

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

高倉 尚枝 谷口 延子 平澤 幸代 北野 隆一 日置 正 齋藤 義弘

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

Naoe TAKAKURA Nobuko TANIGUCHI Yukiyo HIRASAWA Ryuichi KITANO  
Tadashi HIOKI Yoshihiro SAITO

平成 24 年度に府内 15 局で PM<sub>2.5</sub> 質量濃度を測定した結果によると一般環境大気測定局のうち 6 局で短期基準、自動車排出ガス測定局は 2 局とも短期基準、長期基準とも環境基準を上回っていた。短期基準を上回る主な要因は、黄砂や越境大気汚染などの長距離輸送現象と光化学二次生成であると考えられた。各局間の日平均値の相関係数は、0.82~0.98 であり、全ての局で高い相関を示すことから、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は広域的な汚染の影響が大きいと考えられた。また、ガス成分との比較から、地域的な人為起源汚染物質の影響を受けない場合の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の推測を試みた。

キーワード：微小粒子状物質、環境基準、越境大気汚染、常時監視

key words：PM<sub>2.5</sub>, Environmental quality standard, Trans-boundary air pollution, Air quality monitoring

### はじめに

前報<sup>1)</sup>では、京都府における微小粒子状物質（以下 PM<sub>2.5</sub> という。）の汚染状況を明らかにするため、平成 22 年度における福知山局及び国道 171 号局の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度通年測定結果について検討した。両方の局で高濃度になった日は黄砂及び越境大気汚染の影響がみられたことや、月平均値は年間を通じて国道 171 号局が高いものの、ほぼ同様の濃度変動が見られたことから、PM<sub>2.5</sub> は広域汚染の影響が大きいと考えられた。また、他の監視項目との関係を見ると、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> の質量濃度に大きく影響を与えていると推測されることを報告した。

本報では、平成 24 年度に通年測定した 15 局の測定結果に基づき、京都府における PM<sub>2.5</sub> の汚染状況について検討したので報告する。

### 調査方法

#### 1. 調査地点

京都府の PM<sub>2.5</sub> 測定地点は図 1 のとおり 16 局であるが、近隣工事の影響による長期間欠測があった城陽局を除いた 15 局で解析を行った。

#### 2. 調査期間

平成 24 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日

#### 3. 測定方法

PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は、環境省が標準測定法と等価性を有す

(平成 25 年 7 月 31 日 受理)

ると認めた自動測定機で測定した。それぞれの測定局の機種及び測定項目については前報<sup>1)</sup>のとおりである。なお、気象及びガス状汚染物質等の濃度については、京都府大気常時監視テレメータシステムの 1 時間値を用いて解析した。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。

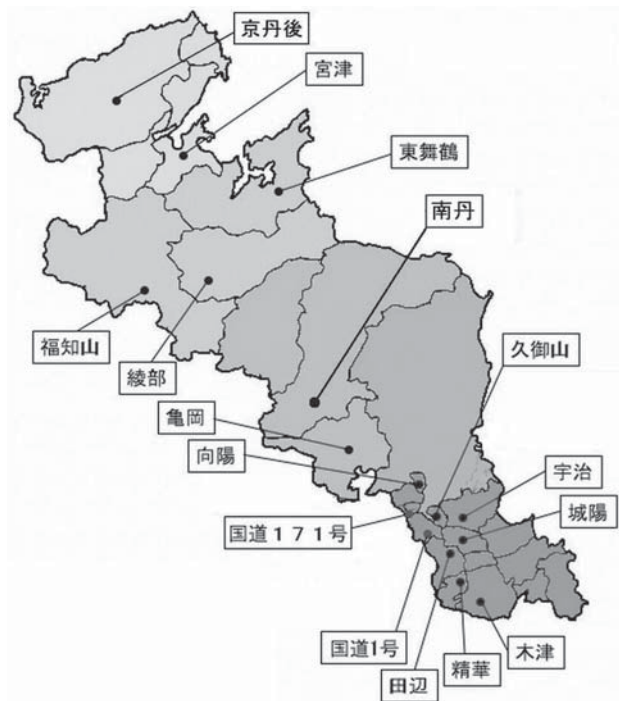


図 1. 京都府における PM<sub>2.5</sub> 調査地点 (平成 24 年度末)

