

演習林における土壌での水分移動特性について

九州大学工学部 学生員 井村 洋三
 九州産業大学工学部 正会員 細川士佐男
 九州大学工学部 正会員 神野 健二
 九州大学工学部 西山 浩司

1. はじめに

森林での水循環を考えてみたとき、様々なプロセス（蒸発、蒸散、降雨等）が互いに影響を及ぼしあって水が移動していることが分かる。これらは個々の現象ではなく互に関連しており、連続的にかつ同時に進行する。また、土壌中における水の移動については、植生の効果はかなり大きいと考えられている。

本研究では、対象領域を限定し、森林での樹木の葉による蒸散作用や根の吸収作用を含めて、土壌 (Soil)、植物 (Plant)、大気 (Atmosphere) を相互に関連する一つの連続体として水循環を記述するモデル (SPAC) を組み立てることを目的として、まず観測地において、対象とする樹木周辺の土壌で透水試験を行い、間隙水圧等を観測した。次に、観測地の水分移動特性の検討を行うために必要な不飽和パラメータについて解析を行った。

2. 観測内容

(1) 観測地概要

観測地は、福岡市の郊外の糟屋郡篠栗町にある九州大学農学部篠栗演習林である。対象樹木は、マテバシイというブナ科の常緑高木で直径は約 25 cm、高さ約 10 m のものである。

(2) 観測項目

水文気象と土壌の間隙水圧および土中温度の関係をj知るために次の測定装置を設置した。水文気象の観測には、大気温度計、大気湿度計、風速計、雨量計、日射計を用いた。また、土壌の間隙水圧および温度の観測には土壌水吸引圧計および、土中温度計を用いた。これらの測定装置の平面上の配置を図-1に示している。

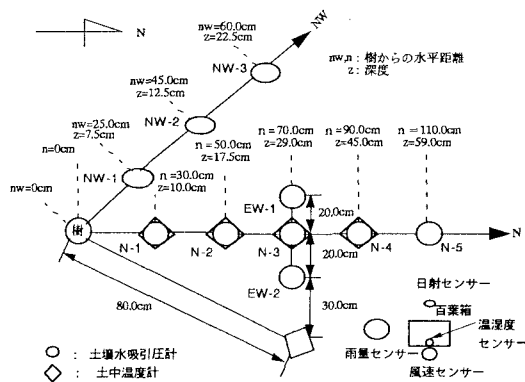


図-1 観測位置

3. 浸透実験

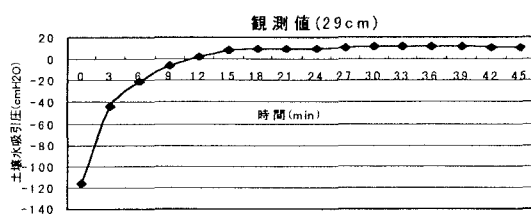
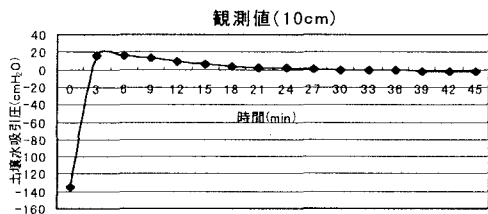
(1) 浸透実験の概要

平成10年12月14日に木の回りを直径約 230cm のブリキ板で囲み、地表面に 180 ㍓の水を湛水し浸透実験を行った。その際、水位の変化を目測で読みとり、土中では土壌水吸引圧計および土中温度計により観測を行った。

(2) 浸透実験の結果と考察

図-2に浸透実験の結果を図示する。

図-2 深度 10cm, 29cm における観測値



実験結果を見てみると、深度10cmの地点の方が29cmの地点より早く水が浸透している様子が分かる。また、深度29cmの地点の方が、浸透しにくく水がたまることが読みとれる。したがって、さらに深い深度の測定点では、水の貯留によって間隙水圧計の観測結果に影響を及ぼしていた。

4. バングヌッテンの理論式における土壌パラメータ n 、 α の推定

今回、土壌パラメータ n 、 α (cm⁻¹) および対象とする土壌の透水係数 K_s (cm/sec) を推定するために、3. で記した浸透実験を行い、その挙動を観測し、数値解析モデルにより解析した。

(1) 計算手順

解析には、鉛直一次元の不飽和浸透流の基礎式を用いる。

$$C(\theta) \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left\{ K(h) \frac{\partial h}{\partial z} \right\} - \frac{\partial K(h)}{\partial z}$$

ここに、 $C(\theta)$: 比水分容量、 $K(h)$: 不飽和透水係数 (cm/sec)、 h : 圧力水頭 (cm) である。

今回土壌パラメータを推定するにあたり、数値計算で求めた間隙水圧の値と観測値の差をとり、それを自乗して計算時間全体 (45分間) について時間的 (3分毎) に加算し、その標準偏差が最小になる時のパラメータを最適値とする。計算には、樹木に対して北方向に並べて設置した間隙水圧計のうち、深さ10cmの位置の観測データを用いた。計算式を以下に示す。

$$J = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \{HC(10, t) - HO(10, t)\}^2}$$

ここに、 J : 標準偏差 (cm)、 HC : 計算値 (cm)、 HO : 観測値 (cm)、 N : 15 である。

(2) 解析結果

数値解析を行った結果、深度10cmの地点において、 $K_s=0.015$ 、 $\alpha=0.004$ 、 $n=1.05$ において標準偏差が最小となり、最適値であると考えられる。また、図-3を見て明らかに概ね良好な精度でパラメータを求めることが出来た。したがって、深度が浅い地点においては本モデルによってパラメータの推定を行えることがわかった。

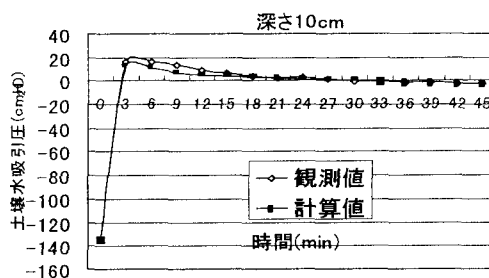


図-3 観測値と観測値(10cm)

5. 終わりに

今回の解析では、深度方向に土壌が均一でないため、深度の深い地点では浸透水の貯留が起こり、十分な解析を行うことができなかった。従って今後、土壌のサンプリングや樹木の根の存在状況の確認等を行った上で、地表面から深度の深い地点までのパラメータの推定を行い、それを踏まえて、断面二次元の不飽和浸透流のモデルへの拡大をこれからの研究課題としていく予定である。

<謝辞>

本研究は、平成10年度科学研究費補助金による「森林場における水(量と質)・エネルギー循環の素過程の定量化と総合モデルの構築(研究代表者、小川滋九州大学農学部教授)」の一環として行っている研究である。本研究を遂行するにあたり、鹿児島大学農学部の初井和朗先生、九州共立大学の竹内真一先生、八代工業高専の藤野和徳先生、九州大学農学部研究生の広瀬茂樹さん、九州産業大学の学生の皆さんには多大な協力と助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。