

2023 年度の千葉県における光化学オキシダントの変動要因について

高橋洋平

1 はじめに

光化学オキシダント（Ox）濃度は、春季（4～5 月）に最も高くなり、夏季に低下したのち秋季に再度高くなる季節変動を示すことが知られている¹⁾。しかし、光化学スモッグ注意報の発令対象となる 120 ppb 以上の顕著な高濃度は夏季に多い。これは、Ox が二次生成する物質であり、前駆物質である窒素酸化物（NOx）や揮発性有機化合物（VOC）が、気温や日射量等の気象条件の影響を強く受け、光化学反応が活発に生じるためである。このように、Ox は、季節変動と、夏季の二次生成による顕著な高濃度化が組み合わさった変動を示す。

Ox の環境基準達成率は全国的にほぼ 0%で、光化学スモッグ注意報も、当県で毎年発令されている状況であり、Ox 濃度の低減は、大気環境行政における大きな課題となっている。

千葉県内の Ox 高濃度事例に着目すると、2023 年度は、計 6 日間、光化学スモッグ注意報が発令され、内訳としては、5 月に 1 回、7 月に 5 回発令されているが、気温が最も高くなる 8 月における発令はなかった。Ox 濃度の各月及び日の差異やその変動要因を把握することは、Ox の低減に向けた効果的な対策を検討する上で有用である。

そこで、本研究では、2023 年度の光化学スモッグ注意報発令期間である 4 月から 10 月までの Ox 濃度の変動及び顕著な高濃度化の要因を把握することを目的に、Ox や前駆物質、気象条件に着目し解析を行った。

なお、Ox はオゾンやペルオキシアセチルナイトレート（PAN）等の総称であるが、本研究では主要成分であるオゾンに注目して解析する。

2 方法

2・1 解析データ及び解析対象期間

解析データは、千葉県大気保全課が行っている大

気環境常時測定結果（以下、「常時監視データ」とする。）を使用した。解析対象の測定局は、県内で Ox を測定している 83 局とした。また、地域区分として、光化学スモッグ注意報等の発令地域（以下、「地域」とする。）を使用し、県内を 10 地域に区分した（図 1）。

加えて、Ox 高濃度時の VOC の状況を把握するため、市原市岩崎西（当センター敷地内）で VOC を 2 時間間隔で連続測定しているデータ（以下、「連続測定データ」とする。）を使用した²⁾。

解析対象期間は、光化学スモッグ注意報発令期間である 2023 年 4 月 1 日から 10 月 31 日までとした。

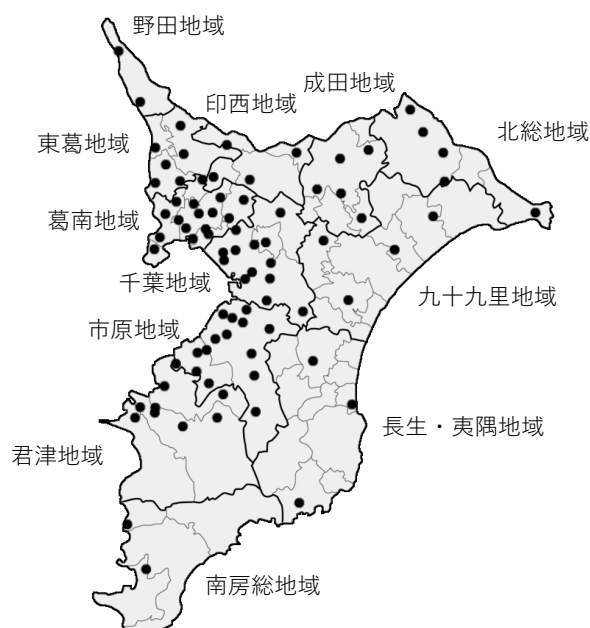


図 1 解析対象測定局及び光化学スモッグ注意報発令地域³⁾

2・2 解析方法

通期（4～10 月）及び Ox 高濃度事例について、解析を行った。

2・2・1 通期（4～10 月）の解析

2・2・1・1 Ox 日平均濃度等の算出

解析対象期間における Ox 濃度の傾向を定量的に把握するため、常時監視データの 1 時間値を使用し、

Ox の日平均濃度等を算出した。

2・2・1・2 Ox 濃度階級別出現率算出

より詳細な濃度傾向を把握するため、Ox 濃度の 1 時間値を 20 ppb ごとに区分し、月ごとに濃度階級別の出現率を算出した。また、地域による差異も確認するため、それぞれ県北西部、県中央部、県北東部、県南部に位置する野田地域、千葉地域、北総地域及び南房総地域の出現率を算出した。

2・2・1・3 Ox の地域内生成の算出

Ox の日中における地域内での二次生成（以下、「地域内生成」とする。）の影響を確認するため、測定局ごとに、6時から20時までの昼間 Ox 平均濃度から、前日の 21 時から当日 5 時までの夜間 Ox 平均濃度を差し引いた濃度⁴（以下、「DPOx」とする。）を算出し、その傾向を確認した。なお、降雨等により DPOx が負の値（昼間 Ox 平均濃度が夜間 Ox 平均濃度よりも低い）となった場合は、日中生成量がなかったものとし、DPOx は 0 とした。

2・2・1・4 気象条件及び前駆物質濃度

千葉地域における気象条件（日射量及び風速等）や前駆物質（NOx 及び非メタン炭化水素（NMHC））の日平均濃度等を算出し、その傾向等について検討した。

2・2・1・5 Ox 高濃度事象の解析

2・2・1・5・1 Ox 高濃度時間数等の算出

Ox 高濃度事象の地域的傾向を把握するため、各測定局の Ox 高濃度時間数及びその割合（以下、「Ox 高濃度出現率」とする。）を算出した。濃度区分は、60 ppb 以上、100 ppb 以上及び 120 ppb 以上とした。Ox 高濃度出現率は、各測定局の濃度区分の時間数を、有効時間数で除算したものである。

2・2・1・5・2 前駆物質の午前平均濃度の算出

Ox は、主に昼過ぎに濃度が最大となることから、顕著な高濃度化の要因を検討するためには、生成が活発に行われる当日午前中の前駆物質の濃度が重要である。そのため、千葉地域の午前中（6～12 時）における NOx 及び NMHC の平均濃度を算出し、日別濃度の分布及びその経月変化を確認した。

2・2・2 Ox 高濃度事例の解析

顕著な Ox 高濃度が確認された際の状況をより詳細に把握するため、光化学スモッグ注意報が広範囲の

地域で発令された 5 月 18 日を対象に、Ox が高濃度となった各測定局の常時監視データの解析等を行った。

加えて、市原地域に光化学スモッグ注意報が発令された 3 日間を対象に、連続測定データを用いて、Ox 生成効率の指標である Carter らの MIR（Maximum Incremental Reactivity：最大オゾン生成能）値⁵を乗じて、最大オゾン生成濃度を計算し、市原岩崎西局で測定を行っている Ox 濃度との関係について検討した。

3 結果及び考察

3・1 通期（4～10 月）

3・1・1 Ox 日平均濃度等

県内全測定局における Ox 日平均濃度を図 2 に、1 時間値の日内最高濃度（以下、「Ox 日最高濃度」とする。）を図 3 に示す。また、それぞれの 7 日移動平均濃度も同じ図に示した。7 日移動平均濃度は、当該日を含めた連続した過去 7 日のデータの平均値である。

