

沖縄県における光化学オキシダント濃度の長期的評価

野波秀行・城間朝彰・田崎盛也・前田美奈子

Long-term Evaluation of Photochemical Oxidant Concentrations in Okinawa

Hideyuki NOHA, Tomoaki SHIROMA, Moriya TASAKI, and Minako MAEDA

要旨：光化学オキシダント (Ox) の前駆体物質である窒素酸化物 (NOx) の濃度が減少しているにもかかわらず、Ox 濃度については、沖縄県の全測定局において環境基準を達成できていない状況が続いている。Ox の長期的な環境改善効果を示す指標として、従来「昼間の日最高 1 時間値の年平均値」等が用いられてきたが、2016 年 2 月、環境省から Ox の長期的な環境改善効果を示す新指標として、「日最高 8 時間値の年間 99 パーセントイル値の 3 年移動平均値」が示された。高濃度域の長期的変化を示す同指標の解析結果について、Ox 濃度は概ね横ばいの傾向で推移していた。新指標を用いた解析結果は、従来の指標による解析と比較して変動幅が少なく、より長期的変動の把握が容易になった。

Key words： 沖縄県, 光化学オキシダント (Ox), 日最高 8 時間値の年間 99 パーセントイル値の 3 年移動平均値, ポテンシャルオゾン, NO タイトレーション効果

I はじめに

大気環境中の光化学オキシダント (以下「Ox」という.) は、窒素酸化物 (以下「NOx」という.) や揮発性有機化合物 (以下「VOCs」という.) が紫外線を受けて、光化学反応を起こすことにより生じるオゾン (以下「O₃」という.) などの酸化性物質の総称であり、光化学スモッグの原因となる。

本県の Ox 濃度の傾向として、春季に高濃度、夏季に低濃度となった後、秋季から冬季にかけて高濃度となる 2 山型の変動パターンがみられており、越境大気汚染が示唆されている^{1,2)}。また本県では全測定局において Ox の環境基準 (1 時間値が 0.06 ppm 以下であること) を達成しておらず、全国においても環境基準達成局は毎年数局程度である³⁾。

これまで、Ox 濃度の長期的な環境改善効果を示す指標として、「環境基準の達成状況」、「注意報等の発令状況」及び「昼間 (5~20 時) の日最高 1 時間値の年平均値」などが用いられてきたが、気象要因による年々変動が大きいこともあり、長期的な環境改善効果を適切に示す指標となっていないことが問題点として指摘されている⁴⁾。そこで、中央環境審議会において、Ox 濃度の環境改善効果を適切に示すための指標について、2014 年 8 月に中間とりまとめが行われ、同年 9 月に通知があり⁵⁾、2016 年 2 月には新指標に係る測定値の取扱いについて通知があった⁶⁾。

比嘉ら⁷⁾は、中間取りまとめで提案された指標 (以下「新指標」という.) を用いた県内大気環境中の Ox 濃度

の長期的な変動について解析を試みている。今回、新たな解析対象局を加え、解析期間を延長して、従来の指標との比較を行ったのでその結果を報告する。

II 方法

1. 解析対象局, 解析期間および解析データ

(1) 解析対象局

解析対象局である一般大気環境測定局の配置を図 1 に示す。

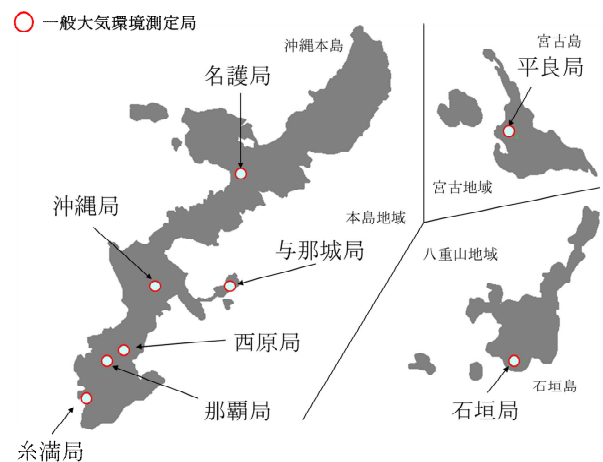


図 1. 解析対象局.

