

廃棄物とプラスチック

Plastics in the Waste

中村 亦夫*

Matao NAKAMURA

はじめに

本報などに廃棄物処理の実態調査報告を書いてから約3年になるが**、その間東京都では大井、多摩川、江東、板橋に新鋭の清掃工場もできるし、社会状況も変わったと考えられるので、プラスチックの問題を中心に再度記してみたい。

プラスチックの生産と消費について

図1は各国のプラスチックの生産量の過去5カ年間の推移を示したものであるが、わが国以外特にフランスなどが順調に生産量を伸ばしたに対し、日本は46年頃からプラスチック公害の問題と景気沈滞のため生産が横這いとなり、48年度には持ち直したものの、西ドイツに追いつかれた。しかし昨年末からの石油危機の関係でこのカーブがどうなるか見物である。

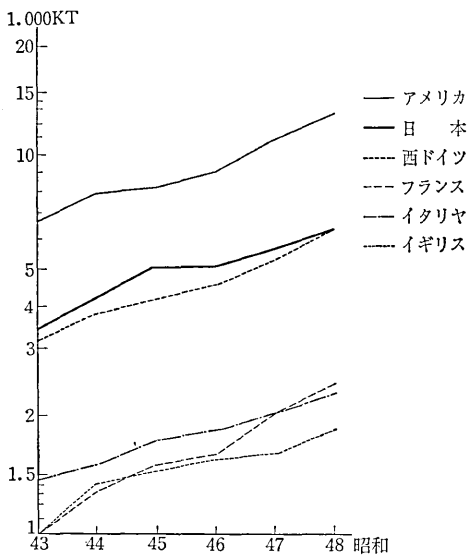


図1 プラスチックの生産量の推移

2図は各国の年間1人当りのプラスチックの消費量の推移である。これは生産量とは違って人口と輸出入量に関係してくるのでかなりの差がある、西ドイツが相変わらずトップで48年度では1人当たり82kgである。日本は45年度にアメリカを抜いたが、すぐ追い越されて3

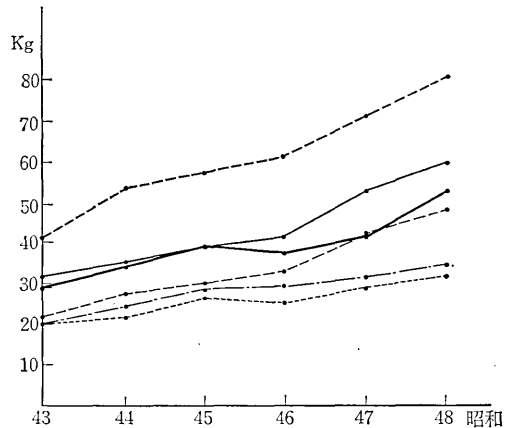


図2 プラスチックの1人当り消費量の推移

位53.2kgである。もっともこの表にはないが、スウェーデン、デンマーク、フィンランド、オーストリア、ベルギー、スイスなども消費量が多い国である。日本では1日当りに換算すれば146gであり、45年の108gに比して35%の増加である。ここで東京都の清掃工場に搬入されるプラスチックの占める比率は45年に10.3%であったものが、48年度には5.2%と減少していることは誠に喜ばしいことである。これは一般家庭での分別収集が励行されたためと考えられる。

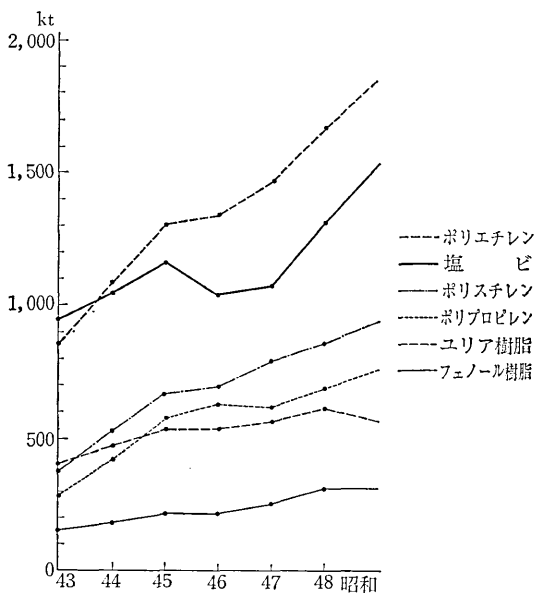


図3 主要プラスチックの生産量推移

* 東京大学生産技術研究所 第4部
** 本報 Vol. 25, No. 2 (1973)

