

<報 文>

京都府における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 質量濃度*

木崎 利**・高倉 尚枝**・近藤 博文**

キーワード ①PM_{2.5} ②越境大気汚染 ③COVID-19

要 旨

京都府では2009年から自動測定機による微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 質量濃度測定を実施している。2012年度から2020年度 (2012年4月1日から2021年3月31日) に京都市を除く京都府内18測定局で測定したPM_{2.5}質量濃度は、全般的に漸減傾向にあった。日平均が短期基準の35µg/m³を超過した日数等は2016年まで減少傾向で、その後は横ばいで推移していた。月平均値が全ての測定局間で高い相関を示すことから広域的な汚染の影響が大きいと考えられた。2020年1月以降の新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 感染拡大対応に伴う経済活動の変化は、大気質に影響を与えたと考えられる。2015年から2020年の各年の1月から6月のPM_{2.5}質量濃度を比較すると、漸減傾向が継続する中で2019年から2020年にかけて急減している局があり、国内外でのCOVID-19感染拡大対応の影響の可能性が考えられた。

1. はじめに

京都府では2009年に南部の自動車排ガス測定局である国道171号局で、次いで2010年から北部の一般環境測定局である福知山局で自動測定機による微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 質量濃度の測定を開始した。その後、京都市を除く京都府内 (以下「京都府域」という。) において、2012年1月に一般環境測定局13局と自動車排ガス測定局2局に測定機を整備し2021年3月末現在では18局で測定中である。2012年度 (2012年4月1日から2013年3月31日) の測定結果からは、京都府域のPM_{2.5}質量濃度は広域的な汚染の影響が大きいと考えられた¹⁾。全国におけるPM_{2.5}質量濃度は2013年以降緩やかな減少傾向にあり、国外では中国の年平均濃度は低下傾向、韓国は近年横ばいの傾向にあるとされている²⁾。この変化は国内及び国外とも人為的発生源の影響が低下する一方で、気象や火山噴煙の影響は継続しているためと考えられている³⁾⁴⁾。

2020年はじめ以降、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 感染拡大対応として国内外において都市封鎖や外出禁止ないし自粛、学校の一斉休校といった措置がとられた。これらの措置は夏にかけて緩和されたが、措置に伴う経済活動の変化が大気汚染に影響を与えていた可能性が考えられた⁵⁾。

本報では京都府域がほぼ現在の監視体制となった2012年4月から9年間の測定結果から地域特性や経年変化につ

いて検討したほか、COVID-19感染拡大対応の影響について検討した。

2. 調査方法

測定局の位置等を表1及び図1に示す。調査期間は2012

表1 調査地点一覧

測定局名※1	緯度	経度	機種※2
向陽	N34° 56' 49"	E135° 42' 15"	S
久御山	N34° 53' 15"	E135° 44' 13"	D
宇治	N34° 53' 16"	E135° 47' 52"	S
城陽	N34° 51' 11"	E135° 47' 24"	S
田辺	N34° 48' 23"	E135° 46' 09"	S
精華	N34° 44' 45"	E135° 45' 56"	S
木津	N34° 44' 16"	E135° 49' 35"	D
井手	N34° 47' 51"	E135° 48' 28"	S
南山城	N34° 45' 55"	E136° 01' 35"	S
亀岡	N35° 00' 55"	E135° 33' 48"	D
南丹	N35° 06' 30"	E135° 27' 19"	S
綾部	N35° 18' 09"	E135° 14' 32"	S
福知山	N35° 17' 45"	E135° 07' 36"	S
東舞鶴	N35° 28' 22"	E135° 23' 57"	D
宮津	N35° 31' 56"	E135° 11' 57"	S
京丹後	N35° 37' 35"	E135° 04' 27"	D
国道1号◎	N34° 51' 33"	E135° 42' 53"	S
国道171号◎	N34° 53' 35"	E135° 41' 06"	S

※1: ◎印を付した局は自動車排ガス測定局、他は一般環境測定局
 ※2: 「S」=PM712, 「D」=PM712 (D), いずれも紀本電子工業製

*PM_{2.5} mass concentrations observed in Kyoto Prefecture

**Toru KIZAKI, Naoe TAKAKURA, Hirofumi KONDO (京都府保健環境研究所) Kyoto Prefectural Institute of Public Health and Environment



図1 調査地点 (国土地理院, 地理院地図を加工)

