

「地球変動のメカニズム」  
平成10年度採択研究代表者

植松 光夫

(東京大学海洋研究所 助教授)

## 「海洋大気エアロゾル組成の変動と影響予測」

### 1. 研究実施の概要

大気エアロゾルの直接的・間接的冷却効果は温室効果気体による温暖化効果と相殺する可能性が示唆されている。しかし、その化学組成、濃度、粒子数などの時空間的変動が大きく、地球規模での気候への影響評価の見積りには過大な不確定要素が伴う。大気からの降下物質は、生物活動に影響し、生物起源のエアロゾル発生量や炭素固定量を増減する。地球表面積の約7割を占める海洋において、エアロゾルの主要成分である海塩、鉱物、硫酸塩、硝酸塩、炭素質粒子が対流圏大気組成の決定や気候変化と大きくかかわっている。

北太平洋は自然起源と人為起源エアロゾルが混在し、その変質過程が顕著に現れる特徴ある重要な海域である。この北太平洋上での観測が優位に推進できる我が国を中心に地球表層における陸、大気、海洋間を生成、循環、消滅するエアロゾルの物理、化学的特性と生物地球化学的循環の変化を把握することが目的である。

現在、日本周辺域の北緯25度から北緯45度までに存在する4つの島に大気エアロゾル観測点を設置する準備を進めている。また陸上観測の不可能な海域における観測として平成11年度の北太平洋における海洋大気エアロゾルの観測は6回の研究航海、計160日間を越えた。すでに各海域でのエアロゾルの化学組成の特徴や有機エアロゾルの日周変動や海塩粒子と有機エアロゾルが同様の挙動を示しているなど、今までの観測手法ではつかめなかったエアロゾルの振る舞いが明らかにされつつある。

無人海洋大気観測艇本体は計画通りに進水した。平成12年度には観測装置を搭載し、浜名湖、遠州灘での航行テストを行う予定である。長期間にわたってエアロゾルの各化学成分濃度の時間変動を伴う地理的分布を明らかにし、モデルによる再現、そして人為起源物質の増大が危惧されている西部北太平洋地域での大気環境変動の将来予測するという目標に近づきつつある。

### 2. 研究実施内容

本研究ではアジア大陸から北太平洋西部海域への陸起源エアロゾルの輸送を中心とする海洋大気エアロゾル組成の長期観測とエアロゾルのプロセス研究を中心とし

た集中観測にわけて行う。平成11年度は船舶での海洋大気エアロゾルの観測と試料採取に重点を置き、地上観測網の設置の準備を進めた。

観測測定グループ：東大海洋研は資環研、気象研、東京理科大のグループとともに父島での夏の集中観測、凌風丸、「みらい」、白鳳丸、淡青丸航海で計160日間を越える海洋大気観測と試料採取を行ってきた。その中で、海域による化学組成の違いから、陸起源の影響を強く受けている日本海、海洋生物からの生物起源エアロゾルが予想以上に大きかったオホーツク海、陸の影響が大きいと予想されていた冬季間の北太平洋北西部が極めて清浄大気であったことなど、本戦略研究での一連の観測により初めて明らかになりつつある。また有機エアロゾルの日周変動や海塩粒子と有機エアロゾルが同様の挙動を示しているなど、今までの観測手法ではつかめなかったエアロゾルの振る舞いがみえてきた。北大では海洋大気エアロゾルの有機化合物の粒径分布を精確に出すために多段式のMOUDI Samplerでの採取に焦点を絞ってサンプリングを行っている。船上での新しい観測手法として東京理科大のカイツーン（係留気球）によるエアロゾルの鉛直分布の測定も成功した。東京商船大を中心とするライダーグループの黄砂情報は、国際的にも高い評価を受け、注目されているが、これからの我々の集中観測に不可欠なものである。地上観測点である利尻島、佐渡島、八丈島、父島は平成12年の秋頃、立ち上げることを目標に装置の調整、現地視察、使用許可申請などを進めている。

海洋研では微量金属測定のためのクリーンルームを立ち上げ、黄砂に含まれている約30元素の溶出実験から3つの溶出パターンを導き出した。兵庫教育大は降水の分析データから従来にはなかった手法でいろいろな発生源情報を引き出すという成果を着実にあげ、全国の学校降水採取ネットワークの準備を進めている。名大STE研は乗鞍で行っている山岳観測（積雪試料の解析も含め）と我々の海洋観測と連携をもって共同研究を進める計画である。

モデル化グループ：九大応力研は新しいモデルの開発、特にACE-Asia集中観測に向けて予報モデルに取り組んでいる。また今まで得られた船舶観測データとモデルによる比較や解析も進行中である。94年の一年間、モデルを走らせた結果、八丈島、父島を含む日本全体で硫酸塩濃度は、共通した時間変動をする時期もあるというこれからの野外観測に貴重な情報も得つつある。

観測機器開発グループ：観測艇本体が完成した。窒素酸化物、硫黄酸化物の高感度測定装置の試作品が完成した。リアルタイムエアロゾル元素分析装置は基本設計が終了した。平成12年度は航行テスト、機器搭載し、日本近海でのテストを進める。

ACE-Asiaでの集中観測は2001年春、2003年春に予定されている。2000年6月には日本のグループでpre ACE-Asiaの「みらい」航海を予定してい

る。2001年4月にはNOAAの観測船、NCARの航空機C-130が約一ヶ月間西部北太平洋を中心に観測を行う。この時期に地上観測網として中国（香港を含む）、台湾、韓国、日本での観測点が従来のサンプリングよりも時間分解能をあげてサンプリングを行う。中国内陸のZhenbeitai観測点、韓国の済州島がスーパーサイトとしてその中心となる。

