

黒ボク土の水分保持曲線におけるヒステリシスについて Hysteresis in Water retention curve for Andisol

○久行 雄大 Rudyanto 坂井 勝 取出 伸夫
Yudai Hisayuki Rudyanto Masaru Sakai Nobuo Toride

はじめに 団粒構造が発達した黒ボク土は、空気侵入圧付近の水分容量 $C_w (=dh/d\theta)$ の大きな階段状の水分保持特曲線を持つ。そのため、砂質土と同様に土中水の圧力水頭 h —水分量 θ 関係において、吸水過程と脱水過程のヒステリシスを持つ。ヒステリシスをモデル化する上で、吸水・脱水主曲線、走査曲線の形状の把握が重要であるが、黒ボク土の実測例は少ない。そこで本研究では、団粒構造を持つ黒ボク土を対象に、飽和から団粒間の保水領域を対象にした吸水・脱水実験を行い、ヒステリシス特性の把握を試みた。

実験方法 実験概略図を Fig.1 に示す。試料は三重県野菜茶業研究所の黒ボク土を 2mm 篩いした攪乱土を用いた。乾燥密度 $\rho_b = 0.75 \text{ g cm}^{-3}$ で、内径 7.8 cm 高さ 5 cm のアクリルカラムに充填し、深さ 2.5cm 位置に挿入したテンシオメータで土中水の圧力水頭 h 、長さ 7.5cm の 3 線式 TDR プロブで体積含水率 θ を測定した。カラム下端よりマリョット管を用いて毛管飽和し、排水口の空気圧を調整して吸引圧を段階的に上げて排水させた。吸水から脱水までの流れを 1 サイクルとし、計 5 回繰り返した。サイクル 1~3 は $h = 0 \text{ cm}$ まで吸水し、 $0 \leq h \leq -50 \text{ cm}$ の吸水・脱水主曲線を得た。サイクル 4~5 では、 $0 < h < -50 \text{ cm}$ で脱吸水を

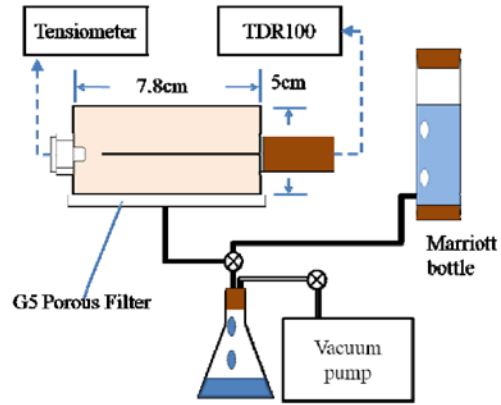


図1 実験概略図
Fig. 1 Experimental setup

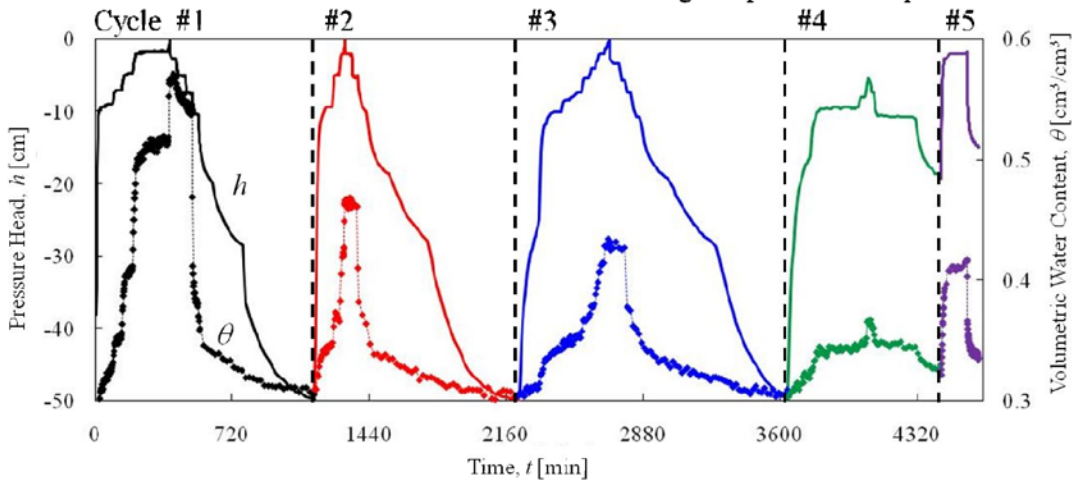


図2 吸脱水過程における土中圧力水頭 h と水分量 θ の経時変化

Fig.2 Pressure head and water content variations during wetting and drying processes

三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate school of Bioresources, Mie University
キーワード 黒ボク土, ヒステリシス, 走査曲線

