

人口低密地域における一般廃棄物の分別数が収集過程のコストに及ぼす影響

岡崎 誠¹・増田 貴則²・細井 由彦³・河野 嘉範⁴

¹正会員 鳥取環境大学環境情報学部環境政策学科 (〒689-1111 鳥取市若葉台北1-1-1)

E-mail: okazaki@kankyo-u.ac.jp

²正会員 鳥取大学工学部社会開発システム学科 (〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101)

E-mail: masuda@sse.tottori-u.ac.jp

³正会員 鳥取大学工学部社会開発システム学科 (〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101)

E-mail: hosoi@sse.tottori-u.ac.jp

⁴㈱三菱電機コントロールソフトウェア (〒670-0993 姫路市千代田町888 INビル5F)

人口低密地域に焦点をあてて効率的な家庭廃棄物の分別収集のあり方を検討した。モデル地域で分別数の増加に伴う収集・運搬過程のコストの変化を算定し、さらに変化のパターンに影響を及ぼす要素として分別ごみの収集頻度と集落、人口の分布状況に着目して解析を試みた。加えて、家庭での分別の煩雑さを支払意志額として推定し、また、収集した後処理場内で選別する過程でのコストも算定して、これらを合計して総合評価した。さらに、分別数の増加による環境負荷 (CO₂ 排出量) の変化を算定した。

Key Words : separated collection, less densely populated area, CVM, cost analysis, CO₂

1. 背景と目的

近年、ごみのリサイクルを一層推進するための課題の1つとして、効率的な分別収集システムの確立があげられている¹⁾。ごみの収集システムに関しては、これまで数多くの研究がなされているが、環境負荷、エネルギー消費量、あるいはコストなどをできる限り低減するシステムとして広域化収集に着目したものが多い^{2)~10)}。また、解析のためのモデル化に関しては、代表的変数を設定した回帰式による推計が一般的である。例えば城田ら⁹⁾は収集ごみの重量などを変数とした回帰モデル式を用いて収集過程のエネルギー消費量を解析しており、また、羽原ら⁸⁾は人口や輸送距離等を変数とした近似式によりコストおよびエネルギー消費量を算定している。さらに、荒井ら⁶⁾は処理量、収集量、輸送距離を変数とした指数回帰モデルを使用して処理費用、収集費用を推定している。

しかし、広域化収集の検討のみが効率的な収集システムの構築につながるとは限らず、分別数や収集回数、選別過程についても検討することが重要と考えら

れる。中山間地で急速に広がっている人口低密地域においては、分別数や収集回数の増加は収集・運搬に伴うコスト、環境負荷、エネルギー消費の増大につながる可能性が高く、必ずしも効率的ではない場合も考えられる。また、分別数が増加するにつれ、家庭で分別を強いられる住民の煩雑さも大きくなるものと思われる。一方、分別数を少なくすれば、処理施設内での選別に関わるコスト、エネルギー消費の増大につながる可能性がある。

そこで、本研究では人口低密地域を対象に、収集・運搬の過程のみならず、住民の分別の煩雑さや収集後の処理施設内での選別過程をも考慮にいれて、分別数に応じたコスト、環境負荷 (CO₂ の排出量) の変化を算定し、効率的な家庭廃棄物の分別収集システムの検討を試みた。

2. 研究方法

本研究での評価の対象を図-1に示す。廃棄物の収

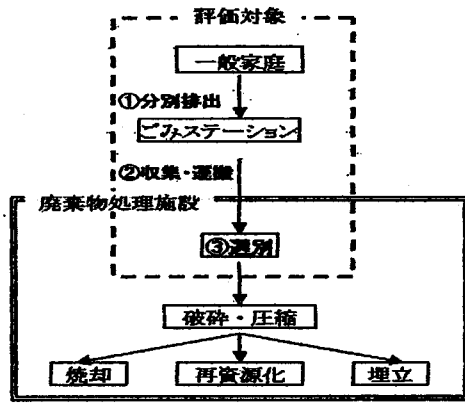


図-1 研究対象

集・運搬、選別、処理・最終処分の一連の流れの中から、一般家庭での廃棄物分別排出の過程と、排出された廃棄物の収集・運搬過程、処理施設内での選別過程を評価の対象とした。また、コスト、環境負荷の算定方法は、対象とした地域が狭く限定されていることから、第1章で述べたような一般的回帰式は用いず、実際の分別、収集・運搬、選別実態に従ってできるだけ個別に積み上げていく方法を基本とした。

(1) 収集・運搬過程のコスト算定方法

分別種類別に家庭からの廃棄物排出量を推定し、その分別種類ごとに収集車両の移動距離、要員人数を推計し、その結果からコストを求めた。収集車は対象地域の中心部（旧町役場の位置を処理施設として仮想）を出発点とし、より遠い集落から巡回しつつ家庭廃棄物を収集し、収集量が収集車の最大積載量に達すると出発点まで戻ると設定した。収集距離、収集コストは以下の算定式により求められると仮定した。

a) 収集距離の算定方法

まず廃棄物の排出量は、次式で表されるとする。

$$G_{w,v,j,m} = g_{w,j,m} \times H_v \quad (1)$$

ここで、 w 、 v 、 j 、 m はそれぞれ廃棄物の種類、集落、分別数、年間の収集頻度を表す。したがって、 $G_{w,v,j,m}$ は、年間 m 回の頻度で分別収集した場合の1回の廃棄物 w の排出量[kg/回]、 $g_{w,j,m}$ は、種類が w の廃棄物を分別数 j で年間 m 回の頻度で収集したときの各世帯から排出される廃棄物の排出量原単位[kg/回・世帯]である。また、 H_v は、集落の世帯数[世帯]である。

