

5 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標の検討

5.1 評価指標の検討

5.1.1 解析の対象とした統計値

本解析で検討した主な統計指標を表 5-1 に示す。解析を実施した様々な統計値の中には、昼間の最高 1 時間値の年間 98 パーセンタイル値や、日最高 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値、基準となる濃度以上となる時間数や積算濃度など前駆体物質の排出抑制による光化学オキシダントの環境改善効果が示唆されるものも含まれている。

表 5-1 主な統計指標

目的	日統計	期間統計	地域統計	Ox	PO	概要
基礎データの整理 既存知見の検証	昼間の 平均値	年平均	域内平均	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 光化学オキシダントの平均濃度の長期上昇 前駆体物質と光化学オキシダントの関係 光化学オキシダント濃度の季節差
			域内最高	○	○	
			域内 98% 値	○	○	
			域内 50% 値	○	○	
			域内 2% 値	○	○	
		春季(4~5月)	域内平均	○	○	
	夏季(7~8月)	域内平均	○	○		
	昼間の最高 1 時間値	年 98% 値	域内最高	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 高濃度域の光化学オキシダントの改善
			域内平均	○	○	
			域内 98% 値	○	○	
域内 50% 値			○	○		
域内 2% 値			○	○		
光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標についての検討	日最高 8 時間値	年最高	域内最高	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 8 時間値の特性 指標の検討
		年 99% 値 年 98% 値 年 97% 値 年 96% 値 年 90% 値	域内最高	○	○	
			域内平均	○	○	
	日最高 8 時間値の年間 99% 値が基準値以上となる局数		域内合計	○	—	
	1 時間値が基準値以上の時間数		域内平均	○	—	
	1 時間値が基準値以上の積算濃度		域内平均	○	—	

5.1.2 年々変動の軽減方法

二酸化窒素や浮遊粒子状物質、微小粒子状物質などの大気汚染物質の場合、高濃度域の評価では、日平均値の年間 98%値や日平均値の 2%除外値のように、年間の高濃度日の上位 2%を除外した値を用いて環境基準の達成等の評価する。光化学オキシダントの場合、年統計値は図 5-1 に示すように年々変動が大きいことが確認されており、これは気象等による変動と対策効果が重なったことによるものと考えられる。光化学オキシダントの場合、この年々変動が大きいことが、施策などの対策効果を適切に評価することを妨げている可能性がある。

「4 モニタリングデータを用いた解析結果」で、年間統計値の 3 年移動平均を検討したところ、年々変動が軽減され、濃度変化の経年変化の把握が容易となることが確認できた。そこで、光化学オキシダントの評価では、年間統計値の 3 年移動平均を基本とすることとした。

