

木質バイオマスガス化燃焼基礎研究*

園田 哲也**、遠藤 治之**、田中 慎造**

地球温暖化対策の為、脱化石燃料への取組みが急務となっている中、木質バイオマスエネルギーの有効利用に関する技術開発が求められている。本研究では、木質バイオマスを燃料とした小規模ガス化コジェネレーションシステムの開発を最終目標とし、その予備研究として、木質ペレットのガス化について基礎的な実験を行った。実験で得られた主な結果として、CO ガス 25volと高濃度の可燃性ガスを得る事が出来た。

キーワード：自然エネルギー、木質バイオマス、コジェネレーション、木質ペレット

Study of Wood Biomass Gasification

SONODA Tetsuya, ENDO Haruyuki and TANAKA Shinzou

In order to prevent global warming, developing a utilization technology of wood biomass is demanded. An aim of this study is the development of a gasification cogeneration system using wood biomass.

This paper describes a study on the thermal property of wood pellets by thermal analysis and gasification experiments. Condition of atmospheric 600 , high concentration of 25vol% CO were observed in this experiment.

key words : clean energy, wood biomass, cogeneration, wood pellet

1 緒 言

環境問題が深刻化し、二酸化炭素削減という世界的な課題を抱える今日、カーボンニュートラルの特性を持つ木質バイオマスエネルギーの利活用に関する取り組みが活発化している。中でも県土の 8 割が森林面積の岩手では、林業振興の面からも、木質バイオマスエネルギーの導入が盛んで、チップボイラーの導入や当センターのペレットストーブの開発等、全国的に注目をあびている。

木質バイオマスエネルギーの活用手段として、ストーブや温水ボイラーの燃料としての利用が第一に考えられるが、1 歩踏み込んで木材の持つエネルギーをいかに効率的に利用するかを考慮した場合、コジェネレーションが最も有効な利用形態と言える。コジェネレーションにおける発電方式は、蒸気発電とガス化発電に分類されるが、両者を比較した場合、ガス化発電は小規模かつ高効率発電が実現出来る為、将来の利用技術として有望視されている。しかしガス化時に生じるタール分の分解や、燃焼生成物に起因する諸問題により、実用段階まで至らないのが現状である。

本研究はガス化研究の第一歩として、電気炉を使用したラボスケールでのガス化実験を行い、発生ガスのサンプリング手法の検討と、実際発生したガスの定量分析を行う事と、木質ペレット燃料の、示差熱量-質量分析の同時測定を行い、燃料の熱分解特性について調査する事を目的として実施した。

2 実験方法

2 - 1 燃料性状

ガス化実験には、(株)葛巻林業社製の広葉樹皮 100%の木質ペレット燃料“ALA-Wood”を使用した。木質ペレット燃料は含水率・成型速度等をコントロールしながら製造される為、木質燃料の中では最も材料特性のばらつきが少ない燃料である。今回使用した燃料の化学成分を表 1 に燃料性状を表 2 に示す。

表 1 パークペレット化学成分 (%)

灰 分	C	H	O	N	S
3.56	43.0	5.5	37.0	0.37	0.07

表 2 パークペレット性状

低位発熱量	4.88kW/kg
比容積	$1.6 \times 10^{-3}(\text{m}^3/\text{kg})$
形状	$\phi 6\text{mm} \times (10\text{mm} \sim 30\text{mm})$

2 - 2 木質バイオマスのガス化反応

バイオマス原料のガス化プロセスは基本的に次のような段階を経てガス化に至る。⁽¹⁾

表面水分の蒸発

固有水分の蒸発

揮発分の気化

揮発分の気化とガス化反応

* 基盤的・先導的技術研究推進事業

** 電子機械部 (現在 電子機械技術部)

チャーのガス化

の段階は、原料が 200 ~ 300 になるとバイオマスの熱分解が始まり CO 、 CO_2 、 H_2 及び H_2O がガスとして気化する。そして揮発成分の気化終了後、固定炭素分と灰分として残されたチャーは、ガス化剤と反応し、炭素分は CO 及び CO_2 ガスに転換する。表3にチャーのガス化反応を示す。

表3 主要なガス化反応⁽²⁾

- 1) $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$
- 2) $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO} + \text{H}_2$
- 3) $\text{C} + 0.5\text{O}_2 = \text{CO}$
- 4) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$
- 5) $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$
- 6) $\text{CO}_2 = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2 + \text{H}_2$

2-3 木質ペレットの熱分析

木質ペレット熱分解の温度特性を調査する為に、示差熱量測定及び質量分析を行った。熱分析には、NETZSCH 社製熱分析装置を用いた。

分析条件を表4に示す。

表4 熱分析条件

雰囲気ガス	: 酸素(99.9vol%)
試料室	: 流量 50ml/min
分析室	: 25ml/min
温度	: 室温 ~ 1200
昇温速度	: 15 /min.

