

# 化学酸化剤を用いた原位置浄化と 活性炭を用いた透過性地下水浄化壁の ハイブリッド工法

---

2023年10月3日

株式会社エンバイオ・エンジニアリング

○和知剛・長野勝己・森保友樹

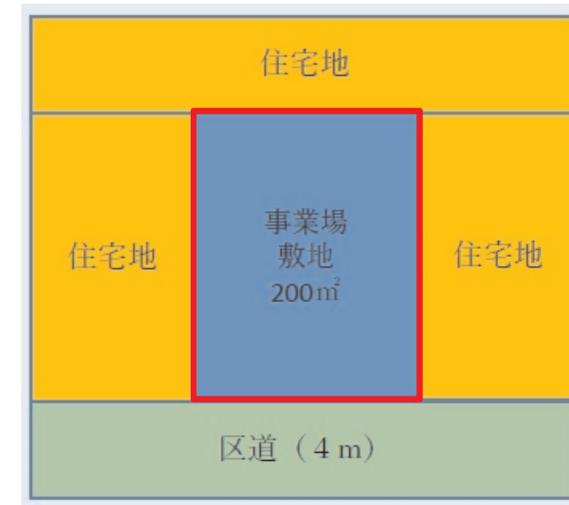
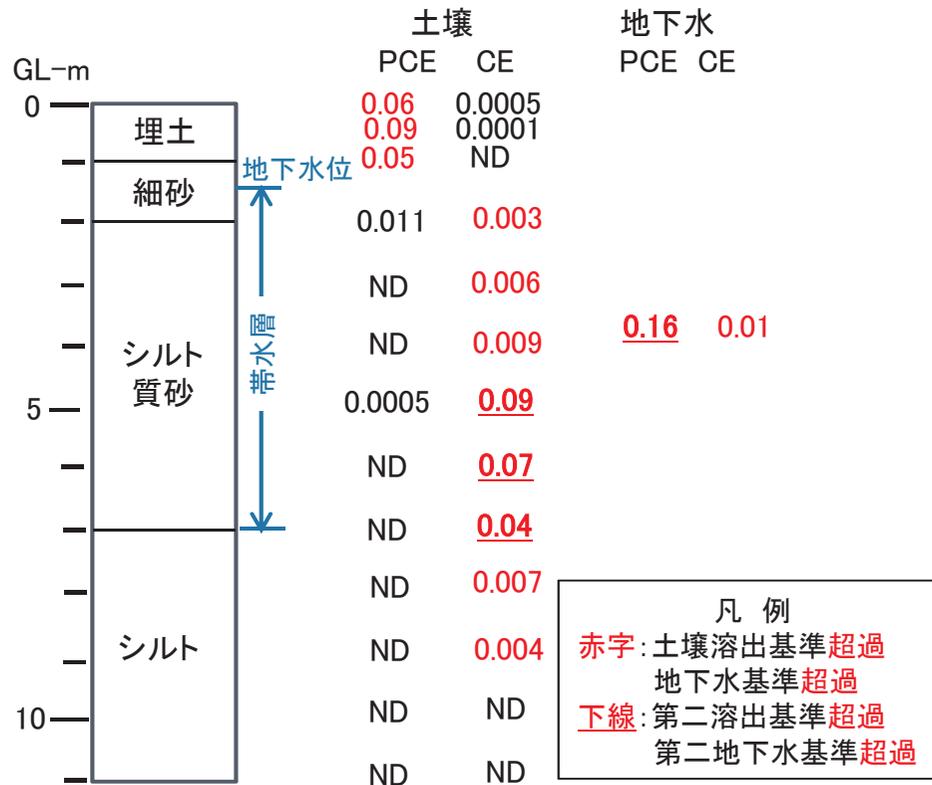


