

# 那智川流域における降雨、表面流、地下水観測値を用いた降雨応答について

日本工営株式会社 ○早川智也、長山孝彦、伊藤隆郭、孝子綸図、笠原菜月、山崎祐介  
近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター 竹下航、岸本優輝、小林正直、高原晃宙

## 1. はじめに

和歌山県那智勝浦町那智川流域では、平成 23 年 9 月の土石流等の発生を受けて、荒廃溪流の水文・土砂移動の過程を把握し土砂災害の防止軽減につなげることを目的に雨量、水位、地下水位などの観測を実施している。

那智川流域は全体として下位に堆積岩類、上位に風化した花崗斑岩で構成され、竹下ほか（2022）は EC を始めとした水質分析から花崗斑岩分布域の降雨は浸透が主体であり、浸透した地下水は堆積岩類と花崗斑岩との地質境界から湧水し沢水に供給しているとしている。そのためそれらの現象については現地の水文観測に現れるものと考えられる状況である。

那智川流域図を図-1 に示した。那智川を境に流域全体を大きく分けて右岸側では金山谷川で、左岸側では内の川～平野川で一連の水文観測を行っている。本報告では、それらの観測値を対象に溪流の水位と地下水位の降雨応答について整理するとともに、金山谷川と内の川との違いを示す。そのうえで降雨流出解析を適用した場合に計算条件の違いについて報告を行う。



図-1 那智川流域と主要支川の分布

## 2. 降雨応答特性

観測期間内は目立った土砂災害が発生していないものの、最近の降雨の中で比較的規模の大きい降雨をサンプルとして検討対象とする。その 1 つは 2023/8/14 を含む期間（台風第 7 号）とし、近傍のスカイライン地上雨量計で連続雨量 431 mm、最大時

