(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-82017
(P2004-82017A)
(43)公開日　平成16年3月18日(2004.3.18)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
B09B 3/00	B09B 3/00	ZABC	4D004
C02F 11/04	C02F 11/04	A	4D059
	B09B 3/00	D	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 13 頁）

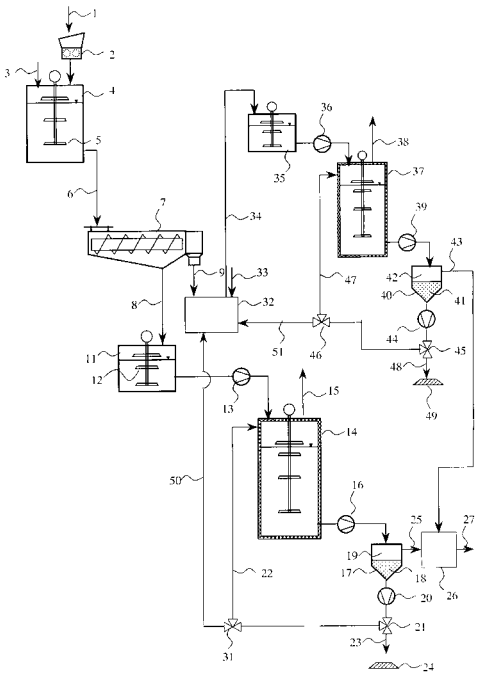
(21)出願番号　特願2002-248139(P2002-248139)
(22)出願日　平成14年8月28日(2002.8.28)

(71)出願人　000005441
バブコック日立株式会社
東京都港区浜松町二丁目４番１号
(71)出願人　000142595
株式会社栗本鐵工所
大阪府大阪市西区北堀江１丁目１２番１９号
(74)代理人　100076587
弁理士　川北　武長
(72)発明者　下平　和佳子
広島県呉市宝町３番３６号　バブコック日立株式会社呉研究所内
(72)発明者　山本　学
広島県呉市宝町３番３６号　バブコック日立株式会社呉研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】有機性廃棄物のメタン発酵方法および装置

(57)【要約】
【課題】有機性廃棄物処理に伴う残さ及び汚泥の発生量を低減し、メタンを含むバイオガスを効率良く回収することのできる、メタン発酵処理装置及び方法を提供する。
【解決手段】有機性廃棄物を可溶化する可溶化槽４と、該可溶化槽にて生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに分離する固液分離装置７と、該可溶化液を３３～４０℃で嫌気発酵させる中温メタン発酵槽１４と、該可溶化残さを５０～５８℃で嫌気発酵させる高温メタン発酵槽３７とを有するメタン発酵処理装置。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
有機性廃棄物を可溶化する可溶化槽と、該可溶化槽にて生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに分離する固液分離装置と、該可溶化液を３３～４０℃で嫌気発酵させる中温メタン発酵槽と、該可溶化残さを５０～５８℃で嫌気発酵させる高温メタン発酵槽とを有することを特徴とするメタン発酵処理装置。
【請求項２】
前記可溶化残さを前記高温メタン発酵槽へ導入する前に微破砕および、または再可溶化する手段を設けたことを特徴とする請求項１記載のメタン発酵処理装置。
【請求項３】
前記中温メタン発酵槽および、または高温メタン発酵槽から排出された余剰汚泥を微破砕および、または可溶化する手段と、該微破砕および、または可溶化した余剰汚泥を中温メタン発酵槽および、または高温メタン発酵槽へ導入する手段をさらに設けたことを特徴とする請求項１または２記載のメタン発酵処理装置。
【請求項４】
前記微破砕および、または再可溶化した可溶化残さと余剰汚泥を混合して高温メタン発酵槽へ導入する手段をさらに設けたことをことを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに記載のメタン発酵処理装置。
【請求項５】
有機性廃棄物を可溶化し、生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに分離し、可溶化液を３３～４０℃の中温で嫌気発酵し、可溶化残さを５０～５８℃の高温で嫌気発酵することを特徴とするメタン発酵処理方法。
【請求項６】
可溶化残さを微破砕または再可溶化した後に前記高温で嫌気発酵することを特徴とする請求項５記載のメタン発酵処理方法。
【請求項７】
前記中温の嫌気発酵および、または前記高温の嫌気発酵によって生じた余剰汚泥を微破砕および、または可溶化した後に嫌気発酵することを特徴とする請求項５または６記載のメタン発酵処理方法。
【請求項８】
微破砕および、または再可溶化した可溶化残さと、微破砕および、または可溶化した余剰汚泥とを混合して前記高温メタン発酵することを特徴とする請求項５ないし７のいずれかに記載のメタン発酵処理方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明が属する技術分野】
本発明は、有機性廃棄物を可溶化し、メタン発酵させてメタンガスを発生させ、廃棄物処理と同時にエネルギー回収を行うメタン発酵処理方法および装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
メタン発酵は、下水・し尿処理の分野では、最終沈殿池汚泥および余剰活性汚泥の処理に適用されてきた。近年、ごみ焼却炉からのダイオキシン類の排出、埋立地の不足、炭酸ガス（CO_2）による地球温暖化等が大きな問題となり、これらの環境負荷を低減する方法の一つとして、メタン発酵技術の利用が活発化している。メタン発酵は、有機性廃棄物（厨芥、汚泥、バイオマス等）を発酵させてメタンガスを回収できる技術であり、そのまま燃焼させてエネルギーを回収することができない高水分廃棄物からのエネルギー回収が可能になる利点がある。
【０００３】
メタン発酵は、大きく分けると加水分解菌、酸生成菌による可溶化過程と、メタン生成菌によるメタン発酵過程の二段階の生化学反応から成っている。タンパク質、炭水化物、脂

