

「地球変動のメカニズム」

平成 12 年度採択研究代表者

中島 映至

(東京大学気候システム研究センター 教授)

## 「アジア域の広域大気汚染による大気粒子環境の変調について」

### 1. 研究実施の概要

本研究は APEX (Asian Atmospheric Particle Environmental Change Studies) と略称されるが、アジア域の人為起源エアロゾルによって、同地域の雲の場がどのように変化し、その結果、放射エネルギー収支と降雨効率がどのように変化するかを調査する。2001 年度は前年度までの準備のもとに、2001 年 4 月 1 日から 30 日まで奄美大島周辺で第 2 回 APEX 観測実験 (APEX-E2 実験) を実施した。この時期、国際全球大気化学研究 (IGAC) が組織するアジア域におけるエアロゾル特性実験 (ACE-Asia) が東アジアにおいて行われたので、この ACE-Asia にも貢献した。2001 年度の大部分は、これまで行った APEX-E1 実験と APEX-E2 実験の解析に費やされた。その結果、日本付近への大陸からの人為起源エアロゾルや黄砂エアロゾルの顕著な流入状況と、それに伴う雲の物理構造の変化を観測することができた。今後は、これらの現象を説明するために、エアロゾルと相互作用する雲モデルの作成に力を入れると同時に、より詳細な観測を行うための観測システム作りを行う予定である。

### 2. 研究実施内容

#### ・ APEX 仮想研究室の運用

APEX-E2 実験では、大気科学の研究分野では初めての試みとして、仮想研究室をインターネット上のウェブシステムによって立ち上げ、地上観測、航空機観測、衛星観測、数値モデリング結果を、研究者が随時、掲載することのできる観測支援システムを運用した。その結果、APEX-E1 と E2 観測実験において、APEX 研究グループのみならず、ACE-Asia に参加する世界の広範な研究者が APEX 仮想研究室を訪れ、APEX の研究成果や観測結果を閲覧することができた。その結果、エアロゾルがどのように流入してくるかの予報結果を参考にしながら、奄美大島の観測サイトや鹿児島空港を基地とした観測航空機の運用を効率良く行うことができた。また、観測データを即座に掲載することによって、異なる場所にいる多数の研究者が観測データの質を同時に検討することができた。

#### ・ アジア大陸からのエアロゾルの流入

このような APEX 観測実験で得られたデータは現在、解析中であるが、すでにおもしろい現象がいくつか見いだされている。まず、東シナ海と日本周辺は多種のエアロゾルが混在している複雑な

状態にあることが明らかになった。すなわち、土壌粒子である黄砂エアロゾルや人為起源の硫酸塩エアロゾル、有機炭素性エアロゾルが移動性の高低気圧によって大陸から運ばれており、気流の状態によって、卓越する組成が著しく変化する。例えば、奄美大島と長崎県を例に取っても、硫酸塩エアロゾルの卓越する北経路の気流と、遠くは東南アジアからの起源も見られる有機炭素性エアロゾルが卓越する南経路の気流が、それぞれの場所を訪れることによって、これらの比較的近い距離に位置する場所においてもエアロゾル組成が異なることがわかった(図)。これらのエアロゾルによって雲がどのように活性化するかも、北と南ではメカニズムが大きく異なることが示唆された。

- ・ エアロゾルと雲研究の新しいテクノロジー

このような観測とデータ解析を可能にしたのは、APEX の各研究班の努力によるところが大きい。地上班は奄美大島に大気放射と化学特性を同時に観測できるユニークなサイトを確立した。アクティブセンサー班では、世界的にも最先端にある雲レーダーとライダーの同時観測システムを確立した。航空機班は、これも世界的に最先端にある低過飽和雲核計を作成した。衛星リモートセンシング班は、航空機観測にあわせて準リアルタイムで衛星画像を処理して、エアロゾルと雲の物理構造を抽出するアルゴリズムと解析システムを確立した。そしてモデル班では、現場データを良く再現することのできるエアロゾル輸送モデルを開発することができた。これらの新しいテクノロジーの組み合わせによって、新たな角度からエアロゾルと雲の相互作用現象を捕らえることができるようになった。

- ・ これらの研究成果を議論するために、2001年9月26日から28日まで第4回 APEX 国際ワークショップを開催した。海外からの研究者を含めて60余名の参加者があり、活発な議論を展開することができた。

