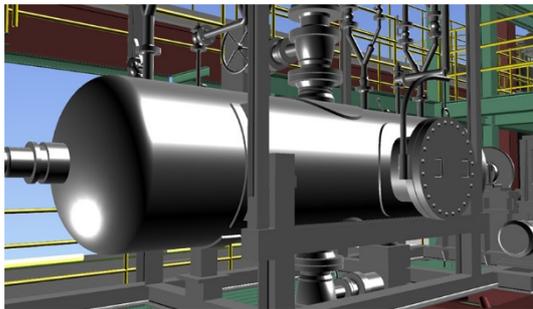


都市廃棄物からのバイオマス 高効率回収・資源化システムの開発

Development of High Efficiency Biomass Recovery and Recycle System for Municipal Waste



藤川 圭司*¹
Keiji Fujikawa

鵜飼 展行*²
Nobuyuki Ukai

中川 慶一*³
Kei-ichi Nakagawa

池 卓*⁴
Takashi Ike

沖野 進*⁵
Susumu Okino

資源循環型社会の構築に向けて、廃棄物処理分野においても廃棄物から厨芥類(食品残渣)、紙類等のバイオマスを可能な限り分別回収して、再資源化するニーズが高まっている。しかし、廃棄物に混在するプラスチック、金属等との分別回収は容易ではなく、リサイクルを進める上で課題となっていた。三菱重工グループ(以下、当社グループ)では、分別困難で焼却処理せざるをえなかった廃棄物から、バイオマス資源を容易に分別回収するとともに、高効率で再資源化が可能な性状とする技術の開発を進めている。本報では、本システムの概要と特徴について紹介する。

1. はじめに

日本国内における2020年の一般廃棄物の発生量は4167万トンであり、家庭ごみ等の生活系が1165万トン、スーパー・コンビニ・飲食店等の事業系が3002万トンの内訳となっている⁽¹⁾。一般廃棄物は、厨芥類や紙類等のバイオマス資源を乾重量ベースで約6割含むものの、プラスチックや金属等が混在していることから、現状は、バイオマス資源が分別・リサイクルされることなく、ほとんどが焼却処理されている⁽²⁾。また、国内の廃棄物焼却施設の多くでボイラ発電や熱利用が行われているが、厨芥類は水分を多く含んでいてエネルギー回収率が低い課題がある。このような状況も踏まえ、環境省は2019年に“廃棄物エネルギーを効率的に回収することによる地域のエネルギーセンターとしての機能”の整備や、“廃棄物の資源化・バイオマス利活用の推進”でメタンガス化等の重要性に言及している⁽³⁾。

世界に目を向けると、欧州はFit for 55やロシア・ウクライナ危機への対応策REPowerEUの中で、バイオメタン生産量を2030年に350億m³に大幅拡大する方針を示しており、米国カリフォルニア州もユーティリティ事業者のバイオメタン調達目標を2030年までに約20億m³に設定している⁽⁴⁾。このように、エネルギーの脱炭素化に加え、エネルギー安全保障や天然ガス価格高騰のリスクを受けて、自国内調達可能なバイオメタン利活用への関心が急速に高まっており、エネルギーを輸入に依存する我が国も2050年カーボンニュートラルの達成に向けてバイオメタン利活用の拡大が重要な課題になると考えられる。

こうした背景をふまえ、当社グループは一般廃棄物のようなプラスチックや金属等を含む夾雑性の高い廃棄物からバイオマス資源を容易に分別回収するとともに、よりエネルギー回収率が高いメタンガス化に適した性状に変換できる、バイオマス高効率回収・資源化システムの開発を進めている。

*1 総合研究所 化学研究部 主席研究員

*2 総合研究所 化学研究部 主席研究員 技術士(衛生工学部門, 総合技術監理部門)

*3 総合研究所 化学研究部

*4 技術戦略推進室 BI&I 部 主席部員 技術士(衛生工学部門)

*5 MHIソリューションテクノロジーズ株式会社 主幹

2. バイオマス高効率回収システムの概要

本システムの基本構成を図1に示す。

本システムは、廃棄物を一定の温度・圧力条件下で水熱処理させる反応器と、反応生成物を厨芥類や紙類等のバイオマス資源と、プラスチック、金属等の再資源化における不適物に分ける分別装置から構成される。

