

【基盤研究(S)】

総合・新領域系(複合新領域)



研究課題名 東アジア・北太平洋における有機エアロゾルの組成・起源・変質と吸湿特性の解明

北海道大学・低温科学研究所・教授 かわむらきみか
河村 公隆

研究分野: 環境学、環境動態解析

キーワード: 大気環境変動、有機エアロゾル

【研究の背景・目的】

エアロゾルは、太陽光を吸収・反射するとともに、凝結核(CCN)として雲形成に関与することから、気候システムを構成する重要な要素である。大気中には揮発性有機物(VOC)とともに粒子状有機物が広く存在する。直径 $1\ \mu\text{m}$ 以下の微小粒子には有機物が濃集し、そのエアロゾル質量に占める割合は最大で 70% にも達する。これらは、一部が化石燃料の燃焼など一次発生源から直接放出されるが、大部分は人為・自然起源の VOC が大気中で酸化反応を受けることにより二次的に生成する。有機エアロゾルは吸湿性に富むことから高い CCN 活性を示し、雲の形成に重要な役割を果たしている可能性が高い。

本研究では、人間活動の影響を強く受ける東アジアとその風下域である西部北太平洋の大気エアロゾルに着目し、その組成を分子・放射性/安定炭素同位体・イオンレベルで明らかにする。特に有機エアロゾルに焦点をあて、その生成・起源・変質を評価する。また、エアロゾル粒子が持つ吸湿特性に着目し、その吸湿成長・CCN 能の変遷を、父島で取得した 20 年分のエアロゾル試料で評価する。

【研究の方法】

中国の内陸および沿岸域、東京・札幌、海洋などでエアロゾル試料の採取を行い、その無機・有機物組成の解析からエアロゾル化学組成の空間マップを作成する。済州島・父島でのエアロゾル組成の長期変動から、西部北太平洋エアロゾルの 10 年スケールの組成変動解析をおこなう。GC、GC/MS法を駆使して、水溶性有機物から(低分子ジカルボン酸、イソプレネン・モノテルペン酸化生成物など)、ホパノイド炭化水素・多環芳香族炭化水素など非水溶性有機物に至るまで多種類の有機化合物を測定する。また、光化学反応、石炭および石油の燃焼、バイオマス燃焼、および、植生のトレーサーとして有機分子を使い、異なる地域において様々な発生源からの有機エアロゾルへの寄与を評価する。バイオマーカーの安定炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)を測定することにより、C3、C4植物からの寄与、起源域の推定(熱帯にはC4植物が多い)を行い、安定水素同位体比(δD)の測定から植生の起源域の推定(水循環により高緯度の植物ほど δD 値は低い)を行う。GC/IRMSによりシュウ酸の $\delta^{13}\text{C}$ を測定し、大気酸化能力やエアロゾルのエイジングを評価する。

エアロゾル中には未同定の極性有機化合物が数多く存在する。TOF型高分解能質量分析計によりそれ

らの構造解析を行い、新たな起源・光化学反応トレーサの開発を行う。エアロゾル中の放射性炭素(^{14}C)の測定を実施する。

【期待される成果と意義】

従来のエアロゾル研究は、無機成分や黒色炭素が中心であったが、本研究では有機物を分子レベルで取り扱うことにより、東アジアとその影響を強く受ける北太平洋におけるエアロゾルの組成、起源、変質過程を詳細に明らかにできる。また、エアロゾルの吸湿特性を測定することにより、エアロゾルが雲形成・気候変動に及ぼす影響を評価できる。これまでの研究では、エアロゾルの化学特性と物理特性の研究は別々に実施されてきたが、本研究では両者を統合することによって、包括的研究を展開できる。

エアロゾルの吸湿成長・水蒸気凝結特性の研究を、人間活動の影響を強く受ける北太平洋域で展開することにより、海洋エアロゾルの雲生成能の過去 20 年間にわたる変遷を検証できる。本研究は、人間活動が東アジア・北太平洋の大気環境をどう変えているか、その大気化学(科学)像を明確に描き出すとともに、有機エアロゾルの組成・吸湿特性情報を放射モデル研究者に提供し、エアロゾルの気候影響に関する将来予測をより確かなものにできる意義がある。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Kawamura K., H. Kasukabe and L. A. Barrie, Secondary formation of water-soluble organic acids and α -dicarbonyls and their contributions to total carbon and water-soluble organic carbon: Photochemical aging of organic aerosols in the Arctic spring, *J. Geophys. Res.*, 115, D21306, doi: 10.1029/2010D014299, 2010.
Jung J., Y. J. Kim, S. G. Aggarwal, K. Kawamura, Hygroscopic property of water-soluble organic-enriched aerosols in Ulaanbaatar, Mongolia during the cold winter of 2007, *Atmos. Environ.* 45, 2722-2729, 2011.

【研究期間と研究経費】

平成 24 年度 - 28 年度
167,900 千円

【ホームページ等】

<http://environ.lowtem.hokudai.ac.jp/index.htm>
kawamura@hokudai.ac.jp