

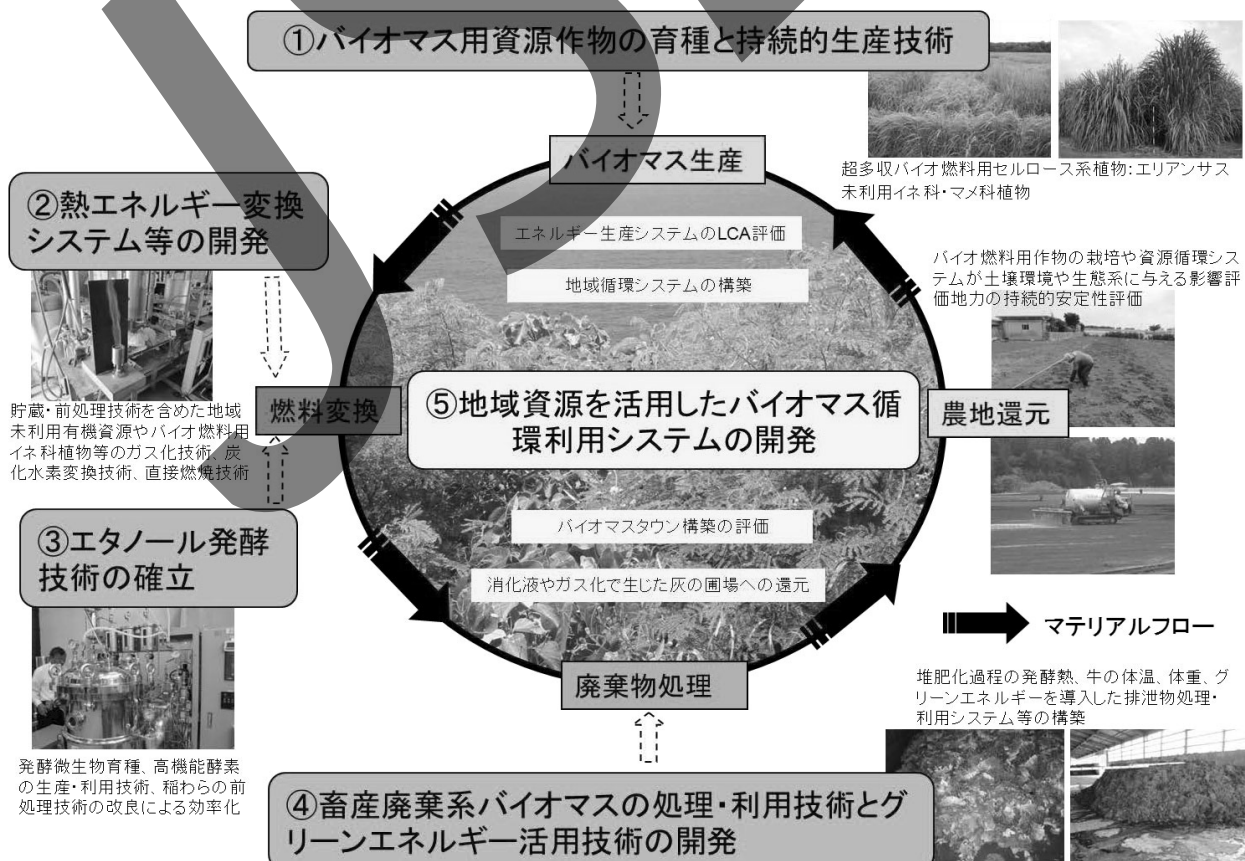
# 日本農業におけるバイオマスの利用技術

農業・食品産業技術総合研究機構  
バイオマス資源循環プロジェクトリーダー  
薬師堂謙一

農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

1

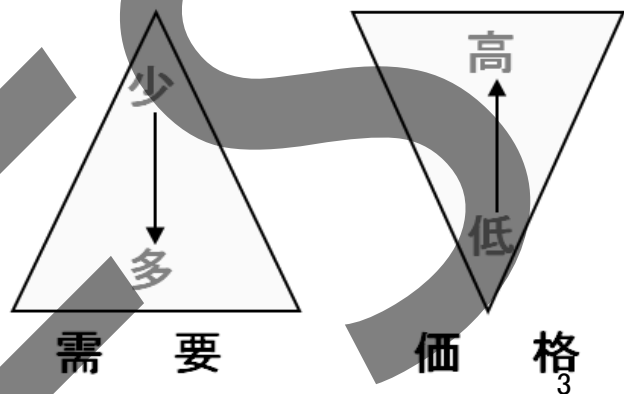
## バイオマス研究態勢



2

## カスケード利用が基本

- 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
- 堆肥等圃場還元(肥料利用)
- エネルギー
- 廃棄処分(浄化処理等)



## 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

## 逆有償

- 建築廃材
- 支障木(土木建築工事の廃材)
- 流木・倒木等
- 河川敷・道路法面の草

## 安価

- 荒廃地の雑草
- 未利用草地の野草
- 端材等
- 農畜産残さ(家畜ふん尿、もみがら、わら類)

## 高価

- 林地残材(間伐材)
- 資源作物(エタノール用、油糧作物等)

エネルギー利用の場合

5

# 農産バイオマスの特徴

- バイオマスとしての量と種類は多い
- 広く薄く分布しているため収集しないと利用できないものが多く、収集・輸送にコストがかかる
- 短期間に集中して発生する
- 高水分のものは乾燥してから収集する必要がある

6



稲わらの排出状況



テッダー

レーキ

稲わらの乾燥・集草



稲わらの梱包

## 稲わらの収集例

圃場で乾燥させてから回収する → 飼料や堆肥原料として利用

エネルギー利用の場合の回収・保管コストは15円/kg以内



ラップフィルム巻き

7

# バイオマス作物の種類

- デンプン系  
米、イモ類、トウモロコシ等
- 糖質系  
サトウキビ、テンサイ、高糖性ソルガム
- 油糧系  
ナタネ、ヒマワリ
- 繊維系  
エリアンサス、ススキ、(ソルガム)

エリアンサス、ススキ以外は栽培にも補助金が必要

8

# 主要な繊維系資源作物

多収のもの：エリアンサス、ジャイアントミスカンサス（ススキとオギの交配種（種子はできない）、その他改良多収ススキもある

収穫機：エリアンサスは専用機、その他はフォーレイジハーベスタ（青刈リトウモロコシ等の収穫機）

1回植えると10数年収穫できる



ジャイアントミスカンサス



エリアンサス 9

# 繊維系資源作物

繊維系資源作物の特徴

## 1. 多年生作物

- ・初年目に苗の移植、施肥、除草作業が必要
- ・2年目以降は収穫作業のみ、基本的に無施肥
- ・立枯れてから収穫
- ・栽培・収穫コストは6－10円/kgDM



