

徐放性を有する新規微生物浄化剤「PEOx-PLA」の配合条件の検討

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○伊藤 雅子

大成建設(株) 技術センター 正会員 高畑 陽

東洋製罐グループホールディングス(株) 総合研究所 片山 傳喜

東洋製罐グループホールディングス(株) 総合研究所 吉川 成志

東洋製罐グループホールディングス(株) 総合研究所 柴田 幸樹

1. はじめに

トリクロロエチレン (TCE) などの塩素化エチレン類 (VOCs) で汚染された地下水の浄化方法として、汚染地盤に有機資材を供給し、*Dehalococcoides* 属などの嫌気性脱塩素細菌を活性化させて VOCs を浄化する原位置バイオレメディエーション技術が普及している。浄化に用いる有機資材には、即効性の高い水溶性有機資材が広く利用されているが、微生物分解を受け易く、浄化効果の持続性が低いなどの課題がある¹⁾。

著者らは、一般に環境中での分解性が低いとされるポリ乳酸 (PLA) を嫌気環境下でも加水分解されるように加工した微粉末樹脂 (PEOx-PLA) を徐放性有機資材として適用することを検討している^{2) 3)}。PEOx-PLA は水より比重が重く、地盤注入後は地下水面に浮遊しにくく帯水層の底部に留まりやすい特徴を持つ。

本報では、PEOx の配合率による VOCs の浄化効果と、実汚染サイトでの微粉末樹脂の長期的な分解性を確認した結果について報告する。

2. PEOx 配合率による脱塩素化への影響

2.1 試験方法

試験に用いた PEOx-PLA は、平均粒子径約 $7\mu\text{m}$ に微粉化した材料を用いた。PEOx 配合率は 10%、5%、2.5% の 3 種とした。また、比較試料としてペースト状の市販浄化剤 A も用いた。全量 70ml ガラスバイアル瓶に各有機資材 100mg と、VOCs 汚染サイトから採取した地下水 50ml, pH 緩衝剤 250mg, 窒素, リン等のミネラル溶液 (N: 10mg/L, P: 2mg/L) を添加した。また微生物源として室内で集積培養していた脱塩素化の集積培養液 0.5ml と汚染サイトの土壌溶液 (2% 溶液) 0.5ml を添加した。培養は、TCE 溶液 (終濃度 1.2mg/L) を添加後にテフロン加工したブチルゴム栓で密閉し、20℃の恒温室で静置培養した。各条件のバイアル瓶は複数本作成し、定期的に各条件のバイアル瓶を 1 本ずつ開栓して分析に供した。

2.2 試験結果

VOCs 脱塩素化の経過を図-1 に示す。PEOx-PLA は、PEOx 配合率の割合が高くなるほど VOCs 脱塩素化の進行が速くなる傾向が示された。PEOx 2.5% の条件でも、培養 77 日目以降に TCE の脱塩素化の兆候が確認された。比較試料の浄化剤 A も、培養 77 日目以降にシス-1, 2-ジクロロエチレン (*cis*-1, 2-DCE) の分解生成物であるクロロエチレン (VC) が確認された。

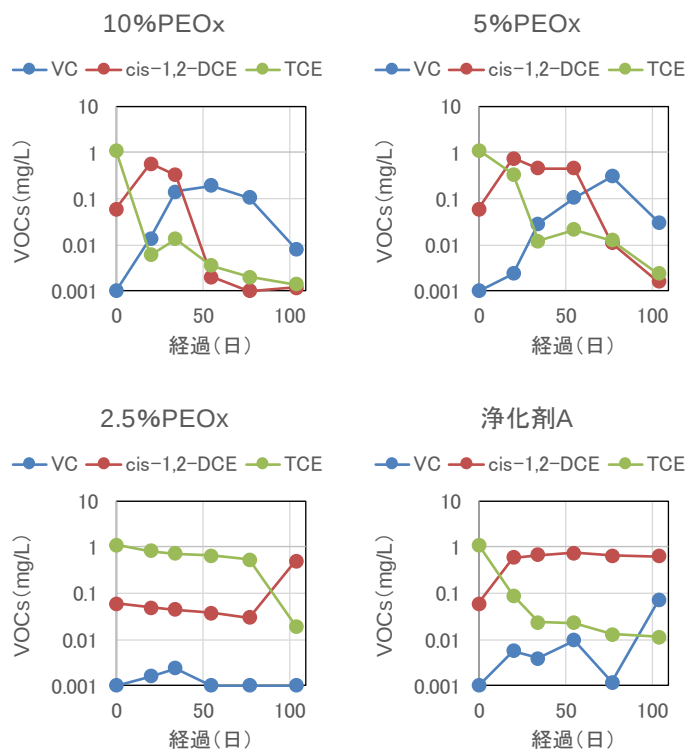


図-1 VOCs 脱塩素化の経過

キーワード 塩素化エチレン類, 嫌気性脱塩素細菌, 脱塩素化, 水素供与体, 徐放性有機資材

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター都市基盤技術研究部 TEL 045-814-7226

