

産業廃棄物の広域移動に関する実態と その要因分析

藤山 淳史¹・松本 亨²

¹学生会員 北九州市立大学大学院 国際環境工学研究科 (〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1-1)
E-mail: m09c0701@hibikino.ne.jp

²正会員 北九州市立大学教授 国際環境工学部環境生命工学科 (〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1-1)
E-mail: matsumoto-t@cnv.kitakyu-u.ac.jp

2008年に閣議決定された第2次循環型社会基本計画には、地域の特性や循環資源の性質等に応じた最適な規模の循環を形成する「地域循環圏」の形成が新たに盛り込まれた。地域循環圏の形成は、廃棄物・循環資源の品目別に適した循環圏を形成することで最終的に国全体の資源循環率を上げることが目的であるが、実現までに取り組むべき研究課題が多いのが現状である。本研究では望ましい「地域循環圏」のあり方の模索とその構築のため政策提言という最終的な目標を見据えつつ、まずは輸送問題と数量化理論Ⅰ類を用いて産業廃棄物における現状を分析する。その結果、輸送における現状と最適解の乖離があること、産業廃棄物の輸送距離には処理施設の偏在性や処理プラントの規模が影響を与えていることが示された。

Key Words : spatial scale of resource circulation, industrial waste, transportation problem, CO₂

1. はじめに

2008年3月に閣議決定された第2次循環型社会形成推進基本計画¹⁾には、地域の特性や循環資源の性質等に応じた最適な規模の循環を形成する「地域循環圏」の概念が新たに盛り込まれた。これは、廃棄物の適性処理を前提に、温暖化対策や生物多様性の保全などの環境面や、希少性や有用性などの資源面、さらに輸送効率や処理コストなどの経済面の各観点から、循環資源ごとに地域の特性を踏まえた最適な範囲での循環を指すものである。中央環境審議会資料²⁾によると、循環・適正処理の範囲に影響を与える主な要因として、「輸送・保管の容易さ」「輸送の環境負荷」「窒素・燐等の収支」「再資源化・適性処理施設の立地」「大規模化による効率性」「資源の需要」「処理コスト」「処理の技術力」の8つが挙げられている。しかし、この8つの要因が循環圏に与えている影響は、定量的かつ体系的に分析されているわけではない。地域循環圏の形成は、廃棄物・循環資源の品目別に適した循環圏を形成することで最終的に国全体の資源循環率を上げることが目的であり、これを具現化するためには、廃棄物・循環資源の循環圏の現状把握とその要因の分析、循環に関わる主体や装置・インフラ

の現状把握、課題と改善方策の検討など、取り組むべき研究課題は多い。その意味では、これまで個別品目を対象に行われてきた資源循環システム研究、あるいは静脈産業、静脈物流等に関する従前の研究蓄積を、地域循環圏という新たなパラダイムの基で再構築を図る必要があると考えられる。

ここで、環境省の「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書」³⁾を用いて、産業廃棄物広域移動の実態を概観してみる。平成16年度から平成18年度にかけて、トンキロベースで8.9%増加している。さらに、産業廃棄物の平均移動量を20品目別に算出した結果、燃え殻とばいじんのみが突出して平均輸送距離が長いことがわかる(図-1)。燃え殻とばいじん

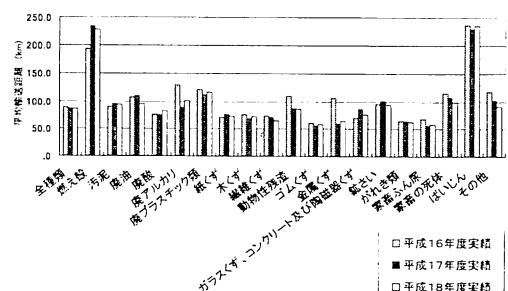


図-1 産業廃棄物品目別平均輸送距離(平成16, 17, 18年度)

