

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 ー断層地形が広範に分布する地域における予測精度への影響とその対策ー

兵庫県土木部砂防課：肥田憲明，神戸市立工業高等専門学校：鳥居宣之
(一財)建設工学研究所：○窪田安打，沖村 孝，鏡原聖史，笠原拓造

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（安全率 1 未満）する物理モデル²⁾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、断層近傍の見逃し事例に対して予測精度向上の検討を行っているが³⁾、本論では更に検討を進めて、断層地形を考慮したモデルの改良結果を報告する。

2. 断層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 次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示しており、文献の断層線に掛かる崩壊地が多いことが確認された。運用モデルの判定は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た。

神戸市は六甲山周辺に断層地形が広範に分布しており、今後も同様の崩壊が発生する可能性がある。この断層地形沿いには土砂災害警戒区域の位置も重なることから、モデル改良による斜面崩壊の捕捉率向上が必要と判断された。

3. 断層地形沿いの表土層のモデル化

3.1. 表層崩壊のメカニズム

断層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

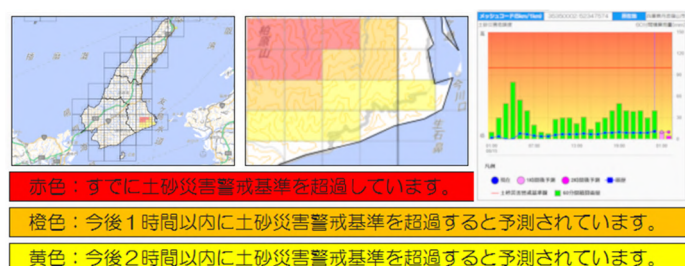


図-1 兵庫県地域別土砂災害危険度

(<http://sabo.civil.pref.hyogo.lg.jp/chikidosya/>)

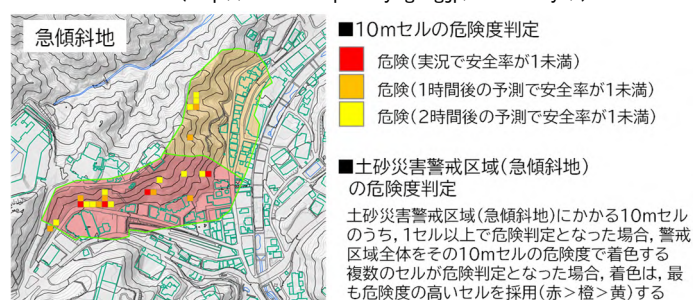


図-2 兵庫県箇所別土砂災害危険度(行政機関向け)

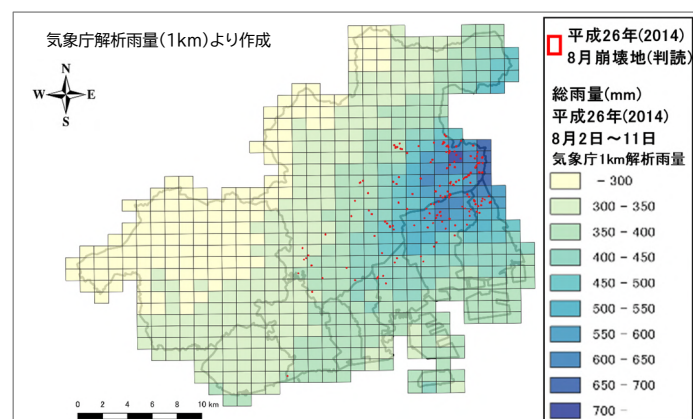


図-3 平成 26 年 8 月 2 日～11 日総雨量(神戸市)

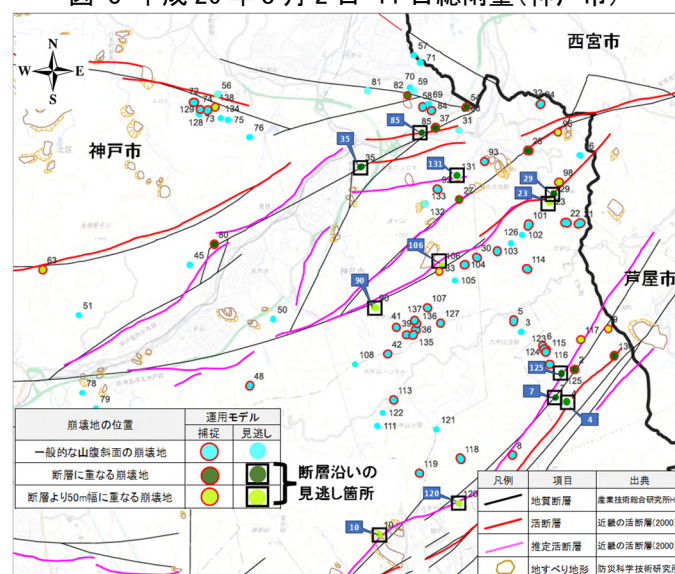


図-4 平成 26 年 8 月豪雨 判定状況(神戸市東部)

デルの改良方針を整理した。現地調査の結果、文献の断層線を中心に最大幅 110m 程度³⁾の破碎帯が分布しており、その範囲内にて表層崩壊が発生している。その中でも谷頭斜面と谷頭凹地の地形が明瞭である箇所に崩壊が集中していることが確認された(図-5)。また、破碎帯内は表土層深が周辺の山腹斜面よりも厚いこと、更に谷頭凹地の表土層はシルト～粘土混じり砂質土からなる細粒層が主に構成されることを確認した。このため、降雨時に地下水位が上昇しやすく、周辺の山腹斜面よりも崩れやすいことが判った(図-6)。なお、幅広い破碎帯は花崗岩および古第三紀～白亜紀酸性火山岩類(有馬層群)のみで確認されたため、その他の地質分布域は本論の検討対象外とする。

