

表 1 PM_{2.5}濃度の常時監視結果概要

	2013年度			2014年度			2015年度		
	年平均値	日平均値 (98%値)	基準超過	年平均値	日平均値 (98%値)	基準超過	年平均値	日平均値 (98%値)	基準超過
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(日)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(日)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(日)
苅田局	17.1*	42.4*	19	17.0*	38.5*	13	16.5*	34.8	7
豊前局	16.5*	41.9*	15	16.7*	38.3*	12	15.9*	33.8	4
田川局	17.1*	42.5*	18	15.8*	38.5*	10	16.2*	34.5	3
直方局	16.9*	41.3*	18	17.3*	40.8*	13	17.0*	37.0*	9
筑後小郡局	17.3*	44.3*	18	17.7*	38.8*	16	16.9*	35.0	7
柳川局	18.9*	49.6*	33	19.1*	44.5*	29	16.8*	40.5*	13
糸島局	16.7*	43.7*	24	17.0*	40.6*	15	16.3*	38.5*	13
宗像局	15.6*	42.9*	19	15.9*	38.6*	12	14.5	34.8	6
太宰府局	19.7*	47.0*	34	19.9*	43.8*	26	18.1*	38.1*	15
篠栗局	-	-	-	-	-	-	13.4	32.7	3
飯塚局	-	-	-	-	-	-	15.5*	34.7	7
朝倉局	-	-	-	-	-	-	14.3	34.4	6
八女局	-	-	-	-	-	-	14.6	32.6	4
香春局(自排局)	16.9*	42.3*	18	15.9*	39.0*	10	15.1*	31.8	2
一般局 福岡県平均	17.3	44.0	22	17.4	40.3	16	15.8	35.5	8
一般局 全国平均	15.3**	-	-	14.7**	-	-	-	-	-
自排局 全国平均	16.0**	-	-	15.5**	-	-	-	-	-

*環境基準超過

**資料 H26年度大気汚染の状況(環境省 水・大気環境局)

3 結果及び考察

3・1 PM_{2.5}濃度の常時監視結果概要

PM_{2.5}濃度の常時監視結果概要を表1にまとめた。PM_{2.5}の環境基準は、長期暴露による健康影響を想定した基準である年平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、短期暴露による健康影響を想定した基準である日平均値(98%値) $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ から評価される。福岡県内のPM_{2.5}濃度の長期基準の年平均値について、2013及び2014年度の結果は、全地点で基準値である $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過していたが、2015年度は、4地点が基準を満たしていた。同様に、短期基準の日平均値(98%値)についても、2013及び2014年度は、全地点で基準値である $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過していたが、2015年度は、10地点が基準を満たしていた。日平均値の超過日数の一般局平均は、2013年は22日、2014年は16日、2015年は8日であり、改善する傾向がみられた。2015年度はPM_{2.5}濃度の改善傾向を示したが、気象要因などの一時的な現象である可能性も考えられるため、継続的な監視が必要である。なお、2013及び2014年度の全国における環境基準達成(長期基準及び短期基準ともに適合)は、一般局でそれぞれ16.1%、37.8%であるものの、九州山口地域に限っては、2013及び2014年度の基準達成はそれぞれ0.0%(85地点中0地点)及び6.5%(123地点中8地点)のみであり⁵⁾、福岡県と同様に厳しい状況が続いている。九州山口地域は、大陸からの汚染物質の長距離移流の影響を強く受けているとされ⁵⁾、この結果は、福岡県の一般局の年平均値が全国平均より高いことの原因となっていると推測される。ただし、県内の測定地点においても、年平均値は最大で $4.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 差がみられることから、長距離移流による広域的な影響以外に地域における発生源があることが示唆された。

3・2 季節変動及び地域差

福岡県の一般局の年度別の経月変化を図2に示す。2015年度は、春季と冬季にやや高いものの、季節変動において顕著な傾向は示していない。しかし、2013及び2014年度については、春季(特に5月)に高濃度となり、夏季に低下し、冬季にかけて濃度が高くなる傾向がみられた。この傾向は、板野らの報告⁶⁾による九州北部を中心とする西日本地域に特徴的な季節変動と同様な結果であった。

