

水需要の地域的・時間的構造分析

京都大学防災研究所 正 員 〇池淵周一
京都大学大学院 学生員 嶋田善多

1. はしがき 本研究では、水の大量消費型に変質し、また変質しつつある都市に注目し、都市のもつ性格、あるいは“格”といったものが、水需要、主に上水需要とどのような係りをもっているか、その係りは望ましい姿であるのか、といった問題を探索すべく、近畿諸都市の社会・経済指標をとりあげ、それらの地域的・時間的分析をはかることによって、水需要構造の分析・予測の精度を高めようと試みるものである。

2. 水需要の増大要因 水道事業が都市単位で行なわれるので、近畿各県の県庁所在地6都市に絞り、上水道利用状況を昭和40～51年の水道統計、昭和42～51年の家計調査に基づいて検討を進め、水需要を増大させる要因を概括すると以下のようである。(1)人口の増加 (2)生活水準向上による水多消費型生活への移行 (3)上水道設備の普及 (4)第2次・第3次産業の発展 (5)水の安価性。これらの要因によって水需要形態は変化するのであるが、それらの要因は地域的特質に大きく左右される。そこで、上水道事業が都市単位で行なわれているからには、水需要構造分析をする上で、少なくとも都市単位の地域的特性を把握する必要がある。また、これらの要因は時間的にも変化しているので、正確な予測を行なう上で、時系列データによる経年変化の探究、および時間的特性の追跡も望まれる。

3. 主成分分析とその時系列分析への応用 地域性を反映し、水需要に影響を及ぼす特性値は数多く、それらの水需要への影響度や特性値間の相関は不明である。そこで、特性値に潜在する因子を探り、地域的特性を定量化するために、特性値の集約化に有効な主成分分析を用い、その方法を時系列解析へと展開させる。主成分分析とは多変量解析の一手法であり、独立した特性値や互いに相関のある特性値が P 個混在するときに、それらの変量のバラツキを正確に表現できるように、互いに無相関な m ($m \leq P$) 個の総合特性値に要約するものである。手順は図-1に示す。本研究では、地域的特性、時間的特性をみるために、12年間のデータを一括して、主成分分析を行ない、それによって得られる各年、各都市の因子得点をもとに分析を進める。しかし、分析を行なう前に各年度ごとに主成分分析を行ない、寄与率の大きい主成分の固有ベクトルを比較することによって、各年度ごとの主成分の意味づけが変わるかどうかのチェックをし、この方法の妥当性を明らかにしなければならない。

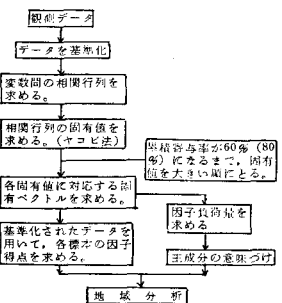


図-1 主成分分析の計算手順

4. 近畿諸都市の水需要の地域的・時間的構造分析 都市の社会・経済指標をもとにして、地域的・時間的分析を行ない、算出された因子得点と、水資源計画の基本でもある原単位との関連性を探る。(1)計算諸条件 都市の社会・経済指標のうちから、農業、工業、商

業、人口に関する指標が同程度含まれるように、かつ分析期間である昭和40～51年のデータが入手可能な指標を選択して、表-1に示す14個の特性値を用いた。標本とする都市は、分析期間のデータが入手可能な23都市とし、表-2に示す。(2)社会・経済指標による分析 各年度ごとに主成分分析を行なった結果、固有ベクトルは、ほとんど一定で問題なく、12年間のデータを一括して分析する。第1、第2主成分は、全データの52%、19%を要約し、説明力は非常に大きい。これらの主成分の意味づけは表-3のようになる。また、算出され

