

多様な形態をとった 熊本地震での土砂災害

長陽村河陽

57 57
200m

全面通行止

全面通行止



京都大学防災研究所
流域災害研究センター

宮田 秀介

本日の内容

1. 土砂災害とは？
2. 熊本地震での土砂災害
 - I. 地震による土砂災害
 - II. 地震後の梅雨による土砂災害
3. 平成29年九州北部豪雨での土砂災害

土砂災害とは？

主に山地において，土砂移動現象によって引き起こされる災害

ただし，山地の土砂移動現象は地球の営力として継続している自然現象である。

関連する学問分野：

砂防学

地形学，地質学，土木工学（地盤工学，河川工学）など

人間活動の場から離れていれば、
起きてても土砂災害とはならない。

土砂移動現象が



アメリカ
Jornada Experimental Watershed



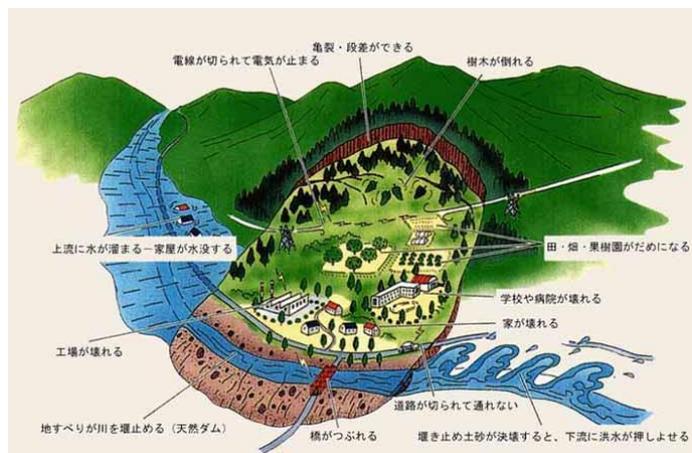
イタリア北部、タリアメント川

土砂災害の分類

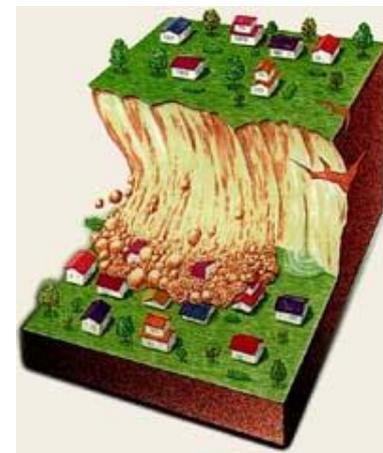
土石流



地すべり

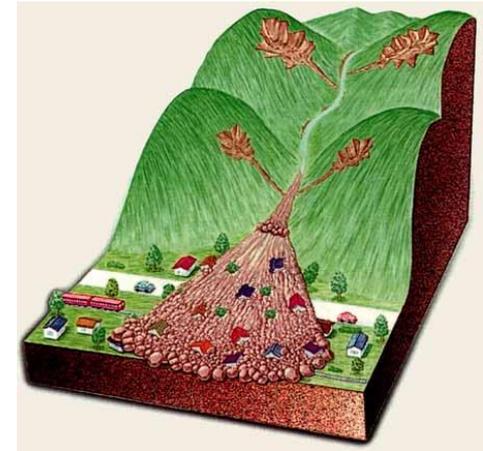


がけ崩れ



土石流

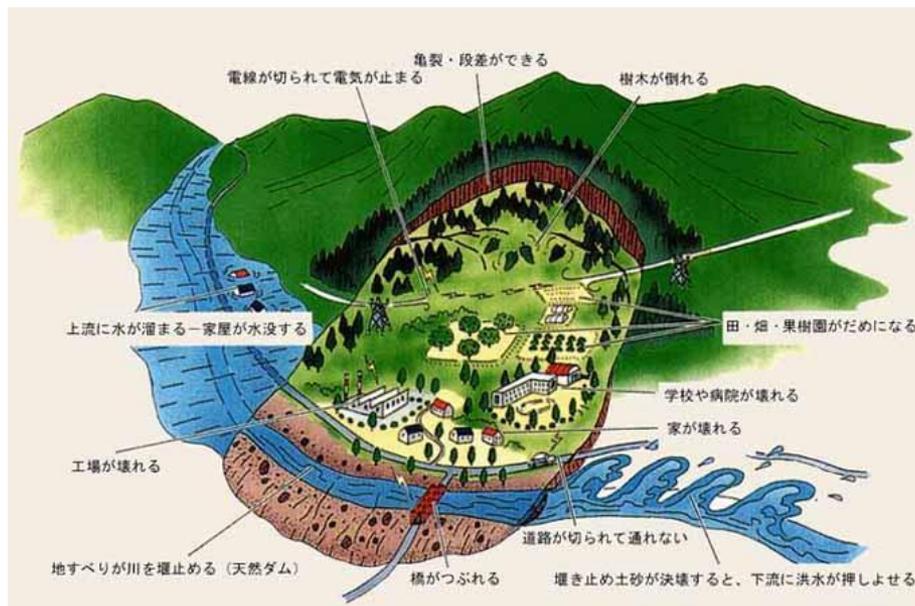
- 溪流中の砂礫が水と混合し，下流へと押し流される現象
- 流れの速さは20～40km/hに達するとされる
- 溪床勾配が 15° 以上の区間で発生
→ 溪流を流れ下る
→ 谷の出口から土石流扇状地（勾配約 3° ）で停止，堆積



上々堀沢での土石流（溪流の直上より撮影）

地すべり

- 斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象
- 一旦動き出すとこれを完全に停止させることは非常に困難



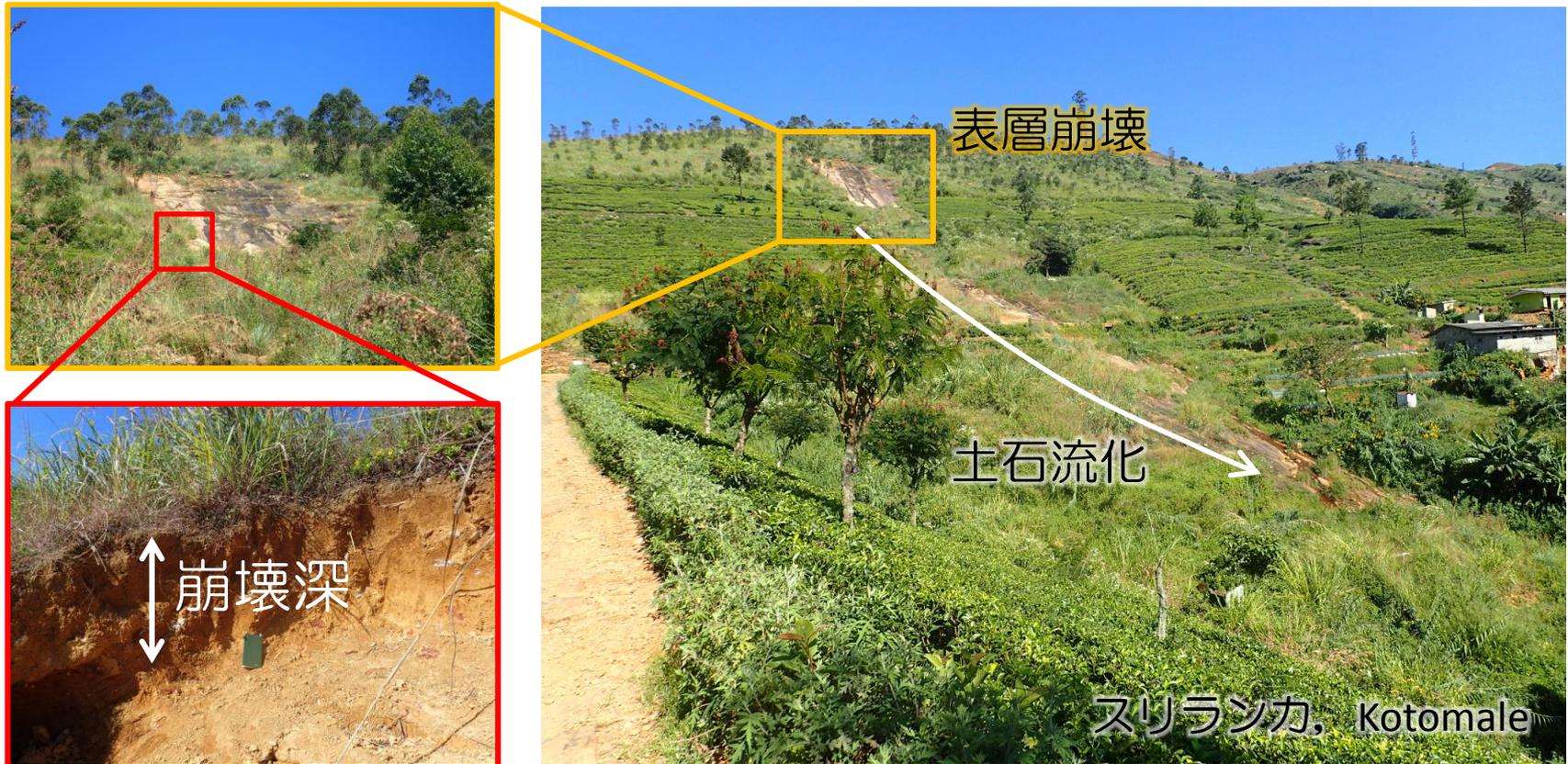
がけ崩れ（斜面崩壊）

- 土壌中の水分の増加や地震動などで斜面の安定性が損なわれ、急激に斜面が崩れ落ちる現象
- 前兆現象から発生までの時間が短く、人家の近くで起きると被害が発生しやすい



土砂移動現象としての斜面崩壊：表層崩壊

深さが0.5~2m程度で土壌と基盤層の境界で崩れる
災害としては、**がけ崩れ**や**土石流**を引き起こす



土砂移動現象としての斜面崩壊：深層崩壊

すべり面が深部に位置し，表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊する現象

天然ダム（土砂ダム，河道閉塞：河川の流れをせき止める）を引き起こすことがある

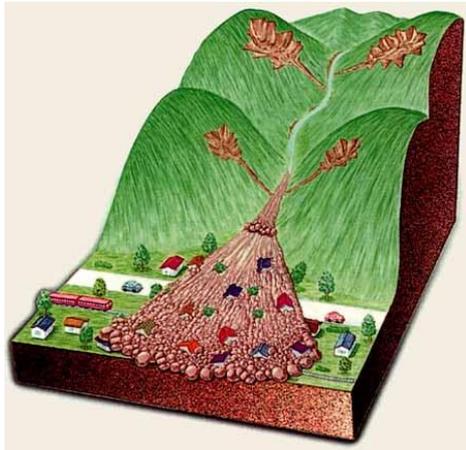


出典：国土交通省砂防部資料

熊本地震による土砂災害

土砂災害の内訳

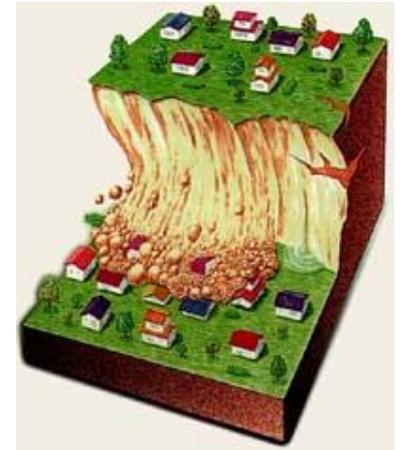
土石流



地すべり



がけ崩れ



熊本地震では...

