

2015 年度における PM_{2.5} 高濃度事例について

山神真紀子, 久恒 邦裕, 池盛 文数, 中島 寛則

Study on High PM_{2.5} Episodes in Fiscal Year 2015

Makiko Yamagami, Kunihiro Hisatsune, Fumikazu Ikemori, Hironori Nakashima

名古屋市の常時監視測定局の一般環境大気測定局において 2 局以上 PM_{2.5} の日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日を高濃度日とし、高濃度日における PM_{2.5} の成分分析調査を行った。2015 年度は高濃度日が 8 日間あり、2014 年度の 13 日間から大幅に減少した。越境汚染の影響があったと推定される 4 月、8 月の事例では高濃度が数日間続いている。SO₄²⁻濃度の上昇が観測された。一方、全国の他の地域で NO₃⁻濃度が高くなった期間に、名古屋市内では NO₃⁻濃度が高くない事例が 2 件あり、汚染機構の違いが示唆される。また、全国的には PM_{2.5} が高濃度となっていない期間に名古屋市で高濃度となった事例では、OC 濃度の上昇が観測された。

はじめに

名古屋市では、2015 年度において常時監視測定局で微粒子状物質 (PM_{2.5}) を測定した 17 局 (一般環境大気測定局 10 局, 自動車排出ガス測定局 7 局) のうち、一般環境大気測定局 8 局, 自動車排出ガス測定局 6 局で PM_{2.5} の環境基準を達成した¹⁾。2011 年度に PM_{2.5} の常時監視を開始してから、2014 年度に初めて環境基準を達成した測定局があったが、2015 年度は環境基準達成率が上昇し、達成率は 8 割を超えた。

PM_{2.5} の発生源は多種多様で、生成機構も複雑であるため、自動測定機による PM_{2.5} の質量濃度測定だけでは高濃度要因はわからない。PM_{2.5} の成分分析調査は、環境省の「微粒子状物質 (PM_{2.5}) の成分分析ガイドライン²⁾」に基づき、1 季節 14 日間、4 季にわたって行われているが、この期間外に高濃度となった場合には PM_{2.5} の成分濃度データは得られない。

そこで、昨年度³⁾に引き続き、国立環境研究所と地方環境研究所との II 型共同研究「PM_{2.5} の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明」において、高濃度予測情報を共有し、環境科学調査センター 1 地点において PM_{2.5} の成分分析のためのフィルター採取を行った。実際に常時監視測定局で複数の一般局の日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた場合を高濃度日とし、2015 年度の高濃度日における PM_{2.5} の成分分析を行ったのでその結果を報告する。

方法

1. 調査地点

名古屋市環境科学調査センター (名古屋市南区豊田)

4 階建て屋上で PM_{2.5} の採取を行った。

2. 測定項目および分析条件

測定項目および分析条件は、環境省のガイドライン²⁾に基づいて行った。PM_{2.5} 採取装置はサーモ・エレクトロン製 FRM-2025 を用いた。1 台はポリテトラフルオロエチレン (PTFE) ろ紙をセットし、質量濃度・イオン・金属測定用に、もう 1 台は石英繊維ろ紙をセットし、炭素測定用とした。流速は 16.7 L/min で、10 時に捕集を開始し、翌 10 時までの 24 時間捕集を行った。

2.1 質量濃度

質量濃度測定には PTFE フィルターを用いた。コンディショニングおよび秤量操作は、温度 21.5 $\pm$ 1.5 $^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 35 $\pm$ 5%で行った。秤量は感度 1 μg の天秤 (Sartorius ME5-F) を用いた。

2.2 イオン成分

イオン分析には PTFE フィルターを用いた。イオンクロマトグラフィー (DIONEX ICS-1000) により以下の成分を分析した。

陰イオン : SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, NO₂⁻, C₂O₄²⁻

陽イオン : Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Mg²⁺, Ca²⁺

2.3 炭素成分

炭素分析には石英フィルターを用いた。ろ紙の加熱前処理は 350 $^{\circ}\text{C}$ で 1 時間行った。熱分離光学補正法による炭素分析計 (Sunset Lab model 4L) により、有機炭素 (OC) および元素状炭素 (EC) の測定を行った。

2.4 無機元素成分

無機元素分析には PTFE フィルターを用いた。圧力容器分解装置により酸分解し、ICP-MS (Agilent7700)

