

都市ごみの再利用による減量化効果に関する研究

A Study on Waste Reduction Effects of Municipal Solid Waste Recycling

小泉 明* ・ 稲員 とよの* ・ ○ 小野寺 えびね**

Akira KOIZUMI*, Toyono INAKAZU*, Ebine ONODERA**

ABSTRACT : Recently, the problem of solid waste is more and more serious in urban area. In considering this problem, it is important to make clear the solid waste generation structure. In this study, we cleared the present condition and time series change about municipal solid waste in Tokyo metropolis, then made a model for its generation structure applying System Dynamics (SD) model. This model is composed of six sectors, which are the space of living, the population growth, the economic and industrial activities, the solid waste generation, solid waste treatment and disposal, and recycling sectors. The quantity of municipal solid waste is calculated by the sum of the products of combustible, noncombustible, bulky, and carried-in waste. At first, we showed the suitable SD model to describe the past variation of generated municipal solid waste during 18 years after a lots of model calibration. The second, we proposed the advanced SD model, by which we can consider the solid waste treatment and disposal, and also waste recycling. As the results of scenario analysis of recycling situations by this model, we can investigate the waste reduction effects in the future. Our proposed method will be effective in order to make the municipal solid waste treatment and disposal planning.

KEYWORDS : municipal solid waste, recycling, System Dynamics model, waste reduction

1. はじめに

近年、地球環境を考えたあらゆる取り組みがなされている。排出されたごみは環境に負荷を与えるという点において、ごみに関する諸施策もその1つであり、ごみが環境に与える負荷をいかに低減するかということは、環境に配慮した快適な生活空間を創造するための重要なテーマである。しかし、都市におけるごみ問題はますます深刻化しており、環境への負荷は増大する一方である。最終処分場の容量が不足していることや用地確保が困難なことなどに起因するごみ処分上の問題、ごみ質の多様化により既存の焼却処理施設では対応しにくくなり、2次公害が発生する可能性があるといったごみ処理上の問題、さらには、ごみの収集・運搬に関する問題等数多くの問題を抱えている。ごみが発生しない限り、この様な問題は起こらない訳であるが、我々が、日常的に消費活動を行っている以上避けられない問題といえよう。

最近では、ごみの発生を少しでも抑制するため、ごみの再利用や減量化に高い関心が集まっているが、市場原理の中に環境コストが反映される仕組みが十分に確立されておらず、廃棄物を再生資源にするためのコストの増加が、再利用活動の進展を妨げる大きな要因となっている。ごみの再利用を推進するためには、従来の生産、消費、廃棄の社会システムに再利用を加えた新しい社会システムを定着させ、システム全体の主要な一部として、ごみの再利用を位置付けて行かねばならない。

前述した様な問題を検討するに当たって、まず都市ごみの発生構造を明らかにすることが重要である。そこで本研究では、東京都(23区、26市、6町、8村)の一般廃棄物のごみ(以下、都市ごみと呼ぶ)を対象

*東京都立大学工学部土木工学科 Department of Civil Engineering, Tokyo Metropolitan University

**東京都立大学大学院工学研究科 Graduate Student, Department of Civil Engineering, Tokyo Metropolitan University

にシステム・ダイナミックス（SD）の手法を適用し、都市ごみの発生システムを構成する要因の関連を明らかにするとともに、ごみの再利用を考慮に入れた発生構造モデルを提案し、シナリオ分析により再利用による都市ごみの減量化効果について検討する。

2. 都市ごみ発生構造モデルの基本的考え方

まずはじめに、都市ごみの発生をマクロ的な視点に立って考えて見ると、都市活動の発展に伴って土地の開発が行われ、その結果として人口の増加を招き、ごみが発生する。さらに、経済活動や産業活動が活発になり生活が豊かになれば、より多くのごみが発生することになる。発生したごみは収集・運搬され、燃えるものは焼却処理され、最終的に埋め立てられるが、処理の過程で再利用されるものもあり、経済・産業の高度に発達した社会では、ごみの再利用が進行し、それがごみの減量化につながる。また、これら一連の動きには時間の差（時間遅れ）が内在化している。この様に、都市におけるごみ発生は、様々な社会・経済活動による多大な影響を受けており、その発生構造はかなり複雑なものであると考えられる。

そこで本研究では、都市ごみ発生構造のモデル化を試みる。モデル化にはシステム・ダイナミックス^{1),2)}という手法を用いる。この手法は、マサチューセッツ工科大学の J.W.Forrester 教授によって提案されたもので、要因間の非線形な関係を取り扱うことができる、時間遅れの現象を取り扱うことができる、フィードバックのかかる現象を表わすことができるなどの特徴を持っており、複雑な社会システムや難解な現象のメカニズムを表わすのに適している^{3),4),5)}。