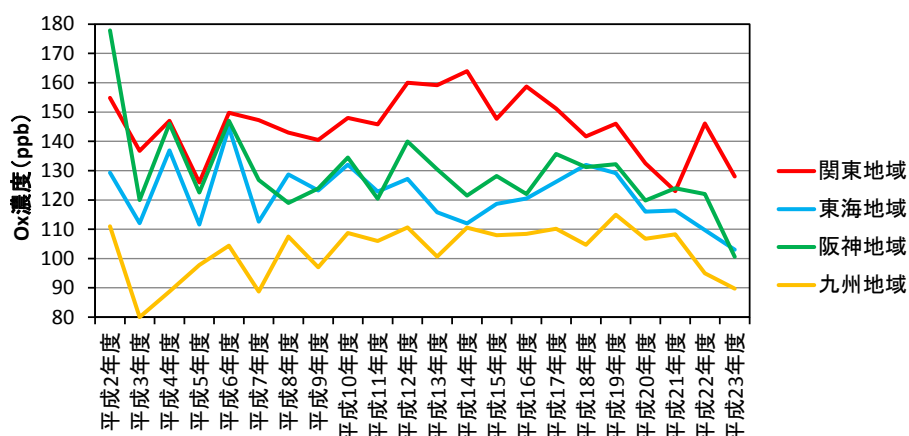


図 5-1 光化学オキシダントの昼間の最高 1 時間値の年間 98 パーセンタイル値の
域内最高値の経年変化

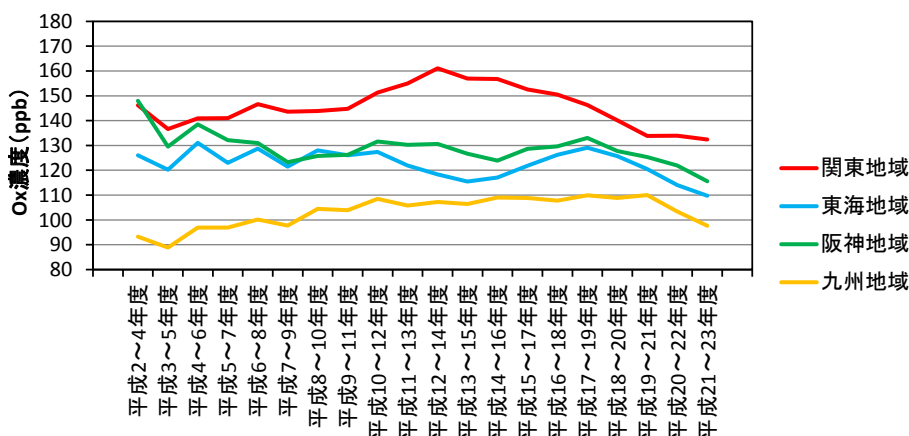


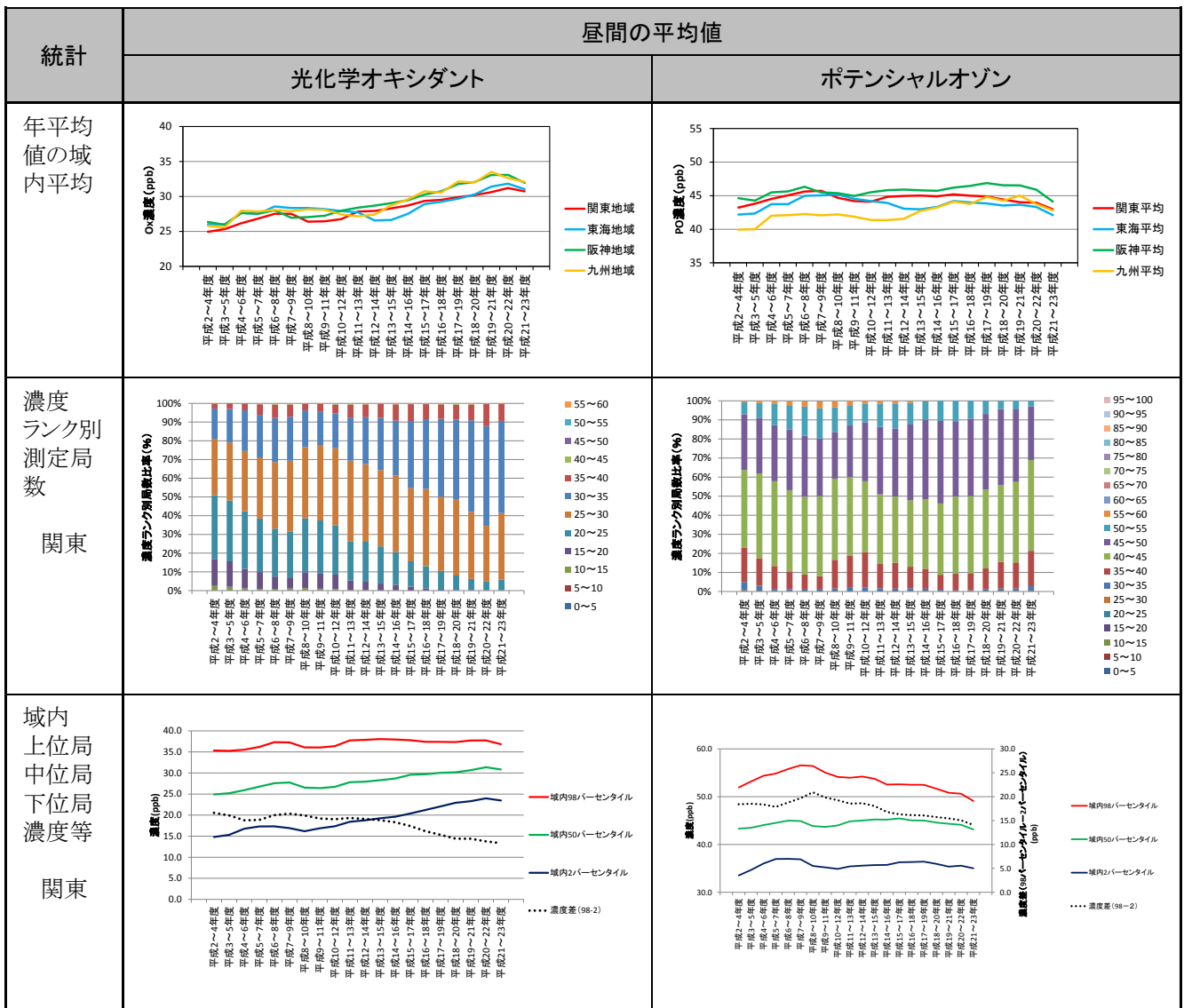
図 5-2 光化学オキシダントの昼間の最高 1 時間値の年間 98 パーセンタイル値の
域内最高値(3 年移動平均)の経年変化

5.1.3 光化学オキシダント等の平均濃度に着目した指標の検討

平均濃度に着目した指標として、図 5-3 及び図 5-4 に示すように光化学オキシダントやポテンシャルオゾンの昼間の平均値の年平均値や季節平均値の域内平均値がある。

光化学オキシダント濃度は、いずれの優先解析地域でも経年的に濃度上昇がみられた。春季の解析やポテンシャルオゾンの解析などによって「越境汚染の増加」が強く示唆されると共に、ポテンシャルオゾンの解析により、特に東日本では「タイトレーション効果の低下」が光化学オキシダントの濃度上昇の要因の一つとなっていることが確認できた。

光化学オキシダントの平均値に着目した指標は、越境汚染の増大やタイトレーション効果の変化を概観する指標として有効であると考えられる。



(注) 域内上位局は域内98パーセンタイル値、域内中位局は域内50パーセンタイル値、域内下位局は域内2パーセンタイル値を示す。濃度差(98-2)は上位局と下位局濃度の差を示す。

図 5-3 平均濃度に着目した指標(年間統計)

