

土木学会全国大会特別セッション
熊本地震報告会

熊本地震における 斜面災害と今後

地盤工学委員会

斜面工学研究小委員会

委員長:山口大学教授 鈴木 素之

発表者:山梨大学助教 荒木 功平(幹事)

これまでの調査活動

2016年4月23日～24日 現地調査(1回目) 地盤工学会と
合同で実施 <http://www.jsce.or.jp/committee/jiban/slope/>

2016年4月27日 平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調
査結果 速報会 報告
<http://committees.jsce.or.jp/eec2/node/76>

2016年6月2日～3日 現地調査(2回目)

土木学会誌7月号 事故・災害 平成28年熊本地震 地震被
害調査速報(松田 泰治熊本大学教授ほかと共著)
<http://www.jsce.or.jp/journal/jikosaigai/201607.pdf>

2017年4月26日 2016年熊本地震1周年報告会

2017年12月9日～10日 現地調査(3回目)

その他、各メンバーが数回現地調査を実施

調査の概要

斜面災害発生地の特徴

- ◇ 地質及び地質構造
- ◇ 地形的特徴
- ◇ 降雨等の状況

主な斜面災害発生箇所の状況

- ◇ 阿蘇大橋付近の崩壊
- ◇ 高野台地区(京都大学火山研究センター付近)の地滑り
- ◇ 火の鳥温泉の崩壊

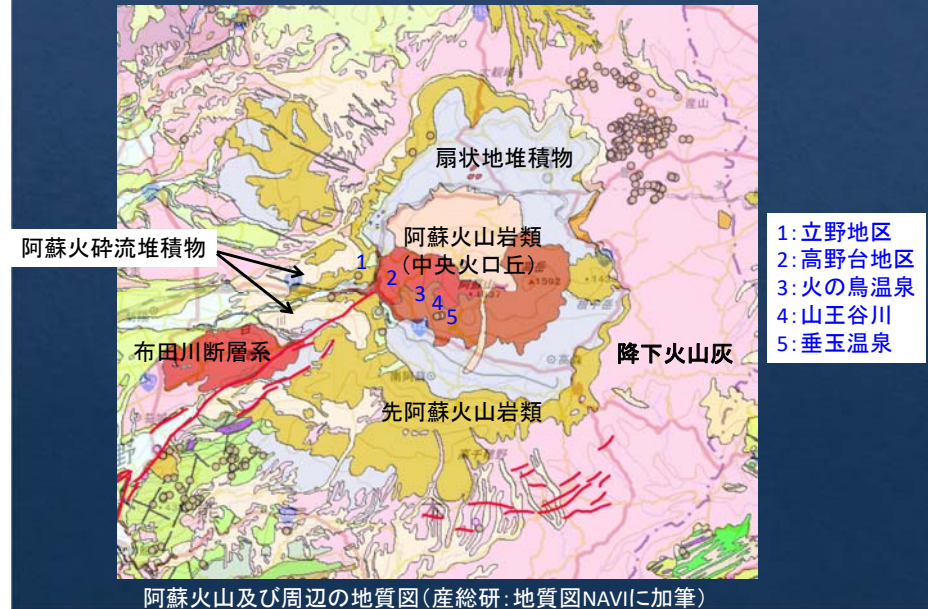
斜面工学研究小委員会調査団員

鈴木 素之(委員長)	山口大学
吉川 修一(副委員長)	八千代エンジニアリング
美馬 健二(幹事長)	太田ジオリサーチ
伊藤 和也	東京都市大学
衛藤 智徳	日鐵住金建材
大野 博之	環境地質
片山 直樹	日本海技術コンサルタンツ
後藤 聡	山梨大学
阪口 和之	アジア航測
櫻井 正明	山地防災研究所
中濃 耕司	東亜コンサルタント
西川 直志	イシンコンサルタント
橋口 昭彦	新和技術コンサルタント
ハス パートル	アジア航測
原 重守	古川コンサルタント
平田 文	日特建設
松木 宏彰	復建調査設計
向谷 光彦	香川高等専門学校

