

沖縄県における光化学オキシダントの現況と傾向

嘉手納恒・与儀和夫・友寄喜貴・渡具知美希子¹⁾

The present state and trend of photochemical Oxidants in Okinawa prefecture.

Hisashi KADENA, Kazuo YOGI, Nobutaka TOMOYOSE and Mikiko TOGUCHI

光化学オキシダント (O_x) は、全国的に環境基準を達成できていない状況にあり、平成17年度は沖縄県においても全測定局 (3局) で環境基準を達成できなかった。沖縄県におけるO_xの現況と傾向について検討した結果から、O_xの季節変動は春季に最大、夏季に最少となり、秋季から冬季にかけて再び上昇した。後方流跡線解析の結果からこの季節変動は、夏季は海洋性の気塊の影響を、秋季から春季にかけては陸域の影響を受けているためだと考えられる。市街地の那覇局、沖縄局のO_x濃度は、バックグラウンド地点よりも低く、通勤時間帯での減少、ポテンシャルオゾン (PO) がバックグラウンド地点のレベルに近い事から、移動発生源由来の窒素酸化物 (NO_x) の影響を受けていることが示唆された。ウィークエンド効果について検討した結果、朝の通勤時間帯で週末より週日の減少がみられた。

I はじめに

光化学オキシダント (O_x) とは、光化学スモッグの原因となる酸化性物質の総称である。大気汚染に係る環境基準 (昭和48年5月8日環境庁告示第25号、以下「環境基準」) では「光化学オキシダントとは、オゾン、パーオキシアセチルナイトレートその他の光化学反応により生成される酸化性物質 (中性ヨウ化カリウム溶液からヨウ素を遊離するものに限り、二酸化窒素を除く。) をいう。」と定義されており、その基準は「1時間値が0.06ppm以下であること。」となっている。国内におけるO_xの環境基準達成率は非常に低く、平成16年度の達成率は、一般環境大気測定局 (以下「一般局」) で僅か0.1% (1局/1,162局) に止まっており、二酸化硫黄 (一般局99.9%) や一酸化炭素 (一般局100%) など他の大気汚染物質の環境基準達成状況が、大幅に改善しているのに対して、依然低い達成状況となっている¹⁾。沖縄県においても他地域同様にO_xについては環境基準を達成できていない状況にある。また、全国的にO_xの濃度が増加傾向にあるとの報告もあり²⁾、大気常時監視項目の中でも最も重要な項目である。今回、沖縄県におけるO_xの現況と傾向について報告する。

II 調査方法

1. 測定地点及び測定項目

測定地点を図1に示す。各測定局のO_x及びNO_xの測定方法については以下のとおりである。また、バックグラウンド地点として国設辺戸岬酸性雨測定所 (2003年4月～2005年3月) 及び与那城局 (2005年4月～2006年3月) のデータを用いた。

(1) 那覇局 (中央保健所)

O_x: 吸光光度法 (DKK GXH-73M)

2003年4月～2004年3月

紫外線吸収法 (東亜DKK GUX-253)

2004年4月～2006年3月

NO_x: 吸光光度法 (紀本 MODEL232)

2003年4月～2004年3月

化学発光法 (東亜DKK GLN-254)

2004年4月～2006年3月

(2) 沖縄局 (中部福祉保健所)

O_x: 紫外線吸収法 (堀場 APOA3600)

NO_x: 化学発光法 (東亜DKK GLN-254)

(3) 与那城局 (宮城島桃原公民館)

O_x: 紫外線吸収法 (堀場 APOA370)

2005年4月より測定

¹⁾現中央保健所

NO_x: 吸光光度法 (紀本 MODEL232)

(4) 国設辺戸岬酸性雨測定所

O_x: 紫外線吸収法 (堀場 APOA-360)

NO_x: 化学発光法 (堀場 APNA-365)

