

磯の香りの成分が 地球環境に与える影響を探る

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

海岸沿いの散歩道で感じる“磯の香り”は硫化ジメチル(DMS)という化学物質であり、海水中の微生物により生成される。DMSは大気中に気体として放出された後の酸化反応により硫酸塩エアロゾルへと形を変え、最終的には雲の核として働く。地球の表面積の7割を占める海洋から放出されるDMSに由来する雲が全球的な気候に影響を及ぼす可能性が示唆されているが、DMSの放出量や雲の形成効率は明らかではない。また、海水由来の粒子(海塩粒子)に含まれる硫黄化合物が大気へ放出される可能性があるが、それに関しては全く考慮されていない。一方で、海塩粒子も雲の核として働くが、有機物に覆われることによりその機能は大きく変化する。さらに、海塩粒子上の有機物が雲の形成能力に与える影響も未知数である。そこで本研究では、プロトン移動反応質量分析計(PTR-MS)を用いて、海水および海塩粒子に含まれるDMSの定量評価を、海塩粒子のどの部分(粒子表面や内部)にDMSや有機物が含まれているか走査型透過X線顕微鏡(STXM)を用いて解析し、磯の香りの成分が地球環境に与える影響評価に挑んだ。

■ 活動内容

1. 粒径を分けた海洋エアロゾルの試料採取

海洋エアロゾルは白鳳丸の研究航海 KH-14-6 及び KH-17-3 次航海において、粒径を7分画して採取した。エアサンプラーは船のコンパスデッキ(最上部)に設置した。低バックグラウンドかつ多成分同時分析が可能なフィルターが独自開発され、南北太平洋の航海において試料を採取した(図1)。

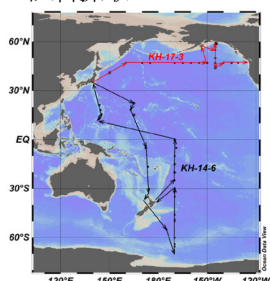


図1 試料採取海域

2. STXMによる粒子中の有機炭素と有機硫黄の解析

STXMはシンクロtronから発せられる白色光(様々な波長の光を含む)から単色化したX線を用いた顕微鏡である。STXMは空間分布(～20 nm)が高く、電子顕微鏡に比べて試料損壊の影響が小さいため、有機物などの電子に弱い物質の観察及び構造解析に最適である。しかし、環境化学への応用はまだ限られており、米国Advanced Light Sourceおよび高エネルギー加速器研究機構がその中心となっている。本研究ではこれらの研究施設が所有する

STXMを用いて、世界で初めてエアロゾルから還元型硫黄を検出するとともに、それらの硫黄を覆うように脂肪酸や脂肪酸硫酸塩の被膜が存在していたことを見出した(図2)。本来、酸化環境である地球大気では還元型硫黄は容易に酸化される。しかし、粒子表面の有機被膜が酸化剤を消費することにより、内部の還元型硫黄が酸化されずに保存されている可能性が示唆された。

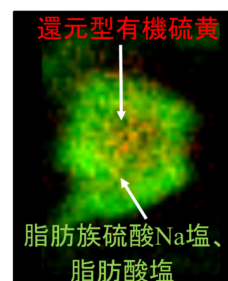


図2 海塩粒子中の有機物の分布

3. PTR-MSによる海水および粒子中のDMSの分析

PTR-MSはヒドロニウムイオン($\text{H}_2\text{O}^+\text{H}^+$)の H^+ の有機物への移動反応($\text{M}+\text{H}_2\text{O}^+\text{H}^+\rightarrow\text{MH}^++\text{H}_2\text{O}$)を用いて対象物質をイオン化し、その生成イオンを質量分析計で検出する手法である。また、検出感度が高く、イオン化に際して断片化の影響も小さいため、様々な有機試料への応用が進んでいる。本発表では粒子の加熱や海水のバブリングによる溶存ガスの抽出法とPTR-MSを組み合わせた実験を行った。これらの実験から質量数が63と91の有機物の存在を確認した。一方、質量数91のシグナルは海水データには見られず、大気中の二次生成の可能性はある(図3)。

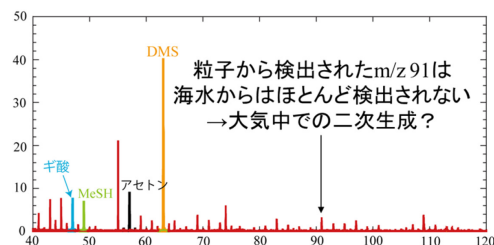


図3 海水中のVOCの質量スペクトル

4. DMSや海水が地球環境に与える影響

海水や粒子から硫黄化合物の検出に成功した。こうした硫黄化合物の一部が大気に放出され、酸化反応を経ることで、新たな雲凝結核を形成する可能性がある。これは、現在、ガスとして大気に放出される有機硫黄化合物から見積もられているよりも多くの雲を形成することを示唆する。今後は粒子中の硫黄化合物を含めた議論が必要であることが本研究の結果から明らかとなった。

代表発表者 坂田 昂平(さかた こうへい)
所属 国立研究開発法人国立環境研究所
地球環境研究センター 地球大気化学研究室
問合せ先 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2
TEL: 029-850-2762 FAX: 029-850-2579
sakata.kohei@nies.go.jp

■キーワード: (1) 有機硫黄化合物
(2) 走査型透過X線顕微鏡(STXM)
(3) 陽子移動反応質量分析計(PTR-MS)
■共同研究者: 谷本浩志(国立環境研究所)
猪俣敏(国立環境研究所)
高橋嘉夫(東京大学)
武市泰男(高エネルギー加速器研究機構)
大森裕子(筑波大学)
坂口綾(筑波大学)
メアリー K. ジルス(ローレンス・バークレー国立研究所)