

東京都区部における粒子質量濃度と粒子数濃度の経年変化

鶴丸 央

【要 約】2018 年 4 月から 2025 年 3 月まで東京都環境科学研究所（東京都江東区）で観測した PM2.5 質量濃度とエアロゾルの粒径別粒子数濃度について解析を実施した。両者は共に減少傾向が見られたが単純な相関関係は見られず、PM2.5 質量濃度とエアロゾルの粒子数濃度は異なるプロセスによって濃度が増減していることが示唆された。WHO によって示された「粒子数濃度が高い」とされた日は近年減少傾向にあることが示された。粒径別の粒子数濃度の観測では、粒子数濃度の減少は見られたものの本観測期間において粒径分布に大きな変化は見られなかった。

【キーワード】PM2.5、粒子質量濃度、超微小粒子、粒子数濃度

【目 的】

大気中に存在するエアロゾル粒子による人体への健康影響を評価する際、質量濃度を用いる場合は PM2.5 として環境基準値が設けられ観測体制が整備されている一方、粒子数濃度については基準値や系統的な観測体制は整備されていない。近年、世界保健機関のガイドラインで超微小粒子（<100nm）の健康リスクに関する記述とともに指針値が示され、粒子数濃度（>10nm）によるモニタリングが推奨されている¹⁾。当研究所では PM2.5 質量濃度の通年連続観測と並行して 2018 年度から環境大気における粒径別の粒子数濃度観測を実施している。本研究では質量濃度と粒子数濃度の両面からエアロゾル粒子の環境実態を長期間観測した結果を報告する。

【方 法】

観測は東京都江東区の東京都環境科学研究所屋上（6 階相当）で 2018 年 4 月から実施し、現在も継続している。粒子数濃度の観測には走査型移動度粒径測定装置と光散乱式粒子数測定装置を用い、2018～2019 年度は WPS Model1000XP（MSP 社製）（10～10,000 nm）、2020 年度からは SMPS3938NL89（TSI 社製）（10～509 nm または 3～108 nm）に加えて 2021 年度から KC01E（リオン株式会社製）（300 nm～）を用いた。質量濃度の観測には PM712（紀本電子工業社製）を用いた。WPS Model1000XP 及び SMPS3938NL89 は 5 分ごと、KC01E は 3 分ごとにデータを取得し、1 時間ごとにデータを取得する PM712 と比較するため 1 時間平均値を算出した。

【結果の概要】

(1) 2018 年度から 2024 年度までの粒子数濃度及び PM2.5 の質量濃度の日平均値と年平均値を図 1 に示す。粒子数濃度と質量濃度は共に減少傾向が見られるが、粒子数濃度では日平均値が高い値を示す頻度が大きく減少している。世界保健機関によると、粒子数濃度（Particle Number Concentration, PNC）の 24 時間平均値が 1,000 particles/cm³ 未満では「低 PNC」、10,000 particles/cm³ 超では「高 PNC」としている¹⁾。2018 年度及び 2019 年度は観測期間のほぼ半分が高 PNC の日であったが、近年は高 PNC の日は減少傾向にあり、ほぼ見られなくなった。2020 年度からは 100nm～300nm の範囲のデータは得られていないが、2018 年度及び 2019 年度の結果から当該範囲の粒子数濃度が全体に占める割合は 1 割程度（図 3 を参照）であるため、WHO 指針値との比較は妥当であると考えられる。一方で低 PNC の日は観測期間全体を通してほぼ見られなかった。

(2) 粒子数濃度と PM2.5 質量濃度の年度別の日内変動を図 2 に示す。全ての観測期間で質量濃度と粒子数濃度は共に午前 6 時頃に最も低く、正午に最も高い値を示す明確な日内変動を示した。図には示さないが各年度の月別に見た場合も、粒子数濃度ではどの月でも同様の挙動を示した。7 月及び 8 月といった夏季には特に日中に大きく濃度が増加する傾向が見られた。一方、質量濃度では 6 月から 9 月までの期間でのみ明確な日内変動が見られた。日射が強い夏季を中心に、両者の濃度増加には光化学反応が強く関わっていることが示唆された。経年変化や日内変動など両者の挙動には共通した項目が多く見られた一方で、両者に明確な相関関係は見られ

なかった。質量濃度と粒子数濃度では異なるプロセスが濃度の増減を支配していることが考えられる。

(3) 粒子数濃度の年ごとの粒径別観測結果を図 3 に示す。図 1 で示した通り、年々粒子数濃度は減少傾向にあることが分かるが、最大濃度を示すモード径はどの年度も 30~40nm 付近にあり、粒径分布はどの年度においても同様の傾向を示した。

