

〈特集〉

循環型社会に向けた廃棄物マネジメントのシナリオ評価について

藤原 健史

岡山大学廃棄物マネジメント研究センター

(〒700-8530 岡山県岡山市津島中3-1-1 E-mail: takeshi@cc.okayama-u.ac.jp)

概要

地方自治体においては、循環型社会を形成するために廃棄物の処理と資源化の新しい技術を導入し、分別、有料化などの制度や収集運搬などのシステムを整備してきた。また、近年では低炭素化社会に向けて、温室効果ガス削減やエネルギー節減も必要となってきた。最終処分場を延命化し、家庭からの排出量を減らし、処理や資源化を適正規模で行なう廃棄物マネジメントを将来どのように構築してゆけば良いのだろうか。本稿では、2030年を目標年として、一般廃棄物の最終処分量を2000年基準で4分の1まで削減する2つの社会、ここでは「高度技術型社会」と「自然共生型社会」を仮定して、それぞれの社会に合った廃棄物の集団回収、分別、処理、資源化の流れを描き、処理・資源化施設のコストとエネルギーを比較する。将来に向けての具体的な循環型社会をイメージすることで、われわれが選択すべき社会の姿が見えてくるのではないだろうか。

キーワード：廃棄物、循環型社会シナリオ、将来推計、モデリング、コスト・エネルギー評価

原稿受付 2010.1.29

EICA: 14(4) 46-50

1. はじめに

高度成長時代より大量生産・大量消費・大量廃棄が進み、地方自治体ではある時期に累積したごみ問題が噴出した。処分場建設反対やダイオキシン問題などに対処するため、地方自治体はごみ焼却施設に巨額を投じて、高度燃焼技術や排ガス処理技術、さらには灰溶融技術を導入してきた。一方、日本政府が2000年頃に循環型社会形成推進基本法と関連のリサイクル法を次々と成立させて、循環型社会の枠組みと目標値を定めると、地方自治体はごみの分別収集や資源化を積極的に進めることとなった。現在では、地方自治体のごみ処理費のうち、資源ごみの収集や中間処理に充てる費用の占める割合が大きくなっている。近年では、地方自治体は人口減少・資源化推進によるごみ量の減少と処理経費削減を理由に、処理施設の長寿命化を図る傾向であり、また低炭素社会の要請にも応えてゆく構えで、廃棄物マネジメントは新しい局面に入ったと思える。

ごみ処理関連施設は20～25年程度の寿命を持つことから、長期的視野に立って廃棄物処理計画を立てることが必要である。地方自治体は15年程度先を考えた廃棄物処理基本計画を5年ごとに見直している。しかし、低炭素化社会を目指した二酸化炭素排出削減計画が2050年を目標年とするならば、ごみ処理基本計画も長期的見通しを持って計画を立てねばならない。ごみ発生量や廃棄物処理体制を、将来の社会・経済ベ-

スに合う条件で考慮する必要があるが、40年先を正確に予測することは難しい。それよりも、将来どのような社会を作りたいかを明確にし、その社会の実現可能性や到達する道順を明らかにすることで、現在取るべき行動を議論することは可能であろう。ごみ問題に関しては、新規処分場の用地確保が困難を極めていることが、ごみ処理体制に制約を与える重要なファクタとなっており、既存処分場の延命化を図ること、すなわち将来に亘って最終処分量を減らすことが循環型社会の目標の1つである。したがって、最終処分量を減らしながら、廃棄物の処理と資源化を効率化する廃棄物マネジメントシステムを探すことが必要である。

平成21年に京都大学を中心とした大学グループと滋賀県及び滋賀県琵琶湖環境科学研究センターが協力して、2030年の滋賀県の低炭素社会の実現（温室効果ガス排出量の低減）、琵琶湖環境の復活（水質、ヨシ群落面積、湖辺域の美しさの確保）、循環システムの構築（廃棄物最終処分量の低減）を3本柱とする、「持続可能な滋賀」を目指したシナリオ研究プロジェクトを開始した。2030年の社会像に「高度技術社会」と「自然共生型社会」を選び、2030年の経済社会フレームを共通条件として、それぞれ3つの目標を達成する社会のスナップショットを描くことを目的とした。ここで、「高度技術型社会」は、高度な技術による問題解決を基本とし、より便利で快適になるように効率を重視し、経済成長を続ける社会を目指し、「自然共生型社会」は、自然の力、人々の協力による問題解決

