

居住システムにおける物質の流れと変化の研究

半谷 高久* 落合 正宏** 柏木 祐一*** 大竹千代子****

要 約

本研究は、都市全体またはそれを構成する一部分を一つの物質系として設定し、そこで行なわれる物質の流れや変化の特徴を明らかにしようとする研究の一環として行った。本稿では、都市システムの本質的な構成要素である居住システムについて、その物質代謝を次の三つのアプローチにより研究した。

第一は、都市に居住する平均的な一世帯を設定し、そこにインプット、アウトプットする物質およびエネルギーを既存の社会経済統計およびその他の種々の資料から推定を試みたものである。これによって、われわれの平均的生活の、食料品、半耐久品、耐久品、日常生活の雑品、包装物、燃料、固形廃棄物、液状廃棄物、気状廃棄物、郵便物の流れの概観が、物質量の面から明らかにされた。第二は居住システムの例として、具体的に都内に存在する2家庭を選び、そこにおけるインプット、アウトプットを実測したものである。これによって、既存の統計値からは推定のできない物質の流れの実体を把握することができた。第三は、統計資料を用いて、東京都を例として、その全体の物の流れの中で、居住活動に基因する役割をある程度、量的に明らかにすることができた。

一般世帯における物質の流れの中では食料品の占める割合が著しく大きく、また都市廃棄物では液状廃棄物に居住システムの寄与の大きいのが特徴である。

I はじめに

本報告の直接の目的は、大都市における居住という人間の行為によって、行なわれる物質およびエネルギーの様相を把握し、それが東京を例とした場合都全体の物質エネルギーの流れの中で、どの程度の役割を演じているかを明らかにすることである。なお、本研究は、東京都全体の中での多摩地区における物質およびエネルギーの流れの様相を明らかにすることを目指したが、現在のところは、それらについて発表する段階に至っていない。ここに具体的に報告されている内容は、記述的なものであり、またその研究の方法も予備的な不十分なものであるが、われわれがこの研究を、都市研究の中でどのように位置づけているかをはじめに述べてみたい。

都市ではいうまでもなく、物質の流れや変化がきわめて活発に行なわれている。その特徴をいかに表現するかは未だ方法論が確立されていないが、直観をもってしても、それが自然界における森林、草地、沙漠、湖沼、河

川、海洋などの空間におけるそれとは異なっていることが明らかである。また同じ人間の活動空間でも都市と農村とでは明らかに物質の流れと変化の様相が異なっている。

このように、地球では、地域地域でそれぞれ異なった物質の流れと変化とが行なわれ、その結果、それらが総合され地球全体としての物質の流れや変化が生じることになる。このような地球全体の物質の流れや変化の特徴は、地球の進化とともに変遷してゆくが、今やその変遷を生みだすもっとも重要な因子として人間の活動が考えられている。この人間活動がもっとも密に行なわれているのが都市空間であり、この都市空間における物質の流れと変化を追求することにより、地球の進化の過程を追跡する手掛りが得られる。つまり、われわれの都市研究の一つの立場は、地球を一つの物質系とみなし、そのサブシステムとして都市を設定し、それがいかにして生成して来たか、また地球の進化の過程でいかなる役割を演ずるかを明らかにすることである。

さて、この都市における物質の流れや変化を追究する

* 東京都立大学理学部・都市研究センター

** 東京都立大学理学部・都市研究センター

*** 東京都立大学都市研究センター非常勤研究員、東京都公害研究所

**** 東京都立大学理学部研究生

具体的方法の一つは、都市全体を一つのブラックボックスとみなし、そのインプット、アウトプットを記述することであるが、それだけでは、何故そのようなインプットアウトが行なわれるかは解明できない。そこで次の段階としては、都市全体をいくつかのサブシステムに分割し、各サブシステムで行なわれる物質の流れと変化を明らかにし、それらの総合としての都市全体における物の流れと変化とを明らかにしなければならない。このような目的を達成するために、都市のサブシステムをいかに設定したらよいかは今後の課題であるが、その一つの都市の本質的なサブシステムは居住システムであろう。人間の居住なくしては、都市は成立しない。

この居住システムの研究の第一歩は、その物質の流れと変化の正確な記述であることはいうまでもないが、その次には、何故このような流れと変化が行なわれるかのメカニズムの解釈がなされねばならない。人間活動が関与しない自然界においては、物質の流れと変化とは、自然科学的法則によって律せられるが、居住システムにおいては、社会科学および自然科学の両法則が総合されて関与してくる。そのメカニズムを明らかにすることは、居住システムの特徴さらには都市全体における物質の流れと変化のメカニズムを解く鍵を提供する。本報告も上記のメカニズムを研究することを目的とした物質の流れと変化の記述である。

以上の立場の研究の他に、都市の物質の流れと変化を明らかにすることは、都市問題の解決の方策樹立に役立つと考えられる。すなわち、一般に、物の流れや変化は同時に、その影響を受ける人々に正の価値と負の価値を与えると解釈できる。この価値の実能を明らかにすることは非常に難しい課題であるが、都市の環境問題とはまさに、物質の流れと変化に起因する負の価値の発生とみることができると。

望ましい都市とは、正の価値が大きく負の価値の小さい物質の流れと変化とが行なわれる都市である。このような都市を建設する基礎としては、先ず第一に現実の都市における物質の流れと変化の記述が必要であり、次にそれに伴う価値の生産の評価が行なわれねばならない。本報告は、その記述の方法の検討の意味をももっている。

究極の目的の達成には、道程はきわめて長いと、本報告の位置づけをごくかんたんに述べた。

本研究は三つの異なるアプローチよりなる。第一はⅡで述べるが、既存の統計資料を基礎にして東京都を中心に設定した平均的住宅における物質のエネルギーのインプットとアウトプットの概要をできるだけ量的に明らかにしたもので、大竹千代子が担当した。第二はⅢで述べるが、東京都に存在する2住宅において、インプットアウトの実体を実測したもので、落合正宏が担当した。第三はⅣで述べるが、東京都における物質収支に

おける居住システムの貢献を既存資料および大竹の値から推定したもので、柏木祐一が担当した。

Ⅱ 居住システムのインプットとアウトプットの既存資料による検討

1 都市居住システムのインプットとアウトプットの概要

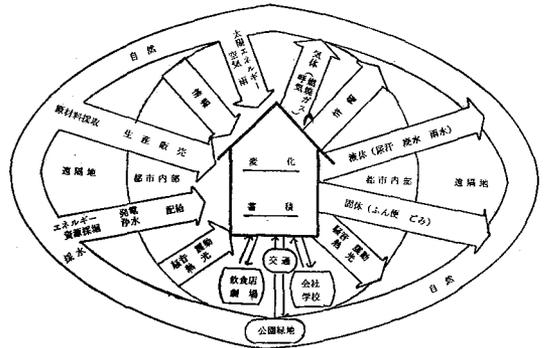


図1 都市における居住システムと物質収支の概念図

第1図は居住システムの都市システムにおける関係を物質、エネルギーを中心に表わしたものである。

われわれは、住宅の中に種々の物質やエネルギーをインプットとし、そして、それらを住宅内で使用し、最終的にはそれらを種々の形でアウトプットする。またあるものは、住宅内に蓄積される。

ここでは、居住システムとして、既に現存している次のような木造独立住宅のみを設定する。すなわち、床面積(昭和51年、東京都23区内の平均)は $62.5m^2$ ¹⁾として、庭は本報の居住システムからは除外した。住宅自体の構成物資の量は、科学技術庁の調査²⁾による $0.8t/m^2$ を用いると、約 $50t$ となる。

世帯の構成については、ここでは、夫・妻・子供のいる平均的世帯を考える。世帯人数の平均は(53年)、全国3.3人、東京都2.9人、東京都区部2.8人であるが、本報では、総理府「家計調査年報」³⁾の調査対象家庭の平均3.84人(52年)を世帯人数とした。

本報では、居住システムへのインプットとして、人間が運び込む生活関連物資や燃料、水道管、ガス管など設備を通して入ってくる水、ガスおよび空気など住人の意志に無関係に入ってくるものを扱った。また、住宅の内部へは運び込まれないが、生活に使用されるシャベル、バケツ等はインプットに含まれる。しかし、自動車、自転車等の輸送機器は除外することにした。

アウトプットとしては、人間が運び出すもの、設備を通して出ていくもの、人間の意志とは無関係に出ていくもの、その他のものを取り上げた。

また、本報告で、議論の対象としたインプット・アウトプットは次のようにも分けられる。すなわち、住宅内で(a)蓄積するもの、(b)形態的あるいは質的に変化する、(c)物自体は変化しないが、それに対する住人の価値が変化するものである。

例えば、家具類は短期的にみれば、(a)に属する。食料品は人間が摂取することによって質的变化が起り、(b)に属し、一方、新聞・雑誌は時間の経過により情報源としての価値が減じ、(c)に属する。これら上記の各項目に当てはまらない、人間自体の出入、日常的に人間の出入にともなうカバンやハンドバック類の運搬用具の機能をもつものや子供の遊び道具などの出入りは、その都度インプット、アウトプットとして計量せず、購入や廃棄時のみ、インプット、アウトプットとして算出した。

居住システムにおけるインプット、アウトプットするものの概要をⅡ-1表に示す。

2. 居住システムへのインプット

2-1 人間が運び込む物質

住宅内での消費には、多くの種類および量の物質が関与している。家計調査年報³⁾の記載品目では食料品が全項目の約半分を占め、次が雑品・衣服である。ここでは、消費財である食料品、洗剤・石鹸、医薬品、下着類、新聞・雑誌、半耐久財の衣類、食器類、道具等、耐久財の家具、電気製品等について検討を行なった。

消費財のインプットに引用した資料は、総理府統計局

の52年版家計調査年報³⁾である。これには、1世帯当りの年間消費支出および、それらの重量が一部記載されている。それらは、食料費関係約220品目、住居費関係63項目、光熱費関係10項目、被服95品目、雑費130品目、合計約520項目に及んでいる。

調査世帯数は、全国で8,076世帯であり、これらから、全国、5万人以上の都市、都市階級(大都市、中都市、小都市、町村)、地方(関東、東北等10地区)、圏(京浜、中京、京阪神、北九州)のそれぞれの平均が求められている。また、県庁所在地については、それらの消費金額のみが記録されている。本報告では都市居住として、東京23区を標準として論じているが、調査年報³⁾には23区について消費重量が記されていないので、食料品・雑品類については、重量が一部記載されている京浜圏(東京23区420世帯と横浜市144世帯の平均、世帯人数3.84人)のデータを利用した。食料品・雑品に関しては、京浜圏のデータを東京23区の値と考へても大きな問題は生じない。しかし、エネルギー源の物質に関しては、東京と横浜では供給構成が異っているため、京浜圏のデータを東京23区に当てはめて考えることができない。そこでエネルギー消費量については、東京23区世帯の平均の消費金額から消費量を逆に換算した。

a：食料品

日常生活において、インプット量の最大は食料品が占めている。1世帯当りの食料品の購入量は家計調査年報³⁾を整理し、京浜圏のデータを表Ⅱ-2に示した。資

表Ⅱ-1 居住システムにおけるインプットおよびアウトプット

一応定量的に扱ったもの	
インプット	アウトプット
1. 人間によって運び込まれる 食料品、雑品、半耐久品、耐久品、燃料、包装、郵便 2. パイプおよび電線を通して入る 都市ガス、プロパンガス、電気、水、電話 3. その他 空気、酸素	1. 人間によって運び出される ごみ(可燃物、不燃・不適燃焼物)、郵便 2. パイプおよび電線を通して出る 尿尿、雑用水、電話 3. その他 空気、酸素、燃焼生成物

定性的にふれたものおよび扱わなかったもの

- 自然現象に伴う物質・エネルギー(砂ぼこり等、宇宙線・自然放射線)
- 人体由来の諸物質(髪、つめ等)
- 建造物や物質の老朽化により生じる物質(さび、はがれた物質、摩耗物質)
- 大気汚染物質(燃料中の微量成分、調理の際の煙、煙草の煙)
- 水の蒸発(呼吸以外)
- 揮発性物質(ナフタリン、溶剤、接着剤等)、悪臭物質、騒音、振動、光
- 電磁波(電子レンジ、ラジコン等)
- 情報伝達エネルギー

表Ⅱ-2 1世帯当り年間食料消費重量

	5万人以上の都市(48年)	5万人以上の都市(52年)	京浜圏(東京23区と横浜市, 52年)
重量がわかっている品目	購入重量 (kg/年)	購入重量 (kg/年)	購入重量 (kg/年)
主食	301.52	276.51	271.83
生鮮魚介	38.11	53.59	47.59
塩干鳥介	11.91	17.70	18.84
生肉	37.36	43.70	44.21
加工肉	9.83	8.60	9.67
乳製品, 鶏卵	130.68	137.74	140.64
野菜	246.14	269.93	301.13
乾物, 海藻	2.92	4.20	4.16
加工食品	54.67	56.02	58.84
調理食品	5.77	5.16	5.90
調味料	86.33	78.87	81.02
嗜好品	13.19	12.84	15.29
果物	196.63	172.63	177.54
酒類	62.81	69.61	71.63
茶類	2.87	2.89	3.21
合計	1,200.74kg/年	1,209.99kg/年	1,251.50kg/年
A この合計重量に相当する品目の金額	341,736円/年	542,593円/年	567,174円/年
重量が記載されていない品目	購入金額 円/年	購入金額 円/年	購入金額 円/年
菓子類	23,436	39,804	41,559
サイダー, ジュース類	16,203	25,322	26,264
その他の調理食品	4,921	8,448	9,466
加工肉, 油揚, かまぼこ, その他のやさいのつけもの等	33,391	54,991	60,114
合計	77,951 円/年	128,565 円/年	137,403 円/年
B 総食料費-外食費	477,772-58,085= 419,687円	775,067-103,909= 671,158円	821,987-117,410= 704,577円
A/B×100%	81.4%	80.8%	80.5%
食料全重量推定量(年)	1,475kg/年・世帯	1,498kg/年・世帯	1,555kg/年・世帯
"(1日)	4.0kg/日・世帯	4.1kg/日・世帯	4.3kg/日・世帯
"(1日・1人)	1.0kg/日・人	1.1kg/日・人	1.1kg/日・人
調査対象			
世帯人数	3.88人	3.78人	3.84人
世帯主の年令	43.7才	44.3才	44.3才
有業人員	1.56人	1.48人	1.52人

料³⁾では約500品目あったが表Ⅱ-2では3品目に分類、合計した。重量で記載されているものの合計は 1251.50 kg (52年)であって、金額にすると、外食を除いた全食料費の80.5%に当る。単位金額当りの重量を同じと仮定

し、この値から全食料の重量を推定すると 1,555 kg年・世帯、4.3kg/日・世帯、1.1kg/日・人となる。比較として、48年および52年5万人以上の都市についても行ったが、いずれも近い数値となった(表Ⅱ-2)。

表Ⅱ-3 1世帯当りの年間の下着類・雑品・印刷物の購入金額と重量

品 目	金 額 (円/年)	重 量* (kg/年)	備 考
洗 剤・石けん類	9,624	23.2	石けん(14.791kg), 洗濯用洗剤(12.62kg)
医薬品・ちり紙類		4.2	資料 5) による
印 刷 物 類	39,437	100.4	新聞(朝・夕1,500円/月, 150g+70g/日)
下着類・その他の雑品	82,779	82.7	100g/100円
合 計		210.5(0.58/日・世帯)	* 筆者計算