年4月から2021年3月までとした。PM_{2.5}質量濃度は環境省が標準測定法と等価性を有すると認めた自動測定機で測定した。PM_{2.5}質量濃度の各種測定結果は京都府大気汚染常時監視テレメータシステムによる値を用いた。測定日数が21日未満の月の月平均値及び測定日数が250日未満の年の年平均値は「データなし(欠測)」とした。

3. 結果と考察

3.1 測定結果の概要

月平均値から求めた測定局間の相関係数を表2に示す。最小は0.63, 最大は0.97, すべての組合せの平均は0.88であった。近接した測定局間ではもとより府最南部の木津局と北部の綾部局といった100km近く離れた測定局間でも相関係数が0.9以上となる組合せも多数見られるなど全般的に相関係数が高くなった。これは2012年度の日平均値から求めた各測定局間の相関係数と同様であった¹⁾。2013年4月以降も2012年度と同様に京都府域のPM_{2.5}質量濃度は広域的な汚染の影響が大きい状況が続いていると考えられた。2012年度の日平均値で求めた結果では亀岡以南の7つの一般環境測定局間の相関が高かったが、今回求めた結果では亀岡以南の10測定局の相関は国道1号局, 久御山局, 精華局の3測定局については若干低かった。これら3測定局は、立地状況から地域的な人為汚染の影響が他と異なる可能性が考えられた。局ごとの相関係数の平均値が全局の平均値を下回ったのは国道1号局, 久御山局, 精華局, 宮津局, 東舞鶴局及び京丹後局の6測定局であった。東舞鶴局, 宮津局及び京丹後局

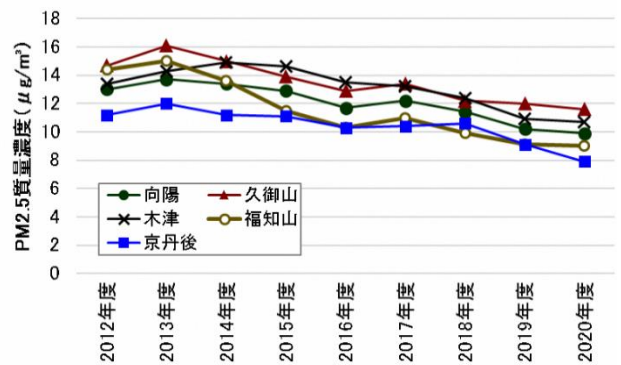


図2 年平均値の推移

表2 測定局間のPM_{2.5}質量濃度月平均値の相関係数 (2012年4月~2021年3月)

