

B-37 高速道路および国道交差点近傍における粒子状多環芳香族炭化水素の大気現存特性の比較

立命館大学理工学部 市木敦之 立命館大学大学院 ○荻佳一郎
(株)メノガイア 田嶋大輔 旭化成ホームズ(株) 野崎雅人 内外エンジニアリング(株) 山下博之

1. はじめに

自動車排ガス中には発がん性の疑いのある多環芳香族炭化水素(PAHs)が存在している。こうした自動車由来の汚染物は、大気中に放出された後、都市表面に沈着し、降雨によって洗い流されて公共水域へと流出する。筆者らは、これまで交通量の多さや高速走行により汚染ポテンシャルが高いと考えられる高速道路において大気浮遊物や大気降下物に関する実態調査を行ってきた¹⁾。他方、一般幹線道路の交差点付近では、自動車の停発進やアイドリング状態が高頻度で繰り返されており、性状は異なるものの、これもまた高い汚染ポテンシャルとなっていると考えられる。本研究は、自動車交通に由来して大気中に放出された粒子状PAHsの現存特性や挙動特性を明らかにすることを目的としており、ここでは、高速道路と一般幹線道路交差点付近において、大気浮遊物と大気降下物を同時に採取・分析することにより、両地点における現存特性の比較を行った。

2. 調査の概要

大気浮遊物および大気降下物調査は、名神高速道路草津第1パーキングエリア付近の道路端(pa地点)および国道1号線草津第3交差点(r1地点)において同時に行った。調査地点の概要を図1に示す。大気浮遊物調査では、アンダーセンタイプのロウボリウムエアサンプラー(SIBATA製AN-200型)を用いて、大気浮遊粒子を粒径区分別(9区分)に捕集した。大気降下物調査は湿式のダストジャー法にもとづいて行い、ダストジャーとしてポリエチレン製容器を使用した。ダストジャーは、天蓋をつけずに全ての降下・移流粒子を捕集するものと、容器より2cm程度上方に天蓋をつけて横移流や地表面からの巻き上げのみを捕集するものの2種類を設置し、両者の差をもって大気降下物量を算定した。両調査の概要を表1に示す。調査期間は、いずれも2004年10月～2005年1月および2005年4月～7月であり、月に1回の頻度で約1週間エアサンプラーとダストジャーによる継続捕集を行った。ただし、2004年10月～12月の大気降下物調査では、ダストジャーを毎日回収し、月ごとの試料をコンボジットして作成した。試料については、粒子状物質量を測るとともに、PAHs等の含有成分を分析した。対象としたPAHsは表2に示す19物質であり、尾崎らの方法²⁾をもとに分析を行った。

表1 調査の概要

期間	期間降水量 (mm)	調査対象
2004/10/12～10/31	205.0	降下物
2004/10/24～10/30	41.0	浮遊物
2004/11/01～11/30	114.0	降下物
2004/11/19～11/26	0.0	浮遊物(pa地点ナシ)
2004/12/01～12/11	56.0	降下物
2004/12/18～12/25	0.0	浮遊物
2005/01/15～01/21	15.0	浮遊物・降下物
2005/04/24～05/01	10.0	浮遊物・降下物
2005/05/24～05/31	0.0	浮遊物・降下物
2005/06/17～06/24	17.0	浮遊物・降下物
2005/07/10～07/17	12.0	浮遊物・降下物

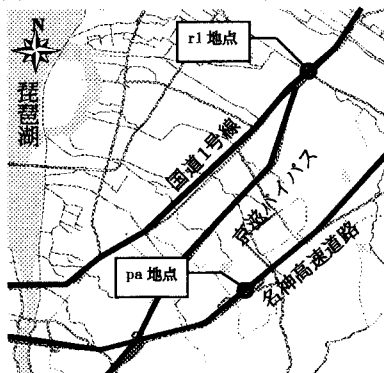


図1 調査地点の概要

表2 対象としたPAHs

環数	物質名
2	Naphthalene
3	Acenaphthylene, Acenaphthene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene
4	Fluoranthene, Pyrene, Benz[a]anthracene, Chrysene+Triphenylene, Benzo[b]fluoranthene
5	Benzo[k]fluoranthene, Benzo[e]pyrene, Benzo[a]pyrene, Perylene
6	Indeno[1,2,3-cd]pyrene, Benzo[ghi]perylene

