

エアロゾルによる放射強制力の変動及びメカニズムの実態解明に関する研究

(1) 地表面での放射とエアロゾル特性の観測

国土交通省 気象庁 気象研究所

気候研究部 第三研究室

内山明博・山崎明宏・古林絵里子・工藤 玲

平成17～19年度合計予算額 53,756千円(全課題分)
 (うち、平成19年度当初予算額 18,048千円(全課題分))

[要旨] エアロゾルが、地球放射収支に影響を与えることを通して地球の気候の決定に重要な役割を果たしている。ここでは、エアロゾルが湿度の変化に伴って太陽放射を散乱・吸収する特性(光学特性)がどのように変化するかを観測によって調べた。このため、空気を取り込み、加湿することで相対湿度の変化によるエアロゾルの光散乱係数を測定するシステムを作製した。測定は、海洋性のエアロゾルの特性を測定するために南鳥島と宮古島で、都市大気エアロゾル(大気汚染物質)及び鉱物性粒子(黄砂)の特性を測定するために北京で実施した。観測点毎に後方流跡線解析を行うことで起源ごとに測定されたgrowth factor $f(RH)$ =光散乱係数(RH)/光散乱係数($RH < 40\%$)の分類を行った。growth factor $f(RH)$ とエアロゾルモデルとの比較を行うことで粒径 r を基準としたgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ のモデル化を行い、全球エアロゾル輸送モデルMASINGARに組み込めるようにした。

[キーワード] エアロゾル、光学特性、湿度特性、放射強制力、気候変動

1. はじめに

地球の気候は、太陽からの日射がどれだけ入射し、地球からの熱放射がどれだけ放出するかの釣り合いで決定される。この入射エネルギーと放射エネルギーの釣り合い(地球放射収支)に影響を与えるものの一つとして、エアロゾル(大気中に浮遊している微少な粒子)がある。エアロゾルが、日射エネルギーを多く反射する場合に地球は冷却され、逆に多く吸収する場合に地球は暖められる。この日射エネルギーを、どれくらい反射したり吸収したりするかは、エアロゾルの個々の性質によって変化する。

このようなことから、地球温暖化の予測精度向上を図る上で、エアロゾルの実態把握と、その役割を明らかにすることは重要な課題であり、これまで多くの研究がなされてきた。しかしながら、IPCC第四次評価報告書(IPCC 2007)¹⁾の指摘どおり、エアロゾルが関わって地球放射収支をどれくらい変化させるか(放射強制力:エアロゾルがある場合と無い場合の差)の見積もりの信頼度は必ずしも高くない。

本サブ課題では、エアロゾルが湿度とともに光学特性が変わる効果について観測を行う。

2. 研究目的

本研究では、日射の反射と吸収に重要な役割を果たす $0.05\sim 10\ \mu\text{m}$ 程度のエアロゾル粒子を対象とし、従来の研究では十分に考慮されていないエアロゾルが相対湿度とともに日射を反射・吸収する性質（光学特性）を変える効果の放射強制力への影響を明らかにすることを目的とする。また、これにより、地球温暖化の予測精度向上に資することになる。

3. 研究方法

本研究では、特徴のあるエアロゾルの特性を持つ地点を日本近辺及び中国国内より数点選び、気温・湿度、エアロゾルの光散乱・吸収率、大きさ毎のエアロゾル・雲粒子個数の測定、日射量の観測を地上で行った。得られたデータからエアロゾルの日射に対する性質（光学特性）と湿度の関係を調べた。また、調べた関係と数値モデルに組み込むエアロゾルの光学特性と湿度との関係を検証する。これを実施するため、地上でサンプル空気を取り込み、相対湿度を調整してエアロゾルの光学特性を測定するシステム開発を行い、測定を行った。

気候学的に特徴のあるエアロゾルの特性を測るために、南鳥島、宮古島、北京、つくばにおいて測定を実施した。南鳥島、宮古島は海洋性エアロゾルの特性を測るため、北京は都市大気エアロゾル（大気汚染物質）及び鉱物性エアロゾル（黄砂）の特性を測定するために選定した。また、つくばは都市近郊のエアロゾルの測定と測定試験を行う観測拠点として選定した。