日本においても集中観測可能なスーパーサイトを検討中であるが、国際共同観測に必要な十分なスペース、電源、周辺の環境を満たすことはかなり困難である。船舶による観測は4月は日本の研究船白鳳丸や「みらい」がドック入りのため、合同での観測は難しいが、2001年3月に淡青丸航海、5月に予定されている「みらい」航海の公募にACE-Asiaの航海を提案する。これは日本の航空機観測が同様に5月に計画されていることから、日米の船舶、航空機観測で4月、5月のアジア大陸からの吹き出しをカバーできるものとして期待できる。

### 3. 主な研究成果の発表（論文発表）

植松光夫「大陸起源エアロゾルの海洋への影響 —物質循環に関連して—」エアロゾル研究, 14, 209-213 (1999).

成川正広・河村公隆・竹内延夫・中島映至, 「東南アジアで採取された粒径別エアロゾル試料中の低分子ジカルボン酸の組成」, *Researches in Organic Geochemistry*, 14, 11-18, (1999).

長田和雄・木戸瑞佳・飯田肇・矢吹裕伯・幸島司郎・川田邦夫・中尾正義, 「立山・室堂平の春季積雪に含まれる化学成分の深度分布」, *雪氷*, 62, 3-14, (2000).

松永壮・河村公隆・中塚武・大河内直彦, 「室内実験による不飽和脂肪酸からの低分子ジカルボン酸の光化学的生成（予報）」, *Researches in Organic Geochemistry*, 14, 19-26, (1999).

Uematsu, M., Kinoshita, K. and Nojiri, Y., "Scavenging of insoluble particles from the marine atmosphere over the sub-Arctic North Pacific" , *Journal of Atmospheric Chemistry*, 35, 151-164, (2000).

Uematsu, M. and Arimoto, R., "The East Asian/North Pacific Regional Experiment(APARE)" , *IGACTivities Newsletter*, No. 20, 2-3, (2000).

Nakajima, T., Higurashi, A., Aoki, K., Endoh, T., Fukusihma, H., Toratani, M., Mitomi, Y., Michell, B.G. and Frouin, R., "Early phase analysis of OCTS radiance data for aerosol remote sensing", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 37, 1575-1585, (1999).

Kawamura, K., "Organic composition of the aerosols in the arctic troposphere", In (ed. M. Fukuda): *Special Reports on the Regional Studies of North-East Eurasia and North Pacific in Hokkaido University*, 39-47, (1999).

Kawamura, K. and Sakaguchi, F., "Molecular distributions of water soluble dicarboxylic acids in marine aerosols over the Pacific Ocean including tropics", *J. Geophys. Res.*, 104, 3501-3509, (1999).

Kawamura, K., Yokoyama, K., Fujii, Y. and Watanabe, O., "Implication of azelaic acid in a Greenland ice core for oceanic and atmospheric change in high latitudes", *Geophys. Res. Lett.*, 26, 871-874, (1999).

Ohkouchi, N., Kawamura, K., Kawahata, H. and Okada, H., "Depth ranges of alkenone production in the Central Pacific Ocean", *Global Biogeochemical Cycles*, 13, 695-704, (1999).

Narukawa, M., Kawamura, K., Takeuchi, N. and T. Nakajima, "Distribution of dicarboxylic acids and carbon isotopic compositions in aerosols from 1997 Indonesian forest fires", *Geophys. Res. Lett.*, 26, 3101-3104, (1999).

Matsunaga, S., Kawamura, K., Yamamoto, Y., Azuma, N., Fujii, Y. and Motoyama, H., "Seasonal changes of low molecular weight dicarboxylic acids in snow samples from Dome-Fuji", *Antarctica, Polar Meteorology and Glaciology*, 13, 53-63, (1999).

Watanabe, O., Fujii, Y., Kamiyama, K., Motoyama, H., Furukawa, T., Igarashi, M., Kohno, M., Kanamori, S., Kanamori, N., Ageta, Y., Nakawo, M., Tanaka, H., Satow, K., Shoji, H., Kawamura, K., Motoba, S. and Shimada, W., "Basic analyses of Dome Fuji deep ice core. Part 1: Stable oxygen and hydrogen isotope ratios, major chemical compositions and dust concentration", *Polar Meteorology and Glaciology*, 13, 83-89, (1999).

Ohkouchi, N., Kawamura, K. and Kawahata, H., "Distributions of three- to seven-ring polynuclear aromatic hydrocarbons on the deep sea floor in the Central Pacific", *Environmental Sci. & Technol.*, 33, 3086-3090, (1999).

Ohkouchi, N., Kawamura, K., Takemoto, N., Ikehara, M. and Nakatsuka, T., "Implication of carbon isotope ratios of C<sub>31</sub> alkane and C<sub>37</sub> alkenes from the sources of organic matter in the Southern Ocean surface sediments", *Geophys. Res. Lett.*, 27, 233-236.

Ikehara, M., Kawamura, K., Ohkouchi, N., Murayama, M., Nakamura, T. and Taira, A., "Variations of terrestrial input and marine productivity in the Southern Ocean (48° S) during the last two deglaciations", *Paleoceanography*, 15, 170-180, (2000).