

鹿児島県深港川の土石流発生の原因となった降雨の評価

京都大学大学院農学研究科 ○荒川尚一郎・小杉賢一朗・中谷加奈
鹿児島県土木部砂防課 田村毅

1. はじめに

近年、従来の台風だけでなく、地球温暖化などが原因と考えられる短時間或いは局所的な集中豪雨が日本各地で頻発し、豪雨由来と推測される土石流による氾濫・堆積被害に伴う被害が発生している。その中で、土石流が繰り返し発生する溪流も存在し、土石流発生誘引となる降雨を適切に評価する必要性が出ている。

小杉(2015)^[1]は、一般に斜面崩壊危険度は地下水位が高いほど大きくなる(沖村ら、1985^[2])ことから、地下水位が既往最大値を超えて上昇した時には、その斜面は十分に崩壊発生が起こりうる状態にあると考えることが妥当だとした。さらに、半減期の異なる実効雨量の組み合わせで比較的良好に地下水位変動が推定できること(小杉ら、2014^[3])、推定に最適な実効雨量の半減期は、個々の斜面の水文特性が異なるために地点ごとに異なり、各地点に適切な半減期の推定方法が確立されていないことから、種々の半減期の組み合わせの実効雨量について既往最大値超過を判定する方法を提示した。地下水位上昇傾向が地点ごとに異なっても、既往最大値超過の検出を網羅的に行うことができる可能性がある手法である。

この手法は斜面崩壊や土石流など、幾つかの災害事例に適用されているが、短期間で繰り返し土石流の発生する溪流を対象に適用された事例は無い。本研究では、近年において複数回の土石流発生履歴のある鹿児島県の深港川を対象に、土石流発生誘引となった降雨の評価を目的として、当該手法を用いて解析した。

2. 対象災害地および土石流イベント

図1に対象地の位置を示す。過去30年の間では、2010年6月21~25日の土石流で崩壊面を形成した後、2015年、2016年に土石流が発生した。本研究ではその中で、3ケースを取り上げ、土石流発生誘引となった降雨の評価を行った。



図1 対象地の位置(国土地理院地図より引用、加筆)

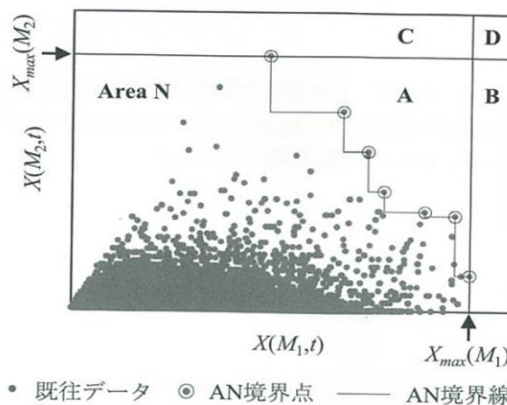


図2 スネーク曲線例(小杉^[1]の論文より引用)

【ケース1】2010年6月21日、23日、25日発生(いずれも発生時刻不明)

【ケース2】2015年6月24日11時50分、18時00分発生

【ケース3】2016年6月30日8時25分発生

3. 複合スネーク曲線による危険度判定方法

対象地点の最寄りのアメダス観測所(鹿児島県輝北)の1985年1月1日からの雨量データを用いて、各ケースで解析対象とする降雨イベントが発生する直前までの時間雨量から算出される実効雨量値を、図2のように横軸に長半減期実効雨量、縦軸に短半減期実効雨量となる平面上にプロットした。この平面において、既往最大値を図2のように結んで階段状に設定した。この既往最大値を表す線を、ここではAN境界線と呼ぶ。さらに、長半減期(M1)、短半減期(M2)を、0.1~3000hの範囲で、その対数値の変化量が一定になるように計25通りに設定し、合計351通りの組み合わせでAN境界線を作成した。災害発生時間前後で描いたスネーク曲線が図2のA~Dの領域に入った時が既往最大値超過であり、災害がいつ起こってもおかしくない状態だと判定する。既往値収集開始タイミングは、ケース1より前には土石流が確認されていないので、アメダスデータの開始時刻から3年の助走期間

をとって 1988 年 1 月 1 日 0 時より収集した。一方、ケース 2、3 では、2010 年 6 月 21 日の土石流による崩壊面形成により水文特性が変化したと考え、翌年（2011 年）の 1 月 1 日 0 時から既往値を収集した。また、既往値収集の終点は、それぞれのケースの土石流発生降雨イベントが開始する直前までとして、表 1 のように設定した。なお、本研究では、降雨イベントは 24 時間以上の無降雨期間によって区切った。

