

和歌山大学システム工学部環境システム学科 学生員 佐藤 雅俊
和歌山大学システム工学部環境システム学科 正会員 吉田 登

1. 研究背景・目的

近年、廃棄物の中間処理、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。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。特に広域移動の多い中間処理に着目する。

このような背景のもと、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産業廃棄物処理に伴う広域移動マイルージと定義し、廃棄物種類ごとの広域移動マイルージを推計する。

さらに H16 年の産業廃棄物広域移動データ¹⁾を元に、全国の総広域移動マイル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一律に変化させた場合の総マイルージの削減率と、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。

また、同様に廃棄物をリサイクル、原料などを考慮して各都道府県ごとの搬出先の受入可能量を設定した場合も分析することを目的とする。

2. 総広域移動マイルージ最小化について

産業廃棄物の移動量データ、移動距離により作成した H16 年における種類ごとの廃棄物搬出トンキロの都道府県間マトリックスを元にして、産業廃棄物受取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分析する。既往研究²⁾を参考に、搬出量が一定であること、搬入可能量は現搬入量より一定倍率で変化することを制約条件年、目的関数は総広域移動マイルージの最小化として、以下のとおり設定した。

$$\begin{aligned} \text{subject to: } & \sum_{j=1}^{47} x(i,j) = a(i) \\ & \sum_{i=1}^{47} x(i,j) \leq c(j) \\ & c(j) = w \times b(j) \\ \text{minimize: } & Z = \sum_{i=1}^{47} \sum_{j=1}^{47} x(i,j) \times d(i,j) \end{aligned}$$

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

産業廃棄物として搬出量の多い7品目（がれき類、ばいじん、汚泥、鉱さい、廃プラ、廃油、木くず）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、総マイルージにどのような変化が見られるかを考察する。搬入量の許容倍率 w は、1.0~1.1の間で0.01(1%)ずつ変化させた。

まず、許容倍率 w を増加させた場合の種類ごとの総マイルージと搬入量の許容倍率の関係を表したのが、図-2である。この図では H16 年の元のデータから総広域移動マイルージ最小化と比較した際には、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。

種類別に H16 年と許容倍率 1.1 倍にしたものを比較した場合、最も削減の少ないがれき類で約1割、削減

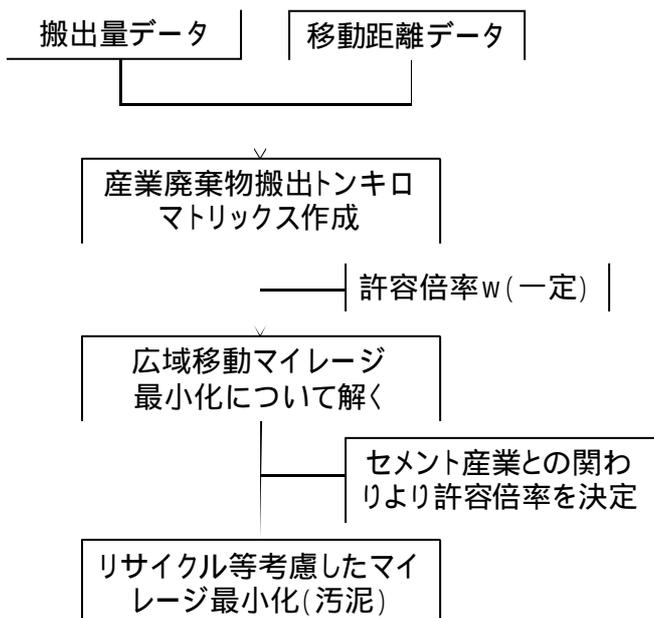


図-1 分析フロー

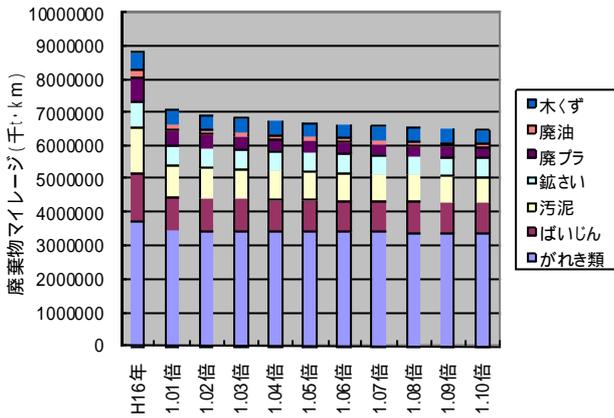


図 - 2 総広域移動マイルージ最小化の許容倍率の変化

の大きな廃プラ・廃油では約 5 割の削減を期待できることが分かった。

3. 地域での受入容量の違いを考慮した広域移動マイルージ最小化の分析 (汚泥の場合)

