

20年間にわたる煤(すす)粒子の地表面沈着量の変遷を測定

ー 積雪汚染による気候影響の評価・予測計算を検証する新たな長期データを提供 ー

2020年3月18日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

国立大学法人 北海道大学

■ ポイント ■

- ・ 北海道札幌市と利尻島での“煤”粒子の地表面沈着量の20年間にわたる変遷を初めて解明
- ・ 2000～2001年の大量黄砂飛来時に、同時に大陸からの煤の輸送・沈着も増大した可能性を示唆
- ・ 気候モデルの沈着量検証データに短期間の観測による沈着量を使用することの問題点を提示

■ 概要 ■

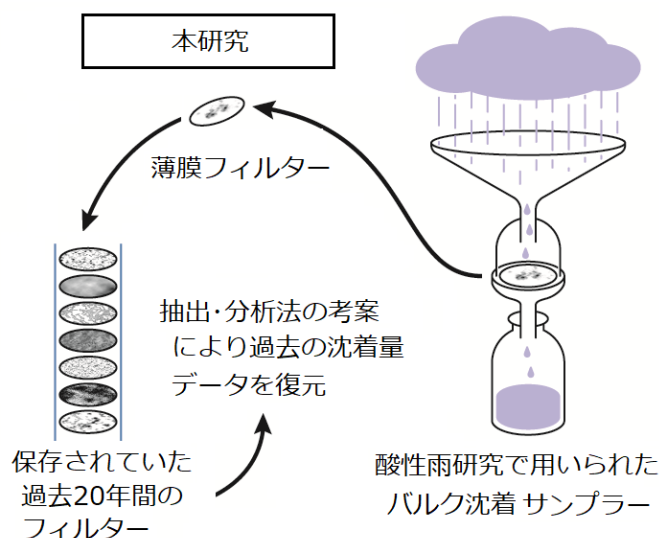
国立研究開発法人 産業技術総合研究所【理事長 中鉢 良治】(以下「産総研」という)環境管理研究部門【研究部門長 尾形 敦】大気環境動態評価研究グループ 兼保 直樹 研究グループ長と国立大学法人 北海道大学【総長 名和 豊春】大学院工学研究院 村尾 直人 准教授、北極域研究センター 安成 哲平 助教は、国立大学法人 山梨大学【学長 島田 眞路】大学院総合研究部 松本 潔 准教授、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構【理事長 田中 義克】環境科学研究センター 野口 泉 環境保全部長、山口 高志 研究主任、名古屋市環境科学調査センター【所長 中井 昇】環境科学室 池盛 文数 研究員と共同で、北海道札幌市と利尻島での元素状炭素(煤)粒子の地表面への沈着量の20年間の変遷を分析により初めて明らかにし、沈着量の年ごとの変化は非常に大きかったことを発見した。

今回、地方自治体の研究機関による酸性雨の研究で使用され長期間保存されていた薄膜フィルターに注目し、そこに捕集された煤の抽出・分析法を考案した。煤粒子の地表面への沈着量の20年間の変遷をみると、2000～2001年の黄砂の大量飛来時には、煤粒子の沈着量が大幅に増大しており、煤を含む大気汚染物質が国内の高緯度地域に黄砂と同時に大量に輸送されていた可能性が示唆された。

雪氷面に煤が沈着すると太陽光の反射率を低下させて熱収支を変化させ、気候に影響を与えるが、今回、煤粒子沈着量の年々変動が非常に大きかったことから、短期間の沈着量データのみ利用では気候モデルによる沈着量検証の際に問題が生じる可能性が提示された。

なお、本研究成果は、2020年3月18日(英国夏時間)に論文誌 *Scientific Reports* に掲載された。

_____は【用語の説明】参照



本研究の手法の概要図

■ 研究の背景 ■

煤粒子は化石燃料の燃焼や森林火災などの際の不完全燃焼で発生する。大気中に放出された煤が雪や氷の表面に落ちて黒く汚すと、太陽光の反射率が低下する(積雪汚染)。すると地表面が得る太陽エネルギー量が増加し、地表や地表付近の大気の温度が上がる。また、温度が上がり雪氷面が溶けると、反射率のより低い地面や海水面が露出して地表面の反射率をさらに下げる。このような煤による積雪汚染効果は気候影響問題の一つの要素として 1980 年代から指摘され、実態解明のため世界各地の雪氷圏で積雪表面や表層付近の雪を採取して煤の量を測定する”その場”観測が数多く行われてきた。

一方、中緯度域で得られた煤粒子の沈着量の長期連続データは、ヒマラヤ山脈やアルプス山脈などの氷河でボーリングにより採取された雪氷・アイスコア(円柱状の雪氷試料)の分析データが大部分であった。しかし、これらの採取地点は世界最大の煤の排出国となった中国の沿岸部からみて偏西風の風上側にあるので、煤粒子の風下への影響評価には適していない。また、煤粒子を含んだ雪や雨水が地表に到達するものを漏斗など直接採取する観測もあるが、これまでの連続観測期間は 3 年半が最長であった。

■ 研究の経緯 ■

わが国では 1970 年代半ばより、各地の自治体の環境研究機関による酸性雨研究のため降水が採取されてきた。初期には、降水を上向きの漏斗で集め、降水採取ビンにためていた。この漏斗と降水採取ビンの間には、土の粒子などを除去するための薄膜フィルターがセットされるが、降水の回収時にこのフィルターは通常捨てられていた。ところが、北海道環境科学研究センター(現北海道立総合研究機構)は、1980 年代から札幌市と利尻島での観測を続け、使用済みの薄膜フィルターを保存していた。煤粒子は地表面に到達すれば薄膜フィルターに捕集されるので、保存されていた薄膜フィルター上の煤の量を分析して、長期間にわたる過去の煤粒子沈着量データを解明することに初めて取り組んだ。



