

# 廃棄物処分場覆土材中のメタン酸化細菌の育成に関する気相率の観点からの考察

茨城大学 学生会員 ○内田佳子，正会員 小峯秀雄

フェロー会員 安原一哉，正会員 村上哲

(独)国立環境研究所 国際会員 遠藤 和人

## 1. はじめに

埋立て終了後の廃棄物処分場跡地からは，温室効果ガスの一種である二酸化炭素，メタンが排出される．メタンガスは，二酸化炭素の約 20 倍もの温室効果を持ち，燃焼性が高いとされている．メタンガス対策として，メタン酸化細菌を廃棄物処分場覆土に育成させ，排出されるメタンガスを酸化分解させる方法が考えられる．廃棄物処分場覆土にメタン酸化細菌を育成させるためには，メタン酸化細菌の育成を考慮した覆土材およびその設計方法が求められている．

メタン酸化細菌の育成を考慮した覆土においては，メタン酸化細菌が育成するための酸素，メタンおよび水が供給されなければならない．著者らの研究<sup>1)</sup>では，水の供給状況とメタン酸化細菌の育成の関係に着目した含水比設定方法が提案されたが，メタン酸化細菌への酸素およびメタンの供給に対しての検討は行われていない．そこで本研究では，メタン酸化細菌への酸素およびメタンの供給状況を検討するために，気相率の観点からの考察を行う．

## 2. 実験の概要

本研究では，気相率を用いて土の保水性試験結果を評価し考察を行い，メタン酸化細菌への酸素およびメタンの供給状況に対しての検討を行った．

覆土材料候補として石炭灰 2 種類および関東ロームの 3 種の試料を用いた．また，覆土材料候補との比較を行うために，市販の人工試料である商品名：DL クレイという非塑性シルトを用いた．

## 3. 土の保水性試験

図 1 に本研究で用いる実験装置の概略図を示す．土の保水性試験は三軸室を用いた加圧板法で実施した．供試体の作製方法は，直径 20.0mm，高さ 207mm および質量 502.8g の透水試験用円柱形突棒を用いた動的締固め方法を採用した．供試体は直径 60mm，高さ 20mm を目標寸法とした円柱形である．試験方法・評価は地盤工学会基準「土の保水性試験方法」(JGS 0151-2000)<sup>2)</sup>に準拠して行った．

実験より得られた，各ポテンシャル段階における間隙空気圧，間隙水压，排水量および乾燥密度等を用いて，式(1)～(3)よりマトリックポテンシャル，含水比および体積含水率を求める．その後，式(3)より求めた体積含水率を用いて式(4)より気相率を算出する<sup>3)</sup>．

$$\phi_m = -(u_a - u_w) \quad \cdot \cdot (1) \quad w_i = \frac{m_{i+1} + d_{i+1} - m_s}{m_s} \quad \cdot \cdot (2)$$

$$\theta = \frac{w\rho_d}{\rho_w} \quad \cdot \cdot (3) \quad f_a = n - \frac{\theta}{100} \quad \cdot \cdot (4)$$

ここで， $\phi_m$ :マトリックポテンシャル(kPa)， $u_a$ :間隙空気圧(kPa)， $u_w$ :間隙水压(kPa)， $w_i$ :含水比(%)， $m_{i+1}$ :第 i+1 段階の供試体質量(g)， $d_{i+1}$ :第 i+1 段階の排水質量(g)， $m_s$ :供試体の炉乾燥質量(g)， $\theta$ :体積水分保持特性 気相率 メタン酸化細菌 不飽和土

〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

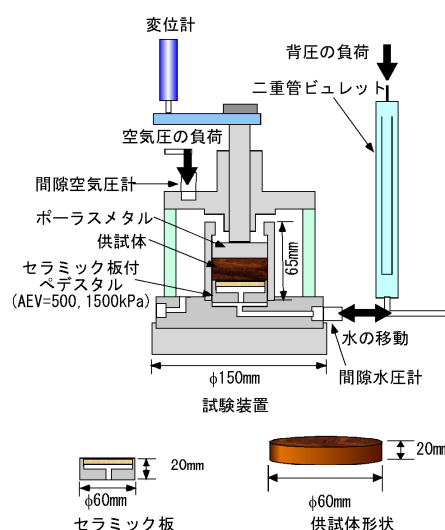


図 1 土の保水性試験機

含水率(%),  $\rho_d$ :供試体の乾燥密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),  
 $\rho_w$ :水の密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),  $f_a$ :気相率,  $n$ :間隙率

