

令和5年度(第64回)

治山林道研究発表論文集



第 39 回民有林治山工事コンクール 農林水産大臣賞
垂水市 田神 上ノ平添地内 (復旧治山事業)



第 39 回民有林林道工事コンクール 日本林道協会会長賞
鹿児島市 森林管理道開設 横見谷線 1 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5年度治山林道研究発表論文集の発刊に当たって

鹿児島県主催の治山林道研究発表会は、今年度で64回目を迎えました。

台風6号の影響で関係者が一堂に会しての発表会は急遽中止となりましたが、動画による発表とWebでの質疑応答という形で審査会が開催されました。

業務多忙にもかかわらず、事前の準備を進められ、直前での発表方法等の変更にご協力いただいた発表者をはじめ、かねてから森林土木技術の向上や調査研究に努められている皆様に心から敬意を表します。

さて、今年も全国各地で甚大な山地災害が発生し、鹿児島県でも、6月の奄美大島における梅雨前線に伴う大雨や、8月の大隅地域を中心とする台風6号による大雨により、林地崩壊や多くの林道被害が発生しました。

近年は、線状降水帯の形成や、大型で強い勢力を維持したまま北上する台風の影響で、長期間にわたって強い雨が降り続き、山地災害が激甚化・頻発化する傾向にあるとされています。

今年度は未曾有の被害をもたらした平成5年の鹿児島豪雨災害から30年の節目の年にあたりますが、このような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。

また、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、更なる林道等の路網整備を推進する必要があります。

これら治山・林道事業においては、長年にわたる調査研究の成果をもとに、地形、地質、植生等の特性や現場条件等を踏まえた様々な改善・工夫がなされており、その技術は現場で実践して取り組まれている皆様の不断の努力により支えられていることは言うまでもありません。

今回も、令和5年8月10日に開催した審査会での発表内容を「令和5年度(第64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かごしま材振興課路網整備係の皆様には厚く御礼申し上げます。

令和5年12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5年度（第64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 開催方法 台風6号のため中止。オンラインで選考会を実施。
- 3 開催日時 令和5年 8月10日（木） 午前9時20分～午後4時
- 4 開催場所 鹿児島県市町村自治会館 502会議室
- 5 発表者 鹿児島地域振興局, 南薩地域振興局, 大隅地域振興局, 熊毛支庁, 南大隅町, (一社)鹿児島県治山林道協会 (各1名)
北薩地域振興局, 始良・伊佐地域振興局, 大島支庁 (1係1名, 各2名)
【計12名】
- 6 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 林道: 令和5年10月 4, 5日 東京都
 - 治山: 令和5年 9月27, 28日 東京都
 - ・九州大会 治山・林道: 令和5年10月26日 長崎県
- 7 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	松枝 英隆	森林経営課 課長	川畑 辰彦
かごしま材振興課 課長	小原 誠	森づくり推進課 課長	的場 吉郎
総括工事監査監	福元 孝一郎	森林技術総合センター 所長	岩元 高治

治山林道研究発表会スケジュール

開催日：令和5年 8月10日（木）

場 所：市町村自治会館 502会議室

項	目	時	間	備	考
開	会	9 : 20			
審査方法及び日程の説明		9 : 20 ~ 9 : 35			
午前の部	発表順位 1	9 : 35 ~ 9 : 55			
	"	2	9 : 55 ~ 10 : 15		
	"	3	10 : 15 ~ 10 : 35		
	"	4	10 : 35 ~ 10 : 55		
	"	5	10 : 55 ~ 11 : 15		
	"	6	11 : 15 ~ 11 : 35		
	"	7	11 : 35 ~ 11 : 55		
（ 昼 食 ・ 休 憩 ）		11 : 55 ~ 13 : 00			
午後の部	発表順位 8	13 : 00 ~ 13 : 20			
	"	9	13 : 20 ~ 13 : 40		
	"	10	13 : 40 ~ 14 : 00		
	"	11	14 : 00 ~ 14 : 20		
	"	12	14 : 20 ~ 14 : 40		
（ 休 憩 ）		（ 14 : 40 ~ 14 : 50 ）			
発表結果とりまとめ		14 : 50 ~ 15 : 30			
審査結果の発表		15 : 30 ~ 15 : 35		審査員長 松枝次長	
講	評	15 : 35 ~ 15 : 45		審査員 下川名誉教授	

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	(一社)鹿児島県 治山林道協会	橋 口 貴 文	治山事業におけるUAVレーザーの活用について	治山		○	1
2	大 地 域 振 興 局	猩 々 義 英	簡易型ICTを活用した測量の実証について	治山			8
3	始 良 ・ 伊 佐 局	本 村 大 志	治山施設の維持・管理と長寿命化対策について	治山			15
4	鹿 児 島 局	福 永 隆 太	効率的な森林整備に向けた林道の開設について	林道	○		22
5	北 地 域 振 興 局	馬 場 隆 之	令和2年梅雨災における治山対策について	治山			30
6	熊 毛 支 庁	中 川 遼	種子島の海岸防災林におけるオオハマボウの生育状況について	治山			37
7	南 大 隅 町	桑 田 拓	林道維持管理の現状と今後の課題・解決策・災害への備えについて	林道			45
8	始 良 ・ 伊 佐 局	松 島 美 弦	始良・伊佐地域における林道災害について	林道			52
9	北 地 域 振 興 局	伊 地 知 秀 太	林道災害復旧事業における大型ブロックの一考察	林道		○	60
10	大 島 支 庁	野 尻 孝 記	奄美地域における法面緑化について	治山	○		68
11	大 島 支 庁	有 菌 亜 耶	林道法面における木製パネルについて	林道			75
12	南 地 域 振 興 局	竹 本 航	海岸防災林造成事業実施箇所における事業効果の検証について	治山			82
	合 計	12名					
治山関係		7件					
林道関係		5件					

治山事業における UAV レーザーの活用について

一般社団法人 鹿児島県治山林道協会 橋口 貴文

1. はじめに

(スライド 1～5)

近年、ドローン等の UAV (無人航空機) を使用して上空から地形情報を取得する UAV 測量が注目を集めている。中でも『UAV レーザー測量』はレーザー光が草木の隙間を通り抜け、その下の地表面に当たることで、伐採前でも樹幹下の地表面計測が可能となり、森林地帯が多い治山事業での活用に適用性があると思われる。

そこで『UAV レーザー測量』の治山現場への適用性の検証と、その特徴を活かした治山事業への活用方法を考察した。

2. UAV レーザー測量の実施

(スライド 6～11)

今年の3月に曾於市大隅町中之内の治山現場で UAV レーザー測量を行った。現場は南東向きの延長約 180m のシラス溪流で、崩壊によりシラスが深く侵食されており、一部斜面では測量時の立ち入りが困難な箇所もあった。今回の計測で対象溪流を中心とした 360m×270m の約 9.7ha を測定エリアと設定して行った。

UAV レーザー測量のおおまかな作業工程は、飛行計画→計測→後処理→データ作成という流れであり、測定後のデータの検証・解析後に地表面とその上にある樹木などの地物表面の標高からなるオリジナルデータと、地表面だけを抽出したグラウンドデータを作成した。

3. UAV レーザー測量の検証

(スライド 12～13)

UAV レーザー測量で得られたグラウンドデータより作成した横断線形と、従来のトータルステーションとポール横断測量を用いた地上測量の横断線形の比較を行った。

全体の形状はほぼ同一形状となり、トータルステーションで計測した地点では 5 cm～6 cm 程度の差であったことから、今回の計測は測量精度として十分な範囲にあると考えられる。また、地上測量では立入が困難で測定できなかった地形まで計測することができた。

しかし測量精度については検証実績自体が少ないため、地形や植生の繁茂状況など様々なケースでの測量精度の検証が必要になると思われる。

4. 地上測量の問題点と UAV レーザー測量の有用性 (スライド 14～23)

現在行っている地上測量の様々な問題点に対して、UAV レーザー測量を用いることでどのような改善があるのか検証した。

①危険箇所での作業が多い

⇒安全な場所から計測でき、立入困難な箇所も計測可能。

②作業人員が多い

⇒測量に要する人員は 50%以下となる。大規模な現場では更に効果的。

③視界が狭い

⇒既存構造物・林内路網位置を含め、俯瞰的視点から全体を把握できる。

④設計検討要素が少ない

⇒任意地点の縦横断面図を作成でき、机上で自由に検討可能。

5. UAV レーザー測量の問題点

(スライド 24～27)

UAV レーザー測量にもいくつか問題点がある。

①コスト面

・費用が高額となるため、費用対効果や運用方針等、慎重な検討が必要。

②現場条件

・植生繁茂状況、気象条件、飛行禁止区域等により測定不可の場合あり。

③計測できない情報

・土質、地山の状態、湧水、クラック等、地上目線でしか確認できない情報も多い。

6. 治山事業への活用法の考察

(スライド 28～31)

UAV レーザー測量で得られた 3次元データの治山事業での活用方法を考察した。

①落石対策調査への活用

・落石発生源と保全対象の位置関係の把握ができ、任意断面を作成することで様々な方向から落石シミュレーションを実施できる。

②流木対策調査への活用

・地表面だけでなく、その上にある樹木や倒木まで確認できるため、3次元データから流木量や樹高の把握を机上で行える。

③3次元出来形管理

・完工後の完成形状を3次元データとして記録しておくことで、その後の経過観察や災害時の原型復旧等の貴重な指標となる。

7. おわりに

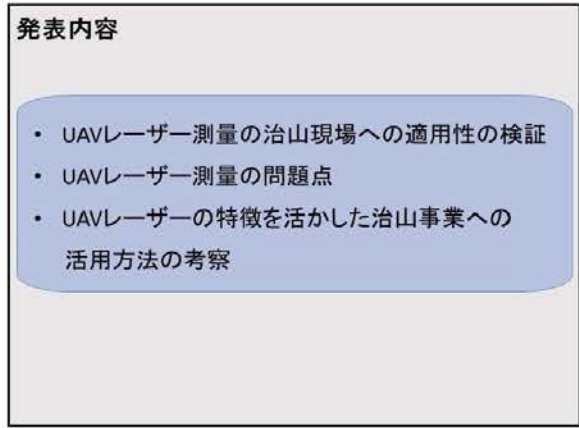
(スライド 32~33)

UAV レーザー測量は測量作業の安全化・効率化・精度向上が図れるだけでなく、その3次元データにはアイデア次第で様々な活用方法があるように感じる。今後飛躍的に活用の機会が増加することが予測される中、使う側の技術の習得や環境整備が急務になると思われる。

森林土木の測量・設計に携わる立場として最先端の技術とこれまで培われてきた技術をうまく融合させ、効率的で精度の高い新しい測量・設計の形を模索していきたいと思う。



スライド1



スライド5



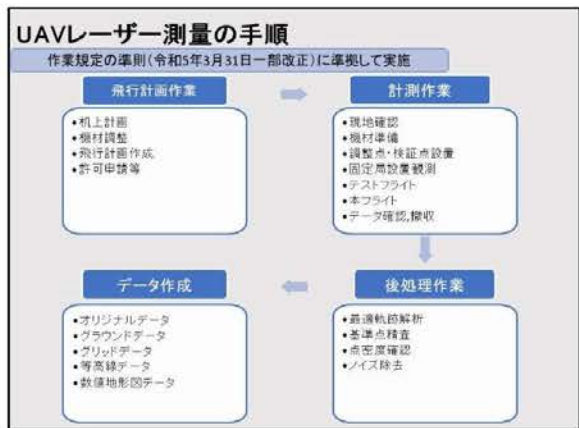
スライド2



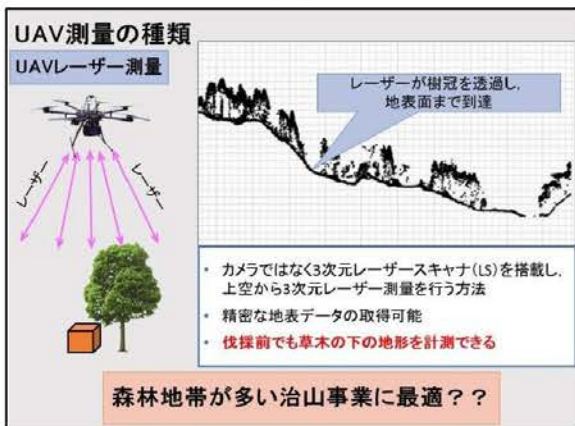
スライド6



スライド3



スライド7



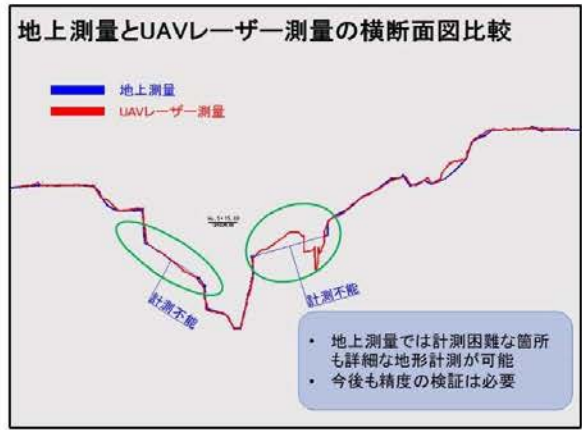
スライド4



スライド8



スライド9



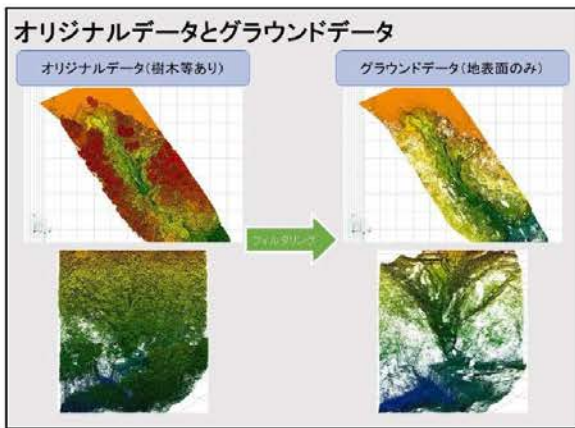
スライド13



スライド10



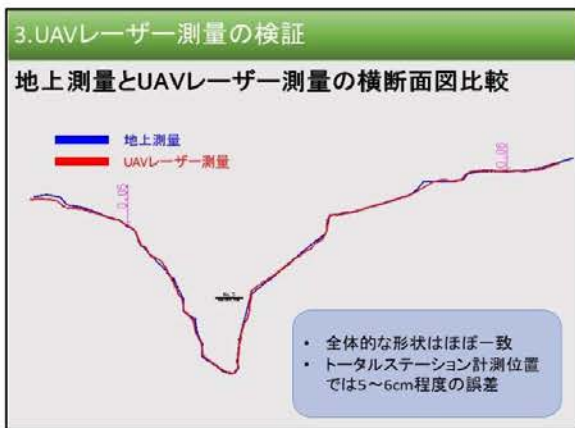
スライド14



スライド11



スライド15



スライド12



スライド16

地上測量の問題点②

地上測量の場合

多くの人員が必要

- 1現場当たりの平均人員: 測量13.3人 伐採5.4人 合計18.7人
- 現場条件によっては1現場に50人を超える人員を要する

種別	調査面積 (ha)	測量人員 (人)	伐採人員 (人)	人員計 (人)
山崩工	0.10	6.0	2.0	8.0
深層工	0.14	9.0	2.0	11.0
深層工	0.40	3.0	1.0	4.0
山崩工	0.30	34.0	16.0	50.0
深層工	0.07	6.0	2.0	8.0
山崩工	0.29	9.0	5.0	14.0
深層工	0.28	6.0	5.0	11.0
深層工	0.39	17.0	4.0	21.0
山崩工	0.09	3.0	2.0	5.0
山崩工	0.20	18.0	0.0	18.0
深層工	0.30	12.0	4.0	16.0
深層工	0.05	5.0	2.0	7.0
深層工	0.29	13.0	5.0	18.0
山崩工	0.75	32.0	20.0	52.0
深層工	2.20	36.0	6.0	42.0
山崩工	0.09	6.0	2.0	8.0
計	0.38	13.3	5.4	18.7

スライド17

地上測量の問題点④

地上測量の場合

設計検討の制限

- 横断測線以外の地形情報が無く、設計判断材料が乏しい
- 再度現場で確認・追加測量を行う必要がある

例

横断測線より得られた地形情報を基に横断を決定

横断測線以外の箇所では地形情報が乏しく再測量が必要 (延長、ポイントなどになることも...)

スライド21

地上測量の問題点②

UAVレーザー測量の場合

多くの人員が必要

- 一般的な治山事業の範囲であれば2~3時間で計測完了
- 人員で約50%の効率化 大規模な現場では更に効果的

工程	測量人員		
	作業人数(人)	日数(日)	人員計(人)
現地踏査	2.0	1.0	2.0
計測作業	3.0	0.5	1.5
測点杭設置・現地確認	3.0	2.0	6.0
計			9.5

スライド18

地上測量の問題点④

UAVレーザー測量の場合

設計検討の制限

スライド22

地上測量の問題点③

地上測量の場合

地上目線の限界

- 広範囲・複雑な地形の現場 倒木等による見通しの悪さ
- 既存施設位置・古い崩壊地等が不明確

風倒木により奥の状況確認が困難

伐開作業中に発見した既存施設

スライド19

地上測量の問題点④

UAVレーザー測量の場合

設計検討の制限

- 3次元視点で工程配置等を検討できる
- 任意点で横断面図作成可 机上検討ができる

机上で平面線形検討 縦横断面図自動作成

スライド23

地上測量の問題点③

UAVレーザー測量の場合

地上目線の限界

- グラウンドデータより既設構造物・林内路網等も判別可能
- 俯瞰的視点から全体を把握できる

オリジナルデータ(樹木あり)

グラウンドデータ(地表面のみ)

スライド20

5. UAVレーザー測量の問題点

UAVレーザー測量の問題点①

高額なコスト

外注	購入
<ul style="list-style-type: none"> 一般的な治山事業の範囲(10ha未満) 飛行計画, 計測, 後処理, データ作成 <p>150万円程度</p> <p>※成果物の要求精度・内容による</p>	<ul style="list-style-type: none"> ドローン本体, レーザー装置, 解析ソフト, タブレット端末, 高性能PC etc... <p>1,000万~2,800万円程度</p> <p>さらに...</p> <p>保険, メンテナンス, 人材育成費用 etc...</p>

費用対効果や運用方針等, 慎重な検討が必要

スライド24

UAVレーザー測量の問題点②

現場条件

現場環境の確認・法令順守の上、安全な計測体制の確立

<p>密生植物の測量可否</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 森林(本編作日あり)・・・OK ② つる性植物・・・苦手 ③ 竹やぶ・・・苦手 	<p>飛行禁止空域(航空法)</p> <p>国土交通省への手続き・許可が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> A) 空港等の周辺(進入表面等)の上空の空域 B) 150m以上の高さの空域 C) 人口集中地区(PID)の上空
---	--

その他・・・天候(雨・風) 電波状況 離発着場所...

スライド25

活用事例②

流木対策調査への活用

倒木が確認できる

樹高の計測も可能

地表面だけでなく立木・倒木も確認できる
⇒3次元データより流域内の流木量を把握できるのでは？

スライド29

UAVレーザー測量の問題点③

計測できない情報

現地調査でしか読み取れない重要な因子が多くある

土層区分	地山・新土区分	地山の安定度(土壌高度等)
湧水	小規模クラック	転石・浮石

スライド26

活用事例②

3次元出来形管理

出来形計測の3次元化

- 出来形管理の省力化
- 検査の省力化

出来形データの活用

- 施工地の正確な位置情報等の管理
- 経年変化の観察
- 災害時の復旧計画の指標

データ管理

スライド30

UAVレーザー測量の問題点③

計測できない情報

UAV測量の普及により現地への立ち入り機会が減少

↓

- 重要な因子の見落とし
- 『山を見て判断する』能力の低下

<p>UAV測量</p> <ul style="list-style-type: none"> 現況の地形計測 現場全体目線での検討 	<p>地上測量</p> <ul style="list-style-type: none"> 細部条件の確認 ピンポイントでの検討
---	--

上空目線と地上目線から相互補完する形での取り組みが重要

スライド27

活用事例②

3次元出来形管理

口永良部島の例

土石の堆積 被災前状況不明

被災前の3次元点群より判別

標準形状

出来形形状の3次元データ管理
⇒災害・施設点検・新規事業計画...様々な場面で活用可?

スライド31

6. 治山事業への活用法の考察

活用事例①

落石対策調査への活用

机上で様々な方向から落石シミュレーションを実施できる
⇒落石防護工計画の判断材料となるのでは？

スライド28

7. おわりに

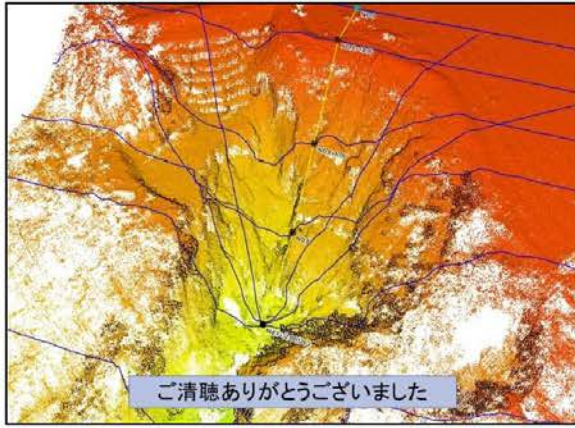
まとめ

- UAVレーザーは測量作業の安全化・効率化・精度向上が図れる
- コスト面・現場条件・地上測量との相互補完などが課題
- 3次元点群データはアイデア次第で様々な活用法がある

今後飛躍的に活用機会は増加する・・・

使う側の技術の習得・環境整備が急務

スライド32



スライド33

簡易型 I C T を活用した測量の実証について

大隅地域振興局 農林水産部 林務水産課 猩々 義英

1 はじめに

(スライド 1～4)

県内において、豪雨被害等による比較的大規模な山地災害については、復旧治山事業等の国庫補助事業により測量設計業務委託から復旧工事までを行っているが、国庫補助事業の対象とならない小規模な崩壊地の復旧や、過去に施工した治山施設の修繕が必要と認められる箇所については、県単治山事業で実施しており、職員が自ら現場で測量を実施し図面を作成するまで多くの労力と時間を費やしている。

そこで、令和 4 年度林地荒廃防止事業(垂水市新成三ツ割地内)において、残土の仮置が発生した際に、その形状や土量の算出においてモバイル端末を利用した測量成果の提出があり、これらの問題を解決できないかと思い、今回、簡易型 I C T であるモバイル端末を使った測量を実施したので、その結果を発表する。

2 県単治山事業の測量実施状況について

(スライド 5～6)

令和 4 年度の県単治山事業について、当係で昨年度に測量を実施した状況をとりまとめたところ、現場は 6 現場で測量に要した日数は 7 日間の 136 時間になる。全ての現場で刈払機やナタ鎌を使って、繁茂している植生の刈り払いを行い、特に夏場であったため熱中症に気をつけながら実施したが、曾於市では、測量に支障となる風倒木がいくつも折り重なっていたため、市に依頼して森林組合において伐採を実施した現場もあり、

1 現場当たりの測量は平均で 23 時間となった。

また、測量後は野帳を整理し、図面を作成するまで 3 日間程度で、測量から図面作成まで、概ね 1 現場当たり 27 時間程度を要していたことが分かった。

3 I C T を活用し測量及び図面作成を省力化

(スライド 7)

I C T を活用し測量及び図面作成をどのように省力化できるのか調べてみると、測量業務の一部をドローンやレーザーキャナー、モバイル端末

などのデジタル機器を使った 3 次元化によって置き換え、補完されていることが分かった。

今回は、設備費用が少額である簡易型 I C T のモバイル端末を操作してみて、どのようなメリットやデメリットがあるのか実証してみた。

4 モバイル端末を使った 3 次元測量

(1) モバイル端末とトータルステーションを使った測量の手順

(スライド 8～12)

まず、3 次元測量アプリとトータルステーションによる測量の手順について説明する。

① 標定点と検証点を設置する。

- ・評定点とは、地上の特定位置を、写真測量後のデータに位置情報を与えるための点であり、撮影範囲を囲むように 4 点を設置する。
- ・検証点とは、評定点を使用して座標を付与された 3 次元データの精度(平面位置と高さ)を確認するために使用される点であり、標定点で囲んだ範囲内に 2 点以上設置する。

② 設置した標定点と検証点の座標をトータルステーションで計測する。

③ 計測対象をモバイル端末に搭載されている LiDAR 機能で撮影しながら計測する。

- ・LiDAR 機能とは、「光による検知と測距」を行うもので、レーザー光を対象物に照射し、その反射光が戻ってくるまでの時間をもとに、対象物までの距離や方向を測定する機能で、iPhone や iPad の上位モデルにより計測することができる。

次に、計測可能範囲と距離については、

- ・今回使用した 3 次元測量アプリの計測範囲は 400 m²で、長辺が 40m 程度までが推奨され、写真測量ではあるが距離が長くなると誤差を累積してしまい精度が悪くなる。

④ モバイル端末の LiDAR 機能で取得した点群と撮影した画像データをアップロードする。

- ・3 次元測量アプリのサーバーに転送し、点群を合成しながら撮影画像の処理を行い 3 次元点群データを生成する。

⑤座標付与・精度確認

- ・生成された点群データに座標を付与し、変換後にモバイル端末で取得した検証点の座標と真値の較差を確認

⑥点群処理

- ・保存した点群データを出力後、点群データ処理ソフトウェアで解析し、面的な出来形を求める。

(2) 着工前測量実施後におけるモバイル端末測量の精度実証

(スライド 13~14)

現在発注している、令和 4 年度県単治山施設修繕事業(垂水市浜平中村地内)において、一部でモバイル端末による測量を行った。

着工前測量に当たっては、請負者が既に工事区域全体をドローン(UAV)による計測を行っており、モバイル端末測量により計測した横断形がどの程度違うのか実証してみた。

この現場の斜面上部は急な斜面で、歩行して撮影するモバイル端末測量は困難であることから、斜面下部で比較的緩やかな箇所を選定し実施してみた。

斜面上部のドローン(UAV)で撮影したデータと、斜面下部のモバイル端末測量結果をつなぎ合わせたものとなるが、重ねてみると大きな誤差がない結果となり、モバイル端末での測量精度が高いことが確認された。

(3) 県単治山施設修繕事業計画地におけるモバイル端末測量の実証

(スライド 15~22)

次に、これから県単治山施設修繕事業を計画している大崎町持留東地内において、モバイル端末による計測により、測量と図面作成が省力化になるのか実証してみた。

まず、崩壊斜面を含めた撮影範囲については、地山線を計測する必要があるため、撮影の支障となる繁茂している植生の刈り払いや風倒木の処理については全面を実施する必要があるため、植生の刈り払いは3時間、風倒木の玉切りと測量区域外への移動に4時間となった。これまで実施してきたトータルステーションによる測量では、測点方向について支障がある範囲だけの刈り払い作業と違い、労力と時間が必要となった。

今回の撮影した写真枚数は372枚で、点群データをクラウド上に保存するための時間が45分となったが撮影時間は6分程度で完了し、当現場で

は測量にかかる作業時間は大幅に短縮することができた。メーカーによるとおおむね1回当たりの撮影枚数は500枚程度で完了しないと、サーバーへの転送時間がかかるためネットワーク環境が整った場所で行うことが推奨されるようである。

次に、生成された点群データに座標を付与した後、取得した検証点について座標の精度確認を行った。

トータルステーションで座標計測した値とモバイル端末による地上写真測量との誤差は、座標値Xで最大30mm、座標値Yで最大41mm、座標値Zで最大5mmと、いずれも出来形計測時の測定精度±50mm以内となっていた。

次に、保存した点群を点群データ処理ソフトウェアに取り込み、図面を作成したが、3次元点群データであることから、どのような角度でも自在に現場の状況を確認でき、測点から崩壊した斜面や修繕したい箇所の方向を選定し、横断の点群抽出を行うことにより、高速で図面を作成することができた。

点群の間隔である計測密度は、国交省 I C T 活用工事の手引きにある 0.25 m²あたり1点となるように、また、繁茂した植生を考慮し、最下部の点群を抽出するように設定すれば、概ね 50 cm 間隔で作成される。

この点群データ処理ソフトウェアで作成した横断面図を、使い慣れた手持ちの CAD ソフトウェアに取り込むことができるため、図面作成にかかる作業時間は1時間程度となり、この現況の地山横断面図をもとに、法切等の計画線を入れれば実施図面が完成することとなる。

(4) モバイル端末測量にかかる費用

(スライド 23~26)

最後に費用について、モバイル端末により測量が可能なアプリや測量した点群データの処理が可能なソフトウェアは、たくさんのメーカーがあるが、それぞれ3社を選定し比較してみた。

まず、3次元測量アプリについては、メーカーにより色々な料金形態があるが、モバイル端末購入の初期費用からランニングコスト等を含めた5年間の概算費用は、複数の衛星から正確な位置情報を取得できる測量機器が付属されない安価な料金形態で1,435,000円からとなっており、年間で287,000円とランニングコストが必要となってくる。

次に、点群データ処理ソフトウェアについて、料金形態はメーカーにより月額・年額・購入とあ

簡易型 I C Tを活用した測量の実証について

り、ランニングコスト等を含めた5年間の概算費用は、安価な料金形態で1,030,000円となっており、年間で206,000円となる。

モバイル端末に係る費用をまとめてみると、3次元測量アプリと点群データ処理ソフトウェアを含めた最も安価な製品の組み合わせで、年額で493,000円になることが分かった。

5 まとめ

(スライド 27~29)

