産業廃棄物について

平 岡 正 勝*

Industrial Wastes

Masakatsu HIRAOKA*

I. はじめに

わが国の年間の物質輸入量は約5億トンであり、輸出量は約0.5億トンといわれている。物的な国内のストックが定常状態にあると考えると、輸入と輸出の差額に等しい量の廃棄物が発生していることとなり、産業系・一般系を合わせて約4.5億トンとなる。これは輸入物質によるもののみで、これに国内資源からのものが加わることになる。一方、運輸統計によれば、昭和46年度のトラックによる廃棄物の年間輸送量は約5.1億トンであり、総輸送量の約13%である。厚生省は昭和46年度わが国全体の産業廃棄物排出量を約7億1,000万トン(1日当り195万トン)と推定している(この中には建設工事に伴う土砂も含まれている)。通産省その他の省庁でも産業廃棄物の実態調査が行われており、推定量には差が見られるが、全国で1日120万トン以上の産業廃棄物が事業活動に伴って排出されていることは確実である。このようなぼう大な量の産業廃棄物の処理、処分の実態は明らかではないが、不適正な処理、処分が各地で環境汚染問題をひき起している。大気汚染の防止、水質汚濁の防止も最終的には汚染物質を低拡散性のスラッジ等に移行させることによって、産業廃棄物の処理の問題に帰せられることを考えるとき、ぼう大な量の産業廃棄物の処理、処分は、単に事業者責任だけで解決できない問題を含んでおり、その対策は、企業、地方自治体、国、一般国民を含めて、全員が協力討議し、早急に具体策を講ずべき緊急問題である。

II. 産業廃棄物に対する法的規制

廃棄物の不適正な処理が公害現象として現われるの

* 京都大学工学部衛生工学教室 ()

* Department of Sanitary Engineering, Kyoto University ()

は、主として大気汚染、水質汚濁、土壌汚染または悪臭の発散を通じてであることから、廃棄物そのものは「公害対策基本法」で定義する「公害」には含まれていない。しかし、廃棄物の適正な処理が生活環境の保全に上きわめて重要なので、昭和45年に同法の一部改正が行なわれた際、その第3条に『事業者による廃棄物の処理等公害防止に必要な措置』が事業者の責務として新たにつけ加えられた。廃棄物処理に対する実施法としては、従来の「清掃法」が全面改正され、『廃棄物の処理および清掃に関する法律』(以下「廃棄物処理法」と略す)が昭和46年9月に実施された。この法律は、廃棄物を産業系と一般系とに分け、産業廃棄物については、事業者自らに処理・処分を義務づけ、一般廃棄物は都市清掃事業により処理・処分が行なわれることとし、廃棄物の処理に関する事業者、地方公共団体および国のそれぞれの責務を明確にしたほか、処理方法の技術的基準を定めるなど総合的な処理体系の確立を意図したものである。したがって、現状では産業廃棄物の適正な処理は、廃棄物処理法において、廃棄物の種類に応じて定められた基準にしたがって行なう必要がある。有害物質を含む産業廃棄物については、特にその判定基準が総理府令で定められている。紙面の都合上、詳細は省略するが、筆者の小著¹⁾および報文²⁾を参照されたい。廃棄物処理法で定義する産業廃棄物は、事業活動に伴って生ずる廃棄物のうち、燃えがら、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物13種、計19種の廃棄物で、その他のものを一般廃棄物としている。この中、政令第1条第13号は、海洋汚染防止法との関係を考慮して、産業廃棄物を処理することによってその性状が変化しても産業廃棄物であることに变りがないことを入念に規定したものであるから、実質的には18種の廃棄物となる。法律では、産業廃棄物処理の具体的方法として基本的な三原則が示されている。基本原則の第1は事業者自らが手を下して処理を行なうことであり(第

10 条, 第 1 項: 第 12 条), さらに事業者に対し, 廃棄物の再生利用を考えて, 処理すべき廃棄物の量をできるだけ減量すべきこと, でき上った製品, 容器等が使用されたのちに廃棄物になった場合においても, これらの処理が困難になることのないようにしなければならないことを定めている (法第 3 条第 2 項)。処理の基本原則の第 2 は, 事業者は, 都道府県知事または保健所を有する市の市長により許可を受けた産業廃棄物処理の専門業者に処理を委託できるとしていることである (法第 12 条第 1 項: 第 14 条)。

