

# 世界初、生ごみから水素とメタンを 高速回収できる新システム

## 水素・メタン二段醗酵実験プラント運転開始

エネルギー技術研究部門は企業等と共同で、嫌気性微生物により生ごみ・紙ごみ・食品系廃棄物を分解処理し、水素ガスとメタンガスを回収する高効率水素・メタン二段醗酵実験プラントを、本年7月に産総研つくばセンター・つくば西事業所内に完成させ運転を開始した。世界で初めての二段醗酵法により、生ごみ・紙ごみ・食品系廃棄物から水素ガスとメタンガスを分離して回収することができるプラント（写真）である。本二段醗酵では、全体の処理時間が25日から15日に短縮、エネルギー回収率も40～46%程度から55%以上に大幅に向上する。本実験プラントは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発」の成果である。

### バイオエネルギー

バイオマス（生物資源）は、再生可能な有機物で、環境浄化／温暖化軽減機能を有しており、環境調和型のエネルギー資源として大量導入が提唱されている。バイオマスのエネルギー利用を、バイオエネルギーと呼ぶ。平成14年12月の閣議決定では、「バイオマス・ニッポン総合戦略」が定められ、地球温暖化ガス排出削減・循環型社会形成という観点から、開発・導入への達成すべき具体的な目標値も設定されるなど、その最大限の利活用を図ることが求められている。

メタン醗酵は、微生物を利用し畜産廃棄物、有機性汚泥などの廃棄物系バイオマスからバイオガスを生産する技術として知られているが、分解率が低く反応が遅いことから適用例が限られ、年間1億トン強の有機性廃棄物が有効に再資源化されないまま焼却や埋立てなどに処理されている。このため、これら含水率の高い有機性廃棄物の有効な利用対策として、メタン醗酵における分解速度の向上、エネルギー回収率の向上や処理可能廃棄物種の拡大、残渣の低減化が課題となっていた。

### 水素・メタン二段醗酵

これらの問題を解決し、廃棄物処理量の低減はもとより、新たなエネルギーの創出（化石燃料の削減効果）、CO<sub>2</sub>排出量の削減、新市場の創出などに寄与することを目的として、エネルギー技術研究部門バイオマスグ

ループは、(株)西原環境テクノロジー、(株)荏原製作所、鹿島建設(株)、(財)バイオインダストリー協会と共同で、NEDOの委託研究「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・メタン醗酵を中心とした二段醗酵技術研究開発（平成13～17年度）」において、嫌気性微生物により生ごみ・紙ごみ・食品系廃棄物を分解処理し、水素ガスとメタンガスを回収する高効率水素・メタン醗酵技術開発を進めてきた。

増殖速度が速く、有機物分解速度の速い水素生成菌群を用いた水素醗酵を、メタン醗酵の前処理として導入し、有機物の低分子化を促進しながら水素を回収し、さらに後段のメタン醗酵で高速・高効率にメタン



写真1 実験プラントの外観

ガスを分離回収するところに特長がある。具体的には、従来型メタン醱酵のみの場合と比較し、この新しい水素醱酵をメタン醱酵の前段に付加することにより、有機物のガス化率が現状 60～65% から 80% に向上し、全体の処理時間も現状 25 日から 15 日に短縮され、その結果、加温や運転に必要な投入エネルギーが削減できるので、システム全体のエネルギー回収率は熱量換算で現状 40～46% 程度から 55% 以上（実規模）に改善されることが見込まれている（図）。したがって、最終的に実規模でエネルギー回収率 55% 以上の高効率水素・メタン醱酵プラントの実用化を目指す。

## マイクロフローで水素醱酵

従来の水素醱酵の研究は、エタノール醱酵のように単一の微生物菌株で行う例が多かった。本研究開発の対象となるのは生ごみや食品廃棄物で、糖類、タンパク質、脂質など多様な有機物から構成されており、多様な微生物が原料中に生息している。単一の水素生成菌を生ごみに添加しても、すでに生息している微生物との競合に負けてしまう。生ごみを加熱殺菌したのち水素醱酵を行う方法は、エネルギー収支の面から不利である。本研究開発では、近年研究の進展してきたマイクロフロー（複雑系微生物群）を利用した水素醱酵を、メタン醱酵の前処理として導入することに意味が

