

地域特性を考慮した排水及び廃棄物処理の最適技術選択システムの構築
Development of a Selection System for Optimum Technologies for Municipal Wastewater
and Solid Waste Management with Considering of Regional Characteristics

鮫島 和範*
Kazunori Sameshima

松本 亨**
Toru Matsumoto

ABSTRACT: Regional characteristics are significant in the selection of a wastewater treatment system. Regions where gappei-septic tanks are selected rather than drainage systems have emerged for economic reasons in areas where population density is small. So, the reconsideration of the wastewater treatment systems has begun. Moreover, the diffusion of disposers which influence both wastewater and solid waste management systems is proceeding, and garbage recycling systems which use disposers have received attention in recent years. In considering these two movements, this paper attempts to develop a comprehensive selection system for optimum technologies for municipal wastewater and solid waste management which takes into account regional characteristics. Economic effectiveness was evaluated using the entire life cycle cost. Regional characteristics such as population scale and treatment area were also taken into consideration, and based on these assumptions, a system was designed which could economically select advantageous technologies from among multiple hypothesized scenarios.
Key Words; wastewater management sysytem, solid waste management sysytem, optimization, life-cycle cost(LCC), life-cycle assessment(LCA)

1 はじめに

家庭からの生活排水の処理方法は、公共下水道を代表とする集中型処理システムと、その対極にある合併浄化槽等の個別分散型処理施設に大きく分けられる。大規模集中型である下水道システムは、汚水を一カ所に集めて処理するため、人口密度の高い都市部においてスケールメリットが働く。一方、低密度地域では、家が散在しているため下水道管の埋設費がかさみ、経済的に不利なシステムとなることが指摘されている¹⁾。2001年のデータによると、下水道普及率の全国平均は62%である。これを、農村集落排水処理施設等、合併浄化槽、コミュニティ・プラントまで含めた汚水処理施設整備率で見ても、71%にとどまる²⁾。今後、下水道整備によりコストがかかる中小都市においても、早急な生活排水処理対策が求められる状況にある。これに対して、経済的観点から排水処理方式の選択のための統一的なマニュアルを国において整備する動きがある³⁾。

一方排水処理施設の処理汚泥を含め、家庭における食生活起因の有機系廃棄物の資源循環が大きな問題となっている。生ごみに関して、家庭やコミュニティ単位での肥料化やプラントによる飼料化が取り組まれている。これに対して、近年のディスポーザーの普及とともに、これを用いて生ゴミを分別回収し、再資源化するシステムが注目されるに至っている⁴⁾。これは、排水処理と廃棄物処理システムの双方の物質フローに大きな影響を及ぼすシステムであり、著者らはこれまで大都市を対象に、排水及び廃棄物処理システム全体をシステム境界として、ディスポーザーシステムの環境及び経済評価を実施してきた⁵⁾。

本研究は、これらの2つの動きに着目し、資源循環を考慮した地域特性に基づく排水及び廃棄物処理方式の総合評価システムを構築することを目的とした。排水処理システムの選択は地域的な特性が大きく、これまでも経済的な観点から技術選択モデルを提案した研究例はいくつか存在する^{6), 7)}。本研究は、廃棄物処理システム及び資源循環システムをも統合した選択モデルであることが大きな特徴である。評価指標としては、ライフ

