

有機性固形廃棄物からの水素生成

東北大学 学生員○大原健史

東北大学 正 員 水野 修

東北大学 正 員 野池達也

1. はじめに

水素はクリーンなエネルギー源であるばかりでなく、単位重量当たりの発熱エネルギーは石油の 3 倍であり、将来の有力なエネルギー源として期待されている。水素生成能力を有する微生物は、生育に必要なエネルギーを光に依存する光合成微生物と、有機物質に依存する非光合成微生物に大別される¹⁾。その中で、嫌気性細菌による水素生成では、有機性廃水などを基質として用いることが可能なので、水素発酵と同時に廃水の処理も行える。また、光を必要としないため、24 時間水素の連続生産が行えるという利点がある。それゆえ、嫌気性細菌による有機物質の水素発酵の研究は、今後注目すべき技術である。しかし、有機性固形廃棄物からの水素生成はほとんど行われていない。

本研究では、有機性固形廃棄物を基質とし、水素爆発を起こした大豆サイロから採取した水素生成汚泥を用いて、有機性固形廃棄物が水素発酵により分解される場合の分解特性について調べ、さらに、水素生成量に及ぼす固形物濃度の影響について検討した。

2. 実験材料および方法

2.1 基質および種汚泥

本研究では基質として、市販されているおからを使用した。なお、このおからは水分 77%、固形分 23%（揮発性固形物 21%、灰分 2%）であった。種汚泥は水素爆発を起こした大豆サイロから採取したものである。採取した水素生成汚泥はケモスタット型反応槽に接種し、スクロース(2000mgCOD/l)を炭素源とする人工基質を用いて 35℃、HRT10 時間の条件で約 1 年間連続培養した。生成ガス中の水素濃度は 35-40%で、残りは二酸化炭素であった。水素生成汚泥は *Clostridium* sp. を優占種とする微生物群となっていた。反応槽の pH は 5.0 ± 0.3 、MLVSS 濃度は 1380mg/l であった。

2.2 実験方法

実験装置の概略を図-1 に示す。124ml バイアルびんに水素生成汚泥 10ml、基質（おから）10g、培地 5ml を注入した。固形物濃度は、煮沸滅菌した蒸留水を用いて 2.3-9.6%の範囲に調整した。バイアルびんは恒温槽内に設置したロータリー型培養装置を用いて、35℃、5.0rpm の条件で培養し、全ガスおよび水素生成量を測定した。また、おからの分解特性を把握するために、固形物濃度 6.1%の条件では別に実験を行い、液相の溶解性糖濃度、代謝産物濃度の変化を測定した。

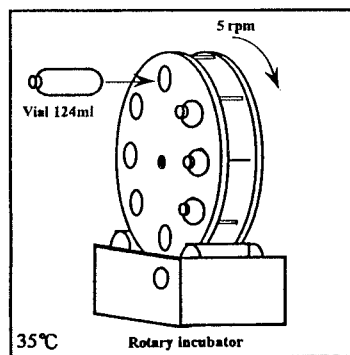


図-1 実験装置概略図

3. 実験結果と考察

3.1 有機性固形廃棄物からの水素生成特性

図-2 に固形物濃度 6.1%の場合の、累積ガス生成量の経時変化を示した。

発生ガスは水素、二酸化炭素のみで、メタンは検出されなかった。累積全ガス生成量は、培養時間の経過に伴い徐々に増大するが、全ガス発生量のうち、大部分の発生が最初の10hにおいて行われる。培養時間が10hを越えるとガス生成速度は低下し、24h以降にガスは発生しなかった。また、水素発生についても全ガスと同様な挙動を示し、全ガスに占める水素の割合は最終的に40%程度にまでなった。

図-3 に固形物濃度 6.1%における、溶解性糖、VFA およびアルコールの生成と減衰の経時変化を示した。

溶解性糖は実験開始直後から減少し、8h以降はあまり減少しなかった。累積ガス生成量の経時変化を考慮に入れば、糖の分解速度が速いときにガス発生速度も大きくなっていることが分かる。また、糖の分解に伴い、VFA およびアルコールの量が増大した。VFA で生成したものは主に、酢酸、プロピオン酸、*n*-酪酸であり、アルコールでは、主にエタノールが生成した。なかでも、エタノールは代謝産物の52%を占めた。VFA の生成に伴い pH も変化し、初期に 6.3 であったものが最終的に 4.9 にまで低下した。

3.2 水素生成におよぼす固形物濃度の影響

図-4 に最終的な累積ガス生成量に及ぼす、固形物濃度の影響について示した。

全ガス生成量は、固形物濃度が 2.3%から増大するにつれて増加し、6.5%付近で最大となり 8.0%以上では低下した。水素生成量の場合も 6.5%付近で最大になったが、全ガスに比べて固形物濃度差によるガス発生量の差は小さかった。また、全ガスに占める水素の割合は 54-86%で、固形物濃度が低くなるにつれて増大し、2.3%の時最大(86%)となった。

4. まとめ

- 1) 水素は溶解性の糖の分解に伴い生成した。代謝産物として VFA およびアルコールも生成し、なかでもエタノールが大量に生成した。
- 2) 水素生成に最適な固形物濃度は 6.5%付近となり、このときの水素生成量は $0.020\text{m}^3/\text{kgVS}$ であった。ただし、未分解の有機性固形物が多く残っており、これらの物質の加水分解を促進させることで、さらに水素生成量を増大させることが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 矢田美恵子, 川田博子, 佐々木健: 廃棄物のバイオコンバージョン-有機性廃棄物のリサイクル, 地人書館, pp. 91-106, 1996.

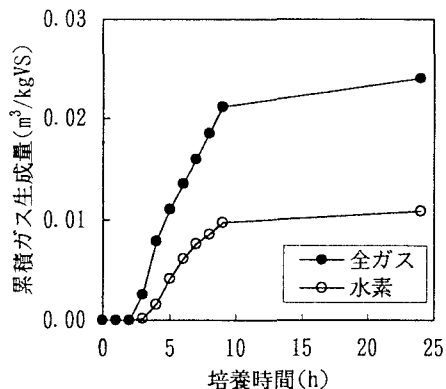


図-2 おからの分解からの水素生成

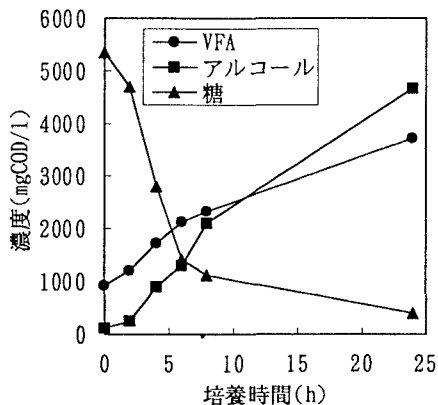


図-3 おからの分解特性

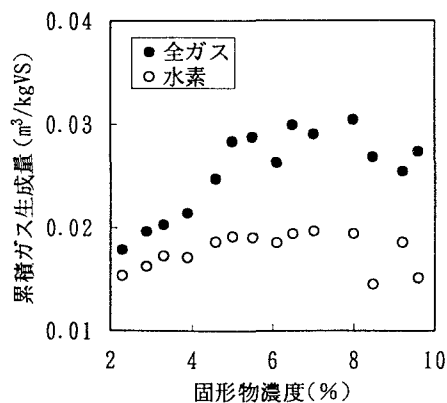


図-4 累積ガス生成量に及ぼす固形物濃度の影響