

塩化ビニル樹脂のストック量と廃棄量の予測及びマテリアルフローの解明

Estimations of the Amount of Stocked and Wasted Polyvinyl Chlorides and its Material Flow

中井 和彦* 内海 秀樹* 寺島 泰*

Kazuhiko NAKAI Hideki UTUMI Yutaka TERASHIMA

ABSTRACT: Polyvinyl chloride (PVC) is produced 2 million tons per year. It is used in various industries. PVC is, however, suspected that it is a one of origins of the dioxins and endocrine disruptors. It is afraid of an effect to the body. In this paper, to make a material flow of PVC clear, we estimated the amount of stocked and wasted PVC from 1950 to 2020 followed by Gaussian distribution.

The results are as follows; 1,052 thousand tons of PVC were wasted and 28,800 thousand tons of it were stocked in 1998, 1,969 thousand tons of it will be wasted (this is 1.9 times as large as in 1998) and 56,360 thousand tons of it will be stocked (this is 2.0 times as large as in 1998) in 2020. The long consumer durables, such as for construction, PVC pipe and electric wire covers, account for more than 97% of the stock. It is expected that the wasted PVC will increase surely in the future because it depends on the amount of PVC produced several years before.

The amount of wasted PVC accounted only 4% of stocked PVC; in other words, stocked PVC that is to be disposed is approximately 25 times of wasted PVC presently, so that it is important for us to improve the segregated disposal and to establish recycle systems as recycle routes or recycle facilities for PVC which will be wasted on a large scale in the future.

KEYWORD: Polyvinyl Chloride, Stock, Waste, Material Flow, Plastics,

1. はじめに

現在年間約1,500万トンもの莫大な量のプラスチックが使用される一方で、年間約900万トンものプラスチックが廃棄されている。そのうち、約53%(505万t)が焼却処理され、31%(325万t)が埋立処分されている。しかし、最終処分場の残余年数は全国平均で8.5年、残余容量は142百万m³と逼迫しているのが現状である¹⁾。今後の最終処分場の拡大は困難であり、単位重量あたりの体積比が大きいプラスチックのリサイクルおよび消費抑制がますます重要になってくる。

塩化ビニル樹脂は、合成樹脂の中でも安価で特性に優れ、可塑剤により物性を変化させることができるため汎用樹脂として様々な分野で用いられてきた。現在でもポリプロピレン、ポリエチレンに次いで生産量が多く²⁾、年間約200万トン生産され、多くの分野において主要な資材として用いられている。また、電線被覆材や農業用ビニルフィルム等のリサイクルについては古くから行われており、リサイクルの分野においても他のプラスチックよりもやや進んでいる。その一方で、塩化ビニル樹脂に含まれている塩素によるダイオキシンの発生や、可塑剤として用いられているフタル酸エステルの環境ホルモン性作用への懸念から、その廃棄形態が注目されている。そこで本研究では、塩化ビニル樹脂についてのストック量及び廃棄量の推計を産業別に行い、塩化ビニル樹脂のリサイクルシステムについての考察を行うことにした。

* 京都大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Kyoto University

2. 塩化ビニル樹脂の廃棄形態

本論文では塩化ビニル樹脂の主要用途のうち、出荷量の多い用途から9用途を選び、それらについての廃棄形態を調査し、その結果を以下に記した。なお、これら9用途で出荷量全体の約97%を占める³⁾。(図1)

