

団粒ろ材の浄化機能に関する研究

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 環境保全センター 石橋康弘 長崎大学 環境科学部 正会員 杉山和一
 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. 本研究の背景と目的

我国の水質汚濁の原因として生活雑排水が挙げられる。生活雑排水は下水道の整備されていない地域では未処理で放流している。このような水質汚濁を抑制する方法に、下水道整備があるが、人口規模、財政事情、地形特性などの条件により下水道を普及させることができない地域がある。こうした地域には合理的な小規模排水処理が望ましい。

土壌による自然浄化能力を利用した排水の高度処理がこのような地域には適していると考えられる。土壌は排水の浄化機能に優れていると言われている。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。ため、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。しかしながら目詰まりの問題があり、処理速度の小さいことが問題である。そこで土壌を粒状化することにより、土壌本来の持つ浄化機能を利用しながらさらなる水量負荷の問題を解決したい。本研究は、材質、粒径の異なる数種類の団粒ろ材（団粒ろ材とは、土壌を粒状化することにより土壌内部に微生物の高度集積を可能にし、浄化能力、透水能力を高めたものをいう）を用い、既存の土壌処理を上回る水量負荷で実験を行い、どの程度浄化能力を維持でき、耐用しうるかを調べようとするものである。

2. 実験方法

本研究では、浄化機能と耐用性の優れた団粒ろ材の開発のため、数種類の団粒ろ材を用いている。実験は図-1の概念図に従い、団粒ろ材を図-2の実験装置（高さ 400~200mm、直径 50mm）に充填し、ろ材の種類、粒径、深さにより浄化能力を比較した。実験に用いた原水は、模擬排水を用いた。模擬排水は、表-1のような組成に作成した。原水の浸透速度を $500 \text{ l/m}^2/\text{day}$ としてそれを 1 日 24 回に分けて散水した。 $500 \text{ l/m}^2/\text{day}$ の浸透速度であれば、従来の自然土壌への浸透法（セピテック

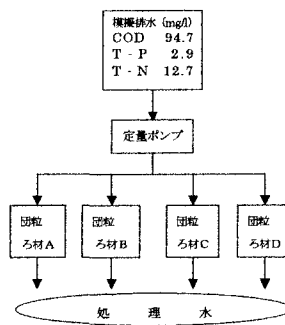


図-1 実験の概念図

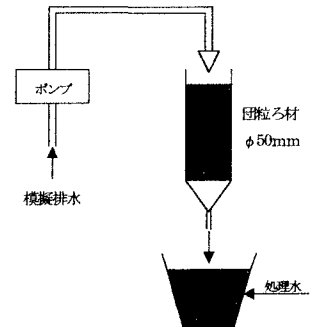


図-2 実験装置

タンクと土壌浸透方式では、 $20 \sim 50 \text{ l/m}^2/\text{day}$) に比べ 20 倍の高速処理となる。以上の条件のもと、目詰まりを起こすまで実験を行った。

水質測定的项目としては、COD（過マンガン酸カリウム酸性法）、全リン（T-P）、全窒素（T-N）、pH（水素イオン濃度）とする。

3. 結果および考察

実験結果を表-2~5に示す。なお、実験に用いた模擬排水の濃度はそれぞれ、COD ; 94.7 mg/l 、T-P ; 2.9 mg/l 、T-N ; 12.7 mg/l である。

表-1 模擬排水の組成

成分	調整値
CaCl_2	15.6
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	62.5
NaCl	41.7
NaHCO_3	62.5
KH_2PO_4 (P源)	8.3
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (N源)	17.5
グルコース(COD源)	116.7
ペプトン(COD源)	58.3
(mg/l)	

3.1) 粒径の違いによる浄化能力の判定

表 - 2, 3 は、同じ種類の団粒ろ材を粒径によって比較したものである。それぞれ2種類の団粒ろ材にイえることは、COD、T-Pについては粒径が小さいほど除去率が高い。これは、浸透速度の違いであると考えられる。また、経過日数が140日以上たったにもかかわらず、高い浄化能力を保っている。

