

# 地上直接観測による東アジア域のエアロゾル光学・化学特性に関する研究

2006年3月 環境学専攻自然環境コース 46735 若林 康雄  
指導教員 中島 映至 教授

キーワード：エアロゾル、単一散乱アルベド、東アジア域

## I はじめに

大気中に浮遊している粒子（エアロゾル）は、太陽放射や赤外放射を吸収・散乱することにより地球大気の放射収支に影響を与える直接効果と、エアロゾルが雲の凝結核として働き雲粒数が増加することで雲の反射率や降水特性が変化する間接効果により、気候に対して影響を与える。

気候変動に関する政府間パネル第3次評価報告書（IPCC, 2001）では、エアロゾル全体としては負の放射強制力をもつとされているが、温室効果ガスと比較するとエアロゾルは大気中での滞留時間が短く、濃度や化学組成の時間的・空間的変動が大きいため、放射強制力の値は大きな不確実性を伴っている。

エアロゾルによる直接効果の放射強制力は大気上端よりも地表面で大きく、地表面が冷却化し大気が増熱されることにより顕著な大気循環の変化が引き起こされるため、単一散乱アルベド（SSA）を地表面において精度よく測定する必要がある。

本研究では、地上観測によるエアロゾルの光学測定および採取分析した化学組成から計算した SSA を相互比較することを通して、東アジア域の放射特性に大きく寄与するエアロゾルの光学・化学特性を明らかにする。また、エアロゾルの発生源による SSA の変化について考察する。

## II 研究方法

研究対象地域は奄美大島観測サイトで、対象期間は ABC 集中観測期間の 2005 年 3 月 7 日～25 日とした。光学測定からの SSA の計算にはエアロゾル吸収係数（吸収型光度計で測定）および散乱係数（積分型ネフェロメータで測定）を使用した。吸収係数の補正は Bond et al. (1999) による再校正の結果を用いた。散乱係数は現地での湿度依存特性の測定結果を用いて相対湿度に対する補正係数を求めた。また、エアロゾル化学組成からの計算では、フィルター採取およびその化学分析から得られたエアロゾル成分の粒径別重量濃度（微小粒子、粗大粒子）を使用した。また、NOAA の HYSPLIT モデルによる後方流跡線解析を行い、奄美大島観測サイトに到達した大気塊の輸送経路から大気塊の起源を推定し分類した。

## III 研究結果および考察

### 1) 光学測定および化学組成から求めた SSA の比較

光学測定から計算した SSA（吸収・散乱係数補正前、補正後）と化学組成から計算した SSA（外部混合、準内部混合）の日平均値を図 1 に示す。未補正の吸収係数・散乱係数から計算した SSA と化学組成から計算した SSA では最大で 0.2 以上の差があったが、

吸収係数および散乱係数の補正を行うことにより、光学測定から計算した SSA は化学組成から計算したものと差が大幅に小さくなった。しかし、吸収・散乱係数補正後も 3 月 18 日から 20 日では光学測定と化学組成の差が 0.05 程度と比較的大きかった。

なお、光学測定から計算した SSA が 0.9 を下回ると化学組成から計算した SSAの方が大きくなる傾向が見られた。3 月 18 日は黄砂が観測されており、EC や硫酸アンモニウムだけでなく、特に土壌粒子の濃度が非常に高かった。本研究の化学組成からの計算では設定されていないエアロゾルの内部混合等（土壌粒子と EC および硫酸アンモニウムなど）、これまでに知られていない現象が観測中に起きていた可能性も考えられるので、今後調査していく必要がある。

## 2) 奄美に到達した大気塊の種類と SSA の関係

2005 年 3 月 7 日～24 日まで奄美大島観測サイトに到達した 5 日間の後方流跡線を輸送経路から大別して、①中国東部沿岸域、②中国北東部・黄海経由、③中国北東部・朝鮮半島経由、④日本付近の 4 つのタイプに分類した。その中で、②中国北東部・黄海経由と③中国北東部・朝鮮半島経由が多数を占めた。次にどの大気塊が移動してきたことで SSA がどの程度変化したかを見るため、4 つのパターンについてエアロゾルの化学成分濃度と SSA の平均値を求めた。その結果、SSA は中国東部沿岸域からの大気塊で最も小さく、日本付近からの大気塊で最も大きな値を示した。中国北東部、朝鮮半島経由の場合は 0.91～0.92 で、大規模な汚染源が存在する中国東部沿岸域よりも SSA の低下は小さかった。このようなエアロゾルの光学特性の違いは、それぞれの地域におけるエアロゾルの発生源の違いを反映していると思われる。

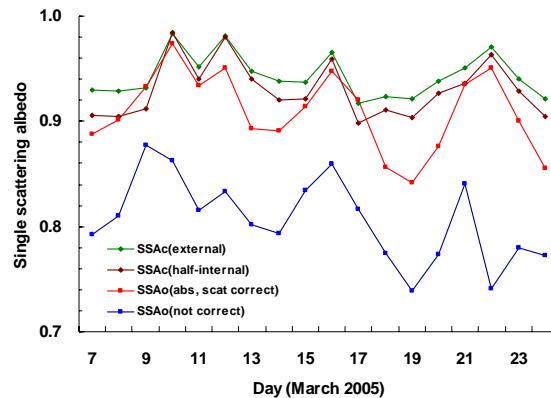


図 1 光学測定から計算した SSA（吸収・散乱係数補正前、補正後）と化学組成から計算した SSA（外部混合、準内部混合）

## 引用文献

- Bond, T. C., T. L. Anderson, and D. Campbell, 1999 : Calibration and intercomparison of filter-based measurements of visible light absorption aerosols, *Aerosol Science and Technology*, **30**, 582-600.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2001, The Scientific Basis*, edited by J. T. Houghton et al., Cambridge Univ. Press, New York, 2001.