2.1 建築用資材

塩化ビニル樹脂の用途としては建築用資材としての使用が最も多く全出荷量の約3割を占めている。建築用資材として使用されているプラスチックは、建設混合廃棄物のうち「その他廃棄物」として金属くずやガラス陶磁器くず等と共に分類される。また、表1に示すように、アスファルトくずやコンクリートがら、木くずのように異物の混入が少ない単一的な状態で排出されるものについては比較的高率で再生利用されているのに対して、建設汚泥やその他廃棄物については再生利用率が低い⁴⁾。従って、その他廃棄物に分類される塩化ビニル樹脂を含む廃プラスチックの再利用率についても低いことが予想される。現状では、塩化ビニル樹脂を含む廃プラスチックについてはコンクリート廃材と共に安定型処分場で埋め立てられている。これは、建築用資材として用いられているプラスチックの絶対量は重量にしてかなりの量があるものの、建築廃材全体に占める割合は約1%と低いため分別が困難であるということが最大の理由である。更には、製品寿命が長く生産量に比べて排出量が少ない、排出される場所も広範で収集しにくい等が挙げられる。

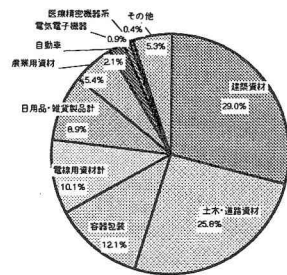


図1 塩化ビニル樹脂の用途別出荷量³⁾

表1 建設混合廃棄物の再生利用率⁴⁾

種類	排出量 (万t/年)	再生利用 率(%)	減量化率 (%)	最終処分 率(%)
アスファルトがら	510	89	0	11
コンクリートがら	780	42	0	58
建設汚泥	500	2	29	69
木くず	250	66	10	24
その他廃棄物	80	24	42	34
合計	2100	46	10	44

2.2 土木用資材

土木用資材として使用されている塩化ビニル樹脂のうち約90%が塩化ビニル管・継手用であり、年間総出荷量約50万トンと大量に出荷され、塩化ビニル樹脂の主要用途となっている。そのため、ここでは塩化ビニル管・継手についての排出形態について述べる。腐食しない、軽くて衛生的で強度がある、施工が容易であるという理由から、上下水道等のパイプには他の樹脂と比べて、塩化ビニル樹脂の占める割合が66.5%と大きい。また塩化ビニル管・継手に関しては回収ルートがある程度整備されつつあるため、再生利用がされている。図2に塩化ビニル管のリサイクルシステムのモデル図を示した⁵⁾。塩化ビニル管は回収量の約50%がマテリアルリサイクルされ、残りは埋立処分されている。

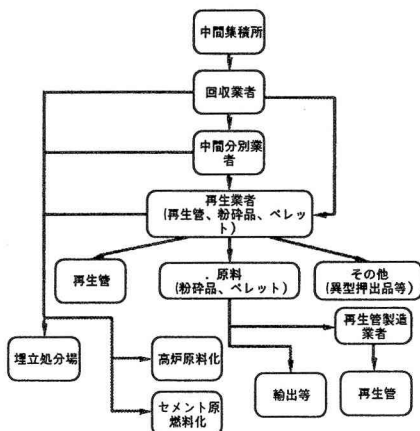


図2 塩化ビニル管のリサイクルルートモデル図⁵⁾

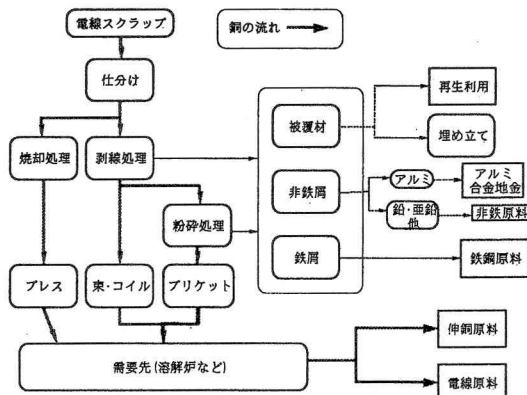


図3 廃電線のリサイクルルート図⁴⁾

2. 3 電線被覆材

廃電線の排出形態については回収ルートが確立しており、そのリサイクルフローを図3に示す¹⁾。電線被覆材のリサイクルはもともとは廃電線における銅のリサイクルが主要目的で30年以上前から行われている。電線技術センターの調べでは表2に示すように銅やアルミについてはほぼ100%リサイクルが行われているが、被覆材については全体で20%にも満たない¹⁾。

