

阿蘇カルデラにおける平成28年熊本地震とその後の降雨による土砂流出実態

アジア航測株式会社 ○平川泰之、船越和也、武石久佳、園田晋平
九州地方整備局 河川計画課 江口秀典、高木耕太郎※¹、秋山陽平
※¹ 現所属：九州地方整備局 筑後川河川事務所 調査課

1 はじめに

2016年4月の熊本地震によって阿蘇カルデラ内では多くの斜面崩壊や地すべりが発生した。その後の6月19日～29日の総雨量1031mmの降雨により新規・拡大崩壊や二次的な土砂移動が発生した。土砂災害に対して脆弱な火山地域において、強い地震と強雨という大きな外力を連続して受けたことになる。このような事例における土砂移動の特徴を明らかにしておくことは有益と考えられる。そこで

LPデータの解析によって阿蘇カルデラ全体の移動土砂量を算出し、主な特徴を整理した。

2 調査方法

(1) LPデータは地震前、地震後、および地震後の降雨のそれぞれについて、カルデラ全体を網羅するように収集し、不足する部分は新たに計測した(表1)。

(2) 地震によって地盤変動が発生したため、地震前後のLPデータには全体にズレが生じ、単純に差分計算すると土砂移動を正しく評価できない。そこでCCICP手法によって地震前のLPデータの座標を補正し、全体的なズレを解消した。

(3) LPデータの標高差分計算によって地盤変動高を算出した。

(4) 地震後時点、およびその後の降雨による拡大部について、赤色立体地図やオルソフォト、地盤変動高分布図等を判読して土砂移動域ポリゴンを作成した。ポリゴンは斜面部、河道部、氾濫部に区分した。判読範囲は阿蘇カルデラ内の約400km²である。

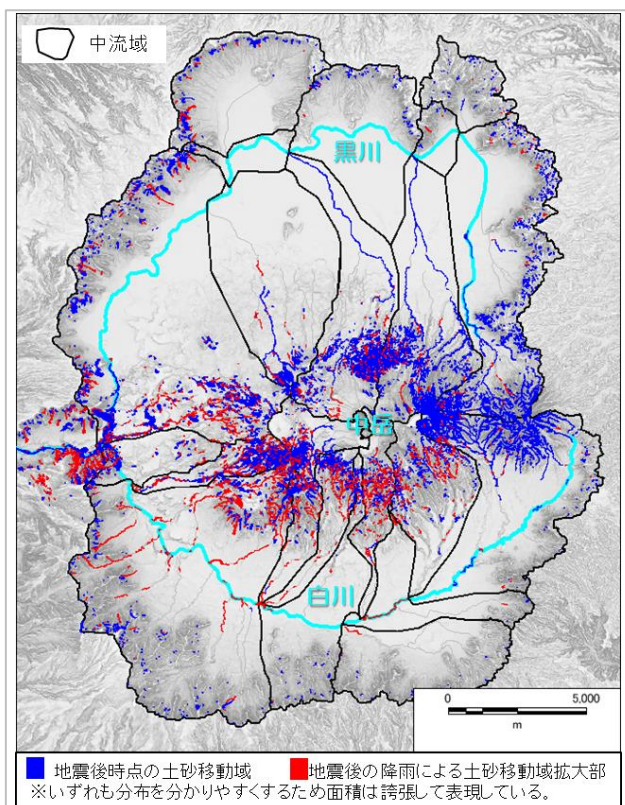
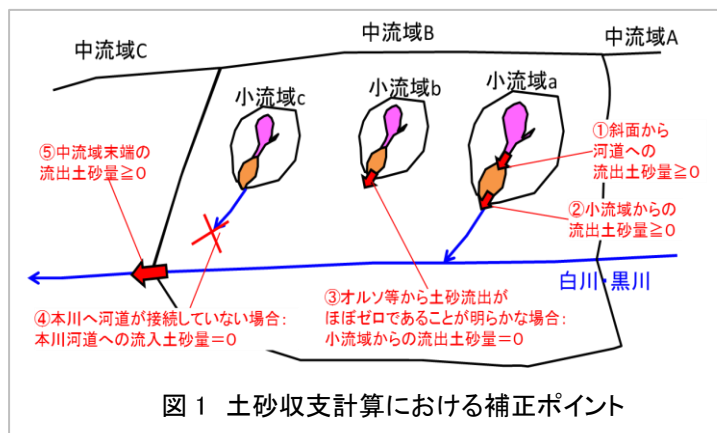
(5) 地盤変動高から、土砂移動域ポリゴン内のプラス領域(堆積)とマイナス領域(崩壊・侵食)について移動土砂量を算出した。次に小流域単位(概ね土石流危険渓流程度の規模で数は379)、中流域単位(小流域を数渓流～数十渓流程度含む流域)、カルデラ全体の順に上流から土砂収支を計算した。その際、現象として不合理が生じないように、図1に示す①～⑤のポイントで補正を行った。

