

第 1 章 日本におけるごみ処理の変遷とプラスチック

黒田記美江 柴田理絵 谷脇梢

1.1 ごみ処理に関する法律の変遷と自治体の対応

20 世紀に入ってから石油を原料とする石油化学工業が急速に発展し、プラスチックの生産量・消費量が急激に増えてきたことにより、プラスチックごみはさまざまな問題を引き起こしている。

これは人類にとって負の遺産である。そして国や自治体にとっては頭の痛い問題であり、迅速かつ適切な対応が迫られている。ここではごみ処理における自治体の対応の変遷をたどってみたいが、まず、国のごみ処理に関する法律が根本であるので、参考までおおまかな変遷をみてみたい。

表 1-1 にあるように、これまでに国のレベルで数多くの法律が制定・施行され、それに応じて各自治体においてもさまざまな取り組みがなされ、市民生活にも大きな影響、変化をもたらしてきた。

ここでおさえておかなければならないことは、ごみの処理は自治体の仕事である、と誰しもそう思っているであろうが、実際に自治体のごみを扱うようになったのは、明治中期からのことである。ではなぜ、ごみ処理が行政の仕事になったのか。自治体のごみ問題の対応と合わせてその歴史的変遷をみていきたい。

1.1.1 ごみ問題のはじまりと政府・自治体のかかわり

わが国では、江戸前期から、人口が 3000 万人と爆発的に増えたことにより、ごみ問題が社会問題として取り上げられるようになった。とりわけ江戸は当初こそ、京都、大阪などの人口に及ばなかったものの、元禄期 70～80 万人、中期 100 万人と増え続け、当時世界の都市で人口が一番多く、しかも過密都市であったためごみの量が増大した。よってごみ問題が発生し、その対応に幕府はさまざまな禁令を出している。そして維新後も旧来の方法による対策が取られていたと予想されるが、「明治初期まで、ごみは塵芥（ごみ）屋やくず拾いなどによって分別され、資源として売られて、徹底した再利用がおこなわれていた」のである（みどりむし第 14 号 HP）。

政府がごみ処理にかかわるようになったのは、1877（明治 10）年、腸チフスやコレラが流行したことによる。これはごみ処理が不適切に行なわれていたことが要因であるが、このことによって 1879（明治 12）年に「市街地掃除規則及厠構造並屎尿汲取規則」が制定された。その後、1900（明治 33）年「汚物掃除法」が公布され、生活環境を保持するために清掃を行い、地方自治体でごみ処理の管理をするよう法的に義務付けられた。この法律において、政府は都市の衛生を維持するための対策として、ごみは極力焼却するという方針

表 1-1 日本における廃棄物関連法の変遷

年		法	内容
	1879 年 (明治 12 年)	「市街地掃除規則及廁構造並尿尿汲取規則」	明治 10 年に腸チフスやコレラが流行。疾病予防のために制定。
	1900 年 (明治 33 年)	「汚物掃除法」	工業化の進展と都市への人口集中による廃棄物の増大に対応し制定。汚物収集と処分が市町村の義務となる。市町村のごみ処理責任がはじまる。
	1930 年 (昭和 5 年)	「汚物掃除法」改正	ごみの焼却処理を義務化。
	1954 年 (昭和 29 年)	「清掃法」	汚物を衛生的に処理し公衆衛生の向上をはかることを目的として、「汚物掃除法」を整理。
	1970 年 (昭和 45 年)	「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）」	「清掃法」を全面改正。高度経済成長にともなう廃棄物の増大と多様化に対応。はじめて産業廃棄物の定義がなされ、事業者処理責任の原則確立。
	1976 年 (昭和 51 年)	「廃棄物処理法」一部改正	産業廃棄物の適正処理を確保するための規制の強化を中心に改正。前年に東京で起きた六価クロムの投機事件を契機とする。
	1991 年 (平成 3 年)	「廃棄物処理法」一部改正	廃棄物の適正処理促進のために、排出抑制・再生利用の観点を導入。廃棄物発生量の増大、その質の多様化と処理困難物の増大、不法投棄など不適正処理の問題に対応。
	1991 年 (平成 3 年)	「再生資源の利用の促進に関する法律（再生資源利用促進法）」	リサイクル促進のために製品を分類し、それぞれ事業者が行うべき法的措置について規定。
	1995 年 (平成 7 年)	「容器包装に係わる分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（容器包装リサイクル法）」の公布	容器包装廃棄物リサイクルの責任を事業者に負わせる法律の誕生。目的は資源の再利用、プラスチックの減量化、ゴミ処分場の延命化。
	1997 年 (平成 9 年)	「容器包装に係わる分別収集及び再商品化の促進等に関する法」一部施行	対象：缶（アルミ・スチール）びん（無色・茶色・その他）紙パック、ペットボトルの 7 品目
	2000 年 (平成 12 年)	1997 年、98 年に分割して施行されてきた「廃棄物処理法」が改正	上記 7 品目に加え、段ボール・その他のプラスチック容器包装・紙製容器包装を対象とする。
	2000 年 (平成 12 年)	「循環型社会形成推進基本法」が制定され、「完全容器包装リサイクル法」（改正）完全施行（2001 年施行）	容器包装の製造・利用者などに、分別収集された容器包装のリサイクルを義務づけ。

出典：プラスチックリサイクル研究会（2000），用語説明 HP 他より作成

を打ち出している。また、ごみの収集や処分は自治体の義務とされていたが、その方法は地域の実情によって異なり、作業方式（直営・民営・委託）の選択も自由で、共通の事業執行義務といえば「掃除の実地状況を監視する吏員を置くことだけ」であった（野中 HP）。これにより日本のごみ処理法制度が本格化したが、「この法律が意識されたのはおもに東京、大阪、京都などの大都市であり、全国に清掃事業を拡大するまでには至っていなかった」（野中卒論 HP）。

また、「汚物掃除法」第 4 条では、「ゴミヲ処分シタメニ生ズル収入ハ市ノ所得トス」、「汚物処理ノ手数料マタハ使用料ヲ義務者カラ徴収スルコトガデキル」としている。このことから、政府はごみ処理に対する補助金は出さずに、すべて自治体に任せていたのではないかと推測される。

1.1.2 戦前までの動きと対応

東京市では、1901（明治 34）年に伝染病対策のためにごみを屋外に積んで火を放つという「露天焼却」をはじめ、その方法は大正時代にも続いていた。そして、その残灰の中から金属類やガラス類が回収されていたのだが、その作業は悪臭、ばい煙、熱気やハエの発生などのため劣悪な条件のもとに行なわれていた。そのため周辺住民からは露天焼却場の撤廃を求める運動が起こっている。

他方、「汚物清掃法」が制定されごみを焼却するにしても、焼却炉の建設には経費がかかることや、焼却の際、焼却炉から出る悪臭気やばい煙を抑制する技術も発達していなかったことから、焼却法の普及は困難であった。

しかし、「国の殖産興業政策の中で自治体にある程度の財政的余裕が生まれてくると、国は汚物清掃法を改正する（昭和 5 年）。そして、ごみ処理に関する自治体のごみ焼却処理の義務責任をより一層強くした。こうして処理場や処分場が各自治体に普及するにつれて、ごみ処理が行政サービスとして定着していったようである」（みどりむし第 14 号 HP）。

