

圧力センサーによる嫌気性生分解性試験のための簡易装置の開発

長岡技術科学大学 ○(学)金田洋介 福田江津子 (正)大橋晶良 (正)原田秀樹
大成建設(株) 帆秋利洋

1. はじめに

微生物処理特性を評価する上で、処理を担う微生物量は非常に重要な指標である。嫌気性微生物系においては、有機物を逐次分解する微生物群が相互に関わりながら共存している。また、これらの活性のある菌以外にも不活性な有機固形物も相当量存在することが明らかとなってきている。したがって、このような混合培養系においては、総括的なVSSやタンパク質を菌体量指標として動力学的な解析をすることは十分とはいえない。一方、選択培地を用いた菌計数には、労力だけでなく培養時間を要する場合もあり、その計数結果も菌の活性量を表現するものとして取り扱うには限界がある。そこで、基質消費や生産物蓄積の測定結果をもとに、菌の活性量を簡便に求めることは混合培養系の動力学解析には有意義であると考えられる。今日まで、嫌気性生分解性およびメタン生成活性試験はバイアルびんを用いた回分試験で行われてきた。バイアルびんによる分解性および活性試験は、種々の条件下で大量の実験を同時に、かつ簡単に行える利点を有する。しかしながら、バイアルびんへの分注やバイオガス量測定など煩雑な作業が多い。特に、反応時間を求める場合、基質濃度の代わりにメタンガスの蓄積量をもとに求めたとき、バイオガス発生量の測定精度が重要となる。

そこで本研究では、圧力センサーにより、反応器内の圧力変化を連続的に記録し、ガス発生量測定を自動化した嫌気性生分解度試験を行った。

2. 実験方法

Fig.1 に今回作成したメタン生成活性測定装置の概略を示す。恒温槽は、容量 560ml のセパラブルフラスコを 6 個かけることができ、恒温槽の底に置いた 6 連マグネットスターラーにより汚泥の攪拌を行う。セパラブルフラスコの蓋部分には、圧力センサーを取り付け、バイオガスサンプル採取用サンプリングポート、パージポート、排気管を設けた。圧力センサーの検出限界を考慮して、検出圧力値 95kPa で排気弁が自動で開き、セパラブルフラスコ内の生成ガスを抜き大気圧まで圧力を下げる仕組みになっている。圧力センサーの電流値をデータロガーで、任意に設定した時間ごとに記録する。

今回の実験には、植種汚泥としてラグーン汚泥を、基質として稲藁・麦藁（ボールミルで粉砕し粉末状にしたもの）を用いて行った。稲藁・麦藁の添加量は、液相に対し藁の乾燥重量で稲藁 0.2%, 0.4%, 0.8%, 麦藁 0.4%, 0.8% として実験を行った。培養温度を 37℃ に設定し、液相部の容量を 150ml として行った。Table1 にラグーン汚泥および基質の性状を示した。実験手