今回、簡易型 I C Tであるモバイル端末を活用した測量を実証した結果をまとめると、メリットとしては、座標精度の確認結果から測量の精度が高いことが分かった。

次に、モバイル端末で現場を撮影しているため、図面を作成する際は撮影画像を確認しながら、測点から崩壊した斜面や修繕したい箇所の方角を選定するだけで、容易に縦横断面図を作成することができた。

次に、現場によって色々と条件が違うが、今回の大崎町の現場では、測量や図面作成において、作業時間の短縮が図られた。

昨年度の県単治山事業での測量と図面作成の実績では、1現場当たり27時間程度を要していることを報告したが、今回のモバイル端末による実証では9時間となり、特に図面作成においては、短時間で正確な図面を作成できる結果となった。

次に費用の面については、従来の測量・図面作成方法よりも、モバイル端末測量を利用した方が安価となることが分かった。

現在の測量・図面作成方法を金額に換算するため、仮に、昨年度の測量実績により測量・設計業務の基準日額で経費を算定した場合、1現場当たり178千円程度となるが、モバイル端末とソフトウェア等の購入費用を当管内の昨年度現場数で除した値と、今回のモバイル端末を活用した測量実績で算定した値の合計で141,000円程度となり、1現場当たり37,000円安価となった。

デメリットとしては、崩壊斜面を含めた測量範囲内について、支障となる雑竹木や植生が繁茂している場合には、事前に伐採や玉切りを行い測量区域から移動させるなどの必要がある。今回の大崎町での現場では、小面積であったことから、トータルで見ると作業時間が短縮されたが、面積が広がるほど従来よりも多くの労力と時間を費やすこととなる。

次に、モバイル端末測量では、現場を撮影しながら測量することとなるため、歩行ができない急

傾斜地においては、測量することができない。

最後に、今回の実証で県単治山施設修繕事業等の小面積においては、簡易型 I C Tであるモバイル端末を活用した測量の有効性が確認できたが、測量範囲内の刈り払い作業や伐採作業に関しては課題が残る結果となった。

今後は、各現場にあった I C Tの活用を積極的に進めていきたい。

今回の実証に当たり、御協力頂いた請負者及びメーカーの方々に改めてお礼を申し上げ私の発表とする。

簡易型ICTを活用した測量の実証について

ドローン (UAV)

地上レーザースキャナ (LS)

簡易型ICT (モバイル端末)

大隅地域振興局林務水産課
森林土木第一係 狸々 義英

スライド1

令和4年度県単治山事業測量実施状況

日付	内容	場所	人数	時間	対処	伐採	備考
R4.1.27	測量	豊水市中村地区内	2人	4h×2人=8h	○	×	
R4.7.6	測量	豊原市井科地区内	1人	4h×1人=4h	○	×	
R4.7.7	測量	志布志市船尾地区内 志布志市飯塚地区内	3人	8h×3人=24h	○	×	
R4.7.26	測量	豊原市高橋地区内	3人	8h×3人=24h	○	×	
R4.7.13	測量	志布志市飯塚地区内	3人	8h×3人=24h	○	×	
R4.8.3	測量	曾於市向原地区内	3人	8h×5人=40h	○	○	森林組合 2人
R5.2.9	測量	曾於市向原地区内	3人	4h×3人=12h	○	×	
合計	7日間	6箇所		136時間			

スライド5

R2梅雨防災山腹崩壊地の復旧状況

豊原市上飯川町神之瀬 地区内

スライド2

令和4年度県単治山事業測量実施状況

測量：136時間 × 6班進 = 23時間 + 区画：3日間(24h) × 6班進 = 4時間

合計：27時間/班進

スライド6

県単治山施設修繕事業対象箇所

スライド3

ICTを活用した3次元測量

項目	ドローン(UAV)撮影	レーザースキャナ(LS)計測	モバイル端末撮影・計測
メリット	・安全に広範囲を早く撮影できる。 ・撮影した画像から点群データを生成できる。	・短時間で精度の高い3次元点群データが計測できる。	・iPhoneやiPadに搭載されたセンサーによるデータと画像で3次元点群データが生成できる。
デメリット	・強風等の気象条件に左右される。	・データ量が膨大となる。	・多発未注
設備費用	20~200万円 RTK搭載程度	700~1,000万円程度	iPhone 14 Pro 149,800円 iPad Pro 11インチ 124,800円
イメージ			

スライド7

残土仮置場におけるモバイル端末測量

豊水市新城三ツ割 地区内

カメラキャリブレーション及び精度検証試験結果報告書

スライド4

モバイル端末とトータルステーションを使った測量の手順

検定点：撮影制御4点
検定点：中央付近2カ所

検定点4点設置

検定点2点設置

スライド8

モバイル端末とトータルステーションを使った測量の手順

マーカー設置

標定点：撮影範囲4隅
検証点：中央付近2ヶ所



マーカー座標取得

トータルステーションで計測



撮影

計測したい箇所全体を捉えるように計測対象と正対して撮影



スライド9

事例1 着工前測量におけるモバイル端末測量





スライド13

LiDAR (Light Detection And Ranging)機能

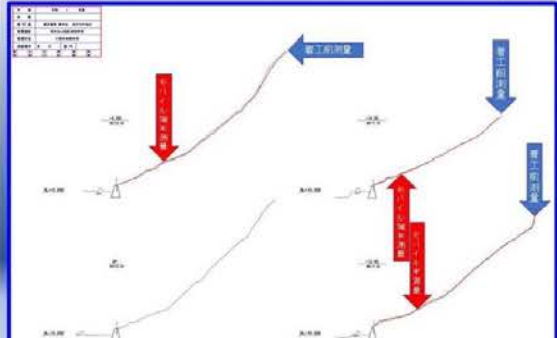
「光による検知と測距」を行うもので、レーザー光を対象物に照射し、その反射光が戻ってくるまでの時間（光パルスの飛行時間）をもとに、対象物までの距離や方向を測定する方法で、LiDAR計測機能が搭載されたiPhoneまたはiPadで利用可能

- iPhone
iPhone 12 Pro / iPhone 13 Pro / iPhone 14 Pro
- iPad
iPad Pro 11 インチ (第2世代; 2020年) 以降のモデル
- LiDARスキャナ位置




スライド10

事例1 着工前測量におけるモバイル端末測量



スライド14

計測可能範囲と距離

計測範囲は、平場で1回あたり400mが目安で、長辺40m程度
現場面積の例

~400㎡

10m × 40m

20m × 20m

写真測量ではあるが、距離が長くなると精度を高めずしてしまい精度が悪くなる。

1m × 400m

スライド11

事例2 修繕事業計画地におけるモバイル端末測量



スライド15

モバイル端末とトータルステーションを使った測量の手順

マーカー設置

標定点：撮影範囲4隅
検証点：中央付近2ヶ所



マーカー座標取得

トータルステーションで計測



撮影

計測したい箇所全体を捉えるように計測対象と正対して撮影



取得データアップロード

取得したデータをアプリのサーバに転送



座標付与・変換・検証

生成された点群データにマーカー座標付与・変換、精度検証



データエクスポート

成果物等各種データ出力し点群データ処理ソフトウェアで解析



スライド12

事例2 修繕事業計画地におけるモバイル端末測量

刈り払い前の状況



刈り払いの状況



刈り払い：3時間×1人 = 3時間

測量前の状況



玉切り・移動：2時間×2人 = 4時間

測量後の状況



スライド16



スライド17



スライド21

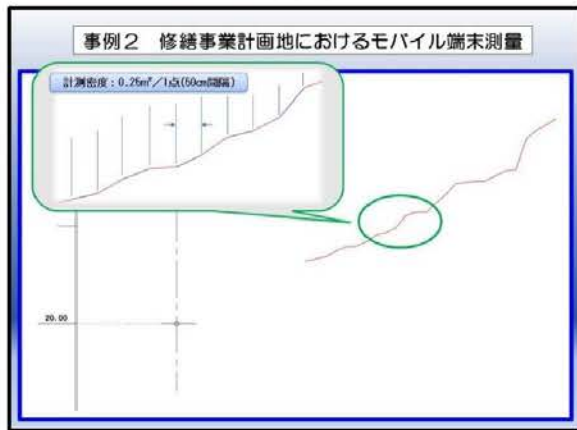
座標精度の確認結果

○差の確認(測定精度)
地上写真測量による計測結果(X,Y,Z) - 真値とする検証点の座標値(X,Y,Z)

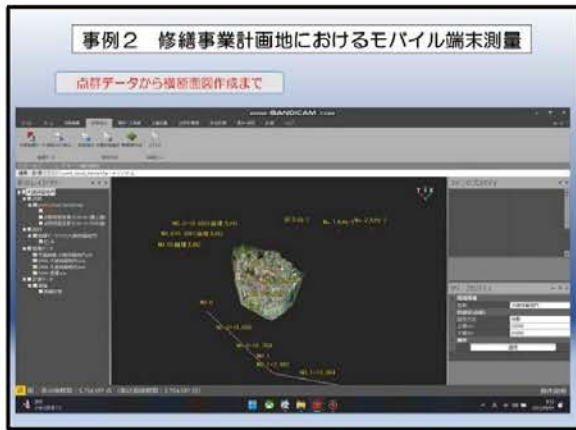
検証点の座標間較差			
検証点	ΔX	ΔY	ΔZ
1	-0.030	-0.041	-0.001
2	-0.010	-0.019	0.005

X成分(最大)≒0.030m(30,000mm):(出来形基準値±50mm以内)
Y成分(最大)≒0.041m(41,000mm):(出来形基準値±50mm以内)
Z成分(最大)≒0.005m(5,000mm):(出来形基準値±50mm以内)

スライド18



スライド22



スライド19

モバイル端末測量に係る費用

3次元測量アプリ

点処理ソフトウェア

スライド23



スライド20

モバイル端末測量に係る費用(3次元測量アプリ)

製品名	A社	B社	C社
初期費用	800,000円 モバイル端末+位置情報機器	250,000円~	205,000円 モバイル端末+QRコード
ランニングコスト	250,000円 年プラン+通信料+課税料	1,008,000円 年プラン+通信料+課税料	246,000円 年ライセンス+付加料
通信費/年	84,000円 7,000円/月課	84,000円 7,000円/月課	
その他必要な機器	-	594,000円/年 ソフトウェア	測量機器 位置情報取得
5年間契約 概算費用	2,050,000円	5,280,000円~ +ソフトウェア	1,435,000円 +測量機器

・5年間契約概算費用については、通信費を除く

スライド24

簡易型 I C T を活用した測量の実証について

モバイル端末測量に係る費用(点群データ処理ソフト)

製品名	A社	B社	C社
ソフトウェア	700,000円 購入	29,800円/月~ 月額利用料	450,000円/年 年額利用料
ランニング コスト	60,000円 ※保守料金 5年一括240,000円	ブラウザ上で操作	サポートと アップデート費用
設置料	30,000円	—	—
導入指導料	60,000円	—	—
5年間契約 維持費用	1,030,000円	1,788,000円~	2,250,000円

スライド25



スライド29

モバイル端末測量に係る費用

3次元測量アプリ
287,000円/年

+

点群データ処理ソフトウェア
206,000円/年

合計:493,000円/年

スライド26

モバイル端末測量実証結果のまとめ

メリット

- ・ 測量の精度が高い
- ・ 撮影画像(3次元点群データ)を確認し、任意の方向に縦横断面図を作成可能
- ・ 測量や断面作成において、作業時間が短縮

区 分	R4実績	モバイル端末	備考(モバイル端末)
測 量	23時間/現場	8時間/現場	撮影範囲内の刈り払い等含む
断面作成	4時間/現場	1時間/現場	
合 計	27時間/現場	9時間/現場	

- ・ 従来の測量・断面作成方法よりも、モバイル端末測量が安価

区 分	R4実績		モバイル端末	
	測量・設計費用(※税別)	購入費用+6現場(R4)	測量・設計費用(※税別)	月額利用料
測 量	146,880円/現場	287,000円/年(アプリ)	51,000円/現場	
断面作成	31,100円/現場	206,000円/年(ソフトウェア)	7,775円/現場	
合 計	¥178,000円/現場	82,100円/現場	58,775円/現場	¥141,000円/現場

スライド27

モバイル端末測量実証結果のまとめ

デメリット

- ・ 測量範囲内については、事前に対り払いや伐採・移動等の作業が必要
- ・ 歩行ができない急傾斜地では、測量(撮影)が困難

スライド28

治山施設の維持・管理と長寿命化対策について

始良・伊佐地域振興局 農林水産部 林務水産課 本村大志

1 はじめに

【スライド1～4】

近年、地球温暖化など気候変動による集中豪雨が全国的に多く発生している。

「雨の降り方の変化」に関する国土交通省の資料によると、昭和51年から令和4年における、時間雨量50mm以上の短時間降雨の発生件数が増加傾向となっており、直近10年間は年平均328回で37年前に比べて約1.5倍に増えている。

さらに、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、雨に弱い土質であることから、山地崩壊や土砂流出の被害が例年、梅雨期と台風期を中心に発生している。

山地災害の復旧や予防のために治山事業を実施している一方で、既設の治山施設においては、風雨や地震等の影響を受け、構造物の損傷や土砂崩壊等により、治山施設としての機能が低下している現場が年々増えていく。

今回、管内の治山施設修繕事業等の施工箇所において修繕等が必要となった要因等を分析するとともに、今後、治山施設の長寿命化を図るための設計及び維持・管理等について検討を行ったので報告する。

2 治山施設個別施設計画

【スライド5】

国において、平成25年に「インフラ長寿命化基本計画」が策定された。これは、道路、鉄道、港湾、空港などの産業基盤や水道、学校等の生活基盤、治山治水といった国土保全のための基盤などあらゆる基盤をインフラとして捉え、国や地方公共団体が一丸となって戦略的に維持管理・更新等を推進するための計画である。

この基本計画に基づき、国の各省庁、地方公共団体は行動計画を策定することとされ、林野庁においては、平成26年にインフラ長寿命化計画が策定された。

さらに、個別具体の計画として、個別施設計画を策定することとされ、本県においては、令和2年度に各地域振興局・支庁ごとに治山施設個別施設計画が策定され、当振興局においても令和

3年3月に個別施設計画を策定した。

個別施設計画は、治山施設の点検・診断によりデータを収集、整理した上で、対象施設を選定し施設毎に講じる対策を記述している。

【スライド6】

施設の点検により健全度評価を行っており、評価区分は健全度Ⅰ～Ⅳまでであり、健全度の数字が大きくなるほど損傷等が大きくなり、健全度Ⅲ、Ⅳについては、特に損傷の度合いが大きいもので、対策が必要となる。

【スライド7】

これが、当管内の個別施設計画で、項目を一部抜粋したもので、施設の場所、施設の諸元、施設の現況、計画、実績等が記載されている。

健全度と保全対象の重要性等を勘案し、管内3市1町で23地区28の施設について修繕等を行う計画となっている。

3 調査地の概要

個別施設計画に基づき、令和3年度以降治山施設修繕事業等を実施した現場の調査を行った。

【スライド8～13】

① 伊佐市 大口曾木 佐野地区

住宅地に近接する山腹斜面で、昭和47年度と平成19年度にコンクリート土留工と山腹工を施工している。

土留工の背面は傾斜が約40度のクヌギ林であり、令和2年に斜面が崩壊した。山腹上部に宅地があり、その流下水と山腹内の表面水により山腹崩壊が生じたと考えられる。

被災時の写真で分かるように、土留工自体には異常はなかったため、その上部山腹の復旧を行った。

復旧工法としては、モルタルマット張工を採用した。布製型枠を山腹斜面に設置し、モルタルを注入するもので法面の保護と上部からの流下水及び表面水処理を兼ねている。モルタルの平均厚さが約10cmで、24cm間隔で水抜フィルターを配置

している。

【スライド 14～18】

② 伊佐市 大口宮人 長迫地区

社会福祉施設の敷地の下方に隣接する山林であり、平成 13 年度にコンクリート土留工と山腹工を施工した。

令和 2 年の豪雨により、施工区域の一部とそこに隣接する山腹斜面が崩壊し下流の田へ大量の土砂が流出した。

崩壊した山腹と下流への土砂流出状況は写真のとおりで、土砂崩壊の主な原因は上部の施設用地からの流下水と考えられる。

土留工自体には異常はなく、その上部山腹の復旧を行った。通常の盛土山腹工で、積苗工、木柵工と植栽を行った。上部敷地からの排水は土塁工を施工し、山腹内の水路に導水した。また、地下水についても、崩壊した箇所谷部に暗渠工を施工し土留工まで導水している。

【スライド 19～25】

③ 始良市 蒲生町米丸 井手平地区

令和元年度にコンクリート土留工とモルタル吹付工、山腹工を施工した箇所において、令和 2 年の豪雨によりモルタル吹付工の下部の山腹が洗掘され、下流に土砂が流出した。

被災時の写真で分かるように、モルタル吹付面の下部が高さ約 2 m にわたり洗掘された。

土留工自体には異常はなかったため、モルタル吹付面の下側にコンクリートを封入した繊維マットを敷設して洗掘面の保護を図り、さらに U 型水路を施工した。コンクリート封入マットはコンクリートキャンバスと呼ばれており、特殊配合のコンクリートと繊維質の布地からなる厚さが 5 mm の複合材料で、敷設後に散水することで硬化する。このコンクリートキャンバスの法尻部に U 型トラフを施工し、土留工まで導水した。

現地調査の結果、コンクリートキャンバスとモルタル吹付面はシーリングされており、水漏れ等は確認されなかった。

【スライド 26】

以上の 3 現場と今年度施工中の山畑地区の現場における被災要因と工事概要等をまとめた表である。

主な被災要因は、施工地上部にある敷地からの流下水が 4 件中 3 件で最も多く、次いで施工地の表面水と湧水で、いずれも構造物の劣化等による

ものではなく、排水施設がもともと設置されていない山腹施工地及び周辺地の土砂が崩壊し下流へ流出したものであった。

被災の規模や工法の違いにより、工事費に大きな差があるが、山腹工事面積当たりの工事費では 1 m² 当たり 26 千円～43 千円の範囲にあった。また、修繕に掛かった工事費を既設施設の新設から修繕までの年数で割った金額を、年間維持費とした場合、69 千円から 1,328 千円となる。井出平地区の工事費は最も低いですが、維持費として考えると最も費用が高くなる。

4 調査結果のとりまとめ

修繕工事を行った現場及び現在施工中の現場の調査結果から、施設の長寿命化を図るための対策について検討を行った。

【スライド 27】

(1) 治山工事の計画・設計に関する事項

① 上部からの流下水について

流量が多い場合、土塁工等で水を 1 箇所に集めて山腹内の水路に導水する。また、場合によっては、山腹内には導水しない。モルタル吹付面では雨水は全て表面水として流下するので、吹付面積が大きい場合は、その下部へ水路工の設置、跳水防止版の設置などが有効と考えられる。

② 湧水について

現在施工中の山畑地区においての例で、土留工計画位置の周辺からの湧水が確認されたため、検討の結果、コンクリート土留工を管枠土留工に変更した。通常、設計時に湧水の現地確認は行いが、床掘時に湧水が確認されることもあるので、適宜、管枠工やフトン管、暗渠工や栗石工等の排水対策を取ることが重要と考える。

③ 工事区域等について

山腹の崩壊が、既設の治山工事区域の周辺部や工事区域に挟まれた工事未施工区域で発生しているケースがみられたことから、工事区域の取り方や切土法面と地山との擦付部の設計に留意する必要があると考えられる。例えば、山腹の崩壊区域だけでなく、周辺部の地形や地質等を調査した上で、工事区域を上げたり、あるいは、切土断面が大きい場合、地山との擦付部の法長が長大になり崩壊源となる可能性もあるため、勾配を緩くしたり、小段を設けたりすることが挙げられる。

【スライド 28～29】

(2) 施設の維持・管理，修繕等に関する事項

治山事業は，毎年度計画的に実施しており，当然，施設数は増加していく。一方，コンクリート構造物や山腹工は，豪雨等の気象上の影響を受け，経過年数とともに施設としての健全度は通常低下する。

よって，施設の維持・管理，修繕等は単に継続するだけでなく一層強化していく必要がある。

治山施設は，完成後，土地所有者に譲渡されるが，排水施設の排土や植栽木の手入れなど簡易な管理については，所有者が行うことを原則としている。しかし，高齢化や不在村化等の問題もあり，所有者だけで維持・管理を継続することは困難な状況になってきている。

そこで，引き続き，治山事業と施設の維持管理の必要性について理解を求めつつ，市町や地域住民，地域防災ヘルパー等との連携を図り，現場の情報共有や維持・管理の協力をもらうよう働きかけ，連携体制を定着させることが重要であると考ええる。

また，個別施設計画を基本として施設の更新等を図るが，新たに設置された施設や当初の計画になかった施設についても，点検等による情報収集を行い，健全度と保全対象の位置等を確認し，計画を随時，見直していく必要がある。

中長期的なトータルコストの縮減を図るためには，構造物の損傷や土砂崩壊・流出が軽微である早期段階の予防的な修繕等を行うことが効果的であり，また，事業に着手するまでの応急措置など被害拡大防止対策を取ることも重要である。

さらに，最近では，人家裏の治山施工地にある立木伐採をしてもらえないかとの問合せがある。土留工背面の盛土山腹部には，通常，落葉高木のクヌギやヤシャブシを植栽しているが，植栽樹種を低木や常緑樹にし，伐採や管理の負担を軽減するなどの対策も今後検討していく必要があると考える。

5 最後に

最後に，治山工事の施工により，維持・管理していく施設は年々増えていくが，個別施設計画と施設の点検履歴等を基に，引き続き，現状の把握とデータ蓄積に努め，災害に強い治山施設の設計と適切な維持・管理により治山施設の長寿命化を図っていきたいと思う。

治山施設の維持・管理と長寿命化について

始良・伊佐地域振興局 林務水産課
本村 大志

スライド1

インフラ長寿命化に係る計画の策定の経緯

インフラ長寿命化基本計画（基本計画）【国】 H25年11月

↓

（国（各都府県），地方公共団体において行動計画を作成）

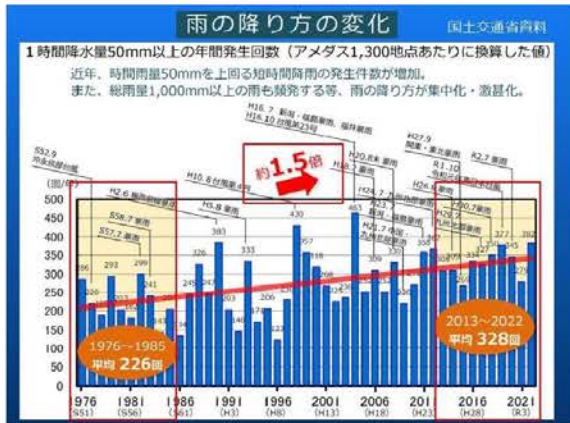
林野庁インフラ長寿命化計画（行動計画） H26年8月

↓

（国（各都府県），地方公共団体において個別施設計画を作成）

鹿児島県始良・伊佐地域振興局 治山施設個別施設計画 R3年3月

スライド5



スライド2

施設の健全度の評価区分

健全度	施設の状態
健全度Ⅰ	異常なし又は軽微な損傷等
健全度Ⅱ	損傷等が認められるが、施設全体の機能は維持されている
健全度Ⅲ	損傷等が認められ、施設全体の機能の低下が生じる可能性がある
健全度Ⅳ	著しい損傷等により、施設全体の安定性や強度が低下している

スライド6



スライド3

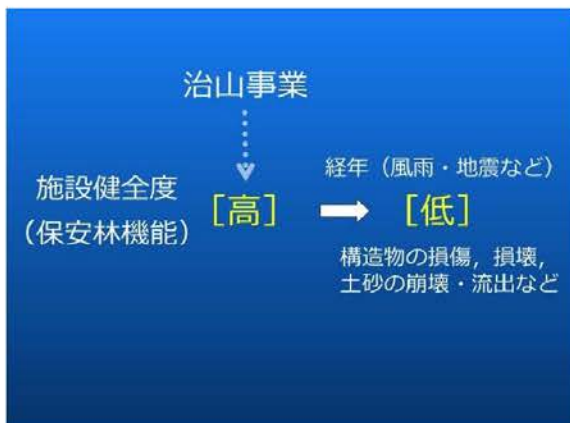
治山施設個別施設計画（抜粋）

市町	大字	字	施設種別	施設名称	計画年度	工事費(百万円)	工事内容	工事種別	工事状況
...

実績内容/概算工事費/事業名
 計画内容/概算工事費
 施設の現状 健全度評価/備考
 施設諸元 工事/完成年度
 市町/大字/字

23地区28施設

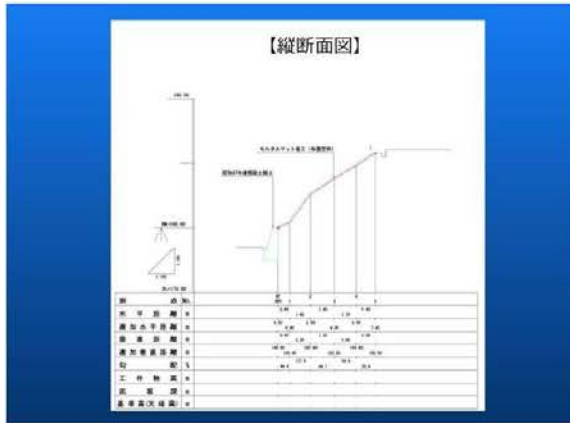
スライド7



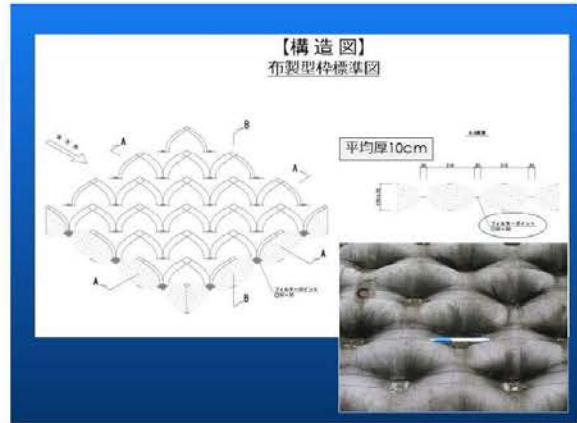
スライド4



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



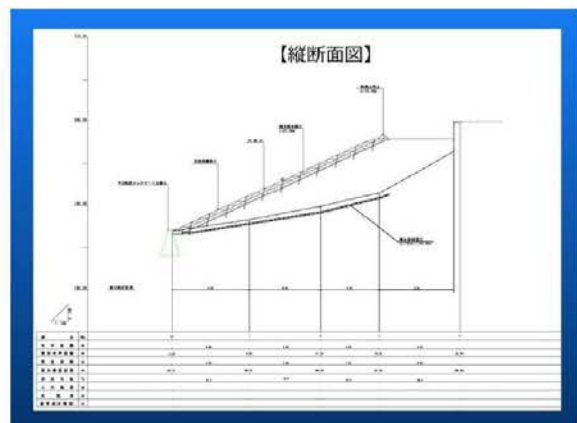
スライド11



スライド15



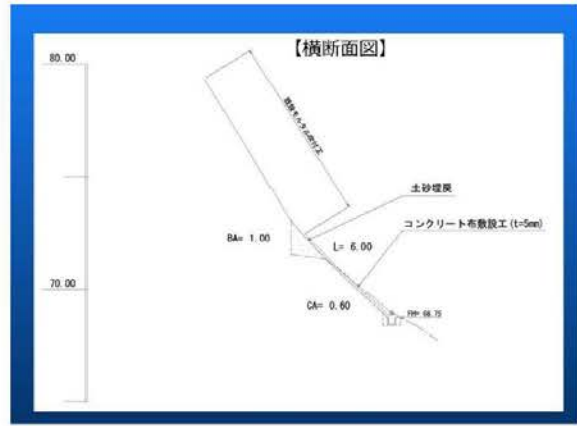
スライド12



スライド16



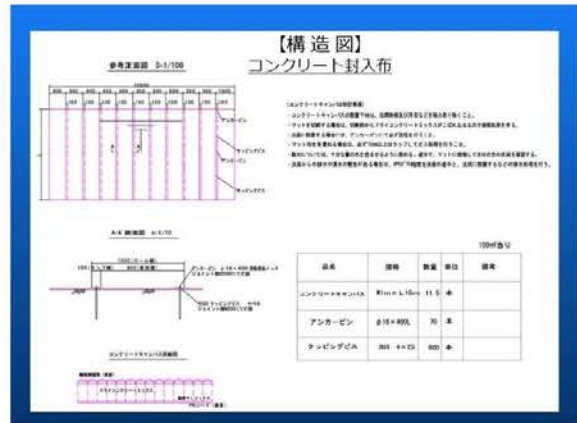
スライド17



スライド21



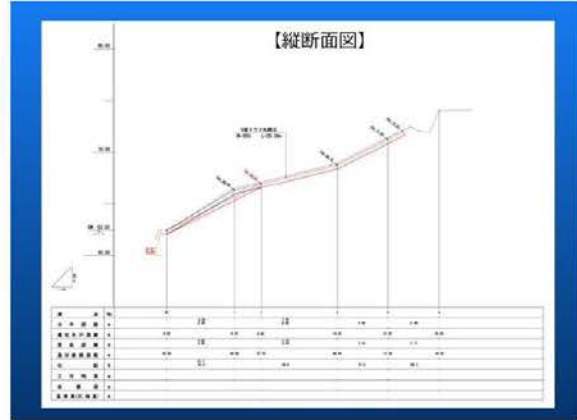
スライド18



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

施設の長寿命化対策 (②維持・管理, 修繕等)

