

崩壊及び降雨履歴を考慮した土砂災害警戒情報発表基準の検討

宇都宮大学農学研究科 ○比留間翔剛、執印康裕

1.はじめに

H26年11月に土砂災害防止法が改正された。これによって都道府県と気象庁から共同で発表される土砂災害警戒情報は市町村長が避難勧告等の災害応急対応や、住民の自主避難等の判断に資する情報として法的に明記された。現在土砂災害警戒情報の発表基準としては土壌雨量指数が用いられている。国土交通省と気象庁によれば、全国において平成20年から平成23年の土砂災害警戒情報の発表なしで災害が発生した災害見逃し率は平均24.9%である。また土砂災害警戒情報が発表されたが、災害が発生しなかった災害空振り率を資料より算出すると平均96.5%となる¹⁾。土壌雨量指数は重要な指標のひとつであるが、降雨量のデータのみを用いて算出されるため、地形地質条件等は含まれず地域性が反映されにくい。本稿では空振り率に着目し現在土砂災害警戒情報発表基準に用いられている土壌雨量指数と、窪田ら(1987)の考案した手法を参考に鉛直浸透過程を応答モデルで解析したものを対象地域について降雨及び災害、崩壊履歴をもとに比較、検討した結果を報告する。

2.対象地

今回の対象地として近年大規模な災害が発生した熊本県東部に位置する阿蘇地域、東京都大島町に属する伊豆大島の2箇所の火山地域を選定した。火山地域は、他の地域と比較して、火山の噴火活動に伴う火山性堆積物が幾重にも重なった地質構造を成し、豪雨、火山活動により、生産される土砂量も多いという特徴があり、それが土砂災害発生条件にも影響する可能性が考えられる。また結果を比較するために非火山地域として三重県多気郡大台町に位置する宮川ダム流域、栃木県塩谷郡塩谷市の2箇所の計4箇所を選定した。

3.検討手法

まず崩壊発生豪雨と非発生豪雨の降雨特性の違いについて検討するために阿蘇地域、伊豆大島、宮川ダム流域、塩谷の各気象台で観測されている一時間降水量データをそれぞれの地域で1953年から2016年の64年分、1958年から2016年の59年分、1978年から2016年の39年分、1981年から2016年の26年分用いて各降雨イベントの土壌雨量指数最大値を算出した。これによって算出された各地域の土壌雨量指数の値が大きいイベントについて、各イベントの10分間降水量データを用いて窪田ら(1987)の斜面流出モデルを参考に最大地下水位を算出した。この際セル底面の飽和透水係数を算出する式は以下のようになる。

$$Q_v = K_s \cdot S^\beta \cdot L^2$$

ここで Q_v ：表層土から基岩層への浸透量、 K_s ：セル底面の飽和透水係数、 S ：飽和度、 β ：不飽和領域での透水係数の低下を示すパラメータ、 L ：セルの一辺の長さ、である。

このモデルは図1のように流出孔の高さを0とする1段のタンクモデルであり、セルの上からの水分がそのまま下に抜けていく鉛直浸透過程のものである。この流出孔の高さを0とする考えは実効雨量の概念に対応し、実効雨量における半減期が K_s 、貯留量が S に相当する。この際セル内の間隙の水分量に地下水位発生飽和度 S_c を設定し、地下水位を求めた。 K_s 及び S_c の値については調整をした。表1はそれらの阿蘇と伊豆大島の結果の一例を地域ごとにイベントの土壌雨量指数の値が大きいものから順に並べたものである。

4.結果

表1が示すように土壌雨量指数の最大値で災害が発生したイベントと発生していないイベントを比較した場合、

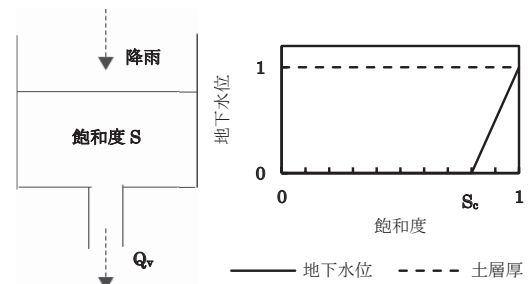


図1 斜面流出の簡易モデルと地下水位の変動例

災害非発生イベントであるにも関わらず、土壌雨量指数の値が災害の発生したイベントよりも高い値を示すものがあることがわかった。なお宮川と塩谷についても同様の結果が得られた。

次に火山地域である阿蘇と伊豆大島で算出した最大地下水位の値が高い順にイベントを並べたものとそれぞれの土壌雨量指数の値の一例を図2に示す。この図からも土壌雨量指数で比較した場合災害非発生年のイベントで値が高いものがあることがわかる。一方、最大地下水位で比較した場合火山地域である阿蘇と伊豆大島は災害発生年の降雨イベントの値を上回る災害非発生年のイベントがないことを確認した。なお宮川と塩谷については災害発生年のイベントと非発生年のイベントが入り混じる結果となった。

