

## 14 光化学オキシダント濃度と気象条件の相関

(大気環境部)

光化学オキシダント（以下「Ox」という。）は、大気中の窒素酸化物や揮発性有機化合物と紫外線が光化学反応すること等により生成される汚染物質で、オゾンが主成分である。Ox濃度が高くなると目やのどの痛みなどの健康被害が生じる。前報<sup>1)</sup>では、山形県が独自に取り組んでいる県内の各測定局舎における日最高Ox濃度（1時間値）を予測するシステムについて報告した。今回、山形県内のOx濃度と気象条件の相関について整理し、Oxが高濃度になる原因について検討した。概要は以下のとおりである。

### 1 解析条件

解析対象局舎は村山楯岡笛田局、解析対象期間は2011年度～2020年度、Ox濃度は1時間値（確定値）とした。気象データは風速、気温は村山、相対湿度、日照時間、全天日射量は山形のデータを気象庁のwebサイト<sup>2)</sup>からダウンロードして使用した。

### 2 解析結果・考察

図2にOx濃度平均値の経時変化を測定月別に示す<sup>\*</sup>。Ox濃度の経時変化は全ての月においてほぼ同様であり、夜中から明け方にかけて低下した後、明け方から夕方まで上昇して15時頃にピークを迎え低下した。また、4月と5月の日中のOx濃度が特に高かった。

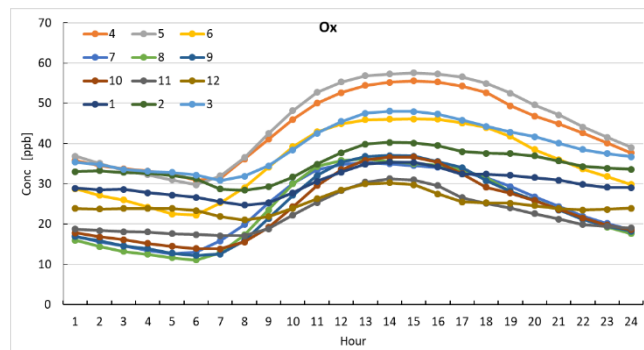


図2 Ox濃度平均値の経時変化<sup>\*</sup>

次に、15時のOx濃度を日中のOx濃度代表値と考え、気象条件等との相関について整理した。気象条件として15時時点の相対湿度、

気温、風速、15時までの積算全天日射量を、また前日からの残存Oxとして6時時点のOx濃度、原因物質濃度としてNO濃度、NO<sub>2</sub>濃度を説明変数に取り、15時のOx濃度との線形回帰を行った。図3に線形回帰計算を行った結果を示す。予測値と実測値の差はおおよそ20ppb以内であった。図4に各説明変数の係数を示す。OxはNO<sub>x</sub>とVOCの混合系に太陽光（紫外線）が照射することにより、

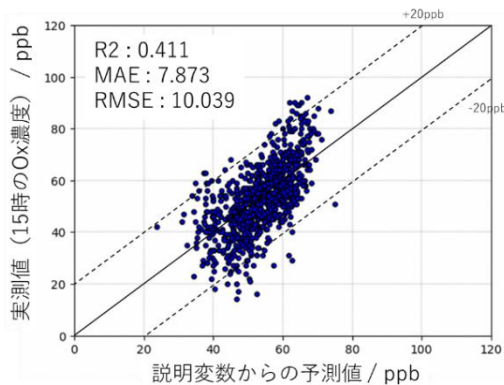


図3 線形回帰計算結果

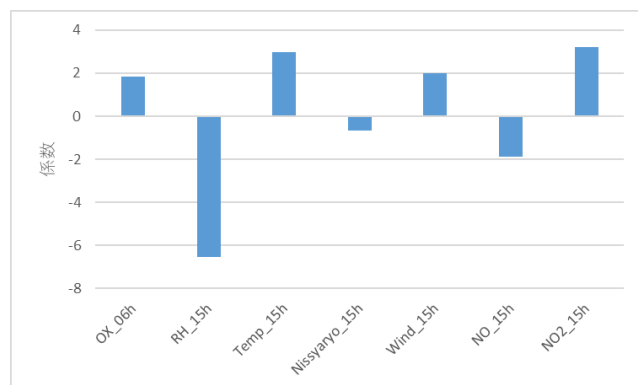


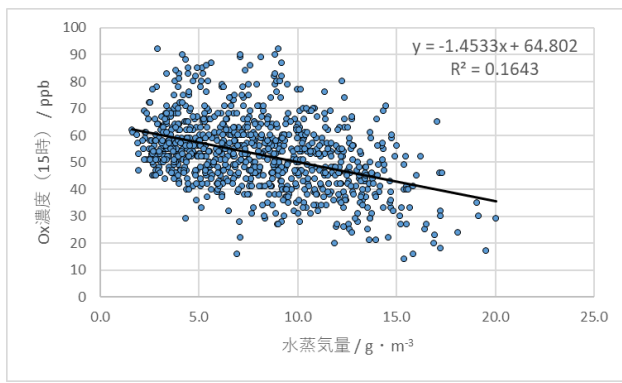
図4 説明変数の係数

<sup>\*</sup>Ⅱ型共同研究「光化学オキシダント等と変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」の解析用Excelファイルを使用

