

木質系バイオマスのエネルギー転換・改質

名古屋大学 大学院 工学研究科 准教授 板谷 義紀

Associate Professor Yoshinori Itaya
Department of Chemical Engineering
Nagoya University

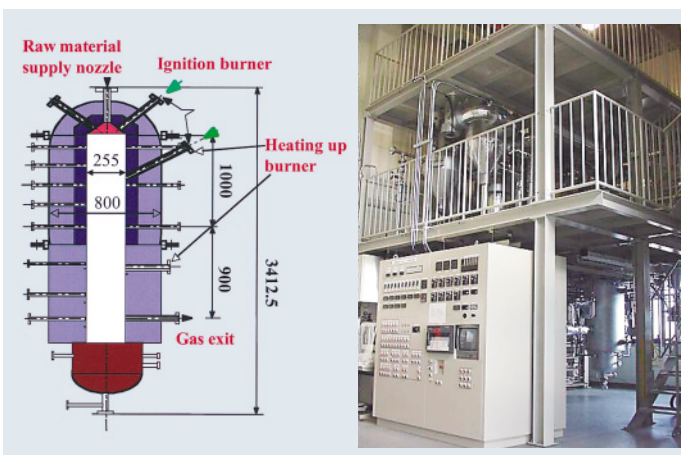


はじめに

地球環境問題に加えて最近の原油価格高騰に伴い、エネルギー資源の多様化および再生可能エネルギーのニーズが高まってきている。なかでもバイオマスはカーボンニュートラル燃料として注目を集めており、種々の利用技術開発が推進されている。しかし、バイオマスの賦存量の大きさは指摘されつつも、回収コストの観点から集中的な大規模処理設備の導入が困難とされており、地域分散型の小規模利用技術の開発が要求される。また、バイオマスの高度エネルギー利用を図るためには、ガス化や液化などのような高効率エネルギー転換・改質技術の確立も期待されている。著者らはこれまでに木質系バイオマスを対象として地域分散型の高効率ガス化および熱水処理による液化・燃料改質に関する研究を実施しており、本稿ではその概要を紹介する。

木質バイオマスの気流層高温ガス化

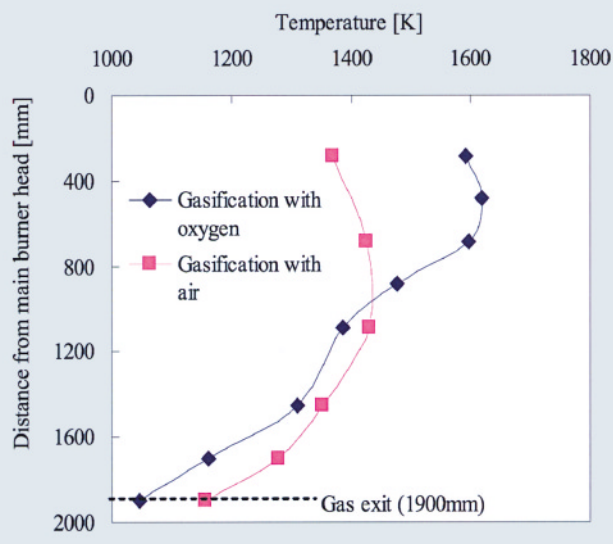
これまでの木質バイオマスのガス化は、キルン方式や流動層方式のような低温ガス化がほとんどであるが、大量のタール生成を伴い、タール分の分解が大きな課題となっている。これに対して、著者らは1000 以上の気流層高温ガス化方式を採用し、タールフリーでガス化し生成される燃料ガスを高温型の燃料電池(MCFCまたはSOFC)で高効率発電するシステムを提案した。このようなシステムを構築するための要素研究として、第1図に示すようなラボスケールのダウンフローガス化試験装置を用いた高温ガス化基礎試験を行った。原料には木質バイオマスを粉碎した平均粒径 $100\ \mu\text{m}$ の木粉を用いた。第1表に木粉の分析値を示す。ガス化剤に酸素および空気を用いたときのガス化炉内高さ方向の温度分布の一例を第2図に示す。ガス化温度はガス化剤に空気と酸素のいずれを用いた場合にも1400K以上となり、酸素では1600Kに達している。ただし、本試験では装置サイズに比較して処理量が少ないため、メタンを $1.8\text{m}^3/\text{h}$ で供



第1図 ダウンフローガス化試験装置概略図

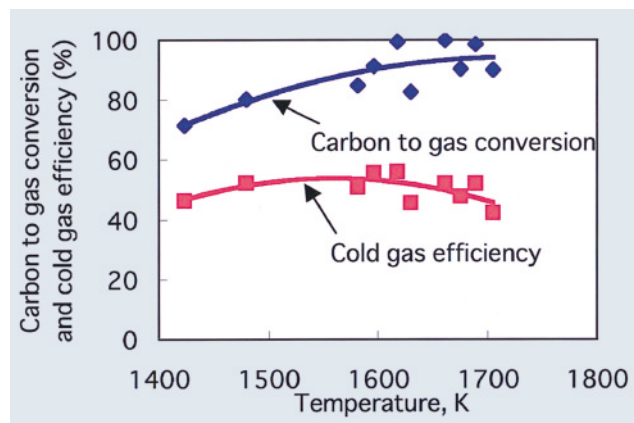
第1表 木粉の分析値

工業分析 [wt%]		元素分析 [wt%]	
水分	10.61	炭素	48.40
揮発分	82.12	水素	6.40
固定炭素	17.10	窒素	0.12
灰分	0.78	酸素	44.11
低発熱量	18.2 MJ/kg		



