

## Energy from Waste 期待と課題



特集 1

日立造船株式会社 技術研究所 環境・ソリューション技術グループ長  
安田 俊彦 氏

### 循環型社会形成に向けて

ご覧いただいているのは、ある都市の家庭から出たごみを分別・乾燥・粉碎したものです。ごみもここまで整えると素材として利用することができます。しかし、これにはかなりの労力がかかりますし、生活の中では廃棄しなければならないものがあります。そういう場合にはどうするか。これについては10年程前に国の方針が決まっています。当時は廃棄物の発生量が高水準で推移して、リサイクルの一層の推進に社会的な要請がありました。廃棄物処理施設はなかなか立地が困難であり、不法投棄も増大という背景の中で、国は循環型社会形成推進基本法を平成12年に制定しました。この法律では循環型社会の定義もなされると共に、廃棄物・リサイクル対策の基本として3R、すなわちリデュース(Reduce、発生抑制)、リユース(Reuse、再使用)、リサイクル(Recycle、再生利用)が謳われており、物質としての再利用というところが重点に置かれています。

### 廃棄物をエネルギー源に

しかし、物質として利用できないものは、熱回収(Thermal-Recycle)ということになります。どうしても廃棄しなければならないものは、焼却あるいは溶融して熱を回収しましょう。そして多くの場合、使いやすい電気を生み出して、エネルギーとして有効に活用しましょう。そのような取り組みです。今申しましたことは廃棄物処理という視点ですが、地球環境に係る問題として、再生可能エネルギー開拓の視点からも考えることができるのではないかと思います。その視点から見ると、廃棄物は有望なエネルギー源と考えられると思います。廃棄物というのは完全な再生可能エネルギーではないのですが、天候に左右されにくい、昼夜を問わない、収集システムが確立しているというメリットがあります。ただし量の問題があるとともに、有効利用のためには技術的にも多くの高いハードルがあります。そこで本日は、廃棄物の中で皆様にも身近である「都市ごみ」について、主にエネルギー源としての取り組みを紹

介したいと思います。

### 都市ごみ発電施設の実績

少しだけ弊社の紹介をさせていただきます。1965年に大阪市様向けに日本初の発電所付き清掃工場を納入させていただきました。それ以来、日本全国に59カ所の施設を建設し、現在44カ所が稼働しています(平成22年末時点。平成23年末時点では建設中も含め63施設の実績があり、45施設が稼働中)。また海外にも展開しており、14カ所が稼働しています。

### 廃棄物の区分

廃棄物の区分は日本では法律で定められています。事業活動に伴って生じた「産業廃棄物」に19種類が指定されています。産業廃棄物以外が一般廃棄物で、これには家庭から、あるいはオフィスから出る「ごみ」、そしてし尿が含まれます。一般廃棄物の処理責任は、日本では自治体(主に市町村)にあります。

### 一般ごみと石炭の比較

ごみの性状には様々な表し方がありますが、固形の可燃物という見方をすることもあり、3成分(可燃分、水分、灰分)で見ますと、おおよそ可燃分が



講師 安田 俊彦 氏

約半分、4割強が水分、残りが灰分ということになります。可燃分は酸素を含んでいることもあって、発熱量は炭化水素よりは低く 20,000 kJ/kg くらい。ごみとしては 8,000 から 10,000 kJ/kg の発熱量を持つものになります。

石炭と比較すると、水分量も違い、可燃分の成分も少し違うので、発熱量としては石炭のおおよそ 3分の1程度になりますが、ごみは他の補助燃料を使わずに自燃できます。

#### 廃棄物の排出量

国内のごみの状況を見てみます。国内の廃棄物行政については環境省が扱っておられ、それゆえ統計類もきっちりとまとめられています。ごみの国内総排出量を見ると、平成 12 年から減少傾向にあります。これは主に 3R の進展の結果であると見られます。直近のデータ（平成 21 年度）<sup>(1)</sup> ではごみの年間総排出量は 4,625 万 t、国民一人あたりの排出量は 1 日 1kg を下回る状況です。産業廃棄物の排出量は平成 20 年度<sup>(2)</sup> で約 4 億 t であり、一般廃棄物（ごみ）の 8 倍くらい出ています。産業廃棄物は 19 種類が指定されていると申しましたが、再使用の道筋が整っているものが多く、半分以上は再生利用されています。

