

都市ごみ収集量の季節変動パターンに関する研究

STUDY ON SEASONAL FLUCTUATION OF COLLECTED AMOUNT
OF MUNICIPAL SOLID WASTE

松藤敏彦*・神山桂一**・田中信寿***

By Toshihiko MATSUTO, Keiichi KOYAMA and Nobutoshi TANAKA

Seasonal fluctuation of collected amount of municipal solid waste in Sapporo is studied. In order to make characteristics of fluctuation pattern clear, collected amounts are normalized giving special consideration to national holidays and their next collection days on which amounts of waste sharply change. Correlation coefficients, moving averages and autocorrelation function are calculated to give quantitative information on the fluctuation pattern and to make comparison among different districts or years. In addition detailed investigations are carried out on the increase of waste in the periods of December to January and March to May. Strong relationship between snow-thawing and people's behavior of waste production is confirmed.

Keywords : municipal solid waste, collected amount of waste, seasonal fluctuation

1. はじめに

都市において発生するごみ量がどのような要因やパターンの中で変動するのは、都市でのごみ処理における最も基本的な情報である。また、ごみ発生量の変動そのものから、都市における住民のごみ廃棄行動を推し量ることができるという意味でも、興味深い対象である。しかし、収集量変動に関するまとまった研究は、まだなされていない。著者らは、これらの目的のため、札幌市におけるごみ収集量をデータとして用い、定量的な手法を通して、季節変動に関する検討を行った。

札幌市でのごみ収集は、一般ごみ（可燃ごみ）と分別ごみ（不燃ごみ、粗大ごみ）の2分別で行われている。いずれもステーション収集方式で、収集頻度は、一般ごみは一部の地区を除いて週2回、分別ごみは月2回である。以下では、一般ごみについて考察を進めるので、単にごみというときは一般ごみを指す。また、収集量は収集車ごとにトラックスケールで計量し、行政区ごとにおかれた清掃事務所別に集計されているので、各区におけ

る1日の合計収集量をデータとする。ただし、昭和58年現在では豊平区と南区は1つの清掃事務所が管轄していたため、両区のごみ量は区別せず、また、一部週3回収集の地区を含む中央区以外を解析対象とした。なお、各区の人口は20~25万人である。

各家庭から発生したごみは、ごみステーションへの排出を通して収集されるが、著者らの行ったアンケートによれば、94%の人が週2回規則的にごみを排出していると答えており¹⁾、排出行動は一定している。したがって、札幌市においては収集量が発生量の変動をよく反映していると思われる。

2. 基準化収集量による年間変動の表示

(1) 日収集量で表わすことによる問題点

都市ごみの収集量は、従来、月別合計量で表わされることが多かった。ところが、合計量にしてしまうと、もちろん細かな変動をみることはできず、2月は日数が31日の月に比べて常に1割低くみられてしまい、不合理である。その意味から、年間の変動を検討するには、収集の最小時間単位である1日の収集量（以下、単に収集量という）をもとにするのがよい。札幌市は週2回収集のため、各区はそれぞれ、月曜・木曜、火曜・金曜、水曜・土曜収集の地域に分けられており、一例として、Fig. 1

* 正会員 工博 北海道大学助手 工学部衛生工学科
(〒060 札幌市北区北13条西8丁目)

** 正会員 工博 北海道大学教授 工学部衛生工学科(同上)

*** 正会員 工博 北海道大学助教授 工学部衛生工学科
(同上)

に昭和 58 年度西区の収集量を示す。収集曜日は記号で区別した。図の横軸は 4 月 1 日が第 1 日となるようにとり、縦線は月の最終日を示している。また、図の左右は、記号が枠と重なるのを避けるため、5 日分空けている。これらの記法は以下の図でも同様である。

Fig. 1 から、4 月と 8~9 月に増大して 2 月が最小となり、年末年始に突発的に増大するという、大まかな変動パターンが読み取れる。しかし、1 つの曜日だけをみたとき、1 年間には高々 53 個のデータしかなく、変動パターンの特徴を特定することは難しい。特に、細かい変動が、周期の短い意味のある変動パターンなのか、単なるばらつきなのかを見極める必要がある。また、異なった収集地域における変動パターンを比較するには、収集量の絶対量の違いが妨げになる。

こうした理由から、収集量を相対化するために、各曜日のごみ量をそれぞれ基準化し、各区におけるすべての曜日のデータを同一紙にプロットすることで、年間の変動の傾向を明らかにする。

(2) 変動日の定義

札幌市では、収集日が祝祭日（あるいは振替休日）でも収集業務を行っているが、Fig. 1 に祝祭日の日付を記したことでわかるように、収集量は祝祭日当日減少し、翌収集日に増加するという規則的な変化を示す。年間の変動パターンをとらえるには、これらの日を除く必要がある。そこで、祝祭日に関連して収集量が減少、増大する日を変動日とよぶことにし、以下の考察においては除外する。なお、お盆の 3 日間 (8/15~17) も、祝祭日と同様に扱う。

