

## 西之島の噴火による微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の影響について

山口県環境保健センター

大嶋 沙也加, 長田 健太郎, 岡本 利洋, 岩永 恵, 伊藤 和則

### Effect of the Eruption of Nishinoshima Volcano, Ogasawara on PM<sub>2.5</sub> measured in Yamaguchi prefecture

OSHIMA Sayaka, OSADA Kentaro, OKAMOTO Toshihiro, IWANAGA Megumi, ITO Kazunori  
*Institute of Public Health and Environment, Yamaguchi Prefectural Government*

#### はじめに

2020 年 8 月上旬、西日本を中心に微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）濃度が上昇し<sup>1)</sup>、山口県の全域においても注意喚起を行うための暫定指針値（日平均値 70 μg/m<sup>3</sup>、以下「暫定指針値」という）に迫る高濃度が続いた。シミュレーション等<sup>2-4)</sup>から、大陸からの越境汚染や瀬戸内特有の地域汚染は考えられず、これらの汚染時に特徴的な光化学オキシダント（Ox）濃度の上昇も殆ど認められなかった。しかし、衛星画像や後方流跡線による解析、さらには PM<sub>2.5</sub> 成分分析の結果から、小笠原諸島の西之島（図 1）の噴火の影響であることが示唆されたので、その結果を報告する。

