

## 火山噴火に伴う土砂災害の被害予測に必要な情報の種類とその精度の検討

新潟大学大学院自然科学研究科 水本智博

新潟大学農学部 権田豊, 川邊洋

## 1. はじめに

火山噴火時には、火山噴出物の堆積により地表面の浸透能が著しく低下し、表面流が増加し、土石流が頻発することがある。火山噴火に伴う土砂災害の被害を減少させるために、数値シミュレーションにより土石流の被害を予測することは有効である(松吉, 2012)。

しかし、火山災害が頻発する環太平洋火山帯に位置する途上国においては、各種データの観測体制や数値地形図情報の整備が進んでいない等の理由により、数値シミュレーションを実施するために必要なデータがそろっておらず、いざ数値シミュレーションを実施しようとした場合、データ作成に多くの時間がかかり結果を短時間で得ることが難しいことが多い。火山噴火時に速やかに数値シミュレーションを実施できるようにするためには、あらかじめ必要なデータを準備しておく、あるいは必要なデータの観測体制を整えておくことが不可欠である。しかし、災害防止のために有用な数値シミュレーション結果を得るためには、どのようなデータをどのような精度で取得すべきなのかといった点については明確にされていない。

そこで本研究では、二次元の土石流氾濫シミュレーションで有用な結果を得るために最低限必要なデータの種類や精度を把握することを目的とし、2010年のインドネシアのメラピ火山の噴火後に土石流・洪水が頻発した Putih 川を対象に、噴火直後の土石流・洪水の氾濫状況を数値シミュレーションした。計算パラメータや解像度の異なる複数のデータセットを作成し、計算結果を実際の被害状況と比較することにより、データの与え方の違いが計算結果に及ぼす影響を検討した。

## 2. 研究対象地の概要

研究対象地は、インドネシアジャワ島の中央部に位置するメラピ山(標高 2947m)の南西側斜面の Putih 川流域(流域面積約 24 km<sup>2</sup>)である。メラピ山は 2010 年 10 月に火砕流の発生を含む噴火活動を開始した。活動が収束するまでの約 1ヶ月間に、大量の火山噴出物が生産され、そのうち 40%が火砕流堆積物としてメラピ山麓南側斜面の狭い範囲に、60%が火山灰としてメラピ山麓南西側の Putih 川流域を中心とする広い範囲に堆積した(権田ら, 2012)。Putih 川流域では噴火直後から土石流が頻発し、下流の国道と交差する付近で、土石流が数度にわたり氾濫し、国道沿いの家屋が被災した。

## 3. シミュレーションの概要

数値シミュレーションには、マニングの法則に従う二次元混合砂礫河床変動計算モデルを用いた(砂防学会, 2000)。Putih 川流域の G.Maroon 観測点の降雨データを解析した結果、雨季のメラピ山では、2~4 時間の間に降雨が集中するという特徴が見られた。また、日最大降雨強度は 40~60mm/h程であった。観測点のデータからこれらの特徴にあてはまる降雨をモデル降雨として抽出し、モデル降雨を繰り返し与え、土石流の氾濫範囲を計算した。なお雨量を各河川の流量へ換算するにあたっては合理式を用いた。

## 4. シミュレーション結果と考察

まず DEM のメッシュサイズが計算結果に与える影響について述べる。50m, 20m, 10m メッシュの DEM を用いた場合の計算結果を図 1~図 3 に示す。国道と交差している地点で発生した土石流の氾濫範囲と比較すると、50m メッシュよりも 20m, 10m メッシュの計算結果の方が氾濫範囲を良好に再現しているといえる。図 4 は、メッシュサイズによる国道付近の河道の横断面(図 1~3 中の A-B 断面)の違いをあらわしたものである。50m メッシュでは解像度が低すぎるため、氾濫範囲に影響を与える河道や土手・護岸などの凹凸を考慮することが出来ていない。このことが 50m メッシュの場合の計算精度を著しく低下させた一因だと考えられる。DEM のメッシュサイズが結果に与える影響は大きく、数値計算にあたっては、河道や土手・護岸などの形状を表現するメッシュサイズの DEM を用いる必要があるといえる。

次に流出係数と河床材料の粒径の値が結果にあたる影響について述べる。DEM のメッシュサイズは 20m とし、流出係数を 0.9, 0.5, 0.3, 0.1 の 4通り、粒径を 0.2mm と 2mm の 2通りに変化させ、計算結果を比較した。