* 九州大学大学院工学研究科附属環境システム科学研究センター

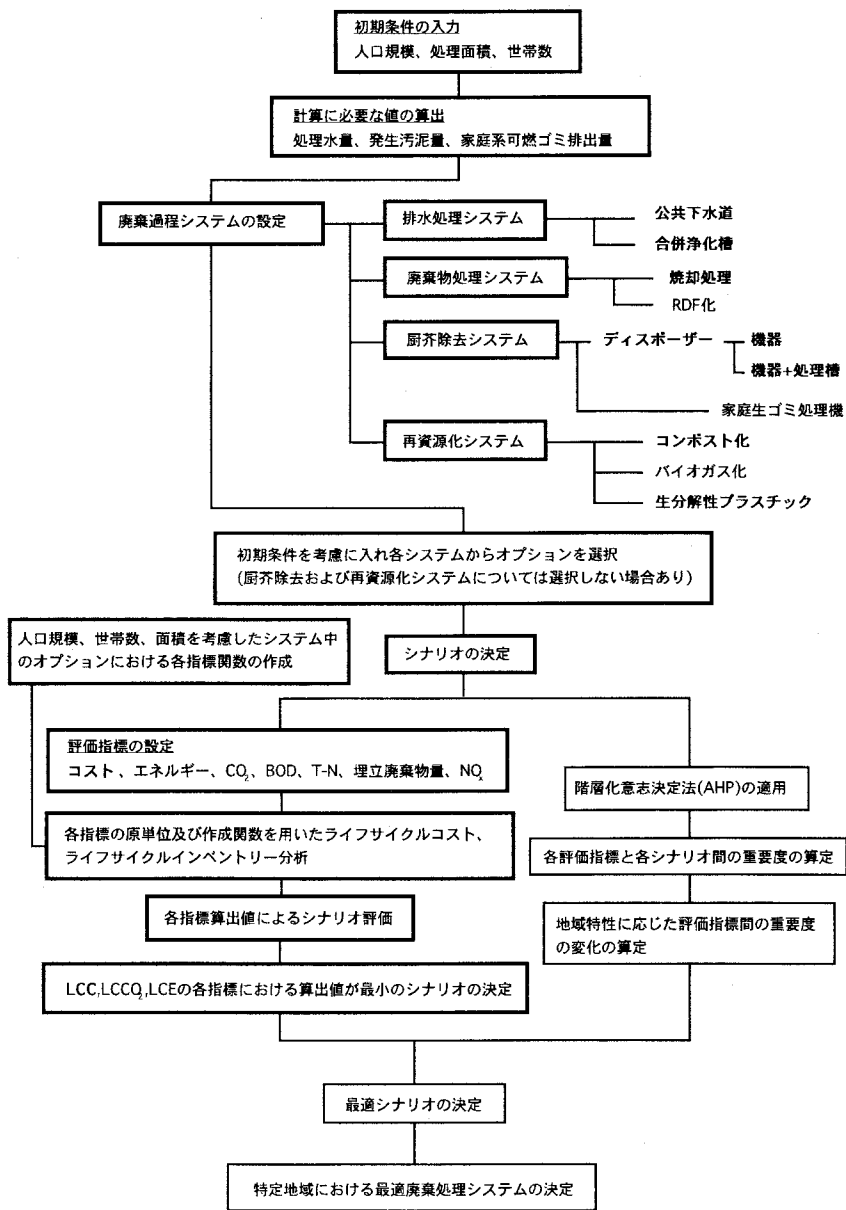
* Institute of Environmental Systems, Graduate School of Engineering, Kyushu University

** 北九州市立大学国際環境工学部環境空間デザイン学科

** Department of Environmental Space Design, Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu

サイクルコストを用いているが、いずれ環境指標も含めた総合評価とすることを念頭においている。

具体的には、人口規模や処理面積などの地域特性を考慮に入れ、想定した複数のシナリオからその地域に経済的に有利な技術システムを評価・選択する。入力条件として人口規模、処理面積及び世帯数を設定し、地域の規模と集積に関する特性を決定する。次に、評価対象としては、排水処理システムについては集中型の公共下水道と分散型の合併浄化槽を想定した。また、現行の排水及び廃棄物処理システムにディスポーザーを導入したシナリオを追加し、ディスポーザー利用における汚泥の再資源化の方法としてコンポスト化および生分解性プラスチック製造の2ケースの再資源化シナリオを設定する。



