

大気・降水同時観測によるブラックカーボン湿性除去の研究

*大畑祥, 茂木信宏, 森樹大, 小池真, 近藤豊 (東大院理), 高見昭憲 (環境研究所)

1. はじめに

化石燃料やバイオマスの不完全燃焼により放出されるブラックカーボン (BC) は、太陽放射を効率良く吸収して大気を加熱する効果を持ち、放射強制力が二酸化炭素・メタンに次いで大きいと推定されている。しかしながら、BC の放射効果推定には未だに大きな不確実性があり、その最大不確実要因の一つとして、BC の大気からの除去過程の理解が不十分であることが挙げられる。BC は疎水性であるが、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が起こることにより、親水性の被覆を持つようになる。その結果、BC とその被覆成分から成る内部混合粒子 (BC 含有粒子) も他のエアロゾルと同様に吸湿成長して雲粒となり、降水過程を経て大気から除去される。この除去効率が大気中の BC の空間分布を強く支配する。したがって、BC 湿性除去過程の正確な観測及びモデルの検証が重要である。

BC は化学的に安定な固体粒子であり、他の多くのエアロゾルとは異なり、雲・降水過程の途中で粒子生成や雲水への溶解が起こらない。そのため、雨水に含まれる各 BC 粒子は、湿性除去を受けたエアロゾルのトレーサーとして扱うことができる。本研究では、降水開始前の大気中の BC の微物理量 (粒径分布・被覆量・吸湿特性) と、雲・降水過程を経て雨水に取り込まれた BC の粒径分布を測定・比較することにより、どのような BC (エアロゾル) が湿性除去を受けたか定量的に明らかにすることを目的として、東京において大気・降水の同時観測を行った。

2. 東京における大気・降水同時観測

観測サイトは東京大学本郷キャンパス、観測期間は 2014 年 7 月 28 日から 8 月 15 日である。大気中の BC 含有粒子の吸湿特性の測定と、降水イベント時

の雨水中の BC の数粒径分布の測定 [Ohata et al., 2013] には、BC 分析装置 SP2 に独自の改造を加えた新しい測定システムをそれぞれ用いた。

大気中の BC は、観測サイトが BC 発生源近傍であるため、観測期間を通じてエイジングの進行していない被覆の薄い BC の数割合が多かった。その結果として、BC 被覆量と被覆成分の吸湿特性の測定値から推定した BC 含有粒子の臨界過飽和度は、BC 粒径の小さな粒子ほど高かった。これは降水により BC 粒径に依存した BC の選択的除去が起こりうることを示しており、実際に観測期間中の降水イベントにおける雨水中の BC の数粒径分布は、降水開始前 1 時間の地表付近の大気中の BC の数粒径分布より平均的に大きかった。

降水開始前 1 時間の間に観測された大気中の BC が、湿性除去過程における BC の初期状態を反映していると仮定すると、降水開始前の大気中の BC の粒径分布に対する雨水中の BC の粒径分布の比は、BC の除去効率の BC 粒径依存性を相対的に示す指標となる。降水開始前の大気中の BC 含有粒子の臨界過飽和度の推定値から、BC 含有粒子が大気中で経験した最大過飽和度の中央値が 0.1% (0.05–0.2 %) 程度であったとすれば、この除去効率の BC 粒径依存性を説明できることが分かった。過飽和度 0.1% で雲凝結核として作用する BC 含有粒子の数割合は、BC 粒径 200 nm (350 nm) の粒子の内 27% (45%) にとどまると推定され、東京近傍の粒径の小さな BC (臨界過飽和度の高いエアロゾル) が降水イベント時に効率良く鉛直輸送されたことを示唆している。

引用文献

1) Ohata, S. (2013). Evaluation of the method to measure black carbon particles suspended in rainwater and snow samples, *Aerosol Sci. Technol.* 47:1073–1082