

地域のメタン発酵施設を成功 させるポイント

バイオマス産業社会ネットワーク第94回研究会

2009年12月10日

NPO法人九州バイオマスフォーラム理事長

(独)農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター

バイオマス資源循環研究チーム長 薬師堂謙一

バイオマスとは？



バイオマスってなに？

「バイオマス」は動植物から生まれた再生可能な有機性資源です。
代表的なものに家畜排せつ物や生ごみ、木くず、もみがらがあります。



わあ！こんなに色々あるんだあ

廃棄物系バイオマス

- 畜産資源
(家畜排せつ物等)
- 食品資源
(加工残さ、生ごみ、動植物性残さ等)
- 産業資源
(パルプ廃液等)
- 林産資源
(製材工場残材、建築廃材等)
- 下水汚泥



未利用バイオマス

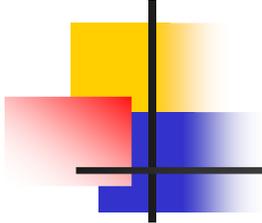
- 林産資源
(林地残材)
- 農産資源
(稲わら、もみがら、麦わら等)



資源作物

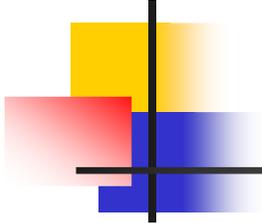
- 糖質資源
(さとうきび、てんさい)
- でんぷん資源
(米、いも類、とうもろこし等)
- 油脂資源
(なたね、大豆、落花生等)





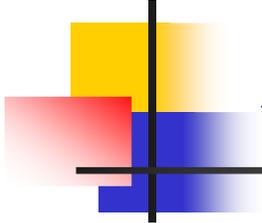
バイオマス利用の基本 (カスケード利用)

- 医薬品原料、食品原料(機能性)
 - 工業用原料(生分解性資材等)
 - 家畜飼料
 - 堆肥・液肥等農地還元(肥料利用)
 - エネルギー
-
- 廃棄処分(浄化処理等)



エネルギー利用方式別価値

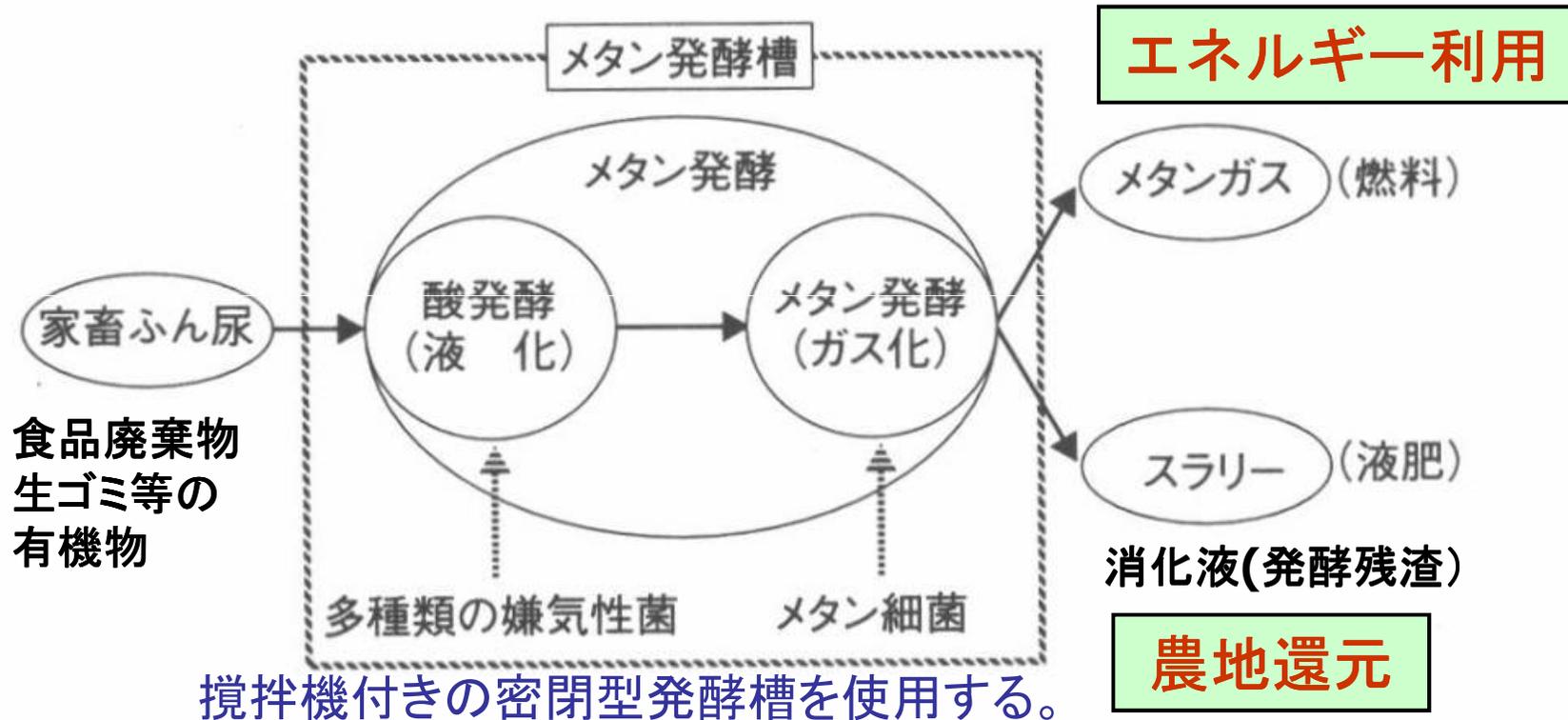
- 電力
動力利用
- 液体燃料
(輸送用: バイオエタノール、BDF)
- 気体燃料(メタンガス等)
- 熱



