

S3-25 塩素化エチレン類による土壌・地下水汚染の原位置生物処理に関する適用可能性試験の検討 ―地下水を用いる場合 第2報―

○羽瀨博臣¹・藤井雄太¹・山野辺純一¹・伊藤雅子¹・西田憲司¹・土壌汚染の除去等の措置の適用可能性試験に関する調査・検討部会¹
¹土壌環境センター

1. 背景・目的

■ 土壌汚染対策法

土壌汚染の除去等の措置(オンサイト浄化、原位置浄化)においては、各処理方法により目標土壌溶出量を超えない汚染状態となること等、**効果を確認した結果について、汚染除去等計画に記載しなければならない**と記載されている。

■ 区域内措置優良化ガイドブック(改訂版)

汚染除去等計画の作成に際して、「**適用可能性試験**」で効果を確認すること等が挙げられている。

■ 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂3.1版) Appendix_22

汚染除去等計画を作成するに当たって、「汚染の除去等の処理方法の適用性を確認する方法」に、「**室内試験**」や「**試験施工**」等が挙げられている。

しかしながら…

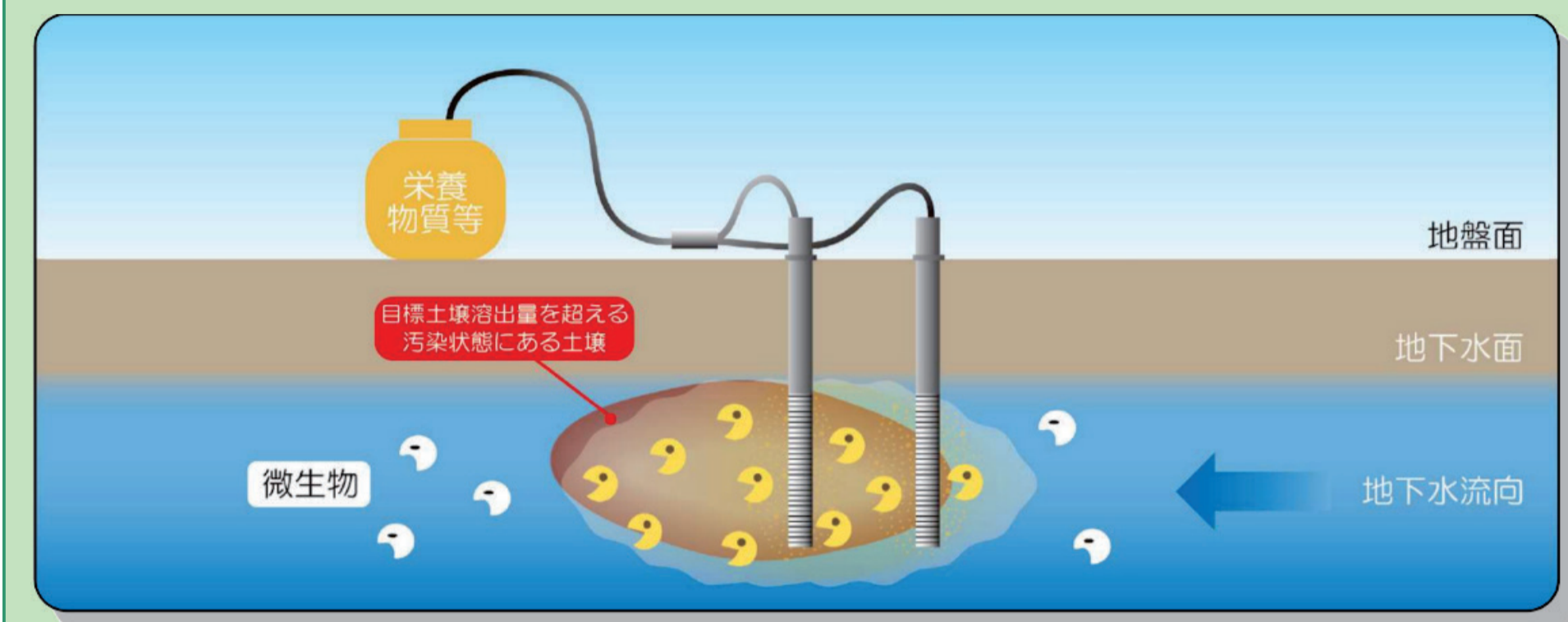
事前の適用可能性試験の実施の必要性が記載されているだけで、その具体的な試験方法の記載はない

