



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the origin of atmospheric water-soluble organic aerosols at the high-altitude observatory, Réunion island in the tropical Indian Ocean [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Simu, Sharmine Akter
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第14764号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85771
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	SIMU_Akter_Sharmine_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士（環境科学）

氏名 Simu Sharmine Akter

審査委員	主査	教授	力石嘉人
	副査	教授	鈴木光次
	副査	准教授	亀山宗彦
	副査	助教	宮崎雄三
	副査	准教授	岩本洋子

(広島大学大学院統合生命科学研究科)

学位論文題名

Study on the origin of atmospheric water-soluble organic aerosols
at the high-altitude observatory, Réunion island in the tropical Indian Ocean
(熱帯インド洋レユニオン島の高高度観測所における
大気水溶性有機エアロゾルの起源に関する研究)

大気微小エアロゾル（浮遊微粒子）は、太陽の光を効果的に散乱・吸収することで気温の変化をもたらす、また雲粒ができる際の核（雲凝結核・氷晶核）になることで雲の量や降水過程に影響を与えるなど、気候変動に重要な役割を果たす。なかでも有機物は微小エアロゾルに最大80～90%の割合で含まれ、海洋表層は全球的にも大気有機エアロゾルの主要な生成源であると考えられている。特に陸域からの人為起源の影響が小さい外洋域では海洋生物活動に由来する有機物がエアロゾル質量に大きく寄与すると考えられている。とりわけ熱帯インド洋は、全球的に見ても海洋基礎生産量が大きいため、大気への有機物の供給が大きいことが期待される。しかしながら現状の気候モデルでは、特に熱帯海洋上からの有機エアロゾルやその生成前駆物質の放出量を過小評価している。これは、この海域における有機エアロゾルと関連パラメータの時空間観測データが乏しいため有機物の起源・生成過程に関する理解が不足していることに起因し、海洋表層から大気への有機物の放出量は気候影響評価において最も不確かな因子の一つと考えられている。

本研究では熱帯インド洋上での有機エアロゾルの起源と生成過程を明らかにするため、国際プロジェクトにおいてインド洋南西部レユニオン島のマイド高高度観測所にて連続的に取得された大気試料を用い、雲生成に関与するサブミクロンエアロゾル粒子の水溶性有機物と関連パラメータの測定を行った。大気試料の採取においては、昼夜と夜間で取得する試料を切り替え、それぞれ海洋大気境界層内の条件下と自由対流圏内の条件下での大気エアロゾル試料と定義した。また、約2ヶ月半の試料取得期間を雨季（2018年3月15日–4月23日）と乾季（2018年4月24日–5月24日）に分類した。

申請者はまず、水蒸気の混合比や数種類の気象パラメータの測定結果から、本研究における大気境界層（昼間）と自由対流圏（夜間）、および雨季と乾季の定義が妥当であることを

示した。さらに人工衛星や観測点の気象データ等から雨季は海洋基礎生産が高く、海洋表層からの大気の鉛直輸送が活発であることを示した上で、乾季と比べエアロゾル有機炭素の濃度が高い観測事実と関連付けた。

この結果を踏まえ、申請者は雨季に有機物がサブミクロン粒子中の水溶性エアロゾルの主要な割合（平均45%）を占めることを見出した。一方、乾季には硫酸塩が支配的（平均77%）であり、これらの多くはレユニオン島の火山噴火に由来することが示唆されたが、火山噴火は水溶性有機エアロゾルの起源としては重要でないことを示した。水溶性有機炭素の安定炭素同位体比から、雨季には海洋大気境界層および自由対流圏の両条件下において、エアロゾル有機炭素の質量には海洋起源の寄与が平均約70%を占めることが示唆された。一方、乾季では海洋起源と陸域起源が水溶性有機炭素の質量に同程度寄与していることが示された。さらに、これら水溶性有機炭素エアロゾルの季節による支配的な起源の大きな変化は、後方流跡線（FLEXPART）解析による起源推定の結果と整合的であることを示した。

さらなる詳細な起源推定のため、Positive Matrix Factorization法を用いた統計解析から、海洋境界層と自由対流圏とともに、雨季には海洋起源の二次生成がエアロゾル水溶性有機炭素の大部分（～70%）を占めることを示した。また、乾季に海洋起源と陸上起源の寄与が同程度である結果は、安定炭素同位体比および後方流跡線解析の結果と整合的であることが示された。このように本研究は、海洋基礎生産が多く鉛直輸送が活発な対象海域の雨季において、海洋表層に由来する水溶性有機物の二次生成が自由対流圏下部の高度域に至るまで、有機エアロゾルの生成過程として重要であることを実大気観測から初めて明らかにした。

現状の気候モデルでは、清浄な海洋大気の有機物量を表現する際、海洋から大気への放出は主に海水飛沫による一次生成粒子のみが考慮されており、二次生成はほとんど考慮されていない。本研究で示唆された自由対流圏にまで影響が及ぶ海洋からの有機エアロゾルの二次生成プロセスの重要性に関する知見は、エアロゾル粒子の光学特性や雲生成など微物理特性を正しく理解し、対象海域での気候影響を評価する上で重要である。本研究は将来的な気候影響を高い精度で予測する上で、海洋から生成する大気エアロゾルに関する新たな知見を与えるなど、地球科学における重要性を評価でき、関連研究の発展性が期待できるものである。大学院博士課程における研究スキルの習得や修得単位等もあわせ、審査委員一同は申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。