

桜島における短期的降灰量と土石流発生降雨量の関係

(独) 土木研究所 ○木佐洋志 ※¹, 山越隆雄 ※², 能和幸範 ※³, 石塚忠範※¹ 現 日本工営(株), ※² 現 国土交通省 水管理・国土保全局, ※³ 現 (株)拓和

1. はじめに

活発な火山活動に伴う噴火により降灰が続く流域においては、降灰が多くなると累加雨量や降雨強度が小さい降雨でも土石流が発生しやすくなることが指摘されている^{1),2),3)}。短期的な降灰量と土石流発生降雨量の関係を明らかにすることは、活火山流域における土石流の発生時期を精度良く推定するための重要な課題のひとつと言える。

(独) 土木研究所は土石流の発生の素過程である斜面からの表面流出量の観測を桜島の火山灰堆積斜面において行い、短期的な降灰量の違いが土石流発生降雨量に与える影響について考察を行った。

2. 表面流観測斜面の概要と観測方法

観測斜面は 2006 年以降、噴火活動が活発化している昭和火口の概ね南～南東側に位置する有村川流域(流域面積 3.88km²)内の昭和溶岩上の火山灰堆積斜面(集水面積は約 1.8m², 傾斜は約 12°)である。

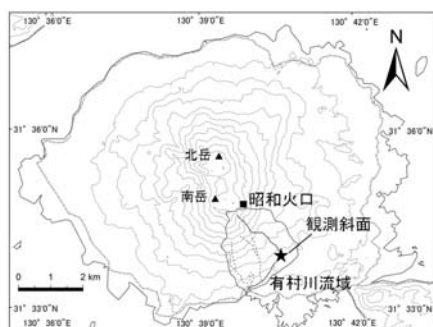


図1 観測斜面位置図

観測システムの概要を図2に示す。斜面下流側に表面流水および流出土砂を捕捉するための容器(ドラム缶、内径 56.7cm、水平断面積 2524.5cm²)があり、容器内に設置された水位計(計測誤差±1mm)により、容器内の水位が計測される。また、容器はロードセル3基によりその全体を支持されており、容器内の水と土砂の合計重量が計測される。土粒子密度を仮定することで式(1)、(2)により容器内の土砂と水の量が求まる。

$$W_s = (W - S \cdot D \cdot \rho_w) / (1 - \rho_w / \rho_s) \quad \dots(1)$$

$$W_w = W - W_s \quad \dots(2)$$

ここで、 W_s :土砂量(g)、 W :火山灰と水の合計重量(g)、 W_w :水の重量(g)、 S :容器の有効断面積(=2524.5cm²)、 D :水位(cm)、 ρ_w :水の密度(=1.0g/cm³)、 ρ_s :火山灰の密度(2.703g/cm³)である。式(1)、(2)の成

立は容器内の土砂が水面から露出していないことが必要条件である。

水位と重量の計測間隔は10分で、計測値はデータロガーに記録される。降雨時に発生する表面流量(水と土砂の合計体積)が10分間隔の水位計の計測値の増加分により計測される。また、前述の式(1)、(2)により表面流量、流出土砂量が求まる。

観測斜面脇の転倒マス式雨量計により降雨が60分間観測されない場合は降雨終了とみなされ、所定の水位になるまで自動排水される仕組みとなっており、連続計測が可能である。容器内に堆積した土砂は定期的に全量を回収し、その炉乾燥質量を求めた。

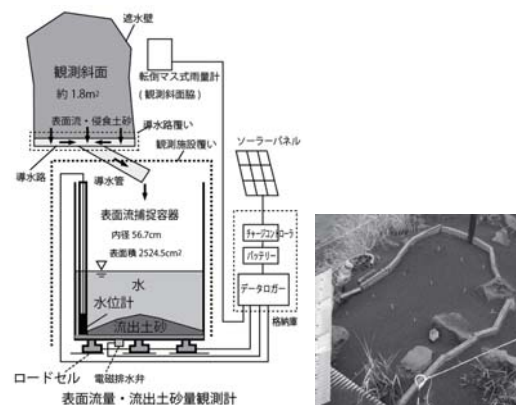


図2 観測システムの概要

3. 有村川における降灰量と土石流の発生状況

同観測斜面付近に自動降灰量・降雨量計(大隅河川国道事務所所管)では2012年3月中旬から5月末までの期間(①)に約27kg/m²、6月から9月下旬までの期間(②)には約3kg/m²の降灰量が観測されている。それぞれ日当たりで換算すると約0.35kg/m²/日、約0.03kg/m²/日となり、本検討では①の期間を降灰が多い期間、②の期間を降灰が少ない期間とした。

また、同事務所の報告⁴⁾によると有村川1号堰堤に設置しているワイヤセンサーにより、2012年3月23日、4月3日、4月11日、6月15日、6月21日、7月7日、7月12日、8月1日、8月23日に土石流の発生が検知されている。

4. 観測結果

対象期間中に観測斜面より南東900mに位置する有村川テレメータ雨量計(大隅河川国道事務所所管)により観測された降雨(60分間無降雨でリセット)において、表面流の発生が観測された降雨は23事例あった。

