

9. 8 大気環境科

大気環境科では、大気環境監視テレメータシステムにより得られる観測データの常時監視、微小粒子状物質(PM_{2.5})の成分測定(イオン成分、炭素成分、無機元素)、ベンゼン等の有害大気汚染物質調査、酸性雨環境影響調査、航空機騒音調査等を行っている。

1. 試験検査・監視等調査業務

(1) 大気汚染監視調査(環境政策課事業)

島根県は一般環境大気測定局7局(安来市、雲南市、出雲市、大田市、江津市、浜田市、益田市)を設置し、大気環境の状況把握を行っている。当研究所には大気環境監視テレメータシステムの監視センターが設置されており、大気環境の常時監視、測定機器の稼働状況の把握、測定データの確定作業を行った。なお、西津田自動車排出ガス測定局については、松江市の中核市移行に伴い、平成30年度から松江市が管理運営している。

信頼性の高い測定データを確保するために、光化学オキシダント計の目盛校正を各測定局で行った。

令和3年度は100ppbを超える光化学オキシダント高濃度事象が、5月に1日観測された。

微小粒子状物質(PM_{2.5})については、平成25年4月から安来市、出雲市、大田市、江津市、益田市、平成25年7月から雲南市で開始した質量濃度の常時監視、平成25年10月(秋季)から浜田市及び隠岐の島町で開始した成分測定(イオン成分、炭素成分、無機元素)を継続して実施した。

(2) 有害大気汚染物質調査(環境政策課事業、松江市受託事業)

優先取り組み有害大気汚染物質について、県は、安来市中央交流センターで、松江市は、中核市移行に伴い平成30年度からこれまで県が調査を行っていた国設松江大気環境測定所、馬漕工業団地周辺、西津田自動車排出ガス測定局の計3地点で、環境省は、隠岐酸性雨測定所で環境モニタリング調査を実施した。なお、松江市が調査を実施した3地点については、松江市から委託を受け、当所が分析を行った。

(3) 酸性雨環境影響調査(環境政策課事業)

酸性雨状況を把握して被害を未然に防止することを目的に、松江市と江津市の2地点でWet-Only採取装置による降水のモニタリング調査を行った。

(4) 国設松江大気環境測定所管理運営(松江市受託事業)

環境省が全国9か所に設置する国設大気環境測定所のひとつである松江大気環境測定所は、昭和55年から松江市西浜佐陀町の現在地で稼働しており、測定機器の保守管理を行っている。

(5) 国設酸性雨測定所管理運営(環境省受託事業)

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)は2001(平成13)年1月に本格運用を開始し、現在13ヶ国が参加している。

日本には湿性沈着モニタリングサイトとして9地点あり、島根県には国設隠岐酸性雨測定所(平成元年度開設)が設置されている。降水自動捕集装置、気象観測装置、乾式SO₂-NO_x-O₃計、PM₁₀・PM_{2.5}測定装置、フィルターパック法採取装置が整備されており、測定局舎と、測定機器の保守管理および湿性・乾性沈着モニタリングの調査を行った。

なお、EANETの湿性沈着モニタリングサイトであった国設蟠竜湖酸性雨測定所は、平成31年3月をもって、湿性・乾性沈着モニタリング、SO₂、NO_x、O₃の測定、PM₁₀、PM_{2.5}の測定を終了した。

また、平成12年度から環境放射性物質モニタリングが、隠岐・蟠竜湖の両測定所において行われている。

(6) 黄砂実態解明調査(環境省受託事業)

環境省が全国5か所に設置するライダーモニタリングシステム(松江市、平成17年4月設置)の保守管理を行った。

(7) 三隅発電所周辺環境調査(環境政策課事業)

三隅火力発電所周辺の大気環境モニタリングについて、浜田保健所及び益田保健所が試料採取を、当所が重金属類10物質の分析をそれぞれ担当した(2回/年)。

(8) 化学物質環境汚染実態調査(環境省受託事業)

POPs条約対象物質及び化学物質審査規制法第1、2種特定化学物質等の環境汚染実態を経年的に把握することを目的として、隠岐酸性雨測定所において、11月に大気モニタリング調査が実施され、当科はサンプリング機材の調整、準備を行った。

(9) 航空機騒音調査(環境政策課事業)

