

## 【5-1605】PM<sub>2.5</sub>の成分組成、酸化能、呼吸器疾患ハザードとそのモデル予測に関する研究 (H28～H30)

研究代表者 梶野 瑞王 (気象庁気象研究所)

### 1. 研究開発目的

本研究では、欧米を中心に健康有害指標の一つとして着目され研究が盛んになっている粒子の酸化能に着目し、現場大気観測で、PM<sub>2.5</sub>と呼吸器疾患の因果関係に化学・物理・生物学的視点から迫り、さらに数値モデルを活用して空間的、時間的な変動を調べ、重量濃度をベースとした環境政策の妥当性を評価することを目的とする。そのために、PM<sub>2.5</sub>酸化能を連続自動測定できる装置を新規開発し、また高い酸化能を持つとされている金属や有機物(酸化ストレス原因物質とここでは呼ぶ)の同時測定を実施する。加えて細胞曝露実験および因子分析を活用し、発生源-原因物質-酸化能-酸化ストレスを定量的に関連付け、呼吸器疾患ハザード(気道に沈着した原因物質が肺胞上皮細胞に与える酸化ストレス)として新たに定義づける。上記知見を集積した3次元化学輸送・気道沈着結合モデルを用いて、呼吸器疾患ハザードの発生源別寄与率と時空間変動を明らかにする。そして、観測・モデル両面から従来のリスク評価(すなわちPM<sub>2.5</sub>)との相違を明らかにする。

### 2. 研究の進捗状況

サブ1では、3次元化学輸送モデルと気道結合モデルの結合と、都市汚染を対象とした冬季つくば市での集中観測をサブ2-4と協力して実施した。またサブ3と協力して京都市でも同期観測もを行い、PM<sub>2.5</sub>の比酸化能(単位重量あたりの酸化能)が、つくば市と京都市で大きく変わらないことを示した。電子顕微鏡では酸化鉄凝集体粒子の物理特性を明らかにした。また粒子の統計情報を抽出できる電顕データベースを完成し、金属を運ぶ粒子の粒径分布と吸湿性の情報を抽出できることを確認した。過去の文献調査を行いサブ4と協力してアジア域0.25度間隔、国内1km間隔の遷移金属のインベントリを完成した。

サブ2ではバッチ式DTTアッセイによる試行実験を通して、連続自動測定装置のプロトタイプを完成し、つくば市において冬季から春季にかけて外気測定を実施した。酸化能クロージャー(粒子酸化能と個別物質ごとの酸化能の和が一致するかどうか)を行うためにサブ4と協力して文献収集を行い、サブ3から試薬試験の結果の提供を受けた。

サブ3では、粒子酸化能と細胞毒性を評価する手法を開発し、つくば市と京都市において採取したフィルタの酸化能と毒性評価を行った。また試薬試験により各種物質ごとの比酸化能と細胞毒性を測定し、データベース化を行った。

サブ4では、エアロゾル質量分析計用に開発されたPM<sub>2.5</sub>インレットを搭載した無機・有機成分の連続測定と、ICP-TOFMSによる無機成分の連続測定を実施し、発生源解析とサブ1のモデル結果の検証のための高時間分解能データを収集した。

### 3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

本研究では、現時点において、関東平野と京都盆地の冬季の都市汚染空気塊では、粒子酸化能に対してPM<sub>2.5</sub>は良いproxy(健康への影響を知るための代理的な指標)であることが示された。冬季の都市汚染空気塊は一次汚染物質の寄与率が比較的高いと思われるが、これから、二次生成の寄与が大きくなる夏季の都市汚染や、越境汚染の寄与が大きくなる冬季から春季の九州北部でのデータが蓄積され、PM<sub>2.5</sub>のproxyとしての妥当性が明らかになる。もし、国内の都市汚染の一次物質、二次物質、また越境汚染、それぞれに対してPM<sub>2.5</sub>の毒性に系統的な違いが見られれば、モデルを用いて重み付け予測のようなことが可能となる。

本研究における計測技術により、有害大気汚染物質の一つである微量無機元素のMnの濃度が気象要因で増加する現象が観測されるなど、一概に環境基準による安全性を議論するだけでなく、自然現

象と比較した要因解析を含めたデータ取得が可能であり、市民への情報発信に資する結果が得られている。

本研究により、発生源の情報と毒性の情報が繋がることで、排出量のみで決まらない PM<sub>2.5</sub> 削減対策が可能となる。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

PM<sub>2.5</sub> について、重量濃度だけでなく、リスクの観点で捉えることは重要な視点と考えられる。Nature commun. に発表の学術的成果が出ている点は評価したい。

一方で、新指標は評価できるものの、その有用性限界、信頼性等にも留意して成果をまとめてほしい。酸化能（金属の）だけでなく、他のイオン成分等も含めて影響を判断しないと新指標としての意味がなくなるのではないかと。指標の適用範囲を充分検討する必要がある。疫学と連携をしているが、より詳しい評価が必要。

#### 5. 評点

総合評点：A