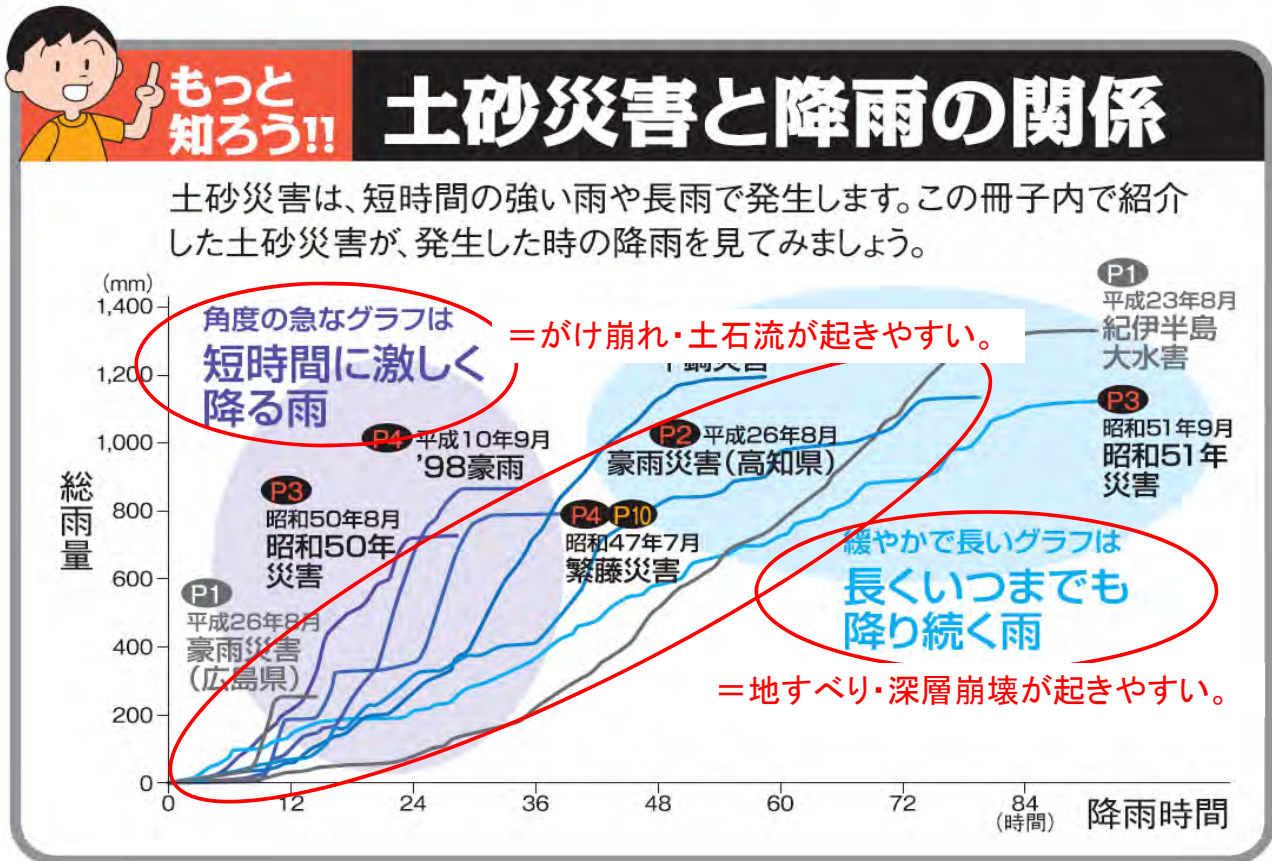


土研講演会

地すべり災害のリスクマネージメント に関する話題提供

国立研究開発法人 土木研究所
土砂管理研究グループ 上席研究員
藤平 大(とうへい まさる)



出典「平成26年8月豪雨土砂災害の記録」高知県土木部防災砂防課
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2016051300103.html>

● 県内の降雨分布と特徴

特徴

- ・2つの台風が連続して襲来
- ・県内各所で観測史上最大の降雨を記録
- ・降雨ピークの重なった地点では2000ミリを超える降雨を観測

8月1日から10日までの期間降水量は、仁淀川町鳥形山で2008.0mm、津野町船戸で1797.5mm、香美市繁藤で1754.0mmを記録しました。これは、8月の月降水量平年値の2~4倍となる大雨でした。

高知県では、10日間に2つの台風の影響を受けたため、降雨のピークが2回発生しました。台風第12号による8月1日から5日までの降雨は、県中央部で1000mmを超過しました。その2日後、台風第11号による8月7日から10日までの降雨は、県東部と西部で1000mmを超過しました。

一方、1時間雨量を比較すると、①魚梁瀬74.5mm(10日1時)、②本山73.5mm(3日10時)、③本山73.0mm(3日9時)、④魚梁瀬70.5mm(10日0時)、⑤繁藤69.0mm(2日20時)と続き、前半と後半の多雨地点が交互に上位になります。また、期間降水量最大の鳥形山では1時間雨量の最大値は50.5mm(2日5時)であり、他の地点と比較すると突出して大きい値ではありませんでした。鳥形山周辺は2回の降雨エリアが重なっているため、10日間の期間雨量が非常に大きくなったことが分かります。

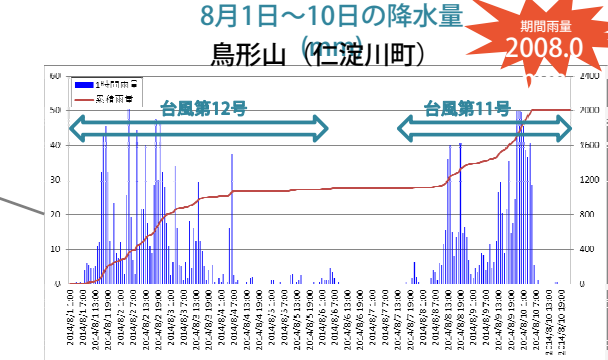
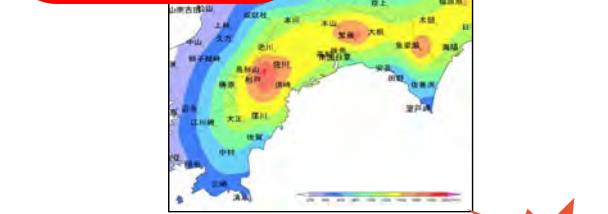
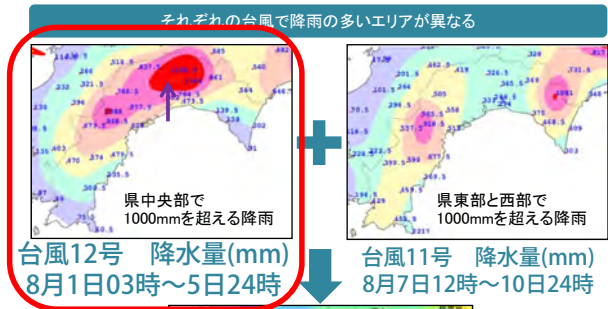


図-2.3 県内の降雨状況

出典「平成26年8月豪雨土砂災害の記録」高知県土木部防災砂防課 <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2016051300103.html>

