

一般廃棄物処理システムの計画モデルを用いた実証的研究

立命館大学 正会員 春名 攻
立命館大学 大学院 学生員 立花 潤三
立命館大学 大学院 学生員 橋本 拓磨
立命館大学 大学院 学生員 山本 康史
立命館大学 理工学部 学生員 大友 智

1. はじめに

現在、我が国の一般廃棄物処理問題は、環境問題や資源保全、さらには最終処分場の確保難など様々な局面で問題解決に向け変革の時を迎えており、一般廃棄物の処理責務を持つ各地方自治体においては安全で効率的・効果的な一般廃棄物処理システムの整備を行う必要がある。

本研究では、一般廃棄物処理システム整備計画の構想計画段階における計画モデルの開発と実証的検討を通して、今後の一般廃棄物処理システムのあり方に関する検討を行うこととした。

2. 計画モデルの概要

本研究で構築した計画モデルの概要を図-1に示す。本計画モデルは大きく分けて「一般廃棄物排出

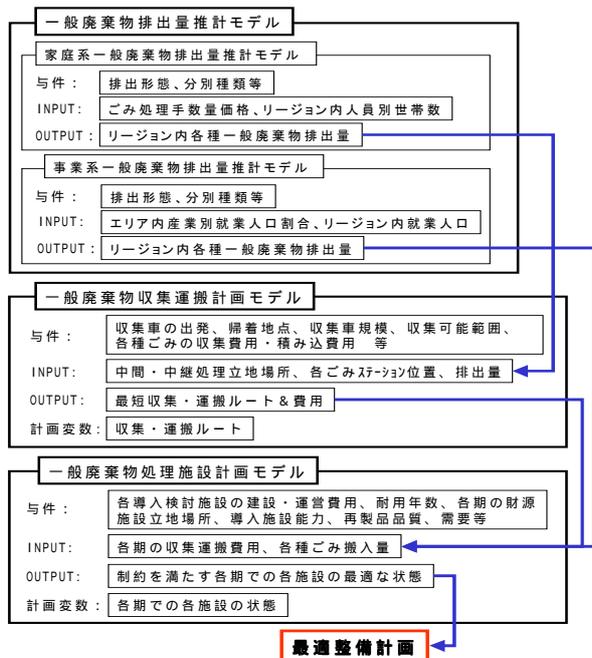


図-1 各モデルのフロー図

量推計モデル」, 「一般廃棄物収集・運搬計画モデル」, そして「一般廃棄物処理施設整備計画モデル」の3つのモデルで構成される。「一般廃棄物排出量推計モデル」で求められた各集積所における一般廃棄物排出量が「一般廃棄物収集・運搬計画モデル」に、「一般廃棄物収集・運搬計画モデル」で求められた最適収集・運搬費用が「一般廃棄物処理施設整備計画モデル」へと INPUT される仕組みとなっている。

3. 一般廃棄物排出量推計モデルの概要

一般廃棄物排出量推計モデルは、家庭系一般廃棄物と事業系一般廃棄物の排出量推計モデルから成り、いずれのモデルも排出量原単位を用いて定式化した。

家庭系一般廃棄物排出量推計モデルでは、排出量原単位 (t/世帯・年) は排出者の減量意識レベルおよび有料化政策による費用負担額で説明されると仮定し、任意の地域内において、各期の一般廃棄物処理手数料と人員別世帯数を入力することで一般廃棄物の排出量が求められる。また、事業系一般廃棄物排出量推計モデルでは、排出量原単位 (t/就業人口・年) は産業中分類における就業人口割合で説明されると仮定し、任意の地域内において各期各産業の就業人口割合および就業人口を入力することで排出量が求められる。

4. 一般廃棄物収集・運搬計画モデルの概要

本モデルの簡単な定式化を図-3に示す。

本モデルは、一般廃棄物の収集対象地をゾーン分割し、各ゾーン内において最適な収集・運搬ルート、及び収集・運搬コストを求め、対象地全体における最小収集・運搬コストを算出するモデルである。その際、モデルの与件条件は、収集車基地の場所、収

キーワード：リサイクル、一般廃棄物処理、数理計画モデル

連絡先：〒525-0058 滋賀県草津市野路東 1-1-1 (TEL 077-561-2736, FAX 077-561-2667)

集車の積荷（各一般廃棄物）が積載限界量を超えた場合にその積荷を搬入する施設（各種中間処理施設）の場所と施設の種類の、施設の処理能力限界量、各収集ステーションの数、位置、そこから排出される各一般廃棄物排出量、単位距離あたりの収集運搬費用、収集車の平均速度、収集車の積載限界量である。

【目的関数】

$$\sum_{i,j} c_{ij} \cdot \delta_{ij} \rightarrow \min \quad (i \neq j)$$

【制約条件】

$$\sum_{i \neq j'} \delta_{ij} = 1 \quad \sum_{j \neq j'} \delta_{ij} = 1 \quad i, j' : \text{中継施設もしくは中間処理施設}$$

$$\sum_{i \in I_c'} w_i \leq b' \quad \sum_{i \in I_c} w_i^k \leq b_k$$

$$u_i - u_j + n \delta_{ij} \leq n - 1 \quad i, j = 0, 1, \dots, n \quad (i < j)$$

c_{ij} : ゾーン内station i から j までの収集運搬コスト
 δ_{ij} : ルート ij を選択する時1、しない時0のクロネッカーデルタ
 w_i : station i でのごみ排出量 (t/日) w_i^k : 施設 k に搬入されるごみ量 (t/日)
 b' : 車両積載限界量 (t/台) b_k : 施設 k の限界処理量 (t/日)
 u_i : 収集車がstation i に到着する際、始点から数えて i 番目にあるとき、 $u_i = t$ となる補助変数
 n : ゾーン内のstationの総数

