

土壌水分量計測における各種 TDR センサー間の比較

Water content measurement by three different type of TDR sensors

徳本家康* 長 裕幸* 取出伸夫* 井上光弘**

Ieyasu Tokumoto* Hiroyuki Cho* Nobuo Toride* Mitsuhiro Inoue**

1. はじめに

近年、TDR 法を用いた土壌水分計測が広く行われており、1980 年代からケーブルテスターを使用して土壌水分測定への応用が研究されてきた。しかし、ケーブルテスターが高価なため、1995 年にはプローブと計測装置一体型の簡易 TDR センサー CS615 がキャンベル社から発売された。また、昨年、デカゴン社からやはり簡易型の ECH₂O が発売された。このセンサーは、プローブ長 15cm(Short)と 25cm(Long)の 2 種類があり、価格が低いので、今後の需要が予想される。これらのセンサーは、測定方法の違いにより出力単位が異なっているが、基本的に材料の誘電率に依存しているため、出力値の相互の関係をもとめることは可能である。本研究では、各センサーについて土性の異なる 2 種類の土壌に関して土壌水分量に対するキャリブレーションを行い、各校正式における相関係数の比較および各出力値間の互換式の提示を行った。

2. 実験装置および方法

供試材は、鳥取砂丘砂と熊本県菊池市で採取した黒ボク土である。両者とも 2mmふるいを通過させ風乾した後、ビニール袋に分配し、各袋について異なる水分量をスプレーで散布した後、混合し一晩放置した。測定直前に直径 6.7cm 高さ 32cm の塩ビ製シリンダーに、黒ボク土は乾燥密度 0.78 g/cm³、鳥取砂丘砂は乾燥密度 1.55 g/cm³ になるよう調整しながら均一に詰めた。測定は、同じシリンダーについて Cable tester、CS615、ECH₂O(Short)、ECH₂O(Long)の順で行った。センサーを後から挿入する際は、前のセンサーの空隙が残らないよう試料を詰め直した。実験装置の概略図を Fig.1 に示す。

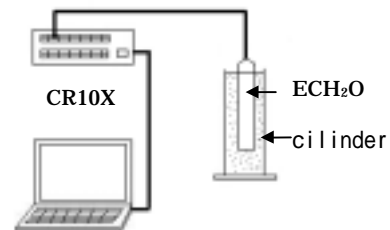


Fig.1 Schematic figure of measurement system.

3. 結果と考察

2 種類の土壌における ECH₂O(Long、Short)、CS615、Cable tester のキャリブレーションの結果を Fig.2、Fig.3、Fig.4 に示す。最小自乗法でもとめた各校正式の次数は、

基本的に各センサーで提示されている標準式の次数と一致させたが、ECH₂O については、相関係数が高い 2 次式で近似した。これらの図から分かるように、同じセンサーでも土性の違いにより校正式が大きく異なった。各校正式に対する相関係数の値を Table 1 に示すが、他のセンサーに比べ ECH₂O の値が若干低くなった。また、特に Short sensor での値は小さくなっていた。全体的に、砂よりも黒ボク土での値がばらついていることが分かる。これは主として、試料の不均一さに起因するものと考えられる。次に、各センサーの出力値は、基本的に媒体の比誘電率に依存していると考えられるので、各センサーの出力値間の相互関係は、土性に関わらず、そのシステ

*佐賀大学農学部 Saga Univ.

**鳥取大学乾燥地研究センター Arid Land Research Center in Tottori Univ.

ムに依存するある固有の関係形を示すと思われる。そこで、各土壌について、同じ体積含水率に対する各センサー間の出力値を多項式で表現し、推定した。結果を Fig.5 に示す。この図から分かるように、 と は非常に高い相関を示したが、V と の間ではかなりのばらつきが見られた。今後、さらに精度を高め、これら相互の関係式を明らかにすることは、有用であると思われる。

Table 1 Coefficients of correlation between calibrated equation and measured values.