皆さんが、もし
(居住者/防災担
当職員/相談を
受けた社員etc.)
だったら、安全
確保のために

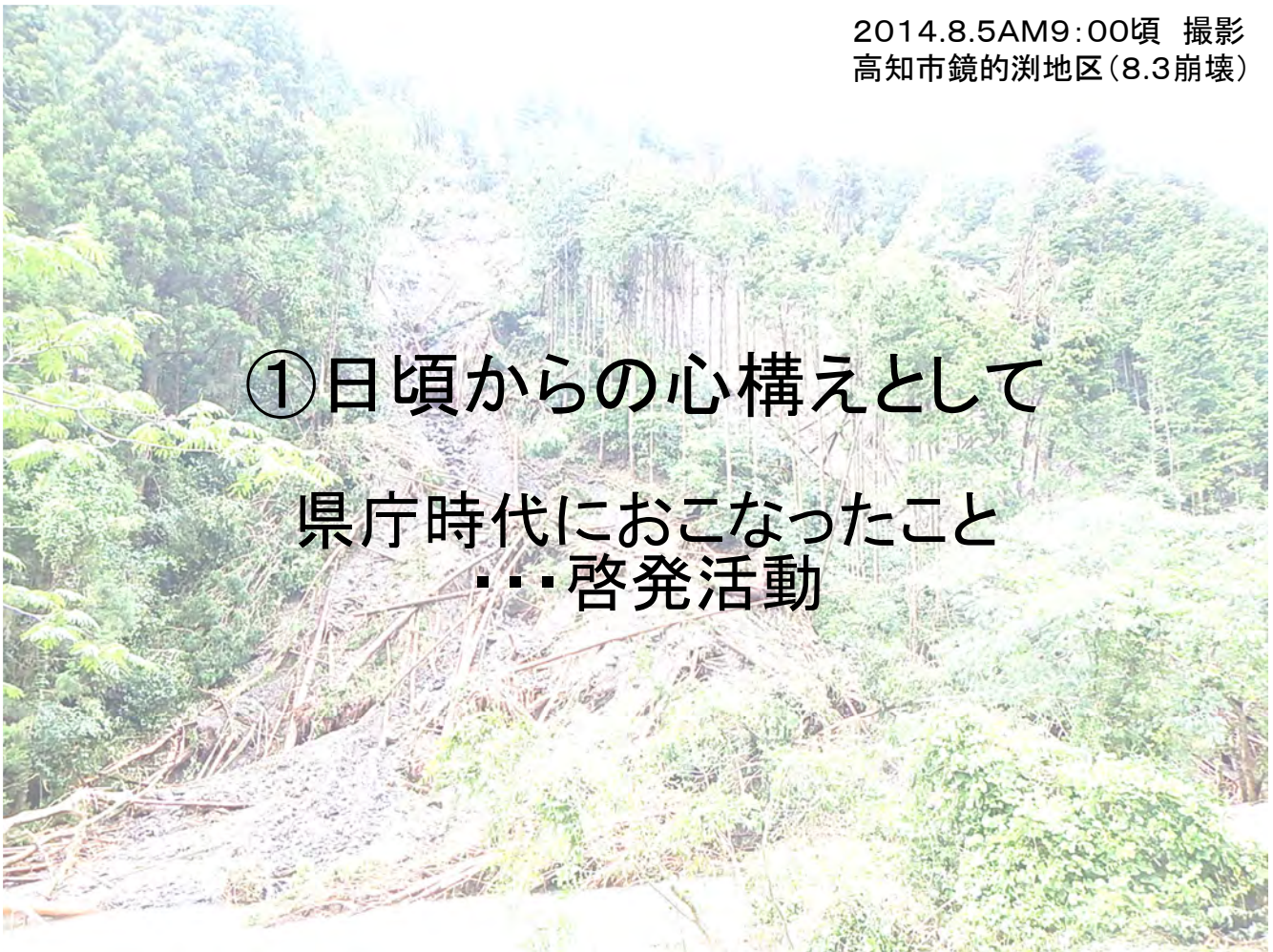
- ①日頃の心構え
- ②変状が発生する前
- ③変状が発生した後

どうしますか？

2014.8.9撮影
平成26年8月豪雨
高知市鏡的湊地区8.3崩壊



2014.8.5AM9:00頃 撮影
高知市鏡的湊地区(8.3崩壊)



①日頃からの心構えとして 県庁時代におこなったこと ・・・啓発活動



出典「平成26年8月豪雨土砂災害の記録」高知県土木部防災砂防課
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2016051300103.html>

平成16年8月17日早明浦豪雨の際に
土砂崩れを事前に察知して、近隣住民を避難させた大川村和田の和田末子さんに
「土砂災害防止功労者」大臣表彰

○「小松団地」に住む和田さんが
午前4時前に裏山の水路濁流氾濫や、鼻
に来る異臭などから、危険を察知

○26世帯住民48名に避難を呼びかけ、
対岸の大川中学校に避難したため全員
難を逃れた(人的被害0、浸水被害24戸)。



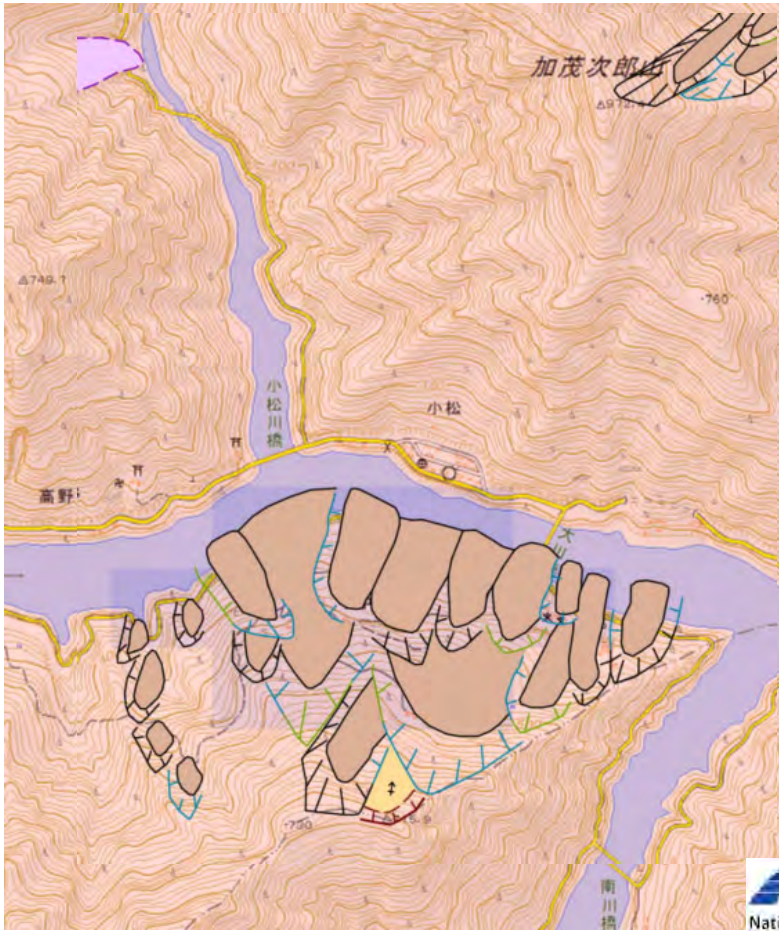
出典 **土砂災害啓発冊子**と**土砂災害危険箇所マップ**の**全戸配布**について
高知県土木部防災砂防課
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2015030500367.html>



