

土砂災害リアルタイムハザードシステムの活用に向けた取組み  
 —新たな危険度判定手法の開発—

(一財) 建設工学研究所 沖村 孝

神戸市立工業高等専門学校 鳥居宣之

兵庫県県土整備部土木局砂防課 高谷和彦

応用地質株式会社 中川 渉

株式会社ダイヤコンサルタント 鏡原聖史

国際航業株式会社 原口勝則, 笠原拓造, ○小泉和也

1. はじめに

近年、気候変動により集中豪雨が多発・激甚化しており、これに応じて各地で土砂災害が発生している。土砂災害による被害軽減のためには、災害がどこで起こるのかという「場の予測」と、いつ起こるのかという「時の予測」が重要であり、危険な状況をいち早く察知し、住民を適切に避難させることが必要である。このため、兵庫県では市町と共同でリアルタイム表層崩壊予測モデル（以下「予測モデル」と呼ぶ）の構築を段階的に進めている<sup>1)</sup>。現在、表六甲山系や豊岡市、丹波市、篠山市、三田市、西宮市、上郡町で予測モデルを用いた箇所別土砂災害危険度予測システム（以下「予測システム」と呼ぶ）を運用している。

本発表は、予測システムの判定精度の向上や判定タイミングの最適化を図るために、新たな判定・判定解除基準の設定方法を検討した結果について、丹波市の事例をもとに報告する。



図 1 予測モデル構築市町(兵庫県)

2. リアルタイム表層崩壊予測モデル概要

予測モデルは、表土層の崩壊を対象として地形を10m格子間隔で数値モデル化し、格子点（もしくはセルの中心点）に表土層厚を設定し、降雨を入力し、飽和横流れ浸透流解析によりセルの地下水位を計算し、無限長斜面安定解析式を用いて、各セルで時間ごとに安全率を計算するものである<sup>2)</sup>。

3. 新たな危険度判定手法の開発

現行の予測システムは、安全率 1 未満を基準に危険度の判定と解除の判断をしている。予測モデルでは供給された降雨が直ちに難透水層に達して地下水位を形成すると仮定している。このような地下水位の取り扱いであっても予測モデルによる安全率 1 未満となるタイミングが崩壊多発の時刻よりも遅れる場合が確認されている。また、安全率 1 未満の状態が長期にわたる場合も確認されている。

これらの課題は、土質パラメータの不均質性や過剰間隙水圧の影響などによって、必ずしも安全率 1 未満でなくとも崩壊が発生したり、その逆であったりすることを意味しているものと考えられる。

このため、安全率 SF (Safety Factor) に加えてその変化量  $\Delta SF$  を危険度判定の指標に加えることで判定のタイミングを最適化する手法を考案した。この判定方法は、図 2 に示すように、縦軸に安全率の絶対値 (SF)、横軸に安全率の変化量 ( $\Delta SF$ ) とした 2 次元面上に、判定基準線 (Line1~Line6) を地域ごとの災害事例に基づいた最適な閾値を設定しようとするものである。

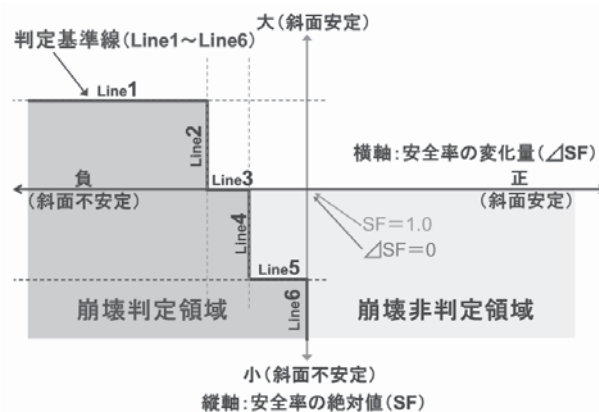


図 2 安全率と安全率の変化量による崩壊判定

#### 4. 判定基準線の設定

丹波市の判定基準線の閾値は、平成 16 年台風第 23 号や平成 26 年台風第 11 号時の災害事例をもとに以下の①～③の過程により設定した。

- ① 現行システムの予測モデルにおいて、時刻ごとの崩壊の捕捉率<sup>※)</sup>と空振率<sup>※)</sup>を算出する。

※)

10m格子数	シミュレーション		捕捉率=(A)/(A+B)	空振率=(C)/(C+D)
	発生予測	非発生予測		
実崩壊発生	A	B		
積崩壊非発生	C	D		

- ② 捕捉率が最大で空振率が最小となる SF と Δ SF による閾値を求める。
- ③ このとき、現行システムで見逃しにあたる崩壊を捕捉できることを優先して、判定基準線を決定する。

