

特別セッション 会長特別委員会「平成30年7月豪雨
を踏まえた豪雨地盤災害に対する地盤工学の課題」
第54回地盤工学研究発表会 2019年7月17日 大宮

斜面の被害-提言と報告

愛媛県の事例

愛媛大学

森 伸一郎

愛媛県の事例と提言への反映

(1) 領家帯の風化花崗岩での斜面崩壊と土石流

スネーク曲線を地域ごと、地質ごとで高度に予測する手法

提言2.3 モニタリングとリアルタイム情報マネジメントに基づく地盤防災システムの構築

提言2.4 地盤・地下水データベースの構築と公開

(2) 四万十帯の風化砂岩地帯の深層崩壊

風化岩盤斜面における斜面の危険度評価・物理的性質評価の手法

提言2.8 砂防・治山一表層風化地盤の広域的・効率的な地盤調査手法の開発

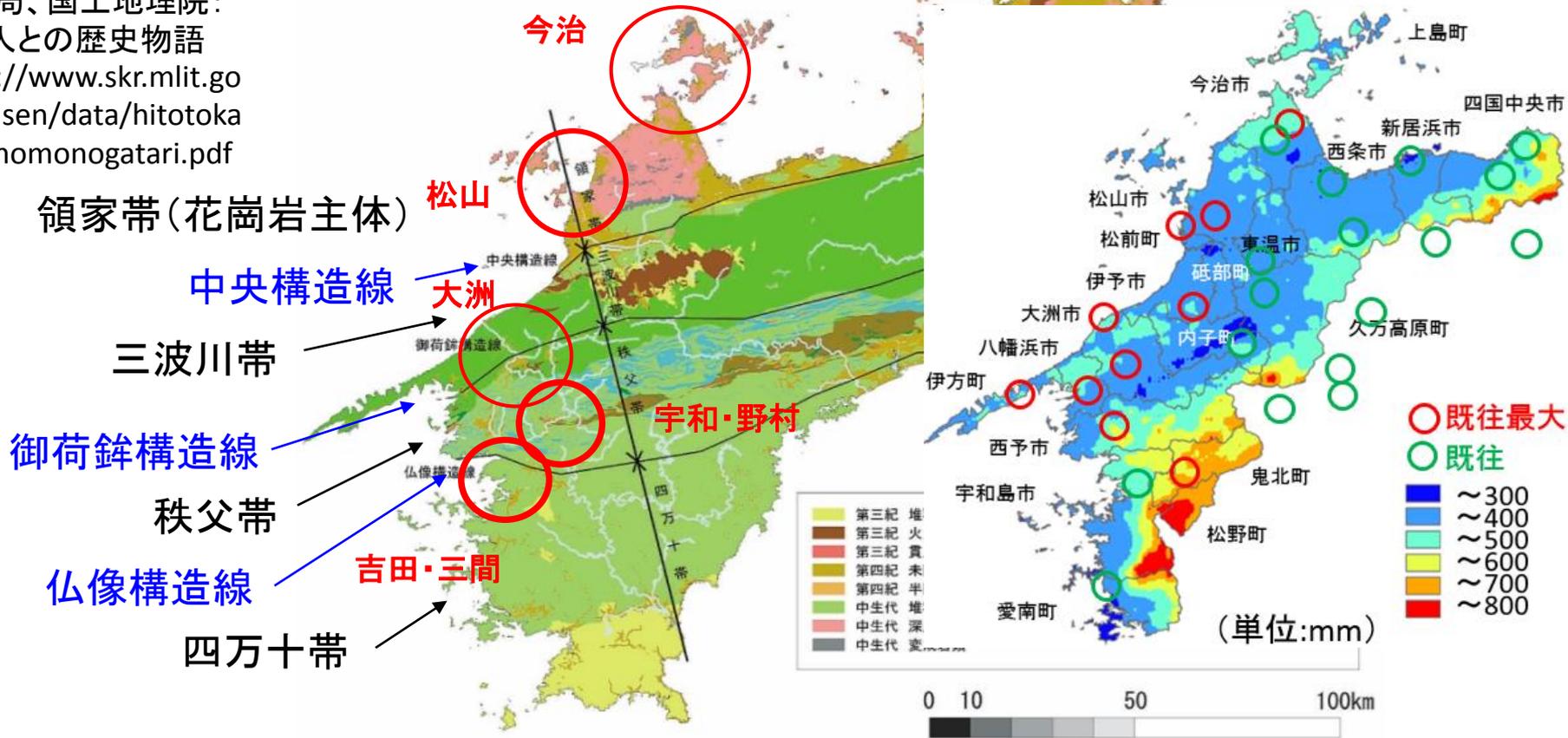
(3) 秩父帯の西予市明間地区の斜面崩壊，宇和島吉田の斜面崩壊

ばらばらなハザードマップの問題

提言2.11 宅地一情報の公開とその理解促進

四国地方の地質と主な被災地

国土交通省四国地方
整備局、国土地理院：
川と人との歴史物語
<https://www.skr.mlit.go.jp/kasen/data/hitotoka/watonomonogatari.pdf>



