

不法投棄廃棄物への嫌気性バイオレメディエーション適用の検討

八戸工業大学 学生会員 ○市川 昌宏
 八戸工業大学 中居 浩士
 八戸工業大学 正会員 鈴木 拓也
 北海道大学 正会員 古市 徹
 八戸工業大学 正会員 福士 憲一
 北海道大学 正会員 石井 一英

1. 目的

廃棄物の不法投棄および不適正処理は、環境汚染以外にも環境修復および撤去費用負担など様々な環境・社会問題を引き起こしている。特に特別管理廃棄物の撤去・処理は、掘削・選別時の安全性確保や処理費用など諸課題がある。当該産廃の汚染レベルを「普通産廃」まで低減できれば、上述した課題を解決でき様々なリスク低減化が期待できる。現在、テトラクロロエチレンに代表される揮発性有機化合物類（VOCs）を除去対象としたバイオレメディエーションによる原位置浄化法が注目されている。本手法を当該廃棄物に適用できれば、上述した様々なリスクを低減化が可能である。様々な研究により、このような嫌気的条件下では複数種のVOCs分解菌によりテトラクロロエチレン(PCE)をトリクロロエチレン(TCE)、ジクロロエチレン類(DCEs)、塩化ビニル(VC)およびエチレンまで段階的に分解することが知られている。また、これらの分解菌用いた原位置嫌気性バイオレメディエーションは廃棄物層への送気等が不要であり、処理コストの低減も期待できる。本手法を複合汚染された実不法投棄廃棄物へ適用した例として、バッチ実験¹⁾やモデル化²⁾の検討が行われている。実不法投棄現場へ適用するには、実験規模をスケールアップさせ適用可能性を検討する必要がある。そこで本研究では、複合汚染された廃棄物土壌へ当該手法の適用を目指し、実不法投棄廃棄物を対象にスケールアップ試験による嫌気性バイオレメディエーションの実行可能性の検討を行った。達成目標として、数ヶ月間の連続運転で当該物質の十分な減少がスケールアップ実験でも可能であることを確認し、現場での適用や課題を明確にする。

2. 実験方法

2.1 供試廃棄物および実験装置

供試廃棄物は、青森・岩手県境不法投棄現場より採取した特管廃棄物相当のパーク・堆肥様廃棄物（深度 2-4m）を用いた。図-1は、スケールアップ試験に用いた大型実験装置を模式的に示したものである。実験装置を3基設置し、それぞれNo.1飽和（栄養塩無）、No.2飽和（栄養塩有）、およびNo.3不飽和-上部散水の条件で実験を行った。なお、今回はpH制御や栄養塩添加は行わず、循環水の循環運転のみとした。被浄化対象物質（PCE）を、循環水（浸出水）に所定量(30mL/0.6m³)添加し、装置上流側のサンプリングポートより廃棄物相に注入し実験を開始した。なお、循環水の流量は当該現場でのトレーサー試験結果より算出した地下水流速を基に設定している。

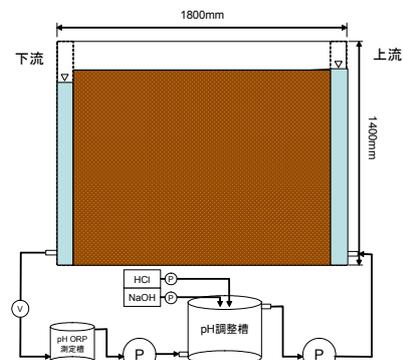


図 1(a) 大型実験装置 No. 1 および 2（飽和帯）

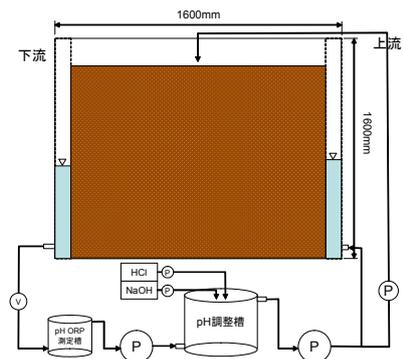


図 1(b) 大型実験装置 No. 3（不飽和-上部散水）

2. 2 試料採取および分析方法

採水は、廃棄物相内循環水は装置側面のサンプリングポート、および装置上・下流水槽部ではテフロンチューブを水槽中心部まで入れ、ローラーポンプにより送液し採水した。当該物質の分析は、JIS K0125 に準拠したヘッドスペース-GC/MS 法により行った。この他、循環水の pH、ORP は、測定槽において連続測定を行った。また、DOC は TOC 計 (TOC-VCHS, 島津製作所) および COD_{Cr} は Standard method に準拠した方法で測定した。

