

TDT センサーによる高水分・高塩分測定の評価 –津波被災農地への適用と課題–

Evaluation of High Soil Moisture and Salinity using TDT sensors

– Applications and Problems in Tsunami Affected Fields –

○永野一輝¹, 徳本家康², 千葉克己³, 長裕幸²

¹佐賀大学大学院農学研究科, ²佐賀大学農学部, ³宮城大学食産業学部

Abstract

津波被災農地における除塩過程を観測するために、塩類土壌および除塩処理(水洗)土壌を用いた鉛直埋設型カラム実験で時間領域透過法(TDT センサー)の校正式を求めた。津波被災農地の比誘電率(ϵ)-体積含水率(θ)関係は Topp 式よりも若干高く、バルク電気伝導度(バルク EC)が 6 dS m^{-1} 以上で計測不能となった。津波被災農地における除塩過程の観測には、高水分・塩分耐性のプローブ被覆加工の必要性が明らかとなった。

キーワード: 体積含水率, 比誘電率, バルク電気伝導度, TDR, TDT

Key words: Volumetric Water Content, Relative Permittivity, Bulk Electrical Conductivity, TDR, TDT

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災によって沿岸部の農地が津波被害を受けて以来、除塩による農地復旧および土壌水分・塩分観測技術の向上が望まれる。津波被災農地の除塩方法では、地表面から降雨や灌漑水によって除塩を促す方法は一定の成果を挙げているが(たとえば、千葉ら, 2012)、高水分・高塩分領域における水分・塩分移動の連続的観察は難しい。高水分・高塩分土壌中において、高精度で水分・塩分同時計測を可能とする TDT センサーの適用が考えられる。本研究では、TDT センサーの ϵ - θ 関係を求めて、津波被災農地における土壌水分量、バルク EC の連続観測を検討した。

2. 実験方法

対象圃場は、阿武隈川下流に位置する宮城県岩沼市の津波被災農地である。風乾した津波被災土(深さ 15~45 cm)を 2 mm 篩にかけた後、高さ 20 cm、直径 9.8 cm のアクリル製のカラムに試料を充填および TDT センサーを鉛直方向に埋設した(図1)。カラム下端から蒸留水を浸潤させる鉛直埋設型キャリブレーション法(Young ら, 1998)を用いて、水分浸潤重量をロードセルで観察し、TDT センサーで ϵ を計測した。なお、カラム底面には 2 cm の高さまでは砂を充填することで鉛直方向に均一な水分供給を行った。実験終了後、カラムを解体して体積含水率を測定した。また、水道水で洗浄した津波被災土を用いて、同様の実験を行った。

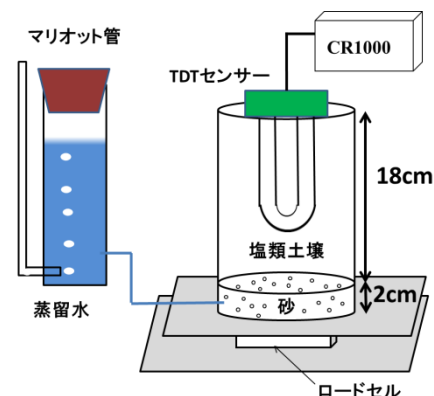


図1 TDT センサーの鉛直埋設型キャリブレーション法の実験概略図

3. 結果と考察

a. TDT センサーの校正式

図2は水洗浄処理土(1:5抽出法 0.24 dS m^{-1})および未処理土(1:5抽出法 2.33 dS m^{-1})の条件で求めた $\varepsilon - \theta$ 関係である。推定した $\varepsilon - \theta$ 関係では、Topp式よりも若干高い傾向が見られた。そのため、Topp式の $\varepsilon - \theta$ 関係に増加効果係数を導入することで、Topp式を1.15倍した校正式($r^2 = 0.97$)を求めた。しかしTDTセンサーを用いた場合でも、高水分領域でバルクECが 6 dS m^{-1} 以上では土壤水分・塩分計測が不可能であった。

