

斜面崩壊発生の多雨地域和歌山県那智川流域における豪雨時に対する土壌水分の応答

○筑波大学 理工情報生命学院 生命地球科学研究群 Emilia Tanaami

筑波大学 森芽為

国土技術政策総合研究所（近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター 高原晃宙

近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター 小林正直

筑波大学 生命環境系 内田太郎

1. はじめに

和歌山県南部にある那智川流域では、2011年に死者数27人の土砂災害が発生した。斜面崩壊や土石流の起因となった台風12号による豪雨は、8月30日から9月4日にかけて総雨量が1000mm（和歌山県東牟婁振興局新宮建設部市野々観測所）を超え、最大1時間雨量が130mm（気象庁新宮観測所）を上回った歴史的なイベントとして国土交通省近畿地方整備局（2021）等で認識されるようになった。

平均の年降水量が3000mm以上の那智川流域では、2011年の台風12号時の豪雨規模には及ばないものの、総降水量が400mmを越えるような豪雨が数年に一度の頻度で発生しているが、そのような豪雨では深刻な土砂災害が発生していない。例えば、図1のように他の地域の災害発生時の降雨イベントと比較すると、他地域での降雨イベントが、那智川流域で発生しているイベントより規模が少ない傾向にある。

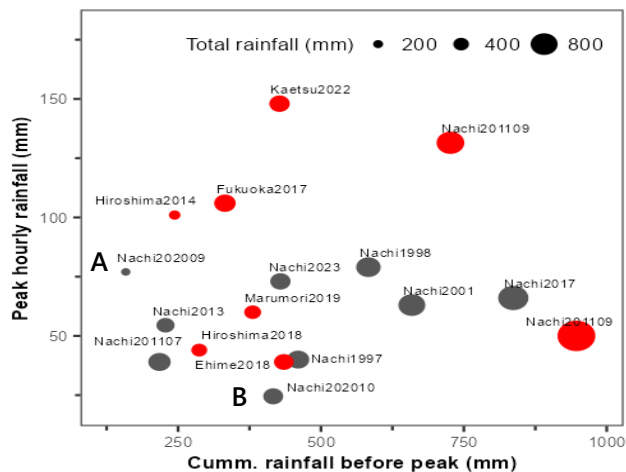


図1 無降雨時間12時間別降雨イベントの最大時間雨量と最大時間雨量までの積算雨量の関係。赤：災害発生イベント、黒：災害非発生イベント。

上記のことから、那智川流域は通常の豪雨時には、他地域に比べて土砂災害が起きにくい特性を持っているのではないかと考えられる。その理由には、地下水位状況や微地形、土層厚など、様々な要因を考えられるが、本研究では、那智

川流域の急斜面の土壌の特性に着目し、降雨に対する斜面内土壌水分の応答について考察した。

2. 手法

2.1. 調査対象地

那智川支川である金山谷川流域では、2011年の災害時に斜面崩壊が3箇所が発生し、流出した土砂は最大堆積厚12mの土石流となり家屋等に甚大な被害を及ぼした（公益団法人地盤工学会関西支部,2011）。災害後、国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所は、金山谷川を含む那智川流域全体に水文観測を開始した。

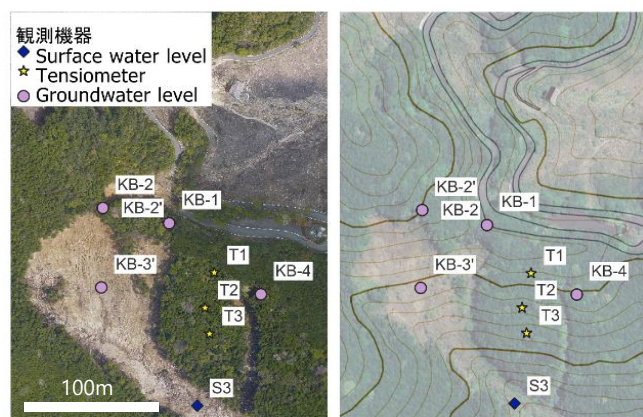


図2 調査対象地位置図。B-金山谷川流域崩壊地付近の観測機器位置図。

2.2. 土壌水分変動把握のための観測データ解析

本研究では、金山谷川の斜面における降雨に対する土壌内水分の変動を把握するために、那智川流域で設置された雨量計の10分間・1時間データと金山谷川崩壊地周辺に斜面上部、中部、下部の3か所、3深度ずつ設置されたテンシオメーター（10分間隔）、溪流における表流水の水位（10分間隔）、地下水位（1時間間隔）のデータを時系列に整理し、解析した。図2Aでは、観測機器の位置図を示した。

解析は2020年～2023年の4年間のデータを対象とした。降雨イベントは、無降雨期間12時間ごとと区別し、本稿では降雨パターンに違いがある2イベント(図1のA,B)を比較した。

2.3. 土層状態把握のための現地調査

2.3.1. 「どけんぼう」による土層厚と粘着力と摩擦係数の測定

金山谷川で設置してあるテンシオメーターT1,T2,T3 を中心に、5m 間隔の格子で「どけんぼう」（土壌検査棒）（佐々木、2010）を用いて土層厚を測定し、テンシオメーターと同じ標高の土層厚 1mを超える箇所でベンコンセン断試験を行った。

