

マテリアルリサイクルシステム体制を組み込んだ京都市 一般廃棄物処理システム整備に関する計画論的研究

立命館大学 正員 春名 攻
サントリー株式会社 山本 康史
立命館大学大学院 学生員 ○大友 智
立命館大学大学院 学生員 岸 由祐

1. はじめに

現在の社会の動向に注目すると、リサイクル関連法案による廃棄物の分別排出・回収・処理に関する主体や義務、責任の明確化、それに伴う廃棄物処理・リサイクルに関する新産業の創出と関連企業の進出等の影響から、ますます循環型経済社会への進展がうかがえる。しかしその反面、廃棄物処理システムにおける各主体間や処理形態の複雑化等により、効率的・効果的処理システムや施策の選択が困難であることも現状である。現在の廃棄物問題は多岐にわたり、複雑化しているため、今まで以上の廃棄物の計画的処理、減量化・リサイクルのための行動指針、情報管理システムの整備や清掃事業経営の適正化、環境保全対策としてのリスク管理などが重要なポイントとなってくる。

本研究では、多様化する一般廃棄物処理問題に対して、総合的なマテリアルリサイクルシステム体制確立の概念を整理した。そこでは、まず科学的議論にシステムズアプローチの方法を用いて一般廃棄物処理計画のシステム化を検討した。更に、マテリアルリサイクルシステム体制確立の方向性と実現化の検討を行いその具体化内容を構想した。次いで、汎用性のある一般廃棄物処理システム機能構成や、京都市域における機能種類・規模・配置など整備計画変数に関して考察するとともに、合目的整備のための数理計画モデルを構築した。最後に、京都市を対象とする実証的検討を行い、「効率的・効果的な京都市一般廃棄物処理システム整備」の実現可能性を可能な限り具体的に追求した。

2. 一般廃棄物処理システム整備計画モデルの定式化

上述したように本研究では、一般廃棄物排出量推計モデル、一般廃棄物収集運搬計画モデル、一般廃棄物処理施設整備計画モデルを組み合わせたモデルを構築した。なお、ここでは以下で述べるように一般廃棄物

処理システムに対して総合的な評価が行えるようにした。以下に定式化の具体的内容を示す。

$$Y_i = a_{i_house}x_{i_house} + a_{i_amount}x_{i_amount} + a_{i_time}x_{i_time} + a_{i_flat}x_{i_flat} + a_{i_quantity}x_{i_quantity} + a_{i_classify}x_{i_classify} + a_{i_enlighten}x_{i_enlighten} + c_i$$

Y_i : 廃棄物 i 排出予測量(t/年)

x_{i_house} : 1~4人世帯数(世帯数)

x_{i_amount} : 廃棄物 i に対する従量制手数料制度の有無(0-1)

x_{i_time} : 廃棄物 i に対する回数制手数料制度の有無(0-1)

x_{i_flat} : 廃棄物 i に対する定額制手数料制度の有無(0-1)

$x_{i_quantity}$: 廃棄物 i に対する多量時手数料制度の有無(0-1)

$x_{i_classify}$: 指定分別数

$x_{i_enlighten}$: 啓蒙活動予算原単位(円/人)

c_i : 定常項

一般廃棄物排出量推計モデルの定式化(家庭系)

$$Y_i = a_{i_industry_1}x_{i_industry_1} + a_{i_industry_2}x_{i_industry_2} + a_{i_industry_3}x_{i_industry_3} + c_i$$

Y_i : 廃棄物 i 排出予測量(t/年)

$x_{i_industry_1}$: 第1次産業就業人口(人)

$x_{i_industry_2}$: 第2次産業就業人口(人)

$x_{i_industry_3}$: 第3次産業就業人口(人)

c_i : 定常項

一般廃棄物排出量推計モデルの定式化(事業系)

目的関数

$$\min y_b^+ + y_b^-$$

$$\min y_r^+ + y_r^-$$

$$\min y_f^+ + y_f^-$$

制約条件

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l (280a_{ik}x_{ik}) - y_b^+ + y_b^- = B \cdots (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l (280b_{ik}x_{ik}) - y_r^+ + y_r^- = R \cdots (2)$$

$$M - C - y_f^+ + y_f^- = F \cdots (3)$$

$$y_b^+ \cdot y_b^- = 0, \quad y_r^+ \cdot y_r^- = 0, \quad y_f^+ \cdot y_f^- = 0,$$

$$y_b^+, y_b^-, y_r^+, y_r^-, y_f^+, y_f^- \geq 0 \quad 280x_{ik} \geq W_{ik}$$

y_b^+, y_b^-, B : 埋立目標超過、不足量、目標値(t/年)

y_r^+, y_r^-, R : 資源化目標超過、不足量、目標値(t/年)

y_f^+, y_f^-, F : システム収支目標超過、不足量、目標値(円/年)

x_{ik} : 廃棄物 i に対する各処理施設 k の処理能力(t/日)

