソフトとの併用**

スライド18

4.林道全体計画における活用法の考察

完成イメージ

完成した計画路線図面を3次元化することで、完成イメージがしやすいため、土地所有者や周辺住民への説明の際に有効であると考えられる。

スライド22

3.利点と問題点

利点	問題点
<ul style="list-style-type: none"> 机上による自由度の高い平面線形検討 平面線形と縦断線形の同時検討 用地制限等への対応 	<ul style="list-style-type: none"> 点群密度のバラつき 検証点・調整点の設置 路線計画の検討方法

短時間で広範囲の地形モデルの作成ができる

林道全体計画調査

スライド19

4.林道全体計画における活用法の考察

比較路線の立案

全体計画では比較路線を検討する必要があり、路線検討分の踏査・測量業務を行わなければならない。

全体計画調査範囲をUAVレーザーで計測することにより比較路線の検討が容易に行える。

スライド23

4.林道全体計画における活用法の考察

広大な調査を高精度で迅速に作業できる

林道全体計画は林道計画予定地の利用区域内の調査を行うため、広範囲の調査が必要。

UAVレーザーで計測することにより広範囲な利用区域内の調査業務において、労力の削減や調査時間の短縮を図れるだけでなく、現況の高精度な計測ができる。

利用区域
A=210ha

スライド20

4.林道全体計画における活用法の考察

概算土量の算出

点群処理ソフトで切土量と盛土量の算出ができる。

切土部(青)と盛土部(赤)を3次元で可視化することができる。

スライド24

5.まとめ

UAVレーザー測量は林道測量業務において作業の効率化が図れる。
全体計画だけでなくその他多くの活用法を模索していく必要がある。
使用者の技術習得と作業環境の整備も優先して取り組む必要がある。



スライド25



スライド26

丸太防風柵工(H鋼型)の耐久性に関する一考察

南薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 寺地 祐人

1 はじめに

(スライド1～4)

海岸地帯の森林は、台風や冬の季節風時に、海からの厳しい潮風、飛砂を伴う強風が吹くなど、森林を造成するには厳しい条件下にあり、このような場所で森林を造成するにあたっては、飛砂や潮風を抑制するための防風工を設置し、植栽木等の保護を図っているところである。南薩地域振興局管内では、平成10年度以降、木材利用推進の観点から、「合掌型」、「H鋼型」の2つの構造タイプの丸太防風柵工を施工しており、「合掌型構造」の丸太防風柵工は、海岸沿いに植栽した後背地の植栽木を、「H鋼型構造」の丸太防風柵工は、山腹上部の台地にある后背地の人家等を保護するためにそれぞれ施工を行っている。

近年、地元集落から丸太防風柵工の損壊等についての報告、修繕の要望が多くあり、「管内の丸太防風柵工の現状はどうなっているのか」、「丸太防風柵工の劣化の進行度合、耐久性」について興味を持った。

丸太防風柵工の木材等の変化については、平成22年度に「合掌型構造」の丸太防風柵工の調査を行い、「丸太防風柵工の経年変化について」と題して報告をしているが、今回は、管内で施工した「H鋼型構造」の丸太防風柵工の調査を行い、劣化状況や耐久性について検証を行ったので、その結果を報告する。

2 丸太防風柵工施工位置

(スライド5)

南薩地域振興局管内では、平成10年度から南九州市、指宿市の海岸で、総延長4,100mの丸太防風柵工を施工し、後方の森林等の保全に努めている。

そのうち、H鋼型構造の丸太防風柵工の施工箇所については、○の箇所となり、総延長350mになる。

3 調査箇所概要

(スライド6)

本調査の調査箇所は、平成17年度に県営県単治山事業で施工し、管内のH鋼型構造の丸太防風柵工を施工した箇所で最も古い、指宿市山川浜児ヶ水帯迫地内、平成20年度～平成28年度まで海岸防災林造成事業で施工した、指宿市山川浜児ヶ水東道地内、平成25年度、令和2年度に海岸防災林造成事業で施工した、指宿市山川岡児ヶ水東村地内の近接している3箇所の中から平成17年度、22年度、27年度、令和2年度の5年おきに防風工を抽出し、劣化の進み具合を調査することとした。

4 調査内容・方法

(スライド7～9)

調査は、目視による観察と、木材試験器による貫入試験により行った。目視調査は防風柵全体の形状の変化と各部材の劣化等の観察を行い、木材試験器による貫入試験は、ピロディンを使用して行った。

防風柵の主要部材である木材の目視調査は、地上部全体について行い、被害程度の判定は、森林総合研究所の用いた調査者の目視により被害度を判定する方法を使用し、虫害や腐朽のない健全な状態を被害度0、部分的または全体的に軽度な腐朽等が見られるものを被害度1または2、部分的または全体的に激しい腐朽等がある場合を被害度3または4、腐朽等により形の崩れたものを被害度5とそれぞれ判定した。

また、H鋼支柱についても、同様に被害程度を判定することとした。被害程度の判定は、平成26年度に当発表会で北薩地域振興局から発表された、「治山施設の点検・整備における一考察」中の「鋼材部のレベル判定表」を参考に鋼材部の腐食などの状況に応じて、危険度の低いものから0～4に区分した。区分内容は、健全な状態のものを被害度0、塗装の剥がれ錆びが見られるものを被害度1、部分的または全体的に腐食が見られるものを被害度2または3、全体的に腐食が進行し、原形が保たれていないものを被害度4と区分し、それぞれ判定することとした。

5 目視調査結果 (スライド10~22)

帯迫地内での防風柵の全体の形状の変化を目視調査した結果、施工から約20年が経過しているが、横木の脱落はなく、全体の形状の変化は確認されなかった。

木材の目視調査の結果、横木においては、虫害を受けている箇所がところどころで確認された。

地際部の横木については、土砂で埋まっていた影響からか、1スパンだけ明らかに腐朽が進行していることが確認され、横木と横木の間にある木製スペーサーについても、劣化により形状が変化していることが一部で確認された。この結果、木材の被害度については、被害度2と判定した。

H鋼支柱の目視調査の結果、現状全ての支柱で自立しており、転倒しているものはなかった。一部の支柱について、表面部分の錆びを確認したが、支柱の自立に支障はないものと判断された。

この結果、H鋼支柱の被害度については、被害度1と判定した。

次に、平成22年度に施工した東道地内の防風柵全体の形状の変化を目視調査した結果、上から2段目の横木が脱落しており、全体の形状の変化が確認された。横木の脱落については、両端部の木製スペーサーが劣化により破損し、脱落したことが原因であると推察された。

木材の目視調査の結果、横木においては、虫害や木材の大きな割れは見受けられず、腐朽は進行していないことが確認された。木製スペーサーについては、乾燥等により縦割れが発生し、形状が変化していることが一部で確認された。この結果、木材の被害度については、被害度1と判定した。

H鋼支柱の目視調査の結果、先ほどの帯迫地内同様、現状全ての支柱で自立しており、転倒しているものはなかった。一部の支柱について表面部分の錆びやボルト部分の錆を確認したが、支柱の自立に支障はないものと判断された。この結果、H鋼支柱の被害度については、帯迫地内同様に、被害度1と判定した。

次に、平成27年度に施工した東道地内での防風柵の全体の形状の変化を目視調査した結果、横木の脱落はなく、全体形状の変化は確認されなかった。

木材の目視調査の結果、横木においては虫害等見受けられず、腐朽は進行していないことが確認された。木製スペーサーについては、乾燥等によりソリが発生している箇所が一部で確認された。この結果、木材の被害度については、被害度1と

判定した。

H鋼支柱の目視調査の結果、こちらも現状全ての支柱で自立しており、転倒しているものはなかった。表面部分の錆については、帯迫地内、平成22年度施工箇所より多く見られたものの、表面のみで腐食はしておらず、支柱の自立に支障はないものと判断された。この結果、H鋼支柱の被害度については、被害度1と判定した。

次に、東村地内での防風柵の全体の形状の変化を目視調査した結果、平成22年度東道地内と同様に、上から2段目の横木が脱落しており、全体の形状の変化が確認された。横木の脱落原因については同様に、両端部の木製スペーサーが劣化により破損し、脱落したことが原因であると推察された。

木材の目視調査の結果、横木においては虫害等は見受けられず、腐朽は進行していないことが確認された。木製スペーサーについては、劣化による形状の変化が一部で確認されたが、全体的に軽度であった。この結果、木材の被害度については、被害度1と判定した。

H鋼支柱の目視調査の結果、他箇所同様、現状全ての支柱で自立しており、転倒しているものはなかった。一部の支柱については表面部分の錆びを確認したが、支柱の自立に支障はないものと判断された。この結果、H鋼支柱の被害度については、他箇所同様被害度1と判定した。

6 木材の腐朽度調査・結果 (スライド23~24)

続いて、横木について、ピロディンによる貫入試験で腐朽度の計測を行った。ピロディンは、パイ2.5ミリのピンを6ジュールのバネエネルギーで打ち込み、その貫入量を計測する機器で、腐朽の目安は35ミリが一般的である。測定箇所は、地際部と胸高部で、5スパンごとに測定を行い、その平均値を算出した。

ピロディンによる貫入試験の結果、胸高部より地際部の方が貫入量大きいことが確認され、施工年度ごとに比較すると、胸高部、地際部ともに経過年数が経つに連れて貫入量が増加しているという結果になった。個別の値では、胸高部では腐朽の目安である貫入量35ミリを超える箇所はなかったが、地際部については、平成17年度施工箇所帯迫地内の1スパンで貫入量35ミリを超える箇所があった。この箇所は、土砂で埋まっていた箇所であり、乾燥湿潤を繰り返すことが、木材の腐朽の進行を早めていることが考えられた。

7 調査結果まとめ

(スライド 25)

これまでの調査結果をまとめると、①全体的な形状の変化は、一部で上から2段目の横木に脱落を確認したが、変化は少ない。

②木製スペーサーは、全体的に劣化が進行しており、破損が見られた。

③H鋼支柱については、全体的に表面部分のみ錆が見られたが、腐食は見られない。

④横木の腐朽については、経過年数が経つに連れて進行しており、胸高部より地際部の方が腐朽が進行している。

8 考察

(スライド 26)

これらの結果を踏まえると、防風柵工は、木製スペーサーの劣化による横木の脱落が一部で見られたものの、全体的な形状の変化は少なく、木材の腐朽についても、許容値内であったこと、また、H鋼支柱については、特段の異常が確認されなかったことから、現在も防風機能は維持されていると考えられ、「H鋼型構造」の丸太防風柵工は、最も古い平成17年度施工分の現状から、20年以上の耐用年数が期待できるものと考えられた。

9 今後の取組

(スライド 27)

今後の取組としては、本調査から、各部材の中で、木製スペーサーの劣化が一番進行の早いことがわかり、木製スペーサーの劣化による横木の脱落が懸念されることから、木製スペーサーの代用品について、検討を行っていく。また、横木については、地際部から木材の腐朽が進行していることから、腐朽の進行を遅らせるため、地面と木材との間隔を確保することを併せて検討を行っていく。今後も、丸太防風柵工の腐朽、耐久性について検証を行っていきたいと思う。



