

TDR マルチプローブの試作

Development of TDR multi-probe

小島悠揮* 庄子侑希** 登尾浩助** 溝口 勝***

*明治大学農学部(現・東京大学大学院農学生命科学研究科)

明治大学農学部 *東京大学大学院農学生命科学研究科

Abstract

地表面から鉛直に挿入して、各深さの土層の体積含水率を測定できるマルチプローブを試作した。実際に測定を行い、有効性の検討を行った。マルチプローブは、ロッド長が短い場合に体積含水率（比誘電率）を過大評価する傾向が見られた。これは、マルチプローブの形状が TDR の波形に与える影響によるものと考えられ、ロッド長が短いほど、その影響が強く現れた。この解決には、波形解析ソフトでの補正が必要であり、これにより、従来の TDR プローブと比べて遜色ない正確な体積含水率の測定が可能となると考えられる。

キーワード：TDR、マルチプローブ、体積含水率

1. はじめに

近年、土壤物理学分野では、TDR 法 (Time Domain Reflectometry) や静電容量センサなどのエレクトロニクスを利用して土壤水分量を測定する技術の開発が進んでいる。これらの土壤水分センサは、ピット作成後、地表面に対して水平に土壤に挿入する場合が一般的である。しかし、これには多大な労力を伴い、さらに測定対象部位が攪乱土壌と接してしまう問題がある。Topp and Davis(1985)は長さの異なる TDR プローブを地表面から鉛直に挿入し、各深さの土層ごとの体積含水率を測定する手法を提案した。しかし、この手法は各プローブの測定範囲がそれぞれ異なるという問題を抱えている。本研究では、同様の理論を用い、より近接した範囲での測定が可能な TDR センサの開発を行った。

2. マルチプローブの製作

TDR プローブは、同軸ケーブルの内部導体と外部導体をそれぞれ金属製のロッドにつないだ構造をしている。本研究では、75Ω 同軸ケーブルを 5 本用い、各ケーブルの外部導体をまとめて 50cm の直径 3.2mm のステンレスロ

ッドにつないだ。また、それぞれの内部導体を 10cm、20cm、30cm、40cm、50cm のステンレスロッドにそれぞれつなぎ、これをマルチプローブと名づけた(Fig.1)。外部導体をつないだ 50cm ロッドを中心に、半径 3cm 間隔で内部

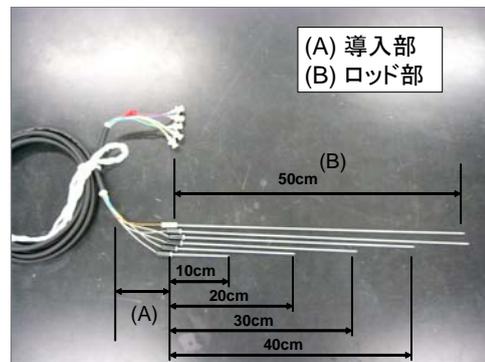


Fig.1 マルチプローブ

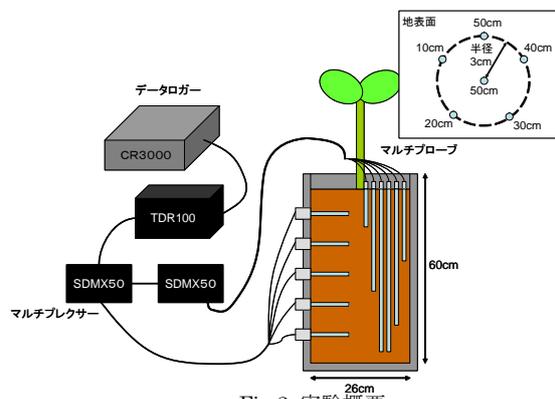


Fig.2 実験概要

導体をつないだステンレスロッドを円状に、地表面から鉛直方向に向け土壤に挿入して測定を行った。この際、ステンレスロッドが互いに与える影響を小さくするよう配置した。

3. 検定方法

内径 26cm、深さ 60cm の PVC 製ポットに 55cm の深さまで関東ロームを乾燥密度 0.63Mg/m^3 で充填し、ダイズを栽培した(Fig.2)。ポット側面から深さ 5cm、15cm、25cm、35cm、45cm にロッド長さ 15cm の 3 線式 TDR プローブを挿入した。また、地表面から試作したマルチプローブを鉛直に挿入した。マルチプレクサーSDMX50 を用いてそれぞれのプローブを TDR100 に接続し、30 分間隔で体積含水率を測定した。マルチプローブの有効性を検討するため、マルチプローブの各ロッドで測定した体積含水率とそれらに対応する深さの水平 TDR プローブで測定した体積含水率の積分値とを比較した。

