

不攪乱畑地土壌カラムを用いた陽イオン交換実験

九州大学工学部	学生員	○佐藤 貞夫
九州大学教養部	正 員	広城 吉成
九州大学教養部		横山 拓史
九州大学工学部	正 員	神野 健二

1. はじめに

農耕地における施肥がその地域の飲料水源としての地下水水質を悪化させており、その地域に住む人々の地下水に対する関心が高まってきている¹⁾。肥料に含まれる主要構成成分は窒素、リン酸、カリウムなどであり、これらを含んだ水が地下に浸透していく。ここで地下水水質へ影響を与える要因として、それら肥料構成成分の挙動が重要となる。本研究では、各陽イオンが相互に影響するイオン交換反応などについての輸送過程を明らかにするために、実際の畑地から土壌を不攪乱状態で採取し、カリウムが畑地に施肥された場合に、土壌の主要な陽イオンであるカルシウム、マグネシウム、ナトリウムの挙動についての室内カラム実験を行った。

2. 不攪乱土壌の採取法

ビニールハウスに囲まれた畑地の一部を深さ約1m、一辺が約50cmの矩形土柱塊になるように掘った。土柱の直径が75mmになるように周りから丁寧に削り取りながら、予め準備しておいた塩化ビニール製の円筒（内径75mm、5cmに切断した12個をビニールテープでつないだもの）を差し込み、次に土壌水分の蒸発を防ぐためにカラム上部より溶かしたパラフィンを流し込んだ。パラフィンが固化した後にカラム底部を金属ヘラで切断してビニール袋に密封した。この方法で長さ60cmのカラム5本を採取した。

3. 室内カラム実験および分析方法

3.1 実験装置および実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。実験の際は、カラムの上部2段(10cm)と底部1段(5cm)を切り離し、カラム全長を45cmとした。次にカラム上部から純水を41ml/hの流量で、カラム底部からの流出流量が一定になるまで滴下した。カラム底部からの流出流量が定常状態になった後、KCl溶液（約9000mg/l）を同じく41ml/hの流量で5本のカラムに対してそれぞれ3, 5, 8, 15, 26時間滴下した。滴下終了後、即座にカラム9段を分割し、ポリエチレン製の袋に土壌を採取した。

3.2 分析方法

各段の土壌の一部を用いて遠心分離法により土壌間隙水を抽出した。そして、原子吸光法により液相中の陽イオン (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) の濃度を測定した。次に、遠心分離後の土壌を用いて、振とう浸出法²⁾により土壌の交換性陽イオン含量を測定し、陽イオン交換容量(CEC)を求めた。

4. 実験結果と考察

5本のカラム各段からの土壌間隙水の塩化物イオン濃度の深さ方向に対する分布を図-2に示す。図-2の各カラムの塩化物イオンの深さ方向における濃度分布から、KCl溶液滴下時間が長いほど塩化物イオンの深さ方向への移動は大きくなっており、塩化物イオンは土壌にほとんど吸着されず、その移動は水の浸透過程を反映するものと考えられる。土壌間隙水中の陽イオンについては、KCl溶液を3, 8, 26時間滴下させたときのカリウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウムイオン濃度の分布を図-3、図-4、図-5に示す。塩化物イオンに対してカリウムイオンは、時間的に