農林省の食料需要に関する基礎的統計⁴⁾によれば、昭和45~49年の国民1人当りの供給食料は1.29kg/日・人である。京浜圏の平均世帯人数を3.84人とすれば、この値は、1日1世帯約5.0kgに相当する。これは先に計算した4.3kg/日・世帯よりやや多い。1世帯3.84人のうち、外食する人の食料が4.3kg/日・世帯には含まれていない。そこで、仮に朝・昼・夜の食事の重量比を0.75:1.00:1.25として家族3.84人のうち2.84人が1年のうち265日を1日2回、残り100日を1日3回、また残りの人は365日全部1日3回住宅内で食事をすると仮定して計算すると4.1kg/日・世帯となり、4.3kg/日・世帯に近づく。

b: 下着類, 雑品, 新聞

資料3)の下着類, 雑品, 新聞の品目で重量が記載されているものは、化粧用石けん, 洗濯用洗剤等のごく一部のものです。他は、金額の記載のみである。表Ⅱ-3の備考のように、単位金額当りの重量を決めて、すべてを重量に換算すると表Ⅱ-3の示すようになる。下着類・雑品・新聞の合計は、210.5kg/年, 0.58kg/日・世帯, 0.15kg/日・人となり、食料品のインプット量の約13%に当る(医薬品, 化粧品, ちり紙・はぶらし類は、半谷・大

竹⁵⁾, 1976年による)。

c: 耐久消費物資および半耐久消費物資

耐久消費物資とは、タンス, 応接セット等の家具類およびルームクーラー, 電気洗濯機, ステレオ等の電気製品類のことである。また、半耐久消費物資とは、下着以外の衣類, 寝具, 台所用品, 教養・娯楽用品等を指す。インプット量としては、いずれも半谷・大竹⁵⁾(1976年)の現存重量を住居内滞留時間で除して、1年当り、あるいは1日当りのインプット量とした(表Ⅱ-4)。

d: 人間が運び込む燃料

燃料に関しては、3-2パイプを通してインプットする物質の項でも述べるが、持ち込む燃料, 灯油, 固形燃料, プロパンガスがこの項に含まれる。ただし、プロパンガスは、都市ガスと同様に考え、3-2で述べる。それらは資料3)から京浜圏, 東京23区, 横浜市のデータを採用した。東京と横浜の場合には、金額から換算した。灯油, 固形燃料とも消費量は横浜の方が多し(表Ⅱ-5)。

e: 包装・容器

生活に関連した物資と共に付随してインプットするものの中で最大量のもの、包装につかわれている物である。主たる食料品に伴う包装の量については、半谷・大

表Ⅱ-4 1世帯当り耐久品, 半耐久品の現存量と1日当りのインプット量

	分類品目別	現存量量 kg	滞 留 時 間	インプット量kg/年・世帯
耐 久 品	家具, 敷物類	685.6	15	45.7
	家庭用器具	252.8	10	25.3
	教養娯楽用具	108.1	10	10.8
	そ の 他	29.8	10	3.0
	合 計	1,076.3		84.8
半 耐 久 品	外 着	82.2	5	16.4
	寝具, 身のまわり品	147.6	5	29.5
	食器, 台所用品	112.7	5	22.5
	教 養 娯 楽	129.6	5	25.9
	合 計	472.1		179.1
	総 合 計	1,548.4		179.1

この調査の平均世帯は3.82人である。

表Ⅱ-5 人間が運び込む燃料³⁾(プロパンガスを除く)

品 目	京 浜 圏 $kg/年 \cdot 世帯$	東京区部 $kg/年 \cdot 世帯^*$	東京区部 $kg/日 \cdot 人^*$	横 浜 市 $kg/年 \cdot 世帯^*$
木 炭	0.413	0.43	0.0003	0.43
石 炭	3.270	1.07	0.0008	5.42
れ ん た ん	3.707	3.31	0.0024	2.63
その他の加工品	0.764	0.91	0.0006	12.49
小 計	8.154 (0.02kg/日・世帯)	5.72 (0.016kg/日・世帯)	0.004kg/日・人	20.97 0.06kg/日・世帯
灯 油	172.749/年・世帯 0.47kg/日・世帯	139kg/日・世帯 0.40kg/年・世帯	0.10kg/日・人	188kg/年・世帯 0.53kg/日・世帯
合 計	0.49kg/日・世帯	0.42kg/日・世帯	0.10kg/日人	0.59kg/日・世帯

* は資料3)の金額から筆者が換算したもの。

竹⁵⁾によれば、約58kg/年・世帯である。これは、インプットされる食料が1,200kg/年・世帯に対してであるから、その4.8%に当る。本報では、インプットされる食料は1,555kg/年・世帯であるから、4.8%は75kgに当り、0.21kg/日・世帯が、食料品に伴う包装量である。雑品に伴う包装・容器についても、半谷・大竹⁵⁾によれば、雑品のインプットが43.89kg/年・世帯の時、包装・容器が7.5kgで、17%にあたる。本報の雑品類から印刷物を除いた110.1kgの17%は18.7kg/年・世帯、0.05kg/日・世帯が包装量となる。耐久財、半耐久財のインプットの合計は、0.5kg/日・世帯であるが、一応その2%を包装量と仮定すると0.01kg/日・世帯となる。持ち込み燃料では灯油が9割以上を占めるので包装量は0とする。以上を総計し、全体では、0.27kg/日・世帯が包装量となる。この量は、耐久消費物資、あるいは、半耐久消費物資のインプット量にはほぼ等しく、運び込む物資の総インプット量の約4%である。これらの物資は、住居内に蓄積されることは少く、短い滞留時間を経て、アウトプットされる。

f: 郵便・小包

54年版郵政要覧³³⁾から計算すると年賀、選挙を除いた平常通常信の郵便物は99.8通/年・人(53年)である。受け取り人が個人の場合、差し出し人が個人のもののが17.1%、差し出し人が事務所のものが43.9%、つまり、17通/年・人、44通/年・人で、前者は、個人対個人のががき・封書類、後者は、金融機関からの通知、ダイレクトメール類である。小包は、事務所から差し出されたものを含めて郵便局での引き受け数が1.7個/年・人であり、年賀状・選挙のががき類は事務所からの差し出しも含めて23通/年・1人となっているが、いずれも住居に入る正確な量ははっきりしない。のががき類を2g/1通、ダイレクトメール類を30g/1通、小包を0.5kg/個とすれば、0.02kg/日・世帯である。

一方、資料3)から求めると、私信として投函する場合、のががき代1,090円/年・世帯から55通/年・世帯とし、その他の郵便物は、2,597円/年・世帯となっているから、1例として封書50円/通が10通、小包250円/1個として0.5kg/1個が8個と考えることができる。これと同量がインプットすると仮定し、約4.3kg/年・世帯で、0.01kg/日・世帯となる。これにダイレクトメール等がインプットに加わるが、郵政要覧にもあるように仮定すると0.01kg/日・世帯の増となり、0.02kg/日・世帯がインプットする郵便物となる。

a~fまでの合計6.16kg/日・世帯が人間によって搬入される主たるインプット物資の量である。

表Ⅱ-6 1世帯および1人当りの運び込む物資(京浜圏の場合)*プロパンは含まない

品 目	重量 $kg/日 \cdot 世帯$	重量 $kg/日 \cdot 人$	%
消費物資 { 食料品	4.3	1.1	70
{ 下着・雑品・印刷物	0.58	0.15	10
{ 灯油・石炭等*	0.49	0.13	8
半耐久消費物資	0.26	0.07	4
耐久消費物資	0.24	0.06	4
包装・容器	0.27	0.07	4
郵便・小包	0.02	0.003	0
総 合 計	6.16	1.6	100

これらをまとめて一覧表にしたのが表Ⅱ-6である。食料品は全体の70%を占め最も多い。雑品類、灯油・石炭類、耐久財・半耐久財はそれぞれ10%弱でほぼ等しい量である。また消費物資と包装を合わせると90%を超え、日常生活において消費物資のインプットの割合が大であることが判る。

2-2 パイプおよび電線を通してインプットする物質およびエネルギー

パイプを通してインプットする物質は、供給施設から

供給される都市ガスおよび水、エネルギーとして電線を通じて供給される電気があり、それらに加えて、プロパンガスは持ち込み物資であるがここで述べる。

a：都市ガス、プロパンガスおよび電気

家計調査年報³⁾に記載されている光熱費の内訳を見ると、京浜圏の中の東京23区と横浜市では、使用エネルギーの構成比率が異なっていることがわかる。この資料には、二地区のエネルギー購入量では示されておらず、金額で示されている。表Ⅱ-7のごとく、カロリーに計算して、東京23区では、都市ガス53%、電気23%、灯油19%で、プロパンガスはわずか5%である。一方、横浜市の場合、都市ガス32%、電気23%、灯油26%、そしてプロパンガスが18%となっており、都市ガスの少い分を灯油とプロパンガスで補っているとみてよい。東京を主体として考えた場合の都市居住の観点からエネルギー構成比を考える場合、プロパンガスが18%というのは多すぎるので、ここでは、京浜圏としてではなく、東京23区の値を求め、横浜市のデータは参考とする。

尾島⁹⁾によれば、放熱原単位としての専用住宅は、 $112 \times 10^3 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ とされているので、 62.5 m^2 ¹⁾の住宅当りは、1日について換算すれば、 $19.2 \times 10^3 \text{ kcal}/\text{日} \cdot \text{世帯}$ となり、表Ⅱ-7の1世帯当り $21.1 \times 10^3 \text{ kcal}$ に近い。

燃料を重量に換算すると表Ⅱ-7のようになる。燃料全合計で $2.0 \text{ kg}/\text{日} \cdot \text{世帯}$ で、この値は食料品の5割弱である。

b：水

水のインプットは、上水道施設によって供給される。都の水道局による上水道の給水と、給水人口で求めた1人当りの使用量は、 $438 \text{ l}/\text{日} \cdot \text{人}$ ¹⁾ (昭和52年度)であり、1世帯3.84人に換算すると 1.7 m^3 となる。しかし、これは家庭用の水に限らないので、家計調査年報³⁾に示されている東京23区の水道料金から使用量を逆算してみると、東京23区1世帯当り $17,072 \text{ 円}/\text{年}$ であるから、 $1,423 \text{ 円}/\text{月}$ となり、これを水道料金表に照らして使用量を求める。一般用では、水道管の径 13 mm 、 20 mm 、 25 mm で全体の98%を占めるので、この金額に相当する使用量をそれぞれ径で求めて平均すると、 $33 \text{ m}^3/\text{月} \cdot \text{世帯}$ 、 $1.1 \text{ m}^3/\text{日} \cdot \text{世帯}$ となり、 $3.84 \text{ 人}/\text{世帯}$ として1人当りに換算すると、 $286 \text{ l}/\text{日} \cdot \text{人}$ となる。重量にすると、 $1,100 \text{ kg}/\text{日} \cdot \text{世帯}$ となり、持ち込む物資 6.16 kg に較べると、桁違いに大きい値である (東京都の資料¹⁾ では、 $214 \text{ l}/\text{日} \cdot \text{人}$ となっている。)

飲食のために使う上水道の水量は、炊く、煮る、汁・茶・飲料水としての分 (つまり、野菜や食器を洗う分を除いて) は、筆者の概算では $2 \text{ l}/\text{日} \cdot \text{人}$ にもならない

表Ⅱ-7 1世帯当りのエネルギー消費量および必要酸素量

区域	エネルギーの種類	消費金額 円/年	単価	消費量 1日当り	熱量に換算		重量に換算 kg/日	必要酸素量 kg/日
					kcal/日	比率 %		
東京 23 区 内	都市ガス	44,135	料金表による	2.2 m^3	11,200	53	1.46	3.00
	電気	43,697	料金表による	5.7kwh	4,920	23	—	—
	プロパンガス	5,411	$343.6 \text{ 円}/\text{m}^3$	0.04 m^3	1,008	5	0.08	0.30
	灯油	6,316	$41 \text{ 円}/\text{l}$	0.44 l	3,916	19	0.40	2.28
	石炭等	374		0.016 kg	64	0	0.016	0.03
	合計	99,924			21,108	100	2.0	5.61
横 浜 市 内	都市ガス	27,348	東京と同じと 仮定する	1.3 m^3	6,500	32	0.85	1.81
	電気	39,680		5.4kwh	4,673	23	—	—
	プロパンガス	18,930		0.15 m^3	3,780	18	0.32	1.13
	灯油	8,586		0.59 l	5,251	26	0.51	3.05
	石炭等	445		0.06 kg	360	1	0.09	0.13
	合計	94,989				20,564	100	1.8

注 1) 消費金額以外はすべて筆者が計算した。

2) 単価は資料3)より計算した。

3) 石炭等は、木炭・れん炭等をすべて石炭として換算した。

4) カロリー換算値および比重又は平均分子量は次のとおり。

都市ガス： $5000 \text{ kcal}/\text{m}^3$ 、平均分子量14.7、電気： $863 \text{ kcal}/\text{kwh}$ 、プロパンガス： $12000 \text{ kcal}/\text{kg}$ 、平均分子量47.2、灯油： $8900 \text{ kcal}/\text{l}$ 、比重：0.9、石炭： $6000 \text{ kcal}/\text{kg}$

5) 必要酸素量は、CとHが酸素と化合するために必要な量のみ計算した。

量であり、使用量の1%にも満たない。

また、生活用水原単位表⁷⁾によると、近畿、関東は、北海道、東北等の地域より2~3割使用量が多くなっており、これは、都市居住による生活パターンのちがいに由来のものと考えられる。

c: 電信・電話

電信には、テレビ・ラジオがあり、住宅内にある受信装置で受信することによって、情報を提供する。

電話の場合も上記と同様のことが言える。ここでは、度数のみ記しておく。資料3)から、電話料金が判るので、送信と受信を同じと考えて、これを利用する。東京23区内世帯では、47,736円/年であるから、基本料金1800円/月とし、市内通話一回3分以内に換算すると、平均311回/月、10回/日・世帯、3.2回/日・人となる。

2-3 その他のインプット物質およびエネルギー

a: 酸素および空気

空気は約21%の酸素を含み、住居内の空間を満たしており、自然にあるいは換気装置によって住宅にインプットする。

人間が1人当り摂取する酸素量は約800g/日・人(安静時642g¹⁰⁾であるとされているが、運動量によって著しく異り、安静時の約2割増としているとして、1世帯3.84人では約3.1kgの酸素が必要となる。しかし、この酸素量は、肺で吸収される量であるので、呼吸中の酸素を0と仮定した場合である。したがって、呼吸中の酸素(空気の20.9%)を肺では、4.5%(対空気比)摂取されるので20.9/4.5=5倍の酸素、すなわち約16kg/日・世帯が住人の体内にインプットされる必要がある。燃料の燃焼によって消費される酸素量は、次のように計算される。