出典 **土砂災害啓発冊子**p16
高知県土木部防災砂防課
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2015030500367.html>

* 文章はP16記事を参考に改編





防災科研の
地すべり地形判読図では

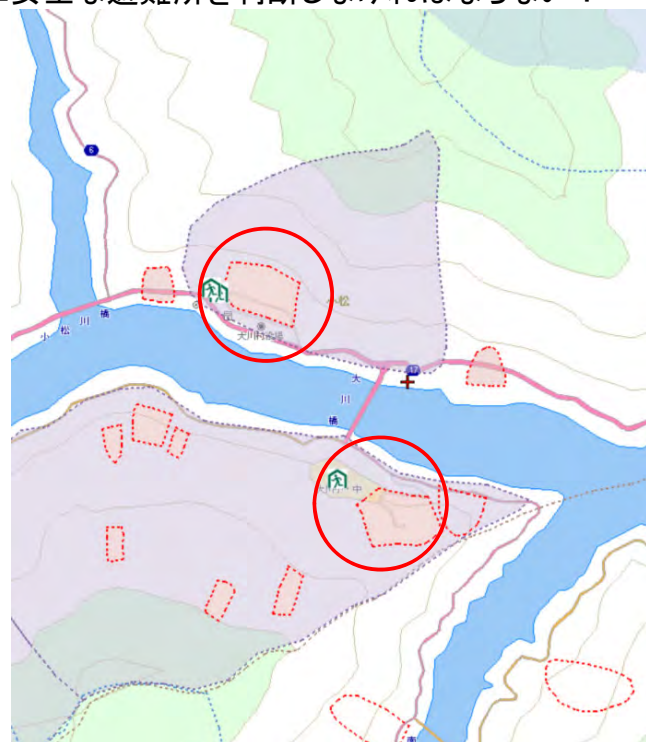
対岸が地すべり地形

周囲は、
地域のほとんどが勾配30度以上
の急傾斜地またはその隣接地

⇒潜在的な土砂災害危険箇所は
ほぼ全域

高知県防災マップでは 避難所は選択できる
⇒適宜、前兆現象などを参考に
相対的に安全な避難所を判断しなければならない！

凡例	
<input checked="" type="checkbox"/>	全て表示
<input type="checkbox"/>	全て非表示
<input checked="" type="checkbox"/>	土石流危険渓流
	流域
	被害想定区域
<input checked="" type="checkbox"/>	急傾斜地崩壊危険箇所
	急傾斜地崩壊危険箇所
<input checked="" type="checkbox"/>	地すべり危険箇所
	地すべり危険箇所
<input checked="" type="checkbox"/>	山腹崩壊危険地区
	山腹崩壊危険地区
<input checked="" type="checkbox"/>	崩壊土砂危険地区
	崩壊土砂危険地区
<input checked="" type="checkbox"/>	地すべり危険地区(治山林道課)
	地すべり危険地区(治山林道課)
<input checked="" type="checkbox"/>	地すべり危険地区(農業基盤課)
	地すべり危険地区(農業基盤課)
<input checked="" type="checkbox"/>	避難場所
	避難所



避難行動の原則

内閣府防災 (避難勧告等に関するガイドライン①)

市町村の責務

- ・居住者等が適切な避難行動をとることができるように
- 平時の防災知識普及
- 災害時の情報提供に努める

居住者等の避難行動の原則

- ・自らの判断で避難行動をとることが原則
- × 正常性バイアス
- × 行政依存

2014.8.5AM9:00頃 撮影
高知市鏡的湊地区(8.3崩壊)

②変状が発生する前の 安全確保



土砂災害の類型区分について

勾配30度以上の斜面(急傾斜)はどこでも危険!

勾配30度未満であっても、土石流や地すべりは被害は発生する!!

土砂災害を知ろう!!

かけ崩れ
急な斜面が、雨水の浸透や地震により、突如崩れ落ちる現象です。人間の気象で突然起こると、逃げ遅れる人も多く、人的被害が大きくなります。

土石流
集中豪雨などで崩れ落ちた土砂や石や土砂が、川底の石などと一緒に一気に下流へ流れ、流れのうちに途中を巻き込まれます。

地すべり
比較的緩やかな斜面が、地下水の増加によって、ゆっくりと数週間〜数ヶ月程度で崩壊します。大雨等により地下水が増え、移動の速度を速め、一気に崩れ落ちる大きな被害を引き起こします。

土砂災害（急傾斜地の崩壊、土石流及び地すべり）の紹介事例:<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2015030500367.html>



2014.8.5AM9:00頃 撮影
高知市鏡的湊地区(8.3崩壊)

これは、かけ崩れ？土石流？

それとも、地すべり？ ←よく調べないとわからない

崩壊から10日後

高知市鏡的湍地区



粘土化した蛇紋岩層



崩壊斜面上部で確認された 1.5 m程の段差(滑落崖)



事後の様々な調査により「地すべり」と判断された。

●高知市鏡的淵地区の地すべり調査結果

鏡的淵地すべりは、高知市を流れる鏡川支流的淵川の右岸斜面で発生しました(写真-3.1)。発生時刻は、近隣住民からの情報から8月3日13:10と推定されています。具体的には、「崩落前に特に変わった前兆はなかった」、「バリバリという音がして、まず上流側が崩落し始め、ほぼ同時に中・下流側も崩落した(8月3日13:10頃)」、「立木が将棋倒しのように倒れるのを見た」という証言があります。

現場から約1 kmの距離に位置する鏡ダムの降水観測データによると、降り始めからの総降水量は693 mm(8月1日15:00~8月3日13:00)に達し、最大時間降水量80 mm(8月3日9:00)を記録した4時間後に地すべりが発生しています(図-3.1)。なお、長期間の降水データが揃っている鏡川水系の平石観測所(昭和42年観測開始)では、8月3日9:00の最大時間降水量112 mmが観測史上1位を記録しています。また、24時間積算雨量(平石)は601 mm(8月2日14:00~8月3日13:00)を示し、昭和51年の台風17号に次ぐ値でした。

鏡的淵地区の地すべりの素因として、過去の地すべり活動にとまないすべり面が形成されていた可能性が考えられます。ただし、斜面中腹、地すべり末端付近で確認された蛇紋岩を含む粘土層が、地すべり活動のみによって形成されたかは不明です。誘因は、観測史上最大級の短時間・長時間降水による地下水位の上昇が考えられます。地すべりの発生メカニズムは、次の2ケースが想定されます。1つ目は、先にすべり面末端付近が崩壊し、その後、上方斜面の地すべり移動体が再活動した場合(後退性地すべり)、2つ目は、地すべりの再活動とともに土塊の押し出しにより、斜面中腹から末端が部分的に崩壊した場合です。

また、鏡的淵地すべりの特徴として、最大降雨ピークから4時間遅れて発生したこと、すべり面末端が河床付近ではなく斜面中腹に位置していることが挙げられます(図-3.2)。



