

土壌浸透水浄化システムの再評価・再構築 2. 浸透水からの汚濁物質除去メカニズム

大阪産業大学 正会員 ○濱崎 竜英 京都大学 正会員 藤川 陽子
 大阪産業大学 正会員 菅原 正孝 大阪産業大学 正会員 尾崎 博明
 大阪産業大学 非会員 矢野 哲也 大阪産業大学 非会員 今田 綾介
 大阪産業大学 非会員 ギャネンドラ・プロサイ

1. 目的

効果的な土壌浸透法による水浄化システムを構築するためには、使用する浄化材の物理・化学的特性を把握しておく必要がある。特に様々な汚濁物質の吸着能を知ることによって、システム構築が容易になる。そこで前報に示したとおり、様々な土壌その他の材料についてバッチによる吸着試験を実施し、フルボ酸およびリン酸の吸着に優れた材料を見出すことができた。しかし、バッチ吸着試験は、静的な状態による吸着を検討するものであり、実際の土壌浸透法は、浄化材表面に処理対象水が流れていることから、動的な状態における吸着能を検討する必要がある。また、本研究で取り組んでいる土壌浸透法は、流速が 2m/day 程度と高速処理を目標にしていることから、高速の流れに対する浄化材の強度と通水性の維持も見極めなくてはならない。このようなことから実証試験の前段階として、通水性を確保するための浄化材の造粒化と動的な状態を確認するためのカラムを用いた通水試験を実施した。本報では、カラム通水試験と実証試験の結果について報告する。

2. 実験方法

バッチ吸着試験によってスクリーニングされ、カラム通水試験に供した浄化材は、黒ボク土（滋賀県山東町）、赤玉土（栃木県鹿沼市、市販品）、湖沼堆積物（琵琶湖赤野井湾の浚渫によって発生した堆積物）、リモナイト（熊本県阿蘇町）、上水汚泥（滋賀県野洲川を水源とした浄水場）及び赤土（滋賀県信楽町）の6種類である。この6種類のうち、赤玉土以外は団粒構造となっており、通水性が低いため、造粒加工を施した。造粒方法は、日立造船（株）が保有する造粒技術を利用した。この造粒には大豆抽出物をバインダーとして用いている。通水試験に用いたカラムはアクリル製で、直径 5.0cm、浄化材充填高さ 20～25cm で、通水方法は上向流、流速を 15m/day（本カラムで 2mL/min）とした。試験に供した水は、琵琶湖に流入する葉山川から採水し、ガラス繊維ろ紙（孔径 0.7μm）でろ過したものをを用いた。1週間程度のコンディショニングの後、難分解性腐植物質であるフルボ酸（DOC 165mg/L）もしくはリン酸（TP 20mg/L）をステップ入力し、ろ過水の DOC 及び TP を測定した。また、pH 及び電気伝導度も測定している。フルボ酸及びリン酸が溶出する遅れ度を確認するために塩素もステップ入力し、フルボ酸とリン酸の遅れ度 R を次式によって求めた。

$$R = \frac{T_{FAorP}}{T_{Cl}}$$

T_{FAorP} : フルボ酸又はリン酸のピーク溶出時間, T_{Cl} : 塩素のピーク溶出時間

実証試験は、滋賀県草津市の琵琶湖・淀川水質浄化実験センター（Bijo センター）の実験施設で実施した。対象の河川水は葉山川の河川水とした。カラム通水試験の結果から、上水汚泥、リモナイト、赤土及び赤玉土の4種を用いた。上水汚泥、リモナイト及び赤土はカラム通水試験と同じく造粒している。また、リモナイトは価格が他の材料より高価であることから、実証試験では赤玉土の槽（A 槽、対照系）、上水汚泥とリモナイトの二層の槽（B 槽）、上水汚泥の槽（C 槽）及び赤土の槽（D 槽）の4パターンとした。

3. 実験結果と考察

既に得られているバッチ吸着試験の吸着係数 K_d とカラム通水試験で得られた遅れ度 R の相関を図 1 に示す。

キーワード 土壌浸透法, フルボ酸, リン酸, 土壌, 吸着

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1 大阪産業大学人間環境学部 濱崎竜英 TEL 072-875-3001

