

(株)日本水道コンサルタント(正) 西沢 常彦

同 (正) 萩原 良巳

同 (正) 小泉 明

1. はじめに

従来の広域市町村群を対象とした水需要予測では、過去のデータより水需要構造を分析し、この構造が将来とも遷移(transition)しないという仮定のもとで行われてきた。そこで本稿では、水需要構造が将来遷移すると考える場合の水需要予測について考察を行なう。なお手法としてはいくつか考えられるが、ここでは統計的手法の一つである多変量解析法²⁾を用いることとする。

2. モデル

水需要構造の遷移を考慮した水需要予測モデルのプロセスは図1のようである。ここでは、まず主成分分析により水需要構造に注目した地域特性の分析を行なう。この結果、抽出された総合特性値により市町村の分類(以下これをクラスとよぶ。)および特性値(説明変数)の分類がなされる。これらの分析結果をもとに重回帰分析による水需要構造式の作成を行なう。(なおこの各クラスの水需要構造式を水需要構造パターンとよぶ。)ここでもし、将来水需要構造パターンが遷移しないと仮定すれば、上記の構造式を予測式として水需要の将来推定値を算出できる。しかしながら本稿では将来において各市町村が、どの水需要構造パターンに遷移するかを考慮した水需要予測法を提案するものとする。これを行なうために、まず現時点における水需要構造パターンを判別する関数(判別関数)を作成する。この判別関数に各市町村の説明変数の将来推定値を代入すれば、各市町村が将来どの水需要構造パターンに遷移するかを予測することができる。この結果をもとに遷移後のクラスの水需要構造式を予測式として用いることにより構造遷移を考慮した水需要予測が可能となる。

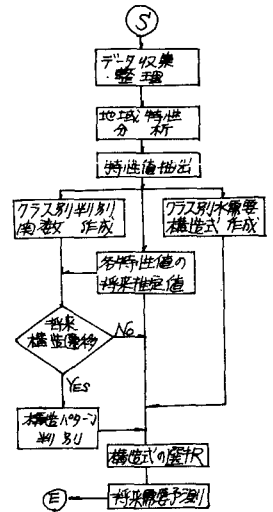


図1 予測プロセス

3. 実証的分析

分析対象地域はA県26市町村とし、以下 i)では主成分分析による地域および特性値の分類結果、ii)では重回帰分析による各クラスの水需要構造分析の結果、そして iii)では判別関数による水需要構造パターンの遷移の分析結果を示す。

i) 地域および特性値の分類結果; ここでは表1に示す特性値の昭和49年度のデータ(1人当りに変換)を用いて、主成分分析を行なった結果、オ1主成分として都市活動の強さ、オ2主成分として産業活動の強さを示す主

表1 特性値

1 田面積 (ha/4人)	9 公団住宅 (戸/4人)
2 畑面積 (〃)	10 商店数 (店/4人)
3 宅地面積 (〃)	11 商店従業員数 (人/4人)
4 山林面積 (〃)	12 工場数 (工場/4人)
5 人口増減 (人/4人)	13 工場従業員数 (人/4人)
6 事業所数 (事業所/4人)	14 職数 (職/4人)
7 従業員数 (従業員/4人)	15 財政支出 (千円/4人)
8 農家人口 (人/4人)	16 普及率 (%)

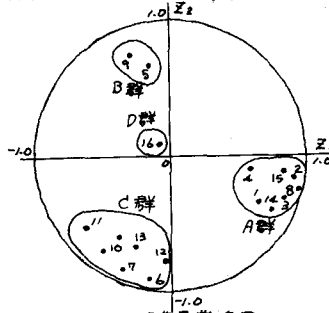


図2 特性値散佈図

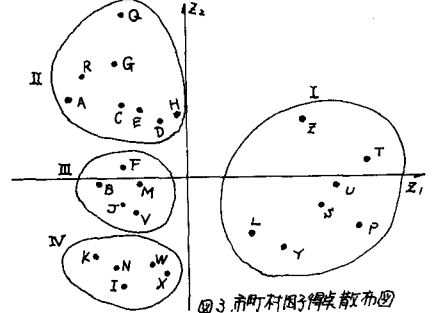


図3 市町村因子標散佈図

成分が抽出された。図2にオ1, オ2主成分(Z_1, Z_2)を用いて特性値の因子負荷量散布図を、図3に因子得点による市町村散布図を示す。図より市町村を以下の4クラスに分類できる。

第Iクラス ; 都市移動が弱い市町村 (L, P, S, T, U, Y, Z)

第IIクラス ; 都市移動は強いが産業移動は弱い市町村 (A, C, D, E, G, H, Q, R)

第IIIクラス ; 都市移動が強い市町村 (B, F, J, M, V)

第IVクラス ; 都市移動、産業移動がともに強い市町村 (I, K, N, O, W, X)

ii) クラス別水需要構造分析結果; ii) の各クラスごとに原単位(1人1日平均給水量)構造式を作成する。ここで説明変数としては、図2を参考にして、データの信頼度そして経験的判断などもふまえて4変数を抽出した。なお、データとしては昭和42年度から昭和49年度の各年度を用いた。以下に各クラスの重回帰式を示す。