1.1.3 戦中・戦後のごみ処理への対応

戦時中は徴兵による人手不足、自動車の燃料不足などでごみの収集事業は停滞し、これらを補うため行政は減量・再利用運動に積極的に取り組み、問題に対応してきた。やがて戦争末期になると物不足と食糧難は深刻になり、よってごみそのものもほとんど出なくなるという状況に至った。

敗戦直後は、主に空襲で焦土と化した灰燼や瓦礫の処理を行っていたが、その後「化学肥料が急速に普及し、これまで農村で肥料として還元されてきたし尿が使われなくなり、ひとびとはその処理に困るようになってしまった。また、産業・経済復興期であるこの時期は、都市の発展に伴ってごみ処理も大きな問題となってきた」（野中 HP）。このような背景のもと急激にごみが増加したため、処理場建設などの費用を地方財政だけではまかないきれなくなるという事態も起きている。

このことから政府は、戦前から引き継がれてきた「汚物掃除法」を廃止して、1954（昭和 29）年「清掃法」を制定、汚物を衛生的に処理・処分し、公衆衛生の向上を図ることを目的とするとともに、ごみ処理に対する国家補助制度を定めている。

東京都では 1947（昭和 22）年に厨芥と雑芥の分別収集が再開され、他方、焼却工場の復旧や新設がなされた。1951 年清掃本部を創設し、56 年には清掃局と改称して組織面の拡充を図ったことにより、清掃事業は、衛生行政の一部門から脱却し、独立の行政機関となったのである（寄本，2002）。

1.1.4 高度成長期における対応の変遷

1955（昭和 30）年ごろからの高度経済成長にともなう大量生産・大量消費によりごみ量が増加し、加えてその質も変化した。特に産業廃棄物の量は家庭ごみを上回るほどに増加し、清掃事業は困難性を強めた。そして、ごみ問題は衛生上の対策にとどまらず、環境破壊や公害という社会問題に発展していったのである。

政府はこうした公害対策の必要性から、上記の「清掃法」を全面改正し、1970（昭和 45）年に「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）」を制定・施行した。この法律により、特に事業活動にともなって生じた廃棄物について、事業者の自己処理責任を明確に規定した。さらに、廃棄物を市町村が処理主体となる一般廃棄物と、排出事業者の自己処理責任、並びに地方公共団体による補完により処理される産業廃棄物に区別されたのである。加えて、ごみの増大や質の変化など、実態に即した清掃事業が可能になるように配慮されている。

しかしながら、こうした清掃事業の整備、とくに処理施設の建設は、ごみ量の高度成長や質の変化に到底ついていけないものであった。ちなみに、ごみ戦争が起こった 1971 年（昭和 46）になっても、焼却処理率は収集量の 30% そこそこに過ぎなかった。このような状況の中、清掃工場の建設計画に建設予定地の住民反対が起こるなど、戦後の第一次東京ごみ戦争となったのである（寄本，2002）。これを期に、自治体も住民もごみ問題を通じて対応のあり方、ひいては都市の自治をめぐるさまざまな問題に直面せざるをえなくなった。

これまでみてきたように、多くの自治体では、戦前・戦後を通じて長年の間、高度成長期までは、一般家庭から排出された廃棄物（ごみ）は、主に直接埋め立てによって目の前から見えなくするという処理システムで対応してきた。しかし、直接埋め立てをすることで、未焼却の生ごみが埋め立て処分場に持ち込まれるために起こる悪臭、害鳥・害獣による農作物への被害や、水質汚染が問題となった。これを克服するための抜本的な解決方法としてごみの焼却処理が全国的に推進されたのである。

1.1.5 プラスチックごみ処理における対応

高度経済成長期に普及したプラスチックは、今日、私たちの日常に欠かせない存在となっているが、同時に、ごみとしてのプラスチックはその処理が大きな問題である。

「プラスチックごみが大きな問題になったのは 1972(昭和 47)年から翌 73 年にかけて、都内の一部清掃工場の排ガスから高濃度の塩化水素が検出され、また残灰や排水の中に基準以上の有害な重金属の残留が検出されたことにはじまる。この原因は焼却ごみの中に廃プラスチックが増えすぎたためである。これにともない、自治体のごみ処理施設が環境悪化の汚染源につながるという事態が表面化した。そこで都は急遽、プラスチックなどの不燃物・焼却不適物を家庭で分別させ、直接、埋め立て地へ運ぶという一時避難的な対策を立てた」(ごみ問題を考える会, 1991)。しかし、一部のプラスチックには有害なフタル酸エステルが可塑剤として使用され、カドミウムや鉛などの有害重金属類が安定剤や顔料に添加されている。地中に埋められたこれらの有害物質が状況により溶出してくる可能性や、それにとまなう土壌や地下水汚染の恐れが指摘されたのである。

さらに埋め立て処分場においては、風で飛散したプラスチックや、食品の残留物をあさる鳥害によって付近住民の迷惑になる。埋め立て後も微生物に分解されないのでも残り、土に還らない。そのうえ土中に空洞ができて不等沈下を起こし、跡地利用が制限される。しかも焼却してもその過程で高温発熱するために炉を傷めるなど、廃プラスチックは数々の問題を生み出してきた(ごみ問題を考える会, 1991)。便利なものではあるが、埋め立てても焼却しても問題になるという厄介な存在でもある。

国民の生活が向上し、生活様式の変化等にとまなないごみの排出量は増加の一途をたどり、ごみは焼却されたあと最終的には埋め立てるため、狭い日本の国土では最終処分場の不足が問題となり、場所の確保は困難性を極めている。さらに産業廃棄物の不法投棄が絶えないことから、処分場の絶対的な不足はごみ減量と再利用について改めて見直さなければならなくなった。このため、1991(平成 3)年「廃棄物処理法」が改正され、翌 92 年施行、そのうえ同年の 1991 年に、「再生資源利用促進法」が新たに施行され、リサイクル促進のために製品を分類し、各々の事業者が行うべき法的措置について規定された。続いて 1995(平成 7)年、資源の再利用、プラスチックの減量化、ごみ処分場の延命化を目的に「容器包装に係わる分別収集及び再商品化の促進等に関する法(容器包装リサイクル法)」が公布され、1997(平成 9)年に施行された。

この法律では、市町村が容器包装廃棄物の分別収集を行う際には、国が定めた基本方針にしたがい分別集収計画を作成しなければならないが、その内容に関しては各市町村の判断にまかされている。この法律の施行にあわせて分別収集に取り組んだ市町村は多く、その数は年々増加しており、多くの自治体でそれまで行われていなかったガラスびんと PET ボトルの分別収集・リサイクルが行なわれている。問題点も指摘されるが、2000(平成 12)年からはその他の容器包装プラスチックなどにも分別収集の対象が広がった。

現在、プラスチックは、全国市町村の約半数は可燃物として収集して焼却し、残りの半数は不燃物または焼却不適物として収集し埋め立て処分をしている。そして、今日的課題である埋め立て地の延命化、埋め立て基盤の安定をめざして、各種の減容化技術が開発されている(プラスチックリサイクル研究会, 2000)。

