高分子の廃棄処理と 再利用 廃プラスチック問題に対する 日本および欧米の対応

中根 和博

Kazuhiro Nakane, (社) プラスチック処理促進協会

1. 日本

1-1. プラスチックの生産量と排出量

弊協会では、プラスチック廃棄物の排出量を推定しており、結果は表1のとおりである。また、プラスチックの生産量は順調に伸びており1988年には1,100万トンに達している。

1-2. プラスチック廃棄物問題の発生

日本の高度成長期には、都市部の人口が増加し、ごみの収集区域（計画処理区域内人口）の増加とごみ質の高カロリー化が起り1965～1975年を比較すると、ごみの量で1.9倍、ごみの発熱量は1.2倍に増加している（表2参照、大阪市の例）。

当時のごみ焼却炉は旧式で、設計発熱量も低く、このごみの質・量の変化に対応が遅れた自治体関係者は、プラスチック廃棄物がごみ問題の原因であるとして、国にプラスチック廃棄物の処理処分体制の確立と、それまでの間ワンウェイ容器の使用量を増加させないことを要求した。

各自治体では、有害ガスを発生するもの、高温・高熱になるものを適正処理困難物として、生産の制限とか、生産者による回収・処分を求める動きがあった。

特に東京都は「ごみ戦争宣言」を行ったり（1971）、焼却炉の負担を軽減するため不燃物の分別収集（1973～）と、プラスチック廃棄物を焼却不適ごみとして分別ごみに入れるよう指導した。また、万博会場でのプラスチック容器の禁止（1964）などの動きがあった。

1-3. プラスチック処理促進協会の設立と活動

プラスチック廃棄物問題を解決するために、石油化学工業協会、塩化ビニル協会、日本プラスチック工業連盟は1971年プラスチック処理促進協会を設立し、プラスチック廃棄物の処理技術の研究、リサイクルの促進、各種調査、広報活動を行うことにした。

当時は、プラスチック廃棄物を分別してリサイクルや処分することが考えられており、弊協会でも一般廃棄物から分別収集したプラスチック廃棄物について破碎・洗浄・溶融固化方式で再生品製造技術の開発（船橋市、1972）、専焼炉による焼却実験（越谷市、1973）、熱分解実験（草津市等、1973）を行った。

この他、再生事業の育成、各種の調査を行うとともに、広報活動としてプラスピアの発行（年4回）、映画による広報活動（現在までに10本作成）等各種の広報活動を行ってきた。

1-4. 近代的な焼却施設の導入と焼却比率の向上

厚生省および自治体清掃関係者の努力によって近代的な焼却施設が導入されており、国の焼却施設に対する補助金も100億円（1970）から急増し1978年以降は年間約500億円に達している。最近の焼却炉は $3000 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$ 程度のごみを焼却できるようになっており、また焼却比率も72%（1986）に達している。エネルギーを回収する全国の発電機付き清掃工場は、89工場（1989、全体のごみ処理能力の約27%）に達している。

1-5. プラスチックのリサイクル

金属、ガラス、紙等のリサイクルは歴史もあり、溶融、溶解すれば、それぞれ金属、ガラス、紙の形になる。これに対してプラスチックの場合にはその種類だけで数十種類あり、物性、融点も異なり、お互いに相溶性のない場合が多い。したがってリサイクリ

中根和博 (社)プラスチック処理促進協会 (105 東京都虎ノ門4-1-13) 調査広報部・部長代理
1958年東工大理工学部応用化学科卒。1958年東邦レーヨン入社、1966年昭和電工入社。開発研でプラスチック加工技術研究に従事した後、名古屋支店、仙台・広島営業所等に勤務、1987年から現在の勤務先でプラスチック廃棄物の調査に従事。

表 1 プラスチックの生産量と排出量

数量：千トン／年

年	生産量	廃プラ対象量	排出量合計	一般廃棄物	産業系廃棄物
1965	1,601				
1970	5,127				
1874	6,693	4,847	2,532	1,478	1,054
1975	5,167	3,146	2,613	1,471	1,142
1979	8,210	6,065	2,853	1,545	1,308
1980	7,518	5,523	3,258	1,784	1,474
1985	9,232	6,994	4,188	2,317	1,871
1986	9,374	7,296	4,528	2,502	2,026
1987	10,032	7,916	4,656	2,604	2,052
1988	11,016				

注：1975、1980 年は石油危機の後で生産量は前年比減

表 2 日本のごみ処理の概況

年	処理区域内人口 (千人)	総人口比 (%)	総排出量 (t/日)	焼却比率 (%)	大阪市ごみ発熱量
1960	47,440	49.8	24,399	31.1	1,095
1965	64,231	65.4	44,522	37.9	1,163
1970	84,694	81.6	76,998	55.3	1,138
1975	111,554	99.3	87,167	57.8	1,404
1980	116,678	99.4	94,354	60.4	1,608
1985	120,774	99.6	102,199	70.6	1,847
1986	121,801	99.8	104,324	71.9	2,020
1987	122,025	99.9	108,497	72.6	2,211

