

II-520

都市河川における降雨時汚濁負荷流出特性（II）

— 流出パターンの変化と粒度特性 —

立命館大学大学院 学生員 吉富 雅春

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 山田 淳

1. はじめに 下水道整備により、ポイントソースからの汚濁物がカットされ、晴天時に公共用水域へ流出してくる汚濁負荷量は、流量減少、水質改善によって激減した¹⁾。しかし、年間総流出負荷量に大きな比率を占めているとみられる降雨時の流出については、ノン

表-1 降雨時調査結果の概要

河川名	降雨番号	調査年度	人口普及率 (%)		総降雨量 (mm)	平均流量* (m ³ /s)
			合流式	分流式		
T川	T-1	1980	26.5	0	12.0	3.35
	T-2				12.5	5.08
	T-3				30.0	11.09
	T-4				3.0	0.73
	T-5	1982	62.3	0	11.0	1.86
	T-6				7.5	0.67
	T-7	1985	100.0	38.4	8.0	4.59
	T-8	1986	100.0	54.2	12.0	1.00
	T-9				23.0	10.52
	T-10				4.5	2.78
	T-11	1987	100.0	57.9	18.5	3.22
	T-12				1.0	0.64
	T-13	1989	100.0	66.0	4.5	0.88
Y川	Y-1	1989	0	58.5	31.5	5.98
	Y-2				16.5	5.90
	Y-3				9.0	0.59
	Y-4	1990	0	64.4	5.0	0.14
	Y-5				7.0	3.56
	Y-6				14.0	5.66

ポイントソースからの流出もあってあまり削減されていない。このことについては、一降雨を単位とする汚濁物の総流出負荷量に関する回帰分析の結果から、大降雨時での削減効果があまりないという指摘をしてきた²⁾。本報告では、下水道の排除方式の異なる、京都市内の2河川流域を対象に、一降雨内の流出パターンの変化と粒度特性について検討を加えた。

2. 調査・分析の概要とその結果 調査対象は、京都市内を流れるT川とY川である。T川では合流式、分流式両下水道方式が並行して整備され、またY川では、上流部が山地、その他は住居地域を主体とする工場や田畑が混在した流域で分流式下水道が整備されてきた。調査は、降雨時に10～20分間隔で採水および降雨量、流量の測定を実施し、その後粒度分析（レーザー回折法）と水質分析を行った。表-1に降雨時調査結果の概要を示す。

3. ファーストフラッシュ時流出比率と流出ピーク特性の変化 降雨や汚濁物の流出規模の違いを取り除くため、図-1のように降雨時調査データから晴天時分を差し引いた降雨による純流出成分 $L(t)$ を正規化して得られた流出密度関数 $l(t)$ について考える。ファーストフラッシュは、図-2に示すように

流出負荷量に降雨時挙動が認められてから1流出ピークの極大値に至る間の積算流出負荷量 L_f をファーストフラッシュ相当分と定義し、また流出ピーク特性では一降雨流出内の変動係数を求めて検討を行った。ここに変動係数は、各降雨について $l(t)$ の標準偏差 σ と平均値 m の比を用いて σ/m で表される値で、その増減で流出ピークの鋭敏性が評価できる。図-3にT

川におけるファーストフラッシュ時流出比率 L_f と流出変動係数の各年度平均値を下水道普及率の経年変化とともに示したが、 L_f 、 $l(t)$ は、下水道の整備進捗に伴って年々増加傾向にある。これ

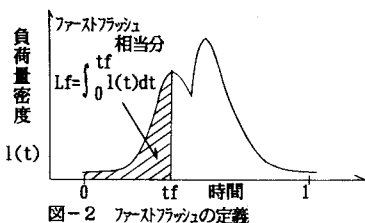


図-2 ファーストフラッシュの定義

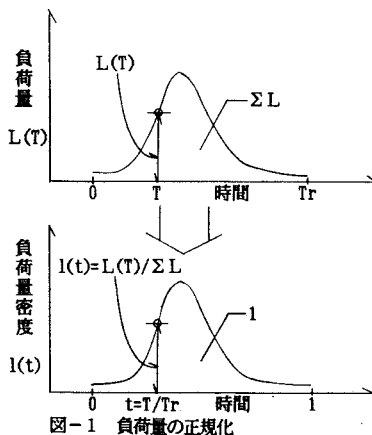


図-1 負荷量の正規化

は、都市域における下水道等排水系統の整備による汚濁負荷流出のバイパス効果から、雨水流達時間が短縮してきたためと考えられる。一方、流出変動係数は、合流式が100%普及した1985年まで減少しているものの、その後分流式の普及に伴って逆に増加傾向にある。これは、降雨により流出する流域内の堆積負荷が、合流式下水道では排除されるものの、分流式では雨水管を通じて公共用水域へ比較的短時間に流出してくるためであり、こうしたノンポイントソースからの集中的な負荷流出により、流出ピークは近年鋭敏化する傾向にある。

