

# 大気汚染常時監視測定データからわかる 最近の光化学スモッグの状況

環境監視情報課 飯田信行

最近の光化学スモッグの状況について、大気汚染常時監視測定データを用いて解析を行ったところ、光化学スモッグの指標である光化学オキシダント濃度は、自動車排ガス対策が始まった2002年以降に急激な上昇が見られることがわかりました。その原因としては、①人の生活する高さ付近で自動車排ガスによる $O_3$ の分解が減ったこと、②気象の変化により相模湾海風の発達が弱まっていることの二つが考えられました。

## 1 はじめに

近年、光化学スモッグの指標物質である光化学オキシダント( $O_x$ )の濃度は、その原因物質である窒素酸化物( $NO_x$ )や揮発性有機化合物( $VOC$ )( $VOC$ の指標物質として非メタン炭化水素( $NMHC$ )を測定している。)の濃度が大幅に低下しているにもかかわらず上昇傾向にあります。 $O_x$ の上昇原因の解明に向けて様々な機関で研究が進められていますが、未だ解明できない部分が多く残っています。一般的に $O_x$ の上昇原因としては、①原因物質の濃度変化によるもの、②風向、風速、温度等の気象の変化によるもの、③大陸からの移流や関西、東海、北関東方面からの移流を含めた県外からやってくる広域大気の影響によるものがあげられますが、本県におけるそれらの状況について、大気汚染防止法第22条に基づく大気汚染常時監視測定により得られたデータを用いて解析を行ったので、その結果を紹介します。

## 2 目的

大気汚染常時監視測定データを用いて解析を行い、最近の $O_x$ の上昇状況を正確に把握するとともに、原因物質の濃度変動及び気象の変化の傾向から、 $O_x$ の上昇原因を明らかにすることを目的とします。

## 3 光化学スモッグとは

大気汚染常時監視では、光化学スモッグの指標物質として $O_x$ を測定しています。 $O_x$ の98%以上はオゾン( $O_3$ )であり、 $O_3$ は、人間が排出する大気汚染物質である窒素酸化物や揮発性有機化合物が太陽の紫外線を受けて光化学反応することによって生成されます。また、人が生活する高さ付近(地上1.5~10m)で排出される自動車排ガスは、その付近の $O_3$ を瞬時に分解します。大

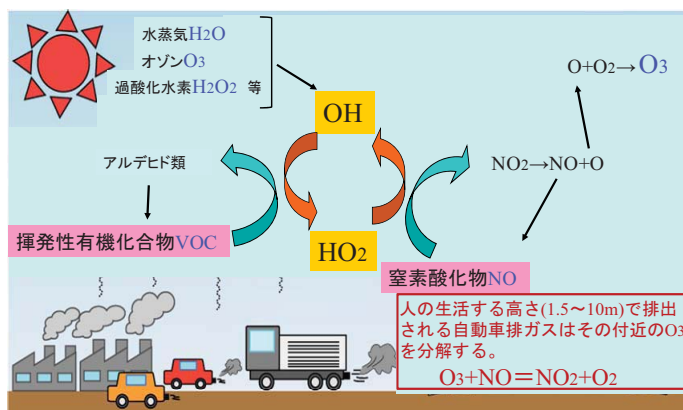


図1  $O_x$ 生成メカニズム



らの排出が増えていると見られます。さらに、1999年に急激に低下してから横ばいで推移し、2002年から県全域で急激に低下しており、この低下は自動車排ガス対策の影響と見られます。図5に「地域別NMHCの平均値の推移」を示します。期間を通して低下していますが、特に1991年、1997年及び2006年から低下しています。これらは、工場からの排出が減ったためと見られます。

以上のことから、最近の $O_x$ の2002年から急激な上昇は、自動車排ガス対策による $NO_x$ の低下とよく対応しており、県全域で上昇して地域差が少なくなっていることから、人が生活する

高さ付近での自動車排ガスによる $O_3$ の分解が減ったためと考えられます。なお、国立環境研究所の報告でも、「関東甲信静地域においては、 $O_x$ の増加には $NO$ の酸化で消費される $O_x$ が減少したことによる影響が大きいと推定される。」としています。

