

海しぶきで大気に舞う有機物の化学組成は著しく変化する

～海洋の微生物が大気を通して気候変動へ与える影響の解明に期待～

ポイント

- ・寒冷域の海洋上で、海しぶきによって海水から大気へ移行する有機物の直接観測に成功。
- ・海水中より大気中の方が、生物学的に分解されにくい有機物が顕著に多いことを発見。
- ・海洋の微生物活動の変化が気候に与える影響を予測するための新たな知見として期待。

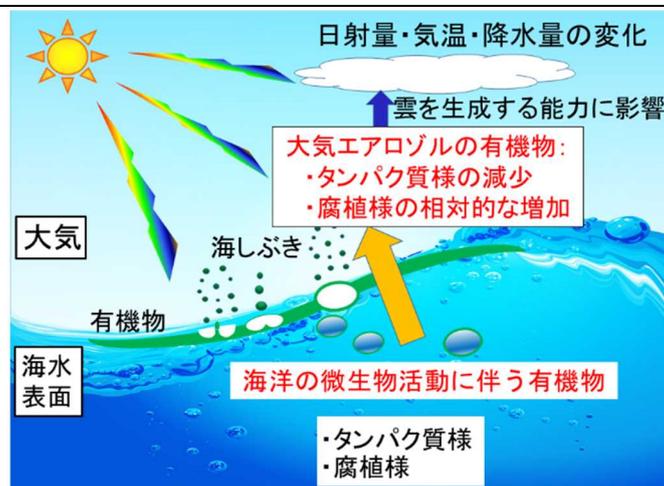
概要

北海道大学低温科学研究所の宮崎雄三助教らの研究グループは、西部北太平洋での船舶による大気と海水の同時観測から、海しぶきによって海水から大気への微粒子（エアロゾル）へ移行する有機物に著しい組成の変化が起きていることを発見しました。

大気エアロゾルは太陽光を散乱・吸収するほか、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します。エアロゾルには有機物が最大 80～90%含まれ、その組成は雲生成の促進・抑制を決定づけると考えられています。特に地球の表面積の約 7 割を占める海洋の表面では、微生物の活動に伴う有機物が海しぶきにより大気へ放出され、エアロゾル粒子の組成に影響すると考えられています。しかし、大気と海洋の境界における有機物の情報はこれまでほとんど得られておらず、海水中の有機物が大気の組成にどのように影響しているかはまだよく理解されていませんでした。

研究グループが海しぶきと海水の組成を比較測定した結果、海水中と比べ、大気エアロゾル中では生物学的に分解されやすい有機物（タンパク質様）よりも分解されにくい有機物（腐植様*1）が著しく多く存在していることを発見しました。これは海洋から大気へ移行する間に、タンパク質様の有機物が著しく分解されている、もしくは腐植様の有機物が大気で多く生成していることを示唆します。

本成果は、温暖化等による海洋表層の微生物の量、組成、活性の変化が、有機物の大気への放出を通して雲の生成に影響することで起こる将来的な気候影響を精度よく評価する上で、重要な知見となることが期待されます。なお、本研究結果は、英国時間 2018 年 10 月 5 日（金）公開の Scientific Reports 誌に掲載されました。



本研究の成果の模式図

【背景】

大気に浮遊する微粒子（エアロゾル）は太陽光を散乱・吸収するほか、雲を生成する核として、雲の量や降水過程に影響を与えるなど、気候の変動に重要な役割を果たします。エアロゾルには有機物が最大 80～90%もの割合で含まれ、中でも海洋の表面から放出される有機物は、エアロゾルが核として雲を形成する上で重要であると考えられています。

地球の表面積の約 7 割を占める海洋の表面には、微生物の活動に伴う有機物が蓄積し、海しぶきにより大気へ放出される粒子の組成に影響すると考えられています。しかし海洋の表面から大気へ放出される有機物の情報は、測定の難しさもありこれまでほとんど得られておらず、海水中の有機物の組成が大気の組成に与える影響はほとんど理解されていません。