2013年度及び2014年度における各測定局の日平均値を濃度レベルで色分けしたものを図3に示す。参考として、福岡管区気象台発表による煙霧、黄砂の観測日を図に併記した。煙霧観測時にPM_{2.5}濃度が高濃度となる事例が多いが、これはPM_{2.5}の主要成分である二次生成の硫酸塩濃度の増加と煙霧が関係しているためと考えられる。一方、黄砂についても、2014年5月末にPM_{2.5}濃度が連続して高濃度日を観測した事例などにおいて影響を及ぼしていると考えられる。図2の経月変化の結果と同様に、春季と冬季に日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の高濃度日が頻出する傾向を示

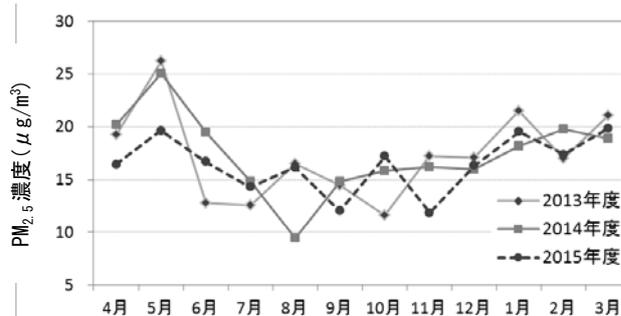


図2 PM_{2.5}濃度の経時変化

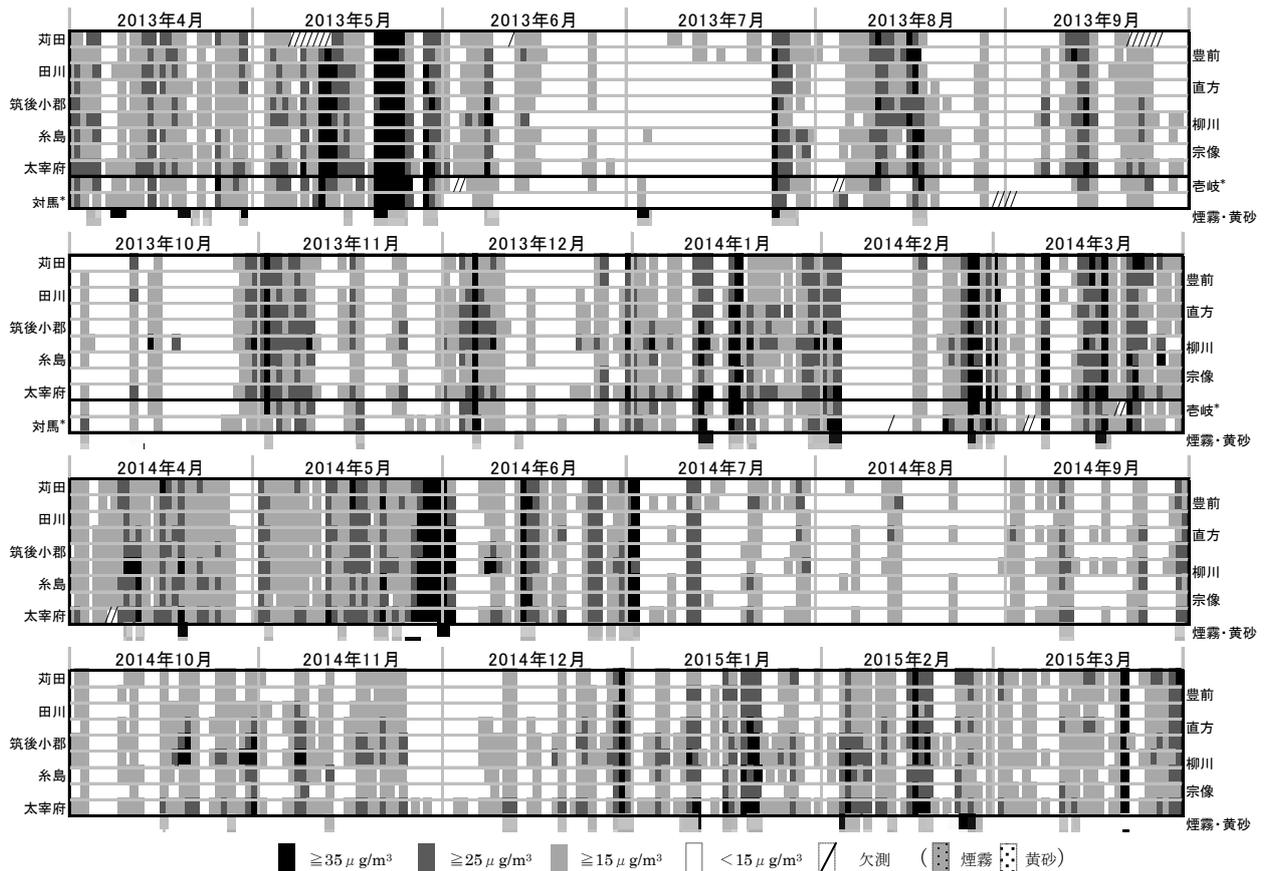


図3 2013～2014年度 測定地点におけるPM_{2.5}日平均値の概要

*長崎県の杵嶋および五島のデータは、国立環境研究所「環境数理データベース」時間値データファイルによる

した。この高濃度日は、同日に多地点で出現していることが多く、さらに、福岡県の北西に位置する杵嶋や対馬も高濃度になっている事例が多いため、PM_{2.5}の濃度上昇が広域的な影響であることを示している。しかし、一部の地域のみ高濃度を示す事例も見られ、特に、柳川では秋季に高濃度を示す事例が複数回観測されており、これは何らかの地域発生源の可能性があるとと思われる。このようにPM_{2.5}高濃度は広域的な影響だけでなく、地域的な発生源の影響も留意する必要がある。

3・3 高濃度日解析

