

## [資 料]

### 平成 23 年度の兵庫県における微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) に係る 常時監視測定結果の考察

常友 大資<sup>1</sup>, 春日 良美<sup>2</sup>, 中坪 良平<sup>1</sup>, 平木 隆年<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県環境研究センター 大気環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町 3-1-27)

<sup>2</sup> 兵庫県農政環境部環境管理局環境整備課 環境影響評価室 (〒650-8567 神戸市中央区下山手通 5-10-1)

### A study on measurement result by air pollution monitoring stations for PM<sub>2.5</sub> concentration in Hyogo Prefecture in 2011

Daisuke TSUNETOMO<sup>1</sup>, Yoshimi KASUGA<sup>2</sup>, Ryouhei NAKATSUBO<sup>1</sup>, Takatoshi HIRAKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Atmospheric Environmental Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,  
3-1-27, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

<sup>2</sup> Environmental Assessment Office, Hyogo Prefectural Government  
5-10-1, Shimoyamate St., Chuo-ku, Kobe, Hyogo 650-8567, Japan

平成 23 年度に兵庫県が実施した微小粒子状物質の常時監視について、県内 4 地点（一般局：稲美町役場，自排局：打出，栄町，加茂）における測定結果を、平成 22 年 3 月に改正された事務処理基準に基づき解析し、微小粒子状物質の濃度変動について考察した。その結果、有効測定局数は 4 局（一般局 1 局，自排局 3 局）であり、環境基準達成状況は一般局で 0 局（0.0%），自排局で 1 局（33.3%）であった。また、微小粒子状物質濃度の日平均値は全地点において概ね同様の濃度変動を示しており、全地点間における相関も高かった。

## I はじめに

平成 21 年 9 月 9 日、環境省は空気動力学径が 2.5  $\mu\text{m}$  より大きい粒径の粒子を 50% の割合で除去した大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の環境基準を告示し、「1 年平均値が 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下であり、かつ、1 日平均値が 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下であること」としている<sup>1)</sup>。また、測定方法を濾過捕集による質量濃度測定方法（濾過捕集法）又はこの方法によって測定された質量濃度と等価な値が得られると認められる自動測定機による方法（自動測定法）としている。

環境基準の達成状況を把握するためには、日平均値を通年で測定する必要があるため、多くの経

費と労力を必要とする濾過捕集法よりも自動測定法が有効と考えられる。

都道府県等は大気汚染防止法に基づき、大気の汚染状況を常時監視しており<sup>2)</sup>、平成 22 年 3 月 29 日、環境省は常時監視に関する事務の処理基準の一部を改正し（改正事務処理基準）、PM<sub>2.5</sub> の全国的な監視測定体制の整備を図っている<sup>3)</sup>。

兵庫県が監視する対象地域は、兵庫県下のうち大気汚染防止法で定める政令市（神戸市，姫路市，尼崎市，明石市，西宮市及び加古川市）を除く地域である。監視は一般環境大気測定局（一般局）及び自動車排出ガス測定局（自排局）で行われており、瀬戸内海沿岸に面した地域に多くの測定局

が配置されており<sup>4)</sup>、監視項目は二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>) (一酸化窒素(NO)及び二酸化窒素(NO<sub>2</sub>))、浮遊粒子状物質(SPM)、光化学オキシダント(O<sub>x</sub>)、一酸化炭素(CO)等である。

兵庫県におけるPM<sub>2.5</sub>の常時監視は、平成22年度より、打出(芦屋市)において測定を実施しており、その後他の測定局においても、自動測定機が順次設置され、測定が実施されている。

前報<sup>5)</sup>では、平成22年度の兵庫県におけるPM<sub>2.5</sub>の常時監視測定結果について報告した。

本報告では、PM<sub>2.5</sub>を通年で測定した際の測定局における特性を明らかにすることを目的とし、平成23年度の兵庫県におけるPM<sub>2.5</sub>の常時監視測定結果を解析し、PM<sub>2.5</sub>の濃度変動について考察した。

