

都市の有機物資源循環構造のモデル化と将来予測シミュレーションに関する研究

A study on modeling and simulation of the organic resource cycle system in a city

岡村実奈*

Mina Okamura

井村秀文*

Hidefumi Imura

ABSTRACT : In the present study the organic resource system model in a city was introduced to operate a long-term simulation with system dynamics model. In this system dynamics model, many factors including the rate of self-disposal and the choice of disposal ways were employed. With an emphasis on carbon, nitrogen and phosphorus as recycled organic waste resources of food origin, the current condition of the circulation system was analyzed for the case of Kitakyushu and the carbon, nitrogen and phosphorus cycle system for the next 30 years was estimated. In addition, a scenario analysis of cases introducing a concrete scenario was also conducted as an application of the system.

KEYWORD ; organic resource, carbon cycle, system dynamics model

1 はじめに

都市で展開される市民生活、事業活動から発生する大量の有機廃棄物の大部分は、食品および食生活に起因するものである。すなわち、食生活という人間の基本的活動を支えるために大量の食品が生産、流通、消費される過程で、様々な廃棄物の発生及び資源・エネルギーの消費があり、環境への負荷が発生している。現代の都市において食生活に起因する有機廃棄物は、食物の固形廃棄物及びし尿や台所排水等の水系廃棄物の形態をとり、家庭と事業活動の双方から排出される。家庭や事業所から排出される固形廃棄物の多くは、いわゆる生ごみとして他の可燃ごみと共に収集され、ごみ焼却工場で焼却処分されている。一方、水系廃棄物は、下水道システムによって収集・処理・処分されている。

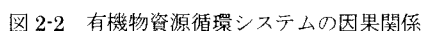
以上の都市における食生活に由来する有機廃棄物システムはそれぞれ密接に関係しており、資源循環型都市の構築を目指した有機物資源リサイクルに関わる新たなシステムを実現するには、全体を総合的に考える必要がある。例えば、現在は排水を直接公共下水道に放流する単体ディスポーザは、管渠での堆積物の増加、下水処理場における過負荷・汚泥の増大等の理由から自粛を要請されている。そのような状況下ではあるが、国土交通省が「ディスポーザ普及時の影響判定の考え方(案)」を公表するなど、自粛解除も視野に入れた検討がなされてきている¹⁾。もし家庭系生ごみをディスポーザで直接下水道に流せば、回収・処理ルートは下水道システムに移行し、下水道への汚濁負荷は増大するが、可燃ごみとして収集される廃棄物量は3~4割減少し、湿潤生ごみが除去されることで回収頻度を減らせる可能性がでてくる。しかしながら、ディスポーザの普及には時間が必要であり、可燃ごみの回収頻度を減らしてコストダウンを実現するまでには一定の移行期間を見積もるべきであろう。また、その間に都市の人口や経済状況も変化するため、新都市環境システム実現のシナリオ分析には時間軸が考慮されるべきである。

そのため本研究では都市の有機物資源循環システムを人口、社会経済・産業構造、インフラ更新等の経時変化を組み込んだ動態的なマテリアルフローモデルとして構築し、今後考えられる政策・再資源化技術を導入した新都市環境システム実現のシナリオ分析を行うことを目的とする。このモデルを用いて北九州市の有機物資源循環システムの将来予測をするとともに、家庭系生ごみの処理ルートに関して、単体ディスポーザ自粛解除も視野に入れた代替案によるシナリオ分析を行う。

*名古屋大学環境学研究科 Graduate School of Environment, Nagoya University

本研究では、研究の最終目的である食品廃棄物の堆肥化、消化ガス化、ポリ乳酸化といった再資源化技術まで導入したシステムを構築することを念頭におき、食品廃棄物量や排水量のフローに加え、食品廃棄物量中の炭素、窒素、りんについてのマテリアルフローをモデルに組み込んだ。現状把握のため、文献 2)、3) に従って平成 12 年度における北九州市の食品廃棄物排出量と炭素、窒素、りんの 3 元素についてのマテリアルフローを作成した。結果を表 2-1、図 2-1 に示す。

