

(株)日本水道コンサルタント 正員 中 川 芳 一

(株)日本水道コンサルタント 正員 浅 田 一 洋

(株)日本水道コンサルタント 正員 横 山 升

1. はじめに

下水道計画の重要な目的の一つに公共水域の水質保全があげられる。公共水域の水質保全を論じる場合、汚濁発生源の社会的活動と結びつけて検討する必要があるのはもちろんのことである。又、公共水域、特に河川の汚濁の総合指標として一般にBODを用いることが多いが、BODだけで汚濁を代表させることは充分でなく、他の水質についても考慮する必要があると思われる。本稿では8つの水質指標(BOD, SS, COD, DO, 透視度, PH, $\text{NH}_4\text{-N}$, Cl^-)について考え、対象として分析対象流域における水質指標のみから見た流域の水質状況の評価と多変量解析法を用いて行なう。更にその結果を受けて、地域特性値と水質指標とを総合した場合について同様の分析および分類を行ない、発生水質構造モデル式作成のために分析対象流域のグルーピングを行なう。ここで用いる統計的手法は、相関分析、主成分分析であり、分析対象流域は図1に示す9支流流域を有する河川流域である。又、分析に使用したデータは本流域昭和45年のものである。

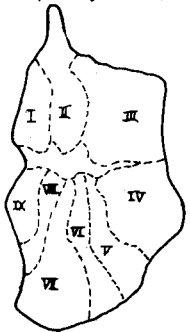


図1. 分析対象流域

2. 水質指標の分析

上掲の8つの水質指標間の相関分析を行なった結果、SSと透視度との相関が最も高く(-0.801)、次いでBODと Cl^- (0.755)、CODとDO(-0.751)、DOと Cl^- (-0.699)という順に相関が高い。次に同じデータを用いて主成分分析を行なった結果、第2主成分までの累積寄与率が70%を越えており、特に第1主成分、第2主成分の説明力が大きい。図2は水質指標の因子負荷量散佈図である。これによると第1主成分で、因子負荷量が正で大きい水質指標はDO、負で大きいものは Cl^- 、COD、BODである。又、第2主成分について見ると、因子負荷量が正で大きい水質指標は透視度であり、負で大きいものはSSである。上述した相関分析の結果をも参考にして、これら2つの主成分の解釈を行なえば、第1主成分は正の方向に化学的水質の浄化度を示すものと考えられ、第2主成分は正の方向に物理的水質の浄化度を示すものと考えられる。以上により8つの水質指標は次の4つのグループに分類することができる。

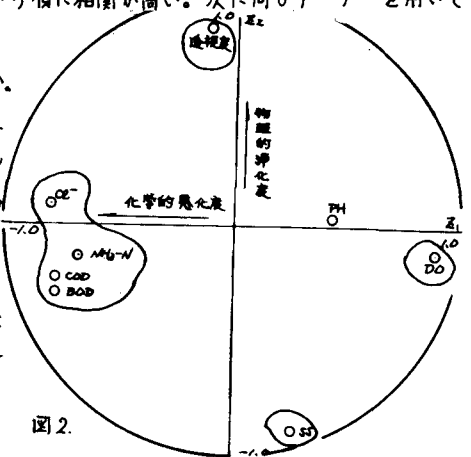


図2.

{BOD, COD, Cl^- }: 化学的水質悪化の度合いを示す指標、{DO}: 化学的水質浄化の度合いを示す指標

{透視度}: 物理的水質の浄化度を示す指標、{SS}: 物理的水質の悪化度を示す指標

従って、本流域では使用目的に従って上述の関係とうまく組み合わせれば、本流域の水質の動向をかなりうまく表わすことができ、必ずしも上述の8つの水質指標すべてを調査する必要がないことがわかる。次に9つの支流流域についての因子得点の分類結果を示すと、