【研究手法】

学術研究船白鳳丸を用いて、植物プランクトンが増殖する直前の時期である初春（2015 年 3 月）に西部北太平洋親潮と沿岸親潮域において海水から大気へ移行する有機物の変化を捉えるため、大気と海水を同期させた観測を実施しました（図 1）。

海しぶきの同定には、海水起源を示すエアロゾル有機物の安定炭素同位体比と分子レベル指標の測定結果、海洋表面の風速からデータを抽出する独自の手法を用いました。さらに抽出した海しぶきであるエアロゾル試料と対応する海水試料を用い、蛍光分析法*²により生物学的に分解されやすい有機物（タンパク質様）と分解されにくい有機物（腐植様）の存在割合を、両試料について測定し、比較しました。

【研究成果】

海しぶきのエアロゾルと海水の組成の比較の結果、海水中と比べ、大気エアロゾル中ではタンパク質様の有機物よりも生物学的に分解されにくい腐植様の有機物が著しく多く（平均 163%）存在していることを見出しました（図 2）。さらにこの傾向は、エアロゾルの大きさによらず、どの試料でも起きていることが明らかになりました。これは半日から 1 日の間に、エアロゾルとして大気へ移行する有機物において、タンパク質様の有機物が著しく分解されること、もしくは腐植様の有機物が大気エアロゾル中でより多く生成することを示唆しています。

【今後への期待】

海洋表面で普遍的に発生する海しぶきによる、海洋から大気への移行過程での有機物の「選択的な」変化は、海洋大気エアロゾルの雲の生成能力を決定づける上で重要な役割を果たすと考えられます。特に本研究で明らかになった分解されにくい有機物は、雲の生成を抑制すると考えられています。本研究の成果は、温暖化等に起因する海洋表層の微生物の量、組成、活性の変化が、有機物の大気への放出を通して雲の生成に影響することによる将来的な気候影響、さらには日射量、気温の変化など、海洋へのフィードバックを高い精度で評価する上で重要な知見となることが期待されます。

論文情報

論文名 Chemical transfer of dissolved organic matter from surface seawater to sea spray water-soluble organic aerosol in the marine atmosphere (海洋大気における表層海水から海飛沫水溶性有機エアロゾルへの溶存態有機物の化学的転移)

著者名 宮崎雄三¹, 山下洋平², 川名華織^{3,4}, 立花英里¹, 鏡味沙良³, 持田陸宏^{3,5}, 鈴木光次², 西岡 純¹ (¹北海道大学低温科学研究所, ²北海道大学大学院地球環境科学研究院, ³名古屋大学大学院環境学研究科, ⁴東京工業大学物質理工学院, ⁵名古屋大学宇宙地球環境研究所)

雑誌名 Scientific Reports

DOI 10.1038/s41598-018-32864-7

公表日 英国時間 2018 年 10 月 5 日 (金) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 助教 宮崎雄三 (みやざきゆうぞう)

T E L 011-706-7448, 5503, 7358

F A X 011-706-7142

メール yuzom@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <http://yuzomiyazaki.webnode.jp/>

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)

