

II-429 粒度からみた河川域堆積物性状の統計的特性（3）

立命館大学大学院 学生員 〇飯 田 均
立命館大学大学院 学生員 高畑 和弘
立命館大学理工学部 正員 山 田 淳

1. 研究の目的

主に降雨により流出負荷となる都市水域内の堆積物は、移動、堆積といった挙動や汚濁物の含有において、その物理的性状に強く依存すると考えられるため、従来粒度を中心としてその性状と分布特性を検討してきた。^{1)~8)} 本報告は、水域により明確に性状が異なることを示した前報⁷⁾に、新たな調査結果を加え、各水域における下水道の整備や先行降雨の影響を統計的手法を用いて評価したものである。

2. 調査の概要

都市中小河川と雨水ますの91地点で、主に水際部の堆積物を表層から採取し、湿式で2000 μ mフルイ通過（試料A）と、微細粒子である74 μ mフルイ通過（試料B）の二種類を試料とした。分析項目は、粒度（フルイと光透過法）、含水比、比重、比表面積（N₂ガスによる連続流動法）、有機物率（強熱減量）、重金属類（Fe, Mn, Pb, Cd, Cr, Zn）であり、これから解析用の指標として、粒度を表すM ϕ 、R₇₄（74 μ m以下の比率）と、粒子の形状を表す凹凸係数を求めた。あわせて、下水道整備率や先行晴天日数（降水量2,10,30mm/日に対するもので順に①、②、③とする）の資料を得た。

3. 二元配置分散分析による各指標の影響度

階層的要因である「水域」と、連続量である「先行晴天日数」、「下水道整備率」を要因として、各指標に対する影響を検討するための二元配置分散分析を行なった。表-1に「水域」と「先行晴天日数」を、表-2に「水域」と「下水道整備率」を要因とした分析結果を示す。表-1の試料Aの場合、各指標とも「水域」による影響が卓越しており、10mm/日以上 の降水に対する晴天日数が比重に影響を与えている点が興味深い。一方、試料Bでは、「水域」の影響がやや低下し、逆に「晴天日数」や交互作用による効果が現れていて、

表-1 「水域」と「先行晴天日数」による分散分析

指 標	試 料 A			試 料 B		
	水 域	先行晴 天日数	交 互 作 用	水 域	先行晴 天日数	交 互 作 用
	①②③	①②③	①②③	①②③	①②③	①②③
含水比	〇〇〇			---	---	---
R74	◎◎◎	〇		---	---	---
M ϕ	◎◎◎				〇◎	
比 重	◎ 〇	◎◎				
表面積	◎◎◎		〇	◎◎◎		◎
凹 凸				◎◎◎	◎	◎
有機物	◎◎◎			〇	〇〇〇	
Mn	◎◎◎		◎	〇◎◎		◎
Pb	◎◎◎			〇		
Cd	◎◎◎	◎ ◎		◎◎	〇	
Zn	〇〇〇		〇			

有意水準 ◎1%有意 ○5%有意 -計算対象外

水準（カテゴリー）

- ・水域 4水準（河川上流、中流、下流、雨水ます）
- ・先行晴天日数と基準降水量 2水準（①に対して 6日未満と以上 ②に対して13日未満と以上 ③に対して46日未満と以上）

表-2 「水域」と「下水道整備率」による分散分析

指 標	試 料 A			試 料 B		
	水 域	下 水 道 整 備 率	交 互 作 用	水 域	下 水 道 整 備 率	交 互 作 用
	域	道	互	域	道	互
含水比	〇			-	-	-
R74	◎			-	-	-
M ϕ	◎			◎		
比 重	◎	◎				◎
表面積				◎		
凹 凸				〇		
有機物	◎					◎
Mn	〇	〇				
Pb				〇		
Cd	〇			◎		

有意水準 ◎1%有意 ○5%有意

-計算対象外

水準（カテゴリー）

- ・水域 3水準（河川上流、中流、下流）
- ・下水道整備率 2水準（40%未満と以上）

有機物率や粒度分布に影響していることがわかる。表-2でも同様に「水域」が卓越して、「下水道整備率」は比重や一部の重金属のみに対して寄与している。また、特に試料Bに交互作用の効果が強く現れる指標があることもわかった。

