

都立大学工学部 正員 小泉 明
(株)奥村組 正員。木村 清

1. はじめに

近年、快適な生活をするために、また環境を守るために下水道に対する意識は年々高まりつつあり、それに伴ない下水道施設の拡張・整備は着々と進んでいる。こうした中で徐々に問題となりつつあるのが下水道施設の維持管理である。現在、下水道の整備が進んでいる大阪・東京などの都市では下水道総支出のうち、維持管理費の占める割合は30%以上になっている。つまり、建設がある程度まで進み下水道の整備が終わったあとは、下水道施設の維持管理費をどのように安くおさえるかが課題となる。このように将来まで考えた場合、維持管理費を安くおさえた下水道が地域にうまく通じたものであると言えよう。こうしたことから、下水道の構想計画さらには基本計画段階で、ある程度まで将来の維持管理費を把握しておくことが重要であると考ええる。

以上のことから本稿では、下水道の維持管理費に着目し、数量化理論第Ⅰ類とクラマーの関連係数とを用いて維持管理費に影響を与える要因を抽出し、それらの要因を用いて維持管理費を推定できる方程式を作成することとする。この分析プロセスを、図1に示す。

2. 影響要因分析

対象地域としては地域差が比較できるように日本全国から107都市を選定し、合計184ヶ所の下水処理場をサンプルとして抽出した。下水処理場の維持管理費に影響を与える要因としては、①下水処理場の特性を表わすもの、②都市の特性を表わすもの、③周辺の自然・環境を表わすもの、④社会・経済的的特性を表わすもの、に分類して考え表1に列記した。これらの要因の中には定量的なものを含むが、ここでは同じレベルで比較するためにすべて3～4個のカテゴリーに分類した。また、外的基準である年間維持管理費は下水処理場の年間総下水量によって単位下水量あたりの維持管理費に換算して分析に用いることとした。以上17個の説明要因と外的基準で数量化理論第Ⅰ類分析を行った。なお、分析に用いたデータは昭和53年度のものである。また同時に、各説明要因間の関連の度合を調べるためにクラマーの関連係数を求めた。なお、クラマーの関連係数は順位を持たない定性的要因間の関連の度合を測るもので、0から1までの値をとり、その値が大きい程関連の度合が大きいことを表わすものである。

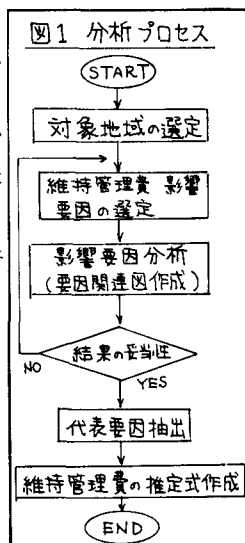
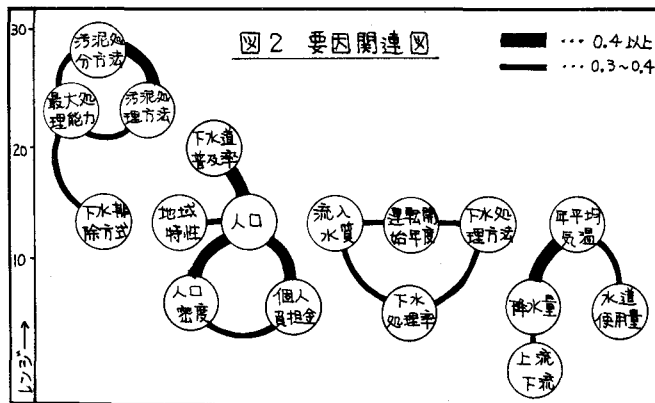


表1 維持管理費影響要因

① 処理場特性	3 人口
1 運転開始年度	4 人口密度
2 下水排除方式	5 地域特性
3 下水処理方法	③ 自然・環境
4 下水処理率	1 上流・下流
5 汚泥処理方法	2 年平均気温
6 汚泥処分方法	3 降水量
7 最大処理能力	4 流入水量
② 都市特性	④ 社会・経済特性
1 下水道普及率	1 個人負担金
2 水道使用量	



