

## PII-20 森林土壌における不均質な水分移動現象のモデル化

○近藤 玲次 (砂防・地すべり技術センター)・小杉 賢一朗・水山 高久 (京大農学研究科)

### 1. はじめに

森林の表層土壌は急激な時間雨量曲線 (ハイトグラフ) の波形を緩やかな時間流量曲線 (ハイドログラフ) の波形に変換する緩衝機能を持つと共に、条件によっては自身が表層崩壊の発生源にもなる可能性を持ち、土壌水の動きの解明は特に山がちな我が国では重要である。土壌水の動きは、Darcy 則を拡張した Darcy-Buckingham 式によって説明されてきたが、近年の研究で林地斜面への降雨浸透には不均質性が見られることが報告されている。このことは林地の土層中の水分特性の不均質分布や、巨大孔隙内の流れ等による Darcy 則で説明できない流れの存在を示唆しており、その解明が林地水文過程の研究の上で重要な課題となっている。

本研究では大型不攪乱森林土壌試料サンプルを用いて①散水実験を行い二次元的な水分の挙動を調べる、②土壌特性の二次元的な分布を調べる、③②で求めた土壌特性の分布を元に数値計算を行い、浸透現象の再現を試みる、という手順で土壌の不均質性が雨水の浸透・流出に与える影響を検討した。

### 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から不攪乱で採取した大型 (縦 50cm×横 50cm×奥行き 10.5cm) 土壌試料を用いた。

#### 2.1 散水実験

碁盤目状にテンシオメーター、TDR式水分計を挿入し、10cmメッシュで二次元的に圧力水頭 $\phi$ ・体積含水率 $\theta$ を測った。流出量も各列毎に計測した。降雨は一定の強度で降らせ、定常状態に達した時点で切って排水させた。吸水開始から排水が止まるまでを一つの Run とし、降雨強度や初期条件を変えて run. 8 まで行った (図 1)。

#### 2.2 サンプル各部の土壌特性の特定

散水実験から求めた各部の $\phi$ 、 $\theta$ の変化から、各時間・各場所の透水係数 $K$ を計算する。散水実験中の各部の $\theta$ 、 $K$ 、 $\phi$ を照合して関係曲線を書き対数正規分布を用いた式によって数式に近似した。また、降雨実験後、サンプルを解体し、各部位の pF 試験や撥水性試験 (WDPT 試験) を行った。

#### 2.3 数値計算モデル

数値計算モデルでは、サンプルの厚みを考えず、二次元的な取り扱いをした。2.5cm 間隔のメッシュに分け、三角要素に分割した上で各要素に 2.2 で求めた土壌特性のパラメーターを代入した。有限要素法を用いて数値シミュレーションを行い、降雨流出過程を再現した。

### 3. 結果と考察

散水実験では、吸水過程は水平方向各部位の $\theta$ 、 $\phi$ 変化のばらつきが大きく、湿りやすい場所が実験ごとに変化すること、排水過程では吸水過程に比べてばらつきが小さく乾きやすい部位が常に同じであることが見出された (図 2 表層の 5 点 (a1~e1) について)。

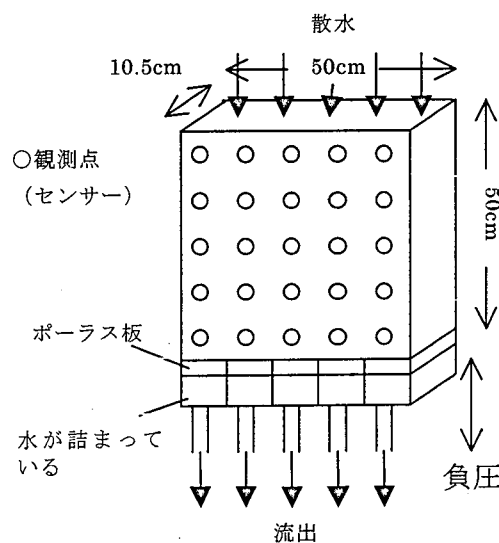


図 1 散水実験の概略図

排水過程時の $\phi$ と $\theta$ の同時測定で求められた $\theta - \phi$ 関係は、PF試験によるものに比べ含水率が小さくなった(図3)。これは撥水性の影響(小林ら, 1996)と考えられる。また、WDPT試験によっても散水時に湿りにくい部位で撥水性の発現が確かめられ、撥水性の浸透水の挙動への関与が示唆された。

