

東京都区部における新粒子生成イベントがPM2.5 質量濃度増加に与える影響

鶴丸 央

【要約】東京都区部で観測されるPM2.5成分の6割近くは二次生成粒子であることから、PM2.5質量濃度の削減には二次生成粒子の生成・成長を把握することが不可欠である。東京都環境科学研究所において3~108nmの粒径範囲の粒子個数濃度観測を実施し、新粒子生成イベントについて解析を実施した。新粒子生成イベントの有無により粒子質量濃度が増加するか、粒子質量濃度の測定結果から比較を行った。2023年度の観測結果からは新粒子生成イベントがPM2.5質量濃度の増加に寄与しているか明確な影響は見られなかった。

【キーワード】ナノ粒子、新粒子生成イベント、二次粒子生成、PM2.5

【目的】

PM2.5の環境基準について、東京都では2019年から安定的に達成している状況が継続している。一方で2023年8月に発表された東京都の政策方針を示す『「未来の東京」戦略』ではさらなる大気環境の改善を目指し、PM2.5の年平均値を全局で10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下とした目標を掲げた。これまでの研究により東京都で観測されたPM2.5の成分は6割近く¹⁾二次生成粒子が占めていることが明らかになっており、今後のPM2.5質量濃度の削減において二次生成粒子の生成メカニズムの解明が重要視されている。本研究では、二次生成粒子が形成される初期過程である新粒子生成イベントに着目し、新粒子生成イベントの有無によりPM2.5質量濃度が受ける影響について評価した結果を報告する。

【方法】

PM2.5の中でも特に粒径が100nm未満の粒子は超微小粒子（ナノ粒子）と呼称される。ナノ粒子は、TSI社製SMPS3938NL89（SMPS）を用いて東京都環境科学研究所屋上（6F相当）で測定を実施した。微分型移動度分級器により分級した粒子を凝結粒子カウンタで計測することで3~108nmの範囲を199の粒径区画に分け粒子個数濃度を測定した。新粒子生成イベントについて、Kulmalaら²⁾の手法を用い、粒径20nmの粒子数濃度を基準に、20nm未満の粒子数濃度が上回っていた場合は新粒子生成イベントとして回数をカウントした。新粒子生成イベントが粒子質量濃度に与える影響を評価するため、PM2.5及びPM1.0の質量濃度をそれぞれPM712（紀本電子工業）とPM714（紀本電子工業）を用いて測定した。新粒子生成イベントにより粒子質量が増加した場合にはPM2.5の中でもより小粒径側であるPM1.0の質量濃度が増加すると考え、PM1.0/PM2.5の比をとり評価を行った。粒子質量濃度は新粒子生成イベントが発生してから24時間の平均値を算出し、それ以外の時間と比較した。

【結果の概要】

(1)SMPSで取得した2023年度の4月から12月までの粒子個数濃度のデータについて、新粒子生成イベントの解析を行った結果を図1に示す。縦軸は有効測定日あたりのイベントの回数を示しており、積上げ棒グラフの白の部分は日中に発生したイベント、黒の部分は夜間に発生したイベントを示す。どの月にも日中及び夜間に新粒子生成イベントは見られ、夏期にあたる8月にもっとも高い頻度で観測された。

(2)新粒子生成イベント後24時間のPM質量濃度についてPM1.0/PM2.5の比を算出し、イベントの有無により比較した結果を図2に示す。イベントの有無により明確にPM1.0/PM2.5比は変化せず、本研究で実施した手法により新粒子生成イベントが粒子質量濃度に与える影響は確認できなかった。

(3)新粒子生成イベントにより発生した非常に小さい粒径範囲の粒子が質量濃度に影響を与えるまでには成長時間が十分でなかったことが考えられる。今後は個別の新粒子生成イベントにおいて、ガス状の前駆体から粒子が形成される速度や形成された粒子同士の凝集や低揮発性ガスの取り込みなどにより粒子径が成長する速度

