

石油含有土壌のバイオレメディエーションとその植生特性

早稲田大学 正会員 赤木 寛一
 早稲田大学 学生会員 田中 佑昌
 早稲田大学 学生会員 遠山 怜奈

1. まえがき

バイオレメディエーションは環境調和型の浄化技術であり注目を集めている。本研究では、バイオレメディエーションを行った石油含有土壌の植生特性を調査した。具体的には、白色腐朽菌によって石油含有土壌の油分の分解を行い、土壌性能の改良状況を調査するとともに、その後、各土壌条件においてコマツナ、西洋芝の植生試験を行った。油分の含有状態が植物生育に及ぼす影響に関して pH、電気伝導率(EC)、酸化還元電位(ORP)、撥水性の観点から検討した。

表1 石油含有土壌の物性値

土粒子密度 (g/cm ³)	初期含水比 w(%)	初期pH	初期EC (mS/cm)	初期ORP (mV)
2.67	1.01	7.27	0.167	-31.4

2. 石油分解試験

本実験では石油含有土壌として豊浦標準砂に石油分を混合したものを使用した。試料の物性値を表1に示す。

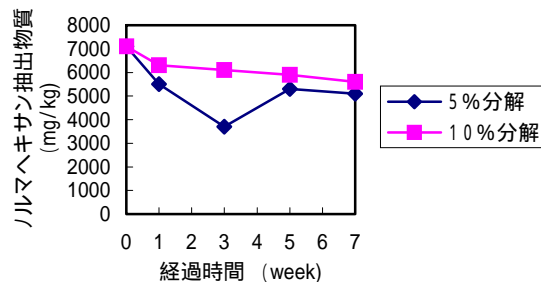
土壌中の石油を分解する機能を有する白色腐朽菌の中で、本実験では安全性の観点から食用茸菌を対象にした。金属製のバットに石油含有土壌 25kg を入れ、その中に、固化された食用茸菌床を 5cm 角にし、重量比で 5% (1.25kg)、10% (2.5kg) 混入した。養生条件は、室温 20~25℃、湿度 40~60%、含水比は食用茸菌の繁殖しやすい 10% を目安に 2 日ごとに調整することとし、経過時間 1, 3, 5, 7 週間の試料を採取し、試料の油分の分析を行った。土壌中の油分分析は、有機溶媒等に測定する油を抽出し、分析機器で分析するソックスレー法により油分濃度(n-ヘキサン抽出物質, TPH)を測定した。

その結果を図1に示す。図1から、油分が時間経過とともに減少し、白色腐朽菌により、油分が徐々に分解されていることが確認された。分析結果より、3 週目で抽出油分量が増加しているが、分析用の試料の不均一性が原因と思われる。白色腐朽菌の菌糸の伸びる方向などによって、同じバット内でも場所によって分解量は異なっていると考えられる。また、含水比調節のための試料や分析用の試料を採取する際に菌糸を傷つけたり、破壊してしまったことも原因に挙げられる。

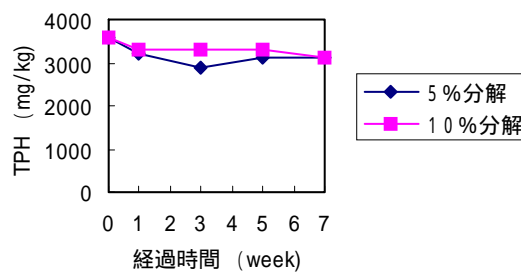
さらに、図1(a)、(b)を比較すると TPH よりもノルマヘキサン抽出物質の減少量の方が大きい。これによって、ノルマヘキサン抽出物質に含まれる炭素数が C44 以上の油分もある程度分解していると考えてよい。すなわち、一般的に微生物分解は向かないと言われる炭素数の大きい重油、潤滑油、アスファルトなども白色腐朽菌で分解できる可能性がある。

3. 植生試験

白色腐朽菌により油分の分解を行った土壌と、対照区として未分解の石油含有土壌をワグネルポットにつめ、各ワグネルポット(計 24 ケース)に、1 ポットあたりコマツナ種子 20 粒、西洋芝 0.4 g を播種した。室温 20~25℃、湿度 40~60%、12 時間の明暗サイクルの室内条件で 2 日おきに含水比の調整を行い 28 日経過後までのそれぞれの発芽率、質量と土壌 pH、EC、ORP を、7 日ごとに調査した。表 2 に実験条件を、図 2、3 にコマツナと西洋芝の生育状況を示す。



(a) ノルマヘキサン抽出物質の変化



(b) TPH の変化

図1 油分減少状況

キーワード 石油含有土壌, 白色腐朽菌, 微生物分解, バイオレメディエーション, 植生試験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 赤木研究室 TEL 03-5286-3405

(1) コマツナ生育状況

微生物分解土壌を用いた実験番号 15, 19, 21 のポットから発芽が見られ, 対照区のポットからは全く発芽しなかった. しかしながら, 白色腐朽菌で分解した試料のポットも, 発芽に1週間程度かかり, 3週目以降, あまり成長が見られなかった.