都市ガスは、1m³中の成分⁹⁾は、H₂0.30m³、CH₄0.25m³、N₂0.16m³、CO0.1m³、CO₂0.1m³、C₂H₄0.05m³、C₃H₆0.03m³、O₂0.01m³とし、理論酸素量を計算し、必要酸素量は、2.1m³O₂/日・世帯となり、これは、3.0kg/日・世帯となる。

プロパンガスは、1m³中の成分⁹⁾を、C₃H₈0.512m³、C₄H₁₀0.282m³、C₃H₆0.182m³、C₂H₄0.024m³として、計算すると、0.21m³/日・世帯となり、これは0.3kg/日・世帯である。

灯油は、石油系燃料の組成をほぼC_nH_{2n+2}(中東原油からの灯油は80~85%が飽和炭化水素、15~20%が芳香族炭化水素)¹⁰⁾と仮定して、2.28kg/日・世帯となる。

固型燃料はすべて石炭とみなして計算を行う。瀝青炭の1例では、成分は、H5.24%、C78.00%、N1.28%、O7.47%となっており、必要酸素量0.032kgとなる。

以上燃焼による必要酸素量は、東京23区で5.6kg/日・世帯、横浜市では6.1kg/日・世帯(それぞれ1.5kg/日・人、1.6kg/日・人)となる。空気量に換算すると、

東京で24kg/日・世帯、横浜で26kg/日・世帯である。これは最低必要量を求めた数値であって、実際には、これの何倍かが必要であろう。

理論的に必要な酸素量は、人間の呼吸から3.1kg、燃料の燃焼から5.6kg、合計8.7kg/日・世帯となる。燃料からの必要酸素量は、人間からのその約1.8倍である。なお、8.7kgの酸素を得るために必要な空気は37kgになる。

一方、空気のインプット量に関しては、次のように考えることもできる。1住宅のモデルを62.5m²とし、天井までの高さを2.5mとすれば、住宅の容積は約155m³である。仮に、換気が1回の場合は、空気量は155m³/日、200kg、10回の場合155m³、2t、100回の場合、15,500m³、20tとなり、それぞれの場合の酸素46kg、460kg、4.6tである。

空気と共にインプットするものには、悪臭物質や有害ガスがある。東京都の公害苦情調査¹¹⁾(52年)によれば、悪臭を含む有害ガスに対する苦情は、20.8%であり、騒音に次ぐものである。そしてその次がばい煙の苦情で10.4%(粉じんの苦情も含めると15.3%)と続いている。

b: 太陽エネルギーおよびその他の自然現象

太陽からのエネルギーは、東京で平均3,000~3,200kcal/m²・日¹²⁾、住宅内へのインプット量は、窓の大きさ、屋根の傾斜、断熱効果等の諸々の条件によって著しく異なる。

宇宙線は10⁶eV以上のエネルギーを持ち¹²⁾、日本では、3.4μR/hr¹³⁾とされている。α線やX線を含む、いわゆる自然放射線は、東京で7.63μR/hr(183μR/日)であり、エネルギーとして供給される。

東京において、降雨量は平均1454mm/年¹⁵⁾で、4mm/日となり、62.5m²の住宅の屋根、約50m²に降る量は、約250ℓ/日になり、また平均風速は2.9m/秒¹⁵⁾である。地震は、有感30回/年、無感201回/年¹⁵⁾である(昭和52年)。雨および風は物質および力学的エネルギーとして、地震は力学的エネルギーとしてインプットされる。

c: 騒音・振動

騒音および振動はエネルギーとしてインプットされる。騒音は居住環境に大きく影響され、東京都23区内の3394ヶ所における自動車音、工場音、一般音、不特定音の騒音レベルおよび発生源別寄与率の平均をみると平均52~69d(B)である。発生源別寄与率は、自動車音が44.4%で最大であり、建設工事等を含む一般音が37.1%不特定音11.1%、工場音6.8%の順になっており、自動車音と一般音の合計が80%を占めていることがわかる¹⁷⁾。また、空港周辺、新幹線沿線、幹線道路では局部的に100ホンを超える地域があり、都市居住がこうした交通

機関と隣接して成り立っているのが特徴的である。

東京都における公害苦情調査(52年)によれば、騒音が全体の46.2%(11341件中の5239件)を占め¹⁸⁾、騒音がいかに生活をおびやかしているかが伺える。

近隣騒音も、住宅が狭く密集している都市の居住地域や、集合住宅の多い都市居住の特徴であろう。

振動も、騒音と同様に、交通、建設工事に伴って発生し、住居内にインプットされる。

3. 居住システムからのアウトプット

3-1 人間が運び出す物質

居住システムから人間によって運び出される物質の大量のものは、固型のごみ類である。東京都区部では、可燃、不燃・不適、手数料ごみ、粗大ごみに分けて収集している。また、再利用のための有価物として、新聞・雑誌、カン・ビン類、衣類は、別のルートで一部回収されている。その他に、郵便・小包類が運び出される。

a: ごみの量

i 廃棄されたごみの調査からの推定

東京都の区部における51年度の清掃局による都市ごみ収集量¹⁾は、1230g/日・人となっているが、これには居住系のごみの他に事業所系のごみも含まれている。区部以外の平均は、520g/日・人¹⁾であり、これは事業所系のごみが極めて少いと考えられる。また、町田市における調査結果¹⁹⁾によれば、家庭からのごみの排出は、夏季535g/日・人、冬季456g/日・人であり、平均的なごみの排出量は、先の区部以外の520g/日・人に近い。3.84人世帯では、約2.0kg/日となる。

ii インプット量からのごみ量の推定

食料品の廃棄率は、日本食品標準成分表²⁰⁾の値からまとめると、穀類はぼ0%、いも類約10%、魚類約35%、貝類約70%、まめ類約0%、野菜類約20%、果実約30%、菓子類約0%、肉類約0%となる。表II-2の各品目のインプット量に、上記の廃棄率を掛けて全インプット量で割って廃棄率の平均を求めると、約10%となる。これは調理する段階での廃棄率であって、食べ残し等の残飯を含まない。残飯は調理による水分等の増加を含みインプットする食料の5~10%と仮定する。

食料品中の水分量は、日本食品標準成分表²⁰⁾に個々の食品について記されているが、整理してみると、米約15%、パン約70%、いも類70~80%、魚貝類約70%、まめ類約30%、野菜類約85%、果実80~90%、菓子類約20%、肉類約60~70%となる。米やまめはそのまゝの状態を食べるのではなく煮るか、炊くかして水分を加えている。また、魚や肉類は焼いたり、炒めたりして水分を減じるので、正確に水分量を計算することは不可能であるが、摂取時の水分量は平均50~60%と推定できる。

一方、食品中の水分は次のように考えることもでき

る。1人1日の食品摂取量が1290g/日・人⁴⁾であり、炭水化物、蛋白質、脂質、鉄その他栄養摂取量が487.3g⁴⁾であるから、この差を水分量と仮定し、約62%が摂取時の食品の平均水分量とすることができる。

収集されたごみの中で厨芥ごみの水分量は76%²¹⁾となっており、例えば、76-62=14%として、ごみになった状態では、全ごみ中の10数%が余分の水分を吸収していると考えてよい(約15%とする)。

上の結果から、各家庭からの排出ごみ約2.0kg/日・世帯のうち、余分の水分を除いた1.7kg/日・世帯が、水分のつけ加わらないごみ重量と見なすことができる。

先に述べたインプット量は表II-6のごとく、運び込む物資は6.16kg/日・世帯であり、このうちどのくらいが廃棄されるか概算してみる。

包装・容器類の内訳は、半谷・大竹⁵⁾によれば、食料品に付随したものの中で、紙0.14kg、プラスチック・ビン類約0.07kg、衣類・雑品に付随した包装・容器類は紙類とプラスチック類を½ずつと仮定し、それぞれ0.025kgとなる。物資では、食料品の廃棄率を先のごとく約10%、残飯を約8%として、4.3kg×0.18=0.77kgとなる。雑品類は、印刷物0.28kgを除いた残りの0.3kgのうち、下水道へ廃棄されるものを除いて(表II-10)約0.2kgは可燃物としてアウトプットすることにする。半耐久品は不適・不燃ごみとして全量0.26kgを、耐久品は全量0.24kgをすべて粗大ごみとして、アウトプットすると考えると、合計では、可燃物約1.14kg(これ以外に別回収の印刷物0.28kg)、不適・不燃物0.36kg、粗大ごみ0.24kg、印刷物も含む全合計では2.02kg/日・世帯となる。大変乱暴な計算ではあるが、運び込む物資(6.16kg)の約3割を廃棄していることになる。残りの7割のものは、人間が運び出すのではなく、別の形態でアウトプット又は蓄積されることになる。

粗大ごみを除外した合計(1.78kg)のうち、食料品類のごみが45%、可燃物の雑物20%、可燃物の印刷物15%、不適・不燃物20%となり、町田市の調査¹⁹⁾による、生ごみ47%、可燃物の雑物15%、可燃物の紙類18%、不適・不燃物(セニイ類を含む)20%と、極めてよい組成の類似性を見た。また、世帯人数3.84人で除して1人当りにすると、本報の概算では、食料品由来のごみ約0.2kg/日、可燃雑物0.1kg/日、可燃印刷物0.07kg/日、不適・不燃物0.09kg/日、合計0.46kg/日(粗大ごみを除く)となり、一方、町田市では、生ごみ232g、可燃雑物74g、可燃紙類91g、不適・不燃物142g(セニイを含む)、合計496gとなっており、ほぼよい一致をみた。

b: ごみ中の微量元素

居住システムから廃棄された物質の質について、ごみとして排出された物質の質を、清掃研究所²²⁾のデータを基礎に考える。居住システムから排出されたごみだけの

分析値はないが、事業所系を含む都市ごみの質的調査がある。

表Ⅱ-9に、東京23区の容器収集ごみ中の有害物質の分析例²³⁾を示す。

事業所系を含む都市ごみの中から、居住系のごみの量だけを知るために次のような概算を行った。東京都23区の昭和51年の都市ごみの排出量は、1230g/日・人²⁾で、一方、居住系からのごみとみなし得る区部外の排出量は520g/日・人³⁾あるいは町田市⁴⁾の調査による住宅からの排出量は496g/日・人であり、これらの数値から居住系からのごみの排出量を約500g/日・人とすれば、 $500 + 1230 \div 0.4$ となり、約40%が、都市ごみのうちの居住系ごみとなる。

表Ⅱ-9の排出量のうち、40%を居住系によるものとして、数値を計算した。

これらは、粗大ごみを含んでいないので、家具類、家電製品類に由来したものではない。

c：郵便・小包

アウトプットする郵便物はインプットの場合と異り、事務所関係のものがほとんどない。郵政要覧²³⁾による筆者等の計算では、普通通常郵便物(99.8通/年・人、53年)であるが、この17.1%が、個人対個人で、個人から事務所宛のものは、わずか2.8%である。数にして19通、これに年賀状23通を加え42通/年・人(約100g)、これに小包17個(約850g、事務所宛も含む)を加えて1kg/年・人であるから0.01kg/日・世帯となり、2-1-fの資料3)から求めたインプット量からダイレクトメール類の事務所系郵便物を差し引いた量にはほぼ等しい。

3-2 パイプおよび電線を通じてアウトプットする物質
住宅から下水道へアウトプットするものは、水と共に排出される尿尿および雑用水(台所、洗面所、風呂場、洗濯機等から排出される水の総称)である。下水へ供給されるものには、表Ⅱ-10以外にふきそうじによる室内のはこり(砂ぼこり、油よごれ、糞ぼこり、食器・台所用具からの溶出物・さび類・摩耗物質等)がある。なお下水道へは、アウトプットの“血管”に当るパイプからの溶出

表Ⅱ-9 都市ごみおよび居住系ごみ中の微量元素の排出量(23区, 容器収集分, 昭和52年度)

微量元素	ごみの区分		年間排出量		都市ごみ	居住系ごみ	居住系ごみ
			t/年	区分比率%	1日・1人当りg	1日・1人当りg	1日・1世帯当りg
Cd	可分	燃別	11.3	47	0.0036	0.0014	0.0054
		別		53			
Pb	可分	燃別	447	41	0.14	0.056	0.22
		別		59			
Zn	可分	燃別	2080	32	0.67	0.27	1.04
		別		68			
Cu	可分	燃別	1450	76	0.46	0.18	0.69
		別		24			
Cr	可分	燃別	167	24	0.053	0.021	0.081
		別		76			
Hg	可分	燃別	11.8	5	0.0038	0.0015	0.0058
		別		95			
As	可分	燃別	19.2	21	0.0061	0.0024	0.0092
		別		79			
全 Cl	可分	燃別	31500	47	10.1	4.0	15.4
		別		53			
	揮発性	可分	23800	35	7.6	3.0	11.5
		燃別		65			
	残留性	可分	7600	85	2.4	0.96	3.7
		燃別		15			
全 S	可分	燃別	4280	65	1.4	0.56	2.2
		別		35			
	揮発性	可分	1720	72	0.55	0.22	0.84
		燃別		28			
	残留性	可分	2560	60	0.82	0.33	1.3
		燃別		40			

- 注 1) 可燃とは焼却処分のごみのこと、分別とは不適・不燃ごみのこと。
- 2) 都市ごみとは、住宅から出る居住系ごみと事業所系ごみの合計のこと。
- 3) 居住系ごみとは、事業所系ごみを含まない住宅からのごみのこと。ここでは都市ごみの内40%を居住系ごみとした。
- 4) 昭和52年、23区人口を8,568,695人として計算した。
- 5) 可燃ごみと分別ごみの割合は、前者72%、後者28%である。

表Ⅱ-10 下水へ供給される物質の量

品 目	排出重量	備 考	文献26) から	1人当りの排出重量
	(京浜圏の資料) g/日・世帯		生産量から換算	
台所用洗剤	14.2	界面活性剤例27%	4.7g/日・人	3.7
石けん	3.3	石けん		0.9
シャンプー	4.4	界面活性剤	1.6g/日・人	1.1
洗濯用洗剤	34.5	" ABS20~30% リン5%前後	10.0g/日・人	9.0
医薬品	1.1	界面活性剤数%~10数%		0.3
化粧品	4.1			1.1
はみがき	5.3	" 数%, 150円/200gとする		1.4
ちり紙	33.4	消費量の2/3をトイレトペーパーとして 40円/1コ, 140g/1コ		8.7
合 計	100.3			26.2
その他 リンス, 住居洗浄剤, ドライクリ ーニング用溶剤, 漂白・殺菌剤, のり類, ワックス, 油類		界面活性剤を含む	リンス 0.9g/日・人	

物質も質的に無視できない。

a : 尿尿・雑用水

1人1日当りのアウトプットでは、尿の量は約135g/日・人、尿1.5ℓ/日・人の値²³⁾を引用すると、3.84人世帯では、尿342g/日・世帯、尿5.76ℓ/日・世帯となり、これらは下水道へ直接、あるいは浄化槽を経て一部は下水道へ、また、一部は、汲み取られて処理場へ運ばれる。

下水道への排水量は上水のインプット量に等しいとすれば、1.1m³/日・世帯となる。

下水道への汚濁負荷量は、建設省の試算⁴⁶⁾(昭和45年度)から1世帯3.84人を計算すれば、BOD50g, COD25g, SS38g, TN(全ちっ素)35g, TP(全りん)2g, また雑用水からBOD119g, COD60g, SS115g, TN47g, TP3.3gとなる。BOD, COD, SSとも、雑用水が尿尿の約3倍である。

