

福井県における PM_{2.5} 高濃度時の挙動解明に関する研究 —平成 26～28 年度の県内調査結果と平成 22～26 年度県外データから—

林 辰治・安川聡浩

Behavior Explication at the Time of PM_{2.5} High Concentration in Fukui Prefecture
- Results of the Survey within the Prefecture from 2014 to 2016
and Data from the Prefecture from 2010 to 2014 -

Tatsuji HAYASHI, Akihiro YASUKAWA

1. はじめに

微小粒子状物質 PM_{2.5} は、呼吸器や循環器疾患の原因となることが懸念されている。また、住民の PM_{2.5} への関心も高くなっており、環境基準の超過もみられている。平成 25 年 3 月から高濃度時に県民への注意喚起が実施されることとなったが、現在その精度を高めることが必要とされている。今回、県内の多地点で PM_{2.5} の長期モニタリングを行い、高濃度時の出現条件・要因を解析した。

本報では、平成 28 年度までの測定データをもとに、PM_{2.5} 高濃度時の挙動について解析した結果を報告する。

2. 調査方法

平成 25 年 3 月から 6 局体制で、平成 26 年 9 月から 9 局体制で自動測定機による常時監視調査 (図 1) を行っている。

また、県外測定局の通年測定データについては国立環境研究所の環境数値データベース¹⁾から取得した。

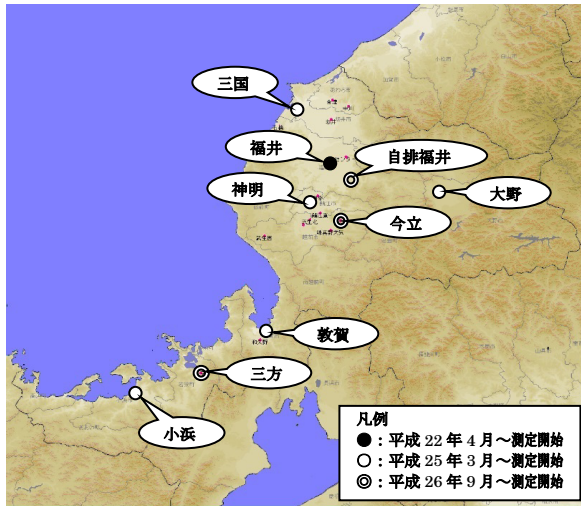


図 1 PM_{2.5} 通年測定局配置図

3. 結果および考察

3. 1 県内測定局の PM_{2.5} 濃度

平成 26 年度は、県内 6 局全局で環境基準非達成となった (表 1)。また、平成 27 年度では県内 9 局のうち神明局と自排福井局で環境基準非達成となり、平成 28 年度では 9 局全局で環境基準達成となった。平成 26 年度～28 年度に注意喚起実施基準 (日平均 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) を超えた日はなかった。PM_{2.5} 高濃度日 (日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日) の出現日数も毎年減少している。

福井局と県内 8 局間の PM_{2.5} 日平均値の順位相関係数は 0.879～0.975 と高いことから PM_{2.5} は広域性が強い大気汚染物質といえる。

表 1 県内測定局 PM_{2.5} 日平均濃度 [単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

平成26年度	PM _{2.5} 日平均濃度 [単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
	福井	三国	大野	神明	教賀	小浜
年平均	15.6	14.3	13.9	16.7	14.5	12.2
日平均	39.2	37.9	35.2	37.8	38.1	35.6
(98パーセンタイル値)						
対福井局相関係数		0.969	0.955	0.982	0.940	0.921
対神明局相関係数		0.945	0.943	0.975	0.919	0.879
35overD (日)	14	13	8	13	15	8
70overD (日)	0	0	0	0	0	0