んは有害物質であるダイオキシンを含む可能性があり、処理に際して厳しい環境基準があるために、処理可能施設が限られ、輸送距離が長くなっているのではないかと考えられる。この例からも、廃棄物の性質によって移動距離すなわち循環圏のスケールが決まっていることが推測される。なお、循環圏のスケールとは、廃棄物・循環資源の発生場所から中間処理を経て二次製品として再商品化される、あるいは最終処分されるまでの距離を指すものとする。地域の特性や循環資源の性質に応じて、循環圏のスケールもコミュニティのレベルから、地域、ブロック圏、全国、そして国際的なレベルまで、さまざまなレベルで構築されていくとされる²⁾。

また、尹⁴⁾によると、静脈物流は動脈物流に比べて輸送コストが高いことが明らかにされており、静脈物流において輸送コストは大きな課題となっている。当然ながら循環圏のスケールの考察においては、輸送コストや手段選択も考慮に入れる必要がある。

このような背景のもと、本研究では望ましい「地域循環圏」のあり方の模索とその構築のための政策提言という最終的な目標を見据えつつ、その端緒として、産業廃棄物の輸送距離の現状把握とその輸送距離に影響を与える要因について分析することを目的とした。前述したように、地域循環圏については定性的な提言はあるものの、定量的な分析はほとんど実施されていないのが現状である。そこでまず、輸送問題⁵⁾を用いて、都道府県別の産業廃棄物発生量と受入可能量を考慮した輸送距離の最

適解からの乖離を見ることで、それ以外の要因の関与を確認する。次いで、輸送問題における制約条件として用いた産業廃棄物受入可能量のみならず、他にどのような要因が輸送距離に影響を与えているのかを定量的に分析するため、数量化理論を用いて要因分析を行う。なお、目的から照らし合わせると循環資源も対象とすべきであるがデータの制約から今回は産業廃棄物のみを対象とした。

2. 産業廃棄物広域移動の現状と本論文の特徴

静脈物流に関する主な既往研究を表-1に示す。広域移動の収集における最適化問題を解いた研究では、荒井ら⁷⁾の都市ごみに注目した研究、尹⁴⁾の共同輸送を考慮した研究があるが、いずれも目的関数には総費用を使用している。このように最適化問題を解く際の目的関数には総費用が用いられることが多い。一方、佐藤ら⁸⁾や田畑ら⁹⁾、吉田ら¹⁰⁾、川端ら¹¹⁾の研究では輸送量に輸送距離を乗じた輸送トンキロや輸送距離を目的関数としているが、一部の品目もしくはある特定の地域のみでの研究に留まっている。このように、産業廃棄物全体を通して最適化問題を解き静脈物流システムの構築に向けた研究は少ない。また産業廃棄物の輸送に関する要因を定量的に分析しているものは、ほとんどない。唯一あると言えるのは、尹⁴⁾の研究であるが、動脈物流と静脈物流に関して輸送機関選択の要因を定量的に分析しているのみである。

地域循環圏の分析に繋げることを考慮すると、輸送トンキロを目的関数として最適化問題を解くことに加え、産業廃棄物20品目全てを対象として最適化問題を解き、品目別の分析を実施する意義は大きいと考えられる。加えて、産業廃棄物の輸送に関する要因を定量的に分析する意義も大きいと考えられる。

3. 産業廃棄物輸送距離の最適化計算

(1) 定式化

$$\text{Minimize } L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} l_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^n w_{ij} = W_j \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n w_{ij} = W_i \quad (3)$$

