

C120

ごみ焼却発電の拡大と発電効率の向上

化学工学会 SCE・Net : 松村 眞

SCE・Net（シニア・ケミカルエンジニアズ・ネットワーク）は、主に現役を退いた化学系の技術者を中心とする組織である。目的は実務経験を通じて蓄積した知見を、企業向けの技術支援、教育活動、調査研究に活用して、リタイア後も社会に貢献することにある。本報告は清掃工場の自家発電拡大と、大幅な発電効率の向上を提案するものである。

1. 日本のごみ焼却発電状況

環境省の公開資料によると、平成 22 年度には 3,380 万トンの一般廃棄物が全国 1,221 ケ所の清掃工場で焼却された。このうち 429 工場は燃焼排ガスのエネルギーを利用してないが、792 工場は表 1 に示す複数の用途に利用している。発電しているのは 306 工場で、電力会社に売電しているのは 189 工場だから、117 工場は自家消費専用発電である。306 工場の発電効率は、5%未満が 31 工場、5%～10%が 76 工場、10%～15%が 112 工場、15%～20%が 63 工場、20%以上が 16 工場、発電効率の平均は 11.6%である。平成 22 年の総発電出力は、約 170 万 kW で発電量は約 72.1 億 kW 時である。

表 1. ごみ焼却のエネルギー利用清掃工場数

全清掃工場	1221
エネルギー利用なし	429
エネルギー利用あり	792
エネルギー用途 重複利用を含む	
工場内温水利用	(720)
工場外温水供給	(238)
工場内蒸気利用	(240)
工場外蒸気供給	(100)
自家消費専用発電	(304)
電力会社売電専用発電	(189)
その他	(44)

2. 日本と欧米におけるごみ焼却発電の相違点

海外におけるごみ焼却発電の状況は、少し古いデータだが図 1 に示すようにアメリカは 102 工場で 282 万 kW、ドイツは 50 工場で 100 万 kW の出力である。一方、日本は 306 工場で 170 万 kW だから、1 工場あたりの発電出力はドイツが日本の 3.6 倍、アメリカは約 5 倍である。調査時点が少し違うが、それにしてもこの差はあまりにも大きい。1 工場あたりの出力に大きな影響を与えるのは、ごみの焼却量、ごみのカロリー、発電効率である。そこで発電している 1 工場あたりのごみ

焼却量を比較すると、アメリカが 1 日平均で 1100 トン強、ドイツは 600 トン弱、日本は 400 トン弱である。

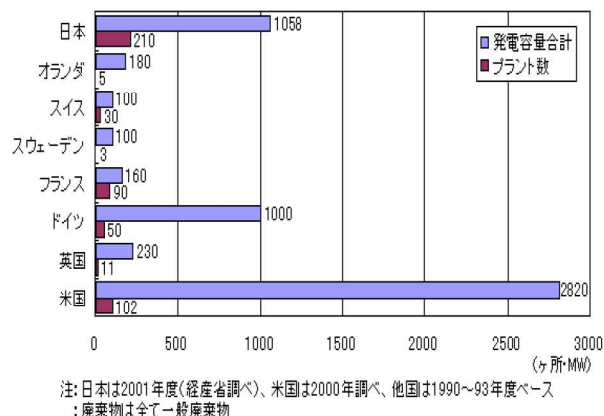


図 1. 主要国のごみ焼却発電施設数と出力規模
出典: “NEDOホームページ掲載資料”

したがってアメリカの 1 工場あたりの発電出力が日本の 3 倍ぐらいあっても当然だが、実際は 5 倍もある。ドイツはアメリカより処理規模が小さく日本の 1.5 倍程度だが、発電出力は日本の 3.6 倍もある。ごみのカロリーによる違いも考えられる。日本のごみは食べ物から欧米諸国より水分が多いと思われるし、所得水準の高い国の方がごみのカロリーが高い傾向にある。日本も経済成長とともに紙やプラスチックの割合が増え、カロリーが高くなってきた歴史がある。しかし現在ではごみ 1 kg 当たりの低位発熱量が約 2,300 キロカロリーに達しており、生活水準や生活感覚からも生活系廃棄物のカロリーに欧米諸国とそれほど大幅な違いがあるとは考えられない。

残る要因は発電効率の違いである。発電効率に影響を与える主な要因は、蒸気の発電タービン入口温度と圧力、そして復水器出口の温度と圧力である。この落差が大きいほど蒸気の体積膨張が大きく発電効率が高くなるからである。アメリカとドイツは蒸気の発電タービン入口温度を 400℃から 500℃とし、圧力は 5MPa 以上を採用している。復水器は多くが水冷式なので、発電効率は 25%以上が珍しくない。一方、日本では発電をしていても、ほとんどの場合に蒸気の発電タービン入口温度が 300℃以下で、圧力は 2MPa 以下である。しかも復水器は臨海立地でもほとんどが空冷式なので、水冷式に比べて冷却温度が高く圧力落差が小さい。日本も新設工場では発電タービン入口の蒸気温度に 400℃を採用し始めており、図 2 に示すように新設工場

