

地表面の蒸発による塩類輸送の円筒カラム実験

九州産業大学工学部 正会員 岩満 公 正
〃 〃 細川 土佐男
九州大学工学部 正会員 神野 健 二
九州大学農学部 正会員 和田 信一郎

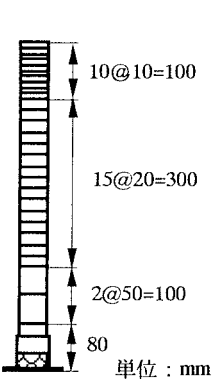
1. はじめに

地表面からの蒸発が降水量に比べて大きくしかも地下水面が高い乾燥地では、地下水が間隙水となって土壌中を上向きに卓越して移動している。地表面付近に移動した間隙水が地表面上での活発な蒸発によって大気中に飛び、間隙水中の塩類は地表面付近に残されて集積する。塩類集積の過程で、間隙水中に溶解していた塩類が土壌固相表面に吸着されている塩類と交換するイオン交換反応を起こしながら地表面に向かって輸送されている。そこで本報は、塩類集積の過程における土壌中の間隙水と塩類の濃度の変化を円筒カラム実験により求め、検討を行った。

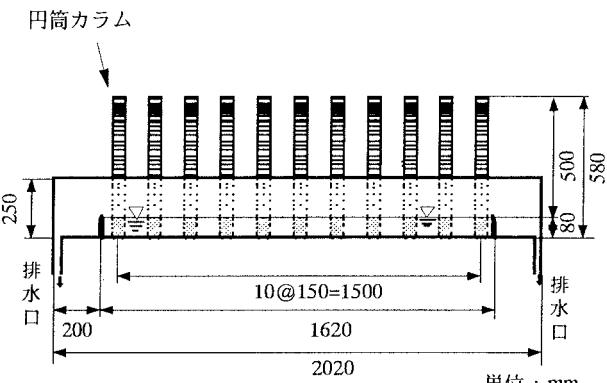
2. 実験装置と実験方法

内径 5cm の塩ビパイプをカットした長さ 5cm のカラム 2 個、長さ 2cm のカラム 15 個、長さ 1cm のカラム 10 個を高さ 8cm の土台の上に下から順にビニールテープで接続し、畑から採取し自然乾燥させ 2mm のフルイを通過した土壌を詰

めて、図一 1 に示す円筒カラムを作成した。この円筒カラム 64 本を、図一 2 に示すように、地下水面からのカラムの長さが 50cm になるように高さ 25cm、幅 202cm、奥行き 80cm の塩ビ製の水槽に据え付けた。



図一 1 円筒カラム



図一 2 実験装置の正面図

実験には、塩類集積が起こっている地域の地下水の組成を参考にし、さらに吸着イオンの測定を正確に行うために塩濃度を低めに、ナトリウムの飽和による土壌間隙の目詰まりを防ぐためにカルシウムをある程度存在させた溶液を用いた。溶液の各イオンの濃度を表一 1 に示す。

実験は、以下の手順で行った。

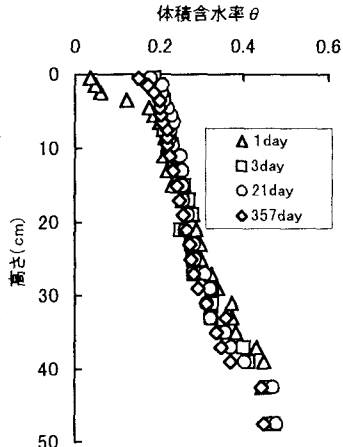
- 1) 各円筒カラムにアルミ箔で蓋をして毛管上昇により溶液を上昇させる。
- 2) 7 日後に蓋を取り外し、蒸発による測定を開始する。
- 3) 測定開始後 1、3、5、7、…、434 日目までの、ある一定期間にカラムを上から順次解体し、各カラムから水分含量測定用と濃度測定用に分けて土壌を採集する。なお、251 日目からはカラム上部の土壌に含まれる含水量が少なくなったため、2 本のカラムを解体した。
- 4) 水分含量の測定は乾燥法で、濃度の測定は遠心分離器で水分を抽出し、抽出水の陽イオン濃度を原子吸光分析装置で、陰イオン濃度を液体イオンクロマトグラフィーで測定した。