平成27年度	PM _{2.5} 日平均濃度 [単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]								
	福井	三国	大野	神明	教賀	小浜	今立	三方	自排福井
年平均	14.0	13.5	13.0	15.6	13.7	11.0	13.6	12.2	16.0
日平均	33.0	33.3	31.9	35.3	34.2	31.0	34.9	32.7	34.8
(98パーセンタイル値)									
対福井局相関係数		0.966	0.951	0.978	0.941	0.920	0.966	0.911	0.987
対神明局相関係数		0.948	0.929	0.964	0.920	0.891	0.954	0.884	0.971
35overD (日)	6	3	4	8	6	4	7	3	7
70overD (日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

平成28年度	PM _{2.5} 日平均濃度 [単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$]								
	福井	三国	大野	神明	教賀	小浜	今立	三方	自排福井
年平均	12.0	12.1	11.8	13.5	12.2	12.0	12.2	11.4	14.6
日平均	29.0	28.0	27.3	29.7	28.4	29.3	29.0	27.6	30.7
(98パーセンタイル値)									
対福井局相関係数		0.964	0.948	0.982	0.929	0.918	0.954	0.913	0.979
対神明局相関係数		0.945	0.921	0.971	0.918	0.890	0.934	0.892	0.965
35overD (日)	2	2	2	3	4	4	2	4	3
70overD (日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※環境基準: 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

※注意喚起のための暫定的な指針となる値: 日平均値 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

■ 環境基準非達成

また、3 年間継続して測定した福井局での PM_{2.5} と SPM、NO_x、O_x の関係を図 2 に示す。PM_{2.5} - SPM 間には高い相関があったが、PM_{2.5} - NO_x 間の相関は低かった。PM_{2.5} の二次生成機構研究により関連性が示唆²⁾されている PM_{2.5} と O_x についても、高い相関は見られなかった。福井局では、PM_{2.5} の二次生成機構の影響は少ないと考えられる。

