

地域環境の整備と廃棄物制御

京都市大学 ○ 高月 紘 国立公衆衛生院 田中 勝

1. はじめに

都市における地域環境の整備の一つとして、都市廃棄物の処理事業を取り上げてみる。現在の都市廃棄物の処理事業は、各地方自治体固有の事業として、種々の方法がとられているが、いずれも、発生した廃棄物をいかに迅速かつ二次公害のない方法で処理するかが、中心課題となっている。このことは、地域環境の整備という観点から、当然必要なことではあるが、従来はどちらかといえばこの後始末的な廃棄物処理のみに追われ、都市廃棄物の増大と質の変化に対しては、処理施設規模の拡大と施設の公害防止技術の高度化だけの対応に終始していた感がある。しかし今後ますます多様化する都市廃棄物に対し、常に処理施設へ経費と労力をつぎ込むだけの方法で問題は解決するであろうか？

今後の廃棄物対策においては、従来の後始末的廃棄物処理を脱却し、廃棄物になる前の段階で、積極的に過剰消費の抑制、資源回収、有害物の混入防止などを行なう、いわゆる処理施設へのインプット制御が重要な課題と考える。これがその後のごみ処理過程における負荷の低減、環境保全対策の強化、エネルギー回収の効率化、資源化物の市場性の拡大、などにつながるものと考えからである。

また、インプット制御をとることがうまくいけば、生産や流通段階まで溯った廃棄物対策、たとえば、製品への有害物の使用制限、資源化しやすい製品の開発、簡易包装の見直しなどへ波及することも期待される。

根本的な廃棄物対策は、生産から廃棄にいたるまでの一連のものの流れの中で考えられるべきである。

生産物＝消費物＝廃棄物＝処理対象物の関係をなんとか、生産物＞消費物＞廃棄物＞処理対象物、の関係へもっていく努力が必要である。

以上のような視点にたち、京都市において、種々の実態調査を試み、興味ある知見を得たので報告する。

2. ごみ質の新しい評価法の提案

廃棄物制御という視点で、今日のごみを評価する場合、従来のごみ分析によるの値だけでは、十分な検討ができない。

従来のごみ分析はどちらかといえば、処理施設の設計や運転の資料として意味をもつ分析であった。たとえば焼却施設に関連して、可燃分、水分、灰分、発熱量、コンポスト施設に関連してC/N比などであり、組成分析にしても紙、プラスチック、金属といったような素材別の比率がほとんどであった。しかし、これらの情報だけでは、今後の家庭ごみ対策として生活様式の変動を考慮したり、消費構造、生産構造まで溯って検討する場合、不十分である。具体的には、ごみの減量化やリサイクルを考える場合、ごみの中に資源化できるものがどの程度、どのような形態で存在しているのか。また、ごみ処理上難物であるプラスチックの増加に

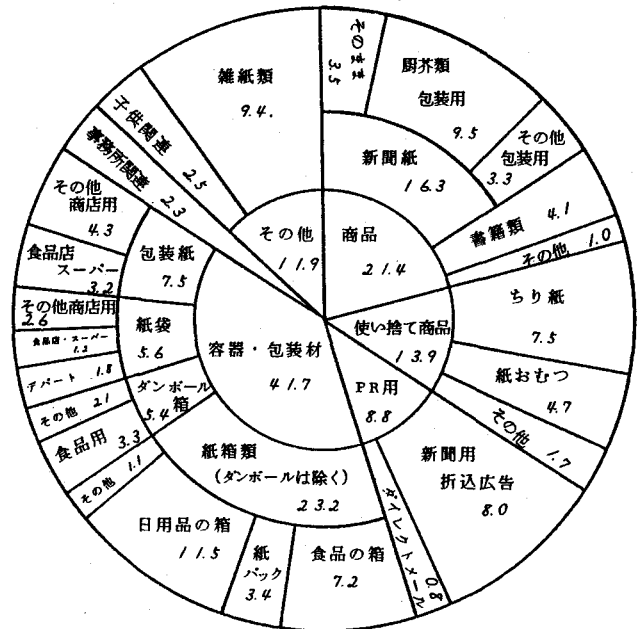


図-1 家庭ごみの細組成分析-紙の場合- 単位：湿%

は、どのような社会要因が最も影響を与えているかなどは、従来のごみ分析ではほとんど把握できなかった。したがって別の見方でごみ分析をする必要が生じてきたわけである。ここでは、一つの方法として、ごみの中身を従来の素材別ではなく品物別（商品別）に分類することを試みた。これはごみをごみとなる前の姿でとらえることにより、ごみの生成過程と直接結びつく生活様式や消費形態、ひいては生産・流通機構と、ある程度関連した状態でごみを把握できるのではないかと考えたからである。

