

エネルギーと廃棄物



平野豊策

1——はじめに

エネルギーといわれるもののうちで、電力、都市ガス等は良質で便利なものであるが、これらは天然の形で得られることはなく、水力、石炭、石油等のいわゆる1次エネルギーを転換、加工し、発電あるいは都市ガス製造を行なっている。

現在エネルギー資源として広く使用されているものとしては、石炭、石油、天然ガス等があり、このほかにやがて大量に登場してくるであろう原子力、また風力、潮力、地熱、太陽熱などが利用されまた利用されようとしている。

ここでは、石油精製、電力、ガス事業等のいわゆるエネルギー産業の最近の動向をさぐり、1次エネルギーから2次エネルギーへの転換加工工程上で発生する産業廃棄物の種類およびこれらの再利用の方法等について調べてみたい。

2——最近のエネルギー動向

わが国におけるエネルギー需要は、経済規模の急速な拡大と産業の重化学工業化を反映して、そののびはきわめて急激であり、とくに昭和30年代後半期における所得倍増計画を軸とする経済の高度成長政策により、必然的にエネルギー需要の増大が招来された。この間に、いわゆるエネルギーの流体化が行なわれ、明治維新以降わが国の近代産業発展のためのエネルギーであった石炭は斜陽化し、石油が主役として石炭にとって代ったのである。

最近5ケ年における1次エネルギーの供給は1.8倍という飛躍的なのびを示した。〈表1〉

この間の1次エネルギー構成面をみると、石炭が31.0%から23.6%へと7.4%減少したのに対して、石油は51.8%から66.5%へと14.7%ものびを示

表1—1次エネルギー供給量推移

<10¹⁰ Kcal換算>

種別	年度	38	39	40	41	42	43	50	60
水力		16,945 <13.0>	16,894 <11.6>	18,722 <11.3>	19,560 <10.7>	17,066 <8.3>	18,296 <7.8>	21,200 <4.5>	24,700 ~25,400 <2.5~2.3>
原子力		—	—	9 <+>	143 <0.1>	154 <0.1>	256 <0.1>	10,200 <2.2>	99,600 <9.9~9.1>
石炭		40,480 <31.0>	42,690 <29.2>	45,217 <27.3>	47,853 <26.2>	50,572 <24.6>	55,371 <23.6>	85,300 <18.1>	166,800 ~183,100 <16.7~16.8>
輸入コークス		—	—	33 <+>	15 <+>	228 <0.1>	101 <+>	1,200 <0.3>	4,200~4,600 <0.4>
亜炭		352 <0.3>	263 <0.2>	224 <0.1>	175 <0.1>	145 <0.1>	130 <0.1>	100 <+>	200 <+>
石油		67,606 <51.8>	81,397 <55.7>	96,704 <58.4>	110,201 <60.4>	132,780 <64.6>	156,018 <66.5>	343,300 <73.0>	678,300 ~756,600 <67.8~69.1>
LNG		—	—	—	—	—	—	4,500 <1.0>	13,800 <1.4~1.3>
天然ガス		2,036 <1.5>	2,009 <1.4>	2,008 <1.2>	2,090 <1.1>	2,211 <1.1>	2,384 <1.0>	2,900 <0.6>	10,500 <1.1~1.3>
薪炭		3,065 <2.4>	2,864 <1.9>	2,697 <1.7>	2,515 <1.4>	2,365 <1.1>	2,222 <0.9>	1,700 <0.3>	1,700 <0.2~0.1>
合計		130,484 <100.0>	146,117 <100.0>	165,614 <100.0>	182,552 <100.0>	205,521 <100.0>	234,778 <100.0>	470,400 <100.0>	999,800 ~1,095,500 <100.0>
内輸入エネルギー		75,944 <58.2>	91,466 <62.6>	109,577 <66.2>	125,409 <68.7>	153,136 <74.5>	181,631 <77.4>	410,900 <87.4>	835,200 ~930,200 <83.5~84.9>

