

ワイン搾りかすの VOC に汚染された現場への適用に関する検証

(株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 正会員 ○平田 茉安里
 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 正会員 大橋 貴志
 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 正会員 吉中 保

1. 目的

VOC (揮発性有機塩素化合物) 汚染土壌の浄化方法の一つにバイオレメディエーションがあり、VOC 分解機能を持つ嫌気性微生物の活性化剤として、様々な水素供与体が提案されている。筆者らは水素供与体として、ワイン製造時に発生する食品副産物であるワイン搾りかすに着目した。本報告では、ワイン搾りかすを液体状に加工した薬剤 (以下、液体状薬剤) が VOC に汚染された現場に適用できるかを検証するため、現場地下水を用いた室内試験を行うとともに、液体状薬剤を現場に注入する野外試験を行った結果を報告する。

2. 現場地下水を用いた室内検証試験

(1) 室内試験方法

本試験では、山梨県のワイナリーより入手したワイン搾りかすを用いた。固形であるワイン搾りかす (図-1) を、アルカリ溶液に浸漬し溶解させた後に、pH2 に調整して液体状薬剤 (図-2) とした。なお、液体状薬剤が水素供与体として、VOC 分解機能を有することは事前に確認している¹⁾。図-3 に VOC 室内分解試験の概要を示す。容量 123 ml のガラス製バイアル瓶に、現場から採取した土壌混じりの地下水と液体状薬剤を入れ、テフロンライナーブチルゴム栓とアルミシールで密閉した。なお、液体状薬剤を入れないものを対照区とした。次にバイアル瓶内を窒素ガスパージし、嫌気的環境にした。効果を明確にするためにテトラクロロエチレン (PCE) 飽和溶液をマイクロシリンジで注入し、30°C で静置培養した。VOC 濃度の分析は、ヘッドスペース-ガスクロマトグラフ (HS-GC) 法で行い、検出器は DELCD (乾式電気伝導度検出器) および PID (光イオン検出器) を用いた。

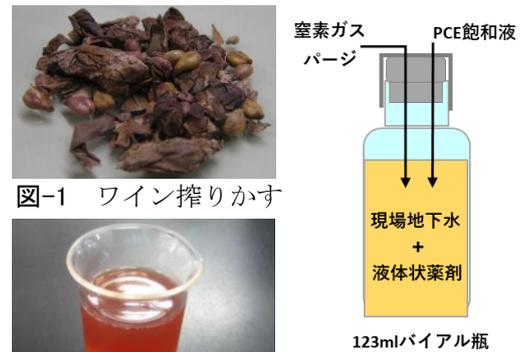


図-1 ワイン搾りかす



図-2 液体状薬剤

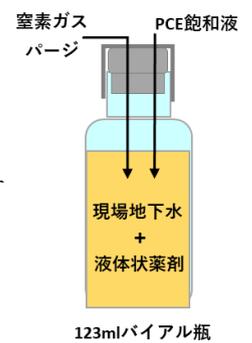


図-3 VOC 室内分解試験概要

(2) 室内試験結果および考察

図-4 に現場地下水を用いた VOC 分解試験の結果を示す。PCE 濃度が低下するにすぎない、シス-1,2-ジクロロエチレン (DCE) とクロロエチレン (VC) 濃度が一時的に増加したのち、約 45 日で全ての VOC が基準値以下に収束した。現場地下水で PCE が逐次的に分解したことから、液体状薬剤は現場に適用できると判断し、野外試験を実施することとした。

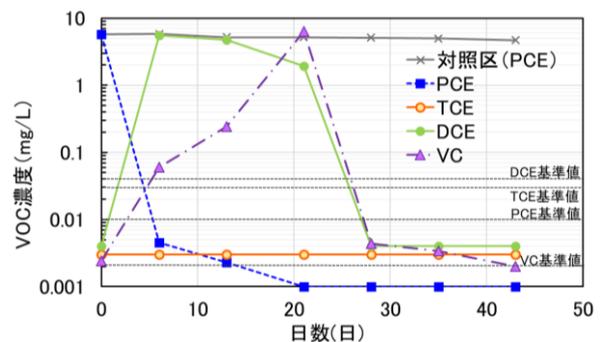


図-4 室内試験 VOC 濃度変化

3. 現場での野外試験

(1) 野外試験方法

図-5 に野外試験を実施した試験エリアの概略図を示す。本現場はクリーニング工場跡地で PCE の使用履歴があり、試験エリアとして、既往調査で VOC が検出された地点周辺を選定した。T-1 は薬剤の注入井戸、M-1 は観測井戸であり、いずれも φ50mm、長さ 10m、ストレナー区間 G.L.-4.0~-10m である。試験エリアは、一部に粘土やシルトが混ざるものの、砂や砂礫が多く透水性は良好と判断し、液体状薬剤の注入方法として自然流下注入を選定した。液体状薬剤注入タンクに

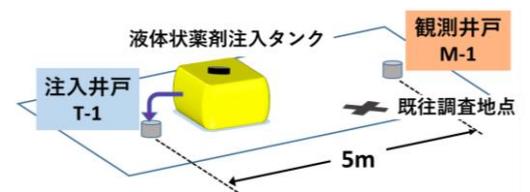


図-5 試験エリア概略図

キーワード VOC, 揮発性有機塩素化合物, バイオレメディエーション, 水素供与体, 食品副産物

連絡先 〒331-0052 埼玉県さいたま市西区三橋 6-70 (株)NIPPO 技術研究所 TEL048-624-0755

液体状薬剤 280L, 水 220L を加え, これを計 2 回 (合計 1,000L) 注入した. モニタリングのため, 地下水は任意の時期に T-1, M-1 にて採水し, 土壌は T-1, M-1 井戸設置時と 9.5 ヶ月後に T-1, M-1 にてボーリングにより採取した. 分析は, VOC 濃度を HS-GC-MS(質量分析)法, TOC (有機体炭素) を燃焼酸化-赤外線式 TOC 分析法, VOC 分解微生物数を *Dehalococcoides* 属細菌群の 16S-rRNA を指標とした定量 PCR 法で測定した.

