

立命館大学理工学部 正 員 市木 敦之 山田 淳  
 日本上下水道設計(株) 正 員 梶谷 啓介  
 立命館大学大学院 学生員 ○辰巳 直

1. はじめに 都市域を流下する中小河川には、路面や屋根などの環境堆積物が主として降雨時に洗い出されて流出してくるが、汚染源が非特定であるためそれらの流出管理手法は未だ確立されていない。降雨時に流出する汚濁物の多くが懸濁成分であることから、本報告では、都市域中小河川における降雨時水質とSS成分粒度の実態調査をもとに、懸濁性物質の粒度特性を利用した流出管理のための基礎的な検討を行った。対象としたのは流域の都市化がほぼ完了した山科川(京都市)と近年都市化の著しい伊佐々川および十禅寺川(ともに滋賀県草津市)である。調査では、降雨時に10～60分間隔で試料の採水および降雨量、流量の測定を行い、その後試料について粒度分布(レーザー回折法; 島津Sald-1000)と水質の分析を行った。調査および流域の概要を表-1に示す。

2. SSの粒度分布と汚濁物含有特性 降雨によって流出するSSの粒度構成を算出するため、粒径を1～25 $\mu$ m, 25～74 $\mu$ m, 74～2000 $\mu$ mに3区分し、SS流出負荷量の積算値から粒径区分毎の重量構成比率(%)を求めた。まず、各調査降雨について重みをつけて(1)式により算定した先行30日間平均日降雨量( $S_{30}$ )を用いて基準降雨量を2.45mm/dayとした場合のSS粒度構成比率を図-1に示す。

$$S_{30} = \sum (R_i/i) / \sum (1/i) \cdots \cdots (1)$$

ただし、 $S_{30}$ : 重み付き先行30日間平均日降雨量(mm/day)

$R_i$ : 先行*i*日目の日降雨量(mm/day),  $i=1 \sim 30$ 。

際立った傾向は認められないものの、いずれも $S_{30} \geq 2.45$ mm/dayの場合において74～2000 $\mu$ mの粗い粒径区分のSS構成比率が相対的に高くなっている。次に、降雨時の流量変動に伴うSS粒度の変化を見るため、基準流量(山科川: 7.00 $m^3/s$ , 伊佐々川: 0.85 $m^3/s$ , 十禅寺川: 0.30 $m^3/s$ )によって調査データを区分して基準流量以上をピーク期とし、さらに基準流量未満を流量変動で増加期と減少期に区分して、各流出期のSS粒度構成比率を図-2に示した。山科川と十禅寺川では、複数降雨について加重平均した結果、単一出水についての傾向が不明瞭となり、増加期と減少期の差は認められなかった。一方、伊佐々川では流量増加期に74～2000 $\mu$ mの粗い粒径区分の構成比率が高く、初期流出成分を雨水滞水池等に一時貯留して沈降除去する方策による一定の流出負荷抑制効果がうかがえる。懸濁性物質の粒径区分別汚濁物含有特性を調べるため、一降雨単位および流出期別でコンポジットした試料を25 $\mu$ mと74 $\mu$ mのフルイで分画して、水

表-1 流域及び調査の概要

|                        | 山科川           | 伊佐々川          | 十禅寺川          |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 流域面積(km <sup>2</sup> ) | 32.21         | 3.929         | 0.68          |
| 流域人口(千人)               | 141.7         | 9.1           | 2.8           |
| 下水道整備率*(%)             | 100.0         | 66.4          | 0.0           |
| 調査期間(年)                | 1989<br>～1992 | 1992<br>～1994 | 1991<br>～1994 |
| 調査降雨数                  | 15            | 32            | 16            |

流域の概要: 1993年現在

\*: 市街地における面積整備率

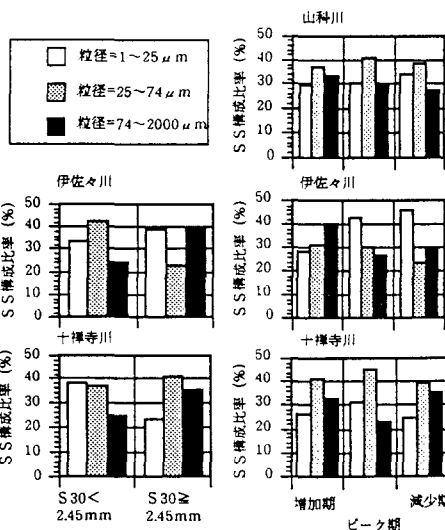


図-1 SS構成比率 ( $S_{30}$ 別)

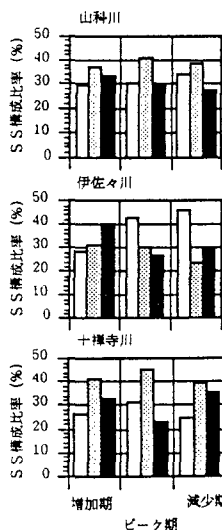


図-2 SS構成比率 (流出期別)

Atsushi ICHIKI, Kiyoshi YAMADA, Keisuke MASUTANI, Tadashi TATSUMI

質を測定した。粒径区分別の汚濁物含有率を、別途求めた粒径区分別SS水質に対する分画水質の比率として算出し、S<sub>30</sub>および流出期の区分毎にデータをそれぞれ平均して図-3、図-4に示す。S<sub>30</sub>を用いて区分した場合（図-3）は、得られたデータのバラつきが大きかったため、ここでも明瞭な傾向が認められなかった。一方、流出期毎に平均した場合（図-4）では、ピーク期に74~2000 $\mu$ mの粗い粒径区分で含有率が高く、逆に減少期に1~25 $\mu$ mの微細な粒径区分で含有率が高くなるなどの傾向が、かなりの指標で認められた。

