

三重県内における光化学オキシダント Ox の濃度推移と特徴に関する研究

小野 朗子*

Study on transition and characteristics of photochemical oxidant concentration in Mie prefecture inferred from monitoring data

Akiko ONO*

In this study, we analyzed the changes of photochemical oxidant (Ox) in and around 7 sites of Nabari city, Mie, using atmospheric environmental observation data. The time series variation of Ox concentration value is high in the daytime and low in the night. The day of week variation is high in Sunday or Thursday, and low in Wednesday. The seasonal variation is high in early summer and low in winter. And, the annual average of Ox concentration trended to increase at almost all locations. The number of hours of Ox high concentrations in excess of 0.06ppm has increased until 2006, and decreased recently in Nabari city. It is found that the atmospheric environment condition has not been improved.

Keyword annual variation, seasonal variation, atmospheric pollution, automobile exhaust gas

1. はじめに

アジア地域では、著しい経済発展に伴って、火力発電所や工場、家庭、自動車などで使用されている化石燃料やバイオマス燃料の燃焼量が増加し、窒素酸化物 NOx (Nitrogen oxides) や二酸化硫黄 SO₂ (Sulphur dioxide)、非メタン揮発性有機化合物 NMVOC (Non-Methane Volatile Organic Compounds)、微小粒子状物質 PM2.5 などをはじめとする、様々な大気汚染物質が大気中に大量に放出されており、大気汚染問題は、近年、深刻な問題となっている^{1,2)}。

日本でも 1960 年代の高度成長期に、三重県四日市地域では石油化学コンビナートが本格的な操業を開始し、沿岸部に全国有数の石油化学コンビナートが形成され、その結果、四日市地域では煙突から放出された煤煙による大気環境汚染が深刻化し、四日市喘息と呼ばれる大きな公害問題に発展した。1980 年代後半からは、日本における窒素酸化物 NOx や揮発性有機化合物 VOC (volatile organic compounds) の濃度は減少傾向になる一方で、光化学オキ

シダント Ox (Photochemical Oxidant) の濃度が増加傾向に転じた³⁾。また、日本全国にある大気汚染測定局で測定された光化学オキシダント Ox の濃度が環境基準値を越えた都道府県の数が増加しており、全国的に光化学オキシダント Ox の注意報発令日数が増加していて、大気汚染は広域化している³⁾。

Ohara らの研究成果^{1,2)} から、日本の光化学オキシダント Ox の濃度が上昇しているのは、大気汚染物質の排出量が急増しているアジア大陸からの越境汚染の影響が大きいと見なすことができる。光化学オキシダント Ox は、目の痛みや吐き気、頭痛など、人体に悪影響を与える大気汚染物質なので、越境汚染などで拮がった光化学オキシダント Ox が日本のどの地域に、どの季節に、どの程度の影響を与えているのか、といった基本的な情報を正確に把握することが重要である。

本研究では、三重県、なかでも近畿大学工業高等専門学校が所在する名張市周辺における光化学オキシダント Ox の濃度に着目し、その推移および現状を把握することと、三重県内の光化学オキシダント Ox の分布状況を把握することを主たる目的としている。

* 近畿大学工業高等専門学校
総合システム工学科 制御情報コース

2. 光化学オキシダント Ox とは

2. 1 光化学オキシダント Ox

光化学オキシダント Ox は、工場の煙や自動車の排出ガスなどに含まれる窒素酸化物 NO_x、炭化水素 HC (Hydrocarbons) 及び揮発性有機化合物 VOC などが、太陽の紫外線により光化学反応を起こすことで生成される有害な物質である。光化学オキシダント Ox 濃度は、ある値以上になると目の痛みや吐き気、頭痛など、人体に悪影響を与えたり、農作物などの植物に悪影響を与える。光化学オキシダント Ox の濃度が高くなり、空が白く「もや」がかかったような状態は光化学スモッグと呼ばれている^{4,5,6)}。光化学反応は、紫外線が強く、高温の時に活発となるため、季節的には春から夏にかけて光化学オキシダント Ox の濃度が上昇しやすく、注意が必要である。また一日の時間帯では、昼間 (5:00~20:00) の測定値に注意が必要である。

光化学オキシダント Ox の濃度の単位には、通常 ppm (parts per million) が用いられている。ppm は、百万分の1の比率 (割合) を意味し、大気中に含まれる気体の濃度を表している。1ppm は、1m³ の大気中に 1cm³ の気体が含まれている状態を表す。

