

与田切川流域における山体内での間隙空気の封入と圧縮

○関 英理香 筑波大学生命環境科学研究科
 恩田 裕一 筑波大学生命環境科学研究科
 平松 晋也 信州大学農学研究科
 福山 泰治郎 信州大学農学研究科
 上田 大輔 信州大学農学研究科

1. 序論

表層崩壊は、1999年広島市豪雨災害や1972年愛知県小原村豪雨災害を始め、最大降雨強度時（降雨ピーク時）に発生するのが特徴的である（矢入ほか、1973；海堀ほか、1999）。一方、豪雨が生じると地表面付近に飽和層が形成され、表層の飽和帯と地下水の間の不飽和帯に、空気が封入される可能性が指摘されている（丸井1991，小野寺1991）。不飽和帯内に存在する封入された間隙空気が、流出や地下水位に影響を及ぼすことが示唆されてはいるが、野外で間隙空気を観測した事例はほとんどない。

通常よりも早い地下水の流動について、パイプ状の粗大孔隙が影響を与えていることは古くから指摘されてきた（塚本，1961；Whinpy，1965）。パイプ内には、地下水が存在しない場合空気が存在する。パイプに地下水が流入するとき、パイプ内に存在した空気が押し出される。パイプ内の空気が土層方向へ押し出されるとき、土壌表層が飽和していれば、空気は飽和層と地下水により封入され、圧縮される可能性がある。封入された空気が崩壊に対し何らかの影響を及ぼす可能性があるが、崩壊についての研究では、山体内に存在する空気について考慮されていない。

そこで、降雨に伴い山体内でも実際に不飽和帯の間隙空気が封入・圧縮されるかどうか確認するために、長野県のフィールドにおいて岩盤中にストレーナーを持つ観測井の、孔内の空気圧を観測した。

2. 現地概要と観測項目

調査地域は、長野県の天竜川上流に位置する飯島町に在る、天竜川の支流の与田切川の小流域である。調査地には、観測井を2本設置した（図2）。Y-2Gw1の採掘長は25m、ストレーナーはGL-0.9～25mであり、Y-2Gw2に比べ亀裂は少ないが、GL-9m付近に比較的風化した層が見られた。Y-2Gw2の採掘長は20m、ストレーナーはGL-0.7～20mであり、一部のコアに空洞が見られた（図1）。それぞれの観測井において、地下水位と観測井の孔内空気圧を、そして空気圧の比較のため

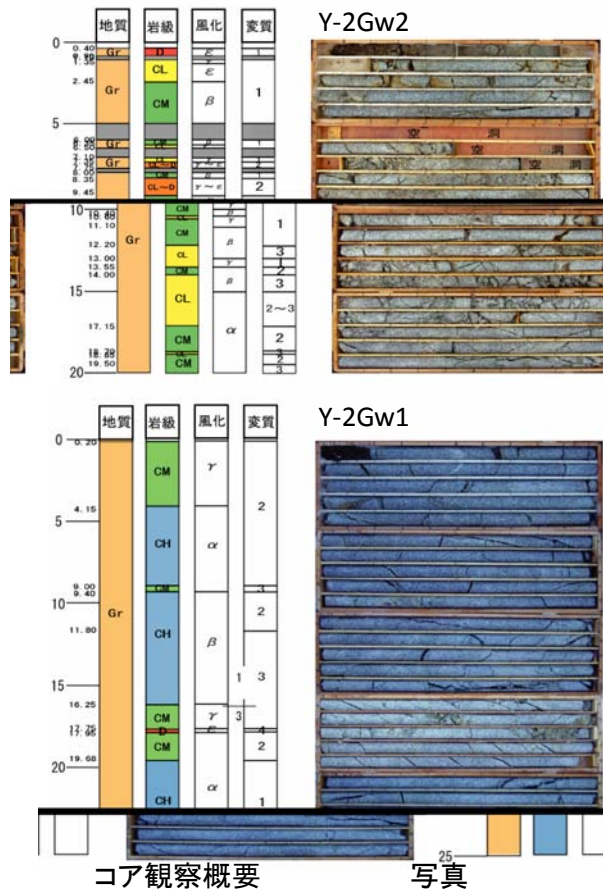


図1 観測井コア概要

(H20 アイ・エヌ・エー報告書に加筆)

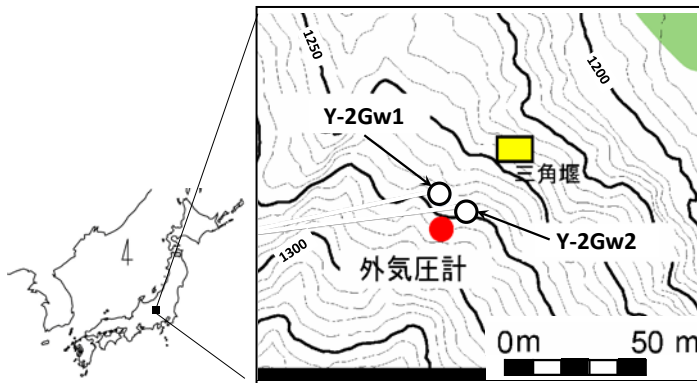


図2 フィールド位置

に大気圧を、各10 分間隔で自記記録した。

3. 結果と考察

Y-2Gw1 とY-2Gw2 における孔内圧は、大気圧とほぼ同じ変動を示した。しかし、Y-2Gw1 の孔内圧だけ、2009/3/22 ~ 2009/3/23 と2009/7/28 ~ 2009/7/31 の期間に、大気圧とは異なる値を示した(図 3)。

