

## 土砂災害と降雨・流出特性の時系列変化-平成 29 年 7 月九州北部豪雨を事例に-

九州大学大学院 ○石丸桃子\* 佐藤忠道  
九州大学 執印康裕

\*現 (一財) 砂防・地すべり技術センター

## 1. はじめに

土砂災害の素因(地形, 植生, 社会条件等)と誘因(降雨, 地震等)は, 数十年, 数百年の時間をかけて変化している。また, 日本では, 日降水量 100 mm 以上及び 200 mm 以上の大雨の日数, 1 時間降水量 50 mm 以上及び 80 mm 以上の短時間強雨の年間発生回数は増加傾向である(気象庁, 2022)。今後, 豪雨による土砂災害の頻度が増加したり, 被害が拡大したりする可能性がある。そのため, 土砂災害対策を長期的な視点で行う必要がある。さらに, 土砂災害が発生した地域のみならず, 他地域でも適用可能な手法で, 土砂災害を発生させた降雨特性を評価することは重要であると考えられる。

そこで, 本研究では, 近年の豪雨災害である平成 29 年 7 月九州北部豪雨(以下, 平成 29 年災害と呼ぶ)を事例として, 福岡県朝倉市の降雨・流出特性の時系列変化に着目し, ①平成 29 年災害時の降雨・流出特性の確率的な評価, ②降雨・流出特性の変化傾向を明らかにすることを目的とした。

## 2. 手法

## 2.1. 対象地

対象地は福岡県朝倉市とした。平均年降水量は約 1941 mm である。主な地質は花崗閃緑岩, 泥質片岩, 砂質片岩, 火山岩類であった(千木良ら, 2018)。平成 29 年災害時は, 2017 年 7 月 5 日 15 時から 16 時に最大時間雨量 106 mm で, 累積雨量は 654.5 mm であった。土砂移動現象は 2017 年 7 月 5 日 15 時に発生した(厚井ら, 2020)。

## 2.2. 使用データ

降雨・流出特性の解析には 1976 年から 2021 年のアメダス朝倉の 1 時間降水量データを使用した。

## 2.3. 検討手順

## 【手順 1】

本研究では, アメダス朝倉の 1 時間降水量データを 6 等分し, 10 分間降水量を入力値として, 3 段直列タンクモデル(Ishihara and Kobatake, 1979)の各タンク貯留高・土壌雨量指数・流出量を通年の連続計算により算出した。これは先行降雨の影響を取り込む