2. 2 環境基準値

日本の環境行政において、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持することが望ましい基準として、法令に基づいて環境基準が定められている。光化学オキシダント Ox は、環境基準による大気汚染の短期的評価として1時間、または、1日を通した測定結果と環境基準 (1時間値、または、1日平均値) とを比較して評価しており、1時間値が 0.06ppm 以下であることが環境上の条件になっている^{4,5,6)}。

また、光化学オキシダント Ox が高濃度となり、光化学スモッグが発生しやすい状況になったときには、濃度のレベルに応じて「注意報」「警報」「重大警報」を発令し、学校などの公共施設及び、インターネットなどを通じて、住民に対して確実かつ迅速に情報伝達が行われる^{5,6)}。光化学スモッグの発令基準は、1時間値が 0.12ppm 以上で、気象条件からみて大気汚染の状態が継続すると認められるときに注意報、1時間値が 0.24ppm 以上で、気象条件からみて大気汚染の状態が継続すると認められるときに警報、1時間値が 0.4ppm 以上で、気象条件からみて大気汚染の状態が継続すると認められるときに重大警報である^{4,5)}。

3. 解析データ

3. 1 大気環境時間値データ

三重県では現在、16市25局の一般環境大気測定局と5市8局の自動車排出測定局、1局の上層気象観測局を設置し、自動計測を実施し、大気汚染の監視体制を拡充している。一般環境大気測定局は一般環境大気の大気汚染状況を常時監視する測定局であるが、自動車排出ガス測定局は自動車走行による排出物質に起因する大気汚染が懸念される交差点、道路及び道路端付近の大気汚染状況を常時監視する目的で設置された。各測定局で計測された環境及び発生源の各種データは、全国に先駆けて1966年からパーソナルコンピュータを利用したテレメーターシステムによって保健環境研究所に送られ、工場の排煙状況など大気汚染状況の常時監視及び市民への情報提供等に利用されている⁷⁾。

三重県内の16市25局の一般環境大気測定局のうち、光化学オキシダント Ox 濃度を測定している局は、四日市市に6局、津市に3局、伊賀市に2局、その他の13市に1局の計24局で、その濃度により緊急時の措置を発令している。本研究では、三重県内の光化学オキシダント Ox の濃度の分布状況を把握するため、近畿大学工業高等専門学校が所在する名張市の名張小学校測定局と、四日市ぜんそくが発生した四日市市の磯津測定局と三浜小学校測定局、楠測定局、津市の林業研究所測定局、伊賀市の伊賀緑ヶ丘中学校測定局、尾鷲市の尾鷲県職員公舎測定局の計7局で測定されたデータを解析することにする。

三重県内で測定されている大気環境監視データは三重県環境生活部大気水環境課のHPで公開されている⁸⁾。本研究では、7測定局で測定された全ての年月の大気環境監視データをダウンロードして解析に用いた。7測定局の詳細情報⁹⁾をTable 1にまとめて示す。

4. 解析手法

ダウンロードした大気時間値観測データは、各測定局で自動測定機により測定され、正時 (00分) から次の正時の直前までの1時間の間に得られたデータの平均値が提示されている¹⁰⁾。ここで注意すべきことは、時刻の特殊な表示法で、N (=1~24) 時のデータというのは N-1 時 00分から N-1 時 59分までの1時間に計測されたデータの平均値を指している。

ダウンロードした大気時間値観測データは、測定局ごとに各大気汚染物質の濃度値が記録されているが、データには欠けたものや異常値などが含まれており、単純なプログラム処理だけでは判別が難しいデータも存在する。このため、まず、全ての電子ファイル内のデータを目視で確認し、処理可能なデータと不可能なデータに分ける作業が必要になる。処理可能と選別したデータを確定データとみなし、これらの確定データを用いて、各年、測定局ごとに光化学