以上、自治体のごみ問題の対応の変遷を法律とともに追ってきたが、当初、伝染病予防のための事業の一環としてはじめられてきたことが、その後、社会の変化のもとにさまざまな対応と対策を繰り広げてきたことが理解できる。

社会構造が複雑化し高度化するにしたがってごみ問題は深刻さを増し、新しい法律の制定・施行による対策が施されつつも、さらに日々新たな問題が生じ、国や自治体は次々とその対応に迫られたのである。そのなかで地方自治体のごみ行政は「廃棄物処理法」によってその役割分担が定められている。しかもそれは自治体独自に行なわれるため、自治体の行政能力が問われるのであろうが、自治体の努力だけでは到底解決し得ない現実があることが見えてくる。

しかしながら、私たちは日常の生活においてごみを排出する際に、そのごみがどのような形で環境に影響を及ぼすか、ということにどれだけ関心をもちながらごみを扱っているだろうか。

今後のごみ問題は、国や自治体があらゆる技術と知恵を結集し、より一層積極的に取り組むことが要求されるであろうし、また、地域住民はもとより、生産者・事業者のごみに対する意識を高めていくことも重要な課題であると考ええる。どのような方法が望ましいのか。その解決に向けての第一歩として、ごみを出さない工夫と努力が必要であることはいうまでもない。

1.2 プラスチック —歴史と概略—

プラスチック (Plastic) という言葉は、ギリシャ語の *plastikos* (成長する、発達する、形づくる、塑造の) に由来し、「常温以上のある温度の範囲内で可塑性 (Plasticity) をもつ性質」という意味がある。可塑性とは、粘土のような、外力によって変形が与えられた場合、その与えられた形をある程度の強さで維持する性質をいう。この名称が使われはじめたのは、1920 年頃からのことである。プラスチックは、合成樹脂とも呼ばれ、石油や天然ガス、石炭からつくられる有機高分子化合物をさす¹。

ここでは、これまでのプラスチック技術開発の歴史をたどるとともに、いくつかの代表的なプラスチックの性質について言及する。

1.2.1 初期プラスチック史

近代化学技術は、まず無機化学の領域からはじまり、19 世紀後半には石炭から出発した有機化学領域にもおよび、その後、有機化学の技術体系化へと発展していく。この進歩が、

¹ JIS (日本工業規格) では、プラスチックは「高分子物質を主原料として人工的に有用な形状に形づけられた固体」と定義され、繊維、ゴム、塗料、接着剤などを形状や弾性で区分し、プラスチックから除外している。

今日のプラスチック産業の発展への道順にもなった。それまで主に用いられていた鉄鋼・軽金属などの金属材料は、丈夫で長持ちし、硬度がかなりある点では生活、産業に利用する上できわめて優れているものであった。しかし金属材料には加工性（加工しにくい）と値段（小さなものが高価）の面で問題があった。そこで、これを補うことのできる、より軽量の「天然材料の代用」となる材料の開発が望まれていた。20 世紀前半には石油関連の技術開発が進められ、燃料としての性質の改善とともに、高分子化合物の研究が進歩していった。その成果として、加工性・弾力性・経済性・耐火性・耐酸性・耐アルカリ性・絶縁性などの面を十分に満たす材料として生まれてきたのがプラスチックである。

石炭からコークスを製造する際、石炭ガスとコールタールが発生する。これを光源や各種染料、建設工事などに利用するわけであるが、この創始者はイギリスのマードックである。続いて、ドイツでは 1840 年代にリービッヒの弟子であるホーフマンが、コールタールからアニリン・トルエン・ベンゼンなどを分離することに成功した。その後、イギリスへ渡ったホーフマンのもとで学んだパーキンは、最初の合成アニリン染料モーブを発見した。こうして有機化学は、合成技術と密接な関係をもつことになり、アリザニン・アンスラセン・インディゴなどの化学物質を大量生産することに成功した。そして、この技術体系は石油を中心とするプラスチックの合成法へと、結びついていったのである(小山田,1987)。

1833 年にフランスの H.ブランコネがニトロセルロース製造の可能性を発見してから 36 年後の 1869 年、アメリカの J.W.ハイアットがニトロセルロースからセルロイドを作った。以後 30 年の間に、カゼインプラスチック²・ユリア樹脂等の発明があり、これらの合成樹脂は次々と商業的な生産が行われるようになった。ドイツでは、特にポリウレタン、ポリエチレンなどが大量生産されるようになり、アメリカでは 1927 年からプラスチック関連産業が生産を開始している。有機化学産業は、1858 年にアメリカのペンシルバニア州でパイプによる石油井の掘削に成功したことにはじまるが、これが以後の石油化学工業発展の発端となったといえる。

1920 年、ドイツのシュタウディングガーらの研究によって、それまで明らかにされていなかった、プラスチックの主成分である高分子（ポリマー）が発見された。高分子とは、長く連結した鎖状の分子である。そして、いろいろな合成分子物質に対する科学的・技術的研究が盛んに行われるようになり、このころに高分子を合成する方法の一般的原理も確立された。1938 年には、デュポン社のカロザースたちによりナイロンが発明され、1941 年には商業生産が開始された。その名称は、5 人の主な研究スタッフの夫人のイニシャルから「NYLON」と命名されたものである。

1.2.3 日本のプラスチック史

日本では、1908（明治 41）年、日本セルロイド人造絹糸会社と堺セルロイド会社が設立

² ドイツ人のシュピッターとクルシェによって開発された。

され、セルロイドの生産をはじめた。フェノール樹脂については、発明者レオ・ベークランドの親友であった高峰譲吉博士を通じて特許専用権を得た三共会社が 1914（大正 3）年に生産をはじめている。以後、1917 年に酢酸セルローズ（不燃セルロイド）、1920 年にはユリア樹脂の商業生産がスタートした。

1927（昭和 2）年、アメリカを中心とした諸外国で本格的プラスチック生産がはじまっている頃、日本でも、大日本セルロイド旭硝子会社（現三菱レイヨン）・藤倉工業会社（現藤倉化成）が生産に着手したが、商業ベースに乗る規模での生産を実現するまでには至らなかった。その後、第二次世界大戦中には、国の要請によって生産量をやや増やしたものの、資源不足もあって生産ラインといえるまでには達せず、日本においてプラスチックが本格的に生産されるのは戦後になる。

1948（昭和 23）年には塩化ビニル樹脂の生産がはじまり、1950 年に外資導入法が制定されると、プラスチック工業界はいち早くアメリカのグッドリッチ・ケミカル社の技術を導入し、最新技術による塩化ビニル樹脂の生産を開始した。その後、相次いで外国の最新技術が導入され、ポリエチレン・ポリプロピレンなどの生産にも着手、年々品質改良が進むとともに生産量も増して、1967 年には西ドイツを抜いて、アメリカに次ぐ世界第 2 位のプラスチック生産国となった。その後もプラスチック生産技術は向上し続けており、現在では、材料としての欠点を補うため、ガラス繊維や化繊を補強材とした耐薬品性、電気絶縁性、機械的強さを向上させた製品も生まれている。また、石油化学工業、カーバイド工業、タール工業などで得られる炭化水素を主原料とし、重合・縮合させてプラスチック材料を作る技術も発達してきた。

