

関西大学大学院工学研究科 正会員 和田安彦
 関西大学工学部 正会員 三浦浩之
 関西大学工業技術研究所 正会員 中野加都子
 関西大学大学院工学研究科 学生員 ○白石雅嗣

1. はじめに

平成9年4月から容器包装リサイクル法が施行され、市町村に分別収集の細分化が求められている。一方で地球温暖化等の環境問題に対応していくためには、環境負荷の少ないリサイクルシステムを構築する必要がある。さらに、PETボトル、空き瓶のリサイクルでは、自治体の収集にかかるコスト負担が大きいことが問題となっていることから、コスト最小化を含めたりサイクルシステムを目標とする必要がある。本論文は、最も一般的に行われている空き缶、空き瓶のリサイクルに焦点を当て、SLCA¹⁾の考え方をを用いてモデル都市におけるそれらの分別収集方法を変更した場合の環境負荷・コストを分析・評価し、これらを低減する方策を検討したものである。

2. 評価内容

(1) モデル都市

モデル都市は関西にある人口約130,000人の小規模都市であり5種分別収集を行っている。その分別収集の中で空き缶はパッカー車、空き瓶はダンプ車により同じ収集日にそれぞれ別々に収集している。収集頻度は月2回である。

(2) 比較ケース 比較ケースを表一

1に示す。ケース1はモデル都市で行われている方法である(以下、現行方式)。

ケース2はリユースを目的にコンテナ収集を行うものである。これは空き瓶が傷つかないように箱状のコンテナに入れて収集するもので、収集した空き瓶の60%程度が洗浄のみでリユースが可能である(以下コンテナ方式)。

ただし、空き缶については、コンテナ収集を行うが、再資源化方法は現行方式と同じである。ケース3は、空き瓶をコンテナ方式により収集し、空き缶を減容機付車両により収集する方法である。減容機付車両とは、空き缶をチップ化しながら収集するものであり、収集段階で減容化、磁選することにより、積載量の大幅な向上が図れ収集効率を向上できる(以下、コンテナ+減容機付車両方式)ものである。

図一 空き缶・空き瓶のSLCA評価範囲¹⁾

(3) 環境負荷 SLCAの考え方をを用いて、図一1の評価範囲で空き缶・空き瓶の収集・再資源化の環境負荷を定量化・比較した。環境負荷は運搬時と再資源化時それぞれを以下の式を用いて算出した。

表一 比較ケース

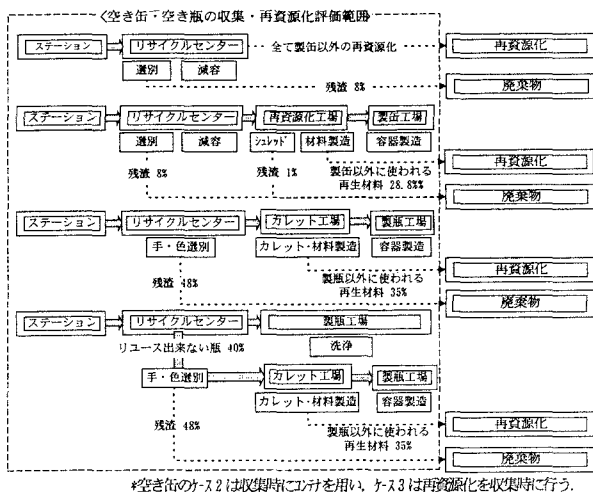
		収集・運搬プロセス	再資源化プロセス
ケース1	空き缶	パッカー車による積み込み	再資源化→製缶
	空き瓶	ダンプ車による積み込み 空き瓶は破損するためカレット化	カレット化し→製瓶
ケース2	空き缶	コンテナを用いたダンプ車による積み込み	再資源化→製缶
	空き瓶	コンテナで整理してダンプに積み込み、60%リユースが可能 破損した瓶は製瓶	洗浄→リユース 破損した瓶は製瓶
ケース3	空き缶	減容機付車両により、収集時に磁選、減容、シュレッド	再資源化→製缶
	空き瓶	コンテナで整理してダンプ車に積み込み、60%リユースが可能	洗浄→リユース 破損した瓶は製瓶

空き缶(スチール)
(ケース1~3)

空き缶(アルミ)
(ケース1~3)

空き瓶
(ケース1)

空き瓶
(ケース2, 3)



*空き缶のケース2は収集時コンテナを用い、ケース3は再資源化を収集時に行う。

図一 空き缶・空き瓶のSLCA評価範囲¹⁾

＜収集・運搬＞ $L_1 = (L_C / C_C + (L_T \times Re) / C_T) \times L_0$

＜再資源化＞ $L_2 = R_a \times (1 - \alpha) + R_b(1 - \beta) + R_c$

ここで、 L_1 ：収集・運搬時の環境負荷、 L_C ：担当エリア内の収集距離、 L_T ：担当エリアから中間処理施設までの運搬距離、 Re ：担当エリアから中間処理施設までの往復回数、 C_C ：収集時の車両の燃費、 C_T ：運搬時の車両の燃費、 L_0 ：1km 走行時の環境負荷原単位²⁾、 L_2 ：収集・再資源化での環境負荷、 R_a 、 R_b 、 R_c ：各再資源化プロセスでの環境負荷^{3,4)}、 α 、 β ：各再資源プロセスでの歩留まり(%)^{3,4)}とする。収集・運搬における環境負荷算出条件を表-2に示す。

