

## 教育研究報告

## 第 21 回久留米高専産学民連携フォーラム - バイオマスエネルギーの高度利用 -

藤 道 治<sup>\*1</sup>  
鍛 治 茂 樹<sup>\*2</sup>

### The 21th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology - Hydrothermal reaction of biomass -

Michiharu TOH<sup>\*1</sup>  
Shigeki KAJI<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

地球温暖化が大きな社会問題になっており、1997 年の地球温暖化防止京都会議(COP3)で先進国全体と国別の CO<sub>2</sub> 等温室効果ガスの削減目標が決められました。この様な中で、現代社会の課題である、持続可能な成長を目指すためには、再生可能な資源の有効利用を図り、循環型社会を構築することが社会的な課題となっています。日本の温室効果ガス排出量は 1990 年と比較して 6.8%も増加しており、エネルギー使用量の削減と共に新エネルギー(太陽、地熱、風力、バイオマス等)の開発が大きな課題となっており、この中でバイオマスは再生可能で、莫大な賦存量がありカーボンニュートラルなエネルギーであり、また液体、ガス燃料として貯蔵でき石油代替可能なエネルギーとして注目されています。

なお、経済省・資源エネルギー庁「新エネルギー部会報告書」(2001 年 6 月)で 2010 年度新エネルギーは 1 次エネルギーの 3%を供給目標としています。この中でバイオマスは、石油換算 595 万 kl の目標を立てて今後の新エネルギーとして拡大が期待されています。また 2002 年 1 月新エネ法施行令の一部改正が行われ、「バイオマス」が初めてエネルギー原料として認知されました。

今回のフォーラムは、16 回のフォーラム「多孔質セラミックス」と同じように久留米高専産学民連携推進協力会会員に担当していただきました。福岡県工業技術センター化学繊維研究所課長で、共著者で

ある鍛冶繁樹氏を中心に企画されました。

以下にフォーラムの内容を報告いたします。

#### 2. フォーラム開催要領

テーマ：バイオマスエネルギーの高度利用

- (1) 日時：平成 14 年 10 月 9 日
- (2) 会場：久留米高専ニューメディアホール
- (3) 主催：久留米工業高等専門学校産学民連携推進センター
- (4) 共済：福岡県工業技術センター、久留米高専産学民連携推進協力会
- (5) プログラム
  - 1) 14:00 ~ 14:10  
開会挨拶  
久留米工業高等専門学校長 柳 謙一
  - 2) 14:10 ~ 15:10  
「加圧熱水を用いた植物系バイオマスの糖化法とその利用」  
佐賀大学農学部応用生物科学科  
助教授 林 信行
  - 3) 15:20 ~ 16:20  
「バイオマスの水熱反応」  
(独)産業技術総合研究所エネルギー利用研究部門バイオマス研究グループ 美濃輪智朗
  - 4) 16:20 ~ 16:25  
閉会挨拶  
久留米工業高等専門学校産学民連携推進センター長 藤 道治
  - 5) 16:30 ~ 17:30  
セミナー

\*1 久留米工業高等専門学校生物応用化学科

\*2 福岡県工業技術センター

Copyright 2002 久留米工業高等専門学校

### 3. 講演概要

#### 3.1 加圧熱水を用いた植物系バイオマスの糖化法とその利用



写真1 公演中の佐賀大学農学部応用生物科学科  
助教授 林 信行 氏

佐賀大学農学部応用生物科学科助教授林信行氏から、生物量と訳されるバイオマスの定義「一定量集積した動植物由来の有機性資源」と再生可能な植物系バイオマスの特徴を紹介された。様々な特長を持つ植物系バイオマスは、エネルギー問題、食糧問題、環境問題を解決してゆく資源になりうることを様々な例を挙げて説明された。

加圧熱水(100℃以上臨界点以下の温度領域で液相の状態にある水)を農産廃棄物を中心とした植物系バイオマスに適用し、エネルギーの生産のみではなく、機能性食品も生産するシステムの研究を行っている。研究は、半流通式反応装置を使って行われている。5 ミクロンほどの多孔質セラミックフィルターでキャップされたリアクター内に農産廃棄物を中心とした植物系バイオマス(稲わら、麦わら、もみ殻、ケナフ等)を仕込み、高圧ポンプにより水を送液する。送られた水は途中の熱交換器にて 130℃～300℃に加熱されリアクター内に流入し、バイオマスを分解可溶化後、溶液となってリアクターから流出する。流出液は二次分解が進まないように冷却後保圧弁を通して回収される。加圧熱水による分解は加圧蒸気による分解と異なり、分解に用いる水が相変化を伴わないため、投入エネルギーは水の顕熱分のみで済み、冷却工程で回収した熱を余熱に回すなどの工夫が可能である。

熱水温度を三段階で昇温することにより、200℃付近でヘミセルロースが、290℃付近でセルロースが可溶化する。加圧熱水処理により、ヘミセルロースやセルロースを分解し、得られる水加溶化物の累積収

率は仕込量の 80～95%に達している。もみ殻の 180℃で得られた可溶化物は、ヘミセルロースが加水分解してキシロースおよびそのオリゴマーとなっている。一方、280℃で得られた水加溶化物にはグルコース及びそのオリゴ糖で、セルロースの加水分解物である。稲わら、麦わら、もみ殻、ケナフ等について 200℃付近で得られた可溶化物は、キシロースやキシロオリゴ糖が含まれている。キシロオリゴ糖は、ビフィズス菌や乳酸菌の増殖因子として特定保健用食品に指定されている。