Table 1. 研究に用いた大気環境測定局と情報⁹⁾

測定局		住所	緯度経度	標高	分類 (直線距離)	測定 開始年月
四日市市	磯津	四日市市磯津町 旧海岸堤塘敷	N34度 55.382分 E136度 38.753分	3m	一般環境 (県道 1500m)	1965.11
	三浜小学校	四日市市海山道町 1-1532-1	N34度 56.614分 E136度 37.503分	1m	一般環境 (R23 100m)	1966.04
	楠	四日市市楠町 北五味塚 2060	N34度 54.670分 E136度 37.860分	2m	一般環境 (県道 100m)	1973.02
津市	林業研究所	津市白山町 二本木 3769-1	N34度 39分 30秒 E136度 22分 17秒	45m	一般環境	2013.06
伊賀市	伊賀緑ヶ丘中学校	伊賀市緑ヶ丘本町 4153	N34度 45分 32秒 E136度 8分 31秒	185m	一般環境	2002.03
名張市	名張小学校	名張市丸の内 55	N34度 37分 19秒 E136度 5分 30秒	190m	一般環境	1989.03
尾鷲市	尾鷲県職員公舎	尾鷲市宮ノ上町 7-34	N34度 4分 48秒 E136度 11分 29秒	10m	一般環境	1991.03

オキシダント Ox の時間平均値、日平均値、曜日平均値、月平均値、年平均値、標準偏差などを算出し、解析、考察を行った。本研究では、名張小学校測定局、磯津測定局、三浜小学校測定局、楠測定局、林業研究所測定局、伊賀緑ヶ丘中学校測定局、尾鷲県職員公舎測定局の計7局で観測された1977年度から2017年度の40年間の光化学オキシダント Ox 濃度のデータを利用した。

5. 解析結果

5.1 光化学オキシダント Ox の経時変化

はじめに、毎日1時間毎に計測されているオリジナルの1時間値データから確定データを選別し、光化学オキシダント Ox 濃度の年間の時間平均値を求めた。7測定局における2017年度の経時変化を Figure 1 に示す。

Figure 1 より、7つの全ての測定局で、光化学オキシダント Ox 濃度の年間の経時変化はほぼ同じパターンを示していて、夜間に低く、日中に高い値を示す。少し詳細に経時変化を見てみると、早朝7時頃から光化学オキシダント Ox の濃度が増加し始め、15時頃に最大濃度値に達し、その後、深夜に向けて濃度値は減少傾向に転じている。光化学オキシダント Ox 濃度の1日の増減量(変化量)は約0.03ppmである。

測定局で比較すると、尾鷲県職員公舎測定局だけが他の6測定局と少し異なる経時変化を示し、15時頃に最大濃度値に達した後、17時以降に濃度値は急速に減少している。

これ以外の局では、伊賀緑ヶ丘中学校測定局で日中の濃度が最も高い値、夜間では最も低い値を示している。一方、磯津測定局は、日中の濃度が低いが、夜間は高い値を示している。すなわち、6測定局の中で、一日の光化学オキシダント Ox 濃度の増減量(変化量)が大きいのが伊賀緑

ヶ丘中学校測定局、増減量(変化量)が小さいのが磯津測定局である。

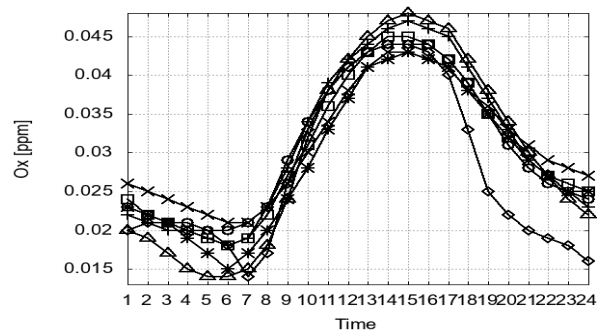


Figure 1. 2017年度に7測定局で観測された光化学オキシダント Ox 濃度の年間の経時変化

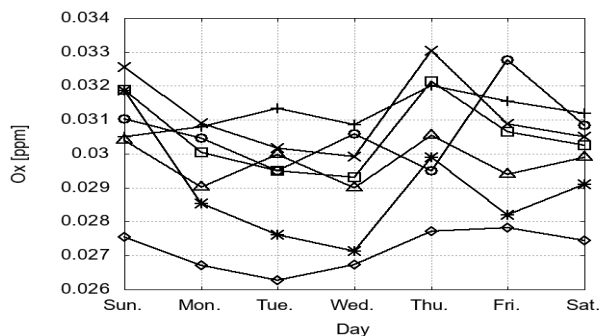
5.2 光化学オキシダント Ox の曜日変化

次に、光化学オキシダント Ox 濃度の日ごとの平均値から、曜日ごとの年間の平均値を求めた。7測定局における2017年度の光化学オキシダント Ox 濃度の曜日変化を Figure 2 に示す。

