

都市における月別ごみ量の時系列分析に関する一考察

東京都立大学大学院 フェロー 小泉 明
 東京都立大学大学院 正会員 荒井 康裕
 東京都立大学大学院 ○学生員 河野 裕和

1. はじめに

都市におけるごみ排出量は、経済・社会情勢や季節の変化、あるいは生活様式の違い等、様々な要因により絶えず変動している。一般に時系列変動には、複数年の長期的視点で見る「傾向変動」や、例えば1年単位といった比較的短い期間で見る「季節変動」などがある。ごみ排出量が、どのようなパターンで変動しているか、またそれが如何なる要因によって起こっているのかは、ごみ処理における最も基本的な情報である。そこで本稿では、東京都23区における局収集ごみを対象として、長期的視点で見た変動（傾向変動）と周期1年の循環変動（季節変動）のパターンを分析し、その変動の要因を考察する。

2. 対象データの概要

今回の分析では、東京都区部を対象とし、東京都清掃局年報¹⁾に記載されている1987年度から1998年度までの12年間の局収集ごみ量のデータを用いた。なお、局収集ごみは家庭及び一部の事業所から排出される可燃ごみ、不燃ごみ、粗大ごみ等で構成されている。

対象とするデータは、局収集ごみの合計量と、そこに含まれる可燃ごみの収集量、及び不燃ごみを主とするその他のごみの収集量とした。東京都清掃局年報の収集量データは月別合計量で表わされているが、この方法では1ヶ月の日数の違いによる不合理が生じるため、このデータを日数で割った月別1日当たりのごみ量データに換算して用いることにした。分析に使用するデータの時系列を図1に示す。なお、いずれも以下の分析において同様の結果を得るため、局収集ごみの合計量に関する結果を取り上げることにする。

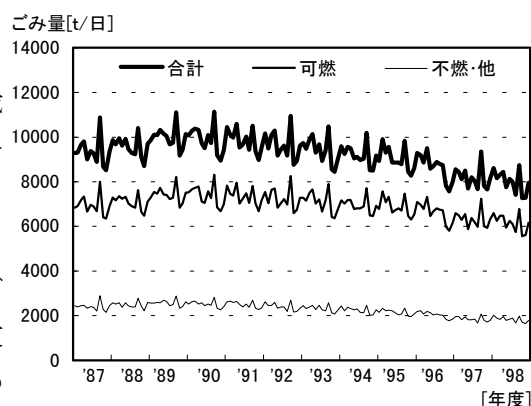


図1 月別1日平均ごみ量

3. 直交多項式による傾向変動の分析

3-1. 傾向変動の推定

12年間の長期的視点で見たごみ量の変動、つまり傾向変動を、式(1)に示す直交多項式²⁾により推定する。

$$\hat{y} = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 + \cdots A_px_p \quad \cdots(1)$$

ここで、 $\hat{y}$ は傾向変動の推定値である。 x_p はデータ数 n を用いて表される時間 t の p 次の多項式であり、 A_p はデータ数 n 、排出量の実測値 y を用いて表される p 次の項の係数である。この式から、各次の直交多項式による傾向変動の推定値を求めた。実測値の傾向変動を最もよく表す直交多項式の次数を決定するため、それぞれ得られた推定値と実測値との残差平方和による検討を行った。その結果、図2に示す3次の多項式による推定値が最適であると判断した。

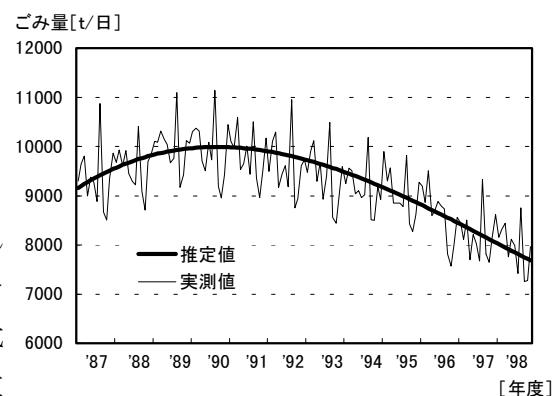


図2 3次の直交多項式による傾向変動

3-2. 傾向変動と経済・社会情勢との関連性

図2に示す傾向変動のパターンから、1990年度を境にそれまで増加していた収集ごみ量は減少していくことが読み取れる。傾向変動の変動要因には経済・社会情勢の変化が挙げられる。今回の場合、ごみ量の増加から減少への転換期である1990年度にはバブル景気の崩壊があったことから、この景気変化が転換の要因のひとつであると考えられる。

【キーワード】時系列分析 収集ごみ 傾向変動 季節変動 フーリエスペクトル

【連絡先】〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学大学院工学研究科 TEL.0426-77-2788 FAX.0426-77-2772

4. フーリエスペクトルによる季節変動の分析

4-1. 自己相関コレログラムによる周期性の分析

前節において推定された傾向変動を原時系列から除去することにより、季節変動のみを表す定常時系列を得ることができる。季節変動分析の予備的な分析として、この定常時系列の変動が循環変動成分によって生じているのか、あるいは単なる偶然変動成分によって生じているのかという判別を自己相関分析により行った。その結果、図4のようなコレログラムを得ることができた。この図から、12ヶ月周期で相関係数が高くなっていることがわかるため、収集ごみ量の定常時系列変動は12ヶ月という明確な周期性を有する循環変動であることが明らかとなった。

