

# 京都府における微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 質量濃度

高倉 尚枝 谷口 延子 平澤 幸代  
日置 正 藤波 直人

## PM<sub>2.5</sub> Mass Concentrations Observed in Kyoto Prefecture

Naoe TAKAKURA Nobuko TANIGUCHI Yukiyo HIRASAWA  
Tadashi HIOKI Naoto FUJINAMI

平成 22 年度に福知山局及び国道 171 号局で PM<sub>2.5</sub> 質量濃度を通年測定した結果によると、福知山局は短期基準、国道 171 号局は長期基準、短期基準とも環境基準値を上回っていた。両方の測定局で短期基準を超過した 10 日間については、すべての日に黄砂及び越境大気汚染の影響がみられた。また、一方の局が高濃度の日には他局も比較的高濃度で、PM<sub>2.5</sub> は広域汚染の影響が大きいと考えられた。さらに、平成 24 年 2 月～3 月に府内 16 局で測定した結果によると、顕著な濃度ピークが 5 例あり、そのうち 4 例で越境大気汚染の影響により高濃度になった可能性があると推測された。

キーワード：微小粒子状物質、粗大粒子、大気汚染物質、環境基準、越境大気汚染

key words：PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10-2.5</sub>, Air Pollutants, Environmental Quality Standard, Trans-boundary Air Pollution

## はじめに

空気動力的等価粒径 2.5 μm 以下の粒子である微小粒子状物質（以下「PM<sub>2.5</sub>」という。）については、呼吸器系等に対する健康影響の懸念から<sup>1)</sup>、平成 21 年 9 月に環境基準（年平均値が 15 μg/m<sup>3</sup> 以下、かつ、日平均値が 35 μg/m<sup>3</sup> 以下）が設定された。平成 22 年 3 月 31 日環境省水・大気環境局長通知<sup>2)</sup>により、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度測定が常時監視の中に位置付けられるとともに、環境大気常時監視マニュアル<sup>3)</sup>が改訂され、常時監視の方法は、標準測定法（フィルタ捕集-質量法）と自動測定機によることとなった。自動測定機による測定では、標準測定法（フィルタ捕集-質量法）と等価性を有することが求められており、平成 24 年 8 月現在 8 機種が認定<sup>4)</sup>されている。

京都府では、環境省 PM<sub>2.5</sub> モニタリング試行事業により平成 21 年度から南部の自動車排出ガス測定局である国道 171 号局で、平成 22 年度から北部の一般環境測定局である福知山局で測定を開始し、平成 24 年 1 月に一般環境測定局 13 局、自動車排出ガス測定局 1 局に自動測定機を整備して合計 16 局で PM<sub>2.5</sub> を測定している。

今回、平成 22 年度に通年観測を実施した福知山局及び国道 171 号局の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の測定結果について考察を行うとともに、平成 24 年 2 月～3 月に観測された PM<sub>2.5</sub> 高濃度事例について府内 16 局における PM<sub>2.5</sub> 及び空気動力的等価粒径 2.5～10 μm の粒子である粗大粒子（以下「PM<sub>10-2.5</sub>」という。）濃度の挙動や、後方流跡線解析を用いた汚染気塊の輸送経路の考察、化学天気予報システムの予測結果等から、高濃度出現要因を検討したので報告する。

(平成24年8月25日受理)

## 調査方法

### 1. 調査地点

16ヶ所の調査地点は表1及び図1のとおりである。福知山局と国道171号局では通年観測を実施した。福知山局は京都府北部の都市域にあり、約170m北には府道福知山停車場線（平成22年度道路交通センサスで24時間交通量12,888台）がある。国道171号局は、京都府南部の都市域にある国道171号（平成22年度道路交通センサスで24時間交通量47,234台）の大山崎町と島本町の境から北へ約700m、道路端から3mのところ立地している。また、約2.5kmの地点に都市ごみ清掃工場が立地するほか、大阪平野からの大気汚染物質の移流もあると考えられている<sup>5)</sup>。

### 2. 調査期間

通年観測は平成22年4月1日～平成23年3月31日の間、高濃度事例は平成24年2月1日～平成24年3月31日の間を解析対象期間とした。

### 3. 測定方法

測定局ごとの機種及び測定項目は表1のとおりである。通年観測を実施した福知山局及び国道171号局については、いずれも環境省が標準測定法と等価性を有すると認定したPM<sub>2.5</sub>自動測定機を用いた。測定方法は、福知山局についてはβ線吸収法、国道171号局についてはβ線吸収法・光散乱法ハイブリッド法である。高濃度事例解析に使用した上記以外の14局については、大気エアロゾル自動測定分析装置（大気エアロゾルをPM<sub>2.5</sub>及びPM<sub>10-2.5</sub>に分粒し、ポリテトラフルオロエチレン製テープろ紙

表 1 調査地点

測定局名	局区分	緯度	経度	対象期間	型 式	メーカ	測定項目
向陽局	一般環境測定局	34- 56'49"	135- 42'15"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
久御山局	一般環境測定局	34- 53'15"	135- 44'13"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712 (D)	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10-2.5</sub> , OBC
宇治局	一般環境測定局	34- 53'16"	135- 47'52"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
城陽局	一般環境測定局	34- 51'10"	135- 47'25"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
田辺局	一般環境測定局	34- 49'27"	135- 46'9"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
精華局	一般環境測定局	34- 46'40"	135- 47'40"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
木津局	一般環境測定局	34- 44'22"	135- 49'42"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712 (D)	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10-2.5</sub> , OBC
亀岡局	一般環境測定局	35- 0'47"	135- 33'59"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712 (D)	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10-2.5</sub> , OBC
南丹局	一般環境測定局	35- 6'31"	135- 27'18"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
綾部局	一般環境測定局	35- 18'7"	135- 14'32"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
福知山局*	一般環境測定局	35- 17'42"	135- 7'32"	22.4.1 ~ 23.3.31 24.2.1 ~ 24.3.31	APDA3750A	(株) 堀場製作所	PM <sub>2.5</sub>
東舞鶴局	一般環境測定局	35- 28'21"	135- 23'58"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712 (D)	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10-2.5</sub> , OBC
宮津局	一般環境測定局	35- 31'59"	135- 11'59"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
京丹後局	一般環境測定局	35- 37'35"	135- 4'27"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712 (D)	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10-2.5</sub> , OBC
国道 1 号局	自動車排出ガス測定局	34- 51'22"	135- 42'57"	24.2.1 ~ 24.3.31	PM712	紀本電子工業 (株)	PM <sub>2.5</sub>
国道 171 号局*	自動車排出ガス測定局	34- 53'31"	135- 41'1"	22.4.1 ~ 23.3.31 24.2.1 ~ 24.3.31	SHARP5030	ThermoFisherScientific	PM <sub>2.5</sub>