2013～2015年度の3年間において、一般局9局(2015年度のみ13局)の日平均値平均が35μg/m³を超えた高濃度日について、後方流跡線解析を行った結果を図4に示す。PM_{2.5}高濃度日の後方流跡線のほとんどは大陸方向を示しており、大陸からの汚染物質の長距離移流がPM_{2.5}濃度上昇の主要因になっていると推測された。なお、この長距離移流の現象は、寒冷前線後面、あるいは移動性高気圧周辺といった気象条件に伴い観察される場合が多い²⁾と報告されている。

さらに、大気汚染物質の気塊の追跡が可能なPSCF法(後方流跡線の起点を太宰府、PM_{2.5}濃度及び後方流跡線ともに1時間のデータを使用し、太宰府のPM_{2.5}濃度25μg/m³以上

を高濃度の基準とした)によりPM_{2.5}の発生源予測を行った結果を図5に示す。ここで、PSCF値は次式(1)により求められる。

$$PSCF_{ij} = M_{ij} / N_{ij} \quad (1)$$

N_{ij}は、任意のグリッド範囲(i, j)を通過する後方流跡線数を、M_{ij}は、任意のグリッド範囲を通過するPM_{2.5}高濃度時の後方流跡線数を表している。この結果は、色が濃い地点ほど、高濃度汚染気塊が通過した確率が高いことを示しており、前述の後方流跡線解析の結果と同様に、この結果は大陸方向を中心としていることから、大陸が主な発生源と推測されるが、九州周辺にみられる汚染塊の通過確率の上昇の要因については、国内発生分が寄与していることも考えられるので、詳細な解析が必要である。

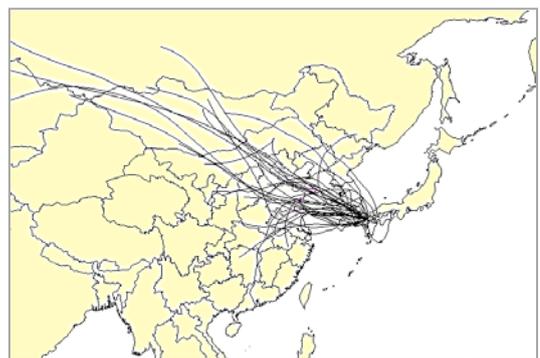


図4 PM_{2.5}高濃度時の後方流跡線(2013～2015年度)