松江、出雲の各保健所が実施する航空機騒音調査について、当科は騒音計の校正、データ確認及び技術支援を行った。調査回数は、美保飛行場:連続14日間調査を2回、出雲空港:連続7日間調査を4回であった。

(10) 花粉観測システム管理運営(環境省受託事業)

環境省が当所に設置した花粉観測システム(はなこさん)によって、花粉の飛散状況をリアルタイムで情報提供した(令和3年2月~令和3年5月)。

なお、環境省による本事業は令和3年5月31日までの観測をもって終了した。

2. 研究的業務

- (1) 光化学オキシダント及びPM_{2.5}の生成に関連する炭化水素類等の挙動把握に関する研究(平成30～令和3年度)

島根県において光化学オキシダント(Ox)及び微小粒子状物質(PM_{2.5})生成への関与が明らかになっていない炭化水素類及びアルデヒド類について、炭化水素類は容器(キャニスター)採取-ガスクロマトグラフ質量分析(GC/MS)法、アルデヒド類は固相捕集-高速液体クロマトグラフ(HPLC)法により、高濃度時を中心に松江で濃度測定を行い、松江における生成関連物

質濃度と光化学Ox及びPM_{2.5}の濃度変動との関連性を把握する。令和3年度は、炭化水素類及びアルデヒド類の濃度測定を行った。

- (2) 隠岐島における大気粉塵のモニタリングに関する研究(令和2～4年度)

国立環境研究所が1983年12月から1ヶ月単位で採取した大気粉塵(浮遊粒子状物質)試料について分析し、共同でデータ解析を行う。令和3年度は共同研究者と分析方法や解析方法について、協議を複数回行い、実試料を用いて、前処理及び分析方法等の検討を行った。

近年の島根県内における PM_{2.5} の観測結果

江角 敏明・小原 幸敏・草刈 崇志

1. はじめに

令和元年度における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の全国の環境基準達成率は一般環境大気測定局で 98.7%、自動車排出ガス測定局で 98.3% であり、年平均値は年々減少している (環境省, 2021)。島根県内の測定局でも同様に減少傾向であるが、県内には大規模な発生源は少ないことから大陸起源の影響を受けやすく、特に隠岐諸島は汚染源が非常に少ないことから越境汚染の影響調査を行う上で重要なバックグラウンド地域である。当研究所ではバックグラウンド地域である隠岐諸島に加え、松江市において PM_{2.5} の成分濃度測定 of 通年観測を実施しているが、2014 年 5 月から 2022 年 1 月にかけて実施した PM_{2.5} の成分分析結果について報告する。

2. 調査方法

調査地点は、国設隠岐酸性雨測定所 (以下、隠岐) 及び国設松江大気環境測定所 (以下、松江) の 2 地点で行った。

質量濃度は、隠岐では紀本電子工業 (株) PM-712 (~2021. 1. 31)、松江では Thermo 社 TEOM-1405-DF (~2015. 3. 25) と Model 5030 SHARP Monitor (2015. 3. 26~) を用いて 1 時間ごとに測定した。なお、隠岐の PM-712 については 2021. 1. 31 以降故障していることから、環境省が公表している微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分自動測定結果 (紀本電子工業 (株) ACSA-14) の確定値を使用した。また、2021 年の夏には台風による被害があり、国設隠岐酸性雨測定所の長期間の停電があったため、2021 年 8~9 月は欠測とした。

成分濃度は大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル (環境省; 2019) に従い測定を行った。隠岐では Thermo 社 FRM-2025i、松江では Thermo 社 Partisol2000-FRM (~2018. 9. 6) 及び Thermo 社 FRM-2025i (2018. 9. 7~) を各地点に 2 台用いて、イオン成分及び炭素成分は石英繊維フィルタ (2500QAT-UP) に、無機元素成分は PTFE フィルタ (WP-500-50) に捕集し、イオン成分はイオンクロマトグラフ法、炭素成分はサーマルオプティカル・リフレクタンス法、無機成分は

マイクロウェーブ分解-誘導結合プラズマ質量分析法により分析した。フィルタ捕集について、原則として四季ごとに行われる常時監視調査の間と春季の高濃度予測期間は 24 時間毎に行い、それ以外は 168 時間毎に、吸引流量 16.7L/min でサンプリングを実施した。サンプリング単位ごとに得られた測定値を流量で加重平均にして算出した値を月平均値とした。月を跨ぐサンプリングの場合は、開始日時を基準とした。なお、隠岐ではサンプラー故障や長期停電により 2020 年 1~2 月及び 2021 年 8 月以降はサンプリングができなかったため欠測とした。

