

過去の降雨・災害の履歴を利用することによる詳細な地域ごとの特性を考慮した警戒指標の検討

京都大学大学院 農学研究科 ○福田幹・小杉賢一朗・正岡直也

1. 背景

近年集中的な豪雨の頻度が増加しており、また大型の台風の増加などで今までに経験したことがないような規模の降雨が増えると予測されている。土砂災害による全ての被害をハード対策のみによって防ぐことが困難とされる中、特に人的被害を抑えるには事前の避難が重要であり、そのためにはそれぞれの地点に適し、危険の切迫度が伝わりやすい情報が必要である。現在、土砂災害に対する警戒に用いられる計算パラメータは全国どの地点でも一律であり、地点ごとの地形や地質、土地利用の状況などの条件を十分反映できていない可能性がある。また、がけ崩れと土石流のように災害の形態が異なる場合には最適な指標が異なることも予想される。

小杉(2015)^{*1}では実効雨量を両軸にとり、それぞれの半減期を様々に変化させた多数のスネーク曲線による結果を統合することで土砂災害の危険性を評価する手法を提案している。この手法では、条件を多数設定することで上に述べた斜面ごとの条件や災害形態による違いを考慮しているほか、警戒基準(以下、CL)を「そのスネーク曲線において過去に記録された最大範囲(以下、既往最大値)」と分かりやすいものになっている。

発表者はこの手法をもとに令和4年度の砂防学会^{*2}において平成30年7月豪雨の災害発生地点に対する解析を行った。その結果、災害発生地点の多くで過去に経験したものを超える規模の降雨があった可能性があり、それを示す半減期の組み合わせに災害形態ごとに特徴があることが示された。一方でこの結果は一連の降雨のみを対象にしたものであり、この結果が全ての災害事例に当てはまるとは限らない。そこで、この手法をもとに2019年から2022年に発生した降雨による土砂災害に対して解析を行い、有効性のさらなる検証を行った。

2. 計算手法

災害発生地点および発生時刻の情報源として、国土交通省・国土技術政策総合研究所(以下国総研)による土砂災害データベースを使用し、記載された地名と座標の確認が取れたものを解析に用いた。また、参考として過去に発生した災害の情報を用いるため、国総研資料第1231号^{*3}(以下、国総研資料)を用いた。

各災害事例に対し、計算対象として発生地点を含む3次地域メッシュである1kmメッシュと

そこから東西、南北の各方向へ2メッシュのずれを許容する5kmメッシュを設定した。各メッシュに対して2002年1月1日の値を0mmとして災害発生日の翌日24時までの実効雨量を計算し、2006年1月1日から災害発生日の10日前の0時までを既往最大値計算期間、災害発生日の2日前の0時から翌日24時までを災害発生期間と定めた。

22種類の実効雨量について、同じもの同士を含む全組み合わせ(253通り)でスネーク曲線を作成した上で、各スネーク曲線において既往最大値計算期間から警戒基準線(CL)となる既往最大値を計算し、以下に示す既往最大値超過量を用いて災害発生期間の降雨と比較した。ここで、スネーク曲線上に存在する既往最大値計算期間内の各プロットのうち両軸の値がともにその点を上回るような点が存在しない場合、その点をCLを構成する既往最大の点とする。さらに、災害発生期間のあるプロットがいずれかの既往最大の点より両軸ともに小さな値を持つ場合にそのプロットはCLを超過していないとし、それ以外の場合にはCLを超過していると定義した。

また、CLとプロットの位置関係を量的に表現するため、以下のように超過量を定義した。あるプロットAがCLを超過しているとき、Aの座標を両軸ともに同じ値x[mm]だけ減少させた点A'について、A'がCLを超過しないような最小のxを用いてAはCLをx[mm]超過していると表現する。同様に、AがCLを超過していないときAの座標を両軸ともに同じ値x[mm]だけ増加させたA'がCLを超過する最小のxを用いてAはCLを-x[mm]超過していると表現する。

1kmメッシュの場合は計算された各スネーク曲線・各時刻を通じた最大値をその災害事例における既往最大値超過量とし、5kmメッシュでの計算結果では全25メッシュで記録された最大値を既往最大値超過量とした。

3. 結果

3.1 計算対象となる災害事例について

対象となった災害事例は土石流が141件、がけ崩れが1240件であった。まず、データベース上の情報と国総研資料を用いて既往最大値計算期間中における他の災害発生状況を調査した。ここでは、既往最大値計算期間中に1kmメッシュを中心に東西、南北の各方向に5メッシュ分のずれを許容した11×11の範囲において発生した災害の件数を指標として用いた(以下、経験

災害数と呼ぶ)。経験災害数が 0 のとき、この地点では既往最大値計算期間に他の災害が発生していないことを表す。経験災害数が 0 の地点で発生した災害の件数は土石流で 61 件、がけ崩れが 481 件であった。また、がけ崩れ発生事例のうち災害集中度が 1 以上であったものは 422 件 (34%) であった。

