

桜島有村川において 2013 年 9 月 1・2 日に発生した土石流の単位体積重量計測

(独) 土木研究所 ○吉永子規, 梶 昭仁*¹, 森田耕司*², 石塚忠範
国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所 大坂 剛*³, 野田信幸, 野村英伸
※1 現 (株)東京建設コンサルタント, ※2 現 国土交通省 都市局, ※3 現 復興庁

1. はじめに

火山噴火に伴い火山灰が堆積した流域では、その後の降雨により土石流が発生する危険性が高くなることが知られており、噴火時には想定される土石流の特性や氾濫範囲を予測することが求められる。火山活動が活発で日常的に降灰のある桜島での土石流の観測は、降灰後の土石流の特性や氾濫範囲を予測する上での貴重な基礎データを得ることができる。桜島では、これまでも土石流の特性を把握するために多くの観測が実施されてきた。そのうち、単位体積重量については、採泥箱を用いた土石流材料の採取により土石流の先頭部の単位体積重量については計測されている¹⁾。しかしながら、この手法では、先頭部の 1 地点における計測であり、土石流の先頭部から後続流までの連続的な計測が行えない点が課題であった。そこで、筆者らは、2012 年 6 月に桜島の有村川に設置した土石流荷重計と測域センサを用い、底面垂直応力と断面積を連続的に計測することにより、連続的な単位体積重量の算出に成功した²⁾。本報告では、2013 年の観測結果として、9 月 1・2 日に発生した土石流について、先頭部から後続流までの時系列的な単位体積重量の変化について報告する。

2. 対象流域の概要と設置機器

調査対象流域である有村川流域は、桜島の南岳の南東斜面を流域とする(図-1)。土石流観測は有村川の中流に位置する有村川 3 号砂防堰堤で実施しており、堰堤上流の流域面積は 1.38km²、堰堤から 1,500m 上流までの平均河床勾配は 8.8°、1,500m から源頭部までの平均河床勾配は 29.1° と急勾配である。また、堰堤から源頭部までの主流路長は 2,700m 程度である。

土石流の流下状況を観測する機器としては、土石流荷重計、測域センサ、超音波流速計、監視カメラ等を設置している。

3. 対象土石流

有村川においては、2013 年に 5 回の土石流の発生が確認されている。本報告では、土石流荷重計と測域センサのデータが同時に計測されており、かつ監視カメラの映像により流下状況が確認できた 9 月 1 日と 2 日の土石流を対象とした。

測域センサにより計測した断面積と、超音波流速計で計測した流速を用いて作成したハイドログラフを図-2、図-3 に示す。9 月 1 日の土石流では、3 波の顕著なピークが確認され、土石流総量は 33,500m³、最大のピーク流量は 65m³/s であった。9 月 2 日の土石流では、4 波の顕著なピークが確認され、土石流総量は 96,900m³、最大のピーク流量は 230m³/s であった。最大のピークに先行する 3 波のピークの流量は 9/1 の土石流の最大のピーク流量と同程度の流量であった。

4. 単位体積重量の算出方法

単位体積重量は、土石流荷重計から得られた底面垂直応力(kPa)と荷重計の面積(=8m²)の積を、測域センサから得られた土石流荷重計上の断面積(m²)と土石流荷重計の流下方向の長さ(=2m)の積で除すことにより算出した。また、参考として水の密度を 1,000(kg/m³)、土砂の密度を 2,701(kg/m³)(2012 年 6 月 21 日の土石流堆積物の密度)を用いて容積土砂濃度を算出した。

なお、2013 年の観測では土石流荷重計に土砂が噛んでいる状況が確認され、底面垂直応力の計測値は絶対値としての評価には補正が必要と考えられた。しかし、測域センサによる断面積のデータ等と比較し底面垂直応力は同様の変化を示しており、相対的な時系列の変化はつかめているものと判断した。

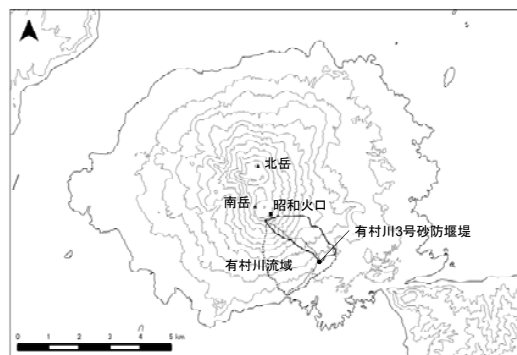


図-1 調査流域位置図

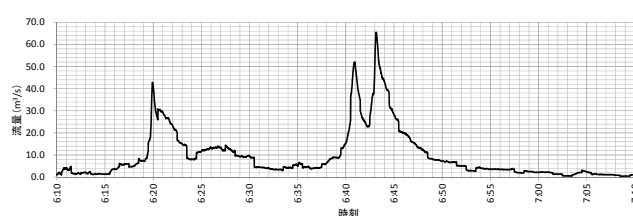


図-2 9月1日のハイドログラフ

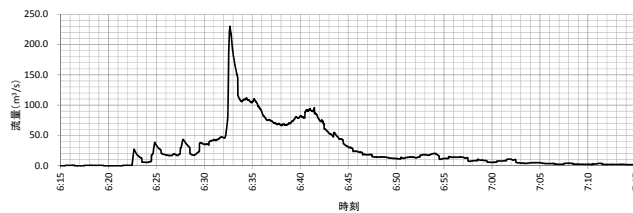


図-3 9月2日のハイドログラフ

5. 結果

9月1日土石流と9月2日土石流の単位体積重量の算出結果をそれぞれ図-4、図-5に示す。なお、灰色で着色している範囲は、荷重計上の全面を流下していない時間帯と土砂の堆積による死荷重の影響を受けていると考えられる時間帯であり、計測値が流下する土石流の底面垂直応力と断面積を適切に計測していないと考えられる範囲である。

