

# バイオレメディエーションを組み合わせた機械油汚染地盤SEAR

大同大学 学生会員 ○清宮 崇寛  
大同大学 学生会員 佐野 豊生  
大同大学 学生会員 寺田 暁彦  
大同大学 正会員 棚橋 秀行

## 1. はじめに

油による地盤汚染が問題となっている。粘性が小さく揮発性に富む油に関する浄化の研究は進んでいるが、機械油などの高粘性で揮発しにくい油に対してはあまり進んでいない。本研究室では、界面活性剤で機械油を乳化させ非掘削浄化する技術(SEAR: Surfactant-Enhanced Aquifer Remediation)について研究を行っている。これまでに、「間隙内二液反応発泡」を提案し、室内土槽実験において油汚染土壌の非掘削浄化が可能であるということがわかっている<sup>1)</sup>。「間隙内二液反応発泡」は、界面活性剤が油汚染部位内部に十分浸透したのちに内部から発泡することにより、高粘性の機械油と効率よく混合され、従来法よりも油に対する界面活性剤の乳化力が向上することを狙うものである。

しかし、同法を用いて行った薄型二次元土槽や大型三次元土槽における浄化実験において、土槽表面が目視上浄化されていると判断できる状態であっても、**写真-1**のように土槽内部に残留油分があり浄化にムラがあることが確認された。この浄化ムラは実際の汚染浄化現場でも報告されている<sup>2)</sup>。界面活性剤が汚染地盤内を均等に流れるのではなく、一度浄化した流れやすい箇所集中して浸透することで、浸透し難い箇所が浄化ムラとして形成されるのではないかと考えた。



写真-1 土槽内部における浄化ムラ

そこで、本研究室は浄化ムラの低減を図るために原位置浄化技術の一つであるバイオオーグメンテーションに着目した。既往研究として、バイオレメディエーションを行う際に界面活性剤を添加することにより、微生物の油脂分解を促進できるという報告がある<sup>3)</sup>。本報告では、SEAR に微生物の油分分解を組み合わせることで浄化ムラの低減が狙えるのではないかと考え、微生物に添加する適切な界面活性剤の濃度を確認するために室内実験を行った。

## 2. 界面活性剤の濃度の違いによる微生物の油分分解の確認

### 2.1 実験目的

本研究室では、界面活性剤が3%の水溶液を使用して室内土槽実験を行っている。これは実際の汚染浄化現場で界面活性剤を用いる際には、地下水による界面活性剤の希釈が考えられるため、希積分を考慮して用いる必要があるからである。これまでの研究で、使用する界面活性剤の濃度を1%にした場合でも、室内土槽実験で浄化が可能であり、1%未満の場合は浄化が困難であることがわかっている。この実験では、SEARを行う上で必要な界面活性剤の濃度を維持しつつ、微生物の油分分解を阻害しない最適な濃度を探るために室内実験を行った。

### 2.2 実験方法

実験装置は円筒容器(2 L)を用いた。実験試料は表-1の分量で、写真-2のようにズタンIVで赤く着色したエンジンオイルに界面活性剤を加え、1 Lの汚染油とした。写真-3のように、全てのCaseに油分分解のための微生物液として、分解菌を20.0 g、栄養塩を20.0 g、必須元素水を0.05 g 水に溶かし200 gとしたものを加え初期状態とした。容器上部から、エアープンプによって1.0 L/minで空気を圧入し、微生物の油分分解の促進を狙った。ここでは、最も変化が観測し易かったCase3とCase4について紹介する。

表-1 実験試料の分量

	界面活性剤	エンジンオイル	水
Case1	0.2	30.0	969.8
Case2	1.0	30.0	969.0
Case3	5.0	10.0	985.0
Case4	10.0	10.0	980.0
Case5	30.0	10.0	960.0

