

Ⅶ-280 クウェートにおける石油汚染土のバイオレメディエーション（その3）

大林組 エンジニアリング本部 正会員 松原 隆志 中田 礼嘉
同 技術研究所 正会員 千野 裕之 正会員 辻 博和

1. まえがき

クウェートにおいては湾岸戦争によって生じた大量の石油汚染土の浄化に関して日本の（財）石油産業活性化センターとクウェート科学研究所が共同研究を実施している。現地では石油汚染土の浄化技術の1つとしてバイオレメディエーションの実証試験に取り組んでいるが、その浄化の証明として、処理済の土に植栽を行って、バイオレメディエーションの修復状況確認実験、処理土の緑化資材への応用実験等を実施している。ここでは、室内試験におけるバイオレメディエーションの修復状況確認実験および汚染土の阻害要因について検討を行った結果を報告する。

2. バイオレメディエーションによる修復状況の確認

2.1 試験概要 バイオレメディエーション実証試験工事は前報¹⁾²⁾³⁾に示すように1995年6月より開始され、ランドファミング法等の3つの処理法で実施された。本実験ではこれらの処理法により11ヶ月間、12ヶ月間処理された土を供試材料として使用し、規模を変えて2種類の実験を行った。使用した処理土等の性状はTable-1の通り。

最初に11ヶ月間処理された土を約200mlのプラスチックカップ（8cm径）に約200gずつ採集した。カップの底には穴を空け、排水を確保した。実験には、処理区の他に、無処理区、対照区（各々の処理法と同等の造成工は行うが、灌漑、攪拌、通気等の管理は行わなかった。）、砂漠自然土区を用意し、処理区と比較した。植物にはアルファルファとバミューダグラスを用い、それぞれ50粒および100粒播種した。約2週間後に発芽率を調査した。

次に12ヶ月間処理した土を約2800mlのポット（20cm径、深さ15cm）に約3kgずつ採集した。実験には、処理区の他に、対照区、砂漠自然土区を用意し、処理区と比較した。ポットにはアルファルファ0.65g、バミューダグラス0.15gをそれぞれ播種した。施肥は発芽がほぼ出そろった時点から標準量を液肥にて行った。約3ヶ月後に植物を採取し、乾物重を測定した。

2.2 試験結果と考察 Fig.1 および Fig.2 に、11ヶ月間のランドファミング法処理区、無処理区、対照区、砂漠自然土区での、アルファルファとバミューダグラスの発芽率調査の結果を示す。横軸には汚染土の油分濃度指標となるTPH

(Total Petroleum Hydrocarbon)の値を示す。アルファルファは、無処理区だけでなく対照区でも発芽が観察されないが、中汚染土の処理区で砂漠自然土区の85%以上の発芽率に回復し、軽汚染土の処理区で60%弱に回復した。バミューダグラスは、中汚染土の対照区で発芽が観察されず、軽汚染土の対照区

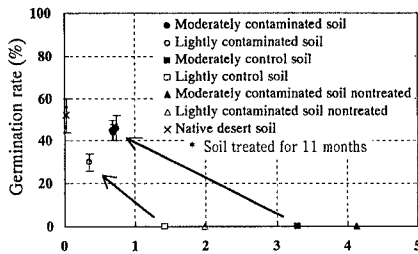


Fig. 1 TPH and Germination rate of alfalfa

Table - 1 Sample conditions

		PH	EC	Chloride	TPH
			(μ S/cm)	(mg/kg)	(%)
0 month	Moderately contami. - nontreat	7.1	14200	6283	3.94
	Lightly contami. - nontreat	7.7	6900	2530	1.87
11 month	Moderately contami. - treat	8.1	662	162	0.74
	Lightly contami. - treat	8.2	481	109	0.34
	Moderately contami. - control	8.2	12865	6773	3.29
	Lightly contami. - control	8.0	4700	2182	1.41
	Native desert	8.7	184	62	0.03
12 month	Moderately contami. - treat	8.2	1399	326	0.72
	Lightly contami. - treat	8.2	635	166	0.33
	Moderately contami. - control	7.7	11180	5656	3.17
	Lightly contami. - control	7.9	4900	2182	1.39
	Native desert	8.4	201	75	0.03

