

## 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<sub>2.5</sub>)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。

微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)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、馬淵工業団地周辺、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SO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>-O<sub>3</sub>計、PM<sub>10</sub>・PM<sub>2.5</sub>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、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>の測定、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>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。ライダーモニタリングシステムについては、平成21年10月にN<sub>2</sub>ラマン散乱チャンネルが増設され、数値化データを求めるために仮定されていた係数の一部が測定できるようになった。

#### (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、10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2年2月~令和2年5月)。

## 2. 研究的業務

- (1) 光化学オキシダント及びPM<sub>2.5</sub>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(O<sub>x</sub>)及び微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)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O<sub>x</sub>及びPM<sub>2.5</sub>の濃度変動との関連性を把握する。令和元年度及び2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。

## 島根県における光化学オキシダント高濃度事象 (2020 年度)

小原 幸敏・藤井 未希・園山 隼人・藤原 誠

### 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<sub>x</sub>) の原因物質である窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub> 濃度は近年横ばいの傾向にあり、環境基準 (1 時間値が 0.06 ppm 以下であること) の達成率は依然として極めて低い状況である (令和元年度は一般局で 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<sub>x</sub> が観測される傾向にあり、2019 年 5 月には 0.12 ppm を超える高濃度の光化学 O<sub>x</sub> が県内全域で観測され、島根県では初めてとなる「光化学オキシダント注意報」を発令した。

本報では、2020 年度に観測された光化学 O<sub>x</sub> 高濃度事象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の観測データ (1 時間値) を用い、光化学 O<sub>x</sub> 濃度が 0.10 ppm を超えた事象について、気象状況、光化学 O<sub>x</sub> 濃度の経時変化及び後方流跡線の解析を行った。後方流跡線解析は、高濃度光化学 O<sub>x</sub> 観測時の気塊の動きを把握することを目的に、NOAA「HYSPLIT」モデルを用いて、0.10 ppm を超過した測定局の上空 1,500m を初期値として三次

元法による計算 (最高濃度観測時間から 72 時間遡及) を行った。

### 3. 解析結果

2020 年度に島根県で観測された光化学 O<sub>x</sub> 高濃度事象は 8 月 20 日の 1 事象のみであった。例年とは異なり、8 月に 0.10 ppm を超過したこの事象の概況を表 1 に、解析結果を以下に示す。

2020 年 8 月 18 日から 20 日における天気図を図 1 に示す。この期間、東シナ海に高気圧が停滞しており、沖縄から東北にかけて広い範囲で晴れていた。島根県でも高気圧に覆われて全域で晴れており、降水を観測した地点はなかった。

2020 年 8 月 20 日の県内 8 局における光化学 O<sub>x</sub> 濃度の経時変化を図 2 に示す。いずれの測定局でも 14 時頃までは同様の推移を示していたが、それ以降は益田合庁、浜田合庁、江津市役所及び大田で濃度が上昇し始め、16 時には益田合庁及び浜田合庁、18 時には江津市役所で 0.10 ppm を超過した。県内最高濃度は浜田合庁で 17 時に 0.115 ppm であった。島根県で観測される光化学 O<sub>x</sub> 高濃度事象は、光化学 O<sub>x</sub> の高濃度観測地域が西から東へと推移する傾向にあるが、本事象では県西部でのみ濃度の上昇が見られ、県東部では 14 時頃から濃度が減少している地点もあった。

表 1. 2020 年度における高濃度光化学 O<sub>x</sub> 事象の概況

No.	年月日	最高濃度 / ppm	0.10 ppm 以上が観測された測定局*	気圧配置	後方流跡線
1	2020/8/20	0.115 (17 時)	益田合庁、 <u>浜田合庁</u> 、江津市役所	東シナ海 高気圧	黄海 朝鮮半島

