

フェノール含有廃水を処理対象とした UASB リアクターのグラニューール汚泥の性能評価

鹿児島高専 学 ○津曲譲太, 正 山内正仁, 正 山田真義
三機工業 (株) 正 長野晃弘
長岡技術科学大学 正 山口隆司
東北大学 学 高橋優信

1.はじめに

フェノール類は好気性微生物に対し毒性が強く、活性汚泥法で処理する場合は大量の希釈水でフェノール濃度を下げ、曝気を行い莫大な電力を消費している。これらの問題を解決するために好気性微生物よりもフェノール類に耐性のある嫌気性微生物を利用し、希釈率を減少させ、なおかつフェノールからメタンガスとしてエネルギーを回収可能な嫌気性メタン発酵処理が望まれる。¹⁾しかし、嫌気性メタン発酵の単独処理では、河川への放流基準を満たす、十分な処理水質が望めないことから、嫌気性メタン発酵処理と無曝気省エネ型の好気性処理を組み合わせた UASB/DHS プロセスによりフェノール廃水の連続処理実験を行っている。このプロセスでは前段の UASB リアクターでフェノール類を分解しメタンガスとしてエネルギーを効率よく回収するかが重要である。また、UASB リアクター内の嫌気性グラニューール汚泥がフェノール濃度に対し、どこまで耐性があるか、嫌気性グラニューール自体のポテンシャルを調査することが重要になる。そこで、本研究では、フェノール廃水を連続処理している嫌気性グラニューール汚泥に対し各基質のメタン生成活性試験を行い、嫌気性グラニューール汚泥のメタン生成活性値を調査した。

2.実験方法

メタン生成活性試験には、容積 122 ml のセラムバイアルに、あらかじめ煮沸、脱酸素操作を行った培地 (K₂HPO₄、KH₂PO₄を所定量含むリン酸緩衝溶液バイアル内最終濃度 25 mM)、窒素気流下でホモジナイザーにより分散を行った試験汚泥 (グラニューール汚泥) を窒素気流下試験温度 35 ℃ で投入した。気相部を窒素ガスでパージし、ブチルゴム栓とアルミキャップで封をした後、培地 (無機栄養塩類 MgCl₂・6H₂O、CaCl₂・2H₂O、NH₄Cl、K₂HPO₄、KH₂PO₄ が溶解後、レサズリン (0.6 ml/500 ml-medium) とトレースエレメント (12.5 ml/500 ml-medium) を加えた無機栄養塩類)

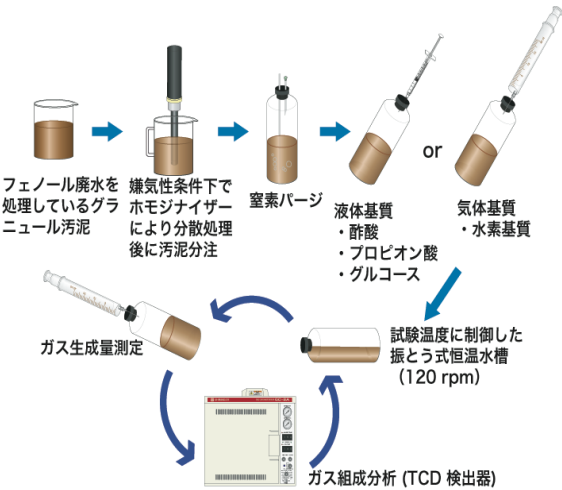


図-1 メタン生成活性試験方法

表-1 一般基質各サンプルの実験条件

Substrate	Gas phase volume (ml)	Liquid phase volume (ml)	Substrate concentration (mgCOD/l)	Test sludge concentration (mgVSS/l)	NaHCO ₃ (mg/l)
H ₂ /CO ₂	82	40	-	2,100	3,000
Acetate	72	50	2,000	4,200	1,000
Propionate	72	50	2,000	4,200	1,000
Glucose	72	50	2,000	4,200	1,000
Phenole	72	50	2,000	4,200	1,000
Control	72	50	0	4,200	1,000

表-2 フェノール基質各サンプルの実験条件

Phenol conc (mg/l)	Gas phase volume (ml)	Liquid phase volume (ml)	Substrate concentration (mgCOD/l)	Test sludge concentration (mgVSS/l)	NaHCO ₃ (mg/l)
1,000	72	50	1,000	5,102	1,000
1,500	72	50	1,500	5,102	1,000
2,000	72	50	2,000	5,102	1,000
2,500	72	50	2,500	5,102	1,000
3,000	72	50	3,000	5,102	1,000
3,500	72	50	3,500	5,102	1,000
4,000	72	50	4,000	5,102	1,000
4,500	72	50	4,500	5,102	1,000
5,000	72	50	5,000	5,102	1,000
Control	72	50	0	5,102	1,000

表-3 混合基質各サンプルの実験条件

Acetate/Phenol conc	Gas phase volume (ml)	Liquid phase volume (ml)	Substrate concentration (mgCOD/l)	Test sludge concentration (mgVSS/l)	NaHCO ₃ (mg/l)
0/2000	72	50	2,000	9,006	1,000
500/1500	72	50	2,000	9,006	1,000
1000/1000	72	50	2,000	9,006	1,000
1500/500	72	50	2,000	9,006	1,000
2000/0	72	50	2,000	9,006	1,000
Control	72	50	0	9,006	1,000

キーワード : UASB/DHS プロセス, 無曝気, フェノール廃水, 省・創エネルギー
〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1 鹿児島高専 土木工学科 Tel.0995-42-9123

