

付加体堆積岩山地における降雨流出プロセスの解析 ー滋賀県葛川流域における水安定同位体比の時空間変動ー

筑波大学生命環境系 ○山川陽祐

京都大学大学院農学研究科 伊熊浩平

京都大学防災研究所 松四雄騎

京都大学大学院農学研究科 小杉賢一朗・正岡直也

1. はじめに

山地流域における水資源の活用や土砂災害の予測においては、斜面地盤内の複雑な水文プロセスを把握する必要があると考えられる。特に中生代層の付加体堆積岩山地は、断層や層理に規制された不均一な地下水流動が発生しやすいことが指摘されている。また、流出量や地下水位のピークが降雨ピーク時から数日の遅れを伴う場合も報告されている。本研究では、このような付加体堆積岩山地の水理・地質構造に関する実態解明を目的として、滋賀県大津市の葛川地区において調査斜面を設定し、複数地点における湧水の湧出量の連続観測を行い、さらにそれらの湧水および同斜面上における降水の水安定同位体比の時系列変動を解析した。

2. 観測サイトと調査方法

対象地域は、滋賀県安曇川上流に位置する葛川谷の右岸にあたる流れ盤斜面である(図-1)。周辺の地質は、砂泥互層、チャート、混在岩を主体とする付加体堆積岩である。葛川谷は花折断層に沿う断層谷であり、これに付随する断層(破碎帯)と考えられるリニアメントが対象斜面上に見受けられた。対象斜面には多くの湧水点を確認され、その内計9箇所において三角堰を用いた湧出量の観測を行った。湧水の採水は2013年5月から2015年12月にかけて、概ね1~2か月に一度の間隔で行い、降水については林内(スギ・ヒノキの常緑針葉林)の計5箇所にて貯留したものと同じタイミングで計量した上で採水した。なお、これらの採水は無降雨条件下で行った。

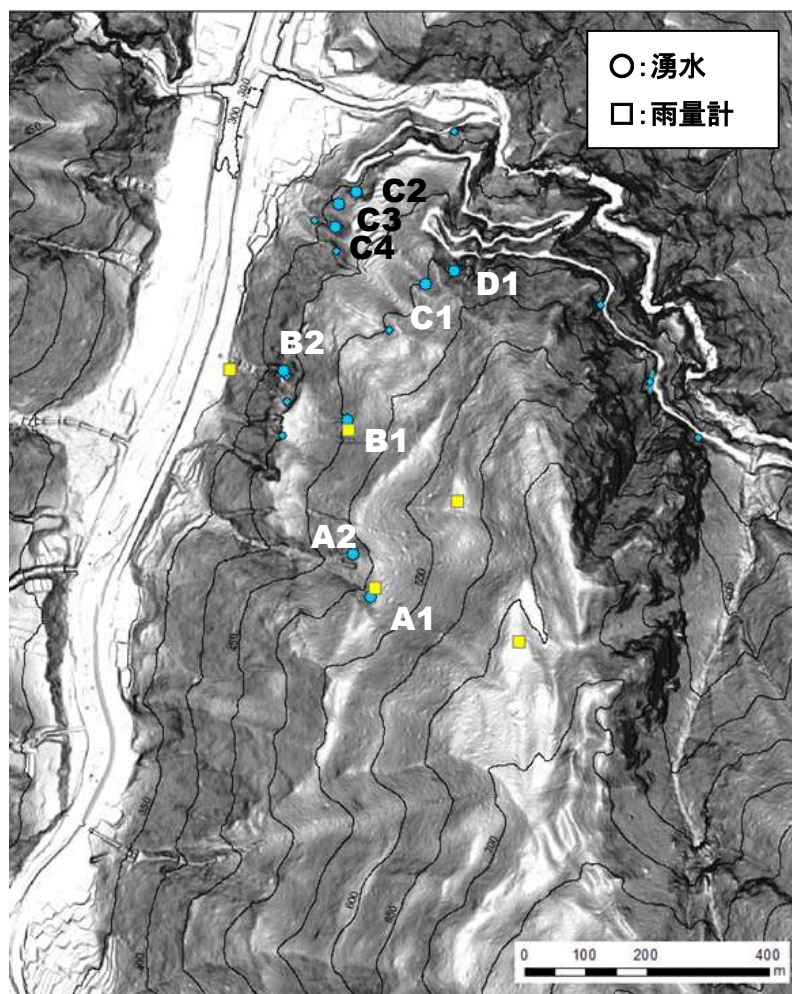


図-1 対象斜面の地形および湧水点と貯留型雨量計の位置
(太い等高線は 50 m 間隔)

3. 結果と考察

湧水群のハイドログラフの特徴として大局的には、斜面上段の A1, A2, B1, B2, C1 では湧出量が豊富で降雨応答が緩やかであり、斜面下段の C2, C3, C4, および当該斜面背後の D1 では湧出量が少なく降雨応答が鋭敏であった（図-2）。

ただし、より詳細にはそれぞれの湧水間で降雨応答

（湧出量増加の鋭敏さや逡減特性、ピークのタイミング）と湧水量に相違があり、対象の同一斜面上（山体）において空間的に分断された地下水流動機構を持つことが推定された。各湧水および各降水の水素安定同位体比 $\delta^2\text{H}$ 値の全期間中の変動幅は、それぞれ-54～-46‰, -66～-26‰となり、湧水は降水よりも顕著に変動幅が小さい。また、図-3 に示した通り、期間中の降水について降水量に応じて重み付けした平均値は-51～-48‰程度で湧水の値とほぼ同じとなった。すなわち、いずれの湧水も数か月以上の降水が平均化されたような値であり、無降雨時

