

森林土壌表層部における不均一な浸透と水分貯留

Effect of Preferential flow on the water storage of a forest top soil

小林 政広[1], 清水 貴範[1]

Masahiro Kobayashi[1], Takanori Shimizu[1]

[1] 森林総研九州

[1] FFPRI-Kyushu

<http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/>

山地源流域の森林土壌表層部には、地下水かん養の出発点として雨水と溶存物質を一時的に貯留し、地中深部へ導く重要な役割がある。森林土壌の表層部には、植物根や動物の作用による不均一な構造が存在すると同時に、樹木リター由来の土壌有機物が関与する撥水性（土粒子の濡れ性の低下）がしばしば発現し、これらが不均一な雨水浸透をもたらしていることが指摘されている。本研究では、不均一な雨水浸透が関与する土層の水分貯留特性を明らかにすること目的として、山地源流域の斜面土層中に設置したテンシオメータとTDR水分計によりマトリックポテンシャルと含水率を連続観測した。

土層内水分動態観測は、熊本県鹿北町に設定した森林総合研究所九州支所鹿北流域試験地3号沢の0次谷の谷壁斜面で実施した。流域内には、斜面の下部にスギ、斜面上部にヒノキが植栽されており、観測地点の植生はヒノキである。流域内の大半の部分では、乾燥時に表層土壌で強い撥水性が発現し、雨水の様な浸透が妨げられることが、色素トレーサーを用いた実験により確認されている。観測地点付近の傾斜は約30°である。林床部にはシダが繁茂しているが、雨滴による土砂移動を示唆する鉱質土壌の露出がわずかに認められる。マトリックポテンシャルおよび含水率の測定深度は10、30、50cmとした。1深度につき、埋設式テンシオメータ2本、プローブ長30cmのTDR水分計1本、プローブ長100cmのTDR水分計1本を設置し、これらは全て土壌断面の側壁から水平方向に挿入して設置した。センサ類は全て1台のデータロガー（Campbell社製CR10X）に接続し、測定間隔30分で日記録した。TDR水分計による含水率測定に必要な誘電率-含水率関係は、観測地点近傍から採取した土壌を用い、A層とB層のそれぞれについて作成した。

降雨時の短期的なテンシオメータ測定値について、以下に記述する。降雨時にはマトリックポテンシャルは素早く上昇し、この際、深度10cmでは顕著な急上昇が2回生じた。これは2本のテンシオメータの平均値をとっているためであり、同一深度のテンシオメータの応答が同時ではなかったために生じたものである。また、体積含水率の変化においては、深度10cmの増加が、深度30cmおよび50cmより遅れた。このことは、雨水が深度10cmのTDR測定圏の含水率をほとんど増加させることなしに深部に達したことを意味する。もし土層が均一であるならば、マトリックポテンシャルおよび含水率の測定値にこのような変化が見られることはなく、同一深度のテンシオメータは同時に応答し、含水率は浅い部分から増加するはずである。実際の測定データの変化パターンがそのようにならないのは、対象としている斜面土層の表層部において不均一な雨水浸透が生じ、雨水が体積的に限られた一部の経路のみを流れたためと考えられる。

また、深度10、30、50cmのTDR水分計測定値から得られた含水率を深度0-20cm、20-40cm、40-60cmの各区間における代表値として水分増加量を求め、これらを合計したものを深度0-60cmにおける土層内水分増加量とし、これを積算雨量と比較した。その結果、積算雨量と水分増加量の関係は湿潤期間と乾燥期間で大きく異なった。同程度の降雨に対する水分増加量は、乾燥期間より湿潤期間で大きく、その差は水高換算で15mmに達した。この事実は、同じ土ならば乾燥していて孔隙の大部分が空になっているときの方が、湿潤で孔隙の大部分が満水しているときより多くの雨水を貯留できるという、多孔体の水分貯留に関する一般的な理解に反する。これについては以下のような説明が可能である。対象とした土壌には乾燥時に撥水性が発現することが確認されている。従って乾燥時には、雨水が通過できる経路が限定され、表層部の粒団の一部が雨水浸透経路から隔絶されることにより、単位体積中に存在する孔隙の一部が雨水の貯留に関与できなくなる。一方、湿潤時には、撥水性が弱くなるため、雨水はより拡散的に浸透し、乾燥時より多くの粒団が貯留に参加できるようになる。

測定対象とした森林土壌表層部の雨水貯留機能は先行水分条件により変化し、その機構には土壌の構造的な不均一性のみならず、土粒子の濡れ性の変化も関与していると考えられた。このことは、土粒子表面のミクロな特性がマクロな機能に影響していることを意味し、低次のスケールの現象を理解した上でのアップスケーリングを行うことの重要性を示している。