3. 結果と考察

3.1 大気浮遊物調査

大気浮遊物調査の結果を図2に示す。pa地点では機器故障のために、2004年11月の調査データはない。浮遊物濃度の地点別平均値は、PMがpa地点 $51.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、r1地点 $51.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ とほぼ等しいのに対して、PAHsはpa地点 $2.3\text{ng}/\text{m}^3$ 、r1地点 $3.1\text{ng}/\text{m}^3$ となり、違いがみられた。両地点ともにPMが、春季にピークを示し、PAHsが1月と4月に低くなるなど、変動の傾向は似ている。r1地点濃度のpa地点濃度に対する比(r1/pa比)を算定すると、PMでは0.6~1.4の間で変動して地点による顕著な違いがみられないのに対して、PAHsでは5月を除く他の月ですべて1.1~1.9となり、r1地点の方がpa地点より高い濃度を示している。r1/pa比をさらにPAHs濃度について環数別に整理すると、2環で1.1、3環で0.96、4環で1.4、5環で1.8、6環で2.0となり、高環になるほど地点による違いが大きくなった。これは、高速安定走行による低環PAHsの排出ないし交差点付近の停発進による高環PAHsの排出を示唆している。両地点における平均濃度について、粒径区分別の構成比率をまとめたものが図3である。PMでは、両地点の構成比率がよく似ており、最も微細な $0.43\mu\text{m}$ 未満の粒径区分がいずれも18%と大きな比率を占める。PAHsでは、pa地点の構成比率がPMのそれとよく似ているのに対して、r1地点では粒径 $0.43\mu\text{m}$ 未満の比率が31%と非常に大きいのが特徴である。両地点における粒径区分別の平均PAHs濃度を図4に示す。r1/pa比を算定すると、粒径 $0.43\mu\text{m}$ 以上の粒径区分において平均1.1となり、地点による違いがないのに対して、粒径 $0.43\mu\text{m}$ 未満の微細な区分では2.1となり、大きな違いが認められる。PMに占めるPAHsの含有率を粒径区分別に算定すると、粒径 $0.43\mu\text{m}$ 未満の微細な区分では、pa地点で $4.7 \times 10^{-3}\%$ 、r1地点で $10.2 \times 10^{-3}\%$ となり、r1地点の方がpa地点よりかなり高いことがわかる。しかし、粒径が大きくなるにしたがって、その差は小さくなり、粒径 $3.3\mu\text{m}$ を境にして、それ以上の粒径区分では逆にpa地点の含有率の方がr1地点より高くなり、pa地点で平均 $4.9 \times 10^{-3}\%$ 、r1地点で平均 $3.8 \times 10^{-3}\%$ となる。これより高速道路に比べると一般幹線道路では、特に微細な粒子としてPAHsが現存していることがわかる。

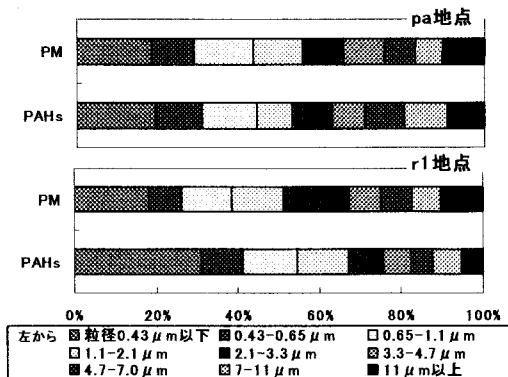


図3 粒径区分別の平均構成比率(大気浮遊物)

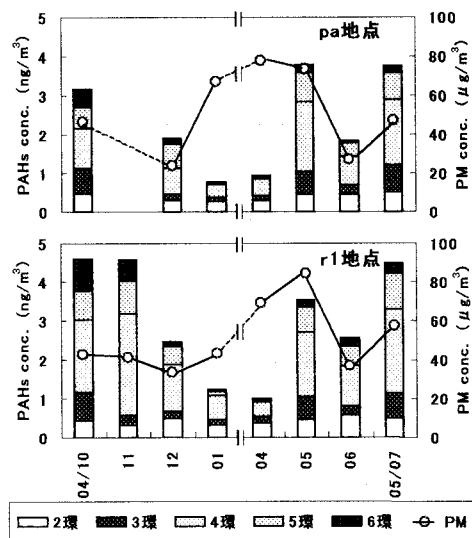


図2 大気浮遊物調査の結果

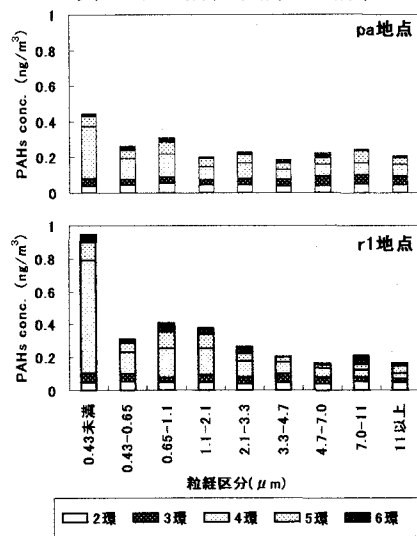


図4 粒径区分別の平均PAHs濃度(大気浮遊物)

