

光化学オキシダントにおける長期的な変動の解析

環境科学部 ○下池 正彦、山田 和史、田中 智博

1 はじめに

大気汚染物質の一つである光化学オキシダント（以下、**Ox**）は、大気中に放出された窒素酸化物や揮発性有機化合物が空気中の酸素と光化学反応を起こすことによって発生するオゾンを中心とした酸化性物質の総称である。**Ox**の環境基準は「1時間値が60 ppb以下であること」と定められており、高濃度の**Ox**は生物の粘膜を刺激し、呼吸器への影響を及ぼすほか、農作物など植物にも悪影響をもたらす。現在、本県は大気汚染防止法第22条の規定に基づき、県内14か所の測定局で**Ox**の常時監視を行っている。しかし、直近の令和5年度も全測定局において環境基準は達成されていない状況である。また、令和元年5月23日から25日にかけては、注意報発令の基準である120 ppbを超過する**Ox**が観測され、県は観測を開始した昭和49年度以降で初となる注意報を県内各地に発令した。

本県の大気汚染の中央監視局である当研究所では、40年以上にわたる**Ox**の観測データを保有しており、本県の**Ox**濃度の長期的な推移を解析することが可能である。また、窒素酸化物等の原因物質の観測データや後方流跡線の解析なども併用し、環境基準超過の原因の推定を試みたので、その結果を報告する。

2 対象

Ox及び原因物質である窒素酸化物については、40年間（昭和59年度～令和5年度）継続して測定を行っている延岡地区（延岡商業高校、延岡保健所）、日向地区（大王谷小学校、細島公民館）、日南地区（日南保健所、油津小学校）の計6局の1時間値を解析対象とした。また、もう一つの原因物質として測定を行っている非メタン炭化水素については、延岡保健所及び大王台小学校の40年間の1時間値を解析対象とした。

3 方法

Oxについては、環境省が推奨する指標値及びDPOx（**Ox**の昼間濃度と前日夜間濃度の差として定義される指標値）等を算出した。原因物質については、**Ox**の環境基準超過発生日と平常日に分けて濃度を集計し、比較を行った。また、広域的な大気汚染の状況を推定するため、CWT法による後方流跡線解析を行ったほか、大気塊の流入経路にある中国の大気汚染の状況等についても調査した。

4 結果と考察

昭和59年度から令和5年度までの40年間の**Ox**濃度の推移はほぼ横ばいであり、顕著な増減は認められなかった（図1）。また、古い年代ほど測定値のばらつきが大きい傾向にあり、**Ox**の測定法の変遷や校正精度の向上が要因にあると思われる。本県の**Ox**濃度は、国内の主要都市部等に比べて低濃度で推移しており、近年は原因物質の排出規制等により差が小さくなる傾向が認められた。

Oxの日中生成量として捉えることができるDPOxについては、平常日が約7 ppb、環境基準超過発生日が約19 ppbであり、日差しの強い8月が極大となった（図2）。光化学反応は夏場に活発になると予想し、環境基準超過発生日の月別出現頻度を求めた結果、夏場は月に1回程度の頻度に留まった（図3）。本県の場合、4～5月に3日に1回程度の頻度で基準超過が発生し、1～5月頃にかけては夜間の**Ox**濃度が増加する傾向が認められた。一方、原因物質の濃度についても平常日と比べて環境基準超過発生日の方が高いとは言えないことから（図4）、地域内における光化学生成以外に原因がある可能性が示唆された。

また、CWT法による後方流跡線解析を月毎に行ったところ、1～5月頃にかけてユーラシア大陸方向から大気塊が流入する傾向が認められた（図5）。一方、夏場は九州の南方海上からの流入と

なったが、10月頃から再び大陸よりに変化した。同大陸の中でも、経済発展の著しい中国の大気汚染状況を調査した結果、北京をはじめとする都市部において高濃度のオゾンが観測され、北京エリアの極大は6月であった(図6)。ただし、年間を通して濃度が高い状態ではなく、本県と同様に季節性の変動が認められた。

季節性の変動について、オゾン層を含む大気全層に存在するオゾン全量を調査した結果、大気循環により北半球の中高緯度のオゾンは毎年冬から春に増加する傾向を示した。また、後方流跡線の終点高度(3日前)を月毎に集計した結果、冬から春にかけては3000 m以上の高層の大気塊が5割程度の頻度で下降して流入してくることが確認され、成層圏オゾンの降下も地上オゾンの濃度に影響していると考えられる。地球温暖化により成層圏オゾンの降下量が増加するとの試算もあり¹⁾、原因物質の排出抑制に加え、地球温暖化対策にも取り組むことでOx濃度の低減につながる可能性がある。