肪等の高分子有機化合物は、まず加水分解菌などによって低分子化されて高級脂肪酸、アミノ酸、糖類となる。次に、これらの低分子有機物は酸生成菌によって水素（H_2）、CO_2、有機酸（酢酸、酪酸、プロピオン酸、ピルビン酸、ギ酸、乳酸、コハク酸等）に分解され、最後にメタン発酵過程でメタン生成菌によってメタンが生成する。このように、可溶化過程とメタン発酵過程では、活躍する微生物の種類が異なり、最適ｐＨも可溶化過程は４～５、メタン生成過程は６．８～７．６程度と異なっている。また、メタン発酵を行う菌は絶対嫌気性であり、酸素が存在する環境では生育できないが、可溶化に関係した菌は好気性、通性嫌気性のものが多く、酸素の有無やその存在量に応じて最適な菌が活動し、有機物を分解する。これらのことから、最近は可溶化槽とメタン発酵槽を分離して発酵効率を高める、二槽式と呼ばれる方法が採用される場合も多い。

【０００４】

メタン発酵には、図６に示すように、最適の温度領域が３５℃前後の中温発酵と、５５℃前後の高温発酵の２つがあり、中間（４０～４５℃）の温度範囲では処理速度がむしろ低下する。このことは、それぞれの適温で活躍するメタン菌の種類が異なることを示している。高温発酵は低温発酵よりも有機物の分解速度が早く、中温発酵では分解されにくい繊維質を、ある程度分解することが可能である。しかし、蛋白質の分解生成物であるアンモニア性窒素の蓄積による発酵阻害に対しては、中温発酵の方が強く、変調した場合の回復も可能であるが、高温発酵では阻害を受けやすく、一旦変調をきたすと回復は困難とされている。このような特性を考慮し、目的に応じて中温、高温を選択する。また、相当の余剰熱源を保有する工場や、処理すべき排水自身が相当の高温で排出される場合には、高温発酵による処理が理想的かつ経済的に有利である。しかし、余剰熱源がなく、発酵槽を高温に維持できない場合には中温発酵が広く採用されている。

【０００５】

図７に従来技術による有機性廃棄物の中温メタン発酵システムのフローの一例を示す。厨芥類、草木類その他の有機性廃棄物１は破砕機２で破砕された後、流動性を持たせるための適量の水３と共に可溶化槽４に投入され、攪拌機５で攪拌しながら、主に廃棄物中に存在する微生物の働きによって可溶化され、メタン発酵の原料となる有機酸および、有機酸の前駆体となる高級脂肪酸、アミノ酸、糖類等の有機物が生成される。一般に、可溶化槽は可溶化途上のものを排出しないようにバッチで運転され、１～３日程度経過した後、可溶化物をライン６により抜き出し、脱水機７に送られ、ライン８から排出される可溶化液と、ライン９から排出される可溶化残さ１０に分離される。可溶化残さ１０は主に、植物性廃棄物に由来する分解されにくいセルロース、リグニン等の繊維質そのもの、およびセルロースを主成分とした植物細胞壁というカプセルに囲まれているために分解されなかった有機物（細胞質）から成っている。この可溶化残さ１０は、通常、コンポストに加工して肥料として利用されるか、または単純に焼却処理される場合が多い。一方、低分子の有機化合物を多量に含んだ可溶化液は、貯留槽１１に一旦貯められる。貯留槽１１は、後段のメタン発酵槽へ可溶化物を定量供給するためのバッファであるだけでなく、貯留中に溶存酸素を消費させ、可溶化物を嫌気性のメタン発酵に適した状態とする。貯留槽１１では、固形分の沈殿を防ぐために攪拌機１２により攪拌を行っている。貯留槽１１内の可溶化液は、ポンプ１３により中温メタン発酵槽１４へ定量的に送られ、メタン生成菌の働きにより、有機酸からメタン約６５％、二酸化炭素約３５％のガス（バイオガス）が生成する。バイオガスはライン１５から排出され、図示しないガスホルダー等に貯蔵される。バイオガス中には数百ｐｐｍ程度の硫化水素が含まれるため、必要に応じて脱硫処理した後、燃料として使用され、電気や温水としてエネルギーを回収する。

【０００６】

メタン発酵槽１４の廃液は、ポンプ１６により抜き出されて沈降槽１７に送られ、底部に濃縮した濃縮汚泥１８と上澄の廃水１９に分けられる。濃縮汚泥１８は、主にメタン菌の菌体と、分解しきれずに残った有機物（分解残さ）から構成されており、ポンプ２０によって抜き出され、切替弁２１を介して、一部は濃縮汚泥返送ライン２２を経由してメタン発酵槽１４へ返送し、メタン発酵の種汚泥として利用される。濃縮汚泥１８の残りは濃縮

