



Title	固形廃棄物（ごみ）をはかる
Author(s)	田中, 信寿
Description	第1回衛生工学シンポジウム（平成5年11月17日（水）-18日（木） 北海道大学学術交流会館）．パネルディスカッション．環境をはかる
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 1, 392-398
Issue Date	1993-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7488
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-PD3_p392-398.pdf



固形廃棄物（ごみ）をはかる

北海道大学工学部衛生工学科清掃工学講座 田中信寿

1. 廃棄物分野における計量

廃棄物（ごみ）の分野における計量の事始めは、ごみ量とごみ質の測定である。ただし、ごみ量は量するというが、ごみ質は「はかる」とはいわず、分析するという表現になるようである。しかし、水の場合測定の対象が明確であるのに対して（地下水や伏流水を含めると途端に難しくなる）、ごみの場合は、その対象を定義すること、区別すること、目に見えない「ごみ流れ」を明確にすることから始めなければならない点で大いに異なっている。

この計量以外には、講座では、焼却炉内の流動やガス成分の流れの計測や、処分地内での水分流動、汚染質の移動、熱やガスの移動に関する計測を行っている。これらはいずれも現象を詳細に把握し、各々の装置、プロセスの設計や改良に結び付けようとするもので、工学固有の働きである。

このシンポジウムでは、「ごみ流れ」の確定や「ごみ流量」の計測、さらにそれに続く、ごみ発生管理・制御が清掃工学研究の急務であり、衛生工学の今後の展開に新しい局面を提供するのではないかと考え、ごみ量の計測に係わる最近の講座の研究内容をお話しし、討論に供したい。

2. ごみ処理からごみ管理へ

今回の「廃棄物処理法」の改正で象徴されるように、廃棄物処理の基本的思想が変わった（以前から処理は管理であって、英語訳すれば、TREATMENTでなくMANAGEMENTだというのが）。これまでは、都市域を清潔に保つために、ごみを速やかに集め、集めたごみを環境保全的に経済合理的に処理し、ごみを環境に自然還元することが目的であった。しかし、ごみ発生量の増大、危険な廃棄物の増大、処分場の不足によって、この計画思想に、発生源管理の追加（ごみ減量・資源節約型社会の実現）が必須となった。このことは産業活動の自由や人々の生活の享受と密接に関係しているために、その管理・制御の必要性は分かっていたが、踏み込めなかった領域であった。しかし、ごみ問題の重大化（実は、過剰景気からの過剰廃棄、東京を中心とした建設ブームによる建設副産物の異常発生に起因する処分場不足）によって、具体的にごみの発生抑制に乗り出すことができるようになった。まさに、本当の意味で、廃棄物管理を行えるようになった。ごみ減量・資源節約型社会を作るためには、工学的な資源化技術・ごみ処理技術だけでは完全を期することはできず、事業活動に対する廃棄側からの制約、あるいは市民に対して質実な生活を求めるなど、工学的思考を超えた所に解決策があり、そこに我々も乗り出さなくてはならなくなった。つまり、清掃工学のスタンスは、町の清潔保持・伝染病予防のための清掃工学や有害廃棄物による健康被害防止などの工学から、ごみ資源の有効利用技術を目指す工学、さらに社会的、経済的、法的手段を加味した工学への変身を必要としている。

これらのごみ管理を科学的に行うためには、当然「ごみ流れ」を明確にし、そこを流れる「ごみ流量」をはかることが必要である。

3. ごみ流れの認識

では、ごみはどこから発生し、どのように流れ、どのような中間処理を経て自然に還元されるのであろうか。いまだに、このことが明確でない。むしろ、現状では原始の川が原野を自由に流れていたように、時々刻々、ごみのシステムが変化しつつあると考えるべきかも知れない。

紙は、家庭から発生するものでも、新聞故紙のように資源化サイクルに流れるもの、可燃ごみに流れざるを得ないものがあり、しかも資源ごみになるか、可燃ごみになるかは人間の恣意によっている。また、事業活動によって発生する紙は、家庭からの紙と同じものであるのに、異なった流れを形成する。時には、小規模な商店や事業所の紙は、ごみ袋に入れられ家庭系ごみの収集ステーションにそっ