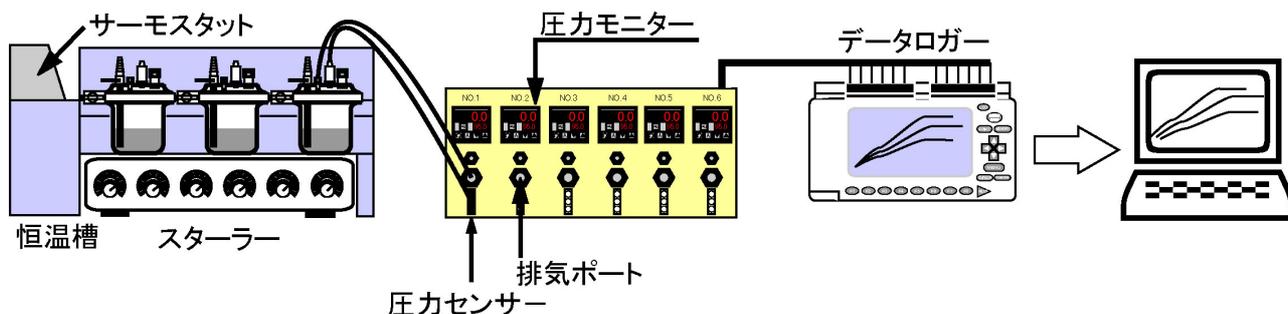


Fig.1 実験装置概略図

順は、従来のバイアルびんを用いたメタン生成活性試験と同様に、分注等の実験準備はすべて嫌気条件下で行った。

実験期間中は、10 分間隔でデータロガーに送られた圧力データをもとに、ノート PC でバイオガス生成量の変化を常に表示した。

バイオガス生成量の経時変化に合わせ、ガスタイトシリンジによりガスサンプルを採取し、TCD ガスクロマトグラフ法でガス組成を求めた。

3. 実験結果

Fig.3 に生成バイオガスの圧力の経時変化を示した。実験開始後、10 日目に圧力値が 95kPa に達し、バイオガスの大気中へ排気が行われた。その後は、実験終了時まで、大気中へ排気されることはなかった。実験開始から、12 日までのバイオガス生成速度が大きくなっていることがわかる。

Keyword : 生分解性、メタン生成活性、圧力センサー、生成ガス量測定の自動化

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 水圏土壌環境制御研究室 Tel.0258-47-1611(-6646)

Fig.4 にメタンガス濃度の経時変化を示した。生成バイオガスの圧力変化と同様に10日目までにメタン濃度が30%まで達した。その後、緩やかなメタン濃度の増加が見られる。

Fig.5 にメタン生成量の経時変化を示す。Fig.3 の生成バイオガスの圧力変化をもとに気体の状態方程式により生成ガス量を求める。

Fig.4 のメタン濃度の離散的測定データを連続値として使用するために回帰曲線を求めた。回帰曲線より求めたメタン濃度と生成バイオガス量の変化より、生成メタンの蓄積量を求めた。

バイアルびんによるメタン生成活性試験法では、ガラスシリンジによるバイオガス生成量測定であるため、離散的なデータしか収集できない。また、実験期間が長期化した場合、シリンジの抜き差し回数も増え測定誤差も大きくなる。しかし、圧力センサーによる生成ガス量の測定を行うことで、人為的な計測誤差を防ぐことができ、再現性の向上が期待できる。また、バイアル試験に比べ、ガス生成量測定の精度が向上することにより、精度の高いメタンガス蓄積量が得られ、メタン生成活性値や生分解度の評価に有意義であると考えられる。

次に稲藁・麦藁の生分解度の測定を行ったときのデータを示す。

Fig.5 にラグーン汚泥を植種汚泥として藁の生分解度試験を行った結果を示した。稲藁、麦藁ともメタンガスの発生時期はほぼ同じであった。しかしながら、若干稲藁のほうが麦藁に比べ、メタンガス生成速度が大きい傾向が見られた。最終的なメタン生成量も稲藁が麦藁を上回る結果となった。稲藁を0.2%添加した系では、17日目でメタン生成量に変化は見られなくなった。

稲藁と麦藁の生分解度は、稲藁で、56%(0.2%添加)、58%(0.4%添加)、49%(0.8%添加)、麦藁で52%(0.4%添加)、47%(0.8%添加)となった。稲藁・麦藁ともに0.8%添加した系で、分解度が低下している。稲藁では、分解度が10%減少した。

4. まとめ

圧力センサーにより、発生ガスの圧力を連続的に計測し発生ガス量を求める装置の作成を行った。連続的な圧力データから、発生ガス量を算出した。また、任意に測定した発生メタンガス濃度の離散データからメタン濃度の予測曲線を作成し、発生ガス量からメタン生成量の連続的な変化曲線の作成を行った。