スライド1



スライド5



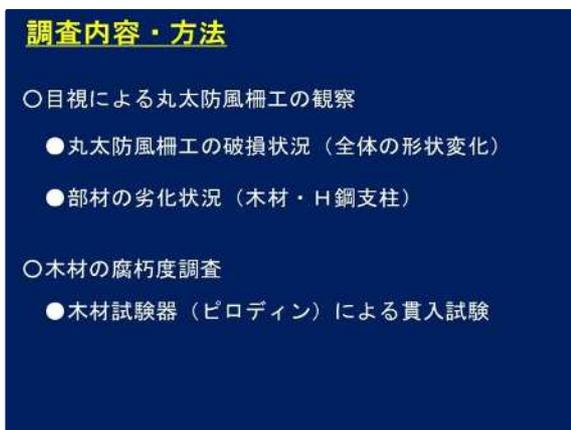
スライド2



スライド6



スライド3



スライド7



スライド4

目視調査結果基準 (木材)

被害程度と調査基準 (森林総合研究所)

被害度	観察状態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害又は腐朽
2	全面的に軽度の虫害又は腐朽
3	2の状態のうえに部分的に激しい虫害又は腐朽
4	全面的に激しい虫害又は腐朽
5	虫害又は腐朽により形がくずれ

スライド8

目視調査結果基準 (H鋼支柱)

被害程度と調査基準

被害度	観察状態
0	健全
1	塗装の剥がれ錆が見られる
2	部分的に腐食が見られる
3	全体的に腐食が見られる
4	全体的に腐食が進行し、原形が保たれていない

スライド9



スライド13



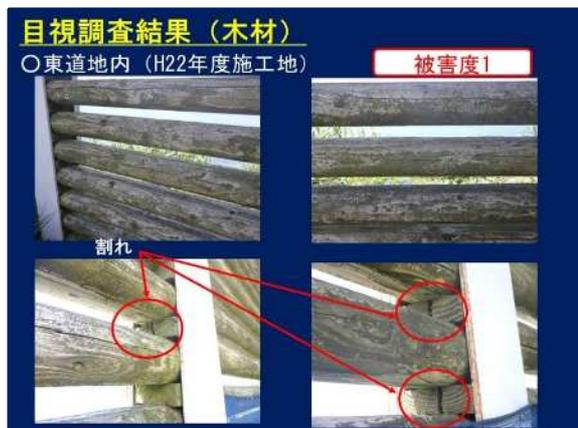
スライド10



スライド14



スライド11



スライド15



スライド12



スライド16



スライド17



スライド21



スライド18



スライド22



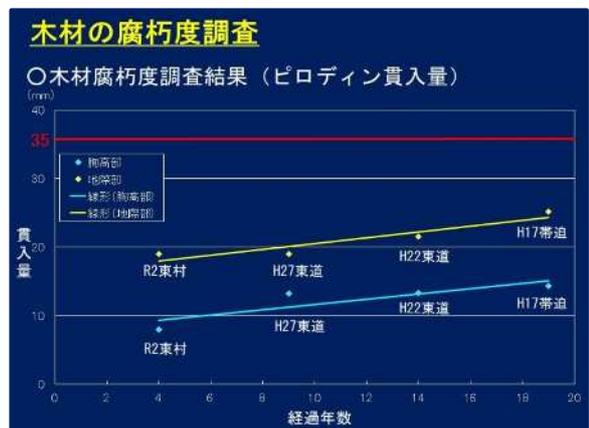
スライド19



スライド23



スライド20



スライド24

調査結果まとめ

○調査結果

- ①全体的な形状の変化は、一部、上から2段目の横木に脱落があったが、変化は少ない。
- ②木製スペーサーは、全体的に劣化が進行しており、破損がみられた。
- ③H鋼支柱は、全体的に表面部分のみ錆が見られたが、腐食は見られない。
- ④横木の腐朽は、経過年数が経つにつれて進行しており、胸高部より地際部の方が腐朽が進行している。

スライド25

調査結果からの考察

○考察

- 防風柵工は、木製スペーサーの劣化による一部横木の脱落が見られたが、全体的な形状の変化は少なく、木材部分の腐朽についても、許容値内であった。
- H鋼支柱については、異常は確認されなかった。



現在も防風機能を維持

耐用年数 20年以上

スライド26

今後の取組

○取組内容

- 木製スペーサーの劣化による横木の脱落が懸念される。
→ **木製スペーサーの代用品を検討**
- 横木は、地際部から木材の腐朽が進行している。
→ **地面と木材との間隔の確保を検討**



丸太防風柵工（H鋼型構造）の耐久性について、今後も調査を行い、引き続き検証を行う。

スライド27

ご静聴ありがとうございました



スライド28

令和5年度に発生した林道災害について

大隅地域振興局 農林水産部 林務水産課 林 宗 汰

1 はじめに

(スライド1～3)

当管内の林道路線数は、市町村管理が176路線、県管理が22路線を管理しており、森林整備用道路としてはもちろんのこと、市町民の生活道路としての重要な役割も果たしている。

昨年度、当管内では令和5年8月7日から8月9日にかけて九州南部に接近した台風6号に伴い、13路線32箇所が被災し、被害額は約4億円となる林道災害が発生した。

今回は、この台風被害について被災状況および復旧計画、災害査定結果を振り返り、課題点について説明する。

2 被災状況、復旧計画

(スライド4～10)

管内図の赤い路線は、被害が発生した路線を示している。1路線内での被害箇所が多かったものとして、根占中央線で7箇所、立神線で10箇所、発生しており、管内でも南部に被害が集中した災害となった。

次に台風6号の経路について、特徴として1日ごとの移動距離が短いことから、動きが遅く、影響を及ぼした期間が長引いたことが分かる。被害の大きかった南大隅町の登尾観測所では最大24時間雨量が489mmで、最大時間雨量が66mmを観測した。

林道災害復旧事業の採択基準において、今回の災害は降雨による災害、日雨量80mm以上に該当する。

被災形態は円グラフのとおり、切土法面のみの崩壊が12箇所、路体流出や路肩のみの崩壊が12箇所、路面の陥没が1箇所、切土法面の崩壊と路肩崩壊の複合的な崩壊が6箇所、切土法面、路肩、路面の崩壊、陥没が複合的に発生したものが1箇所となっており、様々な被災形態となっている。

次に路肩崩壊の復旧工法について、盛土による復旧の他、擁壁の比較検討結果に基づき、表のとおりとなっている。壁高が3m以下の箇所はL型プレキャスト擁壁、壁高5m以下の箇所はブロッ

ク積工、壁高が5mを超える箇所については、箱型擁壁工やアンカー式ブロック積工、軽量盛土工などが採用されている。

現在、早期復旧にむけて復旧工事が進められているところであるが、いまだ未発注の箇所については、主に同一路線内で複数箇所被災している立神線や根占中央線であり、同時施工ができない箇所があるため、順次復旧を進めている。

以上が、台風6号災における被災状況および復旧工法、査定結果の概要である。

3 課題点

(スライド11)

次に、災害の発生からこれまでを振り返って課題点については、特殊工法の設計、積算等に多大な労力と期間を要したことである。

南大隅町の立神線10号箇所は、軽量盛土工による路肩復旧を計画している箇所になるが、こういった特殊工法は事例も少なく、森林土木構造物標準設計による在来工法とも異なるため、事前の地質調査や、メーカー見積による積算が必要である。結果として、被災から確定報告までの期間に調査が完了しなかったため、査定後に再検討し、重要変更協議を行う必要が生じた。

この結果について、被災から現在までを振り返り、改善点について考察を行った。

4 特殊工法での工法検討

(スライド12～24)

まず、当該箇所のこれまでの経緯について、査定前と査定後、二回の設計、積算を実施しており、現在は林野庁への重要変更協議の準備中である。

被災原因は、豪雨により地盤が飽和され、不安定な状態のなか、過剰に路面水が発生し、斜面に流れ込んだことで崩壊を起こしたものと考えられる。

10号箇所はその1、その2に分けられており、その2が路肩崩壊、ヘアピンカーブにより崩壊下部に位置し、崩土が堆積している箇所がその1となっている。

路肩復旧について、鹿児島県の設計積算基準に

ある擁壁工選定フローによると、壁高が5mを超える箇所は、フローに載っている工法以外に、施工性、構造特性、経済性等総合的に検討し、判断する、とある。復旧工法として、査定時点では箱型擁壁工法、補強土壁工法、大型ブロック積工法、EPS工法、発泡ウレタン工法の5案があがった。

比較検討の結果、まず箱型擁壁工法は擁壁が8分勾配となり、前面の道路に影響するため不適、補強土擁壁は床堀掘削幅が大きく、林道敷地外に影響するため用地承諾が困難という結果だった。

残りの3案を施工性、経済性で検討した結果、査定時点ではEPS工法を採用とした。

しかし、この時点では必要な地質情報がなく、擁壁の設計において不確定な事項があったため、査定時に査定官に対して説明し、地質調査後に変更協議を行う、と条件付き査定となった。地質情報が得られなかった理由として、スケジュールに余裕がなかったことが大きな要因だ。

通常、被害の発生から申請額の確定報告までは1ヶ月以内となっており、地質調査及び工法検討を行うには非常に厳しいスケジュールである。

実際、査定後に行ったボーリング調査、試験、解析などの地質調査については80日間を要しており、得られた地盤情報より再度工法検討を行うのに48日間と、合計して128日間かかっている。ただし、地質調査の80日間には結果のとりまとめに係った期間のほか、降雨で現場内に小崩壊が発生したことによる遅延期間も含まれており、緊急性の高い被災直後の調査時や、今回のようなイレギュラーが起こらなかった場合には、もっと短縮できる可能性があると考えられる。

ボーリング結果によると、地層構成は上位から火山灰質粘性土、礫まじり粘性土、強風化花崗岩が堆積しており、地質情報が分かったことで、詳細設計が可能となり、最終的に、軽量盛土工法のEPS工法、発泡ウレタン工法、N-S.P.C工法から再度検討を行った。

まずEPS工法について、発砲スチロールの大きなブロックを人力により積み重ねるものである。1985年に国内に導入されたもので、他工法に比べて実績がある。超軽量のため人力施工が可能だが、工場製品のため、現場形状に合わせてカットする必要がある。また、他工法に比べて、輸送費や、現場で保管するスペースがより必要になるという点がある。

次に、発泡ウレタン工法について、2液の原液を発泡させることで軽量の盛土体を現場で形成するため、現場形状に合わせた自由な形状の盛土施

工が可能だ。また、液体で輸送し、現場で膨張、固体にするため、輸送費は抑えられる。しかし、3案の中では金額が高く、国内に数機しかない硬質ウレタンフォーム発泡機が必要であるというデメリットもある。

3案目はN-S.P.C工法だ。エアミルクやエアモルタルといった気泡混合軽量土を盛土体とするもので、発泡ウレタン工法と同様に、現場形状に合わせた自由な形状での盛土施工が可能となる。

デメリットとして先ほどの発泡ウレタン工法も含めて、盛土材形成時に水と反応してしまう性質があるため、施工時の排水対策や、シート養生を考慮する必要がある。

3案とも現場条件を満足しており、施工が可能であるため、経済比較により選定した。まず1案のEPS工法は直接工事費で4,243万1千円、2案の発泡ウレタン工法は直接工事費5,191万5千円、3案のN-S.P.C工法は直接工事費4,078万4千円となり、経済的に優れている3案のN-S.P.C工法を採用することとなった。

当初の査定申請内容はEPS工法で直接工事費3,429万3千円だったが、再検討後は金額が大幅にあがっている。その理由として、当初設計時は想定土質で設計しており、擁壁のための床堀により発生する切土法面のモルタル吹付工、鉄筋挿入工が入っていなかったからである。土質結果により、通常林道の8分法面では安定しないことがわかり、再検討後は設計に含めているので、金額が上がっている。

5 改善策

(スライド25～29)