以上のことを前提として、本研究では都市ごみの発生構造を図-1の様に捉えることとする。すなわち、モデルの基本構造は、土地・空間セクター、人口セクター、経済・産業セクター、ごみ発生セクター、ごみ処理セクター、ごみ再利用セクターの6つから構成されている。図-1では、ごみの発生に対してごみの再利用からのフィードバックを考えている点に特徴があり、この点が本研究の主題ともなっている。

以下、3. では、本研究で対象とする東京都における都市ごみの経年変化及び現状を示し、4. では、土地・空間、人口、経済・産業、ごみ発生、ごみ処理、ごみ再利用の4セクターに着目した都市ごみ発生構造のSDモデルを作成し、過去の実績値による検証を行う。そして、5. では、ごみ処理とごみ再利用を含めた6つのセクターからなるSDモデルを構築し、再利用シナリオ分析による都市ごみの減量化効果について検討を行うこととする。

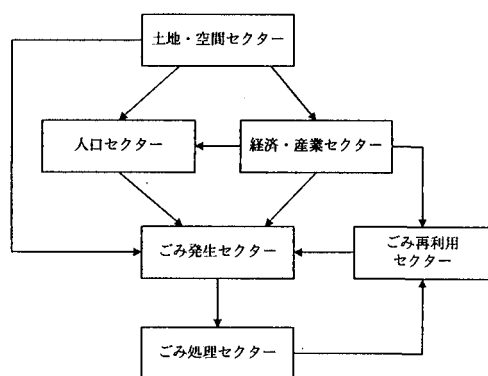


図-1 SDモデルの基本構造

3. 都市ごみの経年変化及び現状

1975年から1994年に至る東京都における都市ごみ量の経年変化⁶⁾を見ると、20年間で約18%増加している。全体的には増加傾向にあるが、図-2から分かるように、1978年に1度目のピーク(527万トン)があり、1979年から1984年までは470万トン前後ではば一定に推移している。その後は増加し、1989年の2度

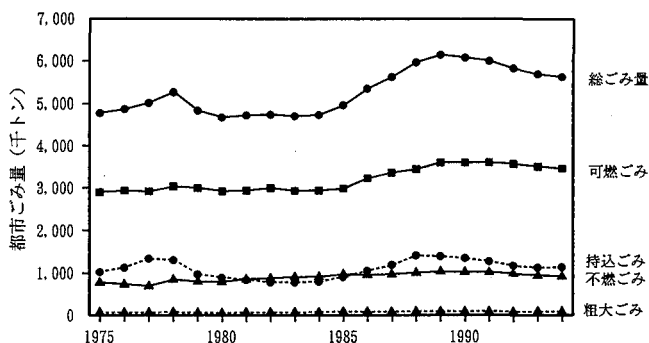
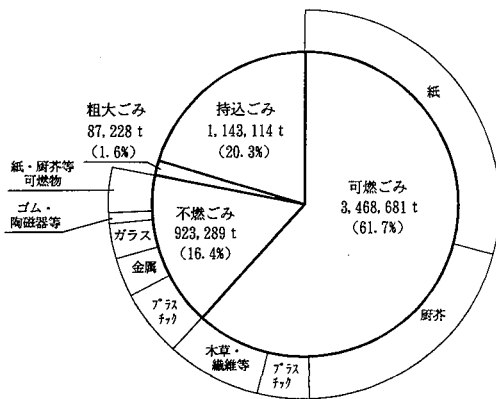
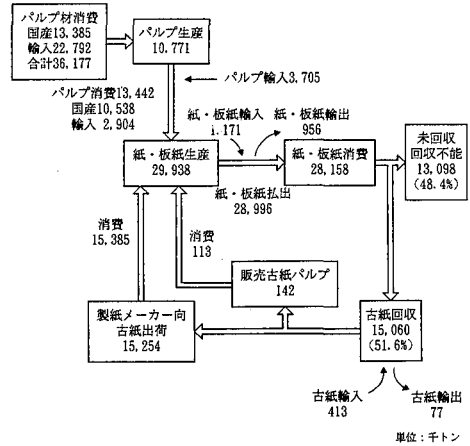


図-2 都市ごみ量の経年変化



注) 種別ごみ量を合計した東京都全域の総ごみ量は5,622,312トンである。
出典) 東京都清掃局「事業概要 平成6年度」より

図-3 都市ごみの種別内訳



注) パルプ材消費に関する数値の単位は千 m^3 である。
出典) 東京リサイクルハンドブック'99より

図-4 紙の再利用の流れ

目のピーク (615 万トン) を境に増加から減少へと転じている。種別に経年変化をみると、同期間で可燃ごみは1.23 倍、不燃ごみは1.26 倍、粗大ごみは1.24 倍に増加しており、どれも1.2~1.3 倍の伸びとなっている。しかし、持込ごみは他の3つと異なり、毎年の変動が大きく、この変動が総ごみ量の変動傾向に影響を与えていると考えられる。持込ごみが、期間中最低だったのは、1982 年の78.5 万トンで、最高となった1988 年の142 万トンとは60 万トン以上の差があり、この間に約1.81 倍という著しい増加を示している。持込ごみは、ほとんどが事業系のごみと考えられ、事業系ごみの全面有料化に伴うごみの排出抑制、再利用、資源化の促進による減量化が期待されている。

