

II-412 降雨時河川水における懸濁性物質の粒度特性

立命館大学大学院 学生員 市木 敦之
立命館大学理工学部 正 員 西本 安範
立命館大学理工学部 正 員 山田 淳

1. はじめに

陸域における堆積負荷量(環境汚泥)の現存特性調査¹⁾から、微細粒子に汚濁物が集中するという粒径依存特性が明らかになっている。これら微細粒子は、降雨時の水理条件の変化に鋭敏に応答するため、降雨時の汚濁物流出にもかなり影響を与えていると予想される。しかしながら、降雨時の懸濁性物質の粒度構成に関する調査研究はあまり行われておらず、山地と農村域からなる流域を対象とした奥川らの研究²⁾がみられる程度である。本報告は、農村と住宅地が混在する流域を対象とした調査³⁾に、SSレベルでの流出特性が分かっている⁴⁾中小都市河川の調査を加えて、降雨時の粒度構成を流域特性によって比較検討したものである。

2. 調査・分析概要

調査河川は、農村域と住宅地を流下してN湖に流入する中小河川Y川と、山地から工業地・住宅地を流下する中小都市河川T川である。流域面積は、Y川12.69km²、T川24.32km²で、土地利用状況は、Y川が山地34.0%、湿地5.0%、田畑50.5%、集落地7.0%、市街地3.5%で、T川が山緑地49.0%、住居地34.4%、工業地13.8%、商業地2.9%であり、T川の市街地部の下水道整備はほぼ完了している。分析試料は、Y川で1988年9月、T川で1989年3月の降雨時の河川水で、採水間隔は、Y川で1時間、T川で10~20分とした。調査項目は、降雨量、流量、分析項目は、SS、SS(500)(500 μ mフルイ通過試料についてのSS)、及び粒度である。粒度分析には島津レーザー回折式粒度分布測定装置(SALD-1000:測定限界 上限500 μ m)を用いた。

3. 結果と考察

図-1、図-2に調査・分析結果を示した。降雨は、Y川で総降雨量60.5mm、継続時間28時間、平均強度2.2mm/hr、T川で総降雨量4.0mm、継続時間1時間20分、平均強度3.0mm/hrであり、最大流量は、Y川で晴天時流量の2.5倍、T川で3倍程度となった。Y川では、水質濃度に24時頃から降雨時挙動が現れ、2度の降雨ピークに応じて3時と9時にSSで60~80mg/l程度のピークを示す。T川では降雨に対する流出応答が早く、また流量ピークの13時30分に水質もピークを迎えるが、その後流量が減少しても水質は14時20分まではむしろ安定しており、典型的な都市域中小河川の経時変動を示している。先行晴天日数は両降雨とも3日であり、T川の方がY川に比して雨量が少ないにもかかわらず、SS濃度は両河川とも似通った値を示している。このことから、Y川、T川の汚濁の程度が相対的にわかる。IMAXは測定試料の粒子濃度

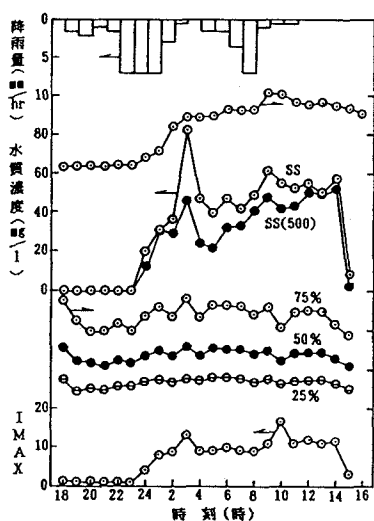


図-1 調査・分析結果(Y川)

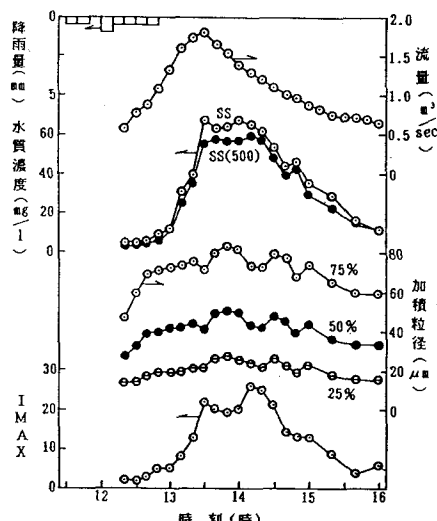


図-2 調査・分析結果(T川)