3. 実験結果

図-2(a)に PCE およびその生分解代謝物質、(b)にキシレン、トルエン (実不法投棄廃棄物に含有) など濃度変化の一例を示す。図より、時間経過とともにない PCE の生分解代謝物である TCE、1,2-cis-DCE および VC が検出および濃度が増加していることから、生分解が行われていることがわかった。このような傾向は、他装置でも確認されている。この他、トルエンおよびキシレン類に関しては廃棄物層内において濃度が高い傾向を示しているが分解等の挙動は確認されていない。

この他、各装置 ORP は、ほぼ一定の状態 (-300~400mV)を保ち浸出水が嫌気 (還元) 的な環境を有している。なお、各実験装置 (No.1~No.3) で DOC がそれぞれ 180、300、420mg-C/L、COD_{Cr} はそれぞれ 400、900、1500mg-O₂/L 程度であった。

4. まとめ

複合汚染された実不法投棄廃棄物を対象に大型実験槽を用いたスケールアップ試験による嫌気性バイオレメディエーションの実行可能性の検討を行った。

被浄化対象物質の PCE は減少傾向にあり、生分解代謝物質の濃度が増加していることから、浄化が進んでいることが明らかになった。このことから浸出水を循環運転するのみでも当該物質の分解にある程度効果があることが示唆された。今後は、温度条件、栄養塩添加や他手法 (好気+嫌気) を組み合わせた検討および実不法投棄現場での実証実験を行う予定である。

謝辞

本研究は、文部科学省 ハイテク・リサーチ・センター事業「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」および環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「不適正な最終処分システムの環境再生のための社会・技術システムの開発」により行われたものである。また、研究プロジェクトメンバーおよび実試料の採取に協力いただいた関係者に謝意を表す。

参考文献

- 1) 橋本ほか：不法投棄廃棄物の嫌気性バイオレメディエーション技術にお開発に向けた室内実験、第 16 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 1206-1208、2005
- 2) 佐藤ほか：不法投棄現場における嫌気性バイオレメディエーションのモデル化とシミュレーション、第 17 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp. 445-447、2006

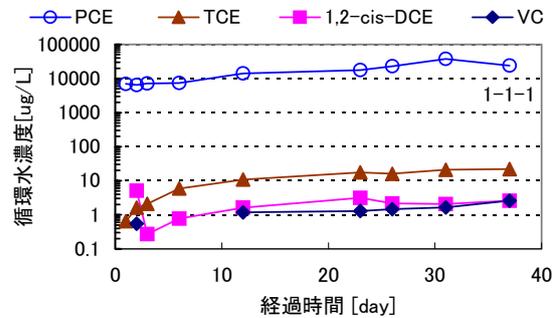


図-2(a) 廃棄物層内循環水の濃度変化の一例 (No.1 飽和帯)

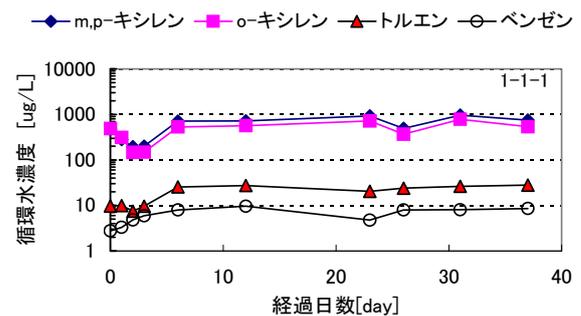


図-2(b) 廃棄物層内循環水の濃度変化の一例 (No.1 飽和帯)