

兵庫県丹波市において 2014 年 8 月豪雨によって崩壊した斜面の地形分析

大阪大学大学院 ○越村 謙正・小田 和広・小泉 圭吾

大阪大学大学院 伊藤 真一・藤本 彩乃

神戸市立工業高等専門学校 鳥居 宣之

(株) 国際航業 笠原 拓造

(株) ダイヤコンサルタント 鏡原 聖史

1. はじめに

筆者らは、数値標高モデル(DEM)を用い、豪雨時に崩壊の危険性の高い斜面を机上で判別するとともに、その危険度を順位付けする手法の研究を行っている<sup>1)2)</sup>。そのためには、斜面の地形的特徴を数値的に表現することが必要である。本研究では、その一環として 2014 年 8 月豪雨によって崩壊した兵庫県丹波市の斜面の地形の分析を通じ、崩壊前の地形の特徴と崩壊機構の関係について考察する。

2. 対象地域の概要

図-1 は、本研究の対象地域を示している。対象地域は兵庫県丹波市市島町の西部に位置するある溪流である。この地域では、2014 年の 8 月に発生した豪雨によって斜面崩壊が多数発生した<sup>3)</sup>。また、崩壊発生前後の 1mDEM が兵庫県により整備されているため、本研究の対象地域として適当であると判断した。

3. 分析対象箇所概要

本研究では、先行研究<sup>1)</sup>において抽出された 482 の崩壊箇所の中でも規模が大きい 3 箇所の崩壊前の地形を対象とし、地形分析を行うこととした。

図-2 は、分析対象箇所を示している。図中の番号はそれぞれの崩壊箇所を示している。崩壊は、同一の谷筋で発生しており、1 番と 2 番の崩壊地は、谷の上流に位置している。

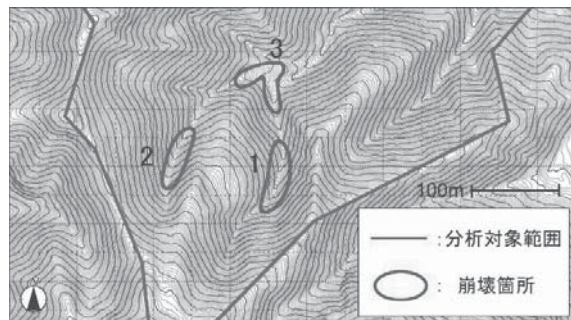


図-2 分析対象箇所

4. 地形分析

対象地形を数値的に特徴づけるため、斜面勾配と地形変化量  $\Delta h$  を指標<sup>2)</sup>として用いた。

4. 1. 斜面勾配による地形分析

斜面勾配は最も基本的な地形要素の 1 つである。図-3 は、分析対象箇所の斜面勾配の頻度分布を示している。崩壊源と見られる 1 番と 2 番の斜面では、30 度以下の勾配の部分の占める割合は 10%以下であり、特に 0 度から 20 度の勾配を持つ部分が存在しない。また、40 度以上の勾配を持つ部分が多く存在し、特に 1 番の斜面では、45 度以上の勾配を持つ部分の割合が 73.6%を占めている。このことから崩壊源と見られる斜面は勾配が急な部分で構成されていたことがわかる。続いて 3 番の斜面では、30 度以下の比較的勾配が緩やかな部分の割合が 59.7%を占めている。これは、崩壊源と見られる 1 番、2 番の斜面と比較し、割合が著しく高い。つまり、3 番の斜

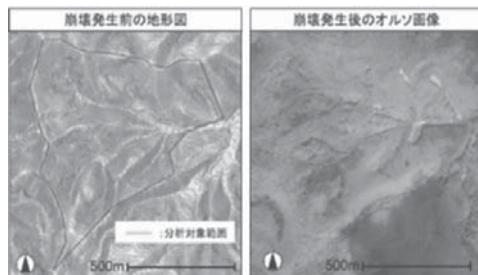
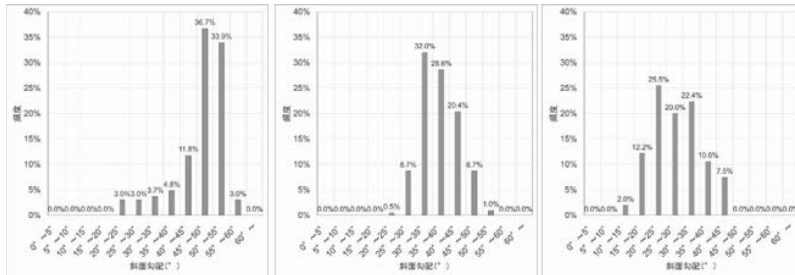