図－1 研究全体の枠組み
注) 太線及び太線枠が本論文の範囲

2 研究の枠組み及び手法

2. 1 研究全体の枠組み

図-1に研究全体の枠組みを示す。本研究においては、人口規模や処理面積等、都市規模の条件を設定し、処理水量や家庭系可燃ごみ排出等の算定に必要な値の算出をする。さらに廃棄過程システム設定を行い、設定システムの中から都市規模を考慮にいったシナリオを決定する。次に、評価指標をコストと設定し、各処理方式における費用関数を作成する。作成した費用関数を用いてLCCインベントリ分析を行う。さらに、LCC算出値によるシナリオ評価を行い、LCCにおける最小算出値のシナリオを決定する。

筆者らは、これまで大都市におけるディスポーザー導入も考慮に入れた廃棄過程におけるLCA及びLCCの評価を行ってきた⁵⁾。しかし、経済性の観点から、地域特性に応じて最適な処理システムが変化しうる可能性があることから、大都市のみでしか最適システムの評価がなされていないという点で不十分であるといえ、本研究においては、LCC指標を基に地域特性に応じた最適な廃棄過程システムの選定を試みる。

2. 2 本研究の分析対象

表-1に本研究における分析対象範囲を示す。排水処理システムについては公共下水道処理と合併浄化槽処理方式を選択し、下水道処理については、活性汚泥法とオキシデーション・ディッチ法の2タイプを評価対象とする。廃棄物処理システムについては、中間処理が焼却方式のものを、厨芥除去システムについてはディスポーザーシステムを選択する。ディスポーザーシステムについては、機器のみ設置の場合とディスポーザー排水処理槽設置の場合の2タイプを考慮にい

表-1 本論文における分析対象範囲

処理システム名	処理方式	
排水処理システム	公共下水道	活性汚泥法
		オキシデーション・ディッチ法
	合併浄化槽	
廃棄物処理システム	中間処理：焼却処理	
厨芥除去システム	ディスポーザー	機器のみ
		機器+処理槽
再資源化システム	コンポスト化	下水汚泥のみ
		ディスポーザー処理槽汚泥
		ディスポーザー処理槽汚泥+下水汚泥
	生分解性プラスチック	ディスポーザー処理槽汚泥

2. 3 分析手法

図-2に費用関数作成のためのフローを示す。各処理方式において、イニシャルとランニングを考慮した費用関数を作成する。イニシャル・ランニング両段階において、人口や面積等の変数値とコストをグラフにプロットし近似曲線を作成する。こうして、一つの処理方式における費用関数が決定される。これを分析対象とする処理方式全てにおいて求め、全処理方式における費用関数を作成する。

表-2 乳酸生成に関するコスト及び生成率

生産規模	t/年	1,000
設備費	円/kg	106
消耗品費	円/kg	24
人件費	円/kg	100
エネルギー費	円/kg	140
生ゴミからの乳酸生成率	%	6

また、汚泥の再資源化のLCC評価に際しては、プロダクトバスケット法を援用する⁸⁾。これは、再資源化のない(もしくは少ない)シナリオにおいて、再生資源が代替している製品をバージン資源から製造すると仮定した場合の製造プロセスを評価対象範囲に含むことで、システム全体の機能を統一して評価する手法である。コンポストについては化学肥料を、乳酸についてはポリエチレンを代替すると設定した。コンポストについては、重量比で化学肥料に対してコンポストは5倍で同機能とする⁹⁾。化学肥料及びポリエチレンの製造については全国平均による値を用いた。表-2に乳酸生成に関わる生産単価及び生ゴミからの乳酸生成量の割合を示す^{10), 11)}。

