

屋久島と富山における総浮遊粉じんに含まれる PAHs の粒径分布特性

富山県立大学 学生会員 細川 諒輔

富山県立大学 正会員 奥川 光治 川上 智規

1. はじめに

多環芳香族炭化水素(PAHs)はおもに石油、石炭など化石燃料や木材、廃棄物などの有機物の不完全燃焼等に伴って大気中に放出されるため、有機微量汚染物質の中でも広く大気や降水、土壌などから検出される物質である。しかも、その一部や誘導体には発ガン性や催奇性があることが指摘されたり、疑われているものがあり、環境中での動態を評価し、規制の基準を設けることが重要な課題となっている。著者らはここ数年北陸・東海において大気降下物中の PAHs に焦点をあて、その含有特性と降下量について解明し、長距離輸送の可能性を示唆してきた(奥川, 2007)。本研究の目的は、屋久島と富山において採取した大気中の総浮遊ふんじん(TSP)に含まれる 3 環から 7 環の PAHs の粒径分布特性を明らかにし、長距離輸送、越境汚染を考察するための基礎資料を得ることである。

2. 方法

調査地点は、鹿児島県の屋久島北部にある一湊中学校と富山県中央部の都市近郊にある富山県立大学である。アンダーセンサンプラー(柴田科学 AN-200)を、それぞれ 3 階建と 4 階建の建物の屋上に設置し、TSP を粒径で 9 段階に分級して濾紙上に採取した。濾紙には、純水中での超音波洗浄後 600℃で強熱処理した石英繊維フィルター(Pallflex Products 2500QAT-UP)を使用した。

調査期間は 2008 年 3 月末から 2009 年 3 月までであり、原則として月 1 回としたが、屋久島では合計 9 回、富山では合計 12 回実施した。各回の採取日数は屋久島では原則として 20~30 日程度、富山では 10~15 日程度とした。なお、吸引流量は 28.3 L min^{-1} とした。以下では 4 月などの調査と称する。

TSP を採取した石英繊維フィルターは 45~50℃でジクロロメタン(DCM)を用いて 20~24 時間ソックスレー抽出した。抽出液は硫酸ナトリウムのカラムで脱水後、ロータリーエバポレーターを使用し 45℃で減圧せずに濃縮し、アセトンにより 4mL に定容した。そのうち 2mL は揮散防止剤として 50 μL の DMSO を加えて、窒素気流下 40~50℃でアセトンを蒸発させたのち、アセトニトリルで 2mL とした。こ

のようにして得られたアセトン溶液をガスクロマトグラフ質量分析計に、アセトニトリル溶液を蛍光検出高速液体クロマトグラフの分析に供した。

PAHs は GC/MS-SIM 法により低分子量の 4 成分 (Anthracene, Phenanthrene, Fluoranthene, Pyrene) を、また蛍光検出 HPLC を用いてアセトニトリル-水によるグラディエント法で高分子量の 10 成分 (Benzo[a]anthracene, Chrysene, Benzo[e]acephenanthrylene, Benzo[k]fluoranthene, Benzo[a]pyrene, Benzo[e]pyrene, Benzo[ghi]perylene, Indeno[1,2,3-cd]pyrene, Dibenzo[a,h]anthracene, Coronene) を分析した。以下ではそれぞれ ANT, PNT, FLRT, PRN, BaA, CRS, BeAP, BkF, BaP, BeP,

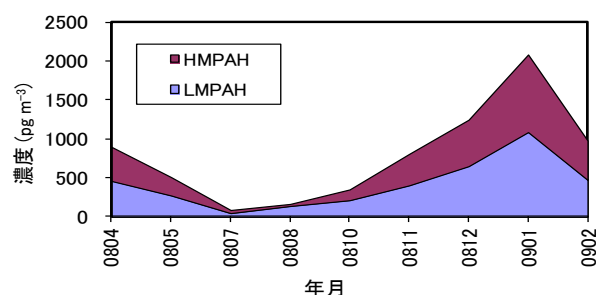


図 1 屋久島の総 PAHs 濃度の季節変化

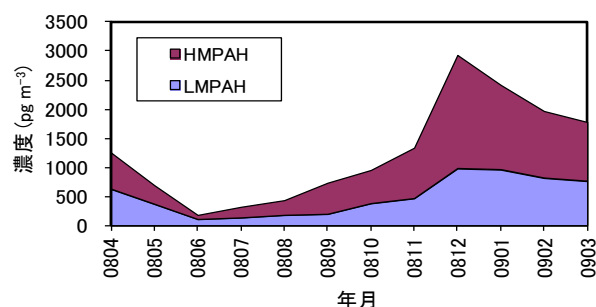


図 2 富山の総 PAHs 濃度の季節変化

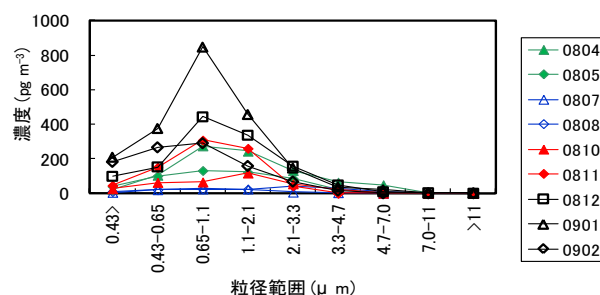


図 3 屋久島の総 PAHs 濃度の粒径分布

BghiPRL, I123cdP, DBahA, CRN と略記する。なお、ANT と PNT はピークの分離が不十分だったため、合計量で扱った。

3. 結果および考察

図 1 に屋久島、図 2 は富山における総 PAHs 濃度の季節変化を示した。総 PAHs 濃度は屋久島でも富山でも冬期に高く、夏期に低下した。その原因は、冬期では暖房により排出量が増大すること、夏期では日射により PAHs の光分解・光変換が大きくなることにあって考えられる。総 PAHs における低分子量 PAHs の比率は、屋久島では 8 月だけ 84% と高く、他の月は 50~61%、全体の平均が 56% であった。富山では 4~6 月に 50~60% とやや高く、9 月には 27% と低くなった。他の月は 34~43% であり、全体の平均は 42% と屋久島の方が大きくなった。

