

環境中の大気汚染物質に関する研究
(PM2.5による大気汚染)

—自動車道路沿道ならびに田園地域におけるPM2.5質量濃度及びPM2.5/SPM比—

杉山広和, 野村 茂, 石井 学, 門田 実, 前田 泉 (大気科)

【調査研究】

環境中の大気汚染物質に関する研究 (PM2.5による大気汚染)

—自動車道路沿道ならびに田園地域におけるPM2.5質量濃度及びPM2.5/SPM比—

Mass Concentrations of PM2.5 and the Ratio of PM2.5 to SPM
in Roadside Area and Rural Area

杉山広和, 野村 茂, 石井 学, 門田 実, 前田 泉 (大気科)

Hirokazu Sugiyama, Shigeru Nomura, Manabu Ishii, Minoru Kadota and Izumi Maeda

要 旨

岡山県南部の国道2号沿線及び田園地域において、PM2.5に関する調査を秋、冬、春の3期について行った。

PM2.5濃度は、自動車道路沿線で11～53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、田園地域で6.7～36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあった。PM2.5濃度の期間平均値は、自動車道路沿線で15～37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、田園地域で13～22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、自動車道路沿線のほうが高かった。最も高い値は自動車道路沿線の冬37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

自動車道路沿線でのPM2.5/SPM濃度比は0.66～0.95で冬に高い値がみられた。田園地域でのPM2.5/SPM濃度比は、黄砂飛来時を除くと0.76～0.88であったが、黄砂飛来時には0.49と低い値となった。

[キーワード：浮遊粒子状物質, PM2.5, PM2.5/SPM比, ウルトラマイクロ天秤]

[Key words : SPM, PM2.5, PM2.5/SPM Ratio, Ultra-micro Balance]

1. はじめに

浮遊粒子状物質 (SPM) のうち、粒径2.5 μm 以下の微小粒子 (PM2.5) は、人への健康影響が特に懸念されており、米国では環境基準が追加設定されている¹⁾。わが国では平成12年9月に環境省より大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 質量濃度測定方法暫定マニュアル²⁾が示されたが、平成18年現在、環境基準値が示されていない。岡山県においても基礎的検討調査を行ってきた³⁻⁵⁾。

今年度 (2006年) はウルトラマイクロ天秤秤量手順の改善⁶⁾やPM2.5採取装置のオーバーホールを経て、自動車道路沿線及び田園地域におけるPM2.5質量濃度を調査した。また、同時に調査したSPM捕集用ローボリウムエアサンプラーによる測定値からPM2.5/SPM質量濃度比を求めた。

2. 調査方法

2.1 調査地点及び時期

調査地点である長津大気測定局 (自動車排出ガス測定局) 及び県環境保健センター (岡山市内尾) の位置を図1に示した。長津大気測定局 (以下、自動車道路沿線という) は岡山県南部の干拓地北辺に位置し、国道2号線 (交通量約10万台/日⁷⁾) に沿い、瀬戸中央自動車道早高インターチェンジに隣接している。また、付近には小高い丘陵が散在している。一方、県環境保健センター (以下、田園地域という) は同干拓地の中央 (長津大気測定局の東南東5km) に位置し、水田に囲まれている。

調査は

I期 (秋) : 2006年9月4日 (月) ~ 9月16日 (土)

II期 (冬) : 2006年11月27日 (月) ~ 12月8日 (金)

III期 (春) : 2007年2月26日 (月) ~ 4月6日 (金)

