

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 測定法評価検討会報告 (概要)

1. 検討会の目的

大気中の微小粒子状物質の濃度を適切に把握するためには、測定法を確立する必要がある。測定法については、これまで、環境省において「大気中微小粒子状物質測定方法暫定マニュアル」を作成・改訂してきた。しかしながら、微小粒子状物質の測定法は開発途上にあり、特に自動測定機の開発は活発に進められている状況にあるが、その評価は十分に定まっていない。

そこで、平成 19 年 8 月に、微小粒子状物質の測定法の確立に資することを目的として、「微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 測定法評価検討会」を設置し、7 回にわたり開催し、今般、同検討会が報告書「大気中の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の測定方法について」(別添) をとりまとめた。

2. 報告書の概要

大気中の微小粒子状物質 (いわゆる PM_{2.5}) の測定法について現状を整理し、標準測定法 (ろ過捕集-重量測定法、以下「フィルタ法」という。) と等価測定法 (自動測定機) との並行測定試験を実施しながら、それらの満たすべき基本的条件について検討を行うとともに、現在国内で市販されている様々な自動測定機について評価を行い、その成果をとりまとめた。

2-1 PM_{2.5} の測定法の現状

PM_{2.5} の測定法には、フィルタ法と自動測定機による方法がある。代表的なフィルタ法は、米国 EPA の連邦標準測定法 (Federal Reference Method、以下「FRM」という) である。自動測定機については、フィルタ振動法 (Tapered Element Oscillating Microbalance、以下「TEOM 法」という。)、β線吸収法、光散乱法等による測定機がある (各測定法の概要は参考資料参照)。

2-2 PM_{2.5} の測定法の評価

(1) 標準とすべき測定方法及びその満たすべき基本的条件

PM_{2.5} の測定において、最も基本的な方法は、捕集した粒子状物質を秤量することによるフィルタ法である。諸外国においては、PM_{2.5} の標準測定法として、米国 EPA の FRM 又はそれに準じたフィルタ法が採用されている。FRM は、水分や半揮発性物質の影響によるデータの差異を極力取り除くよう改良されてきた測定法である。

以上のことから、我が国においても FRM に準じたフィルタ法を標準測定法とすることが適当である。

標準法としてフィルタ法が満たすべき基本的条件は、日本工業規格 (JIS) 又は FRM に

準拠して、下記の6つの条件が考えられる。

- (ア) 分粒装置の特性は50%カットオフ径が2.5 μm であること
 - (イ) フィルタ保持部と外気との許容温度差は $\pm 5^{\circ}\text{C}$ とすること
 - (ウ) 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）と同等であること
 - (エ) 吸引流量は分粒装置の設定流量とすること
 - (オ) フィルタのコンディショニング条件については温度 $21.5 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度は $35 \pm 5\%$ とし、秤量に用いる天秤の感度は1 μg 感量のものを用いること
 - (カ) 測定濃度範囲は2～200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が測定可能であること
- ただし、上記条件の一部については、今後、更に検討する必要がある。

(2) 等価方法としての自動測定機の満たすべき基本的条件

標準測定法としてはフィルタ法を採用することが適当であるが、常時監視を行うに当たっては、自動測定機による測定の方が、質量濃度がリアルタイムで得られることやフィルタ法と比較してコストがかからない等の点で有用であることから、標準測定法の等価法として自動測定機の使用を推進することが望ましいと考えられる。

等価法としての自動測定機が満たすべき基本的条件は、標準測定法における条件を踏まえ、下記の9つの条件が考えられる。

- (ア) 測定される物理量が質量と一定の関係にあること、又は測定される物理量と質量との補正関係（光散乱法などの場合）が明確であること
- (イ) 分粒装置の特性は50%カットオフ径が2.5 μm であること
- (ウ) 自動測定機の平均化時間は24時間とすること
- (エ) 測定濃度範囲は日平均値として5～200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が測定可能であること
- (オ) 定期的な点検により測定値の恒常性が維持され、点検及び校正方法が確立していること
- (カ) 自動測定機の機差は、複数同種測定機の同時測定による日平均値の差が一定の範囲にあること
- (キ) サンプリング時の吸引流量は採用する分粒装置の設定値とすること
- (ク) 相対湿度の変化による質量濃度の変化を抑制するため除湿装置などを有することが望ましいこと
- (ケ) 標準測定法であるフィルタ法との並行測定試験で良好な直線的関係を有すること

ただし、上記条件の一部については、フィルタ法と同様に、今後、更に検討する必要がある。

(3) フィルタ法との並行試験による各種自動測定機の等価性評価

現在、国内において市販されている各種測定原理に基づくPM_{2.5}質量濃度用自動測定機と、標準測定法であるフィルタ法との等価性の評価を行うため、フィルタ法であるFRMと自動測定機の並行測定試験を実施した。

この結果、標準測定法と等価性が良好であった測定機は、測定機の試料導入管に除湿装置を装着することで試料採取系の湿度をコントロールしているものであった。このため、標準測定法との等価性を向上させるためには、除湿装置の装着が効果的であることが示唆された。

2-3 PM_{2.5}の測定法に関する今後の課題

PM_{2.5}の測定法に関する今後の課題としては、以下のような点が挙げられる。

- ① フィルタ法及び自動測定機の満たすべき基本的条件について、課題として残されている部分の更なる検討を行うこと
- ② 現在開発中である自動測定機について、標準測定法との等価性を向上させるために、改良及び研究開発を促進すること
- ③ 自動測定機の等価性の評価方法及び精度管理について検討し、自動測定機の信頼性の確保を図ること
- ④ 効果的な対策の検討のため、成分分析を実施すること
- ⑤ 発生源周辺の住民の健康影響の観点からも重要な空間濃度分布を把握するため、簡易測定法について検討を行うこと