1994 年度の都市ごみ量は約562 万トンであり、1 人当りに換算すると約484kg となっている。都市ごみを可燃ごみ、不燃ごみ、粗大ごみ、持込ごみの4 種類に分けた場合、図-3 に示すように可燃ごみが最も多く、61.7%を占めている。ついで、持込ごみ20.3%、不燃ごみ16.4%の順に多く、粗大ごみは全体の1.6%となっている⁶⁾。持込ごみとは、一般廃棄物のごみのうち、都の清掃局が収集した以外のごみである。また、1994 年度における可燃ごみと不燃ごみの組成は図-3 のようになっている。可燃ごみに最も多く含まれるのは紙類で47.1%、2 番目に多いのは厨芥で33.0%となっており、両者合わせて可燃ごみの約8 割を占めている。不燃ごみにはプラスチックが34.2%、金属が19.8%、ガラスが17.5%含まれており、紙類や厨芥等の可燃ごみも約23%含まれている。以上のことから、都市ごみには紙類が多く含まれ、紙の再利用が促進されれば、大幅なごみの減量化が期待できる。そこで、紙の再利用の流れについて見ると、図-4 に示されるように、1994 年度においては消費された紙のうち51.6%が古紙として回収され、古紙パルプとして利用されたり、製紙メーカーに出荷されたりしている。しかし、ここ数年の古紙回収率を見ると、1991 年51.0%、1992 年51.2%、1993 年51.3%と伸び悩んでいる。

4. 都市ごみ発生構造モデルの作成

モデル化に当たって、まず都市ごみの発生に影響を与えていると考えられる要因の分析を行う。この結果を参考に、都市ごみ発生構造をモデル化し、得られたモデルの適合性を検証する。なお、用いる要因は基本的に一人当りの原単位として捉える。また、モデル化を行う際、将来的なごみ発生構造及びごみ抑制施策の変化に対応できる様、都市ごみを可燃ごみ、不燃ごみ、粗大ごみ、持込ごみに分け、種別ごみ量原単位と人口の積和を都市ごみ発生量とする。

4.1 都市ごみ発生要因の分析

ごみの発生がどのような社会・経済活動に影響されているのかを知るため、地区面積、第1次、第2次、第3次産業比率、各種工業出荷額、床面積年間増加量等の社会・経済的要因、さらには商業・工業地区面積当り従業者数等の合成要因（社会・経済活動を表わす要因26項目とその合成要因11項目の計37要因）を用いて、種別ごみ量原単位との相関分析を行う^{8)~9)}。その際、社会・経済活動に対する時間遅れ効果を想定し、時間遅れなしと1年遅れについて検討した。この結果、都市ごみ発生構造モデルに有用である要因として表-1に示す項目が抽出された。なお、対象とした地域では商業が高度に発達しているため、工業的な要因や第1次産業活動に関する要因とは高い相関が得られなかった。

表-1について、相関係数の統計的な有意性並びに符号の妥当性を検討した上で、時間遅れなしと1年遅れを比較して大きい方を選択した（表中の太字参照）。これより、可燃ごみ量原単位は社会的要因である世帯構成人員、1人当り住宅地区面積、経済的要因である1人当り小売販売額、1人当り都内総生産などの要因と時間遅れなしの相関が高くなっている。これに対し、不燃ごみ、粗大ごみ量原単位は経済的要因とは時間遅れなしの相関が高いが、社会的要因とは1年遅れの相関が高い傾向にあり、社会的な動向の効果が時間遅れを伴って表れるものと推察される。また、持込ごみ量原単位は1人当り商業床面積年間増加量及び居住床面積年間増加量との相関が、他の要因に比べ高くなっている。これは、持込ごみが一時的な活動から排出されるごみを含み、定常的な活動を表わす他の要因に比べて、都市活動の変化量を表わす床面積年間増加量と強い線形関係を示すものと考えられる。

以上の分析により、都市ごみの発生が人の移動や経済・産業の発展、消費活動の動向に大きく影響されるものであることが明らかとなった。

4.2 都市ごみ発生構造のモデル化

システム内部のモデル化を行うため、表-1の相関分析の結果より、ごみ種別に相関の高い要因（太字の要因）を選択し、種別ごみ量原単位に関する重回帰分析を行う。各種変数の組み合わせによる検討の結果、自由度調整済み重相関係数（R*値）が高く、偏回帰係数のt検定、標準偏回帰係数の値等も総合的に判断した結果、表-2のモデル式を得ることができた。可燃ごみ量原単位は、1人当り商業床面積年間増加量、世帯構成人員と1人当り住宅地区面積の合成変数によって表わされ、不燃ごみ量原単位は経済・産業活動の