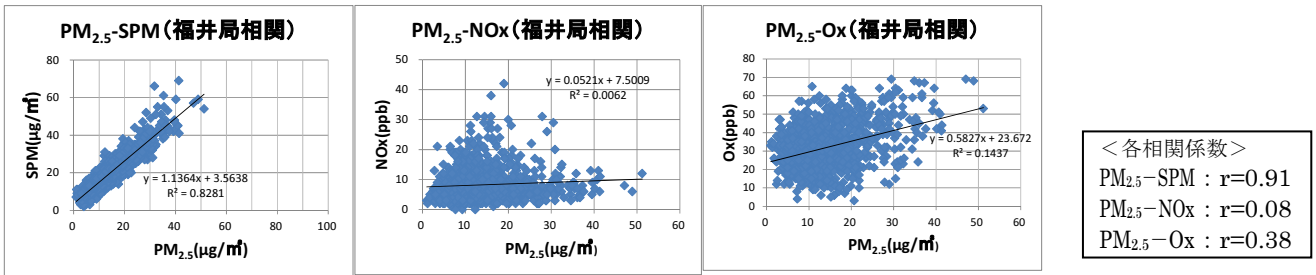


図2 平成26~28年度福井局 PM_{2.5} と他の汚染物質との関係

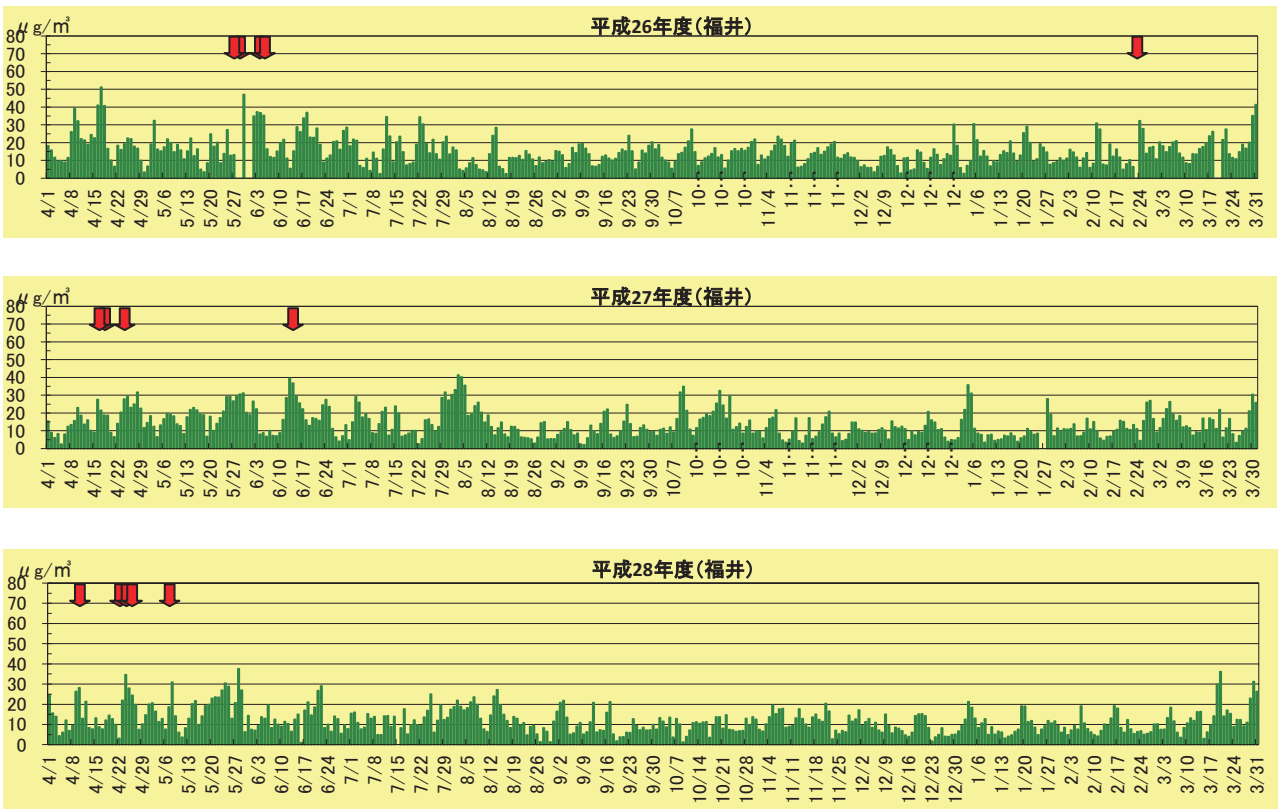


図3 福井局のPM_{2.5}日平均値の年間変動 (↓は黄砂観測日³⁾)

3.2 PM_{2.5}日平均値の年間変動

図3に平成26~28年度の福井局のPM_{2.5}日平均値の年間変動を示した。

平成26年度~28年度の特徴として、次の傾向が見られた。①黄砂日に高濃度となる率が高い②高濃度日は春季に多く見られ、平成27年度では夏季にも多く出現した③県内各地の測定局での日平均濃度の変動パターンが類似している。これらの傾向から県内のPM_{2.5}は、東アジアもしくは北東アジアからの気塊の移流を受けていると考えられる。

3.3 高濃度日出現状況

表2に平成26~28年度の県内測定局のPM_{2.5}の高濃度日出現状況を示した。

平成26年度のPM_{2.5}高濃度日の出現日数は18日間で、その内15日間で黄砂または煙霧が観測されている。平成26年度全体では黄砂は5日間観測され、その内3日間が高濃度日となった。高濃度日の内13日間で煙霧が観測された。

平成27年度のPM_{2.5}高濃度日の出現日数は、10日間でその内9日間で黄砂または煙霧が観測されている。福井県において黄砂は4日間観測され、その内1日間が高濃度日となった。高濃度日の内9日間で煙霧が観測された。

平成28年度のPM_{2.5}高濃度日の出現日数は、5日間で全て煙霧が観測され、その内2日間は黄砂が観測された。また、黄砂は高濃度日以外にも3日間観測された。

表2 高濃度日の出現状況 (平成26~28年度)