表2 廃電線のリサイクル量およびリサイクル率¹⁾

材料 処理量	導体材料		被覆材料					
	銅	アルミ	塩ビ	PE	架橋PE	ゴム	混合	合計
回収量(万t)	42.70	1.26	12.25	3.06	1.15	2.88	5.59	24.94
再生利用量(万t)	42.52	1.26	3.78	0.54	0.54	0.00	0.00	4.86
廃棄量(万t)	0.18	0.00	8.47	2.52	0.61	2.88	5.59	20.07
利用率(%)	99.58	100.00	30.88	17.65	46.88	0.00	0.00	19.51

また、被覆線の樹脂構成は塩化ビニル樹脂とポリエチレン樹脂で97%以上を占める。電線は基本的にコアとなる銅線部分と被覆部分からできており、被覆部分はさらにシースと呼ばれる外皮とその下層で電線を保護する絶縁体の二層構造となっているのが一般的である。シース部分は塩化ビニル樹脂、絶縁体にはポリエチレン樹脂の使用が多いため、両者が混合された状態のものが排出される。再生の際に2種類でも混合された場合、再生品の強度等を維持することが難しいため、比較的分別の行いやすい大径の電線被覆を中心にリサイクルが行われている。

2. 4 農業用資材

農業用資材として用いられているプラスチック製品は、農業用フィルムと寒冷しゃ・育苗箱等へ使用されるその他農業用資材の2つに大別される。農業用ビニルフィルムについては野焼きや不法投棄の防止の為ということもあり、農協等を通じて早い時期から回収ルートが確立されていた。

表3 塩ビフィルムのリサイクル状況¹⁾

処理形態	重量(t)	割合(%)
再生処理	47,353	45.3
埋立処理	27,341	26.2
焼却処理	15,992	15.3
その他	12,266	11.7
回収業者による回収	1,526	1.5
合計	104,478	100.0

また、日本施設園芸協会がまとめた平成9年度における再生利用実績を表3に示す¹⁾。この表によると、再生利用率は回収量の45%以上にもなる。農業用フィルムの資材別出荷割合は、塩化ビニル樹脂とポリエチレン樹脂で全体の約90%を占め、塩化ビニル樹脂だけでも56%を占める。また、製品には単一の樹脂が用いられているので、比較的リサイクルしやすく、さらに回収ルートが確立しているためリサイクル率が高いと考えられる。

2. 5 自動車

廃自動車の排出形態は、元々回収ルートが整備されており、一般に販売事業者を経て、解体・シュレッダー事業者等による解体、破壊等の処理が行われて、有用部品・鉄・非鉄金属等が再利用され、残り25%がシュレッダーダストとして埋立処分されている。塩化ビニル樹脂はこのシュレッダーダストに含まれるが、シュレッダーダストを構成している樹脂類は塩化ビニル樹脂も含めて、量的にもマテリアルリサイクルが難しいことから、同時にサーマルリサイクルについても現在研究開発が進められている。

2. 6 家電製品

使用済み家電製品の回収・処理については、家電製品によって形状・組成・構造の異なるものがあるため、市町村において適正な処理が困難となっている。そこで、2001年4月から施行される家電リサイクル法では、廃家電品の収集・運搬や、リサイクルを実施するための製造業者、小売業者、消費者、自治体それぞれの役割が定められている。塩化ビニル樹脂については量的にはそれほど多くはないが、決して無視できる量というわけでもない。家電製品のリサイクルについては、自動車のような回収ルートが確立していないためまだまだ未成熟である。そのため、家電リサイクル法が施行され、素材の統一化や解体の容易な製品作りなどの、今後の動きが注目される。

