

VII-3

数値フィルターを用いた降雨時流出汚濁負荷量の成分分離とその流出特性の検討

立命館大学理工学部 正員 市木 敦之 山田 淳
立命館大学大学院 正員 辰巳 直

1. はじめに

都市表面における環境堆積物は、降雨によって洗い出されて表面流出、中間流出、基底流出の各成分として流域内を流れ、これらがまとまって公共用水域へと流出している。汚濁物の流出特性をこうした表面、中間、基底の各流出成分に分けて議論する試みは、これまで主として山地河川を対象に行われてきた^{1)・2)}。本報告では、流域内に市街地を含む中小河川を対象とした降雨時流出の実測調査結果に片側作用の数値フィルター³⁾を用いることにより、流出成分を分離して汚濁物流出特性を検討した。対象としたのは近年流域の都市化が著しい伊佐々川（滋賀県草津市）である。ここでは、1992年に行った降雨時調査（降雨量0.5～18.0mm）における流出成分を分離するとともに、得られた結果を1994年11月から1年間実施した流出モニタリング調査⁴⁾の結果に援用して流出成分別の年間流出負荷量の検討を行った。流域と分離対象とした降雨の概要を表-1に示す。

2. 数値フィルターを用いた降雨時流出成分の分離

ここでは、30分間隔で観測された流量と負荷量の時系列データを、数値フィルターにより表面・中間流出と基底流出の2成分に分離した。対象とした水質項目は、SSおよび懸濁性(P)・溶解性(S)のCOD、T-N、T-Pである。なお、分離時定数は、概ね数時間から20時間であった。成分分離結果の一例を図-1に示す。いずれの水質項目についても表面・中間流出成分のファーストフラッシュ現象が著しい。また、特に懸濁性の汚濁物は、ほとんどが表面・中間流出成分として流出していることが分かる。分離された各成分流量と成分水質の経時変化を図-2、図-3に例示する。それぞれ降雨の状況に応じて時計回り、反時計回りのループを描いている。こうした成分流量と成分水質のループ特性は、山地河川の場合には、水質項目により大きく4つのパターンに分類できる²⁾ことが報告されている

表-1 流域の概要
および成分分離降雨数

集水面積 (km2)		3.93
流域人口 (×千人)		9.0
下水這整備率(%)		65.4
分離降雨数	流量	6
	SS	6
	COD**	6
	T-N**	4
	T-P**	6

*：市街地における面積整備率

**：懸濁性(P)、溶解性(S)とも分離した降雨の数

が、このような都市河川では、流域の土地利用や雨水排水系統網の状況などが複雑に影響しているため、必ずしも一定の傾向が見い出せにくくなっている。

3. 年間降雨時汚濁負荷流出特性の検討

各流出成分の年間流出負荷量を算定するため、一降雨積算流出量をL-Q式(1式)で回帰することにより、各成分流出量の定式化を行った。

$$\Sigma L/A = a \cdot (\Sigma Q/A)^n \quad (1)$$

ここに、 $\Sigma L/A$ ：流出成分別積算比負荷量 (kg/km²)， $\Sigma Q/A$ ：流出成分別積算比流量 (m³/km²)， a, n ：パラメータ

分離した降雨について(1)式を用いた回帰分析の結

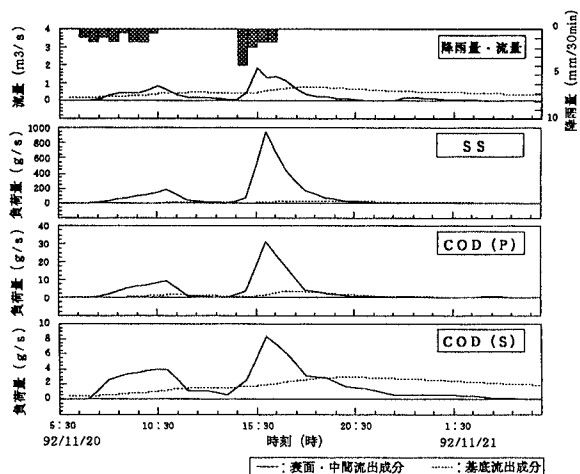


図-1 降雨時流出成分の分離結果（降雨18.0mm）

キーワード：数値フィルター，流出成分分離，汚濁物流出特性，都市域中小河川，流出シミュレーション
〒525-77 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学理工学部 TEL. 0775-61-2804 FAX. 0775-61-2667

果を表-2に示す。次に、伊佐々川流域で1994年11月から1年間観測された有効降雨量の時系列データと、表-2のパラメータを(1)式に入力することにより、汚濁物の流出シミュレーションを行った。これにより、同期間に行った流出モニタリング調査で得られた流出汚濁負荷量の流出成分別構成比率を算定することができる。ただし、ここでは損失降雨を考慮して降雨量1mm以上の降雨を対象としている。シミュレーションの結果を降雨規模別にまとめて表-3に示す。比負荷量に占める表面・中間流出成分の比率は、懸濁性の水質項目で85.6~99.9%，溶解性の項目でも87.3~99.8%と非常に高く、その傾向は降雨規模が大きくなるにしたがって強くなっている。特に降雨量が30mmを超えるような大降雨は、年間数回しか起こらないにも関わらず、年間流出負荷量のかかなりの部分を流出させており、このことから、受水域の水質保全のためには、こうした大降雨時の表面・中間流出成分を如何に効率的に管理していくかが重要であるということが分かる。

