

II-74

灌漑水路周辺部における塩類集積機構の室内実験

九州大学工学部 ○学生員 河野 隆大
九州産業大学工学部 正 員 細川 土佐男
九州大学工学部 正 員 神野 健二
九州大学農学部 和田 信一郎
九州大学工学部 学生員 R.T.RAJU

1. はじめに

乾燥地域の畑地において重要な問題の一つに土壤の塩類集積がある。塩類集積とは、地表面からの土壤水分の蒸発を補う灌漑水中に含まれている塩類や毛管上昇によって地下水から地表に供給される塩類などのために、土壤中の塩分濃度が必要以上に増加、蓄積して植物の育成を阻害する現象である。本研究では、土壤の塩類化過程の解明を目的として、灌漑水路周辺における土壤の塩類集積についての室内実験を行った。

2. 室内実験

2.1 実験装置

実験装置の概略を図-1に示している。右端の灌漑水路部分は地表から20cmの所に河床を配置して、水路の水深は5cmに保っている。一方、左端の排水路部分の水深は地表から40cmに保ち、地下水が灌漑水路から排水路方向へ流れるようにした。実験に用いた土壤は、福岡県二日市の農場から採取したものを天日乾燥させた後、2.0mmメッシュのふるいを透過したものを使用している。土壤を充填する部分は5列に分け、実験開始からの日時を変えて塩分濃度を測定できるようにした。土壤充填部分には鉛直方向の塩分濃度分布を測定するために、ステンレス製の円筒カラムを埋め込んだ。円筒カラムは側面に無数の穴をあけて、内側には土が流れ出さないように金網を張り付けた構造になっている。カラムは水槽の右端から5cm離して1本目を配置し、残りのカラムを10cm間隔に1列につき7本立て、合計35本を据え付けた。

2.2 実験方法

実験は、まず地下水の流れを定常状態にするために、3日間ポンプを使ってイオン交換水を流し続けた。その後5列目の断面から円筒カラムを引き抜いて土中水中の K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Na^+ イオンの初期濃度を測定した。その際には断面の流れを変えないように土壤試料を込めた円筒カラムを挿入した。排水口から出てくる水量が殆ど変化しなくなったのを確認した後、濃度170meq/lのNaCl溶液に切り替え、この時点を実験開始時間とした。NaCl溶液投下後、1, 3, 6, 10, 15日目にそれぞれ1列づつ円筒カラムを抜き取っていき、各カラムをそれぞれ長さ5cmのセグメントに分け、セグメントごとの含水比および液相中の K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Na^+ の各イオン濃度を原子吸光法で測定した。