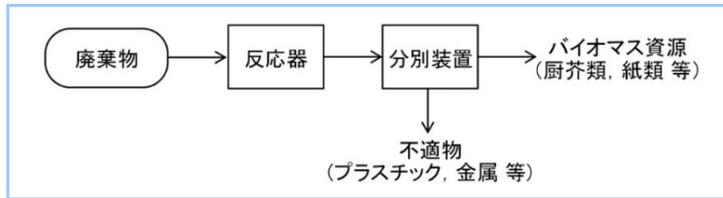


図1 基本システム構成

反応器は、廃棄物に含まれるバイオマス資源(厨芥類、紙類)と不適物を容易に分別できるよう、不適物は元の形状を保ちながらバイオマス資源のみを細粒化するための適切な反応条件(温度、圧力、反応時間)を組成して処理を行う機能を有する。

廃棄物(生活系一般廃棄物)を模擬したサンプルの反応処理物の一例を図2に示す。同図より、ごみ袋等のプラスチックの形は元の形状を維持しつつ、厨芥類等のバイオマス資源はおが屑のように細粒化していることが分かる。このような反応処理物を一般的な分別装置により選別することで、バイオマス資源を容易に高収率で回収することが可能となる。



図2 廃棄物模擬サンプルの反応処理物(一例)

本システムは、反応器への充填・処理・排出を繰り返すバッチ式処理を採用しているが、廃棄物の投入/排出コンベヤや処理物の分別装置と連動した自動化を図ることにより、運転の省力化も実現することができる。

3. メタンガス化との組合せによるエネルギー回収の効果

前記2章で紹介したシステムは、メタンガス化との組合せにより以下の効用を発揮できる。

3.1 バイオマス資源の収率や分解率の向上により、バイオガス発生量が増加

本システムの適用により、前述のバイオマス資源の高収率回収に加え、メタンガス化の反応速度が遅いとされていた紙類、草木類、農作物残渣も分解性が高まるため、バイオガス発生量が増加する。ラボ試験の結果から、バイオマス資源を約6割含む(乾重量ベース)一般廃棄物を対象とした場合、従来の破碎選別+乾式メタン発酵と比べて、バイオマス高効率回収システム+湿式メタン発酵の適用によりバイオガス発生量は1.2~1.3倍になると見込まれる(図3)。

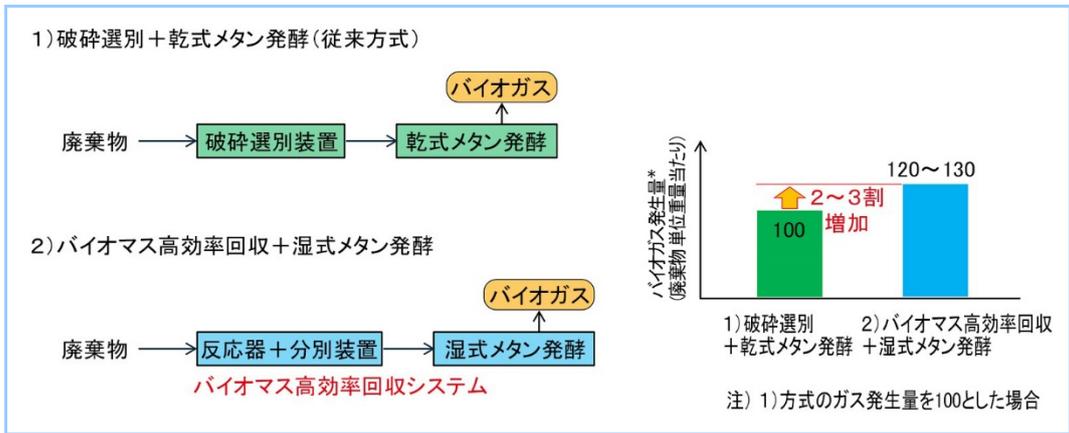


図3 メタンガス化におけるバイオガス発生量の比較(一例)