流出係数については、値が小さくするほど流量が減少し、氾濫範囲が小さくなるため、流域ごとの適切な値を用いて計算を行うのが望ましい。特に、火山噴火後には火山灰が地表面に堆積し透水性が低下するため(地頭菌ら, 1989), 噴火により流出係数がどのように変化するか適切に予測する手法が必要になる。一方、粒径については、値を10倍に変化させたが、結果に大きな変化は見られなかった。よって河床材料の粒径はDEMのメッシュサイズや、流出係数と比べると重要度の低いデータであるといえる。

## 5. おわりに

本研究により、数値シミュレーションにより土石流の氾濫範囲を予測するにあたり、DEMのメッシュサイズや、流出係数の与え方の重要性が確認された。本研究では、簡便化のため河床の浸食深を一律に10mで与え、砂防堰堤や床固めが河床低下を抑制する効果を考慮しなかったが、メラピ山山麓には砂防施設が建設され、それらの多くは、2010年の噴火後の土石流を補足し満砂しており、十分な災害抑制効果を発揮している(権田ら, 2012)。今後は、砂防施設の影響を計算に盛り込むなど、計算の状況をより現地の状況に近いものにした上でシミュレーションを実施し、シミュレーションにより土石流の氾濫範囲を把握するために必要なデータセットを明確にしていきたい。

## 引用文献

- 権田豊, 堀田紀文, ジョコレゴノ, ウントウンブディサントサ (2012): 2010年メラピ火山噴火に伴う複合土砂災害実態に関する調査研究, 平成24年度砂防地すべり技術研究成果報告会講演論文集, pp.147-166
- 松吉晴可(2012): インドネシア・メラピ火山南麓における噴火災害と土地利用, 筑波大学大学院, 平成23年度修士学位論文, 60p.
- 社団法人砂防学会編(2000): 山地河川における河床変動の数値シミュレーション法, 山海堂, pp.119-133
- 地頭菌隆, 下川悦郎(1989): 火山灰で覆われた桜島山腹斜面における表面流出, 砂防学会誌, 42(3), pp.18-23.

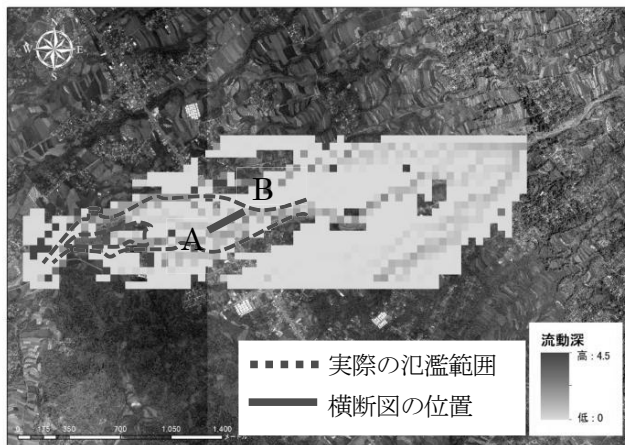


図1 50mメッシュの場合の計算結果

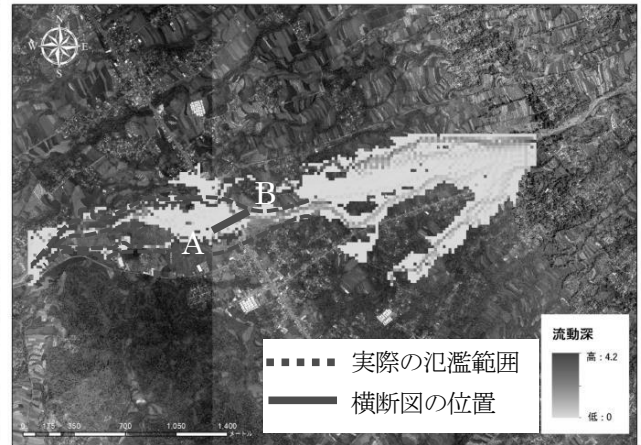


図2 20mメッシュの場合の計算結果



図3 10mメッシュの場合の計算結果

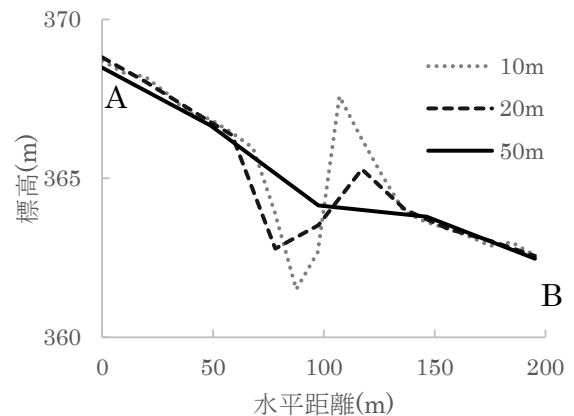


図4 図1～3のA-B断面の横断形の比較