次に、収集車の基本的な収集行動による走行距離は、次式で表されるとする。

$$L = l_{o,s} + \sum \sqrt{A_v} + \sum l_{v'} + l_{l,o} \quad (2)$$

ここで、 L は収集行動1サイクルの走行距離[km]、 $l_{o,s}$ は対象地域における出発点 o から収集を開始する集

落 s までの走行距離[km]、 $l_{v'}$ は収集ルートに沿った集落間走行距離[km]、 $\sqrt{A_v}$ は集落 v の面積を平方根す

ることで代替する集落内の収集距離[km]、 $l_{l,o}$ は収集車両が最大積載量まで達したときに収集を終了し、集落1から出発点 o まで戻ってくるまでの走行距離[km]である。このような算定方法は、考え方としては都市の廃棄物収集の分析に用いられているグリッドシティーモデルと同様のものであるが、本研究では、数十戸程度の小さな集落が点在している対象地域の特性を考慮して実際の収集活動をできる限りそのまま再現する方法として採用した。よって、 j 分別した場合に廃棄物 w の収集距離[km/回]は、式(2)で求めた走行距離の合計となる。

$$L_{w,j} = \sum_i L_{i,w,j} \quad (3)$$

また、 j 分別した場合の廃棄物 w の年間収集距離[km/年]は、

$$LT_{w,j} = L_{w,j} \times K_{w,j} \quad (4)$$

となる。ここに、 $K_{w,j}$ は j 分別した場合の廃棄物 w の収集回数[回/年]である。

そして、 j 分別収集した場合に、式(2)で求めた各廃棄物の年間収集距離を合計した年間総収集距離[km/年]は、次のとおりとなる。

$$LT_j = \sum_w LT_{w,j} \quad (5)$$

b) 収集コストの算定方法

j 分別した場合の廃棄物 w の収集コスト[円/年]は、収集車両稼動における燃料代、収集人件コスト、収集車両の減価償却費および維持管理費によって決まると考え、次式で表せるとした。

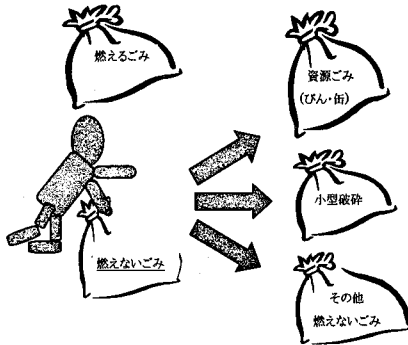
$$C_{w,j} = (L_{w,j} \times fe \times \lambda + PC_{w,j} + MC_{w,j}) \times K_{w,j} \quad (6)$$

ここに、 $C_{w,j}$ は j 分別した場合の廃棄物 w の収集コスト[円/年]、 $L_{w,j}$ は j 分別した場合の廃棄物 w の収集距離[km/回]、 fe は収集車両の燃料消費量[L/km]、 λ は燃料代[円/L]、 $PC_{w,j}$ は j 分別した場合の廃棄物 w 収集人件コスト[円/回]、 $MC_{w,j}$ は j 分別した場合の廃棄物 w の収集車両の維持管理費用[円/回]、 $K_{w,j}$ は j 分別した場合の廃棄物 w の収集回数[回/年]を表す。なお、

$$PC_{w,j} = (L_{w,j} / v / h1) \times m \times c \times h2 \quad (7)$$

ここに、 v は2t車両平均走行速度[km/h]、 $h1$ は2t車両1台当たり稼動時間[h/台]、 m は2t車両乗員人数[人]、 c は1人1時間当たり人件費[円/人・h]、 $h2$ は1人当たり収集作業時間[h/人]である。また、

- [1] 燃えるごみ、燃えないごみ2分別し、それぞれ週に1回、別々の曜日に捨てるという状況がすでに現在あることを想像して下さい。そして、2種類のごみの内、燃えないごみをさらに下図のように資源ごみ(びん・缶)・小型破砕・その他燃えないごみ(プラスチック・ペットボトル・白色トレーをまとめたごみ)の3種類に分け、それぞれ週に1回捨てなければならない状況に変化いたします。



例えば1ヶ月200円支払えばこの3分別を行う必要はなく、燃えないごみとしてまとめて捨てても良いとします。あなたは1ヶ月200円支払いますか?ただし、お支払い頂いた分だけ自由に使えるお金が減ることに注意して下さい。

次の選択肢から一つだけ○をつけて下さい。

1. はい、1ヶ月200円支払ってまとめて捨てます
2. いいえ、支払わず3分別します

図-4 アンケート調査の一例

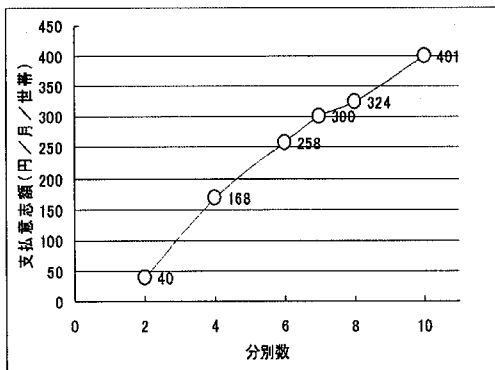


図-5 支払意思額推定結果

査で想定した分別方法を示す。ここでは一般に聞きなれない分別種類も見られるが、調査対象とした地域の分別方法に従って設定したものである。図-4にはアンケート調査で用いた質問の一例として2分別から4分別になる際の質問文の一部を示す。実際には、最初の提示額は200円~1200円の間で示し、この後さらに質問を続けるダブルバウンド方式を採用した。

