

標準測定法の検討に当たって留意すべき事項

1. 満たすべき基本的条件

(ア) 分粒装置の特性

分粒装置の特性は50%カットオフ径が $2.5\ \mu\text{m}$ であることとする。

環境省の微小粒子状物質健康影響評価検討会では、粒子の物理的・化学的性質、曝露データ、吸入粒子の生体内挙動及びこれまでに蓄積された科学的知見の面から、粒子状物質を微小粒子と粗大粒子に分ける適切なカットポイントについて検討している。その結果、我が国においても微小粒子と粗大粒子の間のカットポイントは欧米と同様に $2.5\ \mu\text{m}$ が妥当であると評価された。

また、分粒装置の性能としては、JIS Z 8851で規定されている規格（50%分粒径が $2.5\ \mu\text{m} \pm 0.2\ \mu\text{m}$ 、80%分粒径に対する20%分粒径の比で規定する傾きが1.5以下）を満たすこととする。

この条件を満たす分粒装置としては、米国のWINS (Well Impactor Ninety-Six) インパクトタやVSCC (Very Sharp Cut Cyclone) 等がある。

(イ) 外気との温度差

フィルタ保持部と外気との許容温度差は $\pm 5^\circ\text{C}$ とする。

フィルタ保持部の温度が外気温より高い場合は、半揮発性物質の揮散が進行するため質量濃度を過小評価する可能性があり、外気温より低い場合には、半揮発性物質の吸着が進行するため質量濃度を過大評価する可能性がある。このため、FRMではフィルタ保持部と外気との許容温度差を $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内としており、原則これに従うものとする。また、この条件は、試料採取後も半揮発性物質の揮散や吸着の影響を抑えるため、捕集した試料を回収するまで常に維持されなければならない。

(ウ) フィルタの材質

フィルタは、撥水性が高く、ガス吸着や吸湿が少なく、十分な強度を有する必要があるため、フィルタの材質は十分な強度を持つPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）と同等のものとし、詳細は以下のとおりとする。

- 材質：ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）
- ポアサイズ： $2\ \mu\text{m}$
- フィルタ厚み： $30\sim 50\ \mu\text{m}$
- その他：
 - ・ サポートリング付きの場合は、サポートリングの材質ができるだけ吸湿性の低い材質であること。
 - ・ 有効吸引面積がフィルタ全面積の7割以上確保されること。

(エ) 吸引流量

サンプラの吸引流量は、原則として、分粒装置の設定流量とし、実流量制御及び実流量表示を行うこととする。

ただし、吸引流量の設定にあたっては、秤量に用いる天秤の感度を勘案し、原則として 24 ± 1 時間の採取において十分な捕集量が得られる流量であることが必要であること、また、フィルタを通過する面速度が遅くなるほどガス状成分の吸着量が増加することに留意する必要がある。

また、流量の制御及び表示については、米国において、 $PM_{2.5}$ が人体に曝露される状況に近い条件で濃度を把握するという考え方にに基づき、実流量による流量制御及び表示が行われており、我が国もこれを採用するものとする。

(オ) 恒量条件及び天秤の感度

フィルタの恒量化（以下、「コンディショニング」という）及び秤量条件については、温度 $21.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $35 \pm 5\%$ とし、コンディショニング時間は 24 時間以上とする。

$PM_{2.5}$ の再現性を高めるためには、秤量の精度が重要である。秤量時の相対湿度については、我が国の $PM_{2.5}$ 暫定マニュアルにおいて、マニュアルの普及等を考慮して、過渡的に SPM の秤量条件である $50 \pm 5\%$ としているが、特に水分影響を受けやすい $PM_{2.5}$ の測定においては、水分影響の小さい $35 \pm 5\%$ の条件の方が $50 \pm 5\%$ よりも秤量値の再現性は高い。このため、測定データの信頼性を確保するためには $35 \pm 5\%$ とすることが望ましく、米国 FRM も $30 \sim 40\%$ としている。

これまで我が国の SPM 標準測定法では 50% を秤量条件としてきたことから、現状では多くの研究機関が SPM 等粒子状物質の秤量湿度条件を 50% としており、 $35 \pm 5\%$ とした場合には、研究機関等における条件整備に係る費用が大きくなることに留意が必要である。しかし、一度に処理を必要とするフィルタの枚数が多くなれば、卓上型のクリーンベンチを用いたコンディショニングと秤量を行うことにより、費用の低減を図ることも可能であると考えられる。

また、秤量に用いる天秤の感度は $1\ \mu\text{g}$ 感量のものを用いることとする。

FRM に準拠したサンプラの吸引流量は $1\ \text{m}^3/\text{hr}$ であり、フィルタ法の測定濃度範囲の下限値 $2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ で捕集される粉じん重量は $50\ \mu\text{g}$ 程度である。一般に、測定値の精度を保つためには測定値の $1/10$ の値が測定可能であることが求められることから、 $1\ \mu\text{g}$ 感量の天秤を用いることが望ましい。

(カ) 測定濃度範囲

測定濃度範囲については、 $2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ を定量下限値とし、高濃度域としては少なくとも $200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度まで精度を確保することとする。

測定濃度範囲の定量下限値については、FRM において、24 時間採取を実施した場合 $2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ とされている。また、定量下限値は我が国の人為起源由来粒子の影響

が少ないと考えられる地域の濃度を測定できることが必要であるが、当該地域に相当する地域においてこれまでに実施してきた測定結果では、それぞれの地点の最小値は2~13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であることから、十分に測定可能と判断される。

測定精度を確保すべき高濃度域に関しては、(ウ)に記載したフィルタの圧力損失等から、200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度が適当であると考えられる。また、環境省が平成13年度から18年度にかけて実施した自排局5地点を含む全国19地点の自動測定機によるPM_{2.5}濃度測定結果では、日平均値で200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日はなかったことから、高濃度域の条件として、200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ はほぼ国内すべての地点に適用できるものと考えられる。

2. 誤差

標準測定法における誤差要因の主な要素と考えられるのは以下のとおりである。

ア サンプラにおける誤差

- ・ 分粒装置
- ・ 吸引流量

イ 秤量における誤差

- ・ 恒量時の温度・湿度条件
- ・ 天秤の感度

ウ その他

- ・ フィルタの運搬

FRMにおいては、モニタリングの誤差が $\pm 10\%$ とされており、測定法に求められている各条件や手順は、この精度を満たすように規定されている。また、環境影響評価や環境管理のためのDQO (Data Quality Objectives) は、一般的に環境基準値付近での誤差が $\pm 10\%$ とされている。これらのことから、我が国においても、誤差を $\pm 10\%$ とすることが適当であると考えられる。

なお、環境省が実施した並行測定試験の際には、2台のFRM サンプラを稼働させ測定していたが、この2台の測定値の相関は良好であった。

また、環境省では現在、FRMの精度に係る追加の確認試験として、約10台の標準測定法サンプラを用いた並行測定試験を実施する予定である。