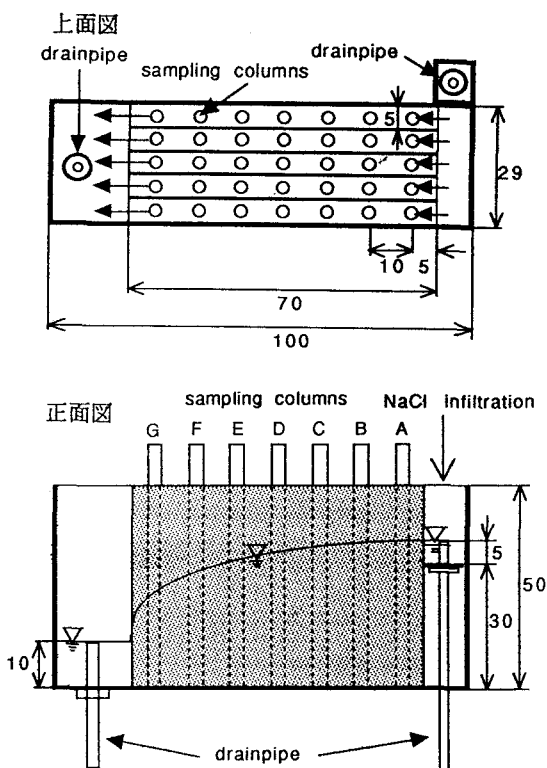


図-1 実験装置概略

3. 実験結果と考察

図-2はそれぞれカラムB、Gの土中水中の各陽イオンの鉛直濃度の経時変化を示している。初期の土中水中にも微量ながら各陽イオンが存在しているが、これは土壤中に吸着されていたイオンが、イオン交換水を流し続けている過程で土中水中に溶脱したためと思われる。 Na^+ は毛管上昇と蒸発に伴う土中水の上昇移動によりその濃度は灌漑水中のイオン濃度程度まで上昇しているが、その他の陽イオンも土中水濃度は地表面に向かうにつれて上昇し、塩類集積化が進行している。通常は Na^+ は Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ に比べ土粒子への吸着性は小さいが、高濃度の場合は陽イオン交換が起きる。今回の場合も NaCl が高濃度だったため陽イオン交換が進行したものと思われる。ほとんどのカラムで不飽和帯で地下水面が形成されている付近で最も濃度が低くなり、地表面に向かうにつれて上昇する分布になる。これは、地下水面付近が最も流れが速く、イオン交換が激しく行われているためと思われる。図-3は地下水面を変えて蒸発量の違いを測定したものである。Gカラムでは地下水面は-40cm付近にあることから、地下水面の高いBカラムに比べ蒸発量は小さいため、各陽イオンの濃度変化は小さくなっている。また、イオンの交換特性は異なっており、 Ca^{2+} と Mg^{2+} については同様な挙動を示した。 K^+ については Ca^{2+} と Mg^{2+} に比べ Na^+ との交換性が低い。これは、 K^+ は2:1型結晶性粘土鉱物の表面の6つの酸素原子の作る孔隙に整合よく入り込むという性質をもっており、このことが原因になっていると考えられる。

4. おわりに

本実験により、灌漑水路から地下水系へ侵入した高濃度のナトリウムイオンによって土壤中に吸着していた各陽イオンが地下水に溶脱し、地表面からの蒸発による土中水の上昇移動によって各陽イオンが地表に運ばれ、塩類集積が生じていることがわかった。その際、蒸発の違いが陽イオン交換反応の発生する方向を決定する要素の一つである。今後はさらに長期間にわたる実験、および数値解析によって塩類集積現象を解明していく予定である。

謝辞 本研究を行うにあたり、実験試料を提供して下さった九州大学農学部池田元輝先生、ならびに実験および分析に御尽力頂きました九州産業大学工学部学生阪元和敏、村重英二両氏に深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 中野政詩：土の物質移動学、東京大学出版会、1991 2) 河野隆大他、灌漑水路周辺における塩類集積機構について、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、p302-p303、1993

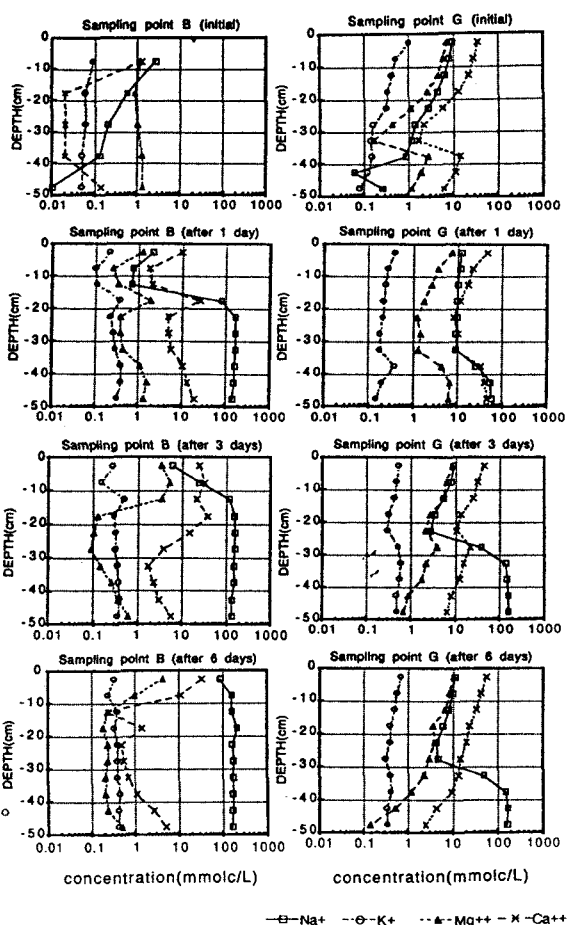


図-2 B、Gカラムの濃度の時間変化

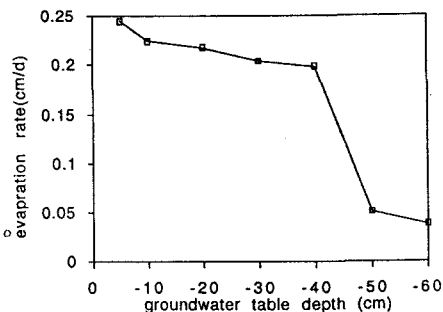


図-3 地表面からの実測蒸発速度