

# 森林への粒子状物質の乾性沈着観測—夏季観測結果—

06T7-048 : 三宅 貴史  
指導 教員 : 松田 和秀

## 1.背景と目的

近年発展の著しいアジア地域において、窒素化合物や硫黄酸化物の排出量が増加傾向にある。それに伴い越境大気汚染や大気沈着による森林、土壌、湖沼等の生態系への影響が懸念されている。大気沈着には降水に取り込まれて沈降する湿性沈着とガスや粒子が直接沈着する乾性沈着とがあり、生態系への影響を評価するにはその2つを合計した総沈着量を推計する事が重要である。総沈着量における乾性沈着量の割合は、他の研究結果では非海塩由来を除いた硫黄で40~50%を占めているとされ、さらにその中で粒子状物質が占める割合は平均で4割程度とされている。近年東アジアにおいても、直接測定に基づく乾性沈着のフィールド研究が実施されつつあるが、それらの研究はガス状物質を対象としたものが多く、粒子状物質に関しては極めて少ない。そのため東アジアにおける粒子状物質の乾性沈着メカニズムは十分に解明されていない状況にある。

このような状況を踏まえ、本研究では、東アジア地域における粒子状物質の乾性沈着メカニズムの解明を目的とし、国内の森林においてガス状及び粒子状物質の乾性沈着直接測定を行った。得られた観測結果より、各成分の大気中濃度変動の特徴や森林における沈着フラックス及び乾性沈着速度の推計を行った。更に、欧米の研究結果により提唱されている粒子状物質の乾性沈着速度推計法が日本の森林において適用可能か検証するため、集中観測による実測値と推計法を用いた推計値との比較を行った。

## 2.方法

### 乾性沈着の集中観測

長野県にある電力中央研究所の北佐久試験サイトの観測鉄塔において2009年7月2日~7月8日の期間、フィルターパック法を用いてガス状及び粒子状物質の濃度勾配法による乾性沈着の直接測定を実施した。乱流要素の測定は、超音波風速計を27mの高度に設置して行った。直接測定では鉛直濃度分布を観測するため、地上から27m,24m,21mの3高度にサンプラーを設置し、流量20L/minで大気試料を捕集した。フィルターパック法では粒子状物質を粒径別に捕集するため、2.5 $\mu$ mカットインパクトを用いて粒径2.5 $\mu$ mを境に粗大粒子と微小粒子で分級捕集を行った。更にアルカリ含浸(炭酸カリウム)フィルターを用いて二酸化硫黄とガス状窒素酸化物の捕集を行った。フィルターは6時,10時,14時及び18時の1日4回交換を行った。大気試料捕集後のフィルターは、速やかに外気から遮断して冷蔵保管し、後日、フィルターを超純水10mLに浸して無機イオンの抽出を行い、抽出液はイオンクロマトグラフを用いて、陰及び陽イオン分析を行った。

その後、各試料濃度と積算吸引量から各成分の大気中濃度を算出した。更に、濃度勾配法により観測された摩擦濃度と超音波風速計により観測された摩擦速度の積から沈着フラックスを算出し、その値を高度27mで観測された大気中濃度で除することで乾性沈着速度を算出した。

### 平衡測定観測

サンプラーの機差を把握するため、平衡測定を実施した。平衡測定は明星大学20号館屋上において、2009年10月22日~10月30日の期間で行った。大気試料の捕集方法は、集中観測と同様にフィルターパック法を用い、2.5 $\mu$ mカットインパクトにより粒径2.5 $\mu$ mを境に粗大粒子と微小粒子に分級捕集し、ガス状成分はアルカリ含浸フィルターを用いて捕集した。フィルターは10~14時,14~18時の1日2回交換を行った。結果は、湯浅(2009)参照。

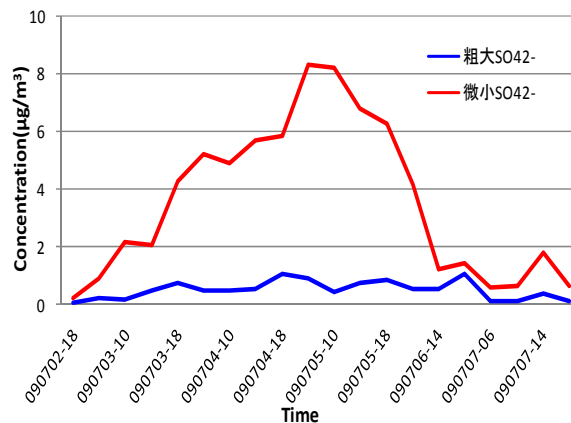


図1. 粗大及び微小粒子中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の大気中濃度

### 乾性沈着速度の実測値と推計値の比較

集中観測による実測値と推計値の比較を行うため、粒子状物質の乾性沈着速度推計法を用いて推計を行った。乾性沈着速度推計式内の、表面沈着速度の項の推計方法として Wesely et al.(1985)と Erisman et al.(1997)による2つの推計式(松田,2008)を用い、観測期間中の気象データを用いて推計を行った。更に、上記2通りの推計式を用いた推計値と、集中観測により推計した実測値の比較を行った。

