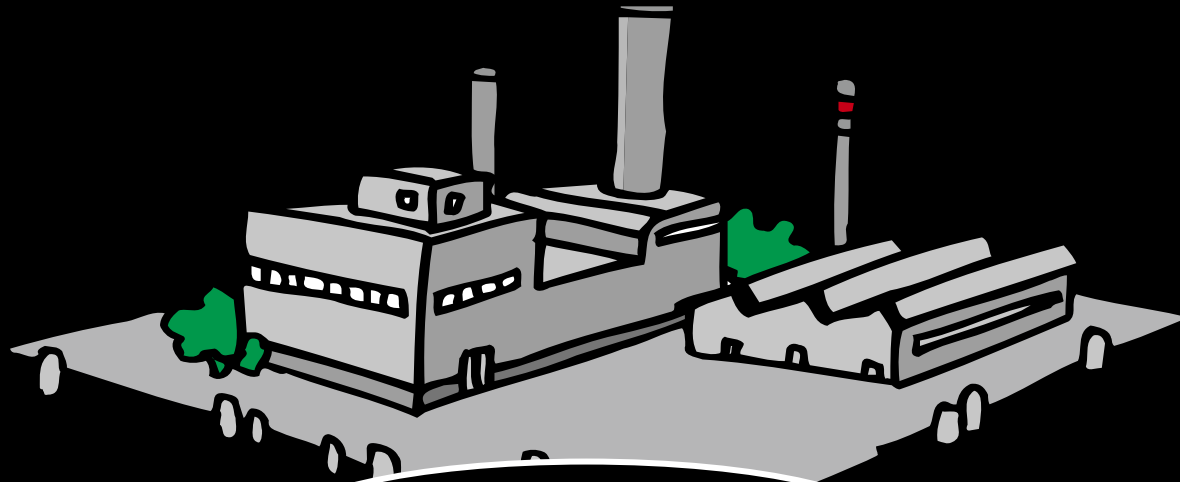


原位置微生物処理工法による クロロエチレン汚染サイトの対策事例

株式会社大林組
エンジニアリング本部 環境技術第一部
佐藤 祐輔

はじめに

供用中の敷地内で、土壌・地下水汚染が見つかり、
その対策をどうしようか？



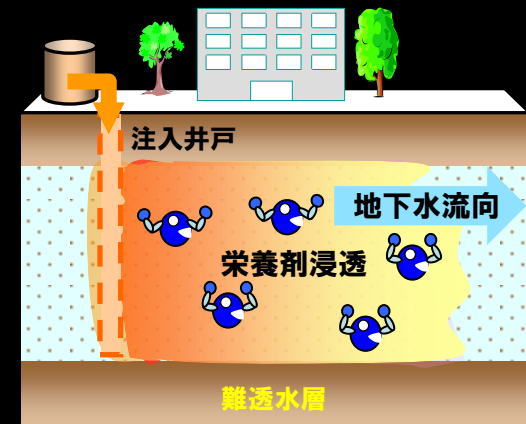
汚 染

土を掘削せずに
汚染を浄化したい

原位置浄化

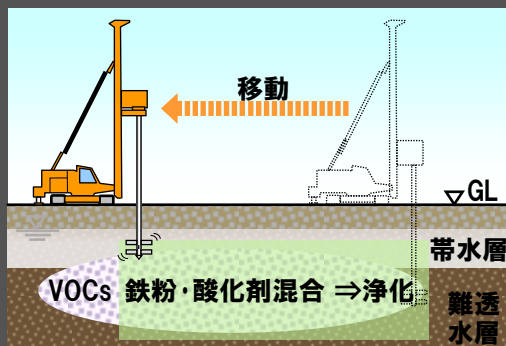
原位置浄化技術とは？

- 汚染土壌の掘削除去をいたしません。
- 掘削除去よりも低コスト
- 操業中の工場直下など現場条件に応じた浄化が可能



原位置浄化技術の例

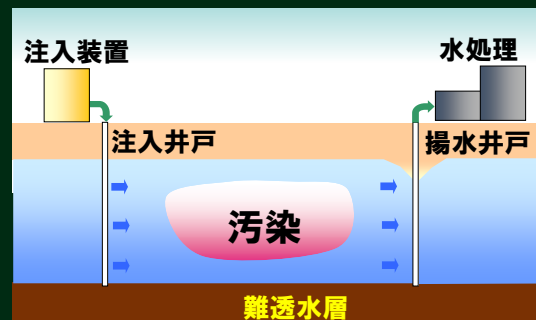
VOCs