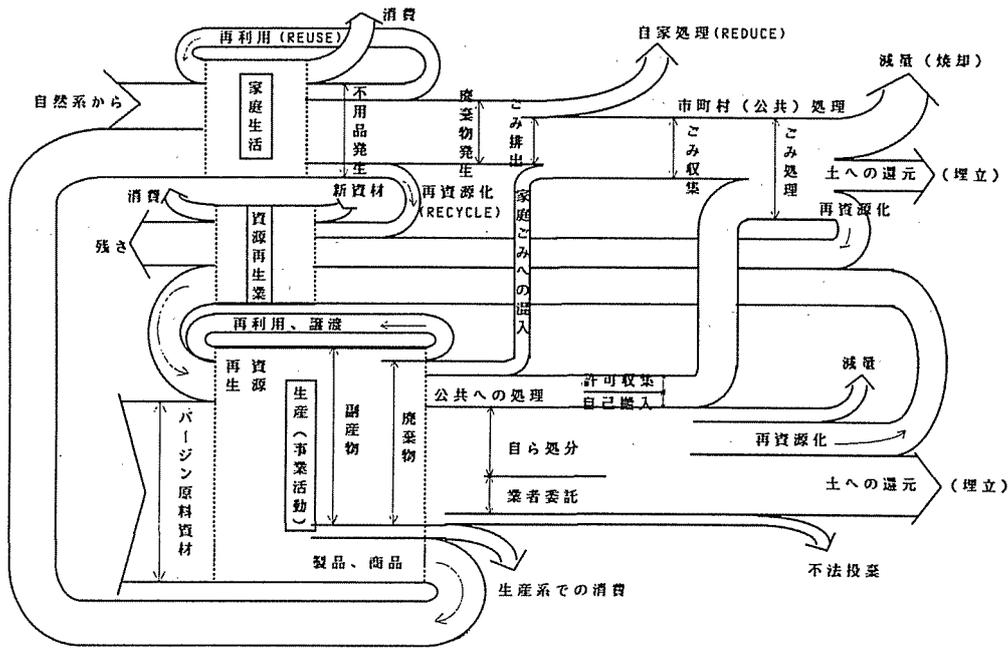


図1 家庭系ごみ・事業系ごみ・再生資源の流れ

と捨てられる。また、逆に、家庭のごみが通勤の途中で駅のごみ箱にほうり込まれたりするのである。川がときどき流れを変えるといってもごみ流れの奔放さに及ばないのである。

ごみは家庭系と事業系から発生し、最終的には自然に還元される。自然還元されたものは、長期的な眼でみれば「資源大循環の流れ」を通して再び、資源として家庭生活や事業活動に利用される。短期的な眼でみれば、不用品や副産物が、「資源化流れ」、いわゆる静脈系を通して再利用・再資源化される。いま、注目されているのは、この資源化の流れを太くすることである。このような相互に入り組んだ廃棄物の流れを家庭や事業における廃棄物発生機構も意識して画くと、図1のようになる。しかし、この図も、私が現状で頭に描いている絵であって、ごみ流れ図が完成したとは言えないと思っている。

4. 私達が認識したごみ流れ

図1に示した「流れ」やその「物流量」は決して不変ではない。何等かのシステム変更、社会制度、経済状況が変われば変化する、特に物流量は大きく変化する。「流れ」の発見、「ごみ流量」の計測に係る事例を幾つか、過去の我々の研究から示してみたい。

4-1 市町村処理システムの変更に伴うごみ量の変化 (札幌市)

図2は、札幌市が処理対象としているごみ量の経年変化を示している。家庭系ごみ(収集)は可燃ごみと不燃・粗大ごみについて示し、事業系ごみ(処理)は、許可収集ごみ(事業者が処理業者に収集を委託して札幌市に持ち込むごみ)と自己搬入ごみ(事業者自身が札幌市に持ち込むごみ)について示している。