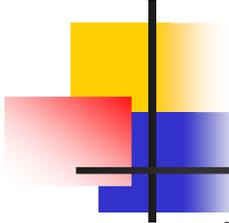
バイオマスのエネルギー化方式

- 直接燃焼：熱利用
- 燃焼発電（蒸気発電）：電力・（熱利用）
- メタン発酵：電力・熱利用
- 熱分解ガス化：電力・熱利用
- ガス化・メタノール合成：液体燃料
- エタノール発酵：液体燃料
- BDF：液体燃料

メタン発酵の原理



有機物がメタン(CH_4)と炭酸ガス(CO_2)に分解される。
通常メタン濃度は60-70%、発熱量5000-6000kcal/Nm³



メタン発酵消化液の取り扱い



- 液肥利用（農地還元）

一番望ましい利用法、還元農地が必要

- 堆肥利用

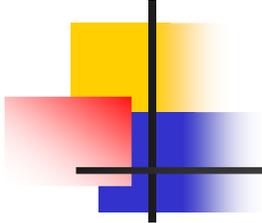


良質堆肥ができない、副資材が必要

- 浄化処理

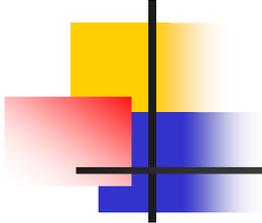


エネルギー的にマイナス、処理コスト高い



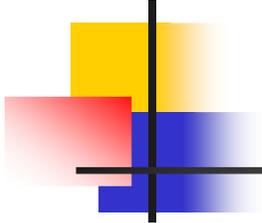
消化液の堆肥化が困難な理由

- エネルギー不足で堆肥化の温度が上がりにくい(雑草や病原性微生物の危険性あり)
- 水分が増えているので水分調製(70%程度)に多量の副資材を必要とする(コスト高)
- 固液分離して堆肥化する場合は、さらに残った液分を浄化処理する必要がある



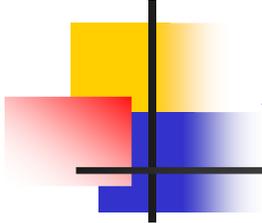
浄化処理が困難な理由

- 浄化処理設備が必要となり**高コスト**
 - 浄化処理には多量のブローア電力を必要とするため**エネルギー収支がマイナス**
 - 凝集剤が多量に必要(コスト高)
-
- 例外 : 浄化処理を前提として、有機物負荷の低減や汚泥の減量化をするためにメタン発酵を組み込むことはある



メタン発酵

- 対象：メタン発酵消化液を利用できる地域
- 原料：乳牛ふん尿、豚ふん尿、**生ゴミ**
食品残さ(焼酎粕他)
- 消化液の施用先：水稲(基肥＋追肥)、
飼料作物、飼料用稲、畑作物
水稲の追肥利用(従来なし、特別栽培)
- エネルギーの生産性： 中程度

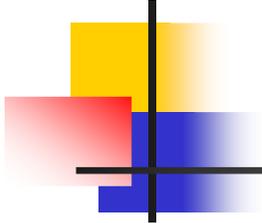


メタン発酵消化液の液肥利用

- 飼料作圃場が十分にある場合（北海道）
悪臭防止、腐熟の促進、エネルギー利用が主目的
- 飼料作以外の水田等にも施用する場合
畜産の環境問題の解消、良質堆肥・液肥生産、
特別栽培用資材（施用窒素の半分以上が有機系）、
エネルギー利用

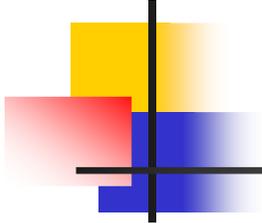


雑草種子の除去、アンモニア態窒素量の増加



消化液の農地還元量の考え方

- 消化液中の窒素、リン酸、カリ濃度をもとに、作物別の肥料要求量に合わせて施用量を決定する。(どれか一成分が要求量に達した時が施用上限量)
- 各成分の肥効率(化学肥料と同じように効く割合)は窒素とリン酸が60-70%、カリは90-95%で計算する。
具体的数値は農業試験場等に聞くこと
- 水稻追肥の場合はアンモニア態窒素量で計算する。
- 消化液だけでは地力が低下するので、堆肥は最低でも2年に1回は施用すること



消化液施用農地面積の目安

- 家畜ふん尿

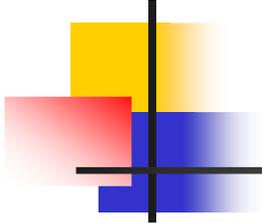
食用米、麦：20－30t／ha・作

飼料稲・米：30－50t／ha・作

飼料作物： 50－60t／ha・作

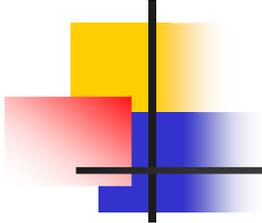
- 生ゴミ

生ゴミ10tで水稻1ha・作の面積が必要



消化液利用促進のための留意点

- 地域の作物ごとの栽培面積から施用可能量を計算しないこと(農家の同意を取り付ける必要あり、全農家が使用することはない)
- 消化液を使った実証栽培はメタン発酵施設完成の3年前から実施すること(一般の耕種農家は液肥利用の経験なし、農業試験場や普及所、農協とも連携して安心して利用できることを示す、施用対象全作物について実施する)



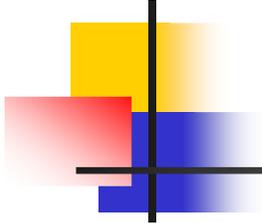
消化液利用促進のための留意点

- 消化液散布回数を増やす

消化液貯留槽の容積が少なくてすむよう栽培作物は複数を組み合わせる(積雪期間は施用できないので寒冷地の貯留槽は大きい)

