

天然林斜面における土壌の構造発達に伴う土壌水分特性の空間変動

京都大学農学研究科 ○林 祐妃・小杉 賢一朗・水山 高久

1. はじめに

森林が持つ洪水軽減, 水源涵養機能の評価ために, 森林流域の水循環を特徴付ける土壌構造の発達過程の解明が求められている。森林土壌の構造発達は植生・風化・地形などの要因によって起こる。このため土層の深さや斜面位置によって構造発達の程度が異なっている。そこで本研究では, 森林土壌の不攪乱土 (U) と, 同じ土壌から作成した攪乱土 (D) と構造の違いを母材や粒径分布の影響を含まない構造発達による変化を表しているとし, 斜面土層内における構造発達の空間分布を明らかにすることを目的とした。

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, 斜面下部 (崩積土; 下から順に Point 1,2) 上部 (残積土; Point 3,4,5) の5地点について, 不攪乱の試料を採取した。深さ方向には, 表層から土壌サンプルを基岩面が現れる深度まで3試料づつ採取した。不攪乱サンプルを用いて pF 試験を行った後, 同じ土壌を攪乱して pF 試験を繰り返し, 土壌水分特性曲線を求めた。攪乱土の作成は, 不攪乱土から有機物を取り除き, 乳鉢で団粒を破壊した後に, 少し湿らせた土を三層に分けてしめ固めて行った。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次式で定義し, 孔隙頻度 F として算出し解析を行った。

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

$F \times dpF$ 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。

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

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。 F 値の計算は, 水分特性曲線の測定値を差分することによって行った。

3. 結果

3.1 F 値の空間分布

図-1に各サイズの孔隙頻度の空間分布を示す。まず, 斜面下部の Point 1,2 の結果をみると, 巨大孔隙に対応する pF 0-0.7 の F 値は D と U でほぼ同じ値であり (図-1e,j), 構造発達による増加は認められなかった (図-1o)。大孔隙に対応する pF 0.7-1.7 の範囲の D の F 値は, pF 値が大きくなるにつれて増加するものの, 全体的に小さい値であった (図-1b,c,d)。U は pF 0.7-1.0 で F 値が非常に大きく, pF 値が大きくなるにつれて減少した (図-1g,h,i)。このため, pF 0.7-1.7 の構造発達による変化は, pF 値が小さい順に, 大幅に増加, 増加, 有意差なしという傾向を示した (図-1l,m,n)。以上の大孔隙の傾向は表層土壌で顕著であり, 下層土壌では傾向は同じであるが増量は少なかった。さらに中孔隙に対応する pF 1.7-2.7 の F 値は D と U 共に小さいが, U の方がより小さいため (図-1a,f), 構造発達によって減少する傾向を示した (図-1k)。

次に, 斜面上部の Point 3,4,5 では, Point 1,2 と D の傾向は似ていたが (図-1a,b,c,d,e), U は最も大きい F 値を示す pF 値が Point 1,2 より大きく, pF 1.0-1.3 の範囲であった (図-1f,g,h,i,j)。従って, 構造発達による増加量は, pF 値が小さい方から, 差なし, わず

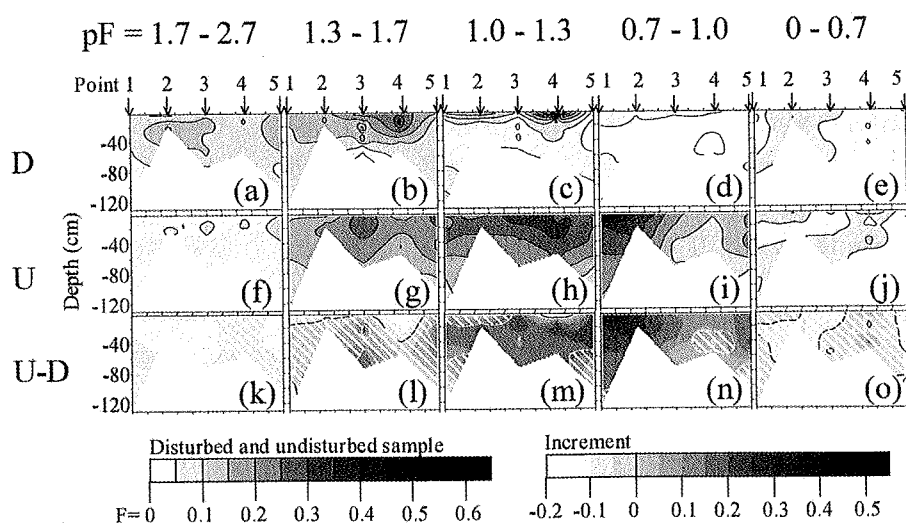


図-1. 攪乱土(D)(a-e), 不攪乱土(U)(f-j)の各pF値に対する F 値の空間分布。(k-o)は, UとDの差 (構造発達による孔隙頻度の増加量を表す) の空間分布。10 %の有意水準でDとUにおける平均値に有意差が認められない領域を斜線で示している。

かに増加, 増加, 変化なし, 減少の傾向を示した (図-1k,l,m,n,o)。

以上から, 構造発達により大孔隙が増加し, 中孔隙が減少するという傾向が斜面全体で見られることが分かった。詳しくみると, 斜面上部と下部では大孔隙の中でも, 増加量が最も大きい孔隙のサイズが異なり, 斜面上部の方が下部より小さかった。さらに, 大孔隙の増加量は表層土壌の方が下層土壌に比べて多かった。

