

砂質土における撥水性の指標について

Characterization of Repellency Indices in Sandy Soil

○吉田 綾^{*}, D.A.L. Leelamanie^{**}, 軽部重太郎^{*}
Aya Yoshida, D.A.L. Leelamanie, and Jutarō Karube

1. はじめに

土壌の撥水性の指標として水滴浸入時間 (Water Drop Penetration Time, 以下WDPT)と接触角 (以下 θ)がよく用いられる。前者は撥水性の持続性に、後者は撥水性の度合いに関係する。前者は測定が簡単で、現場によく適合するが、撥水性を定量的に扱うには限界がある。定量化に関しては θ が重要である。なお撥水性は土の表面張力 (以下 γ_s)に関係すると考えられている。

そこで、 θ について Molarity of an Ethanol Droplet test (以下MED), 毛管上昇法 (Capillary Rise Method, 以下CRM), Sessile Drop Method (以下SDM) の3つの測定法を比較した。またWDPT試験を行い、 θ とWDPTの関係、および γ_s とWDPTの関係を比較した。

2. 試料と実験方法

砂質土として粒径 53~150 μm の硅砂を用いた。撥水処理には疎水性有機物であるステアリン酸 (以下SA)を用いて、SA混合率 0, 0.02, 0.04, 0.05, 0.06, 0.063, 0.067, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.14, 0.18, 0.20, 0.22%の15試料を作成した。SAは水に溶けないためジエチルエーテルで溶かし、ドラフト内で乾燥硅砂と混ぜた。そのままドラフト内に2時間置き完全にジエチルエーテルを揮発させた後、1日放置してから測定を行った。実験は温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 60~70%の恒温室で行った。

WDPT試験は秤量瓶に約5gの試料を入れて表面を平らにし、ビューレットで $50 \pm 1 \mu\text{L}$

の水滴を高さ約10mmから落として、水滴が浸入するまでの時間をストップウォッチで測定した。水滴を落とした後、蒸発を防ぐために蓋をした。

MEDでは、最初に0.2Mずつ増加させた0~6Mのエタノール水溶液を準備した。ペトリ皿に試料約100gを入れ、表面を平らにし、濃度の高い方から表面にエタノール水溶液の液滴 (50 μL)をマイクロピペットで置いた。その液滴が10秒で浸入するモル濃度を探し、その濃度から Carrillo et al.(1999)と Roy and McGill(2000)の式を用いて θ を求めた。

CRMは、初めに透水性の底を持つガラス管 (内径1.5cm, 高さ10cm)に約10gの試料を入れ、3~4cmの高さから40回タッピングした。準備したガラス管をパソコンにつないだ天秤にセットし、ガラス管の底から接触角が0となる液体 (オクタン)を浸入させ、1秒毎の質量を測定した。水を用いて同様の測定をし、2つの液体の時間-質量曲線から Siebold et al.(1997)の式を用いて θ を求めた。

SDMは、初めにスライドガラスの中央に1.5cm \times 1.5cmの両面テープを貼り、試料をかけ、もう1枚のスライドガラスをはさんで100gの重しを10秒間載せた。もう一度試料をかけ、重しを載せる作業を繰り返した後、余分な試料を除いてデジタル顕微鏡のステージ上にセットした。マイクロピペットで試料表面に10 μL の水滴を置いた直後 (1秒以内)に、デジタル顕微鏡で水平方向から写真を撮った。写真をプリントアウトし、分度器で θ

^{*}茨城大学(Ibaraki University), ^{**}東京農工大学大学院連合農学研究科(United Graduate School, Tokyo University of Agriculture and Technology); キーワード: 撥水性, WDPT, 接触角

を測定した。1つの試料に対し3サンプルの測定を行い、その平均を測定値とした。

3. 結果と考察

Fig.1 に SA 混合率と3つの測定法による θ の関係を示した。CRMは 90° 以下、MEDは 90° 以上の θ しか測定できなかったが、SDMは全ての θ の測定ができた。また3つの測定法の θ はほぼ一致したので、どの測定法も信頼性が高いことが分かった。MEDの浸入時間を5秒にした場合、SA混合率0.06%の時に θ が 90° になりCRM(86°)やSDM(84°)とよく一致しなかった。浸入時間を10秒にすると、SA混合率0.067%で 90° となり、CRM(89°)やSDM(88°)の値とほぼ一致した。したがってMEDから θ を求める場合には浸入時間10秒で測定した方が良いと考えられた。以下はSDMによる θ を中心に述べる。

Fig.2 に SA 混合率とWDPTの関係を示した。 $t > 3600$ sは $t = 3600$ sとした。Bisdorn et al.(1993), King(1981)の区分を参考にすると、SA混合率0.04%まではWettable(WDPT ≤ 1 s)、混合率0.05~0.067%はSlightly repellent、混合率0.07%以上はExtremely repellentとなった。