年度	月日	(μg/m ³)																		
		福井局	三園局	神明局	大野局	教賀局	小浜局	今立局	三方局	自排福井	福井県総合	教賀測所								
26	B26.4.9	39.2	36.5				36.0													
	B26.4.16	41.0	37.9	39.3	40.7	42.5	35.8													
	B26.4.17	51.2	52.2	49.3	53.1	50.2	47.4													
	B26.4.18	40.7	40.7	36.9	37.5	38.1														
	B26.5.29	39.5	38.5																	
	B26.5.30	47.1	45.7	46.6	39.9	48.9	46.6													
	B26.5.31	48.9	51.5	48.1	43.7	50.9	48.3													
	B26.6.1	36.1	36.5	36.5		36.3	37.3													
	B26.6.2			35.1		39.3														
	B26.6.3	37.3	36.7				35.5													
	B26.6.4	35.7	39.5	39.8	36.8	35.4														
	B26.6.5	35.3																		
	B26.6.15					35.8														
	B26.6.18	36.9		37.4	39.7	35.2														
	B26.7.22		36.0	37.8		35.7														
	B27.2.24					36.1														
	B27.3.30	35.1		35.9	35.2	45.1	36.7													
	B27.3.31	41.4	40.5	42.2		38.5	35.5													
計	18日間																			

		(μg/m ³)										黄砂観測：○ 塵降観測：●		
年度	月日	福井局	三國局	神明局	大野局	敦賀局	小浜局	今立局	三方局	百津福井	福井気象台	敦賀測候所		
27	H27.4.28						37.0							
	H27.6.13	39.5	41.0	40.8		38.1	36.9	36.6		40.6		○	●	
	H27.6.14	36.7	40.2	40.5	38.3		36.7			37.9				
	H27.7.30			36.3				35.7						
	H27.8.2			38.0	37.3	39.7	36.2	39.9	40.9	36.3				
	H27.8.3	41.3		45.5	44.8	46.6	39.1	48.4	48.2	44.9		●	●	
	H27.8.4	40.2	37.2	42.0	41.3	51.3	42.3	45.8	50.3	42.7		●	●	
	H27.8.5	35.5		37.1				36.7		37.8				
H27.10.10			38.0			36.6				38.7				
H28.1.4	35.8											●	●	
計	10日間													
28	H28.4.24			39.1	37.4	42.2	42.3	39.5	44.8	37.7		○	●	
	H28.4.26					38.0	36.0		39.9		○	●		
	H28.5.8					48.0	39.0		41.6			●	●	
	H28.5.28	37.6	37.9	38				35.3		38.6		●	●	
	H29.3.20	36.1	37.3	37.4	35.6	41.2	39.3		37.6	37.9		●	●	
計	6日間													

3.5 高濃度時の時間値の変動動向

過去（平成22～26年度）のデータ¹⁾から高濃度時における福井局と県外局の時間値推移を比較することにより福井局と県外局のPM_{2.5}変動動向の関係について解析を行った。過去の高濃度時について後方流跡線解析⁴⁾を行ったところ、全の事例において後方流跡線が福井局に対して西から東に向かっていることが分かった（図4）。また、これらの時期について、後方流跡線の西に位置する県外測定局（図5）と福井局のPM_{2.5}時間値推移を比較したところ、PM_{2.5}濃度のピークが現れる時間に時間差があることが過去データ30件中16事例で確認できた（図6～10）。このように、福井局の西に位置する県外測定局では、この時間差分、先行して濃度のピークが現れることから、県外測定局の測定データを監視の参考にするにより、適切な注意喚起実施への判断情報の一要素になると考えられる。なお、風速データ⁵⁾（気象庁松江測候所）と測定局間距離から算出した気流移動時間は16事例中10事例でPM_{2.5}ピーク時間差に近い値（誤差±10%以内）であった（表3）。

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0200 UTC 04 Jun 11
GDAS Meteorological Data