また、食料品のかす等を除き、インプット物質のうちで下水に供給されるものは、表Ⅱ-10に示したごとく、1世帯約100gである。この他に、各種の漂白剤、ワックス類、油類が考えられる。

田中・沖野²⁵⁾によると、諏訪湖周辺地区の洗濯用洗剤の使用量は、38~50g/日・世帯(世帯とは2人~8人世帯を含む)で、リン含有量が5.1%であり、洗濯用洗剤によるリン排出原単位は0.45g/日・人としている。

本報では、洗濯用洗剤の購入量は34.5g/日・世帯(表Ⅱ-10)であるから、90g/日・人、リンの含有率を5.1%とすると、0.46g/日・人、18g/日・世帯となる。

b : 微量元素

名古屋西山処理場における生活排水中の有害微量元素の人口当量負荷²⁷⁾から、1世帯当りの微量元素排出量を推定すると表Ⅱ-11のようになる。

また高橋の資料²⁴⁾によれば、都南多摩処理場下水汚泥から求めた排出原単位は、Cd0.27, Zn68.4, Cu10.6, Pb3.06(いずれもmg/1人・日)であり、名古屋市における10家庭のし尿と雑排水(厨房、洗濯、風呂)の重金属の排出原単位は、Cd0.29, Zn40.7, Cu6.4, Pb2.5(mg/1人・日)である。二つの資料は、表Ⅱ-11の約30~75%にしか相当しないが、前者は処理場からの放流水中の重金属の分、後者は、洗面、掃除、水洗トイレ等の水中の重金属分が含まれていないので、その分だけ少いと考えられる。

表Ⅱ-11 処理場流入微量元素の居住系からの排出量およびごみ中濃度との比較

元素	居住系排水分 1日・1人当り, mg	居住系排水分 1世帯当り, mg	ごみ中の量/下 水中の量(居住系)
総水銀	0.054	0.22	28
カドミウム	0.82	3.1	1.7
ひ素	0.26	1.1	9.2
鉛	8.0	31	7.0
総クロム	3.2	12	6.6
銅	13.0	50	14
亜鉛	70.4	270	3.8

c : 電信・電話

インプット=アウトプットとみなす。

3-3 その他アウトプットする物質

a. 空気および燃焼生成物

i. 空気, 酸素, 二酸化炭素および水蒸気

諸物質を希釈・移動させる媒体としての空気の量は、インプットとほぼ同じと考えてよい。

人体に由来する二酸化炭素 (CO₂) と水分 (H₂O) は、空気のインプット量約10m³/日・人から計算した。アウトプットの空気もこれと同量と考え、この3.8%¹⁰⁾がCO₂であるから0.75kg/日・人となり、1世帯では2.9kgとなる。また、H₂Oは呼気中に30℃で湿度100%とすると33.7gH₂O/m³であるから、アウトプットの空気約10m³/日・人¹⁰⁾に対して337g/日・人、1世帯にして約1.3kgの水が呼吸によってアウトプットされる。汗からの水のアウトプットは、1人700gで1世帯2.7kg/日・世帯となる。

燃料の燃焼による二酸化炭素CO₂および水分H₂Oの排出については燃料別に表II-12にのせた。総計1日1世帯あたり7.2および6.5kgとなる。

ii SO₂

都市ガス：1例として東京ガス²⁹⁾のパンフレットによると、都市ガスの燃焼によるSO₂の排出量は0.004gSO₂/10⁴kcalとなっている(これは、ガス事業法に定められている0.00%以下の基準よりかなり良い0.00015%に当る)。これによると11,200kcal/日・世帯の消費量では、0.004g/日・世帯である。仮に、0.005%とすると0.07g/日・世帯となる。また、EPA³²⁾によると、天然ガスで家庭用暖房装置が9.6kgSO₂/10⁶m³(Sの含有量0.00063%に当る)という排出係数を仮に使うと0.021g/日・世帯となり、先の2つの値のほぼ中間値となりこの値を採用する。

プロパンガス：JIS規格でS分は0.02%以下となっているので、0.02%をSの含有率とすると、消費量0.04

m³(84.2g)中のS分は0.0168gとなる。これが全部SO₂になると仮定すると0.034g/日・世帯である。

EPAの排出係数は、プロパン、ブタンのいずれも0.005S(Sはいおうの含有量,%)kg/10³ℓとなっている。プロパンガスの0.04m³は液化すると約0.16ℓ(EPA:ブタン液状60°Fで579g/ℓを1,プロパン液状60°Fで507g/ℓを3の割合で混合したと考え、525g/ℓの値を用いた)となるから、EPAのS分0.00017%ではSO₂量は、0.00014gとなり、当然のことながらJISの0.02%を用いた場合よりかなり小さい値である。

灯油：JIS規格によると家庭用(1号)は、S分0.015%以下となっているが、現在ほとんどが0.01%以下となっているので、0.01%とし、消費量0.4kg/日・世帯では、0.08SO₂g/日・世帯となる。

EPAの家庭用燃焼装置の排出係数は、17S(Sはいおうの含有量,%)kg/10³ℓとなっており、0.10g/日・世帯で上記に近い値となる。

石炭：石炭中のS分は0.95%¹¹⁾として、消費量0.016kg/日・世帯では0.3g/日・世帯となり、EPAの家庭用手だき燃焼による排出係数19Skgt(瀝青炭)による計算0.29g/日・世帯にほぼ等しい(S=0.95%¹¹⁾とした)。

iii ばいじん

ばいじんに関しては、すべてEPAの排出係数によった。

都市ガス：EPAでは天然ガスの数値しかないのだから、302kg/10⁶m³から、消費量2.2m³として計算すれば、0.70g/日・世帯となる。

プロパンガス：プロパン(0.22kg/10³ℓ),ブタン(1.8kg/10³ℓ)をそれぞれ3:1の比で混合すると仮定して、0.62kg/10³ℓを排出係数として利用する。消費量0.16ℓで、0.10g/日・世帯となる。

灯油：家庭用では1.2kg/10³ℓであり、消費量0.44ℓでは0.53g/日・世帯となる。

表II-12 二酸化炭素(CO₂)および水(H₂O)の生成量(1日当り)

(消費量) 物質あるいは人間	CO ₂ (kg)			H ₂ O (kg)		
	単位当り生成量	1世帯当り	1人当り	単位当り生成量	1世帯当り	1人当り
都市ガス(2.2m ³ /日・世帯)	0.64m ³ /m ³ 都市ガス ⁹⁾	2.8kg	0.73	生成量0.99m ³ /m ³ ガス	1.8kg	0.47
プロパンガス (0.04m ³ /日・世帯)	3.258m ³ /m ³ プロパン ⁹⁾	0.26	0.068	4.052m ³ /m ³ プロパン	0.13	0.034
灯油(0.40kg/日・世帯)	3.06kg/1kg灯油 ¹⁰⁾	1.2	0.31	1.38kg/1kg灯油	0.55	0.14
石炭他(0.016kg/日・世帯)	2.86kg/1kg石炭 ¹¹⁾	0.028	0.007	0.468kg/1kg石炭	0.0075	0.0020
小計		4.3	1.1		2.5	0.65
人間(800gO ₂ /日・人)		2.9	0.75	呼 吸	1.3	0.34
				汗	2.7	0.7
合計		7.2	1.85		6.5	1.7

石炭：家庭用手だし燃焼では10kg/tから、消費量0.016kg/日・世帯では、0.16g/日・世帯となる。

iv NOx (NO₂として)

NOxの排出量は、燃焼条件によって著しくその排出量が異なる。家庭で使われているエネルギーの用途をみると、⁷⁾ ガスの約60%が給湯用、30%が厨房用、残り10%が暖房である。また灯油では、86%が暖房用、12%が給湯用である。表II-13²⁹⁾には、器具別のNOx排出原単位が示されている。そこで、東京都23区世帯の都市ガス、プロパン、灯油の使用量を用途別（給湯、厨房、暖房）に

表II-13 燃焼器具別NOx排出量²⁹⁾

器具	燃料	燃料消費量 (kcal/h)	NOx排出原単位 (10 ³ ml/10 ³ kcal)	NOx排出量 (ml/h)
赤外線ストーブ	灯油	2,220	11	24
	LPG	2,167	9	20
	都市ガス	2,580	8	21
湯沸器	LPG	9,873	107	1,056
	都市ガス	9,800	106	1,039
対流型ストーブ	灯油	1,900	102	194
放射型ストーブ	灯油	2,220	22	49

割り振って、個々の用途別使用量に原単位を掛けて、NOxの排出量を計算した（表II-14）。

給湯のすべてを湯沸器、暖房のすべてをストーブとし、灯油によるストーブは、赤外線型、放射型、対流型の使用エネルギーの比率を1：1：1とした。また、厨房用では、ガスコンロとし、平均的な排出原単位65×10⁵ml/10³kcalを用いた。NOxの総量1.032ℓ/日・世帯となる。

また、NOxをNO₂として重量に換算すれば2.1g/日・世帯である。

一方、EPAによる排出係数を使うと、都市ガスは、天然ガスの排出係数800kg/10⁶m³を用いて、1.7g/日・世帯、プロパンガスは、プロパン（係数0.7kg/10³ℓ）とブタン（係数6kg/10³ℓ）を3：1に混合したと仮定して、2.0kg/10³ℓを係数とすれば、0.005g/日・世帯、石油は1.5kg/10³ℓを採用して0.66g/日・世帯となる。

石炭は、1.5kg/tの係数を用い、0.024g/日・世帯となる。これらを表II-15-1に示した。

v. 一酸化炭素、炭化水素、アルデヒド

燃焼に際して、CはCO₂に、HはH₂Oに、全部変化すると仮定して既に計算したが、実際には、上記の物質が生成される。EPA³⁰⁾の排出係数を用いてこれらのもの

表II-14-1 燃料の使用目的別の分配

種類	全使用エネルギー量/日・世帯	給湯kcal/日・世帯	厨房用kcal/日・世帯	暖房用kcal/日・世帯
都市ガス	1.1×10 ⁴ kcal	6.6×10 ³ (60%)	3.3×10 ³ (30%)	1.1×10 ³ (10%)
プロパンガス	480	29(60%)	14(30%)	5(10%)
灯油	3916	470(12%)	—	3.4×10 ³ (86%)

表II-14-2 使用目的別NOx排出量

種類	給湯	厨房(コンロ)	ストーブ	合計(NOx)
都市ガス	660ml	210ml	11ml	881ml
プロパンガス	2.9ml	1.9ml	0.2ml	5ml
灯油	—	—	赤外 12.1ml, 対流 110ml, 放射 24.2ml	146ml
合計				1,032ml

表II-15-1 燃料の燃焼生成物（1日1世帯および1人当たり）

	種類	CO ₂	H ₂ O	NOx	NO ₂	SO ₂	ばいじん
一世帯当り	都市ガス	2.8kg	1.8kg	881ml	1.8g	0.021g*	0.70g*
	プロパンガス	0.26	0.13	5	0.01	0.034	0.10*
	灯油	1.2	0.55	146	0.30	0.08	0.53*
	石炭	0.028	0.0075	—	0.024*	0.30	0.16*
	合計	4.3	2.5	1012	2.1	0.44	1.5
一人当り	合計	1.1	0.65	264	0.55	0.11	0.39

* はEPAによる家庭用燃焼装置の排出係数を用いた。

も一応計算してみると、表Ⅱ-15-2に示したようになる。

表Ⅱ-15-2 燃料の燃焼生成物*
(1日1世帯)

種 類	一酸化炭素	炭化水素	アルデヒド
天然ガス	0.70g	0.28g	0.35g
プロパンガス	0.10	0.038	0.050
石油	0.26	0.15	0.11
石炭	0.72	0.16	0.0005
合計	1.78	0.63	0.51

* すべてEPAによる家庭用燃焼装置の排出係数を用いた。

b: 熱・光

人間が1人1日当りインプットする物質は、食料として主にインプットし、CO₂、H₂Oおよび熱としてアウトプットする。約5%³⁰⁾が尿尿として出されるとして、摂取熱量2300kcal/日・人の95%、約2200kcal日・人を熱としてアウトプットする。1世帯にして約8400kcalである。

居住システム全体では、電気・都市ガス・プロパンガス・石炭としてインプットするエネルギーは21,100kcal/日であるから(表Ⅱ-7)、人間から排出エネルギー量を加えると約29,500kcalとなり、全体の1/3が人間、2/3が燃料によるエネルギーである。

また、光に関しては、主として照明によるものであり、家庭用電気の用途別使用量は、52年、全国の平均で、照明が19.0%⁷⁾となっている。照明で使われる電力のうち数%が光に、残りは熱としてアウトプットする。

4. 結果のまとめ

居住システムにおけるインプットおよびアウトプットの調査において、量的に明確となった部分についてまとめてみた。

1) 水および空気のインプットあるいはアウトプットの量は、他の物質とオーダーの違いがあり、1世帯当り水1.1t、空気200kg~20tとなった。空気については、燃焼に必要な酸素が1世帯当り最低必要量として、人間に対し3.1kg、燃料に対して5.6kgである。

水と空気は、それ自体が化学変化を伴うような用途として利用される要素と、種々の物質を希釈し、大きな量を伴う移動の媒体としての要素を兼ね備えていることが判る。

2) 水・空気を除くインプット物質は、燃料も含めて7.62kgとなった。このうち最大量は食料品で約56%、燃料が約26%、残りの雑品・耐久・半耐久物質が18%となった。食料の重量を1とすれば燃料はその1/2であり、熱量の比にすると食料が1で燃料が2であった。食料と燃料を合わせると合計の8割強を占め、これらの物質は蓄

積されずに、ほとんどが住宅からアウトプットされる。

3) エネルギーとして放出される場合は、物質に化学変化が伴い、燃焼生成物が熱と共に出される。CO₂、H₂O、NO₂、ばいじん、SO₂は1世帯当り、それぞれ7.2kg、6.5kg、2.1g、1.5g、0.44gとなる。

また、それらの燃焼生成物の燃料種類別寄与度は、CO₂では、都市ガス65%、灯油28%、SO₂、石炭69%、灯油18%、NO₂都市ガス85%、灯油14%、ばいじんでは都市ガス47%、灯油35.6%となった。更に、COについては石炭40%、都市ガス(天然ガス)39%、炭化水素では都市ガス(天然ガス)45%、石炭25%、灯油24%、アルデヒドでは、都市ガス(天然ガス)69%、灯油22%であった。

4) 人間が運び出す固型のごみは、東京都清掃局の値では2.0kg/日・世帯、本報の値では、約2.3kgとなり、インプットからの推定に大きなまちがいはなかったと考える。

5) 微量元素の放出に関しては、ごみの中の量と下水中の量を比較した。すべての元素において1世帯当りの排出量は、ごみ中が大であり、下水中の量に比べ、総水銀で約28倍、銅約14倍、ひ素約9.2倍、鉛約7.0倍、総クロム約6.6倍、亜鉛約3.8倍、カドミウムは約1.7倍であった。水銀は、分別収集では不適・不燃物中に95%が含まれるが、銅は可燃物中に75%、カドミウム、鉛は、可燃物中に約半分含まれているので、焼却処理によるこれらの元素の大気放出が考えられる。