エリアンサスの収穫風景

ジャイアントミスカンサスも飼料用収穫機で収穫する。

・原料生産における最大のコスト要因である機械収穫の効率向上を目的として、クローン増殖が前提の均一性が高い新品種候補「JEC1」を開発した。

・カルスからの増殖効率が高く、クローン苗を供給することができる。機械収穫効率を「JES1」より30%向上させることができる。



2年目の性状

11

## 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：水稻(基肥＋追肥)、  
飼料作物、飼料用稲、畑作物  
水稻の追肥利用(従来なし、特別栽培)
- ・ エネルギーの生産性： 中程度

FIT制度を利用する場合は、家畜ふん尿以外に生ゴミや食品残さが必要

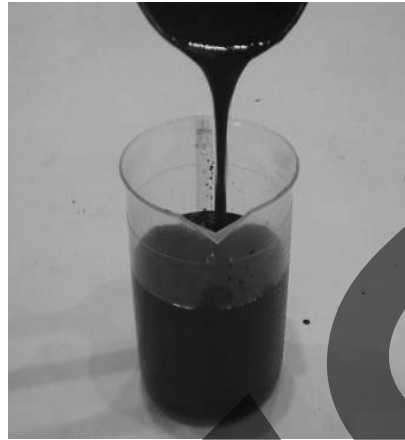
12

# メタン発酵の種類



UASB発酵

グラニュール  
微生物が年輪状に  
増殖します



湿式メタン発酵

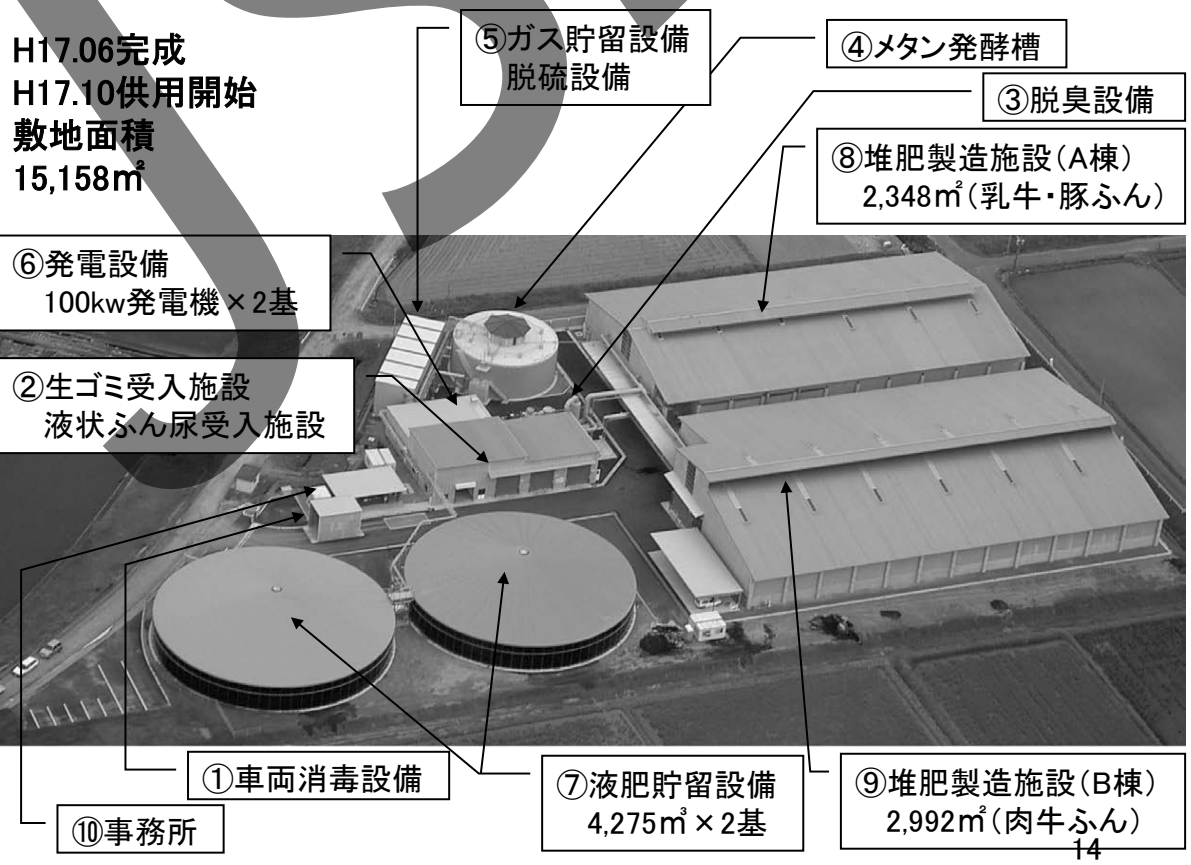
スラリー状  
汚泥濃度 約5%  
液肥のみ生産



乾式メタン発酵

固形状  
汚泥濃度 約17%  
堆肥と液肥を生産  
堆肥のみの場合有利

# 山鹿市バイオマスセンター



## 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

地域住民の協力が不可欠、消臭剤を各戸に配布



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 週2回

15

## 液肥散布状況(水稻)

メタン発酵消化液を液肥として水稻の追肥として流し込み施肥しているところ



熊本県山鹿市の事例

作業方法

1. 前日に落水
2. 湛水中に3.5tの液肥を約20分で施用
3. 湛水深40mmまで注水ご数日放置

16



# 液肥散布状況(表面施用)



麦作の追肥散布



麦刈後の水稻元肥散布



麦刈後の水稻元肥散布



稲刈後の麦作元肥散布

液肥の施用量: 飼料作物 5t/10a程度、麦・野菜類は3t/10a程度

# 液肥利用による米麦の低コスト栽培

表1 メタン発酵消化液を活用した水稻・麦栽培のコスト比較(10a当たり)