を基本とし、より伝統的より文化的に、ゆとりを重視した社会を目指す。この両極にある社会のそれぞれのシナリオを描き、実現可能な解を求め、その社会へ向けた政策に道筋を見つける。

本稿では、循環型社会システムの構築に向けて一般廃棄物の処理・資源化について行った試算を紹介する。

2. 循環型社会シナリオの設定

2.1 研究プロジェクトの概要

滋賀県では、若年世代の移入等による人口増加や製造業の堅調な生産額推移により、二酸化炭素排出量の増加に伴う温暖化への影響や、琵琶湖の水質悪化、廃棄物発生量の増加が懸念されている¹⁾。2006年に制定された第二次滋賀県廃棄物処理計画の中で、2010年度の一般廃棄物及び産業廃棄物の最終処分量を、それぞれ1997年度の1/2及び1/3に減らす目標がうたわれている^{3,4)}。そこで、研究プロジェクトでは、滋賀県の2030年における一般廃棄物の最終処分量を2000年の1/4まで減らすことを目標とし、「自然共生型社会」と「高度技術型社会」に向けた2つの廃棄物マネジメントのシナリオを作成し、それぞれについて2030年の一般廃棄物の発生量や処理量をモデルより求め、処理コストとエネルギー消費量の指標について比較を行うこととした。

2.2 2つの循環型社会像

まず、特徴的な2つの社会像について説明する (Fig. 1)。

- 1) 「高度技術型社会」: 高度な技術により問題解決し、効率を重視し経済成長を続け、個人を大切にし、より便利でより快適な、広域化/グローバル化を目指す社会である。
- 2) 「自然共生型社会」: 自然の力、人々の協力により問題を解決し、ゆとりを重視し、「もったいない」精神を持ち、コミュニティーを大事にし、より伝統的でより文化的な、地域が自立、自律

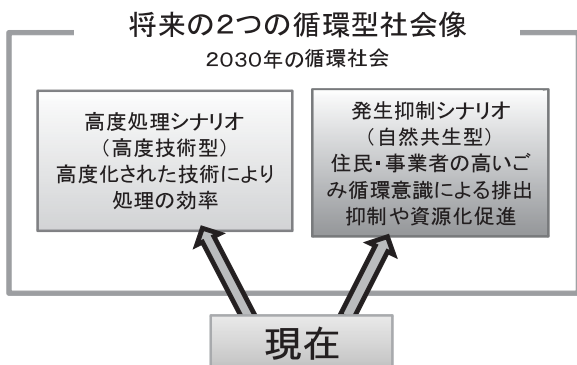


Fig. 1 Two extreme future image of material-cycle society

する社会である。

2.3 条件の設定

(1) 循環型社会のシナリオ

「高度技術型社会」と「自然共生型社会」の特徴に合う、一般廃棄物の発生・排出・処理過程について具体的なシナリオを設定する (Table 1)。

「高度技術型社会」では、1人1日当たりごみ発生量や資源化率は従来 (2000年度) のままであるが、高度な機械選別やガス化溶融炉を導入することによって、最終処分量を目標まで減らすというシナリオを導入した。対して「自然共生型社会」では、市民のごみ減量化意識の向上によって、ごみの発生量が減り、また集団回収や行政回収の強化で資源化率が上がり、最終処分量が目標まで減るというシナリオを導入した。

(2) 処理・資源化施設

施設の寿命を25年として、既存施設が2030年までに寿命を迎える場合には、「高度技術型社会」ではガス化溶融炉、「自然共生型社会」ではストーカ炉に建て替えるとした。滋賀県には焼却施設が13あり、日野清掃センターだけが2030年まで使用され、他の焼却施設は建て替えることになる。処理の広域化を考えて、(大津)、(彦根・長浜)、(守山・近江八幡・東近江・甲賀)を3つの広域化グループとし、建替時に施設の統合を図とした。高島市は大津市と距離があるため既存の焼却施設を延命化して使用すると仮定した。