鉄粉・酸化剤処理

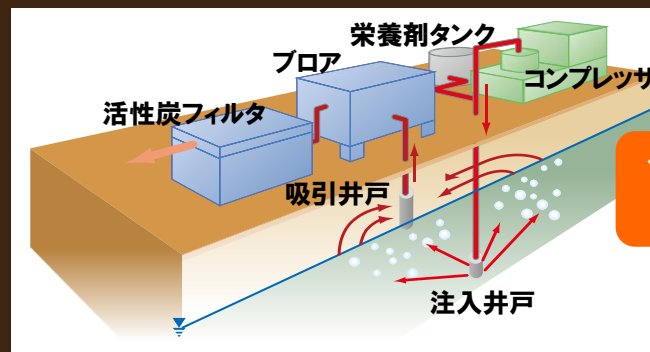


原位置微生物処理



通水洗浄処理

重金属
VOCs

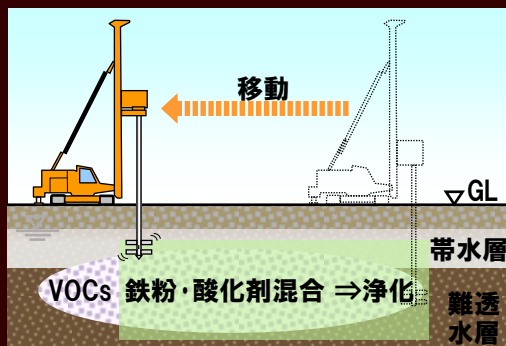


バイオスパーズング

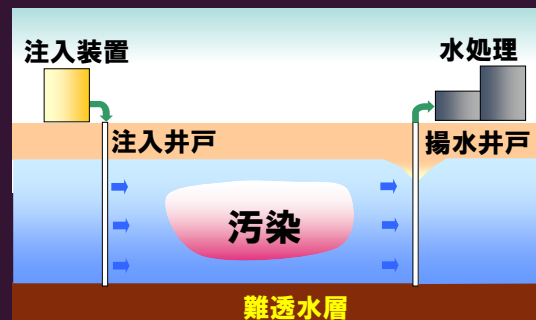
ベンゼン
油

原位置浄化技術の例

難透水層
高濃度

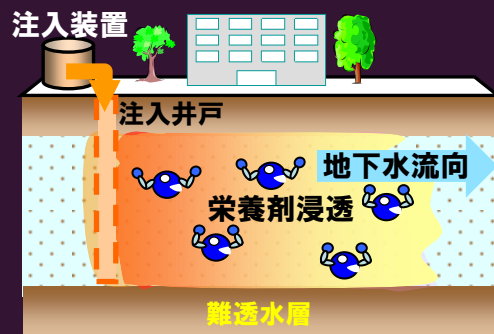


鉄粉・酸化剤処理

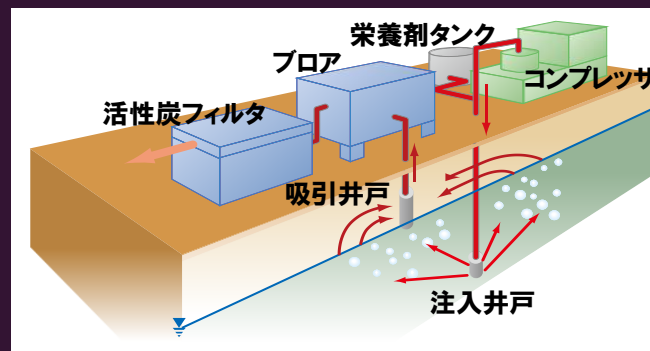


通水洗浄処理

建物下汚染



原位置微生物処理

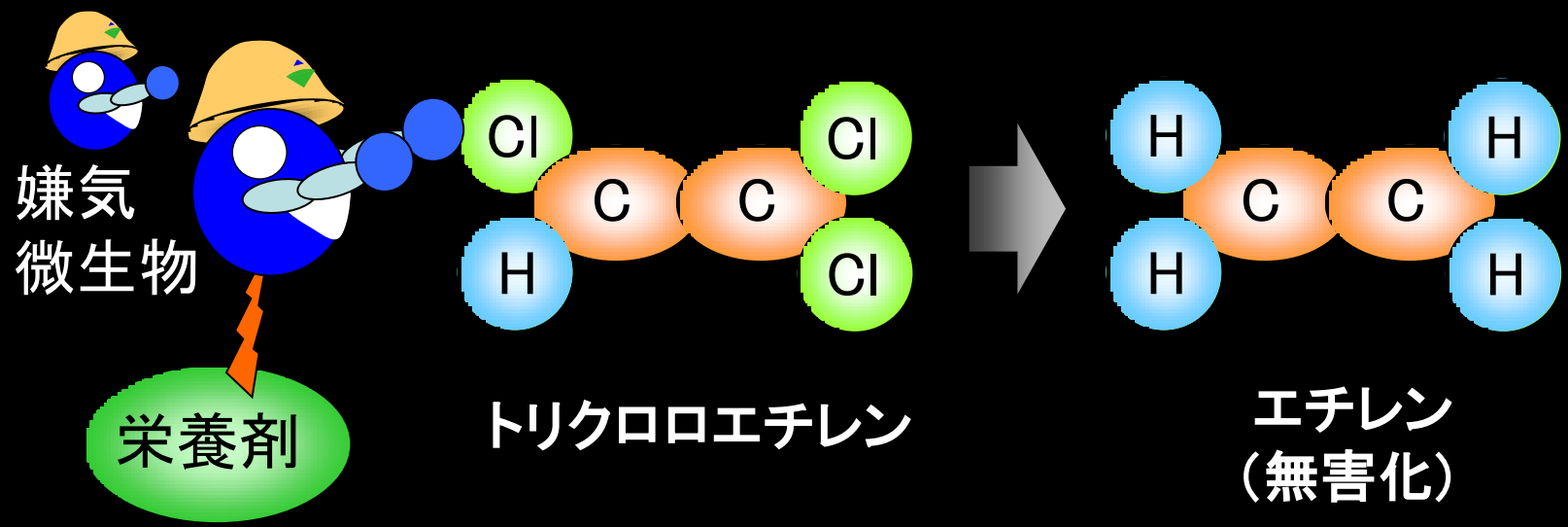


バイオスパーズング

