

鉛油汚染土壌が植物に与える影響に関する基礎的研究

株式会社熊谷組 正会員 ○村上 順也 同 正会員 土路生修三
同 正会員 佐々木静郎 同 正会員 門倉 伸行

1. はじめに

鉛油類による油汚染土壌の浄化対策として、植物による浄化法、いわゆるファイトレメディエーションが実用、研究の対象となっている。

油汚染土壌の検知や浄化への植物利用¹⁾を想定し、油汚染土壌が植物に与える影響について調べることが目的として、本報ではGC-FID法(水素炎イオン化検出器ガスクロマトグラフィ)によるTPH(全石油系炭化水素)の分析法を用いて、土壌汚染状態と植物中の成分について基礎的な検討を行った。

2. 実験方法

TPH濃度が4,000 mg/kg-dry soilとなるよう灯油により模擬汚染土を作成し、ヨモギとキシノウブとを、区域を分けて植えた。また、非汚染土にも同様に両植物を植えた。1, 3 か月後の土壌と植物体について二硫化炭素で抽出を行い、「油汚染対策ガイドライン」²⁾を参考とした分析条件のGC-FIDで分析を行った。図1に実験概要を、図2に分析のフローを、表1にガスクロマトグラフの分析条件をそれぞれ示す。

土壌については直鎖状飽和炭化水素の標準物質から求めた炭素数6, 12, 28及び44(以降、C₆, C₁₂, . . . のように記す。)の保持時間から、得られたクロマトグラムを3分画(C₆~C₁₂, C₁₂~C₂₈, C₂₈~C₄₄)し、当初油分量からどの画分がより減少しているかを調べた。

植物体については根部分と茎と葉の部分の2つに切り分け、それぞれについて分析した。そして鉛油成分が観測されるか、また、その他の成分が観測されるか、あるいは実験条件によりそれらの成分が変化するかを調べた。なお、鉛油成分以外の夾雑物を除去する目的でフロリジル処理を実施した。

3. 実験結果

3-1 模擬汚染土作成に使用した灯油

図3に模擬汚染土作成に使用した灯油のクロマトグラムを示す。横軸は保持時間(分)、縦軸はピーク検出強度(μV)を表す。なお、保持時間3分前後に現れる

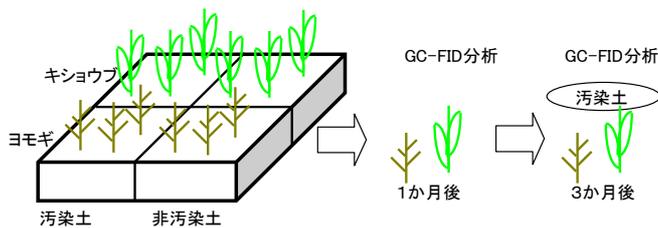


図1 実験概要

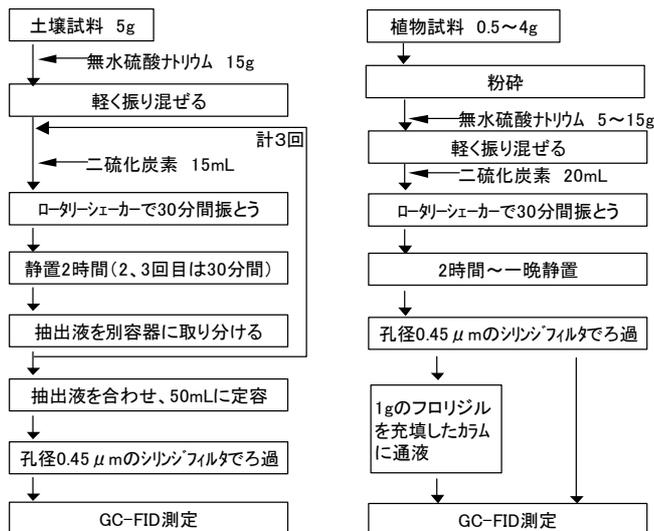


図2 分析フロー(左:土壌試料 右:植物試料)

