

兵庫県箇所別土砂災害危険度予測システムの活用に向けた取り組み —断層・地すべり地形の予測精度への影響とその対策—

(一財) 建設工学研究所：○窪田安打, 沖村 孝, 鏡原聖史, 笠原拓造
神戸市立工業高等専門学校：鳥居宜之

1. はじめに

兵庫県では、市町毎に発表する土砂災害警戒情報の補足情報として、1km メッシュ毎の危険度を地域別土砂災害危険度（以下、地域別）として兵庫県全域で構築している（図-1）。また、それとは別に、土砂災害警戒区域（以下、Y 区域）の危険度を示す箇所別土砂災害危険度¹⁾（以下、箇所別）の構築を進めている（図-2）。

地域別は過去にその地域で発生した雨と土砂災害の関係により危険度を判定する経験モデルである（全国的なモデル）。箇所別は 10m メッシュ毎に地形・地質を考慮した地形モデルにおいて、斜面の安定性を数値計算により解析し危険度を判定する物理モデルである（県独自モデル。以下、運用モデル）。兵庫県は、この解析手法の異なる 2つの情報を市町へ提供している。

箇所別は判定結果を検証して改良を重ねているが、斜面崩壊が生じるような豪雨において崩壊発生の見逃し事例が複数確認された。この見逃し箇所のうち、断層近傍や地すべり地形範囲内での事例が複数確認されたことから、予測精度の向上を目的として、断層や地すべり地形を考慮した斜面崩壊のモデル改良の検討を行った取り組みについて報告する。

2. 断層・地すべり地形の影響が認められた表層崩壊事例

過去の豪雨による土砂災害事例について、箇所別の判定状況を整理する。

2.1. 平成 26 年(2014)8 月豪雨（神戸市）

台風 11, 12 号と前線に伴う暖気流の影響により西日本各地で豪雨が発生した。神戸市では、8 月 2 日～11 日に市の東部を中心に最大総雨量 700mm を超える豪雨となり、土砂災害警戒情報が発表された（図-3）。この豪雨の影響で家屋の浸水被害や山腹斜面の表層崩壊が発生した。

2.2. 表層崩壊の捕捉状況

平成 26 年 8 月豪雨時に発生した表層崩壊に対する運用モデルの捕捉状況を図-4 に示す。崩壊地は総雨量が大きな神戸市東部に集中しており、主に地下水が集中する 0 字谷において表層崩壊が発生した。この崩壊地は列状に分布する傾向を有することから、地質構造に影響を受けている可能性が示唆された。そこで、文献の断層線や地すべり地形を重ねた結果、断層に掛かる崩壊地が多いことが確認された。これらの崩壊地の見逃しの割合が多いため、全体の捕捉率が低下していることが確認された（表-1）。

表-1 崩壊地の判定結果（平成 26 年 8 月豪雨）

計算モデル	自然斜面の崩壊地数	捕捉	見逃	捕捉率%	断層に掛かる崩壊地		地すべりに掛かる崩壊地	
					捕捉	見逃	捕捉	見逃
運用モデル	97	49	48	50.5	13	22	0	2

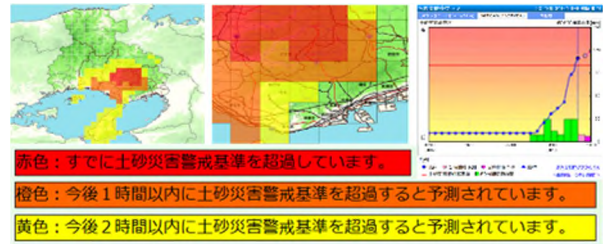


図-1 兵庫県地域別土砂災害危険度
(<http://sabo.civil.pref.hyogo.lg.jp/chiikidosya/>)

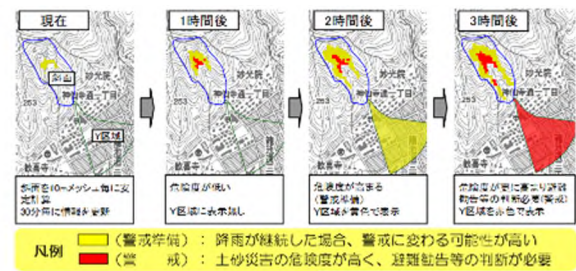


図-2 兵庫県箇所別土砂災害危険度(行政機関向け)

