

土石流の影響下における洪水氾濫の予測シミュレーション  
Simulation on Flood and Inundation under the Influence of Debris-Flow Deposition

○山野井一輝、大石哲、川池健司、中川一

○Kazuki YAMANOI, Satoru OISHI, Kenji KAWAIKE, Hajime NAKAGAWA

Topographic change caused by debris-flow deposition has an effect on the inundation along the river channel. In this study, we have sequentially conducted predictive debris-flow simulation and rainfall-runoff-inundation simulation. The debris-flow simulation from the artificial landslide data based on the possibility prediction model successfully simulated the topographic changes in the downstream area of the catchments. The effect on the inundation depth of the topographic change was quantified by comparing the two cases, considering and not considering the topographic changes due to debris flow. (83words).

## 1. はじめに

土砂災害は土石流の流下域や堆積域にて地形変化を生じさせることから、洪水氾濫に影響を及ぼすことがある。例えば、平成 29 年九州北部豪雨の朝倉市の事例、平成 30 年 7 月豪雨の広島県坂町、呉市の事例、また令和元年東日本台風災害における宮城県丸森町の事例、令和 2 年 7 月豪雨における球磨村の川内川の事例等、毎年発生している現象といえ、国土交通省では、このような事象を「土砂・洪水氾濫」と呼称して対策を進めている。

このような現象の被害予測のためには、事前に入手できる、すなわち事後観測に基づかないデータを利用した予測シミュレーション手法の構築が急務である。筆者らは、斜面崩壊（土石流の発生源）の統計的な予測モデルに基づいた疑似崩壊斜面データを生成し、これを土石流シミュレーションモデルの入力に用いる手法を開発し、土石流の予測シミュレーションを提案している (Yamanoi et al, 2020)。これを用いれば、降雨データと地形データのみから、被害領域を予測することができる。本研究では、ここで出力する土石流によって変化した地形データを降雨流出と氾濫の統合モデル (山野井ら、2018) の入力地形データに用いることで、土石流による地形変化を考慮した洪水氾濫の予測シミュレーションを試みた。

## 2. 計算条件と結果

平成 30 年 7 月豪雨で被災した坂町を対象とし、同豪雨の XRAIN による降雨データから被害の予測シミュレーションを試みた。まず、広島県南部

の花崗岩域で構築した斜面崩壊の発生確率モデルを、対象領域の地形・地質および降雨データを用いて適用し、斜面崩壊発生確率の空間分布を得た。この発生確率分布に疑似乱数を与えて生成させた疑似斜面崩壊の分布を図-1(a)に示す。Area S, T はそれぞれ甚大な土砂・洪水氾濫による被害が生じた地域を示している。次に、この斜面崩壊がすべて同時に発生したと仮定して土石流シミュレーションを実行し、土石流による堆積量・侵食量の空間分布を得た(図-1(b))。被害が生じた 2 地域の双方において土石流が到達・氾濫したことが分かる。

次に、変化前の地形と変化後の地形のそれぞれを入力条件に用いて降雨流出・氾濫のシミュレーションを実行した。結果として得られた最大浸水深の空間分布を図-1(c),(d)に示す。なおここでは、降雨流出中の土砂流出（地形変化）はないものとして取り扱った。(d)では浸水域・浸水深が(c)に比べて増加しており、航空写真から確認できる被害領域と比較して実態に近い結果が得られた。

(e)は(d)の(c)に対する差分であり、土石流によって生じた地形変化が最大水深に対して与えた寄与を定量化したものとなる。これによると、area S, T の双方で中央の流路に沿った領域で最大水深が増加していることが分かる。なお、実際の被害と関係性が大きいのは、水深自体ではなく初期地形を基準にした水位と考えられる。最大水位の土石流による変化は、(b)と(e)の和となることから、(e)自体で得られているものよりも更に危険側の結果となると解釈できる。