四国地方は中央構造線より北側（瀬戸内海側）の内帯と南側の外帯に分けられ、外帯は御荷鉾構造線、仏像構造線により三波川帯、秩父帯、四万十帯に分けられる。今回の豪雨災害では、**四万十帯、領家帯で災害が多いが全ての地質帯で災害が発生**。少雨地域を中心に**既往最大を記録した地域**で災害が集中。

(1) 領家帯の風化花崗岩での斜面崩壊と土石流

スネーク曲線を地域ごと、地質ごとで高度に予測する手法

提言2.3 モニタリングとリアルタイム情報マネジメントに基づく地盤防災システムの構築

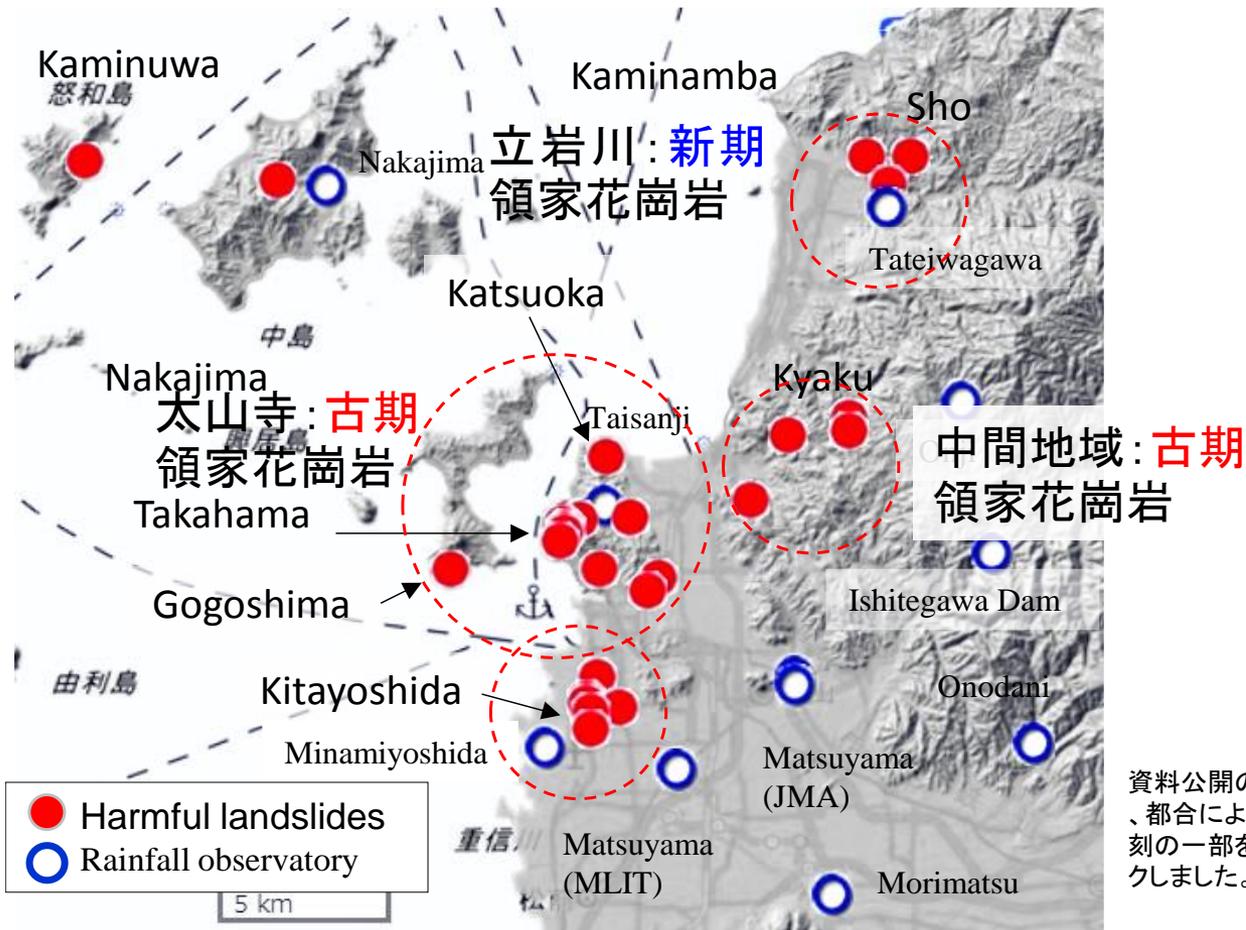
防災・減災に寄与できる地盤防災システムの構築を図っていく必要がある。地震時、豪雨時に多種多様な形態の被害がみられる道路や鉄道では、危険度をよりの確に評価するモニタリング等の技術開発と地震直後、降雨中の被災危険度を示すリアルタイムハザードマップの整備を推進する必要がある。さらに、防災施設の整備状況や過去の災害履歴もハザードマップに組み込むことが重要である。

