

代替エネルギーとしてのバイオマスの利用

農業・食品産業技術総合研究機構 バイオマス研究センター

片山 秀策

1. はじめに

地球温暖化を抑制または改善するには、原因と考えられている温室効果ガス排出の削減が最も効果的な方策と考えられる。根本的な対応としては、現在の使われている石油、石炭などの化石エネルギーの消費を止めることである。しかし、現在の社会システムは、化石エネルギーの大量消費を前提としており、化石エネルギーの消費を即時に止めることは非常に困難である。しかし、賦存する化石エネルギーを使い続けるならば、地球温暖化を抑制することはできない。

地球温暖化を抑制するには、大幅にエネルギーを節減することと、化石エネルギーを代替するエネルギーが必要となる。化石エネルギーを代替するエネルギーとしては、これまでもいわれてきているように、風力、水力、太陽光などの自然エネルギーとなるであろう。大幅なエネルギー節減には、社会システムの変革が必要であろう。

その中でも、人類が長い歴史の中で食物や素材、熱源として利用してきたバイオマスが一つの候補として考えられる。

バイオマスといえば、ここ数年、バイオエタノールやバイオディーゼル燃料といった液体燃料が注目されているが、バイオマスには非常に多様なものがあり、色々な形態のエネルギーとして利用できる。

ここでは、バイオマスをエネルギーとして利用にあたっての方法、考え方について整理する。

2. バイオマスとは

バイオマスの定義は、対象とする学問分野、利用の目的や存在する形態などによって、様々である。ここでは、エネルギー利用を前提とするバイオマスニッポン総合戦略のなかでの定義「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」を使うこととする。

バイオマスは、図1のように大きく廃棄物系と栽培作物系に分けることができ、それぞれの代表的なものを例示した。

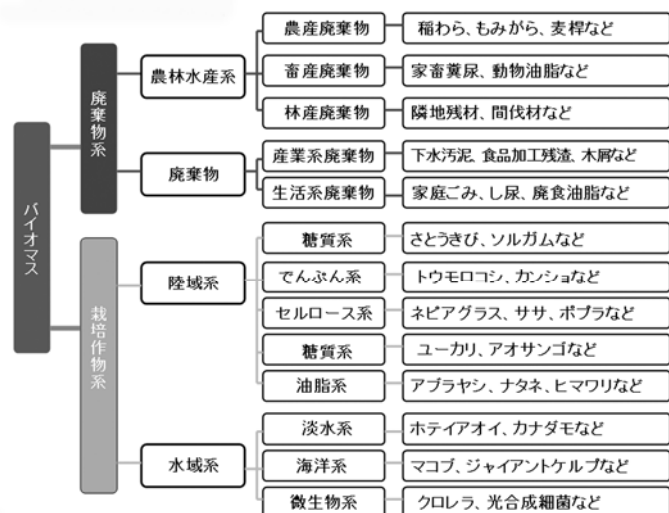


図 1 バイオマスの分類

バイオマスは、「カーボンニュートラル」であることが利用するメリットとしてあげられている。カーボンニュートラルというのは、「バイオマスは、植物が大気中の二酸化炭素を

光合成で固定したものであるから、植物を燃焼しても大気中の二酸化炭素の増減に影響しない」という概念を定義したものである。

しかし、ここで注意しなければならないのは、「カーボンニュートラル」の定義には、時間の概念が入っていないことである。例えば、木材は、カーボンニュートラルなバイオマスであるけれど、樹齢100年の木材は100年分の炭素を蓄積したものである。従って、等量の炭素を蓄積するには、100年間の時間が必要となる。カーボンニュートラルを厳密に実現するには、バイオマスが1年間で蓄積できる炭素を、1年間で消費することとなるから、それを前提としたエネルギー利用が必要である。

わが国の廃棄物系バイオマスの賦存量については、種類別、地域別などデータベースが整備されている。わが国の年間のバイオマス賦存量は、図2に示すように、約1,800PJ/年（原油換算量4,300万k1）と予測されており、一次エネルギー供給量が23,060PJ/年（原油換算量6億k1）であるから約7%であり、エネルギー源としては大部分が未利用である。