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 測定法評価検討会 委員名簿 (敬称略)

鎌滝 裕輝	東京都環境局環境改善部
(座長) 坂本 和彦	埼玉大学大学院理工学研究科 教授
竹川 暢之	東京大学先端科学技術研究センター 准教授
西川 雅高	国立環境研究所環境研究基礎技術ラボラトリー 環境分析化学研究室 室長
三笠 元	社団法人 日本環境技術協会 常務委員
溝畑 朗	大阪府立大学産学官連携機構先端科学 イノベーションセンター 教授 (センター長)
米持 真一	埼玉県環境科学国際センター大気環境担当

PM_{2.5} 測定法について

1. フィルタ捕集による測定法

フィルタ上に捕集した粒子状物質の重量を天秤にて測定し、その重量を導入する大気の流量で除すことにより重量濃度を測定する方法である。この測定法は、質量濃度を測定するための基本となる測定法として捉えられている。米国においては、連邦標準測定法（Federal Reference Method、以下「FRM」という。）として、ローポリウムエアサンプラーによる測定法が示されている。

2. 自動測定機

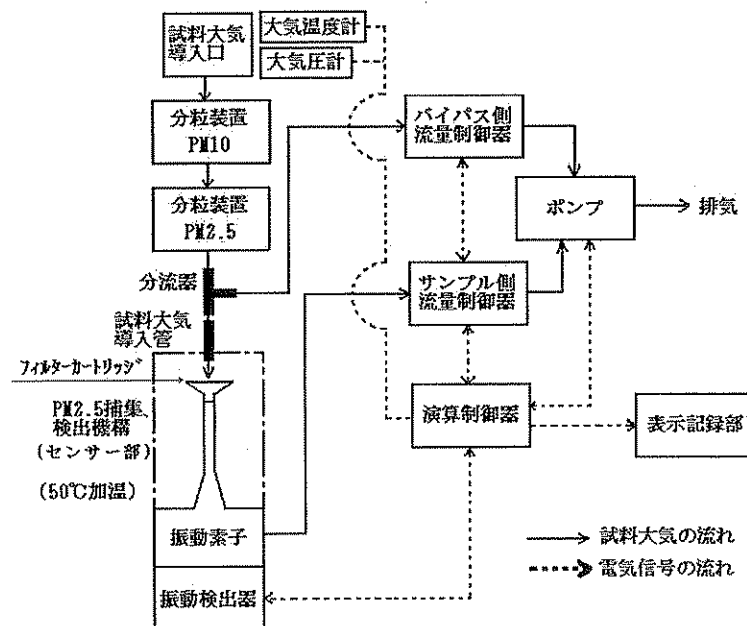
上述のフィルタ捕集による測定法は、手作業による1日単位の測定であり、秤量条件のコンディショニング等に手間がかかるため、1時間値の測定も可能な自動測定機の開発が行われている。

米国においては、TEOM等による測定が行われており、2008年3月には初めてFRMと等価な測定法（Federal Equivalent Method, FEM）としてβ線吸収法のBAM-1020が承認された。

我が国においては、「PM_{2.5}測定法暫定マニュアル」に基づき、TEOM、β線及び光散乱による測定が実施されている。

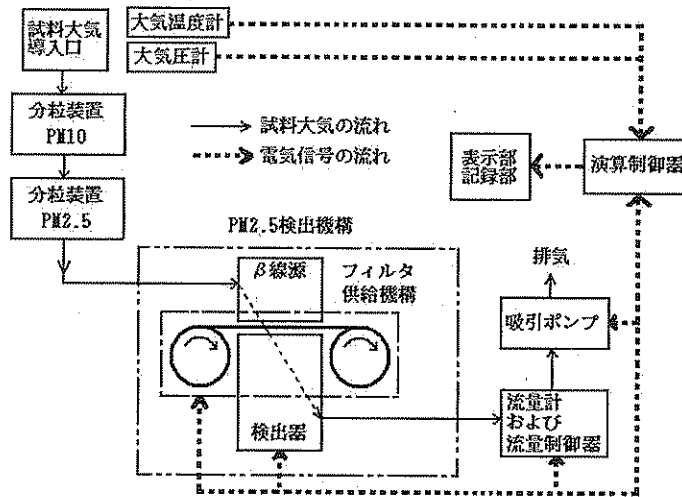
(1) TEOMについて

固有の振動数で振動している円錐状の秤量素子の先端にフィルタが取り付けられ、フィルタ上に捕集された粒子状物質の質量の増加に伴い、素子の振動周波数が減少する原理を用いた測定法。素子が温度影響を受けることから、フィルタ捕集部を含む素子等を50℃に加温している。フィルタは、1週間程度連続して粒子状物質を捕集している。



(2) β 線吸収について

低いエネルギーの β 線を物質に照射した場合、その物質の質量に比例して β 線の吸収量が増加する原理を用いた測定法。1時間毎にろ紙上に捕集した粒子状物質に β 線を照射し、透過する β 線の強度を測定することで、質量濃度を測定する。



(3) 光散乱について

粒子状物質に、一方から光を照射したときに生ずる散乱光量を測定することにより、大気中の粒子状物質の質量濃度を間接的に測定する方式。粒子状物質による散乱光の強度は粒子状物質の形状、大きさ、屈折率等によって異なるが、これらの条件が同一であれば散乱光の強度は粒子状物質の質量と比例関係があることを利用したものである。