提言2.4 地盤・地下水データベースの構築と公開

豪雨地盤災害の防災対策・減災対策をより効果的かつ高精度に推進するため、周辺の地下水を含めた地盤情報のデータベースの構築や充実、並びに公開を図っていく必要がある。

崩壊時刻が推定できた斜面崩壊地と近傍の雨量観測所

表-1 松山市の崩壊時刻が推定できた斜面崩壊地



斜面崩壊位置	崩壊日時	最寄降雨観測所
高浜4丁目 A1	2018/07/06 19:00	太山寺
高浜2丁目 A4	2018/07/06 21:00	太山寺
高浜3/4丁目 A2	2018/07/06 21:00	太山寺
高浜5丁目 B1	2018/07/06 22:00	太山寺
高浜2/4丁目 A3	2018/07/07 6:00	太山寺
上難波	2018/07/07 5:00	立岩川
庄	2018/07/07 6:40	立岩川
庄	2018/07/07 7:00	立岩川
北吉田	2018/07/06 10:00	南吉田
中島/粟井	2018/07/06 11:00	中島
新浜町	2018/07/06 16:00	太山寺
高岡町	2018/07/06 17:00	南吉田
興居島御手洗	2018/07/06 17:00	太山寺
北斉院	2018/07/06 18:00	南吉田
高浜トンネル C3	2018/07/06 21:00	太山寺
東山町	2018/07/06 21:00	太山寺
太山寺町	2018/07/06 21:00	太山寺
福角町	2018/07/06 22:00	太山寺
東大栗町	2018/07/06 22:00	恩地
勝岡町	2018/07/07 0:10	太山寺
上怒和	2018/07/07 0:40	中島
高浜5丁目	2018/07/07 4:30	太山寺
東大栗町	2018/07/07 4:50	恩地
梅津寺町乙	2018/07/07 5:30	太山寺
船ヶ谷	2018/07/07 5:50	太山寺
庄	2018/07/07 6:40	立岩川
別府町	2018/07/07 7:10	南吉田
庄	2018/07/07 7:30	立岩川
客	2018/07/07 9:00	恩地
高浜1丁目	2018/07/07 10:00	太山寺
客	2018/07/07 12:00	恩地
中島南側県道 辻堂	2018/07/07 12:00	太山寺
北吉田町	2018/07/07 18:00	南吉田
北吉田町	2018/07/07 18:00	南吉田
客	2018/07/07 21:00	恩地
上難波	2018/07/08 9:40	立岩川

資料公開のため、都合により時刻の一部をマスクしました。

住民インタビューなどの方法により松山市内の斜面崩壊発生時刻を調べ特定した。36箇所。

森 伸一郎, 小野 耕平: 平成30年7月豪雨における愛媛県内の領家花崗岩地帯の斜面災害に関わる雨量特性, 土木学会四国支部第25回技術研究発表会講演概要集, 2019.5.

斜面災害 松山市高浜地区 全景

高浜地区自主防災連合会撮影のドローン映像(松山市消防経由)

撮影2018-0718 ファイルDJI_0001



墓地(3丁目)崩土堆積被害は3つの斜面崩壊(4丁目:A1,A2,A3)による。北東隣の谷(5丁目、6丁目)でも南側の谷(2丁目:A4)でも斜面崩壊。町の区画を跨いで斜面災害(崩壊部と土石流)が起きている。いずれも稜線直下の0次谷での斜面崩壊である。

斜面災害 松山市高浜5丁目 家屋倒壊



斜面最下部の道路に面する流下斜面は、幅20m、長さ10mであり、削剥された厚さは不明瞭(0.5mと仮定)だが、 100m^3 と推定。これが加算され、合計 $480+100=440\text{m}^3$ の土砂が崩落した。