単位：g

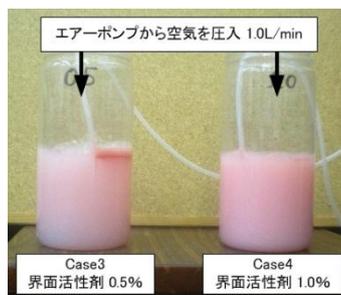


写真-2 汚染油の状態

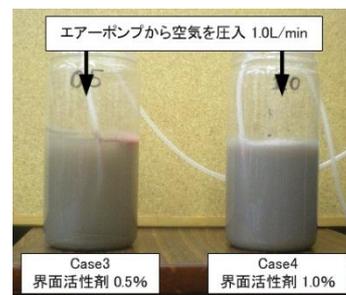


写真-3 初期状態

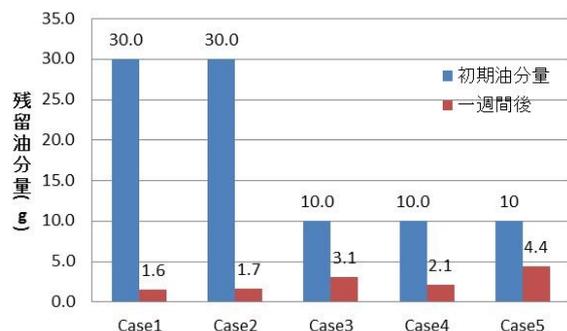


図-1 残留油分の分析結果

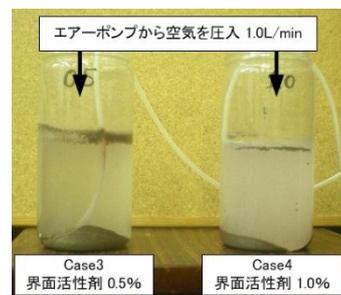


写真-4 実験開始から  
14時間後の様子

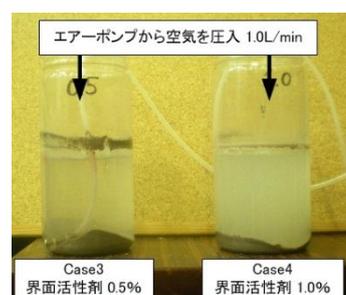


写真-5 実験開始から  
一週間後の様子

## 2.3 実験経過

写真-4 は、実験開始から 14 時間後の様子である。写真-3 では、微生物液によって灰色に濁っていたが、微生物液が沈殿して白濁していることが確認できる。写真-5 は、実験開始から一週間後の様子で Case3 の界面活性剤が 0.5 %含まれている容器では、背面が透けて見えるほどに汚染油が分解されていることが確認できる。実験開始から一週間後に実験を停止して、ノルマルヘキサン分析を行って残留油分量を確認した。

## 2.4 考察

図-1 は残留油分の分析結果である。どの Case も界面活性剤を添加することで分解が阻害されず油分分解されていることが確認できる。しかし、界面活性剤が 3.0 %含まれる Case5 の実験では初期油分量の半分程度しか分解されていないため、影響は小さいが界面活性剤の濃度が上がることで微生物による油分分解が阻害されているのではないかと考えられる。

## 3. まとめ

今回の実験結果から、界面活性剤が 3 %の場合でも微生物による油分分解が可能であることがわかった。しかし、界面活性剤の濃度が上がることで微生物による油分分解が阻害される傾向が見られたことから、SEAR を行う上で必要最低限である界面活性剤が 1 %のものと微生物を組み合わせたものが実験コストの点から見ても適切であると考えられる。今後は、土槽を用いて流れ場における実験を行い、今回と同等の微生物による油分分解が行われることで浄化ムラの低減がどこまで可能であるのか確認を行いたい。

## 参考文献

- 1) 佐野豊生・棚橋秀行：間隙内二液反応発泡による機械油汚染地盤浄化技術の開発, 第 17 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. 450～455, 2011.
- 2) 佐藤祐輔・西田憲司・三浦俊彦・峠和男：揚水・注水の繰り返しによる重金属汚染地盤の原位置浄化 (第 3 報), 第 17 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. 399～402, 2011.
- 3) 大橋貴志・二川往昌・関野英男・戸成博・柳瀬智・渡辺徹：油含有土壌のバイオレメディエーション促進方法について (その 2), 第 17 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. 456～458, 2011.