<注> 1 < >内は構成比

2 数値は「エネルギー統計」,「電気事業便覧」<昭和44年度版>による。

3 50, 60年度数値は総合エネルギー調査会需給部会の「長期エネルギー需要バランス見直し」資料による。

し、エネルギーの流体化をよく示している。
エネルギー需要の予測は経済成長の度合との相関で推定されるが、将来における経済の変動、エネルギー消費効率の向上、エネルギー転換技術の革新、新しいエネルギー源の導入等により今後のエネルギー構成はさらに変化する可能性がある。

しかし、原子力発電が大量に進出してくる将来は別として、わが国における当面のエネルギー源の主役はやはり石油を中心として展開するであろうことが推定される。

総合エネルギー調査会需給部会が最近作成した資料によれば、昭和50年度及び60年度におけるわが国のエネルギー需要は昭和43年度実績に対して、昭和50年度で約2倍、昭和60年度では約5倍に達すると予測されている。

このようなエネルギー需要の増加分に対する1次

エネルギーの供給は、昭和50年度でみると約80%が石油でまかなわれ、1次エネルギー供給中に占める石油の割合は実に73%に達するものと推定されている。新しいエネルギー源として、原子力、LNGがあるが、昭和50年度ではこれらは1次エネルギー中3%をしめるにすぎない。

これらの1次エネルギーは転換、加工されて供給されるが、最終エネルギー供給を形体別に見ると石油製品が57%と過半数をしめ、ついで電力の31%となっている。

このようなことから、当面のわが国のエネルギー供給は石油が中心となり、原油の蒸留による石油製品およびこれらの一部の電力への転換加工による供給エネルギー産業の中核をなすことがうかがわれる。

3 石油製品の供給量推移

1次エネルギー中過半数量を占める石油製品は、ナフサ、重油というような製品として輸入される部分もあるが、大部分が原油で輸入され、製油所の原油蒸留設備によりガソリン、ナフサ、灯油、軽油、重油等の石油製品に分けられて供給されている。石油製品別の供給量は表2に示すように、

表2 石油製品供給量推移 <単位：1000kl>

油種	年度				
	41	42	43	44	
原油処理量 <1000バレル/日>	101,007 <1,741>	121,864 <2,094>	139,655 <2,406.7>	165,843 <2,858.0>	
生産量	揮発油	12,925	15,028	16,862	19,020
	ナフサ	9,528	11,277	13,845	17,765
	ジェット燃料油	1,720	2,478	3,033	3,420
	灯油	7,098	9,109	11,007	14,065
	軽油	7,356	8,510	9,493	10,765
	A重油	4,134	5,251	6,667	8,302
	B重油	7,599	8,645	9,699	11,080
	C重油	43,235	51,278	57,977	69,590
	重油計	54,968	65,174	74,343	88,972
	小計	93,595	111,576	128,584	154,007
輸入量	航空揮発油	9	2	9	9
	ナフサ	1,294	1,732	3,610	4,781
	A重油	2,867	2,466	2,419	1,425
	C重油	6,473	174*	600*	781*
	重油計	9,340	11,317	11,996	14,047
	小計	10,643	13,051	15,614	18,837
合計	104,238	124,627	144,198	172,844	

*印はB重油で外数。 <富士懇話会資料による>

表3 重油産業部門別需要 <昭和43年度>
<単位：10³kl>

鉱工業	45,437
鉱業	350
食料品	2,974
繊維	3,892
紙・パルプ	4,137
化学	8,529
窯業土石	9,209
鉄鋼	7,748
非鉄金属	5,042
機械	
その他	3,556
石油精製自家消費	
電力	21,856
農林	3,521
水産	
運輸造船	
民生その他	
3,447	6,474
6,474	
合計	80,735

<注> 「総合エネルギー統計」 <44年度版>による。

重油が最も多く、全体の約57%をしめている。

石油製品のうちガソリンはほとんどが自動車または航空機用燃料として供給され、また灯、軽、重油も製造業そのほかの産業部門の燃料として供給されている。ナフサについては石油化学用、アンモニア原料のような非エネルギー用として供給され一部は都市ガス原料としても供給され、2次エネルギーに転換加工されている。

