

堆積岩および花崗岩の山地斜面における岩盤地下水の降雨応答の解析

京都大学大学院農学研究科 ○山田拓, 小杉賢一朗(兼 JST), 糸数哲, 藤本将光, 谷誠, 水山高久
 滋賀県森林センター 小島永裕

1. 研究背景と目的

森林の水源涵養機能や洪水・土砂災害軽減機能が社会的に注目される中、森林流域における降雨流出へ森林土壌や植生が与える影響が盛んに研究されている。その一方で、山地河川の流出量の変化の傾向は基本的に基岩地質によって決まっているという指摘も成されている。既往研究により、花崗岩流域と堆積岩流域での河川流量の比較研究は多くなされてきたが、面積や地形の近い流域において基岩地下水を直接観測し比較した研究は進んでいない。そこで本研究では、堆積岩流域と花崗岩流域における降雨に対する流出量の応答の違いを、面積や地形の類似した流域で河川流量と基岩地下水位を調査することによって検討した。

2. 観測方法

滋賀県南部に位置する堆積岩流域(信楽流域:面積 0.26ha)と花崗岩流域(不動寺流域:面積 0.28ha)において、降雨・流出量と基岩層内に掘削したボーリング孔の水位の観測を実施した(図-1,図-2)。ボーリング孔は、信楽流域において 12 本(深度 10~30m)、不動寺流域において 15 本(深度 10~36m)掘削し、水圧式水位計を設置して水位を計測した。計測期間は 2011/11/17~2/21 である。

3. 結果と考察

3.1 冬季における流量と地下水位変動の比較

図-3 で堆積岩流域と花崗岩流域の流量を比較してみると、堆積岩流域の方がピークの波形が鋭敏で逓減が急になっている。図-4 に示した流況曲線の比較から、堆積岩流域は花崗岩流域に比べ、流量の多い時と少ない時のばらつきが大きく、基底流量が少ないことが分かる。図-3 において基岩層内地下水を比較してみると、花崗岩流域・堆積岩流域ともに谷筋では個々の降雨に対する反応は小さいが、尾根部分では花崗岩流域より堆積岩流域において個々の降雨に対する反応が大きくなっていた。季節変動については、堆積岩流域・花崗岩流域ともに冬季には地下水位の低下が続いているが、堆積岩流域では 2/5 以降に水位の上昇が起こっている井戸が存在した。流量においても、堆積岩流域では 2/5 以降に基底流量の上昇が起きた。このように、基岩地下水位の変化の特徴は、流出ハイドログラフの特徴と一致した。

3.2 地下水の分布と降雨に伴う地下水位変動の比較

11/19~20 の降雨に注目して、その時の地下水位の分布と変動を調べた。総雨量は 56mm、最大降雨強度は 10mm/hour である。図-5 にこの期間の降雨量と流出量を示し、降雨前(11/17)の地下水位分布を図-6 に示した。また、降雨中(11/17~20)、降雨後(11/20~25)における地下水位の変動量を図-7 に示した。さらに、図-8 には地表面を基準とした地下水深の分布を示した。

まず、図-6 において地下水位の分布を比較してみる。花崗岩流域・堆積岩流域ともに地表面地形は谷に向かって流れが集中する集水地形を示しているのに対し、基岩地下水位の分布が示す地下水の流動は、流域頂部から左右の尾根方向に一旦拡散したのち、下流部で谷に向かって収束している。この様に、基岩地下水の流動方向は、表面地形が示す方向とは異なっていることが分かる。また、花崗岩流域の方が堆積岩流域よりも、基岩地下水位のコンターラインが粗くなっており、地下水面勾配が穏やかである。

降雨中の地下水位変動(図-7 左)をみると、堆積岩流域では下流部(R3,R4,L4 付近)と R0,R1 付近で大幅な水位上昇が目立ち他の地点では緩やかな逓減が続いている一方で、花崗岩流域では、下流部(L4,C3 付近)でわずかな水位上昇が起こっている以外は緩やかな水位低下が続いている。降雨後の地下水位変動(図-7 右)では、堆積岩流域においては尾根部分である R0~4 と L0,L1 付近において水位上昇が激しくなっている。L3 と谷筋の C0,C1,C2 では水位の逓減が続いていて、図-5 の降雨後の堆積岩流域における流出量の涵養源になっていると考えられる。花崗岩流域では、すべての地点で緩やかな水位逓減が起こっており、どの地点も流出の重要な涵養源となっていると考えられる。