- ・ 今後の課題

APEX が目的としている人為起源エアロゾルが引き起こす放射強制力と降雨効率のアジア域における変化を得るために、今後、エアロゾルと相互作用する雲のモデリングに力を入れる予定である。すでにモデルのプロトタイプは完成している。また、すでに確立した新しいテクノロジーによって観測と解析をより多く蓄積することが大事であると考えている。

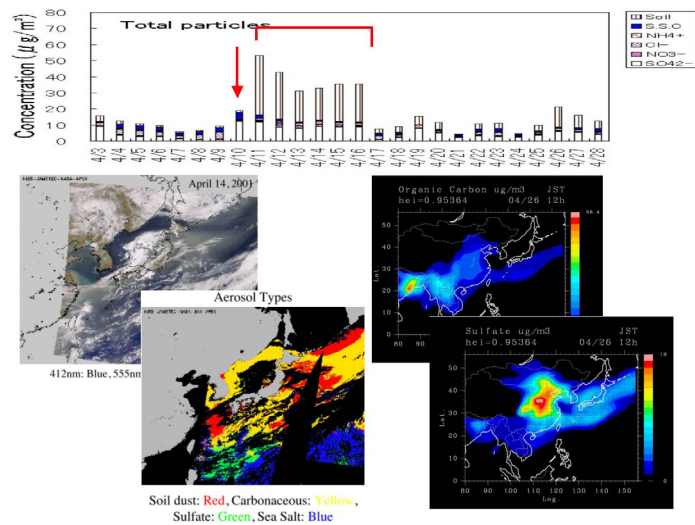


図:2001年4月に奄美大島で観測されたエアロゾル組成の時系列。4月10日に硫酸塩を多く含むエアロゾルが流入するのを先駆けにして、その後11日から16日まで黄砂現象が発生している。4月15日の衛星画像を解析してみると黄砂エアロゾル(左下の図で黄色で示す)が大陸沿岸の広範囲を覆っている様子がわかる。この時、同時に硫酸塩エアロゾル(緑色)や炭素性エアロゾル(黄色)も混在していることがわかる。このようなエアロゾルの混在状態は数値モデルによっても予測される。右中央と右下の図はそれぞれ炭素性エアロゾルと硫酸塩エアロゾルのモデルによって再現された4月26日の分布図である。北回りと南回りのルートがあることがわかる。

### 3. 研究実施体制

#### (1) 航空機観測グループ(リーダー:内山 明博)

①内山 明博(気象庁気象研究所、室長)

②研究項目

“航空機観測によってエアロゾル前駆物質、エアロゾル、雲核、雲粒子、および放射場の関係を調査する”

#### (2) アクティブセンサーグループ(リーダー:岡本 創)

①岡本 創(東北大学大気海洋センター、助教授)

②研究項目

“雲レーダーとライダーによってエアロゾルと雲の鉛直方向の物理構造を調査する”

#### (3) 地上観測グループ(リーダー:高村 民雄)

①高村 民雄(千葉大学環境リモートセンシング研究センター、教授)

②研究項目

“地上におけるエアロゾル前駆物質、エアロゾル、雲、放射場の連続観測を行い、これらの場の関係を調査する”

(4) 衛星リモートセンシンググループ(リーダー:中島 孝)

①中島 孝(宇宙開発事業団地球観測利用研究センター、開発部員)

②研究項目

“衛星リモートセンシングによって広域におけるエアロゾルと雲場の構造を調査する”

(5) 大規模気候モデリンググループ(リーダー:鶴野 伊津志)

①鶴野 伊津志(九州大学応用力学研究所、教授)

②研究項目

“数値モデルによってエアロゾルと雲の生成メカニズムを再現することによって、人為起源エアロゾルによって放射強制力と降雨能率の変化を評価する”

4. 研究成果の発表

(1) 論文発表(年報に掲載し公開)

○ Masunaga, H., T.Y. Nakajima, T. Nakajima, M. Kachi, R. Oki, and S. Kuroda, 2002: Physical properties of maritime low clouds as retrieved by combined use of TRMM Microwave Imager and Visible/Infrared Scanner. I. Algorithm. *J. Geophys. Res.*, 107, AAC1/1-13.

○ Takemura, T., T. Nakajima, T. Nozawa, and K. Aoki, 2001: Simulation of Future Aerosol Distribution, Radiative Forcing, and Long-range Transport in East Asia. *J. Meteor. Soc. Japan*, 79, 1139-1155.

(2) 特許出願

国内出願 1件