

天然林斜面における土壌水分特性の空間変動

京都大学大学院農学研究科 ○林 祐妃・小杉 賢一朗・水山 高久

1. はじめに

森林が持つ洪水の軽減、水源涵養といった公益的機能の評価が必要とされている。森林流域で実際に起きている水循環過程を正確に表現するためには、森林斜面の土壌水分特性の把握が不可欠である。

土壌水分特性は、孔隙径分布の特性を反映しており、土壌構造によって特徴付けられている。土壌構造に関して、森林斜面の表層は植生の影響を強く受け、下層は基岩の風化プロセスの影響を強く受けている。また、斜面の下部には崩積土、上部には残積土が存在するといった地形プロセスの影響を受けている。そこで本研究では、斜面土層内の土壌孔隙径分布の空間分布を明らかにすることを目的とした。これによって、これまで均質な土壌水分特性を仮定して解析が行われることの多かった斜面水文過程に関して、より実測データに沿ったモデルの構築を進めることが出来ると期待される。

2. 方法

滋賀県南部の風化花崗岩を母材とする天然林斜面において、下から順に Plot 1, 2, 3, 4, 5 の 5 地点について、不攪乱の試料を、100 cc サンプラーを用いて採取した (図-1)。鉛直方向には、表層から 2.5, 12.5, 25, 45, 75, 105, 130 cm の土壌を基岩面が現れる深度まで採取し、さらに土層直下の基岩サンプルを採取した。同じ深度では、三回の繰り返しでサンプリングした。

また、土壌採取地点を含めた 15 地点において長谷川式貫入試験を行った。図-1 に貫入抵抗値 Nh 値の空間分布を示す。概して、表層では Nh 値が小さく柔らかい土壌であることが分かる。また、地面の形状を見ると Plot 2 と Plot 3 の間に段差があり、この段差から Plot 2 の 4 m ほど下側までの土層が非常に薄くなっていることから、過去にこの範囲で表層崩壊が発生し、崩土が斜面の下側に堆積したことが推測された。したがって、Plot 1 は崩土が堆積した土層、Plot 2 は崩壊により薄くなった土層、Plot 3, 4, 5 は崩壊の影響を受けていない残積性の土層であると特徴付けることができる。

採取したサンプルを用いて pF 試験を行い、土壌水分特性曲線を計測した。測定した pF 値は、0.70, 1.00, 1.30, 1.48, 1.70, 1.85, 2.00, 2.30, 2.70, 3.00, 3.54, 4.18 である。

