

## 計量経済モデルによる都市ごみ量の予測

熊本大学工学部 学生員 ○後藤昭彦  
正会員 中島重放

はじめに 従来、ごみ処理計画立案に際し、時系列解析を用いた将来予測が主流であったが、急成長時代から安定成長への時代の移行やそれに伴う生活様式の変化などにより、新しい将来予測法が求められている。そこで、今回、下記の地域において、家庭系ごみを対象として重回帰分析を用いた将来予測を試みたので以下に報告する。図-1にフローチャートを示す。

1. ごみ量およびアンケート調査 調査は、熊本県南部の人口約43000人を有する人吉市において、第一・二・三次産業従事者が混在する2町内から無作為に30世帯を選び、昭和60年10月上旬のごみを現地で収集し測定した。それと同時にアンケート調査を行った。調査結果を表-1に示す。

2. 重回帰分析を用いたごみ量予測要因の決定 表-1の調査結果より、1人1日当りごみ量 $u$ を目的変数とし、 $x_1$ から $x_7$ を説明変数とし、重回帰分析を行い(1)式を得た。

$$u = 2.56x_1 - 53.5x_2 - 0.496x_3 - 0.117x_4 + 0.163x_5 + 352 \quad \text{-----(1)}$$

(重相関係数  $R=0.771$ )

次に、後退的選択法により変数の選択を行った結果(2)式を得た。

$$u = 2.21x_1 - 54.1x_2 + 343 \quad \text{-----(2)}$$

(重相関係数  $R=0.768$ )

それぞれの要因に対する分析結果を表-2に示す。

この結果より以下のことが示唆された。

- ①所得 $x_1$ は、ごみを増やす方向に強く影響する要因であり、所得の増加は、家庭の物品流入の増加を引き起し、その結果1人1日当りごみ量は、増加方向へ向かうと思われる。
- ②世帯員数 $x_2$ は、ごみを減らす方向へ強く影響する要因であり、世帯員数の増加は、家庭での購入物の有効利用へとつながり、その結果、1人1日当りごみ量 $u$ は減少方向へと向かうと思われる。
- ③他の要因は( $x_3$ )  $x_4$ )  $x_5$ ) の順で、ごみの量に影響を与えているが、 $x_1$ 、 $x_2$ に比較しその影響は、かなり小さい。

今回は、所得 $x_1$ に比べて、比較的将来を予測し易い世帯員数 $x_2$ を用いて、ごみ量の予測を行った。なお、それに際し、諸変数の将来値設定は、表-3に従った。