次に、急激な上昇の始まりと終わりで、 $O_x$ の濃度分布の傾向がどのように変化したかを調べました。図6に「 $O_x$ 累積度数2002と2009年比較」を示します。2002年は0~20ppbの低濃度の頻度が多いですが、2009年は40~80ppbの中濃度が多くなっています。光化学スモッグ注意報の発令基準である120ppb以上の高濃度には大きな変化はありません。このことから、 $O_x$ の平均値の上昇は、低濃度の時間数が中濃度にシフトしたことが原因であることがわかります。また、累積度数分布は自然界で多く見られる正規分布に近づいていることから、自動車排ガスによる $O_3$ の分解のような強制的な濃度変化が無くなっていることがうかがえます。図7に「自動車排ガス対策前の $O_x$ のイメージ」を示します。一般的に混合層内では、 $O_x$ は上空ほど濃度が高く

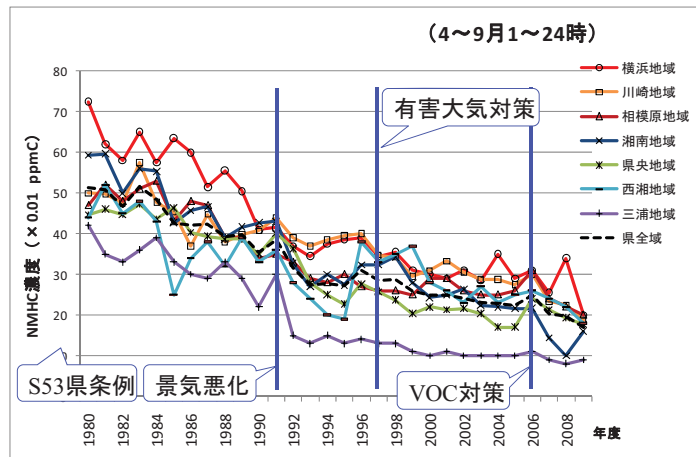


図5 地域別 NMHC の平均値の推移 (継続局)

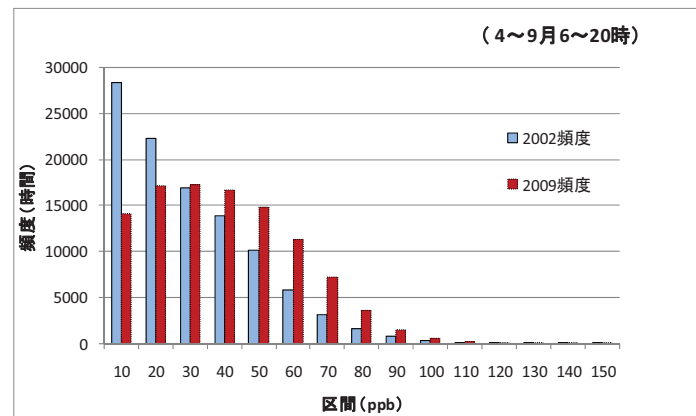


図6  $O_x$  累積度数 2002 と 2009 比較 (継続局)

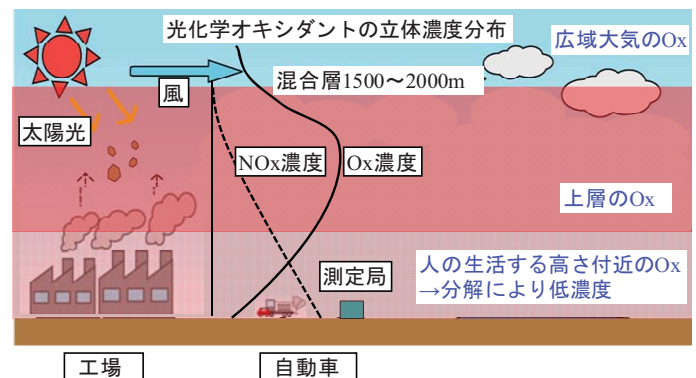


図7 自動車排ガス対策前の $O_x$ のイメージ

図6に「 $O_x$ 累積度数2002と2009年比較」を示します。2002年は0~20ppbの低濃度の頻度が多いですが、2009年は40~80ppbの中濃度が多くなっています。光化学スモッグ注意報の発令基準である120ppb以上の高濃度には大きな変化はありません。このことから、 $O_x$ の平均値の上昇は、低濃度の時間数が中濃度にシフトしたことが原因であることがわかります。また、累積度数分布は自然界で多く見られる正規分布に近づいていることから、自動車排ガスによる $O_3$ の分解のような強制的な濃度変化が無くなっていることがうかがえます。図7に「自動車排ガス対策前の $O_x$ のイメージ」を示します。一般的に混合層内では、 $O_x$ は上空ほど濃度が高く

