

実効雨量を用いた土砂災害危険度判定手法の適用による道路管理高度化検討

株式会社気象工学研究所 ○高田望、友村光秀、渡辺涼一
 阪神高速道路株式会社 堀岡良則
 京都大学大学院農学研究科 小杉賢一朗

1. はじめに

近年、全国各地で局地的豪雨等に伴う土砂災害が発生しており、道路管理においても利用者の安全性を確保するため、通行規制をより適切に発動するための合理的な雨量指標が求められている。

小杉ら(2014)、小杉(2015)は、斜面崩壊危険度は、地下水位が高ければ高いほど大きくなる傾向にあることから(沖村ら、1985)、既往最大値を上回る降雨によって斜面内部の地下水位が既往最大を上回る状態になれば、その斜面がいつ崩れてもおかしくない状態であると考えることが妥当であるとした。そのうえで、地下水位の変動を半減期の異なる実効雨量の組み合わせで比較的良好に推定できること(小杉ら、2013、2014)、及び、斜面条件(地形、植生、土壌や基岩の性質(保水性や透水性))の多様性のため、地下水位の高い再現性を得る実効雨量の半減期は地点ごとに異なるが、その半減期を推定する方法が確立されていないことから、様々な半減期の実効雨量の種々の組み合わせについて既往最大値超過を判定する方法を提示した。高田ら(2016)は、同手法をメッシュ雨量データと組合せることで面的な危険度判定を可能とし、過去の災害事例解析によりその有効性を示した。また、渡邊ら(2017)も、高速道路管内で発生した土砂災害事例に適用し、道路管理における同手法の有効性を確認した。

本研究では、さらなる道路管理高度化を目的として、降雨予測情報や土地利用情報を活用した土砂災害危険度判定手法の検討を行った。

2. データと方法

2.1 対象災害

検討対象とした土砂災害は、阪神高速道路管内で発生した以下の4事例である。災害発生地点を図-1に示す。

- ①事例-1【2004年9月】台風21号、5地点で発生
- ②事例-2【2004年10月】台風23号、6地点で発生
- ③事例-3【2006年7月】停滞前線、1地点で発生
- ④事例-4【2014年8月】台風11号、6地点で発生



図-1 災害発生地点

2.2 雨量データ

任意の地点への適用を可能とするため、全国を詳細なメッシュでカバーする国土交通省解析雨量を用いた。国土交通省解析雨量は時期により格子サイズや測地系が異なるが、格子変換・空間内挿により最新のデータ仕様である1kmメッシュ世界測地系のデータとして1988年4月以降の時間雨量を整備した。このデータを用いて、0.1~4000時間の25種類の半減期の実効雨量データベースを構築した。また、降雨予測情報として降水短時間予報(1kmメッシュ・6時間先予測)および気象庁MSM(5kmメッシュ・39時間先予測)を用いて検討を行った。

2.3 危険度の判定方法

図-2に示すように、過去の雨量データ(今回は各路線供用開始月から災害発生の前月末時点)を用いて、縦軸と横軸に異なる半減期の実効雨量によるスネーク曲線を作成し、既往最大値を階段状の線で設定する。設定したすべての半減期の組み合わせ(今回は300ケース)でこの境界線(CL)を作成する。スネーク曲線がこのCLを超過すれば既往最大値超過となるが、危険度評価の指標として、「あと何ミリの雨で既往最大値になるか」という雨量を算出した。実効雨量の組み合わせのうち、最も小さい(最も危険度が高い)値をメッシュ毎に抽出して表示したのが、図-3に示した危険度の分布図である。一方、あるメッシュの危険度を時系列で示したものが、図-4の危険度時系列図である。

