

B-17 都市域における路面排水汚濁負荷流出量

建設省土木研究所 ○大野順通 山田俊哉 大西博文
新日本気象海洋株式会社 植村圭司

1 はじめに

道路路面には、降下したばいじんの他、走行する自動車の排気ガスに含まれる粒子状物質やタイヤ及び舗装の摩耗くずなどが堆積している。路面排水とは、道路に降った雨水が、公共用水域や下水道に流出したもので、堆積物を洗い流すため、路面排水の汚濁物質濃度は雨水より高くなる。特に、路面排水の濃度は降雨初期に高くなることが知られており、排水基準の適応を受けるものではないものの、浮遊物質濃度などは基準値を上回ることもある。

近年、工場などポイント汚染源からの汚濁負荷は、規制や対策技術の進歩により減少傾向にある。よって、路面排水などノンポイント汚染源による汚濁負荷の、汚濁負荷全体に占める比重が高まっていると考えられる。公共用水域の水質を改善するためには、路面排水についても、何らかの対策を講じることも考えられるが、路面排水の汚濁負荷を、定量的に把握した現地調査の事例は少ない。本研究では、国道及び高速道路において路面排水実態調査を実施し、得られたデータから、流域全体に占める路面排水の汚濁負荷の割合について試算した。

2 路面排水実態調査

2.1 調査方法

雨水ますに入流する直前の路面排水を、所定の時間間隔で採水し、汚濁物質濃度を分析した。分析項目は、鉛及びその化合物、生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量、浮遊物質、ノルマルヘキサン抽出物質とした。

調査時間は、路面排水の流出開始時から2時間とし、採水を1時間以内が10分間隔で、以降が20分間隔で行った。同時に、降雨開始からの採水終了までの降雨強度を、10分間隔で測定した。調査は、5地点で行い、1地点につき2降雨を対象とした。調査地点の概要は表-1に示す通りである。

表-1 路面排水実態調査地点の概要

地点	構造	車線数	集水面積	日交通量	大型車混入率	舗装
I	平面	6車線	249 m ²	70094 台	16.9 %	排水性舗装
II	盛土	6車線	1728 m ²	120719 台	32.2 %	密粒アスファルト
III	盛土	4車線	351 m ²	61272 台	47.5 %	排水性舗装
IV	高架	4車線	2222 m ²	98231 台	30.3 %	排水性舗装
V	切土	2車線	1625 m ²	22310 台	16.8 %	密粒アスファルト

2.2 調査結果

項目別水質の経時変化は、図-1に示す通りである。

調査の結果、いずれの項目の濃度も、ほとんどが参考値とした排水基準値を大きく下回っていた。鉛及びその化合物、浮遊物質、ノルマルヘキサン抽出物質含有量については排水基準を上回る値も見られたが、これは一部の地域の降雨初期のみに限定されていた。

また、汚濁物質の濃度は、総じて降雨初期に高く、時間の経過に伴って減少する傾向がみられ、路面の堆積物が降雨開始とともに速やかに洗い流されるファーストフラッシュ現象が確認された。

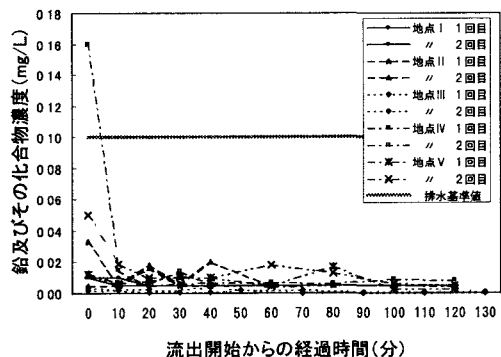
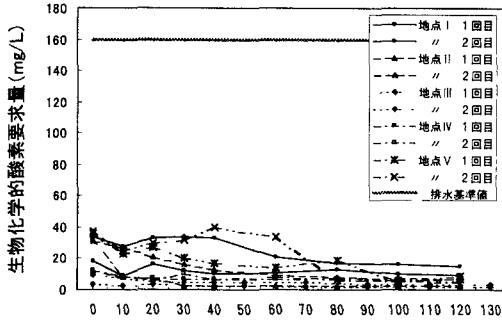
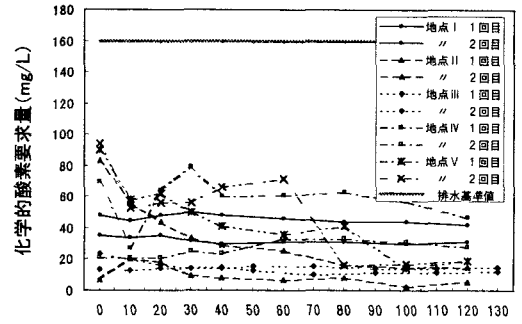


