

4 極法センサを用いた密度不安定性による溶質移動の測定

Measurement of solute transport caused by instability of density using four-electrode

木原 康孝*

Yasutaka KIHARA

1. はじめに

乾燥地農業において塩類集積は深刻な問題であり、これの克服は急務の課題である。塩類集積は蒸発により表層の塩分濃度が上昇する現象であるが、このとき、上部が下部より密度が大きい、すなわち密度不安定の状態となる。従来、塩類集積現象において、この密度不安定性は無視できるとされてきたが、筆者らは実験により、水分量が多い場合には、この効果が無視できないことを明らかにした^{1,2)}。しかしながら、そのメカニズムについては未だ不明な点も多い。これまではカラム解体により塩分濃度の測定を行ってきたが、この方法は正確ではあるが、時間的、空間的な変動を把握するためには数多くのカラムが必要となるという欠点がある。そこで、今回は4極法センサを用いて、時間的・空間的変動をリアルタイムで測定を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験概要

実験装置の模式図を Fig.1 に示す。直径 20.0cm、高さ 40.0cm の円筒形アクリルカラムに鳥取砂丘砂を乾燥密度 1.55g/cm^3 で充填し、上半分を NaCl 溶液、下半分をイオン交換水で飽和した。4 極法センサは 6 深度 (3,13,18,23,33,38cm)、同一深さ 2 本の計 12 本を側面から挿入した。同一深さの 2 本についてはそれぞれ測定部位がカラム中心部と外縁部となるように配置した。この装置を 20 の恒温室に静置し、10 分間隔で濃度を測定した。そして、この実験を 0.10,0.20 mol/l の 2 種類の溶液濃度について行った。

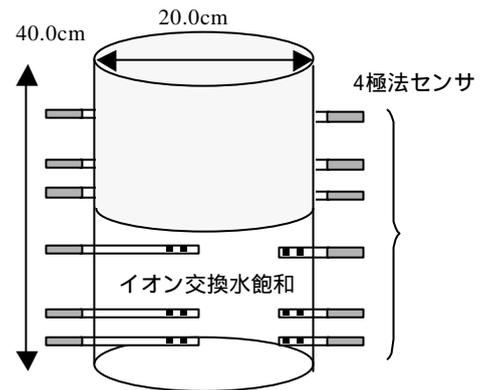


Fig.1 Schematic diagram of the experiment

3. 結果と考察

各深さの溶液濃度の経時変化を Fig.2 に示す。0.20mol/l では 3day で密度不安定性による流れが終了しているのに対し 0.10mol/l では 6day であった。これは濃度が高いほど密度差が大きくなり、流れが速くなるためであると考えられる。しかしながら、図から明らかなように、濃度による速さの違いはあるが、両者がほぼ同じ形状を示したことから、濃度は移動の速さに影響を与えるが、その移動メカニズムは同じであると考えられる。

濃度は、まず中央部 (深さ 20cm) から変化が始まり、次にその上下、最後にカラムの最上部、最下部の濃度が変化する。実験終了時には最上層が最も濃度が低く、最下層が最も濃度が高くなり、実験開始時と逆の濃度分布となった。最終的な平衡は深さに関係なく濃度が均一(初期濃度の半分)

* 島根大学生物資源科学部 ; Faculty of Life and Environmental Science, Shimane Univ 4 極法センサ 密度不安定性