3.2 メタンガス化プロセスの安定運転やコンパクト化に寄与

性状や形状の変化の大きい廃棄物を原料とした場合、メタンガス化プロセスは投入負荷の変動や反応速度の変化によりメタン発酵が不安定となることがあり、メタン発酵の安定した運転管理が難しいことが課題である。本システムにより処理されたバイオマス資源は細粒化されて性状や形状が均質化されていることから、発酵槽への投入負荷や反応速度が安定化し、メタン発酵の運転管理の簡素化を図ることが可能となる。

さらに、メタン発酵の運転が安定化することにより、高温発酵方式の適用も可能となる。55℃で反応を行わせる高温発酵は、37℃の中温発酵と比べて反応速度が速く、メタン発酵槽での滞留時間を半減できるため、発酵槽の容量を半分にコンパクト化できる。

3.3 廃棄物の減容化・無害化・無臭化により広域化処理を合理化

本システムにより処理・回収されたバイオマス資源は、細粒化されることで減容化されるとともに、熱処理され殺菌されることで腐敗が抑制され無害化・無臭化される特徴もある。例えば、現在、国が推奨している一般廃棄物(生活系)処理の広域化・集約化では、廃棄物焼却施設までに中継地点が必要になるケースが想定されるが、本システムを活用すれば、①中継地点でバイオマス資源のメタンガス化処理まで完結でき、廃棄物の輸送負荷を大幅低減でき、かつ②分離されたプラスチック、金属等の不適物は熱処理により無害化・無臭化され、廃棄物焼却施設へ比較的衛生的な状態で輸送可能となる(図4)。

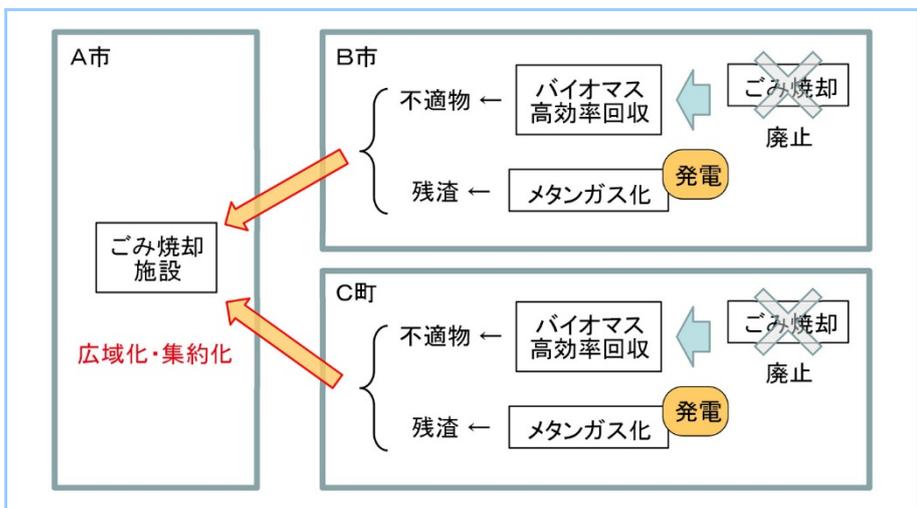


図4 一般廃棄物の広域化処理における本システムの適用イメージ

3.4 廃棄物焼却とのハイブリッド処理でエネルギー収率が向上しCO₂排出量を2割削減

新たな一般廃棄物処理方式として導入が進んでいる、焼却とメタンガス化を組み合わせたハイブリッド処理にも、本システムは図5に示すような形で適用可能である。バイオマス資源のメタンガ

ス化とガスエンジン発電によるエネルギー回収と、不適物として分別されたプラスチックの焼却で廃棄物の発熱量増による発電効率向上により、本システムの所要エネルギーを差し引いてもエネルギー収率が向上する。

CO₂ 排出量の削減効果として、一般廃棄物を対象とし①焼却処理(従来方式)と、②本システムを適用した焼却とのハイブリッド処理を比較した。試算では、廃棄物中のプラスチック由来のCO₂ 排出量と施設消費電力を電力系統のCO₂ 排出係数を仮定してCO₂ 排出量に換算した排出量合計に対し、発電により得られた電力から同様にCO₂ 排出削減量に換算して、ネットのCO₂ 排出量を①②それぞれで算出した。試算結果を図6に示す通りであり、②ハイブリッド処理はエネルギー収率の向上により、①焼却処理と比較してCO₂ 排出量を2割程度削減できると見込まれる。

