Dehalococcoides 属細菌 UCH007 株を用いる塩素化エチレン類汚染地下水の浄化実証

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
(独)製品評価技術基盤機構　非会員　内野　佳仁
(独)製品評価技術基盤機構　非会員　山副　敦司

1．はじめに

塩素化エチレン類による地下水汚染対策として，単離した *Dehalococcoides* 属細菌（*Dehalococcoides mccartyi* UCH007 株）を導入するバイオオーグメンテーションについて検討している[1)]．本報では，ビア槽で大量培養した UCH007 株を実汚染地盤に導入した実証試験の地下水モニタリング結果について報告する．

2．実証試験の概要

図-1 に実証試験サイトの平面図を示す．本試験は GL-4m～GL-6m の第 1 帯水層を対象とし，試験エリアは鋼矢板で菌導入区，対照区，試験区外（TB-6 井戸）に区分けした．

図-2 に実証試験のフロー図を示す．菌導入区，対照区ともに有機資材を 10 箇所の注入管（I1～I10）から 20 L ずつ注入した．地下水の硫酸イオンが減少した 3 週間後，菌導入区のみに UCH007 株と UCH001 株の共培養液[2)] を 5 箇所の注入管（I1～I5）から 14 L ずつ注入した．

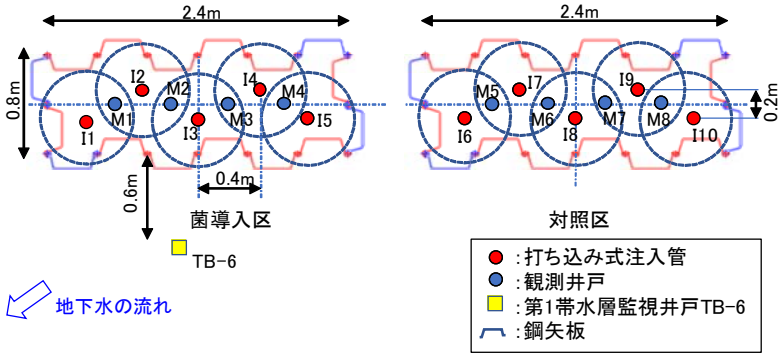

図-1　実証試験のサイトの平面図

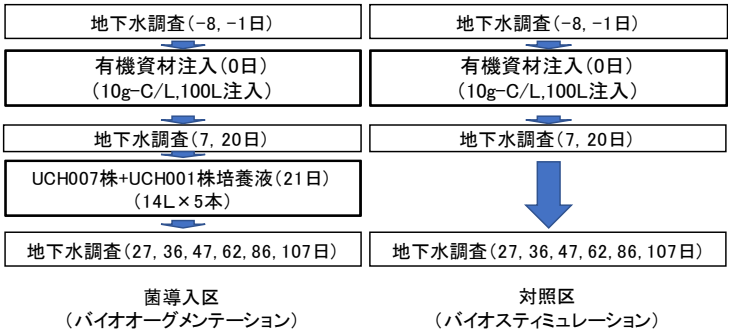

図-2　実証試験のフロー

現地でのモニタリングは，投げ込み式多項目測定器（ハンナ；HI9829）を用いて pH，酸化還元電位，溶存酸素濃度，水温を測定した．

地下水試料は，観測井戸孔内の地下水を揚水ポンプで一定量パージし，井戸管内に回復した地下水をフッ素樹脂製のベーラーで採取した．地下水の塩素化エチレン類の濃度はパージ＆トラップ GCMS（島津製作所；GCMS-QP2010 Ultra），エチレンは GC-FID（島津製作所；GC-2014），VOCs 脱塩素化に関与する遺伝子数は定量 PCR（ライフテクノロジーズ；Quant Studio 6 Flex）を用いて測定した．

3．地下水モニタリング結果

図-3 に現地で測定した地下水のモニタリングの結果を示す．菌導入区，対照区はともに 4 箇所の観測井戸から採取した地下水の平均値，区画外は TB-6 井戸から採取した地下水の値を示した．pH は菌導入区，対照区ともに有機資材注入後に pH6.3 まで低下したが，徐々に上昇し中性域となった．酸化還元電位は，菌導入区，対照区ともに有機資材を注入後に−150mV 以下に低下し，その後も還元状態を維持した．溶存酸素も菌導入区，対照区ともに有機資材注入後は低下して検出限界以下を推移した．地下水温は，19℃～22℃の範囲で推移し，大きな変動はみられなかった．地下水モニタリング結果から，帯水層は脱塩素細菌による微生物浄

キーワード　塩素化エチレン類，嫌気性細菌，バイオオーグメンテーション，*Dehalococcoides* 属細菌
連絡先　〒245-0051　横浜市戸塚区名瀬町 344-1　大成建設㈱技術センター　ＴＥＬ045-814-7226

© Japan Society of Civil Engineers

化に適した環境となった.

菌導入区，対照区，試験区外の塩素化エチレン類およびエチレン濃度の経過を図-4に示す. 菌導入区は, 有機資材注入後に TCE 濃度の低下が確認され，さらに UCH007 株と UCH001 株の共培養液を注入した直後から 1,2-DCE, VCM の濃度低下とエチレンの濃度上昇が確認された．対照区も有機資材注入から TCE 濃度の低下は確認されたが，VCM やエチレンの濃度上昇など 1,2-DCE の脱塩素化の兆候が示されたのは，有機資材注入から 47 日経過後であった.

