

第2章 メタンガス化に関する基本的事項

2-1 メタン発酵（メタンガス化）

メタン発酵（メタンガス化）とは、有機物を種々の嫌気性微生物の働きによって分解しメタンガスや二酸化炭素を生成するものである。

【解説】

- メタン発酵における物質変換の概要を図2に示す。

メタン発酵における分解過程は、

- ① 低分子有機物に分解する可溶化・加水分解
- ② 有機酸（プロピオン酸、酪酸等）を生成する酸生成
- ③ 酢酸と水素を生成する酢酸生成
- ④ メタンと二酸化炭素を生成するメタン生成

の4段階からなる。

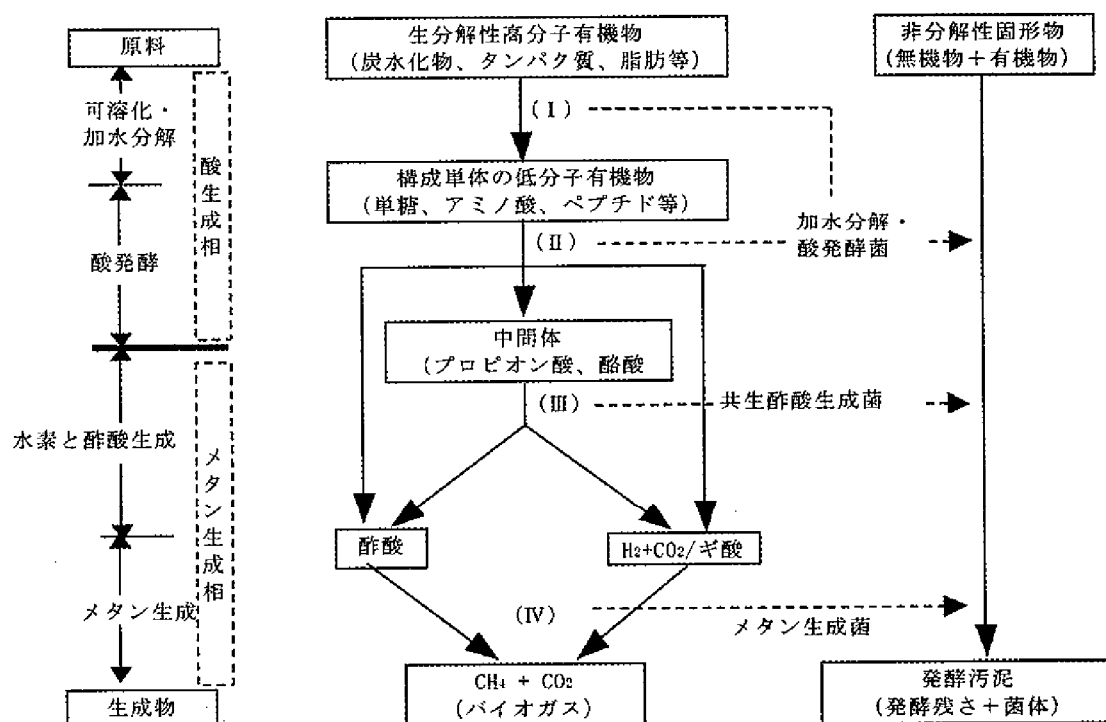


図2 メタン発酵における物質変換の概要

出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」

(社)全国都市清掃会議 平成18年6月

2-2 処理フロー

一般的な処理フローは次のとおりである。

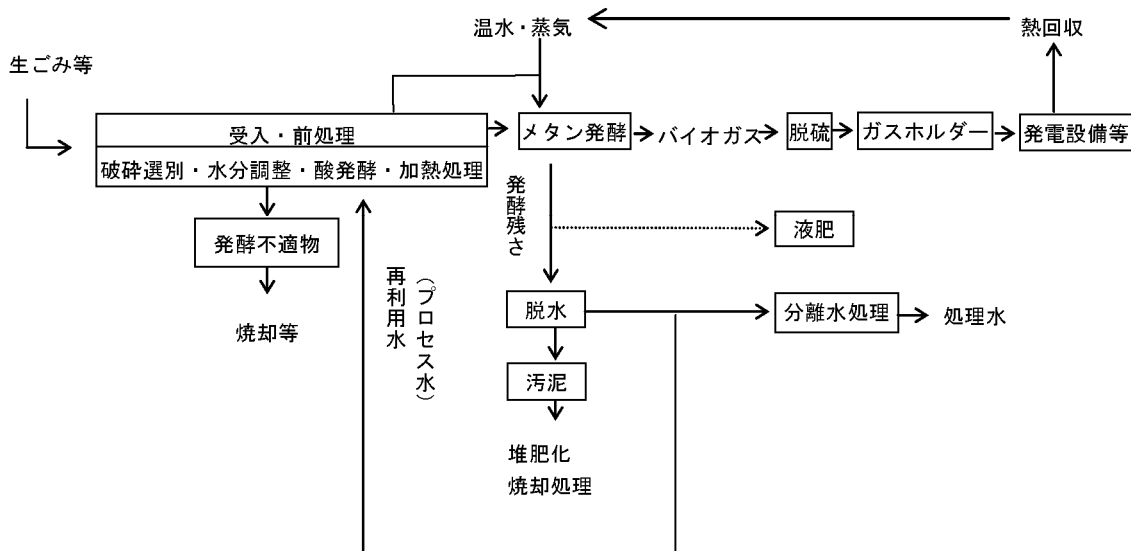


図3 代表的な処理フロー

出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」

(社)全国都市清掃会議 平成18年6月を一部改変

【解説】

- メタンガス化施設では、まず、メタン発酵に適さない異物を除去し、次に、メタン発酵が可能な厨芥類を主体とする有機性ごみを嫌気発酵させ、発生するバイオガスを回収してエネルギー利用する。
- 発酵残さについては、一般的に脱水処理し、脱水残さは他の燃やすごみと焼却処理もしくは堆肥化利用される。脱水ろ液は、分離水処理設備によって処理される。
- 焼却処理では、処理後の生成物としては熱、焼却灰等の焼却残さ、ばいじん・酸性ガス・窒素酸化物等を含む排ガス、排水等であるのに対し、メタンガス化処理では、前処理で異物として除去された発酵不適物、メタンガスと二酸化炭素を主成分とするバイオガス、有機系の脱水ろ液・脱水残さが生成されるためそれぞれ適切に処理・利用する必要がある。

2-3 前処理

ごみのメタンガス化を行うには、ごみをメタン発酵に適するものと適さないものに分別、選別するなどの前処理が必要である。

【解説】

1 分別収集

異物混入を防止し、効率的にメタンガス化を行うには、処理対象物を分別収集することが望ましいが、最近、燃やすごみを機械により選別し、バイオガス化処理する実証実験の報告もされている。燃やすごみを機械選別した場合には、既存の分別収集で対応できる可能性がある一方で、生ごみ以外のごみがある程度混入することが想定される。

2 機械選別

前処理設備等施設規模を適正かつ最小化するためには、分別収集した生ごみに含まれる発酵不適物（骨、貝殻、卵の殻類は生ごみと一緒にしている場合が多い）を減少させることが効果的である。