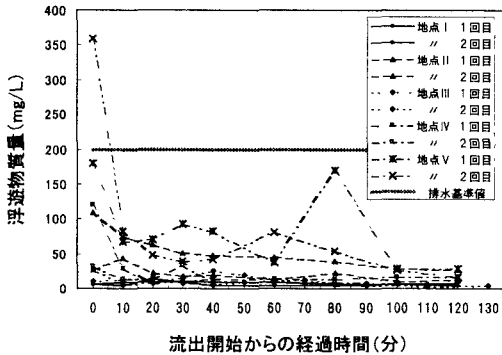
図-1(1) 項目別水質経時変化（鉛及びその化合物）



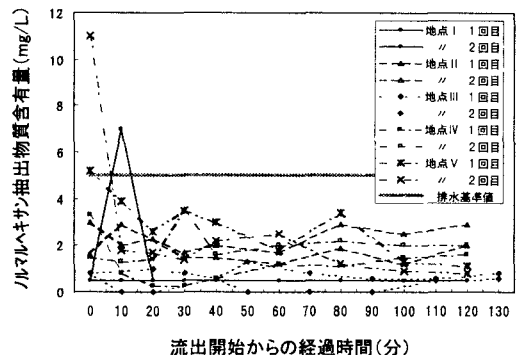
流出開始からの経過時間(分)
図-1(2) 項目別水質経時変化 (生物化学的要求量)



流出開始からの経過時間(分)
図-1(3) 項目別水質経時変化 (化学的酸素要求量)



流出開始からの経過時間(分)
図-1(4) 項目別水質経時変化 (浮遊物質量)



流出開始からの経過時間(分)
図-1(5) 項目別水質経時変化 (カルルヘキサン抽出物)

3 流域全体に占める路面排水の汚濁負荷の割合の試算

3.1 試算方法

汚濁負荷量割合の試算は、東京23区の下水処理場に流入する地域を対象とし、下水処理場に流入する汚濁負荷量と、実態調査から得た路面排水による汚濁負荷量とを比較することで行った。

路面排水の汚濁負荷量は、実態調査を基に決定した汚濁負荷流出係数および汚濁物質堆積量と、東京管区気象台における平成8年のアメダスデータから求めた。

汚濁負荷流出係数及び汚濁物質堆積量は、汚濁負荷流出係数が汚濁物質堆積量および降雨流出係数に比例するとした式1と、汚濁物質堆積量と汚濁負荷流出量とのマスバランスが保たれるとした式2に従うと仮定し、実態調査の結果から最小二乗法を用いて決定した。

各調査毎に、汚濁負荷流出係数および汚濁物質堆積量と東京管区気象台のアメダスデータから、式1および式2を用いて、地点毎の年間汚濁負荷量を算出した。各調査の年間汚濁負荷量の平均値と、東京23区の下水処理場に流入する地域の道路面積との積を、路面排水による汚濁負荷量とした。なお、路面排水の降雨流出係数は、0.8とした。

