

東京大学大学院工学系研究科 ○稲田 聡

同上 佐藤 弘泰

同上 松尾 友矩

1. はじめに

公共用水域の水質は下水道の普及とともに改善されつつある。しかし、汚染の原因の一つである降雨時におけるノンポイントソースからの汚染については、不明な点も多く、十分な対策がなされているとは言えない。特に都市域においては、工場や自動車からの排ガス等の大気汚染による影響が大きいと考えられる。そこで本研究ではノンポイントソースのうち、屋根排水について降雨時の流出特性を調査することにした。屋根排水については道路排水に比べるときれいであると考えられるが、都市における屋根の占める面積は大きく、下水道、公共用水域に与える影響も大きいと思われる。また最近では雨水利用、雨水浸透を行う施設も増えており、これらの参考になると思われる。

主に有機物質について扱う。まず公共用水域等に影響を与えると考えられる濃度の屋根排水が、どの程度の降雨量でどのように流出するかを述べる。次に汚濁物質による流出特性の違いをあげる。最後に雨水中の揮発性有機物質についての測定結果を示し、ここで得られた屋根排水の汚濁についてまとめる。

2. 調査の概要

今回の調査では東京大学工学部14号館の3階南側にある物置の屋根(面積15㎡)(図1)に降る雨を、物置の雨どいから流出してコンクリート通路を流れて階下に流出するところをよく洗った採水ビンによって採取する。このとき採水時刻、採水時間、採水量(約120ml)を記録し、採水時間と採水量から降雨量(流出量)を計算する。TOC、陰イオン、E260、EC等を適宜測定した。

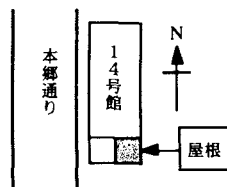


図1 採水場所

3. 結果と考察

3. 1 TOCの雨水流出特性

12回分の降雨について初期流出から採水できた。TOCの典型的な時間変化の例を図2に示す。ほとんどの降雨について図2のように初期降雨の濃度が高かった(ファーストフラッシュ)が、すぐに濃度が下がらないもの(図3)もあった。これは降雨強度が小さかったためであろう。初期濃度、平均濃度、負荷量、流出量についてまとめると別表のようになる。TOCの平均濃度が20mg/lを越えるような降雨が12降雨中5降雨あり、それらの降雨についてはそのまま放流されれば一時的な水質悪化を招くと思われる。しかし全体の平均濃度は7.7mg/lと小さくなっており、これは今回の調査における流出量の8割を占

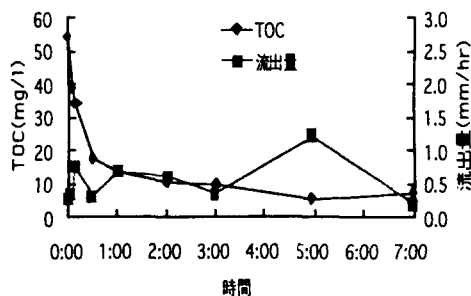


図2 TOC、時間変化の例(2/16)

めるTOC 10 mg/l以下の大雨の影響で、年間を通して考えたとき屋根排水のTOCはそれほど大きな値になるとは考えられない。図4の降雨量と平均濃度の関係については各降雨において初期堆積負荷量が異なるため両対数の相関係数が $R=0.687$ と低いが一降雨における降雨量が大きければ平均濃度が低くなる傾向を示していると思われる。

(回帰式 $y=17.559x^{-0.2373}$ 、 x : mm, y : mg/l)

ここで累積負荷量と累積降雨量との関係の一例を図5に示す。両対数グラフにおいて、直線に近似できる(各降雨について相関係数 $R>0.994$)ことから 式 $L=CQ^m$ L : 累積負荷量(mg/m^2)、 Q : 累積降雨量(mm)、 C , m : 係数、にあてはめると、各係数の値は別表ようになる。 C は平均濃度に比例し、 m は初期濃度からの減少の割合に比例するものと思われる。 m に影響を与える因子としては降雨強度(流出から1時間の強度で計算)が考えられるが、どちらかという降雨強度が強いほど m が小さくなる関係(図6)になっている。

