

当社のメタン発酵技術

KOBELCO ECO-SOLUTIONS's Technology of Methane Fermentation



技術開発本部
水・汚泥技術開発部 汚泥処理室
川 嶋 淳
Jun Kawashima

資源量が有限で地球温暖化の原因となる化石燃料に替わり、バイオマスからのエネルギー回収技術が脚光を浴びている。当社は生ごみ、畜糞、汚泥等のバイオマスからメタンガスの形でエネルギーを回収・再利用するメタン発酵技術の開発、実用化に注力しており、これまでに2件の実績を有している。本稿では、これらの概要について報告する。

Biomass draws increasing attention as the alternative energy source to fossil fuel that is finite and causes global warming.

We have been focusing on the development of methane fermentation technology for energy recovery from biomass such as garbage, livestock excreta, sludge, and so on.

And we have achieved two deliveries of methane fermentation plant so far.

This article reports on the outlines of technology and these plants.

Key Words :

メタン発酵
中温発酵
高温発酵
バイオガス
バイオマス
有機性廃棄物
バイオマス発電

Methane fermentation
Mesophilic fermentation
Thermophilic fermentation
Biogas
Biomass
Organic waste
Biomass power generation

まえがき

21世紀は資源循環の世紀といわれている。有限かつ地球温暖化の原因となる化石燃料に替わる再生可能でクリーンなエネルギー資源として、バイオマスの利活用が脚光を浴びている。バイオマスとは、生物資源（バイオ/bio）の量（マス/mass）をあらわし、エネルギー源として再利用できる、動植物から生まれた有機性の資源のことである。¹⁾

政府は平成14年12月に「バイオマス・ニッポン総合戦略」を閣議決定し、国を挙げてバイオマス利活用を推進していく強い意思表明を国内外に示してい

る。具体的な取組みとして、市町村を対象とした「バイオマスタウン構想」を掲げ、広く地域の関係者の連携の下、バイオマスの発生から利用までが効率的なプロセスで結ばれた総合的利活用システムが構築され、安定的かつ適正なバイオマス利活用が見込まれる地域に対しては積極的な補助金・交付金支援をおこなっている。

一方、「家畜排せつ物の管理の適正化および利活用の促進に関する法律（家畜排せつ物法）」（平成11年11月施行）や、「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）」（平成13年5

月施行)等により、バイオマス発生箇所の当事者である畜産農家や食品事業者に対する法規制が厳しくなっており、従来のような「流す、捨てる、放置する」といったバイオマス処分ができない状況になってきている。

バイオマス利活用手段として、メタン発酵技術が注目されている。メタン発酵は、有機性廃棄物からバイオガス(メタン濃度約60%)を取り出し、エネルギーとして再利用できる技術である。これらの背景のもとに、当社はメタン発酵技術の開発と、設備の受注に注力しており、2003年にコープこうべ殿向け、2006年に大分県日田市殿向けのメタン発酵設備を納入している。本稿では、当社のメタン発酵技術と、2件の受注実績について紹介する。

1. メタン発酵技術の概要

メタン発酵は、嫌気性条件下で有機物が多様な微生物の代謝作用によりメタンと二酸化炭素に分解される現象である。従来、広くおこなわれてきたのは下水処理場等の大型排水処理設備から発生する余剰汚泥を長時間かけて分解、減量化する技術で、嫌気性消化ともいわれている。メタン発酵によりこれまで廃棄・放置処分されていたバイオマスの適正処理や減量化が促進され、発生したバイオガスをエネルギーとして再利用することができる。^{2), 3)}

メタン発酵における物質変換の概要を図1に示す。原料の対象となるバイオマスとしては、生ごみ、家畜排泄物、排水処理汚泥のほか、食品・飲料・醸造工場から発生する有機性廃棄物等が挙げられる。これらバイオマスに含まれる高分子有機物は、まず加水分解等により低分子の有機酸に分解され(酸発酵)、その後メタン生成細菌の働きによりメタンと二酸化炭素が生成される(メタン発酵)。酸発酵とメタン発酵はそれぞれ異なる細菌種が関与する反応であるため、工程としては二段の発酵形式をとっているが、メタン発酵槽内でも同時進行するため、設備的には区別されないケースも多い。メタン発酵後は、メタンと二酸化炭素を主体とするバイオガスと消化液が発生する。消化液は海外では液肥として利用されるケースが多いが、日本国内では臭気や含まれる窒素・塩分等の問題から農地還元は困難であり、ほぼ全量を排水処理し、下水もしくは河川放流する。消化液中の固形物残渣および排水処理設備から発生した余剰汚泥は堆肥化して再利用することが多い。