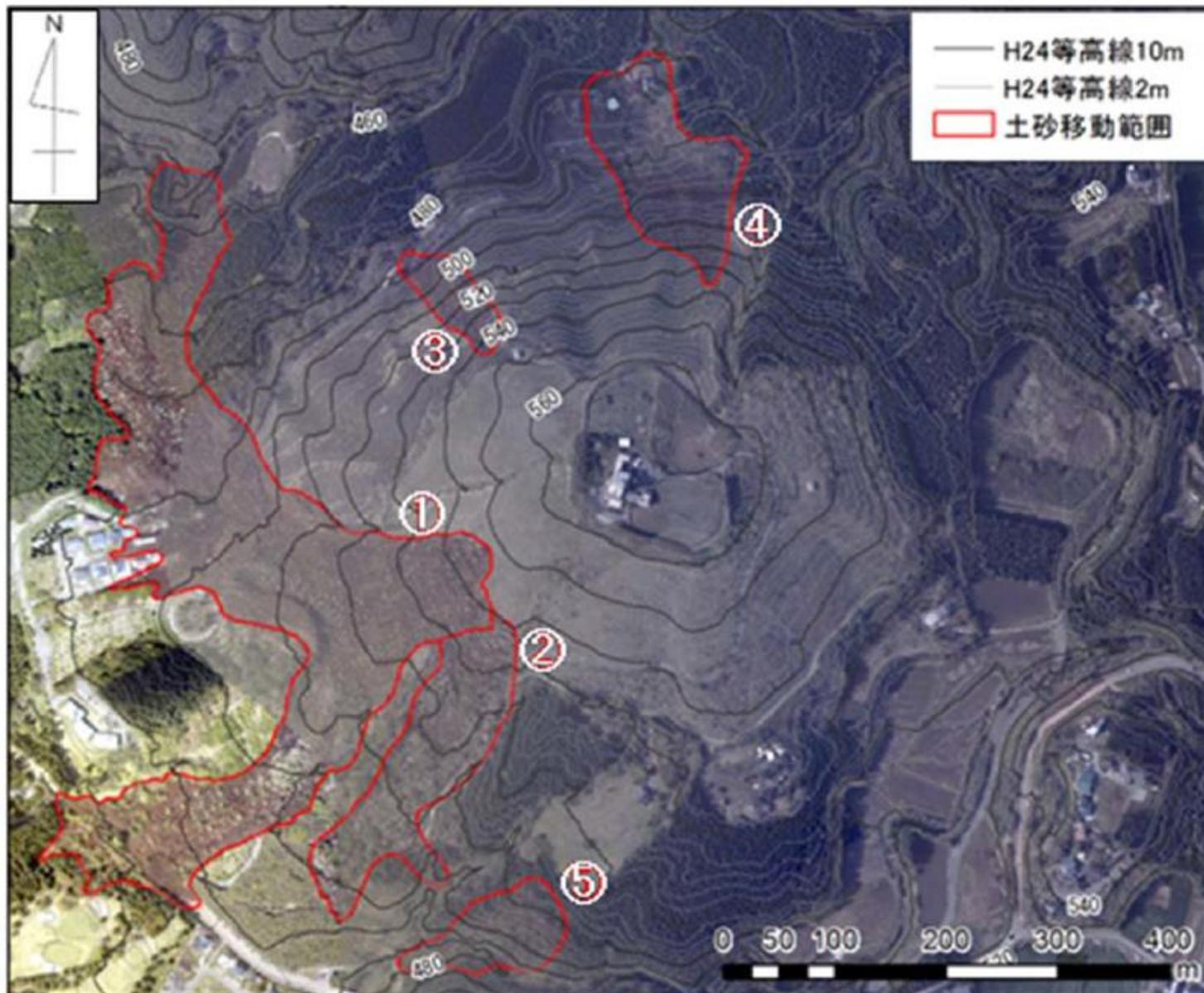
いずれも発生していた

地すべり



国土地理院UAV撮影動画より

丘の斜面で地すべりが複数発生



樹木や芝生がそのまま残っている
＝土塊がブロック状の残っている





土石流



地震による斜面崩壊→土石流は珍しい

← 土石流（＝砂礫＋水）発生には水が必要



特徴

- ◆ 上流では多数の斜面崩壊が発生
- ◆ 崩土が土石流化したと考えられる
- ◆ 堆積の形状が扇状地状でない
- ◆ 氾濫・堆積した土砂は多くが細粒土砂
→現象としては泥流に近い

氾濫・堆積の様子



2016年4月20日 竹林洋史 准教授 撮影

堆積した細粒土砂





土石流の一部は
堰堤上流で堆積
したとみられる





シミュレーションによる解析

泥流の深さ



地盤が水で飽和している条件で土石流の数値シミュレーションを実施すると、土石流が下流域まで到達する。

地盤の変動



実際は、地震前8日間無降雨であったが、高い黒ボク土により多量の水が地盤に保持されていた可能性がある。

斜面崩壊



4月16日の本震で発生

国土地理院作成，立体図



200m



斜面崩壊の多発（外輪山）



斜面崩壊の形態と特徴

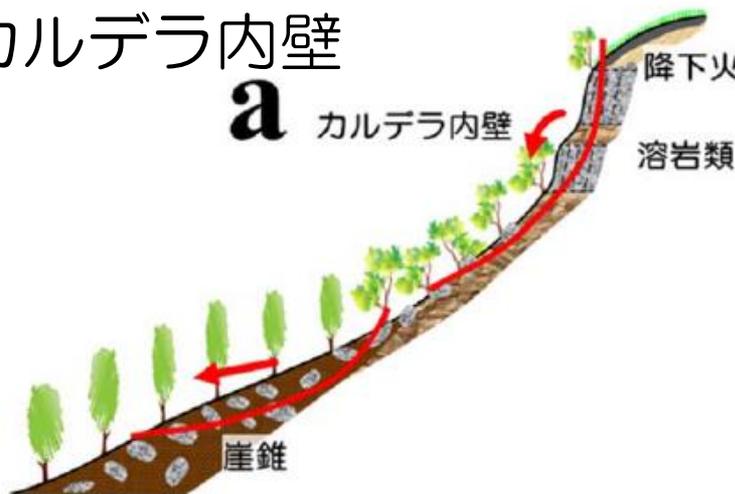
カルデラ内壁

a

カルデラ内壁

降下火砕物

溶岩類

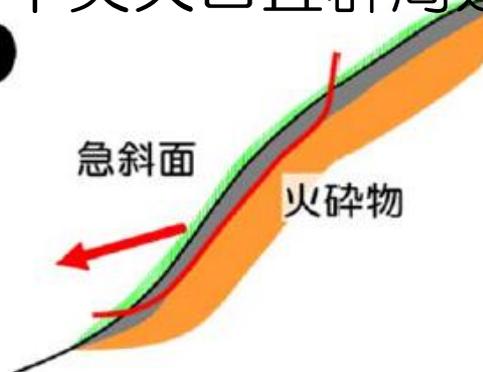


中央火口丘群周辺 (緩斜面)

b

急斜面

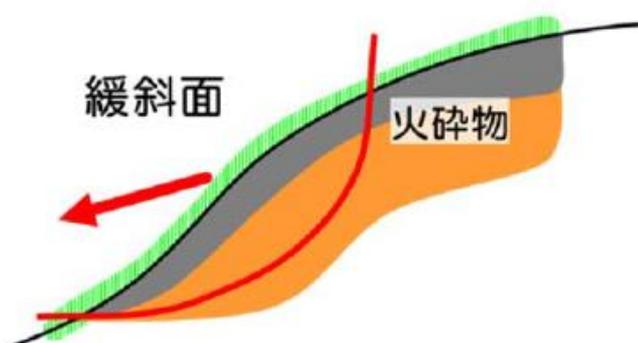
火砕物



中央火口丘群周辺 (急斜面)