図中の番号は、広い意味でのごみ処理システムの

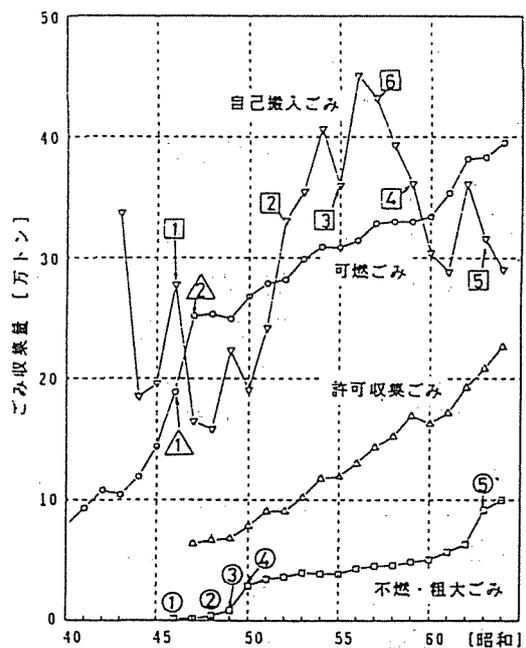


図2 札幌市におけるごみ量の経年変化

変更を示すが、可燃ごみでは、△で全地域ステーション収集となり、無料化された△でごみ量が急増している。一方、不燃・粗大ごみでは、収集頻度が①年2回、②年3回、③月1回、④月2回、⑤週1回と増加し、特に④⑤でごみ量増大が著しい。△④⑤は、それぞれ市の収集に出すようになった、あるいは頻度が増したことで分別徹底度が高まったための搬出先の変更（ごみ流れの変化）に過ぎず、発生量の増加と捉えるべきでない。

許可収集ごみは、ごみ発生量の計画できる大きい事業所からのごみで比較的大きな変動がなく増加している。それに対して、自己搬入ごみは、手数料の改定（㊦無料、㊧1000円/ト、㊨1500円/ト、㊩2000円/ト、㊪3000円/ト）、および㊫廃木材再生利用・コンクリートがら自家処理促進方針が、ごみ量の変動を引き起こしているように見える。これは市が処理した量の変化であって、2度のオイルショック（昭和48年、53年）でのごみ量の減少は見られず、また、経年変化が大きいことから、発生量自体の変化というより、ごみの行き先（ごみ流れ）が変わっているのではないかと思われる。

ごみ流量は、社会・経済的条件によって容易に変わることがわかる。だから、何等かの社会・経済施策によって容易にごみ流れを変えることができるし、何等かの施策を行った時にはごみ流れを意識し、慎重な調査を行わないと誤った評価につながる恐れがある。

4-2 事業系ごみの混入と各種の家庭系ごみ原単位の定義

図3は、札幌市北区の69収集ブロック（1台の収集車の担当区域）を、3区域に分け23台の収集チームで収集している。5月の3週間の合計収集量を各ブロックごとに計算し、原単位を求め図示したのが図3である。なお、5月はほぼ年間平均値に近い。

原単位に対する影響因子の代表的なものは世帯当りの人数であるが、この影響より、私達の解析では、図3で示したように、商店・事務所・事業所数の影響が大きい。このことは、家庭系ごみ収集の段階で事業系ごみの混入があることを意味している。純一戸建て住宅地のブロックの平均から、一般家庭からの可燃ごみの排出量は、0.62 kg/(人・日)であり、事業系ごみが混入して札幌市の収集ごみ量は約16%増加していると計算される。つまり、これまで余り意識されなかったが、事業系ごみが家庭系「ごみ流れ」へ流入して、家庭ごみ発生量の情報として、収集段階のごみ量では不十分であるということである。家庭ごみ流れの上流から下流へ、ごみ流量を、不用品発生原単位、ごみ発生原単位、ごみ排出原

