



地震時および地震後の 土砂災害に備える

京都大学防災研究所

藤田正治

内 容

* はじめに

* 地震前, 土砂災害に備える

* 地震時, 土砂災害に備える

* 地震後, 土砂災害に備える

* おわりに

はじめに

* 豪雨時，土砂災害を引き起こす現象

表層崩壊，深層崩壊

土石流，泥流

天然ダム形成と決壊

河床変動（上昇，低下）

土砂・洪水氾濫

* 地震時，土砂災害を引き起こす現象

表層崩壊，深層崩壊

土石流，泥流

天然ダム形成と決壊

表層崩壊



深層崩壊

様々な規模の崩壊



平成16年三重県宮川村



平成23年田辺市熊野

天然ダムの形成

天然ダムの決壊

高雄県消防局提供



平成23年奈良県五條市赤谷



2008年台湾小林村

土砂・洪水氾濫



2017年九州北部土砂災害
(朝倉市赤谷川中・下流域)

2018年西日本豪雨災害 (呉市天応)

最近、このような現象が増えている。

崩壊や土石流の土砂が下流に堆積して、洪水氾濫を助長するだけでなく、土砂自身も氾濫・堆積し、災害を甚大にする。

* 誘因の違いによる崩壊や土石流の特徴の違い

豪雨時

- ✓ 流動性の高い崩壊や土石流
- ✓ 一つの溪流で複数の土石流

地震時

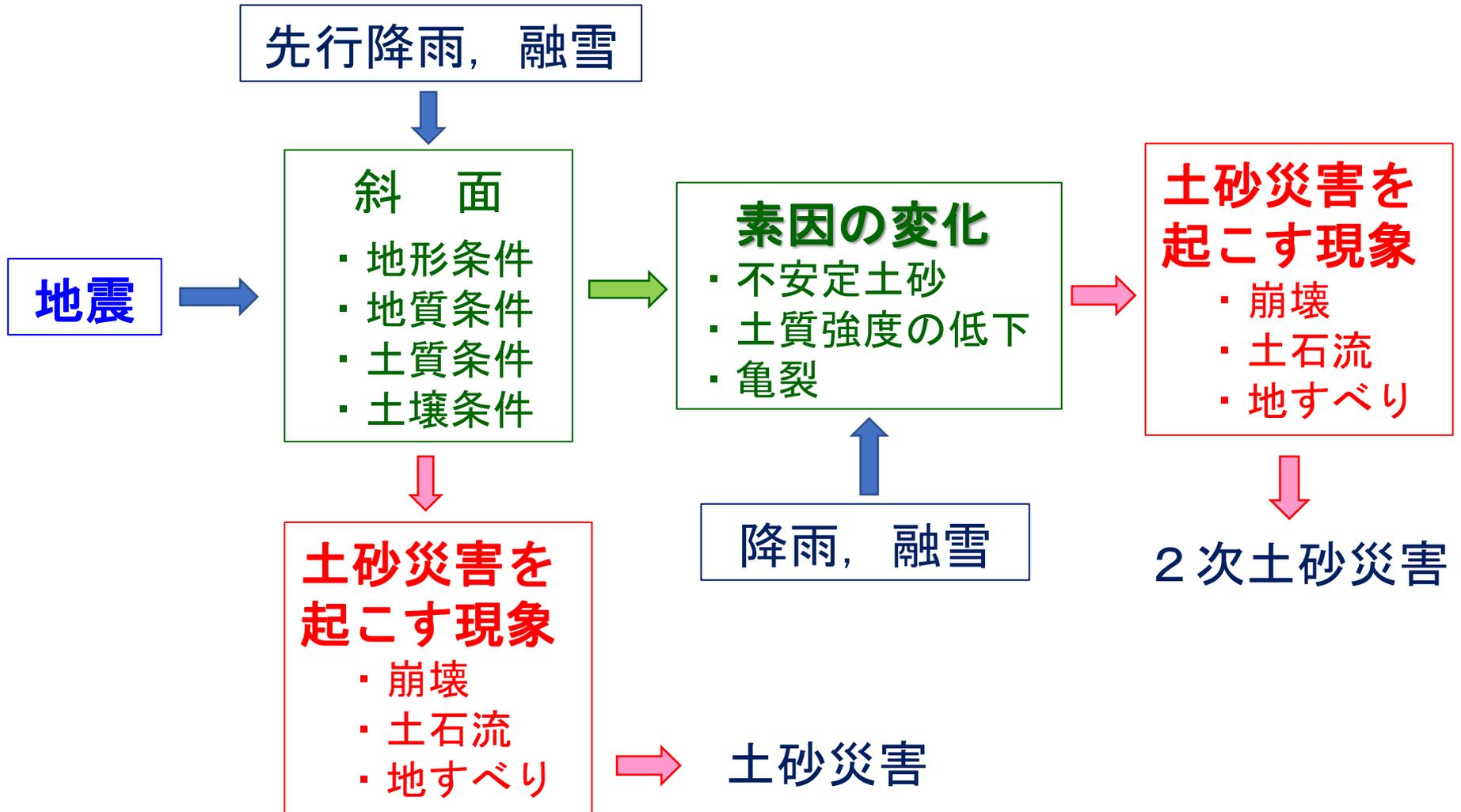
- ✓ 無降雨でも崩壊や土石流が発生
- ✓ 流動性の低い崩壊
- ✓ 保水性が高い火山堆積物や地下に帯水層があれば、無降雨でも流動性の高い土石流
- ✓ 複数の土石流が同時発生して、合流すると大規模化

地震前，土砂災害に備える

以下のようなことを事前に知っておく。

- * 地震時の土砂災害のメカニズム
- * 土砂災害の対策
- * 過去の地震による土砂災害の特徴
- * 危険な地域，場所

* 地震時の土砂災害のメカニズム



* 土砂災害の対策

ハード対策とソフト対策の両輪で
基本的に豪雨災害に対して作られる

豪雨災害に対して

- ✓ ハード対策は計画降雨に対して設計
 - ⇒ ハード対策の効果の限界
 - ⇒ 想定外の降雨時でも、避難時間を稼ぐ
- ✓ ソフト対策は土砂災害警戒区域の設定と土砂災害警戒情報の提供が基本
- ✓ ハザードマップの活用
- ✓ 適切な避難，それを誘導する仕組みは？

地震災害に対して

- ✓ 豪雨災害に対する対策がどこまで有効か？

ハード対策



不透過型砂防堰堤



格子型砂防堰堤



大暗渠砂防堰堤



シャッター付き砂防堰堤



流路工



遊砂地

土砂災害に対する警戒避難

土砂災害防止法の概要

国土交通省砂防部資料

土砂災害防止法[※]とは、土砂災害から国民の生命を守るため、土砂災害のおそれのある区域について危険の周知、警戒避難態勢の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進しようとするものです。

※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」

土砂災害防止対策基本指針の作成 [国土交通省]

- ・土砂災害防止対策の基本的事項
- ・基礎調査の実施指針
- ・土砂災害警戒区域等の指定指針 等



基礎調査の実施 [都道府県]

- ・区域指定及び土砂災害防止対策に必要な調査を実施



土砂災害警戒区域の指定 [都道府県] (土砂災害のおそれがある区域)

- 情報伝達、警戒避難体制等の整備 [市町村等]

土砂災害特別警戒区域の指定 [都道府県] (建築物に損壊が生じ、住民等の生命又は身体に著しい危害が生じるおそれがある区域)

- 特定開発行為に対する許可制
対象：住宅宅地分譲、社会福祉施設等のための開発行為
- 建築物の構造規制
- 建築物の移転等の勧告

基礎調査の実施

渓流や斜面など土砂災害により被害を受けるおそれのある区域の地形、地質、土地利用状況について調査



区域の指定

基礎調査に基づき、土砂災害のおそれのある区域等を指定

<警戒避難体制>

- ・市町村地域防災計画
(災害対策基本法)

<建築物の構造規制>

- ・居室を有する建築物の構造耐力に関する基準の設定
(建築基準法)

<移転支援>

- ・住宅金融支援機構融資等

土砂災害警戒区域・特別警戒区域

国土交通省砂防部資料

土砂災害警戒区域

急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域であり、危険の周知、警戒避難体制の整備が行われます。

土砂災害特別警戒区域

急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる区域で、特定の開発行為に対する許可制、建築物の構造規制等が行われます。

