

森林土壌で水を移動させる粗大孔隙の働き

四国支所 森林生態系変動研究グループ 篠宮 佳樹
立地環境研究領域 土壌特性研究室 吉永 秀一郎、小林 政広

背景と目的

樹冠を通過して地表に到達した雨水は、森林土壌に浸み込み、やがて渓流水として流出します。森林土壌には大小さまざまな隙間（ここでは孔隙：こうげきといいます）があり、水はその中を動きます。細かな孔隙では表面張力がより強く働くため、水が引き込まれやすく、水の動く速さは遅くなります。また、細かな孔隙中の水は土の粒子と十分に反応して、いろいろな成分を溶かし込みます。しかし、大きな孔隙の水の動きに対する働きについてはよくわかっていませんでした。

そこで、私たちは高知県の森林で土壌中の水の移動量と貯留量を測定し、豪雨の時の水の動きにおける大きな孔隙の果たす役割を明らかにしました。

成 果

土壌が貯める水の量には限界が・・・

年平均降水量が 2,500mm を超え、また、一雨の降水量が 100mm を超えるような豪雨の回数も多い四国山地の太平洋側には、急傾斜で長大な斜面が広く分布しています。これらの斜面に広がる土壌は、往々にして礫を多く含み、深さ 1m に達しないうちに基盤の岩石が現れるような薄い土壌です。このため、森林土壌自体が有する水貯留量はそれほど多くないと推定されます。私たちが調査した斜面では、土壌の厚さは 60cm 程度でした。この土壌の水貯留量は降水量の増加とともに増えますが、豪雨の時の水貯留量は雨量に換算して 60mm 程度で頭打ちになりました（図 1）。

余った雨水はどこに行ったか

土壌の水貯留量が変化しなくなると、深さ 50cm に設置した採水装置から水が流出し始めるようすが一緒に観測できました。この採水装置は、土壌中にチリトリのようなものを差し込み、それにチューブを繋いだもの（図 2）で、装置直上の土壌が完全に水で満たされたときに初めて水を採取し始めます。そして、採水量は降雨強度が強くなるとすぐに増加し、弱くなるとすぐに減少しました（図 3）。しかし、一雨の降水量が 50mm 以下だと、採水装置からの流出はほとんど起きていません（図 4）。

さらに、豪雨時の雨水と採水装置から流出してきた水の電気伝導度を測ったところ、両方の水の電気伝導度はほとんど同じ値でした。つまり、降った雨がそのまま土壌を素通りして下層土から流出していることがわかりました。これらのことは、土壌で貯留できなくなった過剰な雨水が、土壌中を素早く流れて排水されていることを示しています。

水はどこを流れたか

森林土壌には、ミミズのような土壌動物の移動や樹木根の腐朽などによって形成された直径数 mm 程度の粗大孔隙が特に地表近くに多く認められます。豪雨の時にはこれらの粗大孔隙に雨水が吸い込まれるように流れて、土壌流失の原因となる地表流が起きにくくなります。また、土壌が一定量の雨水を貯留した後は、過剰な雨水を粗大孔隙のネットワークを通じて基岩や斜面下方へと直接流しているのです。このように粗大孔隙のネットワークの存在は、土壌粒子に吸着されている貴重な養分の流失を防ぐとともに、土壌が完全に水浸しになって山崩れが起きることも少なくさせているのです。

詳しくは、篠宮佳樹ほか（2007）水文・水資源学会誌、21：126-139 をご覧ください。

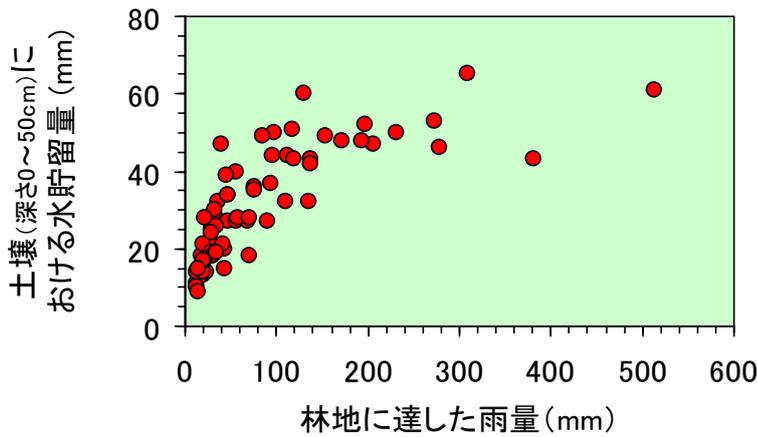


図1 雨量が100mmを超えると、雨量がさらに増えても、
 土壤による水貯留量は増えなくなる。
 (高知県梶原町鷹取山試験地)



