

## VII-270 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 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  
 (株)大林組 エンジニアリング本部 正会員 松原 隆志

## 1. まえがき

先の湾岸戦争における流出原油による油汚染土の修復に関する、クウェート科学研究所と共同で、クウェート現地において、バイオレメディエーション実証実験を行っている。前報までに、バイオレメディエーションの効果を明らかにし、植栽試験、変異原性試験等によって、バイオレメディエーションによる浄化効果を汚染の浄化の証明できた。ここでは、スタティックパイル方式の中汚染土への適用性を検討するとともに、大型パイルを造成し同方式の大量施工への適用性について検討したので報告する。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委託を受け実施したものである。

## 2. 現地実証実験の内容と方法

(1)供試材料 現地実験区はクウェート市南部ブルガン油田地帯内オイルレイク 102付近に設けた<sup>1)-5)</sup>。Table-1に供試土の性状を示す。土中の油分濃度TPH (Total Petroleum Hydrocarbon)が約3%の中汚染土と約1%の軽汚染土を用いた。

(2) 実験方法 汚染土には所定の栄養、コンポストおよびウッドチップを加えた。中汚染土を用い、高さ1.5m×幅3m×長さ20mの60m<sup>3</sup>のパイルを造成した。これは既報<sup>4)</sup>で報告したパイルと同じ形状である。スタティック方式(高畠強制通気方式)で、リーキーパイプによって給水し、空気はコンプレッサーにより供給した。また、軽汚染土を用い、Fig.-1に示す、高さ2.0m×幅25m×長さ80mで体積4000m<sup>3</sup>の大型パイルを造成した。同様のスタティック方式とし、リーキーパイプおよびコンプレッサー8台を用いた。モニタリング項目は既報<sup>4)</sup>のとおりであり、油分としてはTPHの定量、ガスクロマトグラフによる脂肪族成分、液体クロマトグラフによる芳香族成分の同定等を行った。また、塩分、栄養分について化学分析を行うとともに、土壤の含水率は8~10%を維持するように散水量の管理を行った。

## 3. 試験結果と考察

(1) 中汚染土スタティックパイル 維持管理は97年1月から98年6月まで実施した。TPHの変化をFig.-2にランドファーミング区(畑方式)、ウインドロー区(畠切り返し方式)と比較して示す。同図から明らかなように、当初TPHとして2.7~2.8%であったものが、17ヶ月後でも1.2~1.9%残留していた。これは、すでに実施したランドファーミング区、ウインドロー区の結果と比べて明らかに劣っている。Fig.-3には、高速液体クロマトグラフによる、芳香族成分の分析例を示す。同図から明らかなように、ランドファーミング区では12ヶ月後にはほとんどピークが認められなくなったのに対し、スタティック区では17ヶ月後にもフェナントレンをなどの3環以上の成分が残留していた。図示しないが、ガスクロマトグラフによる脂肪族炭化水素の分析結果からも、中汚染土スタティック区では炭素数が20未満の脂肪族炭化水素が残留していることが明らかであった。このように、本方式では中汚染土では分解が進み難く、適用不可と判定された。はじめの3ヶ月ほどは土の保水性が極めて悪く、散水を行った後にすぐに含水率が低下する傾向が認められた。

Fig.-4に累積の単位土量あたりの散水量を示す。ランドファーミング区と比べて小さいものの、他の区と比べると散水量は大きく、土の保水能力が不十分であることがうかがえた。

維持管理を終了後、断面調査を行った結果の一例をFig.-5に示す。同

図からわかるようにパイルの部位によって分解の程度に差が大きいことがわかる。表層では比較的の分解が進んでいたのに対し、中心の底部において

Table-1 供試土の性状

分析項目	単位	軽汚染土	中汚染土
pH		8.0	7.9
EC	MicroS	1750	23100
含水率	%	1.27	1.82
強熱減量	%	2.31	8.24
TEM (Total Extractable Matter)	%	1.04	4.20
TPH	%	0.86	3.28
塩素イオン	mg/kg	850	10760
硫酸イオン	mg/kg	1690	2810
磷酸(PO4として)	mg/kg	8	<1
アンモニア態窒素	mg/kg	17	12
硝酸態窒素	mg/kg	<1	<1
ケルダール窒素	mg/kg	220	420

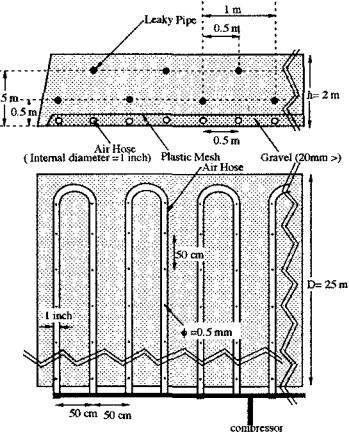


Fig.-1 大型スタティックパイルの形状

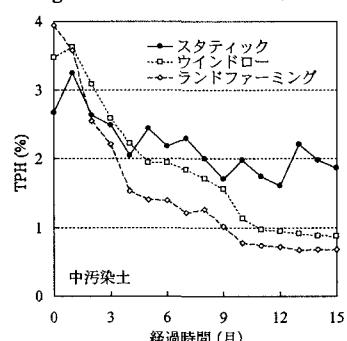


Fig.-2 3方式によるTPHの変化

バイオレメディエーション、石油汚染土、微生物、ガスクロマトグラフ、液体クロマトグラフ

\*〒204-0011 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL 0424-95-1060 FAX 0424-95-0906