メタン発酵は、発酵温度により高温(50~60℃)と中温(30~40℃)に分けられる。中温発酵にくらべて高温発酵の方が約2倍有機物分解速度が速い

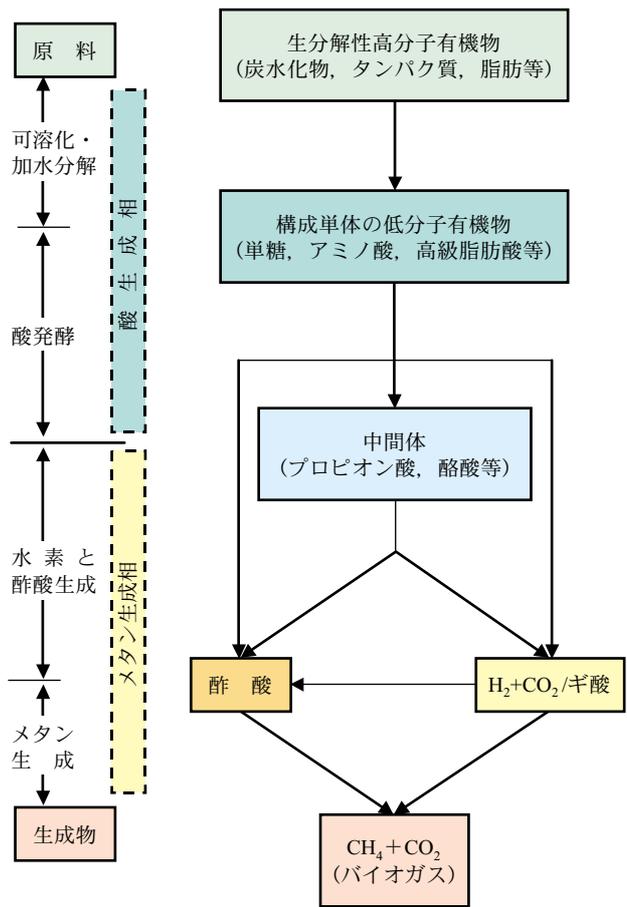


図1 メタン発酵における物質変換の概要

ため、短時間処理やメタン発酵槽の小型化には有利であるが、高温メタン発酵は有機物負荷の変動や高濃度のアンモニアによる阻害影響を受けやすいため、原料の種類や質・量の変動を十分検討したうえで高温・中温のどちらの方式を採用するかを決定する。

また、メタン発酵は原料の含水率の違いにより乾式(固形物濃度20~40%)と湿式(4~12%)に分けられる。乾式メタン発酵は木質や紙等の含水率の低いバイオマスが原料の主体となる。湿式メタン発酵は生ごみ、家畜排泄物、汚泥等、広範囲のバイオマスが原料の対象となる。日本国内では一般的に木質バイオマスや紙ごみの安定的な供給が困難であるため、湿式メタン発酵が広く導入されている。当社の実績もすべて湿式メタン発酵方式である。

2. 当社のメタン発酵設備

当社はこれまでに2件のメタン発酵施設納入実績を有する。以下に各施設の概要を紹介する。

2.1 コープこうべ殿向けメタン発酵設備

2.1.1 設備概要

2003年10月に生活協同組合コープこうべ殿向けにメタン発酵設備第一号機を納入した。食品工場から

発生する食品廃棄物を原料として、バイオガス発電をおこなう施設である。⁴⁾ コープこうべ殿向けメタン発酵設備の全景を図2に、食品廃棄物処理設備フローを図3に示す。

本食品廃棄物処理設備は生ごみ破袋分別設備、メタン発酵設備、エネルギー利用設備からなり、これらの設備におから乾燥設備、ビニールごみの圧縮減容保管設備等が併設されている。排水処理設備は既設設備を流用している。メタン発酵は高温方式（55℃）を採用している。生ごみ5 t/dを処理し、発生



