

H2-14

二段連結式水平多孔質体カラムを用いた水質浄化過程・機能に関するモニタリング

Monitoring on Water Purification Process and Action

Using the Double-Tied Horizontal Column with Porous Materials

下辺 悟<sup>1</sup>, ○金子 由理香<sup>2</sup>  
Satoru Shimobe<sup>1</sup>, \* Yurika Kaneko<sup>2</sup>

Abstract: Among the environmental problems in recent years, there is a water contamination problem. Although there are various water purification technologies, effective use of porous materials is raised to a method of improving on the strategy. The porous materials are functional materials which those total surfaces have the fine pores of a size infinite number, and have the superior humidity control, adsorption, percolation and so on. This research examines experimentally a water purification action taking advantage of these superior characteristics. Here, we use the ADR soil moisture meter (SM200, SM300) and four-electrode sensor (FES) for monitoring the water purification process.

1. はじめに

近年の環境問題の一つに、水質汚濁問題がある。様々な水質浄化技術があるが、その改善方法の一つに、多孔質体の有効活用があげられる。多孔質体とは、その表面に大小無数の細孔があり、優れた調湿、吸着、ろ過などを持つ機能性素材である。本研究は、これらの優れた諸特性を活かした水質浄化機能を検討したものである。ここでは、土中の水分測定用 ADR プローブ(SM200, SM300)と水質汚染検知用 4 電極式土中導電率計(4 極センサー, FES)を用いた、土壌カラム法に基づく多孔質体の汚濁原水浸透による水質浄化機能について、そのモニタリングによる全体像の把握を主眼としている。具体的には、カラム単体と二段に連結したカラムの場合の両水質浄化機能との違いを検討するものである。

2. 浸透ろ過試験の概要<sup>[1]</sup>

掛流し式浸透ろ過試験のカラム単体は、Figure 1 に示す水平多孔質体カラム(長さ 33cm, 幅 13cm, 高さ 12cm)に粒径が 0.850~2.000mm に粒度調整した試料(珪藻土, ゼオライト B)を入れたものである。試験は蒸留水を入れて飽和させて、繰り返し前処理を行った後、濃度調整した園芸用液体肥料水を当該多孔質体カラム内に流入させて行った。

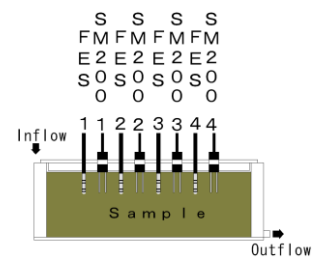


Figure 1. Horizontal soil column device

計測開始はカラムの流出口から流出水が出水し始めた時点からとした。試験は計測開始後、カラムからの流出量を考慮し、1 時間から 6 時間は 30 分毎に、6 時間から 12 時間は 1 時間毎計測とした。計測項目は室温、湿度、流出水の COD, pH, T-P(全リン), T-N(全窒素), 水温, 流入・流出量, 流出水の電気伝導度 EC<sub>w</sub>を測定した。カラム内の浸透過程のモニタリングは、カラム内の所定位置に挿入した SM200, SM300 および FES の出力電圧 V<sub>wet</sub>を計測した(Figure 1 参照)。

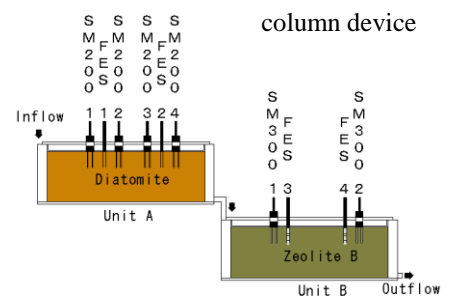


Figure 2. Double-Tied Horizontal Column

二段連結式浸透ろ過試験では、Figure 1 のカラム単体を組み合わせ、Figure 2 に示す二段連結式水平多孔質体カラムを試作した。なお、上段をユニット A(珪藻土)、下段をユニット B(ゼオライト B)と称し、A から B の順に水が流れる様に連結している。浸透過程のモニタリングは、カラム単体(Figure 1)と同様の計測手順を 72 時間行った。ただし、12 時間までは各試料単体と同様に計測し、12 時間から 24 時間までは 2 時間毎計測、24 時間以降 72 時間までは 6 時間毎の計測とした。