(2) 解析期間

2003 年度から 2020 年度までを解析期間 (年度により欠測あり) とした (表 1)。ただし、2020 年度のデータは速報値であるため、参考値として取り扱うこととする。

表 1. 一般大気環境測定局 (Ox) の解析期間.

測定局名	解析期間
名護局	2008～2020年度
与那城局	2004～2020年度
沖縄局	2003～2020年度
那覇局	2003～2020年度
糸満局	2011～2020年度
石垣局	2008～2020年度
平良局	2008～2020年度

Ⅲ 結果と考察

1. 従来の指標による解析結果

(1) Ox 濃度, PO 濃度及び NOx 濃度の経年変化

Ox 及び PO 濃度について, 昼間日平均値の年平均値を図 2, Ox の前駆体物質である NOx 濃度の経年変化を図 3 に示す. Ox 及び PO 濃度は, ほとんどの測定局において 2009 年度に最高値を示し, 以降増減はあるものの概ね横ばいの傾向であった. NOx 濃度は, 与那城局など NO₂ 等の発生源が少ない地域では, 横ばいの傾向であったが, その他の測定局では 2003 年度以降, 減少傾向を示した.

全体としての傾向を見るため, 県内平均値の Ox 濃度, PO 濃度及び NOx 濃度の経年変化を図 4 に示す. Ox 及び PO 濃度は昼間の 1 時間値の平均値, NOx 濃度は年平均値を表す. Ox 濃度の最大値は 2009 年度の 34 ppb, 最小値は 2004 年度の 20 ppb であった. PO 濃度の最大値は 2009 年度の 38 ppb, 最小値は 2011 年度の 30 ppb であった. 近年, Ox 及び PO 濃度は概ね横ばいの傾向を示し, NOx 濃度は減少傾向を示した.

(2) 春季と夏季における Ox 及び PO 濃度の県内平均値の 3 年移動平均値

春季と夏季における Ox 及び PO 濃度の県内平均値の 3 年移動平均値を図 5 に示す. 毎年, 春季は高濃度で, 夏季は低濃度で推移しており, 前述した季節変動パターンが毎年同様であることが示唆された.

春季において Ox 濃度は 2009～2011 年度に最大となり, その後減少し, 近年は横ばいであるのに対し, PO 濃度は 2008～2010 年度に最大となり, その後減少したが, 近年はやや増加傾向である.

夏季において Ox 及び PO 濃度は, 緩やかな増減が見られ, 10～20 ppb 間を推移している.

(3) 高濃度域の傾向

Ox 及び PO 濃度それぞれの, 昼間日平均値の年間 98 パーセントイル値の経年変化を図 6 に示す. 解析対象局において, Ox の最大値は 2009 年度の与那城局 77 ppb, 最小値は 2007 年度的那覇局 40 ppb であった. また PO の最大値は 2009 年度の与那城局及び沖縄局の 78 ppb, 最小値は 2007 年度的那覇局 53 ppb であった.

高濃度域の近年の傾向として, Ox 及び PO 濃度はともに横ばいであった. Ox と PO 濃度にほとんど差が見られないことから, Ox 濃度が高濃度となる場合, NO 濃度は低く, そのタイトレーション効果は小さいことが示唆された.

(3) 解析データ

Ox, NO₂ 及び NOx のデータは, 大気汚染防止法第 22 条第 1 項に基づき本県が実施した常時監視測定結果を使用した. また, ポテンシャルオゾン (以下「PO」という.) を用いて解析を行った.

PO は, 一酸化窒素 (以下「NO」という.) が O₃ と反応し O₃ 濃度が減少する効果 (以下「NO タイトレーション効果」という.) の影響を受けないため, O₃ の経年変化を解析する場合の有効性が示されている⁸⁾. PO の算出は次式のとおりとした⁴⁾.

$$PO = [O_3] + [NO_2] - \alpha \cdot [NOx]$$

α 値は一次排出 NOx 中の NO₂ の比率であるが, ここでは一般的な値⁴⁾である 0.1 を用いた.