\* : 福知山局及び国道 171 号局は環境省の PM2.5 モニタリング試行事業で導入

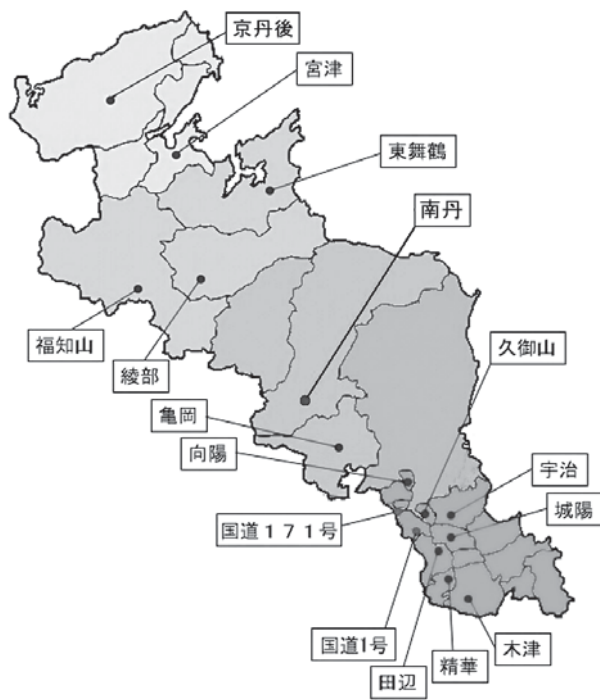


図 1. 調査地点

上に捕集すると同時に、β線吸収法により質量濃度を自動測定し、併せて、PM<sub>2.5</sub>中の元素炭素（以下「OBC」という。）濃度を反射型光散乱-近赤外吸収法により自動分析する装置<sup>5</sup>）5局、PM<sub>2.5</sub>自動測定機9局（β線吸収法）であり、いずれも環境省が標準測定法と等価性を有すると認定した自動測定機である。

なお、気象およびガス状汚染物質等の濃度については、大気常時監視測定用のデータを用いた。1時間値は大気常時監視テレメータシステムにより収集し、解析を行った。後方流跡線は米国海洋大気庁（National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA）の HYSPLIT Model を使用し作成した。起点は高度 500m、1500m、2500m で 72 時間さかのぼって計算した。

## 結果と考察

### 1. 通年観測結果

#### 1-1. 測定結果の概要

PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の年平均値は、福知山局は 12.8 μg/m<sup>3</sup>、国道 171 号局は 18.3 μg/m<sup>3</sup> であり、福知山局は環境基準（長期基準：15 μg/m<sup>3</sup>）を達成していたが、国道 171 号局は達成しなかった。日平均値の 98 パーセントイル値は、福知山局は 39.0 μg/m<sup>3</sup>、国道 171 号局は 44.3 μg/m<sup>3</sup> であり、両局とも、環境基準（短期基準：35 μg/m<sup>3</sup>）を上回っていた。

#### 1-1-1. 風向別濃度

図 2 に PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の風向別平均濃度を示す。福知山局は、SSW、NE、ENE が 15 μg/m<sup>3</sup> と最も高く、NW が 10 μg/m<sup>3</sup> と最も低かった。国道 171 号局は、SSW が 23 μg/m<sup>3</sup> と最も高く、WNW ~ NNE が 15 μg/m<sup>3</sup> と最も低かった。福知山局の SSW、NE、ENE が高い理由は不明である。国道 171 号局は、局舎西側に NE から SW に国道 171 号が走っており、局舎東側に NE から SW に淀川が流れている。SSW ~ SW が高いのは、道路又は淀川沿いに、大阪平野から PM<sub>2.5</sub> の移流が起こっていることが原因である可能性がある。

#### 1-1-2. 両局の関係

図 3 に PM<sub>2.5</sub> 質量濃度月別平均値を示す。福知山局の方が値は低いものの、2 局はほぼ同じ傾向で推移していた。9 月と 1 月が低かったが季節による差はみられなかった。

図 4 に両局の日平均値の散布図を示す。両局の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は高い相関を示しており福知山局と国道 171 号局が直線距離で約 70km 離れていることを考えると、PM<sub>2.5</sub> は広域的な汚染の影響を受けやすいと考えられる。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度年平均値は、平成 22 年度の全国平均では一般環境測定局で 15.1 μg/m<sup>3</sup>、自動車排出ガス測定局で 17.2 μg/m<sup>3</sup><sup>6)</sup>、平成 23 年度の東京都の平均では、一般環

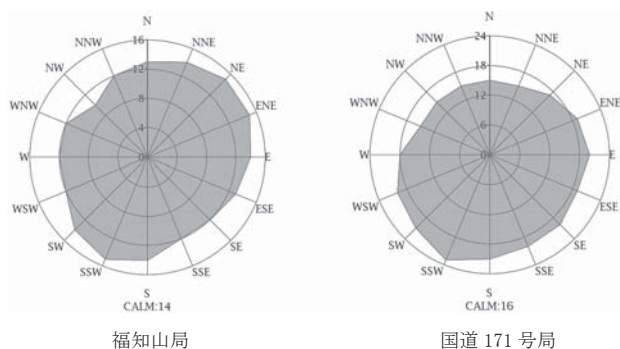


図2. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の風向別平均濃度 (単位: μg/m<sup>3</sup>) (平成22年4月～23年3月)

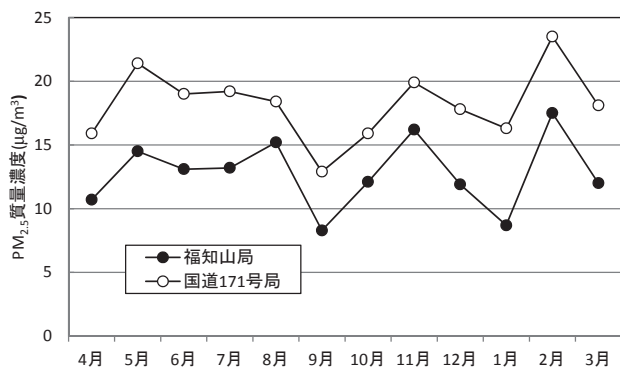


図3. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度月別平均値 (平成22年4月～23年3月)

