

■ ■ ■ 第14回 環境研究シンポジウム
■ ■ ■ レジリエントな社会・国土を創る環境研究
■ ■ ■ 2016年11月22日 12:00~18:00 一橋大学 一橋講堂

頻発する土砂災害とどう向き合うか

国立大学法人筑波大学 生命環境系 堀田 紀文



土砂災害が頻発している

平成26年8月 広島県広島市(国土地理院)



平成28年4月 熊本県南阿蘇村(国土交通省)

- 気候変動に伴い今後の頻発も予想
- 住民目線での「レジリエンス」は、死者ゼロ



土砂災害の対策

契機となった災害など

国土の荒廃・相次ぐ水害

昭和32年 西九州地方で地すべり災害

昭和42年 西日本豪雨によるがけ崩れ災害
(長崎, 佐賀, 広島など)

平成11年 広島豪雨災害

平成16年 新潟・福島・福井での豪雨被害

平成16年 新潟県中越地震

平成20年 岩手・宮城内陸地震

平成26年 広島豪雨土砂災害

土砂災害対策に関する法制度

明治29年 河川法

明治30年 森林法・砂防法:砂防指定地・砂防工事の規定

昭和33年 地すべり等防止法
地すべり防止区域での工事が可能に

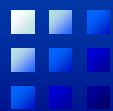
昭和44年 急傾斜地法
(急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律)
崩壊危険斜面の調査, 崩壊防止工事, 損失補償

平成12年 土砂災害防止法
(土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推関する法律)
土砂災害のおそれのある区域を明らかにし, 警戒避難態勢の整備などのソフト対策を規定

平成17年, 22年 土砂災害防止法の一部改正
ハザードマップによる周知の徹底, 大規模な土砂災害時の国による緊急調査の実施と土砂災害緊急情報の市町村への提供

平成26年 土砂災害防止法の一部改正
都道府県による基礎調査結果公表の義務付け, 土砂災害警戒情報周知の義務付けなど

- 災害→対策→災害→対策...の繰り返し
- 今後のソフト対策の重要性

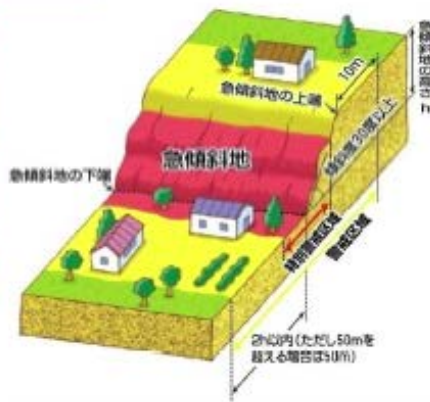


土砂災害のソフト対策(土砂災害防止法)