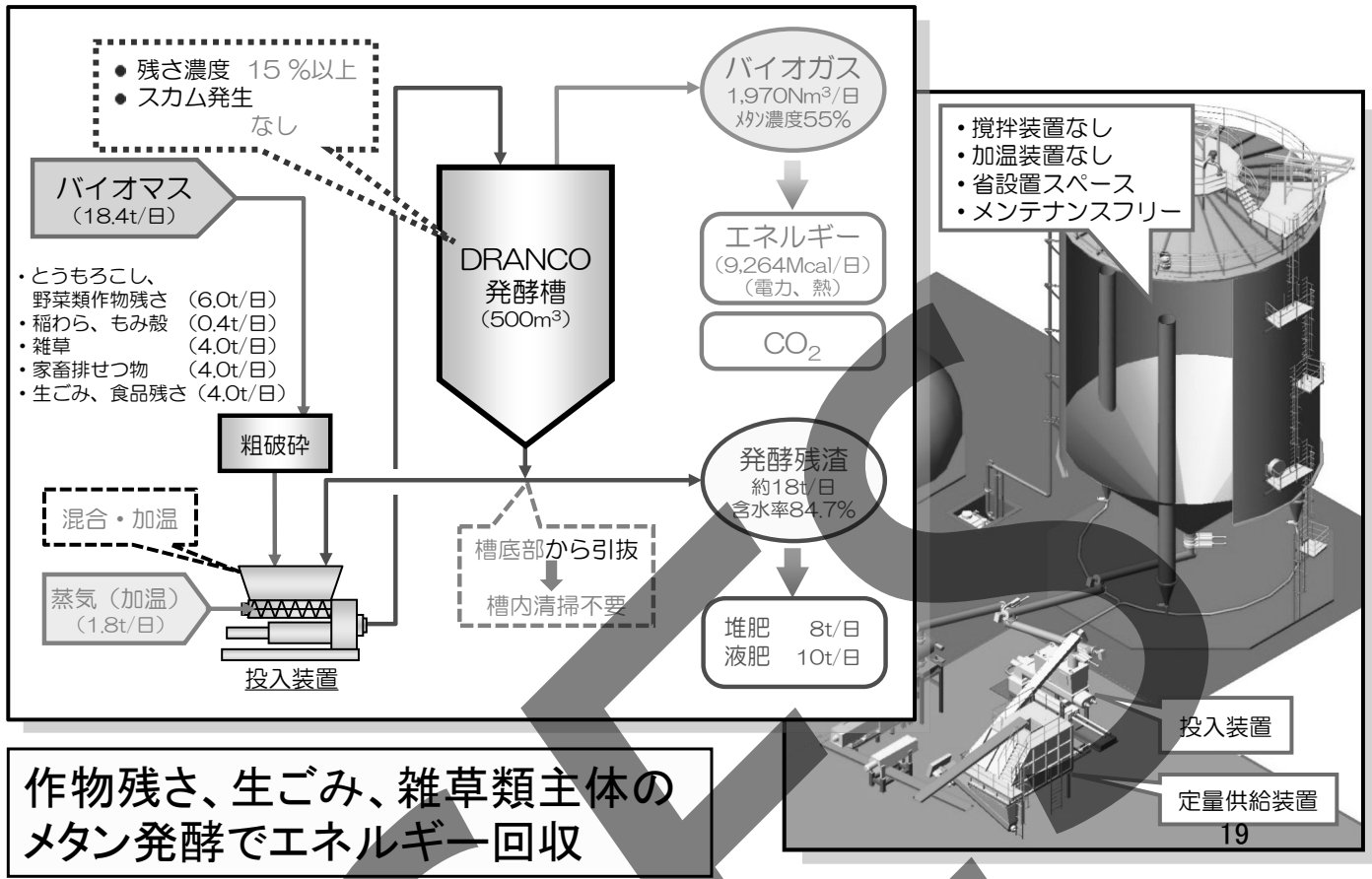
		バイオマス液肥	特別栽培(一発肥)	特別栽培(通常化成)
水稻	基肥	3.5t × 900円 (リン酸強化)	3袋 × 3,150円 (新高有機中一発 28)	2袋 × 2,230円 (PKセーブ400) 1袋 × 1,180円 (粒状ナタネ粕)
	追肥	1.5t × 500円	1袋 × 1,180円 (粒状ナタネ粕)	1袋 × 2,110円 (燐加安454)
合計		3,900円	10,630円	7,750円
麦	基肥	3.5t × 500円		2袋 × 2,630円 (BB特464)
	追肥	1.5t × 500円		1袋 × 2,110円 (燐加安454)
合計		2,500円		7,370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

水稻の苗箱施肥を含まず 液肥代には散布料を含む(山鹿市バイオマスセンター)

