

[木材学会誌 Vol.51 No.1, p.58-59 (2005)]

木質バイオマスからのバイオエネルギー*1

坂 志朗*2

Bioenergy from Woody Biomass*1

Shiro SAKA*2

地球の温暖化問題と連動して、バイオマス資源によるポスト石油化学が21世紀において注目されている。そこで、本稿では、化石燃料の代替としてのバイオマス、特に木質バイオマスからのバイオエネルギーに関する研究の現状と展望について述べる。

1. 我が国におけるバイオマス資源量

バイオマスは生産資源と、未利用・廃棄物資源に分けられるが、我が国における生産資源の年間生長量は1.3億トン、うち利用可能量は1,200万トンである。一方、未利用・廃資源の発生量は2.4億トン、利用可能量は6,500万トンと推定されている¹⁾。利用可能量とは、現在有効に利用されずに廃棄されているものを意味している。これより、バイオマス資源の年間発生量は約3.7億トン、利用可能量は約7,700万トンと推定されている¹⁾。

2. バイオマスのエネルギー変換技術

エネルギー変換技術により、バイオマスから多くの有用なバイオ燃料や化学原料が得られる。バイオ燃料は、ガソリンなどの炭化水素系燃料とは異なり、分子内に酸素を含有する。そのため重量当たりの発熱量は小さいが、燃焼時にススがでにくく、NO_x、COなどの排出量も少なく、地球上の炭素バランスを崩さず、二酸化炭素(CO₂)排出の削減に寄与することができる。

2.1 バイオメタノール

メタノールは現在経済性の理由から天然ガスを用いて製造されているが、石油と同様、CO₂の増大を招く。そこで、リグノセルロース系資源の水蒸気ガス化によるメタノール合成が検討されているが、炭化物やタール状物質の生成を極力押さえ、効率よくガス化することがポイントである。廃棄物を用いる場合、CCA (Cu/Cr/As) 防腐剤を含む建築廃材からはAs₂O₃などの有毒ガスが発生する。また、ダイオキシンの発生にも注意が必要であり、これらの除去機能をもつガス化プロセスの開発が不可欠である。近年、筆者らは超臨界メタノールによる木質バイオマスの液化に成功し、このバイオメタノールを用いることにより100%バイオマスベースの液体バイオ燃料が得られることを見出している²⁾。

2.2 バイオエタノール

エタノールには、デンプンや糖蜜からの発酵エタノールとエチレンからの合成エタノールがあるが、地球の温暖化の観点からCO₂削減に寄与し得るのは前者である。しかし、食糧問題との関連もあり、リグノセルロースからのバイオエタノールが注目されている。それには酵素糖化、酸加水分解及び超臨界水法³⁾がある。酵素糖化には脱リグニンの前処理が不可欠であるが、酸加水分解ではリグニン共存下でもセルロースの加水分解が可能である。しかし、残存するリグニンの有効利用は進んでおらず、現時点では熱エネルギーとして回収されているのみである。近年この方法で、陰イオン交換樹脂による糖と硫酸の分離が実現し、硫酸の再利用が可能となった。また、ペントースとヘキソースの同時発酵を可能とするDNA組み換え技術が確立され、実用化に向け

*1 Received June 15, 2004; accepted July 14, 2004.

*2 京都大学大学院エネルギー科学研究科 Graduate School of Energy Science, Kyoto University, Kyoto 606-8501

での検討が進められている⁴⁾。

一方、超臨界水法によるリグノセルロースの加水分解は酸を用いないため後処理が容易であるが、D-グルコースを選択的に得られるレベルには至っておらず、処理条件によっては、次の発酵を阻害する物質を生成するなど、実用化には多くの課題がある。バイオエタノール生産に適するバイオマスの利用可能量は年間3,000万トン、得られるエタノールは約840万klと推定される⁵⁾。

