

## 平成 28 年熊本地震による崩壊・亀裂形成とその後の降雨による崩壊発生箇所との関係

防災科学技術研究所  
日本工営株式会社  
中日本航空株式会社

○木村 誇・酒井 直樹  
水谷 佑・村松 広久・田中 義朗  
高野 正範・近藤 雅信

### 1. はじめに

平成 28 年（2016 年）熊本地震により、熊本県内では、阿蘇大橋背後の大規模な斜面崩壊をはじめとして多数の土砂災害が発生した（石川ら, 2016a；宮縁, 2016）。また、崩壊地外の斜面にも亀裂が多数形成されており（石川ら, 2016a），本震後の降雨などによる崩壊地の拡大や新規発生が懸念されている。事実、本震後の降雨により新たな崩壊が発生しているが（石川ら, 2016b），これらには崩壊や亀裂の形成によって本震前よりも斜面が不安定化したことが影響している可能性がある。そこで、特に土砂災害が多く発生した阿蘇カルデラ西部の約 70km<sup>2</sup> の範囲（図-1）を対象に、本震後の降雨による崩壊発生箇所を調査し、本震による崩壊および亀裂形成との位置関係から、地震による斜面の不安定化がその後の降雨による崩壊発生に及ぼす影響を検討した。

### 2. 解析対象地域の地形・地質条件

阿蘇カルデラ西部地域は、地形・地質条件の違いにより阿蘇カルデラ壁と中央火口丘群に二分される。一方の阿蘇カルデラ壁は主に先阿蘇火山岩類の輝石安山岩からなり、その上位を阿蘇火碎流堆積物が覆う。もう一方の中央火口丘群はカルデラ形成以降に噴出した溶岩流や火碎岩が基盤をなし、表層は降下火碎物を主体とした未固結土層（火山灰層が挟在する褐色ローム・クロボク土）に覆われる。

### 3. 解析方法

解析には、2013 年 1 月（本震前）と 2016 年 4 月（本震後）計測の航空レーザ測量データより構築した 1m メッシュ DEM, 2016 年 8 月計測の航空レーザ測量データより構築した 0.5m メッシュ DEM, 防災科学技術研究所の土砂移動分布図（<http://www.bosai.go.jp/mizu/dosha.html>），ならびに林野庁の崩壊・亀裂位置図（<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kouhou/jisin/rezakohyo2.html>）を用いた。本震後、熊本県内では、4 月 21 日の降雨と 6 月 19～29 日の降雨によって崩壊や土石流が発生している（石川ら, 2016b）。林野庁が判読に用いた航空レーザ測量の計測期間は 2016 年 4 月 19～29 日（図-2 の L2）のため、本震と 4 月 21 日の降雨によって生じた崩壊を分離するのは難しい。一方、6 月 19～29 日の降雨の後にも航空レーザ測量が実施されたため（2016 年 8 月 8～18 日：図-2 の L3），防災科学技術研究所が 2016 年 5 月 30～31 日、7 月 5～24 日に撮影された空中写真等（図-2 の AP5, AP6）より判読した土砂移動分布図と重ね合わせることで、5～7 月の約 3 カ月間に発生した崩壊が正確に捉えられる。そこで、上記の DEM から本震前後と本震後の約 3 カ月間に生じた標高変化量を算出し、土砂移動分布図と重ね合わせることで、本震後の降雨によって発生した崩壊を特定した。次に、本震時に形成された亀裂の位置を、傾斜陰影図から読み取れる凹凸形状と傾斜の緩急より「尾根型斜面」，「直線斜面」，「谷型斜面」，「平地」に区分した。最後に、本震時の崩壊・亀裂の分布と本震後の降雨による崩壊の分布を重ねて、「二次崩壊（地震による崩壊の拡大や再崩壊）」，「亀裂形成箇所の崩壊」，「新規崩壊」のいづれかに区分した。

