

バイオフィルターを有する覆土のメタン除去性能のパラメータ評価

東京工業大学大学院 学生会員 大庭靖貴 鹿島建設技術研究所 正会員 小澤一喜
 正会員 井澤 淳 正会員 間宮 尚
 フェロー 日下部治 非会員 河合達司

1. 背景

処分場や不法投棄現場から発生する処分場ガスには、メタンや硫化水素等の有害な物質が含まれている。この処分場ガスの対策として、バイオフィルターを用いた覆土が研究されている。この覆土は微生物の分解作用を利用することによりメンテナンスフリーに近い状況をつくりだすことができる。また吸引ポンプ等の動力を用いないためランニングコストを下げることができる。この覆土に関する既往の研究では、安価な覆土の担体材料の模索や覆土への酸素拡散の研究¹⁾が行われている。そこで、本研究では安価な担体材料である木材チップを用いた覆土のメタン除去性能をパラメータによって評価した。

2. 試験概要

2.1 バッチ試験

アルミ製のテドラーバッグ(10L)に木材チップ、腐植土、水を加え、テドラーバッグを密封した。木材チップには10mmのふるいを通したサクラ、マツ、建設廃材を使用した。本研究では、落ち葉を発酵させた腐植土を種菌として使用した。密封後、テドラーバッグにメタンガス(3L)、酸素ガス(7L)を注入し、ガス濃度計(GM2000plus)を用いて内部のガス濃度を測定した。バッチ試験では表-1に示す木材チップの種類、腐植土の添加量、加水量を変えた9ケースの試験を行なった。

2.2 カラム試験

図-1に示すカラム試験装置(内径100mm、高さ1100mm)内に供試体を作製し、装置下部から標準ガスと空気の混合ガスを通気した。供試体は上部細砂層と下部粗粒層の2層から構成されている。下部層は空中落下で砂利(粒径20mm程度)を100mm敷き詰めて作製し、上部層はケイ砂5号と木材チップと腐植土の混合層で、下部層の上に締め固めて作製した。木材チップは建設廃材とサクラを用い、10mmのふるいにかけた後、初期飽和度を同条件にするために24時間以上水に浸した。木材チップは質量混入率5%(体積混入率は20~24%)とし、腐植土は木材チップと同質量を添加した。標準ガスの流量は10mL/min、空気の流量は15mL/minで通気し、この時の混合ガスの組成はメタン4vol%、酸素13vol%、硫化水素40volppm、窒素83vol%である。カラム試験装置は内部の温度調節が可能なウォータージャケットで覆われており、試験中は35°Cで一定に保った。また供試体内の湿潤状態をほぼ一定に保つために12時間毎に約30mL程度の散水をカラム上部から行った。カラム試験では層厚400mm程度の供試体を用いて表-2に示す3ケースの試験を行った。

3. 試験結果及び考察

覆土のメタン除去性能を評価するために、以下のメタン除去率(以下MRR; Methane Removal Ratio)を用いた。

キーワード 廃棄物, 覆土

連絡先 〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-9 日下部研究室 TEL 03-5734-2798

表-1 バッチ試験ケース

	木材チップ [100g]	腐植土 [g]	水 [g]
Case 1	サクラ	0	50
Case 2	マツ	0	50
Case 3	建設廃材	0	50
Case 4	サクラ	10	50
Case 5	サクラ	20	50
Case 6	建設廃材	100	50
Case 7	建設廃材	200	50
Case 8	サクラ	20	0
Case 9	サクラ	20	200

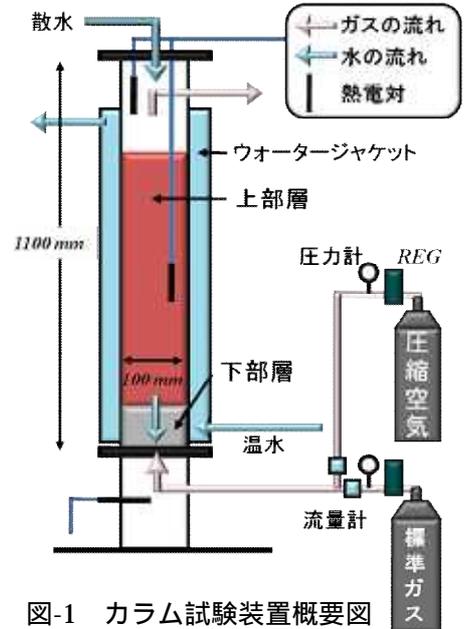


図-1 カラム試験装置概要図

表-2 カラム試験ケース

	木材チップ	腐植土
Case 1	サクラ	×
Case 2	建設廃材	×
Case 3	建設廃材	

$$MRR(\%) = \left(1 - \frac{C}{C_0}\right) = \left(1 - \frac{C_{out}}{C_{in}}\right)$$

ここで、Cはバッチ試験のメタン濃度(vol%)、C₀はバッチ試験の初期メタン濃度(vol%)、C_{out}はカラム試験の流出メタン濃度(vol%)、C_{in}はカラム試験の流入メタン濃度(vol%)である。

3.1 バッチ試験

図-2 に木材チップの種類を変えて行ったバッチ試験の結果を示す。木材チップにサクラとマツを用いた Case 1, 2 はほとんどメタンが除去されなかったのに対して、建設廃材を用いた Case 3 はメタンが除去されていた。この要因として、木材チップの腐食具合と粒径サイズの違いが考えられる。

