

トリクロロエチレン汚染土壌の生物処理

(株)大林組 技術研究所 正会員 ○藤井 研介
同 上 井出 一貴

1. はじめに

われわれは、顕在化する土壌・地下水汚染の原因物質の一つであるトリクロロエチレン（以下、TCE）を分解する能力を持つ微生物を利用し、特に掘削した TCE 汚染土壌を浄化する技術の開発を行ってきた。これまでに砂質土壌については浄化効果を確認し¹⁾、高濃度の粘性土壌についても対応できる技術の開発を完了している²⁾³⁾。今回、生物処理に適しているとされる比較的濃度の低い汚染土壌の迅速・低廉な処理技術を開発したので報告する。

2. TCE 分解微生物

使用している分解微生物は、自然由来のフェノール資化性菌である。その TCE 分解能力は高く、液体系での分解実験結果は図 - 1 に示すとおりである。

汚染土壌に生物処理を適用する場合、栄養分等を土壌に添加することが多いが、われわれが開発した生物処理技術では分解微生物を培養集積後に栄養分であるフェノール等を除去し、微生物のみを土壌に添加する方法を用いている。この方法では栄養分による二次汚染の心配が無く、また、土壌中で微生物が増殖する可能性はきわめて少ない。

この方法を用いたピーカーレベルでの汚染土壌浄化実験の結果は図 - 2 に示すとおりであり、栄養分の添加が無くても十分な分解能力を維持していることがわかる。

3. 微生物混合時の土壌性状

生物処理の実施時には、分解微生物を汚染土壌に混合する必要がある。砂質土壌での混合作業は特に問題ないが、土壌に含まれる細粒分が多くなると、ミキサーなどでの長時間の混合で力が加わり続けるために土壌間隙が減少し、飽和度が高くなる。生物処理に使用する微生物は好気性微生物であるため活動には酸素が必要だが、飽和度が高くなることで土壌中の酸素量が減少する。このような状況では、酸素の不足により微生物の活性が低下してしまい、分解が途中で止まるために予定していた浄化効果が得られない。

4. 土壌性状の改良

そこで、混合操作による土壌性状の微生物にとっての悪化を防止し、混合後も微生物活動に適した環境を維持するための改良操作を行うこととした。

一般的には植栽工事において砂質土壌の保水性の改良に使用される、パーライト系の無機質土壌改良資材を微生物と同時に混合する。この土壌改良資材は土壌間隙中の水分を取込む性質があるので、減少した間隙を満たすはずの水分が資材中に存在し、大きな土壌間隙は空隙として存在することになる。空隙が多いほど土壌中

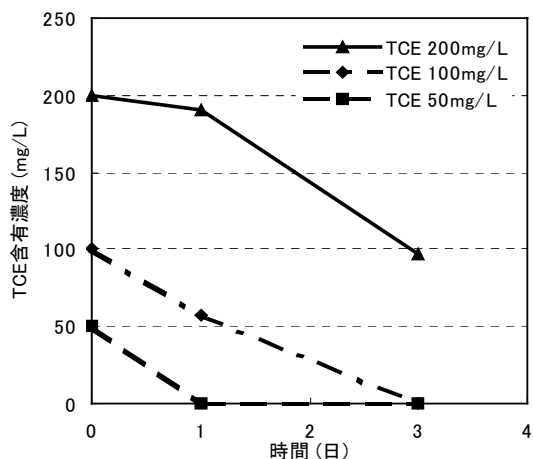


図 - 1 分解微生物の TCE 分解能力（液体系）

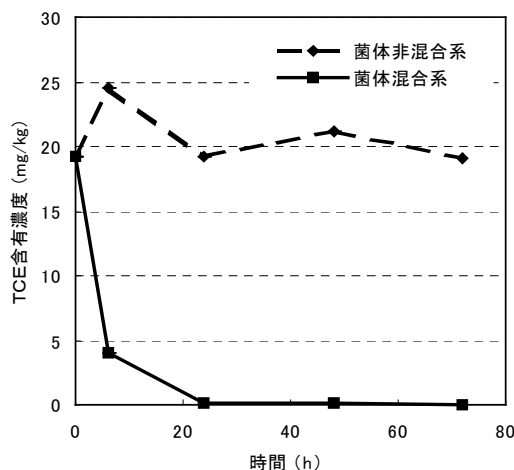


図 - 2 分解微生物の TCE 分解能力（土壌中）

キーワード 土壌汚染，トリクロロエチレン，バイオレメディエーション，環境浄化技術

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所化学研究室 TEL 0424-95-1086

の酸素量は増加するため、微生物は高い活性を維持して汚染物質を分解することができる。さらに混合操作により団粒状の土壤中に多くの空気が供給されるので、好気性微生物にとって活動しやすい環境が創造される。

