

市街地への多環芳香族炭化水素類の晴天時堆積とその雨天時流出

広島県庁 正会員 ○鷹田 孝広
広島大学工学部 正会員 尾崎 則篤
広島大学工学部 正会員 福島 武彦

1. はじめに

都市域におけるノンポイント汚染源による環境汚染を防止するには、汚染物質の地表面への堆積や水系への流出、環境中での化学変化等の動態の解明が必要である。

そこで本研究では、多環芳香族炭化水素類（以下PAHsと略す）に注目し、市街地への晴天時堆積とその雨天時流出の動態把握とモデル化を目的とし、PAHsの都市地表面への堆積量の測定と、その堆積したPAHsの雨天時流出現象を観測し、降雨特性との関係を整理した。さらに、合流式下水処理場での処理過程でのPAHsの収支と水系への流出負荷量を推定した。

2. 調査・分析方法

2.1 晴天時堆積の調査

図-1に示すSt.1とSt.2の建物の屋上に晴天時堆積物捕集容器（図-2）を設置し、大気から降下する粉塵を捕集した。St.1は市街地中心部、St.2は市街地郊外に位置する。対象区域の面積が510ha、人口が122500人である。この捕集容器は前降雨終了後から対象降雨終了後まで連続して設置し、降雨終了後回収し、堆積した粉塵を洗い流しサンプルとした。

サンプリングは1999/08/03～2000/01/14の間に8回行った。各回の期間は14～50日程度であった。

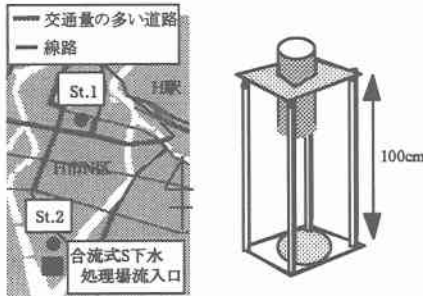


図-1 サンプリング地点 図-2 晴天時堆積物捕集器

2.2 合流式下水処理場での調査

合流式S下水処理場で非降雨時の流入下水と降雨時の流入下水を採取した。また、処理場内でのPAHsの挙動を把握するため、処理水と汚泥の採取も行った（表-1）。

分析項目は、SS、POC、DOC、PAHs（14種類）とした。

表-1 下水処理場でのサンプリング間隔

サンプル	非降雨時	降雨時
流入水	4hrおきに24hr (10, 14, 18, 22 2, 6, 翌10時)	採水開始から2hrは15minおき その後2hrは30minおき その後4hrは1hrおき
処理水	4hrおきに24hr	8hr後
返送汚泥	4hrおきに24hr	6hr後
初沈汚泥	採水後に1回	採水後に1回

PAHsの分析は、サンプルをろ過し、懸濁態と溶存態に分離して測定を行った。PAHsの分析は懸濁態超音波抽出後、溶存態はリカートリッジとともに抽出後、濃縮しHPLCで定量した。

3. 調査結果

3.1 晴天時堆積

粉塵の堆積量は各サンプリング期間でほぼ一定であったが、その粉塵中のPAHs含有量（図-3）では、明らかな季節変化が確認された。この季節変化の原因¹⁾としては（1）発生割合の違い（2）PAHsの揮発性（3）光変換性、などが考えられる。

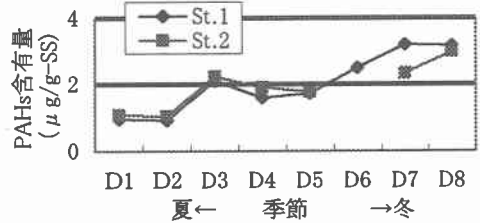


図-3 粉塵中PAHs含有量の季節変化
（各14種類のPAHsの相乗平均値
D1～8は各測定期間）

3.2 非降雨時における流入下水

非降雨時における合流下水処理場でのサンプリング

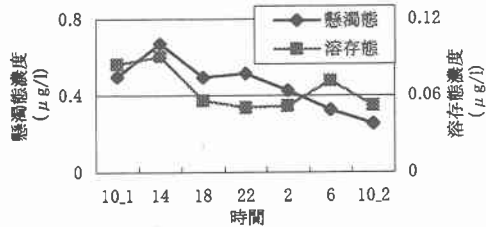


図-4 非降雨時におけるPAHsの経時変化
（全サンプリングの各14種類のPAHsの相乗平均値）

を, 1999年7月13(非降雨1), 同年9月28日(非降雨2), 同年11月29日(非降雨3)で行った。流量, SS, PAHsともに昼間高く, 夜間低い傾向にあった。人間生活と密接に関係があることが見受けられる(図-4)。測定毎には, 最大約10倍程度の差あるものの, 明確な原因は見出されなかった。

