

## Ⅱ型研究

「最終処分場ならびに不法投棄地における  
迅速対応調査手法の構築に関する研究」

### 標準作業手順書

#### ③-4 廃棄物からのバイオガス 発生ポテンシャル測定

版	作成日	作成者/改訂者	改訂内容
初版	2018/09/13	大阪府 吉田 弦 (現神戸大学) 矢吹 芳教 大福 高史	
2版			

## 標準作業手順書 ③-4 バイオガスポテンシャルテスト

### 1. 目的

本手順書は、廃棄物最終処分場や不法投棄地の廃棄物層からのメタン発生等のバイオガス発生ポテンシャルの測定実験を各地点でのデータを比較可能なように、統一的に実施するための手順を示すものである。

### 2. 機材リスト

- (1) 500 mL 容メディウム瓶
- (2) シリコン栓(“ねじ口瓶用 黒キャップ GL45 穴あき シリコンパッキン付”が使いやすい)
- (3) アクリルパイプ(外径 8 mm、内径 6 mm 程度)
- (4) 1 L 容アルミニウムガスバッグ
- (5) ガス透過性の低いチューブ(FDA バイトン、ファーメッド BPT など)
- (6) 50 mL シリンジ
- (7) 三方コック
- (8) 振盪機
- (9) インキュベーター
- (10) 定温乾燥器
- (11) マップル炉
- (12) ガスクロマトグラフィ(TCD 検出器)
- (13) CN コーダー

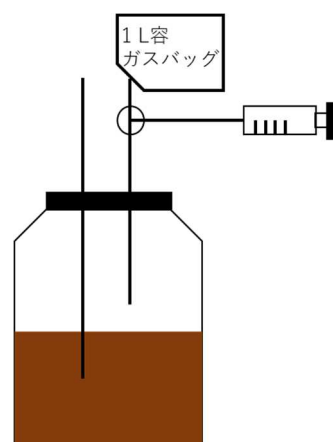
### 3. 事前準備

廃棄物試料の TS、VS の測定をする(下水試験法)。廃棄物試料の C、N 含有量を測定する(CN コーダー)。培養瓶等の滅菌をする(オートクレーブまたは乾熱滅菌)。種汚泥の準備(嫌気性消化槽から消化液をサンプリング、人工下水などの合成気質で 37℃馴致)。

### 4. ポテンシャルテストの操作手順(図③-4.1)

#### 4.1 現地に近い条件でのポテンシャルテスト

- (1) 廃棄物試料 100 g を 500 mL 容メディウム瓶に分取する。
- (2) 上記の瓶に槽内の TS 濃度が 10~20 g/L 程度になるように滅菌したイオン交換水を入れる。イオン交換水は脱気等により嫌気状態とし、溶存酸素濃度(DO)を確認する。さらに、培養中の嫌気性を確認・担保するため、培地中に酸化還元指示薬(レサズリン)および還元試薬(硫化ナトリウムやシステイン)を加える。



図③-4.1 ポテンシャルテストのイメージ

なお、培地に微量元素を添加する場合は後述の濃度になるように次の試薬を添加する。  
KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 40 mg/L, MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O: 62.5 mg/L, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O: 62.5 mg/L, Fe-EDTA: 12.5 mg/L,  
CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O: 12.5 mg/L, MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O: 12.5 mg/L

また、必要に応じて市販のビタミン溶液等を用いてビタミン及び塩の添加を行う。

- (3) アクリル(ガラス、ステンレスでも可)パイプ 2 本(ガス採取用と槽内液採取用)を挿入したシリコン栓でメディウム瓶を密栓する。ガス採取用パイプは槽内液に浸漬しないように、また槽内液採取用パイプは液に十分に浸漬する高さにする。
- (4) 槽内液採取用パイプから窒素ガスを封入し、瓶内を窒素で置換する。
- (5) 両方のパイプの上部にガス透過性の低いチューブを取り付ける。
- (6) ガス採取用パイプに取り付けたチューブに、三方コックを取り付ける。三方コックの一方には 1 L 容アルミニウムガスバッグを、もう一方には 50 mL 容シリンジを取り付ける。メディウム瓶とガスバッグ間は常時開、シリンジ間は常時閉になるような三方コックの向きにする。
- (7) 槽内液採取用パイプに取り付けたチューブはピンチコックなどで密栓する
- (8) 上記の瓶をインキュベーター内の振盪機に設置し 35～37℃で培養する(シェイカー付きウォーターバスでも可)。
- (9) 5～10 日おきにガスバッグ内のガス量を測定し記録する。三方コックの向きをメディウム瓶とガスバッグ間を閉、ガスバッグとシリンジ間を開にして、シリンジを引き、ガスバッグ内のガス量を読み取る。メタンおよび CO<sub>2</sub> 濃度をモニタリングする場合は、シリンジ内またはガスバッグ内からガスをサンプリングし、ガスクロマトグラフィを用いて分析する。
- (10) 最大 50 日程度、またはガスの発生が収まるまで培養を継続する。
- (11) 培養終了後の槽内液を取り出し、TS、VS 値を測定する。
- (12) 各廃棄物試料で 2 反復以上試験を行う。
- (13) バイオガスポテンシャルは以下より評価する。

