

# 「平成28年熊本地震に起因した斜面災害について」 NPO法人研究機構 ジオセーフ 理事 矢ヶ部 秀美 氏

広島県法面協会  
技術講習会  
平成29年9月7日

## 平成28年熊本地震に起因した斜面災害について

### —主に斜面災害と1年後の状況—

緊急レポート：  
平成29年7月九州北部豪雨災害による斜面災害

NPO法人研究機構ジオセーフ 理事  
NEXCO西日本コンサルタンツ 技術顧問  
矢ヶ部 秀美

## 内容

1. 熊本地震による特徴的な斜面災害
2. この地震による斜面災害の形態分類
3. 今後に残る課題  
地震による地盤災害の問題
4. 緊急レポート  
平成29年九州北部豪雨災害

## 1990年以降の自然災害例

- 1990年 阿蘇一宮集中豪雨による崩壊・土石流 … 1990年九州中北部豪雨
- 1993年 鹿児島豪雨災害
- 1995年 阪神淡路大震災
- 1996年 日向大地震 M6クラス2回
- 1997年 出水土石流災害
- 1999年 御笠川氾濫 八代海高潮被害
- 2003年 水俣土石流災害 御笠川氾濫
- 2005年 福岡県西方沖地震
- 2006年 台風14号に伴う集中豪雨…宮崎  
梅雨前線災害…長崎・大分・鹿児島
- 2007年 台風4号および5号による集中豪雨災害…熊本・宮崎
- 2008年 汶川地震(四川大地震) 成都理工大学との合同調査
- 2009年 中国・北部九州豪雨…集果201号、NEXCO大野城
- 2010年 奄美地方集中豪雨、南大隅町の深層崩壊 霧島新燃岳噴火
- 2011年 3月 東北地方太平洋沖地震 M9クラス 桜島・阿蘇山噴火  
9月 台風12号 紀伊半島の土砂災害(深層崩壊、河道閉塞)
- 2012年 7月 九州北部豪雨災害(福岡県・熊本県・大分県)
- 2013年 10月 台風26号による伊豆大島土砂災害
- 2014年 8月 広島豪雨災害 9月 木曾御嶽山 噴火災害
- 2016年 4月 熊本地震災害 9月 関東・東北豪雨災害(鬼怒川氾濫)
- 2017年 7月 九州北部豪雨災害(福岡県、大分県)



## 熊本地震被害の概要

<県内の被害状況> (平成28年9月1日現在)

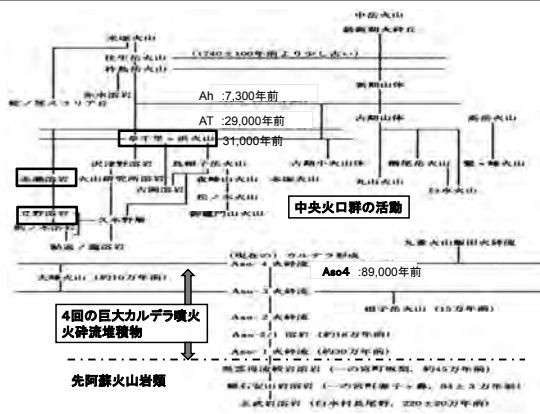
- 人的被害 死者: 183人 (災害関連死者)
- 住家被害 全壊: 半壊: 一部被害: 合計: 181,994件
- 避難者数: 189,882人
- 避難所数: 855箇所

<県管理及び市町村管理の公共土木施設被害調査結果> (平成28年9月1日現在)

施設種別	被害箇所数	被害箇所数(%)	被害箇所数(%)	被害箇所数(%)	被害箇所数(%)	被害箇所数(%)
河川	637	22.884	783	8,122	1,420	31,086
道路	566	18,499	2,506	18,595	3,072	32,064
海岸(堤防)	1	6	0	0	1	6
海岸(護岸)	5	153	0	0	5	153
橋梁	40	6,704	111	5,131	151	11,835
鉄道施設	141	6,884	0	0	141	4,884
多層立体橋脚(橋脚)	7	137	0	0	7	137
地下60cm以上埋設	1	12	0	0	1	12
下水道	1	21	120	12,145	121	12,159
公園	4	1,144	34	5,656	35	6,800
港湾	19	979	0	0	19	979
合計	1,422	56,217	3,554	49,622	4,979	96,839

熊本河川国道事務所/ハフ

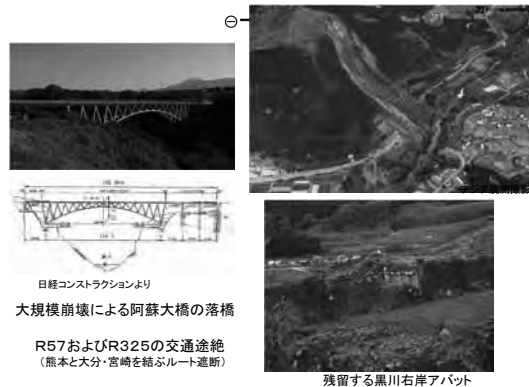
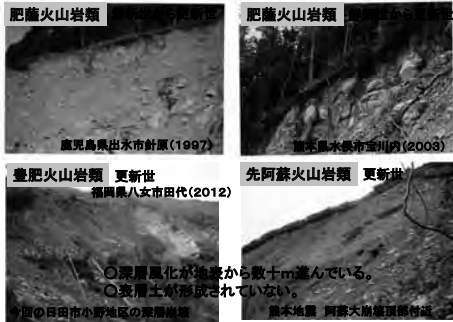
## 崩壊地周辺の地質



