

高密度ボーリング孔網を用いた基岩地下水解析

京都大学大学院農学研究科 ○杉本康平 小杉賢一朗 (兼 JST) 糸数哲 正岡直也 水山高久
立命館大学理工学部 藤本将光

1.はじめに

これまで、山地河川の降雨流出に対しては地形の影響（面積や勾配）が重要視されてきた。その一方で深層崩壊の直接的な誘因や、無降雨時の河川の基底流の主要な涵養源として、近年では基岩地下水の役割が注目されている。しかしながら、急峻な地形を有する山地源流域で、基岩地下水の降雨流出に対する影響について、直接的な観測を行った例は極めて少ない。そこで、本研究では、花崗岩を基岩とする山地源流域において、降雨流出に対する地形と基岩地下水の影響の評価を目的とする。

2.方法

調査地は、滋賀県大津市の南部の田上山地に位置する面積 2.3ha の山地源流域で、流域全体の平均勾配は 23 度である。基岩地質は後期白亜紀にマグマが地下深くで冷えて固まった花崗岩(新期領家花崗岩類)である。流域全体の出口 (F0 地点)、流域内部の小流域出口 (F1~6) に量水堰を、流域内の 74 地点 (基岩内: 66 本 土層内: 8 本) にボーリング孔を設置し (図 1)、それぞれ、各地点の流量と基岩地下水の空間分布を観測した。また、ボーリング孔掘削の際に得られたボーリングコアサンプルの写真を用いて測定した亀裂の量と基岩の風化度合いによって、各々のボーリング孔地点での基岩の間隙率を算出した。

3.結果と考察

3.1.基底流と洪水流

図 2 に 2017/1~2014/3/3 間の日当たりハイドログラフを示す。F0 と F1~6 の流量を比較すると、F3 に限り、無降雨時の基底流量が常に F0 の流量を上回る結果となった。ただし、降雨イベント発生時の洪水流に関しては、F0 のピークのほうが大きくなる場合が何度か見られた。また、F2 と F4 では対象期間のほぼ全期間において、F0 よりも大きく流量が下回った。F6 においても F0 の流量よりも少し小さい時期が多く、特に冬季の渇水期に基底流量が大きく下回った。また、F1、F5 については F0 と同様の波形を示した。

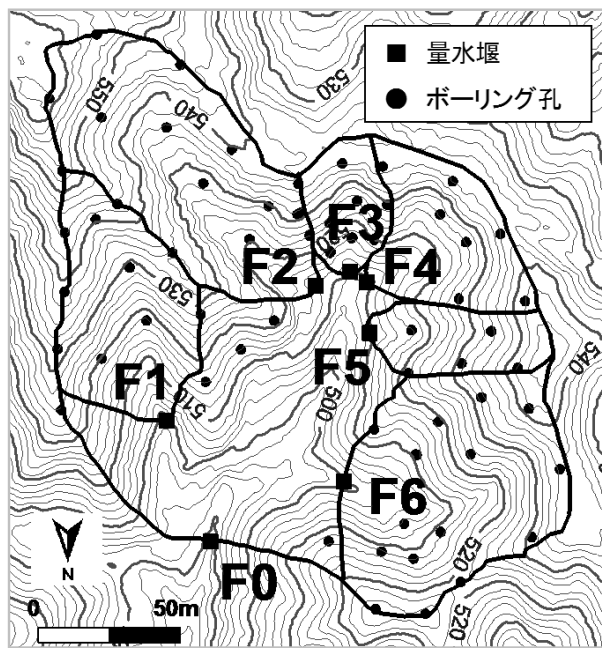


図 1 調査地の地形図

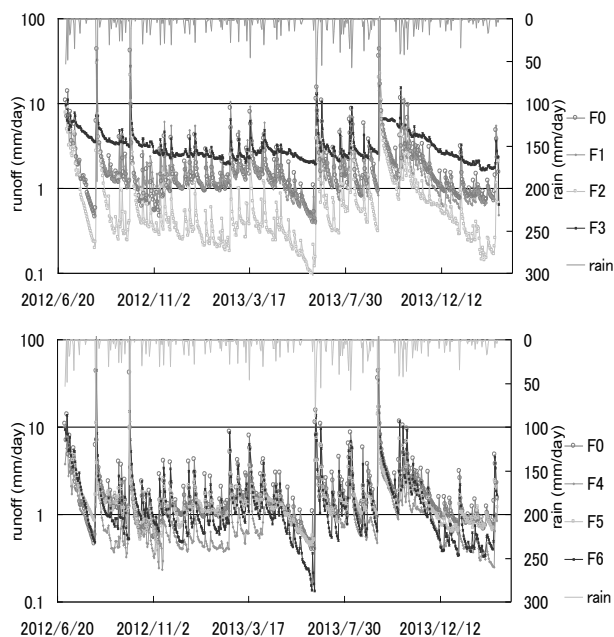


図 2 比流量 (2012/7/1~2014/3/3)

以下では基底流量に特に差があった F2 と F3 の比較を行う。図 3 は各降雨イベントでの洪水流量を比較したものである。この図からは、F2、F3 では洪水流量に大きな差は見られなかった。

