

リサイクルシステムを組み込んだ広域一般廃棄物処理施設整備計画に関する実証的研究

春名 攻*1

大友 智*2

鈴木 隆嗣*3

By Mamoru HARUNA, Satoshi OTOMO and Takatsugu SUZUKI.

環境保全、資源保全の観点からの社会システムの形成という点で、廃棄物の減量化のための発生抑制や、リサイクル優先・適正処理のための合理的な処理システム整備、等を踏まえた上で効率的システムの設計・整備計画策定は重要かつ緊急な行政課題である。このような観点から本研究では、一般廃棄物処理システムの概念設計・整備計画に関してシステム論的検討を行った。更に、この検討成果にもとづき、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うとともにその具体的方策の内容を構想した。次いで、汎用性のある一般廃棄物処理システム機能構成に関して分析し、滋賀県湖南地域3市2町（以下湖南地域とする）における望ましい一般廃棄物処理システム実現をめざした機能整備（種類・規模・配置計画）計画モデルを構築した。以上のような実証的検討を通して定性的・定量的評価を具体的に実施することによって、「効率的・効果的な広域的な一般廃棄物処理システム整備」プロジェクトを追及することとした。

【キーワード】一般廃棄物処理、地球環境問題、循環型社会

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。

そこで、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の整理を行った。さらに、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一般廃棄物処理システム整備計画モデルを構築し、湖南地域を対象とする実証的検討を行い、循環型社会に適した一般廃棄物処理システム整備の実現可能性を追求している。

2. 階層的リサイクルシステム体制を組み込んだ広域的な一般廃棄物処理システム整備構想に関する検討・考察

今後の廃棄物処理においては、自分の地域から出る廃棄物は自身で適正に処理し、有効利用していくという考え方が重要である。この考え方を一般廃棄物処理義務のある地方自治体の処理体制に当てはめ

*1 立命館大学理工学部環境システム工学科
(TEL 077-561-2736)

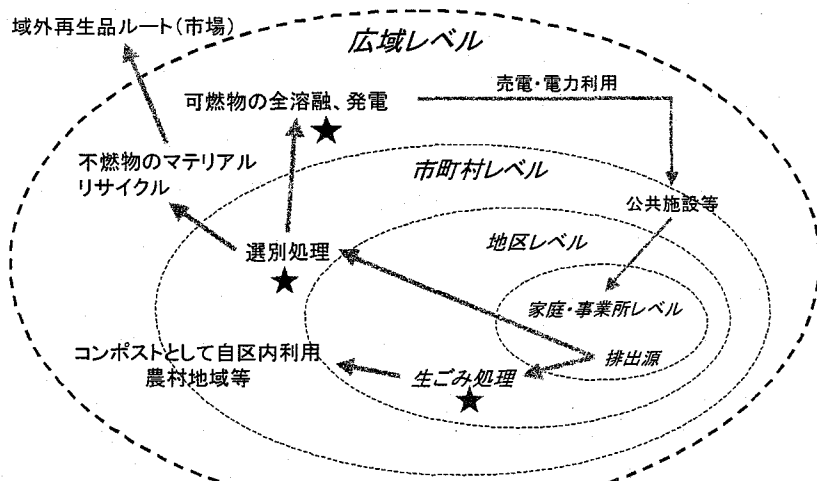
*2 株式会社 壱番屋
(TEL 075-621-0789)

*3 立命館大学大学院理工学研究科 環境社会工学専攻

ると、一般廃棄物の排出から再生品流通に至る各処理過程において、適切な処理・リサイクルをおこなうシステム整備が効果的な施策であると考ええる。

一般廃棄物処理の処理過程においてシステムの機能すると考えられる各階層は以下の4点に分類することができる。

- ① 家庭、事業所などの排出源レベル
- ② 学区や自治会、町内会等の地区レベル
- ③ これまで単独で一般廃棄物処理を行ってきた市町村レベル
- ④ 広域行政区域である広域レベル



★ 施設整備の必要性

図一 1 階層レベルの概念図

また、廃棄物処理の資源還元という観点では、廃棄物発電、溶融発電等のサーマルリサイクルは、より大規模な単位で実施するほうが電力還元効率や資源効率が向上するだけでなく、再生資源流通に関し