Ox 日平均濃度の 7 日移動平均濃度は、4 月から 5 月まで 40 ppb を超える濃度で推移しているが、その後、徐々に減少し、7 月中旬以降は 30 ppb を下回っていた。8 月に入るとさらに減少し、20 ppb を下回る濃度で推移した後、9 月以降濃度は増加し、10 月に入ると 30 ppb 程度の濃度で推移していた。

Ox 日最高濃度は、4 月から 5 月までは、一度 5 月に 160 ppb を超える濃度が観測されているが、それ以外は、概ね 100 ppb を下回る濃度で推移していた。6 月中旬以降は、100 ppb を超える頻度が多くなり、7 月は光化学スモッグ注意報発令基準の 120 ppb を超える日が複数確認された。しかし、8 月に入ると大きく減少し、100 ppb を超えた日も 1 日しか見られなかった。Ox 日最高濃度の 7 日移動平均濃度を見ても、7 月にかけて増加した後、8 月に入り大きく減少していた。

次に、各月における時刻別の Ox 平均濃度（以下、「月時刻別 Ox 平均濃度」とする。）を算出し、図 4 に示す。いずれの月も 6 時頃に最低値が見られ、14 時頃にピークが見られており、日中に Ox 濃度が上昇していることから、地域内生成で濃度上昇が生じたと考えられる。月別の変化を見ると、いずれの時間においても 4 月が高い傾向が見られた一方、8 月はいず

れの時間においても低い傾向が見られた。4月や5月は、夜間で30 ppbを超え、他月と比べ高いことから、光化学反応以外の要因で濃度増加が起こっていたと考えられる。

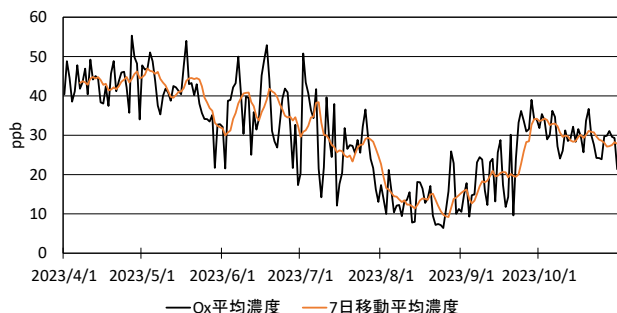


図2 O₃日平均濃度及び7日移動平均濃度

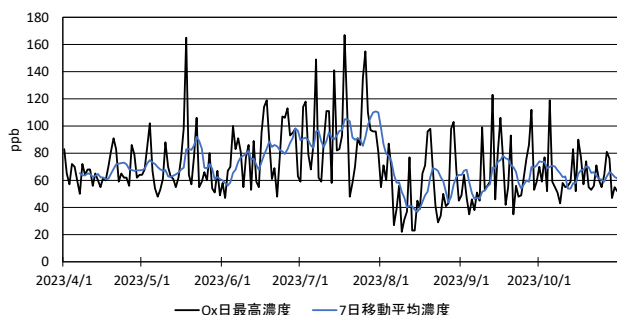


図3 O₃日最高濃度及び7日移動平均濃度

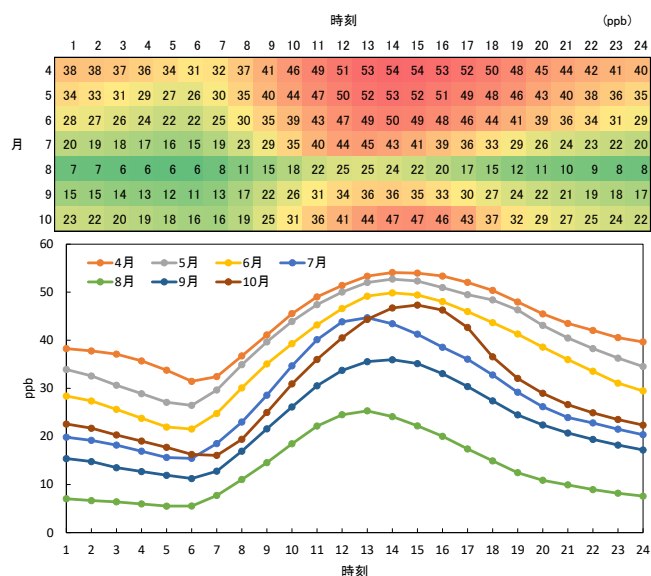


図4 月時刻別 O₃ 平均濃度

上図は、月時刻別 O₃ 平均濃度の値を示しており、
下図は、その値をグラフにしたものである。

3・1・2 O₃ 濃度階級別出現率

月及び地域別の O₃ 濃度階級別出現率を図5に示す。

全体的な傾向を見ると、40～60 ppb の割合が、4月及び5月は多いが、8月にかけて大きく減少し、その後、9月から10月にかけて再度増加している傾向が見られた。その傾向とは逆に0～20 ppb の低濃度の割合が8月にかけて大きく増加し、その後減少する傾向が見られた。8月は O₃ 日平均濃度が低かったが、低濃度となる割合も多いことがわかった。地域間を比較すると、野田地域は、4月及び5月に0～20 ppb の割合が他地域よりも多いが、7月及び8月は他地域よりも少なくなり、その代わり40～60 ppb の割合が増加するなど多少の差異は見られた。

O₃ 濃度割合の変動について、春季では、成層圏オゾン降下と大陸からの移動性高気圧に伴う越境汚染により高濃度割合が高くなり、7月及び8月は、O₃ 濃度が低い海洋性気塊の影響を受け、低濃度割合が増加したと考えられる⁶⁷⁾。特に8月は、台風6号及び台風7号が、それぞれ日本列島に接近、上陸⁸⁾しており、台風により太平洋の清浄な気塊が運ばれてきたことも、低濃度割合の増加の要因の一つと考えられる。

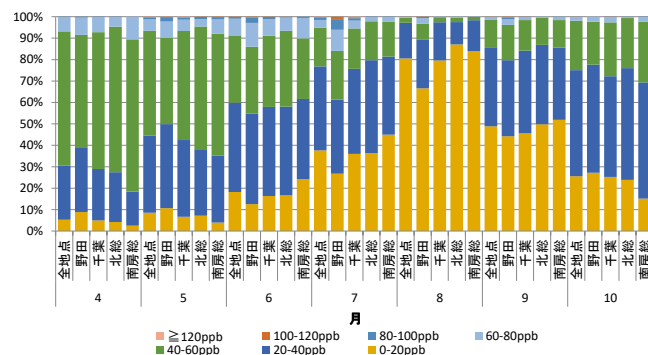


図5 月地域別 O₃ 濃度階級別出現率

3・1・3 O₃ の地域内生成

昼間 O₃ 平均濃度、夜間 O₃ 平均濃度及び DPO₃ の月平均値を図6に示す。DPO₃ の濃度は、4月から7月にかけて増加しており、地域内生成がこの期間に一貫して活発化していたことが示唆された。しかし、8月には DPO₃ 濃度は減少しており、日中での O₃ の生成が減少に転じたと考えられる。

