

森林への粒子状物質の乾性沈着観測－測定法の検討－

05T7-065 : 湯浅 太佑

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着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。

現在、東アジアにおける二酸化硫黄 (SO₂)、オゾン (O₃) 等のガス状物質の乾性沈着のメカニズムは概ね解明されつつあるが、粒子状物質成分のメカニズム解明は極めて遅れている。

そこで、本研究では粒子状物質成分の乾性沈着のメカニズム解明に資するため、大気試料を捕集するフィルターパック法を採用した乾性沈着測定法の適用性を検討した。フィルターパック法は作業工程が多いが自動測定に比べ多成分のガス状・粒子状物質成分を同時捕集することが可能であり、一度に多くの情報を得ることが可能である。また自動測定機に比べ安価であるため、当該測定法は東アジアにおいて広く普及させることが可能である。

本研究では2008年に実施した草地での当該測定法の検討(高野2008)に続き、森林において観測を行い、当該測定法の森林での適用性を検討した。

2、方法

1) 北佐久集中観測

2009年7月2日～7月8日にかけて、長野県北佐久にある電力中央研究所の試験サイトの観測鉄塔においてフィルターパック法を用いた濃度勾配測定を実施した。当該鉄塔の地上高度21m、24m、27mの3高度にサンプラーを設置して流量20L/minでサンプリングを行った。また、フィルターは6時、10時、14時、18時の1日4回の間隔で交換を行った。

フィルターパックは粗大粒子、微小粒子、ガスの同時捕集を行うため、2.5μmカットインパクターを使用して、2.5μm以上の粗大粒子と2.5μm以下の微小粒子を分級して、ガラス繊維フィルターに捕集し、後段でアルカリ含浸フィルターを用いて酸性ガスを捕集した。捕集後のフィルターは直ちに外気から遮断して冷蔵保存した。後日、各サンプルフィルターに超純水を10ml加えて超音波洗浄を行って無機イオンを抽出し、イオンクロマトグラフにより陰および陽イオン分析を行った。

2) 平衡測定によるサンプラーの機差の検討

当該観測で使用したサンプラーの機差を把握するため、2009年10月21日～10月30日の期間、明星大学20号館屋上において2台のサンプラーの平衡測定を行った。平衡測定は2台のサンプラーを同高度に設置して流量20L/minでサンプリングを行った。また、サンプリングは10時～14時、14時～18時の4時間サンプリングを1日2回で計12回行った。

フィルターパックは北佐久集中観測と同様に粗大粒子、微小粒子、ガスの同時捕集を行うため、2.5μmカットインパクターを使用して、2.5μm以上の粗大粒子と2.5μm以下の微小粒子を分級捕集し、後段でアルカリ含浸フィルターを用いて酸性ガスを捕集した。

捕集したサンプルは1)と同様に抽出を行い、イオンクロマトグラフにより陰イオン分析を行った。その後、大気中濃度を求めサンプラーの機差を求めた。

3、結果と考察

1) 北佐久集中観測

表1と表2に2008年8月4日～8月8日に筑波の農業環境技術研究所の気象観測サイトで行った集中観測及び北佐久集中観測における全期間中の高度別大気中濃度の平均値を示す。

表1、2から、硫黄酸化物に関しては、両地点とも粗大・微小共に3高度間で明確な濃度差が生じてお

り、下向き（沈着）の濃度勾配が見られた。一方、北佐久における粗大粒子中の NO_3^- 成分及び NH_4^+ 成分に関しては明確な濃度勾配が見られなかった。これは、低濃度のためバラツキが大きく濃度勾配を捕えることが出来なかった可能性が考えられる。

表 1 各高度の平均大気中濃度（筑波観測）

| | 下段(0.4m) | 中段(3.5m) | 上段(7.4m) |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| SO_4^{2-} 粗大 | 1.52 | 1.66 | 1.68 |
| SO_4^{2-} 微小 | 4.59 | 5.32 | 5.49 |
| NO_3^- 粗大 | 2.29 | 2.35 | 2.51 |
| NO_3^- 微小 | 0.80 | 0.89 | 0.78 |
| NH_4^+ 粗大 | 0.52 | 0.61 | 0.62 |
| NH_4^+ 微小 | 1.66 | 1.86 | 2.00 |

