

解析雨量および予測雨量を用いた既往最大値超過に基づく土砂災害危険度評価

京都大学大学院農学研究科 ○福田幹・正岡直也・小杉賢一朗

1. 背景と目的

近年、平成30年7月豪雨や2019年台風19号、九州北部豪雨などの大規模な降雨において多くの土砂災害が発生している。土砂災害の主要な原因である降雨の評価はその発生の予測において重要である一方、警報から実際の災害発生までのリードタイムの必要性や、警報の空振りの多さが指摘されている（例えば国土技術政策総合研究所(2016)）。

土砂災害の危険性を予測する方法として、小杉ら(2014)ではスネーク曲線の両軸に異なる半減期を用いた実効雨量を、危険を判断する基準（以下CLと表す）として既往最大値を用いる方法が提案されている。また、小杉ら(2013)では特定の半減期の組み合わせのスネーク曲線によって地下水位が表現できることが示されている。

一方、この方法の既往研究ではアメダスをはじめとした各観測地点における実測値が計算に用いられており、局地的な降雨を捉えられない可能性がある。また、予測雨量を用いたリードタイムの検証は行われていない。

そこで平成30年7月豪雨時の広島県、岡山県、愛媛県の土砂災害発生事例に対し、解析雨量およびメッシュ形式の降水予報データを用いて複数の実効雨量によるスネーク曲線を利用した土砂災害危険度の評価手法について検証した。

2. 計算手法および対象

2.1 計算手法

半減期 m の実効雨量を以下のように定義する。

$$\begin{cases} X(m, 1) = r_1 \\ X(m, t) = 0.5^{\frac{1}{m}} \cdot X(m, t-1) + r_t \end{cases}$$

ここで、 t は計算開始時刻を 1 とし、1 時間ごとに 1 増える整数値である。

用いる半減期 m は -4 から 17 までの整数 i に対して $10^{i/5}$ [h] の 22 通り（ $0.16[h]$ から $2512[h]$ までを対数で 21 等分したもの）に設定し、この半減期の組み合わせ 231 通り（同じものの同士の組み合わせを除く）に対して災害発生期間以前のスネーク曲線を作成する。この中で「ある点に対して、第一軸、第二軸の両方の値がその点を上回るような点が存在

しない点」を既往最大となる点として CL を設定し、災害発生期間にプロットされる点と比較する。

また、災害の発生した斜面には通常地下水位のデータが存在せず、小杉(2013)のように地下の状況を表現する最適な組み合わせの半減期（以下最適な半減期と表す）を決定することはできない。一方、全組み合わせのうち CL を超過した半減期の組み合わせが多いほどその中に最適な半減期が存在する可能性が高い。そこで、今回は全組み合わせのうち CL を超過したケース数の割合を危険度として定義する。

2.2 計算対象

検証の対象及び雨量の計算期間は以下の通り。

CL の作成に用いる雨量の計算期間

2006/1/1 ~ 2018/7/4

CL とプロットを比較する期間（災害発生期間）

2018/7/5 ~ 2018/7/8

国土交通省から提供を受けた土砂災害の情報のうち、広島県、岡山県、愛媛県の比較的発生した時刻が詳しく分かる 48 例を対象地点とした。

3. 結果と考察

3.1 解析雨量のみを用いた結果

解析雨量から求められた実際の災害発生時刻の危険度の状況を図 1 に示す。

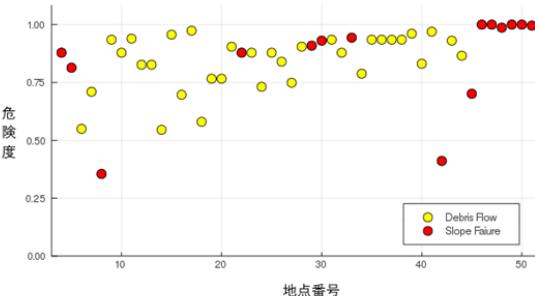


図 1 計算対象地点の災害発生時刻における危険度

7 割以上の地点で危険度が 0.8 を超え、土石流が発生した地点ではすべての点で危険度が 0.5 以上であった。また、計算した中では危険度が 0 のものはなく、全てのケースで既往最大値の超過が確認された。

3.2 予測雨量を用いた結果

次に予測雨量を用い、災害の発生以前に予測され得た危険度の変化を検証した。

ある時刻に対して得られる結果は図2のように時系列に沿った一次元的な形をとる。現在時刻の直前1時間分は実際の雨量を用いて得られた危険度であり、その先で15時間分予測雨量を連結して求めた危険度を表す。各時刻に対して求められた一次元の結果を時間ステップ分ずらしながら重ねていくと図3のような階段状の二次元の図が得られ、この図の水平方向は図2と同様の各時刻における各時刻の予測の履歴、垂直方向はある特定の時刻の危険度に対する予測の履歴となる。

