

令和元年度(第60回)

治山林道研究発表論文集



第35回民有林治山工事コンクール 林野庁長官賞
曾於市 小正部地内（復旧治山事業）



第35回民有林林道工事コンクール 林野庁長官賞
志布志市 御在所岳1号支線（林業専用道整備）

一般
社団法人

鹿児島県治山林道協会

令和元年度治山林道研究発表論文集の発刊に当たって

令和という新しい年になった今年も、全国各地で激甚な災害が発生しています。

特に10月に発生した台風19号による豪雨災害では、関東から東北にかけ広範囲の地域で河川の氾濫や土砂災害が発生し、その被害は、全国で死者98名、全壊した住宅2,616棟、半壊・一部破損45,106棟、浸水した住宅43,209棟など昨年の「西日本豪雨」を超える豪雨災害となっています。

また、山地災害を含む林野関係被害の状況は、林地荒廃が1,150カ所、治山施設150カ所、林道施設が10,632カ所などの被害となっています。

この災害をもたらした台風19号は、10月12日に伊豆半島に上陸し、13日に東北地方の東海上に抜けました。その間、静岡県や新潟県、関東甲信地方、東北地方を中心に広い範囲で記録的な豪雨になり、神奈川県箱根町では総雨量が1000ミリに達しました。

鹿児島県でも6月末から7月にかけての豪雨により、県内で138箇所の土砂災害が発生し、鹿児島市等11市町では警戒レベル4に当たる避難指示が出されました。

このような記録的な豪雨の発生は、今後益々高まることが懸念されており、異常気象による災害の発生が危惧されています。

今後は、これまで以上に山地災害に対する防災・減災対策の推進が必要と考えます。

森林土木事業においては、これまで、災害から県民の生命・財産を守る治山事業や、木材の安定供給等に必要な林道事業が実施されており、今回の豪雨被害の状況や木材の安定供給への要求を考えると、今後、森林土木事業の設計、施工においては、崩壊地の状況や森林の状況等を踏まえ、現地に応じた技術改善と工夫がさらに必要になると考えます。

関係職員の皆様方は常に技術向上を目指して取り組まれているところであり、そのご努力に心から敬意を表する次第です。

治山林道研究発表会は、このような日頃の取組みや調査研究の成果を発表する大会として、昭和35年度から鹿児島県が主催して開催されています。当協会では、この発表の成果を論文集に編集し記録していますが、ここに、令和元年7月26日開催の発表会の成果を「令和元年度 第60回治山林道研究発表論文集」として発刊しましたので、関係の皆様方の更なる技術研鑽や業務推進等にご活用いただければ幸いに存じます。

終わりに、発刊にあたりご指導ご協力を賜りました鹿児島県森づくり推進課治山係の皆様方に厚く御礼申し上げます。

令和2年 1月

一般社団法人 鹿児島県治山林道協会
専務理事 永 岩 清 文

令和元年度（第60回）治山林道研究発表会

- 1 **開催趣旨** 治山林道技術についての研究成果を発表し、これを通じて相互の研鑽を図るとともに、技術の向上と改善に資する。
- 2 **開催日時** 令和元年 7月26日（金） 午前9時20分～午後4時
- 3 **開催場所** 鹿児島県庁 2階講堂
- 4 **発表予定者** 鹿児島・南薩地域振興局, 熊毛支庁, (一社)鹿児島県治山林道協会 (各1名)
北薩・始良・伊佐・大隅地域振興局, 大島支庁 (1係1名, 各2名)
【計12名を予定, 管内市町村担当者も含む】
- 5 **発表内容**
治山林道事業における調査, 計画, 設計, 施工, 維持・管理及び効果, 木材利用, 自然環境への配慮に関すること。
- 6 **参集範囲**
県, 市町村, (一社)鹿児島県治山林道協会, 県内の森林管理署, 鹿児島大学, 森林組合, 鹿児島県森林土木協会, コンサルタント協会
- 7 **参加予定者数** 約200名
- 8 **表彰及び選考**
 - 表彰 発表者全員
 - 選考 全国大会2名, 九州大会2名 (部門ごとにそれぞれ1名)
 - ・全国大会 治山: 令和元年10月 1, 2日 東京都
 - 林道: 令和元年10月 8, 9日 東京都
 - ・九州大会 治山・林道: 令和元年10月 16日 福岡県

9 審査員

職	氏名	職	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	永岩 清文
環境林務部次長	村山 浩美	森林技術総合センター 所長	増永 英樹
森林経営課長	中藪 宏和	かごしま材振興課長	松枝 英隆
森づくり推進課長	岩元 高治	総括工事監査監	川内 博文

10 特別講演について

演 題：平成30年7月豪雨災害に伴う広島県への災害派遣に従事して
講演者：稲森忍技術主査（始良・伊佐地域振興局）

治山林道研究発表会スケジュール

開催日：令和元年 7月26日（金）

場 所：鹿児島県庁 2階講堂

項 目	時 間	備 考	
開 会	9 : 2 0		
環境林務部長あいさつ	9 : 2 0～ 9 : 3 0		
発 表 上 の 注 意	9 : 3 0～ 9 : 3 5		
午前の部	発表順位 1	9 : 3 5～ 9 : 5 5	
	" 2	9 : 5 5～10 : 1 5	
	" 3	10 : 1 5～10 : 3 5	
	" 4	10 : 3 5～10 : 5 5	
	" 5	10 : 5 5～11 : 1 5	
	" 6	11 : 1 5～11 : 3 5	
	" 7	11 : 3 5～11 : 5 5	
(昼食・休憩)	11 : 5 5～13 : 0 0		
午後の部	発表順位 8	13 : 0 0～13 : 2 0	
	" 9	13 : 2 0～13 : 4 0	
	" 10	13 : 4 0～14 : 0 0	
	" 11	14 : 0 0～14 : 2 0	
	" 12	14 : 2 0～14 : 4 0	
発表結果とりまとめ	14 : 4 0～15 : 3 0		
(休 憩)	(14 : 4 0～14 : 5 5)		
特別講演	14 : 5 5～15 : 3 0		
審査結果の発表	15 : 3 0～15 : 3 5	審査員長 村山次長	
講 評	15 : 3 5～15 : 4 5	審査員 下川教授	
表彰及び記念品の授与	15 : 4 5～16 : 0 0	環境林務部長	
閉 会	16 : 0 0		

目 次

発表 順位	所 属	氏 名	発 表 テ ー マ	区分	九州 大会	全国 大会	頁
1	北 地 域 振 興 局 薩 局	竹 原 恵 一	北薩地区における林道の活用状況と新たな路線計画についての一考察	林道			1
2	(一社) 鹿 児 島 県 治 山 林 道 協 会	田 尻 吏	森林調査における新たな取り組み	林道			7
3	北 地 域 振 興 局 薩 局	松 島 美 弦	北薩地域における流木対策についての一考察	治山			14
4	熊 毛 支 庁	川 畑 勇 矢	屋久島における林道施設災害の早期復旧に向けた体制作りについて	林道			22
5	始 良 ・ 伊 佐 局 地 域 振 興 局	大 堂 啓 幸	溪間工における木製構造物について	治山		○	30
6	大 地 域 振 興 局 隅 局	加 藤 光 明	大隅管内の林道災害における取り組みについて	林道		○	39
7	大 島 支 庁	木 下 和 也	大島地区における環境に配慮した林道法面保護工の取組について	林道			47
8	始 良 ・ 伊 佐 局 地 域 振 興 局	北 和 也	林業専用道における簡易な構造物について	林道			55
9	南 地 域 振 興 局 薩 局	黒 木 文 人	海岸防災林機能の持続的発揮に向けた取組 ～指宿市「戸ヶ峯海岸林」の再生～	治山			63
10	大 地 域 振 興 局 隅 局	田 島 英 俊	平成28年台風16号災害の復旧状況と今後の整備に向けて	治山			71
11	大 島 支 庁	北 信 也	奄美地域の治山事業における切土法面対策について	治山	○		80
12	鹿 児 島 県 地 域 振 興 局	渡 邊 貞 弘	2分割ボックスカルバートを用いた橋梁の改築 ～経済性・施工性を考慮した林道の長寿命化対策 の一例～	林道	○		90
	合 計	12名					
治山関係 7件 林道関係 5件							

北薩地区における林道の活用状況と新たな路線計画についての一考察

北薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 竹原 恵一

1 はじめに

(スライド1, 2)

本県では、森林資源が本格的な利用期を迎えている中、木質バイオマス発電施設や大型製材工場の本格稼働により木材需要がこれまで以上に増大しており、高まる木材需要に対し安定的な木材供給を行うためには効率的・効果的な生産基盤づくりが必要不可欠である。

その中で、路網は、木材を安定的に供給し、森林の有する多面的機能を継続的に発揮していくための必要なネットワークであり、林業の最も重要な生産基盤の一つである。

路網整備については、さつま町において新たな路線計画を進めており、令和3年度からの開設を目標に取り組んでいるところである。

今回の発表では、これまで開設してきた林道の活用状況などを検証し、効率的な森林施策につながる路線計画に取り組みについて発表する。

2 北薩管内の森林資源及び林道開設状況

(スライド3)

当地域振興局管内の森林面積は、総土地面積の65%に当たる約10万2千haであり、その内、民有林は約8万2千haと約80%を占め、うち、スギ・ヒノキを主体とする人工林率が約49%と県内でも森林資源の多い地域である。

(スライド4)

また、年齢別では10歳級がピークとなり、蓄積は年間約98万m³ずつ増加するなど、利用可能な資源としても充実している。

次に当管内においての木材生産量と木材需要量について説明する。

(スライド5)

平成29年度の素材生産量は主伐間伐を併せて、年間約21万m³で、針葉樹については、全体量の約86%の約18万1千m³になる。

(スライド6)

次に、需要について、製材業及びチップ業では、年間の原木消費量は約11万1千m³で、製材業が約3万7千m³、チップ業が7万4千m³となってい

る。

当管内の木質バイオマス発電施設は、平成27年度から本格的に稼働しており、現在では年間の木材使用量は約30万m³にもなる。

最後に、海外輸出について、近年は中国を中心にスギ丸太等が梱包用として輸出されており、木材輸出量は年々増加傾向にある中、大隅半島同様に、薩摩半島からも鹿児島県産の木材輸出を将来にわたって、安定的に供給するため、平成30年4月に「かごつま材輸出推進協議会」が発足され、北薩管内からも、川内港、串木野港から多くの木材を輸出している。

このようなことから、当管内だけでも木材の需要量は年間約38万m³もあり、供給量が約21万m³にとどまっていることから、更なる木材生産に向けて基盤整備が必要な状況となっている。

(スライド7)

次に北薩管内の民有林林道整備計画と林道等の整備状況について、平成28年度に林道長期計画の見直しがあり、平成28年度を初年度とする60年間で、林道等の開設延長を約140万m、林道密度をhaあたりに17mにする計画が制定された。

平成30年度末での路網開設延長は約87万m、現在の達成率は約61.8%になり、路網密度はhaあたり薩摩川内市で10m、阿久根市で8.4m、出水市で10.7m、さつま町で9.9m、長島町で16.5mとなり、平均で10.5mとなっている。

本年度の開設については、森林管理道の横座線と林業専用道(規格相当)の岡・上大迫線の2路線を開設している。

3 新規路線計画地における生産基盤強化区域の林道整備計画

(スライド8)

国においては、森林資源の循環利用が重要な課題であるとした上で、今後は、優先的に投資する区域を生産基盤強化区域として設定し、重点的に

路網整備を実施していく方針を示しており、本県においても同区域を設定し、各種事業への取り組みが開始されたところである。

このような中、北薩地区においても7地区の生産基盤強化区域を設定し、森林施業及び路網整備の施策を計画的に推進している。

生産基盤強化区域内の概要、林道整備の計画について、生産基盤強化区域とは、森林資源の循環利用を目的として路網等の基盤整備を重点的・効果的に実施する箇所として設定されている区域で、設定基準は①原木の供給先となる合板・製材工場等の集荷圏②区域内の人工林の蓄積量のうち標準伐期齢以上の蓄積量を占める割合が5割以上③意欲と能力のある林業経営者による循環利用の見込まれること区域面積は100ha以上を目安とする。

(スライド9)

以上の基準を満たした区域において当管内では7区域が設定している。

今回、新規路線の計画地である、二渡生産基盤強化区域内の林道整備状況について説明する。

(スライド10)

当設定区域の森林面積は約1,800haで、そのうち人工林率は70%の約1,260ha、人工林の蓄積量は約54万7千 m^3 、このうち標準伐期齢以上の蓄積量は約52万3千 m^3 で96%が本格的な利用期を迎えた地域と言える。

(スライド11)

同区域内の林道の路線数は13路線あり、総延長は約2,600mになり、林道密度はhaあたり約14.7mで、さつま町の平均林道密度を上回っている状況である。

新規路線延長は約7kmを計画しており、そのうちの約4kmが区域内を通過し、完成後の路網密度は約17mとなる計画で、管内の目標としている林道密度を達成することが見込まれる。

(スライド12)

また、現在計画している路線は既存の林道「峠下線」と「宮田市野線」を結ぶことにより、総延長は約14km、利用区域面積は約720haと、広域的な林道が形成される。

更に宮田市野線から「北薩横断道路」を使うことにより、集荷圏への木材運搬の時間短縮も実現

でき、コスト削減にも大きく寄与すると考えている。

4 既設林道の活用状況調査

(スライド13)

当管内で新規路線の計画を進めているなかで、これまで開設してきた林道が実際の施業を行う方に対して、木材を供給し、資源の循環利用を推進していく上で、「使いやすい林道なのか」の疑問が生じたので、地元林業事業者へ聞き取り調査を行った。

(スライド14)

意見で最も多かったのは、

- 1つ目に、法面が高く森林作業道等を入れにくい。
- 2つ目にモルタル吹付工が何十mも続く箇所が多い。
- 3つ目に、作業ポイントが少ない、作業道のアクセスポイントは付近に待避所や車廻しなど、木材を仮置きできる箇所を選んでいるので、中間ヤードを増やしてほしい。
- 4つ目に、既設林道の橋梁が古く通行に不安がある。
- 5つ目に維持管理などの要望もあった。

以上の聞き取り調査を踏まえ、実際に現在開設中の「横座線」で検証した。

(スライド15)

モルタル吹付工の割合について、現在の開設延長が約6,000mのうち、モルタル吹付延長が2,100mで約35%を占めている。

次に、法長については、測点毎の横断面で調査を行った。

調査結果、5m未満が20%、5mから10mまでが15%、10m以上が65%で法長の長い区間が多い路線になっていることがわかった。

(スライド16)

次に、待避所等の設置状況について調べてみたが、待避所が9箇所、待避所併設車廻しが3箇所、作業ポイントが1箇所と約500m間隔での設置となっている。

地形、地質の影響も大きいと言えるが、本県の特徴である森林所有者の1筆当たりの面積が小規模で、施業箇所を集約するための承認が得られに

くいことや、また、最近の林道は走行性重視の傾向があるように感じた。

(スライド17)

橋梁については、「インフラ長寿命化基本計画」に基づき、管内の全ての橋梁点検を行っており、補修計画も進んでいる。

(スライド18)

次に、森林施業について、①過去5年間の施業実績、②森林作業道等の設置箇所以上について検証を行った。

対象箇所は、当管内で平均的な施業実績のある、さつま町を選定した。

平成26年度から平成30年度の下刈り、間伐、主伐、造林を地図上におとした結果、造林補助事業等による森林施業は約5割が林道沿いであった。

その要因を林業事業体に訪ねたところ、聞き取り調査の結果と同様に林道の法面の長い箇所や小規模面積が多く集まった場所であり、法面の長い箇所については、作業コストが高くなる。

小規模面積については、集約化に時間を要するため、施業が遅れているのが現状であった。

森林作業道等の設置箇所については、既設林道の待避所及び車廻し付近、法面の低い場所や既存の作業道跡がほとんどである。

最近の林道開設箇所については、地形的にも急峻な場所が多く、コストのかかる補強土壁工を最小限に抑え、山側に追い込むような線形になりがちで、法長が長大になる傾向にある。

また、待避所なども林道規則に基づいた設置となっており、森林施業を考慮した計画とは言い難い状況もある。

5 課題と対応策について

(スライド19)

今回の検証結果を踏まえ、様々な課題が浮き彫りになった。

- ①極力法長を抑える線形
- ②森林作業道とのアクセスポイントと待避所等の設置
- ③開設時に発生する残土を活用した作業ポイント(中間集荷場)の設置

(スライド20)

これらの課題を踏まえ新規路線計画の対応策として、1つ目に法長を抑える方法については、これまでも縦断勾配の調整や側溝工なしの水兼路等で法長を抑える努力を行ってきた。

今回、提案するのが、補強土壁工の直壁タイプの採用である。

従来の土羽下擁壁に対して直壁タイプは壁高も抑えられることから中心線を谷側へ振れ、結果的に法長を抑えられる。

しかし、本県では補強土壁工の設計・施工条件は、土羽下での適用、壁面は緑化を原則として、法面勾配は3分を標準としている。

また、経済性の問題等あり、今後更に検討を進めていきたいと考えている。

(スライド21)

2つ目に待避所等の計画は、森林作業道のアクセスポイントと一体的に計画する。

3つ目に森林所有者の理解による残土場を確保し、中間集荷場を計画する。

(スライド22)

これらについては、林道事業は、①計画立案・概略設計(事業の全体像)②詳細設計③工事実施の順で事業が行われるが、まずは、計画立案の段階で、これまであまり行ってこなかった地元林業事業体と連携し、対応策を現地で踏査し、おおまかな位置などを決めていく必要がある。

それを踏まえ詳細設計に反映していくことにより利用しやすい路網が出来ると考える。

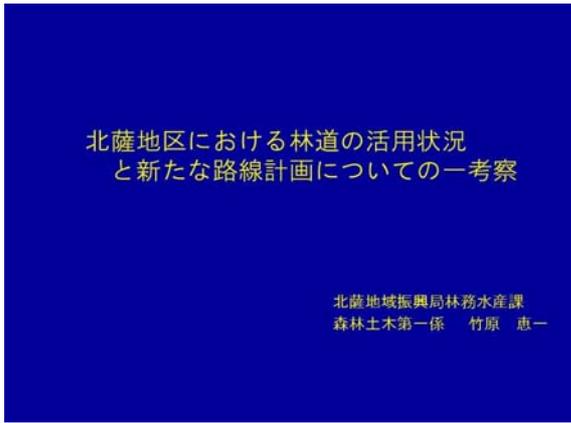
また、事前に路線計画を知ることにより、新たな森林経営管理制度を活用しながら、森林所有者の意向も踏まえ、森林施業を行って来なかった箇所でも将来的な計画が立てやすく、十分な準備期間も得られるはずである。

6 最後に

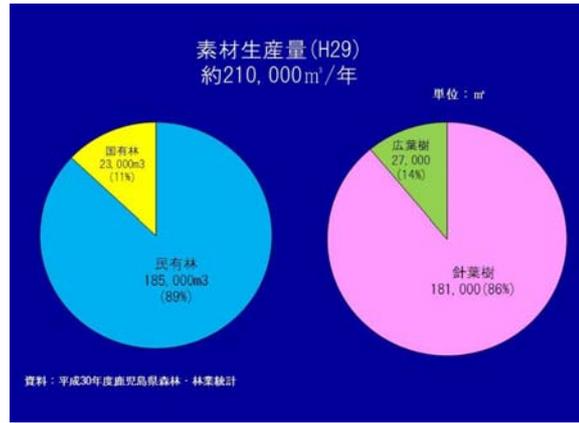
(スライド23)

今回の研究発表により、林道事業を進める者と森林整備を行う者との情報共有の重要性を感じた。

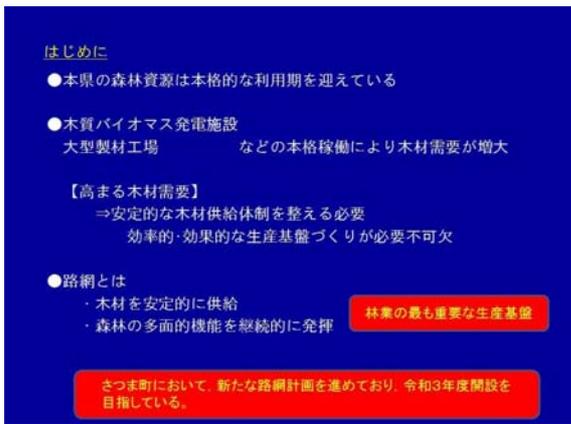
森林整備のため、骨格となる使いやすい林道を再認識し、これからの新規路線計画に活用していきたい。



スライド1



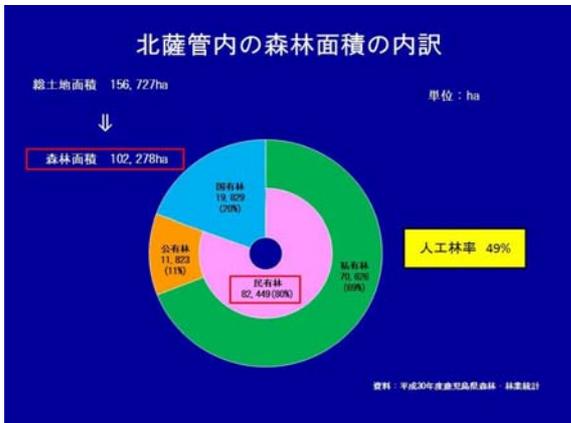
スライド5



スライド2



スライド6



スライド3

市町名	路線数	森林面積 (ha)	整備計画		整備状況		開設 達成率	林道密度 (m/ha)
			延長 (m)	林道密度 (m/ha)	現状延長	積算延長		
薩摩川内市	139	42,131	699,062	16.6	422,893	251,839	60.5%	10.0
阿久根市	17	6,739	96,777	14.2	56,777	48,496	59.3%	8.4
出水市	55	12,554	227,585	18.1	134,365	46,818	59.0%	10.7
さつま町	54	14,202	241,851	17.0	140,211	60,624	58.0%	9.9
長島町	32	6,823	137,705	20.2	112,405	100,257	81.6%	16.5
合計	297	82,449	1,401,780	17.0	866,561	508,034	61.8%	10.5

スライド7



スライド4

生産基盤強化区域について

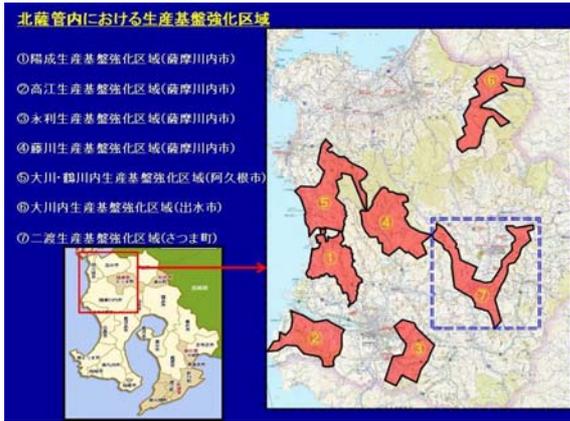
森林資源の循環利用が重要
平成30年2月1日付け 林野庁長官通知
路網整備に係る生産基盤強化区域の設定について
優先的に投資する区域を生産基盤強化区域として設定
⇒今後の路網整備は当区域を重点的に行っていく

【生産基盤強化区域の設定基準】

- ①原木の供給先となる合板・製材工場等の集荷圏にあること
- ②区域設定時における区域内の人工林蓄積量のうち標準伐期齢以上の占める割合が5割以上あること
- ③意欲と能力のある林業経営者による循環利用が見込まれること

※尾根や谷などで囲まれた自然地形を単位に100ha以上を目安に設定

スライド8



スライド9



スライド13



スライド10

聞き取り調査
 既設林道に対する意見

- ・法面が高く森林作業道等を入れにくい。
- ・モルタル吹付工が何十mも続く箇所が多い。
- ・作業ポイント（木材の仮置き場）が少ない。
- ・橋梁が古く通行に不安である。
- ・維持管理（路盤工の浸食）

スライド14



スライド11



スライド15



スライド12

待避所からの作業道

待避所等の設置状況	9箇所
待避所併設車廻し	3箇所
作業ポイント	1箇所

500m間隔での設置

走行性重視の傾向があるのでは

スライド16

林道橋梁等の補修

「インフラ長寿命化基本計画」に基づき、管内の全ての林道橋梁の点検を実施済。点検結果に基づき補修を実施。

スライド17

対応策 2

待避所と中間集荷場

スライド21

森林施業に関する調査

- 調査内容
 - 過去5年間の森林施業実績(下刈, 間伐, 主伐, 造林)
 - 森林作業道等の設置箇所
- 調査箇所
さつま町
(北薩管内で平均的な施業実績)
- 調査結果
造林補助事業等による森林施業の約5割が林道沿い

林道の法面が長い箇所や小規模面積での施業が進んでいない
→作業コストが高くなる。集約化に時間を要する等の要因

スライド18

林道事業実施の流れ

スライド22

まとめ

【課題】

- ・ 極力法長を抑える線形
- ・ 森林作業道とのアクセスポイントと待避所等の設置
- ・ 開設時に発生する残土を活用した作業ポイント (中間集荷場) の設置

スライド19

ご静聴ありがとうございました

スライド23

対応策 1

法長を抑えるため線形を谷側に振る(補強土壁工)

スライド20

森林調査における新たな取組について

(一社)鹿児島県治山林道協会 田 尻 吏

1. はじめに

(スライド1～2)

平成31年4月新たな森林管理制度がスタートした。今後、管理の行き届かなかった森林の整備が進むと考える。その森林整備を進めるためには、森林資源の現状の把握が必要である。

これまでの森林調査では樹木1本1本を輪尺等で計測してきたが、多くの時間と労力を要し、調査の範囲は限られるのが現状であった。

現地調査に代わって3Dレーザースキャナーでの森林計測が注目されている。

そこで今回、地上設置型レーザースキャナーでの計測値と現地調査での実測値との差を検証した。

2. 地上設置型レーザースキャナーについて

(スライド3～4)

レーザースキャナーは、スキャナーから照射されたレーザーによって、対象物の空間位置情報を取得する計測方法である。

今回、スキャナーによる測定には、TOPCON社のGLS2000を使用した。

本装置の計測距離範囲は350m、距離精度は1m～150mで3.5mm、視野角は水平で360°、鉛直で270°である。

3. 今回使用した解析ソフトについて

(スライド5)

3D点群処理ソフトであるMagnet collegeを利用し、点の座標を取得する。

Magnet collegeは、複数箇所等で取得したスキャナーデータを点群生成し、更にデータの合成を行うソフトである。

(スライド6～8)

結合させた点群データを森林3D地図作製ソフトのDigital forest(woodinfo社)にて、単木ごとの位置、胸高直径、樹高、材積、曲り等を抽出した。

Digital forestは、レーザ計測で得られた点群データから、胸高直径だけでなく、根本から梢の近くまでの直径や、樹高、曲りの情報を自

動で作成するソフトである。

細りと曲り情報を使って、どのような丸太が何本採取できるのかを評価することができ、これらの情報は同時に作られる地面情報の上に関連付けられるので、GISデータに変換後、GIS上で何処にどんな立木があるのかを再現することができるが、現在のGPSの精度では、2m程度の誤差が生じる。

4. 試験地と調査方法

(1) 調査地について

(スライド9～10)

鹿児島大学農学部附属高隅演習林115林班1小班内で行った。

調査を行うプロットは、縦32m、横32mの、プロット面積約0.10haの1箇所で行った。

プロット内の樹種はスギで、下層は、広葉樹の灌木が生育しており、下草の繁茂はあまりみられなかった。地形は傾斜地で下部は急峻な地形である。

(2) 調査方法

(スライド11～12)

直径テープを用い胸高直径を計測し、バーテックスを用い、樹高を計測した。

レーザ計測は、プロット内の座標値(8,8)、(8,24)、(24,8)、(24,24)4箇所に設置し計測した。

(スライド13)

3Dスキャナーの測定には障害物の有無が大きく影響するので、今回の調査に当たっては、林内のスギ以外の灌木の混合割合で測定結果がどのように変化するか調査を行った。

広葉樹の混合率の設定については、混合率を4パターン設定した。

混合率の測定は、デジタルカメラを利用し、ボードを覆っている広葉樹のピクセル数を算出し、ボードの面積で割った値とした。

混合率は、広葉樹に手を加えないままの状態を混合率40%、1/2程度除去後を混合率30%、2/3程度除去後を混合率20%、すべて除去後を混合率10%とした。

5. 調査結果

(1) 調査にかかった労務性

(スライド14)

実測は、現地調査に3人。

3Dレーザーは、現地調査に0.5人、分析に1.0人で合計1.5人。

(2) 実測値とレーザー計測値との比較

①胸高直径における実測と3Dレーザーとの差

(スライド15～18)

最大値は、混合率20%で14.5cmとなった。

最小値は、混合率30%で0cmとなった。

平均値は、実測値で22.8cm 混合率10%で21.7cm、差は1.1cm 20%で21.5cm、差は、1.3cm30%で23.1cm、差は、0.3cm40%で21.9cm、差は、0.9cmとなった。

ただし、20%以上では誤差の最大値が14.5cmあるため、どういう影響があったか今後さらに調査を進める必要があると考える。

レーザー計測値と実測値の胸高直径の相関図では、混合率20～40%に比べ、混合率10%が高い正の相関がみられる。また、20%以上についても異常値があるものの、ある程度の相関があると考えられる。

胸高直径については、平均値での差が0.3cmから1.3cmとなっている。加えて、ある程度の相関がみられる。これらのことから現場的には3Dレーザーを活用できるのではないかと考える。

しかし、誤差の最大値が14.5cmあるため、先に述べたが、これが混合率の問題だけなのかを今後も調査する必要がある。

②樹高における実測と3Dレーザーとの差

(スライド19)

最大値は、混合率40%で2.7mとなった。

最小値は、混合率20%で0.0mとなった。

平均値は、実測値で13.1m、混合率10%で14.0m、差は0.9m、混合率20%で12.4m、差は0.7m、混合率40%で12.3m、差は0.8mとなった。

平均値の差は、0.70mから0.90mとなった。

また、差が5m以上のものが10%では2本、20%では1本、40%では1本あった。

最大値は、14.7mであった。

原因については、今後現地を再調査し検討していきたい。

実測で見る樹高の上部の位置は個人差が生じ

るので、この差が実際どうであるかは、今後、立木を伐採したあとでの検証が必要である。

システマ的には利用できるものとする。

誤差の生じた原因は、スギの枝葉及び広葉樹によりレーザーが遮断され、スギに当たる点群が減ったためだともいわれる。

③立木本数における実測と3Dレーザーとの差 (スライド20～22)

実測本数は、185本であった。

3Dレーザーによる立木本数は、混合率10%で153本、抽出率83%、混合率20%で133本、抽出率72%、混合率30%で118本、抽出率64%、混合率40%で119本、抽出率64%となった。

原因としては、レーザーが広葉樹に遮断され、スギに当たる点群が減ったことが、抽出率に影響を及ぼしたのではないかとと思われる。

また、斜面下部で未抽出が多かったのは、急傾斜による影響もあったと考える。

本数については、レーザーが対象木に照射していないことが原因であるので、混合率や地形的条件に対応するには、3Dレーザーの設置箇所を増やす必要があると考える。

6. まとめ

(スライド23)

(1) 胸高直径について

実測値との差が0.3cmから1.3cmの範囲であるため利用できると思われる。

(2) 樹高について

平均値での差は小さいが、実測値の個人差があり、今後、伐倒後の樹高測定など更に調査が必要であると思われる。

(3) 立木本数について

混合率10%の場合で83%にとどまっており測定箇所を増やすなどの対策が必要である。

3Dレーザーを活用した森林調査については、ある程度条件等により現在のシステムでも十分利用できると思われるが、林内の状況等によっては、補正が必要であると思われる。

(4) 労務性について

今回の調査については効果的な調査が可能であると思われる。

7. 今後の課題

(スライド24)

広葉樹等の混入率や地形により調査結果の差が大きくなる可能性があることから3Dレーザ

一の設置数を増やすなどの対策が必要であり、今後調査面積を拡大し、点群を効率よく取得できる計測手法の検討を行う。

8. 最後に

(スライド25)

今回、鹿児島大学農学部森林計画学研究室の加治佐准教授に多大なご協力をいただいた。ここに謹んで敬意を表す。



スライド1



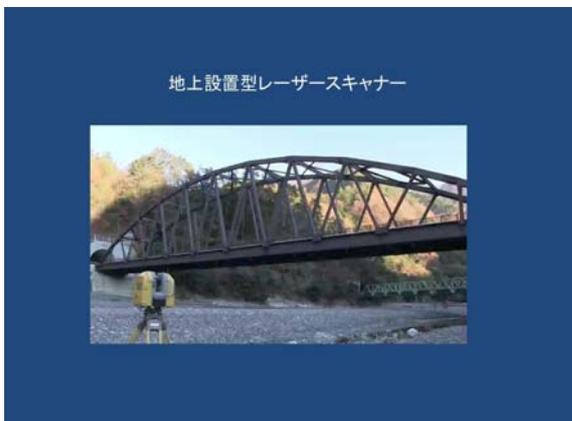
スライド5



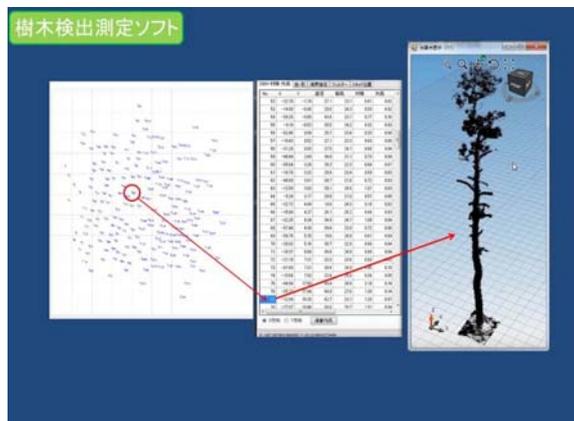
スライド2



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

森林調査における新たな取り組み

試験地と方法

(1) 調査地

調査地
鹿児島大学高隈演習林
115林班1小班

スライド9

広葉樹混合率の設定

・広葉樹に手を加えないままの状態と、広葉樹を徐々に除去した3段階の密度の異なる広葉樹混合率の合計4パターンを設定
・ピンク色のボードをデジタルカメラで撮影し、ボードを覆っている広葉樹のピクセル数を算出

広葉樹のボード被覆率(%)

混合率	ボード被覆率(%)
混合率40%	37.7
混合率30%	30.2
混合率20%	19.7
混合率10%	8.0

混合率40% (広葉樹に手を加えないままの状態) 30% (1/2程度除去後) 20% (2/3程度除去後) 10% (7/8程度除去後)