表-1 静脈物流に関する主な既往研究

輸送問題の最適化計算		
尹	共同輸送による総費用最小化のモデルを構築	4)
川畑ら	建設廃棄物を対象として、排出量と中間処理能力の地理的な需給アンバランスの解析	6)
荒井ら	都市ごみを対象にごみ処理に要する総費用の最小化とごみ発電出力の最大化を同時に扱う多目的フジィGAモデルの提案及びケーススタディによる検証	7)
佐藤ら	広域移動マイルージを定義し、産廃7品目を対象に経年変化を分析するとともに、処理能力を変化させることで広域移動マイルージの変化を分析	8)
田畑ら	紙くずを対象に愛知県において、グラフ理論により廃棄物発生場所と再資源化施設間での最小輸送経路探索を行うとともに、輸送距離を最小化しつつ、再資源化施設1施設あたりの処理能力を考慮した再資源化施設の配置について遺伝的アルゴリズムの特性を利用して分析	9)
吉田ら	都道府県間の輸送トンキロを最小とする古紙移出入量を求め、現状のエネルギー消費との比較をし、古紙の都道府県間発生・購入可能量の将来変化が古紙原料の輸送量やエネルギー消費に与える影響について分析	10)
川端ら	古紙を対象として、輸送エネルギー消費量を求めるとともに、線形計画法を用いて最適解を算出	11)
産廃の輸送に関する要因分析		
尹	物流センサス及び環境省のデータを利用して、動脈物流及び静脈物流の輸送機関選択の要因を定量的に分析	4)

ここで、 L ：総輸送距離

w_{ij} ：都道府県 i から都道府県 j への移動量

l_{ij} ：都道府県 i と都道府県 j 間の距離

W_i ：都道府県 i の総発生量

W_j ：都道府県 j の総受入可能量

最適化計算には、線形計画法における輸送問題を用いる。式(2)に示すように平成18年度実績における各産業廃棄物の総発生量と式(3)に示す各都道府県の受入可能量を制約条件として、発生都道府県から受入都道府県への移動量にその距離を乗じて合計する値を最小化することを目的関数として定式化した。

(2) 産業廃棄物移動量

今回、産業廃棄物の移動量に関しては環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部の「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書」³⁾を用いた。これは平成18年度に排出された産業廃棄物（特別管理産業廃棄物を含む）のうち、排出都道府県外の産業廃棄物処理業者に中間処理、最終処分を委託している量について算定している。本研究では報告書内に存在する中間処理施設への移動量と最終処分場への移動量を合わせてある総量のデータを使用した。

(3) 移動距離

(2)で示した産業廃棄物移動量に関するデータは、都道府県間のマトリックスのデータであるため、距離に関しても都道府県間の移動距離及び都道府県内の移動距離を算出している。

都道府県間距離に関しては国土交通省発行の道路時刻表の全国TIMETABLE^{1 2)}を利用して算出した。各都道府県の中心地は都道府県庁とし、道路時刻表内に存在すればその地点を採用し、なければ都道府県庁に最も近い道路時刻表内に存在する交差点を中心地として採用した。距離算出の条件は、最短距離ルート探索とし高速道路利用としている。今回の研究では、移動は陸上輸送を基本としており、海上輸送等を考慮に入れていない。そのため、陸上輸送ができない北海道への輸送は函館港大間港間を海上輸送したとし、沖縄への輸送は鹿児島港那覇港を海上輸送したと仮定して輸送距離を算出している。

次に、都道府県内距離に関してであるが、各都道府県面積^{1 3)}を正方形の面積と考え、中心と頂点を結ぶ直線の距離を算出することで都道府県内距離として採用している。

(4) 最適化結果

以上の設定を利用して、最適計算を行った結果を図-2に示す。図-2より全ての品目において、最適結果の方が輸送距離が短くなることが分かった。平成18年度実績における全種の総輸送距離は1,613万t・kmであったが、最適化後の総輸送距離は1,363万t・kmとなり、削減距離は249万t・km、削減率は約15%であった。これを10t車で積載率80%で輸送したと仮定すると、CO₂削減量は27.5万t-CO₂であった。

品目毎にみても、最も削減距離の長かったものはばいじんで61.7km、最も削減距離の短かったものはゴムくずで1.5kmであった。

本章の最適化計算により、都道府県別の産業廃棄物発生量と受入可能量のみを考慮した場合の輸送距離の最適解と現実の乖離を示すことができた。実際には、それ以外の様々な要因が関与しており、また、品目についてもさらに細分化して考える必要がある。次章以降では、移動距離に与える要因を多面的に分析する。

