

紫外線による油汚染土壌の浄化法

戸田建設(株) 正会員 ○小國拓也 中村隆浩 佐藤文俊
西松建設(株) 正会員 山崎将義 石渡寛之
同 非会員 萩谷宏三

1. 油汚染浄化技術の概要

工場跡地や石油関連施設の土壌では、石油による環境汚染が深刻な問題として潜在している。これらの油汚染土壌には、濃度や成分の違いといった種々の形態があるため、広い範囲の油汚染に対応する浄化技術が必要である。近年、油汚染土壌に対して生物的浄化法（バイオレメディエーション）が試みられており、そのいくつかは有効性が検証されている。しかし、長期間放置された油汚染の場合、すでに微生物によって分解可能な成分は分解が済んでおり、難分解性成分を多く含んだ油汚染土と考えることができる。そのため、生物的浄化法の前処理として物理化学的浄化法との組み合わせが効果的である。物理化学的処理には化学物質（薬品等）による処理・分解、土壌洗浄処理、熱による脱着処理、熱溶融処理等があるが、今回は反応の安定性及び処理後の安全性を考慮して、紫外線（以下、UVと記す）照射による分解処理を試みた。本研究では、石油模擬汚染土に紫外線照射を行った結果、油分濃度の低減と共に成分の変化を確認した。図-1に開発中の油汚染浄化技術（ハイブリッド型浄化システム）の概念を示す。

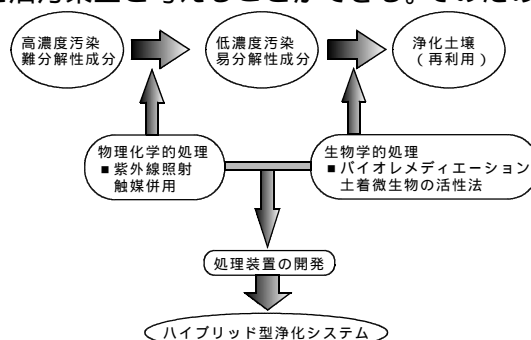


図-1 ハイブリッド型システム概念

2. 実験概要

2.1 実験の目的

本実験の主な目的は以下の通りである。

UV照射による油分分解効果を確認する

UV照射時の触媒添加及び照射強度の増大が油分分解効率に与える影響を確認する。

2.2 実験方法

砂（豊浦砂）に所定の原油を混合し、実験ケース別にガラスシャーレに採取し、写真-1, 2に示すようにシャーレ内の石油汚染砂に照射強度を変えたUVランプで直接照射する。UV照射による油分分解効率を上げるために光触媒として酸化チタンを使用する。実験は表-1に示すように2シリーズ行った。シリーズではUV照射する時間ごとの油分分解効果を確認し、シリーズではUV照射強度による油分分解効果の変化を確認するものとした。照射実験の前後で石油汚染砂から油分を抽出し、油分濃度計によって油分濃度を測定した。以下に実験手順を示す。

試料調整：砂と原油の混合（光触媒の添加）

照射前試料の油分分析：加味法による油分抽出、濃度測定

キーワード：汚染土壌浄化、紫外線照射、難分解成分、光触媒

連絡先：東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設（株） TEL 03(3535)1616 FAX 03(3564)0475

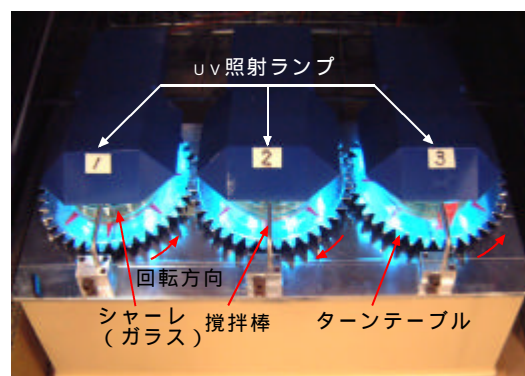


写真-1 UV照射状況(シリーズ)

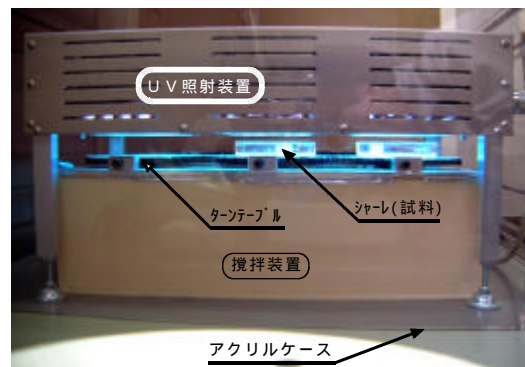


写真-2 UV照射状況(シリーズ)

UV照射：シャーレに試料を採取し、UVランプによって直接照射する

照射後試料の油分分析：加圧抽出による油分抽出、濃度測定

表 - 1 実験シリーズ

実験では、未処理でも油分の揮発が考えられたため、各実験シリーズにはUV照射等の処理を行わない試料（コントロール）を用意した。油分分解効果はコントロールとの比較によって確認した。今回、汚染土表面と触媒の接触効率を上げるため、写真 - 1 に示すようなターフが回転し、シャーレ内試料を攪拌する装置を用いて実験を行った。

