

## バイオレメディエーションによる重質油汚染土壌の中規模浄化実験

西松建設(株) 技術研究所 正会員 山崎将義 正会員 石渡寛之 非会員 萩谷宏三  
 戸田建設(株) 土木工事技術部 正会員 中村隆浩 正会員 安田好伸

### 1. はじめに

バイオレメディエーションは経済的かつ環境調和型の優れた浄化技術であるが、高濃度汚染や難分解性汚染成分が多く残存する石油汚染土壌に対しては効率的な浄化が困難である。そこで筆者らは、あらゆる石油汚染に対応するため、物理化学的処理を組み合わせるバイオレメディエーションを効率化する技術を開発中である。本技術によって石油汚染土壌の浄化を行うにあたり、各要素技術の石油浄化特性を事前に把握しておくことは極めて重要である。本研究開発では、実際に重質油で汚染された土壌を用いた中規模（200L スケール）浄化実験を通じて、バイオレメディエーション単独処理での効率化手法について検討を試みた。その結果、土着菌生息環境改良材（当社開発中の多孔質材料）および有機性堆肥を添加することによって浄化を効率化できたのでここに報告する。

### 2. 実験方法

供試した土壌は、実際に重質油で汚染され長期間自然環境中に放置された砂質土壌（砂質分約 92%、自然含水比 11.3%）で、ノルマルヘキサン抽出物質質量 45,000mg/kg 乾土である。この土壌を、容量 200L のポリエチレン製ドラム缶型容器（通気性を確保するため容器側面に孔をあけたもの）に入れ、屋外に放置した。微生物分解を促進する目的で、10mm 粒径の土着菌生息環境改良材（当社開発中の多孔質性材料）と栄養塩（窒素分およびリン分）および有機性堆肥を添加した実験区を設定した（表-1）。平成 13 年 9 月より 5 ヶ月間放置し、その間、開始後 14 日目およびその後 1 ヶ月毎に土壌を容器からあけて攪拌した。また、この攪拌と同時に油分評価（IR 分析および TLC-FID 分析）を行い、外気温と土壌中温度は連続測定した。

表 - 1 実験区の設定

S区: 汚染土壌 280kg + 栄養剤400g
S+C1区: 汚染土壌 280kg + 栄養剤400g + 土着菌生息環境改良材1%(w/w)
S+C3区: 汚染土壌 280kg + 栄養剤400g + 土着菌生息環境改良材3%(w/w)
S+C3+O区: 汚染土壌 280kg + 栄養剤400g + 土着菌生息環境改良材3%(w/w) + 有機性堆肥400g

### 3. 実験結果

各実験区の油分残存率を図-1 に示す。また、残存油分濃度の経時変化と、土壌中温度および外気温の測定結果を図-2 に示す。

#### (1) 栄養塩添加による分解効果

汚染土壌に栄養塩のみを添加した S 区では、油分濃度 5%(w/w) 程度の重質油汚染土壌が 1 ヶ月間で 26% 分解浄化された。その後、図-2 に示したように、外気温および土壌中温度の低下に伴って分解効率が低下したものの、徐々に分解は進行し、5 ヶ月間で 47% が分解浄化された。

#### (2) 土着菌生息環境改良材による分解促進効果

微生物による好氣的分解を促進する試みとして、多孔質性を有する土着菌生息環境改良材（以下、改良材と略記）を添加した結果、1 ヶ月後時点で、改良材を 1% 添加した S+C1 区では 39%、3% 添加した S+C3 区では 34% 分解浄化された。改良材を添加しない場合(S 区)に比べてそれぞれ 13% および 8% 分解が促進された。また、図-3 に示したように、石油成分の経時変化を調べた結果、1 ヶ月後時点で、飽和分については、S+C1 区では 54%、S+C3 区では 57% 分解浄化され、S 区に比べてそれぞれ 15% および 18% の分解促進効果がみられた。芳香族分については、S+C1 区では 46%、S+C3 区では 41% 分解浄化され、同様に S 区に比べてそれぞれ 21% および 16% の分解促進効果がみられた。

#### (3) 有機性堆肥の添加による石油成分の分解促進効果

栄養塩と改良材を添加した上に、さらに、微生物源および有機栄養塩を含有する有機性堆肥を補給した場合（S+C3+O 区）の効果を確認した結果、5 ヶ月間での芳香族分の分解浄化が S 区に比べて 19%、S+C3 区に比べて 11% 促進された。

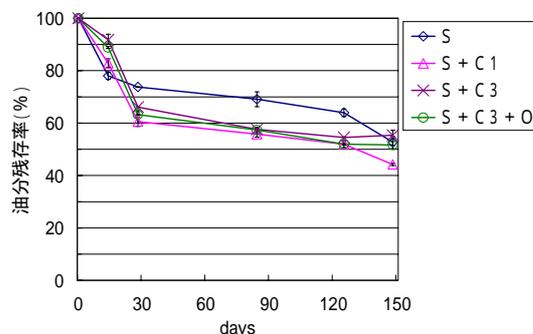


図-1 油分残存率の経時変化

キーワード：バイオレメディエーション，重質油汚染土壌，浄化特性，石油成分分析

連絡先：西松建設(株)技術研究所 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL046-275-0089 FAX046-275-0094

