

クウェートにおける油汚染土のバイオレメディエーション（その10）

(株)大林組 技術研究所

正会員 *千野 裕之

正会員 *松原 隆志

正会員 *石川 洋二

正会員 *辻 博和

1. まえがき

先の湾岸戦争で流出した原油による油汚染土のバイオレメディエーションに関する実証試験工事を1994年度から実施してきた。既報^{1)~3)}で4つの方式によるバイオレメディエーションの適用性を明らかにするとともに、浄化処理土を用いた三作にわたる植栽試験によってバイオレメディエーション処理土が十分植物が生育できるまでに修復されたことを証明した。バイオレメディエーションによる浄化処理土は砂漠自然土に比べて有機物および栄養塩類が多く含まれており、これをクウェート国が現在進めている国土の緑化に利用するのが有効であると考えられた。そこで、同国で一般的に植栽されている砂漠植物のポット試験を実施し、砂漠の気候に適應して浄化処理土に旺盛に生育する植物種を選抜した。その結果に基づき、現地でバイオレメディエーション処理土を用いた50m×60mの大規模植栽実証試験区を造成し、上記で選抜された植物などを植栽し、2年半にわたり生育のモニタリングを行った。なお、本研究は通産省（現在は経済産業省）の産油国石油産業等産業基盤整備事業のもと（財）石油産業活性化センター（現在は（財）国際石油交流センターに業務を移管）から委託を受けて実施したものである。

2. 砂漠植物の選抜ポット試験

2.1 試験内容と方法 浄化処理土としては、前報までに報告した油汚染土のバイオレメディエーション実証実験におけるラッドファミング（畑耕）方式で12ヶ月間処理された中汚染土を用い、対照土として砂漠自然土を使用した。浄化処理土のTPHは0.72%，電気伝導度は56 mS/mであった。上記の浄化処理土100%，砂漠自然土100%および両者の混合土（浄化処理土50%+砂漠自然土50%）を調製して供試土とした。選抜対象の砂漠植物としてはTable 1に示す木本類を主体にクウェート国で一般に栽培されている25種類の植物を用いた。

供試土は20cm径、深さ15cmのポットに採取し、あらかじめ重量、長さ等を測定した植物を、1ポットあたり1株ずつ移植し、各々2連で栽培した。施肥は、所定量を液肥として加えた。試験は7月に開始し、試験開始から約4ヶ月間、植え傷みを考慮し、温度コントロールの出来る温室において維持管理した。その後は遮光ネットの張られた育苗施設で試験を継続し、翌年の夏季には屋外で管理した。試験は約13ヵ月継続し、植物の生長を観察するとともに、経時的に生長量を測定した。

2.2 試験結果と考察 植物の生長を経時的にモニタリングした結果の一部をFig.1に示した。同図は2連の平均値で示している。代表的な植物についての生育状況を以下に述べる。Eucalyptus camaldulensisは試験期間を通じて浄化処理土で砂漠自然土と同等に優れた生育を示し、夏季に野外で管理したことによる暑さの影響は認められなかった。Carissa grandifloraは浄化処理土および混合土のポットで砂漠自然土に比べて生育が劣ったが、暑さによる影響は認められなかった。以下図示しないが、Parkinsonia aculeataは浄化処理土で生育が劣り枯死したのに対し、砂漠自然土では暑さによる影響はなく、混合土では両者の中間的な生育を示した。Callistemon lanceolatusは浄化処理土において比較的良好に生育したが、暑さによる影響で枯死する傾向が認められた。Punica granatumは処理土で生育が劣り早期に枯死したのに対し、砂漠自然土および混合土のポットでは生育したものの低調であった。Caesalpinia pulcherrimaは浄化処理土および混合土において砂漠自然土に比べて劣るものの生育はしていた。しかしその後の夏季の暑さの中で多くは枯死した。

