

## 海洋微生物の「老い」が雲の生成を抑える

～雲の生成を制御する大気中の有機物量の指標として、海洋微生物の老化度を新たに提唱～

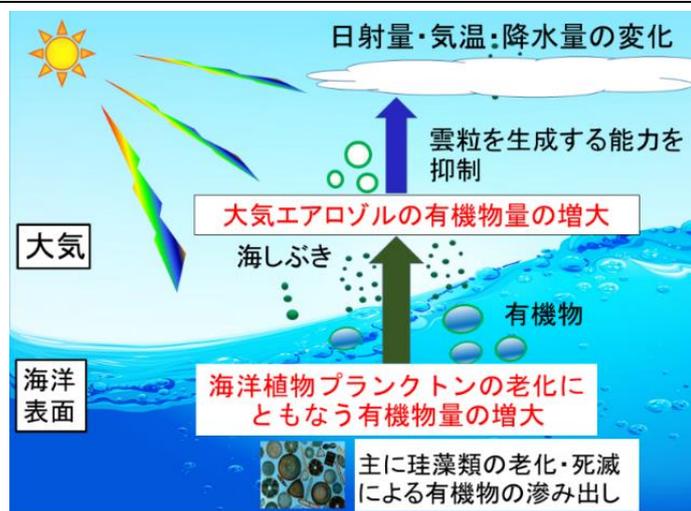
### ポイント

- ・海しぶきによって海から大気へ移行する有機物量を表す海洋微生物の指標を新たに提唱。
- ・海洋微生物の細胞老化とともに海水と大気中の有機物量が増大し、雲の生成を抑制することを発見。
- ・温暖化に伴う海洋の微生物活動の変化による気候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、同大学院地球環境科学研究所の鈴木光次教授らの研究グループは、亜寒帯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、海洋植物プランクトンの細胞老化が進むほど、海しぶきによって大気へ移行する有機物の量が増えることを明らかにし、大気エアロゾル（エアロゾル）がもつ雲粒の生成能力を抑制する可能性を初めて示しました。

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。エアロゾルに最大 80～90%含まれる有機物は雲生成の促進・抑制を決定づけ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ますが、海洋大気中の有機物量を支配する要因は明らかではありません。研究グループは海洋植物プランクトンの細胞「老化」に着目した指標を新たに用い、細胞老化が進むほど、海水中及び海しぶきとして大気へ放出される有機物の量が増えることを明らかにしました。さらにこの細胞老化に伴う大気エアロゾルの有機物量の増加は、雲の生成を「抑制」する可能性があることを見出しました。本成果は、温暖化等による海洋表層の植物プランクトンの活動度の変化が、大気への有機物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評価・予測する上で重要な知見となることが期待されます。なお、本研究成果は、2020年10月12日（月）公開の *Scientific Reports* 誌にオンライン掲載されました。



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、中でも地球の表面積の約 7 割を占める海洋表面には、微生物の活動に伴う有機物が蓄積しています。この有機物が海しぶきとして大気へ放出されるエアロゾルの量・組成や、その後の雲の形成に影響すると考えられています。したがって、気候変動の観点から、海洋上の大気に存在する有機物量と、その量を決定づける要因の理解が必要です。これまで地球規模での海洋上の大気エアロゾルが含む有機物量を気候モデルなどで表現する際、人工衛星で観測される海洋表層の光合成色素（クロロフィル  $a^{*1}$ ）濃度から植物プランクトンの現存量を推定し、その直上の大気エアロゾルの有機物量が推定されてきました。しかし、現場観測との比較結果などから、条件によっては必ずしもエアロゾルの有機物量を正確には推定できていないことがわかっており、海洋から大気へ移行する有機物量を決定づける要因の理解や、クロロフィル  $a$  に代わる、海洋大気有機物量を推定する新たな指標が求められています。

## 【研究手法】

学術研究船白鳳丸（海洋研究開発機構/東京大学大気海洋研究所）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、海水中の微生物活動と大気へ移行する有機物の関係及び雲粒の生成能力を測定するため、大気と表層海水の同時観測を実施しました。本研究は、海水中有機物の滲み（しみ）出し量が比較的大きくなる、植物プランクトン（特に珪藻類<sup>\*2</sup>）の細胞「老化」現象に着目しました。老化した植物プランクトン細胞において、クロロフィル  $a$  が酵素により分解されることで生成する「クロロフィリド  $a$ 」濃度とクロロフィル  $a$  濃度の相対比を細胞老化の指標として用い、海しぶきで大気へ放出されたエアロゾルの有機物量及び雲粒生成能力の測定結果とこの指標との比較を世界で初めて試みました。海しぶきの同定には、海水起源を示すエアロゾル中の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、及び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。

## 【研究成果】

海洋表層において、植物プランクトンの細胞老化の指標値が大きくなるほど、海しぶきとして大気に放出されたエアロゾルに含まれる有機物の量（海塩粒子<sup>\*3</sup>の指標であるナトリウムイオンに対する相対質量）が大きくなる明瞭な関係を見いだしました（図 1）。この関係性の発見により、本研究では珪藻類を中心とする植物プランクトンの老化が進むほど、表層海水中有機物の量が増え、海しぶきによって大気へ移行する有機物の量が増えることが観測データから初めて明らかになりました。これまで大気の観点からは着目されていなかった海水中のクロロフィリド  $a$  を用いた微生物細胞の老化指標が、大気有機物量を表す新たな指標として有用であることが示されました。さらに、この植物プランクトンの細胞老化に伴う大気有機物量の増加が、エアロゾルの雲粒生成能力を抑制する可能性があることが初めて明らかになりました（図 2）。

