

# 循環型社会形成を推進するごみメタン化施設の例

## ＝中空知リサイクリン高速メタン発酵施設＝

(社) 日本環境衛生施設工業会 技術委員会 委員  
森 一樹

(三井造船(株) 環境・プラント事業本部 水処理・  
資源リサイクル技術部 担当課長)

### 1. はじめに

石油など化石燃料の大量消費が地球環境にもたらす影響を懸念し、1995年7月にIPCC(気候変動に関する政府間パネル)は2100年までの超長期エネルギー供給シナリオを発表した。その中で効果的なCO<sub>2</sub>低減シナリオとして、2050年に全世界のエネルギー供給の30%をバイオマスで供給するというバイオマス強化シナリオがあり、バイオマス利活用の必要性・可能性を提言している。

日本でも大量消費社会から循環型社会への脱却を目指して、2000年6月に循環型社会形成推進基本法が成立し、各種リサイクル法が整備された。更に2002年12月に「バイオマス・ニッポン総合戦略」が発表されるなど、廃棄物を取り巻く環境はここ数年で大きく変化している。

バイオマスとはエネルギーや原料等に使用可能な一定量集積した動植物資源及びこれを起源とする有機性廃棄物をいい、再生可能、莫大な賦存量、カーボンニュートラル、貯蔵性という他には無い特徴を持っている。しかしエネルギー集積が低いため、従来ほとんど使用されてこなかった。現在CO<sub>2</sub>削減に向けたバイオマス利活用の推進により、有機性廃棄物(畜産廃棄物、食品廃棄物、厨芥)等のバイオマスから、エネルギーを回収するメタン発酵システムが注目されている。

生ごみのメタン発酵の実用化には、メタンガス生成の効率化、発酵残渣の適正な利活用を含めた、経済的なメタン発酵プロセス技術の確立が必要である。本報告では一般廃棄物としての家庭生ごみを処理対象としたバイオマス利活用システムである、高速メタン発酵施設について紹介する。

### 2. 施設の概要

高速メタン発酵施設(中空知リサイクリン)の施設概要を表1に、全景を写真1に、施設フローを図1に示す。

表1 施設概要

施設名	中空知衛生施設組合 中空知リサイクリン
組合構成	滝川市、赤平市、芦別市、新十津川町、雨竜町
施設場所	北海道滝川市東滝川 760 番地の 1 ほか
受入ごみ	一般家庭及び事業系の生ごみ 含水率 : 80% 見掛け比重 : 0.65 t/m <sup>3</sup> (wet ベース、設計) CODCr : 270,000 mg/kg (wet ベース、設計) T-N : 8,000mg/kg (wet ベース、設計)
処理能力	受入能力 : 55 t/日 (日平均 : 44.7 t/日)
バイオガス発生量	平均受入量時 : 約 4,800 Nm <sup>3</sup> /日 (約 110 Nm <sup>3</sup> /t・wet 生ごみ)
建築仕様	地上 2 階、地下 1 階 (床さうもの 5,300 m <sup>2</sup> )
主要設備	受入ホッパー : 34 m <sup>3</sup> ×3 槽 粗粉砕装置 : 10 t/hr×3 台 湿式選別装置 : 8 m <sup>3</sup> /回×3 基 発酵槽 : 700 m <sup>3</sup> ×3 槽 発電機 : 80 kW×5 台 ガスホルダー : 1,000 m <sup>3</sup> ×1 基 脱硫装置 : 生物+乾式 汚泥処理 : 脱 10 m <sup>3</sup> /hr×3 台、乾 850 kg/hr 排水処理 : 130 m <sup>3</sup> /日 脱臭装置 : 生物+酸・アルカリ洗浄+活性炭