各条件の培養 55 日目の有機炭素濃度を図-2 に示す。VOCs 脱塩素化の進行が遅かった PEOx 2.5% の条件では、溶溶性有機炭素は殆ど検出されず、試験期間を通して脱塩素化に必要な水素供与体が不足していた可能性が高い。一方浄化剤 A は、全有機炭素量の 88% 以上が 55 日までに溶溶性有機物として供給されていた。培養 55 日目の有用微生物の遺伝子定量の結果を図-3 に示す。*Dehalococcoides* 属細菌の 16S rRNA 遺伝子コピー数 (Dhc) と機能遺伝子数 (*vcrA*) は、ともに VOCs 脱塩素化の進捗状況と一致して増加しており、本試験条件では PEOx10% が最適な配合条件であることが示された。

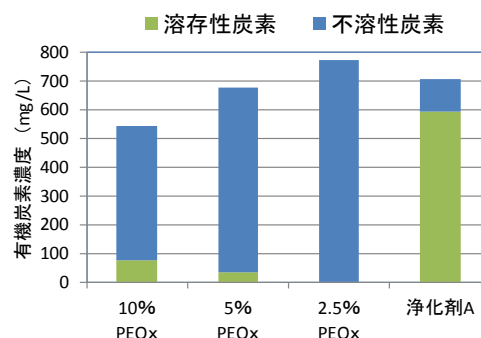


図-2 有機炭素濃度 (培養 55 日目)

3. PEOx の配合率による持続性の検討

3.1 試験方法

上記 3 種類の PEOx-PLA と浄化剤 A の浄化剤としての持続性を実汚染地下水で評価した。汚染サイト帯水層から採取した土壌を粒径 0.75~2mm に調製し、その調整土壌 4kg に各浄化剤 40 g を均一に混合して有孔塩ビ管 (長さ 200mm, 外径 38mm, 内径 30mm) に充填し、各浄化剤の試験体を作成した (写真-1)。各試験体は、汚染サイトの観測井戸内に挿入して地下水に浸漬させた。内部に充填した土壌試料は、試験体を一時的に引き上げ、試験体下部から約 20cm を切断して採取した。土壌に混合した樹脂の残存量は、切断した各試験体から 6 箇所を採取し、各土壌 2 g に対して 1N の水酸化ナトリウム 10ml を加えて土壌内の樹脂をアルカリ加水分解 (70°C, 5 時間反応) し、HPLC 分析で乳酸濃度を測定して 6 箇所の平均値で評価した。

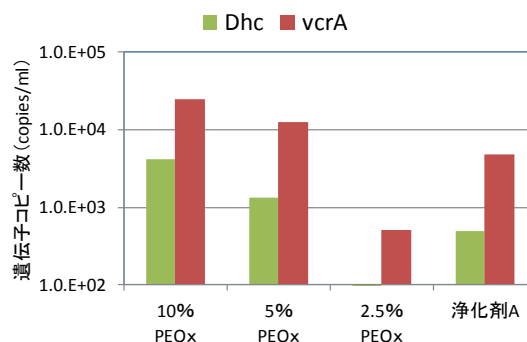


図-3 有用遺伝子コピー数 (培養 55 日目)



写真-1 井戸に浸漬する前の試験体の様子

3.2 試験結果

帯水層に浸水した樹脂残存率の経過を図-4 に示す。浸水 299 日目で PEOx10% では 36%, PEOx5% では 46%, PEOx2.5% では 78% の樹脂が残存した。一方、浄化剤 A は、浸漬後 53 日目で残存率が 2.3% まで減少した。

4. おわりに

PEOx-PLA は、PEOx 配合率により地下水中での分解速度が変わることが示された。この結果から、PEOx の配合率と供給量の双方から実汚染サイトへの投入後の効果持続期間を制御できる可能性が示された。

参考文献

- 1) 伊藤雅子ほか: 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp374-377 (2012).
- 2) 伊藤雅子ほか: 土木学会 第 71 回年次学術講演会 VII 部門, pp45-46 (2016).
- 3) 高畑陽ほか: 日本水環境学会シンポジウム講演集, pp339-340 (2017).

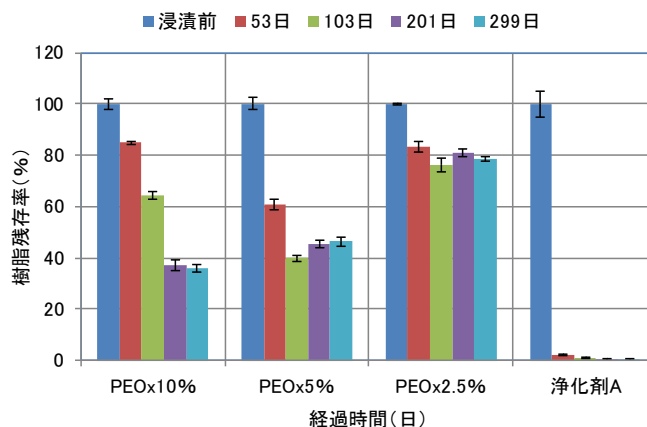


図-4 塩ビ管土壌中の樹脂残存率の経過