表1 ガスクロマトグラフ分析条件

装置	: GC-2010, Det: FID
カラム	: 5%シフェニル/95%メチルポリシロキサン, 30m x 0.32mmI.D., df=0.25 μm
試料導入方法	: Splitless, Injection Volume: 1 μL
温度条件	: Inj.: 320°C, Column: 35°C(5min)-10°C/min-320°C(10min), Det.: 320°C
キャリアガス流量	: He 2mL(10min)-1mL/min-4mL相当。圧力プログラムにより制御。

大きく大きなピークは溶媒によるものである。

標準物質から求めた C₁₂, C₂₈ 及び C₄₄ の保持時間は、それぞれ 13.5, 28.7 及び 41.4 分であった。本灯油は概ね 7 分から 21 分の間に全て

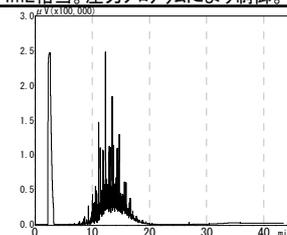


図3 模擬汚染土作成に使用した灯油のクロマトグラム

のピークが入り、C₂₈以上の画分は含まれておらず、C₆~C₁₂画分が54%, C₁₂~C₂₈画分が46%であった。

3-2 土壌中のTPHの変化

図4に土壌中のTPH分析結果を示す。なお、汚染土作成時の分析結果はIR法(溶媒H-997(HORIBA社)抽出)による。

実験開始時の投入汚染土は約4,000 mg/kg-dry soilで

キーワード: 油, 汚染土壌, 植物, TPH, GC-FID

連絡先: 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 (株)熊谷組 技術研究所 TEL 029-847-7501

あった。その汚染土を3か月冷蔵保管すると 2,300 mg/kg-dry soil まで低下していた。このときの画分と比較すると、屋外で植物を植えた試験区の土壌はヨモギ区、キショウブ区ともに C₆~C₁₂画分の減少量のほうが C₁₂~C₂₈画分の減少量よりも大きかった。TPH はヨモギ区、キショウブ区でそれぞれ平均 440, 190 mg/kg-dry soil であり、キショウブ区のほうがやや低下が大きかった。

まとめると、3か月经過時においては、分子量の小さい軽い成分の減少量が大きく、油分全体の量も当初の10分の1程度まで低下していた。

3-3 植物体の抽出成分

図5に植物体の抽出物の GC-FID により得られたクロマトグラムを示す。左上の「1か月後-汚染区-ヨモギ根-フロリジル処理」では、9分から18分ほどの間に、灯油でみられた非常に多くの小さいピーク(以降、灯油様ピークと記す。)がみられた。以下、条件の違いによるピーク性状の違いについて述べる。

A) 汚染の有無

非汚染区では、灯油様ピークはみられなかった。

B) 時期の違い

3か月後では、灯油様ピークはみられなかった。

C) 部位の違い

茎葉では、灯油様ピークはみられなかった。根とは異なり、30分前後に大きな成分が顕著にみられた。この成分は非汚染区の茎葉にもみられたことから、茎葉にもともと含有される成分と思われる。