を加えた。試験温度 35℃に設定した恒温振とう器に入れ、1 時間程度振とうを行い、バイアル内の温度が安定したところで、各基質を各バイアルに投入した。バイアルを振った後、各バイアルから 3 ml のサンプルを採取し、15,000 rpm、4 ℃、10 分間で遠心分離を行い、上澄み液を実験開始時の CODcr 濃度、VFA 濃度の測定に用いた。それ以降は、ガラス製シリンジで生成ガス量を計り、バイアル内に戻して記録し、ガスクロ用シリンジで 0.5 mL のガスを採り TCD 分析した後バイアル内のガスを抜いて 1 気圧に戻しバイアル内の気相部に蓄積するメタンの量を経時的に測定した。実験終了後は実験開始と同様に残存 CODcr 濃度と VFA 濃度を測定した。以上の実験結果より、メタン生成活性値を求めた。

3.実験結果及び考察

一般基質に対するメタン生成活性試験を行った結果を図-2 に示す。一般基質には、気体基質として水素を用いた。また、液体基質として、酢酸、プロピオン酸、グルコース、フェノールを 2,000 mgCOD/L でメタン生成活性値を調査した結果、本実験で用いたグラニューク汚泥は、各基質とも一般的な消化汚泥と比較すると比較的高いメタン生成活性値維持していることが分かった。

フェノール基質濃度を 1,000～5,000 mgCOD/L に変化させたときのメタン生成活性試験を行った結果を図-3 に示す。フェノール濃度 1,000 mgCOD/L の時は 0.028 gCOD/gVSS/d であったメタン生成活性値が、フェノール濃度 2,000 mgCOD/L を越え 2,500 mgCOD/L になるとメタン生成活性値が 0.0089 gCOD/gVSS/d と急激に低下することが分かった。このことから、連続処理実験で使用している嫌気性グラニューク汚泥は、流入フェノール濃度を 2,000 mgCOD/L 程度で運転するのが妥当だと考えられる。一般的な好気性処理における流入フェノール濃度は 500 mgCOD/L 以下で処理していることを考慮すると好気性処理から嫌気性処理に処理方法を変更することで井戸水などによる希釈量を 1/4 に削減可能であることが分かった。

フェノール基質濃度と酢酸基質濃度を変化させた混合基質のメタン生成活性試験を行い、フェノールのメタン生成変換への向上を検討した結果を図-4 に示す。フェノール/酢酸濃度を 500/1,500、1,000/1,000、1,500/500、(mgCOD/L) に調整した混合基質の場合は、2 種類の傾きが得られ、フェノール廃水を連続処理している嫌気性グラニューク汚泥でも、フェノールを選択的に消費するのではなく、メタンに変換しやすい酢酸基質から消費することが分かった。

4.終わりに

今回の実験結果から連続処理実験で使用している嫌気性グラニューク汚泥は、流入フェノール濃度を 2,000 mgCOD/L 程度で運転することが可能である。また、好気性処理から嫌気性処理に処理方法を変更することで井水などによる希釈量を 1/4 に削減可能であることが分かった。

参考文献

1) Gali S.Veeresh, Pradeep Kumar, Indu Mehrotra (1998) Treatment of phenol and cresols in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) process: a review .Wat.res.,Vol39,pp.1554-170

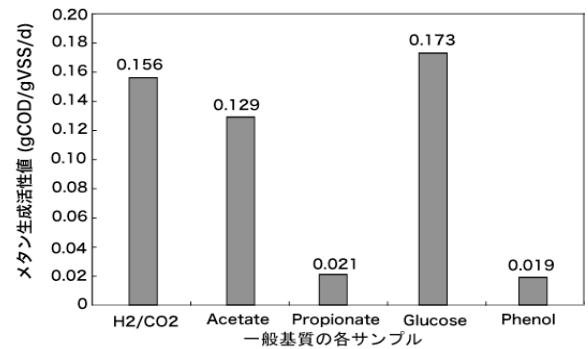


図-2 一般基質の各サンプル

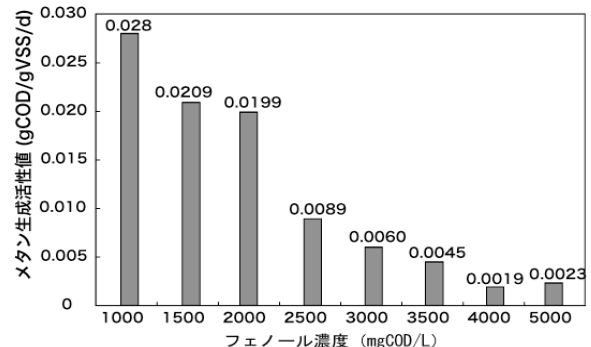


図-3 フェノール基質各サンプルのメタン生成活性値

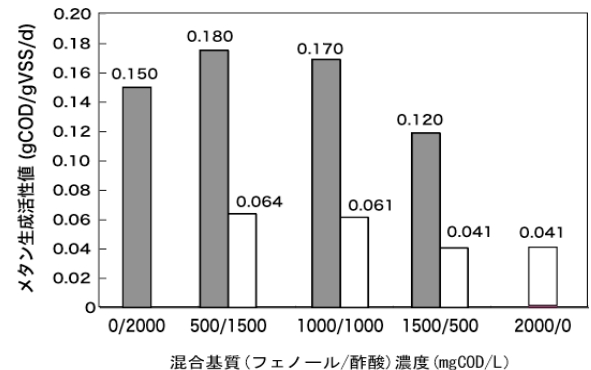


図-4 混合基質各サンプルのメタン生成活性値