

南アルプス付加体堆積岩山地における基岩湧水の降雨応答特性

筑波大学生命環境科学研究科	○谷口 未峰
筑波大学生命環境系	山川 陽祐
筑波大学生命環境科学研究科	經隆 悠
筑波大学生命環境系	堀田 紀文
筑波大学生命環境系	山中 勤
筑波大学生命環境系	岸 和央

1. 背景と目的

山地における土砂災害のなかでも、深層崩壊は基岩層から崩落し、甚大な被害をもたらし得る。しかし、崩壊の発生・非発生を決定づける降雨条件および基岩地下水の挙動は明らかになっていない。基岩地下水の動態や流出過程は地質により異なることが指摘されており、深層崩壊が起こりやすい地質の一つとされる付加体堆積岩山地における地下水観測研究は、崩壊発生メカニズムの解明のために重要と考えられる。

そこで本研究では、基岩地下水の挙動の実態解明を目的とし、基岩層を經由してきた地下水と考えられる斜面上の湧水について、湧水量の連続観測および水質分析(水安定同位体比)を行い、降雨応答特性を検討した。

2. 調査地

調査地は、静岡県大井川水系東河内沢流域の上・中流部に位置する筑波大学井川演習林である(図-1)。地質は、付加体堆積岩のうち、四万十帯と呼ばれる砂岩・頁岩などの碎屑岩を主体とした地質帯である(徳嶺・久田, 2005)。年降雨量は2,800 mm、標高は950 mから2,406 mである。同流域内の左右岸に2地点ずつ、計4地点の湧水点を調査対象として設定した。

3. 方法

3. 1 現地観測

調査流域内の4地点の湧水(A, B, C, D: 標高はそれぞれ1154, 1112, 1459, 1544 m)に三角堰を設置し、湧水量を5分間隔で連続観測した。観測開始時期は2014年8月から2015年5月までと湧水点により異なる。ここでは、各湧水の地表面上の集水面積をGISで求め、観測値を集水面積で除したものを湧水量とする。

3. 2 降雨応答解析

湧水量と降雨量データを用い、実効雨量の概念を導入して降雨応答特性を検討した。ここでは、1次・2次・指数近似をした際に、湧水量と実効雨量との相関が最も高くなるような半減期(以下、最適半減期とする)を求めた。なお、降雨量データは井川演習林の公式データを使用した。

3. 3 水質分析

上述の4地点の湧水点のうち、3地点(B, C, D: 標高はそれぞれ1060, 1459, 1544 m)の湧水点付近に貯留型雨量計を設置し、貯留雨水を採水した。採水は2015年4月から10月にかけて計4回から5回行った。また、4地点の湧水についても、雨水と同じ時期(無降雨時)に計5回から8回採水を行った。水同位体分析計



図-1 調査流域の傾斜図

(L1102-i, Picarro 社)を用いて、採水したサンプルの水素安定同位体比 $\delta^2\text{H}$ および酸素安定同位体比 $\delta^{18}\text{O}$ を測定した。

4. 結果と考察

4. 1 湧水の降雨応答特性

図-2に降雨量および湧水量の観測結果を示す。湧水 B を例にとると、湧水量が降雨後に指数関数的に遞減したり、2次ピークを形成しながら遞減したりというように、降雨イベントにより異なる遞減特性を示した。

また、総降雨量が同じ程度の、連続した降雨イベント(6月上旬)に対する応答に着目すると、全地点の湧水量が階段状に増加するという応答が見られた。このような応答は単なる時間雨量では説明できず、過去の降雨の影響を受けていると考えられたため、実効雨量の概念を導入し最適半減期を求めた。その結果、湧水 A から D の最適半減期は、順に 117 時間、130 時間、42 時間、21 時間となった。湧水量や最適半減期が湧水点により異なることから、地表面上の集水面積とは異なる地下の集水面積が存在することが示唆された。

4. 2 湧水の流動形態

一般に、雨水の δ 値は降雨標高が高くなるにつれて小さくなることが知られている(高度効果)。まず、高度効果を確認するため、雨水および湧水の δ 値と標高との相関をとった。すると、雨水(2015年6月から10月にかけて計4回採水したサンプル)の $\delta^2\text{H}$ には -6.29‰/km の、 $\delta^{18}\text{O}$ には -1.10‰/km の高度効果が確認され、湧水の δ 値にも同様に高度効果が確認された。雨水、湧水ともに δ 値に高度効果があることから、各標高に降った雨水が順当に標高順に湧出していることが考えられた。

次に、湧水および雨水の δ 値の季節変動幅を比較すると、雨水の $\delta^2\text{H}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ の変動幅は、最大でそれぞれ 20.4 ‰、2.47 ‰であったのに対し、湧水の $\delta^2\text{H}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ の変動幅は 6.10 ‰、0.79 ‰であった。雨水よりも湧水の $\delta^2\text{H}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ の季節変動のほうが小さいことから、少なくとも無降雨時の湧水については、様々な時期に降った雨水が地中で貯留され、均質化されて湧出していることが考えられた。

降雨量 [mm/h]

参考文献

徳嶺・久田(2005):大井川上流域(井川湖~畑薙湖)に分布する四万十帯の地質,筑大演報第 21 号,p. 33-44

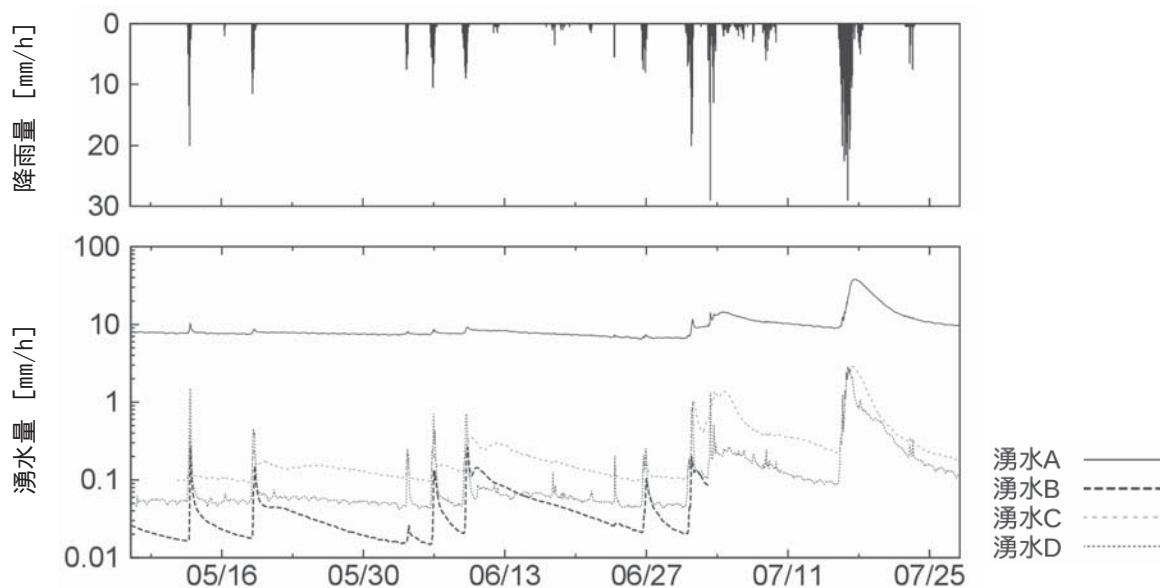


図-2 降雨量および湧水量の観測結果 (2015年)