

廃棄物の共分散構造による産業構造分析

信州大学工学部
信州大学工学部
信州大学工学部

福岡文仁
正会員
正会員

高瀬達夫
高瀬達夫
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のよる各種の問題が生じている。現在の大量生産、大量消費社会での廃棄物排出問題において、大きな要因として一般家庭の消費がある。住民の廃棄物の減量化、再利用・再生利用の意識が高まりつつある今、地域レベルからこれらの問題に取り組んでいくことが重要となっている。

そこで本研究では、長野市・松本市・上田市の長野県の主要3市町村を対象として、3項目（可燃ごみ・不燃ごみ・資源ごみ）に種類別した各市町村の一般廃棄物を共分散構造分析によってお互いの関係をモデル化し、各項目がどのように影響を及ぼしあっているかを解明し、市町村間の産業構造を解明することを目的とする。

2. 産業構造と一般廃棄物量の推移

長野市における産業構造と一般廃棄物量の変化について、次のような結果が出た。

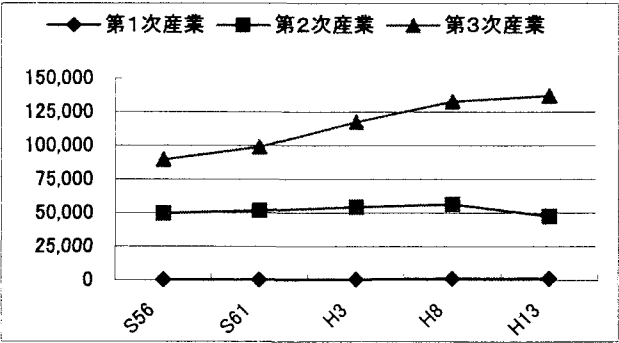


図1：長野市の産業大分別人口の推移

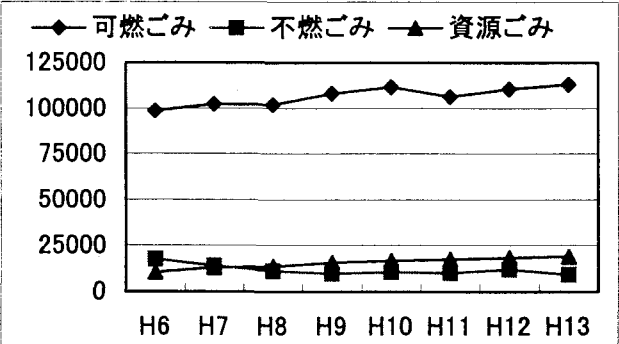


図2：長野市の一般廃棄物量の推移

図1から、第1次産業人口は横ばい、第2次産業人口は年々減少傾向であるのに対して、第3次産業人口は増加傾向であることがわかる。

図2からは、可燃ごみと資源ごみが増加傾向にあり、不燃ごみは減少傾向であることが若干ではあるがわかる。

3. 共分散構造モデルの構成

3. 1 構成因子の設定

まず、3市町村の産業構造の違いによって、各市の可燃ごみ・不燃ごみ・資源ごみの排出量に何らかの影響があると考えた。

そこで、共分散構造モデルを構成するために独立変数・従属変数を以下のように設定した。

独立変数：長野県主要3市町村（長野市・松本市・上田市）の可燃ごみ・不燃ごみ・資源ごみ排出量

従属変数：産業大分別（第1次産業・第2次産業・第3次産業）人口

データ数：平成6～13年度の8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である。）

3. 2 廃棄物評価モデルの構成

廃棄物評価モデルにおける独立変数・従属変数間を次のように関係付けた。

- ・主要3市町村の「可燃ごみ」、「不燃ごみ」、「資源ごみ」は「産業大分別人口」に影響を与える。

以上のことを踏まえて、長野市の「可燃ごみ」、「不燃ごみ」、「資源ごみ」、「第3次産業人口」について回帰分析モデルを元に廃棄物評価モデルのパス図を次のように作成した。

