

# 海岸地下水海水侵入と塩分動態に関する実験的検討

## Experimental Study on Seawater Intrusion and Salt Movement in Coastal Aquifers

初井和朗・中川 啓・ 内田一平・田中智博

MOMII Kazuro, NAKAGWA Kei, UCHIDA Ippei and TANAKA Tomohiro

### 1. はじめに

表流水の開発が困難な地域では，地下ダムによる地下水利用が進められている<sup>1)</sup>．海岸帯水層に地下ダムを建設する場合には，海水侵入阻止型地下ダムとなるが，建設後に帯水層内に残留している塩分の動態およびその除去に関する検討が問題となる．海水侵入に関しては従来より多くの実験および解析等に基づく成果<sup>2)</sup>が得られているが，残留塩分の挙動に関しては検討されていないようである．本研究では，海水侵入後に，帯水層内に残留した塩分の動態に関する基礎的知見を得るために，室内実験による検討を加える．

### 2. 実験

図-1 に実験装置の概略を示す．高さ 64cm，幅 90cm，奥行き 10cm の矩形水槽にケイ砂（平均粒径 0.05cm）をほぼ均一に充填した．下層は傾斜角約 11° の不透水基盤条件である．図の左側の塩水槽に，比重 1.025（電気伝導度 54.3 mS/cm）の塩水を下端より流入させ，一定水位  $h_s=40\text{cm}$  に保つ．塩水は色素により赤色に着色している．右側の淡水槽に，比重 1.002（電気伝導度 0.28 mS/cm）の水道水を下端より流入させ，一定水位  $h_f=41.5\text{cm}$  とする．塩水槽と砂層との間に予め設置した遮水板を取り除き，塩水の侵入実験を開始する．平衡状態に達した時点で，地下ダムに相当する止水壁（高さ  $h_0=40.3\text{cm}$ ）を，塩水槽と砂層の間に静かに挿入し，砂層内に侵入した塩水塊の動態をデジタルカメラにより所定の時間間隔で記録した．なお，平衡状態の判断のため，傾斜基盤上での塩水楔先端位置（図の矢印参照）を観測した．

