

## 都市大気エアロゾル粒子の吸湿特性：東京における IMPACT 観測の結果から

## Hygroscopic properties of urban aerosol particles: Results from IMPACT study in Tokyo

# 持田 陸宏 [1]; 桑田 幹哲 [2]; 宮川 拓真 [3]; 竹川 暢之 [4]; 河村 公隆 [5]; 近藤 豊 [6]

# Michihiro Mochida[1]; Mikinori Kuwata[2]; Takuma Miyakawa[3]; Nobuyuki Takegawa[4]; Kimitaka Kawamura[5]; Yutaka Kondo[6]

[1] 北大・低温研; [2] 東大・理・地球惑星; [3] 東大・理・地球惑星; [4] 東大・先端研; [5] 北大・低温研; [6] 東大先端研  
[1] ILTS, Hokkaido Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., The Univ. of Tokyo; [3] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [4] RCAST, Univ of Tokyo; [5] Institute of Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [6] RCAST, Univ. of Tokyo

## 【はじめに】

大気エアロゾル粒子の吸湿特性は、その光学特性や雲凝結核 (CCN) 能を規定する因子であり、エアロゾルの直接および間接効果により、地球の放射収支とも密接に関係している。主要な水溶性無機塩の吸湿特性は、これまで数多くの実験および理論研究により検証されているが、大気エアロゾル粒子を構成している水溶性無機塩、有機物、無機炭素など非水溶性無機物の混合粒子に関しては、その吸湿特性は十分に理解されていない。本研究では、吸湿特性測定用タンデム DMA (HTDMA) 装置 [Mochida et al., 2004] を用いた東京における大気観測の結果を基に、都市大気中の有機 - 無機混合粒子の吸湿特性について考察する。

## 【実験方法】

HTDMA を用いた都市大気エアロゾル粒子の吸湿成長因子測定を、2004 年 7 月 21 日から 8 月 15 日、11 月 10 日から 17 日までの期間、東京大学先端科学技術研究センター (目黒区駒場) において行った。エアロゾルの粒径別化学組成測定には、Aerodyne Aerosol Mass Spectrometer (AMS) を用いた。また 11 月の大気観測では、CCN 計を用いて、HTDMA により分級された粒子の CCN 活性の測定を行った。

## 【結果と考察】

電気移動度粒径 100 nm および 200 nm の粒子の吸湿成長因子を、相対湿度 85% あるいは 90% において連続測定したところ、化学組成の変動と対応した成長因子の分布の変動が見られた。また、吸湿成長因子の湿度依存性を湿度上昇時、低下時の 2 つの異なる湿度履歴で測定した結果、水溶性無機成分の平衡状態、準安定状態に対応した明確なヒステリシスが観測された。この結果から、実大気中においてはエアロゾル粒子の含水量が、大気の湿度履歴により影響を受けている可能性が考えられる。

得られた吸湿成長因子をもとに、粒子中の溶質および水の体積の加法性を仮定して、単分散エアロゾル粒子中の水の体積 ( $V_{w\_total}$ ) を算出した。また、AMS で得られた化学組成を基に、熱力学モデル (AIM, <http://www.hpcl.uea.ac.uk/~e770/aim.html>) [Clegg et al., 1998] を用いて、粒子中の水溶性無機塩が取り込むと考えられる水の体積 ( $V_{w\_inorg}$ ) を推定した。これら 2 つの異なる計算方法により得られる水の体積の差  $\Delta V_w = V_{w\_total} - V_{w\_inorg}$  は、観測期間中しばしば有意に正の値を示した。この結果は、粒子中の無機塩の溶液に有機物が共存することで、粒子の含水量が高められている可能性を示唆している。

CCN 計を用いた観測では、CCN 活性と、粒径、相対湿度 83% および 90% における吸湿性との間に明確な相関関係が認められた。測定された吸湿成長因子を基に、非水溶性の核を水溶性無機成分の溶液が覆う粒子を仮定し、Kohler 理論により CCN 活性を推定したところ、実際の CCN 活性の測定値との間に有意な違いが見られた。これは、有機物に特有な性質である部分的な溶解、表面張力を低下させる効果などが、都市大気エアロゾル粒子の CCN 活性に影響していることを示唆している。

## 【結論】

都市大気における吸湿成長因子と化学組成の関係から、有機物の存在が粒子の含水量に影響を与えている可能性が示された。また、無機塩のみを溶質として吸湿性を推定するモデルでは、粒子の CCN 活性を十分に説明できず、部分的な溶解や表面張力を下げる効果など、有機物の特性を考慮する必要があることが示唆された。

## 【引用文献】

Clegg, S. L., P. Brimblecombe, and A. S. Wexler (1998), A thermodynamic model of the system  $H^+ - NH_4^+ - SO_4^{2-} - NO_3^- - H_2O$  at tropospheric temperatures, *J. Phys. Chem. A*, 102, 2137-2154.

Mochida, M. and K. Kawamura (2004), Hygroscopic properties of levoglucosan and related organic compounds characteristic to biomass burning aerosol particles, *J. Geophys. Res.*, 109, D21202, doi:10.1029/2004JD004962.