

環境面及び経済面から見た資源循環の適正空間規模に関するモデル分析

Environmental and Economic Considerations of an Analytical Model of
Appropriate Spatial Scales of Resource Circulation

立花美奈* 松本 亨** 井村秀文***
Mina TACHIBANA* Toru MATSUMOTO** Hidefumi IMURA***

ABSTRACT; In recent years a variety of laws dealing with recycling have been enacted, requiring producers to recover and re-commercialize a certain percentage of post-consumption products. Producers are accelerating preparations toward this end, and various types of recycling facilities are being constructed nationally. A key problem when promoting recycling is the balance of the scale and the range of collection areas, collection costs, and profits obtained from recovered resources. The purpose of this research was to evaluate the appropriate scales of the collection range for particular recycling plants based on a model of environmental and economic analysis. As a result, differences in the behavior of the optimal spatial scales of products with large or small densities were clarified. In addition, it was generally shown that the energy consumed in the transportation process was larger than that consumed in the recycling plant.

KEYWORDS; resource recycling, circulation scale, eco-efficiency, economic efficiency

1. はじめに

2000年の循環型社会形成推進基本法の成立とともに、リサイクル関連の各種法律が改正あるいは新規制定され、資源循環型社会を目指した社会制度と再資源化のための施設整備が急がれる状況にある。従来から有価物として回収・再資源化が行われてきた金属類、古紙等については、すでに民間ベースの回収・再資源化ルートが存在し、ある程度の処理能力が整備されている。一方、近年の法整備によって回収・再資源化が義務化された物品については、再資源化のためのインフラ整備が十分といえない。例えば、平成11年度のペットボトル分別回収量57,564トンに対して、その約3.3%は市町村により処理もしくは一時保管された¹⁾。食品廃棄物や建設廃棄物についても本格的な整備はこれからといえる。

ここで再資源化施設の整備とともに考慮しなければならないのが、再資源化商品に対する需要とともに、廃棄物(使用済み製品)の発生地、需要地及び再資源化施設の地理的分布である。つまり、収集及び再資源化に要するコストと再生資源から得られる利益とのバランスが大きな問題になる。比較的狭い範囲の地域から恒常的に多量に発生するものについては、全国に多数の処理拠点が必要となる。他方、発生の空間密度(単位面積当たりの発生量を価格や重量で評価した値)が小さなものは、全国的に収集して処理する必要があるが、その場合には収集コストと回収された資源の経済価値が問題となる。また、同時に要した環境負荷とそれによって得られる環境効果の関係(環境効率性)も大きな問題である。

そこで本研究では1つのリサイクル拠点が担当する収集範囲の適正規模についての評価を、モデル的な都市を設定して環境面及び経済面から行うことを目的とする。前報²⁾において、資源循環の空間規模がどのような制約条件によって規定されているのか物品別に比較した。また、自治体ルートの資源ゴミ及び廃家電の収集・再資源化実態調査を行い、その実態を把握した。本論では、収集量または収集範囲とコスト及びエネルギー消費量の関係を物品別に分析する。具体的には、再資源化のプロセスを輸送と再生プラントに分け、それぞれライフサイクルでのエネルギー及びコストを推計し、それらを合計した値が最少となる収集量及び収集範囲を求める。

2. 適正空間規模の評価方法

図1に本研究の評価対象品目と評価範囲を示す。つまり、消費者が廃棄してから、回収業者などでの中間処理を経て再生プラントに輸送されるまでを想定する。一般的に、再生プラントは数が多いほど各家庭から再生プラントへの輸送エネルギー、コストが減少する。一方、再生プラントは処理能力が小さいと規模の経済がはたらかず、単位処理量あたりのエネルギー、コストは大規模なプラントに比べて大きくなる。

