

地下水汚染浄化実証試験結果（概要）

1 試験概要

（1）バイオトリタビリティ試験（室内試験）使用薬剤の選定

国内における使用実績等を調査し、バイオトリタビリティ試験に使用する 2 種類の微生物分解促進剤（以下「促進剤」という。）を選定した。

（2）バイオトリタビリティ試験（室内試験）

上記で選定した 2 種類の促進剤による試験の結果、エコサイクル株式会社の EDC を現地パイロット試験で採用することが妥当と判断した。

（3）現地パイロット試験

試験実施当時（平成 21～22 年）に高濃度で地下水汚染が確認されていた鉄道建設予定敷地（参考資料 1 の P1 及び P2 参照。当時は裸地）内に試験領域を設定し、浄化効果等を確認した。

試験結果については、以下の各項に詳細を記載する。

2 試験方法

（1）薬剤の注入

参考資料 1 の P2 の試験領域内の初期溶液注入井 5 基から、重力注入により促進剤を注入した後、揚水井から揚水を行い、揚水した溶液を注入井 4 基に分配注入する揚注水循環工により、試験領域内の水質の均一化を図った。

（2）促進剤使用量等の設計・算定（参考資料 1 の P3 参照）

促進剤の使用量の算定は、標準的な設計単量に安全率による補正を行い算定した。

なお、注入する促進剤溶液の希釈倍率は、通常 100 以上の希釈倍率を採用することが多いが、初期注入時において、試験領域内の地下水の押出量を低減させるため、高く設定した（実績：約 38.6 倍）。

（3）測定項目

参考資料 1 の P4 に示す汚染原因項目、状態監視項目、生態系への影響評価項目及び現場管理項目の測定を行った。

3 試験結果

（1）地下水流向（参考資料 1 の P5 参照）

地下水位測定の結果、試験領域内の地下水流向は北西流であった。

（2）TOC（促進剤量の指標）濃度（参考資料 1 の P6 参照）

時間の経過とともに拡散や消費等による濃度低減と地下水流向方向への移流が確認された。

（３）汚染物質等の地下水汚染濃度（参考資料１のP7～14 参照）

南吹田地域に広く分布しているトリクロロエチレン等の分解生成物である 1,2-ジクロロエチレン及び塩化ビニルモノマーの地下水汚染は、時間の経過とともに地下水流向の下流域で浄化されることを確認した。

塩化ビニルモノマーは一時的な濃度上昇の後に、濃度が低減した。また、塩化ビニルモノマーの分解生成物で無害なエチレンは、時間の経過とともに濃度が上昇した。

上記の結果より、汚染物質は促進剤の注入により活性化された汚染物質分解菌の作用により浄化されたものと考えられる。

なお、地下水汚染濃度の推移は、参考資料１の P10 のとおり、３とおりに分類することができた。分類１及び分類２については、下流域と上流域の違いによる時間差が生じているものの、汚染物質の浄化が確認された。しかし、分類３については、汚染物質の分解が殆ど促進されず、不完全な分解による塩化ビニルモノマーの濃度上昇が確認された。

（４）総菌数と DHC 属菌の定量結果（参考資料１の P15 参照）

総菌数については、初期状態に比べ、地下水質の均一化を図った揚注水循環工程（以下「循環工程」という。）終了３日後に増加していることが確認された。

DHC 属菌（菌数の指標となる３つの遺伝子数の定量）については、初期状態では検出されなかったが、時間の経過とともに増加した。

（５）病原性細菌の半定量分析結果（参考資料１の P17～19 参照）

病原性細菌の BSL（バイオセーフティレベル）の分類については、の日本細菌学会発行（初版：平成 20 年 4 月）の病原体等安全取扱・管理指針を基に行っている（参考資料１の P16 参照）。

測定の結果、初期注入前に検出された病原性細菌の遺伝子は１種であったが、循環工程終了３日後、46 日後及び 129 日後においては、それぞれ 15 種、5 種、4 種となった。循環工程終了３日後に検出種類数及び検出濃度が最大となったが、その後、低減する傾向が確認された。