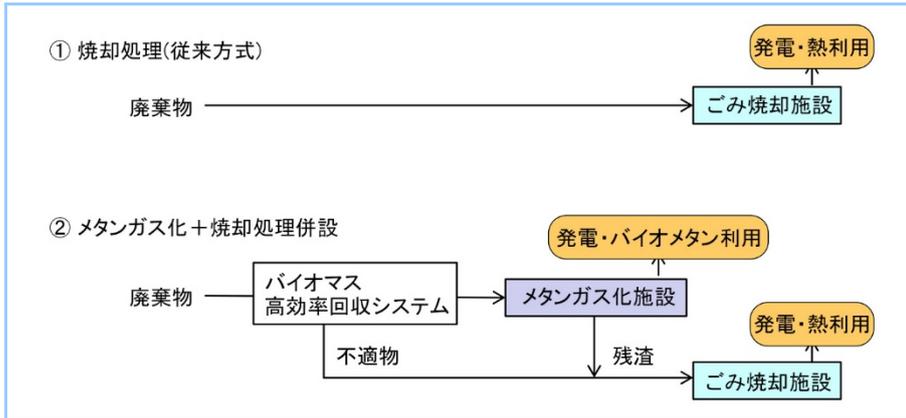


図5 本システムを適用したハイブリッド処理のシステムフロー(一例)

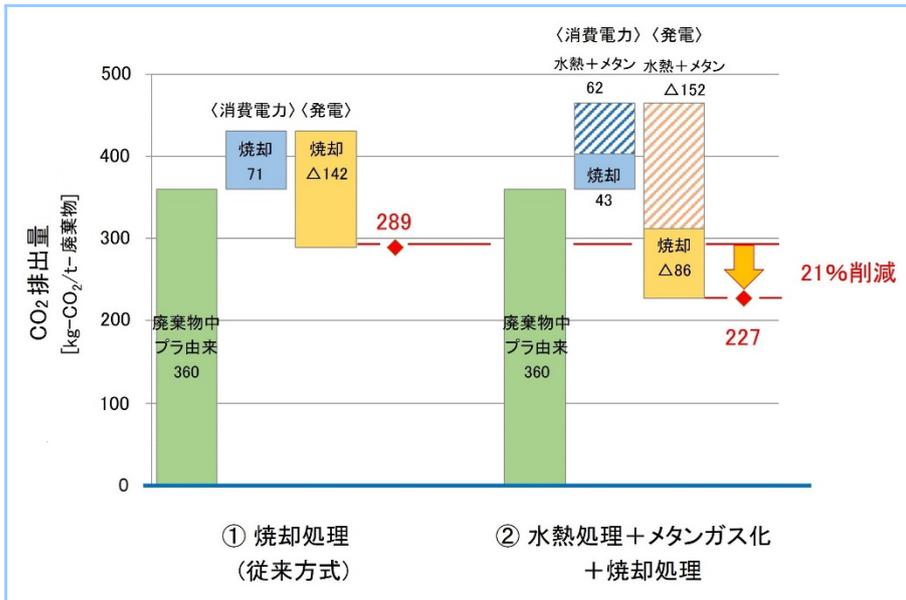


図6 CO₂ 排出量 試算結果

4. まとめ

プラスチック、金属等を含む廃棄物から、厨芥類、紙類等のバイオマス資源を容易に回収でき、かつ再資源化に適した性状に転換できる処理システムを考案した。本システムをメタンガス化と組み合わせることにより、廃棄物中のバイオマス資源回収率や分解率が向上し、バイオガス発生量が増加するといった効果が発揮できる。今後、国内外の民間事業者や自治体のお客様に本システムを広く提供することで、地球規模の環境問題の解決と資源循環型社会の実現に貢献していく。

参考文献

- (1) 環境省, 廃棄物処理技術情報, (2022)
https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/index.html
- (2) 環境省, 一般廃棄物処理事業実態調査の結果(令和2年度)について, (2022)
<https://www.env.go.jp/content/900518688.pdf>
- (3) 環境省, 持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について(通知)
<https://www.env.go.jp/hourei/11/000652.html>
- (4) 資源エネルギー庁, 欧州・米国におけるバイオメタン利用の拡大について(2022)
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methanation_suishin/pdf/007_07_00.pdf