

油汚染土のバイオレメディエーション促進に関する室内試験

株式会社大林組 正会員 ○西川 直仁 正会員 大島 義徳
正会員 村中 博 正会員 石川 洋二

1. はじめに

微生物の持つ油類分解能力を利用して油汚染土壌を浄化するバイオレメディエーションには、油汚染土壌に元来棲息する微生物に栄養塩等を添加して油分の分解促進を図る「バイオスティミュレーション」と、分解能力の優れた微生物を微生物製剤として油汚染土壌に添加して浄化促進を図る「バイオオーグメンテーション」がある¹⁾。筆者らはこれまでバイオスティミュレーションの浄化を促進する易分解性の有機資材（以下、浄化促進資材とよぶ）の効果について検討を進めてきたが²⁾、今回、バイオスティミュレーションに新規促進材を用いて浄化を促進した場合とバイオオーグメンテーションで分解微生物を用いた場合の浄化促進効果を比較検討するための室内試験を実施したので、その試験結果について報告する。

2. 試験方法

比較試験は、微生物製剤と浄化促進資材を試験用に調整した模擬油汚染土壌に添加・混合して養生し、養生期間中の浄化進捗状況の違いを確認した。

(1) 試験対象資材及び試験ケース

試験対象は油汚染土浄化工事で比較的適用実績が多い複合微生物製剤 1 種と筆者らが探索した浄化促進資材（易分解性有機資材）1 種の合計 2 種とし、試験ケースは表 1 に示す 4 ケースとした。なお、微生物製剤と浄化促進資材の添加量は、バイオレメディエーションの費用が場外搬出処分費を超えない範囲で同コストとなる量に設定した。

(2) 模擬汚染土壌

模擬汚染土壌は株式会社大林組技術研究所中庭で採取した土壌（細粒分質砂：SF）を試験室に搬入し、C 重油と灯油を 5:1 の比率で混合した油分を TPH で 12,000mg/kg-dry となるよう添加・混合し、1 日風乾して揮発成分を飛ばした後、20℃・暗条件で 2 週間養生した。模擬汚染土壌の初期性状を表 2 に、TPH クロマトグラムを図 1 に示す。

(3) 養生条件

調整した模擬汚染土壌は 1 ケースあたり 5.0kg をステンレス製の丸型容器（6L、蓋なし）に入れて、20℃・暗条件で 4 週間養生した。通気のため、試験開始から 2 週目までは 1 日 1 回、3 週目以降は 2 日に 1 回の頻度で土壌を攪拌した。養生中は土壌の含水比を適宜測定し、含水比が 30%前後となるよう霧吹きで水を供給した。

表 1 試験ケースと添加材仕様

ケース	窒素源	りん源	汚染土1kgへの添加資材量
ブランク	なし	なし	なし
標準	尿素肥料及びりん酸アンモニウムをC:N:P比で		なし
微生物製剤	100:10:1として添加		粉体1.6g
浄化促進資材			10%溶液31g

表 2 模擬汚染土壌の初期性状

区分	項目	測定値	単位
粒度分布	礫分	3.1	%
	砂分	67.2	%
	シルト・粘土	29.7	%
物理化学性状 (油分添加前)	含水比(初期)	14.7	%
	pH	7.4	
	電気伝導率	14.2	mS/m
	一般細菌数	1.70E+07	CFU/g-wet
全石油炭素 (油分添加から 2週間後)	TPH(C6-C44)	7,200	mg/kg-dry
	C6-C12	800	mg/kg-dry
	C12-C28	4,500	mg/kg-dry
	C28-C44	1,900	mg/kg-dry

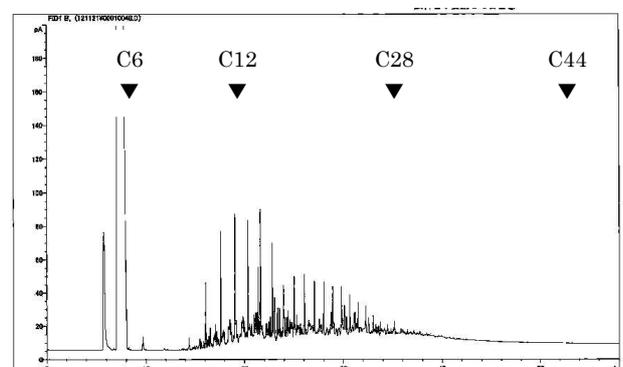


図 1 模擬汚染土壌の TPH クロマトグラム

キーワード： 油汚染、バイオレメディエーション、微生物製剤、浄化促進資材

連絡先： 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 株式会社大林組技術本部環境技術第二部 TEL: 03-5769-1057

(4) 浄化促進効果の確認方法

養生期間中は数日～1週間の頻度で土壌を採取し、表3に示す測定を実施した。

3. 試験結果

油臭と油膜の試験結果を表4と表5に示す。各ケースの浄化速度を比較した場合、ブランク<標準<微生物製剤<浄化促進資材の順であった。微生物製剤ケースと浄化促進材ケースを比較した場合、両ケースとも28日時点では浄化完了とみなせるレベル(油臭1・油膜2)となったが、養生期間中の油臭・油膜の低減速度は浄化促進資材を添加したケースが大きかった。

