

不飽和帯における水分移動と溶質の挙動について

岐阜大学工学部 学生員○山田 賢吾  
岐阜大学工学部 学生員 棚橋 秀行  
岐阜大学工学部 正会員 佐藤 健

1. 目的

工場からの廃水などによる地中の汚染物質の挙動を把握するには様々な要因を考慮する必要があるが、本研究は地中における溶質の挙動のうち分散現象について特に着目し、飽和度と分散現象の関連性を見いだすことを目的とする。

2. 方法

試料土として豊浦標準砂（乾燥密度 $\rho=1.55\text{g/cm}^3$ ）、汚水には $\text{NH}_4\text{Cl}$ を用い、非吸着性物質である $\text{Cl}^-$ の破過曲線と移流拡散方程式を比較し分散係数を求める。図-1に空気吸引不飽和カラムを示す。この装置は空気を土層内に貫通させることにより上部カラム内の飽和度が均一な状態でカラム通水実験が行えるようになっている。表-1に実験条件を示す。

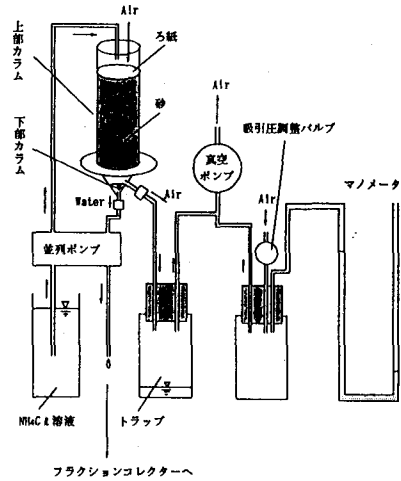


図-1 空気吸引不飽和カラム装置

表-1 実験条件

| 実験名   | ダルシー流速: $V=0.071\text{cm/min}$ |                 |                    |                                       |
|-------|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------------|
|       | カラム長<br>(cm)                   | 空気吸引圧<br>(cm水頭) | 平均飽和度<br>$S_r$ (%) | $\text{NH}_4\text{Cl}$ 濃度<br>(mg-N/l) |
| EX. 1 | 23.0                           | 170.0           | 29.5               | 100                                   |
| EX. 2 | 23.0                           | 110.0           | 36.1               | 100                                   |
| EX. 3 | 12.0                           | 7.0             | 86.3               | 100                                   |
| EX. 4 | 24.5                           | 無               | 100.0              | 100                                   |
| EX. 5 | 23.0                           | 170.0           | 32.3               | 1000                                  |
| EX. 6 | 12.0                           | 7.0             | 92.0               | 1000                                  |

3. 結果

図-2に空気吸引不飽和カラム内の飽和度分布(実験EX. 1, EX. 3の場合)を示す。空気吸引によって、飽和度が均一になっていることがわかる。同実験の実測破過曲線を図-3に白丸で示す。移流拡散方程式によって計算した破過曲線を実線で重ね、両者が最も一致する際の分散係数を求めた。こうして求めた飽和度と分散係数の関係を図-4に示す。

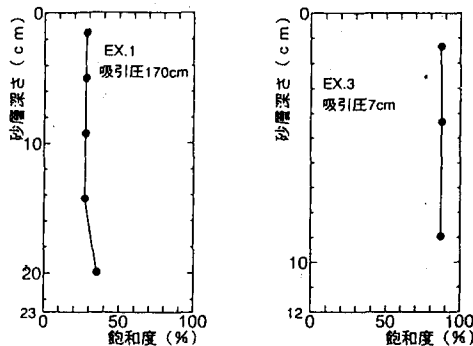


図-2 空気吸引不飽和カラム内の飽和度分布

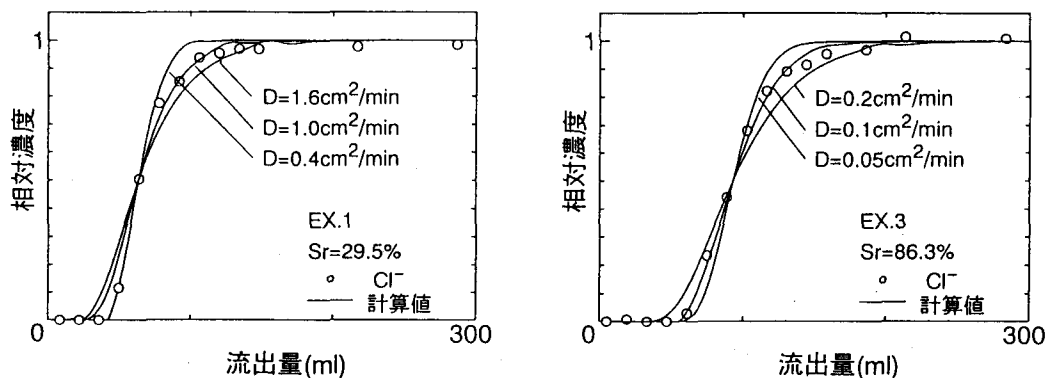


図-3 破過曲線

#### 4. 考察

図-4から明らかに飽和度が小さいほど分散係数が大きくなっているのがわかる。F. De Smedtら<sup>1)</sup>の実験においても不飽和での分散現象は飽和でのそれに比べて大きく、飽和度に依存するという結果が報告されているが、このメカニズムはまだ明らかにされていない。

図-4のような傾向になった原因として考えられるのは、

①本研究ではダルシー流速を統一して実験を行ったが、飽和度が小さくなると間隙実流速が大きくなる。従来より分散係数と流速との間に線形関係があるといわれており、これが原因の一つになっているのではないかと。

②飽和度が小さくなると水分は土粒子の表面に沿って流れ、流路が長く複雑になるため分散係数が大きくなるのではないかと。

③飽和度が小さくなると負圧が大きくなる。この負圧の存在が何らかの形で影響を与えるためではないかと。といった点であるが、まだ明確ではない。

また原水100, 1000mg-N/lの分散係数がほぼ同じであることから、濃度差が分散現象に影響していないことがわかる。

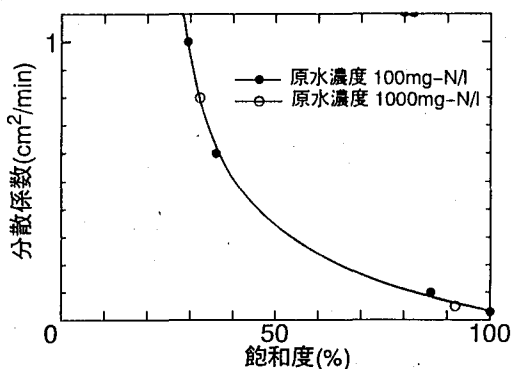


図-4 飽和度と分散係数

#### 5. 結論

- ①飽和度が小さくなるにつれて分散係数が大きくなっていく傾向があることを示した。
- ②本研究で使用した空気吸引装置で、飽和度が均一な流れ場が作れることを示した。

#### 参考文献

- 1) De Smedt, F. and Wierenga, P. J.: Solute transfer through columns of glass beads, Water Resour. Res., Vol. 20, No. 2, pp. 225-232, Feb., 1984.