により、以下の 29 元素を分析した。なお、*印は成分分析ガイドラインの実施推奨項目を表す。

Na, Al, K, Ca, Sc, Ti*, V, Cr, Mn*, Fe, Co*, Ni, Cu*, Zn, As, Se*, Rb*, Mo*, Sb, Cs*, Ba*, La*, Ce*, Sm*, Hf*, W*, Ta*, Th*, Pb

2.5 水溶性有機炭素

水溶性有機炭素分析には、イオン分析用に抽出したろ液の一部を用いた。全有機炭素計（島津 TOC-V）により水溶性有機炭素（WSOC）を測定した。また、OC 濃度から WSOC 濃度を引いた値を非水溶性有機炭素（WISOC）濃度とした。

3. その他

2015 年度の名古屋市内における常時監視測定局の一般局 10 局のうち、2 局以上で日平均値が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日を高濃度日とした。PM_{2.5}の全国的な日平均値はそらまめ君速報値（<http://soramame.taiki.go.jp/>）を用いた。後方流跡線解析には NOAA の HYSPLIT 4（<http://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>）を用いた。

結果及び考察

1. PM_{2.5} 高濃度日の質量濃度

2015 年度の常時監視測定局の一般局 10 局のうち、2 局以上で PM_{2.5}の日平均値が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日と超えた局数、一般局 10 局平均の PM_{2.5}濃度、センターで採取した PM_{2.5}濃度を表 1 に示す。

2015 年度の高濃度日は、すべてセンターでフィルター採取することができた。表 1 に示すように、一般局で高濃度日となった日でも、センターで採取した PM_{2.5}が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるとは限らない。これは常時監視測定局における日平均濃度が 0 時からの 24 時間平均であるのに対し、センターでは 10 時からの 24 時間平均となっており、採取時間のずれが主な原因であると考えられる。

2015 年度の高濃度日は計 8 日あった。4 月と 8 月は高濃度日が 2 日以上続いた。一般局 10 局すべてで $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日は 8 月 2 日のみであった。

また、2013~2015 年度における PM_{2.5}月別高濃度日の日数を表 2 に示す。高濃度日の日数は 2013 年度から年々減少している。2 月は 3 年連続で高濃度日があった。2013 年度に高濃度日が多かった 8 月⁴⁾に 2015 年度も高濃度日があった。一方、5 月、3 月は 2 年連続で高濃度日があったが、2015 年度には高濃度日はなかつ

た。高濃度日になりやすい季節的な傾向は明らかではなく、高濃度日が減少した季節も明らかではない。

表 1 一般局 10 局における高濃度日と PM_{2.5}濃度日平均値（2015 年度）

	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を 超えた局数	一般局平均 PM _{2.5} 濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	センター PM _{2.5} 濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2015/4/27	4	33.3	41.8
2015/4/28	6	35.1	24.7
2015/8/1	3	33.1	36.0
2015/8/2	10	42.6	35.3
2015/8/3	7	35.8	33.0
2015/10/10	8	37.2	22.0
2015/11/23	2	31.2	35.8
2016/2/28	4	34.6	32.3

表 2 2013~2015 年度における PM_{2.5} 月別高濃度日日数

	高濃度日(日数)		
	2013年度	2014年度	2015年度
4月		4	2
5月	1	2	
6月		4	
7月	3		
8月	5		3
9月	1		
10月			1
11月	3		1
12月			
1月	2		
2月	2	2	1
3月	4	1	
合計	21	13	8

2. PM_{2.5} 高濃度日の成分濃度変動

高濃度日における全国の PM_{2.5} 質量濃度の日平均値の濃度分布と後方流跡線解析結果、高濃度日を含む成分の濃度と比率の変動を高濃度事例ごとに図 1 に示す。

2.1 2015 年 4 月 27 日～28 日

4 月 27 日は瀬戸内・東海・関東を中心に PM_{2.5}が高濃度となった。この日の最高気温は名古屋市で 28.3℃となり、平年より 6.6℃高かった。成分では SO₄²⁻濃度が特に高く、13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。翌 28 日は高濃度地域に東北・北海道が加わった。SO₄²⁻濃度は 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。この期間、全国的な解析では越境汚染の影響が示唆されており⁵⁾、高濃度の SO₄²⁻が全国的に観測され、NO₃は一部地域で高濃度となっていたが、名古屋市では NO₃は高くなかった。

2.2 2015 年 8 月 1 日～3 日

この期間は 2015 年度でもっとも PM_{2.5}の高濃度が続いた事例であった。高濃度域は 7 月 29 日に瀬戸内が中心であったが、8 月 1 日には太平洋側に広がり、2 日にはさらに高濃度域が拡大した。PM_{2.5}濃度と相関が高い