写真-3.1 地すべりブロック遠景



写真-3.2 地すべりブロック遠景

写真-3.3 斜面に発生した段差地形

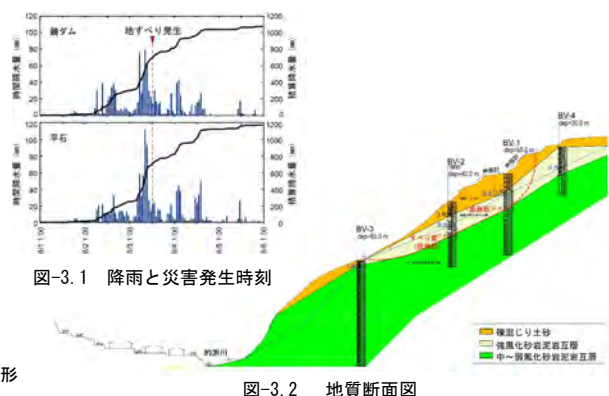


図-3.1 降雨と災害発生時刻

図-3.2 地質断面図

地すべりと避難の課題

内閣府防災

(避難勧告等に関するガイドライン①)

市町村の責務

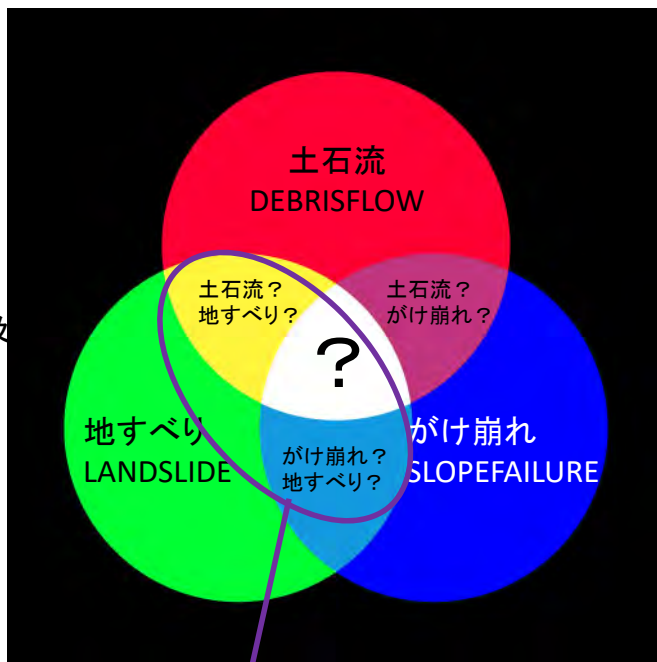
・居住者等が適切な避難行動をとることができるように

○平時の防災知識普及
○災害時の情報提供に努める

居住者等の避難行動の原則

・自らの判断で避難行動をとることが原則

× 正常性バイアス
× 行政依存



事前に(監視が必要な)「地すべり」とわかっていないと、監視は困難

内閣府防災

(避難勧告等に関するガイドライン②)

本ガイドラインでは、避難勧告(=土砂災害警戒情報)の対象とする土砂災害は

○急傾斜地の崩壊
○土石流とする。

× 地すべりについては、監視観測調査等を踏まえて発令することになる。

× 深層崩壊
× 山体崩壊

* 事前に監視していない地すべり斜面の安全確保は？

・土砂災害警戒情報と地すべりについて

地域によっては、地すべり災害の広域予測に土砂災害警戒情報を(少なくとも)参考(の一つ)にできないか？

長雨災害＝地すべりが多数発生

地すべり



孤立

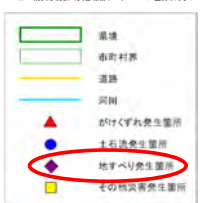


かけ崩れ



砂防関連災害発生件数※1

かけ崩れ	60箇所
うち位置情報あり	31箇所
地すべり	21箇所
うち位置情報あり	21箇所
土石流	1箇所
うち位置情報あり	1箇所



もっと知ろう！
 かけ崩れ、土石流、地すべりなどについては、土砂災害啓発冊子「あなたの大切なものを土砂災害から守るために」8ページ～10ページで解説しています。
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2015030500367.html>



図-1.1 平成26年豪雨災害で発生した主な被災

出典「平成26年8月豪雨土砂災害の記録」高知県土木部防災砂防課 <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2016051300103.html>

3. 土砂災害の発生状況 「平成26年8月豪雨土砂災害(高知)」

平成26年8月3日から10日にかけて、県内各地で土砂災害が多数発生しました。今回の災害では、長雨の影響を受け、地すべりが多発したことが特徴として挙げられます。特に、大豊町では地すべりに起因する被害が20箇所発生しました。



①川戸連火

8月2日～4日の豪雨により、幅約120m、長さ約150mの地すべりが発生し、町道川戸桃原線を押し出し、人家裏まで土塊が迫りました。また、隣接して幅約40m 長さ約20mの町道を含む土塊が崩壊し、土石流となって下流の人家と町道安野々線に被害を与えました。



大豊町拡大図

大豊町のほぼ全域が地すべり危険箇所
地すべり災害20箇所発生



②穴内

地区内の2箇所地すべりが発生し、道路の沈下や段差亀裂、湧水がみられました。



③大平

地すべりが発生し、人家や道路が被災しました。道路には石積みの崩落や段差亀裂が発生しました。



④西久保

8月3日12時頃、幅約70m、長さ約120mの地すべりが発生し、町道佐賀井上組線が崩壊して2戸の人家が孤立しました。



⑤西寺内

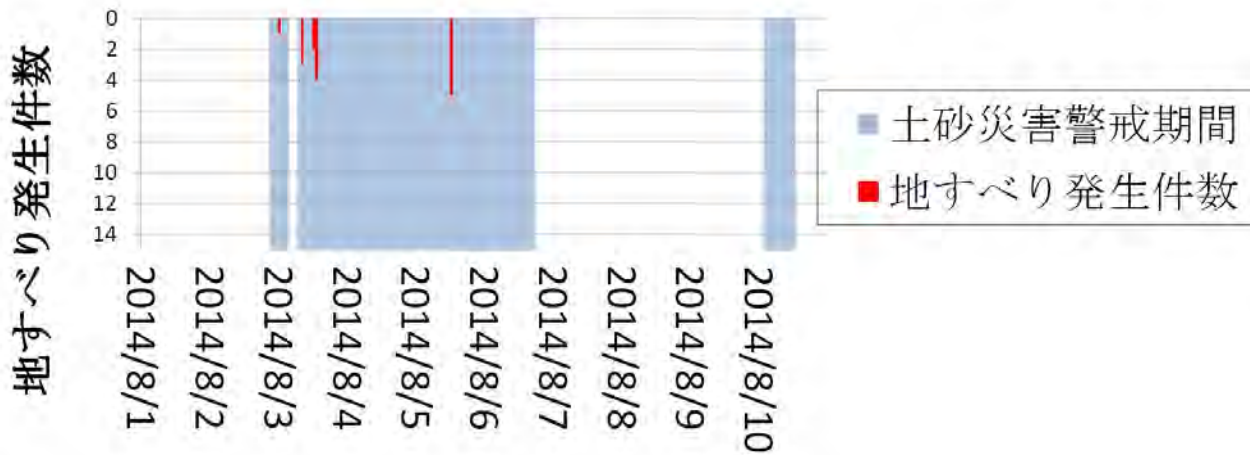
8月6日にかけて崩れが発生し、土砂と水が人家へ流入しました。



出典「平成26年8月豪雨土砂災害の記録」高知県土木部防災砂防課 <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2016051300103.html>

