

土壌化学プリント 5

9. 陽イオンと陰イオンの交換と固定

9-1. イオン交換反応

イオン交換とは固相と液相間あるいはお互いに接している固相間で陽イオンないし陰イオンが交換する反応である。

コロイド (英 colloid)

気体・液体・固体中に分散している直径 10^{-5} ~ 10^{-7} センチメートル程度の粒子、およびそれが分散している状態。コロイド粒子が巨大分子からなる分子コロイド、固体または液体の微粒子からなる粒子コロイド、多数の分子の会合物からなるミセルコロイドなどに分類される。膠質 (こうしつ)。

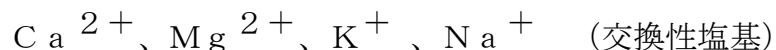
土壌コロイド

主要な土壌コロイドは粘土鉱物および腐植である。

土壌コロイドの {陰荷電・陽荷電} に吸着されている {陽イオン・陰イオン} が溶液中の {陽イオン・陰イオン} と交換する過程を、土壌の {陽イオン交換・陰イオン交換} と呼ぶ。

交換性陽イオン

土壌中の主な交換性陽イオン



重要な用語

陽イオン交換容量 (CEC, Cation exchange capacity) $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$

塩基飽和度 (Degree of Base Saturation)

陰荷電の起源

永久陰荷電と pH 依存性陰荷電

i) 永久陰荷電

粘土鉱物の結晶構造の内部においてイオンの大きさが類似している陽イオンが入れかわる現象である同像置換に由来する。

この陰荷電は強酸的性格を持ち、pHの影響を全く受けない。

ii) pH依存性陰荷電

土壌コロイドの陰荷電でその発生がpHによって支配されるもの。

粘土鉱物の破壊原子価および腐植の酸性官能基に由来する。

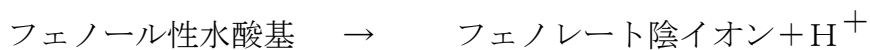
破壊原子価



1 : 1型粘土鉱物、アロフェン、イモゴライトではほとんどが破壊原子価

モンモリロナイトでは約20%が破壊原子価

腐植の酸性官能基

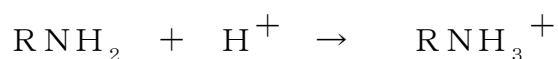
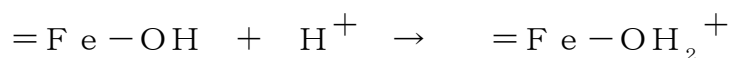
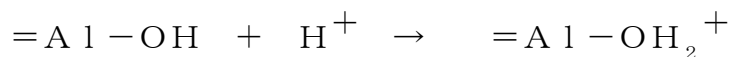


陽荷電の起源

粘土鉱物の結晶構造破壊面の水酸化アルミニウム

鉄の含水酸化物

有機物中の塩基性官能基による H^+ の取り込みによって生じる。

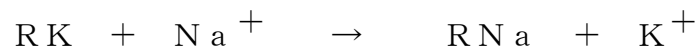


陰イオン交換容量 (AEC, Anion exchange capacity)

陽イオンの交換侵入力を決定する陽イオン自体の条件

1) イオン濃度

イオン濃度が高いほど交換侵入力が大きくなる。



$$\frac{[Na^{+}]_i (K^{+})_o}{[K^{+}]_i (Na^{+})_o} = k \qquad \frac{[Na^{+}]_i}{[K^{+}]_i} = k \qquad \frac{(Na^{+})_o}{(K^{+})_o}$$

ただし、i はコロイド表面上、o は土壌溶液中のイオン濃度を示す。

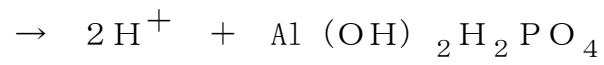
2) イオンの原子価

原子価が高いほど交換侵入力が大きい。ただし、水素イオンは例外。

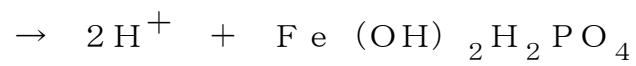
3) イオンの和水量

和水量が低いほど、陽イオンとコロイド表面の陰荷電の接近が容易になるため、交換侵入力が高くなる。

pH 6 以下の酸性条件下



(バリスカイト 溶解度積 10^{-28})



(ストレンジ石 溶解度積 10^{-32})