

宇部市における紙製容器の収集及び中間処理費用の解析

山口大学大学院理工学研究科 学生会員 ○田中健三郎

山口大学工学部 正会員 浮田正夫

山口大学工学部 正会員 樋口隆哉

宇部フロンティア大学 正会員 城田久岳

1. はじめに

我が国では様々なリサイクル法が施行され、資源再利用化施策が急速に推進されている。しかし一方で、分別収集から再資源化に至るまでに多大なエネルギーやコストを要しており、このことが資源再利用化推進の障害となっている。そこで本調査では、紙製容器包装について宇部市（人口 17 万人）内では年間どのくらいの収集処理費用がかかっているのかを調査・解析した。

現在、宇部市の紙製容器包装は月に一回、市から委託された民間業者が収集を行っている。そのため、解析では民間業者へ調査協力を依頼した。また、収集員の人件費は、市職員の人件費単価を用いて算出した。民間業者により収集された紙製容器包装はリサイクルプラザへ搬入されベリングされた後、徳山市の業者によって引き取られている。

2. 紙製容器包装収集費用

収集にかかる費用を収集車（パッカー車）の燃料代＋人件費とした。ただし、今回の紙製容器包装収集にかかる費用の算出には、パッカー車はリサイクルプラザから発着したものとした。また、3 t パッカー車が収集したとし、収集人数は 2 人とした。パッカー車の償還費については、そのパッカー車が紙製容器包装以外のごみとどの程度関わっているかが把握できなかったため、今回の費用の中には含まれていない。

(1) パッカー車の燃料代の算出 パッカー車の燃料消費量は、以前の研究の可燃、不燃、びん・缶、PET ボトルの収集時の燃料消費量を求めるのに用いられた式 (1) を使い、求めた。

$$\text{燃料消費量} = a (\text{往路距離} \times (\text{車重量} + \text{体重})^\circ) + b (\text{収集路距離} \times (\text{車重量} + \text{体重} + \text{ごみ重量} / 2)^\circ) + a (\text{復路距離} \times (\text{車重量} + \text{体重} + \text{ごみ重量})^\circ) \quad \cdots (1)$$

式 (1) の a, b は Excel のソルバー機能を使い、収集時の 3 組のデータに基づいて $a < b$; $a, b > 0$, $c = 0.52$ の制約条件で最適解を求めたところ、 $a = 0.096$, $b = 0.128$ となった。また、往路距離、復路距離は以前調査され、紙製容器包装と同排出ステーションである不燃、びん・缶、PET ボトルの調査ファイルより推定し、収集路距離については可燃ごみ以外のごみ排出ステーションの位置と収集経路の記してある地図よりキルビメーターを用いて推定した。算出した各校区ごとの燃料消費量を表-1 に記す。これより、宇部市内の全ステーションを一巡するのに必要な燃料量は 236.3 [ℓ] である。

これに軽油の単価 82 [円/ℓ] を乗じて燃料代を算出すると 19,400 [円/月] となる。

(2) 収集員の人件費の算出 2003 年 7 月、8 月に行った追跡調査結果から西岐波校区（東部地域）、琴芝校区（中心市街地）の収集時速はそれぞれ 9.8 [km/hr], 8.6 [km/hr] であった。これを以前調査された不燃物、びん・缶、PET ボトルの収集時速と照らし合わせると、PET ボトルの収集時速が最も近かったため、紙製容器包装を PET ボトルの収集時速で集めたものと仮定し、全校区の収集時間を算出した。表-2 に PET ボトルの収集時速を記す。また、往路・復路については以前の調査結果から不燃物、びん・缶、PET ボトルのすべてが全地域 24.9 [km/hr] ～35.7 [km/hr] で走行していたため、この値を用いて収集はすべての校区の往路、復路を時速 30 [km/hr] で走行したものと仮定した。これらより求めた、収集にかかる所要時間を表-3 に記す。以上の

表-1 各校区ごとの燃料消費量

地域分類	校区名	燃料消費量 [ℓ/月]	地域分類	校区名	燃料消費量 [ℓ/月]
中心市街地	新川	10.1	東部地域	東岐波	19.3
	琴芝	13.8		西岐波	15.0
	神原	5.5		岬	3.7
	見初	4.8	西部地域	厚南	30.8
市街地周辺	恩田	10.0		黒石	15.3
	上宇部	17.1		西宇部	15.3
	輪の島	3.6		原	15.2
	藤山	16.5	北部地域	厚東	18.0
	小羽山	10.5		二俣瀬	
	常盤	11.2		小野	
	川上	16.0	合計		236.3