3. 一時貯留による流出負荷削減効果 雨水滞水池を用いて、水域への降雨時流出成分を一時貯留した場合の流出負荷削減効果について検討した。ここでは、降雨時の流出分を雨水滞水池が満水になるまで貯留するものとし、滞水池容量は、各流域でそれぞれ降雨量5mmに相当する場合（RUN-1）と降雨量10mmに相当する場合（RUN-2）の2ケースを仮定した。降水量の時系列データは、平水年とみなせる1988年に京都地方気象台で観測された降水量データを、12時間ステップで入力し、雨水滞水池からの処理水は貯留後12時間で河川へ放流するものとした。汚濁物の流出量は別途求めたL-Q式<sup>1)</sup>で算定し、SS構成比率と汚濁物含有率がそれぞれ図-2、図-4で与えられるとして、貯留した降雨時流出成分のうち粒径74 $\mu$ m以上の粒子が沈降除去されると仮定した場合の年間流出シミュレーション結果を表-2に示す。流域特性が異なるため、年間流出負荷量に流域差があり、流出負荷削減率でも河川毎の違いが明瞭である。また、RUN-1、RUN-2とも、いずれの河川でもファーストラッシュが顕著であったT-Nにおいて高い流出負荷削減率が示されている。

4. おわりに 本報告では、先行降雨量の大小や流量の大小・増減による懸濁性物質の粒度分布と汚濁物含有特性を示し、加えて初期流出成分を雨水滞水池に一時貯留することによる流出負荷削減効果を検討した。今後は、現場データの観測値を増やし、汚濁物含有率を先行降雨量や流出量を用いて定式化し、流出負荷管理に反映させていきたいと考えている。なお、調査を行うにあたり、環境計画研究室の大学院生、卒業研究生の協力を得たことを記し、謝意を表する。

<参考文献>1)市木他：雨水滞水池における汚濁物流出抑制効果の評価、環境システム研究、Vol.22,1994.

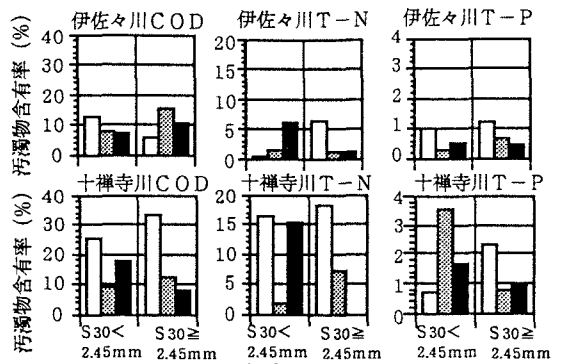


図-3 汚濁物含有率 (S<sub>30</sub>別)

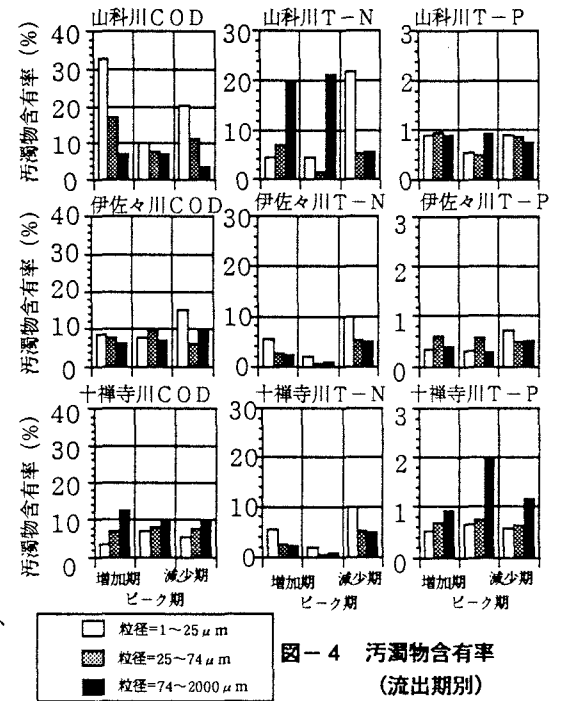


図-4 汚濁物含有率 (流出期別)

表-2 雨水滞水池による流出負荷削減率

| 河川   | 項目  | 1988年(降水量1432mm)                     |           |       |
|------|-----|--------------------------------------|-----------|-------|
|      |     | 年間流出<br>比負荷量<br>t/km <sup>2</sup> ・年 | RUN1      | RUN2  |
|      |     |                                      | 流出負荷削減率 % |       |
| 山科川  | SS  | 557.0                                | 0.16      | 0.72  |
|      | COD | 55.7                                 | 0.31      | 0.44  |
|      | T-N | 20.6                                 | 0.83      | 3.40  |
|      | T-P | 2.6                                  | 0.91      | 1.20  |
| 伊佐々川 | SS  | 165.4                                | 2.49      | 4.60  |
|      | COD | 11.6                                 | 2.32      | 4.31  |
|      | T-N | 2.2                                  | 4.52      | 8.22  |
|      | T-P | 0.5                                  | 3.03      | 5.54  |
| 十禅寺川 | SS  | 30.4                                 | 3.85      | 6.24  |
|      | COD | 5.1                                  | 5.47      | 8.78  |
|      | T-N | 3.0                                  | 8.93      | 14.39 |
|      | T-P | 0.8                                  | 3.38      | 4.03  |

雨水滞水池容量：RUN1 降雨量 5mm 相当  
RUN2 降雨量 10mm 相当