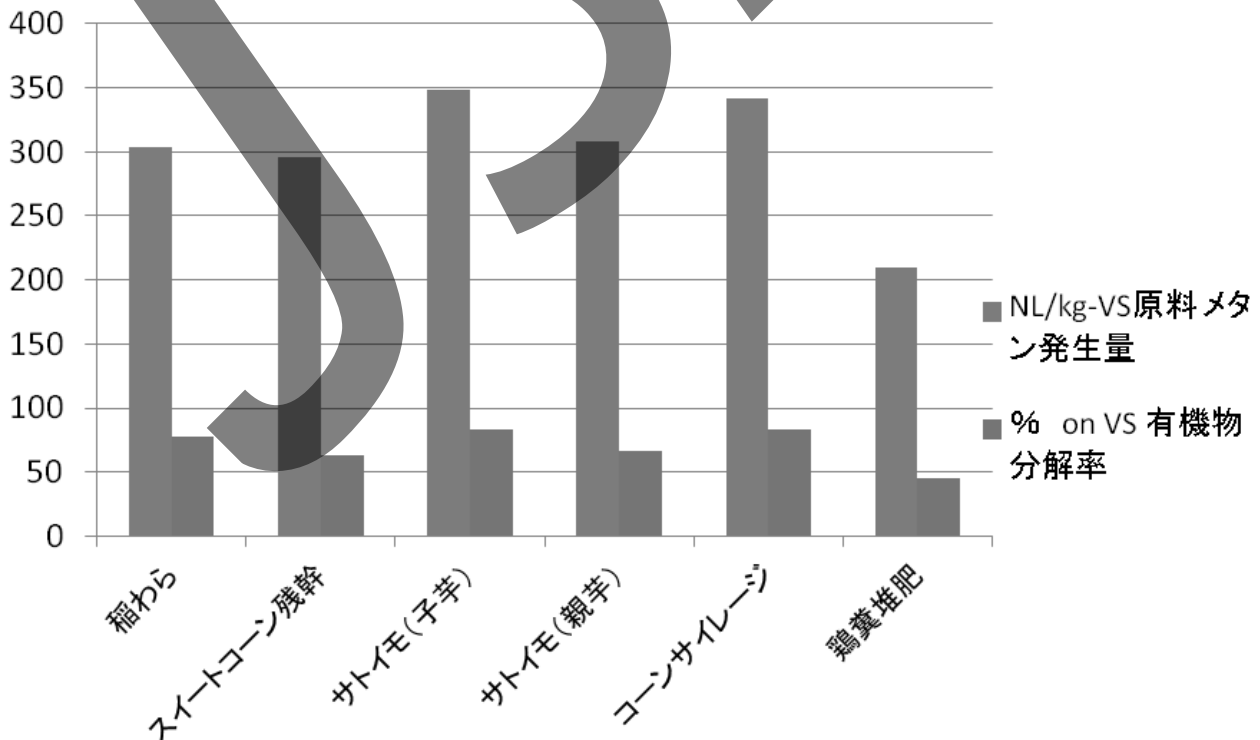
注:平成22年度の水稲生産における全国平均の肥料代は9,388円/10a

液肥利用による肥料代の削減効果

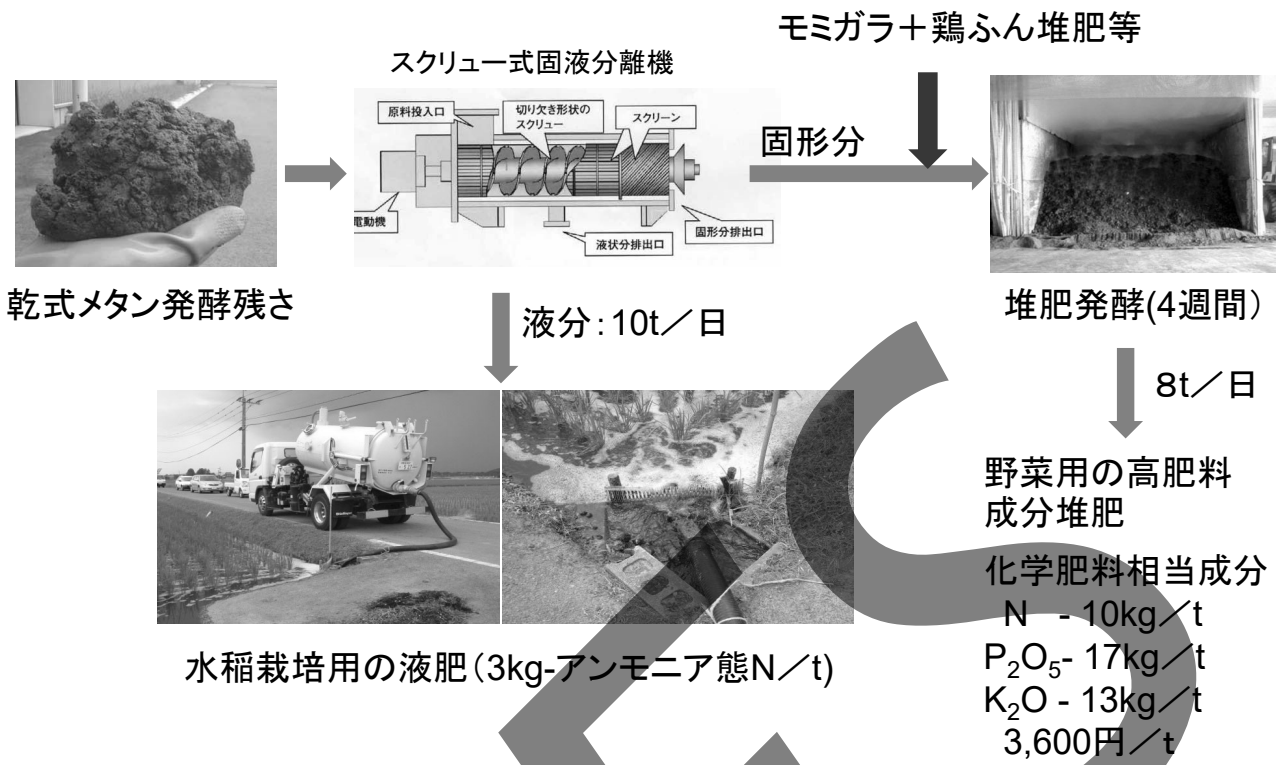
# 乾式メタン発酵システム システムフロー (KURITA DRANCO PROCESS®)



## バイオマスの分解特性の把握



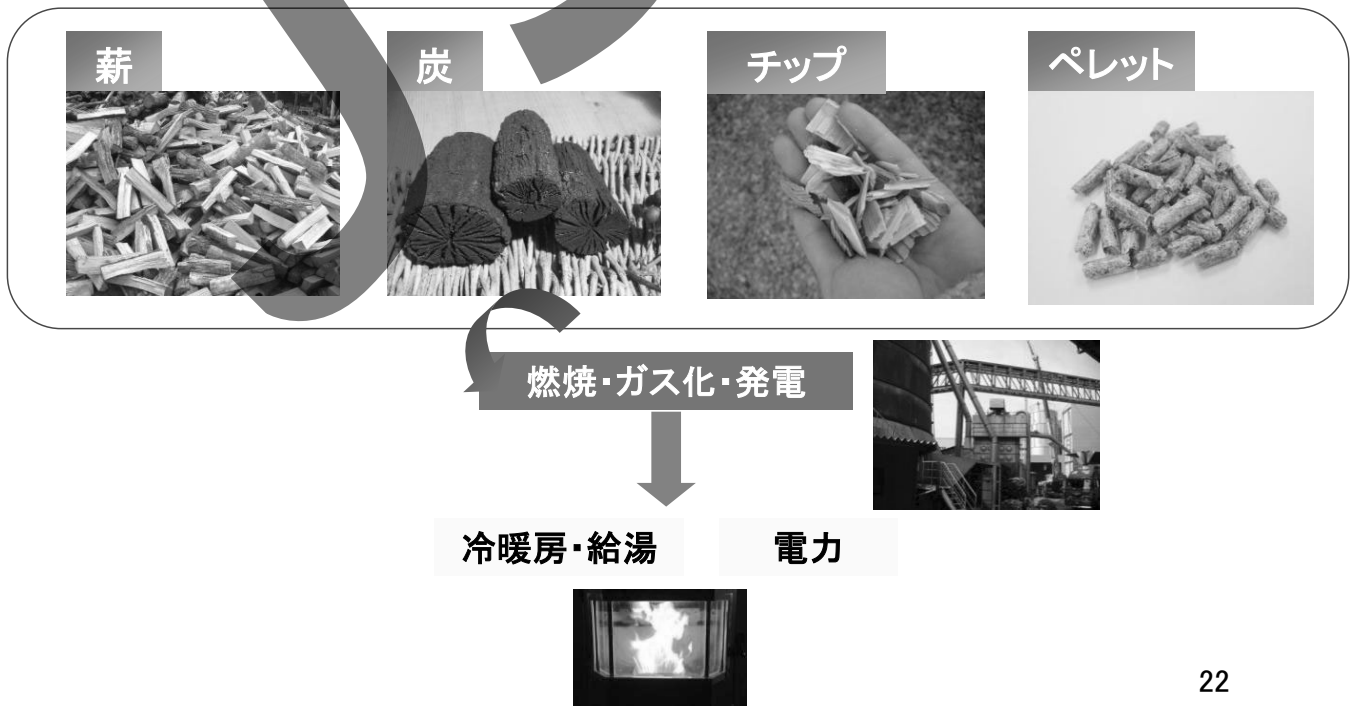
高温メタン発酵のため、繊維類もメタン発酵でガス化が可能。雑草も利用可能



水稲、野菜類とも減化学肥料栽培が可能となり、施肥コストの節減が可能

# 木質バイオマスの種類

- 木質資源を加工することで、エネルギー資源となり、燃焼・ガス化・発電により冷暖房や給湯、電力として利用することができる。



- 木質ペレット

乾燥している。かさ密度は $600\text{kg}/\text{m}^3$ 程度

$\Phi 10\text{cm}$ 以下でスクリーンコンベアでも定量性が良い。価格が高い: 石油換算で $70\text{円}/\text{L}$ 以上

- 木質チップ(切削チップ)