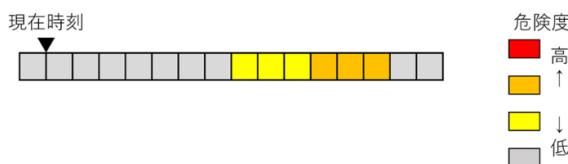


図2 ある時刻に対して計算される危険度のイメージ図

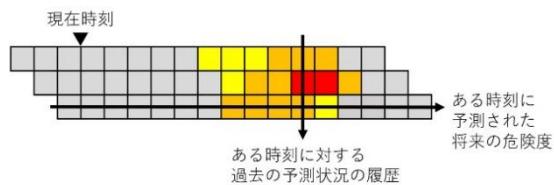


図3 予測される危険度の推移のイメージ図

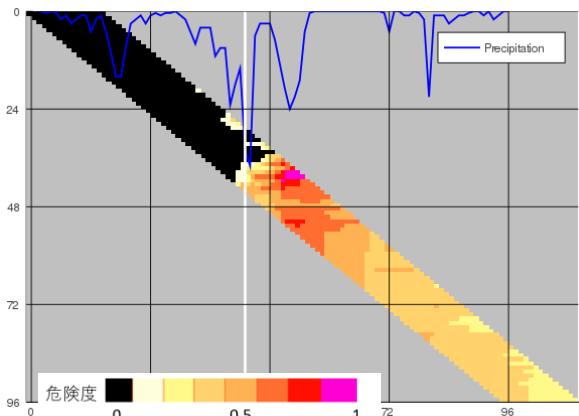


図4 予測状況の一例 (広島市安佐北区口田南)

実際に計算された予測状況の例を図5-3に示す。白線は災害発生時刻、両軸の数字は2018/7/5 0時からの経過時間、縦軸は同時に降水量[mm/h]も表す。このケースの場合、災害発生時刻付近での超過の予測が6時間程度前からなされており、比較的よく予測された例ということができる。一方

で、早い時刻の予測の精度が低く実際に超過が発生するよりかなり早い時刻から超過が予測される例も多く存在し(図5左)、反対に実際の超過発生まで予測がされない例も少数ながら存在する(図5右)。

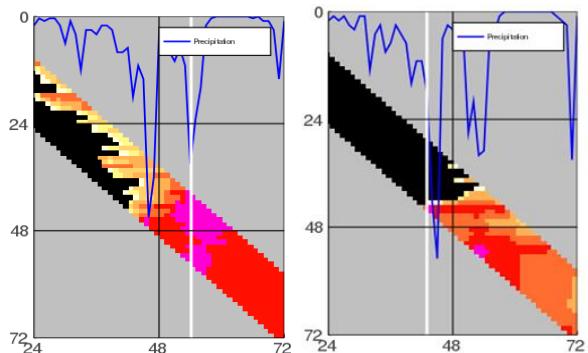


図5 問題のある予測状況の例

(左: 三原市大和町、右: 呉市天応東久保)

予測雨量は6時間後まで(降水短時間予報データ)と7-15時間後まで(降水15時間予報データ)のものでメッシュサイズが異なり、また今回は特定のメッシュの予測雨量のみをそのまま計算に用いている。予測精度向上のためにはこれらの取り扱いや危険性の判定方法などにさらなる検討を要すると考えられる。

4. 謝辞

解析雨量の利用に関しては株式会社エイト日本技術開発から参考となるデータを頂きました。土砂災害の発生データは国土地理院地理院地図、国土交通省、広島県から提供を頂き、またそのデータ処理においては東京大学空間情報科学研究センター(東大 CSIS)のCSVアドレスマッチングサービスを利用させて頂きました。本研究の一部は、平成31年度河川砂防技術研究開発公募制度の助成を受けて実施しました。

5. 参考文献

- 1)国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 土砂災害研究室(2016)「土砂災害予測に精度向上に関する研究」
https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/iinkai/bousai_6/6_bousai_siryou_7-1-1.pdf
- 2)小杉賢一朗 藤本将光 山川陽祐 正岡直也 糸数哲 水山高久 木下篤彦(2013)「山体基岩内部の地下水位変動を解析するための実効雨量に基づく関数モデル」 砂防学会誌, Vol.66, No.4, p.21-32
- 3)小杉賢一朗 水山高久(2014)「2014年7月9日に発生した長野県南木曽町の土石流災害の誘因となった降雨イベントの解析」 砂防学会誌, Vol.67, No.4, p.18-22