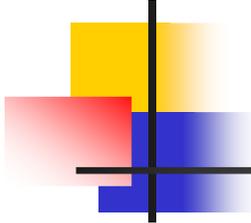
- 散布可能期間に注意

水稻追肥などでは施用適期が短いので、バキュームカーや散布車などの整備台数を確保することが必要



消化液利用促進のための対策

- 特別栽培の推進
- 液肥の生産コスト: 0円/tを目指す。
設備のランニングコスト(人件費+修理代含む)
＝施設利用料(畜産農家等の持ち込み料)
運搬経費と散布経費のみを耕種農家から徴収する。(施肥経費の低コスト化をはかる)
- 農協等への配慮: 化学肥料の使用量が減るので液肥取り扱いを農協等に委託するなど



山鹿市バイオマスセンターの導入事例

- 熊本県山鹿市鹿本地区に設置
- 乳牛ふん尿、豚ふん尿、生ゴミをメタン発酵と堆肥化处理
- 消化液は全量液肥として利用
- 公設・公営（廃棄物中間処理業免許）

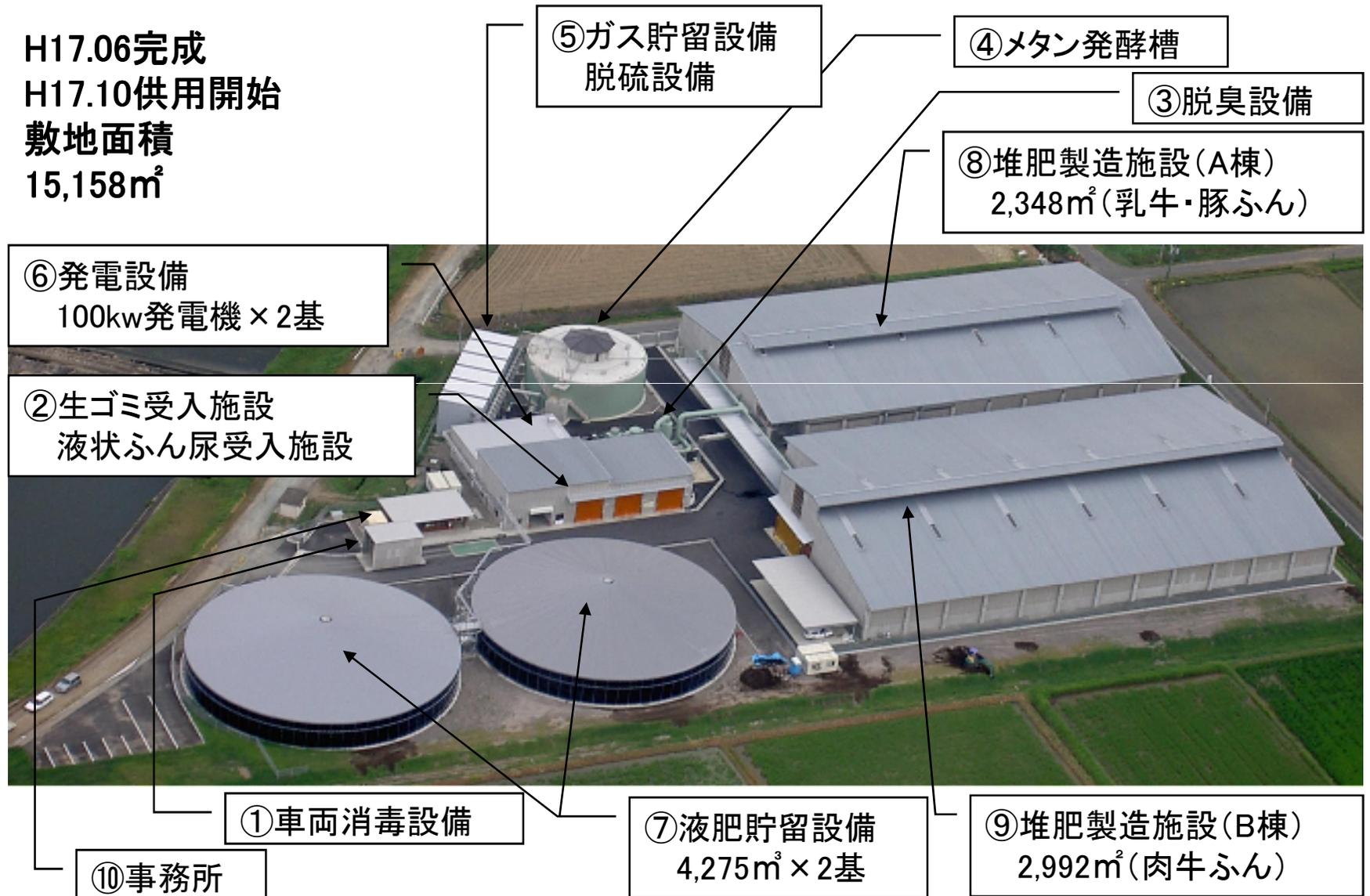
山鹿市鹿本地区



総面積	17.63km ²	人口	8,820人
世帯数	3,019戸	(農家戸数)	603戸
有畜農家			
繁殖牛農家	17戸		300頭
肥育牛農家	5戸		323頭
酪農家	20戸		804頭
養豚農家	3戸		1,433頭
平成17年1月15日市町合併 “山鹿市”			

山鹿市バイオマスセンター全景

H17.06完成
H17.10供用開始
敷地面積
15,158㎡



「環の地域づくり」

“人の環” “地域の環” “安全の環”

地域で発生した廃棄物を良質な堆肥・液肥に変え、地域の農地に還元し良質な作物を生産し、地域の住民が安全・安心な農作物を消費する。

有機資源の活用

土づくりの促進

安全・安心な農産物の生産

付加価値を付けた農産物・加工品の開発

消費者の信頼獲得

農業の振興

地球環境保全(環境面の事業効果)

家畜排泄物を新技術による衛生的な処理を行うことで、不快臭の解消、水質改善が図られ、害虫の発生も抑制されます。(生活環境改善)

