

平成 30 年 7 月豪雨における土石流シミュレーション

高知県 非会員 大原英人 愛媛大学大学院 学生会員 ○叶井和樹
愛媛大学大学院 学生会員 越智晴香 愛媛大学大学院 正会員 藤森祥文
愛媛大学大学院 正会員 森脇 亮

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨では、愛媛県の多くの場所で土砂災害が発生した。土砂災害の危険性がある場所には土砂災害警戒区域などが設定され、住民に公開されている。しかし、これらの情報だけでは災害時に土砂が流動する様子をイメージすることが難しい。流動の様子を動画などで知っておくことは、住民の避難意識の醸成に役立つと考えられる。災害状況を視覚的に表現するには数値解析が有用である。本研究では土石流解析モデルを用い、異なる地質における土砂災害を再現することを試みた。また、モデル特性に着目し、地質に応じたモデルパラメータの適切な設定を検討する。

2. 研究方法

土石流解析モデルとして、iRIC(International River Interface Cooperation)¹⁾ソフトウェアの Morpho2DH を用いた。これは水と土砂の混合物を一様な液体として扱った平面 2 次元の土石流解析モデルである。これにより、地盤変動量を解析する。

解析対象の土砂災害の位置と被害状況を図-1 に示す。地質について、明間地区は砂岩、白浦地区は風化した粘板岩、高浜町は風化した花崗岩である。また、地形データは明間地区と高浜町で 5 m 解像度の DEM データ(国土地理院)、白浦地区で 50 cm 解像度の LP データ(林野町提供)を用いた。解析格子は 3 地点とも 2 m×2 m の正方形格子とした。解析範囲に関しては、それぞれの流動に影響が出ない十分な範囲に設定した(明間:177×177, 白浦:101×101, 高浜:103×81)。計算時間に関して、計算開始時に崩壊が発生するものとし、土砂の流動が止まった時に計算を終了する。また、高浜町・白浦地区に関しては、一度の解析で二つの土石流を同時に解析した。源頭部の深さと大きさは、愛媛大学災害調査団による調査結果²⁾を使用した。源頭部の場所に関して、明間と白浦の場合は国土地理院地図を参考にし、高浜は調査団の報告書を参考にした。植生に関しては設定していない。解析に必要なパラメータとそのデフォルト値を表-1 に示す。3 地点の地質の違いに応じた適切なパラメータ設定を行う。そのため、最大侵食深さ・内部摩擦角・源頭部深さの値を徐々に変更し、どのパラメータが解析結果に大きな影響を与えるのかを調べる。最大侵食深さは浸食が予想される河床土砂の深さであるため、内部摩擦角は地盤内の摩擦抵抗の値であるため、源頭部深さは流出土砂量に関係しているためこの 3 点が解析に大きな影響を与えると考え選択した。源頭部深さに関しては、違いがどれだけ結果に影響するのかを確認するため、災害調査団の実測値以外にもデフォルト値や適当な値でも解析を行った。まず、明間に関して、最大侵食深 (0.1 m, 1.0 m, 4.0m)、内部摩擦角 (20°, 34°, 41°)、源頭部深さ (0.3 m, 1.0 m, 4.0 m)、の値をそれぞれ変更して解析を行い、モデルの基本的な特性を確認する。さらに、3 つの中で重要であると判断したパラメータに関して、残りの 2 地点に対しても適用する。

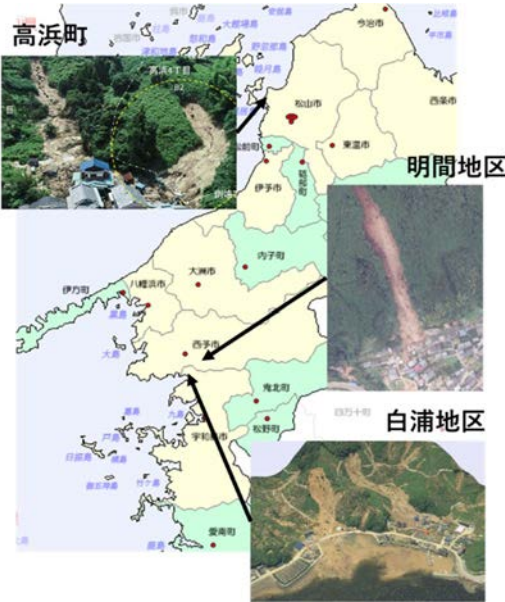


図-1 対象地域の位置と被害状況

表-1 計算条件

静止体積濃度(-)	0.6
液体として振舞う 土砂の割合(-)	0.2
最小流動深(m)	0.01
内部摩擦角(degree)	34
掃流層厚さ	変化
抵抗係数(-)	72
最大侵食深さ(m)	0.1
一様粒径の大きさ(m)	0.01
源頭部深さ(m)	0.3

3. 結果と考察

図-2 に各対象地域の被害状況と地盤変動量分布の比較を示す。これらの解析結果は、再現性が最も高くなるようにパラメータ調整を行い得られたものである。まず明間に対して、最大侵食深・内部摩擦角・源頭部深さを変更させ解析した結果、最大侵食深を変更した時は実際と違う土砂の流れ方となり、デフォルト値を用いた時に最も再現性が高くなった。源頭部深さを変更した結果、実際の