## 結果及び考察

### 1. 測定結果の概要

各局の年平均値及び日平均値の98パーセンタイル値を表1に示す。年平均値は、一般環境大気測定局（以下「一般局」という。）で10.9~14.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、自動車排出ガス測定局（以下「自排局」という。）で15.9~16.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、自排局は2局とも長期基準である15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した。日平均値の98パーセンタイル値は、一般局で31.3~38.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、自排局で37.7~40.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、一般局は6局で、自排局は2局とも短期基準である35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した。

表1. PM<sub>2.5</sub>年平均値及び98パーセンタイル値(平成24年度)

測定局名	局区分	年平均値	日平均値の98パーセンタイル値
向陽局	一般環境測定局	13.0	35.1
久御山局	一般環境測定局	14.7	38.3
宇治局	一般環境測定局	13.2	35.1
田辺局	一般環境測定局	13.1	34.0
精華局	一般環境測定局	12.4	33.7
木津局	一般環境測定局	13.4	36.5
亀岡局	一般環境測定局	13.0	35.5
南丹局	一般環境測定局	11.0	31.3
綾部局	一般環境測定局	13.6	33.9
福知山局	一般環境測定局	14.4	38.3
東舞鶴局	一般環境測定局	12.3	32.6
宮津局	一般環境測定局	10.9	34.5
京丹後局	一般環境測定局	11.2	33.0
国道1号局	自動車排出ガス測定局	16.4	40.8
国道171号局	自動車排出ガス測定局	15.9	37.7

単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$

図2に日平均値を濃度レベルに応じて濃淡で示し、時系列表示した図を示す。京都地方気象台で黄砂を観測した日 ([http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa\\_data\\_index.html](http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa_data_index.html) (2013.6.19アクセス)) について、矢印で下に記している。図2より、PM<sub>2.5</sub>の質量濃度は府内全域で上昇する機会が多いことが分かる。また、平成

25年3月19日~20日の黄砂を除いて、黄砂が観測される前後は日平均値が短期基準を超過する局が多かった。

一方、平成24年5月8日~9日、7月28日~29日のように、黄砂の観測されていない日でも府内全域で短期基準の超過がみられる日があることから、高濃度をもたらした要因について検討した。5月8日のケースについて、久御山局及び京丹後局を起点とする後方流跡線解析を行ったところ、図3に示すように大気汚染物質の排出量が多いと考えられている中国の渤海湾岸から朝鮮半島を通して気塊が到達していた。また、化学天気予報 ([http://www.cfors.nies.go.jp/cgi-bin/spc\\_cal.sh?spc=SO4](http://www.cfors.nies.go.jp/cgi-bin/spc_cal.sh?spc=SO4) (2013.6.19アクセス)) でも硫酸塩エアロゾルの飛来が予測されていた。

7月28日~29日のケースでは、後方流跡線は図4に示すように、日本の近傍で滞留しており、大陸からの影響はほとんどないと推定される。また、化学天気予報 ([http://www.cfors.nies.go.jp/cgi-bin/spc\\_cal.sh?spc=SO4](http://www.cfors.nies.go.jp/cgi-bin/spc_cal.sh?spc=SO4) (2013.6.19アクセス)) でも硫酸塩エアロゾルの飛来は予測されていない。この期間中は、南部地域の方が濃度も高く、7月28日には相楽地域で光化学スモッグ注意報が発令されていることから、主に光化学二次生成による地域的な汚染の影響が大きかったと考えられる。

### 2. 時間変動パターン

PM<sub>2.5</sub>質量濃度の時間的な変動特性を検討した。PM<sub>2.5</sub>質量濃度の曜日別平均値を図5に、月別平均値を図6に示す。曜日別平均濃度は、自排局では週末と月曜にやや低く、火曜にやや高くなる傾向が見られたが、一般局では測定局により曜日による変動の傾向が違った。

月別平均値は、全局ほぼ同じ傾向であり、3~5月に高く、12月が低かった。山神<sup>2)</sup>らの報告によると、春から初夏にかけてと秋に高濃度になる傾向があるとされているが、

