

兵庫県丹波市における斜面崩壊による地形変化の検出

植田 允教*・根本 達也**・田端 秀行*・ラガワン ベンカテッシュ*

Detection of Terrain Form Changes due to Rainfall Induced Slope Failures in Tamba City, Hyogo Prefecture, Japan

UEDA Mitsunori*, NEMOTO Tatsuya**, TABATA Hideyuki* and RAGHAVAN Venkatesh*

* 大阪市立大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-5858, Japan. E-mail: m.ueda.rapide@gmail.com

** 大阪市立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-5858, Japan.

キーワード: DEM, 斜面崩壊, 地形解析, Geomorphons

Key words: DEM, Slope Failure, Terrain Analysis, Geomorphons

1. はじめに

兵庫県丹波市では、2014年8月16日～17日の豪雨により多数の斜面崩壊が発生したことが報告されている(松村ほか, 2015)。また、現地の被災状況確認のため、災害後直ぐに航空レーザ測量が実施されている。航空レーザ測量データは、上空から地上へ向けてレーザパルスを照射することで、作成される詳細な地表面の3次元情報である。

本研究では、斜面崩壊前後で航空レーザ測量により取得、生成された解像度1mの数値標高モデル(以下、1m DEM)を基に、地形解析を実施し、斜面変動による地形変化について確認する。

2. 対象地域

本研究の対象地域は、兵庫県丹波市市島地区の南北3km、東西4kmとする。当領域は、災害前(2012年)の航空レーザ測量データも存在しており、災害前後の地形変化を確認するのに適している。対象地域における災害前後の差分図を、第1図に示す。

市島地区は、標高600～800mの山地と標高100m程の谷

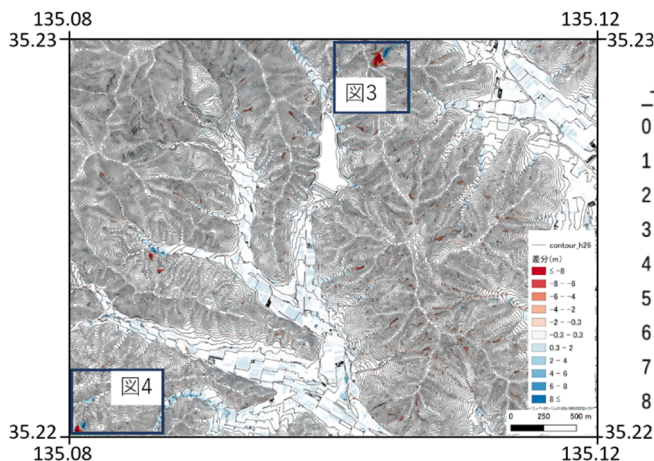
底平野からなり、山腹斜面や谷頭部での崩壊が確認できる。

差分に着目すると、発生した斜面崩壊の多くは、2～3mの崩壊深であるが、規模の大きな崩壊は、5m以上の地形変化も認められる。

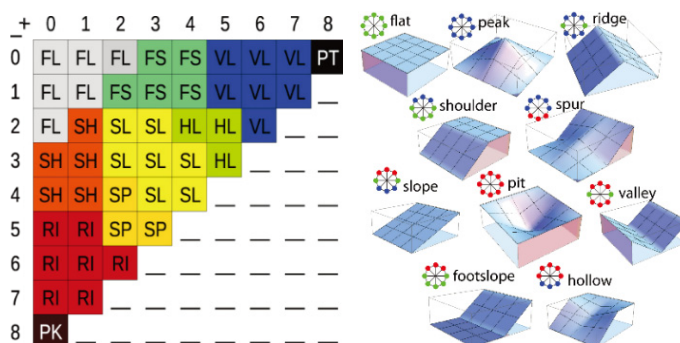
3. 解析手法

斜面崩壊による地形変化を捉えるため、1m DEMより地形情報を算出し、崩壊の前後で比較を行った。抽出した地形情報は、斜面の傾斜角と地形形状である。斜面の傾斜角は、Horn (1981)により算出した。

