

# 高密度観測網を用いた、斜面土層内の不均質な水移動過程の把握

京都大学大学院農学研究科 ○石岡 武、小杉 賢一朗、藤本 将光  
正岡 直也、水山 高久、谷 誠

## 1. はじめに

土壌の間隙水圧が大きくなると表層崩壊が発生しやすくなるといわれている。一様に見える山地斜面においても、その内部構造は不均質で、降雨の浸透や飽和帯分布などは実際に計測しなければわからない。斜面内部の土壌間隙水圧を直接的に計測するためにはテンシオメータを使う必要がある。今までにもテンシオメータを用いた計測は行われてきたが、それらは広範囲を対象としたセンサー密度の低い計測であり、詳細な水分動態は明らかにされていない。また、高密度計測が行われているのは、室内実験における人工斜面のみである。そこで、本研究では、実験室レベルの高密度計測を野外の斜面で行い、山地斜面の水分動態を細部まで明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査地・方法

調査地は滋賀県大津市田上山にある、不動寺水文試験地内の平衡型の谷壁斜面を対象とした。(図-1) 植生は下層植生の少ない広葉樹二次林である。基岩地質は風化花崗岩である。年平均降水量は1587mm(2004~2006)、年平均気温は11.3°C(2004~2006)である。図2に示すように、斜面の末端部分、斜距離にして約5m×4mの範囲に計141個のテンシオメータを基岩面直上と深さ20cmの地点、土層深が大きいところではさらにそれらの中間に設置した。図中の「↑」が各テンシオメータの位置を表している。図2は同じ斜面の基岩面の地形図と基岩面上に設置したテンシオメータの位置を表している。圧力水頭の出力値は10分間隔で自動記録した。測定した圧力水頭値から水理水頭勾配を求め、フラックスベクトルの向きで表した。また、飽和帯分布を表し考察した。この斜面からの流出量と降水量を10分間隔で計測した。得られたデータのうち、2009/06/01~10/09のデータを解析に用いた。

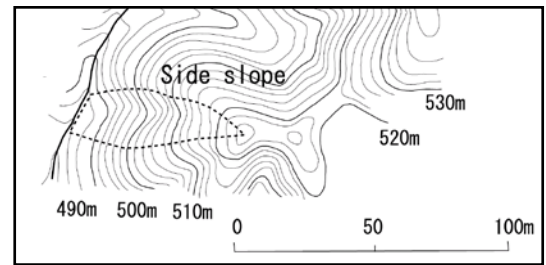


図-1 不動寺谷壁斜面の地形図

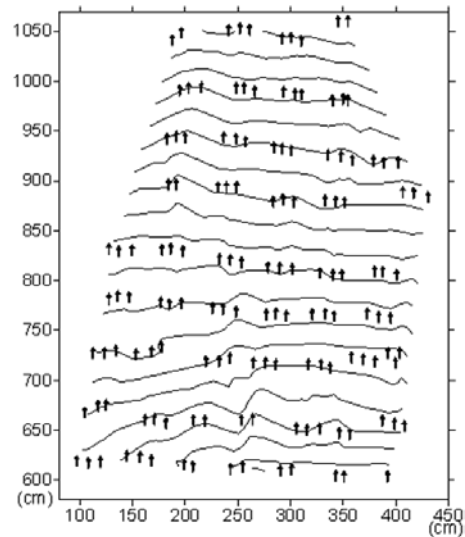


図-2 対象領域の平面地形及び  
テンシオメータ配置図  
(等高線は20cm間隔)

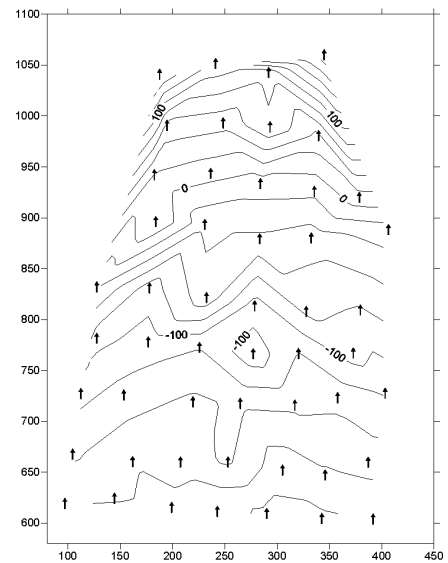


図-3 基岩面の地形図

### 3. 結果と考察

図-4 に無降雨時の飽和帯の分布、図-5~11 に総降水量の異なるイベントの飽和帯の分布を示した。黒い部分が飽和帯である。なお、図-5~11 の飽和帯は降雨中最も飽和帯が拡大した時のものである。図-3 に示した基岩面地形を考えると、無降雨時には飽和帯は基岩面地形に沿って斜面下流側に存在することがわかった。図5~8 より、積算雨量 19mm から 54mm までの降雨では、降水量の増加にしたがって飽和帯が少しずつ上流側に向かって拡大しているのがわかる。積算雨量が 70mm 以上のときは飽和帯が急激に大きくなり、基岩面は上流側まで飽和する。

