

# プロファイル水分計による土壤水分測定に及ぼす塩濃度の影響

## Influence of salt concentration on measurement of soil water content by profile probe

井上光弘・山崎真吾・張清涛

INOUE Mitsuhiro, YAMAZAKI Singo, Zhang QingTao

### 1. まえがき

近年、灌漑管理のためのセンサーとして、数多くの種類の土壤水分計が使用されるようになってきた。特に、作物栽培の品質管理に土壤水分制御が有効な手段となり、今回も本学会畑地整備研究部会の企画セッション「高品質化と畑地かんがい」でも取り上げられている。

本報告は、フィールド計測<sup>2)</sup>でも紹介し、不飽和透水係数の原位置試験<sup>1)</sup>で採用したプロファイル水分計の水分測定に及ぼす塩濃度の影響を検討し、さらに新しく改良されたプロファイル水分計の塩の影響と、砂質土壤に対する校正式による測定精度を検討したものである。

### 2. 野菜畑の土壤溶液の電気伝導度

作物栽培のためには水と肥料が必要なことは自明で、最適な栽培条件における土壤溶液の電気伝導度(EC<sub>w</sub>)は、例えば、Fig.1のように2から4dS/mの範囲にある。

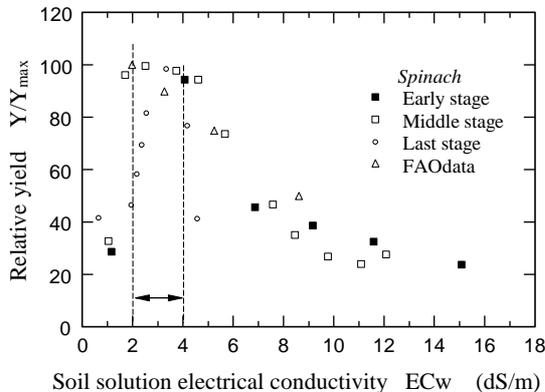


Fig.1 Suitable range of EC<sub>w</sub> for cultivation.

この図は、土壤溶液の電気伝導度(EC<sub>w</sub>)がゼロに近い蒸留水では収量が少なく、逆に塩濃度が高い条件では EC<sub>w</sub> は高くなり、収量が極めて少なくなることを示している。つまり、市販の土壤水分計で栽培条件下の土壤水分量を正確に測定する場合には、実用上、EC<sub>w</sub> の値が6dS/m以下の状態の土壤水分量を正確に測定できることが条件になると考えられる。

### 3. プロファイル水分計の校正と塩の影響

本実験で使用したプロファイル水分計は、英国のデルタT社製のPR1/6である。鳥取砂丘砂に対する校正の結果<sup>1)</sup>をFig.2に示す。

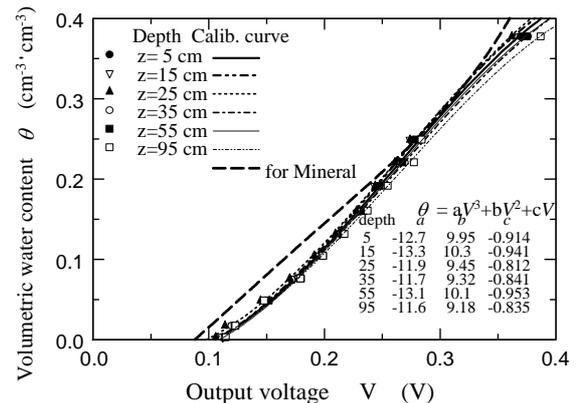


Fig.2 Calibration curve of Profile probe (PR1/6)

この図から実用的にはプロファイル水分計のセンサー位置、10、20、30、40、60、100cmの固有のセンサーに対して別途に校正式を設定しなくても、共通の1本の校正式を使用しても良いと考えられる。そこで、それぞれのセンサーに対して3回の測定を繰り返し、6個のセンサーの平均値で、塩の影響について検討した。また、良く知られていることであるが、Fig.2から無機物に対する校正式と鳥取砂丘砂に対する校正式とは一致していないことがわかる。つまり、土壤固有の校正が必要であることが確認できる。

### 4. 異なる塩濃度の土壤水分測定

本来であれば、液肥を用いて塩の影響を検討すべきであるが、ここでは、塩化ナトリウム溶液を風乾砂に混合して実験を行った。含水比は3、8、12%と飽和、塩化ナトリウム溶液の濃度は500、2000、3500、5000、10000、20000ppm(0.993、3.78、6.36、8.98、16.9、33.1 dS/mに相当)に設定した。校正箱は、あらかじめ測定影響圏の実験結果<sup>3)</sup>から内径20cm、高さ15cmの塩ビ製の円筒容器を用い、乾燥密度を1.4g/cm<sup>3</sup>で充填した。

