

# 接触角と水滴浸入時間に及ぼす粘土の影響

## Clay Effects on Contact Angle and Water Drop Penetration Time

○吉田 綾\*, D.A.L. Leelamanie\*, 軽部重太郎\*

Aya Yoshida, D.A.L. Leelamanie, and Jutaro Karube

### 1. はじめに

土の撥水性の指標として接触角（以下 $\theta$ ）と水滴浸入時間（Water Drop Penetration Time, 以下 WDPT）がよく用いられる。 $\theta$ は土の表面自由エネルギー（以下 $\gamma_s$ ）に、WDPT は浸透性に関係する。我々は砂質土の $\theta$ と WDPT の関係を調べ、接触角 75~90° で WDPT が大きく変化することを前に報告した。また様々な相対湿度の下で砂質土の $\theta$ と WDPT を測定し、 $\theta$ と WDPT の関係が相対湿度に影響されないことを報告した。

粘土を含む土は粘土の透水性が小さいために大きな WDPT を示すと予想される。一方、粘土と砂の $\gamma_s$ はあまり変わらないので、粘土は $\theta$ には大きく影響しないと予想される。したがって、粘土を含む土と砂質土では、 $\theta$ と WDPT の関係が異なったものになると予想される。

そこで、粘土含有率の異なる試料を用いて $\theta$ と WDPT を測定し、これらの関係に及ぼす粘土の影響を調べた。

### 2. 試料と実験方法

珪砂（粒径 53~150  $\mu\text{m}$ ）、粘土（カオリナイト）、疎水性有機物（ステアリン酸、以下 SA）を用いて試料を作成した。カオリナイト含有率 10%、20%の試料を作成した後、SA を用いて撥水処理を行った。各試料総質量に対し SA 混合率 0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 1, 2, 4, 5, 6 g/kg の試料を作成した。SA は水に溶けないためジエ

チルエーテルで溶かし、ドラフト内で乾燥珪砂と混ぜた。そのままドラフト内に 2 時間置き、ジエチルエーテルを揮発させた。試料を約 12 mL の蒸留水で完全に濡らした後、30°C の乾燥器内で半日乾燥させた。

$\theta$ と WDPT は、それぞれ以下に述べる静止水滴法（Sessile Drop Method, 以下 SDM）と WDPT 試験で測定した。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。なお、実験は温度 25 $\pm$ 1°C、湿度 55~60% の恒温室内で行った。

SDM は、試料をスライドガラス上に両面テープ(1.5 cm $\times$ 1.5 cm)で固定して行った。試料をかけ、その上にもう 1 枚スライドガラスをおいて 100 g の重りを 10 秒間のせた。もう一度試料をかけて重りをのせる作業を繰り返した後、余分な試料を除いて薄層の測定用試料を作成した。その試料を相対湿度 57% のチャンバー内に入れて 48 時間後、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  $\mu\text{L}$  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。写真をプリントして分度器で $\theta$ を測定した。

WDPT 試験は、秤量瓶に約 5 g の試料を入れて行った。表面を平らにした試料を相対湿度 57% のチャンバー内に入れて 48 時間置いた。その後、ビューレットで 50 $\pm$ 1  $\mu\text{L}$  の水滴を高さ約 10 mm から落とし、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。測定中、蒸発を防ぐため秤量瓶に蓋をした。

\*茨城大学(Ibaraki University)

### 3. 結果と考察

**Fig.1** に粘土含有率の異なる試料の SA 混合率と  $\theta$  の関係を示す。SA 混合率 0 g/kg のときは、粘土なし < 10%カオリナイト < 20%カオリナイトの順となった。SA 混合率 4 g/kg 以上のときは、逆に 20%カオリナイト < 10%カオリナイト < 粘土なしの順となった。また  $\theta$  の変化する範囲を見ると、粘土なしでは 7~110°，10%カオリナイトでは 16~100°，20%カオリナイトでは 43~96° となった。このことから、粘土含有率が高くなるほど疎水性有機物の影響が小さくなると考えられた。

