

光化学オキシダントの大気環境中濃度について

1		
2		
3		
4		
5	1. 日本における光化学オキシダントの環境基準	2
6	2. 光化学オキシダントの測定方法	3
7	3. 大気環境中濃度	3
8	3.1. 光化学オキシダントの大気環境中濃度	3
9	3.1.1. 経年変化	3
10	3.1.2. 年内変化	4
11	3.1.3. 日内変化	4
12	3.2. PAN の大気環境中濃度	9
13	4. 参考文献	9
14		
15		

1 1. 日本における光化学オキシダントの環境基準

2 日本環境基準は、環境基本法（平成5年法律第91号）第16条第1項において、「人
3 の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」とされて
4 いる。また、同条第4項において、「政府は、この章に定める施策であって公害の防止に関
5 係するもの（以下「公害の防止に関する施策」という。）を総合的かつ有効適切に講ずること
6 により、第一項の基準が確保されるように努めなければならない。」とされており、環境
7 基準が「維持されることが望ましい基準」であり、行政上の政策目標であることが示され
8 ている。なお、「生活環境」とは、環境基本法第2条第3項において、「人の生活に密接な
9 関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を含む」とさ
10 れている。

11 光化学オキシダントは、昭和48年5月8日付環境庁告示第25号「大気汚染に係る環
12 境基準について」において、「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
13 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
14 り、二酸化窒素を除く。）をいう」と定義される¹。さらに、同告示において日本の光化学
15 オキシダントの環境基準は、「1時間値が0.06ppm以下であること。」と定められている²。
16 また、環境基準の評価方法については、昭和48年6月12日付環大企第146号通達「大気
17 汚染に係る環境基準について」において、「定められた測定方法により連続してまたは随時
18 に行った測定結果により、測定を行った日についての各1時間値を環境基準と比較してそ
19 の評価を行う。」と定められている（本文書2.にて詳述）。

20 環境基準の評価方法とは別に、光化学オキシダントの環境改善効果を示すための指標と
21 して、「光化学オキシダント濃度8時間値の日最高の年間99パーセンタイル値の3年平均
22 値」を指標として活用することが中央環境審議会大気・騒音振動部会微小粒子状物質等専
23 門委員会により提案された。この指標は環境省水・大気環境局大気環境課長より都道府県
24 等に通知（平成26年9月26日付け環水大大発第1409262号、平成28年2月17日付環
25 水大大発第1602171号）されている。

26 光化学オキシダントを含めた大気汚染状況の監視は、大気汚染防止法（昭和43年法律
27 第97号）第22条に基づき、都道府県及び大気汚染防止法上の政令市が設置する大気汚染
28 常時監視測定局において行われている。また、同法の第23条及び同法施行令第11条に基
29 づき、「注意報」及び「重大緊急時警報」の基準となる濃度が規定されている。現行、「注
30 意報」の基準は0.12 ppm、「重大緊急時警報」の基準は0.4 ppmとされている。

31

1 パーオキシアセチルナイトレート：Peroxy Acetyl Nitrate (PAN)

2 1時間値とは、通常、正時（00分）から次の正時までの1時間の間に得られた測定値であり、後の方の時刻の時間値とする。例えば、1時から2時まで測定した場合には、2時の1時間値となる（環境省水・大気環境局、2010）

1 2. 光化学オキシダントの測定方法

2 光化学オキシダントの測定方法については、平成8年10月25日付環境庁告示73号に
 3 て改正され、中性ヨウ化カリウム溶液を用いる吸光光度法（以下、「吸光光度法」）、中性ヨ
 4 ウ化カリウム溶液を用いる電量法（以下、「電量法」）、紫外線吸収法、エチレンを用いる化
 5 学発光法（以下、「化学発光法」）、のいずれかの方法で測定することが定められている（表
 6 1）。

