

鉛直プロファイル観測による森林における
粒径別エアロゾル沈着メカニズムの解明

20515020 松本響子

(指導教員: 松田和秀)

【はじめに】森林におけるエアロゾルの沈着速度は、粒径に大きく依存し、サブミクロンの領域において観測値が理論値を上回ることが多く報告されている (Saylor et al., 2019)。微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の質量の多くはサブミクロン領域に存在することから、PM_{2.5} の沈着・除去を評価するうえで、この不一致の要因を解明することは重要である。一方で粒径が 0.1 μm 以下の超微小粒子については、特に森林において沈着速度の測定事例は極めて少なく、その実態は明らかになっていない。エアロゾルの沈着メカニズムを解明するためには、時間分解能と粒径分解能が高い測定法による測定が有効である。そこで本研究では、森林におけるエアロゾル粒子の粒径別の沈着メカニズムを解明することを目的とし、超微小領域から粗大領域の範囲の粒子を高時間分解能で測定することができる電子式低圧インパクター (ELPI+) を用いてエアロゾル個数濃度の粒径別鉛直プロファイルの観測を行った。

【方法】FM 多摩丘陵の森林に設置された観測鉄塔の 30、20、10、6、1 m の 5 高度において鉛直プロファイル観測を行った。ELPI+は地上に設置し、各高度まで配管したチューブから吸引した。1 高度 10 分で順次高度を切り替え 5 高度測定した後、バックグラウンド測定を 10 分行うサイクルで、1 時間ごとの鉛直プロファイルを得た。ELPI+は 0.006～10 μm の粒径範囲において 14 区分の粒径別に測定できる。ELPI+の測定では、コロナチャージャーで荷電した粒子を多段式低圧インパクターの各ステージに分級捕集し、ステージ毎の電荷量をエレクトロメーターで計測することによって、粒子濃度と粒径分布が求められる。大気を 10 L min⁻¹の流量で吸引し、1 Hz の頻度で測定した。観測は 2018 年 7 月 20 日～8 月 10 日と 2020 年 2 月 13 日～3 月 2 日、2021 年 6 月 11 日～7 月 14 日の期間に実施した。

【結果と考察】3つの観測期間におけるエアロゾル粒子の粒径別鉛直プロファイルを図に示す。超微小粒子（ $0.010\ \mu\text{m}$ と $0.071\ \mu\text{m}$ ）では、全ての季節において林上から林床にかけて濃度の減衰がみられた。一方でサブミクロン粒子（ $0.20\ \mu\text{m}$ と $0.31\ \mu\text{m}$ ）は冬では減衰はみられず、梅雨と夏では林床にかけて濃度の増加がみられた。先行研究においてPM_{2.5}主要成分の質量濃度は林床にかけて減少する傾向にあり、本研究における増加傾向は、個数濃度に起因する可能性が示唆された。梅雨と夏の相対湿度は、冬より高く、さらに林上より林内の方が、高かったことから、サブミクロン粒子の林内での吸湿成長について解析したところ、30 mと1 mの相対湿度差が大きいときに梅雨と夏のサブミクロン粒子が放出傾向を示した。高度が低いほど相対湿度が高くなっていたため、沈着過程で粒子は林床に近づくにつれて吸湿成長し、サブミクロン領域内で粒径区分が大きい方へシフトし、見かけ上放出の傾向になったと考えられる。特に、相対湿度が、吸湿性粒子の潮解湿度に比べて、30 mで低く、1 mで高いときにこの傾向は顕著であり、林内における吸湿成長の実態が明らかとなった。以上のことから、夏季集中観測と梅雨集中観測におけるサブミクロン粒子の放出傾向は、30 mから1 mの相対湿度差による潮解を伴う吸湿成長が原因で見かけ上起きたものであると考えられた。このような吸湿成長に伴う粒径の変化は、サブミクロン粒子の沈着速度の増加に寄与し、沈着速度の観測値と理論値の不一致が生じる一因になっている可能性が示唆された。

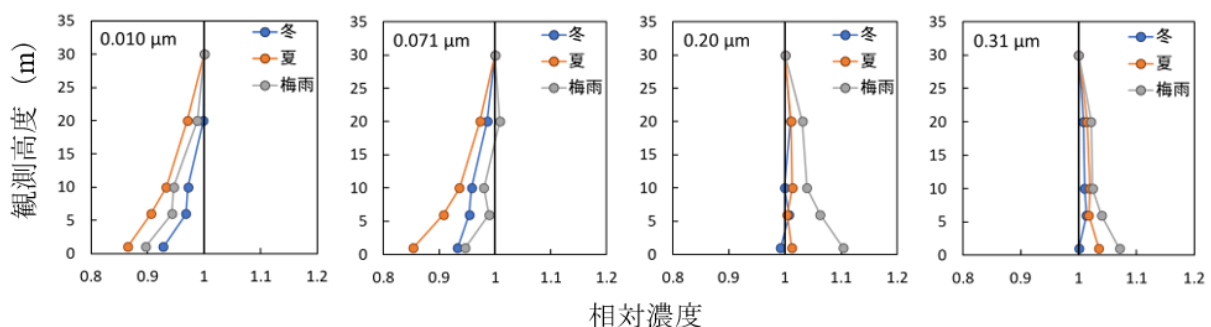


図 FM 多摩丘陵におけるエアロゾル粒子の粒径別鉛直プロファイル
(30 m における濃度を 1 とした相対値)

【文献】 Saylor et al., 2019. Tellus B 71.