	シリーズ	シリーズ
原油濃度 (wt%)	1.5	
UV 照射時間 (時間)	1 ~ 96	1 ~ 65
TiO ₂ 添加量 (対原油量%)	0%, 100%	0%, 50%
UV ランプ 強度 (離隔 30mm)	1.0mW/cm ²	7.2mW/cm ²

3. 実験結果とその考察

石油模擬汚染土にUV照射し、残った油分量の経時変化を図 - 2, 3 に示す。以下に各ケースの結果を記す。

<シリーズ 1>：無処理で 96 時間経過すると 15%程度の揮発量が見られる。油分量はUV照射のみで約 30%減、光触媒(TiO₂)の添加により 35%減となる。

<シリーズ 2>：UVを 65 時間照射した場合、コントロールで 20%程度の揮発量が見られる。UVの照射だけで 60%減、TiO₂の添加により 80%減となり、シリーズと比較して油分分解率が大幅に増大していることが分かる。また、各シリーズとも、ある一定の照射時間を超えた時点では、単位時間あたりの油分の分解効率が低下しているため、触媒の再添加等によって分解を促進させる必要がある。シリーズで得られた 3 試料に対して、GC-FID(ガスクロマトグラフィ)を用いて成分分析した結果を図 - 4 に示す。図中には炭素数が 20 に相当する炭化水素の検出位置を示した。この結果から、UV照射による油成分の分解は偏りが無く、ほぼ均一に行われていることが分かる。

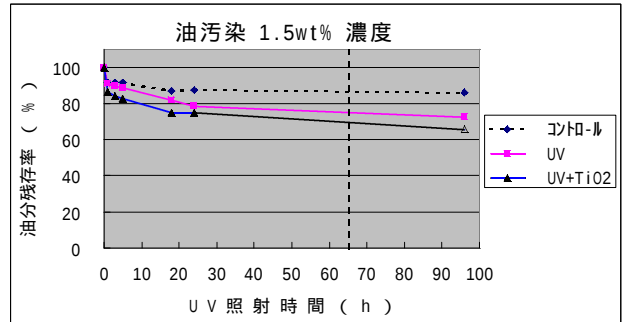


図 - 2 UV照射効果(シリーズ 1)

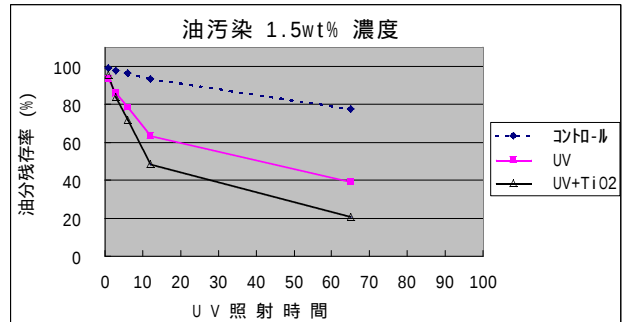


図 - 3 UV照射効果(シリーズ 2)

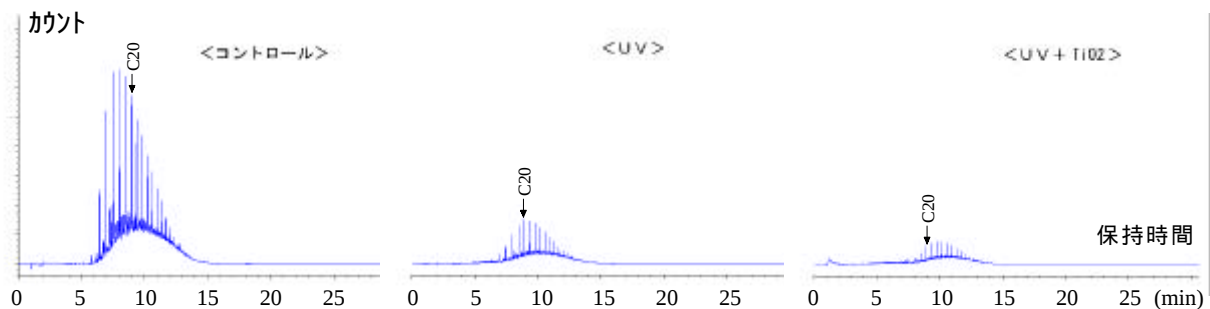


図 - 4 GC-FID 出力結果 (TPH : C10-28)

4. 結論

今回の実験結果より、以下の事項を確認することができた。

- ・ UV照射によって油汚染土の油分分解・濃度低下が可能である。
- ・ UV照射を行う場合、二酸化チタン(TiO₂)を添加すると油分分解の促進に効果がある。
- ・ UV照射強度の増大によって油分分解効果を大幅に促進することが可能である。
- ・ UV照射によって原油を構成する各炭化水素がほぼ均一に分解されている。

以上より、物理化学的処理法として、UV照射が油分濃度の低減について有効である事を確認した。今後、UV照射後の油成分に対する生物的処理（バイオレメディエーション）の有効性を検証すると共に、実用化に向けて、UV照射の最適な条件設定を行っていく予定である。

【参考文献】小國・中村・佐藤ほか：石油汚染土壌の紫外線分解，第7回地下水・土壌汚染とその防止に関する研究会講演集，PP.143～144，2000