なお、選別された発酵不適物は別途、焼却等の処理が必要となる。

2-4 処理方式の分類と特徴

処理方式の分類は、メタン発酵槽へ投入する固形分濃度の違いにより、湿式方式と乾式方式、発酵温度の違いにより中温方式と高温方式に分類される。

【解説】

1 固形分濃度による分類

(1) 湿式方式

固形分濃度を10%前後に調整した後、メタン発酵槽へ投入する。生ごみ等を対象とした場合は希釈水が必要となる場合がある。発酵槽は酸生成とメタン生成を1槽で行う場合が多いが、可溶化や酸発酵の促進のため、前段に可溶化槽を設ける例もある。

(2) 乾式方式

メタン発酵槽へ投入する物の固形分濃度が15～40%程度のものを対象としている。このため、一般的に湿式方式に比べ、水処理の規模が小さくて済む。また、湿式方式では処理しにくい剪定枝や紙ごみ類を投入することができる。

表1 湿式方式と乾式方式

	湿式方式	乾式方式
処理対象物固形物濃度	～10%	15～40%
発酵温度	中温、高温	高温
国内実績※	・ 北空知衛生センター （北海道深川市） ・ リサイクリーン （北海道滝川市） ・ クリーンプラザくるくる （北海道砂川市） ・ ジャパンリサイクル(株) （千葉県千葉市） ・ 富山グリーンフードリサイクル(株) （富山県富山市） ・ 日田市バイオマス資源化センター （大分県日田市）	・ カンポリサイクルプラザ （京都府園部町） ・ 実証施設で数ヶ所

※ 生ごみ等を処理している施設。

2 発酵温度による分類

(1) 中温発酵

35℃付近で活性するメタン生成菌により発酵を行う方法である。一般に中温発酵は、後述する高温発酵に比べ、負荷変動やアンモニア阻害に強い。しかし、その一方で有機物の分解速度が遅いので、メタン発酵槽の容量は大きくなる。

(2) 高温発酵

55℃付近で活性するメタン生成菌により発酵を行う方法である。中温発酵に比べ、有機物の分解速度が速いため、槽の容量を小さくできるが、負荷変動やアンモニア阻害に弱い。

表2 発酵温度による特徴の比較（参考）

	中温発酵	高温発酵
発酵温度	約 35℃	約 55℃
有機物負荷	小さい	大きい
発酵期間	20～25 日程度	10～15 日程度
必要とするエネルギー	少ない	多い
アンモニア濃度の上限	～4,000ppm	～3,000ppm

3 発酵温度と有機物負荷・バイオガス量の関係例を図4示す。

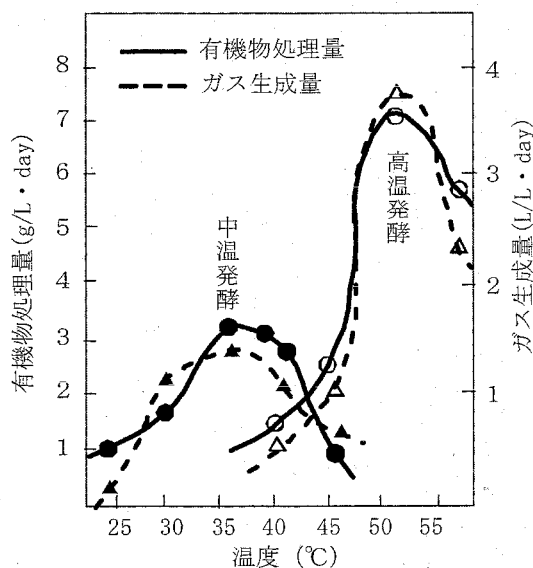


図4 発酵温度と有機物負荷・バイオガス量の関係例

出典：「バイオガス化マニュアル」（社）日本有機資源協会（平成18年8月）

2-5 標準システムフロー

標準的なシステムフローは次のとおりである。

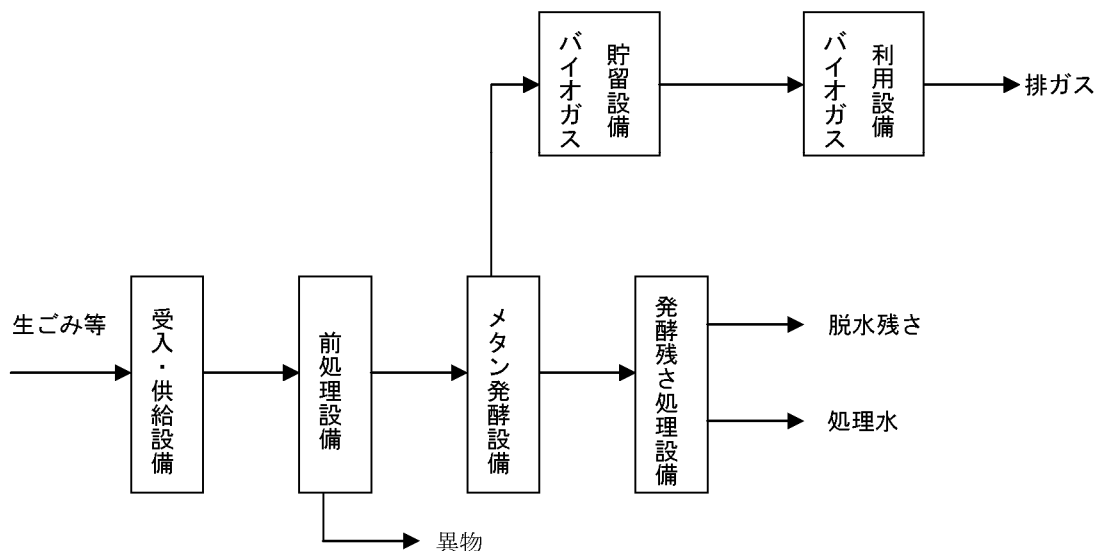


図5 標準システムフロー

出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」（社）全国都市清掃会議
平成 18 年 6 月を一部改変

【解説】

1 受入・供給設備

受入設備は、計量機、プラットホーム、受入ホッパ、受入ピットにより構成される。処理対象物の投入方式によって構成が異なる。国内では、生ごみは、臭気の拡散防止の観点から、パッカー車等の収集・運搬車からホッパに直投する方式が用いられる例が多い。

2 前処理設備

前処理設備の機能は、破碎、選別、調質に大別される。

破碎、選別機能を有する装置としては、多軸式低速回転破碎機や破碎と選別を兼ね備えた回転ブレード式破碎分別機、湿式破碎分別機等があり、処理対象物によって適切に組み合わせる。

破碎、選別された処理対象物は、調整槽（可溶化槽）に移送される。調整槽は、後段のメタン発酵槽に可溶化した原料を定量的に投入することと、酸発酵を促進することなどを目的として設置される。

3 メタン発酵設備

前処理設備から供給される有機性廃棄物を、嫌気性反応により減量化するとともにバイオガスを回収することを目的とした設備である。

メタン発酵槽は、嫌気性条件を維持するため密閉槽であり、熱の放散を少なくするため断熱構造をしている。湿式方式では、嫌気性微生物と有機性廃棄物を効率よく接触させるため、及びスカムの発生や固形物の堆積を防止するため攪拌を行う。また、スカムの排出装置を備えている。乾式方式においては、基質内のガス抜きを目的として攪拌を行う。

