

鋭敏な地下水応答を示す那智川流域金山谷崩壊斜面の水文特性

和歌山県土砂災害啓発センター

坂口武弘・西岡恒志・筒井和男・福田和寿

国立研究開発法人土木研究所

木下篤彦

国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター

田中健貴

国土防災技術株式会社

○何徳祝人・大野亮一

1. 研究の動機

平成 23 年 9 月台風 12 号による豪雨（色川 1186mm）で、那智川流域では各所で斜面崩壊が発生し、一部土砂が土石流化し被害が生じた。特に那智川支流金山谷川上流では大規模な崩壊が発生したが、調査によりその崩壊メカニズムはこの地域特有の地質・地形条件が強く影響し、また過去にも相応の頻度で土石流が発生していることがわかってきた。

ボーリング調査により崩壊斜面周辺の地質構造を把握し、地下水観測孔での時系列地下水位データを分析することで崩壊斜面での水文応答の特徴が見えてきており、本稿でその一部を報告する。

2. 金山谷崩壊斜面の概要

2.1. 地質

那智川流域は堅固な熊野層群（砂岩・泥岩）の上位に花崗斑岩が分布する地質構造（図 1）で、台風 12 号による崩壊は、そのほとんどが花崗斑岩の分布域に限られた。花崗斑岩はその風化程度や亀裂間隔から「強風化部」「中風化部」「弱風化部」「未風化部」に区分される。下位の熊野層群は難透水層となり、花崗斑岩との地質境界付近で湧水が生じることが多い。

2.2. 崩壊と地下水

金山谷川上流の崩壊規模は幅 130m、長さ 100m、深さは滑落崖で 2~4m、崩土は土石流化し、流下しながら周辺土砂を侵食し多量の土砂が流出した。台風 12 号当時、那智川周辺の崩壊の多くが、花崗斑岩と熊野層群との層界付

近かつ花崗斑岩分布側で発生した。地層境界付近で湧水が生じていること、その後の観測で GL-10~20m の浅い地下水と GL-80~100m の深い地下水が存在すること、深い地下水も花崗斑岩内に形成され降雨時にピーク応答がみられること、以上より台風 12 号豪雨の際は深い地下水が崩壊発生に関与したと推定される。

3. 深い地下水の鋭敏な降雨応答

金山谷の深い地下水（GL-80~100m）で降雨応答がみられることから、観測データに降雨対地下水タンクモデルを適用し、地下水応答を再現した後、平成 23 年の台風 12 号豪雨の地下水応答を推定する。

タンクモデルは、降雨タンクと地下水タンクの 2 タンク構成とした。当初用意したモデル（タイプ A）では、深い地下水の鋭敏な応答を再現できなかったため、タンクからの越流管を 2 段として、豪雨時には地下水涵養量が 2 段階で増えるモデル構成（タイプ B）に変更した（図 2）。

降雨および地下水観測データが存在する平成 27 年度の観測降雨（最大日雨量 7/16 : 174 mm）と地下水応答をタンクモデルで再現した。様々なパラメータを試したがタイプ A のモデルでは観測された地下水ピークを再現できなかったのに対し、越流管を 2 本としたタイプ B は、深い地下水の鋭敏なピーク応答を再現できた（図 3）。

降雨ピークに対する地下水の応答ピークは 2 日遅れである。GL-80~100m と深い地下水であり、地表から浸透した降水が地下水帯に達するのに時間を要している。

タイプ B に、平成 23 年台風 12 号（1186mm）の雨量を与えたところ、地表面以上に達するピーク水位が得られた。実際に深い地下水が地表面以上に達することはないだろう