表-3にディスポーザー導入による排水への負荷及び水使用量等についてのデータを示す^{3), 12), 13)}。ディスポーザー導

表-3 ディスポーザー導入を考慮する場合の前提条件

		機器のみ	機器+処理槽
ディスポーザー排水による負荷水質	BOD(mg/ℓ)	5,506	1,886
	SS(mg/ℓ)	7,149	1,069
一人一日当たり水使用量	ℓ/人/日	6.17	6.17
一人一日当たり汚泥排出量	ℓ/人/日	0.36	0.36
一人一日当たり生ゴミ排出量	g/人/日	250	250
ディスポーザーシステム価格	円/戸	78,000	300,000
ランニングコスト	円/戸/月	125	980

入後のシステムにおける費用関数を作成するのに、これらのデータを前提条件として使用する。ディスポーザー導入後の関数作成については、排水処理システムについては、管渠については堆積物の増加により清掃回数が変化するとし、SSの変化を、また、ポンプ場については流入水量の変化を、さらに、処理場についてはBODの変化により能力は変化するとしBODを関数作成に反映させた。また、廃棄物処理システムについては、厨芥ゴミ量の変化を関数作成に反映させた¹⁴⁾。

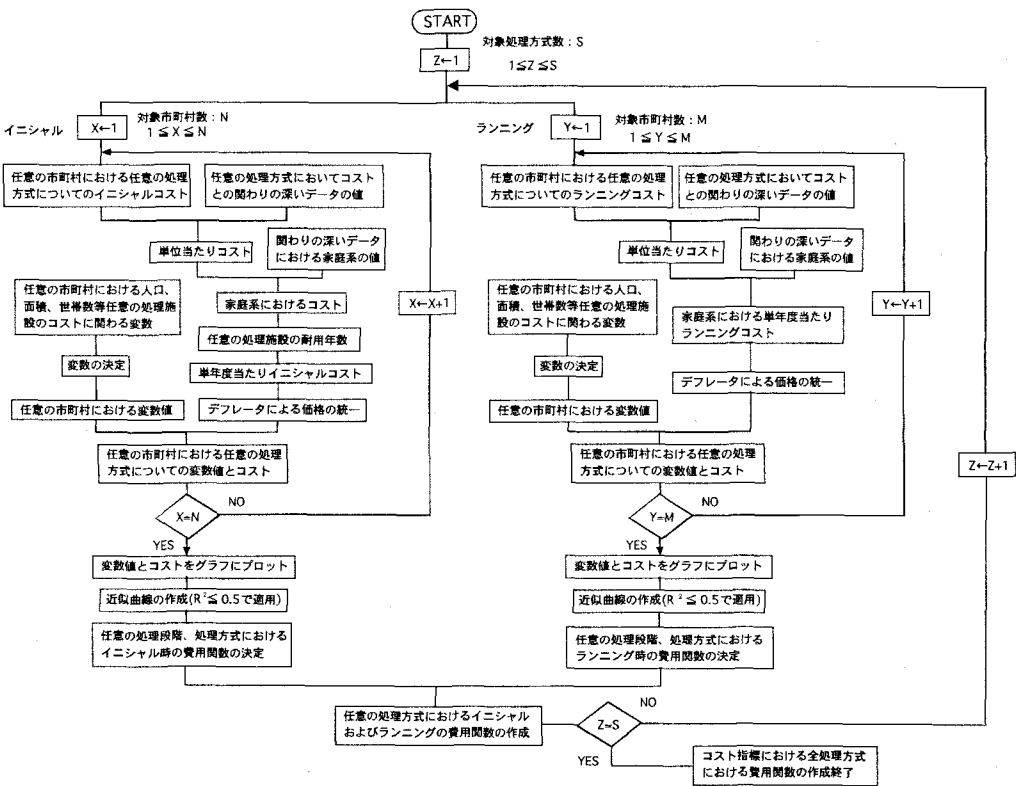


図-2 費用関数作成フロー

3 費用関数を用いた地域特性を考慮したLCC評価の例

3.1 分析対象地域の設定及びシナリオ選定方法

ここで、本研究で作成した費用関数を用いたLCC評価を行う。分析対象地域として、1万人、10万人、100万人規模を想定し、各規模においてコスト面で有利となるシナリオの選定をおこなう。シナリオ選定方法として、初めに排水処理システムについての評価を行いコスト面で有利な処理方式を決定する。次に再資源化システムのコスト評価を行い、コスト面で有利となるシナリオを選定し、最終的に廃棄物処理システム^{15), 16)}も含めた処理方式全体を組み合わせ、各人口規模における最適シナリオ選定を行う。また、再資源化については、プロダクトバスケット法を用いるが、コンポスト化については、下水汚泥を全量コンポスト化するケースをシナリオに含める。よって再資源化システムのLCC評価を行う際は、コンポストの生成量が最大となるシナリオを基準として計算を行う。乳酸生成については、ディスポーザー排水処理槽から抽出された汚泥のみから乳酸を生成するものとする。

3. 2 LCC 分析及び評価

3. 2. 1 人口1万と設定した場合

表-4は活性汚泥法、オキシデーション・ディッチ法及び合併浄化槽における排水処理に関わるコストを示したものである(17, 18, 19, 20, 21, 22)。表から、1万人規模を対象とする場合は合併浄化槽を選定するのがコスト面で最も有利であることが読みとれる。次に表-5に再資源化におけるコストを示した(10, 13, 17, 22)。再資源化システムにおいて最も有利なのはコンポスト及び乳酸生成を選定しない場合であることが表から見てとれる。また、乳酸生成のみを選定する場合とディスポーザー排水処理槽の汚泥をコンポスト化する場合についても、コスト面で有利であると考えられる。これら2つの表から人口1万人規模につい

表-4 排水処理方式における人口1万人でのコストの比較

排水処理方式：活性汚泥法			
