

有機物供給による揮発性有機塩素化合物汚染地下水の浄化処理

大成建設（株）土木技術研究所 正会員 ○伊藤 雅子
正会員 根岸 昌範
正会員 高畑 陽

1. はじめに

揮発性有機塩素化合物（VOCs）に汚染された地下水に対して行われる揚水処理法などの物理的な浄化方法は、比較的高濃度の汚染に対して有効である。しかしながら、汚染が低濃度になるに従って、コスト・処理時間に見合った浄化効果が得られなくなる傾向がある。著者らは、浄化処理を数年間行なったことにより比較的低濃度となった VOCs 汚染サイトに、バイオレメディエーションの適用を試みた。汚染サイトの嫌気性微生物の活性を高めるために添加する有機物と栄養塩の配合は、室内試験によりその有効性を検証した。また、廃糖蜜を実汚染サイトに注入する実証試験を行い、VOCs 汚染地下水の有機物注入による浄化効果を複数の観測井戸を用いて確認した結果について報告する。

2. 室内バッチ試験

2.1 試験方法

バッチ試験は、実汚染サイトから採取した地下水を用いて実施した。地下水中の TCE 濃度が比較的低濃度であったため、TCE を添加し、最終濃度を約 2mg/L に調整した。有機物および栄養塩の配合条件を表-1 に示す。有機物、栄養塩は各々濃縮液を作成し、TCE 汚染地下水とともに茶褐色バイアル瓶に分注し、空気が入らないように密閉した。バイアル瓶は 20℃の恒温槽で、10rpm の振とう培養を行い、時間の経過ごとに VOCs、全菌数、硫酸還元菌数、および電子受容体（硝酸塩、硫酸塩）について分析した。

表-1 有機物の配合条件

No	有機物添加量	栄養塩添加量
1	無添加	無添加
2	廃糖蜜（TOC換算で200mg/l）	無添加
3	廃糖蜜（TOC換算で200mg/l）	硝酸塩（N換算で40mg/l）＋リン酸塩（P換算で10mg/l）
4	乳酸ナトリウム（TOC換算で200mg/l）	無添加
5	乳酸ナトリウム（TOC換算で200mg/l）	硝酸塩（N換算で40mg/l）＋リン酸塩（P換算で10mg/l）

2.2 試験結果

TCE, cis-1,2-DCE の濃度変化を図-1～5 に示す。有機物を配合していない No.1 の培養条件では、TCE の顕著な分解は確認されなかった。一方、有機物を添加した No.2～5 の培養条件では、培養開始 14 日後に大部分の TCE が cis-1,2-DCE に分解された。No.5 の培養条件では、28 日後に TCE, cis-1,2-DCE が完全に分解されることが確認された（図-5）。No.2～5 の培養条件では、全菌数、硫酸還元菌数が培養開始直後に急激に増加したが、培養 14 日目をピークに減少に転じた。この原因として、培養 7 日目の時点で硝酸イオン、硫酸イオンなど電子受容体が殆ど消費されたためと推測された。廃糖蜜を添加した No.2 および 3 の条件では、酢酸、プロピオン酸、酪酸などの有機酸類が培養初期に生成されたが、最終的にそれらは消失した。なお、TCE, cis-1,2-DCE がほぼ全量分解された培養条件（No.3～5）では、塩化ビニルモノマーが検出されなかったため、TCE はエチレン、エタンまで分解されているものと推察された。

キーワード：揮発性有機塩素化合物、嫌気性微生物、有機物

〒245-0051 横浜市長瀬町 344-1 大成建設（株）土木技術研究所 地盤岩盤研究室 TEL.045-814-7217

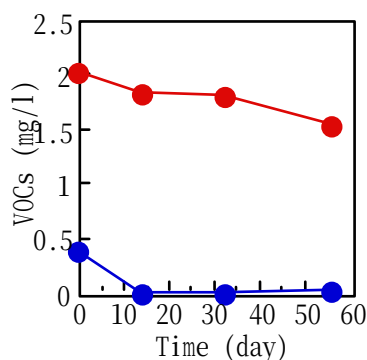


図-1 VOCsの経時変化 (No.1)