地形形状は、該当地域に Geomorphons を適用した。Geomorphons は、地形分類の手法の一つである。中心セルに対して、最大検索範囲を設定する。中心セルと検索範囲内の8方向の全てのセルを別々に比較することで、8方向の最小天頂角及び最小天底角が算出される。その後、各方位における3つの値のいずれか(+ = "higher", 0 = "same", - = "lower")を中心セルに返す。これにより、1つのセルが8つの情報を持つことになり、地形をパターンとして特徴付け、パターン認識的に地形を分類することが可能である。最終的に、10個の地形パターンに分類する(Jasiewicz *et al.*, 2013) (第2図)。



第1図 対象地域の災害前後差分図

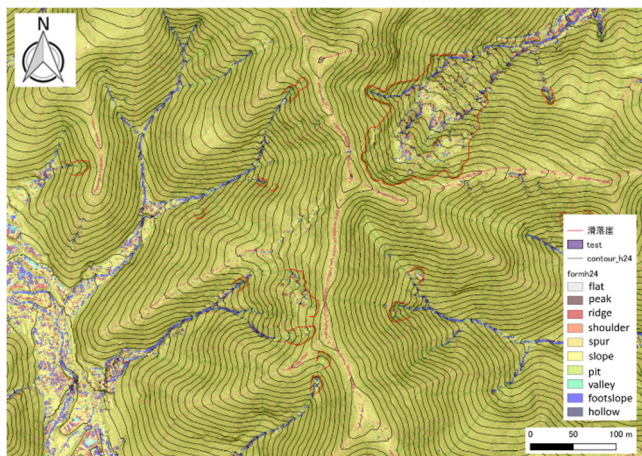
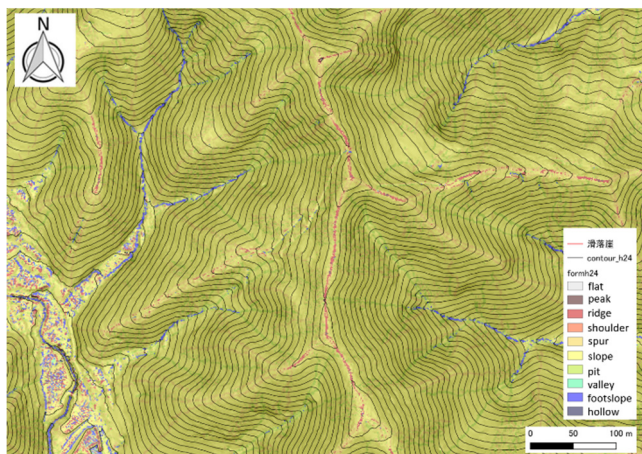
第2図 Geomorphons の説明図
(左: 地形分類表, 右: 地形特徴)

地形変化を捉えるため、作成した斜面の傾斜角と Geomorphons を、透過合成を行うことで、視覚的に把握できるようにした。その後、目視で判読を行った。

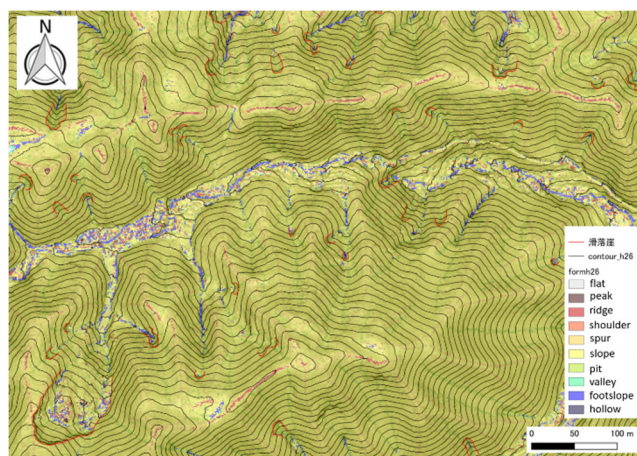
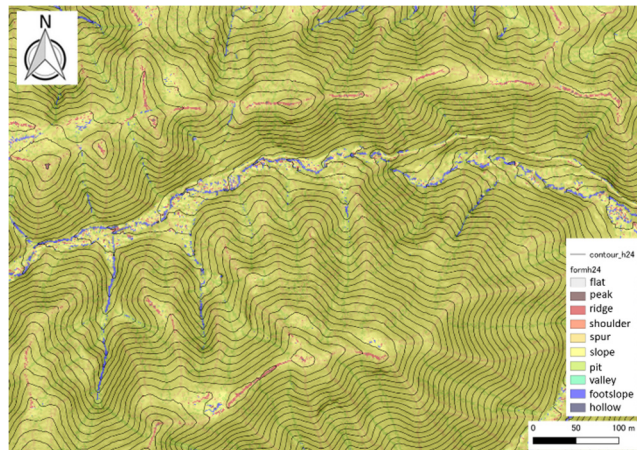
4. 結果