つぎに図3では、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレン、ユリア樹脂そしてフェノール樹脂と大量生産される6種のプラスチックの年間の推移を示している。上記のプラスチックの生産量は全生産量の約84%を占めているわけで、廃棄物としても問題となるものである。49年は1月～4月までの累計を3倍した値であるが今年の後半の生産がどう変化するか不明である。ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレンの4種は熱可塑性樹脂で最近においても生産量を延ばしているが、ユリア樹脂とフェノール樹脂の2種は熱硬化性樹脂であって、生産量の増加が緩慢である。なおポリ塩化ビニルは塩素の生産および廃棄物に関する公害の問題から46～47年と生産量が落ちたが、昨年は品不足が騒がれて、生産量は著しく向上した。

以上の6種のプラスチックを個々に、その用途の面から廃棄物公害の点を考察してみよう。

(a) ポリエチレン

これには高圧法ポリエチレンと中低圧法ポリエチレンの2種類に分けられるが、47年度の統計によれば、前者が67.4%で後者が32.6%である。図4は両者の出荷内訳を示しているが、高圧ものではフィルムが大半を占め、不透明な軟らかなポリ袋などに利用され、射出成形や中空成形も比較的弾性のある容器やびん類が造られる。

中低圧ものは硬く丈夫であって射出成形品では、ビール用びんケースなどコンテナなどに使用され、中空成形品は工業薬品容器、灯油かん、液体洗剤などの容器に使用される。ポリエチレンは純度のよい炭化水素であって、回収が可能であるならば、再生品を造るか、本研究班の報告にもあるように熱分解して利用する方法もある。かりに家庭の厨芥中に紛れ込んだ洗剤の空びんなどは、焼却炉のよい助燃材となるであろう。ポリエチレンはプラスチック全生産量の26%を占めるものであるが、

塩化ビニル樹脂出荷内訳

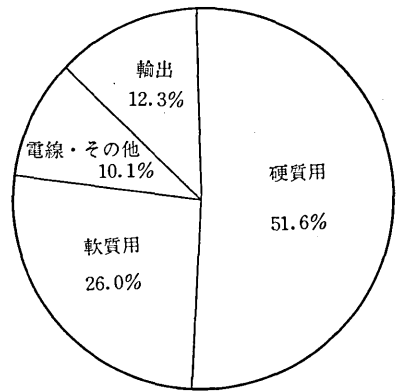


図5

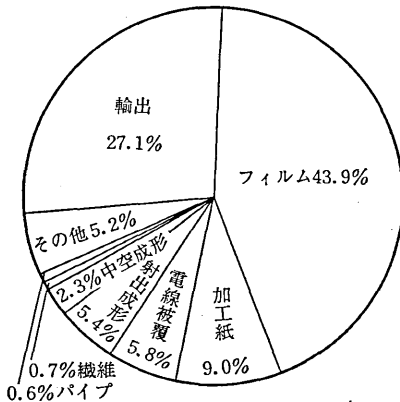
廃棄物としての問題は比較的少ないようである。

(b) ポリ塩化ビニル

図5でみるように硬質ものと可塑性の入った軟質ものからできている。硬質ものは平板と波板が8.7%、パイプと継手で26.9%、シートが7.8%、極その他で7.3%からなる。波板とパイプは建築用品として重宝なものであり、廃棄物粗大ごみとして取扱われるので、焼却炉に入らないようにすることは容易であろう。可塑性の入った軟質ものは高圧法ポリエチレンに似た軟さであるが、透明性がよく美しい長所がある。一般用フィルム9.2%、農業用フィルム4.4%、婦人靴などに使用されるレザー5.6%、一般押出品4.9%、その他2.6%として利用されているが、農業用フィルム以外は家庭で注意して分別収集していただかないと焼却炉に入ってしまう。

