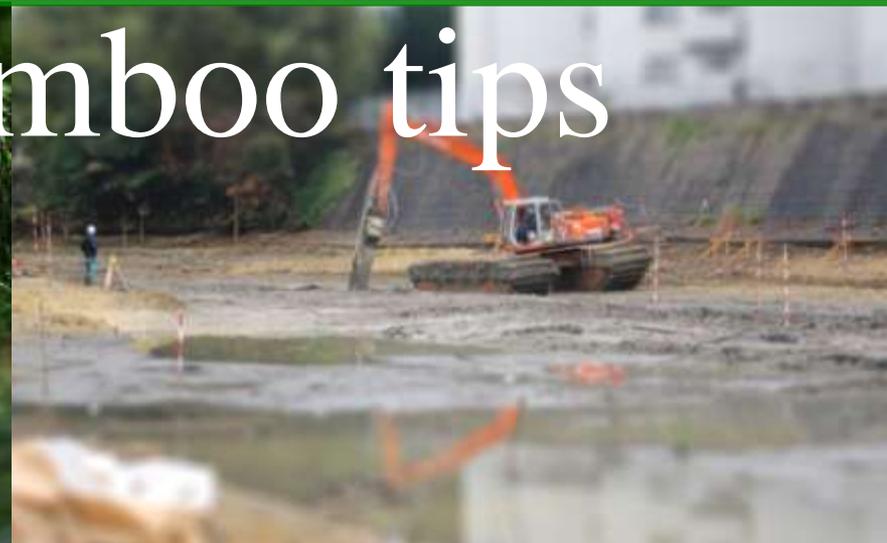
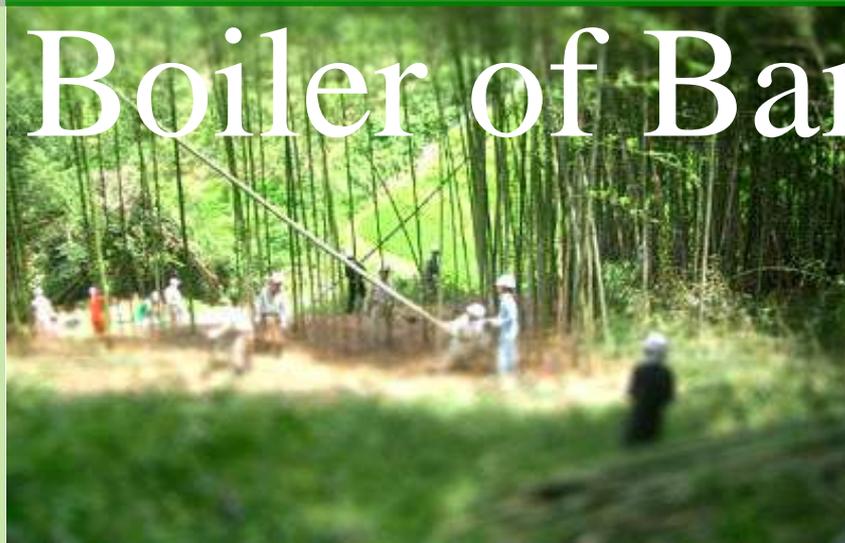


# 竹チップを燃料とする バイオマスボイラーに関する研究

## Boiler of Bamboo tips



福岡大学工学部機械工学科

熱工学実験室

助教

麻生 裕之

# 研究背景:竹の現状と課題

## 竹の種類

- ◆ 日本: モウソウチク マダケ ハチク  
マダケ ハチク : 日本に自生していたもの  
モウソウチク : 200~300年前に  
中国から渡ってきた

- ▶ 中国から渡来してまだ間がないため  
病気などの外敵が存在せず爆発的に繁殖
- ◆ 荒廃した竹林内は、地下茎が枯れている
- ▶ 土砂崩れの危険がある

曲淵ダム



	種類
	<u>真竹</u> ( <u>まだけ</u> )
	<u>孟宗竹</u> ( <u>もうそうちく</u> )
	<u>淡竹</u> ( <u>はちく</u> )