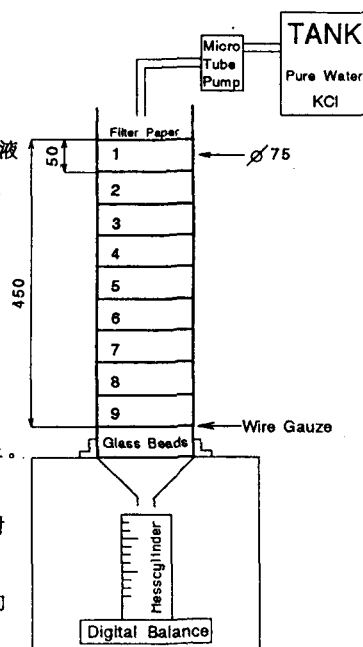


図-1 実験装置図の概略

若干の遅れが出ている。これは、カリウムイオンが固相中の交換性陽イオンとイオン交換反応により土壌に保持されたためである。すなわち、ナトリウム、カルシウム、マグネシウムイオンは、高濃度のカリウム負荷によりカリウムイオンと陽イオン交換し、固相上に吸着していた各陽イオンが土壌間隙水中に放出されたと考えられる。次に、固相上の交換性陽イオン含量の深さ方向における分布を図-6に示す。カリウムイオンは、上部から徐々に固相に吸着し、他の陽イオンとイオン交換反応をおこなっている状態が読み取れる。この図から、CECに最も寄与しているのはカルシウムイオンであることがわかった。図-7は5本のカラム各段ごとのCECの深さ方向における分布を示す。今回の測定においてCEC値の変動は3~20(meq/100g)であり、カラム上部(0~20cm)でのCECはカラム下部(20~45cm)の値より高くなっているが、これは本実験に用いた土壌の性質が深さ約20cmを境に変わっていることを意味する。各カラムのKCl溶液滴下実験後の解体状況から、カラム上部の土壌は有機物含量の多い作土層であるのに対し、カラム下部ではマサ土が主体となっているため、この土壌の性質の差がCEC値の差として現れたものと思われる。

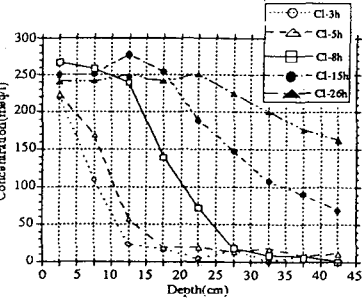


図-2 塩化物イオン濃度分布

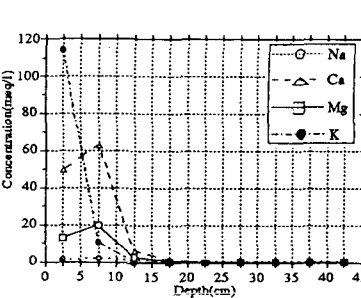


図-3 陽イオン濃度分布(3h)

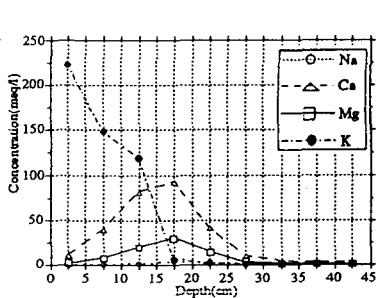


図-4 陽イオン濃度分布(8h)

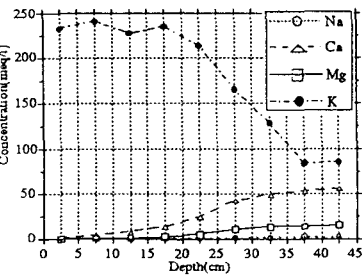


図-5 陽イオン濃度分布(26h)

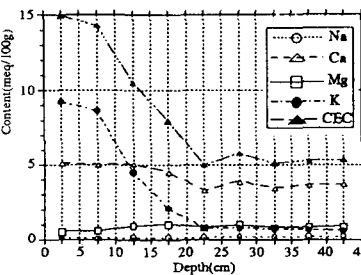


図-6 交換性陽イオン含量分布(8h)

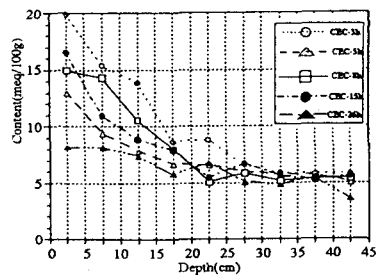


図-7 各カラム毎のCECの変化

5. まとめ

本実験により、固相上のマグネシウム、カルシウム、ナトリウムイオンは高濃度のカリウム負荷により、カリウムイオンと陽イオン交換し土壌間隙水中に放出されたと考えられ、また、固相上でCECに最も寄与するのはカルシウムイオンであること、土壌の性質の差がCEC値の差として現れるなどの知見を得た。今後は、本実験で得られた基礎的データをもとに、選択係数や土壌の物理化学的データを求め、各物質間の化学変化・輸送過程を明らかにするための解析モデルの開発および検討を行う予定である。

謝辞：本研究を行うに際しカラム実験用の畑地土壌を提供して下さいた樋口重人様、また九州東海大学市川勉先生、福岡大学山崎惟義先生、九州大学農学部和田信一郎先生には多大な協力と助言をいただいた。なお、本研究の一部は(財)河川環境管理財団「地下水水質の循環システムが表流水水質に及ぼす影響評価」(研究代表者神野健二)の補助のもとに行われた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献：1)環境庁：地下水質保全対策調査-硝酸性窒素地下水汚染基礎調査-,1991 2)村本稔司、後藤逸男、蟬木翠：振とう浸出法による土壌の交換性陽イオンおよび陽イオン交換容量の迅速分析、日本土壌肥科学雑誌、第63巻、第2号、(1992)、PP.210-215