再生プラントにおける処理量または距離、面積とコスト、エネルギーの関係のグラフは図2のようになると考

* 佐賀県庁唐津土木事務所

* Saga prefectural Office

** 北九州市立大学国際環境工学部環境空間デザイン学科

** Department of Environmental Space Design, Faculty of Environmental Engineering, the University of Kitakyushu

*** 名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

*** Division of Environmental Engineering and Architecture, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

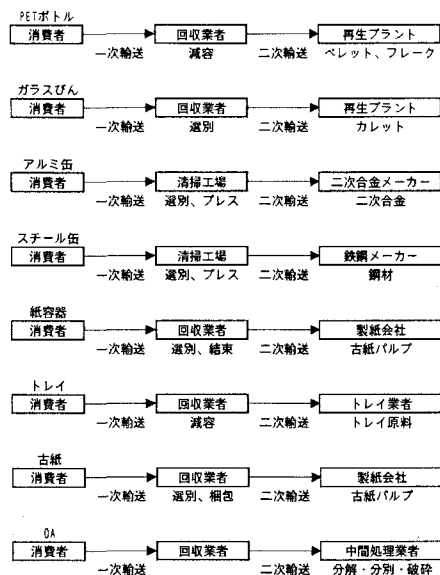


図1 評価対象品目と評価範囲

えられる。処理量を T ，コストを C ，エネルギーを E とすると

$$C=AT^{\alpha}, E=BT^{\beta} \quad (A, B \text{ は定数}, 0 < \alpha, \beta < 1) \quad (1)$$

と表すことができる。

コストについて最適値の算出方法を述べる。式(1)の曲線をイニシャルコスト、ランニングコストについてそれぞれ求めて和をとる。これを $F1(T)$ とする。また、収集運搬費も同様に式に表し、これを $F2(T)$ とする(図3)。それぞれを単位収集・処理量あたりに換算した式を $f1(T)$, $f2(T)$ とする(図4)。ここで $f(T) = f1(T) + f2(T)$ とおき、 $f(T)$ の微分値が0となる T ，すなわち $f(T)$ が最小となる T を最適値とする。

y 軸をエネルギーとした場合も、同様の手法により最適値を得る。

3. 処理・再生プロセスの評価

3.1 α 値の決定

図5は焼却施設の処理能力を x 軸に、建設事業費(イニシャルコスト)を y 軸にとり、対数軸に変換して近似曲線を求めたものである。これよりイニシャルコストの $\alpha=0.84$ とおける。

また図6は中間処理量と人件費以外のごみ処理費の関係を、図7は中間処理量と技術職員数の関係を示したものである。ごみ処理費には燃料費、修繕費、光熱水費、薬剤費などが含まれる。技術職員とはクレーン操作、ピット係員、焼却作業員のことを指す。図6より $\alpha=0.98$ ，図7より $\alpha=0.66$ とおく。

またイニシャルエネルギー、ランニングエネルギーの β 値は、エネルギーとコストに線形関係があることから、それぞれコストの α 値と等しいとする。すなわち

イニシャルエネルギー： $\beta=0.84$

ランニングエネルギー： $\beta=0.92$

とした。

次に業者へのヒアリング調査により品目ごとに係数 A, B を求めるためのデータ収集を行った。紙容器のデータを表1に示す。ただし人件費に関する情報が得られない場合、作業人員数に業種別平均賃金を乗じ、8時間/日、22日/月労働として年収を算出した。

