

## II-325 水質指標と地域特性との関連分析(2)

(株)日本水道コンサルタント 正員。浅田 一洋

正員 中川 芳一

正員 横山 升

### 1. はじめに

「水質指標と地域特性との関連分析(1)」では、8つの水質指標(BOD, SS, COD, DO, 透明度, PH,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{Cl}^-$ )について、参考文献<sup>5)</sup>に示す分析対象流域における分析を行い、水質指標の分類とあわせて、共通した汚濁発生構造をもつと思われる支流域の分類を行った。

本稿では、9支流域を対象に、そのグループ毎に重回帰分析を用いて、水質指標間の関係及び、地域特性値の各水質指標への影響度について考察を加える。又、発生水質構造を明確にするために、重回帰式による発生水質構造のモデル式を作成する。

### 2. 重回帰分析による水質指標と地域特性との関連分析

重回帰分析を行うためにはデータ数が不足しているため、9つの支流域を化学的水質指標に対するものと物理的水質指標に対するものについて、それぞれ次の様に分類した。

化学的水質指標に対して、

オ1グループ：化学的水質が悪化している支流域……Ⅲ、Ⅵ、Ⅷ、Ⅸの4支流域

オ2グループ：化学的水質が悪化していない支流域……Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅶの5支流域

物理的水質指標に対して、

オ3グループ：物理的水質が悪化している支流域……Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ、Ⅷ、Ⅸの6支流域

オ4グループ：物理的水質が悪化していない支流域……Ⅳ、Ⅵ、Ⅶの3支流域

表-1. F値と標準偏帰係数

ここで用いる各支流域のデータは、昭和43年から昭和46年までの4年分であり、重回帰分析の説明変数は、参考文献<sup>5)</sup>の結果及び経験的に影響を及ぼすと思われる因子より選定し、人口(%)、田面積(%), 工業出荷額(%)の4変数とし、汚濁と水質として取り扱っているため支流域の特性値も支流域面積で除いて単位面積当りに変換して“負”として取り扱う。

重回帰分析の結果のF値と標準偏帰係数を表-1に示す。

F値によれば、BOD, CODは10%以上の水準で有意であり、

DO, SSについては、水質悪化流域のDOを除き10%有意水準に達していない。これは、DOについては経年変化が非常に小さいためと考えられる。SSについては、上記の4説明変数が適切でなく、本流域のSSは無機性のSSでありことが予想され、森林面積等の人為的でない特性値の影響が強いものと考えられる。標準偏帰係数によれば、水質の悪化が進んでいるグループに較べて、

水質の悪化が進んでいる流域は、各説明変数の重みの差が大きく、各水質指標に影響を及ぼす要素がより明確になっている。BODとCODとは、一般に考えられているように両グループ共に良く類似した汚濁発生構造を示している。特に人口が正で大きく宅地面積が負で大きいことに注目される。これは、居住形態たとえば一戸当りの宅地面積の様なものが水質に影響を与えているためと思われる。又、工業出荷額が必ずしも水質悪化<sup>5)</sup>を与えず、マイナスの値をもっていることは特筆すべきことで、本流域の工業化が水質悪化に直接影響を与えないことを示す

| 水質指標   |       | DO     | BOD    | COD    | SS     |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 水質悪化流域 | F 値   | 3.170  | 5.283  | 12.053 | 1.901  |
|        | 人口    | -1.939 | 2.574  | 3.600  | -2.355 |
|        | 田面積   | 0.032  | 0.290  | 0.723  | 0.691  |
|        | 宅地面積  | 2.217  | -2.924 | -3.869 | 0.567  |
|        | 工業出荷額 | -0.005 | -0.976 | -0.728 | 0.482  |
| 水質浄化流域 | F 値   | 1.957  | 3.410  | 6.150  | 1.657  |
|        | 人口    | -1.398 | 2.206  | 3.273  | 0.441  |
|        | 田面積   | -0.715 | 0.921  | 0.911  | 0.404  |
|        | 宅地面積  | 0.565  | -1.214 | -2.494 | 0.244  |
|        | 工業出荷額 | 0.988  | -1.472 | -1.618 | 0.542  |

もので、現在一般に行われている水質汚濁予測法(費単位法)と合わせて、本稿のような地域分析を含む解析の必要性を示唆するものといえる。

表-2 F値と標準偏帰帰係数

| 水質指標   |         | DO     | SS    |
|--------|---------|--------|-------|
| 水質悪化流域 | F 値     | 3.754  | 3.585 |
|        | 標準偏帰帰係数 |        |       |
|        | 人口      | 1.312  | -     |
|        | 田面積     | -2.265 | -     |
|        | 宅地面積    | -      | 0.318 |
| 水質浄化流域 | 標準偏帰帰係数 |        |       |
|        | 森林面積    | -1.973 | 0.326 |
|        | 火田面積    | 1.364  | -     |
|        | F 値     | 7.130  | 3.255 |
| 水質浄化流域 | 標準偏帰帰係数 |        |       |
|        | 人口      | -3.104 | 1.661 |
|        | 田面積     | 1.809  | 3.034 |
|        | 工業出荷額   | 0.813  | -     |
|        | 森林面積    | -1.491 | 5.383 |
| 水質浄化流域 | 標準偏帰帰係数 |        |       |
|        | 火田面積    | -2.352 | -     |