5. 土壌性状改良時の生物処理効果

パーライト系土壌改良資材を用いて土壌性状を改良した場合の生物処理の効果を図-3に示す。汚染土壌としては、黒ぼく土壌を用いた模擬 TCE 汚染土壌を 20kg 使用し、分解微生物は土壌 1g あたり 10^8 CFU 程度をホバート型ミキサーで添加混合している。図には何も添加しないケース、微生物は添加するが土壌改良資材を添加しないケースおよび土壌改良資材は添加するが微生物を添加しないケースを併記した。

土壌改良資材を添加しないケースでは、分解微生物を添加しても土壌環境基準までの浄化は不可能であった。土壌中の微生物の残存分解活性を測定したところ十分量が残存していたことから、酸素の不足により微生物の活性自体が停止したことで分解も停止したものと推測された。

土壌改良資材を添加した場合には通気性が非常に良くなることから、揮発性物質である TCE は気化によりあるレベルまでは濃度が減少したものの、土の内部に吸着した TCE は容易に気化しないため土壌環境基準には到達しなかった。しかし、分解微生物を添加したケースでは混合後の養生期間約 1 日で土壌環境基準以下まで浄化された。

微生物に適した環境では十分な分解効果が得られると考えられたことから、さらに微生物の添加量を半分程度まで低減し、また初期汚染濃度を増加した浄化試験の結果を図-4に示す。微生物添加量を半減しても養生期間約 2 日で土壌環境基準値に、養生期間約 3 日では土壌環境基準値以下に浄化したことから、添加した微生物の分解活性が有効に利用されていることが明らかとなった。

この工法での処理コストは混合費用と微生物の培養コストおよび改良資材のコストが主であり、現状では培養コストが占める割合が最も大きい。しかしながら、使用する微生物量を減少できることから低コスト化が可能となり、掘削した土壌を対象とする他の処理工法と同等レベルもしくはそれ以下となった。

6. まとめ

土壌改良資材を使用して、TCE 分解微生物にとって適した土壌環境にすることによって、初期濃度が土壌環境基準の 20～30 倍程度の TCE 汚染土壌を、数日という画期的な処理期間で更に低コストに処理できる技術が確立された。

7. 参考文献

- 1) 第 6 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集 p.107～110
- 2) 第 54 回土木学会年次学術講演会講演概要集第 7 部 p.538～539
- 3) 第 7 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集 p.59～62 など

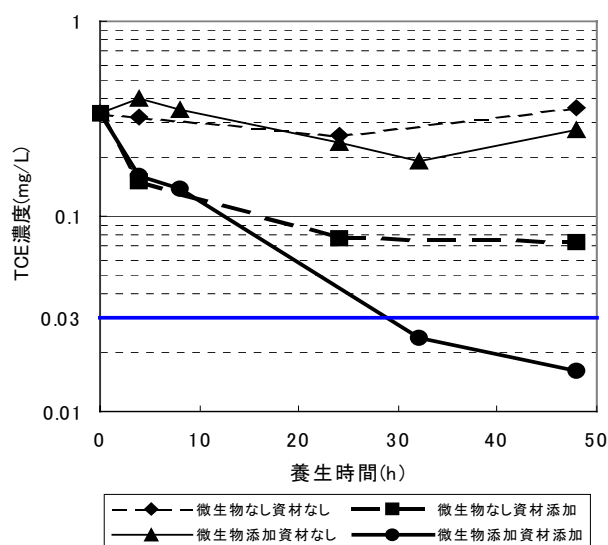


図-3 TCE 汚染土壌の浄化試験結果（その 1）

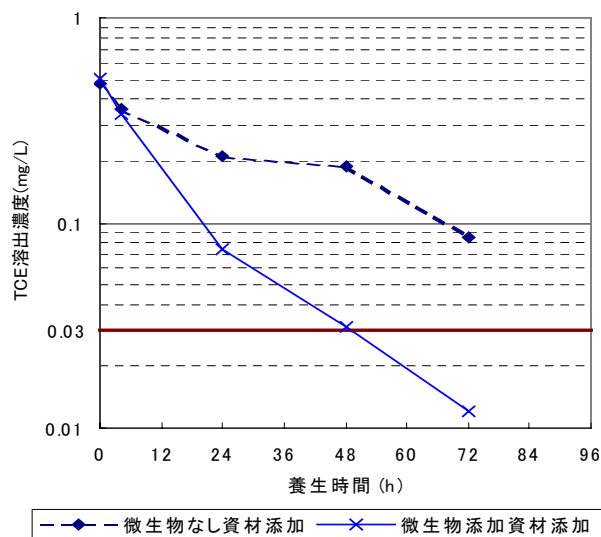


図-4 TCE 汚染土壌の浄化試験結果（その 2）