また、加圧熱水は木質系バイオマスも農産廃棄物と同様に可溶化することが出来る。リグニンが強固なスギにおいては水可溶化物の累積収率は、70%台にとどまるが、セルロース・ヘミセルロースフリーのリグニンとしてリアクター内から回収される。これまでの木質系バイオマスの処理法として、難分解性のリグニンが含まれるため爆砕などの前処理や酸触媒を必要としてきたが、加圧熱水処理では植物中の主要三成分(セルロース、ヘミセルロース、リグニン)を分画して抽出できるためそれぞれの特性に応じた利用展開が可能である。セルロース由来の画分は、燃料ガス化、あるいは、アルコール発酵の原料として利用する研究を行っている。ガス化を図る場合、メタン発酵によるバイオガス製造が数週間を要し、発酵残渣処理の問題もあるが、超臨界状態の水を用いると、数分という非常に短時間で高発熱量(4,500Kcal/m<sup>3</sup>)のガスが得られるので格段に効率が良いことや水可溶化したセルロース由来の画分を用いてアルコール発酵した場合について、酵素を併用すると高効率でアルコール発酵を行うことができること等について話されて講演を終わられた。

#### 3.2 バイオマスの水熱反応



写真2 公演中の(独)産業技術総合研究所  
エネルギー利用研究部門バイオマス  
研究グループ 美濃輪 智朗 氏

(独)産業技術総合研究所エネルギー利用研究部門バイオマス研究グループ美濃輪智朗氏から、バイオマスとは？水熱反応とは？なぜ水熱反応なのか？、どんなことができるのか？、の順序で講演された。

まず、バイオマスとは「エネルギーとして利用できるまとまった量の植物起源の物質」や「地球生態系において……物質循環に組み込まれているすべての生物有機体」として定義されていることを紹介された。ついで、カーボンフリーの定義、リグノセルロース系バイオマス、糞尿・污泥系バイオマス、食品販売廃棄物系バイオマスなどの素材に着目したバイオマスの分類およびバイオマス賦存量の調査事例(日本エネルギー学会)やバイオマス・バイオエネルギーの最近の国内動向等について説明された。

次に、水熱反応が、通常の熱化学反応や生物化学反応に比較して、超臨界状態、あるいは、亜超臨界状態の高温高压の水の中で反応させるので、短時間に自然限界以下の高含水原料でもエネルギーを作り出すことができることなどを説明された。

さらに、バイオマスの水熱反応は、処理温度により異なり、100～200 での熱水抽出、200～300 での加水分解・可溶化、300～500 での超臨界点近傍で熱分解して油化や低温ガス化(水熱液化)、500～650 以上での超臨界ガス化(水熱ガス化)に分類されている。この水熱反応のメカニズムをセルロースを原料としてアルカリを加えて熱分解して油化することや触媒を添加してガス化することを系統的に説明され、これらの実施例や研究例を挙げられた。

バイオマスを 300 ,10Mpa で水熱液化すると、炭酸ガスが収率 10～20%、石油よりも発熱量が小さいが石炭と同程度の発熱量を持つオイルが収率 40～50%、チャー(炭状物質)及び PH<sub>4</sub> 程度の木酢液のような水相が生成する。

石油ショック以来、バイオマスから水熱液化でオイルを得ることが行われている。その実施例として、木材を原料とする PERC プロセス@米国鉱山省、LBL プロセス@米国 LBL、や HTU プロセス@Shell、下水污泥を原料とした資源研・オルガノ下水污泥油化プロセスを紹介された。

バイオマスを温度 300～650 ,圧力 10～35Mpa で水熱ガス化すると、オイルやチャーは、水熱液化に比較して微量となるが、ガスは、主に金属触媒下低温でメタンが、超臨界点以上の高温下無触媒で水素が生成し、無色透明で中性の水相が生成する。

水熱ガス化は 1990 年代から始められている。その実施例として、米国、日本、韓国、ドイツ、オランダの例を挙げられ、また、研究例として産業総合研究所での焼酎廃液や藻(クロレラ)の低温ガス化と生成するアンモニアを含む処理水の培養などのリサイクルについて説明された。

このようにバイオマスの水熱反応は、色々な種類のバイオマスと様々な反応を選択して組み合わせることができ、また、物質生産と組み合わせで経済性も確保できるが、高压で高価という課題がある。短時間で反応処理できることと装置がコンパクトであることでこの課題を克服できる可能性があると述べられて講演を終わられた。

講演終了後に行われたセミナーでは企業参加者からの自社の技術を生かしバイオマスをエネルギー源として利用する装置の開発や、参加研究機関からのバイオマスの水熱反応に関する意見が活発に出された。

#### 4. お わ り に

今回のフォーラムには、本校の専攻科や本科の学生が多数出席していましたので、講師の先生方は、地球規模の環境問題、人口問題、食糧問題、エネルギー問題を踏まえてバイオマスエネルギーの高度利用に至った過程や背景をわかり易く説明していただきました。講演後はいずれも熱心な質疑応答が行われ、有意義なフォーラムでした。

お忙しい中、講演をしていただいた 2 人の講師の先生方に厚くお礼申し上げます。共催していただいた福岡県工業技術センターに謝意を表します。最後になりましたが、フォーラムの運営と会場の準備をしていただいた関係各位に紙面をお借りして心よりお礼申し上げます。

(2002 年 11 月 22 日 受理)

\* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \* ~ \*