表-1 種別ごみ量原単位と社会・経済的要因との相関分析結果

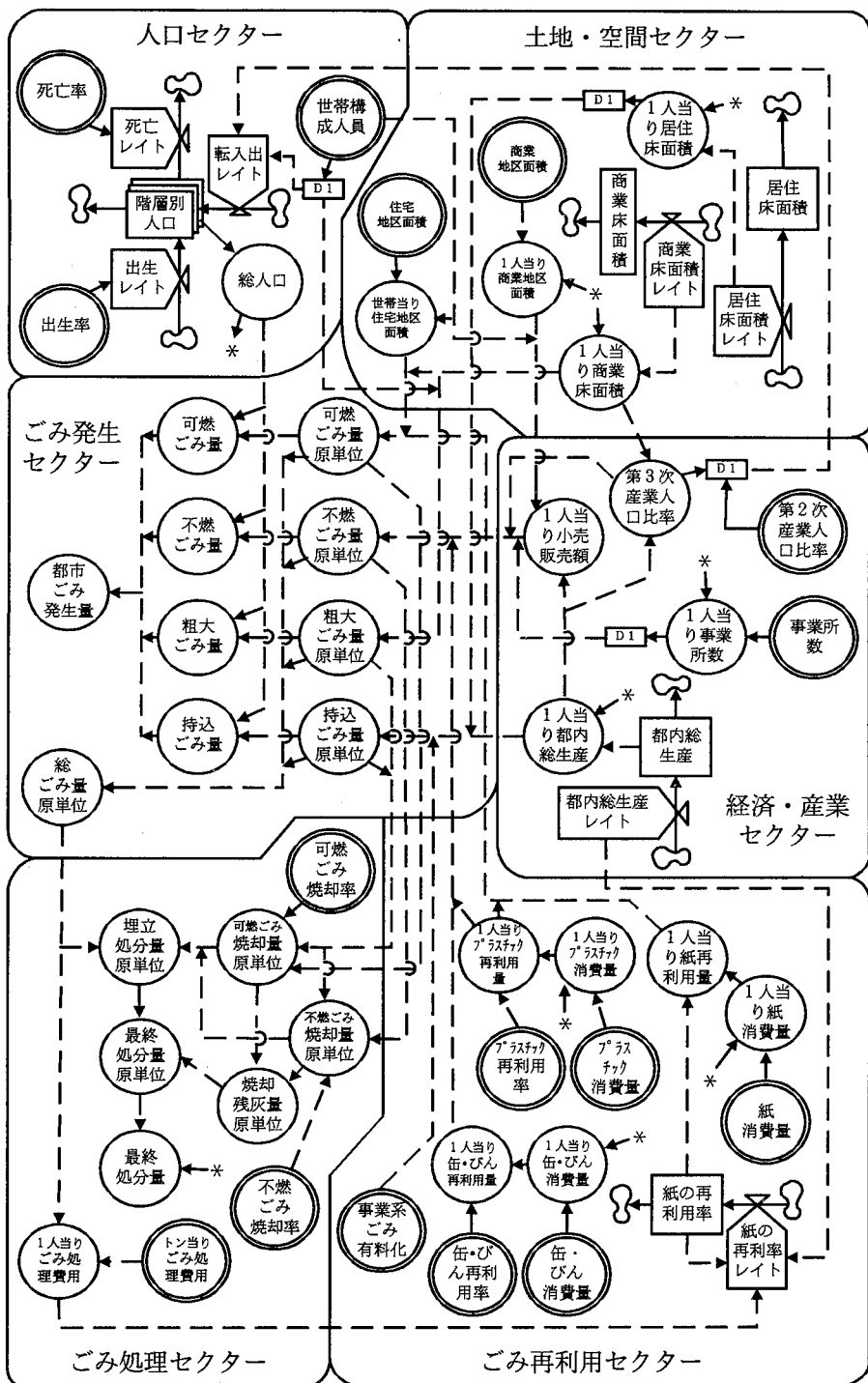
社会・経済的要因	種別ごみ量原単位との相関係数							
	時間遅れなし				1年遅れ			
	可燃	不燃	粗大	持込	可燃	不燃	粗大	持込
世帯構成人員(人/世帯)	-0.718	-0.893	-0.792	-0.047	-0.694	-0.915	-0.808	-0.055
商業地区面積(ha/千人)	0.839	0.783	0.677	0.266	0.784	0.764	0.684	0.211
住宅地区面積(ha/千人)	0.749	0.921	0.774	0.127	0.738	0.930	0.810	0.135
商業床面積年間増加量(m ² /千人/年)	0.953	0.818	0.815	0.549	0.942	0.775	0.777	0.534
居住床面積年間増加量(m ² /千人/年)	0.583	0.326	0.521	0.833	0.681	0.373	0.443	0.706
都内総生産(千円/人/年)	0.959	0.859	0.834	0.484	0.926	0.804	0.782	0.427
事業所数(箇所/千人)	0.110	0.561	0.261	-0.429	0.165	0.898	0.414	-0.469
第2次産業人口比率(人/千人)	-0.585	-0.755	-0.768	-0.392	-0.767	-0.740	-0.818	-0.585
第3次産業人口比率(人/千人)	0.659	0.885	0.795	0.320	0.826	0.840	0.759	0.266
小売販売額(千円/人/年)	0.902	0.828	0.744	0.328	0.837	0.820	0.723	0.239
データ数	18	18	18	18	17	17	17	17
相関係数 (95%有意水準)	0.465	0.465	0.465	0.465	0.478	0.478	0.478	0.478