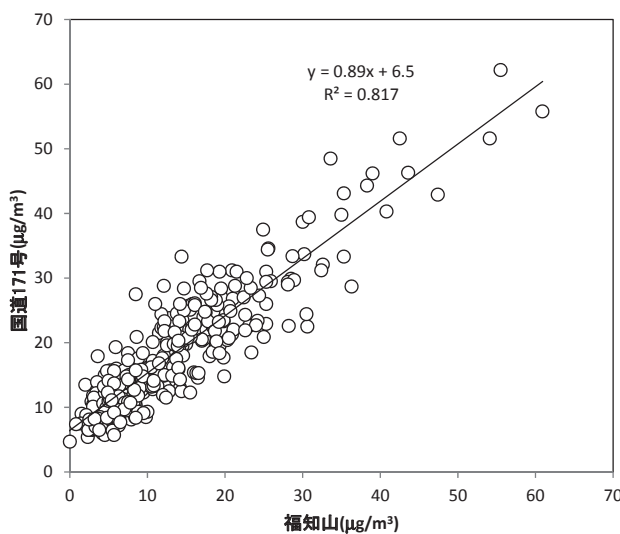


図4. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度日平均値相関図 (福知山局－国道171号局)

境測定局で 15.7 μg/m<sup>3</sup>、自動車排出ガス測定局で 17.7 μg/m<sup>3</sup> <sup>7)</sup> となっており、福知山局 (12.8 μg/m<sup>3</sup>) は、全国や東京都の値と比べて低く、国道 171 号局 (18.3 μg/m<sup>3</sup>) は同程度～やや高い値となっている。

### 1-1-3. ガス状汚染物質等との関係

表 2 に PM<sub>2.5</sub> 質量濃度とガス状汚染物質等との相関係数 (日平均値) を示す。なお、国道 171 号局は二酸化硫

黄 (以下「SO<sub>2</sub>」という。)、光化学オキシダント (以下「Ox」  
という。)、非メタン炭化水素 (以下「NMHC」  
という。) の測定を行っていないため、近傍にある向陽局の SO<sub>2</sub> と  
NMHC、大山崎局の Ox と比較した。

2 局とも浮遊粒子状物質 (以下「SPM」という) とは  
高い正の相関があった。その他の項目では、2 局とも 2  
～3 月の SO<sub>2</sub> 濃度が最も相関が高く、続いて 5 月の SO<sub>2</sub>、  
7 月、8 月の Ox 濃度、国道 171 号局では 11 月～12 月の  
NMHC 濃度が相関が高かった。なお福知山局近傍では  
NMHC 濃度を測定している局がないため比較ができな  
かった。窒素酸化物 (以下「NO<sub>x</sub>」  
という) については、  
秋期～冬期に相関が比較的高かったが他の項目と比べると  
低かった。

図 5 に、平成 22 年 5 月の SO<sub>2</sub> 濃度及び PM<sub>2.5</sub> 質量濃度  
の日平均値の推移を示す。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と SO<sub>2</sub> 濃度は類似  
の濃度変動を示した。SO<sub>2</sub> 濃度について、越境大気汚染  
の指標になると考え <sup>8)</sup>、平成 21 年の SO<sub>2</sub> 及び SPM 高濃  
度事例について高濃度出現要因を分類したところ、約半  
数に越境大気汚染の影響があったと推測された <sup>9)</sup>。平成  
22 年 5 月の SO<sub>2</sub> 及び PM<sub>2.5</sub> 高濃度時期はいずれも後方流  
跡線解析や化学天気予報システム\*1 (以下「CFORS」と  
いう) で大陸からの人為起源汚染物質等の長距離輸送が  
推定されていた時期と重なっており、SO<sub>2</sub> 濃度と PM<sub>2.5</sub>  
質量濃度の相関が高いのは越境大気汚染の影響を受けてど  
ちらの項目も上昇しやすいことを反映しているとも推測  
される。

図 6 に 8 月の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度及び Ox 濃度の日平均値の  
推移を示す。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と Ox 濃度は類似の濃度変動  
を示した。夏期には Ox 高濃度時に PM<sub>2.5</sub> や硫酸イオン等  
の二次生成粒子の濃度が高くなるという報告もあり <sup>10)</sup>、  
夏期については、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の上昇に光化学二次生成  
が大きく関与していると考えられた。図 7 に相関係数が  
最も大きかった月 (福知山局 7 月、国道 171 号局 8 月)  
と小さかった月 (両局とも 12 月) の各局の Ox 濃度  
-PM<sub>2.5</sub> 質量濃度相関図を示す。7 月、8 月は、Ox 濃度と  
PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は正の相関があり、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度に光化学  
反応が関与していることが示唆される。12 月は、Ox 濃度  
と PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は負の相関にあり、晩秋～冬期に  
冬型の気圧配置になる Ox 濃度が高い清浄な大陸性気塊 <sup>11)</sup>  
の影響下にあるときには、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度が低くなる  
傾向があると考えられる。

### 1-2. 高濃度日

表 3 に、平成 22 年度において PM<sub>2.5</sub> 質量濃度日平均値  
が 35 μg/m<sup>3</sup> を超過した日を示す。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度日平均  
値が 35 μg/m<sup>3</sup> を超過した日数は福知山局で 12 日、国道  
171 号局で 16 日あった。このうち 10 日は両方の局で超  
過していた。

\* 1 <http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html> (2012.8.23  
現在)

表2 ガス状汚染物質等との相関係数 (p<0.05)

測定局	比較項目	年間	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
福知山	SO2	0.56	0.65	0.78	0.56	0.64	-	-	0.51	0.41	0.56	0.77	0.84	0.81
	Ox	-	-	0.47	0.48	0.74	0.72	-	-	-0.46	-0.48	-	-	-
	NOx	0.24	-	-	-	-	-	0.49	0.51	0.47	0.60	-	0.43	-
	SPM	0.91	0.84	0.98	0.86	0.95	0.99	0.96	0.98	0.99	0.97	0.97	1.00	0.97
R171	向陽 SO2	0.65	0.75	0.86	0.54	0.36	0.66	0.68	0.74	0.53	0.57	-	0.92	0.94
	向陽 NMHC	0.49	0.47	0.55	-	-	-	0.48	0.41	0.76	0.82	0.54	0.64	0.60
	大山崎 Ox	0.11	-	0.39	0.41	0.62	0.87	-	-	-0.36	-0.60	-	-	-
	NOx	0.15	-	-	-	-	-	-	0.46	-	0.51	-	-	-
	SPM	0.81	0.91	0.98	0.76	0.91	0.95	0.91	0.97	0.94	0.92	0.93	0.97	0.96

