

感潮河川周辺帯水層への密度の異なった塩水の侵入について

九州産業大学工学部 正会員 細川 土佐男
九州大学工学部 正会員 神野 健 二

1.はじめに 著者らは、これまでに洪水防御対策として感潮河川の河幅を広げた場合や感潮河川周辺地下水の揚水利用によって河川水位よりも地下水位が低い場合に起こる感潮河川周辺地下水の塩水化について検討を行ってきた^{1), 2)}。本報では、感潮河川から密度の異なった塩水が周辺帯水層に侵入する場合の室内実験を行い、塩水侵入域の形状および侵入速度について検討を加えるものである。

2.実験装置と実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。実験水槽はアクリル製で、浸透層の大きさは、長さ90cm、幅1.5cm、高さ30cmである。水槽の左上と右側に水位調節が可能なヘッドタンクを設けている。ヘッドタンクと浸透層の境界に金網を設置し、金網で囲まれた部分に平均粒径が $d_{50}=0.054\text{cm}$ の相馬砂を用いてほぼ均一な透水性の帯水層を作った。また、水槽の背面には試作塩分濃度センサーを図中の●印の位置に取り付けている。

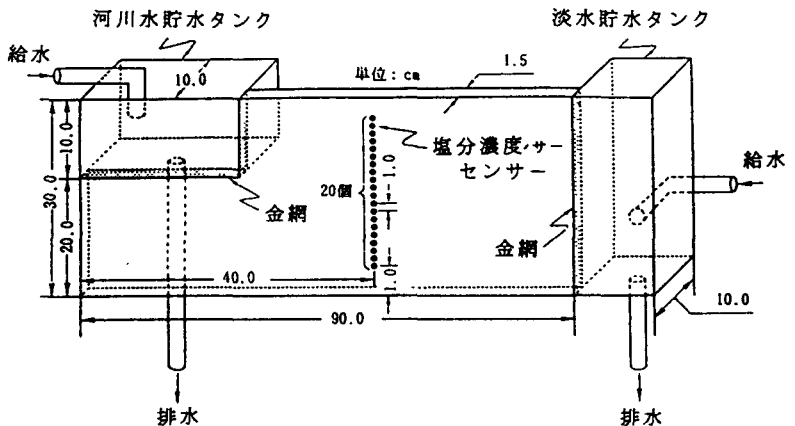


図-1 実験装置の概略

表-1 実験の種類

実験番号	河川水の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$
1	1.000
2	1.001
3	1.002
4	1.003
5	1.005
6	1.010
7	1.015
8	1.020
9	1.025

実験では、河川水貯水タンクに塩水侵入域の目視観測が可能のように食用色素赤色2号で赤紫色に着色した塩水を、右側のタンクに水道水を給水した後に、河川水の水深を22.0cm、右側の淡水の水深を23.0cmに設定し、赤紫色の塩水が帯水層に侵入しない平衡状態を初期条件とした。

次に、初期平衡状態から淡水の水深を21.0cmまで一気に低下させ塩水の非定常侵入過程の実験を行った。実験は、河川から侵入する塩水の密度 ρ_s を表-1に示すように変化させた9ケースについて行った。なお、塩水侵入域の観測は、写真撮影により一定時間ごとに行った。

3.実験結果と考察 図-2には、河川水の密度 ρ_s が1.000、1.001および1.002 g/cm^3 の場合の目視観測による塩水侵入域の時間変化を示している。いずれの場合も塩水侵入域は、河川の下側では下向きに、河川の右側では淡水槽に向かって水平に侵入している。しかし、 $\rho_s=1.000\text{g/cm}^3$ の場合には、塩水侵入域に凹凸の変化が起こっていないが、 $\rho_s=1.002\text{g/cm}^3$ の場合には、塩水侵入域の右側で水位低下後 $t=20$ 分には既に凹凸の変化が起こり、塩水侵入域の下側で $t=60$ 分当りから小さな凹凸の変化が起こっている。 $\rho_s=1.003\text{g/cm}^3$ の場合には、塩水侵入域の右側および下側で $t=20$ 分には既に凹凸の変化が起こっている。なお、塩水侵入域の侵入速度は、飽和と不飽和領域の近傍で早くなっている。

図-3には、 $\rho_s=1.005$ 、1.015および1.025 g/cm^3 の場合の水位低下後 $t=60$ 分の塩水侵入域を示している。塩水侵入域は、密度が大きいほど大きな凹凸の変化が起こり、河川の右側では下向きに低下し、河川の下

側では下部不透水層に到達している。河川より右側の水平方向の侵入位置は、密度の大きさに関係なくほぼ $x=55\text{cm}$ の位置に達している。なお、凹凸の変化の原因として、帯水層の透水性が完全に均一ではないことや、地下水中に上部から重い塩水が侵入するために河川水と地下水の密度差による移流の不安定な変化が塩水域で発生する事が考えられる。

