
土砂災害防止法の施行から20年 ～土砂災害対策への取り組み～

令和3年12月20日

国土技術政策総合研究所

土砂災害研究部長

富田陽子

目次

1. 土砂災害対策の全体像
2. 土砂災害防止法が対象としている土砂災害の種類と、土砂災害警戒区域・特別警戒区域
3. 土砂災害防止法の改正経緯
4. 土砂災害研究部の研究成果の活用
5. 警戒避難体制の整備のための技術開発
6. 大規模な土砂災害が急迫している場合における「緊急調査」の実施
7. 土砂法に基づく緊急調査のための技術開発
8. 深層崩壊に関する調査研究

1. 土砂災害対策の全体像

ハード対策

- 砂防法
- 地すべり法
- 急傾斜地法

施設整備

「施設整備」

砂防工事、地すべり防止工事、急傾斜地崩壊防止工事

- ・国土保全
- ・人命、財産保護

「土砂災害警戒避難」

土砂災害警戒区域

- ・土砂災害ハザードマップ作成
- ・警戒避難体制の整備・強化
- 土砂災害警戒情報の作成・伝達情報システム整備 等

「緊急調査」

- ・天然ダム
- ・火山噴火
- ・天然ダムによる湛水

警戒避難

- 土砂災害防止法

ソフト対策

「行為制限・

開発制限・構造規制」

砂防指定地、地すべり防止区域

- ・切土、盛土等の一定行為を制限
- 土砂災害特別警戒区域
- ・建築物の構造規制
- ・特定開発行為の制限

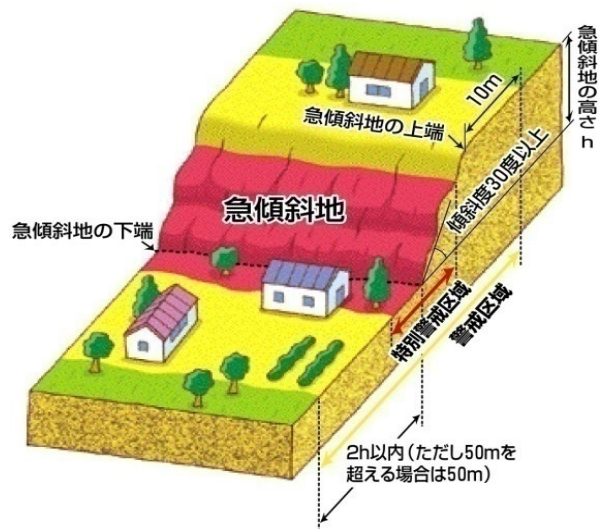
適切な開発

- 砂防法
- 地すべり法
- 急傾斜地法
- 土砂災害防止法

2. 土砂災害防止法が対象としている現象と土砂災害警戒区域・特別警戒区域

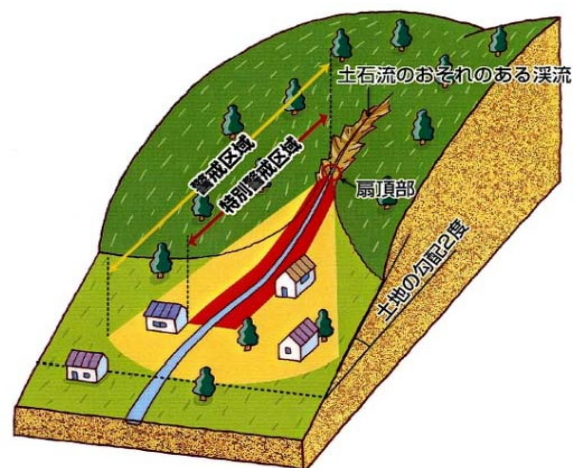
急傾斜地の崩壊

※傾斜度が 30° 以上である土地が崩壊する自然現象



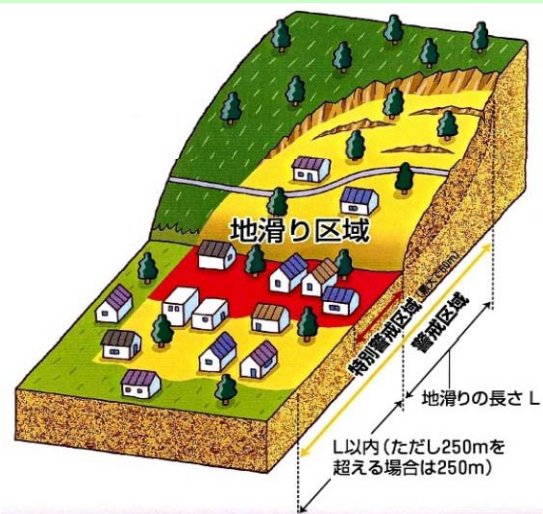
土石流

※山腹が崩壊して生じた土石等または溪流の土石等が一体となって流下する自然現象



地すべり

※土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象



※正式名称

「土砂災害警戒区域等における
土砂災害防止対策の推進に関する法律」

3. 土砂災害防止法の改正経緯

平成11年6月広島市、呉市等における集中豪雨で土砂災害により死者24名

平成13年4月
土砂災害防止法施行

- ・基礎調査の実施および土砂災害警戒区域等の指定による危険の周知
- ・**土砂災害警戒区域における警戒避難体制の整備**
- ・土砂災害特別警戒区域における住宅等の新規立地の抑制等

平成16年台風等による土砂災害が相次ぎ、高齢者等防災上配慮を要する者の被災が顕著

平成17年7月
一部改正

- ・土砂災害警戒区域内の要配慮者利用施設への情報伝達、土砂災害ハザードマップの配布等を義務付け

平成20年岩手・宮城内陸地震で多数河道閉塞が発生

平成23年5月
一部改正

- ・**大規模な土砂災害が急迫している場合における緊急調査の実施**
- ・**被害の想定される区域・時期の情報(土砂災害緊急情報)を市町村へ通知、一般へ周知**

平成26年8月広島市北部における集中豪雨で土砂災害により死者74名

平成27年1月
一部改正

- ・基礎調査結果の速やかな公表
- ・避難経路を市町村地域防災計画に位置づけるなど、警戒避難体制の強化・充実
- ・土砂災害警戒情報の市町村への通知、一般への周知を義務付け