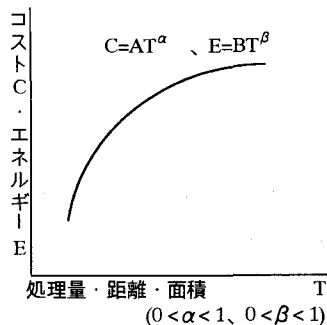


図2 処理量とコスト、エネルギー

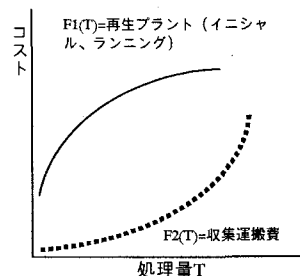


図3 再生プラントと収集運搬費

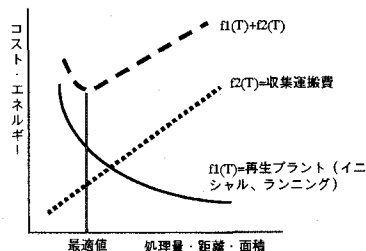


図4 単位処理量あたりのコストと処理量の関係

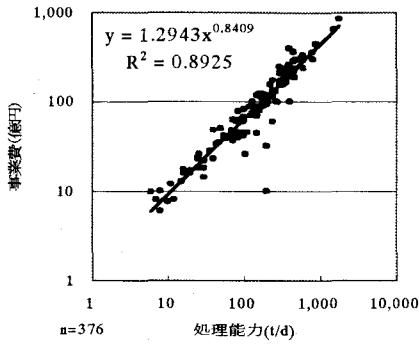


図5 処理能力と建設費の関係³⁾

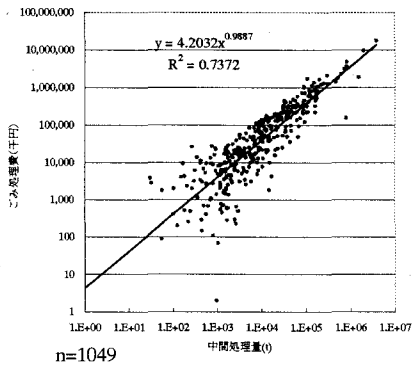


図6 中間処理量とごみ処理費の関係⁴⁾

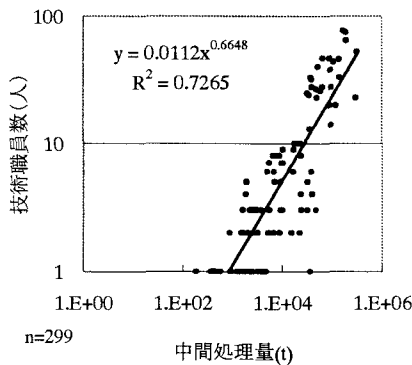


図7 中間処理量と技術職員数の関係⁴⁾

表1 PETボトル再生プラントに関する諸データ⁷⁾

再生プラント		PETボトル
イニシャル+ランニングエネルギー	処理能力(t/d)	2.25
	処理能力(t/年)264日稼働	594
	契約金額(千円)	87,550
	エネルギー換算(kcal)	1,575,900,000
	うちイニシャル分(kcal)	555,113,448
ランニングエネルギー	うちランニング分(kcal)	1,020,786,552
	原料投入量(t/年)	554.45
	電力使用量(kWh)	109,054
イニシャル+ランニングコスト	エネルギー換算(kcal)	245,371,500
	処理能力(t/d)	2.25
	処理能力(t/年)264日稼働	594
	契約金額(千円)	87,550
	うちイニシャル分(千円)	35,371
ランニングコスト(人件費以外)	うちランニング分(千円)	3,500
	うち人件費分(千円)	48,678
	原料投入量(t/年)	554.45
	設備費(千円)	6,540
	材料費(千円)	4,397
人件費	営業費(千円)	6,478
	変動費(千円)	7,513
	合計(千円)	24,928
	1995年度換算(千円)	24,928
	原料投入量(t/年)	554.45
1995年度換算(千円)	労務費(千円)	4,617
	1995年度換算(千円)	4,617

表2 回帰結果：再生プラント

再生プラント					
	イニシャルエネルギー	ランニングエネルギー	イニシャルコスト	ランニングコスト(人件費以外)	人件費
傾き	$X^{0.8409}$	$X^{0.9189}$	$X^{0.8409}$	$X^{0.9189}$	$X^{0.6643}$
PETボトル	2,581,694	2,884,713	164,504	9,892	699,370
ガラスびん	26,905	895,856	2,618	8,564	15,075
スチール缶	1,792	85,950	0.0000078	1,530	9,490
アルミ缶	723,943	624,244	40,219	10,382	16,114,115
紙容器	404,038	1,416,296	22,447	12,207	296,195
トレイ	657	3,036,169	364,932	24,456	41,438
古紙	1,192,566	4,107,726	66,254	45,729	138,604
OA	4,031,123	124	22	2,473	135,127

表3 回帰結果：回収業者

回収業者					
	イニシャルエネルギー	ランニングエネルギー	イニシャルコスト	ランニングコスト(人件費以外)	人件費
傾き	$X^{0.8409}$	$X^{0.9189}$	$X^{0.8409}$	$X^{0.9189}$	$X^{0.6643}$
PETボトル	356,426	2,524,710	19,801	13,006	244,612
ガラスびん	397,981	2,619,923	2,571,274	13,759	308,733
スチール缶	63,242	56,973	4,445	633	147,025
アルミ缶	211,027	132,448	18,308	2,516	79,086
紙容器	8,149	0.6236	704	186	8,320
トレイ	1,352,936	1,029,912	116,905	13,414	593,433
古紙	16,798	43,548	1,634	400	400,726
OA	8,791	24,079	982	146	5,559

3.2 品目別の回帰式の決定

各品目別に、中間処理施設と再生プラントのそれぞれについて処理量とコスト、エネルギーの実測値から回帰式をもとめる。またPETボトルを例として、使用したデータを表1に示す。このようなヒアリングでのデータ収集を8品目合計9社に行って求めた。得られた品目別の回帰式を、表2、3に示す。