## II 方法

### 1. 解析対象地点

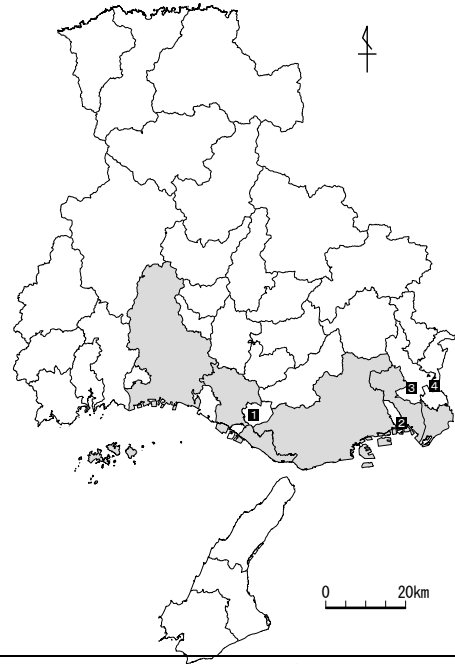
Fig. 1に、解析対象地点として、平成23年度においてPM<sub>2.5</sub>を常時監視している測定局(政令市を除く)を示した。

### 2. 解析対象監視項目

解析対象監視項目は、改正事務処理基準において、PM<sub>2.5</sub>に係る常時監視は「測定機の設置場所については、窒素酸化物、浮遊粒子状物質等の他の項目との比較が必要」と示されていることから、PM<sub>2.5</sub>、SPM、NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の5項目とする。以下、PM<sub>2.5</sub>の質量濃度をPM<sub>2.5</sub>濃度とする。

### 3. 解析対象期間

解析対象期間は、平成23年4月1日から平成24年3月31日までとする。ただし、年度途中でPM<sub>2.5</sub>の常時監視を開始した稲美町役場については平成23年7月16日、加茂については平成23年7月15日を起点とする。



No.	区分	測定局	所在地	測定開始年度
1	一般局	稲美町役場	加古郡稲美町国岡1-1	平成23年度
2	自排局	打出	芦屋市打出町2-13	平成22年度
3	自排局	栄町	宝塚市栄町1-16-2	平成23年度
4	自排局	加茂	川西市加茂5-63-1	平成23年度

Fig.1 Monitoring stations for analysis.

### 4. 解析対象データ

Table 1に、解析対象監視項目のうち、環境基準が設定されているPM<sub>2.5</sub>、SPM及びNO<sub>2</sub>について、環境基準を示した。

解析対象監視項目については、1時間値を最小単位としてデータが蓄積されており、本報告においても、1時間値のデータを基に解析した。ただし、各項目の環境基準の達成状況や経時濃度変化を考察する際は、Table 1により、1日平均値及び1年平均値について解析し、評価の対象としない測定値については解析から除外した。また、環境基準が設定されていないNO、NO<sub>x</sub>についても、これらを準用し、1日平均値として解析した。

Table 1 Environmental quality standard of PM<sub>2.5</sub>, SPM and NO<sub>2</sub>.

項目	環境基準	有効測定局 <sup>6)</sup> (年間測定時間)	評価の対象としない測定値 <sup>3)</sup>	環境基準の評価方法 <sup>3)6)</sup>	
				短期的評価	長期的評価
PM <sub>2.5</sub>	1年平均値が15 μg/m <sup>3</sup> 以下であり、かつ、1日平均値が35 μg/m <sup>3</sup> 以下であること。	-	1日平均値に係る欠測が1日(24時間)のうち4時間を超える場合における当該1日平均値。 また、1年平均値の計算においては、有効測定日が250日に満たないもの。	短期的評価	測定結果の1日平均値のうち年間98%を代表値として選択して、これを短期基準(1日平均値)と比較する。
				長期的評価	測定結果の1年平均値を長期基準(1年平均値)と比較する。
SPM	1時間値の1日平均値が0.10mg/m <sup>3</sup> 以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m <sup>3</sup> 以下であること。	6,000時間以上	1日平均値に係る欠測が1日(24時間)のうち4時間を超える場合における当該1日平均値。	短期的評価	連続して又は随時に行った測定結果により、測定を行った日又は時間についてその評価を行う。
				長期的評価	年間にわたる1時間値の1日平均値のうち、2%除外値の評価を行う。ただし、1日平均値につき環境基準を超える日が2日以上連続した場合は、このような取扱いを行わない。
NO <sub>2</sub>	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。			年間にわたる1時間値の1日平均値のうち、98%の評価を行う。	