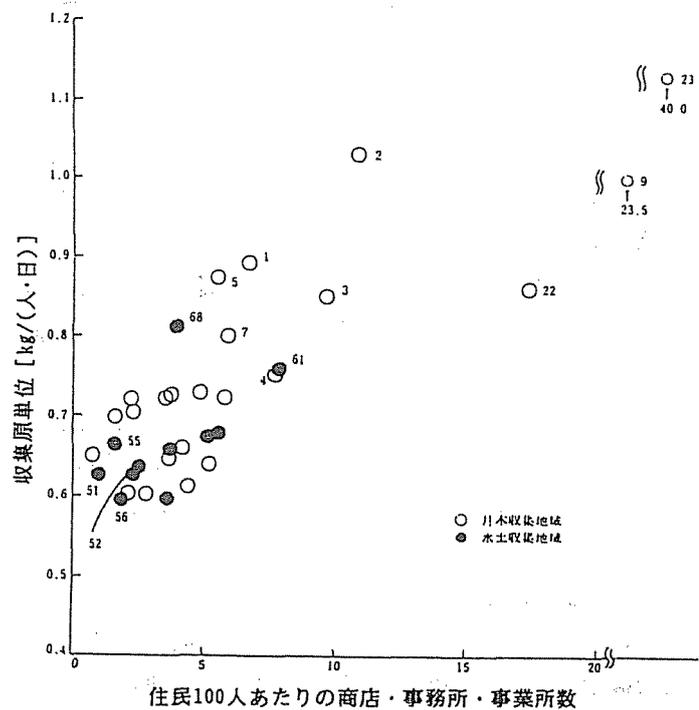


図3 商店・事務所・事業所数と収集原単位の関係

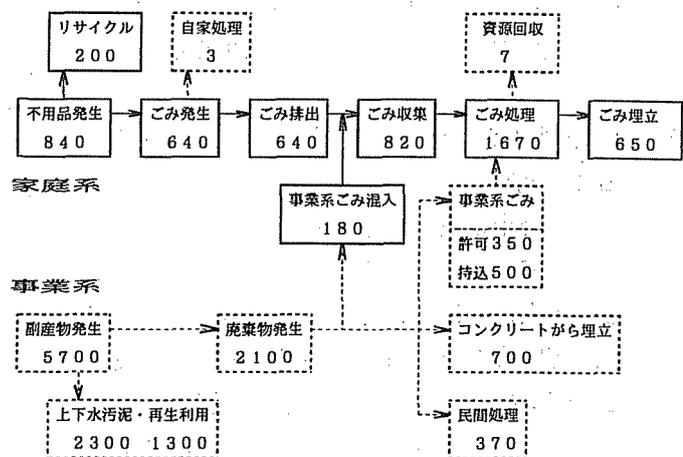


図4 札幌市におけるごみの流れ（昭和63年）
数値は市民1人1日当たりg数：産業廃棄物を含む

単位、ごみ収集原単位、ごみ処理原単位、埋立原単位のように、ごみ流れの段階毎に認識することが大切である（図1参照）。

札幌市における家庭系ごみ流れとごみ流量を、事業系ごみ流れを意識しながら、未完成ながら示したのが、図4である。

4-3 家庭系ごみ原単位の地域特性

家庭系ごみ流れが発生から処理まで同じごみ流量で流れるのではないことは、認識されてはいたが、明確に定義されてこなかった。例えば、国が毎年行っている「一般廃棄物処理事業実態調査統計資料」（以下、統計資料とのみいう）の「1人1日生活排出量」では、家庭系ごみ収集量以外に事業系ごみの許可収集分を加算して求めている。これは、事業系一般廃棄物も市町村の処理責任に含まれることからこのような集計がなされているのであろうが、「1人1日生活排出量」という言葉からは、家庭生活から発生するごみを連想することになり、混乱が生じている。統計資料では、これに自家処理量と持ち込みごみ量を加算したものを「1人1日総排出量」として示している。家庭系ごみと事業系ごみはその発生機構や制御手段を異にすることから、各々のごみ量を正確に把握する必要がある。そのために現在の統計資料の集計方法に問題があるというのが現在の私達の主張である。（平成3年度調査から改善されるようである。）

「1人1日生活排出量」を市町村の人口に対して示したのが、図5である。この図から、（その統計量の名称から勘違いして）「家庭から排出されるごみには地域差がある」と結論される場合がある。この図中の大きなばらつきはむしろ統計量の取り方に問題があるからだというのが私達の主張である。

一方、道内市町村について、家庭系ごみ収集量原単位（家庭系ごみ排出量ではない）を調査し、統計資料の1人1日生活排出量と対比したのが、表1である。かなりの違いが見られる市町村がある。人口規模別に収集原単位の経年変化を図6に示した。家庭系ごみ収集量原単位は、人口規模を揃えればほとんど同じであることが分かる。今の私達は、「家庭生活によって発生するごみ原単位は日本全国、同じである」という仮説の基で研究を進めている。