なお、プラスチック工業が独立した工業として扱われるようになったのは、アメリカやドイツでは 1938 年頃からであるが、日本では 1946 年以降のことである。

1.2.4 プラスチックの共通する特性

プラスチックには共通する特性があって、その主なものをあげれば、次のようになる。

可塑性が大きく、成形性・可紡性（積層性）などの加工性に富んでいる。

一般に展延性が大きく、容易に被膜を形成させることができる。

実用上使用可能な範囲の引っ張り強さ、衝撃強さ、圧縮強さを示しかつ伸長率が多い。大気中では安定で、酸化・分解・気化・昇華などの現象を起こすことが少ない。

耐火・耐化学薬品性が大きく、耐酸・耐アルカリ・耐塩類の材料として用途が広い。

電気絶縁性に優れ、高周波絶縁性においては他の材料に求めることのできない優秀な性能を示すものがある。

組成を比較的容易に変えることができるので、組成を変えてその性能をある程度目的に沿ったものとすることができる。

以上のようなプラスチックの示す特性は、高分子のもつ次のような構造から生まれたものである。

プラスチックは、一般に比較的分子量の小さい単純な分子を結合させて、数千ないし数万の分子量をもつようにしたものである。これには縮合もしくは重合という化学反応を利用する。縮合反応とは、一般に一種もしくは数種の低分子物質が、水・炭酸ガス・アンモニアなど比較的単純な組成をもつ分子を放出しながら互いに結合して高分子化する反応である。重合反応とはこのような分子の放出が行われることなく、直接低分子物質が結合して高分子化する反応である。これらの反応を促進するためには、触媒、高圧、高温などの手助けが必要であるが、中でも触媒の選択が重要である。縮合反応によって得られるプラスチックは、主として熱硬化性プラスチックで、最終製品の分子は網状に結合しているので、再加熱しても軟化することはない。重合反応によって得られるものは、主として熱可塑性プラスチックで、最終製品の分子は線状に長く結合しており、加熱すると再び軟化してほとんど加工以前の性質にもどる。熱可塑性プラスチックは加工性が良好で、再生できる利点もあるが、温度に敏感で軟化しやすいので、この点では熱硬化性プラスチックのほうが優れている。

プラスチックといわれるものの中には、コットンリントーや木材パルプのような天然に存在するセルロースに化学変化を与えて作られるものもあるが、これらは半合成樹脂として区別される。これに対し、純然たる化学物質の合成反応によって作られるものを純合成樹脂という場合もある。実用化されているプラスチックの主なものを表 1-2 にあげる。

表 1-2 実用化されている代表的なプラスチック		
半合成樹脂	熱可塑性	ニトロセルロース（セルロイド）・アセチルセルロース・メチルセルロース・アセトブチルセルロース
純合成樹脂	熱硬化性	フェノール樹脂・メラミン樹脂・エポキシ樹脂・ポリウレタン樹脂
	熱可塑性	ポリエチレン・ポリプロピレン・ポリスチレン・塩化ビニル樹脂・酢酸ビニル樹脂

1.2.5 種類別特性

同じ素材である合成高分子の名称で呼ばれるプラスチック製品でも、製法、配合添加剤と薬剤の種類、添加量などの組み合わせにより、多種類の製品がある。プラスチック製品は用途や機能に応じて、それに合った素材の特徴を活かして、多方面で使われている。ここでは、代表的な 5 種類のプラスチックについて簡単に見ておこう。

ポリエチレン（PE）

プラスチックの中で最も生産量が多い。乳白色で、軽く柔らかい。油や薬品に強く成形加工性にも優れている。ポリエチレンは、低密度ポリエチレン・エチレン酢酸ビニルコポリマー・高密度ポリエチレンなどの種類がある。

*低密度ポリエチレン（LDPE）

エチレンに高圧を加えて製造する密度の低いポリエチレン。低温でヒートシールができ

る、透明なフィルムができる、加工性が良い、などの特徴を持つため、牛乳パックのコーティングや生鮮食品用ラップフィルムなどに使用される。唯一、添加剤を使用せず成形できるプラスチックといわれている。牛乳パックに使用されるプラスチックは、乳等省令（乳及び乳製品の成分規格等に関する省令）で添加剤を使用してはならないことが定められているため、牛乳パックの内側コーティングには無添加ポリエチレンが使われている。

*エチレン酢酸ビニルコポリマー（EVA）

エチレンと酢酸ビニルの共重合体（コポリマー）で、酢酸ビニルの含有率によって、異なった性質を持つ。コーティング・農業用フィルム・建築用シート・自動車泥よけ・靴底などに使用されている。酢酸ビニルに毒性があるため、酢酸ビニルが一定以上使用されているものは、油分の多い食品の容器包装材には直接使用できないこともある。

*高密度ポリエチレン（HDPE）

中圧～低圧をかけて製造する硬くて白っぽいポリエチレン。スーパーの買い物袋・ポリ袋・お菓子の包装・バケツ・ゴミ容器・ビールなどのコンテナ・水道管・灯油のポリタンク・シャンプーや洗剤の容器などに使われている。

ポリプロピレン（PP）

プロピレンガスを原料とする。ポリエチレンに比べ、耐熱温度が 100～140 度と高く、他のプラスチックとのブレンドで剛性・耐衝撃性・気体透過性を改良して幅広い用途で利用される。また、不織布としてティーバッグや、アルミニウムを蒸着させてゼリー等の水物包装容器などに展開するなど、新しい分野への技術開発も進められている。主な用途は以下のとおりである。

射出成形...テレビ、ビデオ等の家庭用電気製品、バンパー等の自動車用部品、ビールのコンテナ、食品容器、弁当箱など。

フィルム...ラーメンやレトルト食品の包装等。

ブロー製品...食用油、ケチャップのボトルなど。

ポリ塩化ビニル（PVC）

略して「塩化ビニル」、「塩ビ」と呼ばれている。エチレンに塩素を反応させて製造した塩化ビニルモノマーを重合して塩ビ樹脂をつくる。もともと、水道管のように硬いプラスチック（硬質塩ビ）だが、フタル酸エステル類などの可塑剤を大量に加えることにより、おもちゃのソフト人形のように軟らかい（軟質塩ビ）製品も製造できる。硬質塩ビは水道管・雨どい・窓枠・波板などの建材として、軟質塩ビは電線被覆・壁紙・床タイル・ホースなどの住宅用品や食品包装用ラップ・テーブルクロス・おもちゃ・消しゴム・合成皮革・ビニールハウスなど幅広い用途で用いられる。

ポリスチレン（PS）

スチロール樹脂（ドイツ語）とも呼ばれており、スチレンモノマーを重合して製造する。ポリスチレンを数十倍発泡させたものが、軽くて断熱性と緩衝性に富んだ発泡ポリスチレンである。ポリスチレンは包装フィルム・トレー・コップ・調味料入れなどの家庭用品等