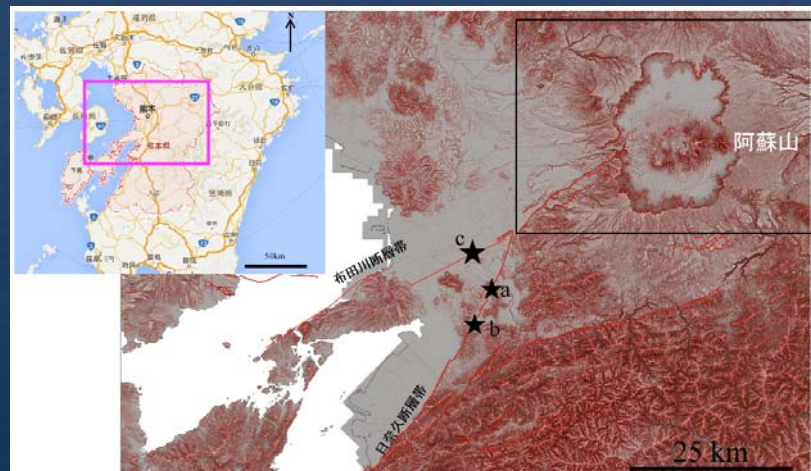
斜面災害発生地の特徴

地質及び地質構造
地形的特徴
降雨等の状況

地質及び地質構造

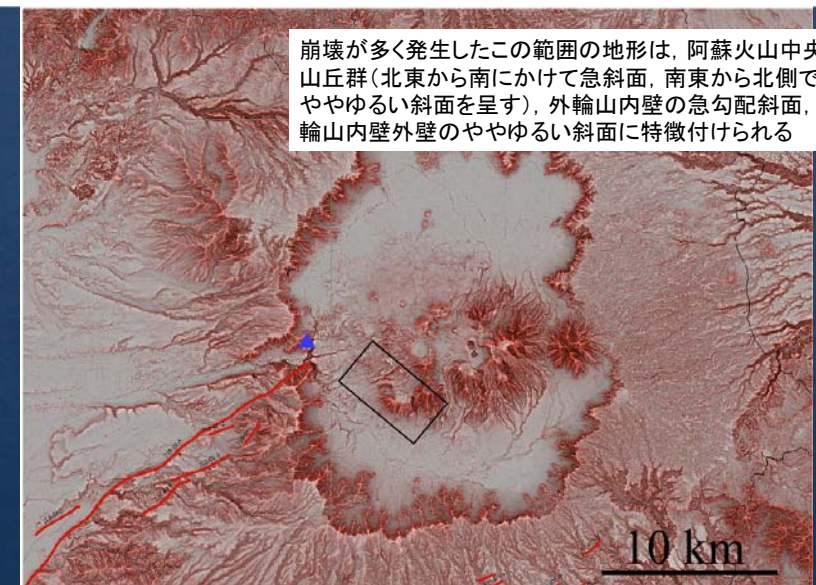


地形的特徴



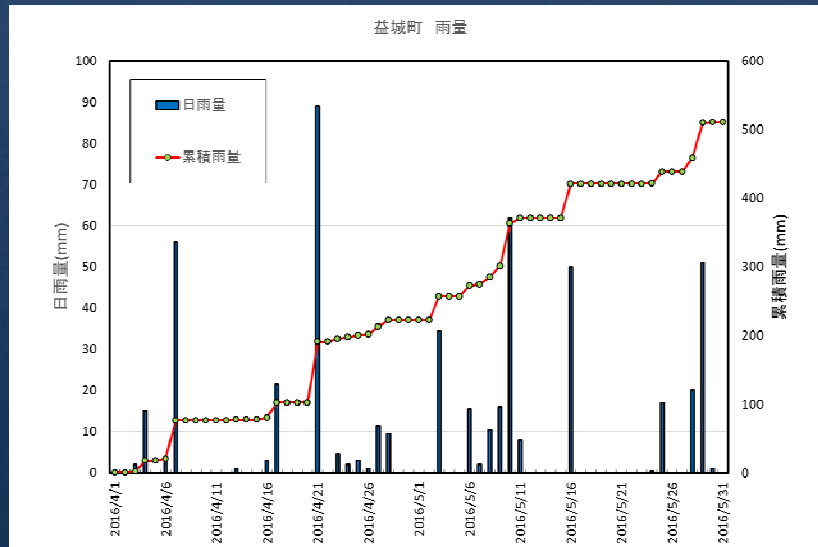
熊本地震震源域とその周辺の地形(赤色立体地図は国土地理院5m+10mメッシュDEMを用いて作成)
★:震央 a) 4月14日のM6.4地震; b) 4月15日のM6.5地震; c) 4月16日M7.3地震
赤い線:活断層(国土地理院の都市圏活断層図および地震調査研究推進本部, 2013)

