

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

佐藤 雅俊¹・吉田 登²

¹学生会員 和歌山大学 システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930)

E-mail:s104022@sys.wakayama-u.ac.jp

²正会員 和歌山大学准教授 システム工学部環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930)

E-mail:yoshida@sys.wakayama-u.ac.jp

近年、産業廃棄物の広域移動量は、距離・搬出量ともに増加している。そこで、広域移動量に移動距離を乗じたものを広域移動マイレージと定義し、その経年的な変化について考察を行い、廃棄物全体の平均的な広域移動マイレージが近年、増加傾向にあることを明らかにした。さらに、がれき類、汚泥、ばいじん、鉱さい、廃プラ、廃油、木くずの7種類の廃棄物が将来的な施設整備により中間処理施設能力が増加した場合について、全国の総広域移動マイレージを最小にする都道府県間移動の組み合わせとその際の広域移動マイレージの削減量を線形計画モデルにより推計した。分析の結果、施設の中間処理能力を現状の約1.1倍に増加させることで広域移動マイレージを2割以上削減可能であることを明らかにした。

Key Words : industrial waste, wide-area transportation mileage, minimization,

1. はじめに

近年、廃棄物の中間処理、再資源化、最終処分目的で都道府県を越えて広域移動する産業廃棄物は年々増加する傾向にある。環境省の調査によれば都道府県を越える広域移動量は2004年で3261万トンに達しており、廃棄物の焼却に伴う排ガスや埋立時の有害物質溶出など廃棄物処理に伴う直接的な環境影響以外に、廃棄物の輸送という間接的な環境影響も無視しえない状況にある。

このような背景のもと、本研究では、環境省がまとめる産業廃棄物の広域移動状況調査における都道府県間及び自地域間での産業廃棄物の移動量データを基礎とする。この移動量データに都道府県間の移動距離を乗じて求めた広域移動トンキロを広域移動量で除して得られる移動距離を産業廃棄物処理に伴う広域移動マイレージと定義し、廃棄物種類ごとの広域移動マイレージを推計するとともに、その経年的な変化を分析する。

さらにH16年のデータをもとに、全国の総広域移動マイレージの最小化を目的として、各都道府県ごとの受け取り先許容量を変化させた場合の総マイレージの削減率と、そのときの都道府県間での取引量の変化を分析することを目的とする。

2. 分析方法

(1) 産業廃棄物マイレージ

各都道府県の産業廃棄物マイレージを、ある地域(都道府県)から中間処理や最終処分のために各地域に搬出された産業廃棄物の量(トン)に搬出距離(km)を掛けたものとし、式(1)のように定義する。

$$WM_i = \sum_{m=1}^{42} \sum_{k=1}^n W_{i,k,m} \cdot L_{i,m} \quad (1)$$

但し、 WM_i : 都道府県*i*における産業廃棄物マイレージ(t/km)、 $W_{i,k,m}$: 都道府県*i*から都道府県*m*に

搬出される第*k*種の産業廃棄物量 (t), $L_{i,m}$: 都道府県 *i* から都道府県 *m* までの廃棄物の移動距離 (km)

(2) 産業廃棄物移動量

環境省がまとめる、廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環の利用量実態調査報告書(広域移動状況編 統計表)(産業廃棄物の広域移動状況調査における都道府県間及び自地域間での産業廃棄物の移動量データを用いる。本調査では、中間処理目的、最終処分目的の区分ごとに移動量が集計されており、各値を利用した

(3) 移動距離

国土交通省の街区レベル位置参照情報を基本データと国土数値情報を元に、システム構築された全国的位置情報(緯度・経度)データベースをもとにウェブサイト上で動作する距離計算ソフトを用いて各都道府県県庁所在地の2点間の移動距離を用いた。なお、自地域内移動の場合は各都道府県面積を正方形とみなした矩形の一片(平方根)の1/2を移動距離と仮定した。