5. 考 察

今回の調査では、かなりの程度住宅における物質の流れを量的に把握することができたが、主要な元素の流れあるいは微量ではあるが、環境への影響の大きな化合物あるいは元素の流れや変化についてはその実体が明らかにされなかった。今後の課題である。

また物質の流れや変化についても、記述的な結果が得られたのみで、住宅という物質系の特徴を指摘する段階に至っていない。

また、総計の数値より行われた数値が、どの程度実際に合致するものであるかの討論もなされるべきであるが、これらについては、Ⅲである程度述べることにする。

Ⅲ 居住システムのインプットとアウトプットの実測例

1. はじめに

都市住宅における物質収支の知見を得るため、タイプ異なる2種の住宅を例として、それらの住宅における物質のインプットとアウトプットを予備的に実地調査し

た。この調査データを前記(Ⅱ)の都市又は全国での住宅の平均値と比較、考察を行った。

2. 方法

2-1 調査した住宅

次の2軒の住宅において、物質のインプットとアウトプットの調査を行った。

A氏宅 東京郊外の1戸建住宅

家族6名, 住宅面積 161m²

B氏宅 東京区部の集合住宅(6階建の4階)

家族2名, 住宅面積(専有面積) 50m²

2-2 調査期間

各住宅により若干の期間のずれはあるが、ほぼ同一の時期にA宅、4回、B宅、5回の調査を行った。1回の調査は生活サイクルを考慮し1週間単位で行った。調査期間は表Ⅲ-1に示す。

表Ⅲ-1 調査住宅の調査期間および調査日数

No.	A宅		B宅	
	期間	日数	期間	日数
1			1977, 7/6-13	8
2	1977, 11/7-14	8	1977, 11/7-14	8
3	1978, 1/30-2/5	7	1978, 1/26-2/2	8
4	1978, 4/24-30	7	1978, 4/10-17	8
5	1979, 1/20-26	7	1978, 12/14-20	7

2-3 調査方法

本調査における住宅への物質のインプット、アウトプットは全ての成分を記録したものではないが、通常の状態ではチェック可能な成分はとらえたつもりである。調査はインプットとアウトプットにわけ行われた。すなわち種々の物質、品物の住宅への流入、流出量、人間の出入の回数、電話の送受信回数、食事の回数を記録した。ここに述べる食事の回数とは、購入等により住宅へインプットされた食料品を用いて作られた食事の数を示す。インプットは品物、水、燃料、電気、電話、人間に、アウトプットは品物、水、電話、人間に分類し記録された。各記録項目により毎日、毎回又は1週間に1回の割合で、品物についてはその重量をヘルスメータ又は料理用はかりにて秤量し、その重量と品名を、電話、人間についてはその回数を記録用紙に記入した。他の項目も類似の方法にて使用量を記録した。

2-3-1 物質のインプット

住宅へ人により運び込まれた品物の総重量、すなわち購入品、運ばん用具等を含む、を測定し、さらに個々の購入品等を個別に測定し、次の調査項目に分類し記録した。

1) 持ち込まれた荷物の総重量

2) 購入品等分類された項目

a) 食料品

a-1) 野菜, 果実, パン, 米他

a-2) 肉, 魚, たまご他

a-3) 菓子類, し好品他

a-4) 加工食品, 保存食品

b) 書籍, レコード他

c) 医薬品

d) 衣料品

e) 新聞, 郵便

f) 日用品

g) 耐久消費材

h) 雑物(内容については171頁参照)

購入品にともなう包装紙等は総重量には含まれるが、各品名の項においては含まれる場合とそうでない場合がある。包装紙等については正確な記入が常に行われなかったために、各ケースについてこのことを判定することは不可能であった。また調査期間が1週間単位のため、たとえば耐久消費材の様なたまにしか購入されない品物は本調査中には記録されなかった。人が着用している服、ポケットの中の小物は記録より除外した。但し同種の小物でもカバン等の中に入れられインプットされた場合には総重量の中にも含めた。空気、悪臭等の気体成分も記録は行われなかった。

2-3-2 電気, ガス, 灯油, 水のインプット

電気, ガス, 水道の使用量を調査期間中にメータより記録した。灯油は調査期間中に人がインプットした品物としては記録せず、1年間の納品書より使用量を記録した。このため住宅へのインプット総重量には計算上含まれない。自動車用ガソリンと太陽エネルギーは検討外とした。

2-3-3 その他のインプット

電話の受信回数は外部との接触の指標として記録した。

2-3-4 物質のアウトプット

アウトプットは人が住宅より外に出る時に持ち出した品物の重量と廃棄物量を記録した。調査項目は次の通りである。

1) 持ち出された品物の重量

2) 廃棄物量

a) 可燃廃棄物(生ごみ, 紙類)

b) 不適, 不燃廃棄物(金属, ガラス, プラスチック)

c) 有価ごみ(新聞, 雑誌)

d) 石けん, 洗剤

プラスチック類は燃焼可能であるが、ごみ収集分類の都合上不適, 不燃物に分類した。生ごみはポリ袋に入れ廃棄されることが多いが、このポリ袋は可燃物に分類した。

石けん、洗剤（台所、洗濯用）の測定を1回行った。測定期間はA宅、B宅ともに第5回目の最終調査時である。使用量測定は調査開始と終了時の石けん、洗剤の重量差の測定により行った。他の下水を通し流出する成分および気体成分は測定しなかった。

2-3-5 水のアウトプット

インプット量をそのままアウトプット量とみなした。

2-3-6 その他のアウトプット

電話の送信回数は、外部との接触の指標として記録した。

3. 結果と考察

調査住宅A、Bにおける4(5)回の調査結果を表Ⅲ-2～Ⅲ-17に示す。表Ⅲ-3～Ⅲ-7はA宅における物質のインプット、アウトプットを、表Ⅲ-8～Ⅲ-12はB宅のそれを示す。表Ⅲ-13～Ⅲ-17はA、B両宅における年間、1日のインプット、アウトプット量を示す。調査結果からのこれら年間量等への換算は各表の欄外に示した。

表Ⅲ-2 調査住宅への人の出入と持ち込まれた食料品により作られた食事数

No.	A宅				B宅				
	2	3	4	5	1	2	3	4	5
人の出入 a	42	42	43	41	24	22	22	22	21
回数 b	22	25	17	11	9	5	6	5	3
食事数	133	119	117	105	45	40	40	31	34

- a. 家族人が1外出し、帰宅した場合を1回と計測
- b. 家族以外の人が登来し、帰った場合を1回と計測

表Ⅲ-3 A宅における流入物質質量と内訳、および調査回数に対する変動係数

No.	2	3	4	5	S/X %
流入物質質量	113.84	144.83	128.86	98.41	199
食料品	54.08	56.26	67.87	34.33	28
新聞、広告	6.19	6.30	7.25	5.54	14
郵便	5.95	1.73	4.41	3.68	40
書籍、レコード他	5.47	4.61	—	0.69	
日用品	3.93	4.18	6.74	4.86	29
医薬品	1.05	0.05	0	0.02	
衣料	0.89	5.00	2.84	0	
その他	0.55	1.03	0.54	8.01	
雑物	35.73	65.67	39.21	41.28	

表Ⅲ-4 A宅における電気、ガス、水道、電話受信の使用量、回数

No.	単位	2	3	4	5
電気	kwh	120	184	107	143
ガス	cm ³	26	47	31	45
小計	kcal*	390	673	433	618
水道水	cm ³	10	12	13	9
電話	回	26	17	31	32

* 電気、ガスのkcalへの換算
 電気 1kwh = 863kcal
 ガス 1cm³ = 11,000kcal

表Ⅲ-5 A宅における流出物質質量と内訳、電話送信回数および調査回数に対する変動係数

No.	2	3	4	5	S/X %
流出物質質量	53.57	59.45	58.19	58.50	11
廃棄物	16.42	17.40	10.08	20.50	29
雑物	37.15	42.05	48.11	38.00	
電話(回)	18	21	21	25	

表Ⅲ-6 A宅における持ち込まれた食料品の内訳

No.	2	3	4	5
食料品	54.08	56.26	67.87	34.33
野菜、果実他	19.88	20.96	16.19	6.56
肉、魚他	10.46	9.18	7.72	11.30
その他	23.74	26.12	43.96	16.47

表Ⅲ-7 A宅における廃棄物の内訳

No.	単位	2	3	4	5
廃棄物	kg	16.32	17.40	10.08	20.50
可燃物	kg	13.5	13.16	6.93	14.14
生ごみ	%	61	78	73	69
紙類	%	39	22	27	31
不適、不燃物	kg	2.92	4.24	3.15	6.36
金属	%	31	50	49	51
ガラス	%	17	21	25	31
プラスチック	%	52	29	27	18

表Ⅲ-8 B宅における流入物質質量と内訳，および調査回数に対する変動係数

No.	1	2	3 kg	4	5	S/ \bar{x} %
流入物質質量	54.77	58.63	53.54	41.26	57.70	16
食料品	29.15	25.82	16.66	10.08	25.73	38
新聞，広告	3.84	3.67	3.40	1.89	3.12	24
郵便	1.1	0.51	0.53	1.26	0.50	45
書籍レコード他	4.37	0.68	1.10	0.5	0.66	110
日用品	0.28	0	0.7	0	0.91	
医薬品	0	0	0	0	0.32	
衣料	2.00	0.75	2.67	1.19	1.64	44
その他	0.84	4.63	0	3.88	0.20	
雑物	13.19	22.57	28.48	22.46	23.62	

表Ⅲ-9 B宅における電気，ガス，水道，電話受信の使用量，回数

No.	単位	1	2	3	4	5
電気	kwh	67	34.6	42	31.5	44
ガス	m ³	23.8	29.2	82.0	28.9	44.8
小計	kcal *	177	176	446	172	262
水道水	m ³	7.4	8.04	8.92	7.71	4.9
電話	回	7	8	7	8	4

* 電気，ガスの kcal への換算
 電気 1 kwh = 863 kcal
 ガス 1 m³ = 5000 kcal

表Ⅲ-10 B宅における流出物質質量と内訳，電話送信回数および調査回数に対する変動係数

No.	1	2	3	4	5	S/ \bar{x} %
流出物質質量	32.0	39.67	37.78	41.58	37.15	11
廃棄物	6.0	9.23	4.63	9.75	6.41	29
雑物	26.0	30.44	33.15	31.83	30.74	11
電話(回)	17	2	3	4	3	

表Ⅲ-11 B宅における持ち込まれた食料品の内訳

No.	1	2	3	4	5
食料品	29.15	25.82	16.66	10.08	25.73
野菜，果実他	10.65	9.99	7.85	1.20	8.59
肉，魚他	3.36	3.28	3.40	2.99	5.36
その他	15.14	12.55	5.41	5.89	11.78

表Ⅲ-12 B宅における廃棄物の内訳

No.	単位	1	2	3	4	5
廃棄物	kg	6.0	9.23	4.63	9.75	6.41
可燃物	kg	6.0	8.28	4.40	7.28	5.87
生ごみ	%		66	75	62	61
紙類	%		34	25	38	39
不適，不燃物	kg	0	0.95	0.23	2.47	0.54
金属	%		3	0	1	46
ガラス	%		89	57	86	17
プラスチック	%		7	43	13	37

A, B 両宅における主要な流入物質は食料品と雑品であった。A 宅では年間の総インプット量は 6,116kg であり，このうち上記 2 項目により 81% が占められた。この傾向は B 宅でも同様であった。(表Ⅲ-3) 本調査にお

表Ⅲ-13 調査住宅への流入物質量の年間，1日当量と1日，1人当量

	A 宅			B 宅		
	年・世帯 kg	日・世帯 %	日・人 %	年・世帯 kg	日・世帯 %	日・人 %
流入物質質量	6116	16.8	2.8	2489	6.8	3.4
食料品	2675	7.3	1.2	1005	2.8	1.4
新聞，広告	318	0.9	0.15	149	0.4	0.2
手紙	198	0.5	0.09	37	0.1	0.05
書籍，レコード他	136	0.37	0.06	68	0.19	0.09
日用品	248	0.68	0.11	21	0.06	0.03
医薬品	14	0.04	0.01	3	0.01	0.004
衣料	110	0.30	0.05	77	0.21	0.11
その他	128	0.35	0.06	89	0.24	0.12
雑物	2289	6.3	1.05	38	1034	2.8
					1.4	41

$$\text{年・世帯値} = \Sigma (\text{各調査での物質質量}) \times \frac{365}{\text{調査日数}}$$

$$\text{日・世帯値} = \text{年・世帯値} \div 365$$

$$\text{日・人値} = \text{日・世帯値} \div \text{家族数}$$

る雑物はカバン，袋およびカバンに入れられたノート，本類であり，インプットの点より考えると他の物と次の点で異なる。すなわちこれらの物は家庭内で消費，使用されると言うよりもむしろ家庭内外にて使用される必要な道具類あるいは運搬の用具であり，同一品目のインプットとアウトプットが重複して記録される。都市住宅における購入物質質量の平均値（前出 158 頁）と比較するため，購入等により住宅へインプットされる品物の量を合計すると，A 宅では 3827kg/年，B 宅では 1455kg/年であった。但しこれらの値は灯油等の燃料の重量を含まない。A, B 両宅の値と平均値（前出 158 頁）とを日・人当りの重量と比較すると各々 1.75, 2.0, 1.48kg/日・人であり，A, B 両宅におけるインプット量が平均値よ

表Ⅲ-14 調査住宅への流入エネルギーと水の年間、1日当量と1日、1人当量

単位	年・世帯,	A宅		日・人	年・世帯,	B宅	
		日・世帯,	日・人			日・世帯,	日・人
流入エネルギー kcal	32.2×10^6	88.3×10^6	14.7×10^6		11.5×10^6	31.6×10^6	15.8×10^6
電気 kwh	6970	19.1	3.2		2050	5.6	2.8
ガス m^3	1875	5.1	0.86		1950	5.3	2.7
灯油 ℓ	630	1.7	0.29		0	0	0
水 m^3	554	1.5	0.25		346	0.9	0.47

kcalへの換算は表Ⅲ-4、Ⅲ-9と同様に行った。

灯油 1 ℓ = 8900 kcal

りも大きかった。同インプット量に対する主要インプット物質としての食料品重量の割合はA, B, 平均値, 各々69, 69, 76%となり, A, B両宅では平均値より低い食料品量の割合を示した。この割合をいわゆるエンゲル係数と比較することにより興味ある結果を得ることができるとも知れない。

A, B両宅における総インプット量(但し灯油等の燃料を除く)に対する, カバン, 袋等の雑物の占める割合は各々38および41%であった。このことは人間がかなり重い荷物を毎日運び出し, 持ち込んでいることを意味する。(表Ⅲ-13)

A, B両宅におけるエネルギーは主として都市ガスと電気であり, A宅では灯油も使用している。A, B両宅のエネルギー使用量は各々 14.7×10^6 , 15.3×10^6 kcal/日・人とほぼ同じ値を示した。(表Ⅲ-14) これらの値を都市平均値(前出161頁) 5.5×10^6 kcal/日・人と比較すると, A, B両宅でのエネルギー使用量は約3倍大きい。使用エネルギーに対する電気エネルギーの割合はいずれにおいても約15~23%であり, 大部分は都市, プロパンガス, 灯油と言った, 主として熱エネルギーとして使用するエネルギーである。