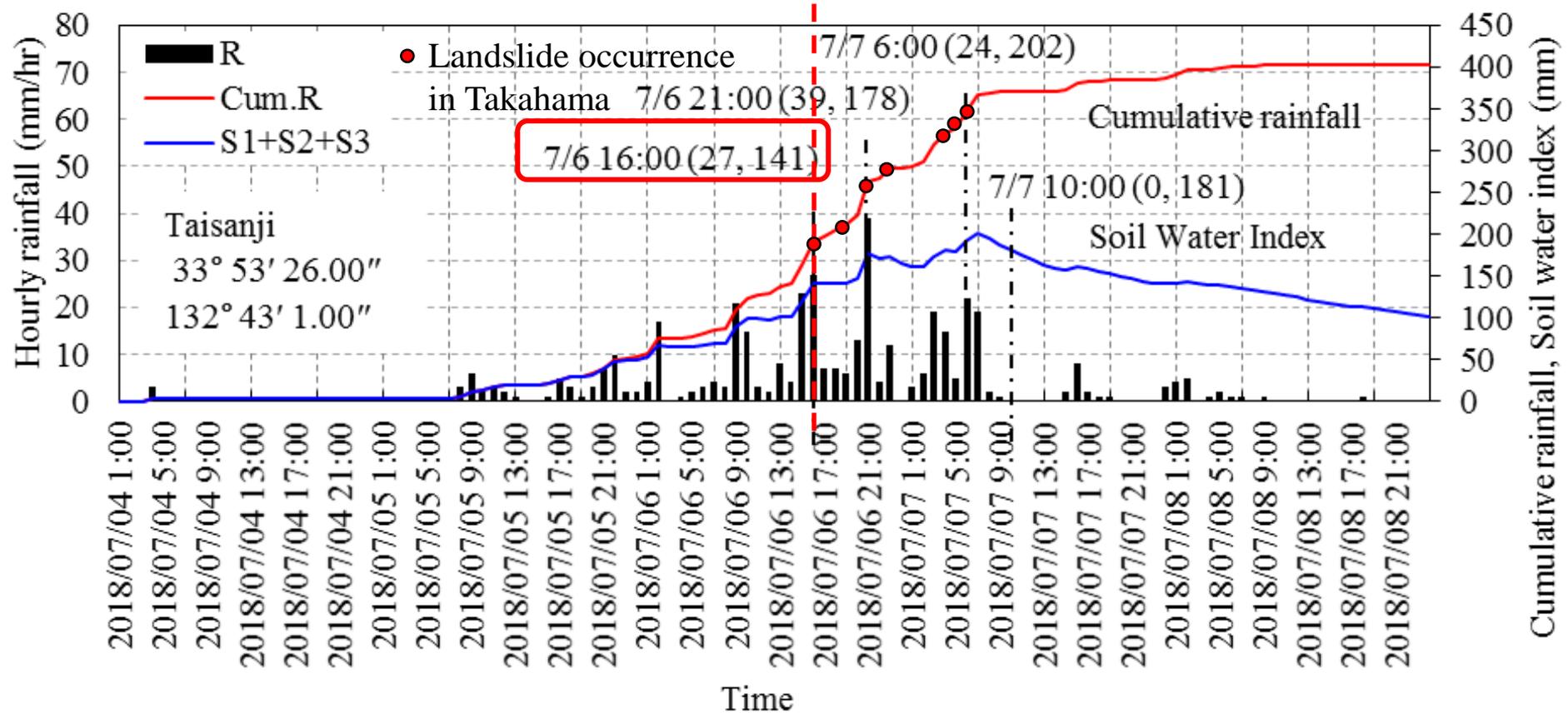
斜面災害 松山市高浜5丁目 高浜トンネル



写真2.2.3-29 高浜6丁目地先

高浜地区自主防災連合会撮影のドローン映像(松山市消防経由)

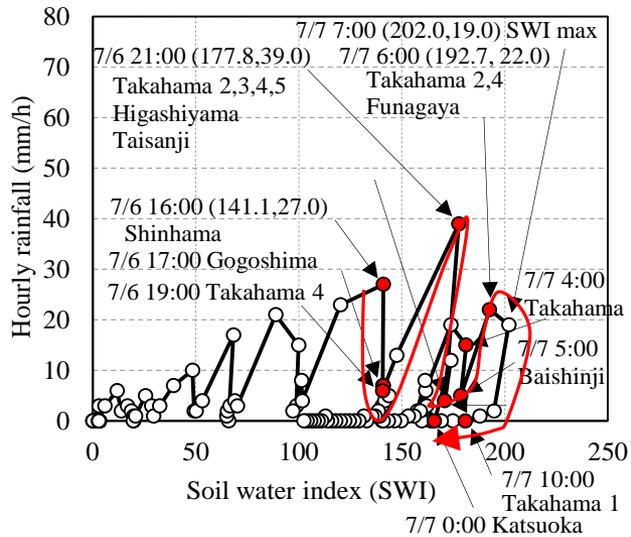
降雨量と累積雨量と土壌雨量指数(SWI)の時刻歴



Time histories of hourly rainfall, cumulative rainfall and soil water index at Taisanji Observatory between 4th and 8th of July, 2018