- 土砂災害警戒区域の警戒避難態勢の整備
－ 土砂災害の種類ごとに定められている。

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



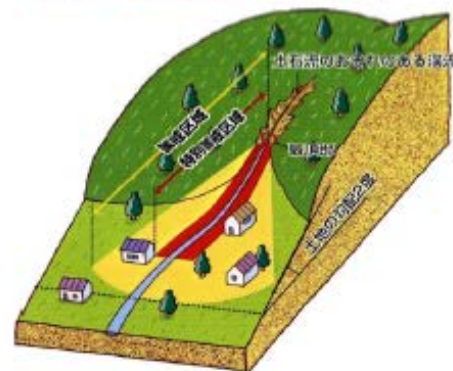
土石流

※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

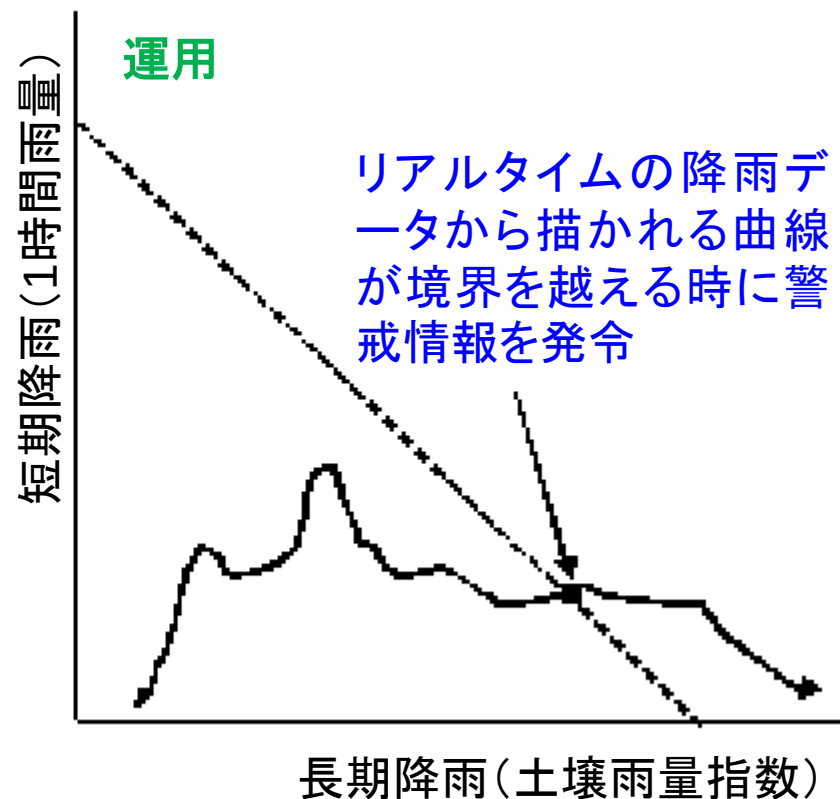
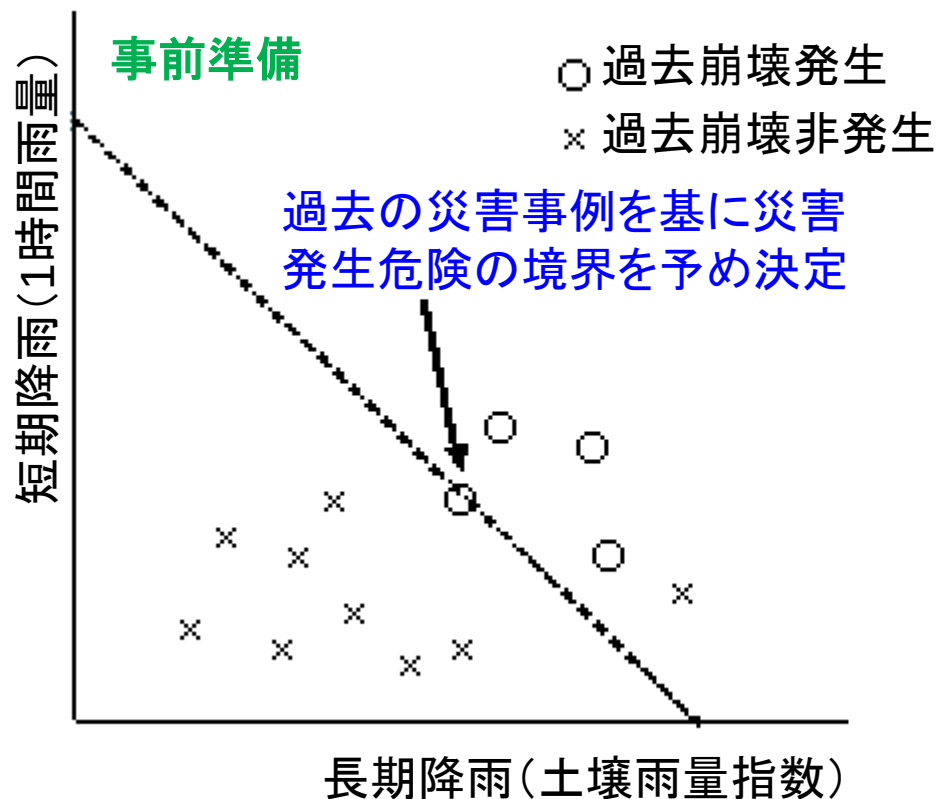


(国土交通省資料より)



警戒・避難はいつすれば良いか？

- 避難勧告などは**土砂災害警戒情報**に基づく
—「危険な雨」を検知する



※危険境界の求め方は実際にはもっと高度.

※短期予測の併用で, 事前に土砂災害警戒情報を発令する.



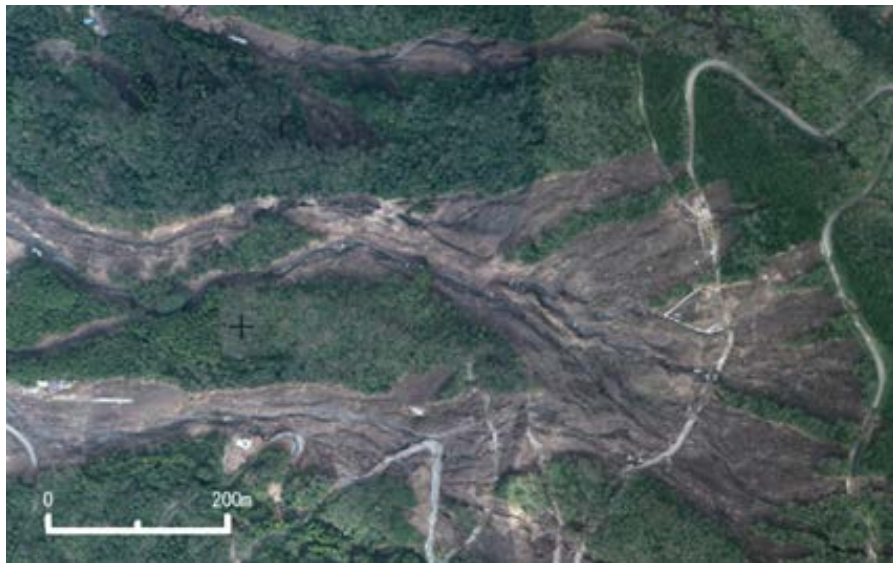
土砂災害警戒情報の成績、今後は？

- 「的中率」は数% ?!
 - ただし、「捕捉率」は7~8割.
- これは土砂災害警戒情報の「性格」によるもの
 - 個別の災害危険個所の特性は考慮せず.
 - 広域に対して同一の基準を適用.
 - 安全側で運用, など.
- 死者ゼロを目指すために
 - 土砂災害発生の予測精度向上は可能か？
→ できるだろう.
 - それをどのように社会に実装するか？
→ 住民による災害の理解と, 自主的な行動が必要.

