

基盤内の空気圧が降雨流出・崩壊発生に及ぼす影響

The effect of entrapped air on runoff and landslide initiation

恩田 裕一 [1]; 古谷 麻美 [2]; 関 英理香 [3]; 加藤 弘亮 [1]; 内田 太郎 [4]; 福園 輝旗 [5]

Yuichi Onda[1]; Asami Furuya[2]; Erika Seki[3]; Hiroaki Kato[1]; Taro Uchida[4]; Teruki Fukuzono[5]

[1] 筑波大・生命環境; [2] 筑波大・生命環境; [3] 筑波大・自然学類; [4] 土研; [5] 防災科研

[1] School of Life&Envirom. Sci., Univ. of Tsukuba; [2] Grad.Sch.Life Environ.,Univ.of Tsukuba; [3] Natural Science, Univ. Tsukuba; [4] None; [5] NIED

<http://www.sakura.cc.tsukuba.ac.jp/~emco6022/onda.htm>

山地源流域の降雨流出過程において、降雨ピーク時における地下水流出の急激な増大は土層の透水係数を考慮すると説明が付かず、その原因の一つとして土層内の封入空気の高圧による地中水の押し出しの可能性が指摘されている。また、表層崩壊の発生も、間隙空気が関与している可能性が示唆されているが、それを実証するデータはなかった。そこで本研究では、観測井を設置して岩盤内の間隙空気の現地観測と、人工的に空気圧の急激な変化を与えた室内実験を行ない、岩盤内の空気圧が降雨流出に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

実験は茨城県つくば市の防災科学技術研究所内にある大型降雨実験施設で行った。実験土槽は 625 cmL × 150 cmW × 60 cmH、傾斜角 30° の鋼鉄製で、斜面基部から斜距離 500 cm のところまで高さ 10 cm の岩盤の割れ目と見立てた人工斜面を作成した。人工斜面内の圧力を計測するために圧力計を設置した。土層の厚さは斜面で 50 cm、土層末端では流出高である 15 cm とし水平部で漸減させた。土層にはテンシオメーターを 8ヶ所に 3 深度ずつ埋設し土壌水圧力水頭値を計測した。また、土層からの流出量は 1 分間隔で計測した。空気を斜面底から注入するために穴を開け、エアークンプレッサーを接続して空気を注入した。空気注入は降雨開始時から計測している流出量が安定してから行ない、2 分間注入し続けた。

封入された空気圧の上昇による降雨流出解析のために、空気を人工的に押し込み、降雨流出過程における間隙空気圧の影響を明らかにする実験を行った。降雨開始後流出量が一定になった後に、注入した空気による斜面内の間隙空気圧の上昇によって流出量が急激に上昇し、空気注入終了後には流出量が減少した。同時刻の圧力水頭値は空気注入時に急激なピークを示し、瞬時に正圧化された場所もあった。この時の斜面鉛直方向の 2 つの深度の動水勾配は空気注入前よりも鉛直上向き方向に急激に上昇した。空気圧を高めた実験の場合は、斜面下部で小規模な崩壊が見られた。

これらのことから、降雨時における流出量の急激な増加は封入空気圧の上昇に起因するものであることが実験によって確認された。したがって、表層部分からの空気の漏れがないと仮定した場合、毛管水縁帯のすぐ上付近に注入され、土層と比べて連続した割れ目が存在し通気性がよく、空気の含有量も多い岩盤内の空気は瞬時に加圧・圧縮される。毛管水縁帯にすでに存在していた水に加圧・圧縮された空気塊が触れることで、毛管水縁の水に働く力の平衡が崩れ、瞬時に動水勾配が増加し、流出量が急増する。その値が限界を超えたときに崩壊が発生することがわかった。