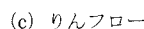
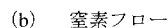
以上の分析を土台にして、平成 12 年から 30 年間の有機物資源循環システムのシミュレーションを行うためのモデルを構築する。現状分析において個々に求めた各要素の因果関係を図 2-2 のように捉え、システムの骨組みとする。ここで、因果が同一とは一方が増加すればもう一方も増加することを指し、因果が逆向きとは一方が増加すれば他方が減少することを意味している。



	(t/年)
事業系食品廃棄物量	77.081
家庭系生ごみ	79.830
発生量合計	156.911
家庭内自家処理量	7.983
市収集量	148.923

Figure 1 is a Sankey diagram illustrating the carbon flow from food origin. The flows are categorized into five main stages: 流入 (Inflow), 採取 (Extraction), 排出 (Output), 処理・再資源化 (Processing/Conversion), and 環境 (Environment). The diagram shows the distribution of carbon between food (食料) and waste (廃棄物) at each stage.

Stage	Category	Value
流入 (Inflow)	食料 (Food)	86766
	その他 (Other)	11385
採取 (Extraction)	食料 (Food)	72104
	その他 (Other)	4720
排出 (Output)	食料 (Food)	64807.9
	その他 (Other)	2115
処理・再資源化 (Processing/Conversion)	焼却炉灰 (Incineration Residue)	232
	焼却ガス (Incineration Gas)	20897
	焼却残渣 (Incineration Residue)	567
	化学分解 (Chemical Decomposition)	5170
	化学ガス (Chemical Gas)	4370
	化学残渣 (Chemical Residue)	2545
環境 (Environment)	水圏 (Aquatic Environment)	567
	地圏 (Terrestrial Environment)	3709



- 250 -

3 有機物資源循環システムモデルの作成

モデルは、視覚的な画面を通してのモデル構築が可能で、システムの変更も容易であることから、システムダイナミクス専門のソフトウェア Powersim を用いて作成した。作成したモデルは、排出源、処理ルート、処理の3つのセクタからなっており、各々が人口や世帯構成等のモジュールで構成されている（図 2-3）。

3.1 有機性廃棄物発生源セクタ

有機廃棄物の発生源は、家庭と食品廃棄物排出事業の2つである。

(1) 家庭からの排出量予測

家庭における一人当たりの生ごみの排出量は、一般に大家族になると減少する傾向にある。つまり、市民一人の生ごみ排出原単位は、世帯の構成人数に依存する。よって都市全体の世帯構成が変化することによって生ごみの排出原単位も変化することが考えられるため、人口変動予測の他に都市の世帯構成変化の予測も行った。

人口の変動には、出生率と死亡率から決まる自然増加と転入率と転出率から決まる社会増加が作用しており、

$$\text{人口}(t) = \text{人口}(t - dt) + (\text{出生数} + \text{転入数} - \text{死亡数} - \text{転出数}) * dt$$

で計算される。例えば出生数は、人口に出生率を乗じた値であり、その出生率も定数ではなく時間に対する関数としても入力可能である点が本モデルの特徴として挙げられる。死亡数や転入数、転出数についても同様である。自然増加率については、北九州市の平成 12 年度のデータを基準とし、国立社会保障・人口問題研究所が発表する将来推計人口の増加率を変動予測値とした⁴⁾。社会増加は、北九州市は過去 10 年常にマイナス値を取っており、今回は平成 12 年度のデータを用いて一定値とした。

また、世帯構成は単独世帯から 10 人以上の世帯までの 10 区分とし、変数を配列化して計算している。例えば単独世帯の人口に対する構成比の変化は、

$$\text{世帯人数構成比}[\text{単独世帯}](t) = \text{世帯人数構成比}[\text{単独世帯}](t - dt) + \text{変動率}[\text{単独世帯}] * dt$$

と変動率を入力することによって計算している。国立社会保障・人口問題研究所が発表する世帯数数の将来推計は家族類型によるもので、世帯構成人数別の推計はないため、今回はそれぞれの平成 12 年度の北九州市のデータを基準とし、単独世帯数と 2 人世帯数の増加率はこの値を用い、その分他の世帯数が年度 12 年度の比率を保ったまま減少するものとした⁵⁾。

