

法政大学工学部	学生会員	斎藤 洋貴
法政大学工学部		関 夕香里
法政大学工学部	学生会員	松井 準
法政大学工学部	正会員	岡 泰道

1.はじめに

環境問題のひとつとして、地下水汚染の問題が注目され、数々の研究事例が報告されている。本研究では、溶質移動を想定した鉛直カラム実験を行うために、土壌水分、温度、EC、pHの各種センサーを組み込んだ実験装置の試作を行った。鉛直カラム実験では、標準砂を充填し、溶液を降雨によってカラムに供給し、体積含水率と溶質濃度の測定を行った。

2.実験装置の作成

2.1 降雨装置

カラム上部から溶液を供給する降雨装置は、縦30cm、横30cm、高さ20cmの亚克力製容器の底に直径3mmの穴をあけ、穴に合わせてシャープペンの先端部分を接着した。シャープペンの先端部分の配置は、カラム内径が20cmであることを考慮に入れ、容器の底に20cm×20cmの正方形をとり、4cm間隔に千鳥格子状に12個配置した。実験中に、先端部にたまる気泡の影響を受けて水が多少でなくなるものもあった。

この降雨装置を使用して、降雨強度の測定を行った。降雨強度の測定は定水位で行い、1分間の流量の測定を1つの水位に対して5回行い、その平均の流量から降雨強度を求め、その水位での降雨強度とした。測定結果より、降雨強度は120~365mm/hrの間で調節できるという結果が得られた。

2.2 カラム

カラムは、内径20cm、長さ150cmの透明塩化ビニール製である。実験装置の概要とカラムに差し込むセンサーの位置を図1に示す。カラム下端から45cmは飽和帯とし、各センサー同士が測定に影響を及ぼさないように間隔を10cmずつとり、また、同じセンサーが重ならないように配置をした。カラ

ム下端の排水バルブから試料が流出しないように、カラムの内側に沿って排水バルブ付近をガーゼで覆った。

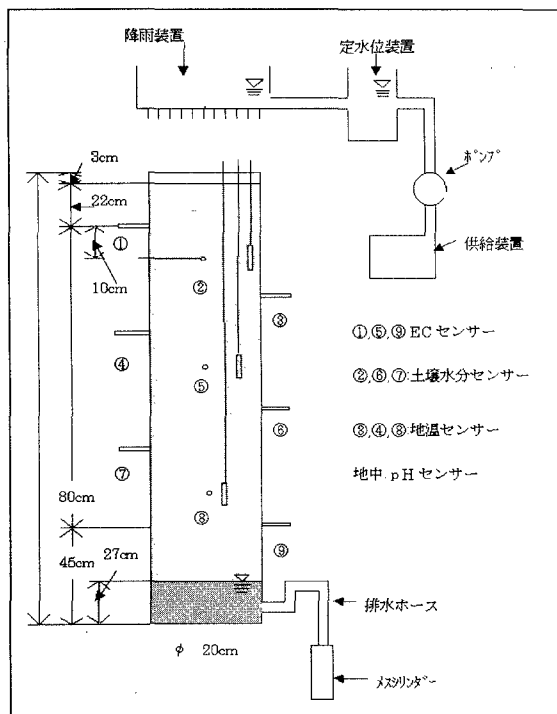


図1 実験装置概要図

2.3 センサー

カラム実験には、土壌水分、地温、EC、pHの各種センサーを使用する。センサーは、カラム上端に差し込んであるものをチャンネル1とし、順次チャンネル2、チャンネル3とした。

実験をする前に、センサーのキャリブレーションを行い、土壌水分、EC、pHの各種センサーについて近似式を得た。ECセンサーは、溶液に触れてから反応するまで1時間以上かかるため、測定された

キーワード：溶質輸送、不飽和浸透、鉛直カラム実験

〒184-8584 東京都小金井市梶野町3丁目7番2号 法政大学工学部

TEL 042-387-6278 FAX 042-387-6124

値は瞬時値ではなく時間遅れの値であるため、信頼性が低い。排水の電気伝導度に関しては、ハンディタイプの電気伝導度計を使用した。

3.鉛直ラム実験

3.1 実験方法

本実験で用いた試料は、豊浦標準砂(平均粒径 $d_{50}=0.23\text{mm}$ 、乾燥密度 $\rho_d=1.33\text{g/cm}^3$ 、透水係数 $k=2.06\times10^{-2}\text{cm/s}$)である。溶質には、保存系物質である NaCl を用いた。ラムに標準砂を均一に詰めるため、水締め方式によって充填した。ラム上部の降雨装置から、NaCl 溶液を連続的にラムに給水させ、体積含水率、温度、電気伝導度、pH、排水量の経時変化を測定した。測定時間は 6 時間とし、実験開始直後と実験終了直前に降雨強度の測定を行い、実験中に降雨強度が変化していないことを確認した。降雨強度は、水位 1cm のとき 114mm/hr、水位 3cm のとき 155mm/hr、水位 5cm のとき 164mm/hr である。濃度は、密度流の影響を考えないように 0.1%にした。実験終了後、水道水をラムに供給して標準砂を洗浄した後、放置して次の実験に備えた。

