

令和4年度 一般財団法人 環境対策推進財団
「化学種を考慮した大気汚染物質の起源推定と毒性に由来するヒト健康影響評価」
研究成果報告書 <概要版>

大阪大学 大学院工学研究科 伊藤理彩

大気中に浮遊している $2.5\mu\text{m}$ 以下の微細粒子は $\text{PM}_{2.5}$ と呼ばれているが、従来から環境基準を定めて対策を進めてきた浮遊粒子状物質(SPM: $10\mu\text{m}$ 以下の粒子)より小さく、肺の奥深くにまで入り込みやすいため、呼吸器系ならびに循環器系への影響が懸念されている(環境省、2013)。日本では大気汚染防止法、化審法、化管法の組み合わせを通じて、大気汚染物質の慢性曝露に焦点をあてたりリスク管理が行われてきた。その効果もあり、令和元年度には、 $\text{PM}_{2.5}$ は一般局、自排局ともに98%以上の環境基準達成率が確認された(環境省、2022)。だが同時に、広範囲にわたる越境大気汚染も確認されており、国内からの発生源のみを注視していても、健康被害を防ぎきることは難しい。そこで本研究では、国内の排出源による大気汚染と越境汚染の双方に着目し、アフターコロナ・ウィズコロナにおける社会構造変化を考慮した排出シナリオを作成し、季節・場所ごとに $\text{PM}_{2.5}$ が濃集しやすいホットスポットを特定するとともに、実測と組み合わせることで、大気中の浮遊物質の成分と濃度を明らかにすることを目的とした。

対象地として、先行研究(Okazaki et al., 2021)により大気中の2次生成物質より、コロナ禍でオゾンの濃度の上昇が懸念された関西地域を選択した。オゾンは、二酸化窒素(NO_2)が太陽光を受けて分解し、空気中の酸素と反応することで生成される。よってオゾンの濃度が問題となる地域は、 NO_x 濃度が高い傾向があるが、 NO_x に二次生成反応が生じることでも、 $\text{PM}_{2.5}$ は発生する。よって、本研究では2次生成対応広域大気モデルのADMER-PRO(Ver.1.0)(産業技術総合研究所)を用いて通常シナリオおよびCOVID-19シナリオにおける $\text{PM}_{2.5}$ 大気中濃度分布を予測した。また、関西の中でも都市域である大阪の中で、交通量の激しい淀川区の交差点付近を対象とし、エアロゾルサンプルを回収した。これらのサンプルは、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)を用いて、ヒト健康に影響を及ぼし得る鉛、アンチモン、カドミウム、ヒ素を含む12元素の濃度定量を行った。比較対象として、日本国内の汚染が少ないと考えられる沖縄本島の琉球大屋上、宮古島市役所において採取したサンプルを用い同様の分析を行った。

モデル計算の結果、特に大阪府と京都府を結ぶ国道1号沿いで高い濃度が推定された。京都府や奈良県における $\text{PM}_{2.5}$ 年間排出量は、大阪府や兵庫県の1/4~1/3程度であるが、府県庁所在地の京都市や奈良市における自動車交通量の割合が同府県のその他エリアに比べて高く、高濃度の地域が集中すること分かった。一方で、大阪府においては自動車交通が南北に広がっていることから、同じ濃度分布が広範囲で見られ、同期間での大阪市中央区の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の最大値は $4.87\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。またコロナ禍でのシナリオにおいては、緊急事態宣言により交通量の大幅な減少が見られたが、大気中の $\text{PM}_{2.5}$ の低下はこれらの交通量の減少率とほぼ一致する結果が得られた。この結果により、実測値(一般環境大気測定局・自動車排出ガス測定局)には、発電所やごみ焼却場などの固定排出源によるものが多くを占めていることが分かった。これらの施設は我々の生活を支えるものであり、緊急事態宣言期間においても稼働が変わらないものと仮定したが、 $\text{PM}_{2.5}$ の濃度を大きく低減するためにはこれらの施設からの発生を抑制する必要がある。ICP-MSの測定の結果、大気中の亜鉛濃度はエアロゾルの主成分として測定元素の中で最も濃度が高く、3つの地域で $7.1\sim 7.7\times 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。一方で、国内の都市域の影響が少なく、島内での排出源も限定されている宮古島で鉛やアンチモン、ヒ素を含む5元素が大阪の交通量の激しい地域と同等の値となり、ニッケル、マンガン、バナジウムは宮古島が最も高い値を示した。これらの結果から、宮古島は国内発生源からの大気汚染の影響は受けにくい一方で、中国や台湾と距離が近いこと越境汚染を受けやすかったと考えられる。今後は、年間の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の変動に着目しつつ、 $\text{PM}_{2.5}$ に付加している重金属の化学種の解析を進めることにより、化学種を考慮したヒト健康影響について評価を進めていく所存である。