

(株) 日本水道コンサルタント 正員 堤 武
 “ “ “ (大 門) 萩原良巳
 “ “ “ “ 〇 高橋邦夫

1. はじめに

最近の下水道計画においては計画プロセスの高度(次)化に伴ない、より一層の基礎的研究の積み上げが要求されるようになってきた。このことは先に発表した「下水道整備計画のためのシステム論的研究Ⅰ」、およびこれに関連するレポートの中で特に強調したところである。上記をふまえ、わが国は特に計画入力に注目し、この基礎的研究を行ないつつあり、本稿もその一環である。

自然的カット率は、下水道計画における主要な計画入力の1つであり、汚濁指標による地域の総合特性値である。これに関し、綿密な調査をふまえて実験的研究もなされているが、本稿では多変量解析法により、自然的カット率、あるいは汚濁指標の構造分析を試みることを目的とする。

2. 自然的カット率と構成因子

まず自然的カット率を次のように定義する。

$$f_i = 1 - F_{i0} / F_i$$

(1)

ここに f_i ; i 地域の自然的カット率

F_{i0} ; i 地域を代表する水質観測点における流出負荷量(実測値)

F_i ; i 地域の発生負荷量(推定値)

である。すなわち、自然的カット率は、 $(1 - \text{流達率})$ と同値である。一般に f_i 値について適正な値を得ることは極めて困難である。汚濁負荷の流出機構、および流達機構については不

明な実が多し、また F_i の定義上の問題として F_{i0} 、 F_i の次元の相違も指摘される。しかしこれらはひとまずおき、1.で述べたごとく本稿では自然的カット率、もしくは汚濁指標の構造分析をすることを目的としており、表-1に自然的カット率を構成する諸因子を列挙する。ただし、これらの諸因子はデータ入手の難易度を考慮したものであり、気象特性、もしくは取土性など自然的因子の欠如が指摘されるよう。尚、数値解析法として、まず主成分分析により、地域の総合特性について知見を得、しる後、重回帰分析により、自然的カット率の構造分析を行なう。

表-1. 因子リスト表

No.	項目	単位	No.	項目	単位
1.	し尿処理人口	人	8.	宅地面積	ha
2.	田地人口	〃	9.	水田面積	〃
3.	浄化槽人口	〃	10.	畑面積	〃
4.	農村人口	〃	11.	山林面積	〃
5.	総人口	〃	12.	総面積	〃
6.	工場従業数	〃	13.	人口密度	人/ha
7.	家畜頭数	頭	14.	流量	m³/日

3. 解析例と考察

本節では演算を試みるにふたり、対象地域についてその概要を総括し、データを提示する。しる後、主成分分析、重回帰分析を適用した解析例を示す。

3.1 対象地域、なすびにデータ

本事例で対象とする地域は「A流域総合下水道整備計画」対象地域である。水系割り合いに各地域は、幸いなことにほぼ独立に存在する。すなわち、諸水系はほぼ独立に主要河川、もしくは湖に注ぎ込み地形上、水系間の競合はほとんど無いものと考えられる。用いるデータは表-2 にその1部を示す。尚ここでわが国の前期の目的である自然的カット率についてはひとまずこれを置き、流達負荷量(実測値)に関する構

表-2. データ総括表

No.	流達負荷量	し尿処理人口	田地人口	浄化槽人口	農村人口	総人口
1.	480.6	5,655	0	31	2,362	8,9
2.	1,070.3	39,575	0	78	57,873	
3.	517.0	8,819	6,000	64	79	
4.						

成分分析を行なう。また流達負荷量について季節ごとのデータが得られているが、年平均値をもってこの代表値とした。

3.2 主成分分析による解析

本手法を適用するにあたり、表-2 に掲げたデータの変換を行なう。すなわち、流達負荷量に対する14の因子をそれぞれ流達負荷量で除した後のデータを本手法に適用する。固有値、累積固有値、および因子負荷量 $r(x_k, z_i)$

($i=1, 2, \dots, 14$, $k=1, 2, 3$) を表-3, 4 に示す。表-3に示すごとく、第3主成分まで情報量の83.3%が占有されている。したがってここに抽出した3つの主成分について因子負荷量をもとに積極的解釈と施せば、つぎの如くなる。

- (i) 第1主成分 大きさを示す総合特性因子
- (ii) 第2 “ 人口の密集度を示す総合特性因子
- (iii) 第3 “ 農業形態の分類を示す総合特性因子