ポリ塩化ビニルは300℃前後で脱塩酸反応でHClガスを発生し、さらに高温では燃焼してHClガスを発生するので焼却炉をいためる。特に最近の清掃工場では発電用ボイラを組込んでいるため困るのではなかろうか。

高圧法ポリエチレン出荷内訳



中・低圧法ポリエチレン出荷内訳

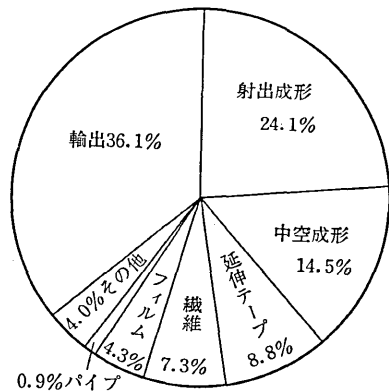
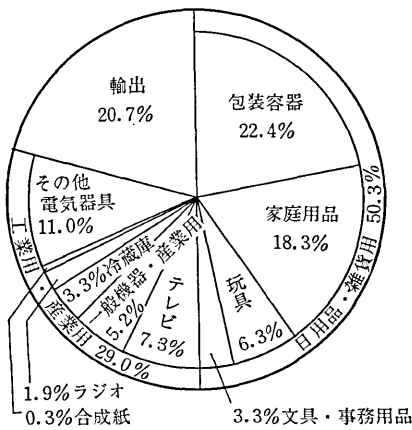


図4

GP・HI (成形材料) 出荷内訳



FS (発泡用) 出荷内訳

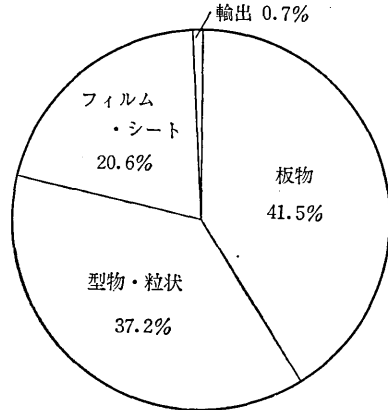


図 6

なお老化防止剤の重金属の方はコットレルとマルチサイクロンで除去できる。最後に 7.1% の電線被覆は企業ごみとして回収が可能であろう。

(c) ポリスチレン

これは 47 年では成形材料 71.3% と発泡用 18.6% AS 樹脂 10.2% からなり、それらの出荷内訳を図 6 に示す。ポリエチレンは非常に成形しやすく、透明で美しいので成形材料に適するが、焼却の際にはベンゼン核があるために完全燃焼しないと黒煙を出す欠点がある。発泡材料は防音や断熱材に使用されたり、フィルム・シートは冷凍食品の急成長やスーパーマーケットなどにおけるプリパッケージの普及で愛用され、梱包材料としても利用される。ポリスチレンも分別収集によらなければ回収は困難であろうが、焼却炉に入ってもポリ塩化ビニール程困ることもないであろう。

(d) ポリプロピレン

この性質は硬質塩ビのようなもので、高圧法ポリエチレンのように不透明でもなければ、軟かさもない。出荷内訳は図 7 に示すとおりである。用途は中低圧法ポリエチレンに似ているが、フラットヤーンおよび繊維は非常に丈夫であり、花菱などにも利用されている。廃棄物となったときの問題もポリエチレンに非常に近い。なお両者の比重が 1 以下で、水に浮くのも興味がある。

(e) ユリア樹脂

この樹脂は世界一の生産をもち、最も低廉な樹脂であるが、熱硬化樹脂であることや、耐水性などの関係から生産量の増加が低い。その用途はベニヤなどの接着材、繊維加工、紙加工に使用され、成形材料 11% がプラスチックと目されるが、昭和 41 年にホルマリン問題から食器としては使用されず、漆器用の素地、電気機械の部品、キャップなどに使用される。量的にも少ないが、以上の品は複合材料的に使用されており、焼却に際しても問題が少ないようである。

