HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	有機系廃棄物のバイオガス化施設の紹介
Author(s)	河野，孝志；谷，良二；角田，芳忠
Description	第7回衛生工学シンポジウム（平成11年11月11日（木）-12日（金） 北海道大学学術交流会館） . 1 廃棄物 1 . 1-7
Citation	衛生工学シンポジウム論文集，7，30-33
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7259
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-1-7_p30-33.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

1－7 有機系廃棄物のバイオガス化施設の紹介

○河野 孝志，谷 良二，角田 芳忠（(株)タクマ）

1. はじめに

現在，都市ごみ中の厨芥類はそのほとんどが可燃ごみとして焼却処理されている。しかし，ごみの減量化を図り，リサイクルを推進して循環社会の構築をめざそうとする中で，厨芥類も分別して資源化を図ることが求められている。厨芥類の資源化手法としてコンポスト化が従来から一部で行われているが，市場や臭気の問題から大きな流れとはなっていない。また，図 1 に示すようにリサイクルの推進により焼却対象となるごみの発熱量低下が予想されるが，厨芥類の資源化によって残されたごみの発熱量の回復，ひいては廃棄物発電によるサーマルリサイクルへの貢献が期待される。

こうした背景のもと厨芥類の資源化技術として，メタン発酵により有機物を衛生的に処理し，且つエネルギーを回収する KOMPOGAS システムをヨーロッパの企業である Schmid 社から導入することになった。

本稿では，生ごみなどの有機系廃棄物のメタン発酵技術を概説し，さらにバイオガス回収事例を示し，最後に(株)タクマ，石川島播磨重工業(株)，川崎重工業(株)，(株)クボタ，日本鋼管(株)，日立造船(株)のプラントメーカー6 社による実証プラントの概要について報告する。

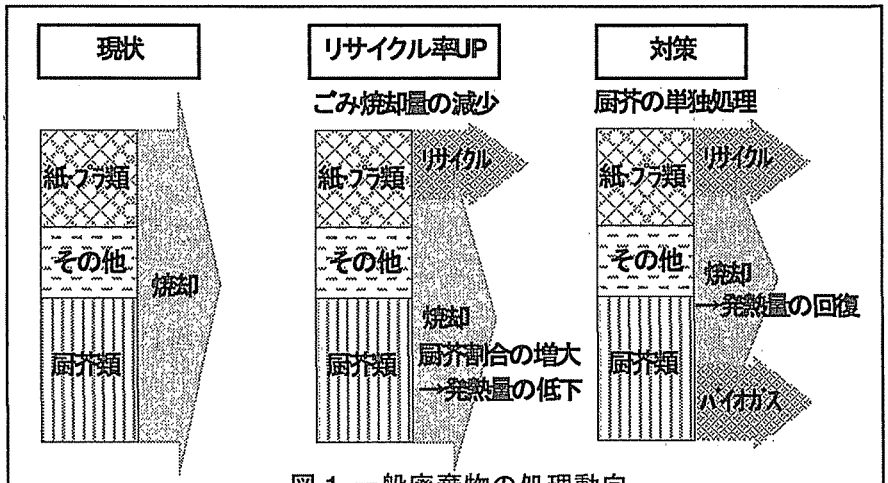

図 1 一般廃棄物の処理動向

2. 有機系廃棄物のメタン発酵技術 [1, 2)]

2-1. 嫌気発酵プロセス

有機系廃棄物はタンパク質，炭水化物，脂肪に分類することができ，嫌気条件下でこれらの有機物は各種嫌気性菌群によって水溶性無機物とガスに分解される。

嫌気発酵の第 1 段階では通性嫌気性菌により固形有機物が加水分解され溶解性有機物となる。

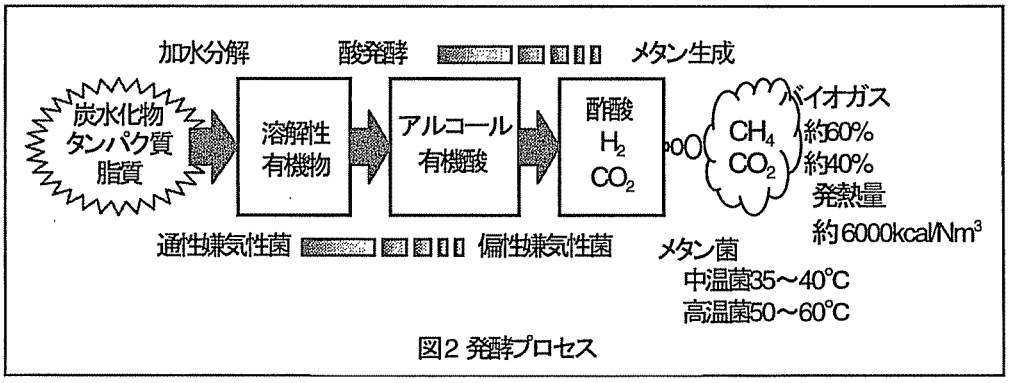

図2 発酵プロセス

第 2 段階では高分子有機物が低分子中間生成物(有機酸, アルコール)に分解されるが, その生成物はほとんどが酸性を有するため酸性発酵とも言われている。第 3 段階では偏性嫌気性菌により前段での中間生成物や代謝生産物がメタン, 二酸化炭素に分解される。ここで大量のメタンが発生するのでメタン発酵, またアンモニアが亜硝酸アンモニアの形で液中に残るため嫌気的アルカリ消化とも言われている。