2. 7 医療品

塩化ビニル樹脂はその耐薬品性、透明性等から医療分野でも広く用いられている。医療用資材に用いられ

ている塩化ビニル樹脂の主用途はディスプレイ製品であり、リサイクルは行われていないが、適正処理は必要である⁹⁾。

医療廃棄物の処理・処分形態は通常の廃棄物と同様に焼却処理と埋立処分が行われている。医療廃棄物である故の留意点については、感染性廃棄物は減菌のうえで処分しなければならないことである。減菌してしまえば非感染性の廃棄物となり、埋立処分は一般廃棄物あるいは産業廃棄物として規制されることになる。したがって、医療廃棄物については、非感染性化されたもののみ埋立処分できるので、その確認が重要である。

2. 8 容器包装・日用品

容器包装、日用品はどちらも主に一般廃棄物として同様のルートで排出されるために一般廃棄物における塩化ビニル樹脂の動向に注目した。一般廃棄物中のプラスチックについてはいくつかの方法でリサイクルが試みられているが、材質の見極めが難しい、紙・金属等の異物を除去、食品等の汚れの除去、法の対象であるかどうかの判断、技術的な問題等、問題点が多いため、現状では再生利用、油化はほとんど行われていない。プラスチック処理促進協会によると、回収されたプラスチックごみの22%が埋立処分、76%が焼却処理(発電付焼却、熱利用付焼却含む)されており、約1%が固形燃料化に回されている¹⁾。

塩化ビニル樹脂については、都市ごみ中プラスチックの組成調査(図4)によると塩化ビニル樹脂の含有率は約8%前後であり、総樹脂生産量に占める塩化ビニル樹脂の割合と比較して低いことから、塩化ビニル樹脂は耐久品への用途が大きいことが伺える。また、塩化ビニル樹脂製品の品目別廃棄量(図5)では、塩化ビニル樹脂は容器包装材として排出される量が多く、どの調査結果でも80%以上を容器包装材が占め、中でもフィルム・袋類の排出量が目立つ¹⁾。2000年4月から本格施行された容器包装リサイクル法によって塩化ビニル樹脂を含む容器包装材のリサイクルの推進が期待される。

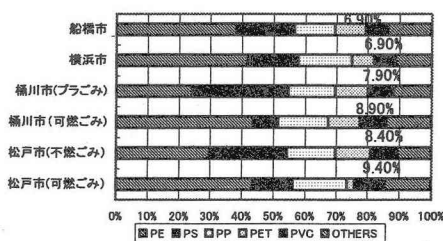


図4 都市ごみ中プラスチックの組成調査¹⁾

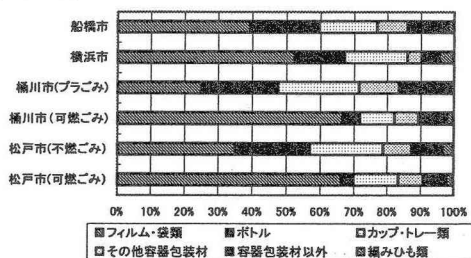


図5 塩化ビニル樹脂製品の品目別構成比¹⁾

3. 廃棄量・ストック量予測およびマテリアルフローの解明

3. 1 予測手法

3. 1. 1 出荷量

本論文では、出荷量については通商産業大臣官房調査統計部発行の化学工業調査年報¹⁰⁾により全出荷量を、化学経済研究所が発行している合成樹脂需要構造調査報告書³⁾をもとに各用途における塩化ビニル樹脂出荷量の予測を行っている。塩化ビニル樹脂の生産が日本で本格的に開始され出したのが1950年頃からであり、掲載されているデータについても1950年以降であったため、予測の開始年を1950年とし、2020年までの予測を行った。1999年以降の出荷量については今後の景気に左右されるが、大幅に成長する要素は少ないと仮定し、これを一定とした。1998年以前の出荷量は図6に示した¹⁰⁾。