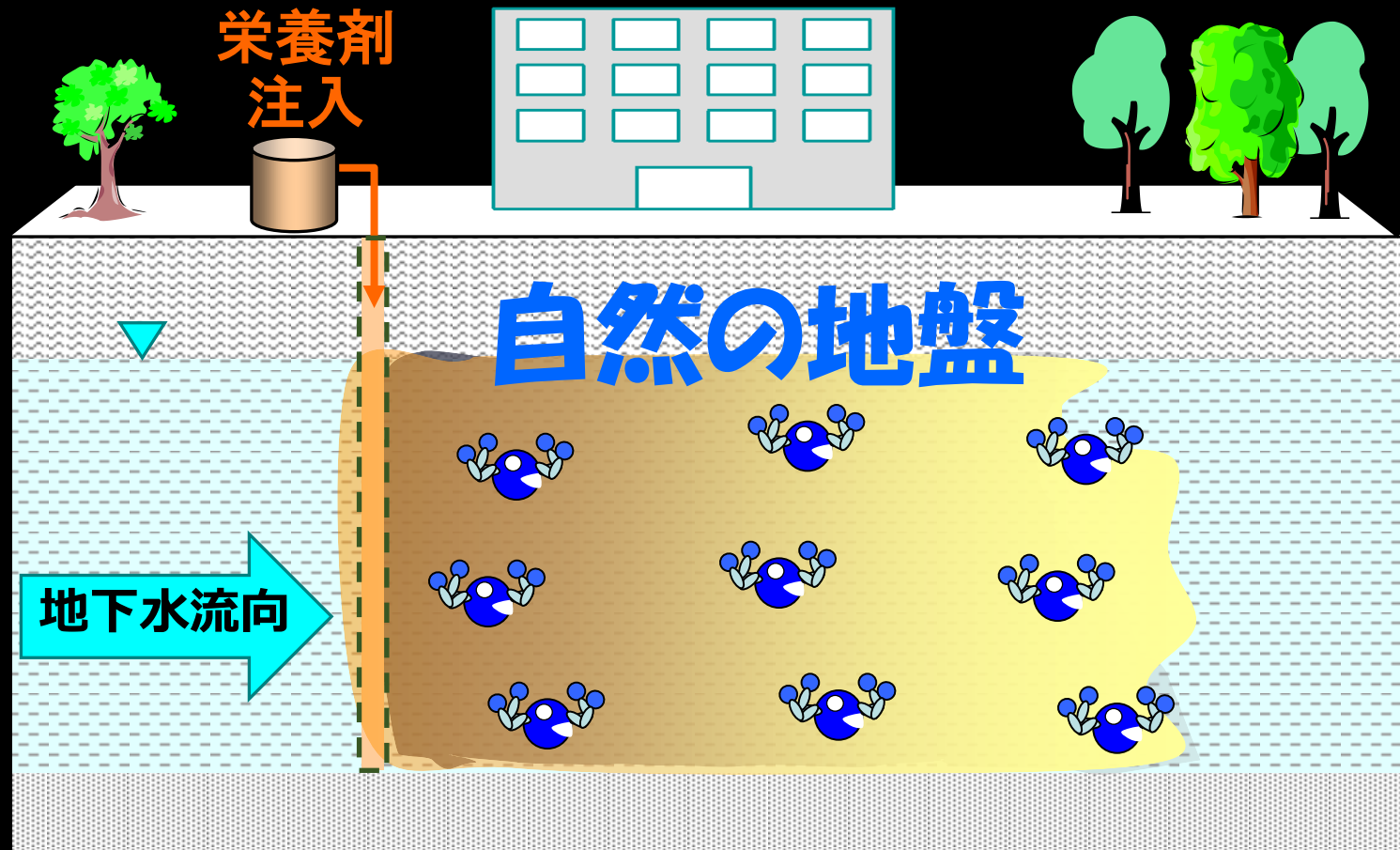
原位置微生物処理とは？

- 地盤中の微生物の力を利用し、VOCsを無害な物質に分解する技術

微生物によるVOCs分解の原理



原位置微生物処理のイメージ



微生物を活性化する栄養剤が重要

微生物栄養剤の種類

● 対策条件に応じて栄養剤を選定

早期に浄化

→ クロロクリン



広範囲を浄化

→ クロロクリンW



分解効果を長期間持続

→ クロロクリンL



粘性土の汚染を浄化

→ クロロクリンS



対策事例

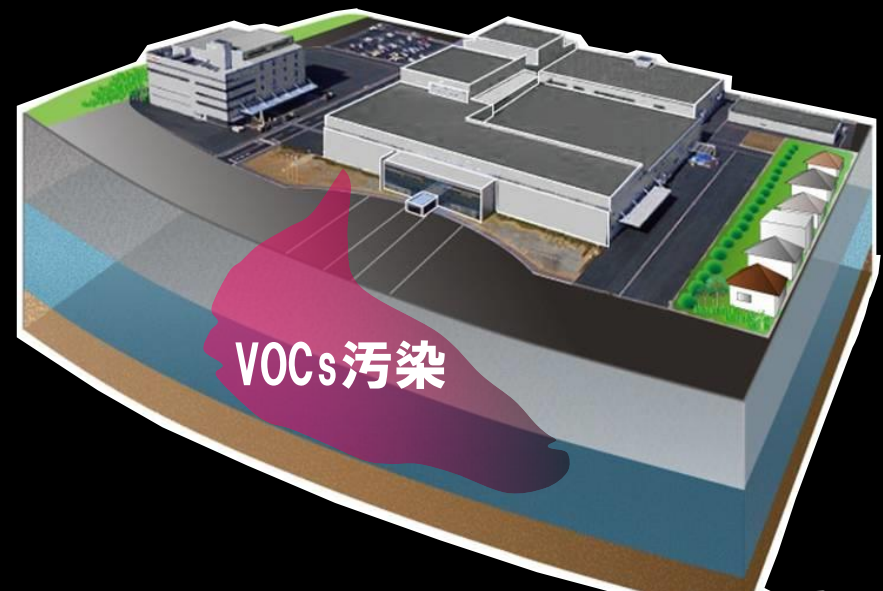
操業中の工場で、土壌汚染が判明

汚染物質：シス-1,2-ジクロロエチレン、クロロエチレン
(地下水基準値の5.5~12倍超過)

汚染土量：約7,600m³
(面積 1,520m² × 深さ GL-9~-14m)