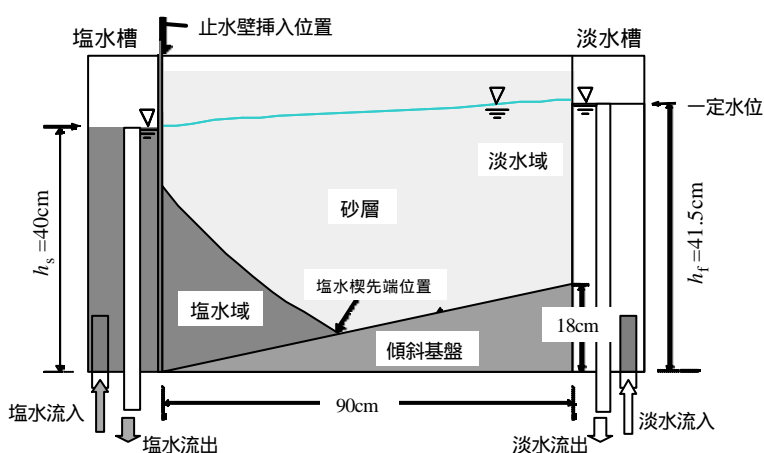


図-1 実験装置

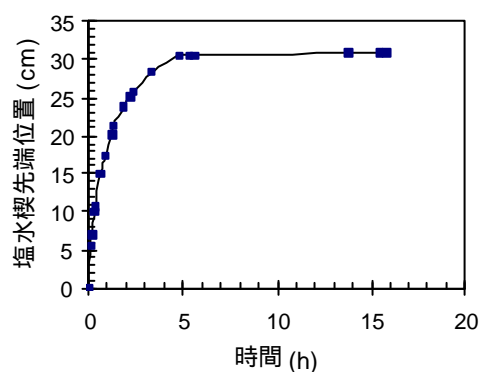


図-2 塩水楔先端位置の時間変化

### 3. 結果と考察

図-2 には、塩水楔先端位置（図-1 参照）の時間変化を示す。約 15 時間後には先端位置は変化しないと考えられ、この状態を平衡状態とする。

図-3(a)に平衡状態にある塩水侵入の鉛直断面を示す。図中の濃い部分が着色した塩水の領域、および図中の点線は目視による淡塩水境界である。平衡状態では、図中の矢印に示すように、淡水領域では淡水槽（図の右）側から塩水槽（図の左）側に向かって淡水は流れ、一方、塩水領域では淡水に比べて遅い速度で塩水が淡水側に輸送される。次に砂層内での分散効果により希釈された塩分は、淡水槽側からの淡水の流れにより、淡塩水混合域で流れの方向を変え、塩水槽側に向かっているものと考えられる。この循環する流れによって塩水領域内の塩分の補給と流出に平衡が保たれ、図-3(a)の状態が達成されていると考える。

図-3(b), (c)は、止水壁挿入 4 時間後および 3 日後を示す。本実験での止水壁挿入高さ  $h_0$  は、右端の淡水深  $h_f$  より低く、左端の塩水深  $h_s$  より高い、すなわち  $h_s < h_0 < h_f$  のため、止水壁上端を淡水が越流する状態となる。したがって、止水壁挿入直後は、左端における淡水水位の上昇に伴い、平衡状態では保たれていた圧力バランスが崩れ、塩水塊の変形が生じる。この変形に伴い、塩水楔先端は傾斜基盤上を遡上するが、図-3(b)では、遡上が止まった状態である。以後は、淡水の流れにより混合域の塩分が塩水槽側に運ばれるが、止水壁の存在により塩水槽側からの塩分の補給がないため、塩水塊は徐々に小さくなり、本実験では、3 日後に図-3(c)の状態となる。

以上のことから、越流型止水壁を設置した場合には、止水壁よりも内側の帯水層内に残留した塩分は、塩水側へ流出する淡水の流れにより塩水側へと徐々に流出し、平衡状態における帯水層内への塩水の供給が遮断されているため、塩水塊は減衰していくといえる。

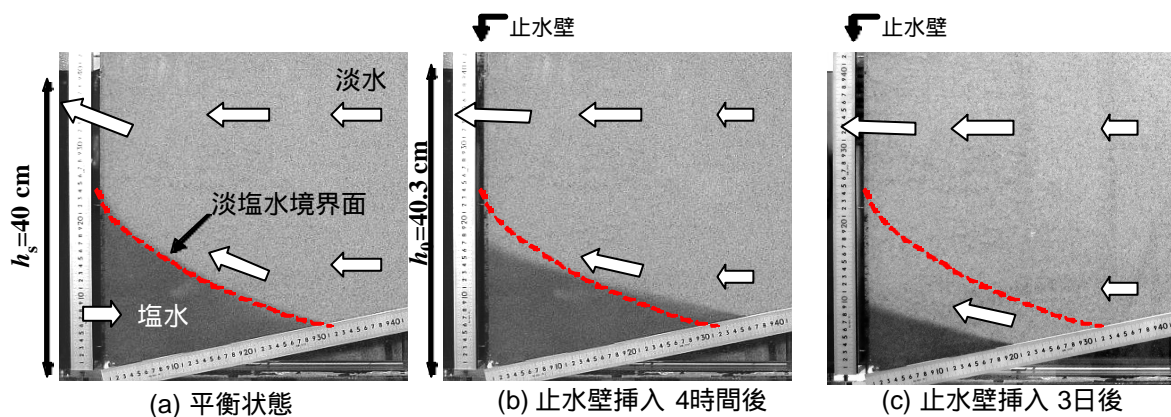


図-3 塩水侵入および越流型止水壁挿入後の塩水塊の挙動

### 4. おわりに

本研究では、帯水層内の残留塩分の動態に関する実験的検討を加えた。越流型止水壁挿入後、時間の経過とともに塩水塊が減衰する現象を明らかにした。今後は、止水壁挿入高さ等の種々の実験条件下に対して残留塩分の挙動に関する検討を加え、そのメカニズムについて、数値解析等に基づく理論的検討を行う予定である。

- 参考文献 1) 国土交通省土地・水資源局水資源部編：平成 13 年版日本の水資源. p. 166 (2001).  
2) 神野健二編著：地下水中の物質輸送数値解析(第 4 章沿岸帯水層における塩水侵入解析). 九州大学出版会, pp. 73-99 (2001).