緩斜面

火砕物



外輪山周辺

d

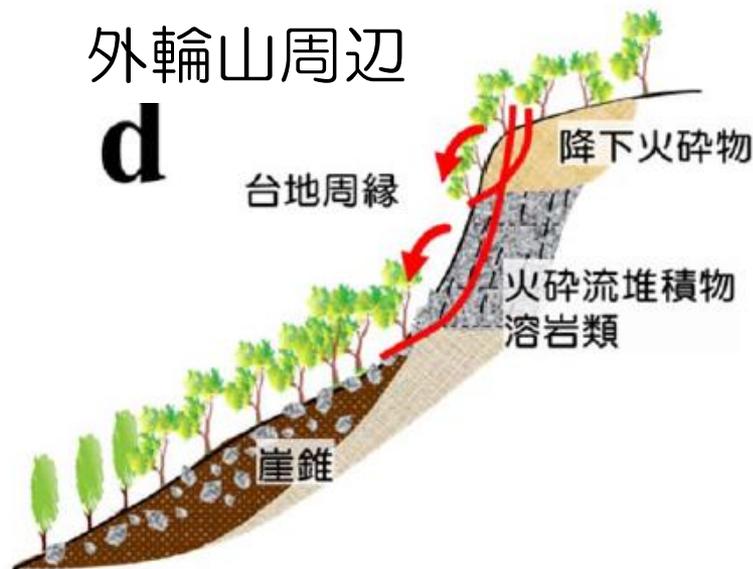
台地周縁

降下火砕物

火砕流堆積物

溶岩類

崖錐

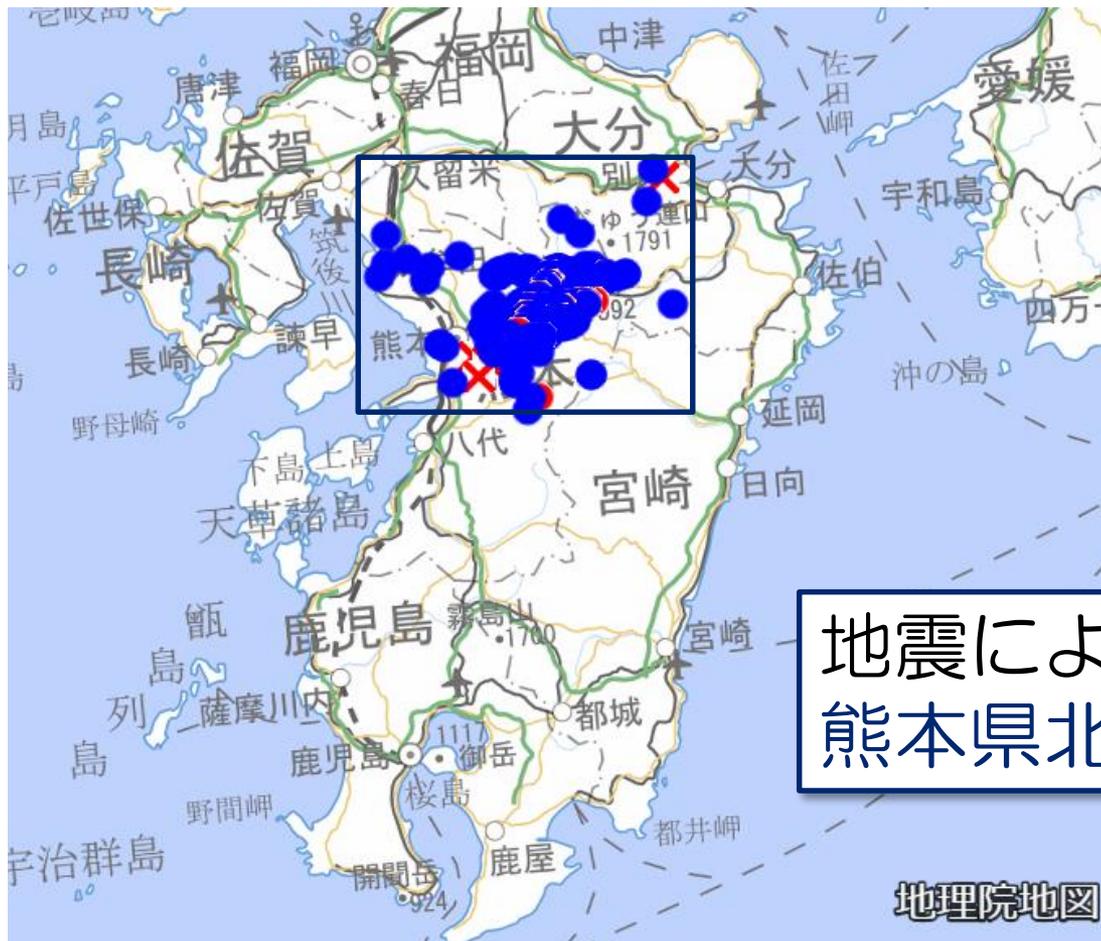


斜面崩壊後、残っている土砂



不安定土砂が地震後の降雨で流出し、二次的な災害（土石流，河床上昇）を引き起こす恐れ

土砂移動の起こった場所

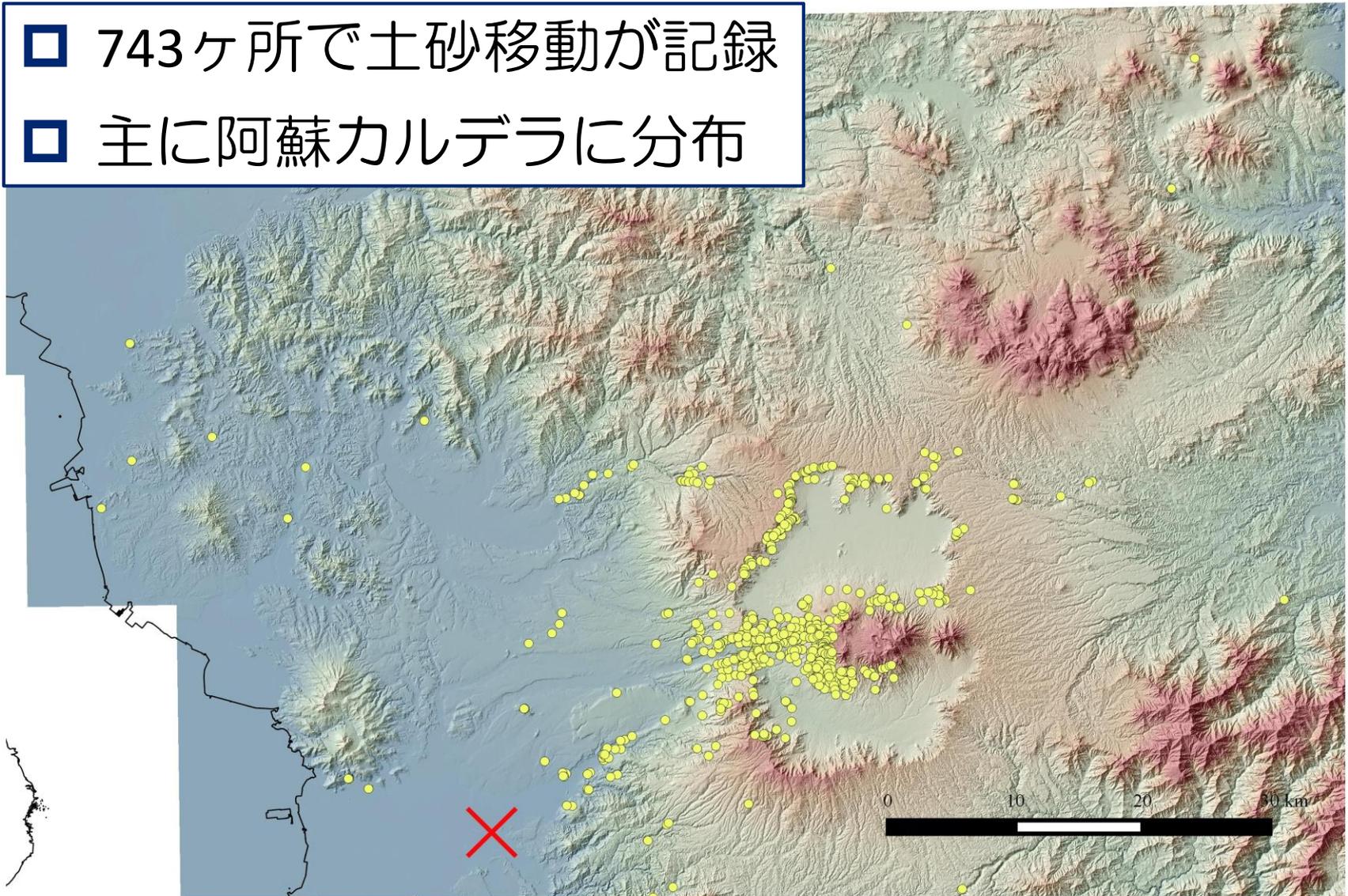


地震による土砂移動現象は
熊本県北中部に集中

2016年4月撮影の航空写真判読結果
(国土地理院)