さらに今一つの評価法は、ごみを容積で評価する試みである。これは清掃事業に少しでも関連された方には、言わずもがなのことであるが、都市におけるごみ処理の大きな目標の一つが「減容」ということである。

家庭ごみの処理は、貯留の段階から収集、運搬、焼却、埋立、どの過程でも、ごみの容積が大きな障害になっている。我国の都市で焼却処理が盛んに採用されるのも、一つには焼却処理がごみの減容の面で手取り早いからである。また、収集、運搬車にパッカー（圧縮）式が必要なのも、運搬能率の面でごみの減容化は避けられないからである。各戸でのごみ貯留にしても、最終処分の埋立てにしても、ごみ自身の容積が重要な意味をもっていることは明らかである。過密な都市でのごみ対策はまさにその「かさ」（容積）との戦いであるといっても過言ではない。

しかるに、従来のごみ尺度はほとんど重量換算であり重さでしか、ごみは評価、定量されていない。収集、運搬量、処理量、ごみ組成、どれも何トンとか重量％表示である。ごみ処理の実際的な効果としては、あの「かさばって」しかも「半分近く水分である」ごみを何トン処理したと言うより何分の1に減容したかの方が意味をもっているのではなからうか？そんなことから、ごみの中身を容積の面から評価してみる必要があると考えた訳である。ここでは品物別、組成別にみかけ比重を測定し、容積比によるごみの組成評価を試みている。

具体的な調査方法の詳細は省略するが、対象ごみを一般家庭ごみとし各家庭から排出されたごみ袋から、380袋（1018kg）を無作為にサンプリングし、160項目に及ぶ用途別（品物別）の細組成に分類を行った。

また、容積評価に関連してのごみ細組成別の容積測定は60kg/m³の一定の圧力をかけた後の容積を測定した。

これは、フィルムやパック類をいったんごみ袋から出し項目別に分類すると、非常にかさばった状態になるので、できるだけそのものをごみ袋の中の状態で容積評価する必要があると考えたからである。

細組成分析結果の一部を、たとえば、紙類において、湿量比で図示したものが、図-1である。このあたりまで細分化すると、紙がどのような用途に使用され、ごみとなったか、すなわち我々の生活様式とごみ排出動態との関連を、ある程度うかがい知ることができる。ここから各々の組成につき、減量化や資源化に関連して、様々な検討や考察を加えることが可能になるのではなからうか。プラスチック、金属、ガラス、厨芥などの細組成や、住宅形態とごみの組成の関係など、それぞれ興味深い資料が得られているが、ここでは紙面の都合で省略し、細組成について、家庭ごみ全体を概観するにとどめる。

ここで特に注意したいのが、容積による評価である。材質による組成分類では、図-2に示すように、容積比では紙、プラスチックのみで全体の $\frac{3}{4}$ を占め、従来のごみ組成分析値の湿重量比とは大きく異なった様相を呈している。実際に今回の家庭ごみを外見しても紙とプラスチックばかりが目につく状態である。

さて、問題は図-3である。容積比を見ていただきたい。驚くべきことに、容器、包装材がごみ全体の60.5%と圧倒的に大きな比率を占めている。家庭ごみとは、いろいろの家庭用品のいらなくなったものや、台所から出る食料品の調理くずが主体だと思っていたら、なんと、それらを包んだり、入れたりする外側のものの方が多く、これがごみの主役となっていたのである。そこでこの家庭ごみの中の容器、包装材をもう少し、その由来から調査してみると、食料品に関連して家庭に持ちこまれた容器、包装材が、全容器・包装材の約65%と多くの比率を占めていることがわかる。さらに、内訳を材質的に見ると、プラスチック類が容積比で53.0%と多くを占めている。¹⁾