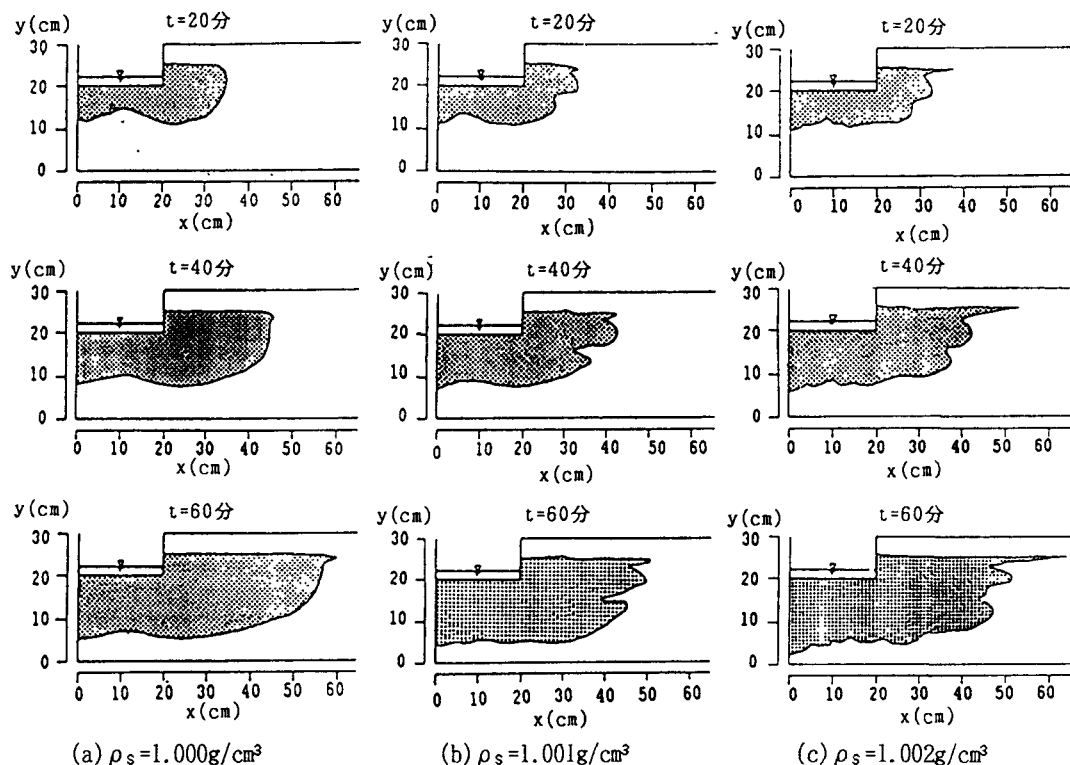


図-2 目視観測による塩水侵入域の時間変化

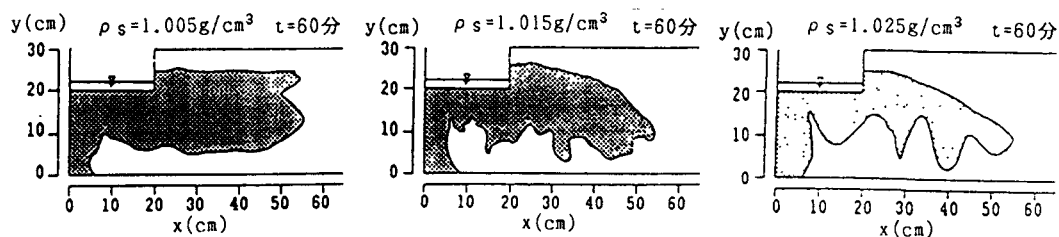


図-3 目視観測による塩水侵入域

4. おわりに 本報では、感潮河川から周辺帯水層へ密度の異なった塩水の侵入について室内実験を行い、河川水と地下水の密度差が 1.002g/cm^3 から塩水侵入域に凹凸の変化が起こり、密度差が大きくなるに連れて凹凸の変化が大きくなり、しかも下向きに低下しながら帯水層に侵入することが確かめられた。今後は、数値シミュレーションを行い、河川と帯水層との相互作用について更に検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 舩井、神野、細川、戸川、金光：感潮河川周辺地下水への塩分の輸送について、水文・水資源学会1990年研究発表会要旨集、pp.290-293、1990。
- 2) 細川、神野、舩井：感潮河川から不圧帯水層への塩水の侵入・分散について、土木学会第46回年次学術講演会講演概要集第2部、II-83、pp.206-207、1991。