※太字下線部は最高濃度を観測した測定局

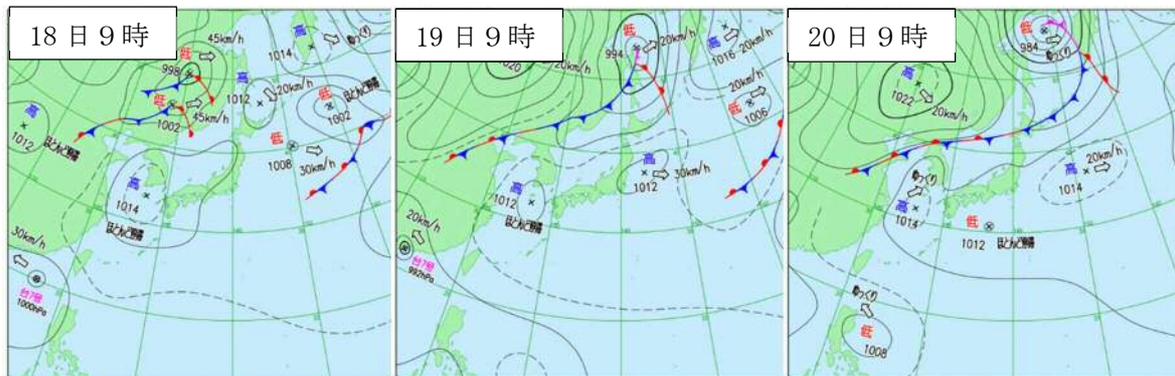


図 1 2020 年 8 月 18 日から 20 日における天気図 (気象庁 HP より)

期間中最高濃度が観測された2020年8月20日17時の浜田合庁における後方流跡線解析結果を図3に示す。後方流跡線は、東シナ海上に位置していた高気圧を時計回りに回るように黄海及び朝鮮半島を經由して浜田合庁に到達していた。このことから、本事象は朝鮮半島周辺からの光化学0xの移流によるものだと考えられる。

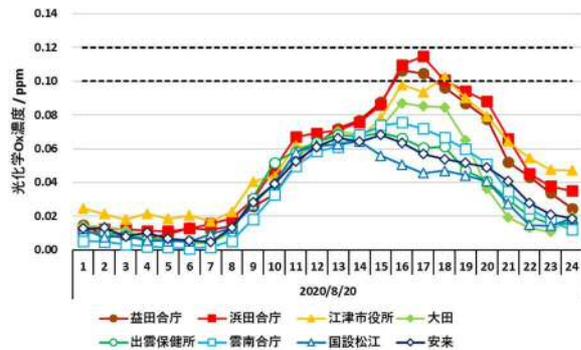


図2 2020年8月20日の県内8局における光化学0x濃度の経時変化

#### 4. まとめ

2020年度に観測された高濃度光化学0x事象は1事象のみであった。この事象では、春にみられる東シナ海高気圧の停滞による高濃度が8月に観測された。また、例年とは異なり、県西部でのみ濃度が上昇した。

気候変動の影響によって、これまでとは異なる地域・季節において高濃度の光化学0xが観測さ

れる可能性がある。そのため、今後も引き続き光化学0xの監視及び解析を続けていく必要がある。

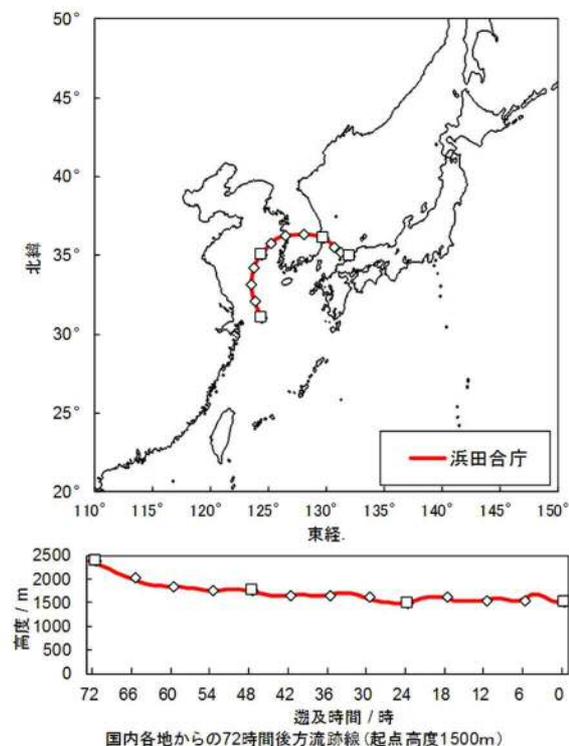


図3 2020年8月20日17時の浜田合庁における後方流跡線解析結果

## 島根県における光化学オキシダント生成に関する 揮発性有機化合物濃度調査 (2019~2020 年度)

藤井 未希・小原 幸敏・園山 隼人・藤原 誠

### 1. はじめに

全国における光化学オキシダントの環境基準(1 時間値が 0.06ppm 以下であること)達成状況は極めて低い状況が継続している。平成 27 年度から令和元年度の期間における環境基準達成率は、一般環境大気測定局で 0~0.2%、自動車排出ガス測定局で 0%であった。(環境省, 2021)