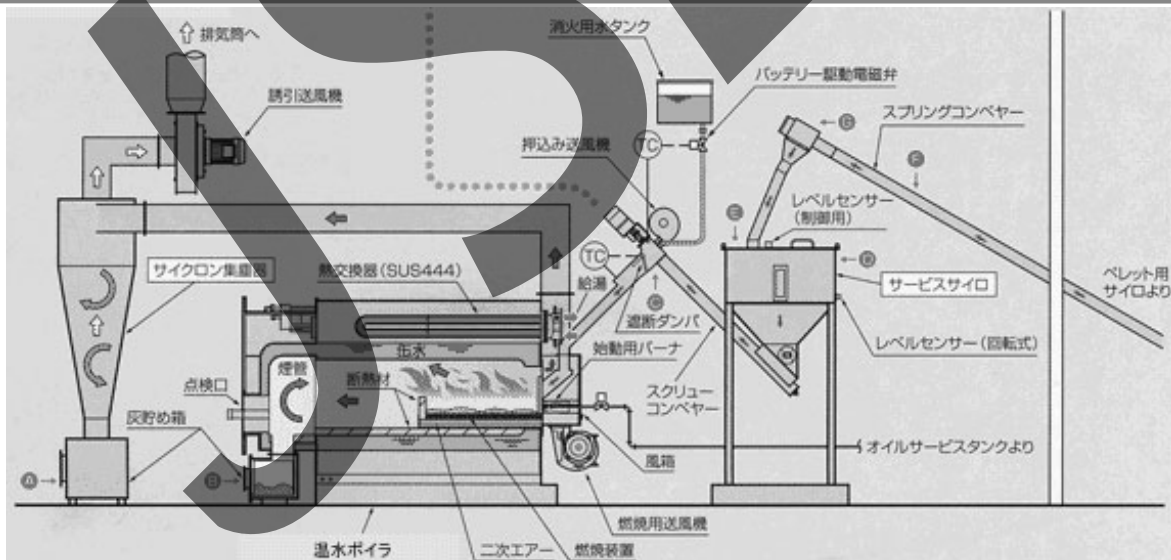
生木の水分は55%程度、

乾燥時のかさ密度は $170\text{kg}/\text{m}^3$ 程度

通常は $\phi 20\text{cm}$ 以上のスクリーンコンベアを使用

価格は安い: 石油換算 $50\text{円}/\text{L}$ 以下

## 木質ペレット暖房機



木質燃料暖房機のシステム(オリンピア工業の資料)

石油式のバーナーと異なり、木質燃料の定量供給機が必要  
灰出し作業が必要、飛灰の発生防止のための集塵機が必要  
急激な着火、消火ができないため、ON-OFF制御は不可、  
流量制御のみ、石油バーナーによるバックアップが必要

# 木質ペレット

- 木の粉を固めた直径6～8mm、長さ5～25mmの固形燃料。

## ● ホワイトペレット



- 木質部を主体とした原料を用いて製造した木質ペレット

## ● 全木ペレット



- 木質部と樹皮を混合した原料を用いて製造した木質ペレット

## ● バークペレット



- 樹皮を主体とした原料を用いて製造した木質ペレット
- 他の2種に比べて灰の発生量多い。

- 取り扱いが容易
- 燃やしても煙が少ない
- 小型機器でも燃焼効率がよい
- エネルギー密度が高い

25

# 木質ペレットの生産方法

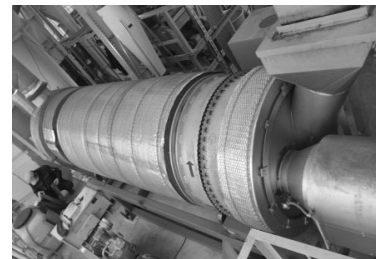
原木  
(皮剥き)

→ チッパー →



切削チップ

→



ロータリーキ  
ルン乾燥機



チップからの追加加工費: 約10円/kg



←



ローラー・ディス  
クダイ式成型機

←



ハンマーミル  
粉碎機

26

# 木質切削チップの形状



切削チップの形状  
(2-3cm角、厚さ4mm程度)  
Φ10cm程度の小型のスクリューオー  
ガーで供給可能、辺寸法の大きいものは  
割りながら供給できる。

切削チップ(節部)  
厚さ2-3cm、長さ10cm程度のも  
のがある。  
小型のスクリューオーガーでは詰ま  
る原因となる。  
通常Φ20cm以上のスクリューオー  
ガーを使用するが、供給量が少ない  
と燃焼ムラが発生

27

# 燃料チップの形状

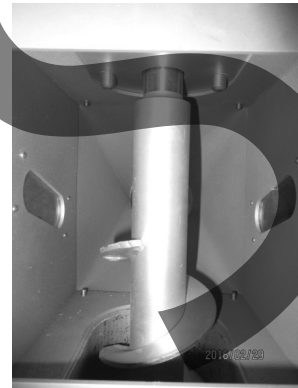
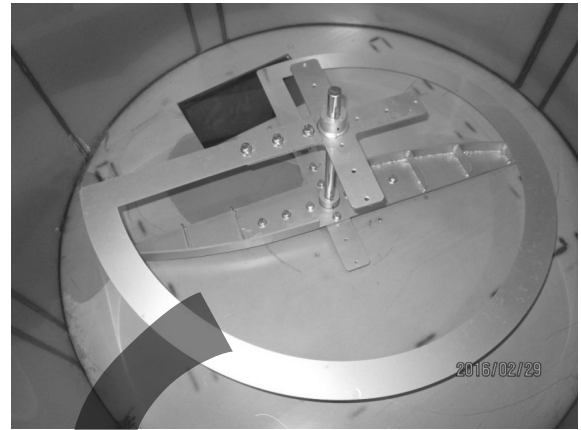