家庭系ごみと事業系ごみではその増減の機構が違うから、それらの制御を個別に行うことが必要で

表1 調査対象道内市町村の概要と1人1日生活排出量対家庭系ごみ量（昭和63年度）

市および町	人口【人】	「統計資料」中の一人一日当り生活排出量【g/(人・日)】	筆者らの調査による家庭系ごみ量【g/(人・日)】
札幌市	1,617,818	1,172	805
函館市	309,484	1,352	811
小樽市	166,522	834	836
旭川市	362,408	987	663
釧路市	208,854	1,348	1,018
苫小牧市	159,534	1,054	803
江別市	87,962	939	765
千歳市	72,520	1,031	835
富良野市	20,660	1,069	741
広島町	43,943	986	834
一部事務組合（正式名称）	人口【人】	構成町名	
恵山地区衛生処理組合	13,801	戸井町、恵山町、法華町	
南部後志衛生施設組合	12,107	島牧町、寿部町、黒松内町	
愛別町外3町塵芥処理組合	26,140	当麻町、比布町、愛別町、上川町	
南宗谷衛生施設組合	25,147	猿払町、浜頓別町、中頓別町、枝幸町、歌登町	
日高中部衛生施設組合	38,565	新冠町、静内町、三石町	

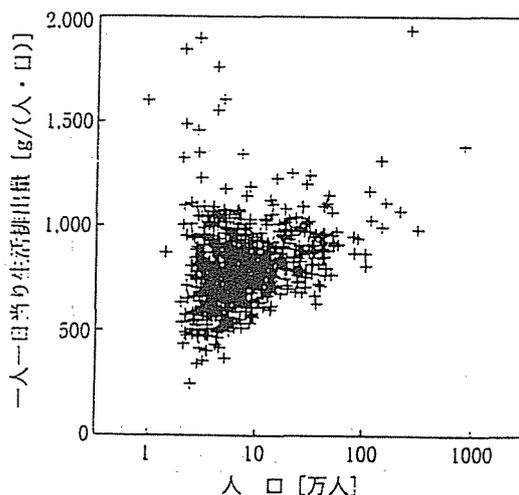


図5 「統計資料」による全国自治体の1人1日当り生活排出量（昭和63年度）

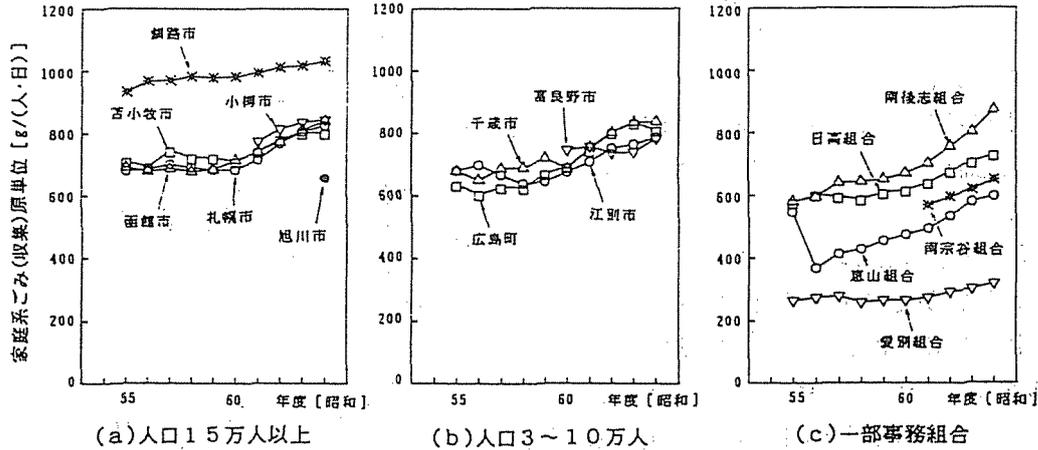


図6 道内自治体の家庭系ごみ原単位の経年変化

あり、そのためには、ごみ流れの定義と認識を共通にすることが必要であるというのが、私達の最近の主張である。

4-4 自治体による資源回収による減量効果

アンケートにより、自治体の資源回収に関して調査を行い、167自治体から回答を得た。自治体の資源回収の回答には種々の形態があり、①自治体の収集時に品目別に分別して排出する高度な資源回収、②資源ごみとして一括して排出し、回収後に分別する一括収集資源分別収集、③ごみとして収集して手選別または破碎後機械選別する収集後選別資源回収、④自治体が関与しているが民間業者が収集し、資源回収する場合（集団回収など）に分類できる。自治体によってこれらの形態が重複使用されている。