土砂移動の起こった場所

- 743ヶ所で土砂移動が記録
- 主に阿蘇カルデラに分布



どのような場所で土砂移動が起こったか

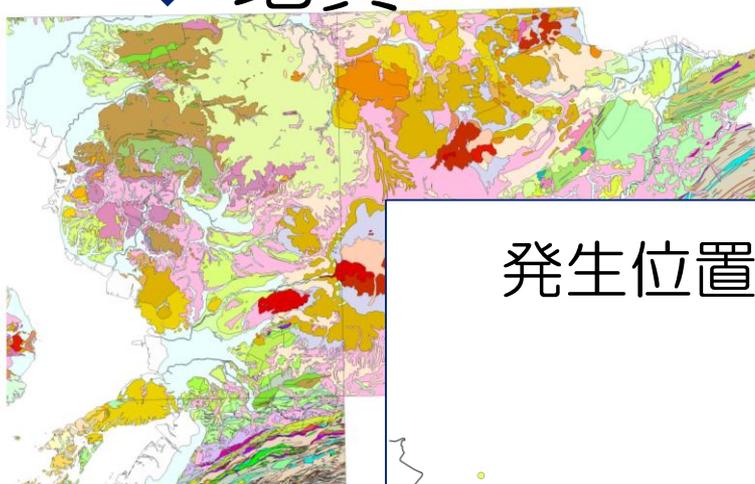
土砂移動現象に関連する項目として

- ◆ 地質
- ◆ 斜面勾配
- ◆ 方位
- ◆ 標高

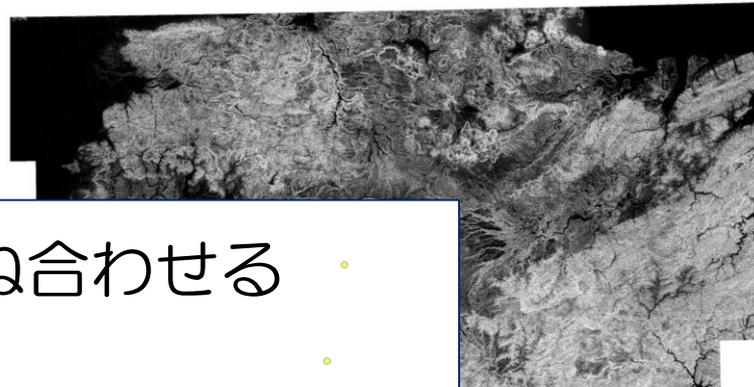
について土砂移動現象発生個所を抽出

使用したデータ

◆ 地質

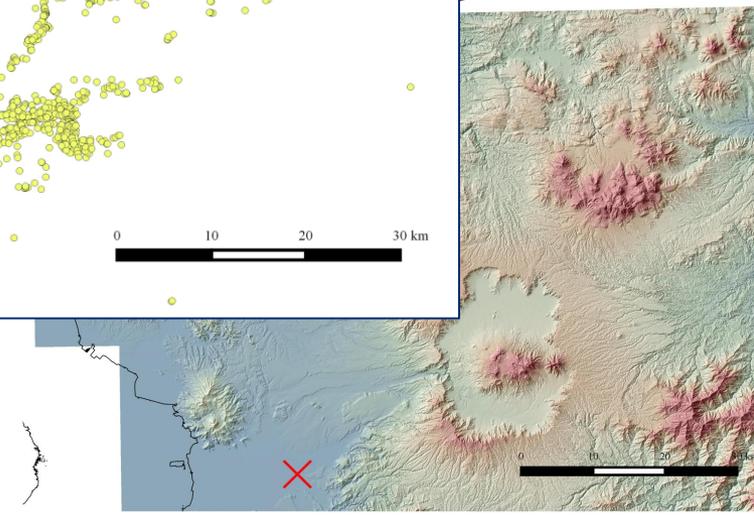
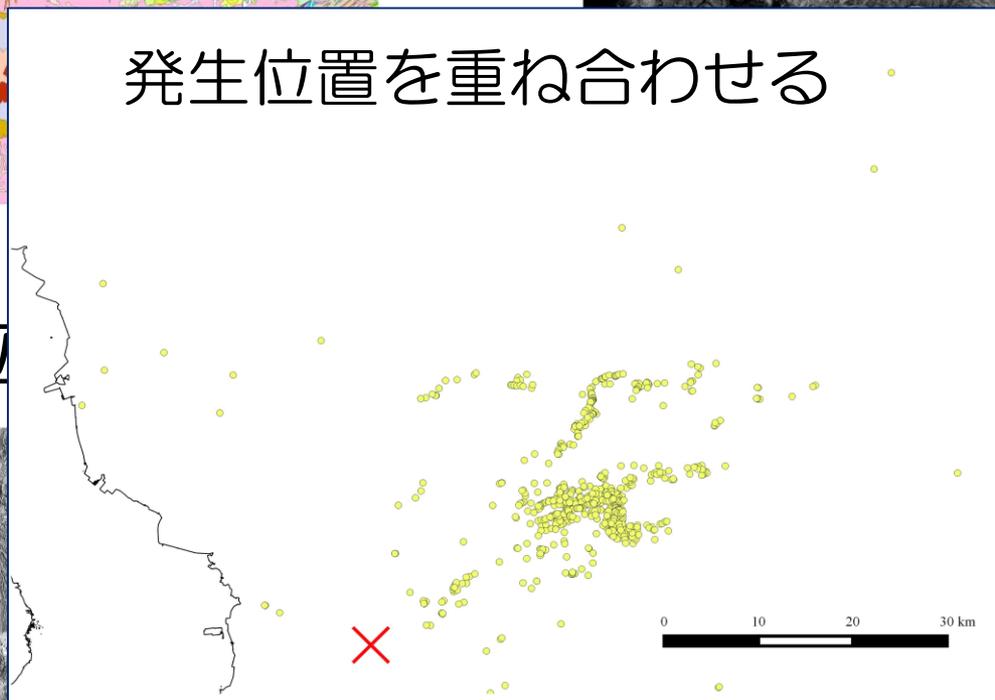
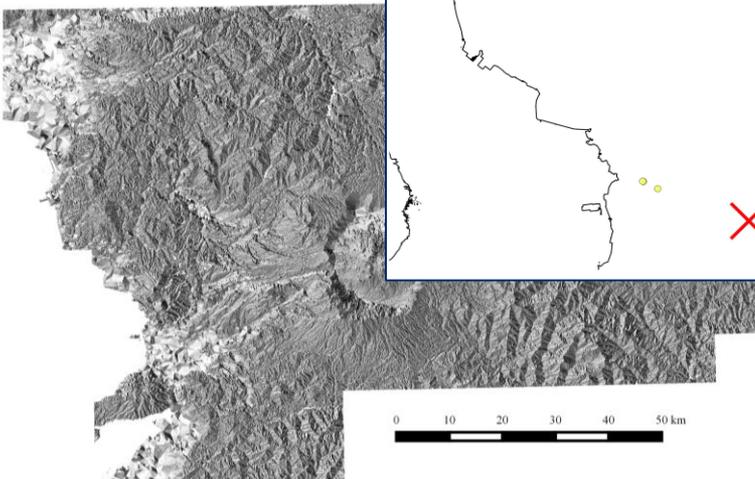