平成28年8月岩手県岩泉町の高齢者グループホームが河川の氾濫により被災、死者9名

平成29年6月
一部改正

- ・要配慮者利用施設における避難確保計画及び計画に基づく避難訓練の実施を施設管理者等へ義務付け

令和元年東日本台風や令和2年7月豪雨等全国各地で水災害が激甚化・頻発化


令和3年5月
一部改正

- ・避難勧告・避難指示を避難指示に一本化
- ・要配慮者利用施設の利用者に係る避難確保措置の見直し

4 土砂災害研究部の研究成果の活用

- 警戒避難体制の整備のために必要な技術の開発
- 「河道閉塞等の大規模土砂災害発生時の緊急調査」実施のために必要な技術の開発

5. 警戒避難体制の整備のために必要な技術

- ① 土砂災害の危険性がある区域を明らかにする技術
= 土砂災害警戒区域・特別警戒区域  土砂災害防止法
- ② 土砂災害の発生予測に関する技術 = 土砂災害警戒情報
- ③ これらの情報を行政と住民が共有するための技術 (情報伝達)
- ④ 避難支援のための技術 (情報伝達、避難訓練 など)

* 災害対策基本法は、避難指示の発令・伝達、避難場所の指定を行う。

* 土砂災害防止法による、土砂災害の警戒避難の対象現象は、

がけ崩れ

土石流

地すべり

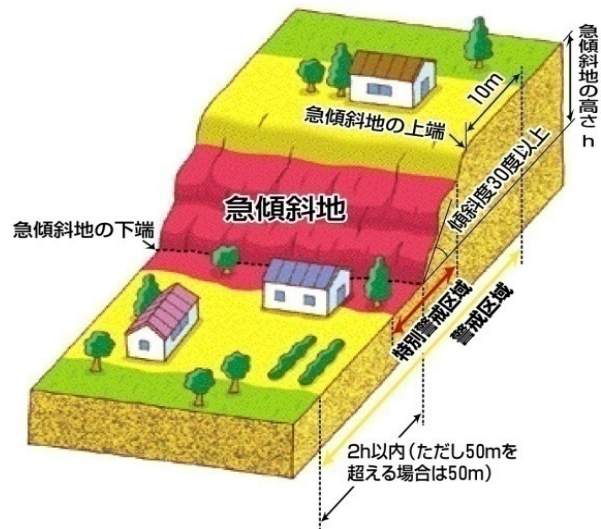
天然ダム(河道閉塞)による湛水

5. 1 土砂災害の危険性がある区域を明らかにする

土砂災害警戒区域・特別警戒区域の設定

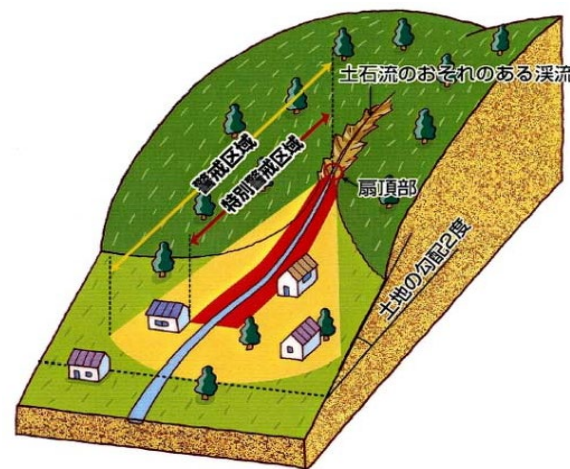
急傾斜地の崩壊

※傾斜度が30°以上である土地が崩壊する自然現象



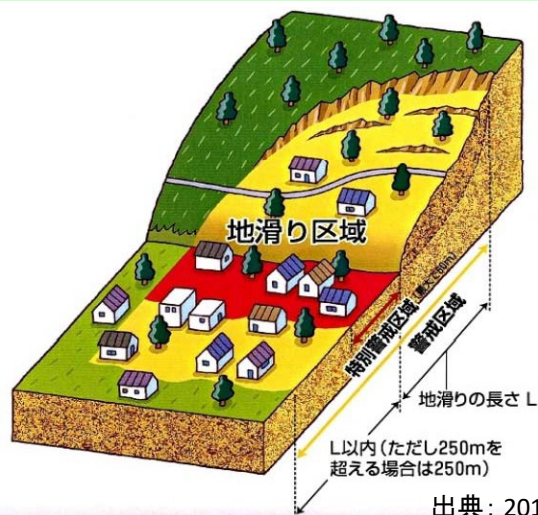
土石流

※山腹が崩壊して生じた土石等または溪流の土石等が一体となって流下する自然現象



地すべり

※土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象



○過去から蓄積された災害データより、地形要素と土砂移動による影響範囲との関係をもとに、地形解析によって求める。

○天然ダム決壊による土石流や、火山噴火に伴う土石流のように、事前に地形解析ができない現象については、数値計算を行ってハザードの空間的な広がりを求める。

5. 2 土砂災害警戒情報

○ **土砂災害警戒情報は、降雨による土砂災害の危険が高まったときに市町村長が避難指示等を発令する際の判断を支援するため、都道府県と気象庁が共同で発表している情報。**

都道府県：土砂災害防止法第27条に基づき通知。

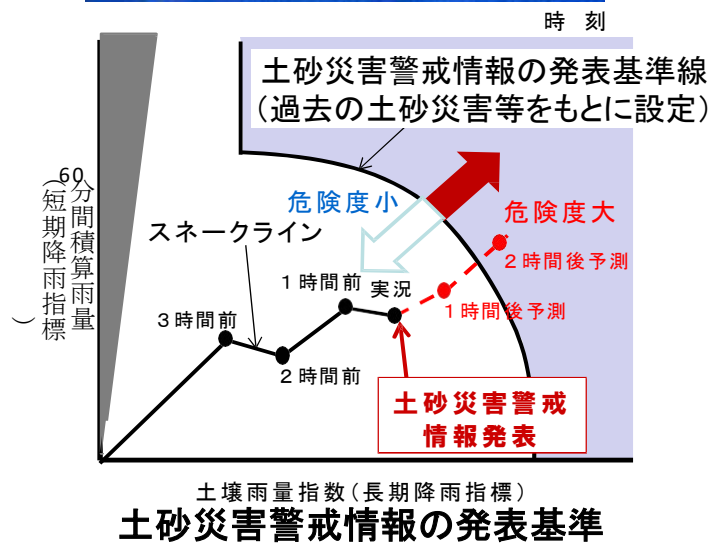
気象庁：気象象業務法第13条に基づき大雨注意報・警報を通知するとともに、第11条に基づいた気象情報の1つとして通知。