8月の O₃ 日平均濃度の減少は、気象条件による影響の他、O₃ の地域内生成の減少が要因として考えられる。

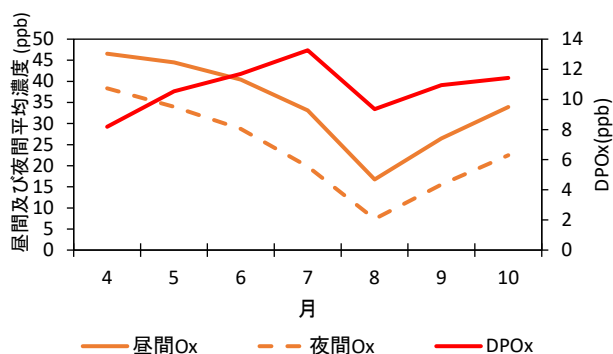


図6 昼間Ox平均濃度、夜間Ox平均濃度及びDPOxの月平均濃度

3・1・4 千葉地域における気象条件等

3・1・1～3・1・3から、各月でOxの傾向に大きな差があることが分かった。特に地域内生成が、夏季の8月に減少していたことから、この要因を検討するため、気象条件や前駆物質等の濃度変動について解析を行った。なお、気象条件等は、各地域で傾向が異なると想定されるため、地域ごとに解析を行うことが望ましいが、測定局や項目が少なく、解析が困難な地域もある。そのため、本報告では、県中央部に位置し、測定局も多い、千葉地域について解析を実施した。対象測定局は、Oxに加えてNOx及びNMHCを測定している測定局とし、対象項目と併せ表1に示す。なお、未測定項目は、「—」で示している。

対象測定局の常時監視データを使用し、千葉地域におけるOx日平均濃度、DPOx、日平均気温、日平均風速、積算日射量、NOx日平均濃度及びNMHC日平均濃度並びにそれらの7日移動平均及び月平均値を算出し、図7、図8、図9、図10及び表2に示す。なお、積算日射量は、日射量の1時間値データを1日分積算した値である。

Ox日平均濃度は、4月及び5月が高く、その後8月にかけて減少していた。DPOxは、7月が高いが、8月は減少していた。

日平均気温は、8月にかけて増加し、8月は30℃程度で推移していた。風速は日によってばらつきが大きく、4月や7月は日平均が5 m/sを超える日も見られたが、それ以外の月は概ね2～4 m/s程度となっていた。積算日射量も日によってばらつきが大きい、7日移動平均を見ると、7月下旬が最も高く、8月も比較的高い傾向が見られた。

NOx及びNMHC日平均濃度は、比較的類似した傾向を示し、7日移動平均を見ると7月が高いが、8月に入ると中旬にかけて大きく減少していた。その後、10月にかけて、再度濃度が増加していた。

Ox日平均濃度が減少していた8月に注目すると、他月と比較し、気温は高いが、DPOx、NOx及びNMHCが7月と比較し、減少していた。このことから、前駆体物質の減少が、地域内のOx生成の減少に寄与したと考えられる。

表1 対象測定局及び項目

測定局	気温	風速	日射量	NOx	NMHC
花見川小学校	○	○	—	○	○
寒川小学校	—	○	—	○	○
宮野木	○	○	○	○	○
検見川小学校	—	○	—	○	○
泉谷小学校	—	○	—	○	○
大宮小学校	—	○	—	○	○
都公園	—	○	—	○	○
佐倉江原新田	○	○	—	○	○
四街道鹿渡	○	○	—	○	○

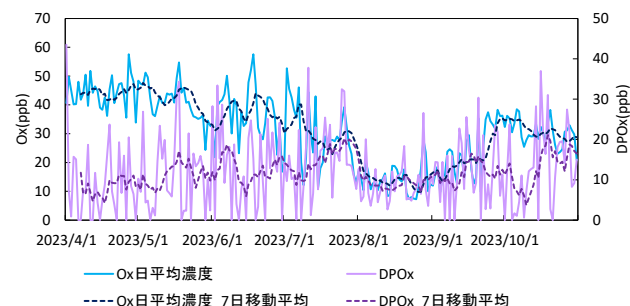


図7 Ox日平均濃度、DPOx及びそれらの7日移動平均

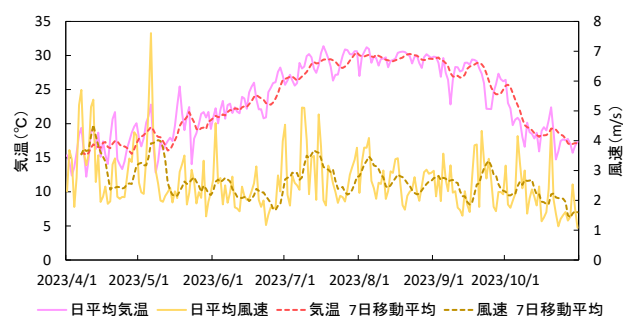


図8 日平均気温、日平均風速及びそれらの7日移動平均

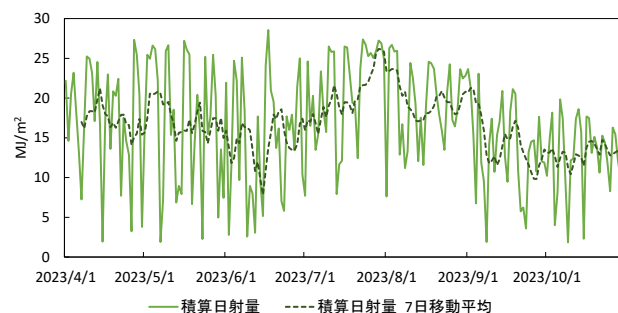


図9 積算日射量及び7日移動平均

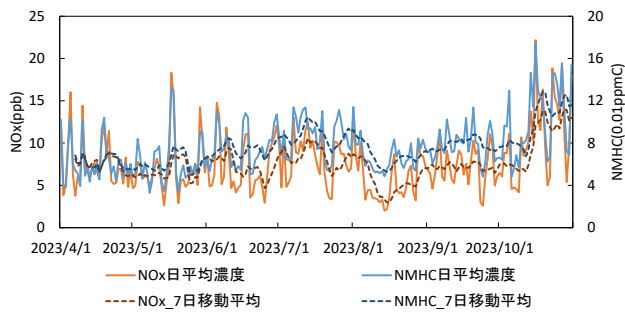


図 10 NOx 日平均濃度、NMHC 日平均濃度及びそれらの 7 日移動平均

表 2 月平均値

	Ox (ppb)	DPOx (ppb)	気温 (℃)	風速 (m/s)	積算日射量 (MJ/m ²)	NOx (ppb)	NMHC (0.01ppmC)
4月	44	9.1	17	3.2	17	7.6	6.2
5月	41	11	19	2.7	17	7.0	6.2
6月	37	13	23	2.3	15	7.3	7.6
7月	29	15	29	2.9	21	8.2	8.6
8月	14	9.1	30	2.7	19	5.6	6.8
9月	23	12	27	2.5	14	7.1	7.9
10月	30	13	19	2.1	13	11	10

3・1・5 Ox 高濃度事象の解析

3・1・5・1 Ox 高濃度時間数等

Ox 高濃度時間数及びその割合を図 11 及び図 12 に示す。

Ox 高濃度時間数が多い測定局は、60 ppb 以上は県北西部が多く、100 ppb 以上は、野田、葛南及び千葉地域が多く、120 ppb 以上は葛南及び千葉地域などの東京湾岸部（以下、「湾岸部」とする。）に集中しており、濃度区分により傾向が異なっていた。

120 ppb 以上の高濃度が湾岸部に集中しているのは、湾岸部に大規模事業所が多く、前駆物質である NOx や NMHC の排出量が多いことや、東京湾からの海風と、東京湾に向かう陸風により風の収束域ができや