◆ 斜面勾配

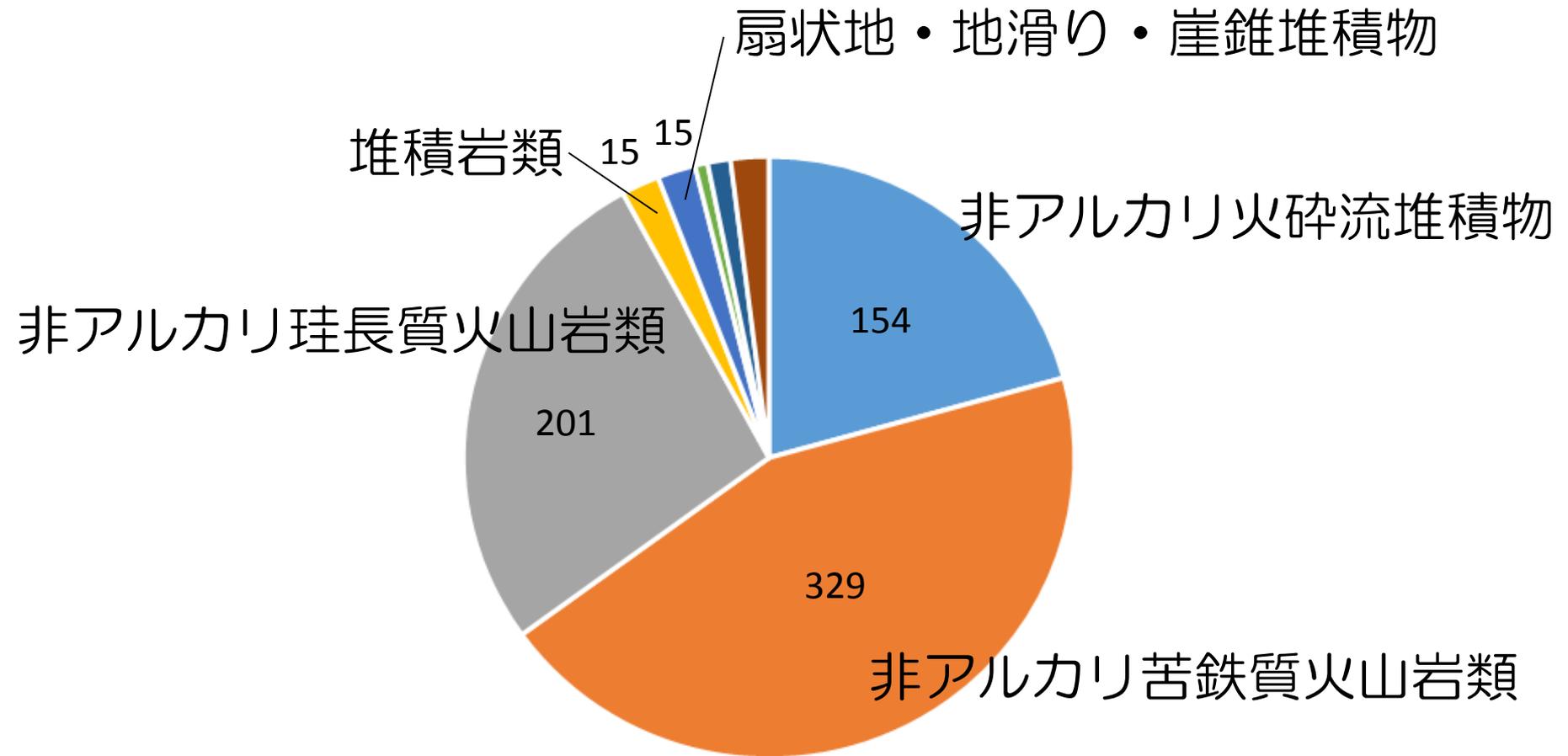


発生位置を重ね合わせる

◆ 方位

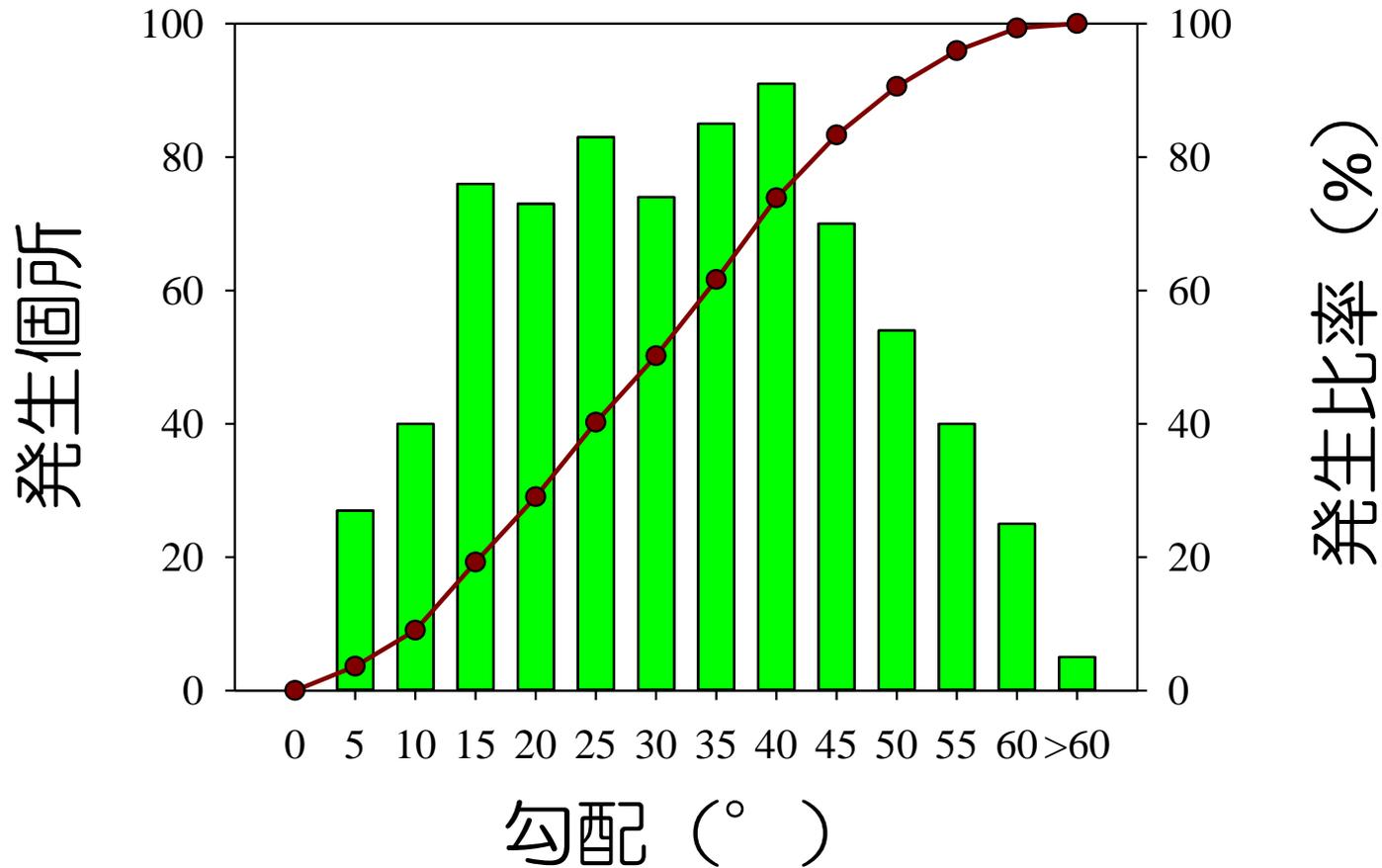


地質の特徴



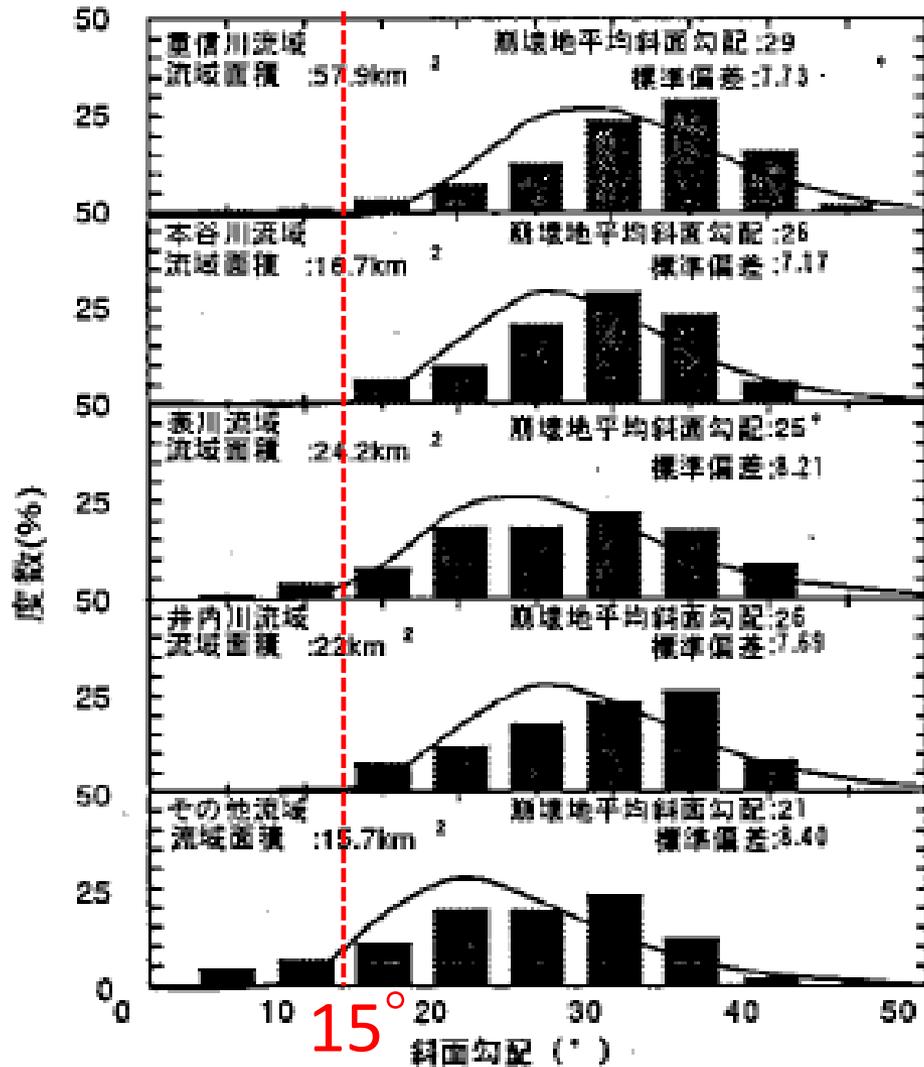
カルデラ壁や阿蘇山周辺に分布する火砕流堆積物・火山岩類が主である

斜面勾配の特徴



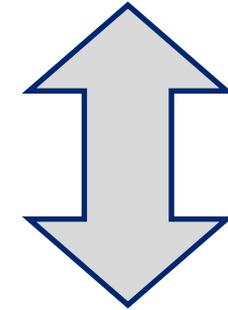
比較的緩勾配 (15°) でも土砂移動現象が多く発生

参考：降雨による斜面崩壊地の勾配



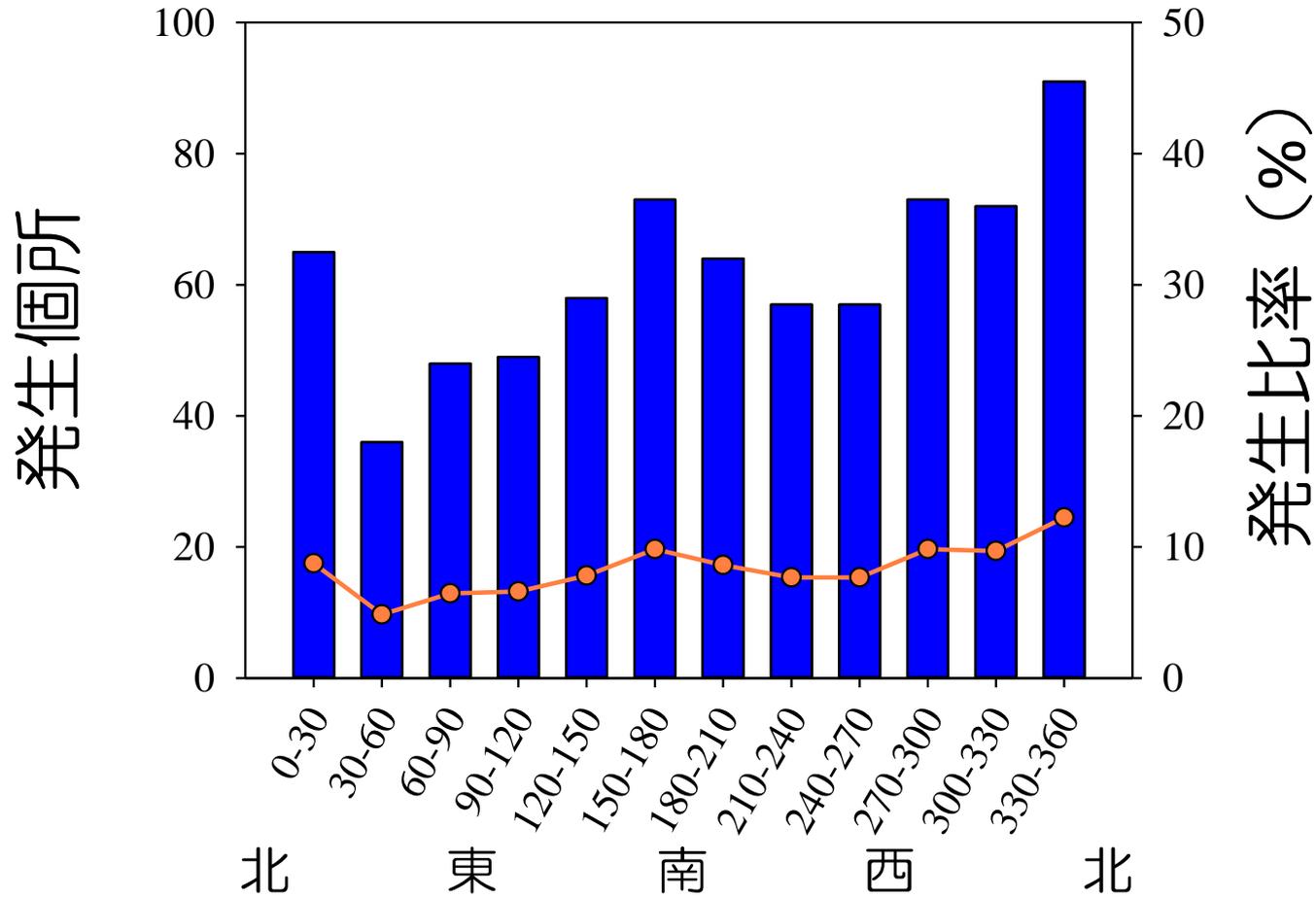
加藤ら (2004) より

降雨による斜面崩壊（土砂移動現象の多くを占める）は、急勾配斜面で多く発生する。