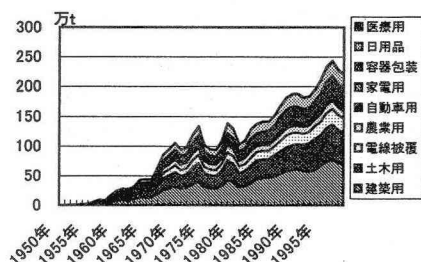


図6 塩化ビニル樹脂の出荷量推移¹⁰⁾

3. 1. 2 廃棄量・ストック量

本論文では、廃棄量は正規分布に従うと仮定し、これを寿命関数として推計した。さらに、この廃棄量の推計値を用いてストック量を推計した。このときの正規分布は各用途別の耐用年数を平均値 μ とし、標準偏差 $\sigma=\mu/3$ とした。これは、正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ は、平均 μ 、分散 σ^2 によらず、一般に平均 μ のまわりに片側 3σ の幅をとるとその中に確率変数は99.7%以上存在するという性質を有するため、これを適用することによりある製品が生産された直後から徐々に廃棄され、生産されてから耐用年数の2倍の年数が経過した時点でその99.7%が廃棄されると仮定した。以下に廃棄量・ストック量の推計式を示す。

・廃棄量推計式

廃棄量の推計式を次式に示す。

$$W_m = \sum_{n=1950}^m Q_{n,m-n} \quad (3-1)$$

$$Q_{n,i} = P_n \times f(i) \quad (3-2)$$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3-3)$$

ここで、 W_m : m年における塩化ビニル樹脂廃棄量

$Q_{n,i}$: n年に出荷された塩化ビニル樹脂がi年後に廃棄される量

P_n : n年における塩化ビニル樹脂出荷量

$f(x)$: 平均 μ 、標準偏差 σ の正規分布に従う寿命関数

・ストック量推計式

$$R_{n,i} = P_n - \sum_{k=0}^i Q_{n,k} \quad (3-4)$$

$$S_m = \sum_{n=1950}^m R_{n,m-n} \quad (3-5)$$

ここで、 S_m : m年における塩化ビニル樹脂ストック量

$R_{n,i}$: n年に出荷された塩化ビニル樹脂がi年後にストックされている量

また、耐久消費財ではないもの(一部農業用製品、医療品、容器包装、日用品)については、その大半が1年以内に廃棄されると考えられるために、ストックされずに廃棄されると仮定し、出荷量がそのまま廃棄量に相当するとした。耐久消費財についての耐用年数は表4に示す^{7), 11), 12), 13), 14), 15)}。

3. 1. 3 リサイクル量

リサイクル量についての推計は各用途のリサイクル状況から算出した。リサイクルがされている用途として挙げられるのが塩化ビニル管・継手、電線被覆材、農業用フィルムの3用途である。塩化ビニル管については塩化ビニル管・継手協会へのヒアリング調査より得た値である。電線被覆材については、電線技術センタ一作成の資料に基づき算出した⁷⁾。農業用ビニルフィルムについては、施設園芸協会作成の資料に基づき、農業用フィルムについてのリサイクル量から、塩化ビニル樹脂相当量を算出したものである⁷⁾。また、一般廃棄物については、プラスチック処理促進協会によると一般廃棄物中のプラスチックの約1%がリサイクルされるとしているため、塩化ビニル樹脂についても容器包装材・日用品の総廃棄量の1%がリサイクルされるとした。

3. 1. 4 マテリアルフロー

3.1.1 から 3.1.3 で得られた用途別の推計値からマテリアルフローを形成した。また、本論文の目的はマ

表 4 各製品の耐用年数
7), 11), 12), 13), 14), 15)

