

[ノート]

東播磨及び北播磨地域における PM_{2.5} の局地的高濃度事例の解析

中坪 良平¹ 大下 佳恵¹ 飯野 博夫² 高石 豊¹

¹ 兵庫県環境研究センター大気環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町 3-1-18)

² 兵庫県農政環境部環境管理局水大気課環境影響評価室 (〒650-8567 兵庫県神戸市中央区下山手通 5-10-1)

A case study on the local high concentration of PM_{2.5} in Higashi-Harima and Kita-Harima regions, Hyogo

Ryohei NAKATSUBO¹ Yoshie OSHITA¹ Hiroo IINO² Yutaka TAKAISHI¹

¹ Atmospheric Environment Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,
3-1-18, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

² Environmental Assessment Office, Water & Air Quality Control Division, Environmental Management
Bureau, Agricultural & Environmental Affairs Department, Hyogo Prefectural Government,
5-10-1, Shimoyamate-Dori, Chuo-ku, Kobe, Hyogo 650-8567, Japan

2019年2月3日に、兵庫県の東播磨及び北播磨地域において PM_{2.5} の高濃度現象が確認された。PM_{2.5} 濃度の1時間値や天気図、PM_{2.5} 濃度予測結果等から、本高濃度事例は、局地的な発生源の影響が強いと考えられた。該当地域の PM_{2.5} 自動測定機のテープろ紙を回収し、イオン成分を分析したところ、カリウムイオン濃度と PM_{2.5} 濃度とが強い正の相関関係を示したため、本高濃度事例は、近傍からの廃棄物焼却や農作物残渣の野焼き等の影響を強く受けたと考えられる。

I はじめに

近年、我が国の大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 濃度は低下傾向であり、その主な要因として、中国における大気汚染物質排出量の減少が指摘されている¹⁾。その一方、環境基準をいまだ達成出来ていない測定局が瀬戸内海周辺に集中している²⁾。瀬戸内海周辺における PM_{2.5} の高濃度化には、瀬戸内海特有の気象条件や周辺の工業地帯等、局地的な汚染要因が関係していると考えられ、その科学的解明が期待されている³⁾。

局地的な高濃度要因を解明するためには、該当地域でのみ PM_{2.5} が高濃度になった特異的な事例を抽出し、当日の気象状況や周辺地域の大気汚染の状況を調べるとともに、PM_{2.5} に含まれる成分を分

析して発生源を推定する手法が有効と考えられる。2019年2月3日に、兵庫県の瀬戸内海沿岸部に位置する東播磨地域と、その北部に位置する北播磨地域において、PM_{2.5} の局地的な高濃度現象が確認された。この高濃度現象は、これらの地域のみで、且つ一時的に高濃度となった特異的な事例であるため、本事例の解析により、瀬戸内海沿岸部における PM_{2.5} の高濃度原因を解明する手がかりが得られる可能性がある。本報告では、PM_{2.5} の1時間測定値や天気図、PM_{2.5} 濃度予測結果等の公開データ、及び PM_{2.5} の成分測定結果から、本高濃度事例の要因を考察した。

II 方法

1. 解析対象データ

PM_{2.5}濃度の1時間値は、東播磨地域（加古川市役所（加古川）、志方公民館（志方）、別府、平岡自排（平岡）、高砂市役所（高砂）、稲美町役場（稲美）、播磨町役場（播磨）、王子、二見、林崎自排（林崎））及び北播磨地域（西脇市役所（西脇）、上本町自排（上本町））の2019年2月3日における常時監視データを取得した⁴⁾。解析対象のPM_{2.5}常時監視局の位置をFig. 1に示す。また、同日のPM_{2.5}濃度分布図を環境省大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）⁵⁾から、ダスト分布予測図をCFORS⁶⁾から、PM_{2.5}濃度予測図を国立環境研究所のVENUS⁷⁾から、天気図を気象庁の実況天気図⁸⁾から、それぞれ取得した。



Fig.1 PM_{2.5} monitoring stations map (●:general sites ■:road-side sites)

2. PM_{2.5}の成分測定

加古川市内（志方、平岡、加古川、別府）及び西脇市役所のPM_{2.5}自動測定機のテープろ紙を回収し、1時間毎に捕集されたPM_{2.5}サンプリングスポットの水溶性イオン成分を分析した。PM_{2.5}サンプリングスポット（11mmφ）を3mmφのポンチで4枚くり抜き、孔径0.45μm PTFEフィルタ付きバイアル（Whatman, ミニユニ）に入れた。紙片をエタノール5μLで浸潤させてから超純水495μLを加え、プ