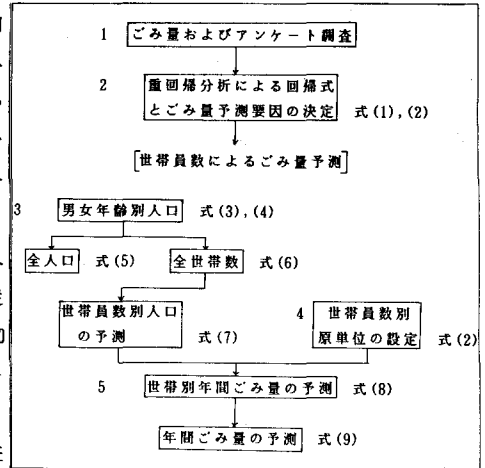


図-1 フローチャート

表-1 重回帰分析に用いた調査データ

| 目的変数<br>1人1日当り<br>ごみ量<br>$u$ [g/人日] | 説明変数<br>1人当り<br>年間所得<br>$x_1$ [円] | 説明変数<br>世帯員数<br>$x_2$ [人] | 説明変数<br>1人当り<br>敷地面積<br>$x_3$ [㎡] | 説明変数<br>1人当り<br>庭の面積<br>$x_4$ [㎡] | 説明変数<br>平均年齢<br>$x_5$ [歳] |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| No.                                 |                                   |                           |                                   |                                   |                           |
| 1                                   | 297                               | 125                       | 2                                 | 132                               | 33                        |
| 2                                   | 149                               | 50                        | 5                                 | 56                                | 0                         |
| 3                                   | 168                               | 10                        | 5                                 | 81                                | 19                        |
| 4                                   | 341                               | 75                        | 2                                 | 66                                | 56                        |
| 5                                   | 178                               | 50                        | 5                                 | 56                                | 0                         |
| 6                                   | 359                               | 167                       | 3                                 | 165                               | 11                        |
| 7                                   | 142                               | 150                       | 3                                 | 109                               | 44                        |
| 8                                   | 191                               | 50                        | 5                                 | 50                                | 0                         |
| 9                                   | 504                               | 117                       | 3                                 | 106                               | 25                        |
| 10                                  | 498                               | 63                        | 4                                 | 66                                | 3                         |
| 11                                  | 209                               | 88                        | 4                                 | 80                                | 0                         |
| 12                                  | 274                               | 50                        | 3                                 | 40                                | 0                         |
| 13                                  | 715                               | 250                       | 2                                 | 231                               | 330                       |
| 14                                  | 523                               | 117                       | 3                                 | 172                               | 11                        |
| 15                                  | 959                               | 250                       | 2                                 | 125                               | 17                        |
| 16                                  | 903                               | 125                       | 2                                 | 109                               | 66                        |
| 17                                  | 429                               | 125                       | 4                                 | 107                               | 8                         |
| 18                                  | 103                               | 83                        | 6                                 | 86                                | 39                        |
| 19                                  | 251                               | 50                        | 2                                 | 74                                | 50                        |
| 20                                  | 193                               | 30                        | 5                                 | 33                                | 0                         |
| 21                                  | 246                               | 75                        | 6                                 | 89                                | 8                         |
| 22                                  | 343                               | 125                       | 4                                 | 127                               | 8                         |
| 23                                  | 225                               | 75                        | 4                                 | 79                                | 0                         |
| 24                                  | 478                               | 125                       | 2                                 | 168                               | 0                         |
| 25                                  | 229                               | 70                        | 5                                 | 83                                | 17                        |
| 26                                  | 588                               | 150                       | 3                                 | 79                                | 81                        |
| 27                                  | 729                               | 167                       | 3                                 | 132                               | 0                         |
| 28                                  | 587                               | 125                       | 4                                 | 149                               | 50                        |
| 29                                  | 173                               | 75                        | 6                                 | 90                                | 82                        |
| 30                                  | 209                               | 113                       | 4                                 | 110                               | 5                         |

表-2 重回帰分析計算結果

| 要 因        | $x_1$ | $x_2$  | $x_3$  | $x_4$  | $x_5$ |
|------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| (1) 標準回帰係数 | 0.632 | -0.306 | -0.096 | -0.031 | 0.012 |
| 回 帰 係 数    | 2.56  | -53.5  | -0.496 | -0.117 | 0.163 |
| 式 F 値      | 7.54  | 2.15   | 0.182  | 0.039  | 0.003 |
| (2) 標準回帰係数 | 0.546 | -0.310 |        |        |       |
| 回 帰 係 数    | 2.21  | -54.1  |        |        |       |
| 式 F 値      | 13.0  | 4.20   |        |        |       |

3. 世帯員数別人口の予測 以下の順序に従い、予測を行った。なお、S.55年国勢調査値を基本として算出した。

① 男女年齢別人口の予測は、次式を用いた。

$$\begin{aligned} w_{ij}^M(t+T) &= \sum_{k=0}^T b_{ijk}^M w_{ij}^M(t) \\ w_{ij}^F(t+T) &= \sum_{k=0}^T b_{ijk}^F w_{ij}^F(t) \end{aligned} \quad (3)$$

$$r > 1 \text{ のとき} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} w_{ij}^M(t+T) &= s_{ijk}^M w_{ij}^M(t) + \sum_{k=0}^T m_{ijk}^M w_{ij}^M(t) \\ w_{ij}^F(t+T) &= s_{ijk}^F w_{ij}^F(t) + \sum_{k=0}^T m_{ijk}^F w_{ij}^F(t) \end{aligned}$$

ここで  
 $w$ : 人口  $t$ : 基準年  $T$ : 予測年次(5年ごと)  
 $b$ : 出生率  $s$ : 定住率  $m$ : 転入率  
 $j, k$ : 地域(今回は市・県・国の3地域)  
 $r$ : 年齢コホート(Cohort; 5歳間隔)  
 $\alpha, \beta$ : 出産可能な女性の年齢範囲  
 $M$ : 男性  $F$ : 女性

以下の結果は、表-4または表-5に示してある。

② 全人口の予測

$j$  を人吉市とすると、 $t+T$  年次の人吉市の全人口  $P(t+T)$  は

$$P(t+T) = \sum_j \{w_{ij}^M(t+T) + w_{ij}^F(t+T)\} \quad (5)$$

以下人吉市について行なうので、添字  $j$  は省略する。

③ 全世帯数の予測 (世帯主率法に従う)

$t+T$  年次の全世帯数を  $H(t+T)$  とすると

$$H(t+T) = \sum_j \{h_{ij}^M(t+T) w_{ij}^M(t+T) + h_{ij}^F(t+T) w_{ij}^F(t+T)\} \quad (6)$$

(ここで、 $h_{ij}^M$ ,  $h_{ij}^F$  は  $r$  年齢コホートにおける男女の世帯主率)