土地所有者
高齢化, 不在村化 → 簡易な維持・管理が困難なケース増加

↓

県

- ・市町, 地域住民, 地域防災ヘルパー等と連携 (現場の情報共有, 維持・管理の協力)
- ・現場状況等を踏まえた修繕計画の見直し
- ・早期段階の予防的な修繕, 応急措置
- ・維持・管理の負担軽減に資する設計

スライド29

修繕工事箇所の比較表

場所	伊佐市大口豊木 佐野 地内 S47施工地及び隣接地	伊佐市大口宮人 長瀬 地内 H13施工地及び隣接地	始良市瀬生町米丸 井手平 地内 R元施工地	伊佐市大口針持 山通 地内 [施工中] 563施工地及び隣接地
主な被災要因	上部敷地(宅地)からの流下水	上部敷地(専業場)からの流下水	施工時の排水処理	上部敷地(隣地)及び施工地の流下水及び湧水
山腹工事面積	0.01 ha	0.02 ha	0.01 ha	0.13 ha
対策(主な工種)	・鉄筋コンクリート張工 (布製型枠工) ・伏工	・積生鉄水路工 ・土留工 ・山腹工	・U型コンクリート水路工 ・コンクリート野入布敷設工 ・伏工	・法切工 ・簀竹土留工 ・U型コンクリート水路工 ・山腹工
工事費(設計額)	3,388千円 [34千円/㎡]	8,600千円 [43千円/㎡]	2,695千円 [27千円/㎡]	33,250千円 [26千円/㎡]
年間維持費推定	69千円/年	430千円/年	1,328千円/年	978千円/年

スライド26

施設の長寿命化対策 (①計画・設計)

調査結果	設計上留意すべき点
施工区域上部から流下水あり	・土留工, 水路工の配置 ・跳水防止
施工区域内に湧水あり	・湧水, 浸透水の確認 (床掘時) ・フトン管工, 簀竹工 ・暗渠工, 栗石工 ・基礎・裏栗石
工事区域の隣接地にかけての崩壊が多い	・工事区域の取り方 ・切土法面の擦付け部の切土線

スライド27

施設の長寿命化対策 (②維持・管理, 修繕等)

治山施設数 … 年々増加
健全度 … 年々低下

↓

施設の維持・管理, 修繕等の継続, 強化

スライド28

効率的な森林整備に向けた林道の開設について

鹿児島地域振興局 農林水産部 林務水産課 福永隆太

1. はじめに

(スライド1～4)

当管内では、鹿児島市旧松元町の南部に位置する松元南部地区において、効率的な森林整備や木材輸送を目的に「林道 横見谷線」を開設している。横見谷線は、計画延長5,650mの本線と併せて、支線3路線を一体的に整備する計画とし、平成22年度から開設を開始、現在の本線進捗率が87%、支線は、3路線のうち2路線が開設済みで、1路線が今後開設予定としている。

森林整備の実施状況は、森林整備計画面積224haに対し191ha実施され、実施率は85%で、計画的に森林整備が進められている。

また、森林資源の充実に伴い、主伐が増加しているが、全ての主伐箇所でも再造林が実施され、持続可能な林業経営を目指した、森林資源の循環利用が行われている。

2. 横見谷線の開設に至った経緯

(スライド5～6)

当時の松元南部地区は、会社有林や生産森林組合等が所有する森林が面的にまとまっている地域であったが、森林整備に必要な路網整備が進んでいない状況で、特に幹線となる林道は、開設年度が昭和30年と古く、規格や構造が当時のままで、効率的な森林整備に必要な路網整備が課題となっていた。

路網整備の課題を踏まえ、松元南部地区の生産森林組合や林業事業者が主体となり、持続可能な林業経営を目指した効率的な森林整備に必要な路網を整備するため、「松元南部地区森林整備・木材生産推進協議会」を発足、「横見谷線」の開設要望が提出され、協議会会員や鹿児島市、県と一体となって、路線計画を策定している。

3. 路線計画

(スライド7～8)

計画線形は、既設林道や既設作業道を利用し、地形や地質を踏まえ、林内へアクセスしやすい計画とし、本線を木材生産や森林整備が効率的に実施できる位置に配置、支線は、本線からの木材生

産や森林整備が効率的に行えない森林の区域をカバーするために、3路線計画している。

開設効果を、路網から森林までの到達距離で見ると、開設前は、特に効率的な作業が可能とされる200m以下の森林が利用区域の1割であったが、開設後は、利用区域の8割を超え、効率的な森林整備が期待される計画となっている。

4. 継続的な協議会

(スライド9～11)

これまでの林道開設に当たっては、現地条件を踏まえ、森林所有者等と調整を行い、路線計画を策定しているが、開設工事が開始されると、森林所有者等との協議の場がなくなり、供用開始区間の活用実態や改善要望などを調整する機会がない状況であった。

一方で横見谷線では、供用開始区間の活用実態や改善要望などを調整するため、協議会会員や鹿児島市、県の林道担当者、森林総合監理士と一体となって、毎年、協議会で意見交換を実施しており、効率的な森林整備に向けた林道開設に伴う3つの課題が抽出され、次のとおり課題解決に向けた検討を行った。

5. 課題の検討

(1) 取付道の構造検討

(スライド12)

横見谷線は、既設林道等を有効利用し林内へアクセスしやすい計画としているが、開設する林道と既設作業道が寸断される場合があり、その場合、林道と既設作業道を接続する取付道を計画することで、林内へのアクセスを可能とし、計画当時の林業機械や既設作業道の幅員を踏まえ、幅員2m～2.5mの取付道を計画していた。

(スライド13～14)

開設当初、使用されていた林業機械は、ウインチ付きグラップルが3～4tクラスのベースマシン、フォワーダが3t以下クラスと、機械幅が2m以下の小型機械が使用されており、幅員2m～2.5mの作業道が開設されていた。

一方で、現在、使用されている林業機械は、ウ

効率的な森林整備に向けた林道の開設について

インチ付きグラブやプロセッサが9～13tクラスのベスマシン、フォワーダが5tクラスと、機械幅が2.5m程度の中型林業機械を使用しており、幅員3mの作業道を開設している状況である。(スライド15)

開設当初と現在を比較すると、森林資源の充実に伴う大径材の増加等により、使用される林業機械が大型化し、林業機械の走行に使用される作業道の幅員が3mとなっている。

そのため、当初計画していた取付道の幅員と実際に使用される作業道の幅員が異なるため、取付道の構造を変更する必要がある。

また、林業機械の大型化に伴う安全性の確保、効率性の向上を図るため、両方向から侵入が想定される箇所、林道と取付道の接続方向の検討が求められた。

(スライド16)

協議会での改善要望や課題を踏まえ、取付道の構造を変更し、幅員3mで施工している。

また、協議会会員の意見として、木材の積込み作業等で取付道までトラックの進入が想定されたため、地形などの現地条件を踏まえ、切土量などの経済性を考慮し、2級林道の最小曲線半径である12mで林道との接続方向を両方向に施工している。

取付道の構造を再検討したことで、協議会会員が使用する林業機械等に対応した構造となり、効率的な森林整備が可能となっている。

(2) 土場の確保

(スライド17～18)

間伐等により搬出された木材の仕分けや集積場所となる土場は、協議会会員の意見や森林整備計画、既設作業道の位置を踏まえ、本線に3箇所、支線に4箇所、配置している。

また、横見谷線は既設林道等を有効利用しているが、一部平面線形を変更した箇所では、既設林道用地を土場として活用できるよう、土場の確保に配慮した計画としている。

(スライド19～20)

開設当初の木材輸送は、搬出された木材をまとめて原木市場に輸送していたが、現在の出荷事例を見ると、新たな木材の供給先となる木材加工施設や木質バイオマス発電施設、港を経由した需要先など、供給先の選択肢が多様化し、各供給先へ直送している。

各供給先へ直送するにあたり、供給先が求める径級等に土場で仕分ける必要があり、仕分け作業

や集積する土場が不足している状況であった。

(スライド21)

協議会での改善要望や課題を踏まえ、当初計画時点で土場として活用できるよう配慮していた既設林道用地の位置などを、協議会会員に情報提供している。

情報提供した結果、作業道開設に併せて簡易な改良を行い、土場として活用されている。

(スライド22～23)

また、既設林道用地等を検討した上で、土場が不足する場合は、現地条件を踏まえた検証を行い、新たな土場の設置を検討した。

検証方法は、地形やトラックへの積込み作業が可能などの現地条件を踏まえ、新設土場の位置を仮定し、既存土場とそれぞれのフォワーダの運搬効率を効果検証した。

フォワーダの積載量を5m³とし、積込み、積下しの所要時間を8分、運搬時間を時速5kmで算出し、1時間当たりの木材運搬量を比較したところ、運搬効率が1.7倍となり、効率的な森林整備が見込まれる検証結果となった。

協議会会員との協議を重ね、地形等の現地条件等による効果検証を行い、新たに土場を設置している。

既設林道用地の活用や新たな土場を設置することで、協議会会員が求める効率的な森林整備や多様化した供給先に対応する仕分け作業等が可能となっている。

(3) 2号支線の延伸検討

(スライド24)

横見谷2号支線は、幅員3.6mの林業専用道で、本線の間中位置を起点に、既設林道を有効利用した線形で、既設林道終点までの延長1,780m、利用区域西側の森林整備を実施するため、重要な支線として計画している。

(スライド25)

開設開始から13年経過し、利用区域内の森林整備が計画的に実施されているなかで、利用区域外の周辺森林所有者の森林整備の意欲が高まり、利用区域外の森林所有者等から、現在の利用区域の奥地に位置する森林整備を実施するため、2号支線を延伸してほしい旨の要望が、今年度の協議会に提出され、2号支線の計画内容の再検討が開始された。

(スライド 26～27)

要望は、既設林道終点までの突っ込み線形としていた2号支線を、新たに森林整備を実施したい区域を通過し、その先の市道へ取り付け、連絡線形とする内容となっている。

2号支線が連絡線形となることで、既存利用区域(特に2号支線の現計画の終点区域の森林整備)の木材輸送の効率化が図られる。

また、延伸した場合の開設効果を、路網から森林までの到達距離で見ると、延伸前は、特に効率的な作業が可能とされる200m以下の森林が追加区域の3割であったが、延伸後は、追加区域の全域となり、新たに追加される区域の路網から森林までの到達距離が改善され、効率的な森林整備が期待される計画となる。

2号支線の延伸検討については、協議会において、具体的な線形検討及び現地踏査を計画しており、周辺森林所有者等と調整の上、検討を進めていくこととしている。

6. 考察

(スライド 28～29)

実際に使用されている林業機械に応じた取付道の構造変更や、仕分け作業等に必要な土場を確保するために既設林道用地の情報提供や新たな土場の設置、利用区域外の森林所有者等の意見を踏まえた2号支線の線形を見直す検討を進めるなど、協議会と連携して林道開設を進めることで、効率的な森林整備に向けた課題解決が可能となる。

協議会と連携した林道開設のスキームは、協議会会員の意見を踏まえたニーズに応じた林道計画の策定(Plan)、林道開設工事及び開設工事の進捗を随時提供し、計画的な森林整備の実施(Do)、協議会で森林整備における林道開設効果の検証と課題を抽出(Check)、課題解決に向けた計画の見直し及び開設工事へ反映(Action)されることで、PDCAサイクルによるニーズに応じた効率的な森林整備に向けた林道が開設されている。

7. 今後の展開

(スライド 30)

横見谷線開設工事完了後も協議会を継続していく方針で、森林整備における新たな課題の抽出や、抽出された課題解決に向けた検討を行い、必要に応じて林道改良事業を実施するなど、引き続きPDCAサイクルによる効率的な森林整備に向けた林道の質の向上を図ることとしている。

(スライド 31～32)

また、これまでの横見谷線の事例を踏まえ、松元地域の横見谷線以外の7路線の既設林道について、協議会会員から「いずれも開設年度が古く、幅員や路面状況により効率的な森林整備につながっていない路線があり、検討が必要」などの意見がある。

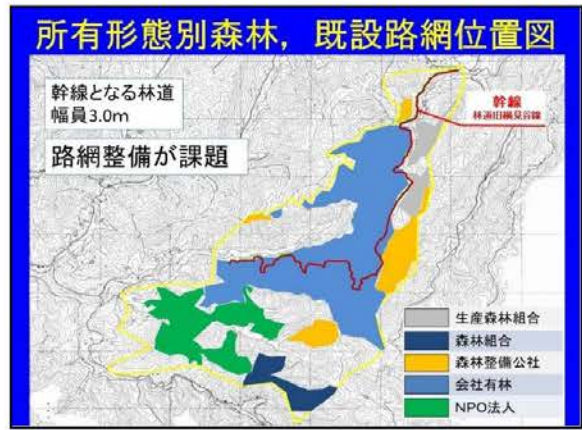
そのような松元地域全体の既設林道についても、活用実態を調査・共有し、幅員や路面などの改良事業の検討を進めることで、地域全体の路網整備水準を向上させ、効率的な森林整備に向けた取組を行うこととしている。

(スライド 33)

横見谷線の協議会と連携した林道開設における地域全体の路網整備水準の向上や効率的・計画的な森林整備を踏まえ、今後、開設路線の林道計画に当たっては、継続的な協議会の設置を検討するなど、他の地域へ波及させていき、効率的な森林整備に向けた林道開設を行っていききたい。



スライド1



スライド5



スライド2

【森林所有者・事業体】

- 春山生産森林組合
- 四元生産森林組合
- 直木生産森林組合
- かごしま森林組合日置支所
- 鹿児島県森林整備公社
- 三好産業(株)
- (株)島津興業林業部

【市町村・県】

- 鹿児島市松元農林事務所
- 鹿児島地域振興局

検討状況 (H20年度) [Photo of meeting]

踏査状況 (H20年度) [Photo of field survey]

スライド6



スライド3



スライド7

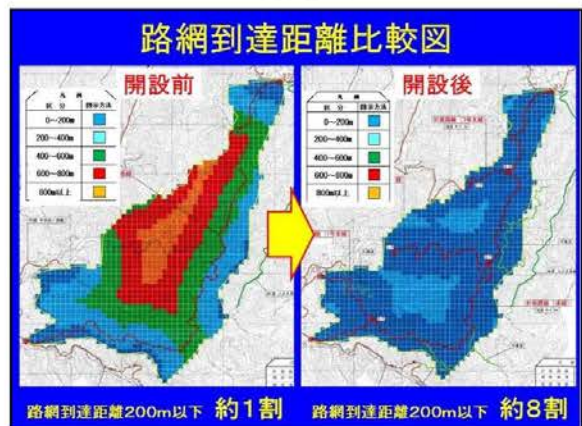
森林整備計画と実績 【単位: ha】

区分	計画	実績
除・間伐	219	179
主伐・再造林	5	12
計	224	191

森林整備実施率 85%
計画的な森林整備の実施

[Photos of forest management activities]

スライド4



スライド8

これまでの林道開設

森林所有者等の意見を踏まえ
路線計画を策定

↓

林道開設工事開始+森林整備

工事が始まると
改善要望等の調整機会なし

スライド9

林業機械（当初）

幅員 2.0~2.5m 2.5~3.0m 3.0m

使用機械 ウィンチ付きグラブ：3~4t(0.16m³)クラス
フォワーダ：3tクラス

森林作業道幅：2.0~2.5m

スライド13

協議会（意見交換状況）

令和5年度協議会

協議会を毎年実施

スライド10

林業機械（現在）

幅員 2.0~2.5m 2.5~3.0m 3.0m

使用機械 ウィンチ付きグラブ：9~13t(0.45m³)クラス
プロセッサ：9~13t(0.45m³)クラス
フォワーダ：5tクラス

森林作業道幅：3.0m

スライド14

課題

- 1 取付道の構造検討
- 2 土場の確保
- 3 2号支線の延伸検討

スライド11

機械大型化に伴う取付道構造検討

(当初) (現在)

大径材の増加等

機械幅：2.0m以下 機械幅：2.5m
森林作業道：2.0~2.5m 森林作業道：3.0m

取付道の構造検討

- ・ 使用機械に応じた幅員確保
- ・ 取付道の安全性確保、効率性向上

スライド15

取付道の構造

平面図(当初) 状況写真(当初)

既設作業道を踏まえ、幅員2.0~2.5mで取付道を計画

スライド12

機械大型化に伴う取付道構造検討

[平面図]

幅員3.0mの作業道に対応
両方向の進入口

構造検討

10t積トラック
進入を考慮した
曲線半径設定
↓
R=12m
↓
左右通行可

取付道

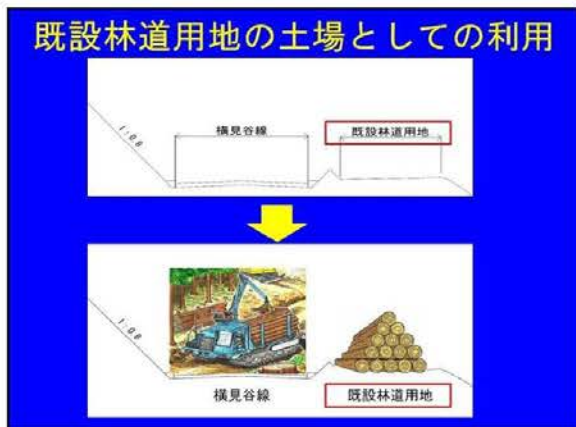
スライド16



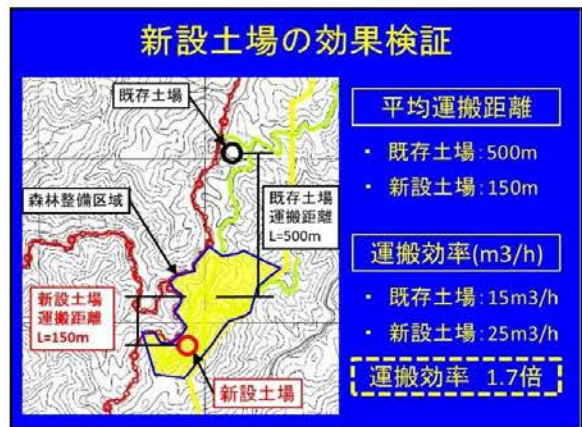
スライド17



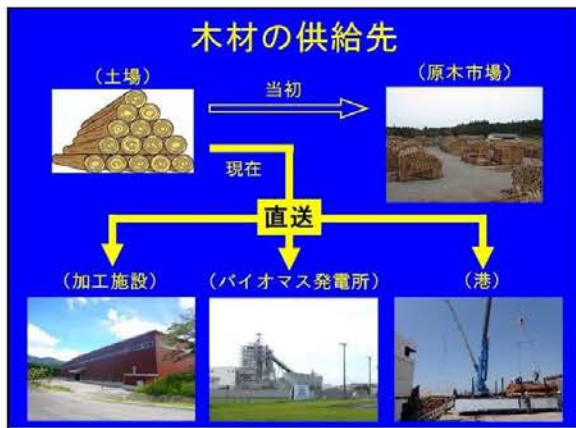
スライド21



スライド18



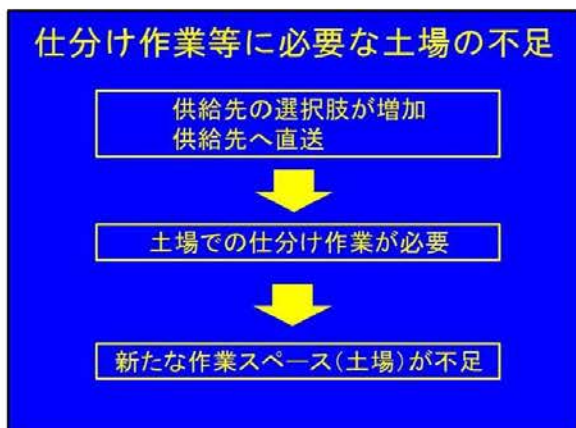
スライド22



スライド19



スライド23



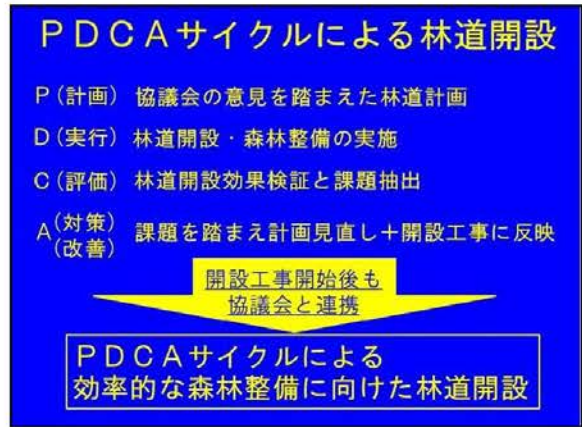
スライド20



スライド24



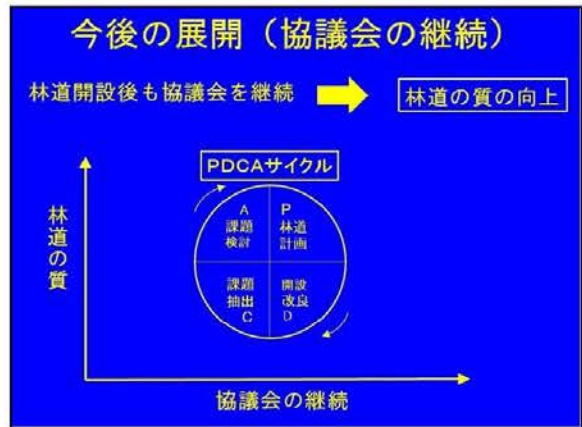
スライド25



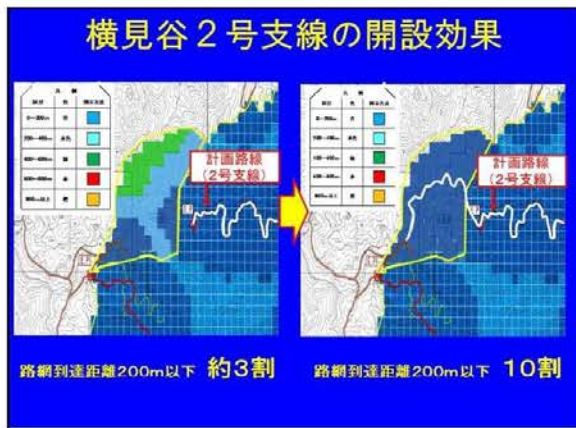
スライド29



スライド26



スライド30



スライド27

地域全体の林道の管理意欲向上

鹿児島市旧松元町 林道一覧

路線名	開設年度	幅員(m)	延長(m)	利用区域内	
				森林面積(ha)	蓄積(m ³)
八之久保線	1979	3.6	2,990	188	14,957
横岡線	1963	3.6	1,900	44	2,778
滝ノ音線	1968	4.0	550	34	1,604
滝ノ音支線	1968	4.0	360	32	2,218
葛迫線	1965	4.0	595	65	2,194
入佐永山線	1970	4.0	540	38	2,934
大谷線	2003	3.0	1,128	15	2,181
計			8,063		

開設年度が古い林道 → 効率的な森林整備が困難

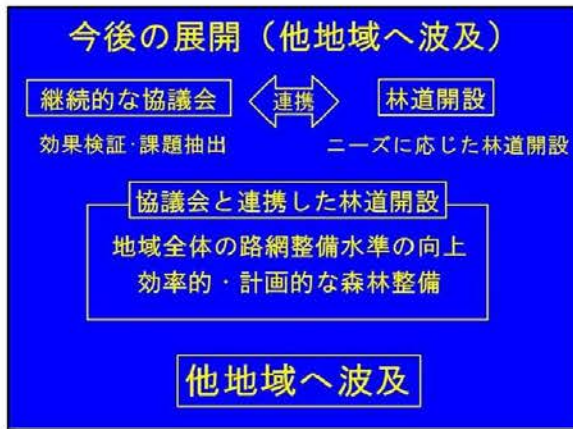
スライド31

- ### 課題と検討結果
- 1 取付道の構造
→ 林業機械に応じて構造変更
 - 2 土場の確保
→ 既設林道用地の利用・情報提供
→ 新たな土場を設置
 - 3 横見谷2号支線の延伸検討
→ 森林所有者の意見を踏まえた線形検討
- 協議会と連携 → 課題解決が可能

スライド28



スライド32



スライド33

令和2年梅雨災における治山対策について

北薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 馬場 隆之

1 はじめに

令和2年7月2日18時から降り始めた雨は、3日の昼前から断続的に激しい雨となり、夜には、薩摩半島の西の海上で発達した雨雲が線状に連なって東へ進み、薩摩、大隅地方を中心に大雨となった。【スライド2】

県内の各地で土砂災害、低地での浸水による人的・物的被害が発生した。

今回は、管内の治山関係で最も被害規模の大きかった「長島町獅子島立石地内」の被災状況から、災害関連緊急治山事業で実施した復旧計画の検討内容とその結果を検証したので報告する。

【スライド3】

2 被災地の概要

施工地は、県北西部にある出水郡長島町獅子島の南東部にあり、八代海に流入する溪流内に位置する。【スライド4】

下流には、立石集落、町道獅子島線及び獅子島港立石地区がある。

また、被災箇所の溪流内には、昭和58年度に谷止工が整備され、その上流部には、林道立石線が通過している。【スライド5】

被災状況は、山腹崩壊により発生した土砂が溪流の狭隘部に積み重なった倒木によって不安定な状態で堆積し、さらに、土砂の一部は、昭和58年度既設谷止工を越えて、下流の立石集落、町道獅子島線及び海岸部まで流出した。

崩壊原因は、豪雨時の雨水が表層と不透水層との間に多量に進入したことが要因となり、林道立石線の法面上部から滑落及び剥落性の崩壊を引き起こし、さらに、崩壊により発生した土砂が下流へ流れ出た際に、周辺の溪岸部が浸食されたものと考えられる。【スライド6】

左上の写真は、崩壊の起点となった林道立石線の法面上部と林道立石線の被災状況。

右上の写真は、溪流内の狭隘部に倒木が積み重なり、その上に不安定土砂が堆積している状況。

左下の写真は、昭和58年度既設谷止工の満砂状況。

右下の写真は、立石集落付近及び町道獅子島線への土砂流出状況。

3 復旧計画の検討

復旧計画は、溪床内に不安定土砂が多量に堆積し、さらに、既設谷止工は満砂しているため、今後の豪雨等により、堆積した約11,000m³の不安定土砂が下流へ流出するおそれがあることから、溪流内に新たに谷止工を2基整備することとし、不安定土砂の移動と下流への流出抑制等について検討した。【スライド7】

No.1谷止工の計画位置は、既設谷止工の下流側において、溪流の地形等から不安定土砂を効果的に抑止し、堤の根入れ及び袖部の突っ込みを確保出来る位置を選定した。

計画勾配は、隣接する平成22年度既設谷止工の計画勾配を参考に5.0%とし、堤の高さは、計画位置で貯砂量が6,570m³となる14mとした。

No.2谷止工は、治山技術基準に基づき、No.1谷止工の計画勾配線に合わせて堤の根入れが確保でき、十分な貯砂量を確保可能な位置とし、計画勾配は、No.1谷止工と同様に5.0%で計画し、堤の高さは、計画位置で4,593m³となる14mとした。

これにより、2基の合計で11,163m³と不安定土砂を十分に捕捉する貯砂量を確保した。

【スライド8】

No.1谷止工を重力式コンクリートで設計した場合、天端延長49m、天端幅3m、コンクリート量3,235m³と、極めて大規模な構造となる。

なお、No.2谷止工は、天端延長43.5m、天端幅3m、コンクリート量2,311m³となる。

これにより、土工量を算出した結果、2基の谷止工で約4,370m³の残土が発生する。

獅子島には、多量の残土を一度に処理することが困難なため、島外への持ち出しを検討する必要がある。

また、コンクリート施工の場合、製造プラントが1つしかないため、施工の工程上、工期の短縮が困難であることから、施工が長期になることが懸念される。

そこで、残土の発生を抑え、施工期間の短縮を図ることを目的として、砂防ソイルセメント工法を活用した治山ダム工を検討した。【スライド9】

砂防ソイルセメント工法とは、現地発生土とセメント及び水を現場内で攪拌混合し、ブルドーザや振動ローラー等の重機によって敷均し・転圧を行い、砂防施設等の構築や地盤改良に活用する工法であり、本県の治山事業での施工事例は確認出来なかったが、全国的に広く普及し砂防事業をはじめ治山事業での実績も多く、信頼度の高い工法である。【スライド10】

No. 1 谷止工を砂防ソイルセメント工法により設計した場合、天端延長 49.5m、天端幅 3.7m、内部材の必要量 4,664m³ となる。

なお、No. 2 谷止工は、天端延長 44m、天端幅 3.7m、内部材の必要量 3,446m³ となる。

また、耐摩耗性等を確保するための外部保護材が必要なため、今回は、外部保護材としての採用実績が高いSBウォール工法により検討した。

【スライド11】

SBウォール工法とは、砂防ソイルセメント工法等により構築した堤体内部材の耐摩耗性等を向上させるため、上流側に軽量鋼矢板、下流側にコンクリートブロックの外部保護材を用いる工法である。【スライド12】

さらに、施工時の安全対策として、多量の不安定土砂が上流部に堆積しており、豪雨等により土石流化し流下するおそれがあるため、No. 2 谷止工の上流部に土石流待受工を設置することにした。

