

(株) 日本水道コンサルタント (正) 堀 雅文

同 (正) 中川 芳一

同 (正) 西沢 常彦

1. はじめに

下水道整備計画において、市町村の将来排水水質は計画入力要素のひとつであり、その推定は重要な課題であると思われる。このとき市町村の排水水質の予測において、たとえば高中低と大きく3ランクの推定で十分有用な場合もある。従って本稿では将来の市町村の排水水質ランクを推定するために、判別関数の作成も行なう。なお排水水質ランクは昭和44年度における各市町村の排水水質（原単位方式により積みあげに発生負荷量と発生汚水量で除した値）によって、大きく高中低の3ランクとした。

つぎに各市町村の排水水質ランクの遷移と（因子分析により抽出された）統合特性との関連の検討も行なう。以上の分析プロセスを図1のフローチャートに示す。2重カッコの部分为本稿で着意したプロセスである。図2に分析対象地域であるN県Y川流域の市町村を排水水質ランクによって分類したものを示す。

2. 判別関数の作成

(1) 要因の選定

判別関数作成において、要因の選定は重要である。排水水質に影響を与える要因は種々考えられるが、これらの要因を(1)人口(2)工業活動(3)農業活動(4)その他の4つのグループに分類した。そして各グループからデータの信頼性、経年データの有無を考慮して、一つの要因を選定し、それらの組み合わせと4ケース考えに。表1にそれらの4ケースを示す。

(2) 判別関数の選定

表1に作成した判別関数の判別効率、判別率を示す。表1より判別効率が最大で、統計的に有意な第3ケースを以下分析に用いる判別関数とした。この判別関数 $f_3(x_1, x_2, x_3, x_4)$ $i=1, 2, 3$ と以下に示す。

$$f_1 = -3.12 + 0.98 x_1 + 0.024 x_2 - 0.035 x_3 + 0.097 x_4$$

$$f_2 = -0.75 + 0.23 x_1 - 0.011 x_2 - 0.0099 x_3 + 0.38 x_4$$

$$f_3 = -2.84 + 0.085 x_1 - 0.033 x_2 - 0.0066 x_3 + 0.86 x_4$$

ここで $i=1, 2, 3$ はそれぞれ排水水質ランクの低中高に対応する。関数 f_i の係数と比較することにより、各要因の排水水質ランクに与える影響を考察

できる。まず人口(x_1)の係数は f_1 から f_3 へ移行するにつれて小さくなるので、人口の排水水質への影響は排水水質ランクが高くなるにつれて小さくなる。同様に考察すると、工業出荷額(x_2)もランクが高くなるにつれて、影響が小さくなる。逆に建築床面積(x_3)、農地面積(x_4)の影響は排水水質ランクが高くなるにつれて大きくなっている。以上より係数の変化に注目すれば、分析対象流域では人口の排水水質ランクの判定に与える影響が大いことがうかがわれた。

図1 本稿の分析プロセス

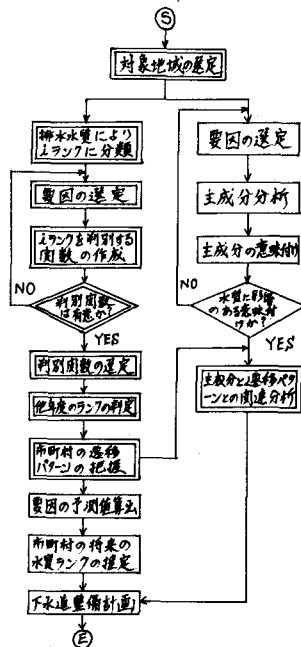


図3 第1市の排水水質ランクの遷移

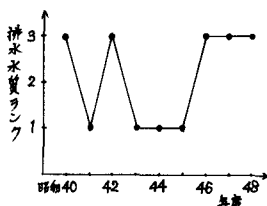


表1 判別関数作成結果

ケース	1	2	3	4
要因	x_1 総人口	x_1 総人口	x_1 総人口	x_1 人口密度
	x_2 工業出荷額	x_2 工業出荷額	x_2 工業出荷額	x_2 工業出荷額
	x_3 森林面積	x_3 森林面積比率	x_3 建築床面積	x_3 森林面積比率
	x_4 農地面積	x_4 家畜頭数	x_4 農地面積	x_4 家畜頭数
判別効率	18.395	8.914	30.725	5.902
判別率	0.542	0.500	0.750	0.417

上述の判別関数に各市町村の要因の時系列データ（昭和40年から48年まで）を代入すれば、各市町村の排水水質ランクの判定が行なえる。これより昭和48年度を基準とした排水水質ランクからみて各市町村の遷移の把握が可能となる。まず排水水質ランクの経年的遷移の傾向より市町村を(1)ランクが変らない(2)ランクは遷移するが以後変らない(3)ランクの遷移がランダムという3つに大分類する。つぎに排水水質ランクの遷移パターンにより細分類を行なった。表2に上述の分類結果を示す。