3. 結果と考察

3. 1 PM_{2.5} 質量濃度

PM_{2.5} 質量濃度の月間平均値の推移を図 1 に示す。隠岐と松江ともに減少傾向 ($p < 0.001$; Mann-Kendall 検定) であるが、2020 年以降でさらに減少していた。月平均値では松江より隠岐が低くなる月が多いことからローカルな汚染が現れていると思われた。一方、両地点とも同様の推移をしているため、松江においても月平均で見ればバックグラウンドと大差ないことから、松江においても越境汚染の影響が強く表れていることが示された。

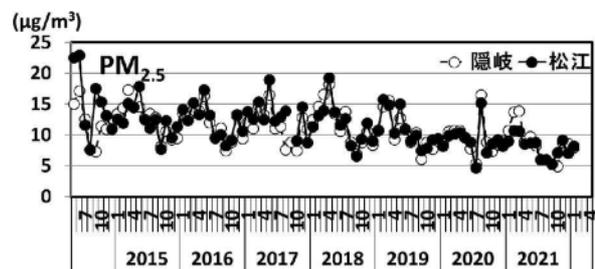


図 1. PM_{2.5} 質量濃度の推移

3. 2 イオン成分

本調査ではイオン成分が PM_{2.5} 質量濃度のうち約 4 割を占めていた。その中でも硫酸イオン (SO₄²⁻) が最も多く、次いでアンモニウムイオン (NH₄⁺) 及び硝酸イオン (NO₃⁻) となっている。図 2 にそれらの推移を示す。ナ

トリウムなど他の成分も測定はしているが、本報告では掲載しない。2020年頃から硫酸イオン及びアンモニウムイオンが減少していた。原因として、2020年1月から船舶の燃料油に含まれる硫黄分濃度の規制が開始されたこと（国土交通省）、新型コロナウイルス感染症による経済活動の縮小、さらに2020年は暖冬であった（気象庁, 2021）ため燃料の使用が少なかったなどの複合的な原因が考えられるが、2021年も低いままであることから硫黄規制が最も効果的であったと考えられる。なお、2020年8月に隠岐も松江も硫酸イオンにピークが確認できるが、これは小笠原諸島西ノ島の噴火により二酸化硫黄などの火山ガスから二次生成された硫酸塩が当地域にも流入したためと推察される。また、質量濃度に対する硫酸イオンの割合も変化しており、12か月の平均で2014～2016年度は約28～29%、2017～2019年度は約24～25%、2020年度は約22%と段階的に減少した。一方松江は約25～27%で大きな変化は見られなかった。硝酸イオンは春季に増加するが、本調査期間において変化は確認されなかった。

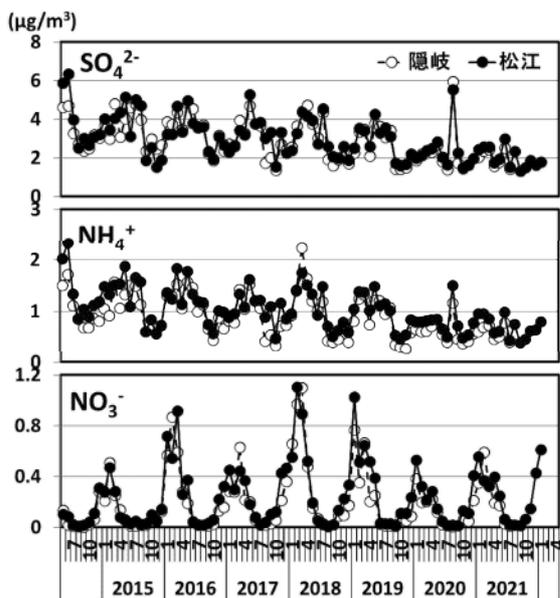


図2. イオン成分の推移

3. 3 炭素成分

有機炭素(OC)と元素状炭素(EC)の推移を図3に示す。測定期間中は毎月の平均でOCが約1.8倍、ECが1.6倍松江のほうが高かったことから、イオン成分など以上に地域的な汚染が現れていると思われる。いずれも減少傾向にあるが、イオンと同様、2020年以降での顕著な減少が見られた。