土石流待受工は、設置の際に地山の改変が少なく、施工性に優れ、土石流待受工としての実績の高い、柔構造待受工を採用した。

柔構造待受工は、流下する土石に対して柵部が効率よく変形することで、移動土石等の衝撃エネルギーを吸収し、安全に捕捉する構造である。

【スライド13】

これまでの検討内容を整理すると重力式コンクリートは、従来工法として最も普及した形式であるが、現地発生土による残土処理が必要となる。

砂防ソイルセメント工法は、内部材に現地発生土を流用することで残土量を抑制することが可能になる。

また、構造の安定性は、コンクリート同様に、外力に対して中詰材の重量で安定を図っている。

構造特性は、重力式コンクリートは、構造物の安定性、耐久性等に対して、信頼性の高い構造形式である。

砂防ソイルセメント工法は、内部材が硬化体で

あることから、構造体としての信頼性は高いと考えられる。

施工性は、重力式コンクリートは、コンクリート打設にかかる作業工程上、工期の短縮が困難であり、施工規模が大きくなると、施工に長期間を要する。

砂防ソイルセメント工法は、一般的な施工の場合、特別な施工機械や施工技術を要せず、連続施工が可能のため、コンクリートと比べて工期の短縮が図れる。

以上の復旧計画の検討結果を基に、事業を実施した。【スライド14】

4 事業の実施

【スライド15】事業の実施に要した事業費は 449,070 千円で、主な工種は、谷止工 2 基、土石流待受工 20.0m、工事用道路の仮設道 360.0m である。

【スライド16】施工地の全景で谷止工 2 基により、溪床内に堆積している不安定土砂の移動と土石流による溪床、溪岸の縦浸食及び横浸食を防止し、溪床の安定と兩岸山脚の固定を図っている。

【スライド17】No. 1 谷止工の全景で天端延長 49.5m、堤高 14m により、不安定土砂の移動を防止し、下流への土砂流出の抑止を図っている。

【スライド18】No. 2 谷止工の上流からの全景で、溪床が安定し、貯砂量が確保されている状況である。

【スライド19】No. 2 谷止工の全景で天端延長 44m、堤高 14m により、不安定土砂の移動を防止し、下流への土砂流出の抑止を図っている。

【スライド20】土石流待受工の全景で延長 20m、柵高 3m により、施工時の安全対策を図った。

【スライド21】多量の不安定土砂が上流部に堆積している状況である。

【スライド22】崩壊の起点となった林道立石線の上流からの全景である。

5. 経済比較

今回の施工方法と通常のコクリートを使用した場合の現地発生土を比較したところ、残土量は No. 1 谷止工で 1,005m³、No. 2 谷止工で 337m³ 多くなったが、内部材に使用する土量が No. 1 谷止工で 1,109m³、No. 2 谷止工で 1,289m³ 合わせて 2,398m³ 不足するため、他工事からの発生土を流用することができた。【スライド23】

施工日数を通常のコクリートを使用した場合と比較したところ、No. 1 谷止工で 125 日間、

No. 2谷止工で90日間の工期短縮となった。

【スライド24】

経費を通常のコンクリートを使用した場合の直接工事費と比較したところ、縮減額は No. 1谷止工で13,440千円、No. 2谷止工で8,380千円、合わせて21,820千円となり、コンクリート使用時よりも約1割のコスト縮減効果が図られた。

【スライド25】

なお、コンクリートの直接経費には、残土搬出経費等は含まれない。

6. まとめ

今回、砂防ソイルセメント工法を採用することにより、現地発生残土量の抑制、施工期間の短縮及びコストを縮減し、効率的・効果的な施工が図られた。

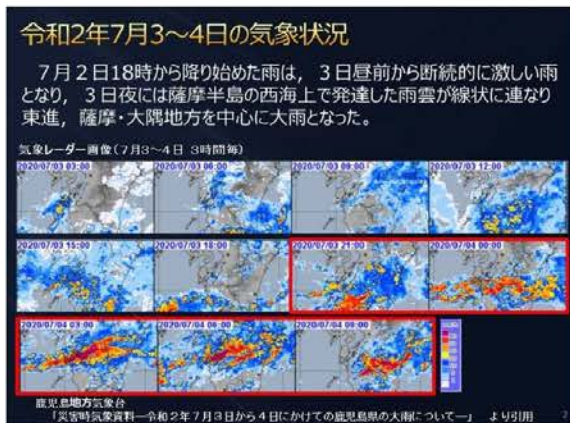
これらの現地材料を有効に活用することは、円滑な工事進捗に有効であることが検証されたので、現場条件に応じた種々の課題を克服しながら積極的な活用を図って行きたい。



スライド1



スライド5



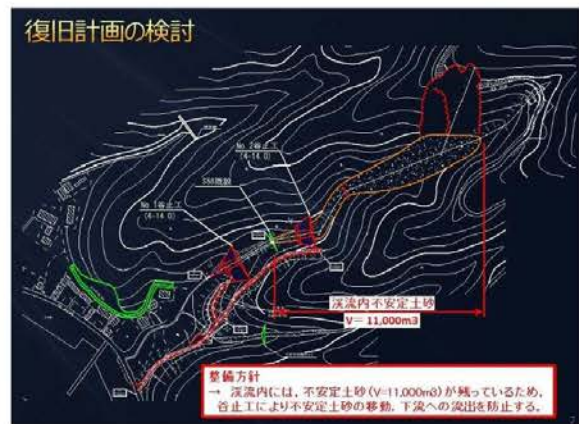
スライド2



スライド6



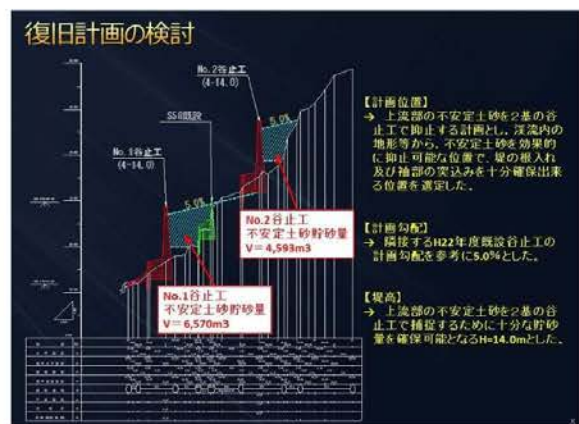
スライド3



スライド7



スライド4



スライド8

復旧計画の検討

No.1谷止工（重力式コンクリートの場合）

- 現地発生土の処理
谷止工2基の施工により約4,370m³の発生土が見込まれるが、島内での残土処理は困難なため、島外への持ち出しが必要となる。
- 施工期間
コンクリート施工の場合、型枠設置→打設→養生→脱枠の工程において工期の短縮が困難であり、躯体が大きくなると施工に長期間を要する。
→ 残土の発生を抑え、施工期間の短縮を図るため砂防ソイルセメント工法を活用した治山ダム工（谷止工）を検討

スライド9

復旧計画の検討

多量の不安定土砂が上流部に堆積しており、今後の豪雨等により、土石流化し、落下する恐れがあるため、安全対策として、No.2谷止工上流部に土石流待受工を設置する計画とした。

スライド13

復旧計画の検討

● 砂防ソイルセメント (INSEM工法) の概要

砂防ソイルセメントは、砂防事業を推進する上で、砂防施設の構築に現地発生土砂を有効活用するために開発されたもので、INSEM (In-situ Stabilized Excavated Material) は、現地発生土砂とセメント（高炉セメントB種等）場合によって水（流水等）を現場内で攪拌混合し、現場重機（ブルドーザー・振動ローラー等）によって敷均し、転圧を行って、砂防施設とこれに伴う附属施設の構築及び地盤改良に活用する工法である。

▶ 長所
・ 現地発生残土の抑制（発生土砂の利用）
・ 連続施工による工期短縮
・ 現地発生材利用によるコスト削減

▶ 短所
・ コンクリートに比べ凍結融解性が小さい
・ コンクリートに比べ耐摩耗性が小さい
・ 使用目的・部位によって外部保護材が必要
・ 土砂のストック・攪拌混合のヤードが必要

◆ INSEM工法適用フロー
適用土砂採取・材料計量 → 配合試験 → 試験施工 → 本施工

◆ INSEM工法施工フロー
土砂採取 → 土砂運搬 → 集料混合 → 混合材運搬 → 敷均し・転圧

スライド10

復旧計画の検討

項目	重力式コンクリート	砂防ソイルセメント工法 (INSEM-SBウォール工法)
外觀		
工法特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート材料により構築されたものである。外力に対して重機により圧入が可能である。 ・ 排水工法であるため、湧も発生した形式である。 ・ 施工期間によって発生量異なるが、現地発生残土の発生を抑える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土流外部保護材として設置可能。下流外部保護材としてコンクリートブロック等を用いた。砂防としてCNC工法（1日取壊率30mm以上）を実現した構造であり、設置材は、アンカー部材により固定する構造となっている。 ・ 材料に現地発生材を利用しており、残土処理が軽減される。 ・ なお、構造の安定性はコンクリート同様に、外力に対しての躯体の圧力に依存している。
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物の安定性、耐久性及び土石流対策に対する耐摩耗性に対し、埋設部の腐食・露出形式である。 ・ 砂防などの良好な基礎地盤では凍結融解が大きいものの、軟弱地盤での凍結融解は低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複合構造形式であるため、用途・目的に応じて最適な材料を選定することが可能である。 ・ 内部材が硬化体であることから構造物としての凍結融解は高い。 ・ 基礎地盤に対する凍結融解は、コンクリートと同様である。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的なコンクリート打設と同様に施工性は高いが、作業工地上、掘削等の施工に不向きである。 ・ 施工期間が大きくなる。施工に長期間を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特別な施工機械、施工性を必要としない。 ・ 掘削打設が可能であり、工期短縮が図れる。 ・ 本工法の適用範囲により、現場を調査できるなど施工の合理化が図れる。
総合評価	湧も発生しやすいため、結核性である。また、掘削工地上、工期の短縮が困難なため、最終的な掘削工法に依存する。	コンクリートと同様に現地発生土の活用が可能であるため、コスト削減、掘削工法の活用が見込める。

スライド14

復旧計画の検討

No.1谷止工（砂防ソイルセメント工法の場合）

- 内部材用の土砂
掘削土を内部材へ流用することにより残土の発生は抑制される。
- 外部保護材
治山ダムとして求められる耐久性、耐衝撃性及び耐摩耗性が重要なことから、国及び地方自治体における砂防ソイルセメント工法による砂防堰堤及び治山ダム工での採用実績が高い「SBウォール工法」により検討する。

スライド11

事業の実績

工区	施工内容	契約日	工期	事業費
測量設計委託	調査測量設計業務	R2.10.9	R2.10.10 ～R3.1.22 (105日間)	15,000千円
工事	1 工区 No.1谷止工 1基 仮設工 140.0m (工事用道路)	R3.8.17	R3.8.17 ～R5.2.28 (561日間)	204,900千円
	2 工区 No.2谷止工 1基 仮設工 220.0m (工事用道路)	R3.6.28	R3.6.28 ～R5.2.28 (611日間)	188,400千円
	3 工区 土石流待受工 20.0m (架橋待受工)	R3.3.31	R3.4.1 ～R3.11.29 (243日間)	40,770千円
合計				449,070千円

スライド15

復旧計画の検討

● SBウォール工法の概要

SBウォール (Steel wall or Concrete Block wall) 工法は、INSEM工法等により構築した構体内部材を上下流の外部保護材（上流側は軽重量鋼矢板、下流側はコンクリートブロック）で保護することにより、土石流対策堰堤、砂防堰堤等に要求される耐摩耗性、耐衝撃性、耐久性、量線性を向上させ、コスト削減及び現地発生土の有効活用による建設環境の向上を図りながら、設計施工を合理化する工法である。

SBウォール工法研究会「SBウォール工法 設計・施工マニュアル」より引用。写真は、豊和スチール株式会社提供の施工事例より引用。

スライド12



スライド16

令和2年梅雨災における治山対策について



スライド17



スライド21



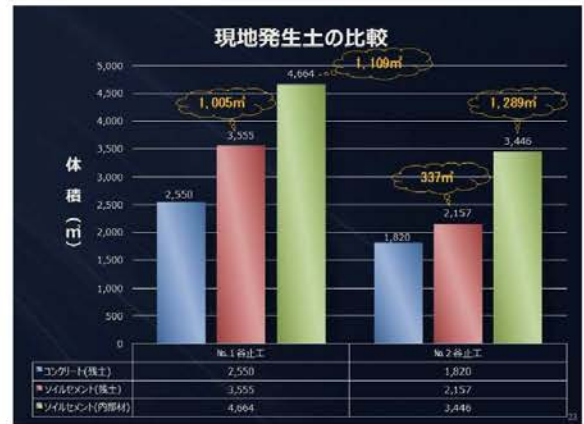
スライド18



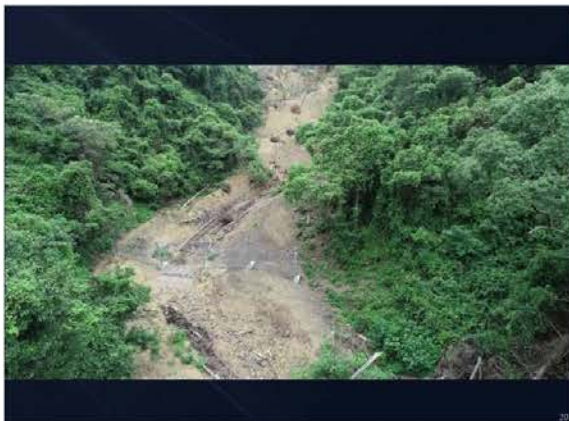
スライド22



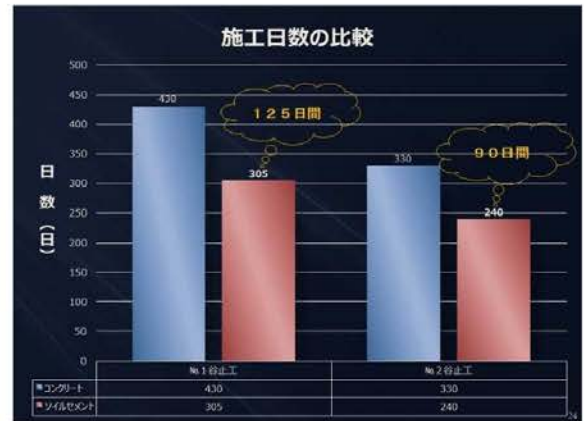
スライド19



スライド23

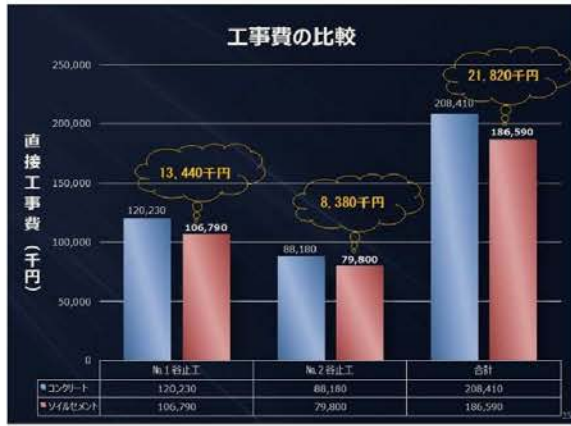


スライド20



スライド24

令和2年梅雨災における治山対策について



スライド25

種子島の海岸防災林におけるオオハマボウの生育状況について

熊毛支庁 農林水産部 林務水産課 中川 遼

海岸防災林とは

【スライド1～2】

海岸防災林とは、風害や潮害などから、農地や居住地を守るため、人工的に造られてきた樹林であり、海岸沿線に樹林帯を造成することで、風力を弱め、潮害や飛砂から、地域の生活環境を保全する重要な役割を担っている。

そのため、植栽する樹種の選定や配置が重要となる。

種子島の海岸防災林における植栽樹種の変遷

【スライド3】

種子島の海岸防災林造成は昭和30年頃から本格的に始まり、クロマツを主林木とし、アキグミ等の肥料木と混植を行ってきた。

その後、昭和45年頃から潮害に強く生長の早いモクマオウを導入し、前線林にモクマオウを植栽してきたが、モクマオウのみでの前線林造成には、前線部の生長が悪く、幼齢時は高濃度の塩分により高い確率で枯損被害が発生することや、30年生以降に衰退が始まり、著しい風害枯損が生じるなどの問題があった。

【スライド4】

そのため、平成20年度から前線林の最前線部にオオハマボウを導入してきており、令和3年度以降は、外来種であるモクマオウの植栽をやめ、前線林はオオハマボウのみで造成している状況にある。

研究の目的及び内容

【スライド5】

今回、オオハマボウ導入後、一定期間が経過しており、新たに導入したオオハマボウの現在の生育状況を明らかにし、オオハマボウ導入後の現在の効果及び課題を整理することを目的として調査・検討したので、その結果を報告する。

オオハマボウを導入した理由

【スライド6】

平成21年度の治山林道研究発表会において発

表された種子島の「海岸防災林造成におけるオオハマボウ導入の一考察」では、オオハマボウを選定した理由として、①種子島に自生している在来種であること、②生育条件の厳しい海岸に生育し、高い耐潮性を有していること、③樹高は4～12mに達し、葉付きがよいことをあげている。

また、当時行った自生するオオハマボウの現地調査では、海岸砂地でも生長すること、内陸側になるに従い、樹高が高くなる林型を形成することを確認し、高い防風効果が期待できるとしている。

オオハマボウの造成イメージ

【スライド7】

オオハマボウ導入時の造成イメージを段階的に示すと、まず植栽時に木製防風工を設置し、前線林の生育を促す。植栽数年後には初期成長の早いモクマオウが生育し、防風効果を発揮する。さらに数年後には、モクマオウに遅れて、オオハマボウが生育し、内陸側へ向かい、徐々に樹高が高くなる林帯を形成することに伴い、後方のモクマオウがさらに高くなり、防風・防潮などの効果の向上が図られ、永続林が成長していく。

【スライド8】

また、木製防風工が腐朽するなどにより、最前線の防風効果がなくなった場合や、モクマオウが衰退した場合でも、オオハマボウによる防風効果が維持されることをイメージしている。

調査地

【スライド9】

調査地は、平成26年度以降に植栽を行った南種子町中之下無田汐入地内、中種子町納官上松原地内、中種子町野間松原山地内の3箇所を選定した。

調査の方法

【スライド10】

調査方法は標準的な生育状況が把握できるように標準地を設定し、根元径と樹高の測定を行った。

調査地の概要（無田汐入地内）

【スライド 11～13】

南種子町無田汐入地内では、砂丘造成地の後方に高さ 2 m の木製防風工を設置し、その後方に植栽 (0.14ha) を行っている。

植栽配置は 100m² あたりオオハマボウ 80 本、肥料木としてアキグミ 20 本を均等に植栽している。

現地写真【無田汐入】

【スライド 14～15】

無田汐入地内の 2 年生の調査地では、昨年度 2 月頃に植栽し、約 5 ヶ月経過した状況で、調査したオオハマボウにはピンクのテープを巻いている。

同地内の 3 年生の調査地では、オオハマボウの樹高は平均で約 0.7m であった。

調査地の概要（上松原地内）

【スライド 16～18】

中種子町上松原地内では砂丘を造成し、木製防風工を設置することで、植栽木が生育しやすい環境を整備しており、後方に植栽 (0.43ha) を行っている。

植栽配置は前線にオオハマボウ、その後方にモクマオウを配置し、100m² あたりオオハマボウ 50 本、モクマオウ 36 本を植栽している。

現地写真【上松原】

【スライド 19～20】

上松原地内の 5 年生の調査区では、平均樹高は約 1.0m であった。

上松原地区で最も生育が良好だった 6 年生の調査区では、平均樹高は約 1.9m であった。

調査地の概要（松原山地内）

【スライド 21～22】

中種子町松原山地内では上松原地内と同様、砂丘を造成し、木製防風工を設置して植栽 (0.76ha) を行っている。また、植栽地の間には管理道を設けている。

植栽配置は中種子町上松原地区と同様である。

現地写真【松原山】

【スライド 23】

松原山地内の 10 年生の調査区では、樹高が 5 m を超えるオオハマボウも確認出来、平均樹高は約 4.7m に達しており、平均根元径は 7.5cm で

あった。

調査結果【測定数】

【スライド 24】

調査地毎の測定本数は、無田汐入地内が 2 調査区で 142 本、上松原地内が 6 調査区で 256 本、松原山地内が 12 調査区で 16 本となった。

なお、松原山地内では、林齢が 8～10 年生となっており、根元から横枝が複数発達し、林内の移動が困難であったことから、調査可能な本数のみを測定した結果となっている。

調査結果【生存率】

【スライド 25】

調査区毎に生存率を見ると、77 から 98% と多少ばらつきはあるものの、全体の平均としては、植栽時の本数が 440 本に対して、生育本数が 398 本で、生存率は 90% となっており、海岸砂地でも良好な活着を示していた。

調査結果【根元径】

【スライド 26】

林齢別に平均根元径を見ると、2 年生で約 1.6cm だった根元径は、10 年生で 7.5cm まで生長し、根元径は年々大きくなっている。

調査結果【樹高】

【スライド 27】

林齢別に平均樹高を見ると、2 年生で約 0.6m であった樹高は、10 年生で約 4.7m になり、樹高も年々高くなっている。

調査結果【樹高と根元径の関係】

【スライド 28～29】

無田汐入地内の樹高と根元径の関係を示した散布図を見ると、林齢が 2 から 3 年生と若いこともあり、樹高と根元径の生育状況に一定の関係性が見られる。

同様に上松原地内の散布図を見ると、林齢が 5 から 6 年生では、樹高と根元径の関係性が弱まり、生育状況に差が生じていることが分かる。

これは生育が進むにつれ、枝が複数に分かれていくことで、生長速度に個体差が生じ始めるためと考えられる。

考察

【スライド 30～32】

現地調査の結果から、オオハマボウの生育状況

種子島の海岸防災林におけるオオハマボウの生育状況について

を整理すると、生存率は、平均90%であり、海岸砂地でも良好に活着していた。根元径は、植栽後、順調に生長し、10年生では、平均7.5cmまで大きくなっていった。樹高は、生長速度はモクマオウに劣るが、10年生では約5.0mに到達していた。枝葉は、根元で複数の分枝が確認され、横枝も発達している。また、常緑小高木であり、葉付も良好であった。

こうした生育状況から、オオハマボウは複数の横枝が発達し、葉付きが良好で、樹冠の広がりがある樹種であると判断され、防風・潮害防備・飛砂防備といった防災林の機能を発揮していると考えられる。

また、オオハマボウの後方に植栽した、前線林のモクマオウの樹高は、4.0から8.0m、永続林の抵抗性マツの樹高は1.5から4.5mと、林齢が上がるにつれて、順調に生育していることを確認した。

調査結果及び考察を踏まえると、オオハマボウを導入した当初のイメージどおりの生育状況となっており、植栽後10年経過し、前線林としての機能を発揮しつつあると思われる。

また、オオハマボウのみで前線林を造成した無田汐入地内においても、今後の樹高生長は見込めると考える。

課題

【スライド 33~34】

今回の調査を踏まえた課題は次のとおりである。

①今後の保育管理のあり方

現時点ではオオハマボウを導入して10年余りが経過したに過ぎず、今後、年数の経過により、どのような林分が形成されていくのか、生育状況調査を継続し、本数調整伐の導入など保育管理のあり方について検討していくことが必要と考える。

②モクマオウによる被圧

モクマオウに隣接する最後列のオオハマボウは、張り出したモクマオウの枝葉で被圧され、横方向に生長した樹形となっている。最後列のオオハマボウについては、全般的にこの傾向が認められ、今後の樹高生長が見込めるか懸念されるため、対策として、ある時点で隣接するモクマオウの除伐を実施する必要があると考える。

おわりに

【スライド 35】

今回の調査では2年生から10年生のオオハマ

ボウ造成地を調査した。まだ生育途中ではあるものの、防災林としての機能を発揮しつつあることを確認することが出来た。

今後も、継続して調査を実施し、種子島の海岸防災林の機能が持続的に発揮されるよう取り組んでいきたい。



スライド1

研究の目的及び内容

- ① 新たに導入したオオハマボウの現在の生育状況を明らかにする
- ② オオハマボウ導入後の現在の効果及び課題を整理する

スライド5

海岸防災林とは？

海岸防災林：風害や潮害などから、農地や居住地を守るため、人工的に造られてきた樹林

代表的な機能：①防風機能 ②潮害防備機能 ③飛砂防備機能

出典：林野庁治山課作成パンフレット「災害に強い海岸防災林をめざして」の21の図に筆者追記

スライド2

オオハマボウを導入した理由

【選定理由】

- ① 種子島に自生している在来種
- ② 生育条件の厳しい海岸に生育し、高い耐潮性
- ③ 樹高は4～12mに達し、葉付きがよい

【現地調査】
種子島の海岸に自生するオオハマボウの生育状況を調査

- ・ 海岸砂地でも生長
- ・ 内陸側になるに従い、樹高が高くなる林型を形成し高い防風効果が期待できる

出典：H21治山林道研究会「海岸防災林造成におけるオオハマボウ導入の一考察」より

スライド6

種子島の海岸防災林における植栽樹種の変遷

S45頃からモクマオウを導入
モクマオウのみで前線林を造成する⇒複数の問題

【問題】

- ① 前線部の生長が悪い(樹高が低い)
- ② 幼齢時は高濃度の塩分により高い確率で枯損被害が発生する
- ③ 30年生以降衰退が始まり、著しい風害枯損が生じる
- ④ 他の植物の生長を阻害する(アレロパシー)

スライド3

オオハマボウの造成イメージ(1/2)

オオハマボウ導入時の海岸防災林造成イメージ

- ① 植栽時
木製防風工を設置により前線林の生育を促す
- ② 植栽数年後
モクマオウが生育し、防風効果を発揮する
- ③ さらに数年後
遅れてオオハマボウが生育、内陸側へ向かい徐々に樹高が高くなる林帯を形成
後方のモクマオウがさらに高くなり、防風・防潮効果の向上、永続林の成長へ

出典：H21治山林道研究会「海岸防災林造成におけるオオハマボウ導入の一考察」より

スライド7

種子島の海岸防災林における植栽樹種の変遷

H20年度にオオハマボウを導入

【R20～R2】
前線林：オオハマボウ、モクマオウ

永続林：マツ、アキグミ

【R3～】
前線林：オオハマボウ、アキグミ

永続林：マツ、アキグミ

スライド4

オオハマボウの造成イメージ(2/2)

オオハマボウ導入時の海岸防災林造成イメージ

- ④ 将来その1
木製防風工が腐朽するなどにより防風効果がなくなった場合
→オオハマボウによる防風効果は維持
- ⑤ 将来その2
モクマオウが衰退した場合
→オオハマボウによる防風効果は維持

出典：H21治山林道研究会「海岸防災林造成におけるオオハマボウ導入の一考察」より

スライド8

調査地

オオハマボウを導入した、3箇所を調査地として選定した。

番号	所在地	植栽年度 (林齢)
①	南種子町 中之下 無田汐入 地内	令和3～4年度 (2～3年生)
②	中種子町 納官 上松原 地内	平成30～令和元年度 (5～6年生)
③	中種子町 野間 松原山 地内	平成26～28年度 (8～10年生)

スライド9

調査地の概要(無田汐入地内)

標準植栽配置図

数量表 (100m2当たり)	
○ オオハマボウ	80本
● 肥料木 (アキグミ)	20本
計	100本

スライド13

調査の方法

標準的な生育状況が把握できるよう標準地を設定し、以下の項目について調査

調査項目	測定方法	備考欄
根元径	cm単位で測定	少数第1位まで
樹高	m単位で測定	

スライド10

現地写真【無田汐入】

林齢: 2年生

調査区72

スライド14

調査地の概要(無田汐入地内)

植栽面積 0.14ha

スライド11

現地写真【無田汐入】

林齢: 3年生
平均樹高: 約0.7m

調査区78

スライド15

調査地の概要(無田汐入地内)

代表縦断面図

砂丘造成地 植栽箇所
調査地
GI=11.80
GI=5.30
GH=4.20

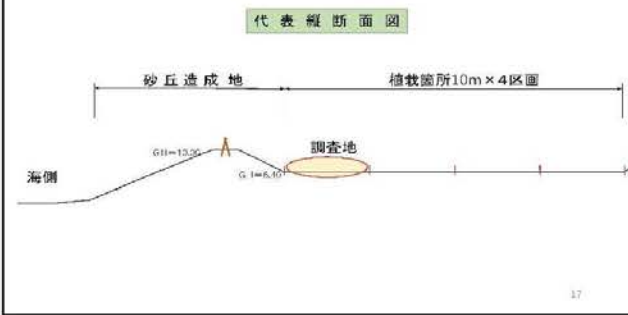
スライド12

調査地の概要(上松原地内)

植栽面積 0.43ha

スライド16

調査地の概要(上松原地内)



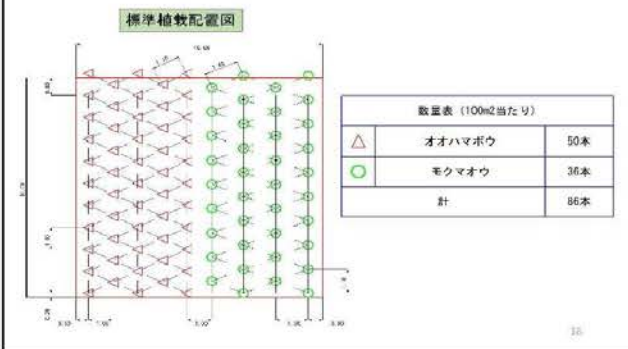
スライド17

調査地の概要(松原山地内)



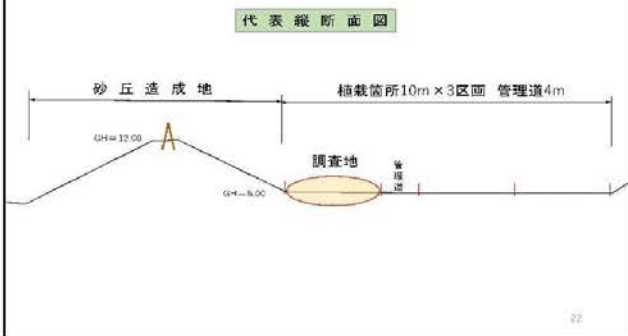
スライド21

調査地の概要(上松原・松原山地内)