2.3 バイオメタン

メタン発酵は嫌気性消化とも言われ、有機性廃棄物の分解や廃水処理を対象に利用されている。一般には、家畜糞尿、動物の死体、水産加工残渣、投棄魚、下水、汚泥などがメタン生産に適しており、その利用可能量は年間2,900万トン程度である¹⁾。しかし、リグノセルロースもメタン発酵の対象となるため、これ以上の利用可能な資源が存在する。すなわち、リグノセルロースを低分子化し有機酸へと変換すれば、メタン発酵が可能となる。超臨界水処理によりリグノセルロースからギ酸、ピルビン酸、グリコール酸、酢酸、乳酸、レブリン酸などの有機酸が得られることが明らかになっている⁶⁾。

2.4 バイオディーゼル燃料

アブラヤシ (Oil palm; *Elaeis guineensis*) はヤシ科 (*Palmae*) に属する喬木で、その果実から生産される油は世界全油料生産量の約13% (約170万トン/年) を占めている。植物油は食用油などの用途が主体であるが、動物油脂とともに近年バイオディーゼル燃料の原料として注目されている⁷⁾。植物油 (トリグリセリド) は粘度が高く引火点が高いため、塩基触媒下、常圧、50~60℃にてメタノールとエステル交換することにより、粘度と引火点の低いバイオディーゼル燃料 (脂肪酸メチルエステル) とする。また近年、筆者らにより“超臨界メタノール法”が開発され、工業化に向けて動き出している⁸⁾。この方法は無触媒法であるため、塩基触媒法に比べ多くの利点が認められている。

バイオディーゼル燃料は、酸性雨の原因となる硫黄酸化物 (SOx) や黒煙が軽油に比べて少なく、浮遊粒子状物質が減少するため、排ガスのクリーン化

効果がある。酸素が含まれているため、軽油に比較して発熱量が低い、走行上の性能低下は見られず、環境・安全の観点から法律的にも軽油の強制規格基準を満足している。我が国の廃油量は42~56万トン/年であり¹⁾、すべてをバイオディーゼル燃料に変換しても、軽油使用量約4,300万kl/年 (1995年度) の1.3%の代替であり、今後どのように原料を調達するかが課題である。

最後に、バイオ燃料を導入、普及、促進させるためには、化石燃料に対して競争力を持つことが不可欠である。そのために、先進国では様々な工夫がなされ、税制上の優遇措置がとられている。多種多様で分散型であるバイオマスに対し、資源確保、運搬、変換処理、輸送を視野に入れた経済性評価は重要であるが、スウェーデンでの例で見られるように、木材燃料のコストは30年を経過して1/3以下に低下し、マーケットが何十倍にも広がっている。したがって、まずはバイオ燃料の導入、普及、促進を目指して税の優遇措置を導入し、バイオ燃料に市民権を与えることが重要である。

文 献

- 1) 南 英治, 坂 志朗: “バイオマス・エネルギー・環境”, 坂 志朗編, アイピーシー出版社, 東京, 2001, pp. 53-103.
- 2) 坂 志朗: “バイオマスエネルギー利用の最新技術”, 湯川英明監修, シーエムシー, 東京, 2001, pp. 186-200.
- 3) 坂 志朗: *APAST* 35 (4), 5-10 (2000).
- 4) 齋木 隆: “バイオマス・エネルギー・環境”, 坂 志朗編, アイピーシー出版社, 東京, 2001, pp. 380-399.
- 5) 平成12年度 NEDO 報告書 (NEDO-GET-0001).
- 6) 吉田 敬, 江原克信, 坂 志朗: “キチン・キトサンの開発と応用”, 平野茂博監修, シーエムシー, 東京, 2004, pp. 51-61.
- 7) 小田桂三郎: “バイオマス (上)”, 学会出版センター, 東京, 1981, pp. 139-145.
- 8) 坂 志朗: *Jasco Report* “超臨界最新技術特集 第3号”, 日本分光 (株), 東京, 1999, pp. 28-31.