

## メタン酸化細菌の育成および降雨への耐性を考慮した 廃棄物最終処分場覆土材選定方法の提案

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

廃棄物処分場からは、廃棄物の分解に伴い二酸化炭素、メタンガスなどが排出される。二酸化炭素の約 20 倍もの温室効果を持つメタンガスの排出削減方法として、最終覆土に生息しているメタン酸化細菌によるメタンガスの酸化分解が期待されており、メタン酸化細菌の育成可能な覆土材およびその設計方法が求められる。本研究では、メタン酸化細菌の育成可能な覆土の条件として、酸素、メタンガスおよび水がメタン酸化細菌に供給されることとし、著者らは、水の供給状況とメタン酸化細菌の関係に着目した含水比設定方法の提案および気相率からの考察を行った<sup>1), 2)</sup>。本論文では、これらの成果を総括し、メタン酸化細菌の育成を考慮した覆土材の選定方法として提案する。

### 2. 概要

本研究では、覆土材料候補として石炭灰 A, B, 関東ローム, 水砕スラグおよび山砂を用いた。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非塑性シルト(商品名: DL クレイ)を用いた。覆土材料候補および非塑性シルトを用いて下記の試験を行った。

#### 2.1 土の保水性試験

土の保水性試験は三軸室を用いた加圧板法で実施した。供試体は直径 60mm, 高さ 20mm を目標寸法とした円柱形とし、透水試験用円柱形突棒を用いた動的締固め方法にて供試体を作製した。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)に準拠して行った。実験結果より得られた、各ポテンシャル段階における体積含水率を用い、式(1)より気相率を求める<sup>3)</sup>。

$$f_a = n - \frac{\theta}{100} \quad \text{ここで, } \theta: \text{体積含水率}(\%), f_a: \text{気相率}, n: \text{間隙率}$$

#### 2.2 一定相対湿度下における自然含水比の測定

一定相対湿度環境であるデシケーター内における覆土材料候補の自然含水比を測定した。マトリックポテンシャルは、全ポテンシャルより浸透ポテンシャル分を引いた値に等しいため、式(2), (3)を用いて相対湿度をマトリックポテンシャルに換算し、土の保水性試験とともに考察を行った<sup>4)</sup>。

$$\phi_T = \rho_w \frac{R_a T}{M_w} \ln(p_1/p_2) \quad \text{ここで, } \phi_T: \text{全ポテンシャル}(\text{Pa}), R_a: \text{気体定数}(\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol})), \rho_w: \text{水の密度}(\text{kg}/\text{m}^3),$$

$$\phi_o = -0.36 \times \chi \quad \text{T: 絶対温度}(\text{K}), M_w: \text{水の分子量}(\text{kg}/\text{mol}),$$

$h_r = p_1/p_2 \times 100$ : 相対湿度(%),  $\phi_o$ : 浸透ポテンシャル,  $\chi$ : 土中水の電気伝導率 (mS/m)

### 3. マトリックポテンシャルを考慮した含水比設定

松澤ら<sup>5)</sup>は、生ごみを埋め立てている廃棄物処分場覆土では含水率 10~30%(含水比 11~43%)の範囲においてメタン酸化細菌数にほとんど影響を与えないと報告している。また、松澤らが調査を行った覆土は山砂であることが推測されるため、山砂の水分特性曲線を用い考察を行った。本研究では、土粒子に土中水が吸着されることにより、メタン酸化細菌への水分供給に影響が生じると考えた。これに基づき、本研究では、メタン酸化細菌数に影響のない水分量より、メタン酸化細菌育成

可能マトリックポテンシャル範囲を求め、メタン酸化細菌育成可能マトリックポテンシャル範囲での含水比を各覆土材料候補におけるメタン酸化細菌育成可能含水比とし、メタン酸化細菌の育成を考慮した含水比設定方法として提案する。図1に含水比とマトリックポテンシャルの関係を示す。図1より、含水比11~43%における山砂のマトリックポテンシャルは0~300kPaの範囲であった。よって、関東ロームでは、90~110%がメタン酸化細菌育成可能含水比と考えられる。

