

電磁誘導探査機器 EM38-MK2 を用いた高塩分層の把握 Determining High Salinity Soil Layer Using Electromagnetic Induction Sensor EM38-MK2

○瑞慶村知佳, 原口暢朗, 宮本輝仁, 中矢哲郎

○Chika ZUKEMURA, Noburo HARAGUCHI, Teruhito MIYAMOTO, Tetuo NAKAYA

1. はじめに

2011年3月の東北地方太平洋沖地震の津波によって2万ha以上の農地が甚大な被害を受けた。津波被災農地では順次除塩工事が進められているが、除塩工事完了後の転作水田において、下層に残存した塩分によって大豆栽培に影響があった事例が報告されるなど(星・遊佐, 2012), 営農再開後も不安は絶えない。以上のような懸念を軽減するため、2万haにおよぶ津波被災農地において下層の塩分状況を簡便かつ迅速に把握する方法が求められている。

地中の見かけの電気伝導度(以下、 EC_a)を地表面から測定できる電磁誘導探査(以下、EMI)は、下層の塩分状況を簡便かつ迅速に把握するために有用な手法の一つといえる。農地を対象としたEMIでよく用いられる機器がGeonics社のEM38である。津波被災農地を対象としたEM38に関する既往研究の中で、McLeod *et al.* (2010)はEM38の2つの異なる測定モードで得られた出力値から除塩の状況を把握する概念モデルを提案した。このモデルは、表層付近に塩分が集中した津波被災直後の状態、自然降雨や除塩工事等によって下層に塩分が移動した状態、両者の中間の状態の3段階について、EM38で得られた2種類の測定値の大小関係を対応させたものである。しかし、両者の中間に当たる部分は大豆を含めた作物の根群域を塩分が移動する重要な過程であるため、より詳細な判別が出来ることが望ましい。そこで本研究では、EM38の後継機のEM38-MK2を用いて高塩分層の深さをより詳細に把握する新たな手法を提案するため、ほ場試験を行った。

2. 試験方法

EM38の測定値は、深さ方向に対して一定でない測定感度をもとにした、重みつき平均値として出力される。深さ方向に対する測定感度はMcNeill (1980)によって応答曲線として示され、これらは送受信コイルの向きと間隔によって異なる。EM38とEM38-MK2の仕様について、送受信コイルの向きはどちらも水平(以下、Hモード)と垂直(以下、Vモード)の2種類であるが、コイルの間隔はEM38が1.0mのみでEM38-MK2が1.0mと0.5mの2種類持つ。そのため、EM38は2種類の測定モード(V1.0モード、H1.0モード)を、EM38-MK2は4種類の測定モード(V1.0モード、H1.0モード、V0.5モード、H0.5モード)を持つ。McNeill (1980)の応答曲線の有効性はコイル間隔0.5mも含めたEM38-MK2ではまだ確かめられていない。また、EM38の平面方向に対する影響範囲についてはこれまで知見が少ない。

そこでまず、応答曲線の有効性を確認するほ場試験を行うため、農村工学研究所内の黒ボク土のほ場に2種類の高塩分区分画を準備した。1つ目の高塩分区分画ではEM38-MK2の平面方向の影響範囲の確認を行った。2つ目の高塩分区分画では、EM38-MK2を地表面に設置し測定した後に断面を掘り出し、4極センサのTDR (Time Domain Reflectometry)によって EC_a 分布を測定した。EM38測定値とTDR測定値から求めた推定値とを比較し、応答曲線の有効性を確認した。推定値の算出は、各深さの測定感度と EC_a 分布を利用した順解析で行った。以上をもとに、EM38-MK2を用いた高塩分層の新たな特定手法を提案した。

3. 結果および考察

EM38-MK2 の 4 つの測定モードについて、平面方向に対する影響範囲が異なることが明らかとなり、順解析による推定値の精度を高めるため、平面方向の影響範囲を考慮し推定値を算出した。EM38-MK2 の 4 つの測定モードでそれぞれ東西南北 4 方向について測定した値と、それに対応する TDR による ECa 分布を用いて順解析による推定値をプロットしたところ (Fig. 1), EM38 による測定値と順解析による推定値は絶対値が異なるが、相関関係が高く、直線的な関係があることが分かった。よって、4 つの異なる測定モードについて、McNeill (1980) の応答曲線の有効性が確認され、4 つの測定値は相対的な塩分濃度の判断に適用可能であることが分かった。

