

下層土の特性と油構成成分の分解

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 山口 理帆・宋 徳君
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 井上 康
 名古屋大学難処理人工物研究センター 正会員 片山 新太

1. はじめに

微生物を用いたバイオレメディエーションは従来の土壌浄化技術（焼却、洗浄処理等）に比べ、汚染物質の分解無害化、比較的低コスト、輸送に伴う二次汚染の回避などの利点を持ち、低濃度で大規模な汚染土壌の浄化に適するため、石油系汚染土壌の浄化に適用されている。しかし浄化対策現場では微生物分解速度の予測が難しいため試行錯誤しながら施工するケースが多く見られる。下層土環境中の微生物の動態に関する基礎研究が必要不可欠であるが、近年まで殆ど行われてこなかったため、下層土に生息する微生物に関する情報は非常に少ないのが現状である。特に、最近注目され始めた自然減衰（natural attenuation）の場合は、下層土環境における微生物分解速度の予測が重要と考えられる。そこで我々は、下層土環境の微生物群の動態と油分解活性の関係を明らかにすることを目的とし、異なる下層土の特性と油構成成分の分解活性を測定し、下層土環境パラメータと分解活性の比較を行っている。ここでは、名古屋大学附属農場における実験結果を報告する。

2. 実験内容と方法

2.1 実験試料

名古屋大学附属農場の丘陵地（赤黄色土）にて、地表から約 80cm の深さの断面を調査し、有機物が豊富な表層土に対して性質が大きく異なる下層を B 層とし、B 層はその性質からさらに 3 つに分けた。（図 2-1）実験試料は、表層と合わせ全部で 4 種類の土壌からバルク（攪乱土）とコア - （不攪乱土、直径 5cm、高さ 5.1cm のコア - ）を採取した。

2.2 下層土の特性

下層土の特性として以下の項目について測定した。 物理的性質の測定（密度、粒度分布、三相分布、飽和透水係数、保水性） 化学的性質の測定（pH(H₂O)、電気伝導度、全炭素量、全窒素量、硝酸態窒素、アンモニア態窒素） 生物学的性質の測定（キノプロファイル法による微生物群集構造解析）

2.3 油構成成分の分解試験

土壌に油構成成分を添加して分解活性試験を行い、層の違い、攪乱土と不攪乱土の違いによる分解速度の変化を測定した。油無機化速度として、土に ¹⁴C 標識ヘキサデカンを含む油（表 2-1）を添加して、表 2-2 の条件で培養し、発生する ¹⁴CO₂ を測定した。土への油添加方法は、攪乱土ではオートクレーブした粉碎土に予め油を混ぜておき、それを均一になるように土 20 g に混ぜ、不攪乱土では横穴式シリンジで注入した。すべて 2 反復で行った。

表2-1 添加した油の構成成分とその割合

成分	割合(%)	成分	割合(%)
ドデカン	5	トルエン	25.7
テトラデカン	20	エチルベンゼン	5
ペンタデカン	15	キシレン	3
ヘキサデカン	5	ナフタレン	3.2
シクロヘブタン	10	アントラセン	0.1
		フェノール	8

表2-2 培養条件

項目	条件
培養温度	22
水分調整	水頭63cmとなる水分量
測定日	3, 6, 10, 14, 32日目
油濃度	1000ppm, 10000ppm

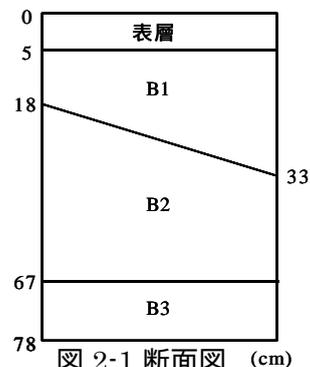


図 2-1 断面図 (cm)

キーワード：バイオレメディエーション、下層土環境、キノ組成、油構成成分、¹⁴C 標識ヘキサデカン
 連絡先：〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-5841 FAX 052-789-5857

3. 実験結果

下層土の特性の測定結果を表 3-1、3-2 と図 3-1 に示す。ここでは、TQ は全キノン量（単位：μmol/kg dry soil）DQ は多様性指数を表す。下層土と表層では性質が大きく異なり、地表からわずか 5cm 下の層でも微生物量、炭素量が大きく減少した。炭素量の比較的多い B3 層では微生物量は大きい、多様性指数は表層直下の B1 層の方が大きかった。表層との違いに比べればよく似た性質をもつ下層土でも微生物の群集構造は異なり、生物学的に見れば環境が異なっていると考えられた。この下層土では、ユビキノン-10、メナキノン-8、-8(H2)、-9(H2)、-9(H8)、-10(H6)をもつ微生物が多かった。

表 3-1 化学的性質の測定結果

	pH(H ₂ O)	EC(mS/m)	C(%)	N(%)	アンモニア態窒素(mg/g)	硝酸態窒素(mg/g)
表層	5.73	7.27	2.999	0.104	0.0118	0.0152
B1	4.83	3.51	0.177	0.021	0.0031	0.0050
B2	4.74	3.29	0.283	0.009	0.0026	0.0044
B3	5.05	3.65	1.292	0.021	0.0036	0.0040