警戒区域では

警戒避難体制の整備

土砂災害から生命を守るため、災害情報の伝達や避難が早くできるように地域防災計画に定められ、警戒避難体制の整備が図られます。

【市町村等】

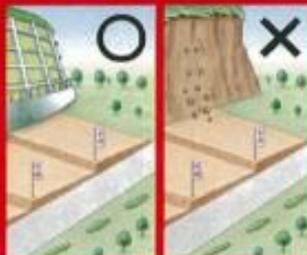


土砂災害ハザードマップの作成・配布
(茨城県銚田市)

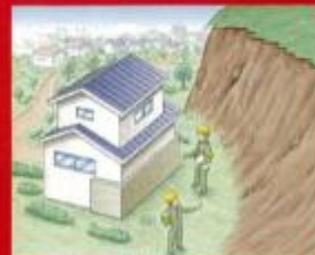


住民による土砂災害ハザードマップ確認状況
(鹿児島県垂水市)

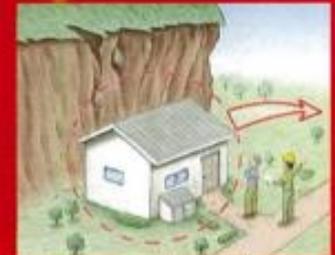
特別警戒区域ではさらに



特定開発行為に対する許可制
住宅地分譲や災害時要援護者関連施設の建築のための行為は、基準に従ったものによって許可されます。
【都道府県】



建築物の構造規制
居室を有する建築物は、建築基準法に定められた、作用すると想定される衝撃等に対して建築物の構造が安全であるかどうか建築確認がされます。
【都道府県または市町村】



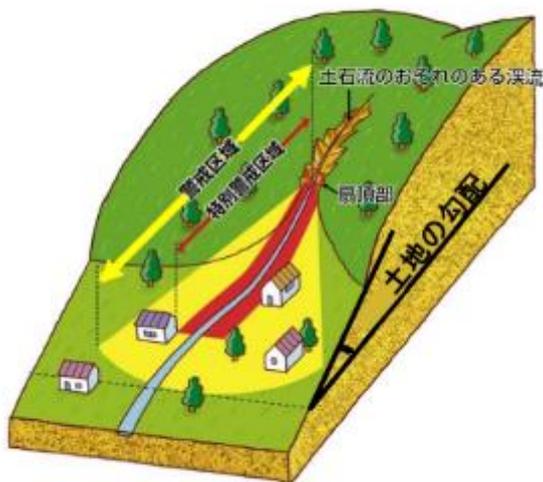
建築物の移転等の勧告
著しい損壊が生じるおそれのある建築物の所有者等に対し、移転等の勧告が図られます。
移転等については、住宅金融支援機構の融資等の支援を受けられます。
【都道府県】

土砂災害警戒区域の設定条件

国土交通省砂防部資料

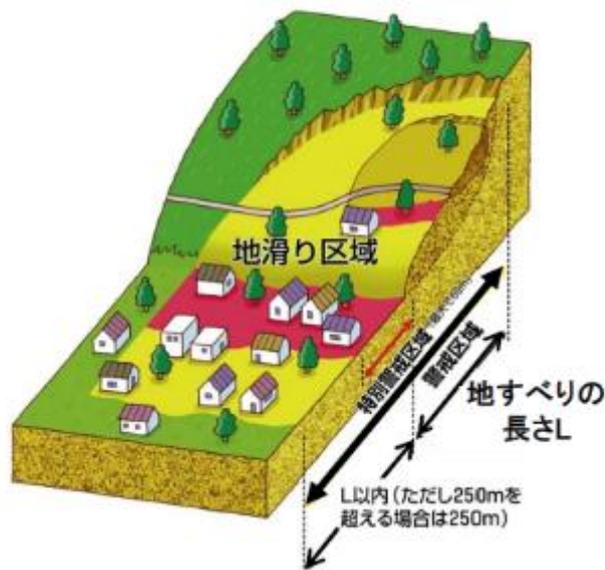
土石流

※山腹が崩壊して生じた土石等又は溪流の土石等が水と一体となって流下する自然現象



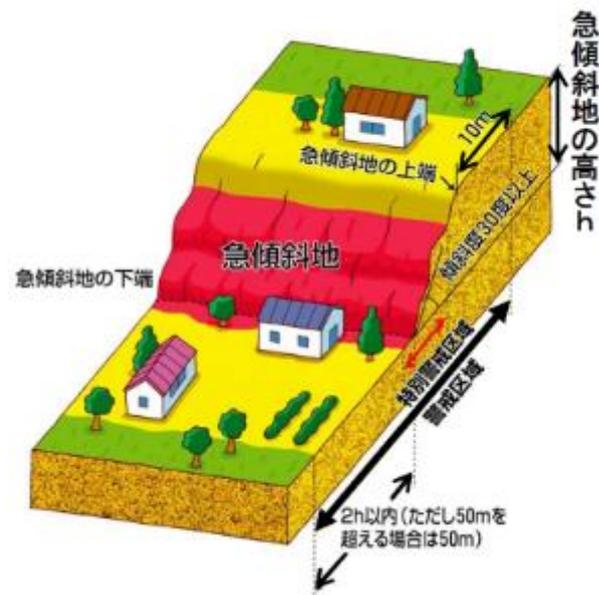
地滑り

※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



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



・土地の勾配2度以上

・地滑りの長さの2倍以内^{※1}

・急傾斜地の上端から10m^{※2}
・急傾斜地の下端から高さの2倍以内

※1 ただし250mを越える場合は250m

※1 ただし50mを越える場合は50m

和歌山県の防災情報



災害が起きたときの情報はこちら

事前の取組みはこちら

トップページ	災害・被害情報	避難情報等	避難所情報等	災害に備えて
--------	---------	-------	--------	--------

緊急情報

新型コロナウイルス感染症に関連する情報について (2020.02.27)

防災わかやまホームページ及びメール配信サービスのメンテナンスについて (2020.09.03)

[履歴一覧](#)

お知らせ情報

報道資料提供

わかやま防災・緊急情報

メール配信サービス

防災わかやまメール配信サービス

危機管理局Twitter

危機管理局Twitter

観測情報等

[土砂災害情報](#) |
 [河川雨量情報](#) |
 [潮位情報](#)

各種想定、避難場所等

- 河川浸水想定
- 津波浸水想定
- 土砂災害マップ
- 避難場所、避難所

※防災GISボタンをクリックすると避難場所等の位置や各種想定を地図で確認できます。

•防災GISの操作方法について

被害情報

公開停止中です。

避難情報

2020.09.05 19:58 更新

現在県下に発令されている全ての避難勧告等の集計値です。個別災害の避難勧告等の集計値は、[こちらをご確認ください。](#)

内容	市町		地区		対象世帯数		対象人数	
	数	数	数	数	数	数	数	数
災害発生情報	0	0	0	0	0	0	0	0
警戒レベル5								
避難指示 (緊急)	1	1	4	11				
警戒レベル4								
避難勧告	0	0	0	0				
警戒レベル4								
避難準備・高齢者等避難開始	0	0	0	0				

防災GIS

被害情報や道路通行規制情報などを電子地図で見ることができます。

気象特別警報・警報・注意報等

2020.09.06 12:30 発表

■ 土砂
 ■ 竜巻
 ■ 特別警報
 ■ 警報
 ■ 注意報

地域	詳細	雷	強風	波浪
紀北	詳細	●	●	●
紀中	詳細	●	●	●
田辺・西牟婁	詳細	●	●	●
新宮・東牟婁	詳細	●	●	●

指定河川洪水情報

2020.07.08 20:40 発表

現在情報ありません。

天気予報

2020.09.06 11:00 発表

	北部 (和歌山)				南部 (潮岬)			
	今日 (9/6)		明日 (9/7)		今日 (9/6)		明日 (9/7)	
	天気	気温	天気	気温	天気	気温	天気	気温
天気	☁ / ☂	☂	☁	☂	☂	☂	☂	☂
気温	35 / -	33 / 28	31 / -	30 / 28				
降水	- - 30 50	60 60 60 50	- - 60 80	90 90 70 50				
時間	-06 -12 -18 -24	-06 -12 -18 -24	-06 -12 -18 -24	-06 -12 -18 -24				