H26.8激甚災害(大豊町) 地すべり災害は すべて土砂災害警戒期間中に発生

図-2 土砂災害警戒情報と地すべりの発生
(平成26年8月激甚災害における高知県大豊町の例)

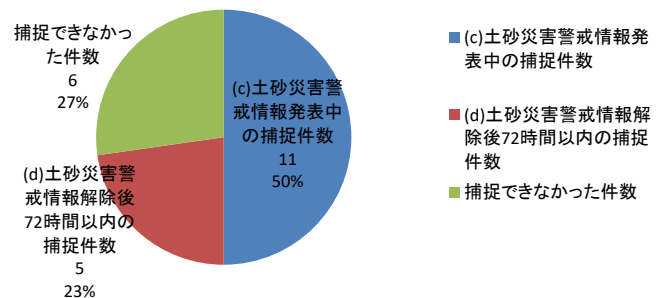
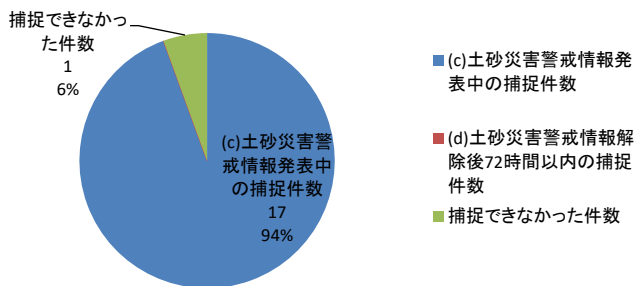


他県ではどうか？ おおむね10年間を分析

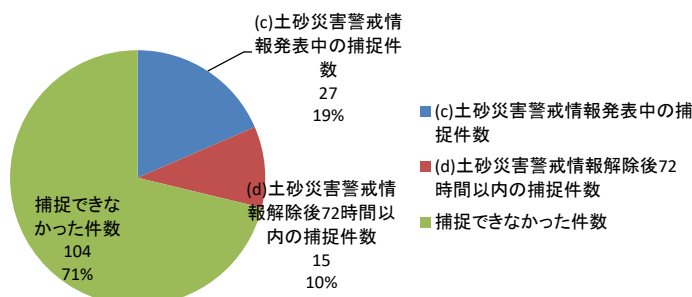
地域によっては、土砂災害警戒情報は経験則としては有効である可能性
(高知、徳島)

高知県-出水期(6~11月)の地すべり災害

徳島県-出水期(6~11月)の地すべり災害



新潟県-出水期(6~11月)の地すべり災害



結論

- 高知、徳島では、地すべり災害の多くは土砂災害警戒情報発表中に発生していた。
- 地域によっては経験則としては有効である可能性(*土砂災害警戒情報との相性を事前に調べておくことが良)

- 本来は、総雨量と災害発生と比較をしておくことが望ましい。

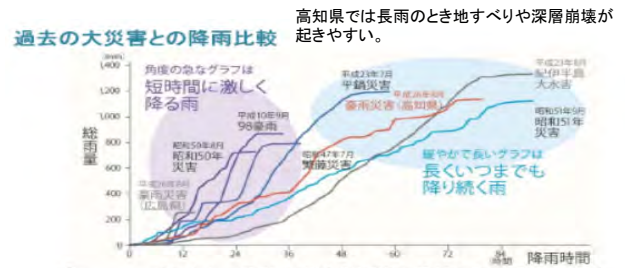


図-4.1 過去の大災害の降雨時間と総雨量

出典「平成26年8月豪雨土砂災害の記録」

高知県土木部防災砂防課

<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171501/2016051300103.html>

今後の課題

○人的被害を生じる恐れのある地すべり災害に限定して、発生場所や発生時期を特定し、あるべき避難行動について分析をおこなうべき
⇒現在人的被害を生じるリスクが高い地すべりの特徴や避難行動を調査中



写真1 2011年葉の木平地区の地すべり (死者13名)



写真2 2013年新潟県山田地区の地すべり (死者1名)