水の使用量はA, B両宅, 各々0.25, 0.47 m^3 /日・人で, B宅はA宅の約倍であった。東京都区部での平均値(前出161頁)は0.29 m^3 /日・人であり, A宅での使用量とほぼ同じであった。この1人当りの使用量の差は家族数にあまり左右されない基礎使用量と1人当りに使用される比例的な使用量とに分けて考えることにより説明できるかも知れない。

食料摂取量はA, B両宅, 各々1.35, 1.70 kg/日・人で日本の全国平均値(前出159頁)の1.29 kg/日・人よりも大きい値を示した。しかし本調査の値は一部包装紙等を含む値でありネット量はもう少し小さいと考えられる。(表Ⅲ-15)

廃棄物量はA宅0.37 kg/日・人, B宅0.46 kg/日・人であり, 都市での平均値(前出163頁)0.53 kg/日・人よりもいづれも若干低かった。本調査住宅では平均にくらべインプット量が大きいにもかかわらず, 廃棄物量の

表Ⅲ-15 調査住宅における持ち込み食料品により作られた料理相当量と仮想1日・1人の食料摂取量

	A宅		B宅	
	1食	日・人	1食	日・人
食料品	0.45	1.35	0.57	1.70
野菜, 果実他	0.13	0.40	0.20	0.60
肉, 魚他	0.08	0.24	0.10	0.29
その他	0.24	0.71	0.27	0.81

1食当りの食料品量の計算

1食値 = Σ (調査期間の持ち込み食料品量) / 食事数

日・人値 = 1食値 \times 3

表Ⅲ-16 調査住宅からの流出物質量の年間、1日当量と1日・1人当量

	年・世帯,	A宅		年・世帯,	B宅	
		日・世帯,	日・人		日・世帯,	日・人
流出物質	2891	7.9	1.3	1761	4.8	2.4
廃棄物	811	2.2	0.37	337	0.92	0.46
雑物	2080	5.7	0.95	1424	3.9	2.0

表Ⅲ-17 調査住宅からの廃棄物量の年間、1日当量と1日、1人当量

	年・世帯,	A宅		年・世帯,	B宅	
		日・世帯,	日・人		日・世帯,	日・人
廃棄物	811	2.2	0.37	337	0.92	0.46
可燃物	645	1.8	0.29	298	0.82	0.41
不適, 不燃物	166	0.45	0.08	39	0.11	0.05

少ないことは興味深い。インプット量(雑物, 灯油を除く)に対する廃棄物量の割合は, 平均住宅では36%であり, A, B両宅の各々21, 22%とくらべ大きい。

1回の調査であるが, 石けん, 洗剤の使用量はA, B両宅各々13.4, 23 g /日・人であった。都市での平均値(前出165頁)は14 g /日・人であり, A宅とほぼ同じであるが, これにくらべB宅はやや使用量が多い。

以上の結果、1週間単位の調査ではあったが、日常的に住宅の内外に移動する物質は、都又は国の平均値よりあまり大きくはなっていないことがわかった。しかしエネルギーはかなり大きく異なり、A、B両宅ともエネルギーを使用しすぎていると言える。

A、B両宅は家族構成、建築構造が異なり直接比較にどのような意味があるか明確ではないが、種々の品物の使用量、廃棄物量、食料摂取量の1日1人当りの単位量はB宅がA宅にくらべ大きい。家族人数の少ない方が単位当たり種々の品物が多く必要であり、廃棄物量も多くなることは一般に考えられる。しかしA、B両宅のエネルギー使用量はほぼ同じであり、エネルギー以外の面より考え、このエネルギー使用量の同一性は住宅の広さ、建築構造の相違に起因するものかも知れない。A宅は木造、B宅はコンクリート造りであり、エネルギー使用の大半がガス、灯油により占められていることから、各住宅の熱管理がこの原因であるかも知れない。

従来この様な住宅への物質のインプットとアウトプット量の実地調査データはなく、資料からは本質的に算出できないインプット、アウトプット量、たとえば運搬用具の重量を明らかにすることができた。本実地調査は必ずしも完全なものと言えないが、調査結果は資料からの平均値と比較的良好一致を見た。これは偶然の一致かもしれないが、このことは、A、B両宅が、現代の都市生活における標準的な物質収支を行っていることを示唆するものである。

Ⅳ 都市における居住による物の流れの大きさの検討

まえがき

都市の物質循環を、東京都を例によって観察する作業の一部として、まず、人間活動の産出や人間養育が行われる基礎をなす住宅における生活の場に注目し、この場で展開される生活活動を居住と呼ぶこととした。

居住が行なわれる空間である住宅に持ち込まれ、排出されている1人1日あたりの物の流れの平均的の大きさと、都市全体における物の流れの大きさを1人1日あたりに換算したベースにおいて比較を行う。

都市全体に関する数値は、それぞれ参考文献及び出典に示す、各種統計資料やその他の実態調査資料から算出した。

都民1人1日あたりの換算は、原則として、1年について、365日とし、人口については、これまでの東京都人口の最高値であった昭和51年7月1日現在の11,699×10³人を用いた。

1. 食料品及びその他物資の流動量

住宅に持ち込まれ、使用又は消費される物質量は、食料品については、1.1kg/人・日であり、その他物資(ガスを除く)については、0.45kg/人・日であり、合計1.6kg/人・日とする。

この物質量が、住宅内に持ち込まれるまでには、全国各地で生産されたものが都内に移入し、又は外国から輸入され、或いは、都内で加工・生産され、これらの総量が、輸送機関によって運送されねばならない。これらの物資の総運送量を流動量と呼ぶこととする。

既存の調査で、東京都なり首都圏という規模で、住宅に持ち込まれる生活関連物資の流れを、調査分析した資料は、運輸省「東京都圏物資流動調査報告書」⁸⁷⁾しかみあたらないので、以下これにより居住と都市全体の貨物の流れのいくつかの側面について、大きさの概要を比較する。

昭和51年度の1人1日あたりの東京都内貨物流動量⁸⁷⁾(東京都に流入し、東京都から流出する流動量を除く、都内を発地とし都内を着地とする貨物流動量)は、表Ⅳ-1-1に算定されているとおり、①農水産品2.5kg/人・日②その他物資50.4kg/人・日となっている。

表Ⅳ-1-1 昭和51年度東京都内貨物流動量
(航空貨物を除く)

品 目	年間貨物量 [千トン/年]	1人1日あたり 貨物量注) [kg/人・日]	構 成 比 [%]
①農水産品	10,722	2.5	4.7
②林産品	6,430	1.5	2.8
③鉱産品	48,275	11.3	21.4
④金属機械品	26,478	6.2	11.8
⑤化学工業品	29,348	6.9	13.0
⑥軽工業品	26,729	6.3	11.8
⑦雑工業品	15,098	3.5	6.7
⑧特殊品	62,546	14.7	27.7
⑨その他不明	191	0.0	0.1
合 計	225,813	52.9	100.0
②～⑨小計	215,091	50.4	95.3

注)人口：11,699千人、年365日

出典)「昭和51年度貨物流動調査」昭和53年7月、運輸省大臣官房

「貨物流動調査解析篇1」⁸⁸⁾においては、運輸省貨物流動調査の業種、品目、発着先に、一定尺度を設定して、生活関連物流(概ね、住宅又は居住に持ち込まれるもの)と、非生活関連物流(工場その他の産業活動・都市活動の場に持ち込まれ、又は、そこから排出されるもの)とを、区分する試みを行っている。

この結果が、表Ⅳ-1-2に示されている。千葉、埼玉、神奈川の3県を含む東京圏においては、生活関連物

流が占める比率は、①農水産品について65.6%、②その他物資平均35.7%とされている。

表Ⅳ-1-2 9品目別生活関連物資発生量
(東京圏, 1日あたり)

品目	生活関連物資発生量A 〔トン〕	構成比B 〔%〕	総貨物C 〔トン〕	生活物資比率D 〔D=A/C 単位%〕
①農水産品	60,851	8.3	92,856	65.6
②林産品	29,752	4.1	84,504	35.2
③鉱産品	64,282	8.8	219,561	29.3
④金属機 械品	92,555	12.6	465,253	19.9
⑤化学工 業品	322,318	43.9	759,405	42.4
⑥軽工業 品	92,032	12.5	165,825	55.5
⑦雑工業 品	25,799	3.5	65,237	39.5
⑧特殊品	37,933	5.2	103,927	36.5
⑨その他 不明	8,250	1.1	21,186	38.9
合計	733,772	100.0	1,977,385	37.1
②~⑨ 合計	672,921	91.7	1,884,529	35.7

出典)「物流対策の基礎調査報告書」昭和51年
東京都企画調整局総合交通対策室 P215

以下、多少、乱暴であるが、この比率を、機械的に生活関連物流比として適用するものとする。

農水産品にかかる生活関連物資は、大部分が食料品であるとみなし、食料品の流動量=農水産品物流×生活関連物流比率を算定すれば、 $2.5kg/人・日 \times 65.6\% = 1.64kg/人・日$ をえる。

次に、流動係数なるものを考える。流動係数=流動量/使用又は消費量とする。居住における食料品の使用消費量は、 $1.1kg/人・日$ であった。居住域内食料品流動量は $1.64kg/人・日$ であるから居住食料品の域内流動係数は、1.5となる。

この係数は、流入一流出の結果として市場などに集荷されたのち、居住に持ち込まれるまでの間に、居住において使用消費される物質量の1.5倍(又は1.5回)に相当する運送が行われる流動規模を意味している。

流入流出の貨物流動の差と、域内貨物流動とは、どんな関係にあるか、生鮮食料品を例として、若干、補足する。表Ⅳ-1-3-①及び②に示すとおり、昭和45年度

表Ⅳ-1-3-① 築地市場の地区別水産物搬出量(年)

	搬出量 kg	構成比
23区	1,157,853	54.6
都下	196,436	9.2
都外	769,611	36.2
計	2,123,905	100.0

表Ⅳ-1-3-② 神田市場青果物の地域別搬出量(年)

	搬出量	構成比
23区	1,033,466kg	60.4
都下	68,077	4.0
都外	610,471	35.6
計	1,712,014	100.0

出典 東京都中央卸売市場「生鮮食料品流通実態調査表」(昭和45年)

の築地・神田両市場の例では、水産物や青果物の都外転送は、約35%の比率を占めていた。つまり、流入した生鮮食料品のうち、1/3以上が値づけなどののち、都外に流出したことが示されている。流入流出の差分が、都内に滞留し、使用又は消費される。都内の大地から生産される生鮮食料品も、当然これに加わる。(都内生産品の流動の様子は、域内流動に分類される。)この両者の合計量が、生鮮食料品の都内使用量であって、このうちの生活関連物資が居住に配送される。この倍1.5の規模で小売店舗などへ自動車で運ばれ、包装、残滓などが取除かれ、重量品が配達され、最終的には買物行動に補完されて、居住内に導入される。つぎに都市全体で使用し、消費される物質量と、居住に持ち込まれる生活関連物資量との関係を、吟味する。

表Ⅳ-1-4 都内への貨物流入と都内からの貨物流出との差・集計表(昭和49年度) [単位トン/年]

輸送機関	貨物流入・流出差
自動車	-2.35×10^7
鉄道	0.33×10^7
航空機	-0.25×10^7
船舶	2.98×10^7
合計	$0.96 \times 10^7 (2.3kg/人・日)$

出典)半谷「都市における物質の存在、流れとその変化」(判断の基礎としての化学に関する研究) 昭和55年, P29

昭和49年度における流入流出差は、表Ⅳ-1-4のとおり、 0.96×10^7 トン/年($2.3kg/人・日$)であったと算定される。この数値は、昭和49年度において東京都の外部から都内に持ち込まれた物資の大きさの総重量を示している。また、表Ⅳ-1-5には、昭和44年度から昭和50年度までの7年間の流入一流出差(ただし航空貨物を除く。)の年平均値を算定した資料を示してある。この期間の年平均値は、 0.913×10^7 トン/年であって、オーダーが等しく、数値もほぼ近接しているのち、多少、乱暴ではあるが、以下、さきの昭和49年値を年平均値の代表値として援用することとする。

表Ⅳ-1-5 東京都内で蓄積または消費した貨物の量
(単位：トン)

年度	自動車	鉄道	船舶	合計
1969	-1.84×10 ⁶	3.35×10 ⁶	2.58×10 ⁶	2.73×10 ⁷
1970	-4.54×10 ⁶	3.55×10 ⁶	2.75×10 ⁷	2.65×10 ⁷
1971	2.03×10 ⁶	3.14×10 ⁶	2.74×10 ⁷	3.26×10 ⁷
1972	-6.95×10 ⁷	3.50×10 ⁶	3.06×10 ⁷	-3.54×10 ⁷
1973	-4.63×10 ⁷	3.01×10 ⁶	3.48×10 ⁷	-8.5×10 ⁶
1974	-2.35×10 ⁷	2.40×10 ⁶	2.98×10 ⁷	8.6×10 ⁶
1975	-1.39×10 ⁷	3.20×10 ⁶	2.45×10 ⁷	1.28×10 ⁷
年平均	-2.25×10 ⁷	3.02×10 ⁶	2.86×10 ⁷	0.913×10 ⁷

注)自動車欄のマイナスの値は、流出貨物量が流入貨物量を上回っている事を示す。

出典)半谷, 信楽「都市と交通機関の物質代謝」
総合都市研究, 創刊号1977. P52

都内において使用消費される物質量の算定にあたっては、東京の大地から産出される自然の産物の流れの大きさが、無視できない。表Ⅳ-1-1に、昭和49年度における都内生産量を示したが、おおむね3.52×10⁷トンの規模である。

表Ⅳ-1-6 昭和49年度都内生産量推計表
[単位：トン/年()内は、kg/人・日]

1. 穀類	4,612
2. そ菜・果物	190,330
3. その他農産品	1,116
4. 畜産品	64,569
5. 木材素材	108,000
6. 水産品	7,850
小計	377,477 (0.09kg/人・日)
7. 金属鉱	39,354*
8. 砂利, 砂, 石材	12,698,900*
9. 石灰石	2,252,966*
10. 建設残土	19,830,600*(7.64kg/人・日)
小計	34,821,820 (8.15kg/人・日)
合計	35,199,297

注) * の数値は、昭和47年度。

出典)「東京の産業」76年一図でみる実態と動向—
東京都経済局, 及び「物流対策の基礎調査報告書」
昭和51年 東京都企画調整局総合交通対策室
P215

このうち、1.穀類から、6.水産物までの項目の合計377.5トン/年(0.09kg/人・日)が生活関連物流に加わるものとみなし、都内で使用する貨物量を算定すれば、2.2kg/人・日+0.09kg/人・日2.3kg/人・日という数値をえる。

食料品1.1kg/人・日は、既に住宅に導入されているものと考えれば、残余の都内において使用消費されるべき物質量は、2.3kg-1.1kg=1.2kg/人・日となる。この1.2kg/人・日の35.7%が生活関連物資として居住に持ち込まれるものとして算定すれば、1.2kg×35.7%=0.43kg/人・日を与える。すなわち、最初に記述した、住宅のその他物資(ガスを除く)0.45kg/人・日に、ほぼ近似してくる。