3.2) 深さ方向の違いによる浄化能力の判定

表 - 4は深さを変えて実験を行なった結果である。深さ方向を増すことにより、COD、T-Pの除去率が高くなっている。排水との接触時間が多いほど浄化能力が発揮されている。また、深さが10cmのものは、経過日数79日で目詰まりした。深さが浅いものは土壌にかかる負荷が大きくなるため耐久性に違いが出たと考えられる。

3.3) 種類の違いによる浄化能力の判定

表 - 5 は、粒径が同じである3種類の団粒ろ材を比較したものである。CODの除去率については、団粒ろ材は3種類とも9割(平均10mg/l以下)の除去率を示しているのに対し、ガラスビーズは、7割(平均21.4mg/l)である。その理由として、ガラスビーズは内部に間隙がない。それに対して団粒ろ材は粒子内部に様々な間隙が存在し、微生物の生息場所が粒子表面だけでなく、粒子内部でも生息可能となっているため、高い浄化率を示している。リン除去については、焼赤玉、鹿沼土は高い除去率を示しているが、試作土、ガラスビーズは5割程度の除去率である。リン酸の吸着除去はAl、Fe成分によって行なわれる。ガラスビーズは吸着機会が、粒子表面だけに限られてくるため、除去率が低いと考えられる。それぞれの団粒ろ材については、粒子内部のAl、Fe等の含有量の違いから、除去率の違いが出ていていると考えられる。また、粒子内部への吸水率の違いもあると考えられる。

4. 結論

以上の結果より以下のことが言える。①既存の土壌処理法の処理速度を大幅に上回る500 l/m²/dayで行なったが高い浄化能力が得られた。②粒径によって浸透速度が変わってくるため、浸透速度が遅いほど除去率が高い。③深さ方向を増すことにより、接触時間が増すためCOD、T-Pの除去率が高くなる。また、深さ方向は耐久性に影響を与える。④窒素についてはどの団粒ろ材についても4割程度の除去率であった。

今後の課題として、新たな団粒ろ材の実験を行うとともに、耐久性を含めた総合評価も必要である。また、水量負荷を上げることによりどの程度浄化能力を維持し、耐久しうるかを調べる必要がある。

表 - 2 焼赤玉土 粒径による平均水質、平均除去率

粒径異 種類同	項目		pH	COD		T - P		T - N	
	平均	除去率		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
焼赤玉土(4.75m以上)			6.9	10.4	89.6	0.7	76.1	8.3	34.2
焼赤玉土(4.75~2mm)			6.9	7.7	92.3	0.3	88.2	8.9	29.9
焼赤玉土(0.85mm以上)			7.3	4.8	95.3	0.1	95.5	8.7	31.3
ガラスビーズ			6.5	21.4	78.6	1.4	52.3	8.2	34.8

表 - 3 鹿沼土 粒径による平均水質、平均除去率

粒径異 種類同	項目		pH	COD		T - P		T - N	
	平均	除去率		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
鹿沼土(4.75m以上)			6.6	11.2	88.8	0.6	79.6	8.1	36.1
鹿沼土(4.75~2mm)			6.9	6.6	93.4	0.4	87.2	8.1	35.8
ガラスビーズ			6.5	21.4	78.6	1.4	52.3	8.2	34.8

表 - 4 深さ方向による平均水質、平均除去率

深さ	項目		pH	COD		T - P		T - N	
	平均	除去率		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
焼赤玉土(4.75~2mm)10cm			6.6	14.5	85.5	0.8	71.7	7.3	42.6
焼赤玉土(4.75~2mm)20cm			7.2	8.7	91.3	0.6	78.6	7.3	42.0
焼赤玉土(4.75~2mm)40cm			6.9	7.7	92.3	0.3	88.2	8.9	29.9

表 - 5 種類別、粒径同による平均水質、平均除去率

粒径同 種類別	項目		pH	COD		T - P		T - N	
	平均	除去率		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
焼赤玉土(4.75~2mm)			6.9	7.7	92.3	0.3	88.2	8.9	29.9
鹿沼土 (4.75~2mm)			6.9	6.6	93.4	0.4	87.2	8.1	35.8
試作土 (3.4~0.8mm)			6.7	9.1	90.9	1.2	59.2	8.3	34.2
ガラスビーズ			6.5	21.4	78.6	1.4	52.3	8.2	34.8