測定されたgrowth factor $f(RH)$ の値を用いてフィッティングによるモデル化を行い、その結果を海塩(SS)モデルとダストモデル(AD2)に反映させ粒径 r を基準としたgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ のモデル化を行った。

4. 結果・考察

(1) エアロゾルの光学特性測定システムの開発・改良

エアロゾルが相対湿度とともに日射を反射・吸収する性質（光学特性）を変える効果を測定可能にすることが本課題にとって最も重要な課題である。平成17, 18年度にかけ次のような測定システムの開発・改良を行った。まず、装置全体を高め温度に保ち、また、加湿器により強制的な加湿を行うことでサンプル空気の相対湿度を変化させ、低湿度から高湿度までのサンプル空気の測定に対応できるシステムを開発した。開発したシステムでは外気が高湿度であるときの測定に問題があったため、加湿後にサンプル空気をヒーターに通すことで除湿を行えるようにし、相対湿度がもともと高い状態であっても加湿後に低湿度状態まで相対湿度を下げられるようにシステムの改良を行った。平成17, 18年度の2年間で開発・改良した測定システムでは、湿度の上昇が急であった。平成19年度は、乾燥状態から湿度上昇時にスムーズに測定が行えるようにするため、加湿器にナフィオンを使うことでシステムの改良を行った。

(2) 後方流跡線解析結果

平成17~19年度にかけ海洋性エアロゾルの測定を目的として南鳥島と宮古島、都市大気エアロゾル（大気汚染物質）及び鉱物性エアロゾル（黄砂）の特性の測定を目的として北京、黄砂飛来時でのつくばにおいて測定を実施した。それぞれの観測点で測定を実施した期間を表1に示す。

測定時の空気塊の起源を推定するため、観測点毎に後方流跡線解析を行った。後方流跡線解析はNOAA HYSPLIT MODEL (<http://www.arl.noaa.gov/ready.html>)^{2),3)}により行った。観測点の高度を200, 500, 1000mとした5日間の後方流跡線解析の結果例を図1に示す。散乱係数 σ_{scat} 測定時の南鳥島での空気塊は日本、中国大陸の影響は無く、海洋性の特性を持っていると考えられる。しかし、測定時の宮古島の空気塊は中国大陸（中国北東部を經由）あるいは中国北東部と日本を經由した影響を受けていた。黄砂飛来時の北京とつくばはモンゴルあるいはモンゴルと中国北東部を經由した空気塊が流れてきていた。

表1 観測点毎の測定期間

	2006年	2007年	2008年
南鳥島	8月26日～28日	—	—
宮古島	—	2月22日～3月2日	2月5日～10日
北京	3月13日～20日	3月25日～31日 4月11日～19日	—
つくば	4月8日、18日	4月1日～2日	—