#### 燃料源別発電量、燃料源シェア

エネルギーの主要形態である電力について考えてみます。燃料源別の発電量については、世界的にも日本でも主要な割合を石炭、ガス、原子力が占めており、ごみに関わるのは、わずかな割合にしかありません。OECD 2009 年のデータ<sup>(3)</sup> では、再生可能エネルギーは 17%。そのうち 12% 以上は水力が占めており、廃棄物資源の関与は僅か 1.9% という程度で、総発電量は 28.4 TWh です。国別の発電量は、1 位がアメリカ、2 位ドイツ、3 位日本という順番になっています。

都市ごみ処理状況については、世界の多くの地域では、まだまだ埋立が主流というのが現実です。ところが日本では、発生量は年間 5,000 万 t 程度ですが、処理についてはかなりの割合で焼却が行われているということが特徴的だといえます。

#### 都市ごみによる発電

OECD 諸国での都市ごみによる発電容量、すなわち発電する能力を見てみますと、2008 年時点で最も大きいのはアメリカ<sup>(3)</sup>。これは先程の発電量



と同じで、次が日本。処理の状況を加味して考えると、日本ではそれほど多くのごみが出ているわけではないが、施設で焼却している割合が高い。発電している施設も世界中で見ると比較的整っていることにはなりません。

#### 日本のごみ発電の状況

ただ日本の状況を見ると、ごみ焼却施設の発電能力は平成 21 年度で 167 万 kW<sup>(4)</sup>。例え方にもよりますが原発 2 基分程度になるかと思えます。国は施策として平成 24 年度に 250 万 kW にしようとしています。世界の中では比較的発電する施設は多いとはいえ、他の燃料源による発電と比べると極めて低いといわざるを得ないと思えます。この理由は、1 つにはごみ焼却施設の中で発電のできる施設があまり多くないということがあります。国内のごみ焼却施設は 1,243 カ所あります<sup>(4)</sup> が、この中で何らかの形で焼却熱を利用している施設が 800、その中で発電を行っているものは 304 カ所であり、全体の 4 分の 1 の施設しか発電する設備を持っていないことになります。

一般的に発電が可能だといわれるのは、一日のごみ処理量が 100t 以上。これを満たすのは 598 施設<sup>(1)</sup> で、全体の約半分しかない。要するに発電を行わない小規模施設が非常に多いということになります。これは我が国のごみの処理が、そもそも衛生処理を目的としていることに由来していると思えます。さきほど触れたように、世界の中ではまだまだ埋立がごみ処理の主流です。しかし日本は国土が狭く、十分な埋立処分場を確保し難いため、伝染病などを防止するためには焼却という中間処理で、ごみを無害化、無臭化、減容化しなければなりません。そのため、ごみ処理を確実に行うべく、処理義務が市町

村に課されています。それゆえ、ごみを収集し、処理する単位が市町村ということになりますので、人口の少ない市町村では、施設は小規模とならざるを得ないことになると思います。

10年ほど前にダイオキシン対策が話題になりました。その時も燃焼装置としてダイオキシンの低減に有効な大型化という方向につながる広域化が叫ばれました。今もその方針が続いていますし、進んでいます。現実的には小規模の施設の要求もまだまだあります。

#### ごみ焼却施設の発電効率

日本で160万kW程度の発電能力にとどまっているもう1つの理由は、発電できる施設での発電効率の低さにあると思います。発電できる304施設の内訳を見ますと、発電効率が20%以上の施設は12しかありません。平均発電効率は11.29%<sup>(1)</sup>です。発電効率については、施設規模に関することとは異なり、多分に技術的な要因であると思います。