上述したような生育状況を踏まえて、砂漠自然土に対する浄化処理バイオレメディエーション、石油汚染土、植栽試験、浄化

Table 1 供試植物種一覧

学名	和名
高木類	
<i>Acacia arabica</i>	アラクシアノキモドキ
<i>Acacia tortilis</i>	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	トクワキヨリユ
<i>Conocarpus lancifolia</i>	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	ユーカリ
<i>Prosopis cineraria</i>	
<i>Prosopis juliflora</i>	キヤハ
<i>Tamarix chinensis Lour</i>	キヨリユ
<i>Punica granatum</i>	ザクロ
<i>Zizyphus jujuba</i>	ナツメ
<i>Olea</i>	オリブ
<i>Albizia lebbek</i>	ビルマネムノキ
<i>Azadirachta indica</i>	インドセンダン
<i>Ficus infectoria</i>	
<i>Ficus nitida</i>	ガジュマル
<i>Terminaria cattapa</i>	モモタマシ
低木類	
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	オオコトヨク
<i>Callistemon lanceolatus</i>	ハナマキ
<i>Clerodendron inerme</i>	イホタクサキ
<i>Dodonia viscosa</i>	ハウチワノキ
<i>Nerium oleander L.</i>	キョウチクトウ
<i>Parkinsonia aculeata</i>	
<i>Thevetia peruviana</i>	キハナキョウチクトウ
<i>Rosmarinus officinalis</i>	ローズマリー
草本類	
<i>Pennisetum divisium</i>	

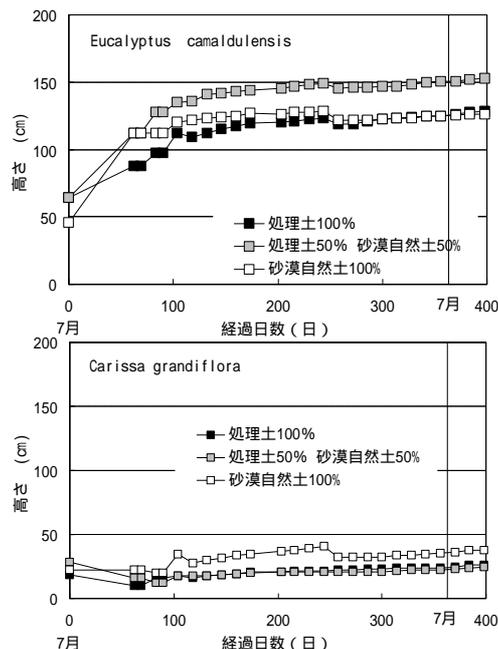


Fig. 1 砂漠植物の生長量測定結果

* 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL 0424-95-1060 FAX 0424-95-0906

土の生育の違いを油汚染土への耐性とし3段階で評価するとともに、夏季の暑さへの耐性も同じく3段階で評価し、その両面から供試植物を分類した。その結果をTable2に示した。同表で暑さに強く、油汚染土にも強いグループは、乾燥地の油汚染処理土を用いた緑化に極めて有望である。暑さに弱いが油汚染土に強いグループは、乾燥地以外で使用する植物として有望である。

3. 大規模植栽実証試験

3.1 試験内容と方法

2章の選抜試験の結果を受けて、本試験では、バイオリメディエーションで処理された土を緑化基盤材に活用できるかについて現地ですべてに植栽し、長期的、総合的に評価した。供試土は、ランドファミング方式で15ヵ月間処理した中汚染処理土および軽汚染処理土を混合したものである。Table2で油汚染浄化処理土に強く、暑さにも強いと判定された木本類から6種類、それに準ずるもの3種類を用いた。さらにクエー国の緑化専門家が推奨する木本類8種類を含め、全部で17種類を用いた。グランドカバー類および草本類は木本類の間隙を充填するように造成した。浄化処理土は現地の砂漠自然土の上に30cmの厚さとなるように敷き、試験区の面積は50m×60mとした。試験区の各植物には所定量の肥料を1月に1回の頻度で与え、灌水はスプリンクラーおよびドリップにて行い、2年半の維持管理を続けた。モニタリングは、3カ月に1度の間隔で樹高、根元直径、枝張りを、同一種の中から平均的に生育している5個体を選んで測定し、それを継続した。

3.2 試験結果と考察

Fig.2には高木のZizyphus jujuba(ナツメ)と低木のNerium oleander L.(キョウチクトウ)の生育状況を示す。これらは樹高、根元直径、枝張りに関して順調に生育していることがわかる。図示しないが、他の高木類も順調に生育した。低木類のうちのYucca spp.(ユッカ)は生育が劣ったが、それ以外は順調に生育した。Table 2で油汚染浄化処理土に強く、暑さにも強いと判定された植物種およびこれに準ずる植物種はすべて順調に生育した。なお、グランドカバー類のうちLampranthus aurantiacusは夏季の暑さで枯死するものが多く認められたが、それ以外はほぼ順調に生育した。

