

# 噴火後の火山における土石流ハイドロ設定手法に関する一考察

(独)土木研究所 (現 日本工営 (株)) ○松岡 暁

(独)土木研究所 山越隆雄, 清水武志, 田村圭司

国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所 武士俊也, 鶴本慎治郎

日本工営 (株) 田方 智, 一言正之

## 1. はじめに

火山噴火に伴う降灰後には、浸透能が低下する等、水文・侵食環境が変化し、表面流が発生しやすくなり、土石流が発生しやすくなると言われている<sup>1)</sup>。また、一方で噴火後数年も経過すれば、浸透能が回復し、土石流が発生しにくくなることが知られている。例えば、桜島では、昭和50年代から平成初めにかけての南岳の火山活動が活発な時期（降灰量が多い時期）には年間土石流発生回数が多く、桜島の火山活動が土砂流出に影響を与えていることがわかる（図1）。

このように、火山噴火に伴う降灰エリア、火山灰の飽和透水係数、粒径などがその後の降雨によって発生する土石流の規模に影響を及ぼすものと考えられる。ただし、これらの計算を行う際の設定値として与える場合、各パラメータがどの程度、土石流のピーク流量等に影響を与えるかは不明な点が多い。したがって、本研究では、流域をメッシュ分割し、各要素に物性値を与えることのできる分布型流出解析モデルを用いて、降灰分布、浸透過程を考慮した流出解析を行い、パラメータを変化させた計算を実施して降灰の影響を受けた流域における土石流ハイドログラフ設定手法について考察をおこなった。

## 2. 研究方法

### 2.1 モデルの概要

本研究では、図2に示すような火山噴火により降下・堆積した火山灰の物性を考慮したモデルを用いた<sup>2)</sup>。地形モデルについては、火山地域の地形は、過去の噴火による溶岩流や火砕流の流下に伴い、複雑な形状を示すため、より地形を詳細に表すことができる非構造格子を用いてモデル化したものである。

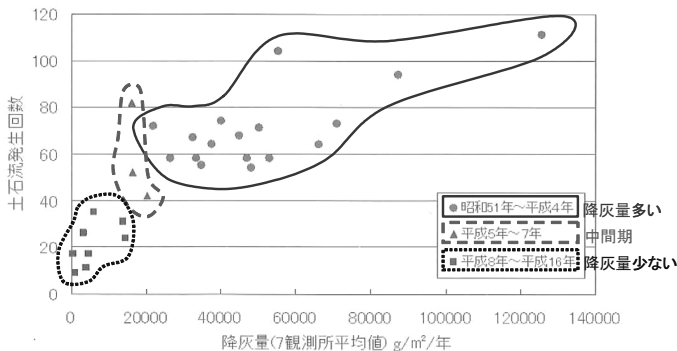


図1 降灰量と土石流発生の関係

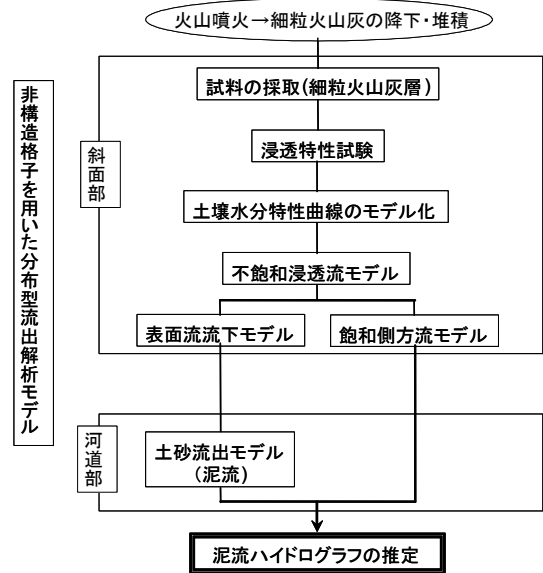


図2 泥流ハイドログラフ推定モデルの概要

計算流域は斜面部と河道部に分けて、それぞれの物理現象をモデル化した。斜面部は雨水の浸透現象と表面流の発生過程を境界条件の与え方に工夫を施した1次元不飽和浸透流で表現し、発生した表面流ならびに浸透した雨水の流下過程を Kinematic Wave 法で追跡した。河道部については、斜面部からの水を横流入として与え、1次元の不定流計算を用いた。流砂量として、芦田・道上式（掃流砂量式）および Itakura and Kishi の式（浮遊砂量式）を与えた。

### 2.2 検討ケース

検討事例として、桜島の火山活動が活発化した後の2008年6月10日の出水事例を取り上げた。この事例は噴火前（2007年9月4日）の出水に比べて10分間雨量が小さいのに関わらず、ピーク流量は噴火後の方が大きくなっており、噴火に伴う降灰により流出が大きくなったと考えられている<sup>3)</sup>。ここでは、計算条件となる降灰の有無（降灰エリア）、粒径を変えて流出解析を実施し、パラメータの違いによる計算結果に与える影響を検討した（表1）。なお、新規降灰範囲以外（地山）の飽和透水係数については、噴火前の出水事例で逆推定した値を採用した。