今回のような、標準設計の定められていない特殊工法での設計には、地質調査や見積による積算などに多大な労力と期間を要し、査定後に重要変更協議を行うことが必須となっている。そのため、現状としては、今回のように査定時点で説明を行って条件付き査定とし、変更協議をよりスムーズに進めることが最善であるといえる。

しかし、査定前と査定後、二度の工法検討や設計積算、その後の重要変更協議といった手続きは非常に重たい業務となった。今後の課題として、一度の設計積算で完結するためにはどのようにすべきか、という検討が必要である。

大きな要因としては、これまでの結果を見ても、スケジュールに余裕がないことがあげられるが、今回は、その限られたスケジュールの中での改善策を、自身のような土木経験の浅い職員としての

目線で検討した。そこで考えられるのが、初動調査の効率化についてだ。

今回の被災内容をみると、構造物の設計にあっては多くが県の基準にあてはまるL型プレキャスト擁壁や森林土木構造物標準設計による在来工法および、事前の地質調査なしで当初設計が可能なものでの復旧で、立神線10号箇所のような特殊工法は少ないことが分かる。多数の災害が発生し、測量コンサルの人員も限られている中で重要なことは、現場ごとの優先度を初動調査にて判断し、優先度の高い箇所にいち早く取りかかるよう詳細調査を依頼することだと思う。

そこで今回は、被災直後の調査において、県や市町村も含め、土木経験の少ない職員でも優先度の判断材料を集めるための考察を行った。

こちらは、今回作成した被災箇所ごとに作成する災害現場調査カードである。被災形態を大きく分けて、法面、路肩、路面とし、各項目を埋めていく形であるため、経験が浅い職員でも的確な情報を集めることができる。実際、私は昨年度の災害時点で森林土木に配属されてから1年半程度であり、調査に同行しても、何に着目して野帳を残すのか、写真を撮るのか、という判断ができなかった。調査カードにより、項目を設け、着目すべき点を可視化することが、経験の浅い職員での調査の効率化において非常に有効だと思う。

たとえば路肩の崩壊で、地形が急峻、直高が5mを超えるという情報があれば、在来工法での復旧は難しく、優先的に詳細調査を実施するべき、ということが分かる。

これまでは、市町村からの被災の報告、被災内容の聞き取り、現地での打合せを経て、災害報告の資料を作成しており、県としても、早い段階での現地打合せにつとめているところであるが、当初の報告の段階で、このような調査カードと現場写真があれば、より効率的に動くことができると思う。

今後の災害に備え、項目等を精査してより良い調査カードを作成し、市町村役場等にも普及することで災害調査の効率化につなげたい。

6 おわりに

(スライド30~31)

今回の災害について、様々な観点でふりかえり、今後の林道災害復旧事務の効率化に役立てることで、市町村役場職員の負担を軽減し、結果的に林道災害の早期復旧にも寄与できるものであると思う。

令和5年度に発生した林道災害について

大隅地域振興局 森林土木第二係
林 宗汰

1

スライド1

台風6号経路

令和5年8月7日~9日にかけて接近

1日ごとの移動距離が短い
⇒影響を及ぼした期間が長引いた

5

スライド5

大隅地域振興局 林道路線数

- ・市町管理 176路線
- ・県管理 22路線

2

スライド2

登尾観測所(南大隅町)

最大24時間雨量 489mm

最大時間雨量 66mm

6

スライド6

災害の概要

- 令和5年8月7日から9日にかけての台風6号に伴う災害
- 管内の林道災害発生状況
13路線 32箇所
- 林道災害復旧事業における被害額
約4億円

3

スライド3

林道災害の採択基準

1. 災害復旧事業の対象となる災害
 - (1) こう水による災害
 - (2) 降雨による災害
ア 日雨量 80mm以上
イ 最大時間雨量 20mm以上
 - (3) 暴風による災害(最大風速15m以上)
 - (4) 地震および地すべりによる災害(地震:震度4以上)
2. 一箇所40万円以上の被害箇所
3. 地方公共団体、森林組合等の管理する林道の災害

7

スライド7

市町名	路線名	箇所数
鹿屋市	ツイデ平線	1
錦江町	大根占谷平線	3
	瀬戸谷線	1
	横塚線	1
	池野線	1
	大牟礼線	1
肝付町(県管理)	万九郎線	2
	万九郎中央2号支線	1
南大隅町	根占中央線	7
	立神線	10
	森ノ上線	1
	大鹿倉線	2
	大竹野線	1
合計	13路線	32

4

スライド4

被災形態

被災形態

- 道路のみ 12箇所
- 切土法面のみ 12箇所
- 切土法面+路肩+路面 1箇所
- 路肩のみ 1箇所
- 路肩+路面のみ 1箇所

8

スライド8

路肩崩壊の復旧工法

路肩復旧工法		箇所数
工法		
盛土復旧		2
$H \leq 3m$	L型プレキャスト擁壁工	7
$H \leq 5m$	ブロック積工	4
$H > 5m$	アンカー式ブロック積工	2
	箱型擁壁工	6
	軽量盛土工	1
合計		22

林道事業設計積算基準(規格・仕様編) P31
林道擁壁工選定フローチャートに基づき選定

スライド9

立神線10号箇所の被災

スライド13

未発注箇所のある路線

スライド10

・10号箇所(その1)へアンカーにて(その2)の下部に位置しているため、崩壊土砂が堆積している。

スライド14

災害を振り返っての課題点

課題点
特殊工法での設計・積算において多大な労力、期間を要した。

要因
被災から確定報告までの期間に調査が完了しなかったため、査定後に再検討し、重要変更協議を行う必要が生じた

被災～現在までの流れを振り返り、改善点を考察

スライド11

復旧工法の検討 ※査定時点

林道擁壁工選定フローチャート

5案で比較検討

- 箱型擁壁工法
- 補強土壁工法
- 大型ブロック積工法
- EPS工法
- 発泡ウレタン工法

令和3年農林道事業設計積算基準(規格・仕様編)

スライド15

被災～現在までの流れについて

- 立神線(南大隅町)10号箇所の被災
- 「査定時点」での工法検討
- 災害査定
- 地質調査の実施
- 「査定後」の再工法検討
- 重要変更協議の準備

スライド12

①箱型擁壁工

②補強土壁工

(その1)の道路への影響有り ⇒ 不適

床掘影響範囲が林道敷地外へ ⇒ 用地承諾困難

スライド16

③大型ブロック積工



④EPS工法 **採用**



⑤発泡ウレタン工法



17

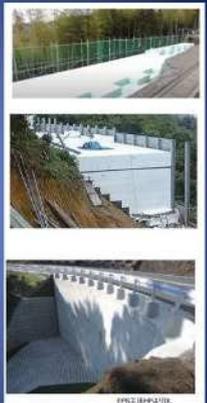
スライド17

再工法検討

- EPS工法
発泡スチロールの大きなブロックを積み重ねる工法

メリット
超軽量のため人力施工が可能

デメリット
現場形状に合わせてカットする必要がある



21

スライド21

災害査定

スケジュールに余裕がなく、地質調査を実施できなかった

EPS工法を採用したが、設計に必要な地質情報が無く、不確定な事項があった

↓

査定時に地質調査後に再度比較検討し、重要変更協議を行いたいと説明
⇒条件付き査定として申請が通り、重要変更協議の準備へ

18

スライド18

- 発泡ウレタン工法
・2液の原液を現場で発泡させ、軽量の盛土材とする工法

メリット
・現場形状に合わせた自由な形状の盛土施工が可能
・液体材料での輸送により大幅に輸送手間を削減できる

デメリット
・水と反応してしまうため対策が必須
・国内に数機しかない硬質ウレタンフォーム発泡機が必要



22

スライド22

地質調査⇒80日間
(令和6年2月7日～令和6年4月26日)

+ 再工法検討⇒48日間
(令和6年5月24日～令和6年9月10日)

= **合計 128日間**

※地質調査の80日間には結果のとりまとめにかかった期間や、降雨による現場内での小崩壊に伴う遅延が含まれている。

19

スライド19

- N-SPC工法
・エアミルクやエアモルタルといった気泡混合軽量土を盛土材とする工法

メリット
・現場形状に合わせた自由な形状の盛土施工が可能

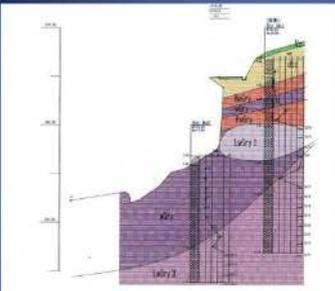
デメリット
・水と反応してしまうため対策が必須



23

スライド23

地質調査の実施



地層	地質	色	層厚	特徴	処理
表層	火山灰質粘性土	黄褐色	0.5~1.0	粘性土、火山灰質、やや硬質	掘削
中層	礫混じり粘性土	黄褐色	1.0~2.0	粘性土、礫混じり、やや硬質	掘削
下層	強風化花崗岩	紫褐色	2.0~3.0	強風化、硬質	掘削

上位から
・火山灰質粘性土
・礫混じり粘性土
・強風化花崗岩

20

スライド20

検討結果

当初申請	再検討の結果		
工法: EPS工法	金額UP	金額UP	金額UP
直接工事費: 34,293千円	工法: EPS工法	工法: 発泡ウレタン工法	工法: N-SPC工法
	42,431千円	51,915千円	40,784千円

採用

重要変更協議へ

24

スライド24

現状と課題点

現状
 特殊工法での設計には地質調査やメーカー見積による積算など多大な労力と期間が必要
 ⇒今回のように条件付き査定をいただき、査定後の重要変更協議をよりスムーズに進めることが最善

課題点
 査定前と査定後、二度の工法検討、設計積算、重要変更協議は非常に重たい業務
 ⇒1度の設計積算で完結するにはどのようにすべきか

スライド25

災害報告様式

これまで
 ①市町村からの報告
 ②被災内容の聞き取り
 ③現場打合を経て災害報告を作成

①の段階で調査カードを現場で作成し、写真と合わせて優先度を判断する。

スライド29

改善策

- スケジュールに余裕がないことが大きな要因
- ⇒その限られたスケジュールの中での改善策
- ⇒初動調査の効率化

スライド26

おわりに

●今回の災害を様々な観点で振り返り、今後の林道災害復旧事務の効率化につなげる

●市町村役場職員の負担を軽減、林道災害の早期復旧へ

スライド30

路肩擁壁による復旧工法

工法	箇所数
H≦5m L型プレキャスト擁壁工	7
H≦5m ブロック積工	4
H≦5m アンカー式ブロック積工	2
H>5m 箱型擁壁工	6
H>5m 軽量盛土工	1
合計	20

ほとんどが事前の地質調査なしで当初設計が可能

現場箇所ごとの優先度を初動調査にて判断

優先度の高い箇所にいち早くとりかかるよう詳細調査を依頼

スライド27

ご静聴、ありがとうございました。

着工前

工事完成

万九郎中央2号支線1号箇所 復旧状況

スライド31

被災箇所ごとの調査カード

何に着目して野帳を残す？
 写真を撮る？

森林土木経験の浅い職員でも的確な判断材料を集めたい

項目を設けることで着目すべき点を可視化

スライド28

人家裏の植栽木に関する現状と対策について

鹿児島地域振興局 農林水産部 林務水産課 池ノ上憲男

1 はじめに

(スライド1～スライド3)

私達が毎日安心して生活するためには、森林がその機能を健全に発揮できるよう維持・管理されることが必要である。保安林に指定された森林は森林の保全と公益的機能の維持・増進を図るため、治山事業で荒廃した森林の復旧などを行っている。