光化学オキシダントの主成分はオゾンであり、オゾンは酸素存在下における二酸化窒素の光分解により生成する。その反応は可逆反応であるが、揮発性有機化合物(VOC)存在下では連鎖反応となるためオゾン生成が加速される。VOC は人為的起源により発生するもの、自然界で発生するものなど様々あるが、種によりオゾン生成に寄与する能力が異なることが知られている。(Carter, 2010)

光化学オキシダント低減に向けた取り組みとして、2019 年度及び 2020 年度に VOC 濃度の調査を行い、また、最大オゾン生成能(Maximum Incremental Reactivity:MIR 値)を用いた評価を行ったので報告する。

### 2. 調査方法

サンプリングは島根県保健環境科学研究所敷地内で実施した。四季ごとに 24 時間単位のサンプリングを 3 日間連続で行った。期間については表 1 に示す。また、オキシダントが高濃度となることが予測された②の 2 日間についてもサンプリングを行った。

分析対象物質はアルカン 27 成分、アルケン 8 成分、芳香族炭化水素 16 成分、植物起源炭化水素 3 成分、アルデヒド類 2 成分の合計 56 成分とした。試料の採取および分析は、有害大気汚染物質測定方法マニュアル(環境省, 2011)に従い、アルデヒド類以外は容器採取-ガスクロマトグラフ質量分析法、アルデヒド類は固相捕集-高速液体クロマトグラフ法を用いた。オゾン濃度は国設松江大気環境測定局の値を用いた。

表 1 調査期間

期間	備考
①2019 年 4 月 22~25 日	春
②2019 年 5 月 23~25 日	高濃度
③2019 年 7 月 22~25 日	夏
④2019 年 10 月 28~31 日	秋
⑤2019 年 12 月 17~20 日	冬
⑥2020 年 4 月 20~23 日	春
⑦2020 年 8 月 3~6 日	夏
⑧2020 年 10 月 26~29 日	秋
⑨2021 年 1 月 25~28 日	冬

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 VOC の成分別濃度

図 1 に調査期間における VOC の成分種別濃度を示す。全体でアルカンが最も多く、次いでアルデヒド類、芳香族炭化水素の順で、それぞれ約 40、30、20%を占めていた。アルカンについて、2019 年度は夏、2020 年度は春が低く、両年とも秋から冬が高い傾向であった。アルケンは 2019 年度の変化は少なかったが、2020 年度の春に低く、冬に向かって増加していた。芳香族炭化水素は両年とも秋に高くなる傾向があった。また、⑥の 4/21 に非常に高い値を示したが、これはお隣で除草作業が行われたことによる影響であると考えられ、翌日には消失した。植物起源炭化水素は 2020 年度の春に低く、夏に高い値を示した。アルデヒド類は②の高濃度時に高い値を示していたがそれ以外はおおむね横ばいで、冬に減少傾向であった。

各物質では、最も多く検出されたのはアセトアルデヒド、次いでプロパン、ホルムアルデヒド、トルエンで、それぞれ 10~20%を占めていた。プロパンは冬になるにつれ高くなっていった。トルエンは季節変動が少ないが⑥の 4/21 の芳香族炭化水素の高い値が検出さ

れた際はトルエンが多く検出されていた。アセトアルデヒドとホルムアルデヒドは、一年中検出されたが冬季に減少傾向を示した。特徴的であったのがアセトアルデヒドで、②の高濃度の時は他の期間に比べ約2倍検出された。図2にホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの濃度を示す。

