

降雨特性と土砂災害の関係について

九州大学大学院 ○佐藤忠道
九州大学 執印康裕

1. はじめに

気候変動に伴う降水量の増加によって、土砂災害の危険性が增大することが多くの先行研究で指摘されている（たとえば、Gariano and Guzzetti 2016）。わが国においては、1時間降水量 50 mm 以上および 80 mm 以上の年間発生回数はともに増加傾向にあり（気象庁 2022）、今後豪雨による土砂災害が増加する可能性が高いと考えられる。このような気候変動下においては、長期的な視点に基づく土砂災害対策を計画・実施することが重要である。またそのためには、土砂災害を引き起こす可能性の高い降雨特性を明らかにした上で、そのトレンドを検討する必要があると考える。さらに、降雨特性のトレンドに対して、土砂災害による被害がどのように変化しているのかを検討することも重要である。本研究では上記の点に着目し、土砂災害の誘因となった降雨特性を土壌雨量指数の算出に用いられる三段直列タンクモデル (Ishihara and Kobatake 1979) によって明らかにし、その経年変動と土砂災害による被害の経年変動の関係について極めて単純な考察を加えたので、ここに報告する。

2. 手法

2.1 対象地および使用データ

対象地は兵庫県神戸市である。神戸市を検討対象と

した理由は、1) 同地域では豪雨を誘因とする表層崩壊・土石流に起因する土砂災害が幾度も発生していること、2) 多くの土砂災害でその発生時刻が明らかされていること、3) 降雨特性の分析に必要な長期降雨時系列データが存在することの3点である。

降雨特性の分析には神戸気象台で観測された 1900 年～2020 年の 1 時間雨量データを用いた。ただし 1945 年は欠測となっているため検討からは除外している。土砂災害による被害の指標には「死者・行方不明者数」を用いた。死者・行方不明者数のデータは神戸市地域防災計画 防災データベース（神戸市 2022）の「過去に発生した風水害一覧」から取得した。

2.2 検討手順

本研究の検討手順を以下に示す。

【手順 1】

1 時間雨量を 6 等分した 10 分間雨量を入力値とする直列三段タンクモデルの各タンクの貯留量を算出する。なお算出にあたっては、降雨をイベント毎に区切ることなく通年で連続計算することで、先行降雨の影響を取り込んでいる。

【手順 2】

対象地において、豪雨を誘因とする表層崩壊・土石流による被害が特に大きかった昭和 13 年豪雨（1938 年）、昭和 36 年豪雨（1961 年）、昭和 42 年豪雨（1967

