

〔報告〕

PM2.5の連続測定について

上野 広行 秋山 薫 石井康一郎 横田 久司
佐々木啓行*

(*現・東京都下水道局)

1 はじめに

都内における浮遊粒子状物質はディーゼル車対策等により改善されてきている。平成17年度には全常時監視測定局において環境基準を達成し、平成18年度においても79局中1局を除き達成している。しかし、近年、より粒径の小さいPM2.5の健康影響が懸念されており、米国では1997年に環境基準が設定され、2006年には基準が強化されている。東京都においても4地点においてフィルタ振動法 (TEOM) によりPM2.5のモニタリングが行われており、その結果¹⁾は18年度年平均値で18~23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、米国の環境基準 (年平均値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) を超過している。今後の環境施策を展開するうえで、連続データが得られる自動測定機による測定の拡充は重要である。

PM2.5の自動測定機には、TEOMの他、 β 線吸収法、光散乱法がある²⁾が、標準測定法であるフィルタによる質量濃度測定法とは必ずしも一致しない場合がある³⁾。これは、標準測定法が、24時間捕集したフィルタを恒温恒湿条件で秤量するのに対し、自動測定機では検出器温度や大気湿度の影響を受けるためと言われている。すなわち、検出器の温度が高い場合、半揮発性粒子が揮発したり、高湿度条件ではフィルタや粒子が吸湿するためと考えられる。例えばTEOMについては、当初は検出器温度を50°Cにしていたが、半揮発性物質が揮発するため特に冬期において数値が低く出る傾向にあり⁴⁾、現行の都のモニタリングにおいては拡散除湿管を設置し検出器温度を30°Cに設定している。

今回は、 β 線吸収/光散乱方式の自動測定機について、標準測定法およびTEOMと比較した。また、テープろ紙に捕集した粒子中の成分情報はPM2.5濃度の解析に有益^{5,6)}なことから、水溶性成分の分析について検討した。

2 実験方法

今回用いた装置は、Thermo Scientific社製Model5030

SHARPモニターである。この装置は β 線吸収法に加え光散乱法の検出器を有しており、粒子状物質の濃度変化を捉えるのに適したものになっている。また、大気湿度が高い場合には、サンプルガスを大気温度より最大+8°Cになるよう加熱して水分の影響を抑える機構を備えている。分粒装置はシャープカットサイクロンである。

比較のため、PM2.5の標準測定法として旧R&P社製FRM-2000を用い、東京都江東区及び青梅市で夏期及び冬期にSHARPと併行測定を行った。FRMでは石英繊維フィルタを用い、秤量条件は25°C50%RHとした。また、江東区においては旧R&P社製TEOM (拡散式除湿管を取り付け検出器温度を30°Cにセットしたもの) とSHARPの併行運転を行った。

SHARPモニターのテープろ紙には水溶性成分分析時のブランクを低減するため、堀場製作所製PTFEフィルタを用いた。テープろ紙は、3時間ごとに送られるように設定した。回収後、スポットごとにカットし、純水を加え超音波抽出し、水溶性成分をイオンクロマトグラフで分析した。抽出にあたっては通常テフロンフィルタの水抽出時に必要とされるエタノール添加²⁾の効果を検討した。

3 結果及び考察

図1に江東区及び青梅市におけるFRMとSHARPの測定結果を示した。夏期及び冬期においても両者の値はよく一致した。夏期の測定中は気温30°C、湿度70%程度の条件であったが、SHARPには吸湿の影響は見られなかった。図2には、SHARPとTEOMの1時間値をプロットした。夏期の値はばらつきはあるものの、およそ1:1の関係が得られた。冬期にはTEOMの値はやや小さくなる傾向にあった。これはSHARPは冬期には湿度が低い場合フィルタの加熱は行われないのに対し、TEOMは冬期においても検出器が30°Cに保たれているためと考えられる。

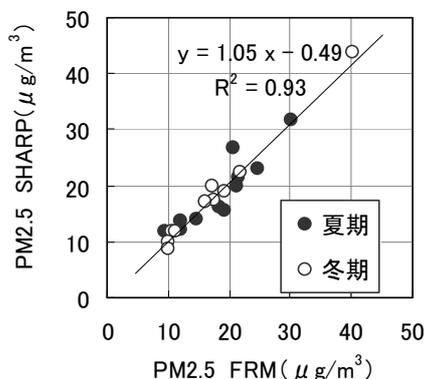


図 1 FRM と SHARP の比較

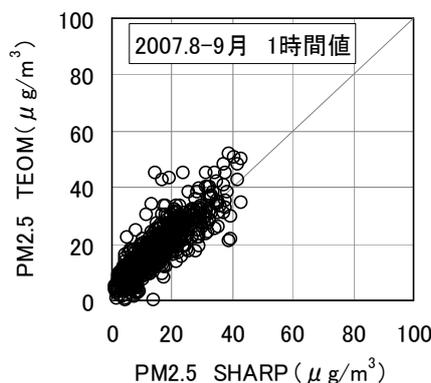


図 2 SHARP と TEOM との比較

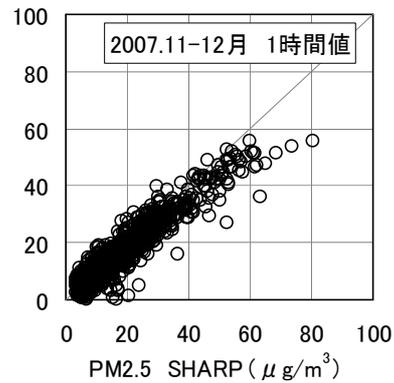


表 1 水のみの場合とエタノール添加の場合の濃度比(水のみ/エタノール添加、6 サンプルの平均)

Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.2

水溶性成分の抽出にあたり、水のみとエタノール添加の場合で比較したところ、表1のように抽出率には差がなく、水抽出のみで分析が可能であった。エタノール添加はイオンクロマトグラフ分析においてベースラインの変動の原因となるが、これを省略することにより、分析の精度向上と水溶性有機炭素の分析も可能であることがわかった。

4 おわりに

以上のように、今回用いた SHARP は、拡散除湿管付き TEOM よりも標準測定法との相関は高く、テープろ紙による成分分析も可能であり、今後の PM2.5 調査に有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 東京都環境局：平成 18 年度大気汚染常時測定結果のまとめ(2006)
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質(PM2.5)測定暫定マニュアル (改訂版) (2007)
- 3) 長谷川就一ら：冬季および夏季の PM2.5 モニタリング装置の並行測定試験，大気環境学会第 47 回年会講演要旨集 (2006)

- 4) 米持真一ら， 騎西・鴻巣地域における秋から初冬の PM2.5 汚染実態， 埼玉県環境科学国際センター報第 1 号， pp.100-105(2000)
- 5) 竹内 淨,井上俊明:テープろ紙を用いた川崎市における SPM 高濃度時の無機粒子の二次生成に関する研究, 大気環境学会誌, 42(4)pp.209-218(2007)
- 6) 日置正ら: 日本海沿岸で粒径別連続採取したエアロゾル中の水可溶性イオン種および微量金属成分による長距離輸送現象の解析, エアロゾル研究, 21(2)pp.160-175(2006)