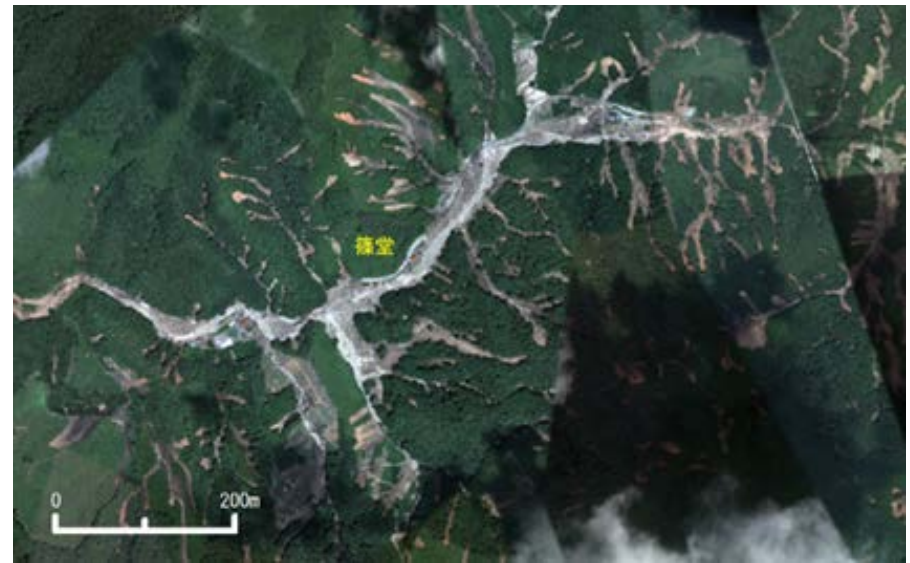


土砂災害のプロセス研究：伊豆大島の例

- 平成25年の伊豆大島災害では，豪雨による森林斜面での崩壊発生が災害の契機となった。
 - － 崩壊は浅く，広がった。
 - － 通常の表層崩壊と異なる発生形態：メカニズムも？
 - ↑ 谷部での崩壊が主体：雨水が地下の岩盤によって集められる



2013年伊豆大島

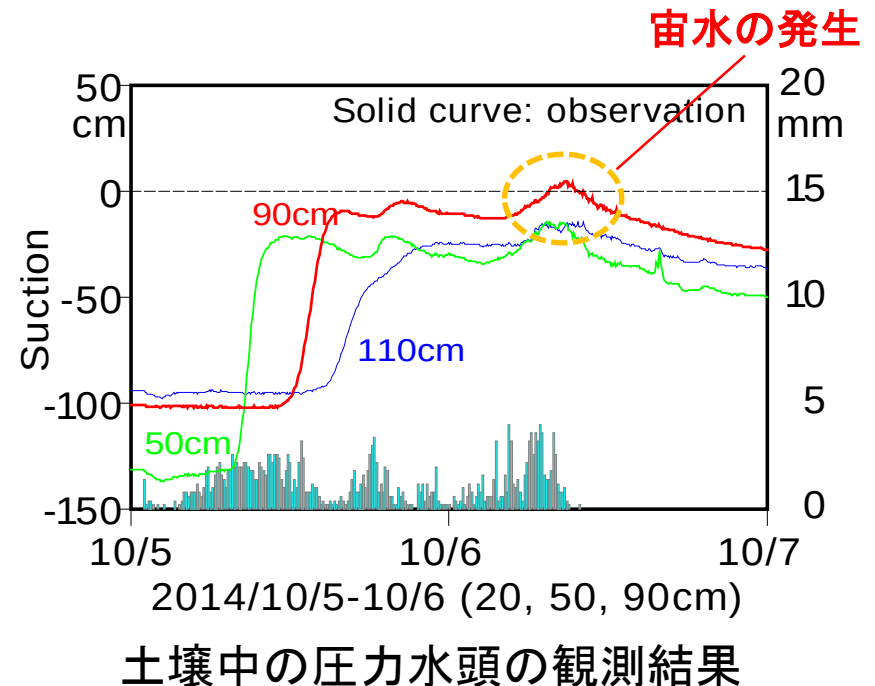
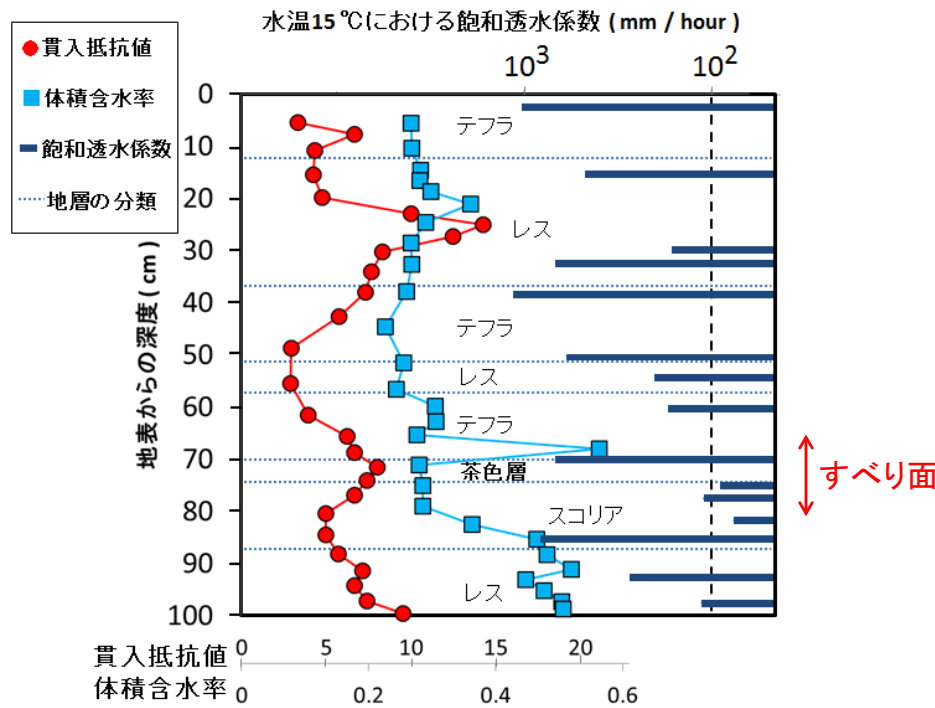


