

PM2.5 に含まれる“スズ”がスギ花粉症を悪化させる可能性 — 環境汚染とアレルギーの新たな関係 —

【本研究のポイント】

- ・スギ花粉症患者では、健常者に比べて PM2.5 に含まれるスズ（Sn）が鼻腔内に蓄積しやすい可能性が示されました。
- ・スギ花粉症患者の鼻腔内スズ濃度は、非スギ花粉症患者と比べて約 3-4 倍高く、鼻炎症状の強さと有意な相関を示しました。
- ・アレルギー性鼻炎モデルマウスでは、非アレルギーマウスに比べ、PM2.5 に含まれるスズが鼻腔内に 2-3 倍多く捕捉されました。その結果、肺に到達するスズ量は 30-40%低減しました。
- ・アレルギー性鼻炎モデルマウスの鼻粘膜ではムチンが過剰に産生されており、このムチン増加が鼻腔内でのスズ蓄積に関与している可能性が示されました。
- ・これらの結果から、健常個体において広く受け入れられてきた「PM2.5 は鼻を通過して肺に到達する」という考え方は、アレルギー性鼻炎を有する個体では必ずしも当てはまらない可能性が示されました。
- ・本研究は、PM2.5 に含まれるスズに着目し、大気汚染がスギ花粉症などのアレルギー性鼻炎を増悪させる可能性を示すとともに、今後の環境政策や健康リスク評価の基盤となる科学的データを提供するものです。

【研究概要】

名古屋大学大学院医学系研究科 環境労働衛生学のデルガマ ニシャディ 大学院生（共同筆頭著者）、田崎啓 講師（共同筆頭著者）、加藤昌志 教授（責任著者）らの研究グループは、福井大学および名古屋市立大学との共同研究により、PM2.5に含まれるスズ（Sn）が、スギ花粉症などのアレルギー性鼻炎の症状を悪化させる可能性があることを明らかにしました。

本研究では、PM2.5に含まれるスズがスギ花粉症の症状に及ぼす影響について、ヒトおよび動物モデルを用いて検討しました。スギ花粉症患者 44 名と健常者 57 名を対象とした疫学調査では、①スギ花粉症患者の鼻腔内スズ濃度が健常者に比べて 3-4 倍高いこと、②鼻腔内スズ濃度が自覚症状の重症度と有意に相関することが示されました。さらに、アレルギー性鼻炎モデルマウスを用いた実験により、PM2.5に類似したエアロゾル等を用いて鼻腔内に曝露されたスズが、鼻粘膜の粘液成分（ムチン）に捕捉されることにより症状が増悪する可能性を示しました。

本研究成果は、大気汚染物質であるスズがアレルギー性鼻炎を増悪させる可能性を示した初めての報告です。これまで「健常個体では、PM2.5は鼻腔を通過して肺に到達する」と考えられてきましたが、アレルギー性鼻炎を発症した個体では、PM2.5由来のスズは、鼻腔を通り抜けることができず、鼻腔内に長くとどまることになり、症状悪化につながる可能性があります。

従来から、大気汚染とアレルギー性鼻炎の関係が指摘されてきましたが、「どんな大気汚染物質がアレルギー性鼻炎に影響するのか？」についての科学的データは限られていました。本成果は、アレルギー性鼻炎を悪化させうる大気汚染物質の 1 つを特定しただけでなく、今後の環境政策に貢献できる可能性があります。

本研究成果は、2025 年 12 月 2 日付で国際学術雑誌 Allergy にオンライン掲載されました。

1. 背景

日本では、スギ花粉症の有病率は約 50%に達しているとの報告もあり、「国民病」とも言われています。近年、大気汚染物質がスギ花粉症に悪影響を及ぼすことが疑われていますが、科学的な解明は進んでいません。研究グループはこれまでに、大気汚染物質である鉛（Pb）がアレルギー性鼻炎の増悪因子であることを報告しています（J Allergy Clin Immunol 2021）。本研究では、Pbと類似した性質を持つ（同族元素である）スズ（Sn）が、アレルギー性鼻炎に、どのように作用するのかについて調べました。