したがって、今後の家庭ごみ対策を考えると、食品の包装材への対応が大きな課題と言えそうである。

次に家庭ごみの処理施設へのインプット制御という視点でもう一つの重要な問題は、有害物対策である。

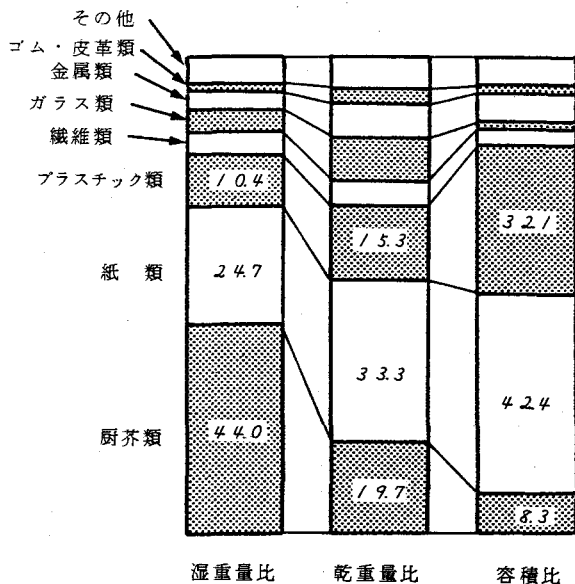


図-2 家庭ごみの組成分析・
(尺度を変えた場合) 単位: %

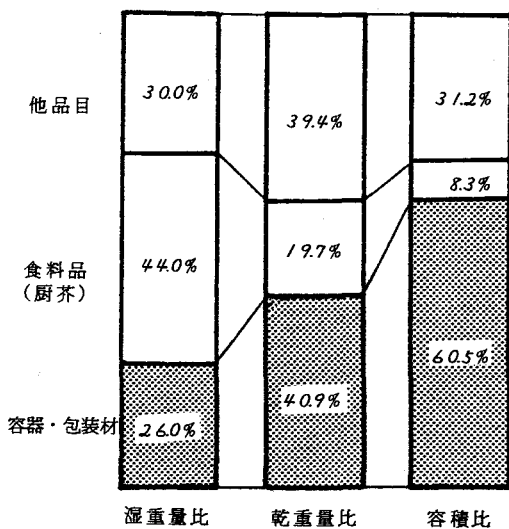


図-3 家庭ごみ中の容器・包装材の比率

現在の家庭ごみ中の有害物といえ、まず、乾電池・蛍光灯があげられるが、京都市の場合、これらのものが消費後どのようにになっているかを示したのが、図-4である。約80%が市の定期収集ごみに排出されている。

今回の家庭ごみの細組成調査でも、ごみ1トン中に29個の乾電池、2.8本の蛍光灯、0.9本の体温計が検出されており、ごみ処理施設への水銀負荷も乾電池が60.1%、体温計13.3%、蛍光灯1.6%と算出された。

このように、ある特定な有害ごみが焼却炉や埋立て地に二次公害面で、大きな負担をかけていることが明らかになった。

以上、京都市の実態調査を概観した結果、今後の廃棄物制御を検討する場合、量的な面で、過剰な食品容器・包装材の抑制、質的な面では、乾電池や蛍光灯などの有害物の混入防止が当面の課題となることが考えられる。

そこで、以下、容器・包装材と乾電池に焦点をしばって、検討を行う。

3. 容器・包装材の実態

さて、先に述べた実態調査から、容器・包装材が、家庭ごみに関連して非常に大きい意味をもつことが明らかになったが、それでは、そもそも容器・包装材と呼ばれるものは、我国でどの程度生産・消費され、材質的にはどんな変動傾向がみられるのであろうか？

ここでは、各種の統計資料をもとに、ややマクロ的に我国の容器・包装材の動向をみてみる。

まず、日本包装技術協会資料から、昭和56年度の包装資材・容器出荷数量を見ると、総量1,549.3万トン(100%)のうち重量比で紙製品が53.0%、ガラス容器13.0%、木製品12.1%、金属容器12.1%、プラスチック包装

