

高たんぱく質含有有機性廃棄物の無加水メタン発酵実証試験における アンモニア阻害回避方法の処理性能

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○天石 文 正会員 帆秋 利洋 正会員 川又 睦
正会員 大野 剛 正会員 片山 美津瑠 正会員 藤原 靖
大成サービス(株) 浅海 博基 中村 明靖

1. 目的

有機性廃棄物のエネルギー転換技術の1つとしてメタン発酵がある。従来メタン発酵法は、食品廃棄物等ウェットバイオマスを対象とした原料に水を加えて含水率95%以上に調整した後に発酵させる湿式方式が主流であった。しかしながら、湿式方式では原料に対して大量の水を加えるために、処理量の増大と発酵残渣発生量の増大につながりコスト高となることから、これらの技術普及が遅れる原因の一つとなっていた。そこで我々は、食品廃棄物等のウェットバイオマスを対象として、湿式法における上述の課題を克服する無加水メタン発酵法の研究に取り組んでいる。この無加水メタン発酵法は、加水を行わずにメタン発酵を行うため、処理規模の大幅な低減と発酵済残渣の発生量抑制が利点として挙げられる。その反面、メタン発酵微生物群と原料との接触が悪くなることによる発酵効率の低下や、アンモニアによるメタン生成阻害の問題があった。このアンモニアは、たんぱく質成分の分解に伴って産生されるもので、肉や魚などたんぱく質成分を多く含む食品廃棄物を対象にした無加水メタン発酵では避けて通れない課題である。

この課題に対して我々は、特殊な微生物群によって対象原料から強制的にアンモニウムイオンを生成させるプロセスと、生成されたアンモニウムイオンを物理化学的なアンモニアストリッピング法で除去するプロセスの二段階から成る前処理方法を開発した。一昨年までに行った室内試験では、原料由来窒素の高効率アンモニア生成とアンモニア除去工程の組み合わせにより、メタン発酵槽へ投入する原料中の窒素含有量を大幅に低減させることに成功した。これにより、メタン発酵槽内でのアンモニア阻害を回避し、高効率かつ安定した無加水メタン発酵を行うための技術的ノウハウを蓄積した。

2007年度には本アンモニア生成・除去の前処理技術を組み込んだ無加水メタン発酵システムが、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業」に採択され、「高たんぱく質含有漁業系廃棄物等を対象とした無加水メタン発酵システムの実証試験事業」として、現在岩手県釜石市で実証試験を行っている。

本報では、本実証試験で実施しているパイロットスケールでのアンモニア生成・除去プロセスにおいて室内実験結果と同様の好成績が得られたのでその結果について報告する。

2. 実証試験の概要と実験方法

実証プラントは、釜石市の協力を得て釜石清掃工場内に設置している。アンモニア生成槽及び脱アンモニア槽の設置状況を写真-1に示す。原料は市内で発生した事業系食品廃棄物を対象としており、1日処理量500kg、バイオガス発生量100Nm³/日を目標値としている。システムの主要設備は、原料破砕機、アンモニア生成槽(30℃制御)、脱アンモニア槽、メタン発酵槽(37℃制御)、脱硫塔、ガスホルダー、発電機で構成され、プラントは2008年4月に完成し、5月中旬より原料を受け入れ、運転を開始している。

アンモニア生成槽における総窒素量からのアンモニア転換率、及び脱アンモニア槽におけるアンモニア除去効率を検証するため、アンモニア生成槽排出口(脱アンモニア前)とメタン発酵槽排出口よりそれぞれ試料を採取し、NH₄-Nと全窒素、VFAの測定を行った。NH₄-Nは試料を遠心、希釈した後、φ0.2μmのフィルターでろ過したものについてイオンクロマトグラフィー(ICA-2000, 東亜DKK)分析を行い、全窒素は乾燥・粉砕等の前処理した試

キーワード 無加水メタン発酵, アンモニア生成, 食品廃棄物, 漁業系廃棄物

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7226

料を CHNS-O Analyzer (Flash EA 1112, Thermo Finnigan) によって分析した. また VFA は $\text{NH}_4\text{-N}$ と同様の前処理を行った試料をガスクロマトグラフィ (GC-2010, 島津) によって分析した.

3. 試験結果

アンモニア生成槽では, 我々が独自に発見した特殊なアンモニア生成微生物群をたんぱく質成分から成る原料を基質として馴養を行い, 十分にアンモニア転換率が向上した後定常運転を行った(図-1). 原料投入期間中のアンモニア生成槽内の状態について把握するため, 槽内のアンモニウムイオン濃度の時系列変化を分析したところ, 約 $18,000\text{mg/kg}$ でほぼ安定して推移した. 同時期の原料由来全窒素濃度から換算したアンモニア転換率は平均 80%であり, たんぱく質成分から十分にアンモニアが生成されることが検証された. なおこの間, アンモニア生成槽では, 微生物によるたんぱく質成分の加水分解に伴いアンモニア生成とともに酢酸が約 $40,000\text{mg/L}$, プロピオン酸 $15,000\text{mg/L}$ が生成された.