生ゴミを分別収集し再資源化することにより可燃ゴミが減少し、CO2などの温室効果ガスの削減につながります。(地球温暖化防止)

再資源化工程で発生するバイオガスを利用したエネルギー自給型施設としてコスト低減が図られます。(資源有効活用)



栽培技術実証試験圃の設置

水稲：収穫等は一般米と変わりなく、成分検査の結果、良食味米の生産となった

施設園芸等：土壌環境状態が改善され、根量等も多く、良品質の生産となった



有機液肥による栽培試験
(水稲・麦)



有機堆肥による栽培試験
(施設園芸作物)

山鹿市バイオマスセンターの特徴

家畜ふん尿・生ゴミ・汚泥

液体分 固形分

バイオガスプラント

乳牛・豚のふん尿から搾り出された分離液と摩砕した生ゴミ、集排汚泥の混合液を、メタン発酵させ、バイオガスと液肥にする。バイオガスは発電に使用する。

液肥

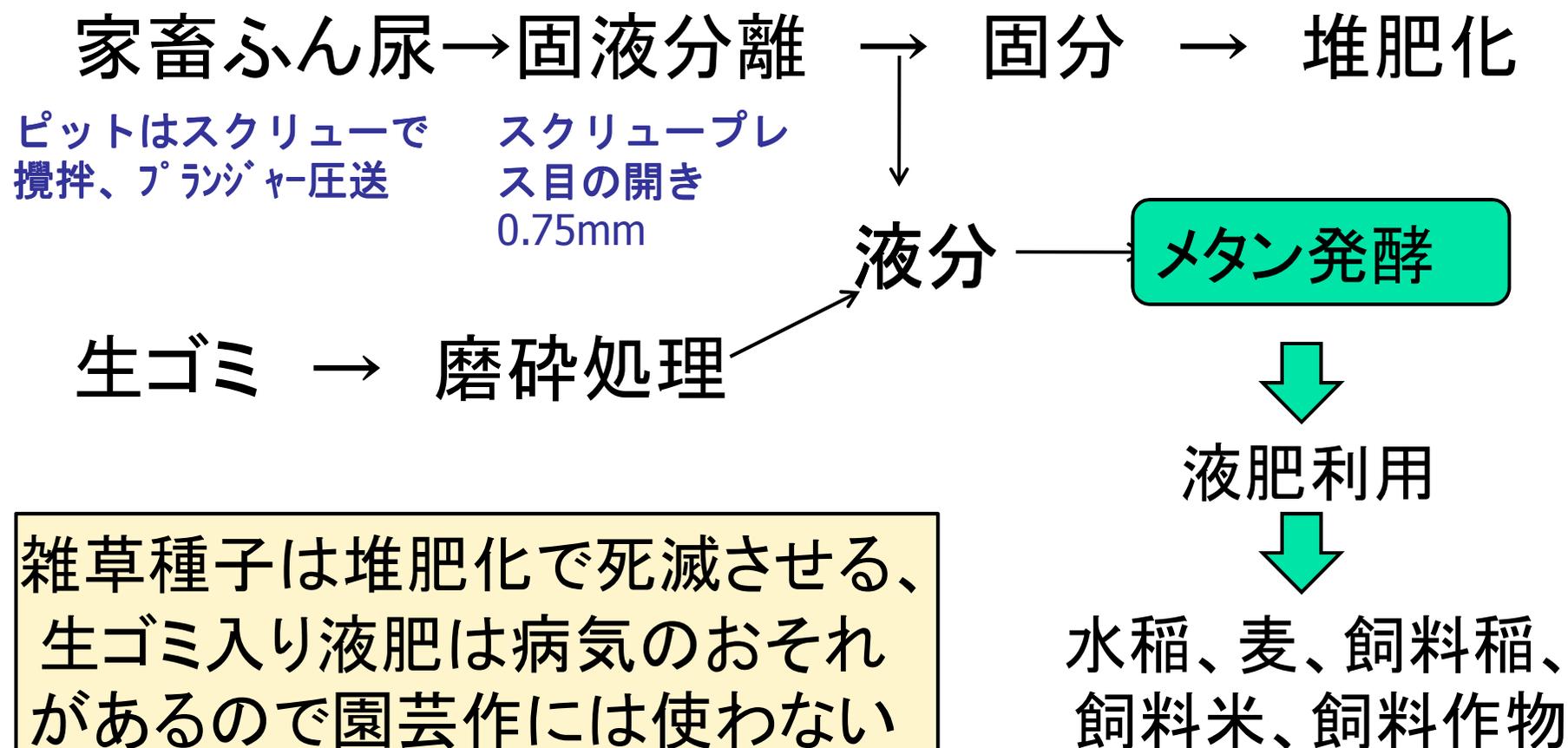
堆肥プラント

肉牛のふん尿、及び乳牛と豚のふん尿の分離かす等の固形分を原料に、適正な通気システムにより攪拌しながら発酵させ、良質な堆肥にする。

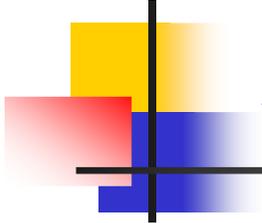
堆肥

エネルギー供給
(電気・熱)

良質堆肥・液肥生産のための前処理



雑草種子は堆肥化で死滅させる、生ゴミ入り液肥は病気のおそれがあるので園芸作には使わない



メタン発酵設備選定の評価項目

- 技術力(設計および管理)
- エネルギー収支
- 導入実績
- イニシャルコスト
- ランニングコスト

(20年間にかかるプラントの全経費:保守・点検、修理、機械等の入れ替え、薬剤費、燃料費、人件費等)