2010年広島県庄原市

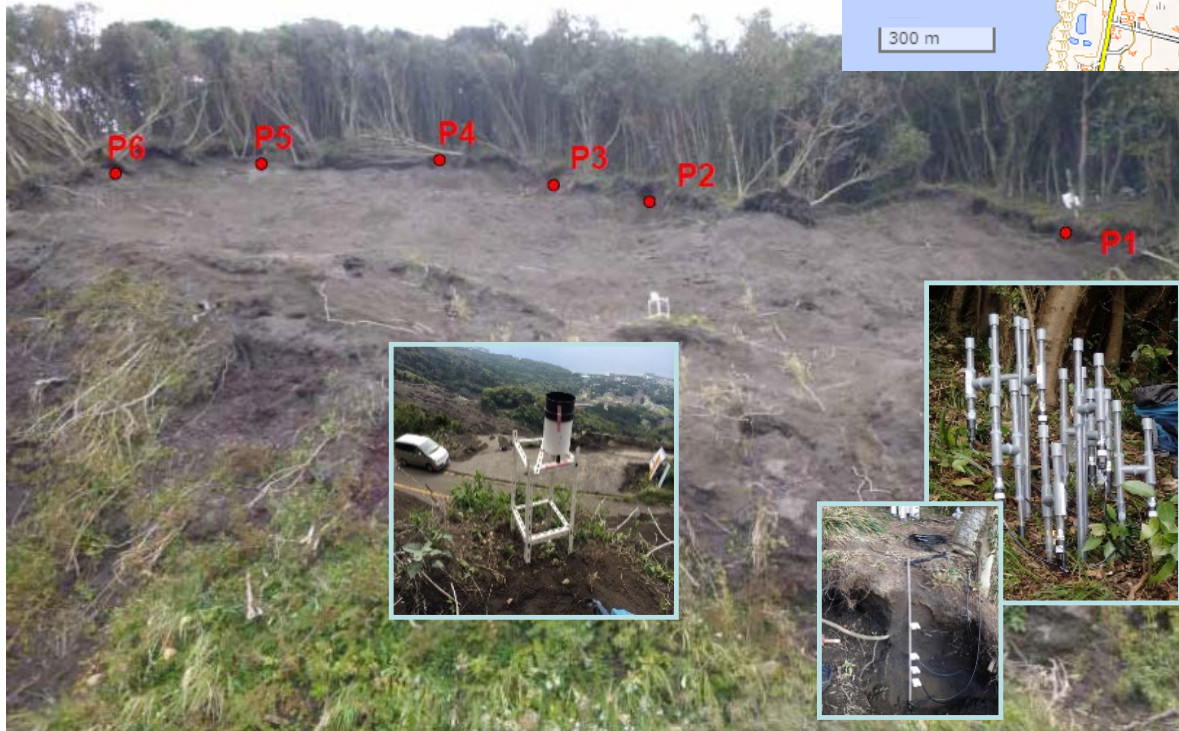
表層崩壊の発生形態 （国土地理院の写真を加工）

研究の背景：火山地域の特徴？

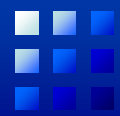
- 異なる透水性をもつ土層の多層構造（テフラ成層）により，集中豪雨時に**広範囲でほぼ均一な地下水位発生** → **安全率低下？（作業仮説）**
 - 「表層崩壊」が広域で発生したことを説明可能.
 - 火山地域は透水性が高い・・・谷部への集水はない？



崩壊深:80~100cm(下部)

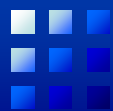


京都大学・小杉氏撮影



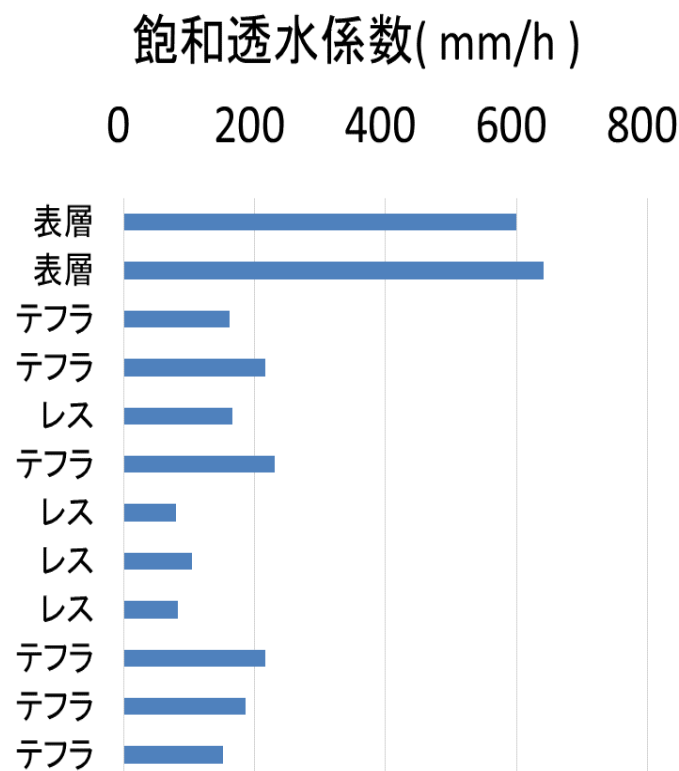
研究の方法・目的

- 現地調査・観測で、詳細なデータを取得
- (1次元)鉛直浸透計算による地下水位の再現
 - 観測結果との比較から浸透計算の再現性を検証.
- 過去の豪雨イベントに対する斜面安定解析
 - 過去の地下水位形成を浸透計算で再現したうえで,
 - 平成25年を含む過去の崩壊発生・非発生イベントとの対応を比較.
- 「作業仮説」は合っているのか？
 - 火山地域での土砂災害の取り扱いを検討