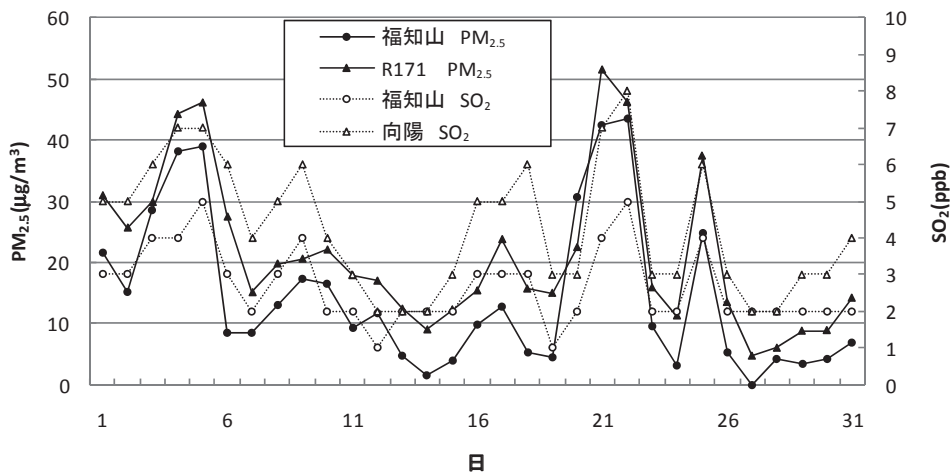


図5. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と SO<sub>2</sub> 濃度の経日変化 (平成 22 年 5 月)

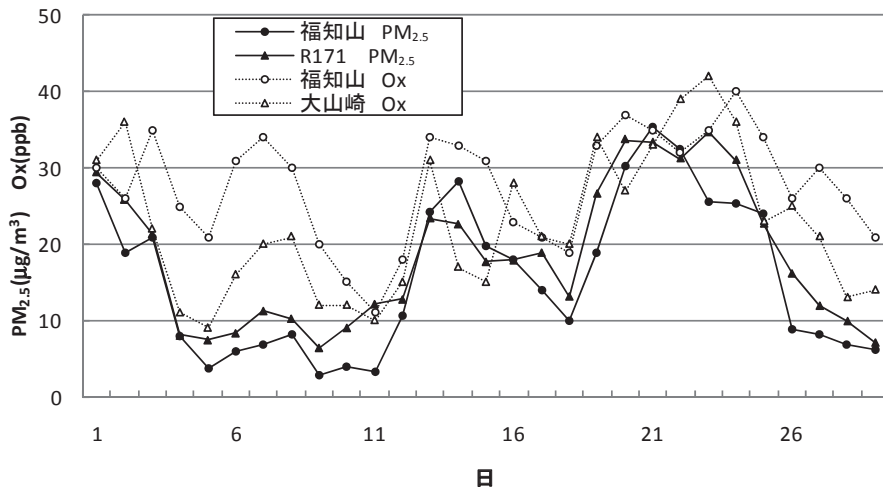


図6. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と Ox 濃度の経日変化 (平成 22 年 8 月)

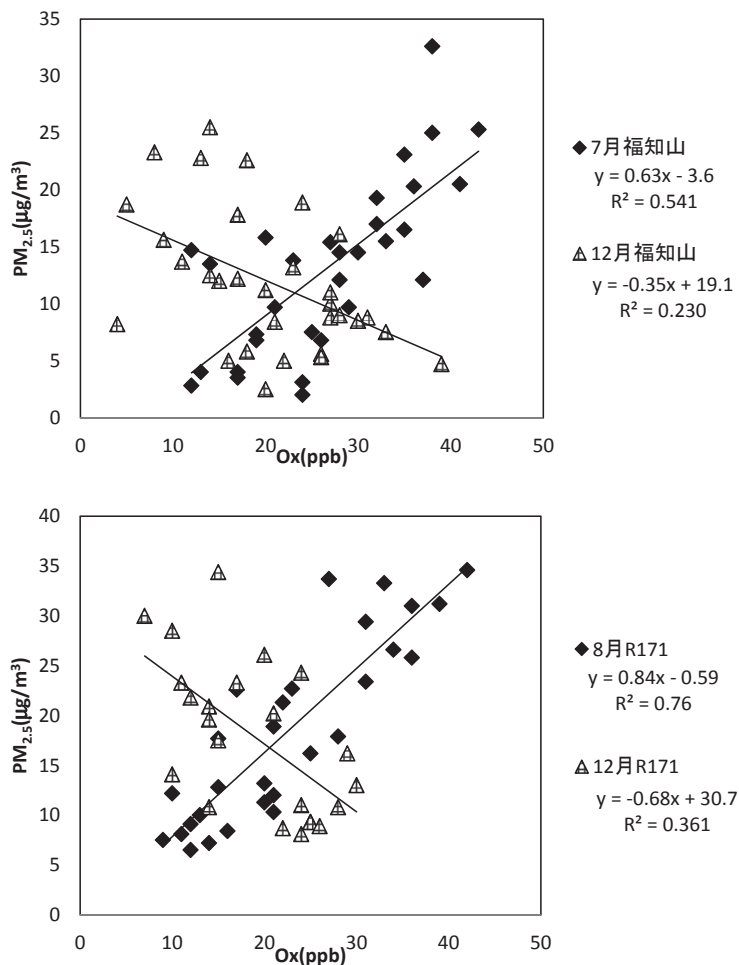


図7. Ox 濃度 -PM<sub>2.5</sub> 質量濃度相関図

表3 PM<sub>2.5</sub> 高濃度日

年月日	福知山局		舞鶴海洋気象台		国道171号局		京都地方気象台	
	日平均値	黄砂	黄砂	その他	日平均値	黄砂	黄砂	その他
2010年05月04日	<b>38.3</b>	○			<b>44.3</b>	○		
2010年05月05日	<b>39.0</b>	○			<b>46.2</b>	○		
2010年05月21日	<b>42.5</b>	○		もや	<b>51.6</b>	○		煙霧・もや
2010年05月22日	<b>43.6</b>	○		もや	<b>46.3</b>	○		
2010年05月25日	24.9				<b>37.5</b>	○		もや
2010年08月21日	<b>35.3</b>				33.3			煙霧
2010年10月14日	30.0			もや	<b>38.7</b>			
2010年10月19日	<b>36.3</b>				28.7			
2010年11月08日	35.0				<b>39.8</b>			
2010年11月12日	<b>35.3</b>	○			<b>43.1</b>	○		もや
2010年11月13日	<b>54.1</b>	○		もや	<b>51.6</b>	○		
2010年11月14日	<b>47.4</b>	○			<b>42.9</b>	○		
2011年02月04日	33.6				<b>48.5</b>			煙霧
2011年02月05日	<b>55.5</b>			もや	<b>62.2</b>			煙霧
2011年02月06日	<b>60.9</b>			もや	<b>55.8</b>			煙霧
2011年02月07日	<b>40.8</b>			もや	<b>40.3</b>			煙霧
2011年03月15日	30.8			もや	<b>39.4</b>			煙霧
2011年03月30日	欠測			もや	<b>37.6</b>			