4 バイオガス貯留設備

バイオガス貯留設備は主に、脱硫装置等のバイオガス前処理設備、ガスホルダー、余剰ガス燃焼装置から構成される。

一般にバイオガスは、数 100～3,000ppm の硫化水素を含んでおり、これは、後段の装置の腐食や焼却により硫黄酸化物となって大気汚染の原因となるため脱硫装置により除去する必要がある。

発生したバイオガスを一時的に貯留する必要がある場合は、ガスホルダーが必要になる。種類としては、液体でガスを水封する湿式方式や、二重膜式のメンブレン方式、メンブレンを鋼板で覆った方式等がある。

余剰ガス燃焼装置は、点検時や異常時などでバイオガスを利用できないときに燃焼処理し、バイオガスを大気放出させないための装置である。

5 バイオガス利用設備

バイオガスの利用形態によって構成は異なる。国内では、発電と熱利用を組み合わせたコージェネレーションシステムが一般的である。その他、最近ではバイオガスを精製、圧縮して天然ガスに混合させた自動車の燃料化や、都市ガスへの利用、及び圧縮貯留して輸送する等の開発や実用化も見られる。

6 発酵残さ処理設備

発酵残さ処理設備は、脱水処理設備と分離水処理設備によって構成される。各設備は発酵残さの性状（含水率等）や処理後の利用処理形態により仕様や構成が異なる。

7 脱臭設備

発酵の場合、臭気の発生場所は、主に受入・供給設備や脱水設備である。国内では、微生物脱臭、水・薬液洗浄脱臭が多いが、一部には活性炭脱臭を設置している施設もある。

2-6 稼働時間

各工程の稼働時間は一般的には次のとおりである。

- | | |
|-------------|----------|
| ① 原料ごみの受入 | 5～6時間/日 |
| ② 原料ごみの供給 | 8～24時間/日 |
| ③ 発酵処理 | 24時間/日 |
| ④ 発酵残さの取り出し | 8～24時間/日 |
| ⑤ 脱臭 | 24時間/日 |

【解説】

- 原料ごみの受入工程は収集時間や収集エリア等により受入時間が各自治体で異なるのでその状況に合わせて稼働時間を設定する必要がある。
- 原料ごみの供給、発酵残さの取り出しについては、構成機器の仕様により稼働時間が決定される。

2-7 バイオガス

バイオガスの主成分は、メタンガスと二酸化炭素であり、他に硫化水素等が微量含まれる。

組成は分解する有機物によって異なるが、概ねメタンガスの含有比率は 50～75%である。
また、発生量は分解する有機物によって異なる。

バイオガスを利用する方法として、発電とその廃熱利用（コジェネレーション）、熱回収、濃縮精製による燃料化、及びガス供給がある。

【解説】

1 バイオガスの性状

食品残渣のバイオガス性状の例を表 3 に示す。

表 3 食品残渣のバイオガス性状の例

	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)
ホテル厨芥	57	43
生ごみ	56	44

バイオガスの発生量は、処理されるごみの成分組成に左右され、たんぱく質、脂質が多い場合は、メタン濃度が高くなる。

2 バイオガスの発生量

受入れる処理対象物の質によってバイオガス発生量は、大きく異なる。実際の成分分析値を用いて精度を高めると同時に、他市町村の実用施設での実績値も考慮し、発生量の推測を行うことが重要である。

有機性廃棄物 1 トンあたりのバイオガス発生量例を図 6 に、生ごみからのバイオガス発生量（参考値）を表 4 に示す。

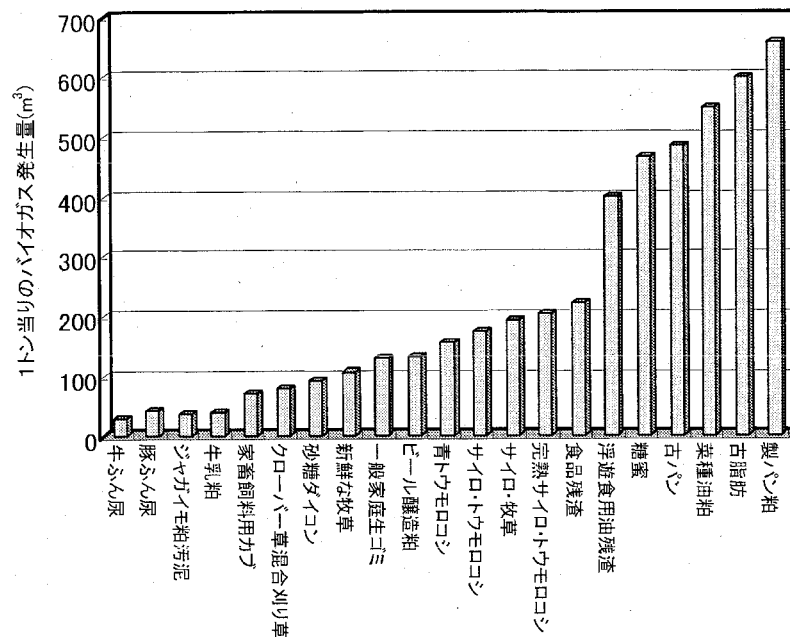


図 6 有機性廃棄物 1 トンあたりのバイオガス発生量例

出典：「バイオガス化マニュアル」（社）日本有機資源協会（平成 18 年 8 月）

表 4 生ごみからのバイオガス発生量（参考値）

項 目	生ごみ
メタン発生量	0.35～0.55Nm³/kg-分解 VS 0.35Nm³/kg-分解 COD _{Cr}
有機物分解率	
VS として	75～80%
COD _{Cr} として	70～75%
メタン濃度	50～65%

出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」

（社）全国都市清掃会議（平成 18 年 6 月）

※ VS、COD_{Cr}については、「2-12-3 計画ごみ質の設定」を参照

3 バイオガスの含有成分

生成したばかりのバイオガスは硫化水素をはじめとする種々の不純物を含んでいるため、利用設備に応じて不純物を除去する必要がある。バイオガス中の制限対象物質の含有濃度例を表5に示す。利用設備ごとの制限濃度例は第3章3-4 バイオガス前処理設備の表12に示す。

表5 バイオガス中の制限対象物質の含有濃度例

制限対象物質	含有濃度	備考
硫化水素	500～2,000 ppm	発酵槽内脱硫を行う場合は100～500ppm程度
アンモニア	50～200 ppm	
水分	(備考参照)	ガス温度による飽和水分
シロキサン類	20～50 ppm	下水処理場の場合
メチルメルカプタン	10～30 ppm	
ジメチルサルファイド	10 ppm 以下	

出典：「バイオガス化マニュアル」 (社)日本有機資源協会
(平成18年8月)を一部改変

4 バイオガスの利用方法

- (1) バイオガスの利用において、国内ではガスエンジンやマイクロガスタービンによる発電とその排熱回収によるコジェネレーションにより電力と熱を回収し、所内の電力と発酵槽等の加温のために熱を利用しているケースが多い。また、一部では余剰電力を売電しているところもある。
- (2) 先進施設では、燃料電池によるコジェネレーションが導入されている。
- (3) 小規模な施設では、ガスボイラーによる熱回収を行い、メタン発酵槽の加温に利用している。
- (4) バイオガス中のメタンを濃縮精製することにより、天然ガス自動車の燃料として利用が可能である。天然ガス自動車に充填する際、圧縮設備が必要であり、それらには高圧ガス保安法が適用される。
- (5) バイオガスを前処理後、燃料としてガス会社等に供給することも可能である。