また、年に唯一、正月の三が日は収集を休止しており、収集量がゼロになるという意味で、祝祭日の特別な場合と考えることができる（三が日のいずれかが日曜のときは大晦日も休止し、各収集地域で 1 回ずつ収集を休む）。ところが、年末年始のごみ量の増大は著しく、年間の大きな変動においてはかなり特異的である。そこで、三が日の前後 2 週間 (12/24~1/10) も変動日とし、これについては 4. (1) で改めて考察する。

(3) 収集量の基準化

本報では、種々の計算を行うが、言葉のみで表現することによるあいまいさを避けるため、ベクトル記法によって式を記述する。

まず、ある地域の第 j 曜日の、4 月から始まる 1 年間の収集量を、1 週間おきのごみ量 $w_{j(i)}$ を要素とする次のベクトルで表わす。

$$w_j = (w_{j(1)}, w_{j(2)}, \dots, w_{j(i)}, \dots, w_{j(53)})^T \dots \dots \dots (1)$$

$j=1\sim 6$ で、それぞれ月曜~土曜を表わし、() 内の添字 i は週の通し番号を示す。上付き T はベクトルの転置の意であり、その曜日が 52 週しかなければ $w_{j(53)}=0$ である。次に、 w_j に対応して収集の有無を表わすインデックスベクトル δ_j を考える。

$$\delta_j = (\delta_{j(1)}, \delta_{j(2)}, \dots, \delta_{j(i)}, \dots, \delta_{j(53)})^T \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{ここで、} \delta_{j(i)} = \begin{cases} 1 & (w_{j(i)} \neq 0) \\ 0 & (w_{j(i)} = 0) \end{cases}$$

w_j, δ_j によって、全収集日数 n_j 、1 日当たりの平均収集量 \bar{w}_j は

$$n_j = \delta_j^T \delta_j \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{w}_j = w_j^T \delta_j / n_j \dots \dots \dots (4)$$

で表わされる。式 (3) の演算は、ベクトルの内積を意味する。この \bar{w}_j で収集量を基準化すればよいように思えるが、たとえば、Fig. 1(a) では年末年始の増大のため、 \bar{w}_j が過大となって、基準量にふさわしくない。他の変動日も少なからず影響すると思われる、変動日を除いた平均収集量を基準とした方がよい。そこで、

$$\delta_j^* = (\delta_{j(1)}^*, \delta_{j(2)}^*, \dots, \delta_{j(i)}^*, \dots, \delta_{j(53)}^*)^T \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{ここで、} \delta_{j(i)}^* = \begin{cases} 1 & (w_{j(i)} \neq 0) \\ 0 & (w_{j(i)} = 0, \text{ または変動日に該当}) \end{cases}$$

を考えると、変動日を除く収集日数 n_j^* 、平均収集量 \bar{w}_j^* は次のようになる。

$$n_j^* = \delta_j^{*T} \delta_j^* \dots \dots \dots (6)$$

$$\bar{w}_j^* = w_j^T \delta_j^* / n_j^* \dots \dots \dots (7)$$

この \bar{w}_j^* によって、基準化収集量ベクトル

$$\xi_j = w_j / \bar{w}_j^* \dots \dots \dots (8)$$

を定義する。3. (3)、4. (2) を除いて、基準化は年度

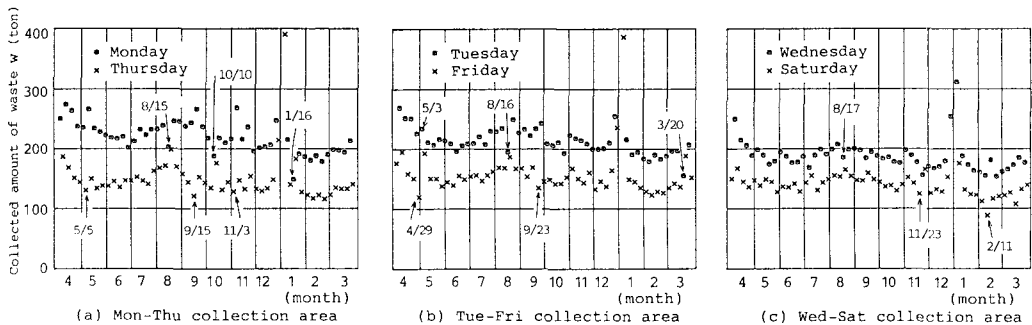


Fig. 1 Daily collected amount of waste in Nishi-ku in Fiscal year S.58.

単位で行う。

Fig. 2は、昭和58年度西区の収集量をもとに式(1)および(5)~(8)の手順で得られた $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_6$ を、横軸に年間の通算日をとって、同一紙上にプロットしたものである。Fig. 1に比べて、年間の変動パターンがよく読み取れ、10月後半から11月半ばにかけて小さなピークがあることもわかる。12~3月は収集曜日による差が小さいが、これは変動パターンが曜日によらず同一であることとともに、基準化の有効性を示しているものと思われる。一方、4~7月は、ばらつきの大きい季節ということが出来る。また、変動日を×印で示したが、これらの日の収集量の平均的な変動パターンからの差と、基準化において変動日を除いたことの妥当性がわかる。なお、変動日を含めた短期変動についての検討は、別に報告⁴⁾する。