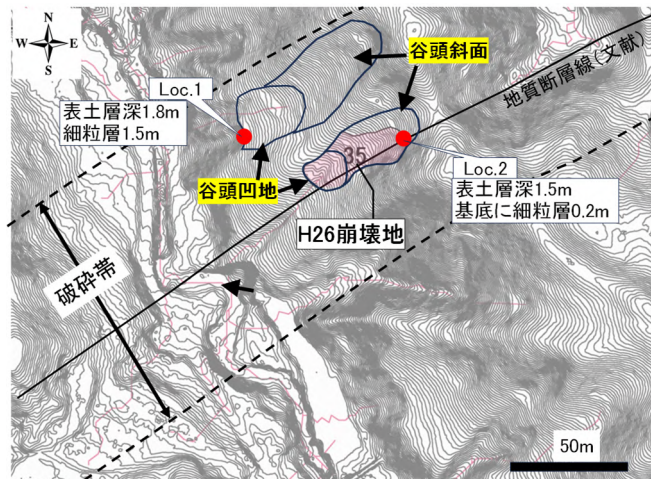


図-5 断層沿いの崩壊地における現地調査結果

3.2. モデル改良箇所の抽出と表土層の地盤条件設定

モデル改良箇所の抽出について、断層沿いの表層崩壊が発生しやすい地形の特徴を考慮して図-7 に示すように、3つの地形条件により絞り込んだ。

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。花崗岩では斜面勾配 35-45° の範囲において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³⁾。

更に、谷頭凹地にはシルト～粘土混じり砂質土の細粒層が厚く分布しており、周辺の山腹斜面よりも透水性が低い。このため、周辺の透水係数(0.056cm/s)¹⁾に対して、再現計算で捕捉率・空振り率が改善する値を求めた結果、透水係数(0.028cm/s)を設定した。

3.3. モデル改良効果と今後の課題

崩壊地形は現地確認により一部範囲の見直しを行い、再集計した。上記のモデル改良を行い、再現計算を実施した結果、断層沿いの崩壊地は捕捉が当初 12 箇所に対して、24 箇所に増加した(表-1)。これにより、全体の捕捉率は 71.1%へ向上したことから、改良効果が確認できた。また、モデルを変更する箇所を絞込むことにより、空振り数の増加を抑えることができた。これにより、断層沿いの土砂災害警戒区域周辺における崩壊予測精度の向上が期待される。今後、断層地形が広範に分布する地域においては、同様のモデル改良を行うことが適切であると考えられる。

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

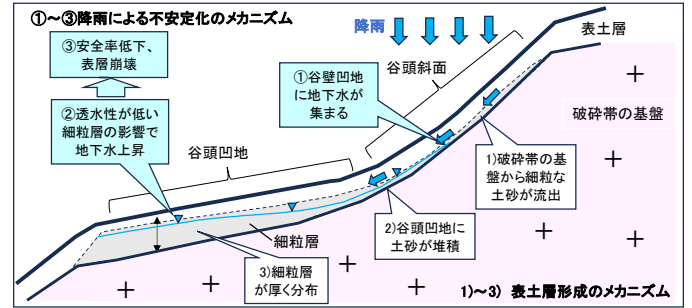


図-6 断層沿いの斜面崩壊のメカニズム

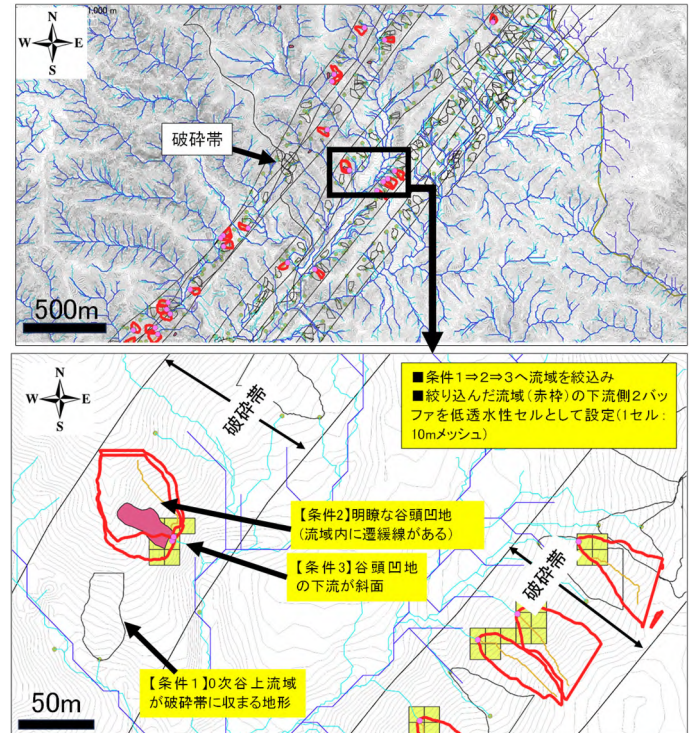


図-7 断層沿いの崩壊の危険性が高い斜面の抽出

表-1 モデル改良の効果(平成26年8月豪雨 神戸市)

計算モデル	全体				断層沿い				全体		
	崩壊地数	捕捉	見逃	捕捉率%	崩壊地数	捕捉	見逃	捕捉率%	全セル数	判定セル数	判定/全セル数%
運用モデル	97	57	40	58.8	24	12	12	50.0	5787184	17236	0.30
改良モデル	97	69	28	71.1	24	24	0	100.0	5787184	23379	0.40

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タイムハザードシステムの構築，新砂防，63(6)，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.
- 3) 窪田安打ら：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，令和6年度砂防学会研究発表会概要集，509-510，2024.