

II-439 粒度からみた都市域堆積物性状の統計的特性

立命館大学大学院 学生員 梅原史朗
立命館大学理工学部 正 員 山田 淳
日本道路公団 正 員 高畑和弘

1. 研究の目的

都市域の堆積物は、発生した汚濁物が、主として降雨等による水理的條件に支配されて移動、堆積を繰り返す過程で存在するもので、下水道が整備されつつある現在、2次汚濁に関わる非特定汚濁源として注目されている。これら堆積物の挙動や汚濁分の含有には粒度が強く関与していることから、従来より、粒度を中心としてその性状の共通性と地域分布特性を統計的手法によって解析してきた。^{1), 2), 3)} 74 μm 以下の微粒子について分析した結果や²⁾ 水域、先行晴天日数、下水道整備率などの影響を2元配置の分散分析によって求めた結果³⁾を、より発生源に近い路面や雨水マス堆積物を対象とした調査結果と比較したものが今回の報告である。

2. 調査概要

京都市内の中小河川上中下流、雨水マス、路面の堆積物から採取した 106試料について、2mmフルイ通過分の試料A、74 μm フルイ通過分の試料Bを作成した。分析項目は、粒度（フルイと光透過法の併用）、含水比（路面堆積物では調整した含水比）、比重、有機物率（強熱減量）、重金属含有量（Fe, Mn, Pb, Cd, Cr, Zn）、比表面積（ N_2 ガスによる連続流動法）である。また、解析用の指標として、粒度を表わす R_{74} （74 μm 以下重量比率）および $M\phi$ （加積通過率16%と84%の粒径をそれぞれ対数変換したのち相加平均したもの）、粒子の形状を表わす凹凸係数（粒子を球と仮定した場合の計算表面積に対する実測表面積の比率）を用いた。

3. 全試料を用いた主成分分析

各指標および情報を集約するために主成分分析を行ない、試料Aについて、因子負荷量散布図を図-1に、各サンプルの因子得点散布図を図-2に、また、試料Bについて、同じく散布図を図-3と図-4に示した。試料Aに関する図-1では、第1主成分が比重、凹凸係数、 $M\phi$ など粒度を主とする物理的な特性を、第2主成分が自然汚濁と人為的汚濁という発生源の特性を、第3主成分（図示なし）が有機物と重金属という汚濁の質を示している。次に、図-2では、地点区分による表示をしたが、かなり明確に区分できており、汚濁発生源に近い「路面、雨水マス」と、汚濁の影響が少ない「河川上流」、両者の影響が合成された「河川中下流」と、性状の明確な相違がみられる。一方、試料Bについては、粒度関連指標の R_{74} や含水比が除かれたため、図-3の第1主成分では図-1と若干類似しているものの、粒子の表面形状により強く依存しており、第2主成分では有機物と重金属とが対称的で、試料Aの第3主成分と似ている。なお、第3主成分では、74 μm 以下の $M\phi$ 、比重、有機物など堆積物の物理的特性と関係している。また、図-4では、図-2ほど明確にはグルーピングされていないが、巻き上げなどの水理的条件の影響を受けやすい微細粒子においても地点区分による性状の違いがあることがわかる。

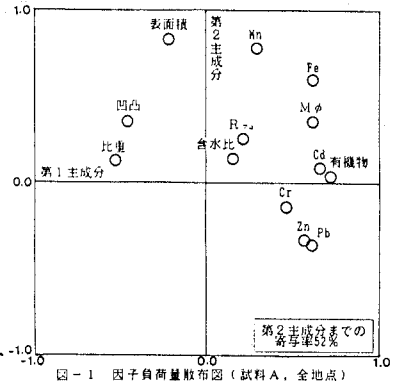


図-1 因子負荷量散布図（試料A、全地点）

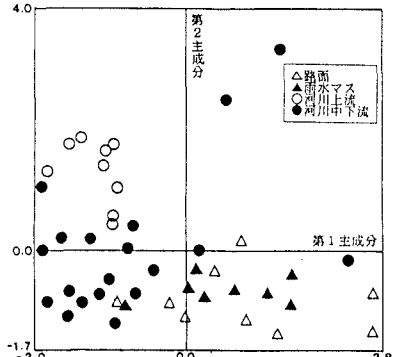


図-2 因子得点散布図（試料A、全地点）

4. 雨水マスおよび路面堆積物試料を用いた主成分分析

3. の結果より、汚濁発生源に近い「路面」、「雨水マス」での堆積物の性状は、粒度関連で「河川」と対称的、重金属類において「河川上流」とかなり異なっていることから、土地利用による影響を強く受けていると考えられる。そこで、両地点区分からの試料について、前と同じ指標で主成分分析を行ない、その因子負荷量散布図を図-5に、各サンプルの地点区分別および用途地域別の因子得点散布図を図-6に示した。試料Aの図-5では、図-1に比べ第1主成分において表面形状より粒度依存性が強くなり、第2主成分は第3主成分と入れかわり、汚濁の質が支配的となった。また、第3主成分については図示していないが、粒子の表面形状と汚濁発生源の依存性を示していた。一方、試料Bでは、第1主成分は主として重金属による汚濁の程度を示し、第2主成分は、自然汚濁と人為的汚濁という汚濁のタイプを示し、第3主成分は堆積物の物理的特性に依存していた。いずれの場合も、汚濁物の粒子表面形状への依存が弱くなっていることがわかる。