ガスを除いて算定したのは、運輸省貨物流動調査には、ガス管で居住に導入されるガス重量が除かれているとみられるためである。食料品及びその他物資1.1kg+0.5kg=1.6kgの物質量に係る流動係数を算定してみよう。

表Ⅳ-1-1を参照すれば、域内流動量合計は、2.5kg+50.4kg=52.9kg/人・日であり、生活関連物流平均比率は、表Ⅳ-1-2により、37.1%である。したがって、居住内使用消費量に係る域内流動係数は、52.9kg×0.371/1.6kg=12.3である。

最後に、都市全体の使用物質量にかかる流動係数を算定する。昭和49年度の都内使用物質量は、流入-流出差0.96×10⁷トン+都内生産量3.52×10⁷トン=4.48×10⁷トン/年である。流入、流出及び生産、流通、消費、廃棄に係る全流動量は、まず、流入、流出については、表Ⅳ

表Ⅳ-1-7 ①交通機関による東京都内への物質の流入
(単位：トン)

交通機関	機関	人間	貨物	合計
自動車	2.5×10 ⁸	1.8×10 ⁷	6.23×10 ⁷	3.3×10 ⁸
鉄道	3.0×10 ⁸	4.3×10 ⁷	1.141×10 ⁷	3.5×10 ⁸
航空	4.9×10 ⁸	3.8×10 ⁵	1.69×10 ⁵	5.4×10 ⁸
船舶	5.89×10 ⁷	4.2×10 ⁴	4.27×10 ⁷	1.016×10 ⁸
合計	6.1×10 ⁸	6.1×10 ⁷	1.166×10 ⁸	7.8×10 ⁸

②交通機関による東京都内からの物質の流出
(単位：トン)

交通機関	機関	人間	貨物	合計
自動車	2.5×10 ⁸	2.0×10 ⁷	8.58×17 ⁷	3.6×10 ⁸
鉄道	3.0×10 ⁸	4.1×10 ⁷	8.14×10 ⁶	3.5×10 ⁸
航空	4.9×10 ⁸	3.8×10 ⁵	1.94×10 ⁵	5.5×10 ⁶
船舶	5.89×10 ⁷	5.1×10 ⁴	1.291×10 ⁷	7.19×10 ⁷
合計	6.1×10 ⁸	6.1×10 ⁷	1.070×10 ⁸	7.8×10 ⁸

出典)「都市の交通機関の物質代謝」半谷, 信楽, 1977
総合都市研究 P51

1-1-7のとおり、貨物流入量1,666×10⁸トン/年、貨

物流出量 $1,070 \times 10^8$ トン/年とし、生産・流通・消費・廃棄にかかる域内貨物流動量を、表Ⅲ-1-1の東京都域内貨物流動量 $2,258 \times 10^8$ トン/年とする。全流動量が総計、 $4,494 \times 10^8$ トン/年と推定されるから、昭和49年度の都市全体の流動係数は、概ね、 $4.49 \times 10^8 / 4.48 \times 10^7 = 10$ である。同様に、域内貨物流動に係る流動係数は、 $2.26 \times 10^8 / 4.48 \times 10^7 = 5$ と算定される。生産・消費・廃棄のための域内流動量は、東京都においては、概ね、流入、流出を含む全体流動の半分の規模を占めている。

都内産出の建設残土を除外した場合の流動係数を算定すればこれを、とりあえず、都内使用物質量の平均的流動係数とみなす。すなわち $(4.49 \times 10^8 - 1.98 \times 10^7) / (4.48 \times 10^7 - 1.98 \times 10^7) = 17$ を得る。建設残土は、投棄のため、せいぜい、1回程度の運送しか、見込まれないと考えられる。

2. 固型廃棄物（ごみその他）

居住からは、 $0.5\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ のごみが排出されるのに対し、都市全体からは、どの程度の規模の固型廃棄物が排出されているか。これに加えて、居住の寄与の比率を算定する。

(1) 一般ごみ

昭和51年度においては、表Ⅳ-2-1に示すとおり、区部515万トン、郡部など78万トンのごみ収集が行われたと記録されている。この統計資料は、清掃車輛トンに

表Ⅳ-2-1 東京都ごみ収集量（昭和51年度）
〔単位：トン/年〕

区	$5,151 \times 10^3$
部	780×10^3
市町村部 (島を含む)	
合計	$5,932 \times 10^3$

出典) 第28回「東京都統計年鑑」S53 P428

よる数値を表わす。しかし、東京都清掃審議会資料³⁹⁾として、昭和51年度の一般ごみに関し、車輛の中味のごみ純量について推計した数値の公表もある。これによると、区部収集ごみは、最大値 $3,979 \times 10^3$ トン/年、最小値 $3,758 \times 10^3$ トン/年と推計されている。単純に推計値の平均を求めれば387万トンであり、清掃車輛トンによる区部収集量515万トンに対する比率は、約75%である。都全域のごみ収集量593万トン/年に、この比率を乗じて、純ごみ排出量を推定するものとすれば、約445万トン/年となり、1人1日あたりに換算すると、約1kgとなる。

つまり、都市全域からは、居住1人1日あたりの約2倍の一般ゴミが排出されていると推定される。飲食店そ

他の事業所からのごみも、一緒に収集されているわけであり、飲食店のごみには、居住の外出による寄与を含む。しかし、とりあえず、居住は、都市全体の一般ごみのうち約50%を排出するとみなすこととする。

(2) 都市施設からの廃棄物

収集された一般ゴミの、半分以上（昭和52年度、区部54%、市部82%）が焼却され、焼却灰が生じ、残余の収集ゴミとともに埋立処分される。このように居住及び都市から排出された一般ごみは、収集が行われ、処分がなされて、形状及び重量を変え、都市施設からの廃棄物となる。

ゴミ及び焼却灰のほか、道路河川清掃ごみ、下水スラッジ及び焼却灰、し尿処理スラッジ及び投棄し尿（外洋）、並びに上水道スラッジを加えた都市施設廃棄物の総量を、表Ⅳ-2-2にまとめてみた。

一般ごみ1人1日あたり約1kgは、焼却処分などによって減量され、他の清掃ごみと合わせて、1日8,737トン（約 $0.75\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ ）の大きさとなる。居住寄与分は、表Ⅳ-2-2のとおり、約55%と算定される。

これに、下水処理、上水処理による汚泥、投棄し尿を加えると、13,148トン/日（ $1.12\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ ）となる。居住から排出される固型廃棄物は、 $0.5\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ のごみだけであると設定されていたのに対し、都市全体からは、約2、3倍の規模の、上下水スラッジ、残灰、し尿スラッジを含む固型廃棄物が排出されている。

居住寄与分は表Ⅲ-2-2のとおり、約60%であると算定される。

(3) 産業廃棄物

昭和52年度産業廃棄物発生量は、 4.63×10^6 トン/年⁴⁰⁾であり、中間処理後の処分量は、 3.31×10^6 トン/年⁴⁰⁾（ $0.8\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ ）である。つまり、居住 0.5kg のごみに対し、産業は、約1.6倍の廃棄物を排出していることがわかる。産廃の処分方法は、都内埋立65%⁴¹⁾、都外埋立28%⁴²⁾であるが、東京湾埋立地への持ち込みは殆んどなく、昭和54年度でも5% [15×10^3 トン⁴¹⁾ × 3.31×10^6 トン = 0.045] 以下であり、公共関与に係りなく、主として自前えで処分されているとみなされる。

都市廃棄物と産業廃棄物の合計は、したがって、 $1.92\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ （= $1.12\text{kg} + 0.8\text{kg}$ ）であり、居住のごみ排出量 $0.5\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ の約4倍（= 3.84 ）の規模となる。都市廃棄物中の居住寄与分を 0.73kg （= $1.12\text{kg} \times 65\%$ ）として、合計量（ 1.92kg ）に対する比率を求めれば、約38%となる。つまり、6割強の固型廃棄物は、産業その他の都市活動に起因して発生したものと推定することができる。

都市廃棄物居住寄与分と算定された $0.73\text{kg}/\text{人} \cdot \text{日}$ を、標準世帯（前出、Ⅱ、P163、3.84人/世帯）に換算すると、年間、約1トンとなる。つまり、1世帯あたり1

表Ⅳ-2-2 都市施設廃棄物（昭和52年度）

区 分	年 間 量 A 〔トン〕	日 量 B 〔トン〕	居住の寄与率 C 〔%〕	居住寄与分日量 D 〔トン〕 D = B × C	処 分 地
埋立ごみ（区部）	2,348,498	6,434	50	3,217	区部
清掃工場焼却灰	228,530	626	50	313	中央防波堤
下水汚泥焼却灰	145,930	400	75	300	内・外
道路・河川ごみ	96,889	265	—	—	処分場
そ の 他	4,781	13	—	—	
埋立ゴミ（市部）	148,000	405	100	405	市部
焼却灰（市部）	181,000	495	100	495	
し尿処理スラッジ	36,000	99	100	99	
小 計	3,189,718 (0.75kg/人・日)	8,737	* 55.3	4,829	
下水スラッジ	687,295	1,883	75	1,412	羽田沖
上水スラッジ	190,165	521	51.4	268	処分場
し 尿	732,555	2,007	100	2,007	外洋投棄
〔しゅんせつ土砂〕	S.46~S.53 1,700m ³ 年平均2,125×10 ³	(5,822)	—	—	東京湾内 埋立処分場
合 計（しゅんせつ 土砂を除く）	(1.12kg/人・日)	13,148	* 65.0	8,516	

* それぞれDをBで除して比率を求めている。〔4,829/8,737=0.553, 8,516/13,148=0.65〕
昭和52年度「事業概要」昭和53年、東京都清掃局および同港湾局にもつぎ、筆者らが算定した。
()内の数値は、合計から除外している。

トンの固型廃棄物処分スペースを確保しなければならないような規模であることが知れる。

ここで、表Ⅳ-1-6の第10項に示した建設残土などについて補足しておく。昭和50年度においても、建設残土は、都全域で19.3×10⁶トン⁴²⁾ (52.800トン/日=4.4kg/人・日)発生しており、昭和60年まで同一規模で推移すると見込まれている。これは、産業廃棄物の中で第1順位を占める建設廃材（鉄、コンクリート、木材、アスファルトなど）とは、別箇のもので、地下鉄・道路工事などで発掘される土砂等である。このほか表Ⅳ-2-2末尾に示した、しゅんせつ土砂2.125×10³トン/年（5.822トン/日）及び表Ⅳ-1-6の③~⑨項、砂利、石材及び石灰石約15×10⁶トン/年（40,964トン/日）を、都民1人1日あたりに換算すると、約4.0kgである。これと建設残土との合計8.4kg/人・日は、都市活動によって東京都の大地の地表面などが改変されている物質量の規模を示している。つまり居住に持ち込まれる物質量（1.6kg）の約5倍、居住から排出される固型廃棄物（0.5kg）の約17倍の規模で、地表面がかきまわされ、東京の自然が変えられていることを示す。あとで述べるエネルギー使用量が、これに密接に関連する。

3. 大気汚染物質

昭和50年度の産業及び輸送に起因する大気汚染物質の排出量を表Ⅳ-3-1の左欄に登載した。この数値を1人1日あたりに換算したものと、居住から排出されると推定される数値⁴⁴⁾とを、表Ⅲ-3-1の右欄に登載して居住の寄与率を算定した。居住からの排出は、SOxおよびNOxについては、1~2%程度であり、この範囲では、大気汚染問題は、主として、産業及び輸送に関連するものであることがわかる。「ばいじん」については、都市全体のうち、居住寄与分が、約16%に相当する。

4. 都市の使用水量と取水量（排水量）並びに排水にともなう物質移動

昭和51年度の東京都における使用水量は、表Ⅳ-4-1のとおり算定される。1日約490万トンの水が使われ、1人1日あたりに換算すると、420ℓ/人・日であり、居住による使用水量（216ℓ/人・日）の2倍の規模の使用水量が、都市全体で使われている。住宅における使用水量216ℓ/人・日という数値は、東京都水道局が、昭和52年度について実態調査及び推計を行った結果を採

表Ⅳ-3-1 大気汚染物質排出量(昭和50年度)

発生源 汚染質	単 位 10 ³ トン/年			単 位 kg/人・日		
	産 業 (A)	輸 送 (B)	産業及び輸送(C) C = A + B	産業及び輸送(C') C' = C/365日/ 11,699千人	居 住*(D) [寄与率D/E]	都市総計 (E)=(C'+D)
SOx	31.9	9.0	40.9	9.6×10 ⁻³	[1.1%] 0.11×10 ⁻³	9.7×10 ⁻³
NOx	17.7	82.1	99.3	23.4×10 ⁻³	[2.2%] 0.55×10 ⁻³	24.0×10 ⁻³
H C	110.9	54.0	164.9	39.0×10 ⁻³	—	—
ばいじん	7.5	2.5	9.9	2.0×10 ⁻³	[16.3%] 0.39×10 ⁻³	2.39×10 ⁻³

注) 昭和50年度「大気汚染物質の発生源別排出量及び汚染寄与率」S. 53. 東京都公害局および前出167ページにもとづき、筆者算定

表Ⅳ-4-1 東京都平均淡水使用水量 (S. 51)

単位 [千トン/日]

区 分	生活用水	*事務所用水	工業用水	計	1人あたり (11,699千人)
	上水道	2,353	949	199	3,501
地下水 (井戸水)	531	201	245	977	83.5ℓ
表流水	—	—	124	124	10.6ℓ
工水道	—	—	306	306	26.2ℓ
計	2,884	1,150	874	4,908	42.0ℓ
1人1日あたり	247ℓ	98ℓ	75ℓ	420ℓ	

(*生活用水には、居住216ℓのほか、兼業の事務所、工業用水を含む)

出典)「Environmental Data Book for Tokyo」

P38. 昭和54年 東京都公害局

表Ⅳ-4-2 東京都上水道取水量(昭和51年度)

[トン/日]

水 源	取 水 量	配 水 量
利根川\	3,465×10 ³	1日最大配水量 5,712×10 ³
江戸川\		
多摩川	1,164×10 ³	1日最小配水量 3,526×10 ³
相模川	229×10 ³	
地下水	15×10 ³	
その他	318×10 ³	
計	5,191×10 ³	平均1日配水量 4,721×10 ³
1人1日あたり [リットル]	444ℓ/人・日	403ℓ/人・日

(出典) 東京都水道局「東京都水道事業年報」昭和53年

用した。表Ⅳ-4-2にみるとおり、東京都水道局は、上水道に係る使用水量をまかなうため、平均403ℓ/人・日の給水を行ない、519万トン/日(444ℓ/人・日)の取水を行なっている。その他の地下水、表流水、工業用水道の取水量が、表Ⅳ-4-1の、使用水量がそのまま取水されるものとして算定すると東京都全体での1人あたり取水量は、444+83.5+10.6+26.1=564.3ℓ/人・日となり、1日660万トンの総取水量に相当する。