さて、資源回収を進めることによって、自治体のごみがどの程度減量されたか見ると、図7のようになる。横軸は自治体が家庭系ごみと回答してくれたごみ量であり、図中の破線は、資源化量がゼロの時のごみ収集原単位を800g/(人・日)（今回のアンケート対象自治体の平均）とし、資源化量だけごみが減少したとした関係である。プロット点がこの破線の周りに集まっているように見えるが、統計的には有意でない。

より正確な議論をするために、回収品目別の回収量が記載されていた42自治体に対して、回収金属の内容とその回収方法、家庭系ごみ量を（事業系との区別に注意して）電話で問い合わせ確認した。また、資源回収量に

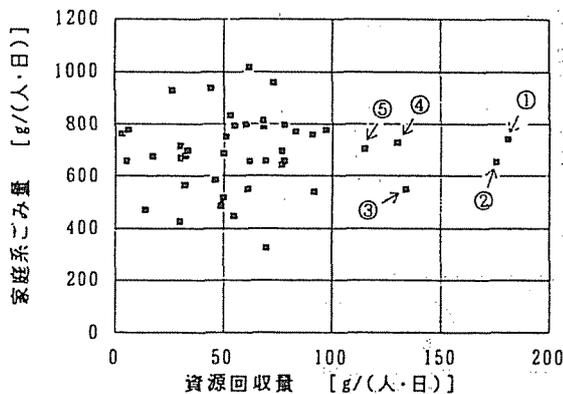


図8 資源回収量と家庭ごみ収集量の関係

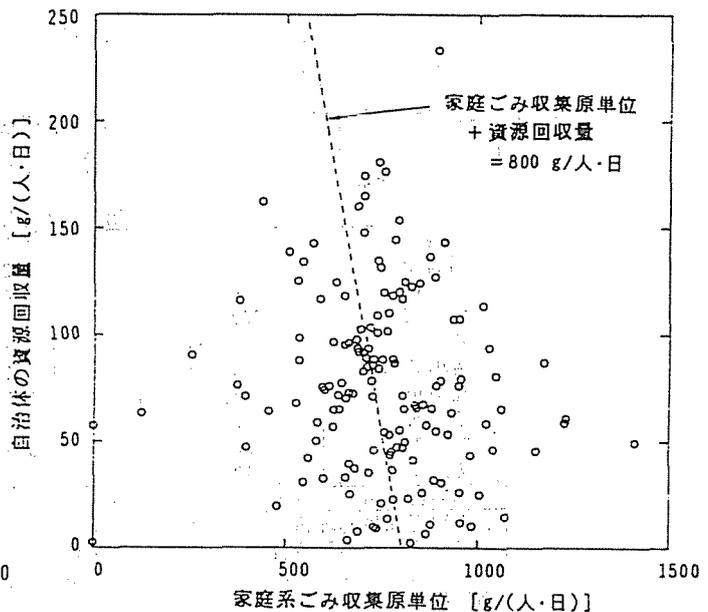


図7 家庭系ごみ収集原単位と資源回収量の関係

は集団回収が入っているが、主体が住民にあり、自治体の把握している量が全ての業者回収量でないで、自治体回収量からこの量を除き、自治体が直接回収している量に限定して考察する。その結果が、図8である。ただし、収集後選別を行っている場合の縦軸は、ごみ収集量から回収量を差し引いて示している。この図からは、資源化量が多いほど、ごみ量が少ないという相関はない（相関係数0.05）。図中の資源化量の多い自治体では、紙の回収量[g/(人・日)]（括弧内は全回収量）が、①106(181),②80(176),③71(134),④77(130)と多いことが特徴である。回収が一般に行われている新聞、雑誌、段ボール紙の家庭における発生量合計は、私達の調査では、145g/(人・日)であり、市による資源回収を行っていない札幌市でも、ごみ中の新聞+雑誌+段ボール紙の量は45gと推定される（図9参照）ことから、不用となった古紙の多くは集団回収あるいは古紙回収業者により回収されていると考えられる。すなわち、自治体の行う古紙回収は、既存のルートをよく調査して行わないと、単に、紙の流れを変えたに過ぎないことに終わってしまう。