## 1. 熊本地震による特徴的な斜面災害

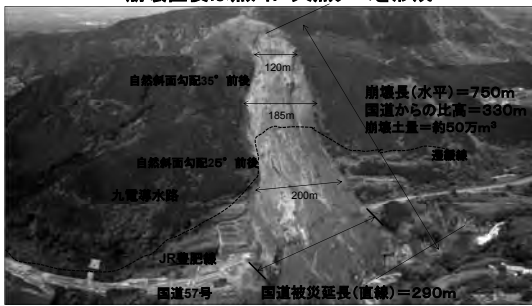
- ① 阿蘇大橋を呑み込んだ深層崩壊  
またまた見える九州地方の古い火山岩類の脆弱さ
- ② 京都大学火山観測所周りの地すべり性崩壊  
特殊土地盤(赤ぼく・黒ぼく・ぼら)の問題
- ③ 地震動に見舞われたV字谷の挙動  
火山岩類からなる岩盤斜面の問題

①阿蘇大橋を呑み込んだ深層崩壊  
またまた見えた九州の古い火山岩類の脆弱さ



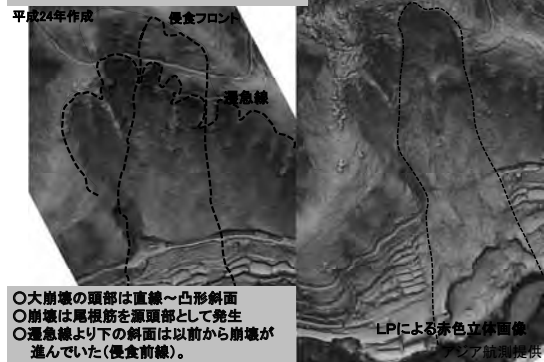
大規模な深層崩壊型？

\* 崩壊直後は黒川に天然ダムを形成



10

崩壊前と崩壊後の比較

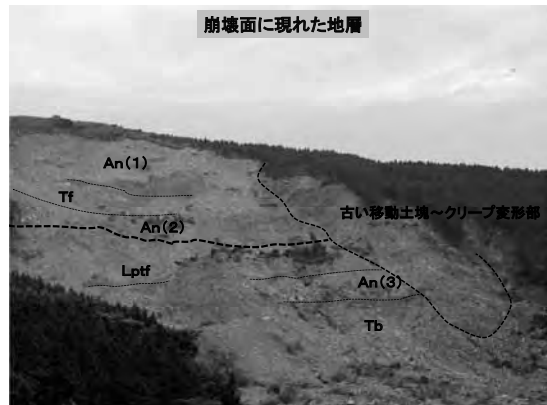


阿蘇大橋直上斜面の崩壊形態

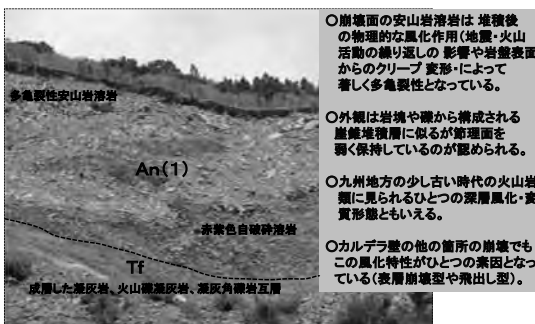


12

崩壊面に現れた地層

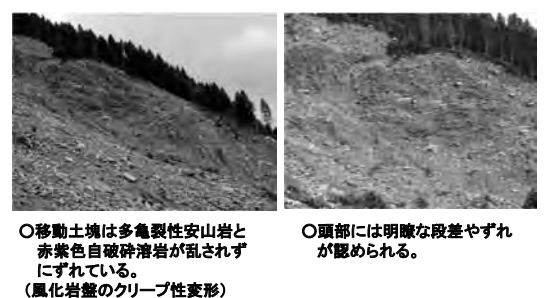


滑落崖に露出する地層  
多亀裂性安山岩(節理面の保持)とその自破砕部



14

右側部にある厚い潜在すべりブロック



15

### 崩壊地脚部の地質



● 背後の斜面が大規模崩壊を繰り返している証拠  
古期産産礫層(岩塊や砂礫を主としており度々に積まる)

### 阿蘇大橋アバットの破壊状況



右岸側アバット 古い土石流堆へ直接基礎  
アバットの損傷状況 右上からの衝撃跡?  
アバット直下に散在する巨岩塊  
17 アーチ部基礎の損傷状況 アンカーの破断

### 崩壊メカニズム

- 先阿蘇火山岩類の安山岩溶岩は堆積後に4回にわたるカルデラ噴火や活断層起源の巨大地震を受け多亀裂性の岩盤となっている。
- 遷急線より上に侵食フロントがあり、その付近の斜面を構成する多亀裂性安山岩層にボトルネック的な飛出し型の崩壊が発生した。
- 侵食フロント付近には右側部の肩に見られるような大規模な潜在すべりブロック (受け盤のクリープ性変形)が地質時代にわたって形成され繰り返し崩壊していた可能性がある。

18

### 問題点

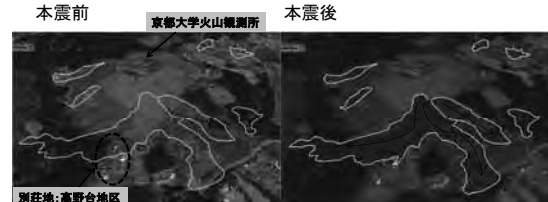
- ① 多亀裂性岩盤の安定性の評価手法
  - 不安定部のラウンディング範囲
  - 恒久的な崩壊防止工法
  - アンカー工法の難しさ
  - 山腹工(砂防)を主体とした工法
- ② 九州地方の少し古い火山岩類に発生する深層崩壊の発生メカニズム