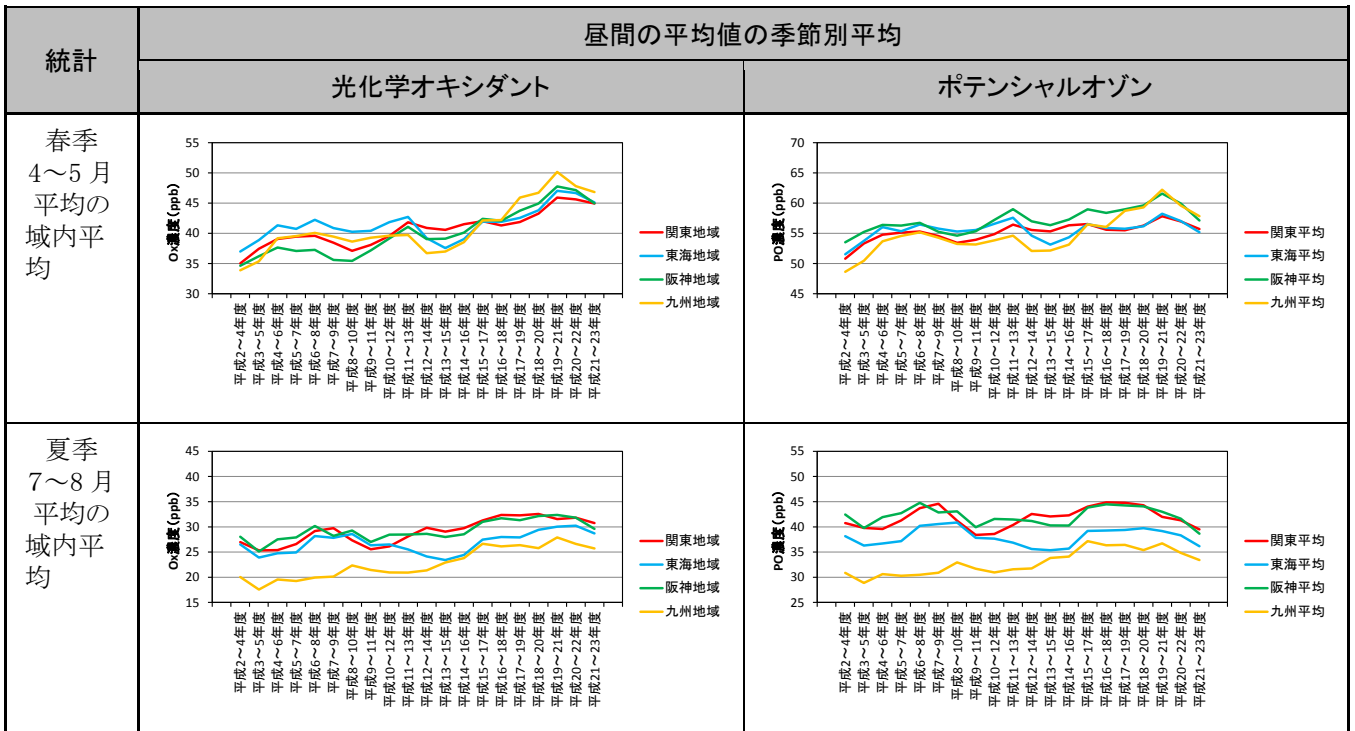


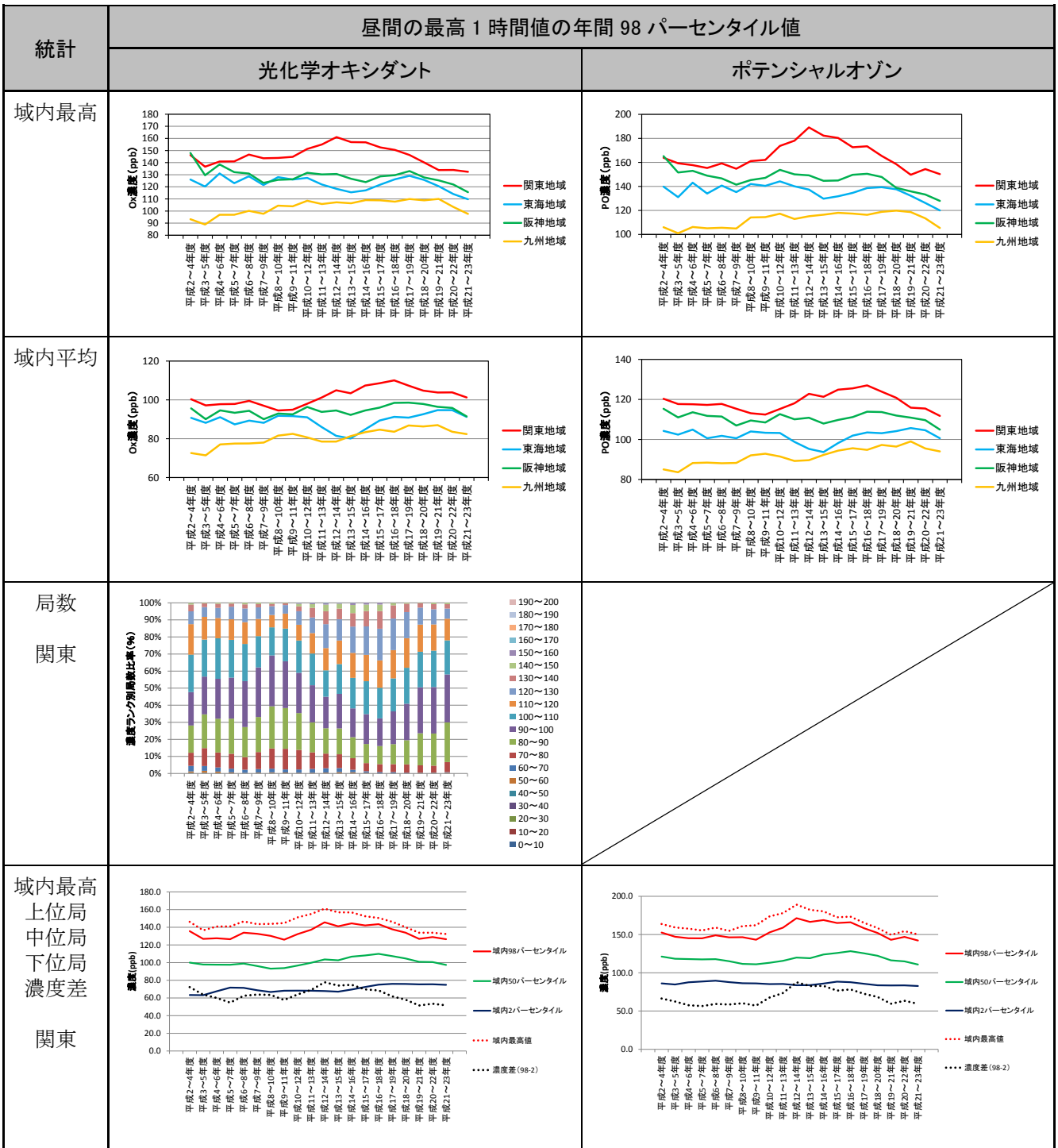
図 5-4 平均濃度に着目した指標(季節別統計)