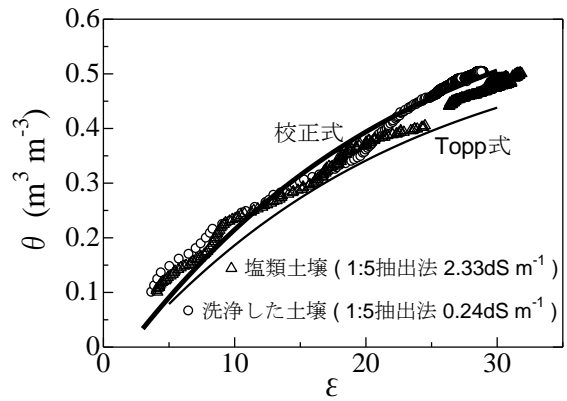


図2 TDTセンサーにおける比誘電率(ε)と体積含水率(θ)の関係

b. 津波被災農地における水分・塩分観測例

宮城県岩沼市の津波被災農地において、TDTセンサーを用いた水分・塩分観測を試験的に実施した(図3)。測定した θ およびバルクECは、キャンベル社製のデータロガーにデータ保存後、クロスアビリティ社のネットワークブルートゥースでフィールドルータに定期的に回収される。TDTセンサーの結果は、SDI12というコマンドでプログラムコードされてデジタルデータとして扱われるが、データ通信の問題は生じなかった。これらの結果はデータサーバーに保管されるため、

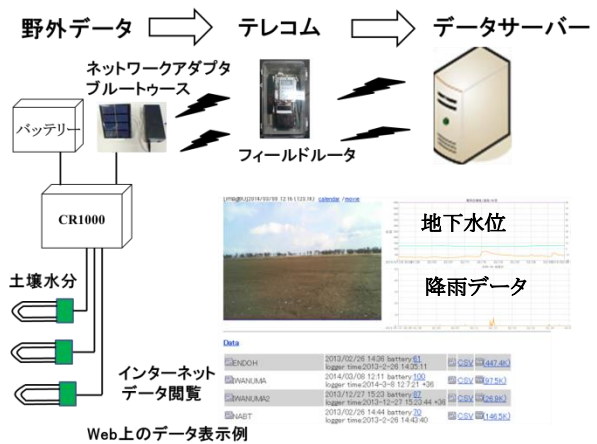


図3 津波被災農地におけるリアルタイムの水分・塩分観測システムとウェブデータ表示

ウェブ上でリアルタイムにおけるデータの確認が可能となる。このシステムを用いて、2014年9月24日に取得された θ およびバルクECの鉛直分布を図4に示す。深さ70 cmに 10 dS m^{-1} の地下水水位が存在するため、深さ40 cmにおける θ およびバルクECは、 $0.45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 、 5.7 dS m^{-1} と高い値であった。しかし、今後地下水水位が上昇して、土壤水分増加に伴うバルクECの増加が生じれば、深さ40 cmにおける土壤水分・塩分移動の観測は難しくなると思われる。今後の課題として、被覆型TDTプローブを作成することで、より高水分・高塩分領域での測定を検討する必要があると考えられる。

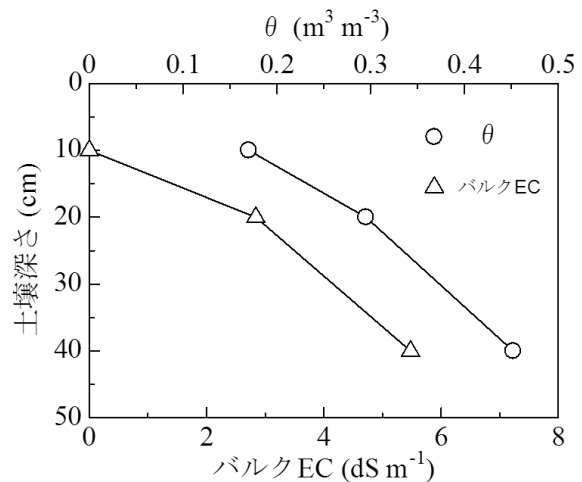


図4 津波被災農地における土壤水分(θ)とバルクECの鉛直分布

【文献】千葉克己・冠秀昭・加藤徹. 2012. 津波被災農地における暗渠を利用した雨による浸透水除塩, 土壤の物理性, 121: 29-34.

M.H. Young, J.B. Fleming, P.J. Wierenga, and A.W. Warrick. 1997. Rapid laboratory calibration of time domain reflectometry using upward infiltration., Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 702-712.

【謝辞】本研究は、科研費基盤(C)「津波被災農地の暗渠排水による除塩機構解明と予測対策システムの開発」によって実施された。ここに、深謝いたします。