

# 火山灰土壌の撥水性発現に関する実験的研究

## Experimental study on the occurrence of water repellency in volcanic ash soils

○川本 健<sup>1</sup>, 吉川康高<sup>1</sup>, Per Moldrup<sup>2</sup>, 小松登志子<sup>3</sup>, 小田匡寛<sup>1</sup>

○Ken Kawamoto<sup>1</sup>, Yasutaka Yoshikawa<sup>1</sup>, Per Moldrup<sup>2</sup>, Toshiko Komatsu<sup>3</sup>, Masanobu Oda<sup>1</sup>

### 1. はじめに

土壌撥水性 (Soil Water Repellency, 以下 WR) の発現は, 一般に, 疎水基を有する有機物質が土粒子 (もしくは団粒) 表面をコーティングすることに起因する。これまでの WR 研究は, 砂質土壌を中心に行われ, 団粒構造が発達した土壌に関する研究は少ない。さらに, WR の発現度合いに土壌有機物 (Soil Organic Matter, 以下 SOM) や土壌水分状態が及ぼす影響についても未解明な部分が多い。そこで本研究では, 団粒構造の発達した火山灰土壌を用いて WR の発現度合いと SOM と土壌水分量・水分ポテンシャルの関係を実験的に調べた。そして, WR を評価する新たな指標を提案した。

### 2. 試料および実験

試料は福島県の丘陵地より採取した火山灰土壌で, 表層から深さ 30cm より採取した。試料の土壌物理・化学性を **Table 1** に示した。試料は 2mm 篩で篩別後, 水分特性曲線の測定および WR 試験を行った。WR 試験は, 自然体積含水率の試料を段階的に乾燥することで体積含水率  $\theta=0-0.50 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$  の試料を作成した。

水分特性曲線 (脱水過程) は, 吸引法, 加圧法, 水分ポテンシャルメーター測定の組み合わせで行った。試料の WR の度合いを 90° 表面張力 (Ninety Degree Surface Tension, 以下 NDST) 試験を用いて評価した。NDST 試験は, 試料表面に異なる濃度のエタノール水溶液の液滴を滴下し, その液滴が 5 秒内で浸入する最小濃度の水溶液の表面張力 ( $\gamma_{\text{ND}}$ ) を以って WR の指標とする試験で,  $\gamma_{\text{ND}}$  が小さい程 WR の度合いは大きくなる。

### 3. 結果および考察

各深さ試料の WR ( $\gamma_{\text{ND}}$ ) と  $\theta$  および pF の関係を **Fig. 1** に示した。ここで, pF は水分特性曲線  $\theta$ -pF の回帰式を利用することにより算出した。WR は深さ 15cm 以浅で確認でき, WR のピークは試料深さに関わらず pF=3.5 付近となった。

WR の発現度合いと試料の保水状態との関係例を **Fig. 2** に示した。WR は団粒内間隙の脱水が適度に進行した水分域でピークを示し, その後僅かな水分ポテンシャルの低下 (水分量の増加) で急激に消失した。

Table 1 Soil physical and chemical properties for sieved soil materials (2-mm mesh).

| Depth<br>cm | Soil texture | Particle density<br>kg m <sup>-3</sup> | Clay | Silt | Sand | SOM         | SOC  | C/N  | pH               |
|-------------|--------------|--|------|------|------|-------------|------|------|------------------|
|             |              |  |      |      |      |             |      |      | H <sub>2</sub> O |
| 0-5         | Clay loam    | 2.42                                   | 17.8 | 27.4 | 54.8 | 18.3 (0.77) | 12.3 | 16.3 | 4.9              |
| 3-6         | Clay loam    | 2.47                                   | 19.9 | 27.8 | 52.3 | 15.7 (0.21) | 9.2  | 16.7 | 4.9              |
| 5-10        | Sandy loam   | 2.54                                   | 9.3  | 22.6 | 68.0 | 10.8 (0.51) | 7.1  | 17.5 | 5.1              |
| 10-15       | Loam         | 2.56                                   | 10.3 | 25.0 | 64.7 | 7.3 (0.57)  | 4.6  | 15.6 | 5.4              |
| 25-30       | Sandy loam   | 2.74                                   | 9.2  | 15.2 | 75.6 | 0.5 (0.81)  | 1.1  | 7.8  | 5.5              |

<sup>1</sup> 埼玉大学工学部 Department of Civil and Environmental Engineering, Saitama University

<sup>2</sup> オルボー大学 Department of Biotechnology, Chemistry and Environmental Engineering, Aalborg University