2-2. 嫌気発酵のメカニズム

メタン菌に及ぼす外的条件として温度, pH 値などが重要となる。

嫌気発酵では各菌群の活動が温度により影響され, メタン発酵には 35～40℃を最適温度とする中温発酵と 50～60℃を最適温度とする高温発酵があるが, 従来の水処理では加温用の熱量の収支から一般に中温発酵が用いられ, 固体廃棄物処理では高温発酵が用いられることが多い。それは固体廃棄物が酸発酵しやすいため, ガス発生量の増加が期待される高温発酵を用いメタン発酵を重視しているためである。そのガス発生量は, 経験的に厨芥の場合約 100～150m^3/ごみ^{トン}, メタン濃度は 55～70%, 発熱量は約 6,000kcal/Nm^3 である。

メタン菌は弱アルカリ性環境を最適 pH 値とするが, 嫌気発酵の第 1 段階の酸性環境と第 2 段階のアルカリ性環境との適度なバランスによって弱アルカリ性を呈することが必要となる。そのためには第 1 段階の酸性発酵による中間生成物をメタン菌が絶えず分解できるように種付け調整を行うことでそれが実現できる。

2-3. 嫌気発酵の利点

嫌気発酵の利点として, メタンガスの発生だけではなく, 次のことがあげられる。

①容積の減少 ： 下水スラッジの場合発酵前に比べ 1/2～1/3 まで減少する。

②悪臭の低減 ： 発酵槽が密閉された嫌気条件下にあるためメタン, 二酸化炭素と同時に硫化水素が発生するが, 補集されて利用されるため飛散しない。

③抗菌力 ： メタン菌そのものに抗菌力があるため病原菌を不活性化しやすい。

④脱水性の向上 ： 発酵残渣は粒子表面の粘性物が除かれているため脱水性が良い。

悪臭が少なく, 脱水により塩類濃度が低く, 病原菌が死滅しているといった利点はコンポストとして利用する上で重要な要素となる。

3. バイオガス回収事例

有機系廃棄物からのバイオガス回収は, 従来から廃液や汚泥について様々な形で行われており, それ自体は目新しい技術ではないが, 都市ごみなどの固形廃棄物処理にこれを適用し始めたのは比較的最近である。それはヨーロッパ, 主として北欧・デンマークで始まり, ドイツ, オランダ, ベルギー, スイスなどに広がり, 各地に嫌気発酵プラントが建設されてきた。そのシステムは一様でなく様々な方法があ

表 1 IEA による分類

固形物濃度	運転方法	混合方式	処理温度	システム
WET (～10%)	連続式	完全混合	高温	Heming Vegger
			中温	Waasa Bellaria DSD-CTA (BTA)
		押し出し流れ	高温	S-Uhde
Dry (25～40%)	バッチ式		高温	ANM
			中温	Biocel
	連続式	完全混合	高温	Snamprogetti
			中温	Valorga
		押し出し流れ	高温	**Kompogas** Dranco
			中温	Funnell

り，IEA レポート[3]によれば表 1 のように分類できる。

この表によると嫌気発酵技術を投入原料の固形物濃度によって 10%以下の WET と，25～40%の DRY の 2 分類している。この WET の嫌気発酵技術は我国の「汚泥再生処理センター」構想において使用されおり，発生するガス量は自己必要熱量，電力を賄うことができるが，外部供給できるエネルギーはほとんどない。一方 DRY では自己必要熱量，電力を賄い，更にエネルギーを外部供給できることからその価値が認められてきている。

4.KOMPOGAS システムの特徴

今回技術導入することになった KOMPOGAS システムは固形物濃度が 25～35%を想定した厨芥ごみをそのまま嫌気発酵させるもので，表 1 の分類では「DRY－連続式－押し出し流れ－高温」のシステムとなる。

固形廃棄物の連続微生物処理では発酵槽内での物質移動，加温，ガス抜きなどが必要となるが，本システムでは円筒(または蒲鉾形)横形の発酵槽(図 3)とし内部にはガス抜き用のパドルを有している。

また，プロセスフローを図 4 に示す。ここで原料は発酵槽入口部から一定量ピストンポンプにて押し込まれ，55℃の高温で発酵を促進させ短時間で高い発酵効率を得ることができる。また，発酵槽入口と反対側の部分から一定量ピストンポンプで引き抜いて排出すると共に，一部を入口へと返送することにより入口部からすぐにメタン発酵を起こすための種付け調整を行っている。