網掛けは両局で超過した日

太字は、35 μg/m<sup>3</sup> 超過

黄砂、もや、煙霧は、京都府の気象（京都地方気象台）より引用

### 1-2-1. 2局とも高濃度になった日

2局とも高濃度になった10日間については、後方流跡線解析やCFORSで大陸からの人為起源汚染物質等の長距離輸送が推定されていた。また、2月5日～7日を除く7日間は京都地方気象台、舞鶴海洋気象台で黄砂が観測されていた。2月5日～7日についても京都地方気象台では煙霧が、舞鶴海洋気象台ではもやが観測され、視程が低下していた。国立環境研究所は、九州から近畿地方にかけて同時期に視程が低下した現象については、大陸からの越境輸送による人為起源の微小粒子が増加したことが原因としている\*2。また、大気汚染常時監視局データ(速報値)の広域分布図\*3によると、5日～7日は西日本を中心にSO<sub>2</sub>、SPMが上昇しており、広域的な大気汚染現象であったことが分かる。

### 1-2-2. 1局のみ高濃度になった日

福知山局のみで超過した2日間のうち、8月21日は太平洋高気圧の影響により晴天が続いており、Ox濃度も高く光化学二次生成の影響が考えられる。一方10月19日については、京都府北部では特に風が弱く汚染物質がたまりやすい状況があった。国道171号局のみで超過した6日間については、5月25日は京都地方気象台でのみ黄砂が観測されていた。10月14日は、風が弱く汚染物質がたまりやすい気象条件があり、11月8日、3月15日3月30日は、後方流跡線等から越境大気汚染の影響を受けていたと考えられ、11月8日と3月15日については、福知山局も35.0 µg/m<sup>3</sup>、30.8 µg/m<sup>3</sup>と比較的高濃度であった。なお、3月30日は機器点検のため福知山局は欠測であった。2月4日については、福知山局も33.6 µg/m<sup>3</sup>と比較的高く5日～7日の高濃度と1連の事例と考えられた。

1局のみで超過した日は、超過していない局も24.9～35.0 µg/m<sup>3</sup>と比較的高濃度であった。

## 2. PM<sub>2.5</sub> 高濃度事例

平成24年2月～3月のPM<sub>2.5</sub>質量濃度日平均値について、北部(綾部、福知山、東舞鶴、宮津、京丹後)、中部(亀岡、南丹)、南部(向陽、久御山、宇治、城陽、田辺、精華、木津)、自動車排出ガス測定局(国道1号、国道171号)に分け、それぞれの日平均値を平均した値の推移を図8に示す。4区分とも互いに濃度変動はよく連動しており、各地域の発生源からの影響よりも広域汚染の影響で変動していることが示唆された。また、自動車排出ガス測定局は、一般環境測定局より高い傾向を示し、PM<sub>2.5</sub>は自動車排出ガスにより高くなると考えられた。

PM<sub>10-2.5</sub>質量濃度、OBC濃度についても測定している5局を北部(東舞鶴、京丹後)、中部(亀岡)、南部(久御山、

木津)に分け、それぞれの日平均値を平均した値の推移を図9、図10に示す。PM<sub>10-2.5</sub>質量濃度は、0～16 µg/m<sup>3</sup>で推移し、PM<sub>2.5</sub>質量濃度より低値であった。また、PM<sub>2.5</sub>質量濃度が上昇する日はPM<sub>10-2.5</sub>質量濃度も上昇していたが、濃度ピークの大きさについてはさほど連動していなかった。OBC濃度の変動はPM<sub>2.5</sub>質量濃度、PM<sub>10-2.5</sub>いずれの推移ともあまり類似せず、それぞれの区分の濃度変動ではある程度類似がみられ、また、測定局により日内変動パターンが違うため、広域汚染とローカル汚染両方の影響を受けて変動すると考えられる。

図8において、顕著な濃度上昇ピークは5回みられたため、これらの5事例についてガス成分の挙動や後方流跡線による気塊の動きも併せて、高濃度を生じた原因を検討した。このうち期間内で最も高濃度になった平成24年2月4日～6日の事例について以下に述べる。

### 2-1. 平成24年2月4日～6日の高濃度事例

西日本を中心にSO<sub>2</sub>、SPMの上昇がみられた事例である。PM<sub>2.5</sub>質量濃度及びPM<sub>10-2.5</sub>質量濃度を測定している5局(久御山、木津、亀岡、東舞鶴、京丹後)のPM<sub>2.5</sub>質量濃度の1時間値の推移を図11、PM<sub>10-2.5</sub>質量濃度の推移を図12に示す。PM<sub>2.5</sub>質量濃度は、5局とも2月4日頃から上昇しており、濃度のピークは、京丹後は4日17時、久御山局は5日11時、亀岡局は同16時と18時、木津局は19時、東舞鶴局は6日14時であった。6日夜半から濃度は低下した。PM<sub>10-2.5</sub>質量濃度は、期間中もほとんど濃度上昇はみられず、通常の時期とほぼ同じ濃度レベルで推移した。黄砂の中心粒径は4 µmである<sup>12)</sup>ことから、黄砂の影響は受けていないと考えられる。また、京都地方気象台、舞鶴海洋気象台でもこの期間に黄砂は観測されていなかった。

PM<sub>2.5</sub>質量濃度が各局で高濃度になった時間の、それぞれの局を起点とした後方流跡線解析結果を図13に示す。4日に濃度のピークがあった京丹後局では、大気汚染物質の排出量が多いと考えられている中国北東部から朝鮮半島を通過して気塊が到達していた。5日にピークがあった3局では、中国北東部や沿岸から朝鮮半島、九州、瀬戸内海、大阪湾付近を通過して気塊が到達していた。6日にピークがあった東舞鶴局については、高度の高い気塊は中国南部を経由して、高度の低い気塊は主に国内から到達していた。また、東舞鶴の近隣局でPM<sub>2.5</sub>質量濃度のみ測定している福知山局と綾部局では6日に同様のピークが見られた。

図14に地上天気図を示す。4日から5日かけては移動性高気圧が東シナ海から日本列島へ移動し、大陸からの気塊が流入しやすい気圧配置<sup>13)</sup>であり、移動性高気圧周回流パターンの輸送があったと考えられる。6日は、前線を伴った低気圧が近接するとともに、全体的に濃度は低下し、7日には冬型の気圧配置が次第に強くなった。CFORSでは、4日及び5日は比較的高濃度の硫酸塩を含む気塊が日本に飛来していたが、6日は濃度が薄くなっ

\* 2 <http://www.nies.go.jp/whatsnew/2011/20110210/20110210.html> (2012.8.23 現在)

\* 3 [http://quicklooks.cr.chiba-u.ac.jp/~soramame/image/main\\_JP\\_GPV/2011/02/](http://quicklooks.cr.chiba-u.ac.jp/~soramame/image/main_JP_GPV/2011/02/) (2012.8.23 現在)