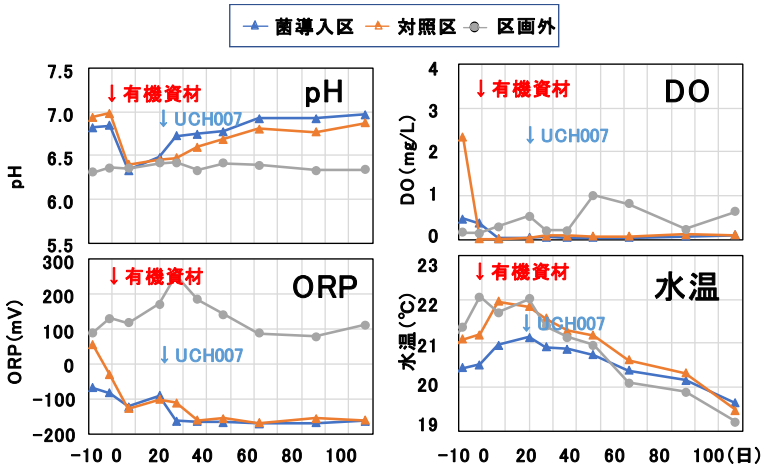

図-3　各試験区の現地モニタリング経過

地下水の遺伝子コピー数の定量結果を図-5 に示す．UCH007 株と UCH001 株の共培養液を注入直後のモニタリングでは，UCH007 株（23S-5S rRNA 領域），*Dehalococcoides* 属細菌の 16S rRNA（Dhc），*vcrA* の遺伝子数が増加した．対照区でも *Dehalococcoides* 属細菌の 16S rRNA や *vcrA* 遺伝子数の上昇は，VOCs 脱塩素化の傾向と同様に有機資材注入から 47 日経過後からであった．また，UCH001 株（*TolC* 遺伝子領域）は，対照区でも有機資材の注入直後に遺伝子数が急増した．これは UCH001 株の近縁種である *Sulfurospirillum* 属の細菌が地盤中に存在しており，有機資材の供給により増加したものと考えられた.

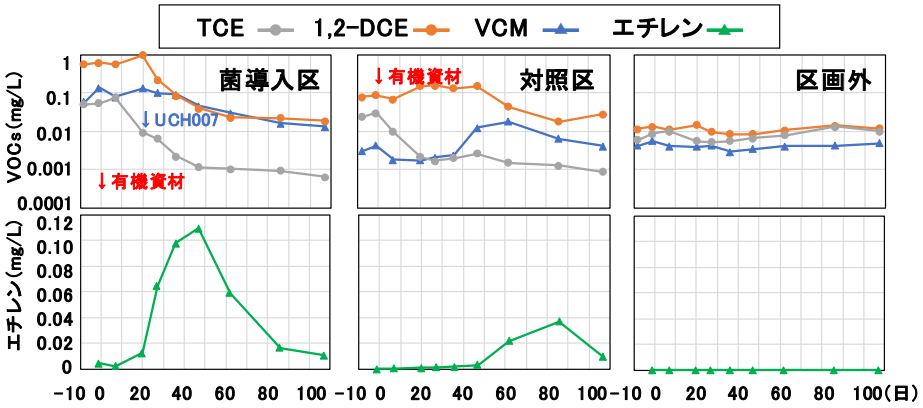

図-4　各試験区の塩素化エチレン類およびエチレンの経過

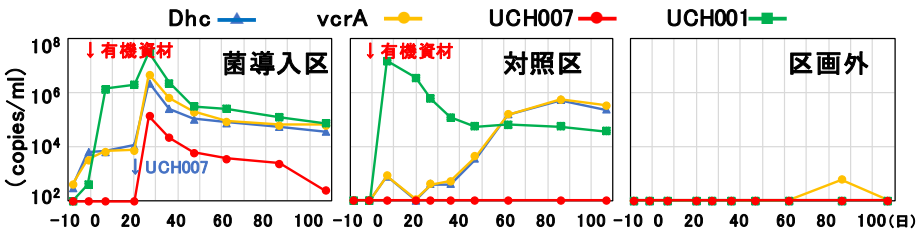

図-5　各試験区の遺伝子コピー数の経過

4．おわりに

本実証試験により，UCH007 株と UCH001 株の共培養液を注入した菌導入区では，培養液の注入直後から 1,2-DCE と VCM の脱塩素化が進行し，有機資材を注入した試験区よりも浄化が促進することが示された.

本実証試験は環境省の受託事業（令和元度低コスト・低負荷型土壌汚染調査対策技術検討調査）として実施した.

参考文献

1） 伊藤雅子，高畑陽，内野佳仁，山副敦司，地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp.352-355, 2018
2） Uchino Y, Miura T, Hosoyama A, Ohji S, Yamazoe A, Ito M, Takahata Y, Suzuki K and Fujita N, Standard Genomic Science, 10, 102, 2015.

© Japan Society of Civil Engineers