発芽したポットの pH はどれも同じ程度で, その平均は 7.47 でほぼ中性で, ORP は - 50 ~ 0mV でやや還元状態であった. 各ポットの EC を測定した結果, 1 を超えるものはなかったので, 土壌の含有塩類濃度に対応する土中塩類濃度による植生への影響はないものと考えられる.

(2) 西洋芝生育状況

微生物分解土壌を用いた実験番号 16, 17, 18, 23 のポットから発芽が見られ, 対照区のポットからは全く発芽しなかった. しかしながら, コマツナと同様に白色腐朽菌で分解した試料のポットも発芽に1週間程度かかった.

発芽したポットの pH はどれも同じぐらいで, その平均は 7.34 となり, ORP は - 50 ~ 0mV で EC を測定した結果, 1 を超えるものはなく, コマツナの場合と同様であった.

(3) 土壌の撥水性

油分含有土壌における植生試験において, 微生物分解土壌と未分解の対照区での植物の生育状況には著しい違いが見られるとともに, 発芽した場合でも, 生育状況は良好とは言えなかった. このような生育状況の違いを生み出す要因の一つとして, 撥水性を有する油分による土壌への水分の浸透阻害が考えられる. 撥水性を有する油分による土壌への水分浸透の違いを調査するため, 図3のような実験を行った. 排水が可能な円形のモールドに試料を入れ, 試料を水深させた後に, ビュレット内に 0.5ml ずつ水を滴下し, ビュレット水面の変化を観察した.

結果を表3に示す. 3 ケースとも, ある滴下量を超えた段階でビュレット水面が低下したが, 未分解土壌と分解土壌では, 水面低下の状況に大きな違いが見られた. 未分解土壌では, 撥水性を有する油分が多く含まれるので, 土中への透水が生じにくく, かつ, 透水後は撥水性を有する土壌中を水がパイピング現象に類似した現象で通過したものと考えられる.

これに対して, 分解土壌では撥水性を有する油分がある程度分解されているので, 低い水位差で土中への透水が生じ, かつ, 土中に徐々に水が浸透していく結果となった. このような微生物分解に伴う石油含有土壌の撥水性の変化に基づく, 水分の保湿性, 保持性の違いが植生特性に影響したものと考えられる.

4. まとめ

- (1) 白色腐朽菌は, 土壌の石油分を分解し, 重質油の分解にもある程度, 効果があった.
- (2) 発芽した土壌の pH は 7 付近, ORP が - 50 ~ 0mV, EC は 1 以下であった.
- (3) 撥水性を有する油分含有量が多いと土壌の水の浸透性, 保水性を低下させ植生状況に影響を与える.

謝辞 本研究の実施にあたり, 栗原正人氏(出光興産)より貴重なアドバイスとともにサンプル試料を頂いたことを記し, 謝意を表する.

参考文献 1) 藤田正憲他, バイオレメディエーション実用化への手引き, 2001, リアライズ理工センター

表2 植生試験の実験条件

実験番号	名称	石油分解状況	湿入物	植物
1,2,3 4,5,6,	対照区A	未分解	/	コマツナ
				西洋芝
7,8,9 10,11,12	対照区B	未分解	白色腐朽菌 1%	コマツナ
				西洋芝
13,14,15 16,17,18	5%分解	微生物5%湿入 分解土壌	/	コマツナ
				西洋芝
19,20,21 22,23,24	10%分解	微生物10%湿入 分解土壌	/	コマツナ
				西洋芝

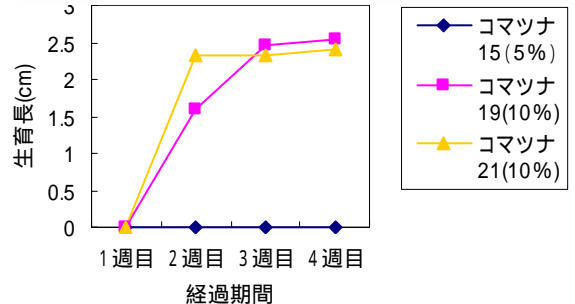


図2 コマツナの生育状況

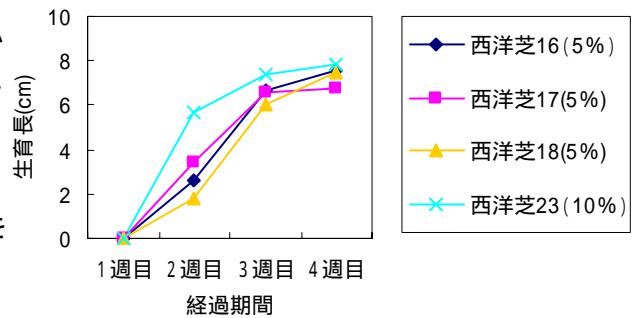


図3 西洋芝の生育状況

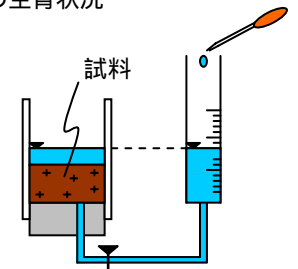


図3 浸透性試験概要図

表3 水の浸透試験結果

	水面低下開始滴下量	水面低下状況
未分解	4.5ml	急激に低下
5%分解	2.5ml	ゆっくりと低下
10%分解	5.5ml	ゆっくりと低下