とした。

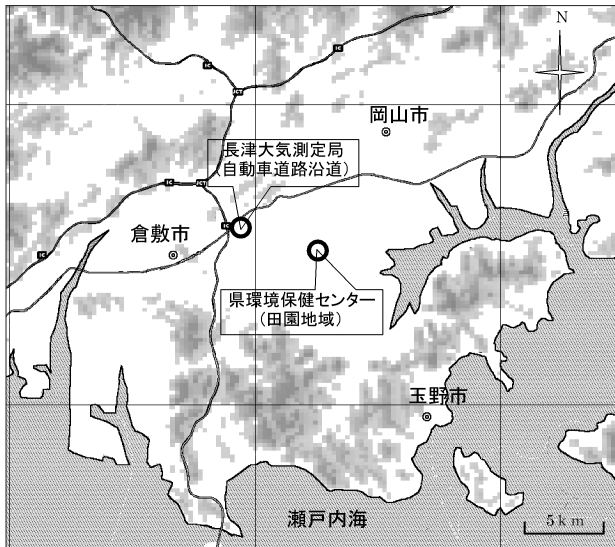


図1 調査地点

2.2 装置及び条件

本調査に使用した装置とその使用条件及び定量下限値を表1に示した。

3. 結果

自動車道路沿道ならびに田園地域におけるPM2.5質量濃度及びPM2.5/SPM濃度比の測定結果をそれぞれ表2、表3に示した。

PM2.5濃度は23時間捕集による値とした。これに対し

表2 自動車道路沿線におけるPM2.5濃度とPM2.5/SPM比

期間	23時間捕集PM2.5濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			5日間捕集SPM濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5/SPM比 [*]
	最高値	最低値	期間平均値		
I期 (秋) H18.9/11-9/16 (6日間)	19	12	15 (n=6)	19 ^{**}	0.81
II期 (冬) H18.12/4-12/8 (5日間)	53	22	37 (n=5)	39	0.95
III期 (春) H19.3/5-3/9 (5日間)	29	11	18 (n=5)	27	0.66

^{*} 23時間捕集PM2.5濃度の期間平均値と5日間捕集SPM濃度から求めた比率
^{**} 6日間捕集

表3 田園地域におけるPM2.5濃度とPM2.5/SPM比

期間	23時間捕集PM2.5濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			5日間捕集SPM濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5/SPM比 [*]	
	最高値	最低値	平均値			
I期 (秋) H18.9/4-9/8 (5日間)	28	8.4	13 (n=5)	-14 ^{**}	^{**}	
II期 (冬) H18.11/27-12/1 (5日間)	36	6.7	16 (n=5)	22	0.76	
	H19.2/26-3/2 (5日間)	25	11	19 (n=5)	22	0.87
III期 (春) H19.3/12-3/16 (5日間)	35	12	22 (n=5)	25	0.88	
	H19.4/2-4/6 (5日間) ^{***}	28	11	18 (n=5)	37	0.49

^{*} 23時間捕集PM2.5濃度の期間平均値と5日間捕集SPM濃度から求めた比率
^{**} 定量下限値 ($15\mu\text{g}/\text{m}^3$) に達しなかったため欠測とした。
^{***} H19.4/2には黄砂現象がみられた。

表1 測定方法及び定量下限値

	PM2.5	SPM
捕集装置	PM2.5捕集用 ローボリウム エアサンプラー Rupprecht&Patashnic製 PARTISOL-FRM Model 2000-H	SPM捕集用 ローボリウム エアサンプラー 新宅機械製、サイクロン式 10 μm ϕ 分級装置付
ろ紙	47mm ϕ テフロン メンブランフィルター PALLFLEX製 TK15-63M	110mm ϕ 石英繊維ろ紙 PALLFLEX製 T60A20
流量	16.7L/分	20L/分
捕集時間	1日 (23時間) 午前11時から翌日 午前10時までの23時間	5日間 午前11時から終了日の 午前10時までの通常119時間
天秤 [*]	ウルトラマイクロ天秤 Sartorius製 SE-2F 読み取り精度0.1 μg 静電気対策241Am装備 フィルター専用風防付	セミマイクロ天秤 METTLER製 AT261 読み取り精度10 μg
定量下限値	1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^{**}	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^{**}

^{*} 本装置は周囲の温度変化に鋭敏であるため、フィルター秤量の前後に空秤量を行い、これを繰り返して秤量精度を確保した。
^{**} 繰り返し秤量して得られた標準偏差の10倍を質量濃度に換算した。

SPM濃度はSPM捕集用ローボリウムエアサンプラーの5日間捕集による値とした。PM2.5/SPM濃度比（以下、濃度比という）は上記PM2.5濃度の5日間平均とSPM濃度より求めた。