	国道1号	国道171号	向陽	久御山	宇治	城陽	田辺	精華	木津	井手	南山城	亀岡	南丹	綾部	福知山	東舞鶴	宮津	京丹後
国道1号	...	0.91	0.86	0.92	0.86	0.92	0.88	0.78	0.83	0.84	0.80	0.88	0.82	0.75	0.84	0.70	0.63	0.71
国道171号	0.91	...	0.95	0.94	0.96	0.96	0.96	0.76	0.94	0.91	0.92	0.94	0.87	0.88	0.93	0.80	0.77	0.82
向陽	0.86	0.95	...	0.91	0.97	0.95	0.95	0.83	0.96	0.96	0.95	0.96	0.92	0.93	0.93	0.89	0.87	0.89
久御山	0.92	0.94	0.91	...	0.90	0.94	0.92	0.78	0.88	0.91	0.86	0.94	0.82	0.80	0.87	0.72	0.69	0.73
宇治	0.86	0.96	0.97	0.90	...	0.96	0.96	0.83	0.96	0.95	0.96	0.93	0.91	0.92	0.92	0.87	0.84	0.88
城陽	0.92	0.96	0.95	0.94	0.96	...	0.96	0.81	0.93	0.94	0.93	0.94	0.91	0.87	0.92	0.82	0.79	0.84
田辺	0.88	0.96	0.95	0.92	0.96	0.96	...	0.82	0.96	0.94	0.94	0.94	0.89	0.89	0.91	0.82	0.80	0.83
精華	0.78	0.76	0.83	0.78	0.83	0.81	0.82	...	0.86	0.85	0.80	0.83	0.85	0.77	0.71	0.82	0.76	0.79
木津	0.83	0.94	0.96	0.88	0.96	0.93	0.96	0.86	...	0.94	0.96	0.94	0.91	0.92	0.89	0.88	0.84	0.87
井手	0.84	0.91	0.96	0.91	0.95	0.94	0.94	0.85	0.94	...	0.95	0.95	0.92	0.89	0.89	0.87	0.86	0.87
南山城	0.80	0.92	0.95	0.86	0.96	0.93	0.94	0.80	0.96	0.95	...	0.93	0.92	0.93	0.91	0.90	0.87	0.90
亀岡	0.88	0.94	0.96	0.94	0.93	0.94	0.94	0.83	0.94	0.95	0.93	...	0.88	0.90	0.91	0.85	0.82	0.86
南丹	0.82	0.87	0.92	0.82	0.91	0.91	0.89	0.85	0.91	0.92	0.92	0.88	...	0.92	0.90	0.92	0.89	0.90
綾部	0.75	0.88	0.93	0.80	0.92	0.87	0.89	0.77	0.92	0.89	0.93	0.90	0.92	...	0.94	0.95	0.95	0.96
福知山	0.84	0.93	0.93	0.87	0.92	0.92	0.91	0.71	0.89	0.89	0.91	0.91	0.90	0.94	...	0.86	0.87	0.89
東舞鶴	0.70	0.80	0.89	0.72	0.87	0.82	0.82	0.82	0.88	0.87	0.90	0.85	0.92	0.95	0.86	...	0.95	0.97
宮津	0.63	0.77	0.87	0.69	0.84	0.79	0.80	0.76	0.84	0.86	0.87	0.82	0.89	0.95	0.87	0.95	...	0.97
京丹後	0.71	0.82	0.89	0.73	0.88	0.84	0.83	0.79	0.87	0.87	0.90	0.86	0.90	0.96	0.89	0.97	0.97	...
平均	0.82	0.89	0.92	0.85	0.92	0.91	0.90	0.80	0.91	0.91	0.91	0.91	0.89	0.89	0.89	0.86	0.83	0.86

は全て府北部に位置し他局と距離があるため相関が低くなったと考えられた。日最大値が短期基準の35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日の延べ日数(全測定局の合計日数)の推移を表3に示す。2012年度は他の年度より欠測の局が多いことを勘案すると、2016年度頃から減少傾向が横ばい傾向に変わったと考えられた。季節的な変動は6月を除く2月~8月の日数が多かった。これらは全国の結果と同様で²⁾、大陸起源の汚染物質の飛来や日照による二次生成粒子生成が盛んとなる状況が生じやすいためと思われた。

2012年度以降の濃度の推移について、近接する測定局間の相関が高いことから向陽局、久御山局、木津、福知山局及び京丹後局の5局を代表地点として検討する。5局の年平均値の推移を図2に示す。一様な減少ではないが

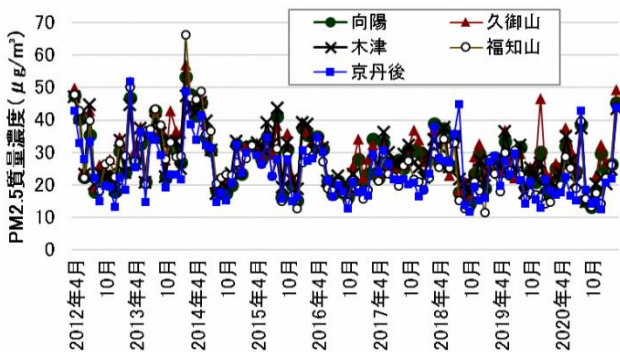


図3 毎月の日平均の最高値の推移

漸減傾向であった。月平均値は春夏に高く秋冬に低下する変動を繰り返しつつ漸減傾向が継続していた。毎月の日平均の最高値の推移を図3に示す。年平均や月平均の推移のような漸減傾向はみられなかった。毎月の日平均の最高値及び日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日数といった、質量濃度の高値の出現状況に係る指標は、人為汚染の影響のほか黄砂や火山噴煙といった自然現象の影響も受けることから、横ばい傾向になっていると考えられた。