## 【今後への期待】

本研究の成果は、温暖化等に起因する海洋表層の植物プランクトンの量・組成・活動度の変化が、大気への有機物の放出を通して雲の生成量を変化させることで引き起こす日射量・気温・降水量の変化など、気候変動へ及ぼす影響を高い精度で評価し、海洋生態系へのフィードバックを予測する上で

重要な知見となることが期待されます。

### 論文情報

論文名	New index of organic mass enrichment in sea spray aerosols linked with senescent status in marine phytoplankton (海洋植物プランクトンの細胞老化に関係付けた海飛沫大気エアロゾル中の有機物量を表す新しい指標)
著者名	宮崎雄三 <sup>1</sup> , 鈴木光次 <sup>2</sup> , 立花英里 <sup>1</sup> , 山下洋平 <sup>2</sup> , Astrid Müller <sup>3</sup> , 川名華織 <sup>4</sup> , 西岡 純 <sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 北海道大学低温科学研究所, <sup>2</sup> 北海道大学大学院地球環境科学研究院, <sup>3</sup> 国立環境研究所, <sup>4</sup> 海洋研究開発機構)
雑誌名	Scientific Reports
DOI	10.1038/s41598-020-73718-5
公表日	2020年10月12日(月)(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 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】

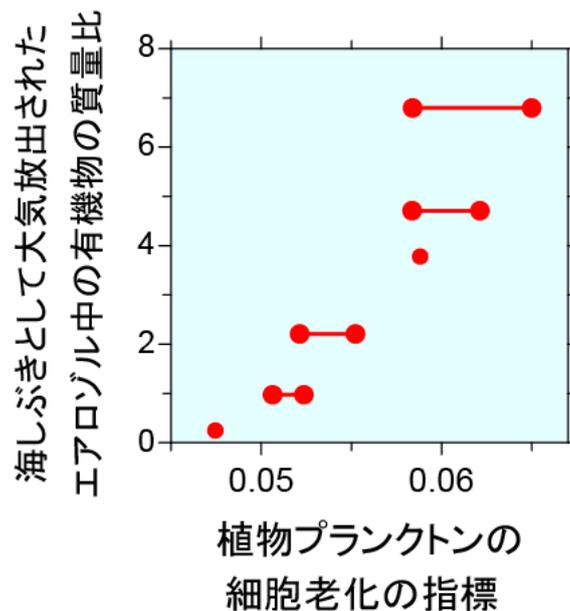


図 1.海しぶきとして大気に放出されたエアロゾル中の有機物の相対質量（縦軸）と植物プランクトンの細胞老化の指標（横軸）の関係。海水中の細胞老化が進む（指標の値が大きくなる）につれ、その直上の大気エアロゾルが含む有機物量が大きくなる。図中のデータ点を結んだ線は同じ大気試料での海水データの幅を示す。

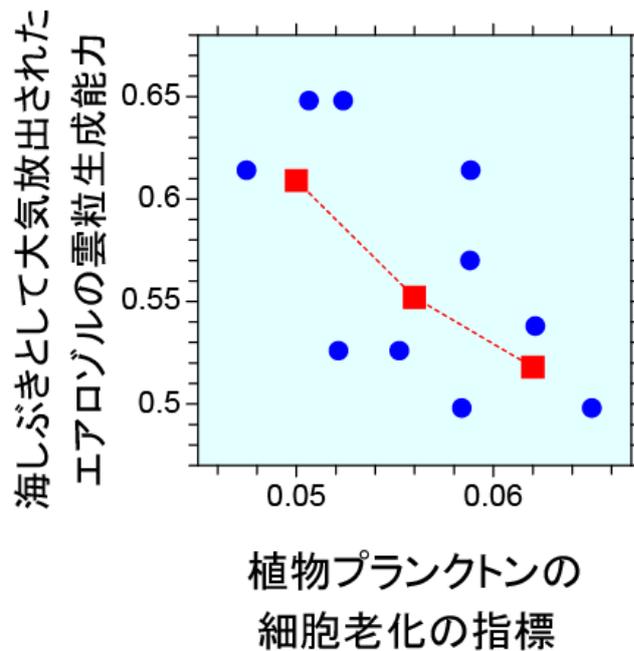


図 2.海しぶきとして大気に放出されたエアロゾルの雲粒生成能力を示すパラメータ（縦軸）と直下の海水中における植物プランクトンの細胞老化の指標（横軸）の関係。海水中の植物プランクトンの細胞老化が進む（横軸指標の値が大きくなる）につれ、対応するエアロゾルの雲粒の生成能力は低くなることがわかる。青い点は個別のデータ点、赤い四角は指標数値の範囲ごとの平均値を示す。

### 【用語解説】

- \*1 クロロフィル *a* … 植物プランクトン等の藻類や植物に含まれる主要光合成色素。海水中のクロロフィル *a* 濃度を測定することにより、海洋植物プランクトンの現存量を推定できる。
- \*2 珪藻類 … 珪酸質(ガラス)の硬い殻をもつ単細胞性の微細藻類。種類は多く、淡水から海水まで広く分布する。
- \*3 海塩粒子 … 海水に由来する大気エアロゾル。海上の風速が強い時に、直径 0.1 から 10  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  は 1 mm の千分の一) 程度の大きさの海しぶきとして大気中に放出される。