(4) コスト

コストは空き缶・空き瓶の収集にかかる費用と、空き缶・空き瓶の再資源化にかかる費用の合計である。収集方法毎のコストの内訳を表-3に示す。

3. 環境負荷・コストの低減化評価

収集方法毎の環境負荷・コストの比較結果を図-2に示す。この結果より、コンテナ方式(ケース2)は、収集過程の環境負荷はほとんど変化しないが、空き瓶リユースによる再資源化時の環境負荷低減効果が大きく、エネルギー消費量は現行方式(ケース1)より13%減となる。ただし、コスト面からは、リユース可能な空き瓶を仕分けする費用が増大する。コンテナ方式+減容機付車両方式(ケース3)では、空き缶の収集効率が高くなること、空き瓶リユースにより、収集・再資源化全体でみると、現行方式(ケース1)よりエネルギー消費量が14%減となる。また、コスト面からは空き缶の大幅な収集効率の向上により作業時間が減り、人件費の負担を少なくできる。さらに収集時に再資源化を行うため、再資源化による人件費や処理機の運用費を省くことができ、現行方式(ケース1)よりもコストを14%減少できる。このように空き瓶はコンテナ方式を導入し、空き缶は減容機付車両方式を導入することにより、収集・再資源化のプロセスで環境負荷・コストを低減できることが分かった。

4. おわりに

本ケーススタディーでは、モデル都市において、空き缶は減容機付車両で収集し、空き瓶はコンテナ収集を導入することにより環境負荷とコストを最も低減できることが分かった。今後は、平成12年から「その他プラスチック容器包装」と「紙製容器包装」の再商品化が開始されることから、他の容器包装に関しても自治体の負担が少ない環境負荷を低減できる収集・再資源化方法を検討する必要がある。

【参考文献】1) 中野加都子、三浦浩之、和田安彦：SLCAを用いた容器類の収集・再資源化システムの違いが環境に与える影響の評価、廃棄物学会論文誌、Vol.8, No.6, pp.288-295, 1997. 2) (社)環境情報科学センター：製品等による環境負荷評価手法等検討調査報告書、1998-3. 3) 包装廃棄物のリサイクルに關する定量的分析；日本生活協同組合連合会、1995-3. 4) (社)プラスチック処理促進協会：プラスチックなど包装材料の環境影響評価(LCA) 調査結果概要 その2、1995. 3.

表-2 収集・運搬における環境負荷算出条件の設定値

	使用車両		燃費<km/ℓ>		担当エリアから 中間処理施設までの 往復回数<回>
	収集時	運搬時	収集時	運搬時	
ケース1	空き缶	パッカー車	1	3	3
	空き瓶	ダンプ車	4	4	3
ケース2	空き缶	ダンプ車	4	4	5
	空き瓶	ダンプ車	4	4	4
ケース3	空き缶	減容機付車	4	4	2
	空き瓶	ダンプ車	4	4	4

*1 収集頻度は一定とした(現状の月2回)

*2 設定値；ケース1はモデル都市への別図により得られた値、ケース2～ケース3は他の都市への別図およびパッカーへの別図から得られた値により設定

表-3 収集方法毎のコストの内訳

項目	内訳
収集 コスト	回収容器購入費 ケース1～3
	車両減価償却費 ケース1～3
	減容機付車両減価償却費 ケース3
	車両運用費 ケース1～3
	減容機付車両運用費 ケース3
	燃料費 ケース1～ケース3
再資源化 コスト	収集にかかる人件費 ケース1～ケース3
	処理機減価償却費 ケース1～ケース3
	処理機運用費 ケース1～ケース3
	再資源化にかかる人件費 ケース1～ケース3
	仕分け作業人件費 ケース2、ケース3

ケース3の処理機購入費、処理機運用費、再資源化時の人件費は空き瓶のみ

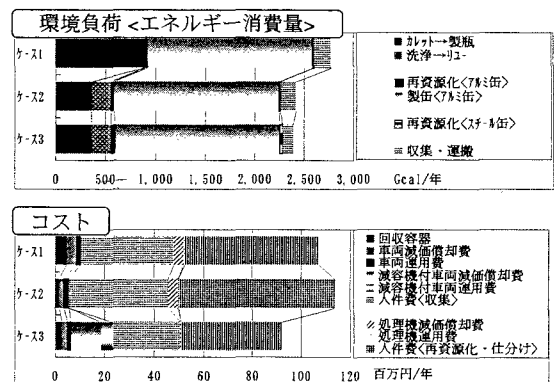


図-2 収集方法毎の環境負荷・コストの比較