# 研究背景:竹の現状と課題

## 竹の性質と種類

### ◆ 竹:草と木の特徴を持っている

#### 草本的特性

- 1) **1年間に10~20m**成長する
- 2) 地下茎の随所から**新しい筍が発生**

#### 木本的特性

- 1) **硬く木質化した稈**を持つ
- 2) **10mを超える**大きさに育つ

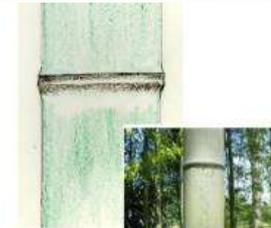
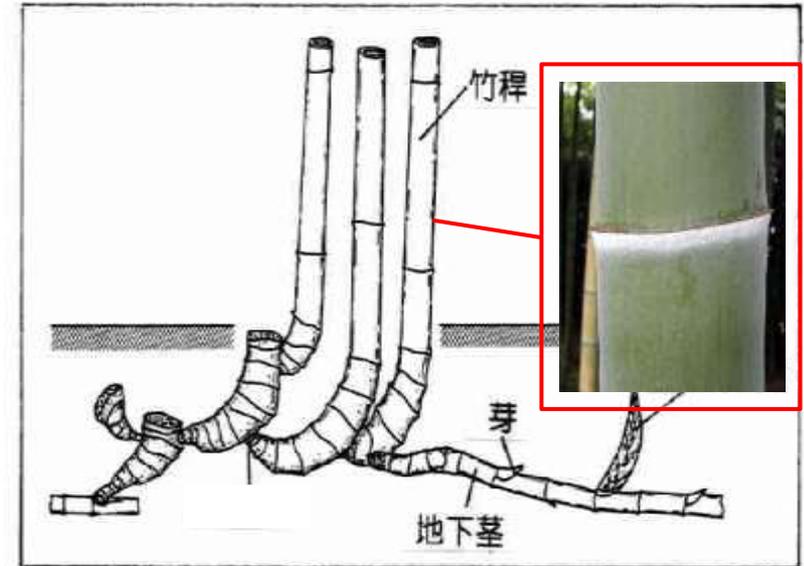
### ◆ 日本: モウソウチク マダケ ハチク

マダケ ハチク: **日本に自生**していたもの

モウソウチク: **200~300年前に**

**中国から渡ってきた**

- ▶ 中国から渡来してまだ間がないため  
**病気などの外敵が存在せず爆発的に繁殖**



(写真はハチク)



■ダケノコの皮は無地 → ハチク



竹林の乾燥状態の重量は1m<sup>2</sup>あたり10kg<sup>1)</sup>であり、  
1m<sup>2</sup>あたり5~20本程度生育し、  
その竹1本の重量は20~30kgである<sup>2)</sup>ことが報告されている。



**改良する際は土1m<sup>3</sup>あたり竹フレーク約150kg使用し、  
それは約竹150本分に相当する。**



**【参考文献】**

1)徳永陽子、荒木光：竹林と環境，京都教育大学環境教育研究年報第15号，pp.99-123，2007

2)藤井透：竹林公害から竹資源へ，日本木材加工技術協会，木材工業，Vol.59，pp.237-239，2004.5

# 研究背景:竹の現状と課題

## 竹の現状

非常に繁殖力が強いため**定期的な伐採が必要**



竹林面積の多い都道府県

順位	都道府県	面積(千ha)	竹林面積(%)
1	<u>鹿児島</u>	16	2.7
2	<u>大分</u>	13	3.0
3	山口	12	2.8
4	<u>福岡</u>	12	5.4
5	<u>熊本</u>	11	2.3
6	島根	10	1.9
7	千葉	6	3.8
8	京都	6	1.6
9	岡山	5	1.1
10	宮崎	5	0.8
全国平均			0.6

