

火山噴火後に降雨を起因として発生するラハールの 被害予測手法に関する研究

新潟大学自然科学研究科 ○水本智博
新潟大学農学部 権田豊

I はじめに

日本を含む環太平洋火山帯では火山災害が多発する。火山災害のうち、火山噴火後に降雨を起因として発生するラハールは下流域を中心に長期にわたり被害をもたらす。この被害を防ぐには、構造物等によるハード対策だけでなくハザードマップを活用したソフト対策が重要であり、ハザードマップ作成には数値計算によるラハールの被害予測が有効である。

しかしながら、環太平洋火山帯に位置する途上国では観測体制が十分ではなく高精度な地形データや水理・水文資料の入手が困難であり、数値計算の実行が容易ではない。データ整備に関するコストを抑えつつ、災害予測に資する数値計算結果を得るために、簡便かつ有用な数値計算手法とそれに最低限必要なデータの種類や精度を明確にすることは重要である。

そこで本研究では、インドネシア共和国、Merapi 火山の Putih 川を対象に、ラハールの氾濫計算を行い、一次元および二次元の二通りの計算手法の比較を行い、氾濫予測に適した計算手法について考察した。さらに二次元計算については、様々なパラメータや計算条件の計算結果への影響を検討した。

II 計算対象地

インドネシア、ジャワ島中央部に位置する Merapi 火山では2010年10月末に大規模な噴火が発生した。西側斜面を流れる Putih 川(図1)では、2010年11月以降、ラハールが頻発した。Putih 川下流には、主要幹線道路であるジョグジャカルターマゲラン国道が横断している。この付近では噴火から約1ヵ月後に河床が上昇し、河幅が狭く河道の屈曲も著しいことから氾濫被害が頻発した。また国道よりさらに下流の Sirahan 地域でも氾濫が発生しており、多くの家屋や田畑が被害を受けた。

III 計算方法・計算条件

計算手法は実務等で最もよく用いられている一次元および二次元の河床変動計算モデルを用いた。一次元計算には

汎用土石流シミュレータの kanako を用いた。kanako は土石流から掃流状集合流動、掃流砂までの流砂現象に対応しており、砂防堰堤の存在も考慮できる特徴を持つ。二次元計算には混合粒径に対応した掃流砂・浮遊砂による河床変動計算プログラムを用いた。二次元計算の場合、砂防堰堤は単に固定床として取り扱った。これらの二つの手法により、2010年噴火後の河床上昇や氾濫範囲の再現を試みた。

計算範囲は図1のように設定した。地形データには、2012年の航空レーザ測量のデータより作成した DEM を用いた。また、既往研究をもとに想定した簡易な降雨波形を、総降雨量が雨季の一ヶ月分に相当する500mm となるまで繰り返したハイエトグラフを作成した。これを合理式により変換したものを河道上流端からの流入ハイドログラフとして用いた。また、二次元計算ではパラメータ等を様々に変え、計算結果への影響を考察した。

IV 計算結果および考察

1 一次元計算と二次元計算の比較

一次元計算の最終河床変動量を図2に示す。砂防堰堤設置個所の上流側では河床が上昇しており、堰堤下流では河床が侵食されている。これは実際に2010年噴火後に観測された現象であり、砂防堰堤の土砂調節機能が数値計算により正しく再現されているといえる。しかし、下流域の国道周辺(下流端から5000m 付近)および Sirahan 地域(下流端から1500m 付近)では、いずれも河床が上昇しておらず、実際の現象を再現することができなかった。

二次元計算の最終河床変動量を図3に示す。一次元計算では再現できなかった国道周辺および Sirahan 地域の河床上昇を再現できているものの、砂防堰堤の土砂調節機能が正しく再現されていなかった。

国道および Sirahan 地域の Putih 川の河道は屈曲しているが、一次元計算ではこういった平面的な河道の線形は考慮されていないことが、両地点で河床変動が生じなかった原因の一つと考えられる。また、砂防堰堤付近の河床変動に相違が生じたのは、一次元計算では、砂防堰堤が満砂するまでは流砂の流下を抑制するといった特別な取り扱いを

しているのに対し、二次元計算の場合は砂防堰堤の地点を単に固定床として扱っているため、二次元計算では砂防堰堤の土砂調節機能が表現されなかったと推察される。

一般に砂防堰堤が設置されていることで、災害発生までの時間的猶予が確保される場合が多い。防災対策を考える上でいつ危険が発生するのかを予測することは非常に重要であり、時間的な予測精度を高めるためには砂防堰堤の効果をシミュレーション上で正しく評価することが求められる。この点に関して一次元計算は非常に有効である。また、計算に必要なデータ数は一次元計算のほうが少なく、データの取得が容易ではない途上国においては有効な手法と考えられる。しかし一方で、一次元計算では湾曲部等の河道の線形の影響を考慮することが出来ないため、河床変動の正確な予測ができない場合があり、こういった箇所では二次元計算が有効である。