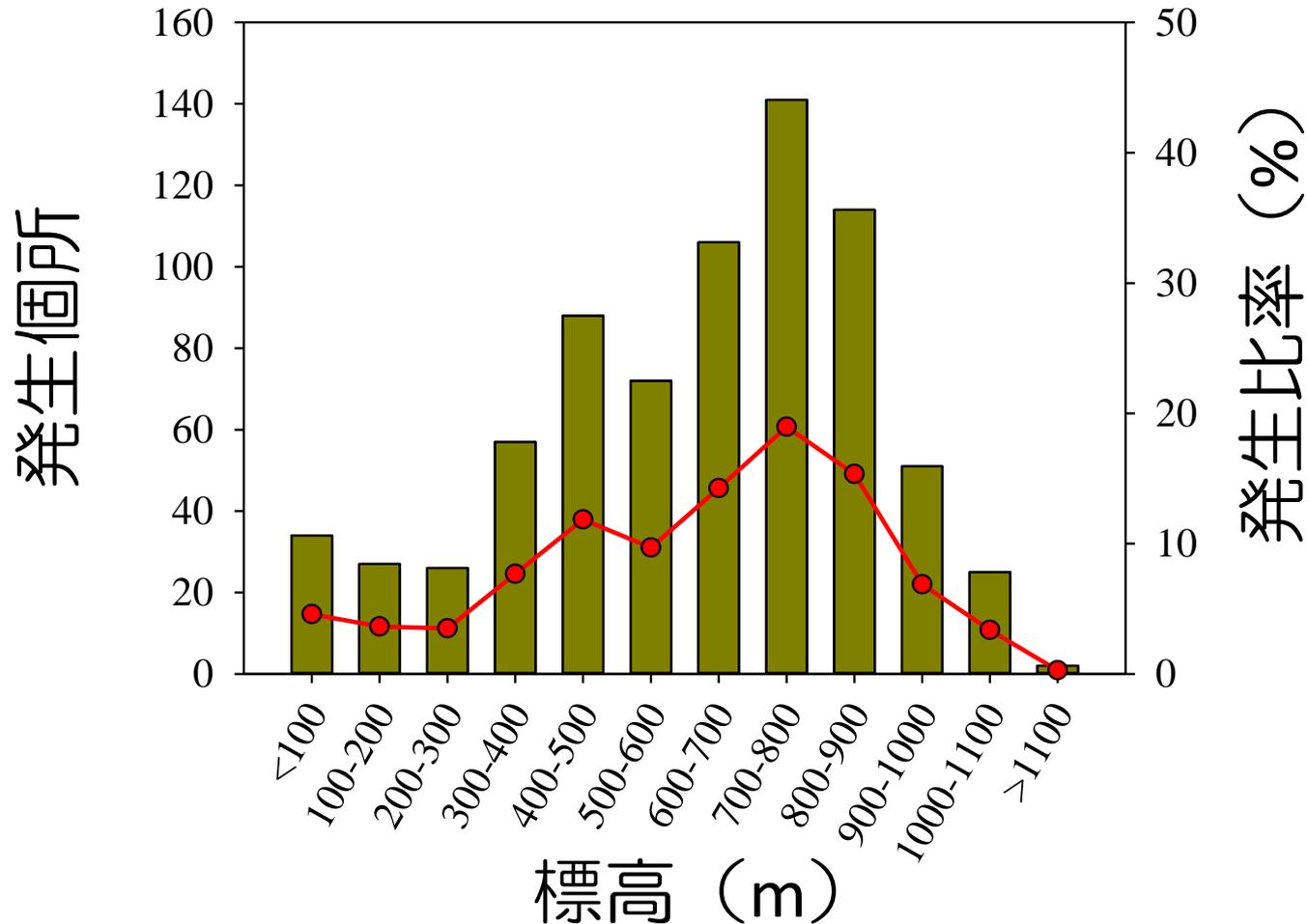
熊本地震では、比較的緩勾配（15°）でも土砂移動現象が多く発生

方位の特徴



崩壊地の方位に顕著な偏りは見られない。

標高の特徴



低標高地でも土砂移動現象が起こっている。

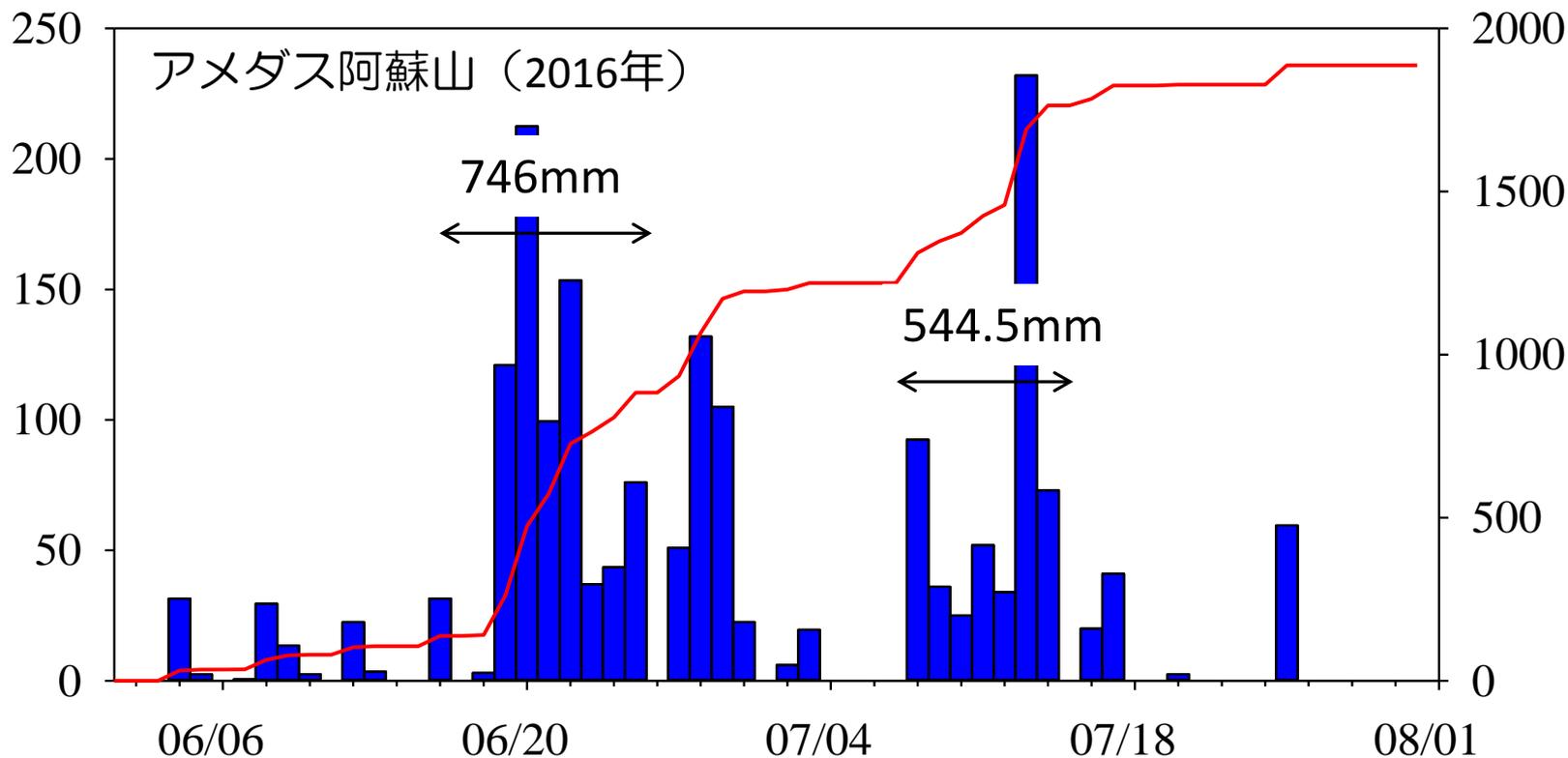
地震による土砂移動現象の特徴

- カルデラ壁や阿蘇山周辺に分布する火砕流堆積物・火山岩類が主である
- 比較的緩勾配（ 15° ）でも土砂移動現象が多く発生
- 崩壊地の方位に顕著な偏りは見られない
- 低標高地でも土砂移動現象が発生

地震後の梅雨前線による豪雨

日降水量 (mm)

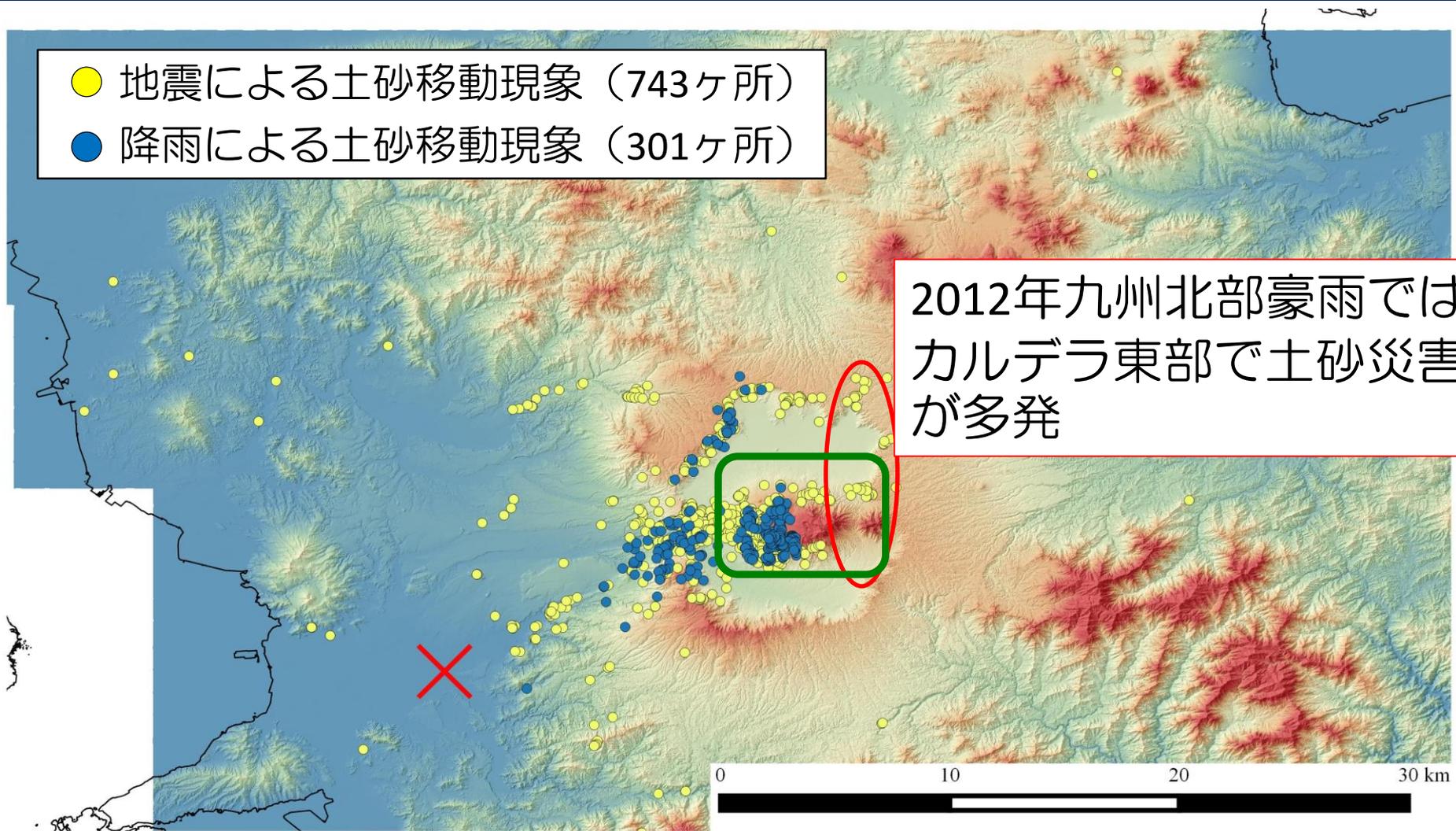
積算降水量 (mm)



参考：

2012年九州北部豪雨時の阿蘇山での降水量627.5mm (7/11-16)

