

1. 研究背景と目的

森林斜面における降雨は、一部が樹冠や林床植生に遮断され、その残りが樹幹流と林内雨に分離されるため、地表面に到達する水の分布は均一ではない。これまでに森林の水源涵養機能に関する研究が数多くされてきたが、樹幹流の役割は通常無視されている。しかし、樹幹流の少ない樹種でも、根元に集中する浸透過程が土壌水分動態に大きく影響する可能性がある。本研究では、樹木周辺における湿潤及び乾燥過程での土壌水分を観測し、樹幹流が土壌水分動態に与える影響を検討することを目的とした。

2. 観測項目・解析方法

観測は2007年4月から2009年5月まで京都市北区上賀茂本山に位置する京都大学上賀茂試験地における山地斜面で行った。この斜面は、褐色森林土壌とその下部の砂岩層、粘板岩層からなり、1956年に植えられたヒメシヤラが主な植生になっている。ヒメシヤラは落葉樹で滑らかかつ剥離的な幹を有し、日本の西部と南部を中心とした天然林に広く分布する。勾配約28度の斜面において樹高17.47 m、胸高直径22.3 cmのヒメシヤラ一個体を中心とする4.5 mの測線を設定し、根元から上流側への距離250 cm, 200 cm, 150 cm, 100 cm, 50 cm (P5)と下流側への距離25 cm (P6), 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cmの位置においてキャパシタンスメータ (Sentek 社製, EasyAG) を設置し、深度10 cm から50 cm までの10 cm 毎の体積含水率を計測した。

2008年4月から樹幹流による雨水供給を遮断したため、全観測期間を樹幹流による水分供給のある期間 (SF) とない期間 (Non-SF) に分けた。降雨イベントおよび降雨イベント間の無降雨期間を解析単位として湿潤と乾燥過程の土壌水分変動を調べた。SF 期間と Non-SF 期間における降雨イベント数はそれぞれ118と129であり、無降雨期間数はそれぞれ84と116であった。湿潤及び乾燥過程における土壌水分変動を定量的に評価するため、表層から深度55 cm までの最大土壌水分貯留量と水分減少量を調べた。また、各深度における詳細な水分変動を把握するため、各乾燥期間における各深度の水分減少量を調べた。ただし、湿潤過程においては、土壌水分が降雨強度によって大きく変動するため、z-スコア法によって標準化された水分積算変動量で評価した。

3. 結果・考察

図1aは樹幹下流側のP6と上流側のP5における降雨イベント中の土壌水分変動を示している。最大貯留変化量 (ΔS_{\max}) とその時の積算雨量の関係において、SF 期間のP6では、 ΔS_{\max} が積算雨量の100~200%を上回った一方、P5では ΔS_{\max} が積算雨量より小さい傾向が見られた。Non-SF 期間では、両地点間の明瞭な違いは見られず、 ΔS_{\max} が積算雨量より小さい傾向が示された。各深度の水分変動を見ると、土壌孔隙率と明瞭な関係はなかった。変動量が表層から下層へ向かって減少したP5に対して、P6では不均一な変動量が見られた。このような現象は、幹の下流部に大量に発生した樹幹流が土壌に浸透し、局所的に雨水が貯留されたためと考えられる。

図1bは無降雨期間における土壌水分変動を示している。SF 期間のP6では、概ね乾燥日数の増加に応じて土壌水分 (ΔS_{\max}) が減少していたが、いくつかの乾燥期間では、乾燥日数が少なくても ΔS_{\max} が大きく減少することもあった。一方、SF 期間におけるP5や、Non-SF 期間における両地点の ΔS_{\max} は同程度で

あった。各深度の水分変動を見ると、SF と Non-SF 期間ともに、P5 では表層ほど土壌水分が大きく減少した。その一方で、P6 では不均一な減少量が示され、特に SF 期間にその減少量が大きく、かつ鉛直方向に不規則な減少パターンが見られた。これは降雨終了直後に樹幹流による水分供給が暫く続いたため、乾燥期間終了までの水分減少量が大きくなったためと考えられる。Non-SF 期間に、 ΔS_{\max} が両地点で同程度であったにもかかわらず、P6 において鉛直的に不均一な減少量が示されたのは、下流側に発展している根系分布の影響を受けたためだと考えられる。