Fig.3 に θ とWDPTの関係を示した。WDPTの区分に合わせて θ を区分すると、 $11\sim 70^\circ$ まではWettable、 $70\sim 92^\circ$ はSlightly repellent~Severely repellent、 92° 以上はExtremely repellentとなった。 $70\sim 92^\circ$ の狭い範囲で撥水性が大きく変化していることがわかった。

Fig.4 に、Carrillo et al.(1999)の式で θ を変換して得た γ_s とWDPTとの関係を示した。 γ_s が大ききときWDPTが小さくなった。また、 γ_s が約 40mN m^{-1} 以下のときExtremely repellentになった。

参考文献

- Bisdorn, E.B.A. et al. 1993, Geoderma, 56 : 105-118.
 King, P.M. 1981, Aust. J. Soil Res., 19 : 275-285.
 Carrillo, M.L.K. et al. 1999, Soil Sci. Soc. Am. J., 63 : 433-436
 Roy, J.L. and McGill, W.B. 2000, Can. J. Soil Sci., 80 : 143-152
 Siebold, A. et al. 1997, J. Colloid Interface Sci., 186 : 60-70

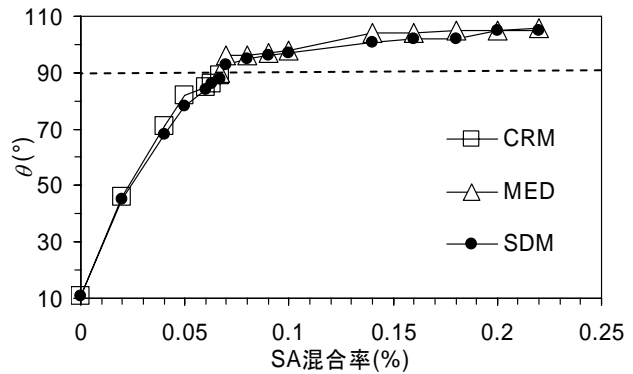


Fig.1 3つの測定法で得られた θ

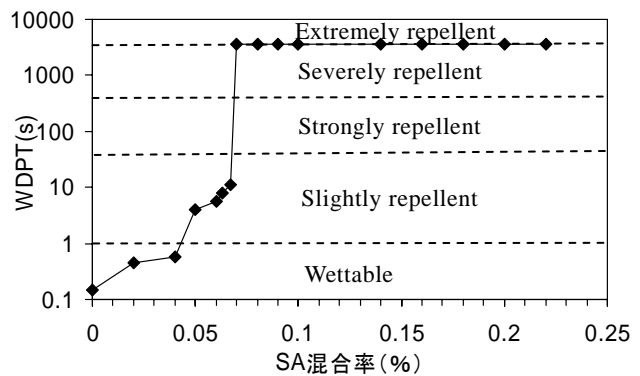


Fig.2 SA混合率とWDPTの関係

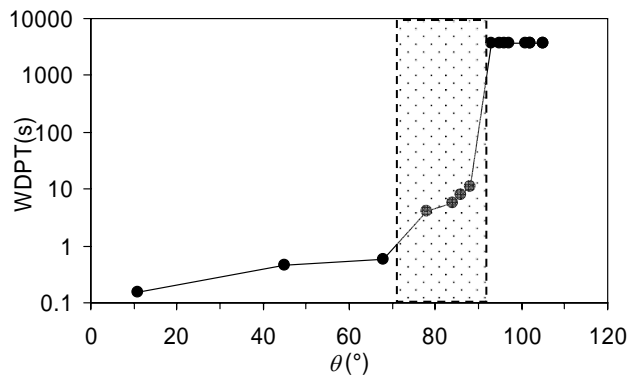


Fig.3 θ とWDPTの関係

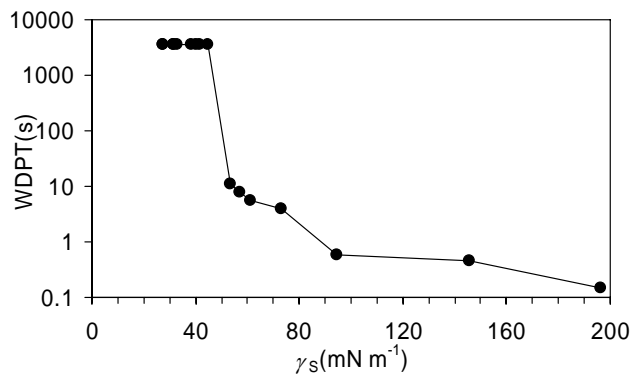


Fig.4 γ_s とWDPTの関係