TPHの測定結果を図2に示す。各ケースとも初期5,000～6,000mg/kg-dryだったTPHが28日の時点で3,000～4,000mg/kg-dryまで低下したが、試験ケース間でTPHの低減速度に明確な差はみられなかった。

一般細菌数の測定結果を図3に、標準ケースの一般細菌数を1.0とした場合の各ケースの一般細菌数比率を図4に示す。各ケースとも当初10⁶ CFU/g-wetが10⁸～10⁹ CFU/g-wetまで増加したが、浄化促進資材を添加したケースの増加が最も顕著であった。

上記の結果からは、浄化促進資材ケースでは、有機資材の添加によって早期に微生物が増加し、その結果、油分のうち特に油臭・油膜の原因となる物質の分解が促進されたと考えられる。今後、異なる汚染土壌や養生条件で確認する必要があるが、今回の試験結果からは外来の分解微生物を添加するバイオオーグメンテーションよりも、浄化促進資材を添加して土着の分解微生物を活性化させるバイオスティミュレーションの方が効率的な浄化につながると考えられる。

4. まとめ

油汚染土壌のバイオレメディエーションに浄化促進材(易分解性有機資材)を用いた場合と微生物製剤を用いた場合の浄化促進効果を室内試験で比較検討した結果、浄化速度の点で浄化促進資材が優位であった。今後、土質や汚染状況の異なる油汚染土壌についても比較試験を行い、条件に応じた最適な添加資材の選定に関する知見を蓄積していきたい。

参考文献

- 1) 中央環境審議会土壌農薬部会土壌汚染技術基準等専門委員会(2004):油汚染対策ガイドライン
- 2) 大島ら(2013):油分解促進剤の難分解作動油での処理促進効果、第68回土木学会年次講演会要綱集

表3 養生中の測定項目

項目	方法	注記
油臭	油汚染対策ガイドライン(H18.3)資料4の方法	油臭基準 ガイドラインと同じ 油膜基準 1:濁りなし 2:わずかな濁り 3:油状痕・縞 4:多数の油状痕・縞 5:多量の油膜層
油膜	油汚染対策ガイドライン(H18.3)資料4の方法(シャーレ法)	
TPH	油汚染対策ガイドライン(H18.3)資料3の方法(GC-FID法)	
一般細菌数	土壤環境分析法 III.9.A 希釈平板法(培地:アルブミン培地、温度:28°C、7日間培養)	

表4 油臭の測定結果

経過日数	0	4	7	11	15	21	28
ブランク	5	5	4	3	3	3	3
標準	5	5	4	3	3	2	2
微生物製剤	5	4	4	3	3	2	1
浄化促進資材	4	3	3	3	2	2	1

表5 油膜の測定結果

経過日数	0	4	7	11	15	21	28
ブランク	3	3	3	3	3	3	3
標準	3	3	3	3	3	3	3
微生物製剤	3	3	3	3	3	3	2
浄化促進資材	2	2	2	1	2	2	2

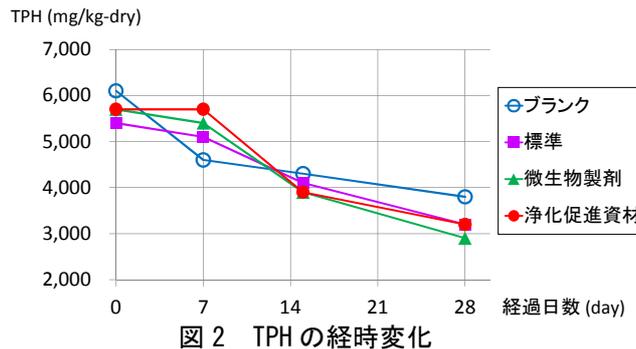


図2 TPHの経時変化

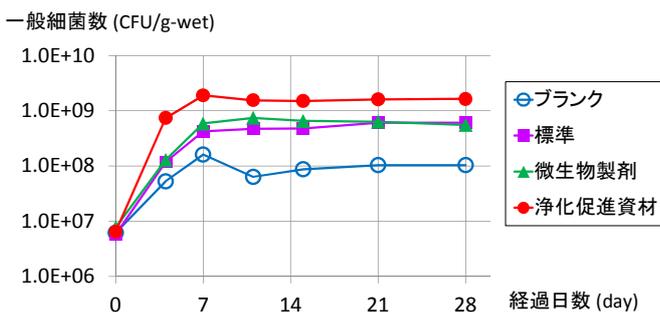


図3 一般細菌数の経時変化

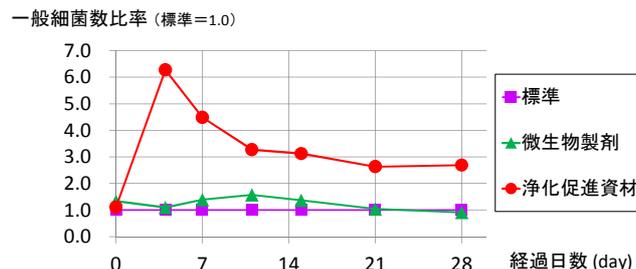


図4 一般細菌数の比率での比較(標準=1.0)