

静電容量型土壌水分センサーの農地の土壌水分量と電気伝導率観測への適用
Calibration and application of soil dielectric sensors for monitoring arable field

○窪田有真¹・武藤由子²・桐山直盛³

Yuma Kubota, Yoshiko Muto, Naomori Kiriyama

1. はじめに

農業において、作物の生育に必要な養水分量の把握が重要である。しかし、天候や灌漑、施肥によって常に土壌環境は変化しており、その正確な把握は難しい（武藤ら, 2015）。そこで近年注目されているのが農地モニタリングである。農地モニタリングは、国内においても大規模農場での導入が進んでいる。しかし、作物の栽培技術開発に関する研究領域では土壌水分量の観測に止まっており、電気伝導率をモニターして施肥条件との関係を検討した例は少ない（竹田ら, 2013, 吉田ら, 2011）。また、土壌水分量についても出力された内蔵式による推定値が用いられることが多い。今後、日本国内において、使用目的に応じた適切な土壌センサー利用が広まるためには、検定に基づいた利用例が示される必要がある。そこで本研究では、異なる土性の数種の試料を用いて静電容量型 ECH₂O 土壌センサー（EC-5, 5TE Decagon 社）の検定を行い、体積含水率 θ と土壌水の電気伝導率 EC_p を推定するための係数を導いた。また、ダイズとトマトを栽培する圃場において土壌センサーを用いたモニタリングを行い、測定値から推定した $\theta \cdot EC_p \cdot EC_{1.5}$ と実測値とを比較した。さらに、得られた推定値と灌水・施肥条件の関係を検討した。ここでは、トマト栽培期間での利用事例について報告する。

2. 方法

2.1 キャリブレーション 調査圃場の土壌を用いて、測定した比誘電率 ϵ_a から θ を推定する式を導いた ($\theta = -4.5 \times 10^{-2} + 3.7 \times 10^{-2} \epsilon_a - 5.6 \times 10^{-4} \epsilon_a^2 + 2.7 \times 10^{-6} \epsilon_a^3$)。 EC_p の推定は Hilhorst モデル ($EC_p = EC_a \times \epsilon_w / (\epsilon - \epsilon_0)$) によった。実測値より、 ϵ_0 は 2.57, ϵ_w は 82 とした。 $EC_{1.5}$ の推定式は、異なる濃度の KCl 溶液を添加した供試土壌を用いて導いた (図 1 (d)(h))。

2.2 モニタリング 岩手県農業研究センターのパイプハウス内に施肥条件の異なる試験区を設置した (表 1)。1・2 区と 3・4 区間では可給態窒素の負荷水準が異なり、1・3 区と 2・4 区では化成肥料の施用量が異なる。品種は「桃太郎サニー」で、栽植様式は畝幅 180 cm, 株間 45 cm, 2 条植えとし黒ポリマルチで被覆した。灌水と追肥は、畝の中央に設置したスリットチューブにより行った。灌水始点は深さ 20 cm で pF2.3 ($\theta = 0.45$) を目安とし、追肥は第 3 果房開花期から各段果房開花期毎に、窒素成分で 1.5kg/10a を計 12 回 (計 18 kg/10a) 施用した。定植直後の 2015/5/21 に

表 1 試験区の施肥条件

試験区	可給態窒素の富化水準	可給態窒素 (mgN/100g)	化成量 (kgN/10a)	
			基肥	追肥
1 区	低	4	0	0
2 区			12	18
3 区	高	10	0	0
4 区			12	18

¹岩手大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Iwate University, ²岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University, ³岩手県農業研究センター Iwate Agricultural Research Center
キーワード: 5TE, モニタリング, 電気伝導率, 土壌水分量

3. 結果と考察

図1(a)と(e)に θ の推移を示す。5TEの測定値より推定した θ は、炉乾法による実測値と概ね一致した。5TEとデータロガー Em50 (Decagon社)との組み合わせで出力される Topp 式による θ は、この水分範囲では0.1程度小さくなる。適切な推定式を用いたことで、推定の精度が向上したといえる。各試験区における初期の θ の低下は、根の生育を促すため灌水を控えたためである。6/10以降は、灌水と連動した θ の増減が見られた。試験区間の差には、地下水位・灌水地点と5TEの位置関係・トマトの生育が関係していると思われる。(b)と(f)に測定値 EC_a の推移を示す。 EC_a は θ の動きと連動して変化した。灌水に液肥が混合された2・4区