PM2.5濃度は、自動車道路沿線では11～53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、田園地域で6.7～36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあった。なお、1日（23時間）単位におけるPM2.5濃度最低値は6.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、ウルトラマイクロ天秤の繰り返し秤量による定量下限値（1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、表1）よりも充分に大きい値であった。

PM2.5濃度の5日間平均値は、自動車道路沿線では15～37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、田園地域で13～22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、自動車道路沿線のほうが高かった。最も高い値は自動車道路沿線のII期（冬）37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

I～III期におけるPM2.5/SPM濃度比は自動車道路沿線では0.66～0.95、田園地域では0.49～0.88であり、自動車道路沿線でのII期（冬）に最も高い値0.95がみられた。また、田園地域におけるIII期（春）のH19.4/2～4/6に最も低い値0.49が見られた。

4. 考察

4.1 定量下限値について

質量濃度測定には、標準法である重量法を用いた。すなわちPM2.5測定ではPM2.5ローボリュームエアサンプラー（FRM-2000）による23時間捕集及びウルトラマイクロ天秤を用い、SPM測定ではローボリュームエアサンプラー（10 μ m ϕ 分級装置付）による5日間捕集及びセミマイクロ天秤を用いた。この際、主に定量下限値を左右したのは天秤の秤量精度であった。特にウルトラマイクロ天秤による秤量に対し天秤室の温度制御に大きな問題があったが、温度変化による秤量値のドリフトをソフト面で補正することで秤量精度を確保した⁶⁾。

この方法による定量下限値はPM2.5で1.0 μ g/ m^3 、SPMで15 μ g/ m^3 であった（表1）。PM2.5の定量下限値は米国の環境基準^{注)}ならびに測定結果（表2，3）に比較して十分に小さく、濃度測定において満足できる値であった。

SPM濃度は、自動車道路沿線で19～39 μ g/ m^3 、田園地域で14～37 μ g/ m^3 であった。しかしながら、SPMの定量下限値は測定値に比べ十分に低いとは言えず、田園地域におけるI期の測定値（14 μ g/ m^3 ）を上回っていた。このため、田園地域I期のSPM濃度は欠測とし、濃度比は算出出来なかった。

4.2 PM2.5濃度について

PM2.5濃度の最高値は自動車道路沿線で53 μ g/ m^3 、田園地帯で36 μ g/ m^3 であった。米国のPM2.5日平均値基準（35 μ g/ m^3 ）は「24時間平均値の98%タイル値の3年間の平均値」に適用されるものであるが、敢えて比較すれば自動車道路沿道では2件が、また、田園地域では1件が米国のPM2.5日平均値基準よりも高く、いずれもII期（冬）であった。

4.3 濃度比について

根津ら⁸⁾は異なる測定法の組み合わせでは濃度比に相違が出たこと、特にTEOM(Tapered Element Oscillating Microbalance；フィルター振動法)によるPM2.5とBAM(Bata Attenuation Monitor； β 線吸収法)によるSPMを組み合わせた場合、濃度比が0.5前後を示したこと、ならびに日本各地において冬0.63～0.82（重量法同士）、夏0.74～0.89（重量法同士）であり、夏に高い傾

向が見られたことなどを報告している。また、名古屋⁹⁾は交通量の多い幹線沿道において0.654～0.915（測定方法は不明）、大塚ら¹⁰⁾は都市部及びその近郊において0.79～0.95（重量法同士）、夏0.76～0.77（TEOM同士）、秋0.64～0.66（TEOM同士）、米持ら¹¹⁾は秋から初冬の埼玉県騎西地域において約6割（TEOM/BAM）と報告している。

今回の結果は、黄砂飛来時を除く全体の濃度比が0.66～0.95（重量法同士）であり、上記の報告値とよく一致していた。

なお、冬に高い値が見られたが、夏には調査を実施していなかったため明確な季節傾向の比較は出来なかった。

SPM測定では110mm ϕ 石英繊維ろ紙を用いて捕集しセミマイクロ天秤を使用したことからSPM定量下限値低減のため捕集時間を5日間とせざるを得なかった。しかし、濃度比の推移を見るため今後の調査ではSPM測定に47mm ϕ の石英繊維ろ紙を用いる等により、PM2.5とSPMの捕集時間を23～24時間に一致させ、両者ともウルトラマイクロ天秤で秤量して同レベルの測定精度を維持し、濃度比を求めることが重要であると考えられた。また、濃度比の違いの原因を究明する上で粒子に含まれる成分を知る必要があり、今後の課題としたい。