ランジヤーを液面まで押し込み、チューブフロートにミニユニをはめ込んで10分間超音波処理を行った。卓上ミキサーで軽く攪拌してからプランジヤーをさらに押し込んでろ過し、イオンクロマトグラフィー（Thermo, ICS-2100）によりカリウムイオン（K⁺）を分析した。

Ⅲ 結果及び考察

1. PM_{2.5}濃度の時間変化

Fig. 2に、解析対象地点における同日のPM_{2.5}濃度の時間変化を示した。PM_{2.5}濃度は、北播磨地域の西脇では10時頃と15時頃に濃度上昇し、同日の最高値は15時の101μg/m³であった。同じく北播磨地域の上本町では13時頃から16時頃まで高濃度となり、最高値は14時の101μg/m³であった。加古川市内では、志方を除き概ね同様の時間変化を示し、加古川と平岡では、それぞれ16時に115μg/m³、124μg/m³となり、別府では17時に90μg/m³となった。志方では、15時に141μg/m³となり、同日の県内最高濃度（1時間値）となった。高砂、稲美町、播磨でも同日の夕刻に濃度上昇がみられ、16時又は17時に最高値を示した。明石市内（王子、二見、林崎）では、市西部に位置する二見で濃度上昇がみられ、18時に最高値を示した。一方、市東部に位置する王子と林崎では濃度上昇はみられなかった。PM_{2.5}濃度は、概ね、北播磨地域⇒加古川市内⇒東播磨（高砂・稲美・播磨）⇒明石市内（市西部の二見）の順で高濃度になったため、北播磨と加古川市北部で発生した汚染気塊の地域内での輸送により、東播磨と北播磨地域の複数地点で高濃度になった可能性がある。

2. 大気汚染物質等の長距離輸送の影響

PM_{2.5}は、中国大陸を起源とする大気汚染物質や黄砂の長距離輸送により高濃度になることが知られている。長距離輸送の影響の有無を調べるため、インターネット上で公開されている天気図やPM_{2.5}濃度分布図等から、同日における広域的な大気環境の状況を確認した。

16時の近畿地方におけるPM_{2.5}濃度の分布では、県内の東播磨・北播磨地域でのみ極端に高濃度となっていた（Fig. 3）。また、ダスト分布の予測図では、土壌性粒子（黄砂）の飛来は予測されていなかった（Fig. 4）。さらに、PM_{2.5}濃度の予測図では、16時時点では中国大陸からのPM_{2.5}の輸送は予