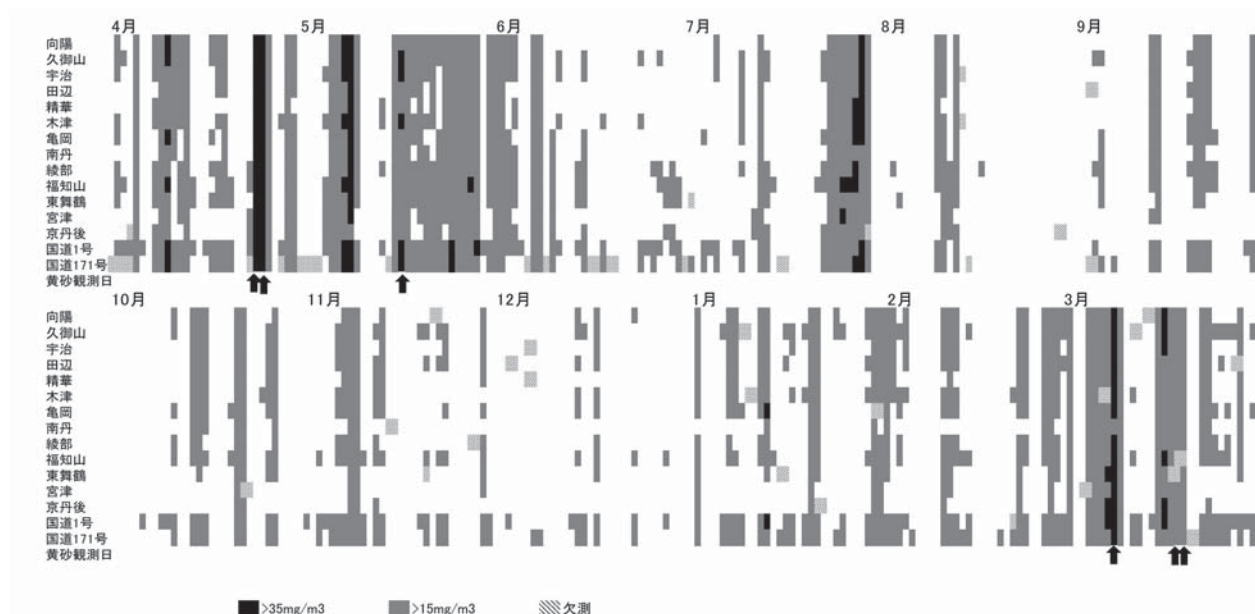


図2. PM<sub>2.5</sub>日平均値の時系列表示 (平成24年度)

