

メタン発酵における酸素導入による 硫化水素の阻害効果の抑制に関する研究

山口大学 ○吉屋亮佑、今井剛、樋口隆哉、関根雅彦、山本浩一

1. 研究背景

現在、温暖化や化石エネルギーの枯渇等の様々な環境問題が起きており、早期に循環型社会の実現が求められている。そこで近年、廃水処理の分野においては余剰汚泥の発生量が少なく、メタン回収が可能であるため省エネルギー的である嫌気性処理法が注目されている。嫌気性処理法では処理プロセスの開発が進み、高濃度硫酸塩含有廃水も処理対象となってきた。しかしながら、このような廃水種を対象とした場合、嫌気性処理法では図1のように基質分解経路の最終段階でメタン生成菌(MPB)と硫酸塩還元菌(SRB)とが基質競合し、MPBはSRBにより阻害を受けメタン発生量の低下につながる。また、SRBは硫酸塩還元反応の際に毒性の強い硫化水素を生成するため、MPBはさらに阻害を受ける。このような関係から嫌気性処理において、高濃度硫酸塩含有廃水を対象とする場合に効率的なメタン回収を行うためにはSRBによるMPBの阻害を軽減する必要がある。

2. 既存の研究及び今年度の研究目的

これまでの研究によって、反応槽内に酸素を導入することでSRBによるMPBへの阻害を軽減できることが確認された。このことについては以下のような要因が考えられる。

- (1) 反応槽内に蓄積された硫化水素をストリッピング効果により反応槽外へ排出する。
- (2) MPBよりもSRBの方が酸素耐性が低く、酸素導入によってSRBの活性が抑制される。
- (3) 反応槽内に蓄積された硫化水素を酸化させ無害な硫黄とする。

酸素を導入することでSRBによるMPBへの阻害が軽減できる要因の内、(1)と(2)の要因については効果が確認できている。昨年度の酸素耐性の実験結果からMPBの方がSRBよりも酸素耐性が高いことが確認された。よって、本研究では(3)の酸素が反応槽内に蓄積された硫化水素を酸化し無害である硫黄に変化させているかどうか、また酸素を導入することによってメタン発酵への阻害を抑制できているかどうかの検討を目的とする。

3. 実験方法

実験方法として、嫌気性微生物の活性を測定する方法の1つであるバイアルビンを用いた活性試験を用いた。硫化水素を生成するSRBの活性を高め、硫化水素が発生している状況下で酸素を導入し、経時的に硫化水素及び硫化物、発生ガスから H_2 、 O_2 、 CH_4 、 CO_2 の測定を行う。このことにより、硫黄とMPBの挙動、酸素の最適な投入量を把握できると考えられる。なお、すべての実験は馴致期間を設けて行った。

酸素導入量を固定し、 $COD_{Cr}:SO_4^{2-}$ の比率を変えることによってメタンガスや硫化水素の発生量を測定し、MPBとSRBの挙動を把握する実験を行った。実験条件を表1に示す。

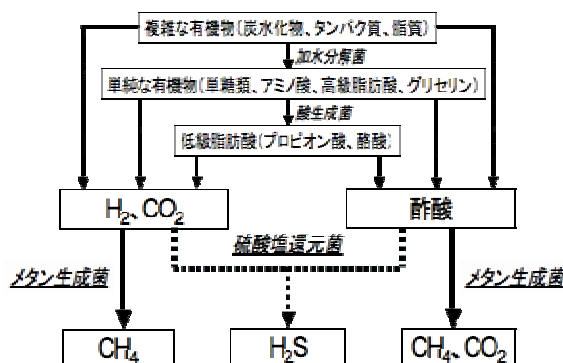


図1 嫌気的基質分解経路

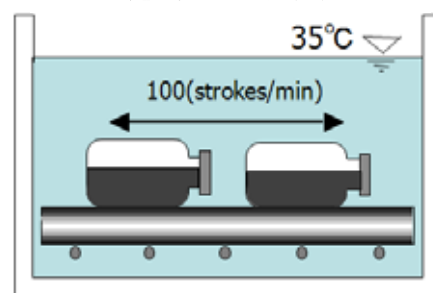


図2 活性試験装置の概略

表1 実験条件

COD_{Cr} 濃度	3000mg- COD_{Cr} /L			
汚泥量	30ml			
$COD_{Cr}:SO_4^{2-}$	1:1	1:2	1:4	1:7
酸素量	0,1,3ml	0,1,3ml	0,1,3ml	0,1,3ml

4. 実験結果及び考察

酸素導入量 0ml をコントロールとする。表1の4つの実験結果からは酸素を導入することによって、コントロ

ールより多くのメタンガスを回収することはできなかった。しかし、今回の研究目的である酸素導入による硫化水素の阻害効果の抑制に関しては、以下のような結果が得られた。

図3～6に示した $COD_{Cr}:SO_4^{2-}=1:2$ について、酸素導入手量で比較すると、経過日数における積算メタンガスと硫化水素の発生量の関係から、酸素を導入することによって硫化水素の発生を軽減できたことがわかる。さらに、酸素導入手量が1mlよりも3mlにおける結果の方が硫化水素の発生量を軽減できていることがわかる。しかしながら、 $COD_{Cr}:SO_4^{2-}=1:1$ 、 $1:4$ においては酸素導入手量1mlでは硫化水素の発生を軽減できたものの、3mlの場合は酸素を導入していないもの（コントロール）よりも硫化水素が発生する結果となった（データ非表示）。