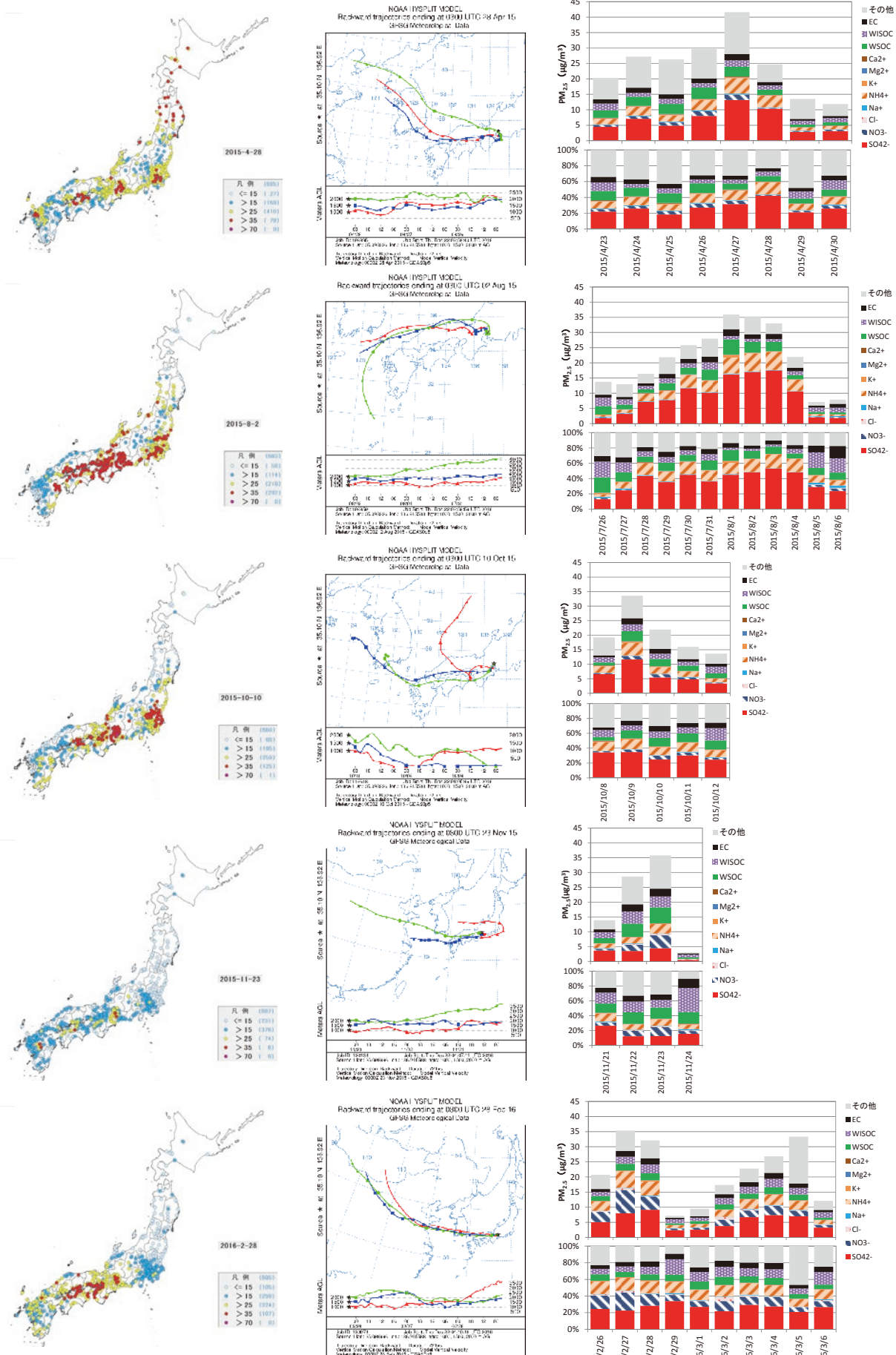


図 1 高濃度日における全国の PM_{2.5} 濃度分布と後方流跡線解析、高濃度日前後における成分濃度の推移

($R \geq 0.8$, $n=14$) 成分は SO_4^{2-} , NH_4^+ , As, Se, Pb など石炭燃焼の指標とされる成分であった。ただし, Ni, V も 1 日, 2 日を中心に濃度が上昇しているので, 重油燃焼の影響も推定される。また, 1 日には一時的に K^+ , Mg^{2+} , Ba, Cu などが高濃度となり, 花火の影響も示唆された。全国的な解析では, 越境汚染の影響が示唆されていることに加え, 各地で光化学スモッグ注意報が発令されており, 二次生成が進んだ可能性がある⁶⁾。