4 つの異なる測定モードの応答曲線を Fig. 2 に示す。各深さに対して最も反応の強い測定モードを対応させると、深さ 0~20 cm のときは H0.5 モードの反応が最も強く、深さ 20~50 cm のときは V0.5 モードの反応が最も強く、深さ 50 cm 以下のときは V1.0 モードの反応が最も強くなる。また、コイル幅 1.0 m の場合、深さ 1.5 m を超えると H と V の関係が V1.0 : H1.0 = 2 : 1 となること、同様にコイル幅 0.5 m の場合、深さ 0.75 m を超えると V0.5 : H0.5 = 2 : 1 の関係となることを利用すると (McNeill, 1980), 以上より、各測定値の反応と対応する高塩分層の位置は Table 1 のようになる。Fig. 1 より、人工的に高塩分層を作製したほ場試験結果では、H0.5 モードでの測定値が最大であったため、深さ 0~20 cm に高塩分層が存在することが想定された。実際に TDR による断面調査結果からも深さ 15 cm 前後を中心に高塩分層が存在していたことが確認された。

4. おわりに

これまで EM38-MK2 のコイル幅 0.5 m の機能を用いた試験結果はほとんど報告されていない。今回の結果から、コイル幅 1.0 m に加え、0.5 m の測定値を組み合わせることで、簡易かつ迅速な下層の塩分状況の把握に有用であることが明らかとなった。

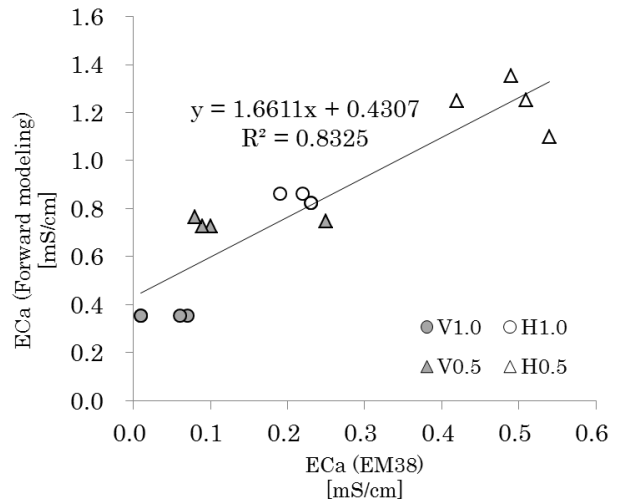


Fig. 1 推定値と EM38 測定値の相関関係

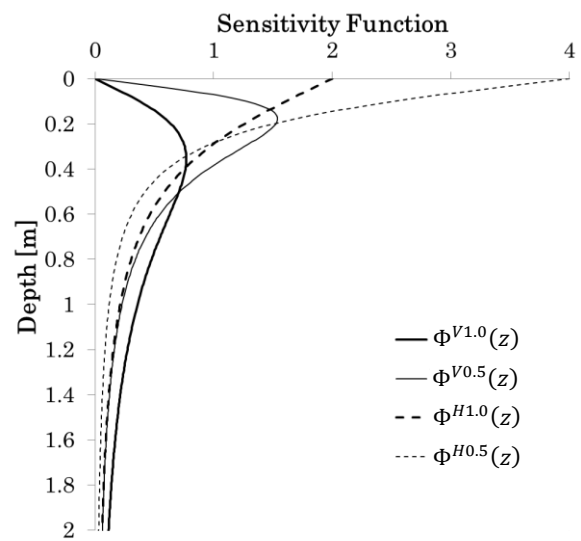


Fig. 2 EM38-MK2 の応答曲線

Table 1 提案した高塩分層の深さを判断する基準

The highest sensitivity sensor	Relation between H and V	High ECa layer
H _{0.5}	-	0~20 cm
V _{0.5}	-	20~50 cm
V _{1.0}	V _{0.5} /H _{0.5} < 2	50~75 cm
	V _{0.5} /H _{0.5} = 2 V _{1.0} /H _{1.0} < 2	75~150 cm
	V _{0.5} /H _{0.5} = 2 V _{1.0} /H _{1.0} = 2	150~ cm

引用文献 星・遊佐 (2012): 日本海水学会誌, 66 (2), 74-78. McLeod et al. (2010): Agri. Water Management, 97, 605-613. McNeill (1980): Tech. Rep. TN-6, Geonics Ltd Mississauga, 7-15.