ボード用  
ピンチップ  
木製パレットや  
コンパネの破砕物

同左の破砕物  
ハンマーミル  
下網Φ30mm

切削チップ  
25mmアンダー  
全体の90~95%  
以上

28



29

## 破碎チップの定量供給



チップの排出状況

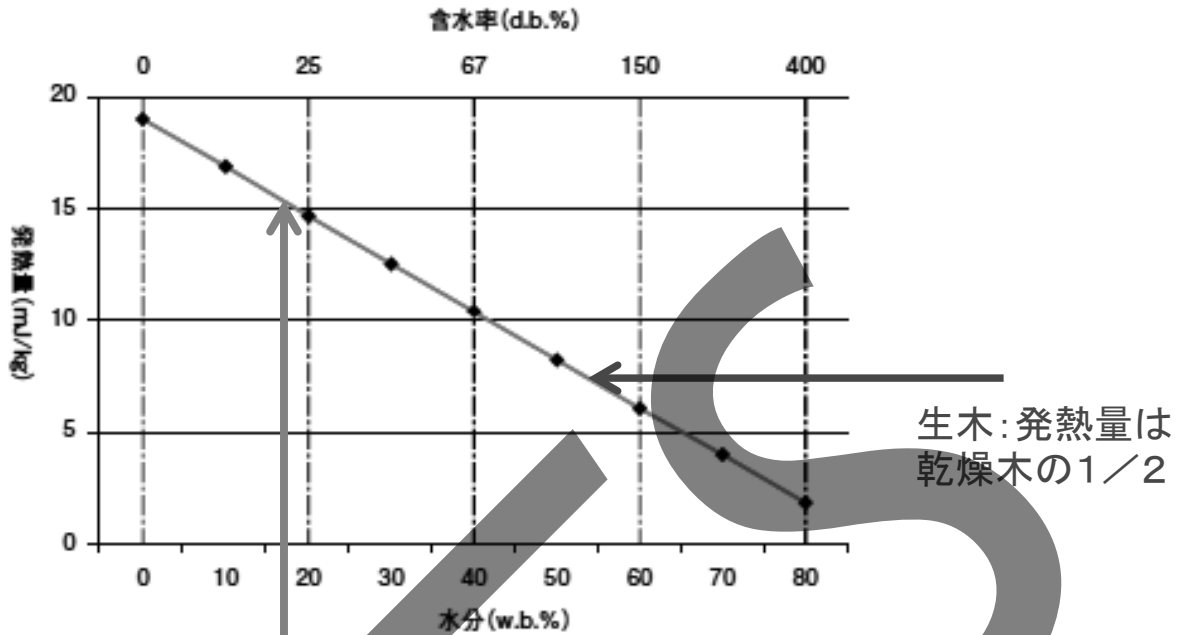


上部の攪拌機  
10s攪拌/minでブリッジ現象を  
回避可能

30



図表 4.2 水分および含水率と発熱量の関係



(出所) Wood Fuels Handbook, Biomass Trade Center, 2009

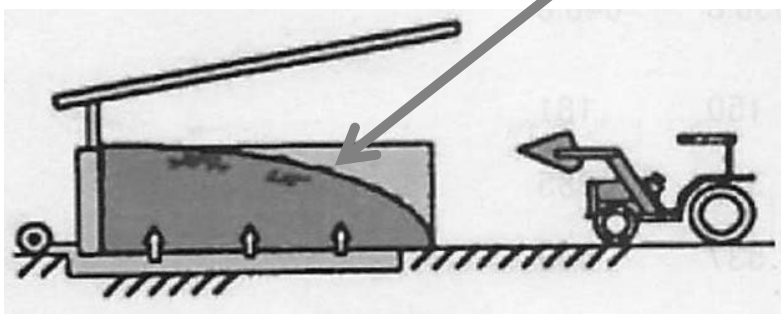
木材2kgで灯油1Lと同じ発熱量になる

## 木質チップの静置乾燥



水分50~60%から20%以下に乾燥  
 ・メタン発酵設備のガス発電機の排気を希釈して通風乾燥

木質チップ



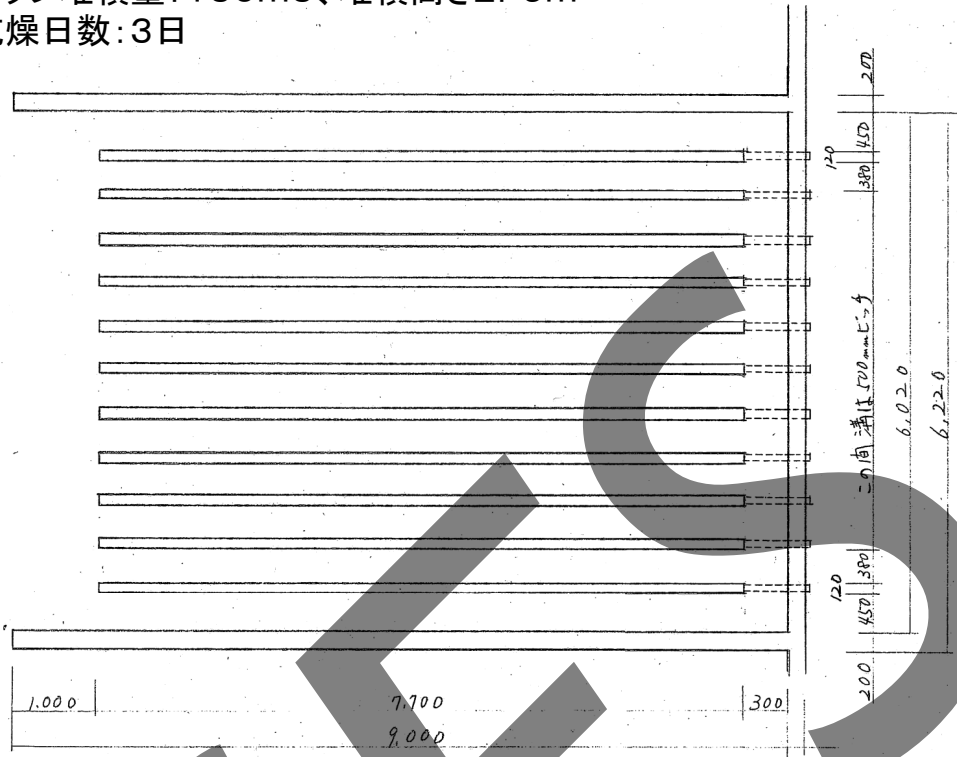
エンジン廃熱を床面から送風





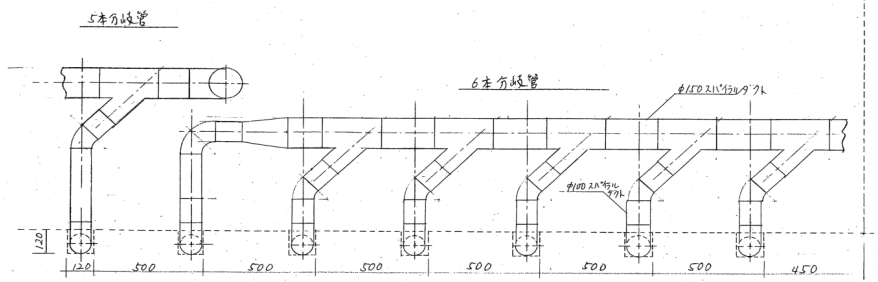
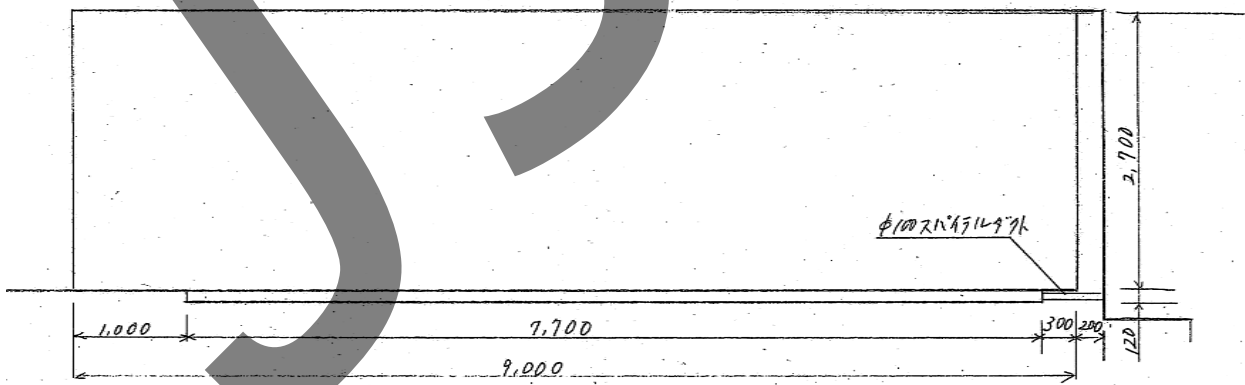
# チップ乾燥設備の図面