すい地域であることなどが要因として考えられる。

3・1・5・2 前駆物質の午前平均濃度の変動

光化学スモッグ注意報が発令されるような顕著な Ox 高濃度時の前駆物質の状況を検討するため、120 ppb 以上の濃度が多く観測されている千葉地域を対象に解析を行った。対象測定局は、表 1 と同様である。

7 月に千葉地域で光化学スモッグ注意報が発令された 4 日間（7 日、14 日、25 日及び 26 日）における午前中（6～12 時）の NOx 及び NMHC の平均濃度を表 3 に示す。また、午前中における NOx 及び NMHC の日別濃度の分布及びその経月変化を確認するため、各月の日別濃度の最小値、最大値及び四分位数並びに各月の平均値を結んだ平均線について、図 13 に示す。なお、四分位範囲の 1.5 倍を上下限とし、それを超える値は、図中の丸印で示している。

光化学スモッグ注意報が発令された 4 日間の NOx 及び NMHC 濃度は、14 日を除き、7 月の 75% 値よりも高く、7 月の中でも特に高濃度が観測された日であり、地域内生成がより起こりやすい状況であったと考えられる。

また、光化学スモッグ注意報の発令が無かった 8 月と 7 月を比較すると、8 月は NOx 及び NMHC の平均濃度や 75% 値も下がっていたことから、高濃度側も含め、全体的に低濃度になっていた。気象条件の影響も受けるが、この NOx 及び NMHC の濃度減少が、7 月と比較し 8 月において、顕著な Ox 高濃度が減少した要因の一つと考えられる。

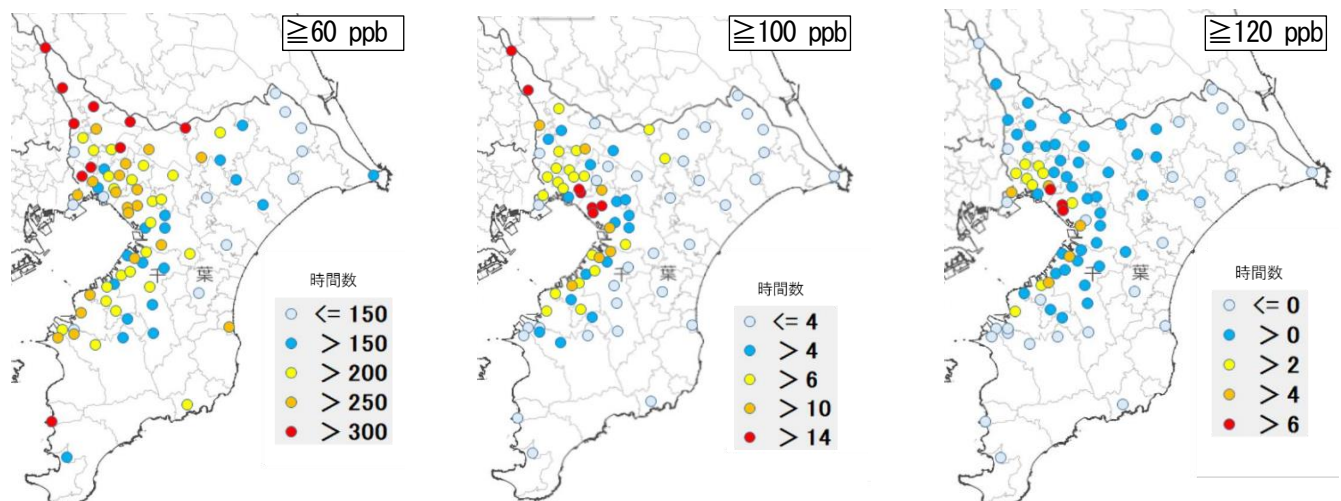


図 11 Ox 高濃度時間数

データ解析支援ソフト「見え見えくん」（国立環境研究所曾我稔氏提供）により作成

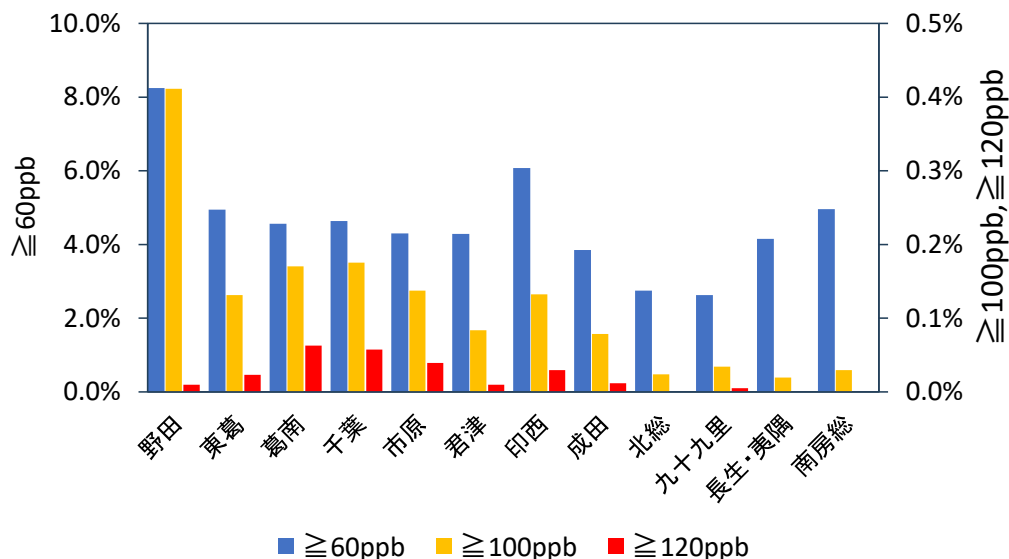


図 12 Ox 高濃度出現率（地域別）

表 3 7月7日、14日、25日及び26日の午前中（6～12時）におけるNOx及びNMHCの平均濃度

	NOx (ppb)	NMHC (0.01ppmC)
7日	21	14
14日	7	7
25日	16	12
26日	18	16
4日間平均	15	11

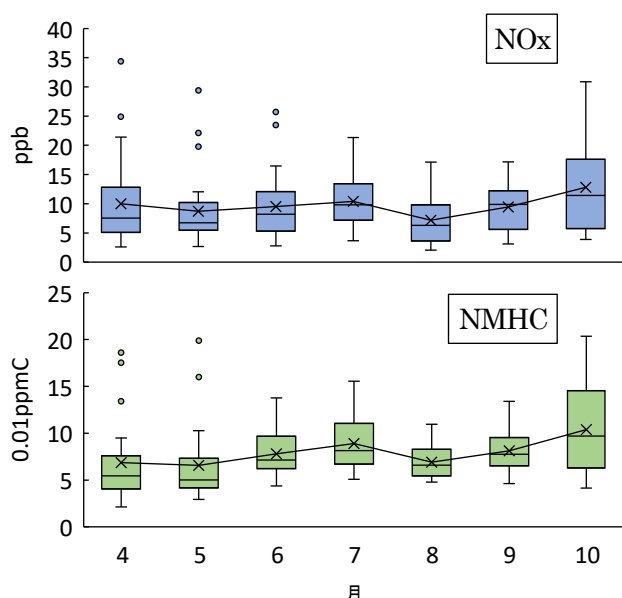


図 13 千葉地域における午前中の日別濃度の分布及びその経月変化

3・2 Ox 高濃度事例

3・2・1 常時監視データの解析

光化学スモッグ注意報が 2023 年度は 6 日発令されたが、その内、広範囲の地域（野田、東葛、葛南、

千葉、市原、君津及び印西地域）で発令された 5 月 18 日（木：平日）を対象に、Ox が高濃度となった各測定局における常時監視データの解析を行った。解析対象とした測定局及び項目を表 4 に示す。未測定的项目は、「―」で示している。