5. 考察

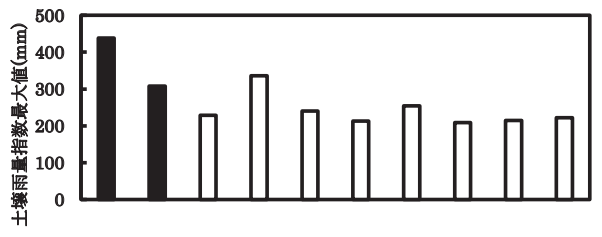
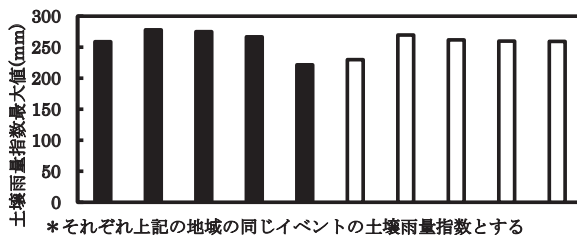
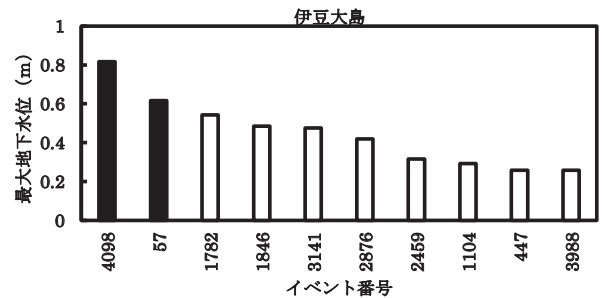
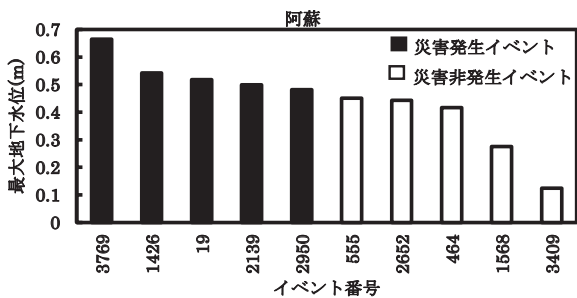
今回の解析結果から最大地下水位に注目した場合、火山地域では降雨データのみを用いて土壌雨量指数よりも災害発生イベントと非発生イベントを区別できる可能性を見いだせた。一方で非火山地域においては災害発生年の降雨イベントと非発生年の降雨イベントを明確に区別するまでには至らなかった。最大地下水位について非火山地域で発生イベントと非発生イベントの区別が困難だったことは、今回の検討方法では側方と鉛直方向の浸透過程について区分しなかったことが関係していると考えられる。

今後は火山地域、非火山地域のどちらの地域についても、今回は考慮していなかった側方流の概念を取り入れた検討を今回検証した阿蘇地域、伊豆大島、宮川ダム流域と塩谷地域の4カ所について行う予定である。

表1 各地域のイベントごとのデータ及び算出結果一例

地域	イベント	一雨量 (mm)	1時間最大 (mm/hr)	24時間最大 (mm/24hr)	SRI Max (mm)	GWL Max (m)
阿蘇	1426	597.00	60.00	387.50	277.84	0.54
阿蘇	19	759.60	49.10	412.30	275.03	0.52
阿蘇	2652	1012.00	55.50	283.50	269.41	0.44
阿蘇	2139	726.50	49.00	341.00	266.62	0.50
阿蘇	464	575.50	29.00	415.00	261.70	0.42
阿蘇	1568	541.50	42.00	422.00	259.47	0.28
阿蘇	3409	1095.00	44.00	339.50	259.31	0.13
阿蘇	3769	570.50	89.00	392.50	258.93	0.66
阿蘇	555	1031.00	44.00	283.00	229.75	0.45
阿蘇	2950	430.00	70.50	299.00	221.60	0.48
大島	4098	824.00	118.50	824.00	438.48	0.82
大島	1846	851.50	58.50	712.00	336.28	0.49
大島	57	536.90	87.50	434.60	308.16	0.62
大島	2459	544.50	40.50	350.50	254.10	0.32
大島	3141	416.00	55.50	412.00	240.10	0.48
大島	1782	403.50	82.50	403.00	228.20	0.54
大島	3988	405.00	28.50	356.00	222.31	0.26
大島	447	542.50	36.80	232.10	214.40	0.26
大島	2876	346.00	56.00	346.00	212.62	0.42
大島	1104	397.50	40.00	368.00	208.38	0.29

※網掛けのあるイベントは災害発生年のもの



*それぞれ上記の地域の同じイベントの土壌雨量指数とする

図2 地域ごとのイベント最大地下水位と土壌雨量指数最大値

参考文献

- 1)国土交通省,気象庁:土砂災害警戒情報の運用成績
- 2)窪田順平,福嶋義宏,鈴木雅一(1987):山腹斜面における土壌水分変動の観測とモデル化,日本林学会誌,Vol.69(7),pp.258-269