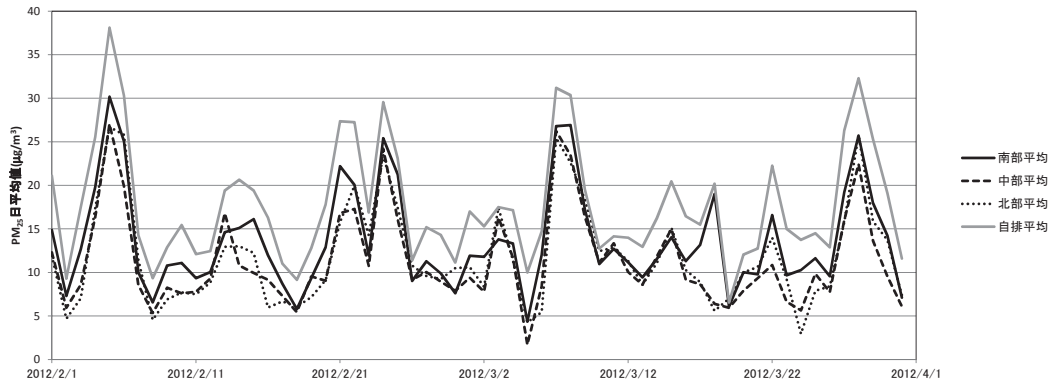


図 8. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度日平均値の推移 (平成 24 年 2 月～3 月)

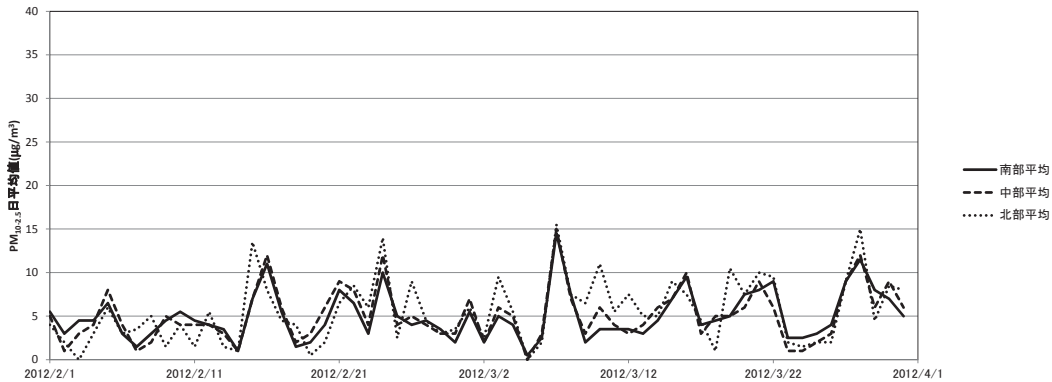


図 9. PM<sub>10-2.5</sub> 質量濃度日平均値の推移 (平成 24 年 2 月～3 月)

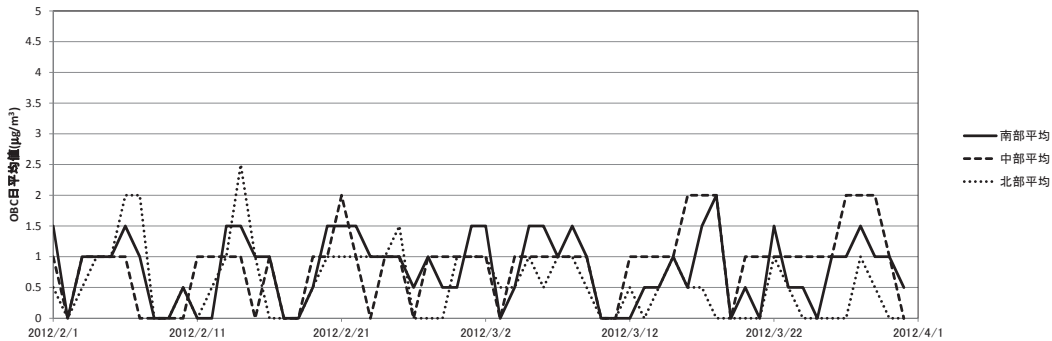


図 10. OBC 濃度日平均値の推移 (平成 24 年 2 月～3 月)

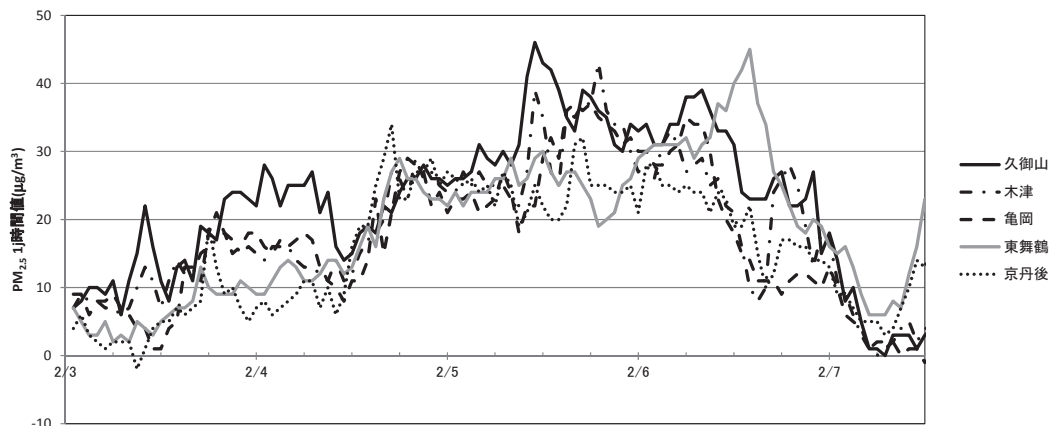


図 11. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度 1 時間値の推移 (平成 24 年 2 月 3 日～7 日)

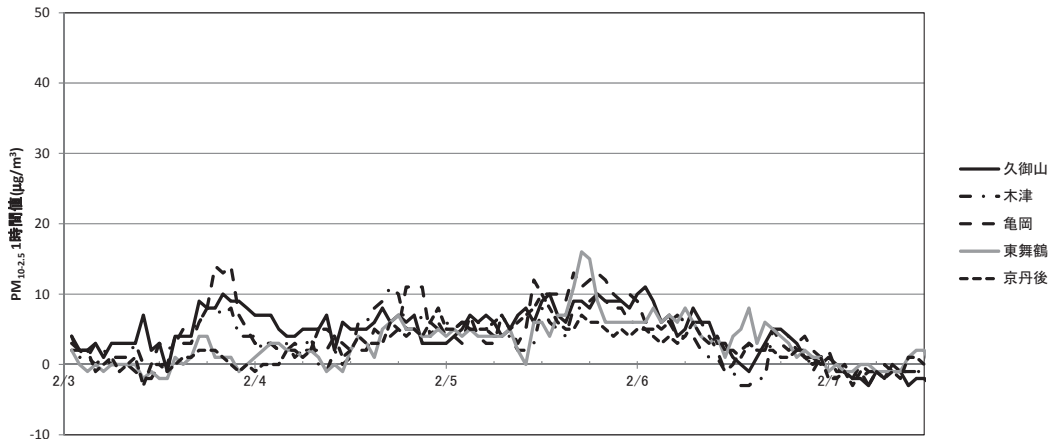


図 12. PM<sub>10-2.5</sub> 質量濃度 1 時間値の推移 (平成 24 年 2 月 3 日～ 7 日)