19

### 阿蘇大橋地区の工事進捗状況



### ②京都大学火山観測所周りの地すべり性崩壊 特殊土地盤(赤ぼく・黒ぼく・ぼら)の問題

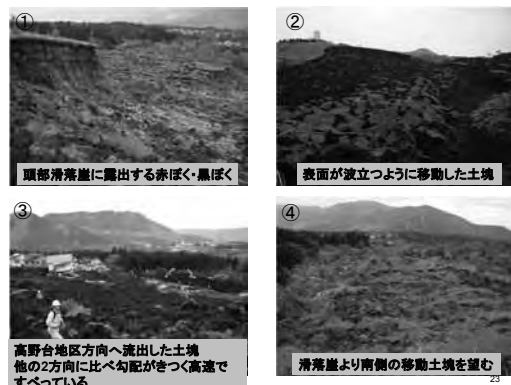


- 草千里ヶ浜火山西麓に広がる緩斜面(15~20°)で発生明瞭なすべり面が観察される。降下軽石層をすべり面とした層すべりである。
- 移動土塊の表面が原形を保ったまま波打って移動している。
- 移動土塊が別荘地を襲う(高野台地区)。
- 研究所のある地形的にコーン状の平坦面には多数の開口亀裂が発生

21

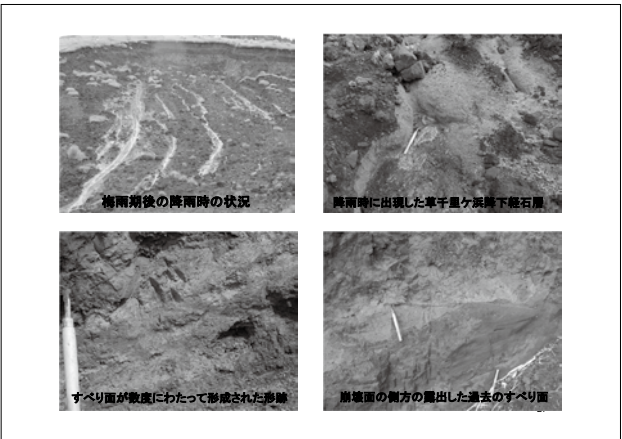
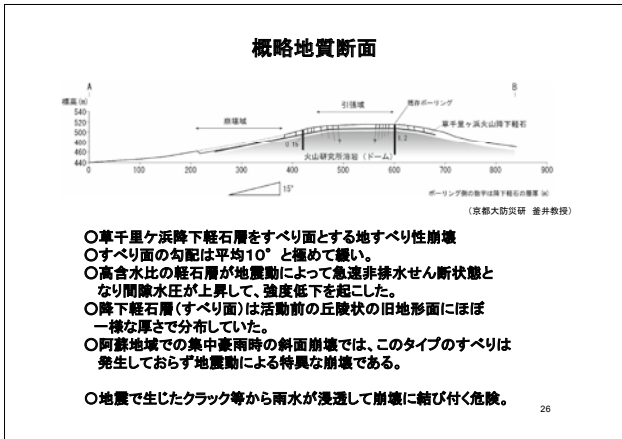


- 火山観測所の立地する円錐状の地形は火口のひとつ
- 建物周囲や未崩壊の緩斜面にも多数のクラックや段差が判読される。
- 円錐状の地形が地震動を増幅? ⇒ 米塚にも同じクラック群が生じている



- ① 頭部滑落崖に露出する赤ぼく・黒ぼく
- ② 表面が波立つように移動した土塊
- ③ 高野台地区方向へ流出した土塊 他の2方向に比べ勾配がきつく高速ですべっている
- ④ 滑落崖より南側の移動土塊を望む





### 問題点

- ① 火山地帯テフラ層からなる緩斜面に生じる表層崩壊の特異性
  - ・ すべり面の平均勾配10°
  - ・ 軽石層(高含水比)の存在
  - ・ 火山灰質粘性土全体の物性
  - ・ 高速地すべり 地すべり性崩壊?
- ② 地震動の慣性力で破壊される地盤のすべり面が異常に低角度であること

28

### 厚いテフラ層が内在する工学的問題

#### テフラ層が厚く堆積する緩斜面の開発

- リゾート地として別荘、ゴルフ場、レジャーランドの開発
- 圃場整備事業 畦畔のり面(1:1.0) 腹付け盛土
  - 緩斜面で施工がしやすい
  - 赤ぼく・黒ぼくは特殊土として盛土問題の調査・研究が進む

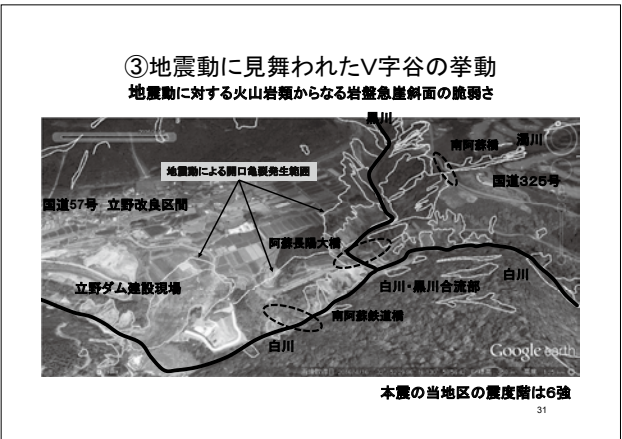
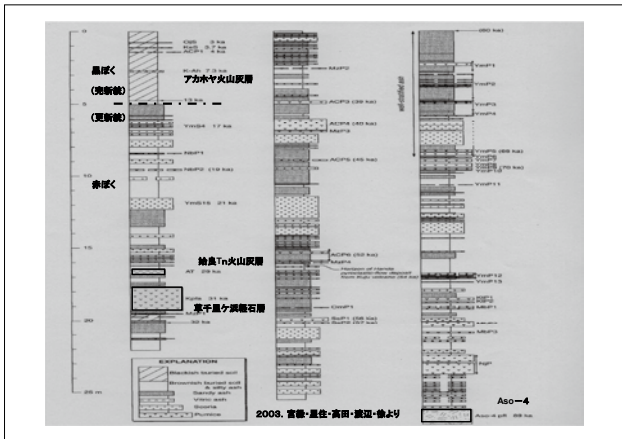
\* 火山灰質粘性土 ... 既存の認識