そして第 1, 第 2 の原則の例外として, これを補完するものとして地方公共団体が産業廃棄物の処理を行なう場合, これに委ねることができるとしている (法第 12 条第 1 項: 第 13 条)。

III. 廃棄物処理システムの設計¹⁾

大気汚染防止技術および水質汚濁防止技術は空気, 水に分散あるいは溶解している汚染物質を分離して, スラッジあるいは固形状の低拡散系への移行を行なうものであり, 最終的に廃棄物として処理・処分されなければ完成しないことにまず注意する必要がある。したがって, 廃棄物の処理技術は処理システムとの関連において評価されなければならない。廃棄物処理システムの設計には, ①排出源における制御システムの確立, ②収集輸送システムの確立, ③資源化を主な目的とした処理システムの確立, ④資源化の困難なものを対象とした処理システムの確立, ⑤最終処分システムの確立——これらの各システムを有機的なトータルシステムとして形成していくため, さらに⑥情報コントロールシステムの確立, が必要である。

IV. 処理システムの選択^{1), 2)}

1. 排出源別にみた廃棄物の処理システム 廃棄物処理法によれば, 産業廃棄物の処理は, 事業者の責任において適正に行なわなければならない。これは大前提であり, いわば自明の理である。排出者の責任は家庭ごみについても同様であろう。各家庭では処理が困難であるため, 地方公共団体に委託し, 税金の形で排出者の責務を果している。わが国のように住居地域と工場地域とが混在し, 世界に稀な過密社会を形成しているところでは産業廃棄物については事業活動の形態によって種々の処理体制が考えられる。これらを分類してみよう。

i. 事業者自らによる単独処理 この形態が原則である。欧米の大企業では工場内に廃棄物の総合処理センターを持っているところが多い。たとえば, 米国のダウ・

ケミカル社では各製造部門の 180 あまりのプラントから排出される廃水, ごみおよび廃油, タール, 製品残査などを集中処理センター形式で自社内で処理・処分をしている。また西ドイツの化学工業会社 BASF では, 各製造部門から出てくる廃油, 廃化学物質, セルローズ系廃棄物等を汎用焼却炉によって処理し, その処理コストは各製造部門へ, 請求書がいくというシステムをとっている。

わが国においても, 資本金・技術力のいずれにおいても高度化し, 中間処理施設が可能な企業は, 自社内に処理設備を設置すべきであり, できる限り排出物の資源化, 循環をはかって, 廃棄物の少ないクローズドシステムの生産技術の開発につとめるべきである。

ii. 複数の事業者による共同処理 コンビナートの一環として, あるいは地域的にかたまっているような企業群の協業組合として回収を主体とした処理センターが考えられる。大阪市におけるメッキ処理業者の協業組合形式による廃酸処理センターがこの例である。この場合, i) に比べて, 投資額の負担の軽減, 1 ヶ所に集中するため施設用地の節約化と施設の集中管理によって運転要員の確保と技術の高度化がはかれるなどの効果がある。また 2 次的汚染源のおそれのある施設の散在防止という効果も無視できない。

iii. 許可業者による処理 この場合, 処理業者は廃棄物処理によって企業の利益をあげることが目的であるので, 資本投下の割合に比して, 収益の高い収集, 運搬には積極的になると考えられるが, 用地および処理装置などに多額の先行投資を必要とする中間処理施設の運営は困難が伴うと考えられる。西ドイツでは廃油の処理は自社で行なうか, 廃油処理会社へ搬入することが法的に強制されており, 処理費に対して州政府から補助金が出るシステムになっており, この処理費は油の売却代金に含まれているということである。わが国では, 処理法案により民間処理業者は都道府県知事の許可制がとられることになったが, 規制, 指導の強化のみでなく, 財政的な助成と公共性の確保をはかることが必要であろう。

iv. 公共団体による広域処理センター 産業廃棄物の処理は, 排出者の責任で行なったとして, わが国のように土地の狭い国では最終処分まで完全に排出者で行なうことは非常に困難な状況にある。また, 最終処分が排出者で勝手にやられては, 2 次的な環境汚染源を分散して監視が不可能となってくるおそれがある。

このため国および都道府県は廃棄物処理計画の策定だけでなく, 埋立処分地の確保を早急に進めておく必要がある。また資本金, 技術力の不足から中間処理施設の設

置運営の困難な企業,あるいは住居地域と混在して処理施設の設置用地の確保の困難な企業に対しては,公共団体の関与した広域処理センターが考えられる。したがって広域処理センターは, a) 廃棄物による環境汚染の監視, b) 廃棄物の無害化処理, c) 最終処分,の機能を具えたものが望ましい。