スライド18

調査地の概要(松原山地内)



スライド22

現地写真【上松原】

林齢: 5年生
平均樹高: 約1.0m



スライド19

現地写真【松原山】

林齢: 10年生
平均樹高: 約4.7m
平均根元径: 7.5cm



スライド23

現地写真【上松原】

林齢: 6年生
平均樹高: 約1.9m



スライド20

調査結果【測定数】

3つの調査地において調査測定数は下表のとおり

調査地別測定数 単位: 本

調査項目	調査地 (調査日) 【調査区数】			合計
	無田沙入 (R5. 7. 13) 【2調査区】	上松原 (R5. 7. 11) 【6調査区】	松原山 (R5. 7. 19) 【12調査区】	
根元径 (cm)	142	256	16 ※1	414
樹高 (m)	142	256	16 ※1	414

※1 根枝が複数発生し、林内の移動が困難であったため、測定数が少なかった。

スライド24

調査結果【生存率】

オオハマボウの生存率は平均90%であり、海岸砂地でも良好な活着を示す

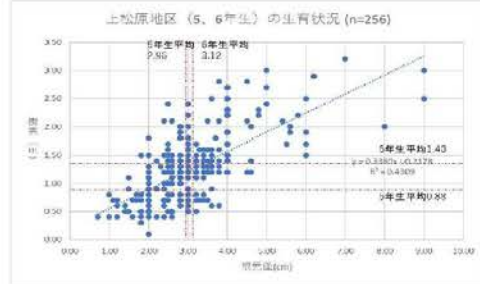
＜オオハマボウの生存率＞

調査地	無田汐入		上松原						平均
	72	78	3	5	7	9	11	13	
調査区	R4	R3	R元			H30			
林齢(年生)	2	3	5			6			
生育本数(本)	99	43	24	46	49	47	49	41	398
植栽本数(本)	104	56	30	50	50	50	50	50	440
生存率(%)	95	77	80	92	98	94	98	82	90
A:B×100									

スライド25

調査結果【樹高と根元径の関係】

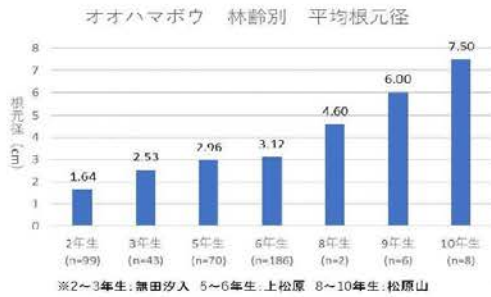
上松原地内:林齢5～6年生
樹高と根元径の関係性が弱まる→生育状況に差が生じている



スライド29

調査結果【根元径】

平均根元径は年々大きくなっている



スライド26

考察①

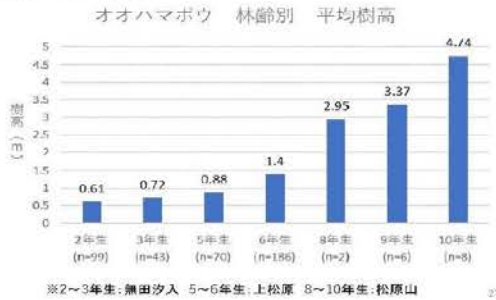
オオハマボウの生育状況と導入した効果

項目	考察内容
生育状況	生存率: 平均90%であり、海岸砂地でも良好に活着
	根元径: 植栽後、順調に生長し、10年生では平均7.5cmまで大きく
	樹高: 生長速度はモクマオウに劣るが、10年生では約5.0mに到達
	枝葉: 根元で複数の分枝が確認され、横枝も発達。常緑小高木であり、葉付きも良い
効果	<ul style="list-style-type: none"> ○モクマオウに比べ樹高は低いものの、複数の横枝が発達し、葉付きが良好で、樹冠の広がりがある ○防風・障害防備・飛砂防備といった防災林としての機能を発揮している

スライド30

調査結果【樹高】

平均樹高は年々高くなっている



スライド27

考察②

後方の植栽木の生育状況
林齢が上がるにつれて、順調に生育

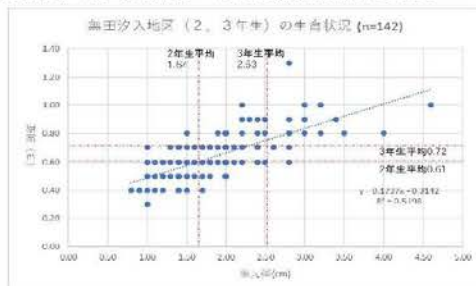
単位: m

区分	植栽樹種	項目	林齢(年生)				
			5	6	8	9	10
前線林	モクマオウ	樹高	4.0~5.0		6.0~7.0		7.0~8.0
継続林	抵抗性マツ		1.5~2.0	3.0	3.9	4.5	

スライド31

調査結果【樹高と根元径の関係】

無田汐入地内:林齢2～3年生
樹高と根元径の生育状況に一定の関係性が確認できる



スライド28

考察【まとめ】

- ・ オオハマボウを導入した当初イメージどおりの生育状況である
- ・ 植栽後10年経過し、前線林としての機能を発揮しつつある
- ・ オオハマボウのみで前線林を造成した無田汐入地内においても、樹高生長は見込める

スライド32

課題①

今後の保育管理のあり方



オオハマボウを導入して
10年余りが経過

今後、年数の経過により、
どのような林分が形成されるか

生育状況調査を継続し、
保育管理のあり方について
検討が必要

33

スライド33

課題②

モクマオウによる被圧を受けている



モクマオウに隣接する
最後列のオオハマボウ

張り出したモクマオウの枝葉により
被圧され、横方向に生長

今後、樹高生長が見込めるか懸念

【対策】

隣接するモクマオウの除伐を
実施する必要

34

スライド34

おわりに

- ・ 今回は2～10年生のオオハマボウ造成地を調査
- ・ 防災林としての機能を発揮しつつあることを確認
- ・ 今後も生育状況調査を継続し、種子島の海岸防災林の機能が持続的に発揮されるよう取り組んでいきたい



スライド35

林道維持管理の現状と今後の課題・解決策・災害への備えについて

南大隅町役場 建設課 桑田 拓

1 はじめに

(スライド1、2)

南大隅町は、人口約6,400人・総世帯数3,153世帯、本土最南端に位置する「佐多岬」や、大河ドラマのオープニングに使用された「雄川の滝」などの観光資源を有する海・山に面した自然豊かな町となっている。町の面積は約21,000ha、このうち78%が森林である。基幹産業は、農林水産業が主力となっている。

(スライド3、4)

本町の組織体系図は、教育委員会を除き、計9つの課で組織されており、非常災害時の災害対策本部の設置や運営等は総務課が統括し、私が所属する建設課は「町道・農道・林道・港湾」を所管している。

本町の管理している林道路線数は、旧根占町が9路線約40.0km、旧佐多町が4路線約14.0km合計で約54.0kmに及ぶ林道を管理しており、林道は、森林整備のための用途は勿論のこと、町民の生活用道路として地域の重要なインフラ施設として役割を果たしている。

2 現在の林道維持管理について

(スライド5、6)

本町における維持管理の流れは、施設点検・確認については職員による定期巡回によるほか、嘱託職員や町民からの情報提供によるものがある。

施設点検の結果、排水施設の機能回復や法面等の補修、沿線の刈払いが必要な場合は、建設業者やシルバー人材センターに委託を行っているのが現状である。定期巡回については、ポイントを同じ点検項目で確認できるよう起点から概ね500m毎に杭を設置し、定点での点検・記録を行っている。これにより、職員全員が同じ項目でパトロールを実施することが可能になる。定点での写真撮影は、工事黒板アプリ「蔵衛門」を使用しており、このアプリは撮影箇所の黒板を保存ができる為巡回時に撮影する際大変便利なアプリとなっており、私が入庁後2年目の時より取り入れている。

3 課題のまとめ

(スライド7、8)

施設の維持管理に係る予算については、近年増加傾向となっている。令和3年においては、「インフラ長寿命化計画」の実行に伴い、林道橋2橋のメンテナンスが発生したため、通常の維持管理費は一時的に減少したものの、ここ5カ年間は増加の傾向にある。

(スライド9)

グラフは、町内における人口推移の状況をまとめた「折れ線グラフ」である。

1965年時点では、約21,000人の人口あったが、2020年時点では約7割減の6,400人台にまで減少している。前回の国税調査では、「人口の減少率」と総人口に占める「65歳以上の人口割合」が、県内で最も高い市町村という結果が示されている。

これらのことから、今後の労働人口の減少などへの対策が重要な課題の一つとなっている。

(スライド10)

次に自然災害に関する課題がある。近年、局地的な集中豪雨が増加し、各地に被害をもたらしており、気象庁の統計データで見ると「時間雨量50ミリ以上」の年間発生件数が右肩上がりになっている。このため、これまで以上に未曾有の災害発生が危惧されている。

(スライド11)

このように、人口減少や高齢化に伴い、今後の労働者の確保や、税収減による予算確保が困難になることが懸念される。役場職員においても、多様化する地域のニーズに限られた人員で対応していくことが求められる。ここ数年町民の方々からの要望は多くなっており、現時点での建設業者とシルバー会員数では期限内の解決が難しくなっている。これらに対し、本町では「体制の強化」が喫緊の重要な課題となっている。

4 課題解決へ向けた取組について

(スライド 12)

本町では、課題解決へ向け「支援体制の充実」、機械化等による「作業の効率化」、職員自らが対応できるような「人材の育成」を行っている。この3つを相乗的に進めることで課題解決に向け前進している。

☆支援体制の充実に向けた取組

(スライド 13、14、15)

1つ目が、「大規模災害時の応急対策に関する協定」である。この協定は、社会貢献活動の一環として地元の有志企業 15 社で組織する南大隅町建友会の協力により締結している協定である。この協定により、大規模災害の発生時に、①被災地の情報収集②倒木等の除去及び応急措置③河川等の決壊による住宅地等への浸水があった場合の排水ポンプの提供や人的支援等の協力が得られる。昨年の台風 14 号災害発生時も、風倒木の処理等で多大なる協力をいただいた。

(スライド 16、17)

2つ目が、「公益社団法人 B&G 財団」との災害時相互支援の協定である。B&G 財団では、①子ども・子育て支援②防災と防災復興③海と環境④健康と生きがいづくり⑤コミュニティ再生と町づくりの5つを柱に「地域活性化と地方創生」の推進を目的としている。

本年6月9日に本町と協定調印を行った。この協定は B&G 財団が全国に 100 カ所の拠点を整備する目標で取り組んでおり、県内では天城町に次いで2例目となる。本協定では、「防災拠点の設置及び災害時相互支援体制構築」事業の一環として、災害発生時の緊急対応・避難所運営に必要な防災倉庫の整備、油圧ショベルやダンプ、救援艇等の機材整備のほか、災害現場で役立つ実践的な研修などの費用について、B&G 財団が助成を行うとともに、将来的に周辺自治体との災害時相互支援協定の締結などの支援体制づくりが目的である。これらは令和4年から6年までの3年間で約5,400万円の助成をいただくこととなっている。

(スライド 18、19、20、21)

助成事業によって、これまでに配備された機材等のひとつは、油圧ショベルである。本庁舎及び支所に各1台ずつ配備された。崩壊土砂やがれきの撤去作業で使用される。次にスライドダンプである。こちらも各1台ずつ配備されており、資材

や重機等の運搬の際に使用する。そのほかの配備品は、災害用仮設トイレ、救援艇、ライフジャケットのほか、防災倉庫が完備された。配備品のうち、油圧ショベルやスライドダンプについては災害発生時のほか、日頃の林道の維持管理にも積極的に活用していく予定である。令和5年8月現在ハード面の部分についてはほとんど完了した。

5 資格取得について

(スライド 22、23)

本町での独自の取り組みとして、冒頭の課題にもあった人材育成の一環で、平成31年3月から職員互助会による「資格等取得費用助成制度」が開始された。これにより、大型又は中型自動車の運転免許、大型特殊や建設車両系の免許取得に係る費用の一部助成が受けられる。職員の資格取得状況は、車両系建設機械19名、大型特殊1名、中型自動車2名取得しており、現場での更なる活躍が期待される。私事であるが、今年度、資格取得を一番の目標にしており、現在大型特殊自動車を取得済みである。今後さらに大型自動車、建設機械の免許を取得予定である。

6 これからの維持管理について

(スライド 24、25、26)

職員による施設点検・確認後の作業であるが、ハード面・ソフト面が充実してきたことにより、労働人口や予算の減少が見込まれる中、業務の一部を職員のマンパワーで対応できるようになった。これは、免許を取得している職員が実際にタイヤショベルを用いて、林道沿線の下草を回収している状況の写真である。建設課職員14名のうち5名が資格を有しており、小規模な修繕や崩土除去等を職員自ら行うことができる。

7 おわりに

(スライド 27、28)

近年、梅雨前線や台風等に伴う自然災害が増加している。今後、本町が取り組むべき課題はまだ多いが、災害への備えや、新たな施設管理体制を構築していくことで、ひいては町民の生命・財産を守ることができる。今年は、平成5年8月6日の水害(8・6水害)から30年目の節目となる。今回の発表を通じて、今後の施設管理の在り方や災害への備えについて、あらためて考え、認識することができた。今後は、更に技術を研鑽し、諸先輩方からの指導や、地域振興局からの助言、地域住民の方の声を参考に「公助」の役割を果た

林道維持管理の現状と今後の課題・解決策・災害への備えについて
せるよう業務に取り組んでいきたいと思う。

(スライド 29)

今回の発表に際し、御協力いただきました方々にこの場を借りて感謝申し上げ、私の発表を終わらせていただきます。

ご清聴ありがとうございました。

**林道維持管理の現状と今後の課題・
解決策・災害への備えについて**

南大隅町役場 建設課 桑田 拓

スライド1

林道維持管理の流れ

■ケース①
職員 (定期巡回) → 施設点検・確認 → 建設業者等に委託

■ケース②
嘱託職員 (随時巡回) → 施設点検・確認 → 建設業者等に委託
町民 (情報提供に基づく) → 施設点検・確認 → 建設業者等に委託

(必要に応じて)
■排水施設等の効用回復
■法面等の災害復旧
■除草作業 (刈払い)

スライド5

<南大隅町の概要>

■人口: 6,481人
■世帯数: 3,153世帯 (2020年時点)
■面積: 21,357ha
■林野面積: 16,684ha (約78%が森林)
■基幹産業: 農林水産業

スライド2

定期巡回のルール

■ 起点から500m毎に定点杭
■ 定点での点検 (写真撮影・記録簿に記載)
■ 情報共有
■ 必要に応じて対応を検討

工事黒板アプリを活用
画像ごとに自動で整理され、仕分けが可能 (データ整理の効率化)

スライド6

町の組織体系

```

    graph TD
      Mayor[町長] --- Deputy[副町長]
      Mayor --- Accountant[会計管理者]
      Deputy --- Planning[企画課]
      Deputy --- PublicWorks[商工観光課]
      Deputy --- Tax[Tax課]
      Deputy --- Welfare[町民保健課]
      Deputy --- Support[介護福祉課]
      Deputy --- Finance[経済課]
      Deputy --- Construction[建設課]
      Deputy --- Accounting[会計課]
    
```

【町道・農道・林道】の維持管理を実施

スライド3

維持管理の課題

スライド7

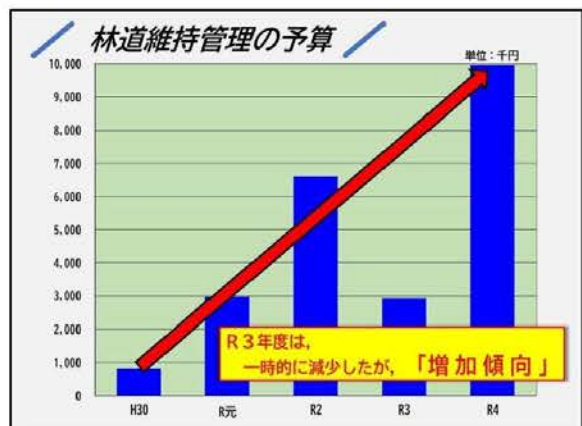
<町内の林道>

合計 13路線 (53.9 km)

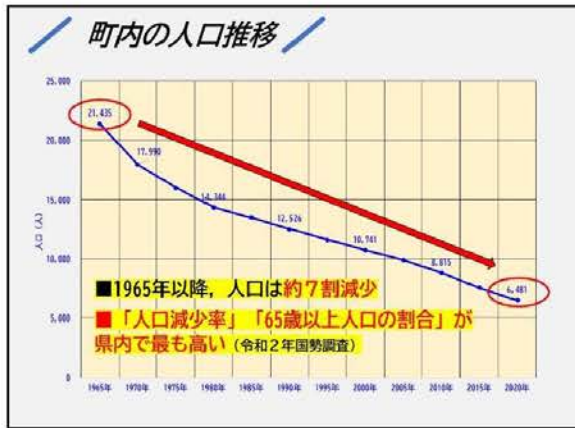
旧根占町 9路線 (39.7km)
旧住多町 4路線 (14.2km)

森林整備はもとより、町民の生活道路としても重要な役割を果たしている。

スライド4



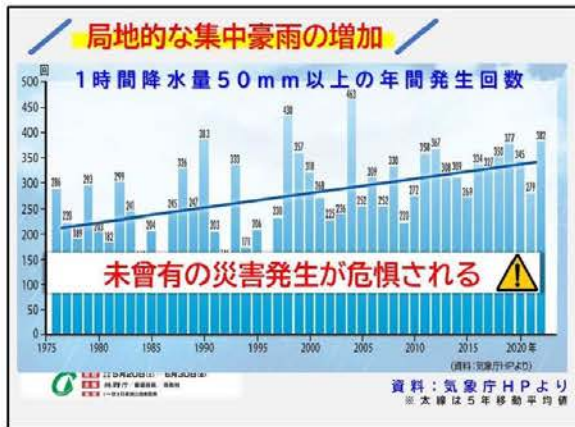
スライド8



スライド9

支援体制の充実に向けた取組

スライド13



スライド10

大規模災害時の応急対策に関する協定①

<締結の目的>
 公共土木施設における「大規模災害時」の応急・支援対策及び防災訓練の充実を図る。

<相手方>
 南大隅建友会（15社）

<主な内容>
 ① 被害情報の収集・報告
 ② 障害物の除去・応急措置
 ③ ポンプの提供、人的支援及び訓練 など

スライド14

課題のまとめ

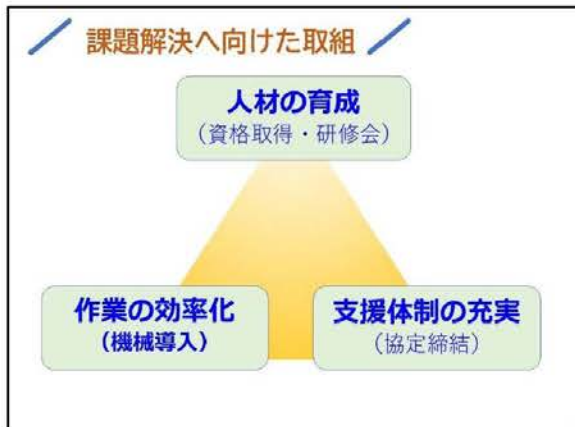
- 限られた予算の中、維持管理にかかる予算は増加傾向
- 人口減少や高齢化に伴い、労働者の確保が困難となるのでは・・・
- 限られた人員での対応が求められる

体制の強化が急務

スライド11



スライド15



スライド12

大規模災害時の応急対策に関する協定②

「B & G財団」との協定締結
 (2023年6月9日調印)

「災害時も相互支援体制構築・連携促進や被災地への物的・人的支援等に関する協定書」

地域活性化と地方創生

スライド16

協定の内容

災害発生時の緊急対応・避難所運営に必要な**防災倉庫の整備**、**油圧ショベルやダンプ**、**救援艇などの機材整備**、**災害現場で役立つ実践的な研修**など人材育成にかかる費用について、**B&G財団が助成を行うとともに**、**周辺自治体との災害時相互応援協定の締結など支援体制づくりを推進する。**

総額5,400万円(上限)の助成
(令和4年度～令和6年度)

スライド17

機材等の配備

■**配備重機・機材**

- 防災倉庫(根占・佐多)パネルバン 1台
- 油圧ショベル 2台
- ボートトレーラー 1台
- スライドダンプ 2台
- 災害用トイレ 5台
- 救援艇(船外機付) 1台

林道維持管理での使用も可能

スライド21

機材等の配備

油圧ショベル

スライド18

人材育成

●人材育成(ソフト事業)

【令和4年度研修実績】(一部抜粋)

実施日 研修内容

R5.3.4 災害現場を想定した重機等研修
R5.3.24 避難所開設・運営研修

【令和5年度研修計画】(一部抜粋)

実施日 研修内容

R5.9.3 重機スキルアップ実技研修
R5.10.15 救助艇研修

- 拠点研修(重機操作研修)
- 避難所研修

スライド22

機材等の配備

スライドダンプ(3t)

スライド19

その他の取組

■資格取得助成(互助会)

- 大型(中型)自動車運転免許
- 大型特殊自動車免許
- 車両系建設機械運転免許

免許取得に要した費用の2/3を助成

■資格取得状況

- 車両系建設機械 19名
- 大型特殊 1名
- 中型自動車 2名

大型特殊→大型1種→建設機械

スライド23

機材等の配備

災害用仮設トイレ

救援艇

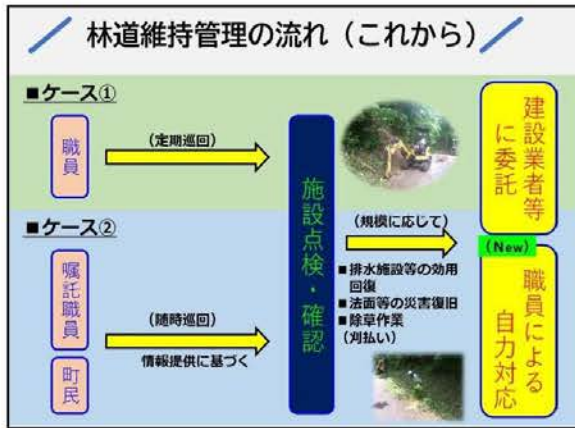
防災倉庫

ライフジャケット

スライド20

これからの維持管理

スライド24



スライド25



スライド29



スライド26

おわりに

「梅雨前線や台風等」による自然災害が増えてきている。

災害への備え（自助・共助・公助）や、施設管理体制を今後さらに充実することで・・・

「町民の生命・財産」を守る！！

スライド27

平成5年8月6日の未曾有の大災害（8・6水害）から30年経過

日頃の施設管理の重要性や、災害への備えが重要であるとあらためて認識できた。

技術を研鑽し、スピード感を持って「公助」の役割を果たせるよう取り組んでいきたい。

西大洞町 PRキャラクター「あまちゃん」

スライド28

始良・伊佐地域における林道災害について

始良・伊佐地域振興局 農林水産部 林務水産課 松島美弦

1 はじめに

【スライド1～4】

林道は、森林の適正な整備及び保全を図り、効率的かつ安定的な林業経営を確立するために必要不可欠な施設である。

また、地域住民の通行や物資の運搬、公道が被災を受けたときの代替路等、山村地域の交通路として、大きな役割を果たしている。

林道の整備にあたっては、このような林道の役割が十分に発揮されるように適切に対応していくことが重要である。

しかし、近年、梅雨前線や台風等の異常気象は激甚化・頻発化し、始良・伊佐地域においても、毎年のように林道災害が発生し、地域振興に支障が生じている。

始良・伊佐地域では、昨年度、7路線11箇所が被災を受け、過去10年間に於いて32路線51箇所が被災を受けている。

今回、始良・伊佐地域における林道の現況と被災箇所の傾向を調査し、今後の課題等を取りまとめたので報告する。

2 調査地域の概要

2-1 始良・伊佐地域の概要

【スライド5】

始良・伊佐地域は、県本土の中央部に位置し、始良市、伊佐市、霧島市、湧水町の3市1町で構成されている。地質は、天降川・川内川水系を中心に、災害に脆弱なシラスが分布し、山岳部は安山岩質が占めている。

2-2 管内の林道の現況

【スライド6】

当管内の林道は、211路線、延長506,353mで、内訳は、始良市が40路線、延長100,301m、伊佐市が47路線、延長132,028m、霧島市が94路線、延長199,862m、湧水町が30路線、延長74,162mとなっている。

3 調査の目的・方法

【スライド7～10】

当地域において、林道の現況と災害履歴を踏まえ、今後どのように林道の点検と維持管理を行っていくべきか、現状における課題を明らかにするため、調査を実施した。

はじめに、当地域における林道災害発生箇所を把握するため、林道台帳では経過表を使用し災害履歴を調査した。

査定説明表資料では、起点からの距離で位置を把握し、また、復旧工法を調査した。

復旧計画概要書では、被災写真で被災箇所の調査を行った。

調査範囲は、平成25年～令和4年の10年間に発生した林道災害発生箇所とした。位置図の赤いポイントは被災箇所の位置を示している。

調査項目は、開設年度、被害形態、地質、開設年度から災害発生年度までの経過年数、路面状況を調査した。

4 調査結果

【スライド11～12】

この表は、平成25年から令和4年における林道災害の一覧表である。

今回調査した範囲では、開設年度は1971年から1980年に開設した路線が最も多く、次いで1980年から1990年に開設した路線が多い結果となった。

開設年度の調査により、開設から災害発生年度までの経過年数を算出すると、グラフのとおり、30年から50年の間が最も多い結果となった。

【スライド13】

被災形態別では、被災形態を、路肩、法面、路体・路面に分けて調査したところ、路肩の被災が64%と一番多い結果となった。

【スライド14～15】

災害発生箇所を地質図に落とし、地質を調査すると、主に火山岩類、第四紀、四万十層群の3つに分類され、被災箇所の地質別では、あまり差が

ないものの、四万十層群が多い結果となった。四万十層群は主に、砂岩、頁岩、チャート等が複雑に重なり合った地層で地層の形成時に変形を受けており、割れ目が発達している場合が多いため崩壊が発生するのではないかと考える。

【スライド 16】

法面及び路体・路面については、過去 10 年間における箇所数が少ないため、考察するには対象期間を今回の対象期間より、さらに過去の災害履歴を調査する必要がある。路肩については、スライドのグラフのとおり 30 年以上経過した林道で災害が発生しており、30 年以上経過している林道は、被災をうけやすいのではないかと考える。

【スライド 17】

被災箇所の舗装別では、舗装がほとんどだが、これは、当管内の林道は連絡線形が多く、大型車両等の交通もあり、舗装率が 75.7%と、県平均の 69.9%を上回っているからだと考える。

【スライド 18】

諸先輩方の研究において、舗装や構造物の経年劣化により被害を受けやすくなることは、明らかであるが、今回調査し、当管内においても同様の結果となった。

調査結果により、路肩の被災が一番多いことから、今後の対策を検討するため、路肩の被災箇所の考察を行った。

5 被災箇所の考察

【スライド 19～20】

令和元年 6 月 30 日から 7 月 4 日にかけての梅雨に伴い被災した、霧島市国分に位置する養掛線である。

起点から 970.0m 付近で被災し、被災延長は 10.0m で、査定事業費 3,201 千円、復旧工法はコンクリートブロック積工である。

最大 24 時間雨量は 270.0 mm、最大時間雨量は 43.0 mm である。

被災要因は、想定以上の雨が降ったことにより、盛土が飽和状態となり被災したと考えられる。また、被災箇所は施工から 20 年以上経過しており、盛土部が経年劣化していたことも一つの要因だと考えられる。

【スライド 21～22】

令和 2 年 7 月 3 日から 7 月 6 日にかけての梅雨に伴い被災した、霧島市福山町に位置する中崎線である。

起点から 2,550.0m 付近で被災し、被災延長は 26.0m で、査定事業費 22,902 千円、復旧工法は大型ブロック積擁壁工である。

最大 24 時間雨量は 204.0 mm、最大時間雨量は 28.0 mm である。

被災要因は、林道上流側からの路面水及び山腹からの湧水により、舗装のクラックに侵入し被災したと考えられる。

【スライド 23～24】

令和 3 年 7 月 9 日から 7 月 10 日にかけての豪雨により被災した、伊佐市菱刈に位置する池田線である。

起点から 450.0m 付近で被災し、被災延長は 60.0m で、査定事業費 21,947 千円、復旧工法は補強土壁工である。

最大 24 時間雨量は 500.0 mm、最大時間雨量は 88.0 mm である。

被災要因は、路面水が被災箇所に流入したことによる地山の崩壊だと考えられる。

【スライド 25～26】

令和 4 年 7 月 15 日から 7 月 20 日にかけての豪雨により被災した、始良市上名に位置する、飛野 1 号線である。

起点から 3,700.0m 付近で被災し、被災延長は 51.0m で、査定事業費は 71,925 千円、復旧工法は大型ブロック積擁壁工である。

最大 24 時間雨量は、182.0 mm、最大時間雨量は 46.0 mm である。

被災要因は、2 級河川山田川が増水し、流速が早くなったことにより、既設 L 型擁壁の根が洗掘され大規模な崩壊を起こしたものである。

また、溪流からの土砂の流出により被災箇所の横断溝が閉塞しオーバーフローした水が既設 L 型擁壁の根を洗掘したことも一つの要因だと考えられる。

【スライド 27】

以上の考察により、路肩の主な被災要因は、
①枝葉や土砂等により溜り等が閉塞し、雨水が越流したことによる被災。
②路面水が、路肩の低い箇所に集中し、地盤を軟弱化し、被災。