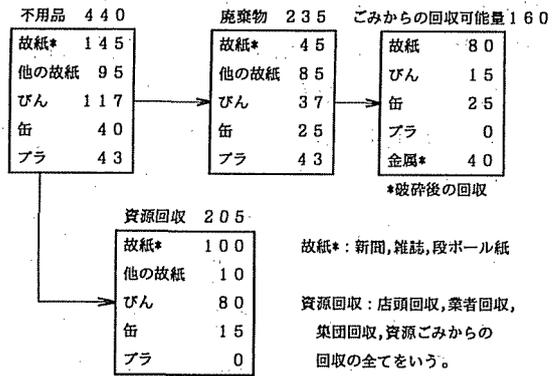


図9 家庭系ごみにおける資源化の流れ
(市民1人1日当たりg数:平成元年頃)

また、図9に示すように、演者らは、自治体主体の資源回収の有無に係わらず、家庭生活における資源回収による家庭でのごみ減量は約200g/(人・日)であると推定している。さらに、ごみになったものから回収できる最大資源量は約160g/(人・日)であると推定している。

なお、図8中の⑤の自治体では、金属回収量が64g/(人・日)と多い。

4-5 有料化によるごみ減量効果（自家処理のとりごみ減量）

伊達市は、ごみ有料化の実施と共にごみ量が著しく減少したことで全国的に有名になった。ここでは伊達市のごみ減量が何によるのか考察してみる。伊達市の家庭系ごみの収集は昭和63年度まで混合収集であったが、平成元年4月の焼却処理場稼働から、可燃、不燃、粗大の3分別収集に変更され、これに併せて収集が有料化された。料金はごみ袋が1袋60円、直接処理場に持ち込むと100kg当り370円である。平成元年3月に有料化実施が正式に決定した後ごみ量が増加し、7月の実施と共に、急激に減少した。年度別の家庭系ごみ（粗大ごみを除く、可燃ごみと不燃ごみの合計）収集量は、昭和63年度：778g/(人・日)、平成元年度：565g/(人・日)、平成2年度：501g/(人・日)、平成3年度：510g/(人・日)である。ただし、昭和63年2月までは、ごみ収集量を収集車1台当り2トで計算していた。その後は計量機を用いている。それによると収集車1台当り1.8~2トであり、清掃トンはやや多めの推定であった。

平成4年1月にアンケート調査を行った。調査は無作為に選んだ220世帯（全世帯の2%）の人口集中地区住民に対して行った。

資源回収の実施については、約95%の家庭が町内会が行う資源回収を利用しており、資源回収をしていると答えた家庭の90%は有料化以前から行っていた。これらのことから資源回収の増加はごみ減量に余り寄与していないと考えられる。

一方、約50%の家庭が自家処理を行っていると答えている。自家処理を開始したのは、厨芥は35%、可燃物の焼却は53%の家庭が有料化実施後であり、ごみ収集の有料化を契機に家庭での自家処理が積極的に行われたことが分かる。この自家処理によるごみ減量を試算すると、厨芥で66g/(人・日)、紙類で48g/(人・日)の計114g/(人・日)となり、有料化前後のごみ減少量223g/(人・日) [有料化以前のごみ量を1.8ト/台で計算すれば、減少量は135g/(人・日)である。]への寄与は大きい。自家処理のごみ減量に対する寄与が大きいことが分かる。このことは、実は家庭系ごみ量の排出原単位や収集

原単位を考えると重要な要素であり、図10

(図8と図6(c)の横軸を一次産業就業人口構成比に変えて示した。ただし、後者の図は事務組合の構成市町村の昭和63年度の値をプロット)のように、ごみ収集原単位を一次産業就業人口構成比に対してプロットした時、よい相関が得られることと共通している。一次産業就業人口構成比の高さは自家処理率の高さを意味していると考えられるからである。(このようなことから、自治体の担当者が、国の調査の「自家処理量」を答えることは今後ますます難しくなる。)