以上より、特に途上国においては全区間を一次元または二次元で計算するのではなく、どちらの長所も活かせるように、例えば谷部分を一次元計算とし、扇状地部分は二次元計算を行う結合モデルを用いることが必要と思われる。しかしながら、結合モデルは一次元と二次元の計算領域を技術者の判断で決定する必要があり、その設定の仕方によって計算結果が変化するため、計算領域を合理的に決定する方法の確立が必要である。

2 二次元計算によるパラメータの影響の検討

二次元計算を用いて各パラメータ等の計算結果への影響を検討したところ、二次元計算で特に重要となるのは地形データであり、次点では上流端からの流入流量であった。その他のパラメータについては、推定される氾濫範囲に多少の違いがでるものの、上記二つに比べると与える影響は小さかった。

地形データに関しては、航空レーザ測量のような標高値の精度が高いものが必要であり、川幅を考慮して適切なメッシュサイズを設定する必要がある。しかし、途上国では航空レーザ測量の実施は難しいため、人工衛星地形データの活用が望まれる。ただし、人工衛星地形データはそのままでは、標高の精度が低いため使用できない。それは特に下流部において顕著であり、その箇所を現地調査等から修正する必要がある。

上流端からの流入流量に関しては、合理式によりハイトグラフを変換する手法は簡便で緊急時には有効な方法であるが、火山噴出物の堆積状況によって降雨の流出率は異なるため、一度降雨を経験して流出率を把握しなければ流

入流量の正確な予測が難しい。これは途上国に限らず日本においても課題となっている事項であり、観測体制を充実させるとともに更なる研究が必要である。

V おわりに

本研究により、計算条件やパラメータの影響を評価することが出来たが、様々なデータが不足しているため定性的なものに留まった。今後定量的な評価が必要である。また、途上国においては一次元および二次元の単独計算ではなく、両者の長所を活かせる結合モデルの必要性が示された。しかし結合モデルの火山地域への適用は、計算領域の設定手法に課題が存在するため、今後その解決が望まれる。

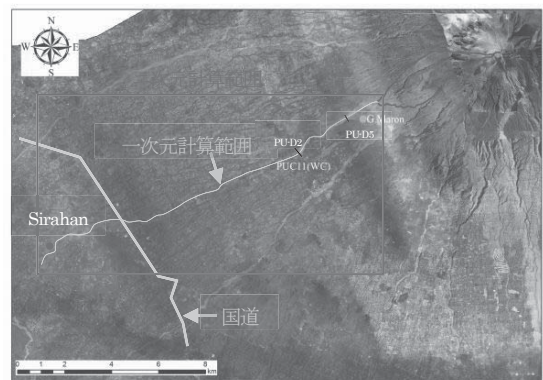


図1 Putih川の位置および計算範囲

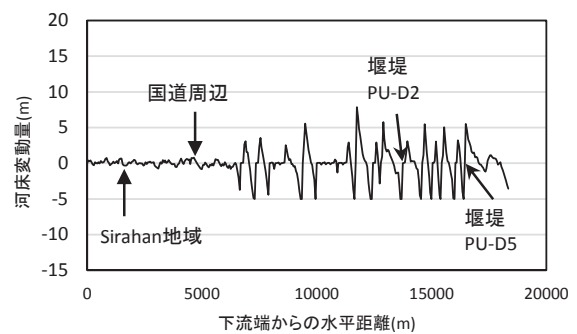


図2 一次元計算の最終河床変動量

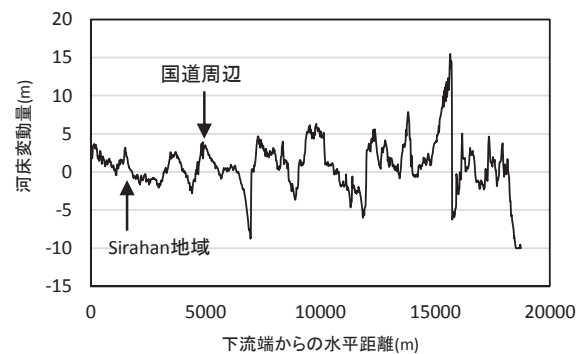


図3 二次元計算の最終河床変動量