2016年梅雨期での土砂移動現象



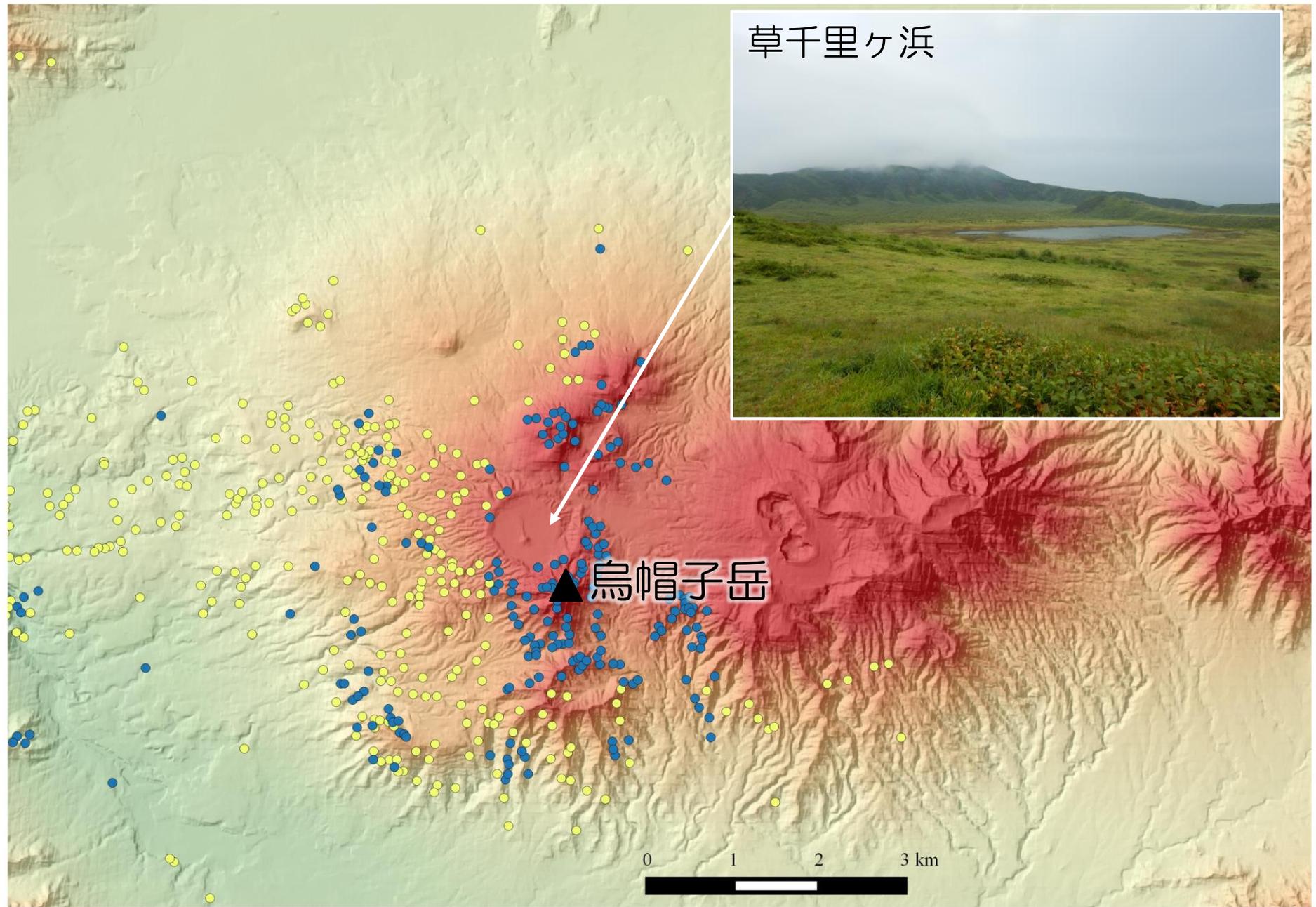
阿蘇地区の西半分に集中している

草千里ヶ浜



▲ 烏帽子岳

0 1 2 3 km



烏帽子岳 北斜面



烏帽子岳 北東斜面



面積は大きいですが、崩壊深は非常に浅い



崩壊深：約50cm

地震後降雨による土砂移動の特徴：地質

地震

扇状地・地滑り・崖錐堆積物

堆積岩類

15 15

非アルカリ
火砕流堆積物

154

非アルカリ
珪長質火山岩類

201

火山に由来する地質が多い点は同じ

非アルカリ苦鉄質火山岩類

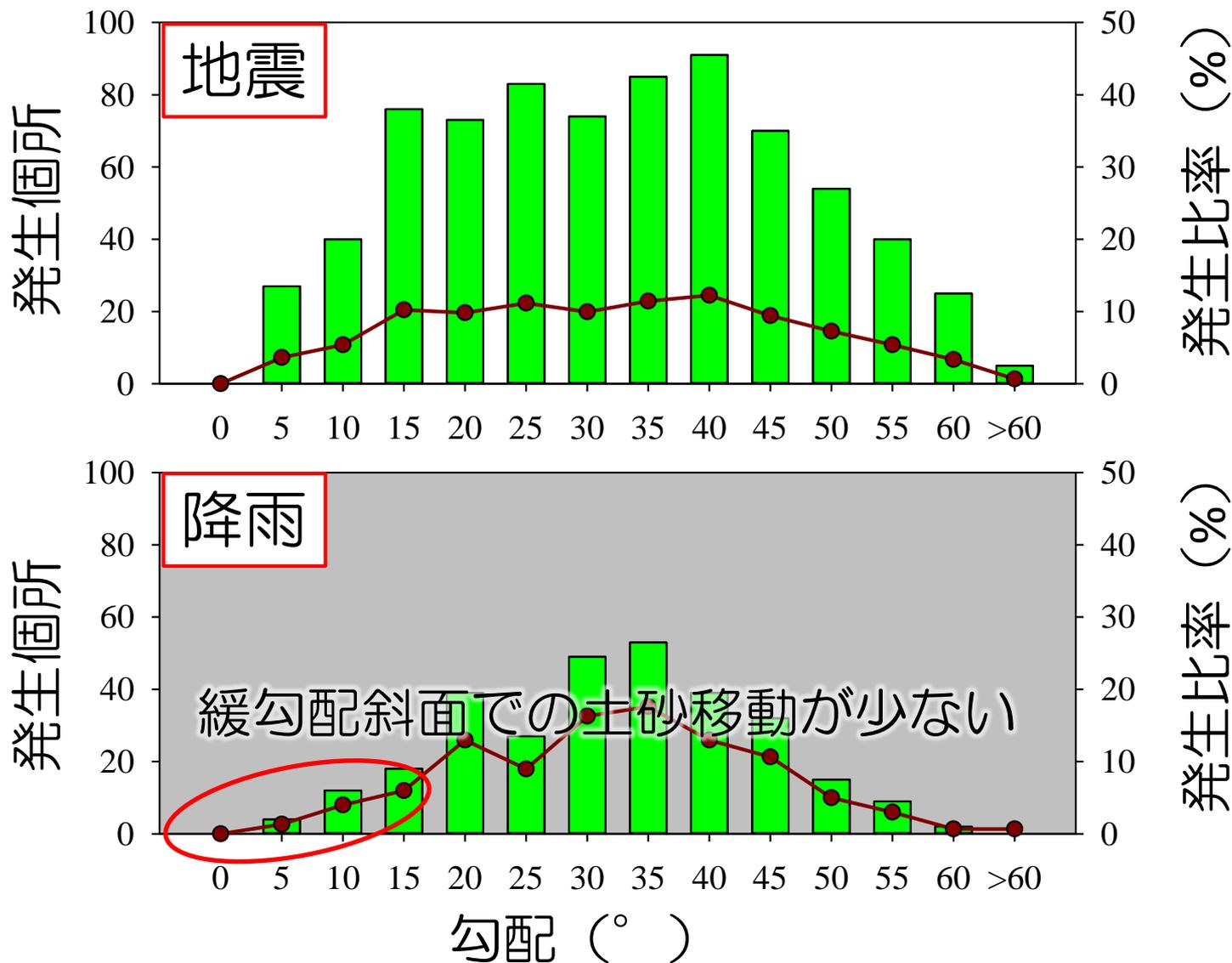
降雨

8 32

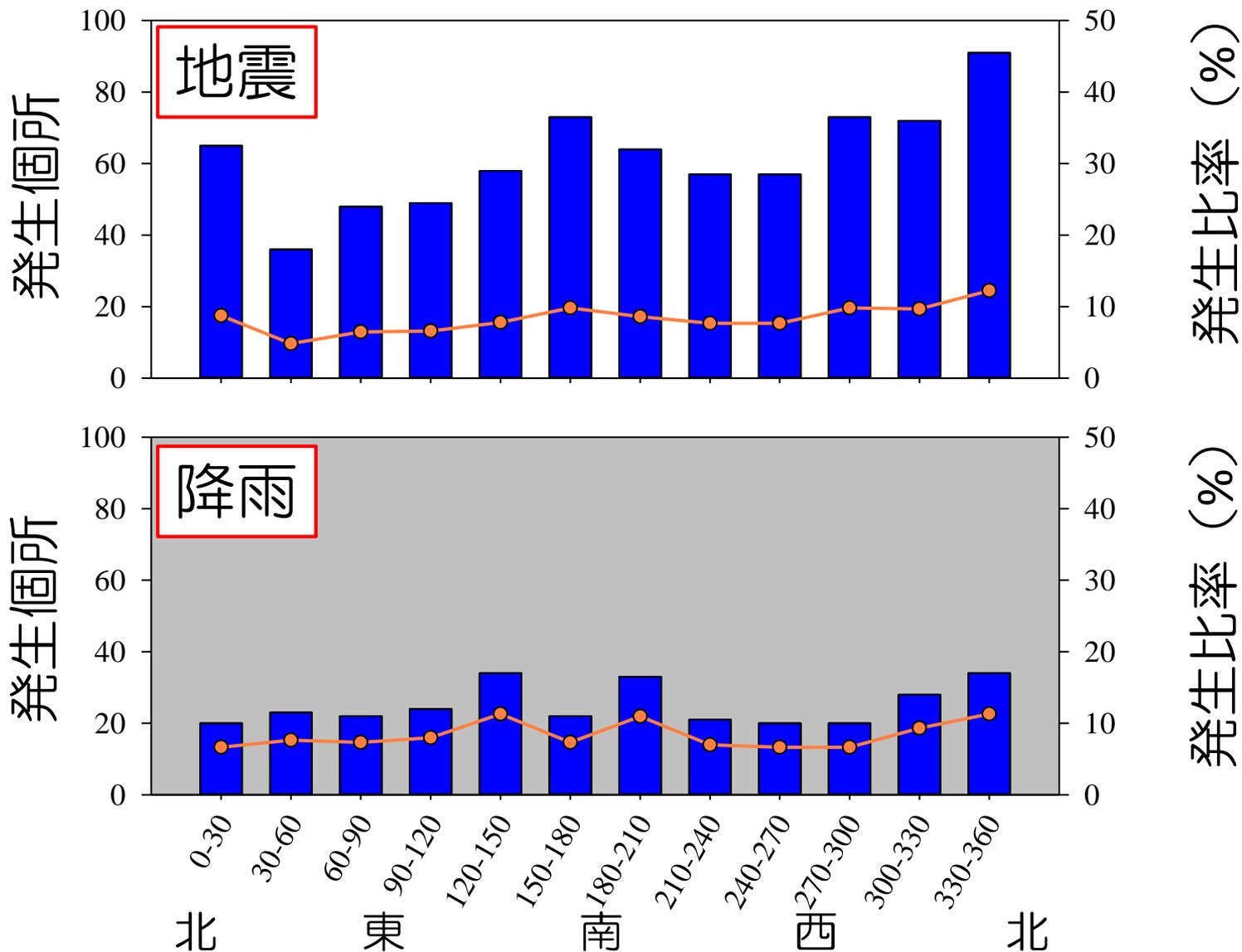
59

199

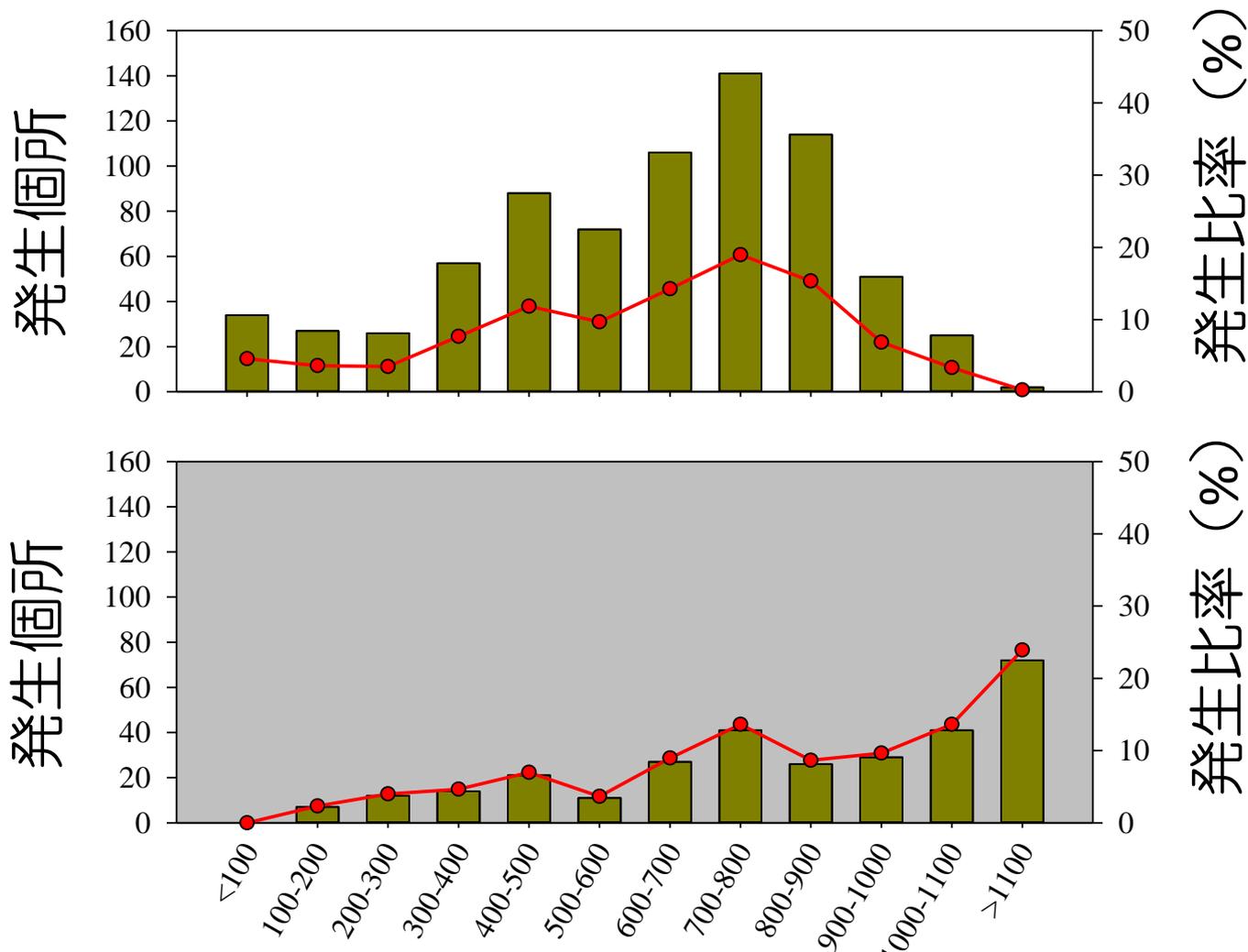
地震後降雨による土砂移動の特徴：勾配



地震後降雨による土砂移動の特徴：方位



地震後降雨による土砂移動の特徴：標高



