

関東広域同期調査における微小粒子の光化学二次生成に関する研究

坂本和彦 (理工学研究科・教授)

1 研究目的

大気中微小粒子 ($PM_{2.5}$) は欧米において人への健康影響が明らかにされ、既に環境基準が設定されている。わが国においても、長期にわたる曝露評価・疫学・毒性学研究成果として、 $PM_{2.5}$ の呼吸器系や肺がん発症への悪影響が報告され、都市部・都市近郊における濃度レベルからも健康影響が懸念されており、2009年に環境基準が設定された。

本研究の目的は、石油産業活性化センター、東京都、ならびに関東圏の地方環境研究所等と調査時期を同期させて広域調査を行い、光化学スモッグ時の $PM_{2.5}$ の動的挙動ならびに二次生成機構について、解析・検討することである。

2 研究方法

観測は2008/7/28~8/11の2週間、各観測地点における観測プレハブにて行った。エアロゾルマスマペクトロメーター (AMS) 観測は埼玉大学キャンパス内総合研究棟10階において行い、ベランダに設置したインレット部には $PM_{2.5}$ 用 cyclone を備え付け、粗大粒子を除去した後に、微小粒子をチャンバーに導入した。吸引流速はローポリウムポンプを用いて全流量 10 Lpm とし、AMS に導入する流速は $2.4 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ 、SMPS に 0.3 Lpm とするよう調節した。また、アニューラー・デニューダーフィルターパック (AD-FP) 法によるガス状成分と $PM_{2.5}$ 粒子の同時捕集は、観測プレハブに設置したグローバルサンプラー (GS-10) により行った。GS-10 は浦安、九段、埼玉大学、および駒西に設置した。AMS は 10 分毎に、AD-FP は 7/29 の 9:00 を開始時刻とし 3 時間毎に 1 週間捕集を行った。また、 $PM_{2.5}$ は石英繊維フィルター (47 mm ϕ , Pallflex 2500QAT-UP) およびテフロンフィルター (47 mm ϕ) をそれぞれ装着した 2 台の FRM サンプラーを用い、7/29 の 9:00 を開始時刻とし 24 時間毎に 1 週間捕集を行った。

3 研究成果

本調査研究により得られた研究成果は以下のように要約される。

- AMS による各成分濃度の経時変化から、夏季における支配的な成分は有機物と硫酸塩であり、8/3 の日中から翌日の未明にかけて観測された硫酸塩濃度の顕著な上昇は、局地的な発生源の影響ではなく広域的に光化学反応により硫酸塩粒子が生成していたものと考えられた (図 1)。
- AD-FP による粒子状硝酸塩とガス状硝酸の測定から、光化学反応により、日中顕著なガス状硝酸の生成が確認され、粒子状硝酸塩は低濃度であった。AMS による微小粒子の成分測定の結果もこれに合致していた。
- AD-FP によるカルボニル化合物のガス/粒子の正確な分別測定により、比較的分子量の小さいカルボニル化合物が、二次生成有機粒子として $PM_{2.5}$ にかかりの寄与をしていることが分かった。また、この傾向は AMS 測定による有機エアロゾルのデコンボリューションによる酸化性有機粒子 (OOA) の挙動と一致していた。
- AD-FP による有機酸のガス/粒子の正確な分別測定により、ガス/粒子分配に相対湿度や粒子中の水分含有率が大きくかかわっていることを初めて明らかにした。また、AD-FP により測定された粒子状有機酸の濃度変化と、AMS 測定による有機エアロゾルのデコンボリューションにより解析された OOA の挙動と極めて良く一致していた。

- 炭素粒子に対する植物起源粒子と化石燃料起源粒子の寄与を調べるために、レボグルコサンの測定を行った。その結果、化石燃料燃焼以外の植物起源粒子の炭素粒子への寄与が推定された。
- 夏季の海風による汚染気塊の移流調査において、埼玉大学は地理的に最も重要な調査ポイントであることが再確認され、本学の主体的な夏季調査への参加により、広域気象場における極めて有益な調査結果が得られた。