上で求めた人口と世帯構成比から、総世帯数と 1 世帯の平均人数、また世帯構成人数別の生ごみ排出原単位を乗じた平均生ごみ排出原単位、家庭系生ごみ総排出量を算出し、最終的に生ごみの炭素率、窒素率、りん率を用いて家庭系生ごみ総排出量と 3 元素量を算出する。生ごみ排出量原単位は、科学技術振興調整費委託事業生活者ニーズ対応研究の「都市ごみの高付加価値資源化による生活廃水・廃棄物処理システムの構築」プロジェクトが北九州市の家庭の協力をもとに得た結果を利用した(表 3-1)。また、生ごみ中の 3 元素量は、文献 6) の組成から導出した(表 3-2)。ただしこのような組成データは、代表的な栄養素である蛋白質・炭水化物・脂質で与えられることが多い。そこで、栄養素に含まれる炭素量の算出には、蛋白質・脂質・炭水化物中の炭素含有率を 53%、77%、40%、窒素については蛋白質に 16% 含まれるとした松本らの研究による値を採用し、りんについては食品成分の平均を用いて推定した²⁾。

また、水系廃棄物については、表 3-3 に示す「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説」の原単位から下水道への炭素排出量を推定した⁷⁾。ただし、BOD と水中に含まれる有機態炭素量を示す指標である TOC の相関について

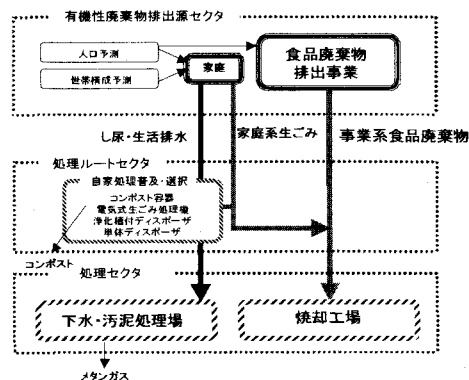


図 2-3 有機物資源循環システムの構造

はデータがないため、流入下水の BOD と TOC を共に報告している名古屋市のデータから得られた BOD:TOC=1:0.67 の値を用いて炭素量を推定した。また、生活排水には洗剤由来の炭素も含まれることになるが、本研究では下水処理場で一括処理されるそれらを分割して扱う必要性がないため一括計上した。

(2) 事業系食品廃棄物排出量予測

食品廃棄物を排出すると想定される事業を表 3-4 にある 7 つの事業に分類し、人口と同様に業種別従業員の増減を求めた。本来この従業員の増減は、景気など社会状況に左右されるためそれらを反映させたモデルとすべきであるが、適当な因果関係を与える情報を得られなかったため今回は人口の変動と連動させた。業種別排出食品廃棄物量は、「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」にある業種別従業員数に食品廃棄物発生原単位を乗じて計算する(表 3-4) ⁸⁾。ただし、報告書内にもその旨の記述があるが、この排出原単位調査はサンプル数が少なく過大に推定されている可能性が高い。平成 12 年度の現状分析結果と比較しても 4 割ほど多くなっているため、システム内では補正係数 (0.65) を乗じることで修正を行った。

表 3-1 世帯構成別生ごみ排出原単位

世帯構成別生ごみ排出原単位 (g/人・日)							
単独	2人	3人	4人	5人	6人	7人	
248	295	222	141	190	194	128	

表 3-3 市民 1 人あたりの下水環境負荷排出原単位

	排出量 (l)	BOD (mg/l)	炭素 (g/人・日)	T-N (g/人・日)	T-P (g/人・日)
し尿	50 (1.4)	400	13.4	10	1
生活排水	200	207	27.7	2.7	0.68

() 内は非水洗の場合の排出量

表 3-2 生ごみ 100 g の組成と炭素・窒素・りん (g)