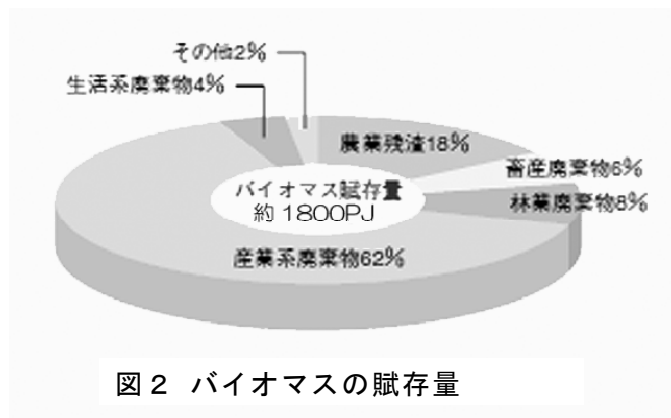


図2 バイオマスの賦存量



写真1 永年性エリアンサス

ただし、廃棄物系のうち産業廃棄物

や畜産廃棄物などは、由来が海外から輸入農産物などであることから、持続的な供給の面では注意が必要である。

栽培系のバイオマスは、現在エネルギー用として栽培されているものは、ナタネ、ヒマワリなどで、賦存量は非常にわずかである。今後、エネルギー源として利用するために資源作物や早生樹などの生産を行うことは可能である。

写真1に示すエリアンサスのような、高バイオマスの資源作物についての栽培や品種改良などの

3. バイオマスの利用方法

バイオマスをエネルギーとして利用する方法としては、図3に示すような方法があり、技術開発が進められている。

(1) 直接燃焼

最も効率が良いのは、直接燃焼による方法であり、コジェネレーションが可能である。ヨーロッパにおいては、木質ペレットを利用した、コジェネレ

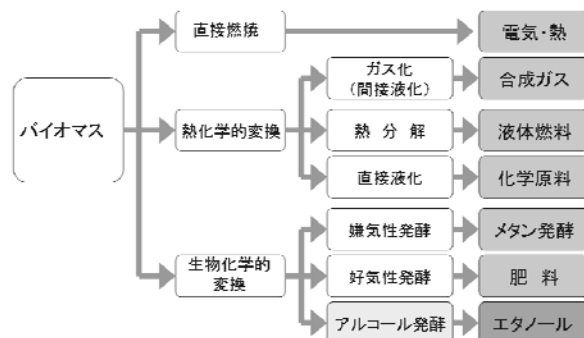


図3 バイオマスの利用方法

ーションシステムが地域の暖房エネルギーと電力を供給している事例が多く見られる。

図4に、バイオマスをガス化し、そのガスでコジェネレーションを行うと共に触媒によりメタノールを生産するシステムを示した。メタノールはバイオディーゼル燃料の材料として活用できる。このシステムは、木質系、ワラなど多様なバイオマスを利用できる利点があり、普及が期待されている。

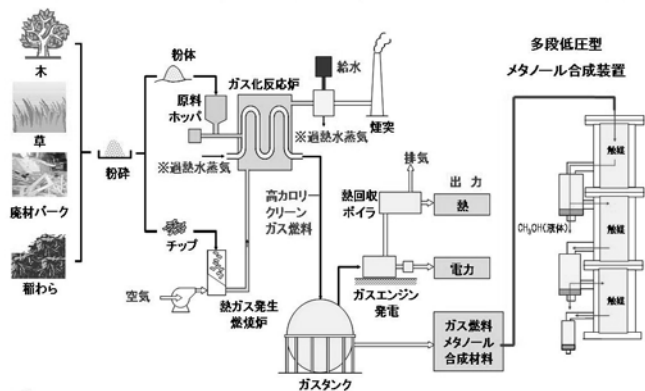


図4 ガス化による電熱供給とメタノールを生産するシステム

(2) メタン発酵

家畜糞尿や食品残渣等によるメタン発酵については、技術開発が一定レベルに達しており、普及が進みつつある。発生したガスの燃焼による、熱供給、発電、コジェネレーションシステムなどが使われており、精製したメタンガスを販売する事例も見られる。

家畜糞尿や食品残渣の起源は、海外からの輸入したものであることを忘れてはならない。

(3) バイオエタノール

最近、注目され、技術開発が進められているものに、林地残材や稲わらなどのリグニンとセルロースを含むバイオマス（リグノセルロース）を利用したバイオエタノール生産技術がある。