④ 世帯員数別人口の予測

$t+T$  年次の世帯員数別人口を  $p_i(t+T)$  とすると

$$p_i(t+T) = x_{ii} q_i(t+T) \cdot H(t+T) \quad (7)$$

(ここで、 $q_i(t+T)$  は、 $t+T$  年次の世帯員数別世帯数の割合)

ただし、 $\sum_{i=1}^n p_i(t+T) = P(t+T)$ ,  $\sum_{i=1}^n q_i(t+T) = 1$

#### 4. 世帯員数別ごみ原単位の算出

世帯員数別ごみ原単位  $u_i$  は(2)式の1人当り年間所得  $x_i$  に 205 万円を代入し求めた。これはS.59年の年間ごみ量が、9156[ton] であることから

$$9156 = \sum_{i=1}^n \left\{ (2.21 - 54.1 \frac{x_i}{x_1} + 343) \cdot p_i(59) \right\} \times 365 / 10^4$$

を満たすように決定した。結果は表-4に示すように、世帯員数の少ない世帯ほど  $u_i$  は高い値となっている。

#### 5. 世帯員数による年間ごみ量の予測

$t+T$  年次の世帯員数別年間ごみ量を  $y_i(t+T)$  [ton] とし、年間ごみ量を  $Y(t+T)$  [ton] とすると

$$y_i(t+T) = u_i \cdot p_i(t+T) \times 365 / 10^4 \quad (8) \quad Y(t+T) = \sum_{i=1}^n y_i(t+T) \quad (9)$$

となる。S.70年の予測結果を表-4に示す。

また、以上のようにして得られた予測結果を表-5に示す。さらに、年間ごみ量  $Y$  と平均ごみ原単位  $Y/P$  の予測結果を図-2に示す。

#### 6. まとめ

表-5に示すように、平均世帯員数  $P/H$  は年々減少し、核家族化の進行を示している。これは世帯員数の少ない世帯の人口増加によるものである。この人口の増加は、世帯員数別ごみ原単位  $u_i$  の高い値に適用される人口の増加であり、表-5および図-2に示す平均ごみ原単位  $Y/P$  の上昇をもたらしている。

このように、核家族化の進行が平均ごみ原単位を増加させることになる。

なお、1人当り年間所得  $x_i$  にS.59年の値である 205万円を代入し、将来とも変化はないとして予測したが、現在この所得による効果をどのようにして予測に組み込むか検討中である。検討結果は発表時に報告する。

表-3 将来値の設定

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| 世帯員数別ごみ原単位 $u_i$                 | S.59年度値を将来にも採用     |
| 男女年齢別出生率 $b$ , 定住率 $s$ , 転入率 $m$ | S.55年値を採用          |
| 男女年齢別世帯主率 $h$                    | 人口問題研究所の提示した伸び率を採用 |
| 世帯員数別世帯数の割合 $q_i$                | 人吉市の過去のデータより指数回帰   |

表-4 S.70年の年間ごみ量算出

| 世帯員数            | ごみ原単位        | 人口             | 年間ごみ量              |
|-----------------|--------------|----------------|--------------------|
| $x_{ij}$ [人/世帯] | $u_i$ [g/人日] | $p_i$ (70) [人] | $y_i$ (70) [ton/年] |
| 1               | 742          | 3357           | 910                |
| 2               | 688          | 8383           | 2106               |
| 3               | 634          | 9935           | 2300               |
| 4               | 580          | 10960          | 2320               |
| 5               | 526          | 6494           | 1247               |
| 6               | 472          | 3066           | 528                |
| 7               | 418          | 1506           | 230                |
| 8               | 363          | 336            | 45                 |
| 9               | 309          | 101            | 11                 |
| 10以上            | 255          | 80             | 7                  |
| 合計              | ---          | 44219          | 9704               |

表-5 予測結果

|                      | S.59  | S.60  | S.65  | S.70  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 全人口 $P$ [人]          | 43065 | 43273 | 43864 | 44219 |
| 全世帯数 $H$ [世帯]        | 13882 | 14082 | 14942 | 15686 |
| 平均世帯員数 $P/H$ [人/世帯]  | 3.10  | 3.07  | 2.94  | 2.82  |
| 年間ごみ量 $Y$ [ton/年]    | 9156  | 9243  | 9505  | 9704  |
| 平均ごみ原単位 $Y/P$ [g/人日] | 583   | 585   | 594   | 601   |

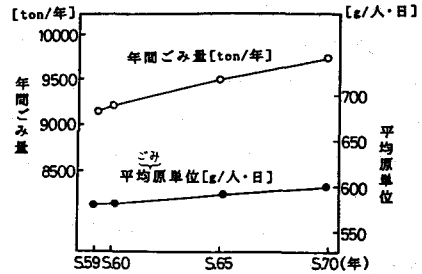


図-2 年間ごみ量と平均原単位の推移