

VII-16

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5）

(株)大林組 エンジニアリング 本部* 正会員 松原 隆志 中田 礼嘉 正会員 峠 和男
 (株)大林組 技術研究所 正会員 千野 裕之 正会員 辻 博和 正会員 石川 洋二

1. まえがき

クウェートにおいて、湾岸戦争で生じた石油汚染土の修復事業の一環として、クウェート科学研究所と共同でバイオレメディエーションの実証実験を行っている。その修復の証明として、処理土に植栽を行い、バイオレメディエーションの修復状況の確認および処理土の緑化基盤材への適性評価を実施してきた。前報⁵⁾に、ポット規模までの修復状況の確認実験および汚染土が植物の生育に与える阻害要因の確認実験を報告したが、本報ではこれらの実験を圃場規模で行った結果を報告する。なお本研究は通産省の産業基盤整備事業のもと、(財)石油産業活性化センターからの委託研究である。

2. 実験概要

前報¹⁾²⁾³⁾⁴⁾までに報告された各種の処理法で15ヶ月間処理された処理土と無処理土および砂漠自然土を **Table-1** に示すように供試土とした。植物は典型的な食用、飼料作物であるアルファルファ、バミューダグラス、ソラメ、オオムギを用いた。

Fig.-1 に示すように、6種類の土に対して4植物を植える区と植物を植えない区を設定し、それぞれ5m×5m×0.3mの区を30区設けた。肥料は化成肥料を使用した。アルファルファとバミューダグラスは元肥としてN 4g/m²、P₂O₅ 3g/m²、K₂O 2g/m²を加え、追肥は1ヶ月に1回同量を加えた。ソラメは元肥としてN 10g/m²、P₂O₅ 10g/m²、K₂O 10g/m²を加え、追肥は1ヶ月に1回N 2g/m²、K₂O 2g/m²を加えた。オオムギは元肥としてN 6g/m²、P₂O₅ 12g/m²、K₂O 8g/m²を加え、追肥は1ヶ月に1回N 3g/m²を加えた。

上記の実験区に、それぞれの植物にあった植栽密度で播種した。(バミューダグラス 5g/m²、アルファルファ 22g/m²、オオムギ 20g/m²、ソラメ 3粒/0.3m 間引きして1粒残す) 灌水は、均一になるようにスプリンクラーを各区に4個ずつ設置し、流量計で灌水量を管理した。バミューダグラス、アルファルファに関しては、飼料作物の管理法に準じて1ヶ月に1回程度の頻度で刈り込みを行った。

実験は97年2月中旬から3ヶ月間1作目を実施した。また、10月からは同じ土に同条件で2作目を行っている。なお、バミューダグラスはほふく茎で生長するので1作目を継続している。2作目開始時の土壌の性状を **Table-1** に同様を示す。この間植物体の生長解析（植物体の長さ、地上部質量等）を行うとともに、気象条件のモニタリング、土壌分析も行った。

3. 実験結果と考察

図示しないが、1作目では4種の植物のうちソラメを除く3種が、無処理土区を除いて砂漠自然土区とはほぼ同様に発芽および生育し、バイオレメディエーションの効果が明らかとなった。ソラメは畦立てして播種したが、水分供給や塩類集積等に影響したと考えられ、すべての区にお

Table-1 供試土の性状

SAMPLE	TPH (%)	PH	EC (1:2) (mS/cm)	Cl ⁻ (mg/kg)	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)
BERMUDA GRASS					
First Cultivation					
Landfarming Moderately	0.80	7.5	0.90	170	3500
Landfarming Lightly	0.29	7.7	0.67	105	1900
Windrow Moderately	0.81	7.7	1.05	210	3875
Static Lightly	0.30	7.6	0.68	110	1700
Non-Treated	3.26	7.5	11.65	5510	1600
Native Desert Soil	0.02	8.4	0.25	40	200
Second Cultivation					
Landfarming Moderately	0.68	8.4	0.30	70	3030
Landfarming Lightly	0.23	8.3	0.36	80	1770
Windrow Moderately	0.79	8.4	0.25	80	3270
Static Lightly	0.22	8.6	0.21	60	1500
Non-Treated	2.99	7.9	8.76	5150	2500
Native Desert Soil	0.03	8.9	0.31	60	320