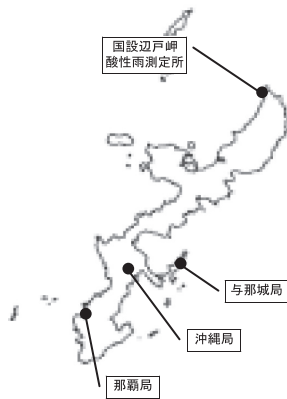


図1. 測定地点

III 結果および考察

平成17年度の測定結果を表1に示す。平成17年度は3局とも環境基準である0.060ppmを超過しており、昼間の一時間値の最高値は与那城局の0.088ppmであった。図1に平成15年度～17年度の月平均値(全日平均)を示す。バックグラウンド地点として、国設辺戸岬酸性雨測定所のデータ(2003年4月～2005年3月)を用いたが、データ

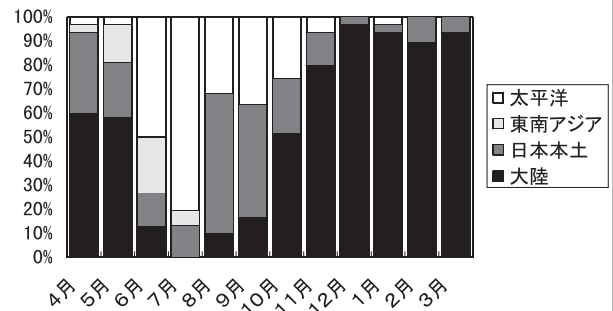


図3 大気移流割合 (2005年4月～2006年3月)

の公表が2005年3月までのため、平成17年度分は与那城局(2005年4月～2006年3月)のデータで補った。両測定地点とも周辺に大規模な発生源は無くほぼ同様な濃度レベルである。全体的に3月から4月頃の春季に高くなり6月頃から下がり始め7月に最少となる。その後、9月頃から上がり始め10月～11月頃に緩やかなピークを作り、その後緩やかに下がり再び春季に高くなっている。春・秋に極大を持つパターンは関西以西に多くみられ、大陸からの影響が示唆されている³⁾。図3は後方流跡線解析(NOAA ARL HYSPLIT Model)を用いて沖縄県に移流してくる大気の流れを調べたものである。解析方法は2005年4月1日から2006年3月31日までの365日、正午の後方流跡線を、太平洋、東南アジア、日本本土及び大陸の4地域に分類した。O_x濃度の低くなる6月から8月にかけては、海洋性

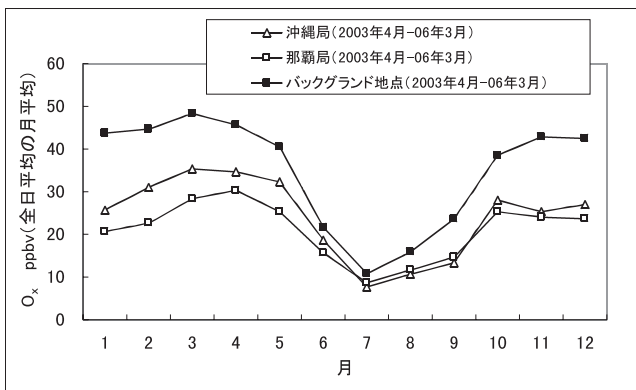


図2 オキシダントの月平均値 (全日平均)

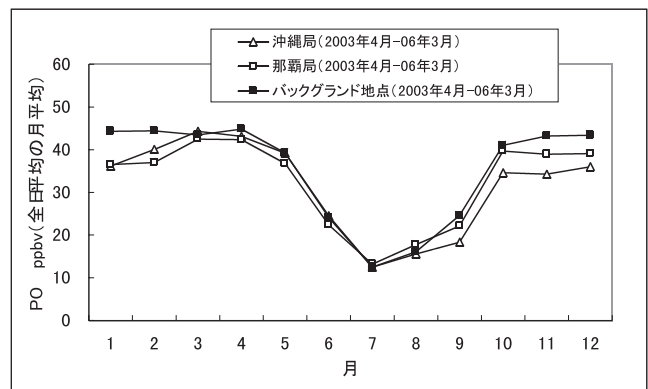


図4 ポテンシャルオゾン (PO) の月平均値

表1. 平成17年度光化学オキシダント測定結果

	昼間測定 日数	昼間測定 時間	昼間の 1時間値 の最高値	昼間の 日最高 1時間値 の平均値	昼間の 平均値	昼間の 日平均値 の最高値	昼間の 日平均値 の最低値	昼間の1時間値が 0.06ppmを超えた 日数と時間数		昼間の1時間値が 0.12ppm以上の 日数と時間数	
	(日)	(時間)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(日)	(時間)	(日)	(時間)
那覇局	365	5471	0.069	0.028	0.021	0.058	0.001	3	5	0	0
沖縄局	365	5458	0.083	0.032	0.024	0.058	0.001	11	35	0	0
与那城局	365	5463	0.088	0.039	0.033	0.075	0.006	24	143	0	0

