

那智川流域における斜面の水分動態に対する考察(その2)

国際航業株式会社

○瀬戸康平・島田 徹

・江川真史・山田真悟

・孝子 綸 図

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

小竹利明・木下篤彦・菅原寛明・田中健貴

1. はじめに

那智川流域では、平成 23 年 9 月の台風第 12 号に伴い豪雨により多数の斜面崩壊・土石流が発生し、甚大な被害が発生した。筆者らは、平成 23 年災害時に那智川流域で発生した最大規模の斜面崩壊地に着目し、表層崩壊の発生機構解明を主目的としたボーリング調査及び、ボーリング孔を利用した地下水の観測、雨量・流量の観測を継続的に実施している。また、深度 4m 程度の森林土壌およびコラストーンを含む表土層からなる斜面表層において、テンシオメータによる観測を平成 28 年 2 月より実施してきた。

本報告では、昨年度に発表した降雨イベントの観測例に加えて、平成 30 年に観測した降雨イベントにおける観測結果を比較し、斜面表層における豪雨時の水分移動の動態について考察する。

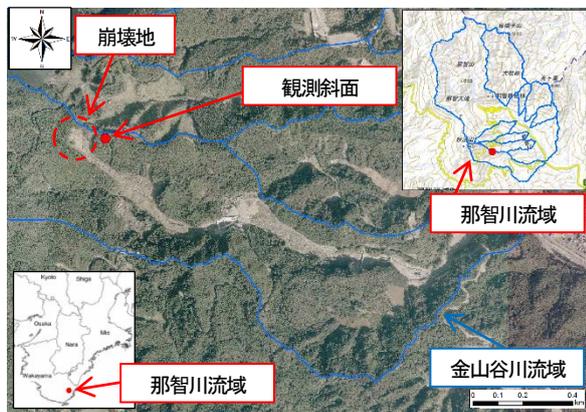


図-1 那智川流域位置図

2. 対象斜面及び観測体制の概要

対象とする斜面は、那智川流域の金山谷川源頭部に位置する崩壊地(幅約 120m、長さ約 100m とその周辺斜面)である。植生はスギの人工林であり、崩壊が発生した斜面と地形・植生条件に近い自然斜面となっている。

崩壊地に面して右側の斜面において、斜面縦断方向に 3 点のテンシオメータ観測箇所 (T-1~T-3) を配置した。観測斜面は、基盤岩が花崗岩からなる。表層の土層部は、4m 程度の層厚となっており、多くのコラストーンを含むことが過去の調査で確認されている。表土層の下位には、15m 程度の強風化層が分布し、地表から 135m 下位には透水性の低い砂岩泥岩互層が分布し、地質境界付近には地下水が形成されている。ボーリング孔による地下水位の観測は、強風化層の下部および熊野層群地質境界部の 2 層の水位を計測している。渓流における流量は、崩壊地のある左支溪および平成 23 年災害で顕著な荒廃の発生しなかった右支溪の 2 箇所で行った。

3. 観測結果

本報告では、平成 29 年から 30 年の 2 カ年に観測された 6 回の降雨イベントにおける観測事例を示す。

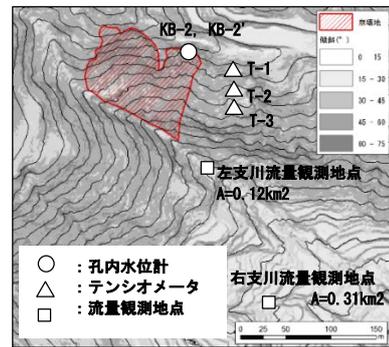


図-2 観測体制

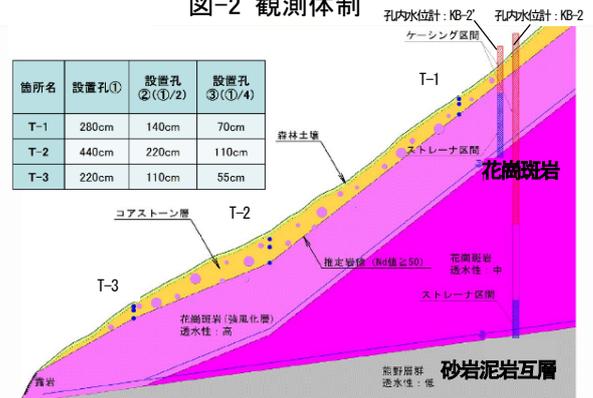


図-3 テンシオメータ設置斜面縦断図

3. 1 表土層内の浸透過程について

斜面上部の T-1 と斜面中間部の T-2 の圧力水頭の変化を見ると、表層部の圧力水頭が早く上昇(飽和する例もある)、中層・下層の圧力水頭が順番に上昇していく傾向がある。これは、表土層内に表層部から浸潤帯が発生し、浸潤帯が徐々に下方に向かって降下しているものと考えられる。降雨強度によって下方への降下のスピードは様々であるが、降雨強度が大きいほど降下のスピードも速くなる傾向にある。特に、降雨 D (平成 30 年 8 月 7 日 2 日) のイベントでは、T-2 の表層では降雨開始直後に飽和状態に達したが、中層・下層では圧力水頭の変化が見られなかった。また、図-5 に示すように同一時点でインターバルカメラの画像による表面流の発生が確認された。また降雨 F (平成 30 年 9 月 29 日) のイベントにおいても同様の観測結果が確認された。このように、一定以上の強度の降雨イベントでは、降雨強度が浸透能を上回り、表面流が発生すると考えられる。

T-3 の圧力水頭は、平時から飽和に近い状態にあり、降雨の直後から全層が素早く飽和状態へと遷移することが多い。これは、この観測箇所が表土層の末端に近く湿潤状態にあるためと考えられる。

