

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

釜谷光保・佐々木啓行

【要約】微小粒子状物質(PM_{2.5})中の生物由来と考えられるタンパク質濃度を知るため、前処理法を中心に整理、検討した後、夏季、冬季及び春季に採取した都内2地点におけるPM_{2.5}試料中タンパク質濃度の測定を行ったところ、春季の檜原測定所(以下、檜原)においてタンパク質濃度が高く花粉の影響が示唆された。

【目的】

図1で示すように、様々な成分で構成されている微小粒子状物質(PM_{2.5})中において、有機炭素(OC)を含む成分やその他の成分として、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(都市部や山岳部での調査あり)研究報告¹⁾がある。不明成分の解明(PM_{2.5}削減対策に有効)にタンパク質濃度を知ることは有用であり、本研究ではPM_{2.5}に含まれる総タンパク質を定量する。その際、研究報告では詳細を得られなかった抽出時間等の前処理法を中心に整理・検討した。また、都内におけるPM_{2.5}中タンパク質濃度の現状把握を行った。

【方法】

大気中PM_{2.5}試料の採取は、夏季、冬季及び春季にハイボリウムエアサンプラー(柴田科学社製、HV-RW及びHV-1000F)にPM_{2.5}分粒装置(柴田科学社製)を取り付け、都環研屋上(6階相当)及び檜原において行った(図2)。石英繊維フィルター(8インチ×10インチ)を装着し、流量:約1000L/minで24時間採取した。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)を用いた²⁾。分析方法(抽出-反応-測定)の概要を図3に示す。表1に示す前処理法の検討には都環研屋上にて夏季に採取したPM_{2.5}試料を使用した。Φ15mmにカットしたフィルターの使用及び抽出液量5mLは共通とした。また、環境省のPM_{2.5}成分測定マニュアル^{3) 4)}(以下、マニュアル類)を参考にした。

【結果の概要】

(1) トラベルブランク(TB)を分析した際、ある程度の濃度が認められたため、分析に使用する水のみでの発色の確認を行ったところTB濃度の大部分を占めていた(図4)。超純水及び純水を比較すると、吸光度は同程度の値であった。また、反応容器による影響の可能性を考え確認したところ、ポリスチレン製チューブ(スクリー式栓)において吸光度が低く、値のばらつきが少なかった(図5)。夏季におけるPM_{2.5}試料採取フィルター1枚を使用した抽出時間ごとの濃度平均値では10分及び15分で同程度の濃度、それ以上で濃度がゆるやかに増加した(図6-左)。抽出枚数は2枚の方が安定した濃度が得られた(図6-右)。検討した条件より適当と考えられる、①水:純水、②反応容器:ポリスチレン製チューブ、③抽出時間:15分、及び④抽出枚数:2枚を採用した。

(2) 都環研屋上及び檜原測定所において夏季、冬季及び春季に採取したPM_{2.5}試料中タンパク質濃度の結果を図7に示す。文献1)で調査されたタンパク質濃度は、夏季(7月)においては都市部と山岳部で変化は見られず、冬季(1月)及び春季(5月)はほぼ都市部>山岳部であった。図7より、本調査における冬季の結果は都環研>檜原ではあったが文献の値ほど檜原のタンパク質濃度は低くなく、花粉の影響もやや見られたと考えられる。さらに3月では檜原におけるタンパク質濃度が高く、花粉の影響が示唆された。

【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) Thermo SCIENTIFIC: User Guide Micro BCA Protein Assay Kit (2021年10月13日 ダウンロード)
- 3) 環境省: PM_{2.5}成分測定マニュアル 水溶性有機炭素成分測定方法 第2版(2019年5月)
- 4) 環境省: PM_{2.5}成分測定マニュアル イオン成分測定法(イオンクマトグラフ法)第3版(2019年5月)
- 5) 鈴木祥夫: 総タンパク質の定量法, ぶんせき, 2018 1, p2-9 (2018)

【謝辞】多摩環境事務所環境改善課の方々には檜原測定所使用に関して非常にお世話になりました。ここに感謝申し上げます。

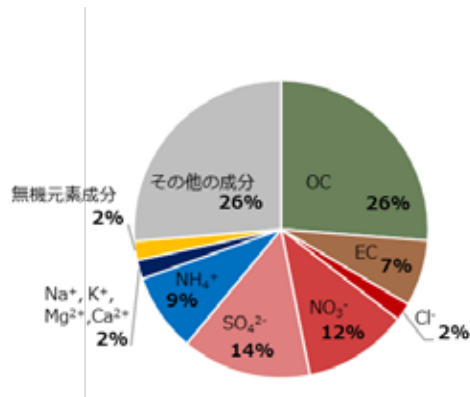


図1 東京都の一般局(足立区及び多摩市)におけるPM_{2.5}の成分割合(2020年度)