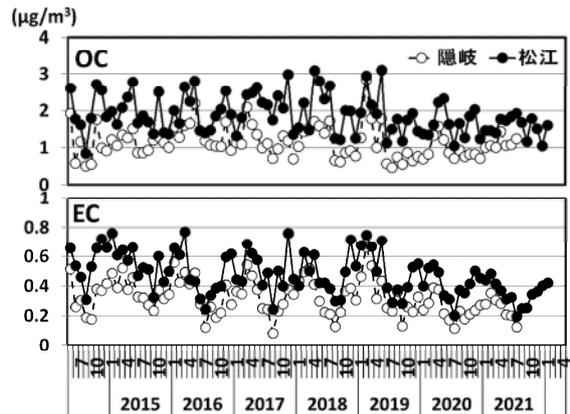


図3. 炭素成分の推移

3. 4 無機成分

無機成分は40元素以上について測定をしているが、本報告では特徴的であった元素のみ報告する。また、2020年6～7月の松江は近隣の工事の影響が見られたので欠測とした。

図4に鉛(Pb)、バナジウム(V)の濃度及びそれぞれ亜鉛(Zn)とマンガン(Mn)との比の推移を示す。Pb/Zn比は大陸からの長距離輸送の指標とされており(日置ら, 2009)、国内起源の場合はPb/Zn=0.2～0.3程度、大陸起源の場合にはPb/Zn=0.5～0.6程度と推定されている。Pb/Znはほぼ横ばいであるが、Pb濃度自体は減少傾向にあることから、越境汚染は減少しているものと考えられる。

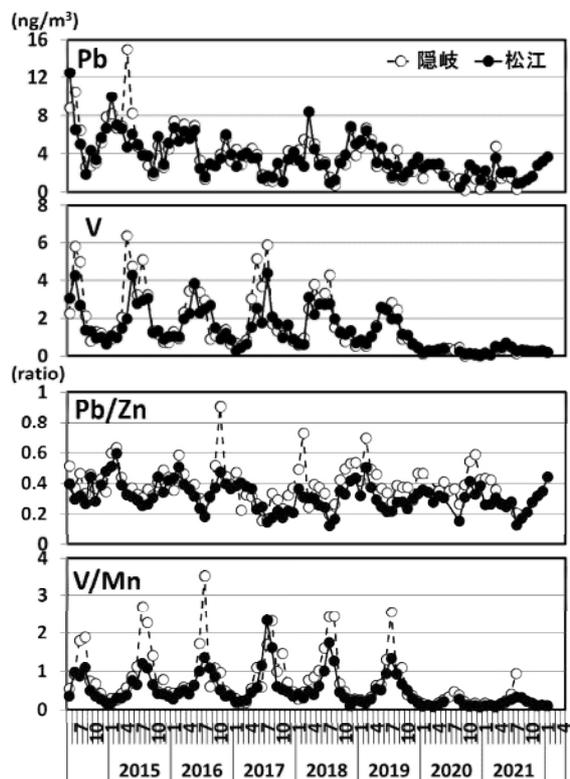


図4. Pb, V, Pb/Zn 及び V/Mn の推移

また、石油燃焼の指標とされる V/Mn については夏に上昇する傾向にあるが、2019 年までは隠岐において夏季に 2~3.5 まで上昇していたが、2020 年は 0.5 と急激に低くなっていた。松江においても 1~2.5 であったが 0.3 程度までしか上昇しなかった。夏は南よりの風が多いことから大陸より日本本土方面からの影響を受けやすいと考えられるが、この結果が船舶の燃料油規制により不純物の少ない燃料の使用が進んだ結果と考ええると、夏季において本地域は海洋からの影響を大きく受けていることが予想される。

4. まとめ

隠岐及び松江の島根県内 2 地点において、2014 年 5 月から 2022 年 1 月にかけて PM_{2.5} の成分分析を実施した。調査期間内においては全体的に減少傾向が確認できたが、特に 2020 年からの減少が大きく、硫黄規制やコロナ禍による影響などが考えられた。成分で見た場合、硫酸イオンやアンモニウムイオン、炭素成分、バナジウムにその傾向が特に現れていた。

大気環境は気象条件によって大きく変化する。今後気候変動により PM_{2.5} や光化学オキシダントの規模や発生時期の変化もあると思われるので、粒子状物質をはじめとする大気環境に係る継続的な調査が必要である。