第2図 ガス化炉内温度分布(木粉供給速度 $17\text{kg}/\text{h}$ 、O/C比1.7)

給して助燃を行っており、小規模の処理ではこのような助燃方式の有効性を示した。第3図はO/C比を変えた場合のガス化最高温度に対する炭素ガス化率と冷ガス効率を示したもので、約1600Kのガス化温度で冷ガス効率が最大となり、ガス化炉内バイオマス滞留時間が数秒程度でも、炭素ガス化率が90%以上を達成している。このようなガス化で合成されるガス組成は水素、一酸化炭素、二酸化炭素が主成分となり、MCFCのような燃料電池の燃料として改質機能を有するガス化技術であることが示された。またガス組成は、水性シフト反応($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$)の平衡関係でほぼ推算できることを確認している。



第3図 ガス化温度と炭素ガス化率および冷ガス効率の関係(酸化剤:酸素)

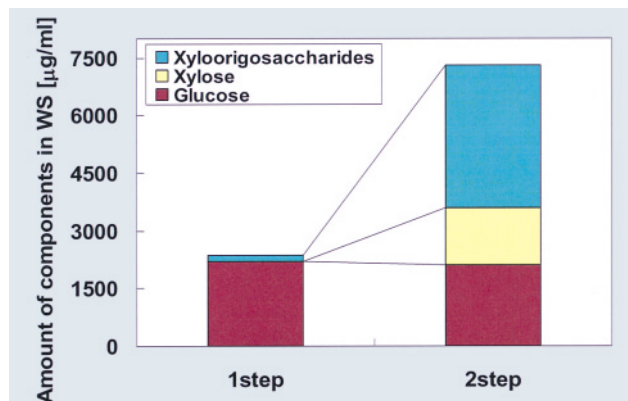
木質バイオマスの加圧熱水処理

木質バイオマス液化技術の中でも、エタノール製造が注目を集めている。このようなエタノール製造では、木質バイオマス中のリグニンが酵素糖化の大きな阻害要因となっており、セルロースやヘミセルロースを高い効率で糖化させる技術開発が大きな課題となっている。著者らは、加圧熱水を利用してセルロースやヘミセルロースの直接加水分解または酵素糖化の前処理効果の可能性について検討を行った。原料には100 μm以下の微細木粉を用い、オートクレーブで種々の条件で加圧熱水処理することにより、473K程度でヘミセルロースからキシロース類の生成、523K程度ではセルロースからグルコース生成を確認した。しかし、反応時間の経過に伴い生成した糖類がさらに酸へ過分解が進行してしまうため、糖類への転換率を向上させることが困難となる。そこで、第2表のように、473Kで処理して抽出液と木粉を分離後、523kで熱水処理する2段階方式にしたところ、第4

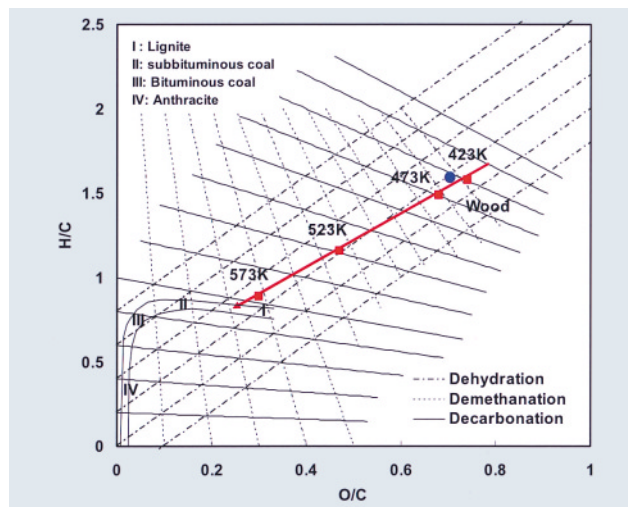
第2表 2段階熱水処理試験操作条件

	反応温度	反応時間	加熱速度
1段階	473 K	12 min	110 K/min
2段階	523 K	5 min	110 K/min

図に示すように523Kで1段階処理した場合と比べて、高い収率の糖類が得られた。しかし、トータル的な液化収率や熱水処理後の残渣の酵素糖化効率を確認した限りでは、まだ十分な効果が得られておらず、現在さらに多角的な検討を行っている。なお、木粉の熱水処理固形残渣分を分析したところ、第5図に示すように、コールバンド上で木質バイオマスが褐炭に近い性状となることを明らかにした。このことから短時間の熱水処理で、灰分が少なく硫黄や窒素分をほとんど含まない新たな高品質固体燃料へ改質できることを示した。



第4図 2段階熱水液化処理試験による抽出液の糖濃度(木粉:ケヤキ)



第5図 木粉の熱水処理による固形残渣の燃料改質効果

あとがき

木質バイオマスのエネルギー転換および改質技術として、高温ガス化および加圧熱水処理技術に関する研究成果の一部を紹介した。本稿が環境調和型エネルギー技術の考え方として少しでも参考になれば幸いである。

板谷 義紀(いたや よしのり)氏 略歴

1985年3月 名古屋大学大学院工学研究科博士課程満了
 1985年4月 名古屋大学工学部助手
 1989年7月～1990年8月 米国Rutgers大学研究員
 1997年4月 名古屋大学大学院工学研究科助教授