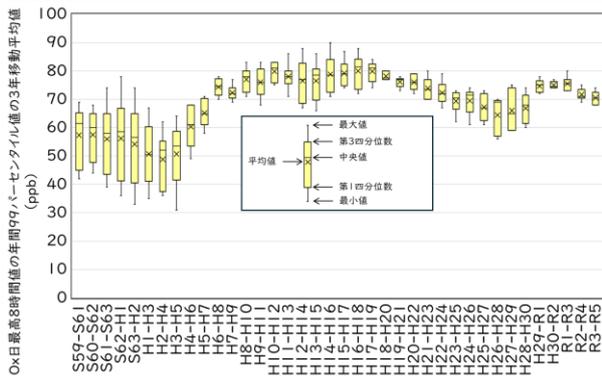


図1 環境省指標値によるOx濃度推移

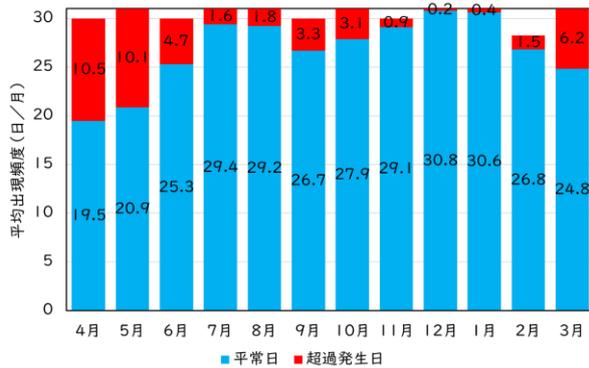


図3 環境基準超過発生日の月別出現頻度

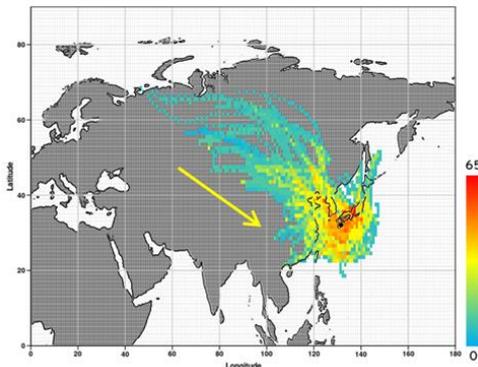


図5 CWT法解析結果(令和5年4月)

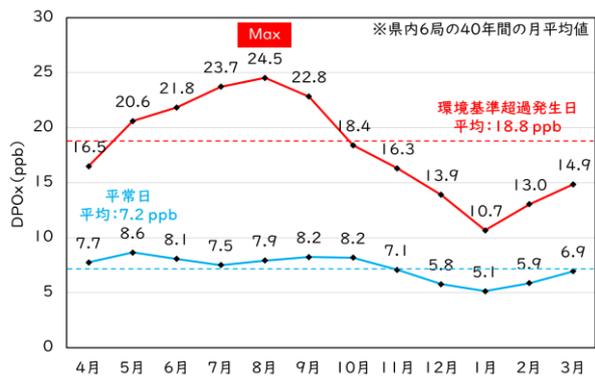


図2 DPOxの月間変動

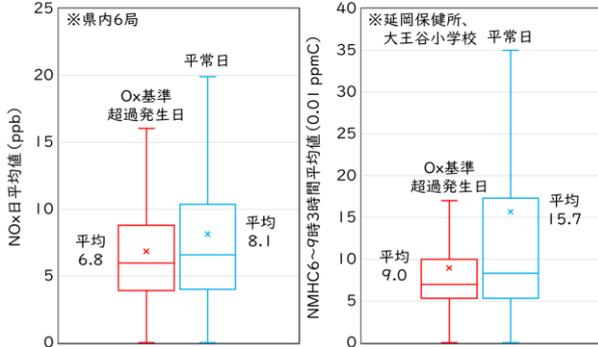


図4 原因物質の濃度比較

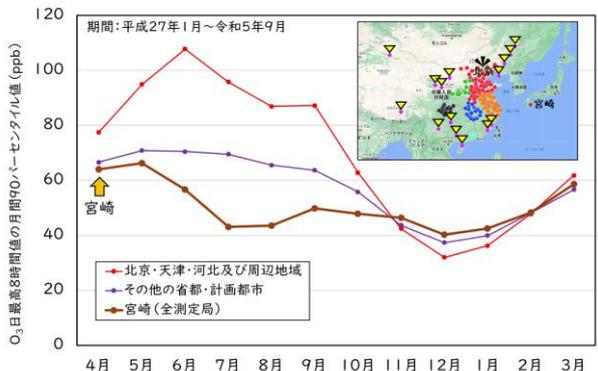


図6 中国と本県のO3濃度の月間変動

参考文献

- 1) Abalos M, Orbe C, Kinnison DE, et al. Future trends in stratosphere-to-troposphere transport in CCM1 models. Atmospheric Chemistry and Physics 2020; 20(11): 6883-6901.