腐植土の添加量を変えたバッチ試験の結果を図-3 に示す。サクラを用いたケースでは、腐植土を添加した Case 4, 5 は試験開始から100 日程で MRR は 100% になった。これより、サクラと腐植土を混合することでメタン除去性能の発現を早められることが分かった。一方、建設廃材を用いた Case 6, 7 は途中で MRR の増加が止まった。これらのケースは腐植土量が多いため、メタン酸化細菌以外の菌も多く、メタンの酸化以外にも多くの酸素が消費されたためであると考えられる。このため、酸素が枯渇し、メタンを除去しきれなかった。

図-4 に加水量を変えたバッチ試験の結果を示す。Case 5 と Case 8 の加水量が少ないケースでは MRR が増加したのに対して、加水量の多い Case 9 の MRR は増加しなかった。加水量が多いと木材チップの表層が水に覆われる。またメタン酸化細菌の多くは表層付近に存在するため、水の存在により酸素を取り込みにくくなり、メタン除去が妨げられることが考えられる。

3.2 カラム試験

図-5 にカラム試験の結果を示す。木材チップのメタン除去性能についてはバッチ試験と同様にカラム試験でも建設廃材が高かった。またバッチ試験とは異なり、腐植土を添加した Case 3 の方が添加しなかった Case 2 よりも MRR が高かった。これは空気の通気により、供試体に十分な酸素が供給されていたからである。

4.まとめ

処分場ガスの除去を目的とした覆土の材料として、担体には建設廃材が有効であることが分かった。しかし、建設廃材には環境負荷の高い物質が含まれる可能性等の問題が考えられるため、酸素の消費量の問題があるが、腐植土を添加し、メタン除去性能の発現を早めたサクラを用いた方が良いと考えられる。また木材チップの含水比が高いとメタン除去性能が低下する可能性が考えられる。

参考文献

1) 荒川研介 et al.: 覆土を用いた廃棄物処分場ガス性能の評価, 第 44 回地盤工学会発表会, No.968, p.1935, 2009.

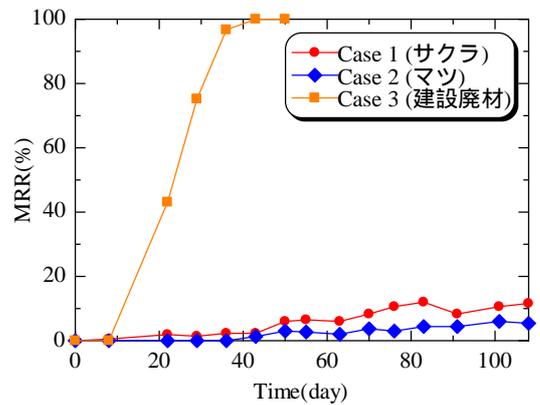


図-2 木材種

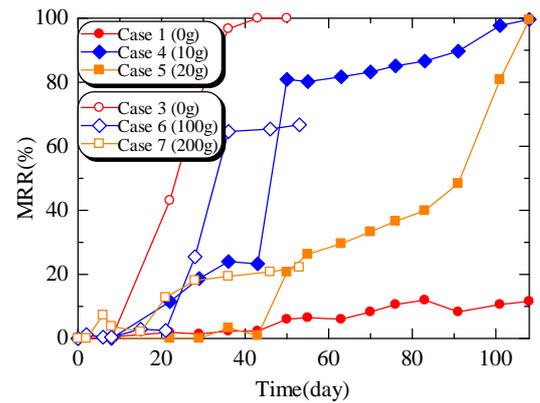


図-3 腐植土量

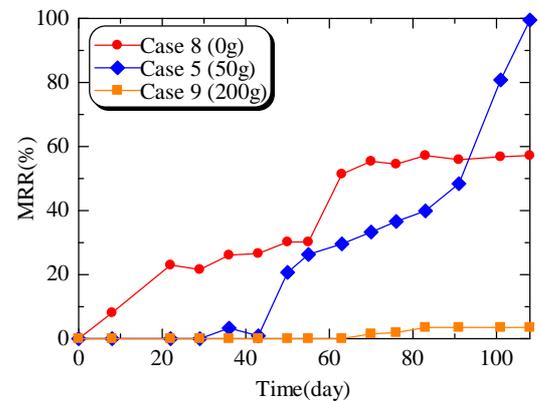


図-4 加水量

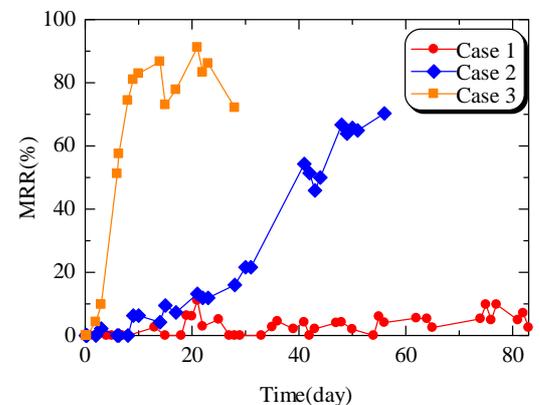


図-5 カラム試験