反応して生成すると言われているが<sup>3)</sup>、今回調査した結果、NO や日射量よりも相対湿度がOx 濃度と最も強い相関を示した。Ox の主成分はO<sub>3</sub>であるが、O<sub>3</sub>の光化学反応において、H<sub>2</sub>OはO<sub>3</sub>の生成反応を阻害すると報告されている<sup>4)</sup>。そこで、次にH<sub>2</sub>Oの影響を直接調べるため、相対湿度と温度から換算した水蒸気量でOx 濃度との相関を整理した。

図5にOx 濃度と水蒸気量の相関を示す。水蒸気量は、下記に示す Tetens (1930) の式等から算出した。図6にOx 濃度と相対湿度の相関を示す。これらの図を比較すると、水蒸気量よりも相対湿度の方がOx 濃度と相関が強いことが分かる。この理由については考察中であるが、相対湿度と水蒸気量の換算式では温度の項が分数や指数の形で入っていることから、分数や指数等の形で温度の影響を受ける何らかの物理量がO<sub>3</sub>の光化学反応に影響を及ぼしていることが考えられる。

図7に、気温差（気温-日最低気温）と相対湿度の相関を示す。気温差と相対湿度は強い負の相関を示しており、日最高Ox 濃度の予測式に取り入れている日内気温差は、大気中の水蒸気量及び分数や指数等の形で温度の影響を受ける何らかの物理量の影響を考慮していることが示唆された。



・ Tetens (1930)の式

$$e(T) = 6.1078 \times 10^{\frac{7.5T}{T+237.3}}$$

e(T) : 飽和水蒸気圧 (hPa)  
T : 気温 (°C)

---


$$a(T) = \frac{217 \times e(T)}{T + 273.15}$$

a(T) : 飽和水蒸気量 (g/m³)

水蒸気量 (g/m³) = a(T) × 相対湿度

図5 Ox 濃度と水蒸気量の相関

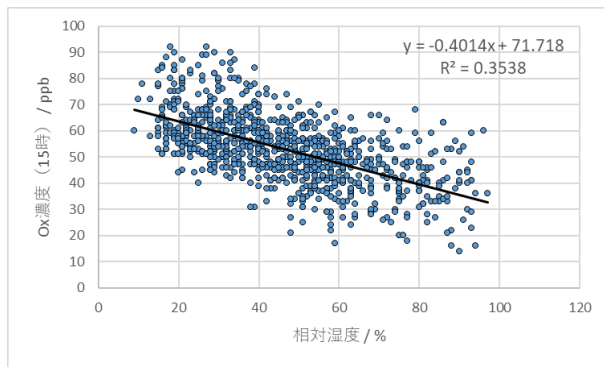


図6 Ox 濃度と相対湿度の相関

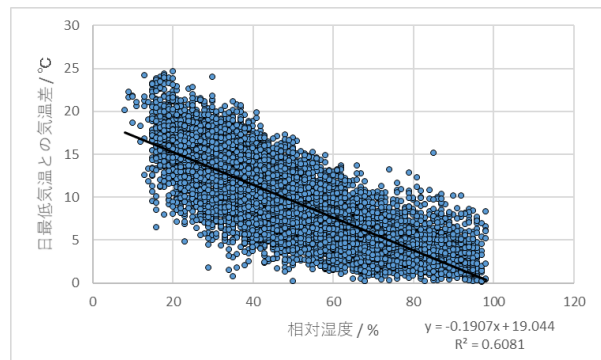


図7 気温差と相対湿度の相関

引用文献

- 1) 山形県環境科学研究センター年報, 第30号 令和4年度, p. 54  
<https://www.pref.yamagata.jp/documents/2183/yosoku.pdf>
- 2) 気象庁 過去の気象データ・ダウンロード <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 3) たとえば 環境省資料 <https://www.env.go.jp/content/000049544.pdf>
- 4) たとえば Johnson, C. E., et al., 1999, *J. Geophys. Res.*, 104, 18 631-18 645