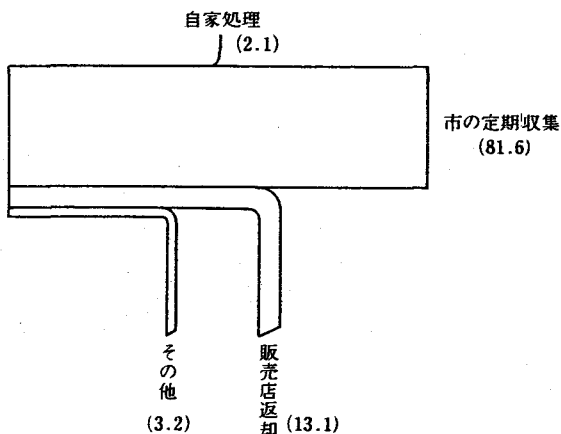


図-4 乾電池・蛍光灯の廃棄物としての流れ (単位: %)

材 10.5%，その他 2.3%となっている。

一方、前述の調査では、家庭ごみ中の容器・包装材の材質別比率は、乾重量比では紙 38.4%，プラスチック 29.1%，ガラス 17.4%，金属 13.0%となっており、出荷量の比率とは必ずしも一致していない。

これは、出荷された容器・包装材のうち産業系で消費されるものや、ダンボール、ビンのように資源回収され「ごみ」となりにくいものがあるため、いきおい、家庭ごみ中にプラスチックや金属が目立つようになるものと思われる。つぎに、これらの容器包装材に使用される原材料が、その原材料の全消費量に占める比率を調べてみると、表-1のように米国、日本とも非常によく似た結果となっている。³⁾

表-1 包装資材が原材料の全消費量に占める割合(%)

	日 本	米 国
紙	48.9%	47%
プラスチック	19.8% (41.3%)	20%
ガラス	75.5%	75%
鉄	1.2%	8%
アルミ	9.1%	14%
木	7.8%	—

() はプラスチック製品に対する割合

たとえば、紙の場合、本や新聞紙なども含めてすべての紙製品の消費量のうち、ダンボール箱や紙袋のように容器・包装材として消費される量が、実に50%近く占めているという訳である。プラスチックの場合は、繊維、合成ゴム、塗料、接着剤などへ利用されるものも含めた、すべてのプラスチック原材料に対しては20%程度である。しかし、プラスチック成形品としてのいわゆるプラスチック製

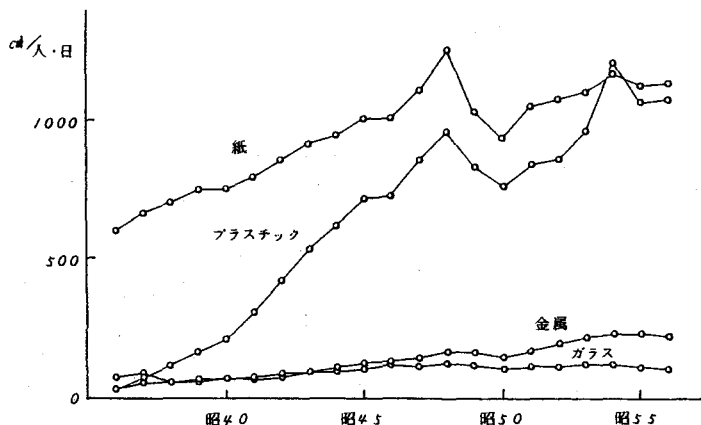


図-5 家庭系容器・包装材の材質別経年変化-1人1日当りの容積-

品中での、容器・包装材の占める割合は、40%以上と非常に大きいウエイトを占めている。紙やプラスチックの素材のうち、容器・包装材として使用されたものは、ほとんどが使い捨てとなる。また、米国の例では産業用に消費されている全エネルギーの5%がこの容器・包装材用へ消費されているという。³⁾このあたり、廃棄物対策もさることながら、資源の有効利用や省エネルギーの観点からも、容器や包装のあり方を再検討する必要があるようである。次に、主要な容器・包装材のうち家庭系のものにかぎり、出荷量の経年変化を、国民1人1日当りの容積量で図示したものが図-5である。ここ20年ばかりで、いかにプラスチック包装材を我