$$\text{投入 TS あたりバイオガス発生量 (m}^3\text{/kg-TS)} = \frac{\text{試験期間内のバイオガス発生量 (m}^3\text{)}}{\text{メディウム瓶に投入した廃棄物の TS 量 (kg)}}$$

$$\text{投入 VS あたりバイオガス発生量 (m}^3\text{/kg-VS)} = \frac{\text{試験期間内のバイオガス発生量 (m}^3\text{)}}{\text{メディウム瓶に投入した廃棄物の VS 量 (kg)}}$$

なおメタンガスポテンシャルを評価する場合は、バイオガス発生量にガスクロマトグラフィで分析したメタン濃度を乗じたメタンガス発生量を用いる。

## 4.2 廃棄物を基質と考えた場合のポテンシャルテスト

- (1) 各廃棄物試料を滅菌したイオン交換水で希釈し、TS 濃度 50 g/L 溶液を(100 mL～200 mL)作成する。
- (2) 500 mL 容メディウム瓶に種汚泥を 300 mL 分取する。
- (3) 基質 VS/槽内液 VS 比が 0.5(メタン発酵試験で良く設定する値)になるように廃棄物試料溶

液を、メディウム瓶に添加する。廃棄物試料を添加しないブランク試験区も用意する。

- (4) アクリル(ガラス、ステンレスでも可)パイプ 2 本(ガス採取用と槽内液採取用)を挿入したシリコン栓でメディウム瓶を密栓する。ガス採取用パイプは槽内液に浸漬しないように、また槽内液採取用パイプは液に十分に浸漬する高さにする。
- (5) 槽内液採取用パイプから窒素ガスを封入し、瓶内を窒素で置換する。
- (6) 両方のパイプの上部にガス透過性の低いチューブを取り付ける。
- (7) ガス採取用パイプに取り付けたチューブに、三方コックを取り付ける。三方コックの一方には 1 L 容アルミニウムガスバッグを、もう一方には 50 mL 容シリンジを取り付ける。メディウム瓶とガスバッグ間は常時開、シリンジ間は常時閉になるような三方コックの向きにする。
- (8) 槽内液採取用パイプに取り付けたチューブはピンチコックなどで密栓する。
- (9) 上記の瓶をインキュベーター内の振盪機に設置し 35~37℃で培養する(シェイカー付きウォーターバスでも可)。
- (10) 5 日おきにガスバッグ内のガス量を測定し記録する。三方コックの向きをメディウム瓶とガスバッグ間を閉、ガスバッグとシリンジ間を開にして、シリンジを引き、ガスバッグ内のガス量を読み取る。メタンおよび CO<sub>2</sub> 濃度をモニタリングする場合は、シリンジ内またはガスバッグ内からガスをサンプリングし、ガスクロマトグラフィを用いて分析する。
- (11) 最大 50 日程度、またはガスの発生が収まるまで培養を継続する。
- (12) 培養終了後の槽内液を取り出し、TS、VS 値を測定する。
- (13) 各廃棄物試料で 2 反復以上試験を行う。
- (14) 各廃棄物試料のバイオガス発生量は、ブランクサンプルのバイオガス発生量を差し引いた値とする。
- (15) バイオガスポテンシャルは以下より評価する。

$$\text{投入 TS あたりバイオガス発生量 (m}^3\text{/kg-TS)} = \frac{\text{試験期間内のバイオガス発生量 (m}^3\text{)} - \text{ブランク試験のバイオガス発生量 (m}^3\text{)}}{\text{メディウム瓶に投入した廃棄物の TS 量 (kg)}}$$

$$\text{投入 VS あたりバイオガス発生量 (m}^3\text{/kg-VS)} = \frac{\text{試験期間内のバイオガス発生量 (m}^3\text{)} - \text{ブランク試験のバイオガス発生量 (m}^3\text{)}}{\text{メディウム瓶に投入した廃棄物の VS 量 (kg)}}$$

なお、メタンガスポテンシャルを評価する場合は、バイオガス発生量にガスクロマトグラフィで分析したメタン濃度を乗じたメタンガス発生量を用いる。

### 4.3 実験上の留意点

バイオガスポテンシャルはもっとも簡単もので評価することを目指している。例えば、廃棄物試料の TS や VS が既知の場合に発生するガス量が予測できることになる。

さらに精確に求めるためには、実験前後の試料の元素組成(C、N、H 及び O)を測定して、Buswell のメタン発酵の理論式を用いて、ガス化可能量(メタンと CO<sub>2</sub> 発生量)を予測する方法もある。