資料: 林野庁業務資料 (H19.3.31現在の数値)

# 研究背景:竹の現状と課題

## 竹の現状

非常に繁殖力が強い**ため定期的な伐採が必要**



### 【問題点】

- ◆ **放置された竹林は約9億m<sup>2</sup>**  
(竹林には1m<sup>2</sup>当たり10本程度の竹が生えている)
- ◆ **竹林保護のため**  
伐採された**竹廃材(廃棄物)が大量発生**



**竹廃材の有効利用**が求められている

# 研究背景:竹の現状と課題

## 竹の有効利用

### ◆ 竹チップ・竹フレークなどへ加工

#### 【加工品の性質】

- ◆ 吸水力が高い
- ◆ 繊維質である



- ◆ 飼料として畜産分野への利用
- ◆ 堆肥として農業分野への利用



畜産・農業分野では  
大量の竹の有効利用に至っていない

バイオマスエネルギー分野での  
大量の竹の有効利用を目指す

竹の可燃性および環境特性に着目

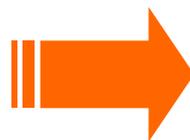


# 竹廃材を加工した吸水材の基礎情報

1本の竹からは、20～25kg(乾燥していない状態)

15kg(乾燥した状態)

の粉粒体が作られる



竹フレーク



竹チップ

加工した吸水材の価格は、竹フレーク: 8000円/m<sup>3</sup>  
竹チップ: 5000円/m<sup>3</sup>

# 研究背景: バイオ燃料としての竹の現状と課題

## バイオ燃料としての竹の現状

07年度から静岡大学(中崎清彦教授)  
放置竹林をバイオエタノールにする研究に取り組んでいる

▼  
現状: 1kgの竹から110ミリリットルのバイオエタノール

▼  
目標: 100円/リットルのコスト

### 【問題点】

- ◆ バイオエタノールの生成過程において、  
伐採した竹を $0.05\mu\text{m}$ という微粉末にする必要がある
- ◆ 生成プロセスに**時間と手間とお金がかかる**

▼  
如何に、シンプルかつ安く燃料にするか??

# 本研究の目的

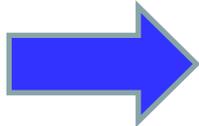
放置竹を有効利用するためには、  
乾燥処理や燃焼効率の向上などの改良が必要である

## 【従来技術】



竹の伐採

運搬  
(高コスト)



チップ化

乾燥後  
(長時間・屋内)



燃焼

## 【問題点】

- ◆竹の空隙率が高いため、  
単位質量あたりの輸送コストがかかる
- ◆含水比が高いため、乾燥までに相当な時間が必要

# 本研究の目的

## 【新技術】

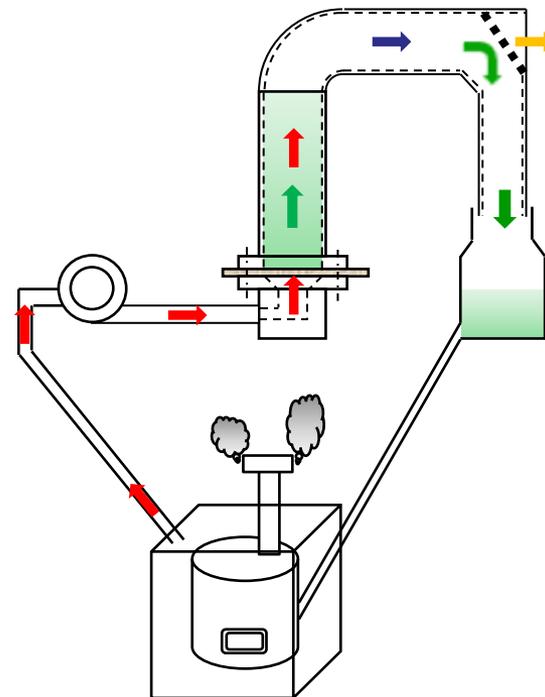
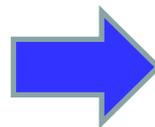