を算出する。二次粒子の生成・成長のメカニズムを明らかにすることで、PM2.5の質量濃度増加に関与するパラメータを明らかにし、新たなPM2.5削減目標に向けた提言を目指す。

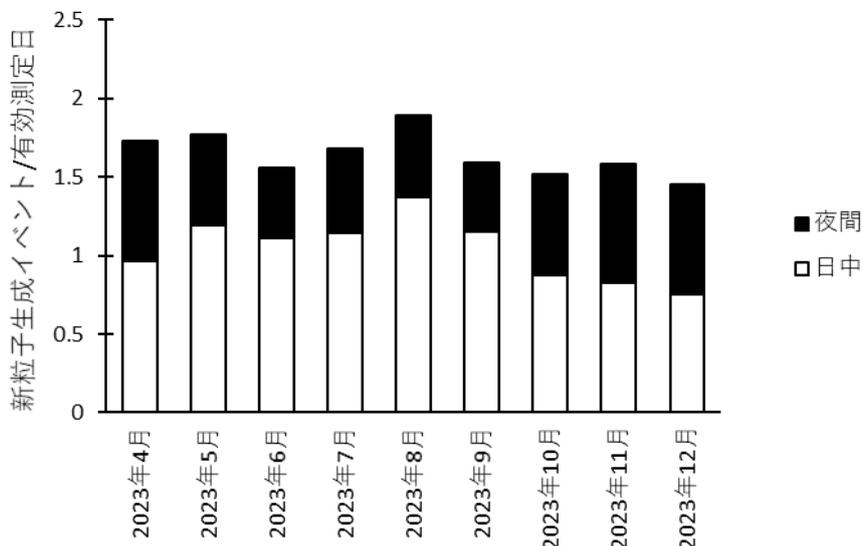


図1 2023年度4月から12月に観測された有効測定日あたりの新粒子生成イベントの回数を月ごとに示す。どの月においても日中及び夜間に新粒子生成イベントが観測された。8月に最も高い頻度で観測され、また日中の割合も高かった。

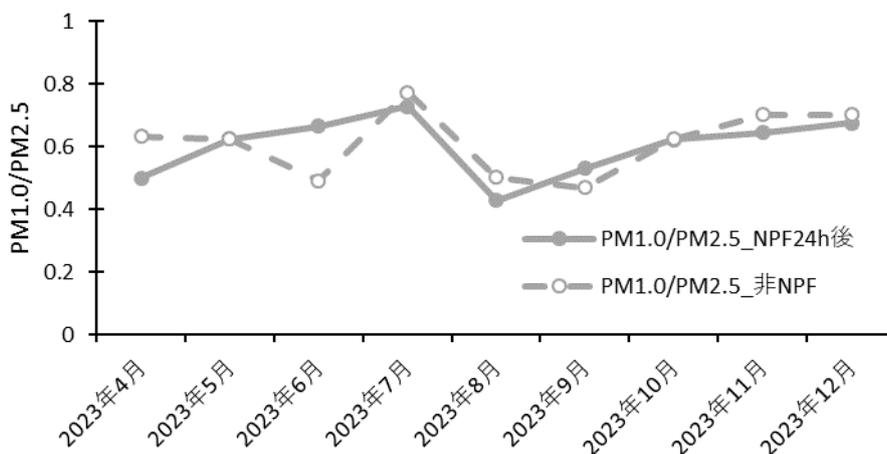


図2 新粒子生成イベント（NPF）後24時間までのPM質量濃度について、PM1.0/PM2.5比を算出した結果を月ごとに示す。月ごとにPM1.0/PM2.5比の変動は見られるが、イベントの有無によるPM1.0/PM2.5の変化は明確に見られなかった。

【参考文献】

- 1) 東京都環境局 第4回大気中微小粒子状物質検討会資料（2009年7月）
- 2) Kulmala et al., Nature Protocols, 7(9), 1651–1667, 2012