

都市指標による水需要構造の変化特性

立命館大学理工学部 正員 山田 淳 学生員 中西 哲也
学生員 佐野 弘幸 学生員 〇東 光一

1. 研究の目的

水道では、水源の状況、施設の整備レベル、経営の環境などに、その事業体固有の条件を持つことから、水需要の構造分析や予測にあたって、社会、経済的な状況と直接結びつかない独自の方法がとられてきた。しかし、都市が成熟化し、各都市が構造的に均質化しつつある最近では、これらの都市のフレームと整合性のあるより精度の高い予測手法の導入が必要となってきた。本報告は、都市統計指標を用いた重回帰分析を基本とする予測法を提案するものである。

2. データの概要

表-1 変数増減法による重回帰分析結果（有意な指標のみを示す）

(1) 対象都市 原則として人口5万人以上の都市を対象に、「水道統計」に昭和51、60両年の用途別使用水量が記載されている都市とした。

(2) 使用水量 全使用水量から工業用を除いた分を生活用水、家事用を家庭用水とし、生活用水から家庭用水を除いた分を都市活動用水とした。

(3) 都市統計指標 各種統計書から水需要に影響を与えられと考える指標を選び出し、一部単位の変換をしたうえで33の分析指標を定めた。

指 標 名	家庭用水				都市活動用水			
	昭和51年		昭和60年		昭和51年		昭和60年	
	F=1	F=3	F=1	F=3	F=1	F=3	F=1	F=3
3 平均世帯人数	-③	-③	-⑤		*	*	*	*
4 65歳以上人口比								
7 就 業 率					5			
9 3次産業従業者人口比	*	*	*	*	1	1	1	1
10 昼間人口比					6		4	
11 D I D人口比				3	4	4	3	
12 商業年間販売額							-⑥	
13 製品出荷額					2	2		
15 水洗化率	1	1	3	4	10			
16 家の建てかえ率							5	
18 年平均気温	2	2	2	2				
20 年降水量（賦存量）	-⑥				7			
21 都市活動事業所数	*	*	*	*	-③			
22 平均所得					⑨			
23 水道普及率	5	5	4					
25 家庭用水道料金	-④	-④	-①	-①	*	*	*	*
26 都市活動用水道料金	*	*	*	*	-③	-③	-②	-②
34 家庭用水原単位	□	□	□	□	*	*	*	*
35 都市活動用水原単位	*	*	*	*	□	□	□	□
都 市 数	93	93	93	93	90	90	90	90
重 相 関 係 数	0.77	0.76	0.76	0.75	0.64	0.59	0.71	0.67

1,④等：数字は指標の選定順位を示す *：計算対象としなかった指標
-①：負の回帰係数になったもの □：目的変数
なお F=1 F=3 は、F検定の限界値がそれぞれ 1.0 3.0 の場合である

3. 分析方法と手順

(1) 有意な指標の検討 原単位水量（給水人口基準）を目的変数、

他の指標を説明変数とし、線形の重回帰分析を行う。有意水準としては、分散比Fの1.0と3.0をとる。

(2) 固定指標による構造式の比較 変数増減法の結果を用いて、昭和51、60両年共通に適用できる指標を選定し、この固定指標によって再び重回帰式を求め、係数比較を行う。

(3) 予測精度の検討 基準年（n年）の構造式を用いてm年の予測をする方法として、一般に

$$Y_m = Y_n + f_n (X_{1m}, X_{2m}, \dots, X_{im}) \dots\dots\dots (1)$$

が用いられる。ここで、Yは原単位水量、X_iはi番目の説明変数のm年予測値、fは構造式である。さらに、実績値を重視した次の式が考えられる。

$$Y_m = Y_n + f_n (X_{1m}, X_{2m}, \dots, X_{im}) - f_n (X_{1n}, X_{2n}, \dots, X_{in}) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、Y_n, X_{1n}, …, X_{in}は実績値である。ここでは、(1)、(2)式の適合性を見るため、昭和51年の構造式を用い、昭和60年の説明変数の値が、51年当時の60年フレームと仮定して計算し比較してみる。

Kiyoshi YAMADA, Tetsuya NAKANISHI, Hiroyuki SANO, Khoichi HIGASHI

4. 結果と考察

(1) 有意な指標 重回帰分析によって求めた結果を、有意な指標についてのみ表-1に示す。ほぼ同じ指標が選ばれているが、60年の指標数は減っている。重相関係数でみると、都市活動用で少し低くなっている。