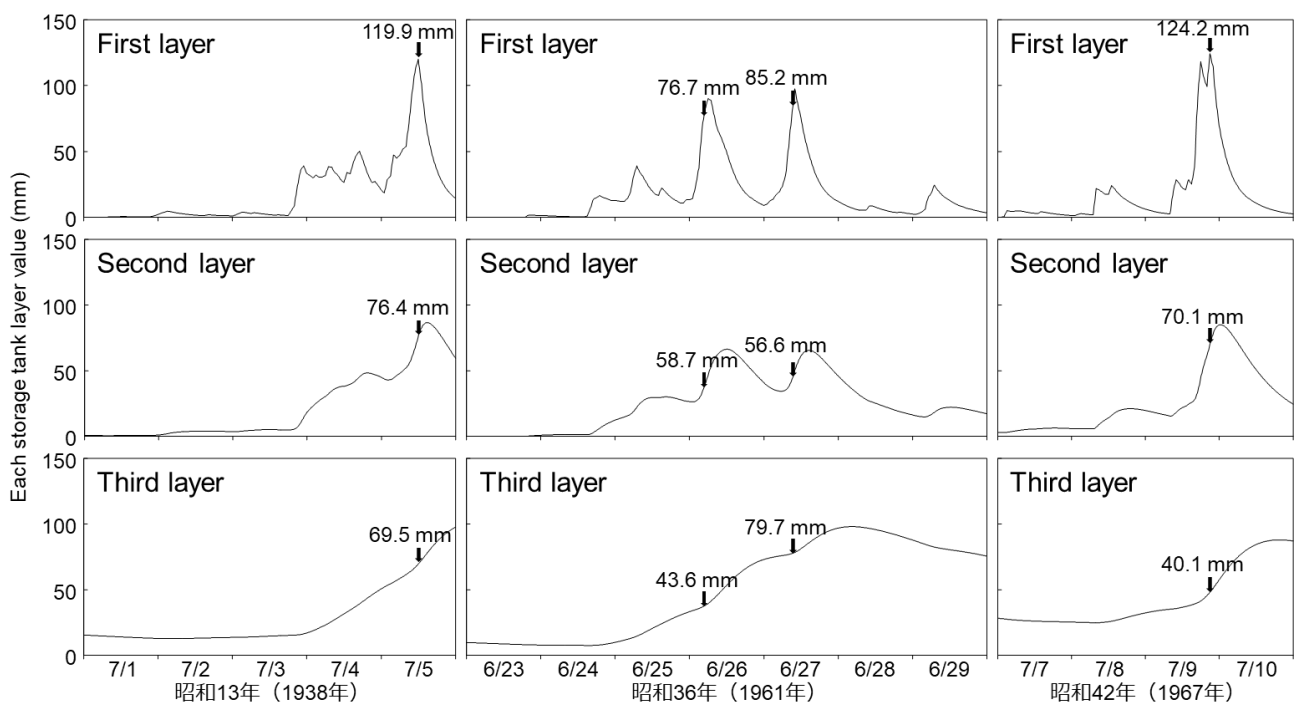


図-1 三豪雨における各タンクの貯留量の径時変化

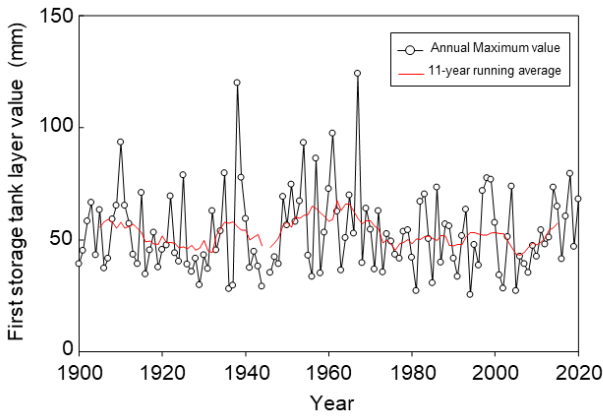


図-2 一段目のタンク貯留量の年最大値の経年変動

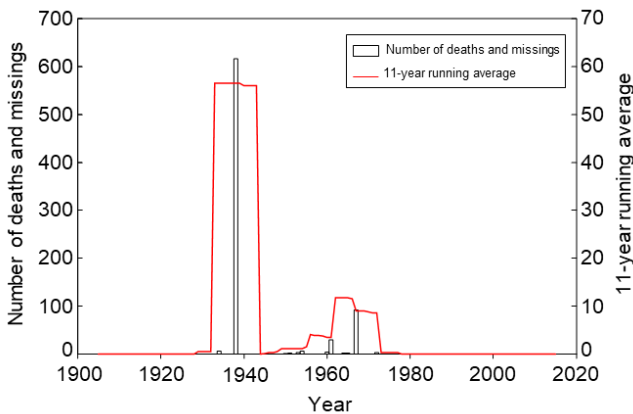


図-3 土砂災害による死者・行方不明者数の経年変動

年)における各タンクの貯留量を比較し、土砂災害の誘因となった降雨特性を明らかにする。

【手順3】

手順2で明らかにした土砂災害の誘因となった降雨特性の経年変動と土砂災害による被害の経年変動を明らかにし、その対応関係を考察する。

3. 結果

3.1 土砂災害と誘因となった降雨特性の検討

図-1 に三豪雨における各タンク貯留量の径時変化を示す。図中の黒矢印および数値は、災害の発生とその時刻における貯留量をそれぞれ示している。図-1 より、全ての豪雨において、表層崩壊・土石流に起因する土砂災害は一段目のタンク貯留量のピーク付近で発生していることが確認される。したがって、本研究対象地における土砂災害の発生には一段目のタンク貯留量が関与していると考えられる。執印ら (2019) は表層崩壊の発生には一段目のタンク貯留量に着目することが有効であることを指摘しており、本研究の結果もこれと調和的である。また各豪雨における災害発生時の一段目のタンク貯留量を比較すると昭和 42 年豪雨 (1967 年)、昭和 13 年豪雨 (1938 年)、昭和 36 年豪雨 (1961 年) の順に大きいことが確認される。

3.2 降雨特性および土砂災害による被害の経年変動

図-2 に土砂災害の誘因となった一段目のタンク貯留量の年最大値の経年変動を示す。図-2 より、一段目のタンク貯留量の年最大値は 1930 年～1970 年に上昇傾向を示すことが確認される。その後は横ばいに推移し、2010 年以降は再び上昇傾向に転じている (図-2)。また Kendall の順位相関係数により検定を行ったところ、一段目のタンク貯留量の年最大値は統計的に有意な傾向を示さなかった ($p > 0.05$)。

図-3 に土砂災害による死者・行方不明者数の経年変動を示す。図-3 より、土砂災害による死者・行方不明者数は 1938 年が最も大きく、土砂災害による被害は 1930 年～1970 年に集中して発生していることが確認される。また 1972 年以降は土砂災害による死者・行方不明者は発生していないことが確認される。

4. 考察

結果より、神戸市における土砂災害の発生には一段目のタンク貯留量が関与していることが明らかになった。またその年最大値のトレンドは 1900 年～2020 年においては統計的に有意な傾向を示さないが、1930 年～1970 年に上昇傾向を示していた。この期間には土砂災害による死者・行方不明者が集中しており、降雨トレンドと土砂災害による被害の経年変動には対応関係が見られる (図-2, 3)。

1970 年以降の一段目のタンク貯留量の年最大値は小さく、そのトレンドは横ばいに推移している。またこの期間における土砂災害による死者・行方不明者は 1972 年を除き 0 人となっている。以上より、1970 年以降は弱雨期であったため、土砂災害による被害が少なかったと考える。ただし、1998 年、1999 年、2018 年には昭和 36 年豪雨 (1961 年) の土砂災害発生時の一段目のタンク貯留量 (76.7 mm) を上回る規模の降雨が発生している (図-2)。しかし、これらの年において土砂災害による死者・行方不明者は発生していない (図-3)。これは、森林植生の生長等による素因の変化やソフトおよびハード対策の効果が発揮されたた可能性が高いことを示唆している。

参考文献

- Gariano SL and Guzzetti F (2016) Earth-Science Reviews, 162, p. 227–252
- Ishihara and Kobatake (1979) Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ, 29, p. 27–43
- 気象庁 (2022) 気候変動監視レポート 2021, 96 pp
- 神戸市 (2022) 神戸市地域防災計画 防災データベース, p. 68–71
- 執印康裕ほか (2019) 砂防学会誌, 72(1), p. 3–11