

地域スケールでの森林被覆の変化が豪雨を誘因とする土砂災害に及ぼす影響

-広島加計町と福岡県朝倉市の比較から-

九州大学大学院 ○香月耀

九州大学大学院 佐藤忠道

九州大学 執印康裕

1. はじめに

わが国では表層崩壊の抑制に大きく関わる森林被覆がここ数十年で大きく変化している。Sato *et al.* (2022) は全国スケールでの森林被覆の変化が洪水および豪雨による土砂災害を減少させたことを定量的に示している。定量化することで土砂災害リスクの正確な評価に繋がるが、地域スケールの観点で見るとまだ十分な定量化が行われていない地域も多く存在する。

更に表層崩壊は森林被覆といった素因だけでなく、降雨といった誘因との相互作用に規定される。しかし森林被覆がどの程度の豪雨までなら表層崩壊防止を発揮できるのかも明らかになっていない。

これらの点を踏まえて本研究では、森林植生と降雨特性の両方に着目することで、地域スケールでの森林被覆の変化が豪雨を誘因とする土砂災害に及ぼす影響について森林被覆の成熟度が異なる地域で発生した2つの災害を比較し検討を行ったので報告する。

2. 対象とした土砂災害

2017年福岡県朝倉市で発生した土砂災害（以降“2017年災害”と表記）を、1988年広島県加計町で発生した土砂災害（以降“1988年災害”と表記）を対象とした。

この2つを対象とした理由は①地質的に共に脆弱な花崗岩地域に属すること、②斜面崩壊は共に森林被覆の影響が大きく関与する表層崩壊が大半であること、③災害地および災害地に近い場所の林齢・材積データが存在すること、④災害の発生時刻がある程度まで正確に把握されていることの4点である。①を理由とした根拠は、地質条件をある程度まで揃えることで、成熟度が異なる森林被覆がその地域で発生した災害に与えた影響をある程度まで定量的に抽出できると考えたためである。

3. 手法

3.1 土砂災害の誘因となった降雨特性の定量化

検討には災害発生地点から最寄りのアメダスで観測された1976年から2020年までの前1時間データを用いた。1988年災害についてはアメダス加計を、2017年災害についてはアメダス朝倉のデータを使用している。なお検討にあたり降雨データとの基本的な対応関係に加えて、気象庁の土壤雨量指数の算出に用いられる三段直列タンクの1段目タンクの貯留量および極値解析によって求められる再現期間との対応関係について検討した。1段目タンクを使用した根拠は、Sato *et al.* (2022) が三段直列タンクモデルにおいて1段目のタンクが最も表層崩壊に

