

団粒ろ材を利用した河川の直接浄化に関する基礎的研究

北海道大学大学院 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 長崎大学環境保全センター 石橋康弘

1. はじめに

家庭排水処理の目的で考案された団粒ろ材は、自然土壌と同様に有機物分解機能が強く同時にリンも除去可能である¹⁾。研究当初は各家庭での個別処理を目的としていたが受益者負担では進捗しがたい。そこで、家庭から公共用水域までのルートで利用可能な場所を再検討した結果、河川での浄化の可能性があることが判明した。すなわち濃度の高い樋管、樋門からの排水について高水敷等を利用して浄化を行うことが考えられる。高水敷等を利用する際にはある程度の処理面積が必要であり、その場合均一に散水できなければ団粒ろ材の浄化能力を十分引き出せない恐れがある。原水の供給方法は最小限の機械設備に抑えることと景観に配慮する必要がある。これまでの給排水方法を見直した結果、処理水を面積に対して均一に供給する方式として、ろ材を一定時間浸漬させその後放流し、ろ材を一定時間曝露させる方法を考え、それを間欠浸漬法と名付けた。

本研究は給排水方法に間欠浸漬法を導入することで団粒ろ材を利用した河川の直接浄化の可能性を検討することを目的とする。

2. 団粒ろ材について

団粒ろ材は土またはその他の材料を粒状化して作製したろ材の総称である。排水処理に用いる団粒ろ材の要件としては 水質浄化機能、耐久性、使用済み団粒ろ材の再利用または再資源化、低価格等を満たすことが望ましい。浄化能力の検討を行った団粒ろ材は焼赤玉土、鹿沼土、ゼオライト、軽石の計4種類である。焼赤玉土は粘土質の土と有機廃材を混合し、その造粒物を高温で焼成したものである。焼成した際に有機物は、ガスとなり放出され粒子内部に間隙が生じる。鹿沼土は火山砂礫が風化した黄色の玉土で通気性、保水性に優れる。価格が安く容易に入手可能である。焼赤玉土、鹿沼土は園芸用土として利用されている。ゼオライトは陽イオン交換容量が高いのが特徴である。その種類は天然品及び合成品で200種類を超える。今回は天然の島根産を用いる。軽石は火山砕屑物の一つであり、粒子の内空間隙が大きく通気性に優れる。

3. 浸漬時間の検討

間欠浸漬法の場合、浸漬時において水はろ材の細部まで浸透し表面積の大きい小間隙において接触し、排出時にはろ材は小間隙まで空気が入り込むため土粒子の表面積全体が空気に曝露されることにより分解に必要な酸素が強制的に取り込まれる。このためみずみちの生じる恐れがなく分解効率が高くなるため単位面積あたりの処理量が飛躍的に増大する。また運転方法はこれまでの団粒ろ材を利用した浄化方式より簡単である。

給排水方法に間欠浸漬方式を採用したがその浄化能力は不明な点が多い。まず、浸漬時間に焦点を絞り実験により検証を行った。

3.1 実験方法 使用した団粒ろ材は鹿沼土(粒径：2-4.75mm)である。実験は500cm³の容器にろ材を充填し模擬排水(ペプトン 110mg/L, グルコース 50 mg/L, KH₂PO₄26mg/L, (NH₄)₂SO₄164mg/L)に浸漬させた。浸漬回数は1回/dayとし浸漬時間0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0hrで10日間実験を行った。

表-1 水質測定結果

浸漬 時間 hr	COD		T-P		T-N	
	水質 mg/L	除去率 %	水質 mg/L	除去率 %	水質 mg/L	除去率 %
原水	86.2	—	5.96	—	45.6	—
0.5	39.6	54.1	0.93	84.4	29.0	36.6
1.0	31.2	63.8	0.59	90.1	30.3	33.9
2.0	17.6	79.6	0.40	93.3	28.0	38.8
3.0	12.2	85.9	0.34	94.3	27.8	39.2
5.0	7.1	91.2	0.33	94.6	30.7	32.3

(4-10日の平均水質・除去率)