図 14-1～14-10 に対象測定局の常時監視データ（Ox、NOx、NMHC、微小粒子状物質（PM2.5）、風速、気温）を示す。実線は、1 時間値を、破線は、その月の平均値を表している。平均値については、平日と休日で工場の稼働状況や道路状況等が異なり、各項目の挙動も異なることが推測されるため、平日のみのデータを使用し算出した。なお、メンテナンス等による欠測時のデータはグラフから除外している。

Ox は、いずれの局も 8 時頃までは平均と同程度の濃度であったが、9 時頃から濃度が増加し、寒川小学校、市原郡本及び木更津真里谷は 13 時に、松戸五香及び船橋印内は 14 時に、野田市野田及び印西高花は 15 時に、それぞれピークが観測された。18 時までには全局で濃度は大きく減少したが、その後も概ね平均より高い濃度が観測された。

NOx は、市原郡本で 9 時、寒川小学校で 10 時に、大きなピークが観測された。野田市野田、松戸五香及び船橋印内は、8 時までは平均より高い傾向が見られていた。木更津真里谷は 8 時から 14 時まで平均より高い濃度が観測され、印西高花は 19 時まで、平均より高い濃度が観測される時間が多かった。

NMHC は、5 時から 8 時頃にかけてピークが見ら

れる測定局が多く、市原郡本は、13 時に顕著な高濃度が観測された。また 18 時頃まで、平均より高い濃度が観測される局が多かった。

PM2.5 は、いずれの局も一日を通して、概ね平均よりも高い濃度が観測された。

気象条件は、いずれの局も気温が 30℃以上で、風

速は 12 時頃まで、概ね 3 m/s 以下と弱い状況であった。

この高濃度事例においては、NO_x 及び NMHC が平均よりも高く、午前中にピークが見られ、気象条件からも二次生成が生じやすい状況であったことから、O_x の 8 時以降の急激な増加につながったと考えられる。

表 4 解析対象とした測定局及び項目

5 月 18 日（木：平日）（注意報発令地域：野田、東葛、葛南、千葉、市原、君津、印西）

測定局	所在地	地域	O _x	NO _x	NMHC	PM2.5	風速	気温
野田市野田	野田市	野田	○	○	○	○	○	○
松戸五香	松戸市	東葛	○	○	○	—	○	—
船橋印内	船橋市	葛南	○	○	○	○	○	○
寒川小学校	千葉市	千葉	○	○	○	○	○	—
市原郡本	市原市	市原	○	○	○	○	○	○
木更津真里谷	木更津市	君津	○	○	—	—	○	—
印西高花	印西市	印西	○	○	○	○	—	—

