

携帯型水分塩分計を用いた黒ボク土の土壌溶液の電気伝導度測定

Measurement of soil solution electrical conductivity in an Andisol
using mobile type moisture-salinity sensor

宮本輝仁*, 亀山幸司*, 凌 祥之*

Teruhito Miyamoto, Koji Kameyama, and Yoshiyuki Shinogi

はじめに

Time domain reflectometry (TDR) による土壌水分量 (θ) と土壌の電気伝導度 (σ_a) の同時測定から, 土壌溶液の電気伝導度 (σ_w) を推定することが実験室レベルや圃場レベルで行われている. また, TDRとは異なる原理により θ と σ_a を同時に測定できる廉価な携帯型水分塩分計が普及してきている. θ と σ_a を同時に測定できるため, これらの測定値と θ - σ_a - σ_w 関係を使って σ_w を推定することができる. θ - σ_a - σ_w 関係については Hilhorst (2000) によるモデルが提案され, 比較的容易に σ_w の推定が行える状況にある.

そこで, θ と σ_a を同時に測定できる携帯型の水分塩分計を用いて, 黒ボク土の σ_w を測定するとともに, TDRとの比較により携帯型水分塩分計の σ_w 測定への適用性を検討した.

材料と方法

携帯型水分塩分計

本研究では, Decagon社から販売されている携帯型水分塩分計ECH₂O-TEを用いた. この水分塩分計は θ を誘電容量法, σ_a を4極プローブ法, 温度を内蔵したサーミスタで測定する. ECH₂O-TEの θ に関する出力値 (Raw) は誘電率 (ε) と次式で関係付けられる.

$$\varepsilon = 7.64 \times 10^{-8} Raw^3 - 8.85 \times 10^{-5} Raw^2 + 4.85 \times 10^{-2} Raw - 10 \quad (1)$$

θ - σ_a - σ_w 関係の Hilhorst (2000) のモデル

Hilhorst (2000) は電磁波理論に基づき, σ_w を σ_a と土壌の誘電率 ε_a の関数として表わした.

$$\sigma_w = \frac{\varepsilon_p \sigma_a}{(\varepsilon_a - \varepsilon_0)} \quad (2)$$

ここで, ε_p は土壌溶液の誘電率(約 81), ε_0 は $\sigma_a=0$ となるときの土壌の誘電率で実験的に求める必要がある. これまで黒ボク土では ε_0 は 10 前後となるとの報告がある.

実験方法

農村工学研究所内の実験圃場より採取した黒ボク土の 2mm 篩通過分を用いた純水で, 土壌に含まれていた肥料成分を洗脱した後, 風乾して供試土とした.

16 個の土壌カラムを作成しキャリブレーション実験を行った. EC レベルを 4 段階(1.0, 3.0, 5.0, 7.0 dS m⁻¹) に調整した KCl 溶液を, 4 段階の土壌水分レベル (0.35, 0.40, 0.50, 0.60 m³ m⁻³) になるように加え, 十分馴染ませた後, 現地の乾燥密度(0.73 g cm⁻³) と同様に なるようにアクリル円筒容器 (内径 6.4cm, 高さ 13cm) に詰め, 土壌カラムを作成した. 重量測定により体積含水率を求めた後, 携帯型水分塩分計と TDR で θ と σ_a を測定した. そ

の後，遠心分離機を用いて各測定土壌試料から土壌溶液を採取し， σ_w をECメータで測定した．

結果と考察

ECH₂O-ETにより測定される電気伝導度は，電気伝導度計の測定値とほぼ一致しており，その測定精度の高さを確認した (Fig. 1) ．

σ_w の推定に用いるHilhorstモデルでは，土壌の誘電率が測定パラメータとなっている．TDRで測定される ϵ_{TDR} とECH₂O-ETにより測定される ϵ_{ECH2O} とを比較すると，同じ土壌水分量の試料を測定したときの ϵ_{ECH2O} は常に ϵ_{TDR} より小さくなった (Fig. 2) ．この原因として，TDRとECH₂O-ETでは誘電率測定に用いている周波数領域が異なること，また，今回の測定で用いたTDRプローブがDecagon社でECH₂O-ETの出力値と誘電率の関係性を求めたとき使用したTDRプローブと異なるサイズのものであったこと等が考えられる．