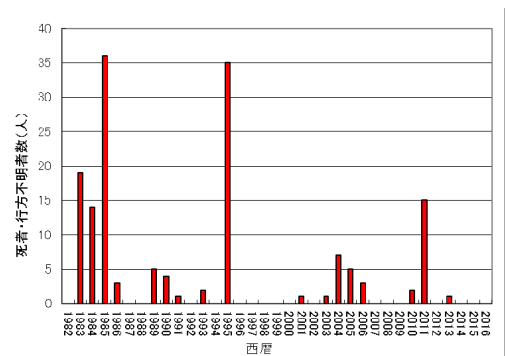


表1 地すべり災害による死者・行方不明者数

実態調査

家屋被害を生じた地すべりについて、地すべりの発生形態と人的被害の関係及び避難行動を実態調査する。

- 発生形態
- 被災状況(被害形態、被災箇所)
- 地形・地質
- 危険箇所等の指定
- 避難行動

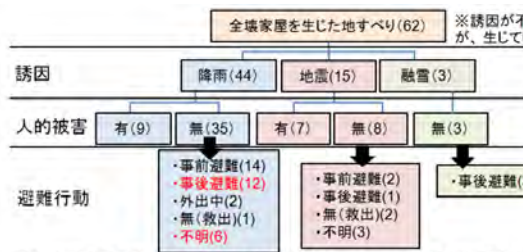


図1 全壊家屋を生じた地すべりの誘因及び人的被害、避難行動に関する分類

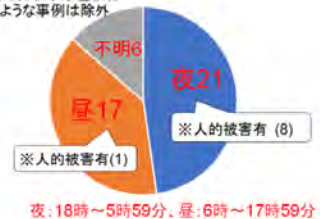


図2 降雨による地すべりの発生の時間帯

③変状が発生した後の安全確保

- ・ 斜面の変位量による崩壊切迫性評価について

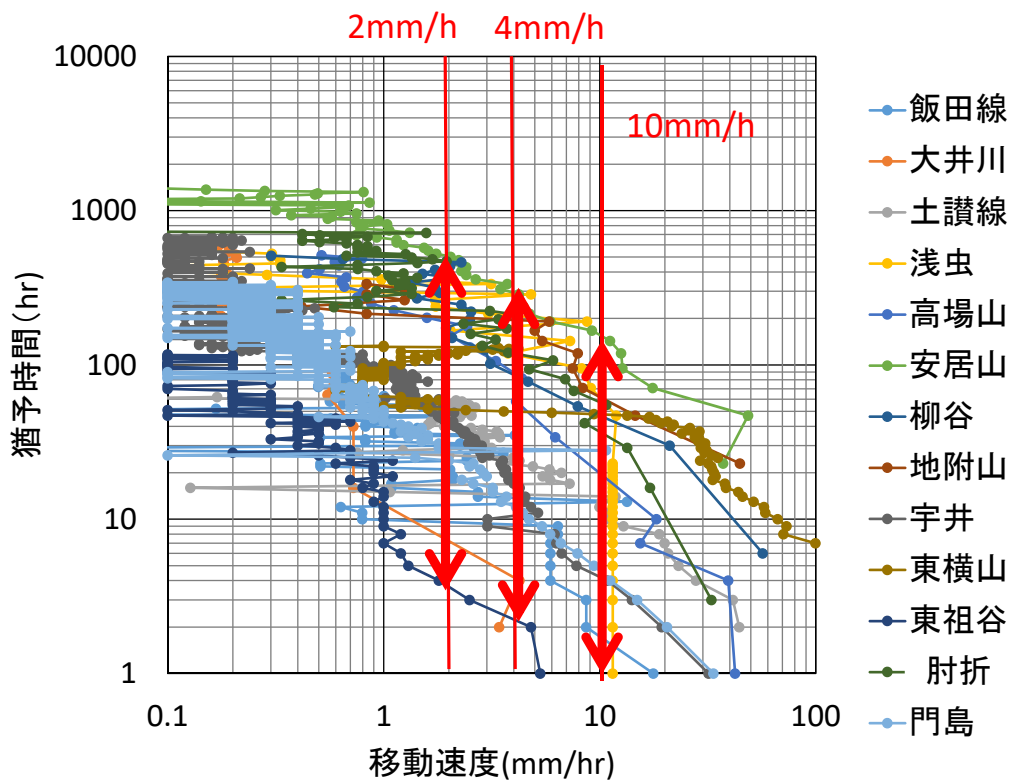


はじめに

地すべり崩壊から避難のタイミングを判断する方法

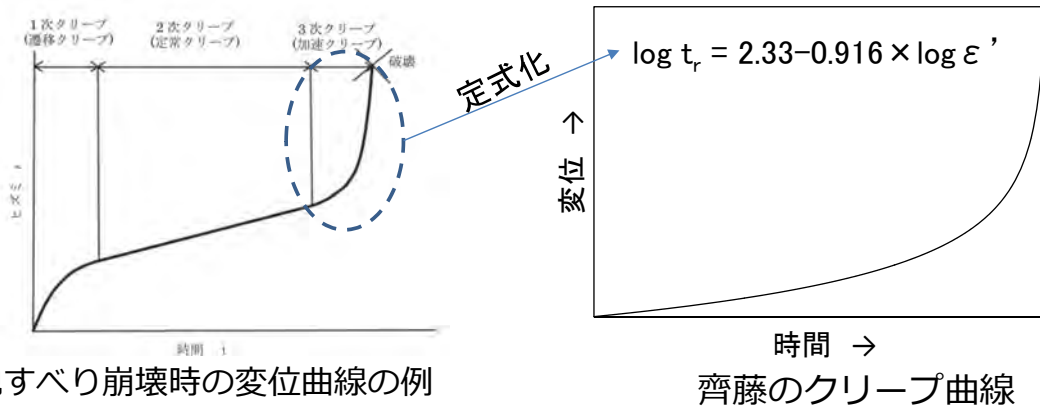
- ①移動速度基準値 (2mm/h, 10mm/hなど) の設定
- ②崩壊予測手法 (齊藤の方法, 福園の方法) による崩壊時刻予測

移動速度と崩壊猶予時間



猶予時間は事例により2オーダー程度の差がある

崩壊予測手法の例 (斎藤 ; 3次クリープ)



地すべり崩壊時の変位曲線の例

時間 →
齊藤のクリープ曲線

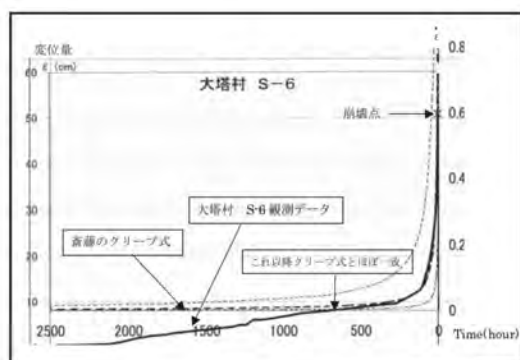


図-8 斎藤のクリープ式と大塔村S-6の重ね合わせ

計測値 (変位置量・時刻)