乾燥熱量: 230kW 200,000kcal/h,  
 チップ堆積量: 130m<sup>3</sup>、堆積高さ2.5m  
 乾燥日数: 3日



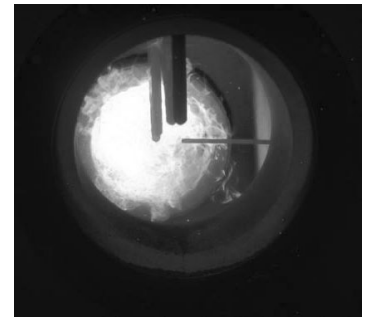
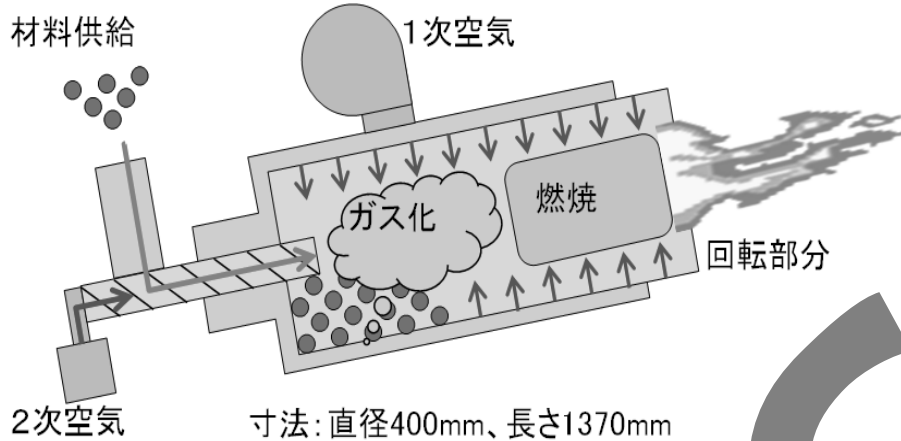
33

# チップ乾燥設備の図面



裏面の配管図

34

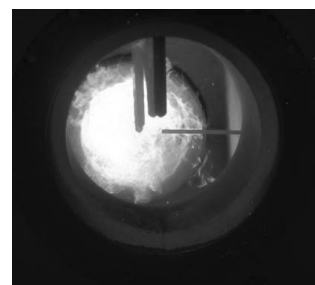
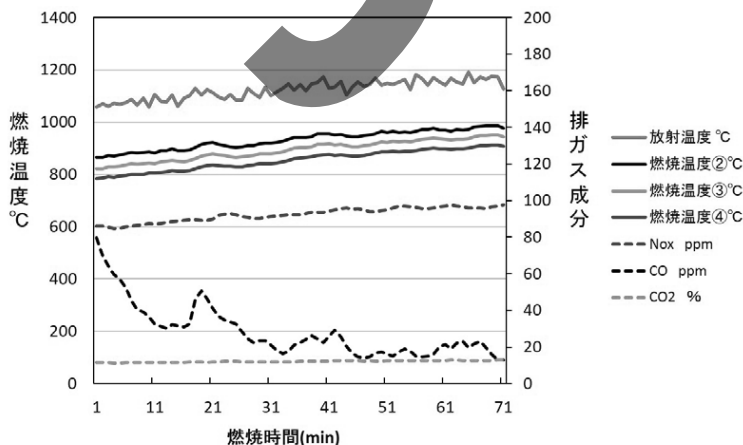


燃焼状況

- ・キルン側面より1次空気を吹き込む(ふいご効果による燃焼温度の上昇)
- ・中央の燃料供給間から2次空気を送風し完全燃焼させる
- ・2次空気量を増加させると燃焼温度が低下する



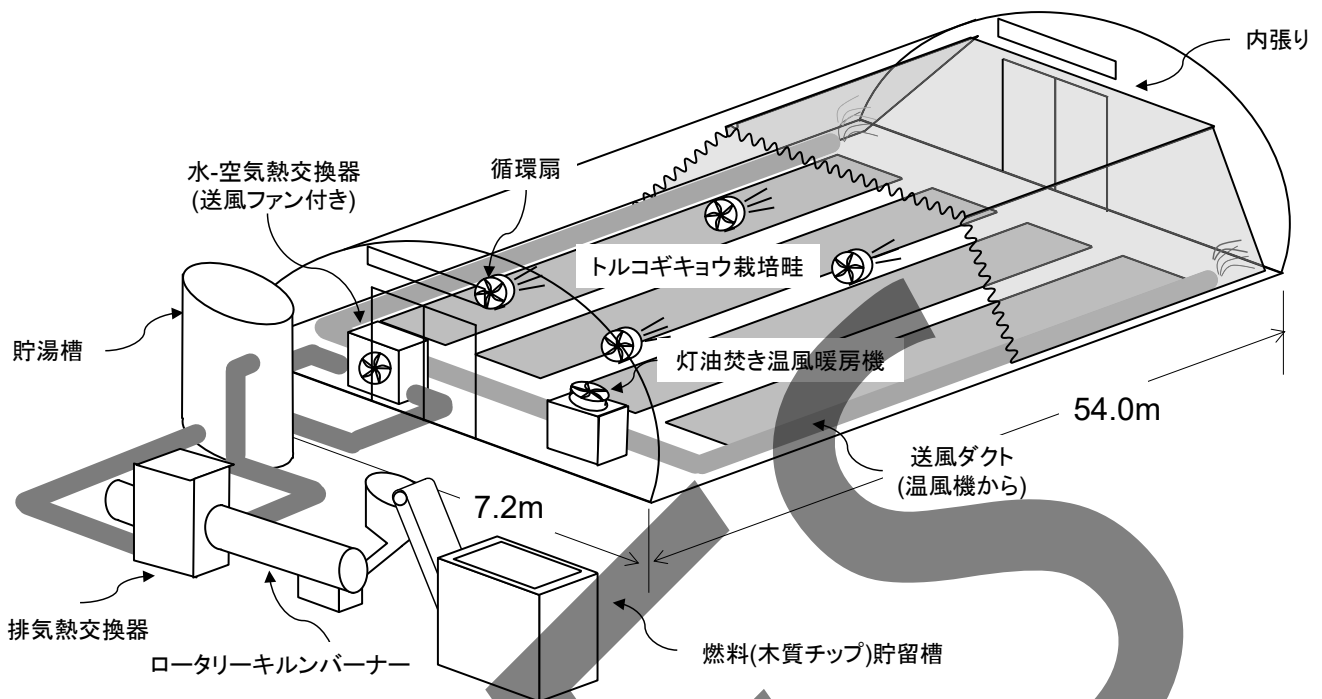
- ・木チップの定量供給装置の開発  
25mm以下の切削チップを、内径100mmのスクリーオーガーにより定量供給可能
- ・木チップでの燃焼性能  
燃焼温度は1,000°C以上で石油並みの燃焼性能を示す。NOxは100ppm以下で、COも20ppm程度で、SOは発生しない。
- ・燃焼材料  
放射性セシウムが検出されない材料