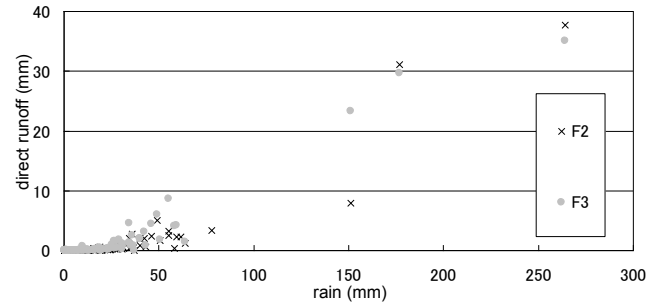


図 3 降雨イベントにおける洪水流量

図 4 に地下水コンター図を示す。この図より、F2 で左岸側斜面中腹に地下水面の尾根が、F4 では上流域の右岸側に尾根ができることが分かる。以上より、F2 の左岸側斜面上部、F4 の右岸側の大部分から F3 方向に地下水の流出が起こっていると推測される。そこで、地下水面形状に基づいた集水面積を持つ新たな流域として F2' と F3' を設けた (図 4)。さらに、図 5 に F2'、F3' の時間当たり流量ハイドログラフを示す。基底流量に関して比較的近い値をとることがわかる。

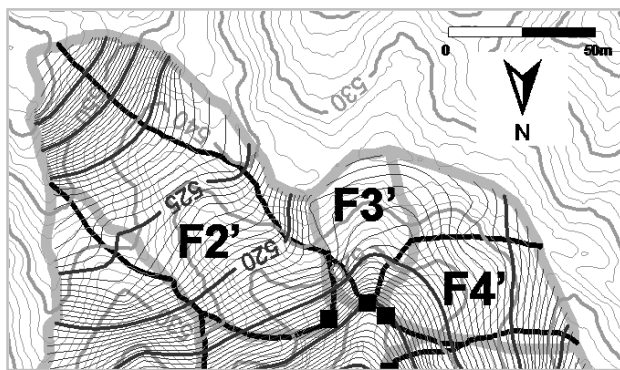


図 4 F2~4 付近の地下水コンター図

(灰：地形に基づく流域界 黒：地下水コンターに基づく流域界)

以上のことから、山地河川の降雨流出に関して地形の影響が重要視されてきたが、降雨流出の成分の中でも基底流に関しては地形よりも基岩地下水の流動を考慮すべきであることが明らかになった。

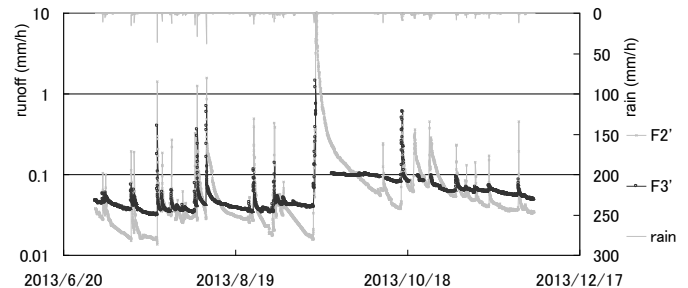


図 5 比流量 (2013/7/1~11/30)

3.2. ボーリングコアサンプル

前節において、基底流出に対する基岩地下水の多大な寄与がみられた。本節では、基岩内の地下水貯留・流動機構解明のための基礎データとして、基岩の間隙率分布の結果を示す。

図 6 は地表~10m のボーリングコアサンプルの間隙率の平均の値を示している。F2、F3 とともに標高が上がるほど間隙率の値が大きくなった。また、同じ標高であっても谷部で風化がより進み、値が大きくなる傾向が見られた。F3 では間隙率は 0.05 を下回った一方で、F2 では 0.1 以上の値を示した地点もみられた。概して、F2 で広範囲に渡って間隙率は大きくなった。

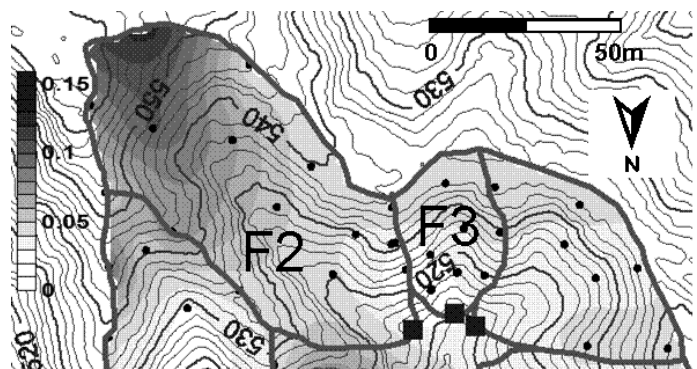


図 6 地表~10m における間隙率の平均値

今後は流域ごとに地下水貯留量の定量的な評価を行い、最終的に斜面崩壊の発生箇所・時期の予測に展開する予定である。

<参考文献>

Shin'ya Katsura, Ken'ichirou Kosugi, Tasuku Mizutani, and Takahisa Mizuyama : Hydraulic Properties of Various Weathered Granitic Bedrock in Headwater Catchments, www.vadsezonejournal.org · Vol.8, No.3, August 2009