表-1に示す分析でF値が充分でなかったDOとSSについて、新たに地域特性値を変えて、10個の特性値(人口、宅地面積、商業面積、工業出荷額、田面積、畑面積、森林面積、家畜頭数、流域山地面積、流域平地面積)から逐次選択法により説明変数を決定し、最終的に重回帰式を求めた。その結果のF値と標準偏帰帰係数を表-2に示す。DOでは、説明変数として、人口、田面積、森林面積、畑面積が選出され、SSでは、水質悪化が進んでいる流域では宅地面積と森林面積が、水質悪化が進んでいない流域では、田面積と森林面積が選出され、それぞれ水質悪化を説明していると考えられる。又、特にDOとSSについては人口の動向と共に、地目別面積の変化、森林面積の変動や宅地造成などの影響が強いものと考えられる。F値によれば、

DOの場合はオ1グループは0.5%、オ2グループは5%水準で有意であるが、SSについては必ずしも充分な有意水準を示しているとはいえない。これは、SSのデータにはうつまが多かったためと思われる。

以上の4つの水質指標について発生水質構造の重回帰モデル式を作成したところ以下の様になった。

|        |           | 人口(%)         | 田面積(%)        | 宅地面積(%)        | 工業出荷額(%)      | 森林面積(%)       | 火田面積(%)      |           |
|--------|-----------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------|-----------|
|        |           | $X_1$         | $X_2$         | $X_3$          | $X_4$         | $X_5$         | $X_6$        |           |
| オ1グループ | BOD(ppm)= | $6.752X_1 +$  | $2.542X_2 -$  | $119.032X_3 -$ | $0.019X_4$    |               |              | $+41.647$ |
| "      | COD(ppm)= | $17.176X_1 +$ | $11.209X_2 -$ | $278.280X_3 -$ | $0.052X_4$    |               |              | $+60.206$ |
| "      | DO(ppm)=  | $0.731X_1 -$  | $4.097X_2$    |                |               | $-0.483X_5 +$ | $1.910X_6 +$ | $7.712$   |
| オ3グループ | SS(ppm)=  |               |               | $+19.129X_3$   |               | $+0.528X_5$   |              | $+2.873$  |
| オ2グループ | BOD(ppm)= | $17.837X_1 +$ | $20.762X_2 -$ | $140.962X_3 -$ | $0.078X_4$    |               |              | $-70.002$ |
| "      | COD(ppm)= | $27.721X_1 +$ | $21.519X_2 -$ | $303.400X_3 -$ | $0.090X_4$    |               |              | $-90.823$ |
| "      | DO(ppm)=  | $-3.905X_1 +$ | $6.270X_2$    |                | $-0.007X_4 -$ | $-1.007X_5 -$ | $3.852X_6 +$ | $65.216$  |
| オ4グループ | SS(ppm)=  | $5.244X_1 +$  | $62.070X_2$   |                |               | $+8.700X_5$   |              | $-40.107$ |

## 5. おわりに

本稿では、9支流流域を含む河川流域を対象に水質指標と地域の特性値との関連について分析を行ったが、従来の地域分析や流達負荷構造の分析が目的変数として負荷量を用いているのに対し、<sup>1)3)4)</sup>流出水量と流達負荷量を包括し「水質」としてとらえ分析を行ったが、解用による影響に注意さえすれば充分に有効な分析が行えたと考える。この様な分析は、地域の発生水質構造の解明に役立つと共に、重回帰式による発生水質構造モデル式の作成により、将来の社会活動形態や開発意志が決定されれば、発生水質の予測を行えることになり、下水道計画策定のための情報として充分参考になるものと考えられる。

本稿の考察及び結論は、1流域によるものであり、他の流域でも同様な分析を行い検証する必要があると思われる。又、そのために、系統的な水質データの集積が充分なされることが望まれる。

## 6. 参考文献

- 1) 萩原良己、中川芳一：水環境からみた地域の統計的分析(NSC研究年報 Vol.3 No.1 1975)
- 2) 高橋邦天：河川における水質評価としての生物学的指標と物理化学的指標の関連について
- 3) 萩原良己、中川芳一：水環境からみた地域分析(土木学会オ30回年次学術講演会 オ1部 1975)
- 4) 萩原良己、中川芳一：水環境のための自然流達負荷量の構造分析に関する研究(土木学会オ4回環境問題シンポジウム 1976)
- 5) 横山竹、中川芳一、浅田一洋：水質指標と地域特性との関連分析(1)