

## 46-4 有機エアロゾルの地域規模・地球規模の気候影響に関する研究

独立行政法人国立環境研究所 畠山史郎 (hatashir@nies.go.jp)

### 1. 研究の目的

地球温暖化研究において、「エアロゾル、オゾン、SO<sub>x</sub>その他の物質が気候変化に及ぼす影響とその濃度の将来動向予測」の研究が、緊急に取り組むべき重要な課題のひとつとなっている。とりわけ、エアロゾルは地球・地域の気候を支配する放射収支に大きな影響を持っていることが知られているにも係わらず、温室効果ガスに比べて、その実態の解明が遅れている。

有機エアロゾルについては、地球温暖化の将来予測を行う上で現在必要とされる精度を満たすための情報とその信頼性が不足していること、ABCと呼ばれるアジアにかかる密度の高いヘイズが主に有機エアロゾルによって構成されており、このヘイズについては生成機構、広域空間分布と輸送過程、気候変動に与える影響など未知のことが非常に多く残されていること、の2点から考えて、ABCに含まれる有機エアロゾルを主要な研究対象として、有機エアロゾルの温暖化抑制効果を解明することにより、アジア地域を覆うヘイズについて生成機構、広域空間分布と輸送過程、気候変動に与える影響などを解明し、国際的な環境問題の解明に貢献するとともに、温暖化機構を精緻化することを目的とする。

### 2. 研究の方法

すべての研究について紹介するスペースがないのでここでは以下の3研究について紹介する。

エアロゾル輸送・生成・除去の全球モデルの開発とそれを用いて南アジア・東南アジア等アジア域に焦点をあてたシミュレーションの実行。

小笠原諸島父島におけるエアロゾル直接サンプリング、光散乱係数・吸収係数の光学的な測定、およびエアロゾル粒径分布の定点観測などによる西太平洋域における有機エアロゾルによる放射強制力の評価。

エアロゾルの測定にエアロゾル質量分析計(AMS)を用いて、サルフェートとナイトレートを中心とした大陸からのエアロゾルを、東シナ海上の島嶼において通年で観測し時間分解能の高いデータを得て、大陸起源エアロゾルの組成の変動を明らかにする研究。

### 3. 研究の成果

#### 3.1 南アジア・東南アジアのエアロゾル輸

#### 送・分布に関するモデル研究

すでに開発した、アジア地域を覆うヘイズ(主に有機エアロゾルなどの含炭素エアロゾル)についての広域空間分布と輸送過程を解明することを目的とした、人為、自然の種々のソースを持つエアロゾルの全球分布を予測するモデルを用いて、2001年2~4月にかけておこなわれたTRACE-P観測の期間に合わせて全球の化学輸送計算と仮想的な粒子群の輸送計算を行った。粒子群の計算は、黄砂粒子の排出源、中国沿岸部の排出源を想定して、広がりを持ったこれらの排出地帯通過の気塊が流れ場のシアーによりどのように変形されるかを1週間にわたりトレースした。全球輸送計算は、2001年2月20日00Z-3月31日10Zまで行った。流れ場はECMWFの2.5°x2.5°、鉛直23層(上端10hPa)である。輸送化学種は30、化学反応、移流拡散、乾性・湿性沈着等を含む。タイムステップは輸送30分、化学反応12秒である。

中国域では2001年3月に2度の高濃度エピソードのあった。3月1~8日と同20~22日を中心とする数日である。上海付近では18-21日まで連続して気圧傾度が小さく(南に高、北に低気圧)、3日分の人為汚染物質の滞留により高濃度が形成された。一方、すでに多くの報告があるように、北京等の北部の諸都市では、北方に中心を持つ強い低気圧に伴う強風から20日に発生した土壌粒子の巻き上げが主因となり高濃度となった。

SO<sub>2</sub>について上海での1か月分の観測と計算の比較を、上海および北京での観測TSPと計算SPMの比較をそれぞれ行った。SO<sub>2</sub>について、全球計算として定性的には観測の傾向によく追従していると考えられるが、濃度レベルが低い。大きな格子長(現状では、2.5x2.5度)による、解像度の低さが、(特に)排出源の近傍での濃度の再現に影響していると考えられる。また、排出源情報の検討も必要と考えている。湿性沈着の有無は随所で濃度レベルに影響を与えている。