表-2 PETボトルの収集時速

地域分類	時速[km/hr]
市街地中心	7.2
市街地周辺	7.8
東部地域	9.9
西部地域	5.6
北部地域	14.6

結果より収集時の人件費を求める。収集員の人件費は文献¹⁾より2750 [円/時間]である。これに収集時間、作業人数をかけて求めると、中心市街地 66,600 [円]、市街地周辺 144,000 [円]、東部地域 52,300 [円]、西部地域 72,600 [円]、北部地域 22,000 [円]となり、全ステーションを一巡するのに要する人件費は358,000 [円/月]となる。以上より求めた、宇部市内でかかる紙製容器収集費用は4,520,000 [円/年]である。

3. 紙製容器包装中間処理費用

紙製容器包装の中間処理費用をベーリング機の電気代+中間処理に要する人件費+中間処理に必要な施設・処理機の償還費とした。

(1) ベーリング機の電気代 ベーリング機の処理能力、電気消費量 (45 [kW])、ひと月の処理量を調査、聞き取りにより把握し、電気料金の単価 26 [円/kWh] を乗じて電気代を算出した。〈表-4〉

(2) 人件費 中間処理に要する人数、処理時間、処理日数を調査、聞き取りにより把握し、リサイクルプラザの人件費 1,155 [円/時間/人]¹⁾ を乗じて算出した。〈表-5〉

(3) 償還費 紙製容器包装の中間処理に必要な施設及び処理機の購入費を把握し、1年間当たりの償還費[万円/年]を式(2)を使い求めた。利子率は0.03、耐用年数は紙製容器の保管場所が15年、ベーリング機が7年である。

$$\text{償還費} = P \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \dots (2)$$

(P:イニシャルコスト)
(i:利子率)
(n:耐用年数)

償還費は表-6の通りである。また、紙製容器包装のベーリング機はその他プラスチックのベーリングと併用しており、その稼働率は20%程度なので、ベーリング機の償還費(1,100 [万円/年])の20%を紙製容器包装のベーリングに要した償還費とした。以上より求めた、宇部市内でかかる紙製容器包装中間処理費用は4,370,000 [円/年]である。

4. まとめ

指定法人ルートでは、自治体が一定割合の再資源化費用を負担することになっている。宇部市の場合、その割合は収集量の8%であり、H15年度では1kg当たり25.2 [円]となっている。宇部市はH14年度に紙製容器包装を612,110 [kg]収集しているため、再資源化費用負担額は1,230,000 [円/年]である。

以上より、宇部市内での紙製容器包装の収集処理費用額を収集費用+中間処理費用+市の再資源化費用負担額とすると、年間10,100,000 [円/年]である。また、H14年度に宇部市は紙製容器包装を612,110 [kg]集めているので1kg当たり16.5 [円/kg]かかっていることになる。

本研究では宇部市を例に紙製容器包装の収集処理費用の解析を行った。リサイクルには、多大なコストがかかるなどの課題があり、克服すべき問題点も多く存在する。今後、このようなデータを基に、より良いリサイクルシステムを構築し、ごみ問題に対して効果的対策を考えていくことが大切である。

参考文献

1) 足田心平：リサイクルに伴うごみ処理費用の増大に関する研究，山口大学修士論文（2001）

表-3 紙製容器収集にかかる所要時間

地域分類	校区名	往復回数 [回]	往路時間 [hr]	収集時間 [hr]	復路時間 [hr]	合計 [hr]
中心市街地	新川	2	0.31	3.10	0.25	12.1
	琴芝	3	0.38	4.30	0.38	
	神原	2	0.20	1.40	0.20	
	見初	2	0.15	1.20	0.23	
市街地周辺	愚田	3	0.28	2.80	0.30	26.2
	上宇部	3	0.56	4.20	0.63	
	鵜の島	1	0.16	1.40	0.18	
	藤山	3	0.71	3.20	0.72	
	小羽山	2	0.47	1.90	0.47	
	常盤	2	0.57	2.70	0.27	
	川上	2	0.67	3.30	0.67	
東部地域	東岐波	2	0.81	3.00	0.87	9.5
	西岐波	2	0.59	2.50	0.61	
	岬	1	0.11	0.90	0.10	
西部地域	厚南	3	1.06	1.10	1.03	13.2
	黒石					
	西宇部	2	0.75	3.30	0.82	
	原	2	0.75	3.70	0.73	
北部地域	厚東	1	0.81	2.80	0.39	4.0
	二俣瀬					
	小野					

表-4 ベーリング機の電気代

処理能力[kg/hr]	4,000
処理量[kg/月]	49,000
処理時間[hr/月]	12
電気代[円/年]	168,000

表-5 中間処理に要する人件費

処理人数[人]	4
処理時間[hr/日]	2
処理日数[日/月]	6
人件費[円/年]	665,000

表-6 紙製容器の処理に必要な施設・処理機の償還費

施設・処理機 名称	主な業務	耐用年数	利子率	資本回収 係数	原価 [百万円]	償還費 [万円/年]
ベーリング機	ベーリング	7	0.03	0.16	69	1100
紙製容器保管場所	紙製容器の一時保管	15		0.08	16.8	134