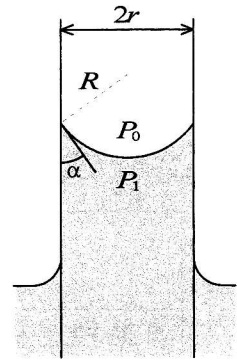


土壌物理学問題（平成 13 年前期）

1. 不飽和土壌中の水は毛管力と吸着力で保持されている。

(1) 毛管力で保持されている間隙中の水は毛細管モデルで表現される。図のように毛細管内にメニスカスが形成されているとき、メニスカスを挟んだ土壌水-大気の圧力差は $\Delta P = 2\gamma/R$ で表される (γ は土壌水の表面張力, R はメニスカスの曲率半径). 毛細管半径を r , 毛細管壁面と土壌水の接触角を α ($< 90^\circ$), 大気の圧力を P_0 としたとき, 土壌水の圧力 P_1 を求める式を示しなさい。



(2) 大気圧 P_0 をゼロとしたとき, 毛管上昇高さ h を求める式を示しなさい。土壌水の密度を ρ_w , 重力加速度を g としなさい。

(3) 吸着力のみで土壌水が保持されるような低水分量領域では, 土壌水と平衡状態にある土壌空気の相対湿度から土壌水の圧力ポテンシャルを精度良く求めることができる。相対湿度を h_r , 気体定数を R ($J \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), 絶対温度を T (K), 水の分子量を M (kg mol^{-1}) としたとき, 土壌水の圧力ポテンシャル ϕ_m ($J \text{ m}^{-3} = \text{Pa}$) を求める式を示しなさい。また, これを水頭表示 (cmH_2O) で表す式も示しなさい。ただし, 土壌水の密度を ρ_w (kg m^{-3}), 重力加速度を g (m s^{-2}) とする。

(2) 地表面から深さ 20cm と 50cm の地点にテンシオメータを埋設し, 連続自動計測を行ったところ, 深さ 20cm においては $-150 \text{ cmH}_2\text{O}$, 深さ 50cm においては $-140 \text{ cmH}_2\text{O}$ で値が安定した。このとき, 土壌中を鉛直方向に流れている水のフラックスの方向とその大きさを答えなさい。ただし, この土壌の土壌水分特性曲線と不飽和透水係数はそれぞれ図 1, 2 に従い, Darcy の法則が成立するものとする。また, 不飽和透水係数は測定された圧力水頭の平均値における値を用いなさい。

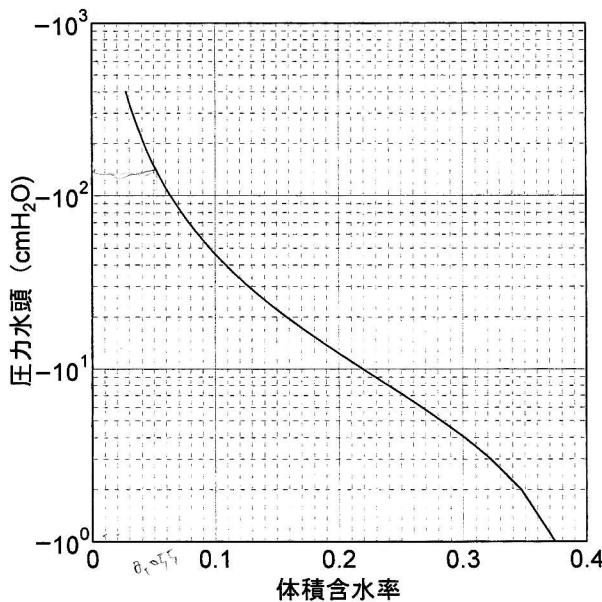


図 1 土壌水分特性曲線

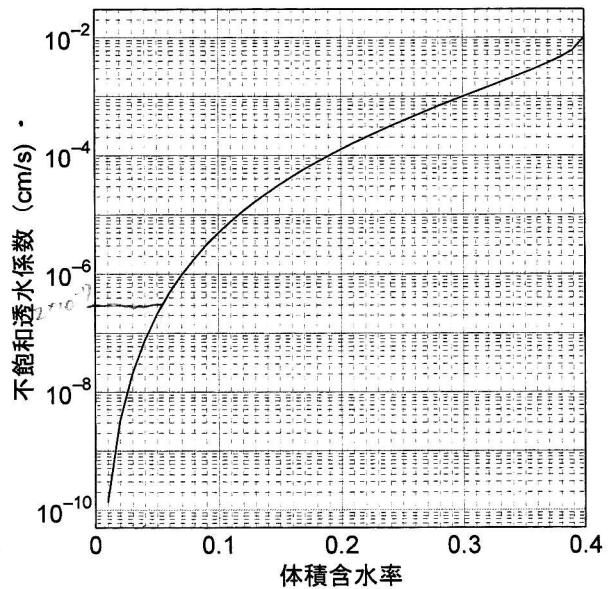


図 2 不飽和透水係数と体積含水率の関係

3. 次の各用語について説明しなさい。

- (1) 一次鉱物と二次鉱物
- (2) 体積含水率と含水比
- (3) 乾燥密度と土粒子密度
- (4) 同型置換と変異荷電
- (5) 圃場容水量と生長障害水分点と永久しおれ点

4. 講義の感想を書いてください。