

Ⅲ-70

砂カラムによる溶質移動の室内実験

岐阜大学工学部 正 員 佐藤 健
 岐阜大学工学部 学生員 中村 幸生
 岐阜大学工学部 学生員○石川 健次

1. 研究目的

降水量の多いわが国では、土中に負荷された汚染物質は、その後の降雨による浸透水に運ばれて土中を鉛直下方に移動すると一般に考えられてきた。また、そのように考え、埋立処分場等の排水計画は立案されている。しかしながら、比較的気象条件の影響を受けやすい浅層地盤中では、土中水は、液状水だけでなく水蒸気等の形態でも移動し、その運動は水分勾配だけでなく温度勾配によっても規定される。地表面付近のこのような複雑な水分移動から影響を受けつつ、土中に負荷された汚染物質は、鉛直下方のみの単純な機構にはなっていないと予想された（Fig.1参照）。汚染物質の地表面付近における高濃度蓄積が土中の温度勾配によって惹起されるものなのかどうか簡単な実験を実施した。

2. 実験方法

汚染物質の鉛直上方移動は、毛管ポテンシャル以外に温度勾配も重要な役割を担っていると考え、Fig.2のような加熱装置付きの鉛直砂カラムによる実験を行った。Table.1 に実験条件を示す。75 μ m-2mmの豊浦砂と425 μ m-2mmの粗砂を使用し、溶質には、0.1mol/lのNaCl溶液を用いた。Cl⁻の濃度は、Mohr法で測定した。

Table.1 実験ケース

		加熱	溶質	粗砂
case1	C	非加熱	未使用	未使用
	H	加熱	未使用	未使用
case2	C	非加熱	未使用	使用
	H	加熱	未使用	使用
case3	C	非加熱	使用	未使用
	H	加熱	使用	未使用
case4	C	非加熱	使用	使用
	H	加熱	使用	使用

3. 実験結果

Fig.3(a), (b)にcase3-Cとcase3-Hの第1～第5カラム中央の温度変化を示した。赤外線ランプでカラム上端を加熱した場合、第5カラムで30℃程度の温度を示しており、それほど過酷な温度環境になっていないことがわかる。

Fig.4(a), (b)にcase3の12時間後の飽和度と塩素イオン濃度の分布を示した。加熱した場合(case3-H)、第3～5カラムの飽和度が、加熱しない場合(case3-C)よりも低くなっており、塩素イオン濃度は高くなっていることがわかる。とくにcase3-Hの第5カラムにおける塩素イオン濃度が非常に高くなっていることがわかる。

Fig.5(a)にcase4の時間経過に伴う塩素イオン濃度の分布を示した。熱を加えた場合(case4-H)の濃度が

全体的に高くなっていることがわかる。また、Fig.5(b)に第5カラムにおける時間経過と塩素イオン濃度の関係を示した。熱を加えない場合は徐々に高くなっているのに、加えた場合は始めから高いことがわかる。

4. 考察

(1)温度分布

加熱によるカラム内温度の変化は3時間程度の比較早い時間で一定値に収束することがわかった。カラム内の半径方向の温度分布から判断して、カラム外側の大気と接する位置に断熱材を使用することにより、三次元的な熱移動を防止できることもわかった。

(2)飽和度分布

今回の実験で用いたカラム長は16.8cmと、豊浦砂の限界毛管上昇高さよりも低かった。その結果、Fig.4(a)からもわかるように、加熱の有無による飽和度の相違は微妙である。今後、カラム長を長くした実験も行う予定であるが、今回の実験からは、加熱の有無による飽和度の相違はそれほど大きくないと判断された。

(3)塩素イオン濃度

加熱の有無による塩素イオン濃度の相違は非常に大きいことがわかり、加熱した場合の方が、加熱しない場合よりも第5カラムにおいて2倍以上の濃度で塩素イオンが検出された。(1)と(2)の結果から判断して、このような違いの原因の一つとして、カラム内の温度分布が考えられた。

Philip & de Vries(1957)によれば、温度勾配下での水分移動が、液状水のみならず水蒸気の形態でも行われ、その量は水分量と温度で決まる拡散率を用いてうまく説明できることが示されている。今後は、モデルに必要な拡散率の推定法の開発も含め、得られた実験結果に対するシミュレーションを実施する予定である。

(参考文献)

