

雨天時における路面排水負荷対策に関する調査

下水道研究室 室長 藤生 和也
 研究官 吉田 敏章
 研究官 田本 典秀

1. はじめに

面源負荷の問題に関しては、公共用水域における水質保全等の観点から、その実態の把握と対策の重要性が認識されているが、点源の対策に比べると、実際にはどちらも十分に進んでいないのが現状である。しかし、点源負荷と面源負荷の違いは発生源のみであるため、発生源を区別せず全体としての汚濁負荷を削減するという考え方に立てば、面源負荷の流出実態を把握しておくことの意義は決して小さくないものと考えられる。

本調査では、分流式下水道の雨水排水区流末にて、雨天時に流出する市街地排水を時系列に採水し、SS、BOD等の一般的な項目のほか、既往の研究で調査されることが少なかった重金属・環境ホルモンに関しても水質分析を行うことで、市街地からの面源負荷の実態を詳細に調査した。

2. 調査方法

調査対象地域として選んだのは、分流式下水道が整備された市街地3排水区（A～C排水区）である。排水区間の直線距離は、最大でも十数キロであった。表-1に調査地域の概要を示す。調査地域の選定にあたっては、次の4点に留意した。①河川等による背水の影響が少ないこと、②山林・農地等を極力含まないこと、③晴天時に不明水の流出が少ないこと、④ある程度の広さ（10ha程度以上）を持つこと。不浸透面積率に関しては、土地利用ごとに設定された屋根、道路、浸透域の割合¹⁾を、国土地理院発行の細密数値情報（2000年調査）を基に集計した各土地利用の面積に乗じて算出した。この結果、3地域とも60%台の不浸透面積率を有することが分かった。

調査は同一降雨に対し3箇所同時に、合計2降雨に対して実施した。調査時の降雨の概要を表-2に示す。試料は人力により一降雨一箇所あたり20検体ずつ採取した。その際の採水間隔については、降雨初期はファースト

表 - 1 調査地域の概要

		A排水区	B排水区	C排水区
面積 (ha)		98	16	74
主 要 用 途 (%)	山林・荒地等	0	1	5
	畑	0	1	5
	空地	2	11	10
	一般低層住宅	16	25	54
	中高層住宅地	18	3	0
	商業・業務用地	13	18	1
	道路	22	18	21
	公園・緑地等 その他公共	7 21	11 7	3 0
不浸透面積率 (%)		69	67	61

表 - 2 調査対象降雨の概要

	第1回調査			第2回調査		
	先行無降雨日数	総降雨量	時間最大降雨量	先行無降雨日数	総降雨量	時間最大降雨量
	(日)	(mm)	(mm/hr)	(日)	(mm)	(mm/hr)
A排水区	5	14	2.5	10	6	2.5
B排水区	5	15	3.5	4	9.5	2.5
C排水区	4	14.5	3	4	8	2.5

