

灌漑水路周辺における塩類集積機構について

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は、しばしば土壌の塩類集積が問題となる。塩類集積とは、地表面からの土壌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、土壌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、土壌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壌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。実験に用いた土壌は、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。土壌を充填する部分は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。土壌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壌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列ず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。

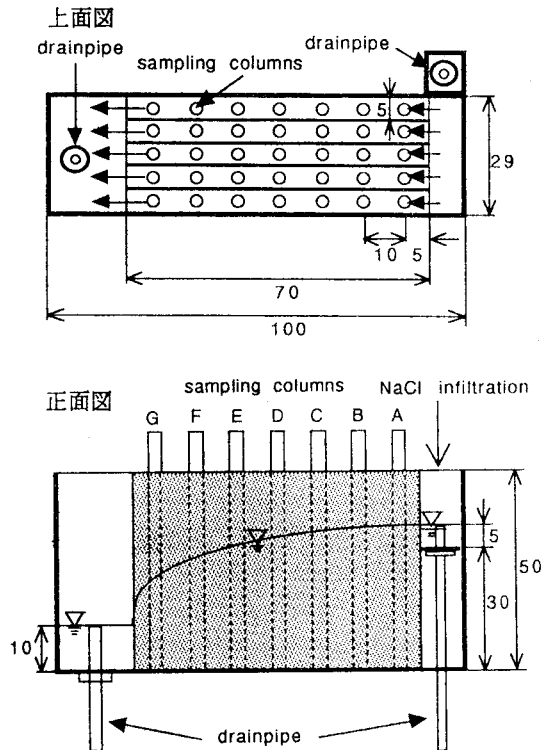


図-1 実験装置概略

3. 実験結果と考察

図-2の(a)にはカラムAにおける土中水中の各陽イオンの初期鉛直濃度分布を示している。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。図-2の(b)～(d)には実験開始から3日後の円筒カラムE, F, Gにおける各陽イオンの鉛直濃度分布を示している。E, F, Gの各カラムでは地下水面が-30cm～-40cm付近にあることから、地下水中のナトリウムイオン濃度は灌漑水中のイオン濃度程度まで上昇している。その他の陽イオンについても初期濃度に比べると幾分か大きくなっている。通常、同じ価数のイオン同士ではイオン半径の大きいイオンのほうが、価数の異なるイオン同士では価数の大きいイオンのほうが土壌への吸着力が強くなる¹⁾。今回測定した4つのイオンに関しては、 $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+}$ の順に吸着力が強いことになり、地下水中のナトリウムイオンによって他の陽イオンが離脱する可能性は少ない。しかし、吸着力の弱いイオンの場合でも地下水中に非常に高濃度で含まれている場合には、吸着力の強いイオンが溶脱して、吸着力の弱いナトリウムイオンが土壌に吸着するイオン交換が生じる。今回の場合にも初期の各イオン濃度に比べて灌漑水中のナトリウムイオン濃度が非常に高いことから地下水中のナトリウムイオンが吸着して他の陽イオンが溶脱したものと考えられる。

一方、不飽和帯では各陽イオンとも毛管帯付近の濃度が最も低く、地表面に近づくに従って濃度が上昇している分布である。これは地表面からの蒸発にともなう土中水の上昇移動によって毛管帯付近の陽イオンが地表に運ばれ、集積しているためと考えられる。

4. まとめ

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壌中に吸着していた各陽イオンが地下水中に溶脱し、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。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

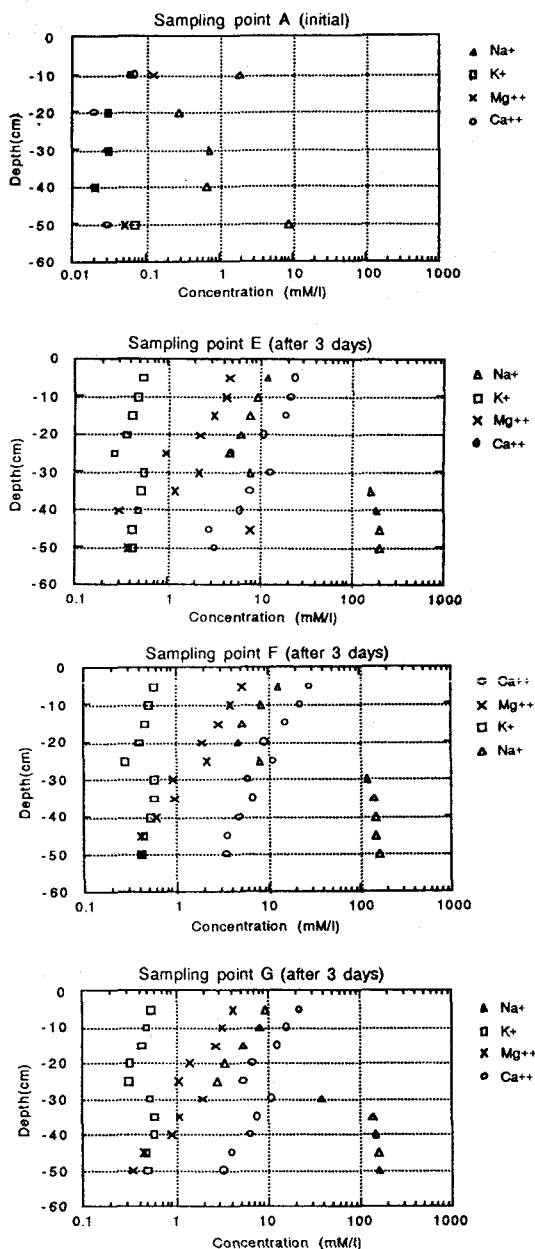


図-2 実験結果