Fig. 3は、北区の昭和56年度から61年度までの基準化収集量 ξ のプロットである(以下、年度の比較は北区のデータ、行政区間の比較は昭和58年度のデータによっている)。図中の実線は移動平均であり、のちに3.(2)で定義する。まずFig. 2と同年度である(c)をみると、小さなピークに至るまでFig. 2とはほとんど差がない。これは他の区のものと同様で、区による変動パターンの違いはないといえる。次に、Fig. 3(a)~(f)を比べると、10~11月のピークも含めて年間の大きな変動パターンには大差ないが、3~4月、8~9月のピークの位置と高さの違いに代表されるような、年度による差が認められる。

比較のため、Fig. 4に九州A市(昭和58年度)、東北B市(59年度)、関東C市D区(58年度)の基準化収集量 ξ を示す。各市の収集業務の概要はTable 1のとおりである。基準化の手順は収集頻度に関係であり、B市は5月1日に収集業務を休止するので、これを変動日

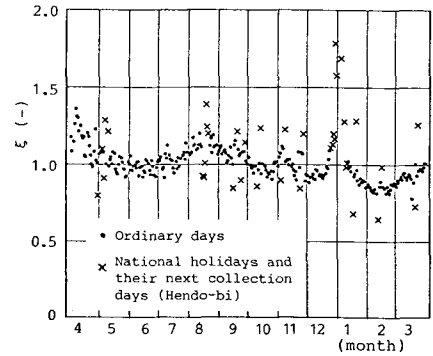


Fig. 2 Normalized amount of collected waste ξ in Nishi-ku in FY S. 58.

Table 1 Outline of collection works of municipal solid waste in other cities.

	A-city	B-city	D-district of C-city
type of waste	combustible	combustible	combustible & incombustible
collection frequency	twice a week	twice a week	three times a week
total amount of collected waste	180×10^3 ton/year	48×10^3 ton/year	45×10^3 ton/year
collection on national holidays	collecting	no-collecting	collecting

に加えている。これらをFig. 3の札幌市と比べると、A市は大きな変動の振幅が小さく、B市では大きいなどといった特徴があり、都市による変動パターンはかなり異なっている。しかし、ピークの位置は同一ではないが、春と夏に多く2月に少ないという傾向は、どの都市にも共通しているように思える。

3. 収集量変動の定量的な比較

前章では、年間変動を基準化収集量 ξ で表わすことにより、変動パターンの特徴を把握することが容易に

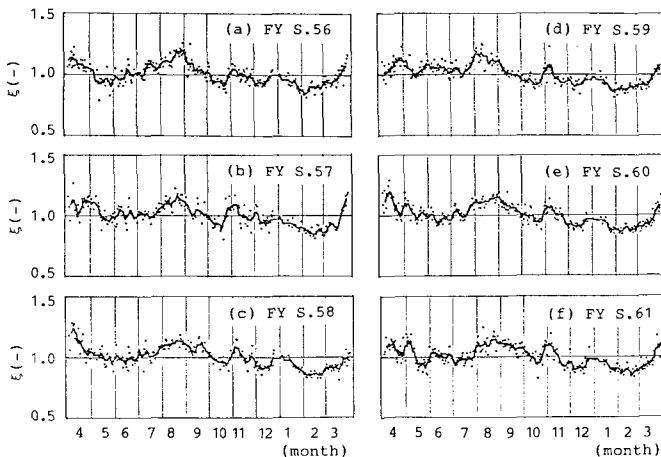


Fig. 3 Yearly variation of ξ in Kita-ku with moving average curve.

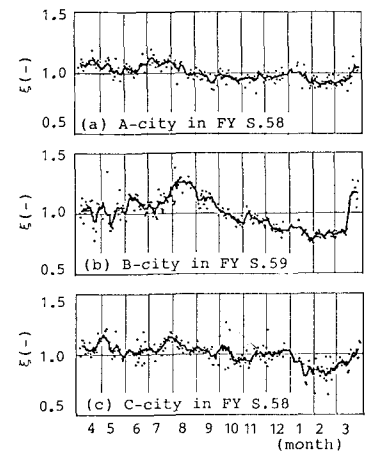


Fig. 4 ξ in other cities.

なった。しかし、それは視覚的なものにすぎず、定量的な指標による変動パターンの比較が必要である。

(1) 行政区間での比較

まず、行政区の違いによる収集量変動の差をみるため、同年度の2つの区の収集量 ξ_j と ξ_k (地区の違いを明確にするため、本節ではこの記号を用いる) の相関係数を計算する。 $j \neq k$ のときは両者の年間通算日にずれが生じるため、近いもの同士を比較するように ξ_k の添字 i を付け加えておく。 ξ_j, ξ_k に対応するインデックスベクトルを δ_j^*, δ_k^* と書き、 $\xi_{j(i)}, \xi_{k(i)}$ のいずれかが変動日のときを除外するために、第 i 要素が

$$\delta_{j(i)}^* = \delta_j^* \delta_{k(i)}^* \quad (i=1 \sim 53) \dots\dots\dots (9)$$

