

共分散構造分析を用いた廃棄物処理量と産業構造の関係に関する研究

信州大学大学院 伊藤 孝政
信州大学工学部 正会員 高瀬 達夫
信州大学工学部 正会員 小山 健

1. はじめに

廃棄物は、近年、経済活動の拡大や産業構造の高度化、生活様式の変化などに伴い、排出量の増大や質的多様化による各種の問題が生じているが、その対策として、廃棄物処理に関する法整備、地域レベルからのゴミの分別回収・再資源化といった官民一体となった活動や、ゴミと一般社会を様々な視点から解析する研究が行われている。

そこで本研究では、共分散構造分析¹⁾の中で注目を浴びている潜在曲線モデル^{2,3)}を用い、長野県主要都市を対象として、ゴミ3項目(可燃ごみ・不燃ごみ・資源ごみ)に種類別した一般廃棄物をモデル化し、各都市における産業大別人口に対し、どのような影響を及ぼしているのか、ゴミから見た各都市の産業構造の特色を解明することを目的とする。

2. 各就業者人口と一般廃棄物量の推移

各就業者人口と一般廃棄物量の変化について、紙面の都合上、長野市におけるデータを以下に示す。

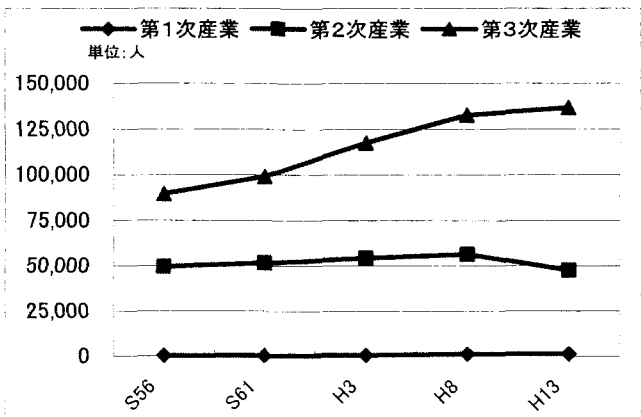


図 2.1 長野市の産業大別人口の推移

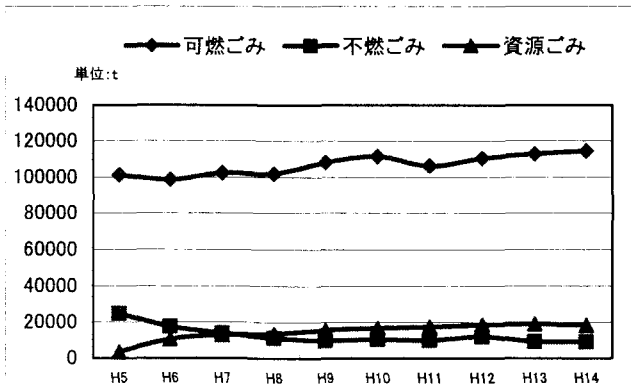


図 2.2 長野市の一般廃棄物量の推移

3. 潜在曲線モデル

潜在曲線モデルは、各個体から経時的に反復測定したデータ(縦断的データ)の解析に用いられるモデルであり、潜在曲線モデルで扱う物は、多数の被験者の成長曲線を分析する場合に扱いが容易で、解釈しやすいことから1次式が用いられ

ることが多いが、勿論成長曲線の形状によっては2次式や3次式を当てはめることも容易であるし、通常非線形回帰分析で用いられる対数関数や平方根を使った成長曲線を当てはめることも可能である。

1次式の潜在曲線モデルの構造方程式は、

$$h_t = \alpha + (t-1)\beta + e_t \quad (h_t : \text{基準変数}) \quad \cdots (3.1)$$

で表し、例えば観測地点 $t=3$ の場合の構造方程式を行列表記にすると、

$$\begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} \quad \cdots (3.2)$$