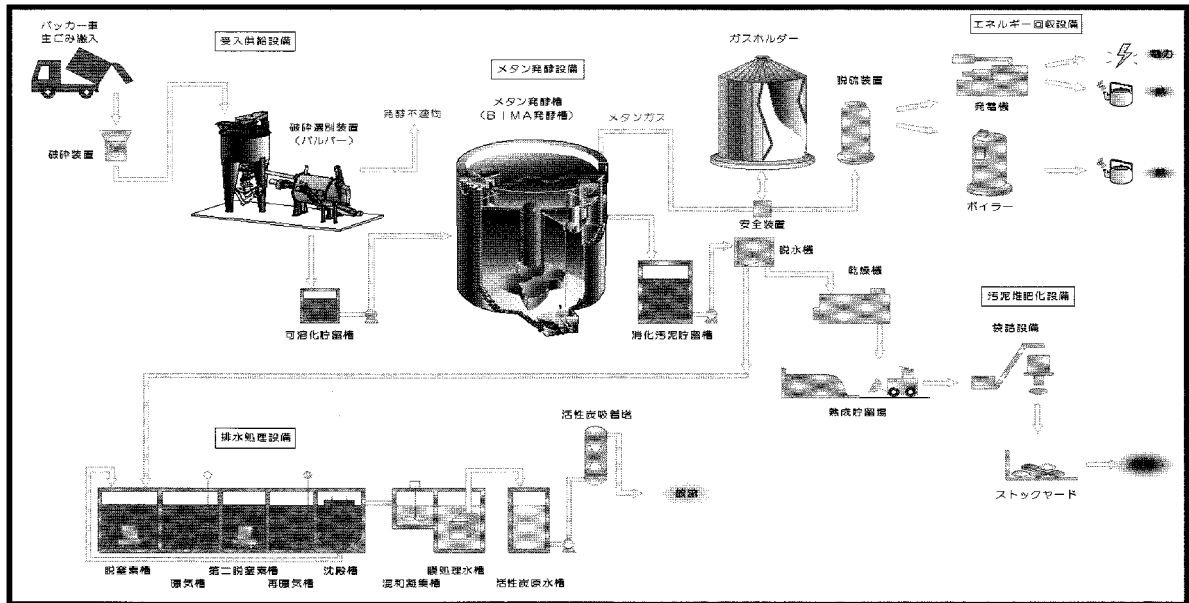


図1 処理フローシート

1) 広域化と分別収集

北海道空知地域は、砂川市・滝川市・深川市など6市10町で構成されるが、3地区に分け広域組合を結成し、生ごみメタン発酵施設・可燃ごみ中継施設・リサイクルプラザを各々運営している。

いずれも一般可燃ごみから生ごみを分別収集した。滝川市を中心とする中ブロック（中空知衛生施設組合）では、構成市町が主体となり約1年間掛けて分別収集の住民説明、啓蒙、周知徹底を図っている。なお収集車配車の都合上、生ごみ収集後に再度一般可燃ごみを収集している。

2) 受入供給設備

各家庭からの生ごみは厨芥車で収集・搬入され、受入ホップに直接投入される。受入状況を写真2に示す。

投入された生ごみは下部のスクリーコンベアで破砕機に切り出され、破袋と粗破砕が行われる。ホップ方式はごみ発電施設等で採用するごみピット・クレーン方式と比較して、全量を次工程に切り出せ、ホップ内に残留がほとんど無いため、臭気対策が容易になる。受入ホップは蓋が開閉式で、通常は閉状態で臭気の拡散を防いでいる

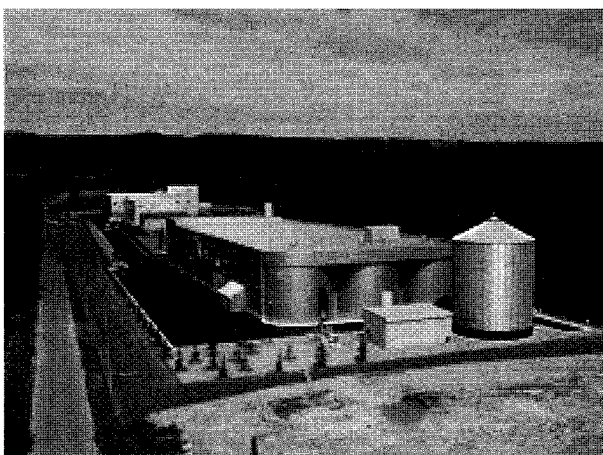


写真1 高速メタン発酵施設（中空知リサイクリン）



写真2 生ごみ受入れ

粗破碎された生ごみは、破碎・選別・調質を同時に行う湿式破碎選別機（パルパー）に送られ、希釈水と混合されて10%程度のスラリーに調整される。湿式破碎選別機を図3に示す。ここで発酵に不適な貝殻・骨・混入金属等の重量物は除外される。続いて選別装置（マルチソータ）によりビニール等の軽量物・砂等が除外される。軽量物は脱水後に焼却処分、重量物・砂は埋立処分される。