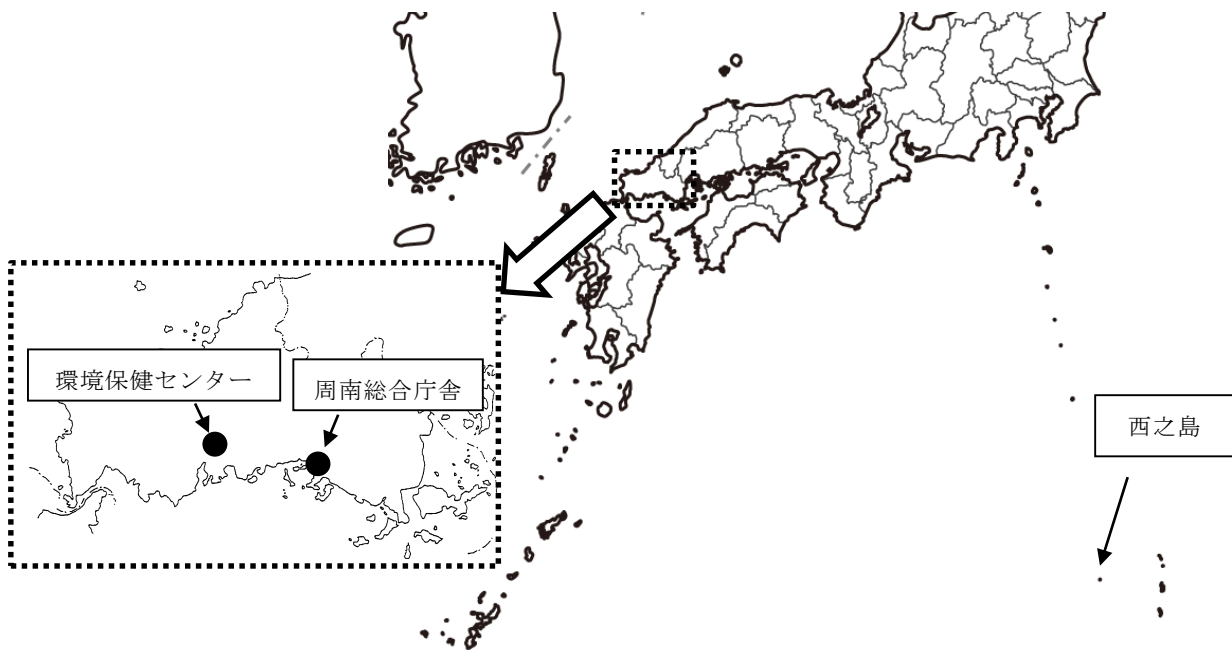


図 1 西之島の位置と採取地点（●は試料採取地点）

#### 分析方法

PM<sub>2.5</sub> 成分分析用の試料採取は、周南総合庁舎と環境保健センターで行った。

PM<sub>2.5</sub> 成分分析は、環境省のガイドライン<sup>5)</sup>の表 1 に従って分析した。

PM<sub>2.5</sub>、浮遊粒子状物質（SPM）、SO<sub>2</sub> 及び Ox 濃度は、山口県の大気常時監視データを使用した。

衛星画像は、気象庁ひまわり黄砂監視画像を使用した<sup>6)</sup>。  
後方流跡線解析は NOAA（米国海洋大気局）の HYSPLIT を使用した<sup>7)</sup>。

表 1 PM<sub>2.5</sub> 成分分析項目及び方法

	測定項目	測定方法
イオン成分	Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、Na <sup>+</sup> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> K <sup>+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、Ca <sup>2+</sup>	イオンクロマトグラフ法
炭素成分	有機炭素、元素状炭素	サーマルオプティカル・リフレクタンス法
無機元素成分	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、Pb	酸分解／ICP-MS 法

## 結果及び考察

### 1 大気常時監視データと衛星画像

2020 年 8 月上旬、山口県全域の PM<sub>2.5</sub> 濃度が上昇した。最高濃度はいずれも萩健康福祉センターで、1 時間値が 8 月 3 日 17 時の 93.7 µg/m<sup>3</sup>、日平均値が 8 月 4 日の 64.2 µg/m<sup>3</sup>（図 2）と、注意喚起の暫定指針値に迫る高濃度になった。SPM 濃度も PM<sub>2.5</sub> 濃度の約 1.5 倍の高濃度であった（図 3）。SO<sub>2</sub> 濃度は、平常時の平均値は数 ppb 程度で、若干の汚染等があれば数 10 ppb 程度にまで上昇するが、今回は最大でも僅か 5 ppb の上昇であり高濃度とは言えなかった（図 4）。Ox 濃度にも顕著な上昇は見られなかった（図 5）。

なお、九州北部地域や中国四国地域においても、山口県同様に PM<sub>2.5</sub> の濃度上昇が観測されており、高濃度地域は次第に近畿や東日本へと移動した<sup>8)</sup>。

この時期の気象衛星ひまわりのトゥルーカラー再現画像では、西之島の噴火による大規模な噴煙が九州の南方に移動後さらに台風 4 号の影響で北上し、九州北部と山口県にまで到達しているのが確認できた（図 6）。また、後方流跡線解析でも西之島付近からの空気塊の移動が確認され、4 日後に山口県に飛来してきたと考えられた（図 7）。衛星画像ではこの西之島の噴煙は 7 月になって散発的に確認されていたが、7 月 30 日から爆発的に噴煙の量が増加し、山口県が高濃度になったのはその 4 日後であり、後方流跡線解析と一致した。