3.2 COVID-19感染拡大対応の影響

2019年12月末頃の中国武漢市を発端とするCOVID-19感染拡大に対応するため中国では2021年1月下旬から4月末頃まで厳しい都市封鎖等の対応がとられた。日本でも3月に入って催事の開催自粛や学校の休校、テレワーク等による外出抑制の要請といった感染拡大対応措置がとられ、さらに4月7日から5月25日まで最初の緊急事態宣言が発出された。これらによる国内外の経済活動の変化が大気質に影響を与えた可能性がある。

2015~2020年の毎年の1~6月の時間値から求めた中央値、第1・3四分値、平均値の推移を図4に示す。5局とも平均値が中央値より高値であった。出現頻度の低い高値の影響で平均値が中央値を上回っていると思われた。また5局とも6年間で漸減傾向が続いていた。木津局及び京丹

表3 PM_{2.5}質量濃度の日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日数(2012年4月~2021年3月)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
2012年度	36	30	0	18	0	0	0	0	0	2	0	25	111
2013年度	1	8	0	23	43	10	0	7	1	1	34	40	168
2014年度	30	39	17	2	0	0	0	0	1	0	2	2	93
2015年度	0	0	5	0	26	0	6	0	0	12	14	1	64
2016年度	8	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	14
2017年度	0	4	0	0	0	0	1	2	0	0	0	13	20
2018年度	1	13	0	11	1	0	0	0	2	0	0	0	28
2019年度	0	5	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	10
2020年度	0	5	0	0	22	0	0	0	0	0	0	18	45
合計	76	106	22	55	92	10	7	9	9	15	50	102	553

