

# 自動測定機を用いたPM2.5 とSPM 及びその他の物質の相関について

喜多真帆, 中野温朗, 野村 茂, 信森達也, 鷹野 洋 (大気科)

【調査研究】

# 自動測定機を用いたPM2.5 とSPM及びその他の物質の相関について

The Correlation between PM2.5 and SPM, other air substance using an automatic measuring machine

喜多真帆, 中野温朗, 野村 茂, 信森達也, 鷹野 洋 (大気科)

Maho Kita, Atsurou Nakano, Shigeru Nomura,

Tatsuya Nobumori, Hiroshi Takano (Department of Atmosphere)

## 要 旨

自動測定機によるPM2.5 とSPM及びその他の大気汚染物質の関係を明らかにするために平成23～25年度の3年間の観測データについて検討を行った。その結果、PM2.5濃度とSPM濃度には相関が認められ、PM2.5/SPM比は0.79～0.85であったが、その範囲は最小値0.41、最大値1.41となり月別及び地域別の差異が認められた。SPM濃度20 µg/m³以下の低濃度域ではPM2.5/SPM比は無相関であり、SPM濃度45 µg/m³を超える高濃度域ではPM2.5/SPM比は0.70～0.77に収束し、低濃度域が月別及び地域別の差異の一因であると考えられた。また、PM2.5濃度とOx濃度には相関がうかがえるが、地域による差異が大きいと考えられた。

[キーワード：PM2.5, SPM, 相関, 自動測定機]

[Key words : PM2.5, SPM, Correlation, automatic measuring machine]

## 1 はじめに

粒径 2.5 µm 以下の微小粒子状物質(以下「PM2.5」という。)は、呼吸器の奥深くまで侵入して喘息や気管支炎等の呼吸器疾患を起こす可能性が指摘されており<sup>1)</sup>、その対策が大きな課題となっている。岡山県では環境大気測定局23局の中でPM2.5自動測定機4局、浮遊粒子状物質(以下「SPM」という。)自動測定機16局、光化学オキシダント(以下「Ox」という。)自動測定機18局、窒素酸化物(以下「NOx」という。)自動測定機21局、二酸化硫黄(以下「SO<sub>2</sub>」という。)自動測定機11局、炭化水素(以下「HC」という。)自動測定機4局で観測測定を行っている。これらの観測データを用いてPM2.5とSPM及びその他の物質の関係を明らかにするために平成23～25年度の3年間のデータについて相関等の検討を行った。

境大気測定局3局の設置環境は、茂平局は南西方向に福山・笠岡コンビナート地帯があり、総社局の周囲は住宅街、早島局は田畝の中にあり秋から冬にかけて畑焼きや、すくも焼き等が行われる。自動車排出ガス測定局である長津局(以下「長津局(自)」という。)は、国道2号線と瀬戸中央自動車道が交わる早島インターチェンジの近傍に位置する。

## 2 解析方法

### 2.1 調査地点

PM2.5自動測定機を設置している茂平局(笠岡市)、総社局(総社市)、早島局(都窪郡早島町)、長津局(都窪郡早島町)の位置関係は図1のとおりである。一般環

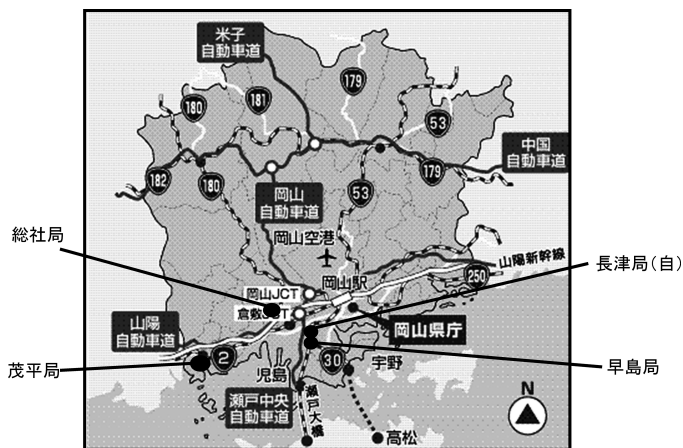


図1 岡山県測定局配置図

## 2.2 解析期間

解析は、平成23年4月から平成26年3月までの3年間とした。

## 2.3 解析項目及び測定機器

解析に用いたPM2.5自動測定機、SPM自動測定機の測定原理及びメーカーは表1のとおりである。

表1 PM2.5及びSPM自動測定機一覧

	PM2.5測定機	SPM測定機
茂平局	FRM-377 東亜DKK(株) β線吸収法	SPM-613 紀本電子工業(株) β線吸収法
総社局	FRM-377 東亜DKK(株) β線吸収法	DUB-242 東亜DKK(株) β線吸収法
早島局	SHARP5030 東京ダイレック (株)ハイブリッド (β線吸収法と 光散乱法)法	DUB-32 東亜DKK(株) β線吸収法
長津局(自)	FRM-377 東亜DKK(株) β線吸収法	SPM-613 紀本電子工業(株) β線吸収法