4. 結果と考察

10cm 長から 50cm 長までの各マルチプローブの測定値と対応する水平 TDR プローブの測定値の積分値を例として 10cm、30cm、50cm の結果を Fig.3 に表した。10cm のマルチプローブは、体積含水率を過大評価する結果となった。しかし、ロッド長が大きくなるにつれ、両者の差は小さくなり、30cm 以降のマルチプローブではほとんど同じ値となった。

この原因として、同軸ケーブルの内部導体と外部導体の分離点と、土壤中に挿入されたステンレスロッドまでの空気に接している区間(導入部)が TDR の波形に影響を及ぼしたことが考えられる(Fig.4)。ロッド長が短いほどこの影響を大きく受け、逆にロッド長が大きくなるにつれ、その影響が小さくなるため、ロッド長が大きい方が、両者の値が近接したと考えられる。解析ソフトを補正することによりこの問題は解決されると考えられる。また、マルチプローブの波形は反射点(Reflection Point)が 3 線式

TDR プローブと比べて不明瞭であり、この影響も考えられる。よってこの反射点の影響の考慮も今後の課題として挙げられる。

[引用文献] Topp G.C., J.L. Davis (1985) Measurement of soil water content using time-domain reflectometry (TDR): a field evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J., 49: 19-24.

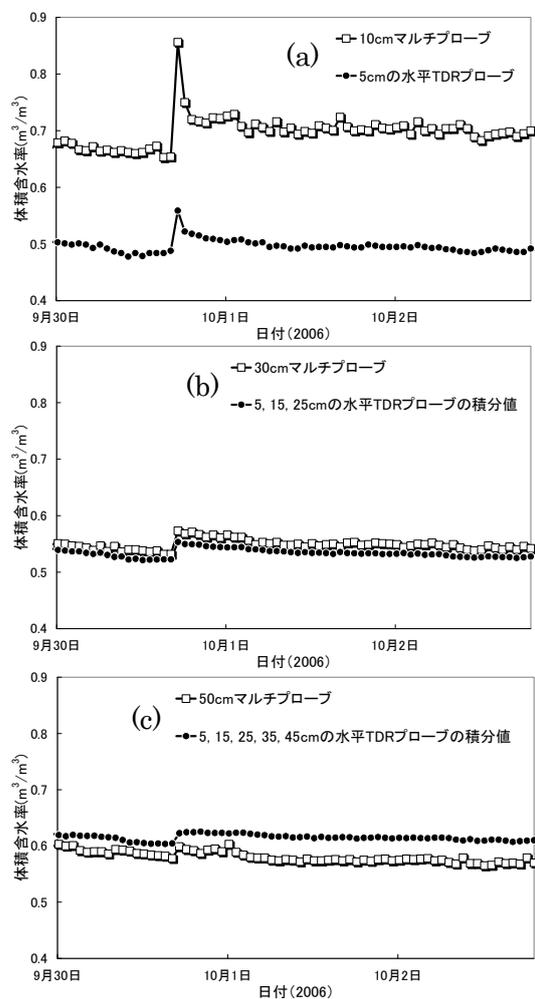


Fig.3 マルチプローブと水平 TDR プローブ測定結果

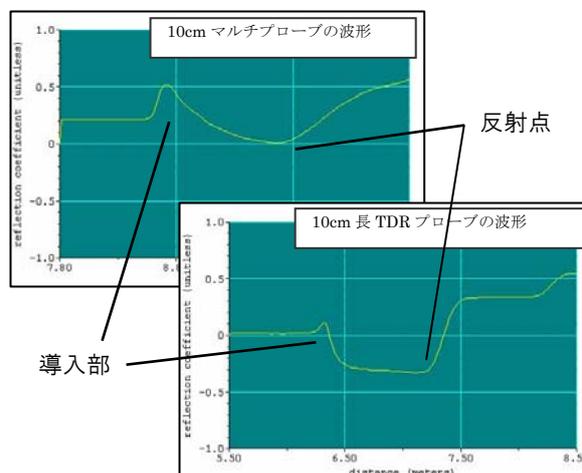


Fig.4 水中におけるマルチプローブと水平 TDR プローブ