

油汚染土壌への通気処理による微生物分解の促進効果

独立行政法人 産業技術総合研究所 正会員 ○須甲 武志
 独立行政法人 農業工學研究所 藤川 智紀
 東京大学 大学院農学生命科学研究科 宮崎 毅

1. はじめに

2003 年より，土壤汚染対策法が施行されたことにより，土壤および地下水の汚染がさらに顕在化してくるものと考えられ，それに伴い，安価でかつ完全な浄化技術が求められている．これらの利点を備えた技術にバイオベンティングがある．これは，汚染サイトに通気を行い，土着の微生物や揮発を促す技術である．しかし，これまでのバイオベンティングに関する研究は，砂や砂質土壌を用いたものが多く，わが国に分布する火山灰土に関する研究は少ない．また，バイオベンティングにおける汚染物質除去における，微生物分解と揮発の寄与率を考察した研究はいくつか報告されている(例えば Malina et al. (1995))が，通気による汚染物質の微生物分解の促進効果に関して考えた研究は殆ど無い．そこで，本研究の目的を，油で汚染された火山灰土への通気実験から，通気による汚染除去における微生物分解の寄与率，および通気を行わない場合と比較しての促進効果を試算することとした．

2. 実験

本研究では，試料土壌として，東京都西東京市の東京大学多摩農場で採取した立川ローム土を，汚染物質には軽油や灯油に含まれるドデカンを使用した．採取した立川ローム土は風乾し，含水比を 90%に調整して実験に用いた．すべての実験は 30 の恒温チャンバー内で行った．

バッチ試験では，容積 180ml の密閉容器に，所定の濃度のドデカンを混入した立川ローム土を 30g ほど入れたものを複数作り恒温チャンバー内に静置した．5・10・20・30・40・50 日後にそれぞれ容器を 1 つずつ取り出して，容器内の試料を取り出し，FT-IR を用いて試料に残留したドデカンの濃度を計測し，実験前の濃度からその値を引いて除去された濃度を求めた．初期ドデカン濃度は，乾土 1g あたり 2000ppm，5000ppm，10000ppm，20000ppm の 4 種類を設定した．

通気実験の概要を Fig. 1 に示す．内径 7.5cm，高さ 20cm のアクリル製カラムに，乾土 1g あたり 10000ppm のドデカンを混入した立川ローム土を，乾燥密度 0.50Mg m^{-3} で充填した．通気はカラム下部より 20mL min^{-1} の一定流量で行った．通気開始から 10 日毎に所定の位置に埋設したガスサンプラーからシリンジを用いてガスを採取し，ガスクロマトグラフィにて気体中のドデカンの濃度を計測した．また，通気終了後はカラムを解体し，ガスサンプラーが埋設されていた深さ，およびカラム最下部の試料を採取し，バッチ試験と同様の方法でドデカン除去率を計測した．カラムは 3 つ用意し，それぞれ 10 日間，30 日間，50 日間通気を行

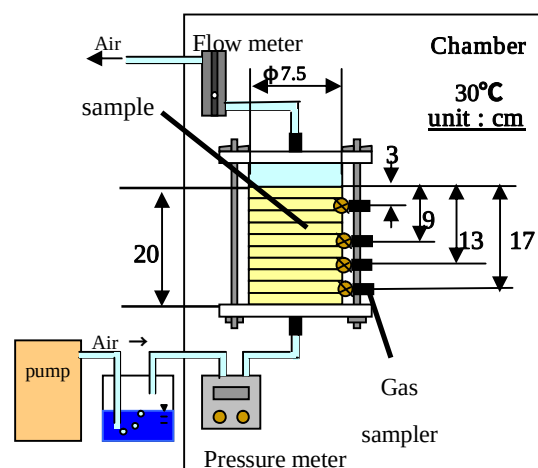


Fig. 1 Schematic figure of aeration experiment

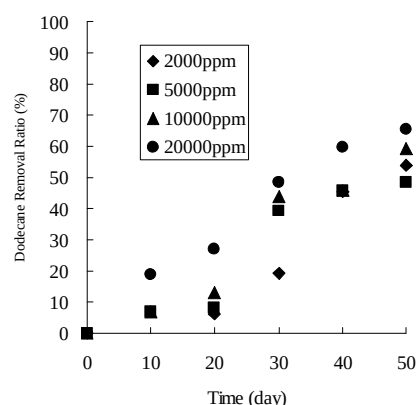


Fig. 2 Time series of dodecane removal ratio in batch test

キーワード バイオベンティング，微生物分解，土壤汚染，VOC，1 次反応式

連絡先 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7 TEL 029-861-3621

い、経時的な変化を追跡した。

3. 結果

バッチ試験におけるドデカン除去率の経時変化を Fig. 2 に示す。どの条件に関しても、ドデカンの除去率は 50 日間で 55%程度となった。また、実験開始 20 日目～30 日目にドデカン除去率の増加が著しかった。