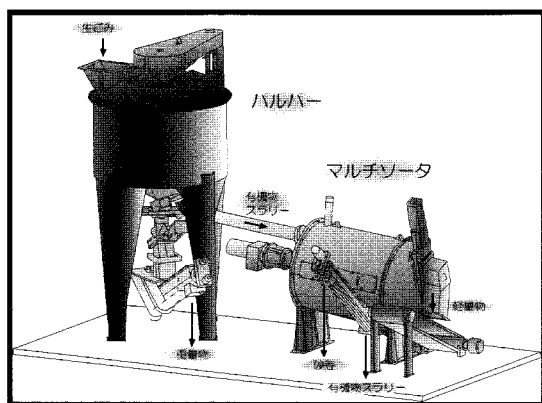


図2 湿式破碎選別調質機

### 3) メタン発酵設備

メタン発酵槽は負荷変動に比較的強く温度制御が容易な湿式中温方式（35～37℃）を採用する。発酵槽型式は発生ガス圧を利用する無動力式のBIMA発酵槽である。これは発生するバイオガス圧力を利用して槽内スラリーに水位差を与えた後、圧力を開放して多量のスラリーを一度に落下させ、この位置エネルギーで槽内攪拌、スカム破壊を行うものである。生ごみスラリーは4～6回//日、攪拌に併せてバッチ的に供給される。図3にBIMA発酵槽の構造概要を示す。

発酵槽加熱は槽外の熱交換器で発電機排熱回収による温水を循環させているが、温度の自動制御まで必要とせず、温度監視と手動操作による温水循環 ON-OFF で対応している。

また槽内消化液のpH、バイオガスの硫化水素濃度は毎日測定し、傾向を把握することでメタン発酵状態を確認・監視している。

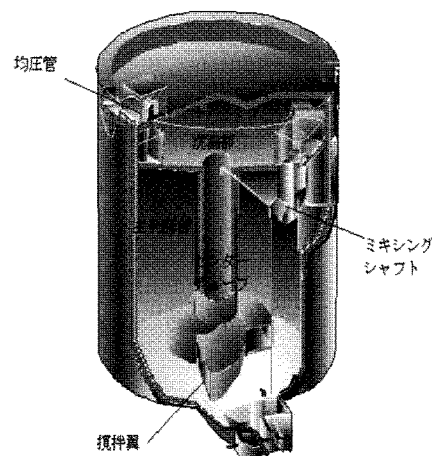


図3 BIMA発酵槽の構造

### 4) バイオガス貯留設備

バイオガス貯留設備は、ガスホルダー、脱硫装置、余剰ガス燃焼装置等により構成される。メタン発酵槽で発生したバイオガスは、一時的にガスホルダーに貯留され、脱硫装置で硫化水素を除去して発電機に供給される。ガスホルダーは吊下げ式で、内部のガスバックが膨らんで貯留する。吊下げ式ガスホルダーの外観を写真3に示す。

バイオガスの硫化水素除去は、少量の空気を加え、運転経費が安価な生物脱硫を行っている。生成した硫酸は排水処理設備のpH調整等に利用する。また加えて鉄系脱硫剤を充填した乾式脱硫を併用している。

BIMA発酵槽はガス圧力を利用して攪拌を行うため、バイオガスは断続的にガスホルダーに供給される。従って脱硫より貯留を先に行う方式は、脱硫装置の能力を必要最小限にできる。また安全対策としてガスホルダー廻りの入出は水封式の安全装置を経由して行う、余剰ガス燃焼装置に緊急遮断弁等を具備する等により、外部からの着火を防止している。