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽
管渠	102	111	100
ポンプ場	175	188	188
水処理場	166	310	123
水処理計	443	609	412
排水処理方式：オキシデーション・ディッチ法			
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽
管渠	102	111	100
ポンプ場	175	188	188
水処理場	92	204	81
水処理計	369	503	369
排水処理方式：合併浄化槽			
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽
合併浄化槽	320	390	287
浄化槽汚泥処理	44	66	66
水処理計	365	456	353

表-5 再資源化システムにおける人口1万人でのコスト比較

ディスポーザーシステム	なし	なし	機器のみ	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽
排水処理システム	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法
再資源化システム選定	コンポスト化	下水汚泥	なし	下水汚泥	なし	なし	下水汚泥	処理槽汚泥	処理槽汚泥+下水汚泥	なし
再資源化システム	コンポスト化	0	244	0	319	0	244	120	311	百万円/年
再資源化システム	乳酸生成	0	0	0	0	44	44	0	0	百万円/年
代替システム	化学肥料	104	39	104	0	104	39	80	9	百万円/年
代替システム	ポリエチレン	27	27	27	27	0	27	27	27	百万円/年
再資源化計		131	310	131	346	131	327	227	347	百万円/年

ては、コスト面で有利だと考えられる5つのシナリオを選定した。表-6に5つのシナリオのコストの比較を示している。表からコスト面で最も有利なのは、ディスポーザーシステム及び再資源化システムを採用しないシナリオであることが見てとれる。しかし、ディスポーザー排水処理槽及び乳酸生成を選定するシナリオも有利でありうると判断することができる。

表-6 廃棄過程システム全体における人口1万人でのコストの比較

シナリオ	1	2	3	4	5
ディスポーザーシステム	なし	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽
浄化槽システム	合併浄化槽	0	58	120	120
浄化槽システム	浄化槽汚泥処理	320	390	287	287
廃棄物処理システム	収集運搬	44	66	66	66
廃棄物処理システム	焼却処理場	19	9	9	9
廃棄物処理システム	最終処分場	31	15	15	15
再資源化方式選定	コンポスト化	0	0	0	0
再資源化方式選定	乳酸生成	なし	なし	なし	なし
再資源化システム	コンポスト化	0	0	0	120
再資源化システム	乳酸生成	0	0	0	44
代替システム	化学肥料	104	104	104	80
代替システム	ポリエチレン	27	27	27	27
統計		546	669	628	645
一人当たり総費		0.055	0.067	0.063	0.064