メタン発酵の温度と発酵期間

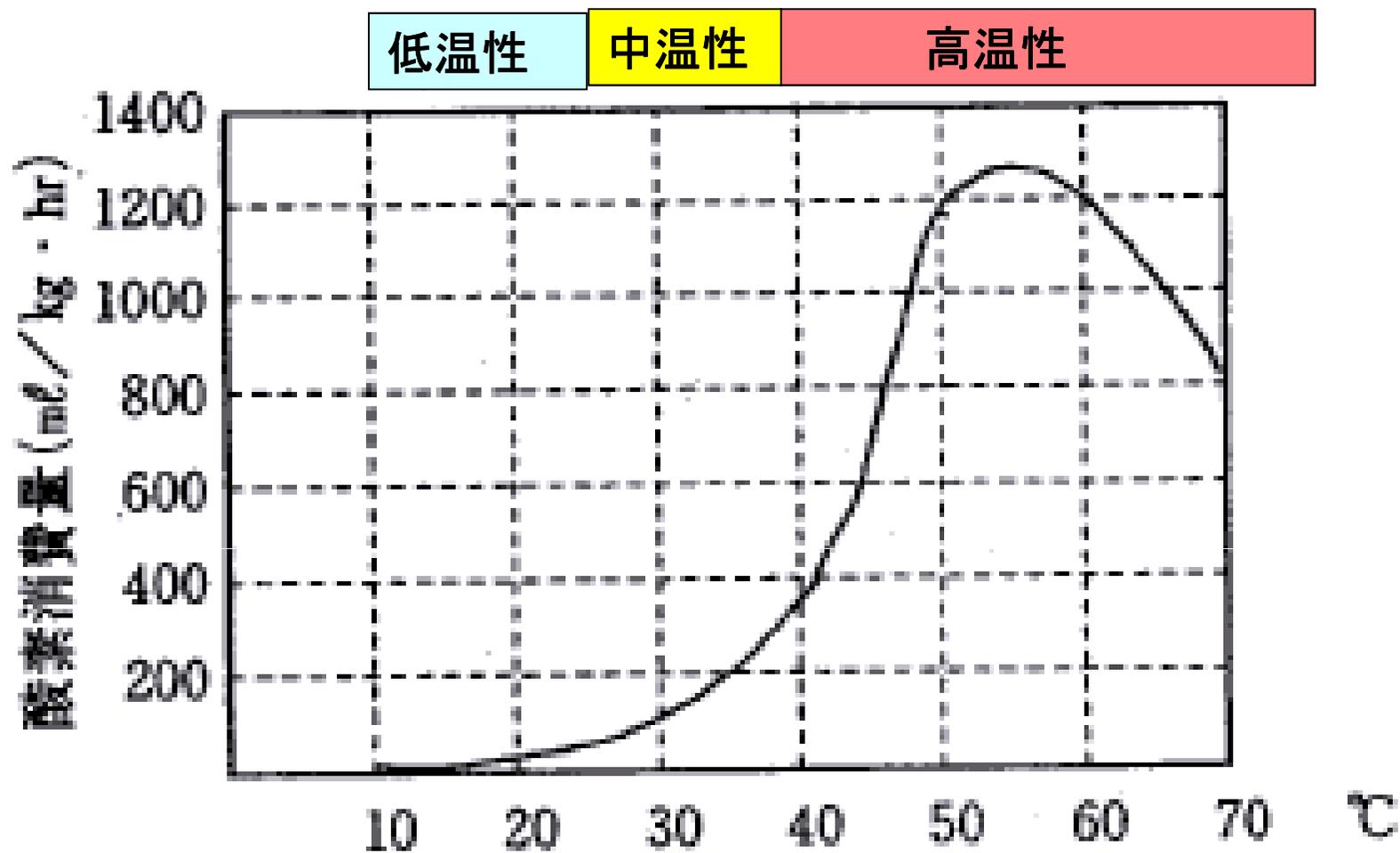
表 4.6 各種細菌群の適温範囲

	最低温度 (°C)	好適温度 (°C)	最高温度 (°C)
低温性菌	0 ~ 10	15 ~ 20	25 ~ 30
中温性菌	10	30 ~ 37	40 ~ 45
高温性菌	25 ~ 45	55 ~ 65	75 ~ 80

表 4.7 消化温度と時間におけるガス発生量

消化温度 (°C)	10	15	20	25	30
普通の消化時間 (d)	90	60	45	30	27
ガス発生量 (ml/g, 有機質)	450	530	610	710	760

急激な温度低下(2°C程度)を与えると発酵が停止する危険性がある。



好温・好気性微生物の温度別の活性状況

生ゴミ分別収集システムの構築

生ゴミ分別徹底と衛生的な回収方法の検討

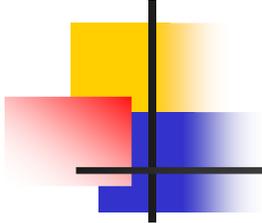
市民の生ゴミ分別収集への参加促進、家庭での生ゴミ保管方法、地区収集場所、収集回数



生ゴミ分別収集モデル
地区推進員による啓発



リフト付コンテナ車に
よる生ゴミ収集作業



生ゴミ併用処理のメリット・デメリット

メ
リ
ツ
ト

- メタン発酵施設への税金投入に対して地域住民の理解がしやすい
- 地域住民の環境意識が高まる
- メタンガスの発生量が増加する
- メタン発酵施設の運営費が増える

デ
メ
リ
ツ
ト

- 数t／日の生ゴミを入れることにより設備経費が約1億円増加(前処理、脱臭設備等)
- 種や土などの混入

家畜排せつ物 収集運搬システムの構築

衛生的な運搬方法の検討

ふん尿の性状に合わせた収集方法の検討
(臭気や垂れこぼし対策)