- 拘束水量が多く液性限界も1.0に近い
- 繰り返しの自由水化で軟弱化

【今回の地震による新たな問題現象】

高含水比の軽石層が地震動によって強度を低下させ15°前後の緩斜面でも特異な地すべり性崩壊を発生させた。すべり面の詳細な観察から過去に同じような崩壊が繰り返していたと判断される。

29

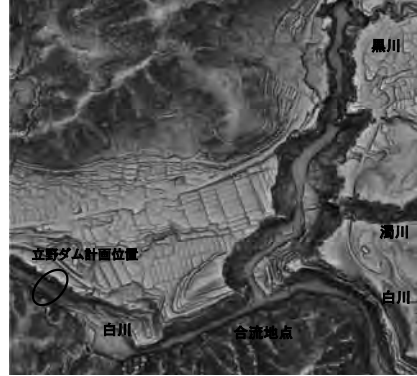


### 急崖部の連続的な岩盤崩壊(黒川・白川両岸)



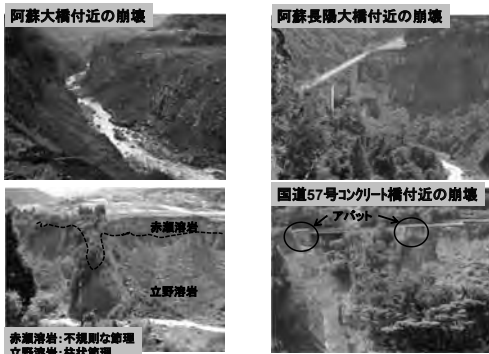
V字状に深く開削された谷の両岸の急崖部の岩盤崩壊<sup>32</sup>

白川・黒川合流部近傍のV字谷に沿う崩壊



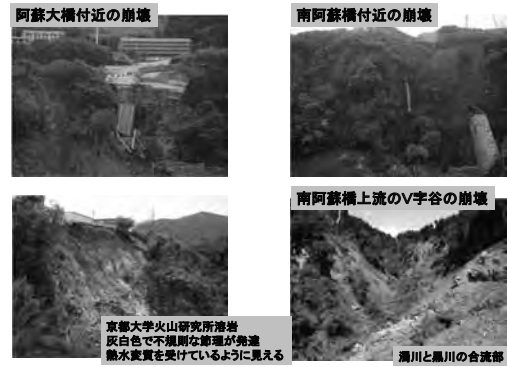
アジア航測提供図面

### 黒川右岸沿いの斜面崩壊

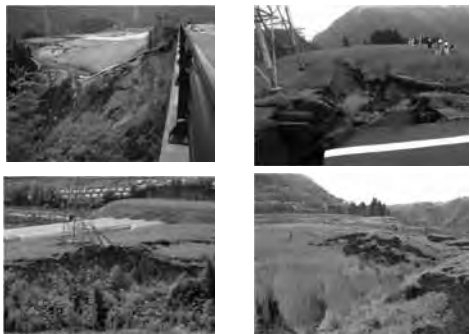


赤瀬溶岩:不規則な節理  
立野溶岩:柱状節理

### 黒川左岸沿い斜面崩壊

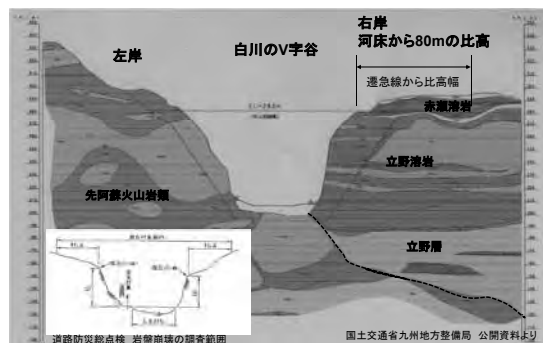


### V字谷直上の平坦面に生じた引張クラック

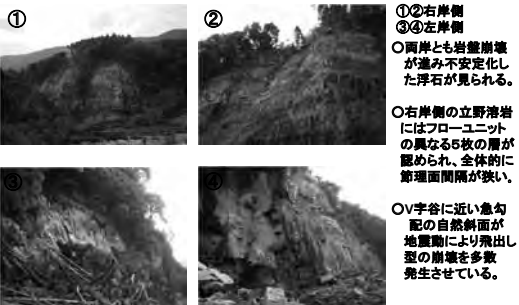


36

### 立野ダムの地質断面図(V字谷の例)



### 立野ダム建設現場 周辺白川に沿う岩盤崩壊



- ①②右岸側
- ③④左岸側
- 両岸とも岩盤崩壊が進み不安定化した浮石が見られる。
- 右岸側の立野溶岩にはフローユニットの異なる5枚の層が認められ、全体的に節理面間隔が狭い。
- V字谷に近い急勾配の自然斜面が地震動により飛出し型の崩壊を多数発生させている。

38

### V字谷に沿う岩盤崩壊

- 多亀裂性の岩盤からなるV字谷では地震動が増幅されてトップリングに近い飛出し型の崩壊(Ejection Type)が発生している。
- 地震動や壁面の崩壊に伴って遷急線より上の斜面や平坦面に引張り性の開口亀裂や段差が生じており、今後潜在すべりとして対処していく必要がある。

39

## 問題点

- ① 強震動に見舞われた火山岩類よりなるV字谷の崩壊現象
  - ・ トップリングによる剥離型岩盤崩壊
  - ・ ダムサイト等の重要構造物崩壊防止対策工は？
- ② 遷急線からの平坦面では、どの範囲まで引張クラックが生じるのか？

