

## 土壌水分計 Decagon EC-5 の回路部周囲の土壌の有無が測定結果に与える影響と回路部までプローブを挿入したときの出力値の変化

Effect of existence/absence of soil around the circuitry part of Decagon EC-5 soil moisture sensor on its output and change in output value when whole part of sensor was inserted into the soil core

○岩田幸良<sup>1)</sup>, 宮本輝仁<sup>1)</sup>, 西谷麻菜美<sup>2)</sup>, 亀山幸司<sup>1)</sup>

Y. Iwata<sup>1)</sup>, T. Miyamoto<sup>1)</sup>, M. Nishiya<sup>2)</sup> and K. Kameyama<sup>1)</sup>

**1. はじめに** 安価な土壌水分計として普及している Decagon 社の EC-5 土壌水分計は、長さ 55 mm、幅 5.2 mm、厚さ 1.8 mm のロッドが 7.6 mm の間隔で配置された部分と、縦 31.5 mm、横 18 mm、厚さ 7.4 mm の直方体からなる回路部とで構成されている。このセンサーは、TDR のようにロッド部だけではなく、回路部周辺の比誘電率も測定結果に影響を与えることが知られている<sup>1)</sup>。しかし、どの程度出力結果に影響を与えるかは十分に明らかになっていない。また、野外観測の際に、土壌をなるべく乱さずに水分計を埋設するため、土壌断面にセンサーを挿入する方法が一般におこなわれている。EC-5 が回路部周辺の影響を受けることから、回路部を含むセンサー全体を土壌断面に挿入する場合がある<sup>2)</sup>。一方、実験室でキャリブレーション式を求める際には、センサーの周囲に土壌を詰めることがあるが<sup>3)</sup>、これらセンサーの埋設方法の違いが出力結果に与える影響を評価した事例はほとんど無い。そこで本報告では実験室内において、(1) 回路部周辺の土壌の有無と (2) プローブの埋設方法が土壌水分量の測定値に与える影響を定量的に評価することを研究の目的とした。

**2. 材料と方法** ①**材料**：農村工学研究所試験圃場表層の黒ボク土と豊浦標準砂について、2 mm メッシュの篩いを通過した試料を供試土とした。②**EC-5 の出力値を土壌水分量に換算する式の決定**：内径 64 mm、高さ 129 mm のアクリル製円筒容器を用い、容器中央に EC-5 を静置し、その周囲に土壌を詰めた。EC-5 全体が埋設された後、出力値を記録した。三石と溝口<sup>3)</sup>により得られたら換算式と、EC-5 のマニュアルに記載されている換算式を用い、土壌水分量を計算した。実験終了後に炉乾法により土壌水分量を求め、計算結果と比較することで精度を検証した。精度検証後、必要に応じて新しい換算式を EC-5 の出力値と土壌水分量の関係を回帰することで作成した。③**回路部周囲の土壌の有無が測定結果に与える影響の評価**：センサー周囲に土壌を詰める際、先端のロッド部が埋設された時点で EC-5 の出力値を一度記録し、②で得られた補正式により回路部周囲が空気のとときの土壌水分量を計算した。計算結果を EC-5 全体が埋設されたときの土壌水分量の結果と比較することで、回路部埋設の有無が土壌水分量の測定結果に与える影響を評価した。④**EC-5 の埋設方法の違いが測定結果に与える影響の評価**：前出の容器に予め土壌を詰めた後、回路部を含む EC-5 全体を挿入した。出力結果を②で得られた換算式を用いて土壌水分量を求めた。試料の土壌水分量を炉乾法により求め、両者の違いからセンサー全体を土壌に挿入したことで、センサーにより計測された土壌水分量の変化量を評価した。

**3. 結果と考察** ①**換算式の検討**：EC-5 周囲に土壌を詰めたサンプルから得られた EC-5 の出力値を既存の式で土壌水分量に換算した値と、炉乾法による土壌水分量の測定値の関係を図 1 に示す。黒ボク土については、三石と溝口<sup>3)</sup>の黒ボク土ならびに関東ロームの換算式、ならびに EC-5 のマニュアルに記載された Potting Soil (バークや粘土で構成された園芸用土壌) が実測値とほぼ一致した。土壌水分量

1) 農研機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO 2) 筑波大学大学院生命環境科学研究科 Graduate school of life & environmental sciences, University of Tsukuba

