

高透水性の活火山流域における降雨流出特性

雲仙普賢岳における観測・解析事例

九州コンサルタント部 平川 泰之・田中 信・たけいし ひさよし
西日本コンサルタント部 おかの 和行・原田 美鈴

はじめに

火山噴出物が山腹斜面に堆積すると、その噴出物の粒度（粗いか細かい）などの性質によって、周辺の降雨流出・土砂流出の特性は大きく変化します。（ここでは、降雨によって渓流に水が流れることを降雨流出、それによって土砂が流出することを土砂流出といいます。）

国内には110もの活火山が存在し、火山砂防事業が各地で実施されてきました。しかし他の公共事業と同様に投資余力が減少し、投資対象が「新設」から「維持管理」へと移っていく中で、今後も必要な事業をより効率的に推進していくためには、どの程度の降雨に対してどの程度の土砂が流出するのかを、よりの確に予測することが

求められています。すなわち、降雨流出・土砂流出特性を明らかにすることが重要です。

そのためには、雨量・流量・流出土砂量などを現地で地道に観測し、可能な限り真値に近いデータを取得して、その観測結果に基づいた解析を行う必要があります。

アジア航測は国土交通省雲仙復興事務所から受託した複数年度にわたる業務の中で、こうした観測の計画から解析までに携わる機会を頂きました。この結果、流出率が極めて小さいなどの特徴的な降雨流出特性が明らかになってきましたので、以下に紹介いたします。

観測状況

観測対象としたのは、事務所管内で現在最も土砂移動が活発な水無川流域赤松谷川（流域面積 5.972km²）です。現在までに設置済みの観測機器は表1のとおりで、観測は2011年9月から実施しています。

表1 観測機器一覧

観測機器	観測目的
雨量計（4箇所）*	降雨量計測
簡易水位計（2基）	小規模出水の流量計測
流量観測堰（2基）	
水位流速計	大～中規模出水の流量計測
砂面計	堆積土砂量計測
土砂堆積プール	

*雨量計は観測計画立案前から設置済みのもの。



図1 赤松谷川上流の土石流流下区間の状況



図2 土砂堆積プール



図3 簡易水位計データ回収状況

観測から明らかになったこと

降雨ごとの流出率（＝総流出量／総雨量）は多くの事例で0%（流出無し）で、0%を除いた事例でも平均2.6%と、非常に小さいことがわかりました（図4）。流出率最大となったのは土石流発生時の14%でした。これは、流域の大部分が砂～巨礫を主体とした粗粒な火砕流堆積物に覆われているため、表面流として流出せずに地中に透水する量（損失雨量）が大きいことを反映していると考えられます。

次に降雨と流出の時系列変化を比較すると、一旦流出が始まると流出率は後になるほど大きくなっており、初期損失量や流出率を一定とした単純なモデルではうまく

説明することができませんでした。そこで「総雨量－総損失雨量曲線」を描いて有効雨量算出モデルを作成しました（図5）。この解析は、現地観測によって多くの観測値データを得たことにより可能となりました。

このモデルで有効雨量を算出し、キネマティックウェーブ法による流出解析（降雨量を入力し溪流の流量を出力するシミュレーション計算）を行ったところ、土石流時以外の計算結果は実績流出波形と極めてよく一致しました（図6）。この結果から、有効雨量算出モデル・流出解析モデルの適合性が確認できました。ただし土石流による流量急増の再現が今後の課題と言えます。