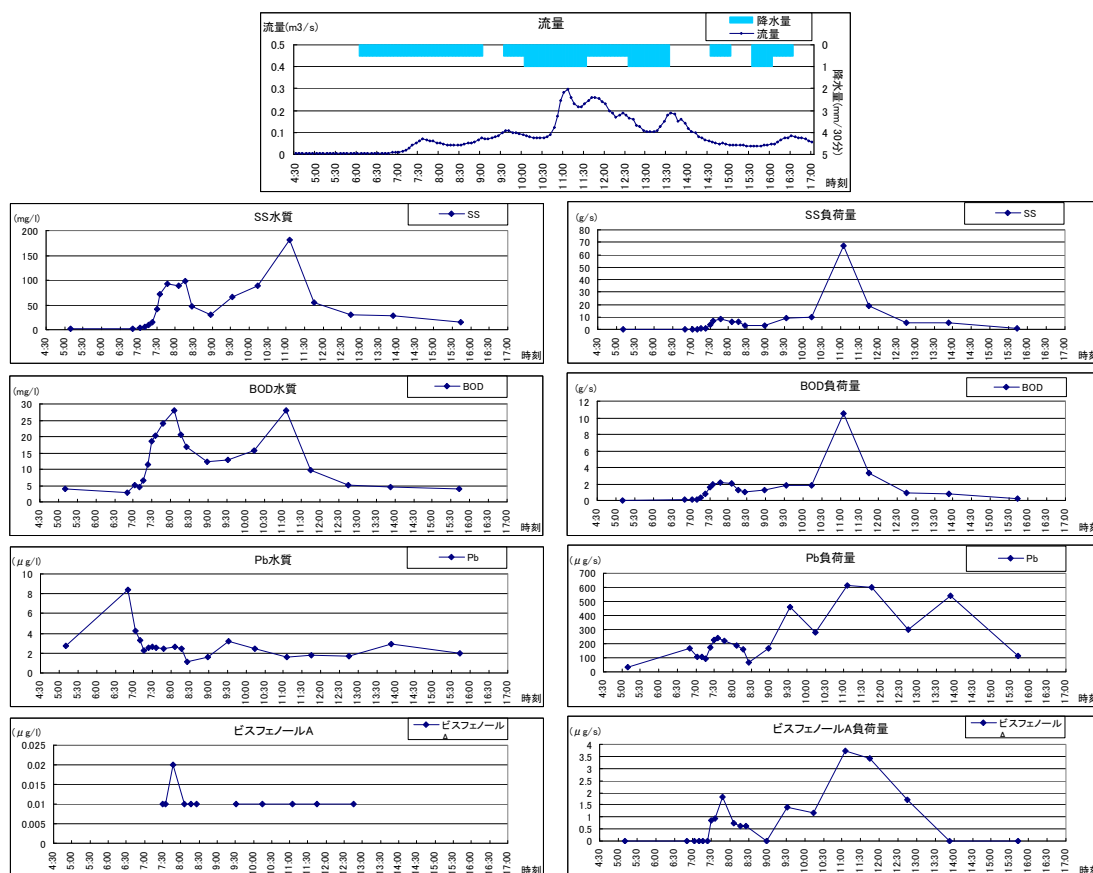
フラッシュを捕捉するために5分間隔とし、その後適宜10分から1時間程度に間隔を広げた。試料採取後は速やかに水質分析を行った。分析の対象とした項目は、一般的な項目(SS、VSS、BOD、COD_{Mn}、TN、TP、大腸菌数)、重金属(鉛、カドミウム、銅、亜鉛)、環境ホルモン(ベンゾ(a)ピレン、ビスフェノールA)である。分析方法はそれぞれ下水試験方法(大腸菌数については上水試験方法)に従った。なお、ベンゾ(a)ピレンはガソリンの燃焼により非意図的に生成される物質、ビスフェノールAは主に樹脂の原料として用いられている物質である。

また、流出特性の把握や汚濁負荷量の算出のため、雨量及び採水地点を通過する流量についても同時に計測を実施した。雨量については、各採水地点の近傍に雨量計(測定最小精度:0.5mm/5分)を設置することにより観測した。流量については、各採水地点における水位と流速を同時に計測することで得られた水位—流量曲線と、採水地点に設置した水位計(5分間隔で計測)のデータから、流量を把握した。

3. 調査結果

3-1. 汚濁負荷流出の特性

水質分析を実施した項目のうち、SS、BOD、鉛、ビスフェノールAの4項目について、図-1に水質・負荷量の経時変化(第1回調査)を示す。水質について見ると、排水区によって流出の特性が異なる。C排水区では、概してファーストフラッシュが他2排水区に比べ顕著である。ただし、鉛については検出することができなかった。他方、A排水区では、特にSS、BODでピーク濃度までの立ち上がりが緩やかであった。また、ビスフェノールAについては他の項目と異なる流出波形を示した。負荷量については、流量に大きく影響されるため、負荷量のピークがファーストフラッシュのピークよりも遅れて現れることが多く、降雨中期にピークを取る傾向が見られた。