2.3 2015 年 10 月 10 日

10 月 10 日は瀬戸内・東海・関東を中心に $\text{PM}_{2.5}$ が高濃度となった。フィルター採取の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度は 9 日が高濃度のピークとなり, SO_4^{2-} 濃度は $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高かった。全国的には瀬戸内や関東で NO_3 濃度が $4 \sim 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高くなった⁷⁾が, 名古屋市では $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値であった。

2.4 2015 年 11 月 23 日

11 月 23 日は広域的な $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例ではなく, 名古屋市内で日平均値 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた常時監視測定局は 2 局のみであった。OC 濃度が $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とともに高く, WSOC も $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高かった。 SO_4^{2-} 濃度と NO_3 濃度はともに $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で, 越境汚染は確認されておらず, 高湿度で夕方からは小雨が降っており, 都市汚染のみの高濃度事例と推定される。

2.5 2016 年 2 月 28 日

2 月 28 日は西日本を中心に $\text{PM}_{2.5}$ が高濃度となった。 SO_4^{2-} 濃度は 27 日に $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 28 日に $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く, NO_3 濃度も 27 日は $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 28 日に $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高くなっていた。全国的にも NO_3 濃度が高くなっており, 都市汚染の影響を受けている可能性が高い⁸⁾。また, 気象庁で黄砂は観測されていない⁹⁾が, 大阪や富山における NIES ライダーのデータ (<http://www-lidar.nies.go.jp/>) では 28 日に弱い黄砂の飛来が確認されており⁸⁾, 名古屋市でも Ca^{2+} 濃度の上昇が見られたことから, 黄砂とともに越境汚染物質の影響を受けて $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が上昇した可能性がある。

ま と め

国立環境研究所と地方環境研究所との II 型共同研究「 $\text{PM}_{2.5}$ の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明」において, 高濃度予測情報を共有し, 環境科学調査センター 1 地点で $\text{PM}_{2.5}$ の成分分析のためのフィルター採取を行った。常時監視測定局で 2 局以上の一般局の日平均値が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた場合を高濃

度日とし, 高濃度日における $\text{PM}_{2.5}$ の成分分析を行った。

2015 年度は $\text{PM}_{2.5}$ の高濃度日が 8 日間あり, 高濃度日数は前年度の 13 日間から減少した。越境汚染の影響があったと推定される 4 月, 8 月の事例では高濃度が数日間続いており, SO_4^{2-} 濃度の上昇が観測された。一方, 全国の他の地域で NO_3 濃度が高くなった期間に, 名古屋市内では NO_3 濃度が高くない事例が 2 件あり, 汚染機構の違いが示唆される。また, 全国的には $\text{PM}_{2.5}$ が高濃度となっていない期間に名古屋市で高濃度となった事例では, OC 濃度の上昇が観測された。

謝 辞

$\text{PM}_{2.5}$ 分布図は曾我稔氏と国立環境研究所作成「見ええくん」により作成しました。

文 献

- 1) 名古屋市環境局: 平成 27 年度大気汚染常時監視結果 (2016)
- 2) 環境省: 微小粒子状物質 ($\text{PM}_{2.5}$) の成分分析ガイドライン http://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/110729/no_110729001b.pdf (2011)
- 3) 山神真紀子ら: 2014 年度における $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例について, 名古屋市環境科学調査センター年報, 4, 23-27 (2015)
- 4) 山神真紀子ら: 2013 年度の $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度日における成分分析結果, 名古屋市環境科学調査センター年報, 3, 19-22 (2014)
- 5) 西山亨ら: 2015 年 4, 5 月における微小粒子状物質 ($\text{PM}_{2.5}$) 高濃度事例の解析, 第 57 回大気環境学会年会講演要旨集, 350 (2016)
- 6) 梶田奈穂子ら: 2015 年 7, 8 月における $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例の解析, 第 57 回大気環境学会年会講演要旨集, 204 (2016)
- 7) 中島亜矢子ら: 2015 年 10 月における $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例の解析, 第 57 回大気環境学会年会講演要旨集, 352 (2016)
- 8) 木戸瑞佳ら: 2016 年 2, 3 月における $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例の解析, 第 57 回大気環境学会年会講演要旨集, 354 (2016)
- 9) 気象庁: 黄砂
http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_data_index.html