キーワード：団粒ろ材、河川浄化、間欠浸漬、有機物、リン

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北13条西8 TEL：011-706-6268

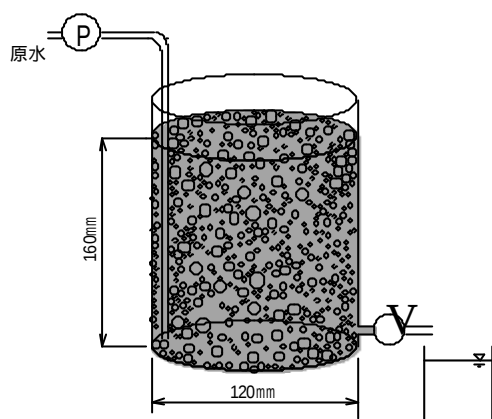


図-1 実験装置

表-2 団粒ろ材層の性状

	焼赤玉土	鹿沼土	ゼオライト	軽石
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.7	2.1	2.4	2.5
乾燥密度 (g/cm ³)	0.82	0.38	0.89	0.50
間隙率 (%)	69.6	81.8	63.0	80.2
処理量 (L/m ³)	381	425	379	444
保水率 (%)	31.2	31.7	22.7	25.2

表-3 水質測定結果

団粒ろ材	COD		T-P		T-N	
	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	7.5	89.2	0.28	85.1	8.5	53.8
鹿沼土	5.9	91.5	0.18	90.5	9.8	46.3
ゼオライト	7.0	89.8	0.56	69.9	4.4	76.2
軽石	12.5	81.9	0.28	85.2	12.9	29.5

(10-40 日間の平均水質・除去率)

3.2 結果と考察 水質測定結果を表

-1 に示した。COD については浸漬時

間の増加とともに除去率が増加した。リンについては 2 時間までは浸漬時間の増加に伴いその効果が表れたが、それ以降の浸漬は期待したほどの除去効果を示さなかった。よってリン除去を目的とするならば浸漬時間の限界は 2 時間が妥当である。窒素については除去効果はなく、浸漬時間と無関係であることがわかる。

4. 間欠浸漬方式における団粒ろ材の浄化能力

4.1 実験方法 団粒ろ材は焼赤玉土、鹿沼土、ゼオライト、軽石である。図-1 の容器に団粒ろ材(粒径: 2-4.75mm)を充填し模擬排水(ペプトン 90mg/L, グルコース 60mg/L, KH₂PO₄ 8mg/L, NH₄NO₃ 25mg/L)を用いて浸漬回数 1 回/day で 40 日間行った。浸漬時間は COD 10mg/L 以下を目標として表-1 に示す結果より 4 時間とした。原水濃度は COD 68.9mg/L, T-P 1.87mg/L, T-N 18.3mg/L である。汚水の処理量は一回の浸漬で焼赤玉土 381 L/m³, 鹿沼土 425 L/m³, ゼオライト 379 L/m³, 軽石 444 L/m³であった。また、ここでは団粒ろ材の保水能力について調べた。団粒ろ材を 4 時間浸漬させた後 1, 4, 8, 12, 20, 24 時間後の容積あたりの保水率を調べた。その結果、初めの一時間程度で大部分が排水されその後、24 時間の保水率の低下は最大で 1.9%であった。20 時間後の保水率を各団粒ろ材層の性状とともに表-2 にまとめた。

4.2 結果と考察 水質測定結果を表-3 に示す。間欠浸漬方式での有機物分解過程について整理してみた。表-2 より団粒ろ材の保持水は処理量の 6 - 8 割にあたる。ろ材層に原水が供給されると保持水との関係により濃度勾配が生じ、有機物濃度は粒子外部で低下、内部で上昇し平衡状態になる。その後粒子内部では、微生物の有機物分解作用により有機物濃度が低下し、粒子内外で濃度勾配が生じる。それにより粒子外部から粒子内部へ有機物が供給され全体の有機物濃度が低下するものと考えられる。

COD については、どの団粒ろ材も良好な水質が得られ、特に鹿沼土が高い浄化能力を示した。リンについては軽石、焼赤玉土、鹿沼土、窒素についてはゼオライトが有効であることが確認できた。

処理量は浸漬回数に比例し増大するものと予想されるが、耐久性等の問題があり今後検討を要する。

5. まとめ

生活排水浄化の目的で考案された団粒ろ材は、最適な給排水方法の選択により汚水浄化に関して高い効果を発揮することが示せた。これにより流域における下水道事業等が進まない地域においては、河川の高水敷などを利用した団粒ろ材の適用の可能性を有することが確認できた。

各ろ材はそれぞれ特徴を有しており、実際に適用する際には麻袋等に入れて単一ろ材ではなく、浄化目標に合わせて複数のろ材を選択する方式が有効であると考えられる。また、使用済み団粒ろ材は土壌の物理・化学及び生物学的な性質改善を目的とした土壌改良資材としての利用が期待できる。

《参考文献》1) 石崎勝義・棚橋由彦・杉山和一・石橋康弘・糸永貴範・宮本貴之：団粒ろ材を利用した排水高度処理に関する研究，第 55 回年土木学会次学術講演会概要集，第 7 部，pp.312-313，2000。