

無加水メタン発酵の処理特性

大成建設(株) 技術センター

正会員 ○帆秋 利洋

同 上

正会員 天石 文

同 上

正会員 藤原 靖

大成サービス(株) テクノセンター

浅海 博基

1. 背景と目的

我が国では、漁業系廃棄物は海洋投棄が規制され、食品廃棄物の大部分は焼却処分されていることから、これらバイオマス資源のリサイクル技術の開発が要求されている。各種バイオマス資源をバイオガスに変換するメタン発酵は、その代表技術のひとつと言える。従来のメタン発酵法は、食品廃棄物を粉碎した後に大量の水を加えて処理を行う湿式法が主流であった。しかしながら、本法では処理施設が大規模になり、メタン発酵の後処理として高度廃水処理設備を付帯しなければならないため、建設費と維持管理費の高騰化の要因となり普及が妨げられていた。そこで、我々は水希釈無しでこれら固形性のバイオマス資源を直接メタン発酵する無加水メタン発酵技術に着目した。

漁業系・畜産系廃棄物を含む食品廃棄物を対象とした無加水方式の課題は、魚肉類由来のタンパク質含有量が多くなるため分解過程で生成されるアンモニアが高濃度に蓄積され、その結果としてメタン発酵を阻害させる現象をいかに回避するかにあった。我々は、別報¹⁾のようにアンモニア除去技術を前処理として組み込むことで窒素負荷を低減した原料をメタン発酵させる技術を開発した。本技術は、平成19年度NEDO「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、パイロットスケール無加水メタン発酵システムの実証試験を釜石市で実施している。

本報では、前処理でアンモニア除去により窒素負荷を低減した食品廃棄物の無加水メタン発酵処理特性について、室内ベンチスケールでの連続発酵実験結果について報告する。



写真-1 無加水メタン発酵連続実験装置

2. 実験材料と方法

写真-1に実験装置を示す。発酵槽の有効容積は30L、攪拌はパドル構造の攪拌羽根で5rpmの緩速攪拌完全混合を行った。植種源は、牛フンを対象とした別海町の湿式メタン発酵施設より発酵済残渣(含水率97%)を入手して投与した。原料は当社技術センター食堂から排出される生ごみを対象として、これをフードミキサーで粉碎混合したものを1日1回供給し約70日間の連続運転を行った。なお、通常生ごみ(写真-2)の窒素含有量は6,000~15,000mg-N/kg-w.w.であるが、前処理でアンモニア除去した場合¹⁾を想定して魚肉類の混入を減らした窒素負荷低減生ごみ(3,000~5,400mg-N/kg-w.w.)



写真-2 食堂生ごみ

キーワード 無加水メタン発酵、処理特性、アンモニア、窒素負荷低減生ゴミ

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター 土木技術研究所 水域・生物環境研究室

TEL: 045-814-7226 FAX: 045-814-7257 E-mail: toshihiro.hoaki@sakura.taisei.co.jp

を用いた連続運転実験を行った。原料の投入と発酵残渣の取り出しは上部サンプリング孔より専用ピストンを用いて行った。分析は、乾燥重量、強熱減量、含水率、pH、COD_{cr}、VFA(GC-FID)、全炭素量(CNコーダー)、全窒素量(CNコーダー)、NH₄-N(LC)、バイオガス発生量、ガス組成(GC-TCD)について原料と発酵槽試料を毎日測定した。

3. 実験結果と考察

図-1に実験結果の一部を示す。処理方式は完全混合型であるがCOD_{cr}容積負荷は、2.7kg-COD_{cr}/m³/dayからスタートして最大で11.5 kg-COD_{cr}/m³/day(発酵日数40日)を許容した。湿式方式での完全混合型の許容負荷は、6kg-COD_{cr}/m³/day程度であることから窒素負荷低減生ごみを用いた無加水方式では約2倍の処理性能が認められた。本実験に供した窒素負荷低減生ごみの含水率は、70~75%であった。これは、湿式方式(含水率>95%)と比較すると、処理量が1/4程度と試算できる。実験に供した生ごみのpHは4~5の酸性気味であったが、発酵槽内のpHはアンモニウム塩の蓄積により、pH8前後で安定していた。