ほど温度が高くなっている。したがって工場の更新にともなって徐々に出力が増大するだろうが、大多数の既設の清掃工場もボイラーや復水器など発電関連設備を新/増設すれば、発電効率を向上できるであろう。

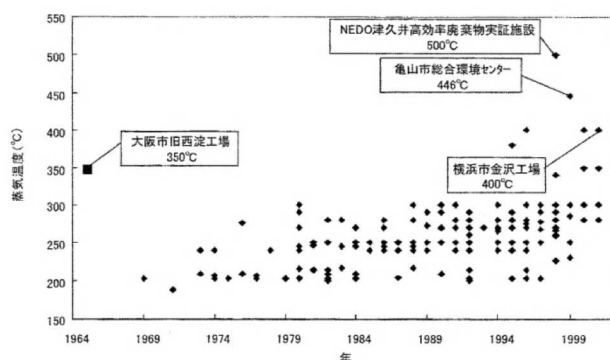


図2. 廃棄物発電設備の蒸気温度の推移
出典: “廃棄物発電導入マニュアル”, NEDO

3. 日本のごみ焼却発電効率向上策

ごみ焼却発電の効率を向上させる具体的な方法を表1に整理したが、その一つとして水分の多い生ごみをディスポーザーで処理し、焼却するごみの水分を減らすのが有効である。ほとんどが水分の野菜くずや果物の皮まで燃料を使って清掃工場に搬入し、焼却するのが適切かどうかおおいに疑わしい。また、現在、清掃工場で焼却する廃棄物は原則として一般廃棄物だが、産業廃棄物のうちの木くずや紙くずも焼却するようにすれば発生蒸気量を増大できる。一方、清掃工場は焼却設備自体の省エネルギー化を推進し、発生蒸気量を増大させるのが望ましい。たとえば燃焼排ガスの熱を空気の予熱に利用するのが効果的で、エコノマイザーを設置すればボイラー給水予熱に使える。白煙防止は煙突から出る排ガスの蒸気を見えなくするだけの視覚的な対策に過ぎないので、灯油や蒸気を使って加熱するのは止めたいものである。

発電効率の向上には、タービン入口蒸気の高温高压化と、タービン出口蒸気の低温低压化が大きく貢献する。タービン入口蒸気温度は最低でも400°C、できれば耐腐食性のある配管材料を採用して450°Cを目標としたい。タービンを出た蒸気の復水は水冷式にし、圧力落差をもっと大きくしたい。冷却水を得るためには冷水塔を設置するか、臨海部なら発電所と同様に海水を使えばよい。こうした対策を促進するために、24時間稼働の清掃工場には発電を義務化するのが好ましい。欧州ではドイツを含む数カ国が、24時間稼働の焼却工場には一定水準以上のエネルギー回収率を義務付けている。電力会社にはごみ発電の購入義務があり、最低購入価格が決められている。一方、アメリカはごみの焼却工場が民営なので、積極的に発電量を増やし

て売電収入を高めている。参考にすべきではないか。

表2. ごみ焼却発電の拡大方法

分野	課題	内容
ごみ成分改善	水分の低下	清掃工場で焼却しているごみ（一般廃棄物）には、水分が35%～40%含まれている。厨芥ごみをディスポーザーで処理し水分を減らす。
	産業廃棄物の混合焼却	清掃工場はオフィスやレストランなどの事業所から排出するごみも焼却しているが、一部の工場廃棄物（木くず、紙くずなど）も混合焼却する。
焼却設備改善	蒸気の高温化と高压化	耐腐食性の強い過熱器伝熱管を採用する。最近の伝熱管は4MPa、400°Cまでは耐えられるが、さらに高温高压を目指す。試験的には500°Cまで可。
	復水器の低温化と低压化	既設の清掃工場は空冷復水器による復水が多いが、水冷式を採用して凝縮温度を下げ低压化する。蒸気タービンの圧力落差を大きくする。
	排ガスからの熱回収増大	廃熱ボイラーを出た排ガスの下流に空気予熱器とボイラー給水予熱器を設置して熱回収率を高める。ばいじん対策と低温腐食対策が必要。
	白煙対策の抑制	清掃工場は煙突から出る水蒸気を見えなくするために、排ガスを灯油や水蒸気を使って再加熱している。視覚的な対策に過ぎないので止める。
優遇施策	焼却発電の義務化	24時間連続稼働の清掃工場には、一定効率以上の焼却発電を義務化する。ドイツを含めて数カ国がエネルギー回収の最低基準を設定している。
	電力の購入義務化	電力会社によるごみ発電の購入義務と、購入価格の基準設定。ヨーロッパでは数カ国が購入を義務化。また数カ国が購入価格の最低基準を設定。
運営体制	ESCO事業の導入	プラント工事が既存清掃工場の発電余力を診断し、リース会社が改造工事費を負担して、得られる売電収益で工事費用を回収する。工場やオフィスの省エネルギー対策に事例が多い。
	PFI（民営）の導入	清掃工場の運営が民間に移管されれば収益インセンティブが強化され、廃棄物発電の拡大が促進される。アメリカは民営でドイツは独立採算制。

発表者連絡先

* 電話&Fax (045-894-0256)
(m.matsumura@aurora.ocn.ne.jp)