

植物は太陽からの光エネルギーを利用し、水と炭酸ガスから炭化水素を生成する（光合成）。この炭化水素の化学的エネルギーがバイオマスエネルギーの源である。植物が捕食されたり、様々な農産物工業製品、さらには農業廃棄物、家畜の排出物、廃材、生ゴミなどの中へと転移していく。このような、植物起源の有機資源をバイオマスと呼び、これらを利用するエネルギーがバイオマスエネルギーである。地球の二酸化炭素絶対量を増加させないことから“カーボンニュートラル”と呼ばれ、地球温暖化対策の有力な手段として近來注目されている。

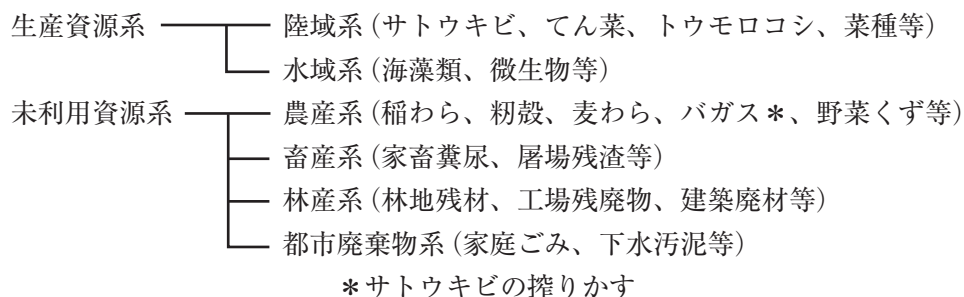
バイオマスを起源とするエネルギーは、発電用途での燃料としても脚光を浴びている。内発協ニュースでは、本8月号を皮切りとして、「バイオマス発電」を取り巻く最新情報を、随時連載する。

1回目となる今回は、バイオマスの分類から、日本におけるバイオマスエネルギーの導入、バイオマス発電設備に至るまで、バイオマスエネルギーの利用の実状について説明する。併せて、バイオマスエネルギー導入施設の紹介として、「バイオエナジー株式会社の食品廃棄物リサイクル発電施設」(東京都大田区。9ページ参照)での取り組みについて報告する。

1. バイオマスの分類

(1) 資源系による分類

バイオマスを資源によって分類すると、生産資源系（エネルギープランテーション系）と未利用資源系（残渣系）に分けられる。前者は、主にエネルギー利用を目的に栽培される植物である。後者は、農林水産系における未利用資源や加工残渣、都市ゴミの中のバイオマスなどである。



(2) 燃料形態による分類

利用する燃料の形態によって3種類に分けられる。

固体燃料

バイオマスを固体の形で利用（薪・木炭、木屑、廃材、バカス等）

紙パルプ製造時に生じる黒液も固体燃料に含む

液体燃料

アルコール発酵等により液体燃料として利用（エタノール、バイオディーゼル等）

一般にバイオ燃料は液体燃料を指す

気体燃料

下水汚泥の消化ガスや家畜糞尿のメタン発酵等により気体燃料として利用（メタン等）

一般にバイオガスと呼ぶ

2. バイオエネルギーの導入

2.1 導入実績と目標

表1は、わが国の新エネルギー導入実績と導入目標を示す。

表2は、そのうちのバイオマスエネルギーを抽出したものである。なお、廃棄物発電及び廃棄物熱利用はバイオマス以外の資源も含まれるが、大部分はバイオマス資源であると考えられるのでバイオマスエネルギーとしてある。

新エネルギー合計で一次エネルギー総供給の1.6%を占め、政府は3%程度に上げること目標としている。バイオエネルギーではそれぞれ1.4%と2.6%となる。現状、新エネルギーの内訳は約半分が紙パルプ製造工程における黒液・廃材等の利用で、廃棄物熱利用、廃棄物発電がこれに続く。2010年目標では、廃棄物発電の大幅な増加と新規にバイオマス熱利用（自動車用のバイオ燃料を含む）が追加される。

廃棄物熱利用、廃棄物発電は家庭ごみなどの一般廃棄物および産業廃棄物を焼却する際に発生する高温燃焼ガスを用いた周辺地域の冷暖房・温水利用と蒸気タービン発電が代表される。炭酸ガス排出などの追加的な環境負荷がないこと、大規模設備では連続的に電力が得られる安定電源であることなどにより注目されている。

表1 新エネルギー導入実績と導入目標（NEDO平成17年度版新エネルギー関連データより作成）

分野	項目	2002年実績		2010年目標（追加対策ケース）	
		原油換算（万kL）	設備容量（万kL）	原油換算（万kL）	設備容量（万kL）
発電分野	太陽光発電	15.6	63.7	118	482
	風力発電	18.9	46.3	134	300
	廃棄物発電	152.0	140.0	552	417
	バイオマス発電	22.6	21.8	34	33
熱利用分野	太陽熱利用	74		90	
	バイオマス熱利用	—		308*	
	廃棄物熱利用	164		186	
	未利用エネルギー（雪氷冷熱含む）	4.6		5	
	黒液・廃材	471		483	
新エネルギー総合計 1次エネルギー構成比		923 1.6%		1,910 3%程度	