生ゴミの組成割合	100g 当たり											
	重量割合 (%)	炭素 (g)	窒素 (g)	りん (g)	水分 (g)	油脂 (g)	繊維 (g)	灰分 (g)	糖質 (g)	タンパク質 (g)	ミネラル (g)	その他 (g)
野菜類	37.4	37.4	1.0	0.1	8.3	42.1	0.7	0.0	2.4	15.7		
果実類	30.0	30.0	0.7	0.0	12.2	16.2	0.2	0.3	3.2	3.1		
肉・魚・卵	12.5	12.5	19.0	1.5	0.4	165.0	2.4	1.6	0.0	20.6		
米類	7.7	7.7	8.4	2.0	74.6	315.7	0.6	0.2	5.7	24.3		
豆類	5.6	5.6	24.5	4.7	47.7	250.0	1.5	0.3	2.7	16.2		
その他	6.8	6.8	8.6	1.1	30.4	151.2	0.6	0.0	2.1	10.9		
合計	100.0	100.0	57.2	8.2	16.6	92.3						
生ごみ 100g 中の炭素 (g)		100.0										
生ごみ 100g 中の窒素 (g)			100.0									
生ごみ 100g 中のりん (g)				100.0								

表 3-4 食品廃棄物排出業種別排出原単位

食品廃棄物排出業種	排出原単位 (kg/人・日)	炭素割合 (%)	窒素割合 (%)	りん割合 (%)	従業員総数 (人)
飲食料品卸売業	9.4	15.4	1.24	0.14	9,051
各種商品小売業	5.0	15.4	1.24	0.14	6,912
飲食料品小売業	4.1	15.4	1.24	0.14	32,178
一般飲食店	2.4	9.3	0.64	0.09	20,062
その他飲食店	0.6	9.3	0.64	0.09	14,666
旅館・その他宿泊施設	1.9	15.8	0.94	0.14	4,702
病院	0.5	32.6	1.24	0.24	18,262

3.2 処理ルートセクタ

家庭からの固形廃棄物中の処理ルートとしては、可燃ごみとして市の一般ごみ収集に出す以外に、コンポスト容器あるいは電気式生ごみ処理機を利用しての堆肥化と浄化槽付ディスポーザ処理、将来自肅が解除された場合には単体のディスポーザで直接下水道へ排出する自家処理が考えられる。処理ルートセクタは、これらの自家処理が今後どの程度普及し、上記のどれが選択されるのかをを求める自家処理普及・選択モジュールと各自家処理の普及世帯のモジュールから成り立っている(図 2-2)。自家処理の普及率変化については、ロジスティック方程式に従うものとし、“収束普及率”と“普及速度”については外生変数として与えることとした。

$$\text{自家処理普及率}(t) = (1 - 1/\text{収束普及率} * \text{自家処理普及率}(t - dt)) * \text{普及速度} * \text{自家処理普及率}(t - dt)$$

上式で得られた新たな自家処理開始世帯が、コンポスト容器・電気式生ごみ処理機・浄化槽付ディスポーザ・単体ディスポーザのどれを選択するかについては、各々について“選択指数”を定義しその確率で選択されるとした。選択指数は“魅力指数”と“制約指数”の積で求められ、“魅力指数”については嗜好・利便性等が、“制約指数”に関しては経済性・住居形態あるいは使用が許可されているか等が要素として考えられる。現在、このモジュールの基礎データを得るために北九州市民に対してアンケートを実施しているが、本論文には間に合わないため、“魅力指数”については、マイボイスコム株式会社が実施し Web 上で公開されている家庭のごみ処理についてのアンケート調査の結果から

$$\text{魅力指数(コンポスト容器、電気式生ごみ処理機、浄化槽付ディスポーザ、単体ディスポーザ)} = (18.5, 18.5, 0.20 * \text{自肅解除の有無})$$

と設定した⁹⁾。ここで、単体ディスポーザ“自肅解除の有無”は 1 で解除、0 で使用自肅である。また、浄化槽付ディスポーザはスケールメリットが発生する大型集合住宅での建設例は増加しており、一定数増加していくことが考えられるが、戸建て住居者にとっては非常に高価であり北九州市においては普及の兆しが見えないことから今回

のシミュレーションでは普及は進まないものとした。“制約指数”に関しては

制約指数(コンポスト容器、電気式生ごみ処理機、浄化槽付ディスポーザ、単体ディスポーザ) = (1、1、1、戸建て率*分流式下水道普及率)

とし、単体ディスポーザは、自粛解除になっても分流式下水道地域かつ戸建てに居住世帯のみ選択可能であるとの制約をつけた。また、コンポスト容器、電気式生ごみ処理機、単体ディスポーザの寿命は5年とし、寿命を迎えた世帯は新たな選択の機会を得る。ただし、単体ディスポーザを利用していた世帯については、利便性に魅せられて再度単体ディスポーザを選択すると仮定した。