気塊の影響を受け、濃度が高くなる秋から春にかけては、大陸からの影響が強くなっていることが分かる。この秋から春にかけては、低気圧、移動性高気圧、梅雨前線等の様々な気象要因が陸域からの気塊移流をもたらしており、夏は太平洋高気圧の影響を強くうけるため、清浄な海洋性の気塊が移流していると考えられる⁴⁾。図2において、バックグラウンド地点と、市街地である那覇局・沖縄局を比較してみると、一年を通してバックグラウンド地点が那覇、沖縄両局に比べて高い値を示している。これは自動車などから排出される一酸化窒素(NO)が、オゾン(O₃)と反応し二酸化窒素(NO₂)となる過程でO₃を消費するためだと考えられる。図4にPOの月平均値を示す。POはバックグラウンドオゾンを表す指標として用いられており、次式で求められる^{5) 6)}。

$$PO = O_3 + NO_2 - 0.1NO_x$$

3月から8月にかけてはバックグラウンド地点と市街地のPO濃度は非常に近い値となっているが、9月から2月にかけては市街地の方が低くなる傾向がある。これは冬季の気象安定化によるNO_x高濃度日の出現等が原因の一つだと思われるが、今後更なる検討が必要である。次にO_xのウィークエンド効果について検討を行った。ウィークエンド効果とはウィークデイ(以下「週日」とウィークエンド(以下「週末」)でO_x濃度に差が生じる現象で、原因として週日と週末におけるNO_x等の排出量の差に起因することが示唆されている^{6) 7)}。図5～7に、週日(月曜～金曜)と週末(土曜、日曜)のO_x及びPOを、各測定局ごと時間別にプロットした。なお、解析に用いたデータは平成17年度のデータで、公休日及び正月三ケ日は解析対象から除外した。那覇局、沖縄局では、通勤時間帯に相当する7時～9時及び18時～21時にかけてO_x濃度の減少が見られる。これは先述のNOによるO_xの消費によるものと考えられ、自動車等の移動発生源の影響が伺える。また、それに対応するPOの増加も認められる。週末は週日に比べ通勤時間帯でのO_x濃度の減少が小さく、POも週日に比べ低くなっている。これらは週日と週末の交通量の差に起因するものと考えられる。POについては那覇局より沖縄局の方が週日と週末の差がより明確となっており、より週日と週末の交通量の差が大きいと思われる。与那城局はNO_x濃度が非常に低いため、O_xとPOの差が他の二局に比べて小さく、通勤時間帯に見られた明確なO_x濃度の減少は見られなかった。O_x濃度の週日と週末の差については、那覇局で朝の通勤時間帯で週日の方が減少する傾向があった。バックグラウンド地点である与那城局のO_x濃度が週日、週末合わせて32～35ppbvの範囲であるのに比べ、那覇局が15～24ppbv、沖縄局が

20～28ppbvと低くなっている。またこれに対し、POでは与那城局が33～36ppbv、那覇局が29～35ppbv、沖縄局が28～35ppbvとO_x濃度程の差は無かった。与那城局のO_xとPOは殆ど差が無いことからNO_xの影響は殆ど無いと考えられ、那覇局、沖縄局ではPOとO_xの差が大きいことからNO_xの影響が大きく、O_xがNOと反応し減少していることが示唆される。