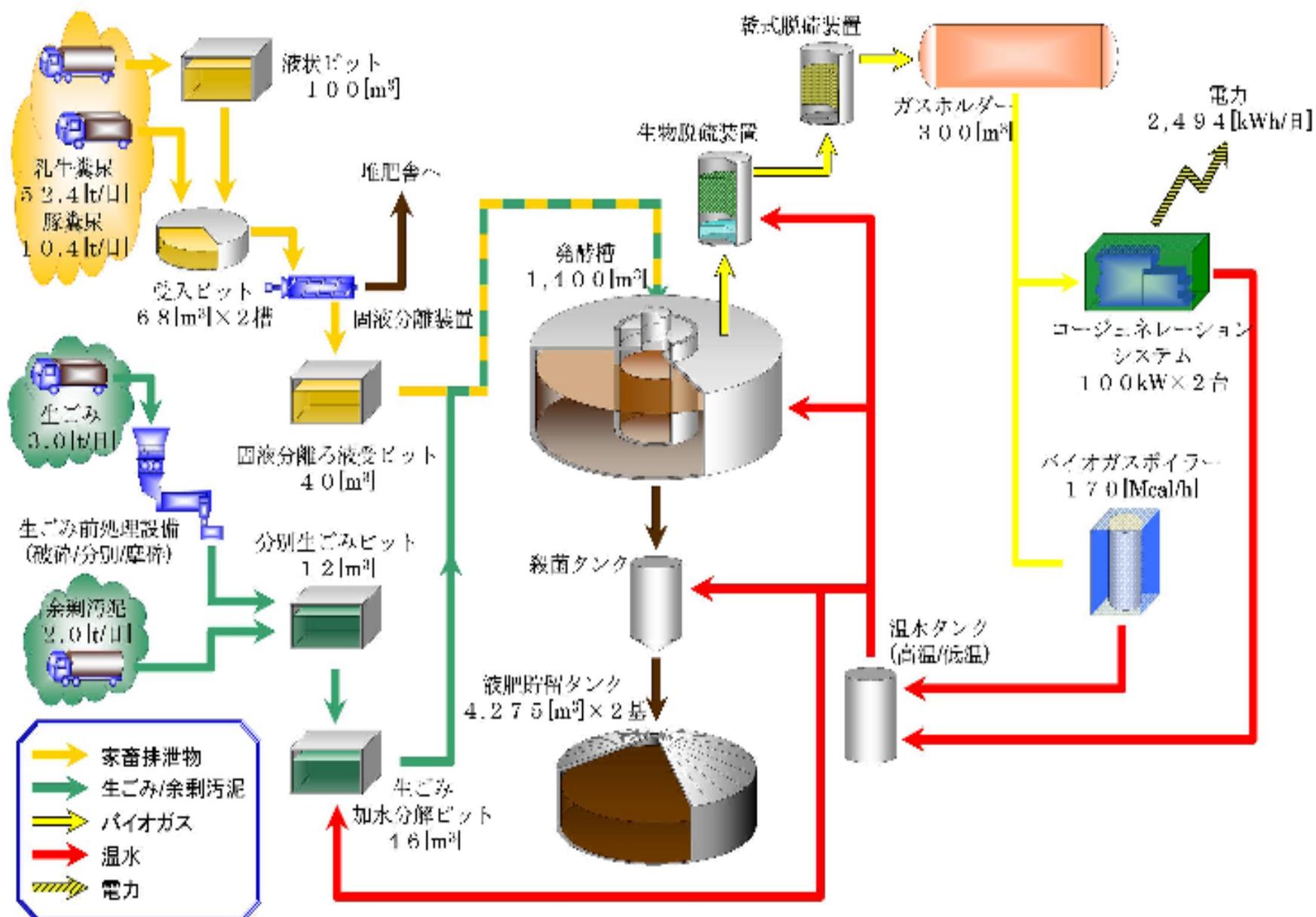
効率的な収集システム の検討

専用収集車両等の導入
密閉コンテナ
バキューム車



鹿本町バイオマス利活用
推進協議会による検討

山鹿市バイオマスセンター メタン発酵発電施設フロー図





車両消毒設備



生ゴミ受入施設



メタン発酵槽



液状ふん尿受入施設



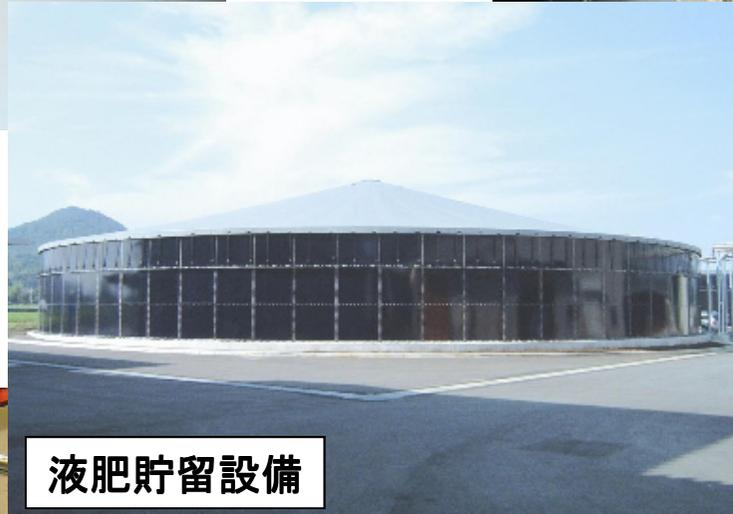
脱臭設備



ガス貯留設備



脱硫設備



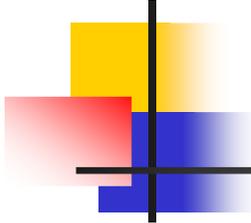
液肥貯留設備



発電設備



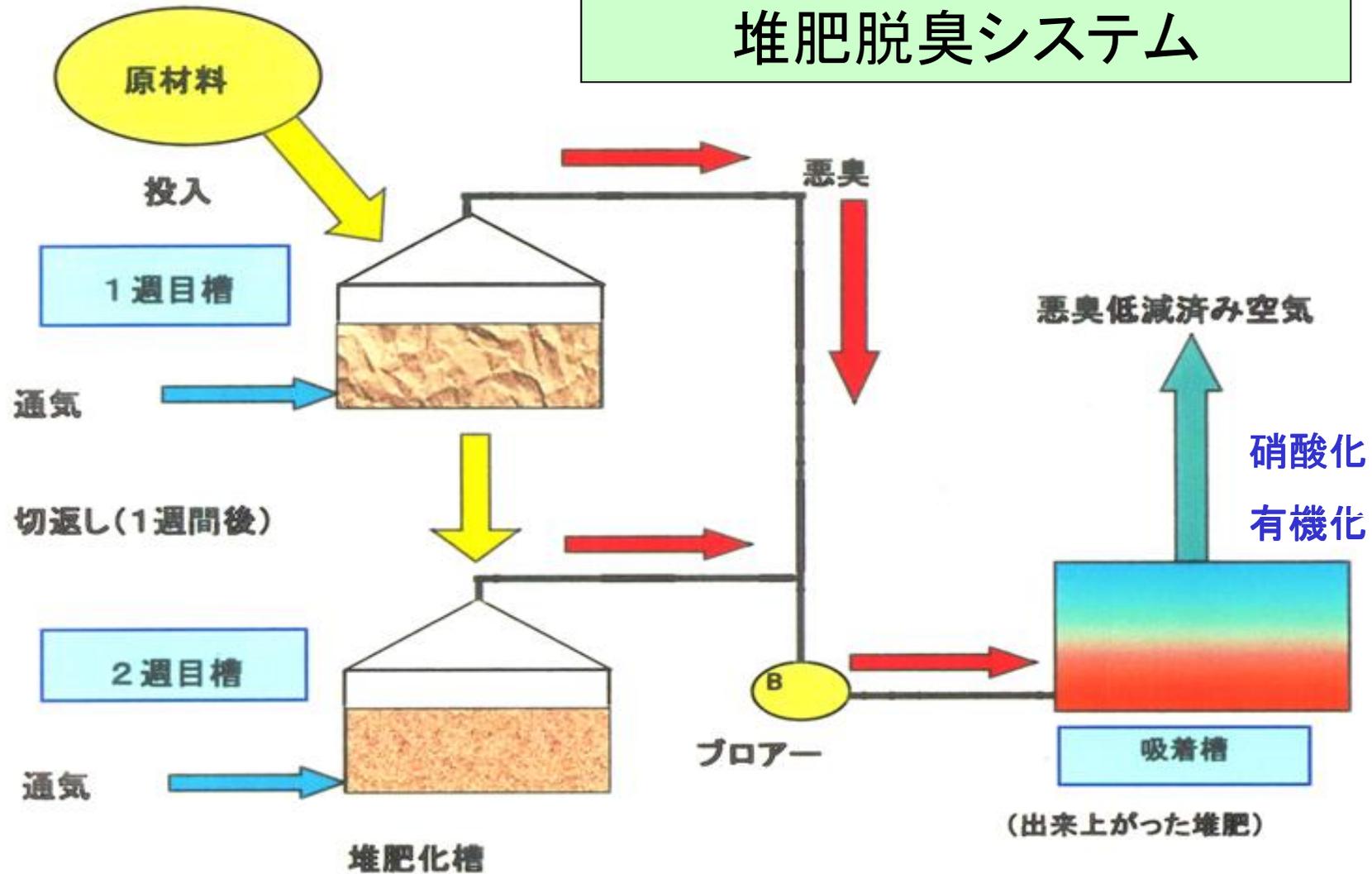
堆肥製造施設



堆肥化方式

- 処理材料：固液分離固分：20t／日
オガクズ牛ふん：10t／日
- 強制通気方式：1次発酵4週間（週1回切り返し）
2次発酵（中温）：2ヶ月間（間けつ通気）
- 切り返し方式：ホイールローダ（+マニユアスプレッダ）
- 脱臭方式：完熟堆肥による堆肥脱臭方式：発酵開始から1～2週目のみ（九州沖縄農研センター開発）

堆肥脱臭システム



出来上がり堆肥による堆肥化過程の悪臭吸着法

高窒素濃度堆肥の生産 → 肥料利用



C-1
準備槽