適用可能性試験は、現状、各社の裁量や工夫により実施していると考えられる

目的：適用可能性を判断するその具体的な方法や手順等を提案する

2. 技術概要

《原位置生物処理》



出典：環境省(2020)区域内措置優良化ガイドブック(改訂版)pp.93

原位置生物処理は、生物学的作用を利用して、対象地の土壌・地下水中で特定有害物質を処理する方法である。

本部会では適用対象物質を塩素化エチレン類とし、嫌気的条件下で処理することを前提に適用可能性試験を検討した。

※検討対象の措置方法の選定理由：土壌環境センター技術委員会実態集計分科会が実施しているアンケート調査を参考
⇒原位置浄化のうち、最も件数の多い生物処理を選定

3. 本適用可能性試験の概要

サイトの地下水試料を用いて室内バッチ試験を行い、地下水中の塩素化エチレン類が嫌気性微生物により脱塩素化されることの確認。

4. 地下水を用いた適用可能性試験の妥当性について

「適用性が確認できる」とは

「土壌汚染の除去の措置として目標土壌溶出量を超える汚染状態にある土壌を目標土壌溶出量を超えない汚染状態にする」こと(ガイドラインより)

したがって、汚染土壌を採取し、同サイトに生息する嫌気性微生物による土壌溶出量低下を確認できればよいと考えられる。

一方、土壌試料は、原位置の条件と異なる状態であることが多い
(乾燥、大気環境下での酸化、温度変化に伴う微生物相の変化、等)

- ✓ 地下水は、既設観測井やボーリング孔から試験利用に適した試料が容易に採取可能
- ✓ 地下水を用いた室内試験※は有用かつ一般的に行われていると考えられる

※土壌を用いた室内試験については、「S4-25」参照

5. 試験フロー例

【第1報(第28回研究会)からの主な見直し・更新の理由】

- ◆ サイト条件と以降の室内試験は密接した関係にあり評価に影響することから、「試験前の確認」と「試料採取」を試験フローに追加
- ◆ 試料採取の初期性状確認の各種分析項目の位置づけを明確にするため、「確認項目」と「評価項目」を分けて記載
- ◆ 「薬剤」の表現は、化学物質を想起させるため、ガイドブックに合わせ「栄養物質等」と表記
- ◆ 利用者が活用しやすいものにするため、試験フローの工程毎の「手順」と「留意点および補足説明」を分けて記載

赤枠：第2報で追加・見直しを行った箇所

緑枠：主な留意点および補足説明

1. 試験前の確認

原位置生物処理に適したサイトであるか、現地の前提条件の確認を行う

- ・基準不適合物質の種類とその濃度
- ・基準不適合地点の範囲と深さ
- ・土質区分
- ・地下水流速、流向

■ 基準不適合物質とその濃度

原位置生物処理によって浄化可能な物質および濃度であるかを確認する。塩素化エチレン類の濃度が100 mg/Lを超える場合、原位置生物処理の適用が難しいことがある。

2. 試料採取

サイトに設置された井戸から試験に用いる地下水を採取する

- ・井戸洗浄(パージ)
- ・採水
- ・試料の保存

■ 井戸洗浄(パージ)の方法

ポンプを用いて行い、汲み上げた水の見たと水質が安定するまで継続する。化学的パラメーター(pH、EC、水温、ORP、DO、遊離塩素、特定の汚染物質等)の安定を確認する。

3. 採取試料の初期性状確認

地下水試料を用いた各種分析により、微生物による脱塩素化の可能性を予め評価する

- (1) 確認項目
 - ・浄化対象物質
 - ・脱塩素化微生物の生息環境、阻害要因
- (2) 評価項目
 - ・脱塩素化生成物
 - ・脱塩素化微生物の存在