汚泥排出ライン２３から排出され、余剰汚泥２４となる。余剰汚泥２４は、通常はコンポスト化して肥料として利用されるか、または単純に焼却処理される場合が多い。一方、廃水１９はライン２５から抜き出され、廃水処理設備２６へ送られ、脱窒、活性汚泥などにより最終処理された後、処理水２７として放流される。

【０００７】

上記の従来技術によるプロセスフローと有機物（無水ベース）の物質収支を図８に示す。有機物量として厨芥で８００ｋｇ、草で１００ｋｇ、木で１００ｋｇから成る有機性廃棄物を１０００ｋｇ投入した場合、可溶化率８０％程度で、固液分離によって、有機物は可溶化液中に８００ｋｇ、可溶化残さ中に草と木に由来する２００ｋｇが分配される。可溶化液中有機物の中温メタン発酵による分解率は７５％程度であり、バイオガス６００ｋｇ、余剰汚泥として２００ｋｇの有機物が排出される。可溶化残さと余剰汚泥を合計すると、４００ｋｇがバイオガス化されずに排出されることになる。

【０００８】

図９に、他の従来技術として、有機性廃棄物の高温メタン発酵システムのフローの一例を示す。図７のフローと異なる点は、高温発酵は中温発酵に比べると繊維質の分解率が高いため、可溶化後に脱水機７による固液分離により繊維質を可溶化残さとして排出せず、可溶化物をそのまま貯留槽１１に貯め、ポンプ１３によりメタン発酵槽２６へ送るようにしたことである。しかし、高温メタン発酵によってすべての繊維質が分解できるわけではないので、分解残さは菌体とともにポンプ１６によりメタン発酵槽２６から排出されることになる。

【０００９】

本従来技術によるプロセスフローと有機物（無水ベース）の物質収支を図１０に示す。高温発酵においては、発酵阻害が問題とならなければ、有機物の分解率は中温発酵よりも少し高い８０％程度とされる。しかし、木質繊維などの硬い繊維質は、いずれにしても分解しにくいので、本従来技術においては有機物を１０００ｋｇ投入した場合、木に由来する１００ｋｇ程度は未分解のまま余剰汚泥に含まれて排出される。残り９００ｋｇの有機物からバイオガス７２０ｋｇが発生し、残り１８０ｋｇの有機物は余剰汚泥となり、余剰汚泥は合計で２８０ｋｇとなる。本フローでは可溶化後の固液分離を行わないため、可溶化残さはゼロである。

【００１０】

メタン発酵処理プロセスに投入される有機性廃棄物としては、家庭やレストラン、惣菜店などから排出される一般廃棄物である厨芥類の他に、植物性の産業廃棄物（紙類、草木、野菜・果物類）、動物性の産業廃棄物（肉・魚類、乳製品）などが挙げられる。表１に示すように、植物性廃棄物は炭水化物が主成分であるためＣ含有率が高く、動物性廃棄物はたんぱく質が主成分であるためＮ含有率が高いという特徴がある。このような産業廃棄物は、発生源において別々に発酵処理する場合には、各々の発酵特性に合わせたシステムが採用される。しかし、最近、このように発生源の異なる産業廃棄物を、地域ごとに集約して１箇所で処理しようという試み（エコタウン計画等）が行われるようになってきている。

【００１１】

【表１】

廃棄物種		C含有率（無水%）	N含有率（無水%）	C/Nモル比（－）	セルロース（無水%）	リグニン（無水%）
植物性	おが屑	48.8	0.1	957	45～50	20～25
	稲わら	33.8	0.1	72	33.7	21.1
	新聞紙	40.9	0.1	530	48	18
	雑草	35～45	2～5	10～20	15～25	3～20
	野菜類	44.2	2.3	18.8	8.7	
	米飯	43.5	1.2	41.7	0.6	
	パン屑	45.5	2.2	24.3	0.1	
動物性	牛乳	55.2	4.2	15.2	0	0
	鶏肉	57.1	5.9	11.4	0	0
	イワシ	41.7	6.9	4.8	0	0
厨芥	A	46.0	3.1	17.2		
	B	49.3	2.9	20.4		
	C	43.0	3.6	14.0		
可溶化残さ		40～46	1～2	25～47		
メタン発酵汚泥		20～50	4～16	4～6		

【００１２】
【発明が解決しようとする課題】
各種の有機性廃棄物を混合し、図７、９のような従来の処理フローで発酵しようとすると、以下のような問題点がある。
（１）図７のように可溶化物を固液分離すると、投入された廃棄物中の繊維質の量に比例して可溶化残さの発生量が増大する。
【００１３】
（２）図９の高温発酵では、投入される有機性廃棄物の窒素濃度が高いと、アンモニア性窒素による発酵阻害が起こりやすく、運転管理が難しくなる。一般に、発酵阻害を起こすアンモニア性窒素濃度は、高温発酵で２０００～２５００ｍｇ／Ｌ以上、中温発酵で３０００～３５００ｍｇ／Ｌ以上であり、高温発酵の方がアンモニア性窒素の蓄積に弱いとされている。
【００１４】
（３）プロセスから排出される可溶化残さやメタン発酵汚泥は、コンポスト化あるいは焼却処理されているが、現状、コンポストの需要は実際には少なく、季節変動が大きく、流通ルートも確立していないため、大量に製造しても消費しきることができない。また、水分含有率が高いため、焼却処理するためには大量の燃料が必要となる。可燃ごみと共に焼却炉で燃やすこともあるが、熱回収などの面では不利である。
【００１５】
本発明の課題は、有機性廃棄物処理に伴う残さ及び汚泥の発生量を低減し、メタンを含むバイオガスを効率良く回収することのできる、メタン発酵処理装置及び方法を提供することにある。
【００１６】
【課題を解決するための手段】
上述した従来技術の問題点を解決するため、本発明で特許請求される発明は下記のとおり