孔内圧が上位称する際、降雨があったことから、表層に飽和帯が形成されていた可能性がある。さらに、空気圧と地下水位を比較すると、孔内圧が大気圧を大きく上回り始める時間と、地下水位がGL-9.1 mを上回る時間とが一致していた。Y-2Gw1 にはGL-9.0 ~ 9.3 mの範囲に比較的風化した層があり、そこまで水位が上昇することが、この現場で空気が封入される必須条件だと思われる。

また、大気圧と違う値を示している時の孔内圧の変動と、地下水位の変動は類似しており、封入された孔内圧の圧縮は、地下水位の変化による可能性が高いことが示唆された。しかし、孔内圧と大気圧の差が約1 kPa以上になると、地下水位が上昇しているにも関わらず孔内圧が減少する様子が観測された。これは、地表から孔内の空気が徐々に漏れだしたものと考えられる。

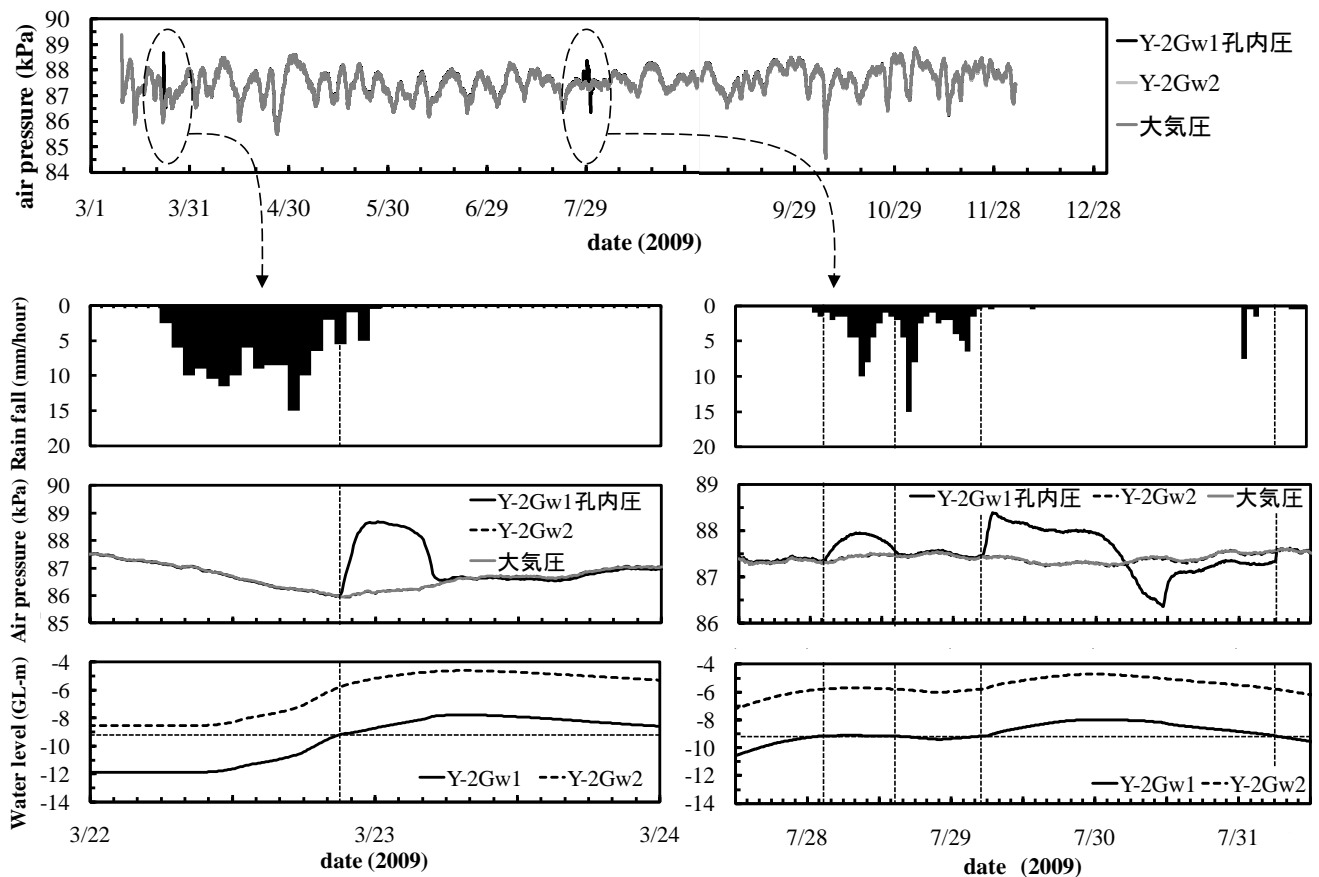


図 3 孔内圧・大気圧の変化

4. まとめ

長野県与田切川のフィールドにおいては、地下水位がGL-9 mより低い時は、孔内圧と大気圧はほぼ同じ値を示した。しかし、降雨があり、かつ地下水位がGL-9 mより上昇すると、孔内空気が封入されることが確認された。そして、さらなる地下水位の上昇に伴い、孔内空気の圧縮が観測された。孔内空気圧と地下水位の上昇の様子が似ており、このフィールドでは、孔内空気の圧縮は、地下水位の変動に大きく依存するものと思われる。また、地下水位が上昇しているにも関わらず、孔内圧が低下する期間があったことから、孔内空気は表層土壌から流出すると思われる。そのため、表層飽和帯の水頭に、圧縮された孔内空気が影響を及ぼす可能性があり、土層の圧力水頭を増加させることによって、山体内の空気が崩壊発生に関与する可能性がある。