上記式にフィッティング

このまま崩壊に向かう場合の時刻を算出

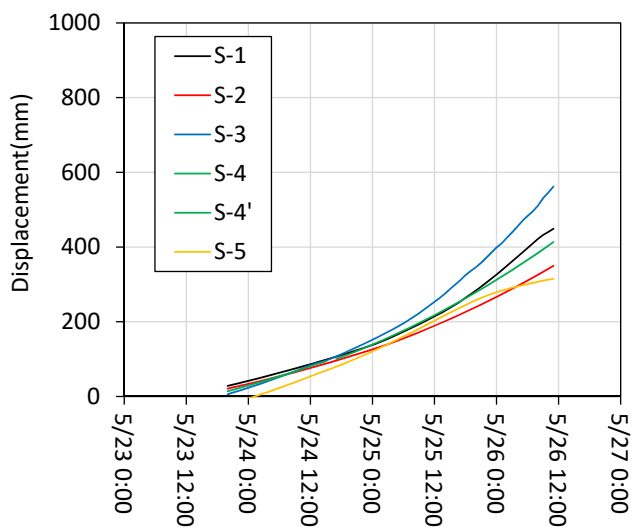
「豊後大野市綿田地すべり」での適用例



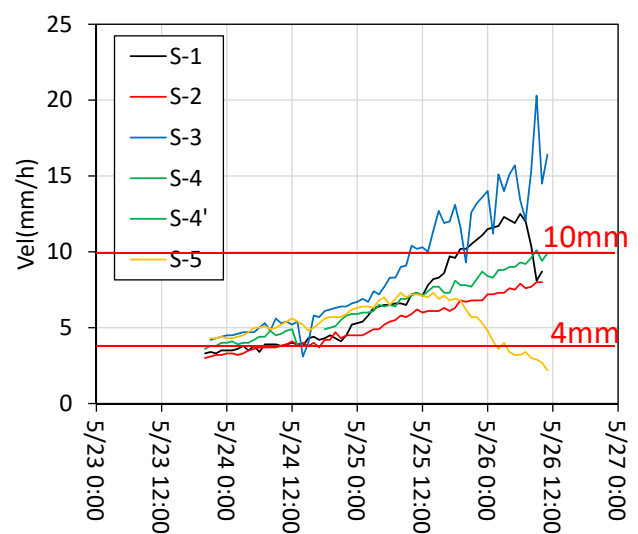
撮影 大分県

「豊後大野綿田地すべり」での例

2017/05/26 11:00時点



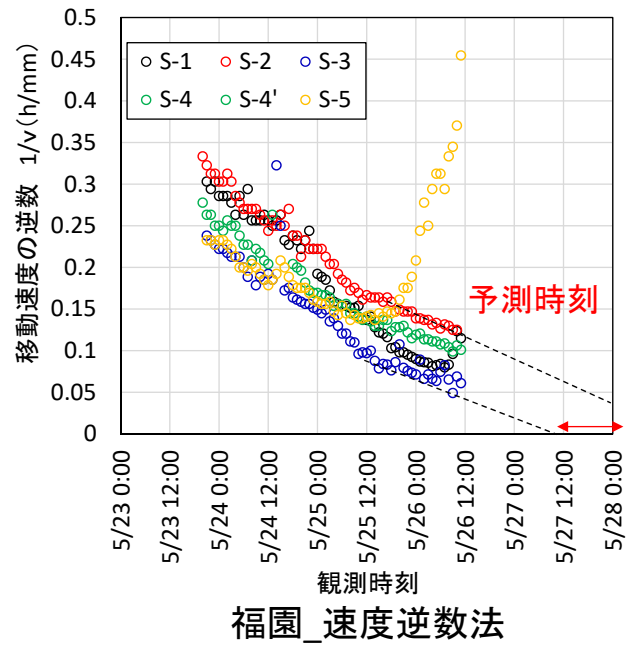
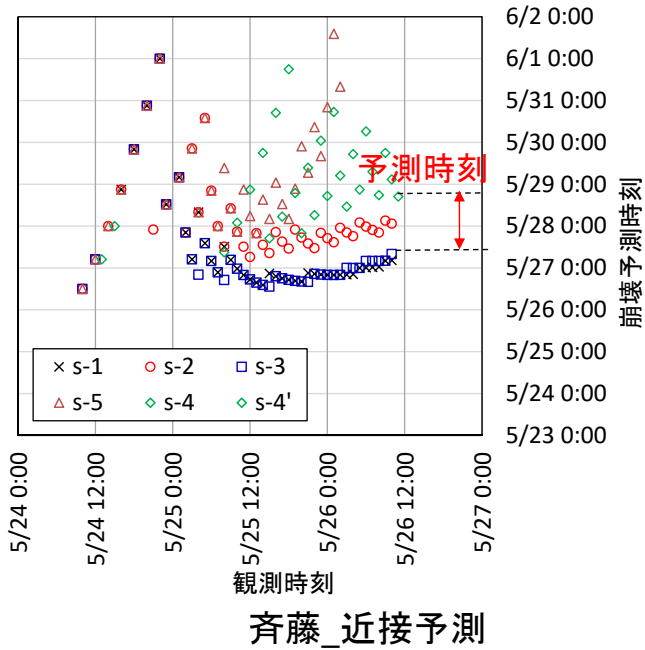
変位置量



速度

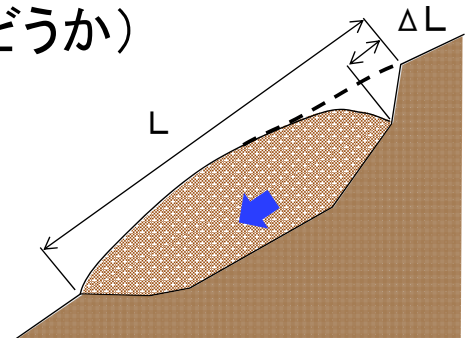
「豊後大野綿田地すべり」での例

2017/05/26 11:00時点



現在のクリープ段階を把握することが大切
(崩壊が切迫しているかどうか)