である。
（１）有機性廃棄物を可溶化する可溶化槽と、該可溶化槽にて生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに分離する固液分離装置と、該可溶化液を３３～４０℃で嫌気発酵させる中温メタン発酵槽と、該可溶化残さを５０～５８℃で嫌気発酵させる高温メタン発酵槽とを有することを特徴とするメタン発酵処理装置。
（２）前記可溶化残さを前記高温メタン発酵槽へ導入する前に微破砕および、または再可溶化する手段を設けたことを特徴とする（１）記載のメタン発酵処理装置。
【００１７】
（３）前記中温メタン発酵槽および、または高温メタン発酵槽から排出された余剰汚泥を微破砕および、または可溶化する手段と、該微破砕および、または可溶化した余剰汚泥を中温メタン発酵槽および、または高温メタン発酵槽へ導入する手段をさらに設けたことを特徴とする（１）または（２）記載のメタン発酵処理装置。
（４）前記微破砕および、または再可溶化した可溶化残さと余剰汚泥を混合して高温メタン発酵槽へ導入する手段をさらに設けたことをことを特徴とする（１）ないし（３）のいずれかに記載のメタン発酵処理装置。
【００１８】
（５）有機性廃棄物を可溶化し、生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに分離し、可溶化液を３３～４０℃の中温で嫌気発酵し、可溶化残さを５０～５８℃の高温で嫌気発酵することを特徴とするメタン発酵処理方法。
（６）可溶化残さを微破砕または再可溶化した後に前記高温で嫌気発酵することを特徴とする（５）記載のメタン発酵処理方法。
【００１９】
（７）前記中温の嫌気発酵および、または前記高温の嫌気発酵によって生じた余剰汚泥を微破砕および、または可溶化した後に嫌気発酵することを特徴とする（５）または（６）記載のメタン発酵処理方法。
（８）微破砕および、または再可溶化した可溶化残さと、微破砕および、または可溶化した余剰汚泥とを混合して前記高温メタン発酵することを特徴とする（５）ないし（７）のいずれかに記載のメタン発酵処理方法。
【００２０】
【作用】
上記手段を用いることにより、中温発酵では分解しにくい繊維質が分解される。一方、高温発酵では発酵を阻害するアンモニア性窒素の蓄積が防止されるとともに、中温発酵および、または高温発酵の排出汚泥（菌体）を効率よく分解することができる。
【００２１】
【発明の実施の形態】
【実施例】
本発明においては、まず、可溶化槽に有機性廃棄物を適量の水とともに投入して可溶化し、生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに固液分離する。次に、可溶化液を中温メタン発酵槽に投入し、可溶化残さを高温メタン発酵槽に供給して発酵し、両発酵槽からバイオガスを生成する。さらに、中温メタン発酵槽およびまたは高温メタン発酵槽から排出された余剰汚泥を微破砕およびまたは可溶化した後に、メタン発酵させる。中温メタン発酵槽および高温メタン発酵槽は、ともに温水ヒータなどによって発酵の最適温度に制御されており、生成ガスを抜き出すライン以外は密閉された嫌気状態に保たれている。また、ｐＨを発酵に最適な６．８～７．６に維持するため、メタン発酵の原料となる可溶化物の供給量を制御し、必要に応じて石灰等を添加してｐＨを調節する。以下、本発明の実施例を、図１に示すフローを用いて説明する。
【００２２】
このメタン発酵装置は、有機性廃棄物を可溶化する可溶化槽４と、該可溶化槽４にて生成した可溶化物を可溶化液と可溶化残さに分離する固液分離装置７と、該可溶化液を３３～４０℃で嫌気発酵させる中温メタン発酵槽１４と、該可溶化残さを５０～５８℃で嫌気発

酵させる高温メタン発酵槽３７とから主として構成される。

【００２３】

厨芥その他の有機性廃棄物１は破砕機２で破砕された後、流動性を持たせるための適量の水３と共に可溶化槽４に投入され、攪拌機５で攪拌しながら、主に廃棄物中に存在する微生物の働きによって可溶化される。可溶化物はライン６により抜き出し、固液分離装置７へ送られ、ライン８から排出される可溶化液と、ライン９から排出される可溶化残さに分離される。可溶化残さを固液分離装置としては、スクリュープレスのような脱水機が適当であるが、投入する廃棄物中に草木などの構造物が少ない場合は絞りにくいので、重力式沈降槽でも良い。このとき、投入された廃棄物中の窒素分は、主に動物性廃棄物（肉、魚、乳製品等）に由来するため液化しやすく、多くが可溶化液に含まれることになり、可溶化残さ中には比較的少ない。また、可溶化しにくい繊維質の多くも残さとして排出され、可溶化液には少なくなっている。可溶化液８は、貯留槽１１に一旦ため、ポンプ１３により中温メタン発酵槽１４へ定量供給される。