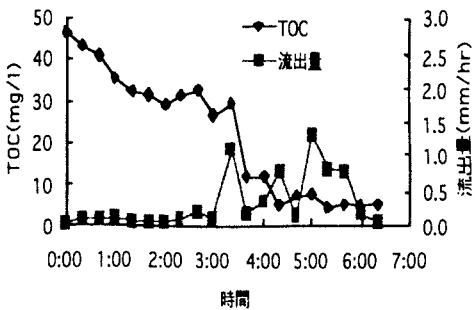


図3 初期濃度の急減が見られない例(4/4)

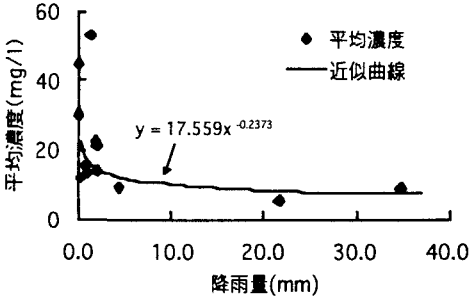


図4 降雨量とTOC平均濃度

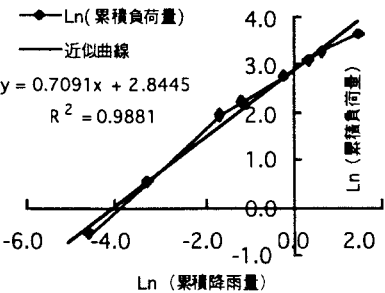


図5 累積降雨量と累積負荷量(TOC)の関係(2/16)

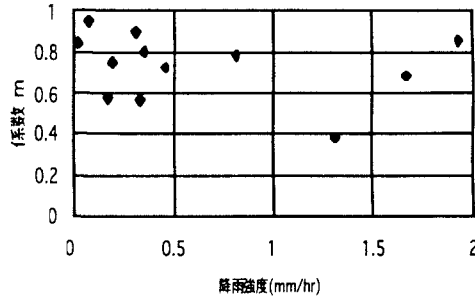


図6 降雨強度と係数mの関係

3. 2 陰イオンとの比較(塩素イオンと硫酸イオンについて)

陰イオンについても同様の経験式にあてはめるため累積降雨量と累積負荷量の関係を両対数のグラフにした。すると徐々に傾きが小さくなる傾向が見れるものが多かった。従ってグラフの傾きを降雨初期の傾き m_1 とそれ以降の傾き m_2 に分けて考えた。(別表に記す。) m_2 は m_1 の7分の1にまで落ち込む。 m_1 についてはTOCの傾き m にくらべて大きい傾向が見られる。これは水溶性の物質が降雨により流出しやすいことを示している。また m_1 が1より大きい場合もあるが、これは降雨量が増えても濃度が減少しないことを示しておりイオンの特徴といえる。

3.3 揮発性有機物質について

ガソリン中に含まれるベンゼン等の有害物質が屋根排水に含まれていないか調べるためにPurge&Trap装置（GL Science社製）を用いたGC/MSで屋根排水を分析した。その結果排ガスに含まれるアルデヒド類（プロピオンアルデヒド～オクタナール）がppbレベルで検出された。これは雨水の分析でも検出されており特に屋根排水に限られるものではないが、注意が必要であると考えられる。