環境省HP 微小粒子状物質(PM_{2.5})の質量濃度及び成分測定(手分析)結果(2020年度)より作成。



図2 採取地点及び採取日

地理院地図(白地図)より作成。

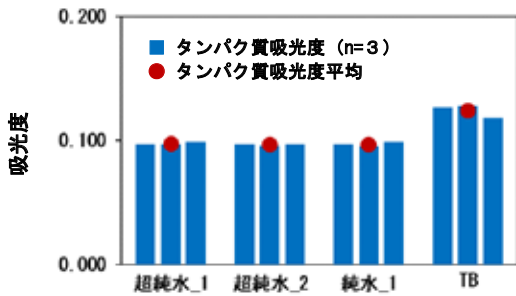


図4 水及びトラベルブランク(TB)の反応後の吸光度

都環研内3か所より採取。超純水及び純水は図3で示す「反応」及び「測定」を行った。TBはフィルター1枚を純水で15分抽出後、「反応」及び「測定」を行った。大気濃度に換算すると0.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。「反応」にはポリスチレン製チューブを使用。

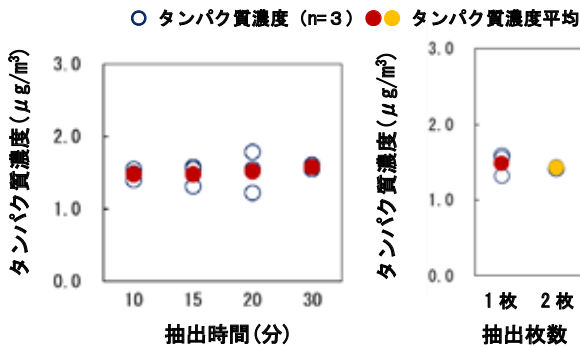


図6 抽出時間(左)及び抽出枚数(右)とタンパク質濃度の関係

抽出時間ごとの濃度平均値では10分及び15分で同程度の濃度、それ以上で濃度がやや増加した。抽出枚数は2枚の方が安定した濃度が得られた。

表1 前処理法の検討

検討項目	検討内容
①使用する水	純水 超純水
②反応に用いる容器の材質	ポリスチレン ポリプロピレン ガラス
③抽出時間*	10分 15分 20分 30分
④ろ紙の枚数	1枚 2枚

* マニュアル類には「一般的には10分以上」の記載あり

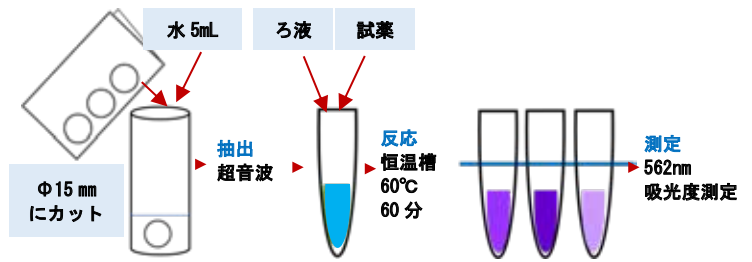


図3 タンパク質の分析^{2) 5)}

タンパク質の存在下で水色から紫色へ変化する。

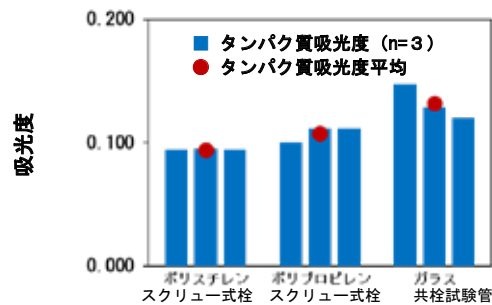


図5 反応の際用いたチューブの材質の違い

ポリスチレン製チューブ(スクリュー式栓)において吸光度が低く値が安定していた。

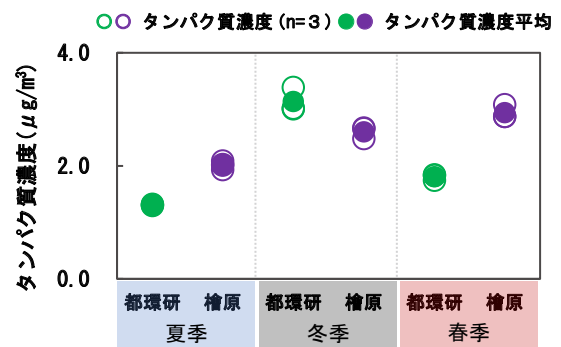


図7 都環研及び檜原におけるPM_{2.5}中タンパク質濃度

冬季の結果は都環研>檜原ではあったが文献の値ほど檜原のタンパク質濃度は低くなく、花粉の影響もやや見られたと考えられる。さらに3月では檜原におけるタンパク質濃度が高く、花粉の影響が示唆された。