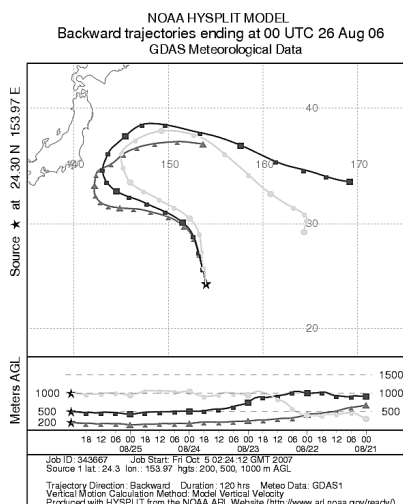


図1-1 後方流跡線解析の結果（南鳥島 2006年8月26日）

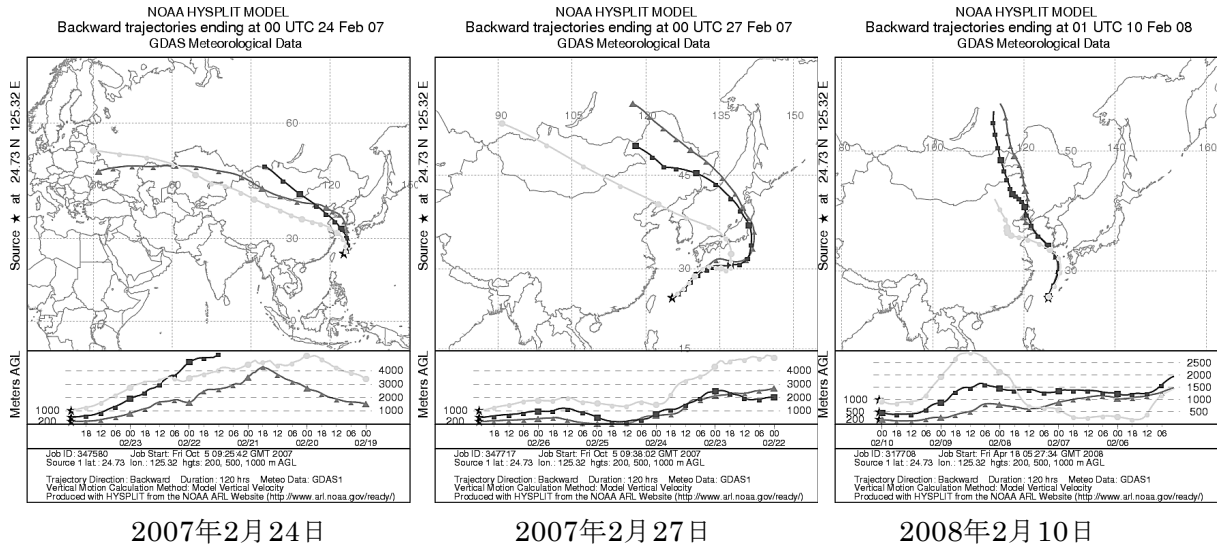


図1-2 後方流跡線解析の結果（宮古島）

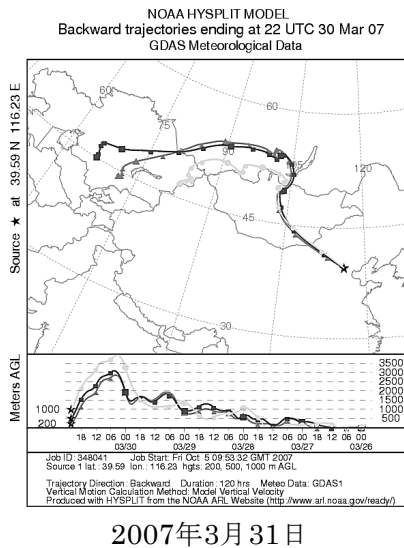


図1-3 後方流跡線解析の結果（北京）

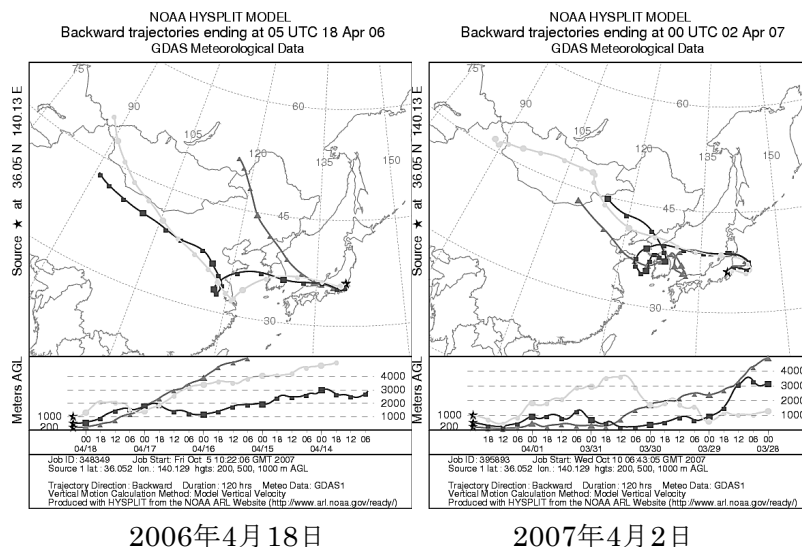


図1-4 後方流跡線解析の結果 (つくば)