（６）可燃性ガス（メタンガス）濃度測定結果

各井戸管内の地下水面上部付近の濃度測定を検知器にて行い、検出されたメタンガスとみなされる可燃性ガスの測定結果を%LEL 表示で整理した(参考資料１の P20、21 参照)。なお、%LEL とは、ガスが爆発等を起こす最低濃度（爆発下限界濃度）に対する割合を百分率で表したものであり、メタンの場合、爆発下限界濃度 5vol%が、100%LEL である。

測定の結果、循環工程終了 31 日目にあたる平成 22 年 7 月 20 日から同年 10 月 26 日までの間、試験領域内において高濃度で推移し、一部の観測井戸では、一時的に 100%LEL 以上となった。

(7) 硫化水素濃度測定結果

各井戸管内の濃度測定を検知器にて行った（参考資料 1 の P22、23 参照）。

初期注入から循環工程終了までの期間において、高濃度で検出が確認された。また、循環工程終了 31 日目にあたる平成 22 年 7 月 20 日から同年 10 月 26 日までの間、試験領域内平均で 1.0ppm から 6.1ppm の濃度で検出された。この濃度は、労働安全衛生法に基づく作業環境評価基準として規定されている管理濃度 5ppm に対して、一部適合しない値であった。

(8) 表層土壌ガス調査

各井戸管内において、可燃性ガス（メタンガス）及び硫化水素が検出されたことを受け、不飽和層のガスの分布状況を確認するため、表層土壌ガス調査を実施した（参考資料 1 の P24、25 参照）

測定の結果、可燃性ガス（メタンガス）及び硫化水素について、それぞれ局所的な濃度分布が確認された。この結果は、ガスが第一帯水層上部の不飽和帯に部分的に存在するクラック等の特定の局所的な箇所から、地上に流出する可能性を示唆するものである。

(9) 浄化率

現地パイロット試験の浄化率を算定するにあたり、参考資料 1 の P26 のとおり、浄化効果を評価する領域（評価領域）を設定した。この評価領域は、時間の経過とともに地下水の下流側に平行移動する領域とした。

上記の評価領域を用いて浄化率を算定した結果、99.9%の浄化率を得た（参考資料 1 の P27 参照）

4 地下水汚染浄化実証試験のまとめ

(1) 汚染物質の浄化

微生物分解促進剤を用いたバイオスティミュレーションにより、評価領域内にある地下水環境基準値の 100 倍を超過する汚染物質の浄化が、可能であることを確認した。

(2) 施工に伴う生態系等への影響に関する懸念（参考資料 2 参照）

施工に伴い、以下の 3 点の懸念事項が確認された。

ア 一過性ではあるが、確認される病原性細菌の増大

イ 一過性ではあるが、確認される有害ガスの増大

ウ 有機物である微生物分解促進剤の不適切な注入・混合に起因する同剤及び汚染物質の局所的残存及び浄化設定範囲外への拡散が及ぼす環境負荷の増大

(3) 懸念事項への対応（参考資料 2 参照）

ア 一過性の病原性細菌の増大に対しては、採水等の作業を慎重に行い、出現する病原性細菌に応じた適切な措置（消毒等）を講じる。

- イ 一過性の有害ガスの増大に対しては、浄化エリアの土地の利用状況等を勘案し、拡散の未然防止に必要な測定（表層ガス調査等）を行うとともに、有害ガスが検出された際には、換気やガス吸引等の適切な措置を講じる。
- ウ 地下水の流れに沿った汚染物質、微生物分解促進剤及び増殖微生物等の移動に配慮した、浄化エリアの設定及び管理値の設定等を行う。
- エ 浄化エリアの設定において人為的境界（敷地境界等）に近接する場合等は、観測井戸や対策井戸を同境界付近に設置し、不用意な境界外への汚染物質等の拡散防止対策を講じる。