※1 “年間98%値”は、年間にわたる日平均値(有効測定日分)につき測定値の高い方から2%の範囲内にある測定値を除外した日平均値の最高値。日平均値の高い方から2%を除外する日数は、小数点以下を四捨五入して算出。

※2 “2%除外値”は、年間にわたる日平均値(有効測定日分)のうち、測定値の低い方から98%に相当するもの。低い方から98%にあたる測定日は、小数点を四捨五入して算出。

### Ⅲ 結果および考察

#### 1. PM<sub>2.5</sub>に係る環境基準の達成状況

Table 2に、PM<sub>2.5</sub>の測定結果を地点別に示した。有効測定日数は、全地点において長期的評価の対象となる250日以上であった。

環境基準達成状況について、長期的評価について環境基準を達成したのは2局(稲美町役場・加茂)、短期的評価について環境基準を達成したのは1局(加茂)であり、長期的評価及び短期的評価ともに環境基準を達成したのは1局(加茂)であった。

Table 2 Measured values of PM<sub>2.5</sub>.

	稲美町役場	打出	栄町	加茂
年間測定時間[hour]	6234	8560	8639	6264
有効測定日数[day]	260	355	359	261
1時間値の最大値	87.0	82.0	88.0	67.0
日平均値の年間98%値	<b>38.6</b>	<b>38.7</b>	<b>36.7</b>	<b>32.5</b>
日平均値の最大値	51.1	73.8	66.4	41.5
日平均値の最小値	0.9	0.6	2.8	0.4
日平均値の中央値	13.4	14.1	15.0	11.8
年平均値	<b>14.8</b>	<b>16.0</b>	<b>17.1</b>	<b>13.3</b>

※ 太字は環境基準の評価対象, 下線は環境基準非達成

SPMについては、稲美町役場では長期的評価及び短期的評価ともに環境基準を達成していたが、打出・栄町・加茂では長期的評価において環境基準を非達成であった。これは、平成23年5月に飛来した黄砂の影響により、1日平均値が環境基準を超える日が2日連続したことが原因であった<sup>7)</sup>。

NO<sub>2</sub>については、全地点において環境基準を達成していた<sup>7)</sup>。

#### 2. PM<sub>2.5</sub>濃度の経年推移

Fig. 2に、平成22年度より測定を実施している打出におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の年平均値及び日平均値の年間98%値の経年推移を示した。日平均値の年間98%値は大きく減少している一方で、年平均値はやや増加していた。

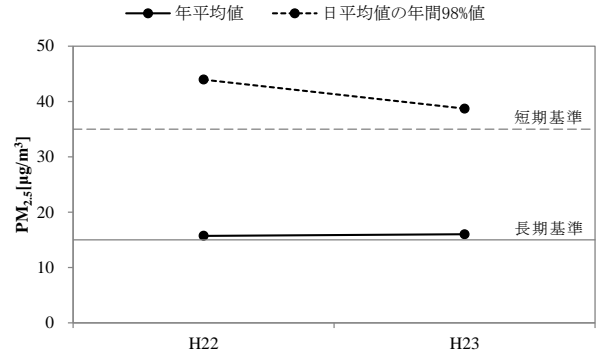


Fig.2 Variations of annual mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

#### 3. PM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値

Fig. 3に、全地点におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値の推移を、Table 3に、PM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値が短期基準を超過した日数を月別に示した。

PM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値については、全地点において概ね同様の濃度変動を示した。

5月の初旬に年間で最大の濃度上昇を示したが、これは5月2日～4日に神戸で観測された黄砂の影響によるものと考えられた<sup>8)</sup>。また、この間は稲美町役場及び加茂ではまだ測定が実施されていなかったため、通年で測定すると、PM<sub>2.5</sub>濃度の年平均値及び日平均値の年間98%値ともに本報告の結果より高くなる可能性が考えられた。