## 資料の構成

1. サイト状況と対策目標
2. 地下水汚染のライフサイクルの想定
3. サイトの想定・施工イメージ
4. 各工法の室内試験結果
  - 4.1 化学酸化法における室内試験
  - 4.2 プルームストップ浄化壁の室内試験
5. まとめ

# 1. サイト状況と対策目標

- ・東京低地
- ・敷地面積が200m<sup>2</sup>と狭く、大型重機の使用が困難
- ・第二溶出基準を超過する土壤汚染
- ・第二地下水基準を超過する地下水汚染



<対策目標>  
 第二溶出量基準不適合範囲  
 ・土壤第二溶出基準適合  
 地下水流向下流側敷地境界  
 ・第二地下水基準適合

# 2. 地下水汚染のライフサイクル の想定

TCEなどの塩素化エチレン類の原液が地盤に浸透した場合の土壌・地下水汚染の平面的な汚染プルームと断面的な汚染状況は、4つのライフサイクルステージを示す。

対象サイトは「安定期」もしくは「縮小期」にあると想定

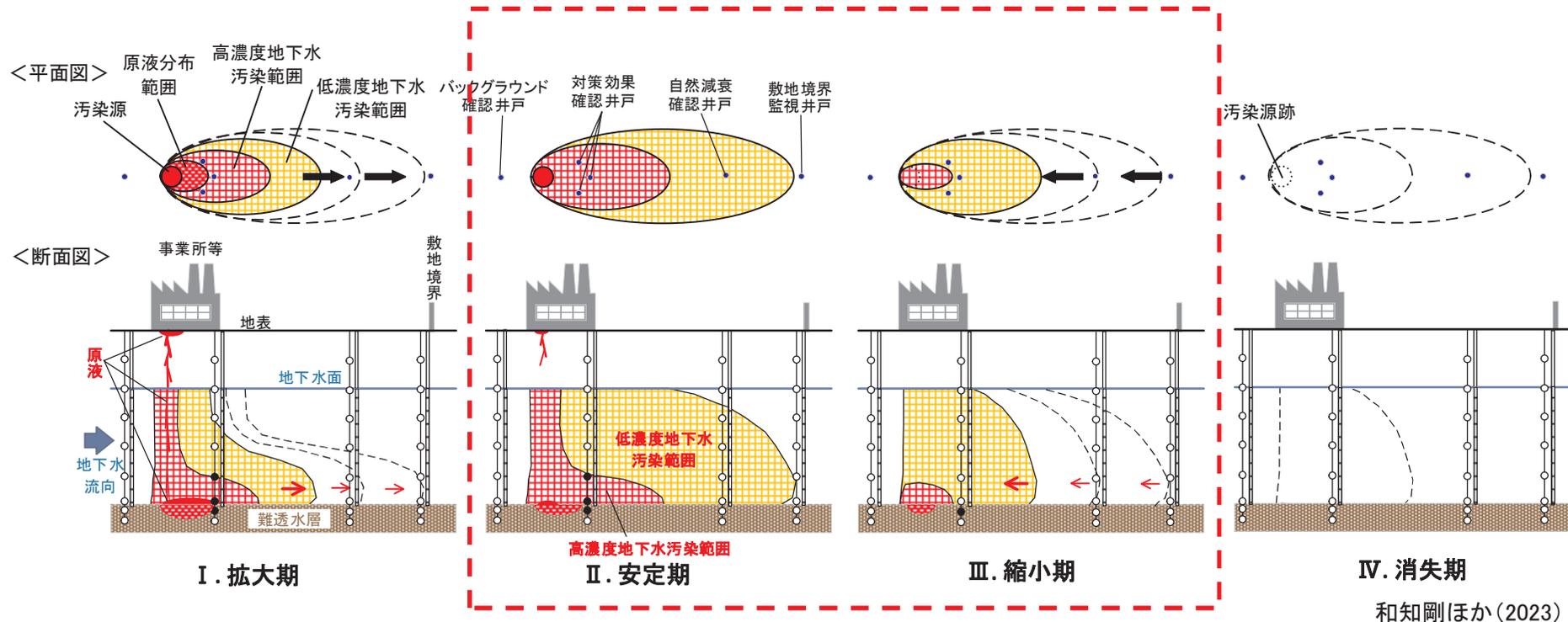
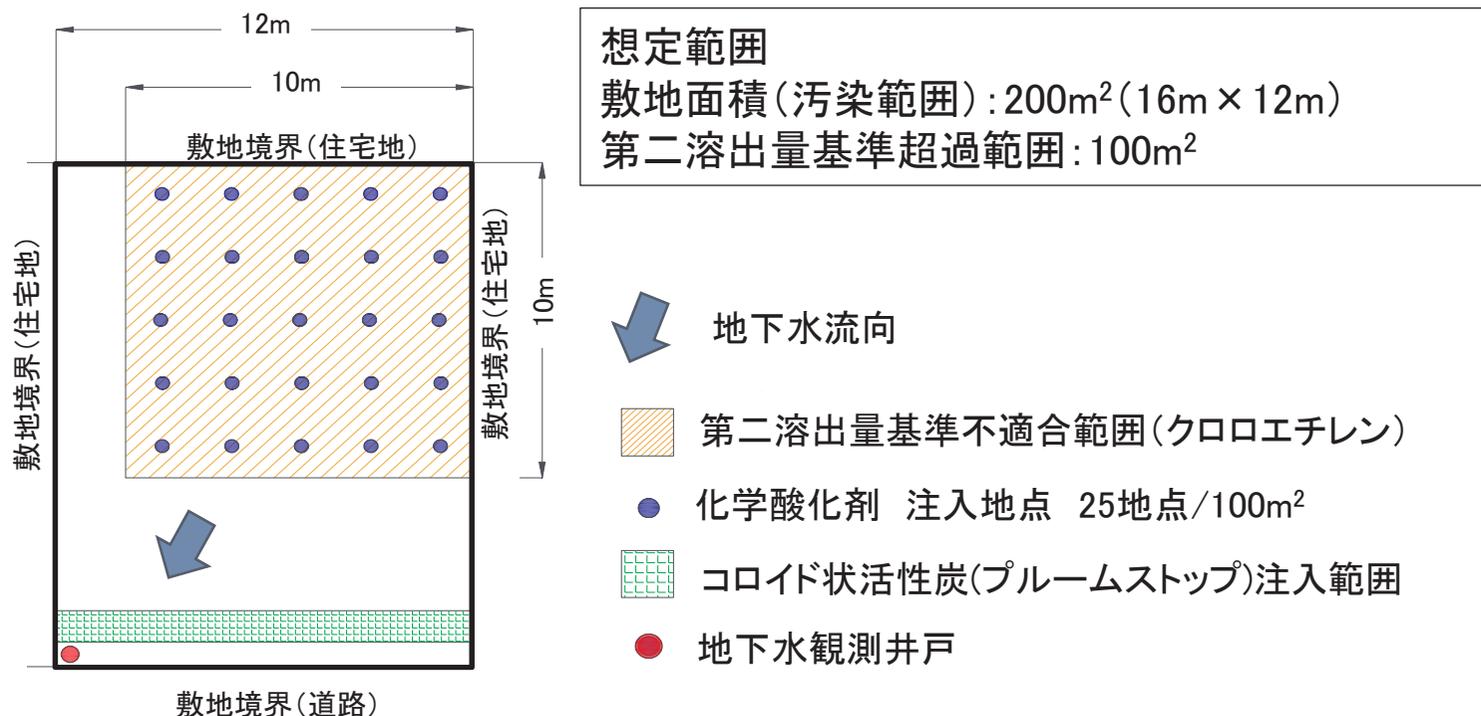