安否情報

[web171 災害用伝言板](#)
[docomo 災害用伝言板](#)
[au 災害用伝言板](#)
[SoftBank 災害用伝言板](#)
[Y!mobile 災害用伝言板](#)
[Y!mobile\(PHS\) 災害用伝言板](#)

交通情報

鉄道運行状況
[JR西日本](#) [南海電気鉄道](#) [和歌山電鐵](#)

船舶情報
[南海フェリー](#)
フライト情報
[関西国際空港](#) [南紀白浜空港](#)

道路規制情報

道路情報
[和歌山県道](#) [和歌山県道](#)

土砂災害マップ

土石流の警戒区域

わかやま土砂災害マップ 警戒区域図 河川/雨量防災情報 防災わかやま 操作マニュアル 防災リンク

土砂災害警戒判定メッシュ履歴 2020/09/06 15:40 実況 10分 Googleマップで住所を検索します 検索 印刷

▼クリック地点の情報を表示します
区域等一覧

自然現象	箇所名等
警戒区域:土石流	天女川左支溪
警戒区域:土石流	那智川左支溪
警戒区域:土石流	谷口川

▼選択された区域等

項目	内容
自然現象	土石流
箇所番号	8-421-2-082
箇所名	天女川左支溪
市町村	那智勝浦町
大字	市野々
[警戒区域] 告示年月日	H26/01/31
[警戒区域] 告示番号	88
[特別警戒区域] 告示年月日	
[特別警戒区域] 告示番号	

那智勝浦町

多富気王子跡

市野々

井関

国土地理院 標準地図 (25000) 凡例

▼地図

- 地理院地図 (標準地図)
- 地理院地図 (航空写真)
- GoogleMaps (標準地図)
- GoogleMaps (航空写真)

土砂災害情報



お知らせ

TOP >> [土砂災害メッシュ](#) >>

観測情報 (地図)

観測情報 (表)

レーダ

警報/注意報

洪水予報

土砂災害メッシュ

河川監視カメラ

気象情報リンク

用語集

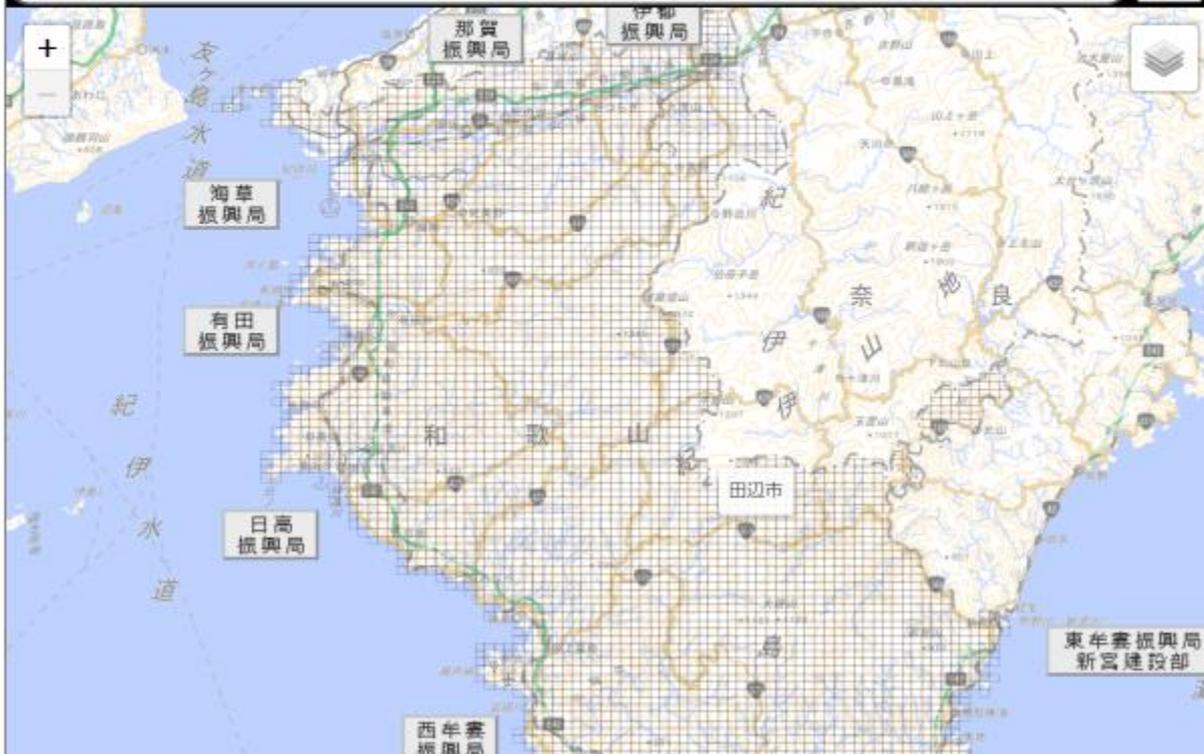
注意事項

2020年09月06日 14時20分

全県

地名を入力

検索



土砂災害警戒情報

警戒発表(市町村) [履歴](#)

現在、発表されている市町村はありません

洪水予報

河川名	状況
紀の川	現在、発表されていません
有田川	現在、発表されていません
日高川	現在、発表されていません
古座川	現在、発表されていません
熊野川中流(本宮区間)	現在、発表されていません
熊野川中流(日足区間)	現在、発表されていません
熊野川下流	現在、発表されていません

警報/注意報 **特別警報** **警報** **注意報**

発表時刻 2020年09月06日 12時30分

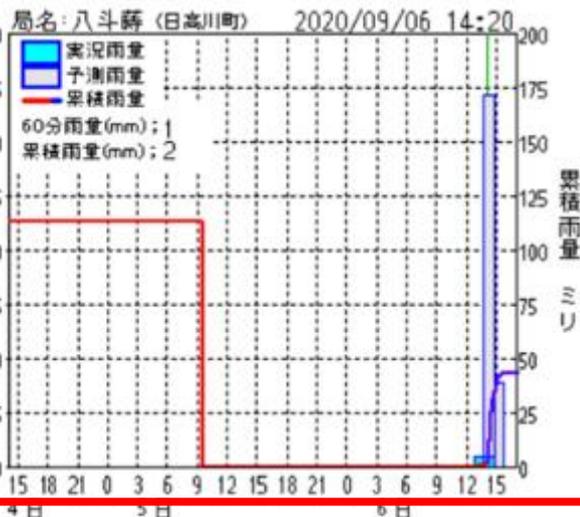
地域		発表内容		
北部	紀北	強風	波浪	雷
	紀中	強風	波浪	雷
南部	田辺・西牟婁	波浪	強風	雷
	新宮・東牟婁	波浪	強風	雷

