

## 1. 研究背景・目的

近年、アジア諸国の経済発展に伴い当該地域における越境大気汚染が問題となってきた。主な越境大気汚染物質としてエアロゾルとオゾンが注目されている。エアロゾルやオゾンは人体影響だけでなく植物への影響も懸念されている。当該大気汚染物質の植物への影響は葉面への乾性沈着によるものが大きいと考えられ、林内の各部分への乾性沈着の評価が課題となっている。これまでの乾性沈着研究では、大気から森林樹冠上への知見が蓄積されてきているが、植物影響を詳細に見る場合、森林樹冠下の沈着メカニズムが重要となる。しかし、その実態はほとんど解明されていない。そこで、森林キャノピー内部における大気エアロゾルの乾性沈着の実態を明らかにすることを目的として、これまでアジア地域のフィールド観測で多く用いられ、実績のある濃度勾配法を用いて林上と林内の乾性沈着観測を行った。

## 2. 研究方法

本研究では濃度勾配法を用いて乾性沈着測定を行った。濃度勾配法とは、複数高度間の大気中濃度の差と微気象データから乾性沈着フラックスを算出する方法である。濃度勾配法の特徴として、①沈着面の物理的性状をよく反映している、②比較的長期間の観測が可能である、③様々な気象条件や植生状態での沈着速度の評価をできるなどの利点がある(Erisman *et al.*, 1994; Wyers and Duyser, 1997)。森林樹冠上、樹冠下の複数高度間で観測した対象物質の濃度の差と、気温と風速の微気象データから大気の拡散係数を算出し、式(1)より沈着フラックスを算出した。

$$F = -D \frac{\Delta C}{\Delta z} \quad (1)$$

ここで  $F$  は沈着フラックス ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )、 $D$  は拡散係数 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )、 $\Delta C$  は濃度差 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $\Delta z$  は高度差 ( $\text{m}$ ) である。得られた沈着フラックスから沈着速度を推計した。沈着速度は下記の式で表される。

$$V_d = \frac{F}{C} \quad (2)$$

ここで、 $C$  は大気中濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $V_d$  は沈着速度 ( $\text{m}/\text{s}$ ) である。

観測期間を 2012 年 10 月 19 日～12 月 4 日として東京都八王子市にある東京農工大学フィールドミュージアム多摩丘陵の森林に設置してある大気観測鉄塔において濃度勾配測定を行った。大気観測鉄塔の高さは 30m で、3 次元超音波風速計を林上 30m と林内の樹冠下 8m に設置した。観測期間の森林キャノピー高度は約 20m であった。また、エアロゾルサンプラーを鉄塔の 30m、25m、8m、1m の高度に設置した。サンプリングには 2.5  $\mu\text{m}$  カットインパクター付ローボリュームエアサンプラー(LV)を用いて、粗大粒子をカットした微小粒子 (PM2.5) を捕集した。エアロゾルはインパクターの規定流量である 20L/min で吸引して捕集し 1 週間毎にフィルターを交換した。サンプルはデシケーターで 1 週間乾燥させ冷蔵庫内にて保管した。分析試料は、純水 20ml を入れた試験管にサンプルを入れ超音波洗浄機にて 20 分間抽出した後、抽出液中の粒子をろ過して作成し、イオンクロマトグラフにて無機イオン成分の測定を行った。

### 3.結果および考察

図1に、観測期間中の各高度の粒子状  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度を示す。30m と 25m では明確な濃度の差が見られなかった。一方、8m と 1m では全ての期間で下が低い濃度勾配が観測された。

図2に、各高度における大気中濃度の期間平均を示す。平均的に見ると林上では濃度の差はほとんど無く、林内で下が低い濃度勾配（沈着）が明らかに見られる。沈着を示す下が低い濃度勾配が林上で観測されず林内のみで観測された理由として拡散速度の大きさの違いが考えられた。樹冠への乾性沈着により林上の大気中濃度は減少するが、林上での拡散速度は林内の約10倍あるため効率よく攪拌が起こり大気中濃度が一様となって濃度勾配が観測できなかったと考えられた。一方、林内では拡散速度が非常に小さいため8m と 1m の高度で大気中濃度に差が現れ濃度勾配が観測されたと考えられた。