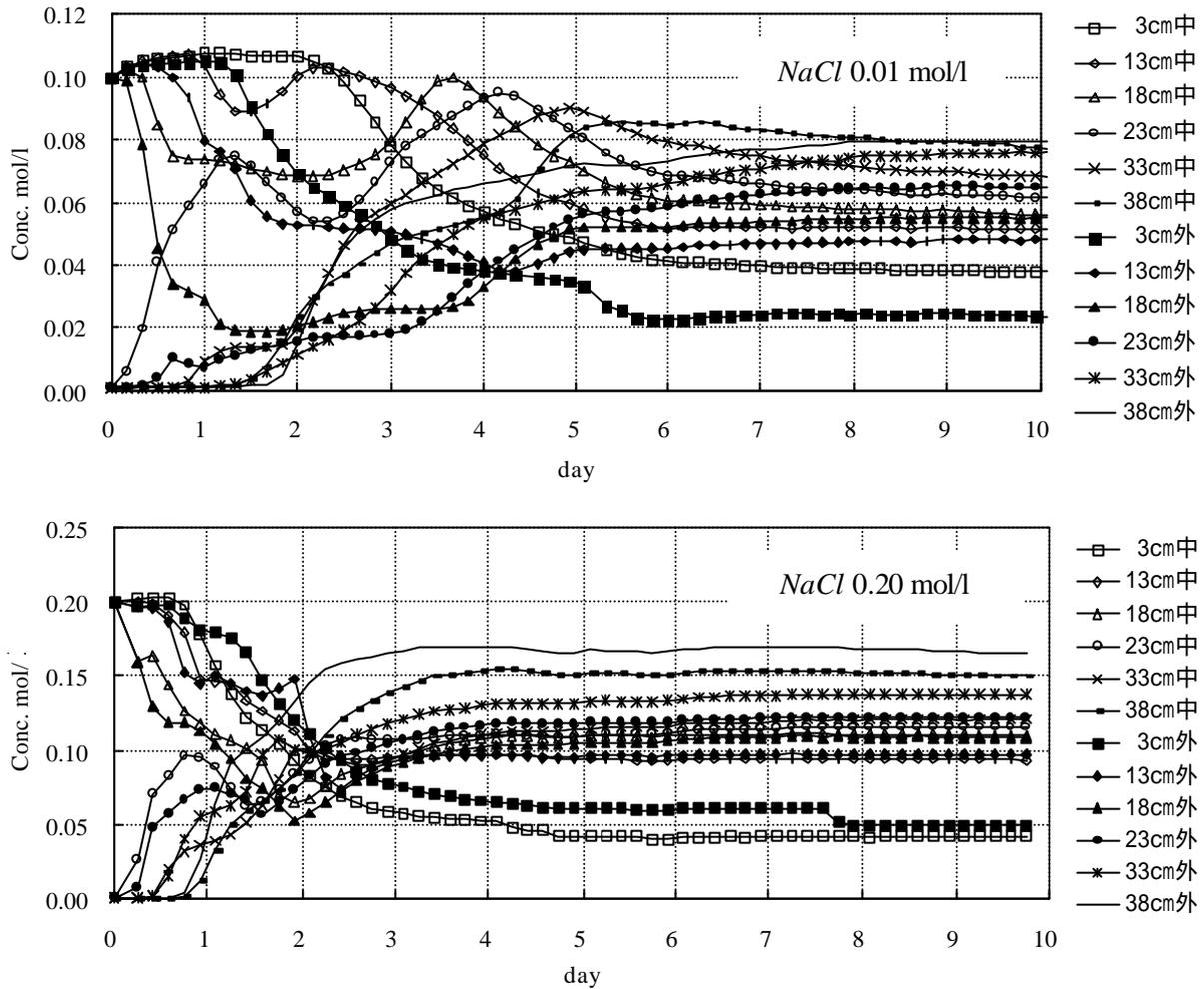


Fig.2 Changes in NaCl concentration at different depths

になった状態であることから、実験終了時はまだ移行期であり、これから拡散により徐々に平衡濃度に近づいていくと考えられる。この経時変化から明らかなように、密度不安定による流れは拡散による溶質移動に比べて非常に速く、塩類集積を対象とする際には、これの効果を考慮する必要があると考えられる。また、カラム解体による実験においてもみられたように、密度不安定性による水の流れに伴う濃度の変化が平衡濃度になって終わるのではなく、それを越えて進むという現象が、今回の4極法センサによる実験でもより確認できたが、このメカニズムについては今後さらに検討が必要である。次に、同一深さの中心部と外縁部の動きを検討する。若干のズレはあるが、ほぼ同時期に変化が始まっており、特徴的な動きとしては、降下（上昇）した濃度が再び上昇（降下）するような現象も見られた。これより、カラム内部では上昇流と下降流が複雑な形状で生起していると考えられるが、この流れがどのような位置で、どのような大きさで生起しているかは不明であり、これについても、より詳細な検討が必要であると考えられる。

4. おわりに

今後は溶液濃度、カラム径等の条件を変えて、実験を行う予定である。