第Iクラス; $Y = 99.2 - 0.403X_1 + 498.3X_2 + 1476.2X_3 + 0.038X_4$ R値 = 0.808 F値 = 11.3
(-0.144) (0.084) (0.842) (0.116)

第IIクラス; $Y = 340.3 - 2.57X_1 + 2891.8X_2 - 1338.3X_3 - 0.345X_4$ R値 = 0.730 F値 = 9.7
(-0.928) (0.641) (-0.956) (-0.082)

第IIIクラス; $Y = -193.9 + 1.63X_1 + 7887.5X_2 + 698.3X_3 - 2.29X_4$ R値 = 0.710 F値 = 5.2
(0.617) (1.424) (0.745) (-1.023)

第IVクラス; $Y = 42.9 - 1.09X_1 + 628.0X_2 - 108.0X_3 + 2.88X_4$ R値 = 0.780 F値 = 9.7
(-0.714) (0.563) (-0.326) (1.254)

ここでY: 原単位(l/h), X_1 : 田畑面積(ha), X_2 : 商店従業者数($\%$), X_3 : 工場従業者数($\%$), X_4 : 普及率($\%$)
また上式の()内の数値は、標準偏回帰係数を示す。

iii) 水需要構造遷移の分析結果; 若水需要構造パターンを判別するための判別関数は、各クラスの重心からの距離(マハラノビスの平方距離)として表わされる。なお特性値としては、図2の各群より1もしくは2個抽出し5変数とした。以下に判別関数を示す。

第Iクラス; $f_1 = -106.3 + 0.809X_1 + 0.234X_2 + 0.669X_3 - 0.246X_4 + 0.653X_5$

第IIクラス; $f_2 = -47.4 + 0.247X_1 + 0.142X_2 + 0.993X_3 + 0.009X_4 + 0.659X_5$

第IIIクラス; $f_3 = -63.6 + 0.380X_1 + 0.189X_2 + 0.559X_3 - 0.048X_4 + 0.671X_5$

第IVクラス; $f_4 = -98.5 + 0.561X_1 + 0.259X_2 + 0.769X_3 - 0.223X_4 + 0.755X_5$

ここで X_1 : 田畑面積(ha), X_2 : 工場従業者数($\%$), X_3 : 商店従業者数, X_4 : 人口増加($\%$), X_5 : 普及率($\%$)である。上記の判別関数に、各市町村の特性値の昭和60年度将来推定値を代入し、F値($F_i = \exp(f_i - \max f_i) / \sum \exp(f_i - \max f_i)$; $i=1, 2, 3, 4$)を計算した結果を表2に示す。これより、各市町村が将来どの水需要構造パターンに遷移するかを知る事ができる。そこで、将来のクラスの構造式より原単位将来推定値を計算し、これに将来給水人口を乗じることで、将来水需要予測を行うことができる。

4. おわりに

本稿では、水需要予測の一方法として、将来の水需要構造パターンの遷移を考慮した水需要予測法(図1)を提示した。この方法は、将来急激な地域特性の変化(たとえば住宅、産業等の誘致あるいは過疎化など)が予想される広域市町村群を対象とした水需要予測にきわめて有効であると考えられる。

なお本研究は、当社、中川芳一、高橋邦夫、釣慎一、辻本善博、堀雅文の各氏らとの共同研究である。

<参考文献>

- 1) 阿比基茂原, 小泉, 中川, 沼田: 水需要予測のための地域分析, オペ全国水道研究発表会, 日本水道協会, (1976)
- 2) たとえば, 奥野忠一他: 多変量解析法, 日科技連 (1977)
- 3) 萩原, 小泉, 中川, 高橋: 下水道整備計画と関するシミュレーションIV-ヒト地域分析とマクロ計画入力について, 土木学会12回 衛生工学研究討論会 (1976)

市町村	オI	オII	オIII	オIV	水需要構造遷移
772	772	772	772	772	100%
A	0.00	0.93	0.07	0.00	II
B	0.00	0.21	0.79	0.00	III
C	0.00	0.86	0.14	0.00	II
D	0.00	0.00	0.60	0.40	III
E	0.00	1.00	0.00	0.00	II
F	0.00	0.03	0.97	0.00	III
G	0.00	1.00	0.00	0.00	II
H	0.00	0.99	0.01	0.00	II
I	0.00	0.00	0.01	0.99	IV
J	0.00	0.05	0.95	0.00	III
K	0.00	0.00	0.00	1.00	IV
L	0.00	0.00	0.01	0.99	IV
M	0.00	0.16	0.84	0.00	III
N	0.00	0.00	0.00	1.00	IV
O	0.00	0.00	0.00	1.00	IV
P	1.00	0.00	0.00	0.00	I
Q	0.00	1.00	0.00	0.00	II
R	0.00	0.97	0.03	0.00	II
S	0.00	0.00	0.00	1.00	IV
T	0.00	0.00	0.33	0.67	IV
U	1.00	0.00	0.00	0.00	I
V	0.00	0.06	0.94	0.00	III
W	0.00	0.00	0.00	1.00	IV
X	0.00	0.00	0.00	1.00	IV
Y	0.00	0.03	0.88	0.09	III
Z	0.00	0.77	0.21	0.00	II

* 遷移を生じた市町村