数量化理論第Ⅰ類分析の結果より維持管理費は、汚泥処分方法、最大処理能力、下水道普及率等の要因によって大きく影響を受け、逆に上流・下流、水道使用量等の要因にはほとんど影響とされないことがわかった。またクラマーの関連係数分析により、同種の要因は結びつきの度合いが大きいという結果を得た。これらの分析結果をもとに、縦軸に数量化理論第Ⅰ類分析によるレンジの大きさをとり、各要因間をクラマーの関連係数で結んだ要因関連図を描くと図2のようになった。この要因関連図によって17個の説明要因をA B C Dの4グループに分類した。4個のグループはそれぞれ、A：処理場の規模を表わすグループ、B：都市特性を表わすグループ、C：処理程度を表わすグループ、D：自然・環境特性を表わすグループとした。そして、それぞれのグループの中からレンジの大きさと関連の度合いを考慮して維持管理費に影響を与える代表要因を抽出した。すなわち、Aグループからは汚泥処分方法と最大処理能力、Bグループからは下水道普及率、Cグループからは下水処理方法と流入水質、Dグループからは年平均気温の6要因を抽出した。

3. 推定式の作成

以上の分析で抽出した6個の代表要因は、下水道の構想計画あるいは基本計画段階で求められる値であるので、下水道維持管理費の推定式の要因として採用することができる。この6要因で数量化理論第Ⅰ類を行なった結果、図3に示す値を得た。また、この分析のF値は5.80でF分布の1%棄却域に含まれている。したがって、この分布は分散分析によって有意であることが証明された。以上のことから維持管理費の推定式を示すと以下ようになる。

$$\text{維持管理費}(\text{円}/\text{m}^3) = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 \alpha_{ij} \delta(i, j)$$

(ただし、 α_{ij} はi番目の説明要因のj番目のカテゴリーの値で、 $\delta(i, j)$ はi番目の説明要因のj番目のカテゴリーに反応すると1、反応しないと0の値をとる変数である。)

例えば、汚泥処分方法；埋立、最大処理能力；10万t/日、下水道普及率；50%、下水処理方法；標準活性汚泥法、流入水質；180PPM、年平均気温；15.0℃の下水処理場の年間維持管理費を上記の推定式を用いて算出してみると、昭和53年度価格で1m³あたり16.4円と推定される。

4. あわりに

本稿では下水道の維持管理費に着目し、これに影響を与える要因を把握するとともに数量化理論第Ⅰ類により維持管理費を把握するための推定式を作成することができた。この式の利点は、下水道基本計画段階において、少ないデータで維持管理費を把握することができることである。さらには、ここで求めた推定式を用いることにより既存の下水道の維持管理費用の評価を行なうことも可能である。しかしながら本稿の結果は、あくまで現時点におけるデータによって得られたものであり、今後このような分析を経年的に行ない維持管理費の伸び率や影響要因の変化等を分析して行く必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 萩原良己・小泉明・西澤孝彦：アンケート調査をもとにした水使用影響要因関連分析，第17回衛生工学研究討論会講演論文集，1981
- 2) 安田三郎・海野道郎：社会統計学，丸善，1977

図3 カテゴリースコア

下水処理方法	1 標準活性汚泥法	4.64
	2 スラッジエアレーション	-5.22
	3 その他の活性汚泥	-1.88
	4 その他	-11.37
汚泥処分方法	1 委託	13.42
	2 埋立	-3.04
	3 農地還元	0.25
	4 その他	-3.72
最大処理能力	1 1万t未満	15.73
	2 1～5万t	-0.37
	3 5～10万t	-7.75
	4 10万t以上	-12.04
下水道普及率	1 20%未満	-0.33
	2 20～30%	1.85
	3 30～50%	0.05
	4 50%以上	-1.36
年平均気温	1 12.5℃未満	-7.53
	2 12.5～14.5℃	-4.61
	3 14.5～15.7℃	0.56
	4 15.7℃以上	11.73
流入水質	1 100PPM未満	-5.53
	2 100～150PPM	-4.81
	3 150～200PPM	-1.78
	4 200PPM以上	7.25

定数 ... 29.45 相関係数 ... 0.623