の湧出水はこのような降水の混合プロセスを経たものと考えられた。湧水 $\delta^2\text{H}$ 値の期間中の変動については、湧水ごとに変動幅が異なり、期間中の湧水 $\delta^2\text{H}$ 値の標準偏差は図-4 に示す様になった。湧水の A1 や A2 は最も変動が小さい部類であり、C4 や D1 は最も変動が多い部類、B1 や C1 は中間的な部類であった。 $\delta^2\text{H}$ 値の変動が小さい湧水はより長期間の降水が混合されたものが湧出し、逆に $\delta^2\text{H}$ 値の変動が大きい湧水ではより直近の降水の湧出水に占める割合が多いと考えられる。この $\delta^2\text{H}$ 値の変動特性と湧出量の増加・逡減の応答から、降雨応答が緩やかな湧水はより大きなバッファーを有する地下水帯からの湧出であり、同時により長期の降水が混合されて湧出していることが考えられた。

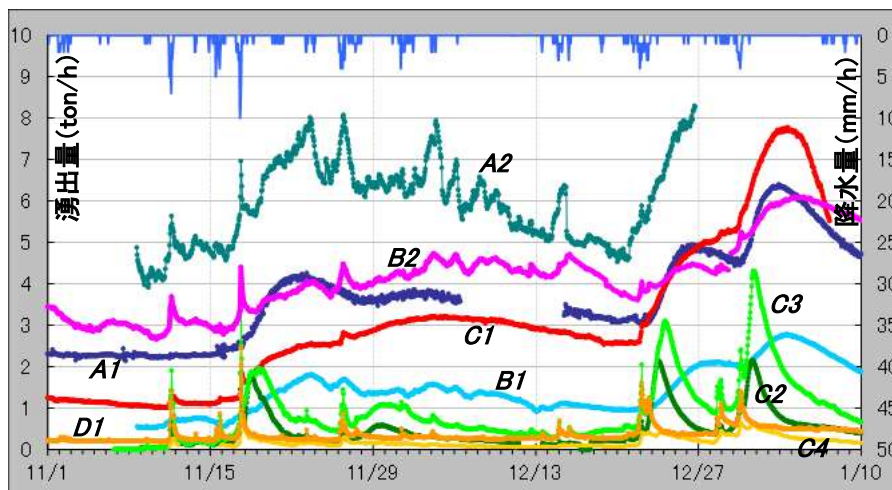


図-2 湧出量および降水量 (2012-13)

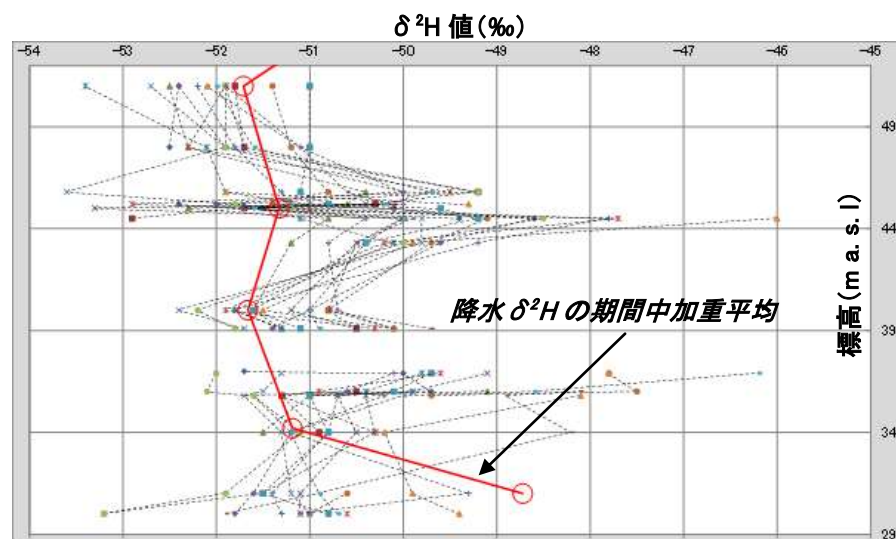


図-3 湧水および降水の $\delta^2\text{H}$ 値

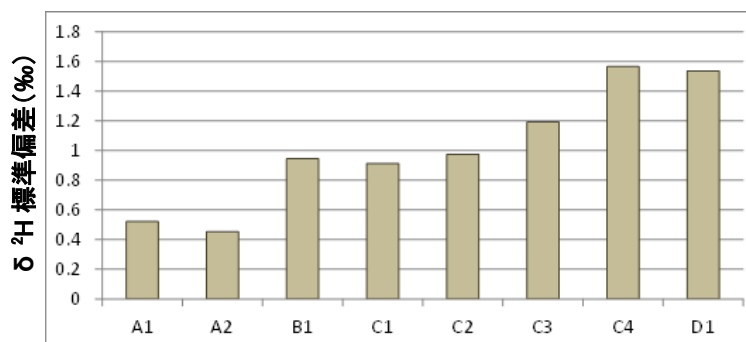


図-4 湧水の $\delta^2\text{H}$ 標準偏差