7 PANの測定方法については環境大気常時監視マニュアルなどで定められた測定方法はな
 8 いものの、泉川ら(1974)による測定方法が報告されており、電子捕獲型検出器（ECD）付
 9 ガスクロマトグラフが用いられている。

11 表 1 環境省告示において定められている光化学オキシダント濃度測定方法

測定方式	測定対象	用途	常時監視における 位置づけ
吸光光度法	全オキシダント	設置型オキシダント濃 度監視	自動連続測定、及び、環境基準 及び緊急時の措置に係る測定法
電量法			環境基準及び緊急時の措置に係 る測定法のみ
紫外線 吸収法※	オゾン	可搬型・設置型、環境 調査用、 オキシダント計測器の 動的校正	自動連続測定、及び、環境基準 及び緊急時の措置に係る測定法 自動測定機の校正または試験に 用いるオゾンの濃度を値付けす る方法
化学発光法 ※			可搬型・設置型、環境 調査用

※「環境大気の測定では、この方法で得られたオゾン濃度をもって光化学オキシダント濃度としてよ
い。」(環境省水・大気環境局, 2010)とされている。

12

13 3. 大気環境中濃度

14 3.1. 光化学オキシダントの大気環境中濃度

15 3.1.1. 経年変化

16 光化学オキシダント濃度の経年変化は毎年、大気汚染物質(有害大気汚染物質等を除く)
 17 に係る常時監視測定結果として、環境省水・大気環境局大気環境課より報告されている。
 18 令和4年8月現在の最新の結果は、環境省水・大気環境局大気環境課、(2022)「令和2年
 19 度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る常時監視測定結果」（資料2別添）
 20 である。

1 当該報告では、令和2年度においても、環境基準達成局は依然として極めて低い水準で
2 あること（資料2別添 図2-1-1）、昼間の日最高1時間値の年平均値はほぼ横ばいで
3 推移していること（資料2別添 図2-1-2）、昼間の1時間値の濃度レベル別割合につ
4 いては大部分が0.06 ppm以下であること（資料2別添 図2-1-3）等について報告さ
5 れている。