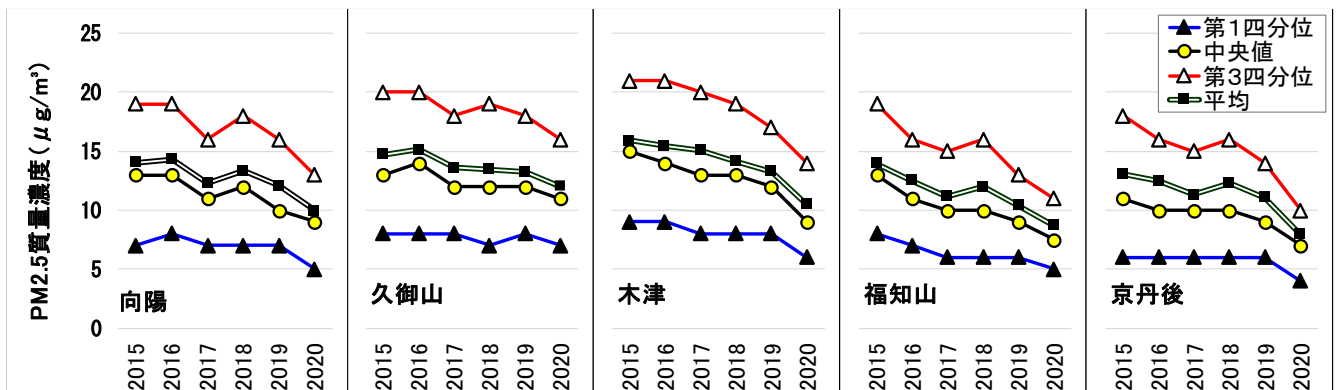


図4 直近6年間の1~6月の平均値等の推移

後局では直近の2019年から2020年にかけて急減していたが、久御山局では減少の度合いに著変はなく、向陽局及び福知山局では両者の中間的な推移であった。

平均値等の推移が類似していることから向陽局、久御山局及び京丹後局の3局について2015～2020年の毎年の1～6月の時間値から作成したヒストグラムを図5に示す。

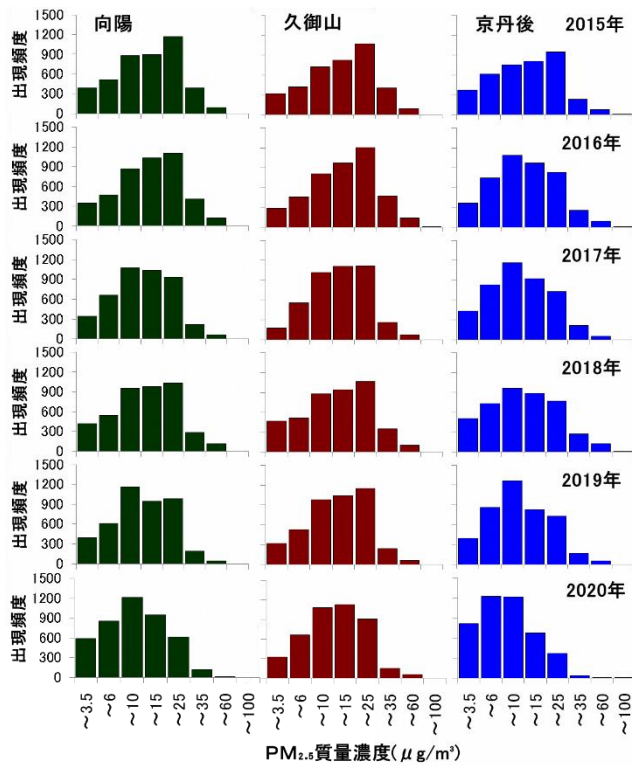


図5 直近6年間の時間値の出現頻度の推移

ヒストグラムの階層は10のn/5乗を丸めた値とした。年を経るごとに3局とも低濃度側の出現頻度が高くなっていったが、変化の様子には差が見られた。向陽局では6年間で15μg/m³超の階層が減少し、10～15μg/m³の階層は横ばいで10μg/m³以下の頻度は増加していた。直近1年間では、2019年まで横ばい気味であった25～35μg/m³の階層が減少し、同じく横ばいであった3.5μg/m³以下の階層が増加していた。久御山局では6年間で15μg/m³超の階層が減少し15μg/m³以下の階層が増加していた。2019年から2020年にかけての変化は2019年までと同様の傾向だった。京丹後局では6年間で10μg/m³超の階層の頻度が減少し10μg/m³以下の頻度が増加していた。直近1年間では2019年まで増加

していた6～10μg/m³の階層が横ばいとなり、横ばいだった3.5μg/m³以下の頻度が急増していた。京丹後局では2019年から2020年にかけて、それ以前と比べて大きく低濃度域の頻度が増加していたが、久御山局では2019年から2020年にかけての変化と2019年以前の変化に大きな違いはなく、向陽局は中間的な推移であった。

長崎県福江島での観測では、2020年2月から4月はPM_{2.5}質量濃度等が過去と比べて減少しており、中国から日本へ越境輸送される大気汚染物質の濃度が減少したと推測され、その要因のひとつとしてCOVID-19感染拡大対策の影響が考えられている⁵⁾。京丹後局は日本海沿岸部に所在し、地域の人為汚染は少ないと考えられる。京丹後局の2020年前半のPM_{2.5}質量濃度の急減は、中国から越境輸送される大気汚染物質の濃度の減少の影響と推測され、その要因のひとつとしてCOVID-19感染拡大対策の影響が考えられた。これに対し向陽局や久御山局は地域の人為汚染の影響が少なくないと推測され、これらの地域の2020年前半の人為汚染は、2019年の同時期と比較して大きな変化はなかったことを示唆するものと考えられた。

4. 引用文献

- 1) 高倉尚枝, 谷口延子, 平澤幸代, 北野隆一, 日置正, 齋藤義弘: 京都府における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 質量濃度 (II). 京都府保健環境研究所年報, **58**, 51-55, 2013
- 2) 環境省: 環境省報道発表資料 (令和3年3月30日) 令和元年度の大気汚染状況について 別添1 令和元年度 大気汚染物質 (有害大気汚染物質等を除く。)に係る常時監視測定結果, <https://www.env.go.jp/pres/files/jp/115998.pdf> (2021.7.26アクセス)
- 3) 環境省: 微小粒子状物質等専門委員会 (第8回) 議事次第・配付資料 資料1 大気環境中のPM_{2.5}の状況, <https://www.env.go.jp/council/07air-noise/y078-07/mat801.pdf> (2021.7.26アクセス)
- 4) 中込和徳, 町田哲, 掛川英男: 2020年8月上旬のPM_{2.5}広域高濃度事象における長野県内の汚染状況, 全国環境研会誌, **46**, (2), 22-27, 2021
- 5) 吉野彩子, 高見昭憲: 長崎福江島における大気質観測—COVID-19による越境大気汚染への影響—, 大気環境学会誌, **55**, (6), 248-255, 2020