

参考資料 5 欧州の先進的事例の紹介

1. はじめに

高効率ごみ発電の先進事例として、オランダのアムステルダム市、ドイツのヴュルツブルグ市とローゼンハイム市の3都市を訪問し、廃棄物発電施設の視察を中心とした現地調査を実施した。

2. 調査概要

1) 視察日程： 2月15日(日)～2月21日(土) (6泊7日)

2) 視察地域： 欧州(オランダ王国、ドイツ連邦共和国)

3) 視察目的：

欧州(オランダ、ドイツ)において、先進的な廃棄物発電施設の現地調査を行い、我が国における温室効果ガス排出抑制対策の検討に資する基礎資料を作成する。

4) 視察先：

2月16日(月)	1. オランダ王国 アムステルダム市 City of Amsterdam、Waste and Energy Company AEB: Afval Energie Bedrijf ごみ焼却処理施設・ごみ発電施設
2月18日(水)	2. ドイツ連邦共和国 ヴュルツブルグ市 Zweckverband Abfallwirtschaft Raum Würzburg ごみ焼却処理施設・ごみ発電施設
2月19日(木)	3. ドイツ連邦共和国 ローゼンハイム市 Stadtwerke Rosenheim GmbH&Co.KG ごみ焼却処理施設・ごみ発電施設





idenQity

detail kunstwerk bij AEB
digitale collage
17 x 3 m - front PVC
© Mookje Korst - 2006

Mookje Korst
Louise Wentstraat 77
1018 MS Amsterdam

070 623 82 72
064 185 62 26
info@idenqity.nl

www.idenqity.nl

AFVAL ENERGIE BEDRIJF AMSTERDAM

Het AEB staat bij de verwerking van afval voor een gezond en schoon milieu: de schoorsteen en witte rook zijn daar het symbool van. Het schone milieu is zichtbaar in de "bovenwereld". Het afvalverwerkingsproces vindt plaats in de "benedenwereld". De koeien in het landschap staan voor leven en zijn hier de ambassadeurs van de voedselketen. Daarmee wordt de CO₂-kringloop met een kwinkslag verteld, en is de kern en de missie van het AEB in beeld gebracht.



阿姆斯特丹市 AEB しおりと施設外観



ヴェルツブルグ市MHKW 施設外観



ローゼンハイム市MHKW 施設外観

3. 各施設調査結果概要

所在・施設名	オランダ・アムステルダム市 AEB 社 (Afval Energie Bedrijf) : アムステルダム市 WTE 公社	ドイツ・ヴュルツブルグ市 MHKW Wurtzburg : ヴュルツブルグごみ焼却発電所	ドイツ・ローゼンハイム市 MHKW Rosenheim : ローゼンハイムごみ焼却発電所
事業主体	アムステルダム市	ZVANS (Zweckverband Abfall- wirtschaft Raum Wurtzburg) : ヴュルツブルグ地域廃棄物処 理目的組合連合	Schtadwerke rosenheim GmbH&Co.KG : ローゼンハイム市営有限合 資会社
対象エリア・対 象人口	旧炉: アムステルダム市 + 30 km 圏内、合計 85 万人 新炉: オランダ中	ヴュルツブルグ市 + 周辺郡 + キッテンゲン市 (および周 辺): 90 万人	市と周辺地域 (市の人口は 6 万人)
処理能力・炉構 成・竣工年	旧炉: 19.1 万 t / 年 × 4 系列、 1993 年 (700t/日・炉 × 4 炉 = 2800t/日) 新炉: 26.5 万 t / 年 × 2 系列、 2007 年 (800t/日・炉 × 2 炉 = 1600t/日)	旧炉 (1、2 系): 7 万 t / 年 × 2 系列、1984 年 (8t/h・炉 = 192t/日・炉 × 2 炉 = 384t/日) 新炉 (3 系): 13 万 t / 年 × 1 系 列、1998 年 (15t/h・炉 = 360t/日・炉 × 1 炉 = 360t/日)	ガス・オイル焚きボイラ : 蒸気 44t/h × 1 基、 蒸気 20t/h × 1 基 ごみ焚きボイラ : ごみ 7 万 t / 年 (蒸気 33t/h) × 1 基、1989 年 (8t/h・炉 × 1 炉 = 192t/日 ; 8.5t/h・炉との回答もあり)
ごみ種類・処理 量実績	旧炉: 家庭ごみ 85 万 t / + 下 水汚泥 10 万 t / 年 新炉: 家庭ごみ 53 万 t / 年	1、2 系: 5 万 t / 年 × 2 系列分 3 系: 10 万 t / 年 × 1 系列分	家庭ごみ 1.5 万 t / 年 産業ごみ 4.5 万 t / 年
ごみ発熱量	10 ~ 12MJ/kg	10MJ/kg	12 MJ/kg (内、家庭ごみは 10 MJ/kg)
エネルギー供給 能力	電力 100 万 MWh/年 + 熱 30 万 GJ/年 (電気・熱共に、旧炉: 新炉 = 6 : 4 の割合)	1、2 系: 12MW 3 系: 17MW	タービン 7MW + 2MW (ガス・オイル焚きボイラも 含む施設全体)
蒸気条件	旧炉: 420 、42bar 新炉: 440 、130bar	3 系列共: 415 、40 ~ 42bar	410 、60 bar
発電効率	旧炉: 発電端 25%、 送電端 22% 新炉: 発電端 33%、 送電端 30%	1 3 炉合計で 20.6% (2005 年実績) 21.4% (2008 年実績)	2 電気 9% + 熱(地域暖房) 24% + プロセス蒸気 9%
電力単価	6 セント/kWh (税金、電力公 社料金などすべて除く)	ドイツ国内では、4 ~ 6 セント /kWh	8 ~ 10 セント/kWh
売電価格への 補助	発電効率 30% 以上で 1.8 セ ント/kWh 発電効率 22% 以上で 0.15 セ ント/kWh	なし	なし
排ガス処理方 式	湿式	乾式	エコノマイザ増設のため、半 乾式 乾式 (重曹使用) へ改 造予定