5.1.4 高濃度域の光化学オキシダント等に着目した指標の検討

地域内の高濃度域の光化学オキシダント等に着目した指標として、図 5-5 に示すとおり昼間の最高 1 時間値の年間 98 パーセンタイル値がある。

光化学オキシダントの昼間の最高 1 時間値の年間 98 パーセンタイル値を 3 年平均することにより比較的安定的な濃度変化を把握することができた。

高濃度の上位数%を除外した値である年間 98 パーセンタイル値において、光化学オキシダントの高濃度の低下が確認でき、濃度が低下する場合、その時期は概ね平成 18 年度頃となっていた。



(注) 域内上位局は域内98パーセンタイル値、域内中位局は域内50パーセンタイル値、域内下位局は域内2パーセンタイル値を示す。濃度差(98-2)は上位局と下位局濃度の差を示す。

図 5-5 高濃度域の光化学オキシダント等に着眼した指標

5.1.5 日最高 8 時間値に着目した指標の検討

日最高 8 時間値に着目した指標として、図 5-6 から図 5-7 に示すとおり日最高 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値などがある。

日最高 8 時間値の解析では、年間 99 パーセンタイル値と年間 98 パーセンタイル値において、高濃度域の光化学オキシダントの濃度低下が確認でき、濃度が低下する場合、その時期は概ね平成 18 年度頃となっていた。

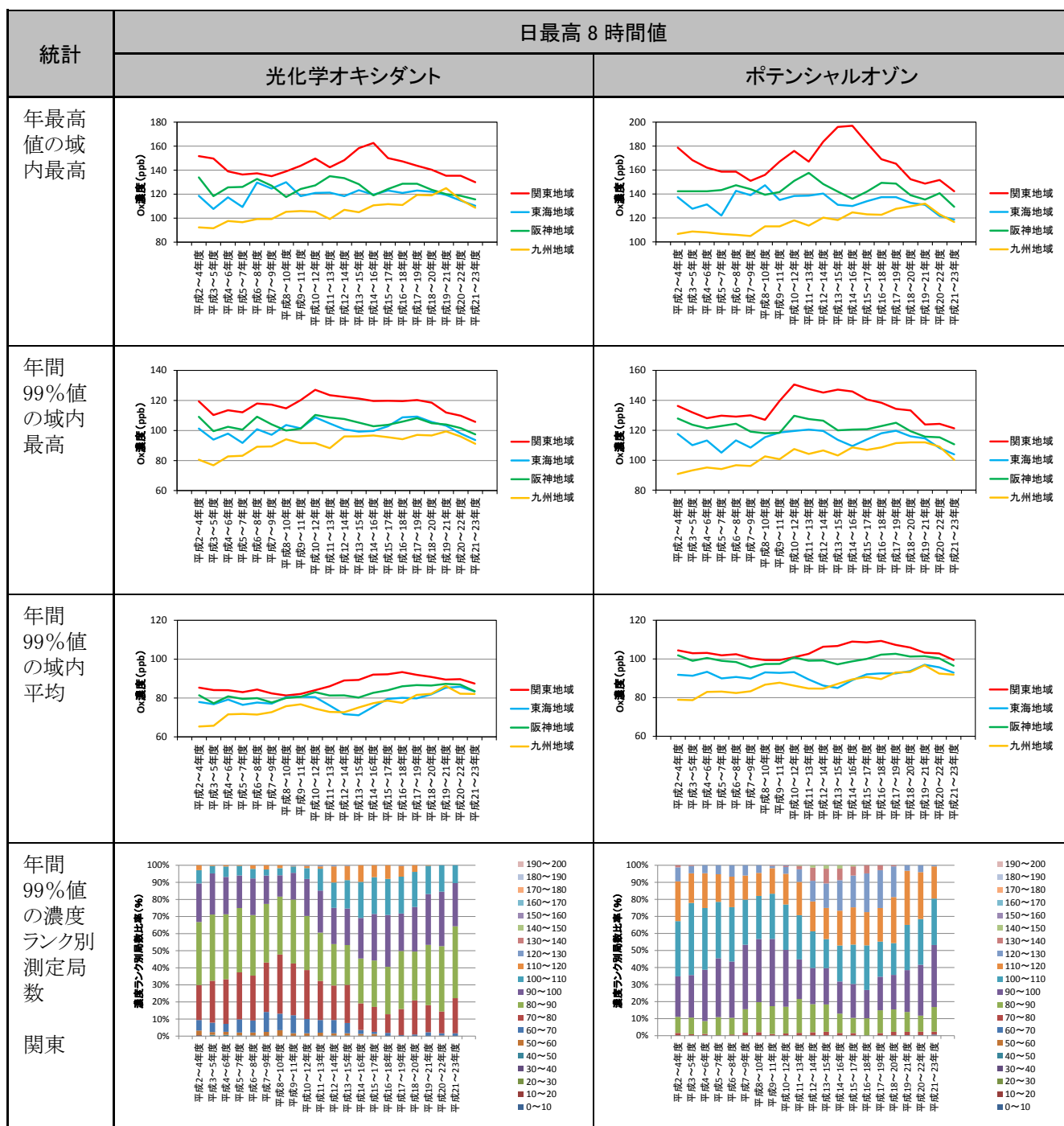
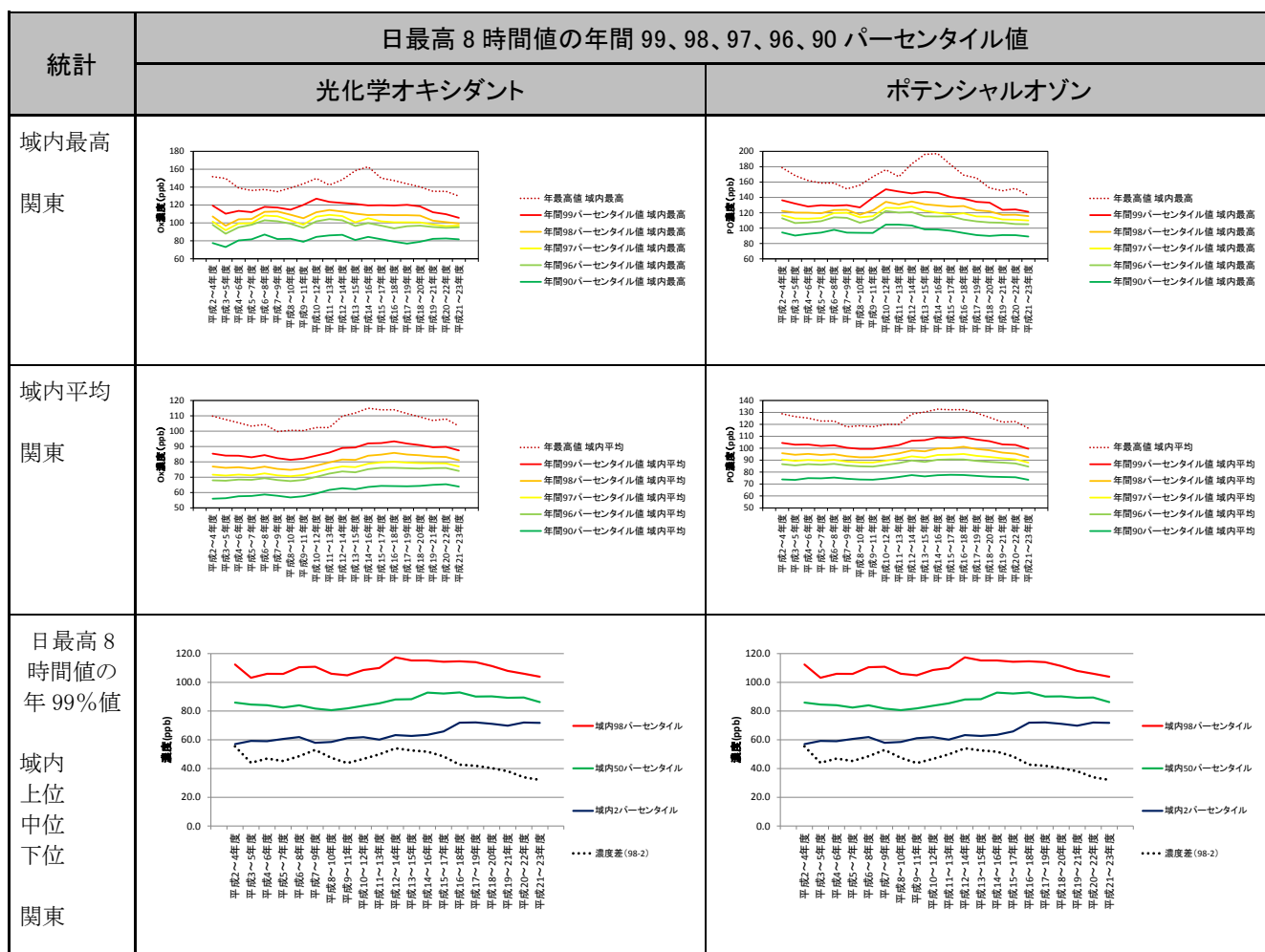