これらのことから、PM<sub>2.5</sub> 及び SPM 濃度が上昇したのは西之島からの噴煙の影響であると考えられる。

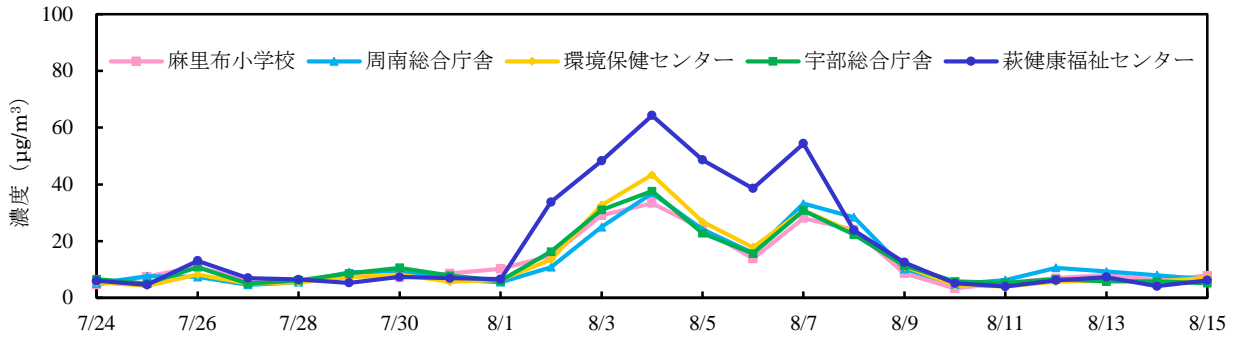


図 2 PM<sub>2.5</sub>濃度の経日変化

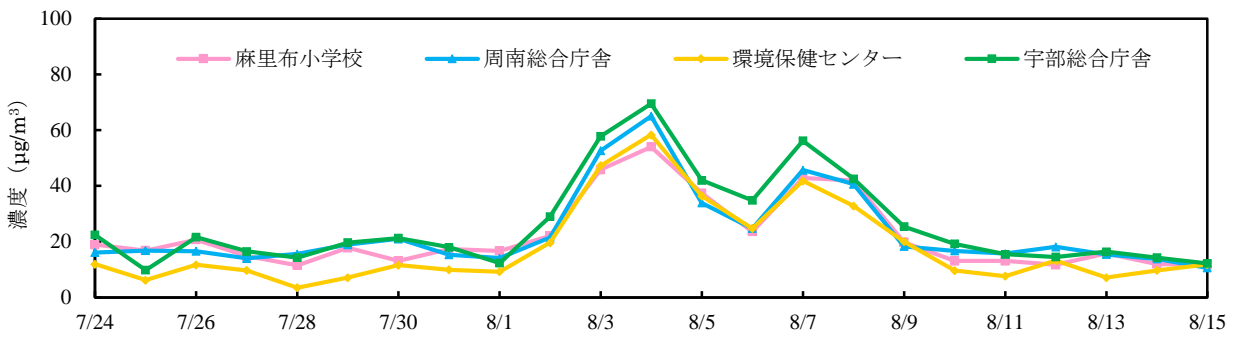


図 3 SPM濃度の経日変化

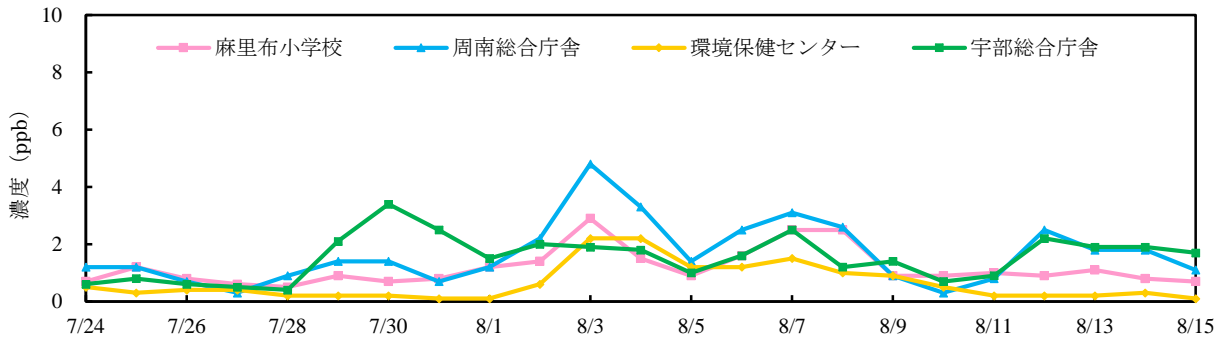