* 輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料（50万kL）を含む

表2 バイオマスエネルギー導入実績と導入目標

分野	2002年実績	2010年目標（追加対策ケース）
発電分野	174.6	586
熱利用分野	635	977
バイオマスエネルギー合計 1次エネルギー構成比	810 1.4%	1,563 2.6%

2.2 導入インセンティブ

資源エネルギー庁では、2010年度の新エネルギー導入目標の達成に向け、補助事業の重点化・効率化を図りつつ、地方公共団体や民間事業者等による新エネルギーの導入を促進するため支援事業を行っている。バイオマスエネルギーに関する平成18年度の事業及び予算を以下のとおり。

○新エネルギー事業者支援対策事業(平成17年度345億円→平成18年度352.7億円)

新エネルギーを導入する先進的な事業者に対して補助を行う。より環境負荷が少なく、経済性の高い再生可能エネルギーに支援を重点化するとともに、事業者による新エネルギー導入コストの低減を促す。

○地域バイオマスフィールドテスト事業(38.0億円[新規])

一定レベルまで確立されたバイオマス熱利用技術について、性能や経済性等の状況・データを把握し、信頼性の向上に資するため、実フィールドでの実証試験を行う。

○バイオマスエネルギー地域システム化実験事業(15.0億円→17.0億円)

地域特性を踏まえたバイオマスエネルギーの利用システムの構築に向け、地域主導による先導的モデル事業の導入を促進する。

3. バイオエネルギー変換・利用技術

バイオマスエネルギーに変換する技術には熱化学的変換技術と生物化学的技術がある。

3.1 熱化学的変換技術

(1) 直接燃焼

バイオマス固形物の燃焼によってエネルギー変換を行う方法である。直接的な熱利用、さらにこの熱を利用した発電がある。

北欧諸国では木材チップ、廃材、農業、農業廃棄物が主であるが、米国や一部のEU諸国では石炭火力で廃木材、木屑、都市ゴミなどが石炭と混焼する方法をとる。また、廃棄物等を乾燥選別し、可燃物を取り出して円柱状(ペレット)に固めた固形燃料(RDF)も利用される。

(2) 熱分解ガス化

バイオマスをガス化炉で空気、水蒸気などをガス化剤として加熱し、水素と一酸化炭素を主な組成とする混合ガス(バイオガス)を生成する。ガス化炉には固定床、流動床、噴流床など多数のプロセスが考案されている。

ガス化時にはタールが生成されるが、その処理が普及への最大の課題となっている。ガス化炉自体で発生を抑制する方法と後処理でタールを取り除く方法に大別される。

(3) エステル変換

菜種油、パームオイル、ひまわり油などの植物油をエステル化反応等により粘性を低くし、ディーゼル燃料(バイオディーゼル)として用いる。排気ガス中のPM、SO_x、高分子化合物は減少する。コスト低減が課題である。

3.2 生物化学的変換技術

(1) エタノール発酵

微生物を利用して糖を発酵させ、エタノールを生成する。サトウキビなどの糖質系のバイオマスの場合には糖を直接得ることができる。一方、木材などのリグノセルロース系バイオマスを原料とする場合には、発酵プロセスの前に加水分解等による糖化プロセスが必要である。

(2) メタン発酵

生ゴミ、家畜糞尿、下水汚泥、農業廃棄物等を酸素の存在しない環境下で、嫌気性微生物により、脂肪酸、アルコール、炭酸ガス、水素に分解し、さらにメタン生成菌によりメタンを生成する。

発酵方式には、①有機物を液中で発酵させる湿式、②水分調整して固形物を攪拌しながら発酵させる乾式がある。

ゴミ処理場ではメタンの自然発生があり、米国や欧州ではこの回収・利用が進んでいる。

4. 日本におけるバイオマスエネルギーの導入

日本の耕地面積は限られているので、日本におけるバイオエネルギーの導入は、未利用資源及び廃棄物資源の活用が主体となる。その場合の課題は次のとおりと考えられる。

(1) バイオエネルギー研究の拡充

家庭廃棄物や畜産廃棄物などの処分・利用コストの社会的負担のあり方
産学官研究機関や関連する学協会の効果的な連携のあり方
研究機関への適正な資金投入計画・人材育成計画への支援

(2) 外部経済に配慮した制度設計

バイオエネルギーの利用には、設備費に加えて、燃料の収集・運搬、設備の運転などランニングコストがかかる。外部経済の観点から重要と評価できるものについては、広くバイオエネルギープラントの設置・運営コストの負担を求めるような制度の構築が必要