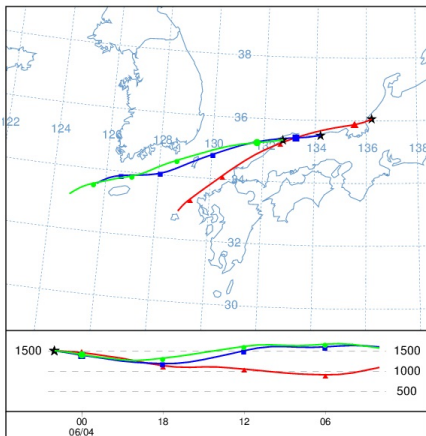


図4 後方流跡線図



図5 県外測定局位置図

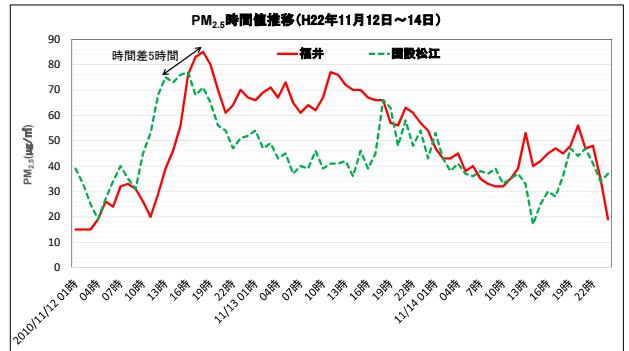


図6 PM_{2.5}濃度の時間変動①

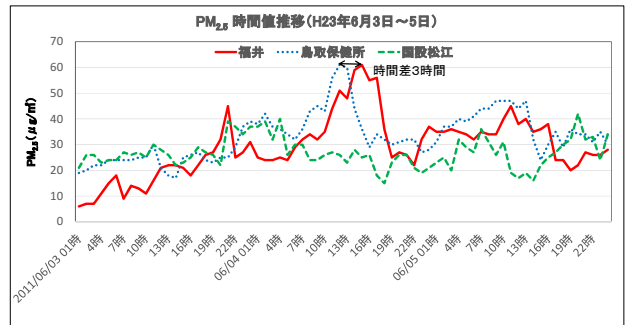


図7 PM_{2.5}濃度の時間変動②

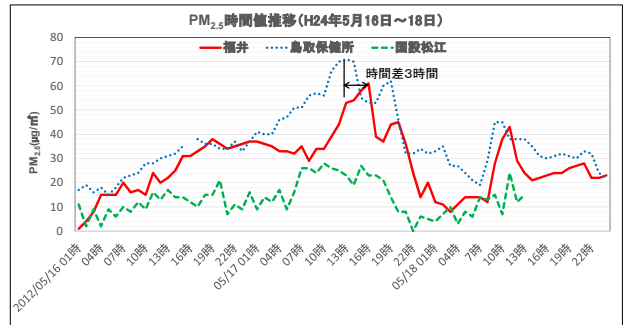


図8 PM_{2.5}濃度の時間変動③

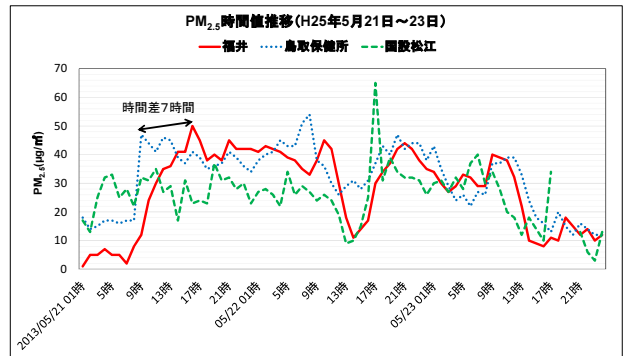


図9 PM_{2.5}濃度の時間変動④

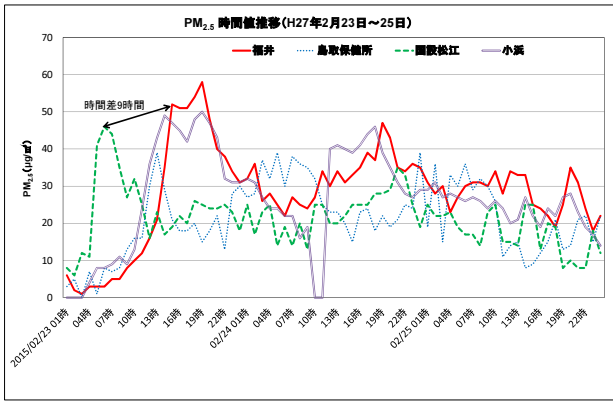


図 10 PM_{2.5} 濃度の時間変動⑤

表 3 PM_{2.5} ピーク時間差と気流移動時間との比較

気象庁松江測候所 高層風速測定日時	風速(m/s)	ピーク時間差 (h)	気流移動時間 ※距離×1000÷ 風速±3600(h)	距離(Km)	誤差(%)
2010年 5月 3日 9時	18	5	4.6	297	9.1%
2010年 11月 12日 9時	18	5	4.6	297	9.1%
2011年 2月 4日 21時	12	5	6.9	297	-27.3%
2011年 5月 1日 21時	17	3	3.1	191	-3.9%
2011年 5月 13日 9時	19	4	4.3	297	-7.9%
2011年 6月 4日 9時	17	3	3.1	191	-3.9%
2012年 5月 9日 9時	5	12	10.6	191	13.1%
2012年 5月 17日 9時	17	3	3.1	191	-3.9%
2013年 3月 8日 9時	18	3	2.9	191	1.8%
2013年 5月 13日 9時	8	9	10.3	297	-12.7%
2013年 5月 21日 9時	7	7	7.6	191	-7.6%
2013年 9月 12日 9時	8	7	6.6	191	5.5%
2014年 4月 9日 9時	5	8	10.6	191	-24.6%
2014年 4月 17日 9時	6	15	13.8	297	9.1%
2014年 6月 14日 9時	6	12	13.8	297	-12.7%
2015年 2月 23日 9時	6	9	13.8	297	-34.5%

