



冷温帯林の地表付近からの有機物放出が 雲の生成を抑える証拠を発見

研究成果のポイント

- ・ 気候の影響を受けやすい冷温帯林*¹で、大気エアロゾルの雲粒*²生成能力と森林植生との関係を通年で観測。
- ・ 土壌や落ち葉など地表付近からの有機物の放出が顕著な秋に、雲粒生成能力が抑制されていることを発見。
- ・ 陸上植生の種類や量の変化に伴う将来的な気候影響の理解・予測のための新たな知見として期待。

研究成果の概要

大気中の浮遊微粒子（エアロゾル）は雲の生成に大きな役割を果たしていますが、非常に多くの自然発生源をもちます。特に温暖化等の影響を受けやすい寒冷域の陸上生態系で発生する有機物は、雲の生成等を通して気候の変化に影響を与えるため、その起源や気候影響の理解が近年、特に重要視されています。冷温帯林の代表的な植生を有する北海道大学苫小牧研究林において長期的な大気観測を行った結果、大気エアロゾルが雲を生成する能力は、微粒子に含まれる硫酸塩と水溶性有機物の質量比によって制御されることが明らかになりました。雲の生成を促進する硫酸塩と比べ、有機物の存在割合が相対的に大きくなる秋に、この生成能力が最小となることを発見し、この季節に土壌や落ち葉など森林内の地表付近から大気へ放出される有機物がエアロゾルの雲粒生成能力を抑制する可能性を初めて示しました。

従来、大気に対する影響要因としては植物の葉から放出される有機物が主要であるとの考えが主流でしたが、雲粒の生成能力に対する地表付近の有機物の重要性を初めて指摘した本研究の成果は、温暖化等による植生・土地利用の変化に伴う将来的な気候への影響を精度よく予測する上で重要な知見となることを期待されます。

なお、本研究は科学研究費補助金基盤研究(B)及び低温科学研究所共同利用・共同研究拠点の助成を受けて実施されました。

論文発表の概要

研究論文名：Evidence of a reduction in cloud condensation nuclei activity of water-soluble aerosols caused by biogenic emissions in a cool-temperate forest（冷温帯林における生物由来の有機物放出によって水溶性エアロゾルの雲凝結核能が減少する証拠）

著者：Astrid Müller^{1,2}、宮崎雄三¹、立花英里¹、河村公隆³、日浦 勉⁴

（1. 北海道大学低温科学研究所, 2. 北海道大学大学院環境科学院, 3. 中部大学中部高等学術研究所,

4. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

公表雑誌 : Scientific Reports

公表日 : 英国時間 2017 年 8 月 16 日 (水) (オンライン公開)

研究成果の概要

(背景)

大気微小エアロゾル (直径 $1\mu\text{m}$ (マイクロメートル。1メートルの百万分の一) 以下の浮遊微粒子) 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、気候の変動に重要な役割を果たします。

なかでも微小エアロゾルに最大 80~90%もの割合で含まれる有機物は、生物由来成分が多いと考えられています。しかし、温暖化など気候変化の影響を受けやすい寒冷域において、植生由来の有機物の種類と量の違いがエアロゾルや雲の生成に与える影響については不明な点が多く、気候に影響する要素のなかでも最も不確かなものの一つと考えられています。

(研究手法)

冷温帯林で発生する有機物がエアロゾルの雲粒生成能力に与える影響を明らかにするため、北海道大学苫小牧研究林で2年以上にわたり、大気微小エアロゾルを約1週間ごとに石英繊維フィルター上に連続捕集しました (図 1)。これらの膨大な大気試料について、有機物を中心とする化学組成を測定しました。また、粒子を再発生させることによって、エアロゾルが持つ雲粒生成の能力を測定しました。さらには分子レベルでのエアロゾルの起源指標と化学組成、雲粒生成の能力を結びつけるユニークな研究手法を考案し、測定解析を行いました。

(研究成果)

大気観測を行った冷温帯林において、大気エアロゾルの雲粒生成能力を示すパラメーターは夏に最大、秋に最小となり、明瞭な季節変化を示すことが明らかになりました (図 2)。この雲粒生成の能力は、エアロゾルに含まれる硫酸塩と水溶性有機物の質量比によって制御され、雲の生成を促進する硫酸塩と比べ、有機物の存在割合が相対的に大きくなる秋に最小となることを見出しました。そして秋に、土壌や落ち葉など森林内の地表付近から放出される有機物がエアロゾルとなり、雲の生成能力を抑制する可能性を初めて示しました (図 3)。

