

桜島の土石流流出特性を反映した土石流流出解析

(財)砂防・地すべり技術センター ○酒井敦章、厚井高志、栢木敏仁、安養寺信夫
国土交通省大隅河川国道事務所 武士俊也、鶴本慎治郎

1. はじめに

桜島では噴火が頻発していることから、斜面上には火山灰が多く堆積し、地表面の浸透能が低下して表面流が発生することで、僅かな降雨でも土石流が発生している。過去には野尻川等で土石流被害が発生していることから、大隅河川国道事務所では土石流被害を軽減するため、昭和49年から調査を開始して昭和50年より現在まで対策工事を実施している。

島内のほとんどの土石流危険溪流は流路長が短く、火山灰の影響によって土石流発生場が変化しているため、土石流の発生規模やタイミングを事前に予測し防災対策を行うことが難しい状況にある。こうした桜島の特徴を反映させた土石流対策計画を検討する上で重要になるのは、土石流の発生・発達域の複雑な現地条件や流下域の土砂生産特性を表現するとともに、下流で実態にあったピーク流量や流出土砂量を示すことにある。

山地河川での一様進行流的な特性を持つ土石流段波はキネマティックウェーブ理論による追跡が可能とされている。そこで、本論では桜島の土石流発生場の条件と土石流特性や流域変化等の知見をもとに、キネマティックウェーブによる土石流流出解析を試み、このモデルに対して斜面からの土砂流出や河道の状況、降雨などの変化を反映させることで、桜島の土石流流出特性を捉えた土石流流出解析モデルを構築したので、その内容について報告する。

2. モデルの概要

桜島の特徴とモデルの理論や実用面からの適用性を考慮し、数値シミュレーションに用いた計算モデルは、斜面から河道への流出過程（斜面部）と河道沿いの洪水の流出過程（河道部）に分けてモデル化した。

2.1 斜面から河道への流出過程（斜面部の取り扱い）

斜面からの土砂生産を再現するために、崩壊は山腹における側方浸透流の水深が降灰堆積層厚と等しくなったときに始まることを、平野らが土石流発生機構に関する研究¹⁾で適応性を確認していることから、我々は斜面から河道への土砂流出過程において、浸透流の水深が降灰層厚に達したときに崩壊が発生することをモデルに組み込んだ。

斜面部ではそれぞれの斜面で浸透一飽和一崩壊を位置づけるために、支川両岸および本川河道区間の残流域を単元斜面として扱い、それぞれの単元斜面で斜面長や斜面幅、勾配を設定した。また、火山地域での生産土砂を特徴づける土石流発生ポテンシャルとして、

- ①地形条件（斜面勾配・河床勾配）、
- ②降灰分布（降灰量）、
- ③裸地分布、
- ④軽石層の分布（侵食されやすい層の分布）、

を単元斜面毎に相対的な点数で個別評価した上で、対象溪流毎に現地状況を位置づけた。

なお、相対的な点数による個別評価とは単元斜面毎に各項目でA～Dまでを判定し、総合点数によってそのポテンシャルに見あう計画生産土砂量の配分（年間比変動土砂量）し、流出解析モデルに付加させている。

2.2 河道沿いの洪水の流出過程（河道部の取り扱い）

高橋らは変勾配流路における土石流形成に関する検討²⁾を行っているが、我々は桜島の現地河道からの土砂流出を適切に表現するために、変勾配堆積層上での土石流形成モデルの考え方を本モデルで適用をした。

河道部では単元斜面に配分した対象土砂量を土石流発生とほぼ同時に河道部に供給させ、地形条件を考慮した土石流流下能力を逐次計算しながら、土石流流下・河床変動等を計算処理できるようにした。また、流域全体での土石流流出過程を表現するために、河道部は支川合流点あるいは勾配変化点を基準に河道区間を設定した上で支川河道を位置づけ、区間長や河幅、河床標高、粗度係数を設定したほか、現地調査による許容洗掘深を設定した。

3. 計算結果とモデルの検証

実績データが多い野尻川を対象に土石流流出解析モデルを構築し、平成2年5月18日の実績降雨を与えて流出解析を実施し、土石流のVTR解析結果（実績流量）との比較を行った。

図1には現地条件を加味した土石流ハイドログラフと実績流量（土石流総量）を示した。図1よりピーク流量と全体的な波形は実績とほぼ同値となり、実用的には土石流ハイドログラフが良く再現できたと考える。この検証計算により土石流流出解析の妥当性が得られ、説明が可能と考えた。

4. 他河川での検証事例とその他河川への適用

検証対象洪水の設定は様々な土石流236洪水（野尻川170洪水、春松川3洪水、第一古里川7洪水、第二古里川3洪水、有村川22洪水、黒神川14洪水）の中から、

- ①洪水の初期・上昇曲線・ピーク・下降曲線・洪水後期と一連の現象が記録されている洪水、
- ②比較的大規模な洪水、
- ③瞬間的かつ比較的高ポテンシャルのピーク流量を有する洪水（桜島土石流の特徴を考慮）、

を考慮し、さらにモデルへの適用や検証材料への適正から検証材料を選定した。本研究で対象としたのは持木川、第1古里川、有村川の3河川で、土石流流出解析結果と実績流量との比較した結果を図2～図4に示す。結果より、持木川と第1古里川はピーク流量に対しては再現できている。とくに、有村川では実績のピーク流量と実績波形ともに再現性が良好であった。