■ 脱塩素化微生物が検出されない場合

試料中に脱塩素化微生物の存在が確認できない場合でも脱塩素化が進行することがある。そのため、次段階の栄養物質等添加による試験結果を重視して評価する。

4. 試料の調整

地下水試料の分取や栄養物質等の添加など、試料の調整を行う

- ・器具および装置
- ・試験容器
- ・試料の前処理
- ・試料分取量
- ・コントロール試験の準備
- ・栄養物質等の添加
- ・試験容器の密栓

■ 試験の連数

微生物反応は試験結果にばらつきが生じやすいため、同じ試験条件の容器を複数、2~3連用意することが望ましい。



5. 養生

微生物の生息環境を模擬した、脱塩素化を進行させる条件で養生を行う

- ・養生条件
- ・養生期間

■ 養生場所

密栓後の試験容器は、温度を一定に保ったインキュベーターや室内に静置、あるいは恒温水槽内で水没させて養生する。

6. 測定

微生物による脱塩素化の進行を確認するため、逐次あるいは養生期間経過後、測定を行う

- ・塩素化エチレン類
- ・pH、水温、硫酸イオン、ORP等の阻害要因
- ・全有機体炭素(TOC)
- ・脱塩素化微生物

■ 測定試料の採取と嫌気環境の維持

ガラスシリンジを試験容器のゴム栓に刺し、容器内の試料を必要量採取する。その際、針穴からの空気混入に注意し、脱塩素化微生物が生息できる嫌気環境を維持する。

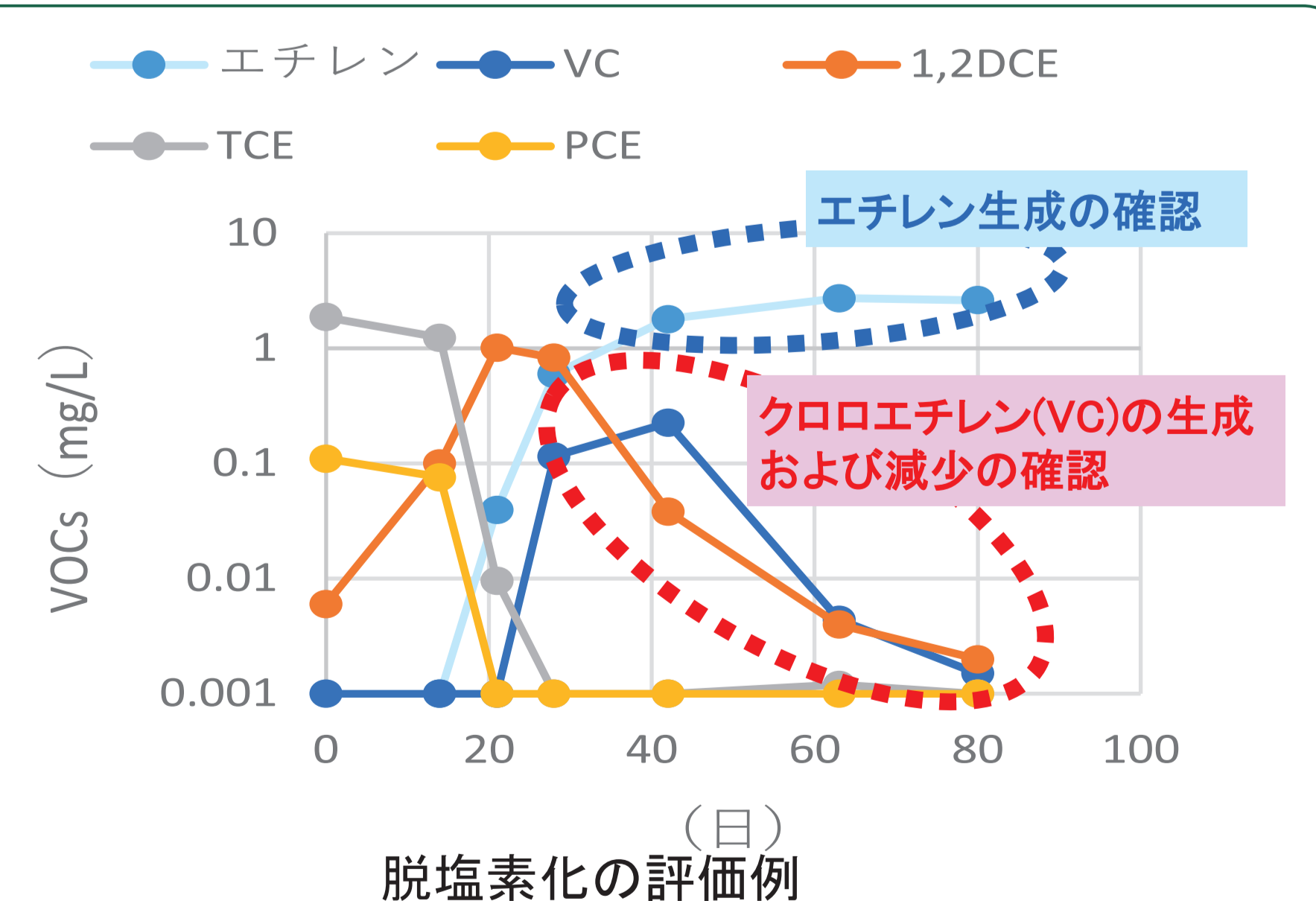
7. 試験結果の評価

微生物による脱塩素化が進んでいる可能性を評価する

- 以下の項目のうち1つ以上を満たした場合、原位置生物処理の適用可能性が高いと判断する。
- ・浄化対象物質や脱塩素化生成物から無害なエチレンへの脱塩素化の確認
- ・クロロエチレンの生成および減少の確認
- ・気相部分のヘッドスペース分析によるエチレン生成の確認

■ 室内試験と実際のサイトの相違点

室内試験と実際のサイトでは、規模、試料の均一性、栄養物質等の混合方法、地下水の流れの存在等、多くの相違点があり、浄化の進捗に影響を及ぼす可能性があることに留意する。それらの点は、パイロット試験や現地試験等、次のステップで検証する。



適用可能性の評価結果を報告する

- ・報告書記載事項の例

浄化対象物質、試料採取日、試料採取条件、栄養物質等条件、養生温度、測定結果とそれに基づく嫌気性微生物による脱塩素化の可能性

6. おわりに

本稿では、塩素化エチレン類による土壌・地下水汚染の原位置生物処理に関する適用可能性試験(室内試験)の一例として、現地の地下水を用いた脱塩素化の確認方法について具体的な手順や留意事項を示した。

今後、汚染除去等計画作成時や適用性を確認する際の判断の参考になればと考える。