

# バイオ燃料等の自家発電設備への適合性調査①

内発協では、新技術調査・研究事業のうち、「バイオディーゼル燃料等の自家発電設備への適合性調査」事業を平成24年度から3年間継続し平成26年度に報告書を取りまとめ、事業を終了しました。本事業は、地球環境への配慮から使用の増加が予想される自家発電設備の燃料として、再生可能エネルギーの1つであるバイオ燃料の利用促進への一助とするため、国内外におけるバイオ燃料を使用した発電設備実態調査、最新の技術動向調査、バイオ燃料利用に関する課題などの提示を目的としています。

平成27年4月末、調査・研究事業の成果をまとめた報告書「自家用発電設備へのバイオ燃料利用に関する調査報告書」を発行する予定です。内発協ニュースでは報告書の概要を9回にわたり連載します。なお、報告会の開催も予定しており、近日、内発協ホームページなどでお知らせする予定です。

## 1. 事業の概要

本事業内容は大きく分けて2項目になります。

### 1.1 各種バイオ燃料に関する実態調査

バイオ燃料の種類・製法、バイオ発電の位置づけ、研究開発状況、および発電プラントの稼働実態等の調査

### 1.2 バイオディーゼル燃料による自家発電設備の実証運転試験

廃食用油を原料としたバイオディーゼル燃料（以下BDFという）による4,000時間の実証運転を行い、その結果からBDFを用いることに対する課題等を提示

## 2. バイオ燃料の種類、製法及びその特徴

バイオ燃料とは生物を起源とする有機性資源であるバイオマスから物理的・化学的・生物学的に気体燃料、液体燃料、固体燃料に変換して熱・電気エネルギーを取り出し利用するものです。エネルギーの転換方法や生成されるエネルギー体系は多種多様であり、実用化レベルもそれぞれ異なっています。

### 2.1 発電に利用される液体バイオ燃料

発電用に用いられる代表的な液体バイオ燃料は、軽油代替を目的として動植物油をエステル変換して

得られるバイオディーゼル燃料（BDF）、果実を直接搾油し利用をするストレートベジタブルオイル（SVO）があります。その他、主として自動車用燃料であるガソリン代替を目的としたバイオエタノールがあります。

#### 2.1.1 バイオディーゼル燃料（BDF）

バイオディーゼル燃料は一般的に植物油等をメチルエステル化し、精製して製造された脂肪酸メチルエステル（Fatty acid methyl esters：FAME）を指します。脂肪酸メチルエステルは、動植物油脂（主成分：トリグリセリド）が液体時でも粘度が高く流動性が悪いことなどから、軽油の性状に近づけるためにメタノールの利用によるエステル交換反応などの処理を経て利用されます。主な工程は3工程からなります。

- ①「前処理工程」（水分や夾雑物の除去を行う）
- ②「エステル交換反応工程」（メタノールと触媒を加え、メチルエステルを生成させる）
- ③「分離・精製工程」（不純物や水分を除去する）

バイオディーゼル燃料の原料としては、欧米では主に菜種油やヒマワリ油が、東南アジアではパーム油、ココナッツ油が利用されています。日本では食用として料理等に利用された後の廃食用油が主として利用されています。

バイオディーゼル燃料の特徴として軽油などと比較し酸化安定性、低温流動性が悪く、特に寒冷時には燃料フィルタの詰まりなどを引き起こすことがあります。バイオディーゼル燃料の性状は、原料を構成する脂肪酸油脂の種類により様々であり、融点や凝固点などの物理化学的な性質は、構成する脂肪酸の種類に大きく左右されます。

#### 2.1.2 ストレートベジタブルオイル（SVO）

ストレートベジタブルオイル（SVO：Straight Vegetable Oil）は、植物油（含：廃食用油）を夾雑物や水分を除去して、エステル化せずに直接液体燃料として利用します。夾雑物のろ過に際しては、段階的にメッシュを細かくし、最終的には利用する機械の噴射ポンプ用に取り付けられている燃料フィルタと同じかそれ以下の濾過精度でろ過をします。また、遠心分離機も併用する場合があります。

燃料中の不純物除去ができればよく、特徴としてBDFと比較し設備投資や燃料製造の手間とコストの削減が可能です。利用時には低温流動性が悪いことから燃料の加熱等の対策が必要になると同時に、初留点が高いので完全燃焼しにくい場合があります。