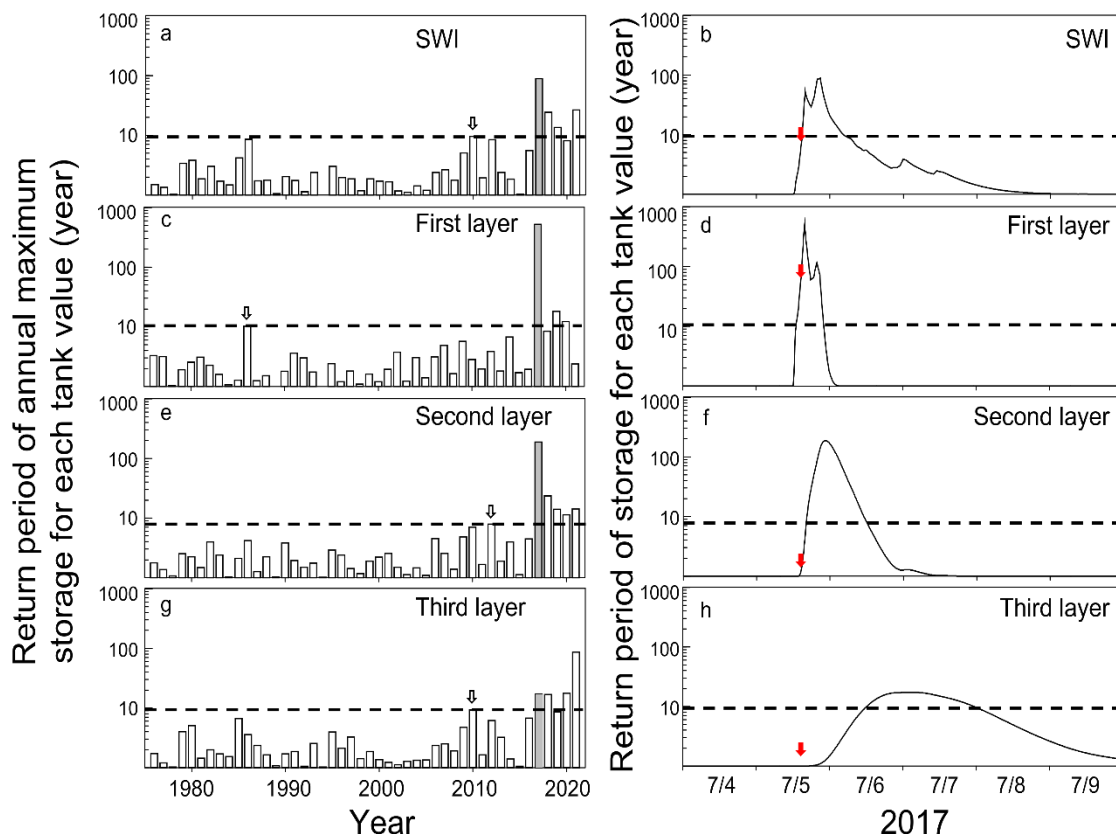


図-1 1976 年～2021 年における年最大の土壌雨量指数・各タンクの貯留高の確率年 (a, c, e, g) 及び 2017 年 7 月 4 日～7 月 9 日の土壌雨量指数・各タンク貯留高の確率年の経時変化 (b, d, f, h) (点線: 平成 29 年災害以前の土壌雨量指数・各タンクの最大確率年, a, c, e, g 中の白矢印: 平成 29 年災害以前の土壌雨量指数・各タンクの最大確率年の年, b, d, f, h 中の赤矢印: 土砂移動現象発生時間 (2017 年 7 月 5 日 15 時) (厚井ら, 2020))

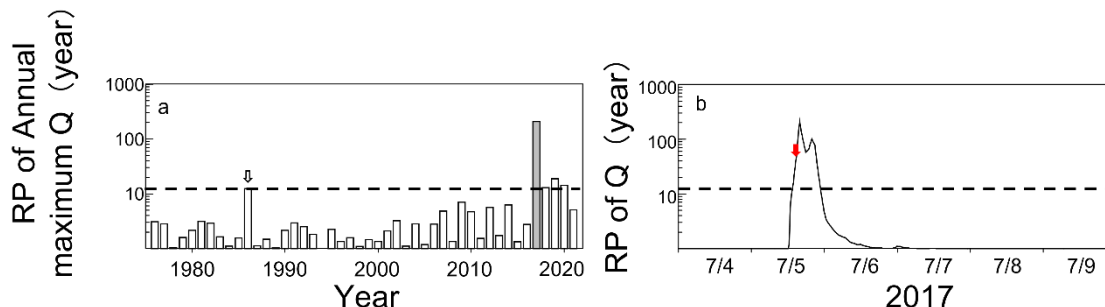


図-2 1976 年～2021 におけるタンクからの流出量に妙見川上流域の面積を乗じた年最大値の確率年 (a) , 2017 年 7 月 4 日～7 月 9 日のタンクからの流出量に妙見川上流域の面積を乗じた値の確率年の経時変化 (b) (点線, 白矢印, 赤矢印は図-1 と同様である)

ためである。各タンク貯留高は斜面崩壊発生、タンクからの流出量は崩壊土砂を下流へ運ぶ指標とした。そのため、タンクからの流出量 (mm) に、砂防堰堤の破壊が生じた妙見川上流域の面積 (0.42 km<sup>2</sup>) を乗じて、流量 (m<sup>3</sup>/s) に換算した。

#### 【手順 2】

斜面崩壊の発生は、その地域の降水量よりも確率に影響されるため (Sato and Shuin, 2022), 極値解析により算出した確率年を用いて評価した。各タンク貯留高・土壌雨量指数・タンクからの流出量に妙見川上流域の面積を乗じた値の確率年は、1976 年～2021 年までの各年最大値の確率密度関数を一般化極値分布に近似し、算出した。母数の推定には L 積率法を用いた。