#### ごみ発電促進に関する施策

国はごみ発電の促進のために様々な施策を行っています。地球温暖化対策推進大綱として、化石燃料の使用量の抑制が推進されており、循環型社会形成推進交付金として、ある一定の熱効率を有する施設に対しては交付金が交付されます。また、これは施設の新設だけでなく改造にも適用されます。平成21年度からは焼却処理に伴うエネルギーの有効利用を一層高効率に行う発電施設に対しては、交付金の交付率をアップする拡充支援も実施されています。

これはごみ処理規模ごとに閾値となる発電効率を設定してそれ以上の能力を有する施設に対して交付率を3分の1から2分の1にアップするものです。例えば処理量400t/日の施設なら、発電効率18.5%以上の施設を建設する際には、発電に係る設備について、高い交付率が適用されるということです。

#### ごみ焼却施設の構成例

技術的な話をする前に、少しごみ焼却施設の構成について紹介したいと思います。図1<sup>(5)</sup>は当社で施工させていただいた大阪市環境事業局の東淀工場(平成22年3月竣工)です。ごみ処理能力は200t/日の焼却炉を2炉備え400t/日。家庭から収集されたごみは一旦ごみピットに入れられ、クレーンを使って焼却炉に投入されます。焼却炉は炉壁を構成している蒸発管および過熱器管群で蒸気を発生させ、この蒸気を使って発電を行います。ごみを焼却した際に発生する排ガスは蒸気をつくった後、集塵装置で除塵し、更に洗煙塔や触媒など何重もの設備で有害物を除去して煙突から排出されます。

#### 都市ごみではストーカ炉が95%占める

ごみ焼却炉には規模や処理物に応じて様々な形式があります。例えば流動床炉というタイプは比較的小規模向けですが、ダイオキシンの問題以降、現在はあまり増えていないと思います。キルン炉は産業廃棄物や粗大ごみ処理など大きなごみを扱うところで主に使われています。一方一般の都市ごみについては、ストーカ式焼却炉という形式が主流で、全体の95%を占めています。

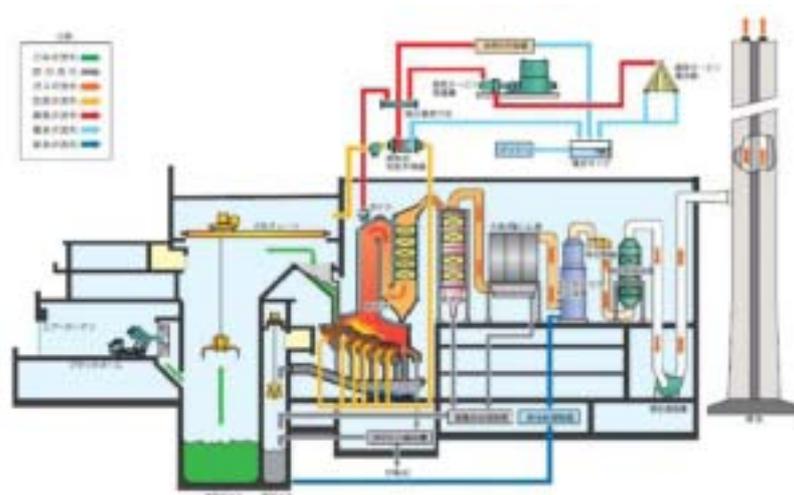


図1 ごみ焼却施設の構成例



踏まえて2001年に、東京都の中央清掃工場（蒸気温度400℃）に試験に供したQSX5という材料が実際に採用されました。

#### 1つの方向性

欧州には、発電効率が33%にも達するアムステルダムのごみ焼却施設など、ごみをエネルギー源として高効率に活用する先進的な事例があります。これらは技術的には、日本でも可能で、1つの方向であると思います。しかし、日本の実情を考えると、その実現には技術開発を促すさらなるインセンティブが必要だと思います。