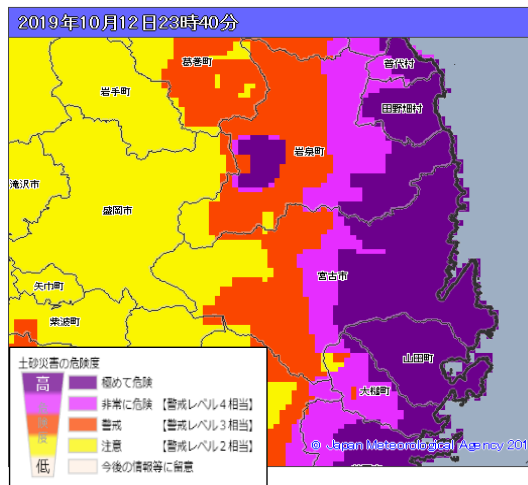
土砂災害警戒情報のテレビでの発表例



土砂災害警戒情報の発表例



土砂災害警戒情報の発表基準



土砂災害警戒判定メッシュ情報 (5段階表示)

5. 3 土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法

連携案方式：「国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法(案)」(平成17年6月)に示された指標及び基準の設定手法(連携案)に基づき、都道府県砂防部局と地方气象台等が共同して基準を決定・運用。

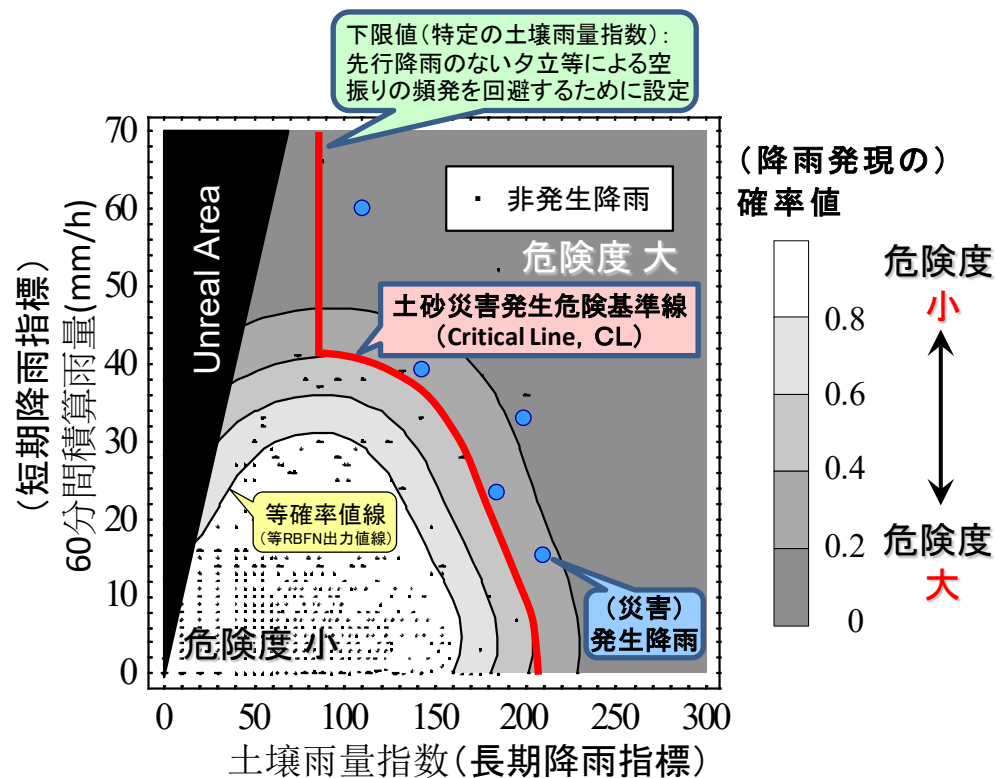


図1 土砂災害警戒情報の発表基準設定の考え方

- ・土砂災害が発生した降雨をプロットして、土砂災害の発生がない降雨との境界にある等RBFN出力値線※を土砂災害発生基準線(CL基準)に設定
- ・出力値が高い程、非発生降雨が密な領域となる