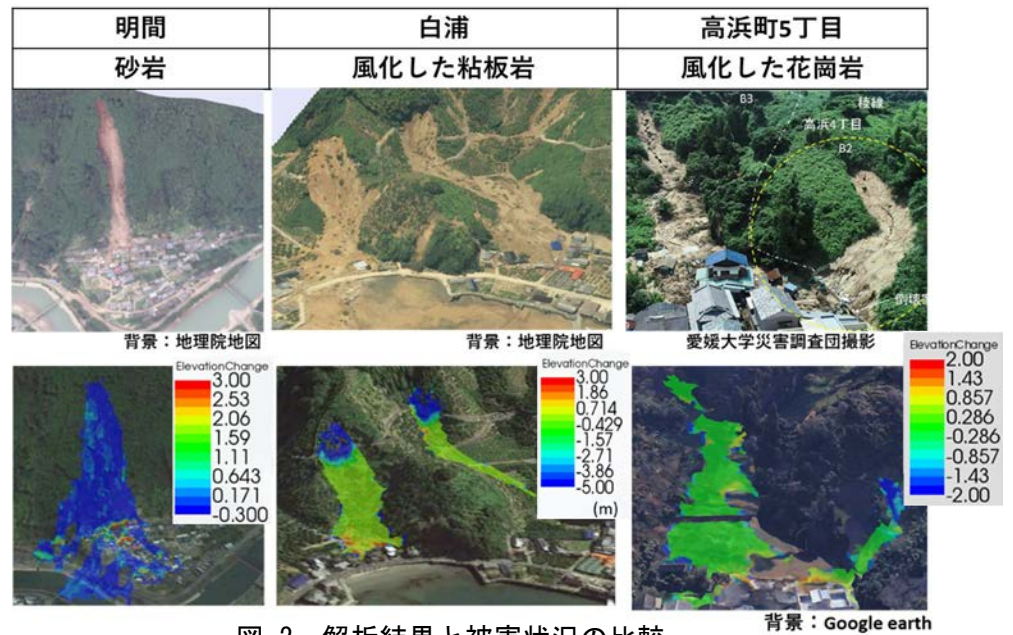


図-2 解析結果と被害状況の比較

土砂量と大きく違う結果となり、調査結果の値を用いた際に最も再現できた。明間と高浜は表層崩壊、白浦は深層崩壊であり、崩壊形態によって源頭部深さは大きく異なるため、現地調査に基づいた値を用いる必要がある。内部摩擦角に関しては、値を適切に変更することで再現性が高くなった。従って、他2地点に関しては内部摩擦角を適切に変更させることで再現性を高めた。最終的なパラメータ調整後の値を表-2に示す。内部摩擦角に関して、最も再現性の高かった値と文献により得られた地質の値³⁾を比較すると、花崗岩と粘板岩では文献の値の範囲内であるが、砂岩では範囲を下回る値となった。砂岩は透水性が比較的良く、長時間降雨によって多くの水を含んでいたことが予想される²⁾。そのため、文献に基づく内部摩擦角を下回る値となったと考える。白浦・高浜の地質に関して、長時間降雨によって多量の水が供給されたが、透水性が比較的低く、内部摩擦角が大きく低下することはないと考えられる。よって、内部摩擦角は基本的に文献に基づく範囲で設定する必要があるが、砂岩のような透水性の高い地質の場合、内部摩擦角は小さな値に設定することで再現性を高められる。

表-2 パラメータと地質の関係

	源頭部深さ(m)	内部摩擦角 (degree)	文献に基づく内部 摩擦角(degree)
砂岩(明間)	1	20	28~40
風化粘板岩(白浦)	5(左),5(右)	30	22~38
花崗岩(高浜)	1(左),2(右)	34	30~48

4. おわりに

平成30年7月豪雨を対象とし、iRIC Morpho2DHを用いて愛媛県内の地質が異なる3地点で土石流の再現を試みた。その結果、土砂災害の再現性を高くするためには、源頭部深さと内部摩擦角を適切な値に設定する必要があることが分かった。源頭部深さには現地調査結果に基づいた値を用いる必要がある。また、内部摩擦角は、文献の値を主とするが、岩盤の種類によって適切な値に変更することで再現性を高めることができる。今後は対象地域・地質の種類を増やし、透水性等の違いがパラメータに与える影響を調べていく必要がある。また、土石流再現結果を住民に見せることで、住民の防災に対する意識向上に繋がるであろう。

5. 参考文献

- 1) iRIC ホームページ <https://i-ric.org/ja/> (閲覧日:2020/2/3)
- 2) 平成30年7月豪雨愛媛大学災害調査団報告書 <https://cdmir.jp/files/home/h30-07-heavyrain.pdf> (閲覧日:2020/2/7)
- 3) 竹林亜夫, 三上元弘, 國村省吾:地山の内部摩擦角に着目したトンネルの岩種分類の提案, 土木学会第58回年次学術講演会, 2003