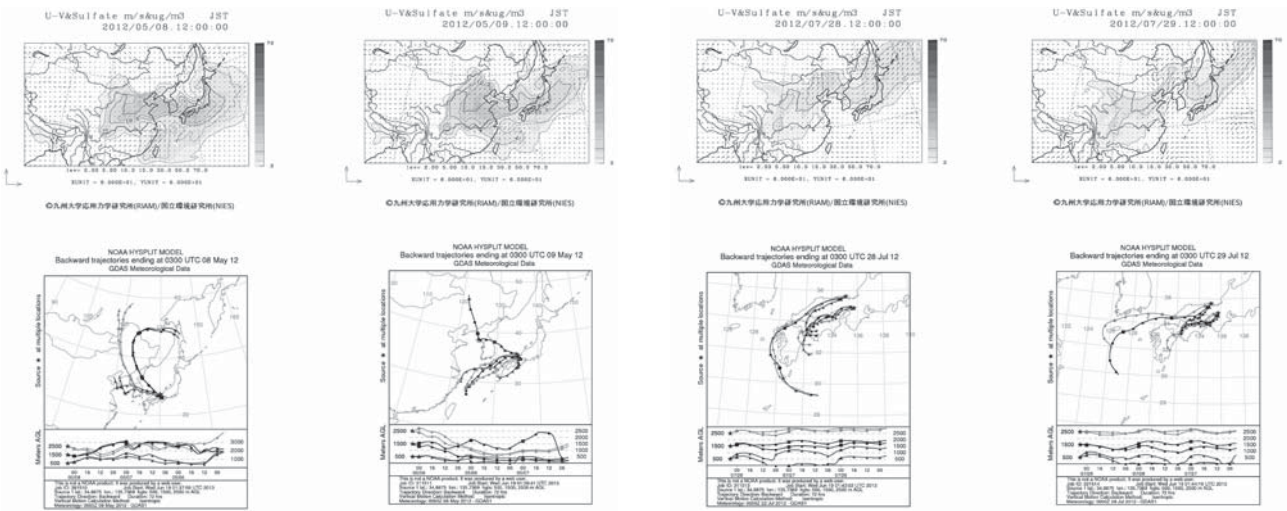


図3. 平成24年5月8日～9日化学天気予報(硫酸塩エアロゾル)の予測図、後方流跡線解析結果

図4. 平成24年7月28日～29日化学天気予報(硫酸塩エアロゾル)の予測図、後方流跡線解析結果

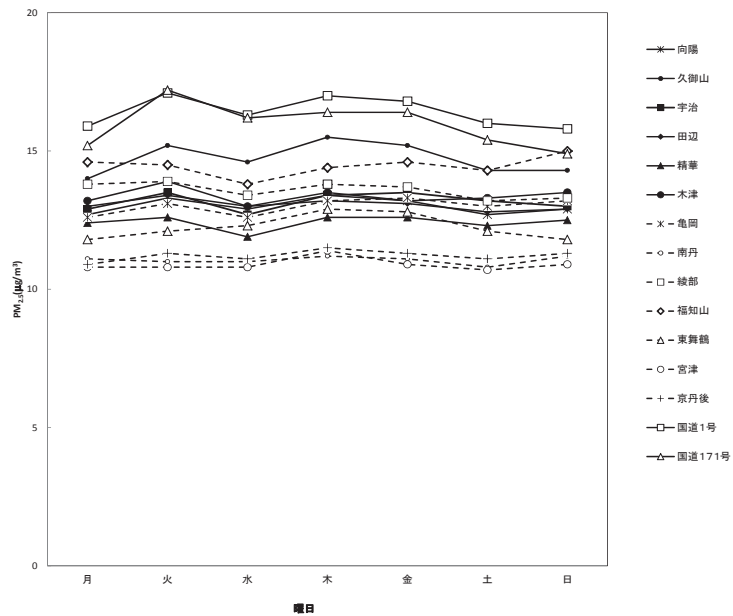


図5. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度曜日別平均値 (平成24年度)

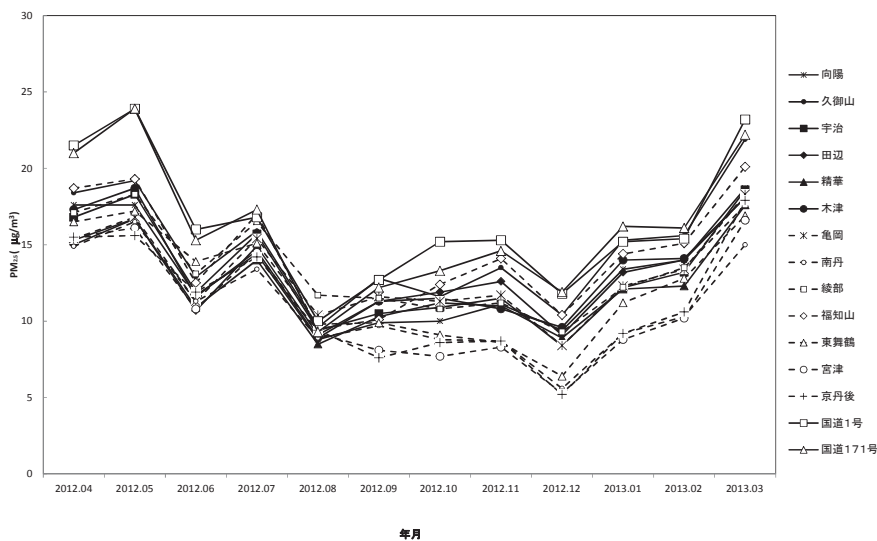


図6. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度月別平均値 (平成24年度)

本府では、秋の高濃度は3~5月の高濃度に比べて明確ではなかった。

### 3. 各局間の相関

PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の空間的な変動特性を検討した。各局間の日平均値の相関係数は、表2に示すように0.82~0.98で、全ての局間で高い相関を示しており、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は広域的な汚染の影響が大きいと考えられた。