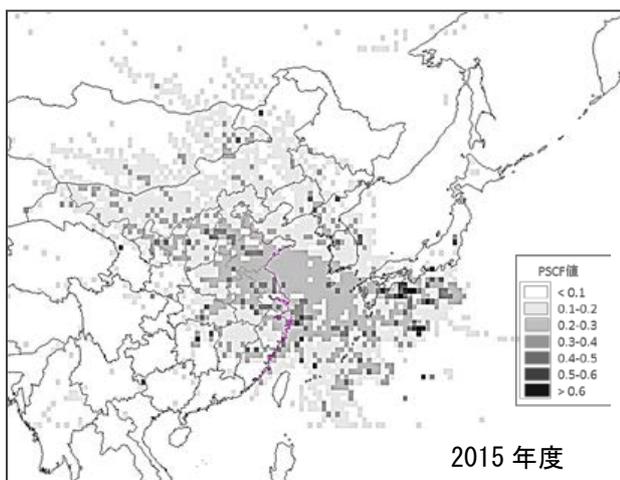
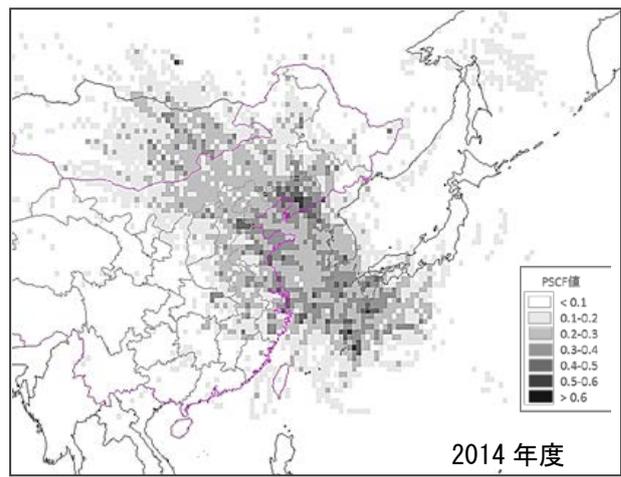
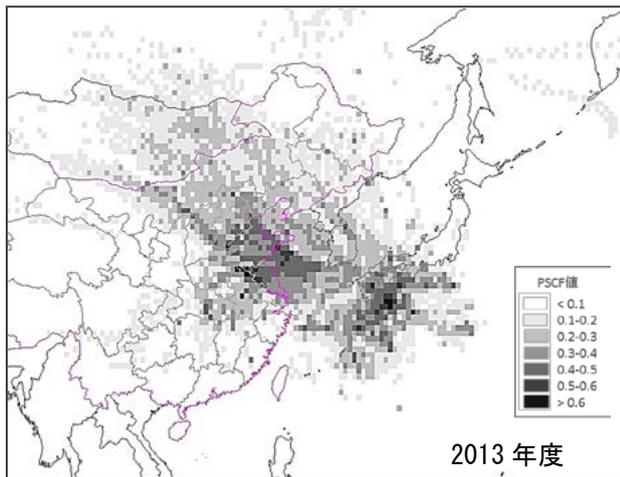


図5 後方流跡線から計算したPM_{2.5}発生源予測

4 まとめ

以上のように、福岡県におけるPM_{2.5}濃度の上昇には、大陸からの長距離移流が大きく影響していると示唆される結果を示したが、県内においてもPM_{2.5}濃度に差がみられ地域発生源も考慮する必要があることが分かった。

PM_{2.5}及びその前駆物質の大気中の挙動等の科学的知見の集積ならびにPM_{2.5}の発生源寄与割合の推計には、質量濃度測定にとどまらずPM_{2.5}の成分分析の実施が不可欠であり、今後、それらの結果と統合して解析することが必要である。

文献

- 1) 兼保直樹ら：大気環境学会誌，45(5)，2010
- 2) 兼保直樹ら：大気環境学会誌，46(2)，2011
- 3) 環境省：環境大気常時監視マニュアル第6版(第6章 測定値の確定及び管理)
- 4) Polissar A.V. et al.: Environmental Science & Technology 35, 4214-4226
- 5) 環境省：平成26年度 大気汚染状況について(環境省水・大気環境局)
- 6) 板野泰之ら：大気環境学会誌，48(3)，2013

(英文要旨)

Monitoring of Particulate Matter 2.5 Air Pollution in Fukuoka Prefecture, Japan

**Hisao CHIKARA, Shigekazu YAMAMOTO*, Yusuke KAJIHARA, Yuki YAMAMURA,
Shuhei NAKAGAWA, Shunji NIIYA, Yoshiko TAKAO and Kengo HAMAMURA**

Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,

Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan

**Environmental Policy Division, Fukuoka Prefecture,*

Higashikoen 7-7, Hakata-ku, Fukuoka 812-8577

The current concentrations of particulate matter (PM) 2.5 pollution in Fukuoka Prefecture, Japan were investigated using monitoring data from 2013 to 2015. With few exceptions, the PM_{2.5} mass concentrations in Fukuoka Prefecture exceeded the concentrations specified by Japanese air quality standards. High concentration events occurred at all monitoring sites on the same days, and the directions of back trajectory for these events clearly indicated the the PM_{2.5} pollution mainly came from East Asia. However, regional differences in the PM_{2.5} concentrations suggested there were also contributions from domestic sources.

[Key words ; PM_{2.5}, Routine monitoring, long-distance transportation]