

団粒ろ材を利用した排水処理に関する研究 —実大装置による検討—

長崎大学環境科学部 フェロー 石崎勝義 長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦
長崎大学環境科学部 正会員 杉山和一 長崎大学環境保全センター 石橋康弘
長崎大学大学院 学生員○糸永貴範 長崎大学工学部 学生員 宮本貴之

1. 研究の背景と目的

土壌は排水の浄化能力に優れるといわれる。団粒構造が発達した自然土壌は間隙に富み、かつ比表面積が大きいので、微生物の高度な集積が可能であり有機物分解機能が高い。しかしながら、処理可能な水量負荷が小さいことと目詰まりによる機能低下などの課題がある。

土壌を粒化して作製したろ材は、透水性に優れ水量負荷の問題を解決し、間隙に富むことから目詰まりの防止にも効果がある。また浄化能力の面でもカラム実験¹⁾により、ろ材の浄化能力は既存の土壌処理法と同程度発揮できることが確認されている。

本研究の目的は、カラム実験と比較してろ材を実大装置に充填しても、土壌本来の持つ浄化能力が維持できるかを定量的に調べることにある。

2. 実験方法

2.1 カラム実験

団粒ろ材とは、土またはその他の材料を粒状化したもので、なおかつ自然の団粒構造と同じように粒子内部に大小さまざまな間隙に富むものを指す。

カラム実験でのろ材は、土に有機物を混ぜて焼成したもので、粒径 $74\mu\text{m}$ 以上、24 時間 110°C で乾燥させた物を用いた。図-1 に示す装置にろ材を充填して、薬品で作製した原水を負荷量 $500\text{ l/m}^2/\text{day}$ としそれを 1 日 24 回に分けて散水し 30 日間連続で行った。生活排水の処理を目的としていることから、原水を生活排水の濃度に近い値を設定した。

2.2 実大実験

実大装置による実験フローを図-2 に示す。まず、し尿を単独浄化槽で処理し、その放流水 25%と大学生協からの食堂排水を油分処理のみを施した排水 75%の割合で混合し、沈殿分離槽に送る。沈殿分離槽においては、団粒ろ材槽にかかる負担を軽減すべく浮遊物のある程度除去した後に上澄み液を団粒ろ材槽へ送る。実大装置におけるろ材は、カラム実験と同様のろ材を用意し、粒径 $425\mu\text{m}$ 以上で試料調整した。団粒ろ材槽での処理は、ろ材槽にろ材を充填して原水を負荷量 $500\text{ l/m}^2/\text{day}$ とし、それを 1 日 48 回に分けて散水した。実大装置での散水孔数は、カラム実験と比較して対象とする面積に違いがあるため、散水孔を水平方向に 5ヶ所均等に配置した。散水方法としては、各散水孔からの流出量を一定にするため、図-3 のように最大で 10 cm 程度水圧をかけて散水を行った。