2-8 発酵残さ（発酵液）

メタン発酵処理により発酵残さ（発酵液）が発生する。

発酵残さは脱水処理し、脱水残さは焼却処理もしくは堆肥化され、脱水ろ液は放流先の水質基準に適合した処理を行う。

【解説】

1 発酵残さ（発酵液）の発生量（参考値）

ごみ1tの処理に対し、発酵残さは湿式方式では1～2t、乾式方式では1～1.5t発生する。

しかし、発酵残さの発生量は、処理対象物の性状や含水率、また処理方式により大きく異なることを留意しなければならない。

2 処理方法

通常、水処理の負荷を下げるため前処理として脱水処理が行われる。脱水ろ液の性状例を表6に示す。脱水残さは、堆肥化して農地還元するか、出来ない場合は燃やすごみとして焼却処理される。特に堆肥化する場合には、域内での需要があるか、また受入先が確保できるか確認が必要である。

脱水ろ液は分離水処理設備で処理されるが、分離水処理設備では脱水ろ液の他に受入設備の洗浄水や脱臭設備の排水等も処理の対象となることを留意しながら分離水処理設備の処理規模や処理能力の検討を行う必要がある。

放流先の水質基準値を確認するとともに、周辺環境への影響も十分検討し、場合によっては更に上乘せ基準を設ける検討も行う必要がある。

表6 メタン発酵残さの脱水ろ液の性状(実証試験による実績)

BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1,800～4,000	900～2,000	1,700～2,500	40～70

出典：「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領」

(社)全国都市清掃会議 平成19年3月

2-9 環境対策

施設から発生する排ガス（内燃機関における発電設備や熱供給用の熱機関を設置する場合）、悪臭、排水、振動、騒音等は、関連法規及び条例等に適合するものでなければならない。

【解説】

1 排ガス

排ガス中の窒素酸化物に関して、大気汚染防止法に定める濃度規制値以下でなければならない。

2 悪臭

施設より発生する悪臭は、敷地境界及び排出口において、悪臭防止法及び関連条例で定める規制基準値以下でなければならない。

3 排水

河川等の公共用水域へ放流する場合は水質汚濁防止法及び関連条例で定める排水基準値以下、下水道へ放流する場合は下水道法及び関連条例で定める排水基準値以下でなければならない。

4 振動、騒音

施設から発生する振動及び騒音は、敷地境界において、それぞれ振動規制法、騒音規制法及び関連条例で定める規制基準値以下でなければならない。

2-10 安全対策

メタン発酵では可燃性のバイオガスが発生し、またその中には硫化水素等も含まれていることからバイオガスの取り扱いには十分注意する必要がある。

【解説】

1 爆発・火災事故と酸欠事故の発生防止対策

最も留意すべき安全対策として、爆発・火災事故と酸欠事故の発生防止対策が挙げられる。

(1) 爆発火災防止対策として、漏洩ガスの検知器の設置、および貯留施設、燃焼施設に逆火防止装置および圧力調整装置の設置を検討する必要がある。

(2) 酸欠防止対策としては、ガスの滞留を避けるとともに定期的にガス濃度測定を行うことが重要である。

※ バイオガスの主成分であるメタンガスは、二酸化炭素以上に温暖化に影響を与える気体である。余剰なバイオガスは大気放散させずに余剰ガス燃焼装置等で燃焼させて適切に処理する必要がある。

2 硫化水素対策

硫化水素は人体への影響が大きいことから、バイオガスの漏洩や脱硫装置の管理に注意が必要である。

また、施設の運転・点検等においても十分な注意が必要である。

表 7 硫化水素の人体への影響

H ₂ S (ppm)	人体作用
>700	数分の暴露で失神、けいれん、呼吸停止、致死
400～700	30 分程度の暴露で生命の危険
170～300	1 時間程度が耐えられる限界
70～150	長時間暴露で目、鼻、のどに灼熱感、疼痛が認められる。
20～30	臭気は強いが耐えられる。臭気に対する慣れの現象がある。
20	長時間の労働に耐える。
10	許容濃度
3～5	臭気強く、不快感
0.3	すべての人が臭気を感知できる。
0.0005～	敏感な人が臭気を感知できる。
0.025	

出典：「廃棄物処理施設技術管理者講習 基礎・管理課程[有機性廃棄物資源化施設]」

(財)日本環境衛生センター 平成 17 年 9 月より一部改変

2-1-1 関連法規

国内において、メタンガス化施設を導入するにあたり、設備の構成、容量、用途等によって各種の法的規制が適用される。

【解説】

- 主な関連法規は、以下のとおりである。

	法 律 名	特 記 事 項 等
環 境 面	廃棄物処理法	一定規模以上の処理施設の設置に許可が必要。
	大気汚染防止法	ガスエンジンにて燃料を 35L/h（重油換算）以上利用する場合、またはボイラーで伝熱面積が 10m ² 以上の場合は、ばい煙排出基準の遵守が必要となる。
	水質汚濁防止法	自治体によっては上乗せ基準が設定されている。
	騒音規制法	空気圧縮機及び送風機（原動機の定格出力が 7.5kW 以上のものに限る）は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。
	振動規制法	圧縮機（原動機の定格出力が 7.5kW 以上のものに限る）は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。
	悪臭防止法	本法においては、特定施設制度をとっていないが、知事が指定する地域では規制を受ける。
	下水道法	処理水を公共下水道へ排出する場合に適用する。
安 全 面	消防法	重油タンク等は危険物貯蔵所として本法により規制される。
	労働安全衛生法	ボイラー利用設備に対し、ボイラー技師が必要となるが、伝熱面積が 6m ² （蒸気ボイラー）、28m ² （温水ボイラー）未満の場合は不要となる。
	肥料取締法	堆肥について届出や品質表示が必要となる。
	建築基準法	建築物を建築しようとする場合、建築主事の確認が必要である。

	法 律 名	特 記 事 項
事業面	電気事業法	特別高圧（7,000V 以上）で受電する場合。 高圧受電で受電電力の容量が 50kW 以上の場合。 自家用発電設備を設置する場合及び非常用予備発電装置を設置する場合。
	ガス事業法	ガスの製造能力又は供給能力のいずれか大きいものが 300m ³ /日以上である場合、メンプレンガスホルダーはガス事業法技術基準への適合・維持義務が課せられる。
	高圧ガス保安法	高圧ガスの製造、貯蔵等を行う場合。
	熱供給事業法	複数の建物（自家消費は除く）へ熱を供給し、加熱能力の合計が 21GJ/h 以上の熱供給者が対象。

※ その他、条例アセスや都市計画法や環境アセスメント条例が適用される場合があるので留意する。また、関連する法律として、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）がある。

