

WP 法による土の水分保持曲線の検討

504118 加藤 かな子 (土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 土中に含まれる水の圧力は大気圧より低く、このため土は水を保持する。土中水圧 h と土が含む水の量との関係は水分保持曲線と呼ばれ、土中の水や化学物質の移動、植物の水ストレスを考える上で必要不可欠な特性である。近年、土の乾燥および凍結過程の研究や土中の物質移動の数値計算から、広い圧力範囲の水分保持曲線の精確な評価が重要と考えられている。しかし、低圧の h を迅速且つ精確に測定することは難しく、その検討も未だ十分とはいえない。そこで本研究では、様々な土の水分保持曲線を $h = -10 \sim -10^6$ cm の範囲で測定し、土質や乾燥密度、測定法の違いを比較するとともに、土の水分保持機構を考察した。

試料と方法 土性の異なる 11 種の土(砂・粘土・シルトローム・粘土質ローム・ローム 1,2・黒ぼく 1~4・ガラスビーズ)を試料に用いた。これを任意の乾燥密度 ρ_b に調整し、吸引法、加圧板法および WP (Water Potential)法で土中水圧 h を測定した。WP 法は、土中水の圧力を、これと平衡状態にある空気の相対湿度から求める方法であり、 $-10^3 \sim -10^6$ cm の土中水圧 h を測定できる。測定は吸水および脱水の両過程で行い、炉乾燥により試料の体積含水率 θ を求めた。

結果と考察 図 1 に砂、粘土、黒ぼくの水分保持曲線を示す。いずれの土についても含水率が圧力 h の低下とともに減少した。砂の θ が少なかったのは、粒子径や構造の違いによると考えられる。黒ぼくについては 3 種の乾燥密度 ρ_b で水分保持曲線を比較した。 ρ_b が大きくなるにつれて θ が高くなった。これは ρ_b が大きいと土の総表面積が大きくなり、吸着水量が多くなるためと考えられる。図 2 に砂、粘土、粘土質ローム、黒ぼく、ガラスビーズの水分保持曲線を両対数で示す。土の水分保持は主として毛管力と表面力によると考えられ、低圧領域については毛管力の影響は少なく表面力が支配的と考えられる。今、表面力を van der Waals 力のみと仮定し、土粒子表面と水膜を 2 枚の平板とみなせば、次式を得る。

$$\theta = \sqrt[3]{\frac{A}{6\pi\rho g} a |h|^{-1/3}} \quad (1)$$

ここで、 A は Hamaker 定数、 ρ は水の密度、 g は重力加速度、 a は比表面積である。式(1)に従えば、土の水分保持曲線は両対数グラフでは傾き $-1/3$ の直線になる。砂、粘土質ローム、黒ぼくについては、水分保持曲線の傾きは概ね $-1/3$ となり (図 2)、水が表面力により保持されている事が確認できた。一方、粘土とガラスビーズについては、傾きが $-1/3$ より小さくなった事から、微細な粒子を多く含む土や表面に微細孔を持つ土では、低圧領域でも毛管力の効果を見逃すことが示唆された。

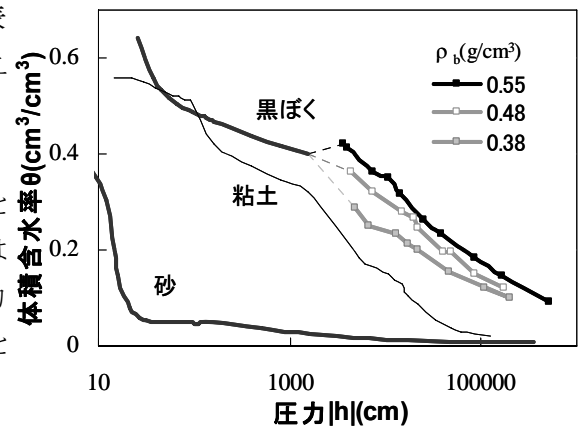


図 1 3種の土の水分保持曲線

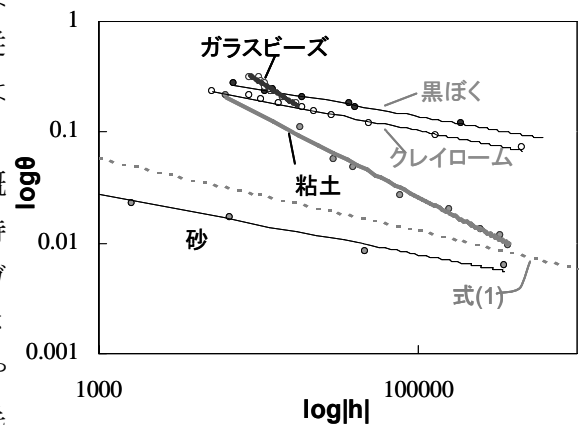


図 2 両対数で表した低圧の水分保持曲線