スライド13

調査地

調査地概要

樹種 スギ
プロット面積(ha) 0.1024

スライド10

調査結果

労務性について 0.10ha当り

	現地調査	分析	計
実測	3人		3人
3Dレーザー	0.5人	1人	1.5人

3Dレーザーが実測より50%効率的であった

スライド14

調査方法

毎木調査

胸高直径計測 樹高計測

直径テープを用い胸高直径(1.2 m)を計測
バーテックスを用い樹高を測定し、立木の位置図を作成

スライド11

実測値とレーザー計測値との比較表

No.	実測値	レーザー計測値	実測値	レーザー計測値	実測値	レーザー計測値	実測値	レーザー計測値
1	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
2	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
3	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
4	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
5	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
6	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
7	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
8	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
9	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
10	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
11	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
12	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
13	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
14	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
15	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
16	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
17	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
18	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
19	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
20	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
21	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
22	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
23	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
24	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
25	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
26	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
27	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
28	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
29	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
30	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
31	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
32	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
33	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
34	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
35	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
36	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
37	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
38	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
39	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
40	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
41	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
42	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
43	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
44	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
45	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
46	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
47	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
48	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
49	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
50	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0

スライド15

調査方法

レーザー計測

・地上型レーザーキャナをプロット内の4箇所(座標値(8,8), (8,24), (24,8), (24,24))に設置し、計測を行った

スライド12

胸高直径における実測と3Dレーザーとの差

座標値	実測値	3Dレーザー	差	座標値	実測値	3Dレーザー	差
8	24.5	24.7	-0.2	8	24.5	24.7	-0.2
8	24.5	24.7	-0.2	24	24.5	24.7	-0.2
24	24.5	24.7	-0.2	24	24.5	24.7	-0.2
24	24.5	24.7	-0.2	24	24.5	24.7	-0.2

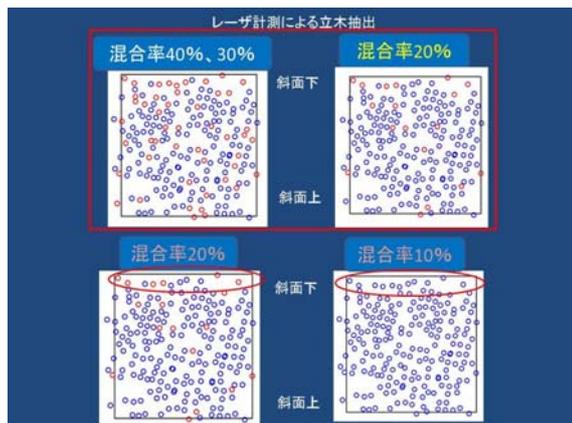
・最大値 20%で14.5cm
・最小値 30%で0cm
・平均値 実測値22.8cm
10%は21.7cm, 1.1cm
20%で21.5cm, 1.3cm
30%で23.1cm, 0.3cm
40%で21.9cm, 0.9cm

スライド16

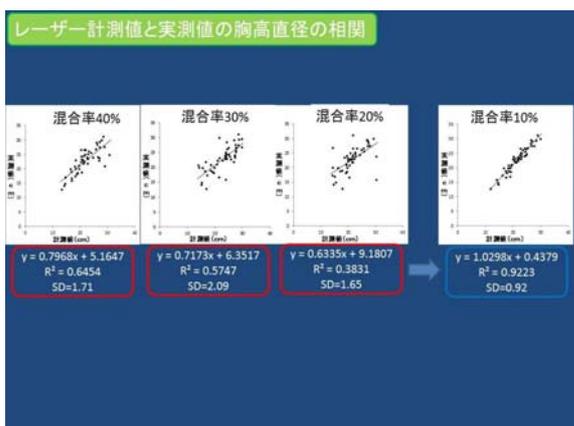
森林調査における新たな取り組み



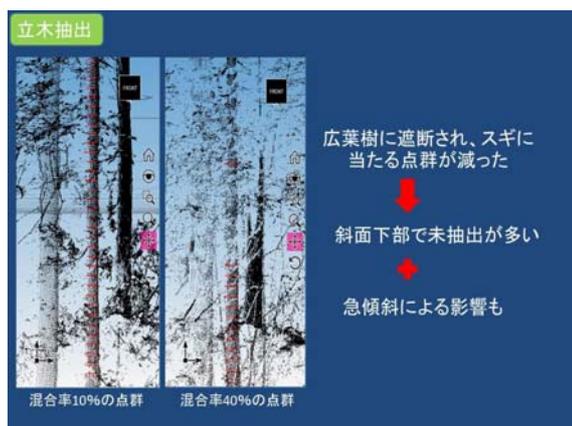
スライド17



スライド21



スライド18



スライド22

樹高における実測と3Dレーザーとの差

No.	実測樹高	混合率10%樹高	差	No.	実測樹高	混合率20%樹高	差	No.	実測樹高	混合率30%樹高	差	No.	実測樹高	混合率40%樹高	差
1	15.7	15.9	-0.2	15.7	12.9	-1.1	15.7	22.9	-9.9						
2	13.0	13.5	-0.5	13.0	15.8	-0.8	13.0	12.8	0.2						
3	11.3	11.3	0.0	11.3	11.9	-0.6	11.3	11.9	-0.6						
4	7.3	11.3	-4.0	7.3	12.8	-5.5	7.3	8.5	-1.2						
5	7.0	8.8	-1.8	7.0	7.0	0.0	7.0	11.9	-4.9						
17	13.4	13.4	0.0	13.4	12.8	-0.6	13.4	13.8	-0.4						
19	9.2	14.3	-5.1	9.2	11.2	-2.0	9.2	10.2	-1.0						
42	12.3	11.3	1.0	12.3	10.9	-1.0	12.3	11.4	0.9						
43	11.8	12.7	-1.0	11.8	11.2	-0.4	11.8	11.4	0.4						
44	12.5	13.2	-0.7	12.5	11.3	-1.2	12.5	11.9	0.6						
45	13.8	13.2	0.6	13.8	12.8	-1.0	13.8	13.1	0.7						
46	14.1	14.2	-0.1	14.1	13.8	-0.3	14.1	12.7	1.4						
47	13.0	14.5	-1.5	13.0	12.7	-0.3	13.0	12.8	0.2						
48	13.0	13.8	-0.8	13.0	12.5	-0.7	13.0	12.1	0.9						
49	13.5	14.4	-0.9	13.5	12.2	-1.3	13.5	13.1	0.4						
50	14.7	14.2	0.5	14.7	13.4	-1.3	14.7	13.0	1.7						

スギの枝葉及び広葉樹によりレーザーが遮断され、スギに当たる点群が減ったため。

スライド19

調査結果まとめ

測定項目	混合率10%		混合率20%		混合率30%		混合率40%	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
胸高直径	22.8cm	21.7cm	1.3cm	21.5cm	1.3cm	21.3cm	21.3cm	0.9cm
樹高	13.1m	14.1m	1.0m	13.3m	0.8m	13.8m	6.5m	12.7m
本数	185本	153本	83%	133本	72%	118本	64%	119本

- 胸高直径については0.3cm~1.3cmの差であり、利用できると考える。
- 樹高については平均値での差は小さいが、実測値の個人差があり、今後、伐倒後の樹高測定など更に調査が必要。
- 本数については混合率10%場合で83%にとどまっております測定箇所を増やすなどの対策が必要

スライド23

立木本数における実測と3Dレーザーとの差

	実測本数	混合率10%	混合率20%	混合率30%	混合率40%
実測	185				
3Dレーザー抽出率		153	133	118	119
		83%	72%	64%	64%

スライド20

今後の課題

- ① 広葉樹等の混入率や地形により調査結果の差が大きくなる可能性があることから3Dレーザーの設置数を増やすなどの対策が必要。
- ② 調査面積を拡大し、点群を効率よく取得できる計測手法の検討を行う。

スライド24



スライド25

材積による比較

種別	胸高直径	樹高	材積
実測値	22cm	13m	0.200m ²
混合率10%	21cm	14m	0.194m ²
混合率20%	21cm	12m	0.167m ²
混合率30%	23cm	14m	0.233m ²
混合率40%	21cm	12m	0.167m ²

スライド26

北薩地区における流木対策についての一考察

北薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 松島美弦

1 はじめに (スライド1, 2)

はじめに、近年、梅雨前線や台風等を原因とする局地的な豪雨が大規模な土砂災害を引き起こしており、平成 29 年には九州北部豪雨において大規模な土砂災害が発生し、森林整備の在り方も含め、流木による被害の拡大についても問題視されている状況である。

2 土石流・流木対策に係る国の動き (スライド3)

林野庁においては、九州北部豪雨による流木災害等の発生を受けて、「流木災害等に対する治山対策検討チーム」を設置し、災害の実態把握や山腹崩壊の発生メカニズムの分析・検証等、更なる効果的な治山対策の在り方について検討され、平成 30 年 3 月には「土石流・流木対策指針」が制定されている。

3 施行地及び事業の概要 (スライド4)

このような中、平成 27 年 8 月の台風 15 号により風倒木被害が発生し、今後、土石流・流木被害の発生が危惧されている。出水市 野田町上名山城地区において、土石流・流木対策として透過型の谷止工を計画・施工したので紹介する。

当地区の概要は、出水市役所 野田支所から薩摩川内市東郷町方面に約 6.00km の嶽ダム東側 100m の溪流に位置し、延長約 1,200m の支流 1 と延長約 600m の支流 2 があり、荒廃地の下流には林道山城線と市道及び人家がある。

また、施工に当たっては、事業名は平成 29 年度復旧治山事業、事業期間は、平成 29 年から令和元年の 3 カ年計画で、全体事業費は約 1 億 5 千万円である。

4 土石流・流木対策工検討の流れ (スライド5)

土石流・流木対策工検討については、治山技術基準で示されている、地質、気象、植生、地形、荒廃現況等の標準的な調査項目に加え、土石流・流木対策指針の内容に基づき、土石流の発生区間、流下区間、堆積区間及び掃流区間の把握と、流木量について現況調査を実施し、スライドの示す手順で、施設配置の検討、流木捕捉式治山ダム設計諸元の決定を行った。

5 現況調査 (スライド6)

現況調査結果については、地質は、四万十層群の緑色岩類からなり、土壌は紫尾山地にかけて褐色森林土壌が広く分布している。

気象は「阿久根特別地域気象観測所」のデータによると、平均気温は 17.4℃となっており、平均降水量が 2,172.3mm となっている。

植生は、スギ・ヒノキの針葉樹林が広がっている。

県の地形図 土地分類図によると、大起伏山地に該当し、当地区は急峻な地形を呈している。

6 現況調査（地形調査） (スライド7)

次に、計画溪流内の土石流区間の発生・流下・堆積区間を把握するため、国土地理院刊行の数値地図から作成した溪床縦断面図により、溪床勾配を算出した。

なお、土砂移動の形態が変わる地点は、国の「土石流・流木対策指針」の「土石流・流木の対策工種と溪床勾配等の目安」を参考に、現溪床勾配が 2° 以下の緩勾配の区間を掃流区間、2° ~10° 程度の区間を堆積区間、10° ~20° 程度の区間を流下区間、15° より急勾配の区間を発生区間とした。

7 地形調査結果（土石流区間等：支流1）

（スライド8）

支流1は、現溪床勾配が2°以下の緩勾配の、B.Pから60.0mまでを掃流区間とし、同様に、60.0mから410.0mまでを堆積区間、410.0mから720.0mまでを流下区間、720.0m～1220.0mまでを発生区間とした。

8 地形調査結果（土石流区間等：支流2）

（スライド9）

支流2は、現溪床勾配が2°以下の緩勾配は出現せず、B.Pから370.0mまでを堆積区間とし、370.0mから520.0mまでを流下区間、520.0mから820.0mまでを発生区間とした。

9 現況調査（現地調査：支流1）

（スライド10）

支流1は、溪岸侵食型荒廃地であり、上部山林からの表面水や浸透水により、溪岸の浸食を引き起こしている。

また、溪流内には平成27年の台風15号による風倒木が堆積している状況である。

10 現況調査（現地調査：支流2）

（スライド11）

支流2には、昭和51年度、昭和54年度、平成4年度に施工された谷止工が3基あり、最も新しいものでも施工後27年経過し、既に満砂しているが、現在も溪床・山腹の安定に効果を発揮していると考えられる。

11 現況調査（現地調査：支流2）

（スライド12）

しかし、既設谷止工の上流部においては、台風15号により、小規模な山腹崩壊と溪岸の浸食が発生し、支流1と同様に、溪流内に風倒木が堆積している状況である。

12 流木量の算定

（スライド13）

そこで、「土石流・流木対策指針」に基づき、荒

廃現況調査により、流木となり得る倒木及び立木の構成を把握し算出することとした。

流木量の調査については、「今後設置するであろう基幹的な溪間工の適地」を計算上の基準点として、施設の計画位置から谷頭までの区間を算定範囲として算出した。

流木量は、スライドの式により算出することとなっている。

T1は、算定範囲内に残る流木及び立木、T2は、新規崩壊・土石流により発生が予想される流木量、T3は、既崩壊地内の倒木の量となっている。

13 流木量の算定

（スライド14）

それぞれをプロット調査により算出した結果がこの表になる。

No.1谷止工を計画している支流1の流木量は2,630 m³、No.2谷止工を計画している支流2の流木量は580 m³となる。

なお、T3については、今回の算定範囲内の既崩壊地内には、倒木はほとんど残っていなかったことから、算定から除外した。

14 施設の配置計画

（スライド15）

ここまでの調査結果をもとに、溪床内及び山林内に平成27年台風15号の暴風雨によって倒木化した形跡があるため、流木対策を中心とした対策工法を検討し、「土石流・流木対策指針」に基づき、想定される流木量に対して整備率100%となるように、また、管理道路の整備の可否等を含め、適切な配置となるよう施設配置計画を行った。

15 施設の配置計画（土石流・流木対策指針）

（スライド16）

同指針によると、形式は溪床勾配により決定され、流木捕捉式治山ダムの設置位置は、捕捉した流木が再流出する可能性に配慮して、保全対象に近い位置は避けることとなっており、また、捕捉した流木を取り除くことができるよう、その後の管理方法も検討することとなっている。

そこで、支流1においては、谷止工設置後の維持管理の必要性から、管理道の設置が可能な堆積区間とした。

1.6 施設の配置計画（支流1）

（スライド17）

先ほどの流木量の算定より、算定基準点にて支流1で2,630 m³、支流2で580 m³の流出が想定される。

スライドで青い実線で示した、支流1については、右岸袖部に管理道が近接しており、上部に広い堆砂域を確保し、溪流幅の狭い位置で不安定土砂を最も効果的に抑止できる測点 No.3+15.00 mに計画した。

また、谷止工は、溪床内の流木と、今後、流出する恐れのある立木を調査した結果、多量の流木及び立木のあることが明確となったため、土石流・流木対策を図るとともに、「透過型治山ダム」として整備することとした。

併せて、上流には、溪床勾配の緩和や発生源対策を行い、土石流の発生量と流下エネルギーの軽減を図るため、遮水型の谷止工を1基計画した。

1.7 施設の配置計画（支流2）

（スライド18）

支流2の既設谷止工は、遮水型治山ダムであり、当溪流の基幹的治山ダムである。

「土石流・流木対策指針」に基づき、遮水型治山ダムの上流に透過型治山ダムを設置し、捕捉した土砂及び流木の再流出を防ぐことで、土石流、流木の被害の軽減を図る。

なお、除石や除木が前提となる透過型治山ダムは、その管理道の設置が可能な位置について検討し、効果的に土石流・流木を捕捉できる位置に計画することとした。

支流2においては、谷止工設置位置まで林道山城線が延びており、既設道路から管理道を設けることとし、平成4年度既設と昭和54年度既設の間の堅固な地盤が存在する測点 No.11+12.00mに計画した。

1.8 土石流・流木対策施設の検討

（スライド19）

透過部については、No.1コンクリート谷止工設置位置で、資材搬入路及び仮置き場、作業スペースの確保ができることから、施工実績が多く、信用度が高い「鋼管」を採用することとした。

なお、「鋼管」については多様な製造元・規格・形式があることから、比較検討を実施した結果、「鋼製スリットダムR型」とした。

1.9 鋼製スリットダムR型（設置状況等）

（スライド20）

構造は、柱を1本立てた鋼管単柱構造であり、基礎の天板幅が小さいため設計自由度が高く、基礎コンクリート内に埋め込まれた、鞘管内に柱材（本管）を挿入する構造となっているため、柱材（本管）の着脱が可能となっている。

施工性は、基礎用鋼管をコンクリートに埋め込み、基礎用鋼管に柱用鋼管を挿入する作業であるため、施工性に優れたものとなっている。

維持管理については、部材が破損した場合、各柱は独立しているので該当する柱の交換のみで済み、着脱可能な構造なので作業性に優れている。

支流2についても、支流1と同じく、多量の流木及び立木のあることが明確となったため、土石流・流木対策を図ることとし、「透過型治山ダム」に決定し、支流1と同じく「鋼製スリットダムR型」とした。

2.0 まとめ（進捗状況）

（スライド21）

これまで説明してきた計画に沿って、平成30年度から工事に着手したところである。

平成30年度末の進捗は、No.1谷止工、No.2谷止工及び管理道が施工済みである。

2.1 まとめ（森林整備の実施）

（スライド22）

今年度は、支流1のNo.1谷止工の上流に遮水型の谷止工1基を施工するとともに森林整備として、本数調整伐を10ha計画している。

2 2 まとめ (整備率)

(スライド 2 3)

今回、支流 1・支流 2 ともに整備水準がおおむね 100%となる、効率的な施設配置となったが、発生源及び流下区間では、さらに、遮水型及び山腹工により溪床勾配の緩和や発生源対策を行い、土石流の発生量とエネルギーの軽減を図ることで下流への影響を防止及び軽減することが効果的であると思われる。

2 3 まとめ

(スライド 2 4～2 5)

このように、土石流・流木による被害の軽減を図るため、透過型治山ダムの整備に合わせ、溪岸にある立木は、薄い土壌の上に不安定に成立している状態であり、土石流に巻き込まれて、流木化する可能性が高いことから、溪岸部においては立木の伐採、堆積木及び倒伏木の除去を必要に応じて行い、流下区間では、間伐等による森林の適切な密度管理を行い、根系や下層植生の発達を促すことにより、森林の山地災害防止機能を発揮させることが出来ると思われる。

そのため、今年度は、谷止工を施工するとともに森林整備として、本数調整伐を計画している。

また、当管内では阿久根市大川の西谷地区においても同様に土石流・流木による被害の軽減を図るため、透過型治山ダムを施工しているところである。

現在、両地区ともに施工中であり、現段階では効果については、明らかになっていないが、今後は、施設の機能を効果的に発揮するための、維持管理の方法等を含めた検討も行っていきたい。

北薩地区における 流木対策についての一考察

北薩地域振興局 農林水産部 林務水産課
松島 美弦

スライド1



スライド5



スライド2

- ### 現況調査
- 地質： 四万十層群の緑色岩類
土壌は、褐色森林土壌
 - 気象： 平均気温 17.4℃
平均降水量 2,172.3mm
 - 植生： スギ・ヒノキの針葉樹林
 - 地形： 大起伏山地に該当
急峻な地形を呈する

スライド6

土石流・流木対策に係る国の動き

平成29年7月5日～6日
九州北部豪雨による流木災害等の発生

↓

平成29年7月12日
「流木災害等に対する治山対策検討チーム」の設置 (林野庁)

↓

平成30年3月
「土石流・流木対策指針」の制定 (林野庁)

スライド3

現況調査 (地形調査)

土石流・流木の対策工種と渓床勾配等の目安 (土石流・流木対策指針)

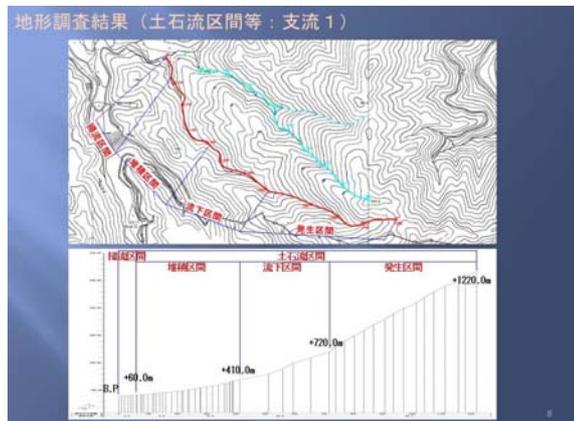
	土石流堆積区間	土石流流下区間	土石流発生区間
	10°以下 広い集水面積	10°～20°程度 1次谷が集合した流域	15°以上 0次谷の小深流・山腹
発生源対策		森林整備 山腹工 (施工等) 護岸工 遮水型治山ダム	森林整備 山腹工 (施工等) 流木止
流下抑制対策	遮水型・透過型治山ダム	遮水型・透過型治山ダム	遮水型治山ダム

スライド7

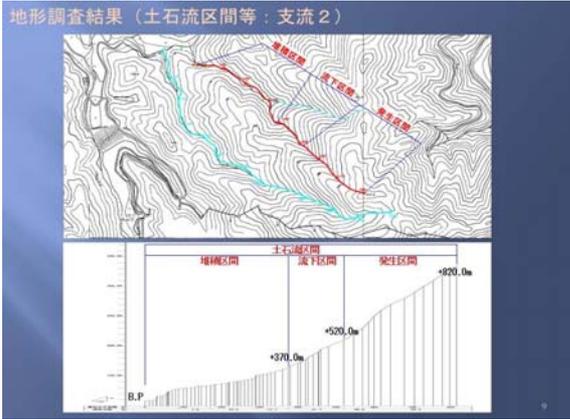
施工地及び事業の概要

・事業名 復旧治山事業
・施工地 出水市 野田町上名 山城 地内
・事業期間 平成29年～令和元年
・全体事業費 150,000千円
・保全対象 人家2戸、市道700m、
林道400m、田2.8ha、
野田川(2級河川)

スライド4



スライド8



スライド9

流木量の算定

2 流木量の算出 土石流・流木対策指針 (林野庁) 抜粋

算定基準点から上流の流域面積を対象に調査を実施し、次の式から流木量を算出する。

$$T \text{ (流木量)} = \alpha \cdot (T1 + T2 + T3)$$

α: 流出率 (0.9程度) ※ (参考1) 流出率の推定

- (1) T1: 対象流域の渓流林の立木量。または渓流および渓流出付近に堆積している倒木の量。既存もしくは計画中の治山ダムにより流下の阻止が可能な倒木や立木、支流流の山腹斜面に存在し、流出までのタイムラグや自然復旧が見込まれる倒木については計上しない。
- (2) T2: 新規崩壊発生、土石流 (洪水流) の渓岸侵食に伴い発生が予測される流木の量。新規崩壊発生に伴う流木量は、本章第6-2【解説】2「土石流発生時の土砂量の算出」で求めるV3の計上に伴う量とする。本教材積等数量の算出は、森林調査は標準地調査により求める。
- (3) T3: 既崩壊地内の倒木の量。ただし、崩壊地または直下の下流において山腹工や渓間工等を実施して、崩壊地からの土砂流出を抑制する計画がある場合には計上しない。
- (4) 荒廃が進行している特定の渓流があれば、別途、荒廃渓流が分岐する合流点から上流の面積を対象とすることができる。また、T1～T3の集計による算出が困難な渓流では、過去の災害の事例を踏まえた手法【参考1】等により計上することができる。
- (5) 複数の支流流がまとまる渓流では、最も流木量の多い支流流のみを対象とする。

スライド13



スライド10

流木量の算定

単位: m³

	支流1	支流2	計
	算定基準点①	算定基準点②	
T1: 渓流内残存流木量	14,992	0,459	14,451
T2: 不安定流木量	2,912,760	640,730	3,553,490
T: 流木量 0.9 × (T1 + T2) (※10m ³ 丸め)	2,630	580	3,210

注) T3: 算定範囲内の既崩壊地内の倒木はほとんど無かったため除外

スライド14



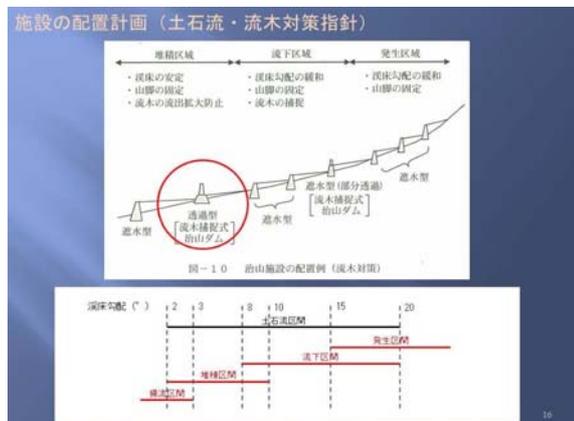
スライド11

- ### 施設の配置計画
- 施設配置計画の考え方 (ポイント)
- 「土石流・流木対策指針」に基づき配置
 - 整備水準100%となる配置計画
 - 捕捉流木の除去等を含む管理方法を考慮 (管理道路の整備の可否等)

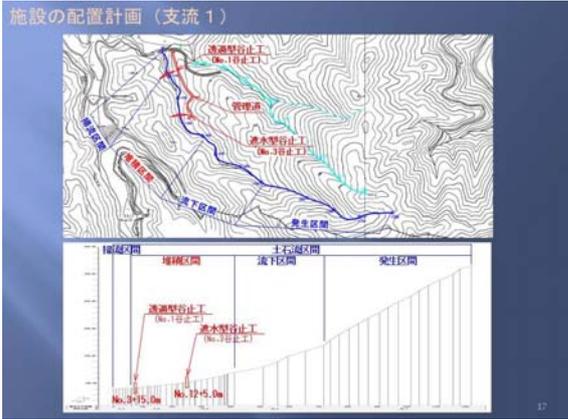
スライド15



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



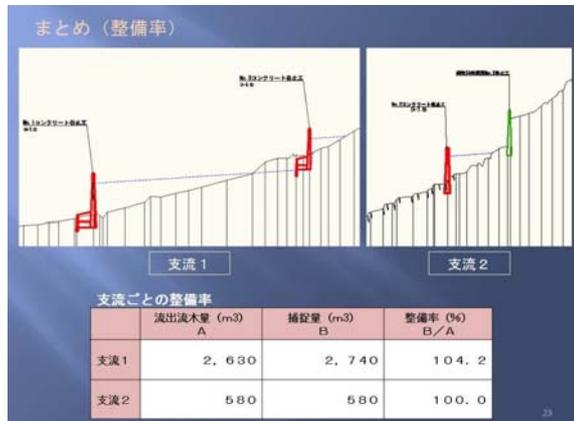
スライド22

土石流・流木対策施設の検討

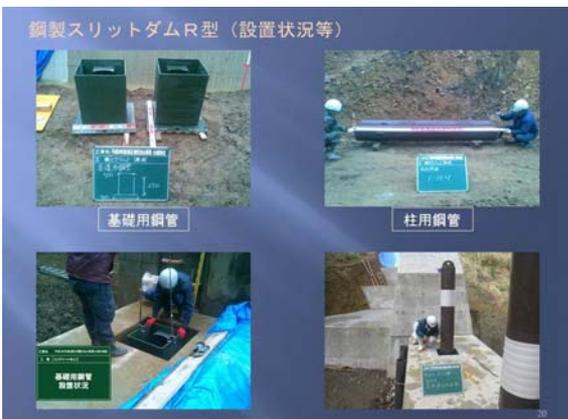
治山 透過型入山型山腹型工 構造形式

構造形式	透過型入山型	山腹型	山腹型
構造形式 (天の長さ)	20~100m	20~100m	20~100m
構造	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。
効果	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。
設置場所	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。	透水性を有する鋼製リットダム構造。土砂の通過を許す構造。
費用	設置費 100000円 維持費 10000円 合計 110000円	設置費 100000円 維持費 10000円 合計 110000円	設置費 100000円 維持費 10000円 合計 110000円

スライド19



スライド23



スライド20

- まとめ
- 透過型治山ダムの整備
→ 土石流・流木による被害の軽減
- ↓ 併せて
- 遮水型治山ダム及び山腹工の整備
→ 渓床勾配の緩和・発生源対策の実施
 - 森林の適切な密度管理の実施
- ↓ 事業完了後
- 施設の効果の検証
 - 施設の機能を効果的に発揮するための維持管理の検討 など

スライド24



スライド25

屋久島における林道施設災害の早期復旧に向けた体制作りについて

熊毛支庁 農林水産部 林務水産課 川 畑 勇 矢

1 はじめに

(スライド1～2)

屋久島は、県本土から南に約60kmの海上にあり、周囲13.2kmの円形の島で、その面積は50.4km²である。

また、標高1,000mを越える山が多数そびえる山岳地帯からなる島であり、平成5年12月に日本初の世界自然遺産に登録されている。

(スライド3～5)

林道は森林整備の促進や林業・林産業の振興を目的とした施設であるとともに、山村地域の方々の生活道としても重要な役割を果たしている。

近年、地球温暖化の影響か、豪雨の発生が多く、屋久島においては、今年の5月、半日に400mmを超える「50年に1度の記録的な大雨」が降り、県道などの土砂崩れにより、登山者など260人を超える方々が孤立した。

幸いにも人的被害は発生しなかったが、いつ被害が発生してもおかしくない状況であり、林道施設においても、防災・減災対策、また、被災した際の早期復旧の対策について検討しなければならない状況となっている。

これらのことから、屋久島における林道施設の防災・減災及び早期復旧に向けた体制作りに取り組んだので、その内容について報告する。

2 屋久島の林道の概要

(1) 林道現況

(スライド6)

屋久島には林道が27路線あり、総延長約70km、林道密度は1haあたり9.0mと県平均より高い整備率となっている。

(2) 林道の役割

(スライド7)

森林整備においては、「屋久島地域森林整備推進協定」が締結され、民・国が連携して効率的な路網の開設や間伐などの推進が図ら

れている。

また、生活道や迂回路としての利用について、災害時の迂回路を把握することを目的とした「屋久島道路一周迂回路検討会」が開催されるなど、迂回路確保に積極的に取り組んでいる。

以上のことから、屋久島における林道の役割は、森林整備・保全を目的とした施設であることはもとより、島民の生活道や迂回路としての重要度も非常に高いと考えられる。

3 屋久島の林道災害

(スライド8)

表は、平成21年～平成30年の過去10年間ににおける熊毛地域の被災状況をまとめたものである。

屋久島では、過去10年間に於いて7路線13箇所の林道災害が発生しており、被災延長951m、被害額にして約1億6千万円の災害が発生している。

また、被災形態別に見ると路肩崩壊が7箇所と多数発生している。

(スライド9～11)

災害発生の主な原因は豪雨である。

表は30年間の統計による年間降水量であり、図は月別の降水量をグラフにしたものである。

屋久島の年間降水量は隣島の種子島や県平均の約2倍に相当する約4,477mmを観測しており、特に梅雨時期である6月に約774mmと多量の降水量を観測している。

また、屋久島の地質は、島内のほとんどが花崗岩である。

これより、屋久島で災害が多発している要因として、年間をとおして雨が多く、地質が花崗岩であることから、花崗岩が風化し岩石強度が低下、その後の豪雨により崩壊が多発していると考えられる。

4 林道災害への取組

(スライド12)

そのため、島民が一体となって林道施設の点検・維持管理及び被災後の早期復旧に取り組む体制作りについて検討を行った。

(1) これまでの点検・維持管理体制

(スライド13)

最初に、これまでの体制の把握を行った。

屋久島における森林土木施設の点検・維持管理は「①大規模災害時における応急対策業務に関する協定」「②森林災害協定」「③山地防災ヘルパーの活動」の2つの協定と1つの活動を主として行われていた。

協定及び活動の内容については、次のとおりである。

①大規模災害時における応急対策業務に関する協定

(スライド14～15)

屋久島町と「建設業協会屋久島支部」により締結された協定である。

屋久島町からの協力要請により協会員である建設会社が社会貢献活動の一環として応急対策業務を実施することが定められている。

応急対策業務の内容としては、公共土木施設等の被害状況の調査や応急の復旧など、町道や林道を含む幅広い施設の点検である。

最近では協会員である建設会社が自主的に点検や応急対策を実施、また、林道の草刈り等のボランティアを行うなど、点検・維持管理に積極的な建設会社が多数見られた。

②森林災害協定

(スライド16～17)

森林災害に特化した点検体制が構築されておらず、森林災害の状況把握がスムーズに行われていなかったことから、昨年度、点検体制の整備に取組み、「災害時の森林・山地災害の情報収集や被害状況を素早く把握し、被害の軽減や速やかな復旧を図ることを目的」として、熊毛支庁・管内4市町、森林土木協会熊毛支部により締結を行った協定である。

屋久島においては、屋久島町からの協力要請により協会員である建設会社が情報収集活動を行うことが定められている。

情報収集活動の内容としては、森林や治山・林道施設等の被害に関する事など、森

林土木施設の点検に特化した内容である。

協定締結後3度の活動実績があり、全て協会員である建設会社が自主的に活動するなど、活動に積極的な姿勢が見られた。

③山地防災ヘルパーの活動

(スライド18)

山地防災ヘルパーは山地災害に関する情報収集能力の強化と支援体制の整備を図ることを目的として設置され、活動内容は主に山地災害に関する情報収集であり、山地災害危険地区や治山施設の点検を行うなど、治山施設に特化した内容である。

資格要件としては、3点ある。

(スライド19)

また、屋久島町の取組として道路作業員の増員や、地域住民へ指導を行うなど、林道の維持管理に積極的に取り組んでいる。

(スライド20～21)

これらの体制を1つの図にすると、被災前の体制図、被災後の体制図となるが、現在の体制において林道に特化したものは森林災害協定による情報収集活動のみである。

森林災害協定により活動を行う建設会社は3社あるが、屋久島の林道は27路線、総延長にして約70kmあることから、活動範囲を分担しても時間がかかり、被災後の情報伝達が遅れ、状況を早期に把握できないのが現状である。

そのため、災害を早期に復旧するためには災害の早期発見・把握できる点検体制の構築が必要である。

そこで、山地防災ヘルパーは治山施設の点検活動が主ではあるが、森林土木に特化した活動であるといえ、その性格はボランティアであることから、林道の点検・情報収集体制の強化を目的として、山地防災ヘルパーとの連携について検討を行った。

また、屋久島の建設会社は点検や維持管理に積極的な姿勢が見られ、地域住民についても集落での林道の維持管理が根付いてきていることから、両者との連携についても検討を行った。

(2) 山地防災ヘルパーとの連携 (スライド22～25)

ヘルパー認定者の方々へ連携の趣旨について説明を行い、意見を伺った。その結果、早く連携の目的と趣旨をご理解頂くことができた。

今回の連携における活動は熊毛支庁山地防災ヘルパー活動実施要領に基づき、定期点検を年1回以上、緊急点検を日雨量80mm以上または時間雨量20mm以上を観測した日に行うこととした。