図 - 2 一般廃棄物収集運搬計画モデルの定式化

5. 一般廃棄物処理施設整備計画モデルの概要

一般廃棄物処理施設整備計画モデルは、各導入検討施設の建設費用、運営・管理費用、耐用年数、各施設立地場所、各施設での処理による生成物および一般廃棄物量の減量率、各施設が処理可能な一般廃棄物の種類を与件条件とし、制約条件として各期の財源や最終埋立量、目的関数を計画年次内でのトータル収支の最小化とした時の、各期における一般廃棄物処理施設の整備施設種類と整備時期を決定する

【目的関数】

$$J(x(T), \phi(T), w_i^j(T), T) \Rightarrow \min$$

【制約条件】

$$J(t) \leq 0 \quad J(t) = f(t) + J(t-1)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i^j \leq w_{\max}^j \quad \phi_j(t) = \phi_j(t) + \phi_j(t-1)$$

$$P(t) \leq P'(t) \quad \phi_j(t) = \{\phi_{j1}(t), \phi_{j2}(t), \dots, \phi_{jn}(t)\}$$

$$T_i^j \leq T_c^j \quad \phi_j(t) = \{\phi_{j1}(t), \phi_{j2}(t), \dots, \phi_{jn}(t)\}$$

$$P(t) = p(t) + P(t-1)$$

$J(t)$: t 期までのトータル収支 (支出 - 収入) $P(t)$: t 期までのトータル埋め立て量 [t]
 $f(t)$: t 期でのトータル収支 (支出 - 収入) $p(t)$: t 期における埋め立て量 [t]
 $\phi_j(t)$: t 期においてリサイクル処理施設 j が既建設 (稼働中) なら1、未建設 (非稼働) なら0のクロネッカーデルタ T_i^j : リサイクル施設 j が建設されてからの経過時間 [年]
 $x_j(t)$: t 期においてリサイクル処理施設 j を建設するなら1、しないなら0のクロネッカーデルタ T_c^j : リサイクル施設 j の耐用年数 [年]
 w_{\max}^j : リサイクル施設 j の処理限界量 [t/年]

図 - 3 一般廃棄物処理施設整備計画モデルの定式化

制御数学モデルである。システムの整備、運営における各期の収入としては、財源及び各リサイクル材の売却利益、処理手数量収入等があり、支出としては施設の運営費用と処理費用、施設の建設費用、施設立地状況に対応した各一般廃棄物収集運搬コスト等がある。本モデルの簡単な定式化を図 - 3 に示す。

6. モデル分析結果

滋賀県湖南地域を対象地としたモデル分析の結果を図 - 4 に示す。これは本研究における最適整備計画を示す施設整備時期・施設稼働状況およびシステムの収支に関するトラジェクトリを表している。

	1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期
ペットボトルリサイクル施設			●	○	○	○	○	○	○	○
リサイクルセンター	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
プラスチック複合再生施設										
コンポスト施設	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
焼却場										
ガス化溶融炉	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	20期
ペットボトルリサイクル施設										
リサイクルセンター	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
プラスチック複合再生施設										
コンポスト施設	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
焼却場										
ガス化溶融炉	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● 新規施設整備 ○ 施設稼働状態

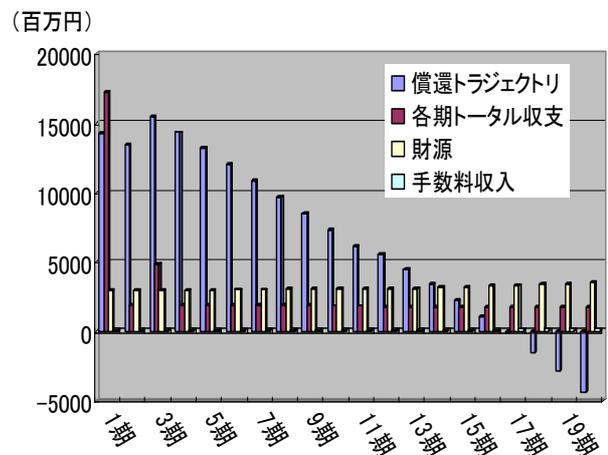


図 - 4 モデル分析結果一例

7. おわりに

本研究では、一般廃棄物処理システム計画問題において、総合的で合理的な解決方法に関するシステム論的な検討を行い、一般廃棄物処理システム整備計画モデルを構築した。そしてより現実レベルでのモデル分析を行うことにより、地域にとって必要な一般廃棄物処理システムの効果的・効率的構築のための方法論を提案することができたと考える。なお、各モデルで行った定式化、実証分析に関しては紙面の都合上一部割愛し、発表時に述べることにする。