実条件を反映した浸透計算の準備

土層構造や透水係数など／計算領域の設定



P1.5地点の土層構造

レス層・テフラ層に透水性の違い

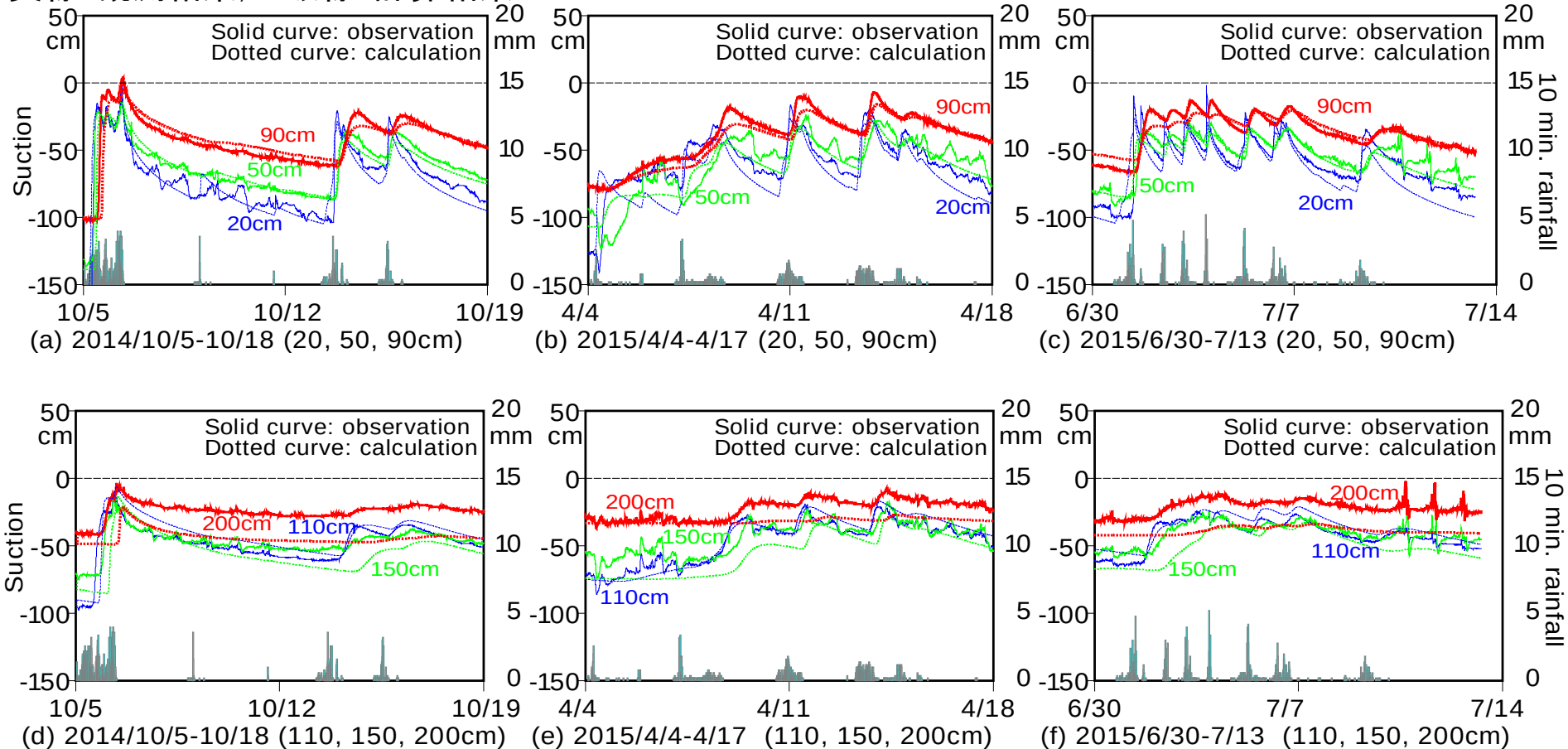
表層土	$K_s: 500 \text{ mm/h}$ 深度20cm
テフラ (火山噴出物)	$K_s: 165 \text{ mm/h}$ 深度90cm
レス (平時の堆積土)	$K_s: 80 \text{ mm/h}$ 深度150cm
テフラ (火山噴出物)	$K_s: 120 \text{ mm/h}$ 深度210cm

透水試験の結果やP1地点
付近の層構造を参考に決定



結果：浸透計算と観測結果の比較

実線：観測結果， 破線：計算結果



土壌中の圧力水頭の観測結果と浸透計算の比較

- 計算は観測結果を概ね良好に再現
 - 過去の地下水位を推定可能に. 斜面安定解析も.