一方、表Ⅳ-4-3の末尾にあるように、昭和49年度の都総排水量については、1日617万トン(528ℓ/人・

表Ⅳ-4-3 発生源別水質汚濁寄与率(BOD排出ベース) 昭和49年度

区 分	排出負荷量	寄与率	排 水 量	
工場排水	500m ³ /日以上	t/日 19.2	% 5.5	千m ³ /日 456(7.4%)
	50~500m ³ /日	4.9	1.5	106(1.7)
	50m ³ /日未満	18.4	5.6	162(2.6)
	小 計	42.5	12.9	724(11.7)
家庭排水	133.7	55.7	1,062(17.2)	
事務所排水	17.9	5.4	215(3.5)	
下水処理場排水	82.4	25.0	4,121(66.3)	
その他の排水	3.3	1.0	50(0.8)	
計	*329.8	100	6,172(100)	

(注) *東京湾に排出される負荷量は326.5t/日であり、残りの3.3t/日は他県排出負荷量(相模湾)である。

出典) 東京都公害局「事業概要」昭和53年版

表Ⅳ-4-4 有機性汚濁物質排出背景調査（昭和49年）

〔トン/日〕

項目	東京都の人間 発生負荷量 A	東京都の工場 等発生負荷量 B	都市全体発 生負荷量 C (C = A + B)	都市排出負 荷量 D	排 出 率 E (E = D / C)	発生倍率 F (F = C / A)
BOD	567.9	765.4	1,333.3	265.0	0.20	2.3
COD	316.3	655.9	972.2	211.7	0.22	3.0
TOC	287.7	646.6	934.4	147.0	0.16	3.2
T-N	121.5	80.6	202.1	111.2	0.55	1.6
T-P	19.3	28.5	47.8	19.5	0.41	2.5

出典) 「有機性汚濁物質の排出背景調査報告書」昭和50年3月, 東京都公害局 P162. P169

日) という報告がある。したがって、都市全体での取水量及び排水量の規模は、居住から直接、排出される216ℓ/人・日に比較すれば、それぞれ2.6倍又は2.5倍である。

排水によって運ばれる有機性汚濁物質 (BOD, COD, TOC(有機炭素), 窒素, リン) の発生量についての東京都公害局調査 (昭和49年) の結果を、表Ⅳ-4-4に示した。

これによると、BOD, COD, 有機炭素については、都市全体では、居住の2.3倍から3倍程度、発生し、窒素は、1.6倍、リンは、2.5倍、発生すると見積られている。

表Ⅳ-4-5 窒素・リン排出負荷量 (昭和51年度)
〔単位: トン/日, ()内%〕

区 分	T-N	T-P
生 活	107 (68)	12.9 (67)
工 場	35 (22)	2.6 (14)
耕 地	6 (4)	2.7 (14)
そ の 他	9 (6)	1.0 (5)
計	157(100)	19.2(100)

出典) 「汚濁総量管理システムによる試算」

S.54.11. 東京都公害局

最後に、昭和51年度についての東京都公害局汚濁総量管理システムによる排出量の試算結果を、表Ⅳ-4-5及び表Ⅳ-4-6に示す。窒素・リンに係る表Ⅳ-4-5は、処理後最終的に東京湾に排出される負荷量の発生源別構成を示したものであるが、生活、つまり居住は、67~68%と約70%の排出負荷を行なっている。表Ⅳ-4-6に、BOD, COD, SSに係る排出負荷の構成を示した。

この表Ⅳ-4-6では、居住の使用水量に対する、都市の排出量の比率は、2.5倍であるとし、下水道普及地域における下水道排出負荷量に占める居住のウェイトが、一率に40%であるとして試算した。

これによると、COD, BOD, SSについては、居住による汚濁物質排出負荷分担は、概ね、67~77%程度である。

表Ⅳ-4-6 排出負荷量 (昭和51年度)

〔単位: トン/日〕

	BOD	COD	SS
生 活 所 (人間)	201.0	108.6	199.0
工 場	32.8	23.1	31.7
家 畜	1.6	1.2	6.6
下 水 道	48.5	69.5	44.2
合 計 A	283.9	202.4	261.5
下水道(生活分)*	(19.4)	(27.8)	(17.7)
生活寄与分合計B*	220.4	136.4	216.7
B/A*	77%	67%	77%

注) 「汚濁総量管理システムによる負荷量集計結果 (抜粋)」—昭和51年~53度—
昭和55年3月 東京都公害局 P.19にもとづき、
* 筆者等が計算した。

5. 使用エネルギーと廃熱

昭和50年度の区部1日あたりエネルギー使用量については、表Ⅳ5-1に示すような試算¹⁵⁾があるので、居住による使用エネルギー量と算定された5,360 kcal/人・日¹⁵⁾に対する倍率を求めてみる。都市の年平均25,641

表Ⅳ-5-1 東京都区部使用エネルギー量 (昭和50年度)
〔単位: kcal〕 人口: 8,619千人

区 分	1日あたりエネルギー量 (A)	1人1日あたりエネルギー量 (B)
冬 季	286×109	33,182
夏 季	205×109	23,784
年 平 均	221×109	25,641
参 考	エネルギー種類別構成比	電気 22.4% ガス・LPG 20.2% 灯油など 57.4%
	エネルギー用途別構成比	生活 23.8% 事務所 22.5% 工場 24.8% 輸送 28.9%

(出典) 早川一也「大気汚染」日本放送協会
昭和51年 P.64.

kcal/人・日は、居住の約4.7倍に該当する。ただし、表に示される試算では、生活分として約6100 (25,641×23.8%) kcal/人・日を見込んでいるようで、この場合は約4.2倍になる。

人体排熱 (2,500 kcal/人・日) に対しては、約10倍の規模のエネルギー使用量である。

表Ⅳ-5-2には、廃熱排出量を示した。使用エネルギー量に、発電所からの排熱、ごみ焼却からの発生熱

量、及び人体からの排熱が加えられている。年平均、1人1日あたり36,431 kcalと算定され、居住からの廃熱 (5,360 kcal/人・日+2,500kcal/人・日=7,860kcal/人・日) に対する倍率は、約4.6倍であって、エネルギー使用量に係る倍率と、ほぼ同じである。

なお、炭酸ガス発生量も、エネルギー使用倍率にほぼ比例して、都市全体からは居住の4~5倍の規模で発生すると推定される。

表Ⅳ-5-2 東京都区部廃熱排出量

[単位: 10⁹ kcal/日] ()内 kcal/人・日

区 分	生活・事務所・工場	輸 送	発電・ごみ	人間排熱	合 計
冬 季	221	66	75	21	382
夏 季	140	66	69	21	295
年 平 均	155	66	72	21	314
(1人1日あたり) [人口: 8,619千人]	(17,983)	(7,657)	(8,353)	(2,436)	(36,431)

(出典) 早川一也『大気汚染』日本放送協会 S.51., P71

6. ま と め

(1)食料品

流入・流出の外、東京都域内で居住消費量の約1.5倍の貨物流動が必要となっている。農水産品のうち、居住で消費される物資が占める比率は、概ね%である。

(2)その他物資

域内流入後、居住に持ち込まれるまでに約12倍の貨物流動を要する。その他物資のうち居住消費物資が占める割合は、平均%強である。

都市全体での使用物資量に対する、貨物流動の比率は、建設残土を除き、約17倍と算定される。また、流入、流出と、域内(生産、流通、消費、廃棄)流動とは、ほぼ、同じ程度の規模となっている。

(3)ごみ及び固型廃棄物

埋立ごみを含む都市施設からの固型廃棄物を、都市は、居住からのごみの約2.3倍の規模で排出する。

下水スラッジなどを含む居住の寄与分は、概ね、%と推定される。

産業廃棄物を加えると、居住から排出されるゴミの約4倍の規模の固型廃棄物が、都市全体から排出されるが、居住寄与分などを算定すれば、約4割となる。

居住は、年間、1世帯あたり、約1トンの固型廃棄物を排出する規模にあると推定される。

(4)大気汚染物質

SOx, NOxについては、居住は、都市の1~2%程度の排出負荷を占めるにすぎない。ただし、「ばいじん」については、%程度となる。

(5)使用水量と汚染質

都市全体の使用水量は、居住の約2倍の大きさである。都市の取水量・排水量は、居住使用水量の約2.5倍にあたる。

汚染質の排出に関して、居住が都市全体に占める比率は、窒素、リン、BOD、COD、SSについてそれぞれ約%強を占めるにいたっている。

(6)エネルギー使用量

都市の使用エネルギー量は、居住使用エネルギー量の約4.8倍と算定された。

炭酸ガスについても、エネルギー使用倍率にほぼ比例して、都市から発生すると推定される。

Ⅳ 結 び

住宅の物質の流れおよび変化に関し、統計値、実測値の両者から、一応矛盾のない記述が得られた、この事実、細部の議論は別として、大まかなところ、大都市における実体が一応把握されたと言ってよいであろう。

ここで明らかにされたもっとも大きい特徴は、住宅内での物質のうごきの中で、予想されたことではあるが、食料品のウエイトが非常に大きいことである。従来、食料費の生計費に占める割合、エネルギー消費における食料の割合などが、生活のパターンを示す重要な指標として考察されて来たが、重量比からみた食料も同じく重要な生活パターンを示す指標となる可能性がある。

また本研究において、居住関連の物質の収支の大きさの東京都という都市全体の収支における割合が、ある程度明らかになった。これは、一時に都市の性格を示す重

要な指標となる可能性をもつ。

都市に存在する物質やその変化は、常に都市における何等かの正の価値の生産に寄与すると同時に、負の価値の生産に寄与するものである。従って、本論文に示されたような、物質の流れや変化に応じて、都市内にどのような価値の流れが生じるかを明らかにする方法論が確立されれば、それは、都市の本質の重要な一因子を指摘しうることになるし、また都市の設計の基本として役立つであろう。

これらについては、今後の研究の発展を期待したい。終りにのぞみ、本論文を作成するにあたって、多くの資料を提供された東京都の多くの職員の方々および住宅内の物質の収支の実測に協力された方々に感謝の意を表す。

資料および参考文献一覧

- 1) Environmental Data Book for Tokyo, 東京都, 1976
- 2) ライフサイクルエネルギーの調査研究, 科学技術庁資源調査会, 1979
- 3) 家計調査年報, 総理府統計局, 1978
- 4) 食料需要に関する基礎的統計 農林省統計協会, 1976
- 5) 家庭における物質の存在量, 半谷高久・大竹千代子, 都立大学都市研究調査報告, 10, 1976
- 6) 都市の中におけるエネルギー代謝, 尾島俊雄, 都市環境入門, 東海大学出版会, 1977
- 7) 国民生活と資源エネルギーハンドブック, 経済企画庁国民生活局, 1979
- 8) 燃料と燃焼の化学, 神谷佳男著, 日本化学会編, 1979
- 9) 実用ガス燃焼, 伊藤健治, 日本熱エネルギー技術協会, 1975
- 10) 燃料便覧, 燃料協会編, コロナ社, 1974
- 11) 化学便覧, 日本化学会編, 丸善, 1977
- 12) 理化学辞典, 岩波, 1971
- 13) 関東地方におけるバックグラウンド空間放射線の測定, 阿部史郎, 第20回環境放射能調査調査研究成果, 放医研, 1977
- 14) 太陽エネルギー, 押田勇雄, 生産技術センター, 1975
- 15) 第29回東京都統計年鑑, 東京都, 1977
- 16) 生理学, 真島英信, 文光堂, 1975
- 17) 東京区部における環境騒音の実態について, 菅野菊江他, 東京都公害研究所年報, 1975
- 18) 数字で見る公害, 東京都公害局, 1978
- 19) 物質循環の合理化に関する基礎的研究, 東京都公害研究所調査部, 1979
- 20) 日本食品標準成分表, 科学技術庁資源調査会, 1973
- 21) 東京都清掃局事業概要 東京都清掃局, 1978
- 22) ごみ中の有害物質の調査, 占部武生他, 東京都清掃研究所研究報告, 1978
- 23) 汲取し尿の性状と量, し尿処理施設の機能と管理, 桜井敏郎, 産業用水調査会, 1976
- 24) 公共下水道水質調査 建設省, 1970
- 25) 水域の富栄養化と人間活動 I, 田中哲治郎・沖野外輝夫, 用水と廃水, 20—6, 1978
- 26) 石鹸・洗剤業界, 中江剛毅, 教育新書, 1977
- 27) 家庭雑廃水の尿尿の負荷及び処理性に関する考察, 兼子崇・杉下進・高橋信司, 第14回下水道研究発表会講演集, 1977
- 28) 都市ガスの知識, 東京ガス, 1979
- 29) 厨房燃焼器具からの窒素酸化物の排出について, 通産省立地公害局公害防止指導課, 産業と環境, 7—6, 1978
- 30) 人間, 環境系—人間機能データブック, 人間と技術社, 1973, 原典NASA
- 31) 東京都清掃研究所研究報告, 東京都清掃研, 1979
- 32) Compilation of Air Pollutant Emission Factor, EPA, 1972
- 33) 54年版, 郵政要覧, 郵政省, 1980
- 34) 下水汚泥農地還元の基本的視点—特に混入重金属の安全性について—, 高橋敬雄, 公害研究, 8—3, 1979
- 35) 前出, ページ 160
- 36) 前出, ページ 160
- 37) 「昭和51年貨物流動調査」運輸省大臣官房 1978
- 38) 「物流対策の基礎調査報告書」東京都企画調整局, 1976 P 214
- 39) 「ごみ量の変化に伴う清掃施設整備の基本的考え方について」東京都清掃審議会小委員会, 1976
- 40) 「昭和52年度産業廃棄物処理処分等実態調査」東京都清掃局, 1979. 3
- 41) 「昭和53年度事業概要」東京都清掃局, 1979
- 42) 「建設廃棄物実態調査報告書」建設省関東地方建設局, 1977. 3
- 43) 「大気汚染物質の発生源別排出量および汚染寄与率」(昭和50年度) 東京都公害局, 1978
- 44) 前出ページ 167
- 45) 「大気汚染」早川一也, 日本放送協会, 1976
- 46) 「流域下水道整備総合計画調査指針と解説」建設省編, 1977

MATERIAL FLOW OF HABITAT SYSTEM IN AN URBAN AREA

Takahisa Hanya*, Masahiro Ochiai*,
Yuichi kashiwagi** and Chiyoko Otake***

Comprehensive Urban Studies, No. 10, 1980, pp. 155—182

The present study aims at preparing fundamental data concerning the beneficial and harmful inputs and outputs in a habitat system which constitutes one of the essential sub-systems of a whole urban system. The material flow produced by our daily life activity at our residence was investigated using socio-economic statistical data etc., and at the same time by observations made at two different residences. Daily food input was found to be markedly large in amount as compared with that of other miscellaneous goods.

As for the contribution of the habitat system in material flow to the total urban system, a study was carried out in the case of Tokyo with the following results. The habitat system accounted for forty percent of nonindustrial solid wastes disposal, two thirds of water pollutants such as BOD, COD and T-P, a fourth of the energy consumption including electricity, gas and oil, and half of the fresh water use. In contrast, the habitat system is responsible for a small proportion of air pollution.

* Center for Urban studies, Tokyo Metropolitan University

** Research Institute for Environmental Pollution, Tokyo Metropolitan Government

*** Research Fellow, Faculty of Science, Tokyo Metropolitan University