搬入量の許容倍率は一定ではなく、実際は地域における再資源化・処理施設能力に影響を受けるものと考えられる。ここでは汚泥を取り上げ、その主な処理・再資源化の受皿となるセメント施設の受入能力変化による広域移動マイルージへの影響について考察する。

まず、H16 年度における総セメント生産量 71,682(千 t) に対して、経済産業省の工業統計表より求めた各都道府県ごとのセメント生産額比率を生産量比率とみなして、各都道府県のセメント生産の割合を推計する。

次に、現在でのセメント 1 t 当たり汚泥廃棄物原料の使用量は、およそ 4 割使用されていることから、各都道府県のセメント生産量の 4 割を、汚泥の受入可能量の上限值と設定する (図 - 3 参照)。

H16 年の汚泥の広域移動総マイルージに対して、セメント産業を考慮して算出した総マイルージと、先に分析した固定許容倍率でのマイルージ変化 (図 - 2) とを比較したものを図 - 4 に示す。図中の「最小化」の値は、セメント施設の受入能力を考慮した場合のマイルージである。セメント施設の受入能力を制約条件とした場合、広域移動マイルージは約 5 割削減されることになる。これは、固定許容倍率 1.3 倍程度に相当する。セメント施設が受皿となり、特に遠方地域からの搬入が多かった福岡・山口への移動が削減された結果と考えられる。この場合のマイルージ削減量は 649,203(万 t・km)削減され、CO₂ に換算すると 11,200(t-CO₂) の削減をもたらす。

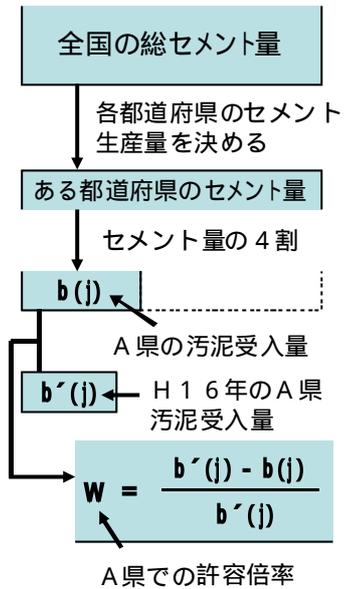


図 - 3 セメント産業を考慮した汚泥マイルージ最小化

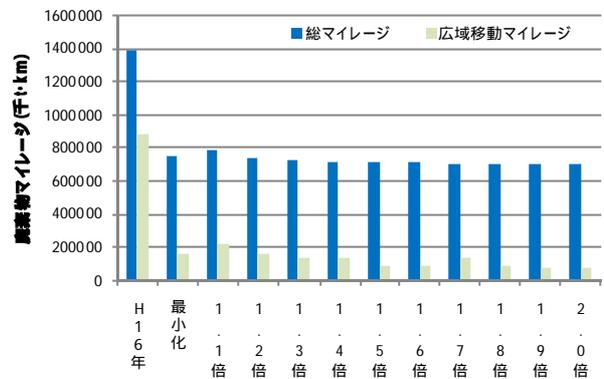


図 - 4 汚泥総マイルージ比較

4. 結論

- 1) 廃棄物広域移動マイルージ最小化モデルから、地域一律に 0.1 倍の受入容量拡大により 2 割のマイルージ削減が可能であることを明らかにした。
- 2) 汚泥のセメント産業での活用を対象に地域での受入容量の違いを考慮した広域移動マイルージの最小化を分析し、現状より約 5 割 (649,203 万 t・km) のマイルージ削減、CO₂ 換算で 11,200t-CO₂ の削減可能性から、地域性を考慮した分析による効果を示した。

参考文献

- 1) 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量実態調査報告書(広域移動状況編 統計表 X 1999~2004 年度実績) 2001-2005.
- 2) 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が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, Vol.33, p p.259-266, 2005.