2, 廃棄物の処理特性からみた処理システム 産業廃棄物は形態,種類とも多岐にわたるが,処理のしやすさをめどに大まかに分類してみると下記ようになる。

生態系 廃棄物	I. 直接埋立て可能なもの……ガラスくず, 灰など
	II. 破碎などの機械的処理で 分離後埋立可能なもの……建設廃材, がれき, 金属, 粗大ごみなど
非生態系 廃棄物	III. 容易に焼却処理可能なもの……紙くず, 木くず, 繊維くずなどのセルロース系
	IV. 無害化処理の必要なもの……①廃油 ②スラッジ ③廃プラスチック類 ④廃酸, 廃アルカリ ⑤タートルビッチなど

I, II は直接あるいは破碎処理だけで最終処分可能なものであり, III は一般廃棄物と同様な焼却によって処理でき, 排ガス処理にあまり意を用いなくてもよいものである。これらは費用を徴収して一般廃棄物と一緒に処理することを考えてもよいだろう。I, II, III のものは比較的簡単な処理により環境サイクルにのせられるもので, 生態系廃棄物とよぶことができるだろう。これに反し, IV のグループに入る廃棄物は主として製造業から排出されるもので, そのままでは容易に環境サイクルにのらない,あるいは環境サイクルを断ち切るおそれのあるもので, 無害化処理を必要とするものである。処理システムとしては, IV. 1 に述べたように種々のものが考えられるが, 適切な処理と処分と監視を行わなければ重金属などの有害物質による重大な環境汚染のおそれがあるので, 企業形態よりも処理特性と環境汚染源の分散, 防止の観点からできるかぎり分散しない形で処理・処分のシステムを考えていく必要がある。筆者は, 処理センターは, 廃棄物同士を物質として熱として相互利用することにより, 有効な無害化処理を行なうシステムであると考えている。もし, 廃棄物を処理するため新しい原料をインプットとして入れるのであれば, 新たな廃棄物をアウトプットとして産むからである。処理を総合的に行なう意義はこの点にあり, このために廃棄物処理技術をシステム化する必要性が生まれてくるのである。しかし, 処理センターでは, どのようなものでも処理しようとするものではないことは当然である。設置されるプラントは限られたものであるから, 処理センターに持ち込まれる廃棄物は排出者の責任において, ある条件まで前処理されるべきである。また事業者は処理施設先行投資

の償却, 処理費用を負担することによって, 事業者責任の原則を守ることができよう。

V. 処理プロセスの選択^{6,7)}

環境サイクルを維持するために, 最終処分の前に自然の浄化機能を維持できるところまで人為的に還元速度を促進することが中間処理である。このために物理的, 化学的, 生物的処理プロセスが使われるが, これらは浄化の速度および限界が異なるので処理技術はそれ自体で独

立に評価されるものではなくて生産, 処分を含めたトータルシステムの中における位置づけを認識することが必要である。廃棄物処理の基本は, (1) 運搬および処分空間の拡大利用のための減量化, (2) 衛生的にする

ための安定化, (3) 有害物質の無害化である。しかし, 廃棄物の処理は基本的には廃棄される前に十分回収・再利用されることを, 前提としていることはいうまでもない。しかしながら, 廃棄物は現状において, 所有者が付加価値のないものとして所有権を放棄したものである。したがって, 廃棄物が資源化・再利用されるには, そこに何らかの付加価値を与える要因がなければならぬ。要因としては, (1) 処理コストの増大, (2) 大量収集が可能な場合, (3) 資源そのものの減少, が考えられる。したがって, 処理をすすめていくことは資源化・再利用をうながすことになる。前述の処理システムのうちに, (2) 複数の処理業者による共同処理は廃酸処理センターのように, 資源化再利用が主体となろう。上記のIグループの廃棄物には減量化のための破碎・圧縮の操作が使用され, IIグループには一般廃棄物と同様な焼却処理が中心である。IIIのグループに対しては, 脱水, 分離, 乾燥, 焼却, 中和, 溶解などの操作が用いられる。これらは処理センター形式で処理するのが最も有効な廃棄物である。

①廃油類: 無害化処理を排出者で行なうとき, 熱源を多く必要とし, そのために処理費の高くつくものが多い。廃油はこのための熱源として重要なものである。一般的な処理プロセスは下記のように示すことができる。