(f) フェノール樹脂

最も古い合成樹脂ではあるが、少し高価であり、生産量も少ないが、図 9 に見るように、これも 23% の成形材料がプラスチックと目され、電気機械の部品が大半

ポリプロピレン出荷内訳

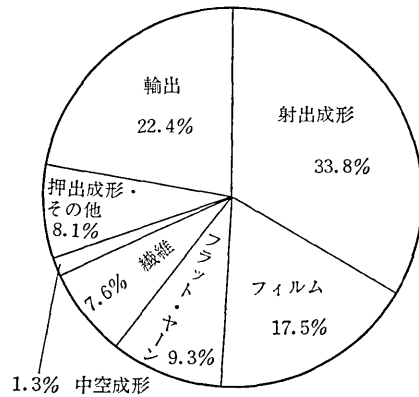


図 7

ユリア樹脂出荷内訳 (昭和47年)

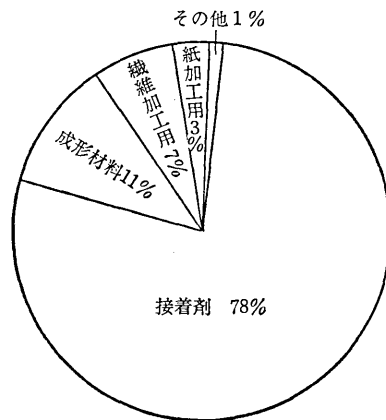


図 8

フェノール樹脂出荷内訳 (昭和47年)

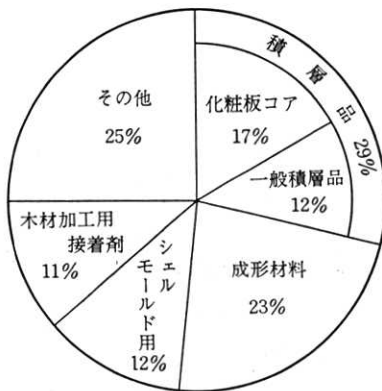


図 9

であり、日用品雑貨が 1/4 を占めている。この樹脂はフェノールを骨格にもつが、この樹脂も複合材料的に使用されているので焼却には問題は少ないと思われる。なおユリア樹脂とともに再利用の道は考えられない。

新鋭の清掃工場を見学して

まず最大の規模をもつ江東清掃工場を訪れ、業務係長松園嘉明氏にご案内をいただく。竣工は本年 3 月、焼却処理能力 1,800 t/24 時間で、世田谷工場の 2 倍、敷地は江東 14 号埋立で 98,641 m² と広い。ただ埋立地のため地盤が悪く、工場建設には建築学会の協力まで仰いだとのこと。そのこともあるか建築費 86 億円と高価である。炉型式は千歳と同じく田熊式、300 t 炉が 6 基、3,000 kW の発電能力がある。図 10 は火力発電所を思わせるような工場の全景で、後方の 3 本煙突 2 基が見えるが、1 炉に 1 本を使用している。世田谷千歳の工場と異なる点はまずコンピュータの導入による近代化である。一例として図 11 は清掃車スケールで、収集されたごみは、ここでデータ処理装置により自動的に計量、記録される。その他炉への投入費や、焼却灰の量なども自動記録している。また特徴として残材など可燃性の粗大ごみの裁断機が採用されたことである。松園氏の説明では分別集収のおかげでプラスチックの量が減少したこと、残灰の量が昔 25% 程度のものがすでに 17% 前後になり、搬出に余裕ができたとのことであった。喜ばしいことである。地元還元福祉施設としては、今のところ荒野の一軒家のような状態にまだない。

つぎに大井清掃工場に行き、主事の速水章一氏に丁寧な案内を受ける。図 12 は見学者説明用のパノラマで、まことによくできていて解りよい。各工場ともそうであるが、見学に対しては大分力を入れているようで、都の清掃事業への広報活動の熱意の程がうかがわれる。竣工は昨年 9 月、大井ふ頭埋立地に敷地 62,900 m²、建設費 53 億円、世田谷工場と同じくデ・ロール式、焼却能力