2. 解析方法

(1) 従来の指標による解析

「昼間の日最高 1 時間濃度の年平均値」及び「注意報等の発令状況」を従来の指標として解析を行った. 平均濃度の傾向把握として, 昼間の日最高 1 時間値の年平均値及び春季 (3～4 月) と夏季 (7～8 月) における昼間の日平均値から年平均値を求め, さらに全測定局の平均値 (以下「県内平均値」という.) の 3 年移動平均値を用いた. 春季の期間設定について, 沖縄地方では毎年 5 月上旬ごろから梅雨入りするため, 3～4 月とした. また, 高濃度域の傾向把握として, 昼間の日最高 1 時間値の年間 98 パーセントイル値を用いた.

(2) 新指標による解析

新指標の算出手順については, 環境省の通知⁶⁾に基づき以下のとおりとした.

- 1) Ox の 8 時間値の移動平均値を算出する.
- 2) 8 時間の移動平均値の日最高値を算出する.
- 3) 8 時間値の移動平均値の日最高値の年間 99 パーセントイル値を年間代表値とする.
- 4) 年間代表値を 3 年移動平均し, 光化学オキシダントの新指標値として算出する.

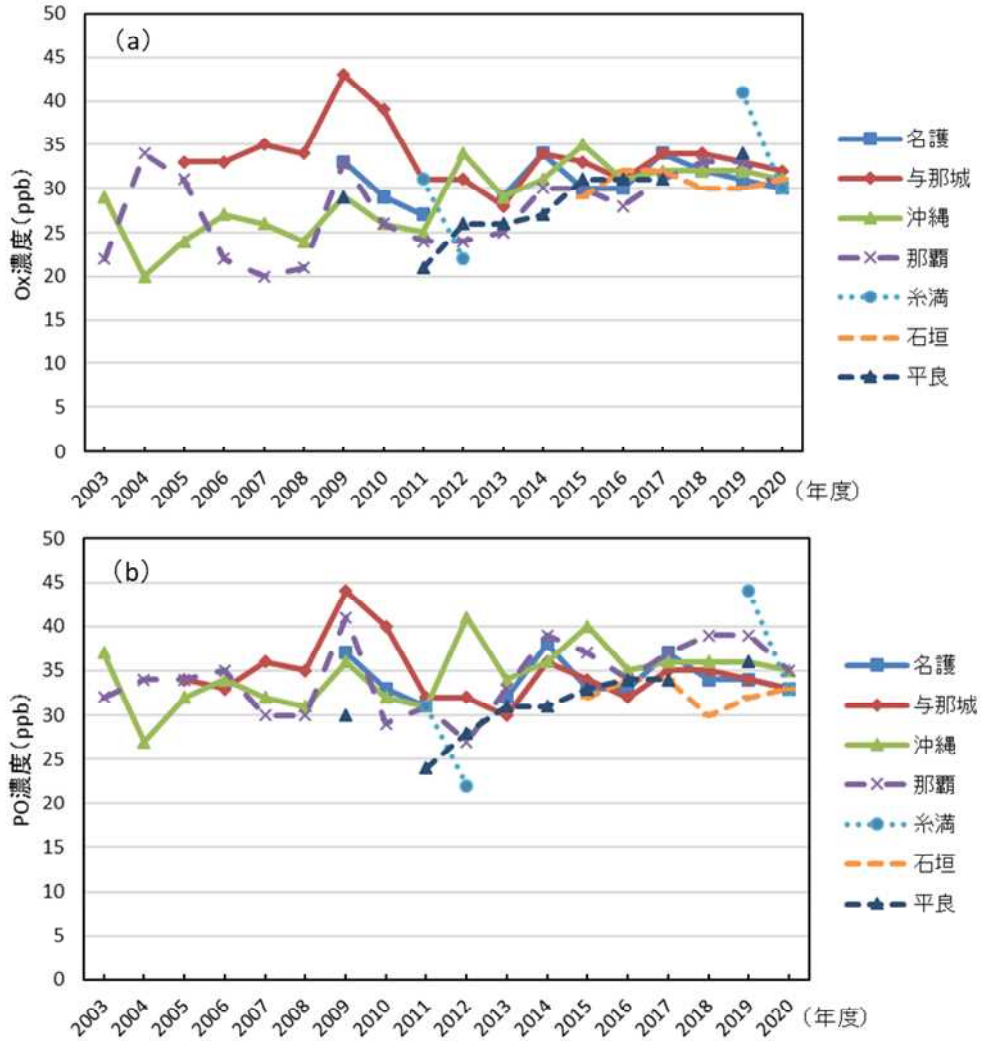


図2. 昼間日平均値の年平均値の経年変化 ((a)Ox, (b)PO 濃度).

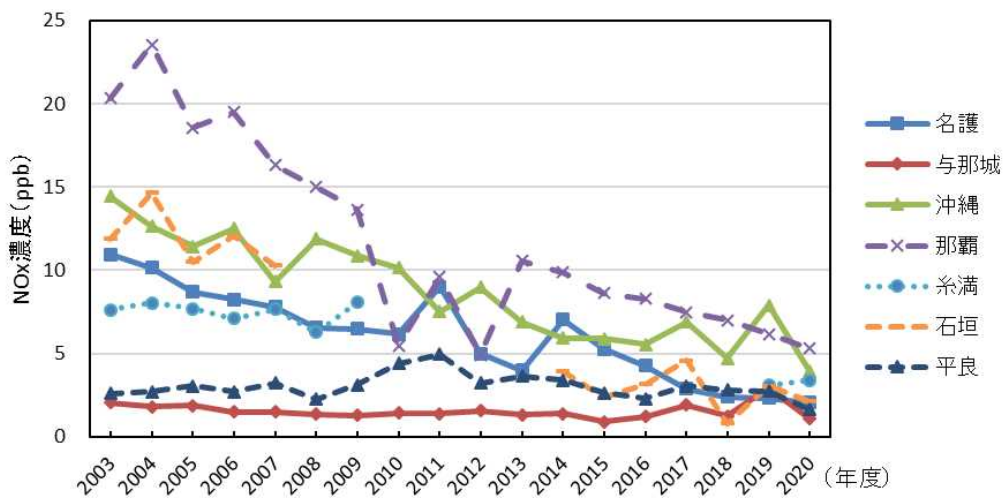


図3. NOx 濃度の年平均値の経年変化.

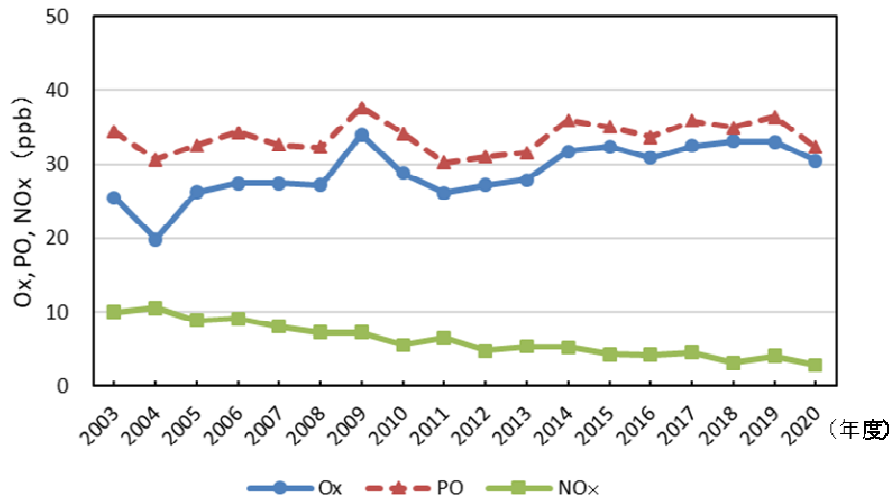


図4. Ox, PO及びNOx濃度の県内平均値の経年変化.