2-12 施設導入の検討に関する留意事項

2-12-1 現状把握調査

基本事項の確認・検討項目は次のとおりである。

- 1 市町村の現状・特性
- 2 他市町村の生ごみ等に関する取り組み状況の確認
- 3 既存メタンガス化施設の情報収集

【解説】

- 1 メタンガス化施設導入検討に当たっては、市町村の現状・特性を把握するため、次のことを確認、把握する。

- ① 現人口数、および将来の増減予想
- ② 資源化物の利用状況
- ③ 関連施設（下水処理場、焼却施設等）の規模や場所

- 2 他市町村の生ごみ等に関する取り組み状況の例として、

- ① 生ごみ等の分別収集
- ② 生ごみ処理機の導入
- ③ 生ごみ等の堆肥化

等が挙げられる。

また、現在広域処理している場合は、メタンガス化施設導入に関し市町村間の意見交換等により考え方を整理しておくことも必要である。

- 3 既存メタンガス化施設の情報収集について

- (1) 確認事項例

- ① 生ごみ等の分別収集実施の有無、実施後の状況
- ② 処理対象物の量・質、種類（生ごみ・紙類、剪定枝）、異物混入の割合
- ③ バイオガスの利用方法
- ④ 関連施設（下水処理場、焼却施設、し尿処理施設等）との関わり
- ⑤ 計画段階との差異による課題事項とその原因と対策

- (2) 国内外の施設の状況については参考資料1. 2を参照のこと。

- (3) 課題と対策については第4章参照のこと。

2-12-2 処理対象物（生ごみ等）の種類、発生量の把握

対象となりうる廃棄物の種類、発生量等を調査し、システム検討に必要なデータを把握する。

【解説】

- メタン発酵施設に投入できる対象物として、生ごみの他に家畜排泄物、有機性汚泥等があり、条件によっては、紙類、剪定枝も処理可能である。これらは地域によって現在の処理状況、発生量も様々であるとともに将来の地域産業や人口の増減の変化によっても変動する。将来の見通しを十分検討しながら、処理規模を設定する必要がある。
- 生ごみ等の性状や発生量は季節変動や社会経済等により変動が予想されるが、長い期間を見れば、ある程度の数値を把握することが出来る。
- 地域特産物のある地域は、その収穫時期に生ごみ等の量、質ともに変動しやすいので留意しておく必要がある。
- 事業系一般廃棄物を取扱う場合、ごみの性状は安定的なことが多いが、継続的な搬入が可能か、時期による処理量の変動はどの程度かについても確認しておく必要がある。

2-12-3 計画ごみ質の設定

施設設計の基礎となる計画ごみ質は、次に示す項目について設定することが望ましい。

- ① TS（全蒸発残渣）： 液体を蒸発乾固した時に残留する固形物のこと。
- ② VS（強熱減量）： 蒸発残留物を 600 度で強熱したときに揮散する物質量を指し、有機物質含有量の指標になる。
- ③ T-N（全窒素）： 窒素化合物の窒素の総量をいう。
- ④ BOD（生物化学的酸素要求量）： 微生物が水中の有機物を分解するのに消費する酸素要求量のこと。COD とともに排水中の有機物含有量の指標の 1 つとして用いられる。
- ⑤ COD_{Cr} （ニクロム酸カリウムによる化学的酸素要求量）： 還元性有機物を分解するのに必要な酸化剤（ニクロム酸カリウム）の量を当量酸素量で表したもの。
- ⑥ 含水率： 処理対象物中の水分含有率。
- ⑦ 異物混入率： メタン発酵に適さない物質の混入率。

【解説】

1 指標の意義

(1) 有機物濃度

VS や COD_{Cr} といった有機物濃度は、バイオガスの予測量を算出するために必要である。

(2) 窒素濃度

たんぱく質に含まれる窒素は、アミノ酸の分解に伴い、アンモニアを生成する。アンモニアはメタン発酵において不可欠な成分であるが、濃度が許容値を超えるとメタン発酵の阻害を起こす。

また、BOD、COD とともに排水基準にもなっていることから分離水処理設備の設計においても必要となる

(3) 含水率

生ごみ等を処理対象物とする場合は、希釈水が必要となる場合もあることから、季節による変動等について把握していることが望ましい。

(4) 混入異物の把握

異物の混入は、機器の故障や発酵阻害につながり、安定稼働に大きな支障をきたす場合がある。

2 発酵に適するもの

メタン発酵するものは、炭水化物、たんぱく質、脂質の易分解性有機物であり、難分解性有機物（リグニン等）は発酵に長時間を要する。

3 発酵不適物：発酵に適さないもの

例) プラスチック、皮革、石・陶磁器、ゴム、ガラス、金属、甲羅、卵の殻、貝殻等

※ 大きな石や金属類は、前処理設備を故障させる恐れがあるため、生ごみ等との混入は避ける必要がある。

※ 発酵不適物は、その形状や大きさ、混入率等によって精度は異なるが、機械による選別除去が可能である。選定する設備の特徴を踏まえ、排出元での分別や機械選別等について十分に検討することが必要である。

4 発酵阻害物質：メタン菌の活性を弱める、もしくは死滅させるもの

例) 薬品、溶剤等

5 生ごみの性状例を表8に示す。

表8 生ごみの性状例

項目		調査事例1 ごみの種類：事業系			調査事例2 (n=5) ごみの種類：事業系		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
含水率(%)	(%)	78.7	67.4	86.3	77	68	85
pH		4.6	3.8	5.3	—	—	—
BOD	(mg/kg)	83,000	43,000	150,000	34,000	24,000	49,000
COD _{Cr}	(mg/kg)	147,000	39,000	300,000	210,000	130,000	250,000
蒸発残留物	(mg/kg)	—	—	—	230,000	150,000	320,000
強熱減量	(mg/kg)	—	—	—	210,000	130,000	280,000
全窒素	(mg/kg)	4,900	2,000	8,500	5,800	3,000	9,700
全リン	(mg/kg)	500	210	1,000	1,900	900	2,900
n-ヘキサン 抽出物質	(mg/kg)	—	—	—	—	—	—
VS/TS	(%)	82.4	43	97	88	86	91

項目 \ 区分		調査事例 3 (n=37) ごみの種類：事業系 測定：05 年 4 月～06 年 3 月			調査事例 4 (n=8) ごみの種類：混合系 測定：03 年 5 月～12 月		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
含水率 (%)	(%)	75.9	64.5	81.2	77.7	73.4	81.0
pH		—	—	—	4.7	4.5	4.9
BOD	(mg/kg)	—	—	—	203,000	180,000	230,000
COD _{Cr}	(mg/kg)	249,000	165,000	369,000	270,000	190,000	410,000
蒸発残留物	(mg/kg)	241,000	188,000	355,000	223,000	190,000	226,000
強熱減量	(mg/kg)	218,000	164,000	329,000	192,000	159,000	228,000
全窒素	(mg/kg)	6,660	4,460	10,300	8,000	6,220	10,600
全リン	(mg/kg)	743	450	1,480	1,170	1,040	1,380
n-ヘキサン 抽出物質	(mg/kg)	—	—	—	—	—	—
VS/TS	(%)	87.6	84.8	90.5	83.3	81.6	85.9