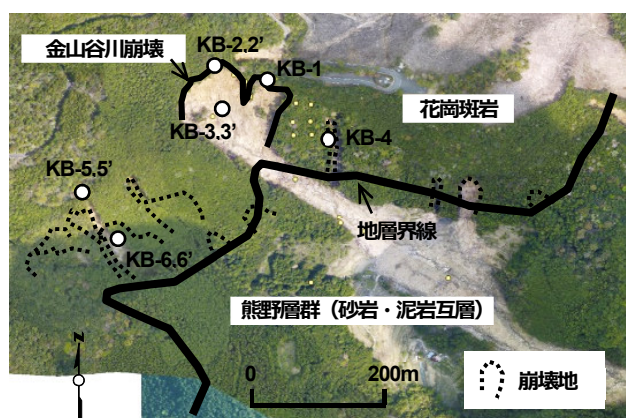
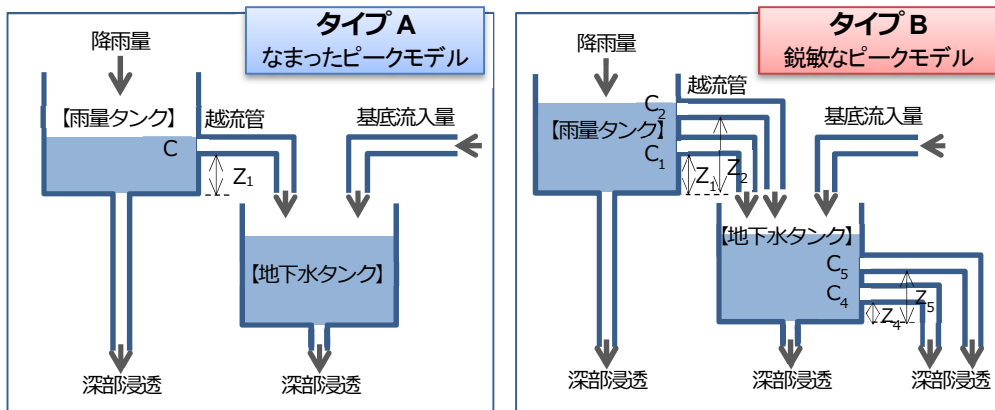


図 1 金山谷川崩壊斜面の周辺地質





- ・タイプ A は越流管が 1 段のみで、地下水の鋭敏な降雨応答ピークを再現できなかった。
- ・タイプ B は越流管を 2 段とし、豪雨時に地下水涵養量が増大する。これにより鋭敏な降雨応答ピークが再現可能となった。