(6) 上記の移動土砂量算出を、地震前後、降雨前後、および〔地震+降雨〕前後のそれぞれについて行った(表1)。降雨前後では新規・拡大部のみの土砂量も算出した。それらの結果をもとにして、カルデラ

表1 使用LPデータ一覧

区分	計測年月	所管
地震前	2013年1～2月	熊本河川国土事務所
地震後	2016年4～5月	熊本県
	2016年4～7月※	林野庁
降雨後	2016年9～10月	防災科学技術研究所
	2016年12月～2017年1月	九州地方整備局(今回計測)

※林野庁のLPは大部分の範囲が6月19日からの降雨より前に計測されている。



全体の時系列的な土砂収支を算出した。

3 調査結果と考察

図2に土砂移動域の判読結果を示す。ポリゴン数は 10,088 である。これには地震前からの継続崩壊地も含む。

図3には小流域単位の移動土砂量と流域面積の関係を示す。数値がゼロまたは小さいものはグラフに表示されていない。流域面積が小さいものは土砂生産があっても流出がゼロの例が多く、これはカルデラ壁側に多い。一部を除くと概ね、生産土砂量は地震時・降雨時で同程度の範囲にあるが、流出土砂量は降雨時の方が多い傾向にある。降雨時の比流出土砂量は概ね 1 万～20 万 m^3/km^2 程度の範囲に分布している。

図4は、小流域を中央火口丘側とカルデラ壁側に分類して移動土砂量を集計したものである。中央火口丘側の方が生産土砂量が多い。これは山体が新しく未開析斜面が多い上に、テフラ堆積により表土が厚く発達しているためと考えられる。

次に地震時と降雨時の比較をすると、中央火口丘側では同程度の土砂が生産され、かつ流出率が 3.2 倍高くなったのに対し、カルデラ壁側では生産土砂が半分程度に減り、流出率は 1.5 倍程度である。この理由としては、中央火口丘側は細粒火山灰で覆われているため地震時の生産・堆積土砂が再侵食および流出しやすいのに対し、風化岩の角礫を主体とするカルデラ壁側はその反対であるためと考えられる。

図5にはカルデラ全体の時系列的な土砂収支を示す。地震時の生産土砂の 9 割はカルデラ内に堆積した。その後の降雨では堆積土砂の半分が二次侵食を受け、また拡大崩壊や再侵食等により同程度の量が新たに生産されたことにより、結果的に地震時に近い量の土砂生産が発生した。降雨時には生産土砂の 6 割がカルデラ外に流出した。地震+降雨による生産土砂のうち 664 万 m^3 が、2016 年末時点でカルデラ内に残存している、という結果になった。

4 おわりに

熊本地震とその後の降雨による土砂移動の実態と特徴を整理した。幸いにして 2017 年は降雨が少なかったが、今後も堆積土砂の再侵食や拡大崩壊等による土砂移動に留意する必要がある。