治山事業における最終目的は、防災機能の高い森林を造成することであり、そのためには森林を構成するために適切な樹木を導入することが必要といえる。

2 治山事業で植栽する樹木の特性

(スライド4)

治山事業で植栽する樹木の選定としては、乾燥に耐えること、痩せ地に耐えること、根張りが良いこと、強い陽光に耐えること等の特性のある樹木を選定している。

3 植栽木の現状と問題点

(スライド5)

治山事業では、良好な森林が形成されるよう、立地条件や樹木の特性を踏まえながら植栽している。

しかし、施工後数年経過すると樹木の生長により隣接する住宅敷地に越境し、住民や森林所有者に不安を抱かせている状況が見受けられる。

樹木が大きくなると森林所有者が自ら管理することが困難になり、毎年のように治山施設の樹木管理についての伐採の相談・要望が増え、植栽木に対する対応・改善が求められる。

令和3年度から令和5年度までの3ヶ年では25件の相談や要望が振興局に寄せられ、内容は、「倒木が心配だから伐って欲しい。」が最も多く、住民説明会では、「樹木の管理が大変なので植栽しないで欲しい。」「管理がしやすいよう低木の樹木を植えて欲しい。」などの意見・要望がよく聞かれる。

(スライド6)

これまで鹿児島地域振興局管内では2,640件の治山施設を施工し、確認できる範囲での人家裏の植栽を行った治山施設は860件にのぼり、施工年度が古い箇所は50年以上経過している。

森林所有者の高齢化や不在村化が進む中、今後さらに植栽木に対する相談・要望は増えることが予想されることから植栽木に対する対応・改善が必要である。

4 植栽木の課題解決のための実施状況と調査内容

(スライド7)

植栽木に対する課題を解決するため、平成22年度から植栽木が管理しやすい低木性樹種を中心とした植栽を人家裏の治山施工地を実施し、主林木にヒサカキ・ヤブツバキ、肥料木にはウツギを選定し植栽している。

(スライド8)

それぞれの樹種の特性については、まず主林木であるヒサカキは常緑小高木で、樹高4～8mまで生長する。根は浅根性で樹皮は灰褐色、葉は3～8cmの楕円形、枝はサカキの代用として神事に使われている。また主林木のヤブツバキは常緑性の中・低木で、樹高は10m前後まで生長する。根は深根性であり沿岸地によく見られ山地でも生育する。2月～4月に枝先に赤色の花が1個ずつ咲く。肥料木のウツギは落葉低木で、下部から分枝して樹高は2m～5mまで生長する。根は深根性で、萌芽力に富んでいることが特徴である。

植栽は、この3種類を1：1：1の割合で、ha当たり6,000本の密度で植栽している。

(スライド9)

平成29年度において、植栽後2年～6年を経過した植栽木の生長状況等を調査し、管理可能な樹高で良好に生長していることが確認されており、今回は盛土部のその後の林況及び植生等を調査し、保安林としての機能が果たされているか。管理しやすい状況となっているか。植栽本数は妥当か。

人家裏の植栽木に関する現状と対策について

について、管理への課題や方法等について調査・検証した。

(スライド 10, スライド 11)

調査は、盛土部に植栽した低木性樹種を3本1組とし、生長状況・樹高・立木密度・下層植生の状況について、過去に調査した4箇所を実施した。

調査は、植栽木が保安林として望ましい林型となっているか。主林木であるヒサカキ・ヤブツバキが管理可能な樹高となっているか。肥料木であるウツギが主林木の生長に影響を与えていないか。に着眼し、調査を実施した。

5 調査地の現況と調査結果

(スライド 12)

1箇所目は、植栽後12年が経過した施工地の現状を示す。

調査地は鹿児島市犬迫町上長田地内、平成22年度に山腹工を施工した箇所である。

(スライド 13)

主林木であるヒサカキ・ヤブツバキの植栽後6年を経過した平均樹高は2m程度であったが、12年が経過した現在では、ヤブツバキの平均樹高は3mまで生長していた。

また、肥料木であるウツギの樹高は、調査対象とする個体数の減少もあるが、2m程度であった。

森林所有者に確認したところ、毎年、植栽木の管理を行っており、植栽木の越境は現時点では確認できなかった。

(スライド 14)

下層植生は良好な状態で、降雨等による土壌の流出もなく、地力の維持、増進は図られているものと思われる。

また、施工当時の植栽間隔は1.6mだったが、植栽木の管理時における誤伐や自然枯死等により植栽後6年経過した時点から3割程密度は低下していた。

(スライド 15)

2箇所目は、植栽後11年が経過した施工地の現状を示す。

調査地は鹿児島市小野町中福良地内、平成23年度に山腹工を施工した箇所である。

(スライド 16)

主林木では、植栽後5年を経過したヒサカキで樹高1.5m、ヤブツバキで2m程度、肥料木のウツギは3m程度だったものが、11年が経過した現在はヤブツバキで平均樹高が3m程度まで生長していた。

また、肥料木であるウツギも3mを越えるものもあり、平均樹高も2.5m程度であった。

(スライド 17)

植栽木の間隔は1.6mではあるが、ウツギは下部から分枝し、その枝葉は垂れ下がり、周辺の植栽木であるヒサカキやヤブツバキを被圧し、生長を阻害している状況で、林内はウツギで混み合い、森林所有者が管理する上でも困難な状況が見受けられた。

現時点では、隣接人家等への植栽木の越境は見受けられず、下層植生も良好な状況で、降雨等による土壌の流出等もなく、地力の維持・増進は図られていると思われる。

(スライド 18)

3箇所目の植栽後10年を経過した施工地の現状を示す。

調査地は、日置市日吉町吉利上六反田地内、平成24年度に山腹工を施工した箇所である。

(スライド 19)

主林木であるヒサカキ・ヤブツバキの植栽後4年を経過した平均樹高は0.8m程度だったが、10年を経過した現在では、平均2mまで生長していた。

また、肥料木であるウツギは植栽後4年経過した時点では2m程度だったが、10年が経過した現在の平均樹高は2.5mとなっていた。

(スライド 20)

隣接人家等への植栽木の越境は見受けられなかったが、肥料木のウツギによる下部からの分枝により密な状況となっているほか、葛の繁茂による主林木への被圧も著しいため、今後は葛対策を含めた管理を講じていく必要があると思われる。

なお、土壌の流出はなく、地力の維持・増進は図られているものと思われる。

人家裏の植栽木に関する現状と対策について

(スライド 21)

4箇所目の植栽後8年が経過した施工地の現状を示す。

調査地は、日置市日吉町吉利上六反田地内、平成27年度に山腹工を施工した箇所である。

(スライド 22)

主林木であるヒサカキ・ヤブツバキの植栽後2年を経過した平均樹高は0.9m程度だったが、8年を経過した現在は、個体差はあるものの2m程度まで生長していた。

また、肥料木であるウツギの植栽後2年を経過した時点での平均樹高も0.9mだったが、現在ではウツギの生長を確認することはできなかった。

要因としては、前回の調査時以降からの5・6年の間に植栽木の管理として下刈りと併せて、肥料木で生長が早く、下部からの分枝による生長が旺盛なウツギは淘汰されたのではないかと推測される。

(スライド 23)

また施工当時の植栽間隔は1.6mだったが、肥料木であるウツギが残存していないことから密度が低下し、ススキ等の下草が旺盛な状況となっている。

また、密度の低下により、ネムノキやハゼノキ、マツなどの侵入木も生え、地力の維持・増進は図られているものと思われる。

なお、隣接人家等への植栽木の越境は確認できなかった。

(スライド 24)

調査結果をまとめると、いずれの調査地も植栽木は平均するとほぼ同じ樹冠層となっており、生長も良好で適度に陽光も入り、下草も多く、地力の維持・増進を満たす状況となっており、保安林機能の維持・強化は図られているものと思われる。

(スライド 25)

主林木の生育状況から、主林木の樹高は2m前後と生長に大きな差はなく、ウツギの残存率が高い箇所では、分枝等によりうっ閉化され、生長の遅いヒサカキは被圧されるなど生長への影響が見受けられる。

(スライド 26)

調査箇所の樹高は、ヤブツバキで最高4mと個体差はあるが、平均樹高では2m程度と森林所有

者自ら管理可能な範囲である。

低木性樹種であることから、森林所有者が自ら管理を行っている箇所もあり、管理可能な状況であることも分かった。

しかし、肥料木のウツギについては平均樹高が2mを越え、高いもので4mに迫る個体も確認された。

(スライド 27)

ウツギの特性である下部からの分枝が旺盛な状況となっているため、森林所有者による管理がしにくい状況となっており、主林木であるヒサカキへの生長に影響を与えていることが見受けられた。

(スライド 28)

調査地において現時点では、隣接人家等への植栽木の越境も見受けられず、低木性樹種を選定した効果はあったと一定の評価ができる。

また、土壌流亡も確認されなかったことから、適正な植栽本数であったと思われる。

6 課題と対策

(スライド 29)

今後の課題としては、低木性樹種であるため管理が可能な樹高に生長はしているものの、箇所によっては肥料木であるウツギは生長が早く、下部からの分枝によりうっ閉し、主林木への生長を阻害する可能性もあるため、森林所有者の管理意欲の低下にも繋がる懸念があるため、肥料木を伐採する時期について検討する必要があると感じた。

(スライド 30)

今後は、生長が早く、萌芽力の強いウツギの管理について検討を行いたいと考えているが、調査箇所が4箇所と少なく、現場によっては植栽状況が異なるため、今後も調査箇所を増やし、情報の収集を行うとともに、肥料木の伐採時期について経過年数で判断するのか、樹高で判断するのかについて整理し、今後管理マニュアルを作成したい。

(スライド 31)

また、既設治山施設の巡視・点検を行う山地防災ヘルパーに施設点検の際、盛土部における植栽木の生育状況も確認してもらい、肥料木によるうっ閉や主林木への被圧を確認した場合は、森林所有者に対して、肥料木の伐採も含めた適切な植栽木管理の指導・助言ができないか体制づくりへの検討を行いたい。

7 おわりに

適切な植栽木の管理を森林所有者が行うことで、保安林機能の維持・増進が図られるとともに既設構造物の損傷などがあった場合にも早急に発見できるなど、適正な施設管理にも役立つと思われる。

人家裏の植栽木に関する 現状と対策について

鹿児島地域振興局 林務水産課
池ノ上 憲男

スライド1

植栽木の住宅敷地への越境



スライド5

生活に役立つ森林



森林のいろいろな働き

スライド2

樹木管理の相談件数

年度	R3	R4	R5	3カ年計
相談件数	8件	5件	12件	25件

相談・要望・意見

- ・ 倒木が心配だから、伐って
- ・ 樹木管理が大変、植栽しないで
- ・ 低い木を植えて など

スライド6

生活に役立つ森林



治山事業の目的は
防災機能の高い森林造成

スライド3

管内の治山事業施工地数
2640件 そのうち人家裏860件



今後も植栽木の相談が
増える可能性あり

スライド7

山腹工苗木特性

- ① 乾燥に耐える
- ② 瘦地に耐える
- ③ 根張りが良い
- ④ 強い陽光に耐える

スライド4

植栽木の課題解決のため

平成22年度から
低木性樹種の植栽



スライド8

樹種の特徴

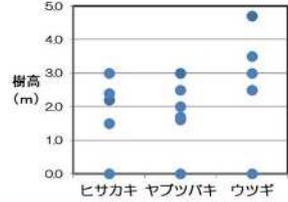
<p>ヒサカキ (主林木)</p>  <p>常緑広葉樹 低木性 浅根性</p>	<p>ヤブツバキ (主林木)</p>  <p>常緑広葉樹 中・低木性 深根性</p>	<p>ウツギ (肥料木)</p>  <p>落葉広葉樹 低木性 深根性</p>
--	---	---