## 3 結果及び考察

### 3.1 PM2.5と各測定項目の相関について

一般環境大気測定局のうち付近に大きな発生源のない総社局において、平成23～25年度のPM2.5月平均値とSPM、5時から20時までのOx(以下「昼間Ox」という)、NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>のそれぞれの月平均値との関係を図2に示す。PM2.5との相関係数は、SPM(0.84)、昼間Ox(0.65)、NO(-0.15)、NO<sub>2</sub>(0.03)、NO<sub>x</sub>(-0.05)であり、PM2.5はSPMと高い相関があり、Oxとは相関があり、NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>とは相関がほとんどなかった。

長津局(自)の平成23～25年度のPM2.5とCH<sub>4</sub>、

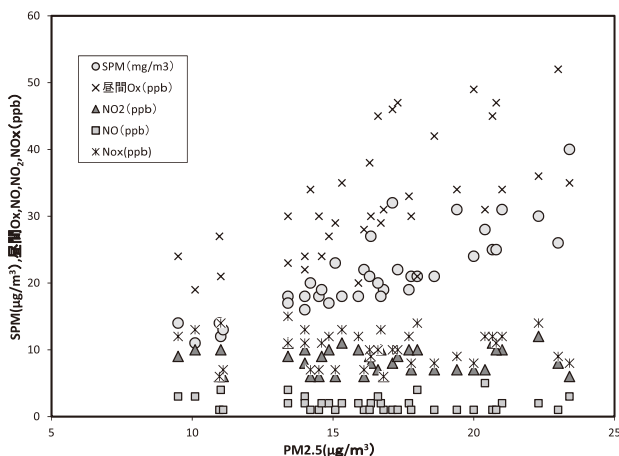


図2 PM2.5とSPM、昼間Ox、NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の相関(総社局)

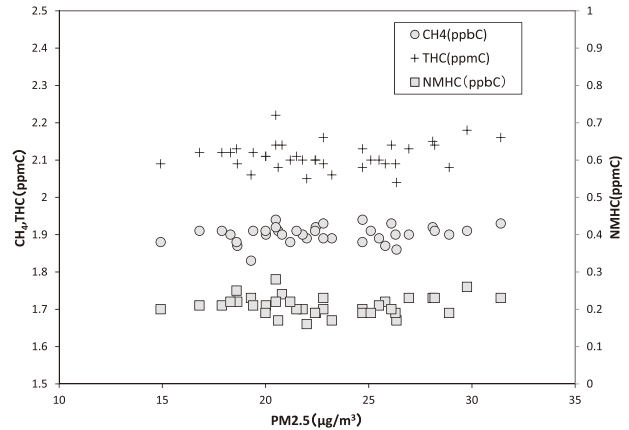


図3 PM2.5とCH<sub>4</sub>、NMHC、THCの相関(長津局(自))

NMHC、THとの関係を図3に示す。PM2.5との相関係数は、CH<sub>4</sub>(0.21)、NMHC(0.01)、THC(0.14)であり、ほとんど相関がなかった。

### 3.2 PM2.5とSPMの比較

3.1でPM2.5と高い相関があったSPMとの関係について測定局ごとに検討を行った。平成23～25年度にかけての茂平局、総社局、早島局及び長津局(自)(以下「4測定局」という)のPM2.5をSPMで除した値(以下「PM2.5/SPM比」という)を図4～7に示す(茂平局図4、総社局図5、早島局図6、長津局(自)図7)。また、各局のPM2.5/SPMの最高値、最低値、平均値を表2に示す。

茂平局のPM2.5/SPM比の平均値は0.82であり、平成23年度は平均値を上回る月が多く、平成24年度及び25年度は平均値を下回る月が多かった。年度ごとにみると平成23年度は5月に低く、2月に高い傾向であった。平成24年度は7月に低く、5～6、9月に高かった。平成25年度は11月に高くなったものの、季節ごとの傾向は見られなかった。(図4)