た因子得点の動きは図-2のようになり、この図をもとに、変化量、傾き、位置に注目して、都市を以下の6グループに分類する。(Ⅰ)大阪(あらゆる都市機能を備え、都市活動およびその伸びも大きく、典型的な産業都市)(Ⅱ)神戸(Ⅰグループに続く産業都市)(Ⅲ)東大阪(都市活動の大きさ、変化はⅡグループに似るが、衛星都市的性格も持つ)(Ⅳ)豊中、寝屋川、門真(早くからベッドタウンとして発展し、飽和状態になりつつある)(Ⅴ)宇治、箕面、池田、高槻、羽曳野、西宮(現在ベッドタウンとして発展しつつある都市)(Ⅵ)残り全都市(相対的に経年変化は小さく、地方的都市)

(3)原単位との関係 第1、第2主成分と原単位の相関係数は0.71、-0.06であり、原単位と都市活動の大きさはかなり相関が高いことを示している。また、グループ別にみると、Ⅰ～Ⅳグループでは300 ℓ /人/日を越え、Ⅴグループでは300 ℓ /人/日以下である。原単位の伸びでは、Ⅰ、Ⅱグループは停滞ぎみで、Ⅳ、Ⅴグループといったベッドタウン的都市は大きく伸び、水多消費型生活へ移行しつつあることを示している。また、どの都市でも原単位と第1主成分は、昭和46年ごろまで同じような動きをしているが、それ以後、すこしづつ異なる動きをしはじめている。これは、原単位ひいては水需要を増加させる要因の多様化を示している。

5. あとがき こうした分析を通して、とくに昨今、水需要要因の多様化、複雑化していく傾向が示され、水需要特性の時間的追跡の必要性が再確認された。今後、水の用途別指標も含めて発展させていく必要があろう。

参考文献(1)日本水道コンサルタント：水需要予測の理論と実際、日本水道コンサルタント研究年報 Vol. 6, No. 1, 1977.

表-1 特性値リスト

番号	特性値
1	総人口
2	平均世帯人数
3	人口密度
4	工業事業所数
5	工業従業者数
6	工業出荷額
7	商業事業所数
8	商業従業者数
9	商業販売額
10	農家数
11	農家人口
12	農地面積
13	宅地面積
14	人口

1, 5, 8, 11は人口に、12, 13は都市面積に対する割合で示す

表-2 都市リスト

都市名	都市番付
大阪市	1
堺市	2
岸和田市	3
宇治市	4
魚沼市	5
福知山市	6
舞鶴市	7
大田市	8
美濃市	9
姫田市	10
豊中市	11
高槻市	12
寝屋川市	13
門真市	14
東大阪市	15
羽曳野市	16
西宮市	17
池田市	18
神戶市	19
西宮市	20
加古川市	21
三木市	22
和歌山市	23

表-3 主成分の意味づけ

	第1主成分 (Z ₁)		第2主成分 (Z ₂)	
	正	負	正	負
因子負荷係数の意味	工業事業所数 (0.965)	平均世帯人数 (-0.459)	農家数 (0.756)	宅地面積 (-0.612)
	商業事業所数 (0.965)	農家人口 (-0.410)	農家人口 (0.733)	人口密度 (-0.579)
	工業出荷額 (0.956)	農地面積 (-0.315)	林間人口 (0.560)	
	人口 (0.946)		平均世帯人数 (0.459)	
	商業販売額 (0.902)			
意味づけ	正の方向に注目して “都市活動の大きさ”		負の方向に注目して “住宅の密集度”	

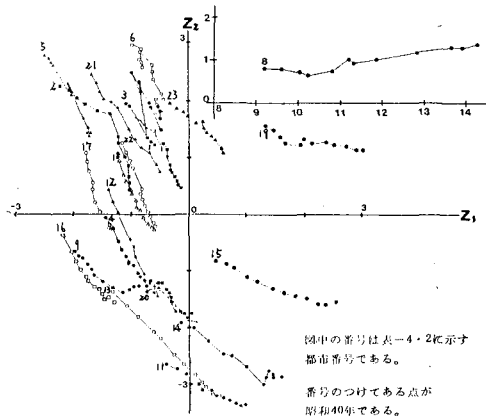


図-2 因子得点経年変化図