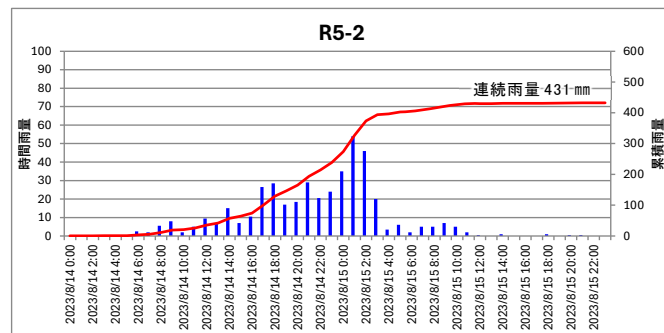


図-2 2023/8/14~15 のハイトグラフ

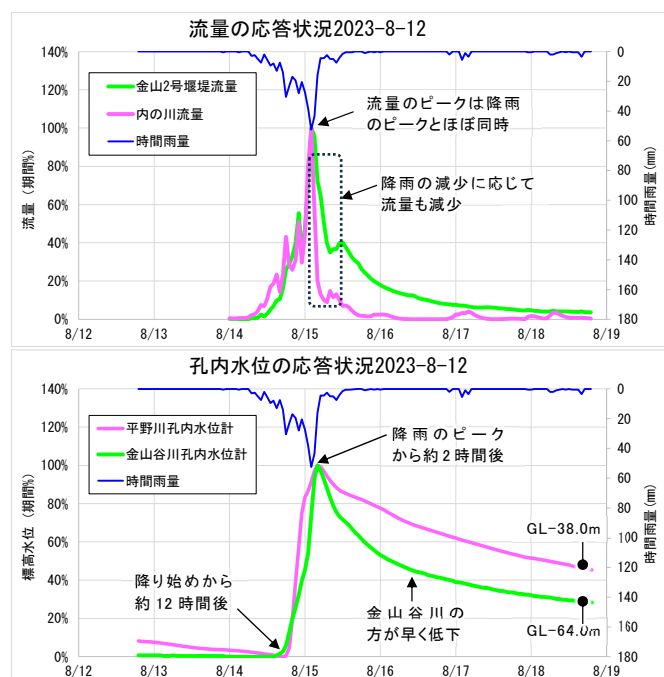


図-3 2023-8-12~19 出水の降雨応答状況

間雨量 52.5 mm の集中豪雨型の降雨である（図-2）。

降雨応答状況は図-3 に示した。図-3 上図は河川流量の応答状況を示したもので、流量を正規化（100%表示）して示している。金山 2 号堰堤流量は水圧式水位計による水位に柴田ほか（2021）で検討した HQ 式を適用し、内の川流量は水圧式水位計による水位から得られる通水断面積と底面流速計の値との積とした。それによると金山谷川も内の川も降雨の増加とほぼ同時に流量が上がり始め降雨のピークとほぼ同時に流量のピークを迎え降雨の減少に応じて流量も減少している。

図-3 下図は孔内水位の応答状況を示したものである。孔内水位計は花崗斑岩と堆積岩類との境界付近を孔底とするものを表示しており、金山谷川は GL-64.0m、平野川は GL-38.0m のボーリング孔のものである。それによると降雨のピーク後 2 時間で孔内水位の低下に転じている。グラフには示していな

いがより深い堆積岩類を孔底とする地下水位に比べて明らかに応答が早い。

図-3 上図と下図を見比べると、流量の減少と地下水位の低下は程度の差こそあれ大きな時間差がないことがわかる。これは花崗斑岩中に浸透した地下水が比較的速やかに湧水となって沢水に供給されるという竹下ほか(2022)の研究と整合した結果ととらえることができる。

### 3. 降雨流出解析の適用における計算条件の違い

図-3 下図に示したように孔内水位計の減水カーブをみると明らかに金山谷川のほうが早く低下していることがわかる。その違いを流出解析で再現することを試みた。具体的には金山谷川と内の川の流出解析を行う際、減速カーブの傾向が同じになるように計算条件のフィッティングを検討した。流出解析モデルは山野井・藤田(2014)をベースにしたもので、流域を単位河道、単位斜面、斜面要素に分割し、斜面要素ごとに表面流・中間流統合型 Kinematic wave 法を採用している。

表-1 降雨流出解析の諸条件

| 項目          | 金山谷川                          | 内の川                           |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 斜面 A 層の透水係数 | 0.0005m/s                     | 0.0005 m/s                    |
| 斜面 A 層厚     | 0.22m                         | 0.39m                         |
| 斜面 B 層厚     | 0m                            | 0m                            |
| 斜面の損失水頭     | 0mm/h                         | 0mm/h                         |
| 斜面等価粗度      | $0.5\text{m}^{-1/3}\text{s}$  | $0.5\text{m}^{-1/3}\text{s}$  |
| 河道マニング係数    | $0.04\text{m}^{-1/3}\text{s}$ | $0.04\text{m}^{-1/3}\text{s}$ |