総社局のPM2.5/SPM比の平均値は0.79であり、平成23年度5～8月、平成24年度は7月、平成25年度は8月にPM2.5/SPM比が低くなるなど、PM2.5/SPM比は夏期に低くなる傾向があった。(図5)

早島局のPM2.5/SPM比の平均値は0.80であり、平成23年度は5～9月、平成24年度は7～9月、平成25年度は6～9月にPM2.5/SPM比が低く、平成23年度及び24年度は12～2月、平成25年度は11月にPM2.5/SPM比が高くなり、PM2.5/SPM比は夏期に低くなり秋期から冬期に高くなる傾向があった。(図6)

長津局(自)のPM2.5/SPM比の平均値は0.85であり、

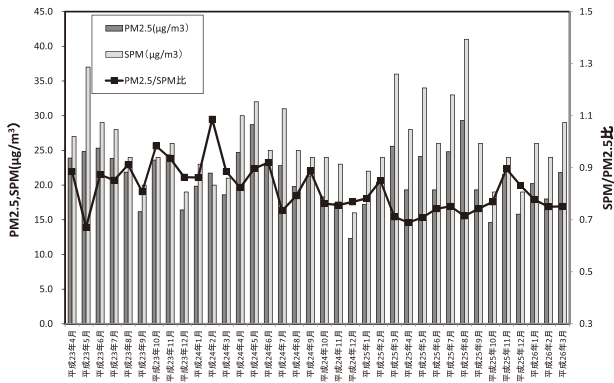


図4 平成23～25年度PM2.5/SPM比 茂平局

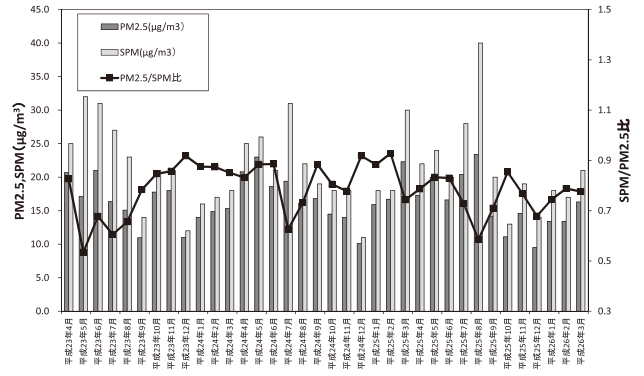


図5 平成23～25年度PM2.5/SPM比 総社局

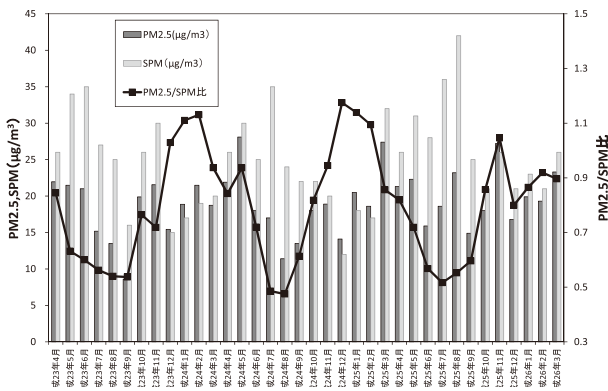


図6 平成23～25年度PM2.5/SPM比 早島局

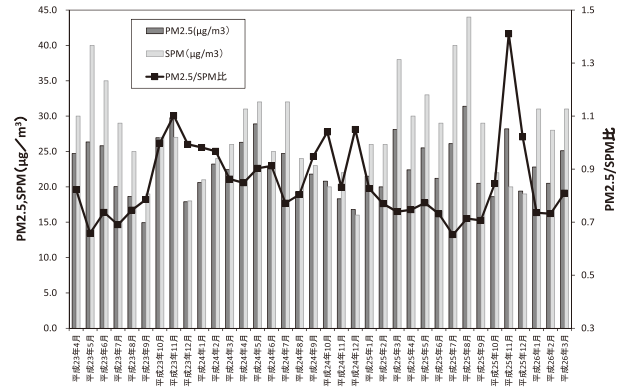


図7 平成23～25年度PM2.5/SPM比 長津局(自)

表2 平成23～25年度PM2.5/SPM比

	茂平局	総社局	早島局	長津局(自)
最小値	0.67	0.53	0.48	0.65
最大値	1.09	0.93	1.18	1.41
平均値	0.82	0.79	0.80	0.85

