

VII-15

嫌気性消化汚泥を用いた水素生成細菌の集積

東北大学 小松貴志  
 東北大学大学院 伊東賢洋  
 東北大学大学院 正会員 宮原高志  
 東北大学大学院 フェロー 野池達也

1. はじめに

現在、バイオマス資源からのエネルギー回収方法としては、嫌気性メタン発酵法によるメタン回収が行われている。この嫌気性メタン発酵の酸生成相において水素が発生することが報告されている<sup>1)</sup>。この現象に着目し、嫌気性消化汚泥を水素生成種汚泥とした研究が行われている。しかし普通の嫌気性消化汚泥を種汚泥として用いると、生成した水素は速やかに水素酸化性のメタン生成細菌などによって消費されてしまい、回収が非常に困難であることが知られている。

水素生成種汚泥として嫌気性消化汚泥を用いる場合、滞留時間や培養温度を調整することにより水素伝達を起りにくくさせたり、クロロホルムなどのメタン生成細菌阻害剤によって水素伝達を阻害させる<sup>2)</sup>方法もあるが、熱処理を行って死滅または阻害させてしまう方法も考えられる。この方法は、代表的な嫌気性水素生成細菌である *Clostridium* 属細菌の孢子形成、メタン生成細菌の非孢子形成という特徴から考えられたものである。しかし、水素酸化性メタン生成細菌が死滅しやすく、なおかつ水素収率が高まる熱処理の条件については知られていない。

このような観点から、本研究ではバイオマスからの水素回収のための前処理として種汚泥である嫌気性消化汚泥を熱処理し、メタン生成細菌が死滅しなおかつ水素収率が增大する条件を検討した。

2. 実験方法

2.1 水素生成種汚泥

山形市浄化センターの嫌気性消化槽より採取した消化汚泥を用いた。

2.2 熱処理方法

pHを4から10の間に調整した嫌気性消化汚泥20mLを120mLのバイアルびんに入れ、ウォーターバスを用いて60、70、80、90℃でそれぞれ10、60分間熱処理を行った。熱処理時間は汚泥が設定した温度に到達してからの経過時間とした。また、熱処理後は氷水中で急冷することにより、余熱による影響を受けないようにした。以上の方法によって熱処理を施した嫌気性消化汚泥20mLを種汚泥とした。

2.3 培養方法と培地組成

熱処理を施した嫌気性消化汚泥20mLのpHを1NのHClまたは1NのNaOHを用いて約7.0に調節し、表1に示した培地を60mL加え、35℃、72spmの条件で28日間振とう培養した。基質としてグルコースを用いた。熱処理を施さない嫌気性消化汚泥を種汚泥としたものも同時に培養し比較対照とした。

2.4 分析項目および分析方法

ガス生成量はガラス製シリンジにより計測した。生成ガス中の水素とメタン濃度はTCDガスクロマトグラフを用いて測定した。水素生成細菌の計数にはMPN法を用いた。

表1 培地組成 (1L当たり)

Components	Concentration
Glucose	4.0g
Yeast extract	0.5g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.4g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.4g
NH <sub>4</sub> Cl	1.0g
MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	0.1g
Mineral solution <sup>1)</sup>	10mL
Vitamin solution <sup>2)</sup>	10mL
NaHCO <sub>3</sub>	6.0g
L-Cysteine · HCl · H <sub>2</sub> O	0.5g
Na <sub>2</sub> S · 9H <sub>2</sub> O	0.25g
Resazurine	0.002g

1)N(CH<sub>3</sub>COOH)<sub>4</sub>,4.5;FeCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O,0.4;CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O,0.12;AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>,0.01;NaCl,1.0;CaCl<sub>2</sub>·0.02;Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>,0.01;MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O,0.1;ZnCl<sub>2</sub>·0.1;H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,0.01;CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O,0.01;NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O,0.02g/L

2)Biotin,2;Folic acid,2;Pyridoxine HCl,10;Thiamine HCl,5;Riboflavin,5;Nicotinic acid,5;DL-calcium pantothenate,5;Vitamin B12,0.1;p-aminobenzoic acid,5;Lipoic acid,5mg/L