2.3.2. 断面掘削と土層構造プロファイル

ベンコンセン断試験が行われた箇所に幅 80 cm、深さ 1m 以上の断面を掘削し、土層構造を観察した。

3. 結果

3.1. 土壌水分の応答

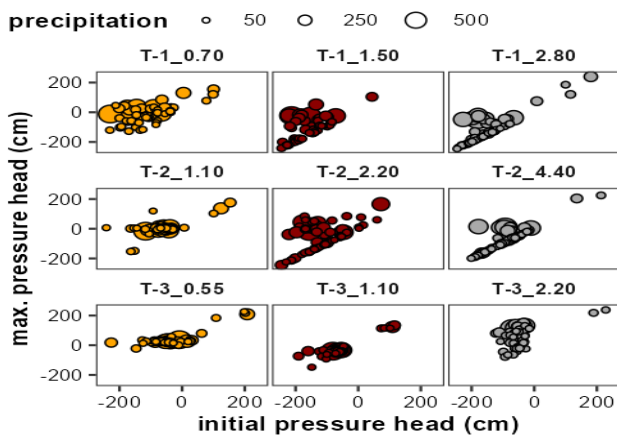


図 3 12 時間無降雨イベントごと最大圧力水頭とイベント開始時圧力水頭の関係。丸の大きさはイベントごと総雨量。

図 3 に示されている通り、斜面下部に設置されているテンシオメーターT3 の方が降雨イベント開始時に圧力水頭が比較的

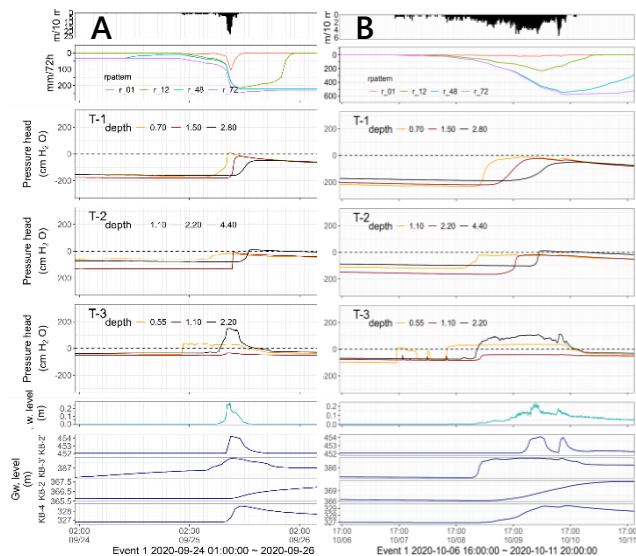


図 4 イベント A,B の 10 分間雨量、1 時間、12 時間、48 時間、72 時間積算雨量、圧力水頭、表面流水位、地下水位の時系列。

高いが、ピークまでの変動が少ない。また、図 4 のように、斜面中下部 T2,T3 の深い層は、降雨強度に対しては敏感に回答せず、岩盤内の地下水位の変動に対応していた。一方で、浅い層は、下部→中部→上部の順で、降雨イベントの応答が早いことが確認できる。

また、図 4 で降雨イベント A は、総雨量（220 mm）が B より小さいものの、土壌内の T1 の震度 0.7m の土層の応答が大きく、飽和を表す圧力水頭 0 cmまで達する一方、総雨量の高い（583.5）B イベントでは、飽和しやすい T3-0.55 と岩盤内地下水の影響を受けているとされている土層以外は、飽和は確認できず、降雨の応答も比較的遅い。

3.2. 土層構造

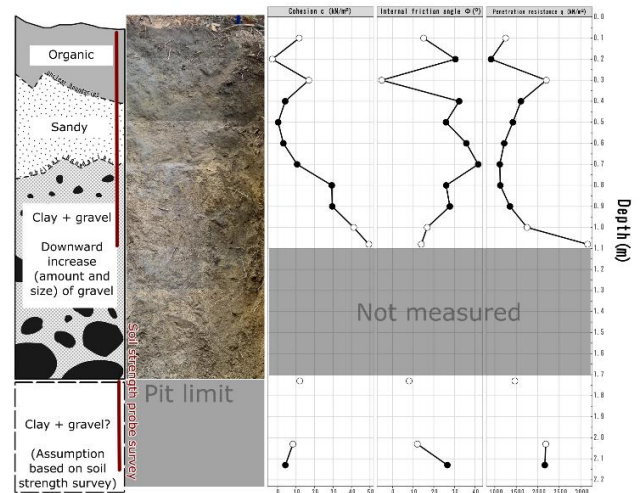


図 5 T-2 周辺の断面掘削図。

4. まとめ

- 那智川流域金山谷川の斜面における降雨に対する土壌水分の応答は、上部・中部・下部で異なることが分かった。
- イベントごとの応答は総雨量が同じであっても、降雨パターンによって異なっている。その違いの要因としては、礫が徐々に大きく多くなる土層に影響されているかを評価するために更に土壌の水分特性の解析が必要である。

5. 参考文献

- 国土交通省近畿地方整備。2022。60 年毎（1889 年、1953 年、2011 年）に繰り返される紀伊半島の歴史的大規模土砂災害。
- 公益団体地盤工学会関西支部。2011。平成 23 年台風 12 号による紀伊半島における地盤災害調査報告書。
- 佐々木靖人。2010。土層強度検査棒による 斜面の土層調査マニュアル（案）。土木研究所資料、第 4176 号、40p。