4. まとめ

以上の検討結果より以下の知見が得られた。

- (1) 高濃度かつ難分解性汚染成分が多く残存していると推測される重質油汚染土壌であっても、土着菌生息環境改良材の添加によって微生物分解が効率化し、1ヶ月間で最大39%分解浄化された。
- (2) また、飽和分と芳香族分の分解がそれぞれ15%および21%促進された。
- (3) 土着菌生息環境改良材を添加した上に、さらに有機性堆肥を添加することによって、芳香族分の分解が11%促進された。

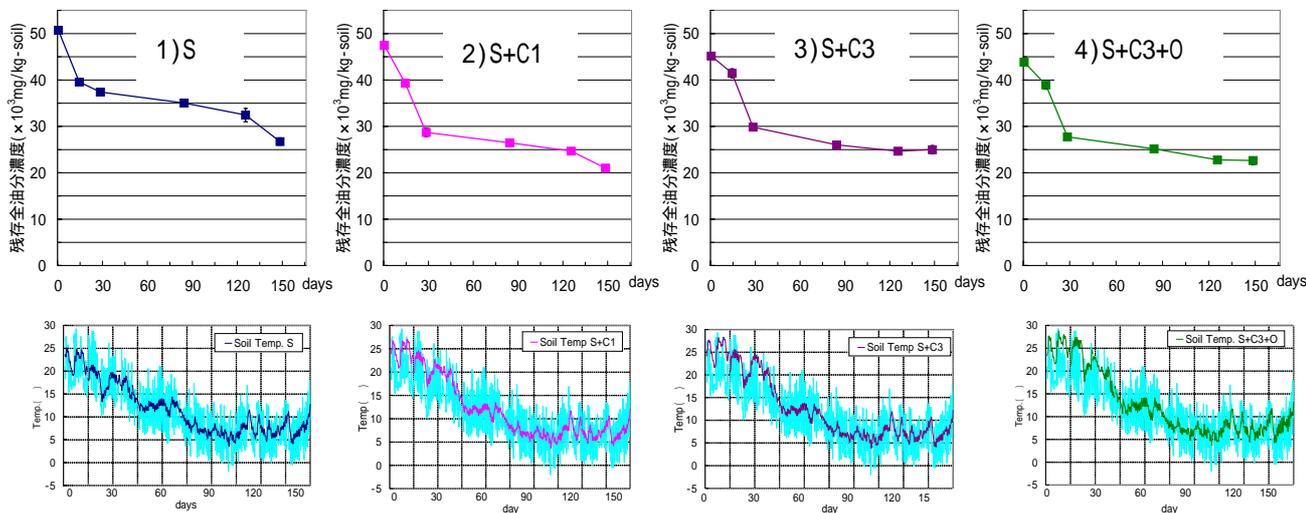


図-2 残存油分濃度の経時的変化（上段）と  
土壌中温度(太線部)および外気温の測定

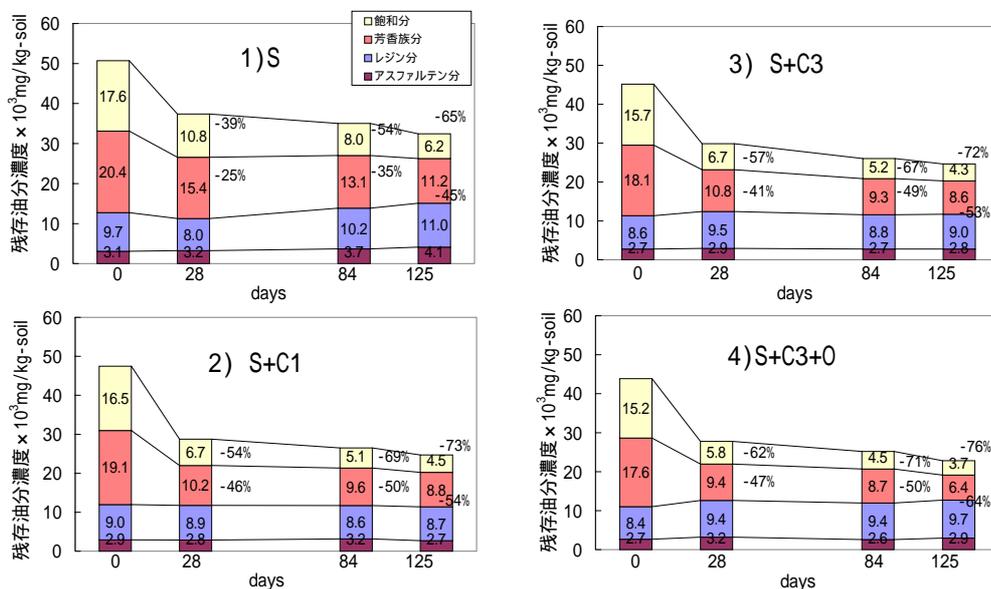


図-3 残存石油成分の経時的変化  
(注：図中のマイナス値は各成分の減少割合を示す)