Figure 2 より、測定局によってバラツキがあるが、全体的にみて、日曜日と木曜日に光化学オキシダント Ox 濃度が高い値を示し、水曜日に低い値を示す測定局が多い。日曜日は一般的に休日なので、行楽などに車で外出する人が平日よりも多くなり、他の曜日より高い値を示したと考えられる。一方、三重県庁は2002年3月から毎週水曜日をノーマイカーデーとする運動を率先して実施し、公共交通機関の利用を促進している¹¹⁾。観測された光化学オキシダント Ox 濃度が水曜日に低いのは、このノーマイカ

ーデーの効果と考えられる。

測定局で比較すると、曜日間で光化学オキシダント Ox 濃度の増減量（変化量）が大きいのは三浜小学校測定局で約 0.047ppm、逆に、小さいのは名張小学校測定局と伊賀緑ヶ丘中学校測定局、尾鷲県職員公舎測定局の 3 局で約 0.015ppm である。



+: 名張小学校, ×: 磯津, *: 三浜小学校, □: 桶, ○: 林業研究所, △: 伊賀緑ヶ丘中学校, ◇: 尾鷲県職員公舎

Figure 2. 2017 年度に 7 測定局で観測された光化学オキシダント Ox 濃度の年間の曜日変化

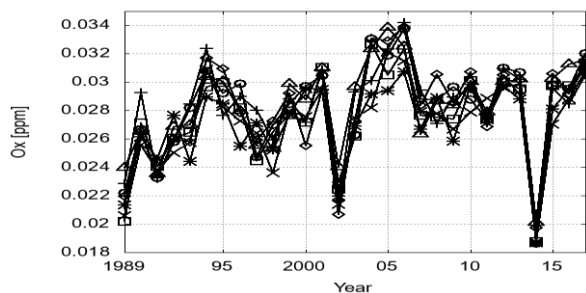
測定局と曜日との関係を更に詳細に調べるため、長期間観測を行っている名張小学校測定局、磯津測定局、三浜小学校測定局、尾鷲県職員測定局の 4 局について、曜日ごとに経年変化を調べた。結果を Figure 3 に示す。ノーマイカーデーの効果で、水曜日の光化学オキシダント Ox 濃度が減少しているとは言い切れないが、全ての測定局で執行された 2003 年度はいずれの曜日も光化学オキシダント Ox 濃度が減少している。しかしながら、尾鷲県職員公舎測定局を除く 3 局は、その後、高濃度値に戻り徐々に増加し、2011 年度には再び大幅に減少している。

国道や県道に近い磯津測定局と三浜小学校測定局は四日市市に所在する測定局であるが、約 40 年間を通して日曜日の光化学オキシダント Ox 濃度が他の曜日より高く、平日に稼働しているコンビナート工場などから排出される光化学オキシダント Ox 量より、自動車から排出される量のほうが多いと考えられる。一方、市街地の名張小学校測定局と尾鷲県職員公舎測定局は、光化学オキシダント Ox 量の曜日差が小さい。したがって、測定局ごとに、各曜日の光化学オキシダント Ox 濃度の排出量に差があり、地域によって曜日ごとに車の使用量、交通量が違うことを表していると考えられる。