$COD_{Cr}:SO_4^{2-}=1:7$ に関しては、硫酸イオンの比率が大きすぎたため、メタンガスの回収量に関して他の実験に比べ回収率が低く、さらに酸素を導入することによって、硫化水素の発生量も大きくなった（データ非表示）。

これらのことから、 $COD:SO_4^{2-}$ の比率に対して、適切な酸素導入手量が存在することがわかった。しかし、未だ $COD:SO_4^{2-}$ の比率と酸素の導入手量の関係については、十分に明らかにできていないため、今後再度実験を行い検討する必要がある。 $COD_{Cr}:SO_4^{2-}=1:7$ についても、再度酸素導入手量の検討を行い実験を行う必要がある。

また、汚泥中の硫酸イオンを測定し、硫黄の物質収支を把握することによって、硫黄の存在形態の検討も行う必要がある。

この研究の最終的な目標は酸素を導入することによって、メタンガスの発生量を増やすことである。しかしながら、実験結果からメタン発酵に対する阻害を軽減できたものの、コントロールに対するメタンガスの発生量が酸素を導入することによって、増加するという結果には至っていない。よって、メタンガスの回収量に関しても再度検討を行う必要がある。

5. まとめ

メタン発酵における酸素導入による硫化水素の阻害効果の抑制に関しては、 $COD_{Cr}:SO_4^{2-}=1:2$ について酸素導入手量1、3ml、 $COD_{Cr}:SO_4^{2-}=1:1$ 、 $1:4$ について酸素導入手量1mlによって抑制できた。

よって、各 $COD:SO_4^{2-}$ の比率に対して、適切な酸素導入手量が存在することがわかった。

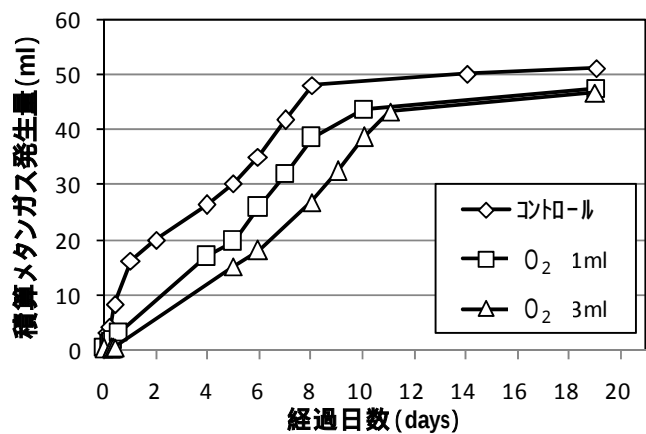


図3 積算メタンガス発生量

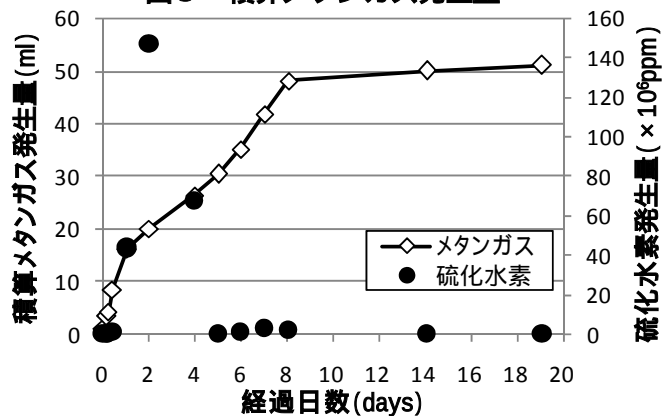


図4 コントロール:O₂=0ml (1:2)の結果

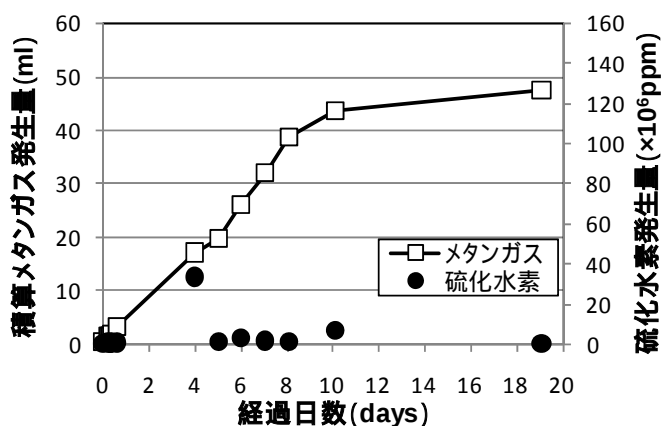


図5 O₂=1ml (1:2)の結果

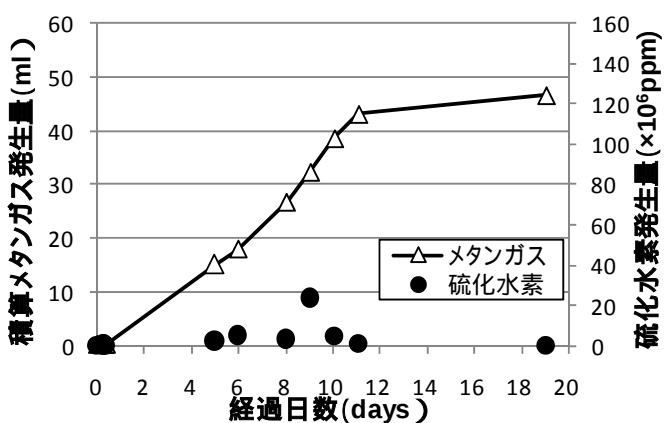


図6 O₂=3ml (1:2)の結果