なる $\delta_{k(i)}^*$ を定義しておく、おのおのの平均は次のようになる。

$$\bar{\xi}_j^* = \xi_j^T \delta_{jk}^* / n_{jk}^* \dots\dots\dots (10)$$

$$\bar{\xi}_k^* = \xi_k^T \delta_{jk}^* / n_{jk}^* \dots\dots\dots (11)$$

$$n_{jk}^* = \delta_{jk}^{*T} \delta_{jk}^* \dots\dots\dots (12)$$

次に、第 i 要素がそれぞれ

$$\hat{\xi}_{j(i)} = (\xi_{j(i)} - \bar{\xi}_j^*) \delta_{j(i)}^* \dots\dots\dots (13)$$

$$\hat{\xi}_{k(i)} = (\xi_{k(i)} - \bar{\xi}_k^*) \delta_{j(i)}^* \dots\dots\dots (14)$$

なる平均からの偏差ベクトル $\hat{\xi}_j, \hat{\xi}_k$ を定義すれば、両者の相関係数 r_{jk} は、以下のように計算できる。

$$r_{jk} = S_{\xi_j^T \hat{\xi}_k} / S_{\xi_j} S_{\xi_k} \dots\dots\dots (15)$$

ここで

$$\left. \begin{aligned} S_{\xi_j} &= \hat{\xi}_j^T \hat{\xi}_j / n_{jk}^* \\ S_{\xi_k} &= (\hat{\xi}_j^T \hat{\xi}_j / n_{jk}^*)^{1/2} \\ S_{\xi_k} &= (\hat{\xi}_k^T \hat{\xi}_k / n_{jk}^*)^{1/2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

2つの地区を比較するとき、 r_{jk} は曜日の組合せの数(36通り)だけ得られ、一例として Table 2 に、昭和58年度北区と同年度西区についての計算結果を示す。この表の対角項 ($j=k$) は同一日の比較を表わすが、いずれも非常に大きい。この結果は、区の組合せを変えても同様で、収集量の変動パターンは区の違いによらないことが定量的に明らかになった(図は省略するが、西区以外の区について Fig. 1 と同様の図を描くと、細かな収集量増減の傾向も一致していることがわかる)。一方、非対角項は対角項に比べて小さいが、上述の、曜日ごとにみられる小変動による影響が大きいと思われ、この数値から収集曜日による違いを論じることはできない。

(2) 移動平均に基づく比較

年間の大きな変動を比較するには、ランダム成分、短

周期成分を除いた、移動平均が有効である。そこで、 $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_6$ の各要素を日にちの順に並べたものを ξ と書き、これから移動平均を算出する(本節でのみ、添字 i は年間の通算日を表わす)。平均をとる区間幅は、通常一定とするが、変動日を除くことにより区間によってデータ数が異なってしまう。そのため、以下の便法を用いる。

ξ に対応するインデックスベクトルを δ^* 、移動平均のベクトルを g と書く。 g の第 i 要素 $g_{(i)}$ を求めるとき、 δ^* の第 $(i-l) \sim (i+l)$ 要素以外をゼロとおいた

$$\delta_i^{**} = (0, 0, \dots, \delta_{(i-l)}^*, \dots, \delta_{(i)}^*, \dots, \delta_{(i+l)}^*, \dots, 0, 0)^T \dots\dots\dots (17)$$

なるベクトルを新たに定義すると、移動平均算出に有効なデータ数は

$$n^* = \delta_i^{**T} \delta_i^{**} \dots\dots\dots (18)$$

で表わされる。データ数に下限を定めておき、これを満足しないときは式(17)の第 $(i-l-1)$ 要素を $\delta_{(i-l-1)}^*$ 、第 $(i+l+1)$ 要素を $\delta_{(i+l+1)}^*$ とする、というように左右均等に区間を拡張していき、データ数が満たされた時点まで

$$g_{(i)} = \xi^T \delta_i^{**} / n^* \dots\dots\dots (19)$$

により移動平均を計算する。1年の最初と最後の l 日は計算できない。 l が大きいほどなめらかな曲線が得られるが、短周期の意味ある変動を隠してしまう危険性がある。今回は、この後者を避けるため $l=3$ とし、データ数の下限は $2l-1$ とした。こうして得た移動平均 g は Fig. 3, Fig. 4 にすでに示したとおりで、変動パターンをとらえる助けになっている。

g は変動日をすでに除外したものであり、毎日の値があるため、相関係数 r を通常の計算方法によって求めることができる。Table 3 にその結果を示すが、(a) にみられるように、前節での考察と同様、行政区間の相関係数は非常に大きい。年度間を比較した(b)では、大部分 $0.8 \sim 0.9$ の間にあるが、58年度と60年度の相関の強さ ($r=0.932$) が際だっている。また、 r が 0.8 以下の組合せはいずれも59年度と他年度の比較であり、Fig. 3 から、59年度4~6月の変動パターンの特異性によるものと思われる(この理由については、4.(2)で考察の対象となる)。都市間を比較した(c)では、 r はさらに小さくなるが、2.(3)の終わりで述べた変動パターンの共通性の程度は示している。

相関係数によって年間を通しての変動パターンの類似性が示されたが、1年のどの時期に差が大きいのかをみるため、2つの地区(または年度)の移動平均 g, h をもとに、月別に

$$\varepsilon = \sum_i (g_{(i)} - h_{(i)}) / n \dots\dots\dots (20)$$

$$\varepsilon_{abs} = \sum_i |g_{(i)} - h_{(i)}| / n \dots\dots\dots (21)$$

Table 2 Correlation coefficient r_{jk} between ξ_j and ξ_k .