また、点検後の報告において、林道の被災状況や異常箇所を詳細に把握できるよう林道点検表の作成・配布を行った。

点検表は山地災害危険地区・治山施設点検表の様式を用い、点検対象・項目については、屋久島町と協力し作成を行った。

しかし、ヘルパー認定者は2名と少なく、島内の林道を全て点検することは困難であるとの意見がでたことから、ヘルパー認定者増加が課題である。

これより、ヘルパーの認定者増加を目的に、今年度、治山担当者と連携し研修会を実施する予定としている。

(3) 建設会社との連携 (スライド26～27)

これまでは2つの協定により建設会社が活動を行っていたが、林道に特化した活動は森林災害協定のみと早期の状況把握が困難な状況にあった。

一方、屋久島町と建設業協会で結んでいる協定は、林道施設も含めた幅広い範囲での活動ではあるが、林道の点検に積極的な建設会社が多数見られた。

そこで、屋久島町と打合せを行い、今後の点検の充実化、また、被災時の状況を詳細に把握することを目的に、ヘルパーへ配布した林道点検表を建設会社へも配布することとした。

打合せ後、屋久島町より建設業協会屋久島支部長へ連携の趣旨について説明を行っていたが、早く連携の目的と趣旨をご理解頂くことができた。

(4) 地域住民との連携 (スライド28～29)

地域住民にとっての林道は生活道の1つとして重要な役割を担っている。

また、屋久島町による地域住民への周知活動により維持管理を行う集落が増加している。

しかし、屋久島町は「屋久島町林道維持管理規則」を制定しており、集落での維持管理は草刈りや水路の支障物撤去以外にも小規模の路肩決壊の補修などが定められている。

そこで、それぞれの役割を明確化するために簡単なフローを作成した。

被災前の草刈りや水路の支障物撤去は現在の体制どおり関係集落で行う。被災後は屋久島町の判断により小規模崩壊は屋久島町と関係集落による補修、崩壊の規模が大きい林道災害の対象外であれば屋久島町による復旧、災害対象となりえる崩壊は災害復旧事業での復旧となる。

今回は明確化を行ったのみであり、今後の集落への周知については、さらに屋久島町と検討していく。

5 まとめ (スライド30～32)

今回の取組により、山地防災ヘルパーの協力を得られたことから、点検体制の強化が図られた。また、建設会社の協力を得られたことから、点検の充実化、早期の情報伝達が図られた。

これより、地域住民の協力もあわせ、きめ細かな点検・維持管理が可能となることから、「点検の充実による災害の未然防止」、「災害の早期発見・早期復旧」につながると考えられる。

そこで、これらの連携による早期の体制構築を図るため今後の取組を整理した。

今後の取組として、山地防災ヘルパー・建設会社との連携においては、研修会を開催し、点検の充実化に取り組む。

地域住民との連携においては、役割の周知を行い地域住民の理解を得る。また、役場から集落へ補修を依頼する際の判断基準を明確化し、より具体的なフローの作成を行い、早

屋久島における林道施設災害の早期復旧に向けた体制作りについて

期復旧の体制構築に取り組む。

今後も屋久島町と連携して取り組み、早期の体制構築に努めていく。

屋久島における林道施設災害の
早期復旧に向けた体制作りについて

熊毛支庁林務水産課森林土木係
川畑 勇矢

スライド1

林道は森林整備の促進や林業・林産業の振興を目的とした施設

山村地域の方々の生活道としても重要な役割

林道施設の防災・減災

林道施設災害の早期復旧

屋久島における林道施設災害の防災・減災及び早期復旧を行うための体制作り

スライド5

はじめに

平成5年12月
世界自然遺産に登録

熊毛地域

60km

132km
504km²

スライド2

屋久島の林道の概要

1. 林道現況

表一 管内の林道現況

市町	路線数	森林面積(ha)	現況延長(m)	林道密度(m/ha)
西之表市	11	11,255	24,615	2.3
中種子町	4	5,946	10,185	1.7
南種子町	1	4,781	1,608	0.3
屋久島町	30	10,492	87,356	8.3
屋久島	27	7,830	70,484	9.0
口永良部島	3	2,662	16,872	6.3
管内計	46	42,966	211,120	3.9
県計		432,103	2,794,196	6.7

※1: H29年度末現況である
※2: 森林面積は平成7年度末の面積である

スライド6

林道は森林整備の促進や林業・林産業の振興を目的とした施設

山村地域の方々の生活道としても重要な役割

スライド3

2. 林道の役割

- 森林整備
 - 屋久島地域森林整備推進協定の締結(平成23年8月10日)
 - 目的: 屋久島地域において、民・国が連携して森林整備を行う団地を設定し、効率的な路網の開設や間伐等を推進していくことを目的とする。
 - 締結者: 屋久島森林管理署、(社)鹿児島県森林整備公社、屋久島町、屋久島森林組合
- 生活道・迂回路
 - 屋久島道路一週迂回路検討会(平成30年4月25日 第1回開催日)
 - 目的: 屋久島を一周する道路は集落間に迂回路がなく、県道のみ区間がある。県・町等の道路管理者による検討会を立ち上げ、各道路管理者の情報を集約し、災害時の迂回路を把握する。

森林整備・保全を目的とした施設であることはもとより、
島民の生活道や迂回路としての重要度が高い

スライド7

令和元年5月19日 南日本新聞

屋久島登山客26人孤立

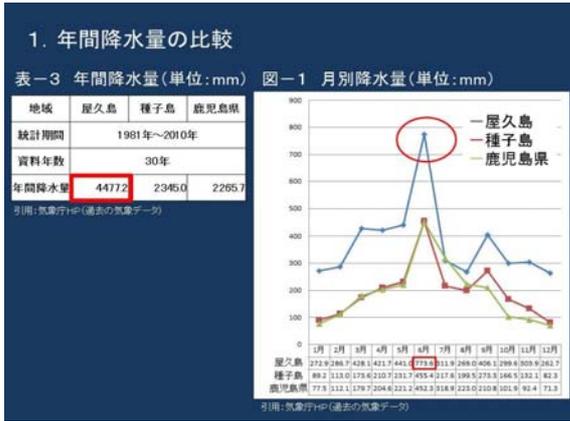
スライド4

屋久島の林道災害

表一 熊毛地域における過去10年間の被災状況(平成21年～平成30年)

発生年	期間	区分	市町	路線名	最大瞬間風速(mm)	最大瞬間雨量(mm)	総延長		箇所数		
							延長(m)	面積(ha)	箇所数	被害状況	
							167,809千円	951m	13箇所	7箇所	
22	6/18～6/21	降雨	屋久島町	本村線	213	44	29	2,966	1	1	
	6/19～6/21	降雨	屋久島町	藤崎線	213	44	75	11,402	2	1	
26	9/22	台風	屋久島町	宮ヶ平線	465	138	76	3,952	1	1	
	7/20～7/21	降雨	屋久島町	屋久島海岸線	388	43	205	48,000	4	2	
27	7/20～7/21	降雨	屋久島町	屋久島海岸線	388	43	179	80,347	1	1	
	7/20～7/21	降雨	屋久島町	太久保線	491	47	295	23,745	3	2	
29	7/20～7/21	降雨	屋久島町	藤崎線	386	31	205	18,584	2	1	
	10/28～10/29	台風	屋久島町	一津線	522	73	25	1,433	1	1	
30	10/3.29～10/5.4	噴火	屋久島町	口永良部線	386	31	147	34,484	2	2	
	9/29～9/30	台風	屋久島町	中野線	420	96	29	6,929	2	2	
	9/29～9/30	台風	屋久島町	屋久島北線	324	75	145	4,800	1	1	
※赤黄色箇所は屋久島、赤箇所は口永良部島							計	1,404	236,700	20	3

スライド8



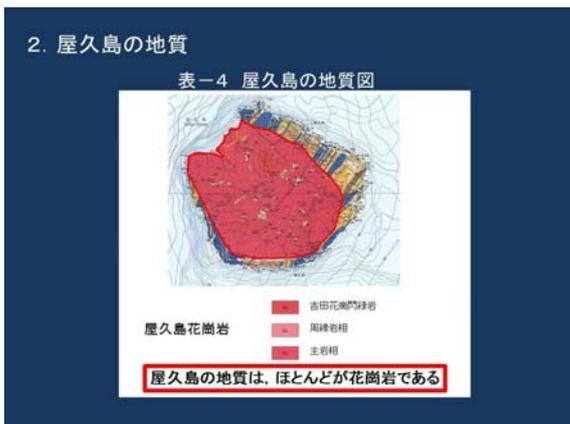
スライド9

1. これまでの点検・維持管理体制

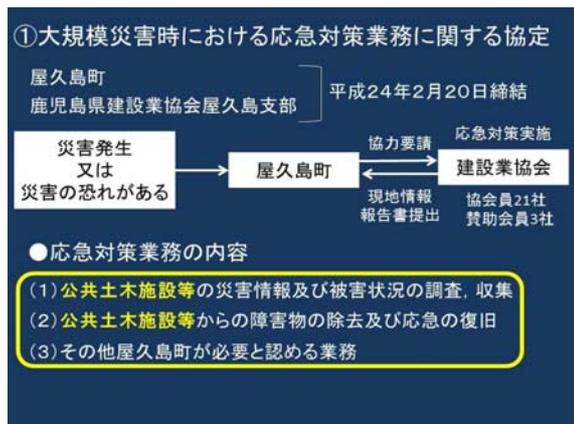
屋久島における森林土木施設の点検・維持管理

- ①大規模災害時における応急対策業務に関する協定
- ②森林災害協定
- ③山地防災ヘルパーの活動

スライド13



スライド10



スライド14



スライド11

最近では...

- 自主的な点検や応急対策
 - 倒木処理
 - 崩土除去
- 林道の草刈り等のボランティア
 - 草刈り状況
 - 降灰後の清掃活動

スライド15

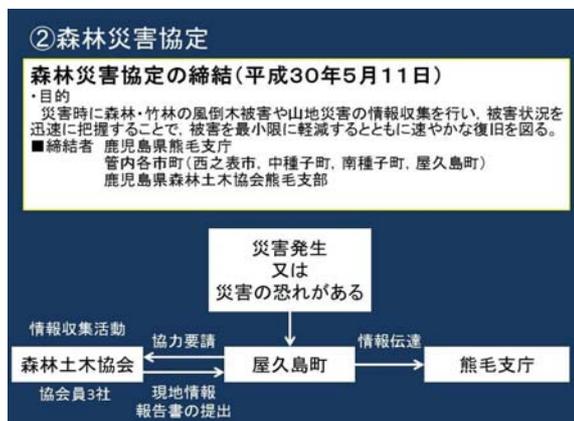
林道災害への取組

- 屋久島での林道の役割とは
森林施業はもとより、**生活道及び迂回路として島民にとって重要**
- 屋久島の林道災害状況
降水量が多く、地質は花崗岩であることから**災害が多発**

↓

島民が一体となった林道施設の点検・維持管理及び被災後の早期復旧に取り組む体制作り

スライド12



スライド16

●情報収集活動の内容

- ① 森林・竹林被害に関すること
- ② 山地崩壊、土砂流出等の被害に関すること
- ③ 治山・林道施設等の被害に関すること
- ④ 被害箇所における二次災害発生の兆候
- ⑤ その他鹿児島県熊毛支庁及び屋久島町が必要と認める情報

●これまでの活動実績

	災害等の名称
H30.8月	台風19号(8月22日豪雨)
H30.9月	9月29日～30日にかけての豪雨
R1.5月	5月18日～19日にかけての豪雨

全て自主的に活動
↓
活動に積極的

スライド17

●連携の検討

林道の点検体制強化
林道の情報収集体制強化

山地防災ヘルパーとの連携

林道点検・維持管理の充実化

建設会社との連携
地域住民との連携

スライド21

③山地防災ヘルパーの活動

●山地防災ヘルパーとは

山地災害に関する情報収集能力の強化と支援体制の整備を図ることを目的として設置

●活動内容

- ① 山地災害に関する情報収集
- ② 災害時要援護者関連施設及び山地災害危険地区の周知
- ③ 自主防災組織の育成及び強化

●資格要件

- ① 市町村の職員で治山事業を十分に認識し、災害の危険性を判断できると認められる者
- ② 過去に治山事業に関わった経験を有する県職員OBで、専門的な知識を基に災害の危険性を判断できると認められる者
- ③ 上記以外の者で、過去に治山事業に関わった経験が有り、治山事業に関し知識と熱意があると認められる者

スライド18

2. 山地防災ヘルパーとの連携

●山地災害危険地区と林道の位置関係

●説明状況

スライド22

●屋久島町の取組

○道路作業員の増員

○地域住民への周知

林道の維持管理に積極的に取り組んでいる

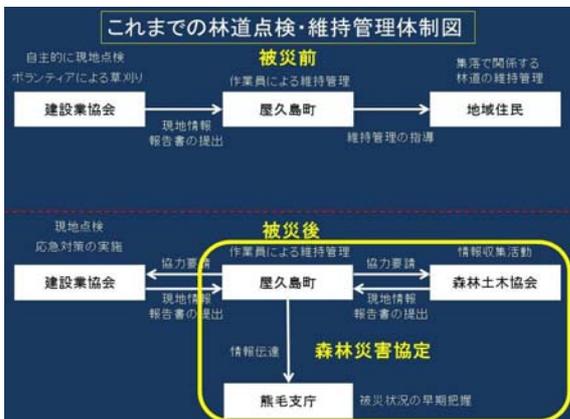
スライド19

熊毛支庁山地防災ヘルパー活動実施要領

○活動時期

- ・定期点検
定期点検は、平常時において年1回以上実施し、原則梅雨時期前とする。
- ・緊急点検
緊急点検は、「震度4以上の地震が発生した場合」「日雨量80mm以上または時間雨量20mm以上を観測した場合」「その他、支庁・関係市町が特に必要と認めた場合」に実施するものとする。

スライド23



スライド20

点検表

林道番号	点検日時	点検者	点検結果	備考
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

スライド24

●山地防災ヘルパー認定者数(平成30年9月現在)
 県全体:585名 熊毛支庁管内:12名
 内屋久島町: 2名(屋久島町職員:1名 建設会社:1名)

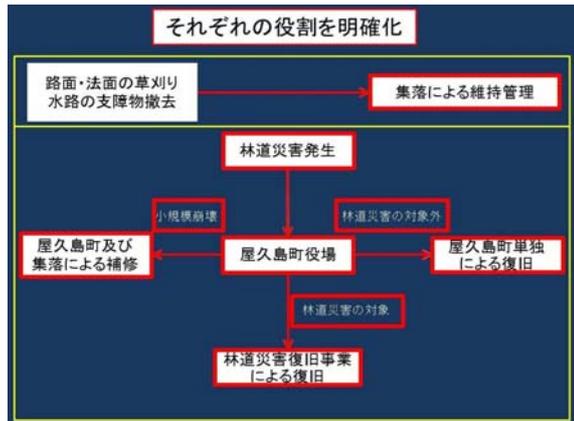
ヘルパー認定者増加が課題

山地防災ヘルパーの認定者増加

↓

治山担当者と連携し研修会を実施予定(10月頃)

スライド25



スライド29

3. 建設会社との連携

●これまでの活動

- 森林災害協定
林道に特化した情報収集活動
- 大規模災害時における応急対策業務に関する協定
公共土木施設(町道・林道・農道など)の点検・応急対策
林道の点検・維持管理に積極的

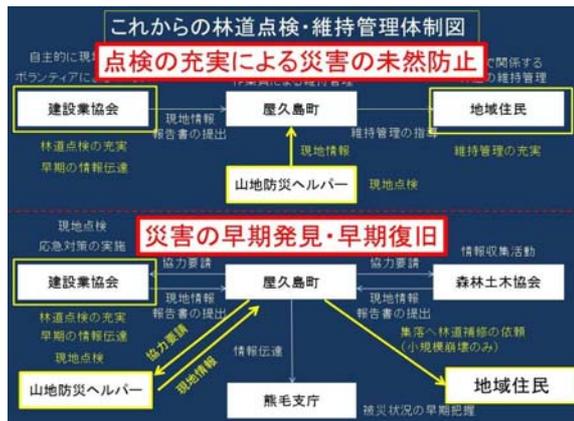
●説明状況

点検の充実化
被災時の状況把握

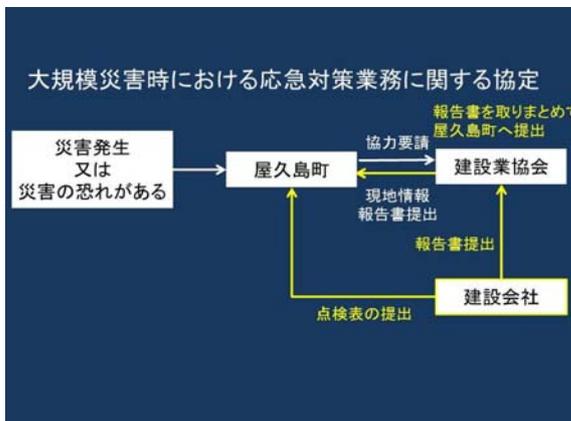
↓

林道点検表の配布

スライド26



スライド30



スライド27

今後の取組

- 今後の取組
 - 山地防災ヘルパーとの連携
 - ・ヘルパー認定者増加を目的とした研修会を開催
 - 建設会社との連携
 - ・点検の充実化を図るため、現地研修会を開催
 - 地域住民との連携
 - ・地域住民へ役割の周知
 - ・災害発生時に役場から集落へ補修を依頼する際の判断基準基準を明確化

スライド31

4. 地域住民との連携

地域住民にとっての林道 → 生活道として重要

●屋久島町による取組

屋久島町による説明・指導 → 維持管理を行う集落増加

●屋久島町林道維持管理規則(平成19年10月1日)

第3条 林道には、土側溝、コンクリート水路及び暗きょ工、ブロック擁壁、コンクリート土留工、路面工、法切工等が施行されているが、土側溝、コンクリート水路、暗きょ工の土砂等、水路を妨げる支障物の撤去及び小規模の路肩決壊の補修並びに水切り、路面、法面のまき刈り等は、林産物の搬出その他森林経営に携わる個人又は関係集落が管理しなければならない。

2 前項の構造物の決壊、崩壊、流出等の災害で、国及び県が示す基準以上の災害対象林道の復旧については、町が施行する。

スライド28



スライド32

溪間工における木製構造物について

始良・伊佐地域振興局 農林水産部 林務水産課 大 堂 啓 幸

1 はじめに

(スライド1)

森林は、国土の保全、水源の涵養、生活環境の保全、地球温暖化の防止、木材等の林産物の供給等、多面的な機能を有し、我々の生活及び経済の安定に欠くことのできない「緑の社会資本」としての役割を果たしている。

このような森林の有する多面的な機能の発揮が将来にわたって確保されるためには、森林の整備及び保全を適切に進めていくことが重要であり、そのための基盤として必要となる治山施設について、新たな整備を引き続き推進することに加え、これまでに整備された既存施設について基本計画の考え方を踏まえるとともに、森林や山村等を取り巻く状況も考慮しながら、適切な維持管理・更新等を進めつつ有効活用を図っていくことが重要である。

(スライド2)

このため、林野庁が管理・所管するインフラの維持管理・更新等を着実に推進するための中長期的な取組の方向性を明らかにする計画として、「林野庁インフラ長寿命化計画」が策定され、既存施設の点検・診断結果に基づき、施設の補修や更新、機能強化などの必要な対策を適切な時期に実施することが求められている。

(スライド3)

治山施設の整備に当たっては、コンクリート構造物を主体とした施設が一般的であるが、今から約 20 年前に木製構造物のみで整備を図った治山施設があり、今後の治山施設個別施設計画策定の資料とするため、その現状を調査したので報告する。

2 調査箇所の概要

(スライド4)

施設は、鹿児島県中北部に位置する「霧島市溝辺町麓保起山地内」で、鹿児島空港から車で5分

程度の天降川支流のシラス地帯である。

下流の鉄道・町道・人家等を保全するため、昭和 62 年度から溪間工を実施している。

現地は、溪床勾配が 2 パーセント前後と緩やかで転石等がなく、土石流発生の恐れが少ないこと、荒廃溪流に沿って資材搬入路が確保されており、資材の搬入が容易であること、保全対象が比較的離れていることなどから、木製構造物のみで整備された。

(スライド5)

昭和 62 年度より、下流から順にコンクリート構造物を主体とした整備を図ってきたが、平成 10 年度と 11 年度の 2 カ年間は、木製構造物のみで整備している。工事概要はスライドのとおりで、木製床固工を計 5 基、木柵流路工を計 302.7 メートル施工している。

(スライド6)

これは木製床固工の構造図である。当時の文献等を参考に丸太で枠を組み、その中に栗石を詰める構造とし、安定計算の結果、堤の幅を 3 メートル、横方向の 1 スパンを 1.5 メートルとしている。

(スライド7)

丸太は、末口径 18 センチの材を歩留まりよく加工できる 17 センチとし、二面を落とすタイコ落とし加工を採用、丸太の連結は、ログハウスで利用される全ねじボルトを利用している。

(スライド8)

これは木柵流路工の構造図である。木柵を 3 段施工し、下段には栗石を詰め、背丸太を 1.2 メートル、杭木を 2 メートルと通常の木柵より長くしてある。

なお、栗石を詰めている下段以外は、スギ、ヤシャブシを植栽している。

(スライド9)

これは木製水叩工の構造図である。床固工の放水路落差部分の浸食を防止するとともに、木柵流路工の曲線部の洗掘を防止するため、根固工とし

でも施工している。

(スライド 10)

平成 11 年度当時の完成状況である。溪床と山腹が安定し、周辺環境との調和が図られている。

(スライド 11)

一方、降雨時はスライドのようになる。当施設の集水面積は約 100 ヘクタールにも及び、九州縦貫自動車道の排水も流入するため、降雨時には流路工の 1 段の高さ 50 センチ、幅 6 メートルが隠れてしまうほどの流量があるが、晴天時は全く流水はなく、湿潤と乾燥の差が大きい現場である。

3 調査方法

(スライド 12)

今回、施設の現状を調査するにあたり、木製構造物の腐朽度合を測定するため、ピロディンを用いて調査を行った。

ピロディンは、2.5 ミリのピンを丸太に打ち込み、その時の貫入量を測定する機器で、最大値は 40 ミリである。

文献によると、構造材としての耐用限界値は 35 ミリと記載されている。

(スライド 13)

まず木製床固工の腐朽度合を測定した。前回研究発表を行った平成 13 年度の調査状況である。

今回の調査状況である丸太の腐朽は進んでいるが、私の劣化はまだ進んでいないようにも見える。

(スライド 14)

木製床固工は先ほど概要で説明したとおり、平成 10 年度に 3 基、平成 11 年度に 2 基施工しているが、平成 10 年度は皮付きの丸太をそのまま使用している。

(スライド 15)

一方、平成 11 年度は皮をはぎ、焼いた丸太を使用した。表層を焼いて炭化層を作り、腐朽菌や虫の侵入を阻むことを目的とするためである。

年度ごとに異なる丸太を使用することで、腐朽度合に差が生じないか、試験施工を行ったものである。

今回は、こういった違いによる腐朽度合の変化が生じるのかも観点に調査を行った。

4 調査結果

(スライド 16)

平成 10 年度の No. 1 木製床固工の現状である。施工後 21 年が経過しても原形をとどめている。しかし、丸太に植生が導入し、コケが侵入するなど丸太の腐朽が進んでいる。

(スライド 17)

平成 10 年度の No. 2 木製床固工である。

(スライド 18)

平成 10 年度の No. 3 木製床固工である。

(スライド 19)

平成 11 年度の No. 1 木製床固工である。施工後 20 年が経過してもやはり原形をとどめており、溪床も安定している。

(スライド 20)

平成 11 年度の No. 2 木製床固工である。

(スライド 21)

木製床固工の腐朽度合を測定するにあたり、右岸袖部と左岸袖部の地上・地中・地際、通水部、水叩工に区分し、それぞれ 3 箇所ずつ測定した。

(スライド 22)

右岸袖部の腐朽度合を示したグラフである。地際は全部の床固工で耐用限界値の 35 ミリを超えている。地中は一部が 35 ミリを超えているものの、地上は全部の床固工で下回っている。

(スライド 23)

左岸袖部である。右岸袖部と全く同様の結果となった。湿潤と乾燥が繰り返される影響を受けやすい地際から腐朽が進んでいくことが推察される。

なお、年度ごとに異なる丸太を使用した違いについては、特に見受けられなかった。

(スライド 24)

通水部である。全部の床固工で耐用限界値の 35 ミリを下回った。

(スライド 25)

水叩工である。こちらも全部の床固工で耐用限界値の 35 ミリを下回った。水叩工については、平成 10 年度と平成 11 年度で明確な差が見受けられる。しかし、これが使用丸太の違いによるものなのかは特定できなかった。

(スライド 26)

これは、先ほど説明した床固工の腐朽度合を袖部、通水部及び水叩工と比較したものである。袖部に比べて通水部と水叩工は低い値を示している。

また、耐用限界値を超えている袖部に比べて、通水部と水叩工はいずれも下回っている。

(スライド 27)

次に、現地で見視による確認を行った結果、通水部と水叩工は丸太の表面が綺麗であるが、床固工袖部には表面にコケが侵入していることが確認できた。降雨の度に流水がある通水部と水叩工にはコケが侵入しづらく、流水の影響を受けない床固工袖部はコケが侵入しやすい環境にあることが推察される。

(スライド 28)

そこで、木材の腐朽にコケが関係しているのか確認するため、木柵流路工と木製根固工も調査した。

目視で確認した結果、流水の影響線より上部と下部で、根固工と木柵流路工のコケの侵入度合の違いが写真でも見てとれる。

(スライド 29)

木柵流路工の背丸太と杭木をそれぞれ流水の影響線より上部と下部で腐朽度合を測定した結果がグラフのとおりである。

コケが侵入している上部に比べ、コケが侵入していない下部は低い値を示している。

(スライド 30)

同様に木製根固工についても腐朽度合を測定した。コケが侵入していない根固工は低い値を示し、耐用限界値の 35 ミリを超えている箇所は見受けられなかった。

このことから、木製構造物の腐朽はコケの侵入も大きく関係があることが推察される。

5 調査結果とりまとめ

(スライド 31)

今回の調査結果をまとめると、木製床固工の袖部は流水の影響を受けやすい地際から腐朽が進む。使用丸太の違いによる腐朽進度に変わりは見られない。袖部に比べて、通水部、水叩工は腐朽進度が遅い。コケの侵入の有無が腐朽進度に関係する

のではないかとという 4 点が分かった。

(スライド 32)

今回、木製構造物の腐朽度合を確認したが、その中で次のような点が見受けられた。

当時、木柵流路工を 3 段施工したが、杭木がほぼ朽ち果て、原形をとどめていない。同様に背丸太もほぼ朽ち果てており、自然な地山の状態に帰っているということである。一見当たり前のことと思われるが、これこそが治山事業の本来の目的であり、十分に役割を果たしていることが証明されている。

(スライド 33)

次に、木柵流路工施工箇所と下流のコンクリート流路工施工箇所では溪床の浸食等に違いがあるか調査してみた。

木柵流路工施工地内の溪床は浸食もほとんど見られず、安定していた。

一方、コンクリート流路工施工地内は、降雨時の乱流により縦浸食や横浸食が発生しており、溪床内が荒れていた。

木柵とコンクリートの違いにより、曲線部での流水の跳ね返り等に差があり、浸食の発生にも大きく関わってくると推察される。

6 今後の課題と提案

(スライド 34)

今回、施工後約 20 年経過した木製構造物における治山施設の現状について調査したが、今後の課題と提案についてまとめた。

一つ目に、現場条件が当該現場と同じような箇所では、もう少し木製構造物の採用を検討してもいいのではないかと考える。

(スライド 35)

平成 10 年度の現場にて、工種ごとに木製とコンクリートでそれぞれの工事費を比較した結果、床固工は木製がコンクリートの約 2 倍割高になるが、流路工はコンクリートの約 28 パーセント割安となり、合計すると約 58 パーセントのコスト縮減が図られた。

(スライド 36, 37)

このようなことから、最初に述べた溪床勾配が緩やかで、土石流発生の恐れが少ない箇所等に限

定して、木製構造物の採用を検討してもいいのではないか。

また、木製構造物の腐朽度合のデータが少ないことから、施工箇所を増やし、データの蓄積と解析も必要と考える。

二つ目に、木製構造物が被災した場合の復旧方法の確立が必要と思われる。今後、豪雨等で施設が被災した場合の復旧方法等について、どのような対策が適切か検討が必要と思われる。

三つ目に、治山施設個別施設計画の策定における考え方である。

林野庁が示した治山施設個別施設計画策定マニュアルでは、維持、補修、機能強化、更新等、既存施設を強化していく方針が主体的に記載されている。

コンクリート構造物は定期的に維持・補修等を行うことで、施設の長寿命化が図られる。

しかし、先ほども説明したように、木製構造物が腐朽し、自然な状態に帰って行くことは治山事業の本来の目的でもある。

今回の条件のような現場では、施設が被災を受けない限り、自然に帰すという選択肢もあっているのではないかと考える。

7 おわりに

近年、豪雨や台風、地震等、異常気象が相次ぎ、自然災害も多発している。これからますます治山事業の担う役割が重要となってくると思われる。

森林土木事業に携わる職員として、これからも日々精進し、微力を尽くしていきたいと考えている。



スライド1

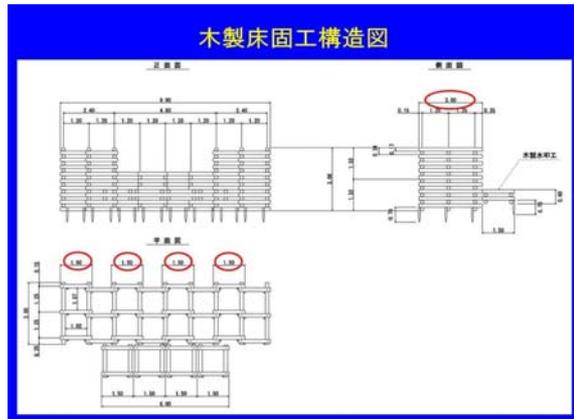
工事概要

事業名	復旧治山事業	
工事場所	霧島市 溝辺町筋 保起山 地内	
年度	平成10年度	平成11年度
請負額	25,800千円	36,125千円
工期	自 平成10年11月5日	自 平成11年10月22日
	至 平成11年3月25日	至 平成12年3月24日
工事内容	木製床固工 3.0 基	木製床固工 2.0 基
	木柵流路工 195.5 m	木柵流路工 107.2 m
	実播工 330.0 m ²	実播工 2,300.0 m ²
	法切工 55.5 m ²	法切工 5,657.5 m ²