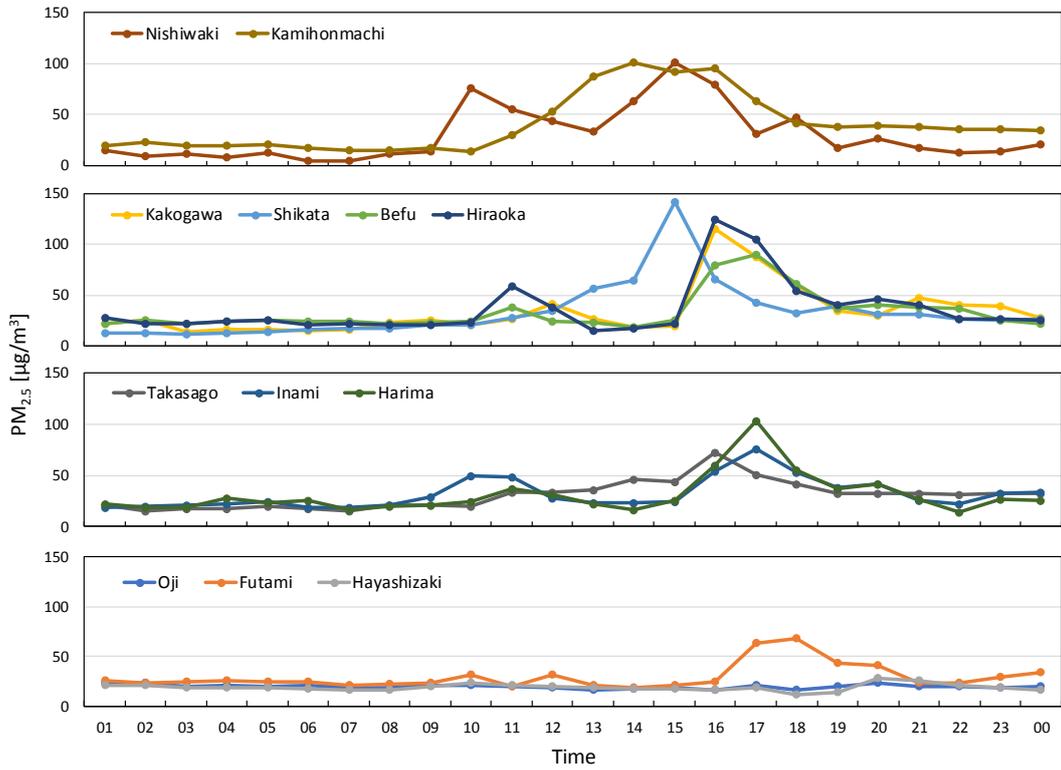


Fig.2 Time variation of $PM_{2.5}$ concentrations on February 3, 2019

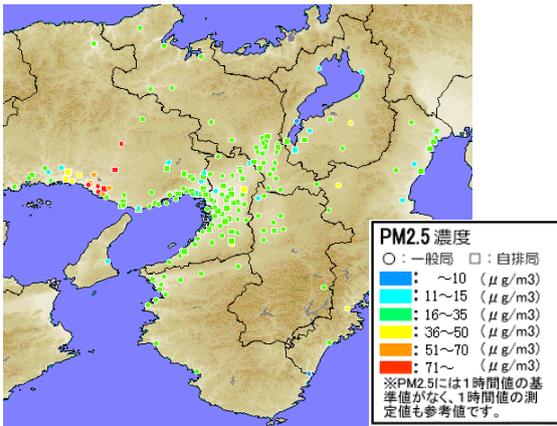


Fig.3 $PM_{2.5}$ concentration distribution map at 16:00 on February 3, 2019

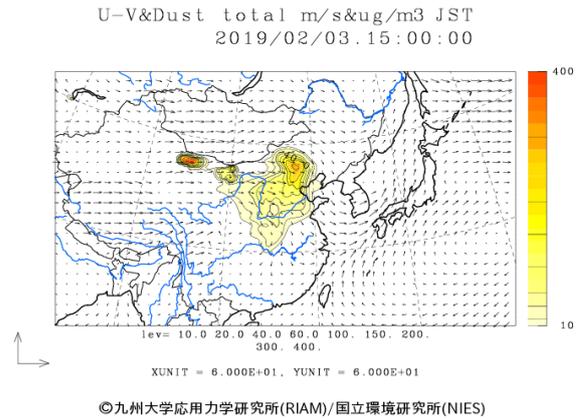


Fig.4 Dust distribution prediction map at 16:00 on February 3, 2019

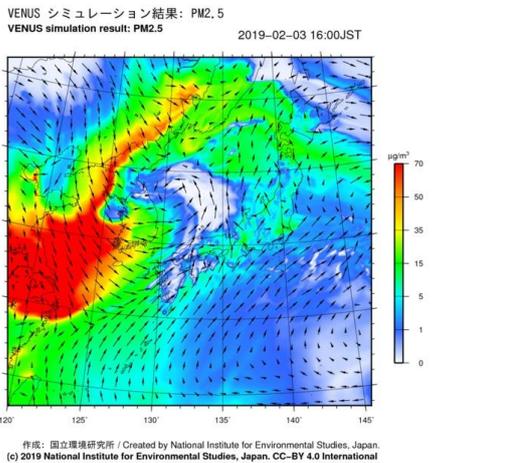


Fig.5 $PM_{2.5}$ distribution prediction map at 16:00 on February 3, 2019

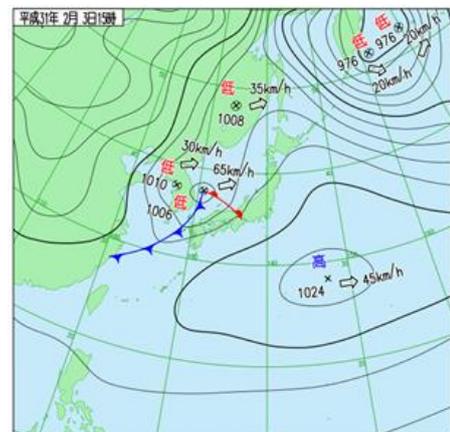


Fig.6 Live weather map at 15:00 on February 3, 2019

測されていなかったが、中国東部から東シナ海にかけて高濃度の汚染気塊がみられた (Fig. 5). 15 時時点の天気図と照合すると (Fig. 6), 日本の西側に寒冷前線があるため、その後方に汚染気塊が滞留していたと考えられる。以上から、本高濃度事例については、局地的な発生源の影響が大きく、中国大陸を起源とする大気汚染物質や黄砂等の長距離輸送の影響は小さいと考えられる。