40

## 熊本地震による斜面災害の特徴

- 火山性の地形・地質・地盤で発生した地震動による斜面災害
  - → 山の斜面凸部が地震動で崩壊(集中豪雨災害との相違)
  - → 土石流の流路長が短い(集中豪雨災害との相違)
    - 濁水期の地震 中腹に大量の土砂が残留
  - → 岩盤の崩壊や落石(四川大地震の土砂災害に類似)
  - → 火山性堆積物からなる緩斜面地盤の崩壊(東日本大震災の福島県白河市葉ノ木平の崩壊と類似)
  - → 中越地震や岩手・宮城地震での地すべりが無い
    - 荒砥沢の大規模地すべり等

潜在すべり箇所が多数斜面に残留している→集中豪雨災害へ

41

## 2. 地震による斜面災害の形態分類

四川大地震での斜面災害の形態分類(成都理工大)から 主に移動の形態

### ① 深層すべり型(Breach Slide Type)

すべり面の有無

### ② 深層崩壊型(Breach Collapse Type)

### ③ 飛出し崩壊型(Ejection Type)

地震の強烈な水平力を受け岩盤や岩塊が飛び出した崩壊・落石

### ④ 表層崩壊型(Skinning Type)

④-1 多亀裂性岩盤の崩壊

④-2 テフラ層の崩壊

### ⑤ 残留すべり型(Shattering Type)

今回の地震動で崩壊寸前で斜面に留っているものや

崩土・樹木などの移動土塊が斜面に不安定に残留しているもの

42

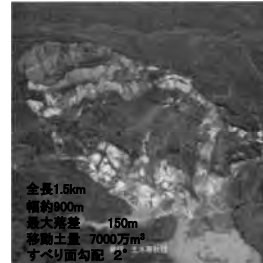
## ① 深層すべり型(Breach Slide Type)

東北太平洋沖地震の余震での事例  
(2011. 4. 11 福島県内陸地震)

岩手・宮城内陸地震(2008.8.14)M7.2  
荒砥沢地すべり



○すべり面が明確に存在する(薄層面や定向崩壊)  
○すべり面の勾配が非常に緩(10°前後からそれ以下)  
○雷撃や降雹や大雨などの地下水位上昇期に発生すると大規模化する。



○堆積岩類、火山砕岩類などの層状岩盤で発生しやすい型

43

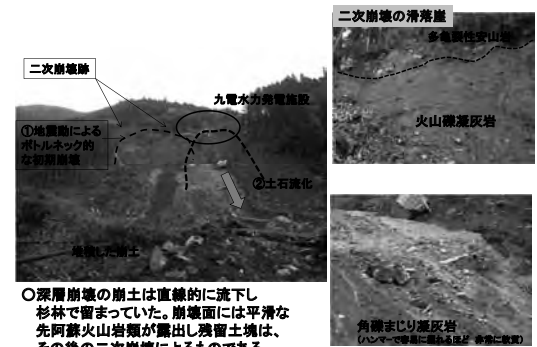
## ② 深層崩壊型(Breach Collapse Type)

事例: 新所地区の崩壊



- ① 地震動による初期の深層崩壊による土砂の移動・堆積
- ② 発電施設(プール)の損壊による大量の溢水で二次崩壊と土石流化

44



○深層崩壊の崩土は直線的に流下し、杉林で留まっていた。崩壊面には平滑な先阿蘇火山岩類が露出し残留土塊は、その後の二次崩壊によるものである。

45

## 頭部滑落崖付近の状況



地震動によって発生した初期のポトルネック的な深い崩壊

発電施設の損壊によって溢水した水で削られた痕跡

赤紫色火山礫凝灰岩や黄灰色の角礫まじりの凝灰岩層は深層風化して軟岩化しており、これら脆弱な基盤岩中まで達する深いすべりが発生

46

## 溢流で土石流化した痕跡



施設側から見た下流域

○地震動で崩壊移動した土砂は直線的に崩壊し杉林で停止  
○溢流した水が貯水施設下の地盤を削りながら流れ下り、一次崩壊で堆積していた崩土をも巻き込みながら土石流化している。

移動土塊が土石流化した流通部  
○堆積土砂にせり上がりながら流向をほぼ直角に曲げ流下

47



## 土石流による下流域の破壊



土石流は地震動によって崩壊し堆積した土塊の移動距離に対して約3倍の距離を流れ下って新所地区の集落まで達した。

48

## ③飛出し崩壊型(Ejection Type) 今回の阿蘇大橋地区の大崩壊はこの型か？



49

- ①山頂付近の地層で椅子型の深層崩壊が発生(石灰岩層)
- ②崩壊ブロックが飛び出し、急勾配の中腹斜面を飛び越えて下流に堆積
- ③堆積域の移動ブロックは2〜3日動きも立ち入れない状態
- ④移動ブロックで本川と支川を閉塞 ⇒ 本川の一部を発破して河道を確保



50

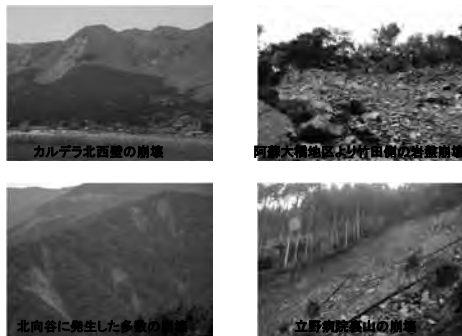
## 飛出し型の崩壊タイプ

強震動による水平慣性力で岩盤や岩塊がトッピング破壊する構造

- ① 多亀裂性の岩盤表面からの剥離型落石や岩盤崩壊
  - ・特にV字谷の兩岸で多亀裂性の溶岩
  - ・凸形〜直線斜面、尾根筋や瀬急線
  - ・地表に埋まっていた巨岩塊や転石が抜け落ち型落石へ
- ② 阿蘇大橋地区の大崩壊のように過去の地震や火山活動の影響を受け多亀裂性の岩盤からなる潜在すべりブロック(クリープ変形)が徐々に形成されていた箇所が強震動で一挙に崩壊(侵食フロントの形成)