以上の結果より、樹幹流が湿潤過程において水分貯留量や鉛直分布に大きく影響することが明らかとなった。乾燥過程における水分減少量の変動は湿潤過程ほどではなかったが、樹木下流近傍の領域では、樹幹流の浸透経路である根系やマクロポアの影響で、水分減少に空間分布が生じたことが分かった。

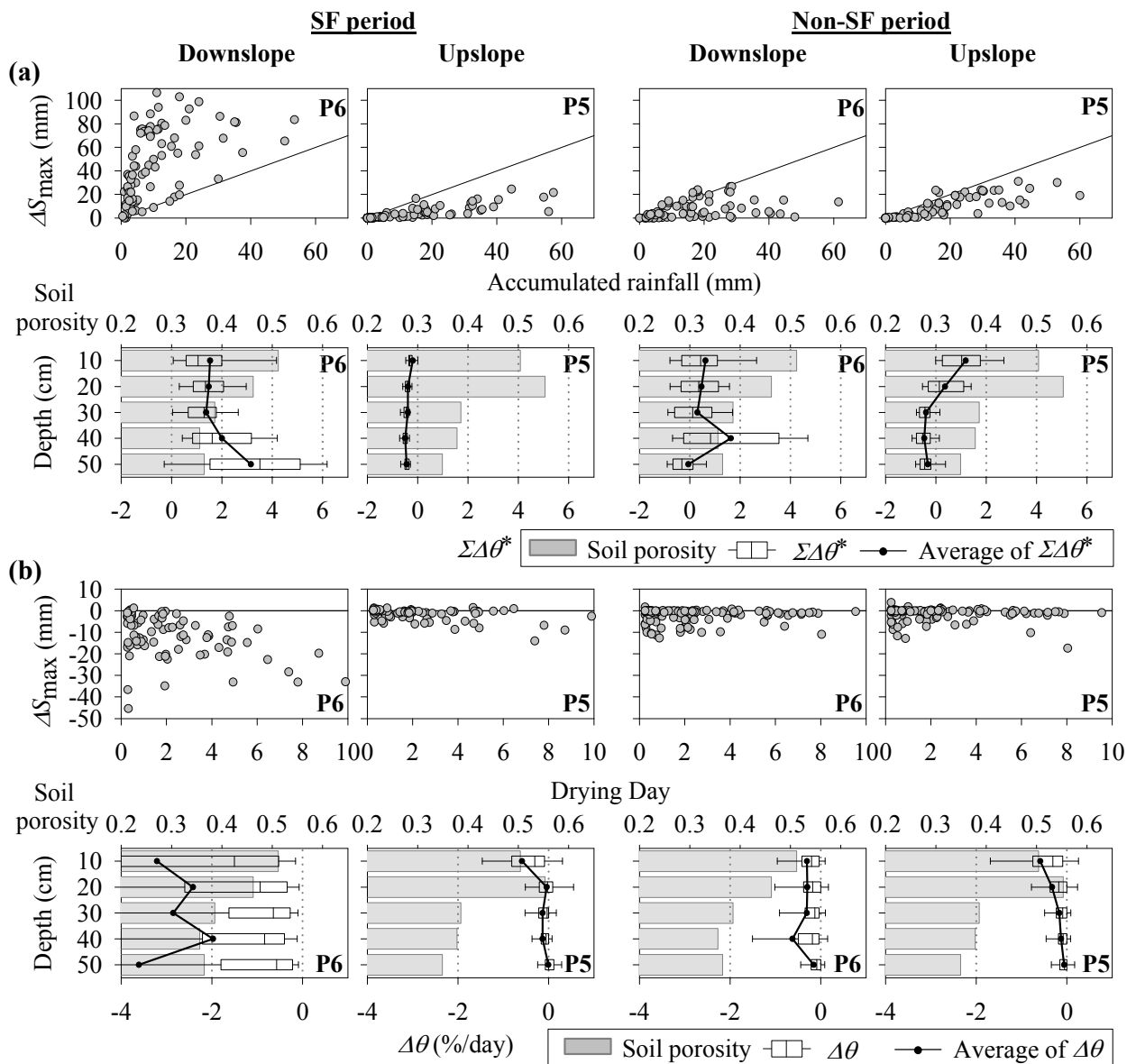


図1. SF 期間と Non-SF 期間での(a)各降雨イベントにおける最大土壌水分貯留量と積算雨量の関係(上段)、各深度の水分積算変動量と孔隙率(下段)、および(b)各無降雨期間における最大土壌水分減少量と乾燥日数の関係(上段)、各深度の水分減少量と孔隙率(下段)。