③河川の増水により根を洗掘され被災。

以上の3つが主に被災した要因と考えられた。

そこで、今後の防災減災対策につなげていくために、各要因の未然防止対策を検討した。

6 未然防止対策の検討

【スライド 28】

被災要因①の溜枡等の閉塞については、始良市が実施している手作りのスクリーンをモデルに、排水工呑口の手前にスクリーンを設置する。

②の路面水については、排水施設の見直しをする必要があるのではないかと。

③の河川の増水については、大型土のう等を設置するなど基礎部の洗掘防止対策を行う。

以上の対策が考えられた。

【スライド 29～30】

被災要因3つのうち、最も多かった要因は①の溜枡等の閉塞による被災である。

この対策について、実際に実施している始良市にどのような効果が得られているのか、聞き取りを行った。

聞き取りの結果、今まで溜枡に直接流入していた枝葉や土砂等がスクリーンを設置したことで、スクリーンが枝葉等を捕捉し、溜枡にたまったものを取り除く労力の削減が図れたと回答をいただいた。

7 アンケートの実施

【スライド 31～32】

省力化が図れている始良市をモデルに管内の各市町へ対策を周知するにあたり、日常の点検・パトロール時の内容を把握するため、当管内の各市町にご協力いただき、維持管理の頻度や点検項目についてアンケートを実施した。

アンケートの内容は、巡視パトロールと維持管理の2項目についてである。

主な内容としては、パトロール・維持管理を行っている実施主体、頻度や優先順位について、アンケートを行った。

8 アンケート結果

【スライド 33】

アンケートの結果、パトロールの頻度は月に1回以上実施しており、実施主体は主に市の職員によるパトロールであった。

パトロールの優先順位については、優先順位について「あり」と回答された市町については、利

用頻度や被災実績、保全対象がある林道を優先して行っている回答となった。

維持管理については、崩土等の除去や、排水施設の清掃、路肩の補修等が主な内容となっており、方法としては、建設業者や林業事業体に委託して行っていた。また、維持管理の優先順位については、主に利用頻度が高い路線を優先して行っている回答となった。

このアンケートの結果から、効率的かつ経済的な維持管理を図るため、始良市が実施しているスクリーンによる対策の、現地研修会を計画している。

また、幅広く情報収集を行うため、点検表を作成し、林道を使用する林業事業体等に点検を行ってもらうための体制構築を図っていきたいと思う。

9 最後に

最後に、各市町におかれては、限られた予算や職員の中、維持管理を行っていただいているところだが、林道施設の機能を持続的に発揮していくためにも未然防止対策の提案内容を各市町に情報共有し、災害に強い林道づくりを目指していきたい。

始良・伊佐地域における林道災害について

始良・伊佐地域振興局
松島 美弦

スライド1

始良・伊佐地域の概要



スライド5

林道の目的

森林整備及び保全を図り、効率的かつ安定的な森林経営を確立することを目的とした施設



スライド2

管内の林道

区分	路線数	令和3年度末				令和2年度末				
		森林面積 (A)	開設延長 (B)	管理延長 (B-A)	開設延長 (C)	管理延長 (D)	開設延長 (E)	管理延長 (E-D)		
管内	211	69,804	222,200	10.4	806,382	501,049	379,112	7.8	70.1%	78.7%
霧島市	94	33,410	331,739	9.9	199,842	204,398	190,842	6.0	60.2%	73.8%
伊佐市	47	34,889	185,400	11.1	232,028	132,944	93,658	5.9	79.7%	70.8%
始良市	40	14,202	159,115	9.6	100,305	94,963	81,782	6.9	72.1%	86.1%
湧水町	30	8,685	85,646	12.0	74,167	69,732	52,800	11.1	84.6%	76.8%
県域		435,431	4,439,000	10.2	2,922,110	2,815,036	1,967,499	6.7	45.8%	69.9%

スライド6

林道の役割

林業生産活動を行うための森林へのアクセス確保や地域住民の通行や物資の運搬等



スライド3

調査の目的

林道の現況と災害履歴を踏まえ、今後どのように林道維持管理・点検を行っていくべきか、現状における課題を明らかにするため調査を実施

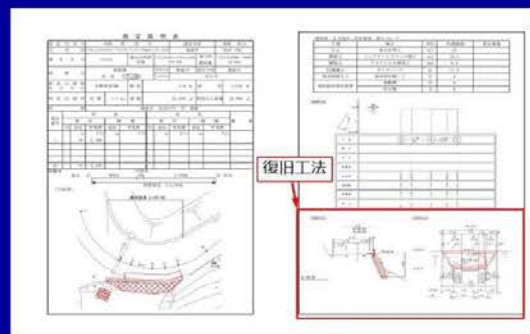


スライド7

令和4年度災害発生箇所一覧									
発生年	期間	区分	市町	路線名	路線番号	最大24時間雨量 (mm)	最大時間雨量 (mm)	被災延長 (m)	被害額 (千円)
R4	7/15~7/20	豪雨災	霧島市	瀬登線		276	49	19	7,239
			始良市	飛野1号線		182	46	51	71,923
			始良市	幸田山線		182	46	27	1,139
			始良市	長尾山線		236	49	30	9,984
R4	9/17~9/19	台風災	霧島市	南分山橋線	1	249	22	88	28,618
			霧島市	南分山橋線	2	249	22	216	60,170
			霧島市	中崎線	1	277	39	27	5,875
			霧島市	中崎線	2	277	39	12	1,117
			霧島市	中崎線	3	277	39	41	3,663
霧島市	中崎線	4	277	39	18	6,101			
霧島市	五戸口線		345	33	23	8,096			

令和4年度 : 7路線11箇所が被災

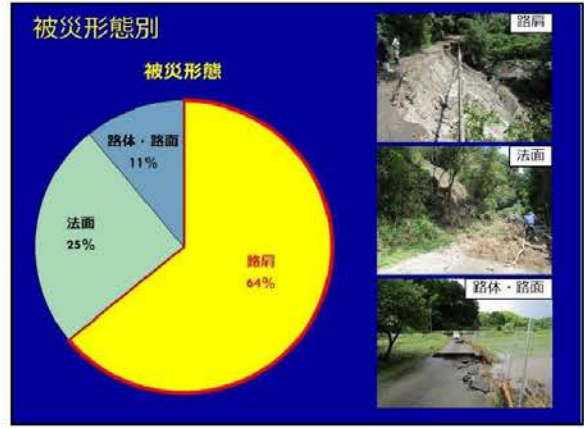
スライド4



スライド8



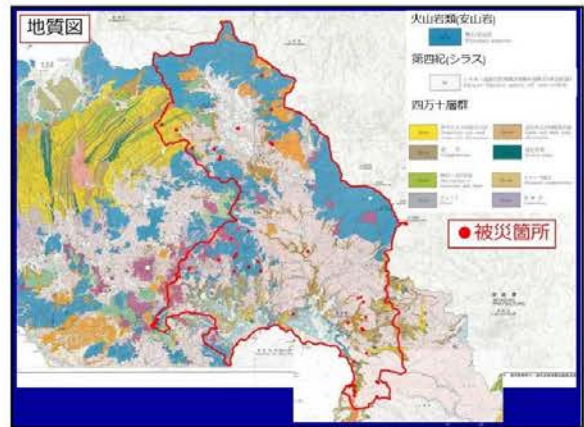
スライド9



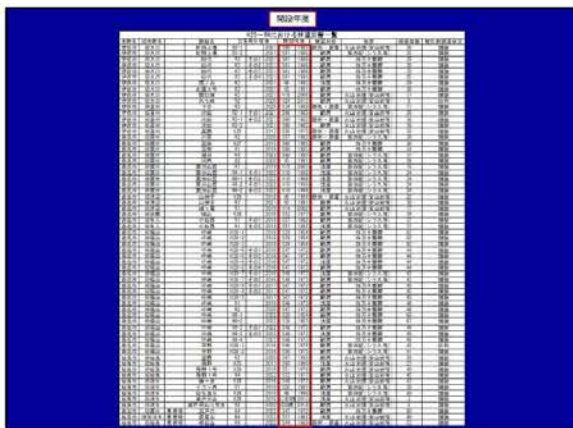
スライド13



スライド10



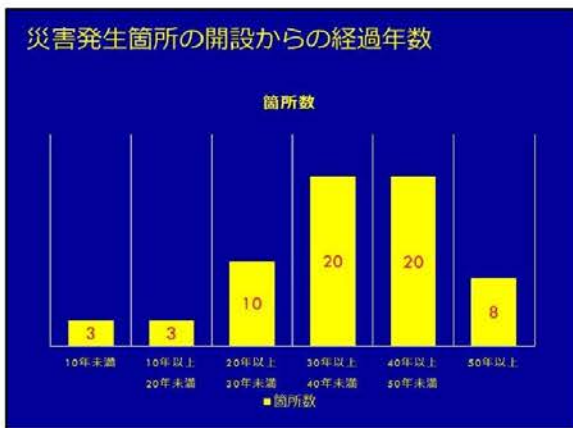
スライド14



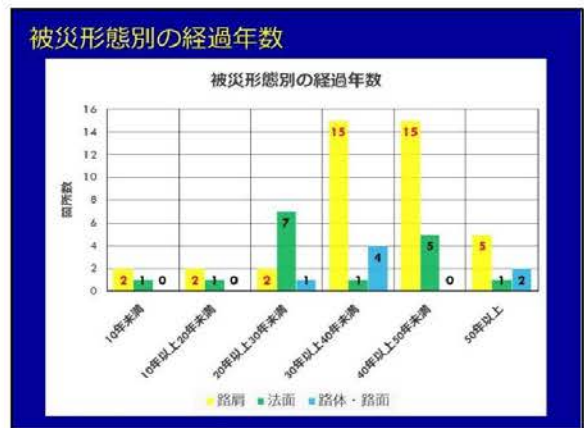
スライド11



スライド15



スライド12



スライド16

始良・伊佐地域における林道災害について

管内の林道

区 分	路線数	延平林道整備計画		令和3年度整備状況						
		森林整備 (A)	林道整備 (B)	開削延長 (C)	復旧延長 (D)	舗装延長 (E)	整備延長 (C/A)	復旧率 (D/B)	舗装率 (E/D)	
管 門	211	69,500	722,109	19.4	956,333	591,943	379,113	5.3	79.1%	76.7%
鹿嶋市	34	32,410	331,729	9.9	192,862	294,286	154,642	6.0	60.7%	73.0%
伊佐市	47	14,885	169,600	11.1	132,928	122,944	93,698	6.9	79.7%	70.0%
始良市	49	14,852	139,115	9.6	100,301	94,993	81,782	6.9	72.1%	86.1%
清水町	30	5,660	85,646	12.9	74,162	68,722	52,500	11.1	86.6%	76.9%
集 計		426,433	4,439,000	10.2	2,022,112	2,515,509	1,967,490	6.7	65.6%	69.9%

スライド17

○令和2年7月3日～7月6日にかけての梅雨に伴う災害

路線名：中崎線
被災延長：26.0m
査定事業費：22,902千円
復旧工法：大型ブロック積層工
最大24時間雨量：204.0mm
最大時間雨量：28.0mm

スライド21



スライド18



スライド22

○令和元年6月30日～7月4日にかけての梅雨に伴う災害

路線名：養掛線
被災延長：10.0m
査定事業費：3,201千円
復旧工法：コンクリートブロック積工
最大24時間雨量：270.0mm
最大時間雨量：43.0mm

スライド19

○令和3年7月9日～7月10日にかけての豪雨による災害

路線名：池田線
被災延長：60.0m
査定事業費：21,947千円
復旧工法：補強土壁工
最大24時間雨量：500.0mm
最大時間雨量：86.0mm

スライド23




スライド20



スライド24

○令和4年7月15日から7月20日にかけての豪雨災による災害



路線名：飛野1号線
被災延長：51.0m
査定事業費：71,925千円
復旧工法：大型ブロック積擁壁工
最大24時間雨量：182.0mm
最大時間雨量：46.0mm

スライド25

各要因の未然防止対策の提案

- ① 枝葉や土砂等により溜溝や側溝が閉塞し、雨水が越流したことによる被災
- ② 路面水が、路肩の低い箇所に集中し、地盤を軟弱化し被災
- ③ 河川の増水により根を洗掘され被災

↓

被災要因①に対する対策について
実際に実施している始良市に聞き取り調査を実施

スライド29

○令和4年7月15日から7月20日にかけての豪雨災による災害



スライド26

聞き取り調査の結果

- ・ スクリーンを設置する以前は溜溝に直接、枝葉や土砂等が流入していたが、設置後は、スクリーンが枝葉等を捕獲し、溜溝にたまったものを取り除く労力の削減が図れた。



スライド30

路肩の主な被災要因

- ① 枝葉や土砂等により側溝が閉塞し、雨水が越流したことによる被災
- ② 路面水が、路肩の低い箇所に集中し、地盤を軟弱化し被災
- ③ 河川の増水により根を洗掘され被災

↓

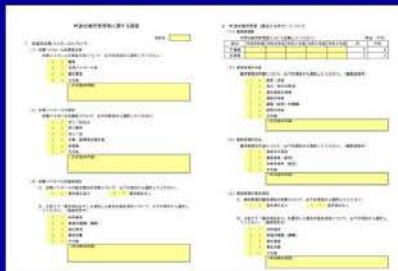
各要因の未然防止対策の検討

スライド27

対策の周知

対策を周知するにあたって

他市町の日常の点検・パトロールの内容を把握するため、維持管理の頻度や点検項目についてアンケートを実施



スライド31

各要因の未然防止対策の検討

- ① 枝葉や土砂等により側溝が閉塞し、雨水が越流したことによる被災
➡ 始良市が実施している手作りのスクリーンをモデルに排水工呑口の手前にスクリーンを設置
- ② 路面水が、路肩の低い箇所に集中し、地盤を軟弱化し被災
➡ 排水施設の見直しの検討
- ③ 河川の増水により根を洗掘され被災
➡ 大型どのう等を設置するなど基礎部の洗掘防止対策を行う

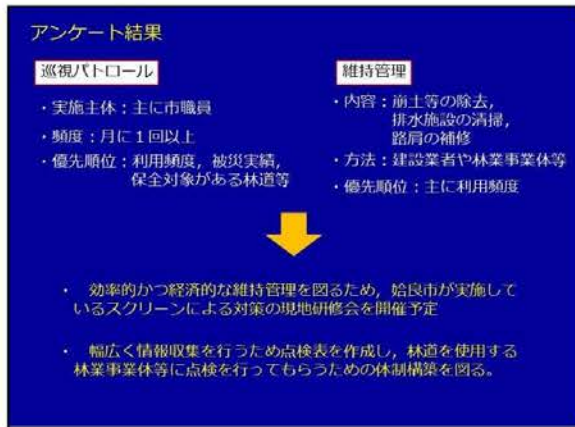
スライド28

アンケートの内容

- ① 林道の巡視パトロールについて
内容：パトロールの実施主体、頻度、優先順位
- ② 林道の維持管理について
内容：維持管理の内容、方法、優先順位

スライド32

始良・伊佐地域における林道災害について



スライド33

林道災害復旧事業における大型ブロックの一考察

北薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 伊地知秀太

1 はじめに

【スライド1】

近年の林道災害復旧事業の事例から、ブロック積擁壁について、設計は間知ブロックだが、施工承諾により大型ブロックを施工している箇所が多数あったことから、大型ブロックを復旧工法として適用できないか検討した。

2 管内における近年の林道災害発生状況

【スライド2～8】

近年、気候変動により、短時間強雨の発生回数が増加するなど、全国各地で山地災害を誘発するような極端な降水が発生しており、北薩管内でも令和2年は7月4日に、令和3年は7月10日に線状降水帯が発生し、甚大な被害をもたらした。例年4、5箇所だった林道災害だが、令和2年は26路線47箇所、令和3年は27路線48箇所の被害が発生し、県内で発生した林道災害の過半数を占めた。令和2年から4年に発生した管内の林道災害の被害形態を「路肩崩壊」、「法面崩壊」、「舗装」、「地すべり」の大きく4つに分類すると、一番多かったものが路肩崩壊で、77件となっており、その割合は50%を超えていた。なお、この件数は、被害箇所1箇所で複数の被害形態のものもあるため、延べ件数である。被害形態として一番多かった路肩崩壊だが、その復旧工法は通常の盛土・土羽で仕上げるものが一番多く、ついで2番目が構造物で復旧するブロック積擁壁となっており、その割合は2割を超えていた。

3 近年の災害復旧の事例

【スライド9】

復旧工法として割合の高いブロック積擁壁だが、設計は間知ブロックである。林道の災害復旧は管理主体である市町村への補助事業が主となるが、現地での指導監督や完成確認検査の際、ブロック積擁壁について、施工承諾により大型ブロックで施工されていることが判明した。その件数は17件中14件と8割を超えていた。施工承諾した事業主体担当者に理由を聞き取ると、大きく2点あった。1点目が間知ブロックを詰めるブロック工が

いない。2点目が省力化・工期短縮が図れるとのことであった。

4 発表内容について

【スライド10】

今回は、このようにブロック積擁壁について、設計と実態が乖離していることを踏まえ、大型ブロックを復旧工法として適用できないか検討をおこなった。内容は①間知ブロックについて②大型ブロックについて③北薩管内におけるブロック工の状況について④間知ブロックと大型ブロックの比較⑤まとめである。

5 間知ブロックについて

【スライド11～15】

間知ブロックは、一般的に40cm×30cmの長方形で控えが35cmのコンクリート2次製品を、人力により1つ1つ積んでいき、裏型枠を設置後、胴込コンクリート・裏込めコンクリートの充填を行う。完成後の形は通常、控え長35cm、裏込めコンクリート20cmとコンクリート部分は計55cmとなる。昭和30年代以降使用されてきた間知ブロックだが、特徴として「小さなブロックを人力で据え付けるため、施工に時間がかかり、技術や経験を必要とする」・「裏込めコンクリートが必要なため、型枠設置、生コン打設、埋め戻し作業が必要となる」・「1日の施工サイクルで段取りを変える内容が多く、工程が多い」・「日々のコンクリートの養生等に多くの時間がかかる」といったものが挙げられる。つまり、「技術、経験を積んだ熟練工（専門のブロック工）が必要」・「人手がいる」・「時間がかかる」といった特徴がある。写真のようにくさびを使用し勾配や高さ等を調整しながら施工を行うが、このことから技術・経験等が必要なことがうかがえる。

6 大型ブロックについて

【スライド16～27】

大型ブロックについて、管内ではいくつかのメーカーの商品が使用されていたが、大きく2つのタイプに分かれていた。1つめが、ブロック1個

林道災害復旧事業における大型ブロックの一考察

当たりのサイズが 0.5m² で控え長が 35 cm、裏壁がないもの。2つめが、ブロック 1 個当たりのサイズが 1.0m² で控え長が 55 cm、裏壁があるものであった。治山林道必携では、ブロック質量 4,600kg 以下、控え長 50cm 以上が大型ブロック積と規定されているが、今回はブロックサイズ 0.5m²、控え長が 35 cm、裏壁がないものも通常の間知ブロックと比較し、便宜的に大型ブロックとしている。

まず、1つめのタイプだが、ブロック 1 個当たり 0.5m² で控えが 35cm であった。1 個当たり 0.5m² だが、重量が 200 kg ほどあり、機械による据え付けとなる。このタイプは裏壁がないため、裏型枠・裏コンが必要となる。1 個当たりのサイズが大きく機械施工のため、省力化・工期短縮が図れる。

次に 2つめのタイプだが、ブロック 1 個当たり 1.0m² で控え長が 55cm であった。なお、このタイプは裏壁がある。重量は 1つめのタイプよりさらに重くなり、このタイプも機械による据え付けである。このタイプの大型ブロックは裏壁があるため、裏型枠・裏コンが不要となる。箱状のブロックにコンクリートを充填するのみである。1 個当たりのサイズが大きく機械施工のため、省力化・工期短縮が図れる。さらに、裏壁により、裏型枠・裏コン不要となる。間知ブロックで施工する際の裏コンクリートまで含めて、ブロックで代替される。

過去の施工事例だが、間知ブロックで施工された既設ブロック積擁壁が被災したため、施工承諾により 1 個当たり 0.5m² タイプのもので復旧を行った。しかし、復旧後数年経過して、再び既設ブロック積擁壁の間知ブロックが被災したため、今度は施工承諾により 1 個当たり 1.0m² タイプのもので復旧を行った。写真のように 3 種類のブロックが並んでいる。

7 北薩管内におけるブロック工の状況

【スライド 28】

北薩管内におけるブロック工の状況だが、林道災害復旧事業を請負った元請業者に聞き取りを実施した。以前は自社に間知ブロックを積めるブロック工がいたそうだが、現在は会社に 1 人いるか、いないかといった状況であった。そのため、間知ブロックによるブロック積擁壁を施工するには、専門のブロック工を下請けとして雇わなければならない。しかし、その専門のブロック工も就業者数の減少や高齢化が進んでいる。統計調査である、

令和 3 年経済センサスによると、石工・れんが・タイル・ブロック工の従事者数が鹿児島県全体で 205 名だが、北薩管内では 3 名となっていた。そのため、繁忙期や災害等の突発的な事態への対応が困難な状況となっていた。

8 間知ブロックと大型ブロックの比較

【スライド 29～30】

間知ブロックと比較し大型ブロックの m² 単価は約 1,900 円高かった。しかし、間知ブロックと比較し大型ブロックの日当たり作業量は 4 倍以上となっていた。

経済面、施工面及び労務面の 3 点についての比較を表に整理した。まず経済面だが、大型ブロックが m² 単価 1,900 円高くなるが、施工面では大型ブロックの方が作業量は 4 倍以上となる。また、施工時の養生を加味すると、施工性の向上により工期短縮が図れる。実際、施工承諾により大型ブロックで施工した現場は契約工期より早く完成しており、標準工期 230 日間だった工事が 162 日間で完成し、68 日間（工期の 3 割）の短縮が図れた事例もあった。労務面だが、請負業者は、自社に間知ブロックを積める専門のブロック工がほぼおらず、下請けとなる管内の統計上の専門のブロック工も 3 名しかおらず、実情として、間知ブロックでの施工はままならない状況となっていた。

9 まとめ

【スライド 31】

災害ということで、早期復旧が求められる中、ブロック積擁壁の施工は、専門のブロック工が確保出来ないという状況と、施工の省力化・工期短縮のためということで、設計金額としては請負業者の負担となる施工承諾という形で大型ブロックが施工されていた。その負担を解消し、現状のブロック工不足対策そして災害の早期復旧に寄与するため、大型ブロックを設計変更の対象として良いのではと考えた。

10 災害復旧事業での大型ブロック適用のため、変更フローチャート（案）

【スライド 32】

今後の災害復旧事業での大型ブロック適用のため、変更フローチャート（案）を作成した。手順として、受注者発議による協議により、ブロック工不足が確認された場合、設計変更の対象とする。確認方法として、協議書に建設業協会等からのブロック工不足が確認できる文章等を添付してもら

う。また、変更する際は、施工費用を含め、最も経済的となるものを採用する。なお、ブロック控え長と裏コンクリートの幅は変更しない。

1.1 設計変更のイメージ

【スライド33】

設計変更のイメージとして、当初、間知ブロックで控え長 35 cm、裏コン 20 cm の計 55 cm の場合、同様に控え長 35 cm、裏コン 20 cm の計 55 cm の大型ブロックか、裏壁があり、控え長が 55 cm の大型ブロックとする。

1.2 これから

【スライド34～35】

今回は近年の林道災害復旧事業の事例や管内のブロック工の状況から、設計変更の対象として検討をおこなったが、他県では査定時の復旧工法として、適用している事例もあるそうである。今後は、管内だけでなく、県内のブロック工の状況や様々なメーカーの大型ブロックの種類を調査し、査定時の復旧工法として検討していきたい。

林道災害復旧事業における
大型ブロックの一考察



近年の林道災害復旧事業の事例から、
大型ブロックを今後の復旧工法として
適用できないか検討した

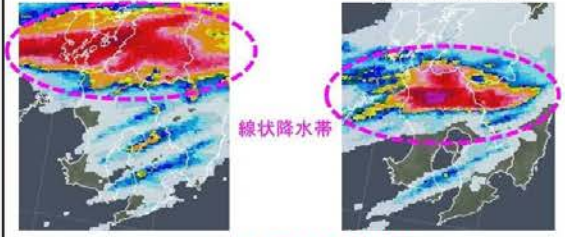
北薩地域振興局 林務水産課
森林土木第一係 伊地知 秀太

スライド1



スライド5

○ 北薩管内における近年の林道災害発生状況
令和2年7月4日 令和3年7月10日



線状降水帯

県内の半分以上

	令和2年度	令和3年度	令和4年度
路線数（北薩管内）	26	27	4
箇所数（北薩管内）	47	48	4
箇所数（県全体）	78	68	26

スライド2



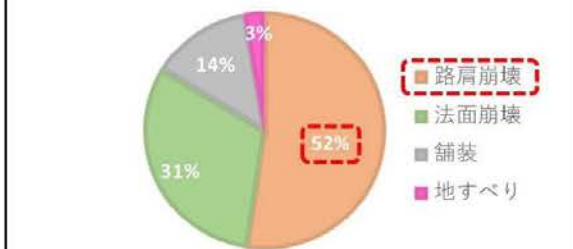
スライド6



スライド3

○ 北薩管内での近年の林道災害内訳

路肩崩壊	法面崩壊	舗装	地すべり
77	46	20	4



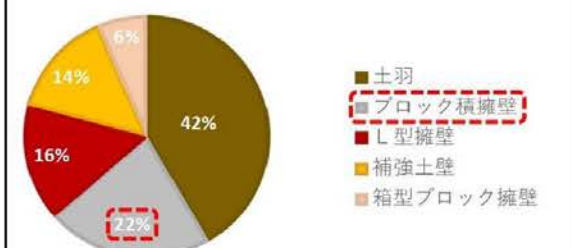
スライド7



スライド4

○ 路肩崩壊の復旧工法内訳

路肩崩壊				
土羽	ブロック積擁壁	L型擁壁	補強土壁	箱型ブロック擁壁
32	17	12	11	5
77				



スライド8

○ 災害復旧の事例

・ブロック積擁壁について、17件中14件で、施工承諾により、間知ブロックの代替品として、大型ブロックが使用されていた

【理由】

- ・間知ブロックを積める熟練工(専門のブロック工)がいない
- ・省力化、工期短縮

スライド9

○ 間知ブロックについて

胸込・裏込コンクリートの充填

スライド13

○ 発表内容

【目的】

ブロック積擁壁について、設計と実態が乖離していることから、大型ブロックを復旧工法として適用できないか、検討を行った

【内容】

- ①間知ブロックについて
- ②大型ブロックについて
- ③北薩管内におけるブロック工の状況
- ④間知ブロックと大型ブロックの比較(経済面、施工面、労務面)
- ⑤まとめ

スライド10

○間知ブロックについて

スライド14

○ 間知ブロックについて

スライド11

○ 間知ブロックについて

つまり...

- ・技術・経験を積んだ熟練工(専門のブロック工)が必要
- ・人手がいる
- ・時間がかかる

スライド15-1

○ 間知ブロックについて

人力によるブロックの据付け

スライド12

○ 間知ブロックについて

スライド15-2

○ 大型ブロックについて

名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	0.50m ²	180~200kg	0.35m	無し
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

※【大型ブロック積】: ブロック質量
4,600kg以下、控え長500mm以上と
なっているが、今回は**便宜的**に
0.50m²のタイプも大型ブロックに分類

スライド16

○ 大型ブロックについて



名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	0.50m ²	180~200kg	0.35m	無し
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド20

○ 大型ブロックについて

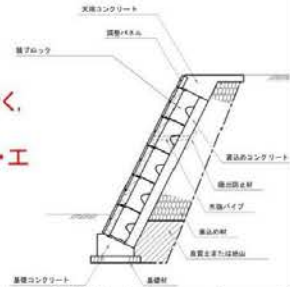


名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	0.50m ²	180~200kg	0.35m	無し
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド17

○ 大型ブロックについて

・1個当たりのサイズが大きく、
機械施工のため、**省力化・工
期短縮**が図れる



名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	0.50m ²	180~200kg	0.35m	無し
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド21

○ 大型ブロックについて



名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	0.50m ²	180~200kg	0.35m	無し
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド18

○ 大型ブロックについて



名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	1.00m ²	450~610kg	0.55m	有り
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド22

○ 大型ブロックについて



名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	0.50m ²	180~200kg	0.35m	無し
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド19

○ 大型ブロックについて



名称	1個当たり サイズ	1個当たり 参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	1.00m ²	450~610kg	0.55m	有り
※一般的な 間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド23

○ 大型ブロックについて

名称	1個当たりサイズ	1個当たり参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	1.00m ²	450~610kg	0.55m	有り
※一般的な間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド24

○ 大型ブロックについて

名称	1個当たりサイズ	1個当たり参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	1.00m ²	450~610kg	0.55m	有り
※一般的な間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド25

○ 大型ブロックについて

- ・1個当たりのサイズが大きく、
機械施工のため、省力化・工期短縮が図れる
- ・裏壁により、裏型枠が不要

名称	1個当たりサイズ	1個当たり参考重量	控え	裏壁
大型ブロック	1.00m ²	450~610kg	0.55m	有り
※一般的な間知ブロック	0.12m ² (0.40×0.30)	42kg以上	0.35m	無し

スライド26

○ 大型ブロックについて

写真 ブロック積擁壁下流から

写真 ブロック積擁壁上流から

スライド27-1

○ 大型ブロックについて

写真 ブロック積擁壁下流から

写真 ブロック積擁壁上流から

スライド27-2

○ 北薩管内におけるブロック工の状況

元請負業者 → 下請負業者 (ブロック工)

- ・以前は自社にブロック工がいたが、現在はいないため、下請を雇わなければならない
- ・就業者数減
- ・高齢化

県内 205名中 管内には 3名

ブロック工不足のため、繁忙期や災害等の突発的な事態への対応が困難

スライド28

○ 間知ブロックと大型ブロックの比較

名称	m ² 単価 (裏コン含む)	日当たり標準作業量
※一般的な間知ブロック	約28,700円	10.0m ² /日
大型ブロック	約30,600円	42.0m ² /日

引用: 令和4年版治山林道必修

- ・間知ブロックと比較し大型ブロックのm²単価は約1,900円高い
- ・間知ブロックと比較し大型ブロックの日当たり作業量は4倍以上

スライド29

○ 間知ブロックと大型ブロックの比較

	間知ブロック	大型ブロック
経済面	○	△
施工面	△	△
労務面	×	×

m²当たり 1900円高い

スライド30-1

○ 間知ブロックと大型ブロックの比較

	間知ブロック	大型ブロック
経済面	○	△
施工面	△	◎
労務	△	◎

標準工期230日が162日で完成した事例も
※68日間(工期の3割)の短縮

作業量4倍養生を加味すると施工性の向上により
工期短縮

スライド30-2

災害復旧事業における
ブロック積擁壁変更フローチャート(案)

```

    graph TD
      A[変更手順] --> B[受注者からの協議]
      B --> C{ブロック工が確保できるか}
      C -- Yes --> D[変更なし]
      C -- No --> E[変更<br/>(大型ブロック)]
  
```

※1 設計変更する場合は、建設業協会等からの文章等を協議書に添付

※2 同等以上の性能を有し、納入可能な製品で施工費用を含め最も経済的となるもので積算

※3 ブロック控え+裏コンクリートの幅は変更しない

スライド32

○ 間知ブロックと大型ブロックの比較

	間知ブロック	大型ブロック
経済面	○	△
施工面	△	◎
労務面	×	○

管内に統計上の専門のブロック工は
3名

スライド30-3

○ 設計変更のイメージ

間知ブロック (0.50m²)

大型ブロック (1.00m²)

スライド33

○ まとめ

早期復旧

ブロック工不足

省力化・工期短縮

施工承諾

負担

大型ブロック

スライド31-1

○ これから

他県では**査定時(当初設計)**の復旧工法として適用している事例も...