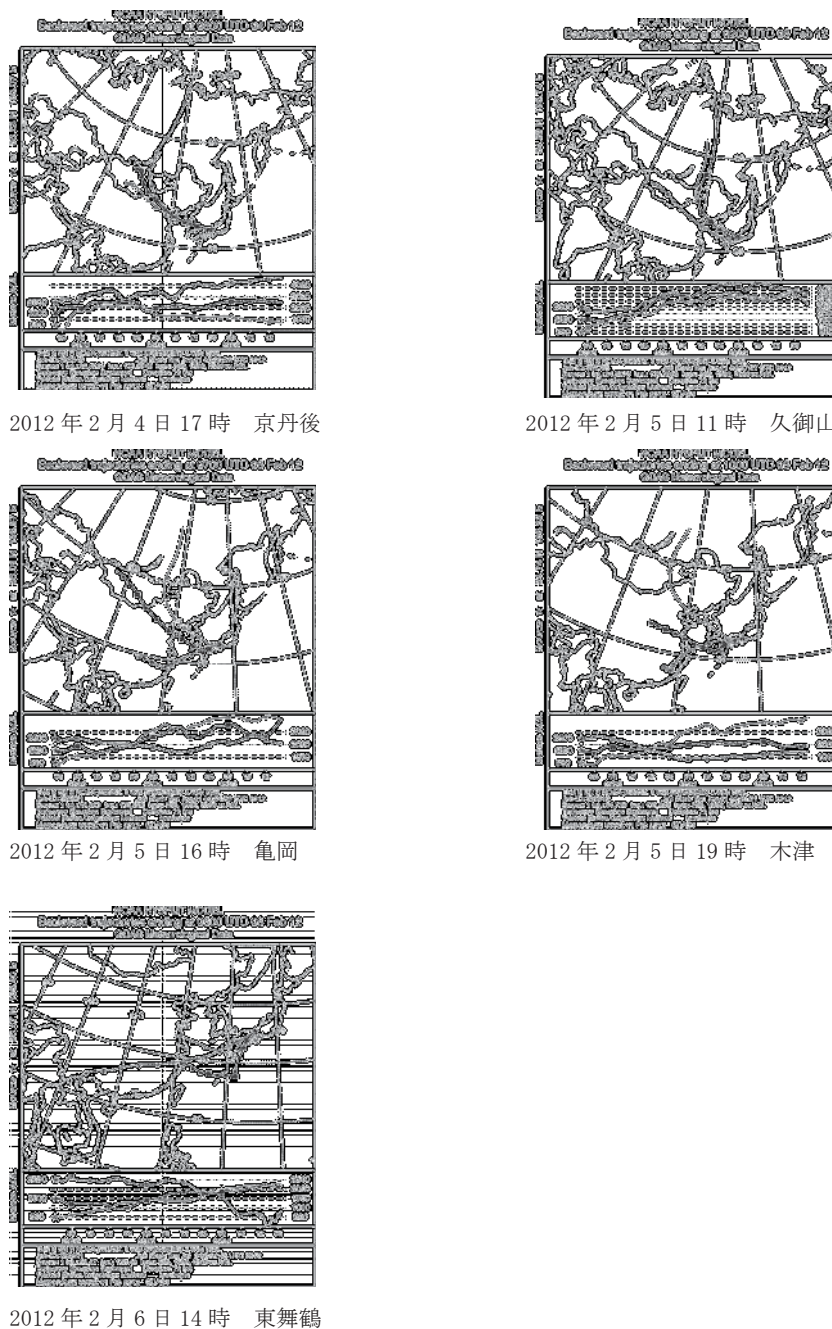


図 13. 平成 24 年 2 月 4 日～ 6 日の後方流跡線解析結果



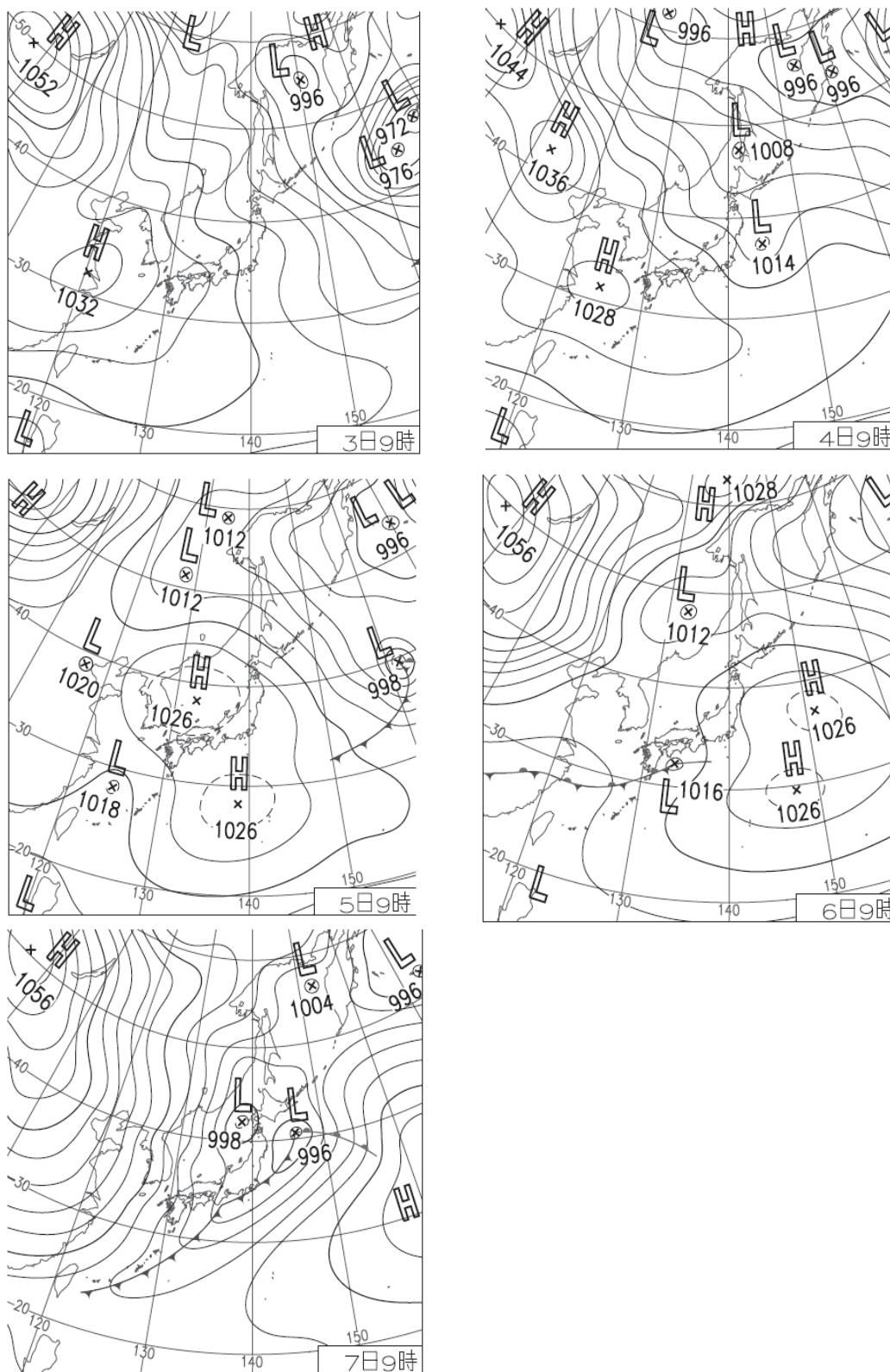


図 14. 平成 24 年 2 月 3 日～7 日の地上天気図

ていた。また CFORS によると、土壌性ダストは期間内は飛来していなかった。これらのことから4日は越境大気汚染の影響、5日は国内汚染の影響もあるものの越境大気汚染の影響が大きかったと考えられる。6日の東舞鶴局付近の高濃度については、後方流跡線解析の結果と東舞鶴局のみ OBC 濃度のピークがみられたことなどか

ら、国内汚染の影響が比較的大きいと推測された。

## 2-2. その他の期間高濃度事例

PM<sub>2.5</sub> 質量濃度高濃度日について、2-1 と同じ方法で原因を推測したところ、越境大気汚染の影響が大きいと考えられる事例が1事例(3月7日～8日)、越境大気汚染

と国内汚染の両方の影響があったと考えられる事例が3事例(2月4日～6日、2月24日、3月27日～29日)、国内汚染の影響が大きいと考えられる事例が1事例(2月21日～22日)存在した。

### 3. まとめ

- ① 京都府におけるPM<sub>2.5</sub>汚染状況を明らかにするため、平成22年度に福知山局及び国道171号局でPM<sub>2.5</sub>質量濃度を通年測定した結果については以下のとおり。
  - ・福知山局は短期基準、国道171号局は長期基準、短期基準とも環境基準値を上回っていた。
  - ・短期基準が両方の局で環境基準を超過した10日については、すべての日に黄砂及び越境大気汚染の影響がみられた。
  - ・月別平均値も年間を通じて国道171号局が高いものの、濃度はほぼ同様に変動していた。
  - ・これらのことからPM<sub>2.5</sub>は広域汚染の影響が大きいと考えられた。
  - ・両局ともSPMとは1年を通じて高い相関があった。
  - ・春期はSO<sub>2</sub>、夏期はO<sub>x</sub>との相関が高く春期は越境大気汚染、夏期は光化学二次生成がPM<sub>2.5</sub>質量濃度に大きく影響を与えていると推測された。
- ② 平成24年2月～3月に府内16局で測定した結果について検討したところ、高濃度事例が5事例あり、そのうち4事例で越境大気汚染の影響により高濃度になった可能性があるとして推測された。

2局の通年測定結果から、高濃度になる要因は時期によって変化することが考えられるため、今後は16局の1年を通じた測定結果について解析を行っていく予定である。また、質量濃度だけでは発生源の解明はできないため、成分分析を行っていく必要もあると考えられ、府内2地点で成分分析を実施する予定である。

### 謝辞

大気エアロゾル自動測定分析装置及びPM<sub>2.5</sub>自動測定機(福知山局、国道171号局除く)は、地域活性化交付金(住民生活に光をそそぐ交付金)の「知の地域づくり」の一環により整備されたものです。環境モニタリングの基礎研究に光を当てていただいたことに深謝の意を表します。

また、本研究における福知山局及び国道171号局のPM<sub>2.5</sub>自動測定機は、環境省のPM<sub>2.5</sub>モニタリング試行事

