

立命館大学理工学部 ○ 山田 淳
京 都 府 八田 直哉
堺 市 役 所 田村 敬史

1. 研究の目的

非停滞水域における汚濁物の二次流出の影響を検討するにあたっては、堆積物の性状、とくに粒度に注目すべきであり、これを他の物性や汚濁指標と関連づけていくことが課題のひとつとなっていた。本報告は、粒度と汚濁の関係を概括的に検討したもの¹⁾や粒度試験法を汚濁解析の面から検討したもの^{2), 3), 4)}をもとに、さらに追加調査によって得られたデータを加え、堆積物の性状を多変量解析を用いて統計的に表そうとしたものである。

2. 調査の概要

試料として用いた堆積物は、都市河川の本支流、側溝、雨水ますなど44地点から、水際部を主体に表層から採取したもので、これを粒度、含水比、比重、有機物率（強熱減量）、重金属（Fe、Mn、Pb、Cd）含有率の各項目について分析した。分析法は、公定の試験法に準拠したが、粒度については光透過法を併用している。また、粒度の表示法としては、加積通過率20%の粒径D₂₀、および16%と84%粒径をそれぞれ対数変換したのち算術平均したMφを用いた。

3. 各指標間の相関性

単純相関係数を表-1に示す。ここでは、採泥地点の特性、年度、季節等を考慮せずに計算したので相関係数はかなり低い。しかしながら、概括的にみると、粒度-有機物率-比重-含水比、Fe-Mn-Cd、Pbの3つのグループにわかれており、従来からいわれているように異なった性質をもった汚濁源が存在していることがわかる。

4. 主成分分析によるグルーピング

各指標間の相対的な関連性をみるために、主成分分析を行い、各指標の因子負荷量散布図を図-1に、また各サンプルの因子得点散布図を図-2に、いずれも第1、第2主成分について示した。図-1から推定すると、第1主成分は汚濁の程度に関連し、第2主成分は汚濁のタイプに関連しており、各指標の相対的な位置づけがよくわかる。また、図-2では、採泥地点による特性があると思われたので、発生源との関係で地点を3つのグループにわけて表示してみた。ここでは、発生源に近い「雨水ます」、中間的な「側溝、小水路、河川中流部」、かなり離れた「河川下流部」の間に、際立った相違がみられる。つまり、「雨水ます」では中程度の汚濁、「河川中流等」では粒径が大きく汚濁の程度が低く、いずれも汚濁のタイプに特色がみられない。しかし、「河川下流部」では、汚濁がすすんでおり、汚濁のタイプもどちらかといえば重金属型になっている。この主成分分析の寄与率は、第1主成分で56%、第2主成分まで72%、第3主成分まで85%であったので、第1主成分だけで、一定のグルーピングが可能であることがわかった。

表-1 各指標間の相関係数

	Cd	Pb	Mn	Fe	有機物率	比 重	含水比	Mφ
1 D ₂₀	-0.341	-0.414	-0.407	-0.442	-0.673	0.450	-0.418	-0.878
2 Mφ	-0.071	0.116	0.261	0.348	0.593	-0.305	0.474	
3 含水比	0.291	0.130	0.303	0.381	0.650	-0.860		
4 比 重	-0.097	-0.312	-0.103	-0.127	-0.677			
5 有機物率	0.165	0.152	0.206	0.100				
6 Fe	0.296	0.071	0.684					
7 Mn	0.687	0.084						
8 Pb	0.297							

表-2 判別結果 (%)

実際のグループ	判別されたグループ		
	雨水ます	河川中流等	河川下流
雨水ます	84.2	5.3	10.5
河川中流等	22.2	77.8	0.0
河川下流	0.0	0.0	100.0

5. 判別分析による判別の可能性

汚濁源との関係で採泥地点を3つのグループにわけたが、この3つが実測データを用いてどこまで判別できるか、また、判別に有意な指標はどれか、をみるため判別分析を行なった。その結果を図-3および表-2に示す。