分別数の増加を回避する場合の支払意思額を推定し、1分別(分別なし)からの分別数変化回避の支払意思額として整理しなおした結果を図-5に示す。支払意思額は、分別数の増加に従いほぼ直線的に増加しており、分別数が1つ増加することにより、約40円から60円増加する結果となっている。しかし、7分別から8分別への変化を回避するための支払意思額は他と比較して低い結果

(24円)となり、この分別には面倒さをあまり感じないことがわかった。これは、7分別から8分別に移行する場合にアルミ缶とビンを分別することと設定されており、日常生活の中でこの分類に対する負担感が少ないということを反映しているものと考えられる。

(4) 環境負荷の算定方法

a) 収集・運搬過程の環境負荷(CO₂排出量)

全ての廃棄物をj分別収集した場合に、廃棄物wの収集車両稼働時のCO₂排出量[kg-CO₂/年]は、次式で表すものとした。

$$HT_j = \sum_w H_{w,j} \quad (11)$$

$$H_{w,j} = L_{w,j} \times H_s \times K_{w,j} \quad (12)$$

ここに、 HT_j はj分別収集した場合の収集車両稼働における年間総CO₂排出量[kg-CO₂/年]、 $H_{w,j}$ はj分別収集した場合に廃棄物wの収集車両稼働時のCO₂排出量[kg-CO₂/年]、 $L_{w,j}$ はj分別収集した場合の廃棄物wの収集距離[km/回]、 H_s は収集車1km走行当たりのCO₂排出量原単位[kg-CO₂/km]、 $K_{w,j}$ はj分別収集した場合の廃棄物wの収集回数[回/年]である。

b) 選別過程の環境負荷(CO₂排出量)

全ての廃棄物をj分別収集した場合に、処理施設の選別機械稼働に伴う年間総CO₂排出量[kg-CO₂/年]は、次式で表せるものとした。

$$H_j = H_e \times \sum_s ep_s \quad (13)$$

ここに、 H_j はj分別収集した場合に、処理施設の選別機械稼働に伴う年間総CO₂排出量[kg-CO₂/年]、 H_e は電力1kwh発電当たりのCO₂排出量原単位[kg-CO₂/kwh]、 ep_s は選別機械sの年間電気使用量[kwh/年]である。

3. ケーススタディ

(1) 評価対象地域

本研究では、人口低密地域として鳥取県東部市町村の中で旧鳥取市に隣接している河原町、山間地の用瀬町の2地域を検討の対象とした。その位置を図-6に示す。なお、両町は2004年11月に鳥取市と合併しているが、ここでは合併前の旧河原町、旧用瀬町を便宜上「河原町」、「用瀬町」と表記した。この両町の2000年度の基本データを表-1に示す。

(2) 計算条件

以下に、本計算に用いた諸条件、諸係数を示す。いずれ

表－1 検討対象地域の基本データ

項目	人口 [人]	世帯数 [世帯数]	面積 [km ²]	人口密度 [人/km ²]	1人当 ごみ排出量 [kg/人・週]	1世帯当 ごみ排出量 [kg/世帯・週]	総ごみ排出量 [t/週]
河原町	8382	2271	83.6	100.2	3.7	13.5	30.6
用瀬町	4324	1223	81.6	53.0	5.2	19.3	23.6

表－2 想定した分別ごみの種類および収集車両の最大積載量

種類	混合	可燃	不燃	プラスチック	大型	資源	小型破碎
積載量	1.1t	1.1t	0.8t	0.6t	1.0t	1.0t	1.0t

種類	乾電池等	スチール缶	その他資源	アルミ缶	ビン	無色ビン	茶色ビン	その他ビン
積載量	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t	1.0t

表－3 想定した分別ごみの種類ごとの収集回数および排出量原単位（鳥取県東部広域行政管理組合への聞き取り調査）

種類	混合	可燃	不燃	プラスチック	大型	資源	小型破碎	乾電池等
収集回数 (回/年)	河原町	48	144	48	48	48	24	48
	用瀬町	96	144	48	24	12	48	12
排出量原単位 (kg/日・世帯)	河原町	1.96	1.5	0.49	0.13	0.1	0.19	0.08
	用瀬町	2.74	2.25	0.49	0.15	0.09	0.19	0.07

種類	スチール缶	その他資源	アルミ缶	ビン	無色ビン	茶色ビン	その他ビン
収集回数 (回/年)	河原町	48	48	48	48	48	48
	用瀬町	48	48	48	48	48	48
排出量原単位 (kg/日・世帯)	河原町	0.04	0.14	0.014	0.11	0.057	0.014
	用瀬町	0.04	0.14	0.029	0.13	0.057	0.014