TDR sensor type	Number of measurement		coefficiet of correlation	
	Tottori dune sand	Andosol	Tottori dune sand	Andosol
ECH ₂ O(Long)	22	15	0.9751	0.9137
ECH ₂ O(Short)	22	15	0.9410	0.9080
CS615	22	12	0.9930	0.9147
Cable tester	22	15	0.9734	0.9673

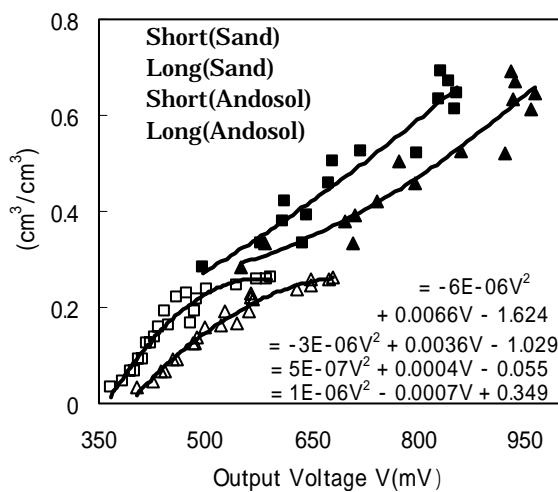


Fig.2 Calibration equation for ECH₂O

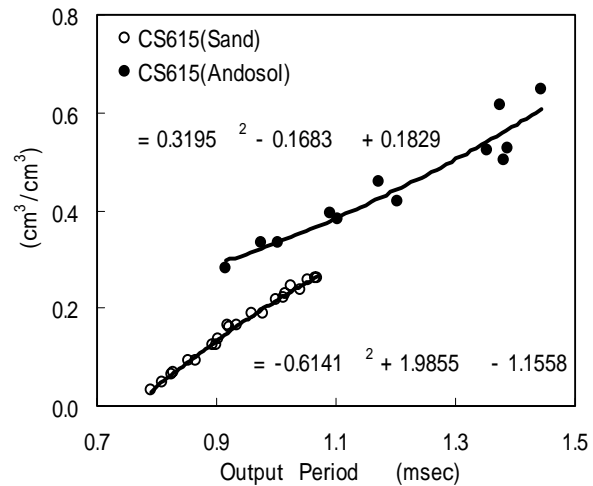


Fig.3 Calibration equation for CS615

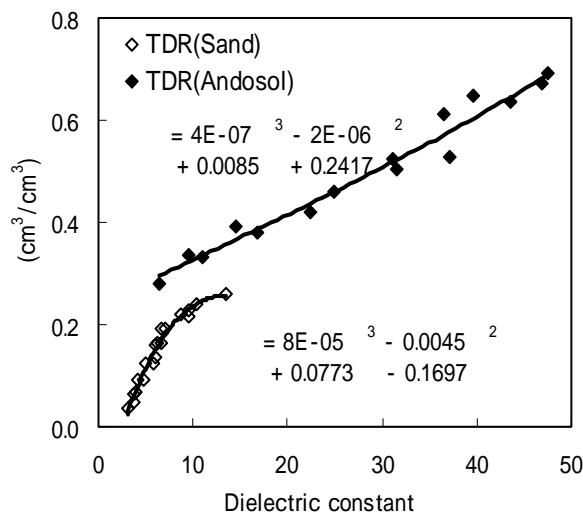


Fig.4 Calibration equation for measurements with a cable tester

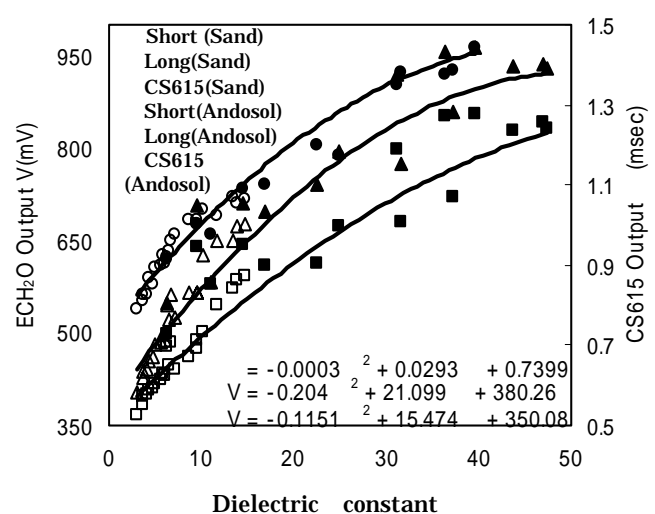


Fig.5 Correlation of output values between three types of TDR sensors