図 5-6 日最高 8 時間値に着目した指標



(注) 域内上位局は域内98パーセンタイル値、域内中位局は域内50パーセンタイル値、域内下位局は域内2パーセンタイル値を示す。濃度差(98-2)は上位局と下位局濃度の差を示す。

図 5-7 日最高8時間値に着目した指標

5.1.6 出現頻度や積算濃度に着目した指標の検討

光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標として、図 5-8 に示すように高濃度の影響時間や積算濃度も考えられる。

基準となる濃度以上となる時間数や積算濃度について検討を行ったところ、光化学オキシダント濃度が 120 ppb 以上となる時間数や積算濃度において、改善傾向を確認できた。しかしながら、指標となる時間数や積算濃度は地域で差が大きすぎるため、地域間の比較や、目標設定に課題がある。

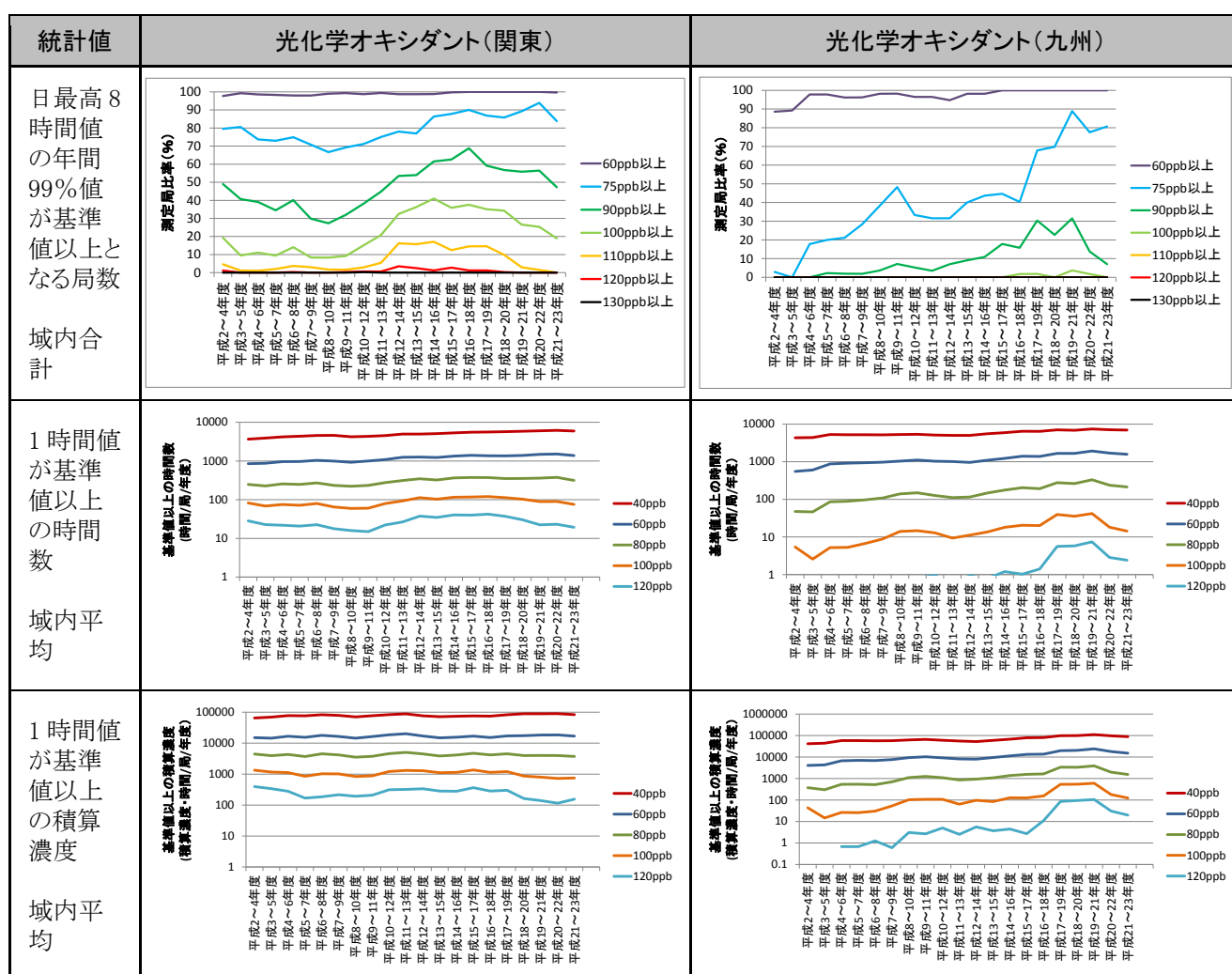


図 5-8 高濃度域の光化学オキシダントの出現頻度に着目した指標

5.2 光化学オキシダントの日最高 8 時間値を用いた外れ値の扱いの検討

5.2.1 概要

光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標を検討したところ、日最高 8 時間値の年間上位数%を除外し、3 年間の移動平均をとることにより安定的な指標となりうることが確認された。

米国 EPA では 8 時間値を採用し、8 時間値の年間第 4 位値を採用することで、高濃度上位の約 1%を除外し、さらに 3 年平均することにより指標の安定性を増している。

一方、国内では、二酸化窒素や浮遊粒子状物質では、年間 98%値や 2%除外値を採用し、高濃度を 2%除外した評価を行っている。

光化学オキシダントでも安定的な指標を採用するためには同様の処理が必要となるが、除外を大きく設定すると、重要な高濃度イベントを排除しすぎるおそれがある一方で、除外が小さすぎると特異な高濃度が年間の代表値となるおそれがあり、除外するデータ数を適切に設定する必要がある。

本調査では、除外するデータ数の設定を検討するために、国内の光化学オキシダント濃度の測定値を用いた 8 時間値でのオゾン汚染の評価の検討事例²¹を参考に、統計手法のひとつで一般的に使われる外れ値の評価により、特異的な高濃度イベントの除外数を検討した。

一般に、外れ値とは、統計において他の値から大きく外れた値であり、異常値や特異な現象による大きな値などが含まれることとなる。光化学オキシダントでは、機器故障などの異常値や、特異的な高濃度が外れ値に該当する。しかしながら、本調査で解析に用いた測定値は、地方自治体や国ですでにスクリーニングがなされ、機器異常等の異常値は除外されたデータである。したがって、本調査の外れ値は、「何らかの要因で引き起こされた特異的な高濃度」であるとした。この要因の例としては、気象要因があり、異常な猛暑による高濃度などが該当する。

また、外れ値としては、時間的な観点からみた外れ値と、空間的な観点からみた外れ値がある。前者の例としては、数年に 1 回しか出現しないような高濃度日があり、後者の例としては、地域の中で他の測定局と比べ特異的に高い濃度を示す測定局の濃度が該当する。本解析では、時間的な観点からみた外れ値の状況と、空間的な観点からみた外れ値について検討を行った。

表 5-2 外れ値の定義

名称	定義
一般的な外れ値	統計において他の値から大きく外れた値であり、異常値や特異的な現象による高濃度などが含まれる。
異常値	測定機器の故障や不具合による異常な値
外れ値(本調査)	<p>何らかの要因で引き起こされる特異的な高濃度</p> <p>時間的な観点からみた外れ値の例： 数年に一度起こるような特異的な高濃度日</p> <p>空間的な観点からみた外れ値の例： ある年度において地域内で、他の局よりも特異的に高い濃度を示す測定局の濃度</p>

5.2.2 外れ値の評価方法

外れ値の評価方法は、大泉ら(2013)²¹の解析方法を参考に、一般的に用いられる評価方法²⁷を用いた。

サンプルデータから 25 パーセンタイル値(Q1)と 75 パーセンタイル値(Q3)を求め、この差の 1.5 倍を Q3 に加えた値を閾値とし、この値を超えるデータを外れ値とした。模式図を図 5-9 に示す。

$$\text{外れ値} > Q3 + (Q3 - Q1) \times 1.5$$

一般的には外れ値は、統計的に他の値から大きく外れた値であり、異常値や特異的な現象によるデータを示す。異常値は測定機器の故障や通信異常による異常な値である。本解析で用いた測定データは、国及び地方自治体がスクリーニングしており、異常値が除外されたデータである。このことから、本解析での外れ値には異常値は含まれず、特異的な現象により引き起こされた高濃度を示すこととなる。

