

# 循環流動層ボイラによるバイオマス発電

## Biomass Power Generation by CFB Boiler

山本 晃司 ソリューションエンジニアリングセンター 統括スタッフ

Koji Yamamoto

二酸化炭素排出量削減および化石燃料資源保全の観点から、植物由来の燃料であるバイオマスが、これからの最も重要な一次エネルギー源とみなされている。バイオマスの有効活用の観点からは、古紙、建設発生木材あるいは農業系廃棄物のようなバイオマス系廃棄物を活用することが望ましい。循環流動層ボイラは燃料への適応性が高いことと環境負荷が低

considered to be one of the most prospective fuel for power generation. The biomass here includes the form of biomass waste such as waste paper, waste building material and agricultural waste. CFB (Circulating Fluidized Bed) boiler technology is best suitable for biomass power generation for its high fuel acceptability and low level emission of environmentally hazardous exhaustion.

バイオマス発電の理念  
バイオマスとは、本来は生態学上の用語で、「生物資源の現存量」を意味するが、本論では生物資源をエネルギー源の一つとして捉え、主に植物に由来する燃料全体をバイオマスと考える。特に薪や炭などの植物の直接的な燃料化の他に、古紙、木質系廃棄物、農業系廃棄物などの植物由来の廃棄物も広義のバイオマスと考える。

このバイオマスに対する概念として、化石燃料がある。化石燃料とは、石炭、石油および天然ガスの総称であるが、これらも古代の生物に由来と考えられている。ただし、化石燃料は過去の生命活動の資産を消費する、「一過性のエネルギー源」であるが、バイオマスは現存する植物生産量に見合った範囲でエネルギー消費が行われる「再生可能エネルギー」である。この「一過性」と「再生可能性」が、化石燃料とバイオマスを隔てる最大の相違点である。

### 1.2 再生可能エネルギー

バイオマスなどの再生可能な自然エネルギーとしては、バイオマス、太陽エネルギー（太陽光発電、太陽熱発電）、地熱、風力、波力および潮力、海洋温度差、水力が想定されている。

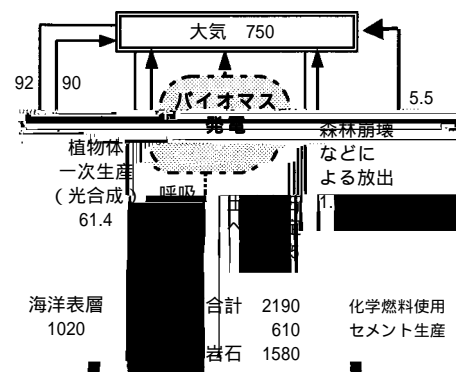
この中でバイオマスのみが有機体である。これは発電システムとして捉えた場合、既存の化石燃料用を開発されたシステムが応用可能であることを意味している。

### 1.3 地球上における炭素の循環

バイオマスと化石燃料はともに有機体であり、燃焼により二酸化炭素が発生する。ただし、大気中の二酸化炭素濃度増加への影響は異なると考えられる。

図1は、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の1994年報告<sup>1)</sup>を元に作成した地球上での炭素の流れと各場所での存在量を示している。この図中の矢印の数値は炭素の流れを示し単位はGt/年(1Gt=10億トン)であり、四角形の中の数値は炭素蓄積量(単位はGt)を示している。

地球上の炭素は、大気、地上、海洋の3個所に存在し、その流れは、一般に吸収と放出の両方向性を持った相互作用のある循環系であるため、全体として大気中の二酸化炭素濃度はあるレベルに保たれている。一方、化石燃料の燃



焼による二酸化炭素放出は、地下に貯蔵されていた炭素をこの炭素循環系に新たに付加することである。これは大気側への一方的な流れであり、地球全体の炭素の循環バランスに対する外乱要因と考えられる。

バイオマスの利用においては、その消費量は生産量を超えることはできず、また「再生可能」の観点から消費量に見合った量が再生産されることを前提としている。その意味で、バイオマス燃焼による二酸化炭素の放出は、大気と植物の炭素循環の一つであり、そのバランスを崩すものではない。このようにバイオマスは、下記の2つの要因から、有効な燃料源であると考えられる。

- (1) 燃焼によって発生する二酸化炭素は、大気と植物間の炭素循環の中にあるので、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えない。
- (2) 化石燃料の使用量を抑制することで、炭素循環における外乱要因を抑制する。