従来は、森林における有機ガス・エアロゾルの主な放出源は樹木の葉であるとの考えが一般的でした。また、雲粒の核として働く硫酸エアロゾルの数が多いほど、雲粒数が増加すると考えられてきました。本研究ではこれらの常識を覆し、森林の中でも土壌や落ち葉など地表付近からの大気への有機物の放出が、エアロゾルの雲粒生成能力を制御する要因となりうることを提唱しました (図 4)。

(今後への期待)

近年、冷温帯を含む高緯度寒冷域の森林において、地表付近から大気へ放出される有機物の量は、条件によっては葉から放出される有機物と同程度であることが指摘されています。寒冷域における森林植生の種類の違い、特に土壌や落ち葉など地表付近から発生する有機物が雲の生成抑制に与える影響を把握するには、高緯度帯での他の森林での観測データも必要です。本研究の成果は、温暖化等に起因する高緯度帯の植生や土地利用の変化に伴う有機物の種類と量の変化が、雲の生成へ影響することで引き起こす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。

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)

TEL : 011-706-7448 FAX : 011-706-7142 E-mail : yuzom@lowtem.hokudai.ac.jp

ホームページ : <http://yuzomiyazaki.webnode.jp/>

【参考図】



図 1 : 北海道大学苫小牧研究林の観測タワー (左図), 設置された大気エアロゾル捕集装置 (右上図) 及び石英繊維フィルター上に捕集し茶褐色に着色した大気エアロゾル試料 (右下図)。

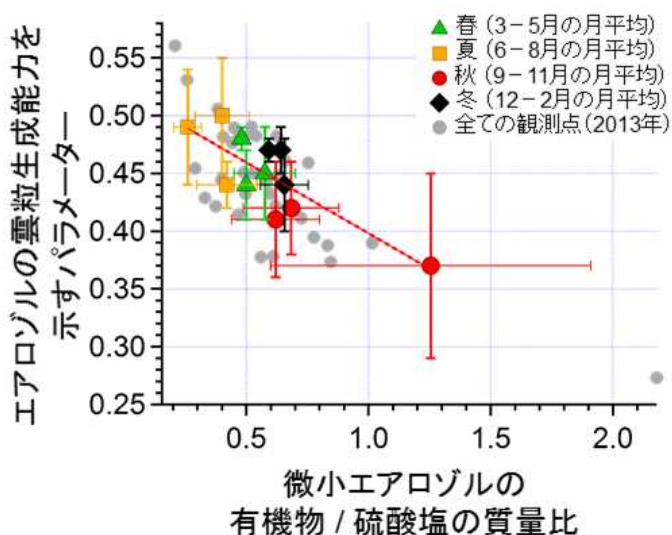


図 2 : 大気エアロゾルの雲粒生成能力を示すパラメーター (縦軸) とエアロゾルに含まれる有機物・硫酸塩の質量比 (横軸) の関係。硫酸塩に対する有機物の比が大きくなるにつれ、雲粒の生成能力は低くなり、この傾向は特に秋に顕著であることがわかる。

