

キャパシタンスセンサーによる津波被災農地の土壌塩分モニタリング Assessing Salt Concentration in Tsunami Affected Field Using Capacitance Sensor

○宮本輝仁*・亀山幸司*・岩田幸良*・成岡道男

MIYAMOTO Teruhito, KAMEYAMA Koji, IWATA Yukiyooshi and NARUOKA Michio

1. はじめに

津波被災地や干拓地等における農地では、塩水侵入や下層土に滞留する塩分等による塩害リスクに曝されている。特に、このような地域でハウス栽培するには、塩類集積を回避する必要がある、適時に最小限の灌水量で塩分制御を行うことが重要となる。農地基盤中の塩害リスクの把握には、採土して 1:5 水抽出法が用いられるが、継続的に測定・分析するためには多大な労力と時間を要するため、適時の灌水操作等による塩分制御が難しい。そこで、近年、普及が進んでいる土壌水分量、バルク土壌 EC（土壌の固体・土壌溶液を含む総体的な電気伝導度）と地温の 3 つを同時計測するキャパシタンスセンサーを使って農地基盤中の塩分濃度を土壌水分変動下において非破壊で連続的に監視する技術について検討する。

2. 試験方法

試験圃場は宮城県亶理郡亶理町のイチゴ栽培ハウスである。試験圃場は津波により海水が 1m 程度冠水し、5 日間程度継続した後にはヘドロが表層に 5-7cm 堆積していた。5 月中にはヘドロを除去し、6 月上旬にハウスのビニールを取り払い、降雨による除塩を開始した。試験圃場は、表層（0-30cm）が黒色の A 層であり、下層（30cm 以深）が黄色の B 層であった。採取した土壌は 2mm 篩にかけた後、脱イオン水で塩分を洗脱し、風乾してキャパシタンスセンサー（5TE, Decagon 社製）のキャリブレーションに用いた。

誘電率 (ϵ) と体積含水率 (θ) の関係は次のように求めた。脱イオン水で加水調整した供試土を現地の乾燥密度（表層:1.24 g cm⁻³, 下層:1.38 g cm⁻³）と同様になるように円筒容器（内径 6.4cm, 高さ 13cm）に詰めながら 5TE を設置して ϵ を測定した。また、重量測定により θ を求めた。その後、円筒容器内の土壌をバットに移して加水調整を行い、再び ϵ と θ の測定を繰り返した。

12 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、3 段階の土壌水分レベル（0.15, 0.22, 0.30 m³ m⁻³）になるように加え、十分馴染ませた後、円筒容器に詰めながら 5TE を設置してバルク土壌 EC (EC_b) 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て土壌溶液 EC (EC_w) を EC メータで測定した。

試験圃場での土壌水分、EC_b および地温のモニタリングは、5TE を深さ 15cm, 30cm, 45cm の 3 深度に埋設して行った。5TE はデータロガー（Em50, Decagon 社製）に接続され、1 時間間隔で深さごとの土壌水分、EC_b および地温の計測を行った。観測期間は 2011 年 7 月 8 日～8 月 2 日である。

* 農研機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO
キーワード：塩分濃度，電気伝導度，センサー

3. 結果と考察

Fig. 1 に $\epsilon - \theta$ 関係を示す. TDR でよく用いられる Topp 式と比較して, 表土は高水分域で乖離が見られた. また, 下層土は同じ ϵ でも 5% 前後水分量が小さい値となっている.

Fig. 2 に表土の $EC_w - EC_b - \theta$ 関係の測定結果を示す. θ ごとに直線的な $EC_w - EC_b$ 関係が得られた. 対象土壌の $EC_w - EC_b$ 関係は Rhoades et al. (1976) モデルで良く表現できることがわかる. 下層土についても同様に Rhoades モデルのパラメータを求めた.