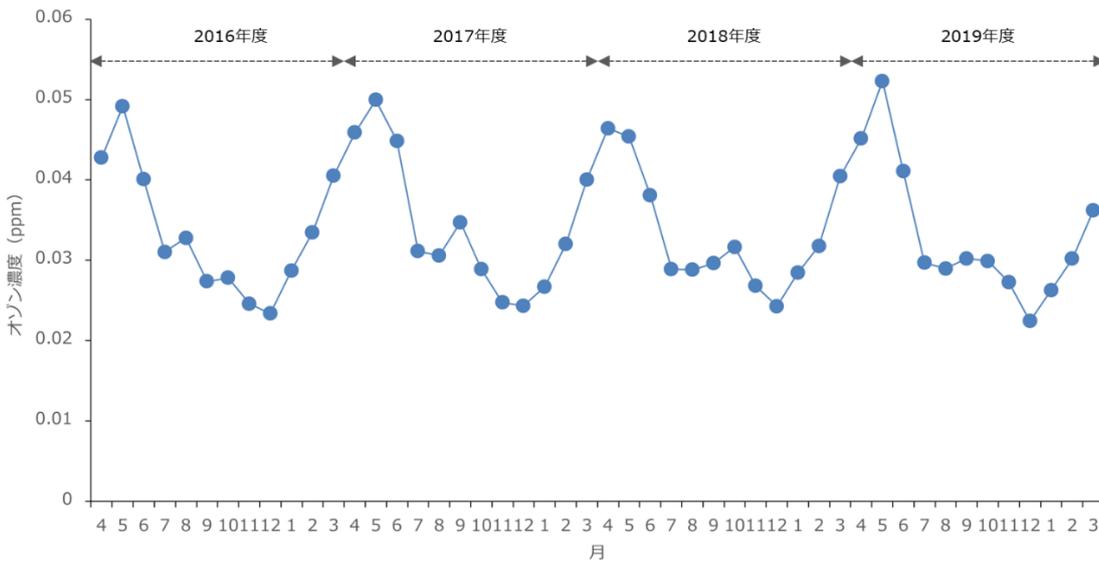
6

7 3.1.2. 年内変化

8 一般的に、光化学オキシダントの濃度は、春季（3～5月）及び夏季（6～8月）で高
9 く、秋季（9～11月）及び冬季（12～2月）で低い傾向にある。図1は、光化学オキシダ
10 ントの昼間（5～20時）の1時間値の月平均値に係る一般環境大気測定局間平均値を、
11 2016年度～2019年度についてまとめたものであり、4・5月及び8～10月に極大点があ
12 る傾向にあり、かつ4・5月の極大点が最も大きいことがわかる。

13 高濃度日の指標として、光化学オキシダント注意報の発令状況を参照すると、年々変動
14 が大きいものの、5～8月に発令される事例が多い傾向にあり、令和2年度もこの傾向に
15 あった（資料2別添 表2-2-2）。

16



17

18 図1 光化学オキシダント濃度の年内変化（2016～2019年度）

19 ※国立環境研究所 環境数値データベース（時間値データ）に基づき作成。各一般環境大気
20 測定局について1時間値の月平均値を求め、全国の一般環境大気測定局の平均値を算出
21 し、図示した。

22

23 3.1.3. 日内変化

24 光化学オキシダント濃度の日内変化について、窒素酸化物（NOx）や揮発性有機化合物
25 （VOC）等の発生源がある地域と発生源のない地域では傾向が異なるため、それぞれ事例