J.R.Philip and D.A.de Vries (1957):Moisture Movement in Porous Materials under Temperature Gradients, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol.38, No.2, pp.222-232

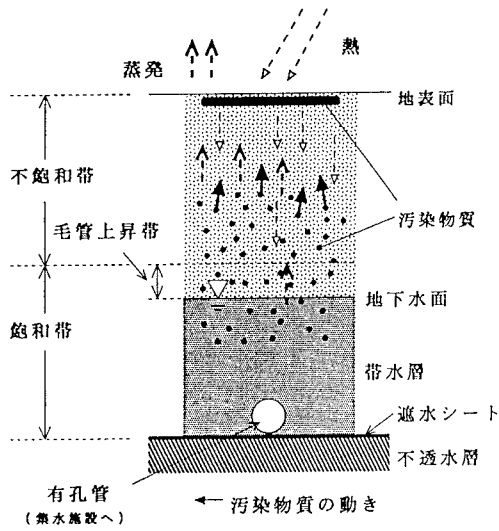


Fig. 1 土中における汚染物質の動き

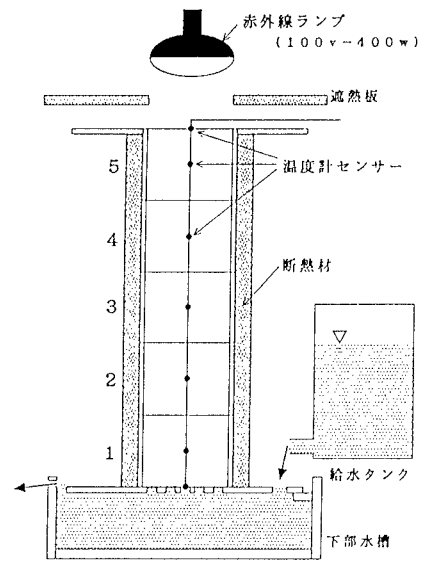


Fig. 2 実験装置

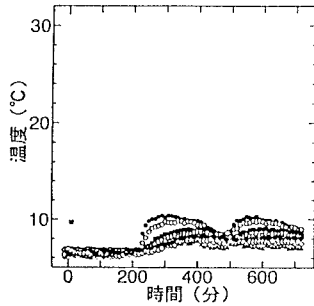


Fig. 3(a) case3-Cの温度分布

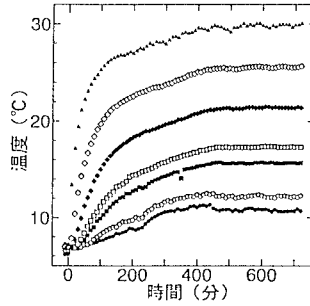


Fig. 3(b) case3-Hの温度分布

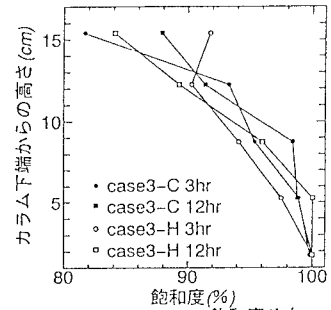


Fig. 4(a) case3の飽和度分布

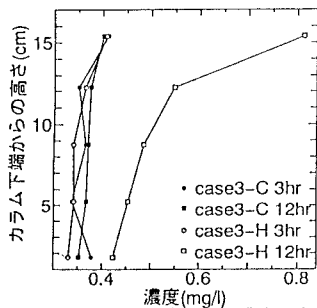


Fig. 4(b) case3の塩素イオン濃度分布

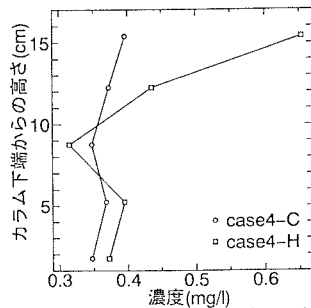


Fig. 5(a) case4の塩素イオン濃度分布

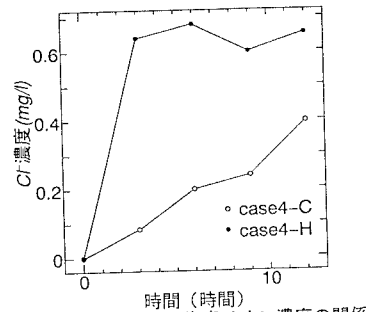


Fig. 5(b) 時間経過と塩素イオン濃度の関係