### 3. 結果と考察

水素生成種汚泥として pH5.5, 7.4, 8.5 に調節して熱処理したものをを用い, 60 分間熱処理したときの水素収率とメタン収率を求めた. 図 1 に結果を示す. いずれの pH においても熱処理温度が 70, 80℃のときに水素収率が高まることと確かめられた. 60℃のときに水素収率が低いのは, 水素資化性メタン生成細菌に消費されたためか, もしくは熱処理温度が 60℃では孢子が活性化されなかったためと考えられる. メタン収率は pH5.5 および 7.4 では熱処理温度が高くなると低下した. 特に pH5.5 では 60℃の熱処理でもほとんど収率はゼロに近くなった. pH8.5 では他の pH の時とは異なり 80℃でも高いメタン収率となった.

図 2 に熱処理温度と水素生成細菌数との関係を示した. 多少の例外はあるものの熱処理温度が 80℃以上になると水素生成細菌数は減少することが分かった. また図 1 の水素収率と対比してみると, pH7.4 と 8.5 において水素生成細菌数が減少したにもかかわらず水素収率が若干ではあるが上昇した. これは 80℃の熱処理によって水素生成細菌の何割かは死滅してしまいが, 70℃よりも 80℃で熱処理を受けた細菌の方がより活性化されたために水素収率が増加したと考えられる.

図 3 に消化汚泥の pH を 4 から 10 まで 8 段階に設定し, 80℃で 10 分間熱処理したときの水素収率を示した. pH6 で熱処理を行った嫌気性消化汚泥において最大値を示したが, pH5 から 8 の間では水素収率に大きな違いは見られず, 約 1.5mol-H<sub>2</sub>/mol-glucose であった. pH4 以下の酸性域, および pH9 以上のアルカリ性域で水素収率は低下し, pH10 では pH5 から 8 の平均水素収率の 3分の2にまで低下した.

### 4. 結論

- (1) pH を 5.5, 7.4, 8.5 に調節して熱処理を行った消化汚泥を種汚泥として水素収率を測定したところ, 熱処理温度が 70, 80℃のときに高い水素収率となった.
- (2) 低い pH で熱処理するとメタン生成細菌が死滅しやすいことが確認された.
- (3) 同じ温度で熱処理を行った場合, 水素収率は pH4 以下および 9 以上で低下した. pH5 から 8 の間では大きな違いは見られなかった.

### 参考文献

- 1) 小木曾ら: 環境工学研究論文集, 31, 47-55, 1994.
- 2) 松井ら: 環境工学研究論文集, 29, 247-253, 1992.

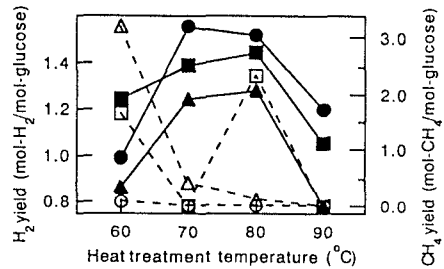


図1 熱処理温度と水素収率及びメタン収率  
○:pH5.5 △:pH7.4 □:pH8.5  
—:水素収率 - - -:メタン収率

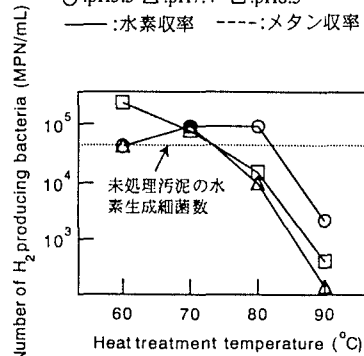


図2 熱処理温度と水素生成細菌数  
○:pH5.5 △:pH7.4 □:pH8.5

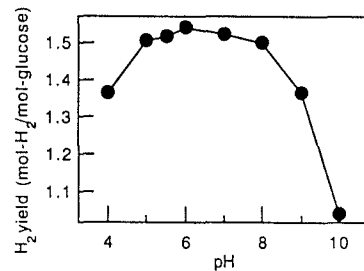


図3 pHと水素収率