

紫外線照射による油汚染土壌の分解特性

戸田建設(株) 正会員 中村隆浩 安田好伸
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土壌の場合、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壌と考えることができる。このような、油汚染土壌に対して従来のバイオレメディエーションを適用しても図 - 1 に示すように長時間の処理時間が必要でかつ油分濃度の低下もあまり期待できない。

現在開発中のハイブリッド型浄化システムは、図 - 1 に示すように、これらの油汚染土壌に対し生物的浄化法の前処理として紫外線処理を行い、バイオレメディエーションの効率化を図る技術である。

本研究では、油模擬汚染土に紫外線照射を行い、油分濃度、成分の変化について確認したのでその結果について述べる。

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。

油分含有量の相違による分解効果

光酸化触媒の添加による分解効率に与える影響

紫外線分解による油分成分の変化の確認

2.2 実験方法

実験には、標準砂（豊浦砂）に重量比で 1.5%、5.0%の原油を混合した油模擬汚染土を使用した。汚染油として 95 で 72 時間加熱処理したウェザリング原油を使用した。実験は、ガラスシャーレに模擬汚染土を 10g 採取し、写真 - 1 に示す紫外線照射装置にセットし土壌を撹拌させ照射処理した。UV ランプは出力 25W、紫外線強度 7.2mW / cm²（ランプとの離間距離 3cm）のものを使用した。

光酸化触媒の添加効果に係る検討では、添加剤として二酸化チタンを使用した。実験は表 - 1 に示すように 2 シリーズ行った。シリーズ^{*} では原油濃度を標準砂の重量比で 1.5%、シリーズ^{*} では 5%とし各シリーズ^{*} に対して照射時間を変化させて濃度測定、成分分析を行った。各シリーズ^{*} には紫外線照射等の処理を行わない試料（コントロール）を用意し、油分分解効果は、このコントロールとの比較によって確認した。

油分濃度測定¹⁾ は、非分散赤外線吸収分析法に基づく油分濃度計（堀場製作所製 OCMA-350）を使用し、検量線を用いて吸光度測定法から油分濃度に換算することによって行った。

油分の成分分析は、TLC-FID（イアトロスキャン）分析により行った。その分析結果を油分濃度に対して各

キーワード：汚染土壌浄化、紫外線照射、難分解成分、光触媒

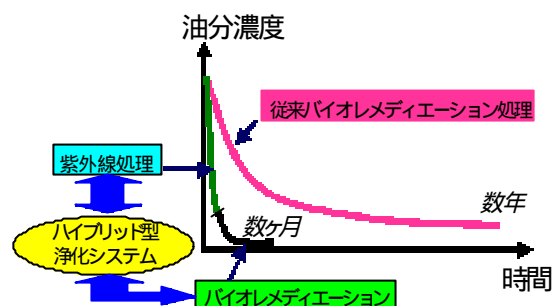


図 - 1 ハイブリッド型浄化システムの概念

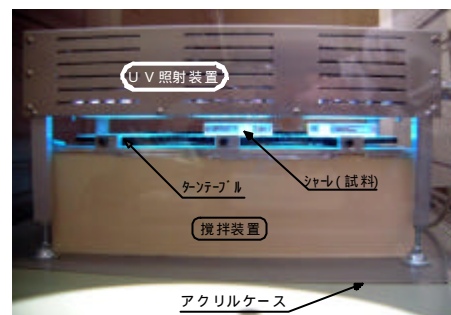


写真 - 1 紫外線照射状況

表 - 1 実験シリーズ

	シリーズ [*]	シリーズ [*]
原油濃度（wt%）	1.5	5.0
UV 照射時間（時間）	1 ~ 65	1 ~ 48
TiO ₂ 添加量(対原油重量%)	0%, 50%	0%, 50%

光酸化触媒の添加効果に係る検討では、添加剤として二酸化チタンを使用した。実験は表 - 1 に示すように 2 シリーズ行った。シリーズ^{*} では原油濃度を標準砂の重量比で 1.5%、シリーズ^{*} では 5%とし各シリーズ^{*} に対して照射時間を変化させて濃度測定、成分分析を行った。各シリーズ^{*} には紫外線照射等の処理を行わない試料（コントロール）を用意し、油分分解効果は、このコントロールとの比較によって確認した。

油分濃度測定¹⁾ は、非分散赤外線吸収分析法に基づく油分濃度計（堀場製作所製 OCMA-350）を使用し、検量線を用いて吸光度測定法から油分濃度に換算することによって行った。

油分の成分分析は、TLC-FID（イアトロスキャン）分析により行った。その分析結果を油分濃度に対して各

連絡先：東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設（株） TEL 03(3535)6315 FAX 03(3535)1524