5. おわりに

2006年6月に昭和火口から58年ぶりに噴火活動が始まり、これまで噴火と沈静を繰り返し2009年2月以降も噴火活動が継続し度々降灰が発生している。最近の噴火活動や昭和期の噴火活動推移などを踏まえると、今後も噴火活動が強まる傾向にある。今後は降灰量の増加を事前に見込みつつ、現地の浸透能などを反映させ、最大流出土砂量を算定し各河川の流送能力と比較して、必要に応じた防災対応を行う必要があると考える。

謝辞：本研究の実施にあたり、住鉱コンサルタント（株）大坪氏から貴重なご助言を頂きました。ここに謝意を表します。

- 参考文献：1) 平野ら、「人工降雨による土石流の発生機構に関する研究」第31回土木学会年次学術講演会概要集、1976年
2) 高橋ら、「変勾配流路における土石流の形成」：京都大学防災研究所年報 第29号B-2 1986年4月

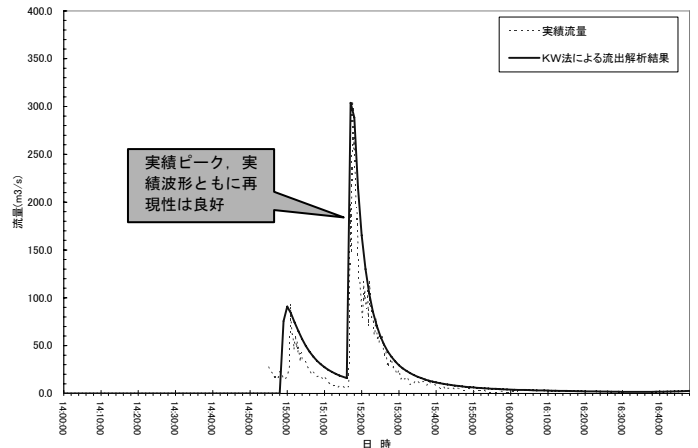


図1 野尻川1号堰堤における再現計算 (H2.5.18)

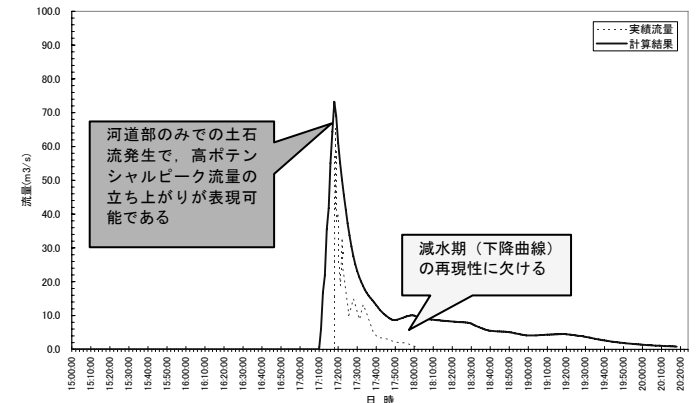


図2 持木川流路工における再現計算 (H3.5.19)

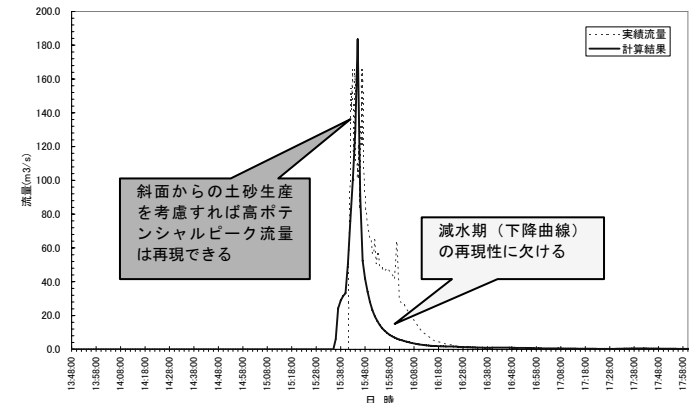


図3 第1古里川流路工における再現計算 (S63.5.4)

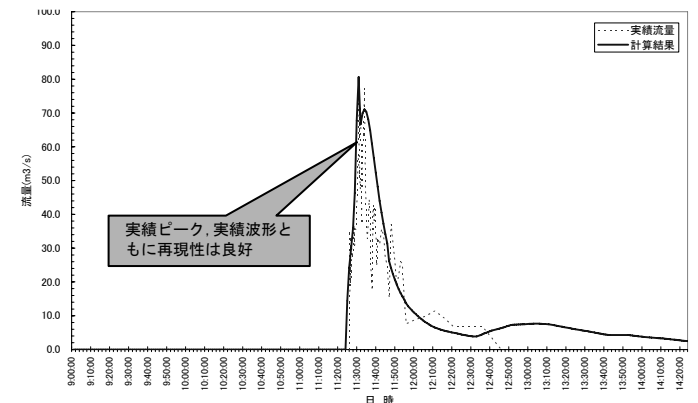


図4 有村川流路工における再現計算 (H1.2.8)