検証 共通する閾値が設定できるか？



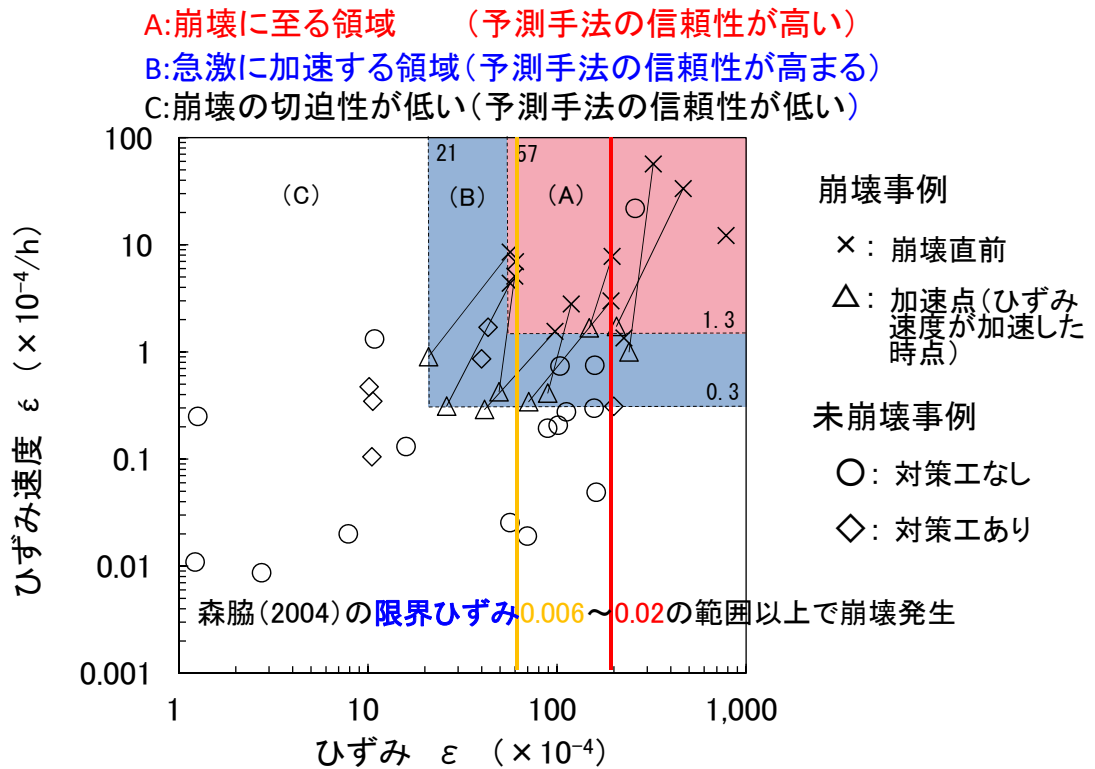
各事例の移動量, 移動速度を
⇒ 斜面長 L に対する比である

「ひずみ」: $(\sum \Delta L)/L$

「ひずみ速度」: $(\Delta L/L)$

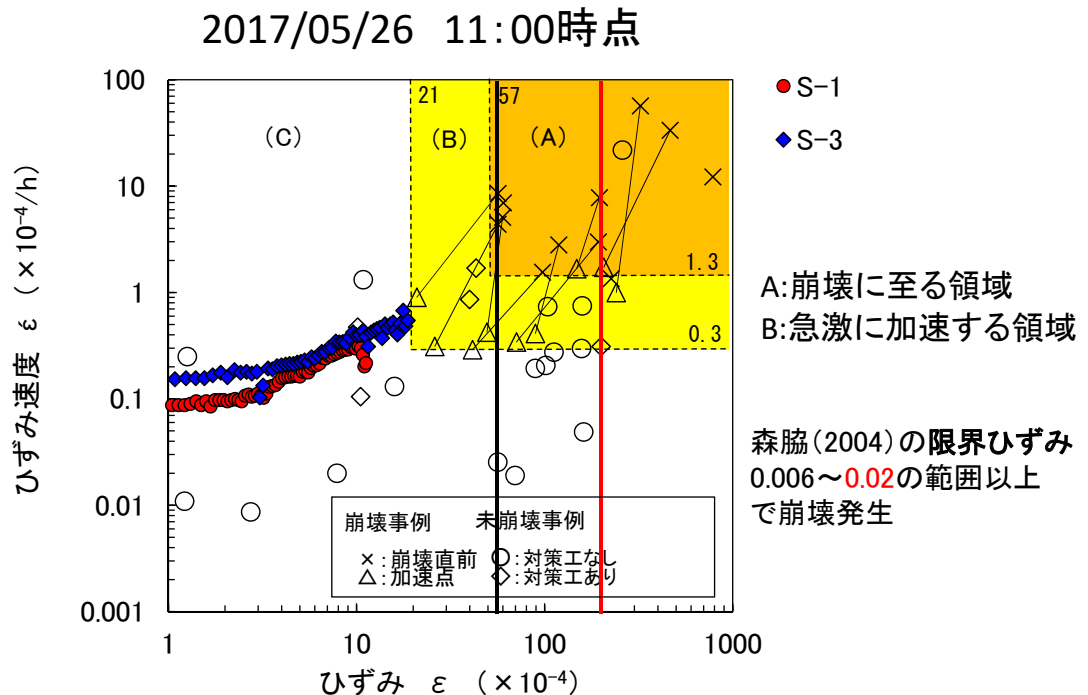
にして正規化

検証「ひずみ」と「ひずみ速度」の関係



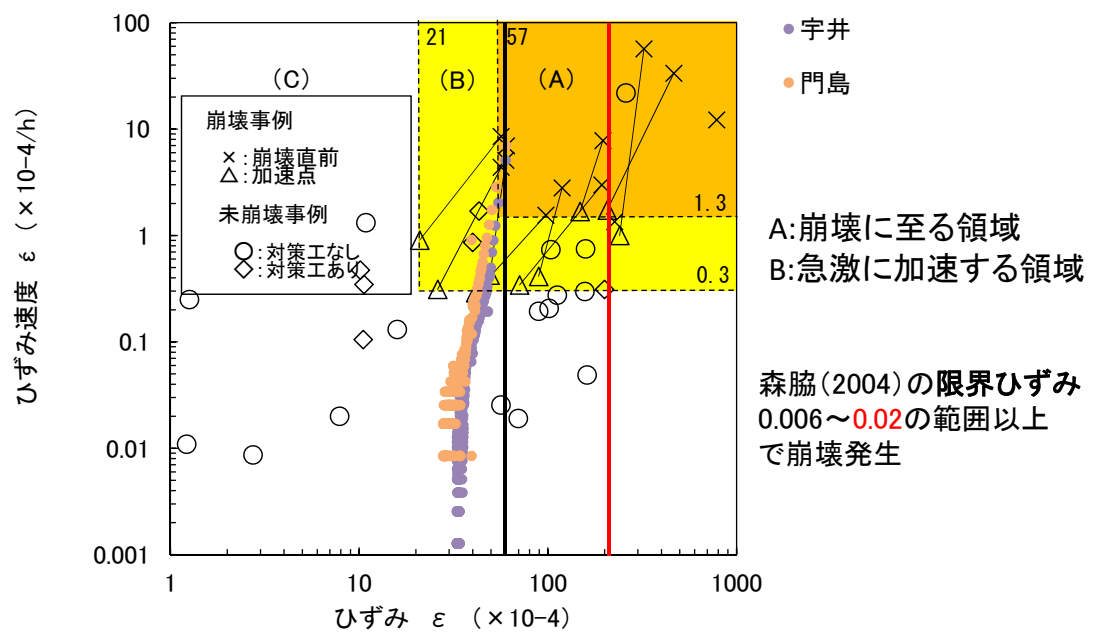
観測値から算出した値をグラフにプロット
 ⇒現在の崩壊の切迫性を3段階で評価

「豊後大野綿田地すべり」での例



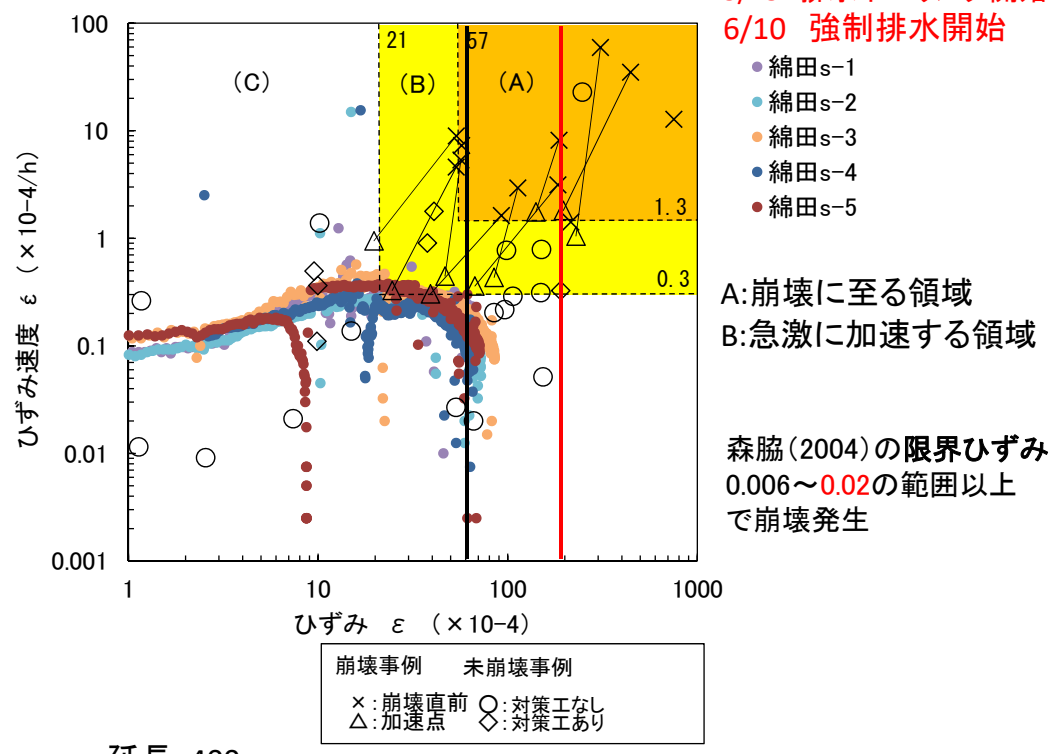
現時点の崩壊予測結果の信頼性は低いことが読み取られる
 注意) 部分的な小崩壊の危険性はある

過去の崩壊事例 「宇井（奈良県）」 「門島（静岡県）」 の場合



その後の「豊後大野綿田地すべり」

綿田 20170613 16:00時点
 5/28 排水ボーリング開始
 6/10 強制排水開始



延長: 400m
 変位置: 伸縮計の累積変位(設置前の幅の加算なし)

まとめ

「ひずみ」と「ひずみ速度」を指標とし、崩壊の切迫性をA～C3段階で評価する手法を提案した。

綿田地すべりでの適用例を示した。

注意) 崩壊範囲(斜面長)を誤ると全くあてにならない

今後の課題

事例を蓄積し、閾値を修正していく

斜面勾配などの条件による影響も考慮

総まとめ

①日頃の心構え

⇒すべての取り組みは、「居住者の判断で避難行動をとること」を促すことを目指して！

②(地すべりなどの)変状が発生する前

⇒雨量基準は参考にはなる。

③変状が発生した後

⇒崩壊予測式は、切迫してから有用

(オオカミ少年の轍を踏まない策の紹介)

応急対策が間に合うクリティカル時間がわかる！

- ご清聴ありがとうございました。