資源化処理施設には、粗大ごみ処理施設、資源化等処理施設、たい肥化処理施設、RDFなどのその他処理施設がある。「高度技術型社会」では資源ごみの収集量はかわらないが、「自然共生型社会」では資源ご

Table 1 Two extreme future image of material-cycle society

	高度技術型社会	自然共生型社会
発生	・減量化意識は現状のまま、物の消費活動に応じて発生量も増大	・必要なものだけを買って無駄なものは買わない ・啓発活動、ごみ教育により減量化意識の向上
排出	・集団回収はあまり積極的でない ・ごみの分別は現状のまま、2000年の分別方法を維持	・リース、レンタルの活用によりものの再利用化 ・集団回収は積極的に行う ・余暇時間を集団回収や、ごみの分別に使う ・啓発活動、ごみ教育により減量化意識を高め正しいごみの分別を行う
資源化	・高度な機械選別によって可燃ごみから資源化物を取り出す ・ごみ燃料化は廃止 ・資源化施設の充実	・ごみ燃料化は廃止 ・資源化施設の充実 ・資源化率の向上により可燃ごみが減少、資源ごみが増大
処理	・焼却炉はガス化溶融 ・ガス化溶融により焼却後の埋立量ゼロ ・既存施設はそのまま使用	・焼却灰は埋立 ・既存施設はそのまま使用
処分	・最終処分量は2000年の1/4	・最終処分量は2000年の1/4

み量が多くなるので、それぞれに合った稼働率を考えた。

(3) 一般廃棄物の発生量

滋賀県の2030年の人口や世帯数、家計消費には、社会経済フレームで計算された予測値を用いた。集団回収や分別に費やす時間は、2030年の社会活動時間の予測値を参考とした。今回の試算では、2030年の1人1日ごみ発生量を、「高度技術型社会」では2000年からごみ発生抑制意識は変わらないと仮定して1039g/人/日とし、「自然共生型社会」では2000年からの減少トレンドが続くと仮定して880g/人/日とした。

(4) 最終処分量の将来推計

家庭で発生するごみのうち、焼却処理や最終処分に回るごみ（可燃ごみ、不燃ごみ、粗大ごみ）の割合を排出率と呼ぶことにすると、「高度技術型社会」では排出率を2004年のままとし、「自然共生型社会」では発生抑制、集団回収量の増加により排出率を75%とした。この75%の値は、ごみの物理組成ごとに、可燃ごみや不燃ごみのうち資源ごみに変更できる量を定めた。さらに、「自然共生型社会」では、リース・レンタルが普及すると仮定して、粗大ごみの排出率を20%とした。

(5) 機械選別技術

「高度技術型社会」では、高度な機械選別技術により、一括収集したごみから資源ごみを自動選別できるもの仮定した。これは将来技術であるため、文献やメーカーヒアリングを行って仮想的に分別効率を設定した。ここでは厨芥は95%以上、紙類は約60%、プラスチック類、ビニール類は約50%、布類は30%が選別回収できるとした。

(6) 市民の分別意識

「自然共生型社会」では、市民のごみ分別意識の向上により、資源ごみの分別量が多くなり、またその精度も高くなるとした。滋賀県の900世帯にアンケート調査を行い分別意識を質問したところ⁵⁾、将来資源ごみの80%以上を分別できるという回答が多く占めていた。その結果をもとに、資源ごみ種類ごとに資源化率を設定した。

2.4 計算と評価

(1) 計算の方法

集団回収前のごみ量を発生量、集団回収後のごみ量を排出量（＝処理量＋資源ごみ量）と呼ぶことにすると、まず、処理施設（焼却施設）や資源化施設の退役と新設、残さ量や資源化物量、用役量の投入量に対する割合、初期・運転コストなどを決めておく。最初に2030年の推計人口から一般廃棄物の発生量を求め、最終処分量が2000年の1/4となるように、2030年の処理量、資源ごみ量、直接埋立量を調整する。最後に、