注）表下段の相関係数（95%有意水準）は、この値以上の相関係数を示した場合、要因間に統計的に有意な相関があることを判断する値である。

表-2 都市ごみ発生構造に関する主要な要因のモデル式

主要な要因	モデル式	R*値
可燃ごみ量原単位 (kg/人/年)	$G_1 = 299.9 + 0.196S_1 - 8.738P_0S_2$	0.948
不燃ごみ量原単位 (kg/人/年)	$G_2 = -26.41 + 0.866E_3^* + 0.0679E_4 + 0.0119E_5$	0.887
粗大ごみ量原単位 (kg/人/年)	$G_3 = 9.871 - 1.748P_0^* + 0.00570S_3$	0.809
持込ごみ量原単位 (kg/人/年)	$G_4 = -30.60 + 0.145S_4 + 0.00225E_1$	0.819
第3次産業人口比率 (人/千人)	$E_4 = 234.4 - 0.0887S_3 + 0.0417E_1$	0.937
小売販売額 (千円/人/年)	$E_5 = -224.3 - 108.9P_0 + 3975.S_1 + 0.0552E_1$	0.986
0~14才転入出レイト(千人/年)	$\Delta P_1 = 115.7 - 55.01P_0^*$	0.844
15~64才転入出レイト(千人/年)	$\Delta P_2 = -77.58 - 24.66P_0^* + 145.3(E_2^* + E_4^*)/S_4^*$	0.646
65才以上転入出レイト(千人/年)	$\Delta P_3 = -2.041 \ln(t - 1965) + 1.279$	0.668

注）P₀は世帯構成人員（人/世帯）、S₁は商業地区面積（ha/千人）、S₂は住宅地区面積（ha/千人）、S₃は商業床面積年間増加量（m²/千人/年）、S₄は居住床面積年間増加量（m²/千人/年）、E₁は都内総生産（千円/人/年）、E₂は第2次産業人口比率（人/千人）、E₃は事業所数（箇所/千人）、tは時間（西暦年度）を表わし、さらに、*付きの変数は1年遅れ変数を表わす。



注) * →印は総人口からの入力を示している。

図-5 都市ごみ発生構造SDモデルのフローダイアグラム

動向を表わす3変数によって表わされ、それぞれ特徴を捉えた式となっている。

さらに社会・経済要因相互の相関分析の結果をもとに、種別ごみ量原単位の説明要因を表わす重回帰式を作成する。例えば、第3次産業人口比率は1人当り商業床面積年間増加量と1人当り都内総生産を用いてモデル化された(表-2)。都市活動の主体となる人口については、0~14才、15~64才、65才以上の3階層に分け、転入出レイトを社会・経済的要因によって表わし(表-2)、その動態をモデル化した。

以上のモデル式を用いて、都市ごみ発生量が求まるSDモデルを得る。ここで作成したモデルは図-5に示す都市ごみ発生構造SDモデルのフローダイアグラムの内、人口・土地・空間、経済・産業、ごみ発生の4セクターを対象としたものである。これより、外生変数をテーブル関数(実績値)で与えれば、システム内のモデル式を介して種別ごみ量原単位が求まり、これらと総人口の積和として最終的に都市ごみ発生量が求まる。なお、図-5中の□はレベル(状態量)変数を、□Xはレイト(増・減分)変数を、○は補助変数を、◎は外生変数を、D1は1年遅れ変数を表わしている。

4.3 モデルの適合性の検証

過去の都市ごみ発生量の実績データとモデルにより推定されたデータを比較して、モデルの適合性を検証する。モデルにより求めた都市ごみ発生量について種別に推定値と実績値をプロットしたグラフを図-6から図-9に示す。これらの図より、作成したSDモデルは種別ごみ発生量の傾向を的確に記述していることが分かる。

