

浸透砂層での塩分の残留について

宮崎大学工学部 杉尾 哲 ○大塚 正

1. はじめに

日本においては、水は豊富なものとして扱われがちであるが、地表水の乏しい離島においては、生活水の確保そのものが重要な問題である。このような地域では、水は地下水に頼るほかにないが、海岸線に近い場所での地下水汲み上げは、地下水の塩水化という地下水汚染問題を引き起こす。一般に塩水化の障害を受けた地下水は、残留塩分のために再利用できなるとされている。しかし、どの様に塩分が残留するかなど検討すべき点は99%であり、このうちの塩水化の継続時間と淡水の洗浄による回復時間との関係を実験的に検討した。

2. 実験装置および実験方法

試料は西戸崎産のろ過砂を使用した。実験装置は透明の強化ビニール板製のもので図-1の様子で作成している。断面は $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ である。砂層の下から 35cm の位置に、 0.5mm の2本のステンレス線を 5mm 間隔で並べてエポキシ樹脂で固めた電導度計用のセンサーを壁面から 4cm 突き出させて配置している。なおセンサーの先端に砂が接触しないように金網で被覆している。海水の塩分濃度が約3.5‰であるので、実験で使用する塩水も3.5‰とし、塩水域が識別できる様に過マンガン酸カリウムで着色した。

実験方法は、始め砂層を淡水で満しておき、②との水面差が約3.5cm程度に高く保ち、①のタンクから塩水を供給して砂層を下部から塩水化させて、電導度の測定を開始した。砂層の間隙率および①×②の水面差によっても変化するが、実験開始時から約5分ほどで塩水は砂層の上面に達する。その後、継続して砂層内に塩水を流しておき、一定時間経過したら①のタンクの水面を②よりも低く保ち、②の上面に淡水を供給しながら砂層内の塩水を排除させて、再び電導度の測定を行った。塩水が砂層上面の②のタンクを飽和するのを確認した後に排除を開始しているため、センサー部分の塩水化の継続時間は最短のもので約2時間であり、これを3つの実験装置それぞれ、2時間、1日間、1週間と変化させて測定した。なお淡水による洗浄時間は各実験とも24時間の一定にし、引続いて次の実験を開始している。

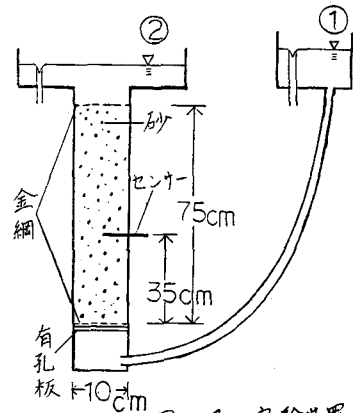
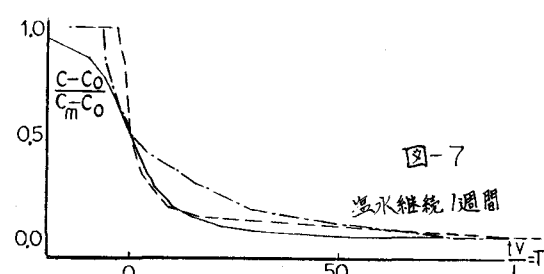
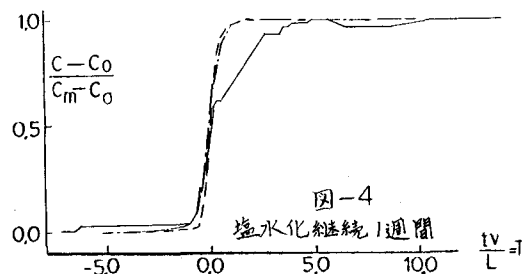
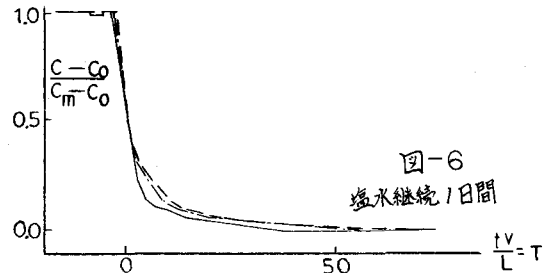
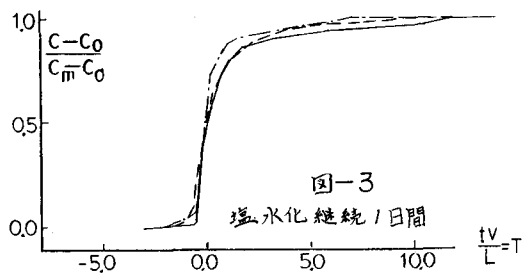
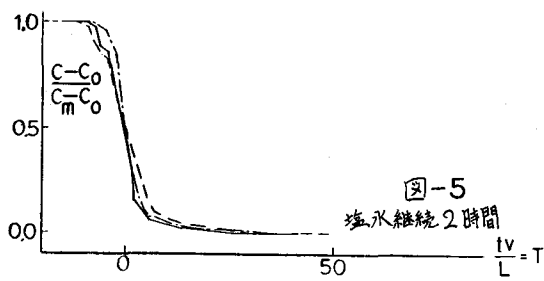
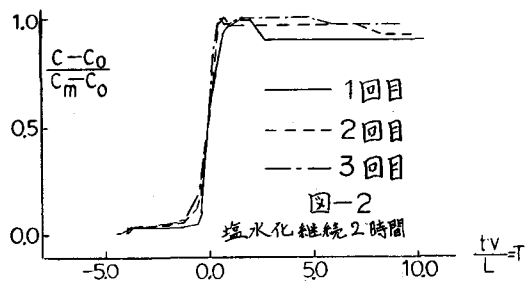