土質：砂質土

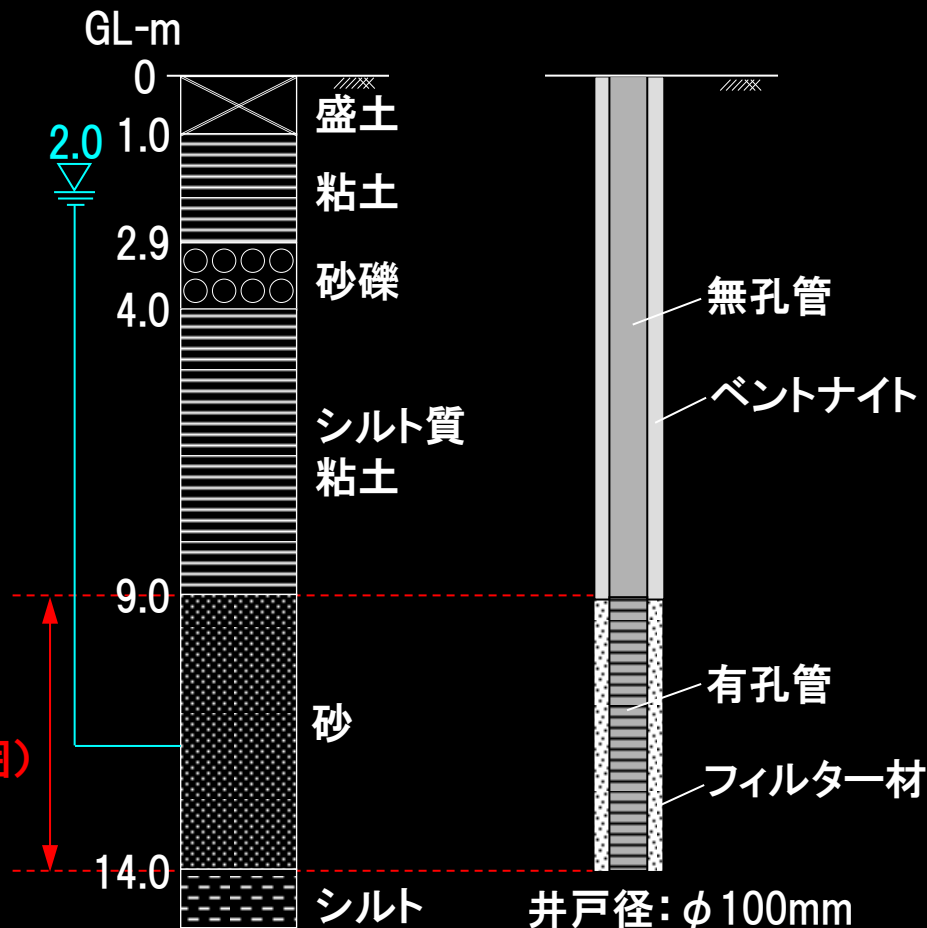
透水係数： $1 \times 10^{-5} \text{m/s}$



VOCs汚染地盤の条件、井戸構造

【地層構成】

【注入井戸構造】



→ 地下水: cis-1, 2-ジクロロエチレン、クロロエチレンが基準値の5.5~12倍超過

→ 土壌: 一部基準超過箇所あり

→ 帯水層に栄養剤を注入

使用した微生物栄養剤・特徴

【クロロクリン】

- カルボン酸塩が主剤
- 粉末で水溶性
- VOCsの分解が速い



粉末の状態



水に溶かした状態

【クロロクリンL】

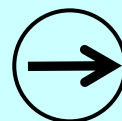
- 乳化植物油が主剤
- 粒径 $1\ \mu\text{m}$ のエマルジョン、吸着性あり
- 栄養剤が難分解性



クロロクリンL(乳化植物油)