再生プラントのイニシャルコストは減価償却費に18kcal/円⁵⁾を乗じた。また、各機械については「産業連関表によるエネルギー・二酸化炭素排出原単位⁹⁾95」から(I-A)型の原単位を使用した。

ランニングコストは電気の場合、電気料金⁸⁾から使用料(kwh)を算出し、平均発熱量(kcal/kwh)を乗じた。その他石炭、軽油なども同様に発熱量を求めた⁹⁾。また、人件費に関しては、情報が得られない場合、作業人員数に業種別平均賃金¹⁰⁾を乗じ、8時間/日、22日/月労働として年収を算出した。

4. 輸送プロセスの評価

4.1 輸送モデルの概念

輸送に関して、ここで収集量 $T[t]$ 、市町村面積 $S[m^2]$ 、人口密度 $\rho[人/m^2]$ 、市町村内輸送距離 $L[km]$ 、再生プラントまでの距離 $m[km]$ と設定する。

(1) 人口密度がすべての市町村で等しいとき

人口密度がすべての市町村で等しいとき、つまり、

$$\rho_1 = \rho_2 \quad (2)$$

また、収集量が面積に比例するとして、

$$T \propto S \quad (3)$$

収集エネルギーを E とすると、

$$E = y \cdot L \cdot u \quad (4)$$

と表せる。(y : 燃料効率 $[kcal/km]$, u : 車使用回数 $[回]$)

ここで、 $L \propto T \propto S$, $u \propto T \propto S$ より、

$$E \propto T^2 \propto S^2 \quad (5)$$

が成り立つ。

(2) 人口密度が異なるとき

収集量は人口のみに比例し、面積と相関がない。つまり、使用回数 $u \propto T$ 、距離 $L \propto S$ という関係が成り立つ。

これより、

$$E \propto L \cdot T \propto S \cdot T \quad (6)$$

である。ここで、

$$T \propto L^{1/2} \quad (7)$$

という関係が成り立つようにすれば、

$$E \propto T^3 \quad (8)$$

となり、単位処理量あたりのエネルギー消費量の関係は、下に凸のグラフで表される。つまり、 $T \propto L^{1/2}$ 、すなわち $人口 \propto S^{1/2}$ となるように輸送モデルを考えればよい。

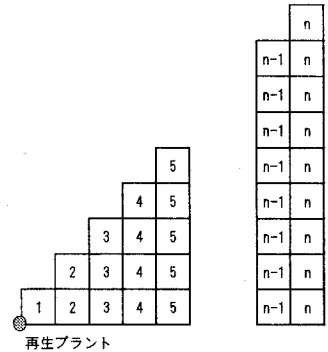


図8 格子状都市モデル

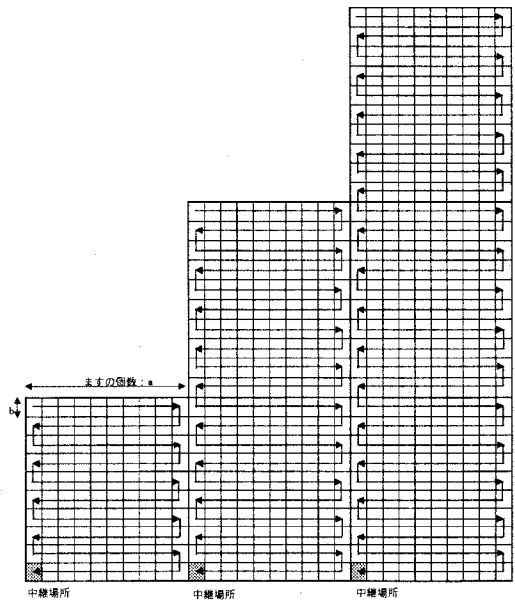


図9 格子状都市モデルの拡大図

4.2 格子状都市モデルの概要

1. で述べたように、都市の面積が整数倍で増加し、

なおかつ二次輸送が簡潔になるように図8に示す格子状都市モデルを用いた。面積の総和が九州全体の面積 $(44,423m^2)^{11)}$ とほぼ等しくなるように、 n を決定する。人口密度に関しては、(1)人口密度一定ケース1: 都市全体の人口が九州全体と等しくなるように人口密度を決める、(2)人口密度一定ケース2: 人口密度が人口密度変化ケースの $n=1$ と等しくなるように決定する、(3)人口密度変化ケース: 人口が面積の $1/2$ 乗に比例するように決める、の3通りを想定した。

