団粒ろ材を利用した排水高度処理に関する基礎的研究

長崎大学　大学院　学生員○糸永貴範　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　愛媛県庁　宮本貴之

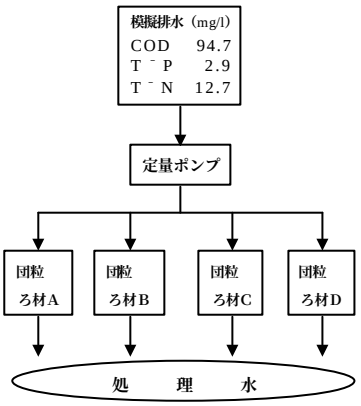
1.本研究の背景と目的

我が国の水質汚濁の原因としては、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。

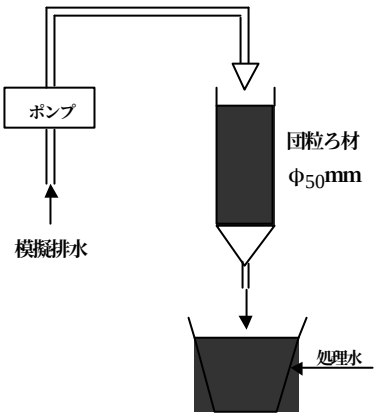
土壌による自然浄化能力を利用した排水の高度処理がこのような地域には適していると考える。土壌は排水の浄化機能に優れると言われている。団粒構造が発達した自然土壌は間隙に富み、かつ比表面積が大きいため、微生物の高度な集積が可能であり有機物分解機能が高い。しかしながら目詰まりの問題があり、処理速度の小さいことが問題である。土壌を粒状化することにより高い浄化能力を維持し、透水能力を高めることができる。しかし、浄化機能、耐久性の面で不明な点がある。本研究の目的は、材質、粒径の異なる数種類の団粒ろ材を用い、既存の土壌処理を上回る水量負荷で実験を行い、どの程度浄化能力を維持でき、耐用しうるかを調べようとするものである。

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、土壌層厚により浄化能力、耐久性を比較した。実験に用いた原水は、模擬排水を用いた。模擬排水は、表‐1に示す組成に作製し、その濃度は、それぞれCOD；94.7mg/l、T‐P；2.9mg/l、T‐N；12.7mg/lである。汚水の負荷速度を500l/m²/dayとして、それを1日24回に分けて散水した。以上の条件のもと、目詰まりを起こすまで実験を行った。



図‐1　実験の概念図



図‐2 実験装置

表‐1　模擬排水の組成

成分	調整値
$CaCl_2$	15.6
$MgSO_4・7H_2O$	62.5
NaCl	41.7
$NaHCO_3$	62.5
KH_2PO_4(P源)	8.3
$(NH_4)_2SO_4$（N源）	17.5
グルコース(COD源)	116.7
ペプトン（COD源）	58.3

（mg/l）

水質測定の項目としては、COD（過マンガン酸カリウム酸性法)、全リン（T‐P)、全窒素（T‐N）とする。

3.実験結果および考察

3.1 団粒ろ材の浄化能力

本研究では、数種類の団粒ろ材を用いて比較実験を行った。表‐2､3に実験結果を示す。実験では500l/m²/dayの処理速度で行ったが、この負荷速度であれば、従来の自然土壌への浸透法（セピテックタンクと土壌浸透方式では、20～50l/m²/day）に比べ10～20倍の高速処理となる。この高速処理に対しても現在、200日以上経過したにもかかわらず、団粒ろ材は高い浄化能力を保っている。表‐2の焼赤玉土を例に挙げると、粒径（4.75mm以上）でCOD：平均10.4mg/l、T-P：平均0.7mg/lとなった。これは、十分良好な水質となっている。

キーワード：団粒ろ材,目詰まり,処理速度,高度処理,土壌処理
長崎市文教町1‐14　長崎大学工学部社会開発工学科　TEL　095‐847‐1111,FAX　095‐848‐3624

