

平成 28 年熊本地震後の阿蘇カルデラ壁における土砂移動の特徴

砂防エンジニアリング株式会社 ○植 弘隆

八千代エンジニアリング株式会社 池田 誠, 飯島 康夫, 鈴木 正美, 井川 寿之, 福塚 康三郎, 横尾 公博
鹿児島大学 地頭菌 隆

1 はじめに

阿蘇カルデラ壁斜面の溪流において、地形・地質・水文の特性から平成 28 年熊本地震とその後の降雨による土砂流出状況に違いが確認された。土砂移動が複数発生した阿蘇市狩尾・三久保周辺の溪流における現地調査結果を基に、平成 28 年熊本地震後の阿蘇カルデラ壁における土砂移動の特徴を報告する。

2 熊本地震と平成 24 年豪雨災害の崩壊の違い

当該地区では平成 24 年の九州北部豪雨災害（以下、H24 年災害と示す。）においても崩壊、土石流が発生している。熊本地震と H24 年災害の崩壊を対比し、違いを確認した（図-1）。

H24 年災害の崩壊は、流域源頭部の 0 次谷で複数発生し、発生した土砂が筋状に谷を流下している。

一方、熊本地震の崩壊は、斜面の遷急線にあたる急崖部で発生し、崩壊地直下の溪床で停止している。

3 熊本地震によるカルデラ壁斜面の崩壊の特徴

熊本地震による崩壊の特徴を図-2、表-1 に示す。

カルデラ壁斜面で最も多い地震後の土砂移動は、安山岩溶岩急崖部の崩落であり、直線型や凸型斜面で発生している。急崖部から崩落した礫が下方の崖錐斜面表層を削剥しているが、深さは 1m 程度と小さい。また、周辺斜面では湧水・沢水はみられなかった。

崩壊土砂量が多い「上の小屋川 2～3」の崩壊地では、安山岩溶岩急崖部の崩落、急崖部上方の表層崩壊、急崖部下方の崖錐斜面の崩壊・削剥・侵食が複合的に発生し、巨礫混じりの土砂が生産されている。また、斜面形状は凹地型で、地質は角閃石安山岩溶岩であり、恒常的な湧水が確認された。複合的な崩壊の発生箇所では、地震動以外に、湧水が影響した可能性がある。

4 大規模崩壊地での土砂移動

4.1 上の小屋川 2 の崩壊

谷出口から約 1.2km 上流の本川左岸斜面に並列する 3 支溪で崩壊が発生した。中央部の崩壊が最も大規模で、その概略値は幅 70m、長さ 250m である（図-3）。また、斜面脚部に発達した崖錐堆積物の一部が崩壊した（図-4）。3 支溪の崩壊地から生産された土砂量は約 3.5 万 m³ であった。

4.2 上の小屋川 3 の崩壊

谷出口から約 700m 上流が Y 字状の谷形状を呈し、その両支溪で崩壊が発生している。そのうち、右支溪の崩壊が顕著で、最も大規模な崩壊で概略値は幅 50m、長さ 120m である（図-5）。両支溪からの生産土砂量は約 2.5 万 m³ であった。

4.3 地震後の土砂移動と対応状況

大規模崩壊地における土砂移動状況を表-2 に示す。溪床勾配が比較的緩い「上の小屋川 2」では、細粒分の多い崩壊土砂が崩壊地直下の溪床に堆積した。堆積土砂は、その後の降雨により侵食され、下流へ細粒土砂が流出したが、下流の既設砂防堰堤で捕捉された。地震による崩壊土砂のうち、降雨により下流へ流出した土砂は、平成 28 年 7 月時点において 15% であった。

溪床勾配が急な「上の小屋川 3」では、崩壊・崩落で溪床に供給された多量の不安定土砂が谷を埋めて急勾配で堆積し、谷出口から 600m 上流の最上流治山谷止工まで崩壊土砂が到達していた（図-5）。その後、4 月 21 日と 6 月 25 日の降雨により土石流が 2 回発生したが、下流の既設堰堤や除石工事の効果により土砂・流

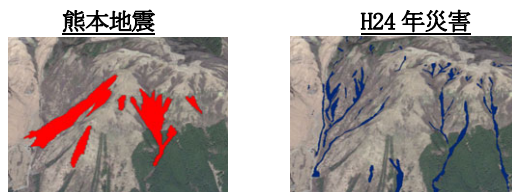


図-1 熊本地震と H24 年災害の土砂移動分布の対比

(GoogleEarth と防災科学技術研究所公開 kml ファイル¹⁾の重ね合わせ)



図-2 熊本地震によるカルデラ壁斜面での崩壊

(左：小規模な急崖部の崩落，右：大規模な崩壊)