- パンフレットに掲載の実績資料より、(2005 年) 電力供給量 89.6 百万 kWh、所内利
用電力比率 25%、ごみ処理量 209,000t、ごみ発熱量 10MJ/kg より発電効率は 20.6%
(2008 年) 電力供給量 97.6 百万 kWh、所内利用電力比率 25%、ごみ処理量 218,500t、
ごみ発熱量 10MJ/kg より発電効率は 21.4%
- パンフレットに掲載の数値より、1t のごみで、電気 0.3MWh、熱(地域暖房) 0.8MWh、
プロセス蒸気 0.3MWh を生成。ごみ発熱量 12MJ/kg なので、効率は発電 9%、熱 24%、
プロセス蒸気 9% となる。

アムステルダム、ヴェルツブルグ、ローゼンハイムの三施設の調査概要について、比較・整理して一覧表として示している。また、このうち幾つかの項目に関して解説し、合わせて今回の調査において判明した特徴的な事項を付記する。

1) 処理対象地域・人口と施設規模

いずれの施設も、所在地である市域だけでなく、周辺地域を含む広域処理の体制をとっている。特に、ヴェルツブルグでは、他の広域施設と連携し、相互にごみのやり取りをして安定した運営管理に努めている。

また、これら施設の対象地域人口と施設規模を比較して示すと次のようになる。

	対象人口	施設規模
アムステルダム	85 万人	4,400 t/日
ヴェルツブルグ	90 万人	744 t/日
ローゼンハイム	(6) 万人	192 t/日

(ローゼンハイムは市人口)