表面流の発生は水位上昇が 1mm（約 250cm³に相当）以上あった場合と定義した。表面流量と流出土砂量の観測結果の一例を図 3 に示す。また、図 4 に各降雨イベントの総雨量と観測された表面流量（水・土砂合計）の累積値、流出土砂量の累積値、土石流発生降雨を示す。なお、残念ながら本報告の観測対象期間を通じて一部のロードセルが計測異常を生じたため、水と土砂の合計重量 W の正確な計測ができなかった。今回は、式(1)、(2)に与える重量 W として正常なロードセル 1 基の計測重量に係数を乗じた値を用いている。この係数は、土砂回収直前における正常なロードセルの計測値に乗じて計算される土砂量 W_s が回収土砂の炉乾燥質量と一致するように逆算しており、土砂回収で区切られた期間毎に異なる係数を与えている。

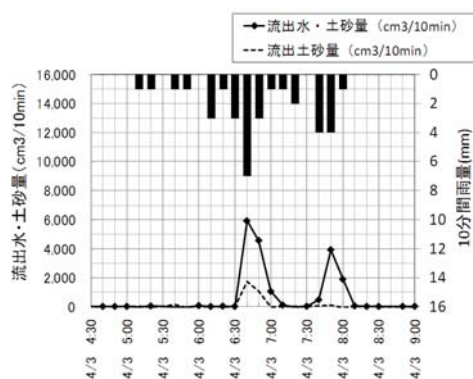


図 3 表面流量の観測結果の例

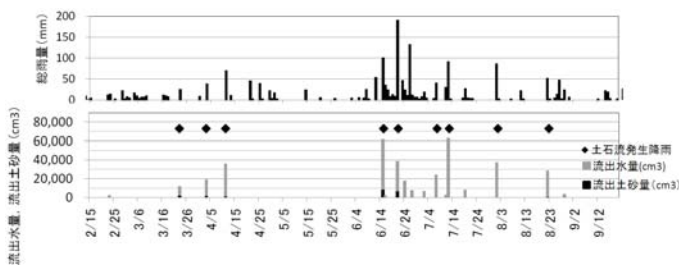


図 4 観測斜面における表面流発生状況

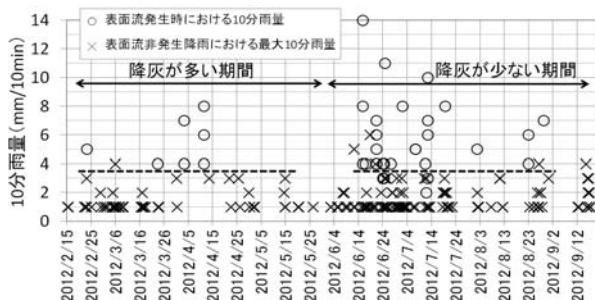


図 5 表面流発生時の 10 分雨量と非発生降雨における最大 10 分雨量

5. 考察

(1)観測斜面における表面流の発生と土石流の発生との関係

有村川において土石流の発生が検知された降雨事例全てにおいて、観測斜面で表面流の発生が観測されている（図 4）。また、いずれの事例も表面流の発生量が比較的大きいものであった。このことから、有村川における土石流の発生と流域斜面における表面流の発生には相関があったものと推察される。斜面での表面流の発生降雨量を把握することは土石流の発生降雨量を推測するうえでのひとつの目安となる可能性がある。

(2)表面流が発生する降雨強度

今回の観測期間における短期的な降灰量の違いと斜面で表面流が発生する降雨強度の違いについて確認した。図 5 に表面流が発生した降雨イベントにおける表面流発生時の 10 分雨量を“○”で示す。一連の降雨イベント中に表面流の発生・停止が複数回観測された場合は、再発生時点の 10 分雨量も表示している。また、表面流が発生しなかった降雨について、その降雨イベント中の最大の 10 分雨量を“×”で示す。

降灰が多い期間では、最大 10 分雨量が 3mm 以下の降雨では表面流の発生が観測されておらず、表面流が発生したのは全て 10 分雨量が 4mm 以上の降雨時であった。一方で、降灰が少ない期間においても 10 分雨量が 3mm 以下の降雨では一部の降雨を除き表面流の発生が観測されていない。また、表面流が発生したのはほとんどが 10 分雨量 4mm 以上の降雨時であった。

以上から、2012 年 2 月から 9 月の観測期間における、降灰の多い期間と少ない期間とで明瞭な差は認められなかった。今回観測された短期的降灰量では発生降雨強度に顕著な影響がなかったものと考えられる。

6. おわりに

今回の観測期間における短期的降灰量では表面流が発生する雨量強度に明瞭な差は認められなかったが、短期的降灰量がさらに増大するような場合には表面流発生降雨量が変動する可能性がある。今後も引き続き調査を行う予定である。

本検討に使用した有村川テレメータ雨量計および自動降灰・降雨量計のデータは大隅河川国道事務所よりご提供いただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 國友 優 (2011) : 桜島における土石流観測体制の現状と課題, 土木技術資料, Vol. 53, No. 5, pp. 42-45
- 2) 地頭菌隆ほか (1991) : 桜島における火山活動が土石流・泥流の発生や流出に及ぼす影響, 砂防学会誌, Vol. 43, No. 6, pp. 9-15
- 3) 国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所 (2007) : 桜島火山砂防調査研究成果集, pp. 51-54
- 4) 国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所 : 平成24年度土石流調査情報 (桜島地域) 第35報
http://www.qsr.mlit.go.jp/osumi/sabo/jyouhou/doseki_pdf/dt_121231_01.pdf