ても大量な再資源を一括に取り扱うことで効率性が上り、効果的であると考えられる。

以上のように、自区内一般廃棄物処理の最大範囲を広域圏とおき、以下各レベルを階層的に設定することにより、自分の地域から出る廃棄物は自身で適正に処理、有効利用し、再生資材を除く圏外への搬出物（最終処分）を極力ゼロに抑えることが排出者責任の観点および環境保全・資源保全の観点において理想的な一般廃棄物処理体制であると考ええる。

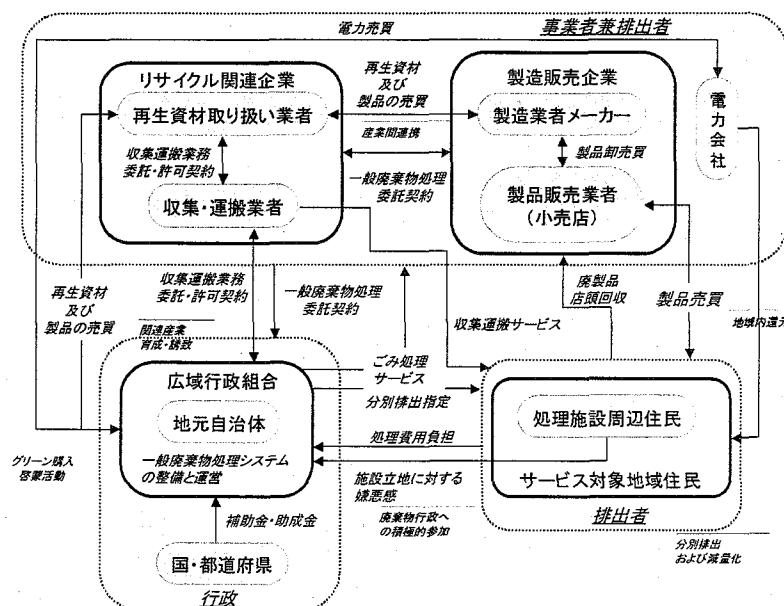
また、本研究では、一般廃棄物処理システムの階層構造概念に基づき、より詳細に各階層レベルでの導入機能についての検討とともに施設立地問題も考慮した広域行政区域内の各階層レベルにおける機能配分量についての検討も行っている。

本研究における広域的な一般廃棄物処理システムに係る各主体は、排出者、事業者、公共の3つに大分される。図-2に各主体関連構造を示す。

3. 広域的な一般廃棄物処理システム整備のための数理計画モデルの検討

ここでは、①家庭からの排出される一般廃棄物と事業所から排出される一般廃棄物の排出量の推計、②収集ルートと運搬費を推計するモデルの定式化、③廃棄物処理施設に運搬された廃棄物の埋立量、資源化量、運営費・修繕費・建設費償却費等のシステム収支を同時に取り扱うことのできるモデルを構築した。

①の家庭系では世帯数・回収手数料の有無・廃棄物の分別数・廃棄物削減の啓蒙活動費用を説明変数としたモデルを構築し、事業系では1、2、3次産業の就業者数を説明変数としたモデルを構築し廃棄物排出量を求めた。②では、各集積所の排出量・処理施設までの距離、収集時間などを制約条件としたモデルを構築し収集ルート・収集運搬費を求めた。①、②のモデルは紙面の都合上割愛した。③では、以下のようなモデルを定式化した。



図一 2 各主体関連構造

$$\begin{aligned}
&\text{目的関数} \\
&\min y_b^+ + y_b^- \\
&\min y_r^+ + y_r^- \\
&\min y_f^+ + y_f^- \\
&\text{制約条件} \\
&\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l (280a_{ik}x_{ik}) - y_b^+ + y_b^- = B \cdots (1) \\
&\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^l (280b_{ik}x_{ik}) - y_r^+ + y_r^- = R \cdots (2) \\
&M - C - y_f^+ + y_f^- = F \cdots (3) \\
&y_b^+ \cdot y_b^- = 0, \quad y_r^+ \cdot y_r^- = 0, \quad y_f^+ \cdot y_f^- = 0, \\
&y_b^+, y_b^-, y_r^+, y_r^-, y_f^+, y_f^- \geq 0 \quad 280x_{ik} \geq W_{ik}
\end{aligned}$$