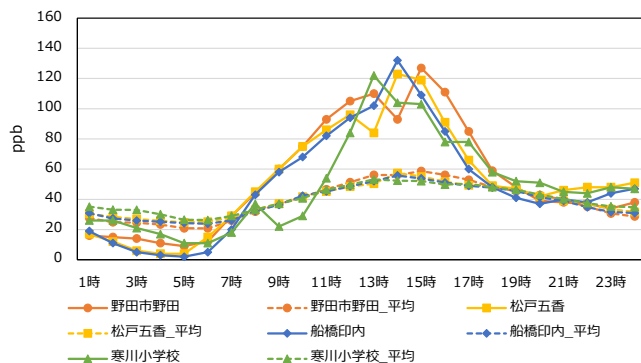


図 14-1 O_x の経時変化

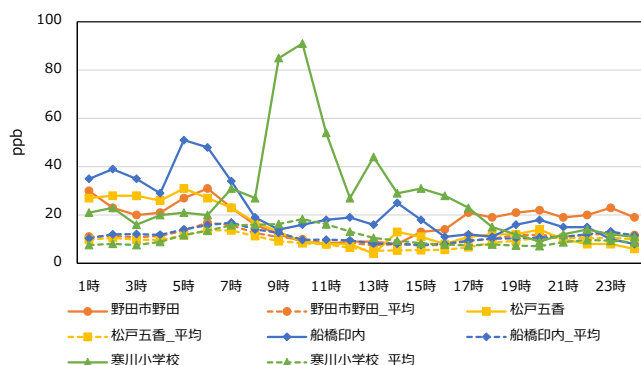


図 14-3 NO_x の経時変化

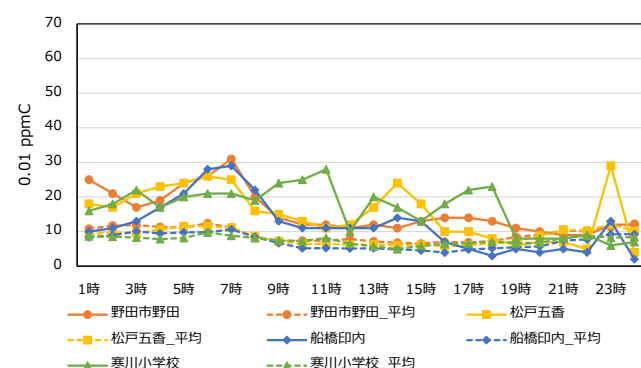


図 14-5 NMHC の経時変化

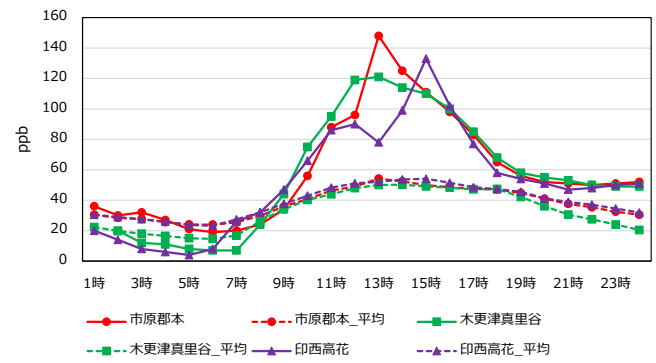


図 14-2 O_x の経時変化

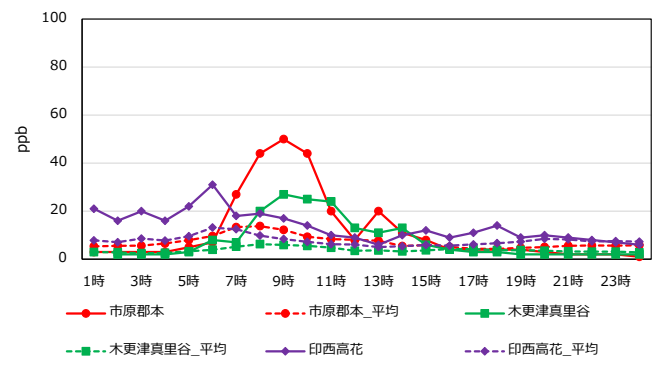


図 14-4 NO_x の経時変化

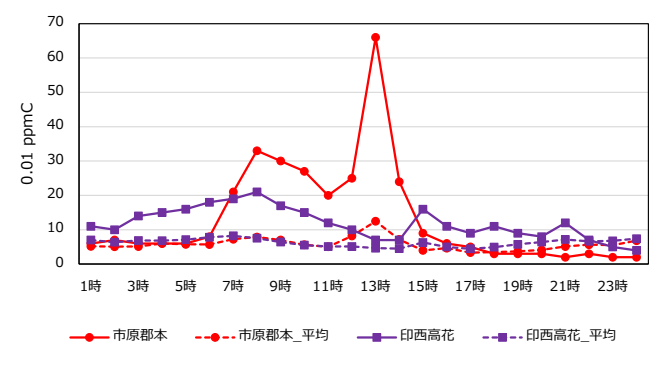


図 14-6 NMHC の経時変化

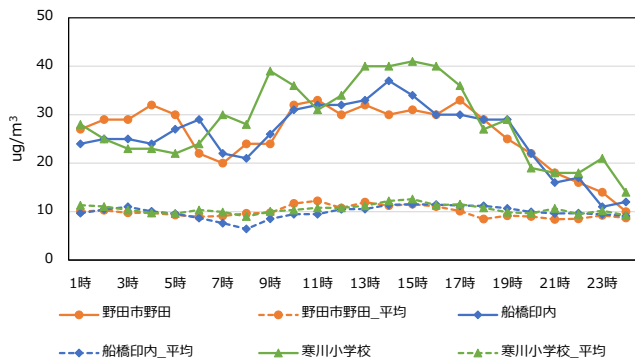


図 14-7 PM2.5 の経時変化

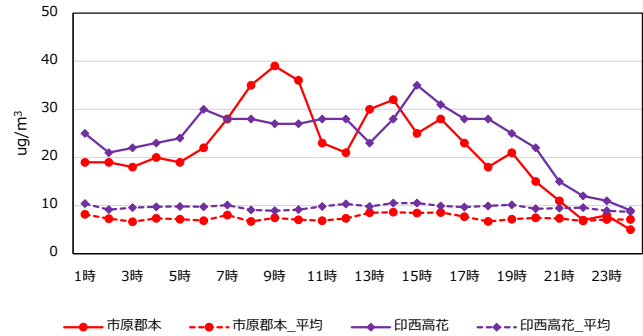


図 14-8 PM2.5 の経時変化

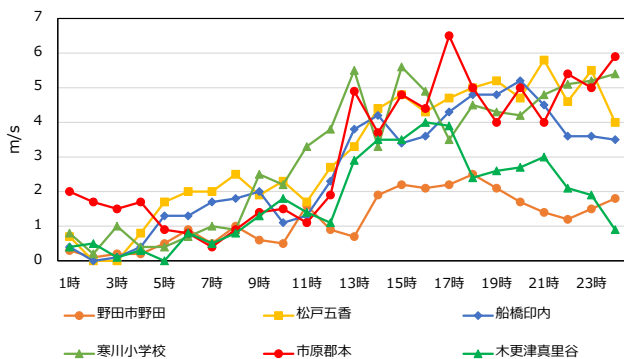


図 14-9 風速の経時変化

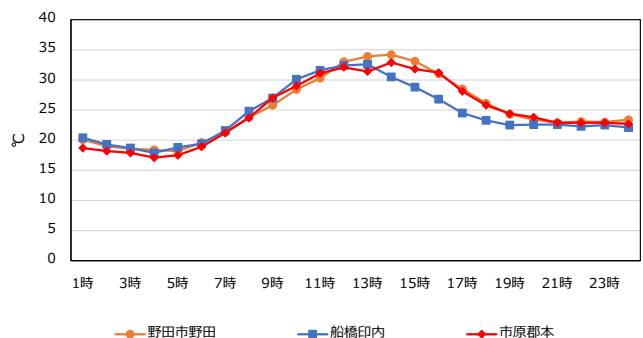


図 14-10 気温の経時変化

3・2・2 風向風速と Ox 濃度の時間変化

5月18日における風向風速と Ox 濃度の時間変化を図 15 に示す。

Ox 濃度は、12時に市原地域で、13時には千葉地域及び君津地域で 120 ppb を超過した。湾岸部では、13時頃まで、東京湾からの海風（南～西風）や、東京湾側に向かう陸風（東～南風）が吹いており、湾岸部周辺で風の収束域（図中に囲み線で示す）ができ、Ox が高濃度化しやすい状況であったと考えられる。

その後、湾岸部では東京湾からの海風が卓越したことから、高濃度の気塊が風により移流し、120 ppb の超過は、14 時で葛南地域や東葛地域まで及び、15 時では、より内陸の野田地域や印西地域まで広がったと考えられる。16 時においても、東京湾からの海風が卓越しており、湾岸部では、濃度の低下が見られたものの、内陸部では依然として 120 ppb を超える高濃度となっていた。

3・2・3 最大オゾン生成濃度と Ox の関係

市原地域において 2023 年度は、5 月 18 日（木）、7

月 25 日（火）及び 7 月 26 日（水）に、光化学スモッグ注意報が発令された。連続測定データを使用し、算出した当該 3 日間の最大オゾン生成濃度（ $\mu\text{gO}_3/\text{m}^3$ ）と市原岩崎西局の Ox 濃度との関係を図 16 に示す。なお、測定している物質は表 5 のとおりであり、最大オゾン生成濃度は、当該物質を 6 種類に区分して表示している。

Ox 濃度は、3 日間とも 9 時頃までは 20 ppb 程度と比較的低い値だが、それ以降、急激に上昇し、12～13 時にピークとなっていた。特に 7 月 26 日は、140 ppb を超える高濃度が観測された。

最大オゾン生成濃度は、5 月 18 日 13 時、7 月 25 日 11 時及び 7 月 26 日 15 時等で顕著な高濃度が観測された。その際、i-ペンタンや n-ペンタン等のアルカンが高濃度で観測されていることから、湾岸部の事業所の影響を強く受けたものと考えられる。

図 17 に、光化学スモッグ注意報発令日（3 日間）の午前中における 2 時間おきの最大オゾン生成濃度及び 5～7 月における同時刻の最大オゾン生成濃度の中央値を示す。3 日間の濃度を見ると、5 時頃までは、

概ね中央値との間に大きな差はないが、7 時以降、光化学スモッグ注意報発令日の最大オゾン生成濃度が中央値よりも高くなり、大きな差が生じた。構成比を見ると、各日で差はあるが、概ね 7 時及び 9 時は、アルカン、アルケン及び芳香族が概ね同程度であったが、11 時になるとアルケンの割合が減少していた。アルケンについては、反応性が高く、MIR も高い物質が多い。11 時のアルケンの減少について、排出源

の変化も考えられるが、光化学反応が活発になり、Ox 生成にアルケンが多く消費されたことも要因の一つとして考えられる。

Ox 濃度が高くなる要因としては、気温や日射量等の気象条件もあるが、連続測定データと Ox 濃度の解析により、午前中の最大オゾン生成濃度の増加が、Ox 高濃度化の要因の一つとして示唆された。