観測期間中, 7 月中下旬にまとまった降雨があり, 土壌水分量は表層に近いほど降雨に反応して高くなっている, また, 表層は下層に比べて水分保持能が高いこともわかる (Fig. 3)

5TE で観測された土壌水分と EC_b から EC_w $- EC_b - \theta$ 関係を用いて EC_w を推定し, 地温による補正を行った後, 別途求めた EC_b から 1:5 水抽出法による土壌 EC (1:5EC) への換算式を用いて深さごとの 1:5EC の経時変化を求めた (Fig. 4). 仁後と河合 (2011) が同じ圃場で調査した 10~20cm 深さでの 1:5EC 値と比べて, 同程度の値を示している. また, イチゴの除塩の目標を 1:5EC 換算すると $0.39 dS m^{-1}$ 前後となるが, それ以上に除塩が進んだこともわかる.

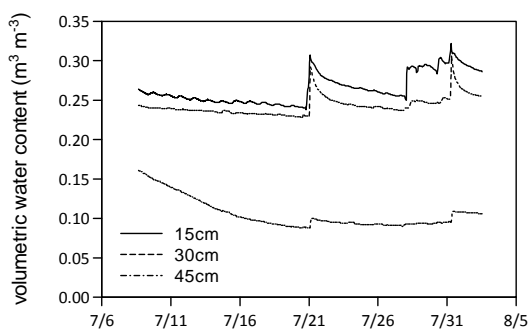


Fig. 3 深さごとの体積含水率の経時変化

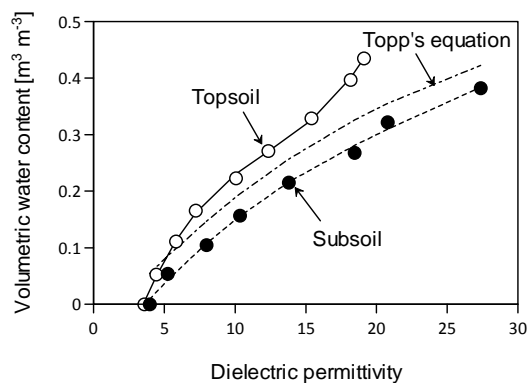


Fig. 1 キャパシタンスセンサーで得られた誘電率と体積含水率の関係

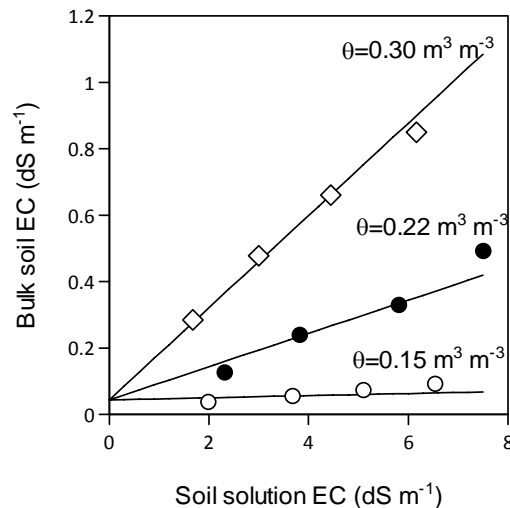


Fig. 2 表土の $EC_w - EC_b - \theta$ 関係. 測定値と Rhoades et al. (1976) モデルによる推定.

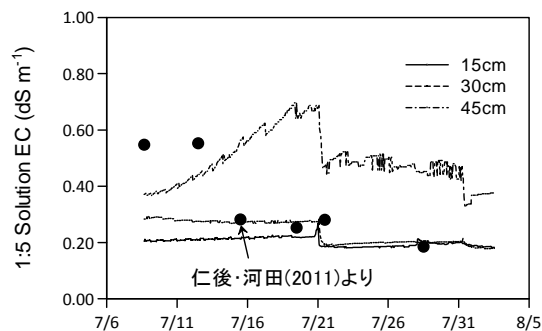


Fig. 4 深さごとの 1:5 土壌 EC の経時変化

引用文献

仁後祐輔・河田直美 (2011): 塩害を受けた畑地の除塩実証試験について, 畑地農業, 635, 2-12

Rhoades, J.D., Raats, P.A. and Prather, R.J. (1976): Effects of liquid-phase electrical conductivity, water content, and surface conductivity on bulk soil electrical conductivity. SSSAJ, 40, 651-655.