4. まとめ

油汚染土のバイオリメディエーションによる浄化処理土の植栽への適用を進めるために、クエー国で一般に用いられる砂漠植物20数種について浄化処理土のポット試験および現地大規模植栽試験の両方で検討した結果以下のことが明らかとなった。(1) バイオリメディエーションによる浄化処理土において砂漠自然土と同等に生育し、しかもクエー国の夏季の暑さにも耐性を持つ植物が約10種類ほど選抜された。(2) 現地大規模植栽試験による長期的な生育のモニタリングの結果、多くの砂漠植物が厳しい気候条件の下で、バイオリメディエーション処理土上で安定に生育することが明らかとなった。本研究で選抜された植物を積極的に利用することで、油汚染土をクエー国の緑化基盤材として活用することが十分可能である。

5. あとがき

クエー国においては、一連の実証試験で作られたバイオリメディエーション処理土は、現地近傍にある公園の植栽用に用いられ順調に生育している。本研究を進めるにあたって、東京大学名誉教授（現秋田県立大学農学部）の松本教授、東京大学農学部農学生命科学研究科の小柳津教授、東京大学生物生産工学研究センターの大森教授に多大なる指導を受けた。感謝いたします。

参考文献

- 1) 千野, 辻, 石川, 松原: 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第7部(1999年)
- 2) 松原, 中田, 峠, 千野, 辻, 石川: 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第7部(1999年)
- 3) 千野, 辻, 石川: 土木学会第55回年次学術講演会講演概要集第7部(2000年)
- 4) 千野, 辻, 石川: 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集第7部(2001年)

Table 2 試験結果に基づく供試植物の分類

	油汚染浄化処理土に強い	油汚染浄化処理土に弱い	油汚染浄化処理土に非常に弱い
暑さに強い	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Zizyphus jujuba</i> <i>Ficus infectoria</i> <i>Clerodendron inerme</i> <i>Nerium oleander L.</i> <i>Prosopis juliflora</i> <i>Pennisetum divisiuum</i>	<i>Carissa grandiflora</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i>
暑さに弱い	<i>Callistemon lanceolatus</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Albizia lebbek</i> <i>Terminaria cattapa</i>	<i>Conocarpus lancifolia</i> <i>Acacia arabica</i>	<i>Punica granatum</i> <i>Acacia tortilis</i> <i>Casuarina equisetifolia</i> <i>Thevetia peruviana</i> <i>Tamarix chinensis Lour</i>
暑さに非常に弱い		<i>Dodonia viscosa</i> <i>Caesalpinia pulcherrima</i> <i>Olea</i>	

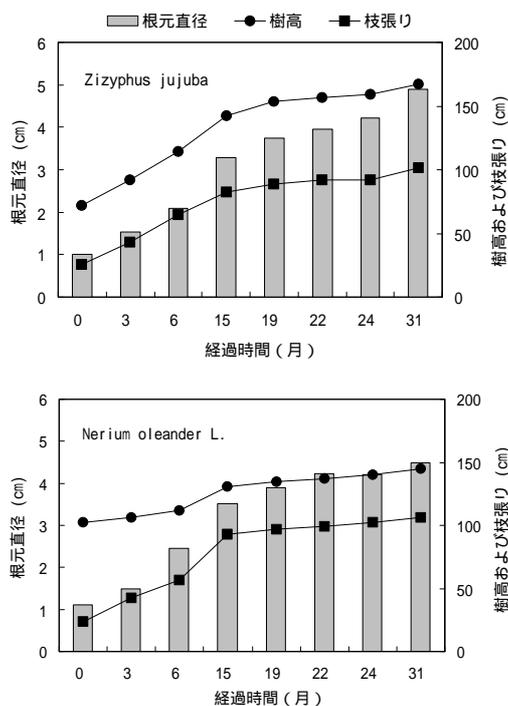


Fig. 2 植物生長量測定結果の例