(a) A排水区

図-1 第1回目調査における水質、負荷量の経時変化

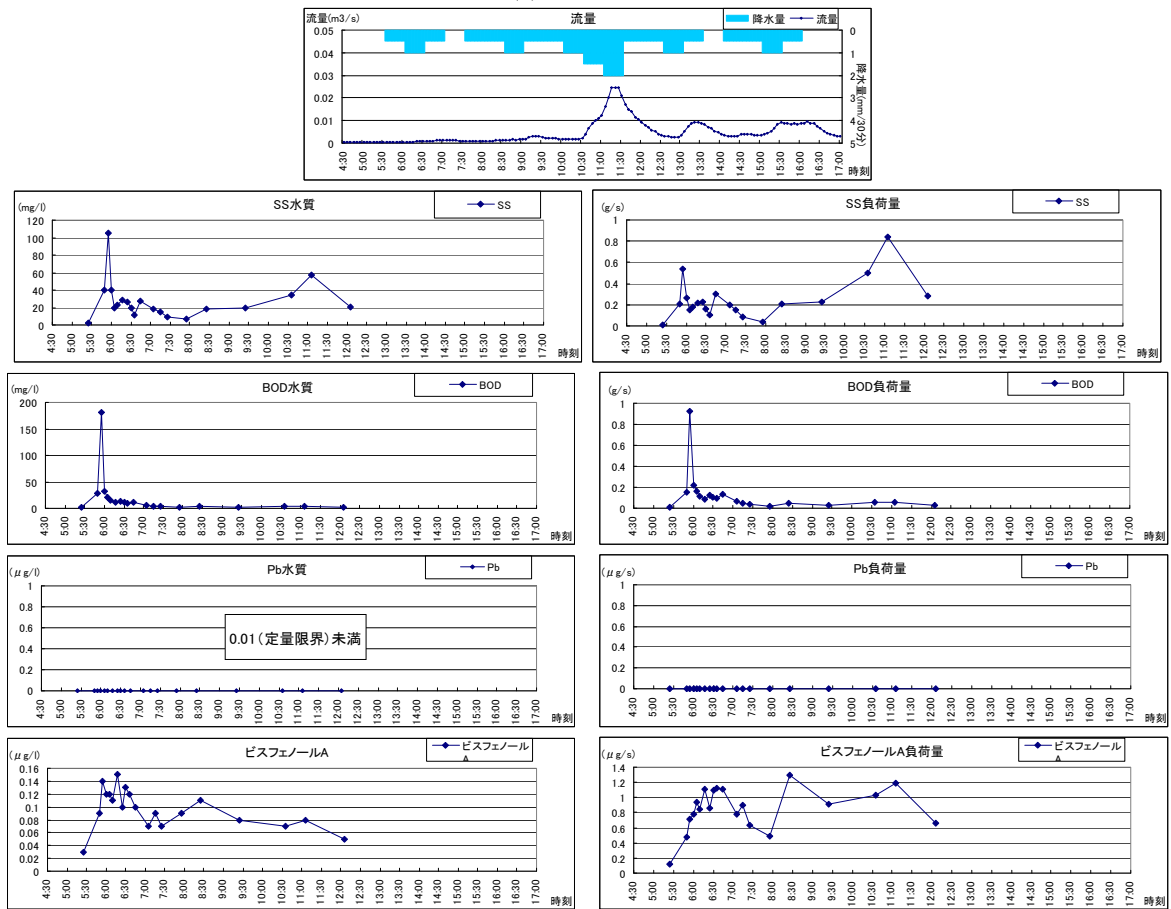
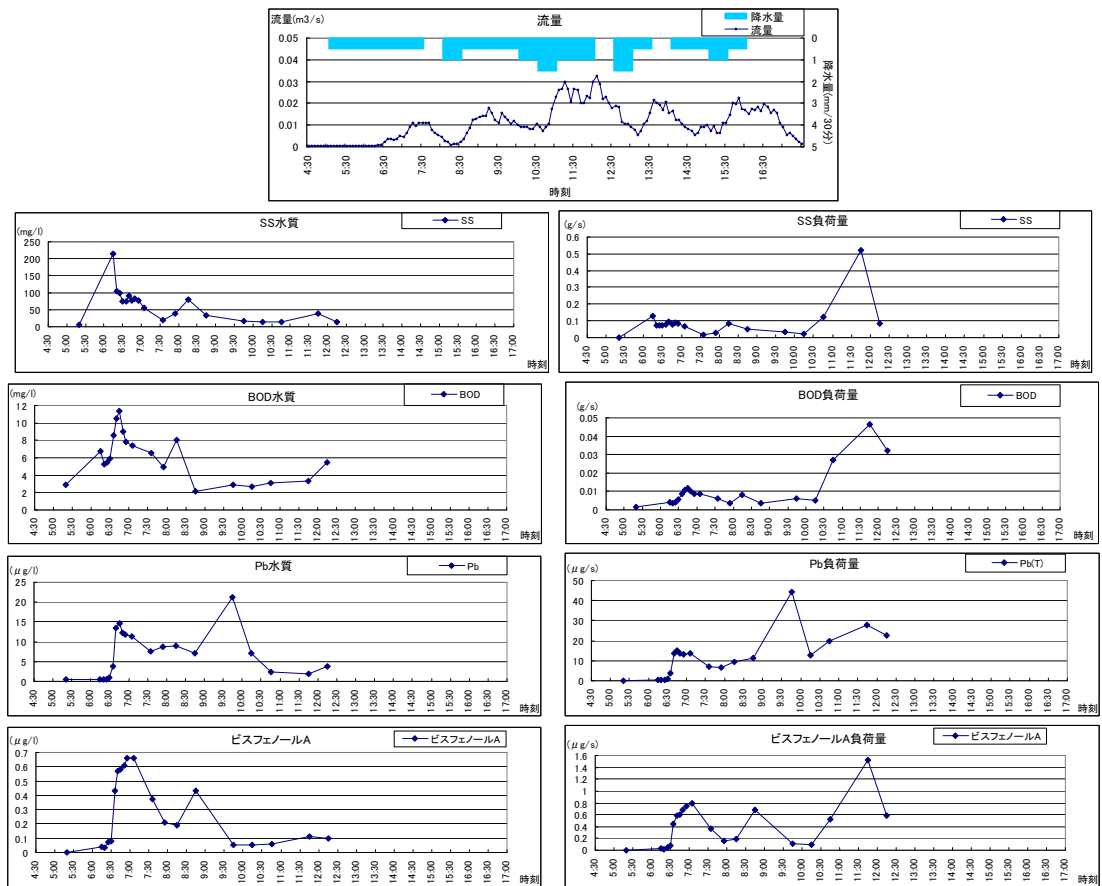