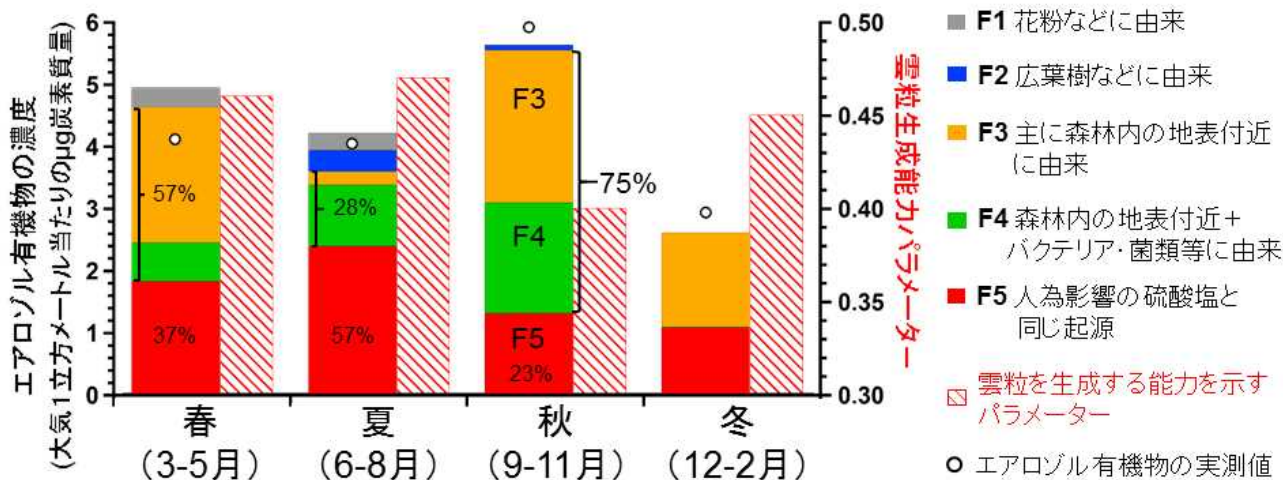


図 3：季節ごとのエアロゾルの有機物濃度（実測値；白丸）と分子レベルの指標で推定した有機物の起源の内訳（F1～F5）（共に左軸）と、雲粒の生成能力を示すパラメーター（右軸）。雲粒の生成能力が最小となる秋に、森林内の地表付近に由来する有機物（F3～F4）の割合が最大となることがわかる。

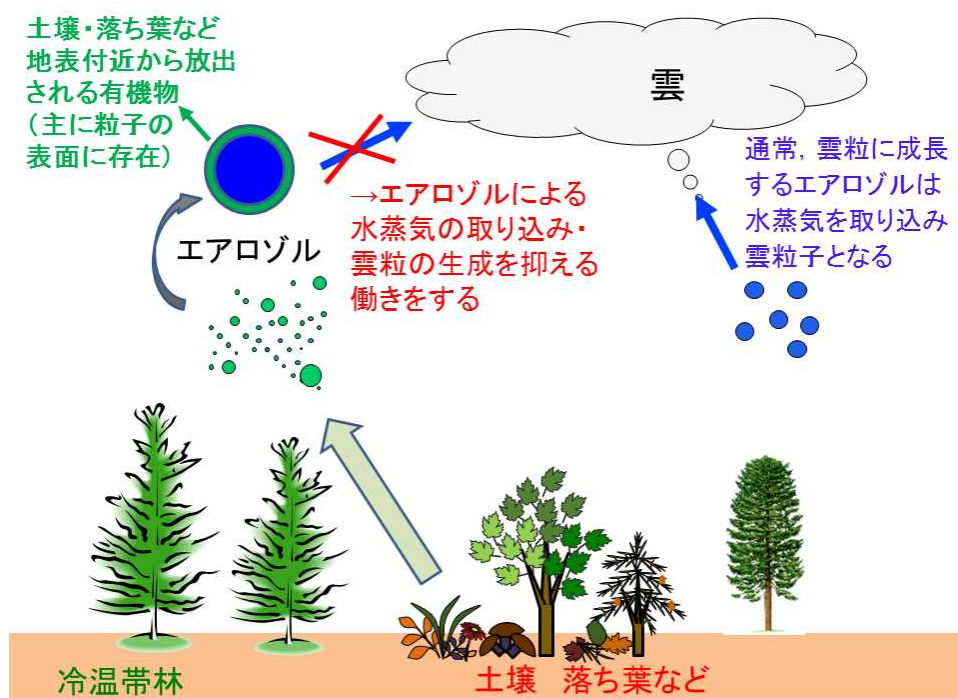


図 4：地表付近から大気へ放出される有機物が雲粒生成を抑制する可能性が示された，本研究の成果の模式図。緑色が有機物，青色が雲粒になりやすいエアロゾルを表す。エアロゾルのうち雲粒になりやすいものは，通常，水蒸気を取り込んで雲粒となるが，有機物がエアロゾルの表面を取り囲むことで，雲の生成を抑える働きをされると考えられる。

【用語解説】

- *1 冷温帯林 … 夏に緑の葉が茂り，冬に落葉する樹種によって代表される森林で，夏緑広葉樹林とも呼ばれる。代表的な植物群落としてはブナ林やナラ林があり，カエデ，ニレ，シナノキなどの樹木もこれに含まれ，しばしば針葉樹も生育する。

- *2 雲粒(うんりゅう，くもつぶ) … 雲を構成する個々の水滴や氷の結晶(氷晶)。