4. 酸素・メタンの供給に対する考察

図2に気相率とマトリックポテンシャルの関係を示す。図2より、メタン酸化細菌育成可能マトリックポテンシャル範囲における関東ロームの気相率は石炭灰A, B, 水砕スラグ, 山砂および非塑性シルトに比べ小さい。よって、関東ロームはメタン酸化細菌への酸素・メタンの供給を阻害することが考えられる。

5. 降雨への耐性

図2の気相率0.2以下における関東ロームに着目すると、気相率の低下に伴いマトリックポテンシャルが急激に低下していることが分かる。よって、雨水の浸透により気相率が低下すると、土粒子間の吸着力が低下し強度が低下することが考えられる。一方、石炭灰A, Bおよび非塑性シルトでは、気相率の低下に伴いマトリックポテンシャルは緩やかに低下する。したがって、関東ロームは降雨の浸透に対する耐性が小さいことが推測される。

5. まとめ

土の保水性試験より得られた、水分特性曲線および気相率とマトリックポテンシャルの関係を用いることにより、メタン酸化細菌の育成可能な覆土材料の含水比の設定および酸素・メタンの供給についての考察を行うことができた。また、気相率とマトリックポテンシャルの関係より、覆土に求められる機能の1つである降雨への耐性について検討することができた。

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16~17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講演論文集,pp.2445-2446,2006. 2)内田佳子,小峯秀雄,安原一哉,村上哲,遠藤和人: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,第61回年次学術講演会講演概要集,pp.833-834,2006. 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. 4)地盤工学会:不飽和地盤の挙動と評価,地盤工学会,pp.11-67,2004. 5)松澤 裕,大迫政浩,井上雄三,田中 勝,河野綾子,丹野幸一:最終処分場におけるメタン酸化細菌の分布,第16回全国都市清掃研究発表会講演論文集,pp.205-207,1995.

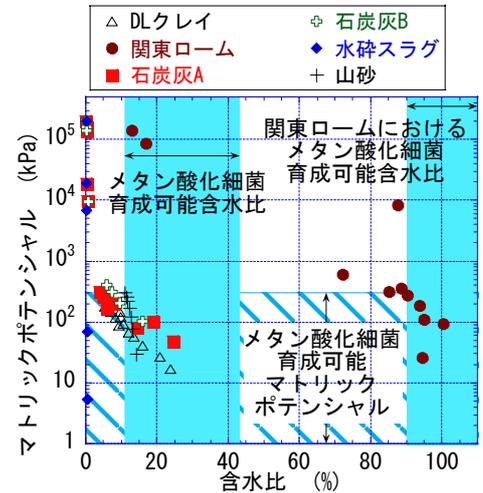


図1 メタン酸化細菌育成可能含水比による含水比設定方法

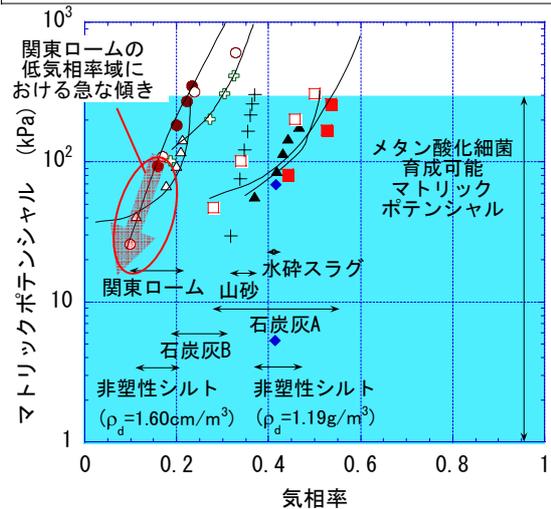
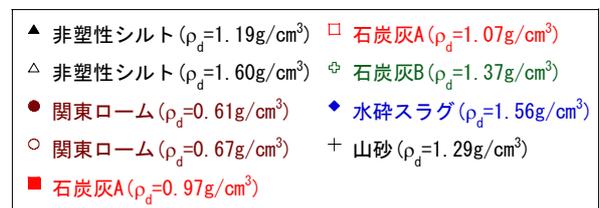


図2 気相率とマトリックポテンシャルの関係