水系廃棄物中のし尿に関しては下水道未整備地区においても収集され最終的に下水処理場に持ち込まれることから、全量そのまま下水処理ルートに流れるものとした。生活排水に関しては、排出量に北九州市の下水道普及率を乗じて下水処理場に流入するものとした。また、単体ディスポーザ使用家庭からのディスポーザ排水については表3-5の原単位の負荷で下水処理場に流入するものとした¹⁾。

また本論では、事業系食品廃棄物に関して、ほぼ焼却工場に持ち込まれているという現状が維持されるものと考え、自家処理導入等処理ルートモジュールの構築をおこなっていない。

表 3-5 ディスポーザ排水の負荷量原単

	排出量 (l/人)	BOD (g/g-厨芥)	T-N (g/g-厨芥)	T-P (g/g-厨芥)
排出原単位	5	1.13	0.082	0.011
固体分(%)	0.36	78	83	77

3.3 処理セクタ

コンポスト容器、あるいは電気式生ごみ処理機を導入している家庭で発生する生ごみは、家庭内でコンポスト化して消費されるものとする。

焼却工場に持ち込まれた市収集厨芥は、他の収集ごみと共に焼却されるとした。紙、プラスチック等の各組成量についても、科学技術振興調整費委託事業生活者ニーズ対応研究の「都市ごみの高付加価値資源化による生活廃水・廃棄物処理システムの構築」プロジェクトが北九州市の家庭の協力のもとに得た原単位を用いて算出した。また収集ごみ中の厨芥率が変動することによる変化を見るため低位発熱量に関しても算出している。

下水処理場、污泥処理場での処理量と3元素のフローは、北九州市の下水道管理年報を基に処理場ごとに算出した¹⁰⁾。図3-1に日明処分場の物質フローを示す。本来のシステムでは工程内での返流水や余剰污泥の移動があるためより複雑ではあるが、便利のため流入した汚水は水処理と污泥処理に別れて処理されるものと考えた。実際に Powersim で構築したモデルを図3-2に示す。変数は配列化しており、北九州市にある5つの処理場に対応してそれぞれの物質フローを求めている。また、消化ガス化については現時点で実施しているのは日明処理場のみであるが、他の施設も消化施設を有している。よって、将来消化ガス化を実施した場合を検討するために“消化ガス実施の有無”には実施している場合1、していない場合は0の値が格納されている。

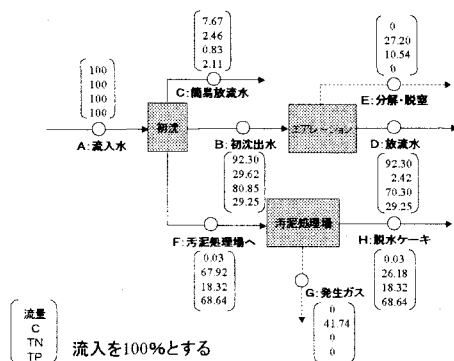


図 3-1 日明処理場における物質フロー

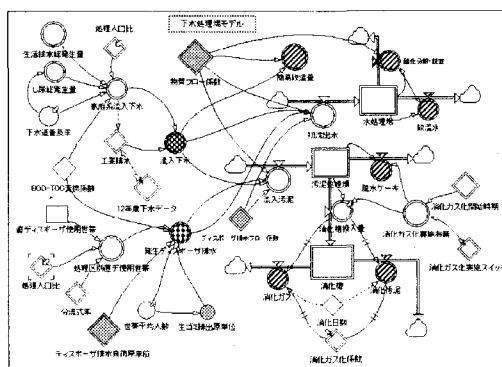


図 3-2 実際のモデル画面

3.4 評価指標

上述の有機物資源循環システムを、コストと環境負荷の観点から分析するために表3-6の単位生ごみ処理当たりの費用と二酸化炭素排出量の値をモデル内に組み込み計算した。費用に関しては、自治体側で必要な費用と世帯で必要な費用を考慮した。