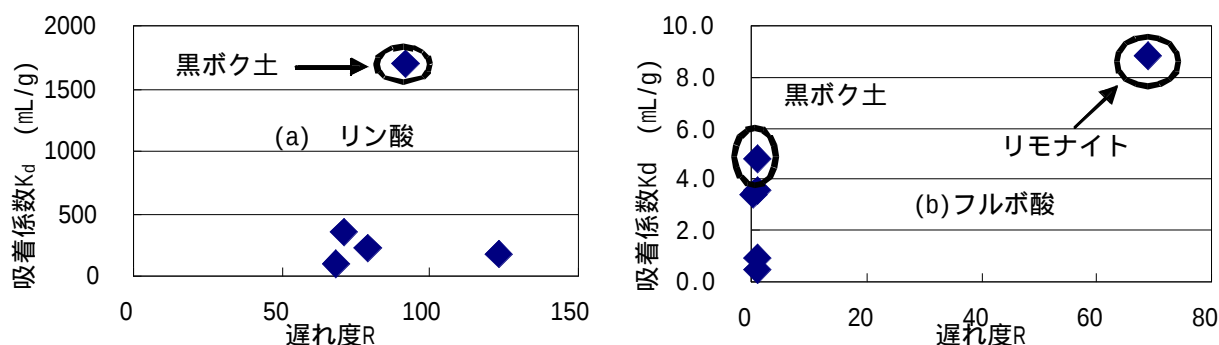


図1 カラム通水試験による遅れ度とバッチ吸着試験による吸着係数の比較

理論上、吸着係数と遅れ度は一次線形の比例関係であるが、本研究では比例関係を示すことができなかった。黒ボク土は、バッチ吸着試験による吸着係数はリン酸及びフルボ酸ともに高い結果を得ることができたが、カラム通水試験による遅れ度は高くなく、ピーク溶出が予想以上に早い結果となった。原因としては、バッチ吸着試験には添加していなかった、団粒形成のための増粘材（大豆抽出物）が、黒ボク土の持つ吸着能を低下させ、ピーク溶出が早期となったことが考えられる。

実証試験は、実験方法で述べたとおり、4パターンの槽を用いて実施した。試験期間が短かったことから、初期の有機物溶出が有機物吸着量より卓越しており、DOC 値や BOD 値では良好な結果は得られなかった。ここでは、リンの除去結果について示す（表1）。

表1 実証試験によるリンの除去率（%）（5週間平均値）

リンの形態	(1)赤玉土	(2)リモナイトと上水汚泥	(3) 上水汚泥	(4)赤土
T-P	71 - 10	70 - 5	73 - 4	74 - 13
P-P	74 - 12	65 - 8	66 - 8	71 - 18
DT-P	63 - 6	82 - 12	91 - 13	81 - 11

リンのサイズによる除去の違いを示しているが、懸濁性リン（P-P）は、どの槽も 65～74%の除去率で大差がなかった。これは、どの槽においてもろ過による除去効果があるためと推察される。しかし、溶解性リン（DT-P）は上水汚泥を浄化材として用いた槽が 91%と高い除去率を示したのに対して赤玉土は 63%であり、浄化材による差が見られた。これは、浄水場の水処理工程において凝集剤として用いられるアルミニウムや水源に含まれる鉄などの金属類によってリンが吸着されたためと考えられる。流速が 15m/day 程度と土壤浸透法による水の浄化の中では高速であるにも関わらず、リンに関しては比較的高い除去が可能であることが試験結果で裏付けられる。

4. まとめ

バッチ吸着試験で良好な結果が得られた黒ボク土が、造粒化によってその能力が低下したことは、通水性や強度の維持と浄化材としての能力の両立の難しさを示したことになった。粒状にすることは、焼結や造粘材の混合などで十分に可能であるが、浄化材の本来持っている吸着能や現在、土壤中微生物による吸着・分解を損なうことが考えられるため、その方法については十分に検討する必要がある。一般に園芸用に用いられている赤玉土や鹿沼土、ゼオライト、軽石、粒状活性炭など造粒の必要のない材料の検討に加え、浄化材の吸着能を損なわない造粒方法について検討中である。

本研究は、平成 13 年度の国土交通省及び琵琶湖・淀川水質保全機構の委託研究、ならびに文部科学省科学技術振興調整費によって実施した。ここに記して感謝します。

参考文献

- ・琵琶湖・淀川水質保全機構、土壤浸透浄化比較実験、琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター平成 13 年度年報、35-39（2001）
- ・藤川、濱崎、菅原、尾崎、矢野、今田、プロサイ、田井中、中村、春木、土壤浸透水浄化システムの再評価・再構築 1. 腐植物質及びリンによる土壤の吸着能評価、土木学会全国大会（2003）