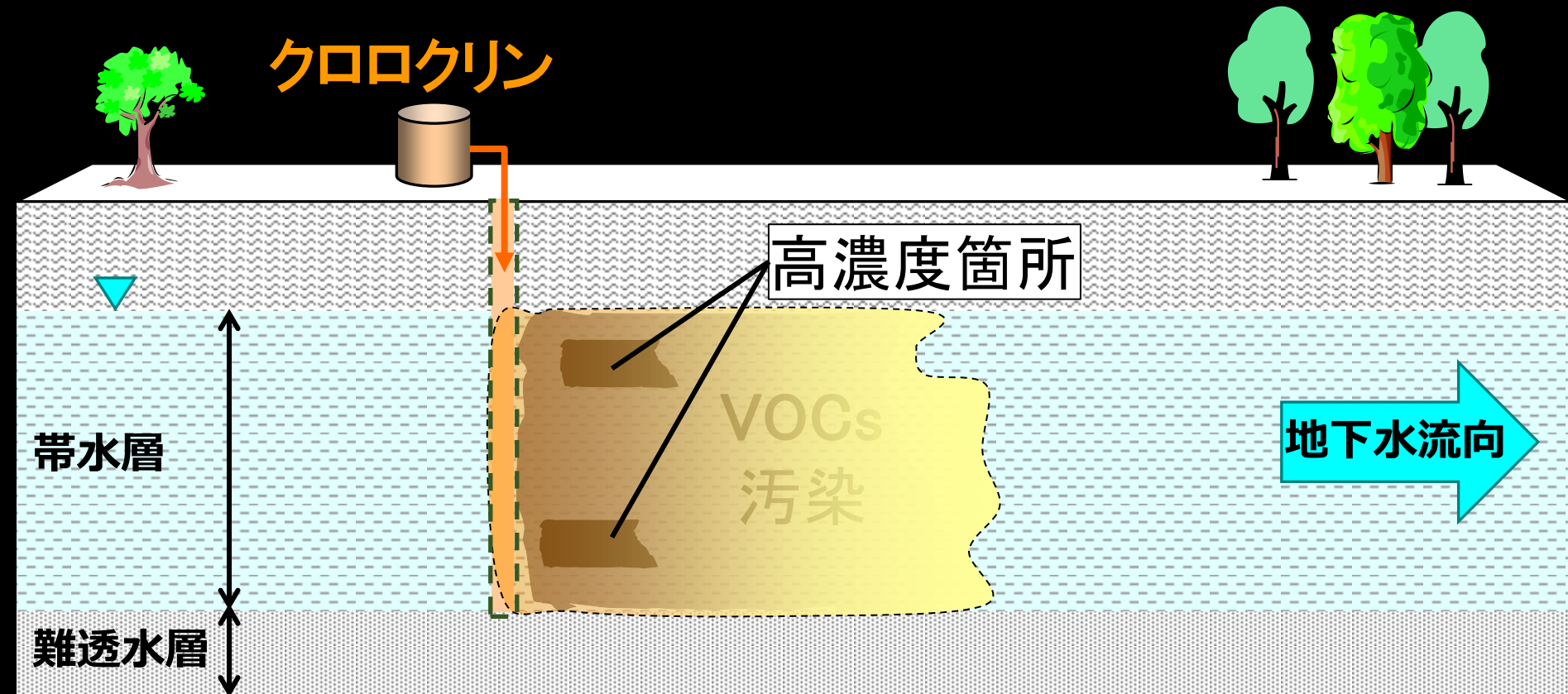


早期に地盤を浄化



VOCs分解が長期間持続

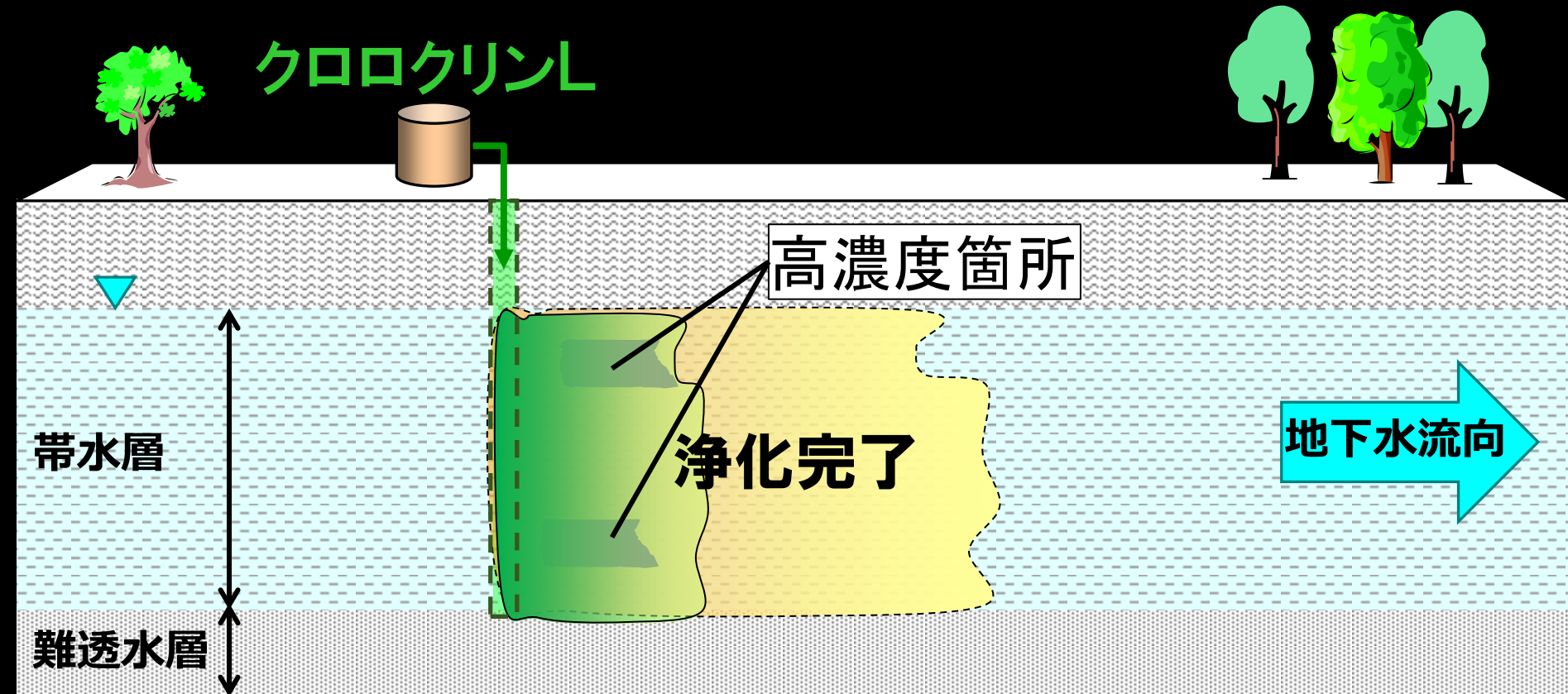
浄化のイメージ



→ 早期に広範囲の地盤を浄化

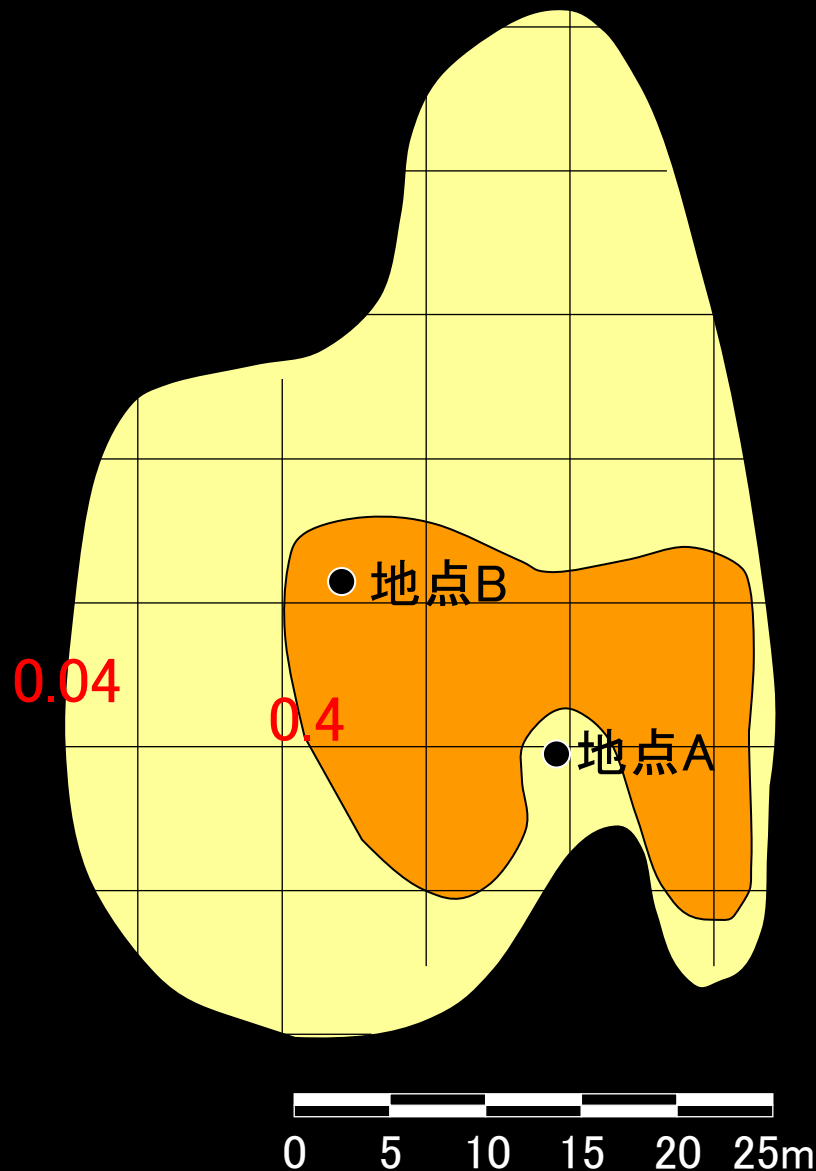
→ 高濃度箇所が一部残る

浄化のイメージ



→ 分解が長期間持続、高濃度箇所を浄化

汚染範囲、井戸配置