	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4	ξ_5	ξ_6 (Nishi)
ξ_1	0.928	0.901	0.895	0.862	0.839	0.787
ξ_2	0.869	0.947	0.908	0.857	0.770	0.761
ξ_3	0.832	0.842	0.910	0.840	0.755	0.716
ξ_4	0.755	0.817	0.870	0.955	0.882	0.803
ξ_5	0.777	0.723	0.759	0.881	0.969	0.891
ξ_6	0.794	0.648	0.628	0.798	0.858	0.973

Table 3 Correlation coefficient r on the basis of moving average.

(a) Comparison of districts in Sapporo in FY S.58

	Kita	Nishi	Higashi	Toyohira & Minami
Nishi	0.985			
Higashi	0.991	0.989		
Toyohira & Minami	0.979	0.985	0.982	
Shiroishi	0.982	0.983	0.992	0.983

(b) Comparison of different years in Kita-ku

	S.56	S.57	S.58	S.59	S.60
FY S.57	0.816				
FY S.58	0.873	0.843			
FY S.59	0.771	0.856	0.772		
FY S.60	0.879	0.850	0.932	0.813	
FY S.61	0.834	0.864	0.852	0.788	0.892

(c) Comparison of cities

	Kita-ku	A-city	B-city
A-city	0.566		
B-city	0.740	0.541	
C-city	0.679	0.733	0.700

を計算する。ここで i はおのおの月に属する日の年間通算日で、 n は月の日数である。Fig. 5 に年度間の比較を示すが、いずれも年度の古い方を g にとっており、横軸は月（4月～翌年3月）である。年度間の差の大きさが ϵ_{abs} により、年度ごとの特徴が ϵ により、よくわかる。行政区間で比較した例も図中に示しているが、年度の比較に比べて、差ははるかに小さい。 ϵ_{abs} は、年間を平均すると 0.03~0.04 程度であるが、Fig. 5 中 15 の組合せのうち 0.07 以上になることが 4 月に 4 回、5、6、10 月に各 1 回あり、年度によるこれらの差は、収集業務の遂行に影響を与え得る大きさである。

(3) 自己相関関数による変動周期の検討

Fig. 3(a)~(f) の比較から、収集量には年度によらない一定の大きな変動パターンがあることが読み取れる。そこで、北区の 6 年間のデータを用い、自己相関関数を求めることで、変動の周期性をみることにする。

まず、第 j 曜日の 6 年間のごみ量を改めて w_j と書き、式(5)~(8)の手順によって基準化収集量 ξ_j を求める。ここでも変動日を計算から除外するため、 δ_j^* を定義しておき、全データ数 n_j は曜日によらず 313 であるが、 n_j^* は 263~276 と、曜日により異なった。 ξ_j, δ_j^* を用いると、第 j 曜日収集量の自己相関関数 R_j は次式のように表現できる。

$$R_j(m, \Delta\tau) = \frac{\sum_i \xi_{j(i)} \xi_{j(i+m)} \delta_{j(i)}^* \delta_{j(i+m)}^*}{\sum_i \delta_{j(i)}^* \delta_{j(i+m)}^*} \dots\dots\dots (22)$$

($m=0, 1, 2, \dots$)

ここで、 $\Delta\tau=7$ 日、 m は週である。 ξ_j は各要素からあらかじめ平均値 $\bar{\xi}_j^*$ を引いて、偏差ベクトルとしておく（平均をゼロとしておくことで、 $R_j(0)$ はデータの分散に一致する）。

Fig. 6 は $m=0\sim 124$ の自己相関関数を、各曜日ごと

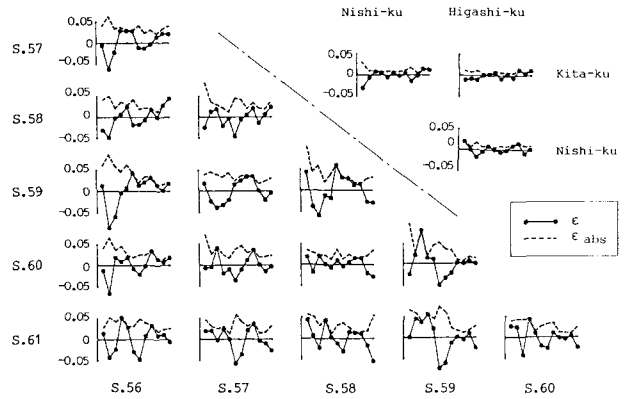


Fig. 5 Monthly average of difference ϵ and ϵ_{abs} between moving average curves.