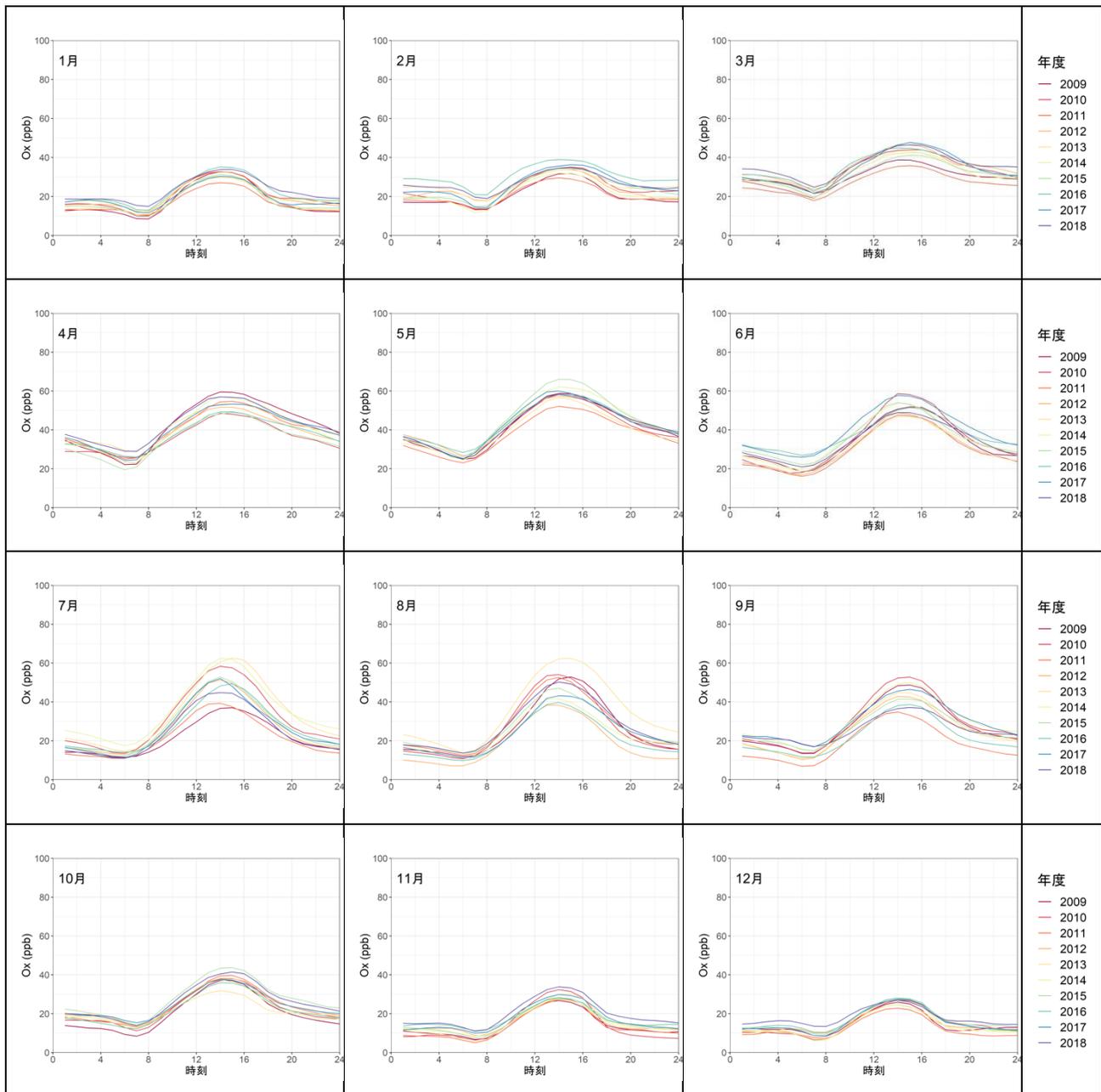
1 を挙げて紹介する（図 2、図 3）。

2

3 発生源がある地域の傾向を示す例として、2009～2018 年度における島しょ部を除く東
4 京都内の一般環境大気測定局により測定された光化学オキシダントの日内変化（1 時間値
5 の推移）を図 2 に示す。図 2 では、季節により濃度差はあるものの、基本的には季節を問
6 わず、光化学オキシダント濃度は早朝から 14～15 時まで上昇し、その後、翌日の明け方
7 にかけて下降する傾向が見られた。

8 また、発生源のない地域の傾向を示す例として、図 3 に国設小笠原酸性雨測定所におけ
9 る光化学オキシダントの日内変化（1 時間値の推移）を示す。図 3 では、図 2 でみられた
10 「早朝から 14～15 時まで濃度が上昇し、翌日の明け方にかけて低下する」傾向は見られ
11 ず、一定の濃度で推移する傾向が見られた。

12 なお、光化学オキシダント濃度の日内変化は、地域的に存在する原因物質が関与する昼
13 間の生成反応と夜間の消失反応により増減する。これに加えて、季節ごとの越境大気汚染
14 等による光化学オキシダントバックグラウンド濃度の大小や気象特性にも影響を受ける。
15 そのため、地域や年によって特徴が異なる点に注意が必要である。