さらに第1, 第2主成分を用いた因子スコアを描いたものが図-1である。これより z_1, z_2 は無相関であることが明らかである。また、半径1.0の円内の左側には、比較的平野(農山林地域)の地域群が該当し、市街化の格別に関連している地域もしくは広大な農村地域は、こちらとかけはなれて存在し、地域差による明確な分類がなされることになる。このことは同時に、つぎの重回帰モデル適用への可能性を示している。一方、寄与率 λ_i ($i=1, 2, \dots, 14$) は、第3主成分までとせば z_4 を除き80%以上であり、経験的に、こちら諸因子($z_1 \sim z_4$)はそれぞれ独自性をもつものと考えられる。

3.3 重回帰分析による解析

本手法を適用するにあたり、サンプル数は諸因子数に比べて十分である。したがってここでは n (サンプル数、本例では19個) の小さな場合について教えるところに従がい、自由度調整済みの重回帰係数と変数選択の指標とし、変数選択重回帰分析を行ない、その結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{重回帰式} \quad Y &= -0.54 z_{12} (\text{山林面積}) + 0.174 z_{13} (\text{総面積}) + 273.35 z_{14} (\text{流量}) \\ \text{標準化した重回帰式} \quad Y' &= -3.33 z'_{12} + 3.33 z'_{13} + 0.89 z'_{15} \end{aligned} \quad (2)$$

このときF値は190.9であり、1%の水準で高度に有意である。また、自由度調整済みの重回帰係数 β_i は、0.985である。一方、各偏回帰係数 β_i ($i=12, 13, 15$) のF値、なすびにt値は表-5に示すとおりであり、各々、1%の水準で有意である。

4. おわりに

以上を総括すれば、(2)式より明らかに農山林地域である地域特性がここに表出しているものと考えられ、3.2における因子スコア散布図における分類も、その裏付けとして有効な情報を提供している。このことはとりも直さず、統計解析における1手法による解析は片手落ちであると同時に、複数の手法による有効性を示している。また、データの量、ならびにその精度等については大いに問題があり、解析列の積み上げが重要である。尚、データ収集に際し、当社下水部、山形弘、宮田宏光、永井彰多氏に多大の協力を得た。記して謝意を表します。

提案者 志橋;

<参考文献> ①提案者、中村; 下水道整備計画のF値の統計的検討、1) 1973.1, 2) 下水道処理区劃と面的整備計画に関する考察

第28回年次学術講演会、2) 提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、③提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、④提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑤提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑥提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑦提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑧提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑨提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑩提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑪提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑫提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑬提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑭提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑮提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑯提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑰提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑱提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑲提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、⑳提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉑提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉒提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉓提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉔提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉕提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉖提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉗提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉘提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉙提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉚提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉛提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉜提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉝提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉞提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㉟提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊱提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊲提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊳提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊴提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊵提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊶提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊷提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊸提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊹提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊺提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊻提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊼提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊽提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊾提案者、中村; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、㊿提案者、高橋; 河川汚濁制御のF値の面的下水道計画に関する考察、1973.1

表-3, 固有値, 累積固有値

固有値	累積固有値	z_1	z_2	z_3		
1	6.272	0.948	z_1	0.775	-0.587	-0.128
2	4.219	0.749	z_2	0.025	0.318	0.446
3	1.165	0.833	z_3	0.767	-0.613	-0.038
4	0.954	0.901	z_4	0.572	0.118	0.673
5	0.621	0.945	z_5	0.840	-0.517	0.109
6	0.362	0.971	z_6	0.643	-0.652	-0.109
7	0.214	0.986	z_7	0.656	0.433	-0.316
8	0.094	0.993	z_8	0.885	0.180	-0.242
9	0.053	0.997	z_9	0.785	0.508	-0.118
10	0.030	0.999	z_{10}	0.753	0.561	-0.024
11	0.010	1.000	z_{11}	0.516	0.757	0.137
12	0.004	1.000	z_{12}	0.828	0.478	0.182
13	0.002	1.000	z_{13}	0.538	-0.646	0.285
14	0.000	1.000	z_{14}	0.001	0.825	0.001

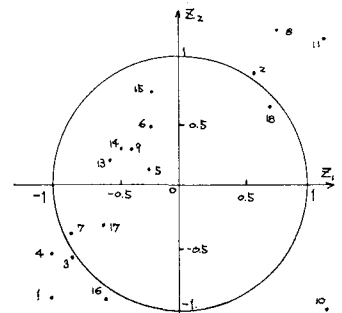


図-1. 因子スコア散布図

表-5. β_i の F, t 値

i	F 値	t 値
12	38.0	-6.16
13	41.2	6.42
15	46.9	6.85