図2 コープこうべ殿向けメタン発酵設備 全景

させたバイオガスで発電をおこない、えられた電力は工場内で利用する。

2. 1. 2 生ごみ処理の流れ

工場から発生した生ごみは計量後、生ごみ破袋分別設備に投入され、包材を分離する。分離された包材は圧縮減容された後、場外処分される。生ごみは破碎後、計量データをもとにメタン発酵に適した濃度に希釈され、原料槽に貯留される。調整された生ごみスラリーは定量的にメタン発酵槽に移送される。

メタン発酵槽は有効容積180 m³であり、計画滞留時間は10日間である。温水ジャケットにより55℃に維持されており、有機物をメタン発酵してバイオガスを発生させる。バイオガスは、乾式脱硫塔にて脱硫後、ガスホルダーに貯留される。貯留されたバイオガスはガスエンジン（60 kW×1台）に送られ、発電をおこなう。発生した電気は約6割がメタン発酵設備で使用され、余剰分は工場内で利用される。余剰バイオガスは、蒸気ボイラの燃料として使用される。

メタン発酵槽で発生した消化液は、既設の工場排水処理設備にて嫌気処理、好気処理され、下水道放流される。汚泥処理には汚泥減量化プロセス（エステプロセス[®]）が組込まれている。メタン発酵槽に併設された可溶化槽に排水処理設備から発生した余