【今回】: **設計変更**の対象として検討

今後

査定時(当初設計)の復旧工法として検討

県内のブロック工の状況、大型ブロックの種類等

スライド34

○ まとめ

早期復旧

ブロック工不足

省力化・工期短縮

設計変更

施工承諾

負担

大型ブロック

スライド31-2



スライド35

奄美地域における法面緑化について

大島支庁 農林水産部 林務水産課 野尻孝記

1. はじめに

【スライド1～2】

奄美群島は、鹿児島市から約400kmの海上に位置し、奄美市笠利町から与論町まで南北約200kmの範囲に連なる島々で構成されており、令和3年7月には奄美大島と徳之島の一部が世界自然遺産に登録されるなど、多種多様な動植物が生息する自然豊かな群島である。

大島支庁管内の治山事業では、これまでにその地域性から自然環境に配慮した工法が様々な実施されてきた。

【スライド3～4】

治山事業を含めた公共事業においても、各事業で個別に環境配慮について実施されてきたが、事業単位でなく、地域全体が一体となって取り組む共通の指針である「奄美大島・徳之島公共事業における環境配慮指針」が平成29年3月に策定された。

自然環境や景観などへの影響を低減することを目的とし、事業実施の際の共通の理念、方針などを定めた国、県、市町村の共通の指針として策定され、具体的には事業の計画策定、調査測量設計、工事施工段階での環境に配慮した対応が必要となり、これらに共通するのが県で指定している公共事業環境配慮アドバイザーの助言等を受けながら対応するところである。

【スライド5】

また、奄美群島特有の景観や地域、集落単位で守られてきたものがあり、このような地域特有の要素に関しては、特に配慮が必要であり、これから発表する法面緑化に置き換えると①の「生物多様性」については、希少な動植物の保護の観点から外国産種子の廃止、④の「景観・自然とのふれあい」は緑化による景観、⑤の「環境への負荷の低減」は木材チップによるリサイクルなどがあてはまる。

今回の発表については、自然環境に配慮した工法の中でも、法面緑化に着目し、吹付法枠工の枠内吹付について調査を実施した。

2. 法面緑化の変移

【スライド6】

平成15年度以前は早期緑化を図るため、外国産種子を用いた緑化が主流であったが、平成16年度からは埋土種子工や樹林化工による吹付などを試験的に施工してきた。

平成20年度からは試験実証を経て無種子で木材チップ基材による「植物誘導吹付工」を標準工法として採用し、現在に至っている。

採用から約15年が経過し、植物誘導吹付工の各現場での現況等を調査し、今後の課題等について検討、整理した。

【スライド7】

植物誘導吹付工とは建設工事などから発生する根株・幹・枝葉を繊維状に破碎した生育基盤材に肥料や侵食防止剤を配合したものを法面に吹き付けて、外部からの種子の侵入によって緑化を図る工法である。

島内の建設工事などから伐採木や根株などが再資源化施設へ持ち込まれた後、破碎機によりチップ化され、1次破碎、2次破碎を行い、15mm以下の大きさのチップに選定された後、現場で配合を行い、吹き付けていく。

【スライド8】

配合については、吹付厚3cmの時、基盤材、肥料、添加剤、侵食防止剤をこの表の数量で配合している。

【スライド9】

生育基盤材の基となる木材チップは、本島内において、主に建設工事などから発生する支障木を伐採、除根されたものを100%使用している。チップ化することで再生可能な資源が有効に活用され、結果的に木材利用の推進が図られている。

また、地元原料100%なので、他地域の種子、虫などの侵入の危険もない。

3. 調査箇所及び調査項目

【スライド10】

平成16年度に植物誘導吹付工の試験施工で実施した3箇所の現場と、試験地以外で平成20年以降に施工した14箇所を無作為に選定し、合計

の 17 箇所で法面の被覆状況や基盤材の侵食状況などを調査した。

【スライド 11】

なお、試験施工地の 3 箇所については、平成 17 年度の当発表会において、施工後の結果が報告がされている。報告の中で、緑化については、窒素飢餓による生育阻害は認められず、帰化植物、地元種などによる自然侵入植生での緑化が図られていた。被覆率は半年経過で 50% であり、今後も順調に増加するものとする。という内容であった。

【スライド 12】

調査項目については、法面方向、種子の供給源となる周辺の林況、目視による全体の被覆率、侵食状況、植生状況についてとりまとめた。

4. 調査結果

平成 16 年度に試験施工した 3 箇所については、施工から約 20 年経過している。

【スライド 13】

奄美市名瀬の現場の写真である。完成直後とその後の経過状況と現在の状況の写真である。

【スライド 14】

龍郷町の現場の写真である。

【スライド 15】

宇検村の現場の写真である。奄美市名瀬の現場は草本類の割合は高かったが、部分的であり、施工全体で見ると、他の 2 箇所と同じで周囲の状況に馴染んでおり、リュウキュウマツやハゼノキなどの樹種が成林し、樹林化が図られている状況であった。

なお、試験地は従来の外国産種子を配合した法面吹付も行っていたが、同じ遷移の形態をなしていた。

【スライド 16~19】

14 箇所の調査箇所については、平成 30 年度以前までの施工地は、被覆率 100% となっており、基盤材が侵食・流出している箇所は全箇所確認できなかった。法面の植生状況は周囲の環境状況や方向などにより被覆状況にバラツキはあったが、大半がススキなどの草本類が生育していた。木本類の稚樹も侵入しており、また、部分的にもリュウキュウマツやアカメガシワなどの木本類が生育していた。

【スライド 20】

樹林化が顕著に確認できたのが、平成 22 年の奄美豪雨災害箇所の施工地である奄美市住用町の現場である。リュウキュウマツを主体とした樹林

化が図られていることが確認できた。要因としては、施工地上部、隣接地に種子の供給源であるセイ・カシ類の大木が多く生育し、南向きで日当たりも良い環境であったことが考えられる。

【スライド 21】

しかし、施工から 2、3 年くらいたった施工地については、被覆率が 100% でなく、緑化に時間を要している結果となった。

【スライド 22】

平成 22 年度災害施工地の近隣の奄美市住用町の令和 3 年度と 4 年度に実施した現場において、令和 4 年度における植生の進み具合について目視により行った。

青マークが枠内に植生が 5 本以上確認できた箇所で、黄マークが 1 本から 5 本未満の箇所、赤マークが 0 本の箇所である。植生結果から、令和 3 年度既設の隣接から植生が侵入してきていることが言える。また、上部については、種子供給源の樹木が生育していないため、0 本の箇所が多くなっていた。

5. 課題及び今後の展開

【スライド 23】

課題としては、更なる早期緑化に向けた検討が必要だということである。

調査結果から吹付けて 2、3 年後には植生がある程度被覆してきているが、その間、近年の異常気象によるゲリラ豪雨などで基盤材が侵食・流出し、緑化が思うように進まない恐れもある。また、環境配慮指針の中でも景観についても重要視しているように、早期緑化を図るための対応が必要と考える。

一番良い方法として、在来種子の吹付があるが、平成 20 年当時にも在来種子の種苗生産体制の確保について協議・検討がされていたが、結果として、生産体制が整わず現在に至っており、在来種子による吹付は困難な状況である。

【スライド 24】

試験的に土壌藻類を活用した自然に優しい侵食防止・自然侵入促進を図る「BSC工法」を試行している。

BSCとは、バイオロジカル・ソイル・クラストの頭文字を取ったもので、藻類や苔などが地表面を広がっている状態のことで、植生遷移の最初の段階で見られる自然現象であり、裸地からBSCを経て、草本、木本が芽吹き、森林へと遷移していくものである。

なお、土壌藻類資材である「BSC-1」に使

用されている藻類は無性生殖であり、雌雄がなく、細胞分裂で増えることから、遺伝子かく乱のおそれはない。また、乾燥すると土埃とともに空中に巻き上がり移動するため、日本全国で生育している。

【スライド 25】

施工地は施工当時、法面に無種子の植生シートを施工していたが、植生状態があまり良好でなかったため、その約1年4ヶ月後にBSC工法を実施した。現在は、施工後、1年4ヶ月が経過し、苔が生えて植生も確認でき、飛来種子も侵入しやすくなっている。

このBSCを植物誘導吹付工との組み合わせで実施すれば、更なる侵入種子を多く受け入れられ、早期緑化が図られるのではないかと考え、今後も追跡調査等を行っていき、試験施工も実施していきたい。

【スライド 26】

また、他にも世界自然遺産に登録されたことで、環境に配慮した工法についてメーカー各社からの製品PRもされているところである。それらも試験施工しながら実用化できるものなどは活用し、更なる早期緑化を図って行ければと考えている。

6. おわりに

【スライド 27】

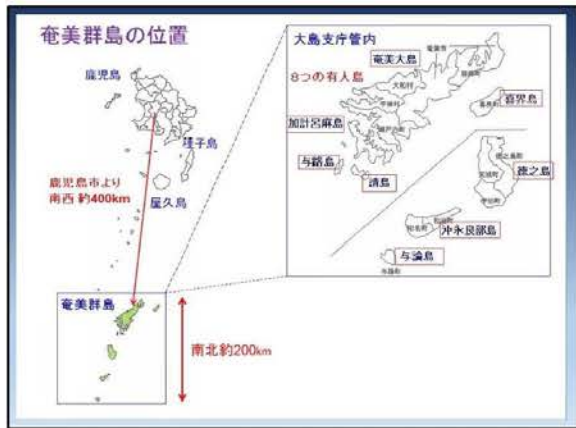
近年、生態系を活用して、防災・減災の効果を発揮させ、災害リスクを低減する「Eco-DRR」という考え方が注目されている。森林の持つ山地災害防止機能などは生態系が災害リスクを低減する機能そのもので、治山事業による森林の機能の維持・向上は「Eco-DRR」の取組である。これからも自然豊かな奄美地域の生態系を守りながら、環境配慮指針に基づいた治山工事に努めていきたい。



スライド1



スライド5



スライド2



スライド6

奄美大島・徳之島 公共事業における環境配慮指針

● 策定の背景と目的 【指針P1参照】

- これまでの公共事業においては、各事業で個別に環境配慮について、検討されてきた
- 世界自然遺産登録に向け、奄美大島・徳之島としての自然環境、景観、歴史、文化等を持続的に保持するためには、事業単位ではなく、地域全体が一体となって取り組む共通の指針が必要

↓

公共事業による自然環境や景観、歴史・文化的資源等への影響を低減することを目的とし、公共事業実施の際の環境配慮の共通の理念、方針、手順等を定めた国、県、市町村の共通の指針として、策定（平成29年3月）

スライド3

植物誘導吹付工とは

建設工事等から発生する根株・幹・枝葉を繊維状に破碎した生育基盤材に肥料や侵食防止剤を配合したものを法面に吹付け、外部からの種子侵入によって緑化を図る工法

植物誘導吹付工フロー

スライド7

治山事業における環境配慮指針への対応

■ 事業計画策定

- 発注者は、事業計画の策定に当たって、指針に定める基本方針に基づき、自然環境や景観等に配慮する。
- 発注者は、配慮すべき基本項目のほか、データベースの特長、公共事業環境配慮アドバイザー（以下、アドバイザー）の助言等に基づき、チェックシートを用いて環境配慮案を抽出する。

■ 調査測量設計

- 調査測量設計業者の受託者は、アドバイザーの助言を反映させた成果品を作成する。
- 発注者は、成果品の内容を踏まえてチェックシートを作成する。
- 発注者は、チェックシートを審査機関に送付し、環境配慮の実施に関して審査を受ける。

■ 工事施工記録

- 工事請負者は、発注者の指導の下、自然環境や景観等に配慮した施工計画書を作成する。
- 工事請負者は、施工計画書に従って、施工による周辺の自然環境や景観等への影響を最小限にとどめる努力を行う。
- 工事請負者は、現場条件に差異が生じた場合は実施計画・設計段階における配慮事項を踏まえ、適正に配慮する。この際、判断に困る場合は、発注者を通してアドバイザーに助言を依頼する。
- 工事請負者及び環境配慮員は、チェックシートに基づいて配慮事項を実施し、発注者及び審査機関に実施内容を報告する。

スライド4

植物誘導吹付工の標準配合


■ 吹付厚 (t) = 3 cm (100㎡当たり)

使用材料	材料に関する補足説明	数量
基盤材	奄美大島の公共工事で発生した伐採木や根株を破碎した木材繊維	1,500 L
肥料	法面侵入植物の成長促進用肥料	4.0 kg
添加剤	微生物活性酵素	50.0 kg
侵食防止材	基盤材、肥料、添加剤の結合用	5.0 kg

スライド8

木材チップの概要

- 奄美大島本島より主に建設工事から発生する根株、伐採木等100%使用
- 他地域の種子、虫などの侵入の危険がない
- 奄美大島本島内で2者が製造・販売を実施
- 年間チップ生産量(2者合計)
R3年度: 約 3,200m³ R4年度: 2,600m³



スライド9

①H16年度施工地 奄美市名瀬伊津部町

完成直後

試験地

現況(R5.7月)

従来吹付

試験地



スライド13

法面施工地 調査位置図



スライド10

②H16年度施工地 龍郷町中勝

完成直後

試験地

現況(R5.7月)

従来吹付

試験地



スライド14

H17年度 治山林道研究発表会より

発表内容(緑化関係)

- 窒素飢餓による生育阻害は認められず、帰化植物、地元種などによる自然侵入植生での緑化が図れていた。
- 被覆率は半年経過で50%で今後も順調に増加するものと考えられる。(外來種子配合での2年経過後程度)

スライド11

③H16年度施工地 宇検村生勝

完成直後

試験地

現況(R5.7月)

従来吹付

試験地

林内状況



スライド15

法面緑化施工地の調査結果表

区分	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
法面方向	東	南	南南西	南南西	南	南東	北東	南西	北西	西	南西	西北西	西	南南西	西南西	南東	南東			
種子の供給	法面上部	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	
法面下部	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	
全体被覆率(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	50	50	80	10				
樹高状況	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹				
主な樹種及び割合	割合(%)	70	0	0	5	100	90	95	100	95	90	95	90	100	100	95	100	100		
種名	種名	ススギ	—	—	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	中央の樹種
割合(%)	割合(%)	30	100	100	95	0	10	5	0	5	10	5	10	0	0	5	0	0	0	
種名	種名	ススギ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	中央の樹種
割合(%)	割合(%)	30	100	100	95	0	10	5	0	5	10	5	10	0	0	5	0	0	0	

スライド12

法面緑化施工地の調査結果表

区分	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
法面方向	東	南	南南西	南南西	南	南東	北東	南西	北西	西	南西	西北西	西	南南西	西南西	南東	南東			
種子の供給	法面上部	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	
法面下部	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	
全体被覆率(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	50	50	80	10			
樹高状況	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹	樹				
主な樹種及び割合	割合(%)	70	0	0	5	100	90	95	100	95	90	95	90	100	100	95	100	100		
種名	種名	ススギ	—	—	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	ススギ	中央の樹種
割合(%)	割合(%)	30	100	100	95	0	10	5	0	5	10	5	10	0	0	5	0	0	0	
種名	種名	ススギ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	ハコギリ	中央の樹種
割合(%)	割合(%)	30	100	100	95	0	10	5	0	5	10	5	10	0	0	5	0	0	0	

スライド16

奄美地域における法面緑化について



スライド17

法面緑化施工地の調査結果表

区分	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
法面方向	東	南	南南西	南西	南	南東	北東	南西	北東	西	南西	北西	西	南南西	西南西	南東	南東			
緑化の状況	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
全体植生率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	50	50	80	10		
保土状況	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
主な植生区別	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ	ススキ
調査日	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10	7/10
調査者	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇
備考																				

スライド21



スライド18



スライド22



スライド19

今後の課題

植生まで2、3年程度の期間を要する
 景観に配慮する必要がある
 ↓
 早期緑化の検討
 ↓
 ① 在来種子による吹付
 種苗生産体制の確保について協議・検討がされたが、生産体制が整わず、在来種子による吹付は困難
 ② 他工法との組合施工
 「BSC工法」による植物誘導吹付工との組み合わせなどの試験施工

ゲリラ豪雨
 ↓
 基盤材の侵食・流出

スライド23



スライド20

< BSCとは >
 バイオロジカル・ソイル・クラスト(Biological Soil Crust)の略称で、菌類や地衣類、苔などが地表面の土粒子や土塊を結んで形成するシート状の生物集団のことです。

ESB-1の利点
 ESB-1は自然に形成されるもの
 ESB-1は自然に形成されるもの
 ESB-1は自然に形成されるもの

ESB-1の利点
 ESB-1は自然に形成されるもの
 ESB-1は自然に形成されるもの
 ESB-1は自然に形成されるもの

ESB-1に含まれる土壌菌類は、世界中に分布する固有種です。またクローン増殖のため、遺伝子を複製しない影響の少ない材料です。(自然公園内等で生物多様性に配慮した緑化が可能)

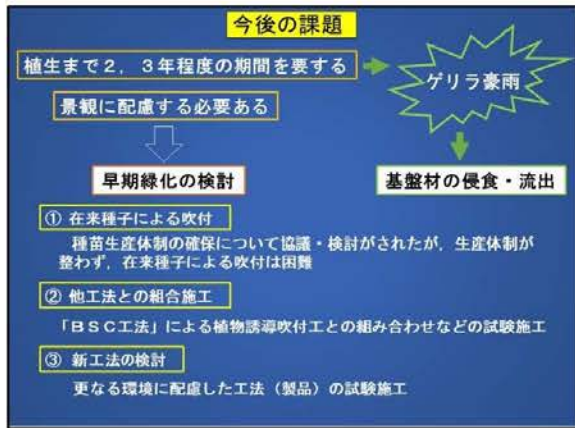
< ESB-1を活用することの利点 >
 ESB-1は土壌菌類による緑化と考えられ、さらにそれ自体が発芽種子や胞子を投入させる機能を有しています。そのため、自然誘入促進工を全くの新緑で施工する場合に比べて、その信頼性を大きく向上させることができます。

【出典】株式会社 日産緑化センター

スライド24



スライド25



スライド26



スライド27

林道法面における木製パネルについて

大島支庁 農林水産部 林務水産課 有 蘭 亜 耶

1. はじめに

【スライド 2~4】

奄美群島は、希少種を含む多様な生物が息息・生育していることが評価され、2021年7月に国内で5件目となる世界自然遺産に登録された。

当管内の林道事業においては、奄美の自然環境に配慮した対策に取り組んでおり、法面に張ったラス金網に在来種の苗を設置し無種子の基盤材を吹き付ける在来種株植栽併用吹付工、希少野生動物保護のための、エスケープトラフなどを施工している。

【スライド 5~10】

また、木材を有効活用した工法として、木柵工、編柵工、木製パネルを施工しているところである。

木柵工は、土羽下に、盛土の安定を図るために設置するもので、地元奄美産材が活用されている。

編柵工は、土工時の赤土流出防止を図るため、切土盛土の法尻から1m離れた部分に設置するもので、現地調達した材を活用して設置している。

木製パネルは、車両等の視距の確保、林道維持管理経費の軽減、木材の利用促進を図るため設置している。

【スライド 11~12】

管内における木材生産は、令和元年度の18,000m³を境に、令和2年度から生産量、生産額ともに大きく減少している。これは、令和2年度にチップ工場が閉鎖したことが主な理由として考えられる。

この状況を踏まえて、林道事業においても地元奄美の木材の有効利用を図る必要があるため、現在開設している佐念線において、木製パネルを設置することとした。

森林管理道佐念線の概要は、大島郡宇検村佐念集落北部の県道を起点に名柄地内の宇検中央2号線に接続する自動車道2級で、主に尾根部を通過する線形で平成24年度から令和8年度を計画期間として開設事業を実施しており、現在の進捗率は71%である。

2. 木製パネルの製作

【スライド 13~17】

奄美ではイタジイやイジュといった広葉樹を用いて、地元森林組合が木製パネルを製作しており、広葉樹の都合上、1m×1.5mの規格を採用している。

木製パネルを製作するにあたり、地元森林組合と打合せを行った結果、

- ・耐久性を確保するため、製材後、半年間程度は自然乾燥させること
- ・細い材からも取れるよう厚みを8cmとすること

を決定し、木製パネルの製作を行った。

3. 木製パネルの劣化状況調査

令和4年7月に佐念線3工区において設置完了し、設置から1年が経過したので、木製パネルの課題を整理するため、劣化状況調査を行った。

【スライド 18~19】

今回の調査にあたってはピロディン貫入試験器を用いて、設置後3ヶ月おきにパネル上端部・中央部・下端部における打ち込み深さを測定するとともに目視による調査を行った。

→ピロディン貫入試験

径2.5mmのピンをバネの力で木材に打ち込み、その貫入深さから腐朽具合を判断するものであり、貫入深35mmが腐朽の目安とされており、文献上での耐用限界値は貫入深33mmとされている。

【スライド 20】

ピロディン貫入試験結果のグラフを示す。今回調査したパネルは最大値が25mm、最小値が12mm、平均値は14mm台を推移しており、どのパネルにおいても33mm以下であり、腐朽は確認できなかった。また設置して1年しか経過していないことから貫入深さの変化は見られなかった。

【スライド 21】

パネルの状況写真である。左の写真のように健全な状態と判断できるパネルがほとんどであったが、右の写真のように部分的な軽度の腐朽が見られるパネルが100枚中6枚見られた。

林道法面における木製パネルについて

【スライド 22】

過去に木製パネルを設置していた新小勝線においても、現在の木製パネルの状態を確認した。

【スライド 23】

平成 17 年度に設置したパネルの写真である。右の写真が現在のパネルの状況で、一部の部材が腐朽しており、ボルトの鉄筋だけが残っている状態でパネルの木材は全て朽ち果ててなくなっていた状態であった。

【スライド 24】

平成 20 年度に設置したパネルの写真である。右の写真が現在のパネルの状況で、部材の一部が腐朽してなくなっているが、木材は残っていた。

【スライド 25】

平成 23 年度に設置したパネルの写真である。右の写真が現在のパネルの状況で、部材が一部抜け落ちてパネルもあるが全部材残っているパネルも見られた。

【スライド 26】

こちらも平成 23 年度に設置した法面状況の写真である。植生が侵入して繁茂しているが木製パネルは残っている状態であり、パネルがあることにより、視距も確保できると考えられる。

4. 調査結果

【スライド 27】

今回の調査結果では、佐念線については、ピロディン貫入試験では大きな変化は見られなかった。また、目視調査では、一部のパネルに部分的な軽度の腐朽が見られた。

今回は、設置後 1 年しか経過していないため、今後は佐念線の別の工区の木製パネルも含め、現場状況等を踏まえた上で定期的に追跡調査を行いたい。

新小勝線の木製パネルでは、設置後十数年で激しい腐朽や部材の抜け落ち等の状態が見られるが、設置して 10 年程度は、視距の確保、維持管理経費の削減等一定の効果は発揮されているのではないかと考えられる。

5. 木製パネルの課題及び今後の展開

【スライド 28～31】

今回の調査を踏まえて木製パネルの課題として、

- ①施工性やコストの問題
- ②市町村の維持管理の問題

が挙げられる。

施工性やコストの問題については、部材の製材

後、パネル製作まで期間をおく必要があるため、工事発注の前年度までにパネルの製作を依頼する必要がある。また、現場においても、100 枚設置するのにおよそ 2 週間程度かかり、カーブのある箇所ではパネル間に隙間ができないよう施工に時間や手間がかかる。

この対策として、製材所で出た端材を活用して簡易的なパネルの製作ができないかと考える。

現在、端材のほとんどは処分している。これを活用して木製パネルの代用となるような簡易的なパネルの製作が実現できれば、地元産材の有効活用と併せて、製作経費等の縮減にもつながることから、今後関係者の方々と検討していきたい。

【スライド 31～36】

二つ目の課題の対策として、森林環境譲与税の活用が考えられる。

森林環境税・森林環境譲与税は、森林整備等に必要な地方財源を安定的に確保する観点から創設された。森林環境譲与税は、市町村においては、間伐等の森林の整備に関する施策と人材育成・担い手の確保、また木材利用の促進や普及啓発等に充てることとされている。

管内における森林環境譲与税の活用として、地元産木材のテーブルを設置した会議室の木質化や木製看板の製作に取り組んでいる。

この森林環境譲与税を活用して、既設林道においても新たな木製パネルの設置や、設置後 10～15 年スパンでのパネルの張り替えに活用できないかと考える。1 路線あたり 1 年間で 200 枚設置した場合、10 年間で 240 m²の木材利用が見込めることから、地元産材の需要拡大につながるのではないかと考える。

これらの木製パネルの課題と対策については、今後も継続した課題として、地元の関係者や市町村へ提案して意見交換しながら実現できるよう努めたい。



スライド1



スライド5



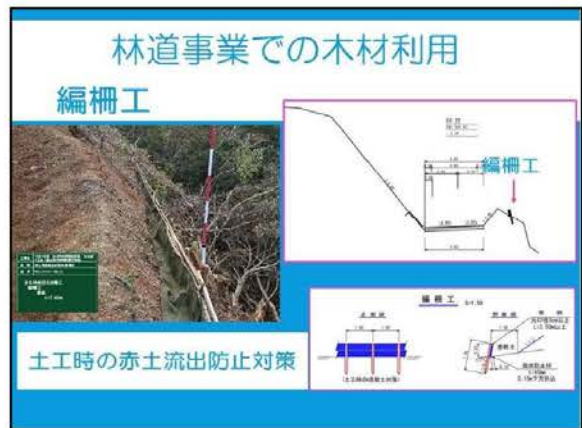
スライド2



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

林道事業での木材利用

木製パネルの設置目的

- 車両等の視距の確保
- 林道の維持管理経費の軽減
- 木材の利用促進

スライド9

木製パネル再開

木材利用量

- R3年度・100m×0.12㎡/m = 12㎡
- R4年度・250m×0.12㎡/m = 30㎡
- R5年度・255m×0.12㎡/m = 31㎡
- R6年度以降（全区間にパネルを設置した場合）
1,666m×0.12㎡/m = 200㎡

◇佐念線全体利用見込み量 273㎡

スライド13

林道事業での木材利用



ススキが路面に覆い被さって視距の確保ができない

スライド10

木製パネル再開



あまみ大島森林組合と連携

- 製材後の乾燥期間
- パネルの厚みの検討

製材したパネル部材

スライド14



スライド11

木製パネル再開



取出防止材


1.5m x 1.5m x 1.2m

曲がり材や径が細い材も利用できる

スライド15

木製パネル再開

奄美大島本島 林道位置図



佐念線

自動車道区分：自動車道第2種2級
 総延長：6,692m
 総事業費：27億7千万円
 事業計画期間：平成24年度～令和8年度
 開設済延長：4,727m（進捗率71%）