太山寺

(1) 領家帯の風化花崗岩での斜面崩壊と土石流

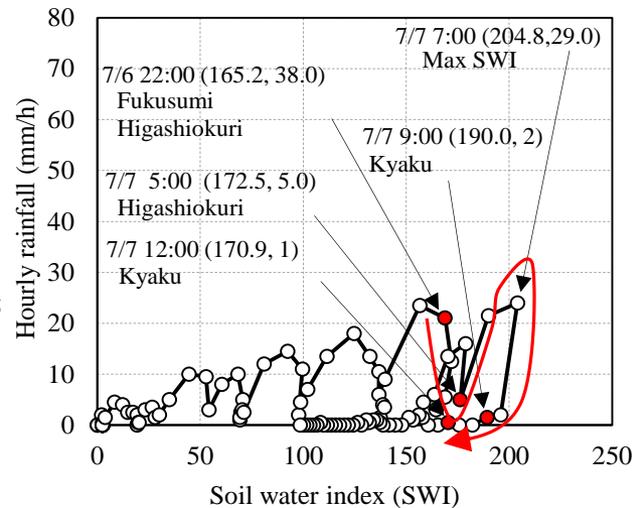


(Taisanji Rainfall Observatory: 2018/7/4-7/8)

Threshold SWI = 140

Early to Late Cretaceous felsic
plutonic rocks (Old Ryoke granitoids)

SWI閾値=140

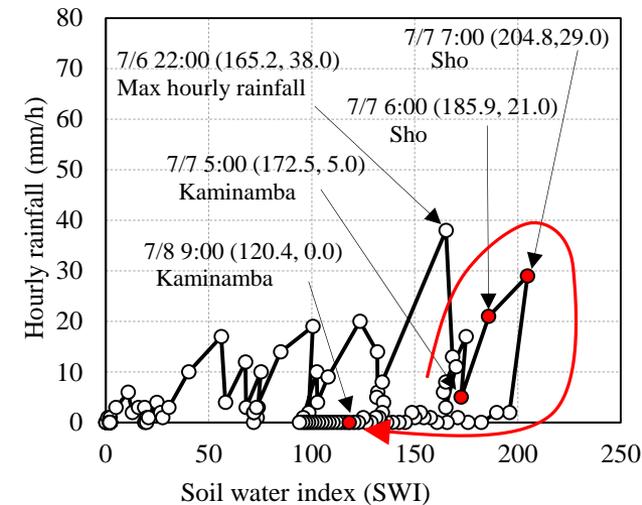


(Mean (Taisan+Tate R.Obs.): 2018/7/4-7/8)

Threshold SWI = 165

Early to Late Cretaceous felsic
plutonic rocks (Old Ryoke granitoids)

SWI閾値=165



(Tateiwagawa Rainfall Observatory: 2018/7/4-7/8)

Threshold SWI = 170

Late Cretaceous felsic plutonic rocks
(New Ryoke granitoids)

SWI閾値=170

(a)太山寺: 古期領家花崗岩 (b)中間地点: 古期領家花崗岩 (c)立岩川: 新期領家花崗岩

図-6 太山寺、立岩川の降雨観測所と中間地点のスネーク曲線と周辺斜面崩壊地の崩壊時刻

森 伸一郎, 小野 耕平: 平成30年7月豪雨における愛媛県内の領家花崗岩地帯の斜面災害に関わる雨量特性, 土木学会四国支部第25回技術研究発表会講演概要集, 2019.5.

