

***Rhodococcus jostii* RHA1 株を用いる塩素化エチレン類汚染地下水の浄化実証試験 (その 3)**

大成建設 (株)	技術センター	都市基盤技術研究部	正会員	○高畑 陽
大成建設 (株)	技術センター	都市基盤技術研究部	正会員	渡邊 亮哉
大成建設 (株)	技術センター	都市基盤技術研究部	正会員	伊藤 雅子

1. はじめに

帯水層（地下水）の酸素濃度を高める方法として、空気供給（スパージング）が広く用いられている。塩素化エチレン類の揮発を促進させて浄化するには、帯水層への大量の空気供給と回収したガス中の揮発性汚染物質の活性炭等による除去が必要であり、コンプレッサを稼働するための電気代や活性炭の交換費用などのランニングコストが高くなる。必要最小限の空気を帯水層に供給し、塩素化エチレン類の揮発を最小限に抑えて好気性細菌による分解をできるだけ促進させれば、ランニングコストを抑えることが可能になる。これまではインシヤルコストが高い空気供給（スパージング）井戸の設置本数を最小限にする設計が主流であったため¹⁾、スパージング井戸から空気をできるだけ遠くに到達させるために空気供給量を絞ることが難しかった。しかし、コストを抑えたスパージング井戸の設置方法が開発され²⁾、井戸ピッチを狭くして1本あたりの空気供給量を減らす浄化運転方法が近年では可能となっている。

本報では、RHA1 株を帯水層に導入後、打込み式注入管から低流量の空気供給を行った際の浄化効果および地下性状の挙動について検討した結果を報告すると共に、RHA1 株を導入していないサイトで同様の条件で空気供給を実施し、RHA1 株の存在有無による塩素化エチレン類の浄化効果を比較した結果について報告する。

2. 実証試験方法

実証試験で用いた実証試験装置、および実証試験方法は「*Rhodococcus jostii* RHA1 株を用いる塩素化エチレン汚染地下水の浄化実証試験 (その 1)」に示した。区画-4 では RHA1 株を導入後、3 本の打込み式注入管（以下、空気供給井戸）から 1 本につき 4L/min の風量で 1 日 8 時間空気を供給した。区画-2 では曝気水を注入して 47 日経過後に地下水中の塩素化エチレン類が残存していることを確認した後に、区画-2 で用いた空気供給装置をそのまま区画-4 に設置して同条件で空気供給を行った。両区画とも、通気期間は 27 日間とし、4 箇所の観測井戸において溶存酸素濃度、トリクロロエチレン（TCE）濃度、シス-1,2-ジクロロエチレン（*cis*-DCE）濃度、およびクロロエチレン（VCM）濃度を測定した。また、吸引ガス中の 1,2-ジクロロエチレン濃度と塩化ビニルモノマー濃度を活性炭吸着塔の流入部、および流出部で検知管を用いて毎日測定した。

3. 実証試験結果

区画-4 および区画-2 においては、各井戸から 4L/min の通気を行ったが、試験期間を通じて各スパージング井戸での異常な圧力上昇等は確認されず、予定の通気量を帯水層に供給できた。各観測井戸からは、総量で約 60L/min の空気をブローによって回収したが、試験期間を通じて、活性炭処理後の配管だけでなく、活性炭処理前の配管から採取したガス中には、1,2-ジクロロエチレン（検出限界：1ppm）、および塩化ビニルモノマー（検出限界：0.02ppm）が検出されなかった。区画-4 において通気開始から 1 時間後に採取したガスをガスクロマトグラフ質量分析計で測定した結果、1,2-ジクロロエチレンが 9.8×10^{-5} ppm、塩化ビニルモノマーが 1.6×10^{-4} ppm と分析装置の検出限界値付近で検出され、回収ガス中の塩素化エチレン類の濃度が非常に低濃度であることが示された。

区画-2 および区画-4 における溶存酸素濃度の経時変化を図-1 に示す。この結果、揚水後に曝気した水道水を供給した区画-2 では、注水（0 日目）の直後に地下水中の溶存酸素濃度が約 1mg/L 程度まで上昇したが、その後は低下して概ね試験開始前の濃度まで低下した。一方、通気をした条件では、RHA1 株導入の有無に

キーワード RHA1 株, バイオオーグメンテーション, 塩素化エチレン類, 空気供給

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 TEL 045-814-7240

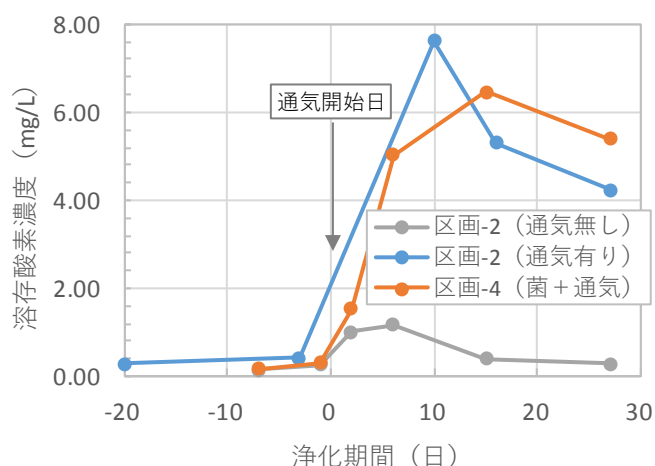


図-1 地下水中の溶存酸素濃度 (4 井戸の平均値)