表 3-2 粒度試験結果(%)

	表層	B1	B2	B3
粗砂分	9	7	10	13
中砂分	17	14	14	21
細砂分	7	5	4	6
シルト分	17	17	14	14
粘土分	13	22	19	9

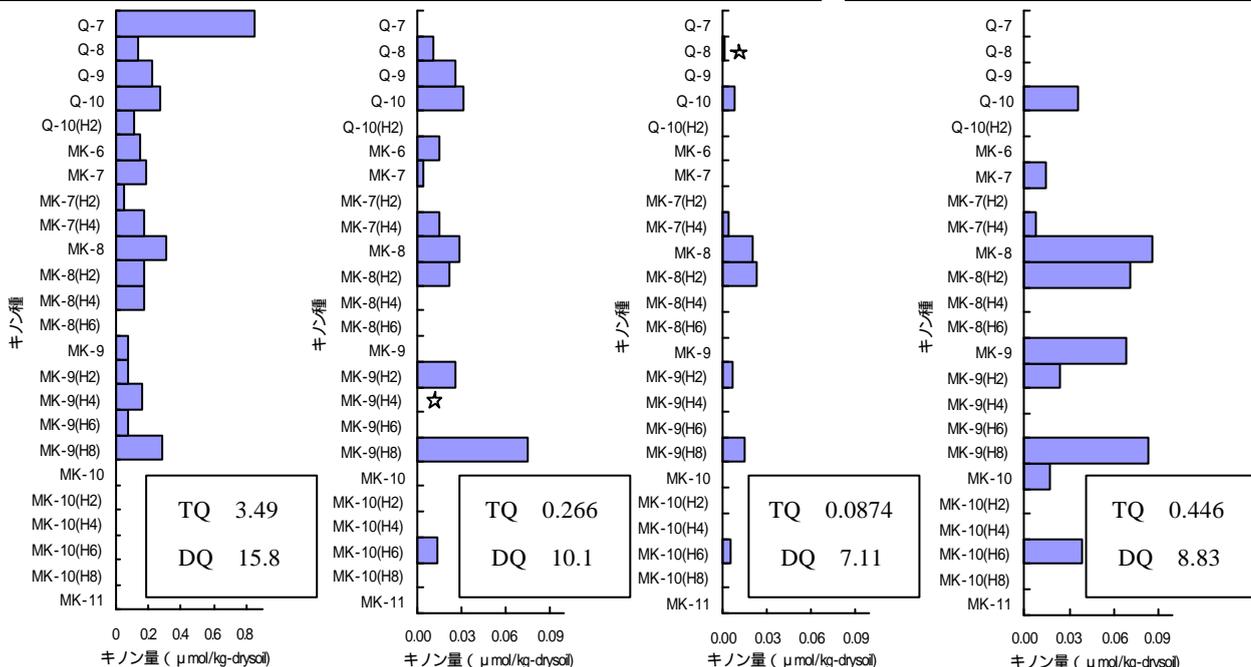


図 3-1 キノンプロファイル（左から表層、B1、B2、B3 層）

（但し 印は 2 反復のうち 1 試料からのみ検出されたキノン種）

油の分解試験の結果を図 3-2 に示す。攪乱土では微生物量が多いほど無機化速度は大きかった。一方不攪乱土の無機化速度は、炭素量、微生物量の大きい B3 層と多様性指数の大きい B1 層がほぼ同程度で、微生物量、多様性指数共に小さい B2 層は小さかった。

4. まとめ

土の特性と分解能力には大きな相関関係があり、その中でもこれまで殆ど調べられてこなかった生物学的性質も重要なファクターであることが明らかとなった。今後は、各条件で油分解活性が異なった原因を明らかにするとともに、深度の大きな下層土の特性も調べる予定である。

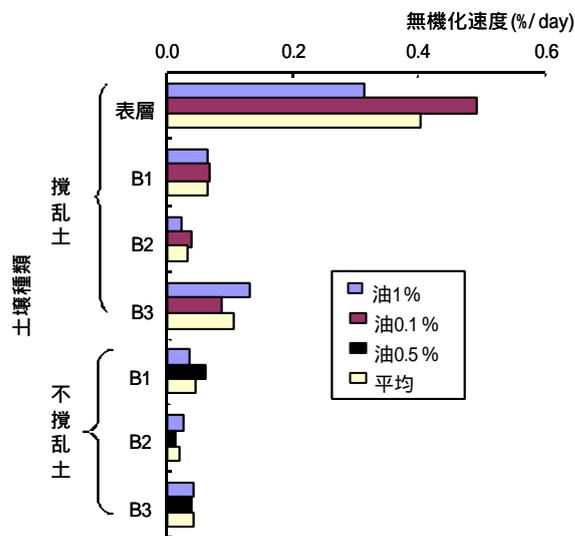


図 3-2 油の分解試験結果