

畑地用水量諸元策定のための土壤水分測定方法の検討

Consideration of measurement methods for soil moisture to design upland water requirement

○中村公人*, 大串祥子**, 田中宣多*, 温承翰*, 青木功介***

Kimihito Nakamura, Shoko Ogushi, Yoshikazu Tanaka, Wen Cheng-Han, Kosuke Aoki

1. はじめに 土地改良事業計画設計基準 計画「農業用水（畑）」の基準書が改定され、それに続く技術書の見直しが検討されてきた。その中の「土壤水分関係調査」においては、これまで土壤水分の測定方法として、採土法、テンシオメータ法、電気抵抗法が具体的に示され、その他の方法として誘電式水分計、中性子型水分計、熱伝導率式水分計の測定方法名が示され、現場の実情に適応したものを試験研究機関等の協力を得て選定する旨が記されていた。近年の土壤水分測定では、TDR (time domain reflectometry), FDR (frequency domain reflectometry), ADR (amplitude domain reflectometry), TDT (time domain transmissiometry), キャパシタンス (静電容量) 法等の様々な方式による誘電率測定を介して体積含水率を推定する間接法の技術が大きく進展しており、多種多様の土壤水分センサーが市販されている。こうした状況を受けて、技術書の土壤水分測定法として、「誘電率水分計法」の詳細が追加されることになった。テンシオメータ法は、水の補給等の管理労力を要すること、ポーラスカップの特性により pF 値で約 2.7 以上の乾燥域では測定できないことから、今後、誘電率水分計法の利用が増加するものと考えられる。本報告では、テンシオメータ法と誘電率水分計法を用いて畑地土壤水分観測を行い、日消費水量や TRAM といった諸元への影響について調査を行った結果を示す。

2. 調査概要

(1) 調査圃場と栽培状況 兵庫県東播地区内のトウモロコシ栽培圃場内の隣接した 2 地点において土壤水分観測を行った。観測期間は 2015 年 4 月 10 日～9 月 14 日までとした。播種は 4 月 24 日、収穫は 8 月 5 日に行われた。測定終了時の根域は地点 1 で最大 33cm、地点 2 で最大 37cm であった。期間内に 5 回、4.2～13.5mm/回のチューブ灌漑が行われた。

(2) 土壤水分測定 畦幅約 80cm の中央部の深さ 5, 15, 25, 35, 50cm に電圧出力式テンシオメータ (大起理化製 DIK-3160) と TDR 土壤水分センサー (Campbell Scientific 社製 CS-616) を設置した。深さ 5cm 用を除いて、テンシオメータはオーガーを用いて開けた穴に挿入した。本調査で用いた TDR は長さ 30cm の 2 線式プローブを有する。TDR は深さ 70cm 程度の穴を掘って作成した鉛直断面から水平方向に差し込み、穴を埋め戻した。両センサーともにデータロガー (Campbell Scientific 社製 CR1000) に接続して 30 分間隔のデータを得た。なお、TDR の室内キャリブレーションを内径 10cm、高さ 35cm の塩ビパイプを用いて行った。目視で区別された上層 (深さ 0～20cm)、中層 (深さ 20～26cm)、下層 (深さ 26cm 以下) について異なる 5～7 段階の水分量に調整して、センサーが出力する読み値と実際の体積含水率の校正式 (2 次式) を導出した。さらに、現地圃場の乾燥時と湿潤時に各深さの実測体積含水率を用いて校正式の補正を行った。

(3) 土壤物理性試験 地点 2 においてセンサー設置深さと同じ深さの土壤を 100cm³ 円筒形

*京都大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University **近畿農政局 Kinki Regional Agricultural Administration Office ***京都大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyoto University
キーワード：誘電率水分計, 日消費水量, 計画基準