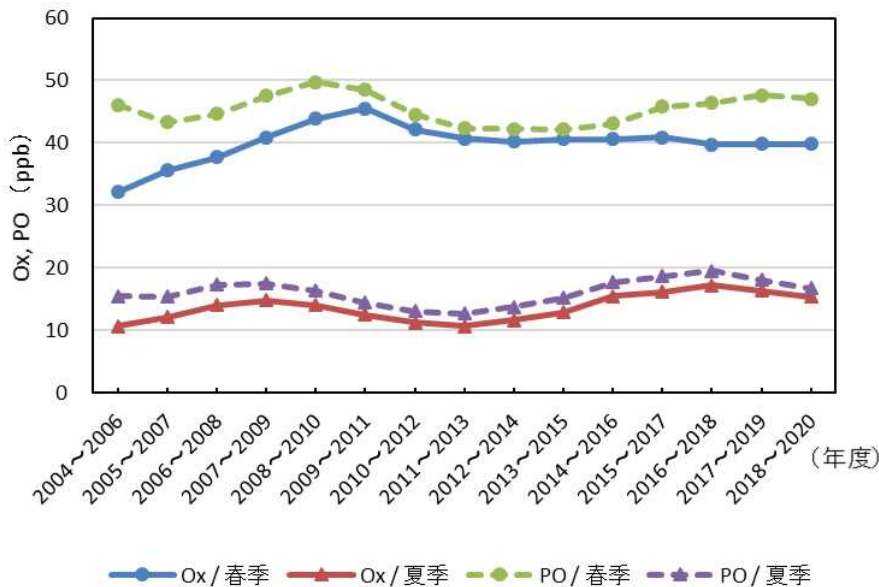


図5. 春季と夏季におけるOx及びPO濃度の県内平均値の3年移動平均値.

(4) 注意報等の発令状況

本県でのOxの最高濃度は、2010年6月13日の与那城局117ppbであり、光化学オキシダント注意報発令(1時間値が120ppb以上)の事例は一度もない。

2. 新指標による解析結果

新指標である日最高8時間値の年間99パーセンタイル値の3年移動平均値によるOx及びPO濃度を図7-1及び7-2に示す。解析対象局において、Ox濃度の最大値は2008~2010年度の与那城局86ppb、最小値は2005~2007年度的那覇局54ppbであった。またPO濃度の最大値は2008~2010年度の与那城局87ppb、最小値は64ppbであり、

2005~2007年度的那覇局、2011~2013年度の平良局であった。従来の解析による経年変化(図6)と比較して、各測定局とも年々変動が少なく、長期的な変化傾向が安定していた。Ox及びPO濃度の長期的傾向としては2008~2010年度をピークに、2011~2013年度にかけて減少し、その後は横ばいの傾向を示した。近年は70ppb程度で推移しており、環境基準(1時間値が60ppb以下であること)の達成は困難な状況が続いていることが確認できた。新指標を用いた解析結果は、従来の指標による解析と比較して変動幅が少なく、より長期的変動の把握が容易になった。今後も引き続き、動向に注視する必要がある。