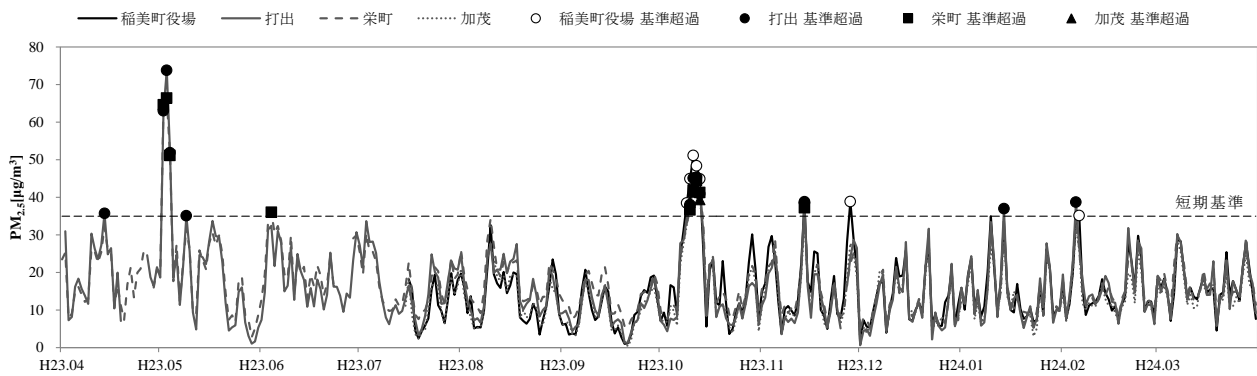


Fig.3 Variations of daily mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

Table 3 Number of day that environmental quality standard of PM<sub>2.5</sub> was exceeded.

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
稲美町役場	-	-	-	0	0	0	5	2	0	0	1	0	8
打出	1	4	0	0	0	0	4	1	0	1	1	0	12
栄町	0	3	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	9
加茂	-	-	-	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4

Fig. 4に、全地点におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値のヒストグラムを示した。

出現頻度が最も高いのは、稲美町役場・打出・加茂については5 μg/m<sup>3</sup>を超え10 μg/m<sup>3</sup>以下となる区間であり、栄町については10 μg/m<sup>3</sup>を超え15 μg/m<sup>3</sup>以下となる区間であった。全地点で低濃度側の頻度が高く、高濃度側が緩やかな勾配となる分布であった。

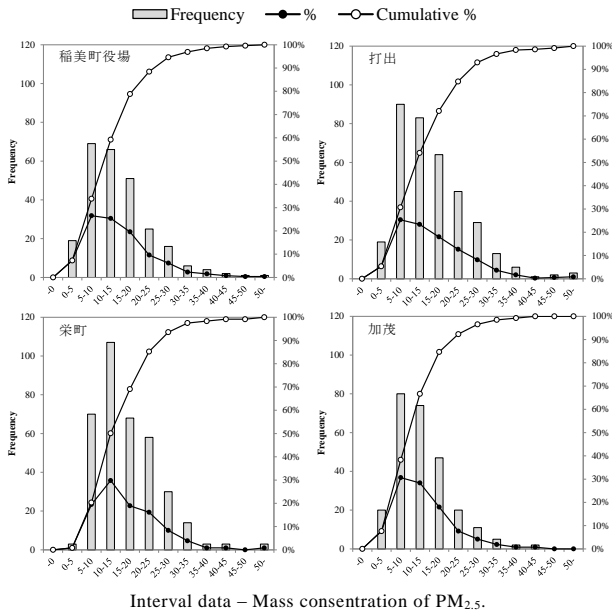


Fig.4 Histogram of daily mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

#### 4. PM<sub>2.5</sub>濃度の時間別平均値

Fig. 5に、PM<sub>2.5</sub>濃度の時間平均値の推移を示した。稲美町役場は13.0~17.8 μg/m<sup>3</sup>、打出は13.8~19.6 μg/m<sup>3</sup>、栄町は15.1~18.3 μg/m<sup>3</sup>、加茂は10.4~17.2 μg/m<sup>3</sup>の範囲で推移していた。全地点において夜間より昼間の方が高濃度を示しており、濃度変動は地点によって異なっていた。