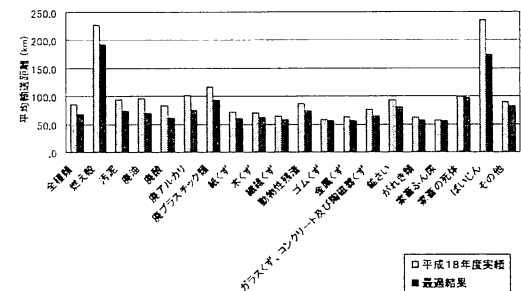


図-2 平均輸送距離及び最適化の結果（平成18年度）

4. 産業廃棄物の移動距離に関する要因分析の手法

(1) 分析フロー

要因分析を行ったフロー図を図-3に示す。被説明変数の設定については、3章(2)及び(3)で使用した環境省の報告書と算出した移動距離を利用して、平均輸送距離を算出した。5章の全国集計データを用いた要因分析では、各品目別の平均輸送距離を被説明変数として設定した。

6章の都道府県別集計データを用いた要因分析では、各品目それぞれに対して各都道府県別に平均輸送距離を被説明変数として設定した。説明変数の設定については、まず特性データを設定し、そのデータを集計する。この時点で非説明変数に関しても説明変数に関しても定量的データであるため、重回帰分析を試みたが、説明力の高いモデルを示すことが出来なかったため、数量化理論Ⅰ類を用いた。カテゴリを設定する際はクラスター分析を

行い、その結果を参考に平均輸送距離との相関が高く、カテゴリ間の差が明確に表れるようにカテゴリの範囲を決定した。

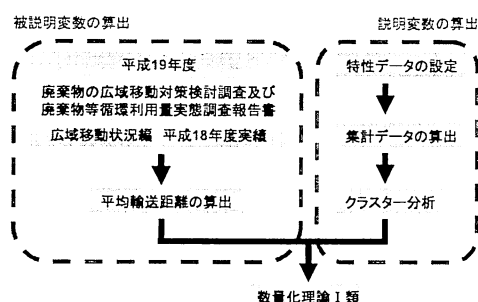


図-3 分析フロー

(2) 特性データの設定

a) 全国集計データ

環境省の中央環境審議会循環型社会計画部会第40回資料³²⁾である「循環・適性処理の地理的な規模に対して影響を与える要因・配慮すべき要因」を参考に設定した。具体的には、統計データや公開情報の入手可能性を考慮して、再資源化・適性処理施設の立地を「処理拠点数」¹⁴⁾、大規模化による効率性を「処理プラントの平均規模」¹⁴⁾、資源の需要の偏在性を表す「ジニ係数」、処理コストを「処理施設の年間売上高」¹⁴⁾とした。

ここで、ジニ係数とはイタリアの数学者ジニが1936年に考案した偏在性を表す指標である。経済学の所得分配の不等さを計る指標として用いられることが多い。0～1の間の値で示され、1に近いほど格差が大きいことを表している。異なる地域で考える際の比較には有効ではないという問題点があるが、今回の場合は全国の集計データとして用いているため、この問題点には当たらないと考え採用した。

b) 都道府県集計データ

都道府県集計データを用いた品目別要因分析においても、全国集計データを用いた要因分析から「処理拠点数」、「処理プラントの平均規模」、「処理施設の年間売上」をそのまま採用している。ジニ係数に関しては都道府県毎の集計データを扱うため、異なる地域での比較となることから、都道府県の場合は除外した。加えて、次に示す4つの特性データを追加している。一つ目は、施設側に注記した受入側の偏在性を表す「受入可能量」であり、各都道府県毎に処理拠点数に処理プラントの平均規模を掛け合わせることで算出した。二つ目は、発生都道府県内で処理できるか否か、また他の都道府県の産業廃棄物を受け入れる余裕があるか否かを表す「処理可

