

ブラックカーボン含有粒子の吸湿性を測定する新手法の開発 Development of a method to measure the hygroscopicity of black carbon-containing particles

大畑 祥^{1*}; 茂木 信宏¹; シュワルツ ジョシュア²; 近藤 豊¹
OHATA, Sho^{1*}; MOTOKI, Nobuhiro¹; SCHWARZ, Joshua P.²; KONDO, Yutaka¹

¹ 東京大学大学院理学系研究科, ² アメリカ海洋大気庁

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, ²Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration

化石燃料やバイオマスの燃焼により放出されたブラックカーボン (BC) 粒子は、大気中を輸送される過程で、ガス成分の凝縮や他のエアロゾルとの凝集により被覆を持つようになる。BC は元来疎水性であるため、BC 含有粒子の吸湿性は被覆成分の組成と被覆量により支配される。実大気における BC 含有粒子の吸湿性の測定は、BC 含有粒子の雲凝結核特性や光学特性を知る上で重要であるが、先行研究が極めて限られている (McMeeking et al. 2011; Liu et al. 2013)。そこで本研究では、既存の BC 分析装置 Single Particle Soot Photometer (SP2) を改造し、相対湿度制御機能を追加した humidified-SP2 (hSP2) の開発を行った。hSP2 は、レーザー内に導入された個々の BC 含有粒子の発する白熱光と散乱光を検出し、任意の相対湿度下における BC 質量と被覆量をオンラインで測定する。エアロゾル質量分級装置 (APM) や標準の SP2 と、新たに開発した hSP2 を組み合わせることにより、BC 含有粒子の吸湿成長率 (乾燥粒径に対する吸湿後の粒径の比) や吸湿パラメータ κ を BC 含有量の関数として高時間分解能で測定することができる。

hSP2 の評価を行うため、実験室内で発生させた BC と硫酸アンモニウムの内部混合粒子を APM により乾燥質量 7.4 fg (体積等価粒径約 200 nm) で分級し、分級した粒子を hSP2 により相対湿度 60-90% の範囲で測定した。この APM と hSP2 を直列に接続する手法 (APM-hSP2 法) では、APM により乾燥粒子の質量、hSP2 により BC 質量と吸湿成長後の被覆量、また乾燥粒子質量と BC 質量の差から乾燥時の被覆量が求まる。hSP2 のデータ解析には、BC 含有粒子の形態としてコアシェルモデルを仮定し、被覆成分の屈折率が吸湿成長により減少することを考慮したアルゴリズムを用いた。APM-hSP2 法による吸湿成長率の測定値は κ -Köhler 理論による理論値と測定誤差内で一致し、hSP2 を用いた新しい測定法が実大気観測に適用可能であることが確認された。

キーワード: ブラックカーボン, 吸湿性

Keywords: black carbon, hygroscopicity