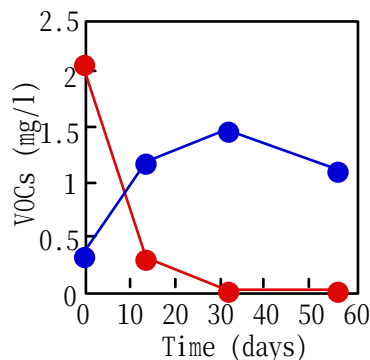


図-2 VOCsの経時変化 (No.2)

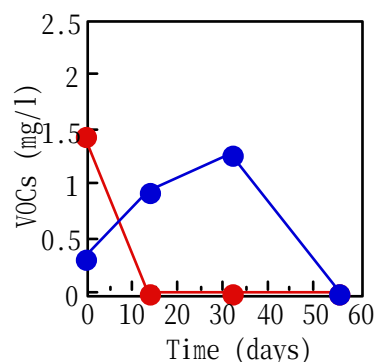


図-3 VOCsの経時変化 (No.3)

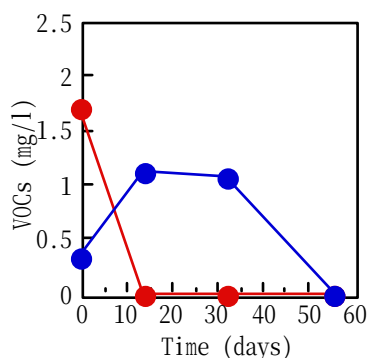


図-4 VOCsの経時変化 (No.4)

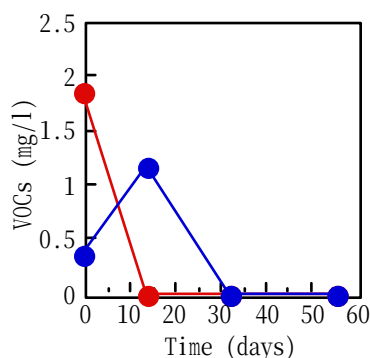
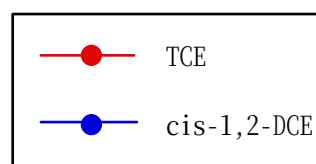


図-5 VOCsの経時変化 (No.5)



3. 汚染サイトによる実証実験

VOCsの実汚染サイトにおいて、廃糖蜜の注入による浄化試験を実施した。汚染サイトの地下水流速は速く、栄養塩類は自然供給されると考えられたため、廃糖蜜のみを100kg注入した。試験施工に用いた井戸の配置を図-6に示す。廃糖蜜を注入した井戸から約2m下流の3箇所に観測井戸を設け、定期的に地下水を分析した。観測井戸BにおけるVOCsの経時変化を図-7に示す。廃糖蜜注入6日後に、PCE、TCE、cis-1,2-DCEはいずれも濃度が上昇したが、その後は速やかに低下した。注入92日後には、観測井戸Aでcis-1,2-DCEが0.35mg/L検出されたが、観測井戸CではPCE、TCE、cis-1,2-DCEはいずれも検出されなかった。

4. おわりに

本試験により、低濃度VOCsの浄化に有機物の供給が有効であることが示された。本浄化手法は、地盤条件、地下水水質、還元環境による影響を受けやすいため、汚染サイトの環境条件を十分に把握し、その環境に適した嫌気性微生物の活性化方法を事前に検討することが重要であると考えられる。

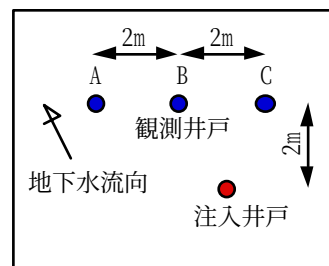


図-6 井戸の平面配置図

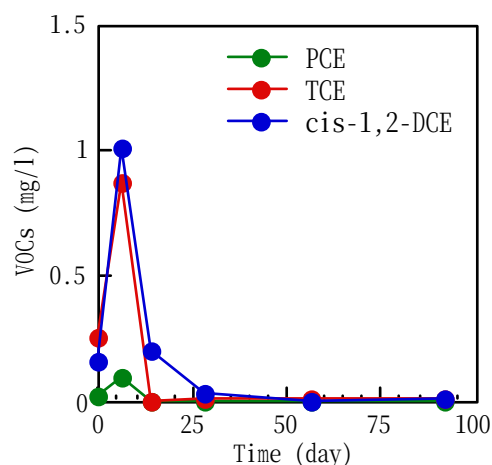


図-7 VOCsの経時変化 (観測井戸-B)