$n=1 \sim 3$ までを拡大したものが図9である。面積は九州の各市町村平均面積¹¹⁾である $78m^2$ とする。1つのま

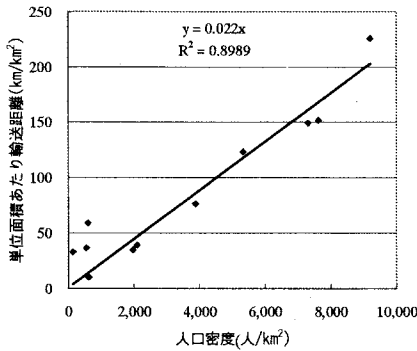


図10 輸送距離と人口密度の関係

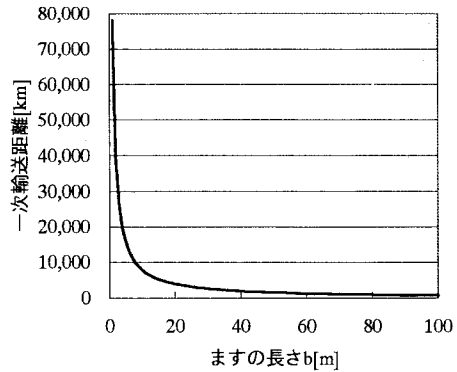


図11 bと一次輸送距離の関係

す目の長さ b [km]は、各市町村の収集車平均走行距離と人口密度の関係から決定する。

一次輸送では、2t収集車がまず目の中心を通って左下の回収場所(中間処理場)に到着する。輸送後の収集車は空荷で左上の出発点まで最短距離を戻る。このときの行きの輸送距離 L [km]は

$$L = nb(a-1)(a+1) + b(n-1) \quad (9)$$

と表せる。

二次輸送は回収場所から再生プラントまで運ぶ。街1の左下隅を再生プラントとし、ここから空荷の10t車が発車して回収場所を周り、再生プラントまで輸送する。このときの片道の輸送距離 M [km]は次のように表される。

$$M = b \cdot a \cdot (n-1) + b / (2^{1/2}) \quad (10)$$

4.3 bの決定

一次輸送距離(市町村内全ての収集ルートを含めた距離) H を、各市町村へのアンケートから求めた。うち福岡市については、1日の収集量が等しくなるように市内を22等分している。区ごとの一次輸送距離を算出した。算出した距離と人口密度との関係を図10に示す。

また正方形の面積を S [m^2]とすると、 $a = S^{1/2}/b$ より一次輸送距離 H と b の関係は、

$$H = b (S/b^2 - 1) = (S/b - b) \quad (11)$$

と表すことができる。 $S=78$ [m^2]のときの関係を図11に示す。

4.4 使用データ及び推計結果

品目により、トラックの積載量や収集量は異なる。それらの輸送に関するデータをペットボトルを例として表4に示す。ペットボトル、ガラスびん、OA以外は全国の収集量を九州の人口で按分した。OA

表4 PETボトルの輸送に関するデータ

ペットボトル収集時かき密度(t/m^3) ^{1*}	0.09
ペットボトル収集量(H1実績量)(t) ^{2*}	4,091
燃料効率 y (kcal/km)と車重量 x (kg)の関係 ^{3*}	$y = 20.90x^{0.5216}$
2tパッカー車容量(m^3) ^{1*}	4
2tパッカー車積載量(t) ^{1*}	0.36
2t車重量(kg) ^{3*}	2,000
車両総重量(kg)	2,360
2t車最大積載時の	1,201
10t車にバール420個(8kg/個)の積載量(kg) ^{4*}	7,560
10t車重量(kg) ^{3*}	8,000
車両総重量(kg)	15,560
10t車最大積載時の	3,211
y (kcal/km)	