スライド5

インフラ長寿命化計画のチェックシート

スライド2



スライド6



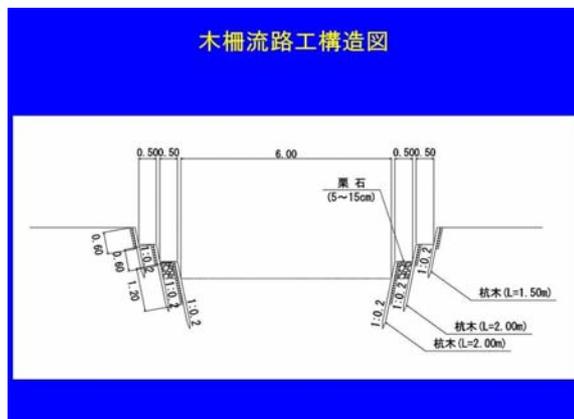
スライド3



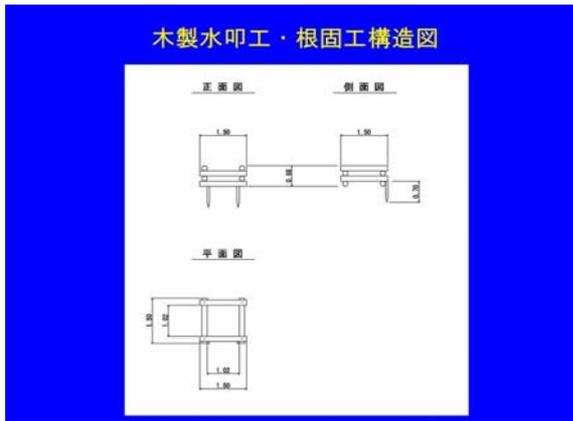
スライド7



スライド4



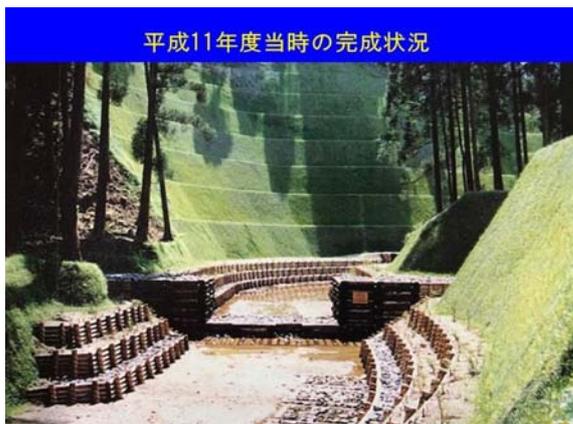
スライド8



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

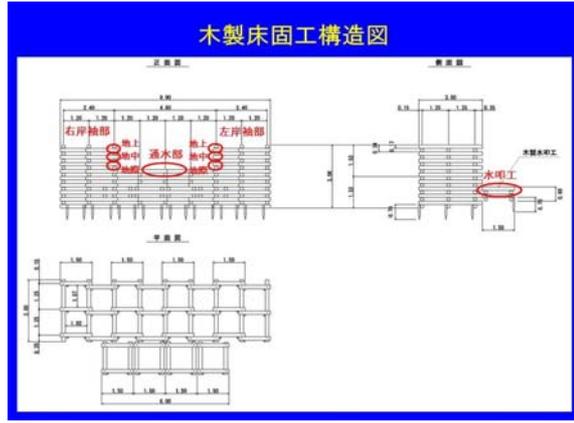


スライド16

溪間工における木製構造物について



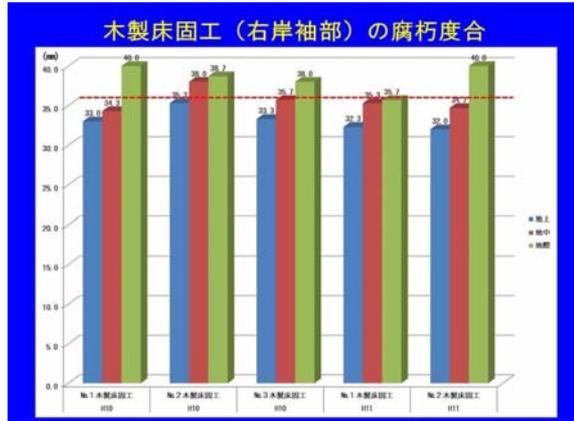
スライド17



スライド21



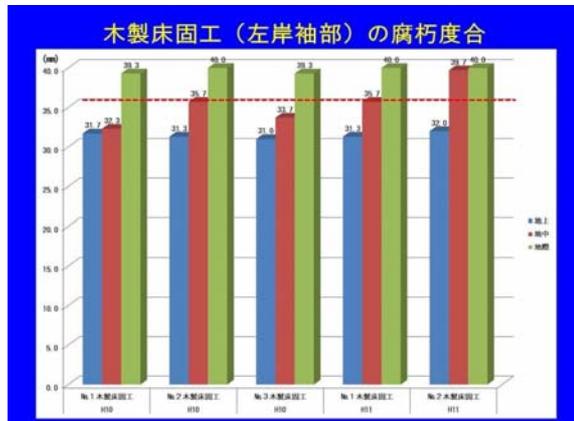
スライド18



スライド22



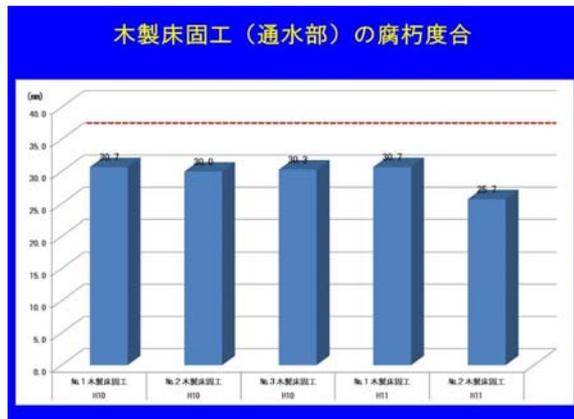
スライド19



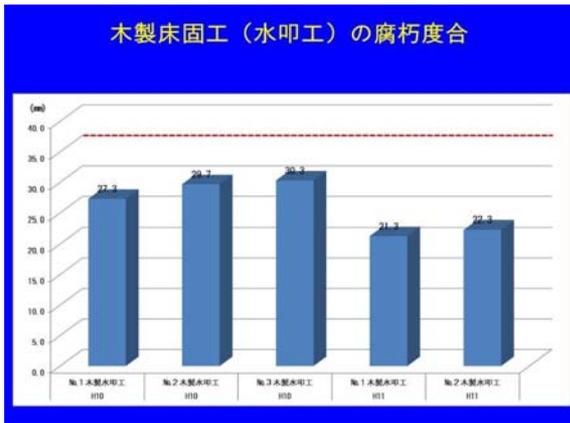
スライド23



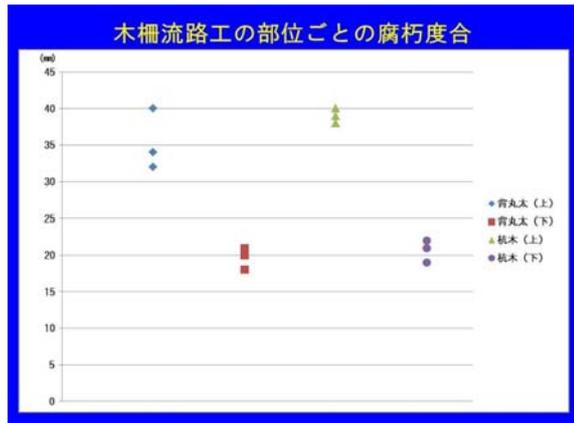
スライド20



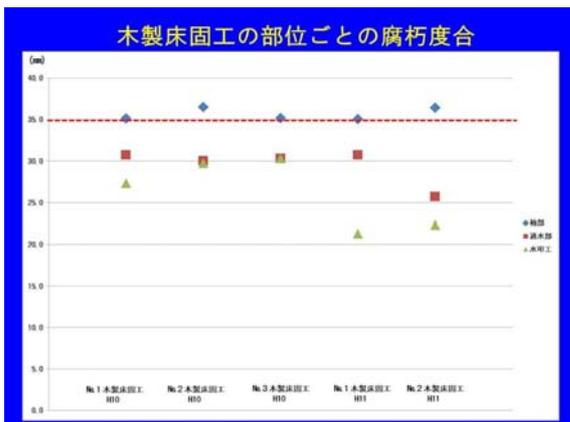
スライド24



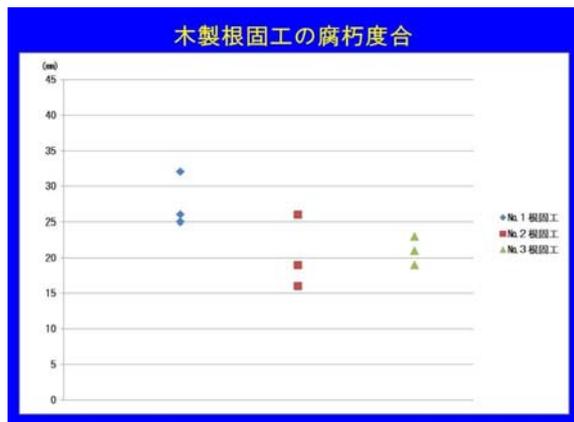
スライド25



スライド29



スライド26



スライド30



スライド27

- 調査結果とりまとめ
- ① 木製床固工の袖部は地際から腐朽が進む
 - ② 使用丸太の違いによる腐朽進度に変わりは見られない
 - ③ 袖部に比べて、通水部、水叩工は腐朽進度が遅い
 - ④ コケの侵入の有無が腐朽進度に関係するのではない

スライド31



スライド28



スライド32



スライド33

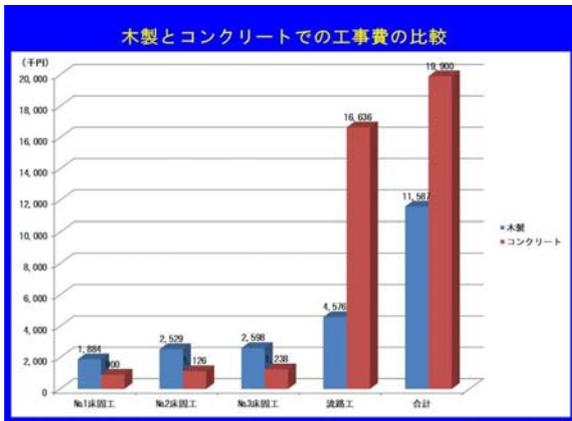


スライド37

今後の課題と提案

- ・ 溪床勾配が緩やかで、土石流発生の恐れが少ない箇所等に限定して、木製構造物の採用を検討してもいいのでは

スライド34



スライド35

今後の課題と提案

- ・ 溪床勾配が緩やかで、土石流発生の恐れが少ない箇所等に限定して、木製構造物の採用を検討してもいいのでは
- ・ 木製構造物が被災した場合の復旧方法の確立が必要では
- ・ 治山施設個別施設計画の策定において、木製構造物は施設が被災を受けない限り、自然に帰す選択肢もあっていいのでは

スライド36

大隅管内の林道災害における取り組みについて

大隅地域振興局 農林水産部 林務水産課 加藤 光明

1 はじめに

(スライド1～2)

近年、記録的な豪雨や台風による災害が全国各地で頻発し甚大な被害が発生している。中でも平成29年7月の九州北部豪雨や平成30年7月の西日本豪雨など河川の氾濫や土砂崩壊による大規模な災害が発生したことは記憶に新しいことと思う。

(スライド3)

本県においても、県内105万人に避難指示が出され、平成5年8月6日の豪雨、通称8.6災に匹敵するとの報道もあった、6月末から7月初旬にかけて線状降水帯がもたらした総雨量901mm、最大時間雨量63mmの大雨は、県内各地で様々な被害が発生したところである。

(スライド4)

今回の大雨による大隅管内の林道災害は、12路線21箇所、被害額6千2百万円で、そのほか、治山、農地、土木、農政等の被害額は令和元年7月19日現在で70億円が見込まれる被害が発生し、早期の機能回復に向けて準備を進めているところである。

(スライド5)

このように、大隅管内においては、シラス等の特殊土壌地帯の分布が広く、毎年のように災害が発生している状況で、特に平成28年の台風16号による林道災害では、6路線30カ所、被害額4億3千万円の被害をうけ、近年では最も大きい林道災害となった。

本日の発表は、台風16号の林道災害復旧を通じての課題を整理し、改善した事例や今後の災害対応をまとめたので発表する。

2 平成28年度の被災状況

(スライド6～9)

まず、平成28年度に発生した林道災害の被害形態を写真で紹介する。切土法面のみの崩壊、盛土や路肩のみの崩壊、切土法面の崩壊と盛土・路

肩の複合的な崩壊、排水施設の閉塞により路体ごとと流出し崩壊した状況である。

(スライド10)

この災害の特徴は、強風により立木が揺さぶられ崩壊土砂と共に排水施設を閉塞し、路体の流出が複合的に発生した割合が多く、被害の規模が拡大したことである。

3 平成28年度災害を振り返り4つの問題点

(スライド11)

1つ目は被害状況の把握・報告の遅延

甚大な災害が発生すると、当然のことながら市町職員は、住宅地や人家裏など人命に関わる調査や道路、河川、通信などライフラインに関する調査が優先される。

このため、林道は通行量が少なく比較的人家から離れた奥地に散在しており、直接現地におもむき調査が必要なことから、管理する林道が多い市町は時間がかかるのが実態である。

また、国道、県道、市町村道などの主要道路や林道に繋がる経過道で路体に被災があった場合や崩壊土砂や倒木により通行不能となると被害状況の把握に更なる時間を要することになる。

(スライド12)

2つ目は担当職員の経験、技術力の不足

これまで、市や町の担当職員も災害復旧事業を経験された技術職の方が多数在職されていたが、技術職員の退職などにより事務職の担当職員が対応しているところもある。

また、近年は、規模の大きな災害や複合的な被害形態が増加しており、復旧工法も複雑化する傾向にあることから、より技術力が求められるケースが増え、対応が急がれるところである。

3つ目は入札の不調や執行の遅延

台風16号災により、激甚災害指定がなされ、復旧工事が同時期に多数発注された。

その結果、工事によっては建設業者が、技術者

の確保困難や労務者の不足により対応ができず、入札不調や入札中止が相次ぎ、工事の執行が遅れる状況となった。

(スライド13～14)

4つ目は維持管理の不足

各市町とも毎年、林道の維持管理費の予算を確保し、除草作業や側溝等の泥上げなど実施しているが、近年の異常気象による豪雨で小災害も多く発生しており、崩壊土砂の除去や土のう集積などによる応急措置にとどまり、修繕対策まで至っていない現状となっている。

(スライド15)

以上の問題点の改善策を整理すると、

- ① 被害状況把握の遅延については、森林災害協定を活用して早期調査に努める。
- ② 担当職員の経験、技術力不足については、県職員がサポートを行い、技術力不足を補う。
- ③ 入札不調については、発注機関における執行調整を図る。
- ④ 維持管理不足については、情報を整理し修繕等の対策の徹底を図ることとした。

4 ①②④の取り組み

(スライド16)

被害状況把握の遅延については、昨年5月31日に森林土木協会、市町、県の3者により森林災害協定が締結されたことから、この取り組みを積極的に活用することとし初動調査を依頼することとした。

(スライド17)

具体的に説明すると、台風や豪雨があった場合は、災害の情報収集を行うが、林道は普段の通行量が少なく情報が入ることが少ない状況であり、被害の有無や被害状況を確認するには直接現地を市町職員が調査する必要がある。そのため、調査する人員を確保することが最も重要である。

(スライド18～19)

森林災害協定の目的は、台風や集中豪雨に伴い発生する森林被害や治山・林道の被害の情報収集を行い災害等の早期復旧に寄与となっている。

現在、協定の組織構成は曾於支部が25社、肝

属支部が18社である。

(スライド20)

ここで、昨年度最も林道災害の多かった鹿屋市の取り組みについて紹介する。

鹿屋市は、12社が森林土木協会員で協定を締結している。初動調査における連絡体制に基づき、災害が発生した場合、鹿屋市から肝属支部へ協力要請を行い支部長から協会員へ調査の依頼を展開している。協会員は、調査した内容を直接鹿屋市に報告する。

(スライド21)

初動調査で求められることは、調査路線の被災の有無、被災があった場合は、路線名、林道起点・終点からの距離、被災の規模や現況写真などである。

(スライド22)

鹿屋市の林道路線数は38路線あり、森林土木協会の所在地域により調査を担当する林道の割り振りを行っている。初動調査を協会員に依頼することで担当路線の分担により早急な調査対応がとれ円滑な情報収集ができています。

(スライド23)

2つ目は市町職員に対する県のサポートである。

初動調査で得られた情報により林道災害として対象となるかを含め、早い段階で市町職員と同時に現地調査を行い、被災原因の確認や復旧工法を検討し、打合せ助言を実施しているところである。

このことによって、県としても早く情報を掴むことができ、測量業務の段取りや災害報告等の事務作業に進むことができる。また、測量業者の現地案内においても、市町と一緒に同行し、構造物の位置決定や取り付け等についての助言を行い、スムーズな調査が実施できるよう努めている。測量業者からの工法提案、内容確認や検討を県を交えて行うことにより共通の認識が図られ速度を上げることができた。

5 今後に向けた改善策

(スライド24)

1つ目が森林災害協定の活動内容の充実

各市町の森林土木協会員を集めての具体的な調査内容について、調査カードを整理し説明会を

施する。

災害調査に伴う林道路線の巡回においては、降雨後の巡回となることから崩壊箇所調査のみでなく法面や山腹からの湧水及び路面への流れ出している状況などが確認できる。

(スライド25～27)

路面水や側溝等からあふれた流下水が危険を及ぼす状況になっていないか等を同時に調査してもらう。

写真撮影は、小黒板に該当する状況項目や緊急度の大小、湧水等について丸付けし、具体的な状況説明のコメントを記入する。調査した情報を路線巡回調査カードに危険箇所の位置などをとりまとめ、路線全体の内容を整理し各市町へ報告する。

市町は、調査情報の緊急度やその規模に応じ対応すると共に、路線毎に一元化、データベース化することにより、路線状況の継続的な把握につなげていきたい。

(スライド28)

また、経過道の被災により直接現地調査ができない場合などは、ドローン技術を活用した上空からの調査や被災箇所の撮影が可能となるなど、今後さらに初動調査が充実し早期の対応ができることを期待しているところである。いずれのことも、現在、森林災害協定の活動内容に一部含まれていないが、3者による調査及び林道災害のリスクが減少するよう協議を行い、地域にあったより良い協定に発展させていきたいと考えている。

(スライド29)

2つ目が修繕等対策の徹底

効率的な維持管理を行うためには、各路線の現状を把握する必要があるため情報収集は不可欠である。

森林災害協定による巡回調査で得られた情報を整理し、年1回程度の県と市町職員と一緒に路線の点検調査を行い、危険箇所の対策工法などを検討し優先順位を付けるなどして、事業実施に向けた計画や予算確保に努めていく。

工事の実施に当たっては、市町の単独費による施設補修のほか、県単林道事業等を有効に活用し、法面改良や排水施設改良により災害発生の未然防止と危険箇所の解消につなげていきたいと思う。

(スライド30～33)

最後に平成28年度に発生した6路線30箇所の林道災害も9月に事業費4億3560万円をもって全て完了する見込みである。また、平成30年度に発生した8路線13箇所についても既に5箇所が完成し全て年度内完成を目指し取り組んでいる。

今後も台風の接近や集中豪雨等により災害の発生が危惧されるが、もし災害が発生した場合には、森林災害協定を活用し、森林土木協会の協力を得ながら市町と密に連携し対応に努めて参りたい。

大隅管内の林道災害における
取り組みについて

大隅地域振興局森林土木第二係
加藤 光明

スライド1

平成28年台風16号による被災林道位置図

6路線30箇所
被害額 430,000千円

鹿屋市
三軒北町
垂水市

発達した雨雲

台風16号経路

スライド5

記録的な豪雨や台風 全国各地で甚大な被害

平成29年7月:九州北部豪雨

平成30年7月:西日本豪雨

スライド2

被災形態:切土法面のみの崩壊

全体の18%

写真:二川線1号箇所

写真:海湯麓線1号箇所

スライド6

自然の猛威 深い爪痕

鹿児島豪雨

総雨量800mm超 8.0迫る

写真:岳野線1号箇所

スライド3

被災形態:盛土・路肩のみの崩壊

全体の9%

写真:岳野線1号箇所

写真:井川木場線1号箇所

スライド7

大隅管内の林道災害
12路線21箇所、被害額 62,000千円
(小災害を含む)

大隅管内の治山、農地、土木、農政
被害総額 7,003,000千円

写真:二川線1号箇所

写真:岳野線1号箇所

スライド4

被災形態:切土+盛土複合崩壊

全体の28%

写真:二川線1号箇所

写真:岳野線1号箇所

スライド8



スライド9

問題点

4 維持管理不足

各市町の林道維持管理費

市町名	管理延長	維持管理費(千円)	単価/m(円)
鹿屋市	39,879	4,004	100
垂水市	29,185	4,271	146
曾於市	29,263	4,549	155
志布志市	14,233	2,555	180
大崎町	10,687	2,330	218
錦江町	11,301	1,549	137
南大隅町	25,076	4,072	162
肝付町	12,998	13,087	1,007

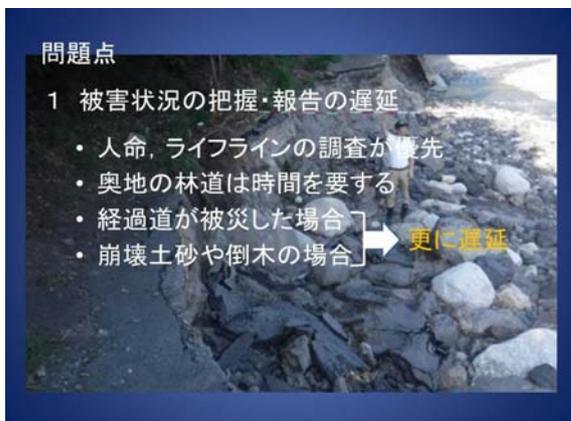
スライド13



スライド10



スライド14

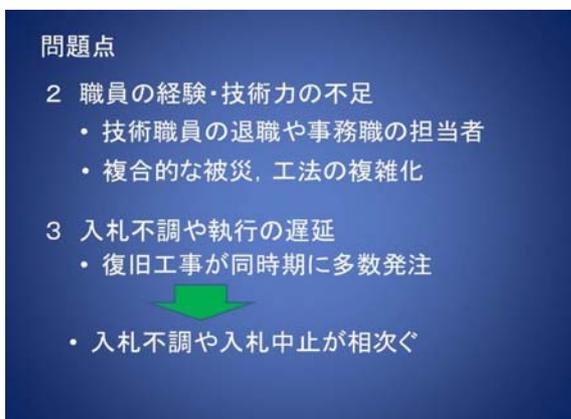


スライド11

問題点のまとめ

問題点	改善策
①被害把握の遅れ	⇒ 森林災害協定の活用
②経験, 技術力不足	⇒ 県職員のサポート
③入札不調	⇒ 執行の調整
④維持管理不足	⇒ 修繕等対策の徹底

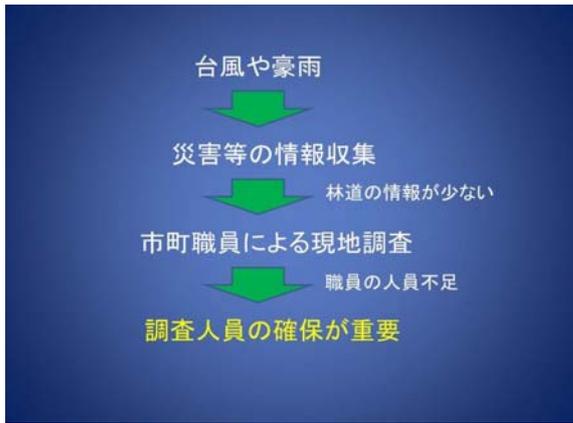
スライド15



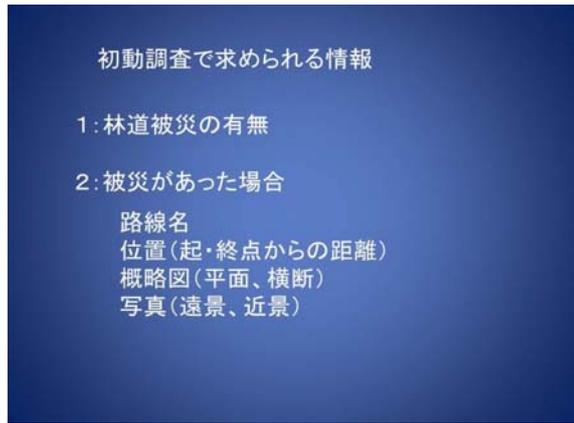
スライド12



スライド16



スライド17



スライド21

森林災害協定

目的

県森林土木協会曾於支部、肝属支部が、地震、台風、集中豪雨等に伴い発生する森林・竹林の風倒被害や山地崩壊、土砂流出等の被害及び治山、林道施設の被害状況の情報収集活動をボランティアで実施し、市町や県大隅地域振興局へ報告することで、災害等の早期復旧に寄与する

スライド18

鹿屋市
林道38路線
所在地域により
12社で分担調査
↓
円滑な情報収集

スライド22

森林災害協定

協定締結方法

県森林土木協会支部、関係市町村、県大隅地域振興局との3者協定

協定の組織構成

曾於支部(25社)
曾於市(13社)、志布志市(9社)、大崎町(1社)、旧輝北町(2社)

肝属支部(18社)
鹿屋市(10社)、垂水市(2社)、東串良町(1社)、錦江町(2社)、南大隅町(2社)、肝付町(1社)

スライド19

取り組み 市町に対する県のサポート

現地調査の同行
↓
測量現地案内の同行
↓
工法提案の内容検討

事業対象の判断
被災原因の確認
復旧工法等の検討
構造物位置の検討
構造物位置の決定
工法の比較検討

スライド23



スライド20

今後に向けた改善策

- 1: 森林災害協定の活動内容の充実
 - 説明会の実施
 - 調査カードの整備

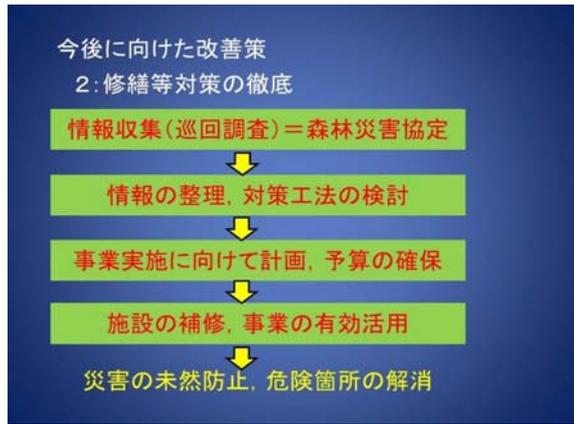
路面への土砂流出状況

路線名	区間	状況	備考
林道38路線	鹿屋市		
林道39路線	鹿屋市		
林道40路線	鹿屋市		
林道41路線	鹿屋市		
林道42路線	鹿屋市		
林道43路線	鹿屋市		
林道44路線	鹿屋市		
林道45路線	鹿屋市		
林道46路線	鹿屋市		
林道47路線	鹿屋市		
林道48路線	鹿屋市		
林道49路線	鹿屋市		
林道50路線	鹿屋市		

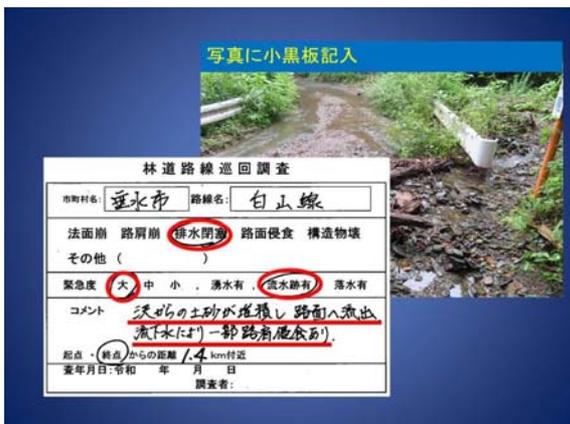
スライド24



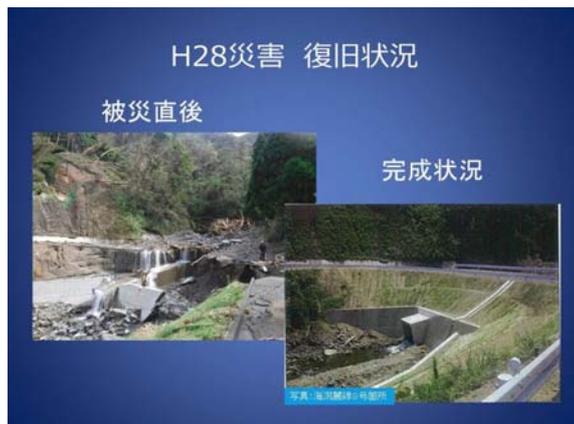
スライド25



スライド29



スライド26



スライド30

路線毎の調査カード

項目	危険箇所位置(起・終点からの距離)
・法面の崩土	有・無
・落石等の崩落	有・無
・盛土、土羽の洗掘	有・無 <u>終点から1.4km, 1.5km</u>
・倒木の閉塞	有・無
・横断溝の閉塞	有・無 <u>終点から2.2km, 3.7km</u>
・暗渠工の閉塞	有・無 <u>終点から1.4km</u>
・擁壁工基礎の洗掘	有・無
・ガードレールの破損	有・無 <u>終点から2.1km</u>
・舗装・路面の洗掘	有・無
・その他(埋砂)	有・無 <u>終点から1.4km</u>

メモ: 沢からの水により路肩侵食、掘削の恐れあり。

スライド27



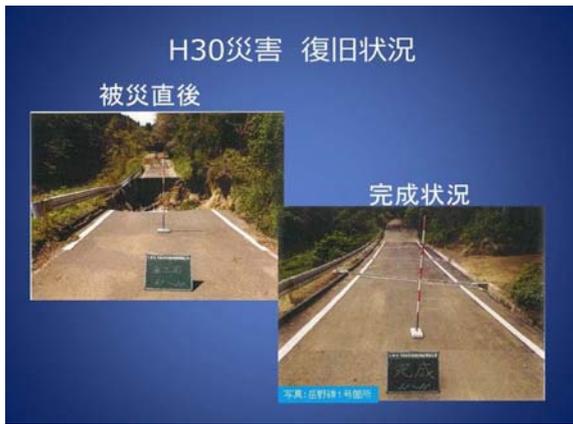
スライド31



スライド28



スライド32



スライド33

大島地区における環境に配慮した林道法面保護工の取組について

大島支庁 農林水産部 林務水産課 木下知也

1 はじめに

(スライド1~6)

奄美群島は8つの有人島からなる島々で、アマミノクロウサギなどの希少野生動植物が生息・生育する亜熱帯の森が広がっている。

平成29年3月には、島内の一部地域が奄美群島国立公園に指定され、その一部が「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」の世界自然遺産登録を目指しており、関係者が環境に配慮した取組を行っている。

林道事業においては、「生態系の保護に配慮した取組」と「生物多様性の保全に対する取組」を行っている。

このうち、「生物多様性の保全に対する取組」として、在来種の植栽を併用した無種子吹付工である「在来種株植栽併用吹付工」を平成17年度から採用している。

今回は、15年目を迎えた「在来種株植栽併用吹付工」の検証及び今後の「生物多様性の保全に対する取組」を検討したので報告する。

2 在来種株植栽併用吹付工

(スライド7~9)

在来種株植栽併用吹付工とは、植生基材吹付工（無種子）を施工した切土法面の早期緑化を図る目的で、在来種4種（ハチジョウススキ、ホシダ、タマシダ、ニシヨモギ）の植栽を併用した法面保護工である。

100㎡当たりの植栽本数は、各種45本ずつ合計180本で、これを千鳥状に植栽することを標準としている。

3 植栽した在来種の現状調査及び今後の施工方法検討

(スライド10~22)

調査路線：大島郡宇検村の新小勝線及び佐念線

調査年度：平成22年度～平成30年度

調査位置：法面の上部・中部・下部に設けた2m四方のコドラート

調査内容：コドラート内における植栽された在来種苗の被度階級の把握

調査の結果、施工後3年目まではホシダ、タマシダ、ニシヨモギが優勢だが、4年目以降はハチジョウススキが優勢であることが分かった。

これは、草丈が高いハチジョウススキが、生育に伴い他の3種を被圧したためと考えられる。

また、ハチジョウススキが法面下部で繁茂した場合、車道幅員及び視距の確保に悪影響を与えるため、車両の安全な通行に支障が生じる。

「道路土工 切土工・斜面安定工指針」において、「草本類を主に導入する場合は、周辺植生からの樹木の侵入が容易となるように、草丈の低い種類を選定する。」と記載されていることも考慮して、植栽種からのハチジョウススキの除外を提案する。植栽種からのハチジョウススキの除外は、本年度施工する林道開設事業で試験施工し、今後の緑化の推移を調査した上で本格的に除外するか判断する。

4 自然侵入木本植物調査

(スライド23~33)

新小勝線及び佐念線の切土法面に自然侵入した木本植物について調査した結果、草本植物に対して木本植物の侵入数が少ないことが明らかとなった。

○法面へ自然侵入する木本植物が少ない原因

(1)法面へ木本植物の種子が供給されても、法面上で留まらずに路面へ逸散する。

(2)草丈の高い草本植物に被圧される。

谷側の法面は法長が短いため、伐開後に萌芽成長した樹木による空間うっ閉は早く進むが、山側の法面は法長が長い傾向にあるため、法頭の樹木による空間うっ閉は進みにくいと考えられる。

○樹木による路面上の空間うっ閉の効果

- (1) 舗装路面の温度上昇を抑えることによる小動物保護
- (2) 樹上生活をするケナガネズミ等の移動に樹冠が使用されることによるロードキル抑制
- (3) 外来植物の繁茂抑制

以上により、より早くかつより確実な法面への木本植物の侵入を促すため『山手側法面への木本植物の植栽』と『法面上での種子捕捉工法』を検討した。

5 植栽木本樹種の検討

(スライド 34～36)

「道路土工 切土工・斜面安定工指針」を参考に、植栽木本樹種は先駆性樹種かつ低木性樹種かつ奄美大島の在来種の中から次の8種を選定した。

○選定種

- ① ギーマ (常緑低木)
- ② アオモジ (落葉小高木)
- ③ ノボタン (常緑低木)
- ④ シャリンバイ (常緑小高木)
- ⑤ イヌビワ (落葉低木)
- ⑥ サキシマフヨウ (半常緑低木)
- ⑦ オオシマウツギ (落葉低木)
- ⑧ アデク (常緑小高木)

さらに、県の環境アドバイザー及び森林技術総合センターに意見を伺い、次の5種に絞り込んだ。

○決定種

- ① ギーマ
- ② シャリンバイ
- ③ イヌビワ
- ④ オオシマウツギ
- ⑤ アデク

決定種は、島内の苗木生産者に苗木生産を依頼し、苗木が確保でき次第、試験施工を実施する。

なお、アデクはあまみ大島森林組合が種苗生産をしているので、今年度試験施工する。

6 植栽工法の検討

(スライド 37～38)

「道路土工 切土工・斜面安定工指針」で定められている『苗木設置吹付工』を採用する。

苗木の植栽位置は路面から直高 2mの箇所とし、植栽間隔は2mとする。

なお、被圧予防で苗木の 1m四方にマルチング材を設置する。

7 法面上での種子捕捉工法の検討

(スライド 39～40)

主に切土法面上部山林からの重力散布型種子を捕捉する目的で、種子捕捉型編柵工(高さ 0.3m、路面から直高 1.5m)の施工を提案する。

木本苗木植栽に併せて、種子捕捉型編柵工も今年度試験施工する。

8 外来種対策の検討

(スライド 41～43)

平成 31 年 4 月 1 日に施行された「指定外来動植物による鹿児島県の生態系に係る被害の防止に関する条例」第 3 章第 13 条 1 項「指定外来動植物の防除等」において、『指定外来動植物により生態系に係る著しい被害が生じ、又は生じるおそれがある場合において、これを防止するため必要があると認めるときは、国、市町村及び県民等と連携し、当該指定外来動植物の防除その他必要措置を講ずるものとする。』と規定している。

現在開設中の林道法面においても、タチアワユキセンダングサなどの外来種の侵入が確認されている。

林道における外来種拡大を防止するために、次の対策を講じることを提案する。

(対策案)

○伐開前に請負業者が実施している希少野生動植物調査の際に、前年度開設区間の外来種調査も併せて実施し、請負業者に駆除協力を求める。

9 おわりに

(スライド 44～45)

今回提案した取組の効果確認は時間を要するため、段階的に確認・検証しつつ、今後も林道事業における環境に配慮した施工に取り組んでいく。

大島地区における
環境に配慮した林道法面保護工の
取組について

大島支庁林務水産課
森林土木第一係 木下知也

スライド1

林道事業における環境に配慮した取組

- ・「生態系の保護に配慮した取組」
- ・「生物多様性の保全に対する取組」

↓

「在来種株植栽併用吹付工」
※平成17年度から採用

スライド5

Map of the Oshima region showing various islands and their locations. An inset photo shows a wild boar in a natural habitat.

スライド2

今回の発表の概要

- 1 施工開始から15年目を迎えた「在来種株植栽併用吹付工」の検証
- 2 今後の「生物多様性の保全に対する取組」

スライド6

「奄美群島国立公園」平成29年3月7日指定
面積：(陸域)42,181ha (海域)33,082ha

Map of the Amami Islands National Park showing special protection zones. The legend indicates: 特別保護区 (Special Protection Zone), 第1種特別地域 (Type 1 Special Area), 第2種特別地域 (Type 2 Special Area), and 第3種特別地域 (Type 3 Special Area).

スライド3

在来種株植栽併用吹付工

在来種株を植栽することにより、無種子型植生基材吹付工を施工した切土法面の早期緑化を図る

在来種の選定

- 1 奄美群島の在来種であること
- 2 冬枯れしない常緑種であること
- 3 多年生であること
- 4 発芽生育が早いこと
- 5 乾燥に強く、耐暑性に優れていること

スライド7

世界自然遺産推薦候補
「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」

Map of the World Natural Heritage Recommendation Candidates, highlighting the islands of Amami Oshima, Tokunoshima, northern Okinawa Island, and Iriomote Island.

スライド4

在来種の選定

Photos of native plant species used in the project: Hachijousuki (ハチジョウススキ), Tamashiga (タマシガ), Hoshiga (ホシガ), and Nishiyomogi (ニシヨモギ).

