

トルエンの光酸化反応により生成する二次有機エアロゾルの光吸収特性：波長およびNO_x濃度依存性 Optical properties of secondary organic aerosols from photooxidation of toluene: wavelength and NO_x dependence

中山 智喜^{1*}, 佐藤 圭², 松見 豊¹, 今村 隆史², 山崎 明宏³, 内山 明博³

NAKAYAMA, Tomoki^{1*}, SATO, Kei², MATSUMI, Yutaka¹, IMAMURA, Takashi², YAMAZAKI, Akihiro³, UCHIYAMA, Akihiro³

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 国立環境研究所, ³ 気象研究所

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ²National Institute for Environmental Studies, ³Meteorological Research Institute

近年、短波長可視から紫外領域に光吸収性を有する有機性炭素“ブラウンカーボン”が、大気の放射収支や光化学過程に寄与を持つ可能性が指摘されている。最近、我々は、実験室内で発生させた二次有機エアロゾル(SOA)の消散および散乱係数を測定することにより、NO_x存在下でのトルエンの光酸化で生成するSOA(トルエンSOA)が、波長355nmにおいて光吸収性を有することを見出した[Nakayama et al. JGR2010]。しかし、消散および散乱の測定から、光吸収に対応する屈折率($n = m - ki$)の虚部 k を得る場合、その見積もりには大きな不確実性が存在した。また、より長波長側での光吸収の有無や、NO_xの存在量などSOAの生成条件による光吸収特性の変化については、よくわかっていない。そこで本研究では、三波長光音響分光装置(PASS)を用いて、SOAの光吸収を直接計測し、その光吸収特性について詳細に調べた。

実験では、国立環境研究所のスモッグチャンバー内に反応ガスを導入し、NO_x存在下でのトルエンの光酸化によりSOAを生成させた。生成したSOAを、各装置に導入し、エアロゾルの粒径分布および、光学特性をリアルタイムで計測した。粒径分布は、走査型移動度粒径測定器(SMPS)を用いて測定した。光学特性は、吸収および散乱係数をPASS(405, 532, 781nm)で、消散係数をキャピティリングダウングラフ(532nm)で測定した。また、粒子の化学成分を飛行時間型エアロゾル質量分析計(ToF-AMS)で測定した。実験では、初期トルエン濃度を約4ppmに固定し、初期NO_x濃度を0.10-0.57ppmの間で変化させた。

PASSにより得られた吸収および散乱係数、CRDSにより得られた消散係数を、同時に測定したエアロゾル粒径分布から見積もった全粒子断面積で割ることにより、吸収、散乱および消散効率を得た。得られた各効率の粒径依存性を、Mie散乱理論と比較することにより、実験データを最もよく再現する屈折率の実部および虚部を決定した。その結果、初期NO_x濃度0.57ppmで生成したトルエンSOAは、405nmおよび532nmで有意な光吸収を有し、短波長になるに従い光吸収が増加することが分かった。また、初期NO_x濃度が高いほど、SOAの光吸収が大きかったことがわかった。光吸収の要因として考えられるSOA中のニトロ芳香族化合物の生成収率が、NO_x濃度に依存することが、観測された光吸収の初期NO_x濃度依存性の要因として考えられる。発表では、ToF-AMSで測定した化学成分との関係や、トルエンSOAの光吸収の大気化学的重要性についても議論する予定である。

キーワード: エアロゾル光学特性, 二次有機エアロゾル, ブラウンカーボン, 屈折率, 質量吸収断面積, トルエン

Keywords: Aerosol optical properties, Secondary organic aerosol, Brown carbon, Refractive index, Mass absorption cross section, Toluene