局間で相関が高かったのは、亀岡以南の一般局7局、南丹局から福知山局の3局、東舞鶴局から京丹後局の3局で、これらのうちでも特に亀岡以南の一般局7局の相関が高かった。亀岡以南の一般局7局は、大都市近郊地域としての社会的条件や気象条件が類似していることから、越境汚染や地域汚染の影響も極めて類似していると考えられる。

### 4. ガス状汚染物質との関係

PM<sub>2.5</sub> 年平均値とNO<sub>x</sub>及びNO<sub>2</sub>の年平均値の相関図を図7に示す。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度とガス状汚染物質の関係をみるとPM<sub>2.5</sub> 質量濃度とNO<sub>x</sub>及びNO<sub>2</sub>の年平均値で危険率5%で有意な相関があった。NO<sub>x</sub>年平均値との回帰式の切片は12.0μg/m<sup>3</sup>、NO<sub>2</sub>年平均値との回帰式の切片は11.2μg/m<sup>3</sup>であった。局数が少ないため有意ではないがSO<sub>2</sub>年平均値との回帰式の切片は10.7μg/m<sup>3</sup>であり、SO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>等の年平均値との回帰式の切片は概ね11~12μg/m<sup>3</sup>程度であった。これらのガス成分が人為汚染物質であることから、地域的な人為汚染物質の影響がない場合のPM<sub>2.5</sub> 質量濃度は11~12μg/m<sup>3</sup>程度であるとも考えられる。

これを、いずれも遠隔地測定局であり、地域汚染の影響が少ないと考えられる和歌山県潮岬及び島根県隠岐の観測結果と比較すると、潮岬のPM<sub>2.5</sub>年平均値は10.9μg/m<sup>3</sup>、隠岐の年平均値は12.9~15.7μg/m<sup>3</sup> ([http://www.env.go.jp/council/07air/y070-27/mat02\\_1-2.pdf](http://www.env.go.jp/council/07air/y070-27/mat02_1-2.pdf) (2013.6.19 アクセス)) であり、潮岬と同程度、隠岐よりやや低い値となっており、おおむね妥当な推定であると考えられる。

### 5. まとめ

(1) 黄砂の前後では短期基準を超過する局が多くPM<sub>2.5</sub> 質量濃度は黄砂の影響を受けることが分かった。

(2) 黄砂が観測されていない日でも短期基準を超過する局が多い日があった。その場合、春期は越境大気汚染の影響が大きく、夏期は主に光化学二次生成の地域汚染の影響が大きいと考えられた。本府におけるPM<sub>2.5</sub> 日平均値の短期基準超過の主たる要因は、黄砂や越境大気汚染などの長距離輸送現象と光化学二次生成であると考えられる。

(3) 各局のPM<sub>2.5</sub> 質量濃度年平均値とガス状汚染物質のそれらを比較したところ、NO<sub>x</sub>の年平均値と相関があり、NO<sub>x</sub>年平均値との回帰式の切片は12.0μg/m<sup>3</sup>であった。これは、地域的な人為汚染物質の影響を受けない場合のPM<sub>2.5</sub> 質量濃度とも考えられる。

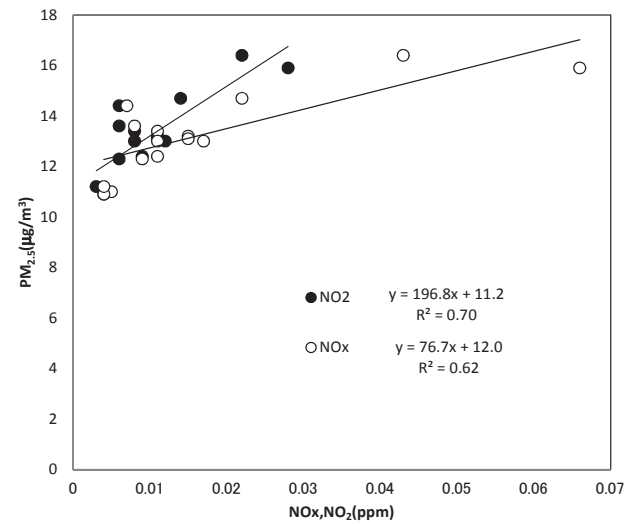


図7. PM<sub>2.5</sub>-NO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub>年平均値 (平成24年度) 相関図

表2. 各局間のPM<sub>2.5</sub> 質量濃度日平均値の相関係数 (平成24年度)