を示す参考値で、Y川では1~17、T川では2~26の値で、粒度測定装置の最適濃度（IMAX=38~40）に達しなかった。

加積粒径は1.86~135 μm 粒子測定レンジで測定した加積通過率の粒径値で、全般的にT川の方がY川より大きい。両河川とも25, 50, 75%の粒径値は相似した変動を示している。加積粒径とSS(500)濃度の関係を検討するため表-1に相関係数を示した。いずれの場合もT川の方がY川より相関係数が高く、都市型河川での懸濁性物質濃度の粒径依存性が明かである。また、加積通過率の低い粒径で相関係数が高いことは、流出する懸濁性物質は特に微細粒子の構成比に依存していることを示しており、陸域の微細な堆積負荷の降雨による流出現象を実証する結果となっている。特に、T川の25%加積粒径とSS(500)との相関係数が0.8を超えているが、都市域では中間・基底流出に比して表面流出の割合が大きく、それによって堆積負荷が掃流されたためと推察できる。50%の加積粒径を用いた相関図の一例を図-3に示した。これは流出水質に対する粒径の変動特性を示した図で、時間とともに左まわりのループを描き、流量と負荷量の示すループ特性によく似た特性を表している。流出初期のファーストフラッシュ時に、河床及び路面等に堆積していた大粒径の粒子が先に掃流され、後期には小さな粒子が流出していることを示している。これはY川に比較してT川で顕著であり、都市域中小河川の特性と考えられる。

表-1 加積粒径とSS(500)の相関係数

加積粒径	Y川	T川
25%	0.664	0.855
50%	0.544	0.766
75%	0.463	0.703

図-4、図-5に粒度構成比の変動図を示した。20~50 μm の粒子は、両河川とも30~40%程度の構成比で、時間的な変動がみられないために、50~135 μm の粗い粒子の構成比は、20 μm 以下の細かい粒子と補完関係にある。T川では、SS流出期に粗い粒子の比率が高く、50~135 μm の粒子がSSの支配的な要素であることがわかる。両河川とも、流出後期に粗い粒子の比率の減少がみられる。流入する粒子の構成比に変化が無いとすると、流路内で大きな粒子の沈降が始まり、堆積負荷量の回復が進んでいることが考えられる。

4. おわりに

本報告では、流域の異なる中小河川域での調査結果より懸濁性物質の粒度特性に検討を加えたが、調査事例が少ないため、今後も調査を継続して、これらの特性の一般化を図るとともに、モデル化を図りたいと考えている。なお、本調査では、越智正則、兼子浩、吉富雅春君らの協力を得た。

<参考文献>

- 1) 梅原他：第43回年講，1988.10
- 2) 奥川他：用水と廃水，Vol.29，No.9，1987
- 3) 西本他：第23回水質講，1989.3
- 4) 西本他：第42回年講，1987.9

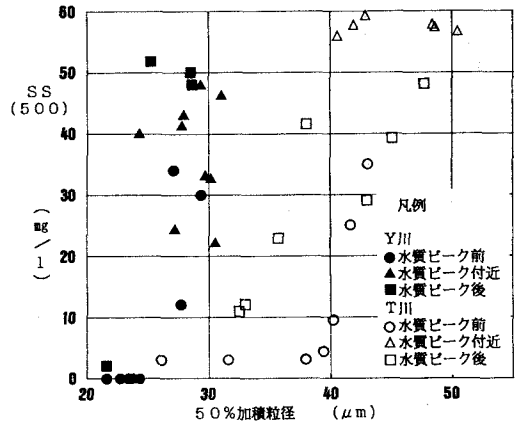


図-3 SS(500)と50%加積粒径の相関図

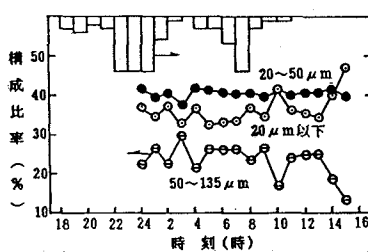


図-4 粒度構成比率の変化（Y川）

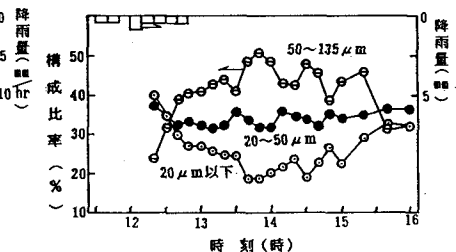


図-5 粒度構成比率の変化（T川）