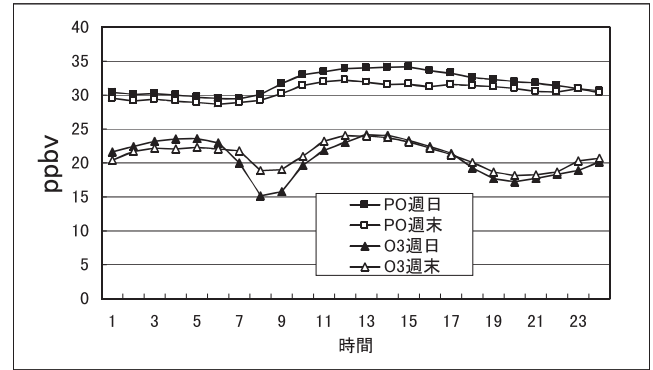


図5. 週日・週末別O_x及びPOの日変動(那覇局)
—平成17年度年平均値—

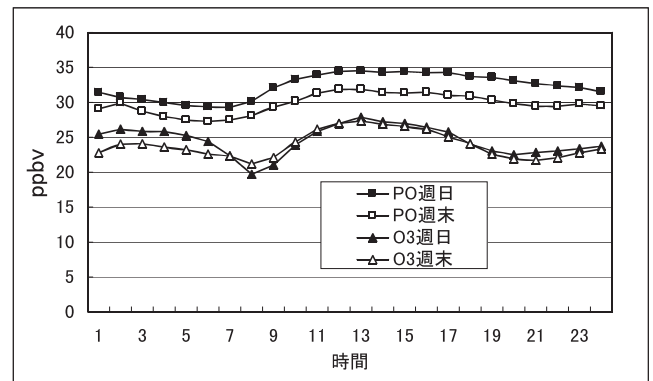


図6. 週日・週末別O_x及びPOの日変動(沖縄局)
—平成17年度年平均値—

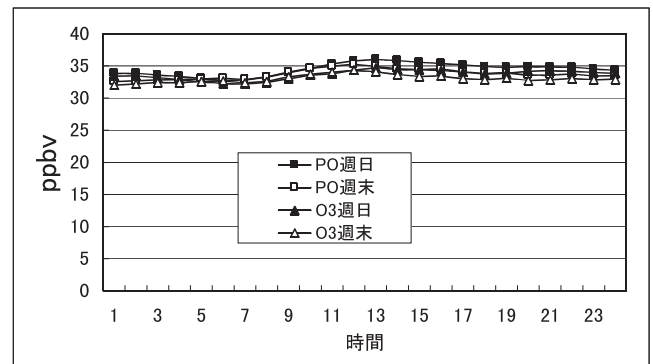


図7. 週日・週末別O_x及びPOの日変動(与那城局)
—平成17年度年平均値—

IV まとめ

1. 沖縄県におけるOxの季節変動は、春季に最大となり、夏季に最少となった。また、秋季から冬季にかけて再び上昇した。この季節変動は後方流跡線解析の結果、夏季は海洋性の気塊の影響を受けており、秋季から春季にかけては陸域の影響を受けているためだと考えられる。
2. 那覇局、沖縄局のOx濃度は、バックグラウンド地点よりも低かった。これは、通勤時間帯での減少が見られる事、POがバックグラウンド地点のレベルに近い事から、移動発生源由来のNOの影響を受けていることが示唆された。
3. ウィークエンド効果について検討した結果、那覇局で朝の通勤時間帯に週末より週日の減少が見られた。またPOは週日より週末が低い結果となり、これは週日と週末の交通量の差に起因するものと思われる。

V 参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局(2005)平成16年度大気汚染状況報告書—平成17年12月—
- 2) 大原利眞, 坂田智之(2003)光化学オキシダントの全国的な経年変動に関する解析. 大気環境学会誌 38(1): 47-54
- 3) 森淳子, 山川和彦, 宮下七重, 若松伸司, 他(2005)第21回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集. 27-29
- 4) 金城義勝(1999)第40回大気環境学会講演要旨集. 234-235
- 5) 阿相敏明, 武田麻由子, 相原敬次, 牧野宏(2001年)丹沢大山における森林保全のためのオゾン許容量推定手法の開発. 神奈川県環境科学センター研究報告 25: 73-79
- 6) 坂本美徳, 吉村陽, 小坂浩, 平木降年(2005)兵庫県における週末オキシダント濃度に関する一考察. 大気環境学会誌 40(5): 201-208
- 7) 大野隆史, 板野泰之(2005)第21回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集. 35-39