

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 -

05T7-038：高野 淳  
指導教員：松田 和秀

1、背景と目的

現在東アジアにおける二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、オゾン (O<sub>3</sub>) の乾性沈着のメカニズムは概ね解明されつつある。対して粒子状物質と窒素化合物、特にアンモニアについては乾性沈着のメカニズムは未知な部分が多く残っている<sup>1)</sup>。その一因として粒子状物質成分と窒素化合物の自動測定法が確立、普及しておらず、乾性沈着を求めるために必要な濃度勾配の測定に弊害があることが挙げられる。本研究では粒子状物質とアンモニアの乾性沈着のメカニズムを解明するためにフィルターパック法を用いた乾性沈着測定法を開発することを目的とする。そこで、本研究では自動測定法を用いず、大気試料を捕集して分析するフィルターパック法を粒子成分及びアンモニアの乾性沈着測定に適用する検討を行った。フィルターパック法で測定を行った場合、自動測定器を使用した場合より多くの種類のガス・粒子成分の情報を得ることが可能である。また自動測定法に比べ安価であるため、この乾性沈着測定法が確立すれば東アジアにおいて、広く普及させることが可能で、湿性沈着と合わせた総合的な酸性沈着の評価ができる。

2、方法

初めにフィルターパック法の仕様を検討した。インパクターを使う場合、一定の流量 (20L/min) が必要であるため、圧力損失試験を行いサンプリング時間中 20L/min の流量が保てるようフィルターの種類などを検討した。

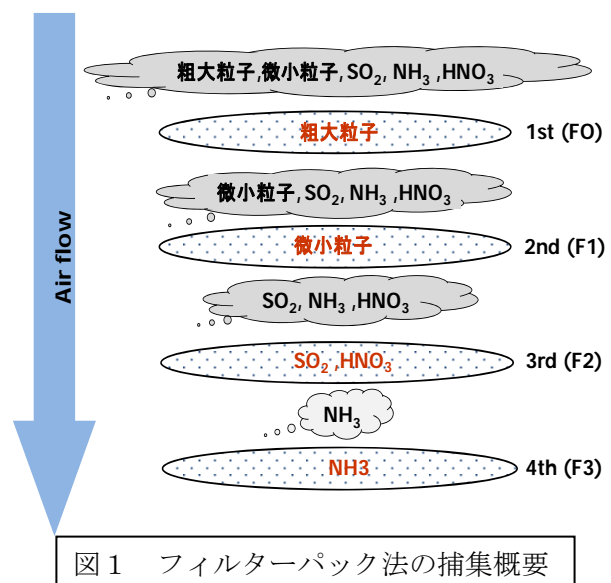
表1 圧力損失試験

仕様	フィルター番号	フィルター	流量L/min	仕様	フィルター番号	フィルター	流量L/min
1	F0	ガラス繊維2.5impacter	34.3	3	F0	テフロンフィルター	12.6
	F1	ガラス繊維フィルター			F1	ナイロンフィルター	
	F2	アルカリ含浸フィルター			F2	アルカリ含浸フィルター	
	F3	酸含浸フィルター			F3	酸含浸フィルター	
2	F0	ガラス繊維2.5impacter	23.9	4	F0	ガラス繊維フィルター	15.4
	F1	テフロンフィルター			F1	ナイロンフィルター	
	F2	アルカリ含浸フィルター			F2	アルカリ含浸フィルター	
	F3	酸含浸フィルター			F3	酸含浸フィルター	

表1に圧力損失試験を示す。20L/minを保てるのは、仕様1と2であった。本研究では4段フィルターパックの粒子 (F1) の捕集にテフロンフィルターを用いる仕様2に決定した。図1にフィルターパック法の捕集概要を示す。

F0ではインパクターを使用しガラス繊維フィルターを用いて 2.5µm以上の粗大粒子を捕集する。F1ではテフロンフィルターを用いて 2.5µm以下の微小粒子を捕集する。F2では炭酸カリウム含浸ろ紙を用いて酸性ガス