注：大阪市の生ごみの低位発熱量/kcal・kg⁻¹

ング可能なプラスチックは限定されたものになる。表 3 に示したように、産業系で、ある程度数量的にまとまっている熱可塑性プラスチック廃棄物は樹脂の種類、グレード等に分類して 2 級品の原料（ペレット）として販売されている（単純再生）。

上記の用途に利用することが難しいが、汚れが比較的少ないもの（LDPE フィルム、電線被覆等）は棒や杭等の従来木材やコンクリートで製造された製品の分野の製品を製造している（複合再生）。

1-6. プラスチック廃棄物問題のまとめ

以上述べてきたように日本の都市ごみの中のプラスチック廃棄物問題は、一般廃棄物（家庭ごみ）の量と

質の変化に自治体の焼却施設の対応が遅れたことが原因であることはご理解頂けたことと思う。いろいろな場合について、プラスチック廃棄物の処分、リサイクリングについて整理すると表 3 のようになる。弊協会では質・量的に条件の整った産業系プラスチック廃棄物はペレット・棒・杭へのリサイクリング、一般廃棄物中のプラスチック廃棄物は混合焼却・エネルギー回収が望ましいと考えている。また種々の事情でプラスチック廃棄物を焼却不適物として分別回収している自治体では埋立、あるいは減容化後の埋立も止むを得ないと考えているが、埋立地の少ない現状を考えると早い機会に焼却できるような環境整備が望まれる。

表 3 プラスチック廃棄物のリサイクリングと処理

産業系	単純再生、2 級原料	不良品、成形屑等樹脂別、用途別に分類、ペレット化、年間約 50 万 t
	複合再生、棒、杭 塩ビフラフ	LDPE を主体に汚染の少ないもの、押し込み成形、年間数万 t 農業用塩ビフィルム、汚染の少ないもの、破碎、洗浄、乾燥年間約 2 万 t
	焼却、埋立	大部分のもの、他の廃棄物と併せて排出者、産廃業者、一部は自治体が処理
一般廃棄物／家庭系	混合焼却	最新の都市ごみ焼却炉では他の廃棄物と混合して焼却可能
	埋立（減容固化）	分別（不燃・不適）ごみは埋立処分が多い、一部では加熱、圧縮で減容化
	リサイクリング	容器、発泡 PS からペレット回収、型物製造、コスト、品質で市場性無し
	油化、ガス化	コスト高、回収品は複雑な混合物で市場性無し
	プラ廃棄物専焼	コスト高、技術的には混合焼却より難しい

2. アメリカ

2-1. アメリカのごみ処理

アメリカでは従来簡易埋立でごみ処理をしてきたが、地下水汚染による埋立地の閉鎖、適地の減少から遠隔地へ運ぶなど東部海岸地域を中心にごみ処理費用はトン当たり 5～10 ドルから 100～150 ドルに高騰したところもあり、地方自治体はその対応に迫られている。

現在のごみの焼却比率は約 13%、計画中の焼却炉を併せると 20% になる見込みである。しかし焼却処理は、埋立処理より費用がかかることと、焼却炉建設には住民のアレルギーがあり、建設は進んでいない。

2-2. プラスチック規制の動き

上記の埋立地の減少、焼却炉建設の遅れの他に、オゾン層を破壊するフロンを使用した発泡プラスチック製品、また野生動物に被害を与えている海洋の散乱プラスチックも規制の動きの原因である。

1988 年 3 月アメリカで初めてプラスチックを規制する条令がニューヨーク州サフォーク郡で成立した。これは食品販売店、ファストフード店で発泡 PS の容器や PE の買い物袋を紙に切り替えることを目標にしたもので、「生分解性」の包装資材を使用することを義務付けていた（業界団体との裁判で、1989 年 7 月施行の予定が 1990 年 6 月まで延期されている）。

1989 年 5 月アイオワ州では、州レベルとして初めて包括的なプラスチック規制の州法を成立させた。その内容は多岐にわたっているが、PS 包装資材のリサイクリング、デポジット対象容器・非分解性プラスチック袋の埋立禁止、リサイクリング可能・再使用可能品、有害ごみの焼却禁止である。

2-3. アメリカのごみ処理とリサイクリング

EPA（環境庁）では、ごみ問題の解決のため次のような方策を考えている。

- ①リサイクリング・省包装等で発生量を 25% 減量する
- ②ごみを焼却しエネルギー回収、約 10% から 20% へ
- ③焼却もリサイクリングもできないごみは埋立

現在ごみの中からリサイクルされている 10.2% のうち 8.6% は紙で、プラスチックは 0.1% に過ぎない。PET ボトルを中心に約 6 万トンリサイクリングされているが（1986 年）、これはデポジット制度で収集・選別の手間が省けることと、ウエルマン等の独自の技術により PET から比較的付加価値のある製品が製造できるためである。