業により整備されたものです。

各広域振興局及び保健所、関係機関の皆様にはPM<sub>2.5</sub>自動測定機の設置及び測定の実施にあたりひとかたならぬお世話になりました。関係者の皆様に心より感謝いたします。

### 引用文献

- 1) 環境省. 平成19年7月. 微小粒子状物質曝露影響調査報告書
- 2) 環境省水・大気環境局庁通知. 平成22年3月31日. 「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気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
- 3) 環境省水・大気環境局. 平成22年3月. 環境大気常時監視マニュアル第6版
- 4) 環境省. 等価性評価の結果について [http://www.env.go.jp/air/osen/pm/parallelexam/results\\_b.html](http://www.env.go.jp/air/osen/pm/parallelexam/results_b.html) (2012.8.23 現在)
- 5) 国立環境研究所. 2010. 光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究. 国立環境研究所研究報告, 203, 121-126
- 6) 環境省. 平成22年度大気汚染状況について (PM<sub>2.5</sub>) [http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo\\_h22/pm25.html](http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h22/pm25.html) (2012.8.23 現在)
- 7) 東京都環境局. 平成23年度大気汚染状況の測定結果について <http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2012/08/60m87100.htm> (2012.8.23 現在)
- 8) 河村秀一, 日置正, 藤波直人. 2009. 2007年度における京都府内のSPM高濃度事例の解析結果. 全国環境研究会誌, 34, 141-152
- 9) 谷口延子, 高倉尚枝, 平澤幸代, 日置正. 2010. 京都府大気常時監視データを用いた越境大気汚染のスクリーニング. 第51回大気環境学会年会講演要旨集, 552
- 10) 東京都環境科学研究所. 平成23年7月. 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 等の二次生成機構に関する研究報告書
- 11) 秋元肇, 河村公隆, 中澤高清, 鷺田伸明編. 2002. 対流圏大気の化学と地球環境. 学術出版センター
- 12) 環境省水・大気環境局大気環境課. 平成17年9月. 黄砂問題検討会報告書.
- 13) 兼保直樹, 高見昭憲, 佐藤圭, 畠山史郎, 林政彦, 原圭一郎. 2010. 九州北部における春季の高濃度PM<sub>2.5</sub>と長距離輸送. 大気環境学会誌 .45 (5). 227-234