森林キャノピー内における硫酸塩粒子の乾性沈着過程

10153052 原 文香
(指導教員:松田 和秀)

【はじめに】

近年、日本への PM2.5 の長距離輸送が指摘され、生態系への影響を考慮するうえでその沈着量の把握が求められている。特に硫酸塩粒子が植物の葉面から影響を及ぼす可能性が示唆されており、葉層を含むキャノピー内部での沈着過程が重要となる。しかし大気から森林への乾性沈着に比べて、森林キャノピー内における乾性沈着過程の知見は未だ蓄積されていない(Katul et al., 2011)。本研究は硫酸塩粒子(PM2.5 硫酸イオン成分)に注目し、林内におけるフラックス観測にも適用可能な緩和渦集積(REA)法を用いた観測により、森林キャノピー内部における乾性沈着過程、特に葉層への沈着を明らかにすることを目的とした。

【方法】

REA 法は乾性沈着量の直接測定法の一つであり、鉛直風速の変動をもとに物質を分けて捕集、集積し各濃度から上下の通過量を推定してフラックス(単位時間あたりに単位面積を通過した物質量)を求める手法である。本研究では PM2.5 用に開発した REA 測定システム器を用い、高時間分解能(10Hz)で観測した鉛直風速の 10 分平均値を基準(ゼロ)と設定した。そして上向き(プラス)時と下向き(マイナス)時にサンプリングラインを切り変え、別々に PM2.5 を捕集、集積し、次式からフラックスを算出した。

$F=\beta\times\sigma_w\times(C^+-C^-)\ldots(1)$

ここで F はフラックス、β は実験的に求める係数、σ_w は鉛直風速の標準偏差、(C^+-C^-) は鉛直風速上向き時と下向き時の濃度差を示す。観測は南北方向へ約 8 度の傾斜がある FM 多摩丘陵の観測鉄塔にて行った。鉄塔周辺の主要樹種はコナラで、キャノピー高度は約 20m であった。またキャノピー上の 30m を林上、8m を林内の観測高度として REA 測定システム器を設置し、林上と林内で同時にフラックス観測を行った。サンプリングは 2013 年 6 月から 12 月まで数日~1 週間間隔で行うとともに、夏季および秋季に 1 日 2 回(昼、夜)間隔の集中観測を行った。得られたサンプルは純水で無機イオン成分を抽出し、イオンクロマトグラフにて成分を定量した。

【結果】

図 1 に葉面積指数(LAI)と硫酸塩粒子の葉層への沈着率の推移を示す。なお沈着率は林上と林内のフラックスの差を林上のフラックスで割り求めた。また点線は LAI の 4 区間移動平均を示す。図 1 より LAI は 6~9 月に高く、その後低下し落葉する 12 月に最も低くなった。このことから森林の葉層の密度が夏季に高く冬季に低いという季節変動が確認された。また硫酸塩粒子の葉層沈着率は 6～9 月に高く、10～12 月に低下するという LAI と同様の季節変動がみられた。

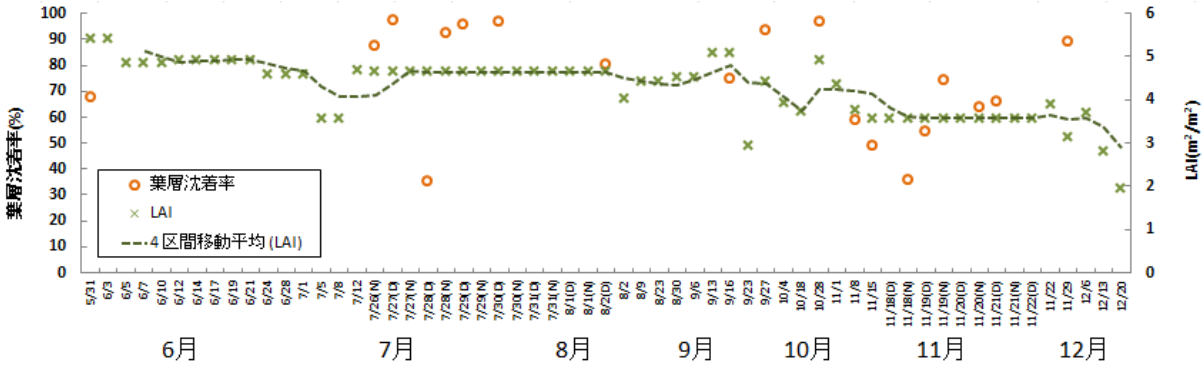

図 1. LAI と葉層沈着率の推移

【考察】

図 1 から葉層沈着率に葉層の密度が関係することが考えられた。葉層の密度が異なる集中観測の結果では、LAI が 4.7(m^2/m^2)と高い夏季に、約 85%の硫酸塩粒子がキャノピー、特に葉面へ乾性沈着していることが示唆された。また LAI が 3.6(m^2/m^2)と低い秋季において沈着率が約 66%と低下したため、沈着率は葉層の密度に影響される可能性が示唆された。さらに葉層沈着率と微気象との関係を考察した。その結果、夏季に(1)葉層の密度の増加に伴い粒子を運ぶ乱流が林内へ入り込みにくかったこと、(2)高湿度に伴う粒子成長および葉面におけるはね返りの減少により沈着速度が増加したこと、によって葉層へ硫酸塩粒子が多く沈着したことが考えられた。

【参考文献】

Katul et al., 2011. The effects of the canopy medium on dry deposition velocities of aerosol particles in the canopy sub-layer above forested ecosystems. Atmospheric Environment. 45 1203-1212