

森林における粒子・ガス成分鉛直プロファイル観測による PM2.5 沈着メカニズムの解明

学籍番号 12153028 徐 懋
(指導教員： 松田 和秀)

【はじめに】

東アジア地域における急速な経済発展に伴い、PM2.5 等による大気汚染が地球規模で起きる可能性がある。大気汚染の動態を正確に予測するためには、汚染物質の沈着メカニズムを正確に把握する必要がある。先行研究から、日本国土の多くを占める森林上において、PM2.5 中に含まれる SO_4^{2-} と NO_3^- の沈着メカニズムに明確な差異があることが示唆されている。しかし、当該差異に関する観測の事例は極めて限られており、メカニズムの解明には至っていない。以上の背景から本研究では PM2.5 中に含まれる SO_4^{2-} と NO_3^- の森林への沈着メカニズムの解明に資することを目的として、林上から林内にかけて粒子成分および関連するガス成分の鉛直プロファイルの観測を昼夜間別に行った。

【方法】

東京農工大学 FM 多摩丘陵内にある観測鉄塔(高度 30m)を用いて、林上から林内にかけて粒子およびガス状物質の鉛直プロファイル観測を行った。観測鉄塔の 30, 23m(樹冠上部)から 8, 1m(樹冠下部)の 4 高度にかけてフィルターホルダーを設置し、粒子およびガスをサンプリングした。観測期間は 2015 年 7 月 21 日午後 18 時から 2015 年 8 月 1 日午前 6 時、昼夜間別(昼間：午前 6 時～午後 18 時、夜間：午後 18 時～午前 6 時)のサンプリングを行った。イオンクロマトグラフィーによりサンプルの無機イオンを定量した。

【結果】

観測期間中の FM 多摩丘陵内における PM2.5 中の主な無機エアロゾルは高度によらず、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ および NH_4NO_3 であった。図 1 に昼間(Day)および夜間(Night)における PM2.5 中の SO_4^{2-} と NO_3^- の平均鉛直濃度プロファイル(30m における大気中濃度を 1 とした相対濃度)を示す。昼夜に関わらず林床にかけての NO_3^- の濃度減衰率は、 SO_4^{2-} に比べて大きかった。夜間では各高度間において有意な差が得られ、特に林内において大きな有意差が現れた ($p < 0.01$)。また、 SO_4^{2-} の各高度間の差は有意には見られなかった。

【考察】

昼間と夜間で各高度間において SO_4^{2-} と NO_3^- の濃度減衰率が大きく異なっていたのは形成塩の性質の違いが一因と考えられる。 NH_4NO_3 粒子はガス状の NH_3 と HNO_3 との間で平衡関係を持ち、沈着面付近で NH_4NO_3 粒子の揮発が起こる場合、このような差が表れると考えられる。なお、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 粒子は不揮発性である。 NH_4NO_3 粒子が揮発する一因として、沈着速度の大きい HNO_3 の優先的沈着によって沈着面付近の濃度が減少することで平衡移動が生じ、 NH_4NO_3 が揮発することで NO_3^- が SO_4^{2-} よりも減衰しやすくなることが考えられる。 HNO_3 の濃度減衰率は昼夜共に各高度間で SO_4^{2-} および NH_4 より大きく、その沈着速度が大きく優先的に沈着することを裏付けている。 SO_4^{2-} と NO_3^- の濃度減衰率の成分間差が夜間により大きく現れたのは摩擦速度の日内変動に起因すると考えられる。夜間は摩擦速度が小さいために鉛直方向の乱流の度合いが低く減衰した分の NO_3^- が上空から補給されず、濃度減衰が大きくなりやすかったと考えられる。

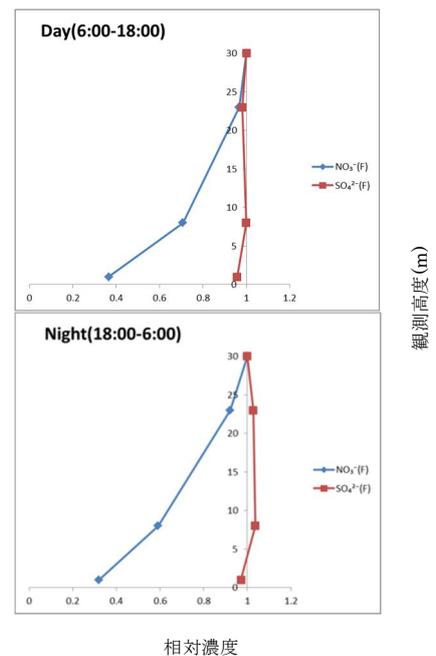


図1 昼夜における SO_4^{2-} および NO_3^- の鉛直濃度プロファイル