3. 2. 2 人口10万の場合

3-2-1と同様に最適シナリオの選定をおこなう。排水処理システムについては、統計データ等から人口10万規模でオキシデーション・ディッチ法を採用している市長村は存在しないので、活性汚泥法と合併浄化槽とでコストの比較を行った。表-7から、人口1万規模では合併浄化槽が有利であったのが、人口10万規模になると活性汚泥法が有利になり、下水道にスケールメリットが働いていることがわかる。次に再資源化システムの比較を表-8に示しているが、人口1万規模と同様コンポスト及び乳酸生成を選定しない場合が最も有利となり、乳酸生成

表-7 排水処理方式における人口10万人でのコストの比較

排水処理方式：活性汚泥法			
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽
管渠	601	655	589
ポンプ場	366	394	394
水処理場	760	1,242	593
水処理計	1,727	2,291	1,575
排水処理方式：合併浄化槽			
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽
合併浄化槽	3,366	4,099	3,016
浄化槽汚泥処理	246	430	246
水処理計	3,612	4,529	3,263

表-8 再資源化システムにおける人口10万人でのコスト比較

ディスポーザーシステム	なし	なし	機器のみ	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽
排水処理システム	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法
再資源化システム選定	コンポスト化	下水汚泥	なし	下水汚泥	なし	なし	下水汚泥	処理槽汚泥	処理槽汚泥+下水汚泥	なし
再資源化システム	コンポスト化	0	10,090	0	15,551	0	0	8,384	698	8,771
再資源化システム	乳酸生成	0	0	0	0	165	165	0	0	百万円/年
代替システム	化学肥料	7,509	2,963	7,509	0	7,509	3,833	7,316	3,639	百万円/年
代替システム	ポリエチレン	101	101	101	101	0	0	101	101	百万円/年
再資源化計		7,610	13,159	7,610	15,652	7,610	7,674	12,382	8,106	12,510

のみを選定する場合とディスポーザー排水処理槽の汚泥をコンポスト化する場合についても、コスト面で有利であると考えられる。よって人口10万規模についても5つのシナリオを選定した。表-9にシナリオにおけるコストを示しているが、処理シナリオ及び結果について水処理方式以外の処理及び再資源化のシナリオは人口1万規模と同様の結果となっている。しかし、一人あたりのコストを見ると、人口1万規模に比べてコストが増大している。これは、再資源化システムにかかるコストが増大しているためだと考えられる。

表-9 廃棄過程システム全体における人口1万人でのコストの比較

シナリオ	1	2	3	4	5
ディスポーザーシステム	現状	機器あり	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽
下水道システム	管渠	605	1,259	1,259	1,259
活性汚泥法	ポンプ場	665	589	589	589
廃棄物処理システム	水処理場	366	394	394	394
取集運搬	760	1,242	593	593	593
焼却処理場	236	111	111	111	111
最終処分場	350	167	167	167	167
再資源化システム選定	コンポスト化	なし	なし	なし	浄化槽汚泥
乳酸生成	なし	なし	あり	なし	なし
再資源化システム	コンポスト化	0	0	0	688
乳酸生成	0	0	0	165	0
代替システム	化学肥料	7,509	7,509	7,509	7,316
ポリエチレン	101	101	101	0	101
総計	9,932	10,787	10,725	10,789	11,221
一人当たり換算	0.099	0.108	0.107	0.108	0.112