2

図 2 東京都の光化学オキシダント濃度の日内変化

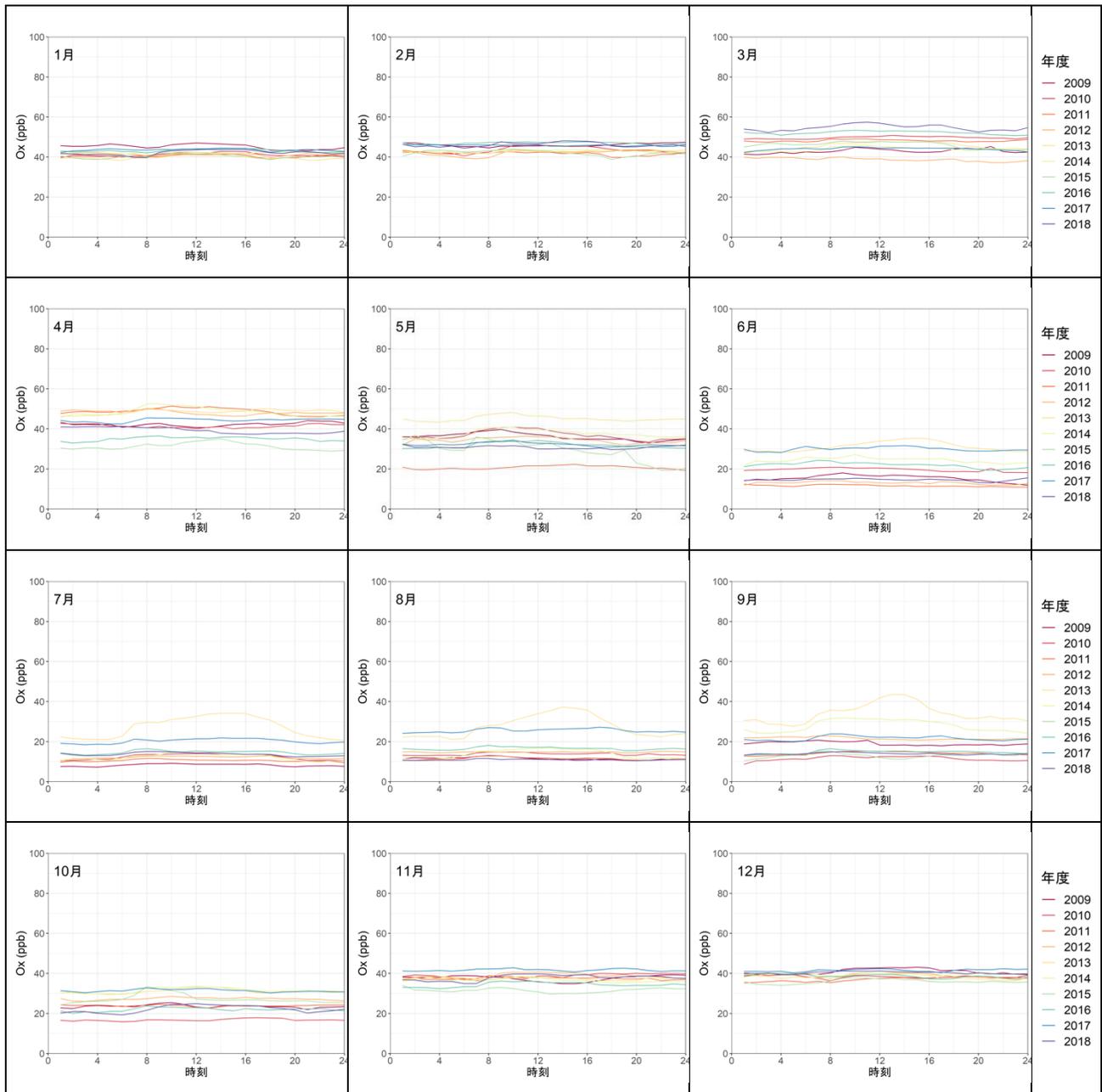
3

※国立環境研究所 環境数値データベース 大気環境データ（「2. 時間値データ」（2009～2018年度）及び「3. 時間値データ（国設局）」）に基づき作成。東京都内の各一般環境大気測定局の1時間ごとの濃度を月単位で平均し、都内測定局の平均値を算出。