(3) 測定値とエアロゾルモデルとの比較

各地点でのエアロゾル散乱係数 σ_{sca} の測定から相対湿度 RH との関係を導くため、加湿されている散乱係数 $\sigma_{sca}(RH)$ と低湿度での散乱係数 $\sigma_{sca}(RH \leq 40\%)$ の比で growth factor $f(RH)$ を定義し、エアロゾル散乱係数の湿度特性を調べた。

$$f(RH) = \frac{\sigma_{sca}(RH)}{\sigma_{sca}(RH \leq 40\%)}$$

湿度特性の目安として相対湿度80%時の $f(80\%)$ がよく使用されるため、 $f(80\%)$ の値に着目する。

相対湿度 $RH=80\%$ 時の growth factor $f(80\%)$ の測定結果と海塩 (SS) モデル (OPAC: Hess et al., 1998)⁴⁾ とダスト (AD2) モデル (ADEC-2: Aoki et al., 2005)⁵⁾ との比較結果を表2, 3に示す。表2, 3では観測結果 $f(80\%)$ と SS、AD2 を accumulation model (ACC)、coagulation model (COA) (SS-ACC: $r_m = 0.209 \mu\text{m}$, SS-COA: $r_m = 1.75 \mu\text{m}$, AD2-ACC: $r_m = 0.39 \mu\text{m}$, AD2-COA: $r_m = 1.90 \mu\text{m}$) で計算した $f(RH)$ 、粒径 r を基準とした growth factor $r_e/r_{e,dry}(80\%)$ を示している。

南鳥島では $f(80\%)=1.85$ であり、SS-ACC の $r_e/r_{e,dry}(80\%)=1.38$ 、SS-COA の $r_e/r_{e,dry}(80\%)=1.37$ であった。この値はエアロゾル全球シミュレーションで使用されている $RH=80\%$ 時の SS の値 $r_e/r_{e,dry}(80\%)=2.0$ (Chin et al., 2002)⁶⁾ より小さい結果であった ($r_e/r_{e,dry}(80\%)=2.0$ は、SS-ACC の $f(80\%)$ で約3.7、SS-COA の $f(80\%)$ で約3.9に相当する)。過去の測定例では、海塩粒子 (カリブ海) で $f(80\%)=$ 約1.8 (Li-Jones et al., 1998)⁷⁾、海洋性エアロゾル (タスマニアでの測定) で $f(82\%, D < 10 \mu\text{m})=$ 約2.0 (Carrico et al., 1998)⁸⁾、北太平洋上 (海洋性エアロゾル) で $f(82\%, D < 10 \mu\text{m})=$ 約2.5 (Carrico et al., 2003)⁹⁾ などがあり、南鳥島での測定結果は比較的近い値である。宮古島では、中国大陸 (中国北東部を経由) からの空気塊による測定結果 (宮古島(1): 2007年2月の測定値, 宮古島(3): 2008年2月の測定値) より中国北東部と日本を経由した空気塊による測定結果 (宮古島(2)) の $f(80\%)$ が大きくなる傾向が見られた。また、同様に $r_e/r_{e,dry}(80\%)$ も大きくなる傾向となった。黄砂飛来時の測定例では、北京とつくば(1)の $f(80\%)=1.25, 1.24$ 、AD2-ACC で $r_e/r_{e,dry}(80\%)=1.11$ 、AD2-COA で $r_e/r_{e,dry}(80\%)=1.10$ であった。

これに対しつくば(2)では $f(80\%)=1.04$ 、AD2-ACC、AD2-COAともに $r_e/r_{e,dry}(80\%)=1.02$ であり、より吸湿性が低かったと推定される。過去のダストの測定例では、北アフリカから輸送されたダストで $f(80\%)=$ 約1.0~1.1 (Li-Jones et al., 1998)⁷⁾、日本海上での黄砂飛来(鉱物性エアロゾル)で $f(82\%, D<10\mu\text{m})=$ 約1.7 (最も黄砂が卓越している期間は $f(82\%, D<10\mu\text{m})=$ 約1.2) (Carrico et al., 2003)⁹⁾ などの測定結果がある。

表2-1 南鳥島、宮古島の観測結果と海塩モデルとの比較

(宮古島(1):2007年2月の測定値と宮古島(3):2008年2月の測定値は中国大陸からの空気塊、宮古島(2)は中国北東部と日本を經由した空気塊のケース)

