

現地表層土壌水分の空間分布特性と TDR 計による測定値の代表性について

法政大学大学院 学生会員 ○多賀陽太
法政大学工学部 植松憲範
法政大学工学部 正会員 岡 泰道

1. はじめに

現地表層土壌水分は、空間的不均一性を有する。そのため、土壌水分量の地点代表値を推定する際には、その空間分布特性を把握しておく必要がある。これまで土壌水分の空間分布特性についての研究¹⁾²⁾は多数行われているが、それらの多くは広域における土壌水分の空間分布についてのものであり、比較的限定された領域での分布特性の研究は少ない。

そこで、本研究では比較的簡易に土壌水分の測定が可能な TDR 土壌水分計(ロッド長 12cm)を用いて、地点レベルでの表層土壌水分の空間的な分布を現地測定し、TDR 計による測定値の代表性について検討した。

2. 現地観測について

東京都立小金井公園における裸地を対象に、TDR 計を用いて表層土壌水分量を測定した。測定方法としては、2 種類のサンプリング手法を用いた。また、土壌水分量は体積含水率(θ)で評価する。

まず、現地土壌水分の空間的な分布状況を把握するために、図-1 のように等間隔で TDR 計による系統サンプリングを行う。このときの測点の配置は機器の測定範囲内に TDR 計のロッドによる穴が含まれないように配慮してある。そして、その測定結果を各格子点の値とする。次に、統計的に土壌水分の分布特性を把握することを目的に、ある 1 地点を中心に半径 1m の範囲にて、TDR 計を用いて 200 個のランダムサンプリングを行った。

3. 土壌水分の平面分布

系統サンプリングデータに基づく水分量の空間(平面)分布を図-2 に示す。観測スケールは 0.7(m) × 0.7(m)と狭い範囲であるが、体積含水率は場所により約 20%も異なる。土壌水分がこのように分布する要因として、わずかな距離においても土壌構造やその特性が異なることが考えられる。

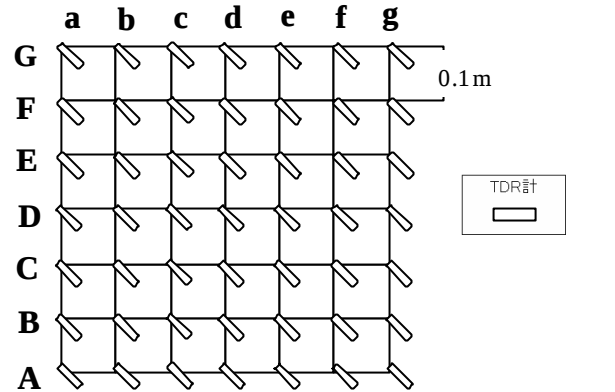


図-1 TDR 計の配置(平面図)

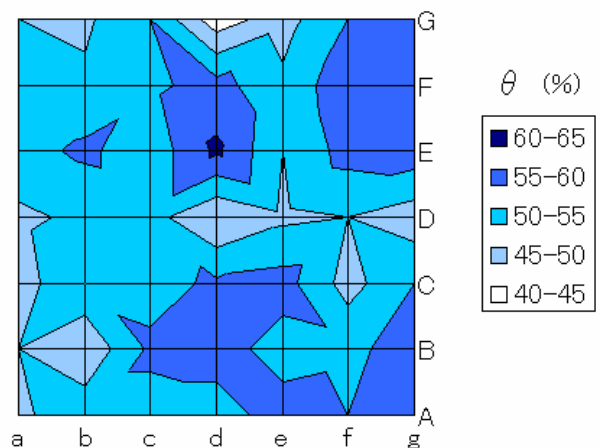


図-2 体積含水率の平面分布

4. 土壌水分の代表性

(1) 裸地における土壌水分の正規性について

現地における土壌水分の代表値(含水率 θ)を推定するにあたって、従来、算術平均が用いられる場合も多い。しかし、その値を代表とするには、その分布が正規分布に従う必要がある。そこで、2003 年 7 月 28 日(無降雨期間 2 日: CASE1)と 2004 年 1 月 8 日(無降雨期間 13 日: CASE2)に測定して得られた体積含水率を正規確率紙にプロットして、正規性について検証した(図-3)。両者はほぼ直線であり、正規性を有する。一方、無降雨期間が長期化して、乾燥が進むと土壌水分のばらつきが大きくなることも見てとれる。

キーワード 表層土壌水分, TDR 水分計, 空間分布特性

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 TEL 042-387-6278 FAX 042-378-6124

(2)観測地点における土壌水分の代表値について

砂田ら¹⁾は、観測地点における複数の体積含水率から変動係数を求めることにより、含水率の代表値を得るために必要な最少測定数を推定している。この手法を参考にして土壌水分の代表値に必要な最少測定数を算出した。その手順は以下の通りである。

