

PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分の自動連続測定装置の開発

○何家成, 奥真一郎, 田中茂 (慶應義塾大学理工学部)

## 1. 概要

大気中の浮遊粒子状物質である SPM や PM<sub>10</sub> が人体に与える影響はかねてより指摘されており、各国で規制が設けられてきた。更に、近年に入って SPM や PM<sub>10</sub> よりも粒径の小さい粒径 2.5 μm 以下である微小粒子状物質 PM<sub>2.5</sub> の健康に及ぼす影響がより重大であることが明らかとなった。

従来は PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分の測定については、PM<sub>2.5</sub> の捕集にフィルター法を用いてきた。フィルター法とは、ガス成分を吸着しない物理的・化学的に不活性なフィルターを用いて粒子状物質のみを捕集し、それを水で抽出して分析する方法である。しかし、この方法では捕集した揮発性アンモニウム塩(NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)の一部が揮散してしまい、測定結果に負の誤差を与えるアーティファクトの問題が生じる。PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分のほとんどは揮発性のアンモニウム塩が占めるため、PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分を正確に捕集・測定する事は困難である。そこで、本研究ではアーティファクトの問題を起こさずに PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分を測定できる自動連続測定装置の開発を行った。

2. 本研究で開発する PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分の自動連続測定装置

本研究では Fig. 1 に示す装置を用いて PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分の自動連続分析を目指す。PM<sub>2.5</sub> の捕集には医療用に用いられる噴霧器(ミストチェンバー)を用いて発生させた細かなミストに微小粒子物質を衝突させて捕集し、PM<sub>2.5</sub> の水溶性イオン成分が溶けた溶液をイオンクロマト分析装置に導入する構造となる。

慣性インパクターにて PM<sub>2.5</sub> を分級し、TiO<sub>2</sub> を塗布した環状型拡散スクラバーに導入して、空气中ガス成分(NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 等)を捕集する。その後、ミストチェンバーへ導入された PM<sub>2.5</sub> は、ミストチェンバー内で噴霧された水滴で捕捉されると同時に PM<sub>2.5</sub> 中の水溶性イオン成分が水に溶ける。PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分の試料溶液を送液ポンプによりイオンクロマト分析装置へ導入し分析することで、PM<sub>2.5</sub> 中の化学イオン成分を測定できる。また、エアポンプ、送液ポンプ、イオンクロマトグラフをシーケンサーにより制御することで 1 時間毎に PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分を自動連続的に測定することが可能である。

## 3. 環状型拡散スクラバーの大気汚染ガス捕集効率と粒子透過率の測定

Fig. 1 における環状型拡散スクラバーの内壁捕集面に酸化チタンを塗布し、酸化チタンの表面吸着水に水溶性ガスが溶け込む。環状型拡散スクラバーに対して NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> の大気汚染ガス約 100ppb を調整し導入して捕集効率を測定した結果を Table 1 に示す。ほぼ 100% 近く NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> の大気汚染ガスを捕集できることが判った。一方、環状型拡散スクラバーの粒子透過率については、粒子カウンター(東京ダイレック社製 Model 3772)を用いて、3 μm 以下の粒子個数について測定した結果、粒子の透過率は 87.1 ± 2.3%(n=5)であった。

## 4. ミストチェンバーによる粒子捕集効率の測定

次に、環状型拡散スクラバーの後段のミストチェンバーで、環状型拡散スクラバーを透過した微小粒子を捕集する。粒子カウンターにより、入口/出口での粒子個数を測定し粒子捕集効率を求めた結果、ミストチェンバーによる粒子捕集効率は 87.7 ± 0.2%(n=5)であった。

これらの実験結果を踏まえて、今後は、従来法とのクロスチェックを行う。

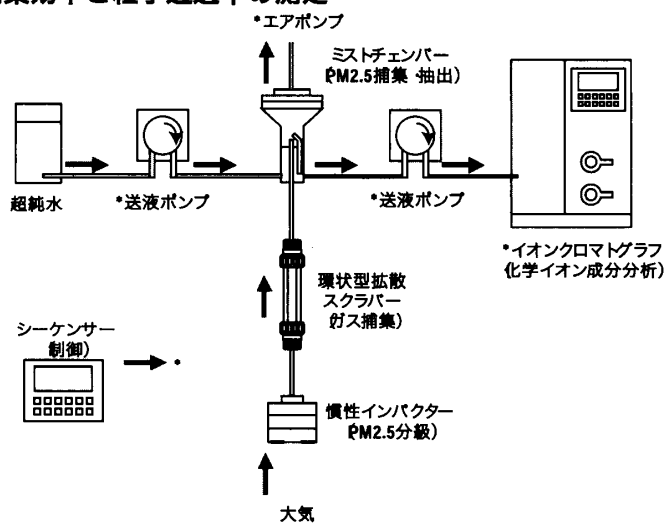
Fig. 1 PM<sub>2.5</sub> 中化学イオン成分の自動連続測定装置

Table 1 拡散スクラバーによる大気汚染ガスの捕集効率

大気汚染ガス	NO <sub>2</sub>			SO <sub>2</sub>			NH <sub>3</sub>		
	入口濃度, ppbv	出口濃度, ppbv	捕集効率, %	入口濃度, ppbv	出口濃度, ppbv	捕集効率, %	入口濃度, ppbv	出口濃度, ppbv	捕集効率, %
	98.1	2.2	97.8	97.1	0.5	99.5	98.1	3.0	96.9
	98.1	2.5	97.5	98.0	0.4	99.6	98.5	2.9	97.1
	98.4	2.6	97.4	97.7	0.4	99.6	98.3	2.9	97.0
	98.2	2.2	97.8	98.1	0.4	99.6	98.4	2.9	97.1
	98.1	2.5	97.5	97.8	0.4	99.6	98.5	2.9	97.1
Ave.	98.2	2.4	97.6	97.7	0.4	99.6	98.4	2.9	97.0
S.D.	0.1	0.2	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1
C.V., %	0.1	7.8	0.2	0.4	10.6	0.0	0.2	1.5	0.1

外管内径(d<sub>0</sub>): 5.02cm  
有効管長(L): 25cm

内管外径(d<sub>i</sub>): 4.6cm  
通気流量(L): 10L/min