表3-6 システム評価に用いたコストと二酸化炭素排出量の原単位

	費用				LCCO ²
	自治体負担費用		世帯負担費用		
	維持管理費** (円/ごみt)	自家処理奨励費用 (円)	購入時 (円)	ランニング (円/ごみt)	
可燃ごみと一緒に焼却	38,447	0		500***	233*
コンポスト容器		1900基まで3000円 補助	5,000 補助を受けた場合	0	13*
電気式生ごみ処理機		500台まで購入価格 の1/2で 限度額が20,000円	60,000 補助を受けた場合 40,000	52,880*	361*
単体ディスポーザ	855		60,000	5,744****	62*

* 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報告書¹¹⁾

** 北九州市資料より算出

*** 30lで15円の袋一枚を使用と計算

**** ディスポーザ排水 5 l/m³、消費電力量0.002kWhで生ごみ250gを処理と仮定して
使用単価：電力 23円/kWh、上下水道料金 278円/m³

4 将来予測とシナリオ分析

4.1 将来予測

シミュレーション結果を図4-1、図4-2に示す。この人口と世帯平均構成人数、排出量については、シナリオ分析を行う上で確定要素として扱う。世帯平均構成人数が減少するため1人当たりの生ごみ排出量は増加するが、人口減少が大きいため今後ごみ発生量は減少してゆく。なお、世帯平均構成人数が2020年以降一定であるのは、参照にした文献の予測が2020年以降存在せず、それ以降の世帯構成比は一定であると仮定したためである。

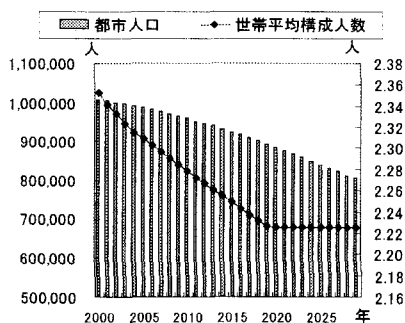


図4-1 都市人口と世帯平均構成人数

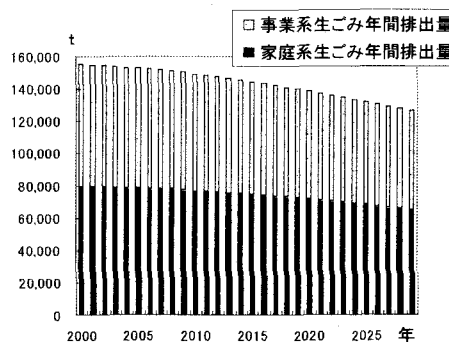


図4-2 家庭系生ごみと事業系生ごみの年間排出量

4.2 シナリオ分析

北九州市の食品廃棄物の発生状況が上記の推移であると仮定して、自家処理普及・選択によってコスト、環境負荷がどのように変化するかシナリオ分析を行った。

現在の自家処理の普及率は、コンポスト容器と電気式生ごみ処理機を合わせて10%程度と考えられる。将来この自家処理普及率がどこまで伸びるのか、その設定がシステム中の収束普及率の数値であるが、この値には0.86

を採用した。これは、マイボイスコム社のアンケートで望ましいと思う生ゴミ処理方法は何かと言う質問に対して、14%が今のままで特に問題がないと答えていることを根拠にしている。しかしながら収束普及率を86%であると仮定しても、有機物資源循環システムの構造変化はその普及速度に大きく依存する。そこで、「自家処理普及速度」および現在自粛が要請されている「単体ディスポーザの自粛解除がおこなわれるか否か」を変化させた以下の3つのケースを設定した。それぞれのケース設定をまとめたものを表4-1に示す。

(1) ケース1

ケース1では自家処理普及に長期間を要するケースを設定する。ルームエアコンは現在87.5%の家庭に普及しているが、普及するまでに40年かかっている。よってケース1では、ルームエアコンの普及速度0.13を自家処理普及速度として採用し、さらに単体ディスポーザの自粛解除はないものとする。

(2) ケース2

ケース2では、比較的短期間で自家処理が普及するケースを設定する。普及速度として電気冷蔵庫の普及速度0.39を採用する。電気冷蔵庫はほぼ20年で普及しており、生ゴミ自家処理の普及啓発を行う等、積極的に何らかの自家処理普及を図った場合に対応している。単体ディスポーザの自粛解除はないものとしている。