^{1*} 都市ごみの総合管理を支援する評価計算システムの開発に関する研究⁽²⁾

^{2*} 再商品化ニュースNO.10⁽³⁾

^{3*} 廃棄物の輸送エネルギーについて⁽⁴⁾

^{4*} 春日市ヒアリング

表5 輸送エネルギーの回帰式

エネルギー	(1)密度一定		(2)密度一定		(3)密度変化	
	一次輸送	二次輸送	一次輸送	二次輸送	一次輸送	二次輸送
PETボトル	$516216x^{1.9633}$	$44.343x^{2.5958}$	$287234x^{1.9856}$	$2.4298x^{2.7341}$	$286.06x^{3.9744}$	$0.0044x^{4.4641}$
ガラスびん	$57555x^{1.9775}$	$0.8778x^{2.7366}$	$13195x^{1.9954}$	$0.059x^{2.7542}$	$0.3347x^{3.9892}$	$5E-06x^{4.5157}$
スチール缶	$20743x^{1.9979}$	$0.0568x^{2.7412}$	$5301.9x^{1.9994}$	$0.0037x^{2.758}$	$0.0058x^{3.9983}$	$2E-08x^{4.5161}$
アルミ缶	$141676x^{1.9905}$	$0.9368x^{2.7363}$	$34874x^{1.9978}$	$0.0614x^{2.7567}$	$0.576x^{3.9966}$	$3E-06x^{4.5107}$
紙容器	$741375x^{1.8855}$	$37.14x^{2.6776}$	$110132x^{1.995}$	$2.2423x^{2.7275}$	$155.13x^{3.978}$	$0.0068x^{4.4767}$
トレイ	$1E+07x^{1.8577}$	$2660.4x^{2.6847}$	$2E+06x^{1.9772}$	$163.25x^{2.7475}$	$41413x^{3.9488}$	$1.2538x^{4.4276}$
古紙	$631.65x^{1.9907}$	$0.0004x^{2.7456}$	$163.14x^{1.9999}$	$3E-05x^{2.7587}$	$7E-07x^{3.9996}$	$1E-12x^{4.5172}$
OA	$3E+06x^{1.7307}$	$268.12x^{2.6638}$	$286832x^{1.9605}$	$16.545x^{2.7217}$	$2189x^{3.9142}$	$0.1194x^{4.4591}$

表6 輸送コストの回帰式

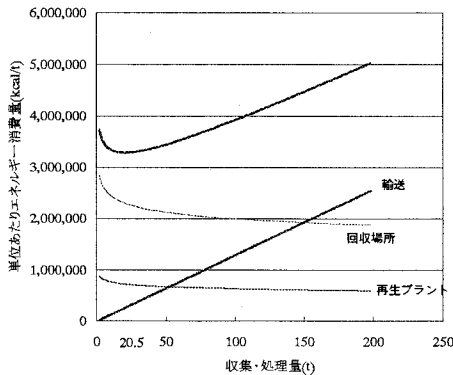
コスト	(1)密度一定		(2)密度一定		(3)密度変化	
	一次輸送	二次輸送	一次輸送	二次輸送	一次輸送	二次輸送
PETボトル	$163757x^{1.234}$	$7528x^{1.0442}$	$34531x^{1.562}$	$7655.6x^{1.0351}$	$86.105x^{3.2002}$	$8346.7x^{1.0265}$
ガラスびん	$7276.1x^{1.5666}$	$6901x^{1.0356}$	$2365.1x^{1.6124}$	$6285.8x^{1.0401}$	$0.2357x^{3.2968}$	$5148.4x^{1.0868}$
スチール缶	$6278x^{1.5626}$	$6257.2x^{1.0403}$	$2320.2x^{1.6039}$	$5685.8x^{1.0439}$	$0.0193x^{3.2508}$	$4470.4x^{1.0873}$
アルミ缶	$26377x^{1.5424}$	$11102x^{1.0328}$	$9838.6x^{1.5751}$	$9928.8x^{1.0405}$	$0.8255x^{3.2239}$	$5272.3x^{1.081}$
紙容器	$46478x^{1.4541}$	$10164x^{1.0767}$	$9812.3x^{1.6041}$	$8104.3x^{1.0134}$	$30.536x^{3.2672}$	$7824.9x^{1.0411}$
トレイ	$381074x^{1.401}$	$75783x^{1.0773}$	$106056x^{1.5506}$	$60875x^{1.027}$	$3779.6x^{3.1674}$	$10936x^{1.0848}$
古紙	$432.92x^{1.5959}$	$5328.1x^{1.0447}$	$145.86x^{1.6202}$	$4990.7x^{1.0446}$	$9E-06x^{3.3143}$	$3460.3x^{1.0886}$
OA	$140090x^{1.2838}$	$21106x^{1.0814}$	$19287x^{1.5711}$	$17118x^{1.0642}$	$257.96x^{3.1921}$	$9441.6x^{1.0103}$