(SO<sub>2</sub>)を捕集する。F3ではリン酸含浸ろ紙を用いて塩基性ガス (NH<sub>3</sub>)を捕集する。次に、



測定精度を把握するため、仕様2で3台のサンプラーを同一高度で平衡測定を行った<sup>2)</sup>。この結果を基に、農業環境技術研究所（筑波）の気象観測サイトにおいて2008年8月4日～8月8日に掛けて5日間、気象観測サイトの鉄塔で7m40cm、3m45cm、38cmの三高度にサンプラーを設置し4時間ごとに濃度勾配を測定する集中観測を実施した。得られた試料から無機イオンを抽出し、イオンクロマトグラフィーで分析した。得られた結果から濃度勾配測定の評価を行った。

### 3、結果と考察

図2にガス状のアンモニアの大気中濃度を示す。Y軸に濃度、X軸に時間、青線が地上38cm、赤線が3m45cm、緑線が7m40cm地点の濃度を示す。ガス状のアンモニアでは上空より地上の濃度が高く、地表から放出が起こっていることが分かる。このような状態を上向きのフラックスと言う。図3にガス状アンモニアの3高度の濃度の変動係数を示す。Y軸に変動係数、X軸に時間を示す。ガス状のアンモニアではほとんどの時間で機差5%<sup>2)</sup>を上回っており濃度勾配が測定可能であることを示している。

他の成分の結果も含めて表2、3に示す。表2では図2のように、濃度変動から濃度勾配の特徴をまとめた。表3では図3のように濃度勾配を測定できるかどうかについて、物質別、フィルター別にデータを集計し、機差の変動係数の中央値より、濃度勾配の変動係数のデータがいくつ上回ったかで評価した。

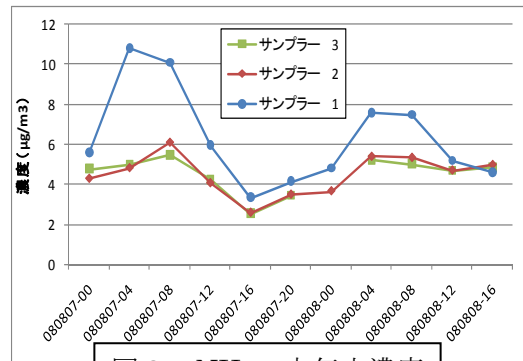


図2 NH<sub>3</sub>の大気中濃度

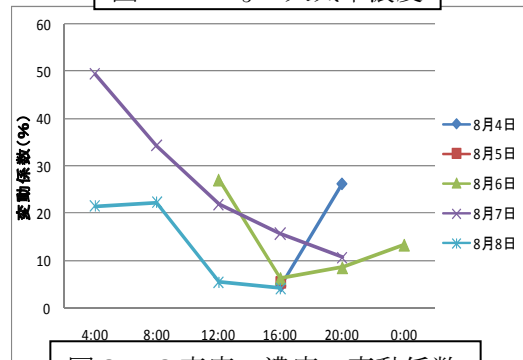


図3 3高度の濃度の変動係数

表2 濃度勾配の特徴(差なし×、差大◎、中間○、上向き(上)、下向き(下))

	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
粗大粒子	△(下)	×	×	○(下)	○(下)	○(下)
微小粒子	△(上)	×	○(上)	○(上)	○(下)	×
ガス	-	-	-	◎(下)	◎(下)	◎(上)

表3 変動係数の比較(機差<濃度勾配 50%以下-,50~60%×,60~80%△,80~90%○90%以上◎)

	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
粗大粒子	○	△	○	△	◎	○
微小粒子	○	○	◎	◎	◎	◎
ガス	-	-	-	○	×	◎

これらの結果から硝酸、硫酸、アンモニアは、粒子に比べガス成分の方がより良く濃度勾配を測定できることが分かった。連続性のあるデータが取れば、十分にフィルターパック法を用いて窒素酸化物、アンモニアなどの濃度勾配が測定可能であると考えられる。平均濃度との比較の結果、高濃度の成分ほど精度よく濃度勾配が測定できることが示唆された。

[文献]

- 1) 松田和秀,高橋章,林健太郎,反町篤行,(2007)東アジアにおける乾性沈着フィールド研究,大気環境学会誌,42,261-270
- 2) 石井祐子,(2009)「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 - 」,平成20年度卒業論文