表－4 その他使用した係数等^{10)~14)}

変数	変数の内容	単位	設定根拠	値
H ₀	集落別の世帯数	[世帯]	H12国勢調査結果	-
l _{sa}	役場から収集を開始する集落までの走行距離	[km]	ArcGISによる算定	-
l _r	収集ルートに沿った集落間走行距離	[km]	ArcGISによる算定	-
A ₀	各集落の面積	[km ²]	ArcGISによる算定	-
l ₀	収集を終了した集落から役場までの走行距離	[km]	ArcGISによる算定	-
fe	燃料消費量	[L/km]	鳥取県東部広域行政管理組合への聞き取り調査	0.17
λ	燃料代	[円/L]	同上	85
v	2t車両平均走行速度	[km/h]	設定	20
h1	2t車両1台当たり稼働時間	[h/台]	アンケート調査より	6
m	2t車両乗員人数	[人]	アンケート調査より	2
c	1人1時間当たり人件費	[円/人・h]	厚生労働省hp(2004)	2919
h2	1人当たり収集業務労働時間	[h/人]	厚生労働省hp(2004)	6

CV	車両の減価償却費	[万円/台]	環境省廃棄物・リサイクル対策部	77.5
me	車両維持管理費	[円/h]	同上	1,000
C _{initial}	各選別機械の初期導入コスト	[円]	アンケート調査より	-
C _{running}	各選別機械稼働コスト	[円/年]	処理施設への聞き取り調査	-
C _{maintenance}	選別機械の維持コスト	[円/年]	処理施設への聞き取り調査	-
C _{handling}	手選別人件コスト	[円/年]	厚生労働省hp(2004)	-
H ₀	収集車のCO ₂ 排出量原単位	[kg-CO ₂ /km]	環境省hp(2002)	1.132
H ₀	電力のCO ₂ 排出量原単位	[kg-CO ₂ /kwh]	環境省hp(2002)	0.357
op ₀	各選別機械の年間電気使用量	[kwh/年]	処理施設への聞き取り調査	-
MF	燃料1L当たり発熱量	[MJ/L]	資源エネルギー庁hp(2002)	38.2
Me	電力1kwh当たり発熱量	[MJ/kwh]	資源エネルギー庁hp(2002)	3.6

も、基本的にはアンケート調査、聞き取りなどにより地域の実情に近いものを設定した。本計算に用いた分別の方法は図－2で説明したとおりであるが、表－2は、その分別ごみの種類ごとに設定した収集車両の最大積載量を示したものである。また、表－3は、収集回数と排出原単位を示す。収集回数は両町ともほぼ同様であるが、プラスチック、大型、小型破碎、乾電池等は、用瀬町の回数が少なくなっている。表－4中、情報量が多すぎるため値を記入できないものもあるが、引用文献を参照されたい。

(3) 分別数がコストに及ぼす影響

まず、図－7に河原町、用瀬町の収集・運搬過程のコストの算定結果を示す。両町とも分別数が多くなればな



図－6 対象地域の位置図

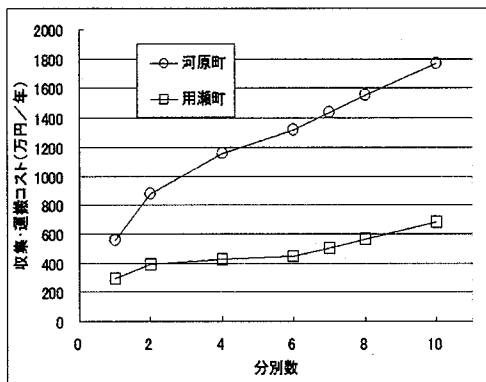


図-7 収集・運搬コストの算定結果

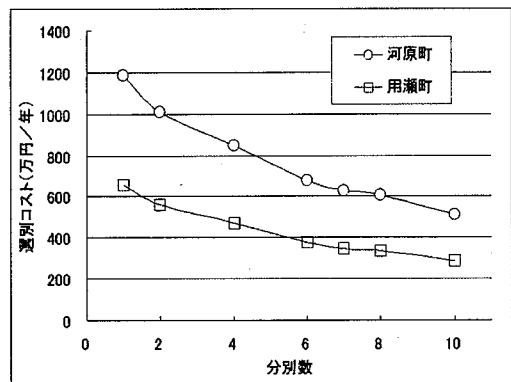


図-8 選別コストの算定結果

るほど収集コストが増加する傾向を示した。分別数が少ない場合には、各集落の分別種類ごとの廃棄物排出量は多くなるので、収集作業中の収集車が最大積載量に達するのが早くなり、頻繁に役場間を往復することとなる。一方分別数を多くした場合には最大積載量に達して役場間を往復する回数は減少するものの、分別数の増加につれて収集車の積載効率が低下し総走行距離は長くなる。図-7の結果は、後者の影響が顕著に現れたものと考えられる。

次に、図-8に両町の分別数に応じた処理施設における選別コストの算定結果を示す。家庭から排出される廃棄物の分別数を少なくすればするほど、処理施設で選別する人手や機械を増加させる必要があるため、それに伴って選別コストが増加することとなるが、図-8ではこの傾向が明らかにされている。

さらに、両町について、収集・運搬過程の費用と処理場での選別費用およびそれらの合計額をまとめて示したものが図-9および図-10である。（ここではさらに支払意志額から求めた分別コストも合せて解析している）

収集・運搬費用と選別費用を合計したものをみると、河原町では6分別あたりまでは増加の傾きが鈍いものの

分別数が増すに従い増加の傾向を示している。一方用瀬町では6分別で最小値を示している。収集・運搬と選別の合計コストから見た場合、最適な分別数は普遍的に存在しているものではなく地域によって異なることとなるといえる。