SAMPLE	TPH (%)	PH	EC (1:2) (mS/cm)	Cl ⁻ (mg/kg)	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)
ALFALEFA					
First Cultivation					
Landfarming Moderately	0.71	7.8	1.06	190	3600
Landfarming Lightly	0.29	7.9	0.60	80	1950
Windrow Moderately	0.98	7.8	1.23	260	3750
Static Lightly	0.34	7.7	0.71	85	1700
Non-Treated	3.33	7.5	12.37	7190	1550
Native Desert Soil	0.02	8.0	0.27	60	170
Second Cultivation					
Landfarming Moderately	0.54	8.4	0.40	80	2860
Landfarming Lightly	0.22	8.1	0.53	120	1830
Windrow Moderately	0.79	8.2	0.37	80	3250
Static Lightly	0.20	8.3	0.67	120	1530
Non-Treated	3.18	7.8	11.16	6320	2070
Native Desert Soil	0.03	8.6	0.22	60	410

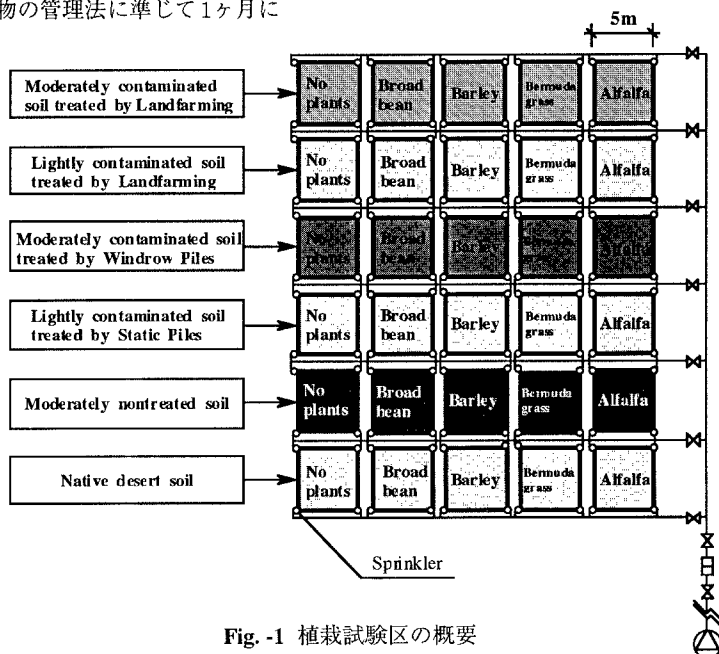


Fig.-1 植栽試験区の概要

バイオレメディエーション、石油汚染土、植栽試験、乾燥地緑化、植物毒性、重金属

*〒131-8510 東京都墨田区堤通1-19-9 リバ・サイト 隅田セントラルタワー TEL 03-5247-8917 FAX 03-5247-8927

いて発芽および生育が不十分となった。2作目では無処理土区を除いて、すべての植物が砂漠自然土区とほぼ同様の発芽および生育をしている。1, 2作目を通じて無処理土区の植物すべてが発芽せず、生育しなかった。

1作目のバミューダグラス、アルファルファの地上部刈り取り収量調査の結果をFig-2およびFig-3に例示する。試験区は4分割して調査したが、そのばらつきも示した。バミューダグラスは同図から分かるように、無処理土区を除いて収量も砂漠自然土区とほぼ同等であった。軽汚染処理土区では中汚染処理土区よりまさる傾向が認められ、土の修復の程度によって、収量に差のあることをうかがわせた。図示しないがオアシスはバミューダグラスと同様の傾向を示した。いっぽうアルファルファは砂漠自然土区に比較し軽汚染処理土区で生育が上回ったものの、中汚染処理土区では大きく劣っていた。これは処理土に含まれる油分と塩分の両者が関係して、植被率を低下させたことによると考えられる。