3.2 孔隙径分布の形状

孔隙径分布曲線の形状も孔隙頻度の空間分布と同じく, 斜面の上部と下部, 表層と下層で傾向が異なっていた。

斜面下部の表層では, 攪乱土では中孔隙付近に低いピークがあったが, 構造発達により, ピークのある孔隙が大きくなった。また, ピークの F 値も大きくなり孔隙の総量も増加した。それに対して, 斜面

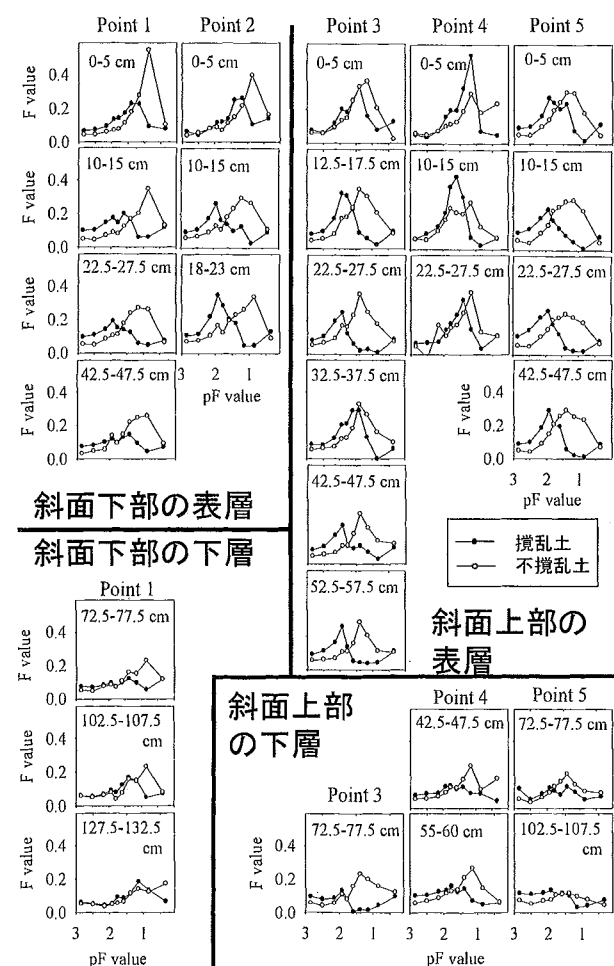


図-2. 攪乱土 (D) と不攪乱土 (U) の各採取位置における孔隙径分布
DからUへの曲線形状の変化 (構造発達による曲線形状の変化を表す) の傾向により分類した。

上部の表層では, 攪乱土で中孔隙付近にピークがある傾向は斜面下部と同じであるが, ピークの F 値は大きかった。そのため, 構造発達により, ピークの孔隙が大きくなるが, ピークの F 値はほとんど変化せず, 孔隙の総量の増加量も小さかった。

下層では, 攪乱土が中孔隙と大孔隙をほとんど持たないため, 孔隙径分布は扁平な形状であった。構造発達の影響を受けても, 大孔隙に低いピークが現れるに留まった。ピークの孔隙サイズは斜面下部の方が上部より大きかった。

3.3 まとめ

斜面土層内の各位置で典型的な, 孔隙径分布の構造発達による変化の特徴を図-3 にまとめた。

下層土は構造発達による影響をあまり受けず, ほとんど孔隙のない状態から, 構造発達により大孔隙のみが少しだけ増加する変化に留まった。しかし, 表層になると, 斜面下部では分布のピーク値が大きくなり, 大孔隙が大幅に増加, 中孔隙が減少した。斜面上部では, 元々孔隙量が多く, 構造発達の影響を受けて, 分布の形状はそれほど変化せずに大孔隙側に平行移動し, 大孔隙が増加, 中孔隙が減少した。

また, 構造発達により増加する孔隙サイズは斜面下部より上部の方が小さかった。

引用文献:

Brutsaert, W (1966) Soil Sci. 101: 85-92.

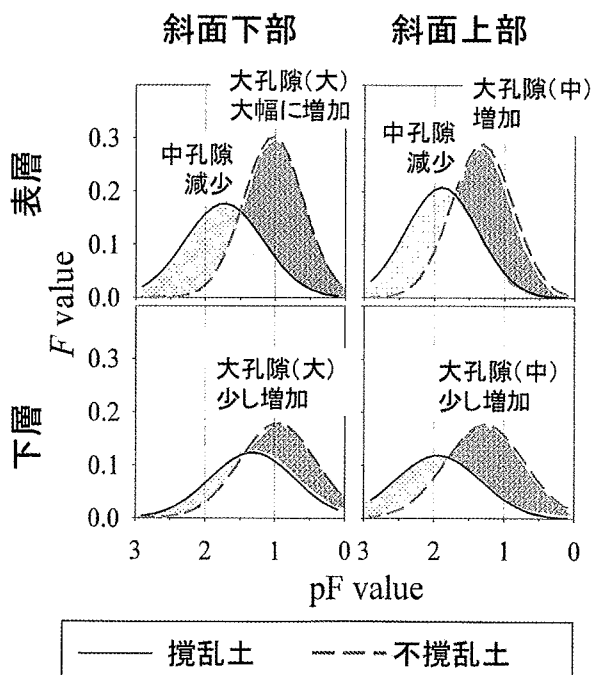


図-3. 斜面土層内の各位置での構造発達による孔隙径分布の変化の模式図