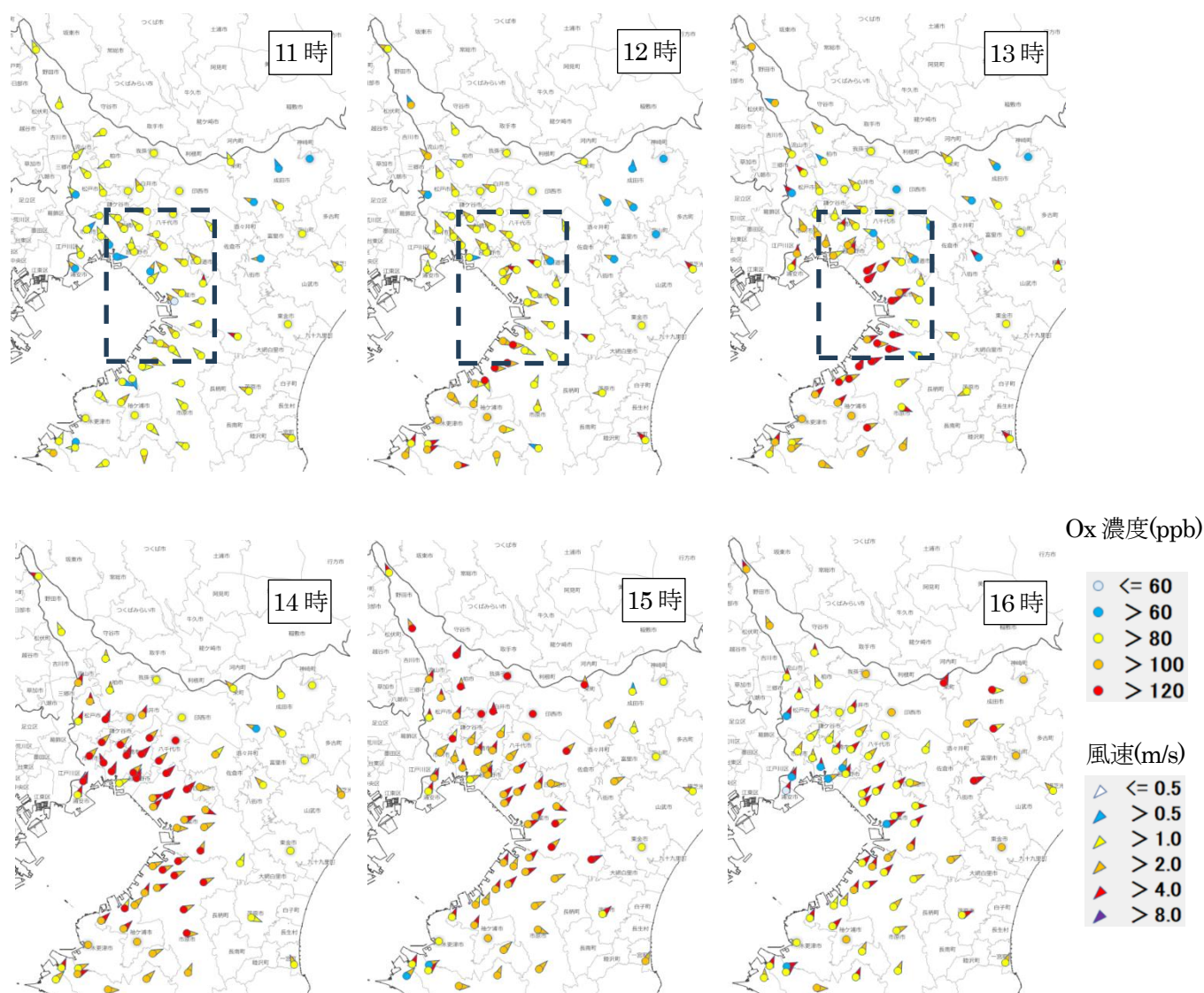


図 15 風向風速と Ox 濃度の時間変化

データ解析支援ソフト「見え見えくん」(国立環境研究所曾我稔氏提供) により作成

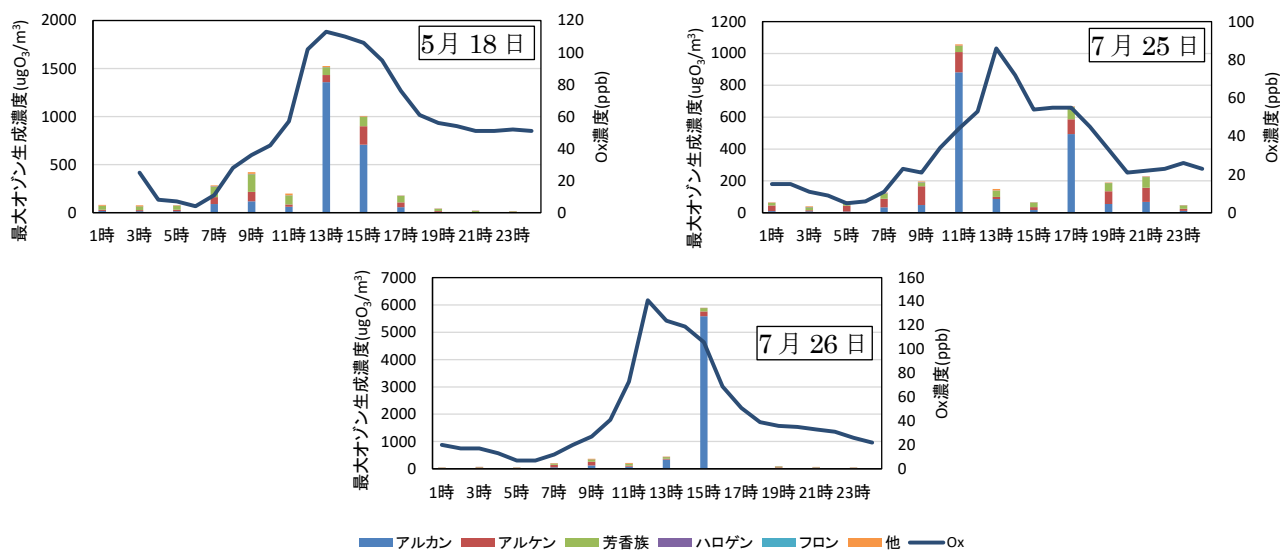


図 16 各日における最大オゾン生成濃度と O_x 濃度の時間変化の比較

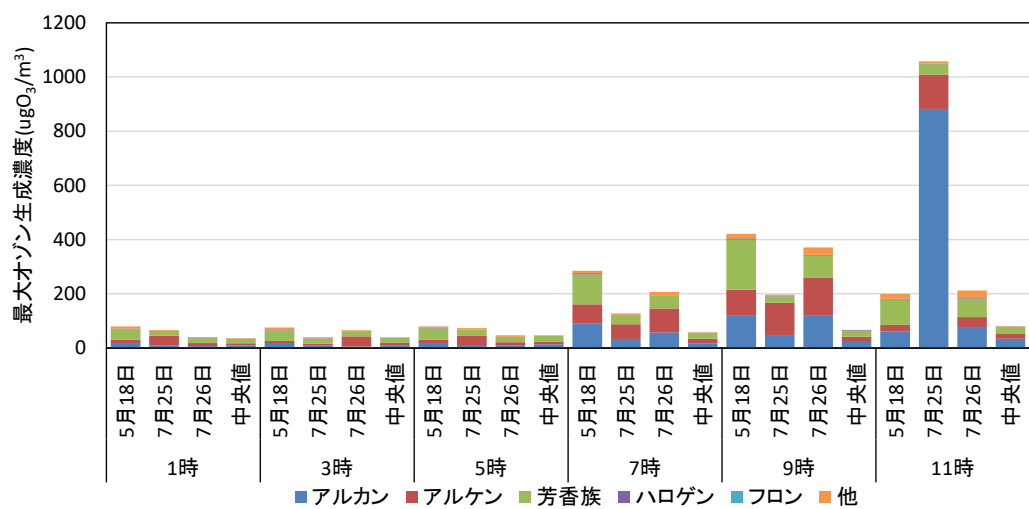


図 17 光化学スモッグ注意報発令日の午前各時刻の最大オゾン生成濃度と中央値との比較

表 5 連続測定データ対象物質

物質名	分類	物質名	分類	物質名	分類
i-ブタン	アルカン	ベンゼン	芳香族	塩化メチル	ハロゲン化合物
n-ブタン		トルエン		ブロメタン	
i-ペンタン		エチルベンゼン		ジクロロメタン	
n-ペンタン		p+m-キシレン		クロロホルム	
2,3-ジメチルブタン		o-キシレン		四塩化炭素	
3-メチルペンタン		スチレン		塩化ビニルモノマー	
n-ヘキサン		2-エチルトルエン		1,1-ジクロロエチレン	
メチルシクロペンタン		i-プロピルベンゼン		1,2-ジクロロエチレン	
シクロヘキサン		n-プロピルベンゼン		1,2-ジクロロエタン	
2-メチルヘキサン		3-エチルトルエン		トリクロロエチレン	
3-メチルヘキサン		4-エチルトルエン		テトラクロロエチレン	
n-ヘプタン		1,3,5-トリメチルベンゼン		1,1,2,2-テトラクロロエタン	
メチルシクロヘキサン		1,2,4-トリメチルベンゼン		塩化アリル	
3-メチルヘプタン		1,2,3-トリメチルベンゼン		1,2-ジクロロプロパン	
1-ブテン	アルケン	m-ジエチルベンゼン	芳香族	trans-1,3-ジクロロプロペン	フロン類
1,3-ブタジエン		p-ジエチルベンゼン		cis-1,3-ジクロロプロペン	
trans-2-ブテン				モノクロロベンゼン	
cis-2-ブテン				1,4-ジクロロベンゼン	
1-ペンテン				CFC-12	
イソプレン				CFC-11	
trans-2-ペンテン				CFC-114	
cis-2-ペンテン				CFC-113	
2-メチル-1-ペンテン				アクリロニトリル	他
α-ピネン					
β-ピネン					

4 まとめ

本研究では、2023 年 4 月から 10 月までの常時監視データ及び連続測定データを使用し、Ox 等の濃度推移等について解析を行い、以下のことが明らかになった。

＜通期（4～10 月）の解析＞

- 1 Ox 日平均濃度は、4 月及び 5 月に高く、8 月は大きく減少していた。月時刻別平均濃度から、4 月及び 5 月は、夜間の Ox 平均濃度も 7 月及び 8 月と比較し、高いことがわかった。
- 2 濃度階級別出現率から、4 月から 8 月にかけて 0 ppb から 20 ppb の割合が増加しており、特に 8 月で顕著であった。
- 3 Ox の地域内生成の指標である DPOx を算出したところ、4 月から 7 月にかけて増加している傾向が見られたが、8 月は減少していた。
- 4 千葉地域を対象に、気象条件（日射量や風速等）や前駆物質濃度（NOx、NMHC）の推移を確認したところ、8 月は 7 月と比較し、DPOx、NOx 及び NMHC が減少していた。
- 5 地域別の Ox 高濃度出現率を算出したところ、60

ppb 以上の割合が大きい地域は県北西部であったが、120 ppb 以上の割合が大きい地域は葛南、千葉地域等の湾岸部に集中しており、傾向は異なっていた。

- 6 前駆物質の午前平均濃度を算出したところ、光化学スモッグ注意報の発令が無かった 8 月は、7 月と比較すると NOx 及び NMHC の平均濃度や 75% 値も下がっており、全体的に低濃度になっていた。

＜Ox 高濃度事例の解析＞

- 1 光化学スモッグ注意報が発令された 5 月 18 日の風向風速と Ox 濃度の時間変化から、湾岸部周辺で風の収束域が生じており、最初に市原地域で 120 ppb を超える Ox 濃度が観測された。その後、東京湾からの海風が卓越したことから、葛南、東葛等に広がり、最終的に県内陸部まで広がっていた。