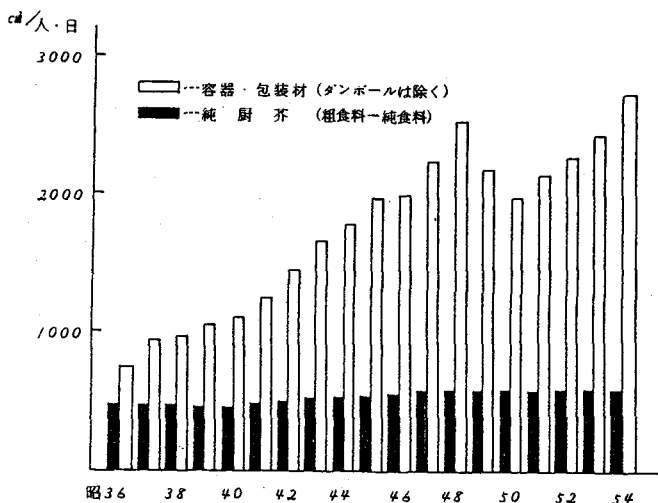


図-6 家庭系容器・包装材と純厨芥の経年変化-1人1日当りの容積-

々家庭で消費するようになったかが一目瞭然である。

また図-6は、同じく1人1日当りの家庭系容器・包装材に、1人1日当りの純厨芥量を重ね合せたものである。

この図から、やや強引かも知れないが、国民が消費する食料品はその中身の量はさほど変わらないが、それを包む容器・包装材ばかりが年々増加していると言えるではなかろうか。消費者は、その中身を求めて購入するわけであるが、結果的には、ますますかさばる方向にある包装材によって、ごみばかり増やしていることになっているのである。考えさせられる図である。

さて、これらの容器・包装材は、生産、流通、消費のどの段階で付加されるかを調査してみると、全容器・包装材でみると約70%近くが、製造過程で付加されている。しかしプラスチックのみを取上げてみると図-7に見るようかなり流通段階で付加されていることがわかる。このように包装材によっては、制御すべき段階が異なることに留意し対策を検討する必要がある。

4. 乾電池の有害性について

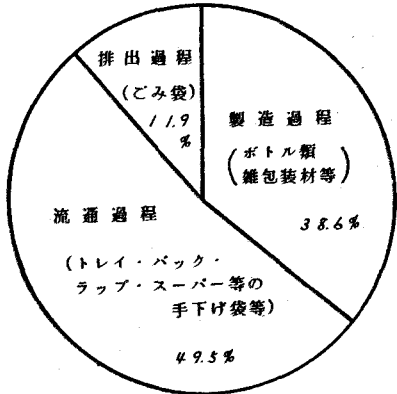
現在、非常に多種類の乾電池が、市販されているが、これらを廃棄物として処理するときの有害性について若干検討を行ってみた。乾電池が家庭ごみとして混合収集され900℃近い高温で焼却処理された場合には、乾電池内に含有している有害金属が、排ガスや排水に移行することは、容易に想像でき、すでにその指摘もあるところである⁴⁾。特に水銀については、乾電池による焼却場への負荷率は60%~70%に及ぶものと思われる。したがって廃棄物の制御の視点から、乾電池は是非、焼却炉へ入る前に別途回収すべきである。

さて、焼却がだめなら「不燃物として埋立処分すれば安全か」であるが、これには論議があるところである。日本電池工業会では「各種の埋立実験の結果から安全である。」との報告書を作成しているが、この報告書の実験は、試料の多くが普通のマンガン電池(UM-1)であり、最近多く出回っているアルカリマンガン電池や水銀電池での実験は行われていない。また有害性の評価法が、試料の乾電池をモデル土壌中に埋込み、その浸出水の水質値で評価する方法をとっている点も、やや心配である。

そこで、今回は現在我国で最も一般的に用いられている産業廃棄物の有害性の判定方法の環境庁告示第13号の溶出試験法を、乾電池について適用してみた。すなわち、各種乾電池を5mm~10mm程度に解体し、これを試料として溶出試験を行った。また、参考のため、溶出試験に用いた試料中の含有水銀量も、王水溶解法にて求めてみた。結果を表-2に示す。

表-2 乾電池の溶出試験

試料		溶出試験結果					含有量 mg/kg (mg/個)
		T-Hg	Cd	Zn	Mn	最終PH	
マンガン電池	単1(放電済)	0.058	0.51	130	4.9	7.4	—
	単3(放電済)(1)	0.063	1.3	860	170	6.4	—
	”(放電済)(2)	0.057	0.62	2,000	398	—	34.1(0.648)
	単3(未放電)	0.0024	0.18	1,900	1.7	6.0	—
アルカリマンガン電池単-3(放電済)		13	<0.01	5.4	2.5	12.8	4,800(114)
水銀ボタン電池(MR-9)(放電済)		51	<0.01	93	1.7	12.8	226,000(895)