2020年09月06日 13時30分～14時30分

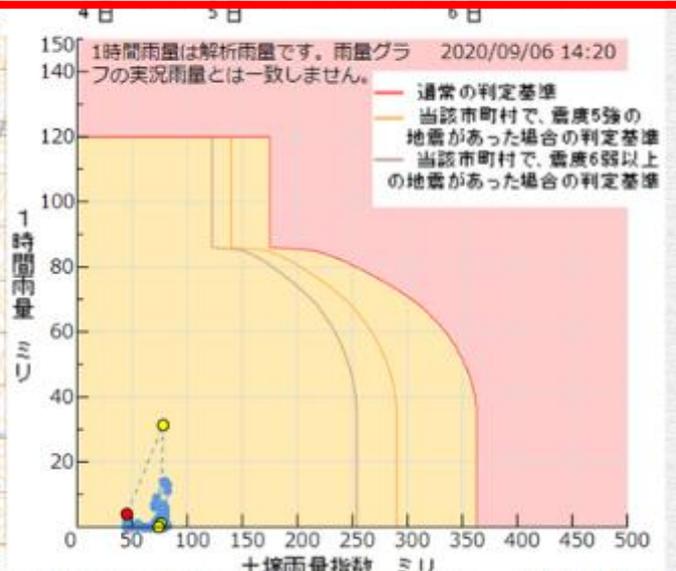
雨量分布図



土砂災害警戒判定分布図

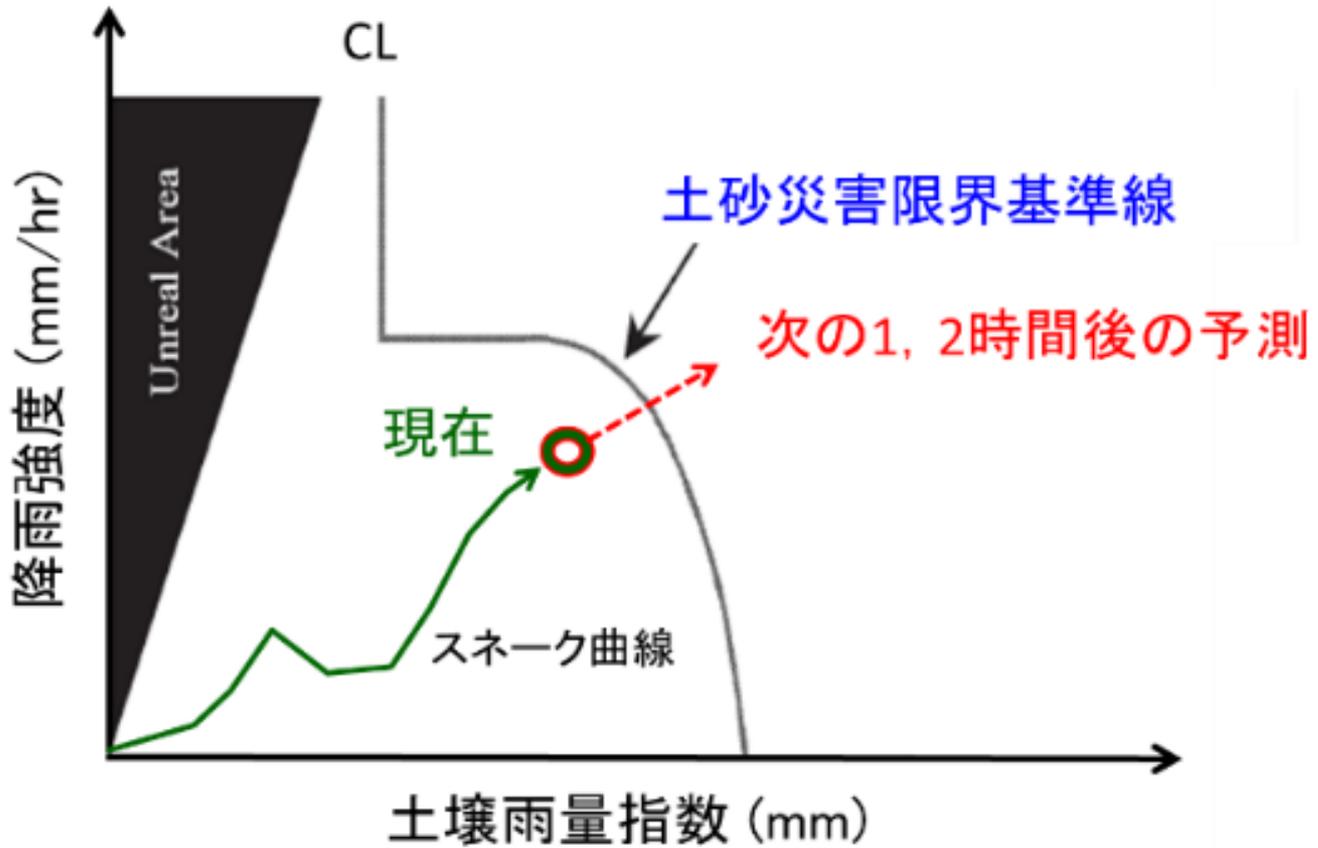


雨量グラフ



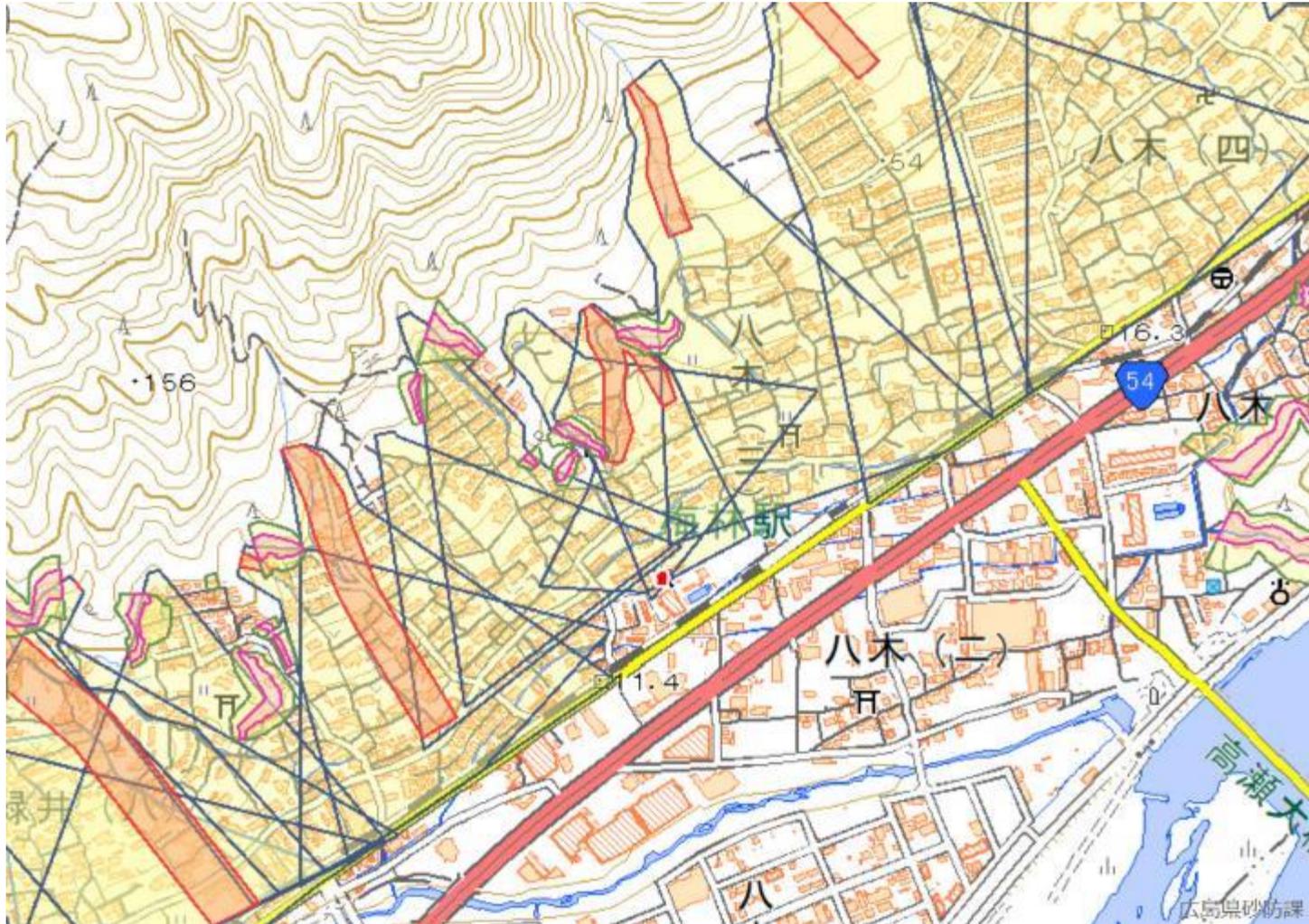
土砂災害警戒避難判定図

土砂災害警戒情報



避難先に行けないとき，どこに逃げるか？

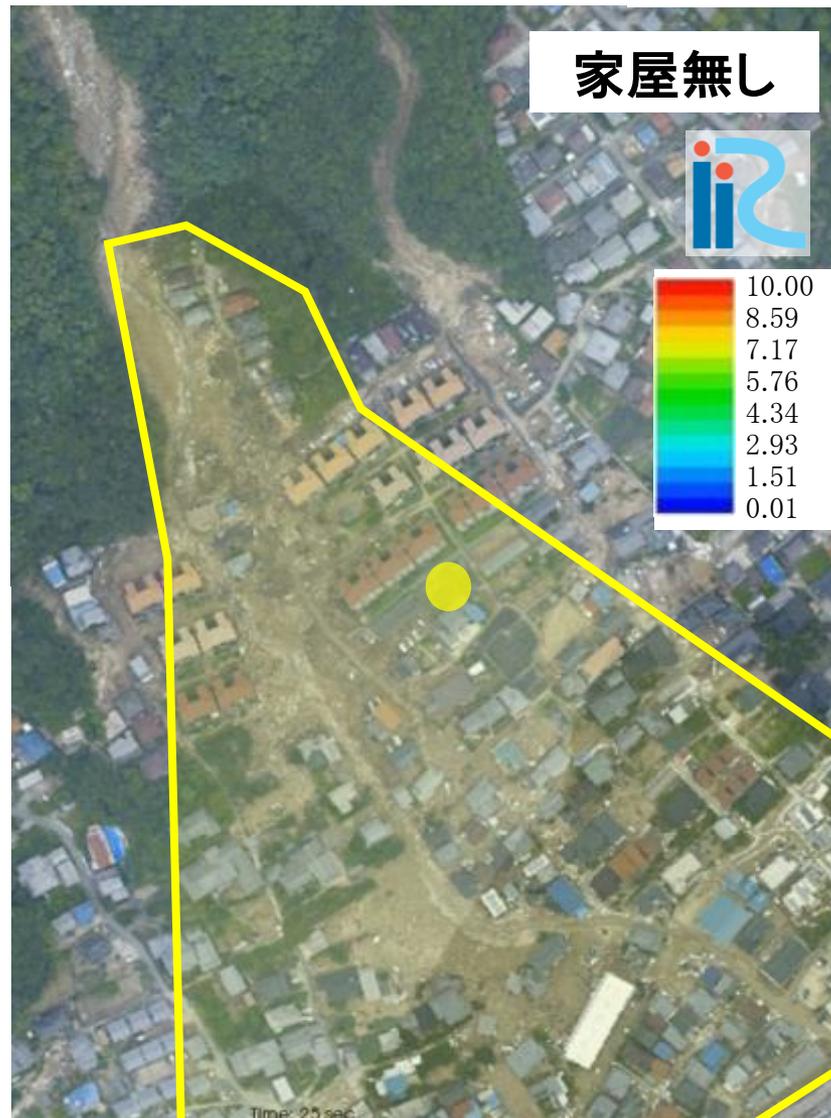
土砂災害警戒区域（広島市八木三丁目付近）



警戒区域の中でも，災害リスクの低い場所に

背景写真：国土交通省

単位：m



竹林准教授のシミュレーション

* 過去の地震による土砂災害の特徴

日本三大崩れ（山体崩壊）

* 大谷崩れ（1707年）

静岡県安部川上流，宝永地震による

* 鳶崩れ（1858年）