(2) 野外試験結果および考察

図-6 に, T-1 と M-1 における地下水の VOC 濃度変化を示す. T-1 では, 約 75 日で全ての VOC が基準値以下となり 9.5 ヶ月後も維持した. M-1 では, VC 以外の VOC が約 140 日後に基準値以下となり, 9.5 ヶ月後も維持した. VC は, 当初 2.9mg/L が 9.5 ヶ月後には 0.0037mg/L まで約 1/1,000 に低下した. また, 注入井戸から 5m 離れた M-1 においても VOC 濃度が低減したほか, TOC が当初 1mg/L だったものが徐々に増加して 5 ヶ月後に 17mg/L となったことから, 液体状薬剤が M-1 付近まで広がってきたものと推測する.

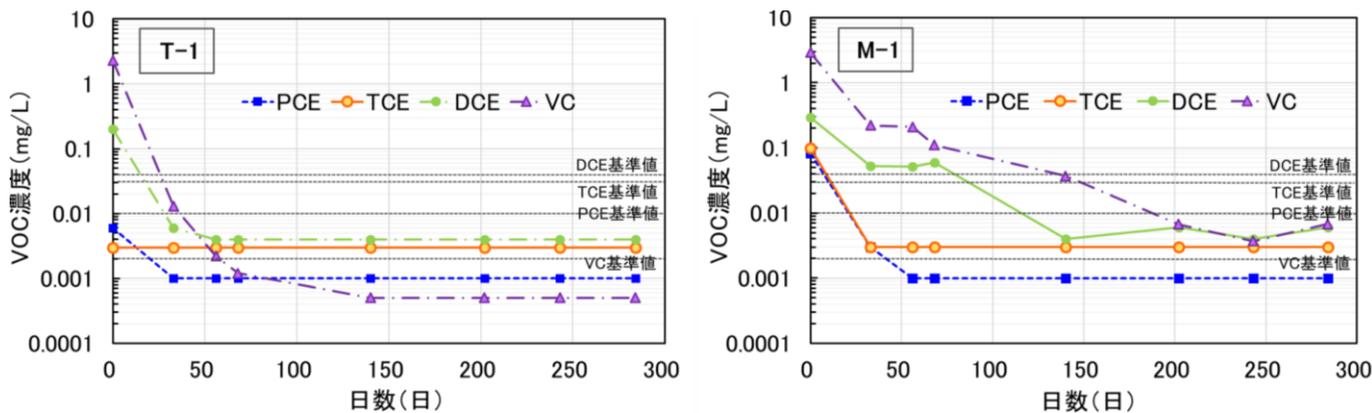


図-6 野外試験 VOC 濃度変化 (地下水)

土壌の VOC 濃度は, 既往調査で G.L-4.0m, -5.0m, -9.0m, -10m の地点が基準値に不適合であったが, 液体状薬剤を注入した 9.5 ヶ月後は全ての VOC が基準値以下になることを確認している.

図-7 に VOC 分解微生物の 1 種である *Dehalococcoides* 属細菌数の変化を示す. 液体状薬剤を注入した後, 菌数は最大で T-1 の地下水では約 160 倍, 土壌では約 15 倍, M-1 の地下水では約 26 倍, 土壌では約 17 倍に増加した.

以上の結果から, 本現場では液体状薬剤を注入することで VOC 分解微生物が増加し, 地下水や土壌の VOC 濃度が低下したものと考えられる.

4. まとめ

本報告では, ワイン搾りかす由来の液体状薬剤が VOC に汚染された現場に適用できるかを検証した. 結果, 現場地下水を用いた室内での VOC 分解試験では, PCE が逐次的に分解し, 約 45 日で VC が基準値以下に収束した. 現場での野外試験では, 液体状薬剤の注入井戸で全ての VOC が地下水基準値以下となった. また, 5m 離れた観測井戸でも VOC 濃度が低減しており, TOC の増加から液体状薬剤の到達も確認した. 土壌の VOC 濃度は全て基準値以下となり, VOC 分解微生物は液体状薬剤を注入した後に増加した. 以上のことから, 今回使用した液体状薬剤は, VOC に汚染された現場において地下水や土壌の VOC 分解に有効であると言える.

参考文献

- 1) 大橋貴志ほか:ワインの搾りかすを用いた VOC 汚染浄化に関する検討 (その 3), 第 25 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, pp.506-511, 2019.

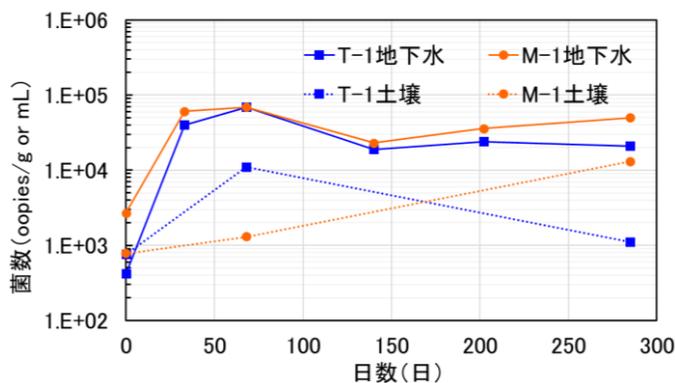


図-7 VOC 分解微生物数の変化