D) フロリジル処理の有無

フロリジル処理なしでは、灯油様ピークの外、20分以降にも複数のその他の成分が現れた。

E) 植物種の違い

キショウブでは、灯油様ピークはみられなかったとともに、その他の顕著な成分はみられなかった。

4. 考察及びまとめ

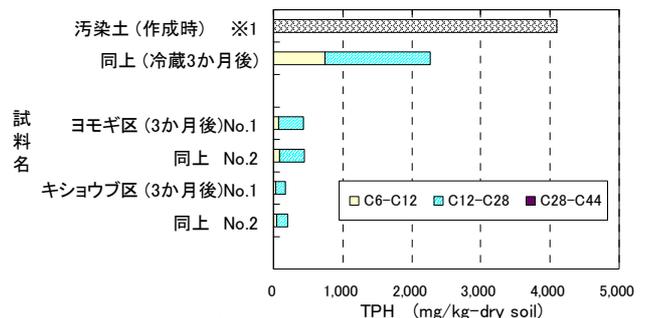
土壌分析では、各画分の変化を追うことができた。

植物分析では、灯油成分が茎葉よりも根のほうに移行していることが示唆される結果が得られた。ただし、それが根の表面にとどまるものか内部に取り込まれたものか不明である。また、1か月後(7月)でみられ、3か月後(9月)でみられなかったのは、灯油成分の経時的な減少、経時に伴う土壌中の栄養分の違い、植物の個体差等の可能性が推測されるが、併せて更なる追試が必要である。また、本報では全てを示せなかったが、

植物体には多くの成分が含まれ、また、植物種、部位、フロリジル処理の有無等によりピークは特徴的な差異を示すことが、本分析条件でも把握することができた。

今後、フロリジル処理等の前処理条件を更に追求することや、他の分析手法も検討し、土壌中での分解も含めた鉱油成分の移行経路と植物との関係を、土壌中油分濃度と関連付けて明らかにしていければと考える。

- 参考文献
 1) 土路生ほか、土壌中の有害物質が与える植物成育反応を指標とした評価手法に関する基礎実験(投稿中)、地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会、2010
 2) 「油汚染対策ガイドライン」平成18年3月、環境省ホームページ <http://www.env.go.jp>



※1 IR法で分析

図4 土壌中のTPH

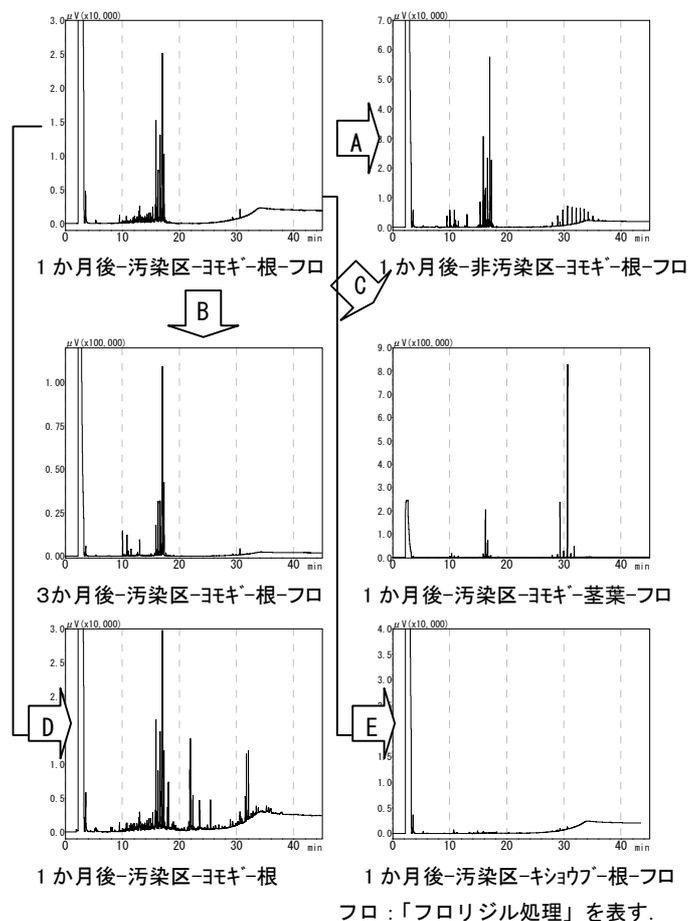


図5 植物体の抽出物の GC-FID クロマトグラムの比較 (A: 汚染の有無 B: 時期の違い C: 部位の違い D: フロリジル処理の有無 E: 植物種の違い)