4. 水域の影響を除去した主成分分析

二元配置分散分析の結果からもわかるように、堆積物の性状と分布特性は、「水域」による要因変動が支配的であるため、予め、「水域」の影響を除去したのち、「下水道整備率」や「先行晴天日数」など他の要因を評価することが有効な方法と考えられる。ここでは、一元配置分散分析の考え方を適用して、全データの偏差行列 X 、相関行列 R を、「水域」(河川上流、中流、下流、雨水ますの4水準)を要因として、2つの行列の和に分解して次式を得た。

$$\begin{aligned} X &= X_A + X_{\bullet A} & \text{ただし、} X_A &: \text{級間平均偏差} & X_{\bullet A} &: \text{級内平均偏差} \\ R &= R_A + R_{\bullet A} & \text{ただし、} R_A &: \text{級間相関行列} & R_{\bullet A} &: \text{級内相関行列} \end{aligned}$$

通常の主成分分析では相関行列 R を用いるが、ここでは、級内相関行列 $R_{\bullet A}$ を用いて「水域」の影響を受けない主成分を抽出した。なお、因子得点を求める際には、級内平均偏差 $X_{\bullet A}$ を用いた。

上記の手法による試料Aの因子負荷量散布図を図-1、河川部の因子得点散布図を下水道整備率との関係で図-2に、また、試料Bについてはそれぞれ図-3、図-4に示す。試料Aでは、第1主成分は粒度に依存する自然汚濁の成分、第2主成分は有機物の含有に依存する物理的特性の成分であり、先行晴天日数の影響も少し表れている。しかし、図-2でわかるように、下水道整備率の影響は明確ではない。一方、試料Bでは、第1主成分は重金属汚染の成分であり、第2主成分は試料A同様、物理的性状に依存している。また、先行晴天日数による差(図-3)や下水道整備率による差(図-4)もみられる。ここでは、級内相関行列を用いたため、第2主成分までの寄与率は、試料Aでは34%、試料Bで39%と低かった。

5. おわりに

主に下水道の整備や先行降雨の影響という点から、都市河川域堆積物性状のとり分布特性を統計的に求める手法とその結果を示した。今後は、種々の流域特性や時間特性を表すデータを充実させ、検討を進めていきたい。

なお、調査、分析に協力を得た86年度卒研生の岩田裕憲、大島弘稔、小野孝司、佐々浩君らに感謝する。

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
- 5) 山田他: 年講, 1985
- 6) 山田他: 関西支部講, 1986
- 7) 山田他: 年講, 1986
- 8) 山田他: 水質汚濁講, 1987

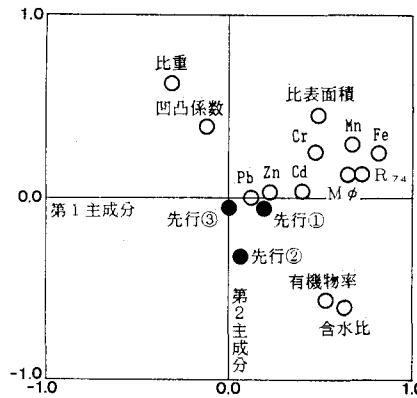


図-1 因子負荷量散布図(試料A)

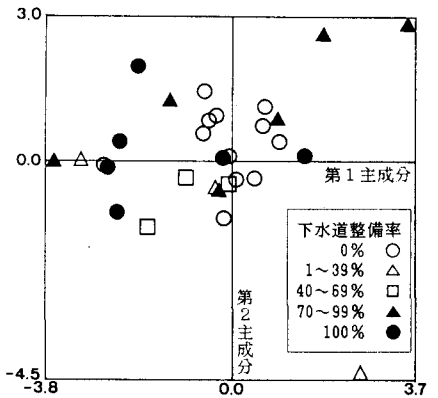


図-2 因子得点散布図(試料A)

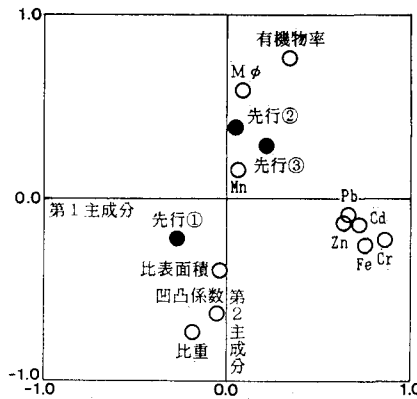


図-3 因子負荷量散布図(試料B)

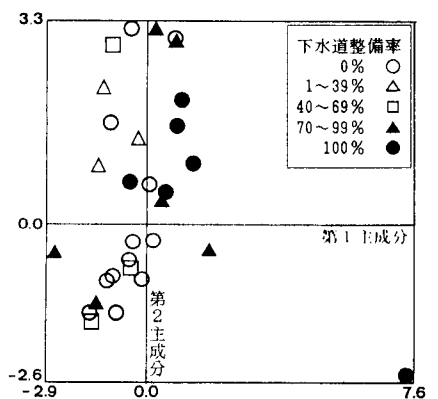


図-4 因子得点散布図(試料B)