崩壊が多く発生したこの範囲の地形は、阿蘇火山中央火山丘群(北東から南にかけて急斜面、南東から北側ではややゆるい斜面を呈す)、外輪山内壁の急勾配斜面、外輪山内壁外壁のややゆるい斜面に特徴付けられる



崩壊が集中して発生した地域の赤色立体地図(国土地理院5m+10mメッシュDEMを用いて作成) ▲:阿蘇大橋
四角の中:立野地区、高野台地区、火の鳥温泉、山王谷川、垂玉温泉

降雨の状況



4月から5月の日雨量と累積雨量(気象庁アメダス 益城)

主な被災箇所の崩壊状況

阿蘇大橋付近の崩壊

高野台地区(京都大学火山研究センター付近)
の地滑り

火の鳥温泉の崩壊

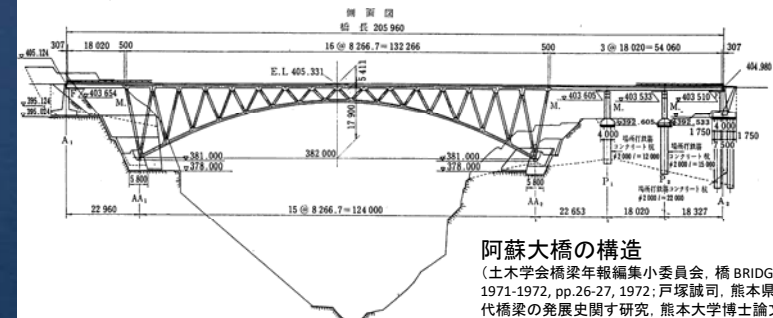
阿蘇大橋付近の崩壊



阿蘇大橋付近の航空写真(アジア航測提供)

左岸(河陽地区)

右岸(立野地区)