やや感情的ともいえるリサイクリング重視の運動は

アメリカの各地で活発であり、樹脂メーカーは PET や HDPE のボトル、ハンバーガー・ショップの発泡 PS 容器のリサイクリングを企画せざるを得なくなっており、今後の推移を見守る必要がある。

2-4. 生分解性プラスチックとごみ問題

埋立地で生分解する有機物が分解して容積が少なくなることで、ごみ処理問題を解決しようと考えている人も多いと思うが、極めて緩慢な反応であり、しかもメタンの発生や地下水汚染を考えると本当に問題解決に役立つかどうかは疑問である。その上、スターチ/PE の生分解性フィルムはスターチだけが分解し PE は粉末状でそのまま残るといわれている。

3. ヨーロッパ

3-1. プラスチック廃棄物問題の背景と規制

ヨーロッパでは石炭・石油等の化石燃料を使用している設備の排ガス脱硫設備が十分でなく、森林が枯れたり、湖が酸性になって魚が死に絶えるなど酸性雨による被害が多くなっている。

またごみ焼却炉の排ガス処理設備の設置状況もヨーロッパ全体の平均で 10%（表 4）と少ないことから、化石燃料に比較してその影響は少ないものの、酸性雨の原因となるプラスチックの規制の動きが見られる。

3-2. プラスチックに対する規制

イタリアでは 1989 年 7 月以降買物袋の原料は動植物の繊維か分解性の PE にすること、非分解性の買物袋には 100 リラの課税をする法律が制定されている。

表 4 日本、アメリカ、ヨーロッパのごみ焼却炉
(1986年現在)

国名	人口 百万人	家庭ごみ量 万 t/年	焼却炉 数 基	焼却比 率 %	排ガス 処理 %
日 本	122	4,296	1899	72	
ア メ リ カ	232	13,690	157	10	
オーストリア	6	160	3	22	33
ベルギー	10	280	29	47	38
スイス	6	220	34	77	18
西ドイツ	60	1,900	47	34	66
デンマーク	5	180	46	81	0
フランス	54	1,700	284	41	0
イギリス	57	1,800	38	10	0
イタリア	57	1,400	80	18	4
オランダ	14	430	11	40	9
スウェーデン	8	250	23	56	22
ヨーロッパ計	277	8,320	595	31	10

注：日本のごみ焼却炉は 1977 年の大気汚染防止法の改正により、HCl を 430 ppm 以下にするためすべての施設は何らかの対応をしている。
アメリカも排ガス処理をしていると思うが、状況は不明。ヨーロッパはスイス、フランスで排ガス処理施設建設の計画がある。

公園に使用されている杭。ポリエチレンを主体にした廃プラスチックを利用、水に強く、腐らないので長く使える。

西ドイツでは清涼飲料に PET ボトルを採用する動きがあったが、政府がデポジット制度を法制化したため中止になった。

デンマーク、スイスでは PVC 包装資材の自主的に他の材料に切り替えることが求められている。

3-3. プラスチックのリサイクルング

家庭ごみおよび産業系のプラスチック廃棄物を収集して、材料別に選別せず混合したまま擬木の製造とか、ボトルを収集・粉砕・ハイドロサイクロンによる分別で PP/PE が混合したままのペレットを回収するとか、農業用フィルムから PE のペレットを回収する例などが報告されている。

4. まとめ

1965～1975 年の間に日本のごみの量と質が大きく変化し、焼却処理できないのはプラスチック廃棄物の増加が原因であると非難された。プラスチック業界はプラスチック処理促進協会を設立して広報活動等を行い、また厚生省、地方自治体の努力で性能の良いごみ焼却炉が設置され、現在ではごみ焼却比率が 72% と、一部を除いてごみ問題は解決に向っている。

産業系の一部の均質なプラスチック廃棄物を除いてリサイクルングは困難であり、大部分のプラスチック廃棄物は混合状態で焼却しエネルギーを回収することが望ましいと考えている。

一方、欧米では安価な埋立処分に頼ってきたとか、化石燃料に起因する酸性雨問題から短絡的にプラスチックの規制問題が出てきている。またリサイクルングの運動も盛んであるが、市場性に対する考えの少ないものもあり、今後の動きを見守りたい。

プラスチック処理促進協会では下記の映画（16 mm, VHS ビデオ）を無料貸し出ししております。お問い合わせは ☎ 03-437-2251, FAX 03-437-5270 調査広報部まで。

- 日本のごみ焼却技術〈21 世紀へ向かって〉—ごみの焼却と公害防止技術、アメニティ施設としての姿をわかりやすく紹介（文部省選定）（S. 60. 3）
- 情熱、技術、品質〈成長するプラスチック再生加工業〉—最近の加工技術、製品とその機能などを幅広く紹介（S. 63. 3）
- 豊かなかしこさを〈プラスチックエイジ〉—都市ごみ中のプラスチックの処理および産業系廃プラスチックの再生利用をコンパクトに紹介（H. 1. 3）
- Creating a Clean and Safe Living Environment〈The Incineration Technology of Japan〉—日本の廃プラスチックの処理、資源化、再生利用全体を紹介（英語版）（H. 1. 3）