	向陽	久御山	宇治	田辺	精華	木津	亀岡	南丹	綾部	福知山	東舞鶴	宮津	京丹後	国道1号	国道171号
向陽		<i>0.98</i>	<i>0.98</i>	<i>0.97</i>	<i>0.95</i>	<i>0.96</i>	<i>0.96</i>	0.94	0.94	<i>0.95</i>	0.91	0.88	0.87	<i>0.96</i>	<i>0.97</i>
久御山	<i>0.98</i>		<i>0.98</i>	<i>0.98</i>	<i>0.96</i>	<i>0.97</i>	<i>0.96</i>	0.92	0.92	0.93	0.88	0.85	0.84	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>
宇治	<i>0.98</i>	<i>0.98</i>		<i>0.98</i>	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>	<i>0.96</i>	<i>0.95</i>	0.94	0.94	0.91	0.89	0.87	<i>0.97</i>	<i>0.96</i>
田辺	0.97	<i>0.98</i>	<i>0.98</i>		<i>0.97</i>	<i>0.97</i>	<i>0.96</i>	0.92	0.91	0.93	0.86	0.84	0.82	<i>0.95</i>	<i>0.96</i>
精華	<i>0.95</i>	<i>0.96</i>	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>		<i>0.97</i>	<i>0.95</i>	0.93	0.91	0.92	0.86	0.84	0.82	<i>0.95</i>	0.94
木津	<i>0.96</i>	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>		<i>0.95</i>	0.94	0.92	0.93	0.87	0.85	0.84	<i>0.95</i>	<i>0.95</i>
亀岡	<i>0.96</i>	<i>0.96</i>	<i>0.96</i>	<i>0.96</i>	<i>0.95</i>	<i>0.95</i>		<i>0.96</i>	<i>0.95</i>	<i>0.95</i>	0.90	0.88	0.86	0.93	0.94
南丹	0.94	0.92	<i>0.95</i>	0.92	0.93	0.94	<i>0.96</i>		<i>0.97</i>	0.94	0.93	0.92	0.90	0.92	0.91
綾部	0.94	0.92	0.94	0.91	0.91	0.92	<i>0.95</i>	<i>0.97</i>		<i>0.96</i>	<i>0.95</i>	0.94	0.93	0.90	0.90
福知山	<i>0.95</i>	0.93	0.94	0.93	0.92	0.93	<i>0.95</i>	0.94	<i>0.96</i>		0.93	0.92	0.91	0.92	0.92
東舞鶴	0.91	0.88	0.91	0.86	0.86	0.87	0.90	0.93	<i>0.95</i>	0.93		<i>0.96</i>	<i>0.95</i>	0.88	0.87
宮津	0.88	0.85	0.89	0.84	0.84	0.85	0.88	0.92	0.94	0.92	<i>0.96</i>		<i>0.98</i>	0.85	0.85
京丹後	0.87	0.84	0.87	0.82	0.82	0.84	0.86	0.90	0.93	0.91	<i>0.95</i>	<i>0.98</i>		0.84	0.83
国道1号	<i>0.96</i>	<i>0.97</i>	0.97	<i>0.95</i>	<i>0.95</i>	<i>0.95</i>	0.93	0.92	0.90	0.92	0.88	0.85	0.84		<i>0.96</i>
国道171号	<i>0.97</i>	<i>0.97</i>	<i>0.96</i>	<i>0.96</i>	0.94	<i>0.95</i>	0.94	0.91	0.90	0.92	0.87	0.85	0.83	<i>0.96</i>	

斜体は相関係数0.95以上

## 謝辞

本研究におけるPM<sub>2.5</sub>自動測定機（福知山局、国道171号局除く）は、「住民生活に光をそそぐ交付金」により整備されたものです。また、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常時監視業務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) 高倉尚枝, 谷口延子, 平澤幸代, 日置正, 藤波直人. 2011. 京都府における微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 質量濃度. 京都府保健環境研究所年報. 57, 76-85.
- 2) 山神真紀子, 大原利眞, 中島寛則, 池森文数, 久恒邦裕, 大場和生. 2011. 名古屋市におけるPM<sub>2.5</sub>の化学組成と高濃度発生パターンの経年変化. 大気環境学会誌, 46 (3), 139-147.