富山県常願寺川上流 立山連峰

飛越地震による，天然ダムの決壊，大洪水

* 稗田山崩れ（1911年）

長野県小谷村，原因不明だが数日前に豪雨

島原大変肥後迷惑（1792年）

山体崩壊による津波



寛政4年（1792年）

地震による眉山の山体崩壊

死者は約5千人

津波の発生

津波による死者は約1万人

主な地震による土砂災害

長野県西部地震(1984年) 御岳崩れ, 天然ダム

新潟県中越地震(2004年) 大規模崩壊と天然ダム

宮城・岩手内陸地震(2008年) 大規模崩壊と天然ダム



天然ダムの形成が多い

熊本大地震(平成28年)で起きたこと

- 死者(6月7日)

4月14日 9名, 4月16日 40名

- 土砂災害(6月7日)

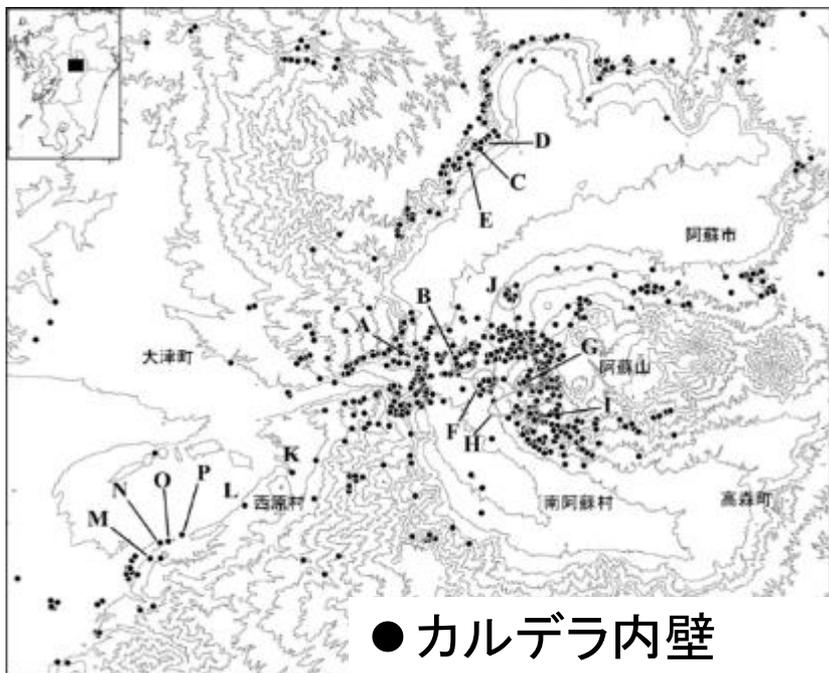
土石流:54件, 地すべり: 10件, がけ崩れ: 94件

死者数:9名 (現在15名)

