

油汚染土壌に対する原位置バイオレメディエーションの浄化効果：油種間での比較

鴻池組 正会員 ○田中 宏幸
 鴻池組 吉浪 賢史
 鴻池組 田村 和広

1. はじめに

原位置バイオレメディエーションの影響半径や浄化期間を推定するためには、地盤に供給した栄養塩や電子受容体の消費量や地下水の流速等に応じた浄化挙動の把握が求められる。飽和帯水層の油汚染に対する好気性バイオレメディエーションの浄化効率は、種々の要因に影響を受けるが、今回は、酸素の供給と油分の低減の関係に注目し、A重油、タール等、数種類の油による模擬汚染土壌のカラム実験を実施し、供給する物質質量に応じた浄化速度について検討した。

2. 実験方法

(1) 試験装置

カラム試験の実施条件を表-1 にまとめて示す。試験土には、粒径 150～850 μm の砂に、ガソリン、A重油、あるいはタールを混合した模擬汚染土壌を使用した。内径 3 cm のアクリルパイプ内に長さ 20 cm に土壌を充填した土壌カラムに、空気の曝気により約 8 mg/L にした溶存酸素(DO)と栄養塩等からなる水溶液を上向流で 71 日間、連続通水した(図-1)。通水させた液相の成分は、促進系では、 NH_4Cl ;0.1 g/L、 KH_2PO_4 ;0.1 g/L、微量の必須金属及びビタミン類を溶解し pH 6.8 としたもの、コントロールでは、 NaN_3 ;1 g/L とした。なお、模擬汚染土における微生物の増殖を促す目的で、促進系に対して実験開始前に、カラムに数箇所の汚染サイトの地下水を注入した。

(2) 分析方法

通水中の土壌間隙中を移動する液相の状態を把握するために、カラムからの流出水を採取し、DO¹⁾、油分資化性菌¹⁾を定期的に測定した。油分資化性菌は、通水した培地成分にガソリンや重油を供給した条件における平板希釈法によった。

土壌の油分分析では、実験の開始前と終了後にカラム内の土壌を取り出し入口側と出口側に 2 分割し、それぞれの定量値を平均化した。その定量方法はガソリン汚染土では TNRCC1005、A重油及びタール汚染土では EPA8015B(二硫化炭素抽出)に従った全石油系炭化水素(TPH)とした。油臭については、カラム中央部の試料に対して、嗅覚による 0～5 の 6 段階評価としての油臭強度(油汚染対策ガイドライン)として定量した。ま

表-1 実施条件

指標	数値
土壌	砂質(105～800 μm)
有機物量	1.1%
仮比重	1.7
間隙率	0.4
透水係数	$1.1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$
流速	0.035cm/min
温度	20°C

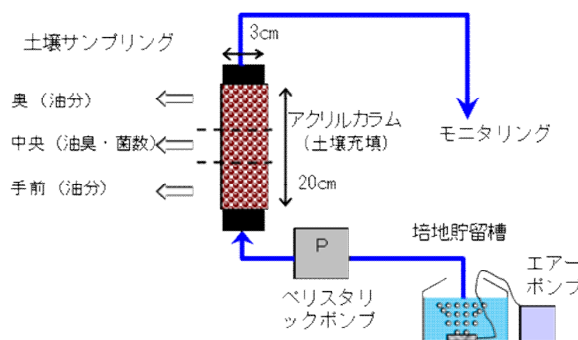


図-1 土壌カラム試験装置

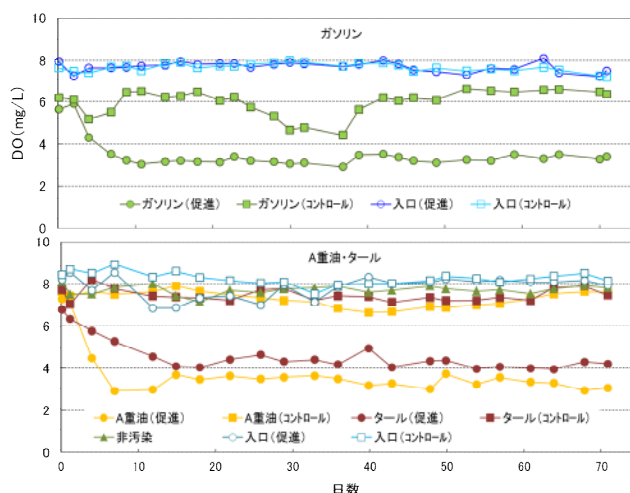


図-2 カラム通過前後のDOの推移

【キーワード】 土壌汚染 油汚染 飽和層 バイオレメディエーション 原位置浄化
 【連絡先】 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1 本町南ガーデンシティ
 (株)鴻池組 環境エンジニアリング部 tel.06-6245-6589 tanaka_hy@konoike.co.jp

た、平板希釈法による油分資化性菌数¹⁾を測定した。

3. 結果および考察

8mg/Lで供給したDOは、約15日目以降に安定した。その消費傾向は、促進系が非汚染土壌やコントロールよりも大きかった(図-2)。DOの消費速度は、ガソリンとA重油では同程度であるものの、タールよりは大きい結果であった。