斜面安定解析の準備

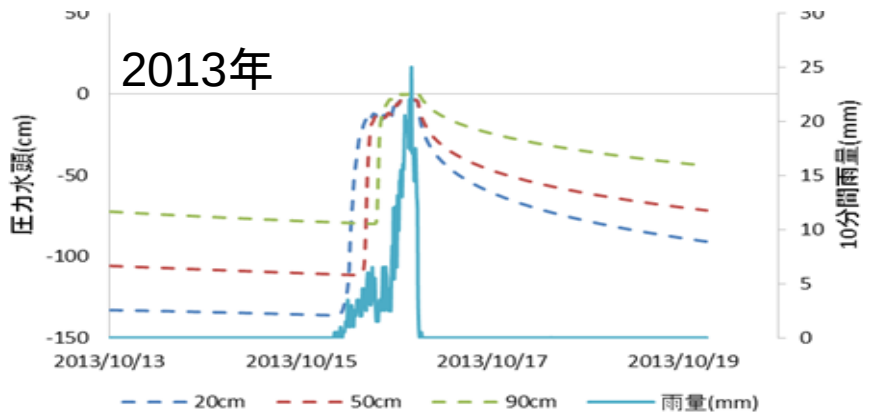
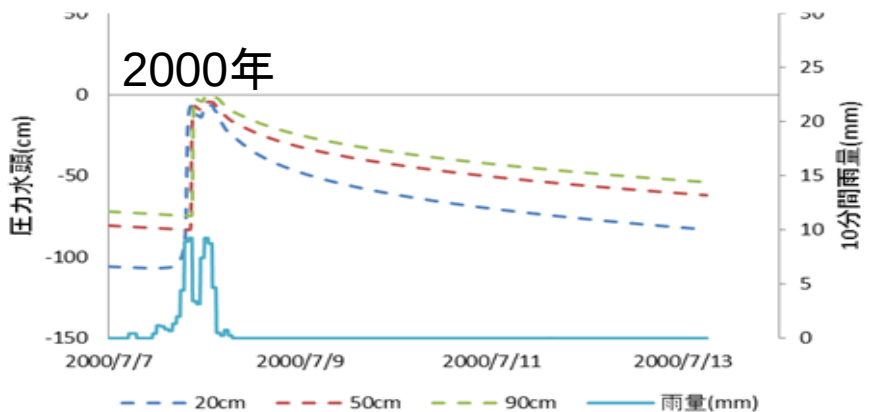
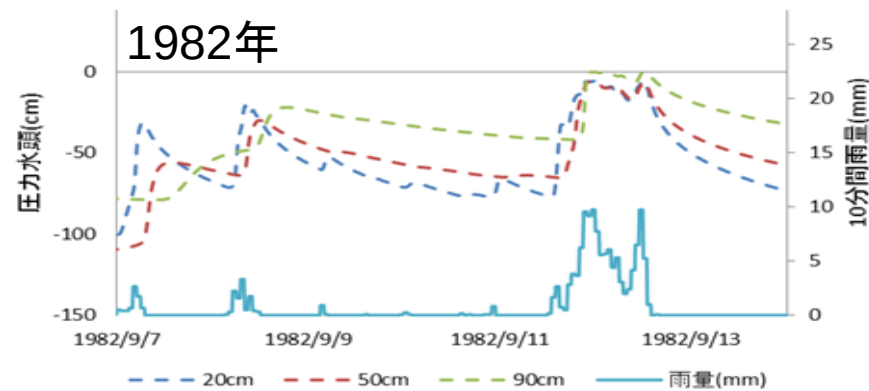
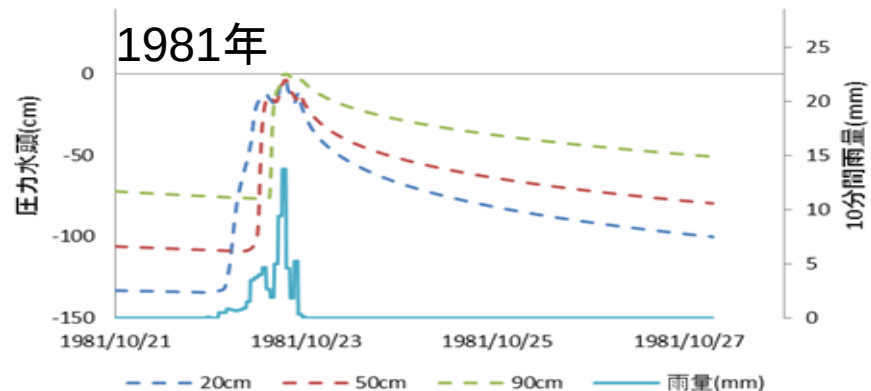
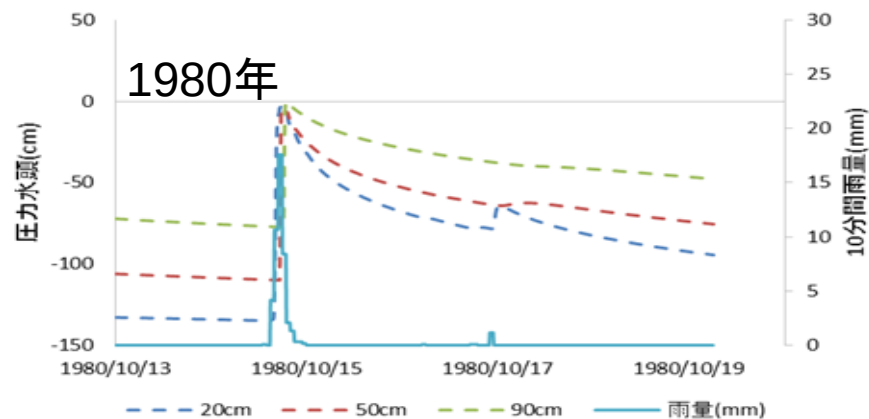
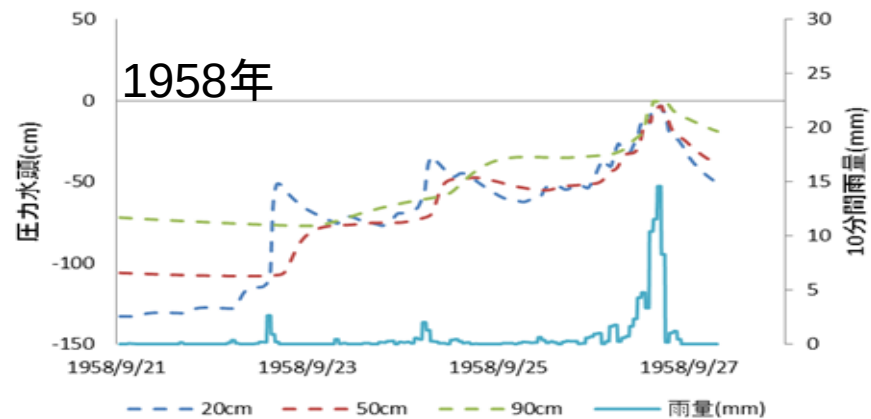
- 計算対象とするイベントの選定
 - 豪雨は総雨量と3時間雨量に着目して選定