では、変化の振幅が1・2区よりも大きかった。(c)と(g)は、 EC_a から Hilhorst モデルで推定した $EC_{p_Hilhorst}$ の推移である。追肥を灌水に混合した12回の時点を×で示した。実際には、液肥はその時点以降3~4回の灌水に分けて施用された。1・3区では振幅は殆ど見られないが、液肥が混合された2・4区では灌水に合わせた大きな振幅が見られた。全般的に、 $EC_{p_Hilhorst}$ は1区で低く、2区、3・4区の順に高かった。3区では化成肥料の施用はなかったが、化成肥料が継続的に施用された4区と同等に推移した。これは、可給態窒素の無機化が継続したことによると考えられる。 $EC_{p_Hilhorst}$ は、遠心分離で抽出した土壤水で測定した実測値とも良く一致した。(d)と(h)は、 $EC_{p_Hilhorst}$ より推定した $EC_{1:5}$ の推移である。推定式は、 θ の範囲により異なった。変化の傾向は $EC_{p_Hilhorst}$ と同様で、実測値と概ね一致した。(i)はトマトの生育の様子で、正面右が3区、左側が4区である。葉の乾燥重量は1区<5区<2・6区の関係で、 θ と EC はトマトの生育とも相互に影響したと考えられる。

参考文献：武藤ら (2015) 5TE センサーで測定した土壤水分量の簡易補正と電気伝導率の検証 農業農村工学会論文集 296 I_9-I_17, 竹田ら (2013) 転換端ダイズ不耕起栽培における地下水位制御システムを利用した梅雨期および梅雨明け後播種栽培 日本作物学会紀事 82(3) 233-241, 吉田ら (2011) 養液土耕における灌水管理の違いがトマトの生育及び収量に及ぼす影響 園芸学研究 10(3) 325~331

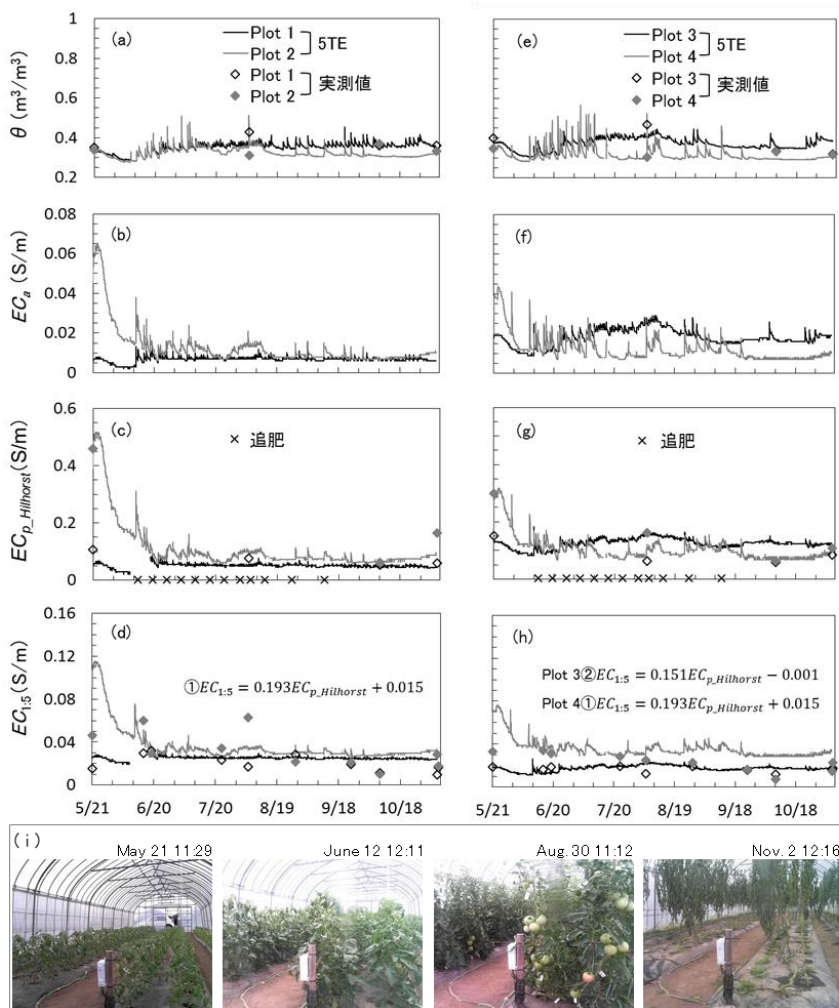


図1. トマト栽培期間の(a) (e)体積含水率 θ , (b) (f)見かけの電気伝導率 EC_a , (c) (g) EC_a から推定した土壤水の電気伝導率 $EC_{p_Hilhorst}$, (d) (h) $EC_{p_Hilhorst}$ から推定した $EC_{1:5}$, (i)試験区の写真