

バガス灰を用いた油汚染土壌バイオ浄化技術の適用性評価

(株)大林組 正会員 ○藤井雄太, 日野良太, 西川直仁, 緒方浩基
琉球大学 非会員 廣瀬孝三郎, 新里尚也 正会員 松原仁

1. はじめに

現在、沖縄県では米軍基地の返還が進んでいるが、基地では軽油、重油、機械油などの油類を多量に使用しており、その漏出による土壌汚染が懸念されている。そのため返還後は跡地の土壌汚染対策が必要となるが、島尻マージや国頭マージといった沖縄特有の土壌は細粒分を多く含む非常に粘性の高い土質であり、その場合でも対応可能な技術が求められる。

これら沖縄の特殊な油汚染土壌にバイオ浄化を適用するにあたっては、高い土質改良効果を持ち、かつ微生物の栄養源となる浄化促進材を添加する必要がある。その場合、本州からの輸送が不要で年間を通じて入手可能な地元資材であることが望ましい。

そこで我々は、沖縄県内の製糖工程で発生するサトウキビの搾りかすであるバガスを燃焼させたバガス灰を選定した。このバガス灰の浄化促進材としての適用性を評価するため、模擬油汚染土壌にバガス灰を添加した浄化実験を実施し、その浄化促進効果と油分解菌の増殖効果を検証した。

2. 実験方法

土壌は沖縄県内で採取した島尻マージと国頭マージを本州に輸送して使用した。これらの土壌を粒径 2 mm のふるいに通し、TPH（全石油系炭化水素）が 10,000 mg/kg となるように軽油を混合し、密閉状態で 1 週間養生して模擬汚染土壌とした。実験ケースを表 1 に示す。模擬汚染土壌にイオン交換水を添加して含水比 40% に調整し、炭素（軽油添加量のうち 45%）：窒素：リン＝100：10：1 となるよう尿素（窒素成分：46%）と過リン酸石灰（リン成分：17.5%）を添加した。さらに浄化促進材として風乾したバガス灰を土壌重量比の 10% 混合した。ステンレス製容器にこの混合土壌を 2 kg ずつ入れ密閉し（実験開始）、沖縄に輸送して 3 日後到着した際に蓋を軽く開け、1 日 1 回水を添加しつつ屋外で養生した。

実験開始後 0, 3, 10, 17, 31, 45 日目に土壌の含水比と pH、油臭、油膜、TPH を測定した。油臭と油膜は表 2 と表 3 の基準で判定し、TPH は環境省の油汚染対策ガイドライン¹⁾ に準じて水素炎イオン化検出器を搭載したガスクロマトグラフで測定した。0, 3, 17, 31 日目には対照とバガス灰のケースのみ一般細菌数（平板塗抹法）と軽油分解菌数を測定した。軽油分解菌数の測定は、表 4 に示す組成の無機塩寒天培地に土壌抽出液を 0.1 mL 塗布した後、その上から滅菌済み軽油を 0.1 mL 塗布し、35℃で 10 日間静置培養した後に形成されたコロニーを計数した。

表 1 実験ケース一覧

名称	土壌	栄養塩	バガス灰
島尻：対照	島尻マージ	無	無
島尻：バイオ		有	無
島尻：バガス灰		有	有
国頭：対照	国頭マージ	無	無
国頭：バイオ		有	無
国頭：バガス灰		有	有

表 2 油臭の判定基準

段階	内容
0	無臭
1	やっと認知できる臭い
2	何の臭いかわかる弱い臭い
3	楽に油臭が認知できる臭い
4	強い油臭
5	強烈な油臭

表 3 油膜の判定基準

段階	内容
1	濁りなし
2	わずかな濁り
3	油状痕・縞
4	多数の油状痕・縞
5	多量の油膜層

表 4 無機塩寒天培地の組成²⁾

成分	濃度 (mg/L)
KH ₂ PO ₄	0.5
K ₂ HPO ₄	1.0
KCl	0.3
MgSO ₄ ・7H ₂ O	0.5
CaCl ₂ ・2H ₂ O	0.2
NH ₄ Cl	1.0
Agar	15

キーワード バガス灰, 沖縄, 油汚染土壌, 油分解菌, バイオレメディエーション

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 自然環境技術研究部 TEL042-495-0939

3. 実験結果および考察

各ケースの油臭と油膜, TPH の経時変化を図 1 に示す. バガス灰を添加することで島尻マージ, 国頭マージともに油臭と油膜が大幅に低下し, 特に油臭は 45 日目にはほとんど認知できない程度となった. TPH は全てのケースで実験開始直後に低下したものの, バガス灰を添加した場合はその後も経時的に TPH が減少し, 45 日目には約 4,000 mg/kg となった. 各ケースの一般細菌数と軽油分解菌数の経時変化を図 2 に示す. 島尻マージでは 3 日目の一般細菌数と軽油分解菌数がバガス灰を添加した場合の方が多く, 短期間で菌が増殖したことが示唆された. 国頭マージではバガス灰の添加で一般細菌数, 軽油分解菌数ともに 3 オーダー増加した.