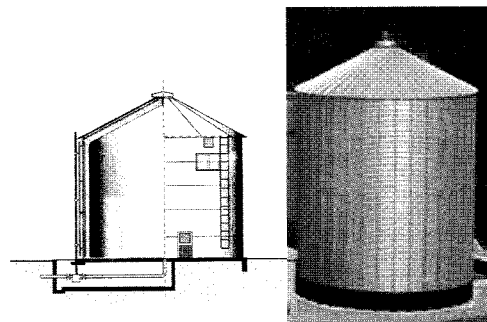


写真3 ガスホルダー（吊下げ式）

#### 5) バイオガス利活用設備

コージェネ発電機により発電・排熱回収としてエネルギー回収する。メンテナンス性を考慮し燃料にバイオガスと軽油を併用するデュアル燃料ガス発電機（80kW×5台）を採用した。発電機の設置状況を写真4に示す。

発電機を昼間は全数5台、夜間及び休日は2～3台運転する台数制御を行っている。昼間はメタン発酵施設の所要電気に加え、リサイクルプラザ・中継施設の一部まで賅っている。夜間及び休日は全施設を賅った上、余剰分は電力会社に売電している。

発電機からの排熱回収は、メタン発酵槽加温熱源の他、冬季の凍結した生ごみの解凍用熱源、メタン発酵施設の暖房、ロードヒーティング熱源、夏季には温水焚冷房機の熱源に使用される。

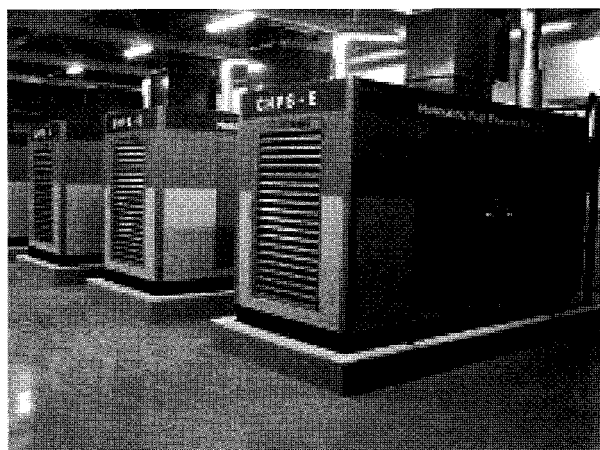


写真4 コージェネ発電機

#### 6) 発酵残渣処理設備

発酵残渣（消化汚泥）は遠心脱水機で含水率80%まで脱水後、乾燥処理、更に40日間ショベルローダーで切り返し熟成堆肥にする。熟成後はバラ積み又は造粒・袋詰めして出荷している。

#### 7) 排水処理設備

発酵残渣の脱水分離液及び施設内の雑排水・洗浄排水等は、排水処理設備に移送され、高負荷脱窒素生物処理、高度処理（凝集膜分離後、活性炭吸着処理）、及び消毒処理して河川放流される。また処理水の一部は湿式破碎選別機（パルパー）の希釈調整水に循環再利用される。

### 3. 運転状況

#### 1) 受入生ごみの性状

受入生ごみの手選別による構成例を表2に示す。不適物比率は想定範囲に収まっている。しかし湿式破碎選別機から捕集された夾雑物比率（表3）を見ると、15%以上の不適物がある。これは手選別では厨芥に含まれてしまう卵殻、魚・肉類の骨等が機械選別では発酵不適物になること、可溶化の段階で不適物に水分や有機物が付着する等が考えられる。バイオガス発生量、不適物発生量の設計計算に留意が必要であろう。

また不適物混入比率は、やゆもすれば増加傾向にあるため、継続した啓蒙活動が必要である。冬季に貝殻・蟹殻の混入が増加する等、発酵不適物にも季節的変動が見られる。

生ごみ性状の季節的変動が大きく、例えば夏季に果物等の残渣が多くバイオガス発生量が減少した事例があった。また秋口にバイオガス硫化水素濃度が通常500～1,000ppmが突然2,000ppm以上に高騰し、バイオガス発生量が低下、数日を経過し回復した事例があった。受入生ごみの性状偏りが原因の可能性はあるが仔細は不明である。