2-4 ガス化実験装置の製作

木質ペレットを熱分解させ、可燃性ガスを取り出す実験を行う為に、ガス化実験装置を製作した。熱分解の為に加熱には、木質ペレットの自己発熱による加熱ではなく、温度制御性の良い外部加熱方式を選択した。加熱装置には、(株)いすゞ製作所製全自動開閉式管状炉 EKRO-25KS を用いた。ガス化剤として空気をコンプレッサーからレギュレータ及び流量計を通して石英管に導入し、石英管から排出されるガスをテドラ-ガス捕集バッグ(容量 10 $\frac{1}{2}$ l)により捕集するシステムとした。図1に製作したガス化実験装置を示す。

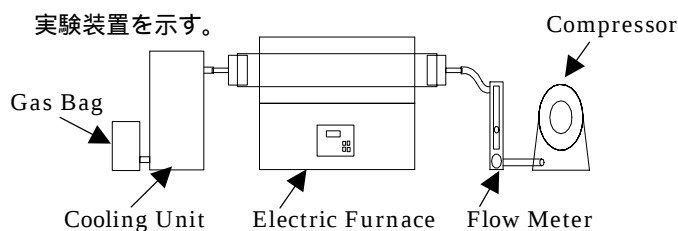


図1 ガス化実験装置

2-5 ガス化実験

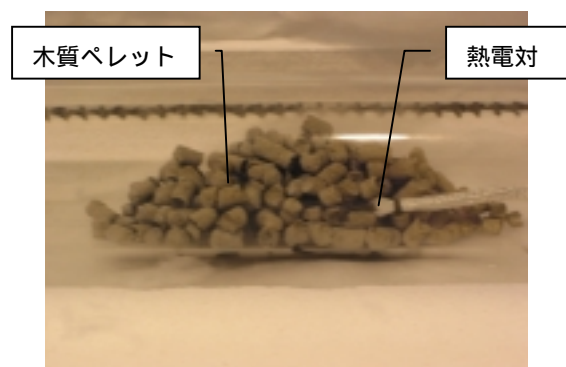
表5にガス化条件、写真1に実験時のガス化装置を示す。木質ペレットの熱分解によるガス化は、あらかじめ炉温度を 600 に安定させ、中央部に木質ペレットを挿入した $\phi 50\text{mm}$ の石英管を横型炉に設置し、加熱した。発生したガスの捕集は、石英管を横型炉に設置した瞬間から各々、1) 5分~7分後、2) 13分~15分後、3) 20分~25分後の計3回行った。

表5 ガス化条件

雰囲気ガス	: 大気
空気流量	: 1300ml/min
温度	: 600
木質ペレット質量	: 25g



(a) 管状炉内部



(b) 木質ペレットと石英管内部温度測定用熱電対
写真1 ガス化装置

2-6 発生したガスの定量分析

捕集したガスの定量分析は、島津製作所製ガスクロマトフィー(GC)装置 GC-14A を用いて行った。ガラスカラムは、島津製作所 7G 3.2-1.6m、充填材には、モレキュラシーブ 5A M-2 mesh6、キャリアガスには He ガスを用い分析を行った。

3 結果及び考察

3-1 木質ペレット熱分析結果

木質ペレットの示差走査熱量測定結果を図2に、同時測定を行った質量分析結果を図3に示す。図2を見ると炉内温度 200 近辺で DSC (示差走査熱量測定) カーブの急激な立ち上がりが見られ、この熱分解による試料の発熱反応に伴って、炉内温度も上昇しているのがわかる。この結果より、パークペレットの熱分解は 200 ~ 300 で開始される事が確認できた。また図3よりこの時の熱分解反応により、酸素が消費され、 H_2 、 CO 、 CO_2 の熱分解ガスが発生していることがわかった。分析は 1200 まで行ったが、この後 DSC カーブの目立った変化やガスの発生は確認する事が出来なかった。