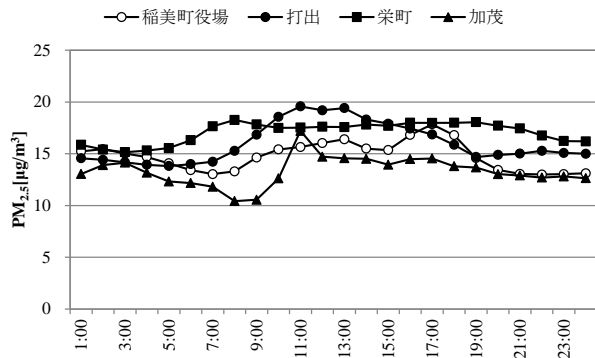


Fig.5 Variations of time mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

Fig. 6に、打出における過去2年間の推移を示した。時間平均値は、2年間で同様の濃度変動を示した。

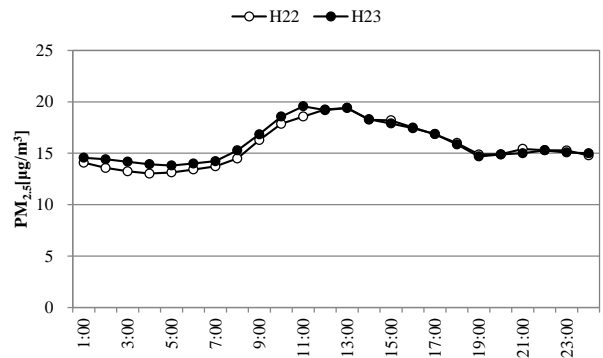


Fig.6 Variations of time mean concentration of PM<sub>2.5</sub> at Uchiide.

#### 5. PM<sub>2.5</sub>濃度の曜日別平均値

Fig. 7に、PM<sub>2.5</sub>濃度の週平均値の推移を示した。稲美町役場は13.2~16.7 μg/m<sup>3</sup>、打出は14.8~17.5 μg/m<sup>3</sup>、栄町は15.8~18.4 μg/m<sup>3</sup>、加茂は12.5~15.1 μg/m<sup>3</sup>の範囲で推移しており、全地点において概ね同様の濃度変動を示した。PM<sub>2.5</sub>濃度の週平均値は、全地点において水曜日に最大を示し、打出においては日曜日、それ以外の地点においては土曜日に最小を示した。また、全曜日において、栄町、打出、稲美町役場、加茂の順に高濃度を示した。

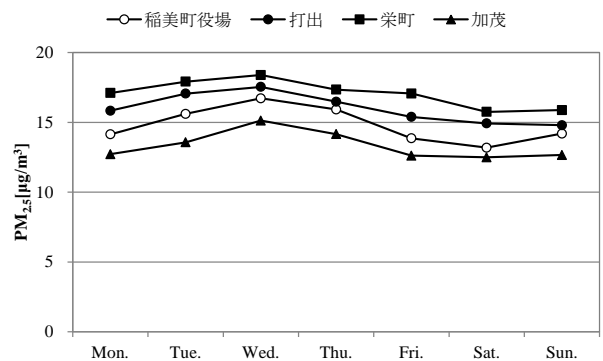


Fig.7 Variations of day mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

Fig. 8に、打出における過去2年間の推移を示した。週平均値は、2年間で異なる濃度変動を示した。

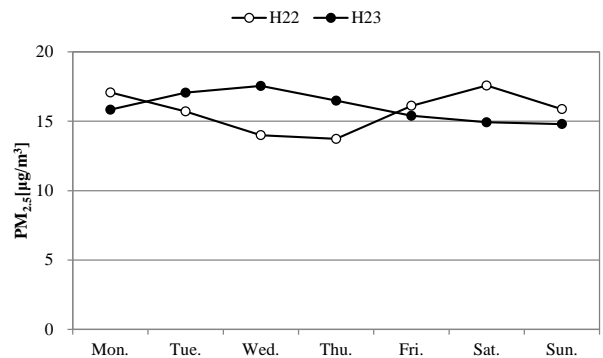


Fig.8 Variations of day mean concentration of PM<sub>2.5</sub> at Uchiide.

