

微好気性環境下におけるバイオガスからの脱硫法の開発

食品・化学部 ○廣岡侑磨, 小幡 透
企画支援部 脇田 薫*, 安藤義則
(*現 大隅加工技術開発センター)

1. はじめに

県内焼酎メーカーから発生する焼酎かすの大部分はメタン発酵処理施設で処理されている。メタン発酵処理では副産物としてメタンを主成分とする可燃性のバイオガスが発生し、これは燃料として利用されている。バイオガスに含まれている硫化水素は、燃料として利用する前に除去する必要がある、県内企業では薬剤による吸着が採用されている。しかし、薬剤による脱硫処理はコストがかかる等の課題があることから、これに代わる新たな方法を見出す必要がある。硫化水素は酸素の存在下で化学的、または好気性微生物のはたらきにより硫黄や硫酸へ変換されることが知られている。一方で、メタン発酵処理は酸素による発酵阻害を受け、酸素の存在下で発酵が停滞してしまう。本研究では、焼酎かすのメタン発酵槽に微量の空気を供給することにより、メタン発酵副産物であるバイオガスから硫化水素を安価に除去する方法の開発に取り組んだ。

2. 実験方法

2. 1 ラボスケールメタン発酵槽を用いた空気導入による脱硫条件の検討

槽容積10Lの発酵槽に汚泥を8L投入してメタン発酵を行った。種汚泥は県内の焼酎かす処理施設から採取した。攪拌は80rpm、温度は55℃で制御した。運転中は平日に1日1回、一定量汚泥を引き抜いたのち、同量の焼酎かすを投入した。焼酎かすの投入と同時に、発酵促進剤として $\text{CoCl}_2 \cdot \text{NiCl}_2$ 水溶液、および FeCl_2 水溶液を微量添加した。焼酎かすは県内の焼酎製造メーカーで発生したものを温度が高いうちに回収し、4℃で保管したものをを用いた。処理能力を現場に近づけるために徐々に焼酎粕の投入量を増加させ、発酵槽に対しての有機物負荷量が8 g-VTS/L・日に到達した時点から、発酵槽内への空気導入を行った。空気は空気ボンベより供給し、減圧弁、流量計により流量を制御した。導入する空気量は、1日に発生するバイオガス量の3～5%とした。試験中は、1日あたりの発生ガス量、ガス中硫化水素濃度、汚泥中の有機酸量を記録し、脱硫効果と空気による発酵阻害について評価した。発酵槽から発生したバイオガスはテドラーバッグへ捕集し、湿式ガスメーターにより1日1回発生量を計測した。バイオガス中の硫化水素濃度はガス検知管で計測し、汚泥中の有機酸量はHPLCを用いて定量した。

2. 1. 1 空気導入部の形状の検討

汚泥へのバブリング有無での空気による発酵阻害の差を確認するために、孔径5～15 μmのバブリングフィルターを用いて、フィルターの有無による脱硫効果と発酵阻害の差について評価を行った。

2. 1. 2 空気導入部の位置の検討

空気導入部の先端位置を①汚泥液面下3 cm, ②, 汚泥液面0 cm, ③汚泥液面上3 cm (発酵槽気相部)に設置し、それぞれの条件での脱硫効果と空気による発酵阻害の差について評価を行った。

2. 2 実プラントでの現場試験

ラボスケールでの試験結果を元に、実際に運転しているメタン発酵施設において発酵槽内への空気導入を行った。現場試験を行った施設では、発酵槽内へ脱硫剤を添加して脱硫を行っていることから、脱硫剤の添加量を半減させ、さらに空気を導入して脱硫を試みた。発酵槽の汚泥液面から約1 m下へ、

エアークンプレッサーと流量計を組み合わせることで一定量の空気を供給できるよう配管を加工し、1日のバイオガス発生量に対して3～5%の空気を導入した。試験中、1日あたりのガス生成量、通気量、汚泥中の揮発性有機酸濃度（VFA）、ガス中硫化水素濃度を記録し、脱硫効果と空気による発酵阻害についての評価を行った。