図2 採水装置とその設置状況

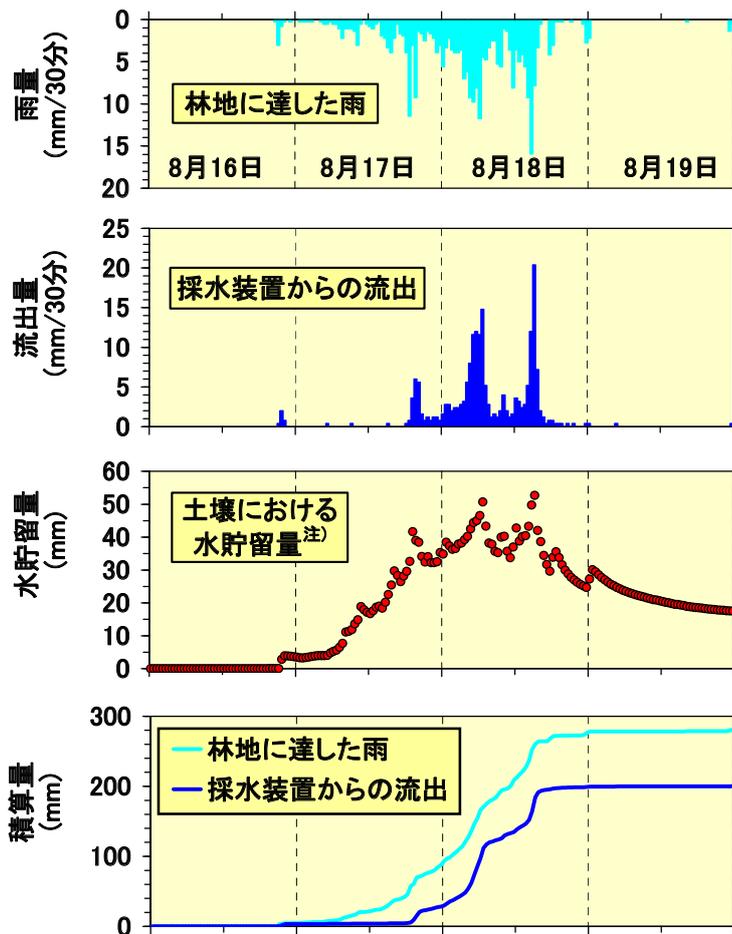


図3 2006年8月の豪雨時に観測された雨量、水貯留量、採水装置からの流出量の変化
 注) 降雨前の水貯留量を0として増えた量を示す

雨が降り出してから暫くの間、採水装置からの流出はないが、土壤による貯留量が限界近くになると、雨量の変動に敏感に応答するようになる。

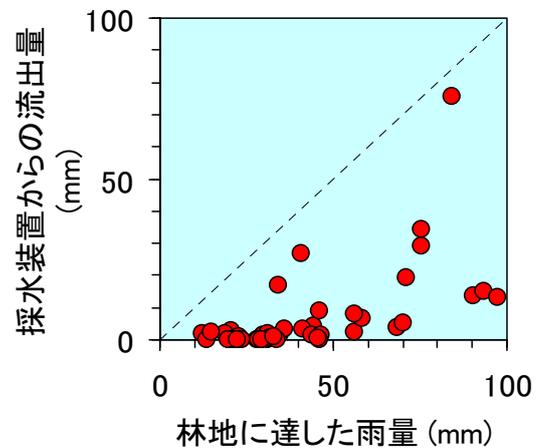


図4 降雨強度の強い雨を除き、
 50mmくらいまでの雨量
 では、採水装置からの流出
 はほとんど起こらない。