(3) ケース3

ケース3は、ケース2と同じ普及速度0.39を用いる。ただし、直接排水を下水処理場へ流入させる単体ディスポーザの使用が2010年に自粛解除されるものとする。

表4-1 シナリオ分析に用いた数値

	ケース1	ケース2	ケース3
自家処理収束普及率	0.86	0.86	0.86
自家処理普及速度	0.13	0.39	0.39
単体ディスポーザ	自粛解除なし	自粛解除なし	2010/04/01より自粛解除

4.3 分析結果

各ケースについて、自家処理普及率と負担費用、二酸化炭素排出量の変化を図4-3、図4-4、図4-5に示す。図4-1が示すように、普及速度が0.13のケース1では30年後の自家処理普及率が73%であるのに対し、0.39であるケース2、ケース3では15年程度でほぼ予測収束率に到達している。ケース3では、ほぼ収束に近づいた時期に単体ディスポーザの自粛が解除されたことになるが、30年後には、既に自家処理を実施して買い替え機会を得た世帯のうち分流式下水道地域の戸建てに居住する世帯はほぼ単体ディスポーザを選択した結果となっている。処理費用としては、自家処理の普及率が増加すると全体としての費用も増加しており、かつ経費負担者が自治体から自家処理実施世帯に移行している。自家処理実施のための世帯負担費用が増大している原因の1つには、処理機の寿命を5年と仮定していることも考えられる。例えば、ケース3で、各製品の使用期間を5年から7年にすると、30年間で総費用は8.5%、二酸化炭素排出量は0.2%減少する。よって、製品の買い替えサイクルを少しでも長くする努力が社会に浸透することは、環境負荷・経済性両面において有効であるといえる。

さらに、二酸化炭素排出量に関しては単体ディスポーザを導入したケース3が最も少なく、ケース1と比較して30年間で5.8%、5.3万t-C排出が抑制されていた。また、ケース1と2では30年後における差はわずかであるが、30年間の総排出量ではケース2の方の排出量が2.7%少なく、自家処理の普及速度が速いほど二酸化炭素排出量を抑制できるということが判明した。

一方、表3-6が示すように環境負荷・経済性ともにコンポスト容器が優れていることは明白である。近年、コンポスト容器は北九州市の購入補助の年間制限台数に対しても申請数が下回っている状況で、普及は頭打ちの感がある。これは、従来のコンポスト容器はある程度の土地を必要としていたためとも考えられていたが、ここ数年でマンション住まいでも利用できる“ばかしバケツ”や“消滅型のバケツ”なども購入補助の対象に加えられ、今後畑に設置して利用するというコンポスト容器のイメージが一新される可能性も出てきた。よって本システムでは、戸建てに居住しているという住居形態の制約は加味せずに普及が促進されるものと仮定した。ただし、堆肥化については生成物を利用しきれないという点が自家処理実施への制約となっている可能性もあり、回収して再資源化につなげるなど更なるルートの開拓が自家処理普及促進の鍵となると考えられる。実際、実施することによって費用負担

が増大するであろう電気生ゴミ処理機やディスポーザを購入するという世帯の決定には、その対価として得られる利便性や環境負荷軽減に貢献しているという満足感などの要素も考慮された上で総合的に判断されていると考えられ、その点を何らかの形でシステムに導入する必要がある。