ディーゼル機関の点検・整備の頻度等に留意が必要になります。

## 2.2 発電に利用される気体バイオ燃料

気体バイオ燃料はバイオガスともいわれ、バイオマスを原料として生物学的変換（メタン発酵、アルコール発酵、水素発酵等）や熱化学的変換（熱分解ガス化等）で発生する全てのガスと定義することができます。

バイオガスの種類には、原料として含水率が高い食品残渣、家畜の排せつ物、下水汚泥等を原料とし、嫌気性微生物を用いたメタン発酵によって発生するメタンと二酸化炭素の混合ガスである「バイオガス」と、原料として木質系バイオマスをい熱分解によって発生する可燃性ガスである「木質系バイオガス」があります。下水汚泥を対象とする場合は、消化ガスと呼ばれることがあります、これも「バイオガス」に含まれます。

### 2.2.1 メタン発酵の原理

メタン発酵は、対象となる有機物から数多くの嫌気性微生物の分解作用によって最終的にメタンが生成される反応の総称です。メタン発酵プロセスは、**下表**に示すように加水分解相、酸生成相、酢酸生成相、メタン生成相の4相を経てバイオガス生成に至ります。

プロセス	プロセスの内容
加水分解相	固形または高分子有機物から溶解性有機物（糖類、アミノ酸類、高級脂肪酸類など）を生成
酸生成相	溶解性有機物から有機酸（蟻酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸など）、アルコール類などを生成（二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）が生成される）
酢酸生成相	分解中間生成物である揮発性脂肪酸（プロピオン酸、酪酸などC <sub>3</sub> 以上のもの）から酢酸（CH <sub>3</sub> COOH）、水素（H <sub>2</sub> ）を生成
メタン生成相	水素や酢酸などからメタン（CH <sub>4</sub> ）と二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）を生成

メタン発酵施設で発生するバイオガスは、メタンを約60%含み、残りは二酸化炭素と微量の硫化水素などです。バイオガスはこのままでは、爆発することはありませんが空気との混合割合により、引火燃焼、爆発の恐れがあり、バイオガスの漏洩等には留意が必要です。脱硫されていない生のバイオガス中の硫化水素は非常に危険であるとともにガス機関に

も悪影響を及ぼします。

### 2.2.2 食品残渣バイオガス

わが国のメタン発酵技術は、下水汚泥の減量化を目的として実用化され、家畜排せつ物の処理方法としても発展してきましたが、「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」（いわゆる「食品リサイクル法」）の施行（平成13年5月1日）もあり、近年、下水汚泥や家畜排せつ物以外の、家庭からの生ごみ、水産廃棄物、野菜くず、調理くず、廃乳製品、コーヒー粕、焼酎粕、大豆製品くずなど様々な食品残渣等の動植物そのものを対象としたメタン発酵による処理、資源化の実証研究及び実用化が進展しています。

### 2.2.3 家畜排せつ物バイオガス

人間や家畜の排せつ物は、食物からエネルギー源を利用された後のものでセルロースや老廃物が多く、バイオガスの発生量はあまり多くはありません。家畜排せつ物処理へのメタン発酵の適用事例としては、わが国では、北海道を中心に乳用牛への適用が最も多くなっています。

### 2.2.4 下水汚泥消化ガス

わが国のメタン発酵技術の発展は、まず下水処理場で発生する下水汚泥の減量化を目的として最初に実用化されました。下水汚泥のバイオマスエネルギー利用としての特徴は、人間生活に伴い必ず発生し、量、質ともに安定であること、収集の必要がない集約的バイオマスであること及びエネルギーの需要地である都市部において発生する都市型バイオマスであることなどです。

下水汚泥を原料としたバイオガスの利用状況は平成23年現在、下水汚泥の約12%がバイオガス化されエネルギーとして利用されています。バイオガス利用のうち約33%が発電、約67%が熱利用です。近年は下水汚泥の単独利用ではなく、バイオガス発生量の増加や地域のバイオマスの総合的・効率的利用を目的として、食品残渣、し尿や浄化槽汚泥・農業集落排水汚泥等の下水道以外の排水処理汚泥など、他のバイオマスも合わせて処理する方策も採られてきています。

### 2.2.5 木質系バイオガス

木質系バイオマスのガス化は、600~1,000℃程度の高温で、空気・酸素・水蒸気などのガス化剤とバイオマスを反応させて、ガス（気体）に変換するものです。ガス化は、温度や圧力などの反応条件や反応器の形状などによって様々な方式に分けられますが基本的な反応の流れは同じで、それぞれの方式によりガスに含まれるタール含有量に特徴があります。小規模発電向け（25~1,000kW程度）として、国内でも導入が進んでいます。