表7 エネルギーに関する最適値

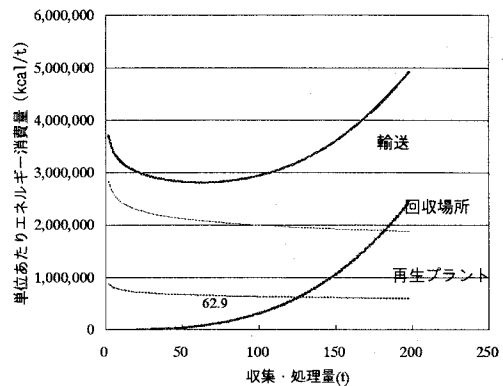
二次輸送	(2)一定ケース2		(3)変化ケース	
	収集量t	距離km	収集量t	距離km
PETボトル	2.86	0.745	9.52	0.728
ガラスびん	20.46	0.852	62.9	0.813
スチール缶	3.57	0.032	91.2	0.077
アルミ缶	4.89	0.167	42.1	0.246
紙容器	1.57	0.471	6.91	0.509
トレイ	0.31	0.389	1.63	0.497
古紙	1509	0.842	4718	0.742
OA	2.116	1.394	4.49	1.037

表8 コストに関する最適値

二次輸送	(2)一定ケース2		(3)変化ケース	
	収集量t	距離km	収集量t	距離km
PETボトル	26.9	7.00	14.4	1.67
ガラスびん	1657	69.00	258	13.68
スチール缶	52.7	0.47	223	0.46
アルミ缶	2094	71.60	338	15.83
紙容器	22.5	6.75	16.9	3.04
トレイ	6.87	8.63	4.31	3.48
古紙	4140	2.31	6400	1.37
OA	4.87	3.21	4.56	1.07



(a) 密度一定ケース2



(b) 密度変化ケース

図12 最適値：ガラスびんの例

はヒアリングした業者が九州一円から集めているので、そのままの値を用いた。また、10t車の最大可積載量は8tを限度としている。よってスチール缶、紙容器、古紙など、計算上8t以上積載できるものについても10t車積載量を8tとした。

輸送エネルギー、コストについて算出した式をまとめて表5、6に示す。

表9 輸送の総エネルギー、コスト：(1)密度一定ケース1

n=1~33までの総和		(1)密度一定			
		総エネルギー	単位あたりエネルギー	総コスト	単位あたりコスト
品目	収集量(t)	kcal	kcal/t	円	円/t
PETボトル	4,091	1.83753E+11	4.49165E+07	2,333,501,971	570,399
ガラスびん	26,167	1.34740E+12	5.14924E+07	10,199,734,544	389,794
スチール缶	123,474	1.23821E+13	1.00281E+08	95,237,792,526	771,319
アルミ缶	31,865	5.36299E+12	1.68303E+08	41,740,226,095	1,309,904
紙容器	3,634	2.22898E+11	6.13368E+07	1,700,629,218	467,977
トレイ	867	1.82381E+11	2.10359E+08	1,471,273,806	1,696,971
古紙	1,952,192	9.57996E+13	4.90729E+07	723,766,935,227	370,746
OA	1,654	1.06425E+11	6.43437E+07	830,016,792	501,824

5. 最適値の試算結果

5.1 最適値の比較

4.5で求めた式から最適値を算出する。その後、(1)密度一定と(3)密度変化については総コストと総エネルギー、(2)密度一定と(3)密度変化については最適値の大小などを比較する。例としてエネルギーについてのガラスびんのグラフを図12に示す。

収集量の最適値と収集量と再生プラントからの距離の関係を用いて、距離の最適値を算出した。結果を表7、8に示す。 $n=1$ の人口密度を等しくした下段の(2)と(3)のケースは、それぞれの最適値を比較できる。コストについては、密度一定の場合の方が密度変化の場合より最適距離が長い。これは予想できる結果である。しかしエネルギーについては(2)、(3)でそれほど違いが見られない。

表10 輸送の総エネルギー、コスト：(3)密度変化ケース

n=1~33までの総和		(3)密度変化			
		総エネルギー	単位あたりエネルギー	総コスト	単位あたりコスト
品目	収集量(t)	kcal	kcal/t	円	円/t
PETボトル	4,091	3.48532E+12	8.51947E+08	22,292,746,566	5,449,217
ガラスびん	26,167	6.58079E+12	2.51492E+08	41,843,239,275	1,599,084
スチール缶	123,474	6.04536E+13	4.89606E+08	385,828,372,739	3,124,774
アルミ缶	31,865	2.61911E+13	8.21935E+08	167,480,815,585	5,255,931
紙容器	3,634	1.09304E+12	3.00782E+08	6,961,211,165	1,915,578
トレイ	867	8.84359E+11	1.02002E+09	5,661,961,324	6,530,521
古紙	1,952,192	4.67227E+14	2.39335E+08	2,969,483,936,611	1,521,102
OA	1,654	5.19614E+11	3.14156E+08	3,312,228,823	2,002,557