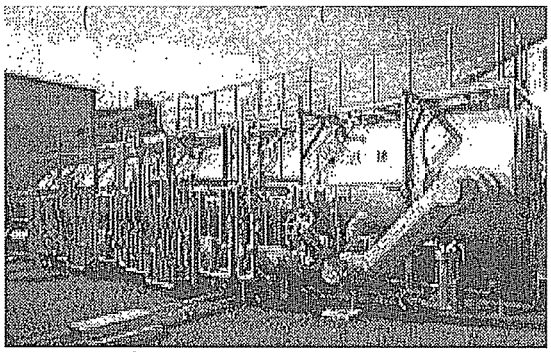

図 3 発酵槽写真

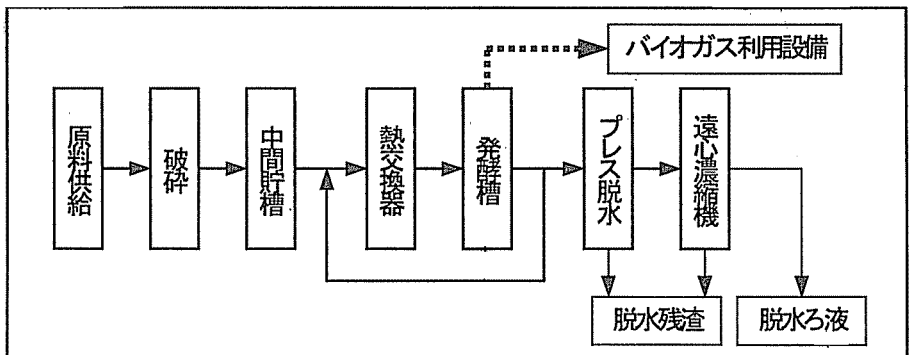

図 4 プロセスフロー図

5. 実証プラント概要

今回 KOMPOGAS システムを導入するに際し，プラントの立上げ方法やプロセスのコントロールに関して日本のごみにゆえに起こる事象を確認すると共に，その C/N 比などの適用条件を確立することを目的として本施設において実証試験を行うものである。

実証施設の概要は下記の通りであり，プラント全景写真を図 5 として示す。

- 処理能力 ： 3 ton/日(厨芥ごみ，剪定ごみなど)
- バイオガス生産能力 ： 300 Nm^3/日 (目標値)
- 調査研究主体 ： バイオガス研究会※，廃棄物研究財団，クリーンジャパンセンター，京都市

※バイオガス研究会は，(株)タクマ，石川島播磨重工業(株)，川崎重工業(株)，(株)クボタ，日立造船(株)，日本鋼管(株)のプラントメーカー6 社とアドバイザーとして大阪ガス(株)を加えた民間 7 社の団体である。

・研究日程 ： 平成 11 年 4 月～平成 13 年 3 月

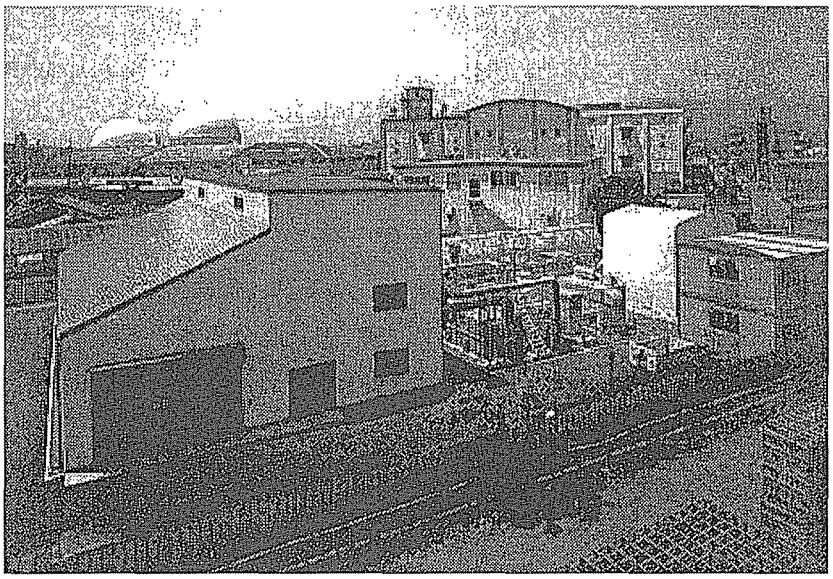

図 5 プラント全景写真

6.まとめ

KOMPOGAS システムは日本において現在実証段階であるが，ヨーロッパでは近年かなりの数のプラントが稼働中，または建設中である。バイオガスの用途としてはガスエンジン発電，燃料電池などがあり，ヨーロッパでは既にパイプラインへ繋げることも検討されている。また，精製圧縮して自動車燃料として使用することも可能であり，スイス航空の構内自動車(図 6)，従業員自動車などの燃料として実際に利用されている。

バイオガス化技術は水分の多い有機系廃棄物からのエネルギー回収システムとして大いに期待でき，本施設による実証試験は廃棄物処理におけるリサイクルの推進に大きく貢献できるものと確信している。

図 6 バイオガス自動車写真

(参考文献)

1) 岩井重久他 ： 下・廃水汚泥の処理 ，コロナ社

2) 本多淳裕 ： 廃棄物のメタン発酵-理論と実用化技術- ，サイエンティスト社

3) Biogas From Municipal Solid Waste ： IEA BIOENERGY AGREEMENT