

ごみ焼却発電の市場性とビジネスシナリオ

(その3) 既に発電している清掃工場の収益増加

環境企画 松村 眞

筆者は本稿の概要を、2014年3月に岐阜大学で開催された化学工学会第79年会化学産業技術フォーラムで発表した。ここに掲載するのはその詳細だが、工業通信社が発行する「化学装置」の2014年3月号と4月号に掲載されたので、許可を得て転載する。

7. 発電設備のある工場が発電効率を25%に向上させた場合の発電量と経済効果

7.1 炉数区分ごとの平均処理能力

連続式で発電設備のある清掃工場は、環境省の資料では303工場で、保有する焼却炉の数で区分すると、表9に示すように4炉保有工場が2カ所、3炉保有工場が121カ所、2炉保有工場が155カ所、1炉保有工場が25カ所である。参考用に発電設備を保有していない工場の平均処理能力も併記した。明らかに発電設備を保有する工場の方が、処理能力が大きい。清掃工場を焼却炉の炉数で区分したのは、焼却炉の炉数が多ければ運転を継続しながら改造工事を進めるのが容易だからである。また表9に示すように、炉数が多い清掃工場ほど1工場あたりの平均処理能力が大きいから、発電効率の向上で得られる電力量も大きいであろう。この点からも、発電効率を向上させるなら炉数の多い工場を優先するのが望ましい。なお、本稿の数カ所で発電している工場数に違いがあるが、出典と調査時期が違うからである。大勢には影響ないのでご了解願いたい。

表9. 平均処理能力 (t/日)

発電設備保有工場		発電設備非保有工場 (参考)	
清掃工場の区分	平均処理能力	清掃工場の区分	平均処理能力
4炉清掃工場 (2)	638	4炉清掃工場 (2)	420
3炉清掃工場 (121)	455	3炉清掃工場 (45)	323
2炉清掃工場 (155)	302	2炉清掃工場 (261)	143
1炉清掃工場 (25)	206	1炉清掃工場 (55)	82
合計 (303工場)	361	合計 (363工場)	158

7.2 平成 23 年度の実績を基準とした、炉数区分ごとの増加発電量と増加外販期待収入

表 10 には発電量の実績を基準に、発電効率を 25%に向上させた場合に得られる増加発電量と、増加外販期待収入額を示す。現時点で発電している全清掃工場が発電効率を向上させると、新たに約 74 億 kWh の電力量が得られ、年間で 1,190 億円の収入を期待できる。なお、この発電ポテンシャルは、現状のごみ発電全量に匹敵する。

表 10. 実績基準の増加発電量と増加外販期待収入額（発電効率 25%）

清掃工場の区分	増加発電量 (MWh/ 年)	増加外販期待収入 (千円/年)	増加外販期待収入 (千円/年/工場)
4 炉清掃工場 (2 工場)	66,160	1,058,569	529,285
3 炉清掃工場 (121 工場)	3,615,139	57,842,231	478,035
2 炉清掃工場 (155 工場)	3,381,402	54,102,432	349,048
1 炉清掃工場 (25 工場)	374,030	5,984,484	239,379
合計 (303 工場)	7,370,571	118,987,716	(全平均) 395, 709

7.3 清掃工場の処理能力を基準とした、炉数区分ごとの増加発電量と増加外販期待収入

表 11 には清掃工場の処理能力を基準に、発電効率を 25%に向上させた場合に得られる増加発電量と、増加外販期待収入額を示す。現時点で発電している全清掃工場が発電効率を向上させると、新たに約 88 億 kW 時の電力量が得られ、年間で 1,420 億円の収入を期待できる。実績基準と能力基準は、同じごみ発熱量と同じ発電効率の向上を前提にしている。しかし能力基準の発電量は、設備が設計された時点の処理能力が 70%の稼働率で得られる電力である。このため、能力基準と実績基準の差は、想定稼働率と実稼働率の差異に起因するものである。能力基準の方が増加発電量も増加外販期待収入も大きいのは、どの炉数区分でも想定稼働率（70%）の方が実稼働率より大きいからである。逆にいえば実稼働率の方が設計稼働率より小さいからだが、全国的にごみ焼却量が低減傾向にあり、2010 年は 2000 年より 17%も少ない背景がある。