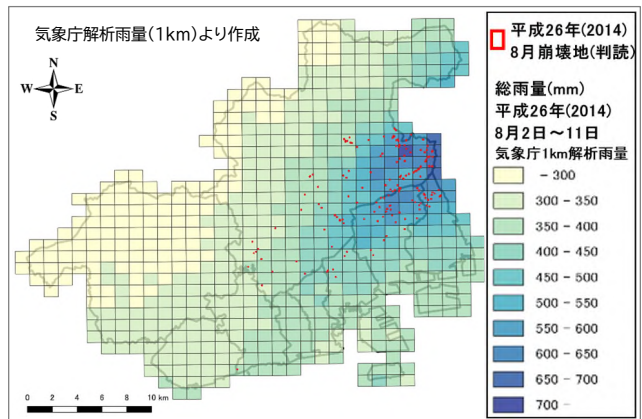


図-3 平成 26 年 8 月 2 日～11 日総雨量(神戸市)

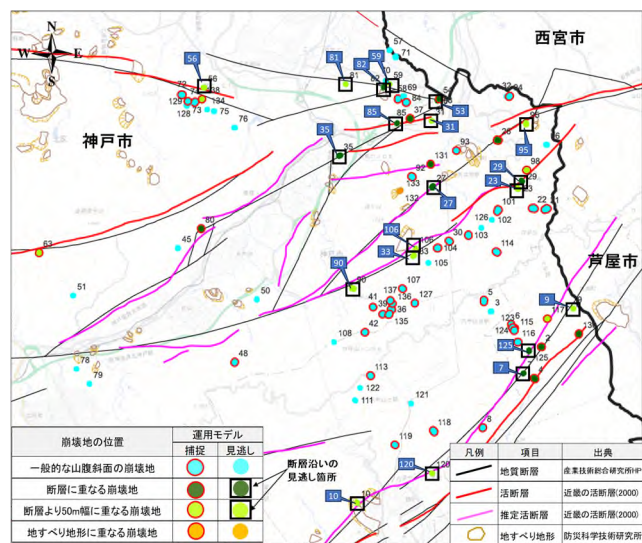


図-4 平成 26 年 8 月豪雨 判定状況(神戸市東部)

以上から、断層や地すべり地形沿いでは表層崩壊が生じやすいことが示された。運用モデルはこの特徴を評価していないため捕捉率低下の原因となっていると考えられた。このため、モデル改良が必要と判断された。

3. 断層・地すべり地形沿いの表土層のモデル化

3.1. 現地調査

断層・地すべり地形に掛かる崩壊地について、崩壊原因の他、表土層深や地盤物性を現地調査により把握して、運用モデルの改良方針を整理した。このうち断層に掛かる崩壊地は、崩壊地と断層の位置関係から数パターンに分類して代表箇所を現地調査した(図-5)。その結果、基盤の断層破砕帯の範囲に含まれる0字谷で発生した崩壊地では、表土層深が厚く、表土層がシルト～粘土混じり砂質土の細粒層から構成されることを確認した。このため、周辺の山腹斜面よりも相対的に不安定であり、降雨時に崩れやすい傾向を有することが判った(図-6)。

3.2. 表土層深および地盤定数の設定

現地調査により得られた崩壊深のデータから断層沿いの表土層深を地質ごとに検討した。既往の斜面勾配-表土層深の関係図に本調査データをプロットした結果、花崗岩では斜面勾配 35-45° の範囲に表土層深が厚い傾向を確認したことから、断層沿いの層厚式を設定した(図-7)。

更に、地盤定数はシルト～粘土混じり砂質土の細粒層からなることから、花崗岩では当初設定していた砂質土($c=5\text{KN/m}^2$, $\phi=31^\circ$)に対して、見逃していた崩壊地を捕捉できる地盤定数として、日本海側の新第三紀層に採用している粘性土($c=6\text{KN/m}^2$, $\phi=25^\circ$)が適切であることを試算により得た。なお、地すべり地形では、崩落土砂が斜面に分布するため表土層深が深いことを確認したが、サンプル数が少ないため、地盤条件の設定は今後の課題とした。

3.3. モデル改良効果と今後の課題

以上のモデル改良の結果、断層に掛かる崩壊地は捕捉が当初13箇所に対して、31箇所に増加した(表-2)。これにより、全体の捕捉率は69.1%へ向上したことから、改良効果が確認できた。今後の課題として、他市町への展開方法が挙げられる。検証可能な事例が少ない市町もあることから、地質ごとに検証を行うことで、各市町の設定を行うことが適切である。また、この設定により空振りが増加すると考えられるため、設定範囲を土砂災害警戒区域周辺に絞るなどの工夫が必要と考えられる。