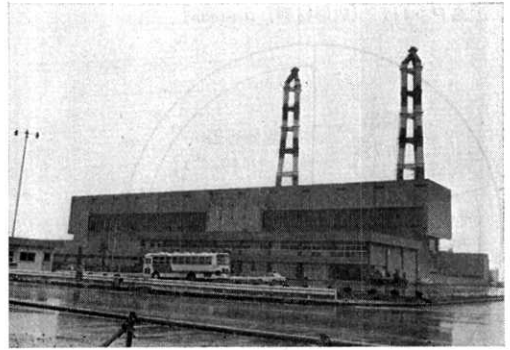


図 10

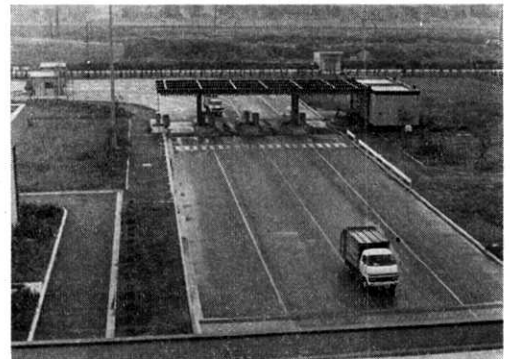


図 11

1,200 t/24 時間で江東工場について大きい、300 t 焼却炉 4 基、発電能力 2,500 kW である。図 13 は工場の全景であるが、櫓に囲まれた 4 本の集合煙突は江東工場より少し野暮くさい。高さは羽田空港が近いので 90 m に押えられた由。コンピュータの導入および粗大ごみの前処理施設については江東工場と同様である。速水氏の説明によると廃水中の重金属の除去には万全を期しているが、そのために人件費を除いた工場運転経費の 8 割程度が必要とのことである。プラスチックのトラブルに関しては、速水氏自身もオーバーホール時炉内に入って見られたとのことであるが、プラスチックが融解して火格子を詰めたり、炉壁をおかしたり、燃焼に際してカロリー過剰をおこすなどがある。ここで私見であるが、このプラスチックの害の大部分は、中小企業からままとま

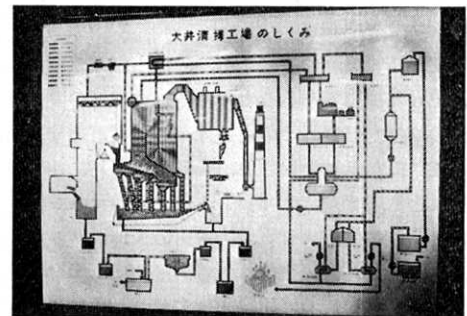


図 12



図 13

で大量に出されたもののように考えられる。巨大なごみピットを見ると時折クレーンのクラブバケットから 20 m ものリボンが垂れ下がっているのが見受けられるが、これは一般家庭からのものではないようで、一般家庭からのものならば、現在の規模の炉では厨芥などと一緒混じることになるのでさしたる害はないのではなかろうか。燃焼熱は発電および温水として利用されているが、まだ 35% 程度の利用で、最近のように石油危機の場合はもっと利用すべきかも知れない。ただ発電に関しては通産省や労働省の管轄で定期検査などがあって炉を止めるなど厄介とのことである。地元還元福祉施設としては、敬老会館と勤労青少年ホームに温水を送っているが、やがて建つ隣接の団地にも温水を送ることになるとのこと。現在まで燃焼ガスはコットレルとマルチサイクロンで処理されてきたが、HCl, SO₂ そして NO_x などの除去のためアルカリ水などで洗滌する試験が完成し実際に使用したい意向のようである。

つぎに多摩川工場を見学する。大田区下丸子の家並のなかに建つ。竣工昨年 11 月、敷地 23,837 m²、建設費 30 億円、江東工場と同じく田熊式であるが、焼却能力 600 t/24 時間と千歳なみ、300 t 炉が 2 基、図 14 が工場の写真であるが、集合煙突の 2 本しか使用していない。発電能力 2,000 kW、地元還元福祉施設として矢口区民センターの温水プール、浴場、暖房などに温水を供給してい