4-2. 卓越周期変動成分の抽出とモデル化

定常時系列の周期的な循環変動を式(2)に示す有限フーリエ近似により表現する³⁾。

$$\hat{x}(t) = \frac{X_0}{2} + \sum_{k=1}^{n/2-1} X_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{n\Delta t} + \phi_k\right) + \frac{X_{n/2}}{2} \cos\frac{2\pi(n/2)t}{n\Delta t} \quad \dots(2)$$

ここで、 $\hat{x}(t)$ はごみ量の推定値を表す。 n はデータ数、 t は時間を表す。 X_k 、 ϕ_k は有限フーリエ係数 A_k 、 B_k により求まり、それぞれ振幅、位相角を表す。この式は変動を振幅 X_k 、位相 ϕ_k の k 個($n/2$ 個)の周期変動成分を合成したものとして表現するものである。振幅 X_k が大きいほどその変動成分が変動全体に大きな影響を与えているといえる。 X_k を縦軸に、 k を横軸にとったフーリエスペクトルを作成すると図4のようになり、周期12/5、3、4、6、12ヶ月の変動成分の振幅が卓越して大きいことが分かった。いずれも1年単位で繰り返される変動成分であることから、これら5成分を合成することにより季節変動パターンを推定できた。図5に季節変動パターンの推定モデルと実測値の月別平均値を示す。

4-3. 季節変動パターンの考察

図5の季節変動パターンより、東京都区部の収集ごみ量は12月に著しく増加し、1、2月に減少するという特徴が明らかとなった。12月の増加の要因は年末の大掃除にあり、1、2月は冬期のため消費活動が停滞し、その結果排出量が減少したと考えられる。また、7月から8月にかけてごみ量が大きく減少するという特徴も明らかとなった。これは、8月のお盆の時期に外出することにより、家庭で発生するごみ量が減少したものと考えられる。以上のように、経済・社会的活動の結果として、ごみ量に季節変動パターンが表れていることが明らかとなった。

5. おわりに

本稿では東京都区部の収集ごみ量データを基に、傾向変動及び季節変動の分析を試みた。季節変動分析をコレログラムやフーリエスペクトルを用いて行うことにより、収集ごみ量の変動における周期性及び季節性をより定量的に捉えることができた。季節変動以外の変動成分を含むデータについてこのような分析を行う際にはあらかじめその変動成分を除去しておく必要があり、今回の対象データにおいては傾向変動が見られたため、この変動を推定し、除去しなくてはならなかった。傾向変動の推定は直交多項式を用いることにより精度の高い値を得ることができた。本分析で得られた傾向変動及び季節変動に関する特徴はごみ処理計画を行う際の基礎的な情報として有効なものと考えている。

【参考文献】

- 1) 東京都清掃局：東京都清掃局年報、1987年度～1998年度
- 2) 岸根卓郎：理論応用統計学、養賢堂、1981
- 3) 小泉明、稲員とよの、荒井康裕、具滋茸：水道用水使用量の時間変動解析、環境システム研究 vol.26、1998

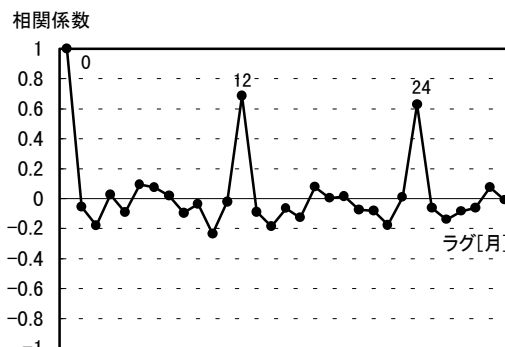


図3 自己相関コレログラム

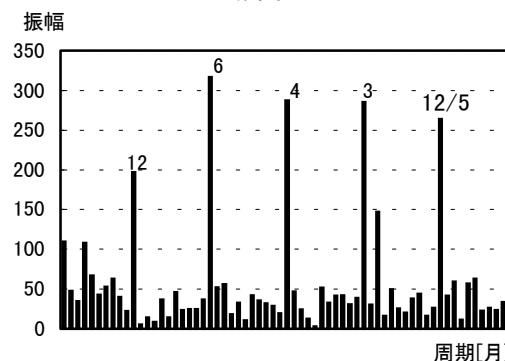


図4 フーリエスペクトル

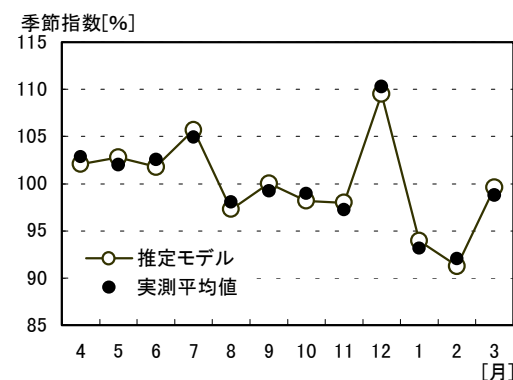


図5 季節変動の推定値と実測値

*季節指数：平均を100として基準化したごみ量