3. 3. 3 人口100万の場合

最後に人口100万の場合のシナリオの選定を行う。人口100万規模では下水道が一般的となっており、現実には必ずしも、活性汚泥法を選定する。表-10に合併浄化槽とのコストの比較を示しているが、このデータからも下水道が有利であることが分かる。次に再資源化システムの選定であるが、表-11から、人口100万規模でも同様の結果が得られた。この結果から、ディスポーザーシステム及び再資源化システムを採用しないシナ

表-10 排水処理方式における人口100万人でのコストの比較

排水処理方式：活性汚泥法				
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽
管渠		3,562	3,872	3,531
ポンプ場		2,505	2,700	2,700
水処理場		3,596	5,144	2,909
水処理合計		9,663	11,716	9,140
排水処理方式：合併浄化槽				
ディスポーザー	現状(なし)	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽
合併浄化槽		35,349	43,068	31,695
浄化槽汚泥処理		1,755	3,376	1,755
水処理合計		37,124	46,443	33,450

表-11 再資源化システムにおける人口100万人でのコスト比較

ディスポーザーシステム	なし	なし	機器のみ	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽
排水処理システム	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法	活性汚泥法
再資源化システム選定	コンポスト化	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥	下水汚泥
乳酸生成	なし	なし	なし	なし	あり	あり	なし	なし	なし	なし
再資源化システム	コンポスト化	0	97,364	0	143,284	0	84,493	4,775	87,622	0
生分解性プラ	0	0	0	0	0	652	652	0	0	0
代替システム	化学肥料	83,864	28,966	83,864	0	83,864	83,864	36,835	81,966	34,931
ポリエチレン	397	397	397	397	397	0	0	397	397	397
再資源化合計	84,261	126,727	84,261	143,680	84,261	84,516	121,980	87,139	122,949	0

オとディスポーザー排水処理槽及び乳酸生成を選定するシナリオはコスト面で有利なシステムであると考えられる。表-12に選定した5つのシナリオのコスト比較を示している。人口100万規模においても他の人口規模と同様の結果が出た。選定した5つのシステムはコスト面からの評価を行う際、有利なシステムであると言えることができる。

表-12 廃棄過程システム全体における人口1万人でのコストの比較

シナリオ	1	2	3	4	5
ディスポーザーシステム	現状	機器のみ	機器+処理槽	機器+処理槽	機器+処理槽
下水道システム	管渠	6,282	13,231	13,231	13,231
活性汚泥法	ポンプ場	3,562	3,872	3,531	3,531
廃棄物処理システム	水処理場	2,505	2,700	2,700	2,700
取集運搬	3,596	5,144	2,909	2,909	2,909
焼却処理場	3,116	1,470	1,470	1,470	1,470
最終処分場	3,751	1,788	1,788	1,788	1,788
再資源化システム選定	コンポスト化	なし	なし	なし	浄化槽汚泥
乳酸生成	なし	なし	あり	なし	なし
再資源化システム	コンポスト化	0	0	0	4,775
乳酸生成	0	0	0	652	0
代替システム	化学肥料	83,864	83,864	83,864	81,966
ポリエチレン	397	397	397	0	397
総計	100,942	106,569	109,942	110,197	112,820
一人当たり換算	0.101	0.106	0.110	0.110	0.113

4 おわりに

4. 1 結論

- 本研究において以下の結論が得られた。
- 1)文献及び既存の研究から作成した費用関数を用いて、人口規模の変化を考慮した最適シナリオの選定をコストの面から行うことができた。
 - 2)少ない人口区域では、合併浄化槽がコストの面から有利になることが分かった。また、人口が増加するにつ

れてスケールメリットが働き下水道システムが有利になることも分かった。

- 3)再資源化システムにおいて、乳酸生成を選定することはコスト面で大きな負担にならないことがわかった一方、コンポスト化については、選定することでコスト面の負担が大きくなることがわかった。
- 4)コスト的に最適なシナリオを選定することでディスポーザー導入によるコスト増を押さえることができることがわかった。