3. 二段連結式浸透ろ過試験の結果と考察

各試料における流出水の水質特性について、Figure 3 に相対 COD の経時変化、Figure 4 に相対全リンの経時変化、Figure 5 に相対全窒素の経時変化を示す。また比較のため、各平均除去率を 12 時間と 72 時間で表したものと、各試料単体での 12 時間の平均除去率をグラフで示している。

1 : 日大理工・教員・交通 2 : 日大理工・院・交通

Figure 3 より, 流出水の相対 COD に関して測定開始から 9 時間まで除去効果を確認できるが, それ以降相対 COD 値が上昇する傾向が見られた. 各素材単体の平均除去率は約 55% 程度なのに対し, 二段連結式の平均除去率は 12 時間で約 78% 程度と高い数値を示し, 72 時間の平均除去率では各素材単体の平均値と同程度の値を示した. Figure 4 より, 流出水の相対全リンは測定開始から多少変動はあるが, 18 時間までは除去効果を確認できた. ゼオライト B 単体では全リンの除去効果が低いが, 除去効果の高い珪藻土単体を組み合わせることにより, 二段連結式はゼオライト B 単体と比較して約 60% 程度の除去機能向上が見られた. Figure 5 より, 流出水の相対全窒素は, 相対 COD の挙動と同様に, 測定開始から 9 時間まで除去効果が見られるが, それ以降の値が大きく上昇している. 各素材単体の平均除去率はそれぞれ約 30%, 50% 程度となっているが, ユニットの二段連結式にすることで, 12 時間までは約 76% 程度の高い除去効果が見られる. 各素材単体と比較すると, 26%~46% の除去機能向上が見られる. しかし, 72 時間までの結果は約 59% と全リンほどの除去機能の維持はないと判断できる.

次に浸透浄化過程の一例として, ユニット内における予測飽和度  $S_r^*$  の経時変化を Figure 6 に, 間隙溶液の予測電気伝導度  $EC_w^*$  と流出水の電気伝導度  $EC_w$  の経時変化を Figure 7 に示す. なお, Figure 6, 7 とともにユニット内に挿入した各センサーから得られた出力電圧と予め所定のキャリブレーション試験で求められた校正式を用いて, 諸値を算定した. なお, 今回 SM300 の出力電圧  $V_{wet}$  と体積含水率  $\theta_w$  のキャリブレーションカーブ作成時点で, 高含水領域の当該精度にまだ疑問の余地があり, さらなる検討が望まれることから, ユニット B 内の SM300 1, 2 の  $V_{wet}$  による予測体積含水率  $\theta_w^*$  をもとにした予測電気伝導度の挙動は省略している.

Figure 6 より, 各センサーが同じ様な飽和度挙動を捉えていることから, カラム内の水分移動がモニタリングされたことを示している. また, 予測飽和度が約 80% と安定しており, ユニット内は一様に浸透しているようである. Figure 7 より, FES が汚濁原水の流入部に近い FES 1 から反応し, 時間の経過とともに流出水の電気伝導度も低下しているなどの様相から, 本モニタリングシステムが水質浄化過程を捕捉していることが理解される.

#### 4. 結論

- ① 二段連結式では, 除去効果が平均して高めに出現しており, それぞれの素材機能が相互補完的に作用しているためと考えられる.
- ② 二段連結式浸透ろ過試験の結果は, 72 時間で平均した場合でも, COD, 全リン, 全窒素の除去効果は維持されていた.