次に、両町の収集・運搬費用の増加の傾向を詳しく見てみると、河原町ではほぼ1次的に増加しているのに比

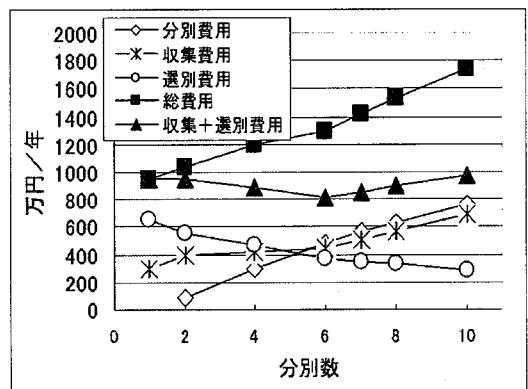


図-10 用瀬町の総合コスト

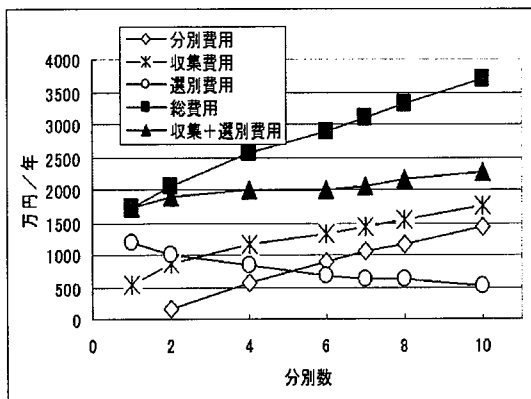


図-9 河原町の総合コスト

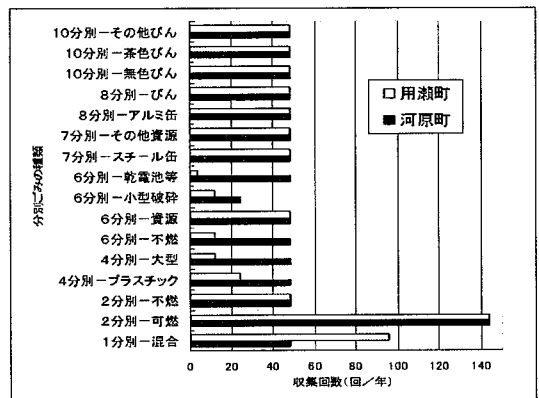


図-11 分別種類ごとの収集頻度

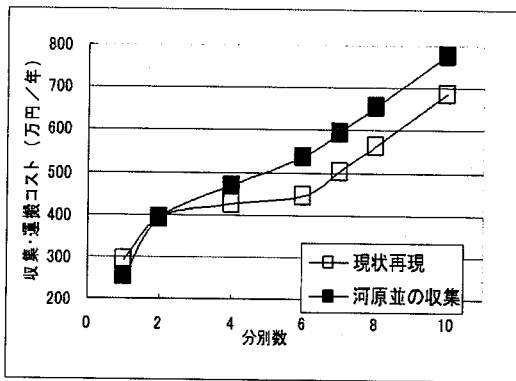


図-1 12 用瀬町の収集頻度を変えた場合

べ、用瀬町では、2分別から6分別の間の増加が鈍い形となっている。この違いが生じてくる理由として、両町の収集回数を比較したところ4分別から6分別にかけてそれぞれの分別ごみの収集頻度が用瀬町のほうが少なくなっていた。(図-1 1参照)

一般的には廃棄物の収集頻度は、住民とのあいだのコンセンサスに基づいて決められているものであるので、容易な変更は現実的ではないが仮想のケースとして、河原町と全く同じ頻度で収集した場合の用瀬町の収集・運搬コストのパターンを求めてみたのが図-1 12である。この図を見ると河原町並に収集回数を増やしたケースでは、河原町と同様にほぼ直線的に収集・運搬コストが増加することが確認できる。また逆に河原町の収集頻度を用瀬町と同じにしてコストを算定したものが図-1 13である。この場合、分別数が4から6のあたりで収集・運搬コストの算定結果がやや横ばいになる用瀬町のパターンによく似た結果となっている。これに、選別コストを加えた収集・運搬と選別の合計コストの変化を示したものが図-1 4である。用瀬町の現状と同様に6分別の場合にコストが最小となった。

以上より、特定の地域でコスト面で有利な分別収集システムを検討する場合には、分別ごみの種類ごとの排出

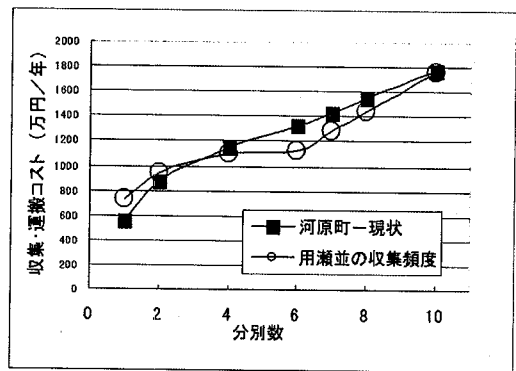


図-1 13 河原町の収集頻度を変えた場合の収集運搬コストの変化

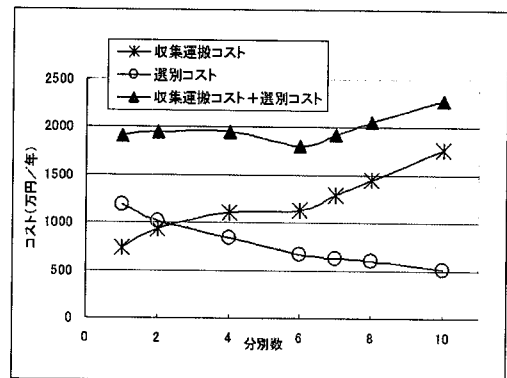


図-1 14 河原町の収集頻度を変えた場合の収集・運搬、選別の合計コスト

原単位の違いや収集頻度の影響も考慮する必要がある、また、分別ごみの種類ごとの収集頻度が住民との間のコンセンサスで決められてそれが所与の条件となっているとすれば、その状況により個々の市町村ごとに収集・運搬コストの増加パターンが異なってくることを意味しているとも言える。

