

温度勾配下での砂層中の溶質移動に関する実験

岐阜大学工学部 学生員○石川 健次
岐阜大学工学部 正会員 佐藤 健

1. 研究目的

日本のように降水量が蒸発量を上回る地域では、地表面に処分された汚染物質は、降水に運ばれて、土中を鉛直下方に移動すると考えられてきた。しかし、最近の研究により、汚染物質が、鉛直上方に移動し、地表面付近に高濃度で蓄積する可能性のあることがわかってきた¹⁾。こうした現象は処分場の跡地利用を考える際に重要となる。本研究では、物質の鉛直上方移動の機構と、地表面付近における蓄積現象を室内実験を通じて考えていくとともに、制御する方法についても考える。

2. 実験目的

汚染物質の鉛直上方移動の機構に、毛管ポテンシャル以外に温度勾配も重要な役割も担っていると考え、Fig. 1のような加熱装置付きの鉛直カラムによる実験を行った。用いた試料は、 $75\mu\text{m}$ - 2mm の豊浦砂と $425\mu\text{m}$ - 2mm の粗砂を使用した。溶質は、 0.1mol/l のNaCl溶液を用いて、 Cl^{-1} の濃度をMohr法（後述）で測定した。Table. 1に今回の実験ケースをまとめた。実験は現在途中であり、現時点での結果を報告する。

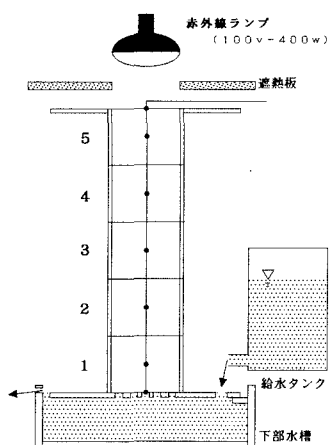


Table. 1 実験ケース

		加熱	ρd	溶質	粗砂
case 1	H	○	1.55	×	×
	C	×	1.55	×	×
case 2	H	○	1.55	×	○
	C	×	1.55	×	○
case 3	H	○	1.55	○	×
	C	×	1.55	○	×

Fig. 1 実験装置

<各カラムでの Cl^{-1} の滴定法>

- ①カラムから試料を素早く取り出し含水比を測定するために 110°C 乾燥炉に24時間入れておく。
- ②炉乾燥後の試料を一定の蒸留水に入れて、砂と Cl^{-1} を分離する。
- ③ Cl^{-1} の試料を5mlとり、クロム酸カリウム溶液を1mlを加える。
- ④硝酸銀溶液で滴定する。

3. 実験結果

(1)カラム内の温度分布(case1-H, case1-C)

温度は、 $\phi 1\text{mm}$ のサーミスタセンサーを砂層中の所定位置（上端から0, 1.4, 4.55, 8.05, 11.55, 16.8 cm）に固定して、計測した。

case1-H, 1-Cの結果をFig. 2, 3に示した。いずれも3時間継続した結果であるが、case1-Hからわかるように、この時間内で温度はほぼ定常状態になることが読みとれる。

(2) カラム内の水分分布(case1-H, case1-C)

3 時間後にカラムを解体し、含水比測定から各カラムの飽和度分布を調べた。その結果をFig. 4に示した。加熱した場合としない場合では、飽和度分布に違いがみられ、加熱すると、上端のカラム(第4カラム・Fig. 1参照)以上の飽和度が高くなっており、飽和度の勾配が第5カラムで、case 1-Cの場合と反対になっていることがわかる。

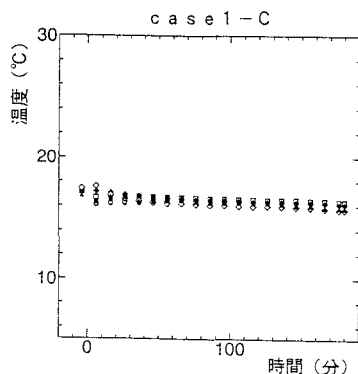


Fig. 2

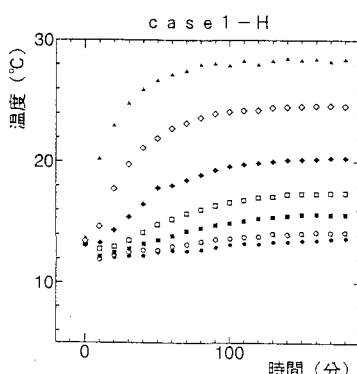


Fig. 3

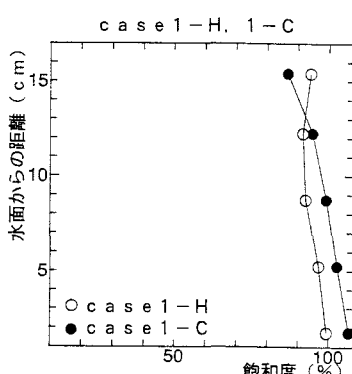


Fig. 4

(3) 不均質カラムの実験(case2-H, case2-C)

第3カラムに粗砂を充填し、加熱した場合としない場合の実験を行った。3 時間後にカラムを解体し、飽和度分布を求めた結果がFig. 5に示されている。加熱するしないにかかわらず、飽和度分布はほとんど一致している。これは、粗砂の部分で水分移動が抑制されるために、3 時間では十分に水分移動が行われず、加熱時もしない場合と同一の飽和度になったものと推定される。時間をかけて実験を行えば、いずれもcase1-H, 1-Cに漸近するものと予想された。

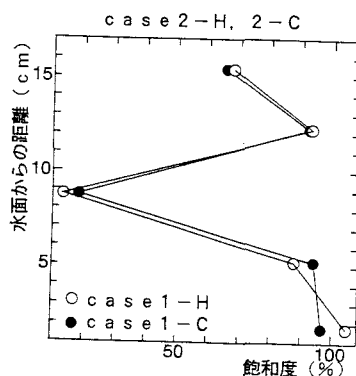


Fig. 5

4. まとめ

実験は継続中であり、今までの実験からわかったことを整理すると次のようになる。

- (1) 使用したカラム(長さ16.8cm)では、水分分布に比べて温度分布は、3 時間程度の比較的早い時間で定常状態に到達することがわかった。
- (2) 均一砂の場合、加熱して温度勾配をカラム内に与えると、給水端に近い第1, 2, 3カラムの飽和度の傾向的变化はそれほど変化していないのに対し、第5カラムの飽和度が、第4カラムより大きくなり、カラム内の水分勾配も反対になっていることがわかった。

(参考文献)

- 1) 森澤, 井上 (1994.6): 有害物質の鉛直上方移動機構と地表面蓄積の評価, 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp.151-156
- 2) J.R.Philip and D.A.de Vries (1957): Moisture Movement in Porous Materials under Temperature Gradients, Trans. Amer. Geophy. Union, Vol.38, No.2, pp.222-232