左岸側橋台とアーチアバット



右岸側橋脚とアーチアバット



阿蘇大橋の落橋箇所



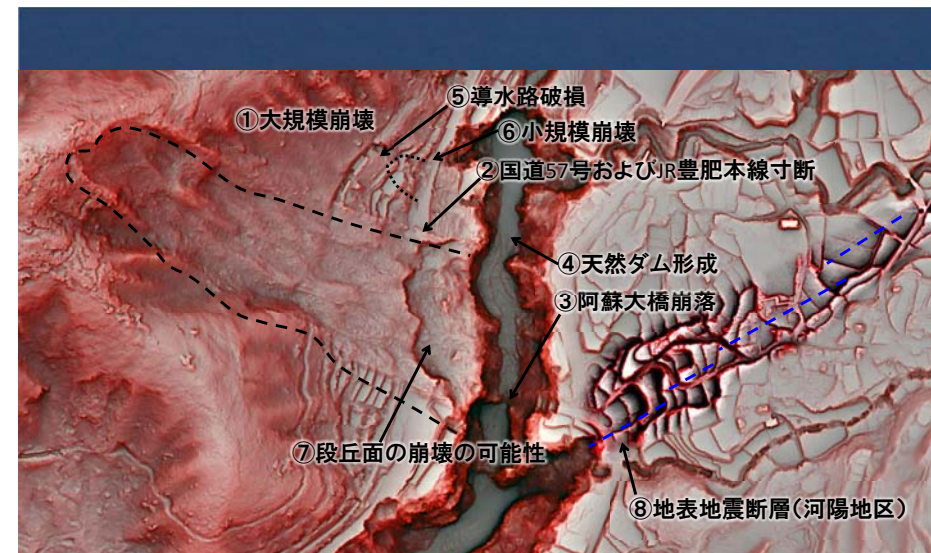
導水路の破損・漏水箇所



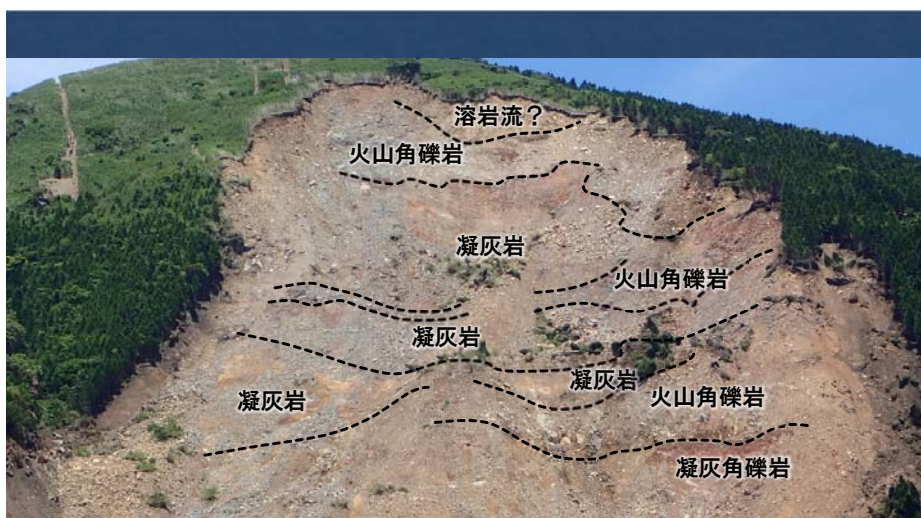
小規模崩壊滑落崖のパイピング痕



河陽地区に認められた地表地震断層



航空レーザー計測結果による赤色立体地図



大規模崩壊の崩壊面に認められる帯状の角礫主体層

安山岩と思われる角礫主体層が帯状に数枚確認することができ、遠方目視からの岩相区分を試みたところ溶岩流、火山角礫岩、凝灰岩、凝灰角礫岩が複雑に積み重なっているものと推察

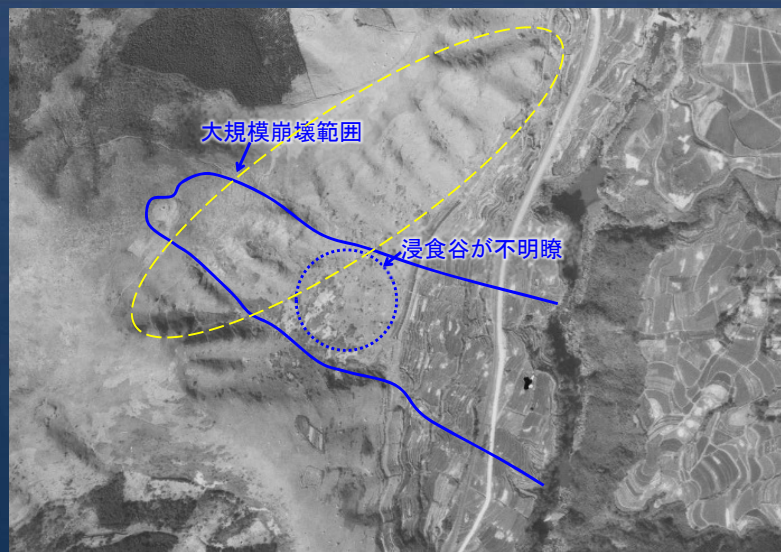


大規模崩壊周辺の地形および断層
(国土地理院: 地理院地図, <http://maps.gsi.go.jp/>, 2016. に加筆)

大規模崩壊は変位方向が大きく変化
する境界付近に位置している

布田川断層帯近傍の地殻変動量
(国土地理院: 平成28年(2016年)熊本地震に伴う断層近傍の地殻変動,
<http://www.gsi.go.jp/cais/topic160428-index.html>, 2016. に加筆)