5. 参考文献

- 環境省；令和元年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る 常時監視測定結果(2021)
- 環境省；気中微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分測定マニュアル（2019）
- 環境省；令和元年度大気汚染状況報告書 第 7 章 微小粒子状物質（2021）
<https://www.env.go.jp/content/900403987.pdf>
(2022. 12. 1 アクセス)
- 気象庁；2020 年(令和 2 年)の日本の天候(2021)
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2101/04b/tenko2020.html> (2022. 12. 12 アクセス)
- 国土交通省 HP；SOx 規制への対応について
https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_fr7_000019.html (2022. 12. 7 アクセス)
- 日置正, 紀本岳志, 長谷川就一, 向井人史, 大原利真, 若松伸司(2009): 松山, 大阪, つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度比による長距離輸送と地域汚染特性の解析. 大気環境学会誌. 44:91-101.

島根県における光化学オキシダントの概況 (2021 年度)

小原 幸敏・江角 敏明・草刈 崇志

1. はじめに

これまで日本においては、大気汚染対策に係る様々な取り組みの推進によって、光化学オキシダント（以下、光化学 O_x）の原因物質である窒素酸化物（NO_x）や揮発性有機化合物（VOC）等の大気環境中の濃度は低減してきている。しかし光化学 O_x 濃度は近年横ばいの傾向にあり、環境基準（1 時間値 0.06ppm 以下）の達成率は依然として極めて低い状況である（2020 年度は一般局で 0.2%、自排局で 0%）。

島根県においては 4 月から 6 月にかけて高濃度の光化学 O_x が観測される傾向にあり、2019 年 5 月には 0.12ppm を超える高濃度の光化学 O_x が県内全域で観測され、島根県で初めてとなる「光化学オキシダント注意報」が発令された。

本報では、2021 年度の島根県における光化学 O_x の概況について報告する。

2. 解析方法

県内 8ヶ所に設置されている一般環境大気測定局から東部と西部の代表地点として国設松江局（以下、松江）及び益田合庁局（以下、益田）の観測データ（光化学 O_x の 1 時間値及び気象データ）を用い、2021 年度の光化学 O_x の汚染状況について解析を行った。

3. 解析結果

2021 年度の松江及び益田において光化学 O_x 濃度の 1 時間値が環境基準の 0.06ppm を超過した時間数を月ごとに集計したものをそれぞれ図 1 及び図 2 に示す。0.06ppm を超過した時間数は松江においては 5 月（137 時間）、3 月（68 時間）、4 月（58 時間）の順で多く、益田においては 5 月（92 時間）、6 月（67 時間）、4 月（63 時間）の順で多かった。松江、益田ともに 4～6 月、3 月に 0.06ppm を超過した時間数が多く、特に 5 月が最も 0.06ppm を超過した時間数が多かった。

2021 年の全国における光化学 O_x 注意報の月別発令延日数を表 1¹⁾ に示す。月別の発令延日数は 8 月が 17 日で最も多く、6 月が 8 日、7 月が 3 日、5 月が 1 日であった。全国的には夏場に光化学 O_x 濃度が高くなる傾向が見られ、特に 8 月に濃度が高くなっていた。

島根県では 3～6 月に高濃度となることが多く、7～8 月には高濃度となる時間が少なかった。県内の光化学 O_x の汚染状況は同様の傾向が見られ、全国的な傾向とは異なる傾向であった。

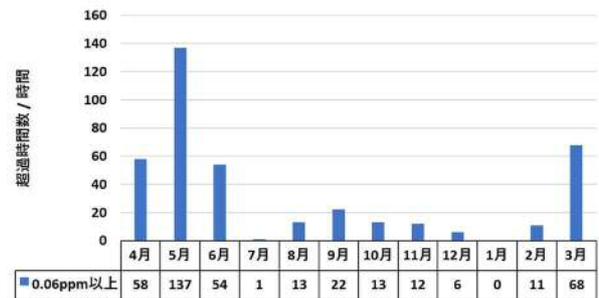


図 1 2021 年度の松江において光化学 O_x の 1 時間値が 0.06ppm を超過した時間数

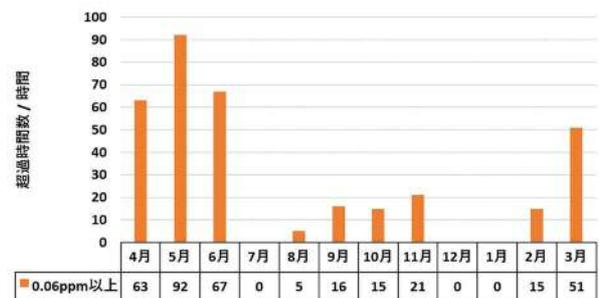


図 2 2021 年度の益田において光化学 O_x の 1 時間値が 0.06ppm を超過した時間数

表 1 2021 年の全国における光化学 O_x 注意報の月別発令延日数 (単位: 日)

