

ナノ大気エアロゾル粒子の濃度および粒子中 PAHs 化合物特性の考察

(金沢大・工) 中村 早紀子

(金沢大・自然科学研究科) (正) 古内 正美

(金沢大・自然科学研究科) 白 雲鶴

1. はじめに

大気中浮遊粒子状物質を粒子径別に捕集・測定し、発生源寄与を議論することはこれまで広く行われており、PM10、PM2.5などはすでに多くの報告例がある。しかし、より微小な側に健康影響が大きく、発生源の特徴を明確に反映した粒子が存在すると考えられ、大気汚染問題を考え、発生源対策を検討していくためにも、大気中のナノ粒子に関する知見を得ることが重要になっている。

本研究では、実環境中におけるナノ粒子の起源や性状などに関する詳細な情報を得るため、ナノ粒子を比較的短時間で、かつ化学分析に必要な量を捕集できる「ナノ粒子サンプラー」を新たに開発し、本装置を用いて種々の発生源の影響を受けると考えられる場所で、ナノ粒子を含む大気エアロゾルの粒子径別サンプリングを実施した。また、粒子濃度や多環芳香族炭化水素化合物 (PAHs) などの発生源と関連する成分の特性を考察した。

2. サンプリング装置及び分析方法

Fig.1 に示したナノ粒子サンプラーは、上段から円形ノズル - 衝突板形式の直列 3 段のインパクト (PM10、PM10-2.5、PM2.5-1.0)、ナノ粒子分級用「慣性フィルタ」(PM1.0-0.05) 及びバックアップフィルタ (PM0.05) ステージの計 5 段で構成されている。本研究では、直径 4 mm、長さ 8 mm の円形ノズル中に平均径約 8 μ m の SUS 繊維を充填したフィルタ (充填率 0.0065) を慣性フィルタとして用いた (50%分離径約 50 nm, 40 L/min)。慣性フィルタは、微細繊維層に比較的高速 (数十 ~ 50 m/s) で気流を通過させることで、繊維層を通過する粒子径を数十 nm から 100nm の範囲で調整可能な装置であり、ろ過面積を増やしてろ過流量を容易に増やせるため、短時間大量サンプリングへ

適用できる可能性を持つ。

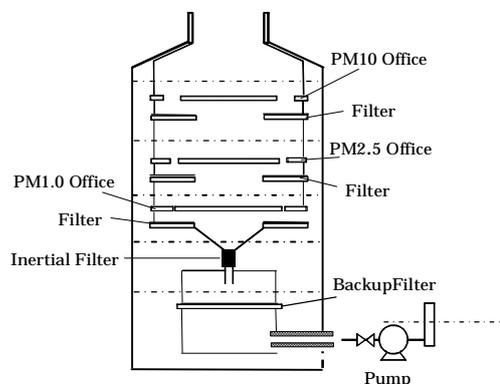


Fig.1 Nano-aerosol sampler

石英繊維フィルタ上に捕集した試料をエタノール/ベンゼン (1:3) 溶液中で超音波抽出し、抽出液をろ過した後、ジメチルスルホキシドを混合し減圧乾固後、PAHs 成分を HPLC で分析した (アセトニトリル + 超純水移動相、可視蛍光検出、Intertsil ODS-P カラム (5 μ m, 直径 3.0 mm×長さ 250 mm)). 分析対象成分は、15 種類で、Nap, Ace, Phe, Ant, Fle, Flu, Pyr, BaA, Chr, BaP, BbF, BKF, DBA, BghiPe, IDP である。

3. 調査データ

Sampling site	Date	time	Sampling Volume[m ³]	TSP Concentration [μ g/m ³]
Cambodia 2007	3/17	7:14 ~ 18:50	38.5	254.54
	3/17(night) ~ 3/18	19:00 ~ 7:01		173.04
	3/18(day)	7:10 ~ 19:00		178.53
	9/18 ~ 9/19	18:45 ~ 18:45		170.21
	9/19 ~ 9/20	18:50 ~ 18:39		151.67
	9/21 ~ 9/22	19:13 ~ 18:34		275.53
China 2007	7/24 ~ 7/27	15:00 ~ 12:00	40	69.44
	7/27 ~ 7/28	16:00 ~ 20:40		64.53
Kanazawa 2007	6/11 ~ 6/15	15:20 ~ 16:20	40	16.02
	6/15 ~ 6/19	16:20 ~ 17:20		21.09
	6/21 ~ 6/25	14:45 ~ 15:45		16.80
	7/4 ~ 7/8	13:50 ~ 14:50		22.08
	7/9 ~ 7/13	14:15 ~ 15:15		17.01

4. 調査結果及び考察

Fig.2 に、カンボジア (Siem Reap 旧市街、道路近傍)、中国(Dong Guan 市街、幹線道路周辺)、日本(金沢大学角間キャンパス内、郊外)で観測された粒子径別の平均質量濃度を示す。Siem Reap 旧市