5

6

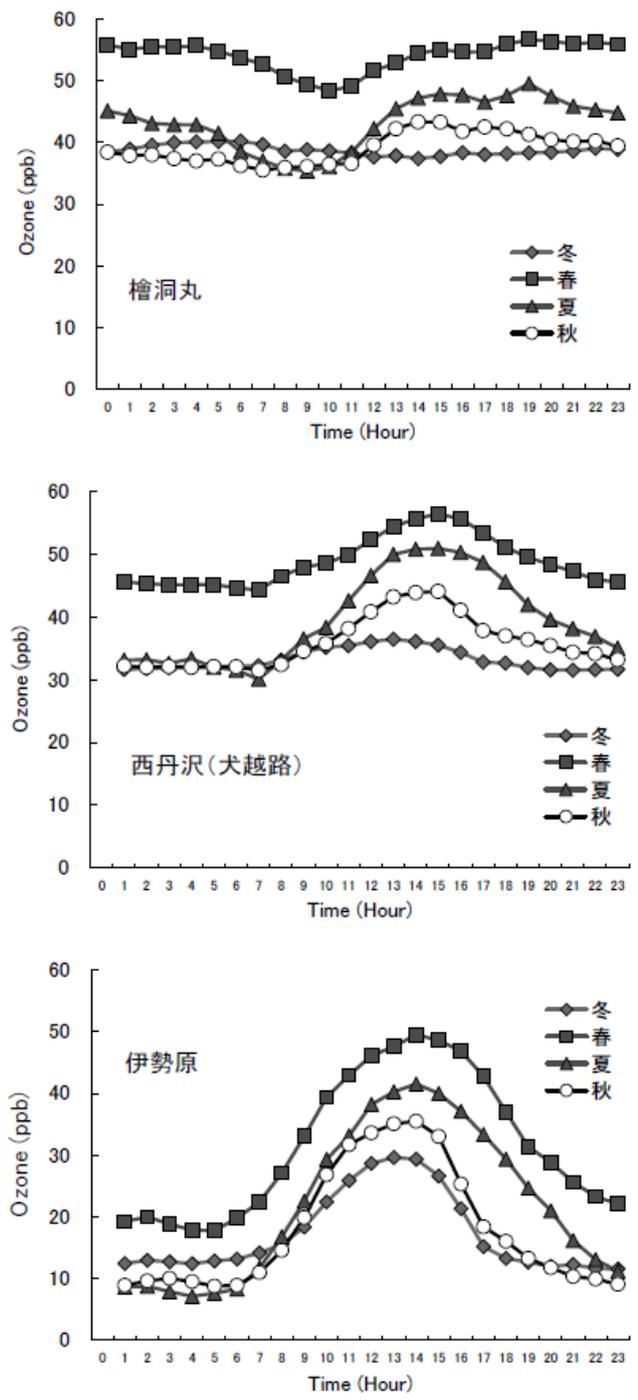
7



1 図 3 東京都の島しょ部等（小笠原）における光化学オキシダント濃度の日内変化
 2 ※The Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET) の Site: Ogasawara、
 3 Item: Dry deposition Auto のデータに基づき作成。

4

1 前述のような、オゾン濃度の日内変化
 2 は、標高や土地利用・土地被覆により異
 3 なることも知られている。例えば、神奈
 4 川県丹沢大山国定公園特別保護地区の
 5 檜洞丸山頂直下の標高 1,540 m 地点、
 6 山腹に相当する西丹沢（犬越路）地点及
 7 び山麓周辺に相当する神奈川県伊勢原
 8 市役所（以下、伊勢原と記述）のオゾン
 9 濃度を比較したところ、平地部の伊勢原
 10 地点では日中にピークがみられる典型
 11 的な山型の日変化パターンが見られる
 12 のに対し、山腹にあたる西丹沢（犬越路）
 13 及び、山頂直下の檜洞丸地点では、標高
 14 が高くなるほど山型の日変化パターン
 15 が見られにくくなる傾向にあった（河
 16 野ら, 2007）。



17
18

19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

図 4 神奈川県丹沢大山国定公園特別保護地区と周辺地域における季節別オゾン濃度の日内変化（河野ら, 2007）

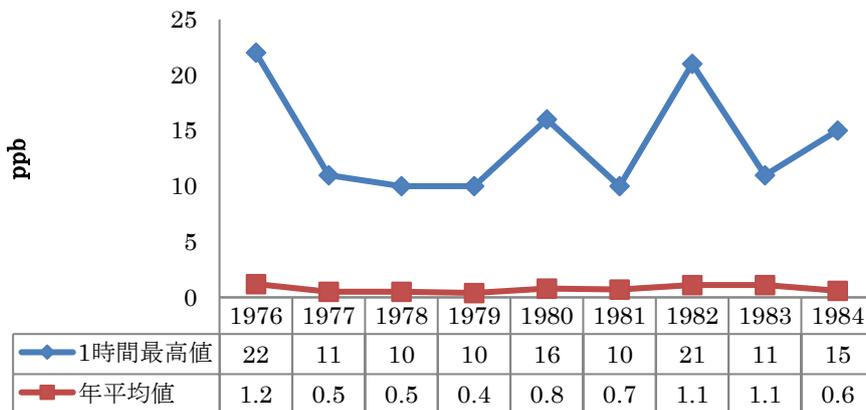
※¹ 檜洞丸、西丹沢（犬越路）、伊勢原は、それぞれ山頂直下（標高 1,540 m）、中腹相当、山麓周辺に位置する。3ヶ月毎に平均して季節別のオゾン濃度を算出した。