		南鳥島	宮古島 (1)	宮古島 (2)	宮古島 (3)
Obs.	$f(80\%)$	1.85±0.27	1.82±0.28	2.28±0.29	2.06±0.09
SS-ACC	$f(80\%)$ ($r_e/r_{e,dry}$)	1.84 (1.38)	1.82 (1.37)	2.29 (1.55)	2.05 (1.46)
SS-COA	$f(80\%)$ ($r_e/r_{e,dry}$)	1.86 (1.37)	1.83 (1.36)	2.27 (1.52)	2.05 (1.44)

表2-2 北京、つくばの黄砂飛来時の観測結果とダストモデルとの比較

(つくば(1)は2006年4月、つくば(2)は2007年4月の測定値)

		北京	つくば (1)	つくば (2)
Obs.	$f(80\%)$	1.25±0.05	1.24±0.10	1.04±0.03
AD2-ACC	$f(80\%)$ ($r_e/r_{e,dry}(80\%)$)	1.24 (1.11)	1.24 (1.11)	1.04 (1.02)
AD2-COA	$f(80\%)$ ($r_e/r_{e,dry}(80\%)$)	1.25 (1.10)	1.25 (1.10)	1.05 (1.02)

(4) 湿度特性のモデル化

測定値のgrowth factor $f(RH)$ から $f(RH)$ のモデル化を行った。モデル化は海洋性エアロゾルの測定結果であると考えられる2006年8月26日の南鳥島での測定値と黄砂飛来時2007年3月31日の北京での測定値を用い、モデル式(1), (2), (3) (Kotchenruther et al., 1999¹⁰⁾, Carrico et al., 2003⁹⁾) によって行った。モデル(3)は切り替え関数(4)によってモデル(1), (2)を組み合わせた非線形モデルであり、変数 a, b, c, g, d はフィッティングパラメーターである。モデル(1)は湿度を上げ下げしているときに同じ傾向の $f(RH)$ 、モデル(2)は湿度を上げていったときの $f(RH)$ 、モデル(3)は湿度を下げていったときの $f(RH)$ のモデル化に適している (Kotchenruther et al., 1999¹⁰⁾, Carrico et al., 2003⁹⁾) 。

$$f(RH) = 1 + a \left(\frac{RH}{100} \right)^b \quad (1)$$

$$f(RH) = c \left(1 - \frac{RH}{100}\right)^{-g} \quad (2)$$

$$f(RH) = \left[1 + a \left(\frac{RH}{100}\right)^b\right] \left[1 - \frac{1}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} + \arctan\left(1 \times 10^{24} \left\langle \frac{RH}{100} - \frac{d}{100} \right\rangle\right)\right)\right] + c \left(1 - \frac{RH}{100}\right)^{-g} \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} + \arctan\left(1 \times 10^{24} \left\langle \frac{RH}{100} - \frac{d}{100} \right\rangle\right)\right)\right] \quad (3)$$

$$\frac{1}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} + \arctan\left(1 \times 10^{24} \left\langle \frac{RH}{100} - \frac{d}{100} \right\rangle\right)\right) \quad (4)$$

南鳥島と北京での測定値にモデル式(1), (2), (3)を適用した結果とフィッティングパラメータをそれぞれ図2と表3に示す。モデル化された式は、高湿度(90%以上)での振る舞いで差があるものの南鳥島、北京の事例ともに測定値と良く一致していることが分かる。

測定値から湿度特性を考慮したエアロゾル光学モデルを作成し、全球エアロゾル輸送モデル Model of aerosol species in the global atmosphere (MASINGAR) (Tanaka et al., 2003)¹¹⁾に組み込むためには測定値からのgrowth factor $f(RH)$ から粒径 r を基準としたgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ にモデル化を行う必要がある。ここでは、南鳥島の事例から海塩モデルとしてモデル(1)と(2)を組み合わせたモデル(3)を採用し測定結果を反映したgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ のモデル化を行った。また、北京の事例からは高湿度状態(95%以上)でgrowth factor $f(RH)$ がより高く表現されエアロゾルの急成長を表現しているモデル(2)を採用し、ダスト(黄砂)のgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ へのモデル化を行った。測定結果を反映した海塩(SS)モデル(OPAC: Hess et al., 1998)⁴⁾とダスト(AD2)モデル(ADEC-2: Aoki et al., 2005)⁵⁾からモデル化したgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ を表4に示す。モデル化した海塩(SS)モデルは、過去にエアロゾル全球シミュレーションで使用されているSea saltモデル(Chin et al., 2002)と比べ湿度依存性の低いモデルとなった。