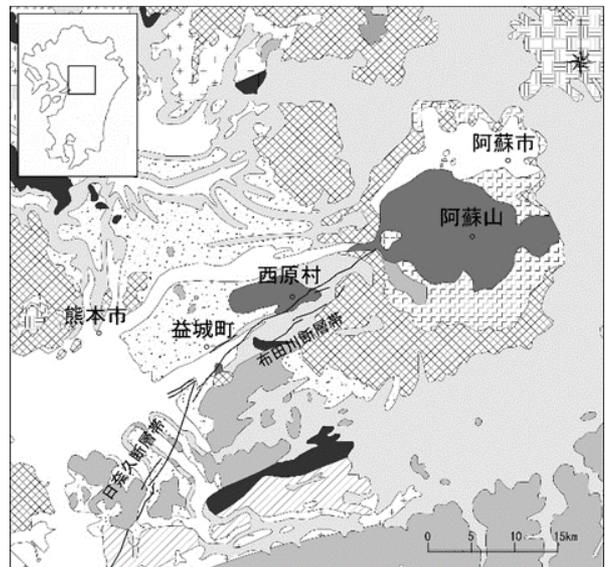


➤ 多様な地質で多様な現象の発生

崩壊，がけ崩れ，土石流の発生場所



- カルデラ内壁
- 中央火口丘群
- 阿蘇外輪山周辺台地



➤ 緩い勾配で流動性の高い地すべり

カルデラ内の中央火口丘群地域



- 高野尾羽溶岩, 黒ボクとロームの互層
- 北斜面勾配は30度以上
- 南斜面勾配は20度以下

軽石層をすべり面としてローム, 黒ボクが流下



▶ 流動性の高い土石流の氾濫

カルデラ内の中央火口丘群地域



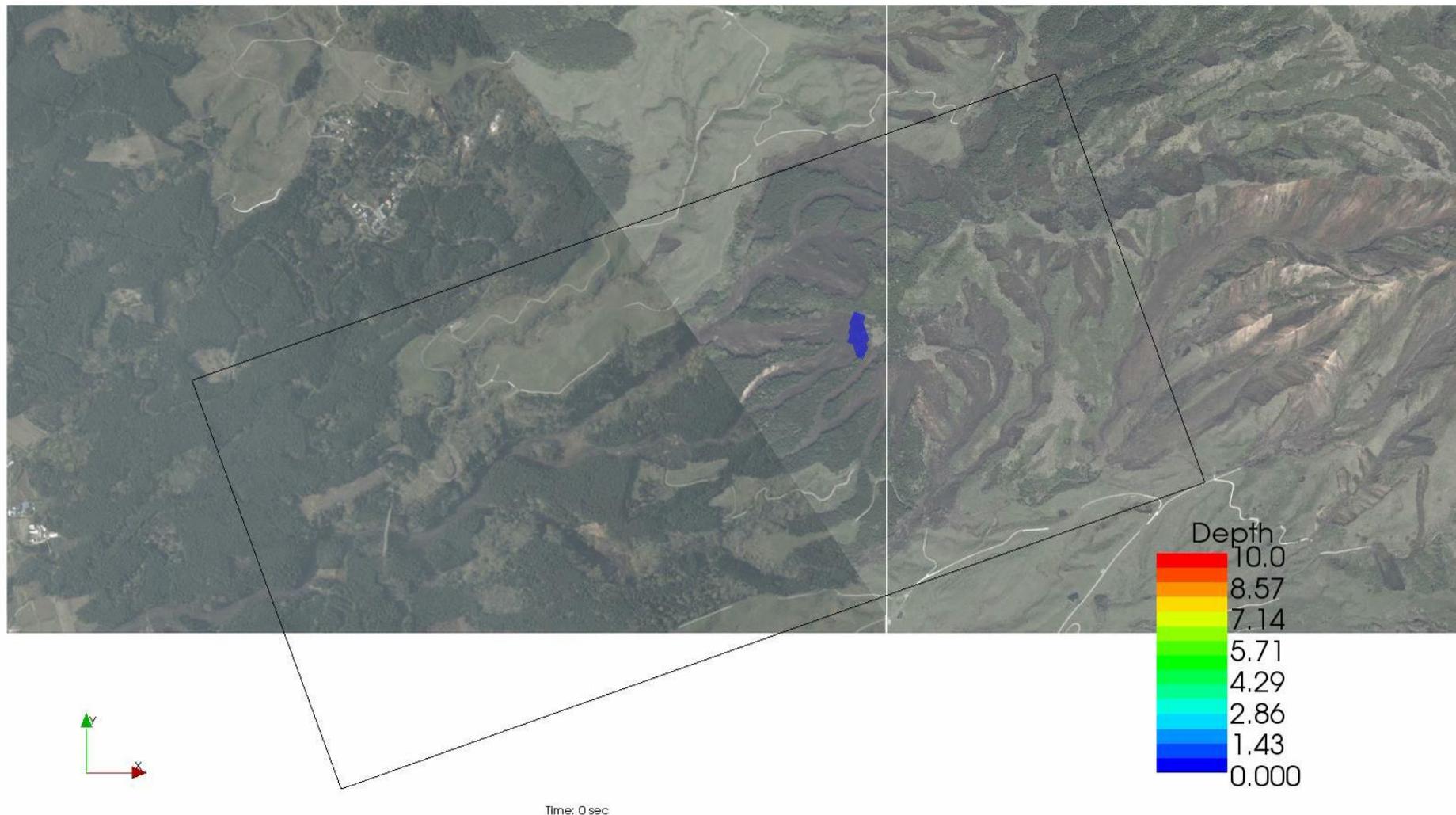
氾濫した土砂の多くは細粒土，流路の中には数十cm～数mの岩や礫



竹林准教授撮影

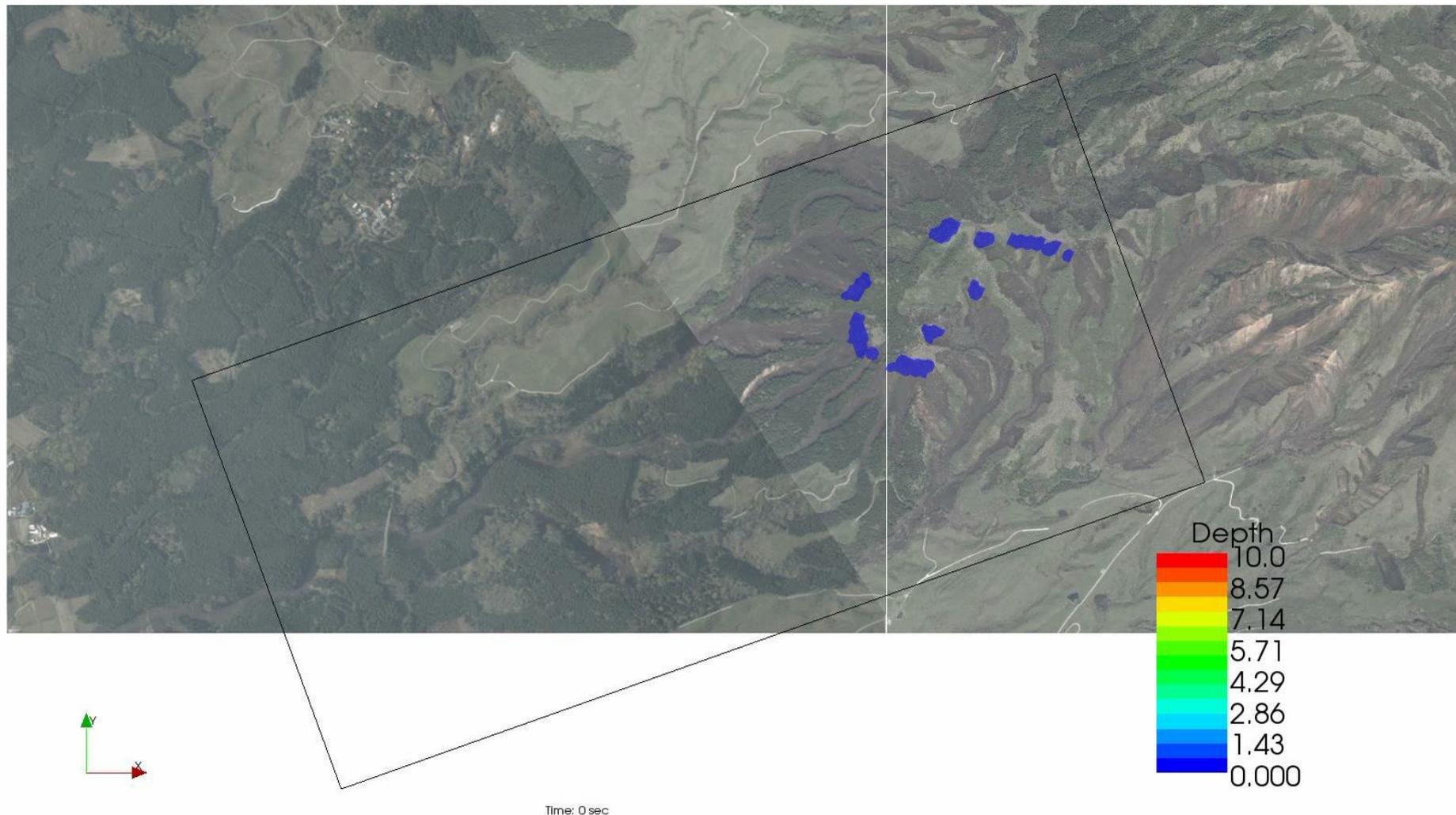
➤ シミュレーションから推測されること

単独の土石流(流動深の時間変化)



竹林准教授のシミュレーション

複数の土石流が同時に発生するため、合流して大規模となることがある



竹林准教授のシミュレーション

➤ 場所によって異なる土砂流出

2017/7/15

宇土川

- 硬質で割れ目の多い溶岩
- 湧水なし



上の小屋川

- 硬質で割れ目を有する溶岩(透水層)と割れ目のない溶岩・凝灰岩等(不透水層)が層状
- 湧水あり



カルデラ内壁の2つの崩壊地

Google Earth

胆振東部地震で起きたこと

厚真町吉野地区



竹林准教授撮影

無降雨にもかかわらず含水率の高い土壌



竹林准教授撮影

厚真町高丘地区



竹林准教授撮影

* 危険な地域, 場所

✓ 表層崩壊

急斜面で尾根型凸型斜面

尾根から麓にかけて緩勾配から急勾配になる遷急点付近

✓ 深層崩壊(大規模崩壊)