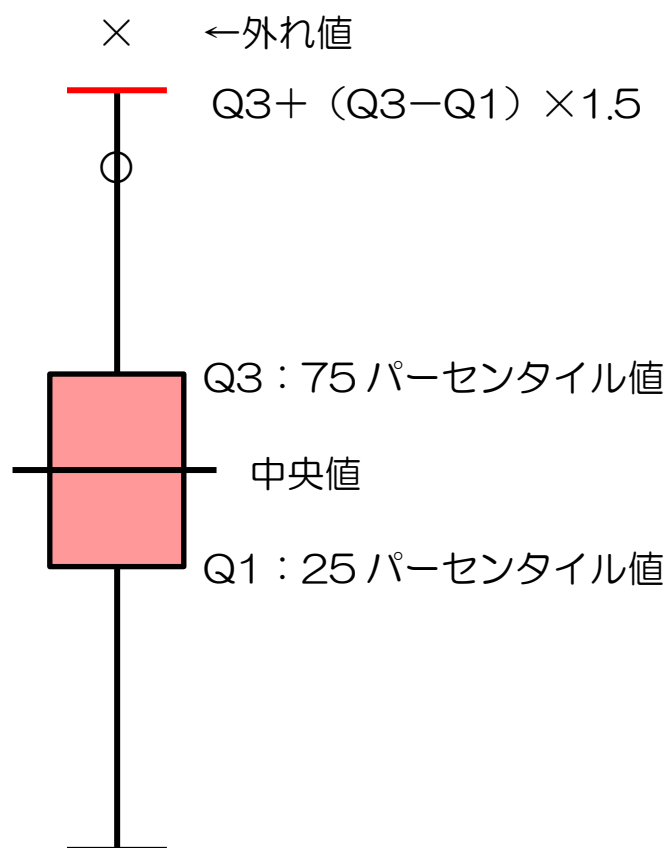


図 5-9 外れ値の評価方法(模式図)

²⁷ Douglas C.M., George C.R.: Applied Statistic and probability for Engineers, pp.37-38, John Wiley & Sons (1999).

5.2.3 外れ値を検討する上での注意点

(1) 外れ値の除外と高濃度イベントの関係

濃度上位の高濃度イベントを除外することにより安定的な指標とすることができる一方で、除外するデータ数を多く設定すると重要な高濃度イベントさえも除外してしまう恐れがある。

除外のデータ数(率)と高濃度イベントの関係を整理するために、年間の濃度上位 1～10%のデータを除外した場合に、対象となるイベントの程度を把握した。

関東と九州の 8 時間値の日最高値の域内最高値を用いて除外される高濃度イベントを把握した。この結果を図 5-10 及び図 5-11 に示す。図 4-3 で示したように、高濃度域の光化学オキシダント濃度の状況で、濃度が高くなった年度は、関東で平成 22 年度、九州で平成 19 年度であった。ここでは、これらの年度を事例とした解析結果を示した。

平成 22 年度の関東の場合、年間のうち高濃度イベントを 1%除外した場合、4～9 月のデータのうち 3 日分の高濃度イベントが除外された。10%除外するとほとんどの高濃度日が除外されることとなった。

平成 19 年度の九州についてであるが、この年は 5 月に大規模な越境汚染が指摘された年度である。九州では除外する高濃度イベントを年間の 2%程度とした場合、4～5 月の高濃度日を中心に除外する結果となった。

また、この例では、1 年間のデータにより外れ値を評価した。ここで外れ値となった高濃度日は、他の年度では必ずしも外れ値ではないことがある。特に冷夏の年では、高濃度イベントが少なくなる傾向があるため、平均的な年では外れ値とならないような高濃度も、冷夏の年では外れ値として評価される恐れがある。このような高濃度で除外が不要な現象であることから、外れ値の評価期間について注意して解析する必要がある。