図-9、図-10によると、いずれにしても、住民の煩雑さを支払意志額として推定した分別のコストを加えた総コストを見てみると、両町とも1分別が最も小さく、分別数が増えるに従って増加していく結果となっている。

(4) 分別数が環境負荷に及ぼす影響

図-1 5、図-1 6に、ごみの分別数とCO₂排出量との関係を示す。CO₂排出量は、収集車の走行距離、選別機器類の稼働時間に依存するため、上記の収集・運搬コスト、選別コストおよびそれらの合計コストとよく似た傾向を示している。河原町の場合、1分別が最小で、分別数の増加につれて排出量も増加している。しかし、用瀬町の場合は7分別あたりまではほぼ横ばいの状況で

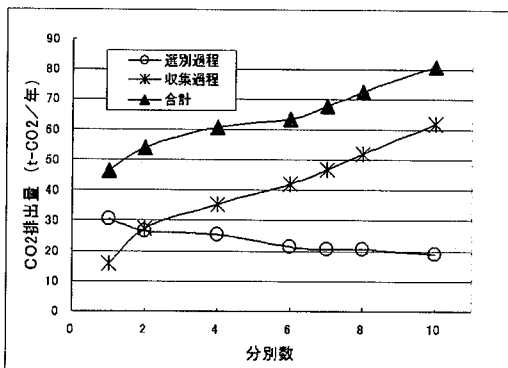


図-1 15 分別数とCO₂排出量 (河原町)

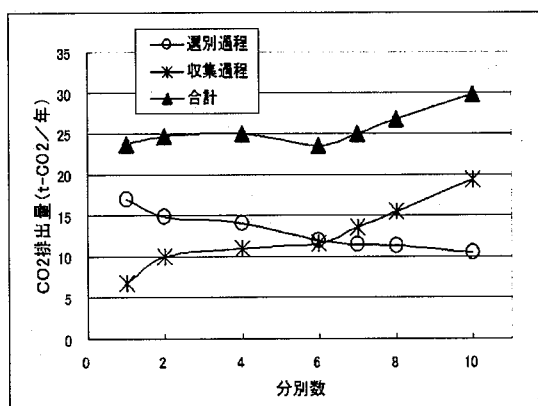


図-16 分別数とCO₂排出量(用瀬町)

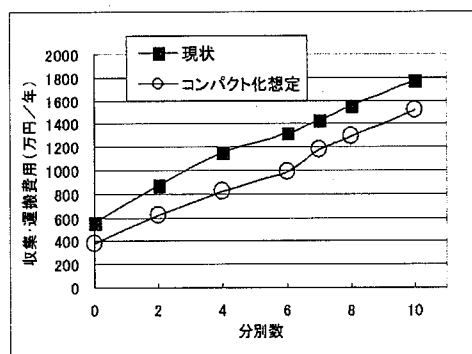


図-18 集落集中型の収集・運搬コスト

あるが、10分別では明らかに増加の傾向を示している。いずれの場合にも、収集・運搬、選別に係るCO₂排出量をできるだけ抑制するという観点からは分別数を少なくすることが望ましいといえる。

(5) 集落の分布がコストに及ぼす影響

人口の低密な地域での分別収集の特徴を探るため、河原町のケースで、集落の配置を変化させて収集・運搬コストの変動を調べてみた。まず、集落集中型として、収集施設として仮想した旧町役場から5Km以上の運搬距離のある集落および30世帯以下の集落を廃止し、こ