	耐用年数(年)
1. 建築	38.70
2. 土木 (塩化ビニル管)	50.00
3. 電線被覆	
3.1 巻線	9.18
3.2 電気機器用電線	9.18
3.3 輸送機器用電線	9.09
3.4 電力・通信ケーブル	20.00
3.5 その他絶縁電線	38.70
4. 農業	
4.1 ハウス用フィルム	2.50
4.2 トンネル用フィルム	非耐久消費財
4.3 マルチ用フィルム	非耐久消費財
4.4 その他農業用資材	非耐久消費財
5. 自動車	
5.1 乗用車	9.90
5.2 トラック	10.02
5.3 バス	12.74
5.4 二輪自動車	7.15
6. 家電	
6.1 カラーテレビ	10.15
6.2 電気冷蔵庫	11.85
6.3 電気洗濯機	8.70
6.4 電気掃除機	8.10
6.5 ルームエアコン	12.85
6.6 その他家電	9.18
7. 医療	非耐久消費財
8. 容器包装	非耐久消費財
9. 日用品	非耐久消費財

テリアルフローについての解明としているため、再利用についてはマテリアルリサイクルのみについて考え、サーマルリサイクルやフィードストックリサイクルについては考えないものとした。また、リサイクル品の用途は明確ではないため、マテリアルフローにおいてリサイクル量は出荷量には算入しないこととした。

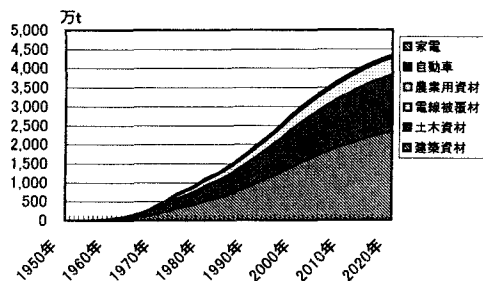


図7 塩化ビニル樹脂のストック量推移

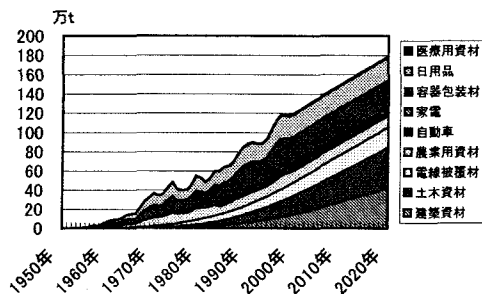


図8 塩化ビニル樹脂の廃棄量推移

3.2 推計結果及び考察

塩化ビニル樹脂のストック量の推計結果を図7に、また廃棄量の推計結果は図8に示した。マテリアルフローについてはここでは1998年度のみについて図9に示した。

ストック量の推移については図7の推計結果より、今後緩やかに増加していくことが予想された。ストック量は1998年においては27,470千tであり、2010年には1998年の1.38倍の37,949千t、2020年には同じく1.58倍の43,507千tに達すると推計された。ストック量の内訳を見てみると建築資材・土木資材・電線被覆の長期耐久消費財が大半を占め(97%(1998),98%(2010),98%(2020))、塩化ビニル樹脂のストック量の増加はこれら長期耐久消費財の増加に依存しているといっても過言ではない。

一方、廃棄量については図8から1950年以降1998年現在まで急激に増加しており、この傾向は1999年以降も継続していくことが予測された。1998年においては1,178千tの塩化ビニル樹脂が廃棄され、2010年には1998年の1.28倍の1,506千t、2020年には同じく1.52倍の1,788千tになると推計された。内訳は、1998年では図9にも見られるように建築用資材・土木用資材・電線被覆材・農業用資材の廃棄量が約130～170千tと極めて大きい値というわけではなく、容器包装材・日用品等の一般廃棄物として廃棄されるものの占める割合が高い。しかし、今後は図6からうかがえるように、高度成長期からバブル期に出荷された大量の長期耐久消費財が廃棄されることが予想され、図8に示すように塩化ビニル樹脂の廃棄量における建築用資材・土木用資材の占める割合が急激に増加していくと予想される。

ストック量に対してその廃棄量は、1998年では0.043倍、2010年では0.040倍、2020年では0.041倍となっている。すなわち全ストック量の約4%しか廃棄されておらず、ストック量に対する廃棄量が非常に少ないという点に注目される。このことは図7と図8では、縦軸の桁が大きく異なることから容易に理解できる。これは、塩化ビニル樹脂は建築用資材や土木用資材、電線被覆材といった、長期耐久消費財への出荷量が多いためである。このため、ある年に出荷されたものが時間遅れで数年後から数十年後に廃棄されることになる。このように長期に渡ってストックされることにより生じる問題点として、生産段階では廃棄され