3. 結果および考察

3. 1 ラボスケールメタン発酵槽を用いた空気導入による脱硫条件の検討

3. 1. 1 空気導入部の形状の検討

先端にフィルターを用いて試験を行った結果を図1に示した。空気導入によりガス中硫化水素濃度が低減できたものの、空気導入直後からプロピオン酸が蓄積し、発酵が停滞した。フィルターにより気泡が微細化されたことで、空気の影響が汚泥全体へ広がってしまった事が原因だと考えられる。フィルターを除去し、単管による空気導入を行ったところ、有機酸が蓄積することなく、バイオガス中の硫化水素濃度を約80%低減することに成功した(図1, 図2)。

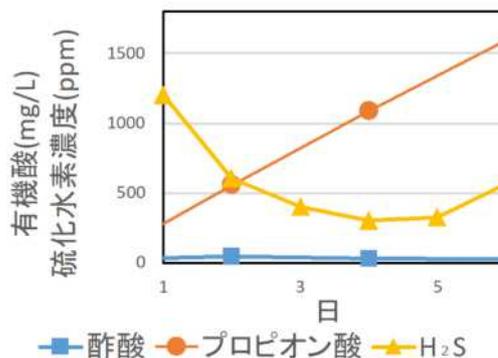


図1 フィルター有での脱硫試験結果

3. 1. 2 空気導入部の位置の検討

2. 1. 2の条件で試験を行った結果、硫化水素低減効果についてはいずれの条件でも同等の結果が得られ、約80%の硫化水素低減効果があった。試験中、③汚泥液面上3cm(発酵槽気相部)の条件で、発酵槽壁面へ白色の結晶が堆積した。この結晶をSEM-EDXで分析したところ、硫黄を主成分とする結晶であることが分かった。壁面への堆積は配管の閉塞を引き起こすおそれがあることから、空気導入部は汚泥中に沈めるほうが好ましいことが分かった。

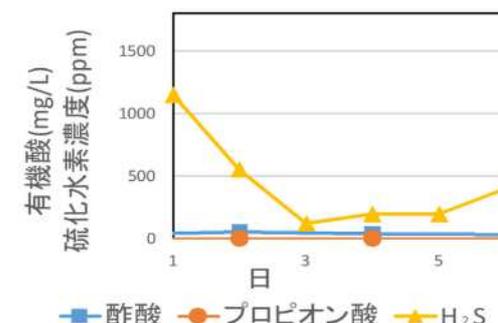


図2 フィルター無での脱硫試験結果

3. 2 実プラントでの現場試験

2. 2に記載のとおり、この施設では硫化水素濃度200ppmを管理値として汚泥中へ脱硫剤を添加していた。運転期間16日目から投入する脱硫剤を半減させたところ、硫化水素濃度は最大で約400ppmまで上昇したが、その後通気量を4%まで増加させると徐々に硫化水素濃度は減少していき、最終的に管理値である200ppmを達成することができた。また、試験中にVFAが汚泥中へ蓄積することなく、空気による発酵阻害は見られなかった(図3)。

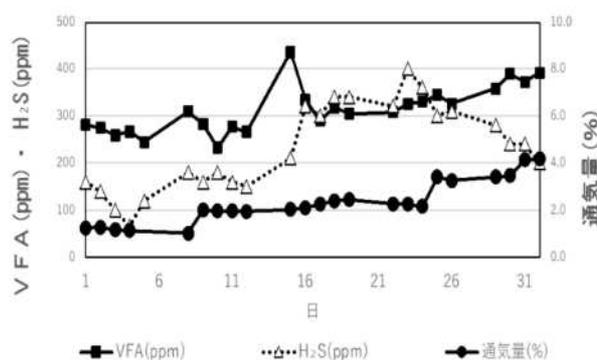


図3 実プラント試験中の各分析値

4. おわりに

メタン発酵槽へ微量の空気導入を行うことにより、バイオガス中の硫化水素濃度を低減することができた。また、通気量、導入位置について、従来の運転に影響することなく空気導入を行う条件を見出し、現場試験においても、管理値を達成することができた。