表 11. 能力基準の増加発電量と増加外販期待収入額（発電効率 25%）

清掃工場の区分	増加発電量 (MWh/年)	増加外販期待収入 (千円/年)	増加外販期待収入 (千円/年/工場)
4 炉清掃工場 (2 工場)	73,347	1,173,566	586,783

3 炉清掃工場 (121 工場)	4,479,913	71,678,608	592,386
2 炉清掃工場 (155 工場)	3,854,672	61,674,765	397,902
1 炉清掃工場 (25 工場)	443,647	7,098,358	283,934
合計 (303 工場)	8,851,579	141,625,297	(全平均) 472,084

7.4 炉数区分ごとの総発電能力、総発電可能量/年、総外販期待収入額/年

表 12 に示すのは、処理能力を基準に発電効率 25% の場合に得られる総発電能力、総発電可能量/年、総外販期待収入額/年で、現在の発電効率や発電量は考慮していない。表 11 に示す増加発電量は表 12 に示す総発電可能量の約 50% で、全発電ポテンシャルのうち約 50% が現状で実現していると同時に、50% が未達成であることを意味する。ただし、このデータは稼働率 70% の推算なので、現状の稼働率が低ければより少ない数値になる。

表 12. 総発電可能量、総外販期待収入額/年、増加発電能力 (発電効率 25%)

清掃工場の区分	総発電能力 (kW)	総発電可能量 (MWh/年)	総外販期待収入 (千円/年)	総外販期待収入 (千円/年/工場)
4 炉清掃工場 (2 工場)	36,128	221,542	3,544,674	1,772,337
3 炉清掃工場 (121 工場)	1,488,920	9,130,059	146,080,949	1,207,280
2 炉清掃工場 (155 工場)	1,243,429	7,624,706	121,995,304	787,066
1 炉清掃工場 (25 工場)	142,099	871,349	13,941,587	557,663
合計 (303 工場)	2,910,576	17,847,656	285,562,514	(全平均) 951,875

7.5 発電効率向上の候補工場事例

発電効率を向上させるには、ボイラーの改造または新設、タービンと発電機の交換、水冷復水器の設置、冷水塔の新設が必要である。これらの設備投資を回収する観点から、当然のことだが、回収電力の外販期待収入が大きい工場ほど有利になる。そこで、本節では実績基準で増加外販期待収入が年間 10 億円以上の 10 工場を抽出して、表 13 (1/2) と表 13 (2/2) に示した。

表 13 (2/2) には、能力基準と実績基準を記載したが、能力基準の数値は処理能力の 70% 稼働を前提にした推算なので、客観性は高いが実際の稼働率との差異が含まれている。そこで表 13 (1/2) には表 6 に記したごみ処理施設台帳に記載されているごみ焼却量を使って、

逆算した稼働率の推算値も記載した。実績基準の増加外販期待収入（千円/年）は、発電量の実績値が発電効率の向上（実績発電効率から 25%へ）で増加する発電量に、売電単価を乗じたものである。使用したパラメータが 2 個（発電量と発電効率の実績値）だけなので、推算誤差の混入余地が少ないものと考えている。しかし発電効率と発電量の実績値に清掃工場の誤解や申告ミスがあれば、そのまま増加外販期待収入に反映されてしまう。たとえばケース③の場合、表 13（2/2）に示すように実績基準の増加発電量が能力基準の総発電可能量よりかなり多い。このような状況は現実的には考えにくいだが、提供された実績基準の発電効率に比して発電量が相対的に多いからである。

能力基準の総外販期待収入と、発電効率の向上で増加する外販期待収入も示したが、総外販期待収入の推算にはごみ処理能力と発熱量、および設定した稼働率しか使用していない。したがって稼働率と発熱量の実態との乖離以外には錯誤が生じない。一方、能力基準でも発電効率の向上で増加する外販期待収入には、清掃工場が提供した発電効率を使用している。このため、提供された発電効率にミスがあると、そのまま増加外販期待収入に反映されてしまう。個々の候補工場の数値を見る場合は、上記の推算方法の違いによる誤差があり得るので、具体的に使用する際には裏付け調査が必要である。整理した結果、発電設備を保有する清掃工場が発電効率を 25%に向上させると、下記の経済効果が得られることが分かった。