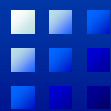
対象とした豪雨イベント(9イベント)  :斜面崩壊発生

年	開始時刻	終了時刻	総雨量(mm)	最大 3 時間雨量(mm)
1958 年	9/21 3:00	9/26 22:00	536.9	219.1
1972 年	7/14 18:00	7/16 16:00	397.6	101
1980 年	10/14 14:00	10/15 1:00	271	220
1981 年	10/22 0:00	10/23 1:00	403.5	169
1982 年	9/6 8:00	9/12 17:00	851.5	171
1990 年	11/27 15:00	11/30 21:00	544.5	98.5
1996 年	9/21 20:00	9/22 17:00	346	133
2000 年	7/7 6:00	7/8 8:00	416	152.5
2013 年	10/15 8:00	10/16 7:00	824	334

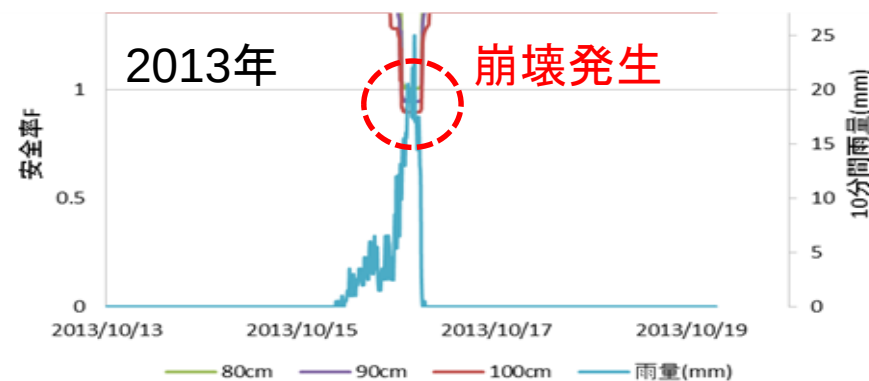
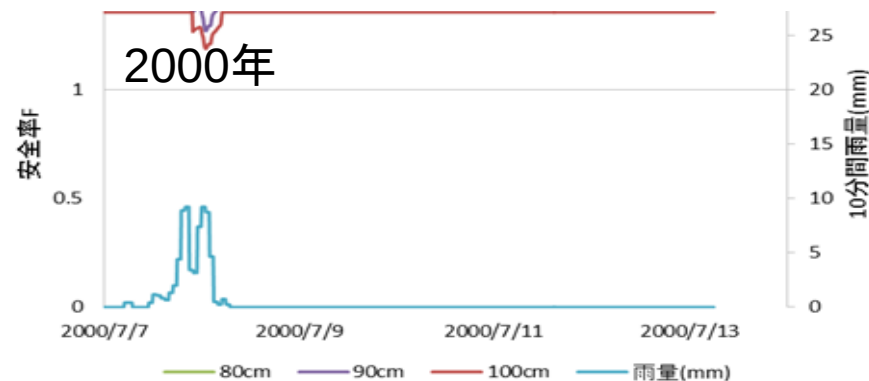
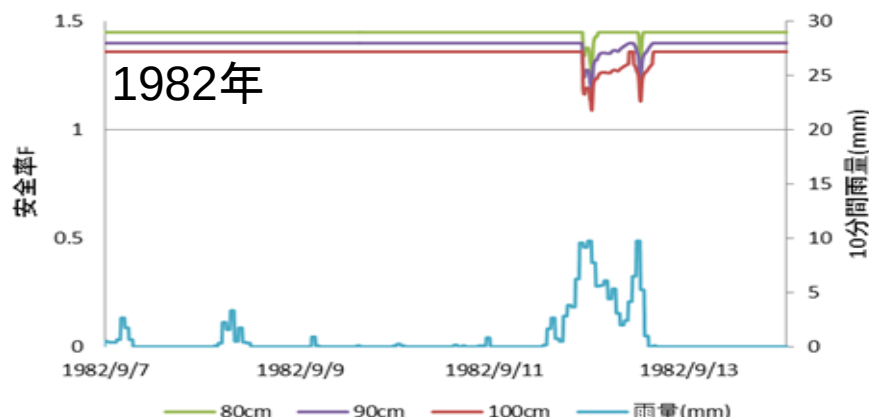
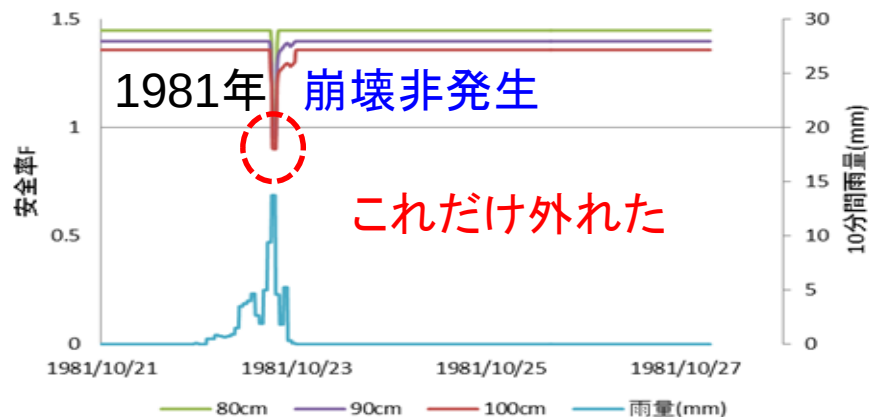
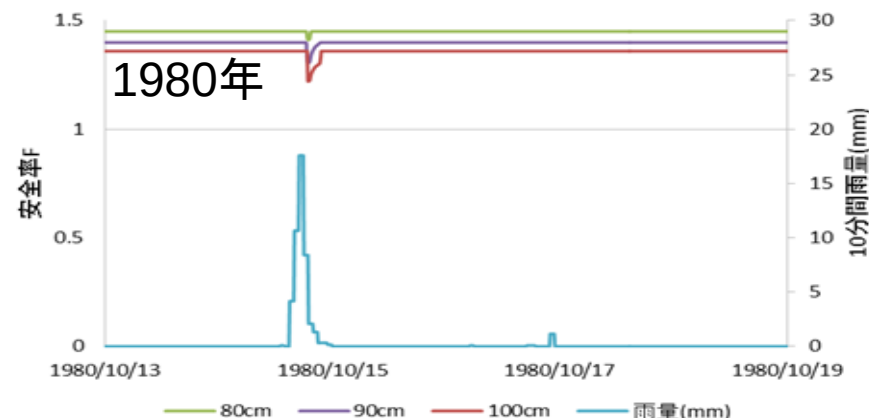


