

六甲山上における宅地、道路近辺で発生した崩壊地の特徴

株式会社ダイヤコンサルタント〇岡崎 敬祐
 兵庫県神戸県民センター六甲治山事務所 村上 晴茂・林 一郎
 株式会社ダイヤコンサルタント 鏡原 聖史・根本 信行
 宮林 周平・高橋 良輔

1. はじめに

近年、頻発する豪雨によって全国で土砂災害の発生件数が増加している。兵庫県の六甲山においても、平成 26 年 8 月豪雨（強雨型）や平成 30 年 7 月豪雨（長雨型）を経験し、自然斜面の表層崩壊や土石流に加えて、道路や宅地等の人工改変地近辺斜面においても多くの崩壊が発生した¹⁾。

六甲山は、標高 931m（六甲最高峰）を有する山塊で、山上部には平坦地が広がっており、この平坦地を観光や避暑として利用するため開発がなされている。このような箇所では一般的な自然斜面とは異なり、人工改変地からの地表面流の影響で崩壊が発生する可能性が高い。

そこで、本報告は六甲山上周辺における崩壊発生の際の地形的特徴を分析するとともに、実際に現地を確認できた崩壊事例を紹介する。また、1mDEM（Digital Elevation Model：以下セル）から作成された水系網図を活用して、道路や宅地を流れる地表面流と崩壊地の関係について分析し、人工改変地近辺で発生する崩壊地の特徴について述べる。

2. 崩壊発生箇所の地形的特徴

調査地は兵庫県神戸市の六甲山山上部であり、山上部の道路からのバッファ 100m 以内を調査対象範囲とした。調査対象範囲における平成 26 年 8 月豪雨と平成 30 年 7 月豪雨時に発生した崩壊地の分布を図 1 に示す。また、六甲山の地形的特徴を考慮し、遷急線から上部の人工改変された平坦地を山上緩斜面、遷急線より下部の急峻な斜面地を遷急線下斜面と定義した。

以上の条件をもとに、災害時の資料や現地確認を行って崩壊地の発生箇所を自然斜面（斜面地、谷頭凹地、溪流内）、道路谷側斜面、道路谷埋盛土、宅地下部斜面に区分して崩壊地の整理を行った。整理結果を図 2 に示す。

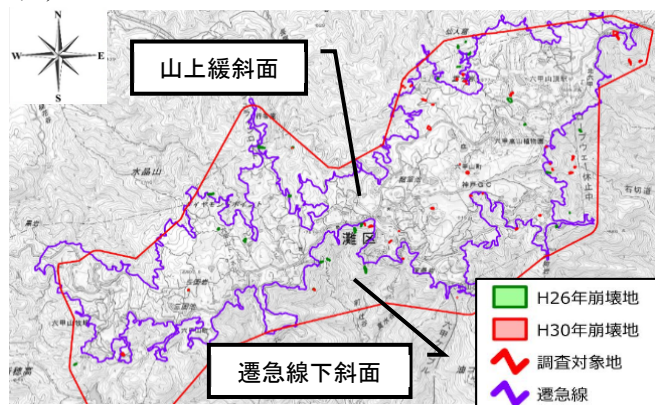


図 1 崩壊地分布図²⁾

崩壊地は調査対象範囲内で 62 箇所が確認され、山上緩斜面で 17 箇所、遷急線下斜面で 45 箇所であった。遷急線下斜面で発生した崩壊は 57.8%が自然斜面で発生しており、崩壊数の半数以上を占めた。

一方、山上緩斜面では、自然斜面で発生した崩壊の割合が遷急線下斜面よりも 35.3%減少しており、宅地下斜面に対しては 2.0%、道路近辺斜面で 32.1%の崩壊発生割合の増加が認められる。

このことから、遷急線下斜面は人工改変地の影響が少なく、急峻な自然斜面での崩壊が多いという特徴が確認できた。

一方、山上緩斜面での崩壊箇所は、遷急線下斜面とは対照的な結果となっており、道路や宅地等の人工改変地からの地表面流が近接斜面へ流れ出て崩壊するケースが多い特徴が確認できた。

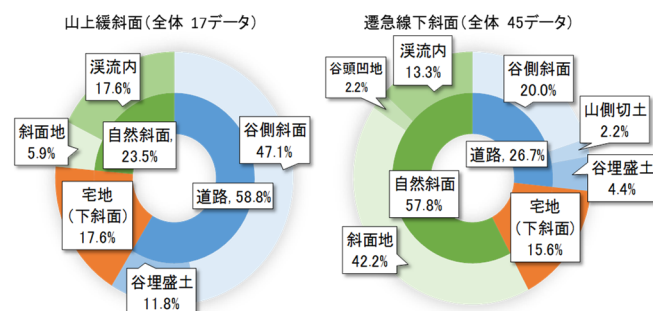


図 2 崩壊地の特徴整理

3. 人工改変地近辺の崩壊事例

図 3 は、道路の谷側斜面で発生した崩壊地の事例である。崩壊が発生した箇所は道路のカーブ地点であり、図に示すようにカーブ奥側は坂道で縦断勾配が急な箇所であった。

また、カーブ地点における道路横断勾配は山側に傾斜していたが、豪雨時には路面を流れる地表面流がカーブを曲りきれず谷側斜面へ流出し、その影響で道路谷側の急な斜面が崩壊したものと推察された。なお、現在は道路の谷側にアスカーブが新設され、集水樹と暗渠管の設置により谷側斜面に適切に排水される構造に改修されている。