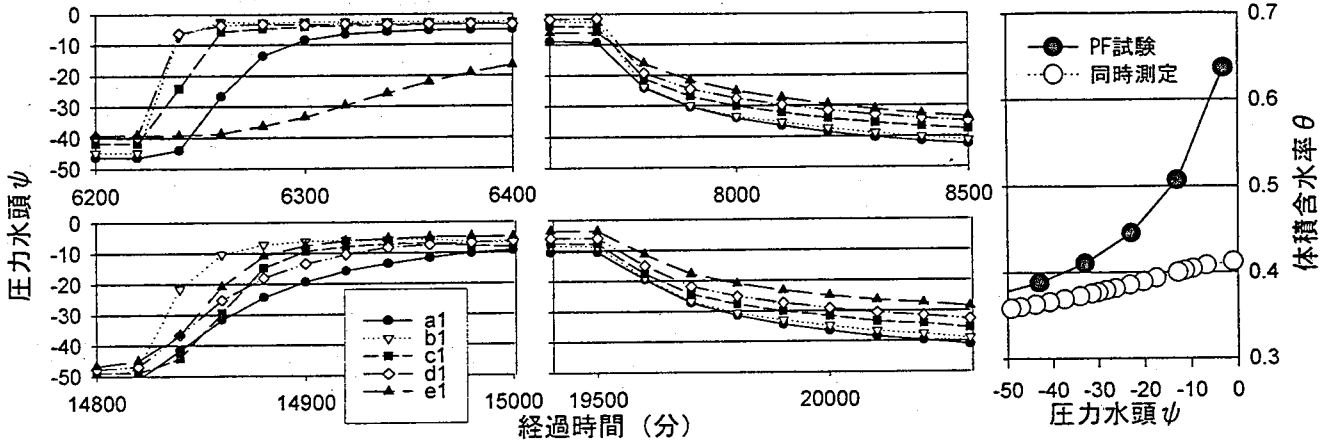


図2 表層5点の吸水過程(左)と排水過程(右)の圧力水頭変化 図3 計測法による $\theta - \psi$ の比較

撥水性を考慮して求めた全25点における $\theta - \phi$ 、 $K - \phi$ 関係を図4に示した。土壤特性の不均質分布が確認され、変動係数で見ると $K - \phi$ 曲線の方が $\theta - \phi$ 曲線よりもばらつきが大きかった。特に $K$ のばらつきの幅は $\phi > -20\text{cm}$ で1~2オーダー、 $\phi < -20\text{cm}$ で3オーダーとなった。

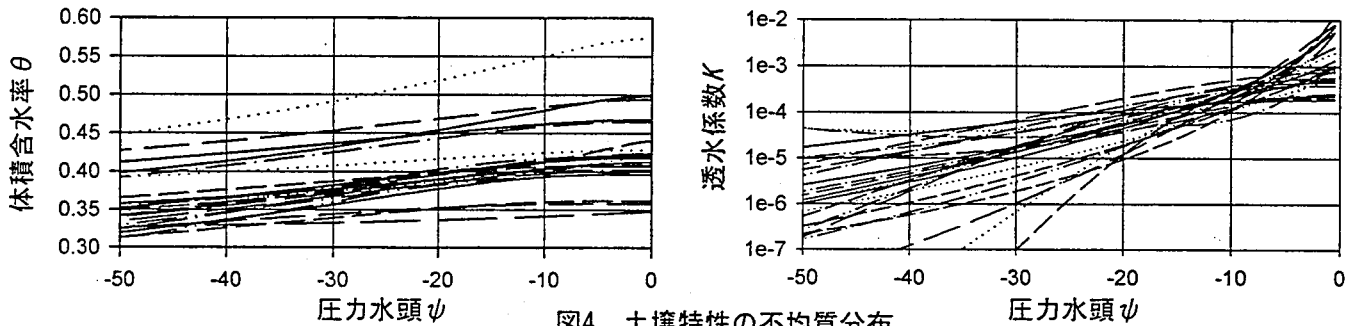


図4 土壤特性の不均質分布

求められた土壤特性分布を与えたシミュレーションは、排水過程を良好に再現できたが、吸水過程ではずれが生じた(図5)。

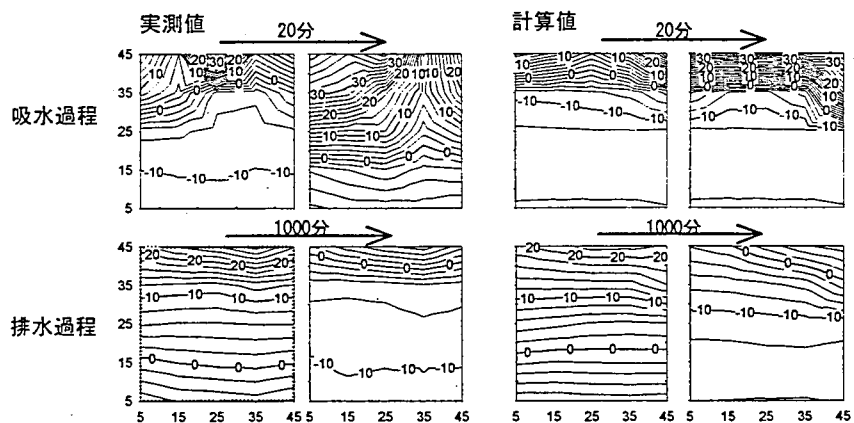


図5 吸水・排水過程における同時刻の実測と計算の水利水頭 (cm) の比較

以上の結果、排水過程では撥水性を考慮した $\theta - \phi$ 、 $K - \phi$ 関係の不均質分布を与えればDarcy則によって水分移動を説明できるが、吸水過程では、更に局所的な選択流を考慮する必要があることが示された。

参考文献 小林政広・小野寺真一・加藤正樹 (1996) 撥水性が森林土壤の水分特性曲線に与える影響：水文・水資源学会誌 9 88-91