能量」であり、平成18年度実績データにおける産業廃棄物排出量から受入量を引いて算出した。三つ目は、産業廃棄物処理後の影響をみるために「産業廃棄物最終処分場の残余年数」であり、算出方法に関しては別途記載する。四つ目は海運の利用容易性をみる「海運」であり、海に面しているか否か、海に面している場合はリサイクルポートを持っているか否かということで判断し、海運に関してのみダミー変数に置き換えることにより算出した。

c) 産業廃棄物最終処分場残余年数の算出

最終処分場の残余年数は全国、首都圏、近畿圏としての区分で公開している以外は、一部の都道府県がホームページで公開している以外は公開されていないのが現状である。そこで、本研究では平成15年版、産業廃棄物行政組織等調査報告書¹⁵⁾を利用して、推定した。

推計方法であるが、報告書内に記載されている都道府県・政令市別の最終処分場数と全国の残存容量を利用して、全国平均を算出し、この全国平均と都道府県毎の最終処分場数を利用することにより、各都道府県別の残存容量を算出した。次に環境省の広域移動量調査の都道府県別産業廃棄物処理量を利用して都道府県別の残余年数を算出した。計算過程では品目別に算出し、最後に合計している。行政組織等調査報告書の単位は体積であるが、広域移動量調査の単位は重量であったため、産業廃棄物の体積から重量への換算係数を利用することにより体積へと統一している。加えて、広域移動量調査では処理量を利用しているため、品目別の排出量に品目別の排出量を掛け合わせることで、品目別の最終処分量を算出している。

5. 全国集計データを用いた要因分析

分析結果のアイテムレンジを表-2に、カテゴリ数量のグラフを図-4に示す。4つの特性データの中ではジニ係数が最も大きな値を示しており受け入れ側の処理施設の分布の偏在性が輸送距離に最も影響を与えていることを示している。ジニ係数のカテゴリ数量に注目してみると、カテゴリ1と3の場合にマイナスの値を示しており、施設の分布の偏りが比較的小さい場合及び大きい場合に輸送距離が短くなる傾向にあることが分かった。ここでジニ係数と平均輸送距離の関係を注目してみると、平均輸送距離が50km～120kmでジニ係数が比較的小さいグループ、平均輸送距離が200kmを超えるグループ、平均輸送距離が50km～100kmでジニ係数が大きいグループの3つに分かれることがわかった（付録1）。これは、ジニ係数のカ

テゴリ1～3と、結果的に対応している。カテゴリ1,つまりジニ係数が比較的小さい場合に輸送距離が短くなるのは、処理施設が日本全国均等に立地しているために発生場所から処理施設までの距離が短くなっていると推測される。また、ジニ係数が大きい場合に輸送距離が短くなっているのは、廃棄物が地理的に偏って発生しているが、処理施設も発生場所の近くに立地しているために、結果として発生場所と処理施設の距離が短くなるためと推測される。2番目に影響を与えているのは処理プラントの平均規模である。カテゴリ数量に注目してみると、処理プラントの平均規模が400t/日未満だとマイナスの値を示しているが、400t/日以上だとプラスの値を示している。処理プラントが大きくなるにつれて、集めてくる範囲も広くなるために輸送距離が長くなる傾向にあることを示している。3番目に影響を与えているのは処理拠点数である。カテゴリ数量から明らかなように、処理拠点数が多くなるにつれて必然的に発生場所から処理施設までの距離が短くなるために、輸送距離も短くなる傾向にあることを示している。4つの特性データの中で最も影響が少なかったのは平均処理コストであり、カテゴリ数量から明らかなように、平均処理コストが高くなるにつれて輸送距離が長くなる傾向にあることを示している。