表 2 各高度の平均大気中濃度（北佐久観測）

| | 下段(21m) | 中段(24m) | 上段(27m) |
|-----------------------|---------|---------|---------|
| SO_4^{2-} 粗大 | 0.52 | 0.53 | 0.54 |
| SO_4^{2-} 微小 | 3.48 | 3.57 | 3.58 |
| NO_3^- 粗大 | 0.44 | 0.39 | 0.43 |
| NO_3^- 微小 | 0.54 | 0.57 | 0.57 |
| NH_4^+ 粗大 | 0.15 | 0.13 | 0.14 |
| NH_4^+ 微小 | 0.66 | 0.67 | 0.68 |

2) 平衡測定によるサンプラーの機差の検討

平衡測定によるサンプラーの機差を検討した結果、粗大粒子中の SO_4^{2-} 成分については 5% 以下であり、微小粒子中の SO_4^{2-} 成分については 3% 以下と機差は小さかった。また、 NO_3^- 成分の場合は両粒径で 5% 以下となった。一方、粗大粒子中の Cl 成分は 18%、微小粒子中の Cl 成分は 65% と非常に高い値になった。これは、この時の大気中の Cl 成分の濃度が他成分に比べ低く、4 時間間隔のサンプリングでは濃度を捕えることができなかったためと考えられた。

3) 分析精度チェック

図 1 に平衡測定のポンプ 1 とポンプ 2 の SO_4^{2-} 成分の濃度差を示す。また、図 2 には当該集中観測の上段 (27m) と下段 (21m) の SO_4^{2-} の濃度差を示す。

図 1 に比べて図 2 の上段 (27m) と下段 (21m) の濃度差はほとんどが正の値を示していることから上段と下段において明確な濃度差が生じ、下向きの濃度勾配を捕らえていることがわかる。

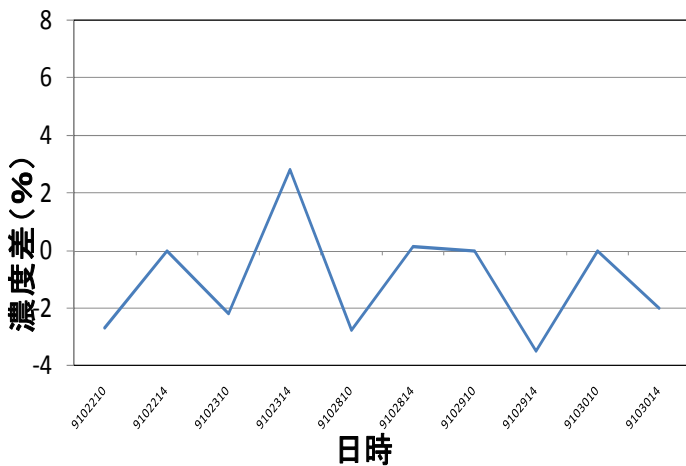


図 1 平衡測定のポンプ 1 とポンプ 2 の SO_4^{2-} 成分の濃度差

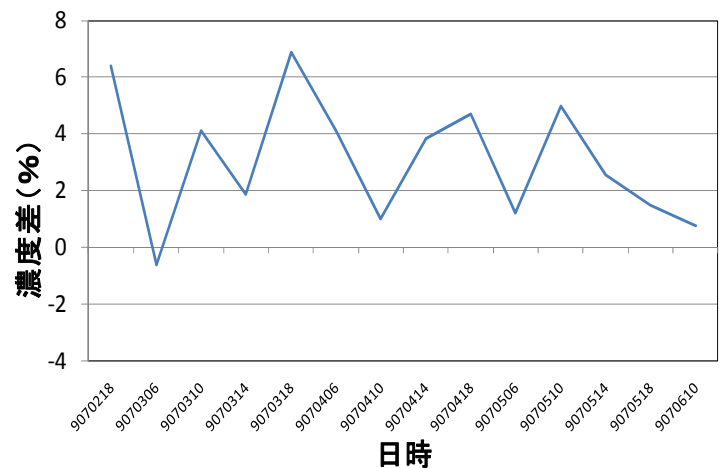


図 2 集中観測の上段と下段の SO_4^{2-} 成分の濃度差

参考文献

高野敦 (2008) : フィルターパック法を用いた乾性沈着測定法の開発－濃度勾配測定の評価－, 明星大学 平成 20 年度卒業論文, p 3-37