

降水・降雪中に含まれるブラックカーボン粒子の測定法の改良

*森樹大、大畑祥、茂木信宏、近藤豊（東大院・理）

1. はじめに

太陽光を効率よく吸収する黒色炭素粒子（以下、ブラックカーボン(BC)）は、雪氷面に沈着すると地表面アルベドを下げ、気候に強い影響を与える。降水・積雪中に含まれる BC の粒径分布や質量濃度の測定は、そのような気候影響の理解に非常に有用である。さらに、BC の空間分布の支配要因の 1 つである BC の湿性除去過程を定量的に理解するためにも、それらの測定は非常に有用である。従来、水中に含まれる BC の粒径分布や濃度は、超音波式ネブライザー (USN) とレーザー誘起白熱法による BC 測定器 (SP2) を組み合わせたシステムによって測定されていたが、USN の粒子抽出効率の粒径依存性が大きい^①ことから、この測定法に大きな不確かさが生じていた。さらに、1 μm 以上の BC が積雪中に存在することが報告されている^②が、既存の SP2 の測定範囲 (70–850 nm) では、ミクロンサイズの BC を定量することができなかった。そこで本研究では、粒子抽出効率の粒径依存性が低い粒子化装置と BC 検出可能粒径範囲を拡張した SP2 を組み合わせることで、水中に含まれるミクロンサイズの BC も測定できる新たな測定法を確立させた。この測定法を用いて東京と沖縄で捕集した夏季の降水試料の分析を行なった。

2. 粒子化装置の粒子抽出効率

単分散の PSL (ポリスチレンラテックス粒子懸濁液) の個数濃度を実験的に求め、その懸濁液を Marin-5 に導入し、粒子化後の PSL 粒子の個数濃度を粒子計測器で測定することで Marin-5 の粒子抽出効率を決定した。懸濁液中の PSL の個数濃度は、PSL 粒子の懸濁液に 532 nm のレーザー光を照射し、その減衰率を測定することで決定した。PSL 粒子の直径は 202 ~ 5000 nm の 12 種類である。全ての PSL 粒子を用いて決定した粒子化効率は、200–2000 nm の範囲において $50 \pm 10\%$ であり、粒子を安定して且つ、非常に高い効率で抽出できることを示した。

3. SP2 の改良

SP2 には白熱光と散乱光を検出する検出器がそれぞれ 2 つずつある。1 μm 以上の BC を定量するため、1 つの散乱光検出器を白熱光検出器に変更し、さらにその検出器の感度を下げることにより、従来よりも遥かに広い検出範囲 (75 ~ 4000 nm) まで測定を可能にした。改造後の SP2 の評価を行なうため、SP2 と改造後の SP2 を用いて、大気中の BC の濃度と粒径分布の同時測定を行なった。両者の粒径分布はよく一致し、さらに 75–900 nm の範囲における質量濃度は 5%以内で一致した。詳細な改造点については学会にて発表する。

4. 改良した測定法を用いた降水試料の分析

新たに導入した測定システムを用いて、夏季に捕集した東京と沖縄の降水試料を分析した。大気中と降水中の BC の粒径分布を比較したところ、降水中の BC の粒径分布は大気中よりも大きく、粒径の大きな BC ほど湿性除去を受けやすいことがわかった。

次に、東京と沖縄で捕集した降水試料中の BC の質量中央径は、それぞれ 300 nm, 190 nm であり、東京での降水試料中の BC の粒径が沖縄よりも大きいことがわかった。これは、東京で発生した BC は被覆が薄く、粒径が大きくないと雲凝結核として作用しないためだと考えられる。

参考文献

- 1) Mori, T., Kondo, Y., Ohata, S., Moteki, N., Matsui, H., Oshima, N., and Iwasaki, A. (2014). Wet deposition of black carbon at a remote site in the East China Sea. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 119, doi:10.1002/2014JD022103.
- 2) Ohata, S., N. Moteki, J. Schwarz, D. Fahey, and Y. Kondo. (2013). Evaluation of a method to measure black carbon particles suspended in rainwater and snow samples. *Aerosol. Sci. Technol.*, 47, 10: 1073–1082.
- 3) Schwarz, J., R. Gao, A. Perring, J. Spackman, and D. Fahey. (2013). Black carbon aerosol size in snow. *Nature Sci. Rep.*, 3:1356, doi:10.1038/srep01356.