石油製品のうちで最も供給量の多い重油を例にとって、産業部門別需要を調べると表3に示すように、鉱工業部門が最も多く、電力がこれについている。

4 電気、ガス事業の燃料、原料需要

先にのべたように、電力、都市ガス等は石炭、石油のような1次エネルギーの供給をうけて、これらを転換加工して得られるものである。

最近の発電電力量のうち約70%は火力発電によるもので、これは石炭、重油の完全燃焼によって得られる熱エネルギーを電気エネルギーに転換している。電力用1次エネルギーとしては石炭、重油の他に、水力、原子力があるが、昭和43年度でみる限りにおいては、水の位置エネルギーを利用する水力発電電力量は全発電量の約29%、原子力によるものは0.5%に満たない量である。

一方、都市ガス用の1次エネルギーとしては石炭、原油、ナフサ、LPG、天然ガス等が使用されるが、火力発電がこれら1次エネルギーの完全燃焼を行なっているのに対して、都市ガスの場合は熱分解、又は酸素、水素、水蒸気というようなガス化剤を使って1次エネルギーをより軽質な炭化水素へ分解、改質しているわけで、1次エネルギーから2次エネルギーへの転換方法に根本的な差がある。

表4—電力、ガス事業用1次エネルギー供給量推移

		40	41	42	43
水力	10 ⁶ KWH	76,581	79,838	69,655	74,677
原子力	"	37	584	629	1,044
石炭	10 ⁸ t	20,909 2,906	23,489 2,575	26,349 2,417	26,236 2,534
原油	10 ⁸ ℓ	719 1,022	1,417 1,128	2,192 1,221	3,000 1,096
ナフサ	"	— 811	— 991	— 1,193	— 1,316
重油	"	11,862 59	13,086 —	18,963 —	21,856 —
天然ガス	10 ⁸ m ³	39,079 343,237	5,154 353,598	4,926 368,122	4,086 399,598
LPG	10 ⁸ t	— 37	— 71	— 98	— 143

<注> 1 上段は発電用、下段は都市ガス製造用を示す。

2 「総合エネルギー統計」44年度版による。

電力、都市ガスとも1次エネルギーとして石炭を使用するが、発電の場合は石炭の完全燃焼による発熱を利用し、都市ガスの場合は乾留により発生するガスおよびコークスを主目的としている。このように同じ1次エネルギーの転換、加工でも、電力と都市ガスでは加工工程上の副生物が異なる。都市ガスの場合、ナフサ、LPGのような炭化水素を原料とすれば、エネルギーの転換加工がそれだけ容易になる。

表4に電力、都市ガス用1次エネルギーの種類および供給量推移を示す。

なお昭和44年秋から、わが国最初の試みとして東京ガス、東京電力との共同購入によりアラスカからLNGを輸入し、火力発電用燃料として72万t/年、都市ガス原料として24万t/年使用している。LNGは海水との熱交換により容易に気化し、いおう化合物を全く含んでいないことから、近年いおう酸化物による大気汚染が大きな社会問題となっているおりから大気汚染防止にきわめて効果的なエネルギー源であると言える。

5—エネルギー産業の廃棄物とその利用

法

わが国の経済成長は世界に類を見ない程の驚異的な速度で進展してきたが、狭い国土のなかで、大規模な工業化、産業技術の高度の革新および人口と産業の極度の都市集中を背景としてなしとげられたものであり、反面には経済活動の巨大化、複雑化にともなって排出される各種の公害因子は膨大なものになっている。すなわち、近年工業生産の増加、人口の都市集中、生活水準の高度化などの要因により、いおう酸化物、すす、粉じん等による大気汚染、排水による水質汚濁とともに、工場、事業所、家庭から多量に排出される廃棄物、とりわけ産業廃棄物が生産環境の汚染、悪化の原因としてとりあげられている。