斜面崩壊の地形変化状況を示した例を第3図と第4図に示す。第3図では、斜面崩壊が発生したことにより、連続性を持っていた平行斜面に、滑落崖としての遷急線、土砂堆積域上端に遷緩線が形成されていることがわかる。また、堆積域において、地形が明瞭に変化していることが確認できる。崩壊前は slope (平行斜面) が全体的に存在し、pit (窪地) や valley (谷底斜面)、footslope (麓部斜面) が溪流として線状に分布する。しかしながら、崩壊後は、shoulder (上部谷壁斜面) や spur (支脈) が微地形として発達し、崩壊前と比較して溪流の上流まで麓部斜面が形成されている。これは、第3図の右上でみられるような規模の大きな崩壊で顕著であった。

第4図では、溪流の源頭部における斜面崩壊で、崩壊規模も比較的小規模である。その場合、図3で確認できたような堆積域の微地形などは確認できなかった。また、崩壊があった箇所やその下流の溪流内に麓部斜面が連続して存在しており、溪岸浸食があったことが確認できる。このことから、源頭部にあたる0字谷で発生する崩壊は崩壊土砂が下流まで流出することで、斜面上に土砂が残らなかったため、土砂堆積による微地形は発達しなかったと考える。



第3図 大規模な斜面崩壊を含む地形変化
(上：崩壊前，下崩壊後)



第4図 大規模な斜面崩壊を含む地形変化
(上：崩壊前，下崩壊後)

5. おわりに

本研究から、高精細 DEM を用いて斜面崩壊前後の複数の地形情報を比較することにより、詳細な地形条件の変化を捉えることがわかった。今回は、手作業と目視での判読を行ったが、今後は機械学習を用いて地形の高精細な変化状況を自動的に検出する方法を検討していきたい。

高精度な斜面崩壊の抽出が可能になれば、迅速な被災状況把握ができると共に、砂防計画の一次資料を提供できるなど大いに役立つものであると期待できる。

最後に、今回用いたデータは、兵庫県県土整備部砂防課よりご提供いただきました。大変貴重なデータであり厚くお礼申し上げます。

文 献

- 松村 和樹・長谷川 祐治・藤本 将光・中谷 加奈・西川友章・笠原 拓造・柳崎 剛・鏡原 聖史・加藤 智久・岡野 和行・鈴木 崇・平岡 伸隆 (2015) 2014 年 8 月の豪雨による兵庫県丹波市で発生した土砂災害。砂防学会誌, vol. 68 (1), pp. 60-67.
- 栗本 史雄・牧本 博 (1990) 福知山地域の地質。5 万分の 1 地質図幅, 京都 (11) 第 13 号, 地質調査所。
- Horn, B. K. P. (1981) *Hill Shading and the Reflectance Map*. Proceedings of the IEEE, vol. 69 (1), pp. 14-47.
- Jasiewicz, J. and Stepinski, T. (2013) *Geomorphons - A Pattern Recognition Approach to Classification and Mapping of Landforms*. Geomorphology, vol.182, pp. 147-156.