燃焼状況

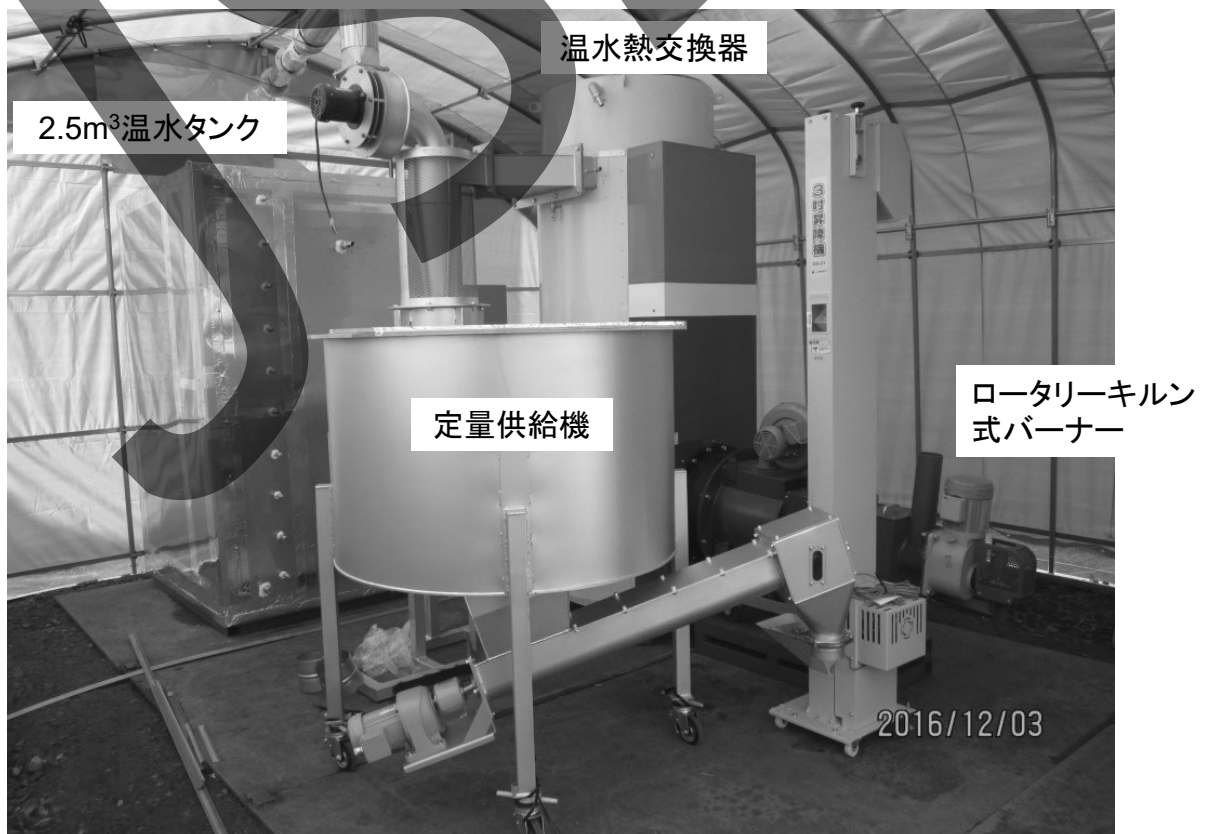
木チップでの燃焼状況

# 木質チップ暖房システム



トルコギキョウ農家のハウスに装備する木質バイオマス暖房システムのイメージ図  
平成28年度当初から暖房運転試験を開始する予定

# 木質チップ暖房システム



## 固形燃料製造システム



原料(乾燥稲わら等)



カッティングミキサーで5cm以下に細切



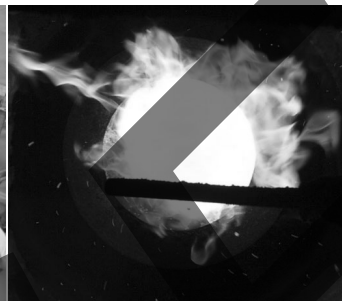
ハンマーミルで3mm以下に粉碎



燃料ペレット(直径8mm)  
かさ密度は500kg/m<sup>3</sup>以上



ローラー・ディスクダイ成形機でペレット状に加工

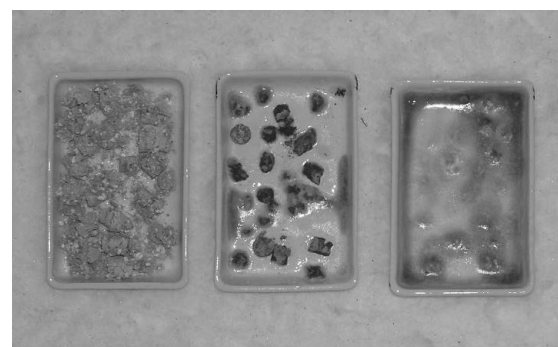


ロータリーキルン燃焼炉  
・稲わら、木チップを700~1,000℃で燃焼可能、  
ハウス用ボイラーとして利用

## バイオマス燃料の評価

- 低温溶融性  
木材の溶融温度は通常1,300℃以上  
竹材や草本系バイオマスでは800-900℃で溶融する場合がある。
- 灰の発生量が多い(灰の肥料利用が必要)
- 水分が多い

管状電気炉



燃焼後の状況

- 乾式メタン発酵処理技術の確立  
雑草等繊維系バイオマスの利用拡大、液肥  
分離技術の高度化
- メタン発酵残さの液肥利用による資源循環型  
農業の確立  
液肥の肥料利用の推進
- バイオマスの低コスト熱利用技術の確立  
システム開発