

H2-14

## 多孔質材料による水質浄化機能に関するモニタリング Monitoring on Water Purification Function with Porous Materials

下辺 悟<sup>1</sup>, ○金子 由理香<sup>2</sup>, 江戸 将<sup>3</sup>  
Satoru Shimobe<sup>1</sup>, \* Yurika Kaneko<sup>2</sup>, Masashi Edo<sup>3</sup>

Abstract: Among the environmental problems in recent years is a water contamination problem. Although there are various water purification technologies, effective use of a porous material is raised to one of corrective strategy. The porous material is a functional material which the surface has fine pores of a size infinite number, and has outstanding humidity control, adsorption, filtration, etc. in it. This research examines a water quality clarification function taking advantage of these outstanding characteristics. We use ADR soil moisture meter (SM200) and four electrode sensor (FES) to monitor 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、多孔質材料の有効活用があげられる。多孔質材料とは、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て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)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)を用いて、土壌カラム法に基づく多孔質材料の汚濁原水浸潤による水質浄化過程について、その全体像の把握を主眼としている。

### 2. 浸透ろ過試験の概要<sup>1)</sup>

掛流し式浸透ろ過試験では、Figure 1 に示す鉛直土壌カラム(内径 12.5cm、高さ 37cm)に粒径が 0.850~2.000mm に粒度調整した試料(珪藻土, 備長炭, (珪藻土・備長炭)混合土)と蒸留水を入れて飽和させ、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または千葉県印旛沼の水を土壌カラム内に流入させカラムの流出口から出水し始めたら、計測を開始した。計測開始後、カラムからの流出量を考慮し、計測開始から 6 時間は 30 分毎に、6 時間から 12 時間は 1 時間毎に室温、湿度、流出水の COD, pH, T-P(全リン), T-N(全窒素), 水温、流入・出水量を計測した。さらに、流出水の電気伝導度 EC<sub>w</sub>, カラム内の所定位置に挿入した SM200 および 4 極センサーの各出力電圧を計測し、カラム内の浸潤過程のモニタリングを行った。

循環式浸透ろ過試験では、Figure 2 に示す水平土壌カラム(長さ 33cm, 幅 13cm, 高さ 12cm)を用い、流出水を循環させる毎に前述した計測を行った。なお、循環させる汚濁原水の水量を決定するために、一般に PV(ポア・ボリューム)を用いるが、ここでは、初期の間隙体積を使わず、予め予備実験で得られた実効間隙体積を用いて実効 PV を算定し、その実効 PV の 3 倍を 1 サイクルとした。

### 3. 掛流し式浸透ろ過試験の結果と考察

各試料の COD, 全リン, 全窒素の除去率と pH の平均値を Table.1 に示す。なお、当該除去率については、実験開始時の値が試験ごとに異なっているため、正規化して求めている。

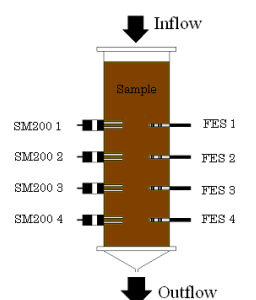
**Table.1** Various water quality indices and their averages in continuous infiltration percolation tests

Vertical soil column device	COD (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	pH
	removal rate (%)	removal rate (%)	removal rate (%)	
Binchozumi (Liquid fertilizer) <sup>a)</sup>	81.9	20.9	24.4	9.10
(Diatomite・Binchozumi) Mixed soil (Liquid fertilizer) <sup>b)</sup>	65.3	72.8	40.6	7.23
(Diatomite・Binchozumi) Mixed soil (Inbanuma) <sup>c)</sup>	71.9	36.6	84.4	7.91

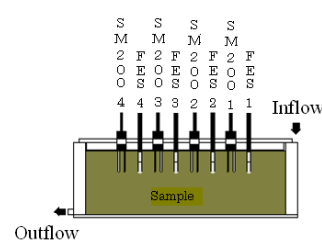
a) Consider the conditioning of distilled water inflow and outflow, we used data from the t=210 minutes later

b) Consider the conditioning of distilled water inflow and outflow, we used data from the t=150 minutes later

c) Consider the conditioning of distilled water inflow and outflow, we used data from the t=180 minutes later



**Figure 1.** Vertical soil column device



**Figure 2.** Horizontal soil column device

1 : 日大理工・教員・交通 2 : 日大理工・院・交通 3 : 千葉県立浦安南高等学校・講師

Table.1 より, COD 除去率に関しては備長炭が約 82%と高い値を示した. 全リン, 全窒素の除去率に関しては, (珪藻土・備長炭)混合土が備長炭よりも高く, 約 37%~84%であった. また備長炭の pH は試料の影響を受けアルカリ性を示したが, (珪藻土・備長炭)混合土は, いずれの汚濁原水でもほぼ中性の値を示した.