これらの結果から, バガス灰の添加で軽油分解菌を含む土壌中の微生物数が増加し, 油の浄化が進んだことが示された. そのメカニズムとしては空隙の多いバガス灰が土壌の通気性を改善し, かつ菌の住処として機能したためと推測される. 国頭マージで特に菌数が大きく増加したのは, 酸性土壌である国頭マージの低い pH がバガス灰によって中和され, 菌の生育に適した環境になったためだと考えられる.

4. まとめ

本研究では沖縄特有の土壌を用いた模擬油汚染土壌にバガス灰を添加した浄化実験を行った. その結果, バガス灰の添加で軽油分解菌を含む微生物が増殖し, 有意に油臭・油膜と TPH が低下したことから, バガス灰は沖縄の油汚染土壌に対する浄化促進材として利用可能であることが示された. 今後は他の種類の油に対する浄化促進効果の検証や, より大きな規模での実験を行ってきたい.

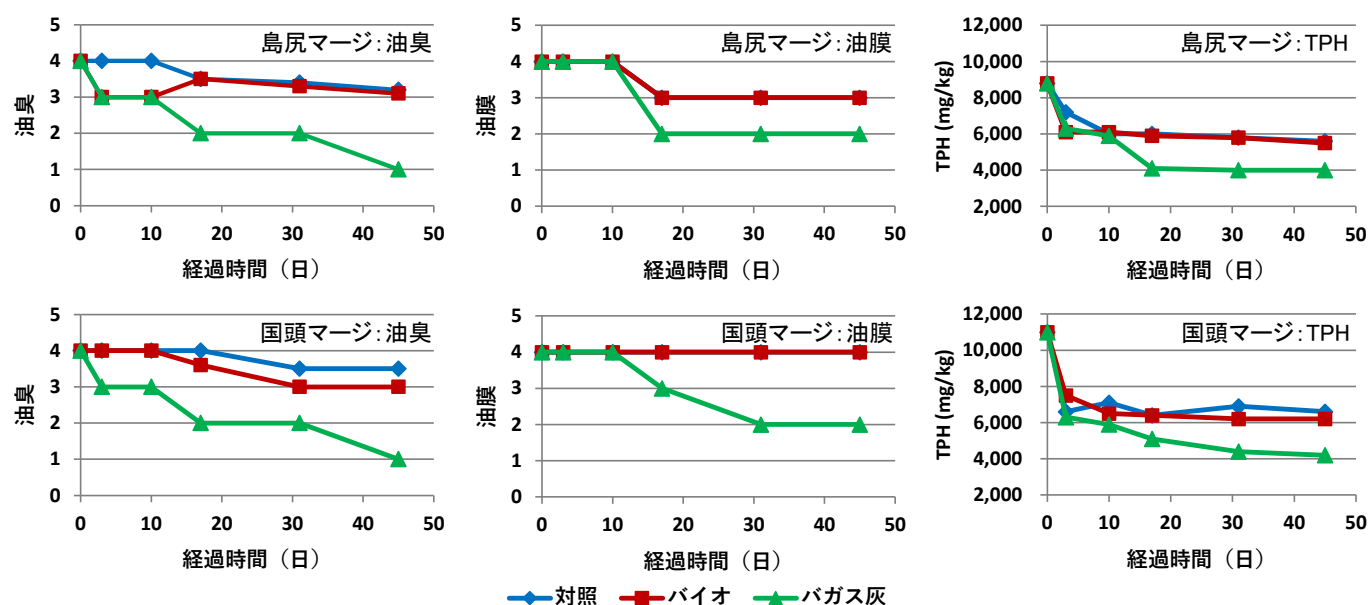


図 1 各ケースの油臭と油膜, TPH の経時変化

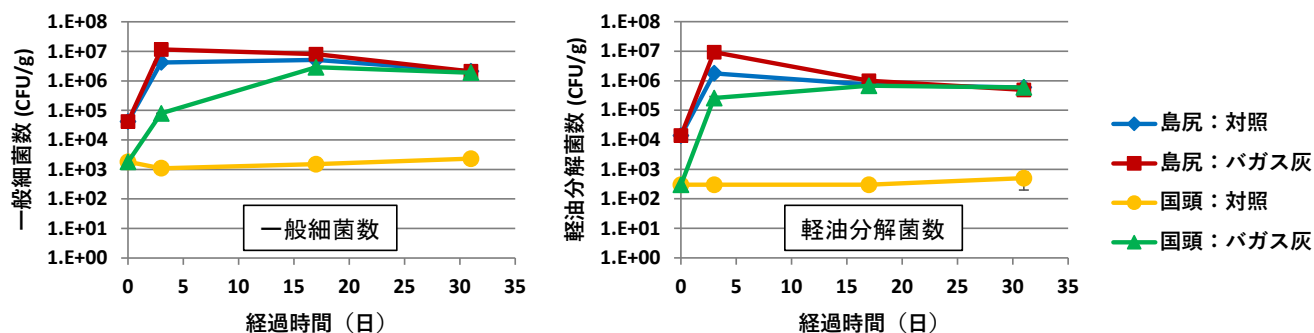


図 2 各ケースの一般細菌数と軽油分解菌数の経時変化

参考文献

- 1) 環境省 (2006) 油汚染対策ガイドライン.
- 2) 古崎ら (1997) 環境工学研究論文集, 34, 221-229.