※災害データを用いてモデルを構築し得られた土砂災害の起こりやすさを示す線。国土技術政策総合研究所から提供される「RBFNプログラム」を使用して設定。

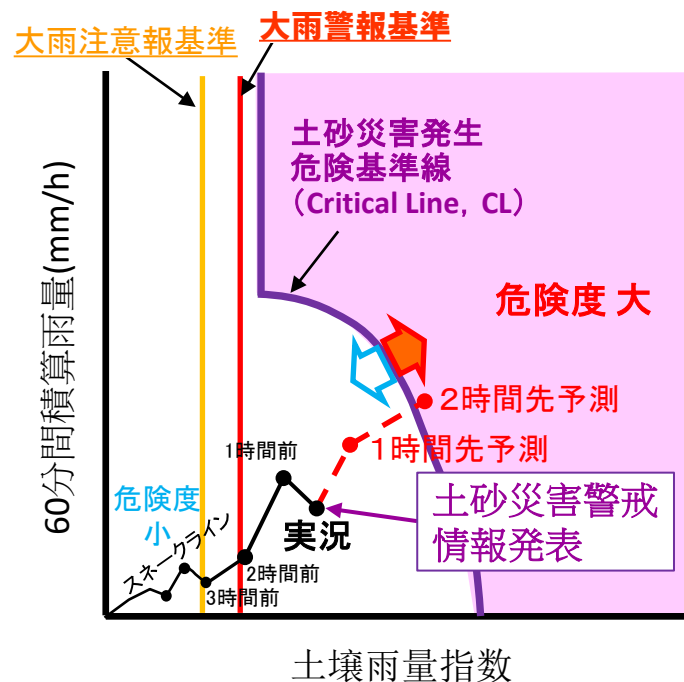
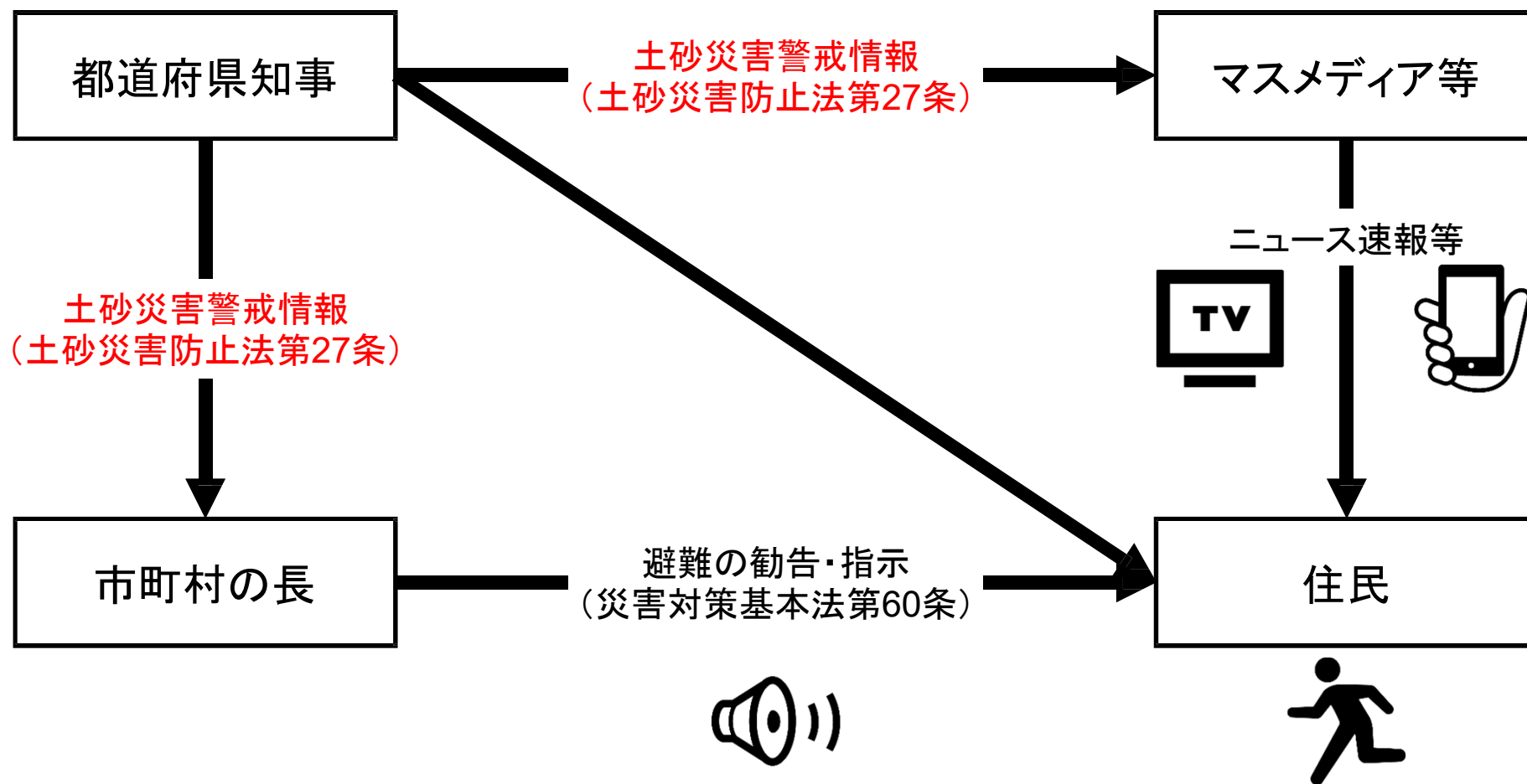


図2 土砂災害警戒情報発表の考え方

大雨警報は既に発表中で、降雨の状況から避難行動が必要な土砂災害(土石流や集中的に発生するがけ崩れ等)の発生する危険性が高まった(CL基準を超える)と予測したときに発表

5. 4 土砂災害警戒情報の共有

- 土砂災害防止法第27条に基づき、災害対策基本法第61条第1項の規定による避難のための立退きの勧告または指示の判断に資するための、土砂災害の発生を警戒すべき旨の情報として都道府県知事が関係のある市町村の長に通知するとともに、一般に周知。



6. 大規模な土砂災害が急迫している場合における「緊急調査」の実施

土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施により、土砂災害のおそれのある区域及び時期を提供し、適切な避難を支援

大規模な土砂災害の発生のおそれ

火山噴火に起因する土石流



天然ダムに起因する土石流及び湛水

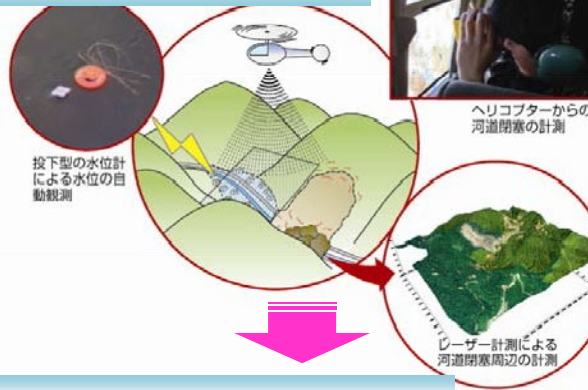


地滑り



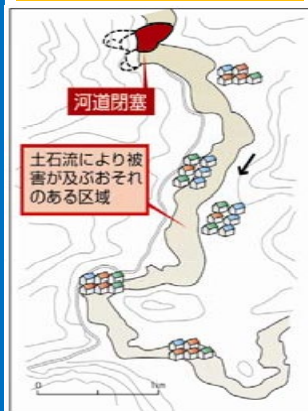
緊急調査の実施 土砂災害緊急情報の提供

緊急調査の実施



土砂災害緊急情報の提供

土砂災害のおそれのある区域



土砂災害のおそれのある時期

土砂災害緊急情報

〇〇市長殿

国土交通省

〇月〇日、〇〇川の〇〇地区付近において、河道閉塞（天然ダム）が確認されました。

今後の降雨等により天然ダムの水位上昇が続いた場合、早ければ〇日〇時頃には天然ダムからの越流が始まり、天然ダムの決壊に伴い土石流が発生し、別図に示す〇〇集落等に到達するおそれがありますので警戒して下さい。