項目 \ 区分		調査事例 5 (n=8) ごみの種類：家庭系 測定：01 年 7 月～03 年 1 月			調査事例 6 (n=9) ごみの種類：家庭系 測定：01 年 12 月		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
含水率 (%)	(%)	80.0	74.8	87.1	77.1	71.7	83.3
pH		—	—	—	4.4	3.6	5.0
BOD	(mg/kg)	—	—	—	96,000	62,000	134,000
COD _{Cr}	(mg/kg)	183,000	120,000	281,000	269,000	168,000	433,000
蒸発残留物	(mg/kg)	200,000	129,000	252,000	229,000	167,000	283,000
強熱減量	(mg/kg)	164,000	114,000	232,000	189,000	134,000	272,000
全窒素	(mg/kg)	6,180	4,160	10,200	7,300	2,800	20,000
全リン	(mg/kg)	1,260	460	2,800	830	3,700	1,900
n-ヘキサン 抽出物質	(mg/kg)	—	—	—	15,300	4,700	33,000
VS/TS	(%)	82.9	66.5	94.1		—	—

項目 \ 区分		調査事例 7 (n=5) ごみの種類：事業系 測定：99 年 7 月～00 年 6 月			調査事例 8 (n=6) ごみの種類：家庭系 測定：03 年 9 月～10 月		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
含水率 (%)	(%)	72.3	61.7	77.0	81.9	80.0	83.2
pH		5.0	4.3	5.4	4.3	4.2	4.5
BOD	(mg/kg)	—	—	—	—	—	—
COD _{Cr}	(mg/kg)	310,000	225,000	381,000	179,000	174,000	184,800
蒸発残留物	(mg/kg)	277,000	230,000	383,000	182,000	168,000	200,000
強熱減量	(mg/kg)	—	—	—	—	—	—
全窒素	(mg/kg)	9,022	5,230	13,400	—	—	—
全リン	(mg/kg)	—	—	—	—	—	—
n-ヘキサン 抽出物質	(mg/kg)	—	—	—	—	—	—
VS/TS	(%)	93.1	92.1	93.7	—	—	—

項目 \ 区分		調査事例 9 (n=4) ごみの種類：事業系 測定：04 年 1 月～7 月			調査 事例 10※
		平均	最小	最大	
含水率 (%)	(%)	81.1	79.4	82.9	—
pH		—	—	—	—
BOD	(mg/kg)	—	—	—	—
COD _{Cr}	(mg/kg)	311,030	311,500	583,637	504,000
蒸発残留物	(mg/kg)	117,800	160,400	190,800	407,000
強熱減量	(mg/kg)	169,730	151,600	183,000	327,000
全窒素	(mg/kg)	19,000	5,600	37,400	5,200
全リン	(mg/kg)	1,469	89	2,850	—
n-ヘキサン 抽出物質	(mg/kg)	—	—	—	—
VS/TS	(%)	95.4	94.5	95.9	—

※ 燃やすごみの機械選別後の性状：生ごみ（60.4%）、紙類（24.4%）、その他異物（15.2%）

出典：「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」

（社）全国都市清掃会議 平成 19 年 3 月等からの取り纏め

2-12-4 処理対象物の回収体制

1 分別収集と機械選別

異物混入防止のため処理対象物を分別収集することが望ましいが、燃やすごみから処理対象物を機械選別する方法も最近報告されている。

2 施設導入に伴う分別収集体制の影響

施設導入により収集形態を見直す必要のある市町村では、施設設置場所の立地条件、経済性を考慮し、適切な収集運搬方法を検討する必要がある。

分別収集では燃やすごみ量が減る一方で収集運搬コストの増加が考えられる。地域特性を踏まえて分別方法を十分に検討し住民理解と協力の向上を図る必要がある。

【解説】

1 分別収集と機械選別

- (1) 前処理設備等施設規模を適正かつ最小化するためには、生ごみに含まれる発酵不適物（骨、貝殻、卵の殻類は生ごみと一緒にしている場合が多い）を減少させることが効果的である。
- (2) 最近、燃やすごみを機械により選別しバイオガス化処理する実証実験の報告もされている。燃やすごみの機械選別の場合は、既存の分別収集で対応できる可能性がある一方で、生ごみ以外もある程度混入することが想定される。
- (3) 最近、紙ごみを処理することによりバイオガス量が増加することが報告されているが、処理システムによって紙ごみ類受入の可否および受入可能量の限度があることに留意する。
- (4) 生ごみ等の分別収集方式と燃やすごみの機械選別方式については、収集体制の現状や経済性等を踏まえ、採用する処理方式と併せて十分に検討する必要がある。

2 施設設置に伴う分別収集体制の影響

- (1) 分別収集を新たに行う場合、運搬費の増加（収集の回数増加に伴う人件費等）が考えられる。経済性の検討時にその影響を考慮しておく必要がある。
- (2) 搬入車両（パッカー車、バキューム車、トラック）を確認し、受入ピット等の大きさ・形状を検討しておく必要がある。
- (3) 広域処理している場合は、関連市町村との調整が必要であり、受入量がなるべく平均化するよう、市町村毎に生ごみ等の収集日をずらす等の工夫が必要である。

3 分別収集導入後の効果と課題

生ごみ分別収集を実施している自治体では次のような状況である。(参考資料3の抜粋)

(1) 効果

- ① 住民の分別意識の向上
- ② ごみ排出量の減少（燃やすごみ、生ごみともに）
- ③ 焼却施設、破碎施設等の中間処理施設への負荷が減少
- ④ リサイクル率の向上
- ⑤ 最終処分量の減少

(2) 課題

- ① 収集運搬費の増加
- ② ごみステーション等の排出場所保全（臭気等）
- ③ 分別生ごみの精度が低い（異物の混入が多い）
- ④ 計画処理量相当の生ごみを確保できない

4 メタンガス化施設設置自治体の分別収集体制（参考資料3の抜粋）

メタンガス化施設を設置している自治体（アンケート回答のあった11自治体）における状況は、次のとおりである。

(1) 生ごみの収集回数

2回/週が最も多く、その他としては4回/月、1回/週である。

(2) ごみ排出量の変化

ほとんどの自治体で減少しているが、減少率は10～50%とばらつきがある。

(3) 生ごみ排出量の変化

ほとんどの自治体で減少している。

(4) 収集運搬経費の変化

生ごみの分別収集実施による収集運搬経費の変化について、10%未満の増加（4自治体）、10～20%程度の減少（3自治体）、増減はない（2自治体）といった状況である。

(5) ごみ有料化

ほとんどの自治体でごみ有料化を実施している。ある自治体ではごみ有料化を実施しているが、生ごみ分については無料としているところもある。

2-12-5 メタンガス化施設設置に伴う中間処理システム及び一般廃棄物処理に与える影響事項

メタンガス化施設を設置することで中間処理システム及び一般廃棄物処理において次のような事項について影響がある。各市町村の地域性によりその影響度合いは異なるが、これらを踏まえ、施設設置を判断する必要がある。