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)

4. 広域的一般廃棄物処理システムの整備計画に関する実証的検討—滋賀県湖南地域を対象として—

本研究では、湖南地域一般廃棄物処理システムを対象にシステムズアプローチを適用し、湖南地域における一般廃棄物処理問題の構造化および本質の抽出を行った。さらに、本研究において構想した階層的リサイクルシステム体制を問題解決の方法論として提案し、構築した数理計画モデルを用いて、階層的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。

実証的分析では、重回帰分析より算出した偏回帰係数を用いて平成 22 年までの湖南地域における排出量予測を行い、得られた推計結果を後の収集運搬モデル、及び施設整備モデル廃棄物種別の分析を行うに際し用いることとした。

ここでは、紙面の都合上、施設整備計画モデル適用についてのみ説明させていただく。

施設整備計画モデルの適用に際し、いくつかの Step について検討を行った。

まず、Step①として、本研究の成果であるシステムズアプローチによる問題設定「埋立量の極限的削減」「実行可能なマテリアルリサイクルによる資源化量増加」に基づいて重要度を設定した。まず、階層的リサイクルシステム体制の実現可能性を図る上で、システム収支が第 1 目標である。次に、システムの効果として埋立量削減を第 2 目標とする。最後に、マテリアルリサイクルによる資源化量増加を第 3 目標とした。また、埋立目標値、資源化目標値を「湖

南プラン 2 1」に基いて設定した。ただし、本モデルでは、動的計画法等の時系列的解析は行えないので、全ての施設稼動開始年度を一律の 2010 年として設定した。この設定における算定結果については紙面の都合上割愛させていただく。

続いて、Step②として Step①の結果を検討すると、焼却施設がかなり大規模なものが必要であることが分かった。しかし、現実には焼却施設が稼動する際には、ダイオキシン類・焼却灰粉塵等、かなりの有害物質除去が必要であり、本研究では算定出来ていない環境負荷物質(CO₂、メタンなど)が排出されることは周知の通りである。更に、焼却処理施設を新規に建設するとなると、住民の合意形成を得る事はかなり難しい。Step①の解では、目標は達成出来ているものの、循環型社会形成を目指す本研究において、ある種の矛盾が生じている。そこで、焼却施設以外の施設整備を検討する為に、埋立量、資源化量の目標を変更し、且つ焼却施設は既存処理施設のみを導入した設定で、再度最適解算定を行った。この設定における算定結果を以下に示す。

表—1 Step②における目標計画法最適化

目的関数	単位	偏差量
yft	千円/年	0.0
yf-	千円/年	113.3
ybt	t/年	58386.3
yb-	t/年	0.0
yrt	t/年	0.0
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	不足	113.3
目標行3	t/年	超過	58386.3

処理施設	施設規模 (t/日)
コンポスト	140.5
焼却	0.0
選別	38.5
プラスチック油化	92.9
廃食用油	30.8
資源ごみ選別	14.7
ストックパーク	88.4

住民負担	単位	
負担総額	千円/年	1,980,434.0
一人当たり	円/年	3,102.0

上表を見ると、各目的関数は埋立量が目標値に対して 113 t 減少し 31887 t、資源化量が 58,386 t 増加し 88,886 t となり、理想を上回る値が算定されている。しかし、その際の負担額は Step①に比べて増大し、一人当たりの負担額は 3,102 円となった。これは、①廃食用油、ストックパークでの資源化材は売却せず、収集運搬車燃料やリユース事業者への無

償搬出を設定していること、②焼却処理における電力売却売上は、他の資源化材に比べて比重が高いことによるものだと考えられる。

Step②における解を基に階層的リサイクルシステム体制を考えると、埋立量を可能な限り減少させ、且つ資源化量が目標値を大きく上回るシステム整備内容であると考えられる。Step②の施設整備が実現することにより、本研究で想定した階層的リサイクルシステム体制が湖南地域一般廃棄物処理システムにおいて理想的な効率性と効果を生み出す結果となった。(図-3)

