

ガス・粒子状物質の森林内鉛直分布と乾性沈着の関係

10153053 針ヶ谷 智生
(指導教員：松田 和秀)

【はじめに】

近年、東アジア地域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いる。主な越境大気汚染物質としてPM_{2.5}やオゾンなどが注目されており、またこれらの物質は健康への影響ばかりでなく植物体へも影響を与えることが懸念されている。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起因するものが大きいと考えられ、これまでに知見の少ない、森林内の乾性沈着過程を明らかにすることが望まれる。本研究では森林における乾性沈着過程の実態解明のため林上から林内にかけてガス・粒子状物質の濃度の鉛直分布（プロファイル）を測定し、成分間のプロファイルの違いから、森林内の乾性沈着過程と沈着のしやすさを示すパラメータである沈着速度の関係を解析した。

【方法】

本研究では、オゾン(O₃)、二酸化硫黄(SO₂)、硝酸ガス(HNO₃*)、PM_{2.5}中硫酸イオン(SO₄²⁻)を対象とし、オゾンは自動測定器(AeroQual-300)とパッシブサンプラーの二つの手法で測定し、それ以外はフィルターパック法により測定を行った。約1カ月の予備観測の後、2013年7月26日～8月2日(夏季)と同年10月4日～11月29日(秋季)の2期間に、東京都八王子市に位置する東京農工大学FM多摩丘陵内にある高さ30mの大気観測鉄塔を用いて測定を行った。夏季集中観測のサンプリング間隔は期間中1日につき日中3回、夜間1回(6:00-10:00, 10:00-14:00, 14:00-18:00, 18:00-翌6:00)の計4回行い、秋季観測のサンプリング間隔は1週間とした。観測期間の森林キャノピー高度は約20mであり、また各測定機器を観測鉄塔の林上(30m・23m)と林内(8m・1m)の4高度に設置した。インパクターによって粗大粒子をカットした微小粒子(PM_{2.5})をガラス繊維フィルターに捕集し、ガス状物質はアルカリ含浸フィルターに捕集した。分析試料は対象成分を補修したフィルターを純水に浸し超音波処理後に濾過・抽出により作成し、イオンクロマトグラフィーを用いて無機イオン成分の定量を行った。各成分の沈着速度は、濃度勾配法(Matsuda *et al.*,2010)により林上の濃度差と拡散速度から求めた。

【結果と考察】

図1に夏季観測期間中の各成分濃度相対値の鉛直プロファイルを示す。図1よりガス状物質ではSO₂とHNO₃*が共に林内で大きな濃度減衰の傾向を示すのに対し、O₃は林内での濃度減衰はほぼゼロであった。一方、粒子状物質は林上・林内共に濃度の減衰が小さかった。さらに夏季観測期間中に観測された各成分の時間帯毎の濃度は全成分で昼から夕方にかけて最大となり、朝方に最小となった。

また、表1に夏季観測期間中の林上における各物質の沈着速度を示した。沈着速度を比較すると概ね粒子状物質に比べガス状物質の方が大きな値を示している。ガス状物質ではO₃>HNO₃*>SO₂の大小関係が見られた。このガス状物質が粒子状物質に比べて沈着速度が大きいという結果はガスと粒子の間の沈着表面での反応性の大きさの違いに起因すると考えられ、先行研究の結果と一致した。さらに硫酸塩粒子の沈着速度は、国内で観測された結果や抵抗モデルによる理論値と同レベルであった。また、ガスの沈着速度について反応性、溶解性を考慮した理論的な計算ではHNO₃*>SO₂>O₃の大小関係が示されている。しかしながら本研究においては、夏季・秋季の両観測より得られたO₃の沈着速度は理論値より大きく、HNO₃*、SO₂に対しても大きい値を示した。この原因として森林内の植物体から放出される植物起源揮発性有機化合物(BVOC)とO₃の林内における化学反応が関係している可能性が示唆される。

さらに、夏季と秋季の両観測における各成分の沈着速度を比較すると全成分の沈着速度は夏季の方が秋季に比べ大きくなった。この原因は夏季と秋季の気象条件や森林内の葉面積の変化によるものと考えられる。

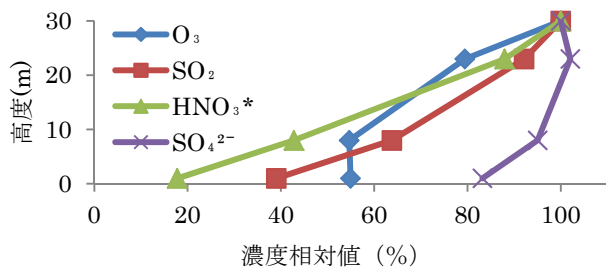


図1. 濃度鉛直プロファイル(相対値)

表1. 各物質の沈着速度(夏季)

成分名	沈着速度 V _d (cm/s)
O ₃	3.04
SO ₂	1.39
HNO ₃ *	2.09
SO ₄ ²⁻	0.26

※HNO₃*: アルカリ含浸フィルターに捕集されたNO₃⁻からHNO₃濃度を算出したもの(NO₂・HONO等の一部を含む)

【参考文献】

Matsuda *et al.*, Atmospheric Environment 44, 4582-4587 (2010)