以上の分析フローを整理し、図-1に示す。

(4) 総移動量最小化マイルージ

(1)~(3)のデータを元にして、産業廃棄物受け取り先の処理能力を変化させることにより、広域移動マイルージの変化を調べた。

制約条件: $\sum_j x(i,j) = a(i)$

$\sum_i x(i,j) \leq c(j)$

$c(j) = w \times b(j)$

目的関数: $Z = \sum_{i,j} x(i,j) \times d(i,j)$

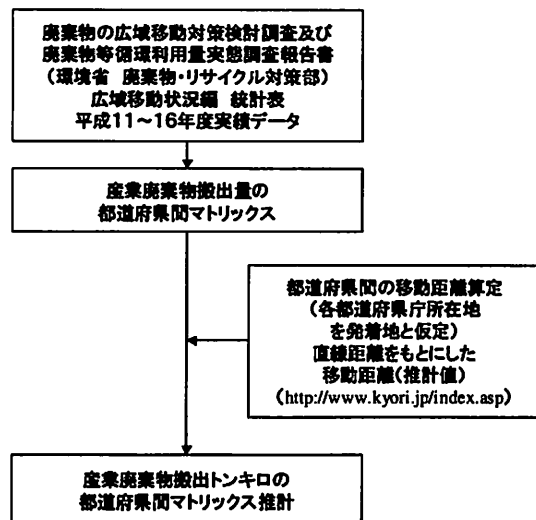


図-1 分析フロー

但し, *i*: 搬出元都道府県, *j*: 搬出先都道府県, *a*(*i*): 各都道府県の搬出量, *b*(*j*): 各都道府県の搬入量, *w*: 搬入量の許容倍率, *c*(*j*): 総搬入量, *x*(*i,j*): 各都道府県間での搬出搬入量, *d*(*i,j*): 各都道府県間の移動距離, *Z*: 総広域移動マイルージ

3. 分析結果

(1) 広域移動マイルージの経年変化

図-2 は、産業廃棄物の中間処理・最終処分目的別の広域移動マイルージの変化を示す。最終処分目的でのマイルージの変化は、それ程大きくない。

一方、中間処理目的の場合 H16 年になると、H11 年の約 1.5 倍にあたる約 880 万(t・km)に達している。よって、これ以降では特にマイルージの変化の大きい中間処理目的について着目することとする。

(2) 中間処理目的の種類別広域移動マイルージ経年変化

H11 から H16 年を対象に、特に、広域移動マイルージの大きい 7 種類の産業廃棄物(がれき類、ばいじん、汚泥、鉋さい、廃プラ、廃油、木くず)の移動量と移動距離経年変化について分析した結果を、図-3 に示す。図中、移動距離、移動量を縦横として構成される長方形の面積が、その廃棄物の広域移動マイルージを表している。

7 種類全ての廃棄物において移動量は増加していることが分かる。それに加えて、程度は異なるものの、移動距離も増加している、または増加する傾向にあるといえるものが多い。

この傾向は、大きく 2 種類に分けられる。ばいじん、汚泥、がれき類の場合移動距離に大きな変化はないが、移動量がかなり増加している傾向にある。また、廃プラ、木くずは移動量と移動距離の両方が増加する傾向にある。

なお、廃油は H14 年には一時的に移動量が増加し、移動距離が減少した。これは、近隣地域からの大阪府への搬出量がこの年のみ急激に増加したによるものと考えられる。

(3) 搬出先から見たマイルージ上位都道府県

広域移動マイルージについて、中間処理目的の搬出先に着目して、種類別に上位 3 都道府県を示したのが図-4 である。図から福岡への産業廃棄物の搬出が特に目立っている。福岡には、エコタウンなど廃棄物処理場やリサイクル拠点多いため、広域移動が集中し

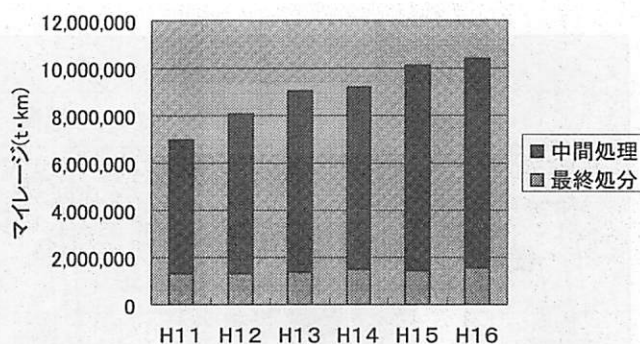


図-2 処理・処分ごとの広域移動マイレージの推移

ているものと考えられる。

(4) 総移動量最小化マイレージ

i) 総移動量最小化マイレージとは

これまで述べてきたように、エコタウンのある福岡などへの搬出を含めて、産業廃棄物を移動させる過程においてかなり広域の移動があります。このような移動を、出来る限り最小に抑えることについて考察する。