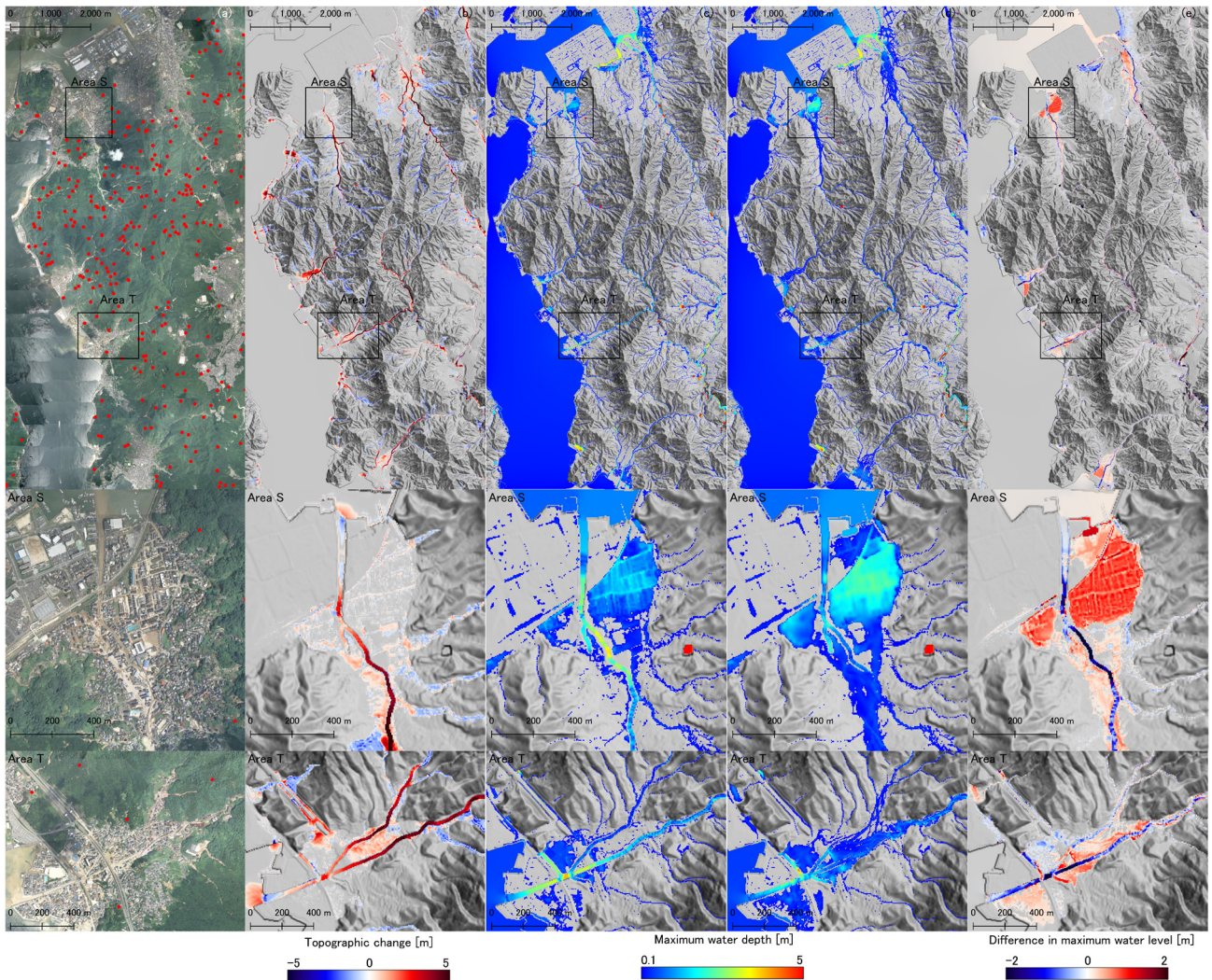


図-1 (a)対象地域の災害後の航空写真と生成した疑似斜面崩壊データ(b)土石流シミュレーションで得られた地形変化(c) 洪水氾濫シミュレーションによる地形変化を考慮しない場合の最大水深(d)(b)の地形変化を考慮した場合の最大水深(e)地形変化の最大水深への寄与 ((d)の(c)に対する差分)

### 3. 結論

本研究の手法により、予め統計的な斜面崩壊の確率モデルを準備しておけば、降雨データと地形データのみから土石流だけでなくその影響下の洪水氾濫の予測シミュレーションが可能であることを示した。また土石流が洪水氾濫に及ぼす影響を定量化できた。なお、本手法では土石流の発生タイミングの推定ができないために、土石流としての土砂移動と洪水流出を別々に解析していることから、洪水流出中の土砂移動による効果が反映されていない。これによる影響がどの程度あるかについて、今後定量化が必要である。

謝辞：本研究の遂行にあたり、文科省科研費(課題番号 19K15105)の補助を受けた。また、DIAS によって提供された XRAIN データ、国土地理院提供

のデータを利用した。また計算の実行には京都大学情報環境機構の計算資源を利用した。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献：

**Yamanoi, K.;** Oishi, S.; Kawaike, K.; Nakagawa, H. Predictive Simulation of Concurrent Debris Flow: How Slope Failure Locations Affect Predicted Damage. Preprints 2020, 2020040118 (doi: 10.20944/preprints202004.0118.v1).

山野井一輝, 大谷英之, 陳健, 大石哲, 堀宗朗：水-土砂の流出氾濫統合モデルの構築と HPC による朝倉市杷木地区への適用, 土木学会論文集 B1(水工学), 土木学会, Vol.74, No.5, I\_889-I\_894, 2018