図-1 分析対象地域



(a) 崩壊箇所 1

(b) 崩壊箇所 2

(c) 崩壊箇所 3

図-3 斜面勾配の頻度分布

面は、1番と2番の斜面の崩壊による土砂移動によって浸食を受け崩壊したものと考えられる。

#### 4. 2. 地形変化量 $\Delta h$ による地形分析

地形変化量  $\Delta h$  (以下、 $\Delta h$  と記す) は、斜面形状の変化を表す指標であり、 $\Delta h$  の値が正の場合は凸型、負の場合は凹型の斜面形状を表現する<sup>4)</sup>。

図-4 は、分析対象箇所 1 の  $\Delta h$  の頻度分布を示している。まず、1番の斜面では、 $\Delta h$  の値が  $\pm 0.4\text{m}$  以下の部分の割合が 74.3% を占めている。このことから1番の斜面は比較的凹凸がなく、平坦であることがわかり、不安定土砂の堆積が起こりにくい地形であったと推測される。一方、2番の斜面では、 $\Delta h$  が正の値となる部分が存在しないことがわかる。これは、斜面形状が凹型の部分が多いことを表しており、上方や谷の側方の斜面から供給された土砂が不安定土塊として堆積しやすい地形であったことが推測される。3番の斜面も2番と同様に、 $\Delta h$  が正の値となる部分が存在せず、凹型地形の卓越、更には不安定土砂の堆積が示唆される。

#### 5. まとめ

本研究を通じて、得られた知見は以下のとおりである。

- ① 1番の斜面は、主に45度以上の急な部分によって構成されていた。加えて、斜面の凹凸は少なく比較的平坦であったことから、この箇所には不安定土砂は堆積していなかったことが示唆された。これらの分析より、1番の斜面では地山自体の崩壊が生じたことが推測される。
- ② 2番の斜面は、1番の斜面と比較し、勾配が45度以上の部分の割合は少ないという特徴を有していた。しかし、 $\Delta h$  の分析から、凹型地形の部分の割合が多く、不安定土砂の堆積が生じ

易い地形であったことが示唆された。これらの分析より、2番の斜面では、堆積した土砂の崩壊が生じたことが推測される。

- ③ 3番の斜面は、勾配が30度以下の斜面の割合が59.7%を占め、勾配が緩やかな斜面で構成されていた。また、凹型地形の部分の割合の高さから不安定土砂の堆積が示唆された。これらの分析から、3番で発生した崩壊は、1番、2番の斜面崩壊による土砂移動により、堆積していた不安定土砂が浸食されたために生じたものと推測される。

#### 謝辞

研究資料をご提供いただいた兵庫県県土整備部に深甚なる謝意を表わす。

#### 参考文献

- 1) 越村謙正他：DEMのメッシュサイズと崩壊地判読における精度の関係、平成28年度土木学会関西支部年次学術講演会、2016。
- 2) 越村謙正他：兵庫県丹波市において平成26年8月豪雨によって崩壊した斜面の地形分析、第51回地盤工学研究発表会、2016。
- 3) 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、柳沢剛、鏡原聖史、加藤智久、岡野和行、鈴木崇、平岡伸隆：2014年8月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, No.1, p.60-67, 2015。
- 4) 加藤大佑、大塚悟：高解像度DEMデータを用いた豪雨時斜面崩壊の地形要因分析、第50回地盤工学発表会、2015。

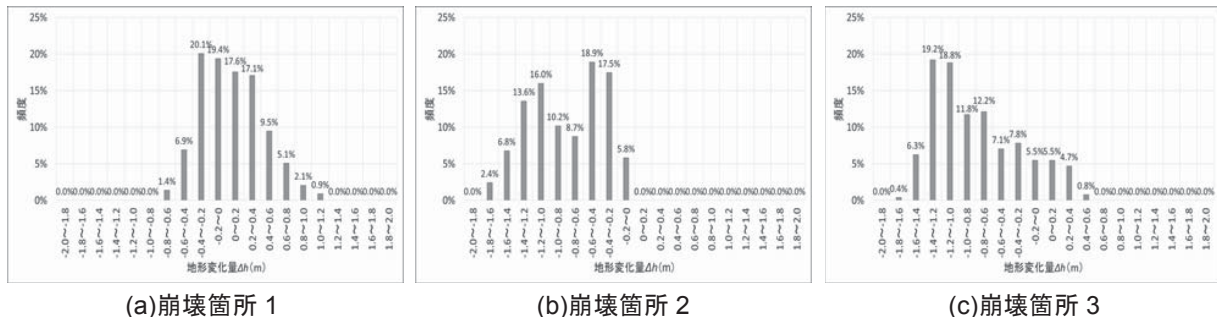


図-4 地形変化量  $\Delta h$  の頻度分布