容器で採取し、乾燥密度、飽和透水係数、土壤水分特性曲線（砂柱法、吸引法、遠心法、蒸気圧法）を測定した。

3. 結果と考察

(1) 体積含水率と pF の経時変化

テンシオメータ法では土壤水分特性曲線を介して pF を体積含水率に変換することによって土壤水分減少量等が計算される。テンシオメータと土壤水分特性曲線から得られる体積含水率と TDR から推定される同値を比較した例を Fig.1 (上) に示す。テンシオメータから得られる pF と TDR から推定される体積含水率から土壤水分特性曲線を介して換算される pF の比較を Fig.1 (下) に示す。深さ 5, 15, 25cm では土壤水分特性曲線を用いて換算した値が体積含水率、pF とともに高かった。これはテンシオメータから得られる pF と TDR から得られる体積含水率の関係が、土壤水分特性曲線の測定値と一致せず、同じ pF のときの体積含水率が後者で大きくなるためである。一方、深さ 35, 50cm ではほぼ一致した変化を示した。センサー設置位置と採土位置の不一致、両センサーの設置位置の不一致といった土壤の不均一性が一要因として考えられる。また、TDR 校正式作成時の乾燥密度の違いの影響や地表面に近い TDR の影響範囲内に大気が含まれる可能性も排除できない。

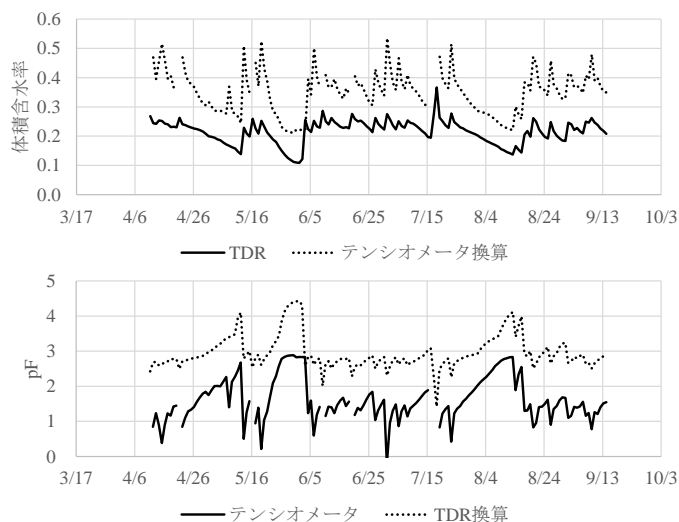


Fig.1 地点 1 の深さ 15cm での体積含水率と pF の経時変化
Temporal changes in volumetric water content and pF at 15cm in depth at Point 1.

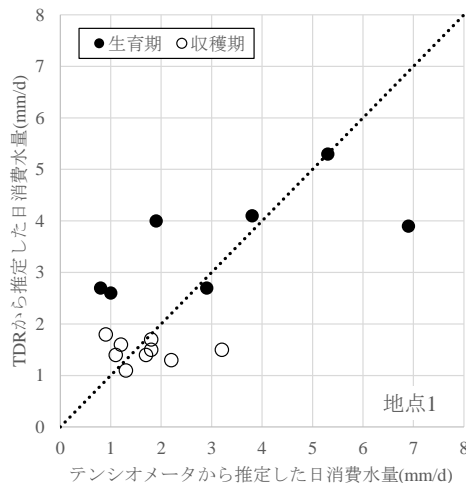


Fig.2 地点 1 でのテンシオメータと TDR から推定した日消費水量の比較
Comparison of daily water consumptions estimated by tensiometer and TDR at Point 1.

(2) 日消費水量 根群域と土壤水分変化から深さ 40cm までを有効土層と判断して、降雨後に圃場容水量付近になった時点からの無降雨期間（生育期：5 月 23～30 日、収穫期：7 月 30 日～8 月 8 日）の日消費水量を求めた。テンシオメータから換算される体積含水率と TDR から得られる値からそれぞれ計算した日消費水量の比較を Fig.2 に示す。地点 1, 2 ではそれぞれ最大 3, 4.2 mm/d のばらつきが見られたが、期間内平均値の違いは 0.2 mm/d と小さかった。また、計画蒸発散量との相関は TDR から推定される日消費水量の方が高かった。

(3) TRAM と制限土層 日消費水量を計算した期間において TRAM を算出した。TRAM は両手法で 3～5 mm（平均 3.5 mm）の差が見られ、制限土層の位置が一致しない場合があった。

4. おわりに TDR の室内・現地での校正、土壤水分特性曲線の測定には細心の注意が必要である。とくに TDR の校正方法については、ある程度統一的な方法の提示が必要ではないかと思われる。また、TDR の設置に伴う土壤の攪乱に対する配慮も不可欠である。

謝辞：調査にご協力いただいた農業生産法人みずほ協同農園および農業用水（畑）計画基準検討会、計画基礎諸元調査意見聴取会の委員各位に心より感謝申し上げます。