#### 4. 気相率の観点からの考察

図2に、覆土材料候補のマトリックポテンシャルと気相率の関係を示す。グラフ下部の矢印は、マトリックポテンシャルが15～200kPaにおける各覆土材料候補の気相率と対応している。内田らの報告によれば、メタン酸化細菌数への影響が少ないマトリックポテンシャルの範囲は15～200kPaとなり、土の保水性試験結果より、関東ロームの含水比は92～110%と設定できるとされている<sup>1)</sup>。しかし、マトリックポテンシャルが15～200kPaの範囲における関東ロームの気相率は低いため、酸素およびメタンがメタン酸化細菌へ供給されにくくなることが考えられる。一方、DLクレイ、石炭灰A、Bは、関東ロームより高い気相率を示しているため、メタン酸化細菌への酸素およびメタンの供給に対する影響が関東ロームより少ないと考えられる。

また、DLクレイ、石炭灰A、Bは気相率の変化に対するマトリックポテンシャルの変化が小さいのに対し、関東ロームはマトリックポテンシャルの変化量が大きい。特に関東ロームは、気相率が小さくなる程マトリックポテンシャルの変化量が大きくなる傾向が見られる。そのため、図3に示すように、降雨などにより間隙が水で満たされると土粒子間のメニスカスが消失し、マトリックポテンシャルが急激に低下し土粒子同士を引き付ける力が低下すると考えられる。したがって、関東ロームは雨水等の水の浸食に対する耐性がDLクレイ、石炭灰A、Bに比べて小さいと推測される。

#### 5. まとめ

マトリックポテンシャルが15～200kPaの範囲において、関東ロームはメタン酸化細菌への酸素およびメタンの供給がされにくくなり、DLクレイ、石炭灰A、Bは、関東ロームに比べ供給に影響が少ないことが確認された。また、関東ロームは、水の浸食に対する耐性が小さいことが推測された。しかし、実際には、メタン酸化細菌と気相率との関係については、十分明らかになっていないため、これらの関係を調査することを今後の課題とする。

**謝辞：**本研究は環境省廃棄物処理等科学研究費補助金（「早期跡地利用を考慮した多機能型覆土の検討（研究代表者＝遠藤和人）」、平成16～18年度）の援助を受けて実施した。

**<参考文献>**1)内田佳子, 小峯秀雄, 安原一哉, 村上哲, 遠藤和人:メタン酸化菌の育成を考慮した廃棄物処分場覆土選定のための保水性試験, 第41回地盤工学研究発表会(投稿中)。2)地盤工学会「土質試験の方法と解説」改訂編集委員会編:土質試験の方法と解説(第一回改訂版), pp.118-135, 2000。3)ダニエル・ヒレル著, 岩田進午, 中島善兵衛監訳:環境土壌物理学 I 土と水の物理学, 農林統計協会, pp.291-293, 2005。

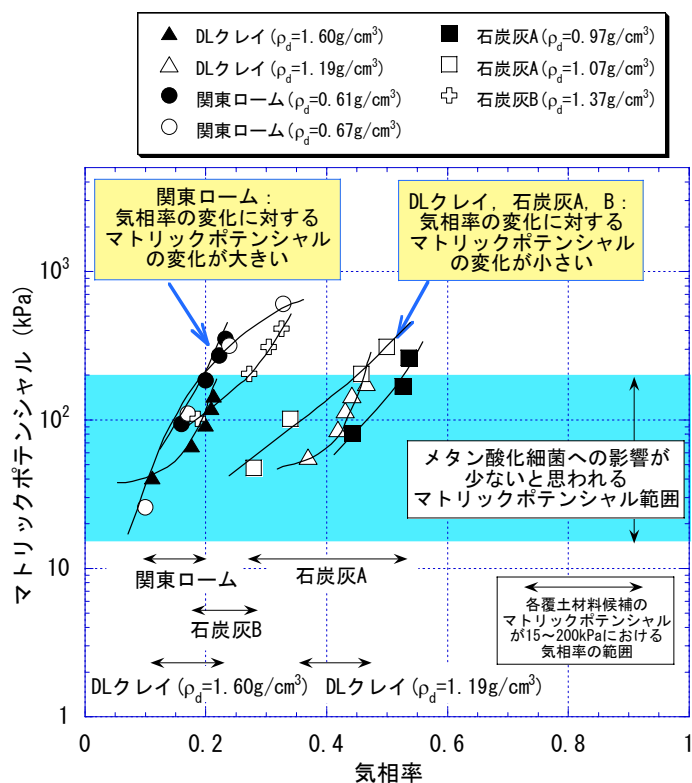


図2 マトリックポテンシャルと気相率の関係

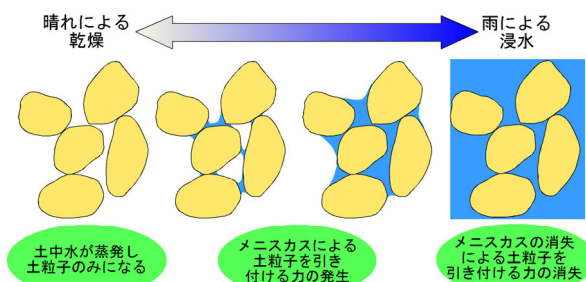


図3 雨などの影響を受ける土中水の模式図