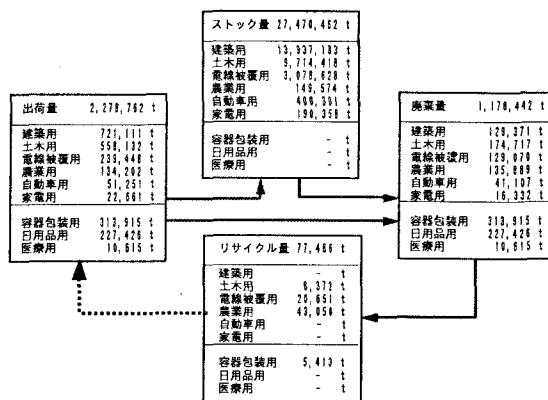


図9 1998年における塩化ビニル樹脂のマテリアルフロー

た後の処理についての配慮が欠けてしまいかねないこと、リサイクルに適した製品開発を行ったとしても、その成果が表れるのは数十年後であり当面の廃棄物のリサイクルに反映させることが難しいこと等が考えられる。そのため、長期耐久消費財については更なる製品の長寿命化を進めることはもちろん重要であるが、長期に渡ってストックされるという財そのものの特徴をふまえて将来の廃棄形態についても考慮した製品開発が求められる。また、ストック量に対する廃棄量が少ないことから今後も廃棄量は出荷量に関係なく確実に増加していくと考えられるため、大量に廃棄される以前に長期耐久消費財のリサイクルルートを確認する必要がある。

リサイクル量については図9より1998年では77千tであり、廃棄量に対するリサイクル率は約6.6%であった。リサイクルされた塩化ビニル樹脂の用途は電線被覆材・農業用フィルムが中心であったが、これらは単一樹脂で廃棄されること、回収ルートが整備されていることがリサイクルが進んでいる最大の理由である。

通産省の「廃棄プラスチック21世紀ビジョン」(1993年5月)によると、2000年までにサーマルリサイクル率50%、マテリアルリサイクル率15%とすることを目標としており、塩化ビニル樹脂については、マテリアルリサイクルの点では、現状の値は目標値の半分も満たしていない。今後の塩化ビニル樹脂のリサイクル率の推移は、法の整備やリサイクル技術の向上等により上昇する可能性も考えられる。しかしマテリアルリサイクルについては、バージン材に比べて価格の面であまり差がない、品質が劣るために用途が限られる、限られた用途においても供給が飽和状態である等の問題がある。サーマルリサイクルについても、今後廃棄量に占める割合が増加していくと予想される長期耐久消費財には難燃性や自己消化性をもたせたものが多く、燃焼させるには外部からの燃料の供給が必要でありサーマルリサイクルには適していない製品が多い、という問題がある。従って、この数値目標を達成することは現時点では非常に困難であると考えられる。

1998年におけるマテリアルフロー(図9)から、建築用資材・土木用資材・電線被覆材のような長期耐久消費財を中心に塩化ビニル樹脂はストックとして滞留しており、それらの一部および非耐久消費財が廃棄量として流出していることが分かる。さらにこの一部がリサイクルされているわけであるが、リサイクル量から出荷量への矢印を点線で示したように、リサイクル量がそのまま出荷量に算入されるわけではない。これは、マテリアルリサイクルされたものがそのまますべて元の製品の原料として使用できるのではなく、前述のように特に品質・コストの面で、バージン材に対しての競争力が弱い為である。

4. まとめ

本論文ではプラスチックのうち塩化ビニル樹脂について、廃棄形態の調査および出荷量をもとに、廃棄量・ストック量・リサイクル量の推計を行った。その推計結果からマテリアルフローについて考察を加え、以下の結論を得た。