プラスチックの場合

図-7 容器・包装材の付加される過程

この評価法は乾電池を産業廃棄物と同じように評価していること、また、乾電池を解体して試験していることなど、やや厳しい評価方法かも知れないが、少なくとも、この方法での結論は「乾電池をそのまま埋立処分することは必ずしも安全とは云えない」となる。特にアルカリマンガン電池は、水銀汚染の面でかなり問題がありそうである。

なお、マンガン電池の未放電の場合、水銀溶出量が少いのは、電池内へ添加された水銀のほとんどが、負極の亜鉛と結合し、アマルガム化した状態を保っているためと推察される。

また乾電池の金属ケースの安全性であるが、たとえば、単一3乾電池をそのまま濃度3%の食塩水（海水と同じ）に浸けて放置しておくと、7～8時間で金属ケースから内部の合剤が漏出してくるとを見ると、各種の環境中で、金属ケースはそれほど堅ろうなものとは言えないようである。

5. 廃棄物制御の方向性

以上、京都の実態調査をもとに、都市廃棄物処理において当面の課題となる廃棄物として、容器・包装材と乾電池を取上げ、その背景や問題点を検討してきた。

次に、廃棄物制御、すなわち、これらのものが廃棄物処理施設へできるだけ持込まれないようにコントロールするためには、いかなる方策があるかを考えてみる。

まず、容器・包装材であるが、ここで問題としている容器・包装材とは、あくまでも過剰包装や、処理困難なプラスチック包装などを指すのであって、容器・包装材そのものをすべて否定しているわけではない。

したがって、その対策としては、過剰包装の抑制、処理困難な包装材を、処理安易な材質のものへ変更する、リサイクル性を高めるなどが考えられる。このためには、生産や流通体制の変更を求めることになるが現時点ではある程度、行政指導や法規制が必要となろう。

その際、たとえば、消費者保護条例における「包装基準」の設定などが、足がかりとして考えられよう。

また、それに対応して食品流通機構における包装材の付加状態の綿密な調査や行政指導も必要となる。

いずれにしても、今後の清掃行政は、従来の清掃事業の枠を越え、他の関係機関へ積極的に働きかけ、廃棄物制御を行うべきである。

このことは、乾電池についても同様である。現時点で焼却はもとより、埋立処分についても不安があるこの種の廃棄物は、自治体でのコンクリート固化などの対応もあるが、基本的には、事業者責任において別途回収し、無害化処理するか、水銀使用を制限した製品開発などの方向へ進むべきであろう。

その際、回収システムとしては、デポジット方式なども検討の対象となろう。次々に開発される処理困難物をなんでもかんでも、ひき受けて、後始末するのに膨大な費用（税金）をかける体制を変え、冒頭でも述べたように、廃棄物の処理施設に入る前の段階で廃棄物制御を行う社会システムを構築することが肝要である。しかし、このためには、あくまでも、消費者（市民）のごみ問題への理解と協力が大前提であるのでインプット制御の成否は、生活様式の多様化の中で市民の理解をいかにとりつけるかが、大きなポイントになるものと思われる。

<参考文献>

- | | |
|--|---|
| 1. 京都市清掃局
「京都市家庭ごみ排出実態調査報告書」
昭和57年3月 | 4. 安田憲二、大塚幸雄、金子幹宏
「廃棄物の焼却に伴う重金属の排出挙動(1)」
大気汚染学会誌 vol. 18, №3 p221(1983) |
| 2. 日本包装技術協会、包装産業懇談会「包装資材・容器、機械出荷統計」昭和44年～昭和56年
包装技術 vol. 8～vol. 20 (昭和45～昭和57年) | 5. 日本乾電池工業会「昭和52年度、電気器具の有害物質除去に関する調査研究報告書（一次電池）」
昭和53年5月 |
| 3. N. S. philippi「Environmental Impacts of Packaging」IPW 8032(1980) | 「昭和53年度・同上報告書」昭和54年6月 |