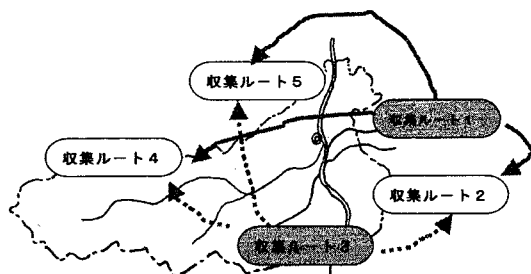


図-20 収集ルート統合ケースの概念図

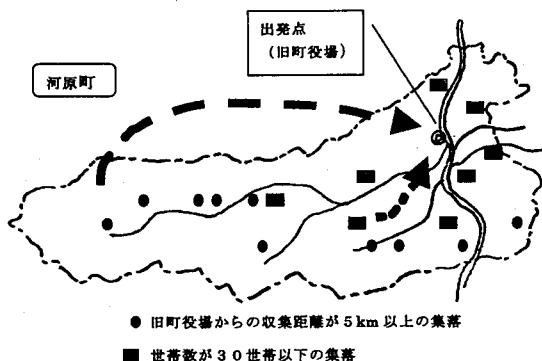


図-17 集落集中型の仮想ケースの概念図

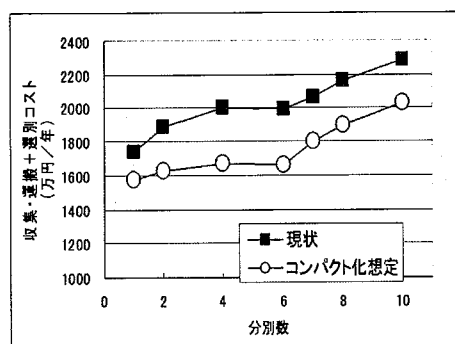


図-19 集落集中型の収集・運搬+選別コスト

の世帯数を旧町役場のある集落に再配分した(図-17参照)。算定結果は図-18、図-19のとおりである。コンパクト化を想定したケースと現状のケースを比べると、収集・運搬の費用はすべての分別数において現状で高くなっている。また、収集・運搬と選別の合計値で見ると、コンパクト化を想定したケースでは特に6分別を超えたあたりからのコストの増加割合が顕著であることが読み取れる。

次に、河原町で集落の統合を仮定したケースを考えてみた。すなわち、現状では5本の収集ルートで収集・運搬コストを算定しているが、比較的世帯数の少ない2ルートに沿った集落を廃止し、その世帯数を他の3ルート上にある集落に再配分したものである(図-20参照)。この算定結果は、図-21、図-22に示すとおりである。分別数が2分別から6分別に増える場合現状に比べて収集・運搬コストの増加率は緩やかとなっているが、それ以上分別数が増えると急な上昇となっている。また、収集・運搬コストと選別コストの合計値で見ても6分別を超えるとコスト上昇が著しい結果となっている。

以上の解析により、地域の集落位置、人口の分布等を変化させた場合、分別数の増加に応じて収集・運搬コストが変化することが把握できた。ここでは、将来の人口

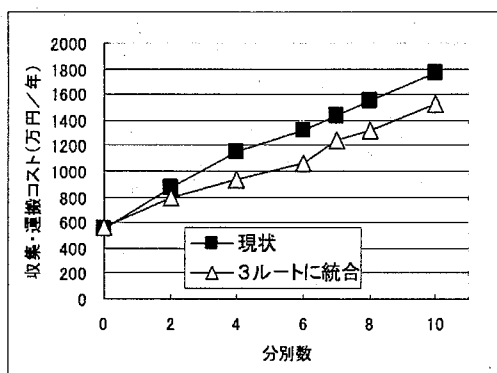


図-2 1 収集ルート統合の場合の収集・運搬コスト

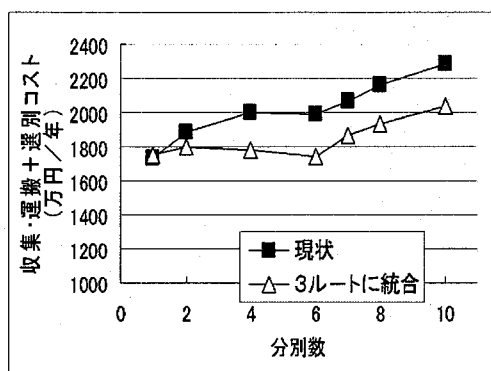


図-2 2 収集ルート統合の場合の収集・運搬・選別コスト

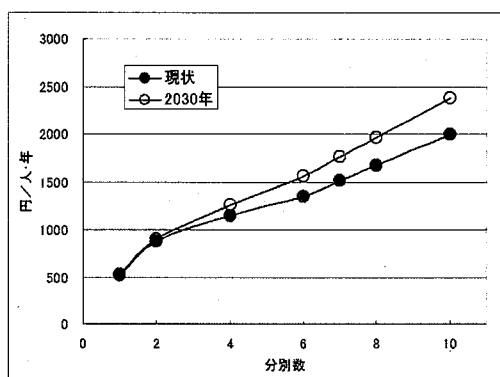


図-2 3 1人当たりの収集・運搬コスト (河原町)

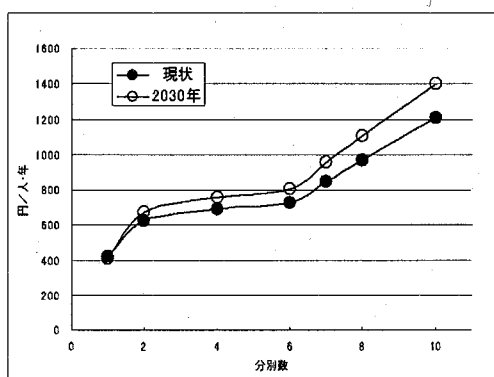


図-2 4 1人当たりの収集・運搬コスト (用瀬町)

減少を念頭において、人口低密な状態をより解消するような条件を設定したが、この場合6分別あたりまでの増加傾向が緩やかでそれ以上になると急になる結果となった。

このことは、人口高密度な都市部では、一定の分別数までは収集・運搬と選別の合計コストは増加しない傾向が強く、したがって集落が分散している人口低密地域では分別数を増やすことに対して不利な状況にあることを示唆していると考えられる。

(6) 将来人口に基づく収集・運搬コストの予測

現在、および将来(2030年)について、1人当たりの収集・運搬コストについて算定をしてみた(図-2 3、図-2 4)。両町とも、分別数が多くなるにつれて将来の1人当たりの収集・運搬コストが上昇していくことが読み取れる。