平成23年度5～7月にPM2.5/SPM比が低くなり、平成23年度は10～2月、平成24年度は10、12月、平成25年度は11～12月にPM2.5/SPM比が高くなり、秋期から冬期にPM2.5/SPM比が高くなる傾向があった。(図7)

総社局、早島局及び長津局(自)においてはPM2.5/SPM比が夏期に低くなる傾向があり、早島局と長津局(自)ではPM2.5/SPM比が秋期から冬期に高くなる傾向があった。早島局と長津局(自)は直線距離にして約1kmの場所にあり、早島局と長津局(自)周辺では秋期から冬期にかけて行われる畑焼きや、すくも焼き等がPM2.5/SPM比を高くする一因<sup>2)</sup>ではないかと考えられた。

また、4測定局のPM2.5/SPM平均値が0.79～0.85であったことは、総社局と長津局(自)において本県が平成23年度に行ったマニュアル測定でSPMの約8割が

PM2.5であると推定された検討結果<sup>3)</sup>とよく一致している。しかし、測定局における毎月のPM2.5/SPM比はその範囲は最小値0.48、最大値1.41と大きなばらつきがあり(表2)、PM2.5/SPM比は月別及び地域別の変動が大きい傾向があった。変動要因としては、測定局付近の固有発生源の存在や風向き等の影響が疑われるが、これらの把握には測定局ごとの詳細な調査及び検討が必要であると考えられた。

### 3.3 SPMとPM2.5/SPMの一時間値の相関

次に、各SPM濃度におけるPM2.5/SPM比について検討を行った。平成25年度の茂平局、総社局、早島局及び長津局(自)の1時間値のSPM濃度(µg/m³)とPM2.5/SPM比(1時間値)の関係を、図8～11に示す。

茂平局では、SPM濃度が20 µg/m³以下ではPM2.5/SPM比(1時間値)は発散しており、SPM濃度が40 µg/m³

m<sup>3</sup>を超えるとPM2.5/SPM比(1時間値)は0.73に収束していた。(図8)

総社局ではSPM濃度が20 μg/m<sup>3</sup>以下ではPM2.5/SPM比(1時間値)は発散しており、SPM濃度が40 μg/m<sup>3</sup>を超えるとPM2.5/SPM比(1時間値)は0.72に収束していた。(図9)

早島局ではSPM濃度が20 μg/m<sup>3</sup>以下ではPM2.5/SPM比(1時間値)が発散しており、SPM濃度が40 μg/m<sup>3</sup>を超えるとPM2.5/SPM比(1時間値)は0.70に収束していた。(図10)

長津局ではSPM濃度が15 μg/m<sup>3</sup>以下ではPM2.5/SPM比(1時間値)が発散しており、SPM濃度が45 μg/m<sup>3</sup>を超えるとPM2.5/SPM比(1時間値)は0.77に収束していた。(図11)

全体としてSPM濃度20 μg/m<sup>3</sup>以下の低濃度域ではPM2.5/SPM比(1時間値)は発散して不明確であり、SPM濃度45 μg/m<sup>3</sup>を超える高濃度域ではPM2.5/SPM比(1時間値)は0.70～0.77に収束した。SPM濃度20 μg/m<sup>3</sup>以下の低濃度域の出現率は茂平局40.0%、総社局

70.4%、早島局42.3%、長津局(自)34.3%であり、これらがPM2.5/SPM比に大きな変動を与えていると考えられた。

### 3.4 PM2.5と昼間Oxの比較

3.1でPM2.5年平均濃度との相関のあった昼間Ox濃度について、測定局ごとに検討を行った。なお、長津局はOx計を設置していないので検討から除外した。

平成23～25年度にかけての茂平局、総社局及び早島局(以下「3測定局」という。)のPM2.5月平均値(μg/m<sup>3</sup>)を昼間Ox月平均値(ppb)で除した値(以下「PM2.5/昼間Ox比」という。)を図12～14に示す。また、各局のPM2.5/昼間Ox比(月平均値)の平均値、最低値、最高値を表3に示す。

茂平局のPM2.5/昼間Ox比の平均値は0.74であり、平成23年度11月、平成25年度11、1月にPM2.5/昼間Ox比が高くなっていった。(図12)

総社局のPM2.5/昼間Ox比の平均値は0.53であり、平成23年度11月、平成25年度1月にPM2.5/昼間Ox比が高くなっていった。(図13)