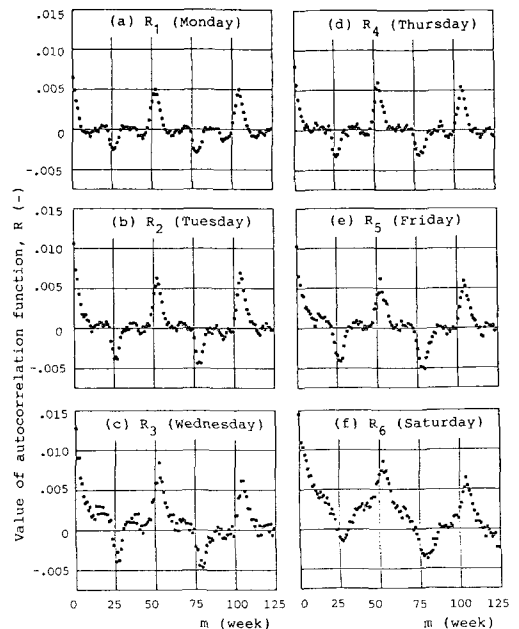


Fig. 6 Autocorrelation of ξ in 6-year period in Kita-ku.

に計算した結果であり、 R_1, R_2, R_3, R_4 はいずれも形が似ている。 $m=52, 104$ に正の強い相関があるが、周期成分に対しては、自己相関関数にその周期に応じたピークが現われるから、これは主な変動の周期が 1 年であることにほかならない。また、 $m=26, 78$ にみられる負の相関は、8 月に増大し 2 月に減少していることによると思われる。これらのピークから 4~5 週ずれると $R \approx 0$ となっていることから、年度による変動パターンのずれは、1 か月以内であることが伺える。一方、 R_5, R_6 では、上記のピーク以外でも R が大きくなっているが、これは水・土収集地域の収集量のばらつきを表わしているものと思われる。特に、土曜の収集量変動には、他の曜日

と異なる特性がありそうである。

4. 収集量に関するその他の考察

これまで述べてきたように、1年の間には3~5月、8~9月、10~11月、12~1月に収集量の増大がみられる。そのうち、12~1月と3~5月の増大について、興味ある知見を得ることができたので、以下に述べる。

(1) 年末年始の収集量増大

Fig. 7(a) に、昭和 58 年度の年末年始の 5 週間における、5つの区の基準化収集量 ξ を示す。2, 3の点を除いて区による差はみられない。破線で囲んだのは新年第1回の収集日であり、後で考察する。

Fig. 7(b) は、北区の 56 年度から 61 年度の収集量をプロットしたものである。破線内の部分を除けば、(a) に比べて点のばらつきがやや大きいものの、年末年始のごみ量増大のパターンは、年度によらず一定であるといえる(昭和 59 年の 12 月 30 日は日曜であったが、収集を行い、翌日からを 4 連休とした。そのため、1 点だけ他と離れている)。すなわち、ごみ量は暮れの 1 週間ほど前から目立って増え始め、通常の 1.6 倍くらいまで増大し、新年に入ると、2 回の収集ののちには平常のごみ量に戻っている。年末の増大は大掃除によるものと考えてよい。

さて、2. (2) では、ごみ量の急激な増大を考慮して 12/24~1/10 を変動日としたが、上記の考察から、当初の定義どおり、収集を休止する三が日とその翌収集日の計 6 日のみを変動日として扱うべきであったことが、明らかになった。変動日は 2 回の連続した収集日の対からなるため、おのおのの基準化における分母が w_j^* , w_{j+3}^* と異なっている。Fig. 7(a) で 1 月 4 日に比べて 5 日、6 日の ξ が大きいのは、それぞれが水曜、木曜、金曜で、 $w_j^* > w_{j+3}^*$, $w_j^* < w_{j+3}^*$ (Fig. 1 参照) であったことの影響が大きいと考えられる。そこで、次式のように 1 週間の平均的な収集量である $w_j^* + w_{j+3}^*$ での基準化を行えば、曜日の違いを考慮する必要がなくなる。

$$\phi_j = w_j / (w_j^* + w_{j+3}^*)$$

$$\phi_{j+3} = w_{j+3} / (w_j^* + w_{j+3}^*) \dots \dots \dots (23)$$

(j=1, 2, 3)

Fig. 7(c) はこれをプロットしたものである。週前半 (j=1, 2, 3) と週後半 (j=4, 5, 6) の 2 本の曲線が現われ、12月中旬では、それぞれ 0.55, 0.38 付近の値となっている。この基準化の目的である新年第 1 回の収集量を見ると、多少の差はあるものの、1.0 付近に集まっている。すなわち、新年第 1 回の収集量はきわめて多いように思えたが、実は年末の最後の収集日から 1 週間の間に発生したごみ量は、平均的な 1 週間のごみ量よりやや多い量にすぎないことが判明した。ただし、新年第 2 回の収集日の増大が、正月の後片付けの影響が及んだため生じたと解釈すれば、それよりもさらに少しは多い可能性がある。

(2) 3~5月の増大と積雪の関係

3月、4月は転勤の多いシーズンであり、引越しに伴って発生するごみが、収集量を増大させる一因であるという考えがある。ところが、Fig. 3 では、その時期に相当するピークの位置が年度により異なっており、この考えを否定する事実といえる。また、札幌における転居者数を調べると、3~4月は確かに多い(4~5万人)が、他の月の高々 2 倍にすぎず²⁾、ごみ量を平常の 2~3 割も増大させる原因とは考え難い。