4. まとめ

箇所別を計算している運用モデルは、既往の検討により崩壊地の捕捉率の向上、空振りの低減に対する改良を重ねてきた。今回の検討も運用の中で把握された課題に対する改良であり、更なる精度向上を目的としたものである。最終的には土砂災害警戒区域単位での予測精度向上に繋げていきたい。

参考文献

1) 沖村孝ら：豪雨による土砂災害を対象としたリアル

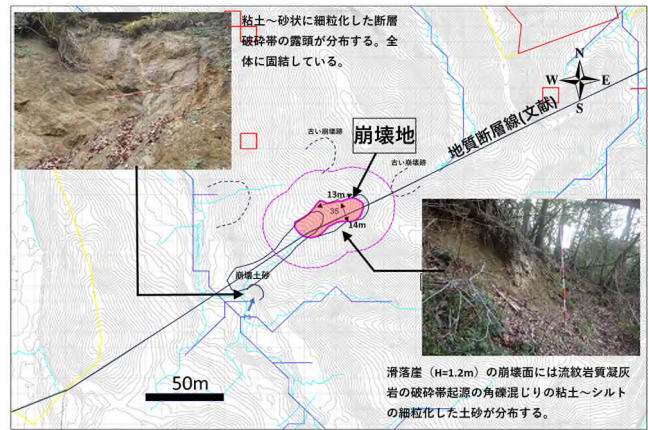


図-5 崩壊地の現地調査事例

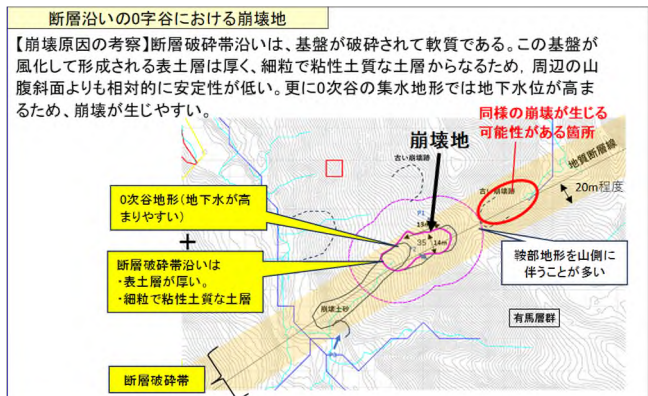


図-6 断層沿いの斜面崩壊のメカニズム考察

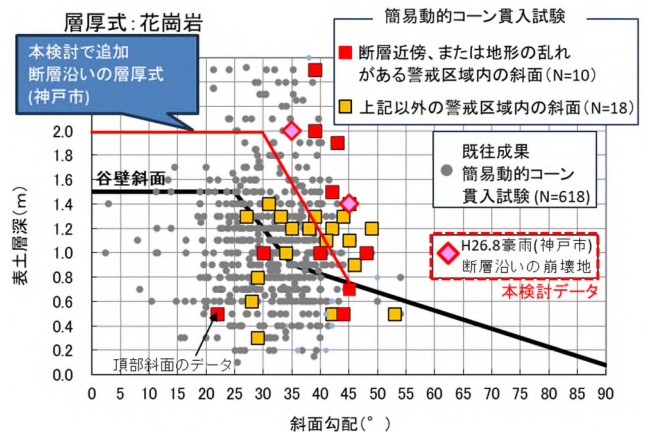


図-7 斜面勾配-表土層深の関係(神戸市域、花崗岩 既往文献 2)に加筆

表-2 モデル改良の効果(平成26年8月豪雨 神戸市)

計算モデル	自然斜面の崩壊地数	捕捉	見逃	捕捉率%	断層に掛かる崩壊地		地すべりに掛かる崩壊地	
					捕捉	見逃	捕捉	見逃
運用モデル	97	49	48	50.5	13	22	0	2
改良モデル	97	67	30	69.1	31	4	0	2

タイムハザードシステムの構築, 新砂防, 63 (6), pp. 4-12, 2011.

2) 沖村孝ら：土砂災害特別警戒区域(急傾斜地)における対策優先度の検討とリアルタイムハザードシステムの活用, 建設工学研究所論文集, 第65号, 2023.