図 4 SO<sub>2</sub>濃度の経日変化

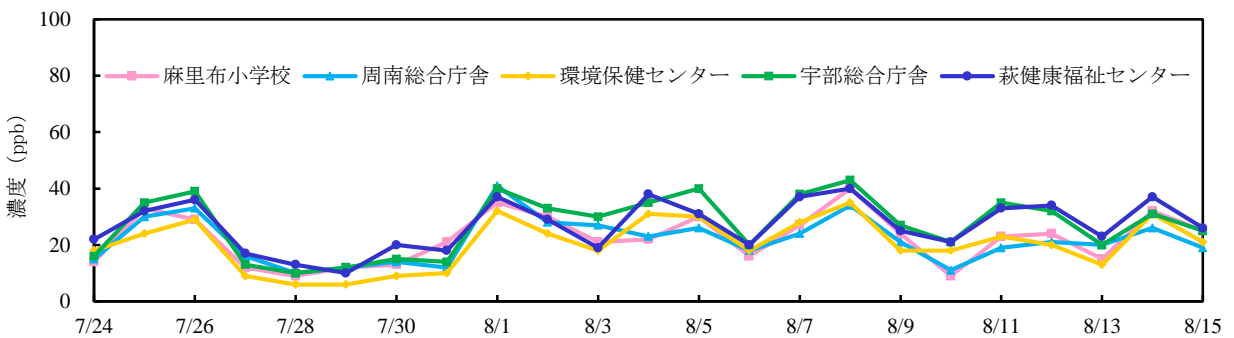


図 5 Ox濃度の経日変化

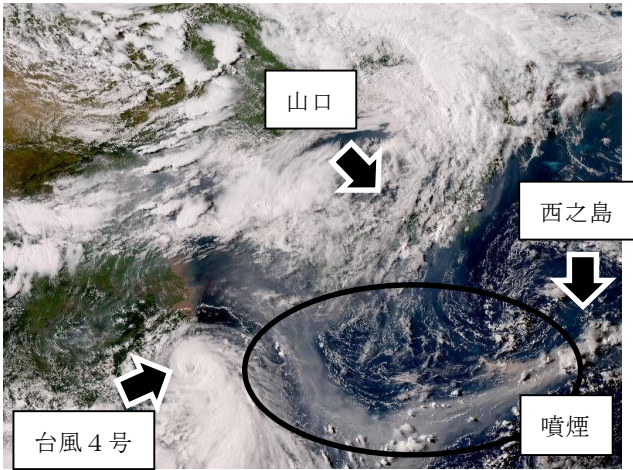


図 6 衛星画像 (2020 年 8 月 3 日 17:00 JST)

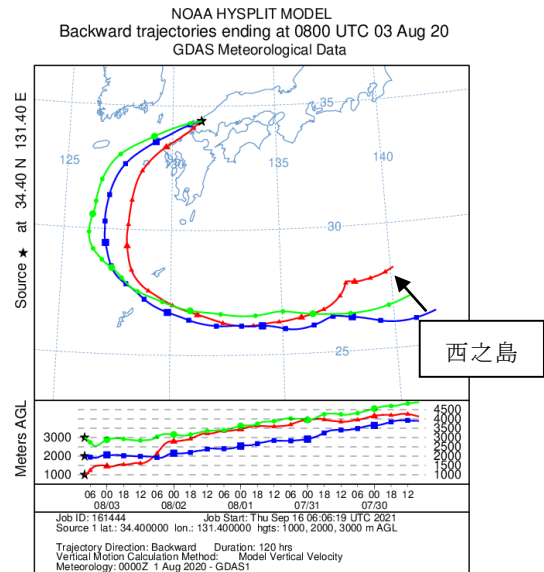


図 7 後方流跡線 (2020 年 8 月 3 日 17:00 JST)