3.2 大気降下物調査

大気降下物調査の結果を図5に示す。降下フラックスの地点別平均値は、SDがpa地点96.7mg/m²/d、r1地点176.3mg/m²/d、PAHsがpa地点2.3μg/m²/d、r1地点2.4μg/m²/dとなり、いずれもpa地点よりr1地点の方が高くなった。大気浮遊物ではPM・PAHsとも両地点における変動が似た傾向を示していたのに対して、大気降下物では降下物量(SD)・PAHsともにピークの時期が異なっており、地点による変動パターンの違いがみられる。SDは、pa地点では春季が冬季に比べて高いのに対して、r1地点では逆に冬季の方が春季より高くなっている。PAHsは、pa地点ではSDと同様に春季が冬季よりも高く、各季節の中では濃度・プロファイルとも安定して推移している。しかし、r1地点では、概ねpa地点と似た変動を示すものの、月ごとの変動は激しい。r1/pa比を平均PAHsフラックスの環数別に算定すると、2環で0.3、3環で1.5、4環で1.1、5環で1.6、6環で1.4となった。両地点とも4環以上のPAHsが大部分を占めており、中でも4環のPAHs比率が特に高く、pa地点では18~56%、r1地点では25~59%となっている。3環以下のPAHsではNaphthaleneとPhenanthreneの比率が高いものの、他の物質の比率は概ね低い。

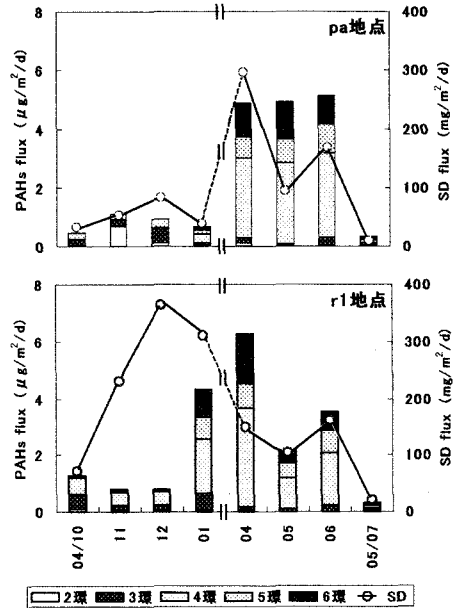


図5 大気降下物調査の結果

4. 大気浮遊物と大気降下物の関係

大気浮遊物と大気降下物について、同時に調査した結果を散布図に示したものが図6である。粒子状物質(PM, SD)・PAHsとも、pa地点における傾向が不明瞭であるのに対して、r1地点においては負の相関が認められ、この傾向は特にPAHsについて顕著である。r1地点では、PAHs各物質について個別にみても概ね負の相関を得た。これは、大気中の粒子状物質やPAHsが降水に取り込まれウオッシュアウトしたことが原因と考えられるが、調査期間中の降水量や、降水の出現パターンとは明瞭な関係が得られなかった。

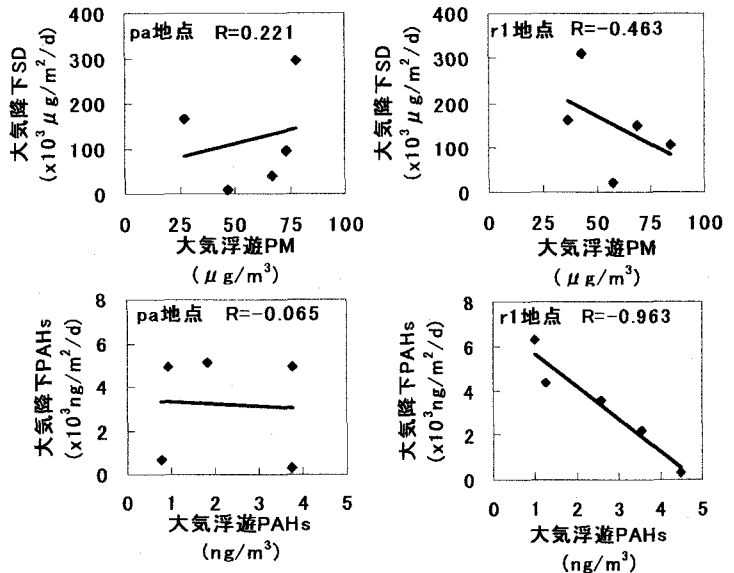


図6 大気浮遊物と大気降下物の関係

5. まとめ

本報告では、実態調査をもとに高速道路および一般幹線道路交差点付近における大気浮遊物と大気降下物についての現存特性について検討を行った。今後は、より一層のデータ蓄積を図り、大気中から地表面を経て水域へと移動する挙動を定量的に把握し、モデル化を行いたいと考えている。

参考文献 1)たとえば Ichiki, A., Miura, Y., et al.: Proc. of 8th Int'l conf. on Diffuse/Nonpoint Pollution, IWA, 2004.

2) 尾崎ら: 環境工学研究論文集, 土木学会, vol.35, 1998.