表 1-3 プラスチックの生産量と排出量（単位：万 t）

	樹脂生産量	国内樹脂消費量	廃プラ 総排出量	一般廃棄物	産業廃棄物
1975年	517	315	261	147	114
1980年	752	552	325	178	147
1985年	923	699	419	232	187
1986年	937	730	453	250	203
1987年	1003	792	465	260	205
1988年	1102	861	488	276	212
1989年	1191	957	506	291	215
1990年	1263	999	557	313	244
1991年	1280	1007	622	345	277
1992年	1258	928	692	391	301
1993年	1225	902	756	419	337
1994年	1304	966	846	423	423
1995年	1403	979	884	443	441
1996年	1466	1081	909	455	454
1997年	1521	1136	949	478	471
1998年	1391	1020	984	499	485
1999年	1457	1081	976	486	490
2000年	1474	1098	997	508	489
2001年	1388	1096	1016	528	489
2002年	1385	1057	990	508	482

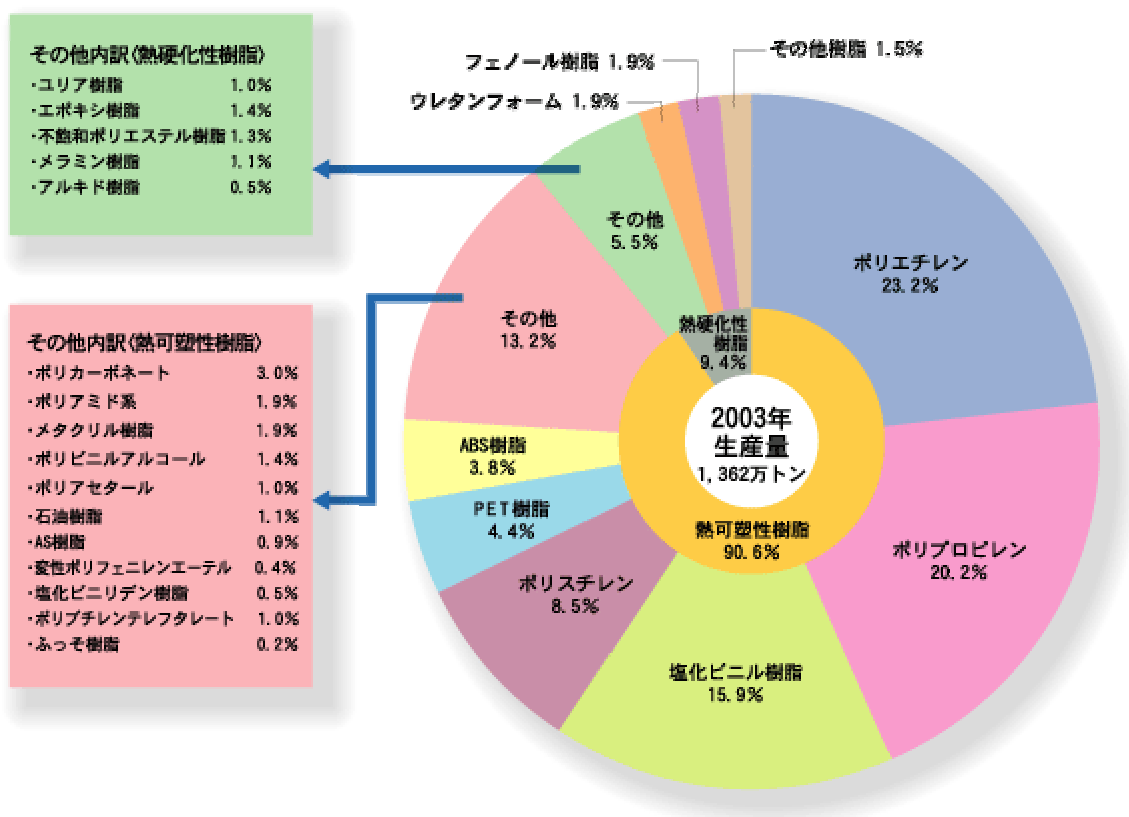
出典：社団法人プラスチック処理促進協会 HP

に、発泡ポリスチレンは魚箱・食品トレー・カップ麺容器・電気機器の緩衝梱包材・建築用の断熱材・畳床などに使用されている。また、スチレンモノマーにゴムを混ぜて重合すると耐衝撃性に優れた半透明の HIPS（ハイインパクト・ポリスチレン）になる。乳酸菌飲料容器のほとんどがこの HIPS で、ほかにゲーム機本体・トレー・使い捨てコップ・VTR のカセットなどにも使用されている。ポリスチレンは熱に弱く、ベンジン・シンナーに溶けるなどの性質がある。

ポリエチレンテフタレート（PET）

ポリエステルの一種の PET 樹脂からできている。PET はもともと繊維やフィルム用材料に使用されていたが、ブロー成形すると透明性・光沢性・剛性のあるボトルができることがわかり、樹脂価格の低下とともに近年、PET ボトルとして清涼飲料容器への使用が急増している。ポリエチレンテフタレートは、成形加工条件によって耐熱性が大幅に違うので、

図 1-1 プラスチックの樹脂別生産比率（2003 年）



出典：日本プラスチック工業連盟 HP

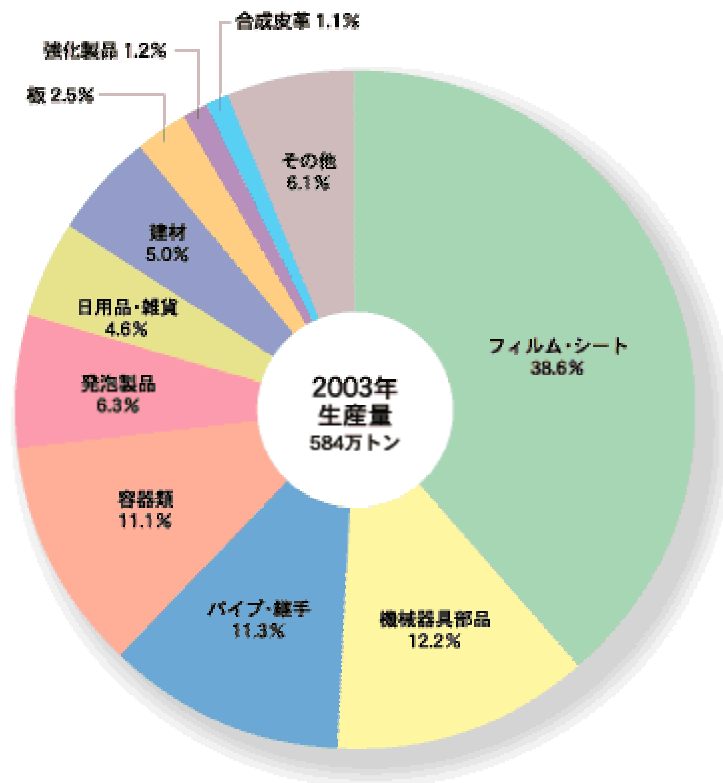
加熱した食品に使用する場合は特に注意が必要である。

1.2.6 日本におけるプラスチックの生産量と排出量

日本のプラスチック生産は、戦時中は軍需物資としてその多くが使用されたが、戦後は民需へ広がり、とくに昭和 30 年代には各地で石油コンビナートが稼動し、石油科学の国産化が急速に押し進められた。1965 年には初めて石油化学製品の輸出額が輸入額を上回るようになった。表 1-3 にあるように、1975 年に約 500 万 t だったのが 87 年に 1000 万 t を超え、97 年には約 1500 万 t と約 3 倍に増えている。しかし、97 年の 1521 万 t をピークに、98 年には前年比 8.7% 減と主要国中で唯一の大きなマイナスとなっている。日本を除いた世界の生産量の伸びが 4% である中、日本だけが後退している。