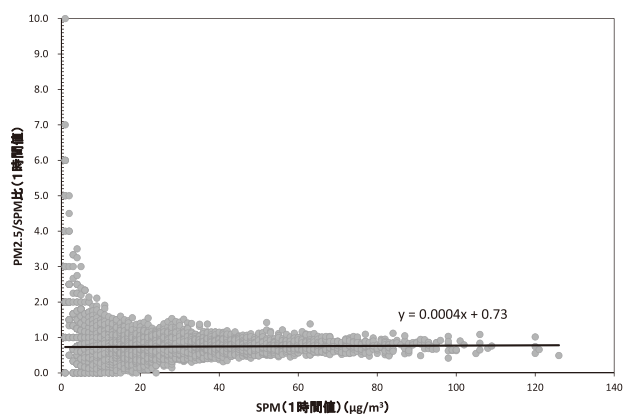


図8 平成25年度SPMとPM2.5/SPM比(1時間値)茂平局

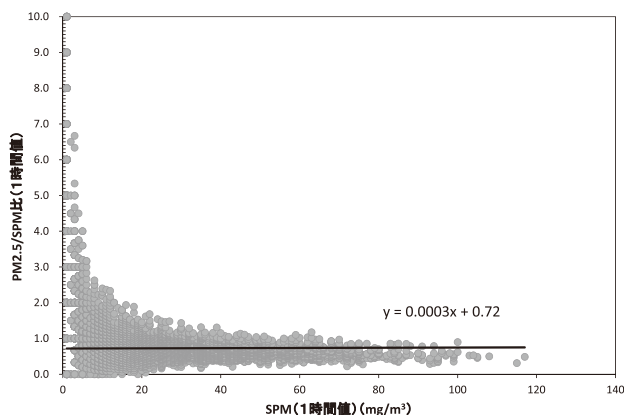


図9 平成25年度SPMとPM2.5/SPM比(1時間値)総社局

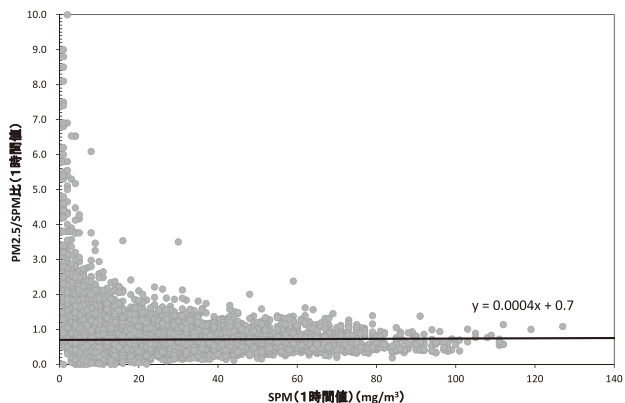


図10 平成25年度SPMとPM2.5/SPM比(1時間値)早島局

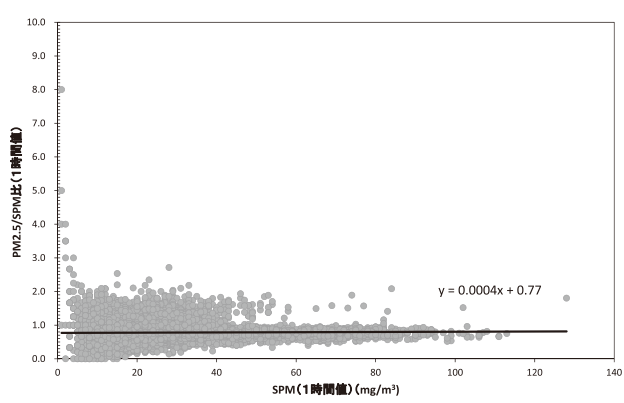


図11 平成25年度SPMとPM2.5/SPM比(1時間値)長津局(自)



早鳥局のPM2.5/昼間Ox比の平均値は0.64であり、平成23年度11月、平成25年度11、1月にPM2.5/昼間Ox比が高くなっていた。(図14)

3測定局では平成23年度11月と平成25年度1月にPM2.5/昼間Ox比が高くなるという傾向は認められたが、PM2.5/昼間Ox比の平均値は茂平局0.74、総社局0.53、早鳥局0.64とばらつきがあることから、地域による差異が大きいと考えられた。