観測地点における 200 個の測定値の平均をその地点の水分量を表す真値(M_t)と仮定する。

200 個のデータの中からランダムに $n(2 \sim 100)$ 個を抽出し、この平均値を M_{ni} とする。

を N 回繰り返す。

で求めた各 M_{ni} と から得られた M_t を用いて変動係数を算定する。変動係数を算出する式は、(1)式である。

$$\text{変動係数} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (M_{ni} - M_t)^2}{N}}}{M_t} \quad \dots(1)$$

以上の算定を、繰り返し回数 $N=100 \sim 50000$ 回について行った(図-4)。変動係数はある一定値を中心にはばらつく傾向を示しているため、ここでは各抽出個数における変動係数を比較的ばらつきが小さい 45000 ~ 50000 回の平均値とした。このように変動係数を抽出個数別に算出した結果を図-5 に示す。

飽和体積含水率が約 0.75 である関東ロームを対象にした場合、TDR 計の測定誤差である $\pm 3\%$ 以内の精度でその観測地点の土壌水分量の代表値を推定するために、本研究では判断基準である変動係数を $3(\%)/75(\%)=0.04$ とした。図-5 において変動係数が 0.04 以下になる抽出個数は、CASE1 は 3 個で、CASE2 では 5 個となる。このように土壌の乾湿状態により、土壌水分の代表値を推定するために必要な最少測定数は変化する。

5. まとめ

都立小金井公園の裸地において、土壌水分の平面分布は土壌の乾湿状態に拘らず正規分布であることを示すことができた。また、必要最少測定数は乾湿状態によって異なるため、その状態を考慮して測定数を定める必要がある。

淵上ら²⁾によると、裸地を対象とした場合、乾燥が進んだ土壌における水分量のばらつきは湿潤時のそれよりも大きい。本稿においても淵上らの結果と

同様の傾向を示している。今回は、非常に乾燥している土壌における水分分布について検討していないため、そのような状態における必要最少測定数が異なってくる可能性がある。

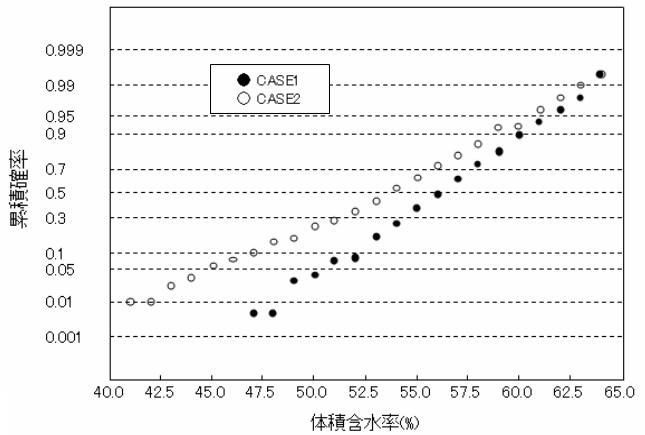


図-3 θ の分布形

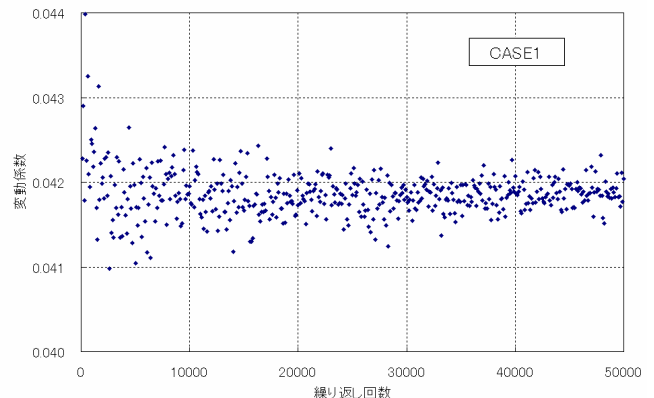


図-4 繰り返し回数と変動係数の関係(抽出個数 2 個)

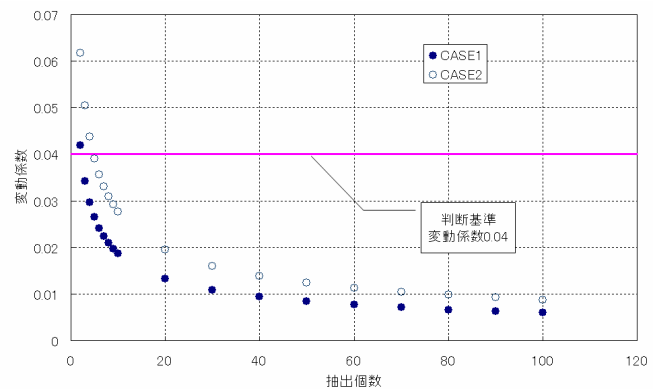


図-5 変動係数と抽出個数の関係

謝辞：小金井公園の管理事務所の方々には、現地測定の実施に深い理解を示され、ご助力いただきました。ここに記して謝意を表します。

引用文献 1)砂田ら(1994)：表層土壌水分の空間分布特性に関する調査と検討，水工学論文集，第 38 巻，pp.173-178. 2)淵上ら(1993)：土壌水分サンプリングデータの空間代表性，水工学論文集，第 37 巻，pp.849-852.