## 3. 結果と考察

降灰の有無については、流域全体が新規火山灰に覆われた場合と、新規降灰がない状態（地山）を比較し

表 1 検討ケース

	降灰エリア	粒径
Case1	新規降灰無し	河床材料の粒径調査結果
Case2	全面に新規降灰あり	河床材料の粒径調査結果
Case3	新規降灰無し	火山灰の粒径調査結果
Case4	全面に新規降灰あり	火山灰の粒径調査結果

た(図3左)。すなわち、飽和透水係数の大小による計算結果の差異を把握することを目的としている。計算結果は、新規火山灰に覆われた(飽和透水係数が小さい)場合ほどピーク流量は大きく、浸透能低下による表面流量増大の傾向が認められたが、実際の観測値に比べるとピーク流量は小さい。ただし、ピークをはさむ総流出流量でみると、実際の観測値よりどちらのケースも多く、ピーク流量の再現がうまくできていないものと思われる。

次に、流砂量計算に用いる粒径を河床材料の粒径調査結果と火山灰の粒径調査結果で比較を行った(図3右)。粒径が細くなるほどピーク流量は大きくなり、流出土砂量も多い結果となった。これらより、降灰の影響を受け、流出する粒径が細かいほど、実測値に近づく傾向が認められたが、それでもピーク流量の違いが認められる。総流出流量自体は観測値が計算値を上回っており、その理由の一つとしては、斜面粗度が挙げられる。粗度係数が小さくなると流出が早く、ピークも立ち上がることが考えられるため、今後このようなパラメータについても検討する必要がある。

また、参考までに火山灰の不飽和浸透特性に関するパラメータ(van-Genuchtenの $\alpha$ ,  $n$ など)について、三宅島火山灰と桜島火山灰の土質試験により得られたパラメータで比較したところ、あまり計算結果に影響を及ぼさない結果となった。これは、降灰後は浸透能が低下し、Horton型表面流が卓越するため、浸透過程を経た地中流の影響が計算結果にあまり寄与していな

いためだと考えられる。

#### 4. まとめと今後の課題

本報告では、桜島の噴火前後の出水事例を対象として、噴火後の火山における土石流ハイドロ設定手法に関する各パラメータの計算結果に与える影響を分析した。この結果、次のことが明らかになった。

- ① 流出解析の際に設定するパラメータのうち、粒径や降灰エリア(飽和透水係数)は計算結果に与える影響が大きい。また、火山灰の不飽和浸透特性に関するパラメータはあまり計算結果に影響を与えない。
- ② 降灰エリア(飽和透水係数)や粒径を考慮することにより、流域出口でのピーク流量等に違いが生じ、降灰という火山現象を考慮した土石流ハイドログラフを設定することが可能である。

今後、各パラメータのさらなる感度分析を進めるとともにこれらの成果を活用し、噴火後の降灰に伴う土石流発生時の想定ピーク流量や想定氾濫区域について、検討していく予定である。

#### 参考文献

- 1)地頭菌隆・下川悦郎：火山灰に覆われた桜島山腹斜面における表面流出、砂防学会誌(新砂防), Vol.42, No.3, pp.18-23, 1989
- 2)田方ほか：新規細粒火山灰が堆積した流域における分布型流出解析モデルの検討、砂防学会誌, Vol.60, No.4, pp.15-24, 2007
- 3)武士ほか：2008年桜島噴火後の土石流発生状況の変化について、平成21年度砂防学会研究発表会概要集, pp.510-511, 2009

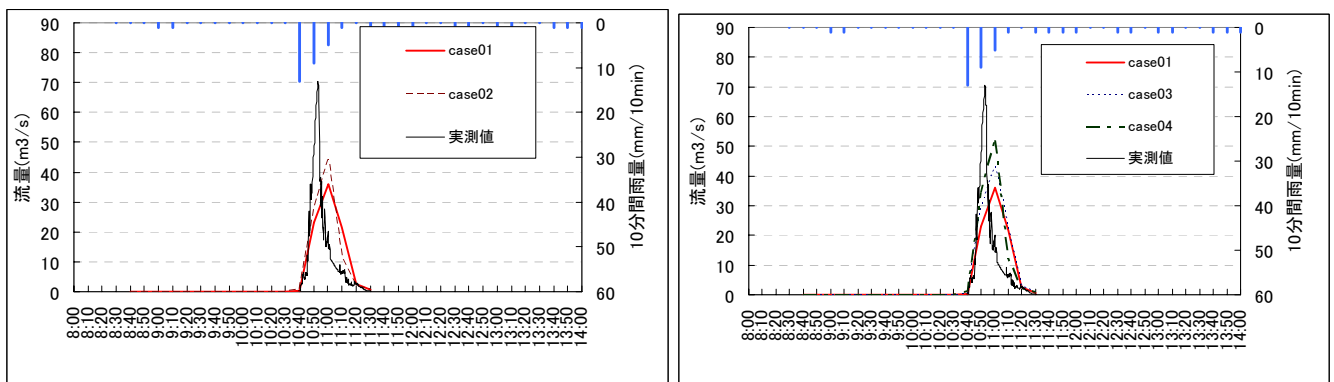


図 3 計算結果の比較