4. おわりに

本報告では、都市域中小河川における流出汚濁負荷量の流出成分を分離することにより、その流出特性を検討した。今後はさらに事例を加えてノンポイント負荷を含む都市域からの汚濁物流出のメカニズムを明らかにしたいと考えている。

<参考文献>

1)佐藤他：土木学会論文集，Vol. 369, No. II-5, 1986. 5, 2)河原他：第51回土木学会年講，1996. 9, 3)日野，長谷部：水文流出解析，森北出版，4)市木他：第51回土木学会年講，1996. 9

表-2 一降雨積算流出量に関する回帰分析結果

項目	表面・中間流出成分			基底流出成分		
	a ($\times 10^{-6}$)	n	決定係数	a	n	決定係数
SS	892	1.586	0.804	1.7939	0.412	0.435
COD	618	1.296	0.827	0.0063	0.655	0.245
	1017	1.204	0.931	0.0901	0.427	0.260
T-N	13630	0.688	0.505	0.0393	0.222	0.287
	2908	0.943	0.948	0.0354	0.397	0.210
T-P	17	1.362	0.778	0.0019	0.635	0.775
	1.6	1.521	0.939	0.0006	0.553	0.528

上段：懸濁性(P)， 下段：溶解性(S)

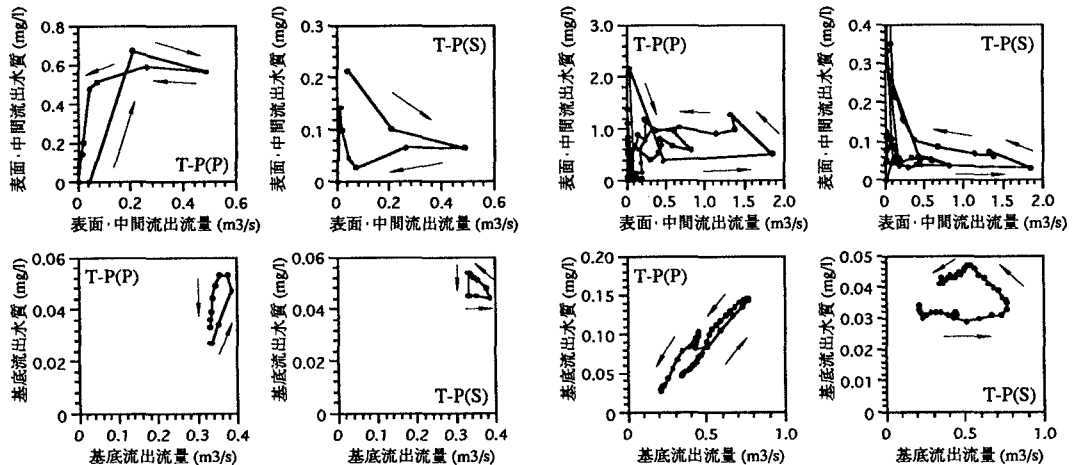


図-2 分離流量と分離水質の関係(降雨1c1-2, 降雨量3.0mm) 図-3 分離流量と分離水質の関係(降雨1c1-8, 降雨量18.0mm)

表-3 降雨規模別の降雨頻度および年間流出負荷量

降雨規模 (mm)	降雨 頻度 (回)	年降 雨量 (mm/y)	SS			COD			T-N			T-P		
			比負 荷量 (t/km ²)	表面 中間 流出成分 比率(%)	基底 流出成分 比率(%)	比負 荷量 (t/km ²)	表面 中間 流出成分 比率(%)	基底 流出成分 比率(%)	比負 荷量 (t/km ²)	表面 中間 流出成分 比率(%)	基底 流出成分 比率(%)	比負 荷量 (t/km ²)	表面 中間 流出成分 比率(%)	基底 流出成分 比率(%)
1~10	38	178.0	8.21	86.57	13.43	0.45	97.23	2.77	0.21	93.15	6.85	0.19	85.64	14.36
						0.81	87.37	12.63	0.24	89.22	10.78	0.07	90.36	9.64
10~30	23	374.5	36.03	97.04	2.96	1.46	98.85	1.15	0.29	96.62	3.38	0.21	94.23	5.77
						1.52	95.54	4.46	0.46	94.97	5.03	0.02	97.25	2.75
30~100	7	304.0	19.20	99.09	0.91	0.75	99.40	0.60	0.35	97.93	2.07	0.22	97.17	2.83
						1.50	97.96	2.04	0.45	97.11	2.89	0.15	98.96	1.04
100~	3	544.0	60.22	99.91	0.09	2.02	99.83	0.17	1.38	99.20	0.80	0.85	99.30	0.70
						3.98	99.56	0.44	0.50	99.02	0.98	0.05	99.84	0.16
年間	71	1400.5	123.65	99.56	0.44	4.68	99.61	0.39	2.23	97.18	2.82	1.48	98.28	1.72
						7.81	98.35	1.65	1.65	96.98	3.02	0.29	99.48	0.52

上段：懸濁性(P)， 下段：溶解性(S)