5. おわりに

「ごみをはかる」ということで、講座の当面の研究課題である、「ごみ流れ」の確定と「ごみ流量」の計測について、いくつかの事例を上げて紹介した。この課題は、廃棄物の実態を科学的に明らかにするという課題であると同時に、この研究を生かして、ごみ発生量・資源化量や生活資源消費量の管理・制御のための社会的・経済的方法の評価を行おうと考えている。つまり、工学の持つ定量的・数値的取扱いの巧さを持って、社会的・経済的研究を行おうとしている。このことは、衛生工学が古典的に持っている、「人々の健康を守る工学」に加えて、環境の有限資源を管理する工学に枠を広げたことにならないだろうか。

参考文献

- 1) 松藤敏彦、田中信寿、神山桂一、松尾孝之、吉田英樹、山下憲司：北海道内自治体における家庭系ごみ量の経年変化と原単位の比較、第46回土木学会年次学術講演会(第II部)、1170-1171(1991)
- 2) 松藤敏彦、田中信寿、松尾孝之、山下憲司：家庭系ごみ発生量増大とそれに及ぼす紙・プラスチック廃棄量増加の影響、第2回廃棄物学会研究発表会(東京)、1-4(1991)
- 3) 松藤敏彦、田中信寿：都市ごみ管理のための廃棄物統計改良に関する研究、廃棄物学会論文誌、第4巻第1号、10-18(1993)
- 4) 松藤敏彦、田中信寿、東條安匡：家庭系ごみ排出量原単位の推定、第28回衛生工学研究討論会講演集、55-57(1992)
- 5) 松藤敏彦、田中信寿、松尾孝之、神山桂一：可燃ごみの収集原単位におよぼす事業系ごみ混入の影響、都市清掃、第42巻第169号、43-50(1989)
- 6) 松藤敏彦、田中信寿、竹森憲章：全国自治体へのアンケート調査による家庭系ごみ資源回収システムに関する研究、第47回土木学会年次学術講演会(第II部)、756-757(1992)
- 7) 松藤敏彦、田中信寿、竹森憲章、左高陽子：家庭系ごみ資源回収システムの定量的評価—全国自治体へのアンケート調査—、第3回廃棄物学会研究発表会、131-134(1992)
- 8) 吉田英樹、穂積準、加藤政憲、田中信寿、松藤敏彦：伊達市におけるごみ収集有料化実施による家庭系ごみ減量化への影響、第3回廃棄物学会研究発表会、123-126(1992)

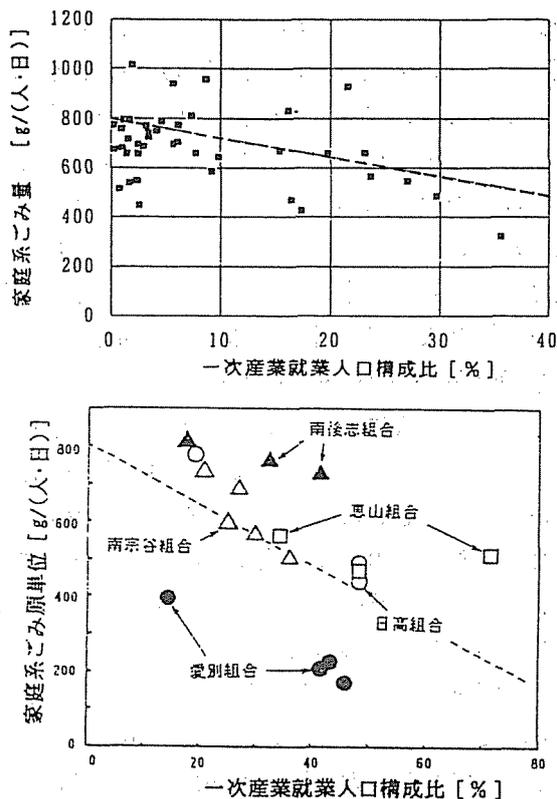


図10 一次産業就業人口構成比と家庭系ごみ収集量の関係