スライド8

施工の流れ



植栽標準
100m2あたり各45本ずつ
合計180本を千鳥状に植栽



スライド9

平成28年度施工地
【植栽から3年経過】

平成27年度施工地
【植栽から4年経過】



スライド13

植栽した在来種の生育状況調査



スライド10

平成26年度施工地
【植栽から5年経過】

平成25年度施工地
【植栽から6年経過】



スライド14

植栽した在来種の生育状況調査

- 調査対象
平成22年度～30年度(9年間)に植栽した在来種苗
- 調査位置
法面の上部・中部・下部に設けた2m四方の
コドラート
- 調査内容
コドラート内の在来種苗の被度階級
- 調査結果検証
調査位置及び植栽経過年数別の被度で比較

スライド11

平成24年度施工地
【植栽から7年経過】

平成23年度施工地
【植栽から8年経過】



スライド15

平成30年度施工地
【植栽から1年経過】

平成29年度施工地
【植栽から2年経過】



スライド12

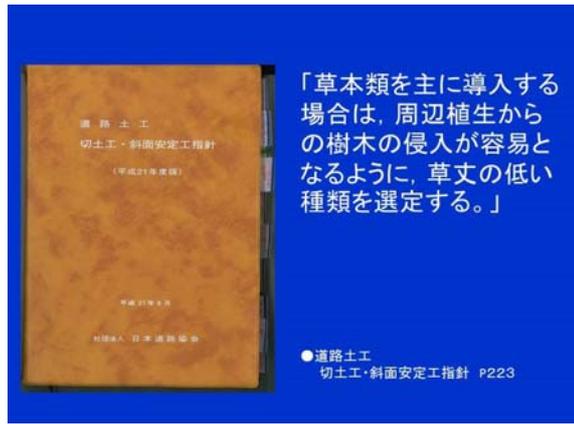
平成22年度施工地
【植栽から9年経過】



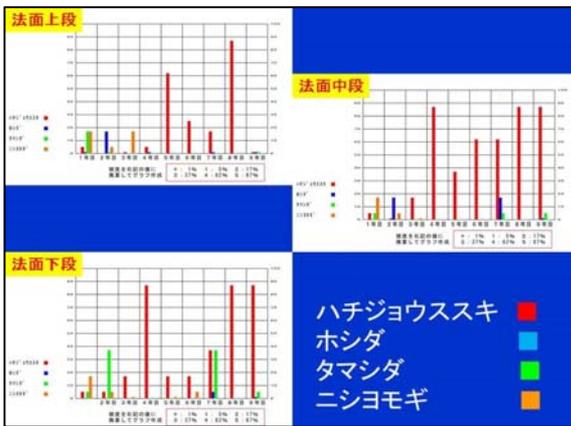
スライド16



スライド17



スライド21



スライド18

●対策案

在来種株4種類から、ハチジョウススキを除外

令和元年度林道開設事業において試験施工を実施し、緑化の推移を追跡調査したうえで除外するかを決定

スライド22

植栽種別生長可能高さ

ハチジョウススキ	1~2.5m
ホシダ	0.8m
タマシダ	0.3~0.4m
ニシヨモギ	0.5~1.0m

スライド19



スライド23



スライド20



スライド24

自然侵入型木本植物調査

● 佐念線

多く確認できた種

アカメガシワ



スライド25

宇検中央2号線



スライド29

自然侵入型木本植物調査

● 佐念線

少量確認できた種

イヌビワ



スライド26

佐念線



スライド30

自然侵入型木本植物調査

● 種子侵入方法

「重力散布」「風散布」「動物散布」

草本植物と比較して、木本植物の侵入が少ない理由

- 1 落下種子の路面上への逸散
- 2 草丈の高い草本植物による被圧

スライド27

佐念線



スライド31

新小勝線



スライド28



樹木による空間うっ閉効果

- 舗装路面の温度上昇抑制
- 樹上生活動物(ケナガネズミ等)のロードキル抑制
- 外来植物の繁茂抑制

スライド32

林道法面への木本植物侵入促進策

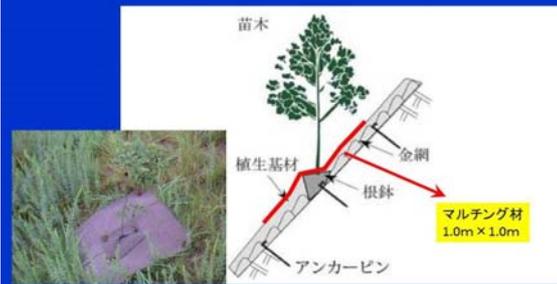
- 1 山手側法面への木本植物の植栽
- 2 法面上での種子捕捉工法の導入

スライド33

植栽工法

●道路土工
切土工・斜面安定工指針 P221

『苗木設置吹付工』



スライド37

植栽樹種の検討

●道路土工
切土工・斜面安定工指針 P222~223

『先駆性樹種』

日照条件の良いところで初期成長が早く、
土壌条件が劣悪な場所でも旺盛に生育可能

『極相樹種』

初期成長が遅く、肥沃で厚い土壌を好み、
日照条件の悪い環境でも生育できるが、土
壌環境が劣悪な場所では生育困難

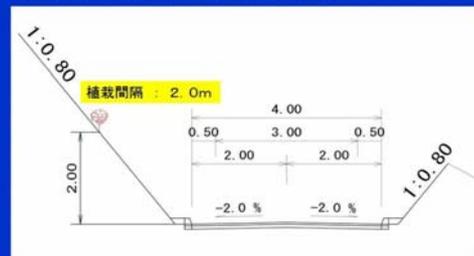
植栽樹種選定の条件

『先駆性樹種』『低木性樹種』『奄美大島在来種』

スライド34

植栽位置

- ・ 風による倒木での法面破壊防止
- ・ 速やかな路面上の空間うっ閉



スライド38

植栽樹種の検討

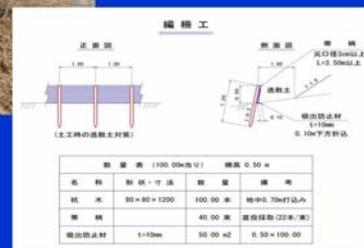
『先駆性樹種』『低木性樹種』『奄美大島在来種』

- 1 ギーマ(常緑低木)
- 2 アオモジ(落葉小高木)
- 3 ノボタン(常緑低木)
- 4 シャリンバイ(常緑小高木)
- 5 イヌビワ(落葉低木)
- 6 サキシマフヨウ(半常緑低木)
- 7 オオシマウツギ(落葉低木)
- 8 アデク(常緑小高木)



スライド35

編柵工



スライド39

植栽樹種の検討

『先駆性樹種』『低木性樹種』『奄美大島在来種』

- 1 ギーマ
- 2 シャリンバイ
- 3 イヌビワ
- 4 オオシマウツギ
- 5 アデク

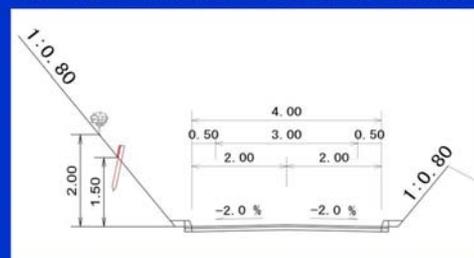
島内の苗木生産者へ生産
を依頼し、試験施工を実施
し検証

本年度、試験施工を実施し検証

スライド36

種子捕捉型編柵工

- ・ 法面上部山林からの重力散布型種子の捕捉
- ・ 切土法面への編柵工(高さ0.30m)の施工



スライド40

外来種対策

指定外来動植物による鹿児島県の生態系に係る被害の防止に関する条例【平成31年4月1日施行】

第3章 指定外来動植物の防除等

(指定外来動植物の防除等)

第13条

県は、指定外来動植物により生態系に係る著しい被害が生じ、又は生じるおそれがある場合において、これを防止するため必要があると認めるときは、国、市町村及び県民等と連携し、当該指定外来動植物の防除その他必要な措置を講ずるものとする。

スライド41



スライド45

外来種対策



スライド42

外来種対策

- ・ 伐開前に実施する「希少動植物調査」の際に、前年度開設区域の駆除すべき外来種の調査も併せて実施
- ・ 確認した外来種の駆除に関する協力を請負業者へ要請

スライド43

今回の発表のまとめ

1 「在来種株植栽併用吹付工」の検証

- ・ 植栽種苗4種からハチジョウススキを除外

2 今後の「生物多様性の保全に対する取組」の検討

- ・ 山手側法面への木本植物の植栽を実施
- ・ 法面上での種子捕捉型編柵工の施工
- ・ 前年度開設区域の外来植物の把握・駆除

スライド44

林業専用道における簡易な構造物について

始良・伊佐地域振興局 農林水産部 林務水産課 北 和 也

1 はじめに (スライド1)

本県の人工林は、本格的な利用期を迎えており、森林資源の循環利用を促進しながら、林業・木材産業の成長産業化を実現していくためには、森林施業の集約化や高性能林業機械を用いた低コスト作業システムに不可欠な路網の整備が重要である。

路網は、林道、林業専用道、森林作業道に区分される。

当管内の林業専用道は、林道の支線として本線の林道と組み合わせて開設しており、より森林施業地の近くまで延伸することで木材の搬出機能を向上させ、施業地の集約化のための核となるよう整備している。

しかし、林業専用道は幅員が 3.5m と狭いことから、急傾斜地を通過するための構造物の選定に際し、林道より現場条件に制約されることが多く、その選定に苦労している状況である。

林業専用道においては、県林業専用道作設指針において、構造物は土構造を原則とし、やむを得ず擁壁等の構造物を設置する場合は、簡易な構造物を主体としつつ、地形・地質の状況、コスト比較等を行い、適切な工種・工法を選定している。

近年、林道工事の盛土施工部においては、ジオテキスタイルを使用した補強土壁工法が広く普及しており、その中には、壁高 10m を超えるものもある。

このジオテキスタイルを使用した補強土壁工法は、ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル改訂版で、すべての壁高に対して、同じ手法で設計が行われているため、壁高が 5.0m 以下の比較的低い補強土壁工法に対しては、強度などの材料規格が過剰になっている。

(スライド2)

林道擁壁工の選定においては、壁高 5m 以下の場合、各条件により L 型擁壁、ブロック積擁壁、重力式コンクリート擁壁となっていますが、今回、

ジオテキスタイルを補強材とする補強土壁工法で、従来のジオテキスタイル工法と異なり、ジオテキスタイルをより密に配置することによって、盛土材の結束力を高め、安定条件を満足する範囲で、補強材を短くするよう工夫された 5.0m 以下の壁高を対象とする新しい工法「低補強土壁工法（フォートラック R S 工法）」を試験施工し、林道擁壁工の新たな選択肢の一つとして、コスト面や施工性について、当管内の林業専用道「瀬戸平山 3 号支線」で、検討したので、その結果を発表する。

2 路線概要

(スライド3)

当路線は、薩摩川内市や鹿児島市に挟まれた始良市最西端にある旧蒲生町に位置し、森林管理道「瀬戸平山線」の終点から市道松生線を起点に約 600m 進んだ位置から分岐する林業専用道である。

3 フォートラック R S 工法の概要

(スライド4)

- ① ジオテキスタイルによる補強土壁工法の特徴を生かしたまま、壁高 5.0m 以下に限定している。
- ② ジオテキスタイルによる面状補強で幅広い土質に対応できる。
- ③ 材料規格を単一化し、壁面材の軽量化に伴い施工性が向上している。
- ④ ジオテキスタイルと壁面材を一体化させる巻き込み形式の壁面工により、丈夫で安心感のある壁面の構築が可能となっている。
- ⑤ 補強土壁の内部にジオテキスタイルを密に配置することで、強固な補強土壁を構成して、安心感のある補強土壁を構築している。

これらの特徴により、従来の補強土壁よりもジオテキスタイルの長さが短くなることで、掘削土

量も少なくなり、経済的な工法となっている。

4 フォートラックの特徴

(スライド5)

- ① 柔軟で軽量な、ポリエステル素材であるため、現場加工（カット）や運搬が容易。
- ② 強化延伸ステップを経て製造された特殊ポリエステル繊維からなる繊維構造体のため、従来の補強材に比べさらに高強度・低クリープを実現している。

(スライド6)

アダムとフォートラックの補強材の写真であるフォートラックの方がアダムより軽量で柔軟な素材となっている。

5 ジオテキスタイルマニュアルとフォートラックRS工法の違い

(スライド7)

補強材の最低長さがジオテキスタイルマニュアルでは、3mまたは0.4H（Hは補強土壁高）、フォートラックRS工法は1.5m、補強材の鉛直間隔は、ジオテキスタイルマニュアルは最大1.2m、フォートラックRS工法は0.6mとなっており、フォートラックRS工法は小型化になっている。

(スライド8)

壁面材とジオテキスタイルの連結構造とフォートラックRS工法との違いは、図のとおりジオテキスタイルでは壁面材と補強材を連結する必要があり、フォートラックRS工法では図のとおり補強材を巻き込む形になっている。

6 フォートラックRS工法の施工手順

(スライド9)

1 番目に壁面材を設置し、2 番目に壁面材と補強材を接続する。

3 番目に植生シートとキャップを設置する。

4 番目に背筋を設置する。

5 番目に盛土材を撒き出し転圧を行い、補強材を巻き込み、また、壁面材の設置で、一連の流れになる。

(スライド10)

壁面材の設置状況である。

(スライド11)

補強材敷設状況である。

(スライド12)

補強材の巻き込み状況である。

7 フォートラックRS工法の施工実績

(スライド13)

平成22年に福岡市で1件あり、平成23年が25件、平成24年が26件、平成25年が63件、平成26年が67件、平成27年が12件、平成28年は21件、平成29年は1件となっている。

平成29年が少ないのは、データが年度当初までのためである。

県ごとでは、宮崎県が62件、熊本県が55件、鹿児島県が50件、大分県が19件、長崎県が11件、佐賀県が10件、福岡県が9件となっている。

(スライド14)

九州での施工主体別では、森林管理署が138件、市町村が35件、県が22件、国（水源林）10件となっている。森林管理署の実績が最も多く、64%になり平成23年から積極的に採用されている。

事業毎での実績は、林道開設が148件、林道災害が10件、林業専用道が7件、林道改良が5件となっており、林道関連がほとんどで、フォートラックRS工法の実績としては、問題ないかと思われる。

(スライド15)

県内の実績では、九州と同様、森林管理署が最も多く、25件で、次は、市町村で12件となっており、内訳は、林道関係では2件で、その他は、市町村道となっている。県工事では、7件で、林道関連では、3件となっており、最初の施工は、平成25年に当管内の林業専用道開設事業白尾谷線、次は、平成27年に万九郎中央2号支線、その後が今回発表の瀬戸平山3号支線となっている。

8 擁壁工の壁高別概算工事費比較

(スライド16)

壁高2mでは、補強土壁がm当たり37,100円、

重力式擁壁が 46,800 円と差は少ないが、壁高が 3 m では、補強土壁が 53,800 円、重力式擁壁が 76,800 円と差額が倍程になり、壁高が 5m では、補強土壁が 85,900 円、重力式擁壁が 164,400 円と、壁高が高くなるにつれ補強土壁と重力式擁壁の差が大きくなる傾向となり、重力式が一番高く、次に L 型擁壁で、補強土壁が安い結果となっている。

9 施工実績

(スライド 17～18)

1 号補強土壁は延長 18m、壁高が 2m～5m、完成時の状況ですが、現在は、施工が平成 27 年の繰越で 3 年がたっているため、壁面及び周りの植生もあり補強土壁が見えなくなっている。

(スライド 19～20)

2 号補強土壁は延長 26m、1 号補強土壁と同じ状況となっている。

(スライド 21～22)

4 号補強土壁は延長 34m、平成 29 年の繰越で、2 月完成で、5 ヶ月しかたっていないが壁面の緑化は良好な状況となっている。

(スライド 23～24)

5 号補強土壁は延長 44m、4 号補強土壁と同じの状態となっている。

今年の梅雨で、相当な降雨量があり法面の小崩壊があったが、施工時に排水対策等を実施しているため、補強土壁には何もなく、案外、雨にも強いと実感した。

10 施工結果

(スライド 25)

- ① 料搬入及び運搬が容易
- ② 軽量の壁面材と部材数の減により、施工性が向上
- ③ 材数の減により、材料管理及び写真管理が軽減
- ④ 中式ガードレールの設置が容易

11 今後の課題

(スライド 26～27)

フォートラック RS 工法は、補強材の長さが利

点で、今回の施工も全部補強材は 1.5m となっているが、床堀では、余堀 0.3m も含めて 1.8m で、このように壁高が高い所では、バックホウのアームが届かず、ロングにするなど床堀で苦勞している。2 号補強土壁でも同じような状況となっている。

(スライド 28～34)

今後の課題として、

- ① 面が高くなれば、バックホウが届かなくなるため、床堀の苦慮が想定される。このように、4 号補強土壁の壁面は、壁面と壁面とに段差が生じている。5 号補強土壁でも同様になっている。4 号補強土壁の天端で、壁面が軽量なため、なみをうったような状態になっている。従来工法のアダムで 3 号補強土壁延長 58.8m、壁高 2.4m～10.2m の施工ですが、天端はほとんどきれいに施工できている。

(スライド 35)

- ② 面及び天端で、材料が軽量なため、壁面全面付近の転圧・施工に特に注意する必要がある。

12 まとめ

(スライド 36～37)

林道擁壁工の選定においては、補強土壁擁の設計は原則、ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル改訂版で、設計するとなっているため、フォートラック RS 工法は、林道関連工事での施工実績も多く、低コストで掘削土量の軽減も図れる有効な工法なので、林業専用道で活用できれば、丈夫で壊れにくい路網整備を図れるので提案する。

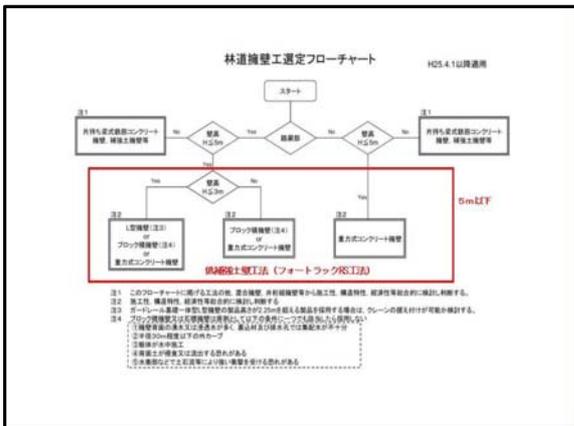


スライド1

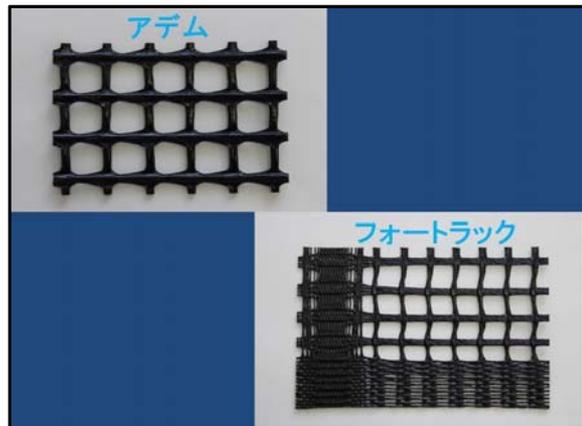
フォートラックの特徴

- ① 柔軟で軽量なポリエステル素材で、現場加工や運搬が容易。
- ② 従来の補強材に比べてさらに高強度・低クリープを実現。

スライド5



スライド2



スライド6



スライド3

ジオテキスタイルマニュアルとの違い

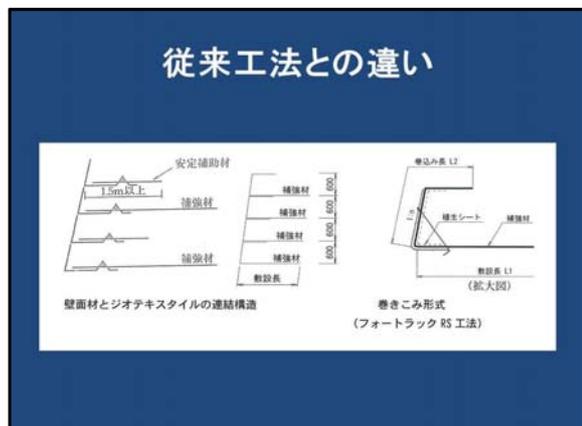
項目	ジオテキスタイルマニュアル	フォートラックRS工法
補強材の最低長さ	3mまたは0.4H ※Hは補強土壁高	1.5m
補強材の鉛直間隔	最大1.2m	0.6m

スライド7

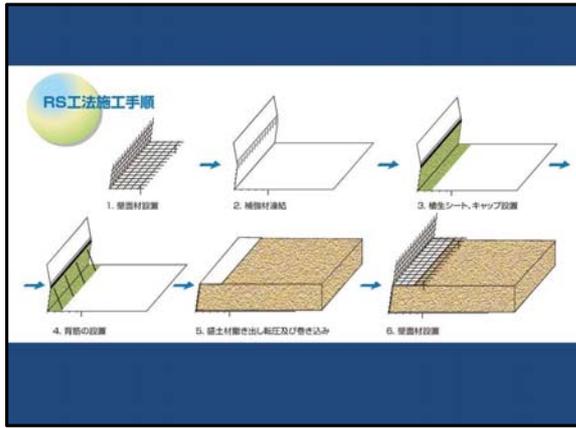
フォートラックRS工法の概要

- ① 高さ5.0m以下の補強土壁に適用
- ② ジオテキスタイルによる面状補強で幅広い土質に対応可能
- ③ 軽量の壁面材により、施工性が向上
- ④ 巻き込み形式の壁面工により、丈夫で安心感のある壁面の構築が可能
- ⑤ ジオテキスタイルを密(60cm間隔)に配置することで安心感のある補強土壁が構築可能
- ⑥ ジオテキスタイルの長さが短いことで掘削土量が少なくなり、経済性が向上

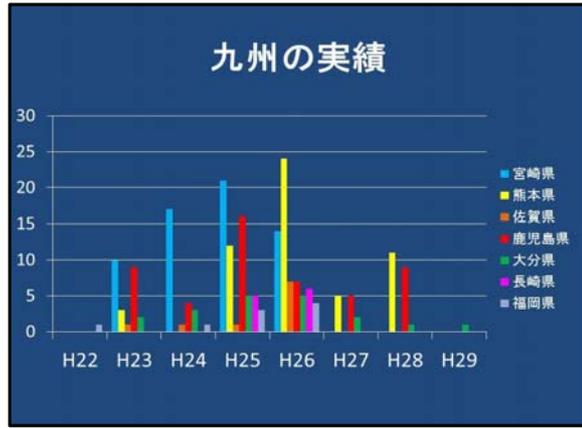
スライド4



スライド8



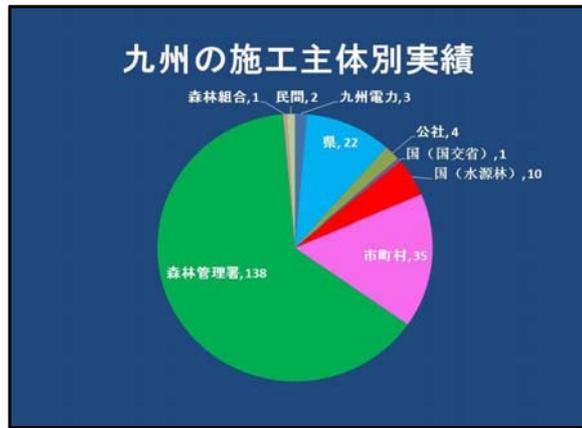
スライド9



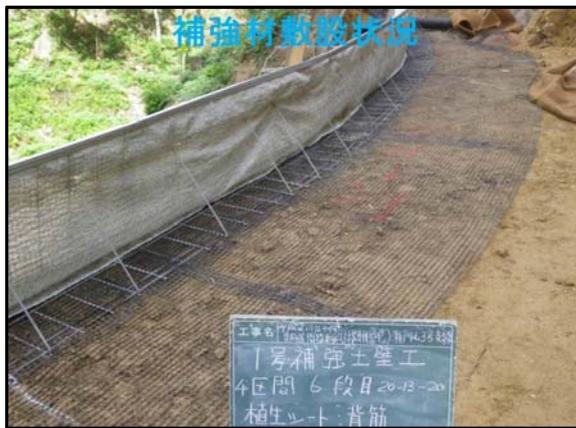
スライド13



スライド10



スライド14



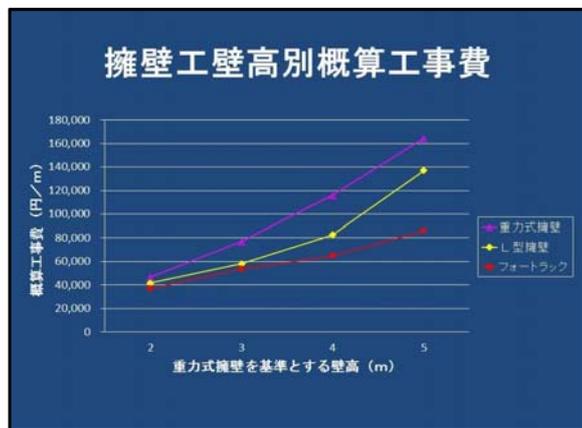
スライド11



スライド15



スライド12



スライド16

林業専用道における簡易な構造物について



スライド17



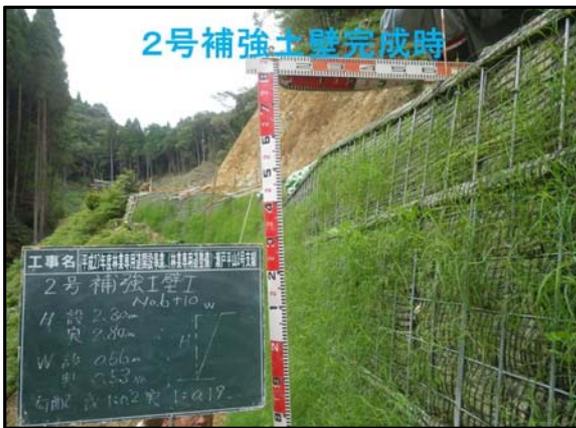
スライド21



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

施工結果

- ① 材料搬入及び運搬が容易
- ② 軽量の壁面材と部材数の減により、施工性が向上
- ③ 部材数の減により、材料管理及び写真管理が軽減
- ④ 土中式ガードレールの設置が容易

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



スライド31

今後の課題

- ① 壁高が高くなれば、バックホウが届かないため床堀が苦慮する。

スライド28



スライド32



スライド33

まとめ

フォートラックRS工法

- 林道関連工事の施工実績多い
- 低コストが図れる
- 掘削土量の軽減

壁高5m以下

提案

- L型擁壁
- ブロック積擁壁
- 重力式コンクリート擁壁

→

- L型擁壁
- ブロック積擁壁
- 重力式コンクリート擁壁
- フォートラックRS工法**

スライド37

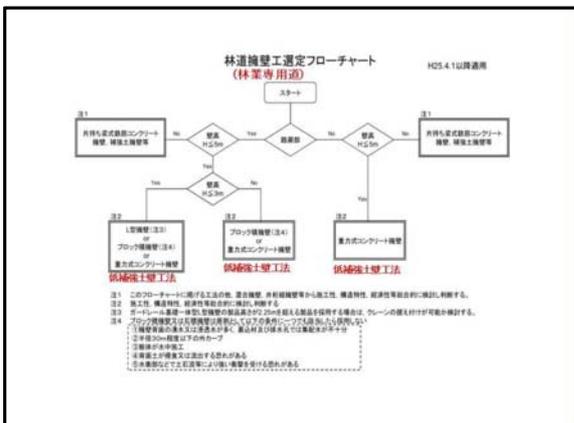


スライド34

今後の課題

- 壁高が高くなれば、バックホウが届かないため床堀が苦慮する。
- 壁面及び天端は、材料が軽量なため、壁面全面付近の転圧・施工に特に注意する必要がある。

スライド35



スライド36

海岸防災林機能の持続的発揮に向けた取組 ～指宿市「戸ヶ峯海岸林」の再生～

南薩地域振興局 農林水産部 林務水産課 黒木文人

はじめに

(スライド1, 2)

大正時代にマツを植栽したとされる指宿市の「戸ヶ峯海岸林」は、薩摩半島南端の長崎鼻と開聞岳の間に位置している。

マツ林においては、住民がマツの落葉・落枝や自然侵入した広葉樹を生活燃料などとして利用しており、人の手が入ることで自然と維持管理され、長年にわたり人々の暮らしを守ってきた。

1 海岸防災林再生の現状と課題

(スライド3, 4)

ところが、化石燃料への移行など人々の暮らしの変化により、マツ林の維持管理が困難となり、さらに平成24年頃から激甚化した松くい虫被害のため、多くのマツが枯損し、現在は防災機能が著しく低下している状況となっている。

マツは、海岸特有の厳しい環境や、砂地で生育できる樹種であるものの、松くい虫（マツ材線虫病）により壊滅的な被害を受けるといふ、避けて通れない問題を抱えている。

このため、マツが枯損する度に、防災機能の低下が繰り返されてしまうという課題がある。

2 再生に向けた手掛かり

(スライド5)

このことから、防災機能を持続的に発揮させるためには、マツの枯損による防災機能の低下のリスクに備える必要があると考え、次の3つのヒントを手掛かりとして検討を進めた。

(スライド6)

まず「広葉樹を活用する全国的な動き」があげられる。東日本大震災による津波被害や松くい虫被害を契機として、マツ林の混交林化または広葉樹林化が各地で検討されるようになってきている。

また、近年、研究機関から、マツの海岸林に自然侵入した広葉樹の活用が、具体的に示されている。

(スライド7)

次に「防災機能を持続的に発揮している地元海岸林の事例」がある。周辺の海岸林を調査したと

ころ、同市の物袋海岸林においては、松くい虫被害により海岸側のマツが衰退しているものの、内陸側の広葉樹により防災機能を引き続き発揮している。

(スライド8)

次に「当海岸林の現状」であるが、現地では、マツが衰退したあと、数年かけて、多数の広葉樹が自然侵入していた。

これらのことから、マツのみではなく、多様な樹種による海岸林の造成とすべきではないかと方向付け、まずは、現況を調査し、既存広葉樹の状況について把握することとした。

3 現況調査

(スライド9, 10)

戸ヶ峯海岸林の長さは、約1500mあり、海岸から県道までの間に100mから140m程度の林帯を有している。今回の調査区域は、被害の激しかった長崎鼻側の約500mの区域とした。

当区域の林況を観察すると、松くい虫の被害から、高木・亜高木層を形成していたマツが少なくなっており、多数の広葉樹が侵入している。

①植物相調査

(スライド11, 12)

現況調査は、「植物相調査」と「植生断面調査」を実施した。「植物相調査」では、各階層を構成する樹種を記録するとともに、ドローン撮影により植生現況図を作成した。樹種の調査については、比較的まとまって既存植生が確認できる10箇所を設定した。

(スライド13, 14)

調査の結果、高木層では、マツを含む、ヤブニッケイ、タブノキ、アラカシ、ホルトノキの5種が確認され、亜高木層では、高木層の樹種を含んだ14種が確認された。

低木層では、高木層の樹種を含んだ31種が確認された。低木層は発達しており、将来、高木・亜高木層を形成することが期待できる種が存在していた。

(スライド15～17)

ドローン撮影による現況写真に区域を区分したものを重ね合わせると、緑色が「既存広葉樹が優先する区域」で、面積の5割を占めている。オレンジ色が「裸地・草本等の区域」で約4割あり、元々マツが占めていた中央付近に多いことが分かる。

「既存広葉樹が優先する区域」では、内陸側では、将来、高木・亜高木層を構成することが期待される広葉樹が、各階層で確認された。

②植生断面調査

(スライド18)

「植生断面調査」では、既存植生の断面構造(階層構造)を把握し、現在の階層構造から、課題を検討することとした。

調査位置は、典型的な植生が確認できる横断線を2箇所設定し、「ライントランセクト法」により実施した。「ライントランセクト法」とは、植生調査などに用いられる手法で、調査地に線を引き、その線を含む一定の幅に存在する植生を調査する方法である。この調査により、海岸側から内陸側までの階層構造が分かる「植生断面図」を得ることができた。

(スライド19～21)

調査の結果、マツが枯れたことによって、高木・亜高木層に生じた垂直方向の空間と、枯れたマツを伐倒処分したことにより生じた空間があった。

また、内陸側ほど高木や亜高木の割合が高くなっているが、亜高木層以上の樹冠には枯れが生じていた。これは直接潮風を浴びることによる影響であると考えられた。

前線部では、モクマオウなどが密生して生育しており、防風効果を発揮していた。

4 調査結果

(スライド22)

- ① 内陸側では、将来、高木・亜高木層を構成することが期待される広葉樹が、各階層で確認されるとともに、タブノキやヤブニッケイなど、高木、亜高木まで育った個体が確認された。
- ② 今後、これらの成長を促すことができれば、海岸林を形成していくことが可能であると判断した。
- ③ また、現地の状況から、亜高木層以上に対する防風対策が必要であることが判明した。

5 防災機能を持続的に発揮させるための計画

(スライド23, 24)

調査の結果、既存の広葉樹には、将来、海岸林を形成することが期待できる樹種があることが分かったが、成長を促すために、どのような形で実現させるのか検討を進め、広葉樹を活用する動きの中から、近年、研究機関等から示されている方法を参考とした。

林野庁による「海岸防災林の再生」では、マツを中心として、内陸側では広葉樹の導入について検討することが示されており、また、森林総合研究所による「クロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹の活用法」では、広葉樹の侵入状況に応じて、広葉樹林化などの基準が示されている。

(スライド25)

これらの考え方を参考に次のような計画とした。

- ① 前線部は、既存の低木広葉樹が密生している場所となっており、防風等の機能を果たしていることから、手を加えずそのまま活かすこととした。
- ② 林帯の海岸側は、海岸の厳しい環境下でも生育し、成長が早いマツを植栽し、再びマツ林を造成することとした。
- ③ 林帯の内陸側は、自然侵入した広葉樹のうち、将来、高木・亜高木層を形成することが可能な広葉樹を活用して育てることとした。裸地や密度が低い箇所については、広葉樹を補う程度に植栽することとした。

(スライド26)

今回の計画では、将来、高木・亜高木層を形成する広葉樹を育てることに重点を置き、成長が早いマツが前方で風を防ぎ、後方の広葉樹の成長を促すこととしている。

このように、マツと広葉樹から構成される海岸林を造成することで、マツの枯損による防災機能低下のリスクに備えた。これは、現に広葉樹により集落等の保全対象を守っている「物袋海岸林」という実在モデルを念頭に置いたものでもある。