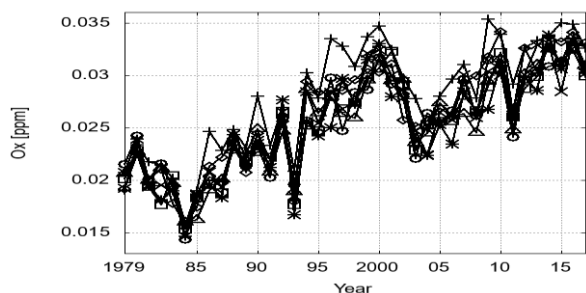
5. 3 光化学オキシダント Ox の季節変化

日平均値から年ごとに各月の平均値を求めた。7 測定局における 2017 年の光化学オキシダント Ox 濃度の季節変

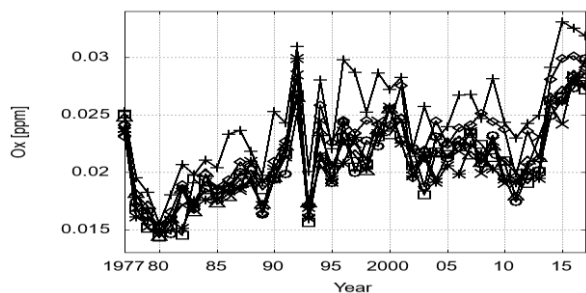
(a) 名張小学校測定局



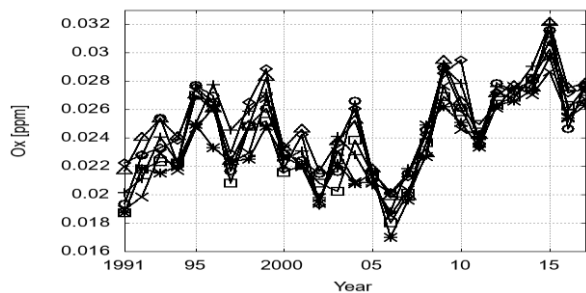
(b) 磯津測定局



(c) 三浜小学校測定局



(d) 尾鷲県職員公舎測定局



+: Sun., ×: Mon., *: Tue., □: Wed., ○: Thu., △: Fri., ◇: Sat.

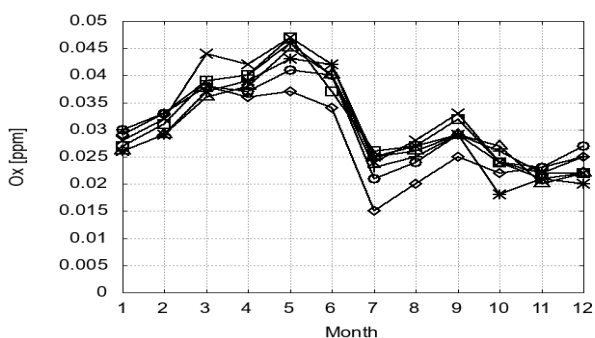
Figure 3. 4 測定局で観測された光化学オキシダント Ox 濃度の曜日の経年変化。(a) 名張小学校測定局、(b) 磯津測定局、(c) 三浜小学校測定局、(d) 尾鷲県職員公舎測定局

化を Figure 4 に示す。

Figure 4 より、全ての測定局で、光化学オキシダント Ox 濃度は春に高く、夏に低い値を示す。もう少し詳細に季節

変化を見ると、光化学オキシダント Ox 濃度は春の 5 月に最大値になり、その後徐々に減少し、7月に極小値となる。その後値は少し上昇し 9 月に極大値に達するが、11月に再び極小値となり、その後は 5 月まで徐々に増加傾向に転じる。

測定局で比較すると、磯津測定局と尾鷲県職員公舎測定局が他の 5 測定局と少し異なる季節変化を示す。磯津測定局は年間を通して他の測定局より濃度値が高く、また、他の測定局よりも早く 3 月には極大値を示す。一方、尾鷲県職員公舎測定局は年間を通して他の測定局より濃度値が低く、また、他の測定局と異なり、3 月から徐々に減少傾向に転じている。



+: 名張小学校, X: 磯津, *: 三浜小学校, □: 楠, ○: 林業研究所, △: 伊賀緑ヶ丘中学校, ◇: 尾鷲県職員公舎

Figure 4. 2017 年に 7 測定局で観測された光化学オキシダント Ox 濃度の季節変化

5. 4 光化学オキシダント Ox の経年変化

名張小学校測定局は 1989 年度から、磯津測定局は 1979 年度から、三浜小学校測定局は 1977 年度から、楠測定局は 2005 年度から、林業研究所測定局は 2013 年度から、伊賀緑ヶ丘中学校測定局は 2002 年度から、尾鷲県職員公舎測定局は 1991 年度から光化学オキシダント Ox 濃度の観測が行われ、現在までのデータが揃っている。2017 年度までに観測された全てのデータについて年平均値を求めた。約 40 年間に観測された光化学オキシダント Ox 濃度の経年変化を Figure 5 に示す。

Figure 5 より、名張小学校測定局の光化学オキシダント Ox 濃度は 2002 年と 2014 年に激減はしているが、バラツキはあるものの約 30 年間で徐々に増加している。磯津測定局は、観測開始後、徐々に増加し、2002 年に大幅に減少しているが、その後、また徐々に増加傾向が見られ、約 40 年間で約 0.01ppm 増加している。三浜小学校測定局は、2001 年まで徐々に増加し、2002 年以降 2011 年まで僅かに減少傾向が見られるが、2011 年以降再び増加傾向に転じており、約 40 年間で約 0.01ppm 増加している。楠測定局