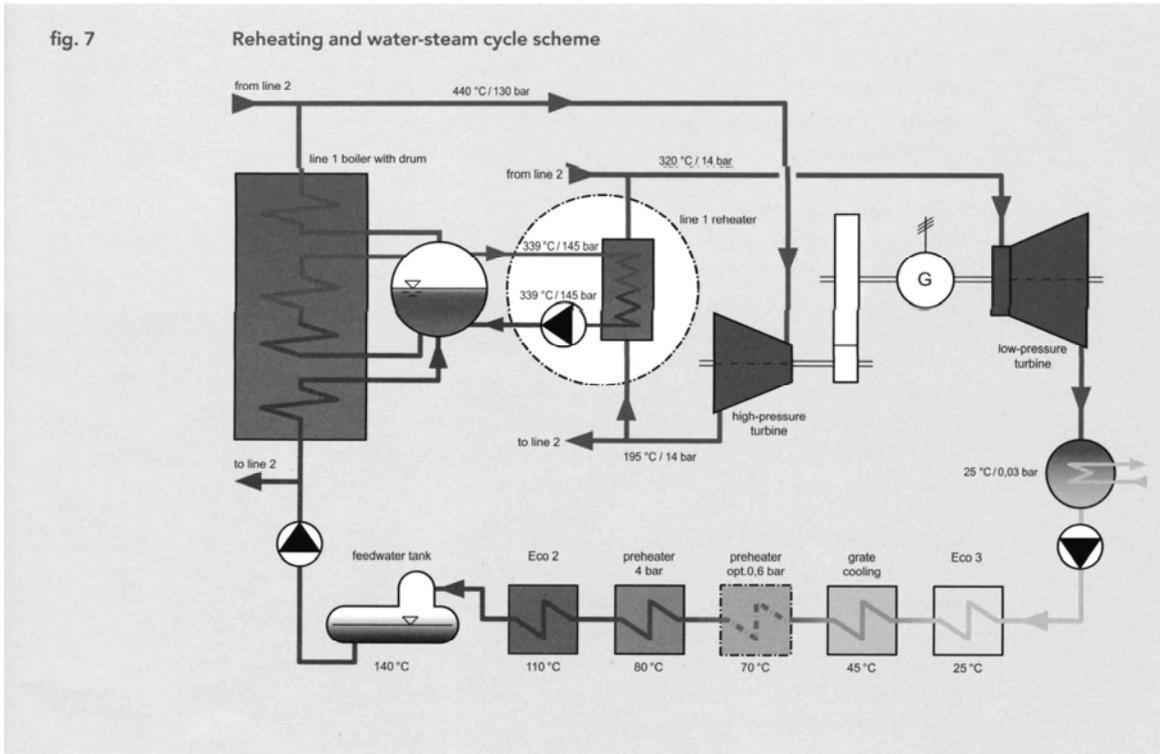
日本の場合には、1人当りのごみ(一般廃棄物)排出量が概ね1kg/日とされているので、自治体施設では施設規模から処理対象人口を推定できる。例えば、100 t/日の場合は、対象人口は概ね10万人となる。しかし、上記のように、これら3施設では日本での認識と大きくかけ離れた結果となっている。これは、対象物が家庭ごみだけでなく、産業ごみも合わせて処理していることが大きな要因である。なお、産業ごみとは、医療廃棄物や塗料などの有害性廃棄物以外の可燃性事業系廃棄物である。有害性廃棄物は、別途、専用施設で処理されているようである。

これに関連して、ごみ発熱量は10~12 MJ/kg(2,400~2,900 kcal/kg)となっており、日本における平均的な値8.8 MJ/kg(2,100 kcal/kg)に比べ高い。ヴェルツブルグでの目視による確認であるが、日本のごみに比べ水分が少なく乾いた状態である。これは、事業系廃棄物の混入だけでなく、厨芥類が分別され堆肥化処理に廻っている影響もあると考えられる。

2) 蒸気条件とボイラ水管材質

アムステルダム市の新炉系を除き、蒸気温度は410~420℃、蒸気圧力は40~42barであり、日本の高温高圧タイプ(400℃、4MPa)と類似している。ただし、ローゼンハイムは熱供給事業が主目的なため、ガス/オイル焚きボイラと同圧力の60barとしている。また、アムステルダムの新炉系は、30%以上の発電効率を達成するために、蒸気温度440℃/蒸気圧力130barとして特殊な再熱サイクルを採用している(次ページ図参照、受領パンフのfig.7を引用)。

ボイラ水管の材質は、いずれの施設においても、日本と同様、腐食防止対策として熱負荷の高い部分にインコネル外面被覆法を採用している。インコネル被覆部分は、燃焼室上



部水管壁および蒸気過熱器の排ガス上流部分であり、稼働実績は既に5～8年に及んでいる。塩化水素や硫酸化物濃度など、燃焼排ガスの組成が日本の場合と異なるため直接的な比較はできないものの、今回の調査結果は大いに参考になるものである。