### 3.結果と考察

#### 乾性沈着の集中観測

図1に全観測期間中の粗大粒子及び微小粒子中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>成分の高度27mにおける大気中濃度を示す。観測期間の変動は、粗大粒子中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>成分においては夜間に高く、日中に低くなる傾向を示した。微小粒子中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>成分では明確な日変動は見られなかったが、4日～5日に濃度のピークが見られた。上記の粗大粒子中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>成分の夜間のピークは、SO<sub>2</sub>濃度のピークと一致しており、観測鉄塔付近に位置する浅間山からの火山ガスが影響している可能性が考えられる。

図2,3に全観測期間中の粗大粒子及び微小粒子中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>成分の27mと21m間における沈着フラックス及び乾性沈着速度を示す。図2,3より、沈着フラックスは全体を通して微小粒子が粗大粒子と比べ大きい値を示しているが、沈着速度では粗大粒子が微小粒子より大きい値を示す場合が多かった。これは、図1のように微小粒子は粗大粒子と比べ大気中の濃度が高いため、沈着速度は小さいが沈着フラックスが高くなった結果と考えられる。

#### 乾性沈着速度の実測値と推計値の比較

図4に乾性沈着速度の実測値と2つの推計式による推計値の日内変動を示す。なお、値はサンプリング時刻別の中央値である。図4よりErisman(1997)による推計値はWesely(1985)による推計値より大きい値を示した。また、Erisman(1997)による推計値は集中観測による実測値とほぼ等しい値を示し、日内変動においても似た変動を示した。これは、Wesely(1985)が米国の草地において粒子状硫酸塩のフラックス測定の結果を基にした推計式であるのに対し、Erisman(1997)は、オランダの森林において粒子成分フラックスの測定結果を基にした推計式であることによると考えられる。以上の結果より、国内の森林における粒子状物質の乾性沈着推定には、Erisman(1997)の推定式が適用性が高いと考えられる。

#### 【文献】

- 松田和秀(2008) 大気中硫黄および窒素化合物の乾性沈着推計-沈着速度推計法の更新-. 大気環境学会 43,332-339
- 湯浅太佑(2009) 森林への粒子状物質の乾性沈着観測-測定法の検討-. 環境システム学科 2009年卒業論文

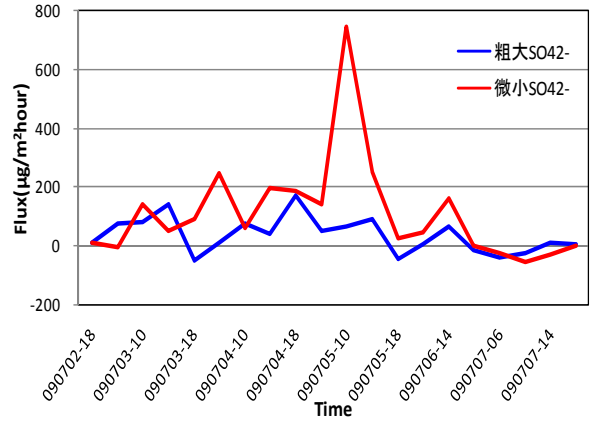


図2. 粗大及び微小粒子中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>のフラックス

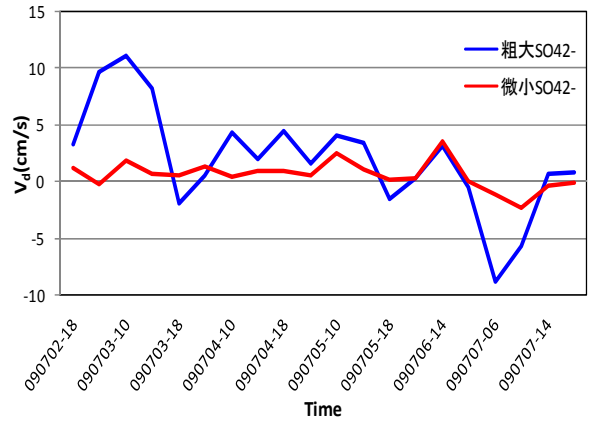


図3. 粗大及び微小粒子中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の沈着速度

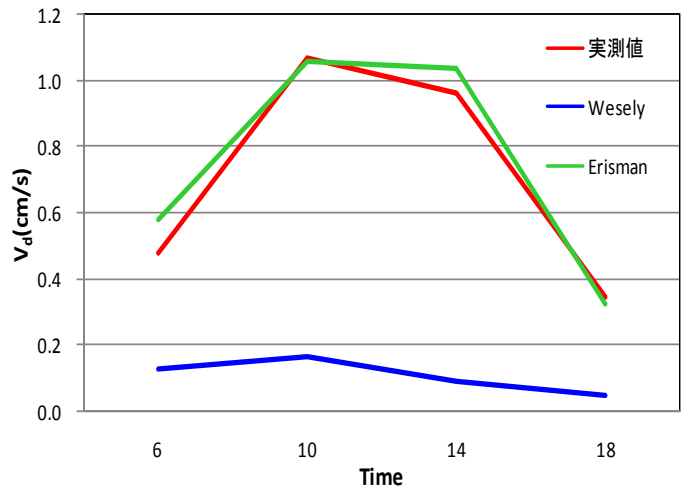


図4. 乾性沈着速度の実測値と推計値の比較