2作目のバミューダグラス、アルファルファの地上部刈り取り収量調査の結果をFig-4およびFig-5に例示する。バミューダグラスは1作目の傾向がよりはっきりとなる中で、中汚染処理土区が完全に砂漠自然土区に並んだ。いっぽうアルファルファは中汚染処理土区で回復が大きく進み、処理土区のすべてで砂漠自然土区を上回った。植被率も回復していた。

4. まとめ

1作目の結果では、汚染処理土区の収量が砂漠自然土区の収量に比較して1部劣ってはいるが、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。室内試験の結果も踏まえると、TPHが1%を下回ると、正常な生育が可能な範囲に修復してくると言える。

2作目の結果では、収量においても正常な範囲に修復されていることが確認できた。1作目と2作目の供試土壌を比較すると、油分濃度の低下に比較し、塩分濃度の低下が著しい。1作目の植被率に塩分濃度がより大きく関係していたと考えられ、バイレメディエーションの処理によって1作目で十分な成果が期待できることが示唆された。

なお、図示しないが、植物による有害成分の吸収に関して植物体の分析を行った結果、EPAの定める有害芳香族成分、硫黄、重金属の植物体への移行は認められなかった。

5. あとがき

阻害因子を確認して修復目標値を明確にするための追試実験を、1作目の土から考えられる物理化学的阻害因子を取り除いた培地を作成したり、新たに中汚染処理土と軽汚染処理土の中間程度の汚染処理土を用意し、ここにアルファルファを植栽して実施している。

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、石川、四本：大林組技術研究所報、No.54（1997）
- 3) 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）
- 4) 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）
- 5) 松原、辻、千野：土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第7部（1997年）

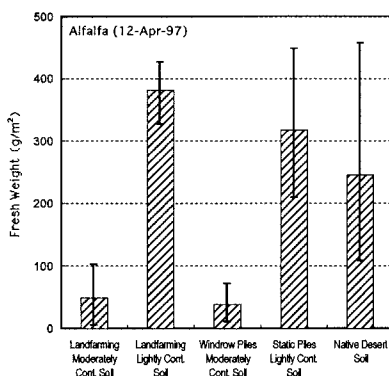


Fig-2 1作目のアルファルファの収量

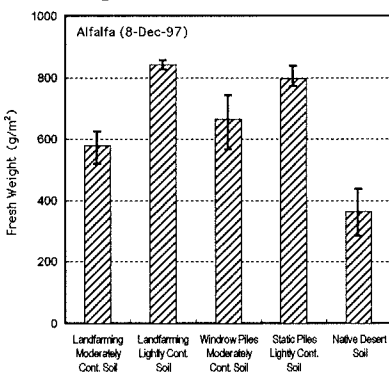


Fig-4 2作目のアルファルファの収量

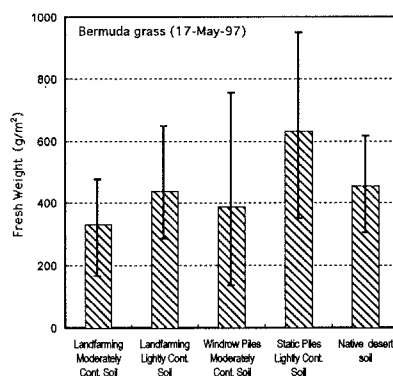


Fig-3 1作目のバミューダグラスの収量

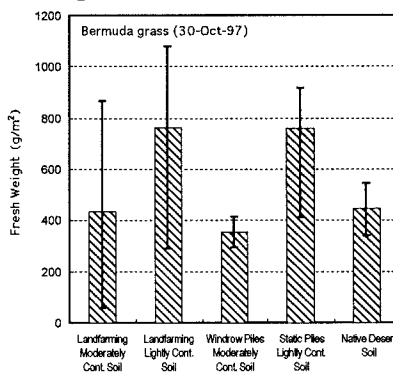


Fig-5 2作目のバミューダグラスの収量