緊急調査の実施状況

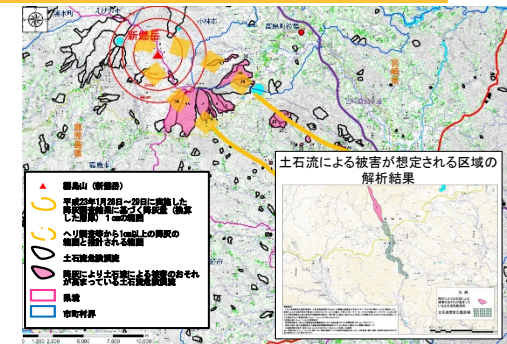
平成23年5月1日～ 霧島山（新燃岳）及び周辺地域
桜島地域

霧島山（新燃岳）の対応状況



1/26～噴火活動活発化、大量の降灰発生
↓
1/27～降灰状況等の調査開始

土砂災害のおそれのある区域



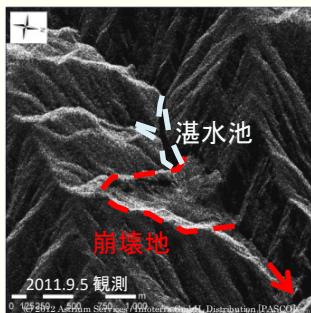
土砂災害のおそれのある時期

土石流危険渓流の分布状況に応じ規定（H23. 6. 29時点）
・高千穂峰東～南：時間雨量35mm
・丘陵部：土砂災害警戒情報が発表されたとき

6. 1 大規模な土砂災害発生時の「緊急調査」を含む一連の技術支援（例）

【危機管理のための技術支援】

○天然ダムの早期発見・規模計測



衛星SAR画像により発見した天然ダム（赤谷地区）



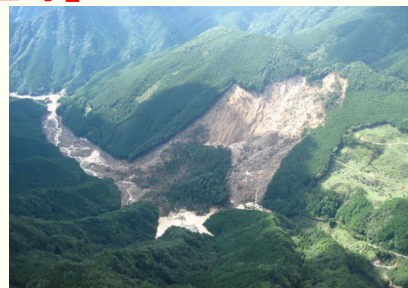
航空写真
2011.9.22

【TEC-FORCEとしての初動調査等】

○初動調査、天然ダム発生確認



H24九州北部豪雨災害の捜索活動時の二次災害防止支援



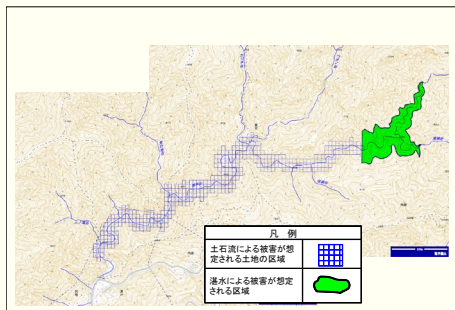
ヘリによる天然ダム形成確認（2011.9.5 和歌山県田辺市熊野）

【土砂災害緊急情報の通知】

○国は、被害想定区域・時期を知事・市町村に通知



規模・形状調査



氾濫解析結果

【天然ダムの応急・恒久対策】

～平成23年台風第12号紀伊半島大水害の例～

○応急復旧工法等の技術的支援

○河道閉塞等対策検討委員会等への参画

◆河道閉塞等対策検討委員会メンバー
国総研危機管理技術研究センター長
国総研河川研究室長

◆那智川土砂災害対策検討委員会メンバー
国総研河川研究部長
土研土砂管理研究グループ長



河道閉塞等対策検討委員会



那智川土砂災害対策検討委員会



対策工事実施状況

平成23年台風12号災害発生時、国総研、独法土研は連携して近畿地整・地方公共団体等に対し技術的な支援を展開

【地方自治体への技術支援(県・市町村)】

○被災状況調査および応急復旧工法等の助言



現地調査



町長への調査結果説明

6. 2 紀伊半島大水害時における河道閉塞の緊急調査に活用された 国総研・土研の技術（例）

緊急調査等のための技術と実施例

河道閉塞の発生

奈良県五條市大塔町赤谷箇所



河道閉塞の湛水位の常時観測

投下型水位観測ブイの設置



河道閉塞の高さ等形状の計測

ヘリやドローンによる上空からのレーザー測距計や斜め写真(SfM)、レーザー測量による計測



河道閉塞箇所下流の監視

衛星通信車の監視カメラによる観測

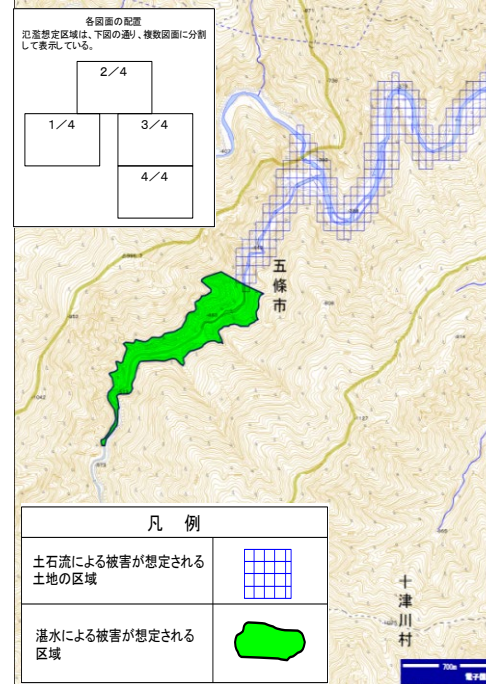


土砂災害緊急情報の通知

土石流等による被害が想定される土地の**区域**

区域名: 五條市大塔町赤谷

1/4



重大な土砂災害が想定される**時期**

五條市大塔町赤谷

河道閉塞の確認場所	重大な土砂災害が想定される時期
奈良県五條市大塔町赤谷	夕立程度の降雨量があったとき

(参考)

