

道路近傍における汚染物質の発生と拡散

日本 NCR(株)
広島大学大学院 学生会員 ○

杉原朋子
新田恭子

広島大学大学院
埼玉大学大学院
筑波大学大学院

正会員
正会員
正会員

尾崎則篤
小松登志子
福島武彦

1. 背景と目的

ポイントソース対策が進んだ結果、現在ノンポイントソース対策の重要性が増している。本研究では代表的なノンポイント汚染源の 1 つである自動車排ガスに着目し、自動車交通に伴って排出される粉塵、及びそれに含まれる多環芳香族炭化水素類（PAHs）の道路近傍における動態解析を行う事を目的とした。本報では特に大気中の小径粉塵の解析結果を中心に報告する。

2. 測定方法

地点：東広島市西条町上三永、国道 2 号線沿いの、アスファルトで舗装された地点をサンプリングポイントとした。交通量は 1 日約 2~3 万台と多く、また周辺は民家が点在するのみの地域である。よって採取された有害化学物質は、主に自動車排ガスに起因すると考えられる。全ての測定は、道路端から 1m の地点で行った。

方法：浮遊粉塵はハイボリュームエアースンプラーで粒径 0.6~7μm（小径粉塵）と粒径 7μm 以上（大径粉塵）に分けて採取した。また、大気中からサンプリング容器内に降下する粉塵（降下粉塵）を採取した。サンプルはジクロロメタンにより抽出し、GC/MS で 16 種類の PAHs を測定した。

これらの粉塵及び PAHs に影響を与える因子と考えられる、交通量・気温・風向風速の測定も同時に行った。

期間：2001 年 11 月 19 日~25 日まで冬期週間変動調査、2002 年 7 月 22 日~23 日、8 月 14 日~21 日まで夏期変動調査を行った。

3. 測定結果

2 度のサンプリングで得られたデータを、表 1 に示す。

表 1 サンプリング結果

	粉塵濃度	16PAHs濃度	PAHs含有量
小径粉塵	0.02~0.13 mg・m ⁻³	0.1~1.2 ng・m ⁻³	10~30 μg・g ⁻¹
大径粉塵	0.001~0.009 mg・m ⁻³	0.01~0.6 ng・m ⁻³	5~80 μg・g ⁻¹
降下粉塵	10~450 mg・m ⁻² ・day ⁻¹	100~3000 ng・m ⁻² ・day ⁻¹	5~25 μg・g ⁻¹

4. 起源解析方法

発生源：道路近傍における PAHs の主要な発生源として、ディーゼル車排ガス、ガソリン車排ガス、アスファルト粉塵、タイヤ磨耗塵を想定した。なおその PAHs 含有量は、排ガスのみ小径粉塵と大径粉塵に分けて測定した。タイヤ・アスファルトについては小径粉塵、大径粉塵共に同じ含有量とした。小径粉塵発生源の結果を、以降の解析に用いた 11 種類の PAHs について、図 1 に示す。

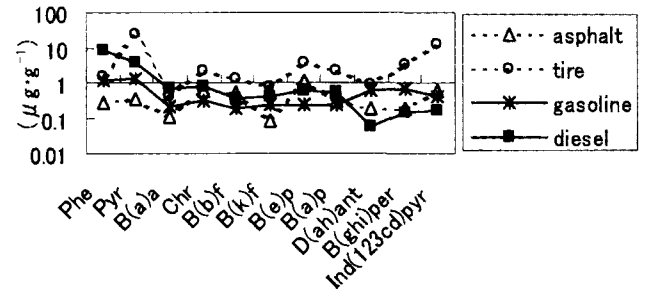


図 1 PAHs 含有量

解析方法：粉塵中の PAHs が、どの発生源からどの程度の寄与で構成されているのかを知りたい。そのため、解析には PAHs 毎に物質収支式を作り、最も合理的な解を求める CMB 解析マクロ(CMB8J)を用いた¹⁾。すなわ

ち推定式を $C_i \cong \sum_{j=1}^p a_{ij} S_j$ として最適な係数 S_j を定めた。

- C_i : 道路粉塵中の PAHs i の濃度
- a_{ij} : 発生源 j の試料における PAHs i の濃度
- S_j : 発生源 j の寄与
- p : 発生源の数

S_j がマイナスの値が出た場合は、その発生源を除いて再計算を行った。気相の割合が高い低分子成分や化学的に不安定と言われている Anthracene などを除いた結果、解析対象とした PAHs 数は、小径粉塵については 11 種類である。なお標準偏差は一定とした。解析を行うにあたり、定量限界以下の PAHs には、定量限界の 2 分の 1 の値を与えた。

5. 小径粉塵に対する各発生源の寄与

週間交通量を冬期の結果を例に図2に、交通量と解析から求められた小径粉塵 PAHs(11 種類合計値)の各発生源の寄与を図3~図5に示す。

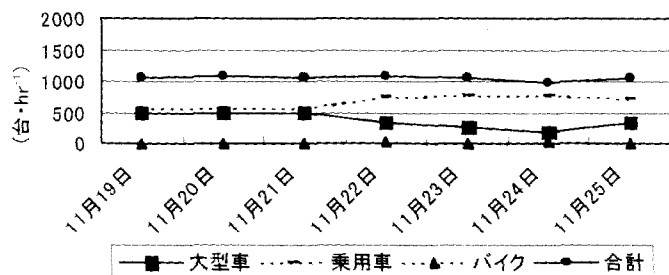


図2 週間交通量 (冬期)