②スラッジ類: 非常に種類が多いので一般的に論じるのは困難であるが, 処理プロセスは下記のようなものである。このうちで最も困難なものは重金属などの有害物質を含むスラッジの無害処理であり, 今後研究すべき課題である。

③廃プラスチック類: 種々の処理技術が開発されてい

るが、塩ビ系のものその他のものとわけて考える必要がある。現在開発されている処理技術としては下記のようなものがある。

現状ではどのような方法が最も有効であるかは、評価できる段階ではない。筆者は、塩ビ系のものとそうでな

いものの分別収集がまず第一で、塩ビ系を除いたプラスチック類はbのプロセスによって低硫黄の燃料として利用するのがよいし、このようなシステムをつくっていく必要があると考える。塩ビは最も非生態的な廃棄物であり、現状では破碎して多量の土砂、がれき類と混合して埋立てる以外にはないが、当面塩酸回収を行うプロセスの開発を急ぐ必要がある。dの溶融成型して再利用するプロセスは多くの技術開発が報告されているが、全体の処理システムの中では、廃棄物の滞留時間を増すのみで、長期的にみると廃棄物の量は減少しない、むしろ充てん剤および安定剤として含まれている重金属類の蓄積したものが分散して汚染の拡がる恐れがあることに注意して技術開発を進める必要がある。資源化技術としては油まで分解するのが本筋のように考える。

④廃酸、廃アルカリ類：これは中和が基本処理プロセスとなるが、処理センターでは熱源が得やすいので、協業組合の回収センターを処理センターに誘致併設し、熱を供給する形でできる限り回収をはかるのがよいと考える。

⑤ゴムくず、タイヤ：焼却するよりはできる限り資源化・再利用へもっていくべきであろう。現在、破碎後、粉碎してゴム充てん剤として再利用するか、熱分解し、油、ガス、活性炭の回収する方向の技術開発が進められている。

VI. 処理操作の選択

前述の処理プロセスに使用されている操作を分類してみると表1のようになる。これらの処理操作の中にはすでに実用化のレベルにあるもの、未だ開発途上にある

表1 処理操作

	廃棄物	廃水	廃ガス
物的 理 的	1. 破碎・圧縮	1. 分離	1. 分離
	2. 分離・送別	(1) 重力	(1) 重力
	(1) 重力	(2) 遠心	(2) 遠心力
	a 空気	(3) スクリーニング	(3) 慣性衝突
	b 水		(4) 拡散
	c 浮選		(5) スクリーニング
	d Dense Media		(6) 静電気
	(2) スクリーニング		(7) 高周波
	(3) 磁気		
	(4) 静電気		
	3. 脱水・乾燥		
	(1) 真空		
	(2) 遠心力		
	(3) 加圧		

	廃棄物	廃水	廃ガス
物理化学的	4. 熱分解 5. 焼却 6. 固化	2. 凝集沈でん 3. 中和 4. 吸着 5. イオン交換 6. 透析 7. 逆浸透 8. オゾン酸化 9. 電解	2. 吸収 3. 吸着 4. 燃焼 5. オゾン酸化
生物的	7. コンポストイング(好気性発酵) 8. 嫌気性発酵	10. 活性スラッジ 11. 散水濾床 12. 酸化池	

ト、スラッジの量を増やすことになるので、産業廃棄物処理を行わなければ環境汚染を防止することは困難であろう。広域下水道においても、投入前の処理を余程厳密にチェックしないと終末処理場のスラッジに有害物質が蓄積していく恐れがある。また廃棄物が、山や谷間に投棄されることは廃棄物からの汚染物の浸出によって、われわれに必要な飲料水が上流から汚染されることを意味している。産業廃棄物は最も自然に還元されない物質を多く含んでいるので、処理対策を急ぐべきもので、事業者自らによる処理を進めると同時に、国および地方自治体の先行投資によって埋立地の確保、監視機構の整備

さのもある。これらの操作および装置を組合せて最適な処理プロセスおよび処理システムの設計を行う必要がある。

VII. 産業廃棄物処理の実施状況

廃棄物処理の施行以来、産業廃棄物処理体制の整備状況は未だ十分な進展を示しているとはいいいくいが、民間において産業廃棄物総合処理の若干の実施令がみられるようになってきた。表2はこれらの実施例を示したものである。