図 4 に、宅地下部斜面における崩壊事例について示す。当該箇所は、宅地直下の斜面で崩壊が発生しており、宅地からの流水に加えて、屋根の水や生活排水を集めて排水パイプにより斜面に放流していたことが原因と思われる。六甲山域に建設されている宅地の多くは、宅地排水の流末処理が未整備であり、崩壊事例は他にもいくつか確認できた。



図 3 崩壊事例①（道路谷側斜面の崩壊）



図 4 崩壊事例②（宅地下部斜面の崩壊）

4. 水系網図の活用

人工改変地近辺で発生している崩壊地は、人工改変地からの水の流れが影響して崩壊している特徴が認められた。そのため、道路や宅地などに降った水の流れと崩壊地の関係を調べることにした。

ここで、地表面流の流れは、崩壊前に六甲山系で計測された航空レーザー計測データ³⁾を活用し、地形を1m 格子のセルに分割、セルの最急勾配方向を求め、隣り合うセル同士の最急勾配方向の線を繋ぐことで斜面や道路面を流れる地表面流の流下方向を表現した水系網図を作成した。この水系網図を用いることで、現地で確認した崩壊地との関係を調べた。

図 5 に崩壊事例①近辺の 10m 格子の地形勾配と水系網図を示す。現地にて水系網図を確認した結果、道路を流れる水系網が崩壊地を通過して斜面へ流れ出ている状況が示されており、現地との整合が確認できた。

また、図 6 に崩壊事例②近辺の 10m 格子の地形勾配と水系網図を示した当該箇所においても宅地からの流水が崩壊地に流入している状況が把握できた。なお、排水パイプからの排水については、地形計測データからは判断できないため、表現できない。

以上から、水系網図を用いることで、人工改変地近辺の斜面で、地表面流の影響で崩壊する可能性のある箇所を机上で確認することができ、事前に危険箇所を抽出できると示唆された。

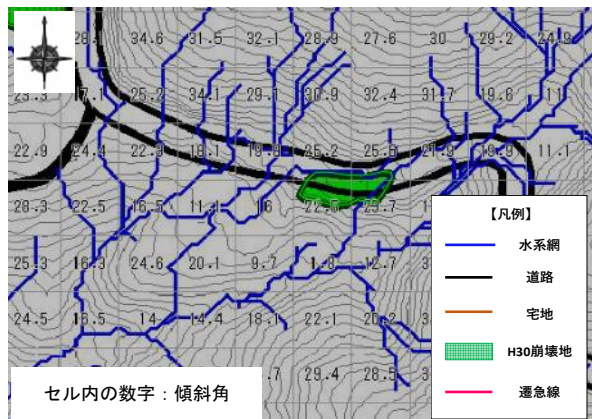


図 5 崩壊事例①近辺の水系網図

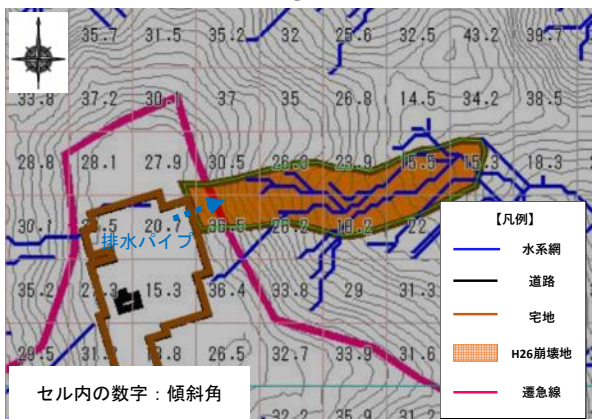


図 6 崩壊事例②近辺の水系網図

5. おわりに

六甲山系における崩壊発生の特徴について整理したところ、遷急線下斜面のみならず、山頂緩斜面においても人工改変地近辺の斜面で多くの崩壊が発生していた。現地では道路や宅地から流出した水の影響があることが確認された。また、1mDEM を用いて作成した水系網図を利用することで、今後崩壊しやすい箇所を抽出できる可能性があることを示した。本調査地では、土地利用を見直す計画があり、今回作成した水系網図を用いて今後開発するエリアで事前に危険箇所を指摘できるよう検討を進めたい。

謝辞

本検討に当たり、多くの助言を賜り、また懇切丁寧にご指導頂いた沖村孝神戸大学名誉教授、他委員の先生方に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 岡崎ら：六甲山上部における豪雨による平成 26 年 8 月災害と平成 30 年 7 月災害での崩壊地の特徴, 2019
- 2) 国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所：平成 28 年度 六甲山系レーザー測量他業務 報告書, 2017.
- 3) 国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所：平成 30 年度 六甲山系崩壊箇所抽出緊急調査業務 報告書, 2018.