

高速土壌浸透システムの実用化の検討
 逐次分画法によるパイロットスケール試験施設の有機物除去性能観測

京都大学大学院 学生会員 阿部悠子 正会員 藤川陽子, 福井正美
 大阪産業大学 原侑子, ギャネンドラ プロサイ 正会員 菅原正孝, 濱崎竜英, 尾崎博明

1. はじめに わが国の水圏では非特定汚濁源（面源）に由来すると考えられる COD の低減が課題である。面源負荷の低減には、特定汚染源に用いられる装置的な水処理法は必ずしも使えない。著者らは、自然浄化機構を利用した水浄化法の適用が有効と考え、特に土壌浸透法について、高速化(2m/day 以上)、難分解性有機物除去性能の向上、を中心にシステムの開発と検討を行ってきた（既報^{1),2)}。並行して、溶存有機物の特性をより明らかにするために、試料水中の溶存有機物を、腐植化度、生分解性成分の割合、分子量分布を基準として逐次的に分画していく方法を開発し、汚水中の有機物の処理特性を反映するデータを得た。また、畜産廃水を処理する土壌浸透パイロット施設に関する研究であるため、内分泌攪乱物質である天然女性ホルモンが原水中に含まれている。そこで、これら環境ホルモンの除去可能性についても検討中である。

2. 試料 広島県世羅郡甲山町にある既設の畜産廃水礫間処理槽からの流出水を土壌浸透処理するパイロット施設で採水・分析を行った。本研究では処理水にプラスチックろ過材を用いて浄化した希釈原水前処理槽の処理水（Original Dilute sample）と黒ボク土壌浸透槽・P1（From Andosol (old)・P1）と600 鹿沼産赤玉土壌浸透槽・P2（From Akadama (old)・P2）の3地点の試料について分画を行った。P1の黒ボク土は広島県比婆郡高野町の三瓶山火山灰由来と思われる黒ボク土で藤元建設工業より入手したものを、日立造船（株）が水とベントナイトで造粒加工したものを使用している（広島県比婆郡産・火山灰起源/ベントナイト添加で団粒化・加熱工程なし）。P2の赤玉土は栃木県鹿沼市産の容易に団粒化しない画分をとって日立造船（株）が、水だけで造粒後、600 で加熱したものを使用している（栃木県鹿沼産/水だけで造粒・600 加熱）。通水速度は200cm/日と高速通水であり、汚濁物質滞在時間は比較的短い。

3. 実験方法 試料を限外ろ過により高分子量と低分子量に分画した後、低分子量試料をDAX-8 分画により腐植質と非腐植質に分画した。また、試水に接種し28日間曝気する事により生分解性溶存有機炭素(BDOC)と難分解性有機炭素(ROC)に分画した。以上の逐次分画手法から、図1に示すように水中溶存有機物を、A：腐植質 - 低分子量 - 生分解性、B：腐植質 - 低分子量 - 難分解性、C：腐植質 - 高分子量 - 難分解性、D：非腐植質 - 低分子量 - 生分解性、E：非腐植質 - 低分子量 - 難分解性、F：非腐植質 - 高分子量 - 難分解性の6画分に分画した。

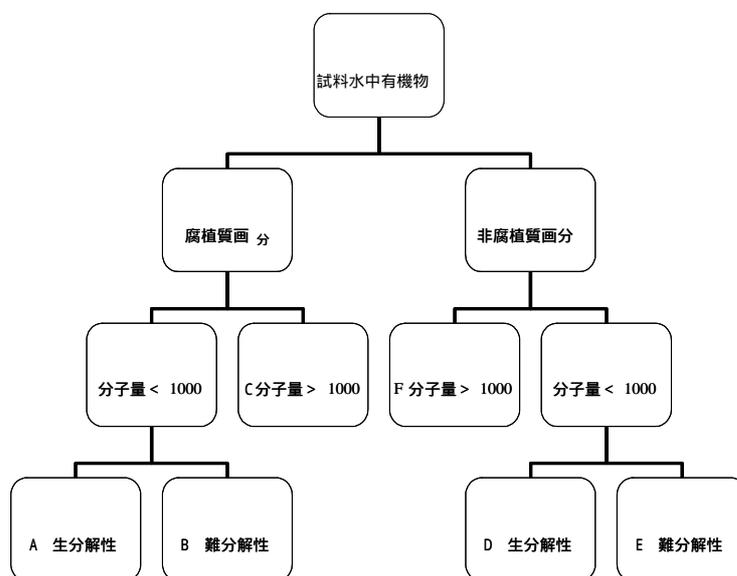


図1 試料水中有機物の逐次分画スキーム

キーワード：逐次分画，腐植化度，生分解性，分子量分布，内分泌攪乱物質

連絡先：〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町野田 京都大学原子炉実験所 阿部悠子 TEL0724-51-2447

