

東京大学工学部都市工学科 ○浅田素之 遠藤 真弘
大垣眞一郎

1. はじめに

都市に降る雨は、農業・自動車の排ガス・粉塵等の汚れを洗い去って河川・海に運ぶ。降雨期の水質については、採水の困難さもある水質評価の対象となりえてこなかったが、雨水を公共用水域に排出する際、あるいは都市域の雨水を利用する際には水質的にある程度の保障を行う必要がある。

複数のベンゼン環からなる多環芳香族炭化水素(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons:PAHs)は、発がん性を示すものが多く、石油や石炭タール中に含まれる成分であるが、有機物(石油)燃焼の際にもフリーラジカル反応により生成される。ベンゾ(a)ピレンは多環芳香族炭化水素の一種であり、環境指標、特に大気汚染の指標としての長い歴史を持つ。ベンゾ(a)ピレンを分析することで自動車交通の雨水に与える影響を推定することができる。一連続降雨の初期水(ファーストラッシュ)を採り、指標物質としてベンゾ(a)ピレンをとりあげ、都市表層面から下水道や雨水溝への挙動を追跡した。

2. 調査の概要及び方法

都市表面を流れる雨でも汚いと考えられる、降雨初期の交通量の多い道路側溝からサンプルを採取し、雨水水質のひとつの目安とした。その他に下水道の雨水排水を分流式、合流式それぞれから採水し、ある地域から公共用水域に流れ出る雨水のベンゾ(a)ピレンも測定した。

サンプルを 道路排水 (1993年8月26日採水)
合流式下水道雨天時越流水 (1993年6月3日採水)
分流式下水道雨水排水 (1993年7月24日採水) とした。

ベンゾ(a)ピレンの分析方法は、SS分を含んだサンプルをガラス繊維ろ紙でろ過、ろ液中に含まれるベンゾ(a)ピレン(以下WATER-B(a)Pと呼ぶ)とSSに付着するベンゾ(a)ピレン(以下SS-B(a)Pと呼ぶ)を別々に分析した。WATER-B(a)Pについては、ガラス繊維ろ紙を通しSSを除去したサンプルを5~10ml/min.の速度でセパレータに通し、乾燥後、3mlのジクロロメタンで抽出、窒素ガスを吹き付け濃縮した。SS-B(a)Pについては、サンプルを通過させたろ紙を乾燥後、ジクロロメタン10mlに浸し、15分間超音波で抽出、抽出液を0.20 μ m PTFE DISMICでろ過、窒素ガスを吹き付け濃縮した。SSからのB(a)P回収率を75%で計算した。前処理後、液体高速クロマトグラフィー(HPLC)に供出した。HPLCの分析条件は以下の通りである。

カラム Inertsil ODS-2 (4.6 $\times$ 250mm)

溶離液 アセトリル：水 = 9：1

検出器 UV 254nm

表1 道路排水の水質

時刻	SS	WATER-B(a)P	SS-B(a)P	SS乾燥重量 あたりB(a)P
14:50	326	0.7	19.5	59.8
15:10	169	0	4.1	24.3
15:40	24	0	0.7	29.2
16:10	67	0	3.1	46.3
	mg/L	μ g/L	μ g/L	μ g/g-SS

3. 調査結果

3. 1. 道路排水

本郷通りの東大正門前(交通量は12時間積算で25,048台、大型車混入率は13%：平成2年度データ)で1993年8月26日の14:50~16:10、30分毎に雨水溝に入る直前に採水した。先行晴天日数は1mm/hour以下の小雨を

除くと14日。14:45あたりから激しい雨が降りだし、降水量は15:00～16:00に2.5mm、16:00～17:00に5mmであった。14:50のサンプルはWATER-B(a)Pも検出された。SS乾燥重量あたりのベンゾ(a)ピレン濃度は24～60 $\mu\text{g/g-SS}$ (表1)。この濃度は、東京都の大気浮遊粉塵に吸着するベンゾ(a)ピレン濃度と同じオーダーであり、堆積粉塵に吸着するベンゾ(a)ピレン濃度の100倍程度である。

3. 2. 合流式下水道雨天時越流水

合流式下水道雨天時越流水自動サンプラーで越流水を採水した。採水日時は1993年6月3日深夜2:25～5:55、30分毎に採水、先行晴天日数は10日。降水量は2:00～3:00 2mm、3:00～4:00 2mm、4:00～6:00 1mm以下であった。集水地域(集水面積132.6ha)の土地利用は、商業地15%、住宅地75%、学校6%、畑・林地4%。交通量の非常に多い国道がある。

WATER-B(a)Pは検出されなかった。図1にSS乾燥重量当りのB(a)P濃度変化を示す。雨が降り始めてしばらくしてからB(a)Pの濃度ピークがみられる。

越流水原水(A)、5分間静置した後の上澄み(B)、22 μm ふるいにかけたもの(C)を分析した。(C)については、ベンゾ(a)ピレンは検出されなかった。(B)については、ベンゾ(a)ピレンは(A)の平均約10%に減少した。5分静置しただけでベンゾ(a)ピレンはほとんど除去できる。

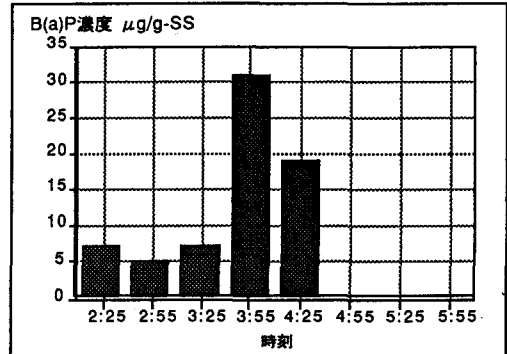


図1 合流式下水道越流水のSS乾燥重量あたりのベンゾ(a)ピレン濃度変化

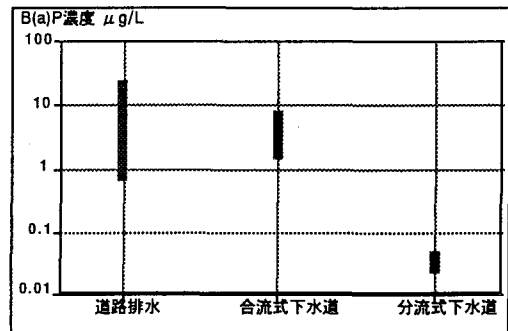


図2 ベンゾ(a)ピレンの濃度分布

3. 3. 分流式下水道雨水排水

東京都23区内の分流式下水道地域で、集水面積は12.6ha、閑静な住宅地である。採水は1993年7月24日13:50～17:20に30分毎に行った。先行晴天日数は2日。降水量は9:00～13:00までに3.5mm、13:00～14:00に6mm、14:00～15:00に7mm、15:00～16:00に4.5mm、16:00～18:00に4mm。WATER-B(a)Pは検出されず、SS-B(a)Pは初期の1時間に0.02～0.04 $\mu\text{g/L}$ 検出された(図2)。

4. 結論

- ・降雨初期に合流式下水道水、分流式下水道雨水排水、道路排水でベンゾ(a)ピレンは検出された。
- ・ベンゾ(a)ピレンはSSにほとんど吸着しており、5分間静置しただけでも削減効果は見られる。
- ・主要なベンゾ(a)ピレン発生源と見られる交通量の多い道路ではSS乾燥重量あたり29～60 $\mu\text{g/g-SS}$ と、SSに吸着しているベンゾ(a)ピレン量は比較的一定の値を示した。

参考文献

東京都環境科学研究所年報 1988年版