4.4 黄砂について

III期（春）、田園地域において濃度比がH19.2/26～3/2は0.87、H19.3/12～3/16は0.88であったが、H19.4/2～4/6は0.49と低い値であった。H19.4/2は黄砂現象が見られ、粗大粒子の影響が大きかったためと考えられた。

5. まとめ

岡山県南部の国道2号沿線及び田園地域において、PM2.5に関する調査を秋、冬、春に行った。

PM2.5濃度は、自動車道路沿線で11～53 μ g/ m^3 、田園地域で6.7～36 μ g/ m^3 の範囲にあった。PM2.5濃度の5日間平均値は、自動車道路沿線で15～37 μ g/ m^3 、田園地域で13～22 μ g/ m^3 であり、自動車道路沿線のほうが高かった。最も高い値は自動車道路沿線の冬37 μ g/ m^3 であった。

自動車道路沿線でのPM2.5/SPM濃度比は0.66～0.95で冬に高い値がみられた。田園地域でのPM2.5/SPM濃

注) 日平均値35 μ g/ m^3 ：24時間平均値の98%タイル値の3年間の平均値、
年平均値15 μ g/ m^3 ：日平均値を年算術平均した値の3年平均値

度比は、黄砂飛来時を除くと0.76～0.88であったが、黄砂飛来時には0.49と低い値となった。

文 献

- 1) 若松信司：米国の粒子状物質に係る環境基準の改訂，
大気環境学会誌，41，A69-A71，2006
- 2) 環境庁大気保全局企画課：大気中微小粒子状物質
(PM2.5) 質量濃度測定方法暫定マニュアル，平成12
年9月
- 3) 門田 実，植木昭博，野村 茂 他：環境中の大気
汚染物質に関する研究（粒子状物質による大気汚染）
—微小粒子採取方法の検討—，岡山県環境保健セン
ター年報，28，9-11，2004
- 4) 門田 実，石井 学，野村 茂 他：環境中の大気
汚染物質に関する研究（粒子状物質による大気汚染）
—第2報 浮遊粒子状物質（SPM）秤量精度の検討
—，岡山県環境保健センター年報，29，19-26，2005
- 5) 門田 実，石井 学，野村 茂 他：環境中の大気
汚染物質に関する研究（粒子状物質による大気汚染）
—第3報 微小粒子（PM2.5）秤量精度の検討—，
岡山県環境保健センター年報，30，5-11，2006
- 6) 野村 茂，杉山広和，前田 泉：ウルトラミクロ天
秤における秤量方法の検討—PM2.5調査精度向上の
ため—，岡山県環境保健センター年報，31，5-7，
2007（予定）
- 7) 国土交通省中国地方道路部：基礎データ交通量24時
間交通量，[http://www.cgr.mlit.go.jp/chiki/doyroj/
ir/koutsu/koutsu24h.html](http://www.cgr.mlit.go.jp/chiki/doyroj/ir/koutsu/koutsu24h.html)
- 8) 根津豊彦，坂本和彦：大気中微小粒子（PM2.5）質
量濃度の測定，大気環境学会誌，37，A1-A12，2002
- 9) 名古屋俊士：2.5 μ m以下の粒子状物質（PM2.5）が及
ぼす生体への影響，化学と工業，51，1877-1880，
1998
- 10) 大塚治子，佐藤公喜・高梨俊治：都市およびその近
郊域における浮遊粒子状物質とPM2.5の質量濃度の
測定，愛知県環境調査センター所報，28，1-15，
2000
- 11) 米持 他：騎西・鴻巣地域における秋から初冬の
PM2.5汚染実態，埼玉県環境科学国際センター報，
1，100-105，2001