地層構造(流れ版), 岩盤の固結度, 火山噴出物地域

✓ 土石流・泥流・流動性の高い崩壊

勾配が緩くても保水性の高い土壌

✓ 地質

堆積岩地域, 火山噴出物地域, 花崗岩地域

地震時，土砂災害に備える

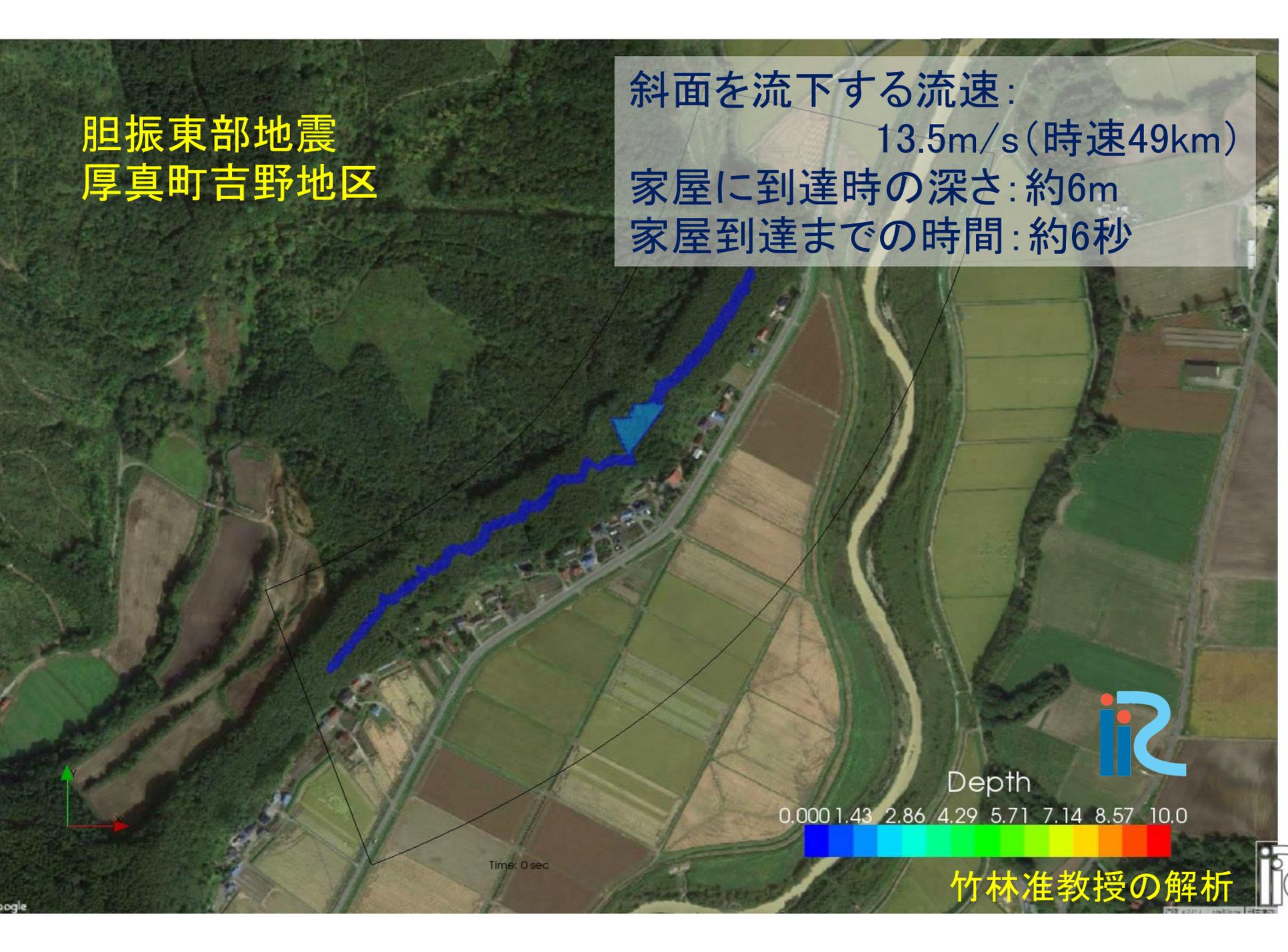
家屋が被災し，余震の中で避難は余裕はあるのか？

避難の余裕があったとしても逃げられるか？

シミュレーションで検証

胆振東部地震
厚真町吉野地区

斜面を流下する流速：
13.5m/s(時速49km)
家屋に到達時の深さ：約6m
家屋到達までの時間：約6秒



Depth

0.000 1.43 2.86 4.29 5.71 7.14 8.57 10.0



竹林准教授の解析



胆振東部地震
厚真町高丘地区

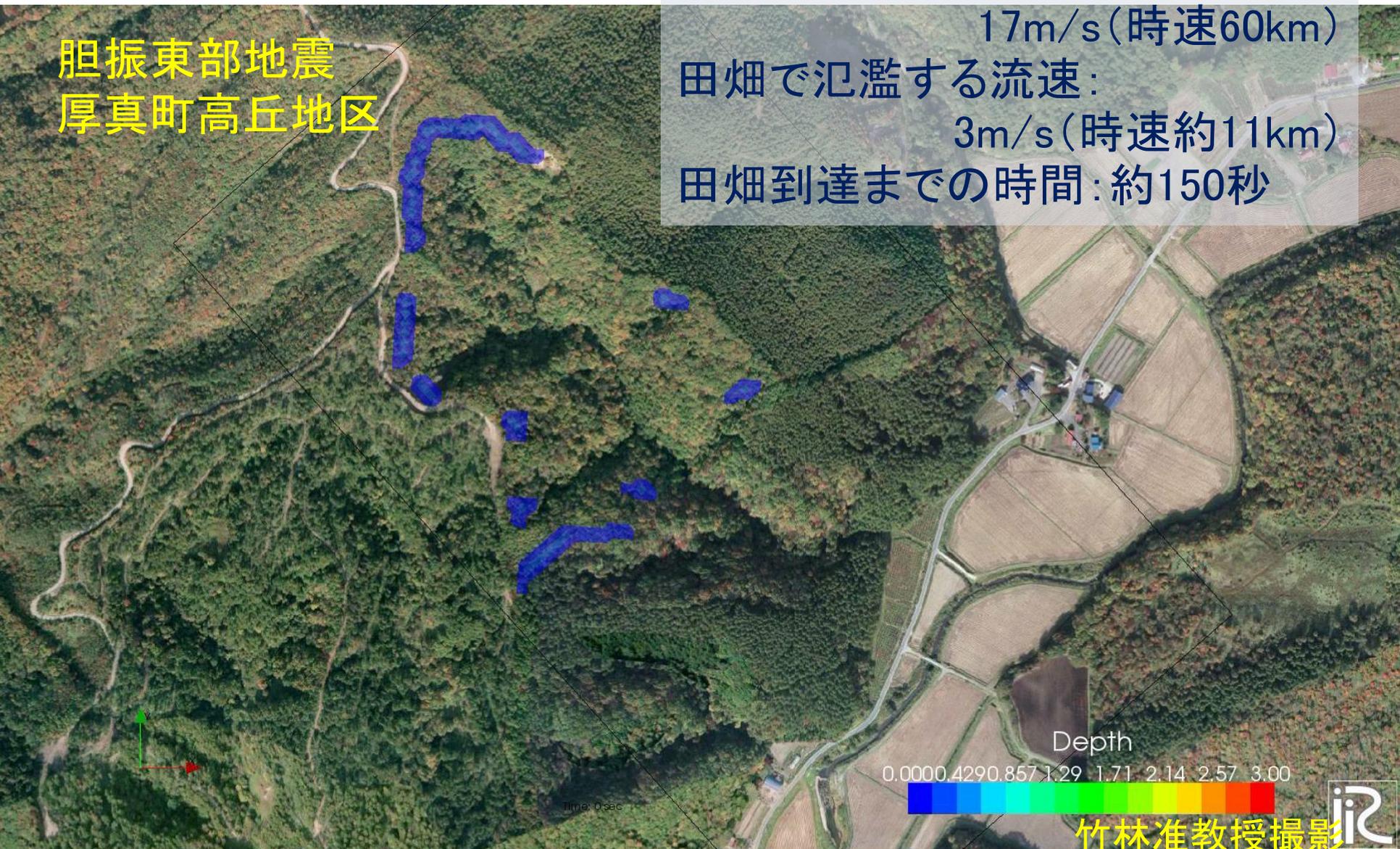
斜面を流下する流速:

17m/s(時速60km)

田畑で氾濫する流速:

3m/s(時速約11km)