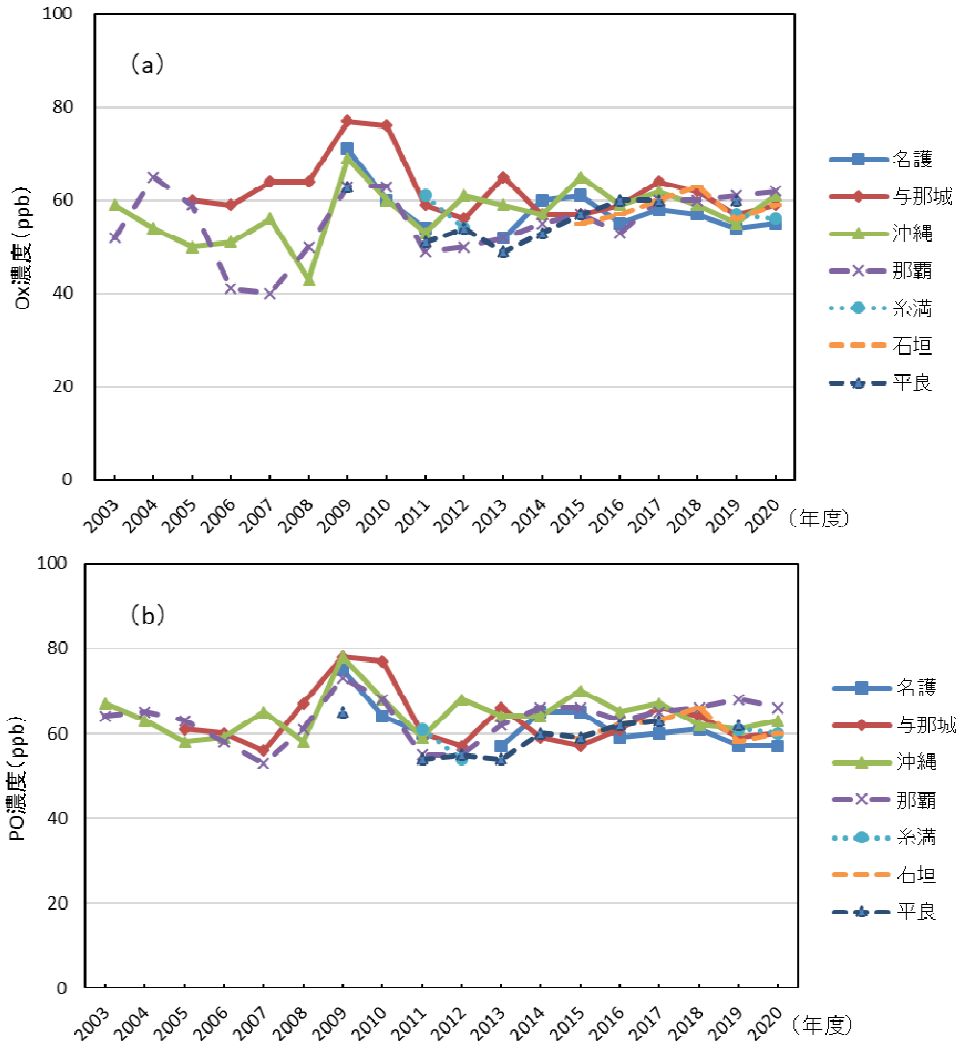


図 6. 屋間日平均値の年間 98 パーセンタイル値の経年変化 ((a)Ox, (b)PO 濃度).

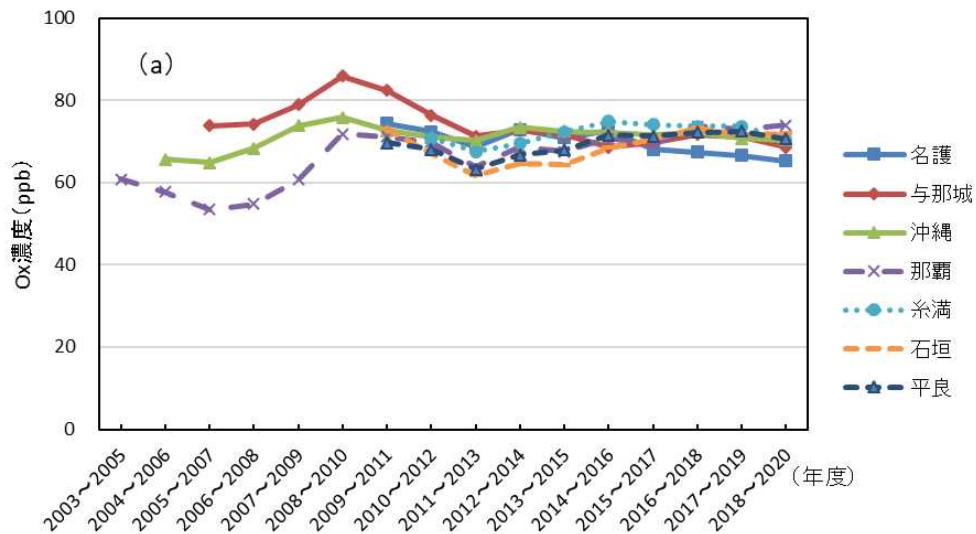


図 7-1. 日最高 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値の 3 年移動平均値 ((a)Ox 濃度).