発電した電力の買い取り価格のアップは、是非お願いしたいところです。また、広域化は施設規模の拡大による熱機関としての効率向上からも有効なことです。管理者に関することなど、制度面でも検討すべきことがあると思います。さらに量の問題については、産廃の活用も考えられます。

#### おわりに

当社は2010年12月、ヨーロッパの焼却炉メーカーを子会社化しました。彼らは焼却施設のことをEfW（Energy from Waste）プラントと呼びます。ヨーロッパではごみ焼却施設は、処理施設というより発電所です。エネルギー利用に対する意識が日本とは大きく違うように思います。ごみは嫌われ者ですが、うまく活用してゆくにはメーカーの努力は当然ですが、それとともに市民の皆様のご理解も必要だと思います。その意味で、社会全体の意識改革も必要なのではないでしょうか。

#### 参考文献

- (1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課，日本の廃棄物処理平成21年度版，



(2011)。

- (2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部，平成22年度事業産業廃棄物排出・処理状況調査報告書平成20年度実績（概要版），(2011)。
- (3) IEA、Renewable Information 2010
- (4) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課，一般廃棄物の排出及び処理状況等（平成21年度）について，(2011)。
- (5) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課，高効率ごみ発電施設整備マニュアル，(2010)。
- (6) 高効率廃棄物発電技術開発 - 従来型ストーカ炉発電等高効率化技術開発事業原簿，(2001)，NEDO。
- (7) 寺島他，“高効率廃棄物発電を目指した過熱器管材料実証試験と環境特性の把握”，日立造船技報，61-1，(2000)，2-7。

#### <質疑応答>

Q)：排ガス規制をどのようにクリアしているのか？

A)：清掃工場では、設備のかなりの部分を排ガス処理設備が占めています。NOxは脱硝触媒で、硫黄や塩素は活性炭あるいは消石灰に吸着させる方法などで除去しています。NOxの国の基準は250ppmですが、自治体独自でさらに厳しく管理されているところも多く、最善の技術で確実に対応しています。

Q)：煤塵の規制はどうなっているのか？電気集塵機で対応しているのか。

A)：煙突から排出される煤塵はほぼゼロです。電気集塵機ではダイオキシンを除去し難いことから、全てバグフィルターで対応しています。

Q)：美浜原発で過去に200℃の冷却水が厚み1cm鉄板だったため爆発するという事故があった。どう思うか。

A)：まずは安全安心を第一とすべきだと思います。先ほど腐食の話をしていただきましたが、1965年のごみ発電施設1号機の蒸気温度350℃で、炭素鋼製の伝熱管は、激しい腐食に見舞われました。補修の連続であったことから、それに懲りて温度を下げてしまったという経緯があります。所内動力をまかなえる範囲の発電にとどめるということにはなりましたが、

まずは安全安心を優先したものです。

Q) : バグフィルターを使うと抵抗が高くなると思う。プロアはどんなものを使っているのか。

A) : プロアは特に変わったものは使っておりません。フィルター布だけでなく、その上に例えば消石灰などをコーティングさせてダイオキシンを吸着させますので、抵抗はありますが、十分な能力を有するプロアを用いています。

Q) : オランダの事例で発電端効率 33% は高いと思うが、理由はあるのか。

A) : 30%以上の施設に補助が出ていると思います。ほぼ民間の発電所として運営しているので、経済原理が投資のインセンティブになっていると思います。

Q) : 2年前にパリ郊外の焼却施設を視察したが、ごみを多くの人がセレクトしていた。ごみの質が高いのではないのか。

A) : 効率にはそれほど影響がないと思いますが、ヨーロッパのごみの発熱量が高いのは事実です。これは食生活などのライフスタイルの違いによるものだと考えられ、簡単に言えば水分が少ないためです。

