

油汚染不飽和土の自然減衰試験における微生物群集の動態

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○北村 充
 基礎地盤コンサルタンツ株式会社 正会員 宋 徳君
 名古屋大学エコトピア科学研究機構 正会員 片山 新太

1. はじめに

近年、石油系炭化水素に汚染された土壌の浄化技術として、科学的自然減衰 (Monitored Natural Attenuation :MNA) 技術が注目されている。汚染物質の自然減衰は、土壌粒子への吸着、気相への揮発、希釈・拡散、化学分解、微生物分解等の多種の要因があり、その中で微生物分解が最も重要なプロセスと言われている。微生物分解は土壌微生物環境や汚染物質の種類に依存するため、MNA 技術の適用に際して、土壌中の分解菌のバイオマスと群集構造の変化に対する評価が必要不可欠である。本研究ではキノプロファイル法を用いて土壌中の原位置微生物量と群集構造の動態の評価を行った。キノン法は水系微生物をはじめ、表層農耕土の微生物群集構造解析、有機化合物資化菌の検出に適用されている¹⁾。非汚染下層土のキノン組成は季節変化の影響に対して安定的であることから、油汚染物質に対して高い感度をもつことが報告されている²⁾。本研究では、野外ライシメータを用いて自然降雨条件下の油汚染不飽和土の自然減衰試験を実施し、汚染土中の油質量の変化とそれに伴う現位置のキノン量とキノン組成の変化を計測した。その結果、油汚染土において、特定のキノン種は増加し、キノン組成は大きく変化することを明らかにした。今後、キノン量と微生物バイオマスとの相関関係に基づき、自然減衰過程における汚染物質の分解速度の定量化が期待される。

2. 実験材料と方法

本実験は、名古屋大学大学院生命農学研究科附属農場(愛知県東郷町)のライシメータ(図-1)を用いて実施した。ライシメータは長さ 2m、幅 1m、深さ 1m の箱状で、四周及び底面は不透水材料で、上部からの降雨浸透水は、底部のパイプからタンクに排出される。実験材料の油として、ガソリンの重量構成を参考に、脂肪族のドデカン(58.8%)、単環芳香族のトルエン(15.5%)、エチルベンゼン(10.3%)、キシレン(10.2%)と多環芳香族のナフタレン(5.2%)を調合したものをを用いた。汚染源として、直径 20 cm、高さ 30 cm の塩ビ管をライシメータ内に埋め

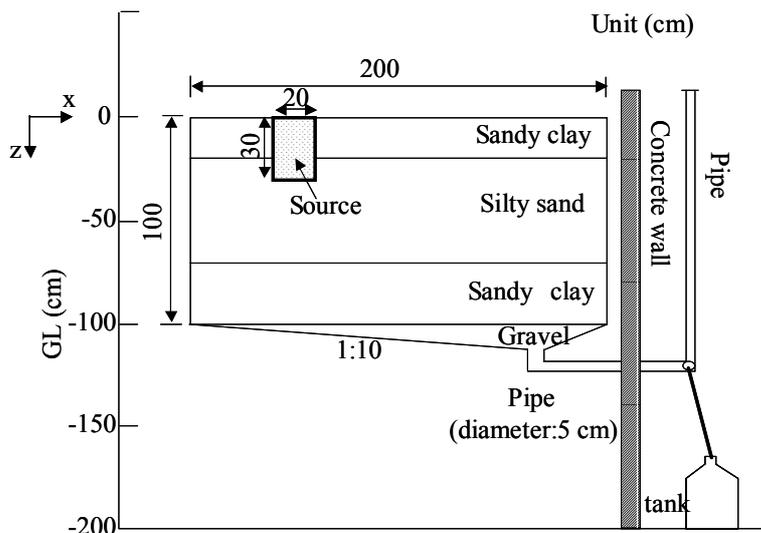


図-1 ライシメータの断面図

込み、その底部に約 5cm の 2 号珪砂を設置し、調合した油を 400 g 投入した。油投入後、揮発抑制のための 4 号珪砂で塩ビ管を充填した。約 90 日間の実験中、底部パイプからの降雨浸出水、汚染源表面からの揮発ガスなどの油量を測定し、ライシメータ内の残留油量を把握した。油投入後、定期的に汚染源付近(15cm 以内；以下汚染土)と汚染源から離れた位置(110 cm 以遠；以下 background 土)で土のコアサンプリングを実施し、土中の油含有量とキノン組成を測定した。

3. キノプロファイル法

イソプレノイドキノンは、微生物の電子伝達系(呼吸、光合成)における重要な構成物質である。キノプロファイル法は、このイソプレノイドキノンをバイオマーカーとして利用して微生物の群集構造を解析する手法である。

キーワード 油汚染土、自然減衰、微生物群集、キノプロファイル、ライシメータ

連絡先 〒464 - 8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学エコトピア科学研究機構 TEL 052 - 789 - 5841

キノン分析は再現性が高いこと、多くの微生物が一優占キノン種をもち生理学上の条件によって変化しないこと、またキノン量とバイオマスとの相関関係を持つので、キノン組成の変化は微生物群集構造とバイオマスの変化と捉えられるなどの点で有利な方法である¹⁾。