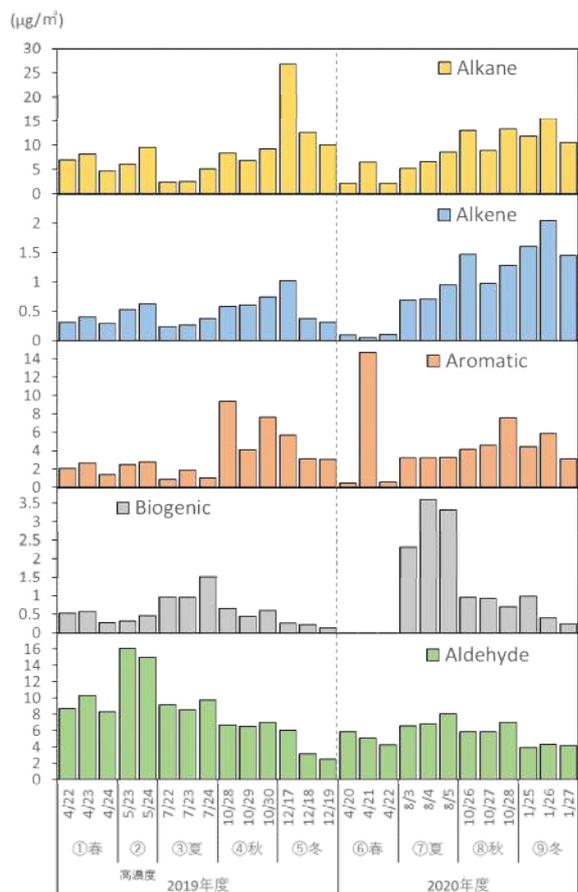


図1. VOCの成分種別濃度

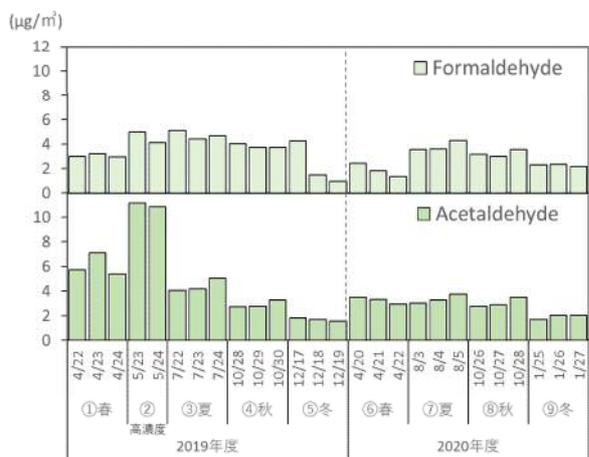


図2 ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの濃度

### 3. 2 最大オゾン生成推計濃度

光化学オキシダント生成の寄与を評価する指標としては、単位量のVOCが生成しうる最大のオゾン量を示すMIR値が用いられており、VOC濃度にMIR値を乗じることで最大オゾン生成推計濃度 ( $\mu\text{g-O}_3/\text{m}^3$ ) が算出できる。