図 - 1 第1回目調査における水質、負荷量の経時変化 (続き)

3-2. 一降雨あたりの流出負荷量

各降雨の負荷量データより、一降雨あたり平均水質（EMC: Event Mean Concentration）²⁾及び比流出負荷量を算出した。これを表-3に示す。EMC、比流出負荷量共に、A排水区における値が他の2排水区に比べて高い傾向が見られる。例えば比流出負荷量について、A排水区とC排水区を比較すると、第1回目の調査ではBODで36倍、SSで28倍もの差となった。第2回目の調査ではこの差が小さくなっているものの、A排水区の比流出負荷量が高い傾向が続いている。この原因を特定することは難しいが、一つには、A排水区は中高層住宅が多く、土地利用の高度化によるものと推測される。また、一般低層住宅が多いため、道路交通量がA、B排水区より少ないC排水区では、自動車が大きな排出源と推測される鉛、カドミウムを第1回目の調査で検出することができなかった。第2回目の調査では、C排水区で非常に微量の鉛が検出されたが、カドミウムは検出されなかった。

表-3 一降雨あたり平均水質及び比流出負荷量

		A排水区		B排水区		C排水区	
		第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回
一降雨あたり平均水質 (EMC)	BOD(mg/l)	12.8	19.8	3.9	20.7	4.4	17.7
	COD(mg/l)	15.5	29.3	5.7	27.2	8.9	23.7
	SS(mg/l)	65.5	85.9	27.7	61.7	31.7	27.9
	VSS(mg/l)	19.5	36.0	9.3	30.6	12.8	17.7
	TN(mg/l)	2.9	4.0	2.1	3.8	2.1	3.5
	TP(mg/l)	0.30	0.51	0.12	0.20	0.12	0.14
	銅(mg/l)	0.02	0.06	0.003	0.026	0.034	0.057
	亜鉛(mg/l)	0.07	0.35	0.037	0.19	0.09	0.13
	鉛(mg/l)	0.0084	欠測	0.0024	0.0050	N.D.	0.0007
	カドミウム(mg/l)	0.001	欠測	0.0034	N.D.	N.D.	N.D.
	ビスフェノールA(μ g/l)	0.21	0.2	0.11	0.4	0.1	0.2
	ベンゾ(a)ピレン(μ g/l)	0.007	0.025	0.018	0.024	0.014	0.027
比流出負荷量	BOD(kg/ha)	0.72	0.52	0.02	0.16	0.02	0.13
	COD(kg/ha)	0.87	0.77	0.04	0.20	0.04	0.18
	SS(kg/ha)	3.68	2.25	0.17	0.46	0.13	0.21
	VSS(kg/ha)	1.09	0.94	0.06	0.23	0.05	0.13
	TN(kg/ha)	0.16	0.10	0.01	0.03	0.01	0.03
	TP(kg/ha)	0.017	0.013	0.00075	0.0015	0.00051	0.0010
	銅(g/ha)	0.95	1.56	0.02	0.19	0.14	0.43
	亜鉛(g/ha)	0.47	9.12	0.23	1.43	0.37	1.00
	鉛(g/ha)	0.47	欠測	0.015	0.038	N.D.	0.0054
	カドミウム(g/ha)	0.03	欠測	0.021	N.D.	N.D.	N.D.
	ビスフェノールA(mg/ha)	11.56	6.05	0.69	3.15	0.33	1.54
	ベンゾ(a)ピレン(mg/ha)	0.40	0.65	0.11	0.18	0.06	0.20

4. おわりに

今回の調査では、排水区により流出パターンや流出負荷量が大きく異なることが確認された。これには土地利用の状況や、周辺の道路交通量などに起因するものと推察されるが、詳細については不明な点が多く、今後の課題である。また、重金属や環境ホルモンに関しても、無視できない量が市街地から流出しており、その量は排水区により大きく異なることが確認された。最後に、本調査に協力いただいた関係自治体各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 脇岡靖明、古米弘明、市川新：下水道台帳データベースと細密数値情報を利用した分布型モデルによる都市雨水流出解析、下水道協会誌、Vol.38 No.469、pp.78-89、2001
- 2) Field, R. and Sullivan, D.: Wet-Weather Flow in the Urban Watershed, Lewis Publishers, 2002