ある。メタン醱酵が、非殺菌系で生ごみをメタンに分解できるのは、多様な微生物が分解に係わるマイクロフローであるからで、水素醱酵も同様なマイクロフロー系で行うことにより実用化に近づく。

## 水素・メタン二段醱酵実験プラント完成

この二段醱酵プロセス実現に向けて、本 NEDO プロジェクトでは、産総研を含む各機関において「嫌氣的可溶化プロセスの研究開発」、「食品系廃棄物の水素・メタン醱酵プロセス」、「難分解性物質の水素・メタン醱酵プロセス」、「メタン醱酵の効率化及びバイオエンジニアリング」、「複合水熱技術」の各研究開発を実施し、これまでに、メタン醱酵微生物群の解析・制御技術、可溶化技術、水素・メタン醱酵技術等の各要素技術を研究してきた。これらの成果を基に、実験プラントの設計・施工・運転・評価を中心とした「トータルシステムの開発と実証」の研究開発に共同で取り組み、本実験プラントが完成した。

今回完成した実験プラントは、実規模の 10～100 分の 1 スケールであり、生ごみの水素・メタン二段醱酵による準実証規模のプラント建設は世界で初めてである。これまで培ってきた各要素技術を統合し、水素・メタン二段醱酵システムとして実用化に向けての有効