下水処理場に流入する汚濁負荷量は、「東京都下水道事業年報」(東京都下水道局)記載の処理場に流入する下水の水質濃度と、年間処理水量の積とした。

$$L_t = k \cdot S_t \cdot r \cdot I_t \quad \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$S_t = S_0 - \int L_t \cdot dt \quad \dots\dots\dots \text{式2}$$

L_t : 汚濁負荷流出量 (g/m²・10min)

k : 汚濁負荷流出係数 (1/mm)

S_t : 汚濁物質堆積量 (g/m²)

r : 降雨流出係数 (-)

I_t : 降雨量 (mm/10min)

(添え字は降雨開始からの時間を表す。)

3.2 試算結果

路面排水と、東京23区下水処理区域の下水処理場における処理前後の下水の平均汚濁物質濃度との比較は表-2に示す通りである。

路面排水の平均汚濁物質濃度は、下水処理場に流入する処理前濃度と処理後濃度との間にあるが、処理前の濃度より、処理後の濃度に近い値であった。

路面排水の汚濁負荷量と流域全体に占める路面排水の汚濁負荷割合の試算結果は、表-3に示す通りである。

路面排水の単位面積あたりの汚濁負荷量は、東京23区下水処理区域の単位面積あたりの汚濁負荷量と比較すると、10分の1から100分の1程度であった。路面排水による総負荷量は東京23区の下水処理場に流入する総負荷量の1%前後であった。

表-2 路面排水と下水処理前後の汚濁物質濃度比較
単位：mg/L

項目	路面排水	東京23区下水処理区域	
		処理前	処理後
鉛及びその化合物	0.011 (0.001~0.017)	0.01 (0.01~0.04)	0.01 (0.01~0.01)
生物化学的酸素要求量	13.6 (2.8~31.0)	163 (101~295)	3 (1~5)
化学的酸素要求量	31.9 (7.4~62.1)	464 (226~825)	12 (8~16)
浮遊物質	53.5 (6.0~93.2)	131 (68~164)	3 (1~7)
ルルハキリ抽出物質	2.17 (0.53~3.28)	27 (17~42)	1 (1~1)

注：括弧内に、路面排水の調査地点別または下水処理場別の最小値から最大値までの範囲を記載した。

表-3 路面排水の負荷量と流域全体に占める路面排水の汚濁負荷割合

項目	単位面積負荷量 (g/m ² /year) ^{注1}		総負荷量 (t/year) ^{注2}		路面負荷率 (%)	道路面積率 (%)
	東京23区下水処理区域	路面排水	東京23区下水処理区域	路面排水		
鉛及びその化合物	0.04 (0.01~0.11)	0.0040 (0.0004~0.0118)	24.14	0.38	1.6	16
生物化学的酸素要求量	463 (226~825)	5.87 (1.41~11.11)	276575	552	0.2	
化学的酸素要求量	239 (128~582)	24.4 (7.1~65.9)	142317	2294	1.6	
浮遊物質	373 (197~851)	14.5 (2.5~51.5)	222371	1363	0.6	
ルルハキリ抽出物質	77 (37~173)	1.18 (0.04~2.90)	45854	111	0.2	

注1：単位面積負荷量の括弧内に、下水処理場または路面排水調査地点別の最小値及び最大値を記載した。

注2：総負荷量は、単位面積負荷量に下水処理区域面積(596.170km²)または道路面積(94.015km²)を乗じた値である。

4 おわりに

本研究では、路面排水による汚濁負荷量が、下水処理場に流入する総負荷量の1%前後であるとの結果が得られた。この値は、総負荷量の3割程度が面源からのノンポイント汚染によるものとの報告があることや、対象とした地域の面積のうち約16%が道路であることを考慮すると小さい値と考えられる。調査対象とした降雨の多くは1mm/h前後と降雨強度が弱く、負荷流出係数が低く見積もられていることも考えられる。路面排水による汚濁負荷を、より高い精度で把握するためには、今後より多くの知見を収集する必要がある。

5 参考文献

- 1) 岡田光正：非特定汚染源による水質汚濁の現状，用水と排水，Vol.32，pp.857-863，1990