土砂移動現象が高標高に集中している

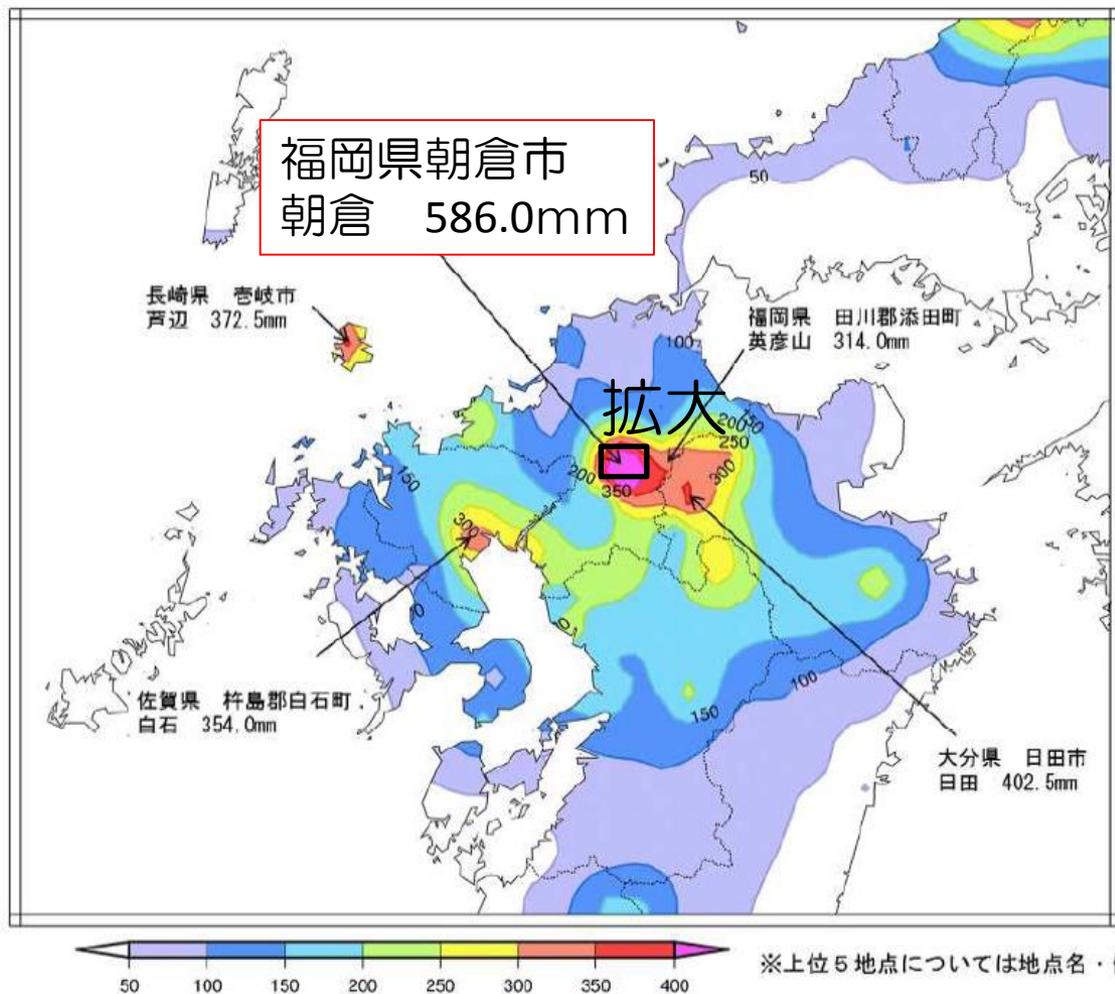
今後の研究課題

- 地震のみで（雨水なしで）土石流が発生するメカニズムの解明
- 地震後の降雨で土砂移動が発生しやすい場所の特性把握
- 地震による斜面崩壊土砂の二次移動のポテンシャル把握手法の確立
- 二次移動が起こった場合の予測手法の確立

などなど

2017年7月九州北部豪雨

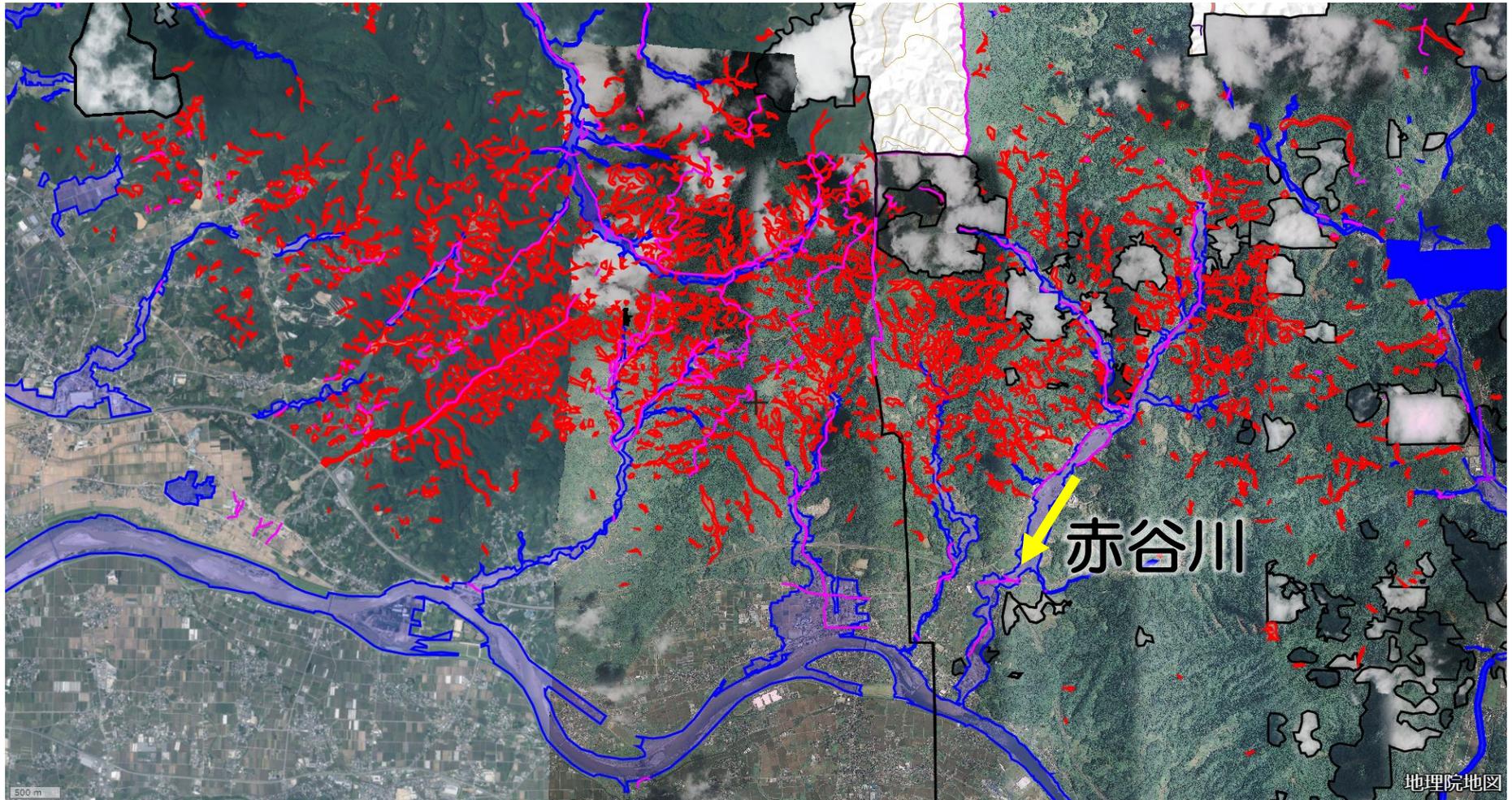
・期間降水量分布図（7月5日0時～7月6日24時）



気象庁資料より

土砂移動現象発生個所

国土地理院，地理院地図：正射画像判読図（東峰地区・朝倉地区）



崩壊多発域と累積雨量>600mmの領域が概ね一致しているようである

赤谷川流域



斜面崩壊



地質：花崗閃緑岩
土層はまさ土

大量の土砂が河川に流入



2017年8月3日
藤田正治教授撮影

大量の流木の発生と捕捉：妙見川



2017年
藤田正治教授撮影

土砂と流木流入の被害



避難所に移動できないときは、2階へ！！

