

若い研究者の声



食品廃棄物系バイオマスを用いた水素-メタン2段発酵技術

大坂典子

東京ガス株式会社 基盤技術部 技術研究所

〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-7

1. 初めに

最初に、「若い研究者の声」に投稿する機会を与えてくださった編集者の皆様に御礼申し上げます。研究者と技術者の中間の仕事をしている経験の中から、これからエネルギー技術に携わる者として重要だと感じたことを、現在取り組んでいる食品廃棄物系バイオマスの水素-メタン2段発酵技術開発を中心に、記載いたします。

2. 食品廃棄物系バイオマスを取り巻く状況について

温暖化ガス排出量削減の手段の一つとして、再生可能エネルギーの導入が進められています。中でもバイオマスからエネルギーなどの有価物を取り出す技術は、得られた有価物がカーボンニュートラルであることから、注目を集めています。バイオマスには様々な種類がありますが、都市部においては食品廃棄物と下水汚泥の量が多く、今後エネルギー利用を含めたリサイクル技術の開発が急務となっています。そのきっかけは、「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」（以下、食品リサイクル法）の制定（平成12年）です。この施行以来、大規模食品工場から排出される食品廃棄物のリサイクル率は8割以上となりましたが、外食産業、食品小売業など、中小規模の事業所が多い分野のリサイクル率が半分以下と伸び悩んでいました。（図1参照）その対策として、平成19年に改正食品リサイクル法が施行、各事業者に実施率目標が設定され、食品廃棄物多量発生事業者に対して定期報告が義務付けられました。

これらの食品廃棄物は、従来焼却処理されてきましたが、含水率が高く補助燃料が必要であるため、投入エネルギーが少ないと考えられる、微生物発酵による飼料化、バイオガス化（メタン発酵）事業が商用化されています。しかしメタン発酵事業には、いくつかの課題があります。食品廃棄物を原料とする場合、次の二つのコスト増要因

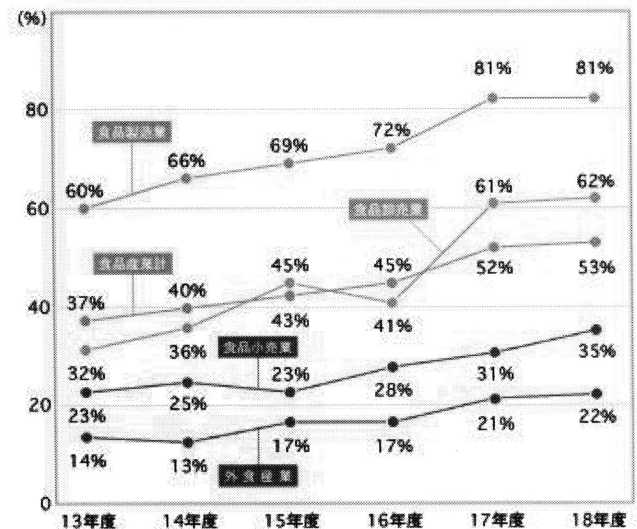


図1. 食品循環資源の再生利用等実施率の推移(1)

のうち、どちらかが問題となる可能性が高くなります。

- ・ 繊維質（セルロース系バイオマス）など難分解性物質の分解速度が遅く、未分解の残さがメタン発酵廃液中に多く残り、処理にコストがかかる
 - ・ 分解率を上げようとする、滞留時間が長くなるため、装置が大きくなり設備コストが高くなる
- この課題を解決するためには、大きく分けて次の2種類の方法があります。

- ・ 原料から固形分（難分解性物質）を取り、残りの可溶化成分が含まれた液をメタン発酵する
- ・ 原料中の難分解性物質に前処理を施して分解しやすい物質に変換してから、メタン発酵する

前者は通常排水処理などで実施されている方法で、確実に処理を行うことができる反面、難分解性物質を取り除いてしまうため、原料からのエネルギー回収効率が低くなります。一方後者は、廃棄物処理とエネルギー回収の双方を同時に行うことができますが、セルロース系の原料などが混入していると、前処理（可溶化技術）の選定が難しく、現行の技術ではエネルギーやコスト的に見