古期から新期へとなるほどSWI閾値が大きくなる傾向→事例の蓄積と反映

斜面災害 松山市高浜地区 ハザードマップ



(2) 四万十帯の風化砂岩地帯の深層崩壊

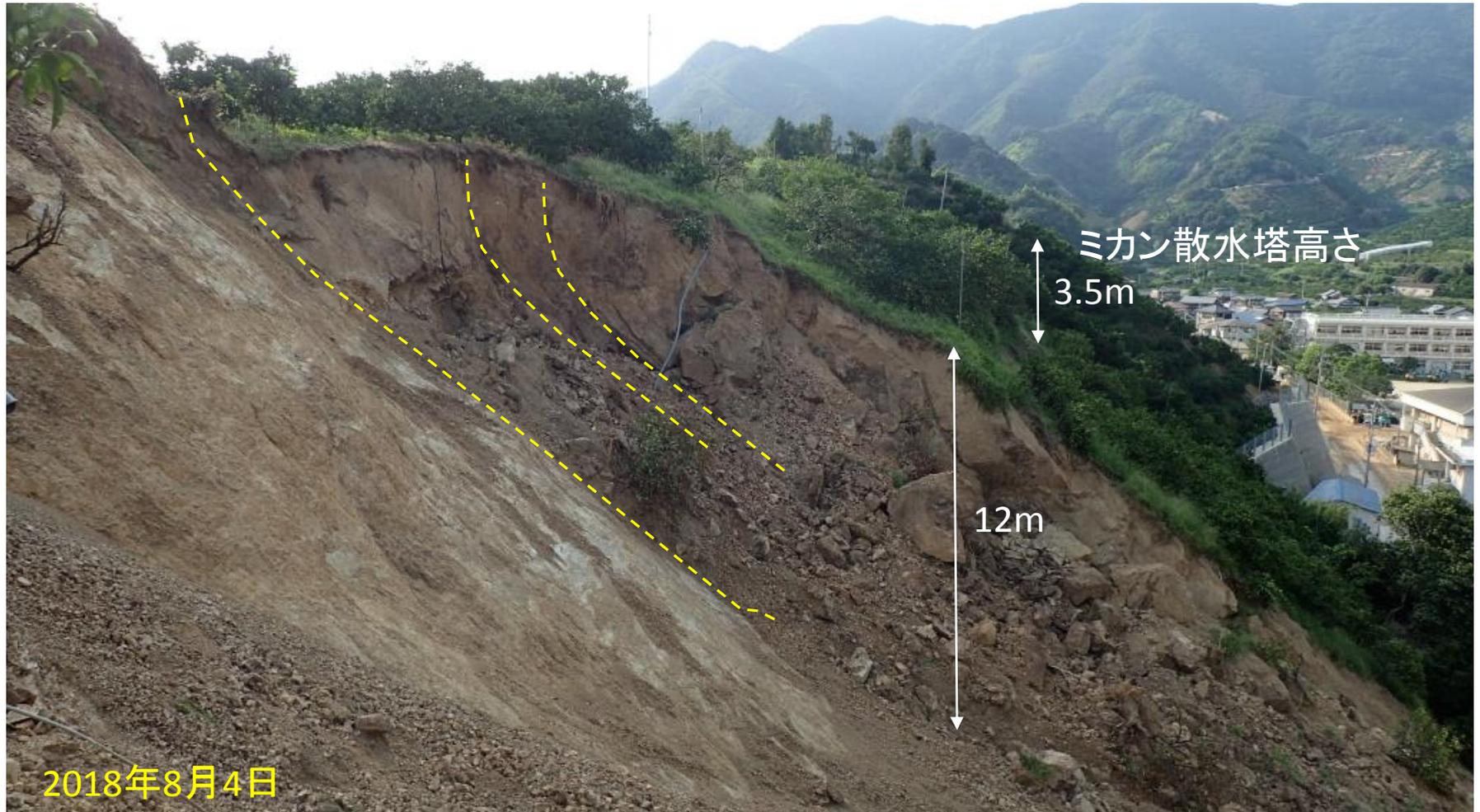
風化岩盤斜面における斜面の危険度評価・物理的性質評価の手法の開発

(現状はなきに等しい)

提言2.8 砂防・治山一表層風化地盤の広域的・効率的な地盤調査手法の開発

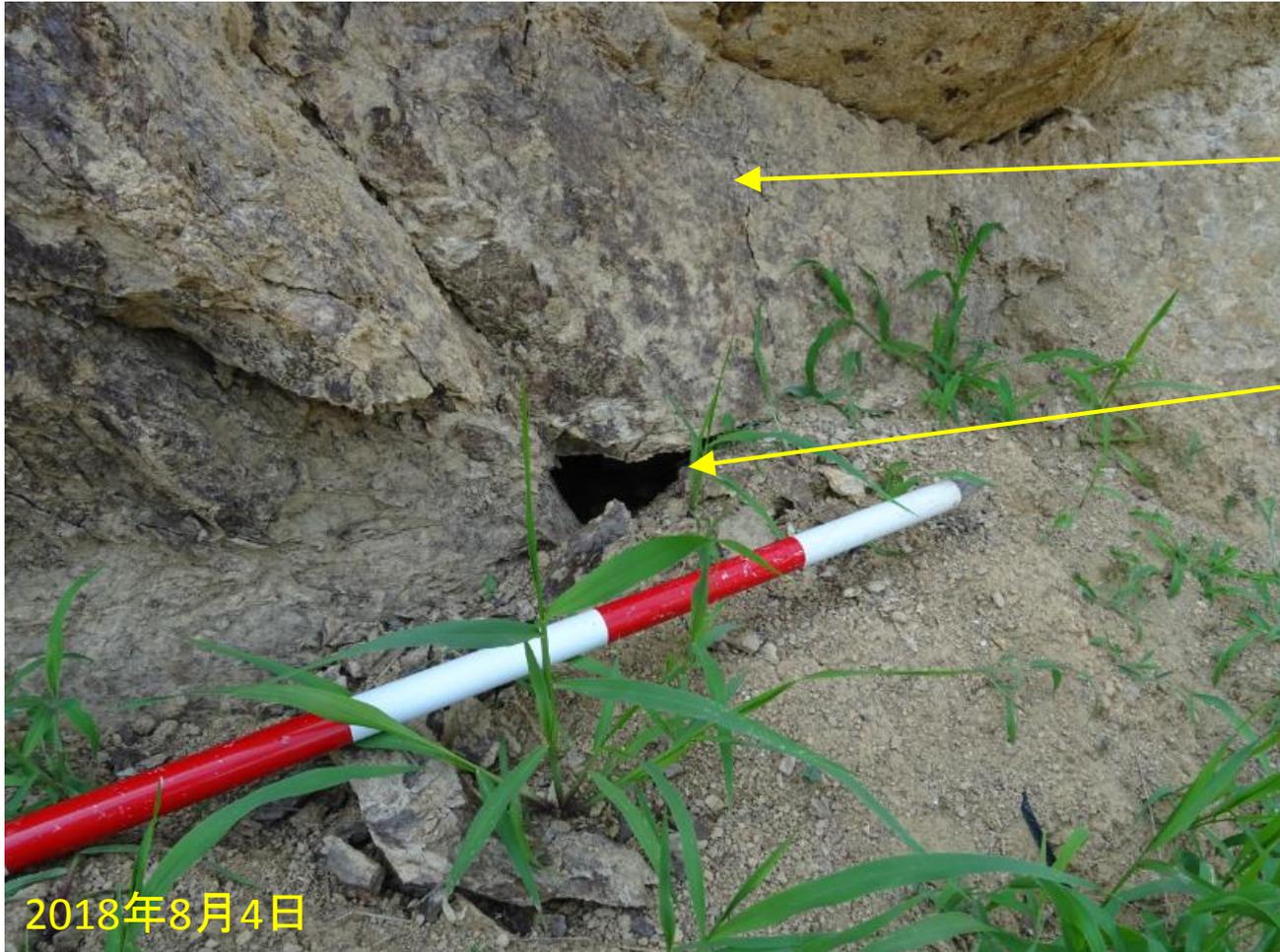
自然斜面の危険度評価ならびに土砂災害対策の更なる高度化を図るために、**地盤表層の物理的な状態を広域的かつ効率的に評価できる調査手法の開発を進める必要がある**。また、開発した地盤調査手法を用いて、**表層地盤の物理的な状況を十分に調査し、また谷筋の風化残積土砂量を精度よく算定することで、土砂災害の再発性・免疫性を考慮した砂防・治山施設の合理的な維持管理・更新の計画の策定に活用していくことが重要である**。

