

## キャパシタンス式水分計による土壌水分測定

## Soil Moisture Measurement by the Capacitance Probe

# 林 敦史 [1]; 飯田 真一 [2]; 田中正 [3]; 濱田 洋平 [4]

# Atsushi Hayashi[1]; Shin'ichi Iida[2]; Tadashi Tanaka[3]; Yohei Hamada[4]

[1] 筑波大学大学院生命環境科学研究科; [2] 筑波大・生命環境; [3] 筑大・院・生命環境; [4] 筑波大・生命環境

[1] Graduates School of Life and Environmental Sciences, Univ. Tsukuba; [2] Graduate School of Life and Environmental Sciences, Univ. Tsukuba; [3] GS, Life & Environ. Sci., Univ. Tsukuba; [4] Life&Env. Sci., Univ. Tsukuba

## はじめに

降雨は土壌を浸透し、土壌水となり、土壌水は不飽和帯に貯留され、蒸散や地下水涵養プロセスの供給源となる。すなわち、土壌水は水循環を考える上で重要である。一方、植生はその生長のために根系から水を吸収する。植物は主に土壌水を水源として利用しており、生態水文学的にも土壌水は重要である。土壌の体積含水率を測定する方法として Time Domain Reflectometry や中性子水分計などが挙げられるが、これらの方法では複数深度を自動モニタリングするとき、土壌を乱してしまうなどの問題があった。近年普及し始めたキャパシタンス (静電容量) 式水分計はアクセスチューブを用いるため、非破壊かつ複数深度で自動モニタリングできることから画期的な方法であるといえる。

しかしながら、わが国においてキャパシタンス式水分計を用いた研究例が少ない。またこれまでの研究は主として砂質土壌を対象にしたものが多く、関東ロームのような細粒土に対する適応性を検討した研究例は存在しない。

本研究では、関東ロームからなる森林土壌にキャパシタンス式水分計を適用し、土壌水分測定の可能性を検討することを目的とする。また土壌水分量を測定する際に誤差を生じさせる要因についても考察をする。

## キャパシタンス式水分計の原理

土壌を構成する水、土壌粒子、空気の比誘電率はそれぞれ 80.36 (20℃)、3~7、1 であることが知られている。キャパシタンス式水分計はこの比誘電率の違いを利用して土壌水分量を測定する。

なお、本研究で用いたキャパシタンス式水分計は SENTEK 社 (豪) の Enviro SMART である。Paltineanu et al. (1997) は砂質土壌に対して、同センサーを適用し、アクセスチューブ壁面より 10cm 以内の範囲の土壌水分量に対して応答することを報告している。

## 方法

本研究の研究対象地として筑波大学陸域環境研究センターに隣接するアカマツ林を選定した。同アカマツ林内のアカマツとシラカシ近傍およびキャリブレーション用に 2カ所の合計 4本のアクセスチューブを埋設した。アクセスチューブと周囲との土壌の間に隙が生じないように、スラリー法を用いた。すなわち、カオリナイト 40%、セメント 10%、水 50% からなるスラリーをアクセスチューブと土壌の間に充填した。前述のようにキャパシタンス式水分計はアクセスチューブ壁面より 10cm 以内の土壌水分量に応答することから、同範囲内の土壌をサンプリングして、炉乾燥法を用いて体積含水率  $G$  を求め、これを真値として取り扱った。その上でキャパシタンス式水分計で得られた SF 値との関係式、すなわちキャリブレーション式を求めた。

## 結果

キャリブレーションを行なう前に降雨に対しての応答を確認した。降雨イベントに対して、相対的に深度が浅い部位に設置されたセンサーは降雨に対して素早い応答を示した。また降雨に対する応答が深度方向に伝播していることから Enviro SMART は本研究サイトの土壌水分量の時系列変化を概ね良好に測定しているものと考えられる。現場で得られた SF 値と炉乾燥法により得られた体積含水率  $G$  を用いてキャリブレーション式を作成した。本来であれば全領域にわたって正の相関が得られるはずであるが、一部負の相関が見られた。これは乾燥密度による影響と考えられた。乾燥密度が増えると土壌粒子の表面積が増加し、土壌水中に占める結合水の割合が多くなる。結合水の比誘電率は 12 と低い値を示すため、比誘電率の違いを用いる方法では結合水と土壌を区別することは困難である。乾燥密度による影響を補正したところ、キャリブレーション式の決定係数は改善前の 0.6 から 0.8 まで改善された。また、測定誤差は最大でフルスケールの  $\pm 10\%$  であった。しかしながら、本研究では乾燥密度の影響は取り除けたものの、土壌の構成やスラリーによる影響など、測定精度を向上させるために考慮しなくてはならない問題点が存在する。キャパシタンス式水分計を細粒土に対して適用するには、今後より多くの研究事例を蓄積する必要がある。