

(3) PM_{2.5} 個人曝露量実測方法に関する調査

(3. 1) まとめ

PM_{2.5} 個人サンプリング調査に適した測定方法について、サンプラ（吸引ポンプ、フィルタホルダ）、サンプラの設置法などの観点から検討した。

(3. 1. 1) サンプラ等

サンプラについては、24 時間を測定単位として、これに適合するポンプとフィルタホルダの選定を行った。ポンプの条件としては、重量や大きさの点で吸引量が 2 L/min 程度の吸引量とし、フィルタホルダは正確に PM_{2.5} を分級捕集できることとした。これに該当する既製のホルダとして、SKC 社製のスパイラル・サンプラ (2.0 L/min) 及びパーソナル・エクスポージャ・モニタ (PEM、2.0 L/min)、柴田科学 ATPS-20H (1.5 L/min) を選定し、沿道や一般の環境での並行測定試験を繰り返して捕集性能などの比較を行った。

川崎市内公園、建物屋上及び 2 期にわたる横浜国大屋上における個人サンプラ並行測定試験の結果、今回検討に用いた 3 機種 of 測定濃度間の相関はおおむね良く、基準である FRM の測定値ともよい相関関係が認められた。FRM に最も近い値を示していたのは ATPS (柴田科学) であり、価格やこれまでの研究との比較可能性をも考慮して、PM₁₀ の同時測定などの利点をもつ柴田科学の個人サンプラ (ATPS) を、内部付着の解消や圧損対策の改良を加えた上で、疫学ワーキンググループにおける個人曝露調査で用いることとした。

(3. 1. 2) 調査法

大学生 10 人を被験者として各 10 日間防音ケースに入れたサンプラを携帯させて個人曝露調査法の検討を行った。ここでは同時に室内（居間）、屋外（軒下）にもサンプラを設置して並行測定を行い、それぞれの濃度間の対応を検討した。フィルタホルダやバッテリーの交換は、方法を被験者に教え、各自が行った。

その結果、概ね計画通りに正しく濃度測定を実施することができた。また、個人曝露濃度は屋外濃度、室内濃度よりわずかに高いレベルであること、喫煙の影響が大きいことなどが確認できた。

一方で、ポンプの騒音については防音ケースが不可欠であり、防音ケースに入れれば解消されたが、ケースに収納した状態での小型軽量化が課題として残った。また調査手法については、わかりやすい取り扱い説明書の必要性が指摘されたが、一般住民に調査を依頼する場合には、ホルダ交換やバッテリー交換、その時刻や流量の記録などを対象者に依頼して実施することはむずかしいと判断した。そのため、実際の調査では、調査員がホルダ交換を行い、被験者にはサンプラの操作をしなくてもいいように実施計画修正を行った。

(3. 2) 今後の課題

(3. 2. 1) サンプラ等について

24 時間単位での個人曝露の実測調査ではいかに個人サンプラの携帯をしやすくして、被験者の協力を得やすくするかが重要なポイントとなる。

これに用いる吸引ポンプに要求される条件はまず小型・軽量・低騒音である。次に 24 時間以上のバッテリー寿命、稼働データ（稼働時間、吸引流量など）の保存、誤操作の防止などがあげられる。もちろんポンプ本来の機能として脈流が小さく長時間吸引しても定流量吸引できることも重要である。

この検討の終了後、低騒音で複数回の稼働情報が記憶できるものなど、吸引ポンプの改良が進んできた。本課題で用いたポンプはバッテリー交換のため電源を切るたびに情報がクリアされていたため、バッテリー交換を被験者に依頼するのを中止し、バッテリー交換についても調査員が行ったが、稼働情報の保存によりバッテリー交換を一般被験者に依頼することが可能になると思われる。小型軽量

化、連続稼働時間の長時間化、種々の自動設定など、個人曝露調査用の吸引ポンプは今後さらに改良されると思うが、調査方法もそれに対応してさらに改良されることが望まれる。

今回使用した PM_{2.5} フィルタホルダ (ATPS-20H) は、PM_{10-2.5} と PM_{2.5} の捕集が同時にできることが大きな利点であったが、さらにフィルタ交換の簡易化などの改良が望まれる。

個人サンプラの測定値は、秤量の精確さで左右される。24 時間の吸引大気量は、流量 1.5L/min で 2.16 m³ となり、PM_{2.5} の大気中濃度 10µg/ m³ の捕集量は 22µg にしかならず、1µg の精度で正確に秤量できる天秤、測定環境が必要になる。このような条件を満たす施設は、わが国では必ずしも十分に整えられているわけではない。世界的な趨勢として、PM_{2.5} の健康影響評価が重要視されている現状では、正確な個人曝露量把握も必要となってくるため、秤量施設の充実も必須となつてこよう。

(3. 2. 2) 調査法について

個人曝露濃度を評価する方法として滞在時間の長い場所 (居間、寝室、屋外など) にサンプラを設置し、それらの日平均濃度に滞在時間の重みを付けて推定する方法が考えられる。しかし、炊事や掃除などの生活行動が微小粒子を発生あるいは再飛散させために人が活動しているあいだは室内の PM 濃度が増加すると考えられる。また、対象者が携帯したサンプラと室内に定置したサンプラの捕集濃度を比較すると、携帯した方が定置した濃度を上回ることがあり、こうした現象は “personal cloud” とよばれ、米国の調査などではこれまでも報告されている。したがって、居間などの測定場所での 24 時間平均濃度では、個人曝露濃度を過小評価する可能性があり、あくまで基本は個人に携帯させる測定法とすべきであろう。

高濃度曝露状況の把握や短時間曝露による健康影響の研究などの観点から、今後は個人曝露の実測をさらに短時間で実施したいという要求が出てくると思われる。フィルタ捕集法による重量濃度測定では、短時間の測定においては前述したフィルタ秤量精度が問題となるとともに、経時変化を調べることはできず、これに代わる測定方法を検討することが必要となる。代替法の一つとして、たとえば光散乱方式のデジタル粉じんモニタがあるが、光散乱方式はフィルタ捕集による重量濃度測定と併用して質量濃度変換係数を求めることが必須であるため、一般住民の被験者に両方携帯させることになってしまい、現時点では現実的ではない。また光散乱方式は水滴に反応するため、炊事などの場面で高濃度の表示となるため注意が必要、といった点の対策が必要である。今後の測定機器の進歩に期待したい。