一般生ごみを無加水でメタン発酵するとアンモニウム塩の蓄積により破綻することが検証され、とくにアンモニウム塩濃度が4,000 mg-NH₄-N/kg-w. w. 以上になるとその傾向が顕著になることが報告されている²⁾。窒素負荷低減生ごみを用いた場合、発酵槽内のスタート時のアンモニウム塩は2,900 mg-NH₄-N/kg-w. w. であり48日目に3,820 mg-NH₄-N/kg-w. w. をピークとしてその後3,500 mg-NH₄-N/kg-w. w. 前後で安定した。バイオガス発生量は平均で180L-gas/kg-湿重原料(最大268L-gas/kg-湿重原料)、メタンガス発生量は平均で108L-CH₄/kg-湿重原料(最大157L-CH₄/kg-湿重原料)であり、メタン発生量は湿式方式に優る数値であることが確認できた。実験期間をつうじてVFAの蓄積はほとんど見られず、生ごみの窒素負荷を低減することで明らかに処理性能の向上と安定化が可能となることが検証できた。

4. まとめ

無加水メタン発酵では、生ごみに含まれるタンパク質由来の窒素源を前処理としてアンモニア発酵し、それをアンモニアストリッピング等によって予め窒素負荷を低減させることで、湿式方式と比較して処理量が1/4、COD容積負荷が2倍、かつメタンガスを平均で108L-CH₄/kg-湿重原料発生する高性能かつ安定したメタン発酵の実現が示唆された。今後は、釜石市で0.5トン/日処理規模のアンモニア除去の前処理工程を含む無加水メタン発酵システムの有効性について、長期間のデータより更なる検証を実施予定である。

5. 参考文献

- 1) 天石 文 他、土木学会年次学術講演会、第63回講演概要集
- 2) 谷川 大輔 他、第43回環境工学研究フォーラム講演集、pp59-61、2006.

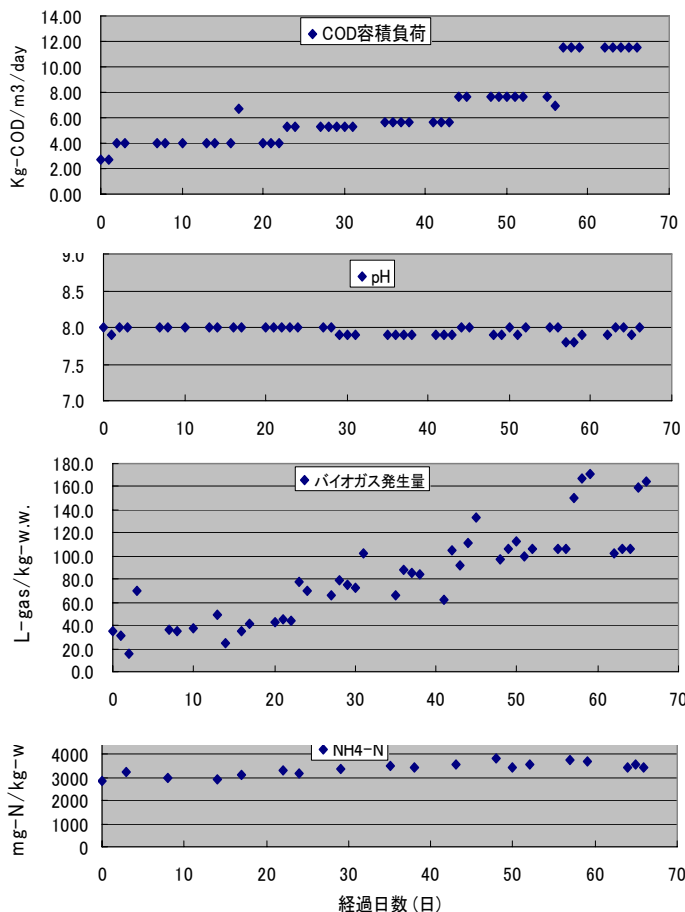


図-1 無加水メタン発酵の処理性能