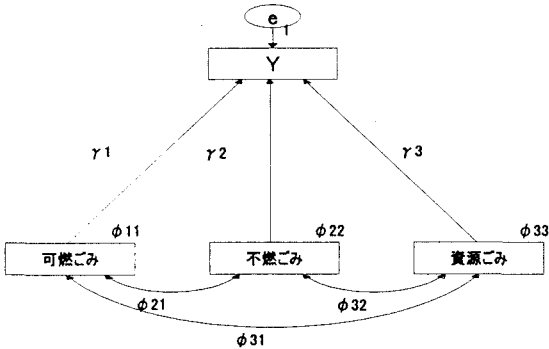


図3：廃棄物評価モデル

Y : 産業大別人口 e : 誤差変数
 $\phi_{11}, \phi_{22}, \phi_{33}$: 各項目の分散 $\phi_{21}, \phi_{31}, \phi_{32}$: 共分散
 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$: パス係数

4. 共分散構造
図3のパス図と同等な表現は、方程式、分散、共分散に関する情報により次のようになる。

方程式 : $Y = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + e$

分散 : $Var(X_1) = \phi_{11}, Var(X_2) = \phi_{22},$
 $Var(X) = \phi_{33}, Var(e) = \theta$

共分散 : $Cov(X_2, X_1) = \phi_{21}, Cov(X_3, X_2) = \phi_{32},$
 $Cov(X_3, X_1) = \phi_{31}$

一般的に、モデルに現れる全ての変数の分散・共分散は、パス係数と独立変数の分散・共分散で表すことができる。従って、共分散構造モデルにおいて推定すべきパラメータは、パス係数と独立変数の分散・共分散ということになる。

図3の独立変数 $x = [X_1, X_2, X_3]'$ の分散共分散行列は次のようになる。

$$Var(x) = \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1, X_2) & Cov(X_1, X_3) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2) & Cov(X_2, X_3) \\ Cov(X_3, X_1) & Cov(X_3, X_2) & Var(X_3) \end{bmatrix}$$

5. 分析結果とモデルの評価
以上より作成した廃棄物評価モデルの共分散構造分析を行った結果、次のような結果となった。

表1：分散・共分散

	X1	X2	X3
X1	23245535		
X2	-9624476	6742562	
X3	12344176	-5867373	7632907

表2：パス係数

パス係数	
γ_1	-0.107
γ_2	-0.068
γ_3	1.204

表3：誤差係数

誤差係数	174606.3
------	----------

表4：モデルの評価指標

評価項目	
GFI(適合度指数)	1.000
RMR(残差平方平均平方根)	0.477
AIC(情報量基準)	20.000

表1から、可燃ごみと資源ごみとの間では強い相関が見られるが、可燃ごみと不燃ごみ、不燃ごみと資源ごみとの間では逆に負の相関が強いことがわかる。これは、近年の資源ごみ増加から考えると、ごみの再利用化・再生利用化の意識の向上による影響だと考えられる。資源ごみの中でも、紙類の再利用化が大半を占めている。次に、表2から次の方程式が表される。

$$Y = -0.107 X_1 - 0.068 X_2 + 1.204 X_3 + 174606.324$$

上式より、3個の説明変数の中でX3(資源ごみ)の増加が最も第3次産業人口の増加に影響していることは明らかである。逆にX1(可燃ごみ)、X2(不燃ごみ)の増加は第3次産業人口の減少にわずかながら影響していることがわかる。これは、近年、我が国全体でも増加傾向にあるサービス業が中心である第3次産業が長野市で増加していることと一般廃棄物の中で特に資源ごみが増加していることを考慮すると、ここで求められた方程式は正しいといえる。

最後に、表3よりモデルの評価を行う。GFI、RMR、AICの数値より、GFIは1.000であり適合度は明らかに高い。RMR、AICも互いに0に近いため適合度が高いことがわかる。よって、このモデルによる共分散構造分析の結果は良く当てはまっているといえる。ここでは、用紙の関係上、長野市の残りの分析結果、松本市と上田市についての分析結果等は割愛させていただきました。分析結果等は、当日発表する予定です。

6. まとめ
本研究では、長野県主要3市町村を対象として一般廃棄物の共分散構造分析による産業構造分析を行った。その結果、長野市について考察すると、一般廃棄物の変化は産業構造の変化に少なからず影響があると考えられる。今後は、一般廃棄物の細かいデータの収集、分析による廃棄物総量抑制の効果的対策手法の解明が課題である。

参考文献
[1] 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
[2] 豊田秀樹 著 『共分散構造分析[入門編]』朝倉書店 2002