汚水中の汚濁物質の負荷量測定法として、COD(過マンガン酸カリウム酸性法)を測定項目とした。表-1 にカラム、実大装置における充填ろ材の性状を示す。

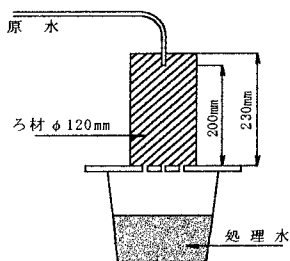


図-1 カラムによる実験装置¹⁾

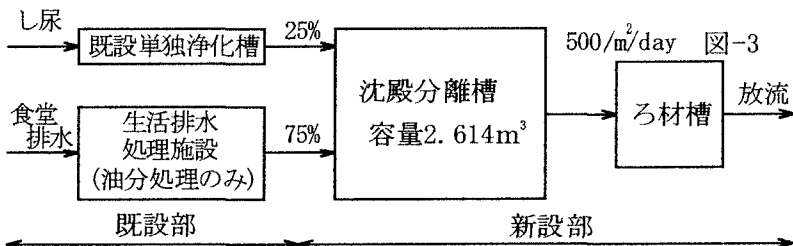


図-2 実大実験フロー

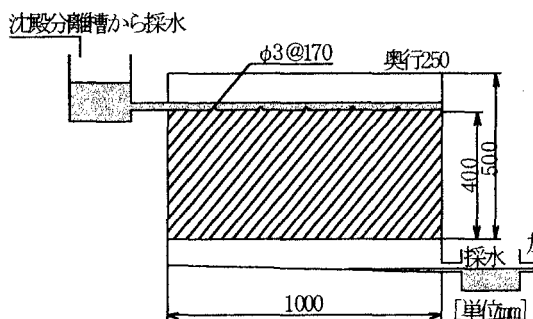


図-3 実大装置におけるろ材槽

3. 実験結果と考察

図-4 にカラム実験及び実大装置における COD の経時変化を示す。カラム実験においては、通水初期における COD 除去率の増加が見られ水質が安定してからの平均水質、平均除去率は 4.0mg/l、95.3%と非常に良好な水質が得られている。それに対して実大装置における平均水質、平均除去率は 38.9mg/l、45.3%と高い浄化能力は得られなかった。これは以下に示す 2 つの原因が考えられる。

原因の一つは、土中を流れる水の動きが関係していると考えられる。土中の水の流れは、重力の作用で地中を流下する重力水と間隙中に水の一部

が種々の形態で残留する保留水とに分けられる。土壌の浄化能力は、後者による影響が非常に大きい。保留水は、表面張力に起因する毛管作用と土粒子表面固有の吸着力によって保持される。保持された水に含まれる有機物は、生物による分解、物理的・化学的な吸着作用などにより除去される。土壌処理では、初めに土壌中に汚水が供給されると重力作用により流動するが、その一部は、保留水として土壌に留まる。そして次に供給される汚水は、保留水と置換され土壌に留まり、保留の限界を超えた水は重力作用で排出される。模擬排水を用いたカラム実験では、粒径を 75 μ m 以上のろ材を用いたが、実大装置における実験では SS などの作用により、目詰まりが懸念されたため粒径 425 μ m 以上と大きなろ材を用いた。そのため保留水として土壌に留まらずその大部分は、重力水として処理されずに排出されたものと考えられる。

もう一つの原因は、実大装置の散水孔と処理面積に問題があったと考えられる。散水孔 1 つあたりの処理面積を比較してみると、カラム実験では 113cm²/個であるのに対して実大装置では 500cm²/個であった。粒径が大きくなりさらに散水孔 1 つが受け持つ処理面積の増加により、各散水孔からの流出は均一だが各散水孔が対象とする処理面積を十分使用できなかったのが原因と考えられる。

以上より団粒ろ材の粒径と散水方式との相互作用が原因となり十分な浄化能力を発揮することができなかったと考えられる。

4. まとめ

カラムでは浄化能力が示せても実大装置では粒径と散水方式の問題により浄化能力を発揮することができなかった。本研究で挙げた問題点は、現地にこの技術を導入しようとすると同様な問題に直面すると考えられる。今後の課題としては、対象とする面積を均一に散水するような散水方法の工夫があげられる。

〈参考文献〉

(1)石崎・棚橋・石橋・濱地・糸永:小規模排水処理のための粒化土壌の利用に関する研究,第 34 回地盤工学会発表講演集,pp2219~2220,1999

表-1 充填ろ材の性状

装置	カラム	実大装置
充填ろ材	団粒ろ材 A	団粒ろ材 B
処理面積 (cm ²)	113	2500
散水孔数 (個)	1	5
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.40	2.55
土の乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.76	0.86
間隙比 e	2.15	1.97
飽和透水係数 k_{sat} (cm/s)	1.0×10^{-1} *	1.8 *
有効径 D_{10} (mm)	0.47	1.48
均等係数 U_c	2.34	1.89
曲率係数 U_c'	1.00	1.17

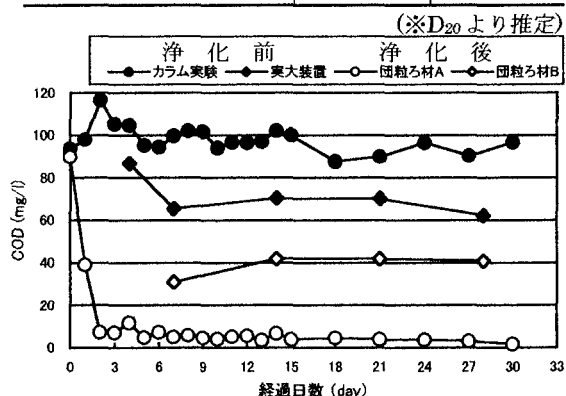


図-4 COD の経時変化