結果：地下水位(6/9イベント)





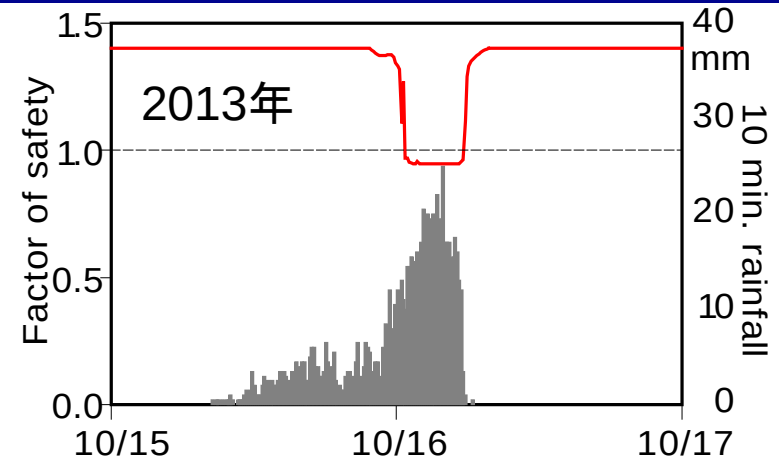
結果：安全率→崩壊発生・非発生を判別可能





考察

- 2013年の崩壊について
 - 10/6 1:00~5:20に不安定化.
 - 実際の崩壊発生時刻と対応.
10月16日午前2時から3時に5回の
大規模な振動記録(国総研・土研,2015).



- 1981年の(非崩壊)豪雨イベントについて
 - 安全率が1を下回る時間は他の2イベントと比較して短い.
 - 比較的一様な現地斜面にも勾配やすべり面にばらつき.
→危険部位がある程度の面積に達してから崩壊発生?
- 作業仮説は正しかった: 火山地域特性
 - 地下水の岩盤上での移動による集水は考慮しなくて良い.
 - 降雨量だけでなく, 降雨パターンが重要.
 - 火山地域の表層崩壊には, これまでと異なる対策が必要.



プロセス研究を今後の対策に反映するには？

- 詳細なプロセス研究が土砂災害発生予測の精度向上に繋がるという実例を見た。
 - しかし、前述のように土砂災害には種類もあり、場所ごとに条件も異なる。
- どのように対策に繋げていけば良いのか？
 - 実際に危険箇所の情報を取得し、個々に検討するしかない。
 - それは現実問題として可能なのか？
- 科学技術の向上に対応した住民意識の向上
 - 警戒避難に利用可能なさまざまな技術レベルの向上
 - 各種の民間サービスも登場
 - 自分たちがどのような土砂災害の危険に直面しており、その回避にどのような選択肢があるか、を知ることによって自主警戒避難が可能になるし、さらなる選択肢の増加に繋がる。