なり、NO<sub>x</sub>は低くなります。自動車排ガス対策後は、図中の「人の生活する高さ付近のO<sub>x</sub>」が、「上層のO<sub>x</sub>」の濃度に近くなることにより、O<sub>x</sub>が急激に上昇した様に観測されたものと考えられます。

## 6 犬越路測定局のO<sub>x</sub>からわかること —上層及び広域大気の影響の考察—

犬越路測定局は、丹沢山地の大気の状態を把握するために研究用測定局として設置され、犬越路峠の南側（標高 930m）で1996年に測定を開始しました。この測定局の特徴として、①午後は都市部からの移流によりO<sub>x</sub>が上昇し、人の生活する高さ付近で自動車排ガスによる分解が無いこと、②朝は夜間に吹く山風により広域大気のO<sub>x</sub>が混合している状態にあることがこれまでの研究からわかっています。よって、時間帯別にO<sub>x</sub>を調べることにより、上層のO<sub>x</sub>及び広域大気のO<sub>x</sub>の状態を把握できると考えました。図8に「午後の犬越路O<sub>x</sub>の平均値の推移」を示します。午後のO<sub>x</sub>

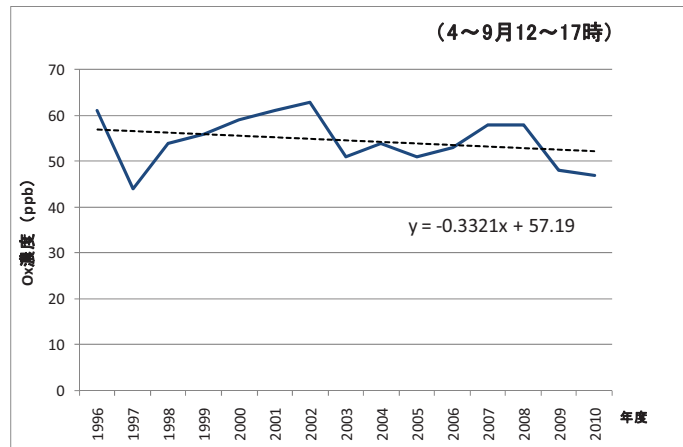


図8 午後の犬越路O<sub>x</sub>の平均値の推移

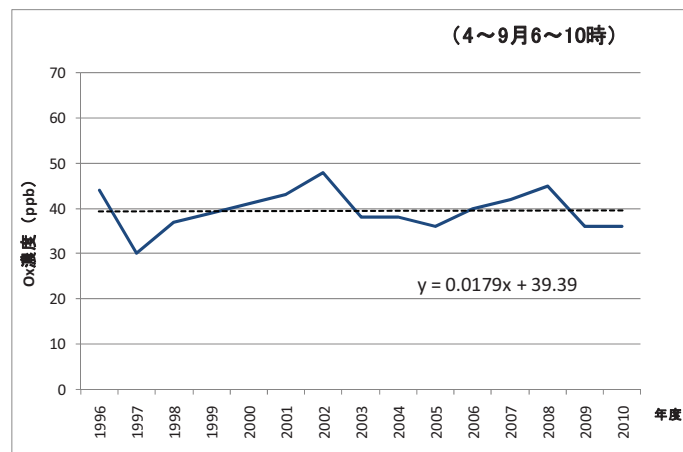


図9 朝の犬越路O<sub>x</sub>の平均値の推移

は低下していることから、上層のO<sub>x</sub>は、低下していると推定されます（約5ppb/15年）。図9に「朝の犬越路O<sub>x</sub>の平均値の推移」を示します。朝のO<sub>x</sub>は横ばいであることから、広域大気のO<sub>x</sub>は横ばいと推定されます。なお、大陸からの影響については、国立環境研究所の報告では、「影響の大きいと考えられる九州地域で2000年から2007年の8年間の年平均値で約5.3ppb、北海道・東北・北陸地域で約1.2ppbの上昇である。」としており、本県でも影響は少ないものと考えられます。

以上のことから、上層及び広域大気のO<sub>x</sub>の濃度変化が人の生活する高さ付近のO<sub>x</sub>に及ぼす影響は少ないと推定されますが、この結果は、犬越路測定局一局のみのデータから得られたものであるため、正確な影響を把握するためには、さらに詳細な解析が必要です。

## 7 気象からわかること

図10に「地域別風速の平均値の推移」を示します。1989年から三浦地域を



除く地域で午後の風速が弱くなっています(約 0.6m/s / 21年)。図 11 に「地域別温度の平均値の推移」を示します。年々変動が大きいです、1989年から県全域で午後の温度が上昇しています(約 0.6°C / 21年)。図 12 に、「一般局の風向別測定時間数の推移」を示します。測定時間数の最も多い南南西-西南西(南西よりの風)の時間数が減り、東南東-南南東及び北北東-東北東(東よりの風)が増えています。