3. 実験結果と考察

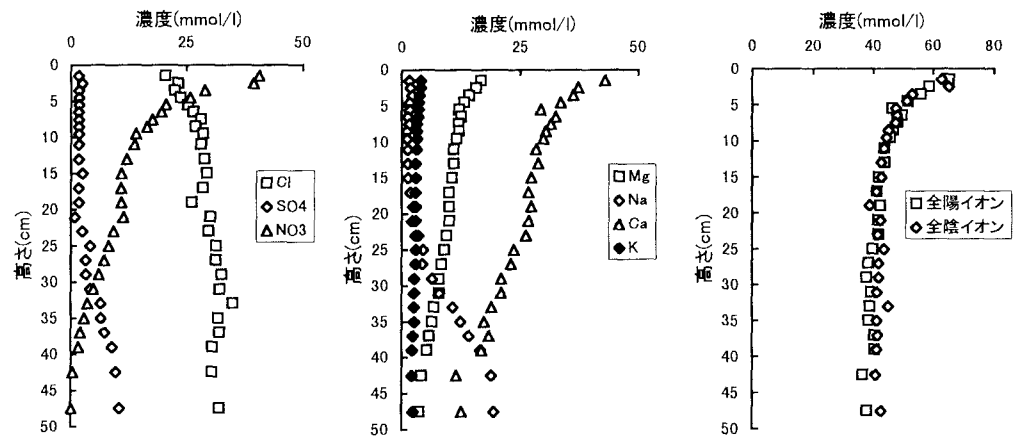
表一 1 実験用液の濃度

イオン	濃度 (mmol/l)
K ⁺	4.0
Ca ²⁺	5.0
Mg ²⁺	2.0
Na ⁺	20.0
Cl ⁻	30.0
So ₄ ²⁻	4.0

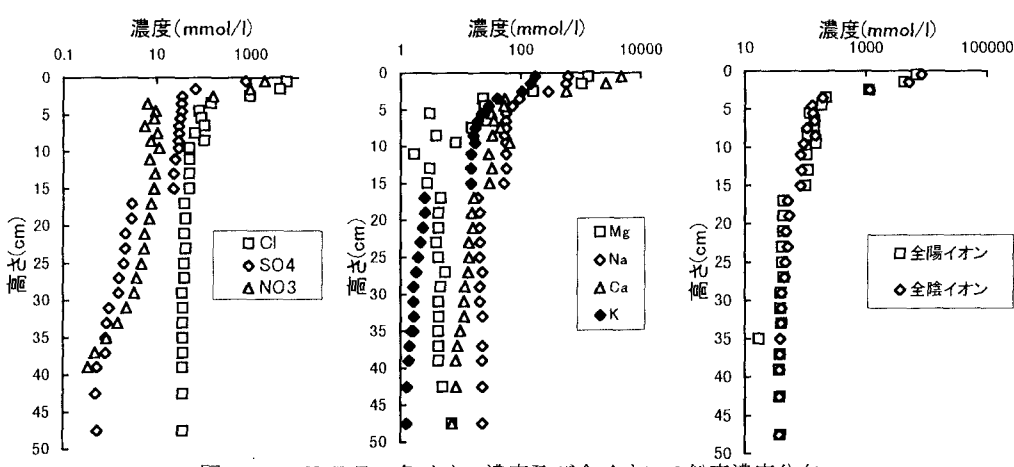
図一3に、測定開始後1、3、21、357日目の体積含水率の鉛直分布を示している。地表面付近の1日目の水分量は小さく、3日目に増加し、その後ほぼ同様な水分量を示している。また、日にちによって地表面に向かって間隙を移動する水分量が異なるためか若干ではあるが鉛直水分分布に差異が見られる。図一4、5は、実験開始後3日目、357日目の陰イオン、陽イオン及び全イオンの鉛直濃度分布を示している。3日目の陽イオン濃度は、 Mg^{2+} イオンと Ca^{2+} イオンが顕著に地表面付近で上昇し、 K^+ イオンも僅かながら上昇している。これは、地表面付近の水分の蒸発により、各イオンが土壌中に残る為である。また地表面下35cm付近で、 Na^+ と Ca^{2+} イオンとのイオン交換が盛んで、他のイオンに比べ Na^+ イオンの吸着量は多いと思われる。357日目になると、各イオンとも地表面付近では高濃度の値を示している。これは、地表面の蒸発によって各イオンが活発に地表面に向かって輸送され、水分のみが蒸発して溶質のみが残された事が原因である。なお、毛管作用と地表面からの蒸発に伴い上昇した水分中の SO_4^{2-} イオンと土壌に吸着していた NO_3^- イオンとが交換反応することにより地下水に含まれていない NO_3^- イオンが水分中に現れている。さらに、水分の活発な移動によって地表面に運ばれている。



図一3 鉛直水分分布



図一4 3日目の各イオン濃度及び全イオンの鉛直濃度分布



図一5 357日目の各イオン濃度及び全イオンの鉛直濃度分布