は 2005 年から 2010 年までほぼ同じ濃度値を保っていたが、2010 年に濃度が 0.005ppm ほど高くなり、徐々に増加傾向にある。林業研究所は近年 5 年間でほぼ同じ濃度値を保っている。伊賀緑ヶ丘中学校測定局は 2003 年から減少するが、2007 年以降は徐々に増加傾向に転じている。尾鷲県職員公舎測定局の光化学オキシダント Ox 濃度は少しバラツキがあるが 2004 年まで増加傾向、その後、2007 年まで減少しているが、再び 2007 年以降、徐々に増加傾向に転じている。約 25 年間で 0.005ppm ほど増加している。

測定局によって、光化学オキシダント Ox 濃度の高い年と低い年は若干異なるが、全体的に見て、増減を繰り返しながらも、濃度は年々徐々に増加傾向にある。また、7 測定局で比較すると、光化学オキシダント Ox 濃度が高い値を示すのは名張小学校測定局と磯津測定局、低い値を示すのは三浜小学校測定局である。

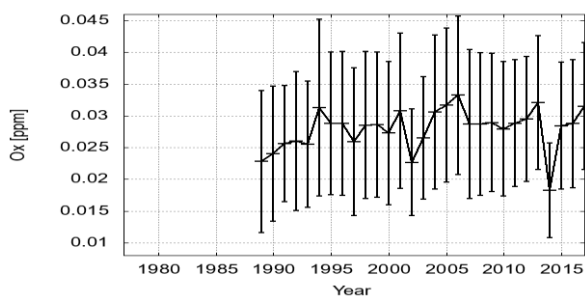
5. 5 三重県名張市の大気環境

Figure 5 の結果から、本研究で解析している三重県内の 7 測定局のなかで、名張小学校測定局の光化学オキシダント Ox の濃度が高い値を示している。そこで、名張市の大気環境の危険度を調べるため、名張小学校測定局で観測された全てのデータに対して、光化学オキシダント Ox の環境基準値、1 時間値が 0.06ppm を超えた日を年ごとにカウントし、経年変化を調べてみた。結果を Figure 6 に示す。

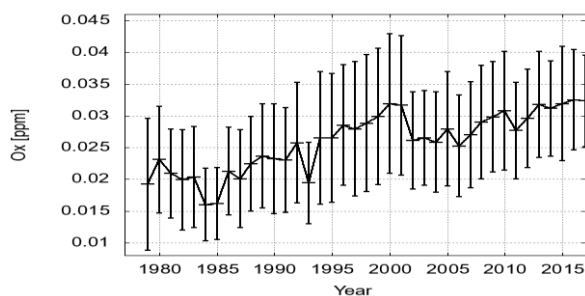
日照時間の少ない冷夏の年や夏の季節風の強い年は高濃度の光化学オキシダント Ox が発生しにくいのでバラツキはあるが、2006 年まで環境基準値を超える日数は年々増加し、2006 年以降は徐々に減少傾向に転じているが、2017 年でも年間で延べ 78 日、環境基準値を超える異常値を観測している。2017 年については、88 日の伊賀緑ヶ丘測定局、87 日の磯津測定局、86 日の三浜小学校測定局、85 日の楠測定局に続いて、5 番目の高頻度で光化学スモッグが発生している。残りの尾鷲県職員公舎測定局は 63 日、林業研究所測定局は 58 日である。道路沿いや工場地域、市街地にある測定局では高濃度の光化学オキシダント Ox が、森林などの植生が近くに広がる測定局では低めの濃度が観測されている。

名張小学校測定局は、Figure 6 より環境基準値を超える日数が年々減少しているが、一方で、Figure 5 より光化学オキシダント Ox 濃度の経年変化は減少していない。近年も年間で 4 分の 1 の延べ日数で環境基準値を超える日が存在しており、目の痛みや吐き気、頭痛など人体に悪影響を及ぼす大気環境の中で、現在、我々は生活していることになる。