一方、Fig. 3 において、3月の収集量の増大は他のピークと比べてもかなり急激に起きているが、この傾向は Fig. 4(b) にもみられる。A, B, C 市のうち B 市のみが札幌と同様、降雪地域に位置し、3月は雪解けの時期にあたることから、積雪との関連が示唆される。そこで、Fig. 8 に、北区の基準化収集量 ξ を、積雪量、および雪解けを引き起こす要因である日最高気温とともにプロットした。このとき、基準化は 6 月~翌年 5 月を 1 年として行い、気温と収集量については移動平均も示した。気温の移動平均は区間を 7 日間にとって求めている。

雪解けは、例年 3 月初めから 4 月にかけて進むが、積雪量のピークが明瞭で、雪解けの開始時期および進む早さの異なる (a) と (b) を比べると、雪解けの開始と

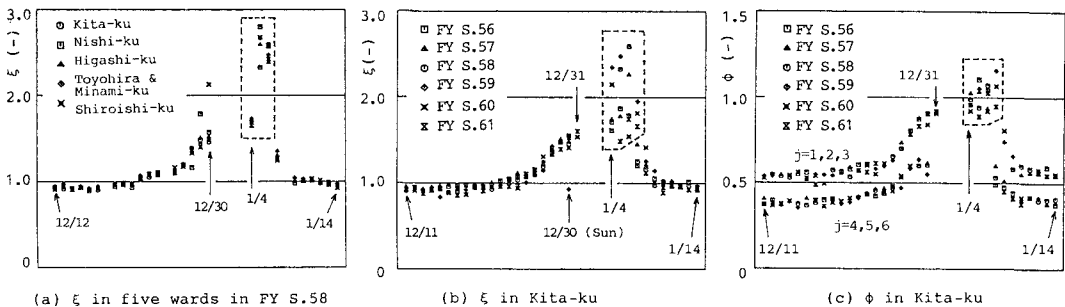


Fig. 7 Increase in amount of collected waste, observed in the year-end to new-year season.

ともにごみ量が増え出し、雪解け終了にやや遅れてごみ量もピークを迎えることがわかる。この対応関係は他の年でも同様で、雪解け終了が4月後半まで遅れた(c)では、ごみ量のピークも遅れている。すなわち、ごみの排出行動は雪解けの進行度合に左右されており、これが、3.(2)で春先の ϵ , ϵ_{obs} が大きくなった主要な原因と考えられる。

雪解けとごみ量のこうした関係をより明らかにするため、積雪量と、基準化収集量 ξ に基づく移動平均 g を両軸にとって、両者の経日変化をFig.9に示す。図中(a)(b)(c)はそれぞれFig.8(b)(c)(d)に対応している。降雪前と雪解け終了後は、積雪=0の軸に重なってしまうため、積雪量の負軸方向に、日数を等間隔にとって描いた。月初めと積雪最大の日(ただし(b)は最初のピーク)、積雪がゼロとなった日の日付も示している。積雪最大の日を境に、記号を変えており、(c)は点の重なりが多いため、前半の点を結んでいない。

この図から、前述の積雪量と収集量の対応関係が、特に(a)において、明確に現われている。また、いずれも雪解け終了後1週間前後に、収集量のピークを迎えているのがわかる。このピークのほかに、(c)では5月1日を中心にしてごみ量のピークがあるが、同様のピークはFig.8の(a)(e)にもみられ、この時期に春先の片付けなどによるごみ排出行動があるものと思われる。雪解

けが4月後半まで遅れこんだ(b)は積雪減少に伴うピークが遅れて両者が区別できず、(a)では急速な雪解けにつられてごみ排出行動が活発化し、例年5月に行う片付けが早まった結果、5月のピークが消失したと解釈できる。

2月にごみ量が減少するのは降雪地域のみではなく、降雪のないA,C市にも同様の傾向がみられる(Fig.4(a)(c))。したがって、気温をパラメーターとするような季節感のごみの発生を伴う行動を左右し、暖かくなるにつれてその行動が活発化していくと推測できる。降雪地域においては、積雪の有無による環境の変化が著しいため、雪解けが季節感のより敏感な指標となり、上記のようなよい対応がみられるものと思われる。

(3) 分別ごみ収集量との比較

比較のため、Fig.10に分別ごみの収集量を示す。分別ごみは月2回、第1・第3月曜というように収集されており、全地域は12の地域に分けられている。Fig.10はそれぞれの地域の24回の収集量から平均を単純に算出して、それをもとに収集量を基準化し、プロットしたものである。第5週は収集を行わないため、収集間隔が1週余計に空くことがある。このときの収集量を2週間隔のそれと同等にみることはできないので、小さな点で区別した。図はFig.3の(c)(d)に対応している。一般ごみについてみられた4,5月の増大と2月の減少が、