対象ケース	既往値収集期間	出力期間
1	1988/1/1 0:00 ～ 2010/6/17 12:00	2010/6/17 12:00 ～ 2010/6/26 0:00
2	2011/1/1 0:00 ～ 2015/6/22 5:00	2015/6/22 5:00 ～ 2015/6/24 18:00
3	2011/1/1 0:00 ～ 2016/6/27 7:00	2016/6/27 7:00 ～ 2016/7/2 2:00

4. 結果

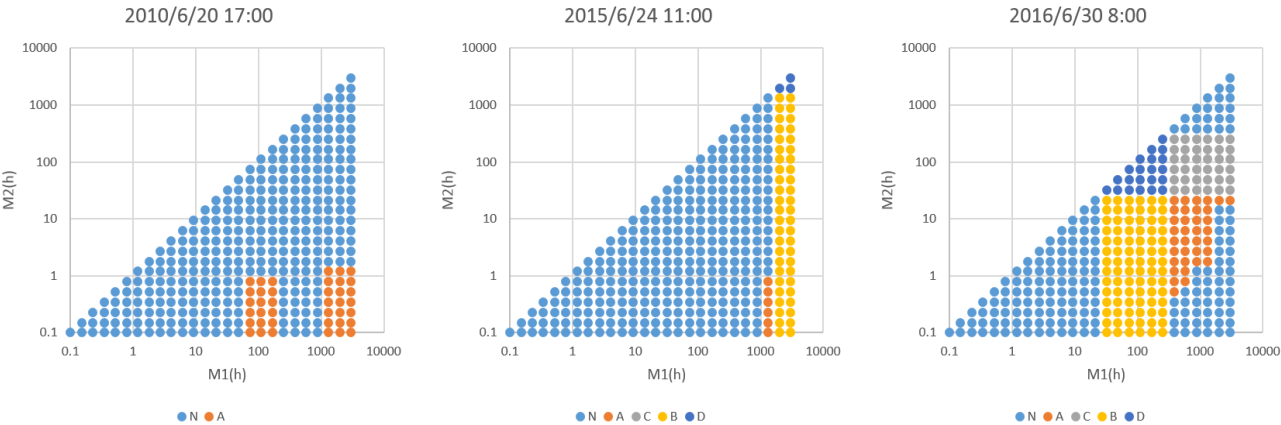


図 3 各ケースの二次元判定図（一部のみ掲載）

図 3 は、土石流発生時刻における、各半減期の組み合わせによる領域 A~D（図 2 参照）の検出状況を表したものである。ケース 1 の解析では、一連の土石流発生の前日（6 月 20 日）の 17 時から、6 月 25 日 23 時に至るまでの間、断続的に既往最大値超過を検出する半減期の組み合わせが出現した。ケース 2 の解析では、1 回目の土石流発生の 2 時間前である 6 月 24 日 10 時から、2 回目の土石流が発生した 18 時までの間、既往最大値超過を検出する半減期の組み合わせが存在した。ただし、ケース 2 で既往値収集開始を、ケース 1 と同じく 1988/1/1 0:00 として解析を行った場合は、災害発生時刻において既往最大値超過を検出しなかった。ケース 3 の解析では、土石流発生当日（6 月 30 日）の 5 時より既往最大値超過を検出する半減期の組み合わせが出現し始め、土石流発生直前の 8 時の時点では既往最大値超過を検出する多くの半減期の組み合わせを検出した。

5. 考察と今後の展望

当該手法での解析結果は、各ケースで土石流を誘発した降雨イベントについて、各既往値収集期間内で起こった降雨イベントと比較した際の異常性を定量的に検出した。また、ケース 2、3 では、2010 年 6 月の土石流の際に崩壊面が形成され水文環境が変化したことを考慮して、翌年（2011 年）1 月 1 日より既往値の収集を開始することにより、降雨限界雨量線(CL)が下方修正され、既往最大値超過を検出した。以上により、斜面特性に変化が生じた後は既往値収集期間をリセットし、CL を設定し直す必要があることが示唆された。今後は、深港川やそれ以外の場所における降雨イベントに対して、当手法を用いた際の土砂災害危険度判定結果と、現行の土砂災害危険度判定手法を用いた結果の比較を行う予定である。

6. 謝辞

本研究では、鹿児島大学の地頭 隆 氏より、現在の地質・水文状況に関する情報を提供いただきました。ここに記して感謝の意を表明致します。

7. 参考文献

[1]小杉賢一朗(2015)：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,p.12-p.23
[2]沖村ら(1985)：砂防学会誌,Vol.37,No.5, p.4-13 [3]小杉ら（2014）：砂防学会誌, Vol.66, No.6, p.3-14