(1)リサイクルされている塩化ビニル樹脂の用途は、塩化ビニル管・継手、電線被覆材、農業用フィルムの3用途であった。これらに共通していた点は、回収ルートが整備されていること、分別が可能であること、そして樹脂組成が比較的単純なものであることとの3点であった。従って、塩化ビニル樹脂のリサイクルにあたっては、これらの3つの条件をその用途が満たしていることが重要であるという結論を得た。これら3用途に加え、回収ルートが整っている自動車や、今後整備が予想される家電製品については解体に容易な設計、使用樹脂の統一化が進めてられており今後のリサイクル率の上昇が期待される。

(2)塩化ビニル樹脂の出荷量が最も多い建築分野では、ストック量・廃棄量は共に極めて多いがリサイクルはされていなかった。これはプラスチックの分別が困難であり、4.(1)で得た塩化ビニル樹脂のリサイクル条件を満たさないことが原因の一つである。今後のリサイクル率を上昇させるためには、建築用途の塩化ビニル樹脂についてのリサイクルが必要不可欠である。そのためには建築用資材として用いられている樹脂の種類の統一化、分解性の向上が必要であり、これらのアプローチが不可能な場合にはプラスチック以外の素材への転換も含めた検討が必要である。

(3) 塩化ビニル樹脂の特徴をマテリアルフローの面からまとめると、現在ではこれまでに出荷された長期耐久消費財がストックとして大量に留まり、その一部および中・短期耐久消費財、非耐久消費財が廃棄量として流出していることが分かった。また、マテリアルフローを概観すると、ストック量に比較して廃棄量は極めて少なく、ストック量の約4%程度であった。すなわち、実際の廃棄量の約25倍もの潜在的な廃棄量が現に存在することを示唆している。今後これらのストックが流出してくることが予想されるため、将来に向けての回収ルートの整備、分別技術の向上、再資源化施設の設置、再生利用品の用途拡大、リサイクルコストの低減等、リサイクルに向けたシステムづくりが重要であると考えられる。

謝辞

本論文の作成にあたり、各資料を提供して頂いたプラスチック処理促進協会・塩化ビニル管継手協会・電線技術センター・日本電線工業会・日本施設園芸協会・日本自動車工業会、またご指導いただいた越川博元博士の皆様に心からお礼申し上げます。

・ 参考文献

- 1)厚生省水道環境部:廃棄物関係統計総合資料集、都市と廃棄物 Vol.29, No.2、環境産業新聞社、pp.22
- 2)日本プラスチック工業連盟:統計で見るプラスチック産業の一年、プラスチック Vol.50, No.6、工業調査会、pp.22、1999
- 3)化学経済研究所:合成樹脂需要構造調査報告書、1996
- 4)桑原一男:建設廃棄物 GIRRAD、(株)日報、pp27-pp29、1994
- 5)塩化ビニル管・継手協会:硬質塩ビ管・継手の環境リサイクル、1999
- 6)植松忠之:電線・ケーブルの廃棄物処理・利用技術、電線技術センター、1999
- 7)日本施設園芸協会:園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況、1998
- 8)田中勝・高月紘:医療廃棄物、中央法規出版、pp.95-pp.100、1990
- 9)プラスチック処理促進協会:一般廃プラスチック再商品化のための基礎調査報告書、1999
- 10)通商産業大臣官房調査統計部:化学工業調査年報、1950-1999
- 11)橋本征二、寺島泰:建築物の解体により発生する廃棄物量の将来予測、土木学会第34回環境工学フォーラム講演集
- 12)建設省都市局下水道部公共下水道課監修:下水道事業の手引き、1999
- 13)絶縁電線専門委員会:電線・ケーブルの耐用年数について、日本電線工業会、1989
- 14)自動車検査登録協力会:わが国の自動車保有動向、1999
- 15)経済企画庁:消費動向調査、1999