- ・ 焼却処理の負荷
- ・ ごみの総排出量
- ・ 最終処分量
- ・ 熱回収量
- ・ 収集コスト、施設建設コスト
- ・ 敷地面積

【解説】

- 現状では生ごみは可燃物として焼却処理されている場合が多いため、ごみ量減少に伴う焼却処理量の低減および発熱量の増加による熱回収率の向上が考えられる。また、メタンガス化施設設置に伴い、生ごみの分別収集やごみ有料化を実施している自治体ではごみの総排出量が減少したところが多い。
- 一般廃棄物処理全体を踏まえると、メタン発酵残さの堆肥化等による資源回収率の向上や最終処分量の低減が見込まれる。
- メタンガス化施設導入に伴い分別収集する場合、分別作業や収集の細分化により収集コストが増加する場合がある。
- 施設建設費については、一般廃棄物に係るメタンガス化施設の建設実績が少ないこと及び施設整備の内容が異なることから、現時点では平均的な費用を例示することは困難である。

しかし、参考資料1の事例では、9億3千万円（16t／日）、17億2千万円（55t／日）、9億6千万円（22t／日）となっており、1トン当たりの建設費は、3,000万円～6,000万円となっている。

なお、焼却施設のみ建設する場合と焼却施設とメタンガス化施設を組み合わせる場合の建設費の比較については、実際に検討を行った市町村の調査報告においても、いずれが安価となるかは一致していない。これは、建設に係る諸条件の違いによるものと考えられる。

また、焼却処理との組み合わせ処理の検討については、参考資料5の「メタン発酵処理に関する経済性の検討例」も参考のこと。

- 敷地面積については、隣接する施設や安全性を考慮し、各設備や構内道路の配置を検討する必要がある。参考資料1の事例では、1トン当たりの建築面積（管理棟、バイオガス貯留設備は含まず）は、50～120 m²となっている。

2-12-6 交付金の交付対象となる高効率原燃料回収施設について

循環型社会形成推進交付金取扱要領において以下のとおりとされている。

エネルギー回収推進施設において、高効率原燃料回収施設を整備する場合は、メタン回収ガス発生率が $150\text{Nm}^3/\text{ごみトン}$ 以上であり、かつ、メタン回収ガス発生量が $3,000\text{Nm}^3/\text{日}$ 以上のメタンガス化施設に限り、メタン発酵残さとその他のごみの焼却を行う施設（発電効率又は熱回収率は 10% 以上のものに限る。）と組み合わせた方式（メタンガス化施設の発電効率又は熱回収効率が 10% 以上のものに限る。）を含む。

【解説】

1 高効率原燃料回収施設

高効率原燃料回収施設に該当する場合は交付金交付率が 1/2 となっている。交付率 1/2 の取扱い、平成 19 年度の循環型社会形成推進交付金取扱要領附則では、平成 23 年度までとされている。

なお、高効率原燃料回収施設に該当しないメタンガス化施設の交付率は 1/3 である。

(1) メタンガス化施設単独の場合

メタン回収ガス発生率	$150\text{ Nm}^3/\text{ごみトン}$ 以上
メタン回収ガス発生量	$3,000\text{Nm}^3/\text{日}$ 以上

(2) メタンガス化施設及びメタン発酵残さとその他のごみの焼却を行う施設とを組み合わせた場合

ア メタンガス化施設

メタン回収ガス発生率	$150\text{ Nm}^3/\text{ごみトン}$ 以上
メタン回収ガス発生量	$3,000\text{Nm}^3/\text{日}$ 以上
発電効率又は熱回収率	10% 以上

イ メタン発酵残さとその他のごみの焼却を行う施設

発電効率又は熱回収率	10% 以上
------------	--------

2 メタン回収ガス発生率等

(1) メタン回収ガス発生率

分母である投入ごみ量（ごみトン）及び分子であるメタン回収ガス発生量については以下のように設定するものとする。

ア 投入ごみ量（ごみトン）は、メタン発酵槽に新たに投入する、処理対象ごみの重量とし、循環水および希釈水は含まないものとする。

イ メタン回収ガス発生量は、メタン回収ガス中のメタン濃度を 50% に換算したメタン回収ガス発生量とする。

(2) メタン回収ガス発生量の算出方法の例

メタン回収ガス発生量 (Nm³/日)

$$= \text{メタン回収ガス発生量 (Nm}^3\text{/日)} \times \text{メタン濃度 (\%)} \div 50 (\%)$$

(3) 発電効率の算出方法の例

発電効率 (%)

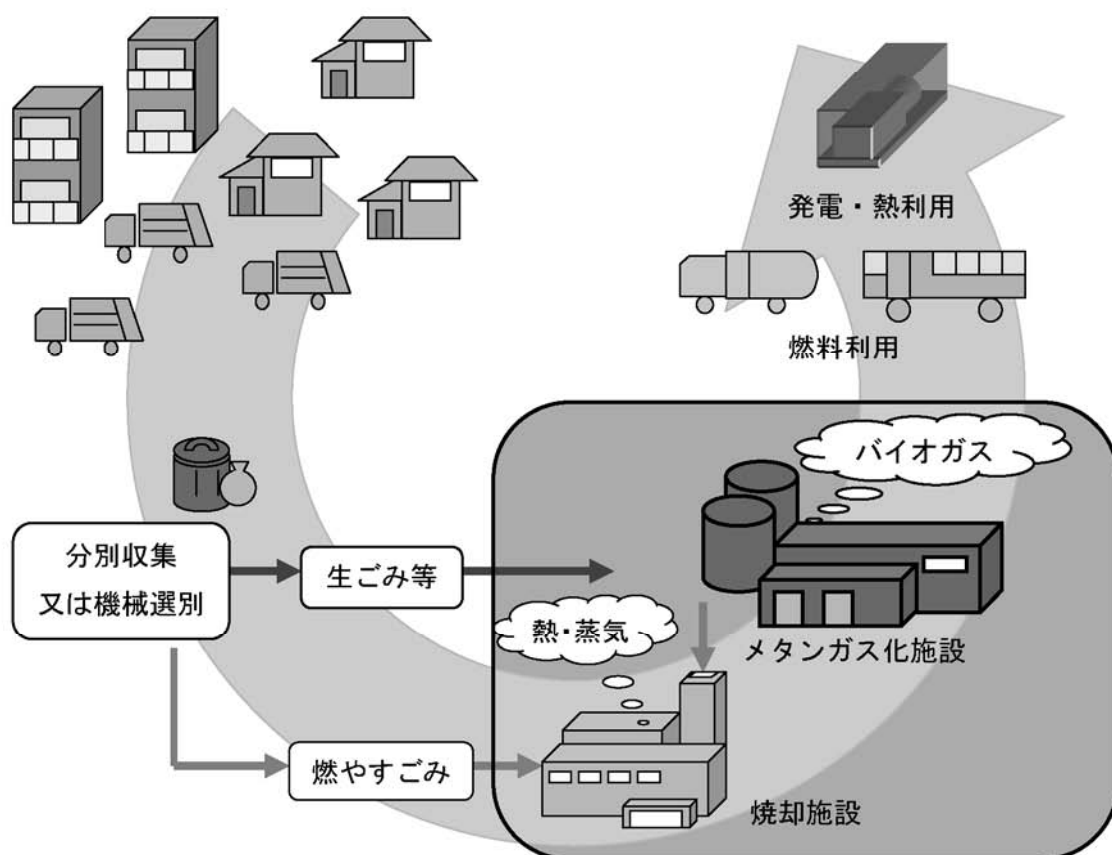
$$= \text{発電量 (kWh/日)} \div (\text{処理対象物の湿基準低位発熱量 (kJ/kg)} \times \text{処理量 (t/日)} \times 1,000 \text{ (kg/t)} \div 3,600 \text{ (kJ/kWh)}) \times 100 (\%)$$

