

大気-森林間におけるエアロゾルの粒径別沈着速度評価と 交換メカニズムの解明

22515005 大内 菜々子

(指導教員：松田 和秀)

【はじめに】

大気中に浮遊するエアロゾルは、大気汚染物質として人の健康へ影響を及ぼすだけでなく、地表面への沈着や放射強制力を働かせて生態系や気候へも影響を及ぼす。エアロゾルの主要な除去過程である乾性沈着において、沈着のしやすさを示す沈着速度は、粒径に大きく依存する。しかし、先行研究ではサブミクロンの領域で観測値が理論値を上回ることが報告されており、沈着量評価の課題となっている。また詳細な粒径別の沈着速度や、超微小粒子の沈着速度を求めた事例は極めて少ない。近年では、沈着だけでなく森林から粒子が放出される事例も報告されている。本研究では、森林における粒子の粒径別の沈着速度の評価と、得られたデータをもとに粒子の大気-森林間における交換メカニズムの解明に取り組んだ。

【方法】

2022年7月25日～8月5日、2022年10月14日～10月28日、2023年2月16日～3月6日、2023年5月16日～6月7日の期間において、FM多摩丘陵の森林に設置された観測鉄塔の30 m、17 mで粒径別のエアロゾル濃度を測定した。濃度の測定には、0.006～10 μm の粒径範囲において粒径別に測定できる電子式低圧インパクタを用い、1高度3分間のサイクルで高度を切替えることで測定した。沈着速度の評価には一般的な空気力学的濃度勾配法より高精度でフラックスを測定できるキャノピー濃度勾配法を適用し、粒径ごとの沈着速度の算出を行った。また、上記の同観測期間にフィルターを用いたPM_{2.5}またはPM₁の無機成分の観測を観測鉄塔の30 mで行った。さらに、2023年8月と10月に生物起源揮発性有機化合物 (BVOC) の観測を観測鉄塔の30 mと17 mで行った。これらのデータと粒径別のエアロゾルのデータから交換メカニズムの解明を行った。

【結果と考察】

沈着速度の変動は、粒径や季節によって異なった。日中（9時～17時）に着目し、各季節におけるエアロゾル粒子の粒径と沈着速度の関係を図に示した。いずれの季節も概ね $0.1\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 付近を極小とする U 字型の分布が得られ、理論上の粒径と沈着速度の関係と矛盾しない結果が得られた。沈着傾向を示した粒径及び観測期間においては、超微小粒子で先行研究の観測値とよい一致を示し、サブミクロン粒子の秋季においては $0.48\ \mu\text{m}$ と $0.76\ \mu\text{m}$ でモデルを上回るような値も見られた。

沈着速度を詳細に見ると、放出の傾向が見られた季節が存在した。同期間の粒子成分の考察から、一定量の有機成分が含まれていると考えられたため、その前駆物質である BVOC との関係性を調べた。夏季のイソプレン濃度とその放出フラックスは秋季よりも非常に高かったため、夏季の比較的小さい粒径の粒子 ($0.01\sim 0.3\ \mu\text{m}$) で見られた放出傾向については、森林上部において、放出されたイソプレンから二次有機エアロゾルが生成されたことに起因する可能性が示唆された。さらに、着葉期のサブミクロン粒子に見られた放出傾向については、林上とキャノピー上部の相対湿度の差による吸湿性粒子の林内における吸湿成長による見かけ上の放出である可能性が示唆された。

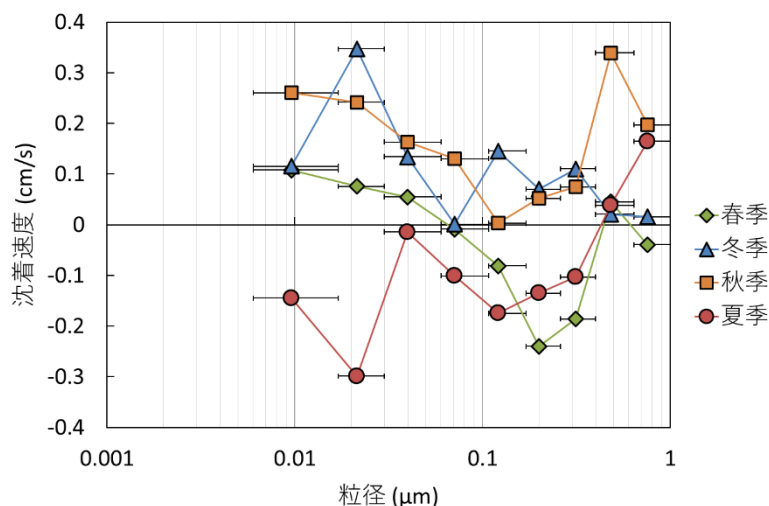


図 各季節における日中の粒径と沈着速度の関係
(各点は粒径の幾何平均値における沈着速度の中央値、
エラーバーは粒径範囲を示す)