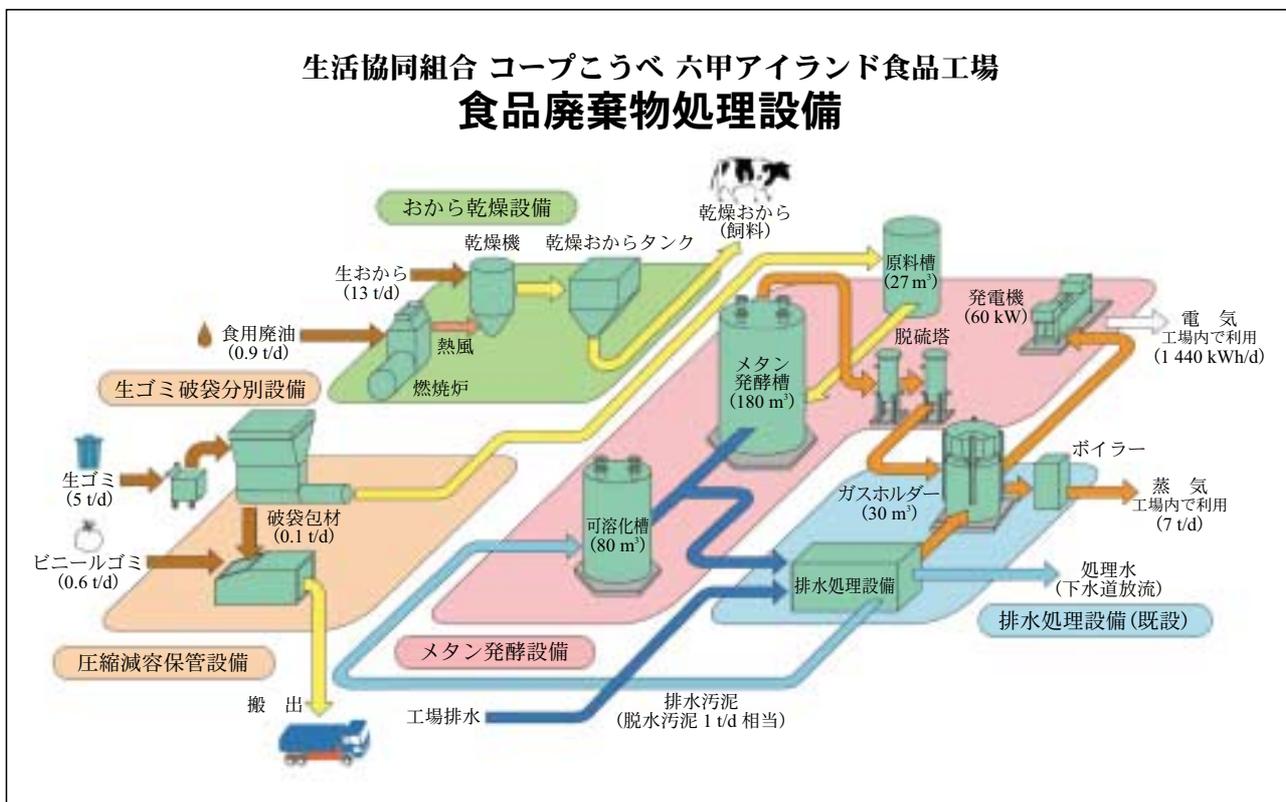


図3 コープこうべ殿向け食品廃棄物処理設備 フロー図

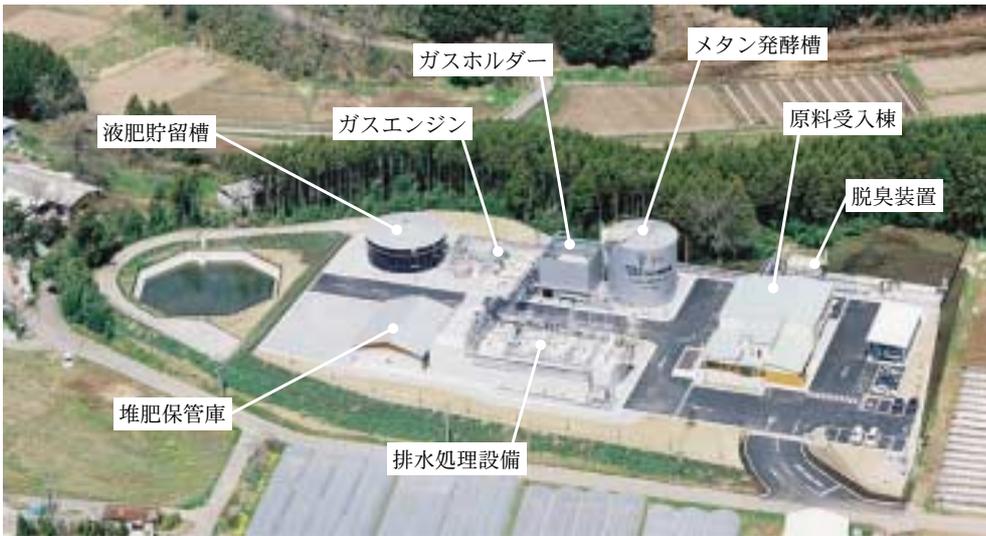


図4 日田市バイオマス資源化センター 全景

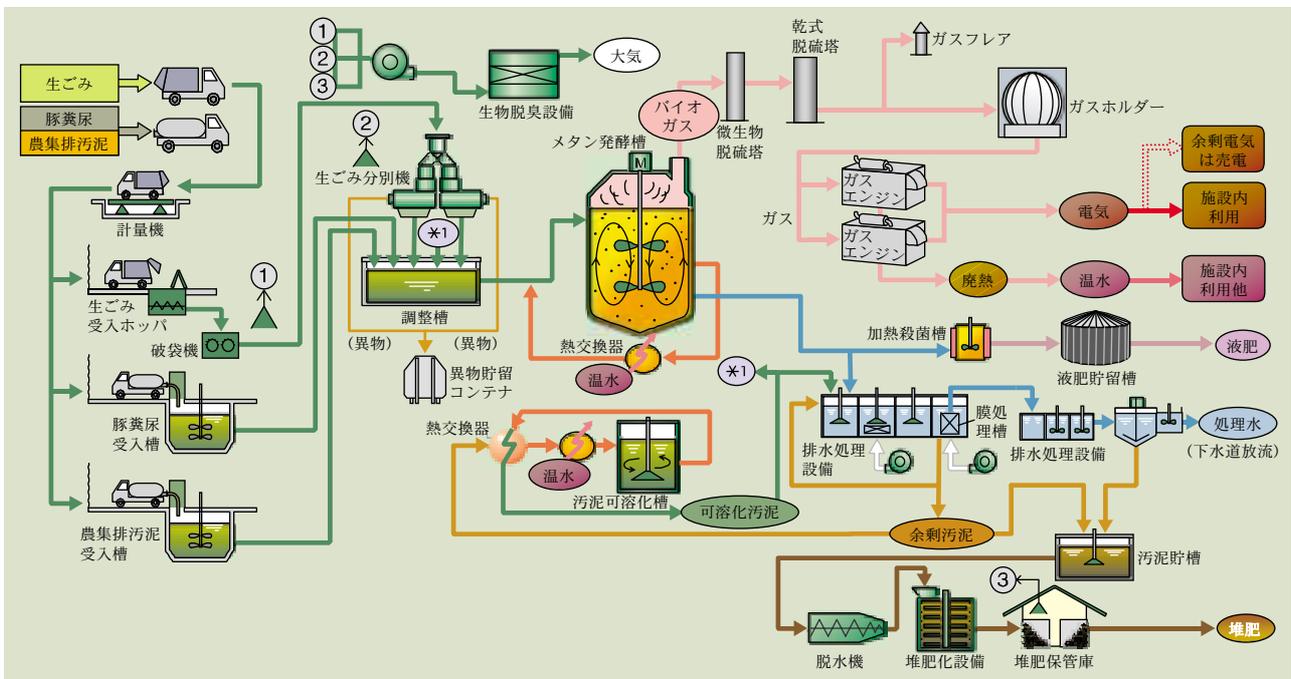


図5 日田市バイオマス資源化センター 処理フロー

剰汚泥が投入され、ここで好熱菌の生成する酵素の働きで可溶化される。可溶化汚泥は再度排水処理設備に戻されることで生物的な分解が進み、汚泥が減量化される。

2.1.3 設備導入の効果

メタン発酵を中核とする食品廃棄物処理設備を導入したことで、生ごみからのエネルギー回収や、廃棄物処理費用削減が可能となり、年間約8700万円のコスト削減効果がえられている。また、食品リサイクル法に定められた食品廃棄物の再生利用率20%以上を達成しており、法規制に対応した環境改善を実現している。

2.2 日田市バイオマス資源化センター メタン発酵設備

2.2.1 設備概要

2006年4月に日田市殿向けにメタン発酵設備第二号機を納入した。メタン発酵設備は原料受入量80t/d規模の大型設備である。市内から発生する豚糞尿、生ごみ、農業集落排水処理汚泥等を原料として、バイオガス発電、液肥および堆肥製造をおこなうバイオマスのトータルリサイクル施設である。^{5), 6)} 日田市バイオマス資源化センターの全景を図4に、設備フローを図5に示す。