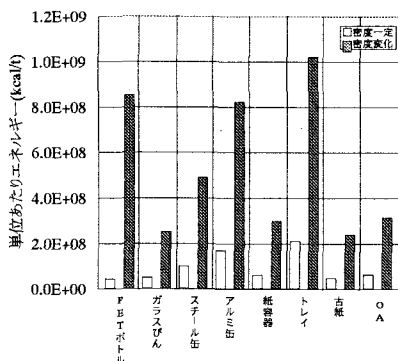


図13 エネルギーの比較:(1)、(3)の場合

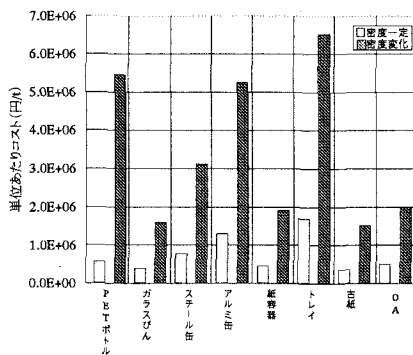


図14 コストの比較:(1)、(3)の場合

5.2 総エネルギー、総コストの比較

(1)密度一定ケース1と(3)密度変化ケースの場合、総面積と総人口が等しいので輸送に関する総エネルギー、総コストを比較できる。結果を表9,10に、また単位あたりのエネルギー、コストを棒グラフにとったものを図13, 14に示す。

6. おわりに

本研究では、ライフサイクルコスト及びライフサイクルエネルギーを考慮した、品目別の収集量及び収集距離の最適値の考え方及びその試算を示した。その結果、以下のような結論が得られた。

- 1)最適空間規模はかなり狭く、輸送過程の寄与が高いといえる。
- 2)特に密度の軽いPETボトル、トレイなどは単位処理量あたりのエネルギー、コストも他品目に比べて大きい値が得られた。
- 3)人口密度変化ケースは一定ケースより輸送効率が悪いことを示した。

現行のリサイクルと今回得られた結果を比較すると、現実の収集範囲の方がかなり大きいことがわかる。この差は、自治体やメーカーの負担によって埋められていると考察することができる。各品目の再生品の需要に関してその経済性と地理的分布も考慮した評価を行うことが今後の課題である。

謝辞

本研究は、昭和シェル石油環境研究助成財団・平成12年度萌芽研究「資源循環の適正空間規模の評価に関する研究(代表:松本亨)」の補助を受けて行った成果の一部である。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省編：平成13年度版 循環型社会白書，pp.66-70，2001
- 2) 立花美奈・松本 亨・井村秀文：資源循環の適正空間規模に関する基礎的研究，第28回環境システム研究論文発表会講演集，pp.169-176，2000
- 3) 産業タイムズ社：環境設備計画レポート 平成7年度版
- 4) 全国都市清掃会議：一般廃棄物処理事業実態調査 平成7年度版実績調査データ
- 5) 中嶋芳紀：九州大学工学部卒業論文，平成7年2月
- 6) 森口祐一・南斎規介：産業連関表によるエネルギー・二酸化炭素排出原単位'95
- 7) クリーンジャパンセンター：PETボトル再資源化実証プラント実証実験報告書，平成11年3月
- 8) 電気事業連合会統計委員会編：電気事業便覧 平成11年版
- 9) EDMC編：エネルギー・経済統計要覧 2000，日本エネルギー経済研究所
- 10) 労働省政策調査部：賃金センサス 平成12年版第2巻
- 11) 東洋経済：地域経済総覧2001
- 12) 北海道大学：都市ごみの総合管理を支援する評価計算システムの開発に関する研究，1998
- 13) 日本容器包装リサイクル協会：再商品化ニュース，No.10，2000
- 14) 浮田正夫：廃棄物の輸送エネルギーについて(参考資料)，『社会資本整備に係わるLCA手法の体系化と環境評価の総合化(科学研究費補助金研究成果報告書)』所収，pp.133-140，2000