→ 地下水：cis-1,2-ジクロロエチレン、クロロエチレンが基準値の5.5~12倍超過

→ 注入井戸間隔：約7.5m

👉 **おおむね左図メッシュの交点に配置**

cis-1,2-ジクロロエチレン濃度

■ : 0.04~0.4mg/L

■ : 0.4mg/L超過

○ 観測井戸

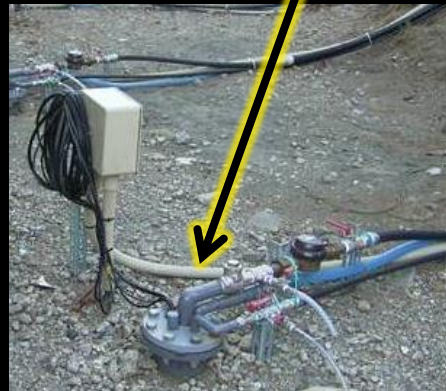
施工状況



栄養剤注入設備

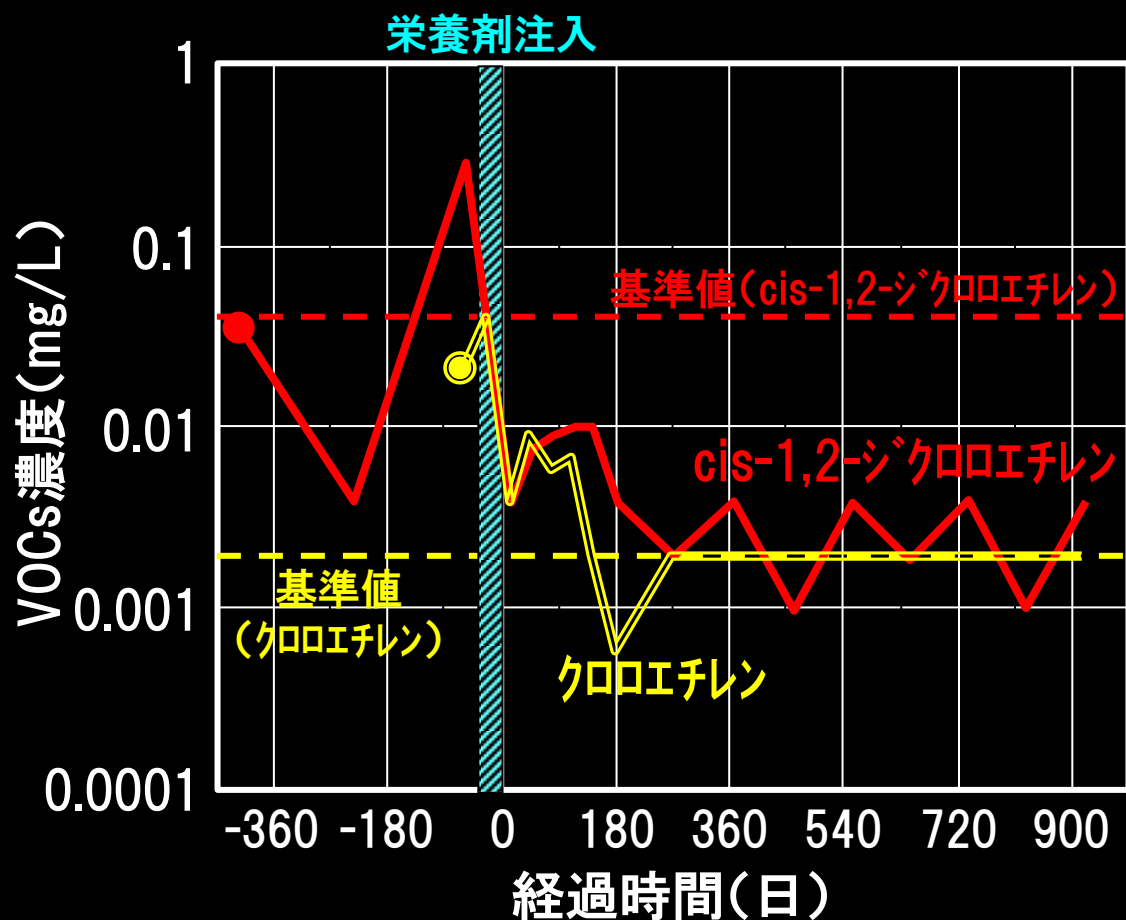


注入状況



注入井戸