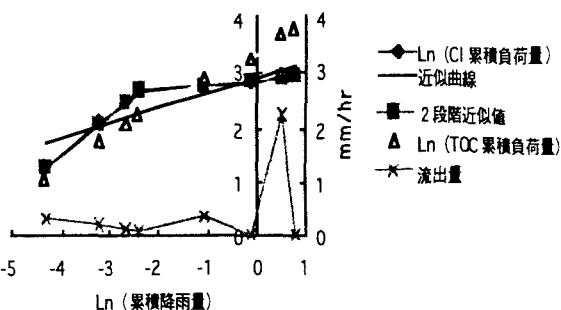


図7 累積降雨量と累積負荷量の関係
塩素イオンとTOCの比較

4 まとめ

1) 屋根排水について高濃度の TOC を確認した。降雨量と平均濃度の関係は $y=17.559x^{-0.2373}$ であり、0.58mm の雨で 20mg/l の水質になる計算である。

2) TOC にくらべて塩素イオン、硫酸イオンは流出しやすい。

3) 雨水中にはアルデヒドのような有害物質が含まれている。

今後の研究課題として重金属やその他の物質について調査し比較検討を進める。また今回のサンプリング地点から少し道路と離れた地点におけるサンプリングを行い、道路の影響を調査すべきである。

別表 各降雨の水質値

		2/16	3/22	3/29	4/3	4/4	4/19	5/3	8/23	5/9	8/15	8/24	8/28	平均
先行	先行降雨からの日数	5	1	2	1	1	2	2	5	1	2	6	1	—
降雨	降雨量 (mm)	0.5	13.0	14.5	0.0	7.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—
降雨 情報	初期強度(mm/hr)	0.25	0.32	0.75	0.04	0.04	0.31	0.24	2.00	0.02	0.07	0.62	0.62	0.61
	平均強度(mm/hr)	0.64	0.39	5.00	0.27	0.34	0.40	0.36	1.30	2.70	0.03	0.18	0.18	1.68
	降雨時間(hr)	7.0	2.0	7.0	4.0	6.3	5.3	1.0	1.0	11.9	1.0	0.5	0.5	48.0
	流出量(mm)	4.5	0.8	35.0	1.1	2.1	2.1	0.4	1.3	31.7	0.0	0.1	0.1	81.0
TOC	初期濃度(mg/l)	54.1	47.1	40.9	33.4	46.1	212.0	24.1	288.0	69.6	42.6	45.5	109.3	84.4
	平均濃度(mg/l)	8.9	15.1	8.6	13.2	13.6	21.1	11.6	52.9	3.3	30.3	21.8	44.3	7.7
	負荷量(kg/ha)	0.40	0.12	3.02	0.14	0.29	0.45	0.04	0.70	1.05	0.01	0.42	0.04	0.56
平均 濃度	塩素イオン(mg/l)	3.3	7.2	3.71	9.7	6.8	22.5	6.6	65	1.4	175.9	16.9	3.3	4.5
	硫酸イオン(mg/l)	6.1	10.6	10.9	13.9	26.9	30.5	12.2	41.6	4.47	69.4	13.6	66.8	9.4
C,m の値	TOC C	2.84	2.63	2.80	2.65	3.15	3.38	2.28	4.99	2.49	2.84	3.47	2.75	3.02
	TOC ml	0.78	0.73	0.68	0.90	0.95	0.57	0.80	0.37	0.75	0.85	0.86	0.57	0.73
	塩素イオン ml	0.81	0.98	0.71	1.11	1.17	0.73	0.86	0.07	0.86	1.03	0.71	0.88	0.83
	塩素イオン m2	0.38	0.74	—	0.36	0.17	0.10	—	—	0.30	—	0.30	—	0.33
	硫酸イオン ml	0.77	0.97	0.88	1.11	1.33	0.96	0.83	0.03	0.89	0.98	0.77	0.87	0.86
	硫酸イオン m2	0.43	0.71	—	0.39	0.19	0.27	—	—	0.43	—	0.47	—	0.41

注) 流出量の平均欄は流出量の合計

参考文献 1) 和田安彦著、ノンポイント汚染源のモデル解析、技報堂出版、1990 年