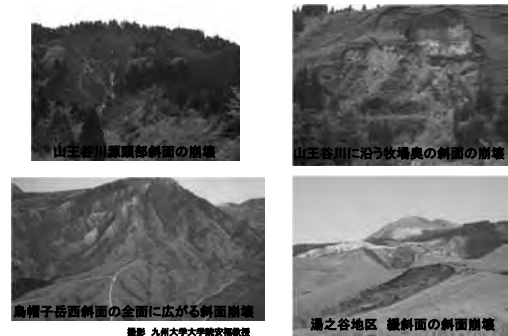
51

## ④表層崩壊型(Skinning Type) ④-1 表層崩壊(多亀裂性岩盤)



52

## ④表層崩壊型(Skinning Type) ④-2 表層崩壊(テフラ層)



撮影 九州大学大学院農学専攻

## ④表層崩壊型(Skinning Type) ④-2 表層崩壊



事例:火の鳥温泉地区  
崩壊①  
温泉施設の直上斜面が瀬急線付近を頭として崩壊し、崩土が流れ下って温泉施設を破壊  
崩壊②  
同じような崩壊が近接斜面で生じているが崩土は杉林の中で停止  
平坦な頂上部には多数の引張り亀裂が生じている。  
NTTの通信施設が地盤の変形で傾いている。

54

## 崩壊地(①)の全景



- 火の鳥温泉の施設の一部は移動土塊で破壊された。
- 移動土塊は崩壊箇所から直線的に流れ下っている。
- 調査時点でも崩土は含水した箇所はぬかるんで足をとられた。

- 崩壊面の凹凸が著しい。
- 崩壊面に移動土塊はほとんど残存せず流出している。
- 崩壊源は場所によって異なっていた可能性がある。深さは3m〜5m程度。
- すべりは厚い草千里や浜藪石層中で起こっているが、すべり面は明確ではない。

55

## 崩壊地の滑落崖からの遠望



- 崩壊頭部から移動土塊は直線的に温泉施設方向へ流出している。
- 一部は崩壊面に残留する土塊や倒木があるが、ほとんどが流出している。
- 崩壊深さは滑落崖や側部の段差から3m程度と推定されるが、崩壊面に凹凸があるため部分的には5m程度の箇所があった可能性がある。

56

## 滑落崖より上の自然斜面



- 滑落崖上の自然斜面は緩勾配であるが崖に平行な開口亀裂が多数発生しており、梅雨期や台風時期の二次崩壊が懸念される。
- 開口幅は場所により異なるが1m程度のものも認められた。

57

## ⑤ 残留すべり型 (Shattering Type)

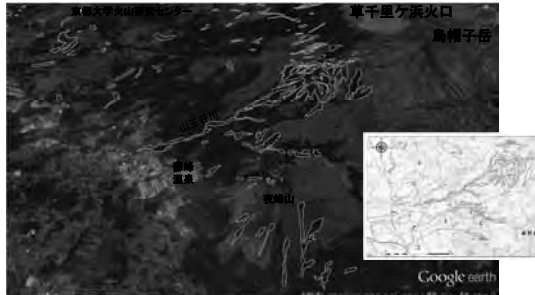


## 阿蘇大橋付近の直上斜面のクラック

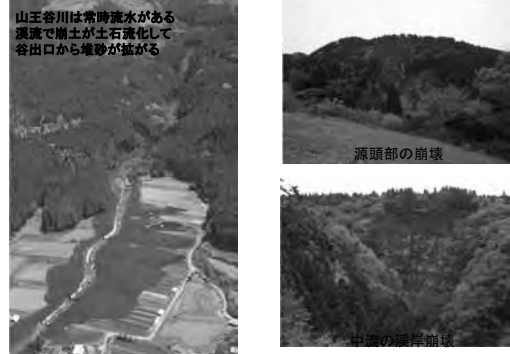


## ⑥ 土石流 山王谷川下流域の土砂流出状況

### ■ 山王谷地区周辺の崩壊および土砂流出範囲



## 土石流(崩壊土砂+渓流水, 山王谷川)



## 3. 今後に残る課題 地震による地盤災害の問題

- 斜面災害のインフラへの影響  
狭小な個所に集中したインフラ(道路・鉄道・ライフライン)  
リダンダンシーの確保 → 北側復旧ルートの建設
- インフラの予防保全的な対処に必要な考え方  
強震動を考慮した道路防災総点検要領や基準の見直し  
\* LPによる斜面形成過程の掌握  
→ 地震に弱い点検強化区間の抽出  
\* 地震による斜面崩壊の崩壊形態やメカニズムを考慮した点検要領の再考  
\* 土砂災害警戒区域 → 地域毎の手作り防災マップへ
- 発生頻度をどう捉えるべきか?  
1000年単位の大地震, 10~20年単位の集中豪雨

62





**a. インフラのリダンダンシーの確保**

阿蘇谷、南郷谷を孤立させないため  
交通ネットワークの再構築  
(地震・集中豪雨に強い道路)