キーワード：ECH<sub>2</sub>O プローブ、キャリブレーション、影響範囲

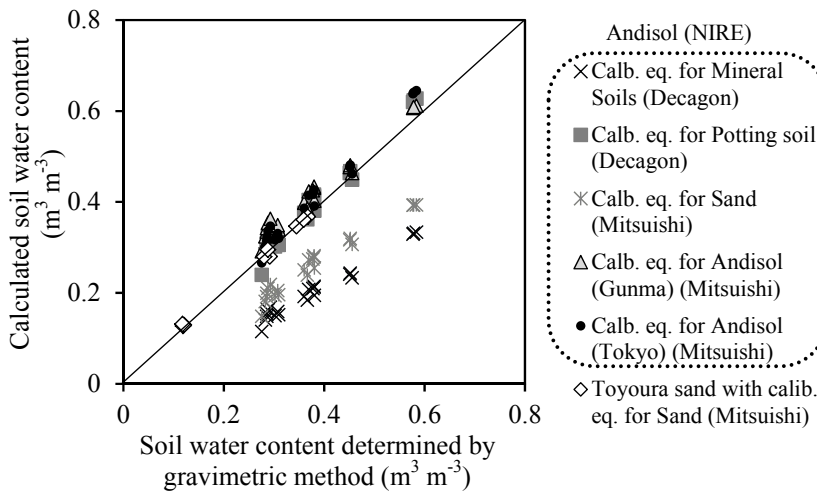


図1 土壌水分量の真値（横軸）と EC-5 の出力値から既存の換算式で計算した結果の比較; Fig. 1. Relations between soil water contents determined by gravimetric method and those obtained from EC-5 output data using calibration equations obtained by previous researches.

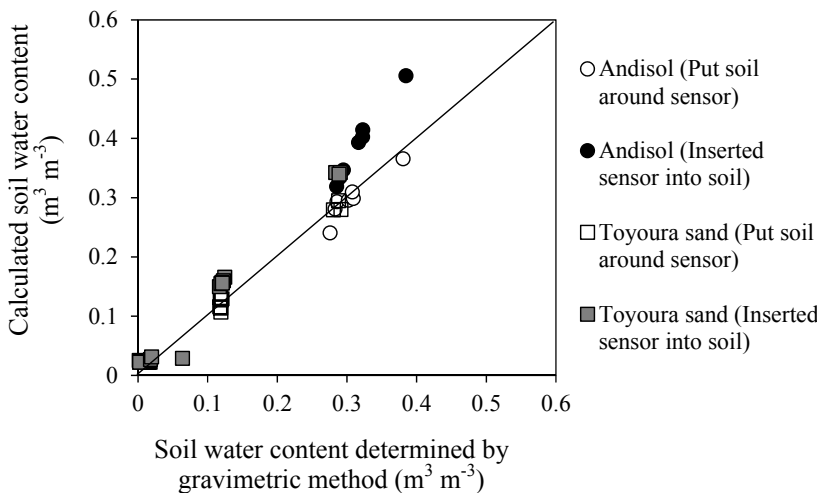


図2 EC-5 の設置方法の違いによる土壌水分量の真値（横軸）と EC-5 から得られた土壌水分量の関係の違い; Fig. 2. Relations between soil water contents determined by gravimetric method and those monitored by EC-5, which were obtained by putting soil around the sensor (solid circles and squares) and put the sensor into soil cores (open circles and squares).

黒ボク土・豊浦標準砂共に土壌水分量が増加するほど土壌に挿入したときの EC-5 の水分量が過大評価される傾向があり、測定誤差の最大値は真値の 30%以上にも達した。これまで土壌の違いや温度依存性に比べ、センサーの埋設方法についてはあまり議論されてこなかったが、この結果から埋設方法によっても土壌水分量の測定結果が異なる場合があることが明らかになった。

**謝辞:** 実験に協力いただいた中谷美喜子氏に感謝いたします。 **引用文献:** 1) 井本ら(2010)土壌の物理性 114, p27-31.; 2)宮本ら(2013)農土論集 288, p99-106.; 3)三石と溝口(2014)土壌の物理性 126, p63-70.

が多くなると若干過大評価する傾向がみられたため、本試験で得られた EC-5 の出力値と炉乾法で得られた測定値から回帰直線をもとめ、これを本試験で用いた黒ボク土の換算式として用いた。一方、豊浦標準砂については三石と溝口<sup>3)</sup>の換算式で計算した値と炉乾法で求めた測定値が一致したため、この換算式により EC-5 の出力値から土壌水分量を算出した。

**②回路部周辺の土壌の有無の影響:** 黒ボク土については、測定した水分量  $0.28 \sim 0.45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  の範囲では明確な水分依存性は認められず、回路部まで埋設した EC-5 の出力値から計算した土壌水分量に対し、回路部周囲が空気の場合の値は平均で  $0.045 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  少なかった。豊浦標準砂についても、 $0.28 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  の土壌水分量のとときに前者が後者よりも  $0.067 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  少なかった。これらの値は測定値の 10~20%に相当する。一般的に水分を多く保持する火山灰土壌や、湿った砂では、回路部周辺の土壌の有無の影響は無視できないと考えられる。

**③EC-5 の土壌への埋設方法の違いが水分量の測定結果に与える影響:** 周囲に土壌を詰めることで EC-5 を埋設した場合と容器に土壌を詰めた後で EC-5 を挿入した場合の出力結果の違いを図2に示す。黒