6. 都道府県集計データを用いた品目別要因分析結果

本章では、4章(2)b)で示した特性データを基に数量

表-2 数量化I類の分析結果：全国集計データ

特性データ	カテゴリ	データ数	カテゴリ数量	アイテムレンジ
処理拠点数	1. 1,500ヶ所未満	10	4.22	
	2. 1,500ヶ所以上3,000ヶ所未満	4	1.29	13.71
	3. 3,000ヶ所以上	5	-9.48	
処理プラントの平均規模	1. 250t/日未満	6	-3.28	
	2. 250t/日以上400t/日未満	9	-15.58	55.55
	3. 400t/日以上	4	39.57	
ジニ係数 受入量 (都道府県内+都道府県外)	1. 0.60未満	9	-7.60	
	2. 0.60以上0.75未満	4	48.13	68.81
	3. 0.75以上	6	-20.58	
平均処理コスト	1. 24.7万円/未満	8	-0.41	
	2. 24.7万円/以上41.1万円/未満	8	-0.03	1.58
	3. 41.1万円/以上	3	1.17	
定数項(9品目の平均輸送距離の平均)			97.23	
数量化の決定係数			0.67	
データ数 n			19	

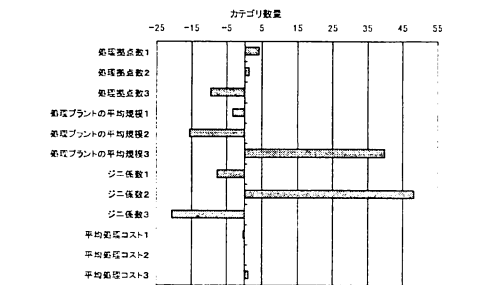


図-4 数量化I類の分析結果：全国集計データ(カテゴリ数量)

化理論I類を用いて行った分析結果を示す。まず、(1)で燃え殻の例について詳しく示し、(2)で全体を通しての分析結果を示す。なお、次節以降で示す排出側都道府県とは、産業廃棄物を排出した都道府県を基準として各都道府県毎に平均移動距離を算出し分析を行った結果であり、受入側都道府県とは、産業廃棄物を受け入れた都道府県を基準として各都道府県毎に平均移動距離を算出し分析を行った結果である。

(1) 燃え殻

a) 排出側都道府県に関して

分析結果のアイテムレンジを表-3に、カテゴリ数量のグラフを図-5に示す。アイテムレンジに注目してみると、処理可能量が最も大きな値を示している。アイテムレンジに注目してみると、20千t未満つまり排出量の方が受入量より20千t上回っている場合、輸送距離は短くなる傾向にあり、20千t以上つまり排出量よりも受入量の方が20千t上回っている場合に輸送距離は長くなる傾向にあることが分かる。アイテムレンジが2番目に大きな値を示しているのは平均処理コストである。処理コストが54.8万円/t以上の場合に極端に輸送距離は短くなる傾向にあることが分かる。産業廃棄物最終処分場の残余年数に注目してみると残余年数が長くなるにつれて輸送距離は短くなる傾向にあることが分かる。

b) 受入側都道府県に関して

分析結果のアイテムレンジを表-4に、カテゴリ数量のグラフを図-6に示す。アイテムレンジに注目してみると、

表-3 数量化I類の分析結果：排出側都道府県に関する都道府県データ

特性データ	カテゴリ	データ数	カテゴリ数量	アイテムレンジ
処理拠点数	1. 3ヶ所未満	13	-32.32	
	2. 3ヶ所以上	14	-53.67	210.53
	3. 3ヶ所以上	14	-151.85	
処理プラントの平均規模	1. 100t/日未満	14	-32.84	
	2. 100t/日以上300t/日未満	79	-12.385	
	3. 300t/日以上1,000t/日未満	2	66.09	118.09
	4. 1,000t/日以上	12	7.53	
平均処理コスト	1. 13.7万円/未満	12	-4.42	
	2. 13.7万円/以上27.4万円/未満	6	37.85	
	3. 27.4万円/以上54.8万円/未満	24	29.61	735.21
	4. 54.8万円/以上	3	-152.25	
受入可能量	1. 1,200t/未満	17	-5.23	
	2. 1,200t/以上6,000t/未満	9	64.54	97.52
	3. 6,000t/以上	18	-22.88	
	4. 10,000t/以上	2	35.83	
処理可能量	1. 20千t/未満	4	-77.01	
	2. 20千t/以上	22	-9.233	
	3. 20千t/以上	12	153.42	731.42
	4. 70千t/以上	12	104.74	
産業廃棄物最終処分場の残余年数	1. 10年未満	7	52.38	
	2. 10年以上	26	17.85	
	3. 10年以上	17	-32.31	194.11
	4. 30年以上	2	-151.39	
決算	1. 決算していない(報告済)	8	36.13	
	2. 決算している(報告済)	23	31.41	50.82
数量化の決定係数			0.67	
データ数 n			42	