1 : 1 : 1 の割合で植栽

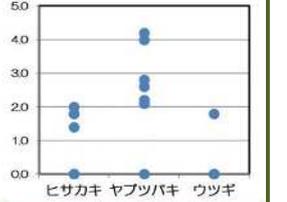
スライド9

調査地の現状と調査結果

調査地1 (鹿児島市犬迫町上長田地内(H22施工))



6年経過時点
(H29調査)



12年経過時点
(今回調査)

スライド13

調査の目的

- ① 保安林機能は十分か
- ② 管理しやすい状況か
- ③ 植栽本数は妥当か

スライド10

調査地の現状と調査結果

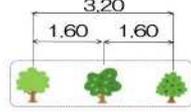
調査地1 (鹿児島市犬迫町上長田地内(H22施工))



降雨等による土壌の流出なし

スライド14

調査の方法, 内容



(3本1組×10組)
総延長約32m/箇所の
残存本数・樹高を測定

生育状況, 樹高, 立木密度,
下層植生状況を主に調査

スライド11

調査地の現状と調査結果

調査地2 (鹿児島市小野町中福良地内(H23施工))



ヤブツバキ
高さ2.0m



ウツギ
高さ2.4m

スライド15

調査地の現状と調査結果

調査地1 (鹿児島市犬迫町上長田地内(H22施工))



ヒサカキ
高さ1.8m

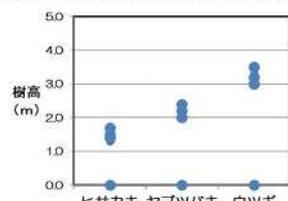


ヤブツバキ
高さ2.0m

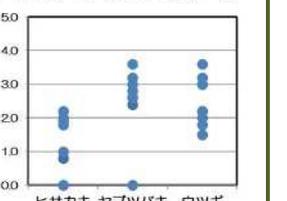
スライド12

調査地の現状と調査結果

調査地2 (鹿児島市小野町中福良地内(H23施工))



5年経過時点
(H29調査)



11年経過時点
(今回調査)

スライド16

調査地の現状と調査結果

調査地2(鹿児島市小野町中福良地内(H23施工))



繁茂しているウツギ

スライド17

調査地の現状と調査結果

調査地4(日置市日吉町吉利上六反田地内(H27施工))



ヒサカキ 高さ2.0m

ヤブツバキ 高さ2.0m

スライド21

調査地の現状と調査結果

調査地3(日置市日吉町吉利上六反田地内(H24施工))



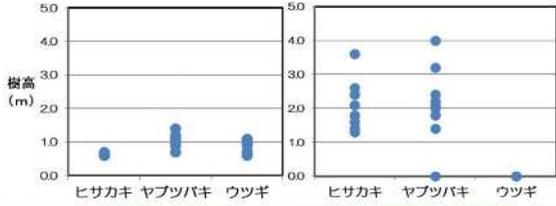
ヒサカキ 平均高さ2.0m

ヤブツバキ 平均高さ2.0m

スライド18

調査地の現状と調査結果

調査地4(日置市日吉町吉利上六反田地内(H27施工))



樹高 (m)

ヒサカキ ヤブツバキ ウツギ

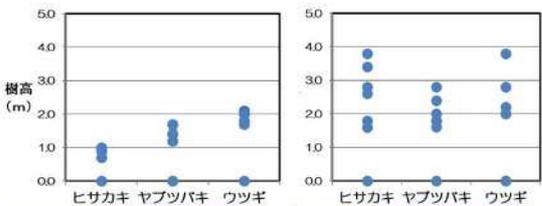
2年経過時点 (H29調査)

8年経過時点 (今回調査)

スライド22

調査地の現状と調査結果

調査地3(日置市日吉町吉利上六反田地内(H24施工))



樹高 (m)

ヒサカキ ヤブツバキ ウツギ

4年経過時点 (H29調査)

10年経過時点 (今回調査)

スライド19

調査地の現状と調査結果

調査地4(日置市日吉町吉利上六反田地内(H27施工))



下草の繁茂

マツなどの侵入

スライド23

調査地の現状と調査結果

調査地3(日置市日吉町吉利上六反田地内(H24施工))



ウツギの繁茂

クズの繁茂

スライド20

調査結果まとめ



同じ樹冠層
保安林機能維持図られている

スライド24

調査結果まとめ

単位：m, 本, %

調査地1: 上長田 (H22施工, 12年経過)				調査地3: 上六反田 (H24施工, 10年経過)			
苗木種	ウツギ	ヒサカキ	ヤブツバキ	苗木種	ウツギ	ヒサカキ	ヤブツバキ
平均樹高	1.8	1.8	3.0	平均樹高	2.5	2.0	2.5
残存本数	1.0	4.0	6.0	残存本数	9.0	8.0	7.0
対象本数	10.0	10.0	10.0	対象本数	10.0	10.0	10.0
残存率	10.0%	40.0%	60.0%	残存率	90.0%	80.0%	70.0%

調査地2: 中稲良 (H23施工, 11年経過)				調査地4: 上六反田 (H27施工, 8年経過)			
苗木種	ウツギ	ヒサカキ	ヤブツバキ	苗木種	ウツギ	ヒサカキ	ヤブツバキ
平均樹高	2.4	1.6	2.8	平均樹高	—	1.8	2.2
残存本数	10.0	6.0	9.0	残存本数	0.0	7.0	6.0
対象本数	10.0	10.0	10.0	対象本数	10.0	10.0	10.0
残存率	100.0%	60.0%	90.0%	残存率	0.0%	70.0%	60.0%

**肥料木のウツギが主林木生長に影響か
管理方法の見直しが必要では？**

スライド25

今後の課題

肥料木の管理

スライド29

調査結果まとめ

**樹高 2 m 程度
森林所有者自ら管理可能に**

スライド26

今後の課題

肥料木の管理

植栽木管理マニュアルの作成

スライド30

調査結果まとめ

ウツギの繁茂

スライド27

今後の課題

肥料木の管理

**山地防災ヘルパーの点検時
植栽木の管理指導**

スライド31

調査結果まとめ

人家等への植栽木の越境無し

スライド28

林道の切土法面におけるシカ害対策の施工事例について

始良・伊佐地域振興局 農林水産部 林務水産課 川 畑 勇 矢

1 はじめに

【スライド1～2】

近年、ニホンジカ（以下シカ）が高密度に生息する地域において、林道の切土法面に吹付緑化した植物が食害や踏み荒らし被害を受け裸地化するなど、本来求められている法面保護機能が十分に発揮できていない状況が見られる。

【スライド3】

これは県本土におけるシカの密度分布図で、始良・伊佐地域振興局管内では、県境、始良市西部の山間部から中山間地域を中心にシカが高密度に分布しており、県内でもシカ被害が多い地域と言える。

【スライド4～6】

当管内における林道事業の切土法面保護は、平成27年度まで緑化基盤材を吹き付ける工法を施工していたが、シカ被害による植生衰退が確認されたため、平成28年度から緑化基盤材を法面に固定する植生マット工を施工し、緑化基盤材の流出を防止することで対策を講じている。

しかし、植生マット施工箇所においてもシカ被害が確認されるようになり、新たな対策を検討しなければならない状況となっている。

【スライド7～8】

これまでのシカ害対策工法としては、植生マットの上に台座を設置し、金網を20cm程度浮かせて施工する工法が有効な対策とされているが、少なからず被害が確認されているとともに、対策コストも安価ではないため、施工箇所の選定には十分な検討が必要である。

2 目的

【スライド9】

このような現状を踏まえ、法面緑化メーカーのロンタイ株式会社に協力いただき、シカ被害に対する効果的、かつ低コストの法面保護工法を検証するための試験施工を行ったので、その内容と結果について報告する。

3 試験施工について

3-1 試験地

【スライド10～11】

試験地は、始良市蒲生町白男地内で開設を行っている林業専用道 瀬戸平山1号支線の令和4年度開設区間内の切土法面に設けた。シカ密度分布図の黄色円内に位置し、シカが多く生息している地域である。

また、試験地の土質は礫交じり土、法面勾配は6分、法長は約5mである。

3-2 試験施工の内容

【スライド12～14】

試験施工の内容について説明する。1つ目はシカの不嗜好性植物の導入である。シカはほとんどの植物を採食するが、嗜好性があることで知られている。従来の法面緑化は、イネ科外来牧草を主体としているため、食害を受けやすい状況にあった。このことから、植生マットの装着種子に不嗜好性植物を導入した「不嗜好性種子配合マット」を施工し、食害の防止効果を検証した。

導入する植物は、林道周辺の状況などから、ススキ、チカラシバなどの4種を選定した。また、不嗜好性種子配合は、初期緑化の観点から従来のイネ科外来牧草を2種混合し6種配合とした。

装着種子の配合率は、不嗜好性植物が合計で約54%、配合の主体は不嗜好性の度合いが強く、土壌緊縛力の高いススキとチカラシバである。

【スライド15～17】

2つ目は厚層金網の施工である。シカ被害による植生衰退は、植物の生長点まで採食されること、また、植物が踏み潰されることが原因である。このことから、植生マットの上に、採食や踏み荒らし防止効果が期待される立体構造の金網を施工し、物理的に食害の抑制効果と踏圧被害の防止効果を検証した。また、金網の高さによって被害に差が生じるかを確認するため、金網高さ3cmと5cmの2種類を施工した。

厚層金網は、植生マット施工後、上部に展開設置する。設置時点で立体構造となるため、従来の

林道の切土法面におけるシカ害対策の施工事例について

シカ害対策工法のように金網を浮かせるための台座を設ける必要がない。

設置後の写真である。地山に密着するので、凹凸の激しい法面でも生育基盤を抑え込み安定させる。

3-3 試験区の設定

【スライド 18】

以上の検証内容から、試験区については、不嗜好性種子配合マットのみの試験区を1箇所、従来種子配合マットに厚層金網を施工した試験区を2箇所、不嗜好性種子配合マットと厚層金網の両方を施工した試験区を2箇所設けた。1試験区当たり幅1.8m、法長は約5mで施工面積は約10㎡である。また、隣接する従来種子配合マットのみの既設法面を対照区として設け、試験区との被害の差を確認した。

3-4 調査内容

【スライド 19】

効果検証にあたり、試験区毎、対照区に1m四方の調査区を設け、食害状況、被覆率、草丈の経年変化を調査した。調査期間は令和5年5月から令和6年5月の12ヵ月間である。

3-5 施工後の状況

【スライド 20】

施工直後の状況である。左から①、②に従来種子配合マット、③～⑤に不嗜好性種子配合マットを施工し、厚層金網の施工はスライドのとおりである。

【スライド 21～24】

2ヵ月半経過後の状況である。外来牧草であるクリーピングレッドフェスクの発芽、生育が多く見られた一方、不嗜好性植物の個体数は少なく、従来種子配合マットの試験区と不嗜好性種子配合マットの試験区で被覆率に差が見られた。これは不嗜好性植物の生育が、外来牧草より緩慢であることが要因と推察される。

食害はどの試験区も法尻付近に見られたが、③以外の厚層金網を施工した試験区では、被害が金網上部までに抑えられており、被害の程度も少ない状況であった。一方、③の不嗜好性種子配合マットのみの試験区では、株元付近まで食害を受けており、金網の施工有無で被害の差が見られた。