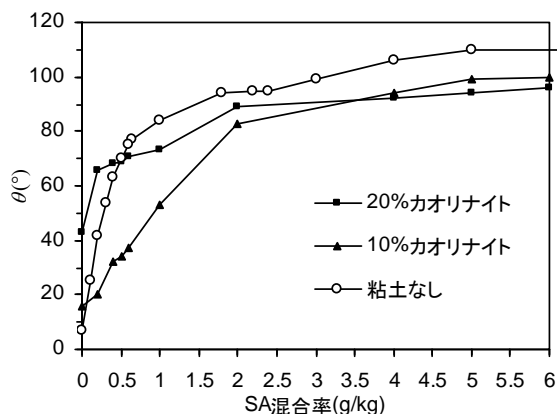
**Fig.2** に粘土含有率の異なる試料の SA 混合率と WDPT の関係を示す。ここで WDPT > 3600 s は WDPT = 3600 s とした。SA 混合率 0~0.4 g/kg のとき、いずれも WDPT ≤ 1 s (撥水性なし) で、粘土なし < 10%カオリナイト < 20%カオリナイトの順になった。これは試料が撥水性なしのとき、粘土が透水性を低下させるためと考えられる。SA 混合率 1 g/kg のときは撥水性を示し (WDPT > 1 s)，WDPT の順が 20%カオリナイト < 10%カオリナイト < 粘土なしと逆になった。したがって、試料が撥水性を示すときには、粘土が WDPT を大きくするとは言えない。

**Fig.3** に粘土含有率の異なる試料の  $\theta$  と WDPT の関係を示す。WDPT が大きく変化する  $\theta$  の範囲は、試料の粘土含有率によって異なった。

当初、粘土含有率は WDPT に大きく影響すると予想されたが、実際には WDPT より  $\theta$  に大きく影響することが分かった。

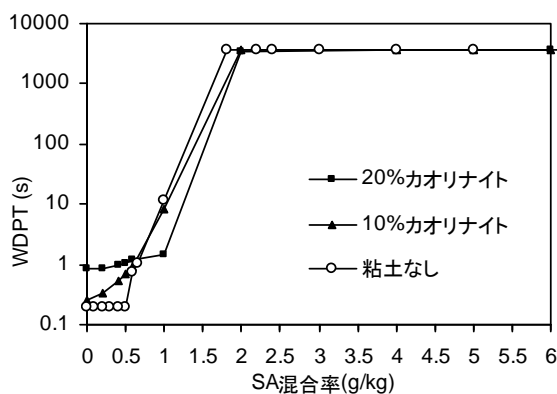
#### 参考文献

1. Leelamanie, D.A.L. et al. 2007, 農業農村工学会大会講演要旨 : 192-193
2. Leelamanie, D.A.L. et al. 2008, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 54 : 179-187



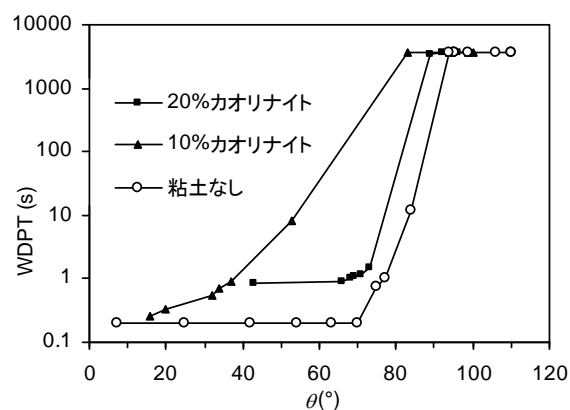
**Fig.1** 粘土含有率の異なる試料の SA 混合率と接触角 ( $\theta$ ) の関係

Relationship between SA content and  $\theta$  in samples with different clay contents.



**Fig.2** 粘土含有率の異なる試料の SA 混合率と水滴浸入時間 (WDPT) の関係

Relationship between SA content and WDPT in samples with different clay contents.



**Fig.3** 粘土含有率の異なる試料の接触角 ( $\theta$ ) と水滴浸入時間 (WDPT) の関係

Relationship between  $\theta$  and WDPT in samples with different clay contents.