第部門原位置での水分特性曲線導出の信頼性

立命館大学理工学部	学生会員	中川太郎
立命館大学 COE 推進機構	正会員	酒匂一成
立命館大学理工学部	フェロー	深川良一

1. はじめに

近年,建設工事に伴う植生などへの環境影響のモニタリングや道路のり面の崩壊予測など,不飽和土中の 水分量や水分挙動を取り扱うことの重要性が増しつつある。原位置での土壌水分の測定方法は,基本的に土 のサクションを測定する方法と土の含水量を直接測定する方法の2種類に分類され,両者の関係は水分特性 曲線によって表される。そのため,サクションと含水量のいずれかの測定値からもう一方の値に変換するこ とが可能ではあるが,水分特性曲線を介した変換には水分特性曲線のヒステリシスや温度依存性などによる 誤差が含まれる危険性があるため,それぞれ独立して直接測定することが望ましいとされている。本研究で は,最近農学の分野で使用されている,ADR(Amplitude Domain Reflectometry)土壌水分計測とサクション を測定するアンサックを利用して,保水性試験よる水分特性曲線との比較を行った。

2. ADR のキャリブレーション方法および結果

2.1 ADR のキャリブレーション方法

写真1は, ADR 法に基づく土壌水分センサー(以降 ADR セン サーと呼ぶ)の計測システムを示している。ADR センサーは,ロ ッド間の土のインピーダンスを測定し,土の誘電率 を求める装 置である。計測を行う際には,精度を高めるため,あらかじめ ADR センサーの出力電圧(V)-土壌の体積含水率()関係についての検 量線を求めておくことが必要である。今回,試料は信楽産山砂を 4.75mm のふるいで粒度調節したものを使用した。試料のキャリ

 ブレーションを行うために,内径約 10cm,深さ約 15cmの供試体作製用カラムを準備した。試料の乾燥密度 dを 1.35,1.44,1.60g/cm³に設定し,含水状態を変えながら供試体の作成を行った。次に供試体に,ADR
土壌水分計のセンサー部分が完全に隠れるまで挿入し,そのときの出力電圧を測定した。その後,乾燥重量法(110 で 24 時間炉乾燥)により測定した体積含水率
との関係を求めた。

2.2 キャリブレーション結果

今回用いた ADR センサー(ThetaProbe ML2 x)の出力電 圧(V)と誘電率の関係については Miller ら¹⁾によって 示されている。

$$\sqrt{\varepsilon} = 1.1 + 4.44V \tag{1}$$

また, White ら²⁾によって と $\sqrt{\varepsilon}$ の関係が1次式で近似できることが示されている。

$$\sqrt{\varepsilon} = a_0 + a_1 \theta \tag{6}$$

ここに, *a*₀,*a*₁: 実験定数。

Taro Nakagawa, Kazunari Sako, Ryoichi Fukagawa





写真1 ADR 計測装置

2)

図 1 にキャリブレーション結果と式 (1)(2)より得 られた検量線, また Miller ら³⁾による無機質土壌と 有機質土壌の校正曲線を示す。

3. 実験方法および結果

本実験では,内径40cm,深さ40cmのカラムを使 用し,深さ20cm部分にアンサックとADR センサー を埋設した。また,含水比 5%,乾燥密度 1.36g/cm³ の状態から降雨浸透実験を行い,その後蒸発実験を 行った。実験により得られた間隙水圧と体積含水率 の時系列変化を図2,図3に示す。浸透実験,蒸発 実験において,アンサック,ADR センサーの反応点 がほぼ一致していることから,埋設の高さが同じで あると言え,実験結果も信頼できるものだと考えら れる。そこで,浸透実験と蒸発実験での ADR セン サーとアンサックから得られた数値より吸水過程, 排水過程の水分特性曲線を導いた。図4に今回の実 験で得られた水分特性曲線と保水性試験(排水過程) により得られた水分特性曲線を比較したものを示す。 図4に示されるように排水過程において両者は,ほ ぼ一致していることがわかる。低水分領域において の実験は十分でないが,土壌水分率と土壌の水分張 力を同時に計測することで得られる水分特性曲線が 信頼できるものであることがわかる。

4. おわりに

保水性試験は長時間を要するので,水分特性曲線 を得るために,土壌水分量とサクションの測定を同 時に行う方法は実用的であるといえる。問題点はそ の精度であるが,今回の実験により,信頼できるも



のであることが確認できた。また原位置での土壌水分量とサクションの測定を行った際に,仮に一方が故障 した場合でも,それまでの計測により求められた水分特性曲線と他方の計測結果より,故障により得られな かったデータを予測することができると考えられる。今後の課題として,今回の実験だけではデータとして 不十分であるのでさらに実験を行い不十分な部分を補いたいと考えている。さらに実験を重ねサクションか ら土壌水分量,土壌水分量からサクションへの水分特性曲線を介した変換手法の具体的な問題点とその程度 を明らかにしたいと考えている。

<参考文献>

- 1) Gaskin, G. J. and Miller, J. D. : Measurement of Soil Water Content Using a Simplified Impedance Measuring Technique. J.agric.Engng Res. 63, pp.153-160, 1996.
- 2) White. I, J.H.Knight, S.J.Zegelin and G.C.Topp : Comments on Consideration on the use of time-domain reflectometry (TDR) for measuring soil water content, European Journal of Soil Science, 45, pp.503-508, 1994.
- 3) Miller, J.D. and G.J. Gaskin: ThetaProbe ML2x Principles of operation and application, MLURI Technical Note (2nd ed), Macaulay Land Use Research Institute, p.20.