

「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、鉄物、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。そのために、日本周辺域の島上に大気エアロゾル観測点を設置し、また船舶や無人海洋大気観測艇を用いて陸上観測の不可能な海域における観測網を展開する。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東アジア地域での大気環境変動の将来予測することが目的である。

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。

観測網は陸起源物質の発生源であるアジア大陸周辺から北太平洋中央部への経度方向への観測点の設置とアジア大陸北部を中心とする自然起源とアジア大陸中南部からの人為起源物質の発生源の違いを考慮した緯度方向の観測点を設置が考えられる。本研究では、現在環境庁を進められている東アジア酸性雨モニタリングネットワークの観測点での共同観測を念頭に緯度方向の4観測点（利尻島、佐渡島、八

丈島、小笠原諸島)の設置を検討している。4 観測点のうち八丈島を除く各測点では、オゾンを始めとする温暖化原因気体成分の測定が行われている。それに加えて、エアロゾル採取、観測装置の設置を関係官庁の承諾を得て進める予定である。

測定項目は気象要素(風向、風速、気圧、気温)、炭素質エアロゾル(有機炭素態、無機炭素態)は PM2.5 エアロゾルについて 2~6 時間毎の自動計測を行う。主要水溶性無機イオンや微量金属については新たに開発する 2.5 ミクロン(もしくは 1 ミクロン)を境として 2 段粒径別に一週間毎の風向風速による制限付き自動フィルター交換ハイボリュームサンプリングを基本測定観測とする。国際共同研究プロジェクトである IGBP/IGAC/ACE-Asia(Aerosol Characterization Experiment)の Science and Implementation Plan で提唱されている Improve Sampler によって得られる分析結果との比較検討を行う。

近年、有機炭素態エアロゾルの放射への寄与の評価に注目が集まっている。一方、元素状炭素(またはスス、黒色炭素)はエアロゾルの中でも太陽放射を吸収するという他のエアロゾルとは逆の性質を有している。元素状炭素の発生源は化石燃料の燃焼と森林火災であり、それ自身は不溶性であり、化学的性質は安定していると考えられる。このような性質を利用すれば、大気中での人為起源物質の拡散、海底堆積物中の分布などから大気降下物量や大気循環を推定することが可能になる。

また、鉱物粒子については粒径、組成、他の化学成分との混合状態、粒子濃度によって、放射強制力が正にも負にもなるとされている。微量元素については、アジア大陸乾燥地帯の発生地による鉱物粒子中の各元素含有量の違い、人為起源の指標となる元素による同定が流跡線解析といかに調和的なのか検証できる。特定微量元素の海洋への降下は海洋生物の消長に影響がある可能性がある。

これらの観測結果を基に、各成分の時間的変動、地理的変化、経年変化がそれぞれの発生源強度の変化、大気循環の変動による輸送パターンの変化、降水などの除去などを含めてモデル解析する。また海洋への大気からの各成分の降下量の推定と分布図の作成を行う。長期の観測はその輸送パターンが平均化された形で描き出されることが期待できる。

集中観測時には、フィルター試料の採取頻度を増して、他の測定グループと同期させ時間分解能を高める。また Single particle analysis による粒径と組成の時間変化を測定する。これによって発生源、すなわち化学組成の異なるエアロゾルの輸送のずれや違い、輸送時のエアロゾルの変質過程の定量が可能となる。この集中観測時に船舶による観測も実施される予定である。船上観測で行われる測定項目について、共通した測定を地上観測網でも行う。

船自体からの排気などの影響を受けない環境下での船上観測は、陸上観測に比べ、観測点周辺域の発生源の影響、特に陸起源物質の影響の度合いが少なく、海洋表層

からあるいは表層への物質移動が的確に把握できる点に長所がある。また島自体の存在が降水量や気流の変化を招く場合があるが、その問題もなく、興味ある海域での観測が可能である。しかし、長期にわたる定点での時間変動の観測は困難であるので、従来の船上での観測、特に外洋域での研究は極めて少数の事例解析にとどまっている。そんな中で海洋大気の化学的研究の重要性は、地球規模の大気海洋間の物質循環、気候変化に与える影響の要因として高まる一方である。本研究はこういった状況下で船舶を用いた海洋大気測定観測を複数のグループで行い、また、新しく開発する無人海洋大気観測艇による観測をあわせて、多岐にわたる観測測定結果の総合解析を推し進める。

ACE-Asia での集中観測は 2001 年春、2003 年春に予定されている。日本では数多くの研究調査船が存在するが、複数のグループが公に乗船して、大気共同観測できるものは限られている。「みらい」は 2003 年までの中期計画が立てられている。白鳳丸は 1999 年 11 月に 2001 年から 3 年間の運行計画が話し合われる。また現在、韓国海洋研究所の研究船、韓国と中国を結ぶフェリーでの黄海上での大気観測が計画されている。米国においては NOAA の研究船の利用が提案されているが、その決定は一年前の 2000 年まで待たねばならない。もし、複数の船舶が同時期に異なる海域で連動して観測を行う場合、測定装置の相互検定、あるいは同一装置の複数の搭載が不可欠となる。日本で船舶を大気観測用として独自に特定海域において一定期間、操船を希望する場合、船舶の借り上げを検討する必要も考慮しなければならない。

3. 主な研究成果の発表（論文発表）

○Uematsu, M., "Distribution and characterization of Asian aerosols over the western North Pacific region" Global Environmental Research, 2, 39-45, (1998).

他 2 件