4. 汚濁負荷流出とその粒度特性

懸濁成分は、降雨時流出のウェイトが高く、特にファーストフラッシュや流出ピーク時に集中性の高い流出形態をとっている。図-4は、Y川におけるSSの流出密度関数からファーストフラッシュ時流出比率 L_f の分布を粒径区分別に示したものである。各粒径区間でデータのばらつきが見られるが、昨年度の本会でそのループ特性から示したように、総じてファーストフラッシュ時における粗粒子流出のウェイトが高いことが分かる。図-5には、Y川での一降雨内流出変動係数のとる範囲を粒径区分別に示したが、 $74\mu\text{m}$ 以下の粒子の変動係数は小さく、一降雨内で比較的一定の負荷流出をしていることが分かる。それに対して $74\mu\text{m}$ を超える粗粒子は、ファーストフラッシュや流出ピークへの集中から大きな変動係数を示し、前述した流出ピークの鋭敏化にかなり関与していると考えられる。次に、表-

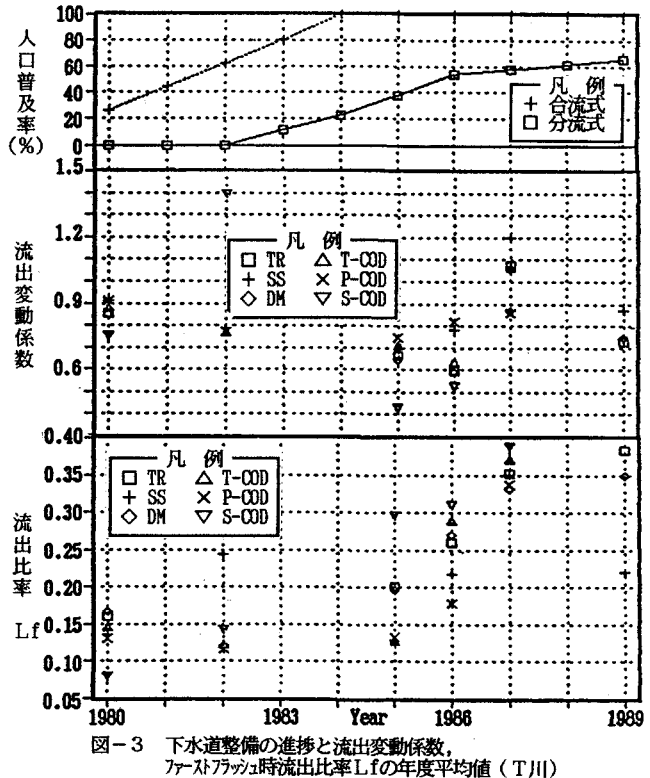


図-3 下水道整備の進捗と流出変動係数、ファーストフラッシュ時流出比率 L_f の年度平均値(TII)

2にY川における一降雨積算流出量を粒区分別を用いた汚濁物-粒区分別SS間の相関分析結果を示す。T-CODとT-Nは $25\mu\text{m}$ 以下で、T-Pは $25\sim 74\mu\text{m}$ でそれぞれ相関係数が最大となり、水質指標により依存粒径に差があるものの、全体として微細粒子との相関性が高いことを示している。

5. おわりに

現行の下水道整備が、都市河川において流量のみならず汚濁物のファーストフラッシュやピーク特性

などの流出パターンや粒度特性にも変化を与えていることを示した。なお、本研究の調査、分析にあたっては、西本安範助手をはじめとする衛生研究室のメンバーの協力を得たことを記して謝意を表する。〈文献〉1)山田,吉富他:第25回水質講,1991.3 2)山田,市木他:第25回水質講,1991.3

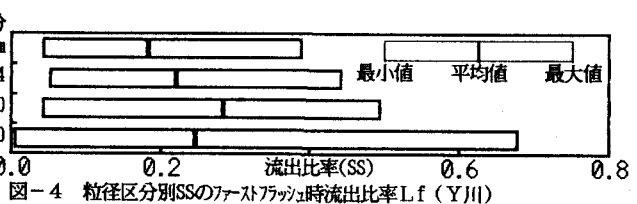


図-4 粒区分別SSのファーストフラッシュ時流出比率 L_f (YII)

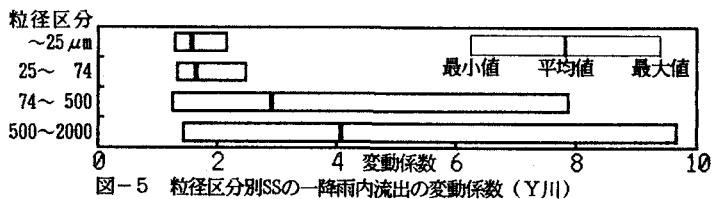


図-5 粒区分別SSの一降雨内流出の変動係数 (YII)

表-2 汚濁物と粒度の相関係数 (Y川)

粒区分別SS (μm)	~25	25~74	74~500	500~2000
T-COD	0.975	0.734	0.326	0.757
T-N	0.825	0.393	0.085	0.431
T-P	0.674	0.821	0.817	0.803