大阪府の調査によれば、廃棄物のうち95%が産業廃棄物で占められているという。

産業廃棄物といっても多種類にわたり、その処理処分の方法も異なるが、いずれの廃棄物も安全に、衛生的に、経済的に処理され、最終的に生活環境を害しないように処分されることが必要である。石油精製、電力、ガス事業等のエネルギー産業は先にのべたように大量の石炭、原油、重油を取扱っており、産業活動にともなって各種の廃棄物が排出される。

廃棄物の種類は産業活動の内容によって異なるが、発生源別にみるとエネルギー源の貯蔵、前処理の段階で発生するものと、エネルギー転換加工段階で発生するものとに分けられる。前者に属するものとして原油、重油スラッジがあり、後者には燃焼残滓、タールスラッジ、回収ダスト等がある。これら廃棄物の形状は燃焼残滓、回収ダストのように完全固形状で、比較的取扱いが容易なものもあれば、タールスラッジのように粘度が高く、取扱上非常に困難をきわめるものもある。

原油スラッジあるいは重油スラッジは同一タンクで長年月受入、払出しを続けている間にタンク底部に蓄積される堆積物で、油分、泥水分、塩分、鉄錆、ワックス類から成り、流動性、溶解度が悪く、タンクの管理、操作上に支障をきたす場合もある。

このようなスラッジは堆積後の処理よりも堆積防止策を構ることが得策で、添加剤を使用してスラッジの堆積を防止するとか、タンクの油張込み口にジェットノズルを取付け、攪拌して油と同伴させてしまふとかの方法が構じられている。

製油所にはこのようなスラッジ処理の設備が設けられており、タンク清掃時に排出されるスラッジは流動層炉のような特殊な燃焼炉により焼却されている。

火力発電所で燃料として使用する石炭、重油中には不燃物である灰分が含まれており、燃焼後石炭灰、重油灰として排出される。

微粉炭燃焼によって生ずる残滓はボイラー炉内、集塵機等から回収されるが、これらは混合粉碎あるいは分級篩別して、コールサンド、グリーンアッシュ、フライアッシュと呼ばれ、路盤材料、特殊肥料、セメント混和材等として広く利用されている。

石炭の乾留、原油のガス化工程においては熱分解の結果、原料の5~20wt%に相当するタール分が留出してくる。これらのタールは化学工業用原料あるいはボイラー燃料として使用される。タール中のいおう分はコールタール中には約0.5%、石油系タールの場合は原油の種類によって異なるが、ミナス原油の場合、留出タール中のいおう分は0.3%ときわめて少ない。留出タールの大部分はこのような形で利用されるが、先にのべた原、重油スラッジの生成と同様に、タール貯槽、分離槽の長年の使用により底部に生ずるタールスラッジは量的には少ないが、熱分解によって生じた固形

炭素粒と炭化水素重合物の混合物から成り、粘度が高く取扱いにくい性状をしている。

このようなタールスラッジは地中埋設あるいはオガ屑との混合による焼却というような方法もあるが、取扱いが困難なため人手をおおく要し、経済的にも得策とはいいがたいので、クレオソート油あるいはタール分を再混合して粘度を下げ、スラッジ含有率を小さくして取扱いを容易にし、構造を改良した重油バーナーにより燃料として使う方法が研究されている。

6————— おわりに

エネルギー産業に限定して最近の動向、産業廃棄物の種類、再利用の方法等についてのべたが、今後ますます高度化し、集中化するであろう企業活動や都市生活によって、一層おおくの廃棄物が各種産業、家庭から排出されるであろう。このような量的、質的に膨大な廃棄物によって都市機能、生活環境、生産活動がおびやかされるのをふせぐために、排出する個々の企業が英知を結集して処理技術の開発を推進することはもとより、効率的な処理処分を行なうために、より広域的な大規模な処理体制、処理施設の実現が望まれる。

<参考文献>

総合エネルギー統計 <44年度版>、公害と対策 <43年3月、44年7月、45年1月号>、燃料協会誌 <44年2月、45年6月号>、燃料及び燃焼 <44年2月号>、熱管理 <44年2月、6月、45年6号>。

<東京瓦斯株式会社工務部技術計画室室長>