プロファイル水分計(PR1)の出力値(V), 体積含水率( $\theta$ ), 土壌溶液の電気伝導度(ECw)の関係を図に示し, 塩濃度の影響を検討する。

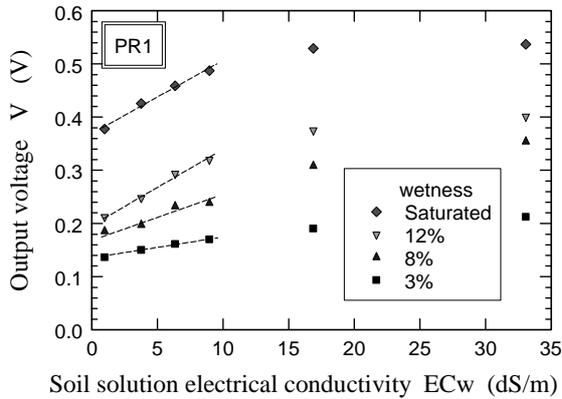


Fig.3 Influence of ECw on measuring of PR1

Fig.3 から, ECw が 10dS/m までの範囲で, ECw の上昇に伴い, 同一水分でも出力値(V)が高くなるということが認められる。土壌水分測定精度について吟味すると, 例えば, ECw が 6dS/m 程度の場合, プロファイル水分計(PR1)の測定値が 0.2V であるとき, 清水の校正曲線では体積含水率が 0.14cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> で, 一方, 実際のは 0.08cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> となり, 0.06cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> も過大評価していることがわかる。同じ英国のデルタT社製の土壌水分計 ML-1 は, が 0.2cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> 以下の低水分範囲では, 塩濃度が 5000ppm までは出力値が変化しないことが報告されている<sup>4)</sup>。しかし, 同じ計測回路で開発されたプロファイル水分計(PR1)は, 塩の影響が認められた。

### 5. 改良型プロファイル水分計の塩の影響

2005 年になって, デルタT社から改良型プロファイル水分計(PR2)が市販された。今回の改良点は温度ならびに塩濃度による影響を軽減したことが報告されている。また, 同じアクセスチューブが利用でき, 水分計頂部の色が黒から白

に変更され, 熱伝導が軽減されている。さらに, 出力値の線形性を高め, 消費電力を下げて, 長期観測の安定性を高めていることが報告されている。そこで, 同様な実験を行ってみた。

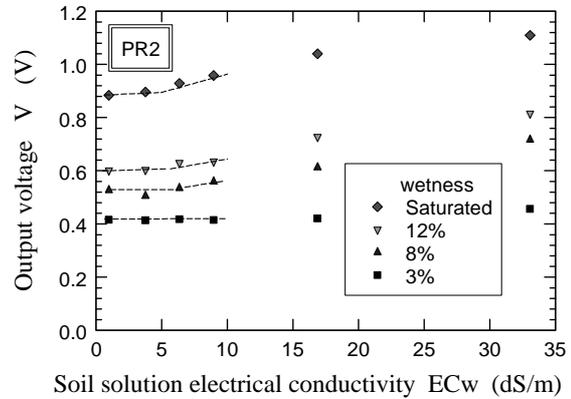


Fig.4 Influence of ECw on measuring of PR2

Fig.3 と Fig.4 を比較してわかるように, 砂丘畑で出現する土壌水分範囲の体積含水率 0.16cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> (降雨直後) から 0.04cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> (灌漑直前) では, 土壌溶液の電気伝導度が 6dS/m 以下であれば, 実用上, 改良型プロファイル水分計(PR2)の塩の影響は少なく, 測定誤差が 0.01cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> 以下で土壌水分プロファイルを計測できることが確認できた。

### 引用文献

- 1) 井上光弘・森井俊広・西村 拓・藤巻晴行 (2004) プロファイル水分計を用いた不飽和透水係数の原位置試験法, 農業土木学会論文集, 231, 39-45
- 2) 井上光弘 (2004) 農業土木分野におけるフィールド計測技術(その7) 土壌の水理特性計測技術, 農業土木学会誌, 72(2), 127-132
- 3) 山崎真吾・東直子・井上光弘 (2003) 土壌水分プロファイル計測に及ぼす塩の影響, 第 58 回農業土木学会中四国支部講演要旨集, 60-61
- 4) 井上光弘 (1998) 塩水を含んだ砂に対する誘電率水分計の測定精度の評価, 水文・水資源学会誌, 11(6), 555-564