

正員 日本水道コンサルタント 高橋邦夫
〃 富山県立技術短大 安田正志

1. はじめに

河川と主として公共水域の汚濁問題は、水質環境基準法における種々の水質項目のレベルを制約条件として論議されている。また、このときこれらの水質評価として、BOD、SS、N、P などの理化学指標が主流を占めていることは衆知の事実である。これらの豊富な経験、実績をふまえて採用され、解釈されてきたと考えられる。しかし、これらの個々の指標は各々が各々の領域において適合特性値となり得る性質のものと考えられ、これらの和集合、共通集合等の議論は非常に困難であろう。水質評価としての指標の統合化という観点から上記のことは非常に重要な問題と考えられる。

本稿は上記をふまえて、水質の統合的把握への一環として、理化学指標に生物学的指標を対峙させ、これらの相関性について考察するものである。著者はすでに、生物学的水質階級における理化学指標の濃度範囲^{1), 2)}、各種生物による指標値のみられる各理化学的水質濃度範囲等も明らかにしてきたが、本稿では、統計解析における主成分分析、判別関数法等の適用を試み、これらの指標の関連を追究したものである。³⁾

2. 事例

本稿の汚染河川は富山県内水系であり、1972年度、夏期における採取データを用いている。また、ここでは、生物学的水質階級として dms (d 中腐水性)、βms (β 中腐水性)、os (食腐水性) の3階級を対象とし、理化学指標としては、水質、負荷量の2種について、それぞれの採用項目を、

図-1, 2 に示す。以下、水質、負荷量の順に主成分分析、判別分析の結果を要約する。

2-1 水質データの解析

水質データの全サンプル、各生物階級毎における解析を試みたが、ここでは代表的に、全サンプルによる解析を例示し、階級毎における結果は、抄記にとどめる。

図-3 に全サンプルによる結果を示す。以下、この因子負荷量で代表している。以下、簡単に各主成分の解釈と抄記する。

<< 第1主成分 >>

正で大きな項目 --- DO

負で大きな項目 --- TS, COD-Mn, COD-Cr, NH₄-N, 全硬度、電導度

このより、第1主成分は、汚濁の大きさを示すファクターと解釈される。すなわち、浄化(DO) ↔ 汚濁(TS, COD-Mn, Cr...) の対が、明確に分類されているといえる。

<< 第2主成分 >>

正で大きな項目 --- COD-Mn, COD-Cr, Cl⁻ etc

負で大きな項目 --- TS, 全硬度、電導度 etc

ここでは、汚濁の内容が、指標からみれば、有機性物質によるものか、あるいは溶解イオン性物質によるものかを示していると解釈し、汚濁の形態を示すファクターと考えられる。

	水 質	負 荷 量
1	D O	流 量
2	T S	硝 素
3	COD-Mn	アルカリ度
4	COD-Cr	D O
5	Cl ⁻	T S
6	NH ₄ -N	COD-Mn
7	NO ₂ -N	COD-Cr
8	全硬度	U ⁻
9	電導度	NH ₄ -N
10	P H	NO ₂ -N
11	硝 素	NO ₃ -N
12	アルカリ度	全硬度
13		流 速

図-1. 水質データ 図-2. 負荷量データ

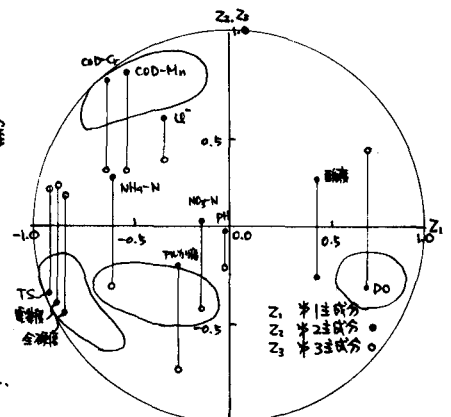


図-3. 水質データ(全サンプル)の因子負荷量

<<第3主成分>>

正で大きな項目 --- DO, U^+ etc

負で大きな項目 --- アルカリ度, NO_3-N , NH_4-N , etc

ここでは、 NO_3-N , NH_4-N , DO を対象とすれば、汚濁の進行度合を示すファクターと解釈しうる。以上、各主成分も、汚濁のサイズ、形態、経過という観点から整理した。