排出量と発生量から、必要な集団回収量を求める。この過程で、処理における用役量とコストを求める。

「高度技術型社会」では、直接最終処分量（不燃ごみ）のうち、2000年の1/4量を残して、それ以外は溶融処理されスラグやメタルはすべて資源になるとする。「自然共生型社会」では、2000年の1/4量を達成するように、可燃ごみや不燃ごみの資源ごみへの転換を調整する。

(2) 評価の方法

「高度技術型社会」及び「自然共生型社会」のシナリオをコスト面とエネルギー面で評価する。人件費、整備・管理費、運転用役費、および使用エネルギーなどは文献値あるいはメーカーへのヒアリングの結果を用いる。

3. 計算結果

3.1 一般廃棄物量の推計結果

「高度技術型社会」と「自然共生型社会」のシナリオで計算した廃棄物処理の量を **Table 2** に示す。

「自然共生型社会」では減量化意識と集団回収の協力を大きく設定しているために、総発生量、総排出量が「高度技術型社会」に比べて少ない。「高度技術型社会」では、廃棄物を溶融しているために焼却以外の中間処理量が多い。

次に一般廃棄物の処理の内訳を **Fig. 2** に示す。

シナリオの双方で、最終処分量を2000年の1/4（23千トン）とする目標を満たしている。「自然共生型社会」では、可燃ごみ等を資源ごみに回すことで再生利用量を増やしている。「高度技術型社会」では、2000年に比べて、高度な機械選別の使用とスラグ化により再生利用量を約7倍に増やしている。

次に最終処分理の内訳を **Fig. 3** に示す。「自然共生型社会」では、ほとんどは焼却処理後の埋立量であるが、「高度技術型社会」では、溶融後のスラグは資源

Table 2 Simulation result of waste treatment flow under different each society image

(千トン)	高度技術型社会	自然共生型社会
人口(人)	1,380,760	1,380,760
計画処理人口(人)	1,380,760	1,380,760
発生量原単位(g/人/日)	1,039	880
排出量原単位(g/人/日)	984	708
総発生量	523.6	443.5
総排出量	495.7	357.0
集団回収量	28.0	86.5
自家処理量	0.1	0.1
直接再生利用量	61.4	69.2
直接最終処分量	12.7	0.1
直接焼却量	162.8	110.5
焼却以外の中間処理量	255.8	176.2

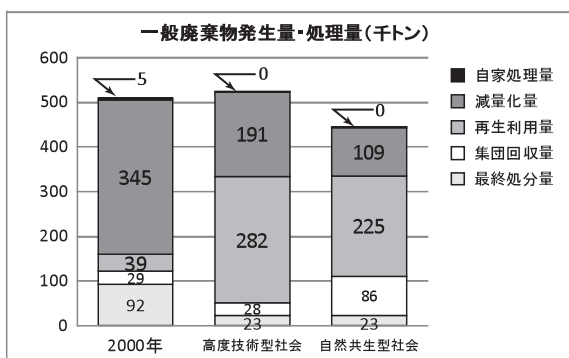


Fig. 2 Treatment share of municipal solid waste

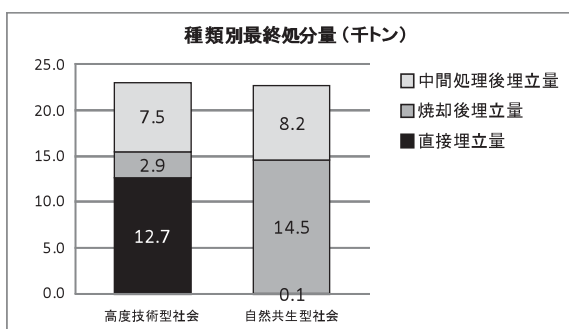


Fig. 3 Share of disposed waste

化利用されるために、最終処分量は主に直接埋立量である。この度は、シナリオ比較のために最終処分量を1/4に統一しているため、「高度技術型社会」では、不燃ごみの直接埋立量を、処分量制限を超えてまで溶融処理に回すことは想定していない。しかし、溶融すればさらに減らすことができ、また別の基準で評価すべきと考える。

