

花粉飛散時期における PM_{2.5} 中タンパク質濃度、有機体窒素濃度について

釜谷光保・佐々木啓行

【要約】花粉飛散時期に PM_{2.5} 分粒装置を用いて採取した PM_{2.5} 試料についてタンパク質、有機体窒素等を分析した。タンパク質は粒径の小さい PM_{2.5} の方にほとんどが存在し、PM_{2.5} 中タンパク質濃度と花粉量には高い相関が見られた。また、有機体窒素分はタンパク質由来であることが多いと示唆された。

【キーワード】PM_{2.5}、タンパク質、有機体窒素、花粉

【目的】

様々な成分で構成されている PM_{2.5} 中の不明成分の中には生物由来と考えられるタンパク質が含まれているという研究報告¹⁾²⁾がある。タンパク質は約 20 種類のアミノ酸から構成されており、その炭素分は PM_{2.5} 中の有機炭素として測定されていると考えられるが、有機体窒素分については報告例が少ない。そこで花粉飛散時期の PM_{2.5} 試料中のタンパク質とともに有機体窒素を測定し得られた知見について報告する。

【方法】

大気試料の採取は、ハイボリュームエアサンプラー（柴田科学社製、HV-RW）に PM_{2.5} 分粒装置（柴田科学社製）を取り付け、粒子径の大きいもの（以下、粗大側粒子）と小さいもの（以下、PM_{2.5}）とに分離して、東京都環境科学研究所屋上（2023 年 3 月 5 日～10 日、16 日～17 日）において流量：約 1000L/min、24 時間で行った（図 1）。カットしたろ紙を超純水等で超音波抽出後 0.2 μm のメンブランフィルターでろ過し試料溶液



図 1 調査地点

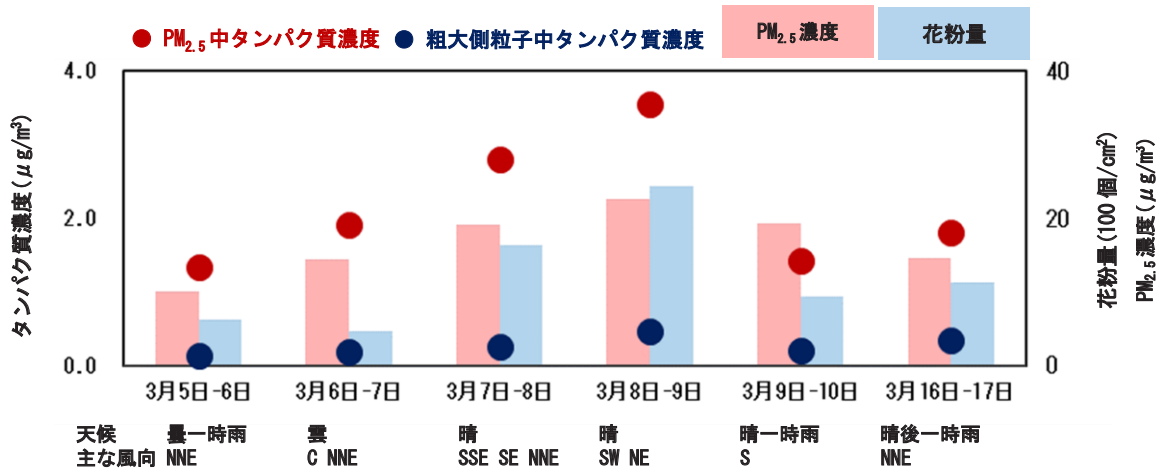
とした³⁾。タンパク質の分析にはタンパク質分析キット（サーモフィッシャーサイエンティフィック社製、Micro BCA Protein Assay Kit、標準はウシ血清アルブミン（以下、BSA））を使用した⁴⁾。有機体窒素は工業用水・工場排水試験方法—第 2 部 JIS K0102-2：2022 記載の方法により水溶性有機体窒素として測定し、アンモニウムイオン、硝酸イオン、亜硝酸イオンはイオンクロマトグラフ分析装置（サーモフィッシャーサイエンティフィック社製、Dionex ICS-5000）で他の陽イオン、陰イオンと同時測定を行った。

【結果の概要】

(1) 花粉（スギ花粉の場合大きさは 30-40 μm）は、湿度の上昇（降水）により花粉膨張→破裂（粒径の小さな粒子へ変化）⁵⁾、また降水が続くと花粉落下が起こるとされている。そして天気が回復すると粒子の舞い上がりや花粉の飛散が起こる。図 2 より、調査期間において、3/5 の降水後から花粉及び PM_{2.5} は増加傾向で、3/9 の降水時に両者共減少した。また、PM_{2.5} 中タンパク質濃度 (μg/m³) > 粗大側粒子中タンパク質濃度 (μg/m³) であった。タンパク質は粒径の小さい PM_{2.5} の方にほとんどが存在し、花粉飛散時期（春季）において、PM_{2.5} 中タンパク質濃度と花粉量には高い相関が見られた（相関係数 r=0.91、p<0.05）。

(2) イオン濃度等より求めた PM_{2.5} 試料中の形態別窒素（有機体窒素、アンモニア体窒素、亜硝酸体窒素、及び硝酸体窒素）の合計から全窒素濃度を求めた。窒素分としてアンモニア体窒素の寄与が大であった（図 3）。