(2) 構造式の比較 選定した共通指標を用いて指標固定の重回帰分析を行った結果を表-2(1)、(2)に示す。家庭用では、水道料金の影響が大きくなっており、そのほかの指標の係数は逆に小さくなっている。替わって、定数項が大きくなっていることから、これ以外の要因が寄与しているものと考えられる。また、都市活動用では、係数の絶対値が小さくなっており、ここでも、都市の均質化が進んでいると考えられる。いずれの場合も、インフレ補正前の係数であることから、料金の影響はきわめて大きくなったと言える。

(3) 予測精度の検討 表-2の昭和51年の構造式を用い60年のフレーム実績値を予測値と仮定して計算した結果を、表-3に示す。ここでは、60年の水道料金についてインフレ補正を行った。家庭用では予測値が実績値を下まわり、都市活動用では逆に上まわっており、基礎水量である定数項の変化や昭和51年での係数が大きかったD I Dや就業率の影響をカバーできなかったものとみられる。また予測法の比較では、(1)式より、各都市固有の実績値を反映した(2)式の重相関係数がかなり高くなった。図-1(1)、(2)に、(2)式による実績値と予測値の比較を示したが、かなり整合性がよく有効な方法と考えられる。

5. 今後の課題

他都市の実態を組み込んだ構造式と当該都市の実績値を組み合わせる方法を提案した。ここでは、フレームの予測に実測値を用いて、一定の説明力を持つことを示したが、実際には、フレームの予測誤差を伴うことになるので相関係数はさらに小さくなるものと考えられる。フレームだけでなく構造式の変化まで組み込んで予測できるモデルづくりが今後の課題となろう。

表-2(1) 指標固定による回帰分析結果(家庭用水)

指標名	単位	昭和51年		昭和60年	
		順	係数	順	係数
25 家庭用水道料金	円/m ³	4	-0.4424	1	-0.4764
18 年平均気温	℃	2	8.6996	2	7.0288
15 水洗化率	%	1	0.5138	3	0.3585
3 平均世帯人数	人/件	3	-29.8605	4	-17.1604
定数項	%/人・日		160.534		194.736
平均水量	%/人・日		171.3		210.5
重相関係数			0.749		0.750

表-2(2) 指標固定による重回帰分析結果(都市活動用水)

指標名	単位	昭和51年		昭和60年	
		順	係数	順	係数
9 3次産業従業者率	%	1	2.4959	1	2.5037
26 都市活用水道料金	円/m ³	3	-0.2404	2	-0.2045
11 D I D人口比	%	4	0.3325	3	0.1394
4 65歳以上人口比	%	2	-3.6187	4	-0.9160
7 就業率	%	5	0.2064	5	0.1450
定数項	%/人・日		55.546		49.665
平均水量	%/人・日		87.4		85.1
重相関係数			0.561		0.678

表-3 予測値の比較 (％/人・日)

用途	構造式	フレーム	60年実績	予測(1)	相関係数	予測(2)	相関係数
家庭	51年	60年	210.5	183.6	0.71	184.4	0.88
都市活動	51年	60年	85.1	95.2	0.63	95.4	0.74

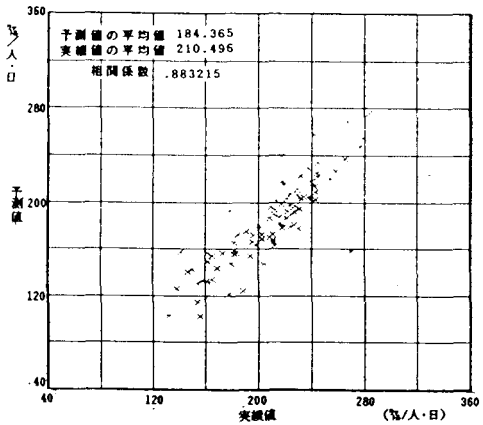


図-1(1) 予測と実績の比較 (家庭用水 昭和60年)

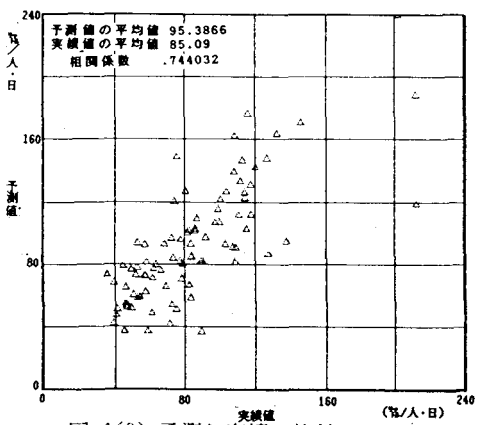


図-1(2) 予測と実績の比較 (都市活動用水 昭和60年)