街では、PM10 を最大、PM2.5-0.05 を最小とし、PM0.05 比率も比較的大きい傾向がある。Siem Reap 市街にある影響の大きい発生源として、道路交通、市内の大部分のホテルで利用されている大型ディーゼル発電機、土壌粉塵、廃棄物等の野焼きなどが予想されている。市街地では交通量が多く舗装状態が悪い道路の比率が高いため、巻き上げ土壌粉塵の影響が大きいことが、PM10 濃度が高くなった主因と予想される。また、PM0.05 を含む微細粒子濃度も他国よりも卓越して高く、先にあげた人為起源の発生源の影響も相当大きいことが示唆される。Dong Guan 市街の粒子濃度は Siem Reap 市街の約 1/3 程度であるが、2.5 μm 超の粒子の比率が高い点は類似している。サンプリング地点周辺は、電子機器製造工場が数多く立ち並ぶ地域であるが、工場排煙はほとんどない一方で、交通量が多い幹線道路に近いことから、道路粉じんを含む道路交通からの影響が卓越していると推察される。カンボジアと中国の二か所では PM2.5 超の粗粒子比率が高いのと異なり、金沢大学構内では PM1, PM2.5 付近にピークがあり、濃度も低い。

Fig.3 は、粒子径別の 15 成分総 PAHs の粒子質量比率を、金沢大学と Dong Guan 市街で比較した結果である。後者では、PM1.0 以下の PAHs 質量比率が高くなっており、特にディーゼル排気粒子の平均径に近い PM0.1 で突出している。粒子径別の PAHs 質量比率を、高ガス比率成分 (Nap-Ant; 2-3 環)、ガス・粒子が同程度の比率成分 (Flu-Chr; 4 環)、高粒子比率成分 (BbF-IDP; 5-6 環) に分類し、Fig.4 中に (a) 金沢と (b) Dong Guan 市街を比較して示した。道路交通からの影響が卓越すると考えられる Dong Guan 市街では、PM1.0 以下で 5-6 環成分、特にディーゼル排気粒子中に多く含まれる BaP, BghiPe, IDP の質量比率が際立って高くなっており、PAHs 成分の特性からもディーゼル車を主な発生源とする道路交通の影響が大きいことが示唆される。一方金沢大学内では、相対的な PAHs 比率は微小粒子側で高いものの、低沸点系の化合物と同様の質量比率になっており、その

値も低いことから人為起源影響は比較的少ないと考えられる。

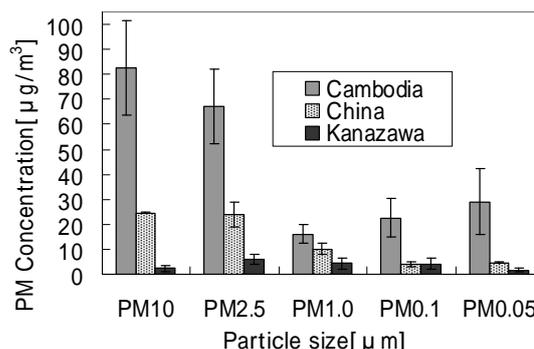


Fig.2 Particle mass concentration of each size range measured at different sampling sites

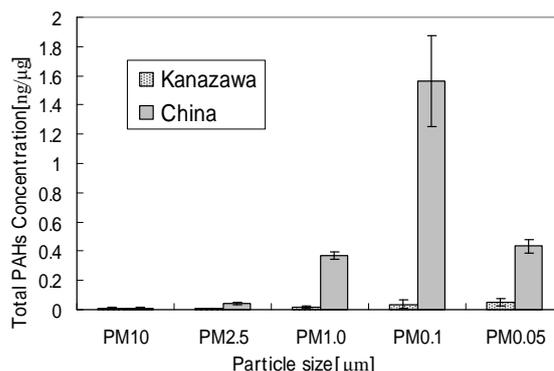


Fig.3 Total PAHs concentration (2-6 rings) in particles of each size range

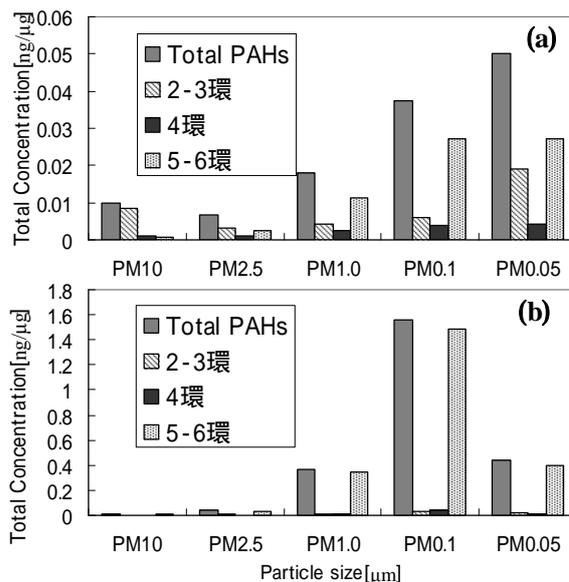


Fig.4 PAHs mass fraction in each size range of particles: (a) Kanazawa, (b) Tong Gang

謝辞：本研究の一部は平成 17-19 年度科学研究費・基盤研究 (B) 海外学術調査 (課題番号 17404001) 及び平成 19 年度科学研究費・基盤研究 (B) 海外学術調査 (課題番号 19404003) で実施されたものである。記して謝意を表す。