3) 発電効率と稼働状況

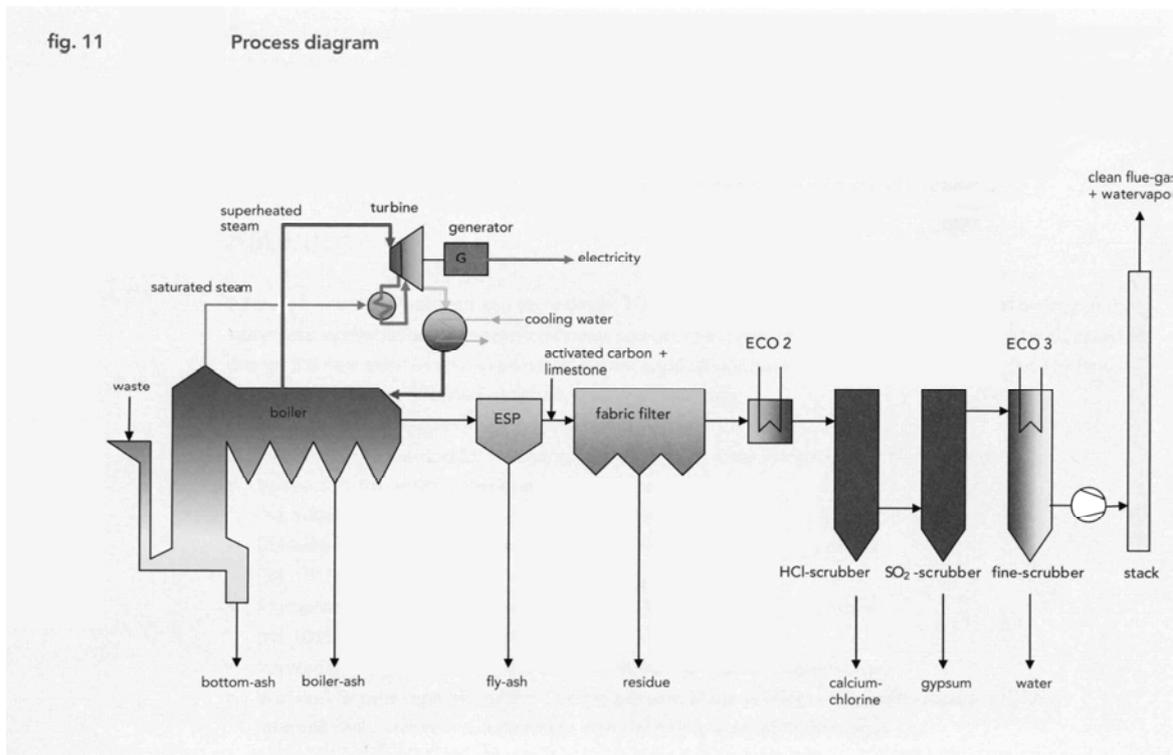
アムステルダムにおける発電効率は、旧炉系2,800t/日で公称25%、新炉系1,600t/日で公称33%と非常に高くなっている。このうち、新炉系は、前述の再熱サイクルを採用しているほか、燃焼排ガス流れに沿って3段階にわたりエコノマイザを設置し(次ページ図参照、受領パンフのfig.11を引用)、給水加熱器を組み合わせることで事業用火力発電所並みに可能な限りのエネルギー回収を実施している。

しかし、当該再熱サイクルは十分に稼働していないようである。燃焼/ボイラ設備の昨年の稼働実績が95%であるのに対し、蒸気タービンの稼働実績は40%と低い。蒸気タービンと発電機のカップリング部分、および再熱循環ポンプでの不具合が原因とのことである。低温エコノマイザについても今回の調査では十分な情報は得られず、今後とも継続調査が必要と思われる。

一方、ヴェルツブルグでの発電効率は、3炉744t/日で20.6%(2005年実績)21.4%(2008年実績)となっていて、今回の交付要件にマッチした値であり、かつ安定した稼働実績が示されており、我々にとっては非常に参考になるケースである。なお、ローゼンハイムは熱供給が中心で発電効率による直接的な評価はできないが、小規模エネルギー回収施設として参考ができることが多い。

fig. 11

Process diagram



4) 売電単価と補助制度

廃棄物発電に係る国等の補助制度は、オランダには存在したがドイツにはなかった。

オランダでは、売電に関するボーナス制度があり発電効率に応じて指数関数的に増大し、22%以上の場合は 0.15 セント/kWh だが、30%以上になると 1.8 セント/kWh のボーナスが付加される。また、ごみのエネルギー評価は、太陽光や風力と同等で、同一の単価が設定されている。

売電単価は、アムステルダムでは 22 セント/kWh で、そこから電力網使用料や税金などの送電経費が差し引かれ、AEB 社の正味利益として 6 セント/kWh が確保されている。また、ドイツ共通の電力単価として 4~6 セント/kWh で、5 年前に比べると 2 倍になっているようである。ローゼンハイムでは、8~10 セント/kWh とヴェルツブルグに比べ高くなっているが、詳細は不明である。

5) その他

- ・ ごみを燃料と捉え、エネルギー有効利用の意識が高い
- ・ 白煙防止という認識は全くない
- ・ 周辺住民への配慮は、騒音防止や排ガス濃度などの情報公開に重点をおいている
- ・ 生ごみ、ガラス、メタルなどの分別を実施しているが、大都市では混合を許容するなど、厳格に考えず無理なりサイクルに固執しているわけではない

など日本と状況が異なる点が多々あり、非常に有意義な調査であったと考える。