図-6でみると、図-2と同様、「雨水マス」と「路面」の区分は明確でないが、第3主成分ではじめて分離できることが分っており、おそらく表面形状が異なるものと考えられる。「雨水マス」の方が、粒度が小さく有機物を多く含んでおり、比表面積や凹凸係数も大きい。逆に、「路面」では重金属を多く含んでいる。また、用途地域別では、「住居系」、「商業系」、「工業系」の3つに分類でき、地点区分別よりも性状の違いが明確にでている。「商業系」では粒度が小さくて有機物による汚濁が強く、「工業系」では粒度が大きくて程度の差はあるが重金属による汚濁が高いことがわかる。また、「住居系」の場合は、有機物、重金属とも含有率が小さい。また、試料Bについては、地点区分別では、「雨水マス」は重金属の汚濁が高く、用途地域別では、「工業系」が重金属の影響を強く受けていることがわかった。このように、「雨水マス」および「路面」には、試料A、Bともに、粒子の物理的特性よりも発生源の影響の方が強く反映していることがわかった。

5. おわりに

都市域堆積物性状の統計的特性を示し、さらに雨水マスおよび路面の堆積物を取りだして同様の分析を行ない、いくつかの興味ある結果を得た。今後さらに雨水マスおよび路面の堆積物のデータを追加し、土地利用特性や先行晴天日数、降雨強度などの水文特性を組み合わせて、都市域堆積物の管理法を提案したいと考えている。

なお、調査、分析にあたって、飯田均、阿久根栄、石原聡、大島弘稔君らの協力を得たことを記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 山田他：第40回年講，1985.9 2) 山田他：第41回年講，1986.11
- 3) 飯田他：第42回年講，1987.9

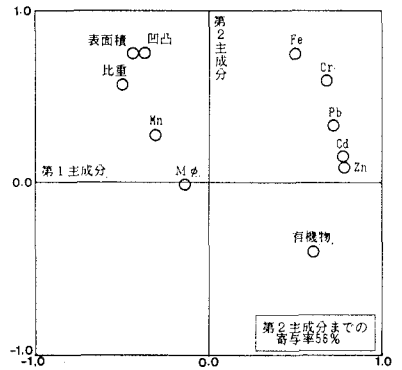


図-3 因子負荷量散布図（試料B，全地点）

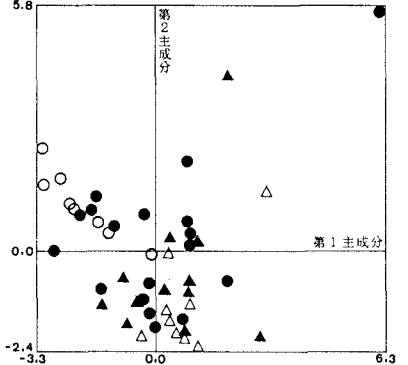


図-4 因子得点散布図（試料B，全地点）

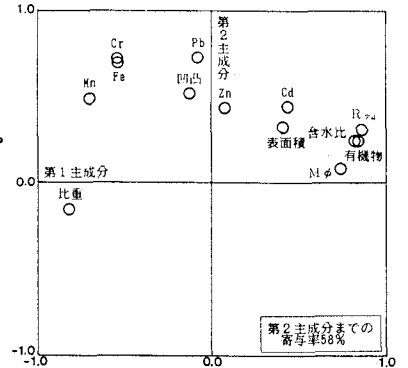


図-5 因子負荷量散布図（試料A，雨水マス，路面）

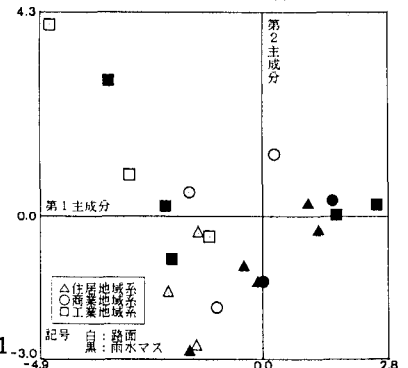


図-6 因子得点散布図（試料A，雨水マス，路面）