+



伐採＋現地で粉砕

投入



乾燥＋燃焼

## 【着眼点】

- ・小型の粉砕機で竹林の傍で伐採した竹を粉砕
- ・竹チップを軽トラなど小型運搬機で輸送
- ・自動乾燥機能付きボイラーで生竹をそのまま燃焼
- ▶ 近隣のビニールハウスなどのボイラーとして使用

# 本研究の原理

## 【粒子の乾燥】 原理的には、“気流乾燥機”

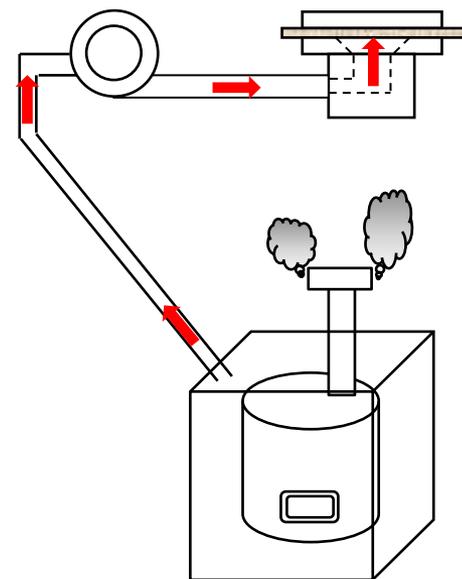
熱風で粒子を浮遊させ、“空気の熱”と“粒子摩擦による熱”で粒子を乾燥させる

### ○ 特徴

- ・高温空気はボイラーからの輻射熱を利用
    - 排ガスは水分を多く含むため、利用不可
    - ボイラーを断熱材で囲み、輻射熱を回収
- ボイラーからの熱を逃がさずに有効利用**



**未利用エネルギーの有効利用**



### ※気流乾燥機とは??

垂直管内を10~30m/sの高速で流れる熱ガス中に粒粉体材料を連続投入し、瞬時に分散浮遊させて空気輸送する間に急速乾燥させる方式で、粒粉状、フレーク状材料に適している。