屋外に設置した沈着サンプラー

■研究の内容 ■

産総研では、薄膜フィルターから煤粒子を分析する方法を考案し、保存されていた薄膜フィルターに捕集されていた煤の量を分析した。札幌市で使用された薄膜フィルターのうち 1993 年～2012 年分の分析で得られた煤の地表面沈着量は年ごとに非常に大きく変動しており、特に 2000～2001 年の沈着量が大きかった。また、その 10 年後の 2010～2011 年には再びやや大きな沈着量が測定された（図 1）。

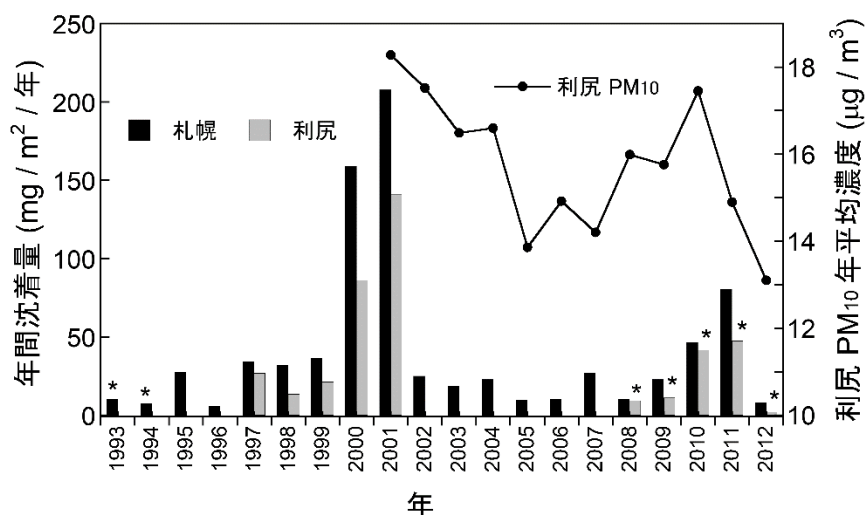


図 1 札幌市と利尻島の単位面積あたりの煤の年間沈着量

(*付きのデータは欠測月が含まれるため年間沈着量としては参考値)

偏西風帯にある日本の風上に位置し、煤の大発生源である中国の煤粒子発生量の経年変化は、日本国内での煤粒子沈着量の経年変化に影響すると予想されたが、中国での煤粒子発生量の推計と札幌や利尻島での沈着量には関連がみられなかった。2000～2001 年の沈着量が大きい原因として、この両年は全国で黄砂現象が極端に増加したことが考えられる。利尻島での他の物質の観測データから、この黄砂の大量輸送時には、煤など粒子サイズの小さい大気汚染由来の粒子も同時に高い濃度で輸送され、降水により大量に沈着したと推測された。なお、図 1 に利尻の PM_{10} 年平均濃度を同時に示すが、2001 年に高い濃度が現れており、同年に黄砂輸送量が多かったことを反映している。

高緯度域や氷河など雪氷面への煤の沈着量の計算には、地球全体で各地域からの排出量データなどを元に大気・陸面・海洋などの物理・化学変数を時空間的に連続で計算できる 3次元の全球数値（気候）モデルを用いて煤の大気輸送と沈着が計算されている。これらの気候モデルでは雪氷中の煤の濃度測定値などのデータで検証されるが、今回、本研究により煤粒子沈着量の年々の変動が非常に大きいことが発見されたため、ある特定の期間のみの一度限りの観測データや数年間といった比較的短い期間のデータによる気候モデルの検証ではその変動の全貌を捉えることが難しく、気候モデルの検証に大きな誤差を与えてしまう可能性がある。そのため、比較的長期間の観測データをより多く利用して、気候モデルを十分検証することが望まれる。

■ 本件問い合わせ先 ■

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

環境管理研究部門 大気環境動態評価研究グループ

研究グループ長 兼保 直樹 〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1 つくば西
TEL:029-861-8365 FAX:029-861-8358
E-mail: kane.n@aist.go.jp

国立大学法人 北海道大学

北極域研究センター

助教 安成 哲平

〒001-0021 北海道札幌市北区北 21 条西 11 丁目
TEL:011-706-9632 FAX:011-706-9623
E-mail: t.j.yasunari@arc.hokudai.ac.jp

大学院工学研究院

准教授 村尾 直人

〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目
TEL:011-706-6833
E-mail: murao@eng.hokudai.ac.jp

【取材に関する窓口】

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 企画本部 報道室

〒305-8560 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第 1

つくば本部・情報技術共同研究棟 8F

TEL:029-862-6216 FAX:029-862-6212 E-mail:press-ml@aist.go.jp

【用語の説明】

◆元素状炭素

化石燃料、バイオマスなどの不完全燃焼で発生する黒い煤（すす）。黒色炭素（black carbon）と呼ぶこともある。現在、世界的には石炭燃焼が最大の発生源。

◆”その場”観測

In-situ 観測の訳語で、野外などにおいてその場所の状態を把握するための試料・データなどを実際に採取・収集するもの（現場で測定する場合も含む）で、リモートセンシングなど間接的に測定を行うものとの対照される方法。

◆PM₁₀

大気中に浮遊する粒子のうち、粒径が 10 μm の粒子を 50 %の割合で分離できる分粒装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去した後に採取されるもの。黄砂のサイズは 4 μm 程度以上と大きいことから、PM_{2.5} よりも PM₁₀ によって黄砂の到来を明確にみることができる。米国など多くの国の大気環境基準で定められている測定項目であるが、国内では国設酸性雨測定局などの少数の地点で測定されており、利尻島では 2001 年に測定が始まった。