また、試験区法尻付近にシカの足跡を確認したが、法面に踏み荒らし跡は見られず、シカが金網

を嫌がったものと推察される。なお、対照区では株元まで食害を受けており、被害も試験区より多い状況が見られた。

【スライド 25～26】

6ヵ月半経過後の状況である。被覆率が上昇し、生育が緩慢であった不嗜好性植物の個体数に増加が見られ、一見大きな差は見られない。

しかし、③の不嗜好性種子配合マットのみの試験区では、初期に株元付近まで食害を受けたことから、枯死している個体が複数見られた。なお、対照区では、慢性的な食害や踏み荒らしにより、植生が成立しているとは言えない状況となった。

【スライド 27～28】

12ヵ月経過後の状況である。全体的に旺盛に繁茂しており、被覆率が上昇したことで、裸地はほとんど見られない。

また、不嗜好性種子配合マットの試験区では、ススキとチカラシバの個体数に大幅な増加が見られ、不嗜好性植物の定着も良好と判断できる。

4 検証結果

以上が調査時点の状況であり、検証結果を整理した。

4-1 食害状況の変化

【スライド 29】

食害状況については、③の不嗜好性種子配合マットのみの試験区で、施工後半年までに中程度の被害が確認されたが、対照区より被害は小さく、施工後半年以降は不嗜好性植物の個体数が増加し、被害が少なくなった。③以外の厚層金網を施工した試験区では、継続して被害が少なく、特に④、⑤の不嗜好性種子配合マットの試験区では、施工後半年以降で被害がかなり少なくなった。このことから、不嗜好性植物の導入による食害の防止効果を確認でき、厚層金網の施工も同様の効果があると確認できた。なお、金網の高さによる被害の差は見受けられない。

4-2 被覆率の変化

【スライド 30】

被覆率については、①、②の従来種子配合マットの試験区で、厚層金網を施工し食害を抑制したため、初期から高い水準で推移し、施工後1年で被覆率100%となった。③～⑤の不嗜好性種子配合マットの試験区では、初期被覆率が低く、従来

林道の切土法面におけるシカ害対策の施工事例について

種子配合マットの試験区との差が見られたが、厚層金網を施工した④、⑤の試験区では、施工後半年以降で差が縮まり、施工後1年で被覆率100%となった。一方、③の不嗜好性種子配合マットのみの試験区では、施工後半年までに中程度の食害を受けたため、施工後1年で被覆率60%と道路土工指針に示された成績判定の目安である被覆率70%以上を下回る。しかし、対照区が低下で推移しているのに対し、当試験区は上昇で推移しており、不嗜好性植物の個体数も増加していることから、今後の上昇も見込まれる。これより、全ての試験区で被覆率も良好な結果を確認できた。

4-3 草丈の変化

【スライド31】

草丈については、③以外の厚層金網を施工した試験区で、初期に植物の生長点以上の草丈を確保し、その後踏み荒らされることもなく、継続して草丈を確保できていた。このことから、厚層金網の施工による食害の抑制効果、踏圧被害の防止効果を確認できた。また、金網の高さによる差は、施工後2ヵ月半時点で若干の差はあったが、以降は見受けられない。一方、③の不嗜好性種子配合マットのみの試験区では、食害により施工後半年で草丈3cm未満となったが、不嗜好性植物が成長した施工後1年で草丈5cm以上を確保できるほど状況は回復した。

5 対策コストについて

【スライド32】

なお、対策コストについては、植生マットを比較すると、従来種子配合と不嗜好性種子配合で200円の差となる。また、厚層金網の施工は、従来のシカ害対策工法より約1,200円安価となり低コストの対策工法と言える。

6 考察・今後の課題

【スライド33~34】

検証結果から、不嗜好性植物の導入は、個体数が増加した施工後半年以降で食害がかなり少なくなる優位性を示し、植生マットのみの施工でも効果的な対策工法である。ただし、確実な早期緑化を図るためには、施工直後から食害の防止効果を高める必要があり、厚層金網を併用し、相乗効果を図ることが望ましく、検証結果から金網高さ3cmとの組合せが最も効果的となる。また、厚層金網の施工は、不嗜好性植物の導入によらず十分な効果を確認でき、金網の施工のみでも効果的な

対策工法である。これより、どの工法を選定しても、シカ害対策として効果的な対策工法であると言え、不嗜好性種子配合マットのみの施工が最も経済的となる。

しかし、施工箇所におけるシカ被害の程度によっては、特に植生マットのみの施工で今回と同様の結果が得られるとは限らない。厚層金網の施工は、不嗜好性植物の導入によらず有効、かつ従来のシカ害対策工法より低コストであることから、厚層金網の施工を標準とし、シカ被害の程度や法面条件によって対策工法の使い分けが望ましいと考える。

以上のとおり、今回試験施工は、シカ被害に対して効果的、かつ従来のシカ害対策工法より低コストの法面保護工法であると言えるが、施工後未だ1年が経過した状態のため、引き続き調査を実施し、効果の持続性について検証して参りたい。

林道の切土法面におけるシカ害対策の
施工事例について

始良・伊佐地域振興局 林務水産課
川畑 勇矢

スライド1

● 基盤材を法面に固定する工法
・ 植生マット工

スライド5

1. はじめに

ニホンジカが高密度に生息する地域において、林道の切土法面に吹付緑化した植物がシカ被害を受け裸地化している

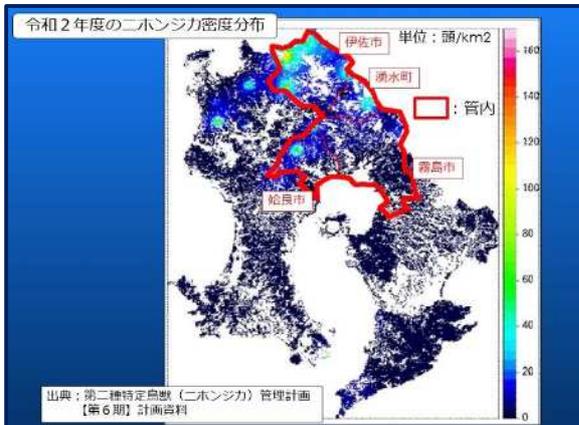
スライド2

植生マット施工箇所のシカ被害

良善 (瀬戸平山1号支線 (始良市))

踏み荒らし被害 (佐賀利山線 (霧島市))

スライド6



スライド3

これまでのシカ害対策工法

植生マット+浮かせた金網 標準施工法
(植生マット: タイプB_玄岩水巻材)

台座

金網

スライド7

当管内における林道事業の切土法面保護

● 緑化基盤材を吹き付ける工法
・ 客土吹付工
・ 植生基材吹付工

食害

踏み荒らしによる基盤材の溶解

スライド4

踏み荒らし跡

食害跡

127mm

76mm

3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4

スライド8

2. 目的

- このような現状を踏まえ・・・

シカ被害に対する効果的、かつ低コストの法面保護工法を検証

↓

シカ害対策の試験施工を実施

スライド9

●不嗜好性植物の選定

- ・施工地周辺の状況：ススキ、チカラシバが群生



ススキ チカラシバ

●ロンタイ(稗)の研究成果
●文献調査

シカ不嗜好性植物の一例

チカラシバ	シソ
ススキ	クララ
タケネグサ	マルバヤハズソウ
マツカゼソウ	カゼクサ

従来種子配合	不嗜好性種子配合
クリーピングレッドフェスク	クリーピングレッドフェスク
コニアルペントグラス	パミューダグラス
ケンタッキーブルーグラス	チカラシバ
パミューダグラス	ススキ
めどはぎ	シソ
やまはぎ	クララ
こまつなぎ	

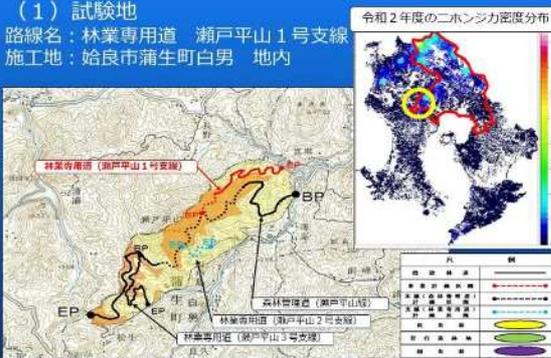
外来牧草
不嗜好性植物

スライド13

3. 試験施工について

(1) 試験地

路線名：林業専用道 瀬戸平山1号支線
施工地：始良市蒲生町白男 地内



令和2年度の二ホンシカ密度分布

鹿	種
●	ニホンシカ
●	クサシロシカ
●	アカシカ
●	カシノシカ
●	ヒメシカ
●	クサシロシカ
●	アカシカ
●	カシノシカ
●	ヒメシカ

スライド10



種子配合	使用植物	配合率	※発芽率
チカラシバ	チカラシバ	12.8%	80.0%
ススキ	ススキ	31.4%	60.0%
シソ	シソ	7.9%	30.0%
クララ	クララ	1.5%	30.0%
パミューダグラス	パミューダグラス	20.6%	80.0%
クリーピングレッドフェスク	クリーピングレッドフェスク	25.8%	80.0%
合計		100.0%	
6種配合			7,954粒/m ² 以上

スライド14

●試験地の法面条件

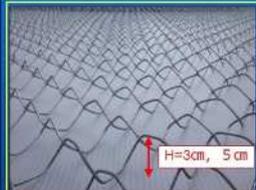


- ・土質 礫交じり土
- ・土壌硬度 平均27.0mm
- ・土壌酸度 pH7.0
- ・法面勾配 1:0.6
- ・法長 L=5.0m
- ・法面方位 北東

スライド11

2. 厚層金網の施工

- ・食害による植生衰退は、植物の生長点より低い位置まで採食されることが原因（外来牧草の成長点は草丈3cm）



H=3cm, 5cm

●厚層金網
【規格】
・3cm及び5cmの厚層金網
Φ2.0/50×50/H30mm
Φ2.6/75×75/H50mm
【期待される効果】
・植物の採食及び引き抜き防止
・踏み荒らし及び法面表層の剥落防止、地山との密着性向上

**食害の抑制効果
踏圧被害の防止効果 を検証**

スライド15

(2) 試験施工の内容

1. シカの不嗜好性植物の導入

- ・従来の法面緑化は発芽率、成長に優れる外来牧草が主体だが、シカの嗜好性植物であるため食害を受けやすい例) グラス類, フェスク類 など

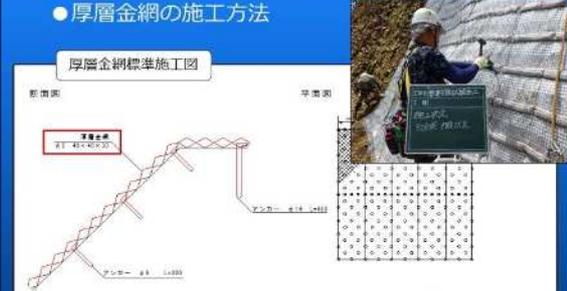
・植生マットの装着種子に不嗜好性植物を導入した不嗜好性種子配合マットを施工し、**食害の防止効果を検証**

※不嗜好性植物とは・・・
全く採食しない、あるいは採食しても他の植物よりも相対的に採食頻度が少ない種。ただし、地域によって、あるいは季節によって高頻度に採食される場合もある。