5.1 9月1日土石流

単位体積重量の時系列変化で大きく分類すると、6:16~6:32、6:32~6:38、6:38~6:53、6:53~6:58に分類できる。6:16~6:32は1波目の流量のピーク時にあたり、単位体積重量は15.0kN/m³程度でほぼ一定の値を示している。その後、6:32~6:38は流量の減少に伴い一度12.0kN/m³まで減少するが、その後の流量の増加に合わせて再度15.0kN/m³程度まで増加する。6:38~6:53は後の2波の流量のピーク時にあたり、ここでも単位体積重量は14.5kN/m³程度でほぼ一定の値を示し、その後6:53~6:58は流量の減少に合わせて単位体積重量も減少している。

5.2 9月2日土石流

9月2日も同様に単位体積重量の時系列変化で大きく分類すると、6:22~6:28、6:28~6:32、6:32~6:43、6:43~6:59、6:59~7:05に分類できる。6:22~6:28は先行する3波の流量のピーク時であり、16.5kN/m³程度でほぼ一定の値を示す。6:28~6:32は15.0kN/m³程度まで減少し、さらに、6:32~6:43の最大のピーク流量時には13.0kN/m³から12.0kN/m³まで低下する。その後、6:43~6:59は13.5kN/m³程度でほぼ一定の値を示し、6:59~7:05は流量の減少に合わせて単位体積重量も減少している。

6. まとめ

9月1日と2日の土石流における観測結果から、土石流の単位体積重量の時系列変化について、「流量のピーク時において単位体積重量が比較的大きな値で一定の値を示す現象」と、「流量のピーク時において単位体積重量が減少する現象」が確認された。前者については、監視カメラの映像から9月2日の1回目の流量のピーク時付近に巨礫が集中して流下している様子が確認され、流量のピーク時に巨礫が集中することにより単位体積重量が増加することが考えられる。一方後者については、前者とは相反する現象である。流量のピーク時に単位体積重量が減少する要因としては、例えば、土石流に取り込まれる土砂の不足や、天然ダムの形成・決壊または支川からの多量の水の供給などが考えられる。

今後は、年間を通じた観測を継続し、それぞれの現象がどのようなタイミングで発生するかについて、明らかにしていきたい。

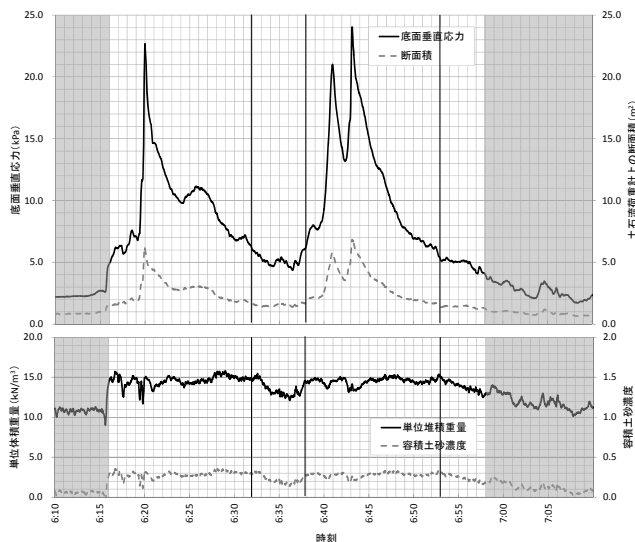


図-4 9月1日の単位体積重量の時系列変化

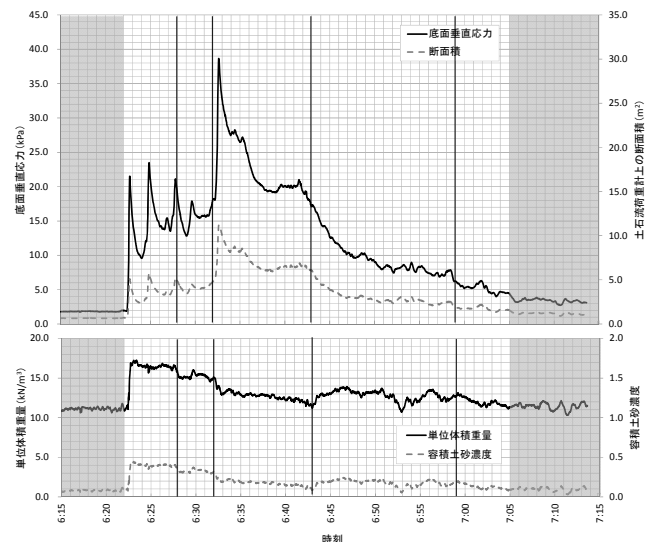


図-5 9月2日の単位体積重量の時系列変化

参考文献：1) 国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所：桜島火山砂防調査研究成果集 2, 160p., 2013
2) 大坂剛・高橋英一・国友優・山越隆雄・能和幸範・木佐洋志・石塚忠範・宇都宮玲・横山康二・水山高久：桜島における土石流荷重計による単位体積重量測定，砂防学会誌，vol. 65, No. 6, p. 46-50, 2013