元々存在する廃棄物処理・リサイクル施設では、設備投資等によりある程度処理量を増やすことが可能と考えられる。本研究では、各都道府県もしくは各処理場に関係なく、H16年の搬入量に対して一定の割合で処理の受け取り量を拡大できるとする。この一定の割

合とは、3(4)で定義した w (搬入量の許容倍率)のことである。

産業廃棄物として搬出量の多い7種類について、中間処理目的での搬出量に対する w (搬入量の許容倍率)を変化させた場合、総マイレージに、どのような変化が見られるかを考察する。 w の値は、1.0~1.1の間で0.01ずつ変化させた。

但し、輸送に関して移動距離とマイレージが比例するものとする。

ii) 総移動量最小化マイレージの比較 (H16年を基準とした場合)

まず、1.0から1.1まで0.01(1%)ずつ許容倍率を増

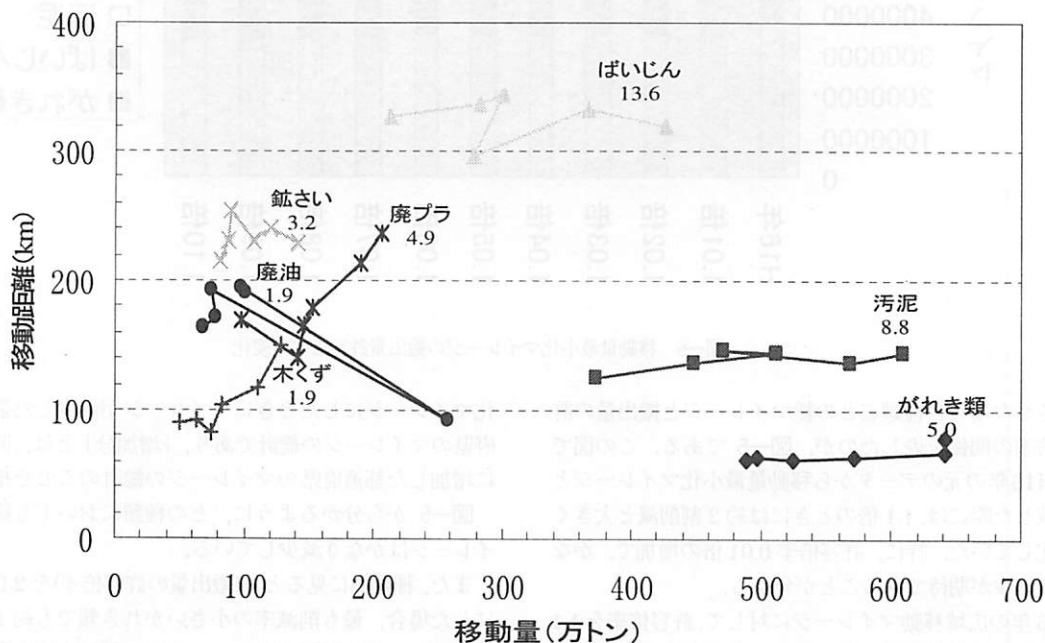


図-3 種類別の中間処理目的での経年変化

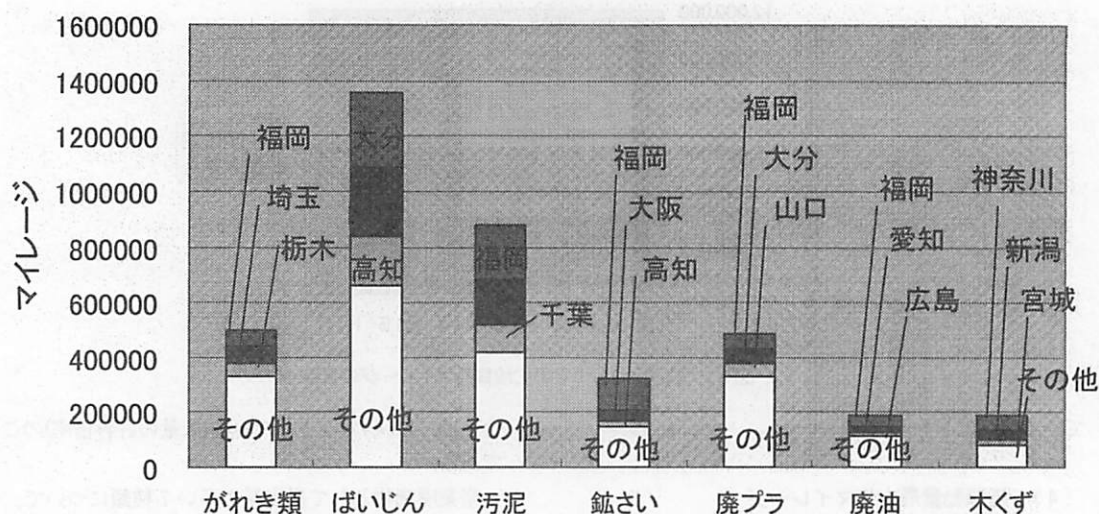


図-4 搬出先からみたマイルージ上位都道府県