本施設は原料受入設備、メタン発酵設備、ガス貯

留設備、エネルギー利用設備、液肥貯留設備、堆肥化設備、排水処理設備、脱臭設備からなる。メタン発酵施設の計画規模は豚糞尿50 t/d、生ごみ24 t/d、農集排汚泥6 t/dの合計80 t/dである。メタン発酵で発生させたバイオガスで発電をおこない、えられた電力は施設内の自給に利用する他、余剰電力は売電する。メタン発酵は中温方式（35℃）を採用している。メタン発酵槽から発生する消化液の一部を液肥として利用し、その他は排水処理を経て下水道に放流する。また、排水処理設備から発生する固形物残さは堆肥化して有効利用する。

2.2.2 バイオマス処理の流れ

豚糞尿は専用のバキューム車もしくはタンク車にて、生ごみはパッカー車にて、集排汚泥は運搬委託業者のバキューム車にて搬送され、計量機で重量測定がおこなわれる。豚糞尿および集排汚泥は専用のスクリーンを通過して大型の固形物を分離後、それぞれ糞尿受入槽、集排汚泥受入槽に投入され、ポンプにて定量的に後段の調整槽に移送される。生ごみは受入ホッパに袋詰め状態で投入された後、破袋機、破碎分別機を経てビニール袋や発酵不適物を異物除去後、調整槽に投入される。調整槽で混合され、スラリー化した原料はカッターポンプでさらに細分化され、定量的にメタン発酵槽に移送される。