図 地下水のライフサイクルステージにおける地下水汚染プルームの挙動

### 3. サイトの想定・施工イメージ



#### ＜工法の特長＞

- ・化学酸化で分解しやすい高濃度クロロエチレン土壌が上流で原位置浄化
- ・東京低地の地層で実績のある井戸注入工法を用いた高密度多地点同時注入を実施
- ・活性炭で吸着しやすいテトラクロロエチレン地下水を下流で拡散防止

工法を組み合わせることで地下水汚染拡散防止の確実性が高まる

# 3. サイトの想定・施工イメージ

## 化学酸化法及びプルームストップの注入イメージ

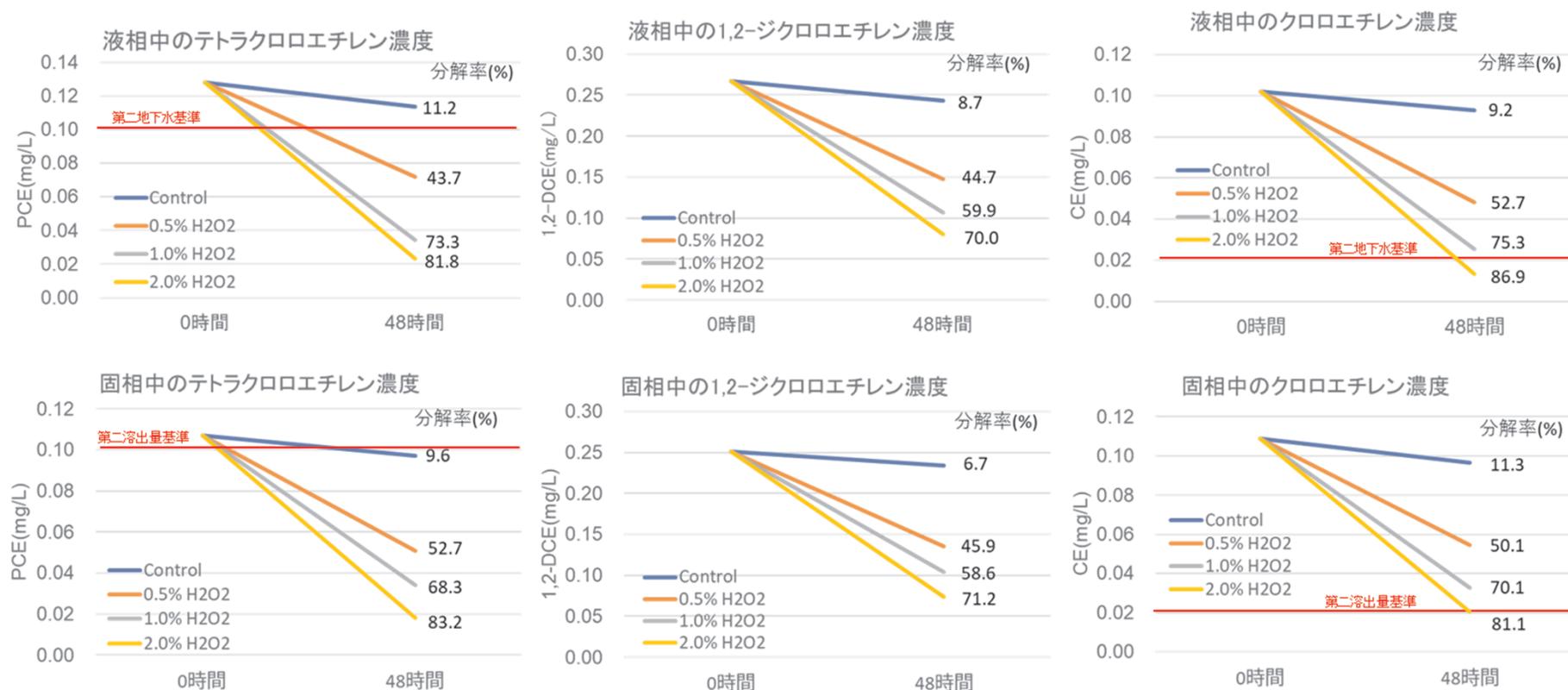
The diagram is divided into two main sections. The top section, titled '化学酸化剤注入のイメージ' (Image of chemical oxidant injection), shows a cross-section of the ground with a '汚染域' (contaminated zone) and '難透水層' (low permeability layer). It illustrates the use of '打撃式ボーリングマシン' (impact drilling machine) to create '注入井戸' (injection wells) and the injection of '酸化剤など' (oxidant, etc.) into the '化学酸化剤' (chemical oxidant). To the right is a photograph labeled '写真 多地点同時注入工法(例)' (Photo: Simultaneous multi-point injection method (example)), showing a field with numerous injection wells and blue hoses.