このことから、午後の南西風である相模湾海風の発達が弱くなっていることがわかります。相模湾海風の発達が弱まると、県内に風の収束線ができやすくなり、Oxが上昇しやすくなることから、この現象はOxの上昇原因の一つと考えられます。

なお、相模湾海風が弱まった原因については、ヒートアイランドの影響(一般的に、高温の大气により風がせき止められたような状態になると考えられている。)等が考えられますが、今後、詳細な調査研究が必要です。

## 8 まとめ

大気汚染常時監視データから次の三つのことがわかりました。①Ox平均値は、自動車排ガス対策が始まった2002年以降に急激な上昇が見られ、上昇の始まりと終わりの2002年と2009年の濃度分布は、低濃度が減り、中濃度が増えて、発令基準以上は変化していないこと。

②Ox平均値の上昇原因は、人が生活する高さ付近で自動車排ガスによるO3の分解が減ったためと考えられること。

④相模湾海風の発達が弱まっていることもOx平均値上昇の原因の一つと考えられること。

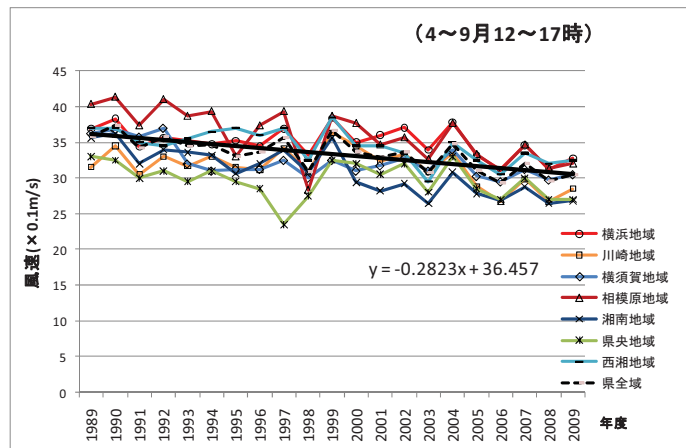


図 10 地域別風速の平均値の推移 (継続局)

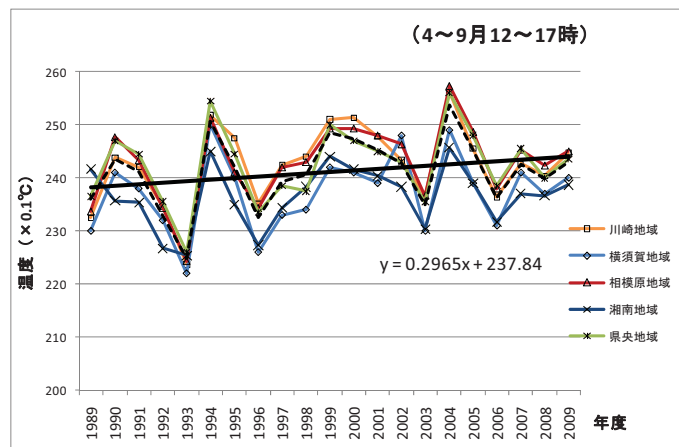


図 11 地域別温度の平均値の推移 (継続局)

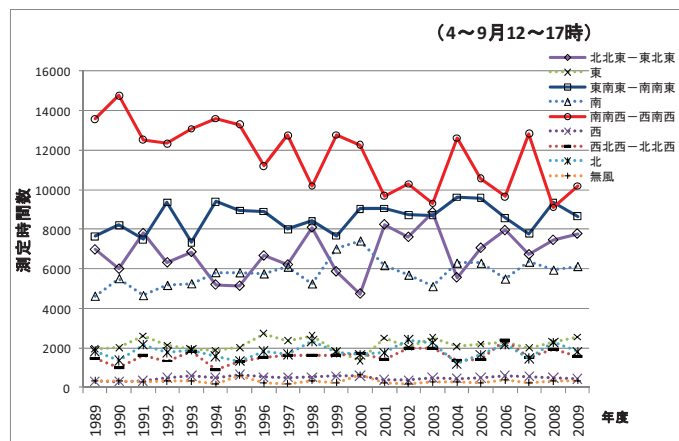


図 12 地域別風向の測定時間数の推移 (継続局)