

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2009

課題番号：18310004

研究課題名（和文）音響的光学手法による炭素質エアロゾルの放射特性の測定

研究課題名（英文） Measurement of radiation characteristics of black carbon aerosols with the photoacoustic technique

研究代表者

北 和之（K I T A K A Z U Y U K I）

茨城大学・理学部・准教授

研究者番号：30221914

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態分解析

キーワード：炭素質エアロゾル、エアロゾル直接効果、音響光学法、エアロゾル放射特性、気候変動

#### 1. 研究計画の概要

気候変動を予測する上で現在最も不確定な要素と考えられている一つとして、大気中のエアロゾルの影響が挙げられる。特に、元素状(黒色)炭素質エアロゾルについては、実大気中ではその表面に有機・無機成分が付着している場合が多く、それによって放射吸収特性が大きく変化すると思われるが、その把握は進んでいない。そこで、本課題では、以下の3つの研究を実施する。

- (1) 新しいエアロゾルの放射特性の測定法である音響光学法を導入し、主に元素状炭素質エアロゾルなど炭素質エアロゾルの放射特性を精度よく測定および較正する手法を開発する。
- (2) 黒色炭素質エアロゾルの粒径と放射特性の関係を定量的に測定する。また、特に黒色炭素質エアロゾルに有機物が被覆したときのレンズ効果など、放射特性の変化について定量的に明らかにする。
- (3) 実大気中の内部混合状態にある黒色炭素質エアロゾルの放射特性を日本や中国の都市域および大陸から輸送された汚染空気中で測定し、組成との関係や特に被覆の効果による吸収増大について、定量的に示す。

#### 2. 研究の進捗状況

これまでの研究の進捗状況は以下の通り。

- (1) 音響光学法によるエアロゾル吸収特性の測定を行う PASS を導入し、その絶対較正手法を確立した。当初較正には、二酸化窒素を用いていたが、オゾンを用いる

ことで、系統誤差約8%と高精度で較正できることがわかった。都市レベルの汚染大気中の黒色炭素質エアロゾルについては、1分積算することで十分な精度での測定が可能である。

- (2) 単一粒径の黒色炭素質エアロゾルを発生し、それが裸の状態とオレイン酸で被覆した状態で、粒径ごとにどのように放射特性が変化するか、測定に成功した。粒径150~600nmの範囲で、典型的な微小粒子の黒色炭素質エアロゾル(有機黒色炭素質のニグロシンおよび AquaBlack)を対象に粒径ごとの吸収・散乱・消散係数を測定し、Mie理論でおおよそ表すことができることが明らかになった。また、被覆によるレンズ効果など吸収量の増大は、およそ1.6倍程度であり、それ以上被覆量が増加してもあまり変化がないことも示された。
- (3) 中国(広州、北京郊外)および日本(東京)において、地表エアロゾルによる放射特性の連続観測を行った。また、東シナ海上空で、アジア大陸から輸送された汚染空気中の黒色炭素質エアロゾルを測定した。黒色炭素質エアロゾルの従来法による測定結果は、散乱性エアロゾルの干渉を強く受けるため精度が不十分であり、特に被覆効果を測定するためには、新しい手法である PASS などでの測定が必要であることが明らかになった。また、東京においては、黒色炭素質エアロゾルの吸収係数が被覆効果によって30%ほどさらに増加していることが明らかになった。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

理由は、以下の(1)-(3)の項目ごとに示す。

(1) 音響光学法による炭素質エアロゾルの放射特性の測定手法および較正手法の開発については、PASSの導入により、当初の期待よりやや感度が低いものの、連続的に炭素質エアロゾルの放射特性の高精度測定が可能になり、またその絶対較正手法も確立することができたため。

(2) 黒色炭素エアロゾルの粒径と放射特性の関係の定量的測定については、単一粒径の黒色炭素エアロゾルを発生させ、それが裸の状態とオレイン酸で被覆した状態で、粒径ごとにどのように放射特性が変化するか、精度よく測定することに成功したため。

(3) 実大気中の内部混合状態にある黒色炭素エアロゾルの放射特性測定については、中国および日本において、地表エアロゾルによる放射特性の連続観測および大陸から輸送された汚染空気中の黒色炭素の航空機観測を実施できたため。

### 4. 今後の研究の推進方策

(1) 音響光学法による炭素質エアロゾルの放射特性の測定手法および較正手法の開発については、ほぼ完了した。

(2) 黒色炭素エアロゾルの粒径と放射特性の関係の定量的測定に関しては、初期結果を論文にまとめ投稿したところである。最終的な実験のまとめを現在行っており、さらに必要があれば追加実験を行い、論文等にまとめる予定である。

(3) 実大気中の内部混合状態にある黒色炭素エアロゾルの放射特性の測定については、中国での測定結果を発表している。東京で昨年度に行った観測において、被覆の有無による差を測定するデータの量が不十分であったことから、さらに夏に追加の観測を実施する予定である。そのデータも加えて、結果をまとめる予定である。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Garland, K. Kita, N. Takegawa, Y. Kondo他、Aerosol optical properties in a rural environment near the mega-city Guangzhou, China: Implications for regional air pollution and radiative forcing. *Atmospheric Chemistry and Ph*

*ysics*, 8, 5161-5186, 2009. 査読あり。

- ② Garland, R. M., K. Kita, N. Takegawa, Y. Kondo他、Aerosol optical properties observed during Campaign of Air Quality Research in Beijing 2006 (CAREBeijing-2006): Characteristic differences between the inflow and outflow of Beijing city air. *J. Geophys. Res.* 114, doi:10.1029/2008JD010780, 2009. 査読あり。
- ③ N. Takegawa, Y. Kondo, K. Kita 他、Variability of submicron aerosol observed at a rural site in Beijing in the summer of 2006. *J. Geophys. Res.* 114, doi:10.1029/2008JD010857, 2009. 査読あり。

[学会発表] (計 3 件)

- ① 木名瀬 健、北 和之、近藤 豊 他、PASSと従来法によるエアロゾル光吸収量の比較、第14回大気化学討論会、横浜、2008年10月29-30日
- ② 北 和之、木名瀬 健、近藤 豊 ほか、PASSを用いた東京における黒色炭素エアロゾルの観測、日本気象学会、横浜、2008年5月21日
- ③ 岩本達志、北 和之、近藤 豊ほか、光音響法を用いた黒色炭素粒子の光吸収特性の測定、第13回大気化学討論会、名古屋、2007年11月27-29日