

PM2.5個人曝露モニターの開発

村尾直人^{1*}、高橋洋介¹、山形 定¹、深澤達矢¹、山口高志²

¹北海道大学大学院工学研究院（〒060-8628 札幌市北区北13条西 8 丁目）

²北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 環境科学研究センター

* E-mail: murao@eng.hokudai.ac.jp

疫学調査の結果をもとにPM2.5による健康影響を正確に把握し、適切な対策の立案を行ってゆくためには、個人曝露量の把握が不可欠である。そこで本研究では、ナノテクノロジーの成果を広く活用・駆使したPMセンサーを利用した観測システムの構築および小型個人曝露測定装置の開発・実用化を行うことを目的として、センサーの実用化に向けた検討を行った。

Key Words : Atmospheric aerosols, Black carbon, Dry deposition on Forest ,LAI

1. 背景・目的

環境大気中のPM2.5 が世界全体にわたって大きな健康影響を持つことが疫学研究やそれに基づく評価研究により示されてきた。疫学研究では曝露量として、屋外で測定された濃度を「個人曝露濃度」として使用する。しかし、私たちは通勤や通学で場所を移動し、また一日の大半を室内で過ごしており、屋外濃度がそのまま個人曝露濃度に対応するとは考えにくい。したがって、疫学研究からの知見を活用するためには、環境濃度と個人曝露量に一定の関係が認められることが前提になる¹⁾が、PM2.5の屋内濃度測定例はあるものの、後述のような測定やサンプリングの難しさから、PM2.5の個人曝露濃度測定は世界的にもわずかしかなない。そこで本研究では、ナノテクノロジーの成果を広く活用・駆使したPMセンサーを利用した観測システムの構築および小型個人曝露測定装置の開発・実用化を行うことを目的として、センサーの実用化に向けた検討を行った。

2. 研究方法

(1) センサーとその校正

個人曝露測定用への転用を図るほこりセンサーPPD 60PV（神栄テクノロジー社製）²⁾は、エアロゾルセンサーAES1-05Nを小型化したもので、粒子による光散乱に基づき、直径0.5 μ m以上の粒子数を30秒ごとにカウントする。



図1 ほこりセンサーPPD 60PV

(2) 個人曝露測定用センサーの試作

使用するセンサーは室内の煙検知器であり、PM2.5濃度測定器としては位置づけられていない。しかし、測定原理はエアロゾルセンサーと同じであるため、若干の変更を加えることによって、個人曝露PM2.5濃度の測定は可能であると考えられる。すなわち、PPD 60PVは内蔵ヒーターにより空気を自己吸引するよう設計されているが、縦置きが原則であり、持ち運びに向かないため、ファンを用いた強制的な吸引をすることにした。ファンを用いた強制的な吸引の方が安定した測定値が得られる一方、個人曝露測定装置として使用できる消費電力は限られる。そこで本研究では、PM2.5の自動測定機との並行測定を行い、利用可能なファンを選定するとともに、個数濃度から質量濃度への変換係数を得る。さらに、センサーの器差について検討を行い、校正手段を検討する。装置は、センサーに加えて、電源（充電式リチウム電池）、データ収集装置等を小型のボックス内に設置することになる。これらを合わせて数百グラムまでの重量での作成を目指す。

3. 結果・考察

(1) センサーの較正

146×106×56mm のプラスチック製の箱を用いて、個人曝露測定装置を作成した。総重量は約 550g で、最長で 32 時間の連続測定ができる。



図2 PPD 60PV センサーを組み込んだ個人曝露測定装置

個人曝露測定装置に使用するセンサー PPD 60PV を、PM2.5 自動測定機の吸入口が設置されている環境科学研究センターの屋上に設置し、約 2 ヶ月間の測定を行った。その結果、図 3 に示すように、PM2.5 測定機とセンサーの出力値（日平均値）の間に良好な直線関係が見られた。その関係を用いて、センサーの出力値を PM2.5 濃度に変換することとした。

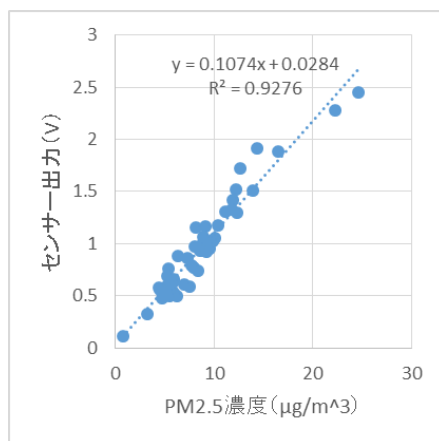


図3 日平均値の PM 測定機とセンサーの比較

(2) センサーを用いた試験的測定

個人曝露測定装置を携帯し、個人曝露濃度の試験的測定を行った。札幌市大気環境観測データ速報システムの測定値と比較したが、大気濃度測定値との良好な関係は得られなかった。制作した装置を用いた大規模な調査が望まれる。



図4 日平均値の PM 測定機とセンサーの比較

また、本個人曝露測定装置は一分値が得られるため、その携行により、どこで高濃度の曝露を受けたかを知ることができる（図 5）。

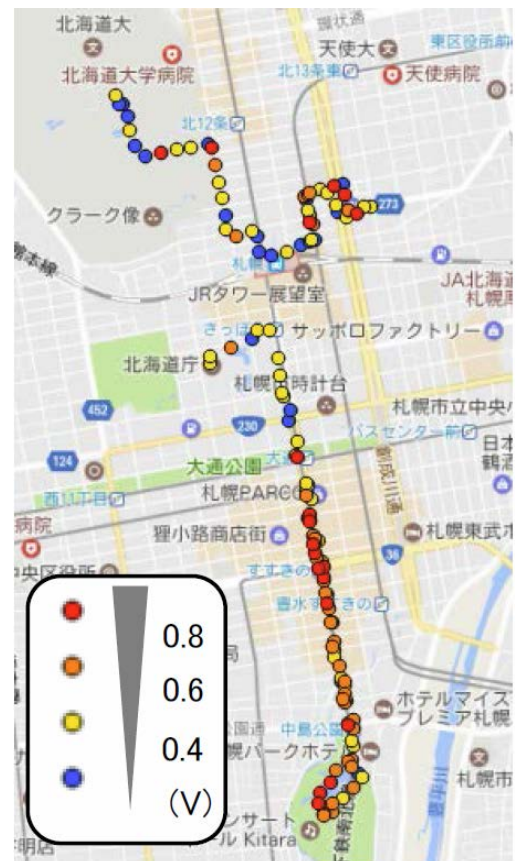


図5 個人曝露量の測定例

謝辞：本論文をまとめるにあたり、科学研究費（16K06551）の助成を受けました。

参考文献

- 1) 中井里史, 田村憲治, PM2.5個人曝露調査法の検討—個人曝露量と定点観測データとの関係—、大気環境学会誌 第47巻、2012、179-185.
- 2) http://www.shinyei.co.jp/stc/optical/main_ppd60pv.html