#### 【手順 3】

各タンク貯留高・土壌雨量指数・タンクからの流出量に妙見川上流域の面積を乗じた値の変化傾向の分析には、ノンパラメトリック手法である Mann-Kendall 検定 (Mann, 1945 ; Kendall, 1975) を行った。有意水準は 5% とした。

### 3. 結果および考察

#### 3.1. 災害発生時と非発生時の比較

図-1 に 1976 年～2021 年における年最大の土壌雨量指数・各タンクの貯留高の確率年 (図-1 a, c, e, g) 及び 2017 年 7 月 4 日～7 月 9 日の土壌雨量指数・各タンク貯留高の確率年の経時変化 (図-1 b, d, f, h) を示す。図-1 中の点線は平成 29 年災害以前の土壌雨量指数・各タンクの最大確率年、図-1 a, c, e, g 中の白矢印は平成 29 年災害以前の土壌雨量指数・各タンクの最大確率年の年、図-1 b, d, f, h 中の赤矢印は土砂移動現象発生時間を示す。1 段目のタンク貯留高について、平成 29 年災害以前の最大確率年は 10.3 年 (図-1 c), 土砂移動現象発生時間は 74.0 年、ピーク時は 518.3 年である (図-1 d)。土砂移動現象発生時間には、1 段目のタンクのみが平成 29 年災害以前の最大確率年を超過している (図-1)。

Sato and Shuin (2022) は、3 段直列タンクモデルを用いて、崩壊発生とその形態の関係を検討した。その結果、表層崩壊は 1 段目のタンク貯留高、深層崩壊は 3 段目のタンク貯留高の確率年が崩壊発生以前の

既往最大を上回った時点で発生したことを示した。平成 29 年災害時、朝倉市では表層崩壊が多数発生した (千木良ら, 2018)。1 段目のタンクと表層崩壊の発生が対応した本結果は、Sato and Shuin (2022) の結果と調和的である。

図-2 は 1976 年～2021 におけるタンクからの流出量に妙見川上流域の面積を乗じた年最大値の確率年 (図-2 a) , 2017 年 7 月 4 日～7 月 9 日のタンクからの流出量に妙見川上流域の面積を乗じた値の確率年の経時変化 (図-2 b) である。図-2 中の点線、矢印は図-1 と同様である。本結果は崩壊土砂を下流へ運ぶ指標とした。平成 29 年災害で発生した表層崩壊は、土石流になったものも多く、(千木良ら, 2018 ; 丸谷ら, 2017) 砂防施設の損傷や下流への土砂流出が発生した。平成 29 年災害以前の最大確率年は 12.5 年 (図-2 a) , 土砂移動現象発生時間は 50.7 年、ピーク時は 208.7 年である (図-2 b)。平成 29 年災害以前とピーク時の確率年を比較すると 196.2 年の差となり、砂防堰堤の破壊に影響した降雨外力を示すと考えられる。

#### 3.2. 降雨特性の変化傾向

1976 年～2021 年の 46 年間における各タンク貯留高・土壌雨量指数・タンクからの流出量に妙見川所流域の流域面積を乗じた値の各年最大値について、Mann-Kendall 検定を行った結果、すべて 5% の有意水準で上昇傾向であった。

#### 参考文献

- Ishihara, Y. and Kobatake, S. 1979. *Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.* 29: 27-43.
- Kendall, M.G. 1975. *Rank correlation methods*, 4th edn. Charles Griffin, London
- 厚井高志ら. 2020. 砂防学会誌 73(3):54-59.
- Mann, H.B. 1945. *Econometrica: J. Econom. Soc.* 245-259.
- 丸谷知己ら. 2017. 砂防学会誌 70(4): 31-42.
- 文部科学省・気象庁. 2020. 日本の気候変動 2020-大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書-.13 [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2020/pdf/cc2020\\_honpen.pdf](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2020/pdf/cc2020_honpen.pdf) 2023 年 3 月 28 日最終閲覧.
- Sato, T. and Shuin, Y. 2022. *Arab. J. Geosci.* 15: 1239.
- 千木良雅弘ら. 2018. 京都大学防災研究所年報 61(A):28-35