

基岩地下水の電気伝導度に着目した堆積岩山地の降雨流出機構の検討

京都大学大学院農学研究科
 京都大学大学院農学研究科
 立命館大学総合科学技術研究機構
 滋賀県森林センター
 朝日航洋株式会社

○藤田克樹、小杉賢一朗
 中村公人、水山高久
 糸数哲
 小島永裕
 安井秀、安永一樹、田中利和

1. はじめに

山体の基岩内には豊富な地下水が存在することが近年の研究により指摘されており、森林の水源涵養機能の観点からもこの水資源は重要である。また、降雨により山体地下水の水位が上昇することで深層崩壊が発生することが示唆されており、深層崩壊の発生タイミングは降雨ピーク時やピーク後 8 時間経過した時点で発生するなどの事例が報告されている（地頭菌ら, 2004）。これらのことから、雨水の基岩への浸透は重要な現象であり、基岩地下水の動態を知ることが水資源の利用や、崩壊発生機構を解明するために重要である。さらに、基岩地質により降雨流出特性が異なることが知られているものの、堆積岩を基岩とする山地で、1つの山を対象に降雨流出、地下水位変動を観測した例は少ない。以上の背景から本研究では、水質、特に電気伝導度に着目して堆積岩山地における降雨に対する基岩地下水の動態を検討した。

2. 調査地および方法

滋賀県甲賀市朝宮武士谷内の金山（以降信楽）を観測対象地とした。信楽サイトの基岩は中古生層の堆積岩で、堆積岩特有の一定の走向傾斜方向（北北西に平均約 60° 傾斜、西北西-東南東の走向方向）があり、流れ盤・受け盤といった特徴を持つ。流域は C～G および Z1～Z7 に分かれており、本研究では D1 流域に着目した。D1 流域において E1・J2・J4 の 3 地点で、深度の異なるボーリング孔を E1 では 2 本、J2・J4 では 4 本掘削し（深い深度からそれぞれ、M、S、T、U と名前をつけた）、地下水位および電気伝導度を連続観測した。流域内の 2 箇所湧水地点と流域の出口には合計 3 箇所の量水堰を設置し、流量および電気伝導度の連続観測を行った（図 1）。また雨量は、転倒ます型雨量計を用いて観測した。観測期間は、2014/4/1～2015/3/4 である。

3. 結果と考察

観測期間中の C 流域および D1 流域の降雨に対する電気伝導度の変動を見ると、期間全体を通じて C 流域の堰での電気伝導度の方が D1 流域の堰での電気伝導度よりも高い結果となった。図 2 a、図 2 b にそれぞれ基底流時（2014/9/17 11:00）および台風通過時（2014/8/9 14:00）の C 流域および D1 流域の地下水位コンターを示した。図 2 a、2 b より基底流時、台風通過時のいずれも、J2 のボーリング孔を起点として周囲に地下水が流下していることが読み取れる。図 3 には、観測期間中の降雨波形および J2 孔と J4 孔における地下水位の変動、さらに J2 孔、J4 孔、D1 b 堰内の電気伝導度の変動の一部の観測結果を示した。

J2 S と J4 S において台風通過時の 2 回の大規模降雨（イベント I、II）に対する地下水位の遅れ時間を計算

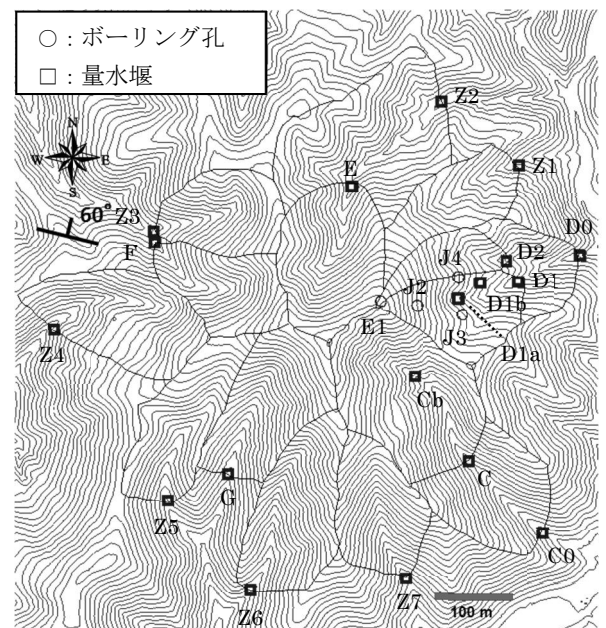


図 1. 信楽流域の図とボーリング孔
 および量水堰（コンター間隔：5 m）

した。イベント I では遅れ時間は J2S で 13.4 時間、J4S で 15.8 時間、イベント II では共に 9.5 時間であり、降雨に対する電気伝導度の変動も考慮すると、J2S と J4S の地下水位変動と電気伝導度の変動が良好な対応を示していることが示唆された。さらに J4T 孔と D1b 堰内の電気伝導度が極めて類似していることから、D1b 地点の湧水は J4T 孔の地下水の寄与が大きいと考えられる。但し、D1b 堰内の電気伝導度は小規模の降雨に対しても細かく変動しているのに対して、J4T 孔の地下水では小規模の降雨に対して電気伝導度にはほとんど変動は見られない。このことから、D1b の湧水は J4T 孔の地下水だけでなく降雨の直接的な影響も受けていることが窺える。