脱アンモニア槽では, アルカリ条件下でアンモニウムイオンをガス化して槽内から除去したが, 試料中アンモニウムイオンの 95%以上が短時間で除去された(図-2). これにより脱アンモニアした原料をメタン発酵槽内に移送した後のアンモニア濃度は, メタン発酵阻害を生じさせる $4,000\text{mg NH}_4\text{-N/kg}$ 以下の平均 $3,000\text{mg NH}_4\text{-N/kg}$ で推移した.

4. 結論

実証試験の経過から, 本アンモニア生成・除去の前処理システムは実験室レベルだけでなく, パイロットスケールのプラント規模でも高効率のアンモニア除去が可能であることが確認された. これにより, 高濃度窒素を含む有機性廃棄物を原料とした場合でも, アンモニアの蓄積に起因するメタン生成阻害を生じさせずに無加水メタン発酵を行えることが確認された. 本実証試験は 2009 年度まで実施予定であり, 今後も高効率な無加水メタン発酵の実用化に向けて, 各種データを取得し検証していく予定である.

謝辞

本研究は, (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構との共同研究として実施された研究 (平成 19 年度地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業「高たんぱく質含有漁業系廃棄物等を対象とした無加水メタン発酵システムの実証試験事業」) の成果の一部である. 又, 実証試験を進めるにあたり釜石市の関係各位に多大なるご協力をいただきました. ここに感謝の意を表します.

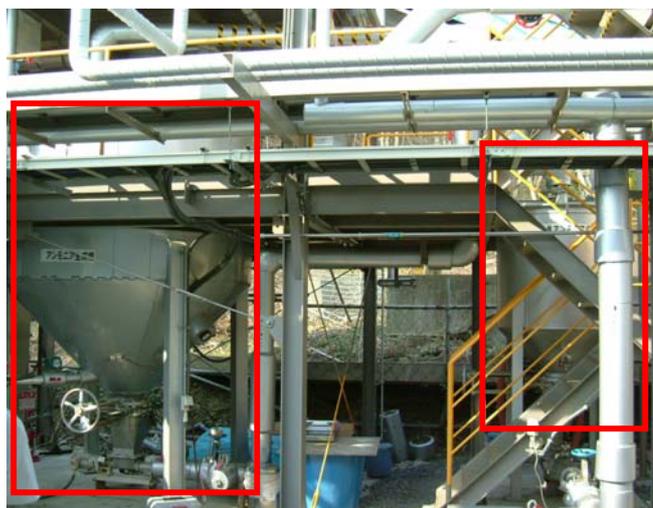


写真-1 アンモニア生成槽 (左) と脱アンモニア槽 (右奥)

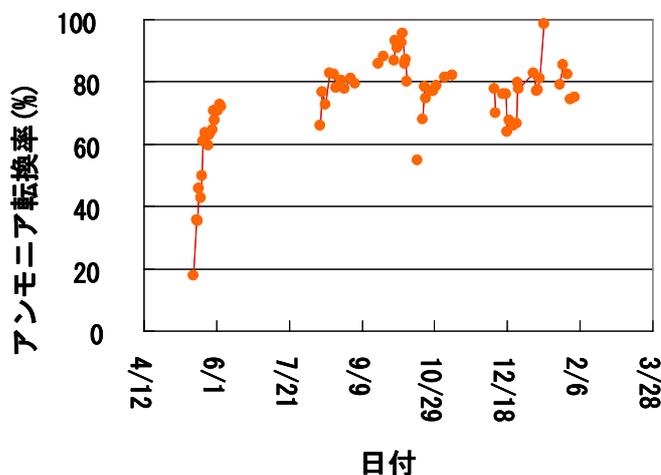


図-1 アンモニア生成槽におけるアンモニア転換率

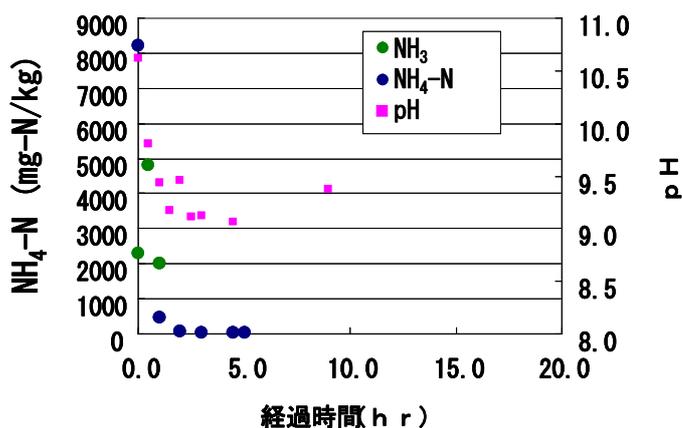


図-2 脱アンモニア槽におけるアンモニア除去効率