#### 1.4 バイオマス発電の理念

バイオマスは今後の最も有力な再生エネルギー源と考えられている。図2は、今後の一次エネルギー源予測の一例で、IPCCの第二次報告書によるものである<sup>2)</sup>。この予測によれば、今後100年間で一次エネルギー総量は、工業国においては横ばい、途上国においては急増するが、いずれも化石エネルギーの消費量は減少し、再生可能エネルギー、特にバイオマスが大きく増加するものとしている。

エネルギー源としてバイオマスを生産することは、食料、飼料などの農産物生産、繊維、材木などの産業利用などと競合する可能性がある。この競合を避けるためには、バイオマスは燃料の単独利用ではなく、カスケード的な利用、たとえば下記の方法が望ましい。

- (1) 植物に由来する紙は、再生を繰り返した上で最終的に燃料化する。
- (2) 木質系廃棄物はチップ化した上で良質品は製紙原料や合板原料に再生し、低質品を燃料化する。

すでに古紙の利用については、マテリアルリサイクル(再生紙)と並んでサーマルリサイクルの技術的な指針が示されており<sup>3)</sup>、製紙業界では、古紙のサーマルリサイクルへの取り組みが始まっている<sup>4)</sup>。我が国のような工業国においては、このような廃棄物系のバイオマスを活用することが、最も現実的であり、望ましいものと考えられる。

## 2. バイオマス発電の課題と対応

### 2.1 バイオマスの課題

発電用燃料としての廃棄物系バイオマスとは、具体的に下記が考えられる。

- (1) 建築発生木材：木質系廃棄物の内、合板原料、製紙原料などへの再生が困難な低質品
- (2) 雑古紙：古紙の内、再生が困難な低質品
- (3) 製紙スラッジ：製紙製造工程における有機系廃棄物
- (4) 農産物残さ：もみがら、麦わら、バガス(サトウキビの絞り粕)、パーム椰子残さ(パーム油製造工程の残さ)

これらを化石燃料と比較した課題は、下記のとおりである。

- (1) 一般に性状の変動幅が大きく、また含水率が高い。
- (2) 発生源が広範に分布しているため、大容量での利用に制約がある(特に農産物残さ)。
- (3) 農産物残さは、発生量に季節変動がある。
- (4) 農産物残さは、野焼きや簡易的な焼却処理される場合が多く、周辺環境の悪化を招いている。

### 2.2 発電設備としての必須条件

燃料の種類を問わず、下記が必須条件と考えられる。

#### 2.2.1 供給安定性

電力需要に応じた安定的な発電が必要であり、季節的変動要因のあるバイオマスには、複数燃料の組み合わせや補助燃料による補正が有効である。

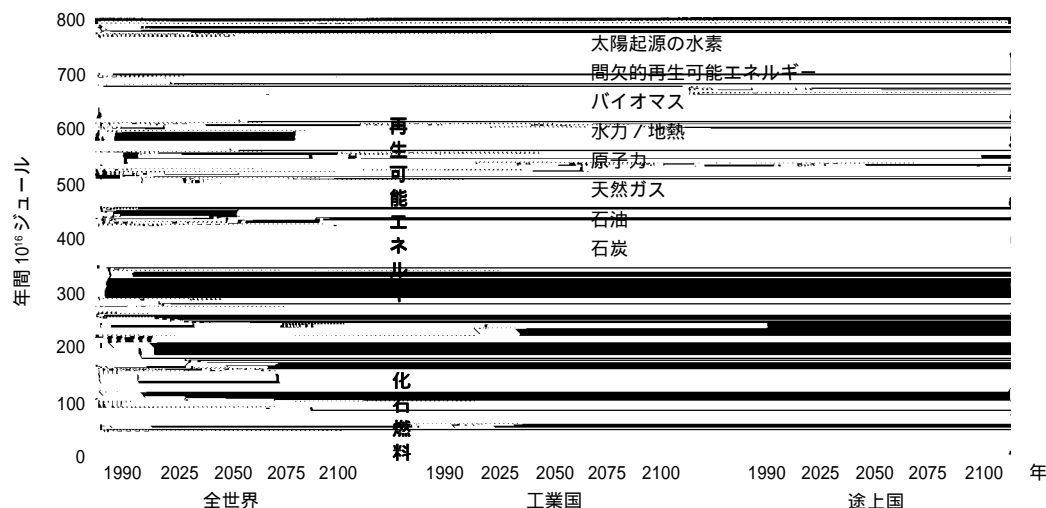


図2 バイオマス促進ケースにおける一次エネルギー供給の予測 (IPCC95 レポート)





この低質木材チップを燃料として積極的に活用すれば，