田畑到達までの時間:約150秒



地震時，土砂災害にどう備える

- * 崩壊や土石流が発生してからでは避難はかなり困難である。
- * 危険な場所を認識しておく。
- * 降雨後や融雪時期の地震は注意する。

地震後，土砂災害に備える

✓地盤の緩みで土質強度が低下

崩壊の拡大や新規崩壊

✓地盤にできた亀裂の影響

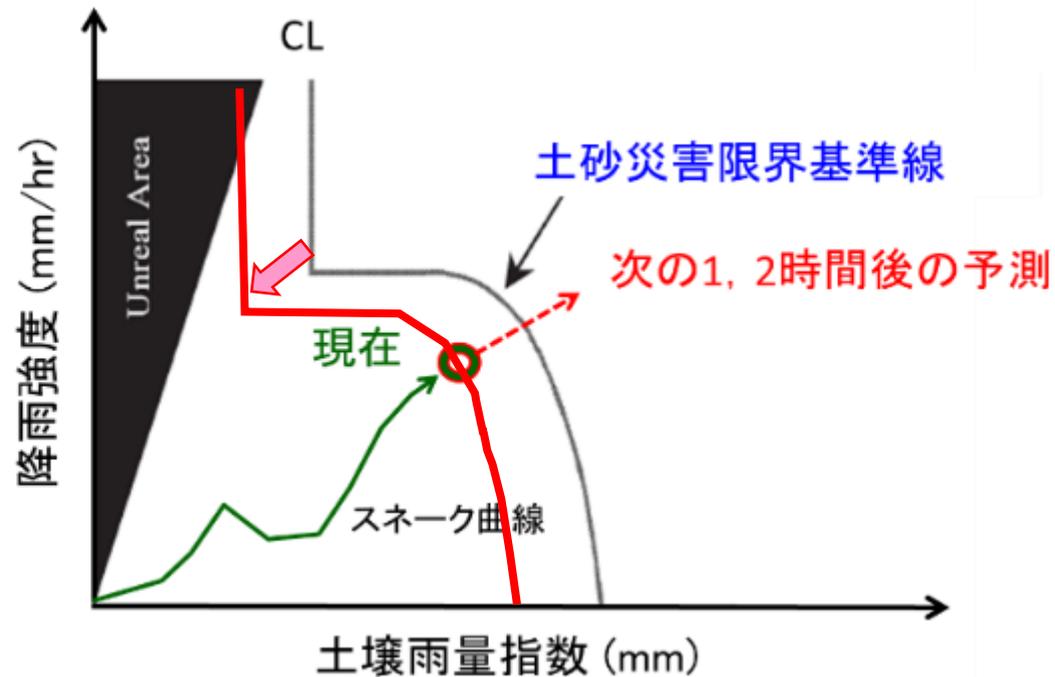
浸透過程の変化

土砂災害発生基準は？



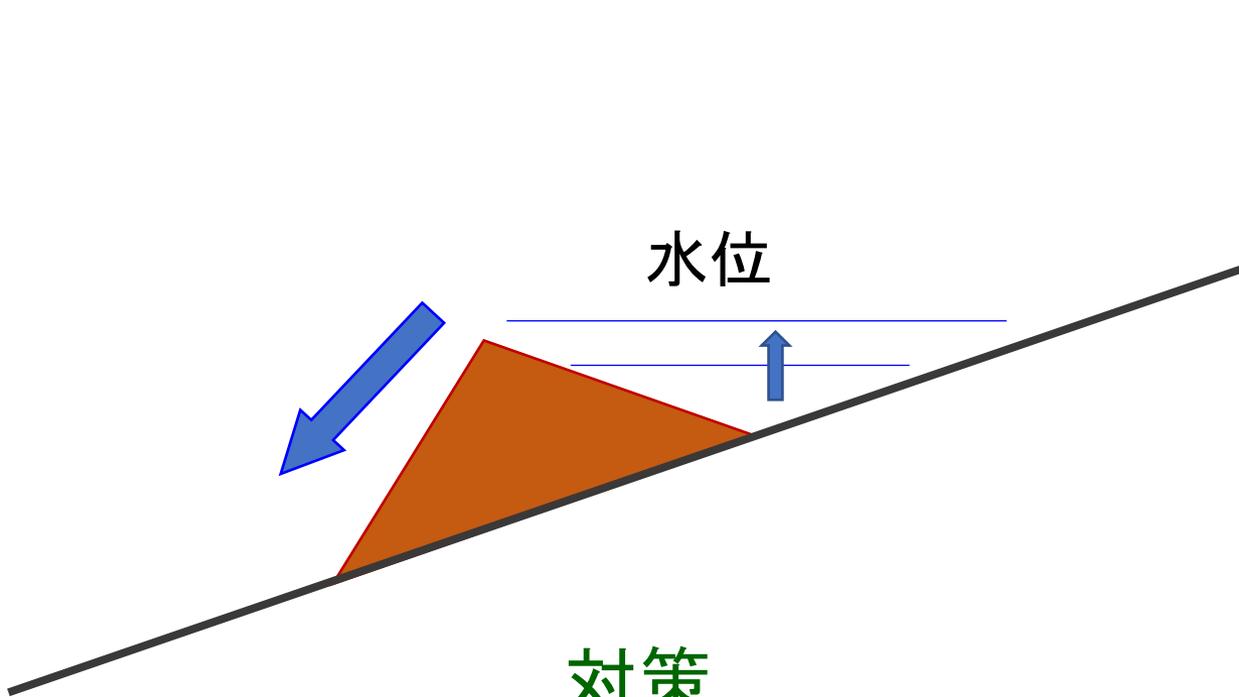
土砂災害警戒情報

- ✓ 通常より表層崩壊や土石流が発生しやすくなっている。



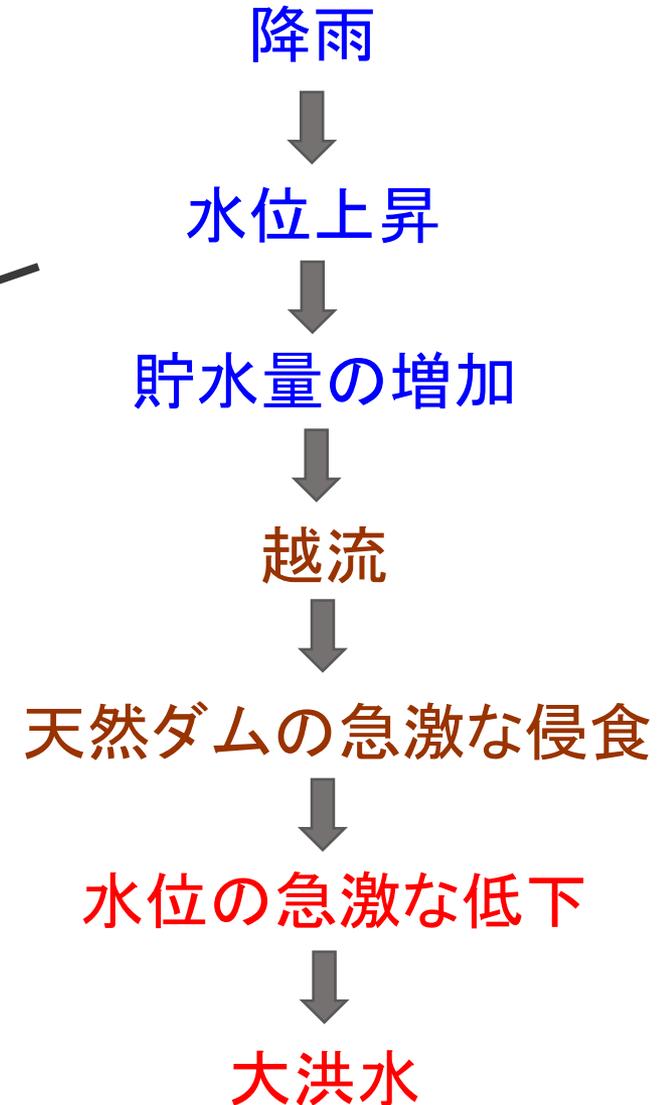
- ✓ CLをどの程度下げるのか？
- ✓ いつまで下げるのか？

天然ダムはなぜ怖いのか？



対策

- 水位監視
- 排水
- 埋め戻し



おわりに

- 地震時の崩壊や土石流から逃れることは困難な場合が多い。
- 地形や地質， 土壌特性などから土砂災害のリスクを知っておくことは重要である。
- リスクのある家では， 地震時に崩壊や土石流が発生するかもしれないことを想定する。
- 天然ダムが形成された場合は上流では湛水， 決壊すれば下流では大洪水の危険がある。
- 地震後は崩壊や土石流が発生しやすくなっているので， しばらくは要注意。