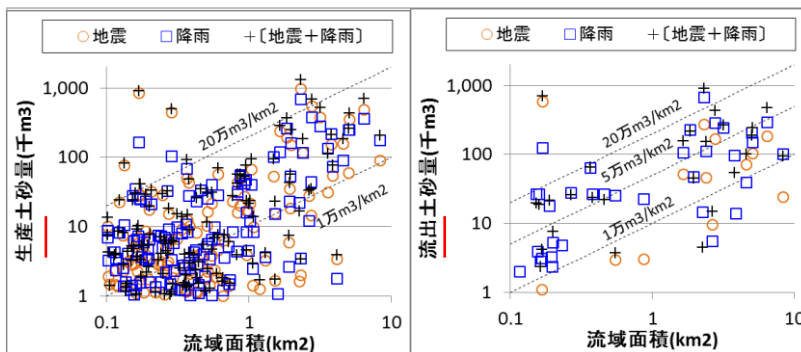


図3 小流域単位の生産・流出土砂量と流域面積の関係

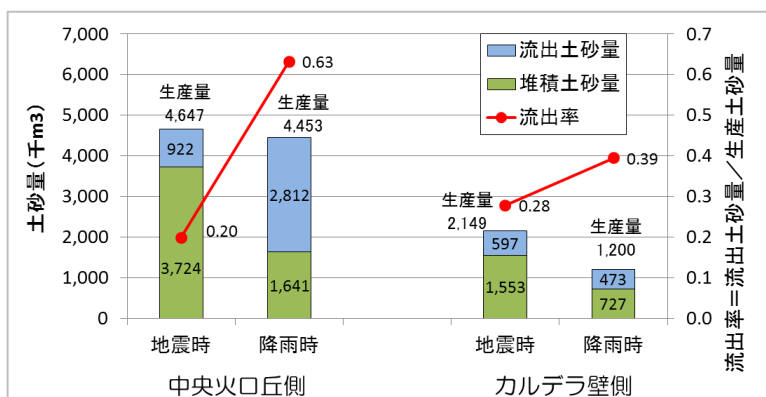


図4 小流域の位置による移動土砂量と流出率の違い

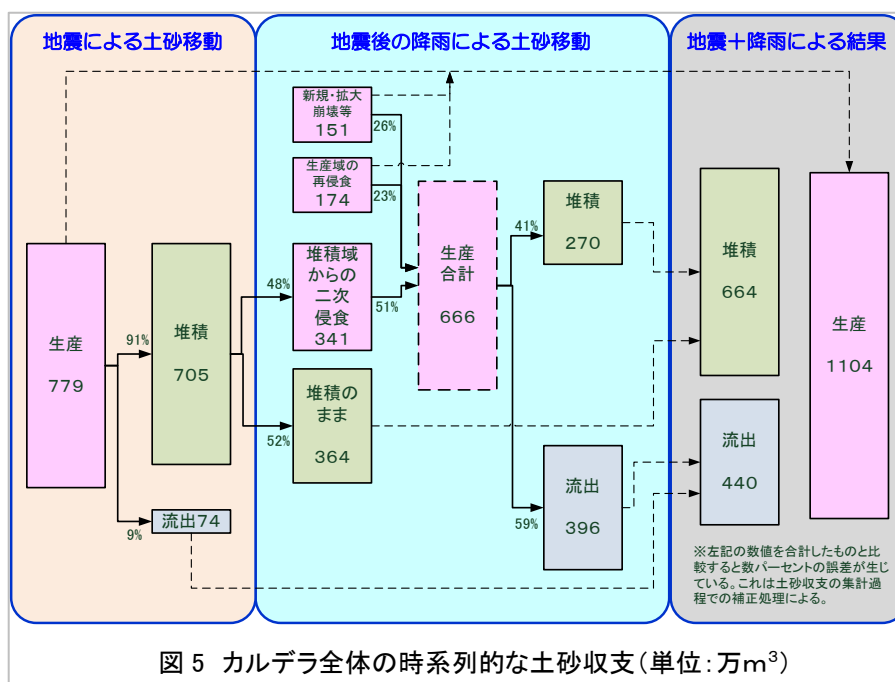


図5 カルデラ全体の時系列的な土砂収支(単位: 万 m^3)