【００２４】

中温メタン発酵槽１４は、図示しない保温材によって保温され、温度計によって温度を計測し、その値に基づいて適宜ヒータ、熱交換器等によって加温するなどの図示しない温度制御手段によって中温発酵に適した温度条件に保持することができる。具体的には、２５～５０℃であれば中温発酵が進行するのでその範囲内に保持できればよいが、好ましくは、３３～４０℃、更に望ましくは３５℃前後に保持することができればよい。

【００２５】

この中温発酵によりバイオガス１５を生成する。このとき、可溶化液の窒素濃度は比較的高く、発酵液中のアンモニア性窒素濃度が高めとなるが、中温発酵はこれによる発酵阻害が起こりにくいため、安定した運転が可能である。中温メタン発酵槽１４の廃液は、ポンプ１６により抜き出されて沈降槽１７に送られ、底部に濃縮した濃縮汚泥１８と上澄の廃水１９に分けられる。濃縮汚泥１８は、ポンプ２０によって抜き出され、切替弁２１、３１を介して、一部は濃縮汚泥返送ライン２２を経由して中温メタン発酵槽１４へ種汚泥として返送される。濃縮汚泥１８の残りは濃縮汚泥排出ライン２３から余剰汚泥２４として排出される。

【００２６】

一方、ライン９から排出される可溶化残さは主に、植物性廃棄物に由来する難分解性の繊維質から成っている。この残さを破砕装置３２により微破砕し、流動性を持たせるために加水３３してスラリ状にし、ライン３４により２次貯留槽３５へ送り、ポンプ３６によって、５５℃前後に温度制御された高温メタン発酵槽３７へ定量供給する。

【００２７】

高温メタン発酵槽３７は、図示しない保温材によって保温され、温度計によって温度を計測し、その値に基づいて適宜ヒータ、熱交換器等によって加温するなど、図示しない温度制御手段によって高温発酵に適した温度条件に保持することができるようになっている。具体的には、４０～６０℃であれば高温発酵が進行するのでその範囲内に保持できればよいが、好ましくは、５０～５８℃、更に望ましくは５５℃前後に保持することができればよい。

【００２８】

高温発酵では、中温発酵では分解しにくい繊維質が分解されバイオガス３８が生成される。破砕装置３２としては、繊維質を破壊できるものなら何でも良く、ミル、あるいは超音波やウォータージェットなどを応用した装置が適用できる。破砕装置３２は省略してもよい。微破砕や再可溶化のような２次処理を行わなくても、ある程度は高温発酵で分解されるが、２次処理を行うことにより分解率が向上し、残さや汚泥排出量を低減し、ガス収率を向上させることができる。高温メタン発酵槽３７に供給される可溶化残さは窒素含有率が低いため、高温発酵を阻害するアンモニア性窒素の蓄積を回避することができ、安定運転が可能となる。

【００２９】

高温メタン発酵槽３７の廃液は、ポンプ３９により抜き出されて沈降槽４０に送られ、底部に濃縮した濃縮汚泥４１と上澄の廃水４２に分けられる。廃水はライン４３によって抜き出され、廃水処理設備へ送られる。濃縮汚泥４１は、ポンプ４３によって抜き出され、切替弁４５、４６を介して、一部は濃縮汚泥返送ライン４７を経由して高温メタン発酵槽３７へ種汚泥として返送される。残った濃縮汚泥は濃縮汚泥排出ライン４８から余剰汚泥４９として排出される。

【００３０】

種汚泥として中温メタン発酵槽１４および高温メタン発酵槽３７へ返送した残りの余剰汚泥２４、４８は有機物を含むため、メタン発酵槽へ戻して分解することができれば、その分メタン生成量を増加させ、排出される汚泥を減らすことができる。しかし、汚泥すなわち菌体は植物細胞同様、繊維質の細胞壁を持っているため、そのままメタン発酵槽へ返送してもほとんど分解されない。また、可溶化槽４に戻して可溶化しようとしても、通常の可溶化処理では、細胞壁を持つ菌体を可溶化することはやはり困難である。そこで、各メタン発酵槽の余剰の濃縮汚泥をライン５０、５１により破砕装置３２へ送り、可溶化残さとともに微破砕し、ライン３３、２次貯留槽３５を介して高温メタン発酵槽３７に供給して分解することにより、バイオガスを発生させる。このとき、可溶化残さとは別の装置で処理しても良い。菌体の窒素含有率は高いが、可溶化残さの窒素含有率が低いため、これらを共に高温メタン発酵槽へ供給することにより、高温発酵を阻害するアンモニア性窒素の過剰な蓄積は避けられる。ただし、余剰汚泥の全量を返送し続けると、系内の窒素濃度が上昇して発酵阻害を起こす危険性があるため、時々、余剰汚泥の一部を系外に抜き出す方が安全である。

【００３１】

微破砕後の余剰汚泥は中温メタン発酵槽１４へ供給することも可能であるが、窒素の蓄積が問題とならない限り、高温メタン発酵槽３７へ供給した方が、分解効率が良い。

また、水分調整用の水３、３３として、メタン発酵廃水２５あるいは処理水２７を循環使用すると、最終的な排水量を減らすこともできる。ただし、メタン発酵廃水２５は窒素濃度が比較的高いため、系内の窒素濃度が上昇して発酵阻害を起こす危険性がある。よって、メタン発酵槽１４、３７におけるアンモニア窒素濃度を測定し、発酵阻害濃度に近づくようなときは、循環使用する水の量を控えるようにする。または、定期的に、系外の水を使用するなどの運用を行う。