図 2 2種類のタンクモデル・タイプ A とタイプ B

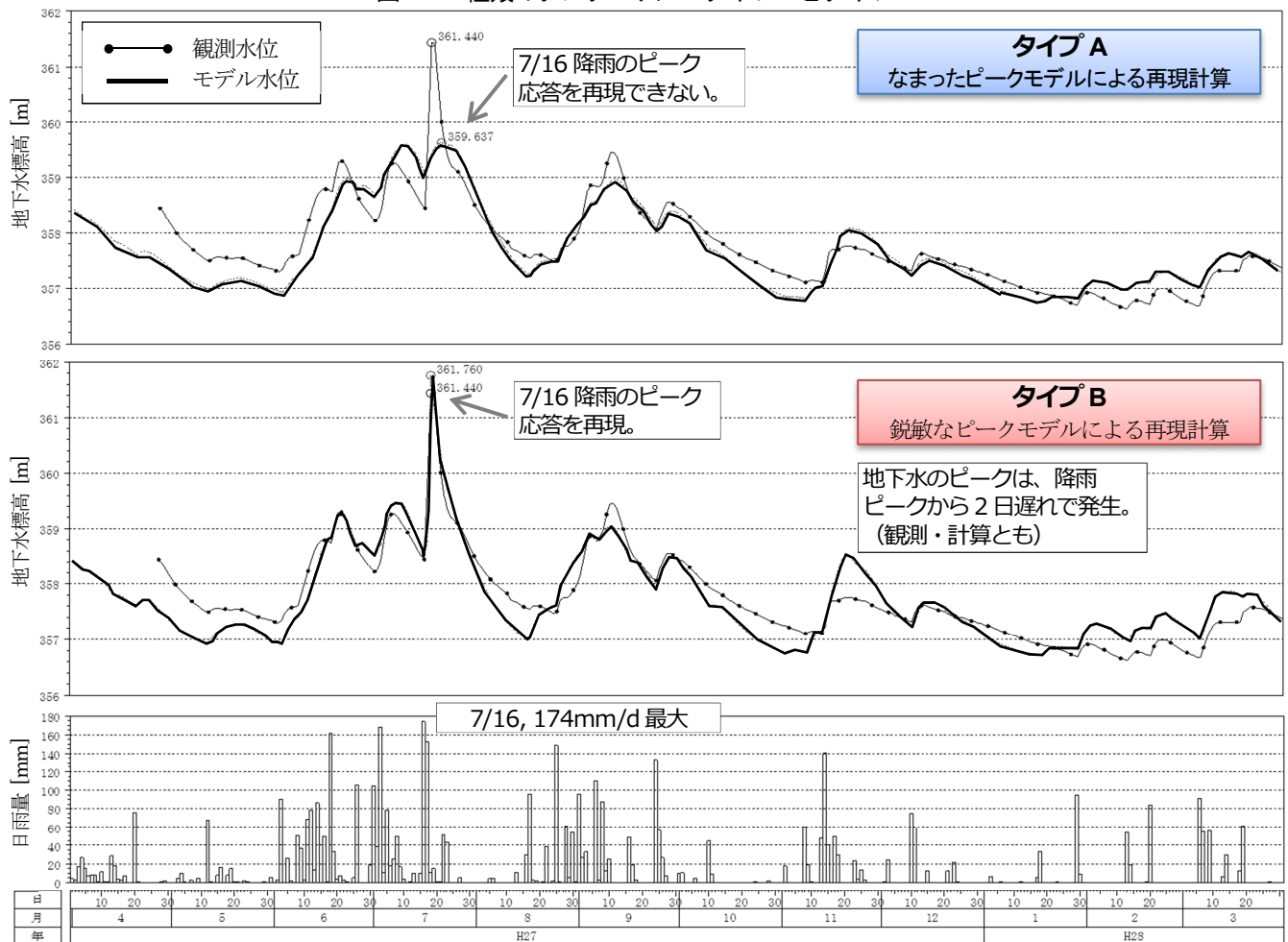


図 3 タンクモデルによる H27 地下水応答の再現計算・タイプ A とタイプ B

が、浅い地下水と深い地下水がつながり、斜面全体が飽和した可能性が指摘される。

4. 金山谷川斜面崩壊発生メカニズム

花崗斑岩の有効間隙率は 0.02~0.12 の範囲²⁾である。弱風化花崗斑岩 (C_M 級) の岩体は堅実であり、降雨応答時の地下水は亀裂や礫間を高速に移動すると推測される。難透水層である熊野層群の走向傾斜によっては、広範囲の降水が集まる凹斜面が存在し、そのような斜面では多量の雨

水が地下水帯に涵養される。

タンクモデルで越流管を 2 段にしないと鋭敏なピーク応答を再現できなかったことから、金山谷川斜面ではある降雨量を境に深い地下水への涵養が急増すると推測される。地下水が亀裂内を高速に移動し、広範囲から集まるという花崗斑岩斜面の水文的特徴の一つといつてよい。

金山谷川の崩壊は、花崗斑岩の亀裂や礫間に形成される地下水帯に多量の雨水が涵養され、急激な水位上昇が生じて斜面全体が飽和し、不安定化したと考えられる。

- 1) 国土省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所 (2014) : 那智川流域地質・水文観測調査業務、業務報告書。
- 2) 楠見晴重ら (2001) : 種々な岩石の比抵抗値に及ぼす飽和度、間隙率の影響とそれを利用した岩盤物性の評価手法、亀裂性岩盤における浸透問題に関するシンポジウム、p.187-194。