斜面災害（宇和島市吉田町法花津与村井）



すべり面は流れ盤。層理に沿うか。深さ5m(南南東)～12m(北北西) 四万十層群砂岩(7月18日16:49)→亀裂状況の評価方法は?

斜面災害（宇和島市吉田町法花津与村井）



滑落崖(砂岩)

ソイルパイプ

写真中の草は、7月7日の崩落後に、芽が出て伸びたもの

源頭部滑落崖の基部でのソイルパイプの確認。その後、目撃住民証言「崩落の直後、ひと抱えある太さの水が噴出。1分も経たないうちに2回目の崩落」→ソイルパイプからの水の噴出と推察

吉田町法花津与村井 ソイルパイプ目撃



斜面崩壊の瞬間を自宅2階ベランダから見た住民証言

「ドーンという轟きとともに斜面が崩壊。直後、バケツくらいのひと抱えある太さの水が10本ほど噴出していた。1分も経たないうちに2回目の崩壊が起きた。」水噴出位置は滑落崖基部。図は、証言に基づいて現地で絵を描いて確認した。

斜面災害（宇和島市吉田町法花津与村井）



玉ねぎ状風化

2018年8月4日

四万十帯 砂岩・泥岩互層強風化で節理の発達した砂岩と泥岩。

風化岩盤の調査法・評価法が求められる。データ・事例の蓄積・公開

斜面の被害-提言と報告-愛媛県の事例 (JGS 57 in 2019【特別セッション】)

愛媛大学 森伸一郎

法花津与村井の斜面崩壊ハザードマップ

えひめ土砂災害情報マップ

警戒区域図 危険箇所図 河川・砂防情報システム

▼クリック地点の情報を表示します
警戒区域一覧

自然現象	区域名
急傾斜地の崩壊	与村井 (A)

選択された警戒区域

項目	内容
自然現象	急傾斜地の崩壊
区域番号	481-I-2155(1)
区域名	与村井 (A)
市町名	宇和島市
地名	吉田町法花津
土木事務所名	南予地方局建設部

土砂災害警戒区域	告示年月日	
	告示番号	
	告示種別	
土砂災害特別警戒区域	告示年月日	
	告示番号	
	告示種別	
進捗状況	公表	
特記事項		
ファイル出力	公示図書	

表示縮尺 およそ 1:8,000

崩壊斜面

崩壊斜面と住家は土砂災害警戒区域（与村井(A)）に含まれている。

法花津与村井の斜面崩壊ハザードマップ

土砂災害警戒区域等の指定の公示に係る図書(その2)



崩壊斜面

警戒区域(2条)

特別警戒区域(3条)