# **A Study of Optical and Chemical Properties of Aerosols in East Asia by In Situ Ground Observation**

Mar. 2006, Institute of Environmental Studies, Course of Natural Environmental Studies,  
46735, Yasuo WAKABAYASHI  
Supervisor; Professor, Teruyuki NAKAJIMA

Keywords: aerosol, single scattering albedo, East Asia

## **I. Introduction**

Aerosols, which are the particles floating in the atmosphere can influence directly and indirectly on the earth's climate through change in radiative budgets in the atmosphere. The direct effect of aerosols is to absorb or scatter solar radiation and infrared radiation, and the indirect effect is to change cloud reflectance and precipitation efficiency, acting as cloud condensation nuclei to change the number and size distribution of cloud droplets.

According to the third assessment report by Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001), the total effect of aerosols on radiative forcing has been estimated to have a negative value. The radiative forcing of aerosols, however, has a large uncertainty compared to that of greenhouse gases, because the lifetime of aerosols in the atmosphere is much shorter, and thus their temporal and spatial variation is much larger than that of greenhouse gases.

Single scattering albedo (SSA) is to be measured or estimated accurately at the earth's surface, because the radiative forcing by the direct effect of aerosols is significantly large at the earth's surface and can cause a noticeable atmospheric circulation change through cooling the earth's surface and heating the atmosphere.

The purpose of this study is to gain a better understanding of the optical and chemical properties of aerosols greatly contributing to the radiative budget over East Asia, by comparing SSA from direct optical measurement to that theoretically calculated with the measured chemical composition of aerosols. And the difference in the SSA value among wind sectors is also discussed.

## **II. Methodology**

An intensive field study was performed at Amami-Oshima, located in the southwest of Japan, during 7-25 March 2005, under the ABC-EAREX campaign program. For SSA from optical measurement, aerosol absorption coefficient and scattering coefficient were measured by a particle/soot absorption photometer and an integrating nephelometer, respectively. A correction for absorption coefficient was made by using the data of recalibration by Bond et al. (1999), and for scattering coefficient was made by using relative humidity measured at the field site. The SSA from chemical composition was calculated by the six chemical components (EC, OC,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , sea-salt particles, and soil mineral dusts) obtained by chemical analysis of fine and coarse particles collected on the filter at the sampling site.

Backward trajectory analysis by using the HYSPLIT model by NOAA was performed for identifying the source region of aerosols that arrived at the sampling site.

### III. Results and Discussion

#### 1. The comparison of SSA between optical and chemical composition methods

Time series of the diurnal average of the SSA dataset is shown in Figure 1, one ( $SSA_o$ ) is calculated by optical measurement (before and after correction), and the other ( $SSA_c$ ) is calculated by chemical composition of aerosols which is assumed to be in the state of external and half internal mixture. The difference between  $SSA_o$  after correction and  $SSA_c$  was within 0.02, except for around 0.05 during 18-20 March that was 0.2 in the maximum before correction.  $SSA_c$  was higher than the  $SSA_o$  when the  $SSA_o$  was lower than 0.90 during 18-20 March, when the high concentrations of EC,  $(NH_4)_2SO_4$ , and soil dusts were measured, and dust storm (“Kosa” event) was observed on 18 March at the sampling site. This large difference in SSA could be attributed to unknown internal mixture states among EC,  $(NH_4)_2SO_4$ , and dust particles, which were not considered in this study. Thus, more research is needed in future.

#### 2. Wind sector analysis for air masses and SSA

According to a five-day backward trajectory analysis for air masses arriving at Amami-Oshima during 7-25 March, the air masses were divided into the following four sectors: 1) east coast of China, 2) northeast China and Yellow Sea, 3) northeast China and Korean Peninsular, and 4) the Japan Islands. Most of the air masses were arrived at Amami-Oshima from 2) and 3). Then, the averaged concentration of fine and coarse particles and SSA were calculated for four wind sectors. The  $SSA_o$  was lowest in the air masses from east coast of China, and highest from around the Japan Islands. The value of  $SSA_o$  and  $SSA_c$  from northeast China and Korean peninsular was 0.91-0.93, higher than that from east coast China where the large sources of aerosols exists. This difference in SSA could be caused by the difference in the source region of aerosols.

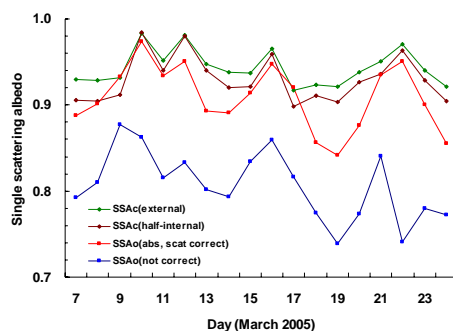


Fig. 1 Time series of the diurnal average of SSA. The blue and red line show  $SSA_o$  by optical measurement (before and after correction), and the green and brown line show  $SSA_c$  by chemical composition of aerosols which is assumed to be in the state of external mixture and half internal mixture.

### References

- Bond, T. C., T. L. Anderson, and D. Campbell, 1999 : Calibration and intercomparison of filter-based measurements of visible light absorption aerosols, *Aerosol Science and Technology*, **30**, 582-600.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) , *Climate Change 2001, The Scientific Basis*, edited by J. T. Houghton et al., Cambridge Univ. Press, New York, 2001.