排出量も生産量の伸びにつれ年々増え、1975 年に約 260 万 t だったのが 97 年には約 950 万 t へ増えている。排出量を一般廃棄物と産業廃棄物とでわけてみると、それぞれへほぼ半量ずつ排出されている。日本の廃棄物排出量は、1975 年から 1990 年の 15 年間でみると、1.6 倍と増加していたが、それ以降は横ばい状態にある。ここ数年の廃棄物排出量は約 4.5 億 t で、そのうち産業廃棄物が約 4 億 t、残りの約 5000 t が一般廃棄物である。つまり、

図 1-2 用途別プラスチック生産比率

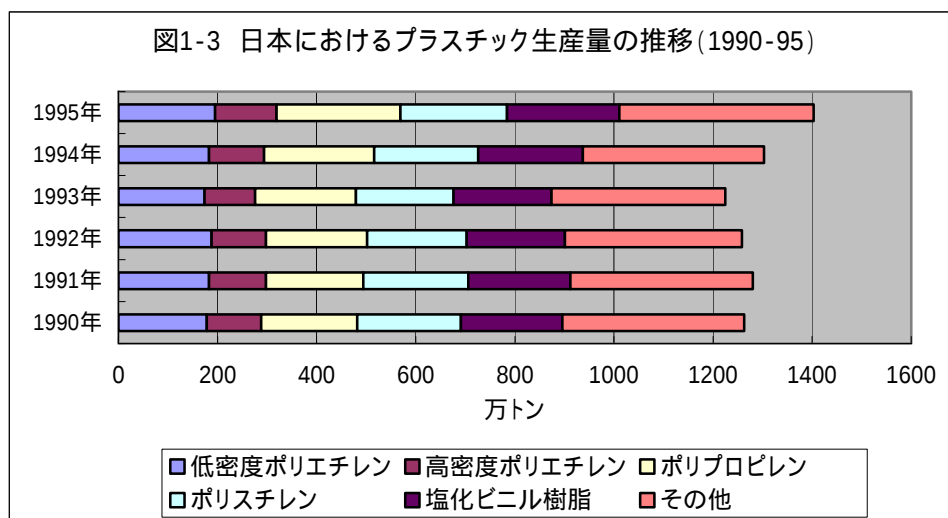


出典：日本プラスチック工業連盟 HP

プラスチック系ごみは、比率的には一般廃棄物へより多く出ており、乾燥したごみの重さ（乾重量）の約 15%を占める。廃プラスチック類はかさばるので、容積比ではそれ以上になるだろう。

種類別に見ると、ポリエチレン・ポリプロピレン・塩化ビニル・ポリスチレンの上位 4 品種は、順位の違いはあるが 85 年からトップ 4 は同じである。1975 年から 1997 年にかけて、ポリエチレンは 1.5 倍に、ポリプロピレンは 1.9 倍、塩化ビニルは 1.4 倍、ポリスチレンは約 2 倍にそれぞれ伸びている。2003 年の生産量をみるとポリエチレンとポリプロピレンが多く、この 2 つで 40%以上を占めている（図 1-1 参照）。これは、表 1-5 にあるように³、プラスチックの用途のうち約 40%が袋やラップフィルムなどの包装材や建築土木用などのシートで、その材料としてポリエチレンとポリプロピレンが適しているためであると考えられる。

³ 樹脂生産量 1362 万トンと用途別生産量 584 万トンとの間に大きな開きがあるのは、用途別生産量の集計の際、次の条件がついているためである。直接成形加工された一次製品が対象となっている、従業員 40 人以上の事業所の製品が対象となっている、二次加工品、塗料、接着材、電線およびケーブル、合成繊維、ウレタンフォーム等を除外している。



1.3 プラスチック処理の現状とドイツと日本の比較

日本においてプラスチックが大量に使われはじめたのは高度経済成長期以降である。この時代は商工業が急速に成長し、人口は都市部へ集中、スーパーなどの大型小売店舗が急速に発展し、人々の生活様式も大きく変化した。この時代の流れの中で、人々の日常生活の中でも、プラスチック容器包装が普及するなど、消費量とともに廃棄量の増大につながった。その結果、プラスチック焼却時における有害ガスの発生や、焼却炉の損傷などが問題になり、第1節で触れたように、廃棄物処理法などの関連法が制定され、廃棄物処理に責任を持つ地方自治体は、主に焼却炉の性能向上を中心とする廃棄物処理技術の確立を目指す一方、一部の自治体ではプラスチックを含めたりサイクルに取り組むようにもなった。また世界的にもリサイクルの動きが大きくなり、特にドイツなどの欧州諸国の動きが注目されるようになった。日本においても容器包装リサイクル法が制定され、一部のプラスチック廃棄物のリサイクルが義務付けられるようになっている。

本節では、廃棄物としてのプラスチックがもたらす問題点を指摘し、日本におけるプラスチック処理の現状をみるとともに、ドイツにおける取り組みから、望ましい取り組みのあり方を考える。

1.3.1 廃プラスチック処理の問題点

プラスチック使用量の増加は、使い捨て用途（特に容器包装）への使用量の増大が大きく影響している。ライフスタイルの変化により昨今特に少量多品種のものが好まれるようになってきているが、軽くて安く、安全なプラスチックは、容器包装をはじめとして、さまざまな製品の素材として、今後ますます用途が拡大される可能性がある。

かつてはガラスや金属など、他の素材が使用されていた分野にプラスチックが入り込みつつある。典型的な例としては、飲料用の容器包装にPET樹脂が多用されるようになった

ことがあげられるし、その他にも、他の素材を使用していた分野にプラスチックが侵食していった例は枚挙に暇がない。また、菓子やレトルト食品の包装材はプラスチックとアルミシートをラミネートしたものが使用されることが多いが、そのような複合材にすることにより、食品などの保存期間を延長したり、容器を軽量化したりすることが可能になった。こうした技術の開発は、消費者の利便性を高めたり、運搬の効率を向上させるなど、さまざまなメリットをわれわれの生活に与えてくれる反面、廃プラスチックの増加にも結びついている。

プラスチック廃棄物の増加は、廃棄物を処理する側にしてみると処理コストの上昇を招く。確かに、製品としての利便性の向上や、軽量化による運搬コストの縮減など経済的な効果は高いが、製造から廃棄までトータルのコストや環境負荷などの観点から判断すると、単純にプラスチック使用のメリットばかりを強調することは片手落ちである。また、軽くて丈夫なプラスチックは運搬効率の低下、処理効率の低下をまねくし、複合材化や添加剤の使用は処理方法の選択を困難にし、雑多な種類のプラスチックはリサイクル（特にマテリアルリサイクル）を困難にする⁴、などの問題点も指摘されるところである。特に、材質の複合化や添加剤の問題、プラスチックの種類の多さは、リサイクル処理できる廃プラスチック量を限定する。殊に、家庭系の廃プラスチックは年間約 500 万 t 排出されるといわれるが、そのうち容器包装関連が約 300 万 t となっており、リサイクルされるものは、サーマルリサイクルを除くと 12 万 t 程度である。