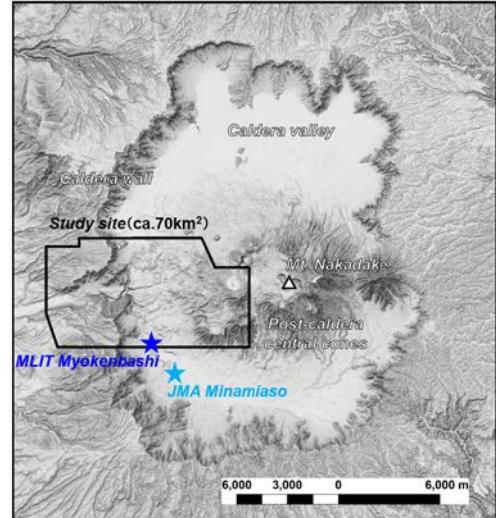


図-1 解析対象範囲の位置図

（背景の傾斜陰影図には国土地理院基盤地図情報 10m メッシュ数値標高モデルを使用）

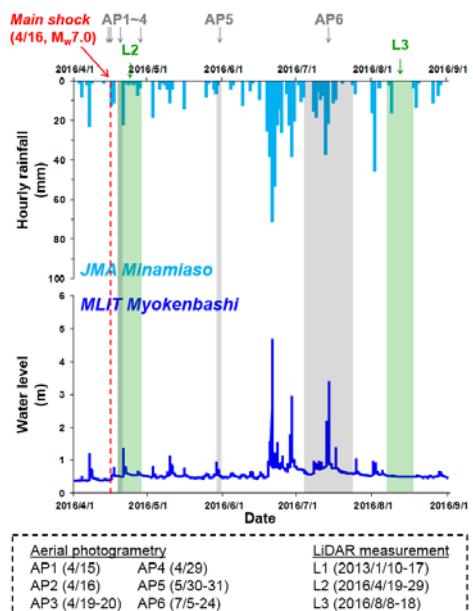


図-2 2016 年 4～8 月の降雨・水位変動、航空レーザ測量の実施期間および空中写真等の撮影期間  
(降雨および水位観測点の位置は図-1 に示した)

## 4. 解析結果

### 4.1 本震時に発生した崩壊地と亀裂の分布

図-3A に本震時に発生した崩壊と亀裂の分布を示す。解析範囲内では計 1,666 箇所（総面積 7.7km<sup>2</sup>）の崩壊が発生し、計 2,466 箇所（総延長 41.8km）の亀裂が形成されていた。亀裂の形成位置は、尾根型斜面が 1,436 箇所（22.2km）で最も多く、次いで直線斜面（551 箇所、8.8km），谷型斜面（54 箇所、0.9km），平地（425 箇所、9.9km）の順になっていた。

### 4.2 本震時に発生した崩壊・亀裂とその後の降雨による崩壊発生箇所との関係

図-3B に本震後の降雨による崩壊発生箇所を示す。5~7 月の約 3 ヶ月間に計 682 箇所（総面積 1.4km<sup>2</sup>）の崩壊が発生していた。この 682 箇所のうち、新規崩壊が 457 箇所（総面積 0.5km<sup>2</sup>），地震による崩壊の拡大や再崩壊といった二次崩壊が 197 箇所（総面積 0.8km<sup>2</sup>），亀裂形成箇所の崩壊は 35 箇所（総面積 0.1km<sup>2</sup>）で、二次崩壊に比べて規模は小さいものの、新規崩壊が最も多かった。また、崩壊した亀裂の形成位置は、尾根型斜面が 17 箇所、直線斜面が 15 箇所、谷型斜面が 1 箇所、平地が 2 箇所となっており、多数の亀裂が形成された尾根型斜面での崩壊は相対的に少なかつた。

【謝辞】 本稿には平成 28 年度文部科学省「熊本地震復旧等予備費」による地形・地盤情報調査の一部を用いた。調査にあたり熊本県砂防課、熊本県阿蘇地域振興局、阿蘇市、西原村、南阿蘇村の方々に多くの御協力と御理解を賜った。また、熊本県砂防課ならびに林野庁治山課からは航空レーザ測量成果等のデータを提供いただいた。記してお礼申し上げたい。

【引用文献】 石川ら (2016a) 砂防学会誌 69(3): 55-66; 石川ら (2016b) 砂防学会誌 69(4): 25-36; 宮緑 (2016) 地学雑誌 125(3): 421-429.

