

生活排水からのリン回収及び再資源化に関する検討

—団粒ろ材の利用について—

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 長崎大学大学院 学生員○永永貴範

1. はじめに

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高くリン除去においても優れる¹⁾。土壌浄化法の水量負荷及び目詰まりの問題は、粒径が大きいことから透水性に優れまた間隙に富むことから目詰まり防止効果がある。

生活排水中に含まれるリンは、農業において作物生産に必要な元素である。リン酸質肥料の原料であるリン鉱石は、枯渇が心配される希少資源の一つであり(輸入依存度が高い)国内において回収及び再資源化を行う効率の良いリサイクルシステム構築が必要であると考えられる。そこでリン回収再資源化として団粒ろ材適用を考えた。この方式によるリン回収場所としては、各家庭での個別処理が望ましいが受益者負担では進捗し難い。河川において高水敷等の利用は流れを阻害しない限り可能であると思われる。ただし、団粒ろ材は処理面積が拡大するにつれて死水域(浄化に関与しない部分)が広がるといった給排水方法に問題が生じ、本来の浄化能力を十分に発揮できない恐れがある。

本研究はリン再資源化に向けて、問題点である団粒ろ材の給排水方法を改善して浄化能力の検証を行い、使用済み団粒ろ材の再資源化について検討を行う。

2. 給排水方法の検討

給排水方法の検討としてここではろ材を一定時間浸漬させその後放流し、ろ材を空気に触れさせ休ませる方法を考え、それを間欠浸漬法とし浄化能力を実験により検討した。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。

2.1 実験方法 実験は高さ 150mm 直径 120mm の各容器に団粒ろ材(粒径: 2-4.75mm, 種類: 軽石, 焼赤玉土, 鹿沼土, ゼオライト)を充填し模擬排水(KH_2PO_4 8mg/L, NH_4NO_3 25mg/L, グルコース 60mg/L, ペプトン 90mg/L)を用いて浸漬回数 1 回/day, 浸漬時間を 4 時間とし 40 日間連続で行った。原水濃度は COD68.9mg/L, T-P1.87mg/L, T-N18.3mg/L である。汚水の処理量は一回の浸漬で軽石 444L/m³, 焼赤玉土 381 L/m³, 鹿沼土 425 L/m³, ゼオライト 379 L/m³であった。

2.2 結果 水質測定結果を表-1 に示した。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

表-1 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 % |
| 軽石 | 12.5 | 81.9 | 0.28 | 85.2 | 12.9 | 29.5 |
| 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 |

(10-40 日間の平均水質・除去率)

に比例し増大することが見込まれるが、耐久性等の問題があり今後検討を要する。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思われる。給排水方法を大きく変更したがこれまでの団粒ろ材を利用した浄化法と同程度の浄化能

力が得られた。以上より浸漬時間及び回数についてはより詳細な検討が必要ではあるが、樋管・樋門等から河川に流入する比較的高濃度の排水は、河川敷・高水敷等の利用により処理可能であると考ええる。

3. 再資源化について

使用済み団粒ろ材からのリン脱着回収はろ材の特徴から不可能であり、団粒ろ材そのものを農地に還元することが最良であると考えた。そこで、再資源化へ向けて団粒ろ材のリン吸着特性の把握と農地還元の際の問題について検討を行った。

3.1 団粒ろ材のリン吸着能力 団粒ろ材のリン回収能力の限界を把握すべく高濃度のリン酸溶液に浸漬させその吸着特性について調べた。その結果、4種類の団粒ろ材は2.3-6.9P₂O₅mg/g リンを吸着した。

3.2 再資源化について 再資源化ルートとしては、①肥料、②土壌改良資材としての利用が考えられる。

①肥料としての利用は、肥料取締法²⁾では、汚泥を原料として肥料とする場合、有害成分の含有を基準値以下にすることと定められている。ここで有害成分とは汚泥中に含まれる重金属類、病原菌等を指している。団粒ろ材単体における処理では、重金属類に関して対応が困難であるため、流域における重金属類発生源の特定及び個別での対策に頼らざるを得ない。また、肥料としては「植物の栄養に供する」とあり施用効果が明確でなければならない。更に、使用者の利便性を考え供給する際には、有効成分の含有率を一定にすることと使い勝手が良い等を満たすことが望ましい。

国内において最も消費されているリン酸質肥料は過リン酸石灰(平成10年度40%)である。過リン酸石灰は普通肥料に属し、リン含有量はP₂O₅ベースで17-20%程度である。これと団粒ろ材を比較すると前節より使用済み団粒ろ材のリン含有量は最大でも0.7%である。従ってリン酸質肥料としての使用済み団粒ろ材の利用は、既存のものと比較して施用効果は期待できない結果となった。表-2は下水汚泥の主要な成分である。このままの状態ではリン含有率が低いことから有機質肥料としての利用が適している。リン酸質肥料を目的とするならば、炭化やコンポスト等の技術を用い更に水分を蒸発させ有機物を減容させれば高含有率のリン酸質肥料としての効果が期待できる。この下水汚泥と使用済み団粒ろ材を比較すると、団粒ろ材は有機物含有量が極めて低いことから有機質肥料としての利用は考えられない。またリン含有率も下水汚泥より低い。そのため、使用済み団粒ろ材を優先させて農地に還元させることは難しいことがわかった。

②土壌改良資材は植物の栽培を促進させるため、土壌の物理・化学特性及び生物学的な性質改善を行うことを目的として使用される。その主な用途は各資材の性質により異なるが保水性、透水性、通気性、土壌の膨軟化、保肥力、有用微生物の生育環境等の改善である。団粒ろ材は粒状体であるため透水性及び通気性に優れる。また粒子内部には微細間隙が多数存在し、比表面積が大きく水粒子を吸着保持するため保水性においても優れる。このため上述した土壌改良資材としての条件を満たしている。以上より使用済み団粒ろ材の再資源化は肥料としてではなく、土壌改良資材としての利用が有効であると考えられる。

4. 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污水浄化に関して高い効果を発揮することが示された。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、河川の高水敷等を利用した団粒ろ材の適用が可能となった。

リン再資源化に関しては普通肥料及び下水汚泥と比較した結果、肥料としての農地還元には不適であることが確認された。使用済み団粒ろ材の再資源化は土壌改良資材としての利用が有効であると考えられる。

〈参考文献〉1) 糸永貴範・石崎勝義・棚橋由彦・杉山和一・石橋康弘・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，土木学会第55回年次学術講演会概要集，第7部，pp312-313，2000。2) 農林水産省肥料機械課：ポケット肥料要覧，1999/2000。3) 下水汚泥資源利用協議会：下水汚泥の農地・利用マニュアル，1995。

表-2 高分子凝集剤使用の下水汚泥の主要成分³⁾

| 試料 | 有機物 (乾物%) | 全窒素 (乾物%) | リン酸 (乾物%) |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| コンポスト汚泥 | 53 | 2.7 | 3.2 |
| 乾燥汚泥 | 56 | 4.5 | 3.6 |
| 脱水汚泥 | 70 | 5.2 | 5.8 |