切り替えて走査曲線を測定した。

結果と考察 Fig.2 は全吸脱水過程における圧力 h と水分量 θ の経時変化である。Fig.3 は、サイクル 1~3 の吸水・脱水主曲線である。また、Fig.4 は、吸引法、加圧板法、WP 法で測定した水分保持曲線とサイクル 2 の吸水・脱水曲線の比較である。土を充填後のサイクル 1 は、2 回目以降の吸脱水過程と大きく異なった。サイクル 2 と 3 は、飽和水分量 θ_s に違いが現れたが、空気侵入圧は吸水曲線において -2 cm、脱水曲線において -6 cm でほぼ等しい。また θ_s は、吸引法で測定した水分保持曲線の $\theta_s = 0.62$ に比べて小さく、20% 近くの封入空気が存在している。これは、吸水速度が速いことが原因と考えられる。サイクル 2, 3 で測定した吸水・脱水主曲線は、 $h = -50$ cm 付近でループが閉じた (Fig.3)。このことは、黒ボク土のヒステリシスは 2 段で表される全水分領域で生じるのではなく、団粒間の保水領域である高水分領域の 1 段目に独立して存在していることを示している。また、吸水主曲線と脱水主曲線の傾き (水分容量 C_w) は異なる。これは、代表的なヒステリシスモデルである Kool&Parker モデルにおいて、吸水と脱水で van Genuchten モデルの n 値を一定とする仮定と異なる。Fig.5 にサイクル 4, 5 で測定した走査曲線をサイクル 3 で測定した主曲線とともに示す。 $h = -50$ cm から吸水を始めたサイクル 4 では、吸水主曲線上を通り、脱水曲線は両主曲線の間にも現れた。その後 $h = -20$ cm から吸水を始めたサイクル 5 の吸水走査曲線は、 $h \geq -10$ cm で吸水主曲線と一致した。また、 $h = -2$ cm からの脱水曲線は、 $h \geq -6$ cm で吸水曲線上を通ったが、 $h < -6$ cm で走査曲線を示した。本研究から、黒ボク土の 1 段目にヒステリシスが存在すること、またその形状が明らかになった。

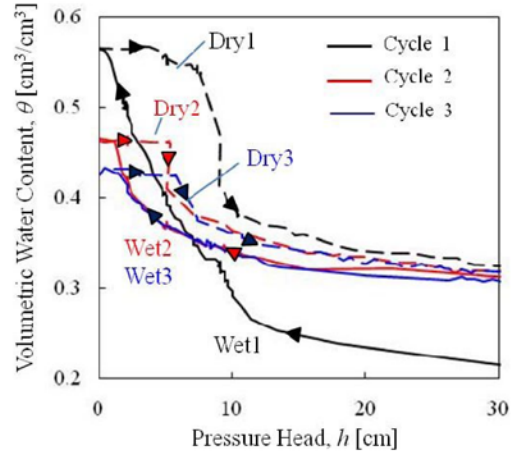


図3 サイクル1-3の吸水・脱水主曲線

Fig.3 Main wetting and drying curves in cycle #1-3

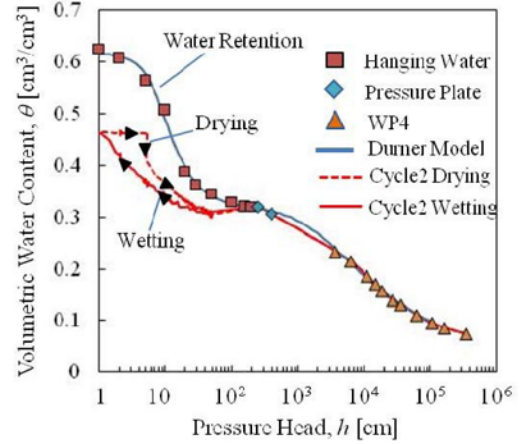


図4 三重黒ボク土の水分保持曲線

Fig.4 Soil water retention curve of Mie Andisol

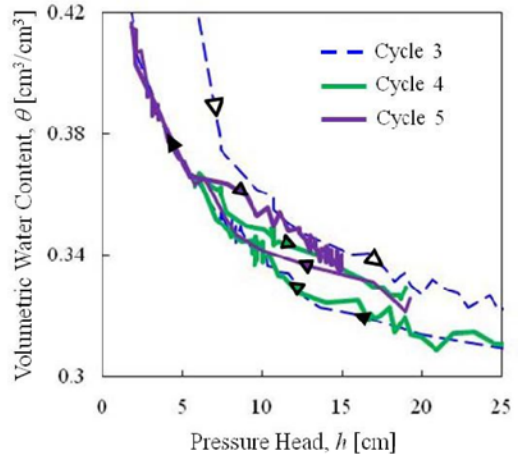


図5 サイクル4,5の走査曲線

Fig.5 Scanning curves in cycle #4,5