モデル化したgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ は、全球エアロゾル輸送モデル MASINGARに組み込めるようになっている。今後、モデル化された湿度特性をMASINGARに組み込み、従来の海塩(SS)モデルと今回開発した海塩(SS)モデルとの湿度依存性による放射強制力への影響評価を行う必要がある。また、新しくダスト(黄砂)モデルの湿度依存性がMASINGARに反映されることになるため、ダスト(黄砂)の湿度依存性も含めた放射強制力の影響評価が可能となる。

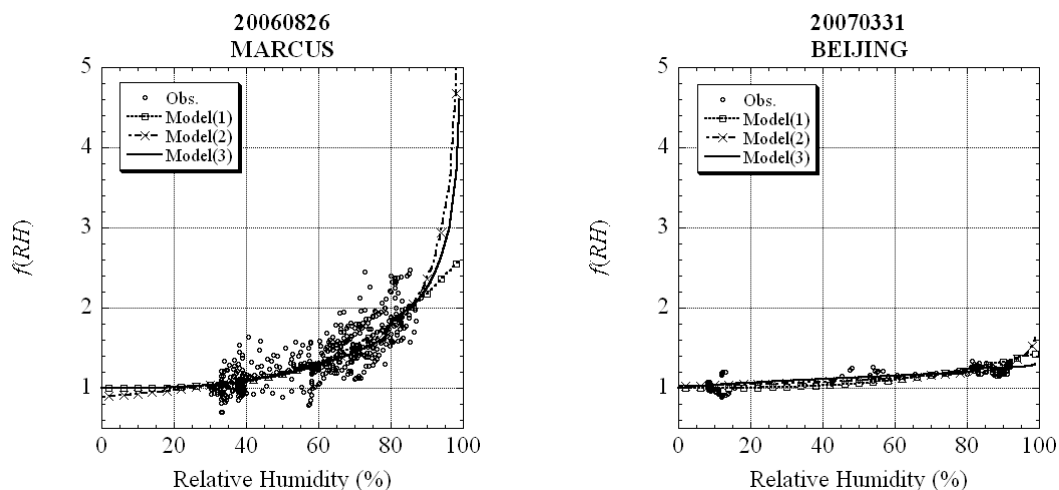


図2 測定値にモデル(1), (2), (3)を適用した結果

表3-1 フィッティングパラメーター (南鳥島)

	a	b	c	g	d
Model(1)	1.66	3.23	—	—	—
Model(2)	—	—	0.89	0.42	—
Model(3)	1.25	2.85	1.11	0.31	78.66

表3-2 フィッティングパラメーター (北京)

	a	b	c	g	d
Model(1)	0.44	2.85	—	—	—
Model(2)	—	—	1.02	0.10	—
Model(3)	0.23	0.75	1.21	0.02	78.07

表4 モデル化されたgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$

$RH(\%)$	0	50	70	80	90	95	99
SS-ACC	1.00	1.09	1.22	1.37	1.54	1.73	2.26
SS-COA	1.00	1.09	1.21	1.36	1.52	1.69	2.18
AD2-ACC	1.01	1.05	1.07	1.10	1.13	1.17	1.27
AD2-COA	1.01	1.04	1.06	1.08	1.12	1.15	1.23
Sea salt*	1.00	1.60	1.80	2.00	2.40	2.90	4.80

* Chin et al., 2002

5. 本研究により得られた成果

平成17～18年度にかけエアロゾルの光学特性測定システムの開発を行い、平成19年度は更なるシステム改良を行った。加湿器にナフィオンを採用することで、乾燥状態から湿度上昇時にスム