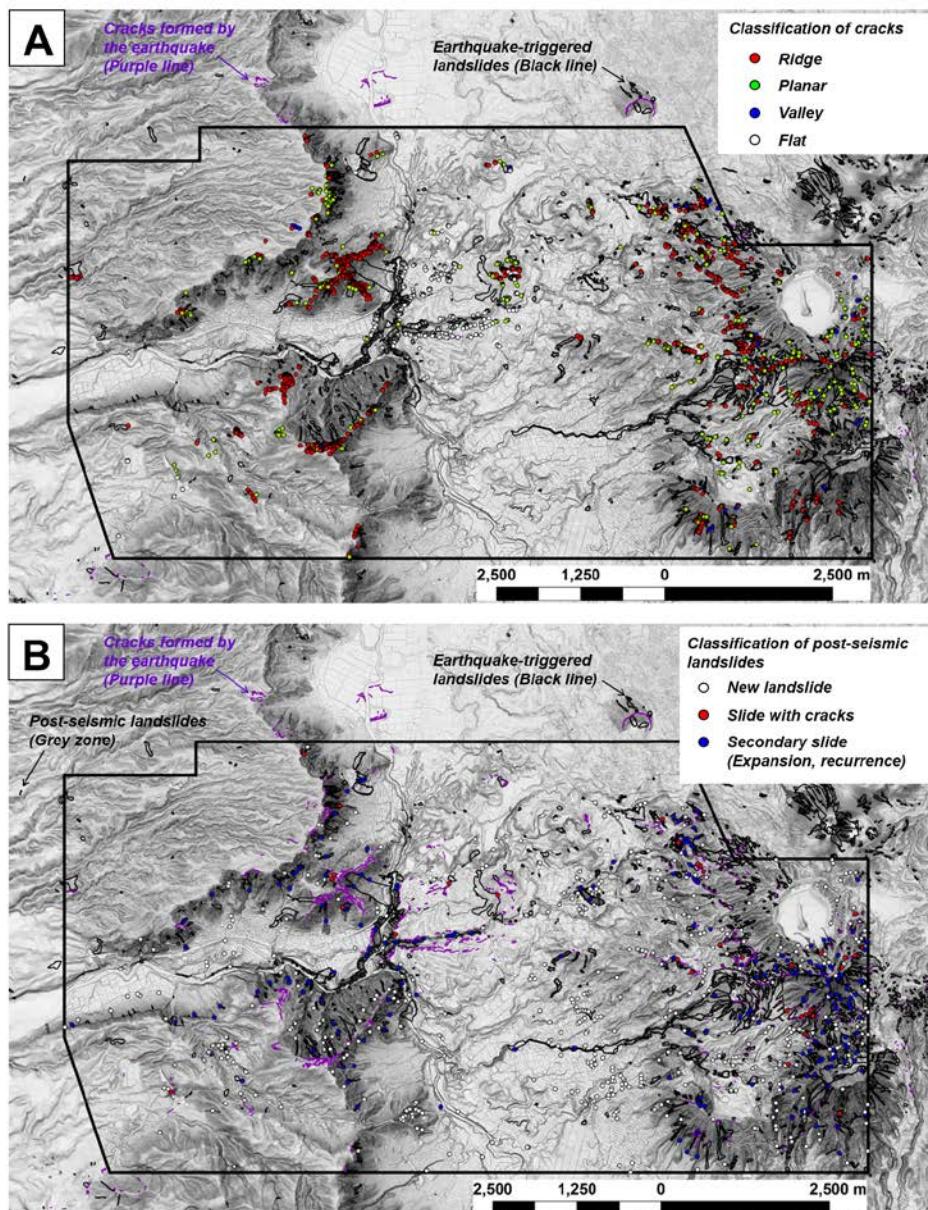


図-3 斜面崩壊および亀裂の分布：(A) 本震時に形成された亀裂の区分、(B) 本震後の降雨によって発生した崩壊の区分