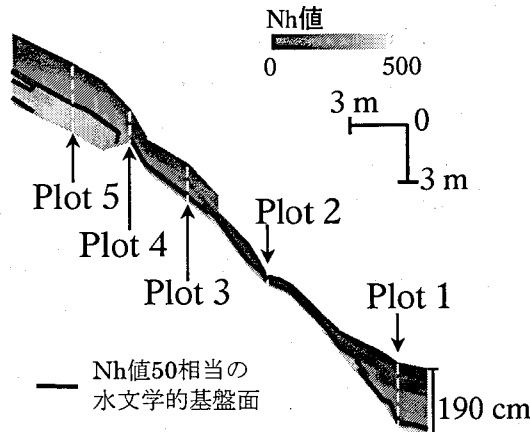


図-1 観測斜面における貫入抵抗値(Nh 値)の空間分布と土壌採取プロットの位置

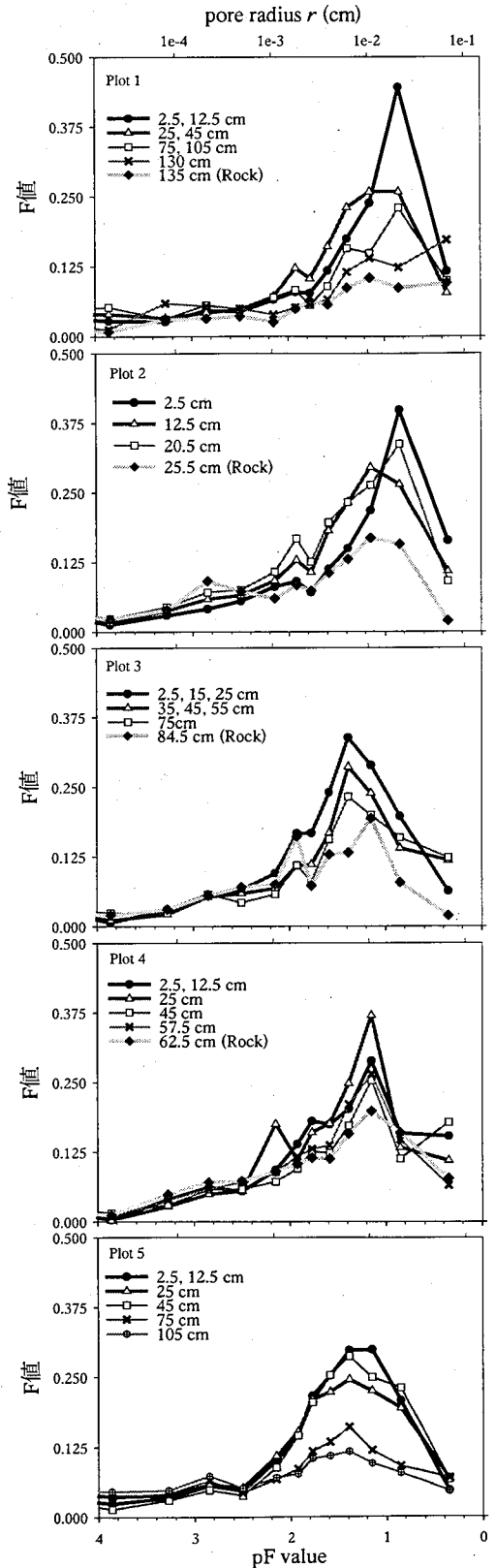


図-2 Plot 1~5 における孔隙径分布値は、似た分布を示した土壌をまとめ、その平均値を示している。

3. 結果

土壌水分特性曲線を体積含水率 θ -pF 値の関数として見たときの傾きを孔隙頻度 F とし、次式で定義した。

$$F = \frac{d\theta}{dpF} \quad (1)$$

この様に、 $F \times dpF$ は単位体積の土壌において、 $pF \sim pF + dpF$ の pF 値に対応する孔隙が占める体積を表している。また、(2)式の毛管作用の関係から、圧力水頭 ψ は孔隙の半径 r に反比例するので、pF 値が大きくなるほど孔隙半径が小さくなるという対応関係になる。

$$r = \frac{A}{\psi} = \frac{A}{-10^{pF}} \quad (2)$$

ここで、 A は近似値 $A = -1.49 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ (e.g., Brutsaert, 1966) で表される負の定数である。F 値の計算は、測定した圧力水頭値を差分することによって行った。

図-2 に Plot 1~5 における孔隙径分布を示す。Plot 3 について見ると、表層になるほどピーク値が大きく尖った形状の曲線になり、中、大の孔隙が増加する傾向があった。また、約 pF 2.6 以下の小孔隙については下層の土壌ほど量が多かった。似た傾向は Plot 4 と Plot 5 でも見られた。

一方 Plot 2 を見ると、深度 12.5 cm の土壌ではピーク位置が pF 1.2 付近にあり、最表層の深度 2.5 cm の土壌では pF 0.8 付近にあった。この様なピークの違いにより、深度 12.5 cm の土壌に比べて最表層の土壌は、pF 1 以下の中小孔隙が少なく、pF 1 以上の大孔隙が多い傾向を示した。この傾向は、Plot 1 の最表層と二層目 (25-45 cm) の違いにも共通していた。