西脇で 0.97, 志方で 0.96, 平岡で 0.98, 加古川で 0.96, 別府で 0.89 となり、強い正の相関関係を示した。大気粒子中の K^+ は、木材や植物の焼却灰に多く含まれることから⁹⁾, 該当地域における 2 月 3 日の $PM_{2.5}$ 高濃度現象は、近傍からの廃棄物焼却や農作物残渣の野焼き等の影響を強く受けたと考えられる。

IV まとめ

3. 成分測定による発生源の推定

$PM_{2.5}$ 高濃度に影響した発生源を推定するため、西脇及び加古川市内 (志方, 平岡, 加古川, 別府) に設置された $PM_{2.5}$ 自動測定機のテープろ紙を回収し、1 時間毎に捕集された $PM_{2.5}$ 中のカリウムイオン (K^+) を分析した。Fig. 7 に、同日 8 時~20 時における K^+ 濃度及び $PM_{2.5}$ 濃度の時間変化を、地点毎に示した。全地点において、 K^+ 濃度と $PM_{2.5}$ 濃度との時間変化がよく一致し、両者の相関係数は、

瀬戸内海周辺における $PM_{2.5}$ 高濃度原因の解明に資する情報を得るため、2019 年 2 月 3 日に兵庫県の東播磨及び北播磨地域で観測された $PM_{2.5}$ の高濃度現象に着目し、その原因を推定した。

$PM_{2.5}$ 濃度の 1 時間値の時間変化は、北播磨地域⇒加古川市内⇒東播磨 (高砂・稲美・播磨) ⇒明石市内 (市西部の二見) の順で高濃度になったため、北播磨と加古川市北部で発生した汚染気塊の地域