表2 受入生ごみの構成

	湿重量 kg	湿比率 %	主要内容物
厨芥	595.0	93.6	野菜くず、残飯、蟹殻
プラスチック類	33.8	5.3	指定袋、レジ袋、トレイ
繊維類	0.5	0.1	布きれ、ぞうきん
ゴム・皮類	0.5	0.1	輪ゴム、ゴム手
木・竹類	1.5	0.2	割り箸、伐採枝
紙類	1.5	0.2	新聞紙、ティッシュ
不燃物	2.7	0.4	石、貝殻、金属類
合計	635.5	100.0	

表3 機械選別器における夾雑物比率

	03年4月～9月		04年1月～10月	
	湿基準 (%)	乾基準 (%)	湿基準 (%)	乾基準 (%)
軽量 不適物	13.3	6～7	18	8～9
重量 不適物	1.9	1～1.5	3	1.5～2

## 2) バイオガス発生量

バイオガス発生量を表4に示す。平均滞留日数20日でVTS分解率75～80%、バイオガス発生量100～115Nm<sup>3</sup>/t-wetとなる。いずれも設計値より高い数値になった。

表4 バイオガス発生量

	03年9月 ～04年9月	REM実績
VTS分解率 (%)	75～80	—
受入生ごみ当たり (Nm <sup>3</sup> /t-wet)	100～115	—
投入VTS当たり (Nm <sup>3</sup> /t)	820～1,000	650
分解VTS当たり (Nm <sup>3</sup> /t)	1,050～1,200	813
メタンガス濃度 (%)	60～63	60

## 3) 堆肥の性状

堆肥は開始当初は無償で支給していたが、肥料として認定を受けた後、平成17年度より有償販売が開始された。盛夏・厳冬期等は季節的に滞蔵が起こる場合もあるが、比較的順調に出荷している。堆肥の分析結果を表5に示す。塩分、重金属類等が問題になったことはない。

表5 堆肥分析結果

分析項目	分析値
全窒素 (%)	3.77
リン酸 (P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) (%)	5.28
カリウム (K <sub>2</sub> O) (%)	0.63
カルシウム (CaO) (%)	10.4
全炭素 (%)	15.1
炭素窒素比	4.01
銅 (mg/kg)	77
亜鉛 (mg/kg)	260
アンモニア性窒素 (%)	0.79
硝酸性窒素 (%)	不検出
有機物 (%)	34.7
pH	8.20
水分 (%)	32.6

## 4. おわりに

日本最大の生ごみメタン発酵施設の試運転開始から3年目が経過し、運転は順調に行われている。施設運転を通してメタン発酵施設が抱える問題点もまた確認できた。

前処理設備の不適合物の除去性能向上、設備価格低減、薬品・活性炭費用等の運転管理費低減、燃料電池・CNG精製等の発電以外のバイオガス利活用技術の開発の必要性が確認された。

メタン発酵施設をより安定した施設とし、高いエネルギー効率を有する施設の普及を図ることで「循環型社会形成推進」の一翼を担うことが期待される。

最後に、本投稿に当たりご協力いただいた中空知衛生施設組合 石川副主幹殿に謝辞を申し上げます。

## ■参考文献

- 1) 三石勝也、岡部元宣、野村祐一郎、永峰伸一、日本最大の家庭系生ごみ高速メタン発酵処理施設中空知衛生施設組合『リサイクリン』の運転報告、都市と廃棄物 Vol.34、p49～p54、No.1 (2004)
- 2) 三石勝也、満留憲二、加藤大典、最新のメタン発酵化施設の現状 一般家庭系の生ごみメタン発酵施設の紹介、生活と環境 Vol.50、p29～p33、No.4 (2005)
- 3) 森一樹、メタン発酵化施設とセンサー、生活と環境 Vol.56、p29～p33、No.10 (2005)