バイオエタノールの生産プロセスは、図5に示す。リグノセルロースによるバイオエタノール生産は、従来の糖やデンプンを使ったプロセスよりも、複雑になっている。解決すべき課題としては、リグノセルロースから、セルロースとヘミセルロースの分離、セルロースとヘミセルロースを糖化するための酵素生産、高効率でのエタノール発酵技術、省エネルギーでエタノールを蒸留、脱水技術、発酵・蒸留残渣の処理利用技術などがある。

現在、リグノセルロースからバイオエタノールを生産する技術については、まだ技術が開発段階にあり、世界中の研究者、技術者が競争している状態である。

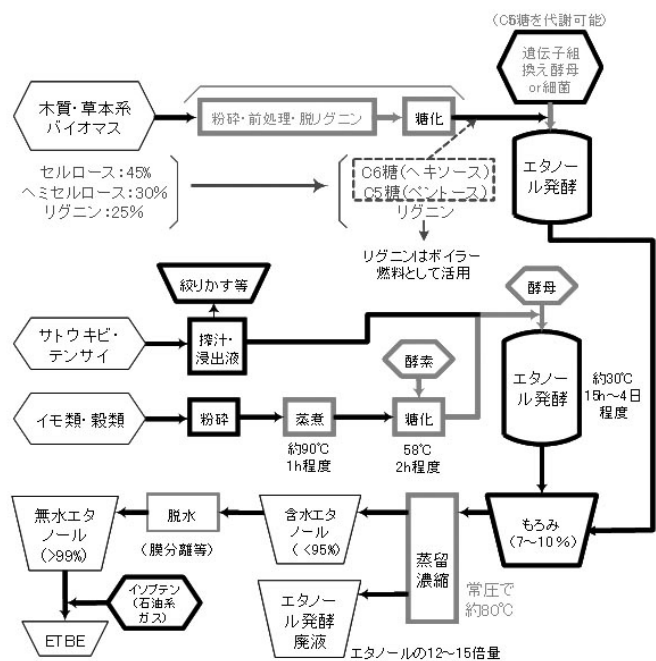


図5 バイオエタノールの生産プロセス

バイオエタノールは、液体燃料として利便性が高いことから、現在サトウキビ、トウモロコシ、キャッサバなどから生産されており、国内でも試験事業、実証事業が行われている。しかし、大規模に生産することになれば、食糧との競合が問題となっている。

この他問題点としては、バイオエタノールの生産に水が大量に必要で、廃液の処理などの問題も残されている。また、バイオエタノールの生産にはエネルギーが必要であり、アメリカのバイオエタノールのように、投入されたエネルギーに対する生産されたエネルギーの比が 1.3 程度といったように、0.3 程度のわずかなエネルギーしか得られないケースもある。

(4) バイオディーゼル燃料

ナタネ、ヒマワリなどの植物油脂を、メタノールと反応させてエステル化するバイオディーゼルは、液体燃料として利用可能である。日本国内でも市町村、NPOなどが、家庭から出る廃食油を原料としてバイオディーゼル燃料を生産し、バスやごみ収集車などで活用している事例が見られている。

問題点としては、現在、主流となっているアルカリ触媒法では、副生成物のグリセリンとアルカリ廃液の処理が残されている。

4. まとめ

有限な化石エネルギーを使い続けることで、長期にわたって持続的に社会を維持することは困難であることは明白である。

持続可能な社会を実現するためには、化石エネルギーの消費を極限まで減らし、太陽エネルギーによる自然のエネルギーを利用していくことになる。太陽光と水と植物の光合成によるバイオマス、その他太陽光による発電や熱、水力、風力による発電と動力などに変換して利用することとなる。

これらの自然エネルギーは、化石エネルギーを大量消費するまでは、人類が利用してきたものである。自然エネルギーは、化石エネルギーと異なり太陽エネルギーがある限り生産可能なエネルギーであろう。その量は、膨大なものであるといわれている。

しかし、自然エネルギーといえども、環境容量以上に使うことがあれば、再生産が困難となる。特に、バイオマスは生産のために土地、水、肥料、エネルギー等の制約条件があり、生産量は限られてくる。使いすぎることは、持続性を失うことになる。基本的には、一年で生産されたバイオマスを、一年で使うということがベストであろう。

エネルギーを耕作して作り出し、持続可能な社会として「農的社会」の復権が理想ではないだろうか。

最後に、バイオマス利用の原則を示しておきたい。

- 発生源の近くで使う（小規模・分散）
- できるだけ変換しない（効率は掛け算）
- 多段階に利用する（最後は肥料）