容器包装リサイクル法では、マテリアルリサイクル、特にプラスチック to プラスチックを推奨しているが、雑多な廃プラスチックを対象にする場合、この処理方法が、一番効率が悪い。その他に高炉への還元剤などが推奨されているが、国策として今後ともプラスチックの多用を押し進めるのなら、熱回収を前提として、焼却しても安全なプラスチックの開発をする必要があるかもしれない。同時に焼却しても安全な紙（紙の開発も必要）と混合して燃焼させ、高効率な発電及び蒸気・温水の供給を行うということも検討されえるだろう。

1.3.2 日本におけるごみ処理方法の変遷

処理方法は主に、単純焼却処分・埋め立て処分・再生⁵の 3 つである。ここでは、日本における単純焼却と直接埋め立ての推移を簡単に見ておこう。

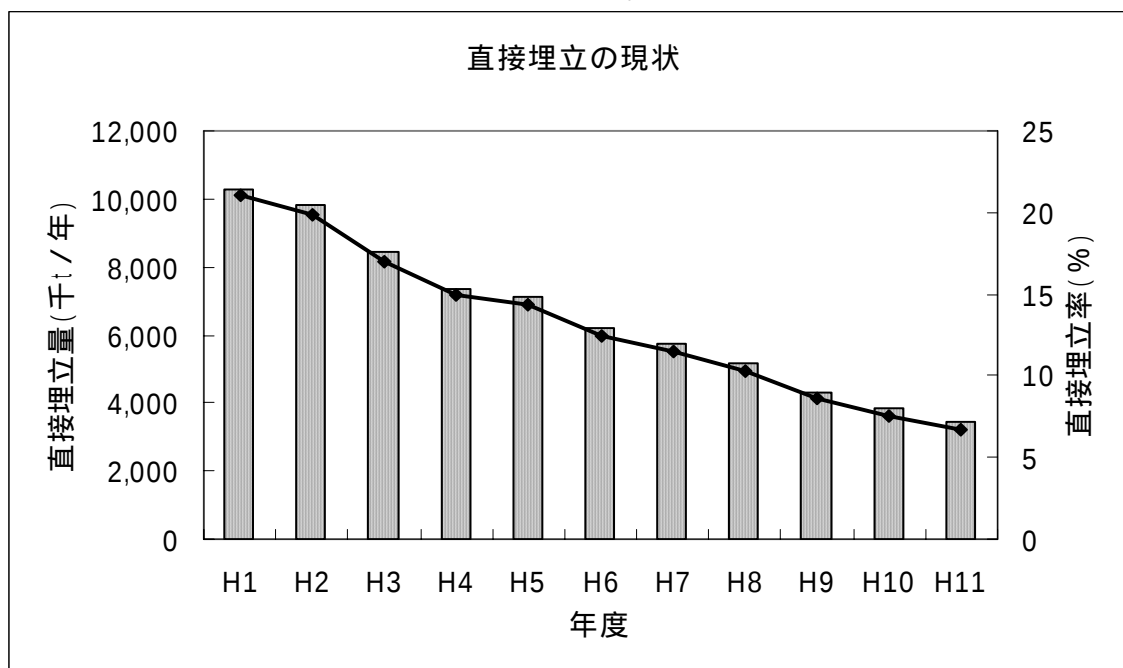
⁴ これは特に塩化ビニルの混入による。塩化ビニルに含まれる塩素がさまざまな問題を引き起こすが、それを取り除くための脱塩設備の処理能力で全体のリサイクル能力が決まってしまうためである。

⁵ プラスチックについていえば、廃プラスチックを直接材料として再生するマテリアルリサイクルや、化学的処理を加えて再度プラスチックとして再利用するケミカルリサイクルの方法もあるが、石油成分を原料としているため高い発熱量を持っているので、燃焼時の熱を回収するサーマルリサイクルが多用される傾向がある。サーマルリサイクルでは、直接の燃焼エネルギーを使う場合と固形燃料または油化した後燃料として利用する方法がある。

*埋め立て処分

埋め立て処分とは、自治体によって収集されたゴミや住民によって直接搬入されたゴミに中間処理を加えずに、そのまま処分する方法である。下の図は直接埋め立ての量および割合の推移を表したものである。直接埋め立ての量は棒グラフで示してあり、直接埋め立て率は折れ線グラフで示されている。ともにこのグラフから年々減少・低下していることがわかる。これは資源の有効利用という考え方や、最終処分場の問題の表面化により、中間処理やりサイクルが行われるようになってきたためであると考えられる。なお、直接埋め立て率は1975年度で46.3%、1980で37.1%、1985年度で26.2%と、急激に低下しており、近年は10%を割っている。

直接埋め立ての推移における傾向は、プラスチックに関しても同様にみられると思われる。プラスチックごみは、かつては多くの自治体で不燃ごみとして収集され、処理困難物として直接埋め立てされていた。しかし、容積がかさばり最終処分場の延命の観点から、旧厚生省はなるべくプラスチックごみは焼却処分するよう通達をしており、プラスチックを可燃ごみとしている自治体は増加していると考えられる。また最近では、容器包装リサイクル法の影響で分別に取り組む自治体が増加傾向にある。このことも、廃プラスチックの直接埋め立ての減少に寄与するものと思われる。



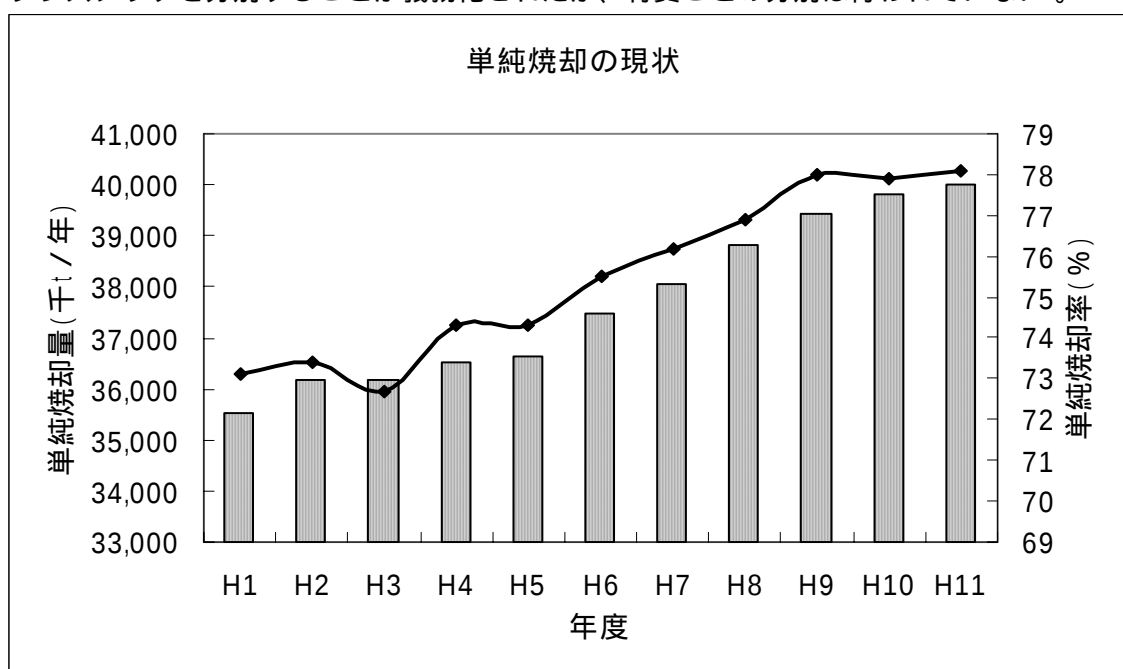
*単純焼却処分

焼却処分とは、自治体によって収集されたゴミや住民から直接搬入されたゴミに、中間処理として焼却を行い、その灰を埋め立てる方法である。直接埋め立てとの大きな違いは、焼却を行うことにより、ゴミが減容化・減量化される点である。下の図は焼却の現状を示したものであり、焼却量は棒グラフで、焼却率は折れ線で示されているが、このグラフが