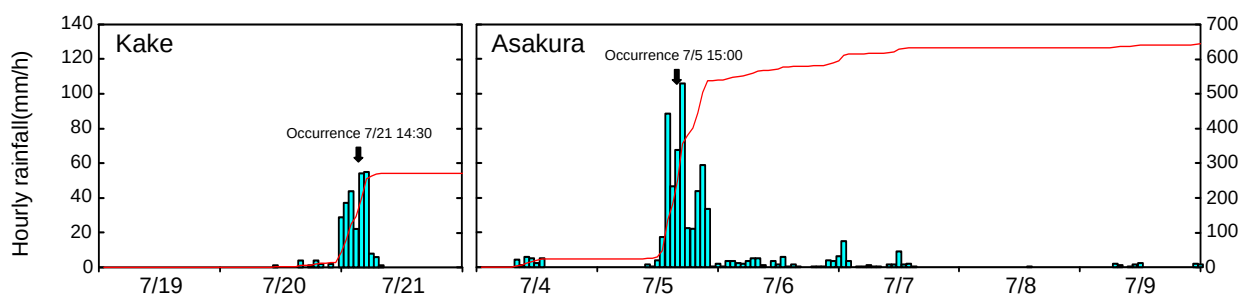


図-1 1988年災害と2017年災害における降雨状況

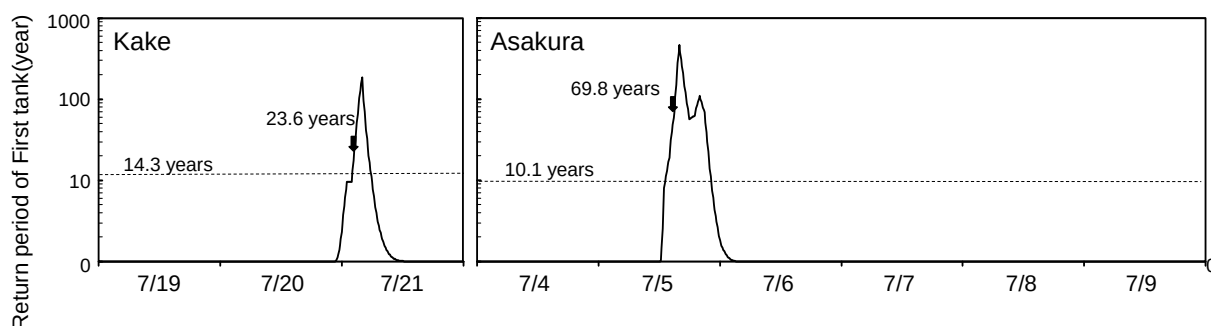


図-2 1988年災害と2017年災害における1段目のタンク貯留量の再現期間の経時変化

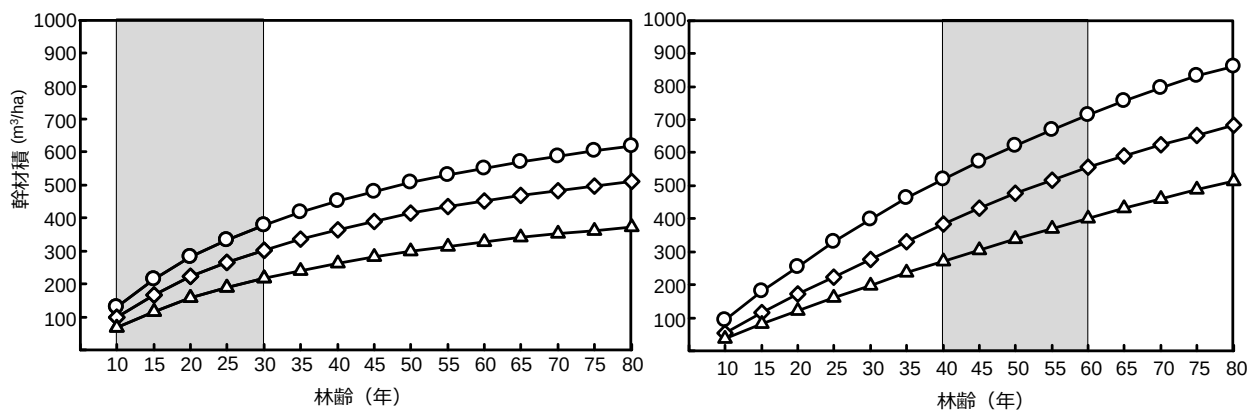


図-3 1988 年災害と 2017 年災害における林齢と材積

○：地位 1 等 △：地位 2 等 □：地位 3 等

に対する反応性が最も高いことによる。再現期間を使用した理由は両地域の降雨特性を同一の基準で比較できると考えたためである。

3.2 土砂災害発生時の森林被覆の定量化

1988 年災害および 2017 年災害当時の林齢および地位ごとの幹材積を林野庁 (1947,1955) から算出し検討した。

4. 結果および考察

4.1 土砂災害の誘因となった降雨特性の比較

図-1 に両災害における降雨状況を示す。図中の黒矢印は土砂災害発生時の時刻を示している。なお 1988 年災害は 7 月 21 日午後 2 時半から 3 時半頃、2017 年災害は 7 月 5 日午後 3 時頃に表層崩壊・土石流が発生したことが明らかになっている (水山ら 1988 ; 厚井ら 2020)。図-1 より、降水の絶対量は異なるものの、両災害とも表層崩壊・土石流の発生時刻は降雨ピークとほぼ一致していることが確認される。

図-2 に両災害時の 1 段目タンク貯留量の再現期間の経時変化を示す。図中の黒矢印は表層崩壊・土石流の発生を、数値はその時刻における再現期間を示している。破線は土砂災害非発生年の既往最大値のラインを示している。

図-2 より、表層崩壊・土石流発生時の再現期間は 1988 年災害が 23.6 年、2017 年災害が 69.8 年であり、その差は 46.2 年であることが確認される。なお両災害における再現期間の最大値はそれぞれ 203.0 年、469.8 年であり、2017 年災害は 1988 年災害と比較して降雨規模が大きかったことが確認される。

4.2 土砂災害発生時の森林被覆の比較

結果より、1988 年災害においては 1 段目タンク貯留量の再現期間が 23.6 年を超過した時点で土砂災害が発生しているのに対し、2017 年災害では再現期間が 69.8 年を超過した時点で発生している (図-2)。このように土砂災害発生時の確率年に 46.2 年の差が生じた理由は、森林被覆の生長に伴う災害防止機能の増加であると考えられる。多くの既往研究 (たとえば, Imaizumi *et al.* 2008) で、森林

の生長に伴って災害防止機能の増加することが指摘されている。

さらに両災害における林齢と幹材積を地位ごとに示している図-3 (ハッチングの箇所は災害当時の林齢の範囲を示す) より、1988 年災害においては土石流が発生・流下した林地は林齢 10~30 年前後 (石川ら 1989) のスギ人工林で材積は 67.1~378 m^3/ha の範囲、2017 年災害の被災地域には拡大造林期に造成された樹齢 40~60 年前後のスギ・ヒノキの大木 (久保田 2018) が確認されており、材積は 270.8~713 m^3/ha の範囲であった。したがって、本研究の検討結果はこれらの先行研究とも調和的であり、妥当性を有すると考える。

4.3 降雨特性と蓄積の関係

これらから森林被覆の変化に伴う土砂災害防止機能は年数による生長で高まったと言えると同時にその限界も示唆された。なお今回林齢でなく材積を用いた理由は、材積は表層崩壊防止に有効な根系との相関が確認されており (北村ら 1981)、ここから材積が大きい程土砂災害防止機能が高いと導くことができるためである。なお本研究の検討において根系を使用していないのは、作業の困難さに由来する。

引用文献

- Sato, T. *et al.* (2023) *J. For. Res.* 28 (2): 106–110
 Sato, T. *et al.* (2022) *Arab. J. Geosci.* 15: 1239
 林野庁 (1947) 紀州地方スギ林分収穫表調製説明書, 収穫表調製業務研究資料第 7 号
 林野庁 (1955) 熊本地方スギ林分収穫表調製説明書, 収穫表調製業務研究資料第 11 号
 Imaizumi, F. *et al.* (2008) *Earth Surf. Process. Landf.* 33: 827–840
 石川芳治ら (1989) 砂防学会誌 42(3): 4–10
 厚井高志ら (2020) 砂防学会誌 73(3): 54–59
 久保田哲也 (2018) 水利科学 62(6): 10–22
 水山高久ら (1988) 砂防学会誌 41(3): 48–49
 北村ら (1981) 林業試験場研究報告 313:175–208