W_{ik} : 廃棄物 i の各処理施設 k への年間搬入量(t/年)
(排出量推計モデル、収集運搬モデルより与件)

式(1)に関して

a_{ik} : 各廃棄物 i に対応する施設 k における埋立処理移行率
(百分率) (処理残滓)

式(2)に関して

b_{ik} : 各廃棄物 i に対応する施設 k における資源化材移行率
(百分率) (資源物)

式(3)に関して

$$M = M_{fun_t} + M_{rec_t} + M_{cha_t} + M_{sup_t}$$

M_{fun_t} : T期における一般廃棄物処理財源(円/年)
(与件)

M_{rec_t} : T期における再生品売却収入(円/年)

M_{cha_t} : T期における一般廃棄物処理手数料収入(円/年)

M_{sup_t} : T期における一般廃棄物処理補助金、助成金
(円/年) (与件)

$$M_{rec_t} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l (280 \cdot b_{ik} \cdot \chi_{ik} \cdot c_{ij} \cdot d_{ij})$$

C_{ij} : 各廃棄物 i における資源化材 j の組成率(百分率) (与件)

d_{ij} : 各廃棄物 i における資源化材 j の売却単価(円/t) (与件)

$$C = C_{con_t} + C_{run_t} + C_{rep_t} + C_{car_t}$$

C_{con_t} : t期における処理施設建設償還費(円/年)

C_{run_t} : t期における処理施設運営費(円/年)

C_{rep_t} : t期における処理施設修繕費(円/年)

C_{car_t} : t期における収集運搬費(円/年)

$$C_{con_t} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l (e_{ik}x_{ik} \cdot ((1+K)^T \cdot K) / ((1+K)^T - 1))$$

e_{ij} : 処理施設 k の建設単価(円/t)

T, K : 建設費償却完了年数、償却利率

$$C_{run_t} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l f_{ik}x_{ik}$$

f_{ij} : 処理施設 k の施設運営原単位(円/t)

$$C_{rep_t} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l g_{ik}x_{ik}$$

g_{ij} : 処理施設 k の施設修繕原単位(円/t)

一般廃棄物処理施設整備計画モデルの定式化

3. 京都市一般廃棄物処理システム整備に関する実証的検討

構築した数理計画モデルを用いて、マテリアルリサイクルシステム体制の汎用性・効率性・効果について実証的分析を行った。ここでは紙面の都合、京都市における一般廃棄物処理施設整備計画モデル結果を示すこととし、その他の結果は割愛し発表時に述べる。

目的関数	単位	偏差量
yf+	千円/年	0.0
yf-	千円/年	0.0
yb+	t/年	0.0
yb-	t/年	0.0
yr+	t/年	45239.0
yr-	t/年	0.0

目標達成	単位	目標判定	偏差量
目標行1	千円/年	目標達成	
目標行2	t/年	目標達成	
目標行3	t/年	超過	45239.0

新規処理施設	施設規模 (t/日)
コンポスト	449.0
焼却	780.9
選別	162.6
プラスチック油化	0.0
廃食用油	0.0
資源物選別	0.0
ストックパーク	37.0

住民負担	単位	
負担総額	千円/年	644,433.2
一人当たり	円/年	747.0

一般廃棄物処理施設整備計画の実証的モデル分析結果

4. おわりに

時間の都合上あまり議論が出来なかったが、本研究において構想した広域的な階層レベルを持つマテリアルリサイクルシステム体制は、廃棄物処理基本理念として、今後の一般廃棄物処理行政と一般廃棄物処理体制を検討する上で、理想的な概念であると言える。今回は、限られた時間の下で、総合・分析論という視点からこの複雑な問題に対しシステムズアプローチを行いいくつかの有効的な要素や課題を発見して、廃棄物処理システムのなかに取り込んで捉えて議論をした。そして、目標設定から代替案提案までの一連の流れの中に、廃棄物処理計画総合化の重要性和有効性を計画論的に示すことが出来たと考える。