Fig. 3 に通気実験における各高さにおけるドデカン除去率およびガス中のドデカン濃度を平均したものの経時変化を示す。ドデカン除去率は経時的に増加したが、30 日目～50 日目の期間では増加の割合が低下した。それに対し、ガス中のドデカン濃度は 10 日目が高く、それ以降低下した。

4. 汚染除去における微生物分解の寄与率およびその促進効果

通気実験で計測したガス中のドデカン濃度の経時変化から、時刻 t1, t2 間での揮発によるドデカン除去率(m_{evap})は式(1)のように表せる。

$$m_{evap} = \frac{0.753}{2}(C_{t1} + C_{t2})Q_a \quad (1)$$

ここで、 $C_{t1}・C_{t2}$ は t1・t2 時におけるドデカンガス濃度[ppm], Q_a は通気した全空気体積[cm³]である。ここで得た値を全除去率から引いた値を微生物分解による除去率とする。Table 1 に計算結果を示す。実験開始から 10 日目は揮発によるドデカン除去が卓越したが、その後は微生物分解の割合が高くなった。

また、微生物分解によるドデカン除去率について、バッチ試験の結果と 1 次反応式による微生物分解式を用いて、式(2)のように表すことができる。

$$C_{deg} = C_{ini} \{ (1 - \exp(-0.0135t)) \} \quad (2)$$

ここで、 C_{deg} は微生物分解によるドデカン除去率(ppm), C_{ini} は初期ドデカン濃度(ppm), t は時間(day)である。この式にバッチ試験の初期濃度 10000ppm の条件の結果を用いて (Table2), 通気を行わない場合のドデカン除去率を計算し、通気実験の結果と比較した(Table3)。その結果、通気により微生物分解によるドデカン除去率はおおむね上昇し、最大で 20%程度高まった。

5. おわりに

バッチ試験と通気実験から、ドデカンの除去率の経時変化を追跡し、その結果から、ドデカン除去における微生物分解および揮発の寄与を計算し、微生物分解に関しては通気による促進効果を計算した。その結果、初期(0 日目～10 日目)には揮発によるものが卓越し、その後(10 日目～30 日目), 微生物分解によるものが支配的となり、最終的(30 日目～50 日目)には、ドデカン自体の減少により、除去率も低下することが分かった。また、通気により微生物分解によるドデカン除去は最大で 20%程度上昇することが分かった。

参考文献

・ Marina, G, and Grotenhuis, J. T. C. : The role of Biodegradation During Bioventing of Soil Contaminated with Jet Fuel, Appl. Biochem. Biotechnol., 88, 59-76, 2000.

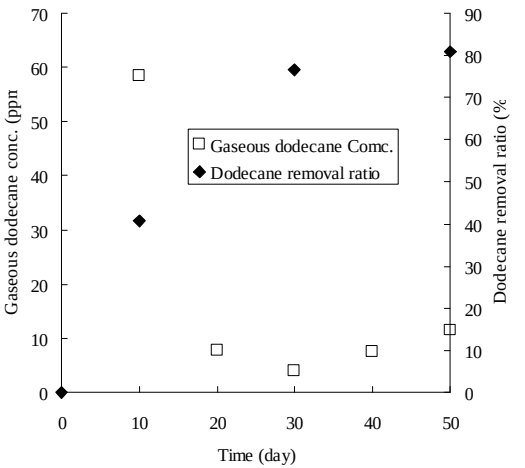


Fig. 3 Time series of dodecane removal ratio and gaseous dodecane conc. in aeration experiment

Table 1 Contributions of biodegradation and volatilization in aeration experiment

Period	Volatilization factor, %	Biodegradation factor, %
0~10 day	24	21
10~30 day	6	25
30~50day	2	2

Table 2 Effect of aeration on biodegradation of dodecane

Period	No aeration %	Aeration %
0~10 day	13	21
10~30 day	13	26
30~50day	5	2