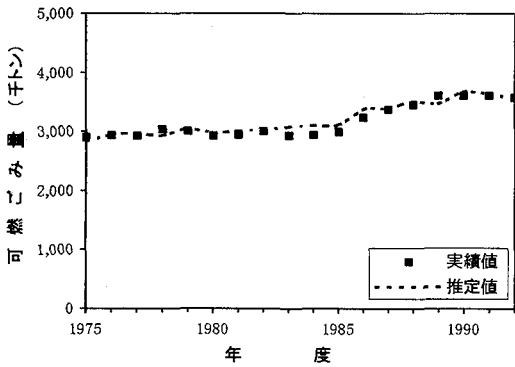


図-6 可燃ごみ量の推定結果

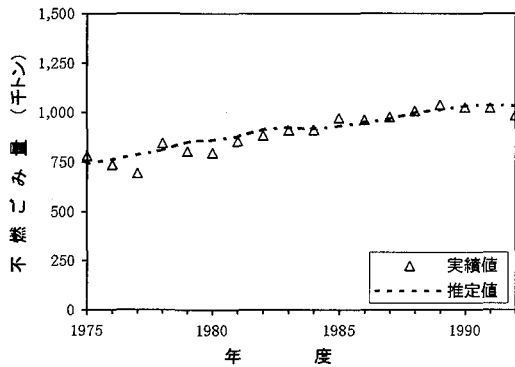


図-7 不燃ごみ量の推定結果

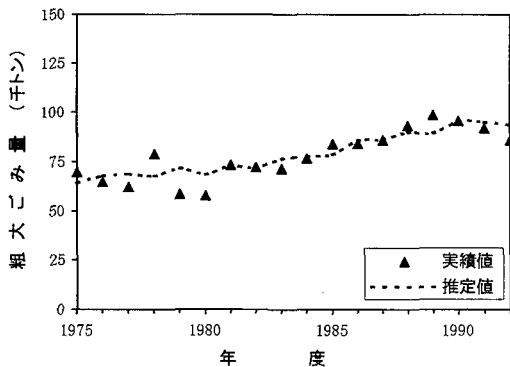


図-8 粗大ごみ量の推定結果

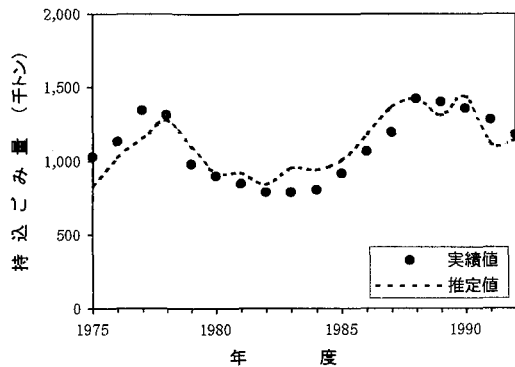


図-9 持込ごみ量の推定結果

また、都市ごみ発生量の総量を示す図-10より、推定値は実績値の変動傾向の特徴、特に2度にわたる増加傾向をよく表わしている。これは、人口の動態を明確に把握するため、3階層に分けてモデル化したことと、都市ごみを4種類に分け、それぞれの特性に合わせたモデル式を用いたことによるものと考えている。

以上のことから、ここで得られたSDモデルは、過去の都市ごみ発生量の変動を記述するモデルとして十分実用に耐えるものであると判断された。

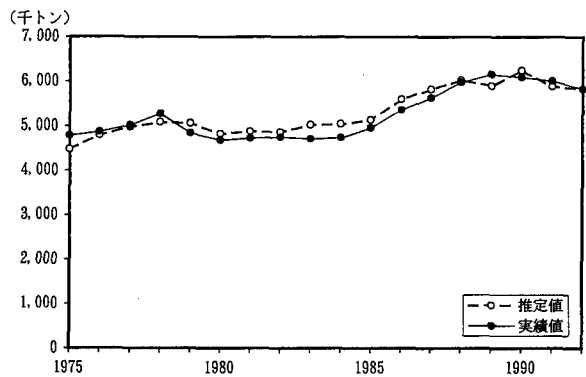


図-10 総都市ごみ発生量の推定結果

5. 再利用シナリオ分析による都市ごみの減量化効果

4. のモデルを進展させ、シナリオ分析により将来の再利用活動が進展した場合の都市ごみの減量化効果について検討する。再利用の対象として、紙、プラスチック、スチール缶、アルミ缶、ガラスびんの5つを選択した。