## 6. PM<sub>2.5</sub>濃度の月別平均値

Fig. 9に、PM<sub>2.5</sub>濃度の月平均値の推移を示した。

稲美町役場は9.6~19.9 μg/m<sup>3</sup>、打出は9.9~21.0 μg/m<sup>3</sup>、栄町は12.1~22.4 μg/m<sup>3</sup>、加茂は8.7~16.9 μg/m<sup>3</sup>の範囲で推移しており、全地点において概ね同様の濃度変動を示した。

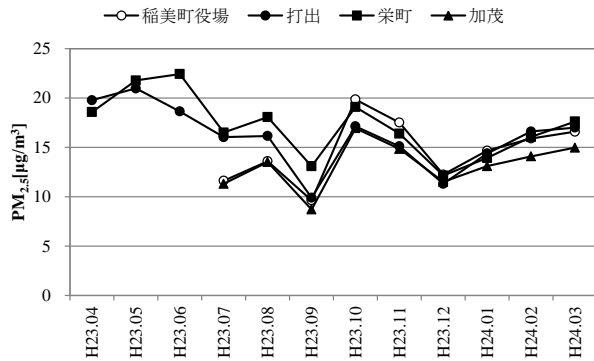


Fig.9 Variations of monthly mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

Fig. 10に、打出における過去2年間の推移を示した。春季は黄砂の影響もあり高濃度を示し、秋季及び冬季は突発的に高濃度を示す傾向が見られたが、特定の月が高濃度を示す傾向までは見られなかった。

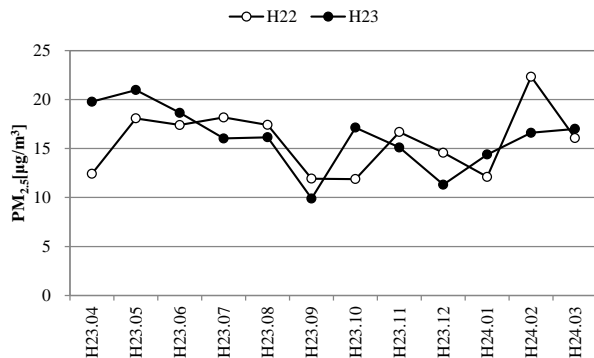


Fig.10 Variations of monthly mean concentration of PM<sub>2.5</sub> at Uchide.

## 7. PM<sub>2.5</sub>濃度の地点間における比較

Table 4に、地点間におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値の相関係数を示した。

全地点間において、相関係数は0.9以上であった。特に、阪神地域の自排局（打出-栄町、打出-加茂、栄町-加茂）における相関係数はいずれも0.95以上であった。

Table 4 Coefficient of correlation between one monitoring station and another of daily mean concentration of PM<sub>2.5</sub>.

	打出	栄町	加茂
稲美町役場	<b>0.91</b>	<b>0.91</b>	<b>0.95</b>
打出	-	<b>0.97</b>	<b>0.96</b>
栄町	-	-	<b>0.96</b>

※ **Bold** :  $p < 0.01$

## 8. PM<sub>2.5</sub>濃度と他項目との比較

Table 5に、PM<sub>2.5</sub>濃度と他の解析対象監視項目濃度との日平均値の相関係数を項目別、季節別に示した。

SPMについては、全地点・全季節において0.7以上、全地点・全期間において0.9以上であった。

NOについては、全地点・全季節において0.5未満、全地点・全期間において0.4未満であった。

NO<sub>2</sub>については、全地点において夏季及び秋季で0.5以上であった。

NO<sub>x</sub>については、夏季・秋季・冬季の稲美町役場以外で0.50未満、全地点・全期間において0.50未満であった。

Table 5 Coefficient of correlation between daily mean mass concentration of PM<sub>2.5</sub> and concentration of other items.