以上のように、本調査結果から光化学スモッグ時の有機粒子の二次生成がPM_{2.5}の組成に大きく寄与していることが分かった。

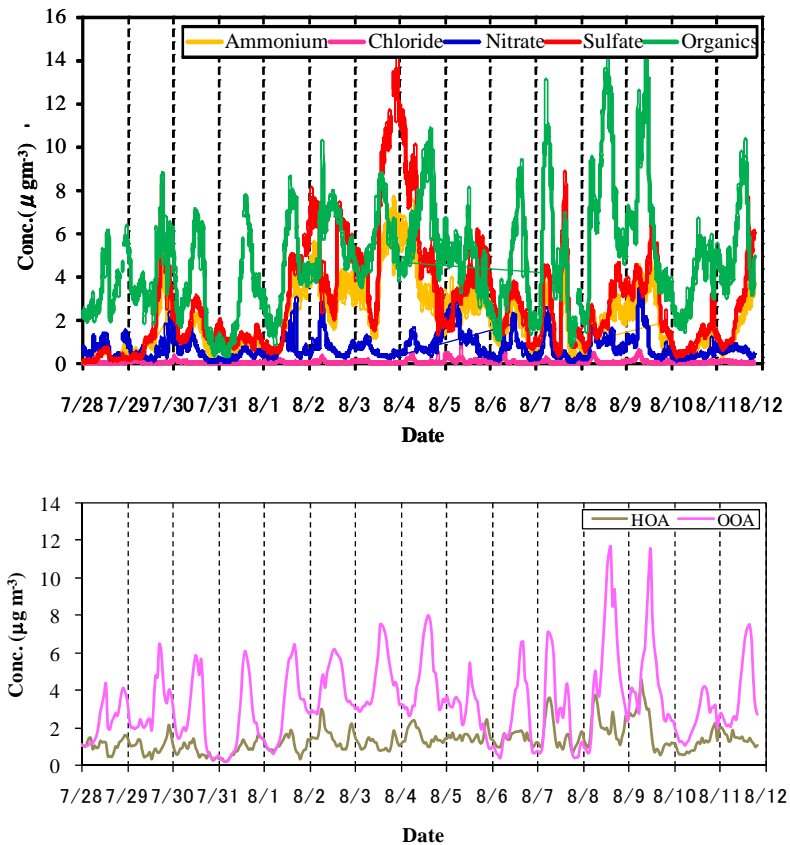


図1 AMSによる微小粒子成分の動的挙動

研究発表

- 1) Kumagai K., Iijima A., Tago H., Tomioka A., Kozawa K., Sakamoto K. Characteristics of water-soluble organic carbon in atmospheric particles in the inland Kanto plain, Japan. *Atmospheric Environment*, **43**, 3345-3351 (2009).
- 2) Bao L., Sakamoto K. Chemical characterization of water-soluble organic acids in size-segregated particles at a suburban site in Saitama, Japan. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, in press (2009).
- 3) 佐々木寛介, 木下輝昭, 石井康一郎, 坂本和彦. 大気中 VOC 組成と発生源寄与の解析. 大気環境学会誌, **44**, 136-146 (2009).
- 4) Naser T., Kanda I., Ohara T., Sakamoto K., Kobayashi S., Nitta H., Nataami T. Analysis of traffic-related air pollutants at different distances from major roads in Japan. *Atmospheric Environment*, **43**, 2379-2390 (2009).
- 5) Ricardo O., Enya K., Sekiguchi K., Sakamoto K. Experimental testing of an annular denuder and filter system to measure gas to particle distribution in phases of semivolatile bifunctional carbonyls in the atmosphere. *Atmospheric Environment*, **43**, 382-388 (2009).
- 6) Naser T., Yoshimura Y., Sekiguchi K., Wang Q., Sakamoto K. Chemical composition of PM_{2.5} and PM₁₀ and associated polycyclic aromatic hydrocarbons at a roadside and an urban background area in Saitama, Japan. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, **2**, 90-101 (2008).
- 7) 高橋克行, 箕浦宏明, 國見均, 坂本和彦. 東京都心の微小粒子と成分濃度の長期 (1994-2004) 変動. 大気環境学会誌, **43**, 315-322 (2008).