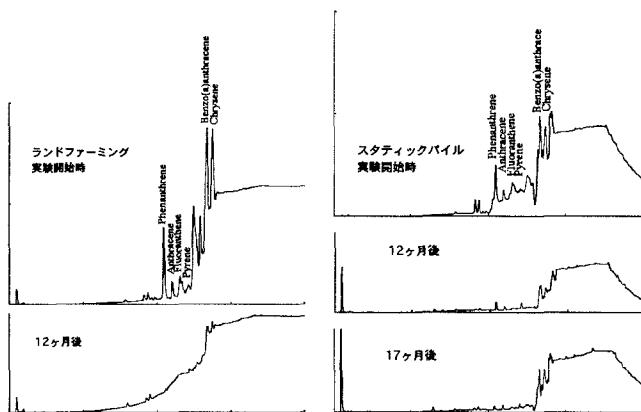


Fig.-3 液体クロマトグラフによる芳香族化合物の分析例

比較的分解が悪く、TPH成分の残留する傾向が認められた。該当部分においては土色が黒く明らかに嫌気状態であった。このことから、酸素の供給が不十分のため微生物分解が阻害されたと考えられた。

#### (2) 軽汚染土大型スタティックパイ

ル 同じく97年1月から98年10月まで実施した軽汚染土による大型スタティックパイについて、TPHの変化をFig.-6に示す。軽汚染土では分解が確実に進行し、この方式が適用可能と評価された。Fig.-4に示すように散水量は他の方式と比べてもっとも小さく、大型化によって散水量の節減が図れる可能性が示された。しかし、断面調査を行った結果、パイ爾底部（深さ約150～200 cm）で一部では、分解が進んでおらず、TPHとして0.6%以上残留している部位のあることが判明した。同部位は酸化還元電位が低く、土色は黒く、また、含水率の比較的高いことから、排水不良に伴い嫌気状態になったことで分解が阻害されたと考えられた。大型のパイ爾を造成する際は、良好な排水の確保が必要と判断された。

#### 4. あとがき

現在、効率化と大量施工をめざした機械を現地に導入し維持管理を実施しており、追って報告する予定である。また、クウェートの石油汚染土あるいは海浜等から難分解成分を分解できる有用微生物を数株選抜できたので、これらの現地へのバイオオーバーメンテナージョン（微生物の接種）を検討中である。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたっては、東京大学農学部農学生命科学研究所の松本教授、小柳津教授、東京大学生物生産工学研究センターの大森教授には多大なる指導を受けた。クウェート科学研究所においてはN. Al-Awadhi部長、M.T. Balba氏をはじめ多くの方にお世話になった。分析作業においては㈱ジャパンエンジニアリングセンターの牧島主任研究員にお世話になった。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 千野, 辻, 石川, 四本: 大林組技術研究所所報, No.54 (1997)
- 2) 千野, 辻, 石川, 四本, 松原: 大林組技術研究所所報, No.57 (1998)
- 3) 千野, 辻, 石川, 四本: 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)
- 6) 千野, 辻, 石川, 四本: 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第7部 (1998年)
- 7) 松原, 辻, 千野: 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第7部 (1998年)

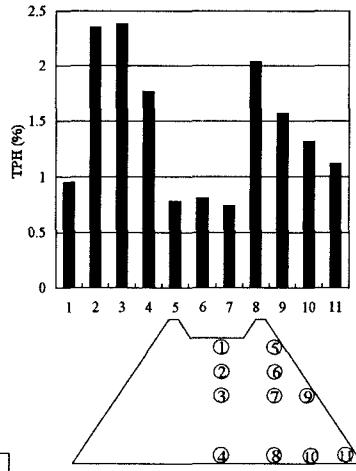


Fig.-5 各部位のTPH

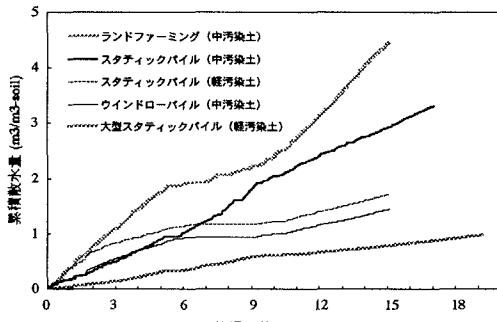


Fig.-4 累積散水量の比較

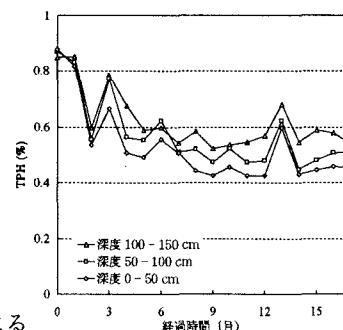


Fig.-6 大型スタティックパイ尔のTPHの変化