崩壊斜面周辺の航空写真(1956年米軍撮影)(国土地理院:地図・空中写真閲覧サービス, USA-M303-94およびUSA-M303-95,1956.に加筆)

斜面上部には尾根線付近から複数の浸食谷が形成されており, 浸食耐性の低い地質であったことがうかがえる

まとめと今後の課題

阿蘇大橋付近の崩壊

- ・ 山体の構成地質は主に固結度の弱い火砕岩であると推察され, 全体的に浸食耐性が低く, 風化進行に伴いせん断抵抗力が低下していた可能性がある。
- ・ 過去に断層運動で形成された立野火口瀬付近であるため, 脆弱な地盤状態であった可能性がある。また, 崩壊斜面は布田川断層帯と推定断層に挟まれた山体であり, 過去の断層運動によって, より大きくダメージを受けていた可能性がある。
- ・ 山腹中腹に浸食谷が発生し難い特徴が認められ, 斜面中腹が高透水性であったと考えられる。すなわち斜面に緩みが生じていた可能性がある。
- ・ 斜面下方の崖錐層は黒ボク層を流れ盤に挟在するなど滑動や崩壊を生じやすい状態であった可能性がある。
- ・ 断層変位の大きい箇所近傍であったため, より強い地震動が斜面に作用した影響がある。

高野台地区の地滑り



高野台の航空写真(アジア航測提供)

滑落崖



側方崖(崩壊時の土塊の擦跡が残る) 小丘から分岐した崩壊土砂



崩壊土砂の中にあつた塩ビ管



地すべり面とみられるやや硬い層上に黄色粗粒軽石層が付着

崩壊部の底部に露出したすべり面

すべり面の傾斜角は約15度

(滑落崖付近)



27cm 草千里ヶ浜上
15cm 草千里ヶ浜下a
15cm 草千里ヶ浜下b

	草千里ヶ浜下a	草千里ヶ浜下b
湿潤密度 [g/cm ³]	1.114	1.102
乾燥密度 [g/cm ³]	0.522	0.554
土粒子の 密度 [g/cm ³]	2.425	2.541
含水比[%]	111.3	99.1
飽和度[%]	75.0	70.1

乾燥密度が約0.5g/cm³で非常に小さい。



草千里ヶ浜降下軽石

手で容易にすりつぶすことができ、液状になる。

火の鳥温泉の崩壊

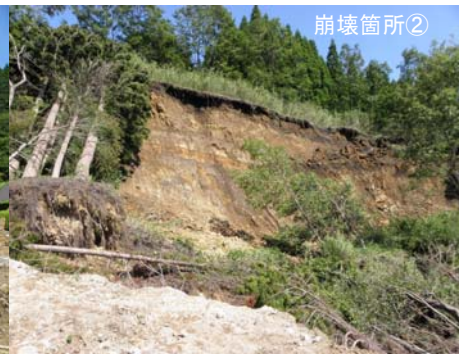


火の鳥温泉周辺の広域空中写真 (Google earthに加筆 画像取得日2016.4.16)

崩壊箇所①



崩壊箇所②



軽石層

崩壊先端部の軽石層(湿潤)

いずれの崩壊箇所も、この固結度の低い火山灰層中にオレンジ色の軽石層を挟み、軽石層の層厚は30cm程度以下で含水率が高い

高野台地区の地すべりでのすべり面付近でみられた軽石層と目視的には同じものように見える

まとめと今後の課題

高野台地区の地滑り，火の鳥温泉の崩壊

- ・ 地震時のすべり面は軽石層あるいはその境界とみられる．軽石層の分布とその含水状態から，この軽石層が地震時の斜面安定を左右した可能性が考えられる．
- ・ 軽石層の平常時の吸排水特性や地震時における排水特性と強度変化，あわせて上・下位の火山灰との地下水流動や強度変化の応答関係に関する研究が望まれる．

本災害でお亡くなりになった方々に哀悼の意を表しますとともに、負傷された方々ならびに被災された方々にお見舞いを申し上げます。また、被災地の一日も早い復興をお祈りいたします。