以上の結果を踏まえて、E1・J2・J4・D1b 各地点を通る縦断図を示したものが図 4 である。ボーリング孔には各孔における、基底流時と台風通過時のそれぞれの地下水位を示している。上述の考察を考慮すると、J2S 孔から J4S 孔への地下水流下経路が考えられる。また、J4T から D1b への流出が考えられるため、J2S から J4S を経由して流下した地下水および、それよりさらに深い深度の J2M、J4M を流れる地下水は、D1b よりもさらに下流の湧水点に寄与していることが示唆される。

今後は仮説の根拠を裏付けるために、溶存酸素などを用いたトレーサー実験（鈴木ら、2008）の実施や、更なる継続的な観測が必要であると考えられる。

本研究は JST CREST プロジェクトの一環として実施したものである。

（引用文献）

溶存酸素をトレーサーとした地下水追跡調査の適用性：鈴木ら、2008, 砂防学会研究発表会概要集 p174-175

鹿児島県出水市針原川流域の水文地形的特徴と深層崩壊：地頭蘭ら、2004, 砂防学会誌, vol.56, No.5, p.15~26

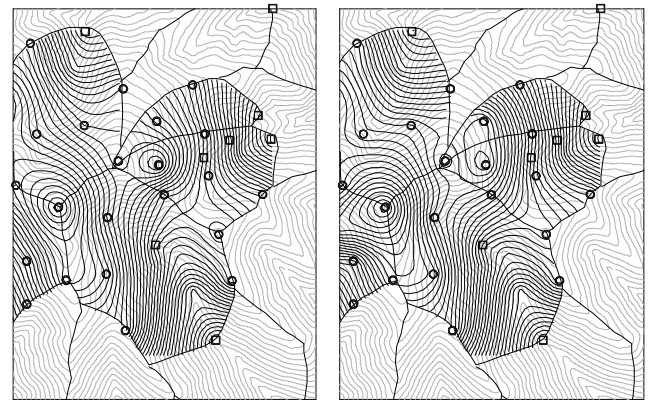


図 2a.
基底流時の地下水位
(2014/9/17 11:00)
(コンター間隔：2 m)

図 2b.
台風 11 号通過時の地下水位
(2014/8/9 14:00)
(コンター間隔：2 m)

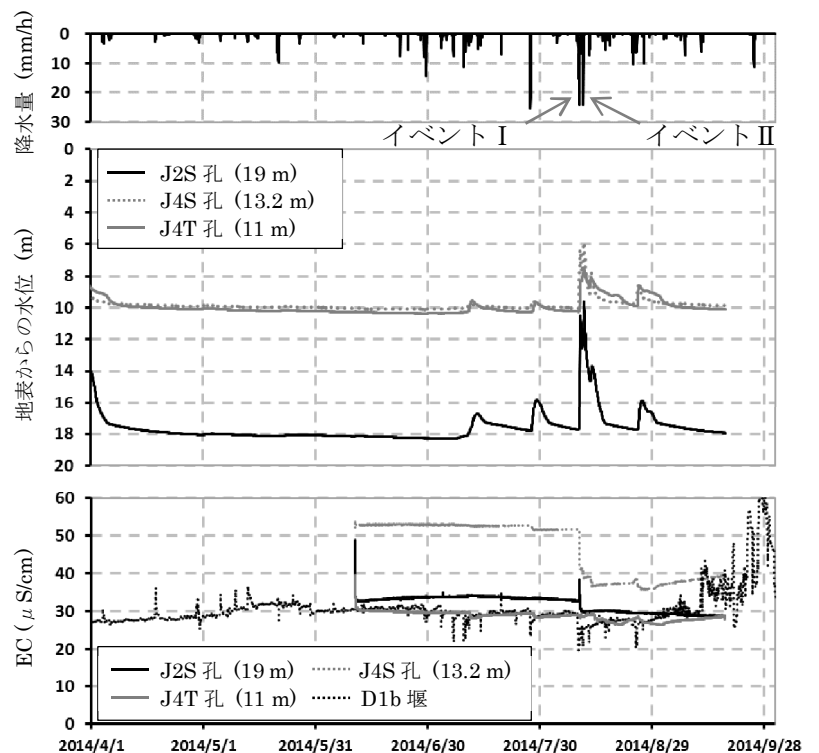


図 3. 降水量・地下水位・電気伝導度の変動

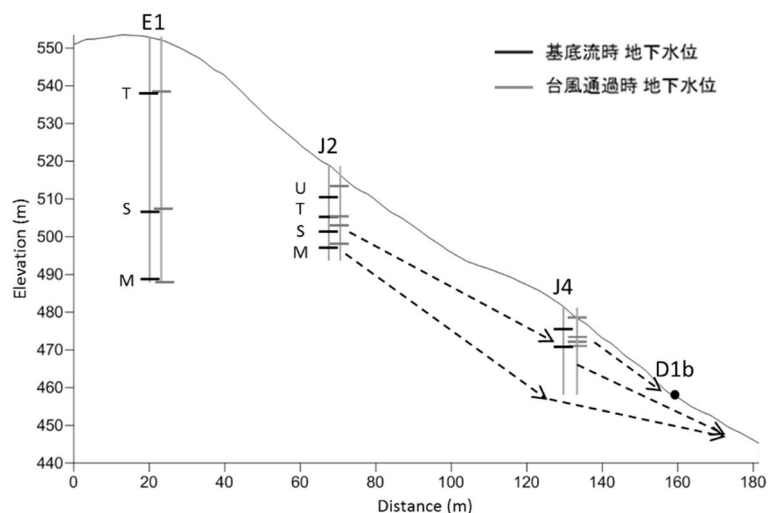


図 4. E1-J2-J4-D1b を通る縦断図および地下水位