となる。また、切片と傾きである α, β は

$$\begin{aligned} \alpha &= \mu_\alpha + d_1 \\ \beta &= \mu_\beta + d_2 \end{aligned} \quad (\mu_\alpha, \mu_\beta : \text{平均値} \quad d_1, d_2 : \text{誤差変数}) \quad \cdots (3.3)$$

と表現する。また、この α, β に、従属変数 x_1 を取り組むことによって

$$\begin{aligned} \alpha &= \mu_\alpha + \gamma_1 x_1 + d_1 \\ \beta &= \mu_\beta + \gamma_2 x_1 + d_2 \end{aligned} \quad (\gamma_1, \gamma_2 : \text{パス係数}) \quad \cdots (3.4)$$

のような構造方程式ができ、切片及び傾きと従属変数間の関係を求めることができる。

また、モデルの適合度の評価だが、本研究では CFI (比較適合度指標) と RMSEA の2種類の適合度指標を用いることにした。各評価指標の判断基準は次の通りである。

CFI : 1に近い値が良いモデルを表す

RMSEA : 小さい値が良いモデルを表す

(0.05以下だと当てはまりが良く、0.1以上だと当てはまりが悪い)

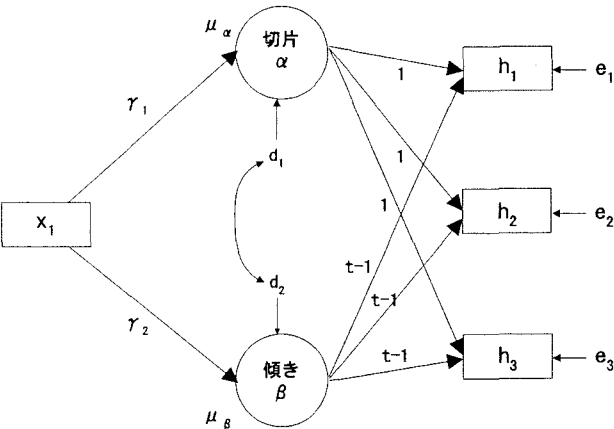


図 3.1 1次式の潜在曲線モデルの例

4. 分析結果及び考察

本研究では、潜在曲線モデルの各変数を以下のように設定した。

基準変数：長野県主要都市可燃・不燃・資源ごみ排出量
従属変数：産業大分別（第1～3次産業）人口
データ数：平成5～14年度の10年度間
(産業大分別人口については、国勢調査による数値のみのため、人口との回帰分析によって求めたものとする)

まず、図4.1に示すように、長野県主要都市の中から長野市・松本市・上田市の3都市の各ごみ排出量を時系列に並べ、その中から代表として、平成5・10・14年度のデータを基準変数とした時の各産業大分別人口との関係を分析した。

表4.1から、第2次産業人口時で切片に、わずかな正の影響が見られる以外、負の影響が見られる。これは、3都市を総合的に見て、ごみ排出量の抑制が進んでいることと解釈できる。また適合度の評価だが、表4.2から、第1,3次産業人口でのRMSEAが若干高いものの、まずまずの適合度だと言える。