表-1 熊本地震によるカルデラ壁斜面の崩壊の特徴

崩壊規模	小規模 (数百～数千 m ³)	大規模 (約 2.5～3.5 万 m ³)
土砂移動形態	急崖部の崩落, 急崖部下方の崖錐の削剥 (深さ 1m 程度)	急崖部上方の表層崩壊, 崖錐の崩壊・削剥・侵食
斜面	直線型, 凸型	凹地型
地質	輝石デイサイト軽石・火砕流, 輝石安山岩溶岩	角閃石安山岩溶岩
湧水	無し	有り



図-3 上の小屋川2の崩壊地と堆積土砂



図-4 斜面脚部の崖錐堆積物の崩壊（上の小屋川2）



図-5 上の小屋川3の地震直後の状況(4月18日撮影)



図-6 上の小屋川3の土石流発生状況(4月26日撮影)

木が捕捉され、下流への被害は発生しなかった(図-6)。地震による崩壊土砂のうち、下流へ流出した土砂は60%であった。なお、土石流が発生した降雨は、年超過確率規模2年未満の小規模なものであった(表-3)。

5 おわりに

本報告では、平成28年熊本地震後の阿蘇カルデラ

表-2 大規模崩壊地における土砂移動状況

渓流	上の小屋川2	上の小屋川3
崩壊土砂量	約3.5万m ³	約2.5万m ³
崩壊下流域の縦断形状	緩勾配：1/6程度 土石流流下、堆積区間	急勾配：1/3程度 土石流発生、流下区間
移動形態	細粒の土砂流出	巨礫含む土石流
土砂移動の発生状況	【4月16日～17日】 崩壊土砂の一部侵食 ²⁾ (雨量：最大1時間 13.5mm, 連続40.5mm) 【6月～7月】 降雨による侵食 約5千m ³ (雨量：気象庁阿蘇山観測所)	【4月21日】 土石流 1.2万m ³ , 流木 500m ³ (雨量：最大1時間 21.5mm, 連続72.25mm) 【6月25日】 土石流 3千m ³ (連続100mm) (雨量：上の小屋川3工事現場)
崩壊土砂の降雨による流出率	0.15 (=0.5万m ³ /3.5万m ³)	0.6 (=1.5万m ³ /2.5万m ³)
土砂移動への対応状況	・流出土砂を既設砂防堰堤で捕捉	・4月21日の土石流は既設治山谷止工と施工中の砂防堰堤で捕捉 ・6月25日の土石流は除石工事箇所を捕捉

表-3 阿蘇乙姫観測所の確率雨量と土石流発生雨量

超過確率 年数	確率雨量	100	20	5	2	年最大雨量のうち観測期間中の最低値	熊本地震後の土石流発生降雨	
		日雨量 (mm/day)	土石流発生時	日雨量 (mm/day)	土石流発生時		日雨量 (mm/day)	土石流発生時
100	488.4	488.4	381.8	285.5	211.3	92.0	125.0	72.0
20	493.0	H24.7.12		276.0	H13.6.29		H28.4.21	H28.6.25
5	109.1	109.1	85.9	65.0	48.9	29.0		
2	106.0	H24.7.12		81.0	H13.6.29		28.0	26.0
	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)	時間雨量 (mm/hr)

壁における土砂移動の特徴を整理した。

1) 大規模な土砂移動の発生には、①凹地型斜面、②角閃石安山岩溶岩分布域、③湧水の影響があることが推測された。阿蘇カルデラ壁斜面には多数の土石流危険渓流があるため、地震後の土砂災害対策優先度が高い渓流を抽出するには、地形・地質・水文特性を組み合わせる必要がある。

2) 大規模な崩壊地の下流域における渓床縦断形状が急勾配の渓流では、年超過確率規模2年未満の小規模な降雨でも土石流が2度発生し、崩壊土砂のうち60%が下流へ流出したことが確認された。

3) 地震後の緊急対応は、大規模な崩壊箇所のうち急勾配の渓流を優先して、既設堰堤の除石や仮設堰堤整備を実施し、土砂捕捉容量を確保することが望ましい。

崩壊規模の調査にあたり、国土交通省九州地方整備局と国際航業(株)より提供頂いた地震前後の航空レーザー計測データを利用させて頂いた。大栄開発(株)永井宏樹氏、日鐵住金建材(株)大隅久氏には、現地調査で協力頂いた。(株)森工業 若宮誠二氏より、上の小屋川3土石流発生前後の写真及び現地情報を提供頂いた。これらの皆様方に感謝の意を表す。

引用文献

1) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所：

<http://www.bosai.go.jp/mizu/dosha.html>

2) 藤田正治ほか：平成28年熊本地震に係る土砂災害第一次緊急調査団報告会第3班報告，2016年