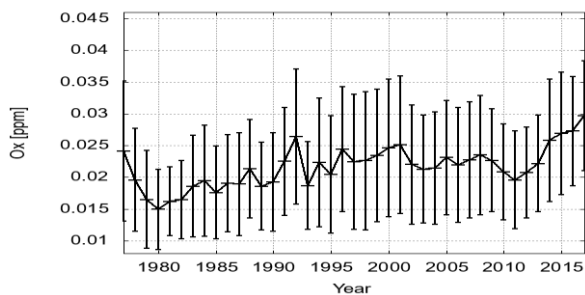
(a) 名張小学校測定局



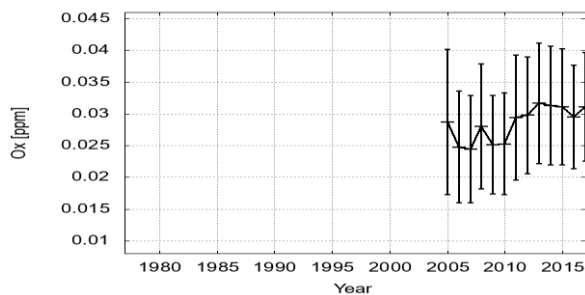
(b) 磯津測定局



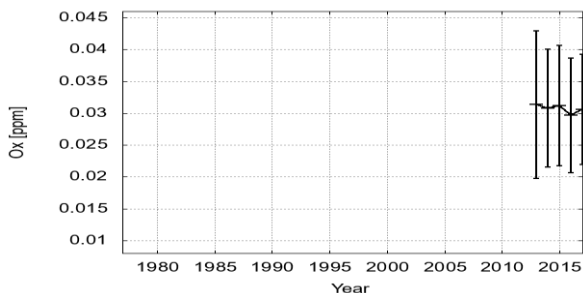
(c) 三浜小学校測定局



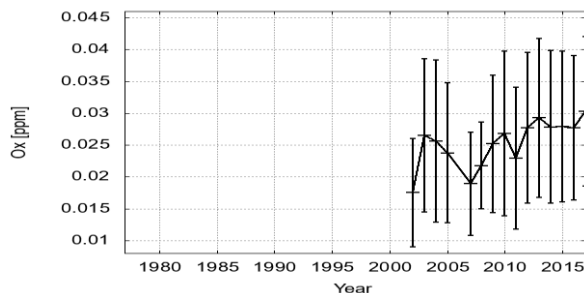
(d) 楠測定局



(e) 林業研究所測定局



(f) 伊賀緑ヶ丘中学校測定局



(g) 尾鷲県職員公舎測定局

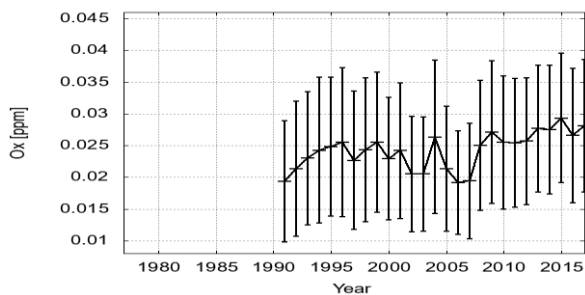


Figure 5.7 測定局で約 40 年間に観測された光化学オキシダント Ox 濃度の経年変化。(a) 名張小学校測定局、(b) 磯津測定局、(c) 三浜小学校測定局、(d) 楠測定局、(e) 林業研究所測定局、(f) 伊賀緑ヶ丘中学校測定局、(g) 尾鷲県職員公舎測定局

6. まとめ

本研究では、三重県の中で、近畿大学工業高等専門学校が所在する名張市の名張小学校測定局と、四日市ぜんそくが発生した四日市市の磯津測定局と三浜小学校測定局、楠

測定局、津市の林業研究所測定局、伊賀市の伊賀緑ヶ丘中学校測定局、尾鷲市の尾鷲県職員公舎測定局の計 7 局でそれぞれ観測された光化学オキシダント Ox の濃度に着目し、その推移および現状、分布状況を把握することを研究目的とし、解析研究を行った。

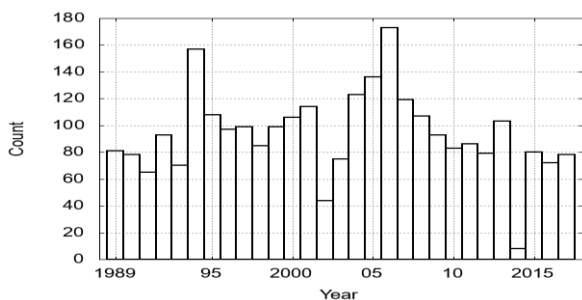


Figure 6. 名張小学校測定局で観測された光化学オキシダント Ox 濃度が環境基準値を超えた日数の経年変化

各測定局で観測された 1 時間ごとの大気時間値データを用い、まず、年ごとに時間平均値を算出し、経時変化を調べた。その結果、光化学オキシダント Ox 濃度の日中の経時変化は、早朝から値が増加し始め、昼から夕方にかけて濃度値が高く、16 時以降から減少傾向に転じ、夜間には値が低くなる。この経時変化は、昼間は太陽の紫外線によって光化学反応が起こりやすいことがその要因になっていると解釈することができる。