T E L 011-706-2610

F A X 011-706-2092

メール kouhou@jimu.hokudai.ac.jp

【参考図】



図 1. 学術研究船白鳳丸から望む西部北太平洋 (左図), 船上デッキに設置された大気エアロゾル捕集装置 (右図)。

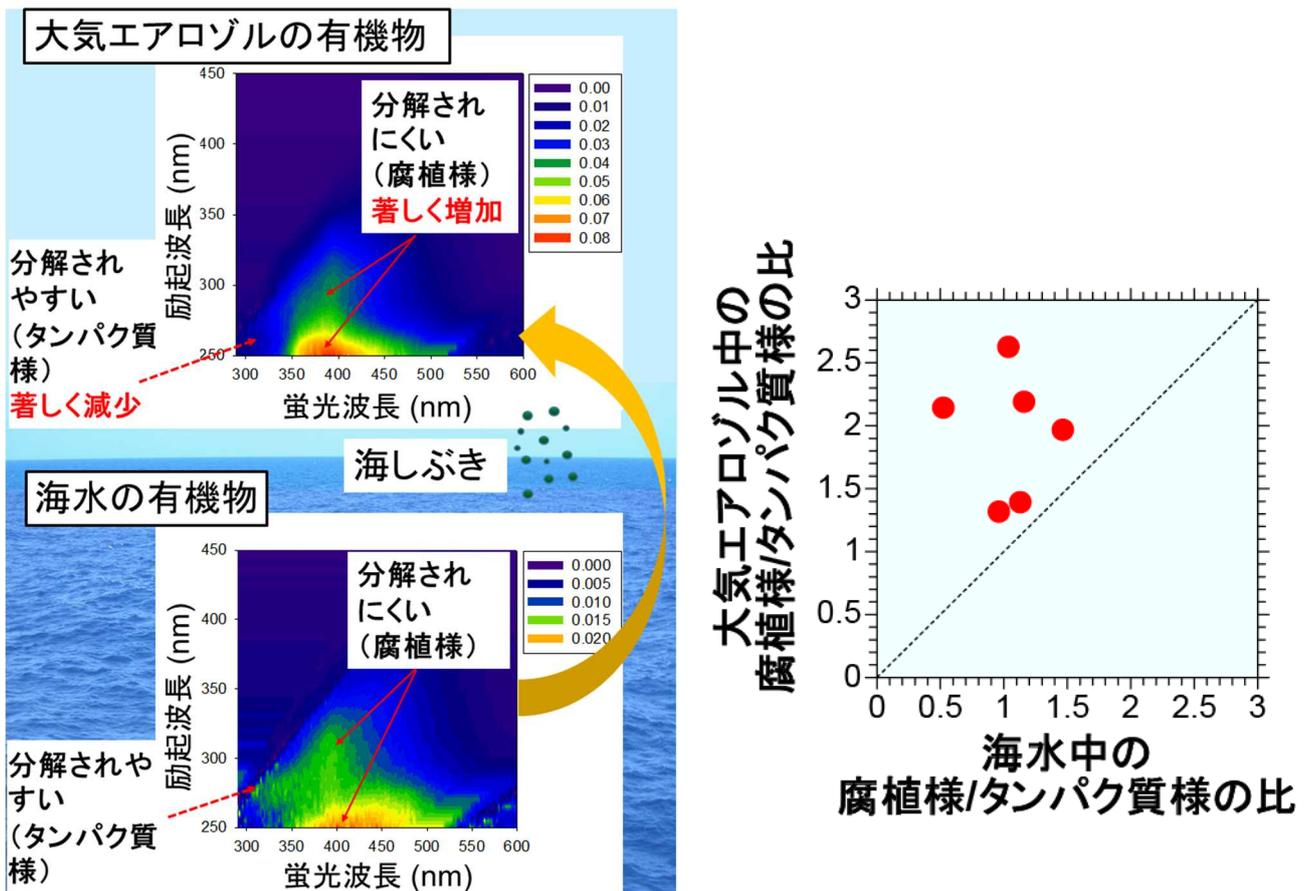


図 2. 蛍光分析によって得られた海水中と大気エアロゾル中の有機物の腐植様とタンパク質様のシグナル強度（左図）と、腐植様/タンパク質様のシグナル強度比の比較（右図）。海しぶきによって、海水中と比べ大気エアロゾル中ではタンパク質様の有機物よりも生物学的に分解されにくい腐植様の有機物として多く存在していることがわかる。

【用語解説】

- *1 腐植様有機物 … 生物遺骸などが微生物などによって分解される過程で形成された無定形な有機化合物群の総称。「～様」と表現されるのは、化学的に明確な特定の物質を示すわけではなく、蛍光特性の類似性など状況証拠から定義されるためである。本研究では、タンパク質様有機物との相対的な存在量が重要となっている。
- *2 蛍光分析法 … 溶存態有機物の化学的性質を調べるための方法の一つ。対象とする試料に光を照射すると（励起光）、試料中の分子が光を吸収した後、そのエネルギーの一部を光として放出する（蛍光）。この光の強度を波長ごとに測定することにより、試料の性質と濃度を調べることができる。光を出す分子種が比較的限られていることから、目的とする成分を選択的に検出できる。