TPHはEPA418.1の規格による
ECは乾土と水の比率を1:2として測定

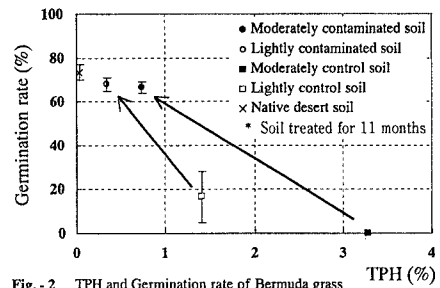


Fig. 2 TPH and Germination rate of Bermuda grass

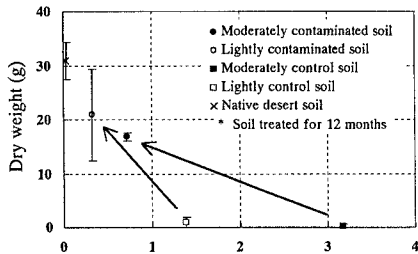


Fig. 3 TPH and Growth of alfalfa

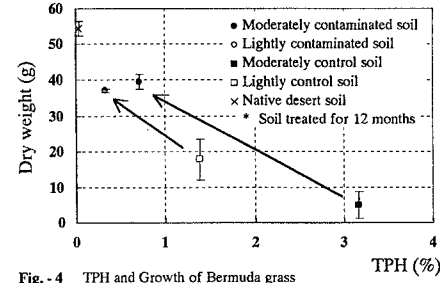


Fig. 4 TPH and Growth of Bermuda grass

バイオレメディエーション、植栽試験、緑化、環境評価

〒131 東京都墨田区堤通1-19-9 リバーサイド 隅田セントラルタワー 03-5247-8911

で砂漠自然土区の25%以下であったのが、いずれも処理区で90%以上に回復した。

Fig.3 および Fig.4 に、12ヶ月間のランド・ファームিং法処理区、対照区、砂漠自然土区での、アルファルファとバミューダグラスの乾物重調査の結果を示す。アルファルファは、中汚染土の対照区で砂漠自然土区の1%以下の生育であったが、処理区では55%弱の生育にまで回復した。軽汚染土の対照区は同じく3%以下の生育であったのが、処理区で65%以上に回復した。バミューダグラスは、中汚染土の対照区で砂漠自然土区の10%以下、軽汚染土の対照区は35%以下の生育であったが、処理区ではいずれも70%前後にまで回復した。

これらの結果では、処理土での生育が自然土での生育に比較して劣ってはいるが、正常な生育が可能な範囲にまで修復されていることが確認できた。TPHが1%を下回ると、正常な生育が可能な範囲に回復してくると言える。しかし、バイレメディエーションの現地作業においては散水に伴い土中の塩分濃度も低下しており、処理による生育の向上には塩分濃度の低下も大きく関係していると考えられた。

3. 石油汚染土が植物の生育に与える阻害の要因に関する検討

3.1 試験概要 上記実験結果を受け、植物の発芽および生育阻害の要因に塩分のみでなく、油分も関係するのかを確認する実験を行った。まず、植物が塩分により阻害を受ける基準値を発芽率で定めた。次に、油汚染土に対し油分の溶出が無いように塩分を脱塩する操作を行い、その培地上での植物の発芽率と基準値とを比較することで、油分による阻害の有無を確かめた。

まず、塩分のみの場合の阻害の基準値を定めるために、9段階の濃度に塩水を調整し、脱脂綿を敷いたシャーレ(9cm径)に散布した。用意した培地にアルファルファ50粒、バミューダグラス100粒をそれぞれ播種した。約10日後に発芽率を調査した。

次に、油汚染土は中汚染土、軽汚染土の無処理土、5、11ヵ月処理土をそれぞれ準備し、砂漠自然土を対照とした。これらの土を200mlのプラスチックカップ(8cm径)に30gずつ採集した。ここにFig.5に示すように、含水比50%を基準として3段階の水を加えた後、再び含水比を50%にして、3段階の脱塩処理を行った。この上に脱脂綿を敷き油分の物理的阻害要因を取り除き、化学的阻害要因のみを確認できるようにした。用意した培地にアルファルファ50粒、バミューダグラス100粒をそれぞれ播種した。約10日後に発芽率を調査した。

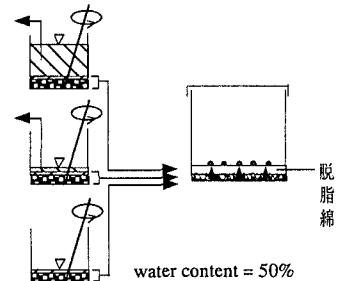


Fig.5 試験の模式図

3.2 試験結果と考察 Fig.6 および Fig.7 にアルファルファとバミューダグラスの、発芽率が塩分阻害を受ける基準値（太線）と、中汚染土と砂漠自然土を脱塩処理（矢印でつないだ3つのプロットが3段階の脱塩）した培地の発芽率を比較出来るようにした。アルファルファ、バミューダグラスともに、5、11ヶ月処理土を脱塩処理した培地の発芽率は基準値にそった結果を示すが、無処理土を脱塩処理した培地の発芽率は塩分濃度が低下しても上がらず、基準値を下回っていることがわかる。これらの結果から、油分が発芽率の阻害に化学的に関与しており、バイレメディエーションによる処理が植物の生育に有効であると判断される。また、図示しないが、油分を人工的に加えたポット試験等から油分が物理的にも植物の生育を阻害していることも明らかであった。

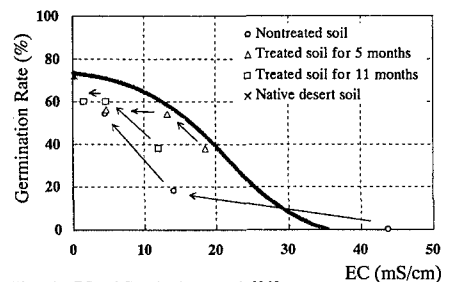


Fig.6 EC and Germination rate of alfalfa

4. あとがき

これらの実験結果から、12ヶ月以上処理された油汚染土では植栽が可能と判定され、現在15ヶ月間処理された油汚染土を使用して、大規模な圃場実験を行っている。ここでは、植物の生育だけでなく、植物体への有害物質の吸収に関しても検証していく予定である。

参考文献

- 1) 千野, 喜田, 辻: 大林組技術研究所報, No.52 (1996年)
- 2) 千野, 辻: 土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第7部 (1996年)
- 3) 千野, 辻, 石川, 四本: 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第7部 (1997年)

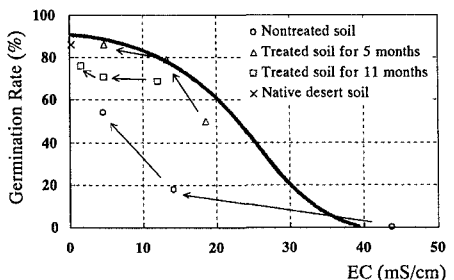


Fig.7 EC and Germination rate of Bermuda grass