図-7 より堆積岩流域と比べて花崗岩流域では降雨に伴う地下水位の変動幅が小さいことが分かった。花崗岩流域では、基岩地下水位が深く(図-8 下)基岩内の鉛直不飽和浸透過程により地下水位変動が緩慢となる一方で、堆積岩流域では基岩地下水位が浅く(図-8 上)基岩内の亀裂を経路とする速やかな水分変動が起きるために地下水位変動が激しいものと考えられる。さらに、図-7 上を見ると堆積岩流域では水位変動が大きく流出の主要な涵養源となる地点が局所的に存在している。水位変動特性の分布が局所的なのは、岩盤内の亀裂が偏在しているためと考えられる。

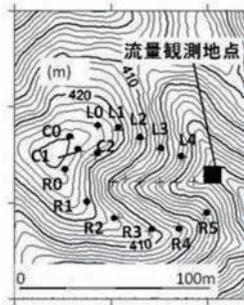


図-1 堆積岩流域の地形図
(・はボーリング孔)

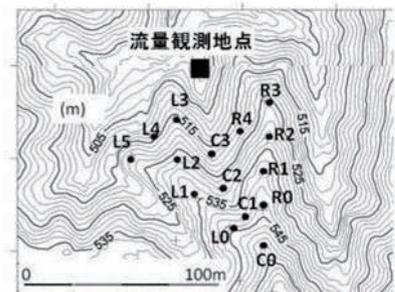


図-2 花崗岩流域の地形図
(・はボーリング孔)

図-7 下の花崗岩流域では、水位変動は下流部の方が上流部よりも大きい傾向が見られるものの、偏在性は小さく、流域全体の基岩地下水が安定的に基底流量の涵養に貢献しているといえる。

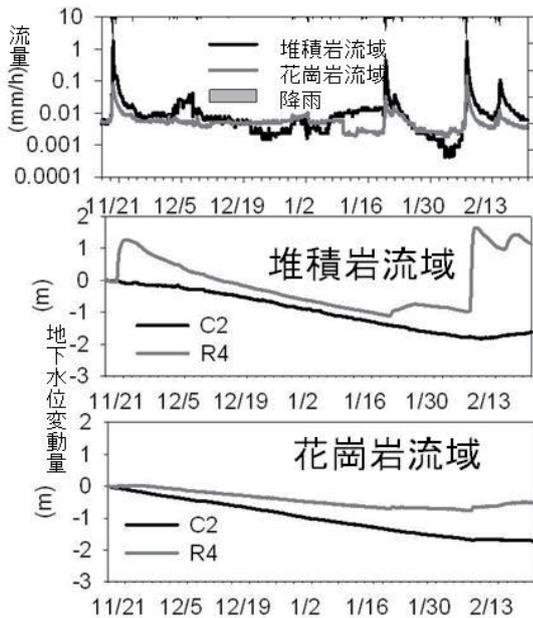


図-3 堆積岩流域と花崗岩流域の観測データ

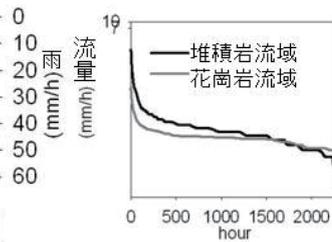


図-4 堆積岩流域と花崗岩流域の流況曲線

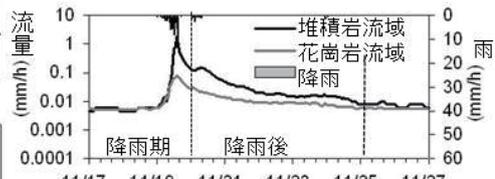


図-5 11/19の降雨イベント前後のハイドログラフ

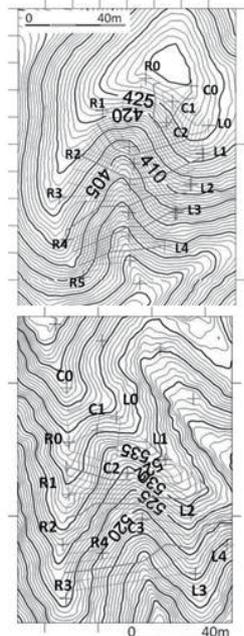


図-6 堆積岩流域(上)と花崗岩流域(下)の地下水位分布(等高線間隔1m)