## 2 PM<sub>2.5</sub> 成分分析

イオン成分は、PM<sub>2.5</sub> の高濃度時に SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> と NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の濃度が著しく上昇した (図 8、9)。また、8 月 3 日から 6 日にかけてイオンバランスが大きく崩れアニオン側に傾いていた。これは、噴火により放出された SO<sub>2</sub> 由来の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> が硫酸ミストの形で存在しているためと考えられ、過去の噴火でも同様の報告がされている<sup>9)</sup>。SO<sub>2</sub> は高濃度にはならなかったが、これは長距離輸送中に大部分の SO<sub>2</sub> が SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> や硫酸ミストに変化したためと考えられる。なお、火山ガスには塩化水素も含まれている<sup>10)</sup> が、Cl<sup>-</sup> は通常時と同様程度の濃度推移であった。これらの結果からも、今回の事例は火山由来であると推測される。

さらに、無機元素成分では Al、Ca、Cu の濃度増加が見られた (図 10、11)。

炭素成分は、有機炭素および元素状炭素とも目立った変動は見られなかった。有機炭素は燃焼由来の他、植物や生物由来であり、元素状炭素はほとんどが化石燃料由来である。今回の高濃度事例では、有機炭素および元素状炭素は火山成分にほとんど存在しないため、濃度の増加が見られなかったと考えられる。

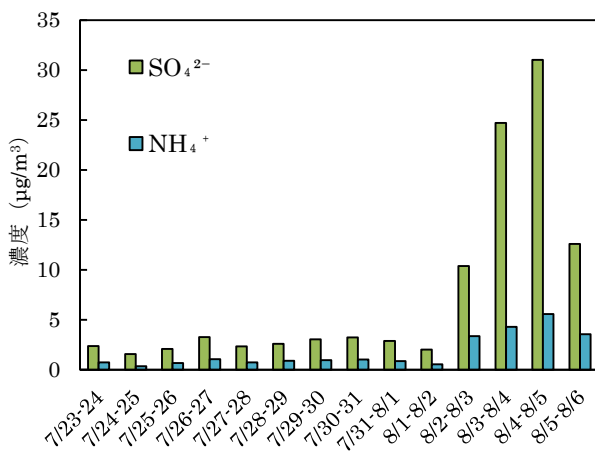


図 8 イオン成分濃度 (環境保健センター)

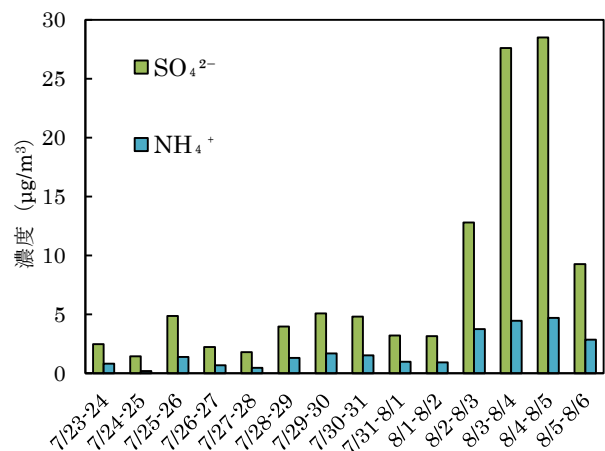


図 9 イオン成分濃度 (周南総合庁舎)

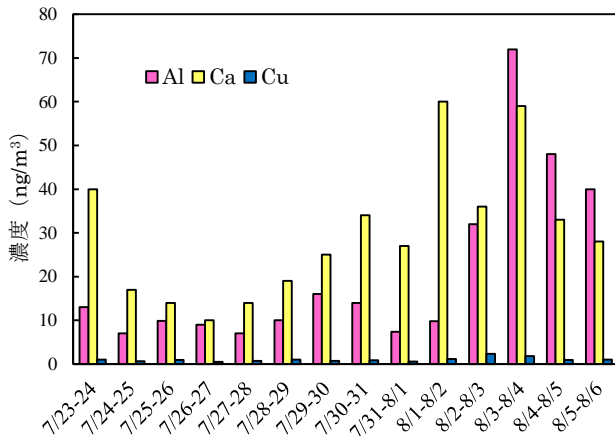


図 10 無機成分濃度 (環境保健センター)