Step③として住民負担を課す事無く、システム歳入を一般廃棄物処理財源・補助金・売却収入のみで

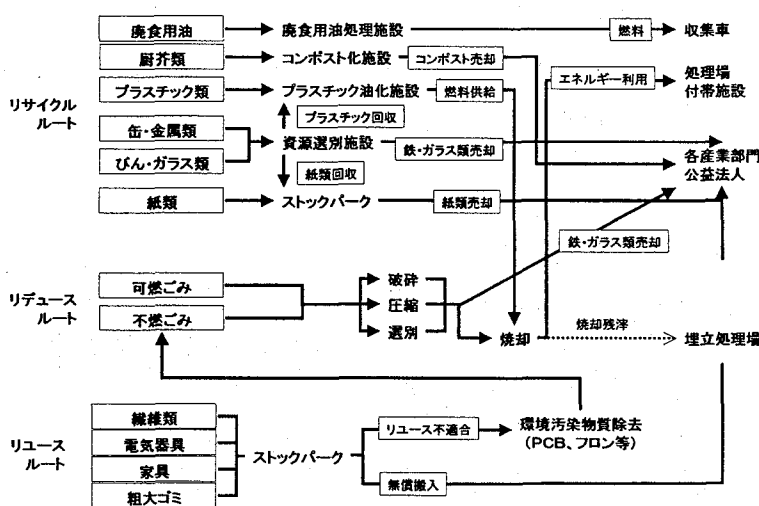


図-3 Step②における階層的システム体系を組み込んだ広域的一般廃棄物処理システム

解の算定を行ったが、解の収束が見られなかった。しかし、排出者責任拡大の考え方に基けば、本研究における排出者負担制度導入は妥当である。この排出者負担額における合意形成が、今後の廃棄物処理システム整備における新たな課題だと考える。

5. おわりに

本研究では、一般廃棄物処理システムを構造的にとらえ、循環型社会に適した一般廃棄物処理システム整備の実現可能性とプロジェクト化の可能性についての、実証的研究成果を上げることができた。本研究は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を廃棄物処理基本理念として、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一般廃棄物処理システム整備計画モデルを構築し「マテリアルリサイクルシステム体制を組み込んだ一般廃棄物処理システム」の効果・効率性、プロジェクト化の可能性に関して実証的検討が進められた。

【参考文献】

- 1) 元田 欽也共著：廃棄物処理・リサイクルの実務計算、2002、オーム社出版。
- 2) 酒井 伸一共著：循環型社会 化学と政策 有、2000、核斐閣アルマ。
- 3) 立花 潤三：リサイクル処理体制導入を考慮した広域的一般廃棄物システムの整備計画モデル開発に関する研究、1999、立命館大学修士論文。

A Verification Study on Construction Planning Analysis of Wastes Processing System Incorporating Recycling System under Consortium in Wide Area

By Mamoru HARUNA, Satoshi OTOMO and Takatsugu SUZUKI.

From the viewpoints of environmental preservation and conservation of natural resources, it is an emergent and serious administrative problem to be solved by applying the efficient system design and construction planning technology based on the development of theory and engineering science in planning, design and construction of waste processing process system aiming to realize techniques for reducing and controlling of the waste deposit amount, establishment of recycle priority rules and efficient and effective waste processing system concepts practically in the society. In this study, various kinds of system theory related to the concept design and construction plan for normal wastes process system was introduced and examined through case studies. Trough those studies stated before the tendency in technology development and the realization of the materials recycle mechanism also have been considered in details. The planning and design of functional system(design of kind, scale and arrangement of functions being introduced) and their construction planning model, which aimed at realizing the desirable wastes processing system at Konan wide-area in Shiga-prefecture which area is consist of 3 cities and 2 towns are studied. By carrying out various analyses form the qualitative and quantitative evaluating viewpoints through above stated verification studies, a desirable proposal for the project of "efficient and effective wastes processing system construction over Konan wide-area" is shown as an achievement from this verification study.