【００３２】

本実施例において、バッチ式で処理する場合は、ライン６、８、９、３４、５０、５１は必ずしも必要ではなく、被処理物を直接次の装置へ投入してもよい。

本実施例によれば、窒素含有量が低く繊維質の多い可溶化残さを高温発酵することにより、発酵阻害の原因となるアンモニア性窒素の蓄積を回避しつつ、中温発酵では分解しにくい繊維質を分解することができる。また、排出された余剰汚泥を微破砕してメタン発酵槽へ戻すことにより、汚泥（菌体）を分解することができ、これらの結果、最終的に排出される汚泥量を低減し、その分、バイオガス発生量を増大させることができる。

【００３３】

本実施例によるプロセスフローと有機物（無水ベース）の物質収支を図２に示す。有機物を１０００ｋｇ投入した場合、可溶化率８０％程度で、固液分離によって、有機物は可溶化液中に８００ｋｇ、可溶化残さ中に２００ｋｇが分配される。可溶化液中有機物の中温メタン発酵による分解率は７５％程度で、バイオガス６００ｋｇ、余剰汚泥として２００ｋｇの有機物が排出される。可溶化残さを２次処理後に高温メタン発酵することにより、分解率８０％でバイオガス１６０ｋｇを得、余剰汚泥として４０ｋｇが排出される。中温発酵及び高温発酵の余剰汚泥として排出された有機物は、ともに２次処理後に高温メタン発酵される。余剰汚泥の分解率は７０％程度であり、バイオガスは１２０ｋｇ＋２４ｋｇが発生し、余剰汚泥として６０ｋｇ＋１２ｋｇの有機物が最終的に排出される。本実施例全体でのバイオガス発生量は合計９２８ｋｇ、余剰汚泥として排出される有機物は合計８２ｋｇとなり、図３、４の中温発酵による従来技術に比べると、バイオガス発生量は１．

５倍以上、可溶化残さ＋余剰汚泥の排出量は約１／４となる。また、図５、６の高温発酵による従来技術に比べると、バイオガス発生量は約１．３倍、余剰汚泥排出量は約１／３となり、本発明により、バイオガスの回収率が向上し、可溶化残さや余剰汚泥の排出量を低減することが可能である。

【００３４】

上記実施例では、可溶化残さや余剰汚泥を破砕装置３２によって物理的に微破砕した後、メタン発酵槽へ供給しているが、このような物理的破砕に限らず、加熱、アルカリ添加、繊維質を分解可能な菌の添加などにより再可溶化する方法を用いてもよい。さらに破砕とこれらの化学的可溶化手段を組み合わせれば、より高度に可溶化することが可能である。図３～５にこれらの組み合わせの例を示す。

【００３５】

図３においては、破砕装置３２においてアルカリ５２を添加し、固形物の分解を容易にしている。すなわち、アルカリの添加により細胞壁が軟化するため、破砕が容易となり、より小さい破砕動力でより微細に砕くことが可能である。

図４においては、破砕装置３２の前に加熱装置を設置している。６０℃以上に加熱することにより細胞壁が軟化するため、破砕が容易となる。加熱温度は高いほど効果的であり、加熱方法としては電気ヒータ、温水ヒータ、蒸気吹き込みなどが適用可能である。加熱装置を別置きにせず、破砕装置に加熱手段を付加してもよい。

【００３６】

図５においては、破砕装置３２の後に微生物可溶化槽５４を設置し、繊維質分解菌５５を添加する。微破砕後の繊維質を菌の働きでさらに低分子の糖や有機酸にまで分解することにより、後段のメタン発酵槽におけるガス化効率高めることが可能となる。微生物可溶化槽５４は、菌の活動に最適な温度、雰囲気となるよう制御する。

【００３７】

このように、各種の可溶化手段を組み合わせることにより、再可溶化効率、ガス化効率を向上させることが可能であるが、組み合わせた分、装置が複雑となりコストもかかるため、実施にあたってはプラント全体での収支を検討する必要がある。

【００３８】

【発明の効果】

請求項１ないし８記載の本発明によれば、下記のような効果が得られる。

（１）排出される残さおよび汚泥を減量でき、コンポスト化、焼却するべき最終処理量が減り、その分メタン発生量が増大する。

（２）高温発酵槽を安定的に運転できる。

（３）全体として、有機性廃棄物の処理量が増やすことができるか、または同じ処理量であれば設備をコンパクト化できる。

（４）以上より、有機性廃棄物処理に伴う残さ及び汚泥の発生量を低減し、メタンを含むバイオガスを効率良く回収することのできるメタン発酵処理装置及び方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明によるメタン発酵システムの実施例を示すフロー図。