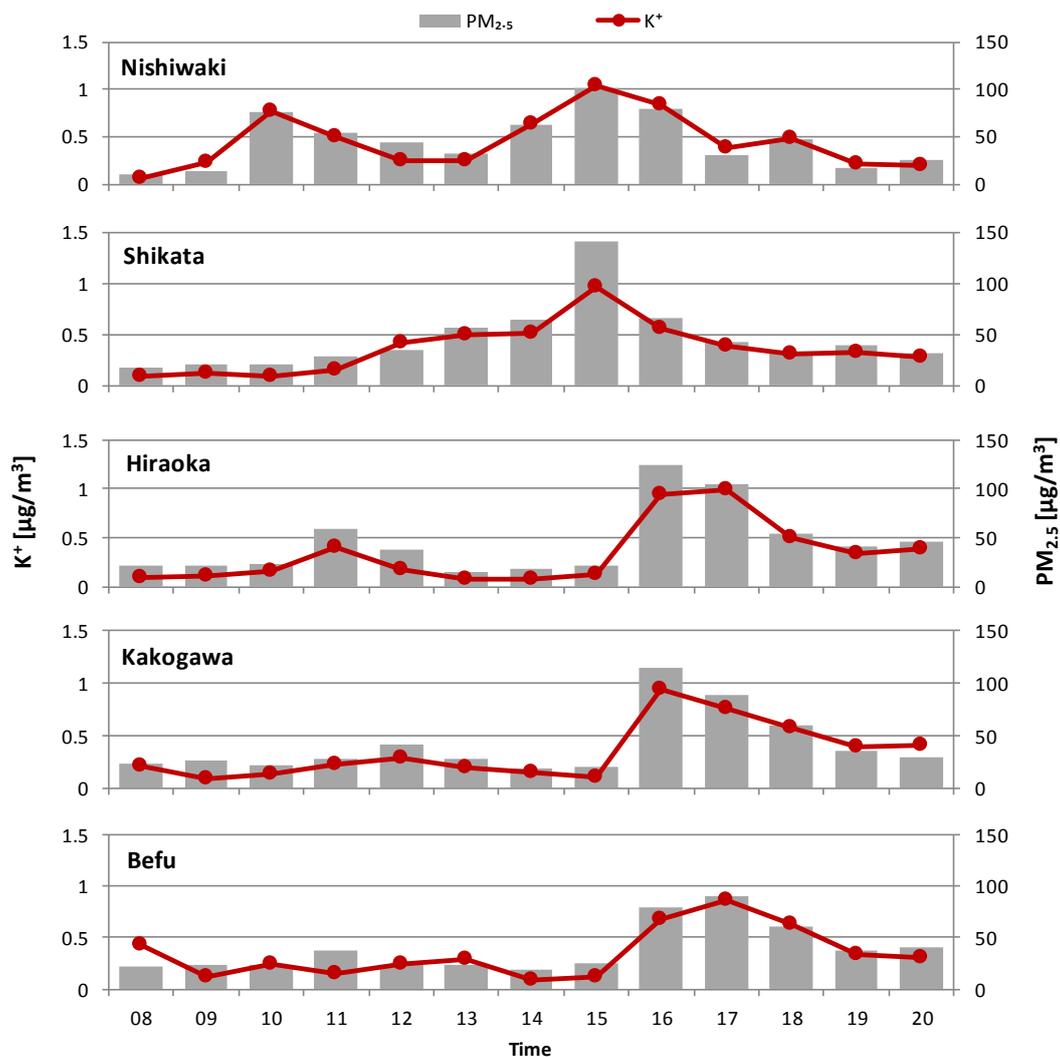


Fig. 7 Time variations of K^+ and $PM_{2.5}$ concentrations from 8:00 to 20:00 on February 3, 2019

内での輸送により高濃度になった可能性がある。

また、同日の気象状況や広域的な大気環境の状況を確認したところ、中国大陸を起源とする大気汚染物質や黄砂等の長距離輸送の影響は小さかった。1時間毎に捕集されたPM_{2.5}中のK⁺濃度を分析したところ、K⁺濃度とPM_{2.5}濃度との時間変化がよく一致し、両者は強い正の相関関係を示した。

以上から、同日のPM_{2.5}高濃度現象は、近傍からの廃棄物焼却や農作物残渣の野焼き等の影響を強く受けたと考えられる。

謝辞

PM_{2.5}自動測定機のテープろ紙は、加古川市役所環境部環境政策課様及び西脇市役所くらし安心部環境課様からご提供いただきました。

文献

- 1) 鶴野伊津志, 王哲, 弓本桂也, 板橋秀一, 長田和雄, 入江仁士, 山本重一, 早崎将光, 菅田誠治, 2017, PM_{2.5}越境問題は終焉に向かってしているのか?, 大気環境学会誌, 52(6), 177-184.
- 2) 環境省, 平成29年度 大気汚染の状況, https://www.env.go.jp/air/ref_h29.pdf
- 3) 大原利眞, PM_{2.5}問題の3年間を振り返る, 2016, 大気環境学会誌, 51(3), A47-A50.
- 4) 兵庫県, ひょうごの大気環境, <http://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/taiki/realtimemap>
- 5) 環境省, 大気汚染物質広域監視システム(そらまめ君), <http://soramame.taiki.go.jp>
- 6) 九州大学/国立環境研究所, CFORS, <http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html>
- 7) 国立環境研究所, VENUS, <http://venus.nies.go.jp>
- 8) 気象庁, 実況天気図, <https://www.jma.go.jp/jp/g3>
- 9) 岩本真二, 宇都宮彬, 大石興弘, 下原孝章, 石橋龍吾, 1992, 清浄地域における浮遊粉じん濃度に及ぼす稲わら焼きと火山の影響, 大気汚染学会誌, 27(3), 142-152.

Abstract

On February 3, 2019, a high concentration of PM_{2.5} was confirmed in the Higashi-Harima and Kita-Harima regions on Hyogo Prefecture. Since PM_{2.5} concentration measuring results, live weather maps and PM_{2.5} concentration prediction results, etc., this high concentration case was strongly influenced by local sources. The tape filter of the PM_{2.5} automatic measuring machine in the corresponding area was collected and analyzed for ionic components. As a result, a strong positive correlation was found between the potassium ion concentration and PM_{2.5} concentration. Therefore, it is thought that it was strongly influenced by waste incineration and field burning of agricultural crop residues.