

緩和渦集積法による長期観測に基づく森林における硝酸ガスフラックス

18536003 笠原 健太

(指導教員：松田 和秀)

【はじめに】

大気中の汚染物質が大気から除去される過程のうち、降水を介さずに乱流拡散などによって地表面へ沈着する乾性沈着を直接測定するためには、特殊な測定機材や高度な技術が必要なことから、欧米や東アジアのモニタリングネットワークでは、間接的に沈着量を推定する乾性沈着推定法 (Inferential 法) が用いられている。しかしながら、Inferential 法による乾性沈着量の推計は、特に森林表面において大きな不確実性を有していることが報告されている。

硝酸ガス (HNO_3) は大気汚染物質の中でも特に沈着速度が大きい成分であると考えられており、窒素沈着量の評価に不可欠であるが、近年の研究で HNO_3 の鉛直方向上向きのフラックスが森林において観測されるなど、森林における HNO_3 の動態は未解明な点が残されている。

本研究では今後の乾性沈着量推計精度の向上へ資するため、緩和渦集積法 (REA 法) を用いて森林上でフラックス測定を行った。年間を通した長期間の観測を行うことで森林における HNO_3 フラックスの季節変化を得て、沈着速度の特徴化を行うとともに、沈着速度を計算する抵抗モデルの検証を行った。

【方法】

東京農工大学フィールドミュージアム多摩丘陵 (FM 多摩丘陵) の森林内に設置された観測鉄塔の最上部 (地上 30 m 地点) にて REA 法を用いた HNO_3 のフラックス測定を行った。鉄塔周辺は主に落葉広葉樹が分布している。観測期間は 2016 年 10 月から 2017 年 3 月、および、2017 年 9 月から 2019 年 6 月の期間で、1 週間ごとの連続サンプリングを行った。REA 法では鉛直風の上下方向別に物質を捕集して集積し、それらの濃度差からフラックスを測定する手法である。 HNO_3 の捕集部には NaCl 溶液を塗布したデニューダ管を使用した。東アジア酸性雨モニタリングネットワークで使用されている抵抗モデル (EANET モデル) と、近年の知見を踏まえて改良された抵抗モデル (新モデル) を用いて HNO_3 の沈着速度を算出し、長期観測によって得られた沈着速度と比較することによって、モデルの改善点や今後の改良点についての考察を行った。

【結果と考察】

REA 法および抵抗モデルによって得られた HNO_3 沈着速度を季節ごとに図 1 に示す。季節区分は春 (3-5 月)、夏 (6-8 月)、秋 (9-11 月)、冬 (12-2 月) とした。なお、夏の測定においては有効データが少なく、期間を代表する値は得られなかった。季節間の沈着速度 (cm/s) を中央値で比較すると、秋 (0.98) > 冬 (0.56) > 春 (-0.73) という順になった。落葉期間を含む春と冬の沈着速度が小さく、特に春に沈着速度が負の値 (上向きフラックス) を示す傾向が見られた。落葉期間には日射で温められた林床付近が高温となり、 NH_4NO_3 粒子の揮発が起これり HNO_3 が発生したと考えられ、特にこの現象は春に顕著であることが示唆された。これにより、沈着が抑制された結果、上記のような沈着速度の季節変化が現れたと考えられた。

抵抗モデルとの比較を行ったところ、EANET モデルはすべての季節において実測値を大幅に上回っていたのに対し、新モデルでは秋と冬には中央値が実測値と同等の値を示した。抵抗モデルでは上記の NH_4NO_3 粒子の揮発影響を考慮していないため、春には新モデルにおいても実測値との不一致が生じたが、全期間を通して新モデルの方が実測値に値が近づいていることが示された。

今後はこの NH_4NO_3 粒子の揮発による影響を正確に推定していく必要がある。

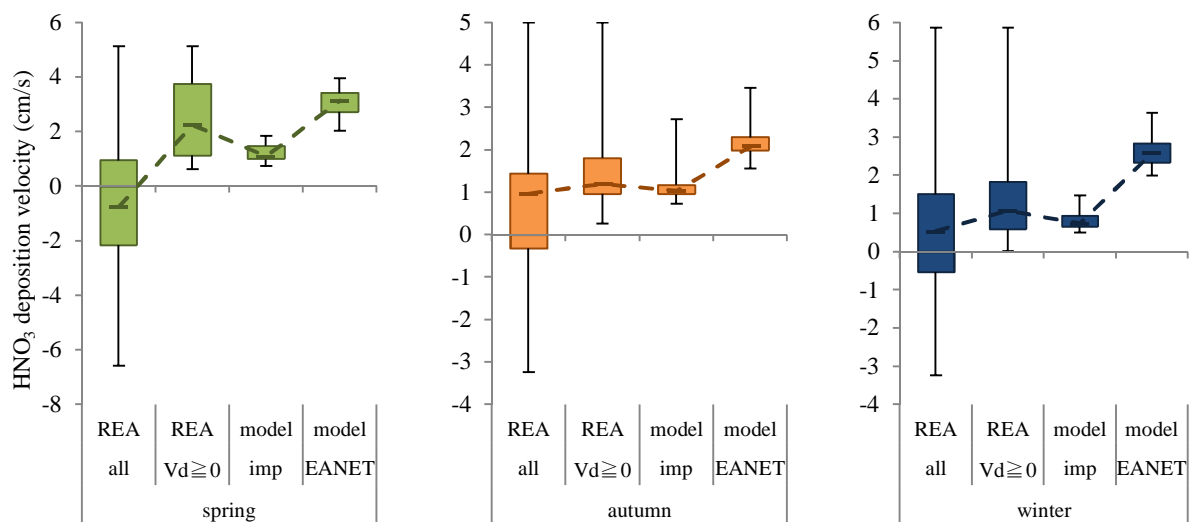


図 1. HNO_3 沈着速度の季節別比較 (箱ひげ図は最大値・最小値、75%値・25%値、および中央値；REA all は全サンプル、REA $V_d \geq 0$ は正の沈着速度のみ抽出、model imp は新モデル、model EANET は EANET モデルを示す)