※福井局～鳥取保健所局間距離=191Km
福井局～国設松江局間距離=297Km

4. まとめ

平成 26～28 年度の測定および解析結果から本県の PM_{2.5} の実態について以下のことが分かった。

①平成 26 年度では 6 局全局において環境基準非達成、平成 27 年度では神明局と自排福井局において非達成、平成 28 年度では 9 局全局で達成となり、年々、高濃度日の出現は減ってきている。

②平成 26 年度から 28 年度では、高濃度日は春季に多く見られ、平成 27 年度では夏季にも多く出現した。また、高濃度が観測された 33 日間の内、29 日間で黄砂や煙霧が観測されている。

③福井局とその他県内 8 測定局間の PM_{2.5} 日平均値の順位相関係数は 0.879～0.975 と高かったことから PM_{2.5} は広域性が強い大気汚染物質といえる。

④PM_{2.5}—SPM 間には高い相関があったが、PM_{2.5}—NOx 間と PM_{2.5}—Ox 間については、高い相関は見られなかったことから福井局では、PM_{2.5} の二次生成機構の影響は少ないと考えられる。

過去（平成 22～26 年度）のデータにより PM_{2.5} 高濃度時における福井局と本県西側の県外局の PM_{2.5} 時間値推移を比較したところ、約半数の事例において県外局で先行して PM_{2.5} 濃度のピークが現れることが分かった。このことから県外測定局の測定データは、本県での PM_{2.5} 濃度監視の参考になると考えられる。

参考文献

- 1) 国立環境研究所環境数値データベース
<http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>
- 2) 東京都微小粒子状物質検討会報告書（平成23年7月、東京都微小粒子状物質検討会）
- 3) 気象庁ホームページ>各種データ・資料>地球環境・気候> [地球環境のデータバンク] 黄砂
- 4) NOAA（米国海洋大気圏局）HYSPLIT MODELより
<http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtype=archive>
- 5) 気象庁ホームページ>各種データ・資料>過去の気象データ検索（高層）>高層の気温、風など