4. 2 今後の課題

本研究においては、RDF化²³⁾や家庭生ゴミ処理機¹¹⁾、バイオガス化¹⁴⁾を評価対象に含まず、評価指標もコストのみでシナリオ評価を行った。今後の課題として、多くの選択肢の中から地域特性に応じた最適な処理シナリオを選定するためにも評価対象を増やして評価を行う必要がある。また、コストのみでなく、エネルギー、CO₂等の環境指標を含めてシナリオを評価できるようにするために、コスト以外の指標の関数を作成する必要がある。さらに、住民がどの指標を重要と考えているかを把握するためにも、アンケートによる市民意識調査を行い、地域特性の変化による評価指標間の重要度変化の算定を行うことで総合評価を行うことも課題である。

参考文献

- 1)朝日新聞社：平成12年12月17日朝刊，平成12年
- 2)国土交通省：国土交通省 都市・地域整備局 下水道ホームページ，<http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/se01.html>
- 3)環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課 浄化槽対策室：生活排水処理施設整備計画策定マニュアル，<http://www.jok.gr.jp/C5/C5-9/C5-9-1.html>
- 4)建設省建築研究所：ディスポーザーによる生ゴミリサイクルシステムの開発(平成6年度～平成8年度)報告書，平成9年
- 5)松本 亨，鮫島和範，井村秀文：ディスポーザー導入による家庭の生ゴミ処理再資源化システムの評価，環境システム研究，Vol.28，pp9-19，2000
- 6)柴田貴昭，細井由彦，城戸由能，木村 晃：経済性から見た小規模地域における生活排水処理施設の整備計画手法に関する研究，環境工学研究論文集 第34巻，pp267-278，1997
- 7)浮田正夫，中西 弘，関根雅彦，城田久岳：低密度地域の生活排水処理方式の選択に関する考察，環境システム研究 Vol. 20，pp9-17，1992
- 8)田中 勝ら：インベントリ分析に基づく都市ごみ処理代替案の比較研究，第3回エコバランス国際会議，pp497-500，1998
- 9)肥料協会新聞部：肥料年鑑，平成9年度
- 10)白井義人：2班「生ゴミからの生分解性プラスチックの製造に関する研究」成果報告要旨，1999
- 11)(財)食品産業センター：平成12年度 資源循環型食品産業モデル展開事業北九州地区ゼロエミッション推進委員会 報告書，平成13年9月
- 12)TOTO：ディスポーザーシステムパンフレット(集合住宅用)，平成11年
- 13)7都県市廃棄物問題検討委員会：生ごみ等の処理及び有効利用に関する調査報告書，http://www.7tokennsi.gr.jp/data/i211_01_01.html
- 14)谷川昇，武本敏男，大木秀男，川崎照夫：生ゴミの細組成，都市清掃第50巻 第217号，pp116-119，平成9年
- 15)(社)全国都市清掃会議：平成6年度実績 廃棄物処理事業実態調査統計資料(一般廃棄物)，平成9年15)産業タイムズ社：環境設備計画レポート 平成7年度版，平成7年
- 16)東京都清掃局：平成9年度 東京都清掃研究所研究報告 第27号，平成9年度
- 17)(社)日本下水道協会：下水汚泥処理総合計画策定マニュアル，平成3年
- 18)(社)日本下水道協会：町村下水道着手法マニュアル，平成4年
- 19)(社)日本下水道協会：全県域汚水適正処理構想策定マニュアル(案)，平成5年
- 20)(社)日本下水道協会：平成9年度版 下水道統計行政編，平成9年
- 21)(社)日本下水道協会：平成9年度版 下水道統計財政編，平成9年
- 22)福岡市下水道局：福岡市の下水道 平成10年度版，平成10年度
- 23)7都県市廃棄物問題検討委員会：灰溶融等の取組状況調査報告書，http://www.7tokennsi.gr.jp/data/i211_01_01.html