#### 4. 循環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, Table.2 に示す.

**Table.2** Various water quality indices and their averages in circulation type-infiltration percolation tests

Horizontal soil column device	COD (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	pH
	removal rate (%)	removal rate (%)	removal rate (%)	
Diatomite (Liquid fertilizer) <sup>d)</sup>	35.9	86.7	37.9	4.76
(Diatomite・Binchozumil) Mixed soil (Liquid fertilizer) <sup>e)</sup>	38.5	20.1	32.1	7.41
(Diatomite・Binchozumil) Mixed soil (Inbanuma) <sup>f)</sup>	76.1	76.2	99.1	7.99

d) Consider the conditioning of distilled water inflow and outflow, we used data from the t=210 minutes later

e) Consider the conditioning of distilled water inflow and outflow, we used data from the t=180 minutes later

f) Consider the conditioning of distilled water inflow and outflow, we used data from the t=180 minutes later

Table.2 より印旛沼水を汚濁原水とした(珪藻土・備長炭)混合土は, COD 除去率に関しては約 76%, 全リン, 全窒素に関しても約 76%~99%と高い除去率を示した.

次に浸潤浄化過程の一例として, 珪藻土のカラム内の予測体積含水率  $\theta_w^*$  の経時変化を Figure 3 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 4 に示す. なお, Figure 3, 4 とともにカラム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. Figure 3 より, 予測体積含水率が約 60%で安定しており, カラム内は一様に浸潤しているといえる.

また, 各センサーが同じような挙動をしていることから, カラム内の水分移動のモニタリングができることがわかる. Figure 4 より, 汚濁原水の流入部に近い FES 1 から順々に反応し, 間隙溶液の電気伝導度も低下していることから, 水質浄化過程をモニタリングしていることが理解される.

#### 5. 掛流し式・循環式浸透ろ過試験の比較

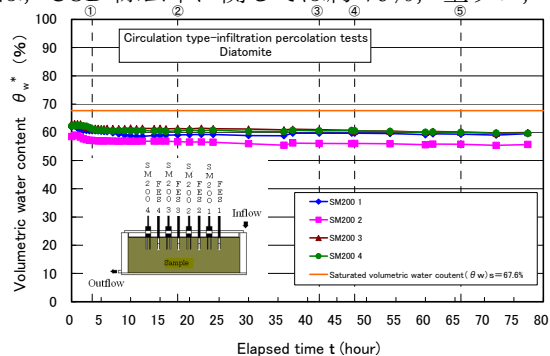
(珪藻土・備長炭)混合土の印旛沼水を用いた掛流し式と循環式浸透ろ過試験の比較を Figure 5 に示す. なお, 図中の①~⑨は汚濁原水の循環サイクル数を表す. Figure 5 よりサイクル数を重ねるにつれて循環式浸透ろ過試験の平均値が掛流し式浸透ろ過試験の平均値を下回っていることがわかった. このことから, 循環式による除去効果が認められる.

#### 6. 結論

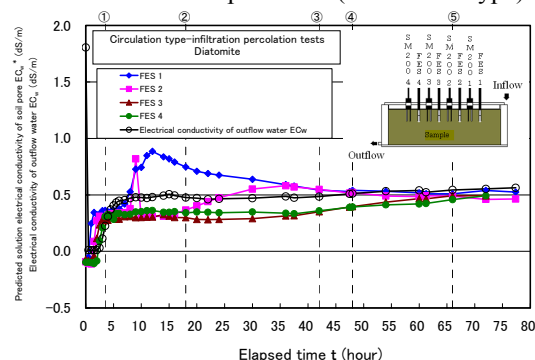
- ① (珪藻土・備長炭)混合土は, 掛流し式・循環式浸透ろ過試験どちらにも優れた水質浄化効果を示した.
- ② 印旛沼水を用いた(珪藻土・備長炭)混合土は, 7サイクル開始時以降は掛流し式浸透ろ過試験より循環式浸透ろ過試験のほうが高い水質浄化機能を発揮した.

#### 引用・参考文献

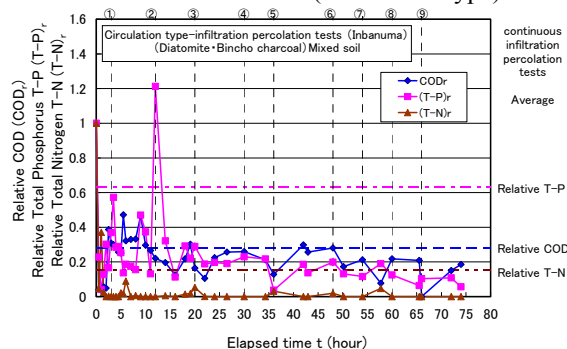
[1] 下辺悟・江戸将: 多孔質材料を用いた水質浄化実験のモニタリングとその評価, 土木学会第 65 回年次学術講演会(第 III 部門), pp.525~526, 2010 年.



**Figure 3.** Change of volumetric water content for Diatomite with elapsed time (Circulation type)



**Figure 4.** Change of  $EC_w$  and  $EC_w^*$  for Diatomite with elapsed time (Circulation type)



**Figure 5.** Change of relative COD and T-P and T-N for porous materials with elapsed time (Circulation type)