図3に調査期間における成分別最大オゾン生成推計濃度および光化学オキシダント濃度を、図4にその成分比を示す。

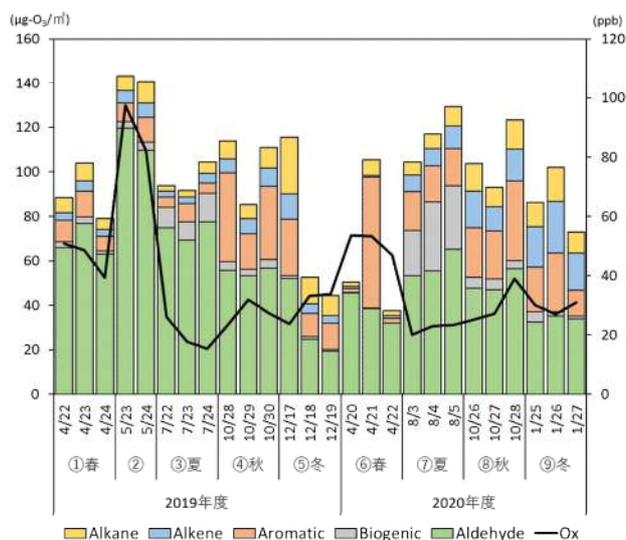


図3 最大オゾン生成推計濃度と光化学オキシダント(Ox)濃度

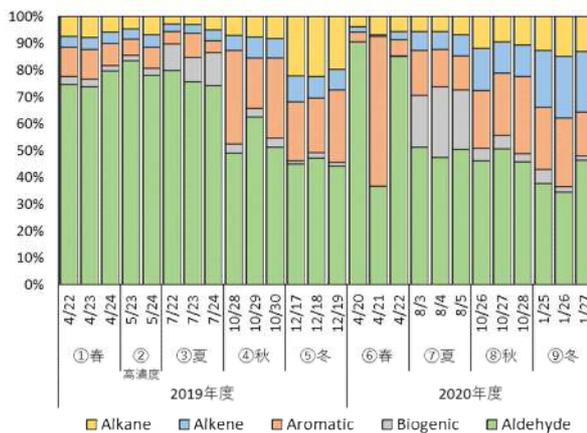


図4 最大オゾン生成推計濃度比

調査期間全体ではアルデヒド類の最大オゾン生成推計濃度比が高く、本調査期間の平均で6割を占めていた。季節ごとの平均だと春は約7割であったのに対し、夏は6割、秋は5割、冬は4割と下がる傾向があった。2019年度と2020年でも差があり、特に2020年度の春

(⑥4/21を除く)はアルデヒド類が約9割であった。次いで多かったのは芳香族炭化水素であり、傾向としては春～夏の濃度が低く、秋が最も高かった。アルカン及びアルケンが冬が最大となった。植物起源炭化水素については植物の活性が盛んな夏季が最も高くなった。

季節ごとに各物質を最大オゾン生成推計濃度で比較したとき(表2)、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、プロピレン、*m, p*-キシレンが上位物質で頻出しており、夏季はそれに植物起源炭化水素である2-メチル-1,3-ブタジエン(イソプレン)が加わった。気温や日射の増加に伴い植物活性が活発になることが起因していると考えられる。

図4に光化学オキシダント濃度と最大オゾン生成推計濃度を示したが、相関は弱い( $R=0.19$ )。光化学オキシダントは日射が強く、気温が高く風の弱い日に高濃度になることから、今後昼夜別でのサンプリングなどによりデータを収集し、気象条件や地点を考慮して検証していく必要があると考えられる。また、一時的ではあったが、除草作業の影響と考えられる芳香族炭化水素の高濃度指示があった。サンプリングにはそのような時期的なイベントを考慮することも必要であると思われる。

表2. 調査期間における最大オゾン生成推計濃度上位5物質(濃度順)

	春	夏	秋	冬
1位	Acetaldehyde (39%)	Formaldehyde (37%)	Formaldehyde (31%)	Formaldehyde (26%)
2位	Formaldehyde (29%)	Acetaldehyde (23%)	Acetaldehyde (18%)	Acetaldehyde (14%)
3位	Toluene (14%)	2-Methyl-1,3-butadiene (14%)	Toluene (12%)	Propylene (11%)
4位	Propylene (1%)	Toluene (3%)	Propylene (6%)	Toluene (8%)
5位	i-Pentane (1%)	Propylene (2%)	<i>m, p</i> -Xylene (5%)	<i>m, p</i> -Xylene (5%)

## 4. まとめ

2019年4月から2021年1月にかけて島根県保健環境科学研究所において光化学オキシダントの原因物質であるVOCの調査を行った。濃度別ではアルカンが最も多く、次いでアルデヒド類、芳香族炭化水素の順で多く、特徴的であったのは2019年5月のオキシダントが高濃度となった日のアセトアルデヒドであり特に高い値を示した。最大オゾン生成能を用いた評価の結果、アルデヒド類の割合が特に高かった。

2020年4月21日に一時的に芳香族炭化水素が高い値を示したが、周辺状況から考え除草作業が原因であると推察した。ただごく近隣であったことから翌日には消失していた。

光化学オキシダント濃度と最大オゾン生成推計濃度の値は相関が弱いことから、時間や時期、気象条件等を考慮しデータを蓄積し、光化学オキシダント低減に向けた調査を継続することが求められる。

## 5. 参考文献

- Carter, W.P.L. ; Updated Maximum Incremental Reactivity Scale And Hydrocarbon Bin Reactivities For Regulatory Applications. California Air Resources Board Contract, 07-339 (2010).
- 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;有害大気汚染物質測定方法マニュアル(2011)