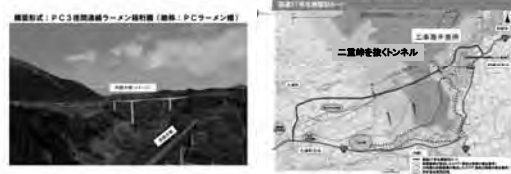
⇒ 地形・地質を十分に考慮した対応

**b. 地震によって生じた潜在すべりのDB化  
残留すべり型(Shattering Type)の  
データ解析結果を今後の気象災害対策  
へ活用**

\* 巨大地震の爪痕が集中豪雨災害の発生頻度を  
高めないようにするモニタリング体制の確立

64

**急がれる応急復旧および復興事業**



新しい阿蘇大橋の建設計画

熊本対策：リダンダンシーの確保

**インフラの復旧状況(2017. 5. 3)**

阿蘇長陽大橋の復旧



阿蘇長陽大橋は8月27日開通

阿蘇大橋(仮)のヘアット掘削



66

米塚の顕在化したクラック



**b.地震によるクラックマップDB化**  
○顕在化した引張りクラック  
○潜在すべりブロック  
○林野庁が判読図を公開

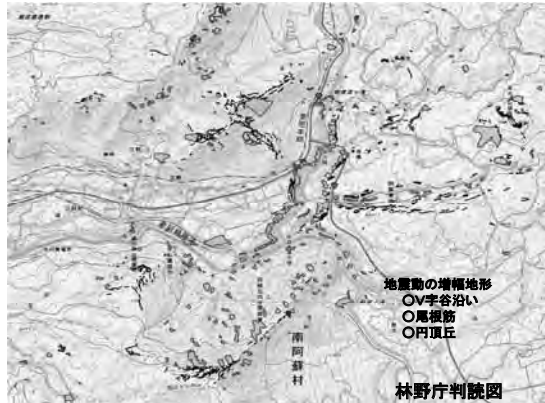


V字谷の比高・勾配と引張りクラック発生範囲の関係  
円錐状地形に地震動が集中した場合の地盤の挙動

**地震後の梅雨期降雨による崩壊拡大**



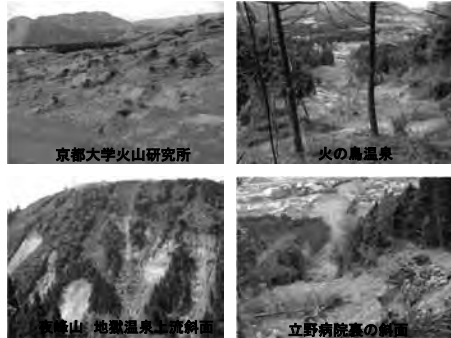
- 地震時には斜面中腹で崩壊土砂が溜まっていたものが梅雨期の豪雨で崩壊を拡大させ国道に達した。
- ゲートルで潜在すべりと判読していた箇所でも新たな豪雨による崩壊が発生した。
- テフラ層からなる緩斜面でも地震で形成された開口亀裂や段差が集中豪雨時の崩壊を助長する。



- V字谷沿い
- 尾根筋
- 円頂丘

林野庁判読図

**斜面崩壊箇所はそのまゝの状態(今年の5月初旬)**



70

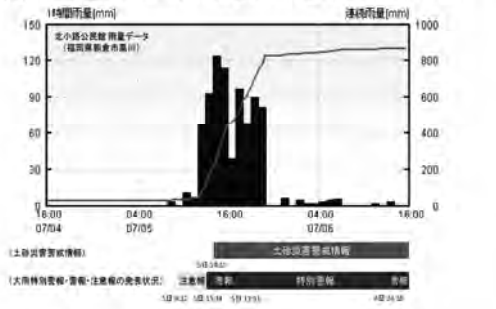


2008年四川大地震調査から

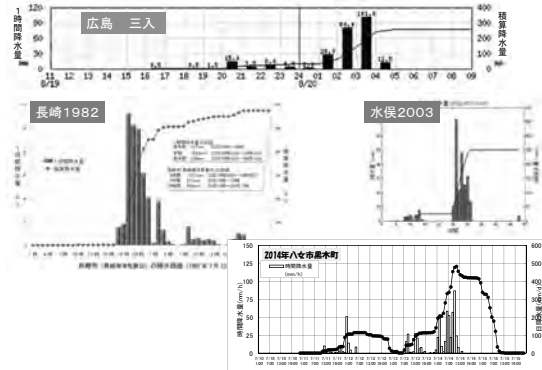
震源に近い映秀地区 飛出し型大崩壊 東河口地区  
\* 巨大地震の後遺症は10年後も続いている

4. 緊急レポート 平成29年7月九州北部豪雨災害によるさ斜面災害

○最大24時間降雨量は825mm(～7月6日8時)、最大1時間降雨量は124mm(7月5日14時～15時)



アメダス時系列グラフ(降水量) 期間:8月19日11時～20日9時



朝倉・日田地域の地質



① 白木谷川(下流域)



① 白木谷川(中流域)



① 白木谷川(上流域)



① 白木谷川(源頭部)



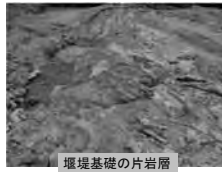
② 奈良ヶ谷川(下流域)



## ② 奈良ヶ谷川(下流域 ため池の決壊)



破壊したため池の堰堤



堰堤基礎の片岩層



右岸の斜面からの崩壊で堰堤が転倒



ため池の湛水域全景

80

## ② 奈良ヶ谷川(中流域)



谷が広がった箇所の土砂堆積



攻撃斜面の洗掘 弱風化の片岩



○谷に沿って林道と水路が併設されていた ○谷幅全体が流路化

81

## ② 奈良ヶ谷川(上流域)



健全な状態で残ったのり面保護工



侵食域での破壊された林道と水路



人工的な構造物を残さない侵食場



渓岸斜面の洗掘による表層崩壊

82

## ② 奈良ヶ谷川(峠付近)



左岸斜面に設置された砂防施設



規模の大きな表層崩壊



緩勾配の峠付近に残る比較的新しい林道



峠の強風化片岩の表層崩壊

83

## ② 奈良ヶ谷川(渓岸の大規模崩壊部)



左岸側渓岸斜面の大規模崩壊



崩壊頭部  
崩壊深は浅く勾配は30°



滑落崖より上の亀裂



浅く幅広い範囲で表層崩壊



表層土と立木を押し流す

84

## 今回の土砂災害の原因

誘因：異常な集中豪雨(線状降水帯)

24時間 829mm

最大時間雨量 129mm(黒川観測所)

