

## 土石流による氾濫および堆積被害が拡大する複合要因の検討 —材料・地形・構造物を対象として—

京都大学大学院農学研究科 ○荒川尚一郎・中谷加奈・小杉賢一郎  
立命館大学理工学部 里深好文  
京都大学防災研究所 藤田正治

### 1. はじめに

土石流災害の被害軽減対策には、構造物を用いて土砂移動を抑制するハード対策と、ハザードマップに基づいて避難計画を策定するソフト対策の 2 つが挙げられる。全国に十数万存在する全ての土石流危険渓流にハード対策を施すのはコストと時間の観点から難しく、ソフト対策が重要となるが、土砂災害警戒区域は勾配や災害履歴を基に設定される。また、土石流に関する既往研究でも、人工構造物の影響や、流木、細粒土砂の影響は十分に考慮されていない。

本研究では、土石流の構成材料、地形条件、土石流の影響範囲に存在する人工構造物の 3 要因に着目して氾濫・堆積被害拡大への影響を整理した。既往の災害事例から、土石流の氾濫堆積に影響を及ぼす要素には①粒度分布②流木の巻き込み③立木の存在④屈曲箇所⑤合流箇所⑥流路工⑦道路⑧家屋⑨流木や巨礫による橋梁閉塞の発生、が確認された。

次に、より詳細な氾濫・堆積範囲予測のために考慮すべき要因を検討することを目的として、GIS と連携した土石流シミュレーションシステム HyperKANAKO<sup>1)</sup>で、過去に土石流発生履歴があり土石流危険渓流に指定されている A 地区を対象として解析を実施した。

### 2. 土石流数値シミュレーション

本研究では構成材料の影響を①で、人工構造物の影響を⑥、⑧、⑨で着目し、Case1-6 の 6 ケースに分けてシミュレーションを行った。表 1 に計算ケースを示す。いずれのケースにおいても、地形データは国土地理院基盤地図情報より取得した 5m メッシュの DEM データを元に設定した。なお、このデータには A 地区の人工構造物は考慮されていない。

表 1：計算ケース

	代表粒径 (m)	流体相密度 (kg/m <sup>3</sup> )	流路工	家屋	橋梁閉塞
Case1	0.05	1,000	なし	なし	なし
Case2	0.5	1,000	なし	なし	なし
Case3	0.05	1,200	なし	なし	なし
Case4	0.05	1,000	あり	なし	なし
Case5	0.05	1,000	なし	あり	なし
Case6	0.05	1,000	あり	あり	あり

①はオーダーが異なる 2 つの代表粒径で、更には細粒土砂の影響を考慮して流体相密度を変えた検討<sup>2)</sup>も実施し、これらを Case1-3 とした。⑥、⑧、⑨では各ケースで、現地調査から得られた情報を基に地形データを修正し、これらを Case4-6 とした。流路工は現地での測量結果をもとに、地形データの該当するメッシュを掘り下げて表現し、家屋の表現は、平屋は 3m、2 階建ては 6m、家屋存在箇所のメッシュを嵩上げすることで表現した。橋梁閉塞は、橋梁存在箇所のメッシュを橋梁両端の高さの平均値に設定することで表現した。Case1-6 で共通して設定したパラメータは計算時間 400(s)、計算時間間隔 0.01(s)、一次元領域の計算点間隔 5m、二次元領域の計算点間隔 1m×1m、侵食速度係数 0.0007、堆積速度係数 0.05、マニングの粗度係数 0.03(s/m<sup>1/3</sup>)である。

土砂生産量は Chen のモデル<sup>3)</sup>を使用して崩壊幅 20m の条件下で算出した土砂量 1,505 m<sup>3</sup> (空隙込) が A 地区上流の谷 (1 次元計算領域) に一様に移動可能土砂として堆積したと仮定した。供給ハイドログラフは、A 地区で 100 年確率で発生する最大 1 時間雨量を岩井・石黒の方法を用いて算出した雨量 88.9mm が、A 地区に流出率 0.7 (山地) で土石流ピーク継続時間 300 秒間で一気に流出すると仮定して

設定した。図1に Case1 (元地形) と Case6 (元地形に人工構造物の影響を考慮) の計算終了時の痕跡

(流動深と堆積厚の合計の最大値) 結果を示す。



図1：計算終了時の痕跡（左：Case1、中央：Case6、右：考慮した人工構造物の位置）

### 3. 考察と今後の課題

代表粒径を大きくすると、堆積が横断方向に広がることを示唆された。流体相密度を大きくすると、細粒土砂が流れに取り込まれた状態が考慮されるため流動性が上がり、計算対象とした下流では急勾配であったため堆積厚が小さくなった。

家屋や流路工、橋梁閉塞について考慮した Case6 は、元地形データを用いた Case1 に比べ、土石流の家屋周辺の横断方向への堆積の広がりや、家屋周辺を回り込んだ流下・堆積、流路工内の段差直下への顕著な堆積、橋梁閉塞箇所直上での顕著な堆積および橋梁閉塞箇所からの越流、等が表現できることが示された。すなわち、人工構造物の存在を考慮しない場合に比べ、より現実的な氾濫・堆積範囲の予測が可能になると考えられる。今後は本検討を発展させて、流体力を指標として家屋構造の違いから家屋破壊を予測するシステムや、橋梁閉塞の発生の有無までを検討可能なシステムを構築することで、より詳細で実現象に近い検討が可能になると考えられる。

また、土石流の氾濫・堆積被害拡大要因として整理した中でも③立木の存在⑦道路の存在 に関しても、

これらの影響をシミュレーション結果に反映できるように表現する方法について、今後検討していきたい。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K16312 の助成を受けたものです。ここに記して感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 堀内ら(2012): LP データを活用した土石流シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発, 砂防学会誌, Vol.64, No.6, 25-31
- 2) 古谷ら(2015): 火山地域の大規模土砂異動による被害範囲の推定手法の検討, 平成 27 年度砂防研究発表会概要原稿集 B, 248-249
- 3) Chen-Yu CHEN・Masaharu Fujita : A METHOD FOR PREDICTING LANDSLIDES ON A BASIN SCALE USING WATER CONTENT INDICATOR, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Vol.70, No.4, I\_13-I\_18, 2014