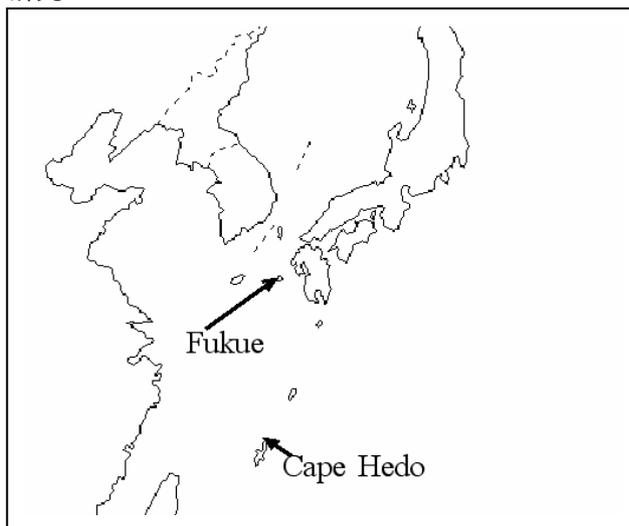
#### 3.2 有機エアロゾルの放射強制力に関する研究

父島の海拔240mの地点において大気エアロゾル中の黒色炭素濃度をAethalometerで、散乱係数をネフェロメータにより一時間の時間分解能で測定した。光学的深さはサンフォトメータにより、

エアロゾル粒子の個数濃度（粒径 $0.3\mu\text{m}$ 以上）は光学式パーティクルカウンター（OPC）により10分毎の積算値として測定した。2002年8月からは、粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の大気エアロゾルを10日の吸引時間でフィルター捕集し、多環芳香族炭化水素類（PAHs）等、有機物の測定を行っている。また、韓国済州島ハルラ山1100m地点、富士山頂、および八丈島において関連データを取得している。

H15年度は、父島において通年で測定している観測項目に加え、大気エアロゾルの光学的特性を得る際に懸案となっていた問題に主眼を置き、大陸からの汚染物質輸送が卓越する冬季(2004年2月9日～20日)に短期集中観測を実施した。地上の観測地点では、PSAPとAethalometerを同時運転、散乱係数の相対湿度依存性試験、インパクトによる粒径別エアロゾル組成観測等を実施した。また、シーロメータ（雲底高度計）をレーザーレーダの代替として用い、大気エアロゾルの対流圏下層における鉛直分布を連続的に測定した。また、寒冷前線通過後を狙って、ラジオゾンデによる上空の気温・相対湿度を集中的に観測した。この結果、寒冷前線通過時に顕著に捉えられたエアロゾル輸送現象に対して、取得した散乱係数・吸収係数といった光学的特性のデータに対する湿度補正、上空のエアロゾル分布・湿度分布等の放射伝達計算に必要なデータをセットで測定することができた。

### 3.3 エアロゾルの化学的性状の観測に関する研究



地球温暖化の将来予測に欠かせないエアロゾルの変動や、南アジア東南アジア地域から輸送される有機物を中心としたエアロゾル（ABC）の輸送経路などを明らかにするため、AMS（エアロゾル質量分析計）を導入した。AMSでは飛行時間

分析により粒径分布を、四重極質量分析計によりエアロゾルの化学成分を分析できる。

平成14年度にはAMSを国立環境研究所で調整したあと、平成15年3月中旬から長崎県福江島（左図参照）においてエアロゾルの野外観測を行った。目視でも高濃度ヘイズが観測された平成15年3月25日から27日にかけて硫酸塩、硝酸塩、有機エアロゾルのいずれも大きく増加した。各化学成分の粒径分布は似ており、内部混合していたと推定される。平成15年度は4～5月には継続して福江島でエアロゾルの観測を行った。エアロゾル中の主な成分は硫酸と有機物であった。流跡線解析によると有機物に対し硫酸の割合が高いときには気塊は中国大陸から、有機物の割合が高いときには韓国あるいは日本から気塊が飛来していた。平成15年10月からは沖縄辺戸岬（左図参照）にある国設酸性雨観測所においてエアロゾルの通年観測を開始した。10月には頻繁に高濃度の硫酸が観測された。辺戸岬は福江島から約650km南方に位置するが高濃度硫酸塩を含むエアロゾルが飛来していることがわかった。有機物と硫酸の重量濃度比を計算したところ1以下の場合が多かった。また硫酸に対するアンモニアの等量濃度比を計算したところ0.5以下の期間が頻繁に見られた。AMSで観測されるエアロゾル（主としてAccumulation mode）では硫酸が卓越していることがわかった。現在も沖縄における観測を継続している。

### 4. 今後の課題

本研究ではエアロゾルに関する多くの観測データが得られており、得られた観測結果を総合的に解釈するための化学輸送モデルの高度化も着々と進行している。平成15年度は平成13年に行われたTRACE-P観測のデータを用いて比較を行ったが、満足できる再現性を示した。今後本研究で得られたフィールドデータの解析を中心にして、研究を進め、統合的にまとめることが求められている。

### 5. 成果文献

S. Hatakeyama, et al., 2004: Aerial measurement of air pollutants and aerosols during March 20–22, 2001, over the East China Sea, *J. Geophys. Res.*, **109**, D13304, doi:10.1029/2003JD004271.

T. Miyoshi, et al., 2004: Aerosol Size and Composition Measurements in Fukue Island Using an Aerosol Mass Spectrometer, *Proc. 16th Int'l Conf. Nucleation and Atmos. Aerosols*, edited by M. Kasahara and M. Kulmala, Kyoto University Press, Kyoto, pp827-830.