- ①実績基準で、303 工場のうち 10 工場が年間 10 億円を超える収入の増加を期待できる。
したがって、必要な改造資金を 7 年で回収するとすれば、10 工場は約 70 億円の設備投資が可能である。
- ②実績基準で、303 工場のうち 90 工場が年間 5 億円を超える収入の増加を期待できる。
したがって、必要な改造資金を 7 年で回収するとすれば、90 工場は約 35 億円の設備投資が可能である。
- ③個々の工場の発電効率や発電量は、統計調査時点と現状との時間差のために差異が生じている場合がある。このため、全般的な状況判断には問題ないが、個々のデータには誤差が含まれている可能性がある。
- ④個々の工場の現在の排熱利用形態をみると、近隣の施設に温水や蒸気を供給している場合が多く、そのために発電を抑制している可能性がある。ただし地域熱供給は、供給能力が需要を上回る季節や時間帯は利用されないのが一般的である。それに排熱を市場商品と考えず、「捨てるよりまし」と考えていることが多いから、通常は市場価格が採用されていない。ケアハウスや温水プールへの提供は無償か、有償でも通常はかなり低額であろう。本来なら市場価格で販売し、清掃事業の経済評価に反映すべきではないだろうか。

表 13（1/2）．発電効率向上の候補工場事例（基本情報）

候補工場 No.	処理能力	炉数	使用開始年度	ごみ発熱量 kJ/kg		焼却量 トン/年	稼働率	現在の発電状況			
				環境省 リスト	廃棄物 台帳			発電 効率 %	発電 能力 kW	発電量 MWh/ 年	場外供給 電力量 MWh/年
①	1800	3	1998	12,002	10,325	353,845	54	12.0	50,000	150,026	87,142
②	600	2	1981	10,051	11,750	163,000	74	3.2	3,500	17,476	
③	300	3	1993	9,534	10,720	87,000	79	4.0	3,600	20,536	3,101
④	435	3	1992	9,950	10,600	97,000	61	2.7	1,500	10020	
⑤	1200	3	1995	9,577	10,197	255,108	58	14.0	22,000	105758	73367
⑥	900	3	1995	8,800	10,720	180,000	55	9.0	12,500	39,222	20,863
⑦	1200	3	1984	9,780	9,496	151,225	34	14.0	12,000	88,111	63,274
⑧	600	2	1980	9,335	10,513	110,000	50	5.5	3,000	18942	
⑨	450	3	1982	8,800	5,740	104,000	63	3.9	1,450	12,145	1,581
⑩	280	2	1992	8,335	7,809	78,000	76	8.1	4,960	30,480	14,794

注1：処理能力の単位はトン／日。

注2：稼働率は365日24時間稼働を100%とした場合の実稼働率。

注3：環境省のリストで発熱量が空欄の場合は8800 kJ/kgとした。

表13 (2/2) . 発電効率向上の候補工場事例（発電ポテンシャル情報）

候補工場 No.	能力基準							実績基準	
	総発電能力 kW	総発電可能量 MWh/年	総外販期待収入額 千円/年	増加量				増加量	
				発電効率 %	発電能力 kW	発電量 MWh/年	外販期待収入額 千円/年	発電量 MWh/年	外販期待収入額 千円/年
①	62,515	383,344	6,133,512	13.0	32,508	199,339	3,189,426	162,528	2,600,451
②	21,199	129,996	2,079,936	21.8	18,469	113,252	1,812,040	118,207	1,891,316
③	8,276	50,752	812,043	21.0	6,952	42,632	682,116	107,814	1,725,024
④	12,524	76,802	1,228,840	22.3	11,197	68,661	1,098,583	84,508	1,352,133
⑤	33,256	203,927	3,262,826	11.0	14,632	89,728	1,435,643	83,096	1,329,529
⑥	22,919	140,536	2,248,580	16.0	14,668	89,943	1,439,091	69,728	1,115,648
⑦	33,961	208,249	3,331,987	11.0	14,943	91,630	1,466,074	69,230	1,107,681
⑧	16,208	99,387	1,590,189	19.5	12,668	77,681	1,242,892	67,789	1,084,620
⑨	11,459	70,268	1,124,290	21.1	9,672	59,306	948,901	65,709	1,051,338
⑩	6,753	41,412	662,593	16.9	4,565	27,994	447,913	63,594	1,017,505

(その4) に続く