5.1 都市ごみの再利用を考慮した都市ごみ発生構造のモデル化

4. の都市ごみ発生構造モデルに、ごみ処理セクター、ごみ再利用セクターを加え、ごみの処理・処分の過程を踏まえた上で、ごみの再利用活動を含めた都市ごみ発生構造のモデル化を行う。モデル化に当たって、ごみ全体の6割を占める可燃ごみに約半分含まれている紙に着目し、SDの特徴を活かして紙の再利用率に他の要因からのフィードバックがかかるようなモデルを考案した。モデルのフローダイアグラムは図-5に示す通りである。社会・経済的要因を用いて紙の再利用率レイト（毎年の増・減分）を表わす重回帰式をいくつか検討した結果、以下の式を用いることとした。

$$\Delta R = 33.51 - 0.703R + 0.105D - 0.00341 \Delta E_1$$

ただし、 ΔR は紙の再利用率レイト（%/年）、 R は紙の再利用率（%）、 D は1人当りごみ処理費用（千円/人）、 ΔE_1 は1人当り都内総生産レイト（千円/人/年）である。この式の自由度調整済み重回帰係数 R^* は0.933であり、統計的に十分有意な式が得られたと考えている。図-5にも示すように紙の再利用率レイトは、紙の再利用率と1人当りごみ処理費用、1人当り都内総生産レイトからフィードバックがかかり、紙の再利用活動が推進されるにしたがって、毎年の紙の再利用率の伸び（紙の再利用率レイト）にブレーキがかかるようなモデル式となっている。

5.2 再利用シナリオの設定

従来の経済・産業の発展が将来もそのまま続くと仮定した場合を標準ケースと呼ぶ。標準ケースは、対象とした5品目の再利用量が1994年の水準のまま一定に推移する場合と位置付けられる。再利用のシナリオは、各再利用率の2020年度目標値により設定する。2020年度の再利用率目標値を表-3に示す。ケース1は、各再利用率が今後も変化しないと仮定した場合で、各再利用率目標値は1994年度のものである。プラスチックの再利用率を1.0%としたのは、一般廃棄物のプラスチックごみに対する再利用率のデータを得ることができず、現状では

表-3 再利用シナリオの2020年度目標値と紙の再利用率の2020年度推定値

品目	紙 (%)	プラスチック (%)	スチール缶 (%)	アルミ缶 (%)	ガラスびん (%)
ケース1	51.6	1.0	69.8	61.1	60.0
ケース2	※53.9	5.0	80.0	80.0	70.0
ケース3	※64.7	10.0	85.0	85.0	75.0
ケース4	※78.5	15.0	90.0	90.0	80.0

注1) 事業系ごみの有料化は、ケース2～4について持込ごみを対象に2020年に標準ケースより1割減少するものと設定した。

注2) ケース2～4の※の付いた紙の再利用率は、SDモデルにより計算される2020年の推定値である。

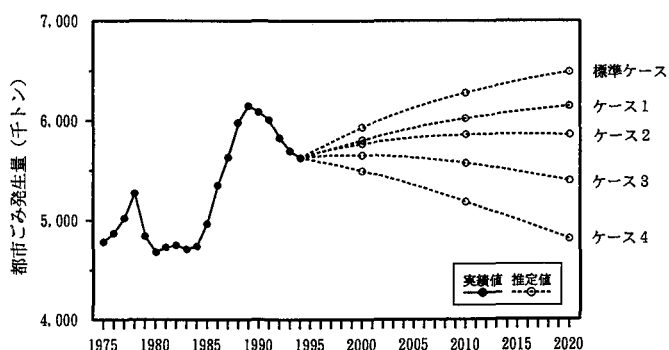
とんど有効利用されていないからである。ケース2～ケース4では、プラスチック、スチール缶、アルミ缶、ガラスびんの再利用率について5.0%ずつ上昇するよう設定した。表－3中で※付きの紙の再利用率は、トン当たりごみ処理費用を、ケース2ではロジスティック曲線と与え、ケース3では2020年度のトン当たりごみ処理費用が1994年度の5倍となるよう設定し、ケース4では同じく10倍となるよう設定して、モデルにより推定された値である。また、ケース2～ケース4については、事業系ごみの有料化を想定して持込ごみを対象に、2020年には標準ケースに比べ1割減少するよう設定した。1割という根拠は、持込ごみのうち再生資源として利用できるのは高々1割とされる¹⁰⁾からである。

5.3 都市ごみの減量化効果

標準ケースとケース1～ケース4において都市ごみ発生量のシミュレーションを2020年まで行う。その際、外生変数は時間の関数として、例えば対数曲線、ルート曲線などを最小二乗法によって求め、2020年まで外挿した曲線と与える。この結果、ごみ処理・再利用セクターの外生変数の推移については、トン当たりごみ処理費用は現在の約2倍、紙消費量やプラスチック消費量は2割程度の増加、缶・びん消費量については微増となっている。また、可燃ごみ焼却率(95.8%)、不燃ごみ焼却率(12.0%)に関しては、それぞれ現状の値を用いている。