(3) 広範囲に及ぶ効率的なバイオマス原料収集システムの構築

ある程度多量のバイオマス原料を確保できる地域を想定することが肝要である（プラントのスケールメリットが追加的輸送コストよりしばしば重要）。同時に原料の十分な調達を可能とする回収システムの構築や分別・回収の効率化等が望まれる。

(4) 利用プラントの研究開発の推進

乾燥系のバイオマス原料を大規模に収集する場合は、既存の火力発電プラントにおいて、本来の燃料の石炭、石油、天然ガスと混合して燃焼させる方法が、スケールメリットが発揮でき、発電プラントの建設費を一義的に考慮しなくてもよいため経済的および技術面でリスクが小さい利用法の一つと考えられる。欧米諸国では石炭火力発電所で混焼が行われているケースが多いが、日本でも注目されていくと考えられる。

また、非乾燥系のバイオマス原料や収集システムの規模が小さい場合は、バイオマス原料をガス化し、ガス機関で発電する方法が、技術的にも安定しており、発電効率が高いので中小規模のプラントにおいて今後更なる普及が期待される。

5. バイオマス発電設備

現在、実用化されているバイオマス発電設備は、変換されたバイオマス燃料の形態により次のとおり分類される。

①直接燃焼発電設備

最も古くから実用化されている発電設備で、木材チップ、バカス、黒液等のバイオマス原料をそのまま若しくはペレットの状態直接燃焼させる。発電設備の原動機は蒸気タービンが用いられる。石炭等の燃料と混焼する場合もある。

②メタン発酵発電設備

一般家庭、事業所、養豚農家原排出される生ゴミ、豚糞尿、下水汚泥を主原料にメタン発酵によるバイオガス発電を行う施設である。二酸化炭素排出削減のほか、畜産環境問題とごみ処理問題の改善に有効な手段と考えられている。原動機はガスエンジンが多く用いられ、発電効率が高いことが特長である。

③熱分解ガス化発電設備

近來、開発が進められている発電設備で、バイオマス原料をガス化炉でガス化し、ガスエンジンや蒸気タービンによって発電する。多様なバイオマス原料に対応する。

食品廃棄物リサイクル発電施設

バイオエナジー(株)の城南島工場

24時間営業のコンビニエンスストアから賞味期限切れの弁当などが毎日大量に廃棄されている。

これらの廃棄物をバイオマス燃料として有効活用する施設がバイオエナジー株式会社の「食品リサイクル発電施設・城南島工場」である。所在地は東京都大田区城南島3丁目4-4。

この発電施設では廃棄処分された弁当などを独自に開発した設備を用いて、包装されたプラスチック類と中味の食品類とを分別している。食品廃棄物から発酵メタンガスを取りだして、ガスエンジン2基と燃料電池を用いて発電を行なっている。ガスエンジンは三菱重工業製、燃料電池は米フュエルセルエナジー社製の溶融炭酸塩形である。

分別した包装用プラスチック類は、東京都が臨海部で整備を進めているスーパーエコタウン地区にあるガス化溶融処理を行なっている施設で蒸気タービン発電向け燃料として有効活用されている。

バイオエナジーによれば、ガスコージェネは屋内に設置されており出力280kWと同560kWの2基で、三菱重工業の子会社がオペレーション及びメンテナンスを行っている。また、ガスエンジンは概ね8,000時間ごとにオーバーホールを行う契約になっているという。

一方、燃料電池は屋外に設置されており出力250kWで、総合商社の丸紅が設置からメンテナンスまで一貫して担当している。いずれも平成18年4月に運転を開始、メンテナンス時を除いて24時間連続運転を行っている。

ガスコージェネで発電した電力は、電気事業者に対して義務付けられている「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」(RPS法)に基づき、1kWあたり8円弱で東京電力へ売電している。エンジンからの排熱を蒸気に換えて、発酵が終わった残さの乾燥用やメタン発酵槽の加温用の熱源として、施設内で利用されている。



システムの発電効率は32%程度。システムの償却期間は7年計画としている。

バイオマス燃料を活用する自家発電システムの導入に関しては、第一に、原料の安定確保が重要とされる。原料となる食品廃棄物は、店舗の営業が年中無休であることから随時トラックで運び込まれる。関東一円の店舗から1日あたり70トン程度の安定した量を確保できているという。

第二に、水分を多量に含んだ家庭系食品よりも、より高カロリーの事業系食品の一般廃棄物の方が安定した発酵メタンガス量が得られる。そのため、食品リサイクル発電は大都市での普及促進が期待される発電システムといえる。

現在、食品リサイクル法では食品廃棄物年間排出量100トン以上の事業者に対して、現排出量の20%以上をリサイクルするよう義務づけられている。

なお、東京都23区で定める事業系一般廃棄物の処理価格が1kgあたり12.5円に対して、同施設では35円程度と高価であるが、食品リサイクル発電はこれから追い風になっていることは間違いない。



バイオエナジーの食品廃棄物リサイクル発電施設



溶融炭酸塩形燃料電池