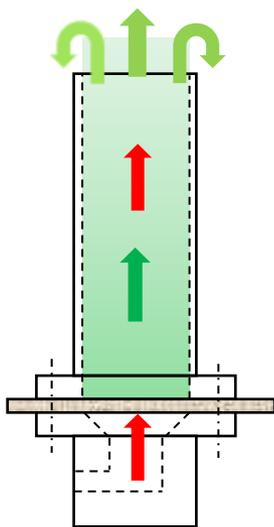
# 本研究の原理

## 【粒子の含水率による分別】

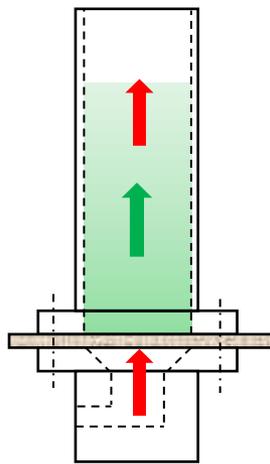
### ○ 特徴

・粒子の浮遊速度(沈降速度)の違いを利用

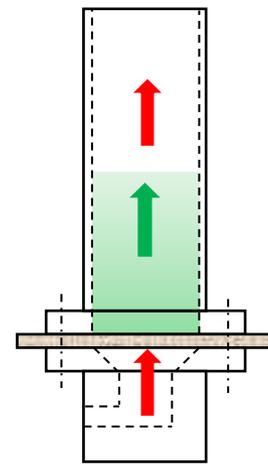
→乾燥した粒子と含水率の高い粒子の浮遊高さの違い



含水率  
10%以下



含水率  
30%程度



含水率  
50%程度

▶ 乾燥して軽くなった竹チップだけが排出されるシステム

# 本研究の原理

## 【竹チップボイラー】

乾燥した竹の重量当りの燃焼エネルギーは、大体灯油のそのの1/2である。今回の開発では、水分の多い竹チップを乾燥させながら燃焼させるため、乾燥にエネルギーを消費する。このエネルギーは潜熱回収するのであるが、燃焼装置全体として、灯油の1/4程度の熱を得られるようにする。

### ひとくちメモ

竹の熱量は約4600kcal/kg

(参照: [http://keyaki2.cocolog-nifty.com/blog/2006/05/post\\_c6d2.html](http://keyaki2.cocolog-nifty.com/blog/2006/05/post_c6d2.html))

なお、木質ペレットと灯油、石炭の熱量は1kgあたり

木質ペレット: 4,037kcal

灯油: 8,767kcal

A重油: 9,341kcal

<http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/outline/outline.htm> より