表2 市町村の遷移パターンによる分類

遷移の傾向	遷移のパターン	市町村 NO.
(1) 遷移なし	a. 低	2, 8, 20
	b. 中	9, 12, 13, 16, 19
	c. 高	4, 6, 7, 15, 17
(2) 遷移後一定	a. 高→低	3, 5
	b. 中→低	10, 14, 22, 24
(3) ランダムな遷移	a. 高→低	1
	b. 中→低	11, 21
	c. 高→中	18, 23

図3に第1市の経年的遷移パターンを1例として示す。このようなランダムな遷移は第1市の人口、建築床面積が経年的に漸増する反面、農地面積が逓減し、工業出荷額が昭和46年度に落ち込み、48年度にまた増加しているためと考えられる。

3 地域特性と排水水質との関連分析

各市町村の排水水質ランクの遷移パターンを(因子分析により抽出した)総合特性に対比すると、以下考察を行なう。参考文献1によると、単位面積当りのデータを特性値とした結果、以下に示す総合特性が抽出された。

第1因子(F₁): 人間活動の強さを示す因子

第2因子(F₂): 農業活動の強さを示す因子

本稿ではもっとも説明力が大(寄与率44%)、排水水質に影響を与えると考えられる人間活動を表す第1因子(F₁)と以下考察を行なう。図4に各市町村のF₁の値(値が大くなるにつれて人間活動が強くなる)と排水水質ランクの遷移との対応を示す。図4より排水水質ランクの遷移が見られなかったのはF₁値が非常に大きい市町村および負の値の市町村であった。一方排水水質ランクが遷移したのは、F₁値が大きい市町村およびF₁値が原点付近の市町村であり、高ランクから低ランクへ遷移する傾向がみられた。

図2 排水水質ランクによる市町村分類

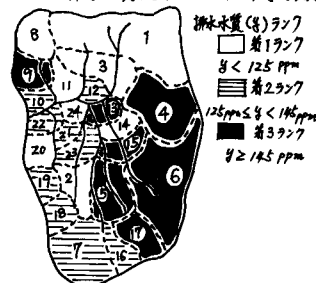
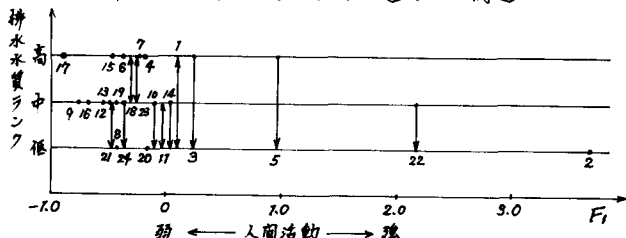


図4 市町村におけるF₁値とランクの遷移との関連



なる)と排水水質ランクの遷移との対応を示す。図4より排水水質ランクの遷移が見られなかったのはF₁値が非常に大きい市町村および負の値の市町村であった。一方排水水質ランクが遷移したのは、F₁値が大きい市町村およびF₁値が原点付近の市町村であり、高ランクから低ランクへ遷移する傾向がみられた。

4 おわりに

本稿は市町村を排水水質により3ランクに分類し、そのランクを判別する関数の作成を行なった。ついで市町村の排水水質ランクと総合特性との関連についての考察も行なった。以上の考察より、各市町村の排水水質の遷移パターンが把握でき、それと人間活動との関連付けを行なうことができた。

ここで用いた判別関数に各市町村の要因の将来値と代入することにより、市町村の将来の排水水質ランクの推定が可能となるので、下水道整備の順位と決定する際の一つの根拠となる。

また将来の排水水質を予測する場合、まず過去のデータより各ランクごとに排水水質構造式を作成しておく。つぎに判別関数により各市町村のランクの遷移を推定し、推定後のランクにおける排水水質構造式を用いれば、この構造の遷移を考慮した排水水質の予測ができる。

本稿では排水水質を高中低の3ランクにし、表1に示す要因を用い、判別関数の作成を行なった。しかしながらランクおよび要因の選定が妥当であったか否かの問題が残る。この問題の検討が今後の課題のひとつである。

2.で作成した判別関数は排水水質ランクの判定のみならず、排水水質を所定のランクに保つためには、要因(たとえば人口、工業出荷額など)をどのように決定すればよいかというような数理計画の議論も可能であろう。

なお本稿の共同研究者は日本永道コンサルタントの萩原良己、小泉明、辻本善博、釣瑛へである。

参考文献 1) 萩原、中川 “水環境からみた地域の統計的分析” NSC研究年報 Vol. 3, No. 1

2) 萩原、中川 “水環境からみた地域分析” 土木学会第30回年次学術講演要集