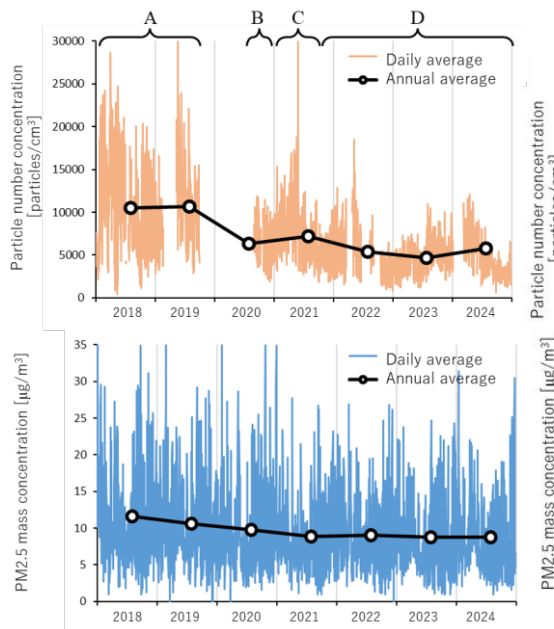


図 1 2018 年度から 2024 年度までの粒子数濃度（上）と PM2.5 質量濃度（下）の日平均値及び年平均値。両者とも減少傾向にあることがわかる。上図 A の期間は粒径範囲 10~10,000 nm の粒子数濃度を示し、同様に B (10~509 nm) , C (3~108 nm) , D (3~108 nm, 300~10,000 nm) の範囲の粒子数濃度を示す。

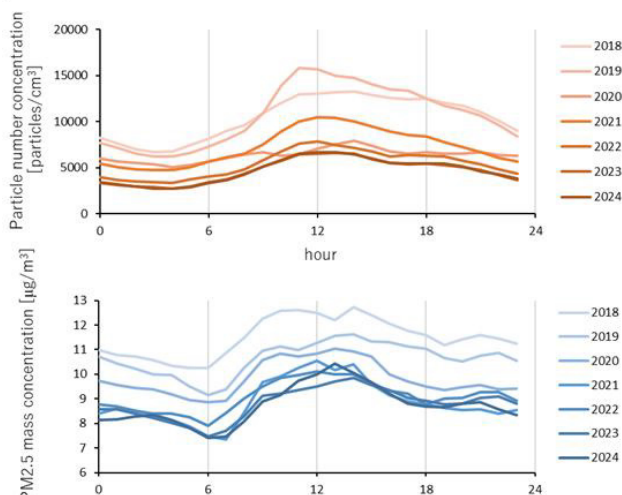


図 2 年度別の粒子数濃度（上）と PM2.5 質量濃度（下）の日内変動。両者ともどの年度においても午前 6 時頃に最も低く、正午付近で最も高くなる日内変動を示した。

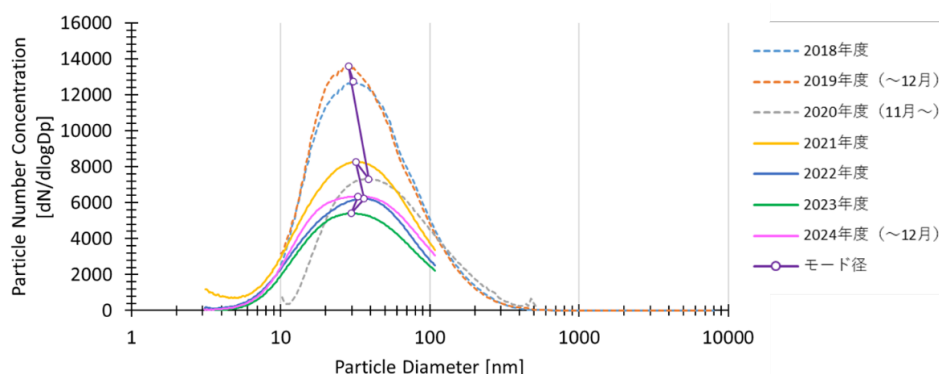


図 3 粒径分布の年平均値及びモード径。粒子数濃度は減少傾向にあるが、粒径分布の最大濃度を示したモード径はどの年度も 30~40nm 付近にあり、粒径分布はどの年度においても同様の傾向を示した。

【参考文献】

1) World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/345329>