石炭(瀝青炭): 6,400kcal

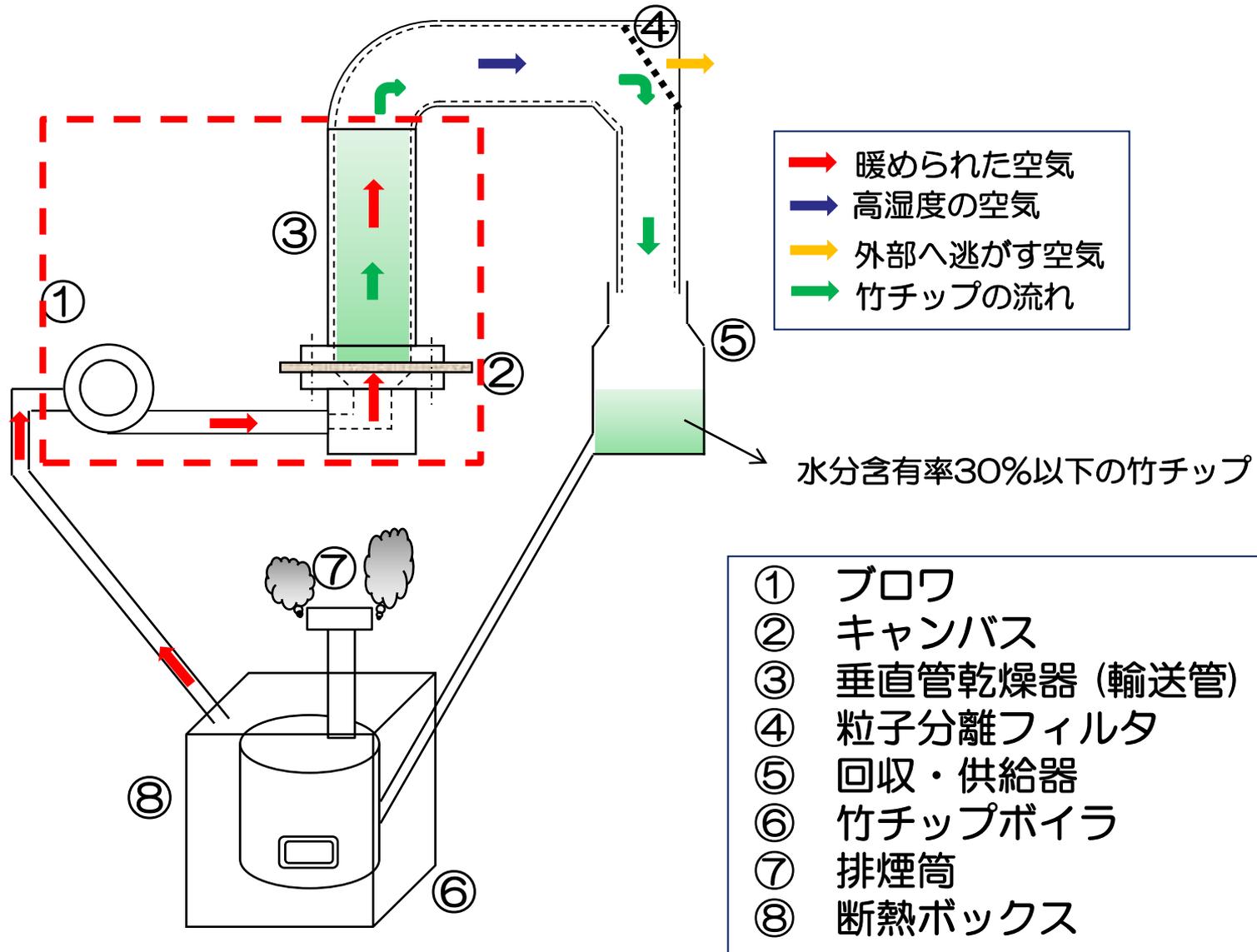
石炭(褐炭): 4,500kcal

[http://www.kobelco.co.jp/ICSFiles/afieldfile/2006/07/05/ubc\\_ppt.pdf](http://www.kobelco.co.jp/ICSFiles/afieldfile/2006/07/05/ubc_ppt.pdf) より

上記より、木質ペレットより発熱量14%増、褐炭とほぼ同じ、A重油のほぼ50%と考えられる。



# 装置の説明



# 本研究の総括

## 【研究開発成果の効果（波及効果も含む。）】

本件開発の製品が事業化されると、当然竹や木の粉碎作業が増加する。これによって、従来より行って来た粉碎機の市場が拡大し、売上の増加が見込まれる。さらに、粉碎機の市場として従来に無かった市場も考えられる。例えば、造園業者は、剪定した枝を粉碎せずに産業廃棄物として処理していたのであるが、粉碎することで産業廃棄物ではなく、資源になるため、このような業者が粉碎機を導入する事が考えられる。

また地方自治体は、廃棄物の処理に多額の税金を投入しているが、廃棄物が資源になると、粉碎機の導入を進める事が考えられる。

さらにバイオマスは二酸化炭素の排出がゼロとして換算されるため、排出権の観点から有利になる。よって排出権取引の観点からも導入する業者が現れる事も考えられる。

共同研究先（企業）の事業としての観点からは、現在の事業は破砕機が主であり、熱力学に関する技術はあまり有していなかった。この開発によって、熱力学の技術が社内に蓄積され、今後新たな事業展開の可能性が高くなる。

## 完成品(製品化)の採算性

灯油価格は平成25年6月3日現在97.6円/L(資源エネルギー庁の調査)であり、施設野菜の全国平均のエネルギーコストは84万円である。(独立行政法人農畜産業振興機構の調査)つまり、竹の伐採の手間を経費換算した場合に、1Kg当りのコストが $97.4円 / 4 = 24.4円$ 程度となる。仮に人を雇った場合、時給800円とすると、1時間で伐採可能な重量は、少なく見積もっても50Kg程度であり、800円の伐採費用で得るエネルギーコストは1220円となり、差し引き約400円が浮く。

それだけでなく、竹の粉碎物は処分する場合には産業廃棄物となり、1トンの処分費は2万円(一般社団法人佐賀県環境クリーン財団)であるので、50Kg当りの処分費は1000円となる。よって、上記の50Kg当り得られるエネルギーコスト400円に、処分費1000円を加えて人を雇ったとしても1時間当り1400円の利益が出る。人を雇わない場合は1時間当り2200円の利益が出る。

これより、システム全体(粉碎機を除く)の価格を350万円以下とし、粉碎機を数件の農家で共同購入するとすれば、5年以下で初期投資を回収することができる。