植栽計画

(スライド27)

今回の植栽計画においては、海岸側は抵抗性クロマツを植栽することとしている。

内陸側は、既存広葉樹を活用し、具体的には、既存の広葉樹の中のタブノキ、ヤブニッケイ、アラカシ、ホルトノキを中心に高木性の樹種を残存させ、これらの成長を阻害するものは適宜除去す

る。

この4種は、戸ヶ峯海岸林に自生する高木性の常緑樹の中から、高木層、亜高木層、低木層の全ての階層で確認できた種であり、継続的に生存する可能性が高いと考えたものである。

(スライド28)

また、広葉樹により防災機能を維持している「物袋海岸林」の高木層で確認された樹種のなかにも、この4種は存在していることから、地域に適している樹種という観点からも、妥当であると判断した。

(スライド29)

マツの植栽本数については、近年の各地の事例では、過密化が進んでいる現状から、従来より植栽本数を減らす傾向にあり、前線部の防風効果が見込まれる場所では、本数を減少させている事例を参考に、ヘクタール当たり6,400本とした。

広葉樹については、先に述べたタブノキ、ヤブニッケイ、アラカシ、ホルトノキの4種を、密度が低い箇所に補う程度にヘクタール当たり3,000本を目安に植栽する計画である。これは、各地の事例を参考に保安林の指定施業要件を満たすように計画した。

(スライド30, スライド31)

この計画により、平成30年度からの2カ年計画として事業を開始した。平成30年度は、海岸側に抵抗性クロマツを植栽したところであるが、客土による土壌改良、施肥、支柱の設置により、植栽木の活着、成長促進を図ったところである。今年度は、引き続き抵抗性クロマツの植栽と、内陸側では、広葉樹を植栽する計画である。

まとめ

(スライド32)

① 防災機能を持続的に発揮させるために、既存広葉樹を活用するとともに、マツの枯損により防災機能が低下するリスクに備えた計画とした。

(スライド33)

② 林帯の海岸側には抵抗性クロマツを植栽し、内陸側は既存の広葉樹を活用し育成することとした。

(スライド34)

③ 成長が早いマツについては、防災機能を早期に回復させるとともに、後方の広葉樹の成長を促すための防風の役割を期待している。

(スライド35)

仮に将来、マツが衰退したとしても、後方の成長した広葉樹により、海岸防災林の機能を持続的に発揮することを期待している。

おわりに

(スライド36)

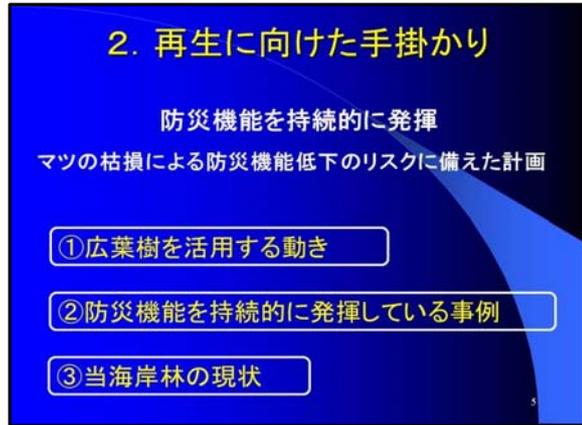
戸ヶ峯海岸林については、歴代担当者及び関係者の努力により、防潮堤の整備にはじまり、災害の復旧、消波工の整備とともに、今回の松くい虫被害からの海岸林の再生により、今年度、全ての事業を完了することとなった。

これまでの取組により、戸ヶ峯海岸林の防災機能が十年、数十年と持続的に発揮されていくことを期待している。

今後の課題としては、植栽木や既存の広葉樹が健全に生育していくように保育等を実施しながら、生育状況を観察していく必要があると考えている。



スライド1



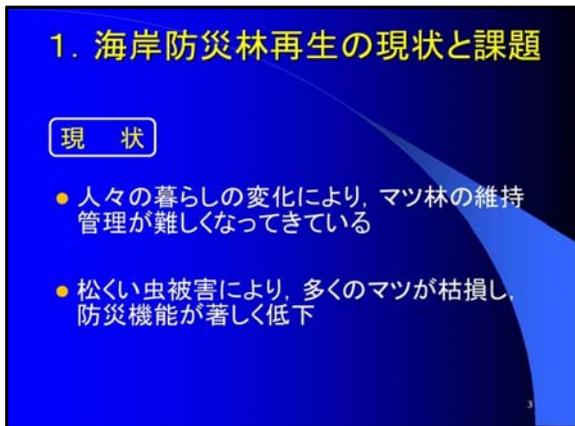
スライド5



スライド2



スライド6



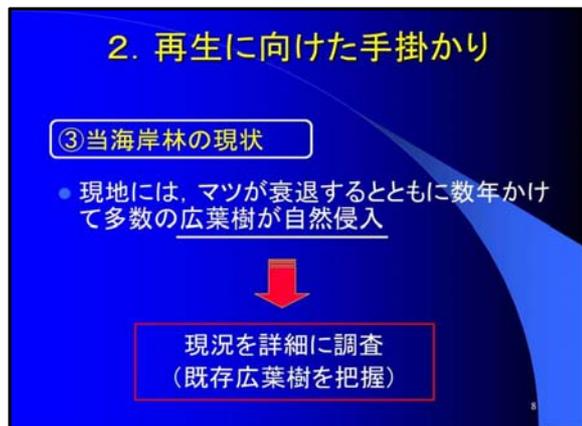
スライド3



スライド7



スライド4



スライド8



スライド9

①植物相調査結果(樹種)

階層	樹種名	樹種数
高木層	クロマツ、ヤブニッケイ、タブノキ、アラカン、ホルトノキ	計5種
亜高木層	高木層5種、ヒメユズリハ、ハマヒサカキ、ハゼノキ、ネズミモチ、クロガネモチ、ハマビワ、シロダモ、モッコク、シャリンバイ	計14種
低木層	高木層5種、ネズミモチ、トベラ、ハクサンボク、イヌビワ、ハマヒサカキ、シャリンバイ、ナワシログミ、ハゼノキ、アカメガシワ、ヒメユズリハ、クスノキ、クロガネモチ ほか	計31種

スライド13



スライド10



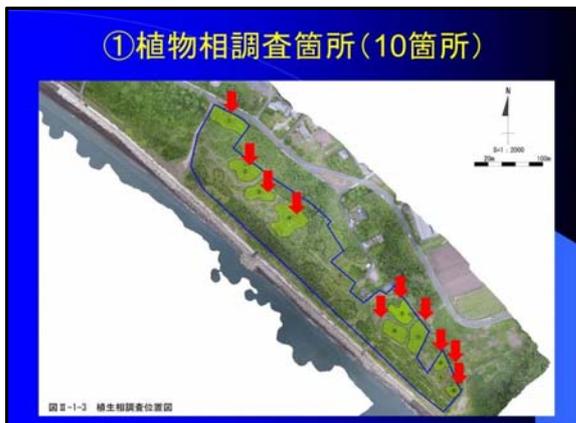
スライド14

3. 現況調査(調査内容)
- 現況調査
- ①植物相調査
 - ・各階層を構成する樹種を記録(10区域)
 - ・植生現況図(ドローン写真)
 - ②植生断面調査
 - ・階層構造を把握(ライトランセツ法2箇所)

スライド11



スライド15



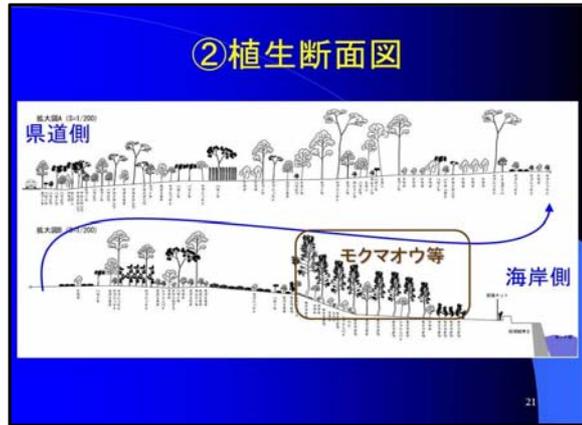
スライド12



スライド16



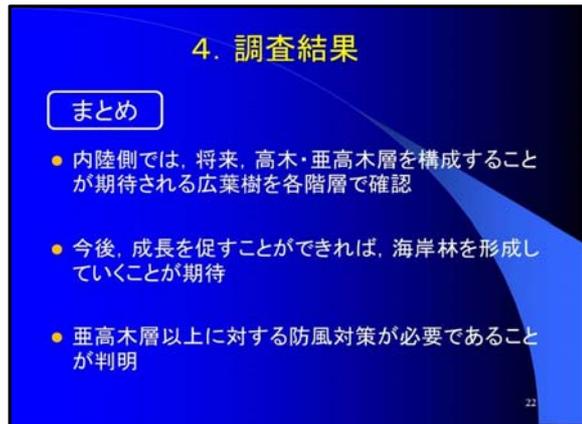
スライド17



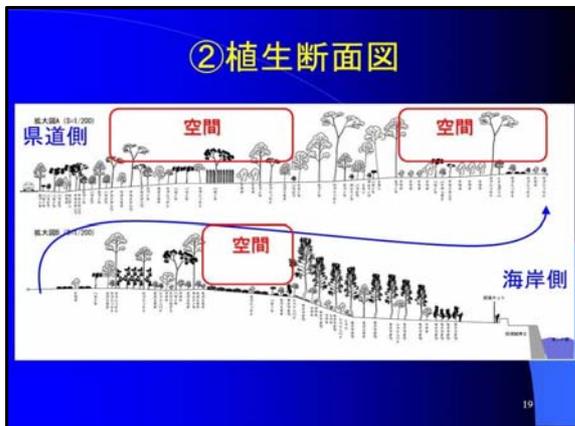
スライド21



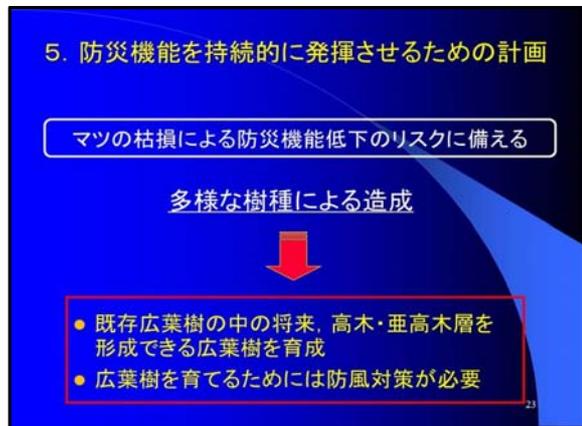
スライド18



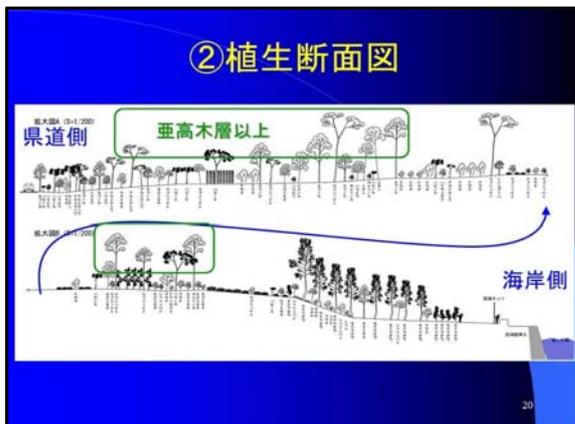
スライド22



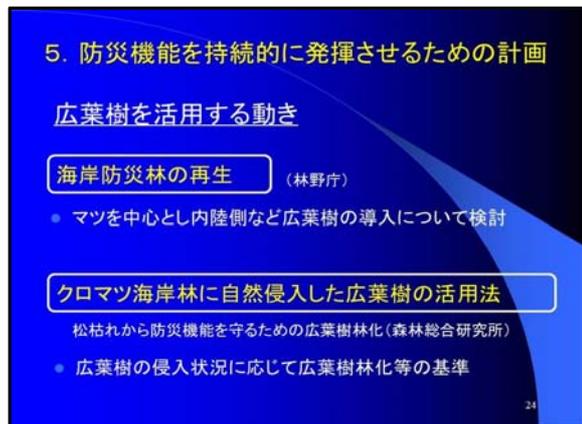
スライド19



スライド23



スライド20



スライド24

5. 防災機能を持続的に発揮させるための計画

- ①前線部: 現状維持(密生低木林)
- ②海岸側: 抵抗性クロマツ植栽
- ③内陸側: 既存広葉樹を活用, 一部植栽

スライド25

5. 防災機能を持続的に発揮させるための計画

植栽計画(2カ年計画)

- 海岸側(H30～R1)
 - ・抵抗性クロマツ植栽6,400本/ha(8×8列/100m²)
- 内陸側(R1)
 - ・既存広葉樹を活用(高木性樹種を残存)
 - タブノキ, ヤブニツケイ, アラカシ, ホルトノキほか
 - ・密度が低い箇所
 - 補う程度に植栽3,000本/ha

スライド29

5. 防災機能を持続的に発揮させるための計画

～海岸林再生のイメージ～

スライド26

H30年度 保安林緊急改良事業 (着工前・完成)

スライド30

H30年度 保安林緊急改良事業(H31.3植栽後)

スライド27

残存させる既存広葉樹

スライド31

もって
指宿市 物袋海岸林

スライド28

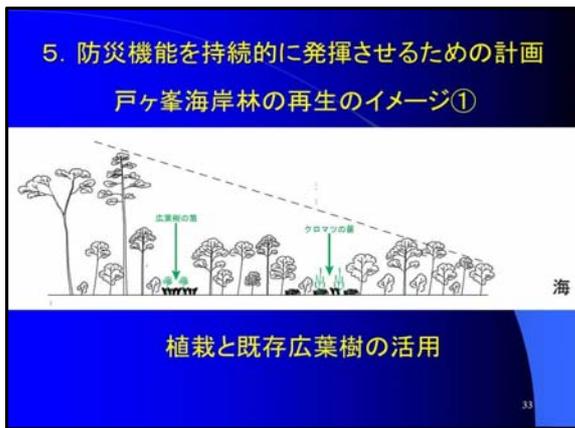
5. 防災機能を持続的に発揮させるための計画

既存広葉樹を活用するとともに
マツの枯損による防災機能低下のリスクに備えた計画

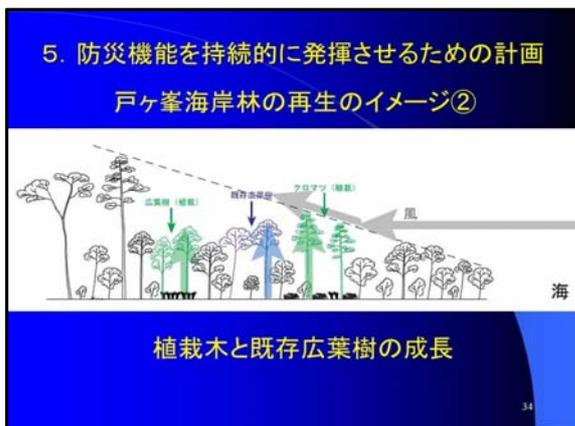
～多様な樹種による海岸林造成のための手掛かり～

- ①広葉樹の活用
- ②海岸林の事例
- ③自然侵入した広葉樹

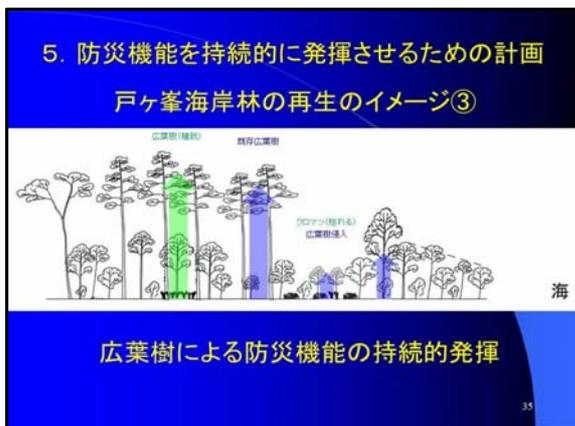
スライド32



スライド33



スライド34



スライド35



スライド36

平成 28 年台風 16 号災害の復旧状況と今後の整備に向けて

大隅地域振興局 農林水産部 林務水産課 田 島 英 俊

1 はじめに

(スライド 1, 2)

令和元年 7 月上旬の記録的な豪雨に関する災害関連の新聞記事を示す。今回の豪雨に伴い当振興局管内においても山地災害が発生しているが、近年、このような災害は、県内いずれかの地域で毎年のように発生しているように感じられる。

(スライド 3)

災害発生状況の目安として、当振興局管内における「平成 26 年度以降の災害報告件数の推移」を示す。一見して、平成 28 年度の報告件数が飛び抜けて多いことが判る。

(スライド 4)

平成 28 年度に報告した 64 件の内、49 件が台風 16 号災害によるものである。

今年度に報告した 12 件が、今月上旬の豪雨災害に伴う報告件数であることから、平成 28 年度の件数が突出しており、台風 16 号による被害が、如何にすさまじいものであったかが窺える。

(スライド 5)

被災から 3 年を経過して、当時の職員は係内には誰もいないことに加え、市町の担当職員も異動していることや被災箇所数が多いことから、どれだけ復旧しているのか、現状把握の煩雑化が懸念される状況である。

そこで、平成 28 年台風災害について、復旧した箇所と未施工の箇所を整理し、未施工箇所における問題点を把握することにより、今後の整備に向けての一助とすることを目的に、復旧状況を取りまとめることとした。

(スライド 6)

まず、復旧した箇所における被災当時の状況等について、災害報告書等から引用して、保全対象に与えた影響がどのようなものであったか、事例を紹介する。次に、復旧状況を取りまとめて施工済みの箇所と未施工の箇所を分類し、未施工箇所における課題を抽出するとともに、未施工箇所を取り巻く管内の事業実施状況について整理する。そして最後に、今後の整備に向けて、留意すべき点を述べることとする。

2 平成 28 年台風 16 号災害箇所の復旧状況等について

(スライド 7)

まず最初に、被害の原因である台風 16 号について説明する。このスライドは、平成 28 年 9 月 19 日から 20 日における、気象レーダーによる 3 時間ごとの降水強度分布図である。9 月 12 日に発生した台風 16 号は、勢力を増し、9 月 20 日午前 0 時過ぎに大隅半島に上陸した。

(スライド 8)

このスライドは、同年 9 月 19 日から 20 日にかけての総降水量を色分けした分布図である。緑から黄色、そして赤味がかかるにつれて降水量の多い箇所を示している。大隅半島から霧島方面へかけて、色が濃くなっており、総降水量は 200 ミリを超え、県内での降水量が最も多かった地域であることが判る。

(スライド 9)

次に、当振興局内の台風 16 号による山地災害箇所を示す。垂水市一円に 23 箇所、鹿屋市 25 箇所、曾於市 1 箇所の合計 49 箇所の被害が発生し、大隅半島北部に集中した。被害箇所の位置は、総降水量分布図の降水量の多い地域と重なり、被災原因が台風に伴う異常豪雨によるものであったことが判別できる。

(スライド 10)

台風 16 号による被害状況について、代表的な事例を 5 ヶ所、紹介する。

最初の箇所は、鹿屋市北部の大隅湖から垂水市方面へ抜ける県道沿いに位置する、鹿屋市 上高隈町 高付 地内における被災状況を示す。

山腹上部は国有林で、中腹から下部が民有林部分である。山腹が 2 箇所崩壊し、斜面下部へ土砂等が流出した。左側の崩壊地には、平成 11 年度に設置した谷止工が 1 基あったものの、大量の土砂により谷止工の一部が損壊し、崩壊土砂が下流の県道、水田、河川にまで流出した。

(スライド 11)

既設谷止工の損壊状況を示す。

山腹上部からの崩壊土砂による想定外の土圧等により、倒壊した。

(スライド 1 2)

崩壊地直下の土砂流出状況を示す。

道路と農地との境界が判別できないほど、土砂等で埋塞した。この結果、県道は全面通行止めとなり、周辺の市道も同様に被災し、一時、1 集落が孤立する事態となった。

(スライド 1 3)

整備後の状況を示す。

復旧に当たり、複数の事業を組み合わせることで谷止工等を整備した。

(スライド 1 4)

次に、鹿屋市 上高隈町 瀬戸野 地内における被災状況を示す。

平成元年度に整備した山腹の隣接地が崩壊し、直下の市道を埋塞するとともに、人家や養鶏場へ崩土が流入した。

(スライド 1 5)

人家裏と養鶏場への土砂流入状況を示す。

崩土の流入により、人家 1 戸が一部破損、非住家 1 戸が一部破損した。

(スライド 1 6)

復旧後の状況を示す。

平成 28 年度災害関連緊急治山事業により、土留工、モルタル吹付工、簡易法砕工を整備した。

(スライド 1 7)

次に、垂水市 二川 松原 地内における被災状況を示す。

上流部の大規模な山腹崩壊により、大量の土砂や流れ木が既設谷止工を乗り越えて下流へ流出した。

(スライド 1 8)

崩壊土砂等により、下流の県道橋が流出し、県道は全面通行止めとなった。

(スライド 1 9)

平成 28 年度復旧治山事業による整備後の状況を示す。

当該箇所への被害拡大の要因の一つが上流からの流れ木であったことから、下流部にスリットダムを 1 基整備した。

(スライド 2 0)

次に、垂水市 二川 大坪 地内における山腹崩壊状況を示す。

崩壊した土砂が、直下の国道 220 号線に流出・埋塞し、国道は全面通行止めとなった。

(スライド 2 1)

平成 28 年度災害関連緊急治山事業による整備後の状況を示す。

山脚部に土留工、山腹を簡易法砕工により整備した。

(スライド 2 2)

串良川支流の山腹崩壊状況及び、溪間内の流れ木堆積状況を示す。

これらの崩壊は支流沿いに複数箇所確認され、土砂や流れ木が串良川を経て、下流へ流下していった。

(スライド 2 3)

流下した大量の流れ木が、大隅湖へ漂着した状況を示す。

流れ木が串良川を流下する際に、橋梁をことごとく損壊させるなど、流れ木対策の重要性を再認識した。

(スライド 2 4)

そこで、現在、山腹崩壊の著しかった串良川支流の上流部と下流部にスリットダムを 1 基ずつ整備する計画としているところである。このスライドは、今年度、復旧治山事業によりスリットダムを計画している下流部の箇所である。計画箇所の上流部には、被災当時の流れ木が今も残っている状況であった。

これまでに紹介した事例から、復旧済みの箇所は地域住民の生活に大きな支障をきたした箇所を実施していることが分かる。

3 復旧状況等のとりまとめ

(スライド 2 5)

「平成 28 年台風 16 号災害箇所の内、整備完了又は工事を予定している箇所を事業別にとりまとめた表」を示す。

これまでに、災害関係事業や公共治山事業、県単治山事業を活用して、被災した 49 箇所の内、33 箇所を整備しているところである。

(スライド 2 6)

次に、整備完了又は工事を予定している 33 箇所について、実施した事業別の割合を示した円グラフを示す。

この表から、これまでにさまざまな事業を活用して整備してきたことが分かる。

(スライド 2 7)

「平成 28 年台風 16 号災害箇所の内、被災箇所と復旧箇所、未施工箇所について市町別にとりまとめた表」を示す。

被災した 49 箇所の内、今年度末までに、約 7 割の 33 箇所が整備完了、又は工事着手する見

込みであるが、約 3 割の 16 箇所が未施工のままの状況である。

今後、これら未施工箇所を整備する上での課題や検討した内容について述べる。

4 未施工箇所を取り巻く状況等について

(スライド 28)

未施工箇所の遠景を示す。

崩壊箇所を赤い点線で表示しているが、崩壊地から人家までの距離が離れているため、市町へ事業要望調査を行った際に緊急性や危険性が低いとみなされ、市町における優先順位が低くなることから、結果的に事業箇所の選定が先送りされている状況にある。そこで、改めて、事業箇所を選定する流れについて確認する。

(スライド 29)

毎年定期に行う、事業箇所を選定するまでの主な流れをまとめた概略図を示す。

災害が発生した場合、緊急性の高い箇所については、災害関係事業等を活用して事業実施していくこととなるが、緊急性が低いとみなされた箇所については、毎年、市町がとりまとめる要望調査箇所と、優先順位を比較することとなる。

このため、災害報告した箇所であっても、次年度以降は他の要望箇所と同様の取扱いとなる。

(スライド 30)

次に、管内における事業実施状況を示す。これは、平成 25 年度以降の「管内の公共治山事業実施箇所数の推移」を示したものであり、単年度当たり、概ね 10 箇所近く実施している状況である。

(スライド 31)

公共治山事業を実施した箇所数について、新規箇所と継続箇所に分けたグラフを示す。

近年では、継続箇所が多く、新規箇所は少ない傾向にあることが判別できる。

(スライド 32)

平成 26 年度以降における「管内の治山事業要望箇所数の推移」を示す。

要望箇所数は年平均 90 箇所近くあり、毎年の事業要望数は膨大な数となる。但し、この要望箇所全てが、毎年、新たに要望される訳ではない。

(スライド 33)

平成 30 年度に事業要望のあった 88 箇所について、市町が継続して要望している年数の内訳を示す。

すると、3 年以上の割合が最も高く、要望期間が長期化している傾向であることが判る。

(スライド 34)

これまで述べたように、毎年、新たな山地災害が発生し、緊急性の高い箇所を優先して事業実施せざるを得ないこと、事業実施に際して継続箇所が多く、事業期間が複数年に及ぶため新規の事業箇所が少ないこと及び毎年の事業要望箇所数が膨大であること等から、管内においては、未施工箇所の要望期間が長期に及ぶことが懸念される状況にある。

5 今後の整備に向けて

(スライド 35)

そこで、これら未施工箇所を今後、整備していくために留意すべき点を整理する。

一つ目は、事業要望期間が長期間に及ぶ傾向にあり、未施工箇所の現状を把握して、適切な時期に整備するためには、複数年にわたって、要望箇所を管理することが必要となることである。このため、要望箇所の現地状況等について、局と市町との情報共有が非常に重要であり、定期的且つ継続的に情報交換する機会が必要であると考えられる。

(スライド 36)

二つ目は、事業要望期間が長期に及ぶと、未施工箇所の拡大崩壊や土砂流出など、被災リスクが残ったままの状態が長期間放置されることが懸念されるため、未施工箇所の経過観察によるリスク管理が重要であり、継続的な現地の点検・確認が必要であると考えられる。

(スライド 37)

これら 2 点の留意点に対応する案として、「大隅地域山地防災ヘルパー制度」の活用を検討した。現在のヘルパー活動内容の一つに、平常時の定期点検として、危険地区の崩壊の有無や治山施設の崩壊の有無などがある。

そこで、現在の活動内容の中に、未施工箇所における拡大崩壊の有無や土砂流出の有無など、追加できないか、検討した。

(スライド 38)

現行の「大隅地域山地防災ヘルパー制度」の模式図を示す。ヘルパーは、活動を行った場合、局と市町へ報告する仕組みとなっている。

今回、制度を活用する内容として、まず、局から、ヘルパーに対して、災害報告箇所の位置情報や被災当時の状況等の情報を提供する。点検する箇所を局が示すことにより、活動箇所が明確となり、ヘルパー活動の活性化につながることを期待

される。

そして、情報を受けたヘルパーは、被災後の未施工箇所について、現地の確認を行い、市町へ報告する。市町は、拡大崩壊の有無や土砂流出の頻度などに関する報告内容から、要望箇所の優先順位を決定する際の指標とするとともに、局への報告を行い、箇所情報の共有化を図ることとする。局としては、定期的且つ継続的な現地箇所の報告を通じて、未施工箇所の被災リスクの管理を行うこととする。

これらの取組について、これから市町と協議を重ね、今後の未施工箇所整備につなげていけるように検討していきたい。

(スライド 39)

最後に、毎年、市町から多くの事業要望がなされており、適切且つ早期の事業着手が図られるように努めて参りたい。

平成28年台風16号災害の復旧状況と今後の整備に向けて

大隅地域振興局 森林土木第一係 田島 英俊

スライド1

【現状】

○被災後3年を経過していることに加え、被災箇所が多く、箇所の把握の煩雑化が懸念

↓

【今回の目的】

●H28台風16号災害について、復旧箇所と未施工箇所を整理し、未施工箇所の問題点を把握することにより、今後の整備に向けての一助とする。

スライド5

はじめに

令和元年7月4日(南日本新聞)

令和元年7月5日(南日本新聞)

スライド2

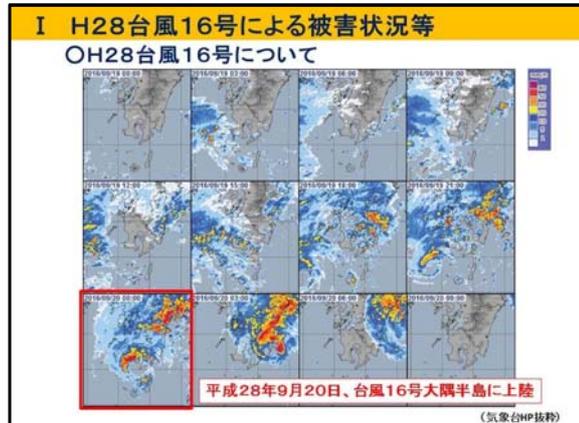
【発表の流れ】

- I H28台風16号による被害状況等
- II 復旧状況のとりまとめ
- III 未施工箇所における課題
- IV 未施工箇所を取り巻く状況
- V 今後の整備に向けて

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



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



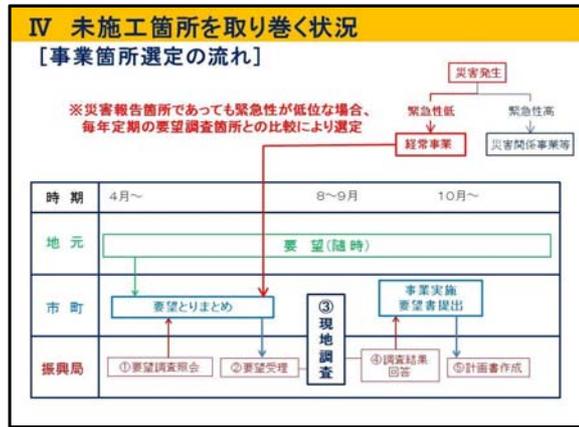
スライド24

Ⅱ 復旧状況とりまとめ

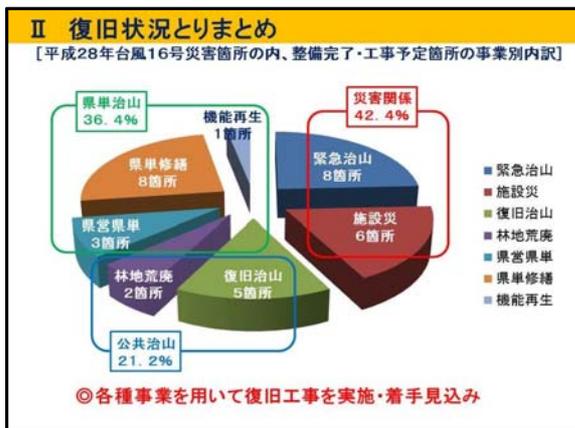
【平成28年度台風16号災害箇所内の、整備完了・工事予定箇所の事業別内訳】

区分	復旧状況				計
	H28	H29	H30	R元計画	
災害関係	災害関連緊急治山事業	8箇所			8箇所
	林地荒廃防止施設	8件 597百万円			8件 597百万円
	災害復旧事業	6箇所			6箇所
公共治山	復旧治山事業		1箇所	2箇所	2箇所
	林地荒廃防止事業		1箇所	1箇所	2箇所
	緊急復旧治山事業	1箇所	1箇所	1箇所	3箇所
復旧治山	緊急復旧治山事業	1箇所	1箇所	1箇所	3箇所
	復旧治山施設修繕事業	1件 6百万円	4件 39百万円	2件 14百万円	7件 59百万円
	復旧治山施設機能再生事業		1箇所		1箇所
計	16箇所	8箇所	6箇所	3箇所	33箇所
	16件 723百万円	10件 150百万円	8件 316百万円	3件 249百万円	37件 1,438百万円

スライド25



スライド29



スライド26



スライド30

Ⅱ 復旧状況とりまとめ

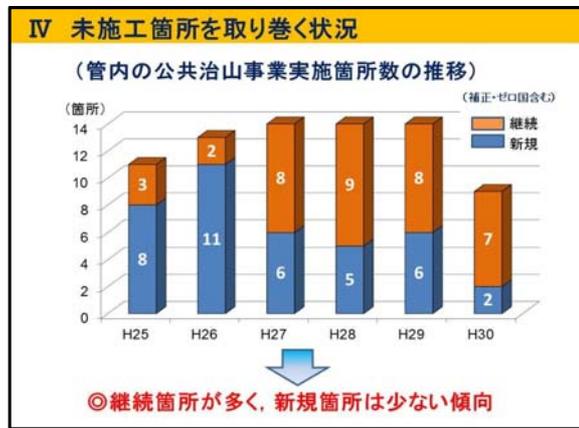
【平成28年台風16号災害の内、整備完了・工事予定箇所の市町別内訳】

市町	事業箇所数	復旧状況				未施工箇所数
		H28	H29	H30	R元計画	
麻屋市	25箇所	10箇所	2箇所		3箇所	10箇所
垂水市	23箇所	6箇所	6箇所	5箇所		6箇所
曾於市	1箇所			1箇所		0箇所
計	49箇所	16箇所	8箇所	6箇所	3箇所	16箇所
						32.7%