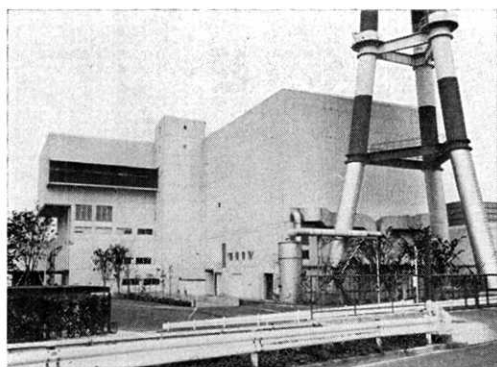


図 14



図 15

る。特にのべることもないが、マグネットによる金属回収装置は焼けただれた鉄器のみでスクラップとしての価値もなく運転を中止とのこと。また道路の関係か日 600 t のごみの搬入が順調でなく、操業全体としても不調とのこと、残念のことである。

最後に試運転中の板橋工場を業務係長谷原電太郎氏の案内で見学させていただく。竣工は本年 10 月予定、敷地 44,423 m²、建設費 44 億円、江東、多摩川に比して安いようである。後燃焼部分がロータリ式になった所が変っているフェルトン式で、燃却能力 1,200 t/24 時間、300 t 炉 4 基、図 15 で見るように櫓組 4 本集合煙突が立っている。この煙突の頂上に酸性の雫よけプレートと縦樋が着いているのが特徴とか。なお焼却炉操業時には臭気は炉中で熱分解により処理するが、操業中止時には活性炭による脱臭装置で処理するようになっており、谷原氏は清掃工場としてはすでに完成したのではないかとのこと。また北区など住宅地域では分別集収がよく行われ、ごみのカロリーが低下しているとのこと。町工場が多い地区ではやはりプラスチックの混入量が多く、カロリーが高いようである。

まとめ

以上プラスチックの統計と 4 清掃工場の見学記を述べたが、プラスチックの廃棄物処理に対する私見を述べよう。都市廃棄物には一般家庭から出るものと、企業から出るものがある。前者は自治体が処理し、後者は企業自体で処理することになっている。プラスチックを再利用するとか、焼却炉の被害を減らすには、プラステ

ックスの回収が先決問題である。最も困難と思われた一般ごみに関しては、東京都のように分別集収が成功していることは喜ぶべきである。ポリ塩化ビニルの波板やパイプなどの粗大ごみに関しては収集員の努力により比較的容易に回収されるであろう。また最も問題であった中小企業からのプラスチック廃棄物もかなり初めから品種別にまとまっていることでもあり、分離回収は企業の誠意により可能であろう。その経済性は別として、量的に分離回収ができれば、その後の処理として本誌の山辺教授と鈴木助教授らの研究にも見られるような方法や再成形など方法が可能となる。

ポリエチレンとポリプロピレンは全体の 35% を占めるが、比重 1.0 以下で水に浮かして他のプラスチックと分離もできようし、その純度もよく再利用に最も有利である。ポリスチレンは 13% 程度であるが、上記 2 者に準じよう。20% を占めるポリ塩化ビニールは、比重が 1.36 程度で重いが、再成形するか、塩酸か塩素の回収に向けられよう。なるべく焼却炉に行かぬよう努めたい。ユリア樹脂とフェノール樹脂は 14% を占めるが、いわゆるプラスチックとしては使用量が少なく熱硬化性でもあるので焼却炉で処理することになろう。

(1974 年 9 月 3 日受理)

東京大学生産技術研究所報告 刊行予告

第 24 卷・第 2 号

今 岡 稔・山 崎 敏 子 著

3 成分系ガラス化範囲 (4) a-族元素テルライト系 (和文)

a-族元素テルライト系の 3 成分系ガラス化範囲のデータ集で、当研究室で長年にわたって調べて来た。1 gr スケールの溶解実験の結果を整理したものである。ここに取扱われている元素は無色の金属イオンで、Cs, Rb, K, Na, Li, Ba, Sr, Ca, Mg, Be, La, Y, Sc, Al, Th, Hf, Zr, Ti, Ta, Nb, W の 21 種類を含み、それらの組合せのうちでガラス化範囲をもつものの全部、204 の 3 成分系が記載されている。なおこれらのガラス化範囲の統一的理解とガラス構造との関係については、すでに窯業協会誌に発表されておりこの中には含まれていない。

(1974 年 12 月末発刊予定)