スライド12

●厚層金網の施工方法

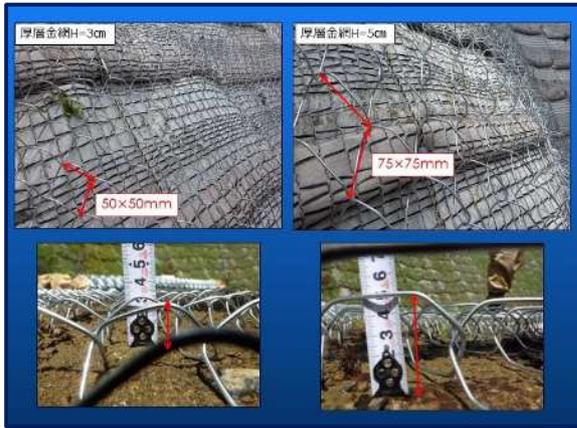
厚層金網標準施工図



製品規格	品名	仕様	単位
厚層金網	厚層金網	Φ2.0/50×50/H30mm	㎡
植生マット	植生マット	Φ2.6/75×75/H50mm	㎡
土留網	土留網	L12×Φ20mm	㎡
土留釘	土留釘	L12×Φ20mm	個

材料表	品名	単位	数量	備考
厚層金網	厚層金網	㎡	13.0	※2.0m幅巻取
植生マット	植生マット	㎡	8.0	
土留網	土留網	㎡	2.0	
土留釘	土留釘	個	200	

スライド16



スライド17



スライド21

(3) 試験区の設定

施工内容	検証内容	試験区
不嗜好性種子配合マット	食害防止効果	③
従来種子配合マット	食害の抑制効果	①, ②
厚層金網 (H=3, 5cm)	踏圧被害の防止効果	④, ⑤
不嗜好性種子配合マット	相乗効果	④, ⑤
厚層金網 (H=3, 5cm)		

施工イメージ

スライド18



スライド22

(4) 調査内容

【調査方法】
各試験区、対照区に1m四方の調査区を1箇所設け経年変化を目測で調査

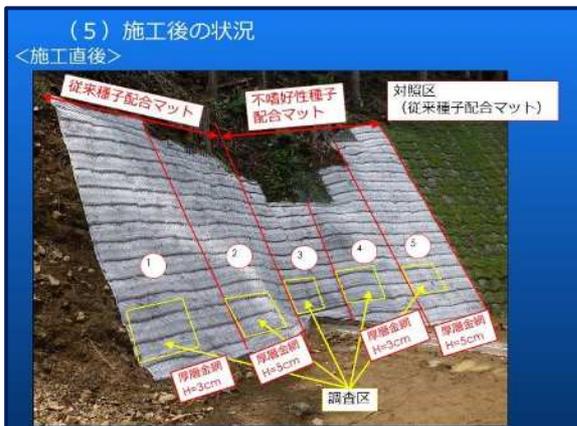
【調査項目】
・食害状況
・被覆率
・草丈

【調査期間】
令和5年5月～令和6年5月
※調査月 令和5年7月（施工後2ヵ月半）
令和5年11月（施工後6ヵ月半）
令和6年5月（施工後12ヵ月）

スライド19



スライド23



スライド20



スライド24



スライド25

4. 検証結果

食害状況の変化

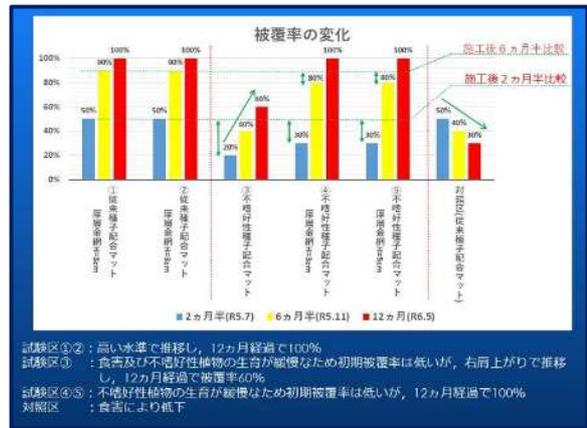
経過期間	2か月半 (R5.7)	6か月半 (R5.11)	12か月 (R6.5)	被害率	評価
① 従来種子配合マット 厚層金網H=3cm	少ない	少ない	少ない	100%	○
② 従来種子配合マット 厚層金網H=5cm	少ない	少ない	少ない	100%	○
③ 不嗜好性種子配合マット	中程度	中程度	少ない	60%	○
④ 不嗜好性種子配合マット 厚層金網H=3cm	少ない	かなり少ない	かなり少ない	100%	◎
⑤ 不嗜好性種子配合マット 厚層金網H=5cm	少ない	少ない	かなり少ない	100%	○
対照区 (従来種子配合マット)	多い	非常に多い	非常に多い	30%	—

食害	被害割合
かなり少ない	0~10%
少ない	11%~20%
中程度	21%~40%
多い	41%~60%
非常に多い	61%~

スライド29



スライド26



スライド30



スライド27

草丈の変化

経過期間	2か月半 (R5.7)	6か月半 (R5.11)	12か月 (R6.5)	評価
① 従来種子配合マット 厚層金網H=3cm	10cm以上	10cm以上	10cm以上	◎
② 従来種子配合マット 厚層金網H=5cm	5~10cm未満	5~10cm未満	10cm以上	○
③ 不嗜好性種子配合マット	3~5cm未満	3cm未満	5~10cm未満	○
④ 不嗜好性種子配合マット 厚層金網H=3cm	10cm以上	10cm以上	10cm以上	◎
⑤ 不嗜好性種子配合マット 厚層金網H=5cm	5~10cm未満	10cm以上	10cm以上	○
対照区 (従来種子配合マット)	3cm未満	3cm未満	3cm未満	—

※外来牧草の生長点は草丈3cm

スライド31



スライド28



スライド32

6. 考察・今後の課題

- ・不嗜好性植物の導入は、施工後半年以降で優位性を示し、対照区と比較すると**植生マットのみの施工**でも効果的
- ・確実な早期緑化を図るためには、施工直後から食害の防止効果を高める必要があり、**厚層金網の併用により相乗効果を発揮することが望ましい**
→「**不嗜好性配合マット+厚層金網H=3cm**」が最も効果的
- ・厚層金網の施工は、外来牧草主体でも十分な効果が認められ、不嗜好性植物の導入によらず、**厚層金網の施工のみ**でも効果的

↓

今回試験地においては、どの工法を選定しても効果的であり、**不嗜好性種子配合マットのみの施工が最も経済的**

スライド33

- ・対策工法は、**厚層金網の施工を標準**とし、施工箇所におけるシカ被害の程度や法面条件（法長が長い、土質が脆弱など）によって使い分けが**望ましい**

例）食害の程度のみで使い分けると

- ①食害<中程度：**不嗜好性植生マットのみ**
- ②食害=中程度：**従来種子配合マット+厚層金網**
- ③食害>中程度：**不嗜好性種子配合マット+厚層金網**

今後の課題として・・・

試験地の経過観測を行い、効果の持続性について検証

スライド34

治山工事における ICT 活用の現状と課題について

始良・伊佐地域振興局 農林水産部 林務水産課 上之原 貴之

1 はじめに

【スライド1～7】

始良・伊佐地域振興局は県北部の3市1町を管轄しており、広範囲にわたり治山事業を推進している。

当管内は鹿児島空港周辺を中心にシラス地帯が広がっており、標高の高いシラス台地の周辺部には落差、数十メートルの急崖が多数存在し、ガリー地形となっている箇所が多いことが特徴と言える。

溪間工要望箇所などは溪流幅が狭く、両岸は切り立ったシラス崖というところが多いがほとんどであり、このような箇所は治山ダム工、流路工、山腹工などを複数年にわたり施工することも珍しくない。

現場施工にあたっては多くの手間と労力を要するが、バックホウなどの多様な施工機械が普及しているため、人力のみで行う作業は限られている。建設業における労働力不足や従事作業員の高齢化等の影響もあり、機械併用作業が欠かせない。

そのような中、起工測量や出来高管理においては測量機器を用いた人力作業で行うことがほとんどであり、現場によっては起工測量だけで相当日数を要することもある。起工測量で得られた結果を基に法切を行うための丁張を設置することになるがこれも全て人力による作業のため、シラス崖上部の急峻な地形での作業は危険を伴う。

このような中、近年徐々にUAV（ドローンなどの無人航空機）や地上レーザースキャナを用いた地形測量などのICT（情報通信技術）活用の取組が進んでおり、本県の森林土木事業においては、令和5年度からICT活用に係る費用を設計計上できるようになるなど、工事請負者がICT活用に取り組みやすい環境が整備されてきている。

当管内では、ICT活用工事はまだ少数だが、今後さらに普及させていくため、ICT活用の現状と現場で取り組んだ際の課題等についてまとめた。

2 現状

【スライド8～9】

県内の建設業界においては、雇用労働者数が年々減少している状況にあり、県が公表する統計資料によると建設業における雇用労働者数は平成21年に約52,100人だったものが令和5年は約44,700人となり、15年で7,400人減少している。

国土交通省は平成27年度から、建設現場における生産性の向上と企業の経営環境の改善により、魅力ある現場づくりと安全性の確保を推進することを目的にICT活用工事の取組みを開始している。

本県森林土木工事においては国土交通省や林野庁、県土木部の要領を参考に「森林土木工事ICT活用の試行要領」を策定し、令和5年4月より適用しているところである。

【スライド10～11】

現在、工事現場における起工測量はトータルステーションを用いた方法が主流であり、これは機械操作を行う人と目標地点でプリズムターゲットを持つ人の2人1組で行うことが基本となる。

トータルステーションはプリズムから反射される光を受信することで距離計測などが可能となるため、プリズムまでを見通せる必要があり、地形が複雑な山腹や溪流内では何度も機器移設を行い、測量することになる。

シラス崖などの急傾斜地では、プリズムの保持にも危険が生じるため、足場確認など慎重に行い、注意する必要がある。

トータルステーションにはプリズムを自動追尾してくれる機器もある。

これは、基準点にトータルステーション本体を据え付けた後、プリズム保持者が移動すると自動でプリズムを照準し、測量記録を手元の小型端末に保存してくれるため、実質1人での現地測量が可能となるものである。この自動追尾型はワンマン測量が可能となるものの、プリズム保持者は各測点へ移動する必要があり、測量時の所用人員は少なくても済むがその労力は変わらない。

【スライド 12】

測量にかかる労力等を軽減させる方法として、UAVを用いた3次元測量への取り組みが広がってきている。UAV測量は主に写真測量とレーザー測量といった手法が使用されている。

写真測量はUAVに搭載したカメラで測量対象地を撮影し、編集処理した写真から地形データを取得する方法である。低空飛行により対象箇所を撮影するため高精度の画像が撮影できる反面、樹木などの障害物によって地表面を直接撮影ができない場合は正確な測量データを得られないなどのデメリットもある。そのため、写真測量を行おうとする場合は伐開後の地表面が概ね露出した時点で計測する必要がある。

レーザー測量はUAVにレーザーキャナを搭載し、照射したレーザー光の反射によって地表からの距離をデータ化する方法である。レーザーが草木の隙間を通り抜け地面に到達するため、写真測量では計測が難しい樹木や草の下の地面を測ることができ、測量データを得られる。デメリットとしてはレーザーを狙った地点へ照射できないことから、局所的な計測ができないことやレーザー照射装置などの使用機材が高額なため写真測量よりコストが高くなることが挙げられる。