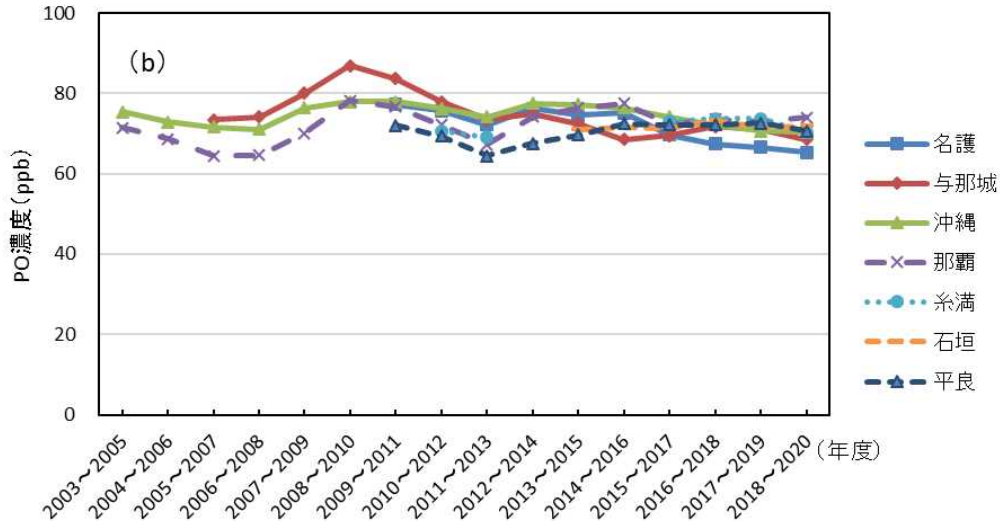


図 7-2. 日最高 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値の 3 年移動平均値 ((b)PO 濃度).

<謝辞>

那覇局の測定結果については、那覇市環境保全課より提供を受けて解析を行った。感謝いたします。

IV 参考文献

- 1) 嘉手納恒・与儀和夫・友寄喜貴・渡具知美希子 (2006) 沖縄県における光化学オキシダントの現況と傾向. 沖縄県衛生環境研究所報, 40 : 99-102.
- 2) 友寄喜貴・嘉手納恒・城間朝彰・與古田尚子・与儀和夫 (2010) 沖縄島と石垣島における光化学オキシダント濃度の比較. 沖縄県衛生環境研究所報, 44 : 53-56.
- 3) 環境省 (2021) 令和元年度 大気汚染状況について. <<https://www.env.go.jp/press/109397-print.html>>. 2021年8月アクセス.
- 4) 光化学オキシダント調査検討会 (2014) 光化学オキシダント調査検討会報告書～光化学オキシダントの解

析と対策へ向けた指標の提言～. 平成 26 年 3 月.

- 5) 環境省水・大気環境局大気環境課長通知 (2014) 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示すための指標 (中間とりまとめ) について. 平成 26 年 9 月 26 日, 環水大大発第 1409262 号.
- 6) 環境省水・大気環境局大気環境課長通知 (2016) 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示すための指標に係る測定値の取り扱いについて. 平成 28 年 2 月 17 日, 環水大大発第 1602171 号.
- 7) 比嘉良作・友寄喜貴・城間朝彰 (2016) 沖縄県における光化学オキシダントの観測結果. 沖縄県衛生環境研究所報, 50 : 92-95.
- 8) 大原利眞 光化学オキシダント等に関する共同研究グループ (2010) 光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究. 独立行政法人国立環境研究所, 203 : pp. iii.