VIII. おわりに

産業廃棄物の投棄による環境汚染の問題はようやく認識されるようになってきたが、まだまだその対策の重要性和緊急性についての認識は浅い。くり返し述べたように、大気汚染、水質汚濁の規制はきびしくすれば、汚染物質の濃縮されたガス

表2 民間における産業廃棄物総合処理の実施状況 (厚生省資料より)

名称	所在地	処理対象物	処理能力	装置名	竣工年月
旭化成(株)延岡工場	宮崎県延岡市	一般ごみ 固形廃棄物 液状廃棄物 排液 A その他	1,400 Kg/日 250 Kg/日 18 Kg/日 10,650 Kg/日 181 Kg/日	往復動ストーカ ー炉 ロータリーキ ルン 噴霧燃焼炉	昭 48. 1
日本鋼管(株)福山製鉄所	広島県福山市	(1) 廃木材, ゴム, 紙, プラスチック, ビニル (2) 一般廃油, 圧延油, スカム (3) 廃グリース, 含油汚泥, タール滓 (4) 活性汚泥発生有機汚泥 (5) その他, 所内発生廃棄物	162 t/日	廃棄物処理設備 遠心分離による油水分離 混練機 破砕機 廃油受入ピット ーフィルターブ レス 熱却炉(ロータ リーキルン)	昭 48. 5
(株)三栄組	愛知県刈谷市	一般ゴミ 工場排水汚い	60 t/24日 60 t/24日 48 t/24日	揺動ロストル式 ゴミ焼却炉 ロータリードラ イヤ焼却炉 流動焼却設備	昭 47. 3 昭 47. 3 昭 48. 6
トヨタ自動車工業(株)総合処理センター	愛知県豊田市	各種廃油 固形状廃棄物 (プラスチック, ゴムなど) 半固形状廃棄物 (塗料カス, 接着剤汚泥)	160 t/日	ポリマー式焼却 炉(2基) ロータリーキ ルン炉(汚泥専用)	昭 48. 10
日産自動車工業(株)追浜工場	神奈川県横須賀市	汚い 雑芥	50 t/20日 50 t/20日	ロータリーキ ルン 機械式焼却炉	昭 48. 10
三菱化成(株)黒崎工場	福岡県北九州市	一般ごみ 高分子系廃棄物 廃液	2,700 Kg/日	ロータリーキ ルン 噴霧燃焼炉	昭 48. 10

らに広域総合処理センターの設置を推進する必要がある。廃棄物の蓄積は確実に環境を汚染しつつある。対立的議論よりも、未来への想像力を駆使して、われわれの英知を集めて、できることから対策に着手しなければならない時期にきていると考える。

(昭和50年1月10日受理)

文 献

- 1) 平岡正勝監修, 「産業廃棄物処理・処分の手引」 大阪科学技術センター編, 科学情報社刊 (昭和48年8月)
- 2) 平岡, 武田, “重金属その他有害物質を含む汚泥の処理 (その1)” 環境技術 **3** 409 (1974); “重金属その他有害物質を含む汚泥の処理 (その2)”, 環境技術, **3** 727 (1974)
- 3) 都市廃棄物処理対策研究会 (大阪府), 「廃棄物の処理計画, 環境問題研究会発行 (1971)
- 4) 平岡正勝, “廃棄物処理・処分システムに関する一考察”, 都市問題研究 **2** 2
- 5) 平岡正勝, “産業廃棄物処理技術の方向について” 厚生指標 **9** 37 (1971)
- 6) 平岡正勝, “廃棄物処理システムの考察” **1** 4 (1972)
- 7) 平岡正勝, “廃棄物処理技術のシステム化” PPM **2** (1971)

次 号 予 告

総 説

ケタジンを經由するヒドラジン合成プロセス……………林 弘
光化学反応を用いる天然物の合成……………磯 江 幸 彦

報 文

α, β -不飽和 β -アミノケトンとジチオシアンとの反応……………徳 光 隆 雄
林 隆 雄

ノ ー ト

2-フェニル-5-オキサゾロンとヨウ化メチルおよびアリル型ハロゲン化合物との反応……………明 石 博 吉

資 料

医学利用R I の製造研究について……………野 崎 正
井 戸 達 雄

業界情勢

香料工業の展望……………諸 江 辰 男
川 崎 通 昭

化合物合成法

cis-4-ヘプテン酸……………古 川 靖
岩 切 三 雄

新しい反応

協会記事