上記のように求めた丹波市での判定基準線ならびに安全率等の時系列変化の一例（寺奥谷川流域、ID: 6,446,324）を図 3 に示した。

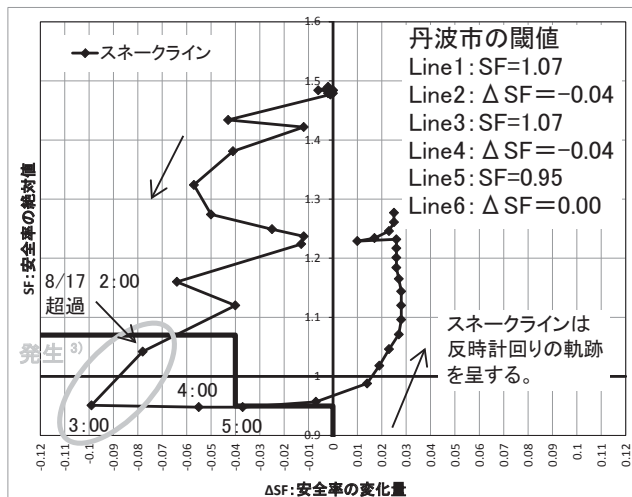


図 3 崩壊判定ライン(丹波市)とスネークライン(H26 降雨)

#### 5. 現行システムとの比較

平成 26 年台風第 11 号災害をもとに、試験運用中である現行システムと本検討で考案した新たな危険度判定手法（新システム）での判定メッシュ数と崩壊の捕捉率の比較結果を図 4 に示した。

現行システムと比較して以下の事項が確認された。

- ① 判定タイミングが従前よりも早まり、崩壊が発生した 2:00 頃～3:00 頃<sup>3)</sup>の捕捉率が 80%以上に高まった。
- ② 降雨と判定メッシュ数のピークが近づき、一般に確認されている土砂災害の発生タイミングと調和的な結果となった。
- ③ 降雨終了後に判定メッシュ数が急減し、長期にわたる判定状態のメッシュ数が抑制された。

#### 6. まとめ

安全率の絶対値にその変化量を加えた新たな危険度判定手法を用いることで、崩壊の発生タイミングをよりの確に把握できるようになった。また、判定が長引く傾向が改善され解除のタイミングも改善された。現在システム運用中の市町においては新たな判定基準線を適用済みであり、今後も実降雨に基づく検証を重ねて、さらなる改善を進める予定である。

#### 参考文献

- 1) 沖村孝・鳥居宜之・尾崎幸忠・南部光広・原口勝則：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・市川龍平：数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法，土木学会論文報告集，1985。
- 3) 松村和樹ら：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, No.1, P.60-67, 2015。

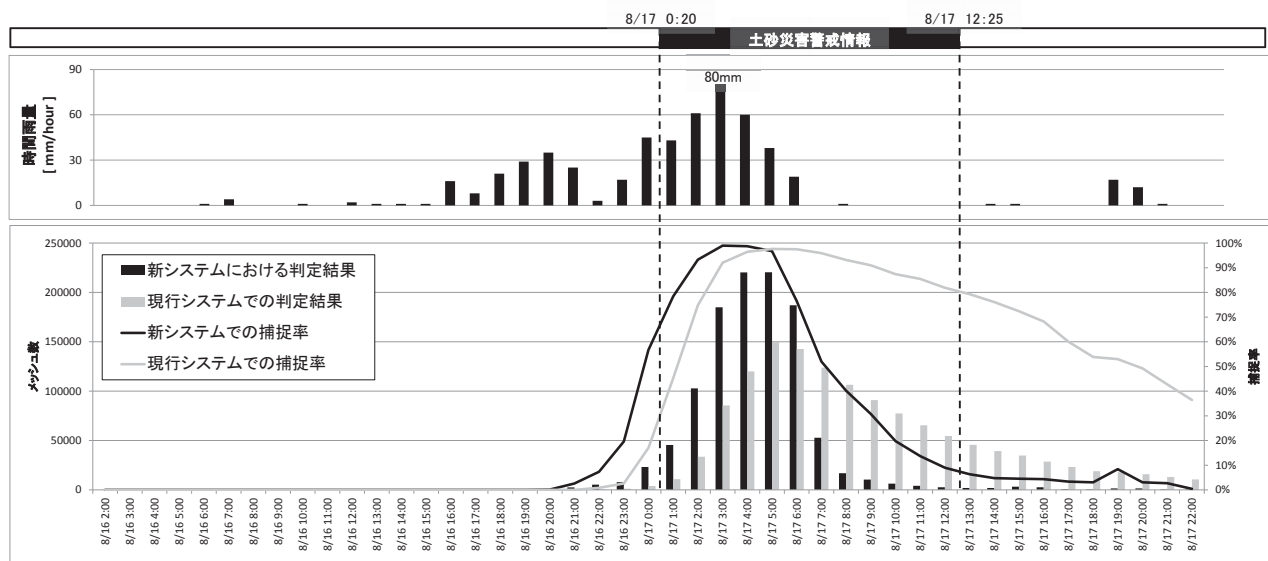


図 4 平成 26 年台風第 11 号におけるハイトグラフ(3 次メッシュ:52357110)とシステムの判定結果(丹波市)