{I, II}: 化学的浄化度の大きい流域、{III, V, VII, IX}: 化学的悪化の進んでいる流域

{VI, VIII, IX}: 物理的浄化度の大きい流域、{III, VII}: 物理的悪化の度合いが大きい流域、

の4つのグループに分かれる。

3. 主成分分析による水質指標と地域特性との関連分析

各地域の特性値が持つ意味をより明確に解釈するため、2.で行なった水質指標だけの主成分分析の結果を用いて、ここで行なう水質指標と地域特性値を総合した場合の分析及び分類を行なう。それによって9支流域のグルーピングを行ない、(Ⅱ)で述べる重回帰分析による発生水質構造分析の基礎情報とする。ここで用いるデータは人口、住居面積、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、流域平地面積の10個の流域特性値及び、前述の8つの水質指標のうちCl、PHを除く6つの水質指標の計16個の特性値を用いる。ただし10個の地域特性値については汚濁状況を水質として扱っているのので、流域面積で除して単位面積当りに変換し“質”として取り扱う。主成分分析の結果、第1主成分と第2主成分の説明

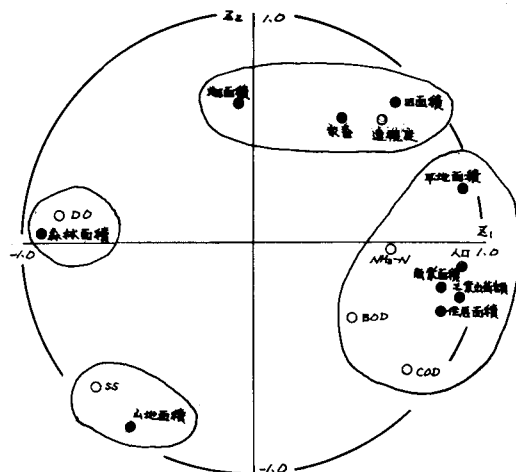


図3. 水質指標・特性値の因子負荷量散布図

力が大きく、累積寄与率が63%となっている。図3は水質指標・特性値の因子負荷量の散布図であり、図2の散布図と比較して水質指標の相対的位置関係が、特性値が加わっても変わっていないことから、各主成分のもつ水質的な意味は2.と同じであると推定できる。更にこの水質の状況を社会活動と結び付けると、地域特性値に注目して第1主成分は正の方向に市街化の進行度の大きいことを示し、第2主成分は正の方向に農業活動の強いことを示すファクターと意味付けすることができる。又、反発強引ではあるが、本流域におけるSSは流域山地面積とグループを作っていることから、無機性SSの占める比重が大きいのではないかと推定される。図4は9支流域の因子スコアの散布図を示している。この散布図に上述の解釈を当てはめると、次示すように分類できる。

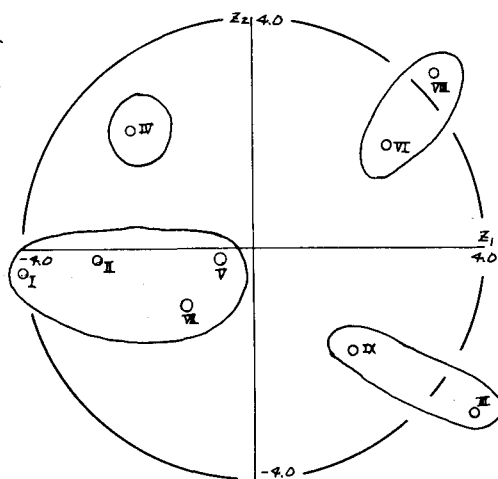


図4. 因子スコア散布図

第1グループ(第1主成分が正)

市街化が進行し、化学的水質が悪化している流域

-----Ⅲ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅸ

第2グループ(第1主成分が負)

市街化の進行が遅く、化学的水質が悪化していない

流域-----Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅶ

第3グループ(第2主成分が正)

農業活動が強く、物理的水質が悪化していない流域

-----Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅸ

第4グループ(第2主成分が負)

農業活動が弱く、土砂生産が多く物理的水質が悪化している流域-----Ⅳ、Ⅵ、Ⅷ

4. おわりに

本稿の目的としたグルーピングにいたる経過は、水質指標の主成分分析を経ることによってより明確なものとなり、と考える。他流域でも検証が必要である。

最後に、この研究に対し御助力頂きました共同研究者松雅文氏に感謝致します。