3.2. 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 種類の団粒ろ材にいえることは、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 200 日以上にもかかわらず､高い浄化能力を保っている。

次にガラスビーズと比較すると、COD の除去率については、団粒ろ材は 2 種類とも約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､約 8 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、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､Al､Fe 等の含有量の違いから、除去率の差異が出ていると考えられる。

表‐2　焼赤玉土　粒径による平均水質、平均除去率

測定項目	COD		T‐P		T‐N	
模擬排水濃度	94.7mg/l		2.9mg/l		12.7mg/l	
処理水質	水質 mg/l	除去率 %	水質 mg/l	除去率 %	水質 mg/l	除去率 %
焼赤玉土(4.75mm 以上)	10.4	89.6	0.7	76.1	8.3	34.2
焼赤玉土(2～4.75mm)	7.7	92.3	0.3	88.2	8.9	29.9
焼赤玉土(0.85～2mm)	4.8	95.3	0.1	95.5	8.7	31.3
ガラスビーズ(約 3mm)	21.4	78.6	1.4	52.3	8.2	34.8

（注）対照：ガラスビーズ、経過日数 140 日間の平均水質、除去率

表‐3　鹿沼土　粒径による平均水質、平均除去率

測定項目	COD		T‐P		T‐N	
模擬排水濃度	94.7mg/l		2.9mg/l		12.7mg/l	
処理水質	水質 mg/l	除去率 %	水質 mg/l	除去率 %	水質 mg/l	除去率 %
鹿沼土(4.75m 以上)	11.2	88.8	0.6	79.6	8.1	36.1
鹿沼土(2～4.75mm)	6.6	93.4	0.4	87.2	8.1	35.8
ガラスビーズ(約 3mm)	21.4	78.6	1.4	52.3	8.2	34.8

（注）対照：ガラスビーズ、経過日数 140 日間の平均水質、除去率

3.3. 土壌層厚よる浄化能力の判定

表‐４は、土壌層厚を変えた実験の結果である。土壌層厚を増すことにより、COD、T-P の除去率が高くなっている。排水との接触時間が長いほど浄化能力が発揮されている。また、それぞれの土壌層厚を比較すると T-P は濃度に大きな差がみられる。高度処理するには、ある程度の土壌厚が必要といえる。また、土壌層厚が 10 ㎝のものは、経過日数 79 日で目詰まりした。土壌厚が浅いものほど単位体積にかかる負荷が大きくなるため耐久性に違いが出たものと考えられる。

表‐4　土壌層厚による平均水質、平均除去率

測定項目	COD		T‐P		T‐N	
模擬排水濃度	94.7mg/l		2.9mg/l		12.7mg/l	
処理水質	水質 mg/l	除去率 %	水質 mg/l	除去率 %	水質 mg/l	除去率 %
土壌層厚 10 ㎝	14.5	85.5	0.8	71.7	7.3	42.6
土壌層厚 20 ㎝	8.7	91.3	0.6	78.6	7.3	42.0
土壌層厚 40 ㎝	7.7	92.3	0.3	88.2	8.9	29.9

（注）使用した団粒ろ材は焼赤玉土(2～4.75mm)である。

４.結論

以上の実験結果から､以下の知見を見た。①既存の土壌処理法の処理速度を大幅に上回る負荷速度 500ｌ/m²/day で行い、長期間にわたって高い浄化能力が得られた。②粒径により、ろ材との接触時間が変わってくるため、粒径が小さいほど浄化能力が高い。③土壌層厚を増すことにより、接触時間が増すため COD、T-P の除去率が高くなる。また、土壌層厚は耐久性に影響を与える。

5.今後の課題

本研究では市販の団粒ろ材を用いて実験を行った。今後は、浄化能力、耐久性の両面に優れた団粒ろ材の開発が必要である。また、今回の実験には模擬排水を用いていたため、実排水を用いた実験を行い、実排水においてどの程度、浄化能力、耐久性があるのかを調べる必要がある。