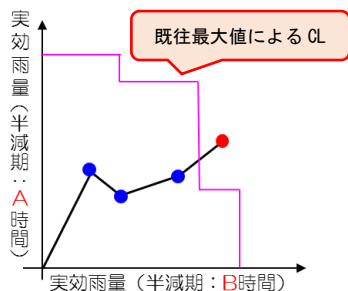


図-2 危険度判定方法

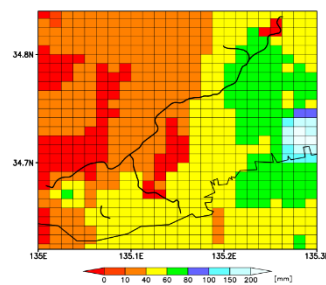


図-3 危険度分布図

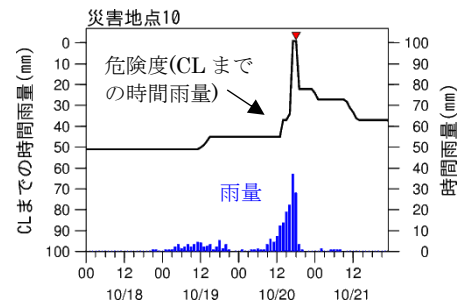


図-4 危険度時系列図

3. 結果と考察

3.1 降水予測情報を活用した危険度判定手法の検証

降雨予測情報は、期間によって空間解像度や予測時間、予測精度も異なっている。今回は、現在最新の仕様である予測データが利用できる事例-4（2014年8月に発生）を検討対象とした。図-5に降水短時間予報、気象庁MSMを用いた場合の危険度時系列図を示す。どちらも解析雨量（実績）を用いた場合より、早期の危険度判定が可能であることが示された。