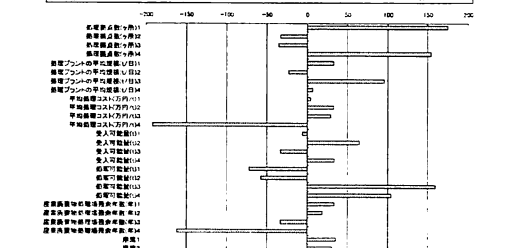


図-5 数量化I類の分析結果：排出側都道府県に関する全国集計データ(カテゴリ数量)

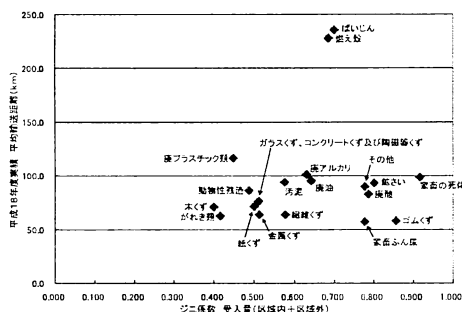
した結果、産業廃棄物処理施設の偏在性や処理プラントの平均規模が輸送距離に大きく影響を与えていることを示すことができた。今後、静脈物流の移動に伴うCO₂の削減や、適切な地域循環圏の構築を検討する際の材料として有益な情報であると考えられる。

適切な地域循環圏を構築するためには、処理プラントを適切な場所に配置する必要があるが、そのためには品目別に、処理プラントの経済的・環境的適正規模、収集に要する範囲と輸送の実現可能性など、今後さまざまな角度からさらに分析を行っていく必要がある。

なお、今回の分析は産業廃棄物を対象としたが、本研究に置いて分析手法を確立することができた。今後循環資源への展開を図ることにより、さらに有用な情報をもたらすものと考えている。今後の課題としては、輸送手段として、陸上輸送のみでなく海上輸送も考慮し、CO₂の算出とそれを用いた最適化計算と要因分析、循環資源を対象を拡張して、輸送距離の変遷とその要因を定量的に分析することである。

付録1

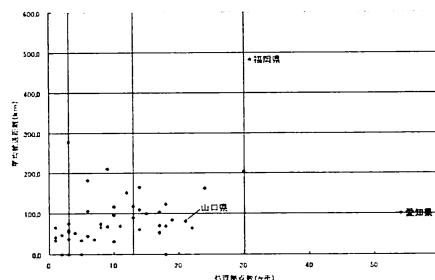
付図-1は、全国集計データにおけるジニ係数と輸送距離の散布図である。



付図-1 全国集計データにおける
ジニ係数と輸送距離の散布図

付録2

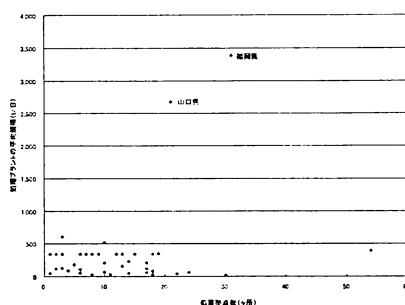
付図-2は、都道府県別集計データにおける燃え殻の受入側都道府県の実績である。図中の縦線はカテゴリ分けの区分である。