SPM	稲美町役場	打出	栄町	加茂
spring: Mar.~May	<b>0.81</b>	<b>0.94</b>	<b>0.94</b>	<b>0.72</b>
summer: Jul.~Aug.	<b>0.96</b>	<b>0.95</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>
autumn: Sep.~Nov.	<b>0.96</b>	<b>0.98</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>
winter: Dec.~Feb.	<b>0.97</b>	<b>0.98</b>	<b>0.97</b>	<b>0.94</b>
all seasons	<b>0.94</b>	<b>0.91</b>	<b>0.94</b>	<b>0.93</b>
NO	稲美町役場	打出	栄町	加茂
spring: Mar.~May	0.17	0.20	0.00	0.04
summer: Jul.~Aug.	0.20	0.17	-0.17	-0.06
autumn: Sep.~Nov.	<b>0.32</b>	0.25	<b>0.29</b>	0.24
winter: Dec.~Feb.	<b>0.45</b>	<b>0.40</b>	<b>0.41</b>	<b>0.33</b>
all seasons	<b>0.32</b>	<b>0.25</b>	0.13	<b>0.20</b>
NO <sub>2</sub>	稲美町役場	打出	栄町	加茂
spring: Mar.~May	0.31	<b>0.42</b>	<b>0.27</b>	0.11
summer: Jul.~Aug.	<b>0.63</b>	<b>0.54</b>	<b>0.56</b>	<b>0.65</b>
autumn: Sep.~Nov.	<b>0.65</b>	<b>0.60</b>	<b>0.52</b>	<b>0.51</b>
winter: Dec.~Feb.	<b>0.52</b>	<b>0.49</b>	<b>0.42</b>	<b>0.46</b>
all seasons	<b>0.53</b>	<b>0.53</b>	<b>0.43</b>	<b>0.45</b>
NO <sub>x</sub>	稲美町役場	打出	栄町	加茂
spring: Mar.~May	0.28	<b>0.31</b>	0.11	0.07
summer: Jul.~Aug.	<b>0.53</b>	<b>0.33</b>	0.14	0.28
autumn: Sep.~Nov.	<b>0.59</b>	<b>0.42</b>	<b>0.40</b>	<b>0.38</b>
winter: Dec.~Feb.	<b>0.51</b>	<b>0.44</b>	<b>0.43</b>	<b>0.39</b>
all seasons	<b>0.49</b>	<b>0.38</b>	<b>0.26</b>	<b>0.32</b>

※ *Italic* :  $p \geq 0.01$ , **Bold** :  $p < 0.01$

## IV 結 論

平成23年度に兵庫県が実施したPM<sub>2.5</sub>の常時監視について、県内4地点（稲美町役場，打出，栄町，加茂）における測定結果を解析し，以下の結果を得た．

①PM<sub>2.5</sub>の環境基準達成状況について，長期的評価について環境基準を達成したのは2局（稲美町役場・加茂），短期的評価について環境基準を達成したのは1局（加茂）であり，長期的評価及び短期的評価ともに環境基準を達成したのは1局（加茂）であった．

②PM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値は，全地点において概ね同様の濃度変動を示しており，全地点間における相関も高かった．

③PM<sub>2.5</sub>濃度の曜日別平均値及び月別平均値は，全地点において概ね同様の濃度変動を示したが，時間別平均値は地点によって異なる濃度変動を示した．

④SPM濃度の日平均値は，PM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値と全地点において通年で相関が高かった．

⑤NO<sub>2</sub>濃度の日平均値は，PM<sub>2.5</sub>濃度の日平均値と全地点において夏季及び秋季の相関が高かった．

## 文 献

- 1) 環境省：微小粒子状物質に係る環境基準について（告示）（2009）
- 2) 環境省：環境白書（2012）
- 3) 環境省：「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について」の一部改正について（2010）
- 4) 兵庫県：環境白書（2012）
- 5) 常友大資，中坪良平，平木隆年：平成22年度の兵庫県における微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）に係る常時監視測定結果の考察，（財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター紀要，第3号，32-35（2012）
- 6) 環境省：環境大気常時監視マニュアル 第6版（2010）
- 7) 兵庫県：平成23年度大気・水質等常時監視結果（2012）
- 8) 気象庁：2011年黄砂観測日および観測地点の表，<[http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa\\_table\\_2011.html](http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa_table_2011.html)（参照2013.1.8）>