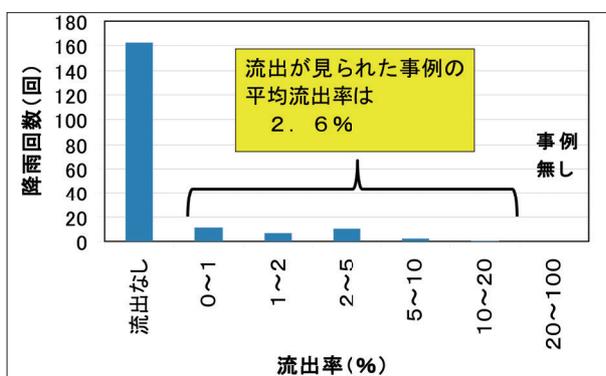


図4 降雨ごとの流出率ヒストグラム

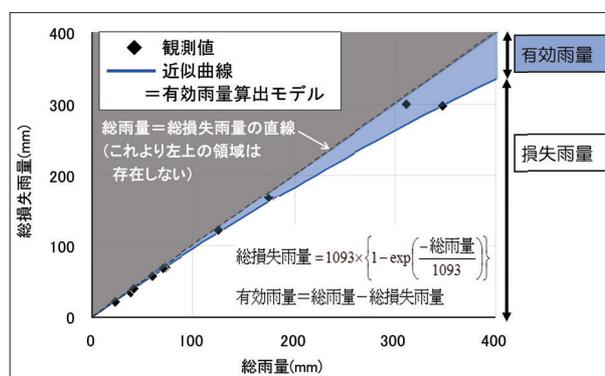


図5 有効雨量算出モデル

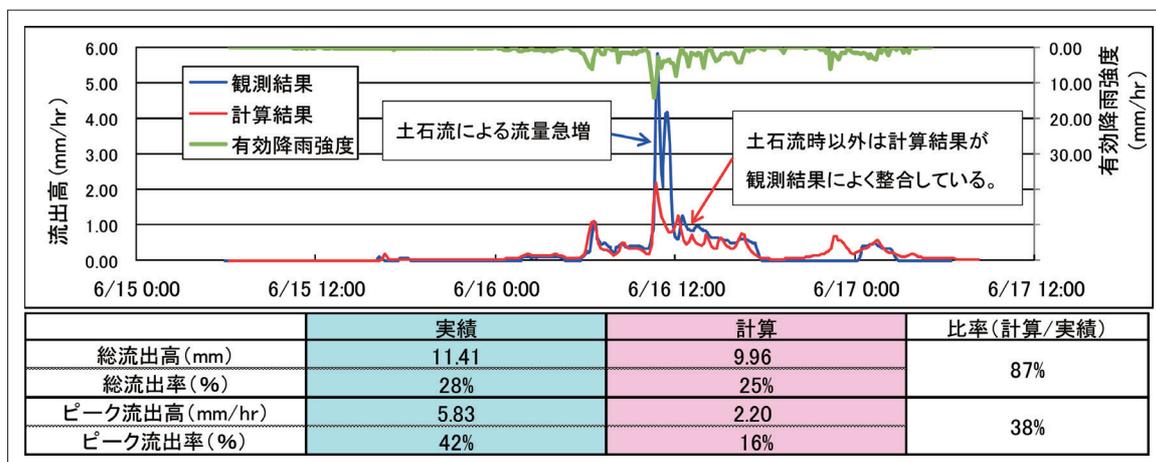


図6 流出解析結果例（2012年6月16日の土砂流出時）

おわりに

アジア航測は、雲仙普賢岳の水無川流域赤松谷川を対象に、降雨流出・土砂流出の現地観測を行っています。

現在までに以下の事が明らかになりました。

- 流出率は最大14%、平均2.6%と極めて小さい。
- 有効雨量は初期損失量や流出率を一定とした単純なモデルでは説明できず、総雨量－総損失雨量曲線によって説明できる。
- 有効雨量を適切に算出できれば、一般的な流出解析手法で土石流以外の流量の変化は再現できる。

一方、土石流による流量の急増はまだ再現できておらず、土砂量観測結果との整合検討もまだ十分ではありません。引き続き雨量・流量・流出土砂量などの観測・解析を進めて、活火山流域における降雨流出・土砂流出特性の解明に取り組んでいきたいと考えています。

このような貴重な機会を与えて下さった雲仙復興事務所と、流出解析にあたってご助言下さった立命館大学の里深好文教授に、感謝いたします。