メタン発酵槽は有効容積1900 m³であり、計画滞留時間は24日間である。熱交換器への汚泥循環により35℃に維持されており、有機物をメタン発酵してバイオガスを発生させる。バイオガスは微生物脱硫装置で硫化水素を粗取り後、乾式脱硫塔にて仕上げの脱硫をおこない、ガスホルダーに貯留される。貯留されたバイオガスはガスエンジン（170 kW×2台）に送られ、発電をおこなう。発生した電気は場内設備に利用されるが、余剰分は売電にまわされる。発電時の廃熱でえられる温水は、メタン発酵槽の加温等に利用される。ガスホルダー内圧が一定以上になった場合、バイオガスの一部はガスフレアにて燃焼処分される。

メタン発酵槽で発生した消化液の一部は加熱殺菌槽で殺菌後、液肥貯留槽にて貯留され、液肥として農地散布される。残りの消化液は、スクリーンにて夾雑物を除去した後、膜分離活性汚泥法による排水処理設備で処理がおこなわれる。本設備は、余剰汚泥を極力減量化することを目的として、好熱性細菌による汚泥減量化プロセス（エステプロセス[®]）を組んでいる。消化液は硝化脱窒、固液分離、凝集沈殿リン除去を経て下水道放流水質まで処理後、下

水道放流されている。

2.2.3 設備導入の効果

現在、計画原料である豚糞尿、生ごみ、農集排汚泥に加えて、焼酎粕の受入れをおこなうことで、場内設備電力自給率はほぼ100%になっており、売電実績もあがりつつある状況である。

バイオマス資源化センターの稼動に合わせて日田市では生ごみの分別収集を実施しており、収集可燃ごみ量は分別前後の1年間で3418トン、前年度比で31%減量することができた。また、ごみの焼却量減少にともない、二酸化炭素の排出量を4096トン/年抑制したと試算される。⁷⁾

当センターは農林水産省主催の平成18年度バイオマス利活用優良表彰九州ブロックにおいて、農林水産省農村振興局長賞を受賞（2007年1月）、また、大分県地球温暖化防止活動推進センターが主催する「おおいた温暖化対策コンテスト」実施部門において、県知事賞を受賞（2007年9月）した。バイオマスの利活用と、地球温暖化防止に貢献する施設として高い評価をえている。

むすび

当社のメタン発酵技術と実績について紹介した。メタン発酵技術はバイオマスの利活用技術として非常に有効な技術である反面、消化液が液肥として利用困難である日本国内では排水処理設備が大型化する傾向があり、これが普及につながらない課題となっている。今後、本課題解決のために積極的な開発に取り組んでいく所存である。

当社は環境ソリューション企業として幅広い環境技術を保有している。今後の取組みとして、メタン発酵技術と廃棄物処理技術、消化ガス精製技術等の組み合わせにより、独自性の高い提案活動を展開していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) バイオマスハンドブック、(社)日本エネルギー学会 [編] (2002)、p.2
- 2) 李玉友：メタン発酵システムの基礎、メタン発酵処理システムの設計法と運転管理・トラブル対策講習会テキスト (2007)、p.2
- 3) メタン発酵利活用施設技術指針 (案)、農林水産省農村振興局整備部農村整備課監修、(社)地域資源循環技術センター発行 (2005年8月)、p.3-1~3-19
- 4) 宮本武、隅晃彦：神鋼環境ソリューション技報、Vol.1、No.1 (2004)、p.49
- 5) 神鋼環境ソリューション技報、Vol.3、No.1 (2006)、p.34
- 6) 川嶋淳、山下哲生、宇良伸之：神鋼環境ソリューション技報、Vol.4、No.1 (2007)、p.40
- 7) 広報ひた、2007、No.926、日田市発行 (2007)、p.17