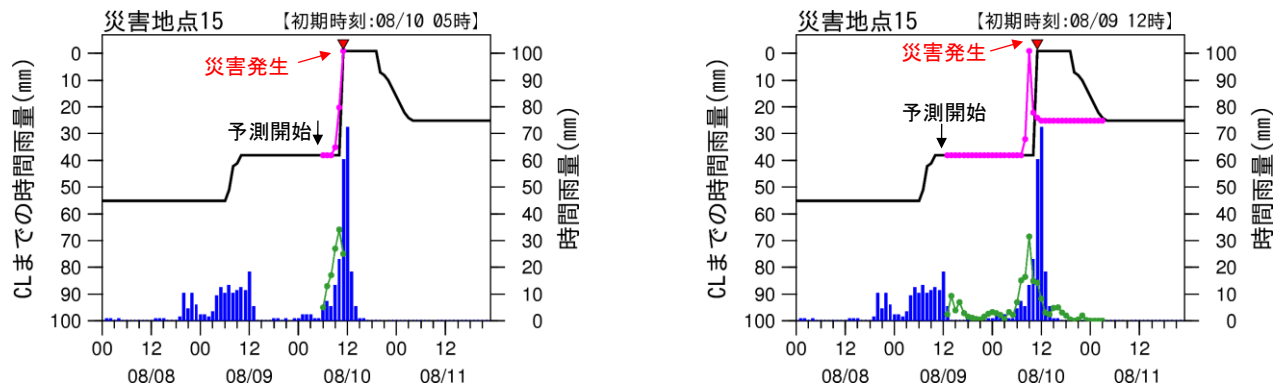


図-5 降雨予測情報を用いた危険度時系列図（左：降水短時間予報、右：気象庁MSM）

—：解析雨量（実績）、—：各予測雨量、—：土砂災害危険度、—：土砂災害危険度（予測）

3.2 土地利用情報を活用した危険度判定補正手法の検証

今回用いた危険度判定手法は、本来、自然斜面を適用対象としており、人為的な改変が加えられた法面などでは、危険度判定の誤差が大きくなる可能性があり、対象事例の中にも見逃しになってしまう地点が存在した。そこで、土地利用情報を活用した危険度判定補正手法の検証を行った。まず、阪神高速(株)が所有する道路管理平面図(CAD)に基づき、土地利用情報を1kmメッシュ毎に整理した。本検討では、土地利用を「補強法面（切土）」、「補強法面（盛土）」、「法面（切土）」、「法面（盛土）」、「自然斜面」、「トンネル」、「高架橋」、「その他（土工）」の8種類に分類した。次に見逃し事例を捕捉できるよう、CL引き下げ率を設定した。見逃し事例CL引き下げ率のイメージを図-6示す。具体的なCL引き下げ率は、補強法面（切土）72%、補強法面（盛土）52%とした。図-7に見逃し地点(No.1, No.2, No.4, No.5)が存在した事例-1における補正前後の危険度分布図を示す。補正前には見逃しとなっていた地点が、補正後には、CLを超過（図中赤色のメッシュ）し、災害発生を捕捉できていることが分かる。一方、CL引下げにより安全側の危険度判定となったことで、災害未発生地点においてもCLを超過するメッシュが増加した。

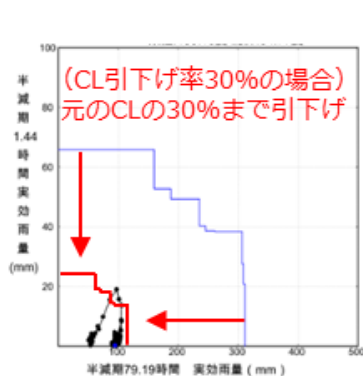


図-6 CL引下げのイメージ

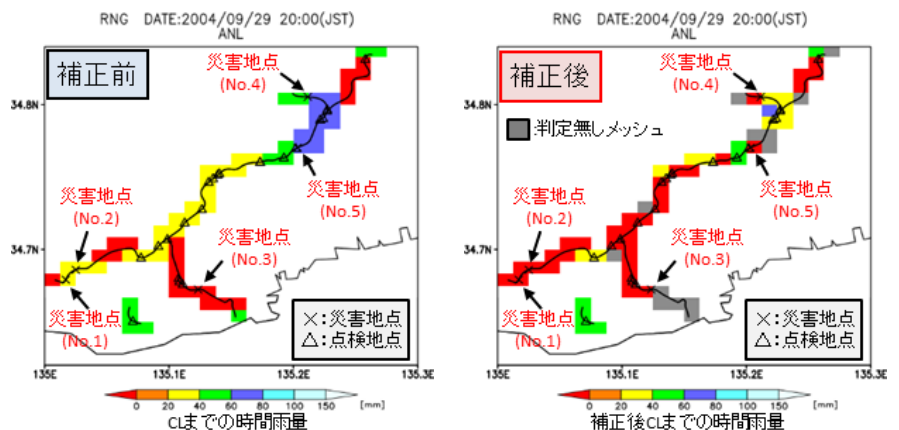


図-7 事例-1 災害発生時の危険度分布図（左：補正前、右：補正後）

4. まとめと今後の課題

今回の事例では、降雨予測情報を活用することで、より早期の土砂災害危険度判定が可能となることが示された。しかし、予測雨量の精度に大きく依存するため、危険度判定が見逃しや空振りとなる場合も考えられる。危険度判定の補正手法については、土地利用情報をさらに細かいメッシュ単位で整理することで、地点毎により適切な補正ができる可能性がある。また、本検討で適用したCL引き下げ率の妥当性については、他事例での検証が必要である。

【参考文献】1)小杉ら(2014)：砂防学会誌，Vol.67，No.4、2)小杉(2015)：砂防学会誌，Vol.67，No.5、3)沖村ら(1985)：砂防学会誌，Vol.37，No.5、4)小杉ら(2013)：砂防学会誌，Vol.66，No.4、5)小杉ら(2014)：砂防学会誌，Vol.66，No.6、6)高田ら(2016)：H28 砂防学会研究発表会，<http://www.jsece.or.jp/event/conf/abstract/2016/pdf/R4-27.pdf>、7)渡邊ら(2017)：平成29年度近畿地方整備局研究発表会，<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/happyou/theses/2017/pdf05/shingijutsu-17.pdf>