#### 引用・参考文献

- [1] 下辺悟・金子由理香: 二段連結式水平多孔質体による水質浄化機能に関するモニタリング, 第 47 回地盤工学研究発表会, pp.1897~1898, 2012.

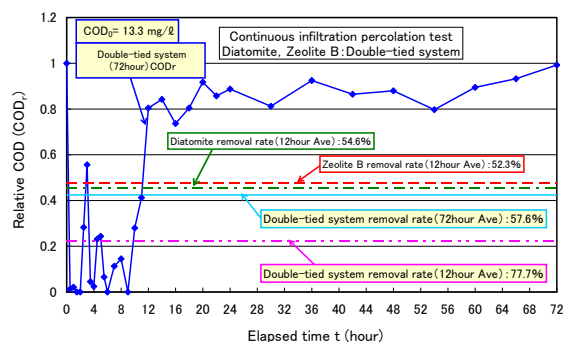


Figure 3. Change of relative COD

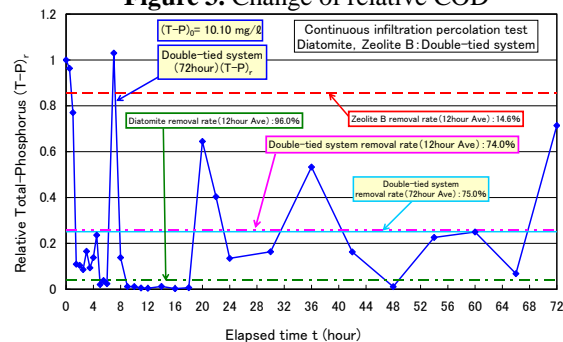


Figure 4. Change of relative T-P

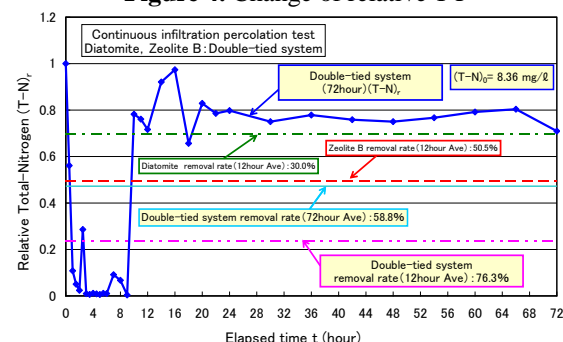


Figure 5. Change of relative T-N

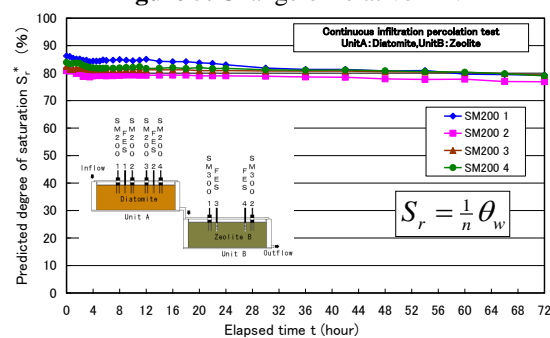


Figure 6. Change of  $S_r^*$

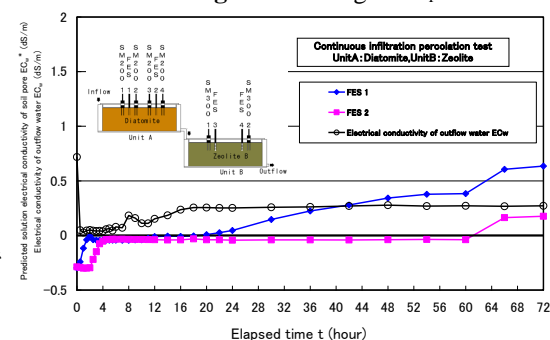


Figure 7. Change of  $EC_w$  and  $EC_w^*$