3.2 実験結果

体積含水率と排水量の、各降雨強度における時間変化を図 2、図 3、図 4 に、排水の破過曲線を図 5 に示す。

4.考察

体積含水率は、全ての場合において、チャンネル 1 が高い値をとっていた。これは、降雨強度が高いため、土壌の透水性を上回ったものと考えられる。

水位 3cm のとき、チャンネル 3 の値がチャンネル 1 の値を超えた。これは、地下水面がチャンネル 3 付近まで来ていたと考えられる。

水位 5cm のとき、体積含水率と排水量が同じように波を打っていた。これは、不飽和流が影響しているものと考えられる。

5.まとめ

鉛直ラム実験を行うために、溶質移動実験装置の試作を行った。実験装置の問題点として、次のことが挙げられる。

- (1)降雨装置からの流量が大きいため、シャープペンの本数を減らすなどの改良を加えなければならない。
- (2)センサー同士の影響を考慮して配置をしたため、

同じセンサーが近くなってしまった所があったので、この配置も再考を要する。

さらに、鉛直一次元の溶質移動に関する解析モデルについても、検討を進めている。

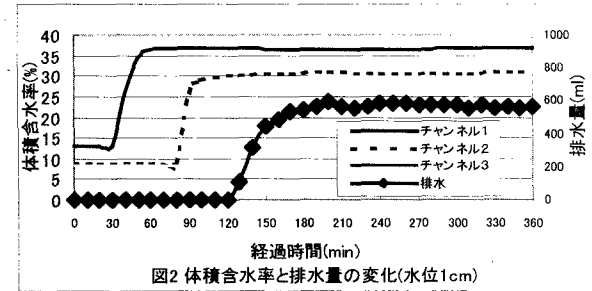


図2 体積含水率と排水量の変化(水位1cm)

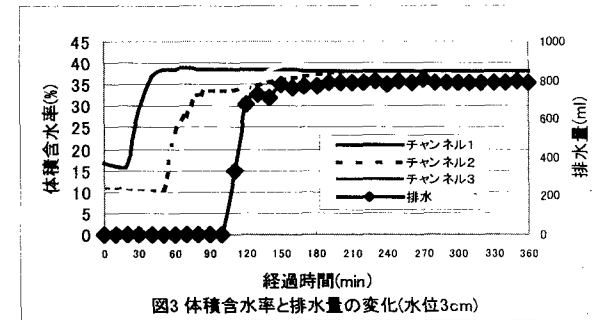


図3 体積含水率と排水量の変化(水位3cm)

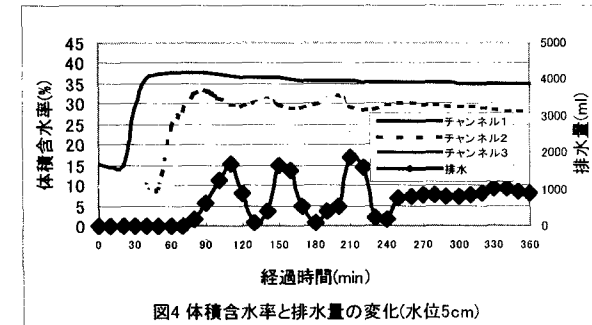


図4 体積含水率と排水量の変化(水位5cm)

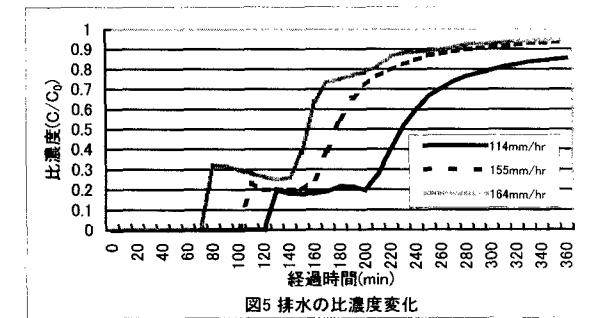


図5 排水の比濃度変化