※² 冬：2004年12月～2005年2月、春：2005年3月～5月、夏：2005年6月～8月、秋：2005年9月～11月

1 3.2. PANの大気環境中濃度

2 泉川ら(1974)は、ECD付ガスクロマトグラフ法により東京都内3地点(千代田区、杉
3 並区、青梅市)において1972年又は1973年の夏にPANの測定を行ったところ、測定期
4 間中の各地点の最高濃度は、千代田区で31.2ppb(1973年7月13日)、杉並区で8.2ppb
5 (1972年7月29日)、青梅市で13.5ppb(1973年7月4日、5日)であったと報告して
6 いる。なお、同期間・同地点の光化学オキシダントの日最高濃度は約260ppb、150ppb、
7 220ppbであった(泉川ら(1974)図1からの読み取り値)。

8 早福と宇田川(1988)は、ECD付ガスクロマトグラフ法により東京都千代田区有楽町で
9 約9年間連続してPANの測定を実施し、調査期間中の平均値は0.8ppb、1時間値最高濃
10 度は22ppb(1976年10月8日13時)、瞬時最高濃度は同時刻で23ppbと報告している
11 (図5)。



13 図5 有楽町における9年間のPAN連続測定結果(早福と宇田川, 1988)

14 *調査期間は1976年4月から1985年2月まで。

15 年間の1時間最高値及び1時間値の年平均値を示す。

16 17 18 4. 参考文献

19 The Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET).
20 <https://monitoring.eanet.asia/document/menu/index> (accessed 2022.06.15).

21 泉川碩雄, 伊藤宣夫, 舟島正直, 広野富雄, 横田久司, 早福正孝, 中野欣嗣, 朝来野国彦,
22 大平俊男.(1974) 窒素酸化物, 炭化水素とPANの関係. 東京スモッグ生成機序・
23 植物被害に関する調査研究報告(第3報), 東京都公害研究所, pp. 323-334.

24 環境省中央公害対策審議会大気部会窒素酸化物等に係る環境基準専門委員会(1972) 窒
25 素酸化物等に係る環境基準についての専門委員会報告.

26 環境省水・大気環境局.(2010) 環境大気常時監視マニュアル 第6版.

27 環境省水・大気環境局大気環境課.(2022) 令和2年度大気汚染物質(有害大気汚染物質等

1 を除く。)に係る常時監視測定結果. <http://www.env.go.jp/press/110805.html>
2 (accessed 2022.06.15).
3 河野吉久, 須藤 仁, 石井 孝, 相原敬次, 内山佳美. (2007) 丹沢山地周辺のオゾン濃度の
4 実態とブナに対する影響. 丹沢大山総合調査団(編) 丹沢大山総合調査学術報告
5 書, 財団法人平岡環境科学研究所, pp. 383-395.
6 国立環境研究所 環境数値データベース, 大気環境測定局データ.
7 https://www.nies.go.jp/igreen/tm_down.html (accessed 2022.06.15).
8 中央環境審議会大気・騒音振動部会 微小粒子状物質等専門委員会. (2014) 「光化学オキ
9 シダントの環境改善効果を適切に示すための指標について(中間とりまとめ)」
10 早福正孝, 宇田川 満. (1988) 9年間のPAN連続測定結果-1976~1985-. 東京都環境科
11 学研究所年報, 50-52.
12