(4) 熱回収率の算出方法の例

熱回収率 (%)

$$= \text{回収熱量 (kJ/日)} \div (\text{処理対象物の湿基準低位発熱量 (kJ/kg)} \times \text{処理量 (t/日)} \times 1,000 \text{ (kg/t)}) \times 100 (\%)$$

※ 処理対象物である厨芥類の湿基準低位発熱量は、概ね 2,000~7,000kJ/kg であるが、紙類を入れると発熱量はこれより高くなる。また、排出、収集方法によって生ごみ等の発熱量は変動することに留意する必要がある。



高効率原燃料回収施設に該当する場合は交付率1/2

3 交付対象事業

エネルギー回収推進施設（高効率原燃料回収施設を含む。）の新設及び増設に係る事業において交付の対象となる事業の範囲は次のとおりである。

(1) 直接必要な設備の範囲

- ① 受入・供給設備（搬入・退出路を除く。）
- ② 前処理設備
- ③ 固形化燃料設備・メタン等発酵設備・その他ごみの燃料化に必要な設備
- ④ 燃焼設備・乾燥設備・焼却残さ溶融設備・その他ごみの焼却に必要な設備
- ⑤ 燃焼ガス冷却設備
- ⑥ 排ガス処理設備
- ⑦ 余熱利用設備・エネルギー回収設備（発生ガス等の利用設備を含む。）
- ⑧ 通風設備
- ⑨ 灰出し設備（灰固形化設備を含む。）
- ⑩ 残さ物等処理設備（資源化設備を含む。）
- ⑪ 搬出設備
- ⑫ 排水処理設備
- ⑬ 換気、除じん、脱臭等に必要な設備
- ⑭ 冷却、加温、洗浄、放流等に必要な設備
- ⑮ 前各号の設備の設置に必要な電気、ガス、水道等の設備
- ⑯ 前各号の設備の設置に必要な建築物

(2) 1 の設備を補完する設備の範囲は、次に掲げるものであること。

- ① 搬入車両に係る洗車設備
- ② 電気、ガス、水道等の引込みに必要な設備
- ③ 1 の設備および前各号の設備の設置に必要な擁壁、護岸、防潮壁等

(3) エネルギー回収推進施設に係る交付対象とならない建築物等の設備は1 ⑯の建築物のうち、⑪、⑫、⑭及び⑮の設備に係るもの（これらの設備のための基礎及び杭の工事に係る部分を除く。）

2-12-7 施設整備モデル計画例（参考）

計画人口 30 万人、10 万人、5 万人の規模の市町村に対し、高効率原燃料回収施設の概念的設計を行ったものを以下に示す。

【解説】

○ 「一般廃棄物に係る新基準策定調査報告書」（社）全国都市清掃会議 平成 17 年 3 月より抜粋および一部追記したものである。

1 本モデル設計における生ごみ排出量、及びごみ質を表 9 に示す。

表 9 本モデル設計における生ごみ排出量、およびごみ質

項目	計画値
生ごみ排出量	260g/人・日
含水率	80%
COD _{Cr}	270,000mg/kg

2 計画人口ごとの施設規模は、表 10 のとおりとする。

表 10 施設規模の設定

都市規模	平均処理量 (t/日)	計画 月変動係数	施設規模 (t/日)	設定施設規模 (t/日)
30 万人規模	78	1.15	89.7	90
10 万人規模	26	1.15	29.9	30
5 万人規模	13	1.15	14.95	15

※ 計画月変動係数は、隣接する関連施設の規模の設定や各地域の処理対象物の排出量の実績等を十分に考慮すること。

3 本モデル設計における処理フローを図 7、また物質収支を表 11 に示す。実際の処理フローおよび物質収支は、ごみの性状や処理方式によって大きく異なることを留意すること。

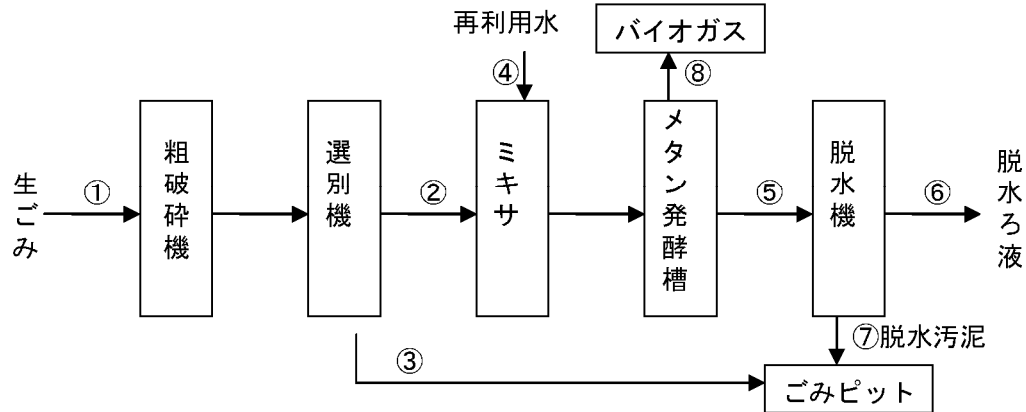


図 7 処理フロー

表 11 モデル計画における物質収支

計画人口		30 万人	10 万人	5 万人
施設規模	t/日	90	30	15
① ^{※1} (投入生ごみ)	t/日 (含水率)	90 (80%)	30 (80%)	15 (80%)
② (選別生ごみ)	t/日 (含水率)	90 (80%)	30 (80%)	15 (80%)
③ ^{※4} (異物)	t/日 (含水率)	0	0	0
④ (希釈水)	t/日 (含水率)	90 (100%)	30 (100%)	15 (100%)
⑤ (発酵残さ)	t/日 (含水率)	166.3 (97.4%)	55.4 (97.4%)	27.7 (97.4%)
⑥ (脱水ろ液)	t/日 (含水率)	151.9 (99.9%)	50.6 (99.9%)	25.3 (99.9%)
⑦ (脱水汚泥)	t/日 (含水率)	14.4 (71%)	4.8 (71%)	2.4 (71%)
⑧ (バイオガス)	Nm ³ /日	11,300	3,770	1,880
補正後メタン 回収ガス発生量 ^{※2}	Nm ³ /日	13,560	4,524	2,256
メタン回収ガス 発生率	Nm ³ /ごみ t	125.5	125.5	125.5
補正後メタン 回収ガス発生率 ^{※2}	Nm ³ /ごみ t	150.6	150.6	150.6
発電量 ^{※3}	kWh/日	16,856	5,624	2,804

※1 ①～⑧は図 7 中のことを指す。

※2 メタン濃度を 50%に換算した場合の数値 (補正前はメタン濃度 60%で設定している)。

※3 メタンの熱量 : 35,800kJ/Nm³にて設定。

※4 分別収集により異物の混入がない場合。