今年度末までに約7割の箇所が整備完了・工事着手見込み

◎未施工箇所が約3割

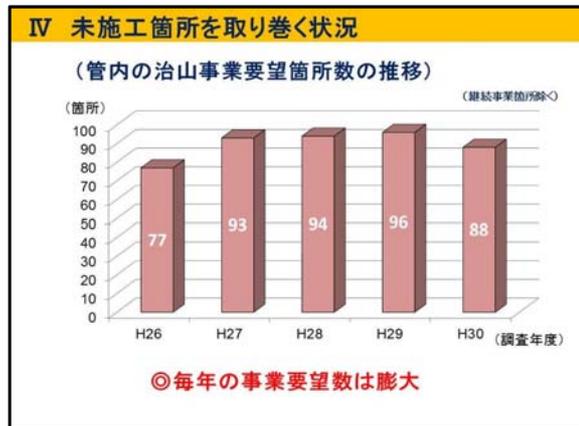
スライド27



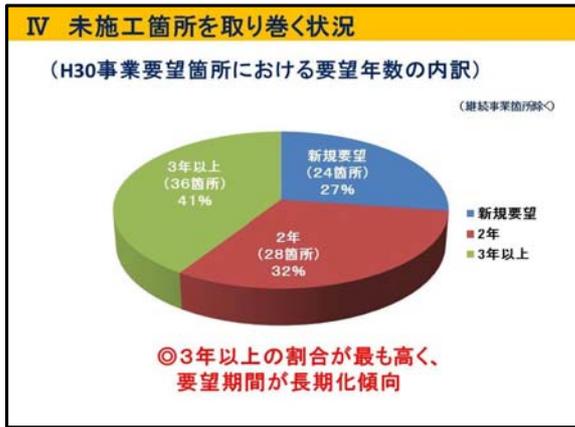
スライド31



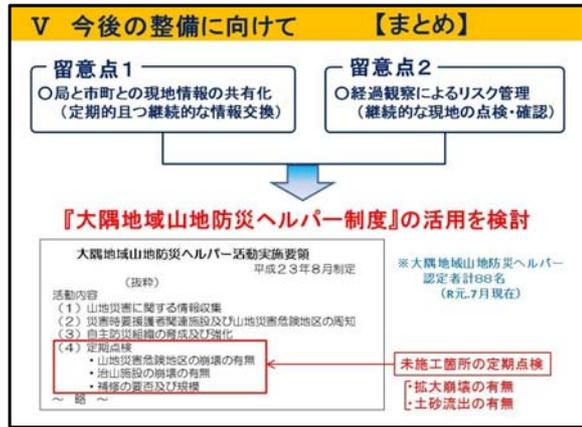
スライド28



スライド32



スライド33



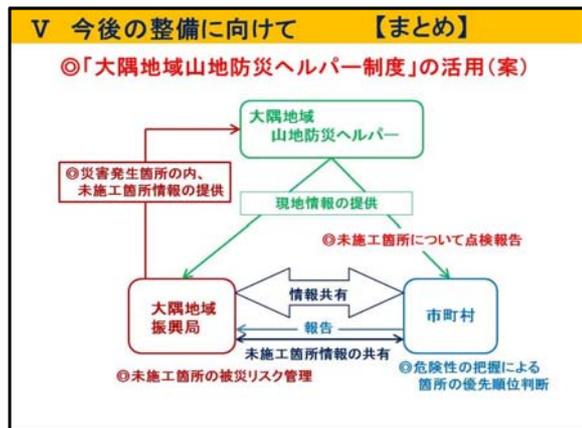
スライド37

IV 未施工箇所を取り巻く状況 【まとめ】

- 毎年、新たな山地災害が発生し、緊急性の高い箇所を優先して事業実施せざるを得ない
- 継続箇所が多く、事業期間が複数年に及ぶことから、新規の事業箇所が少ない
- 毎年の事業要望箇所数が膨大

◎未施工箇所の要望期間が長期に及ぶことが懸念

スライド34



スライド38

V 今後の整備に向けて

①事業要望期間が長期間に及ぶ傾向にあり、未施工箇所の現状を把握して適切な時期に整備するためには、複数年に渡る箇所の管理が必須

【留意点①】

○未施工箇所に関する、局と市町との情報共有が重要
(定期的且つ継続的に情報交換する機会が必要)

スライド35



スライド39

V 今後の整備に向けて

②事業要望期間が長期間に及ぶと、未施工箇所の拡大崩壊や土砂流出等、被災リスク増加が懸念

【留意点②】

○未施工箇所の経過観察によるリスク管理が重要
(継続的な現地点検・確認が必要)

スライド36

奄美地域の治山事業における切土法面対策について

大島支庁 農林水産部 林務水産課 北 信 也

1. はじめに

(スライド1, 2)

急傾斜地崩壊危険区域の対策事業（以下急傾斜事業）と治山事業の吹付法砕工断面の相違及び簡易吹付法砕工と吹付法砕工の使い分けの2つの問題点について検討し、検討結果を踏まえての奄美地域の山腹工標準工法フローを作成することとする。

(スライド3)

まず、奄美地域の概況は、鹿児島市より約370kmの海上に位置し、南北約170kmの範囲に奄美大島などの8つの有人島が飛石状に連なっている。

(スライド4)

地質は、砂岩・頁岩等の四万十層群が広く分布しており、喜界島、徳之島、沖永良部島、与論島では石灰岩が分布している。土質的には、礫交じり土及び軟岩等が多く治山事業による切土法面対策は、沖永良部島及び与論島では地形的に殆どなく他の島々で行っている。

2. これまでの切土法面対策

(スライド5)

これまでの切土法面対策工法については、県の山腹工標準フローにより、標準勾配45°（人家裏等は40°）が確保される場合は、伏工及び客土吹付工等を実施してきたが、集中豪雨の頻発等による法面崩壊が発生しているため、近年は簡易吹付法砕工を採用する現場が増えている。標準勾配が確保できない場合、植生可能であれば吹付法砕工、不可能であれば、モルタル吹付等を実施している。

(スライド6)

写真は伏工を実施した箇所、崩壊して再施工した箇所が再度崩壊した箇所である。

(スライド7)

この箇所は、ネット併用種子吹付を実施した箇所の崩壊であるが、このような状況のため現在は簡易吹付法砕工を実施している。

(スライド8)

この箇所は、現在の工法の施工例であるが、右側は標準勾配が確保されているため簡易吹付、中

央は確保できなかったため法砕工、左側は岩のためモルタル吹付を実施した箇所である。

3. 問題点と検討

3-1. 治山事業と急傾斜地法による対策事業との法砕断面相違

(スライド9)

この箇所は、龍郷町中勝の赤が急傾斜地崩壊危険区域、緑が保安林であるが、それぞれの区域で事業を実施しており、特に平成30年度実施の上ハサマは隣接しており、それぞれ吹付法砕工を実施している。

(スライド10~13)

急傾斜事業の工法は、待ち受け擁壁を施工し吹付法砕工を実施している。

砕間は2mで砕断面は20cmである。

治山事業は土留工を実施し、吹付法砕工を実施している。

砕間は同じ2mで砕断面は異なり30cmである。

このように隣接する現場で吹付法砕工の断面が異なっているため、検討することにした。

3-1-1. 法砕工の目的

(スライド14~15)

検討に入る前に法砕工の目的等について治山技術基準を参考に整理した。

なお、区分については、全国特定法面保護協会発行の「のり砕工の設計・施工指針」の荷重を参考に次の3つに区分した。斜面の保護は、安定している斜面で緑化柵として、小崩壊等の防止は、斜面全体の安定が保たれているものの小崩壊等の危険性があるため、300mm以上の断面で抑制工として、斜面崩壊の防止は、抑止工として区分されている。

なお、抑制工については、法肩から法尻に及ぶような崩壊、のり肩からの崩壊に対して深さが1.5mを超えるような崩壊、のり中間からの崩壊に対して深さが1.0mを超えるような崩壊の3つのパターンについては、抑制工としては用いることができないとされている。

3-1-2. 法枠工等の比較

(スライド 16)

法枠工の区分を踏まえて治山事業と急傾斜事業との法枠工等を比較した。

治山事業は、法切の標準勾配 45 度が確保できない場合に抑制工として安定計算を行ない断面の 300 を決定しているが、急傾斜事業は、簡易貫入試験等の土質調査を実施し、土質毎に道路土工指針に基づく標準勾配を確保できる場合、緑化棚として安定計算を行わずに断面を 200 と決定していることが判明した。

3-1-3. 安定斜面

(スライド 17)

治山事業と急傾斜事業を比較していく中で治山事業は、45 度の標準勾配が確保できない斜面を不安定斜面と捉えるならば抑止工として実施すべきところを、斜面全体は安定していると解釈し抑制工として法枠工を実施しているため、奄美地域で現在法枠工を実施している 7 分及び 8 分斜面の安定の証明が必要であるとの新たな問題点が生じたので検討した。

3-1-3-1. 7 分及び 8 分斜面の安定性の検討

(スライド 18)

治山の標準勾配 45° については、シラス治山の考え方であるため土質的に奄美地域にはなじまないと考え、急傾斜事業と同様に簡易貫入試験等の土質調査等による土質から道路土工指針の標準勾配を適用しようと考えた。

(スライド 19)

表は道路土工指針の標準法面勾配であるが奄美地域では、軟岩及び礫交じり土が多く、道路土工指針では、軟岩が 5 分から 1 割 2 分、砂利または岩塊交じり砂質土の密実なものが 8 分から 1 割となるため、8 分は安定斜面であるが 7 分は軟岩でなければ標準勾配ではないことから、土壌硬度で 30 以上は確認しているが、斜面の安定計算を行なうこととした。

3-1-3-2. 7 分法切勾配箇所斜面安定計算

(スライド 20)

斜面安定計算は龍郷町の上ハサマ地内で行った。

治山事業は土質調査を行っていないため、隣接の急傾斜事業の地質状況・土質定数等により、修

正フェレニウス法による安定計算を行ったところ、結果的には頭部の弱い土質の部分を法切りで除去しているため安定しているという結果は得られたが、土質調査等で安定勾配を決定し、工法を選定していくべきであると痛感した。

3-2. 簡易吹付法枠工と吹付法枠工の使い分け

(スライド 21~22)

2 番目の問題点簡易吹付法枠工と吹付法枠工の使い分けであるが、このフローは簡易吹付法枠協会の選定フローである。

このフローに法枠工の区分を当てはめると左から、抑止工、抑制工、緑化棚となる。製品名は伏せているが、現在の奄美地域の治山事業を当てはめると、標準勾配が確保されている場合は、緑化棚として一番右の製品、抑制工として短形断面吹付法枠工を採用しているが、簡易吹付の製品でも実施可能となっている。

このようなことから、簡易吹付法枠工は簡易という名称が付いているが目的等は法枠工と同様であり、簡易吹付法枠工の実施が可能ではないかと考え、法枠工との使い分けのために比較することにした。

3-2-1. 簡易吹付法枠工と吹付法枠工の比較

(スライド 23)

比較は、安全性と経済性を比較することにした。

比較する断面は、簡易吹付が欠円形の枠高、鉄筋本数等が異なる 3 種類、法枠工が正方形の 20 と 30 cm の 2 種類の計 5 種類とした。

(スライド 24)

安全性は、法勾配が 6 分から 1 分毎に 1 割まで、抑制工の法肩崩壊と法中間崩壊について、崩壊幅 10 cm 毎に耐えうる崩壊長等を算出した。

因子は限界状態設計法の終局、増加させる安全率は 0.2、単位体積重量は中詰材 14kN/m³、移動土塊が礫質土の 20 kN/m³、法枠が 23 kN/m³、安全性の照査は曲げとせん断、欠円は曲げのみとした。欠円の設計曲げ耐力は、簡易吹付法枠協会の資料を参照とした。

経済性は、施工規模が 500 以上 1000 m³未満、ラス張工含みの枠内吹付木材チップ無種子 5 cm 厚の 1 m²当たりの単価を算出した。

(スライド 25)

安定計算結果を勾配が 6 分、8 分、1 割、崩壊幅が法肩と法中間のそれぞれの代表的な幅での抑

制可能な崩壊の長さについてまとめた。単価は、右に行くほど高くなったが、崩壊長さには、欠円形 200D13 と正方形 200 が逆転している。なお、正方形 200 の単価は約 1.5 倍である。

(スライド 26)

法肩崩壊の 8 分法面をグラフ（縦軸が崩壊長、横軸が崩壊幅）にした。

正方形 200 の黄色破線が欠円 200D13 の緑実線より下回っており劣っているのが分かる。

(スライド 27)

同様のグラフで法中間崩壊の 8 分法面でも正方形 200 の黄色破線が緑実線より下回っているのが分かる。

(スライド 28)

比較の結果欠円形 200D13 は、安全性・経済性とも正方形 200 より優れていることが判明したため、正方形 200 を採用する場合は注意する必要がある。

なお、近年奄美地域の治山事業では正方形 200 は採用していない。

3-2-2. 法枠工選定に当たっての崩壊形態設定

安全性と経済性の傾向は判明したが、法枠工を選定するに当たり崩壊形態をどう設定するかが問題となるが、平成 29 及び 30 年度に施工途中等崩壊した箇所が 3 箇所あったので検証することにした。

3-2-2-1. 施工途中等の崩壊箇所

(スライド 29, 30)

奄美市のトノゴヤ地内であるが、枠の組み立てが終わり、モルタルを吹き付ける前に集中豪雨により斜面に亀裂が発生した。

(スライド 31, 32)

7 分斜面の崩壊幅 6 m、崩壊深さ 0.8m、崩壊長が 5.6m の法中間円弧すべりである。

安定計算では、正方形 300 で安定する。

(スライド 33~36)

宇検村の白浜地内であるが、前年度工事で法切が終了しブルーシートを被せていたが、次の工事ではがしたら崩壊が判明した。

右の堅い層の間の弱いところが崩れた。

8 分斜面の崩壊幅 4 m、崩壊深さ 0.4m、崩壊長が 3.8m の法中間円弧すべりである。

安定計算では欠円でも安定する崩壊規模である。

(スライド 37~39)

大和村の岸道地内であるが、法切りが終了しブ

ルーシートを次の工事まで被せていたが、集中豪雨により崩壊が発生した。

目視では硬そうで土壌硬度も 30 を超えていたが崩壊した。

7 分斜面の崩壊幅 7.4m、崩壊深さ 1.2m、崩壊長が 10.7m の法中間円弧すべりである。

小段をまたいでおり、抑制工の範囲を超える崩壊である。

(スライド 40)

法面崩壊箇所について総括すると、1 点目は部分的な崩壊が起こるので抑制工としての法枠工が必要であるということが判明した。2 点目は崩壊規模によっては、欠円形でも安定するということが判明した。3 点目は法肩からの直線すべりはなかったが、法肩部の不安定土塊及び法面上部からの流水により、法肩からの直線すべりが発生することは考えられる。

4. 奄美地域の山腹工の標準工法フロー

(スライド 41)

これまでの検討結果を踏まえて、崩壊箇所が少なく崩壊形態も様々であり基準となる統一的な崩壊形態を決定することは難しいため、当面はデータを収集しながら現場ごとに選定することから選定フローを作成することにした。

(スライド 42)

選定フロー作成に当たり、法枠工の抑制工の検討結果で、欠円形 200D13 が正方形 300 には劣るが、200 より優れていることが判明したので採用できるよう選定フローの補足資料を作成した。

崩壊幅 1.0m の法肩直線すべりの 1 分毎の崩壊高であるが、奄美地域では小段ごとの高さを 8 m としており欠円形 200D13 は、全ての勾配で 8 m のほとんどの高さまで安定するという結果が出ているため、県単事業の当初設計では採用することにした。公共事業は、治山技術基準どおり、正方形の 300 とする。

(スライド 43)

これまでの検討結果を踏まえた山腹工の標準フローである。

標準勾配は、急傾斜事業と同様に簡易貫入試験等の土質調査等による土質から道路土工指針の標準勾配とした。部分的な崩壊が想定されるかという条件を追加し、法枠工は、抑制工と抑止工に分けた。二級芝筋工は、奄美地域では土質的にできないので削除した。また、抑制工で県単と公共を分けたので事業による区分を設け、安定勾配箇所

での伏工等実施の有無を分けたので直接保全対象の区分を設けた。

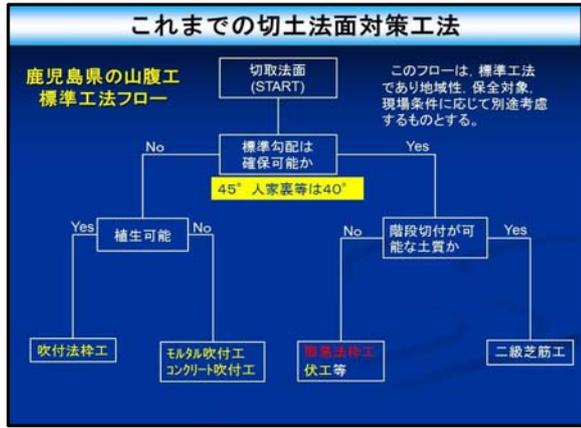
5. おわりに

標準フローを作成したが、実際は予算調整や工法変更による完成遅延等の問題があり、工法選定には苦慮すると思われるが、工法選定の目的や安定計算の中身を考えながら、実行して行きたいと考えている。

奄美地域の治山事業における 切土法面対策について

大島支庁 北 信也

スライド1

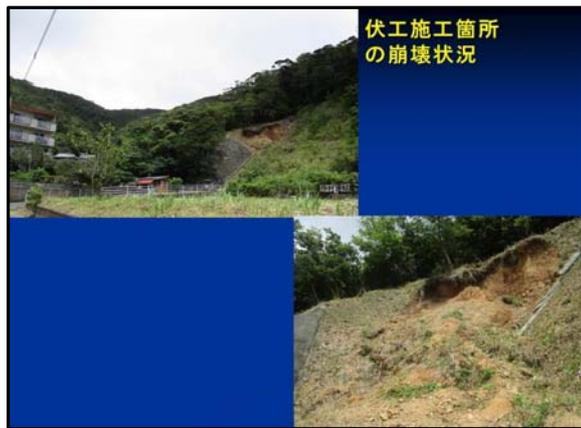


スライド5

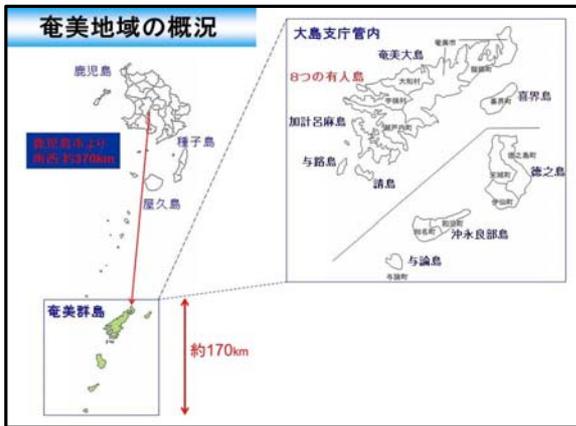
発表内容

- 奄美地域の概況
- これまでの切土法面対策工法
- 問題点及び検討
 - (1) 急傾斜地崩壊危険区域の対策事業(以下急傾斜事業)と治山事業の吹付法砕工断面の相違
 - (2) 簡易吹付法砕工と吹付法砕工の使い分け
- 検討結果を踏まえての奄美地域の山腹工標準工法フローの作成

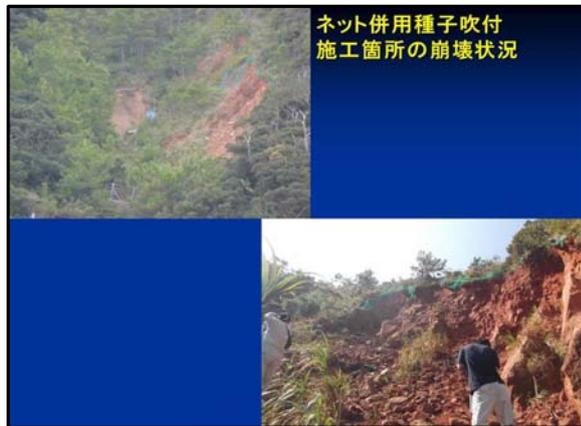
スライド2



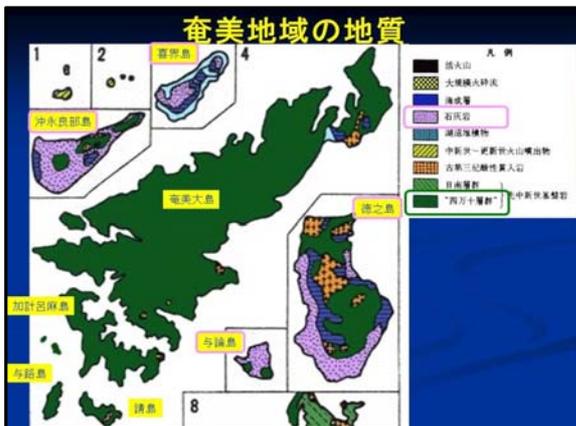
スライド6



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

法枠工の目的等について

目的	斜面の保護	小崩壊等の防止	斜面崩壊の防止
防止機能	斜面の風化、表面浸食	法肩の崩壊、抜け落ちなどの小崩壊、落石	斜面の崩壊
斜面状況	斜面の安定が保たれている	斜面全体の安定が保たれているものの小崩壊等の危険性がある	比較的深い崩壊が発生する危険性がある
枠断面	100～200mm	300mm以上(安定計算による)	500～600mm程度(安定計算による)
枠間隔	1000～1200mm	2000mm程度	2000mm以上
区分	緑化棚	抑制工	抑止工

※ 治山技術基準から抜粋
区分については「のり枠工の設計・施工指針」全国特定法面保護協会の荷重

スライド14



スライド11

吹付法枠工の抑制工ができない場合

- 1 法肩から法尻に及ぶような崩壊
- 2 法肩からの崩壊に対して深さが1.5mを超えるような崩壊
- 3 法中間からの崩壊に対して深さが1.0mを超えるような崩壊

抑制工として用いることはできない

スライド15



スライド12

治山事業と急傾斜事業との法枠工等比較

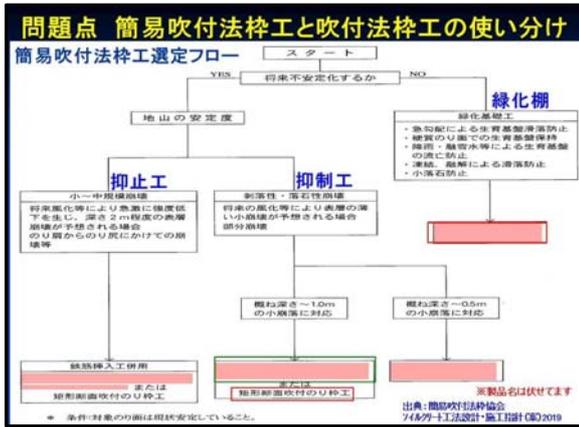
区分	治山事業(奄美)			急傾斜事業		
	標準内 ※1	標準外	その他の崩壊要因	標準内 ※2	標準内	標準外及びその他の崩壊要因
法切勾配等						
法枠区分	緑化棚	抑制工	抑止工	緑化棚	抑制工	抑止工
枠形状	欠円形	正方形	正方形	正方形	正方形	正方形
枠断面 (mm)	300 × 100	300 × 300	安定計算結果	200 × 200	安定計算結果	安定計算結果
枠間隔 (mm)	1300 × 1300	2000 × 2000		2000 × 2000		

※ 1 治山事業の標準法切勾配は45° (人家等の保対象が近接40°)
※ 2 急傾斜地崩壊対策事業は、簡易貫入試験等の土質調査を実施し、土質毎に標準勾配(道路土工 切土工・斜面安定工指針)を決定

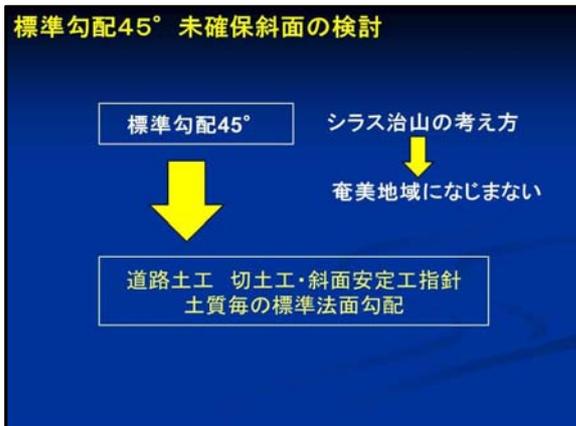
スライド16



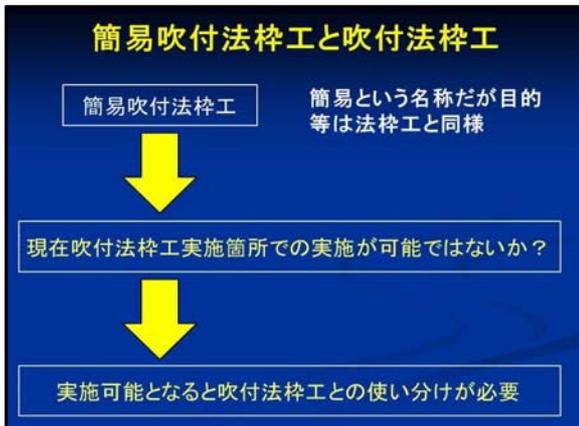
スライド17



スライド21



スライド18



スライド22

7分及び8分斜面の安定性の検討

表 4-2 切土に対する標準のり面勾配

地山の土質	切土高	勾配
硬岩		1:0.3~1:0.8
軟岩		1:0.5~1:1.2
砂	高さでない程度分布の悪いもの	1:1.5~
砂質土	密実なもの	5m以下 1:0.8~1:1.0
	密実でないもの	5~10m 1:1.0~1:1.2
粘質土	密実なもの、または粒度分布の悪いもの	5~10m 1:1.2~1:1.5
	密実でないもの、または粒度分布の悪いもの	10m以下 1:0.8~1:1.0
砂利または粗粒状砂質土	密実なもの	10~15m 1:1.0~1:1.2
	密実でないもの、または粒度分布の悪いもの	10~15m 1:1.2~1:1.5
粘粒土	10m以下	1:0.8~1:1.2
	10m以下	1:1.0~1:1.2
前掲または固有角じり砂質土	5~10m	1:1.2~1:1.5

注) ① 上記の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。
② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようになる。

③ シルトは粘性土に入れる。
④ 上記以外の土質は別途考慮する。
⑤ のり面法枠工を計画する場合には表裏裏8-2も考慮する。【道路土工 切土工・斜面安定工指針抜粋】

スライド19

簡易吹付法枠工と吹付法枠工の比較

1 比較内容 安全性と経済性

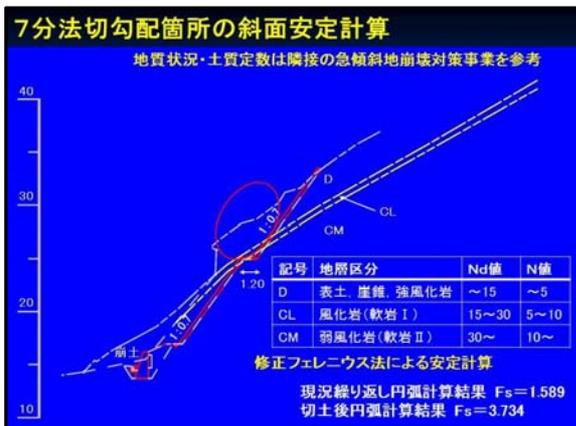
2 断面

形状	欠円形			正方形	
	1.50×1.50	1.50×1.50	1.50×1.50	2.00×2.00	2.00×2.00
スパン	0.15	0.20	0.20	0.20	0.30
枠高	0.35	0.35	0.35	0.20	0.30
有効高	0.10	0.15	0.13	0.155	0.235
鉄筋	D10 2本	D10 3本	D13 4本	D10 4本	D13 4本

簡易吹付法枠工

吹付法枠工

スライド23



スライド20

- ### 簡易吹付法枠工と吹付法枠工の比較因子
- 1 安全性
- 安定計算 法勾配6分~1割(1分毎)
 - 抑制工の法肩崩壊・法中間崩壊
 - 崩壊幅10cm毎の耐えうる崩壊長等
 - 因子 限界状態設計法(終局) $4F_s=0.2$
 - 単位体積重量 中詰材: $14kN/m^3$
 - 移動土塊 礫質土: $20kN/m^3$
 - 法枠: $23kN/m^3$
 - 安全性の照査 曲げとせん断(欠円は曲げのみ)
 - 欠円の設計曲げ耐力は簡易吹付法枠協会の資料を参照
- 2 経済性(1㎡当たり単価)
- 施工規模 500㎡以上1000㎡未満 ラス張工含み
 - 枠内吹付(木材チップ無種子5cm厚)

スライド24

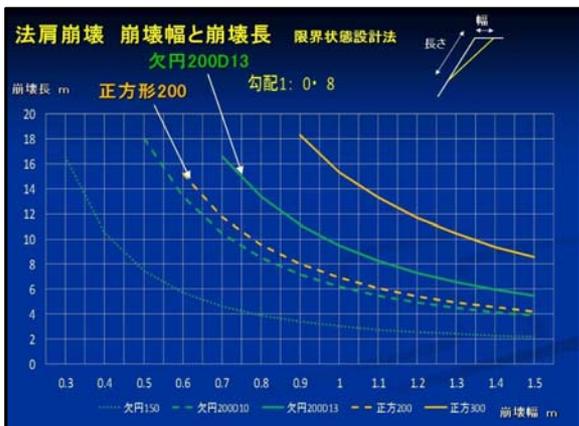
吹付法砕工 抑制可能崩壊規模一覧

砕工	欠円形				正方形				
	1.5m	1.5m	1.5m	2m	2m	2m	2m	2m	
法勾配	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
砕工	150mm	300mm	300mm	300mm	300mm	300mm	300mm	300mm	
砕工	350mm	350mm	350mm	300mm	300mm	300mm	300mm	300mm	
区分	幅 m	長さ m	幅 m	長さ m	幅 m	長さ m	幅 m	長さ m	
6分	法肩	0.9	5.9	0.9	14.0	0.9	23.0	0.9	16.4
	法中間	1.0	2.4	1.0	4.9	1.0	7.4	1.0	5.4
	法中間	1.5	1.0	1.5	3.1	1.5	4.4	1.5	3.0
	法中間	0.9	5.1	0.9	11.3	0.9	18.4	0.9	13.3
8分	法肩	0.9	7.9	0.9	18.1	0.9	29.3	0.9	20.9
	法中間	1.0	3.0	1.0	6.2	1.0	9.5	1.0	6.9
	法中間	1.5	2.2	1.5	3.9	1.5	5.9	1.5	4.2
	法中間	0.9	5.6	0.9	11.6	0.9	17.7	0.9	13.9
1割	法肩	0.9	9.7	0.9	23.2	0.9	40.5	0.9	27.8
	法中間	1.0	3.8	1.0	8.1	1.0	12.4	1.0	8.0
	法中間	1.5	2.6	1.5	4.9	1.5	7.0	1.5	5.3
	法中間	0.9	6.2	0.9	12.9	0.9	20.1	0.9	15.0
1割当たり崩壊 (円)	約9,800	約10,400	約10,600	約10,600	約15,300	約20,400	約20,400	約20,400	
単位体積重量	中級材		14 kN/m ³ (高さ6cm)		20 kN/m ³		22 kN/m ³		
砕土機搬送機					約1.5倍				

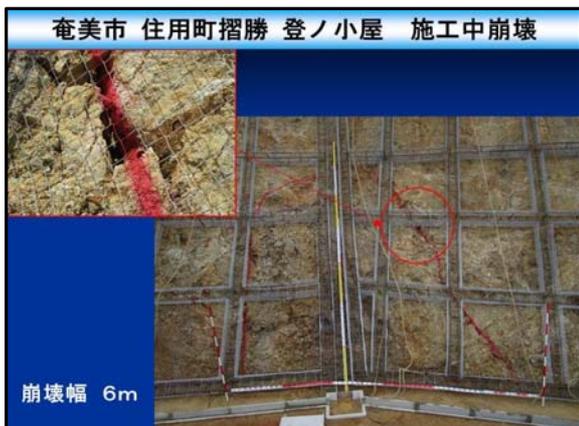
スライド25



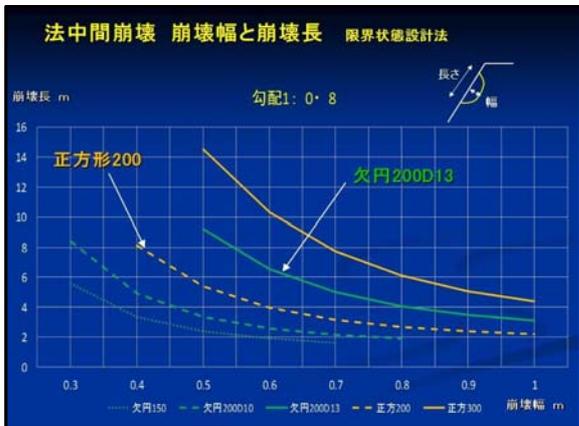
スライド29



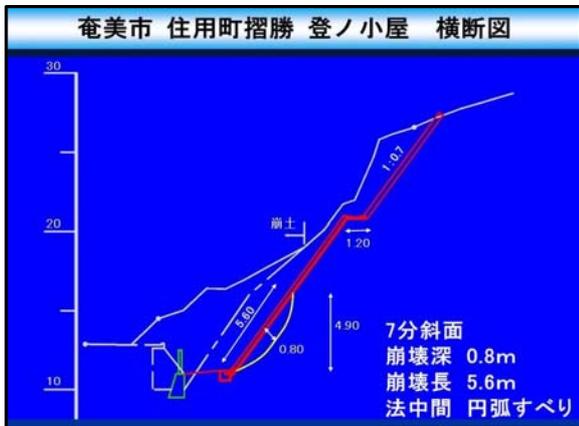
スライド26



スライド30



スライド27



スライド31

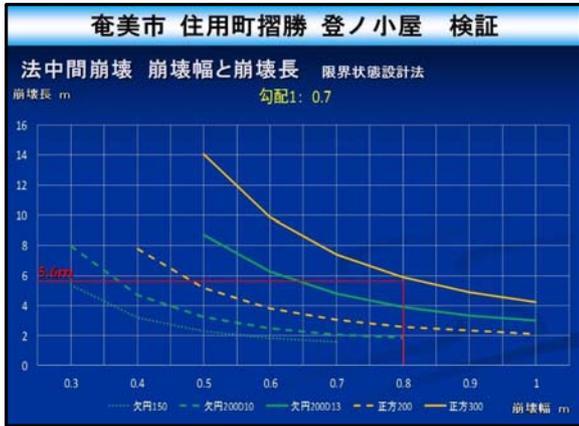
安全性及び経済性比較結果

- 欠円形200D13は、安全性・経済性とも正方形200より優れている
- 正方形200を採用する場合は注意が必要

↓

法砕工を選定するに当たり崩壊形態をどう設定するか？

スライド28



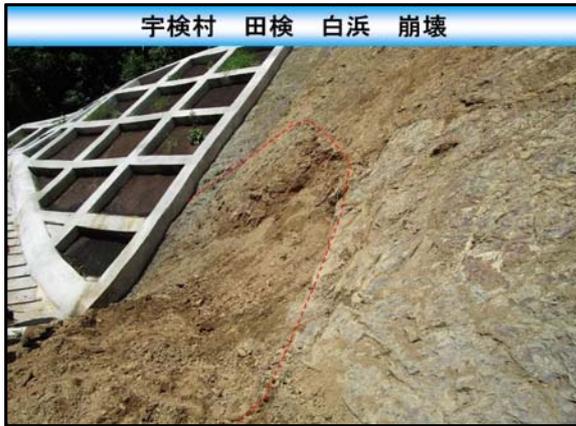
スライド32



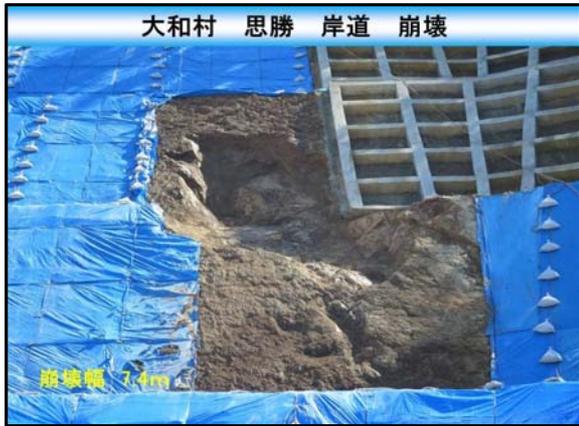
スライド33



スライド37



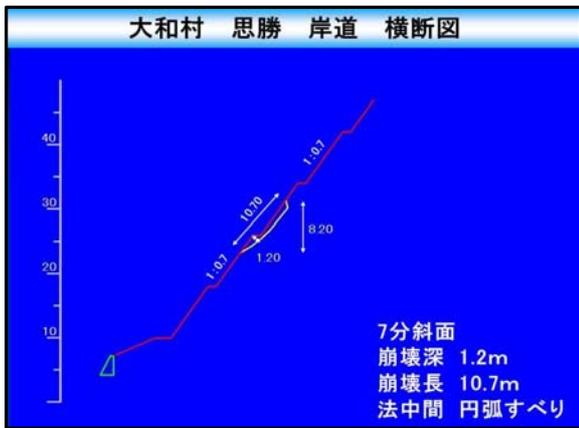
スライド34



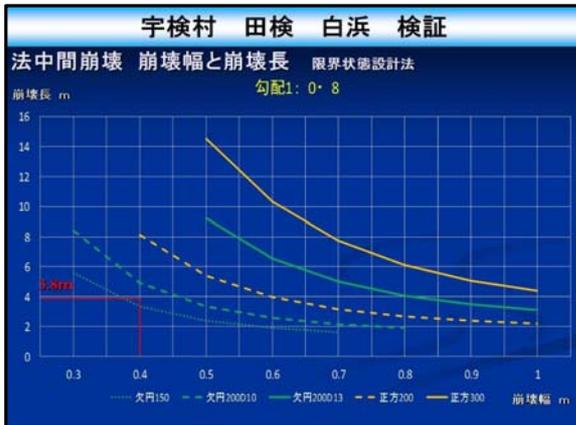
スライド38



スライド35



スライド39



スライド36

法面崩壊を受けての総括

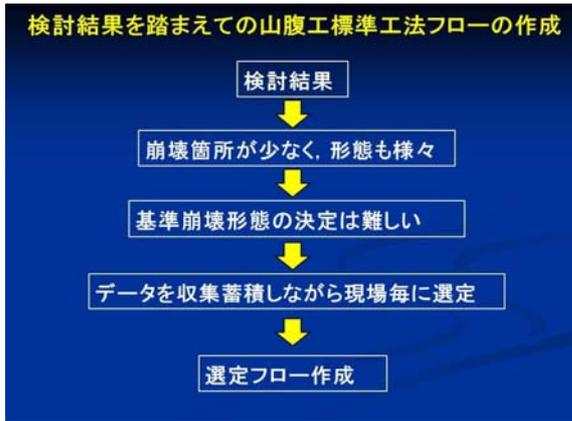
崩壊箇所総括表

区分	崩壊長	崩壊深	崩壊幅	位置	すべり
登ノ小屋	5.6	0.8	6.0	法中間	円弧
白浜	3.8	0.4	4.0	法中間	円弧
岸道	10.7	1.2	7.4	法中間(法肩またぎ)	円弧