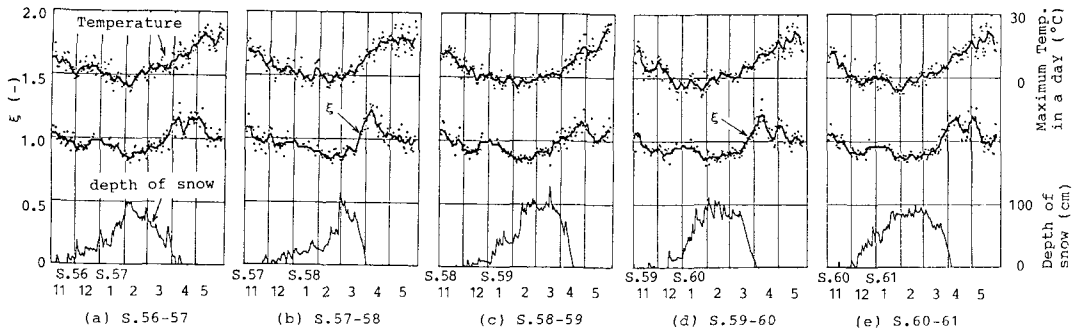


Fig.8 Relationship among maximum temperature in a day, depth of snow on the earth and ξ with moving average of temperature and ξ .

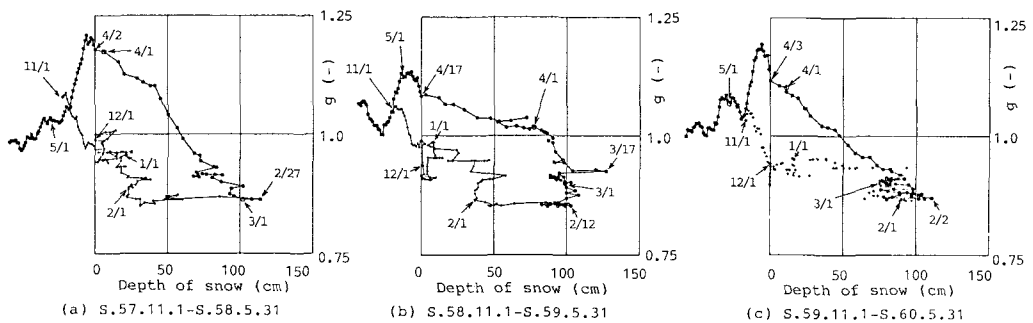


Fig.9 Relation between depth of snow and moving average of normalized amount of waste, g .

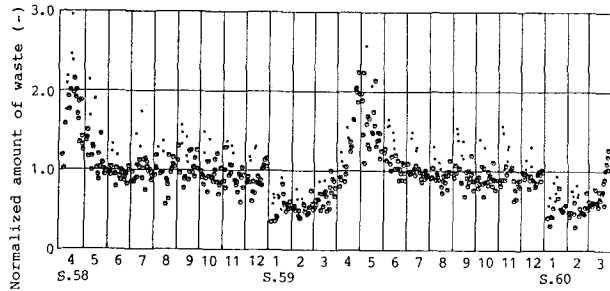


Fig. 10 Normalized amount of incombustible and bulky waste.

この図においても認められ、4月のピーク時期も一般ごみのそれに一致している。このことから、一般ごみ、分別ごみの変動は、同一の原因に由来する部分が多いと思われる。しかし、Fig. 10に夏と秋のピークはみられず、一般ごみの夏、秋の増大は分別ごみとしては排出されないもの、すなわち厨芥類の増加によるのではないかと考えられる。

5. おわりに

本報の内容をまとめると、以下のようなになる。

(1) 収集量の変動パターンを明らかにするために、収集量の基準化を行った。その際、祝祭日とその翌収集日の収集量が規則的に変化することから、これらを変動日とよび、考察から除外した。

(2) 基準化収集量により年間変動を示すことで、年間の収集量変動パターンの把握が容易となった。また、これにより、行政区間に差のないこと、年度、都市により特徴が異なることが明らかになった。

(3) 2つの地区（あるいは年度）の変動パターンを比較するため、収集量相互の相関係数を求め、さらに移動平均に基づく検討を行い、上記(2)の結論を定量的に裏付けた。また、6年間の連続データに基づいて自己相関関数を求め、変動の周期性を明らかにした。

(4) 年末の収集量の増大が年内に終わり、年が改まってからは平常に戻っていることを示した。

(5) 3～5月の収集量の増大と積雪量の減少の関連の強さを示し、住民の行動が季節感の変化に敏感に反応していることで、ごみ量の増大を解釈した。

以上、可能なかぎり定量的に表わすことで、いくつかの結論づけ、解釈を行った。研究者、現場の方々からのご意見を頂ければ幸いである。最後に、札幌市清掃部の方々、データを提供して頂いたA、B、C市の方々に、謝意を表します。また、当講座技官の松尾孝之氏、卒論学生であった奈良顕夫君、山形尚史君、永見 誠君の協力に感謝します。

参考文献

- 1) 松藤敏彦・神山桂一・田中信寿：アンケート調査に基づくごみに関する意識分析，第8回全都清研究発表会，pp. 9～12，1987. 2.
- 2) 札幌市企画調整局企画部統計課：統計さつぽろ。
- 3) 札幌管区気象台：北海道気象月報。
- 4) 松藤敏彦・神山桂一・田中信寿：都市ごみ収集量の日変動と住民のごみ排出行動に関する考察，衛生工学研究論文集，第24巻，pp. 209～216，1988. 1.

(1987. 7. 11・受付)