付図-2 燃え殻における
平均輸送距離と処理拠点数の散布図

付録3

付図-3は、都道府県別集計データにおける燃え殻の受入側都道府県の実績である。



付図-3 燃え殻における処理拠点数と
処理プラントの平均規模の散布図
注：データがない部分は平均を使用

参考文献

- 1) 環境省：“循環型社会形成推進基本計画”，(平成 20 年 3 月)
- 2) 環境省：“中央環境審議会循環型社会計画部会(第 40 回 資料 3)”
- 3) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：“廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書”，(域移動状況編 平成 16 年度実績，平成 17 年度実績，平成 18 年度実績)
- 4) 尹鍾進：静脈物流の現状分析に基づいた静脈物流の効率化方案に関する研究，土木学会論文集 G, Vol.63 No.4, pp332-344, 2007
- 5) 今野浩，鈴木久敏：整数計画法と組合せ最適化，(関口科技連出版社，1999)
- 6) 川畑隆常，大迫政浩，山田正人，田崎智宏，松井康弘，立尾浩一：建設廃棄物の排出量と中間処理能力の地理的な需給アンバランスの解析，廃棄物学会論文誌，Vol.16, No.2, pp.151-162, 2005
- 7) 荒井康裕，小泉明，稲員とよの，西出成臣：都市ごみの広域的処理システムの多目的最適化に関する研究，環境システム研

究論文集, Vol.34, pp405-411, 2006

- 8) 佐藤雅俊, 吉田登: 産業廃棄物広域移動マイレージの変化構造と施設能力増加によるマイレージ削減可能性の分析, 第36回環境システム研究論文発表会講演集, pp.119-124, 2008
- 9) 田畑智博, 後藤尚弘, 藤江幸一, 井村秀文, 薄井智貴: 発生源空間分布から見た廃棄物輸送・再資源化施設の適正配置に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.30, pp.315-322, 2002
- 10) 吉田登, 川端宏紀, 金子泰純, 山下正基: 紙リサイクル原料古紙の地域間物流が輸送量及びエネルギー消費に及ぼす影響の分析, 環境システム研究論文集, Vol.33, pp.259-266, 2005
- 11) 川端宏紀, 吉田登, 金子泰純, 山下正基: 紙パルプ需要の増加が地域内物流を通じて環境に及ぼす影響に関する研究, 第32回環境システム研究論文発表会講演集, pp.431-436, 2004
- 12) 国土交通省 道路時刻表:
<http://www.mlit.go.jp/road/timetable/index.html>
- 13) 国土地理院ホームページ
<http://www.gsi.go.jp/KOKUJIYOH/MENCHO/200804/chiran.htm>
- 14) 日報アイ・ビー編: “2005 全国産廃処分業中間処理・最終処分企業 名覧・名鑑”, 日報企画販売(2005)
- 15) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部: “平成 16 年度事業 産業廃棄物行政組織等調査報告書 平成 15 年度実績”

CURRENT SITUATION FACTOR ANALYSIS ON WIDE-AREA TRANSPORTATION WITH INDUSTRIAL WASTE

Atsushi FUJIYAMA and Toru MATSUMOTO

A new concept introduced in the second Recycling Society Basic Plane decided on cabinet meeting in 2008 is the establishment of sound material-cycle blocks, in which a material cycle in optimal size is formed in accordance with the characteristics of the region and the properties of its circulative resources. The establishment of sound material-cycle blocks objects to increase the resource's circulative rate of the whole country, by establishing material-cycle blocks of waste and circulative resources, but it have to work on many problems until its realization. This research tried to give policy suggestion for seeking and building desirable material-cycle blocks, and first, it analyzed the present situation of industrial waste basing on transportation problem and HAYASHI's quantification method type I. The result proved that there was gap between the present and the optimum solution on transportation and location and scale of disposed plant influenced the transport distance of industrial waste.