避難について	河道閉塞高さまで満水になるまでの推定累積雨量
避難が必要であると考えられます。	約30mm

※台風第12号紀伊半島大水害2011年9月12日の例

7 土砂災害防止法に基づく緊急調査のための技術開発（例）

衛星SAR画像を利用した天然ダム探索

単偏波SAR画像



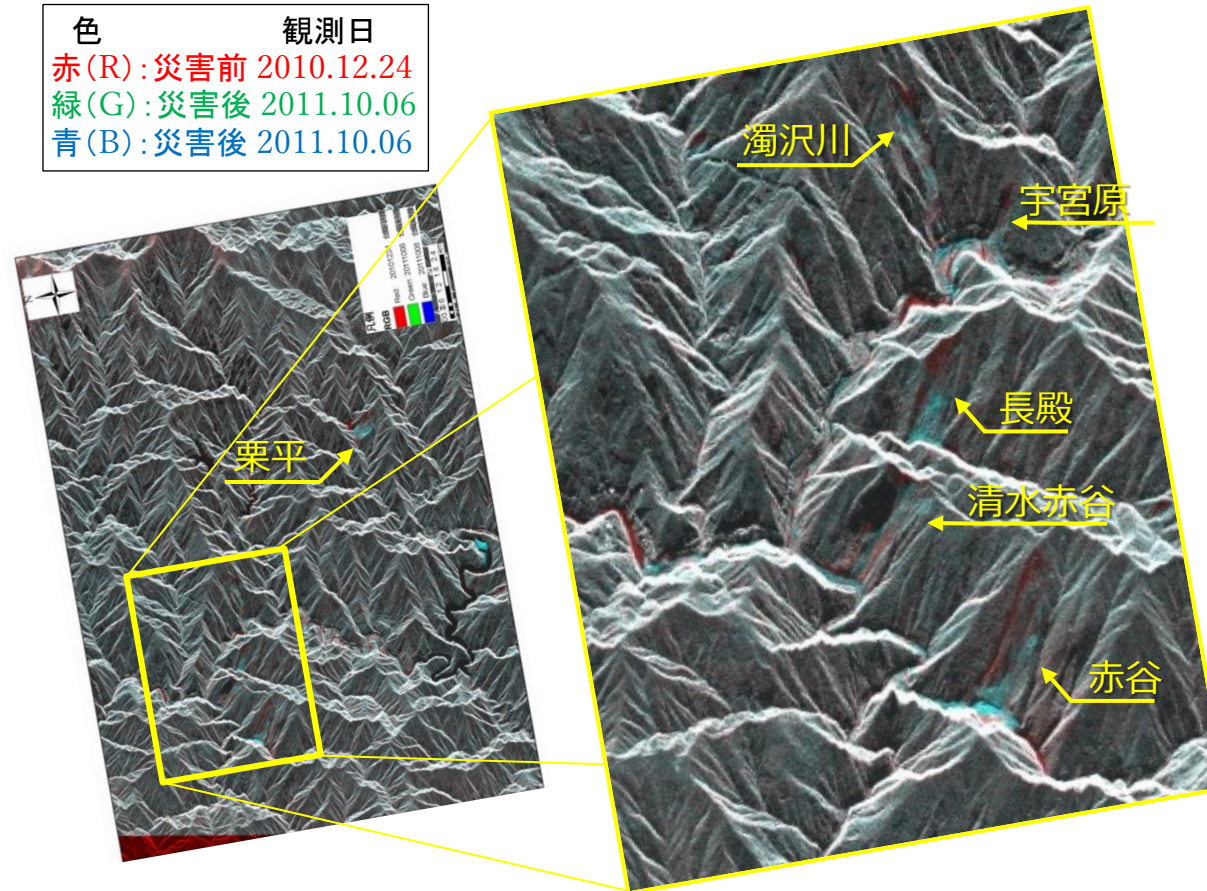
強度差分SAR画像

<天然ダム>

©2021 DLR, Distribution Airbus DS / Infoterra GmbH, Sub-Distribution [PASCO]

<p>2011.9.5 観測 TerraSAR-X</p>	<p>2011.9.5 観測 TerraSAR-X</p>	<p>2011.9.5 観測 TerraSAR-X</p>
<p>ごじょうしおおとうちょう あかだに ①五條市大塔町赤谷</p>	<p>とつかわむら ながとの ②十津川村長殿</p>	<p>とつかわむら くりだいら ③十津川村栗平</p>
<p>のせがわむら きたまた ④野迫川村北股</p>	<p>たなべし いや ⑤田辺市熊野</p>	<p>平成23年台風 12号の大規模 天然ダム5箇所</p>

色	観測日
赤(R)	:災害前 2010.12.24
緑(G)	:災害後 2011.10.06
青(B)	:災害後 2011.10.06



© 2021 DLR, Distribution Airbus DS / Infoterra GmbH, Sub-Distribution [PASCO]