一方、試験期間中の流出水の油分資化性菌数は、油種によっては顕著な差はなかったが、促進系では0.5オーダー程度の増加傾向が認められた(データ未記載)。また、土壌の菌数も流出水の1オーダー程度高く同様の傾向であった(データ未記載)。菌体量としては同程度だが、コントロールでDO消費が低値に留まったのは、 NaN_3 によって好気性微生物の活性が抑制されていたためと考えられる。

こうした通水処理に伴う、土壌における油分の低減効果として、まず、TPHの低減度では、ガソリンがA重油やタールよりも大きかった(図-3)。また、促進系とコントロールを比較すると、A重油やタールでは僅かに促進系の低減度が優れていたのに対し、ガソリンではそうした差が見いだせなかった。これは、ガソリンでは、土壌への低い吸着性によって、通水に伴う脱離(洗浄作用)が卓越するためと考えられる。この洗浄作用は、コントロールにおける手前のTPHが奥よりも低い現象で裏付けられる。また、それぞれの油種の画分の変化から、C28-44の低減はほとんど確認されなかった。また、DOの傾向からはコントロールでも消費が認められており、少なからず生分解の生じていた可能性はある。さらに、TPHのクロマトグラムからは、ガソリンの促進系でも、コントロールよりも低分子成分のピークの縮小により、生分解性が示唆された(データ未記載)。

油臭の測定結果においては、初期から低減した様子が確認された(図-4)。その低減度は、A重油とタールでの2段階に対しガソリンで3段階と大きかったが、促進系とコントロールでの差は確認できなかった。

4. まとめ

模擬汚染土を対象としたカラム試験によって、好気性微生物による分解と通水による洗浄の効率を検討した。8mg/LのDOを0.035cm/minで供給した場合、低減度はガソリン>A重油>タールの順であったが、洗浄効果の比率が生分解を上回っていた。本試験の条件下での油分の挙動からは、A重油とタールにおける生分解量が僅かに示されたに過ぎず、生分解効果の優位性は顕著なものとはならなかった。しかし、土質によって油分の吸着傾向は異なるため、洗浄効果と比較して生分解の貢献度の上昇も示唆される²⁾。今後は、油分濃度の挙動に関するより長期間の調査が必要と考えている。

参考文献

- 1) 田中宏幸, 松久裕之, 野村暢彦, 中島敏明, 内山裕夫: 重油に対する原位置バイオレメディエーションにおける微好気帯の浄化効果に関する検討, 環境バイオテクノロジー学会誌, Vol.12, No.2, pp.147-153, 2012.
- 2) 田中宏幸, 窪原拓馬, 笹本譲, 吉田清司: 油汚染土壌の原位置バイオレメディエーションにおける油分除去効率, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.1209-1210, 2005.

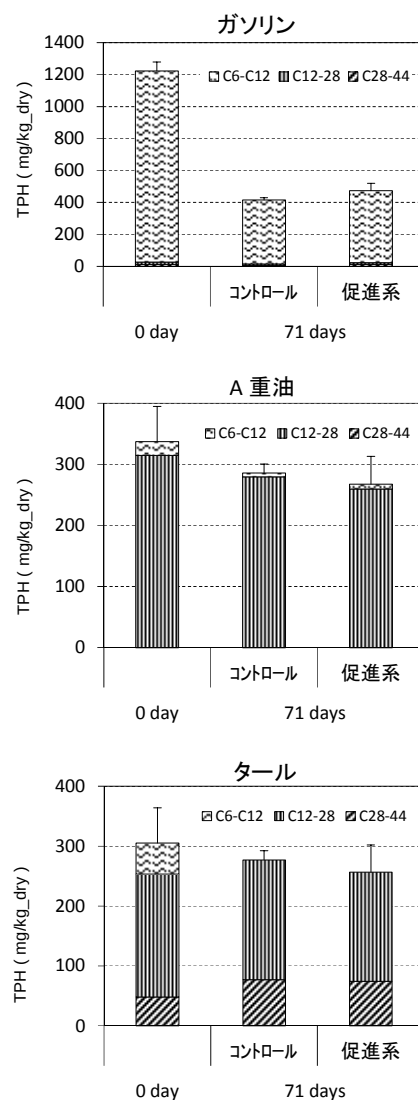


図-3 土壌における TPH

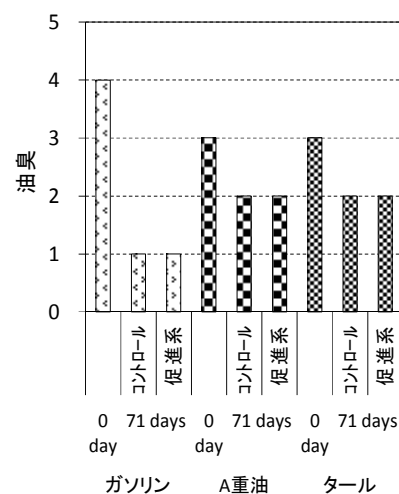


図-4 土壌における油臭