

鉍物油分解菌を用いた機械油汚染地盤SEAR浄化ムラの低減

大同大学 学生会員 ○清宮崇寛 佐野豊生 寺田曉彦 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¹⁾。「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²⁾。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³⁾。本報告では、SEARに鉍物油分解菌による残留油分の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、鉍物油分解菌の与える影響を確認するために室内実験を行った。

2. 鉍物油分解菌を添加した界面活性剤によるカラム実験

2.1 実験目的 これまでに**写真-2**のように、分解菌を通水に添加するだけで汚染土壌からある程度の汚染油が排出されることが分かっている。本節では、界面活性剤の通液に対する分解菌添加の有無によるカラム内の残留油分分布の違いについて実験を行う。



写真-2 油汚染試料からの廃液の比較

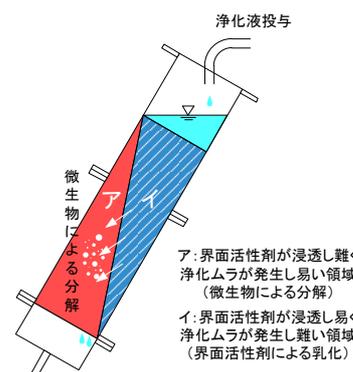


図-1 挙動予想図

2.2 実験方法 実験装置にはカラム（直径6.0 cm）を用いた。充填試料は豊浦標準砂とエンジンオイルを混ぜ合わせた汚染試料 1 kg を実験装置の角度の違う**写真-3、4**のように充填した。浄化液として左側のカラムにはミヨシ油脂（株）製界面活性剤ペレンフト 205（1%）、右側にはペレンフト 205（1%）に（株）ロム製鉍物油分解菌 pseudomonas 属 WatG 株(1%)を加えたものを各 2L 上部から投与した。**図-1**は挙動予想図である。実験装置には一定の角度を付け浄化ムラが発生し易いようになっており、鉍物油分解菌を添加した浄化液を投与することで、

キーワード：非掘削浄化、油汚染地盤、バイオレメディエーション、高粘性油

連絡先：〒457-8532 名古屋市南区白水町 40 番地 大同大学（棚橋秀行）

TEL:052-612-5571 FAX:052-612-5953 E-mail:tanahasi@daido-it.ac.jp

界面活性剤が浸透し難い領域の鉍物油が分解され、単に界面活性剤を投与した場合よりも実験装置内の残留油分濃度が低下するものと期待される。なお、今回は栄養塩を添加せずに行った。浄化液を投与した一週間後にカラムを分解しノルマルヘキサン分析を行い、残留油分分布を確認した。

2.3 実験結果 写真-3(装置設定角度 17°) のカラムに充填されている試料を6ブロックに分け、ノルマルヘキサン分析した結果を表-1 に示す。挙動予想通り、浄化液が浸透した箇所の残留油分量は小さいが、浄化液が浸透し難い箇所の残留油分量は大きいことが分かる。実験装置の下部において残留油分が多く確認されているのは、上部の汚染油が押し流され溜まったものだと考えられる。予想外だったのは、鉍物油分解菌を添加したケースで、浄化ムラが発生しやすい領域における残留油分濃度が高い結果となったことであった。

写真-4(装置設定角度 8°) の実験の分析結果を表-2 に示す。表-1 と表-2 を比べてみると、実験装置の角度が緩い写真-4 の実験の方が、全てのサンプル番号において実験装置内の残留油分濃度が減少している。これは、実験装置の角度を緩めたことで浄化液の通液面積が増え、写真-3 の実験よりも汚染油が界面活性剤によって乳化されることで、乳化油となった汚染油が移動し易くなり、実験装置から排出され易くなったからだと考えられる。サンプル番号 1、2 では、鉍物油分解菌を添加していない場合の残留油分濃度が写真-3 の実験と比べて低くなっているが、写真-4 の場合は実験装置の角度が写真-3 よりも緩く設定されており、界面活性剤が装置の壁面に沿って流れにくく、浄化液が広がり易かったためだと考えられる。写真-3 の場合は、実験装置の角度が写真-4 よりも大きく、鉍物油分解菌を添加した浄化液よりも粘性が低いために浄化液が広がりやすく、装置の壁面に沿って流れやすかったものと考えられる。また、どちらの場合でも鉍物油分解菌を添加することで、浄化ムラの発生し易い領域(サンプル番号 3 と 5) では残留油分濃度が界面活性剤のみの場合よりも高くなる傾向があることがわかった。まだ明らかではないが、鉍物油分解菌を添加することにより何らかの理由で油が移動しにくくなり、単に界面活性剤を流した場合よりも汚染油の排出を阻害しているものと考えられる。界面活性剤共存下でも、鉍物油分解菌に栄養塩を添加することで、汚染油の分解を促進させられるのか今後確認したいと考えている。

3. まとめ

界面活性剤に鉍物油分解菌を添加することで、実験装置の下部における残留油分濃度が高くなる傾向が見られた。今後の課題として、界面活性剤共存下でも、浄化液に栄養塩を添加することで鉍物油分解菌の分解が促進され実験装置の下部における残留油分濃度が減少するかを確認する。また、界面活性剤の濃度の違いにより鉍物油分解菌の分解力に影響が見られるかも確認する。

なお、本研究は平成 23 年度科研費基盤研究 B (課題番号 23360206) の助成を受けたものである。

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。



写真-3 初期状態 (装置設定角度 17°)
 表-1 写真-3 の分析結果

サンプル番号	残留油分質量比(%)	
	鉍物油分解菌	
	無	有
1	4.278	3.157
2	2.858	1.730
3	6.370	7.682
4	5.153	7.162
5	9.358	11.535
6	6.242	7.980



写真-4 初期状態 (装置設定角度 8°)
 表-2 写真-4 の分析結果

サンプル番号	残留油分質量比(%)	
	鉍物油分解菌	
	無	有
1	1.245	1.663
2	0.389	0.396
3	2.702	4.939
4	2.466	2.821
5	5.136	8.897
6	5.487	5.544