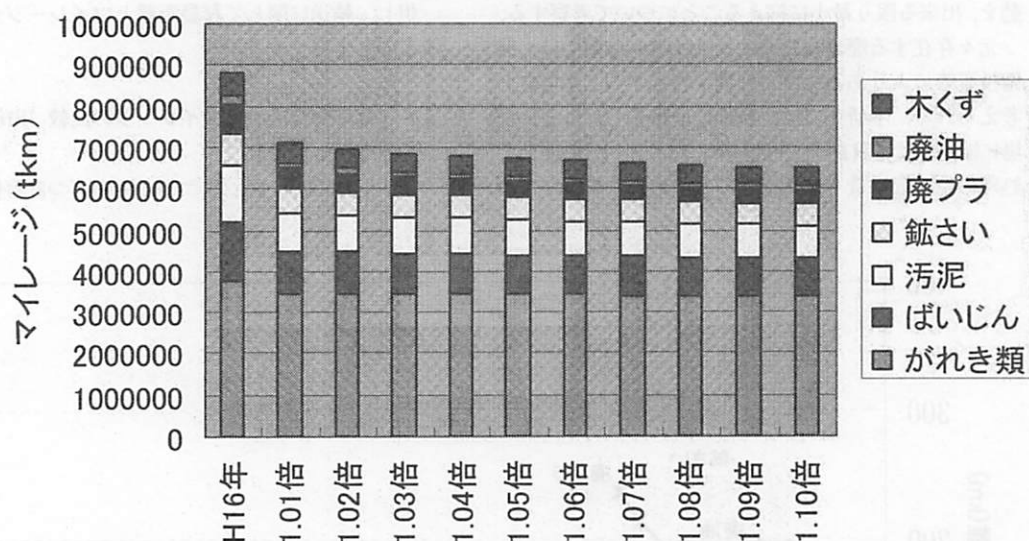


図-5 移動量最小化マイルージの搬出量許容倍率の変化

加させた場合の種類ごとの総マイルージと搬出量の許容倍率の関係を表したのが、図-5である。この図ではH16年の元のデータから移動量最小化マイルージと比較した際には、1.1倍のときには約2割削減と大きく変化していた。特に、許容倍率0.01倍の増加で、かなりの減少が期待できることが分かる。

H16年の広域移動マイルージに対して、許容倍率を1.1倍にした総移動量最小化マイルージと各種類で比較したものを図-6に示した。「減少分」というのは、最小

化マイルージにしたときにマイルージが減少した都道府県のマイルージの総計であり、「増加分」とは、同様に増加した都道府県のマイルージの総計のことを指す。

図-5から分かるように、どの種類においても総マイルージはかなり減少している。

また、種類別に見るとw(搬出量の許容倍率)を2.0倍にした場合、最も削減率の小さいがれき類でも約1割のマイルージを削減できた。一方で、削減率の大きい廃プラ・廃油では5割以上も削減できた。ここで、大