TerraSAR-X

図 災害前後の衛星SAR強度画像を重ね合わせた強度差分SAR画像（2011年台風第12号災害、熊野川流域五條市 赤谷・十津川村 長殿付近）

・合成開口レーダー（SAR）の衛星画像

→夜間、悪天候でも観測が可能

→衛星SAR画像（2時期カラー合成 等）を用いて、おおむね高さ20m以上の天然ダム（河道閉塞）の発生箇所を探索



悪天候時の光学衛星画像
（和歌山県古座川町役場付近）

強度差分SAR画像の特徴

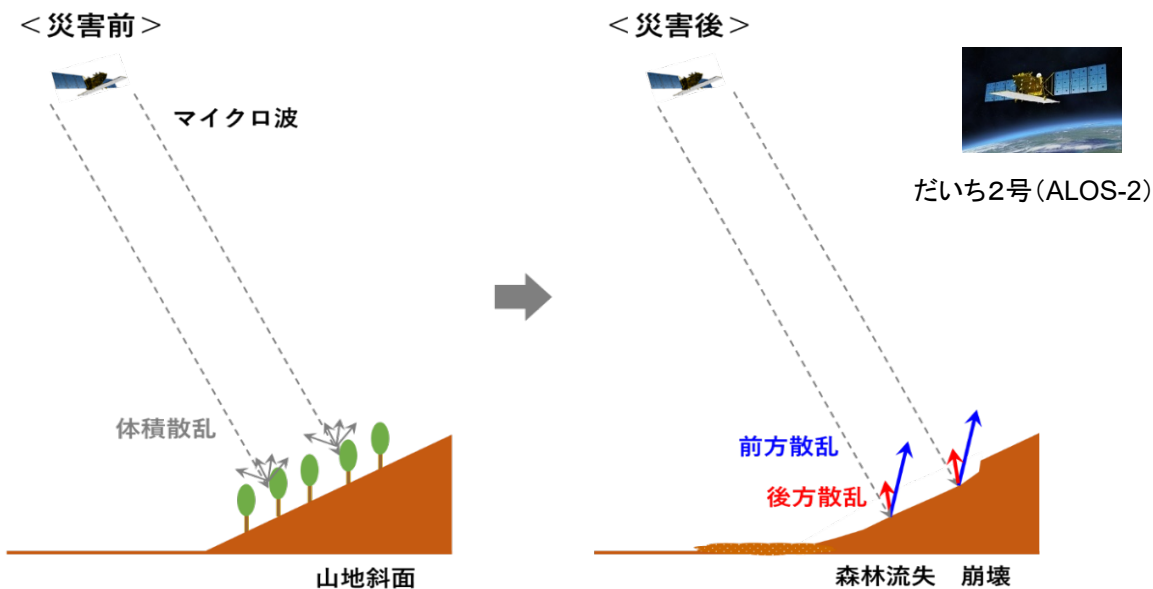
SARの散乱変化

赤(R):災害前 RGBカラー合成処理
 緑(G):災害後
 青(B):災害後

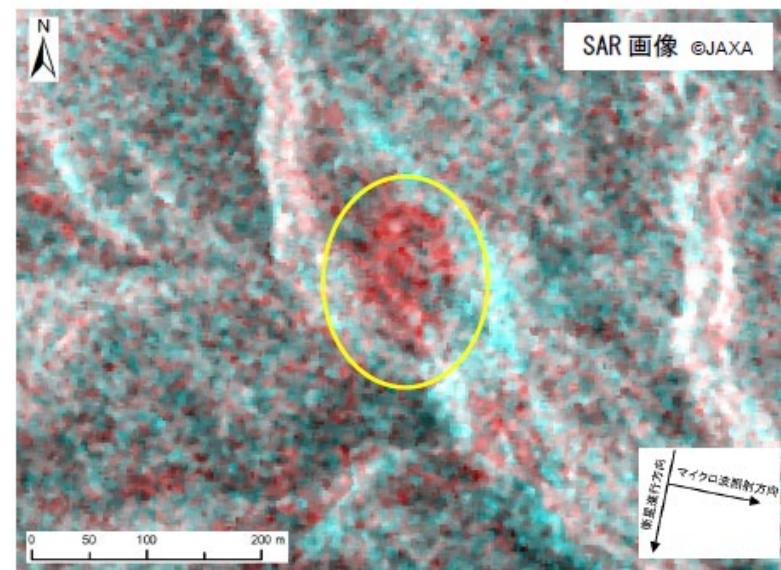
➔ 強度差分SAR画像

色	災害前後の後方散乱の変化	例
白	後方散乱があり、変化がない	森林、農地
黒	後方散乱が小さく、変化がない	海面、湖面
シアン	災害後に後方散乱が増大	土砂の堆積、漂流物
赤	災害後に後方散乱が減少	崩壊斜面、浸水・湛水

森林斜面で馬蹄形の崩壊が発生すると、災害後の後方散乱強度が低下する。
 強度差分SAR画像上では**赤く**示される。



森林斜面で馬蹄形の崩壊が発生した場合の散乱変化に関する概念図



平成29年7月九州北部豪雨 (乙石川)

8 深層崩壊に関する調査研究

大規模土砂災害対策技術センターについて

○平成23年台風12号で甚大な被害が発生した紀伊半島において、大規模土砂災害に係る建設技術の研究及び開発を推進するため、平成26年度より近畿地方整備局に「大規模土砂災害対策技術センター」が設置。
 ○平成29年度より、大規模土砂災害対策確立に必要な研究の推進のため、国総研より主任研究官を派遣し、土砂災害研究部と大規模土砂災害対策技術センターが連携しながら研究を実施。

○取組内容

1. 研究・技術開発

大規模土砂災害対策技術(調査・施工)の確立・発展
 成果の積極的な発信(論文、学会発表、広報活動)

2. 直轄砂防事業への技術支援

厳しい状況で進めている砂防工事への技術支援

3. 災害支援

地域で発生する土砂災害対応への支援

4. 人材育成

土砂災害対策に関わる人材の育成
 地域防災力の向上への貢献(地域への成果の還元)



○センター構成員

センター長	河川部長(近畿地整)	
副センター長	〔国総研〕 深層崩壊対策研究官 砂防研究室長	〔近畿地整〕 地域河川調整官 広報広聴対策官 近畿技術事務所長 紀伊山系砂防事務所長
	センター員	国総研主任研究官 近畿技術事務所 紀伊山系砂防事務所

国総研職員の研究活動

1. [研究・技術開発]

綿密かつ継続的に、地形変化計測、河川流量、地下水、湧水等の水文観測、降雨毎の土砂移動現象の把握を行い、深層崩壊発生メカニズムの解明に資する知見を得た。

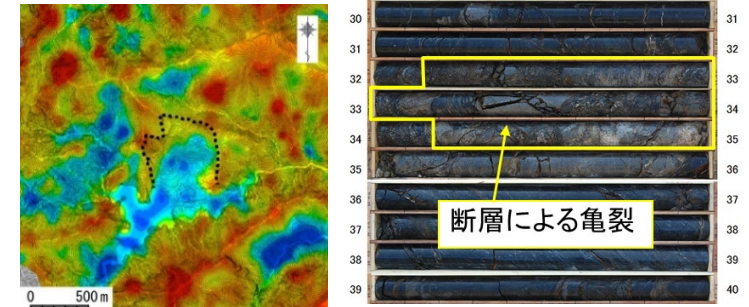


H23年台風12号で発生した深層崩壊と河道閉塞
(紀伊山系で河道閉塞(天然ダム)は17か所で発生)



断層が分布している箇所地下水の浸みだしが見られる

現地で発見した新しい事実の事例 →



・深層崩壊発生メカニズムの解明に資する知見
→ 深層崩壊箇所では、断層が発達しているケースが多く、地下水位が高い。

2. [直轄砂防事業の技術支援]



赤谷地区の現在の状況(R2年4月)
危険と隣り合わせの工事のため、安全対策において、
出水期には国総研の研究成果を取り入れて判断

3. [平常時・災害時の技術支援]

和歌山県内で多数の技術支援を実施

特に警戒避難にかかる首長へのアドバイスや、県の事業担当者への対策工に関する技術支援を実施



4. 地域との連携による人材育成

60年毎に繰り返される大規模土砂災害



明治22年十津川水害



昭和28年有田川水害



平成23年
紀伊半島大水害

◎平成23年紀伊半島大水害の調査・研究

◎明治22年十津川水害、昭和28年有田川水害の調査・研究



国土技術政策総合研究所

大規模土砂災害の調査・研究および成果等の普及・啓発

近畿地方整備局
大規模土砂災害
対策技術センター

和歌山県土砂災害啓発センター
県土整備部砂防課

◎土砂災害啓発センターによる教材などの開発



「過去の災害に学び・生かす」ための調査・研究活動

再度やってくる大規模土砂災害に備えるための活動

◎地域講演会での成果発表



◎OJTによる土木技術者の養成



◎研究成果を用いた小・中学生への防災授業



◎和歌山県土砂災害啓発センター防災セミナー



社会的効果
実施効果

- ・地域の住民の大規模土砂災害の理解と認識が深まる。
- ・地域の防災を担う自治体の技術職員等の実践的な技術力が向上する／技術職員のなり手が増える
- ・地域の将来を担う小中学生の大規模土砂災害に対して自らのいのちを守る行動をとる能力が養われるとともに、児童生徒を通じて家族への普及も期待される