3.3 降雨時における流入下水

降雨時のサンプリングは1999年8月17日(総降雨量5mm), 同年10月27日(28mm), 同年11月12日(5mm), 同年11月15日(13mm)で行った。図-5に降雨2における降雨強度と流量, SS, PAHs濃度の経時変化を示す。SS, 有機炭素, PAHsの経時変化にファーストフラッシュ現象が確認され, また, こうした物質の濃度をピーク時と非降雨時で比べると6倍程度前者が高かった。

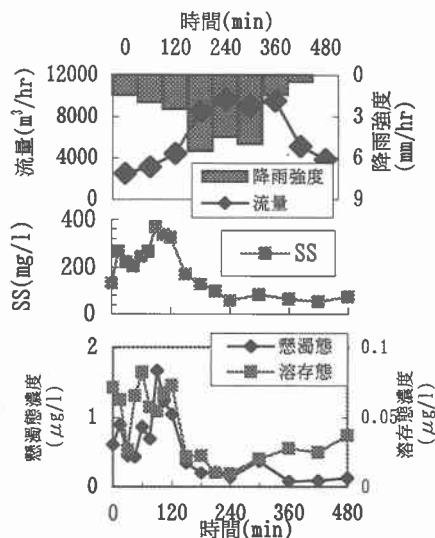


図-5 降雨2における流量, SS, PAHsの経時変化
(各14種類のPAHsの相乗平均値)

4. 対象地域における負荷量予測

対象地域での懸濁物とTotal PAHsの年間負荷量(1998年1月1日～1998年12月31日)を推定した。

4.1 晴天時堆積負荷量の推定方法

懸濁物の晴天時堆積負荷量は, 実測した粉塵の堆積フラックスに対象区域の面積と先行晴天日数を掛け予測した。またTotal PAHsはその懸濁物の負荷量に季節毎のPAHs含有量を掛け予測した。

4.2 雨天時流出負荷量の推定方法

雨天時流出負荷量の予測は和田⁹⁾が提案している関係式を単純化した式(1), (2)を用いた。

$$\frac{Q_s}{A} = K \frac{S}{A} \quad S = S_0 - \int Q_s dt \quad (1)$$

$$Q_{PAH} = r \cdot Q_s \quad (2)$$

Q_s : 懸濁物の流出量(kg/hr), K : 比例定数(1/m), S_0 : 降雨直前に堆積している全堆積量(kg), A : 集水面積, Q : 流量(m^3/hr), Q_{PAH} : PAHsの流出量(mg/hr), r : SS中PAHs含有量(mg-PAHs/kg-SS)である。雨天時流出モデルは降雨強度の強い雨で経時変化, 総負荷量ともに再現できた。

4.3 非降雨時流入負荷量の推定方法

非降雨時の流入水中の懸濁物, Total PAHsの平均濃度に年間総流入量を掛けて予測した。

4.4 河川流出負荷量の推定方法

処理水中の懸濁物, PAHsの濃度から処理過程での降雨時, 非降雨時における除去率を求め, 年間総流入負荷量にその除去率を掛けることにより, 河川へ流出する負荷を予測した。

4.5 対象域の負荷量及び流出量の推定

以上より負荷量及び流出量を推定した(図-6)。

非降雨時と降雨時の年間負荷量を比較すると, 懸濁物で約600倍, Total PAHsで約300倍非降雨時の流入負荷が高く, 非降雨時の流入による寄与が大きいと推測される。また, 年間約1080kgのPAHsが流入し, 約150kgのPAHsが放流されている。

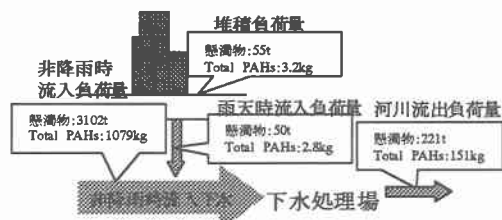


図-6 懸濁物, PAHsの年間負荷量

5. まとめ

- 1) 粉塵堆積フラックスは場所的・季節的变化はなかったが, その粉塵中のPAHsの含有量, 堆積フラックスには季節的变化が確認された。
- 2) 非降雨時のSS, PAHsの経時変化は人間生活に深く関係がある。
- 3) 粉塵, 有機炭素, PAHsの雨天時流出ではファーストフラッシュ現象が確認された。
- 4) 年間負荷量を予測した結果, 対象区域では非降雨時の流入負荷の寄与が大きいと推測され, また, 年間, 151kgのPAHsが放流されていることが分かった。

6. 参考文献

- 1) B.C. Panther et al.: Atmospheric Environment, Vol.33, pp.4087-4099, 1999
- 2) 和田彦彦: ノンポイント汚染源のモデル解析, 技報堂出版, pp.125-127, 1990