次に、光化学オキシダント Ox 濃度の年ごとの曜日変化を調べた。その結果、多くの測定局が日曜日と木曜日に光化学オキシダント Ox 濃度が高くなり、水曜日に低い値を示している。特に、道路近くの測定局では、日曜日に高い濃度値を示しており、これは行楽などに出かける人々の車の使用量、交通量が増えるためだと考えられる。

光化学オキシダント Ox 濃度の季節変化を見ると、7 月から 12 月にかけて濃度値が低く、2 月から 6 月にかけて高く、5 月頃に最大濃度値に達する。日差しの強くなる初夏から夏にかけて濃度値が増加していることがわかる。

光化学オキシダント Ox 濃度の経年変化は、測定局によって、光化学オキシダント Ox 濃度の高い年と低い年の相関は認めにくい、全体的に見て、増減を繰り返しながら、濃度は年々徐々に増加傾向にあることが分かる。すなわち、人体に悪影響を与える光化学オキシダント Ox の排出量は現在も三重県内で少しずつ増え続けている。

光化学オキシダント Ox の環境基準値である、1 時間値が 0.06ppm を超えた日を年ごとにカウントし、名張小学校測定局における超過日数の経年変化を調べた。その結果、2006 年までに環境基準値を超える日数は年々増加していたが、2006 年以降は徐々に減少傾向に転じている。しかし、年間で 4 分の 1 の日数で環境基準値を超える日が存在しており、目の痛みや吐き気、頭痛など人体に悪影響を及ぼす大気環境のなかで、我々が日々生活していることがわかる。

7. 今後の課題

光化学オキシダント Ox 濃度変化の解釈、原因究明を行うには、人口統計データや自動車統計データ、交通量統計データ、工場の稼働率など、様々な統計データを収集し、複合解析を行い、比較する必要がある。また、測定局周辺の環境の変化（土地利用の変化）を把握するために、人工衛星観測データの利用も検討する必要がある。

大気には国境がないため、排出（放出）された大気汚染物質はあちらこちらに伝搬していく。したがって、ここで取り上げた 7 測定局に限定せず、三重県全体、更には日本全体、地球全体の大気環境を調べて、現状と変化を把握する必要がある。

参考文献

- 1) Ohara, T., Akimoto, H., Kurokawa, J., Horii, N., Yamaji, K., Yan, X., Hayasaka, T., An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980-2020, *Atmos. Chem. Phys.*, 7(2007), 4419-4444.
- 2) 大原利眞, 大気汚染の数値モデルと排出インベントリに関する研究 - 大気環境の統合研究をめざして -, *大気環境学会誌*, 第 46 巻, 第 4 号(2011), pp. 201-208.
- 3) 東京都環境局, 光化学オキシダント対策検討会報告書 (2005).
- 4) 独立行政法人環境再生保全機構予防事業部事業課 HP, 大気環境の情報館, <https://www.erca.go.jp/yobou/taiki/taisaku/02_02_03.html>, 2020 年 1 月 3 日にアクセス.
- 5) 環境省水・大気環境局, 環境大気常時監視マニュアル (第 5 版) (2007).
- 6) 環境省大気汚染物質広域監視システム (そらまめくん) HP, <<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/koumoku.html#kijun>>, 2020 年 1 月 3 日にアクセス.
- 7) 三重県環境生活部大気・水環境課大気環境班, 三重県環境総合監視システムの概要, <<http://www.pref.mie.lg.jp/eco/earth/51590014864.htm>>, 2020 年 1 月 3 日にアクセス.
- 8) 三重県環境生活部大気・水環境課大気環境班, <<https://taiki-kanshi.eco.pref.mie.lg.jp/realtime/>>, 2020 年 1 月 3 日にアクセス.
- 9) 三重県環境生活部大気・水環境課大気環境班, 大気環境測定局, <<http://www.pref.mie.lg.jp/eco/earth/12483014779.htm>>, 2020 年 1 月 3 日にアクセス.
- 10) 環境省水・大気環境局大気環境課, 環境省大気汚染物質広域監視システム,

<<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/data.html#jikanchi>>, 2020年1月3日にアクセス.

11) 三重県庁 HP, 知事定例記者会見,

<<http://www.pref.mie.lg.jp/CHIJI/19219019131.htm>>, 2020年1月3日にアクセス.