【図２】本発明におけるプロセスと有機物収支を示すフロー図。

【図３】本発明による高度可溶化方法の一例を示す説明図。

【図４】本発明による高度可溶化方法の他例を示す説明図。

【図５】本発明による高度可溶化方法のさらに他例を示す説明図。

【図６】メタン発酵の最適温度領域を示すグラフ図。

【図７】従来技術によるメタン発酵システムのフロー図。

【図８】図７の従来技術におけるプロセスと有機物収支を示すフロー図。

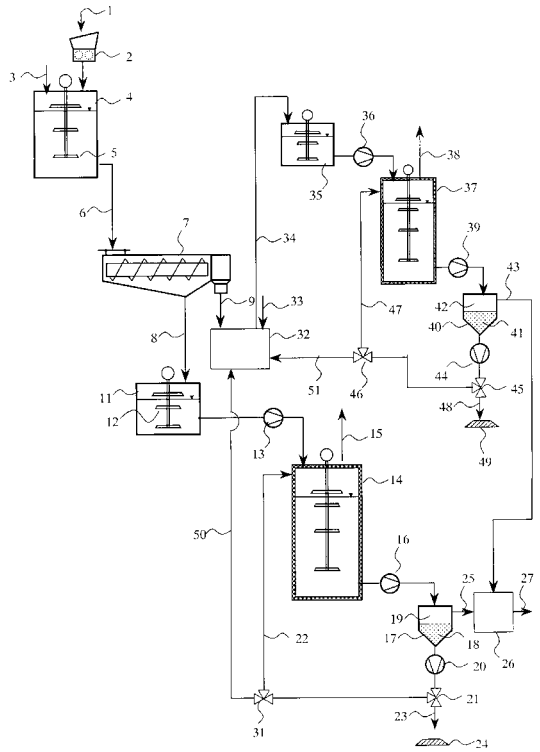
【図９】従来技術によるメタン発酵システムの他のフロー図。

【図１０】図９の従来技術におけるプロセスと有機物収支を示すフロー図。

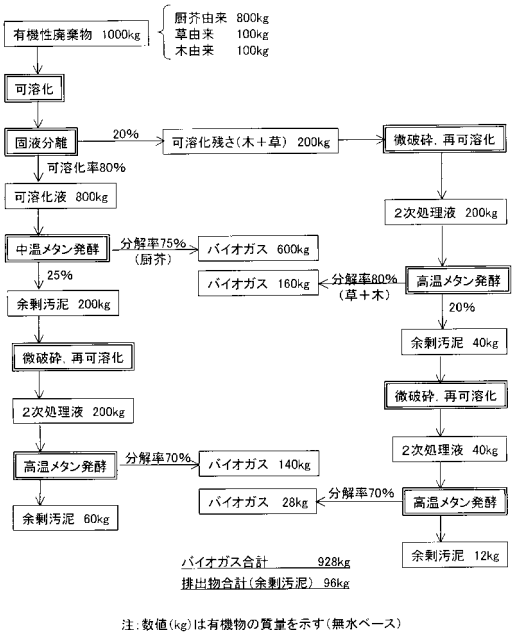
【符号の説明】

１：有機性廃棄物、２：破砕機、３：水、４：可溶化槽、５：攪拌機、６：可溶化物抜き出しライン、７：固液分離装置、８：可溶化液ライン、９：可溶化残さライン、１０：可溶化残さ、１１：貯留槽、１２：攪拌機、１３：ポンプ、１４：中温メタン発酵槽、１５：バイオガス排出ライン、１６：ポンプ、１７：沈降槽、１８：濃縮汚泥、１９：廃水、２０：ポンプ、２１：切替弁、２２：汚泥返送ライン、２３：濃縮汚泥抜き出しライン、２４：余剰汚泥、２５：廃水抜き出しライン、２６：廃水処理設備、２７：処理水、３１：切替弁、３２：破砕装置、３３：水、３４：破砕物搬送ライン、３５：２次貯留槽、３６：ポンプ、３７：高温メタン発酵槽、３８：バイオガス排出ライン、３９：ポンプ、４０：沈降槽、４１：濃縮汚泥、４２：廃水、４３：廃水抜き出しライン、４４：ポンプ、４５：切替弁、４６：切替弁、４７：汚泥返送ライン、４８：濃縮汚泥抜き出しライン、４９：余剰汚泥、５０：濃縮汚泥搬送ライン、５１：濃縮汚泥搬送ライン、５２：アルカリ、５３：加熱装置、５４：微生物可溶化槽、５５：繊維質分解菌。