3.2 新規処理施設の建設

2030年までに必要な新規・増設施設の計算を行った。焼却施設では、処理能力によってコストが異なるため施設ごとの処理能力を定め、資源化処理施設では、処理量1トンあたりのコストで計算した。

(1) 「高度技術型社会」シナリオでの処理施設

「高度技術型社会」では、2030年に既存の日野清掃センターを含めて処理広域エリアに4施設、合計600t/日の処理能力が必要となった。そこで、新規増設(既存の処理場に建設)する3施設の処理能力を90t/日、150t/日、180t/日とすることにした。資源化処理施設は、粗大ごみ処理施設が80t/日、資源化等処理施設が192t/日、たい肥化施設が400t/日、その他処理施設が8t/日の処理能力が2030年までに必要であった。

(2) 「自然共生型社会」シナリオでの処理施設

2030年では、既存の日野清掃センターを合わせて、3施設、合計処理能力405t/日が必要であり、処理能

力がそれぞれ90t/日、135t/日の焼却施設が必要となった。資源化処理施設は、粗大ごみ処理施設が50t/日、資源化等処理施設が126t/日、たい肥化施設が400t/日、その他処理施設が6t/日必要であった。

3.3 シナリオ評価

焼却施設については、建設費、人件費、整備・管理費、運転用役費を積算したものを、施設寿命の25年で割り、年間コストとした。資源化処理施設については、建設費と運転費をあわせた費用を施設寿命の25年で割り、年間コストとした。その結果、「高度技術型社会」は建設費が高く、ガス化溶融炉の運転用益費が高く、コスト全体は「自然共生型社会」の約1.6倍となった。資源化処理施設では、中間処理量に比例してコストが増えるため、処理量が多い「高度技術型社会」の方が高コストとなった。エネルギーについても計算し、助燃料量では「高度技術型社会」が「自然共生型社会」の約3倍必要となった。

4. おわりに

本稿では、2030年に最終処分量を2000年の1/4に減らす目標を定め、2030年の2つの社会像(「高度技術型社会」と「自然共生型社会」)を設定し、それぞれに合ったごみ減量化、処理、資源化のシナリオを描き、それらの量をモデル計算して、コストやエネルギーを比較評価する滋賀県の事例について紹介した。「高度技術型社会」の方が「自然共生型社会」に比べて約1.6倍のコストがかかり、約2~3倍のエネルギーがかかるという結果を得た。「高度技術型社会」のコストやエネルギーが大きくなることは、当然予想されることで、その負担を受け入れるかどうかは意思決定者の判断に委ねられる。実際のところ、想定した2つの社会は極端な社会像であり受け入れられることはないが、両社会間のコストやエネルギーの振れ幅が把握できていれば、望ましい社会像を絞り込んでゆくとときに有用と考える。候補となる社会像は複数あり、それぞれの社会像に多数の実現解が与えられるので、その中から最も望ましい解を短時間に見つけることは必要であり、紹介した研究は、その「望ましい解」を見つけるための1つツールとなる。信用できる解を算出するために、モデルを精緻化し推計精度を上げてゆかなければならないと考えている。最後に、本プロジェクト研究は、平成19年度廃棄物処理等科学研究「地方自治体における循環型社会形成のための廃棄物政策支援システムの開発」として行った。

参考文献

- 1) 滋賀県持続可能社会研究会：持続可能社会の実現に向けた滋賀シナリオ（2007）
- 2) 滋賀県：第二次滋賀県廃棄物処理計画（2006）
- 3) 五味 馨，島田幸司，松岡 譲：地方自治体における統合環境負荷推計ツール開発と滋賀県への適応，環境システム研究論文集，Vol. 35, pp. 255-264（2007）
- 4) 島田幸司，田中吉隆，五味 馨，松岡 譲：低炭素社会に向けた長期的地域シナリオ形成手法の開発と滋賀県への先駆的適用，環境システム研究論文集，Vol. 34, pp. 143-154（2006）
- 5) 三輪拓也，藤原健史，島田幸司：住民のごみリサイクル行動の地域特性に関する研究——滋賀県の市町を対象として——，環境衛生工学研究，Vol. 22, No. 3, pp. 156-159（2008）