合わない場合が多くなります。

一方、以前から食品系廃棄物のメタン発酵の前処理として、水素発酵を用いることが試みられています²³⁾。水素発酵菌はセルロース分解能を持ったバクテリアと菌叢を形成しているほか、自身がセルロースを分解することができます。水素生成の過程で生成する有機酸は、後段のメタン発酵の原料となり、滞留時間の短縮化に繋がります。その実用化のため、次のような試験を実施しています。

3. 水素-メタン2段階発酵試験

水素-メタン2段階発酵技術の実用化見極めのため、東京ガス横浜研究所構内において、実際の生ごみ（食堂から排出される調理くず、食べ残し）等を用いて、発酵試験を実施しています。メタン発酵から発生するバイオガスはガスエンジンで利用していますが、バイオ水素の利用は行っていません。将来的な利用イメージは、図2の通りです。

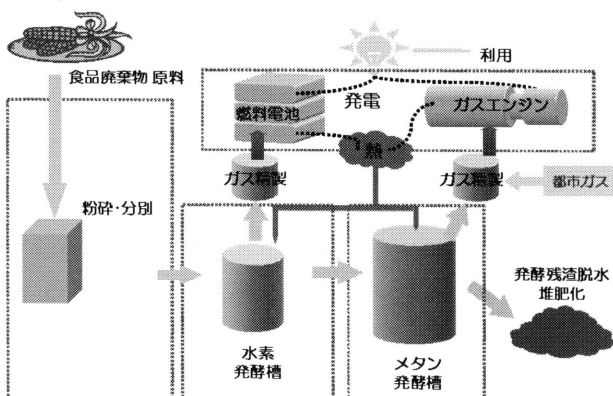


図2. 水素-メタン2段階発酵フロー

試験の結果、8割以上のエネルギーをバイオガスとバイオ水素として回収できることが分かっています。しかし、通常の可溶化-メタン発酵と比較して、追加の設備投資のコストを回収できる優位な差は見られていません。今後は紙ごみなどの割合が多い廃棄物を対象に、その効果を検証していきます。

4. バイオマス利用におけるバイオ水素の位置付け

ここまでの話で、読者の皆さんの中には、「水素が得

られれば良いのではないか？」「燃料電池で使用すれば効率良くエネルギーを回収できるだろう」と考えられた方もいらっしゃると思います。確かにバイオ水素は、化石燃料由来の水素と比較して、カーボンニュートラルという大きな利点があります。しかしそれを取り出すため、利用するためにかかる設備コストやエネルギーを考慮すると、水素生成に伴うメリットをより明確にする必要があります。更に、それを実際に利用するお客様に納得して頂いて、初めて実用化されます。効率が数%上がるか、設備コストが半分になるかを選択するのは、研究者や技術者ではなくお客様であることを肝に銘じて、現在は、データを取得している段階です。

5. まとめ

水素発酵技術に限らず、微生物によるバイオマスの変換技術は、多種多様な研究が日々行われており、非常にエキサイティングな分野です。試験をすると色々な発見がありますが、一步下がって、これが本当に役に立つ持続可能な技術であるかどうかを考える必要があると、痛感しています。

持続可能ということは、環境負荷の観点から持続可能であることは元より、経済的に持続可能であるということです。「こんなに良い技術なのに」と愚痴を言うより先に、増エネ、環境負荷増、許容できないほどのコスト増になっていないかどうか、広い視点から見る余裕を持って、研究開発に取り組みたいと思います。

参考文献

1. (財)食品産業センター HPより抜粋
2. Y.JLee, T.Miyahara, T.Noike in: *Bioresource Technology* 80 pp.227-231 2001
3. NEDO平成17年度成果報告書「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/有機性廃棄物の高効率水素・メタン二段発酵技術研究開発/食品系廃棄物(生ごみ等)の水素・メタン発酵プロセスの研究開発」

◆◆ 次号は、「東京大学」研究者の声です ◆◆