つぎに、第1～第3主成分までの因子スコアによる各階級の出現度数分布を図-4に示す。ここでは、全データ数(94個)を因子スコアの大まかい値に10割つを1グループとし、グループ内における度数分布を描いたものである。まず、第1主成分因子スコア上では、スコアの左端(正の値)にOSの出現度数が大きくあらわれ、スコアの減少とともに小さくなる傾向を示している。dmsでは、OSとは全く逆の傾向が見られ、βmsの分布は、全域にわたってほぼ一様である。二つらは、第1主成分の解釈と一致している。第2主成分軸上では、正負が逆になるだけで、同様の結果が不変している。このことは、先の解釈に基づき、汚濁の形態は生物階級と密接に関連し、有機性汚濁物質と、溶解イオン量とが、有酸素階級区分の指標となりうる可能性を示しているといえ、二つら抽出指標による生物階級の構成も考えらるよう。また、第3主成分では、各階級の出現度数には規則性はない。一見、各生物階級の各々に対する結果は、上記の結果とはほぼ同様であり省略する。

つぎに、表-1に、dms, βms, OSの3階級に対する判別分析の結果を示す。このうち、COD-Mn、電導度が特に係数差が大きく、二つら各グループの判別に対する有効な指標となり得ていることが判かり、先に示した、因子スコアと出現度数における汚濁形態と生物階級の分類と裏付ける1つの結果と考えてよいだろう。

2-2 負荷量データの解析

負荷量データに対する主成分分析では、第1主成分では汚濁を含めた総汚濁のファクター、第2主成分では、汚濁の経過を示すファクター、第3主成分では、汚濁の形態を示すファクターという解釈を得。水質データに対する結果とはほぼ同様である。ただし、図-5に示す、因子スコアと生物階級の出現度数の関連において、生物階級の出現度数は、各負荷量よりなる総汚濁(トータル)に追随していることが明らかになっている。このことは、水質指標の個々の特性がマクロな意味で量の中に押し込まれ、汚濁量と生物階級の相関性は得るものの、その内部構成についての情報は得られていない。なお、このとき、第1主成分の寄与率は、0.69である。

3. おわりに

以上、各生物階級と、理化学指標の各々について、特長指標の分類、整理という観点から経過を述べた。今後、二つらの定量的把握が重要であることは満ち足りない。また、当然のことではあるが、特定地域の特定時期におけるデータに基づいているわけであり、この点を常に銘記しておかなければならないと共に、数多くのケーススタディを積み重ねていかなければならない。おわりに、当データ解析プロジェクトの諸氏の協力を深く感謝致します。

<参考文献> 1) 中田 中村; 河川における生物学的判定と理化学的水質調査, 工学会論文集 (1974), 2) 中田 中村; 工学会論文集 (1975), 3) NSC 環境報告 Vol. 9, No. 4) 12. 10. 10.

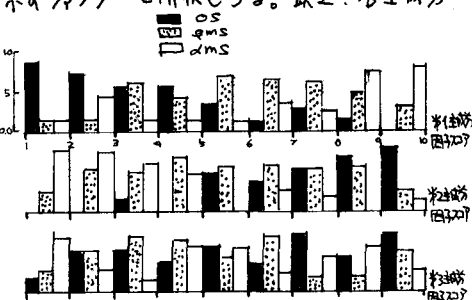


図-4. 因子スコア度数分布図(水質)

		dms	βms	OS
l_1	DO	18.97	18.40	18.93
l_2	TS	0.015	0.018	0.019
l_3	COD-Mn	0.390	0.507	-0.223
l_4	COD-Cr	0.746	0.606	0.844
l_5	U^+	0.406	0.257	0.256
l_6	NH_4-N	40.281	33.09	33.27
l_7	NO_3-N	1.921	1.601	1.88
l_8	全硬度	-0.113	-0.176	-0.143
l_9	電導度	0.024	0.038	0.023
l_{10}	PH	-0.025	-0.021	-0.024
l_{11}	酸度	1.503	1.330	1.282
l_{12}	アルカリ度	0.889	0.914	0.959
l_{13}	—	-97.9	-90.40	-94.9

表-1. 判別関数係数表

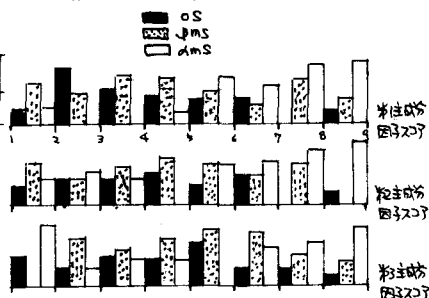


図-5. 因子スコア度数分布図(負荷量)