4. 実験結果

(1) 土中の油残留濃度とキノン量の変化

質量変化の計測結果から、ライシメータ外へ逸失するのは、投入油の約 1%であった。油投入 28 日後の計測結果では、降雨浸透により油は GL-30cm から GL-40-70 cm の位置まで移動し、残留濃度の高い汚染 plume を形成した。図-2 には汚染 plume の油残留濃度とキノン量の経時変化を示す。土中の油残留濃度は、時間とともに減少する傾向を示し、投入 92 日後には plume の最大濃度は 548 (mg/kg-dry soil) となった。土中のキノン量は background 土では 0.2umol/kg dry soil と安定していたのに対して、汚染土中のキノン量は、2 倍以上と有意な増加が見られた。投入 92 日後には、油濃度の低下に伴いキノン量も減少傾向を示した。

(2) キノン組成の変化

上記のキノン量の増加は油分解菌の増殖を示唆するものと考えられる。油汚染土におけるキノン量増加は、特定のキノン種の増加によるものであった（図-3）。background 土と比較すると、汚染土では、Q-8, MK-8(H4)などのキノン種に顕著な増加が見られた。それらの増加キノン種を保有する微生物群には、これまで油分解菌と報告されたものが多く含まれる。例えば、Q-8 を含む *Acinetobacter* spp. や *Burkholderia* sp., MK-8(H4) を含む *Nocardia* sp. などであった²⁾。

5 まとめ

油汚染土における原位置の微生物量と組成の変化の評価においては、キノンプロファイルは有効な手法である。Background 土に比べて、油汚染物質に直接に暴露された汚染土では、特定キノン種の有意な増加は、油分解菌の増殖を示すものと考えられる。今後、キノン量と微生物バイオマスとの相関関係から、キノン組成の測定結果に基づく汚染物質の減衰速度を評価する定量的な手法の開発が期待される。

(参考文献)

1. 片山新太：土壌中の農薬分解に関与する微生物群の構造と挙動，日本農薬学会誌，Vol125-3，2000。
2. 宋徳君，安田剛，片山新太：キノン組成法による石油系炭化水素汚染土の微生物群集構造の解析，第 38 回地盤工学研究発表会，講演概要集，2382-2383，2003

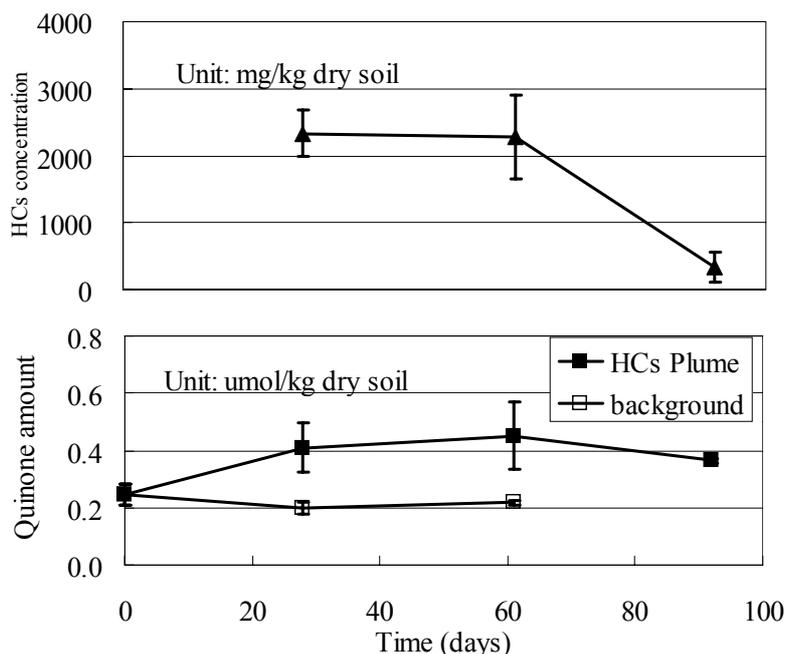


図-2 汚染 plume の油(HCs)残留濃度とキノン量の変化

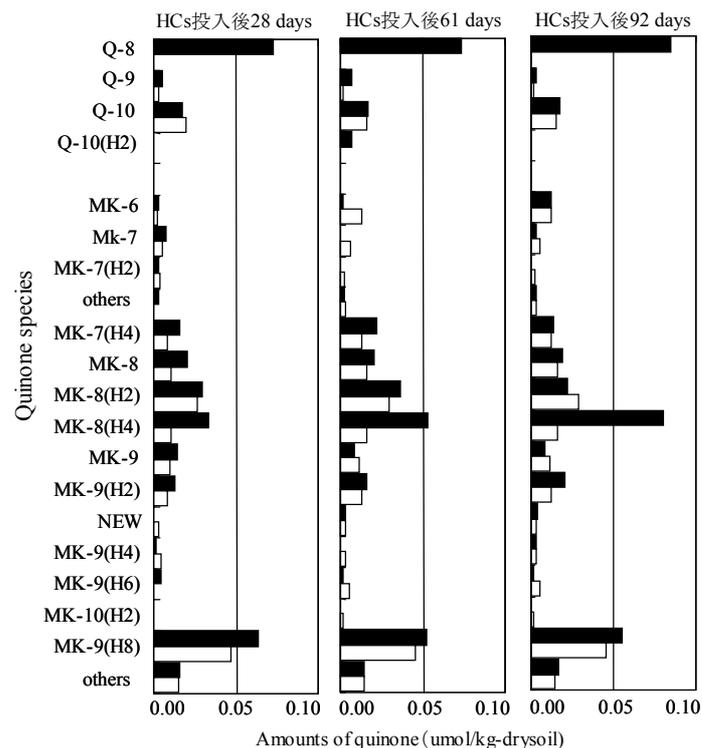


図-3 汚染 plume のキノン組成の変化 (GL-50~60cm) (黒塗：汚染土、白抜：Background 土)