ECH₂O-ETでは誘電率を過小評価する傾向が確認されたが，ECH₂O-ETで測定された誘電率を用いて，更に σ_w の推定を試みた．Hilhorstモデルでは， ϵ_0 は $\sigma_a=0$ となるときの土壌の誘電率を指定する必要がある．ここでは，Decagon社からの推奨値である $\epsilon_0=6$ を用いて推定した σ_w と遠心抽出法により採取した土壌溶液の σ_w とを比較した (Fig. 3) ．その結果，Root Mean Square Error (RMSE) で 0.508 dS/m，5%水準で有意差無しであった．

TDRで黒ボク土の σ_w の推定を行う際に用いたHilhorstモデルの ϵ_0 は 11 前後であった．この値をECH₂O-ETの測定値とあわせて用いると， σ_w の推定値に大きな誤差が生じてしまう．ECH₂O-ETでHilhorstモデルを用いて σ_w を推定しようとする場合，TDRとは異なる校正式が必要となることが示唆される．今後，TDRで得られた知見をどのように補正して，ECH₂O-ETでの測定に用いるべきか更に検討する予定である．

引用文献 Hilhorst, M. A. (2000) Soil Sci. Soc. AM. J., 64, 1922-1925.

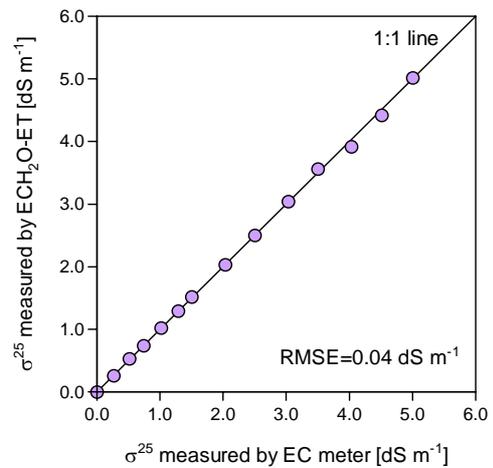


Fig. 1 携帯型水分塩分計と EC 計で測定した電気伝導度の比較

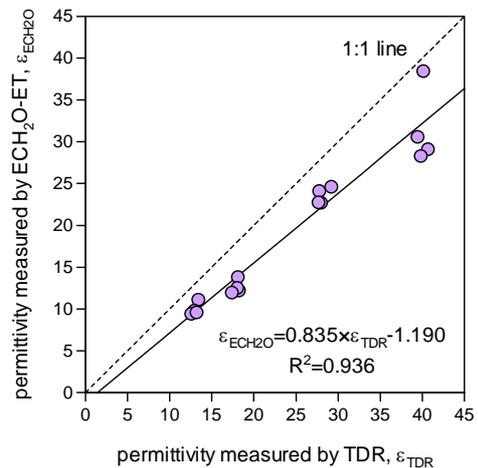


Fig. 2 携帯型水分塩分計と TDR で測定した誘電率の比較

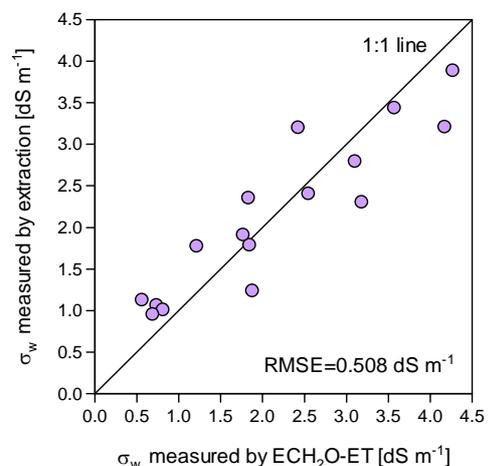


Fig. 3 携帯型水分塩分計と遠心抽出法から求めた土壌溶液 EC の比較