2. 研究成果

本研究チームは、スギ花粉症患者 44 名と健常者 57 名を対象に、鼻腔洗浄液および血清中のスズ濃度を測定したところ、

- 飛散期の花粉症患者の鼻腔内スズ濃度は、健常者に比べて 3-4 倍高い
- 鼻腔内スズ濃度は、花粉症の症状と有意に関連する

ことが分かりました。

次に、患者と推定同等量のスズをアレルギー性鼻炎モデルマウスの鼻腔に点鼻投与したところ、アレルギー症状は、有意に増悪しました。これらのことから、大気汚染物質であるスズ曝露がスギ花粉症を増悪させる可能性が初めて示されました。

ここで、いくつかの新たな疑問が湧いてきます。同じ空気を吸っているにもかかわらず、なぜスギ花粉症患者では、健常者に比べて鼻腔内のスズ濃度が高いのでしょうか？また、スズはどのようにしてスギ花粉症を増悪させているのでしょうか？スズは、一般的に大気中では浮遊粒子状物質（SPM）や微小粒子状物質（PM2.5）の形状で存在します。そこで、研究チームはスズを PM2.5 に類似したエアロゾルに含ませてモデルマウスに吸入させました。その結果、

- ・アレルギー性鼻炎モデルマウスで、スズの鼻腔内蓄積が 2-3 倍に増加
- ・一方、肺への沈着は 30-40%低減

することがわかりました。これは、「健常個体において PM2.5 は鼻を通り抜け肺まで達する」という従来の知見とは異なる分布です。アレルギー性鼻炎の個体では、PM2.5 が鼻腔に捕捉され、肺に到達しにくいことを示した初めての結果です。

それでは、なぜ、PM2.5 類似エアロゾルに含まれたスズは鼻腔に捕捉されるのでしょうか？病理組織化学的解析と元素イメージングを組み合わせた詳細な解析の結果、

- ・アレルギー性鼻炎モデルマウスでは鼻腔の粘液（ムチン）が増加
- ・スズはムチンと高率（67%）で鼻腔内の同じ場所に存在
- ・スズ曝露でムチン産生がさらに増強

することが明らかになりました。これらの結果は、アレルギー性鼻炎の個体がスズに曝露すると「スギ花粉症等のアレルギー性鼻炎発症→粘液過多→鼻腔内におけるスズ滞留→アレルギー性鼻炎の症状増悪」という新しい可能性が示されました。

3. 今後の展開

本研究の意義は、「大気汚染物質の 1 つであるスズはアレルギー性鼻炎増悪因子である」ことを示したことに加えて、「アレルギー性鼻炎を持つ個体では PM2.5 に含まれるスズが鼻腔に蓄積されやすい」という新しい可能性を示した点にあります。

本成果は、大気汚染物質とアレルギー性鼻炎を、より直接的に関係づけるもので、アレルギー性鼻炎の病態解明（医学的意義）にとどまらず、大気汚染のリスク評価・環境基準値策定の基礎データとして貢献できます（環境学的意義）。さらに、アレルギー性鼻炎に焦点を当てた大気汚染の健康リスクの再評価を介した環境政策への応用も期待されます（社会的意義）。

4. 支援・謝辞

本研究は、日本学術振興会科研費(23H03147, 23K27837, 22K10508, 25K22731, 24K23745, 22KK0145)からの研究助成、国立研究開発法人科学技術振興機構と東海国立大学機構により実施される「東海国立大学機構メイク・ニュー・スタンダード次世代研究事業」の支援のもとで行われたものです。

【論文情報】

雑誌名：Allergy

論文タイトル：Emerging Risk: Intranasal Tin Exacerbates Allergic Rhinitis in Humans and Mice.

著者：Delgama A. S. M. Nishadhi, Shogo Sumiya, Akira Tazaki, Takumi Kagawa, Mohamed Abdelmoneim, Masafumi Sakashita, Kazuhiro Ogi, Shigeharu Fujieda, Shinichi Iwasaki, Masashi Kato

DOI: [10.1111/all.70180](https://doi.org/10.1111/all.70180)

English ver.

https://www.med.nagoya-u.ac.jp/medical_E/research/pdf/All_260202en.pdf