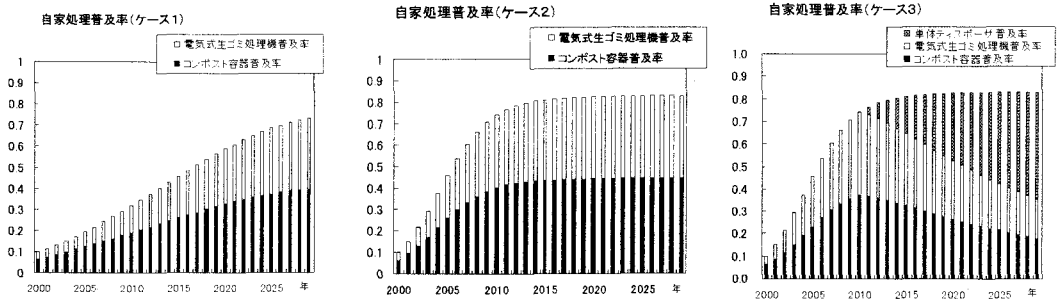


図 4-3 各ケースにおける自家処理普及率の変化と内訳

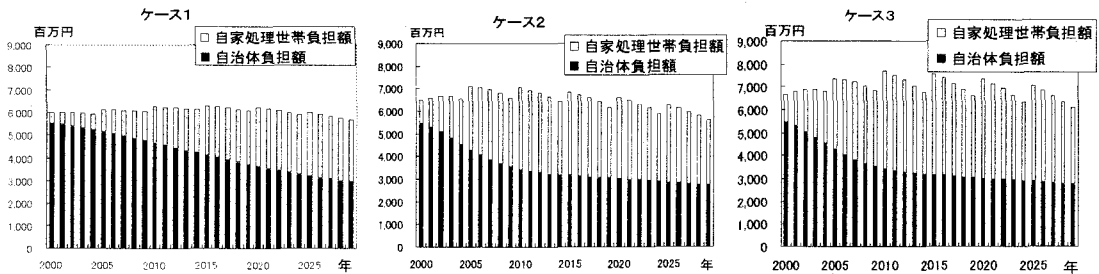


図 4-4 各ケースにおける自治体負担額と自家処理実施世帯の負担額の変化

5. まとめ

本研究では、北九州市をモデル都市とした有機物資源循環システムを構築し、将来予測とともに特に家庭でのオンサイト処理の普及と処理方法の選択についてシナリオ分析を行った。以上の結果以下の所見を得た。

- 1) 自家処理普及率が高くなるほど処理にかかる総費用は微増し、負担者が自治体から自家処理実施世帯に移行する。
- 2) 自家処理普及速度が速いほど、総二酸化炭素排出量は抑制される。
- 3) 自家処理に用いる機器の買い替えサイクルは長いほど環境負荷もコストも抑制される。

本システムは、処理量などのマテリアルフローに付随して発生する環境負荷やコスト計算しているため、結果がモデル中の原単位の値に大きく依存している可能性がある。そのため、採用原単位の精度向上を目指すとともに、総合的に有機物資源循環システムを評価できるよう、今回考慮できなかった事業系食品廃棄物の処理ルートセクタと、ポリ乳酸化や消化ガス化などの再資源化技術セクタをシステムに組み込むことが今後の課題である。

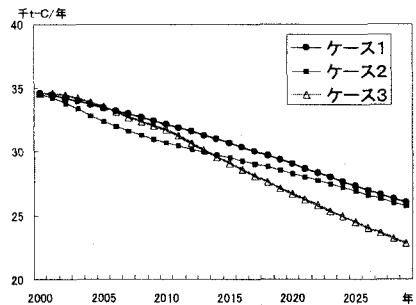


図 4-5 各ケースにおける二酸化炭素排出量

参考文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：デスポーザ普及時の影響判定の考え方（案）平成 14 年 5 月
- 2) 松本亨, 岩尾拓美, 大迫洋子, 井村秀文：都市の有機物資源循環システムの評価指標の開発, 環境システム研究論文集, Vol.28, 2000
- 3) 市江達也, 馬籠信之, 森杉雅史, 井村秀文：有機物資源循環を目指した都市環境のインフラシステムの設計に関する研究, 第 29 回環境システム研究論文発表会講演集, pp.183-189, 2001
- 4) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口 平成 14 年 1 月推計
- 5) 国立社会保障・人口問題研究所：日の世帯数の将来推計（都道府県別推計）平成 12 年 3 月推計
- 6) 竹崎義則, 清水康利, 稲森悠平, 山海敏弘：デスポーザ背水の負荷原単位設定, 廃棄物学会誌, Vol.12, No.5, pp.312-321, 2001
- 7) 日本下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成 2 年
- 8) 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, 2001
- 9) マイボイスコム株式会社ホームページ：<http://www.myvoice.co.jp/voice/enquete/3103>
- 10) 北九州市建設局：管理年報（平成 12 年度版）
- 11) 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報告書 <http://www.7tokenshi.gr.jp/data/index.html>