UAVの自律飛行による河道閉塞(天然ダム)や砂防施設の調査・点検

～防災・公物管理での自律飛行(レベル3)は全国初めて～

- 大規模崩壊箇所や砂防施設の自動調査・点検を、国産UAVに飛行ルートを予めプログラムして、目視外の自律飛行により実施。
- この目視外の自律飛行は「レベル3飛行」と呼ばれ、高度な技術と航空局による特別な許可が必要であり、防災やインフラ管理を目的としたレベル3飛行は今回が全国初の取り組み。
- 「災害時の河道閉塞(天然ダム)の緊急調査や被災状況把握」、全国の山間地に存在する「既設砂防堰堤の点検」等に活用。
- 実運用に用いる手引きを作成して、これまで人力に頼ってきた調査・点検の飛躍的な効率化と安全確保を図る。

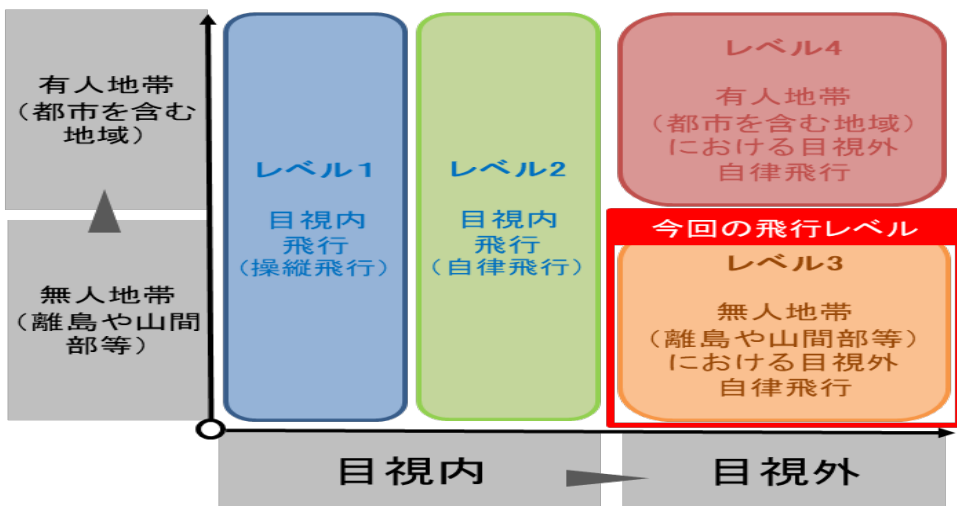


図 UAVのレベル飛行区分



- 使用機体: 日本製UAV
- 飛行可能時間: 約30分



図 UAVの飛行ルートと撮影画像の例 (奈良県十津川村 栗平地区)

2機のUAVの自律飛行により、離陸地点から見通しのきかない崩壊斜面の鮮明な画像を取得。
撮影機と中継機を2機同時に併用することで、飛行中に操縦リモコンと撮影機の通信強度を安定させ、レベル3飛行下での自律飛行を行うことができる。

◆ 「UAVの自律飛行による天然ダムの緊急調査及び被災状況把握に関する手引き」の作成(令和3年7月更新)

(手引きの適用対象)

- <ステージⅠ> 緊急調査着手の判断 ⇒ UAV画像を用いて作成した3次元モデルから天然ダム高が20 m以上あるか確認する。
- <ステージⅡ> 初期期 ⇒ QUADモデルの計算に必要なパラメータを3次元モデルから取得する。
- <ステージⅢ> 継続監視期 ⇒ 河道閉塞(天然ダム)の変状を動画等で比較しつつ、複数時期の3次元モデル差分から変状を定量的に抽出する。

◆ 「UAVの自律飛行による砂防関係施設の自動巡視・点検に関する手引き」の作成(令和3年7月発行)

(手引きの適用対象)

- ・土砂流出等の危険性があり、操縦者の安全が確保できない箇所の施設点検
- ・急峻な山間地で現場へのアクセスが困難な箇所の施設点検

土木技術資料での特集

土木技術資料/第63巻、第8号/令和3年8月1日発行（毎月1日発行）ISSN0386-5886

土木技術の
総合情報誌 **土木技術資料**
CIVIL ENGINEERING JOURNAL



特集 大規模土砂災害対策技術開発の最前線
～紀伊半島の大規模土砂災害から10年～

- 編集協力 国土交通省国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人 土木研究所
- 発行 一般財団法人 土木研究センター

No. **8**
Vol.63 AUGUST 2021

令和3年8月号

特集 大規模土砂災害対策技術開発の最前線 ～紀伊半島の大規模土砂災害から10年～

論説 平成23年紀伊半島大水害を契機とした大規模土砂災害対策技術開発の進展
長井隆幸

特集報文 紀伊半島大水害における河道閉塞（天然ダム）発生時に活用された技術と
その後の研究開発の取組
水野正樹・山越隆雄・清水武志

大規模河道閉塞の緊急工事の考え方
桜井 亘

紀伊山系における深層崩壊メカニズムとリスク評価手法の提案
木下篤彦・山越隆雄・中谷洋明・鈴木大和

大規模土砂移動発生時の地盤振動に関する振動特性と室内実験
筒井和男・金澤 瑛・木下篤彦・中谷洋明

放射性炭素年代測定を用いた紀伊山系の深層崩壊発生頻度推定
木下篤彦・山越隆雄

深層崩壊後の土砂流出に伴う下流合流点での土砂堆積に関する現地観測と
水理模型実験
木下篤彦・山越隆雄

那智川流域の表層崩壊・土石流の発生メカニズムと危険度評価マップの
作成
田中健貴・木下篤彦

現地レポート UAVの自律飛行による河道閉塞や砂防施設の調査・点検
小杉 恵・北本 楽・柴田 俊
和歌山県土砂災害啓発センターでの防災学習の取り組み
坂口隆紀・宮崎徳生・岸畑明宏