らとも年々増加していることが分かる。ここでの変化の主な原因は、直接埋め立てしていたゴミが単純焼却へ移行したものと考えられる。

焼却がゴミの処理技術として用いられるようになったのには主に 2 つの理由がある。1 つは「減溶化・減量化の必要性」であり、もう 1 つは「公衆衛生確保の必要性」である。なお、ゴミの焼却率は 1975 年度で 52.2%、1980 年度で 60.4%、1985 年度で 70.6%であり、急激に上昇したことが分かる。

プラスチックごみの処理にも焼却は多用されているが、最近ではペットボトルや白色トレのように分別が容易なものは回収・リサイクルされることが少しずつではあるが増えている。容器包装リサイクル法によって、材質に関わらず容器包装に使用されているプラスチックを分別することが義務化されたが、材質ごとの分別は行われていない⁶。



1.3.3 ドイツにおける取り組みからみる日本の問題点

ドイツでは、1991 年 6 月に包装廃棄物回避政令が導入され、1993 年 1 月からすべての容器包装材を引き取る業務が事業者に課せられるようになった。家庭あるいは中小企業から出る容器包装材をゴミとはみなさず、これを別途分別回収しなければならないことになり、包装材は廃棄物ではなく、再利用すべき資源として位置づけられたのである。この政令は、ドイツでは包装材を製造するメーカー・運搬する流通業者(通信販売業者を含む)・小売店・輸入業者さらに公共施設が対象とされている。「包装材は環境汚染をせず、再利用ができる素材を使用した製品であること」を求めている。また、「販売者は、最終消費者が使用した販売用包装を、販売所またはそのすぐ近くで、無料で引き取る義務を負う」とい

⁶ 一部の製品ではどのようなプラスチックが使われているかを表示するようになったが、一般市民がプラスチックを完璧に分別することは困難である。

うように、事業者に引き取りを義務化しているところに違いがある。しかし日本の容器包装リサイクル法では、「製造者ならびに販売者は、輸送包装材の引き取り義務を有す」としているだけで材質に対する制限や引き取り場所、有償か無償かなどの規定は明記されていない。

ドイツのプラスチック生産量は世界第 3 位である。このうち包装材として使われているのは約 13.8%の 152 万トン（日本は生産量 1300 万トンの 28.2%、366 万トンが包装材）そのうちでも短期間にごみとして出される分は 137 万トンである。そのうち 11 万トンは産業用として別に回収されリサイクルされている。ドイツ環境省の基本的考えは、廃棄物になるような容器包装材の回避が優先であり、次にマテリアルリサイクル・ケミカルリサイクル、それでも駄目ならサーマルリサイクルといった考えである。プラスチックの主な再生化項目処理策としては、防音壁・ベンチ・プランター・ゴミ入れをつくる（マテリアルリサイクル）油化してエネルギーにする（ケミカルリサイクル：コスト高の問題あり）一部を焼却工場へ（サーマルリサイクル）などの具体的な例が示されている。

収集方法については、ドイツではデュアルシステムという独自の仕組みを作り出した。「デュアル」とは二元、つまり従来の自治体による回収と企業による包装材回収が平行して行われることを意味している。包装材回収を一手に引き受けている DSD 社は、約 600 の関連会社が出資してつくった非営利会社である。DSD 社は自治体と契約して包装廃棄物の回収ボックスを設置している。DSD 社ができたことによって包装廃棄物はかなりの減少をみせたという。反面、DSD 社ができたことによって廃棄物の回避が第一目標ではなくなったという指摘もあり、デュアルシステムの効果は一時的であるという見方もある⁷。

日本の容器包装リサイクル法はデュアルシステムを参考につくられたといわれている。しかし、その内容は大きく異なっているのが実情である。ドイツでは、収集から処理まで全面的に企業に責任があり、環境負担を減らすためには、廃棄物になる容器包装材の回避が優先であると明確に位置づけているが、日本では、収集を自治体が、処理は企業が分担している。これは費用の面でもそうであり、PET ボトルやプラスチック製容器包装の分別収集をはじめることによって多くの自治体で費用の大幅な増大が生じており、財政を圧迫する要因にもなっている。

市民の日常生活の範囲においても、ドイツと日本はかなりの違いがある。例えばドイツのフライブルク市では、「リサイクルより前に包装材の回避」を基本として、多くの市民への広報活動を行っている。具体的なキャンペーンとしては、ごみ処理カレンダーの作成・絵入りのごみ処理法パンフレットの作成・学校や幼稚園向けに環境教育プログラムの作成と指導の実施・民間環境グループの活動の支援・コンポストの奨励・公的行事での使い捨

⁷ 一部の環境保護団体は、「メーカーはグリーネ・プункトをつけたものをつくるのが、また消費者はそれを買うことが免罪符となる」と指摘している。また、リサイクルが前面に出たことによって使い捨て商品が増えるなどの問題点も指摘されている。

て容器の使用禁止などを積極的に行っている。その他の都市においても、それぞれのおかれた事情に合わせて独自の取り組みが盛んに行われている。日本においても個別の自治体における努力はなされているものの、その効果はきわめて限定的であるといわざるを得ないだろう。

ドイツのスーパーマーケットの店頭には、包装廃棄物規制令の定めにしたがって不用な包装材の回収箱の設置が義務付けられている。これは消費者が、商品を買ってから店頭で包装材を除いて中身だけを家の持ち帰るようにするための対応である。その他、バラ売り用の軽量器を設置しているところもある。そもそもドイツでは出来合いのおかずを買うことが少ないので、トレー入りの食品はめったになく、デポジットサービスが広く定着している。他方日本では、一部のビンにデポジットサービスはあるものの、便利さや輸送・回収のコストの高さから減少している。市民の生活スタイルも、プラスチックごみの量に大きく関わっているのである。

ドイツでは、コンポスト政令（生ごみ令）が 1997 年に国会へ提出された。ドイツでも堆肥化が順調に進んでいるが、さらに内容や使用時の保健衛生上の安全性にウエイトをおいて定められたものである。生ゴミ堆肥は、土壌改良剤として自治体が公園や庭園、そのほかの公共施設での樹木や草花の肥料として化学肥料のかわりに使用している。また、堆肥化によってごみを減量できるということから、ドイツでは焼却施設建設の動きに歯止めがかかり、実際のごみ減量効果が大きいということもあり、政令の効果が期待されている。