先行研究では、水文観測（流出量、斜面中央部 5 地点での圧力水頭）及び水質観測結果から、総降水量が 60mm 以上に達すると、斜面下部の飽和帯が上方へと拡大し、土層内で一時的に形成された地下水帯からの水が流出に寄与することが示されている(Fujimoto et al. 2008)。本観測結果は、先行研究の結果と調和的であり、新たに飽和帯の平面的な拡大が示されたといえる。

圧力水頭の計測の結果、無降雨時には基岩、中層、表層の順に土壤間隙水圧が高いことがわかった。このことから、無降雨時には鉛直下向きのフラックスベクトルが確認される。また、降雨時においてもほとんどの点でフラックスは鉛直下向き、または基岩面に沿う向きであった。しかし、一部に降雨中にのみ上向きのフラックスを示す地点があった。上向きのフラックスには土粒子を押し上げる作用があると考えられるので、これらの点で局所的に斜面が不安定化していると考えられる。

#### ・参考文献

Fujimoto M, Ohte N, Tani M. (2008) , Effects of hillslope topography on hydrological responses in a weathered granite mountain, Japan: comparison of the runoff response between the valley-head and the side slope, Hydrological Processes 22,2581-2594 DOI: 10.1002/hyp.6857

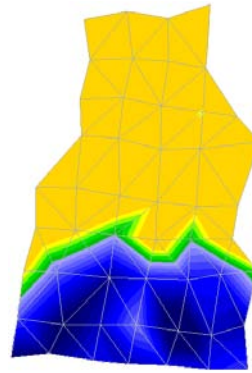


図-4 飽和帯分布  
(無降雨時)

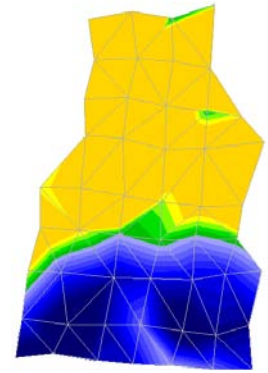


図-5 飽和帯分布  
(積算雨量 20mm)

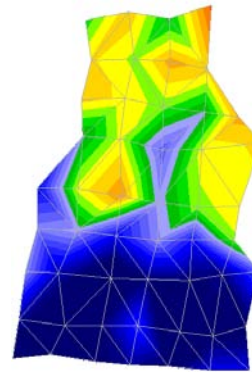


図-6 飽和帯分布  
(積算雨量 21mm)

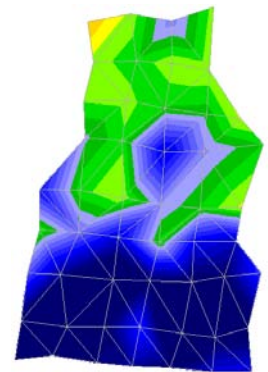


図-7 飽和帯分布  
(積算雨量 51mm)

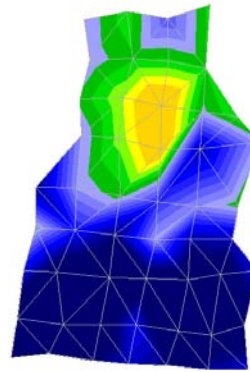


図-8 飽和帯分布  
(積算雨量 55mm)

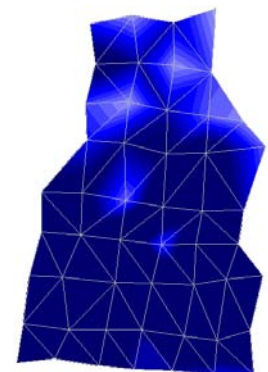


図-9 飽和帯分布  
(積算雨量 70mm)

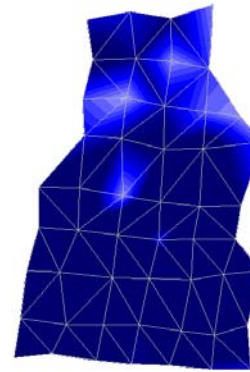


図-10 飽和帯分布  
(積算雨量 83mm)

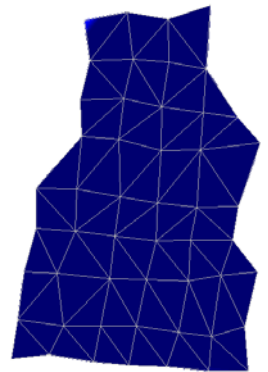


図-11 飽和帯分布  
(積算雨量 179mm)