今回作成した嫌気性生分解度簡易型測定装置による、稲藁・麦藁の生分解度測定を行い、次の結果を得た。

- (1) 稲藁と麦藁の生分解度を比較すると、稲藁の分解性が高いことがわかった。稲藁・麦藁ともにおおむね50~58%の生分解度であった。稲藁・麦藁ともに0.4%添加系で最も高い生分解性が得られた。
- (2) 正確な生成メタン量を評価するには、サンプリングによる気相体積の増減や溶存メタン量を考慮することで、よりCOD収支からメタン菌の増殖収率係数を推定することが可能である。

謝辞

本研究は、一部（財）交流協会の平成13年度共同研究事業による補助を受けた。ここに、厚く謝意を表します。

Table1 ラグーン汚泥および基質の性状

	ラグーン汚泥	稲藁	麦藁
T-COD (gCOD/gTS)	1.05	1.37	1.22
TS (w%)	3.2	93.8	94.1
VS (w%)	2.0	88.6	84.7

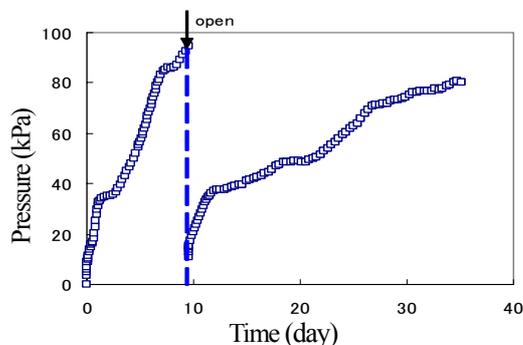


Fig.2 バイオガス圧の経時変化

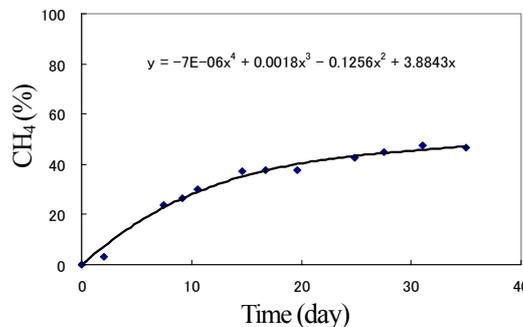


Fig.3 メタン濃度の経時変化

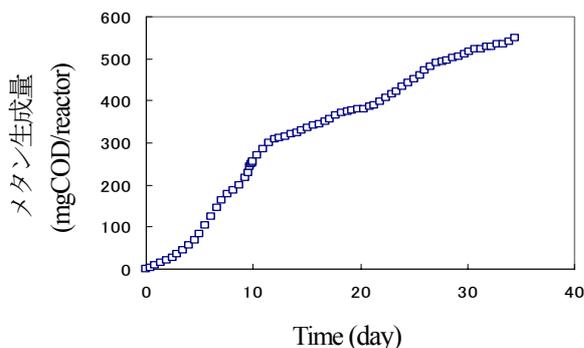


Fig.4 メタン生成量の経時変化

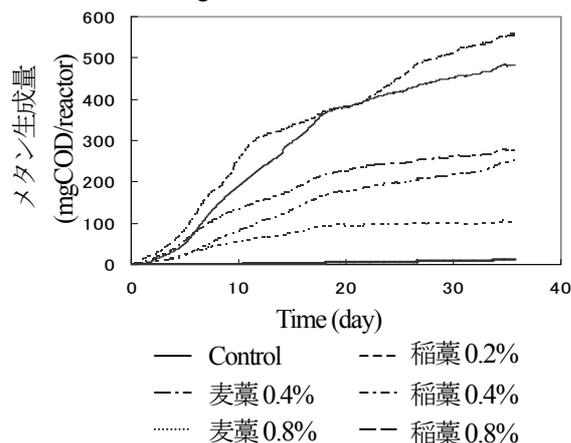


Fig.5 藁の各添加量におけるメタン生成量