<sup>3</sup> 埼玉大学理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

**Keywords:** 土壌撥水性, 土壌有機物, 火山灰土壌, 水分特性曲線

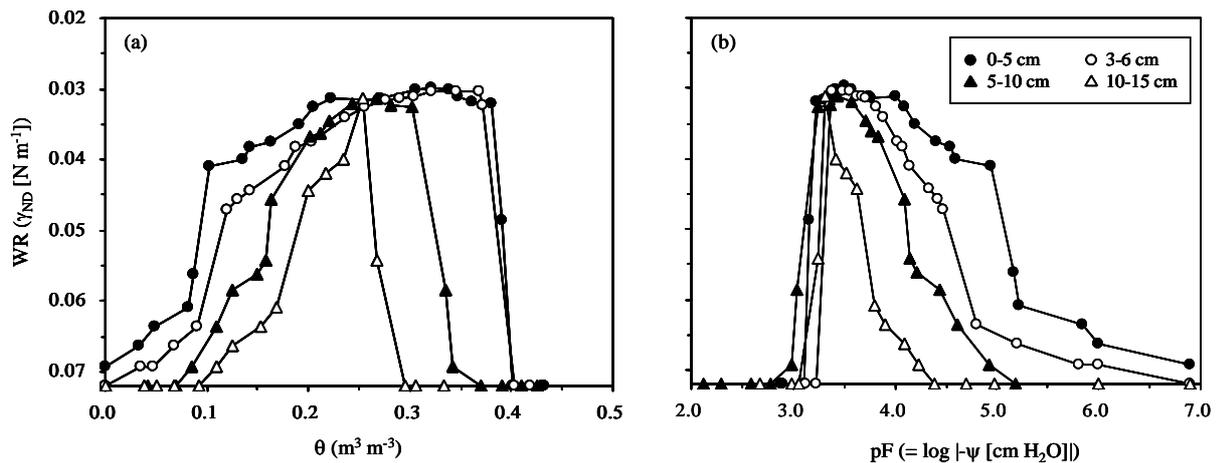


Fig. 1 Water repellency as a function of (a) volumetric soil water content and (b) pF for soil samples at each soil depth. The WR for air-dry samples are plotted at pF = 6.0. The WR for oven-dry samples ( $\theta = 0.0$ ) are plotted at pF = 6.9.

Fig. 1において、WRを有する領域 ( $\gamma_{ND} < 0.072 \text{ N/m}$ ) の面積  $A_0$  と  $A_{pF}$  を求め、SOMの関数として Fig. 3 に示した。ここで、 $A_0$  と  $A_{pF}$  は Fig. 1 の  $\gamma_{ND}$ - $\theta$ ,  $\gamma_{ND}$ -pF 関係を台形近似することにより求めた。 $A_0$  と  $A_p$  は SOM との間にも良い線形関係を有し、SOM が大きくなるほど両者は大きくなった。

$A_0$  と  $A_{pF}$  が 0 となる SOM を図中の回帰式から推定すると、 $A_0$  では SOM=2.9%,  $A_{pF}$  では SOM=2.5% となった (Fig. 3)。これらの値は、以前に川本・Banyar (2004) が水滴浸入時間試験を用いて評価した本試料の WR の下限値とほぼ一致した。このように、 $A_0$ -SOM,  $A_{pF}$ -SOM 関係は、土壤に WR を生じさせるために必要となる SOM の下限値を与えることができることから、WR を評価する新たな指標の一つとして有効であると考えられる。また、WR の生じる水分領域は土性により異なることから、 $\gamma_{ND}$ - $\theta$  関係より決定される  $A_0$  よりも、 $\gamma_{ND}$ -pF 関係より決定される  $A_{pF}$  の方が実際の土壤に適用する際に有効であると思われる。

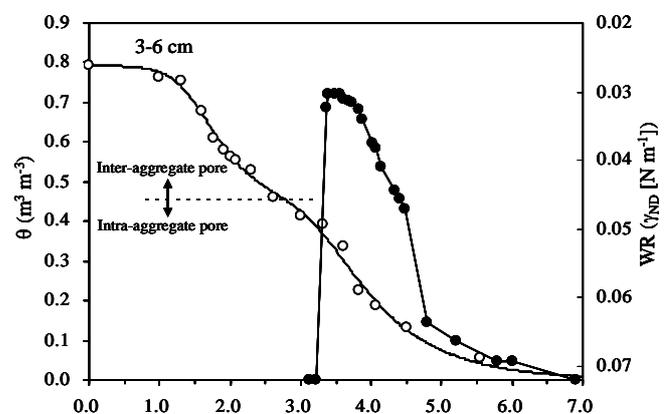


Fig. 2 Comparison of volumetric water content and water repellency as a function of pF.

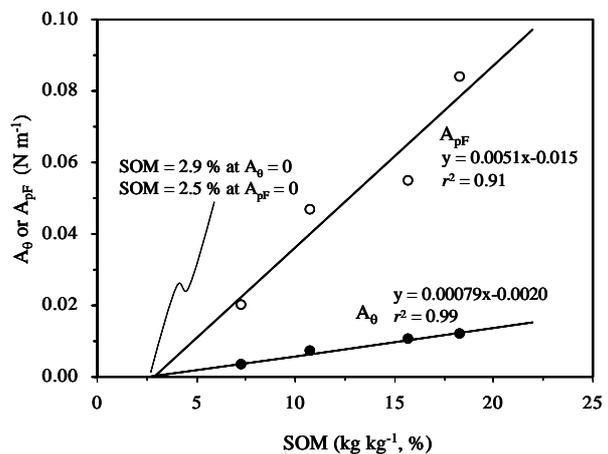


Fig. 3 The  $A_0$  and  $A_{pF}$  as a function of SOM.

#### 参考文献

- 川本 健, Banyar Aung. 2004. 火山灰土壤の撥水性評価に関する実験的研究 - 有機物含有量と初期水分量が及ぼす影響 -. 農業土木学会論文集 第 230 号: 75-83.

謝辞 本実験の遂行にあたり、埼玉大学 21 世紀総合研究機構研究プロジェクトの補助を受けた。