

土壌水分センサーTEROS-10, -11, -12 の簡易迅速校正法  
Simple and Rapid Calibration Method for Soil Moisture Sensors,  
TEROS-10, -11, and -12

望月 秀俊<sup>1</sup>  
MOCHIZUKI Hidetoshi

### 1. はじめに

土壌水分量は、農業土木学分野のみならず、栽培学分野や都市工学分野等で広い分野で重要な測定項目の一つである。土壌水分量の連続測定を行う際には、市販の土壌水分センサーが用いられる。その際、メーカー公表の校正式を使用することも可能ではあるが、より正確な測定のためには土壌やセンサー毎の校正を行うことが望ましい。しかし、土壌水分量を調整したサンプルを用いて校正する常法は、多大な時間と労力を必要とする。Mochizuki and Sakaguchi (2020)は、45 土壌の校正結果をもとに、土壌水分量のモニタリングに広く用いられているMETER社の土壌水分センサーEC-5について、1組の出力値  $RAW_0$  と体積含水率  $\theta$  のデータセットのみを使用する簡易迅速校正法を提案している。当該校正法では、①校正式に1次式を用いることが可能であること、②校正式の傾きと切片の値に相関関係があり、1次式で表現できることに基づいている。近年 EC-5 と同じ METER 社から土壌水分センサーTEROS-10, -11, -12 が発売された。そこで本報では、これらのセンサーについて Mochizuki and Sakaguchi の校正法が適用可能であるかを確認した上で、3 センサー向けの校正式を提案することを目的とした。

### 2. 研究の方法

本報では、農研機構西日本農研内の検定槽から採取した黒ボク土・黄色土・灰色低地土を表1に示した条件下で常法を用いて校正した。校正結果から、校正式への1次式の適用可能性を判断した。その後、得られた校正式と既往の文献から得た校正式中の傾きと切片をもとに、傾き-切片関係を解析し、3 センサー向けの校正式を導出した。尚、マニュアル(METER Group Inc., 2018b)にも示されている通り、TEROS-11 と-12 については、体積含水率の測定に関しては、同一のセンサーと見なることができることが予備試験で確認されたため、校正試験には TEROS-10 と-11 を使用した。

表1 校正試験の実験条件

土壌	乾燥密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	体積含水率 (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
黒ボク土	0.66	Air dry, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50
黄色土	0.99	Air dry, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40
灰色低地土	1.05	

### 3. 結果

#### 3.1 校正式への1次式の適用可能性

3 土壌の校正結果を図1に示した。両センサーとも、どの土壌についても1次式を用いた校正式の決定係数( $R^2$ )は高く、校正式に1次式(式(1))を用いることの妥当性が確認された。

$$\theta = a_0 + a_1 RAW \quad (1)$$

<sup>1</sup> (国研) 農研機構西日本農業研究センター NARO, Western Agricultural Research Center  
土壌水分センサー、校正法、TEROS-10 -11 -12、傾き-切片関係、体積含水率

ここで、 $\theta$ は体積含水率( $\text{m}^3/\text{m}^3$ ),  $RAW$ はセンサーの出力値,  $a_0$ と $a_1$ は係数である.

### 3.2 校正式の傾き-切片関係

3 土壌の校正式に加え, METER 社のマニュアル (METER Group Inc., 2018a, b) や既往の文献 (Narayanan and Sathian, 2021 と Saito et al., 2022) の中で提示されている校正式 (1 次式で無いものは, 1 次式に変換して使用) の傾きと切片の関係を図 2 に示した. 両センサーとも傾きと切片の関係式の  $R^2$  も高く, 線形関係 (式 (2)) が認められた.

$$a_0 = ma_1 + n \quad (2)$$

ここで,  $m$ ,  $n$  は係数である.

### 3.3 校正式の提案

前項までの結果から, TEROS-10, -11, -12 のいずれのセンサーについても, 近似式に 1 次式を適用することが可能であり, その傾きと切片の間に強い相関があり, 1 次式で表されることが明らかになった. すなわち, 1 組の出力値  $RAW_0$  と体積含水率  $\theta_0$  のみを用いて, センサーの校正が可能になる Mochizuki and Sakaguchi の方法を 3 センサーにも適用できることが明らかになった.

そこで, 3.2 の結果をもとに, TEROS-10 用の校正式 (式 (3)) と TEROS-11, -12 用の校正式 (式 (4)) を導出した.

$$\theta = \left\{ -1778 \frac{\theta_0 - 0.122}{RAW_0 - 1778} + 0.122 \right\} + \frac{\theta_0 - 0.122}{RAW_0 - 1778} RAW \quad (3)$$

$$\theta = \left\{ -3112 \frac{\theta_0 - 0.483}{RAW_0 - 3112} + 0.483 \right\} + \frac{\theta_0 - 0.483}{RAW_0 - 3112} RAW \quad (4)$$

## 4. おわりに

本報では, 近年発売された METER 社の水分センサー TEROS-10, -11, -12 の簡易迅速校正式を提案するため, 3 土壌を用いた校正試験を行い, その結果と既往の文献の成果から, 1 組の体積含水率  $\theta_0$  と出力値  $RAW_0$  のみを用いる Mochizuki and Sakaguchi の校正式が適用できることを明らかにした. 併せて, 3 センサー用の校正式 (式 (3), (4)) を導出した.

### 引用文献

- METER Group Inc. (2018a) TEROS 10.  
 METER Group Inc. (2018b) TEROS 11/12.  
 Mochizuki and Sakaguchi (2020) SSPN, 66(4), 531-540.  
 Narayanan and Sathian (2021) International J. of Plant and Soil Science, 33(17). 137-147.  
 Saito et al. (2022) Sensors, 22, 8658.

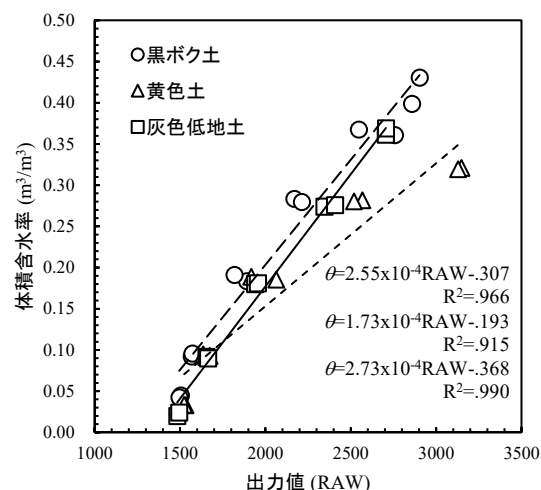


図 1 校正試験の結果 (TEROS-10)

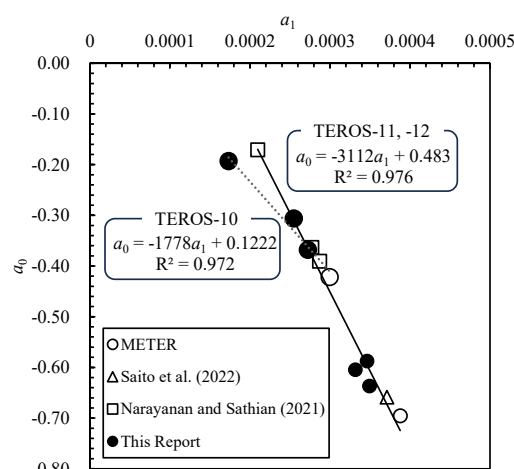


図 2 傾き-切片関係