土砂災害防止法施行令第二条の基準に該当する区域		N	自然現象の種類	急傾斜地の崩壊
土砂災害防止法施行令第三条の基準に該当する区域			告示番号	未指定
土砂等の堆積の高さが3mを超える区域		縮尺	告示年月日	
それ以外の区域		1:2,500		

崩壊斜面と住家は土砂災害警戒区域（与村井(A））に含まれていた。

(3) 秩父帯の西予市明間地区の斜面崩壊, 宇和島吉田の斜面崩壊

ばらばらなハザードマップの問題

(ハザード情報・リスク情報の正確な理解と情報の未統合)
は、地盤技術者・土木技術者側の問題である。

提言2.11 宅地一情報の公開とその理解促進

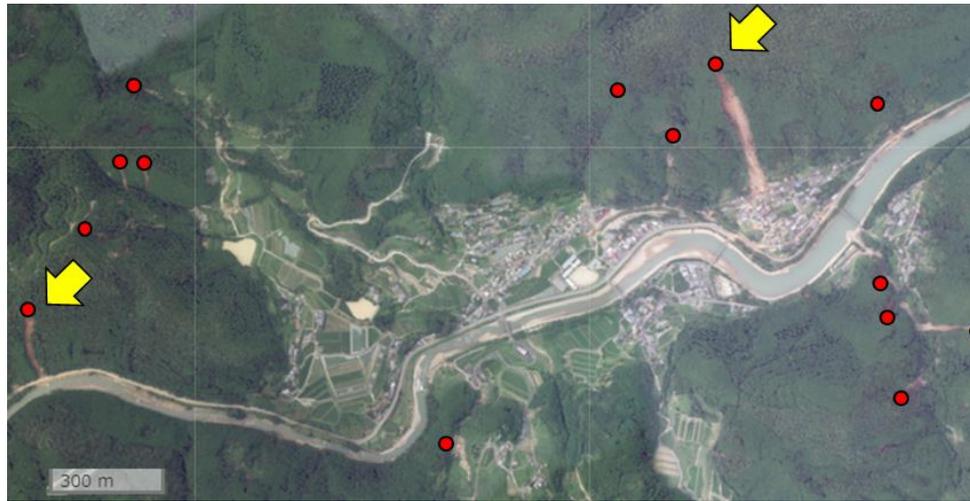
住民に対してハザードマップが原則公開されてきたが、その見方や意味等に関して正確な理解を促す啓発活動が重要である。土砂災害防止法の土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域を周知徹底し、避難先や避難経路の選択を助ける仕組みが必要である。盛土など人工改変箇所の情報も公開され始めたが、調査内容や耐震対策の重要性に関する情報を公開し、住民が対策の必要性を認識できるようにする措置が必要である。地盤品質判定士など地盤技術者がその役割を担い、社会の期待に応えていく必要がある。

斜面崩壊 西予市宇和町明間(あかんま)



秩父帯。大規模な斜面崩壊。孤立→7月9日解消。現在も避難指示

斜面崩壊 西予市宇和町明間(あかんま)



国土院 平成30年7月豪雨 正射画像 大洲・西予地区 (7月11日撮影)
<https://maps.gsi.go.jp>



愛媛県山地災害危険地情報 (森林整備課)
<http://www.pref.ehime.jp/h35900/chisan/webgis/index.html>

山腹崩壊危険箇所

斜面の被害-提言と報告-愛媛県の事例 (JGS 57 in 2019【特別セッション】)



西予市ハザードマップ
<https://apps01.chklab.com/LG382141/SeiyoMap/>

土砂災害危険箇所

- 土砂災害危険箇所 (急傾斜)
- 土砂災害危険箇所 (地すべり)
- 土砂災害危険箇所 (土石流)
- 土砂災害危険箇所 (渓流)

西予市宇和町明間(あかんま)での2つの大規模な斜面崩壊の箇所は、**土砂災害危険箇所**および/または**山腹崩壊危険箇所**としてリスクが特定され、情報は出ていた。しかし、知られていなかった。→住民目線での統合

愛媛県の事例と提言への反映

(1) 領家帯の風化花崗岩での斜面崩壊と土石流

スネーク曲線とCLを地域ごと、地質ごとで高度に予測する手法

提言2.3 モニタリングとリアルタイム情報マネジメントに基づく地盤防災システムの構築

提言2.4 地盤・地下水データベースの構築と公開

(2) 四万十帯の風化砂岩地帯の深層崩壊

風化岩盤斜面における斜面の危険度評価・物理的性質評価の手法

提言2.8 砂防・治山一表層風化地盤の広域的・効率的な地盤調査手法の開発

(3) 秩父帯の西予市明間地区の斜面崩壊，宇和島吉田の斜面崩壊

ばらばらなハザードマップの問題の解決

提言2.11 宅地一情報の公開とその理解促進