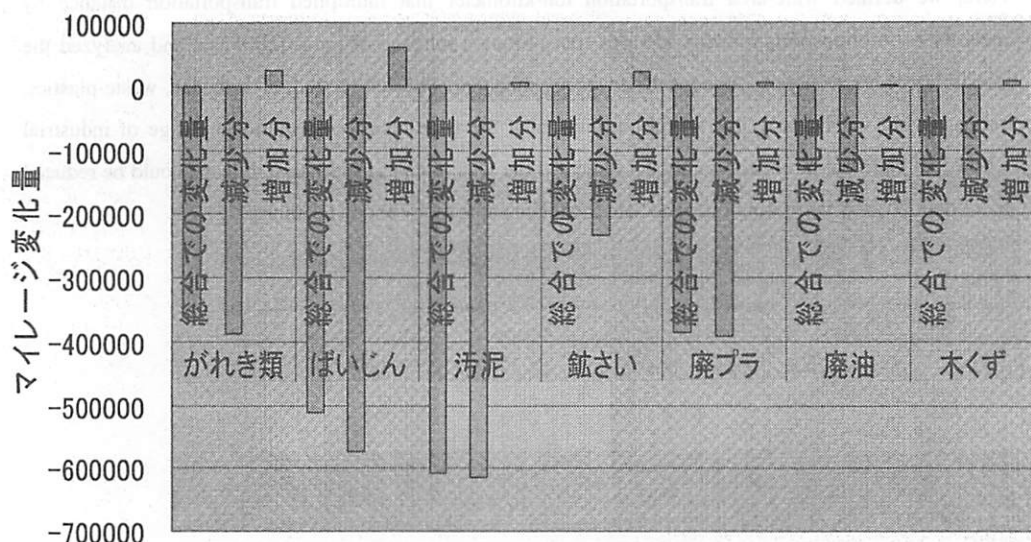


図-6 H16 年における許容倍率 1.1 倍のときの総移動量最小化マイレージの変化

大きく削減されたマイレージは、東京都・愛知県から福岡県、大阪府から山口県などである。

すると約 2 割削減できた。中でも許容倍率 0.01 倍の増大で大きな削減が得られた。

4. 結論

本研究では、広域移動マイレージの経年的な変化指数を分析し、施設能力(許容倍率)を増加させた場合のマイレージ削減可能性について分析した。

分析の結果、

(1) 広域移動マイレージの大きい 7 種類の産業廃棄物では、移動量と移動距離の変化の仕方が大きく 2 種類に分けられることが分かった。すなわち、ばいじん、汚泥、がいき類の場合移動距離に大きな変化はないが、移動量が増加している傾向にある。また、廃プラ、木くずは移動量と移動距離の両方が増加する傾向にある。

(2) 搬入量の受け取り許容倍率を変化させた場合、総広域移動マイレージは、w(搬出量の許容倍率)を 1.1 倍に

参考文献

- 1) 山下惣一、鈴木宣弘、中田哲也編：食べ方で地球が変わる～フードマイレージと食・農・環境～、pp.1-152、創森社、2004
- 2) 農林水産省：食料・農業・農村基本計画、2005。
- 3) 中田哲也：食料の総輸入量・距離（フード・マイレージ）とその環境に及ぼす負荷に関する考察、農林水産政策研究、第 5 号、pp.45-59、2003。
- 4) (社)日本物流団体連合会：数字でみる物、2006。
- 5) 環境省廃棄物・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の利用実態調査報告書（広域移動状況編 統計表）（1999～2004 年度実績）2001-2005。
- 6) 株式会社プロネット社が提供する距離計算ソフト
URL <http://www.kyori.jp/index.asp> (2007 年 8 月 24 日参照)
- 7) 吉田登・川端宏紀・金子泰純・日下正基：紙リサイクル原料古紙の地域間物流
輸送量及びエネルギー消費に及ぼす影響の分析、土木学会環境システム研究論文集、pp. 259-266、2005

ANALYSIS ON REDUCTION POSSIBILITY OF WIDE-AREA TRANSPORTATION MILEAGE BASED ON CHANGE STRUCTURE OF THE YEARLY TREND

Masatoshi SATO and Noboru YOSHIDA

In late years, wide area transportation of the industrial waste, increases both in distance and quantity.

Here, we defined wide-area transportation ton-kilometer that multiplied transportation distance by quantity of the transportation as wide-area transportation mileage of industrial waste and analyzed the possibility of its reduction. As a result, it was revealed that: i) debris, sludge, dust, slag, waste-plastics, waste-oil and wood waste had a high proportion of the wide-area transportation mileage of industrial waste ; ii) a linear minimization model indicated the wide-area transportation mileage could be reduced more than 20% by increasing intermediate treatment capacity by about 1.1 times.