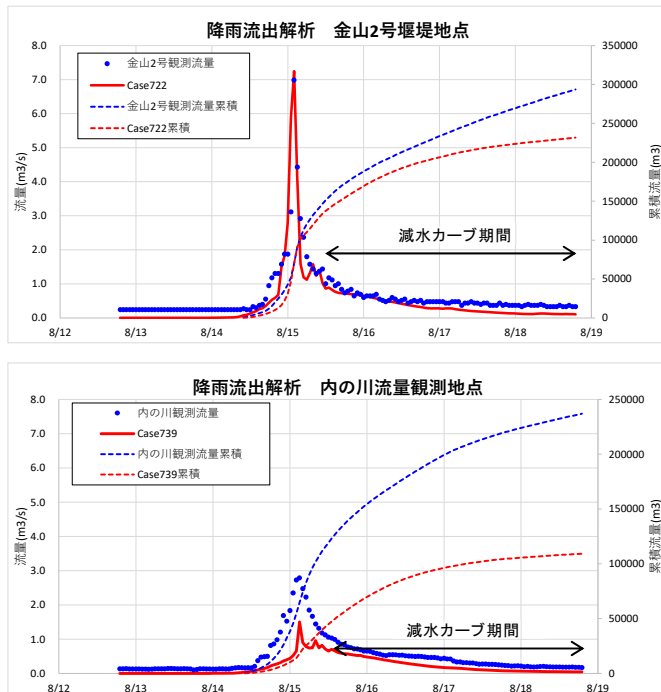


図-4 2023-8-12～19 出水の流出解析結果

計算条件は表-1 に示すパラメータを用い、その結果を図-4 に示した。降雨は解析雨量を与えた。図-4 上図において Case722 が金山谷川の流出解析結果で、図-4 下図 Case739 が内の川の流出解析結果である。現地流量観測値とともに、それぞれ累積を

示している。解析に当たっては減水カーブ期間のカーブ形状を合わせつつ、ピークや立ち上がり時刻も整合性高くなるよう斜面 A 層の土層の厚さを変えながら検討した。その結果、金山谷川は 0.22m、内の川は 0.39m という値を得た。土層厚の厚さが薄ければ薄いほど地下水が表面に湧水するまでの時間も短いことが想定される。このケースでは金山谷川のほうが地下水が元の水位に早く戻るとことを意味し、図-3 下図の孔内水位計の減水カーブで金山谷川のほうが早く低下しているという観測値と整合する。

解析で求めた土層の厚さの絶対値としては大きな差ではないが、減水カーブの整合性を確保するため、深い孔内水位計で観測されるような地下水の挙動も加味しているものと考えられ、風化し透水性が高くなっている花崗斑岩の地層全体を解析上はこの土層厚で表現していることとなる。

### 4. まとめと考察

降雨応答特性から孔内水位計の応答がピークの差で 2 時間と比較的早く、かつ内の川に比較して金山谷川のほうが地下水の移動が早いことが分かった。また降雨流出解析では金山谷川のほうが土層厚が薄いという観測値に整合的な結果を得た。

ある斜面に地下水が集中すると崩壊リスクが高まると仮定すると、この結果は金山谷川のほうがそのリスクが高いことを示している可能性がある。図-5 は図-3 下図で示した金山谷川孔内水位計のコア写真である。明らかに花崗斑岩は堆積岩類に比べて亀裂が多いことがわかり、亀裂が多く地下水の移動が速い点が防災上重要な要素の一つであると考えられ、亀裂頻度の定量化等を今後試みたい。

また流出解析の計算条件の精度検証を進めつつ、今後土砂生産・移動の再現に発展させたい。

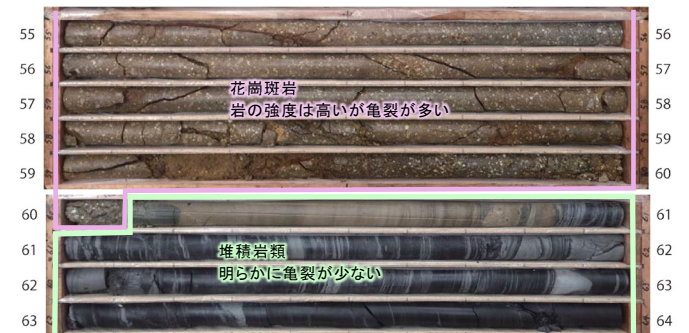


図-5 KB-4 コア写真 (GL-55～64m)

### 引用文献

- 1) 竹下ほか(2022) 地層境界が存在する那智川支川流域における渓流水の水質形成機構と表層崩壊発生検知への応用に向けた予察；第 11 回土砂災害に関するシンポジウム論文集，2022 年 8 月
- 2) 柴田ほか(2021) 那智川流域における土砂動態観測技術の高度化；2021 年度砂防学会研究発表会概要集
- 3) 山野井・藤田(2014) 土砂生産・土砂供給・土砂輸送堆積統合型モデルの開発と山地流域への適用；土木学会論文集 B1(水工学) Vol.70, No.4, I\_925-I\_930, 2014.