図-3 に、最表層の土壌と基岩について、プロット間の孔隙径分布の違いを示した。表層土壌については、Plot 1 と Plot 2 の比較では有意な違いがなく非常に似た孔隙径分布をしていた (図-3 左 a)。しかし、Plot 1, 2 は Plot 3, 4, 5 に比べピークを与える pF 値が大きく、またピーク値も有意に大きくなっており、孔隙径分布の傾向が斜面の上下で異なっているといえる (図-3 左 b~g)。一方、Plot 3, 4, 5 同士の組み合わせにおいては有意差がほとんど見受けられず、似た孔隙径分布をしていることが分かった (図-3 左 h~j)。基岩については、Plot 1 の F 値は他のプロットに比べて有意に小さかったが、Plot 2, 3, 4 同士の組み合わせでは有意な差が認められなかった (図-3 右図)。

引用文献 ; Brutsaert, W.(1996): Probability laws for pore-size distributions, *Soil Sci.*, 101, 85-92.

(問合せ先 : 林祐妃, h_yuki@kais.Kyoto-u.ac.jp)

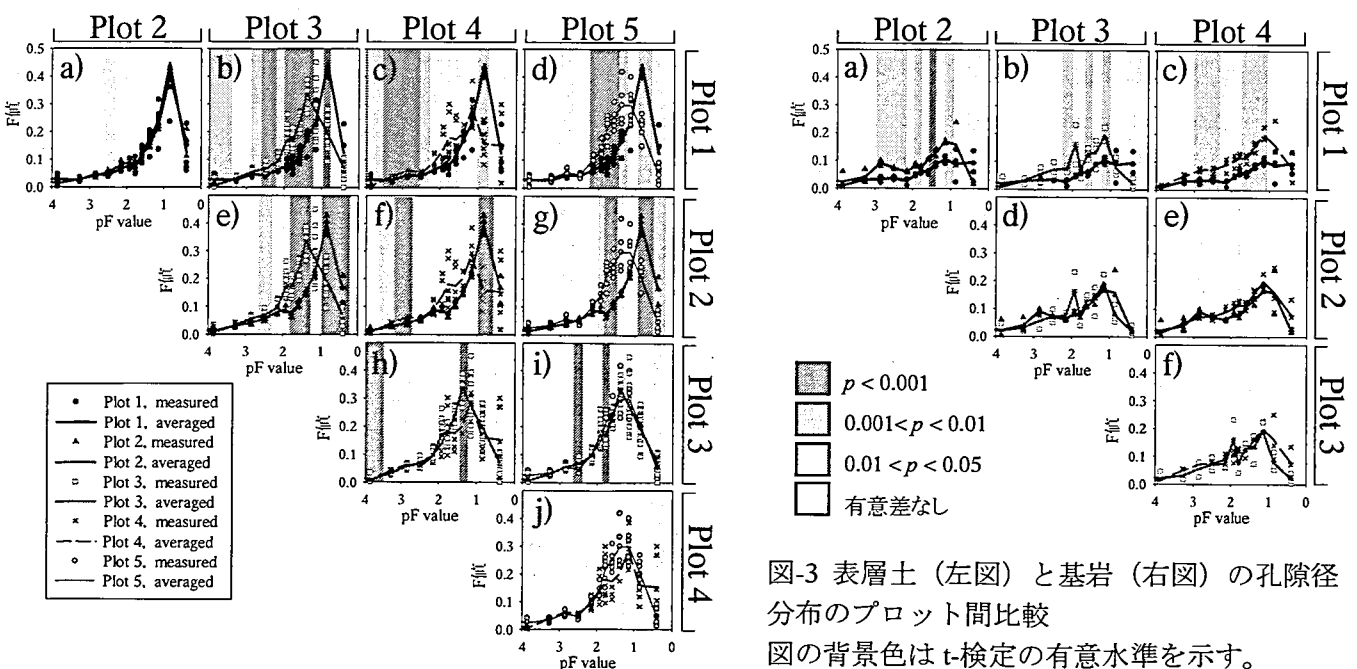


図-3 表層土 (左図) と基岩 (右図) の孔隙径分布のプロット間比較
図の背景色は t-検定の有意水準を示す。