成分相対比較した。

3. 実験結果とその考察

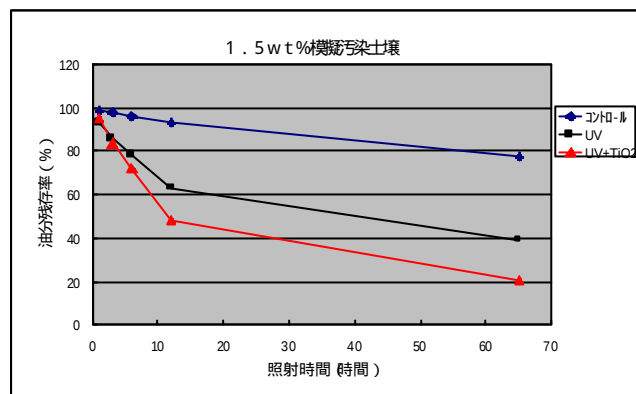


図 - 2 油分残存率(シリーズ')

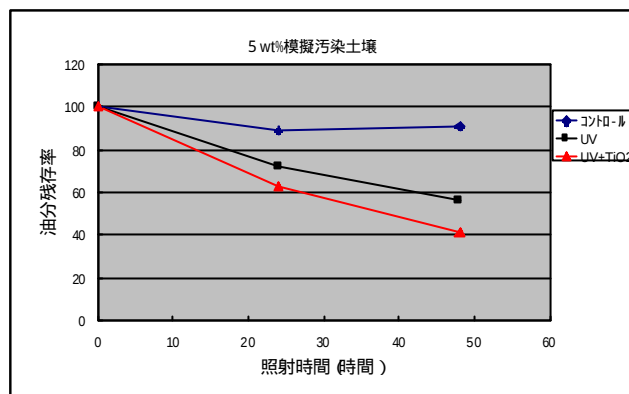


図 - 3 油分残存率(シリーズ')

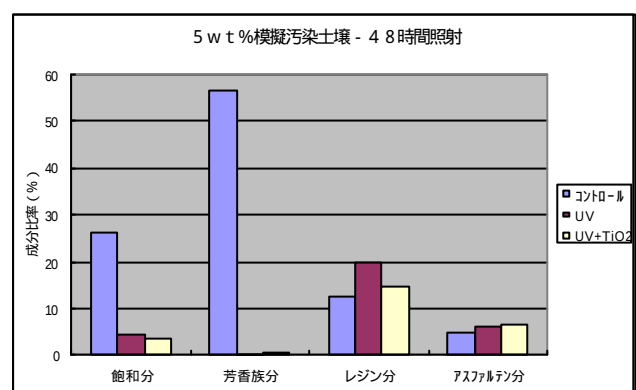


図 - 4 成分変化(シリーズ')

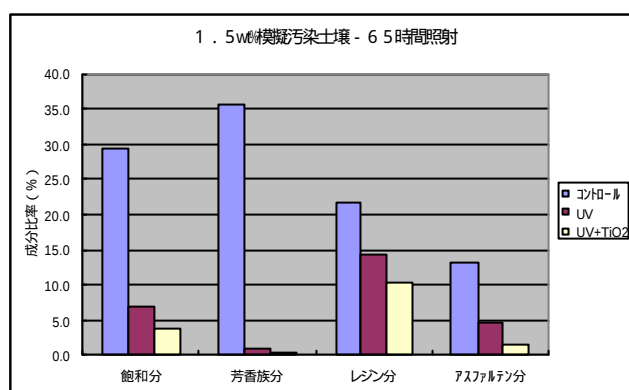


図 - 5 成分変化(シリーズ')

図 - 2, 3 に紫外線処理を行った油分残存率の経時変化を示す。シリーズ' の 1.5wt%模擬汚染土では、無処理で 65 時間経過すると約 20%の揮発量が見られる。その為、65 時間紫外線照射のみによる油分分解量は、紫外線処理のみで約 40%、光触媒(TiO₂)の添加により約 60%となる。シリーズ' の 5.0wt%模擬汚染土では、無処理で 48 時間経過すると 10 %程度の揮発が見られる。その為、48 時間紫外線照射による油分分解量は、紫外線処理のみで約 30 %、TiO₂の添加により 50%となる。紫外線強度 7.2mW/cm²、出力 25W の UV ランプでは、紫外線のみによる分解で濃度を 50%程度低減するには 1.5wt%模擬汚染土では 30 時間程度、5.0wt%模擬汚染土では 50 時間程度必要である。

図 - 4 はシリーズ' の 65 時間後、図 - 5 はシリーズ' の 48 時間後の紫外線照射による油分成分の変化を示す。油分成分は、図中に示す飽和分、芳香族分、レジン分、アスファルテン分の 4 成分に大きく分類される。それぞれの時間後の非照射試料をコントロールとして初期状態とすると、紫外線照射により飽和分、芳香族分が分解していることが分かる。芳香族分ではほぼゼロとなっている。レジン分、アスファルテン分については、1.5wt%模擬汚染土では減少傾向にあるが 5wt%模擬汚染土では変化が見られない。これらの結果より、油含有量の相違に係わらず、原油等の大部分を占める飽和分と芳香族分を大きく分解できることが明らかになった。

4. まとめ

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。

- ・紫外線照射によって油汚染土の油分分解・濃度低下が可能であり、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。
- ・紫外線照射によって原油を構成する成分の内、飽和分と芳香族分の分解が顕著である。

【参考文献】1)：山崎,石渡,萩谷,小國,中村,佐藤：石油汚染土壌からの石油成分の簡易抽出方法とその分析；第56回土木学会年次学術講演会, PP.530～531, 2000