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察

以上の様に測定した実験結果を図-2~4に示している。図の縦軸は電導度 C をその最高値 C_m と最低値 C_0 で無次元化した相対値で表示し、横軸はDarcyの流速 v と砂層の長さ L として実験間をも無次元化した値をとっている。なお横軸の原点は、縦軸の相対電導度が0.5になる時間に選んでいる。図-2~4はそれぞれ、塩水化継続時間が2時間、1日間、1週間の場合の、塩水域が進行してゆく過程の電導度の変化を示したものである。まず注目されるのは、総じて1回目よりも2回目、3回目の実験時の方が電導度の変化が早いことである。これは、^(4回目)塩水域が進行してゆく過程で塩水中の Na^+ イオンが砂粒子の表面に吸着されてゆくことにより塩水域の進行が遅延させられていくことを示すものであろう。すなわち、青木等の研究によれば豊満標準砂への吸着は1時間以内にその9割が起り、12時間以内に吸着量は定常に達すると報告されており、本実験の最短のもので塩水化継続時間が2時間であった事を考え合わせると、砂粒子表面への吸着は1回目の実験でほぼ十分に行われたことが推測されるが、1回目の進行過程に吸着された Na^+ イオンが塩水域の排除とその後の洗浄においても完全には脱着されずに砂粒子の表面に残留していて、その分だけ2回目以降の進行過程の進行が遅延させなかったものと考えられる。しかし、図-2~4を互いに比較しても曲線の立ち上がり傾向や曲線の勾配などに明瞭な相違はみられず、ほぼ点対称の似た結果になっていることから、塩水域の進行過程の解析においては、その浸透地盤の塩水化の履歴を考慮する必要



のなことがいえる。また電導度の変化が急激に立ち上がり、比較的短時間に一定値に安定する傾向にあることから、一般によく言われる様に浸透層内の塩水侵入過程においては、淡水と塩水は明瞭な境界面を形成して移動していることがわかる。次に図5~7は、それぞれの継続時間での排除過程の電導度の変化を示したものである。まずこれらの結果においては、図2~4とは逆に1回目よりも2回目、3回目の実験時の方が電導度の変化が遅れている。これは砂粒子の表面に吸着したNa⁺イオンが脱着されてゆくことによって、塩水域の排除が遅延させられることを示すものであろう。また図5は進行過程と同様に点対称の実験結果である。これに対し、図6~7は傾向が異なり、電導度の低下は不連続的に開始し、ほぼ半分の電導度まで急激に減少するが、その後は徐々にしか減少せず、洗浄によってもとの電導度に回復するのに長時間を要することがわかる。ここで注目すべきは、図5,6,7の順に回復に要する時間が長くなる、という点である。吸着量が12時間で定常に達すると考えると、図5と図6の相違は吸着量の差によるものと理解できるが、図6と図7の相違は理解に苦しく浸透層構成材料の相違による反応速度の変化を検討する必要があることを示している。いずれにせよ、塩水域の排除過程においては、塩分の残留が顕著であり、これを考慮しなければ排除過程の解析を行えないことが明らかである。

4. あとがき

今回の実験によつて、塩水化の継続時間が長いほど、塩分の残留が顕著であることが明らかになった。しかし浸透層構成材料によつて相違することが考えられるので、今後は試料の種類を増すとともに、塩水化継続時間をもっと長くして実験を重ねてゆく予定である。

- 参考文献 1) 青木 嘉門, 内山: 地下水の塩水化に伴う吸着現象について, 第38回土木学会年報, III-125, 昭和58年
2) 青木 嘉門: 地下水の塩水化に伴う吸着現象について(II), 第39回土木学会年報, III-361, 昭和59年