シミュレーションの結果を図－11に示す。標準ケースにおける2020年度の都市ごみ発生量は649万トン(内訳:可燃:399万トン、不燃:114万トン、粗大:10万トン、持込:126万トン)で、1994年の約1.17倍になると推定された。ケース1の再利用率一定の場合は、614万トンとなり、標準ケースより5%近くのごみが減少した。ケース2においては緩やかに増加し、2020年には標準ケースより約10%減少する結果となった。ケース3においては1999年にかけてごみは増加するが、その後減少し、2020年には539万トンになると推定された。これは、標準ケースより17%小さい値である。また、ケース4においては減少を続け、最終的に約80万トンごみが減少し、481万トンとなった。これは、標準ケースに比べて約25%の減少である。なお、紙の再利用率の2020年度推定値は、ケース2において53.9%、ケース3において64.7%、ケース4において78.5%に上昇する(表－3)。

以上の結果より、ケース2では紙の再利用率が約2%の伸びに留まったことから、今後強力に再利用活動を推し進めていかなければ、ごみの減量化はあまり期待できない。現状では、可燃ごみに含まれる紙ごみのうち約65%が資源として利用可能だといわれており、紙の再利用率はケース3程度にまで上昇する可能性を持っている。ケース3の2020年度推定値は、現状(1994年)より小さくなり、従来通り経済・産業が発展してもごみの発生を抑制することができることを示唆している。また、ケース4を実現すれば、2020年には、今から約20年前の水準に都市ごみを減量化することができることになる。しかし、これを現実のものとするためには、ごみを資源として再生する技術のさらなる進歩と同時に、ごみの再利用を含めた社会システムへの転換がなされなければならないと考えている。



図－11 再利用シナリオ分析による都市ごみ発生量のシミュレーション結果

6. おわりに

本研究では、まず都市ごみの経年変化と現状を把握した上で、相関分析によりごみの発生要因と種別ごみ

量原単位との関係を分析し、SDの手法を適用して都市ごみ発生構造をモデル化した。実績データとの比較分析によりモデルの適合性を検証した結果、過去の都市ごみの発生状況を再現する良好なモデルを得ることができた。つぎに、ごみの再利用を含めた都市ごみ発生構造モデルを提案し、シナリオ分析により都市ごみ発生量を予測し、従来からの都市ごみ発生構造が変化しない場合と比べて、再利用活動の進展による都市ごみの減量化の効果について検討が可能となった。なお、本研究では東京都全域の都市ごみを対象にSDモデルを適用したが、ここで提案した方法や考え方は他の都市にも十分適用可能である。ごみの発生システムの構造を把握し、都市ごみ発生量の将来予測を行うとともに、再利用によるごみの減量化効果について検討することは、廃棄物の処理・処分計画を策定する上で、有用な情報を提供するものである。

現在の社会の流れから見て、再利用は進展する方向にあり¹¹⁾、住民の再利用やごみの減量化に対する意識、ごみの再利用推進のための広報活動や取組み等をデータとして取入れた上で都市ごみの減量化について検討して行く必要があると考えている。また、産業廃棄物も含めたごみの発生構造を解明し、ごみ発生量の将来予測と合わせて最終処分量の予測を行い、切実となっている最終処分場の問題を解決するために有用な情報を提供することは、今後の重要な課題として残されている。

【参考文献】

- 1) J. W. Foresster: World Dynamics, Cambridge Mass., Wright-Allen Press, 1971
- 2) 小玉陽一: BASIC によるシステムダイナミックス、共立出版、1980
- 3) 萩原良巳・小泉明・辻本善博: 水需要構造並びにその変化過程の分析、土木学会第14回衛生工学研究討論会講演論文集、PP. 139-144、1978
- 4) 小泉明・清水正巳・川口士郎: 都市ごみ量予測に関する一考察 ---システムダイナミックス法による事例---、都市清掃、Vol. 38、No. 149、PP. 626-636、1985
- 5) 小泉明・稲貝とよの・青柳拓実: 下水の高度処理を考慮した河川水質変化過程の分析、下水道協会誌、Vol. 30、No. 350、PP. 39-47、1993
- 6) 東京都清掃局: 事業概要・清掃局年報・東京都市町村清掃事業年報、1975~1994
- 7) 東京都統計協会: 東京都統計年鑑、1965~1994
- 8) 東京都清掃局: 東京リサイクルハンドブック、1995~1996
- 9) 東京都清掃局: 東京ごみ白書、1995
- 10) 東京都清掃局: 事業系ごみ全面有料化実施案について、都市と廃棄物、Vol. 26、No. 4、PP. 51-62、1996
- 11) 環境庁リサイクル研究会: リサイクル新時代、中央法規出版、1991