単位: m

- 部分的な崩壊が起こるので抑制工としての法枠は必要である
- 崩壊規模によっては、欠円形でも安定
- 法肩からの直線すべりの崩壊はなかったが、法肩部の不安定土塊及び法面上部からの流水により、崩壊が発生することは考えられる

スライド40



スライド41

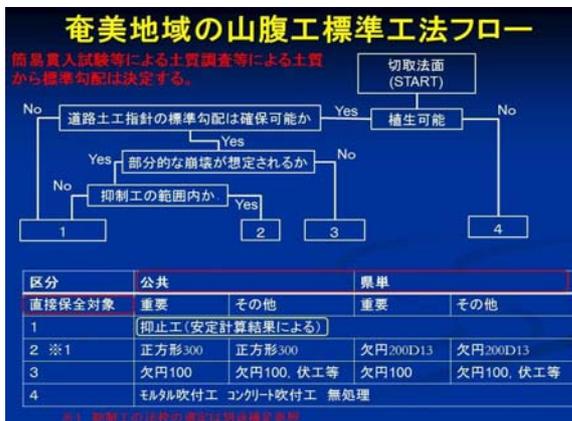
吹付法枠工 抑制工選定

区分毎の法勾配と崩壊幅(法肩幅)1.0mの法肩直線すべりの崩壊高 単位:m

形状	欠円形	欠円形	欠円形	正方形
スパン	1.5m	1.5m	1.5m	2.0m
鉄筋	D10×2本	D10×3本	D13×4本	D13×4本
枠高	150mm	200mm	200mm	300mm
枠幅	350mm	350mm	350mm	300mm
法勾配1:0.6	2.1	4.2	6.3	10.3
法勾配1:0.7	2.2	4.5	6.8	11.1
法勾配1:0.8	2.4	4.9	7.4	12.0
法勾配1:0.9	2.5	5.2	8.1	13.0
法勾配1:1.0	2.7	5.7	8.8	14.4

※ 単位体積重量 中粒材:14kN/m³ 移動土塊重量土:20kN/m³ 法枠:23kN/m
簡易貫入試験等による土質調査及び法切り後の斜面調査により不安定土塊の想定される崩壊に耐えうるか確認する。県単は場合によっては、ランクを下げる。

スライド42



スライド43

2分割ボックスカルバートを用いた橋梁の改築 ～経済性・施工性を考慮した林道の長寿命化対策の一例～

鹿児島地域振興局 農林水産部 林務水産課 渡邊 貞弘

1 はじめに

(スライド 1, 2)

当管内では、いちき串木野市と日置市の2市に跨がって、平成22年度より森林管理道「舟川野下線」の改築を実施している。

(スライド 3)

当林道は、薩摩半島のほぼ中央に位置し、県道「郷戸市来線」と市道「高塚野下線」を結ぶ計画延長5,761mの連絡道である。

(スライド 4)

路線計画地は既設林道があり、約9割が幅員3.0mと狭く、木材搬出用の大型車両の走行が不可能であった。

(スライド 5)

また、作業ポイントがなく大型車両での森林施業ができないことから、主伐、間伐をはじめとした計画的施業が困難であり、当林道の早期改築が望まれている。

(スライド 6)

林道沿線には集落が点在しており、地域住民の通勤・買物などの生活基盤としての役割も担っている。

(スライド 7)

このようなことから、森林整備の基幹施設だけでなく、集落の生活道路となるため、「林業機械」及び「普通自動車」の通行を考慮し、規格は2級とし、幅員3.0mを4.0mへ改築し事業を進めているところである。

(スライド 8)

また、本路線は河川に隣接した箇所が多く、事業を進めるにあたり、ポイントのひとつとして、河川を通過する箇所が複数あることが、あげられた。

(スライド 9, 10)

路線と平行して流れる福ヶ野川で4箇所、支流で3箇所を渡る、橋梁が架かっている。

すべての橋梁の架設年度が昭和30年代であり、施工後50年以上が経過しており、支持げた部分のコンクリートが剥離し、鉄筋の露出箇所が確認され、中には腐食した箇所もあった。

(スライド 11)

施工年度及び構造形式から設計荷重9.0tと推測され、設計荷重不足であることや、既設橋梁を利用すると、前後の取付線形が鋭角となり走行性が悪く、安全性を重視すると、既設橋梁の利用は不可能であった。

(スライド 12)

このことから、既設橋梁については、取り壊し新たに施工することとした。

施工にあたり、調査委託の結果、経済性と河川の状況、集水面積などから、新たに排水計算を行いボックスカルバートの提案があった。

今回は、橋梁に替えてボックスカルバートを施工した事例について紹介する。

2 工法の検討

経済性を確認するため、橋梁を施工した場合と、ボックスカルバートを施工した場合の事業費を比較した。

なお、比較については、平成30年度事業の施工箇所と比較した。

(スライド 13)

橋梁の場合は、一般的に用いられるRC床板橋とし、橋長10.0m、重力式橋台2基となる。

(スライド 14)

ボックスカルバートの場合は、現場打ちとし排水計算の結果から、断面は幅5.0m、高さ2.5m、延長13.0mとなる。

また、呑口と吐口にそれぞれコンクリート擁壁工を設置する。

(スライド 15)

RC床板橋の場合19,955,000円、現場打ちのボックスカルバート13,167,000円となり、ボックスカルバートが安価となる。

(スライド 16)

経済性から、ボックスカルバートを選択したが、河川内での作業が多いことから、できるだけ工期短縮を図る必要があった。

そこで、現場打ちと工場製作のボックスカルバートについて、作業日数の比較を行った。

(スライド 17)

比較は、日当たりの標準作業量で行った。

現場施工を伴う部材を、工場で作成することにより、現場での作業が少なくなることから、不稼働日を含んだ供用日数で見ると、13.0mの施工で現場打ち69.5日間、ボックスカルバート27.2日間となり、42.3日間の短縮となる。

(スライド 18)

また、事業費を比較した。

経済性だけを考えると現場打ちのボックスカルバートが優れているが、今回の施工については、大断面になることから、施工性と工期短縮を考慮し、現場はプレキャスト製品を採用することとした。

プレキャスト製ボックスカルバートを採用したが、施工にあたり、新たな問題が発生した。

(スライド 19)

プレキャスト製ボックスカルバートは、断面が、幅5.0m、高さ2.5m、1個の長さが1mとなり、1個あたりの重量は14.0tとなる。

(スライド 20)

1個14.0tのものを設置するには、現場までの運搬がセミトレーラー20.0t積みとなり運搬が難しくなる。

(スライド 21)

また、14.0tの場合、吊り荷限界の、作業半径は9.0mとなるが、今回の現場で、ボックスカルバートを設置するには、14.0mが必要となり、作業半径の確保が困難となった。

このようなことから、問題をクリアーする製品を検討した結果、上下2分割のボックスカルバートを採用することとした。

(スライド 22)

上下2分割のボックスカルバートとは、文字通り箱形のボックスカルバートの上と下を別々に工場で作成し、現場で組み立て、箱形に設置するものである。

(スライド 23)

上下2分割にすることで、運搬は8.0tトラックで可能となり、クレーンの作業半径も問題なく、運搬経路に制限がある林道などでも施工が可能となる。

それでは、平成30年度事業で、2分割ボックスカルバートを施工した事例について説明する。

(スライド 24)

製品は受注生産であることから、最初に数量を確定する必要がある。

今回の現場では、丁張り確認の結果、当初計画に対して1.0mは必要ないと判断した。

次に現場の施工について

(スライド 25)

ボックスカルバートの搬入前に土工事・基礎栗石・基礎コンクリートの施工を済ませておく。

その後ボックスカルバートの設置を行う。

(スライド 26)

手順については、「準備工」から始まり「敷モルタル工」「下部材据付工」「上部材据付工」「上下部材締付工」「縦締工」となり、

「敷モルタル工」から「縦締工」を繰り返し、全延長を設置する。

その後「グラウト工」「モルタル充填」「目地防水工」「完了」となる。

それぞれの作業のポイントを説明する。

(スライド 27)

「敷モルタル工」基準高を、調整プレートにより確保する。

(スライド 28)

「下部材据付工」4点吊りで所定の位置に据え付ける。

(スライド 29)

「上部材据付工」PC鋼棒を所定の箇所に挿入する。

(スライド 30)

その後、4点吊りで所定の位置に据え付ける。

(スライド 31)

「上下部材締付工」ジャッキを左右対角に取り付け、所定の緊張力を加え固定する。

(スライド 32)

「縦締工」PC鋼棒をシーイングに挿入し、両端部を仮締めする。

作業は、下側から行い、下側の作業終了後、上側も同様の手順で行う。

(スライド 33)

「グラウト工」上下緊張グラウトは上部材と下部材の接地面にある注入孔から注入する。

(スライド 34)

縦締め緊張グラウトの注入は低い方から高い方へ行い、排出孔からグラウトが流出したことを確認し終了する。

(スライド 35)

「モルタル充填」切欠部にモルタルを充填する。

(スライド 36)

「目地防水工」プライマーを塗り、シーリング材を充填する。

(スライド 37)

以上の手順で完了となる。

3 施工後の検証

今回の工事において、2分割ボックスカルバートを採用したことによるメリットについて、現場打ちのボックスカルバートと比較し検証した。

(スライド 38)

工期の短縮について。

(スライド 39)

2分割ボックスカルバートの実際の工程は、表のとおりとなる。

ボックスカルバートを工場で作している間に、ほかの現場作業を行うことができることから、施工期間が大幅に短縮される。

現場打ちの場合、基礎工の完成後、ボックスカルバートを施工することとなることから、今回の現場では45日間短縮されたことになる。

(スライド 40)

今年は、6月28日から7月3日に掛けて、集中豪雨があり、仮に、現場打ちで施工を行っていたら、型枠、足場などの流出があり工事に多大な影響が生じ、さらに工期が延長されたものと考えられる。

(スライド 41)

本路線には同様の施工箇所が7箇所ある。

施工規模は箇所毎に若干の差はあるものの、単純に45日間の7箇所算出すると。路線全体では、315日間の工期短縮となる。

(スライド 42)

次に、施工性について。

現場打ちは、鉄筋工、型枠工、コンクリート打設等の現場施工が多く発生するが、プレキャスト製品の場合、現場での施工が据付のみであるため、工種が少なく施工性が向上する。

(スライド 43)

次に、品質・強度について、現場打ちは気象条件により左右されるが、プレキャスト製品は管理された工場で作するため、高品質で安定した品質となる。

また、2分割ボックスカルバートの強度は40.0N/mm²であり、現場打ちに比べ優れている。

(スライド 44)

経済性については、直接工事費で比較すると、現場打ち13,167,000円、2分割ボックスカルバート16,711,000円となり、現場打ちが安価となる。

ただし、気象条件により、手戻り工事などが発

生するリスクがある。

なお、2分割ボックスカルバートは、工期などを含むトータルコストの面で、有利と考えられる。

(スライド 45)

総合的に評価すると、工期、施工性、品質などから現場打ちより、2分割ボックスカルバートが優れていると判断された。

4 考察

(スライド 46)

これまで、2分割ボックスカルバートの施工性やメリットなどについて、説明したが、林道開設等で溪流を横断する構造物として、プレキャスト製品を採用できる条件等について検討した。

なお、前提条件として、製品の搬入は10.0tトラックを想定。

断面、重量は製品カタログを採用。

作業半径は、ラフテレーンクレーン定格総重量表を用いることとした。

(スライド 47)

この条件に基づき、対応可能な製品の断面と、重量及び作業半径についてまとめた、2分割しない通常使用する単品の製品では、幅0.6m、高さ0.6mのものが最小断面で、最大が幅3.5m、高さ2.5mとなる。

最大断面の重量は9.78tで、クレーンの作業半径は11.0mとなり、土被りは0.2から3.0mとなる。

また、2分割の場合、幅4.0m、高さ3.0mのものが最小断面で、最大が幅6.0m、高さ5.0mとなる。

最大断面の重量は、9.85tで、クレーンの作業半径が11.0mとなり、土被りが1.0m程度となる。

(スライド 48)

例として、10.0tトラックで運搬可能な最大の断面は、幅6.0m高さ5.0mの断面となり、土被りは1.0m程度必要となる。

この場合のクレーンの作業半径は11.0mとなる。

逆に、流量計算の結果、断面が不足する場合や、溪流幅や河床からの高さにより、作業半径が確保できない場合など、条件から外れる場合は、橋梁の選択が有効であると考えられる。

5 まとめ

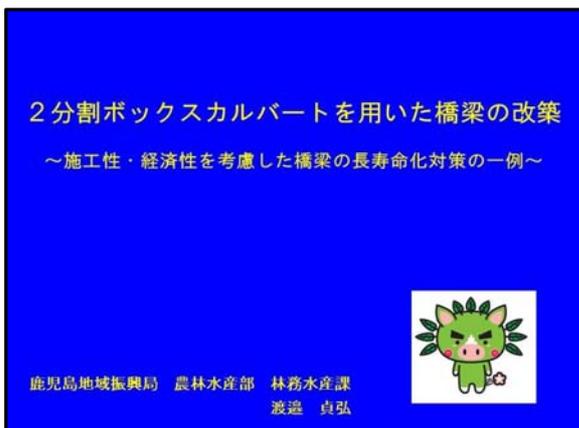
(スライド 49, 50)

今後は長寿命化対策の観点から既設林道の橋梁

については、点検診断に基づき補修を行うケースが増加することが予想される。

また、建設業では働き方改革により、週休2日制を導入する動きもみられており、施工の効率化や工期短縮を図ることが、発注者としても、これまで以上に求められている。

今回の取組を通じ、2分割ボックスカルバートについては、経済性、施工性等を考慮すると橋梁改築の1つの工法として、有効であると考えられる。



スライド1



スライド5



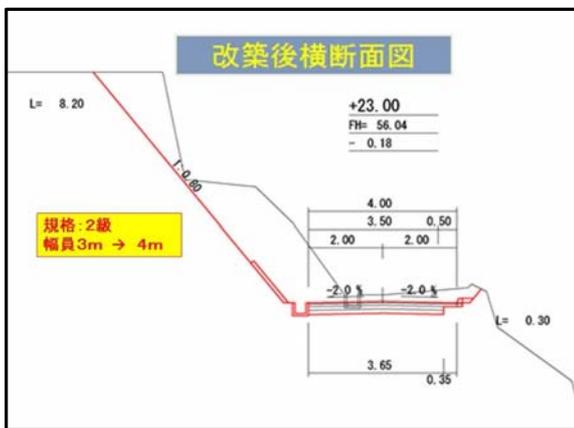
スライド2



スライド6



スライド3



スライド7



スライド4

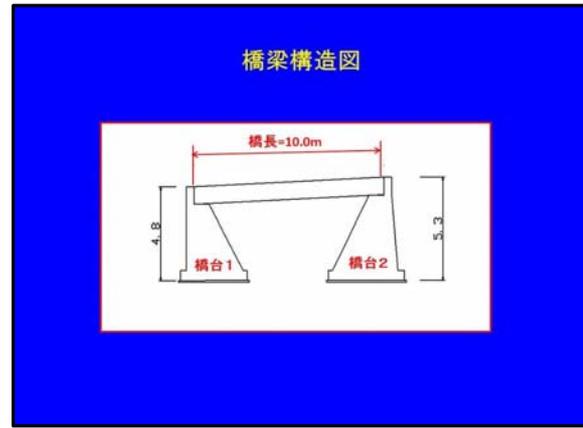


スライド8

舟川野下線の既設橋梁

名称	橋長(m)	形式	設計荷重	架設年月日
第二久福橋	9.2	コンクリート床版橋	T-9 (推定)	昭和30年 3月
第三久福橋	7.4			昭和37年 3月
第四久福橋	7.0			昭和37年11月
第五久福橋	7.5			昭和35年 2月
野下下橋	6.5			昭和34年 2月
野下中橋	5.5			昭和32年 8月
野下橋	4.0			昭和31年12月

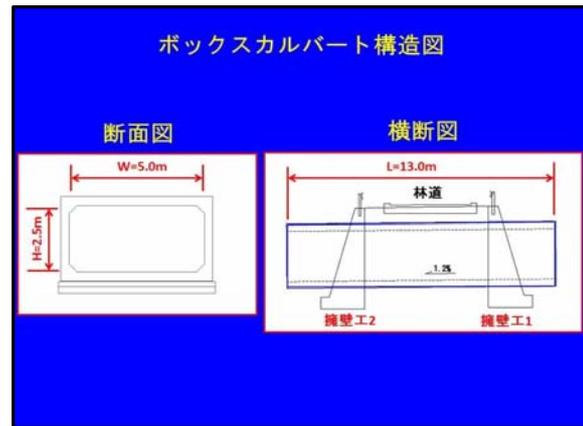
スライド9



スライド13



スライド10



スライド14

舟川野下線の既設橋梁

名称	橋長(m)	形式	設計荷重	架設年月日
第二久福橋	9.2	コンクリート床版橋	T-9 (推定)	昭和30年 3月
第三久福橋	7.4			昭和37年 3月
第四久福橋	7.0			昭和37年11月
第五久福橋	7.5			昭和35年 2月
野下下橋	6.5			昭和34年 2月
野下中橋	5.5			昭和32年 8月
野下橋	4.0			昭和31年12月

スライド11

事業費比較

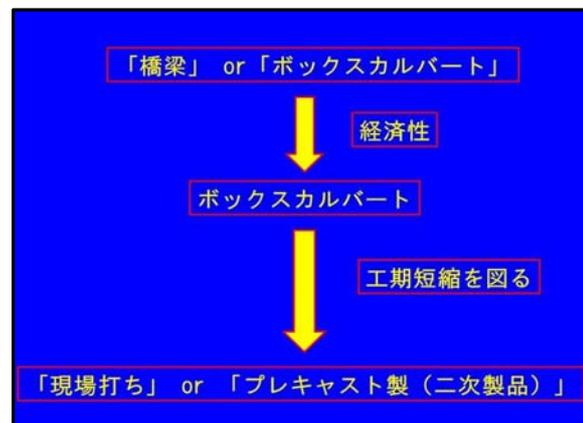
単位:千円

種類	RC床版橋	現場打ちBOX
構造	橋長10.0m 橋台2基	断面:幅5.0m 断面:高さ2.5m 延長:13.0m 擁壁工2基
	上部工 ボックスカルバート	
直接工事費	7,155	7,460
	橋台1 擁壁工1	2,546
	橋台2 擁壁工2	2,358
	水替工	803
	合計	19,955

スライド15



スライド12



スライド16

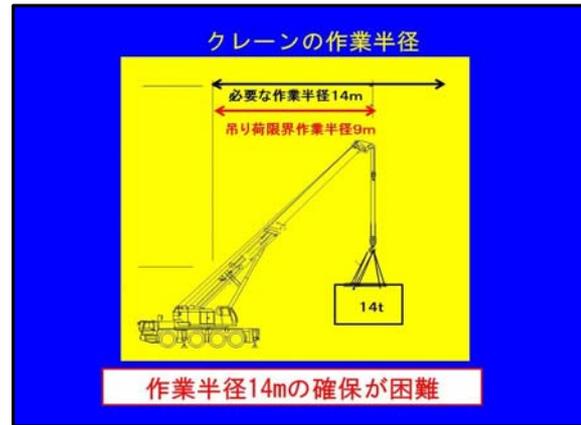
現場打・2分割ボックスカルバート作業日数比較

工 種	現場打ボックスカルバート			プレキャスト製ボックスカルバート		
	作業内容	実績日数	供用日数	作業内容	実績日数	供用日数
基礎工	基礎架石工	0.5	0.9	基礎架石工	0.7	1.3
	基礎コン型枠	0.5	0.9	基礎コン型枠	0.5	0.9
	基礎コン打設	3.3	5.6	基礎コン打設	3.1	5.5
	養生	7.0	7.0	養生	7.0	7.0
ボックスカルバート	鉄筋工	3.1	5.6	据付工	4.3	7.8
	型枠工	6.1	10.9	グラウト工	0.7	1.2
	足場工	2.1	3.8	シーリング工	2.0	3.5
	支保工	2.4	4.3	目地防水工	0	0
	生コン打設	1.3	2.3			
	養生	28.0	28.0			
計	54.3	69.5		18.3	27.2	

※ 供用日数=実績日数+不降雨日数

42.3日間短縮

スライド17



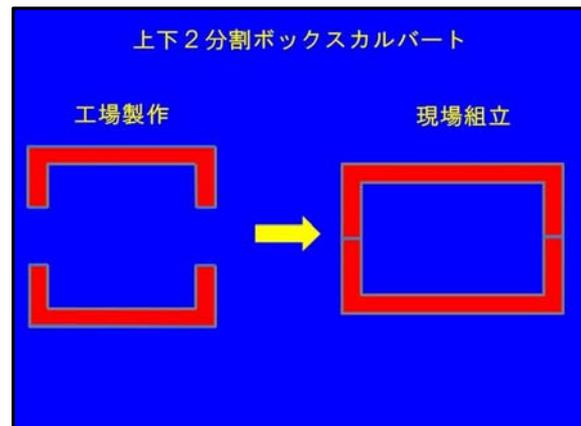
スライド21

事業費比較 単位:千円

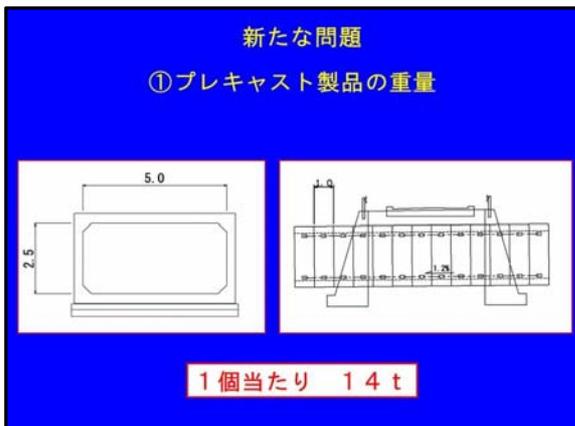
種 類	現場打ちBOX	プレキャスト製BOX
構 造	断面:幅5.0m 断面:高さ2.5m 延長:13.0m 擁壁工2基	
直接工事費	ボックスカルバート	7,460
	擁壁工1	2,546
	擁壁工2	2,358
	水替工	803
	合計	13,167

施工性・工期 → プレキャスト製のボックスカルバート

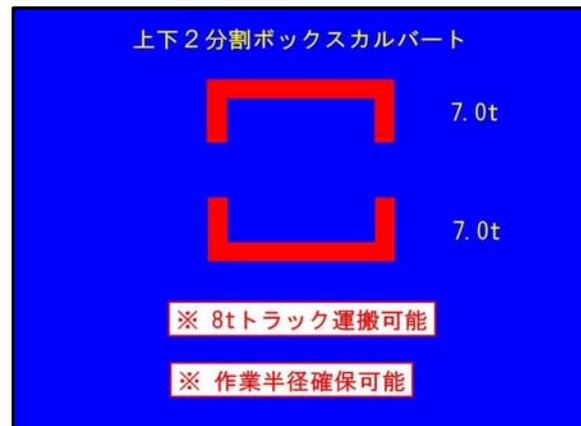
スライド18



スライド22



スライド19



スライド23



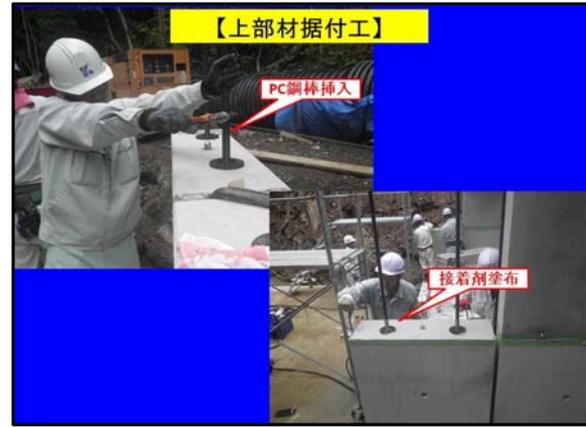
スライド20



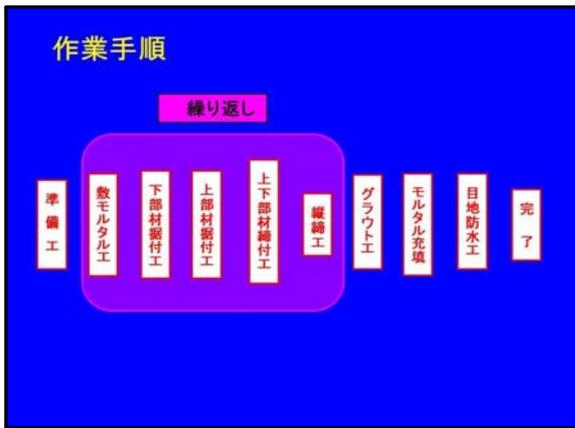
スライド24



スライド25



スライド29



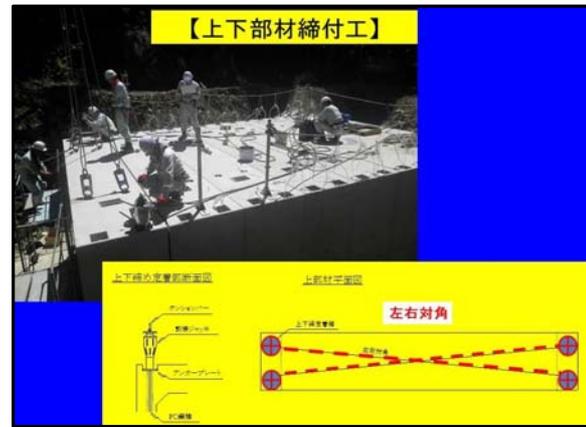
スライド26



スライド30



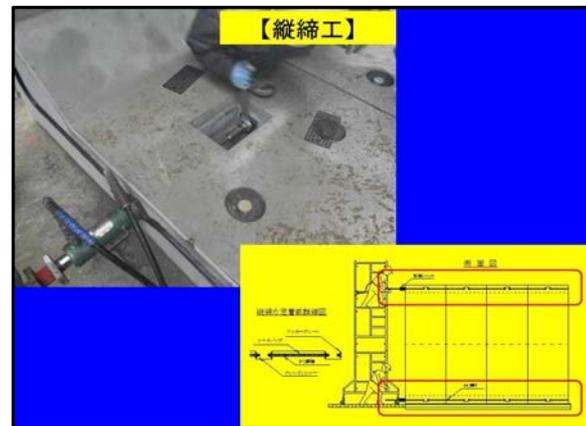
スライド27



スライド31



スライド28



スライド32



スライド33



スライド37

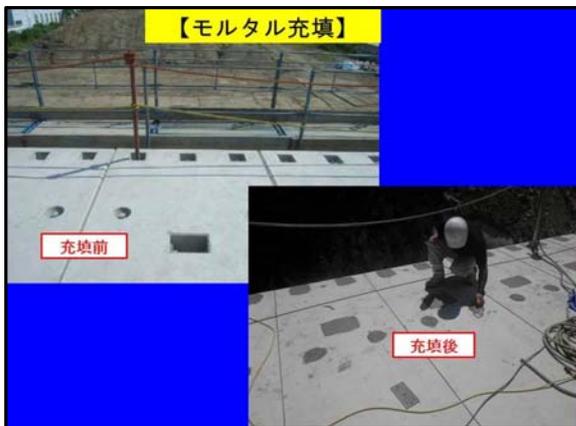


スライド34

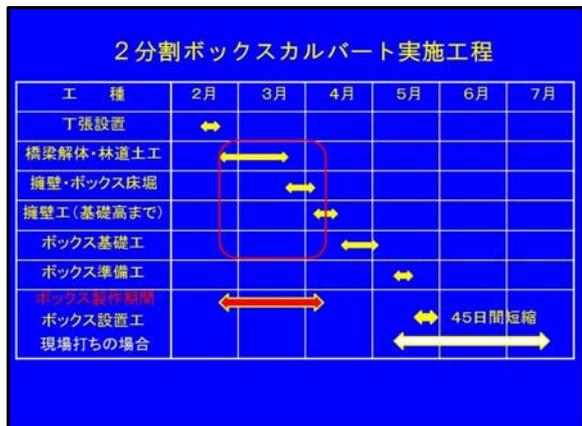
2分割ボックスカルバートのメリットについて

検証-1 工期の短縮

スライド38



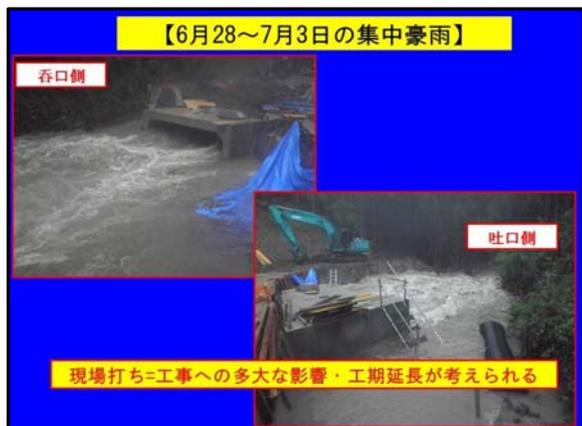
スライド35



スライド39



スライド36



スライド40



スライド41

総合評価

項目	現場打BOX	2分割BOX
工期	×	◎
施工性	×	◎
品質	○	◎
強度	○	◎
経済性	◎	○
総合評価	△	◎

スライド45

2分割ボックスカルバートのメリットについて 検証-2 施工性

項目	現場打BOX	2分割BOX
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 基礎工 鉄筋工 型枠工 コンクリート打設 足場工 支保工 	<ul style="list-style-type: none"> 基礎工 据付作業
人工数	103.6人	56.1人

工種が少なく施工性向上

スライド42

考 察

林道開設でプレキャスト製品を採用できる場合とは

(前提条件)

- ①搬入は10t車を想定
- ②断面、重量は製品カタログを採用
- ③作業半径はラフテレーンクレーン定格総荷重量表を用いた

スライド46

2分割ボックスカルバートのメリットについて 検討-3 品質、強度

項目	現場打BOX	2分割BOX
品質	・気象に左右される	・一定
強度	・基準強度24N/mm ²	・基準強度40N/mm ²

高品質で、安定している
強度も優れる

スライド43

対応可能な製品の断面と重量及び作業半径

単位：m

製品	幅	高さ	重量(t)	作業半径	土被り
単品	0.6	0.6	2.00	26.0	0.2~3.0
	3.5	2.5	9.78	11.0	0.2~3.0
2分割	4.0	3.0	5.70	16.0	1.0程度
	6.0	5.0	9.85	11.0	1.0程度

(出典：「コンクリート製品カタログ2018」)

スライド47

2分割ボックスカルバートのメリットについて 検討-4 経済性

種類	現場打ちBOX	2分割BOX
ボックスカルバート	7,460	11,489
擁壁工1	2,546	2,546
擁壁工2	2,358	2,358
水替工	803	318
合計	13,167	16,711

現場打ち：気象条件で手戻りのリスクあり
2分割：工期等を含むトータルコストが有利

スライド44



スライド48



スライド49



スライド50

治山林道研究発表論文集

令和元年度(第60回)

令和 2年 1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