栄養剤注入後の地下水VOCs濃度の推移



- 栄養剤注入完了時点をもととし、モニタリングを実施。

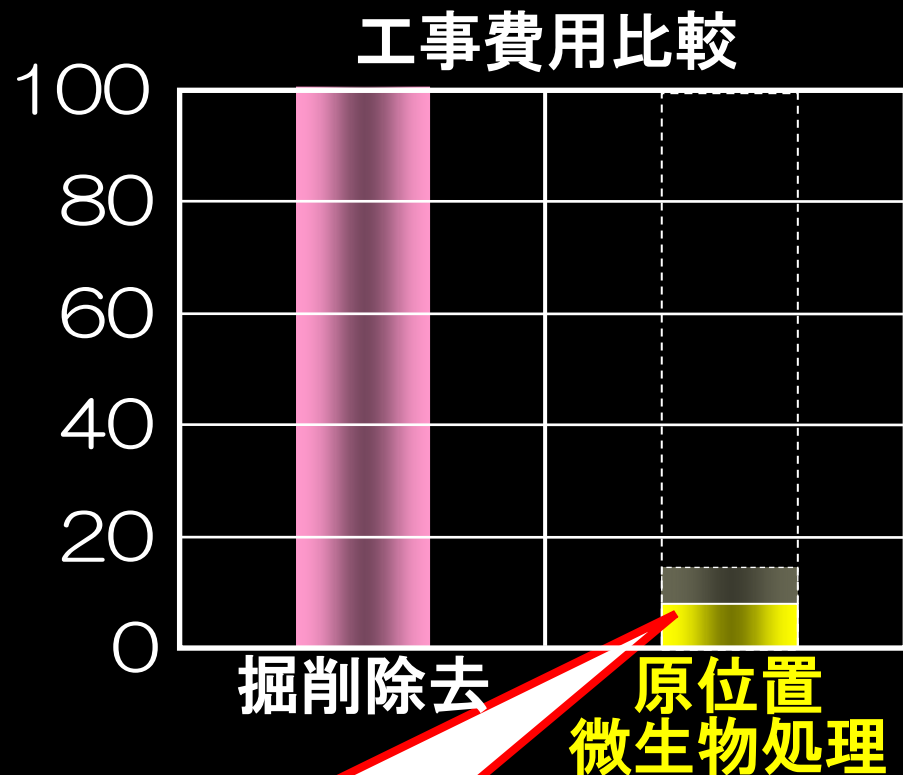
👉 cis-1,2-ジクロロエチレン：栄養剤注入完了時点で基準適合。

👉 クロロエチレン：cis-DCEの分解として生成。一旦濃度上昇後、144日後に基準適合。

➔ 2年以上基準適合状態を維持

掘削除去工法とのコスト比較

- 7,600m³のVOCs汚染地盤を浄化すると仮定
- 稼働中の工場敷地内で対策（建物解体なし）
- 掘削した汚染土は全量場外処分



84~92%
工事費削減！

おわりに

- 本工法に適した汚染サイト

- 👉 汚染が砂質土地盤に存在。
- 👉 狭隘な土地での浄化（ボーリングマシンでの施工）。
- 👉 稼働中の工場・事業所など。
- 👉 コスト削減を重視する現場。

- 適用条件・留意点

- 👉 地盤中にVOCs分解菌が存在すること。
- 👉 VOCs濃度は基準値の数百倍が目安。
- 👉 事前に室内適用性試験で確認すること。

 ご清聴ありがとうございました 