3.2 各災害発生地点での超過量の内訳

図 1 に各災害事例に対する既往最大値超過量の内訳を示す。全事例において使用するメッシュのサイズを大きくすることで CL 超過と災害発生が対応する割合が増加した。この原因として、使用した災害情報や雨量データに空間的な誤差が含まれること、特に土石流では災害の発生に関与する領域がある程度の広さを持つことが考えられる。また、がけ崩れでは災害集中度、経験災害数の各要素を考慮することによって CL を超過する事例の割合は上昇するが、その効果は特に災害集中度を考慮した場合に大きい。ただし、災害集中度を考慮した がけ崩れでは経験災害数の考慮によって 1km メッシュの場合 10% 程度と比較的大きな上昇がみられることから、適切な条件下では経験災害数の考慮も効果的に作用する可能性がある。

3.3 各スネーク曲線における捕捉状況

上に示した結果は総当たりの組み合わせで計算した各スネーク曲線で計算した結果を統合したものである。ここで災害発生予測に有効な条件を絞り込むため、統合前の各スネーク曲線における CL 超過と災害発生がどの程度結びついていかにについて検討を行った。図 2 に土石流発生事例、がけ崩れ発生事例の各スネーク曲線で

の災害捕捉率を示す。災害捕捉率は「各スネーク曲線で CL 超過が発生した事例数/いずれかのスネーク曲線で CL 超過が発生した事例数」で定め、値が大きいほどそのスネーク曲線での CL 超過が災害発生に結び付きやすいことを表す。

土石流では 1km メッシュ、5km メッシュのどちらを用いた場合でも捕捉率が 90% を超える領域が存在し、特に 5km メッシュでは存在する範囲も広い。一方でがけ崩れの場合には 1km メッシュでは最大で 80% を超えることがなく、5km メッシュでも最大 85% (795 件/932 件) であった。このことはがけ崩れの発生時には様々な設定のスネーク曲線で CL 超過が発生しており、がけ崩れの発生に関与する半減期のばらつきは土石流と比べて大きいことを示している。また、土石流の場合でも 5km メッシュでの最大が 128/133 と捕捉率が 100% とはならなかったことも合わせ、多数の条件を考慮することが見逃しを避けるために有効であると考えられる。

4. 謝辞

本研究は 2023 年度砂防学会若手研究助成の支援を受けて行いました。

5. 参考文献

- 1) 小杉賢一郎 斜面崩壊の誘因となった降雨の評価手法, 砂防学会誌, Vol.67, No.5, pp.12-23, 2015
- 2) 福田幹・小杉賢一郎・正岡直也 複数のスネーク曲線を考慮することによる土砂災害発生予測手法の検討, R4 年度砂防学会研究発表会概要集 ST1-4, 2021
- 3) 国総研資料第 1231 号 降雨による土砂災害に関する全国集計データ

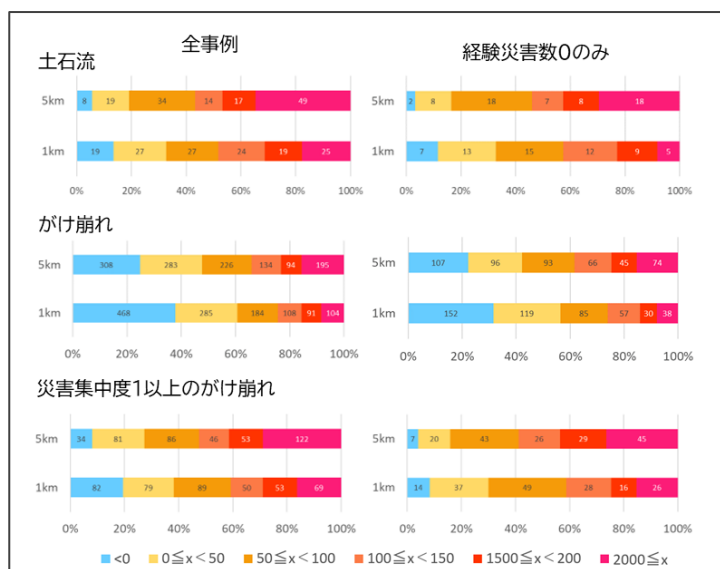


図 1 各災害事例での既往最大値超過量の内訳

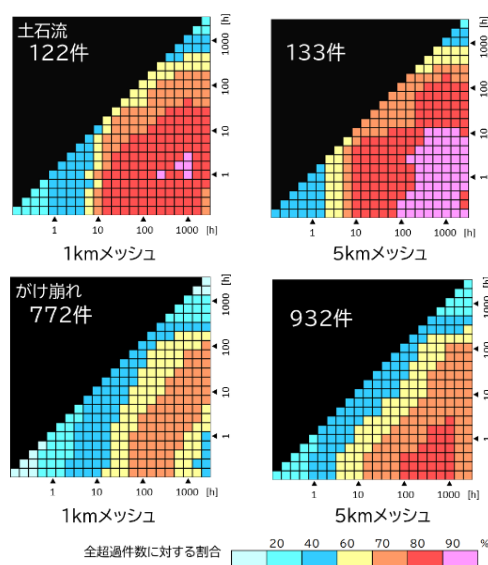


図 2 半減期の組み合わせごとの災害捕捉率