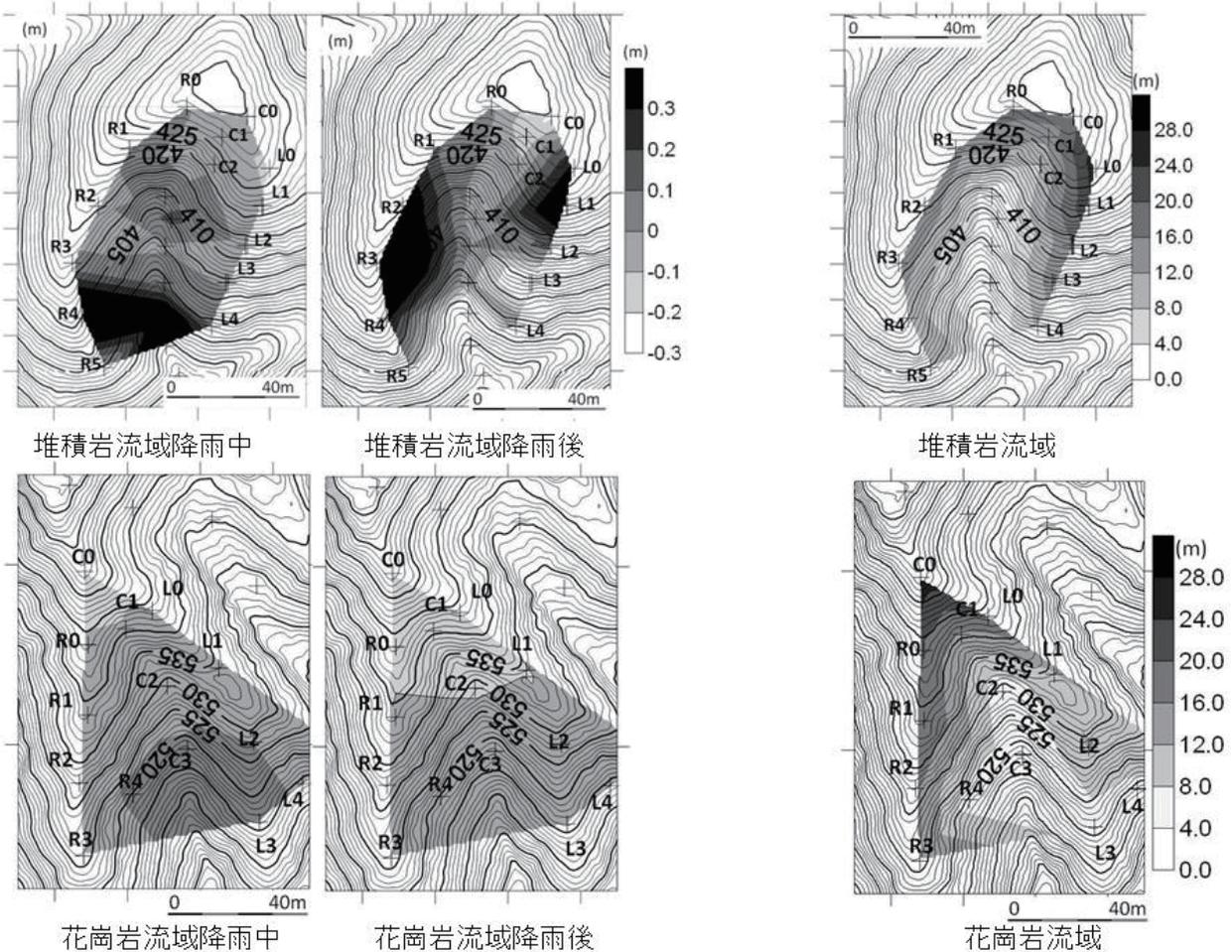


図-7 地下水位の変動量

図-8 地下水深の分布