C-2
生物脱臭槽

C-3
生物脱臭槽

C-4
発酵槽

C-5
発酵槽

C-6
発酵槽

C-7
発酵槽

C-8
発酵槽

脱臭槽

脱臭槽

発酵槽

発酵槽

アンモニア吸着率97%以上、脱窒なし

山鹿市バイオマスセンターでの堆肥脱臭施設

メタン発酵消化液の肥料利用

■ 山鹿市バイオマスセンター

原料：乳牛ふん尿、豚ふん尿、生ゴミ、汚泥

特別栽培の水稻、飼料用米、麦への基肥、追肥利用

■ 福岡県大木町

原料：生ゴミ、人糞尿

→ 特別栽培米

流し込み追肥（水を張りながら施用する）



液肥散布状況（流し込み）

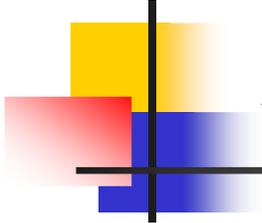
用水・液肥を同時に流しこんでいる状況



作業手順：

前日に落水、用水と一緒に3.5t／20分で施用、その後水位が30mmになるまで用水を流し込む、排水口は閉鎖したまま、元肥の流し込み施用もある





水稲への消化液追肥のメリット

- メタン発酵により窒素分の多くがアンモニア態になっているため水稲が吸収しやすい(追肥時期は化学肥料と同じ)(ちなみに硝酸態窒素は土の表面近くで脱窒されるため効かない、有機態窒素が多いと肥効の発現が遅れる)
- 耕種農家は液肥の運搬賃と散布賃を払うだけなので肥料代が安くすむ

液肥散布状況(表面施用)