4. 実験結果および考察 表1及び図2に画別のDOC量を示す。黒ボク土の土壤浸透施設における有機物浄化効果について、C画分、F画分、E画分、D画分、B画分の順で高い除去率を得た。C画分（腐植質 - 高分子量 - 難分解性）とF画分（非腐植質 - 高分子量 - 難分解性）は難分解性にも関わらず比較的高い除去率であった。これは共に高分子量であるため吸着が起こりやすい（Traubeの法則）ためと考えられる。E画分（非腐植質 - 低分子量 - 難分解性）は親水性でしかも分子量も小さく、生物分解性が困難な物質にもかかわらず効果が見られ、イオン交換吸着が関係しているとも考えられる。D画分（非腐植質 - 低分子量 - 生分解性）は土壤中の微生物等によって分解されたと考えられる。B画分（腐植質 - 低分子量 - 難分解性）は成分的に除去されにくいものであるが微量ながら効果が見られた。逆に浄化効果の見られなかった画分について、予想に反しA画分の除去率が低かった。これは、ろ過材である黒ボク土が生分解性の有機物を含むため、黒ボク土壌からの浸出があった可能性が高いと考えられる。赤玉土の土壤浸透施設における有機物の浄化に関しては、A画分、C画分、F画分、E画分の順で除去率が高かった。A画分（腐植質 - 低分子量 - 生分解性）は、元の希釈原水中のA画分物質が少ないということも

あるが完全に除去されていた。C画分（腐植質 - 高分子量 - 難分解性）とF画分（非腐植質 - 高分子量 - 難分解性）は、高分子量ということから吸着除去されやすいと考えられた。E画分（非腐植質 - 低分子量 - 難分解性）は親水性かつ低分子量であるにも係らず除去効果が認められた。逆に浄化効果の見られなかったのは、B画分、D画分で、この順に除去率が低かった。B画分（腐植質 - 低分子量 - 難分解性）、D画分（非腐植質 - 低分子量 - 生分解性）ともに低分子量ということから吸着しにくいことと、土壌からの溶出があったこと

が考えられる。ただ、最も除去率の悪かったD画分（非腐植質 - 低分子量 - 生分解性）は生分解性で自然浄化されやすい物質であるため大きな問題は無いと考えられる。また、総じて、赤玉土のほうが黒ボク土よりもC、F、E画分について除去率が高かった。

5. まとめ 著者らの行った吸着実験（バッチ試験等）で、赤玉土（鹿沼産 / 600 加熱）のほうが黒ボク土（広島県産火山灰起源 / ベンナイト添加団粒・加熱なし）よりも腐植質有機物（フルボ酸）の吸着力が高いことが判っている。今回の土壤浸透施設の流出入水分析結果から、赤玉土は黒ボク土よりも高分子量の成分および腐植質の成分をより効率的に除去していることが判ったが、これは、土壌の有機物吸着力による差が関与している可能性が考えられる。今後、パイロット施設の有機物除去性能について繰り返し測定を行うとともに、GC-MSによる分析を行って天然女性ホルモンの除去についても検討していく。

謝辞 本研究遂行にあたっては、日本学術振興会・科学研究費補助金の援助を受けた。ここに記して感謝します。

参考文献

濱崎，菅原，藤川，尾崎，田井中，中村，春木，土壤浸透法による河川水浄化の検討 1. バッチ吸着試験による浄化素材探索，水環境学会年会（2003）
 藤川，濱崎，菅原，尾崎，プロサイ，矢野，今田，土壤浸透水浄化システムの再評価・再構築 1. 腐植物質およびリンに対する土壌の吸着能評価. 土木学会第58回年次学術講演要旨集，（2003）

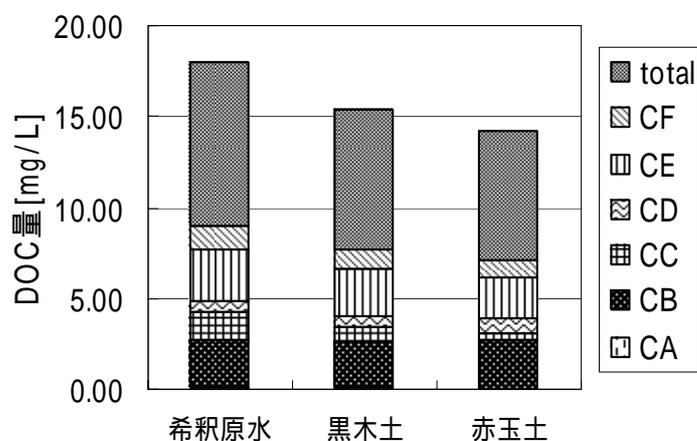


図2 画別DOC量

表1 画別DOC量[mg/L]

	C _A	C _B	C _C	C _D	C _E	C _F	total
希釈原水	0.10	2.64	1.47	0.60	2.86	1.33	9.00
黒木土	0.10	2.53	0.81	0.57	2.64	1.06	7.71
赤玉土	0.00	2.69	0.35	0.85	2.32	0.92	7.13