

## ディーゼル車排ガス中に含まれる浮遊粒子の光学特性 Optical properties of diesel exhaust particles

郭 雪松<sup>1\*</sup>, 中山 智喜<sup>1</sup>, 松見 豊<sup>1</sup>, 山田 裕之<sup>2</sup>, 戸野倉 賢一<sup>3</sup>, 猪俣 敏<sup>4</sup>

GUO, Xuesong<sup>1\*</sup>, NAKAYAMA, Tomoki<sup>1</sup>, MATSUMI, Yutaka<sup>1</sup>, Hiyroyuki Yamada<sup>2</sup>, TONOKURA, Kenichi<sup>3</sup>, INOMATA, Satoshi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> 交通環境安全研究所, <sup>3</sup> 東京大学, <sup>4</sup> 国立環境研究所

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>2</sup>National Traffic Safety and Environment Laboratory, <sup>3</sup>The University of Tokyo, <sup>4</sup>National Institute for Environmental Studies

大気エアロゾルは太陽光を散乱もしくは吸収することにより、地球大気の放射収支に影響を与えている。ディーゼル車排ガス微粒子 (DEP) は、人為活動による黒色炭素粒子 (BC) の主要な排出源の一つであり、その光学特性の詳細な理解が重要である。DEP には、黒色の元素状炭素成分 (EC) だけでなく有機炭素成分 (OC) が含まれていることが知られており、EC が OC で被覆されると、被覆成分がレンズとして働き光吸収量が増加するなど、その光学特性が変化すると予想される。また、近年、特に短波長領域において光吸収性を有する OC (ブラウンカーボン) が大気中に存在し、放射収支に影響を与えている可能性が指摘されているが、DEP 中に光吸収性を有する OC が存在するかどうかについてはわかっていない。そこで本研究では、3つの異なる波長で、エアロゾルの光吸収および散乱係数を、エアロゾルが浮遊した状態で直接計測できる光音響分光 (PASS-3) 装置を用いて、DEP の光学特性について調べたので報告する。

シャーシダイナモ上でディーゼル車を走行させ、その排気ガスを希釈したうえで各計測装置に導入した。実験は、都市での走行を想定した「過渡走行モード (JE05)」もしくは、車両を一定の速度で走行させる「等速走行モード (0, 70 km/h)」で行った。DEP に関しては、粒子取り込み口にヒーターを取り付け、様々な温度条件下で、PASS-3 装置を用いて 3 波長 (405, 532, 781 nm) における吸収および散乱係数を測定するとともに、粒径分布の測定を行った。また、各走行モードにおいて室温条件下で元素状および有機性炭素の重量濃度の測定を行った。

過渡走行モードでは、室温、100 degC、300 degC の温度条件下で、車両の加速、減速に伴い、吸収および散乱係数が大きく変動する様子をリアルタイムに計測した。その結果、特に、室温条件下での測定においては、高速走行 (~80 km/h) 前後の加減速時に、大きな散乱係数が観測された。300 degC 条件下では、散乱係数の増加が見られなかったことから、300 degC で揮発する有機炭素成分が排出されたと考えられる。得られた吸収係数から、吸収の波長依存性ファクターであるオングストローム指数 (AAE) を見積もったところ、室温条件下での測定において、有機炭素成分の排出が増加した際に、405-532 nm 間の AAE が増加することが判明した。300 degC 加熱時には EC のみが存在し、また 781 nm においては OC による光吸収はないと仮定し、300 degC 加熱時と室温時の吸収係数の波長依存性を比較することにより、OC が 405 nm および 532 nm の全光吸収に及ぼす寄与を推定した。その結果、532 nm においては光吸収への寄与はほぼない (<5%) のに対し、405 nm においては 15% 程度の寄与を有することが判明した。

等速走行モード時においては、0 km/h (アイドリング) および 70 km/h 走行時に、室温から 400 degC の間の様々な温度条件下で、測定を行った。アイドリング時および 70 km/h 走行時のいずれの場合でも、405-532 nm 間の AAE に有意な温度依存性が見られなかったことから、OC による光吸収の寄与は小さい (<6%) ことが分かった。一方、すべての波長において、400 degC 加熱条件に比べて、室温条件では光吸収係数が増加した。この原因として、OC の被覆によるレンズ効果によるものと考えられ、0 km/h では 20% 程度、70 km/h では 15% 程度、光吸収が増加することが分かった。

最近、猪俣らにより、同一車両の排気中の気相および粒子相に存在する化学成分の分析から、ニトロ芳香族化合物が存在することが確認されている。また、気相ニトロ芳香族化合物の濃度は、過渡走行モードにおける高速走行 (80 km/h 程度) 前後の加減速時に、特に高くなることがわかっている。このことから、DEP 中のニトロ芳香族化合物が、本研究で観測された OC の光吸収に寄与している可能性が高いと考えられる。

キーワード: エアロゾル光学特性, ディーゼル排ガス粒子, 光音響分光法, レンズ効果, ブラックカーボン, ブラウンカーボン  
Keywords: Aerosol optical properties, Diesel exhaust particle, Photoacoustic spectroscopy, Lensing effect, Black carbon, Brown carbon