ーズに測定が行えるようにシステム改良することができた。

湿度特性の測定データの蓄積を行った。また、観測点毎に測定期間の後方流跡線解析を行うことで測定時の空気塊の起源を推定し、蓄積したデータの整理を行った。

相対湿度 $RH=80\%$ 時のgrowth factor $f(80\%)$ の測定結果と海塩 (SS) モデルとダスト (AD2) モデルとの比較を行った。南鳥島では $f(80\%)=1.85$ であり、この時のSS-ACCとSS-COA の $r_e/r_{e,dry}(80\%)$ はそれぞれ1.38, 1.37であった。この値は過去にエアロゾル全球シミュレーションで使用されていた $r_e/r_{e,dry}(80\%)=2.0$ と比べ値が小さい結果であった。宮古島では、中国大陸(中国北東部を経由)からの空気塊による測定結果より中国北東部と日本を経由した空気塊による測定結果の $f(80\%)$ 、 $r_e/r_{e,dry}(80\%)$ が大きくなる傾向が見られた。黄砂飛来時の測定例では、北京では $f(80\%)=1.25$ であった。また、黄砂飛来時のつくばでは $f(80\%)=1.24$ 、 $f(80\%)=1.04$ と黄砂飛来によって吸湿性が若干異なる結果であった。

後方流跡線解析から海洋性エアロゾルの測定結果であると考えられる2006年8月26日の南鳥島での測定値と黄砂飛来時2007年3月31日の北京での測定値からgrowth factor $f(RH)$ のモデル化を行った。モデル化した結果を海塩 (SS) モデルとダスト (AD2) モデルに反映させ粒径 r を基準としたgrowth factor $r_e/r_{e,dry}$ へのモデル化を行い、全球エアロゾル輸送モデル MASINGARに組み込めるようにした。これにより、全球エアロゾル輸送モデルMASINGARにおいて海洋性エアロゾルモデルの湿度特性の改善に貢献し、また、新たにダスト(黄砂)の湿度特性を考慮した放射収支計算を行うことが可能となった。

6. 引用文献

- 1) IPCC 2007, Climate Change 2007: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- 2) Draxler, R. R. and Rolph, G. D., 2003. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.
- 3) Rolph, G. D., 2003. Real-time Environmental Applications and Display sYstem (READY) Website (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.
- 4) Hess, M., P. Koepke, and I. Schult, 1998: Optical Properties of Aerosols and clouds: The software package OPAC, *Bull. Am. Met. Soc.*, **79**, 831-844.
- 5) Aoki, Te., T. Y. Tanaka, A. Uchiyama, M. Chiba, and M. Mikami, S. Yabuki, and J. R. Key, 2005: Sensitivity experiments of direct radiative forcing caused by mineral dust simulated with a chemical transport model. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **83A**, 315-331.
- 6) Chin, M., P. Ginoux, S. Kinne, O. Torres, B. Holben, B. N. Duncan, R. V. Martin, J. A. Logan, A. Higurashi, and T. Nakajima, 2002: Tropospheric aerosol optical thickness from the GOCART model and comparisons with satellite and sun photometer measurements. *J. Atmos. Sci.*, **59**, 461-483.

- 7) Li-Jones, X., H. B. Maring, and J. M. Prospero, 1998: Effect of relative humidity on light scattering by mineral dust as measured in the marine boundary layer over the tropical Atlantic Ocean, *J. Geophys. Res.*, **103**(D23), 31,113–31,121.
- 8) Carrico, C. M., M. J. Rood, and J. A. Ogren, 1998: Aerosol light scattering properties at Cape Grim, Tasmania, during the First Aerosol Characterization Experiment (ACE 1), *J. Geophys. Res.*, **103**(D13), 16,565–16,574.
- 9) Carrico, C. M., P. Kus, M. J. Rood, P. K. Quinn, and T. S. Bates, 2003: Mixtures of pollution, dust, sea salt, and volcanic aerosol during ACEAsia: Radiative properties as a function of relative humidity, *J. Geophys. Res.*, **108**(D23), 8650, doi:10.1029/2003JD003405.
- 10) Kotchenruther et al., 1999: Humidification factors for atmospheric aerosols off the mid-Atlantic coast of the United States, *J. Geophys. Res.*, **104**(D23), 2239–2251.
- 11) Tanaka, T. Y., K. Orito, T. T. Sekiyama, K. Shibata, M. Chiba and H. Tanaka, 2003: MASINGAR, a global tropospheric aerosol chemical transport model coupled with MRI/JMA98 GCM: Model description, *Papers in Meteorology and Geophysics*, **53**(4), 119–138.