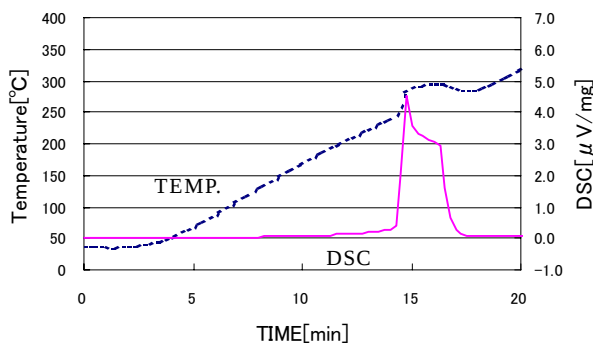


図2 示差走査熱量測定結果

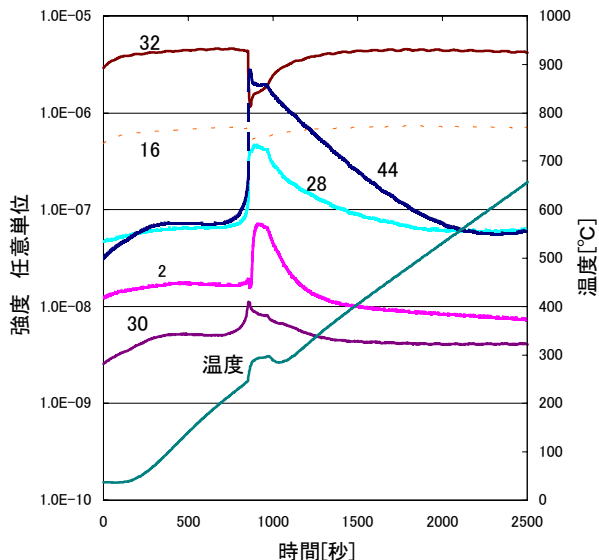


図3 質量分析結果
グラフ中の数値は質量数

3-2 ガス化実験結果

図4に石英管内部に木質ペレットを挿入し、加熱した際の石英管内部温度測定結果を示す。結果より、400 近辺において温度上昇勾配に変化が見られる。これは木質ペレットの発火温度が 400 度近辺である事から、木質ペレットの燃焼に伴う温度上昇と考えられる。

5 分 ~ 7 分後(管内温度 400 ~ 500)に捕集された

ガスは、タール分を多く含んだ茶色のガスで、その後 13 分 ~ 15 分後(管内温度 750)及び 20 分 ~ 25 分後(管内温度 650)に捕集されたガスは、わずかに白濁したガスであった。

定量分析結果を図5に示す。分析の結果、加熱開始後、5 分 ~ 7 分後に捕集したガス中に可燃性ガスである CO が最も多く発生しており、25%vol と高濃度のガスを回収する事が出来た。同じく可燃ガスである CH_4 についても 8% 弱の発生が確認出来た。その後木質ペレットの熱分解が終了し、可燃性ガスは殆ど発生しない事がわかった。

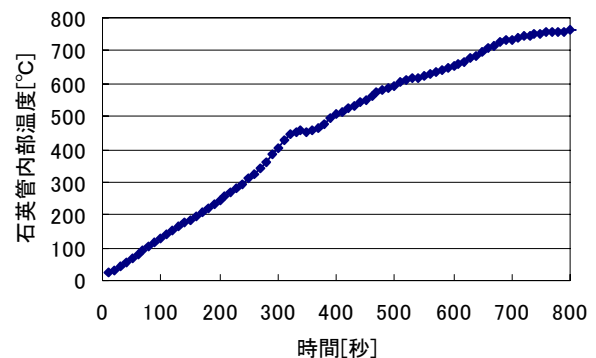


図4 ガス化実験管内温度

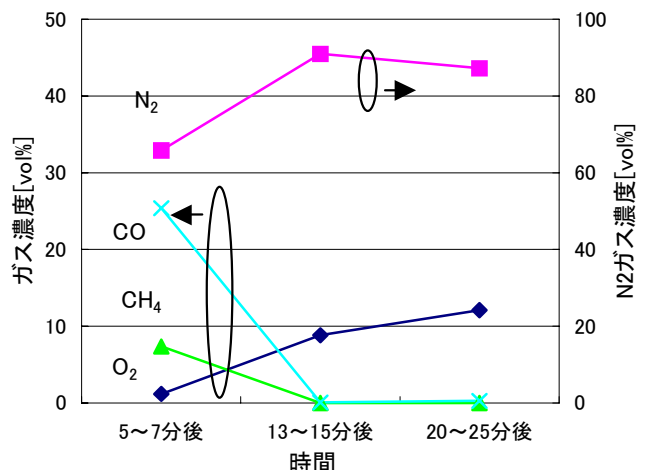


図5 発生ガス定量分析結果

4 結 言

木質ペレットを燃料としたガス化燃焼実験を行い以下の結果を得た。

- 1) 木質ペレットの示差熱量-質量の同時測定を行い、熱分解開始温度と、発生ガスの確認を行った。
- 2) 電気炉によるガス化実験を行い、25%vol の CO ガスを収集する事が出来た。

文 献

- 1) 社団法人 日本エネルギー学会[編]: バイオマスハンドブック, オーム社
- 2) 鈴木勉: 木質系バイオマスの液化とガス化—プロセス開発の現状, 木材学会誌 Vol.48 No.4, p.217-224(2002)