

粒子状物質および PAHs の乾性沈着フラックスの新規測定法の開発

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○徳光 宏樹
 広島大学大学院工学研究科 正会員 尾崎 則篤

1. はじめに

多環芳香族炭化水素類（PAHs）は、化石燃料の燃焼等により粒子状物質（PM）に付着して大気中に放出される有害化学物質である。PAHs は晴天時に地表面へ堆積し雨天時に水系に流出することで、水系汚染を引き起こす。

そこで、PAHs 等の地表面への降下負荷を知る為に、一つの手段としてバケツ状の捕集容器が広く用いられている。しかしこれは、重力によらない、拡散による吸着も測定しており、過大となっている可能性がある。そこで本研究では、図1に示す様に、「上向きフラックス(Upward Flux)」を測定し、「下向きフラックス(Downward Flux)」との差分が真の降下量(Net Flux)と考え、その測定装置の開発を目指した。

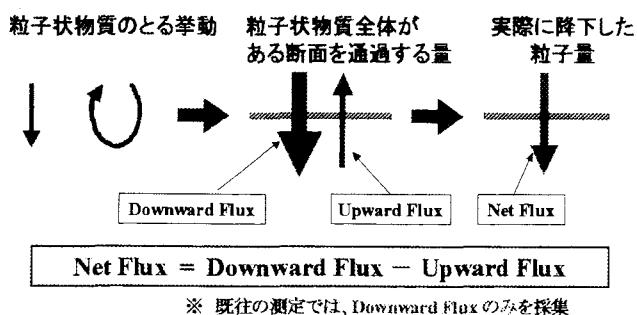


図1 Net Flux の考え方

2. 測定装置の構成

上向きに吸着した粒子を自重に逆らい保持するには粘着性表面を持つシートを用いる事が望ましいと考え、図2(a)に示す装置を設計し、一般に用いられるバケツ状容器（図2(b)）と比較した。

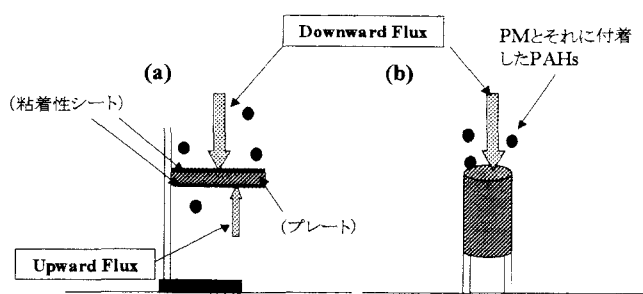


図2 粘着性表面装置(a)とバケツ状容器(b)

3. 粘着性表面シートの材質及び特性一覧

本研究では、粘着性表面を持つシートとして以下の、3種類を検討した。

1)粘着テープ

強力な粘着性を有し、粘着したPMの風による再飛散は起こらないと考えられる。しかし、採集したサンプルをシートから分離する事が困難。

2)シリコンシート

乾燥による固化性のない純シリコンをアルミ箔の上に吹き付けたもの。採集したサンプルをシートから分離する事が容易だが、比較的粘着力は低い。一般のFlux測定の際、バケツと並び多く用いられている。

3)粘着シート

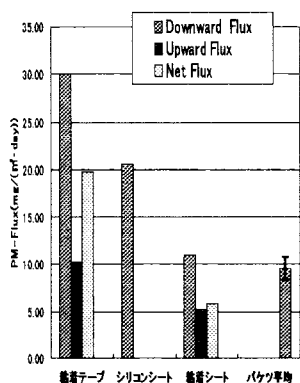
比較的強い粘着力を有するが、粘着性表面を水に濡らすと、粘着力が無くなるという性質を持つ。採集したサンプルを純水で洗い流す事ができる為、シートからの分離は比較的容易と考えられる。

4. サンプルング及び結果

4.1 サンプルングの概要及び結果

3種類の粘着性表面装置を広島大学工学部 A-2 棟屋上に、床面から設置高さ 1.5 m、晴天時 3 日間（2004.01.10～2004.01.15；晴天時のみ）で設置した。また、採集した PM 及び PAHs の Downward Flux、Upward Flux、Net Flux を図3、図4に示す。また、バケツ状容器を用いた PM 及び PAHs の測定結果（2003 年 12 月～2004 年 4 月の期間で晴天時 3 日間、計 6 回測定の平均値）を併せて示した。その変動は標準偏差を用いて±パーで示している。