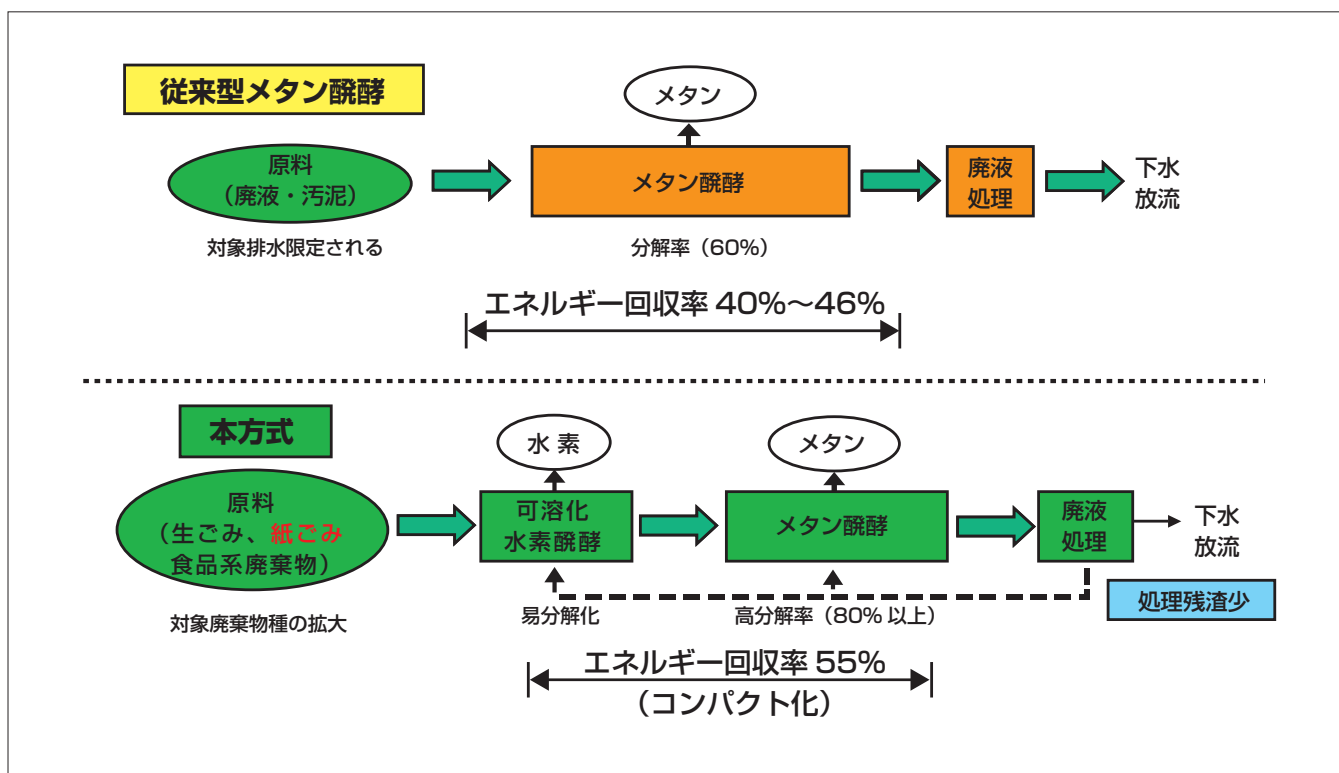


図 二段醱酵方式の特徴

表 高効率水素・メタン醱酵実験プラントの概要

項目	摘要
構成	実験棟：縦 10 m × 横 18 m × 高さ 5 m 研究棟：縦 5 m × 横 5 m × 2 階建て 可溶化・水素醱酵槽：容量 1 m <sup>3</sup> メタン醱酵槽：容量 0.4 m <sup>3</sup>
1 日あたりの処理能力	産総研食堂残飯：50kg+ 紙ごみ 3 ~ 5kg 食品系廃棄物：10kg
1 日あたりのガス発生量	水素醱酵ガス：0.5 ~ 1 m <sup>3</sup> メタン醱酵ガス：5 ~ 10 m <sup>3</sup>
エネルギー回収率の目標（実規模）	55% 以上
技術の特徴	可溶化・水素醱酵とメタン醱酵の二段醱酵で、有機物を水素とメタンに高速・高効率でガス化



写真 2 可溶化・水素醱酵槽（右側）

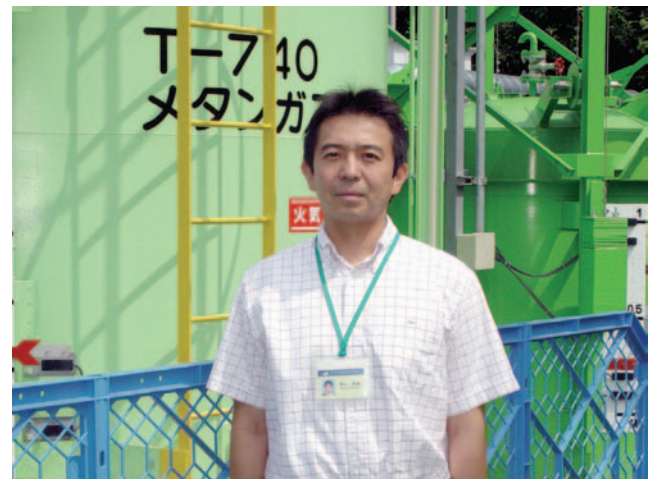
性を検証することを狙いとしている。生ごみと紙ごみ系、食品廃棄物系の2つの水素醱酵槽を備えている(写真2)。

7月から試運転を開始し、産総研食堂から排出される残飯(50kg/日)やシュレッダーで処理された紙ごみなどを原料として用い、すでに水素ガス及びメタンガスの生成を確認している。定格運転時には、1日あたり水素醱酵ガス0.5~1m<sup>3</sup>、メタン醱酵ガス5~10m<sup>3</sup>を回収できる見込みである(表)。なお、水素・メタン二段醱酵技術により生成されたガスは、ガスエンジン、ボイラーはもとより、燃料電池などの燃料として使用することが可能であり、広い範囲での事業化展開を期待できる。

## 今後の予定

今後、更に本実験プラントのガス化効率やエネル

ギー回収率等の実験データの蓄積と検証評価を進め、それらの成果をふまえ、複合ビル(レストラン、ホテル、事務所、店舗など)における生ごみとリサイクル不適紙類を対象としたケース、及び食品工場・製糖工場などでの菓子・パン類の廃棄物、果実加工残渣等を対象としたケース、それぞれについて想定した実証試験に展開していく予定である。



エネルギー技術研究部門 バイオマスグループ  
澤山茂樹 主任研究員

●問い合わせ  
独立行政法人 産業技術総合研究所  
エネルギー技術研究部門  
バイオマスグループ 主任研究員 澤山 茂樹

E-mail : s.sawayama@aist.go.jp  
〒 305-8569  
茨城県つくば市小野川 16-1 つくば西