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
0	1	8	3	17	0	0	29

(2021 年 警報発令無し)

2021 年度の松江の 4～6 月、3 月において光化学 O_x 濃度が環境基準の 0.06ppm を超過した時間の風向頻度を図 3 に示す。6 月に北北東方向の頻度が比較的高くなっていたが、どの月も西方向が最も頻度が高かった。松江においては 0.06ppm 以上となった月はどの月も概ね同様の傾向が見られた。

2021 年度の益田の 4～6 月、3 月において光化学 O_x 濃度が環境基準の 0.06ppm を超過した時間の風向頻度を図 4 に示す。4～6 月は概ね北西

方向から南西方向の頻度が高くなっており、西北西方向が最も頻度が高かった。3月は他の月と異なり、南方向の頻度が最も高く、西北西方向、東北東方向の頻度も比較的高い特徴的な分布となった。

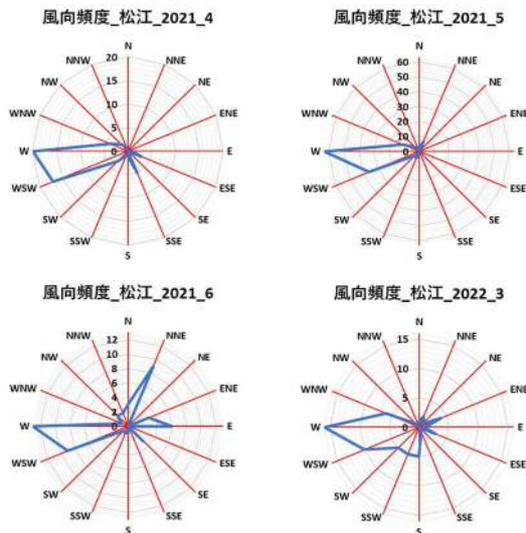


図 3 2021 年度の松江の光化学 0x 濃度 0.06ppm 以上観測時における風向頻度

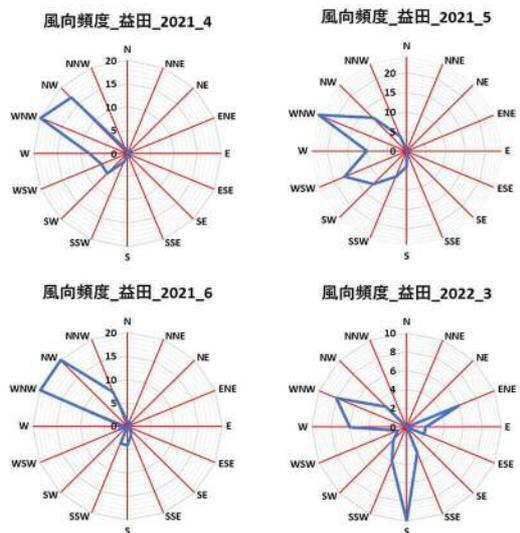


図 4 2021 年度の益田の光化学 0x 濃度 0.06ppm 以上観測時における風向頻度

4. まとめ

島根県の東部と西部の代表地点として松江及び益田を選定したが、どちらの地点でも 3～6 月に西方向からの風が吹いているときに 0.06ppm を超過する時間が多かった。

松江と益田では 0.06ppm 以上観測時の風向が若干異なっていたが、風向を地表付近で測定しているため、建物や山など地表付近の地形による違いが見られたと考えられる。

気候変動の影響で、これまで以上に高濃度の光化学 0x が観測される可能性があり、光化学 0x 注意報の発令頻度も高くなっていくと考えられる。そのため今後も引き続き光化学 0x 濃度を監視し、気象パターンも含めた解析を続けていく必要がある。

5. 参考

- 1) 環境省 令和 2 年光化学大気汚染の概要
— 注意報等発令状況、被害届出状況 —