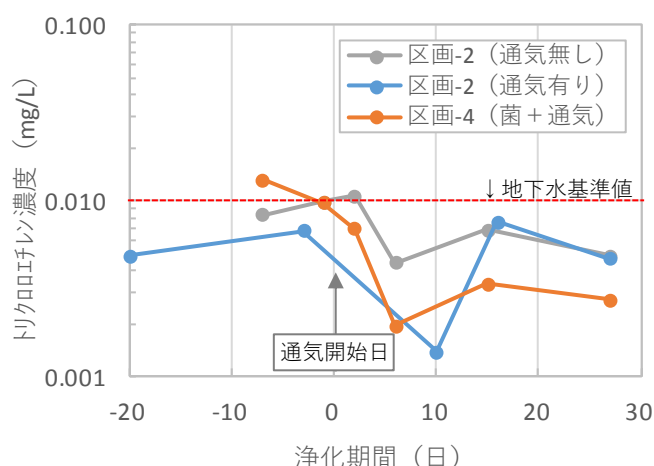


図-2 地下水中の TCE 濃度 (4 井戸の平均値)

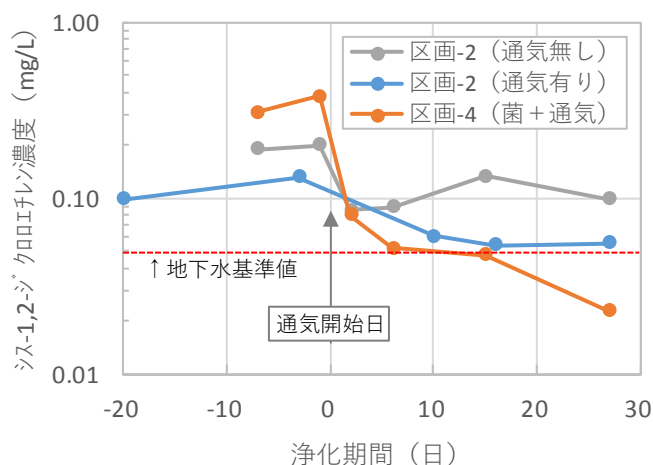
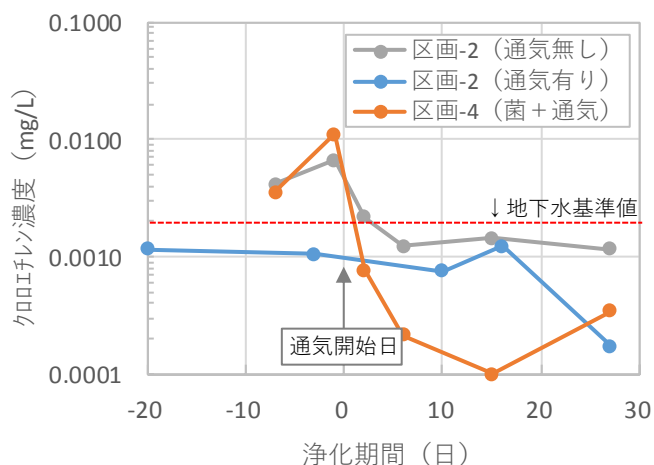
図-3 地下水中の *cis*-DCE (4 井戸の平均値)

図-4 地下水中の VCM 濃度 (4 井戸の平均値)

かかわらず、溶存酸素濃度は1週間程度でほぼ飽和状態まで増加した。

区画-2 および区画-4 における塩素化エチレン類 (TCE, *cis*-DCE, VCM) 濃度の経時変化を図-2~4 に示す。この結果、RHA1 株を導入していない区画-2 では、通気を行った場合でも TCE および *cis*-DCE の濃度が基準値前後の濃度である場合は低下しにくく、通気だけでは低濃度の塩素化エチレン類を効率的に浄化できないことが示された。一方、RHA1 株を導入した区画-4 では、TCE および *cis*-DCE が基準値前後の濃度でも明確に減少する傾向が確認できた。VCM は、RHA1 株の導入の有無にかかわらず通気条件では減少した。これは酸素が供給されたため土着の好気性分解菌が活性化したためと考えられ、区画-4 で浄化速度がより速かった要因として、RHA1 株に付着した培地の栄養成分などが菌体と同時に供給されたためと考えられた。

4. まとめ

RHA1 株を導入した後の酸素供給方法として、従来のスパージング工法の 1/40~1/50 の風量で空気供給を行うことにより、地下水準値の 10 倍未満の塩素化エチレン類であれば、VCM も含めて 1 ヶ月程度で浄化できることが本実証試験の結果から示された。

本試験は、環境省受託事業である「平成 27 年度低コスト・低負荷型土壌汚染調査対策技術検討調査」で実施したものである。

参考文献

- 1) 桐山久ほか：土木学会論文集 F, Vol.65, No.4, pp.555-566 (2009) .
- 2) 高畑陽ほか：土木学会第 66 回年次学術講演会Ⅶ部門, pp.363-364 (2011) .