図-3の中央部は、判別関数による計算値の散布図、外縁部は、判別関数の各指標に対する係数を表している。判別に有意な指標は、F検定の結果5項目に絞られており、粒度のD₂₀、Mnの他、比較的類似性のあった含水比、有機物率、Pbの3指標すべてが選ばれている。おそらく第3主成分以下に大きな差があったものと思われる。また、グループを各指標から推定(判別)しようとする、表-2で明らかのように、その誤判別の確率は、0~20%程度にとどまっております、このグループ分類は、きわめて良い結果となっている。これ以外にも、下水道整備の有無、流域区分などでも判別分析を試みたが、良い結果は得られなかった。

6. 比表面積と凹凸係数

汚濁物の含有率の粒度依存性は、そのまま比表面積依存性であるといわれてきた。そこで今回は11試料について窒素ガスを用いた連続流動法によって表面積を測定し、比表面積(m²/g)を計算するとともに形状特性を表す凹凸係数(実測表面積を、球とみなしたときの表面積で除したものを)を求め図-4に示した。

この結果、比表面積は粒度依存性がないように見えるが、同一試料をふるいわけでの測定では明らかに依存性があったことから、比表面積は、採泥地点の特性の影響を強く受けているものと考えられる。ところが、凹凸係数でみると粒径依存性がみられ、微粒子になる(Mφが大きい)ほど凹凸が少なくなっている。このことを、微粒子に汚濁物が多く含まれていることと合わせてみると、汚濁物の吸着等によって凹凸に影響を及ぼしているとも考えられ、顕微鏡的検討も必要となろう。

7. おわりに

さらにデータを集積して、少ない指標で汚濁の状況を判別しようという一般化をはかりたい。

なお、本調査には、卒業研究生花家保宏君の協力を得た。また、本研究は、昭和58年度文部省科学研究費補助金 一般研究C(課題番号58550372)の補助を受けたものである。

参考文献

- 1) 山田: The 2nd Int'l Conf. on Urban Storm Drainage, 1981
- 2) 山田他: 年講, 1982
- 3) 山田他: 年講, 1983
- 4) 長谷川, 山田: 関西支部講, 1984

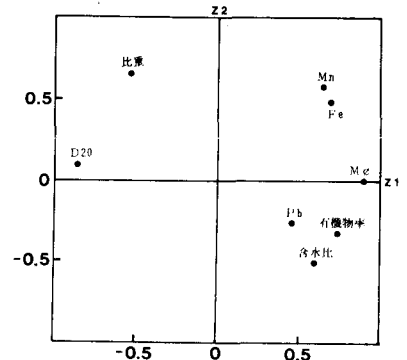


図-1 因子負荷量散布図

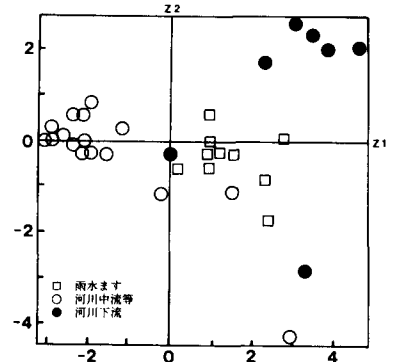


図-2 因子得点散布図

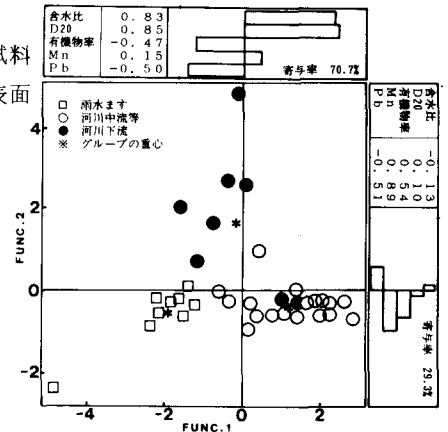


図-3 判別関数値の散布と係数

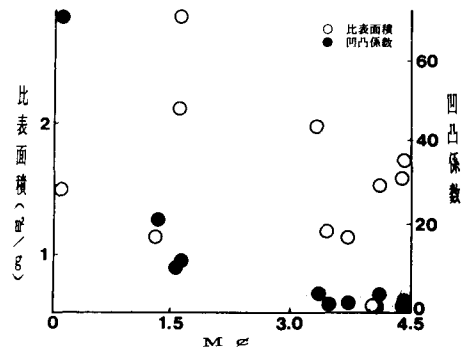


図-4 粒度(Mφ)と比表面積, 凹凸係数