(3) 図 4 より、BSA を構成するアミノ酸残基の平均質量数と残基数から計算した合計値とアミノ酸残基から計算した窒素分割合（BSA 理論値）^{6) 7)}、またタンパク質分析用 BSA 標準液によるタンパク質濃度と水溶性有機体窒素濃度から計算した窒素分割合（BSA 標準液）はそれぞれ約 16% と同程度であると分析精度確認を行った。試料中の水溶性有機体窒素濃度の PM_{2.5} 中タンパク質濃度における割合は一部を除き BSA 理論値及び BSA 標準液と同程度で、PM_{2.5} に含まれる窒素分の内、有機体窒素はほぼタンパク質由来である可能性が示唆されたが今後更なるデータの蓄積が必要である。



PM_{2.5}及び主な風向：都の大気汚染常時監視測定局の月報データを使用（中央区晴海局）
 花粉量：東京都福祉保健局 東京都アレルギー情報 navi.（東京都区部におけるスギとヒノキより計算）

図2 タンパク質濃度、PM_{2.5}濃度及び花粉量の変化

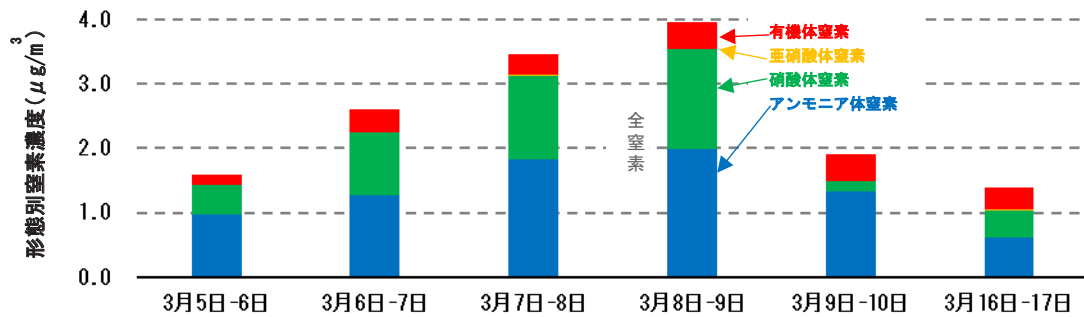


図3 PM_{2.5}中形態別窒素濃度

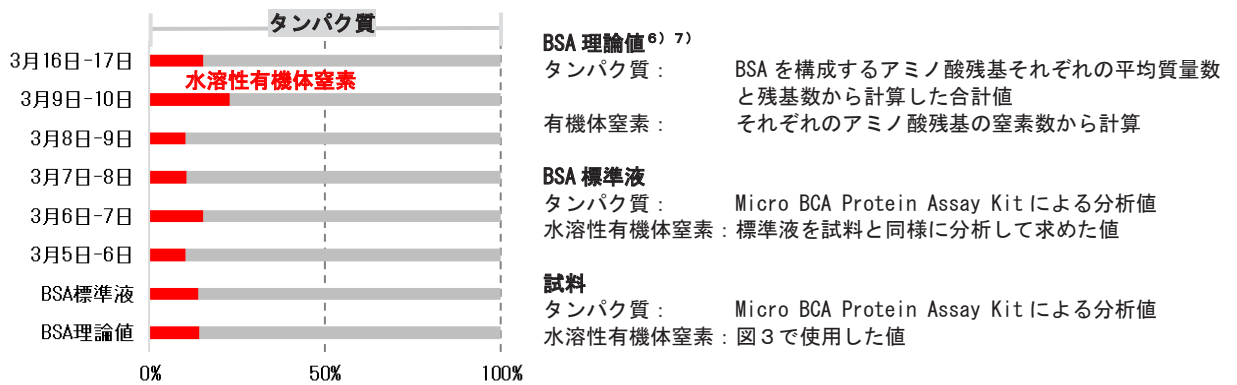


図4 花粉飛散時期(春季)のPM_{2.5}中タンパク質における窒素分

【引用文献】

- 1) 石割隼人ら：神奈川県におけるPM_{2.5}中のタンパク質の定量，第60回 大気環境学会年会講演要旨集(2019)
- 2) Mohammad Shahriar Khan et al：Seasonal Fluctuation of Endotoxin and Protein Concentrations in Outdoor Air in Sasebo, Japan, Biol. Pharm. Bull **41**, p115-122 (2018)
- 3) 釜谷光保ら：微小粒子状物質(PM_{2.5})に含まれるタンパク質濃度に関する研究，東京都環境科学研究所年報2023, p50-51 (2023)
- 4) Thermo SCIENTIFIC：User Guide Micro BCA Protein Assay Kit (2021.10.13 ダウンロード)
- 5) 王青躍ら：降水による花粉の破裂現象とアレルギーの溶出挙動，花粉学会第50回大会講演要旨集(2009)
- 6) アミノ酸残基精密質量表 http://www2.riken.jp/BiomolChar/Aminoacidmolecularmasses_J.html
- 7) 東北大学大学院入試問題 p11 <http://www.lifesci.tohoku.ac.jp/wp-content/uploads/2012/07/H26-daiiki-nyushisenmonkamokumondai.pdf>