- 2 連続測定データから、光化学スモッグ注意報発令日の午前中の最大オゾン生成濃度が、中央値と比較し高くなっていた。

本報告では、2023 年度を対象に解析を行ったが、各年度でOx高濃度事象や気象条件等は異なり、Ox濃度の傾向や高濃度時の要因をより詳細に把握するためには、経年変化等についても解析することが重要である。また、高濃度のOxについては、県を跨ぐ移流により濃度増加が起こることもあるため、近隣都県のデータを使用し、より広域な濃度変動を把握していくことも必要となる。

Oxの生成は複雑であり、前駆物質のほか、気象条件にも大きく左右される。また、地域外からの移流等もあることから、その原因等を把握するためには、今後も多角的に調査を行っていく必要がある。

引用文献

- 1) 独立行政法人国立環境研究所：日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究, 国立環境研究所報告, 195, 256p (2007).
- 2) 高橋洋平, 押尾秀, 根本創紀: 固定発生源周辺における大気中揮発性有機化合物の自動連続測定－市原市岩崎西における測定－. 千葉県環境研究

センター年報 (2024).

- 3) 国土交通省：国土数値情報(行政区域データ). http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_1.html (2024 年 10 月時点).
- 4) 若松伸司：大気環境 むかし・いま-第 2 講 大気環境常時監視データの活用に向けて-, 大気環境学会誌, 58, 6, 154-181 (2023).
- 5) Carter, W.P.L.: Updated maximum incremental reactivity scale and hydrocarbon bin reactivities for regulatory applications. California Air Resources Board Contract, 07-339 (2010).
- 6) 若松伸司：都市・広域大気汚染の生成機構解明に関する研究, 大気環境学会誌, 36, 125-136 (2001).
- 7) 秋元肇：光化学スモッグをとりまく国内外状況－我が国におけるオキシダントの増加と東アジアオゾン汚染－, 環境技術, 32, 510-516 (2003).
- 8) 気象庁：日々の天気図.
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html> (2024 年 10 月時点).

Factors affecting photochemical oxidant variability in chiba prefecture in FY2023

TAKAHASHI Yohei

千葉県におけるOx濃度の挙動を把握するため、2023 年 4 月から 10 月までの大気環境常時測定結果及び当センターで実施しているVOC自動連続測定結果を使用し、Ox等の濃度推移等について解析を行った。Ox日平均濃度は、4 月及び 5 月に高く、8 月は大きく減少していた。Ox濃度階級別出現率から、4 月から 8 月にかけて 0 ppb から 20 ppb の割合が増加しており、特に 8 月で顕著であった。昼間Ox平均濃度と夜間Ox平均濃度の差から、Oxの地域内生成の指標であるDPOxを算出したところ、4 月から 7 月にかけて増加傾向が見られたが、8 月では減少しており、前駆物質濃度も減少していた。地域別のOx高濃度時間数を算出したところ、60 ppb 以上の時間数が大きい地域は県北西部であったが、120 ppb 以上の時間数が大きい地域は葛南及び千葉地域等の湾岸部に集中しており、傾向は異なっていた。VOC自動連続測定結果から、光化学スモッグ注意報発令日の午前中の最大オゾン生成濃度が、中央値と比較し高くなっていた。Oxの生成は複雑であり、前駆物質の他、気象条件にも大きく左右されることから、その原因等を把握するためには、今後も多角的に調査を行っていく必要がある。

キーワード：Photochemical oxidant, Ox, NOx, NMHC