麦作の追肥散布



麦刈後の水稻基肥散布



麦刈後の水稻基肥散布



稲刈後の麦作基肥散布

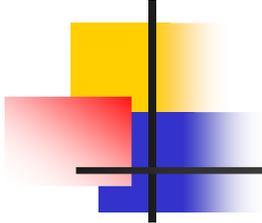
散布時間は3.5t/6分

液肥散布車の導入



麦作の追肥散布(バキュームカー2~4台が液肥供給)

水田に入るためクローラー型車両(4t)を導入、
散布は2重撒きを防ぐためパイプから滴下方式とした



消化液の散布体制

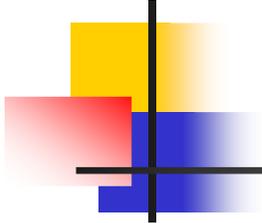
- **山鹿市バイオマスセンター**

常勤オペレーター3名＋シルバー1～2名

食用水稻、麦の施用を担当

- **畜産農家**

飼料畑、飼料用稲(サイレージ用)、飼料米への施用を担当:トラクター牽引型の別機械を利用、耕畜連携事業からの補助＋運搬・散布経費を受け取る



液肥および堆肥価格

■ 液肥価格

畜産農家の自作飼料畑用：0円／t(自己散布)

水稻元肥用(リン酸強化)：900円／t(運搬散布込)

一般液肥：500円／t(同)、飼料稲：400円／t(同)

■ 堆肥価格

オガクズ混合牛ふん堆肥：3,500円／t

固液分離低カリ濃度牛ふん堆肥：5,000円／t

運搬費：300円／t、散布料：1,000円／t

山鹿市バイオマスセンター液肥散布実績

		水 稻		麦		大豆	飼料 稲	飼料 作	レン ゲ (地力 増進 用)	散布量 合計	備 考
		基肥	追肥 (流し肥)	基肥	追肥						
H19	利用面積 (ha)	(内流し肥 8) 70	71	112	24	3	33	50	-		
	利用量 t	2,450	1,065	3,920	360	105	1,320	2,500	-	11,720	
H20	利用面積 (ha)	(内流し肥 11) 55	44	115	34	5	50	60	10		水稻は天候不良等 により面積減
	利用量 t	1,925	660	4,025	510	175	2,000	3,400	200	12,895	
バイオ マスセ ンター 独自の 最大 散布能 力	施用時期 施用可能 日数 施用可能 量	4月基肥: 4/10-4/22 10日間、720t 5月基肥: 5/15-6/15 20日間、 2,100t 流し込み基 肥:6/27-7/5 7日間、800t	流込み 追肥: 8/3- 8/15 13日間 1,075t	基肥: 10/15- 11/25 34日間 3,150t	小麦追 肥: 1/15- 2/15 15日間 1,200t						水稻単作の圃場につ いては液肥施量を 増やすため4月 施用について平成 21年度より試験散 布を開始した。飼料 作については畜産 側で独自に散布し ている。一部、麦の 基肥施用も担当。

農業農村活性化（農業面の事業効果）

完熟堆肥や有機液肥を活用することで、農業の要である土づくりが促進され、消費者のニーズにあった安全・安心な付加価値の高い有機農産物の供給量の増大が図られます。

堆肥：施設園芸等を中心に利用推進

熊本県堆肥生産技術コンクール

経済連合会長賞を受賞（H18年度）

液肥：特別栽培米、麦として利用推進

販売：JA鹿本と
鹿本町振興公社
による販売

（H19年度利用実績）

区分	用途	利用面積	利用量
堆肥	施設園芸等	138 ha	2,756 t
液肥	米、麦	185 ha	7,050 t
〃	飼料等	60 ha	4,802 t

液肥施用による生産費の比較

特別栽培水稻・麦の生産費(10aの肥料代)比較

		バイオマス液肥	特別栽培(一発肥)	特別栽培(通常化成)
水 稻	基肥	3.5t × 900円 (リン酸強化)	3袋 × 3,150円 (新高有機中一発 28)	2袋 × 2,230円 (PKセーブ400) 1袋 × 1,180円 (粒状ナタネ粕)
	追肥	1.5t × 500円	1袋 × 1,180円 (粒状ナタネ粕)	1袋 × 2,110円 (燐加安454)
合 計		3,900円	10,630円	7,750円
麦	基肥	3.5t × 500円		2袋 × 2,630円 (BB特464)
	追肥	1.5t × 500円		1袋 × 2,110円 (燐加安454)
合 計		2,500円		7,370円

水稻の苗箱施肥を含まず

一般の特別栽培に比べ液肥利用は 1 / 2
~ 1 / 3 の生産費になっている

バイオマス利活用フロンティア
整備事業(H15～H17年度)
国50% 県10% 市町40%

事業費内訳	
メタン発酵施設	408,975千円
堆肥製造施設	304,675千円
脱臭設備	89,570千円
付帯工事・設計他	223,780千円
合計	1,027,000千円

処理量	乳牛ふん尿	52.4 t/日
	肉牛ふん尿	11.3 t/日
	豚ふん尿	10.4 t/日
	生ゴミ	3.0 t/日
	集落排水汚泥	730 t/年

変換量	堆肥	4,380 t/年
	液肥	17,336 t/年
	バイオガス	1,182 m ³ /日
	発電量	2,494 kwh/日

(施設管理運営費)

管理主体 山鹿市 (一部業務委託)

(収入)	29,022千円	(支出)	25,210千円
施設等使用料	10,644千円	施設の維持管理費	12,947千円
運搬、散布手数料	6,126千円	業務委託費	12,263千円
堆肥販売料	12,252千円		

(H19年度実績)

今後の施設運用方針

資源有効活用（再資源化と再利用）

有機資源搬入量の確保 → 市全域への拡充

堆肥、液肥の利活用 → 市全域への拡充

コスト削減

液肥散布 → 既設の用水路を利用した流し肥

施設維持管理

→ 自前の維持管理体制の検討

→ BDFの利用検討(発電機用)

→ バイオガスの天然ガスとしての利用検討