PAHs はベンゼン環が 3～5 環までの代表的な 13 物質の合計値であり、その PAHs 分析では、Blank 試験による値を差し引いたものである。



シリコンのUpward Flux計測失敗
図3 PM-Flux

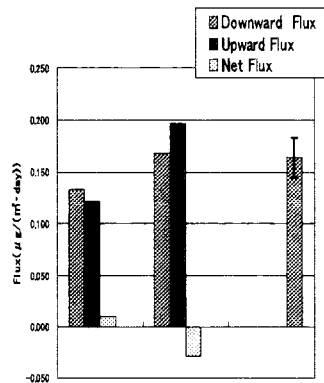


図4 PAHs-Flux

図3の粘着シートによる結果より、PM においては Downward Flux に対し半分程度の Upward Flux がある事が確認できた。また、図4の粘着シートやシリコンシートでは Downward Flux と Upward Flux の値がほぼ同程度である事が確認できた。故に既往の測定で算定してきた Flux (バケツの Downward Flux) に比べて、真の降下量である Net Flux は PM では半分程度に減少し、PAHs では極めて低い値となった。

以上の事から、実際に降下する PM や PAHs は自重のみではなく、拡散の影響を強く受ける為に、下面への巻上げとなる Upward Flux を無視できない事が確認できた。特に PAHs ではその影響が顕著であり、大気中に浮遊する PAHs は長期間大気中に留まる可能性があると考えられる。

また、設置高さ 0.75m、1.5m、2.5m 位置による PM 及び PAHs の変化を図5、図6に示す(粘着シート装置)。これより、設置高さ 0.75m の Upward Flux は粒子状物質、PAHs 共に高くなった。これは、床面に堆積した粉塵が再飛散により巻き上がった粉塵量が影響したと考えられる。

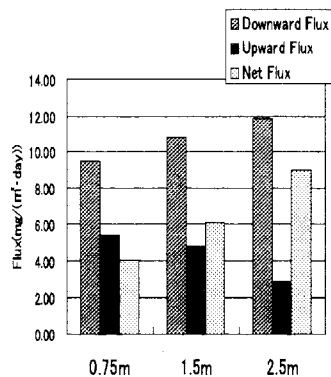


図5 PM-Flux

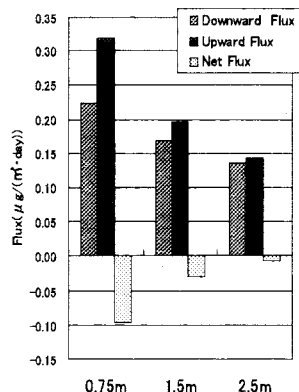


図6 PAHs-Flux

4.2 各種装置の問題点

4.1 より粘着性表面による両面からの PM 採集で Net Flux 測定の有効性が確認できた。しかし一方、粘着成分自体も測定対象となる PAHs を少なからず含んでおり、定量の障害となるという問題がある。図7にシリコンシート、粘着シートの単位表面積当たりの溶出値 (Blank 試験値) を示す。また、測定期間 (約3日間) における各装置 (下面) による捕

集量を併せて折線で示す。特に、低分子の成分で Blank 値が大きい事が分かる。また、粘着テープに関しては、その Blank 値 (特に高分子) が Flux として捕集されるサンプル量よりも極端に高くなり、シリコンシートや粘着シートの粘着成分自体に含有する各 PAH の評価が十分に行えなくなる事が明らかとなった (各 PAHs の平均単位面積重量で 0.45ng/m²、標準偏差±0.27)。

また、その粘着成分は、実験作業を困難にする事や GC/MS による分析の感度を悪化させる事などの問題もある。

よって、今後はサンプリングの期間を延ばす、或いはサンプリング面積を大きくする等で、その粘着成分自体に含有する PAHs の寄与を低くする必要がある。

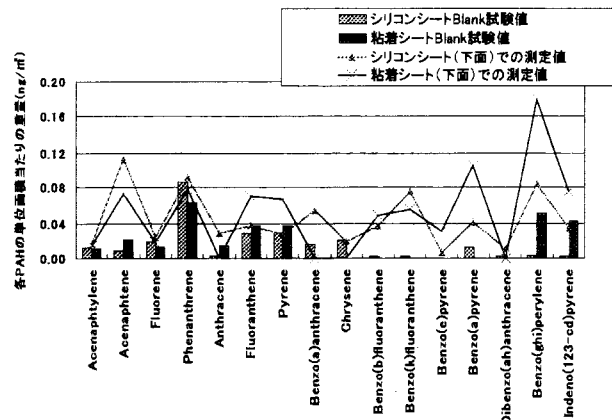


図7 粘着成分自体から溶出した PAHs 量

5. 結論

粘着性表面として粘着シートによる PM 測定、また、シリコンシートや粘着シートによる PAHs 測定の有効性が確認された。また、既往の測定方法によって算定してきた Flux に対して、Net Flux による算定を行ったところ、PM では算定した Flux が半分程度、PAHs では極めて低くなった。この事より、従来 PM や PAHs の乾性降下量の測定が過大である可能性が示唆される (特に PAHs では顕著である)。