3. 2 表土層内の浸透過程と強風化層の水位

強風化層の地下水位 (KB-2) の上昇は、T-1 および T-2 の圧力水頭の上昇のタイミングよりも早い、または同時に発生している。つまり、強風化層の水位上昇は表

土層部の飽和浸潤面が強風化帯に達するよりも早く現れるもので、斜面内に選択流のような早い流れが生じているものと思われる。また、強風化層の水位の上昇は、孔内の水位で2m程度の位置が上限となり、それ以上に達しないことが特徴的である。

#### 4. まとめ

以上の観察結果から、那智川流域における斜面水文現象として、以下の特徴が整理される。

- 斜面表土層では、降雨時に斜面の表層から飽和層が形成され、浸潤面が徐々に降下することが観測された。
- 一方、強風化層の下部における地下水上昇は、表土層内

を降下する浸潤面が表土層の下部にまで到達するよりも早い。このことは、選択流（早い流動）によるものと考えられる。

- 強風化層の下部の地下水水位は、溪流の流量との応答が概ね一致している。また、地下水水位は上限値があり、降雨が継続しても一定水位を超過しない。
- 平成30年8/7の降雨イベントでは、降雨強度が強く継続時間の短い降雨が記録された。このイベントでは、表土層の飽和帯が降下している段階で、地表に表面流が観測された。降雨強度の大きなイベントでは、降雨強度が浸透能を超過し、表面流が発生している。

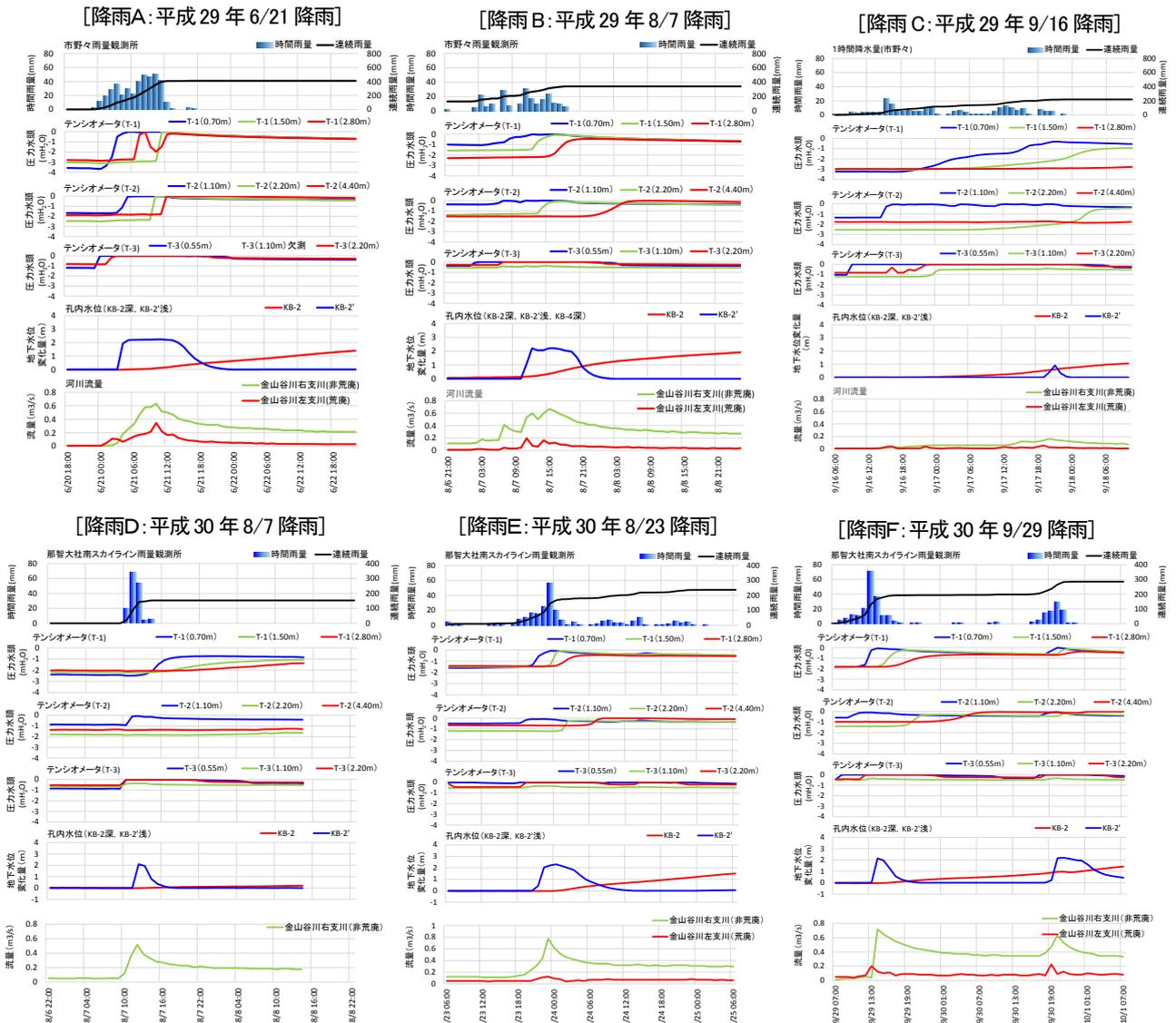


図-4 観測データの時系列変化



平成30年8月の豪雨(2018/8/7 11:00)の表面流の状況



平成30年9月の豪雨(2018/9/29 13:00)の表面流の状況

図-5 表面流の状況(インターバルカメラによる撮影)