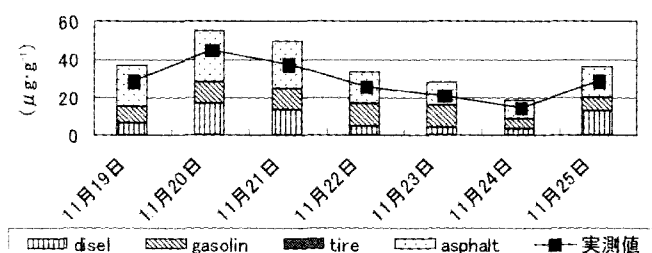


図3 週間小径粉塵発生源別 PAHs 含有量 (冬期)

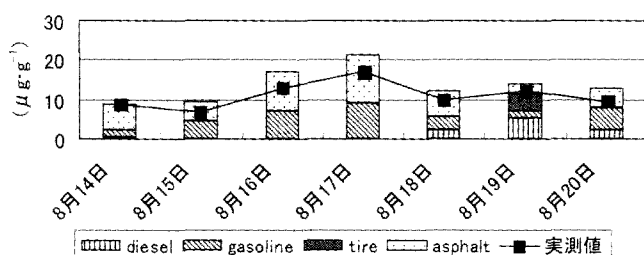


図4 週間小径粉塵発生源別 PAHs 含有量 (夏季)

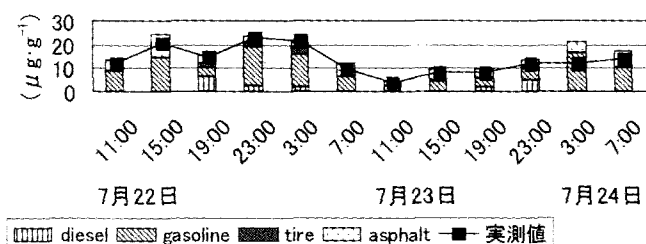


図5 日周小径粉塵発生源別 PAHs 含有量

- 1) 小径粉塵 PAHs には、アスファルトとディーゼル車・ガソリン車排ガスの寄与が大きかった。またタイヤからの寄与も認められた。ディーゼル車排ガスの寄与と大型車交通量が連動している事が確認された。
- 2) ガソリン車排ガスの小径粉塵への寄与は大きい、

一方、一般に用いられる PM 排出量と車種構成比を用いて自動車からの PAHs 排出量を計算したところ、ガソリン車の寄与は 2%弱に過ぎなかった²⁾。これは今回の結果(冬期平均: 28%; 夏季平均 33%)と異なるため、PM 排出係数、もしくは今回測定した排ガスの PAHs 含有量、あるいはその両方が排出実態を表していない可能性が考えられた。

- 3) 小径粉塵において、週間変動の排ガスの寄与率が、日周変動に比べ低い。これは日周変動ではサンプリング時間は 4 時間であるのに対し、週間変動では 24 時間と長く、そのため、週間変動はサンプリング中の揮発の影響をより多く受けているためと考えられる。すなわち低分子の PAHs は揮発しやすい特性を有するため、夏の高い気温により、サンプリング中に揮発し、もともと低分子の含有量が高く、排ガスのパターンに近かったはずのものが、低分子の少ないアスファルトのパターンに近づいたためと推定された。

6. 結論

冬期・夏期ともに小径粉塵 PAHs には、アスファルトと排ガスの寄与が大きかった。アスファルトの寄与が大きいの、排ガス成分が揮発した事により、アスファルトの寄与を過大に推定したためである可能性が示唆された。またガソリン車排ガスの寄与が、発生源単位法からの推定に比べ非常に大きかったため、PM 排出係数、もしくは排ガスの PAHs 含有量、あるいはその両方が排出実態を表していない可能性が考えられた。

参考文献

- 1) 早狩進: 環境データ解析用表計算マクロの紹介と解析例(II)、大気環境学会誌、36 (1)、pp39-45、2001。
<http://www.jomon.ne.jp/~hayakari/>
- 2) 平成 9 年度環境庁委託調査業務報告書: 自動車排ガス原単位および総量に関する調査、1998。

測定 PAHs の種類と略称[括弧内]

Acenaphthylene[Ace]、Acenaphthene[Act]、Flourene[Flu]、Phenanthrene[Phe]、Anthracene[Ant]、Flouranthene[Flt]、Pyrene[Pyr]、Benzo(a)anthracene[B(a)a]、Chrysene[Chr]、Benzo(b)flouranthene[B(b)fl]、Benzo(k)flouranthene[B(k)fl]、Benzo(e)pyrene[B(e)p]、Benzo(a)pyrene[B(a)p]、Dibenzo(ah)anthracene[D(ah)ant]、Benzo(ghi)perylene[B(ghi)pyr]、Indeno(123cd)pyrene[Ind(123)pyr]