The bottom section, titled 'プルームストップ注入のイメージ' (Image of plume stop injection), shows a '特定深度注入プローブ' (specific depth injection probe) on the left. The main diagram shows the process: '打設' (drilling), '引上げ' (lifting), '注入' (injection) of 'コロイド状活性炭' (colloidal activated carbon), another '引上げ' (lifting), another '注入' (injection), and finally '引抜き' (removal). A '浄化範囲' (purification range) is indicated by a blue shaded area.

- ・透水性の低い東京低地の地層において、注入井戸を用いた高密度多地点同時注入を実施
- ・化学酸化剤&プルームストップの注入ともに、小型ボーリングマシンを用い、狭い土地でも施工可能

# 4.1 化学酸化法(フェントン)による室内試験結果

フェントン反応剤は、中性域で反応し3種類の試薬を混合し1液で使用可能な工法(フェントン《特許第4700083号》)を適用



フェントンの主剤である過酸化水素水濃度2.0wt%の場合、第二地下水基準および土壌第二溶出量基準に適合する可能性が高く、汚染源への化学酸化法の適用は有効であることが示された。

# 4.2 プルームストップ浄化壁の室内試験

## ケース別の液相・固相のVOCs濃度



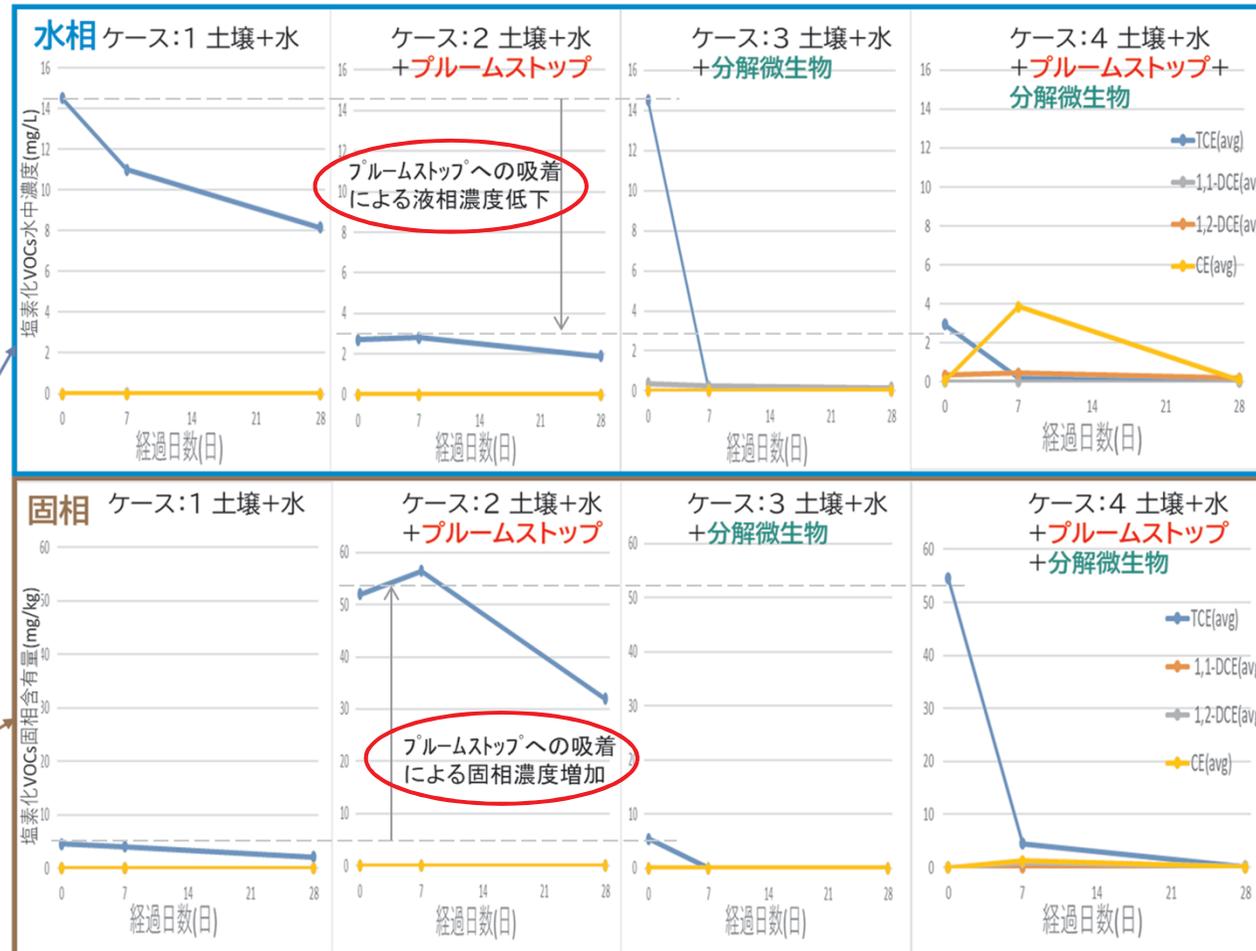
プルームストップ



液相

固相

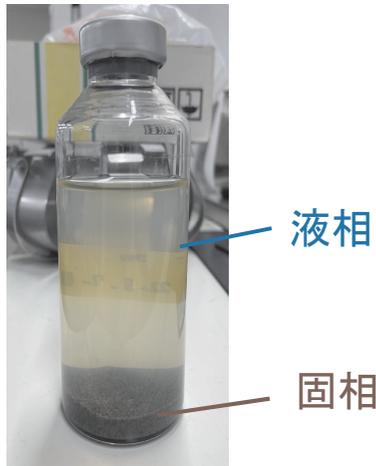
固相: 土もしくは土+プルームストップ



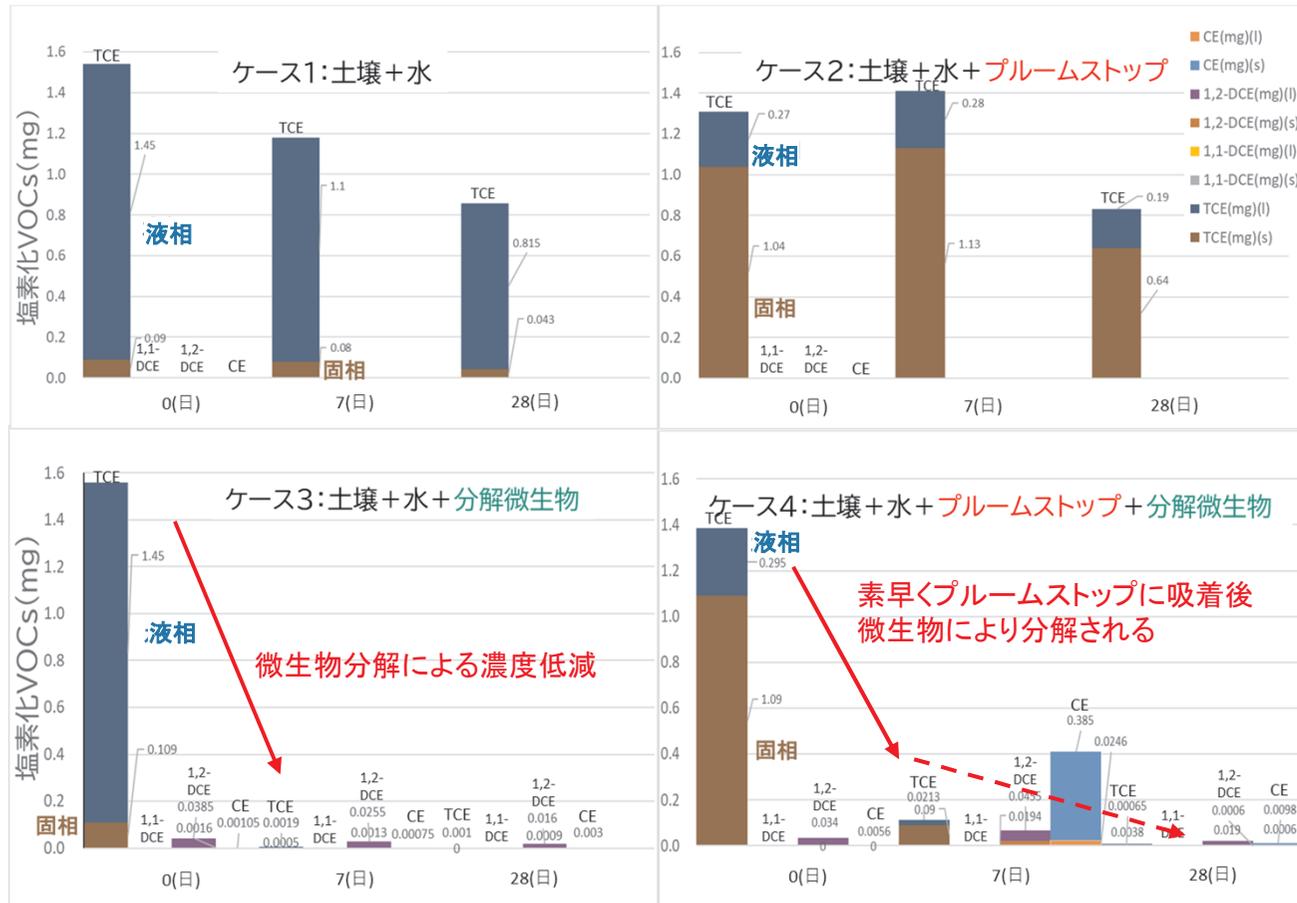
※分解微生物は、エンバイオ・エンジニアリング保有のデハロコッコイデス属細菌ATV1株のコンソーシア(バイオレメディエーション利用指針適合)を使用

# 4.2 プルームストップ浄化壁の室内試験

## ケース別の物質収支の比較



固相: 土もしくは  
土+プルームストップ



※経過日数毎の試料ビン中の塩素化VOCs質量

## 5. まとめ

- サイト評価および室内試験結果より、フェントン反応剤によるシルト質砂の帯水層における第二溶出量基準超過土壌の同基準適合および、敷地境界の地下水拡散防止を対象としたコロイド状活性炭（ブルームストップ）の注入による第二地下水基準超過地下水の同基準適合に向けハイブリッド工法が実現可能であることが分かった。
- フェントン反応剤はクロロエチレンに対して高い分解性を持ち、コロイド状活性炭（ブルームストップ）はテトラクロロエチレンに対して高い吸着性を持つことから、バイオレメディエーションや化学酸化法の単体の工法と比較すると、本サイトにおけるハイブリッド工法の確実度が高いと判断した。