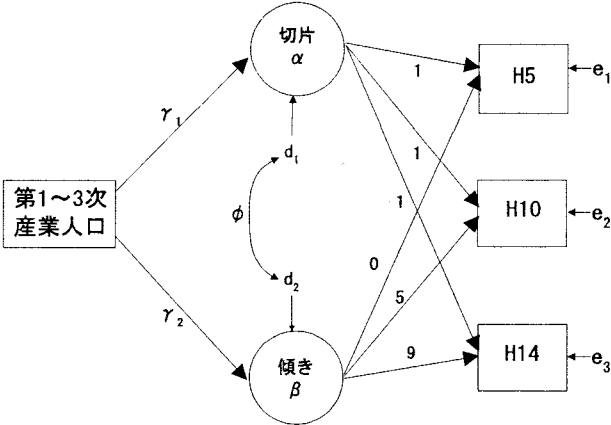


図4.1 潜在曲線モデル1

表4.1 図4.1でのパス係数の結果

パス係数	第1次産業人口	第2次産業人口	第3次産業人口
γ_1	-224.088	0.568	-3.628
γ_2	-4.470	-0.059	-0.087

表4.2 図4.1での適合度の評価

	第1次産業人口	第2次産業人口	第3次産業人口
CFI(比較適合度指標)	0.970	1.000	0.966
RMSEA	0.166	0.000	0.182

次に、各都市間の比較を見るため、図4.2のようなパス図を用いて分析を行うことにした。今回紙面に紹介したのは長野市のみだが、他の都市間での分析結果は当日発表する。

基準変数の設定だが、長野市の各ごみ排出量が、
不燃ごみ < 資源ごみ < 可燃ごみ
となる時系列変化を伴う縦断的データであると仮定し分析を行った。またこの時、不燃ごみデータを初期値“t=1”，資源ごみデータを“t=2”として回帰分析を行った結果、可燃ごみデータの時系列地点は“t=52”となり、この値を採用した。

分析の結果は表4.3,4.4の通りとなったが、表4.4を見れば分かるように、どの分析も適合度が悪い結果となった。そこで、各ごみ排出量データの系列相関⁴⁾の有無を調べるため、ダービン・ワトソン検定(DW検定)を行い、その結果を表4.5に纏めた。

検定の結果から、「各ごみ排出量<→第2次産業人口」間に系列相関が見られたため、コ克蘭・オーカット法によりデータを修正し、再度潜在曲線モデルにて分析を行ったが、適合度の改善には至らなかった。今後は、これら適合度改善が研究課題の大きな一つである。

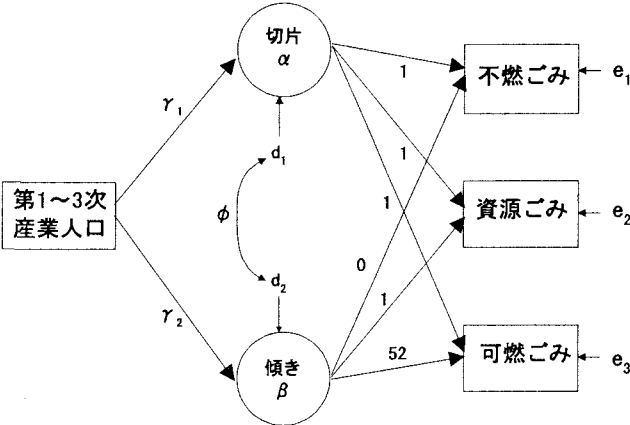


図4.2 長野市における潜在曲線モデル

表4.3 図4.2でのパス係数の結果

パス係数	第1次産業人口	第2次産業人口	第3次産業人口
γ_1	-0.012	-0.195	0.090
γ_2	0.534	-0.017	0.017

表4.4 図4.2での適合度の評価

	第1次産業人口	第2次産業人口	第3次産業人口
CFI(比較適合度指標)	0.686	0.790	0.657
RMSEA	0.324	0.234	0.389

表4.5 DW検定の結果

	DW検定
各ごみ排出量 <→ 第1次産業人口	2.286
各ごみ排出量 <→ 第2次産業人口	3.177
各ごみ排出量 <→ 第3次産業人口	1.754

表4.6 修正後(ρ=8.4×10⁻⁴)の分析結果と適合度の評価

パス係数	第2次産業人口	第2次産業人口
γ_1	-0.231	CFI(比較適合度指標) 0.551
γ_2	-0.040	RMSEA 0.639

参考文献

1) 豊田秀樹 著 「共分散構造分析 入門編」 朝倉書店 2002
2) 豊田秀樹 著 「共分散構造分析 応用編」 朝倉書店 2002
3) 狩野裕・三浦麻子 著 「グラフィカル多変量解析」 現代数学社 2002
4) GS.Maddala 著 和合肇 訳著 「計量経済分析の方法 第2版」 pp151-189 シーエーピー出版 1996