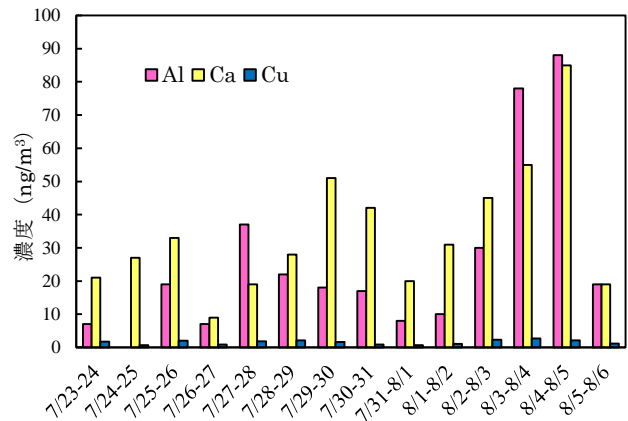


図 11 無機成分濃度 (周南総合庁舎)

## まとめ

2020年8月上旬の山口県内のPM<sub>2.5</sub>高濃度事例は、衛星画像や後方流跡線、PM<sub>2.5</sub>成分分析の結果から、大陸からの越境汚染や瀬戸内の地域汚染ではなく、小笠原諸島の西之島の噴火の影響と考えられた。過去の類似事例として、PM<sub>2.5</sub>の常時監視が義務化される前の2000年9月21日から22日に三宅島の噴火によりSO<sub>2</sub>とSPM濃度が上昇した事例があり、PM<sub>2.5</sub>もかなりの高濃度であったと推測される。また、三宅島に近い関東ではSO<sub>2</sub>濃度の1時間値が最高500ppb近くまで上昇し、複数の自治体で硫酸化物注意報が発令され、異臭による苦情も発生した<sup>10)</sup>。しかし、今回の事例は、西之島から距離が大きく離れており、SO<sub>2</sub>の輸送過程においてその殆どが硫酸塩になったために、注意報等の発令に至る濃度にはならなかったと考えられる。今回のような火山の噴火に伴うPM<sub>2.5</sub>の濃度上昇は稀な現象だが、今後も火山活動に注意する必要がある。

## 参考文献

- 1) 中込和徳 町田哲 掛川英男：2020年8月上旬のPM<sub>2.5</sub>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 Vol.46 No.2 (2021)
- 2) 国立環境研究所：大気汚染予測システムVENUS，<https://venus.nies.go.jp/>，(参照 2020-8-10)
- 3) 九州大学：SPRINTARS，<https://sprintars.riam.kyushu-u.ac.jp/forecastj.html>，(参照 2020-8-10)
- 4) 日本気象協会：tenki.jp，<https://tenki.jp/pm25/>，(参照 2020-8-10)
- 5) 環境省水・大気環境局：微小粒子状物質(PM2.5)の成分分析ガイドライン，(平成23年7月29日)
- 6) 国土交通省：気象庁ホームページ，ひまわり黄砂監視画像，<https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosa/himawari/>，(参照 2020-8-10)
- 7) NOAA(米国海洋大気局)：HYSPLIT Trajectory Model，<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>，(参照 2020-8-10)
- 8) 環境省：そらまめ君，<http://soramame.taiki.go.jp/>，(参照 2020-8-10)
- 9) 薩摩林光：中部山岳地域における大気中酸性・酸化性物質の挙動 - 粒子状二次生成物質の長距離輸送と火山ガスによる環境影響 - ，長野県環境保全研究所研究報告，3：1-20(2007)
- 10) 米屋由理 井上俊明 豊田恵子：川崎市における三宅島火山ガスによる降水への影響，川崎市公害研究所年報，第28号(2001)