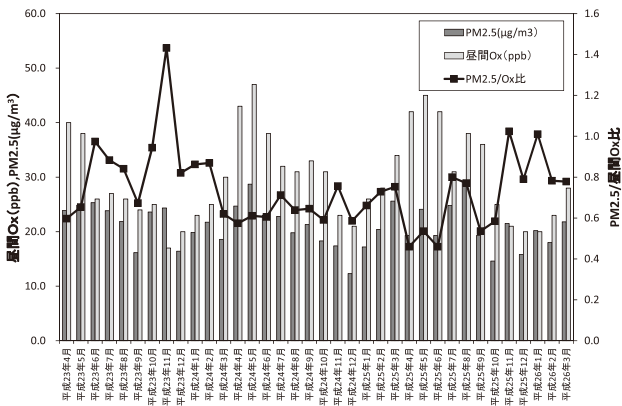


図12 平成23～25年度PM2.5/昼間Ox比 茂平局

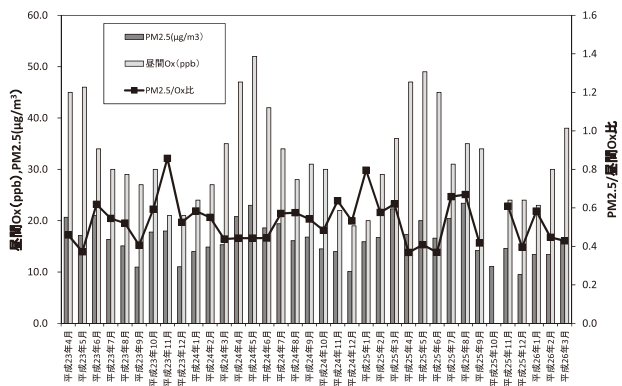


図13 平成23～25年度PM2.5/昼間Ox比 総社局

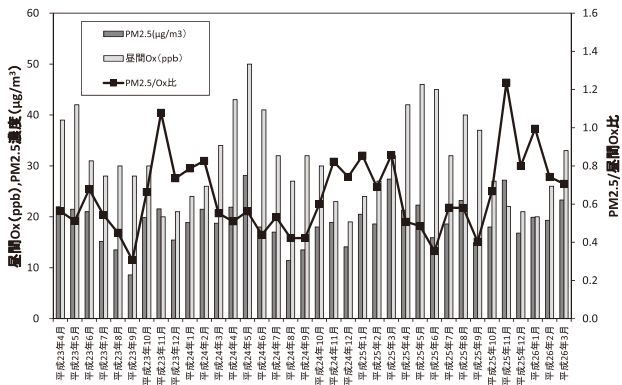


図14 平成23～25年度PM2.5/昼間Ox比 早鳥局

表3 平成23～25年度月平均値PM2.5/昼間Ox比(月平均値)

	総社局	茂平局	早鳥局
最小値	0.37	0.46	0.31
最大値	0.86	1.43	1.24
平均値	0.53	0.74	0.64

#### 4 まとめ

- ①平成23～25年度の3年間について、PM2.5月平均値とSPM月平均値及びその他の物質(昼間Ox, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, NMHC, THC)の月平均値の相関について検討を行ったところ、SPMと昼間OxにPM2.5との相関があった。
- ②茂平局、総社局、早鳥局及び長津局(自)の月ごとのPM2.5/SPM比は、総社局、早鳥局及び長津局(自)は夏期にPM2.5/SPM比が低く、早鳥局と長津局で秋期から冬期が高くなる傾向があった。
- ③各測定局のPM2.5/SPM比の平均値は0.79～0.85となったが、最小値0.48、最大値1.41となり月別及び地域別の変動が大きかった。
- ④濃度別の精度について検討を行ったところ、SPM濃度20 µg/m<sup>3</sup>以下の低濃度域ではPM2.5/SPM比は不明確であり、SPM濃度45 µg/m<sup>3</sup>を超える高濃度域ではPM2.5/SPM比が0.70～0.77に収束し、低濃度域がPM2.5/SPM比に大きな変動を与えていると考えられた。
- ⑤茂平局、総社局及び早鳥局の月ごとのPM2.5/昼間Ox比(月平均値)は一定の相関はあるが測定局ごとの平均値の差異が大きく、地域差が大きいと考えられた。

#### 文 献

- 1) 環境省：微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書、第7章 p15-22, 2008年度
- 2) 伏見暁洋, 齊藤勝美, 林 健太郎, 須藤重人, 小野圭介 他：野焼き実験による粒子の排出特性と元素組成, NMCC共同利用研究成果報文集, p197-200, 2010年度
- 3) 林隆義, 中桐未知代, 野村 茂, 小川 登, 深見武史 他：環境中の大気汚染物質に関する研究(微小粒子状物質PM2.5による大気汚染)—第8報—岡山県環境保健センター年報, 2011年度