4. まとめ

本研究では、廃棄物収集システムの一検討として、人

口低密地域を取上げて分別数の検討を行った。その結果、

- (1) 収集・運搬と収集後処理場で選別する過程に要する合計コストは、河原町ではほぼ1次的に増加しているの 비해、用瀬町では6分別の場合に最小を示したこと、
- (2) これは、現在行われている分別ごみの種類ごとの収集頻度や排出原単位の違いに影響されていると考えられること、
- (3) 住民の面倒さを支払意志額として推定した分別のコスト、収集・運搬のコスト、選別のコストを合計したものは、両町とも1分別の場合が最も小さく、分別数が増えるに従って増加すること、
- (4) 環境負荷の代表指標としてCO₂排出量を算定したところ、環境負荷をできる限り少なくする観点からは過剰な分別数の増加は好ましくないこと、
- (5) 河原町のケースで集落の分布を変えて分別数別のコストの変化パターンを検討してみたところ、中央集中ケース、収集ルートの簡略化ケースのいずれも、収集・運搬+選別コストは6分別あたりまで増加傾向が緩やかでそれ以上になると急上昇すること、
- (6) 将来(2030年)の1人当たりの収集・運搬コストは

現状に比べ増加することとなるが、分別数が多くなるにつれてコスト上昇が大きくなること、などが明らかになった。

家庭からの廃棄物の収集、運搬、処理に要する費用は結局は住民ひとり一人の負担となるものであり、分別収集のシステムを検討する際にはそのコストを十分に考慮する必要がある。

この観点からは、本研究の対象とした地域にあつては、概ね6分別程度以内を目安とすべきという結果となった。しかし、廃棄物の分別数に応じた収集・運搬コスト、選別コストは地理的な集落の配置、人口の分布、収集頻度の設定などの地域の状況によって変化すると考えられる。したがって、今後急速に人口減少が予想されている地域で最適な廃棄物収集システム（分別数）を構築していくためには、さらに集落、人口の分布と収集・運搬過程に要するコストとの関係等を詳細に検討していく必要があると思われる。

最後に、分別数の変化によるコストへの影響は、単に数の変化のみならず、どのような廃棄物をどのような順序で分別していくかにも左右される。本研究では、この点に関しては対象とした地域の実態を参考に設定し解析したが、本来は固定的に扱うのではなく変化させて分析することが望まれるところであり今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 環境省:循環型社会白書平成 17 年版、働きようせい、2005。
- 2) 稲員とよの、小泉明、荒井康裕、手島顕之:家庭系及び事業家ごみの広域的処理に関する経済的一考察—首都圏 T 地域におけるケーススタディー、第 12 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.57-59, 2001。
- 3) 永田勝也、納富信、関合治朗、大橋功典、岡地徹、長田守弘:LCA による廃棄物処理における広域的収集体系の評価、

- 第 14 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.122-124, 2003。
- 4) 小笠原洋介、辻岡信也、森杉雅史、井村秀文:一般廃棄物の広域処理のコストと環境負荷に関する研究、第 30 回環境システム研究論文発表会講演集、pp.259-264, 2002。
- 5) 清水剛、内海秀樹、寺島泰:「ごみ処理の広域化」の環境・経済面からの評価に関する事例研究、環境システム研究—アブストラクト審査部門論文—Vol. 27, pp.429-434, 1999。
- 6) 城田久岳、康頼、浮田正夫、関根雅彦:ごみの分別収集におけるエネルギー消費と効率に関する研究、土木学会論文集、No.685/VII-20, pp.41-47, 2001。
- 7) 中野加都子、三浦浩之、和田彦彦、谷口正修:広域ごみ処理システムの導入による環境負荷低減に関する研究、廃棄物学会論文誌、Vol.13, No.6, pp.351-360, 2002。
- 8) 羽原浩史、松藤敏彦、田中信壽、井上真智子:コストおよびエネルギー消費量による一般廃棄物広域化シナリオの比較に関する研究、環境システム研究論文集、Vol.30 pp.323-332, 2002。
- 9) 荒井康裕、稲員とよの、小泉明:ごみ処理システムの広域化計画に関する最適化モデル分析、環境システム研究論文集、Vo. 31, pp.267-276, 2003。
- 10) 佐々木努、藤原健史、松岡謙:環境負荷と費用からみた廃棄物処理広域化の規模に関する研究、環境システム研究論文集、Vol. 31, pp.277-285, 2003。
- 11) (財)統計情報研究開発センター:国勢調査 小地域集計(基本単位区別集計)、2000。
- 12) 厚生労働省:厚生労働統計—欄、2004。
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/gaiyo/r-koyou.html>
- 13) 環境省廃棄物・リサイクル対策部:平成 16 年度効果検証に関する評価事業調査(市区町村等における分別収集・選別保管費用に関する調査)中間報告、2005。
- 14) 河野嘉範:人口低密地域における廃棄物収集システムの検討、鳥取大学大学院工学研究科修士論文、2005。

A STUDY ON THE COST ANALYSIS OF SEPARATED COLLECTION SYSTEM IN THE LESS DENSELY POPULATED AREA

Makoto OKAZAKI, Takanori MASUDA, Yoshihiko HOSOI and Yoshinori KONO

A efficiency of the separated collection system of domestic solid waste was examined, focusing in the less densely populated area. A change in the collection and conveyance process cost caused by the increase in the number of separated collection was calculated in the model area. In addition, the amount of payment will was estimated about the complexity of the separation in the family, and, a cost in the process to pick it out about the collected waste in the disposal place was calculated, too. Then, total cost was evaluated. Furthermore, a change in the environment load (the amount of CO₂ discharge) due to the increase in the number of separation was calculated.