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術誌)

- ① Uchiyama, A., A. Yamazaki, H. Togawa, J. Asano, and Guangyu Shi, 2005: Single scattering Albedo of Aeolian Dust as Inferred from Sky-radiometer and in situ Ground-based Measurement, *SOLA*, **1**, 209–212.
- ② Uchiyama, A., A. Yamazaki, K. Matsuse, and E. Kobayashi, 2007, Broadband shortwave calibration results for East Asian Regional Experiment 2005, *J. Geophys. Res.*, **112**, D22S34, doi:10.1029/2006JD008110.
- ③ Takamura, T., N. Sugimoto, A. Shimizu, A. Uchiyama, A. Yamazaki, K. Aoki, T. Nakajima, B. J. Sohn, and H. Takenaka, 2007, Aerosol radiative characteristics at Gosan, Korea, during the Atmospheric Brown Cloud East Asian Regional Experiment 2005, *J. Geophys. Res.*, **112**, D22S36, doi:10.1029/2007JD008506
- ④ Kudo, R., A. Uchiyama, A. Yamazaki, E. Kobayashi, and T. Nishizawa, 2009: Retrieval of aerosol single-scattering properties from Diffuse and Direct irradiances: Numerical studies, *J. Geophys. Res.* in press.

(2) 口頭発表

- ① 工藤玲、内山明博、山崎明宏、古林絵里子：日本気象学会2006年度春季大会（2006）「直達光・全天散乱光からのエアロゾル光学特性の推定」
- ② R. Kudo, A. Uchiyama, A. Yamazaki, E. Kobayashi, and T. Nishizawa: The 2nd Asian-Pacific Radiation Symposium (APRS2006), 2006, Development of an algorithm to retrieve aerosol optical properties from direct and global diffuse irradiances.

- ③ 内山明博、岡田菊夫、山崎明宏、古林絵里子、工藤玲、財前祐二、直江寛明、長谷川就一、Jost Heintzenberg：日本気象学会2006年度秋季大会（2006）
「エアロゾルの光吸収特性について」
 - ④ 山崎明宏、内山明博、古林絵里子、工藤玲：日本気象学会2006年度秋季大会（2006）
「ADEC スカイラジオメーターネットワークから得られた観測結果」
 - ⑤ 山崎明宏、内山明博、古林絵里子、工藤玲：日本気象学会2007年度春季大会（2007）
「エアロゾル散乱係数の湿度特性の測定」
 - ⑥ 工藤玲、内山明博、山崎明宏、古林絵里子：日本気象学会2007年度春季大会（2007）
「直達光・散乱光からのエアロゾルの光学特性の推定」
 - ⑦ 山崎明宏、内山明博、古林絵里子、工藤玲：日本気象学会2007年度秋季大会（2007）
「エアロゾル散乱係数の湿度特性の測定(2)」
 - ⑧ 工藤玲、内山明博、山崎明宏、古林絵里子：日本気象学会2007年度秋季大会（2007）
「Broad-Band放射計による可視・近赤外域の直達・散乱光からのエアロゾル光学特性の推定」
 - ⑨ 青木輝夫、田中泰宙、内山明博、保坂征宏、田中悦子、朽木勝幸、本吉弘岐、兒玉裕二：日本地球惑星科学連合2007年度合同大会（2007）
「大気エアロゾルの積雪面への沈着と気候への影響」
 - ⑩ 内山明博、山崎明宏、古林絵里子、工藤玲：日本気象学会2008年度春季大会（2008）
「Integrating Nephelometerの改造」
 - ⑪ 工藤玲、内山明博、山崎明宏、古林絵里子：日本気象学会2008年度春季大会（2008）
「地上放射観測から推定したエアロゾル光学特性と地上放射強制力」
- (3) 出願特許
なし
- (4) 受賞等
なし
- (5) 一般への公表・報道等
なし
- (6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について
なし