素因：深層風化の進んだ地域

- 特に花崗閃緑岩のまさ土化が深部まで及ぶ
- 源頭部の規模の大きい侵食崩壊
- 厚い風化花崗岩を覆う片岩や安山岩との境界
- キャップロック構造 = 北松型地すべりの構造
- 常時花崗岩へ地下水を供給 →除荷による物理的風化
- 戦後の植林(杉・桧)地の緊縛力の弱さ
- 薄い表層土 根が深く入っていない
- 大量の流木の発生 → 渓床・渓岸の洗掘・侵食

85

## 土砂災害の形態の特徴

源頭部 深層崩壊

- ・地層境界からの崩壊が顕著
- ・表面流によるガリーが一挙に拡大し大規模化する
- まさ土化した層風化部が大規模に侵食崩壊し上部が引きずられる

上流～中流域 土砂と流木の流出による洗掘

- ・沢地形(凹地形)の至る所で表層崩壊やガリー侵食
- ・渓床や渓岸の洗食とそれに伴う表層崩壊
- ・家屋、道路、水路、ため池、砂防施設等の破壊

下流域 大量の土砂と流木の堆積

- ・谷幅全体が流路と化した
- ・土砂洪水(まさ土洪水 1993年鹿児島豪雨災害時のシラス洪水)

86

## 地質による斜面崩壊形態の違い

花崗閃緑岩地帯

- 攻撃斜面の渓岸や中流域の渓床では洗掘による侵食が顕著である。
- 源頭部では崩壊深さが10m以上の規模の崩壊が発生している(深層風化の影響大)。
- 規模の大きな侵食で上部斜面を不安定化させた。
- 下流域へ大量の砂を供給している。

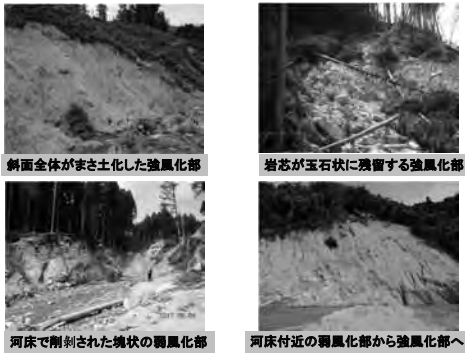
片岩地帯

- 表層崩壊が多い。30°以上の急斜面での発生。
- 大量の崩積土と倒木が現地に残留している。
- 中流の渓床部では堆積土砂と風化土が流出。渓岸が洗掘され比較的新鮮な岩盤が露出。

87



### 杷木花崗閃緑岩の風化形態



### 花崗岩の風化形態(広島)



### (6) 花崗岩地帯の崩壊の周期性(過去の研究)

鹿児島県紫尾山麓

1980年代後半に斜面崩壊の周期性や免疫性の調査研究が進められた。

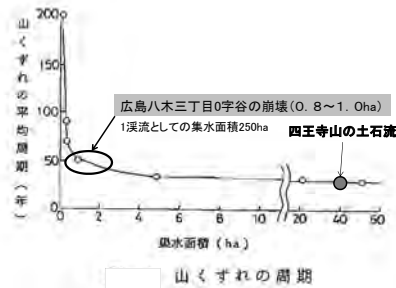


過去の空中写真判読現地での微地形調査侵入木本層の年輪簡易貫入試験深度方向の乾燥密度の変化

山くずれの履歴(数字は山くずれ発生後の経過年数)

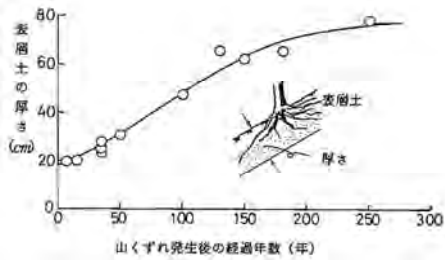
下川・地頭園・堀 日本林学会九州支部研究論文集, 1984 90

### まさ土斜面の崩壊周期の例



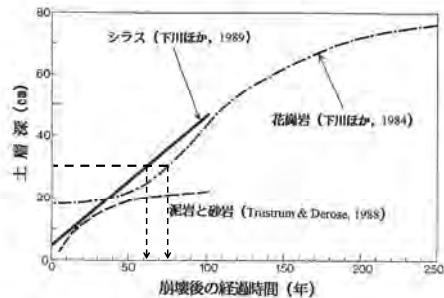
下川・地頭園・堀 日本林学会九州支部研究論文集, 1984 91

### 表層土の再形成速度(まさ土斜面) 表層土 = 次に表層崩壊の可能性が高い地層



下川・地頭園・堀 日本林学会九州支部研究論文集, 1984 92

### 風化速度の例(崩壊土層の形成)



### まとめ

- 今後も線状降水帯に対する警戒が必要である。  
→ 早期の予報技術が開発されることを望む
- 花崗岩地帯では、その場所の風化程度に応じた崩壊が周期的に源頭部で発生する可能性がある。土石流の形態はその風化状況によって異なっている。  
砂礫型土石流 ~ 泥石流土石流  
まさ土洪水(今回の福岡県朝倉地域)
- 地形解析からの土砂災害警戒区域の指定では不十分で、調査対象渓流の堆積物の分布、源頭部・渓岸斜面の花崗岩の風化形態および表層崩壊の発生状況、土石流履歴などの詳細な現地調査が必要である。

94

### ご清聴ありがとうございます。

参考文献ほか

- ①NDIC No.40 特集:2008年四川大地震
- ②四川大地震復旧技術協力団による災害速報  
(地盤工学会九州支部)
- ③平成24年九州北部豪雨災害調査報告  
(地盤工学会報告書)
- ④九州地方で発生した深層崩壊とその対策  
(基礎工 VOL.44, No.6 2016)  
九州本部防災委員会  
委員長 矢ヶ部秀美  
連絡先: arrowhideg@gmail.com

95