3 取組事例

【スライド 13~14】

当管内の治山事業において取り組んだICT活用工事について説明する。

施工地は「霧島市国分重久内野々地内」である。

内野々地内では「3次元起工測量」及び「3次元設計データ作成」並びに「ICT施工機械を用いた法切工」等に取り組んだ。

内野々地内はシラス渓流で上部台地からの流水により山腹崩壊等が起り、複数の浸食谷が形成された結果、複雑な崖地形となったところである。

このような場所では測量時の見通しが悪く、何度も測量器械を移設し測る必要があることから、内野々地内の現場代理人が以前に担当した他所管工事でUAV測量等を実施し、非常に便利だった経験から当施工地でもICT活用工事に取り組んだところである。

【スライド 15~18】

内野々地内ではUAV測量を実施し、作成した3次元測量図等をもとにICT建機を用いた法切工を行った。

ICT建機の選択にあたり、人工衛星測位システムを利用したGNSSと呼ばれる機械を検討したが、現場での事前調査により衛星の捕捉状況が悪いため、位置情報を取得できないなど使用できない環境であることが判明したため、今回は自動追尾型トータルステーションを基点とするシステムを使用した機械を用いることにした。

これはバックホウ後方に360°プリズムが取り付けられているため、基点のトータルステーションと見通しがとれ、施工範囲も130m以内とすることが条件だが、内野々地内では十分なものとなった。

写真は現場で実際に使用した0.30m3のバックホウで、自動追尾型トータルステーションとともにリースレンタルしたものである。

【スライド 19~23】

工事完了した際に現場代理人にICT活用工事について話を聞いたところ、

- ①測量に係る工程が短縮できた。
- ②ICT建機を使用することで法切丁張の省略など効率化できた。との感想があった。

起工測量のためのUAV測量に要した時間は半日程度で済み、設計データ作成も3日程で終わることができ、その後は準備が整い次第すぐにICT建機による法切工に着手することができた。現場代理人によると従来方法で測量等を行った場合、起工測量に7日は要するとのこと。更には法切工施工のための丁張設置は3週間程度かかっただろうとのことだった。これは山腹工として二級芝筋工を施工する場合、こまめに丁張を設置するため、相応の期間を要しただろうとのことであった。

このことから、内野々地内における測量手間は約50%の縮減、丁張設置に至っては横断方向の目印など簡易的なものを設置しただけで1日程しかかからず、約95%の縮減に繋がった。

他には

- ③建設機械と測量作業の競合がなくなり、接触災害等の発生リスクが低減し、安全性が向上した。
 - ④面的な施工管理となるため、測点管理より品質の向上が図れた。
- などを挙げられた。写真は内野々地内の完成状況である。

4 課題

【スライド 24~25】

令和5年度から受注者希望によりICT活用工事に取り組んだ場合は、その費用を設計計上できるようになった。設計計上できる内容は、

治山工事における ICT 活用の現状と課題について

- ① 3次元起工測量及び3次元設計データの作成を行う場合は工事請負者から見積りを徴収し、内容精査のうえ見積り同額を設計計上する。
- ② ICT建機を用いた土工事を行った場合はICT建機の稼働実績に応じて対応施工単価で土工数量を計上する。
- ③ 3次元出来高管理及び3次元データ納品を行う場合は共通仮設費率と現場管理費率に補正係数を乗じる。

工事請負者がICT活用工事に取り組む場合、3次元設計データの作成、3次元出来高管理、3次元データの納品は必須となり、①～⑤全ての項目に取り組んだ場合、設計計上額として数百万円の増額となり、受注者希望型のため、当初設計では想定しづらいなど工事費調整に苦慮する。

【スライド 26～27】

森林土木工事でのICT工事積算試行要領が制定された令和5年度以降、当管内では繰越分を含め県営工事が16箇所ありましたが、ICT活用工事に取り組んだ現場は2箇所のみで、その割合はわずか13%しかなく、ICT活用工事が普及しているとは言えない。

管内の森林土木工事請負業者へICT活用工事を選択しない理由を聞くと、

- ① 講習会等で説明を受け便利だろうと思っているが、現場代理人自身のITスキルが追いつかない。
- ② 起工測量や法切丁張の設置は大変だが、現場規模によってはICT工事に取り組む必要性が感じられない。
- ③ 3次元設計データを活用するとなるとパソコン環境等の整備が必要となり、それなりの費用投資が発生する。
- ④ ICT建機をリース利用する場合、賃料が高額なため通常機械のように賃貸しづらい。などが挙げられた。

UAV測量やICT建機を利用することで施工労力の軽減や工程短縮に繋がるが、請負者の認識にも温度差があるため、普及していくうえでの課題となる。

5 対策

【スライド 28】

- ① 工事請負者に対し、工事着手時の打ち合わせ等でUAV測量や3次元設計データの作成等を専門業者へ外注することで工事請負者の負担軽減策となることなどを提案する。
- ② 複数年にわたる継続工事が見込まれる現場にお

いて、着手初年度に3次元測量や設計データを作成することにより、継続年度でもICT建機を用いた法切土工等に取り組みやすい環境を整える。

- ③ ICT活用工事の事例やUAV操作実技、ICT建機演習等を盛り込んだ研修会の実施。などにより、工事請負者の労力軽減に繋がるようICT活用工事の普及を図ろうと考えている。

治山工事におけるICT活用の現状と課題について

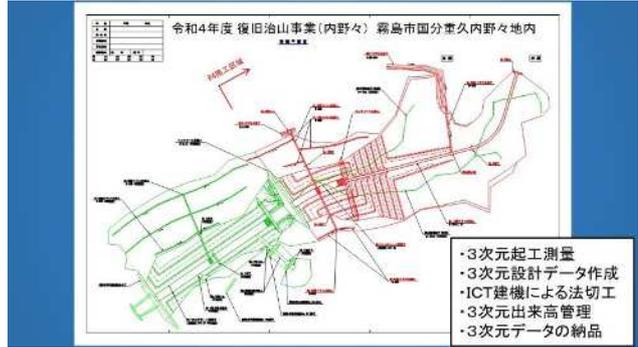
ICT活用工事の取り組み

国土交通省
平成27年度から、建設現場における生産性の向上と企業の経営環境の改善により、魅力ある現場づくりと安全性の確保を推進することを目的にICT活用工事の取り組みを開始。

林野庁
森林土木におけるICT活用工事を推進するため、令和4年3月8日付けで「森林整備保全事業ICT活用工事試行実施要領」を通知

森林土木事業
国土交通省の要領をベースにつくられた林野庁や県土木部の要領を参考に「森林整備保全事業ICT活用工事（ICT土工等）試行要領」を制定し、令和5年4月1日以降執行伺い決裁分から適用

スライド9



スライド13



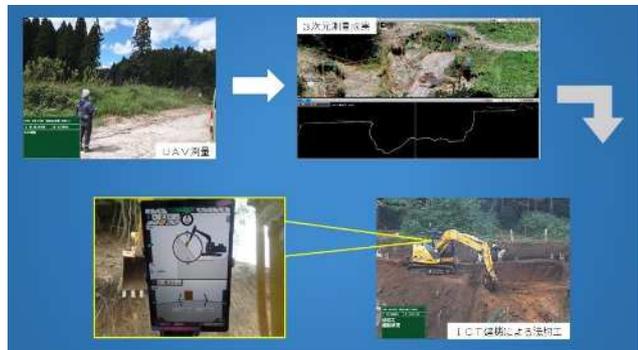
スライド10



スライド14



スライド11



スライド15

	写真測量	レーザースキャナ測量
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 写真撮影するだけなので、専門的な機材が必要ない 低空での撮影のため高精度の画像が取得でき、レーザ測量のデータよりも色彩がはっきりわかる 測量コストがレーザ測量より安価である 	<ul style="list-style-type: none"> 一部のレーザは樹木間をすり抜けて地表まで到達するため、伐採前の山林などでも地形を測量可能
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 樹木など障害物の多い場所では地表を直接撮影できないため、正確な測量結果が得られない 	<ul style="list-style-type: none"> 狙った地点へレーザを照射できないため、局所的な測量ができない レーザ測距装置は高価な機材のため、測量コストが高額になる

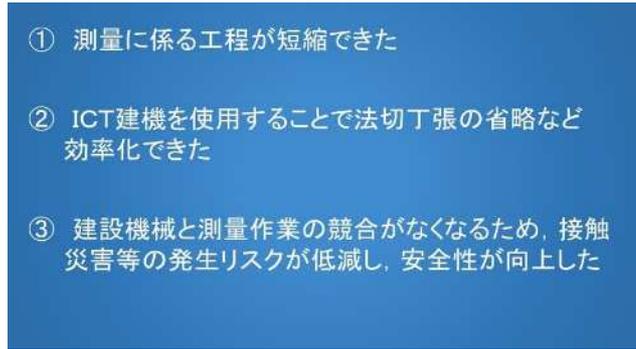
スライド12



スライド16



スライド17



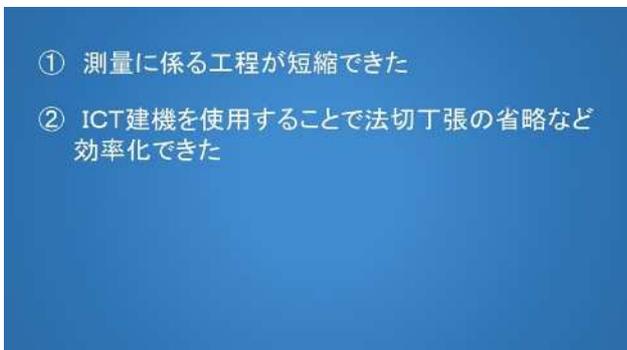
スライド21



スライド18



スライド22



スライド19



スライド23

起工測量

	従来(トータルステーション)	UAV測量
作業日数	7日間	3.5日間

↓

約50%の縮減

法切丁張の設置

	従来	ICT建機の使用
作業日数	21日間	1日間

↓

約95%の縮減

スライド20

ICT活用工事(土工) 試行積算要領による必要経費の計上方法

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理
- ⑤ 3次元データの納品

→ 工事請負者(元請1社)からの見積り徴収

→ 施工現場におけるICT建機の稼働率×施工(土工)数量

→ 共通仮設費率、現場管理費率に補正係数を乗じる

スライド24

ICT活用工事

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

ICT活用工事への取り組みについては、受注者希望型となる。
上記①～⑤の部分的なICT活用は認められるが、②・④・⑤は必須項目となる。

スライド25



スライド26

ICT活用工事を選択しない理由

- ① 講習会等で説明を受け、便利だろうと思っているが、現場代理人自身のITスキルが追いつかない。
- ② 起工測量や法切丁張の設置は大変だが、現場規模によってはICT活用工事に取り組む必要性が感じられない。
- ③ 3D設計データ等を活用するとパソコン環境等の整備が必要となり、それなりの費用投資が発生する。
- ④ ICT建機をリース利用する場合、賃料が高額なため通常建機のように賃貸しづらい。

スライド27

ICT活用工事の普及

- ➡ ① UAV測量や3次元設計データの作成等を専門業者へ外注することで工事請負者の負担軽減策となることなどを提案。
- ② 複数年にわたる継続工事が見込まれる現場において、着手初年度に3次元測量や設計データを作成することにより、継続年度でもICT建機を用いた法切土工等に取り組みやすい環境を整える。

スキル等の向上

- ➡ ③ ICT活用工事の事例やUAV操作実技、ICT建機演習等を盛り込んだ研修会の実施

スライド28

治山林道研究発表論文集

令和6年度(第65回)

令和 6年12月 発行

編集・発行 **一般社団法人 鹿児島県治山林道協会**

鹿児島県鹿児島市城南町8番23号

電話 099(222)2829(代表)

FAX 099(227)2592

FAX 099(227)2175