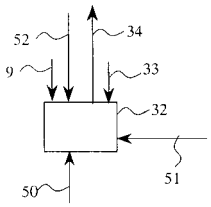
【図１】



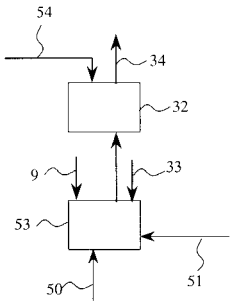
【図２】



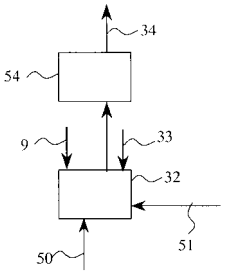
【図３】


52
34
9
33
32
51
50

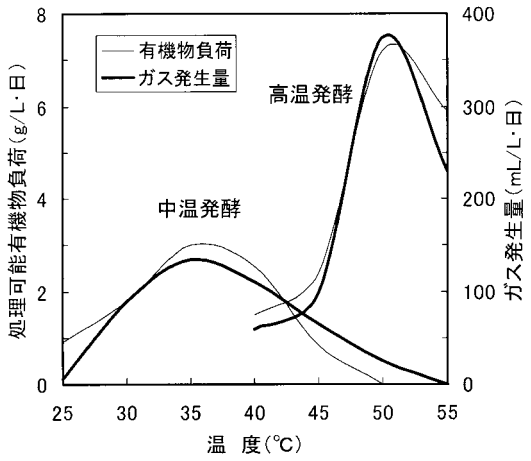
【図４】


54
34
32
9
33
53
50
51

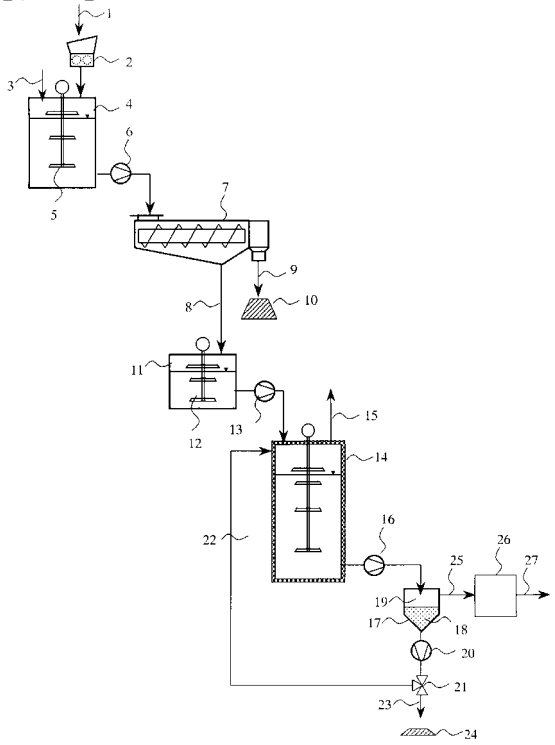
【図５】


34
54
9
33
32
51
50

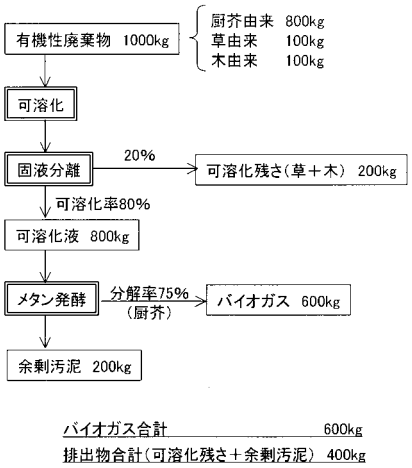
【図６】


有機物負荷
ガス発生量
高温発酵
中温発酵
処理可能有機物負荷(g/L･日)
ガス発生量(mL/L･日)
温 度(℃)
0
2
4
6
8
100
200
300
400
25
30
35
40
45
50
55

【図７】


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

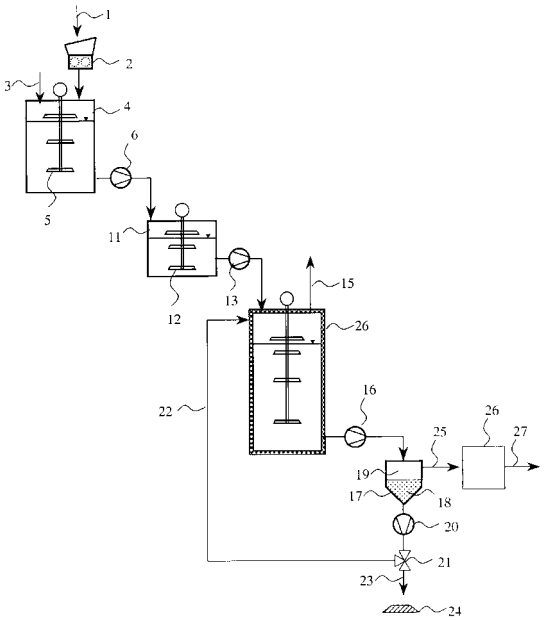
【図８】



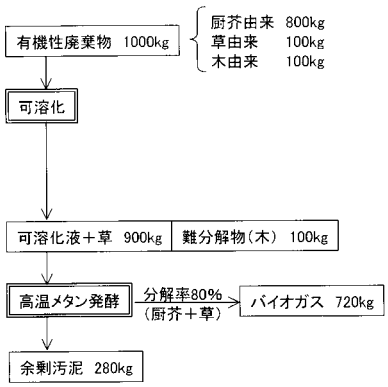
バイオガス合計 600kg
排出物合計(可溶化残さ＋余剰汚泥) 400kg

注:数値(kg)は有機物の質量を示す(無水ベース)

【図９】



【図１０】



バイオガス合計 720kg
排出物合計(余剰汚泥) 280kg

注:数値(kg)は有機物の質量を示す(無水ベース)

フロントページの続き

(72)発明者　守　秀治
広島県呉市宝町６番９号　バブコック日立株式会社呉事業所内
(72)発明者　浜嶋　光洋
大阪府大阪市西区北堀江１丁目３番３号　株式会社栗本鐵工所内
(72)発明者　三村　良平
大阪府大阪市西区北堀江１丁目３番３号　株式会社栗本鐵工所内

Ｆターム(参考) 4D004 AA01 AA03 AA04 BA03 CA04 CA13 CA15 CA18 CA22 CB04
CB27 CB32 CC12 DA01 DA02 DA06
4D059 AA05 AA07 BA12 BA21 BE26 BE31 BE51 BF02 BF14 BK11
BK12 CA21 CB02 EA06 EB06