

TDR 法を用いた土壤水分・EC 測定 of 火山性土への適用

宮本輝仁・原口暢朗・塩野隆弘
(九州沖縄農業研究センター)Teruhito Miyamoto, Noburo Haraguchi and Takahiro Shiono :
Applicability of TDR for Measurements of Water Content and Electrical Conductivity for an Andisol

圃場における溶質の移動現象を的確に把握するためには、現場でのモニタリング手法の開発が必要不可欠である。従来から土壤採取、ポーラスカップによる土壤溶液吸引等による土壤溶液の採取に基づくモニタリングが行われてきている。近年普及してきた TDR 法では、土壤水分・EC の同時測定が行え、非破壊で、迅速に経時的な測定が可能であるため、この方法の利用により現場でのモニタリング手法の高度化が期待できる。そこで、本研究では、TDR 法を用いた溶質動態の把握手法を開発するための基礎的研究として、わが国の代表的な畑土壤である黒ボク土への適用性の検討を行なったので報告する。

1. 材料および方法

1) TDR による EC 測定方法

Topp et al.⁴⁾ は、Giese and Tiemann¹⁾ が導出した次式を TDR 波形解析結果に適用することにより、土壌のみかけの EC (EC_a) が測定できることを示した。

$$EC_a = \frac{\epsilon_0 c}{L} \frac{Z_0}{Z_u} \left[\frac{2V_0}{V_f} - 1 \right] = \frac{K}{Z_u} \left[\frac{2V_0}{V_f} - 1 \right] \quad (1)$$

ここで、 ϵ_0 は真空中での誘電率、 c は光速、 L はプローブ長、 Z_0 はプローブの特性インピーダンス、 Z_u は TDR ケーブルテストの出力インピーダンス、 V_0 は入射パルス電圧、 V_f は多段反射後の反射パルス電圧である。右辺中の K はプローブ係数で、プローブ固有の値となる。プローブ係数は脱イオン水に TDR プローブを浸した時の波形解析をもとに算定した。

2) 土壤水分量と誘電率および土壤 EC の関係の測定

供試土は九州沖縄農業研究センター内の試験圃場の 60cm 深さから採取した攪乱土のうち、2mm 篩通過分を風乾させたものである。3 種類の EC 値 (0, 1.52, 4.1 dS/m) に調整した溶液をそれぞれ少量加え、十分馴染ませた後、現地の乾燥密度 (0.81g/cm³) と同様になるようにアクリル製のカラムに詰め、測定土壤試料を作成した。TDR 法で誘電率・EC 値を測定し、その後、重量測定を行い体積含水率を求めた。この測定は風乾から飽和に近い水分状態まで段階的に繰返し行った。

3) 土壤 EC - 溶液 EC - 水分量関係

土壤 EC は土壤溶液 EC と水分量の関係になることが知られている³⁾。測定結果に次式を適用し検討した。

$$EC_a = EC_w \theta T + EC_s, \quad T = a\theta + b \quad (2)$$

ここで、 EC_a : 土壤 EC, EC_w : 溶液 EC, EC_s : 土粒子表面を伝わる EC, θ : 水分量, T : 伝達係数, a , b : 定数である。

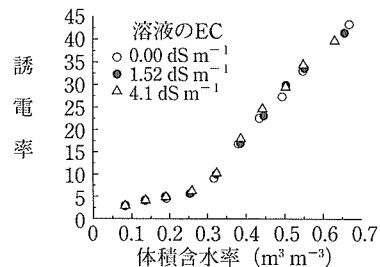
2. 結果および考察

1) 土壤溶液 EC が土壤水分量測定に与える影響

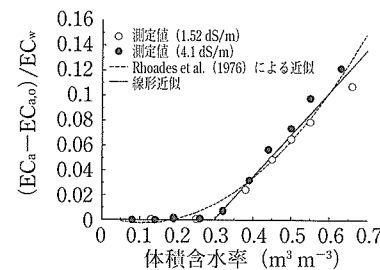
3 種類の EC 値の異なる溶液を用いて求めた土壤水分量 - 誘電率関係の結果を第 1 図に示す。得られた土壤水分量 - 誘電率の関係は EC 値が異なってもほぼ同じ関係を示すことが分かる。このことは TDR 法では土壤溶液の EC に影響されずに精度良く土壤水分量の測定が可能であることを意味している。

2) 黒ボク土の土壤 EC - 溶液 EC - 水分量関係

溶液の EC 値が 0 dS/m の時の土壤水分量と土壤 EC の関係 ($EC_{a,0}$) を用いて補正を行い、溶液 EC (EC_w)



第 1 図 EC 値の異なる溶液で求めた土壤水分量と誘電率の関係



第 2 図 黒ボク土の土壤 EC - 溶液 EC - 土壤水分量関係

で除した値を土壤水分量の関数として第 2 図に示す。低水分領域における測定値は 0 であったが、体積含水率 0.3 m³ m⁻³ 付近を境に、水分量の増加に伴い直線的に増加し始めた。黒ボク土を対象とした TDR による土壤 EC 測定では、低水分領域での EC 変化は検出が困難であると考えられるが、Miyamoto et al.²⁾ によれば、この水分領域は pF4.2 以下のマトリックポテンシャル領域に相当する。そのため、通常、野外で生じる土壤水分範囲 (pF4.2 以上) では土壤 EC 測定が可能であることが分かる。

Rhoades et al.³⁾ の提案した関係式を適用した結果を破線で示した (第 2 図)。今回の測定結果を良く再現できることが分かる。また、線形式による近似でも測定結果の再現が可能であることが示唆される。この点は報告事例がほとんど無いため、更に検討が必要である。

3) 黒ボク土の土壤水分量と誘電率および土壤 EC の関係

第 1 図で、土壤水分量 - 誘電率の関係で変曲点が現れる水分量と第 2 図で土壤 EC が増加し始める水分量が一致している。Miyamoto et al.²⁾ は黒ボク土の誘電特性に現れる変曲点は団粒構造に起因していることを水分保持特性から示している。土壤水分量 - 土壤 EC にも団粒構造の影響が現れたものと考えられる。

引用文献

- 1) Giese, K., and R. Tiemann, *Adv. Mol. Relax. Processes*, 7, 45-59, 1975.
- 2) Miyamoto, T., T. Annaka, and J. Chikushi, *Vadose Zone J.*, 2, 90-97, 2003.
- 3) Rhoades, J. D., P. A. C. Raats, and R. J. Prather, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40, 651-655, 1976.
- 4) Topp, G. C., M. Yanuka, W. D. Zebchuk, and S. Zegelin, *Water Resour. Res.*, 24, 945-952, 1988.