スライド12

佐念線3工区パネル設置



パネル R4年7月 パネル設置施工完了

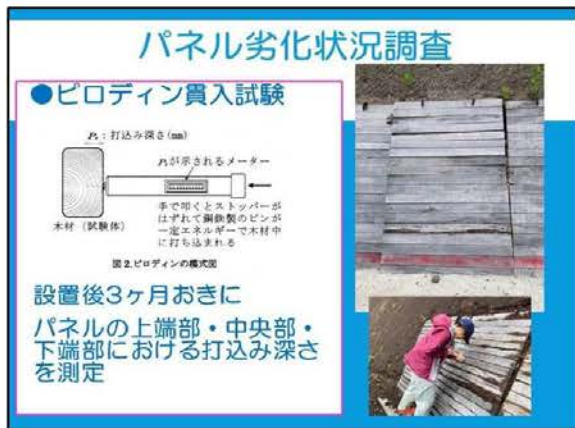
スライド16



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

パネル劣化状況調査

H23年度設置

設置直後 設置後12年経過

スライド25

木製パネルの課題

工事発注の前年度には
森林組合へパネルの枚数を報告

製材所にて自然乾燥

設置するのに
およそ2週間

スライド29

H23年度設置

スライド26

端材を活用したパネルの製作

現在の利用状況
一部は石窯の薪として利用、ほとんどが処分される

端材を活用して設置・撤去が簡単な木製パネルができないか

製作方法について検討

スライド30

パネル劣化状況調査

◆調査結果◆

- 佐念線（設置後1年経過）
 - ・ピロディン貫入試験では大きな変化は見られなかった
 - ・一部のパネルに部分的な軽度の腐朽が見られた
 - ・現場状況等も踏まえて引き続き定期的に追跡調査を行う必要がある
- 新小勝線（設置後11年～20年経過）
 - ・設置後十数年ではげしい腐朽や、部材の抜け落ち等の状態が見られるが設置場所によってはパネルの一定の効果が発揮されている

スライド27

木製パネルの課題

- 1 施工性やコストの問題
製材期間や経費がかかる、設置手間がかかる
→端材等を活用した簡易的なパネルの製作
- 2 市町村の維持管理の問題
設置後の腐朽した木製パネルの管理
→森林環境譲与税の活用

スライド31

木製パネルの課題

- 1 施工性やコストの問題
製材期間や経費がかかる、設置手間がかかる
- 2 市町村の維持管理の問題
設置後の腐朽した木製パネルの管理

スライド28

森林環境税・森林環境譲与税の概要

我が国の道営効果が安定的に確保される
森林環境税は令和4

制度設計イメージ

森林環境税 1.000円/年
森林環境譲与税 1.000円/年
市町村受給額 2,000円/年

森林環境譲与税の活用

森林環境税（譲与）
→ 40% 森林整備費
→ 20% 森林管理費
→ 10% 人材
→ 10% 森林環境教育
→ 10% 森林環境教育

森林環境譲与税の概要

森林環境譲与税の概要

森林環境譲与税の概要

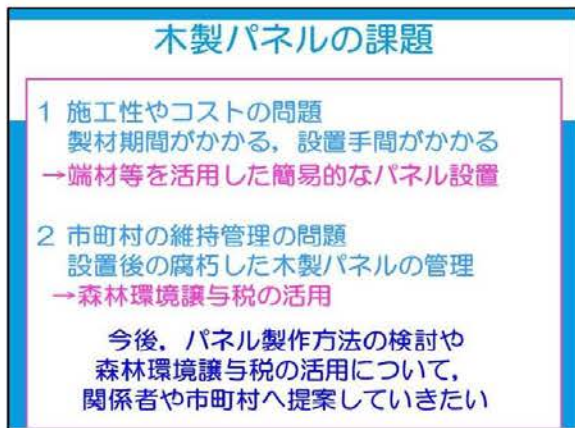
スライド32



スライド33



スライド34



スライド35



スライド36

海岸防災林造成事業実施箇所における事業効果の検証について

南薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 竹本 航

○はじめに (スライド1～3)

当管内は、海岸線沿いに住宅や畑・工場等が立ち並んでいる箇所が多く、古くから、海岸防災林造成事業により、特に開聞岳付近のマツ林を中心に昭和33年から現在まで42箇所の防災林の造成・整備を行い、強風・飛砂等から周辺地域の農作物や住民の生活環境の保全を図ってきているところである。

○経緯 (スライド4～6)

昨年度、治山事業の要望調査を行った際に、地元集落から、過去に海岸防災林造成事業で設置した防風ネット工や木製防風工が損壊し、その撤去について強い要望があった。

損壊した既設防風ネット工の撤去については、昨年度、他の箇所でも行ったが、その箇所については撤去と併せて改植等も実施していたことから、要望箇所では「損壊した防風工を撤去するのみの良いのか、防風工の新設や背面部の植栽地に施業の必要はないのか」と疑問が生じた。

そこで、過去に海岸防災林造成事業等を実施した箇所の現地調査等を行い、現況の把握や現在發揮されている事業効果を検証することで、防風工の新設や植栽地への施業等の必要性について検討したので、その結果を報告する。

○調査地選定・調査理由及び内容 (スライド7)

調査地として、地元から防風工撤去の要望があった南九州市知覧町南別府前山地内について調査を行うこととした。

調査内容及び理由については、①防風工の撤去・新設の必要性を確認するため、防風工の損壊状況や防風工背面部の植栽地の樹高について調査を実施するとともに、②生育状況比較、防風効果確認のため、森林現況調査(根元径・樹高・立木本数・胸高直径)について調査を行った。

また、②生育状況比較、防風効果確認の結果から、事業効果を検証し、植栽地への施業等の必要性について検討を行う。

○調査地について (前山地内) (スライド8～9)

調査地の前山地内は、東シナ海に面しており、後背地には、JR指宿・枕崎線、国道226号線、松ヶ浦集落があり、地元集落からも防災林としての働きを期待されている箇所となっている。

過去の工事概要については、海岸防災林造成事業を平成4年から平成10年まで実施し、その後、防風ネット工の腐食・破損、植栽木の枯損が見られたことから、平成16年度に県営単治山事業により、損傷の激しい防風ネット工を撤去し、木製防風工を新設、枯損が見られた箇所については、改植を実施している。また、平成11年から平成20年までは、保育事業により、毎年下刈りを実施していた箇所となっている。

○調査時現況 (防風工) (スライド10～15)

まず、防風工の損壊状況については、防風ネット工・木製防風工に分けて調査を行った。まず、防風ネット工調査箇所は、東側の部分である。現在の状況を設置当時と比較すると、設置から25年が経過し、支柱が腐食し、傾いている箇所が見られた。

支柱の腐食も根元が腐食し、前方に傾いているものや、中間部が腐食し、ネットと結合していない部分を確認した。

次に木製防風工の調査箇所は、南側の部分、防風ネット工と同様に設置当時との比較を行うと、現在も設置当時と同様に立っているものの、よく調べてみると、支柱は腐朽し根元から折れている箇所や、支柱同士をくくりつける巻付金具は腐食し、ほとんど確認することは出来なかった。

防風ネット工・木製防風工の調査から、それぞれ、いつ倒壊してもおかしくない状況であることがわかった。このことから防風工の撤去については、既設防風工の全ての範囲で実施を計画することとした。

○防風工新設の判断 (スライド 16~17)

防風工撤去後、防風工を新設する必要があるか判断するため、防風工背面部の植栽地の樹高について調査を行った。調査箇所は、防風ネット工の損壊が激しかった箇所の背面部について行うこととした。

植栽地の樹高を調査すると、ほとんどが防風工の高さより高く成長しており、樹高4m程度であることを確認した。防風工の役割は、植栽初期の植栽木の生長を促すためのものであり、調査地では林木の生長が確認できたため、防風工撤去後、新設を行う必要はないと判断した。

○森林現況調査 (スライド 18~23)

標準的な植栽木との比較、防風効果の確認を行うため、森林現況(根元径・樹高・立木本数・胸高直径)について調査を行った。

調査箇所は、木製防風工の損壊が激しかった箇所の背面部で、10m×10m、100㎡を調査した。

調査箇所の植栽施工当時の植栽配置図は、海岸砂地の植栽での標準とされている、植栽間隔1m×1mの10,000本植えで施工が行われている箇所である。

また、調査箇所の土壌は、所々岩盤が確認され、植栽木の生育環境としては適さない環境であることが考えられる。

根元径・樹高の調査結果を平成20年に当時、鹿児島県林業振興課が作成している根元直径と平均樹高の相関グラフに落とし込み、標準的な数値と調査地の数値との比較を行った。

調査地マツについて、標準の数値と樹高(縦軸)が同じ数値であった場合の根元直径(横軸)を見ると、標準地よりも調査地の根元直径が小さくなるのが分かる。この結果から、調査地のマツは、標準のマツと比べ、樹高の割に直径が細く、風害に弱い形状をしていることを確認した。

また調査地の広葉樹についても、マツと同様の結果となった。

○防風効果の確認 (スライド 24~28)

調査した内容から防風効果の確認を行う。確認方法については、①相対密度に基づく林分の疎密度、②現在発揮されている防風効果対象範囲図の2種類から防風効果について確認を行う。

まず、①相対密度に基づく林分の疎密度について、森林総合研究所が出している文献によると密閉度の高い防風施設では、風下直後では風速は十分に低下するが、渦が発生して、風速の回復は早

くなり、減風域は小さく、防風機能は低下すると記載があったことから、密閉度を示す指標として、相対密度を引用し、森林現況調査結果(胸高直径・立木本数)より相対密度を算出することで、防風効果について判断する。

調査地の平均胸高直径は8cm、調査地100㎡の立木本数が45本であったことから、ha本数を4500本とし、相対密度早見表に落とし込むと調査地の相対密度は80となり、相対密度の数値が70以上で、防風林の状況は過密・本数調整遅れの状態であることから、防風効果は低下していると判断した。なお、現在の前山地内を適正な密度にするための目標本数は、現況がha当たり4500本に対して約3400本であるため、本数調整等を行い、立木本数を目標本数に近づけていく必要がある。

次に②現在発揮されている防風効果対象範囲図について、樹高から現在発揮されている範囲を算定し、当初想定されていた範囲と比較を行った。

現在の効果が及んでいる範囲については、治山技術基準に防風林の有効な効果範囲は、一般に防風林の風上側で樹高の5倍程度、風下側で20倍程度との記載があり、調査地では、風下側に保全対象物があるため、調査地の林带上層部の樹高を20倍することで、防風効果範囲の算定を行い、防風効果について判断する。

算定した範囲を住宅地図に落とし込むと、このような図となる。この図から現在の防風効果は、防風林の造成途中であるが、当初想定していた範囲の約8割にまで及んでいることがわかり、一定程度の防風効果が確保されていると判断できる。

○まとめ (スライド 29)

調査結果から事業効果の検証を行った。調査箇所は、海岸に近く、岩盤も確認されるような植栽木が生長するための環境条件は著しく厳しい箇所ではあるが、植栽木は生長し、防風効果も発揮されていることも確認できたことから、調査地は、一定程度の事業効果を発揮していることがわかった。

また調査結果から事業効果を高めるための今後の取組として、防風工撤去後、新設は必要ないと考えられたが、林内は過密であることと、風害を受けやすい形状をしていることから、防風工撤去に併せ、本数調整伐等の計画を行い、林内を適切に管理することで、より事業効果を高めていきたいと考える。

○防風効果の高い防災林造成について
(スライド 30~31)

また、今年度保育事業を担当するにあたり、前山地内での事業効果検証の結果から、防風効果の高い防災林の造成には、適切な植栽木の生長が必要だと考えられたことから、最近植栽を行い、保育事業を実施している箇所についても、しっかり生長しているか確認するため、生育状況を調査することとした。

現在当管内で保育事業を実施している、南九州市穎娃町御領小松崎地内と指宿市山川岡ヶ水戸ヶ峯地内の2箇所について今回調査を行った。

○調査地について (小松崎地内)
(スライド 32~36)

1箇所目の小松崎地内は、東シナ海に面しており、後背地には、工場・住宅地が並び、JR指宿・枕崎線、国道226号線がある。

過去の工事概要については、海岸防災林造成事業を昭和52年から平成16年まで実施し、保安林改良・保育事業は昭和47年から現在まで実施している箇所となっている。

今回の調査は、令和3年度に改植を行い、令和4年に下刈り作業を実施した箇所について、調査を行った。

松くい虫被害により裸地部・草本等の区域となった所に改植を実施している箇所であり、植栽から約2年半が経過している状況である。

また調査地の植栽施工当時の植栽配置図は、植栽間隔1.4m×1.4mのha当たり5,100本植えて実施されており、今回の調査では、主木である抵抗性マツについて調査を行った。

○現況調査 (スライド 37)

昨年度、保育事業を実施した直後と調査時の現況の比較を行った。調査時、下刈り作業後約10ヶ月が経過すると、ほとんどの植栽木が雑草に被圧されている状況であった。

○調査結果 (スライド 38~39)

植栽を行ってから、現在までの生長量を計測すると、約2年半で0.7m成長していることがわかる。成長量を時期毎にグラフで表すと、植栽時0.5mであった植栽木は、1年7ヶ月経過した下刈り作業時には0.2m成長し、下刈り作業後10ヶ月経過した今回調査時には、0.5mの成長が確認できた。このことから植栽後全体で見ると、2年5ヶ月で0.7mしか伸びていなかった。クロマツの樹

高の生長については、本県の生長量の標準がわからなかったため、福島県のものになるが、標準の成長では1年に約0.5mずつ伸びると記載があったため、調査箇所の成長は低位であると判断される。しかし、下刈り作業後のみを見ると、下刈り作業前と比べ、短期間で成長量が増えていることから、下刈り作業に一定の効果を確認することができた。

○調査地について (戸ヶ峯地内)
(スライド 40~43)

2箇所目の、戸ヶ峯地内も、東シナ海に面しており、調査箇所の北側には、工場、県道242号線がある。

過去の工事概要については、海岸防災林造成事業を昭和48年から平成31年まで実施し、保安林改良・保育事業は、昭和47年から現在まで実施している箇所となっている。

今回の調査は、令和元年度に改植を行い、令和4年度に下刈り作業を実施した箇所について調査を行った。

また、調査箇所の植栽施工当時の植栽配置図は、広葉樹4種をha当たり3,000本植えて実施した箇所について調査を行った。

○現況調査 (スライド 44)

昨年度保育事業を実施した直後と現況の比較を行った。下刈り作業後から約10ヶ月経過すると植栽木は雑草に被圧されている状況であった。

○調査結果 (スライド 45~46)

植栽を行ってから、現在までの生長量を計測すると、約3年半で0.5m成長していることがわかる。小松崎地内と同様に生長量を時期毎にグラフで表すと、植栽時0.5mであった植栽木は、植栽から2年8ヶ月が経過した下刈り作業時には0.2m成長し、下刈り作業後10ヶ月が経過した今回調査時には、0.3mの成長が確認できた。このことから植栽後全体を見ると、3年6ヶ月で0.5mしか伸びていなかった。広葉樹の樹高の成長についても、本県の生長量の標準がわからなかったため、山梨県のものになるが、標準の成長では1年に約0.5mずつ伸びると記載があったため、調査箇所の成長は低位であると判断される。しかし、小松崎地内と同様に下刈り作業後のみを見ると、下刈り作業前と比べ、短期間で成長量が増加していることから、下刈り作業に一定の効果を確認することができた。

○まとめ（スライド47）

この小松崎・戸ヶ峯両地内の調査結果から、保育事業の効果、調査箇所では下刈り作業の効果は、確認できたが、全体の生長量を見ると、生長量は低位な状況である。原因としては、下刈り作業後から1年も経過しない間に植栽木は被圧されている状況であり、被圧されている期間が長いためだと考えられる。

今後の取組として、現在下刈りを年1回刈りで行っているが、今後年2回刈りの検討を行うなど、植栽木の被圧されている期間を短くしていきたいと考える。

○今回の調査を通じて（スライド48）

今回の調査を通じて、①当管内では、今後防風工の腐朽に併せて、撤去の要望が増えていくと考えられる。要望があった際には、今回の検証のように後背地の状況も踏まえ施業等の事業実施の検討を行っていく。また、②植栽木が雑草に被圧されている箇所もあり、昨年度、下刈り作業を施工した業者も植栽木を見つけるのに大変苦労したとの話があったことから、今後は、植栽時の竹支柱の長さや作業の省力化のためのマルチングの実施等も検討していく。



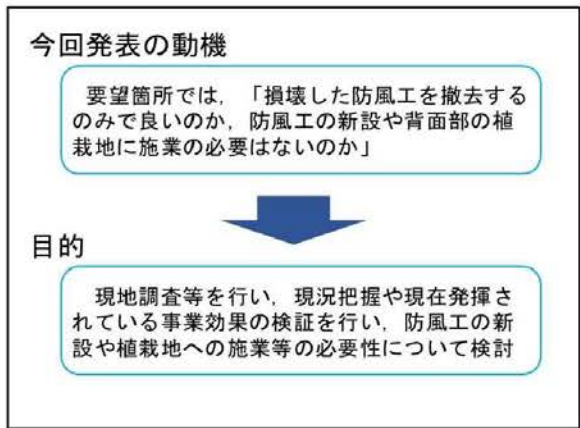
スライド1



スライド5



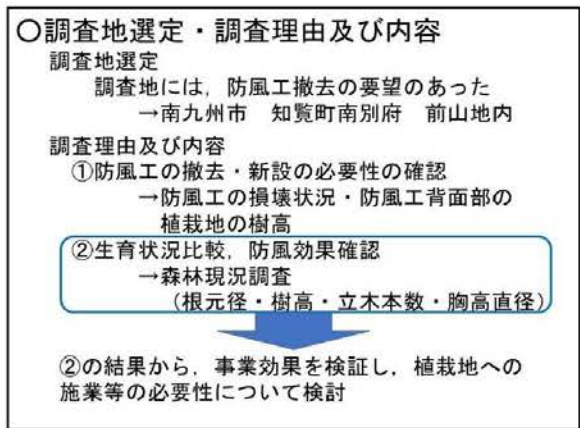
スライド2



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

○過去の工事概要

事業名	年度	施工内容
海岸防災林造成	H4～H10	防潮工：約400m
		防風工：約400m（防風ネット工）
		植栽工：約0.4ha
県営県単治山	H16	防風工：約130m（木製防風工） 植栽工：0.04ha（改植）
保育	H11～H20	毎年下刈りを実施（計10回）

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



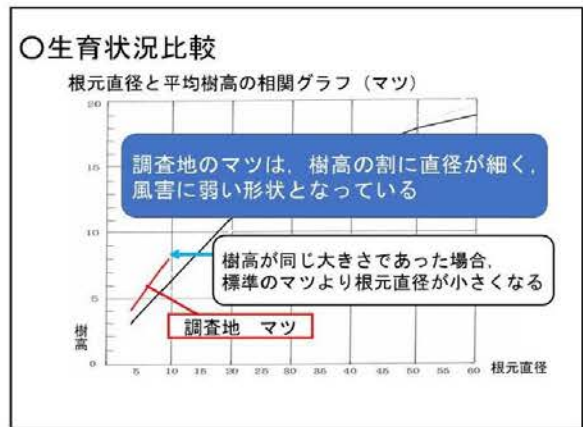
スライド17



スライド21



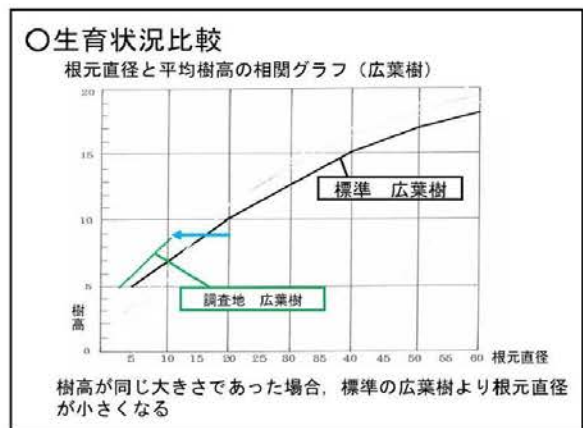
スライド18



スライド22



スライド19



スライド23

○調査地植栽配置図

植栽施工当時

数量表 (100m2当たり)	本数	割合
▽ クロマツ	60本	60.0%
○ マテバシイ	10本	10.0%
△ タブノキ	10本	10.0%
□ シャリンバイ	10本	10.0%
× トベラ	10本	10.0%
計	100本	100.0%

海岸砂地の植栽での標準とされている、植栽本数10,000本/ha植えて実施

スライド20

- 防風効果の確認
- (確認方法)
- ① 相対密度に基づく林分の疎密度
 - ② 現在発揮されている防風効果対象範囲図

スライド24

○防風効果確認

①相対密度に基づく林分の疎密度

森林総合研究所（日林誌87（1））から

・密閉度が高い防風施設では風下直後では風速は十分に低下するが、渦が発生して風速の回復は早くなり、減風域は小さく、防風効果は低下する。

↓

森林現況調査結果から相対密度を算出
防風効果について判断

スライド25

○まとめ

- 調査結果から事業効果の検証

海岸に近く、岩盤も確認されるような環境条件が著しく厳しい箇所ではあるが、植栽木は生長し、防風効果も発揮していることを確認⇒ 一定程度の事業効果を発揮している

↓

- 事業効果を高めるため、今後の取組

防風工撤去後、新設は必要ないと考えられたが、林内は過密であり、風害を受けやすい形状をしていることから、防風工撤去に併せ、本数調整伐等の計画を行い、林内を適切に管理することで、事業効果を高める

スライド29

①相対密度に基づく防風効果について

相対密度早見表（森林総合研究所 クロマツ海岸林の手引きから抜粋）

平均樹高	林冠高	相対密度
14	10	80
13	9	85
12	8	90
11	7	95
10	6	100
9	5	105
8	4	110
7	3	115
6	2	120
5	1	125
4	0	130

調査地は、相対密度が80であり、過密であることから防風効果は、低下していると判断

目標本数に近づけるため、本数調整が必要

80

相対密度
60未満（緑色）：適正
60～70（黄色）：過密気味
70以上（橙色）：過密
本数調整遅れ

スライド26

○防風効果の高い防災林造成について

事業効果検証の結果から、防風効果の高い防災林の造成には、適切な植栽木の生長が必要だと考えられた。

↓

調査目的

最近植栽を行い、保育事業を実施している箇所についても、しっかり生長しているか確認するため、生育状況調査をすることとした。

スライド30

○防風効果確認

②現在発揮されている防風効果対象範囲図

現在発揮されている範囲を算定し、当初想定されていた範囲と比較

現在の防風効果が及んでいる範囲については

治山技術基準（防災林造成編）P183

防風林の有効な効果範囲は、一般に防風林の風上側で樹高の5倍程度、風下側で20倍程度

林帯上層部の樹高を20倍することで防風効果範囲の算定防風効果について判断

スライド27

○現地調査箇所

南九州市 額娃町御領 小松崎
指宿市 山川岡児ヶ水 戸ヶ峯

スライド31

②現況の防風効果対象範囲図

当初想定した防風効果範囲
現在防風効果範囲

○現況の防風効果は、一定程度確保されていると判断

スライド28

調査地の概要

南九州市 額娃町御領 小松崎地内
（保育事業を実施中の箇所）

工場・住宅地
国道226号線
調査箇所
JR指宿・枕崎線

スライド32

○過去の工事概要

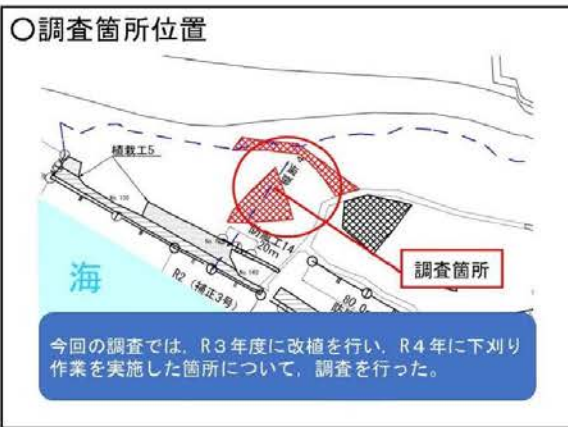
事業名	年度	施工内容
海岸防災林造成	S52~H16	防潮工：約1750m
		防風工：約2500m
保安林改良・保育	S47~R4	植栽工：4.36ha
		植栽工：3.00ha（改植）
		下刈り9回、本数調整伐1回

※事業実施は毎年では無い
治山台帳に入力があつた年度のみ集計

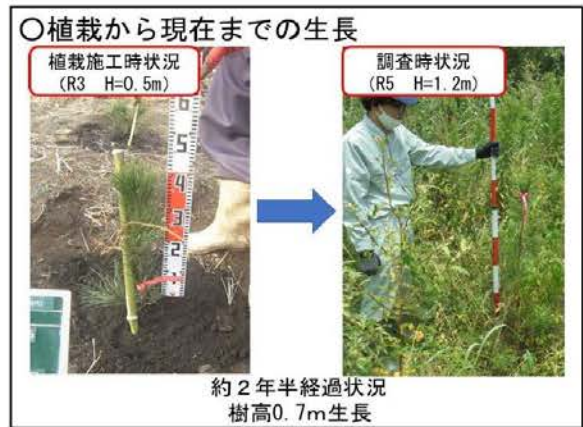
スライド33



スライド37



スライド34



スライド38



スライド35



スライド39

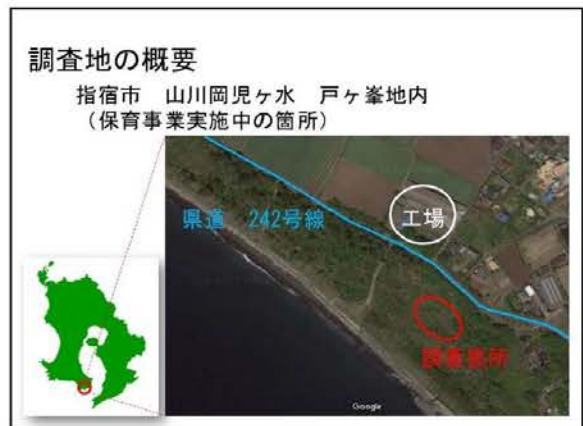
○調査地植栽配置図

植栽施工当時

数量表（100m2当たり）		
■	抵抗性クロマツ	41本
●	肥料木（アキグミ）	10本
計		51本

植栽本数5,100本/ha植えで実施
今回の調査では、主木である抵抗性マツについて調査

スライド36



スライド40

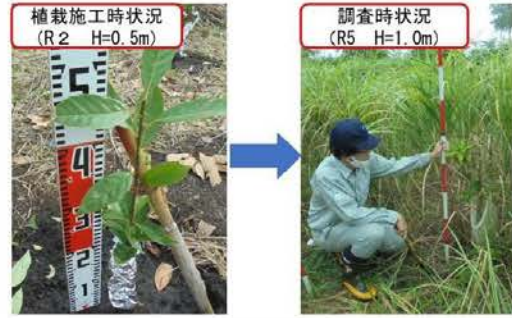
○過去の工事概要

事業名	年度	施工内容
海岸防災林造成	S48～H31	防潮工：約1200m
		消波工：約1000m
		植栽工：2.68ha
保安林改良・保育	S47～R4	植栽工：2.50ha（改植）
		下刈り8回、本数調整伐5回

※事業実施は毎年ではない
治山台帳に入力があった年度のみ集計

スライド41

○植栽から現在までの生長量



約3年半経過状況
樹高0.5m生長

スライド45

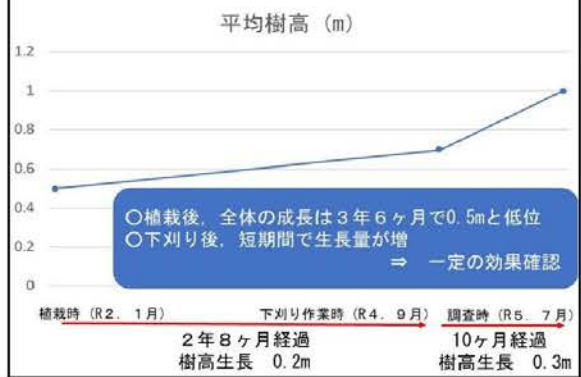
○調査箇所位置



今回の調査では、令和元年度に改植を行い、R4年に下刈り作業を実施した箇所について、調査を行った。

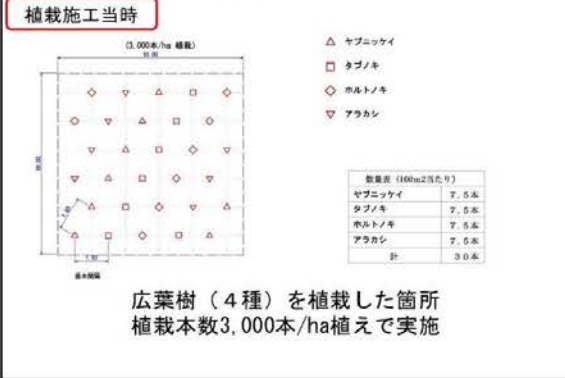
スライド42

○植栽から現在までの生長量



スライド46

○調査地植栽配置図



スライド43

○まとめ

・調査結果から
保育事業効果（下刈り）、確認○
しかし、全体の成長量は低位な状況
一原因 下刈り作業後1年も経過しない間に、
被圧を受け生長できない期間が長い



・今後の取組
植栽木が被圧をされる期間を短くするため、
下刈りを現在の年1回刈り→年2回刈りの検討

スライド47

昨年度 保育事業実施後状況との比較



スライド44

○今回の調査を通じて

①当管内では、今回の調査箇所のように、防風工を設置し、防災林の造成を行っている箇所が多く、今後防風工の腐朽に併せて、撤去の要望が増えていくと考えられる。
その際には、今回の検証のように後背地の状況も踏まえ施策等の事業実施の検討を行っていく。

②植栽木が雑草に被圧されている箇所もあり、昨年度、下刈り作業を施工した業者も植栽木を見つけるのに大変苦労したとの話があった。今後は、植栽時の竹支柱の長さや作業の省力化のためのマルチングの実施等も検討していく。

スライド48

治山林道研究発表論文集

令和5年度(第64回)

令和 5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