図 3 は屋久島、図 4 は富山における総 PAHs 濃度の粒径分布の季節変化を示したものである。総 PAHs 濃度の粒径分布では、屋久島において PAHs 濃度が高くなったのは、0.43~3.3 μm であった。0.43 μm 以下が高くなることはなかった。一方、富山の PAHs 濃度が高くなったのは、3.3 μm 以下であり、0.43 μm 以下が屋久島との相違点であった。また、富山では、4~12 月において 0.43 μm 以下が高い傾向にあったが、1~3 月は 0.43~0.65 μm と 0.65~1.1 μm が高く、冬期は屋久島と類似の傾向であった。

図 5 は屋久島、図 6 は富山の冬季における全粒径区分の PAHs 組成を示した。屋久島においては年間を通し ANT+PNT, FLRT, PRN の低分子量 PAHs と BeAP, BeP が高く、冬期にはさらに I123cdP が高くなった。富山でも同様の傾向であったが、低分子量 PAHs は 4, 5 月を除くと屋久島よりも低かった。

表 1 は屋久島、表 2 は富山における後方流跡線の通過地点をまとめた。通過地点は、海洋と 10 地域に分けて、二重丸(◎)は流跡線の全本数の 50% 以上がその地域を通過したことを、丸(○)は 30~50% が通過したことを示している。なお、西日本と東日本は関東から北九州に至る都市域を通過したかどうかで判断した。後方流跡線解析によると、4 月~12 月頃において、富山では西日本と朝鮮半島を通過した気塊が多かったが、屋久島では海洋上通過や中国由来が認められ、西日本や朝鮮半島の影響は小さかったと思われる。1~3 月は、屋久島も富山もほとんど華北、中国東北部、朝鮮半島を通過した気塊が到達していた。このような気塊の動きが冬期における総 PAHs

濃度の上昇や屋久島と富山における粒径分布の類似性と相違性に影響を与えていると考えられた。

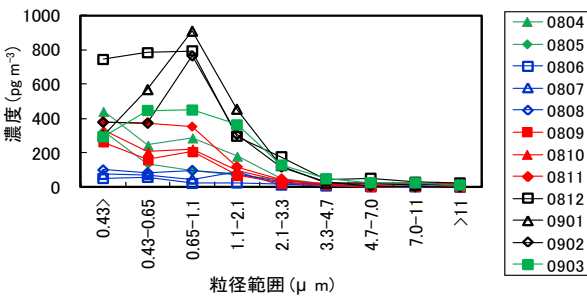


図 4 富山の総 PAHs 濃度の粒径分布

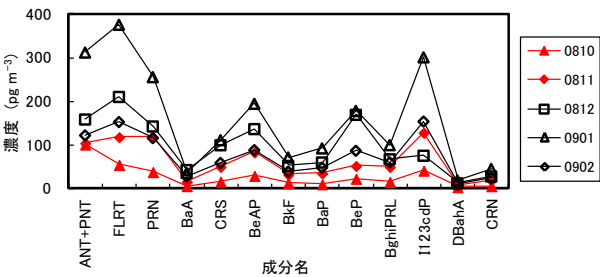


図 5 屋久島における全粒径区分の PAHs 組成

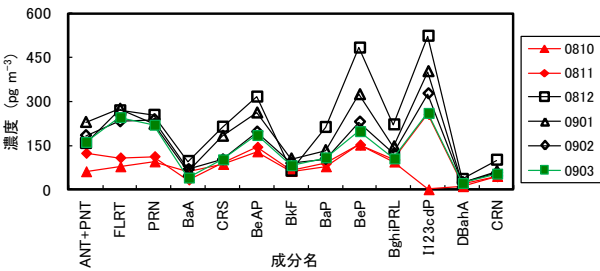


図 6 富山における全粒径区分の PAHs 組成

表 1 屋久島の後方流跡線の通過地域

調査月	台湾・フィリピン	中国				朝鮮	沿海州	西日本	東日本	海洋
		華南	華中	華北	東北部					
4月				○	○	○		○		
5月				○	○	○		○		
7月	○									◎
8月										◎
10月							○	○	○	◎
11月			○	◎	○			○		
12月			◎	◎	◎	◎				
1月		○	○	◎	◎					
2月			○	◎	◎	◎				

表 2 富山の後方流跡線の通過地域

調査月	台湾・フィリピン	中国				朝鮮	沿海州	西日本	東日本	海洋
		華南	華中	華北	東北部					
4月					◎	◎		○		
5月					○	◎		◎		
6月			○					◎		◎
7月			○			◎				○
8月					○	◎	○	◎		○
9月				○	○	○	○			
10月								◎		○
11月				○	◎	◎	○	◎		
12月				◎	○	◎		○		
1月				◎	○	◎				
2月				◎	◎	◎				
3月				◎	◎	◎		○		