図3に、式(2)により推計した沈着速度を示す。明確な濃度勾配が見られた林内では粒子状  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の下向きの沈着速度が得られ、沈着速度の平均値は  $0.14(\text{cm/s})$  であった。

また、同研究室で行なっている別の乾性沈着測定法である緩和渦集積法により得られた沈着速度との比較を行った。緩和渦集積法による沈着速度推計では林上における下向きの沈着速度（約  $0.3 \text{ cm/s}$ ）が得られており、本研究で推計した林内の沈着速度の約2倍であった。本研究での林上と林内の濃度差は10%程度であるので、森林の樹冠の部分へ全乾性沈着量の半分程度エアロゾルが沈着していることが示唆された。今後は、林内の観測地点を増やし、樹冠への沈着量を精度よく求めていく必要がある。

#### 参考文献

- Erisman, J.W., Beier, C., Draaijers, G., Lindberg, S. (1994) Review of deposition monitoring methods. *Tellus* 46B: 79-93
- Erisman, J.W., Draaijers, G., Duyser, J., Hof-shreuder, P., Leeuwen, N. F. M. v., Romer, F., Ruijgrok, W., Wyers, P. (1997a) The aerosol project: introduction and some background information. *Atmos. Environ.* 31: 315-319

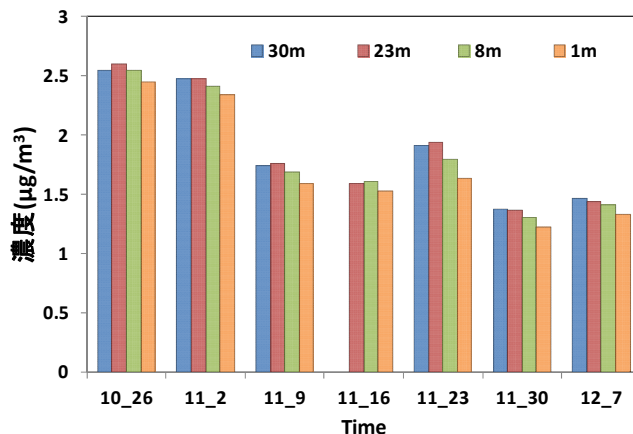


図1 各高度における粒子状  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の変動

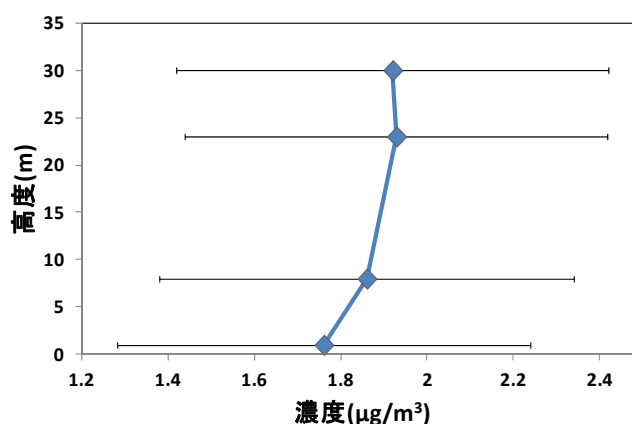


図2 粒子状  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の高度別平均  
(エラーバーは標準偏差)

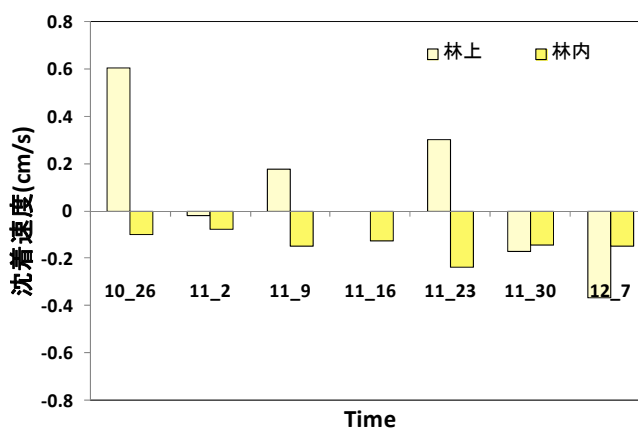


図3 林上と林内における粒子状  $\text{SO}_4^{2-}$  の沈着速度