このように、除外のデータ数の設定は高濃度イベントをどれだけ除外するかに効いてくる。

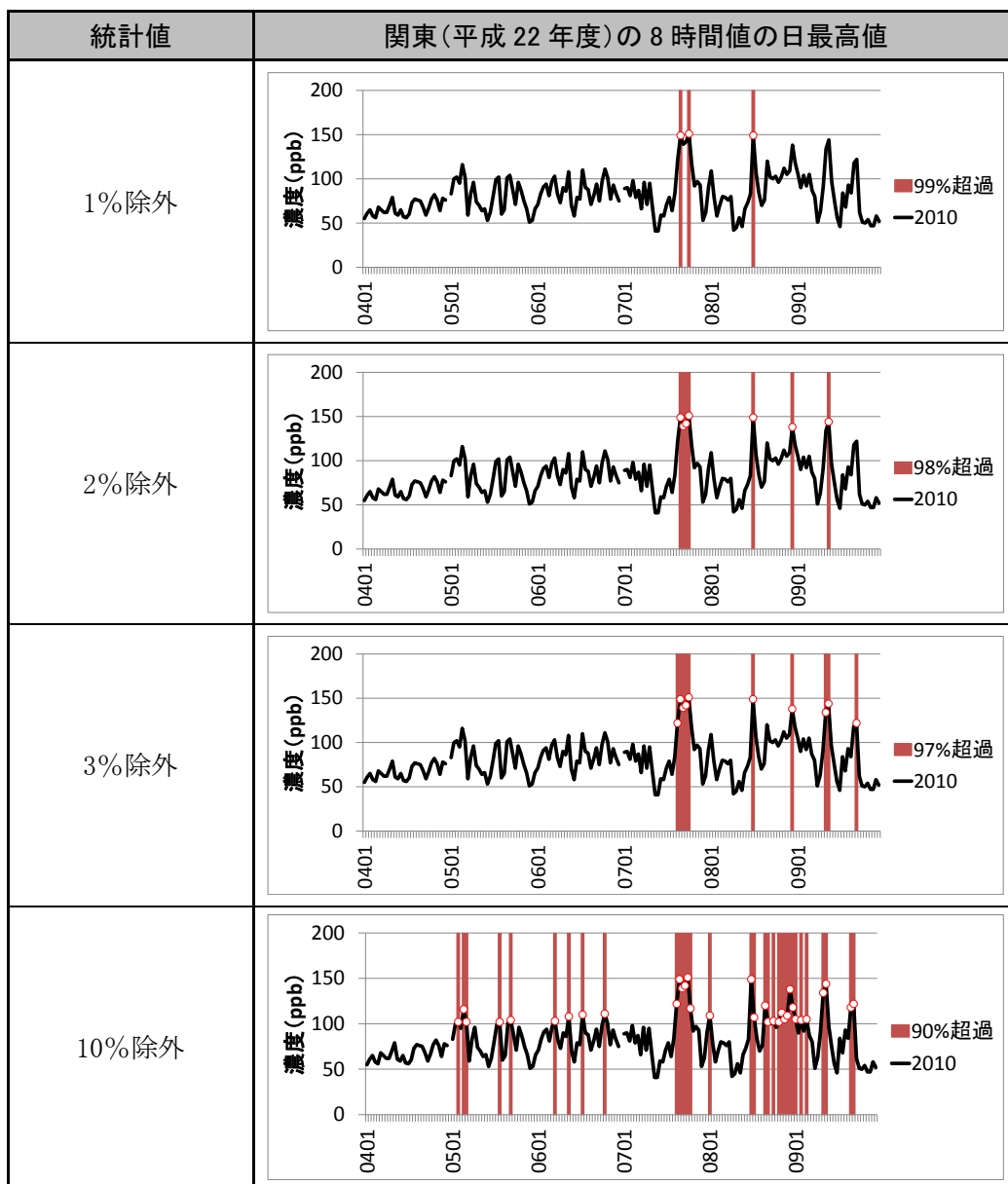


図 5-10 除外率と除外される高濃度イベントの関係(関東、平成 22 年度)

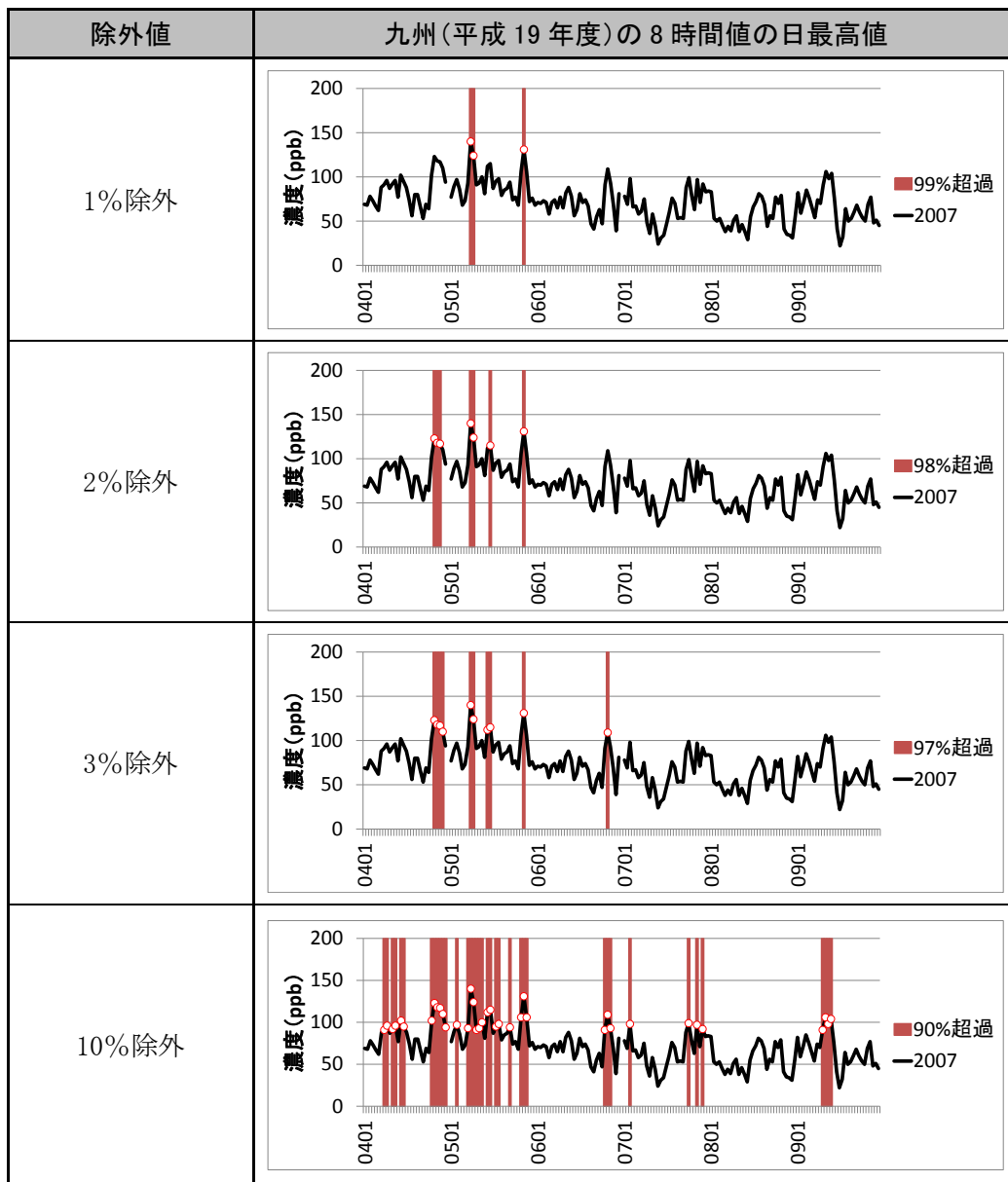


図 5-11 除外率と除外される高濃度イベントの関係(九州、平成19年度)

(2) 外れ値を判定する濃度の算出期間

外れ値の検討をする上で、75 パーセンタイル値と 25%パーセンタイル値を算出する期間の設定も、外れ値の評価に影響を与える。

光化学オキシダントの場合、高濃度が出現しやすい期間は概ね 4～9 月頃で、冬季は光化学反応が低下し、高濃度を引き起こすことはほとんどないと考えられる。このため、年間データで Q1、Q3 を求めた場合と、4～9 月頃の暖候期で Q1、Q3 を求めた場合では、外れ値を判定する閾値は後者の方が濃度は高くなる。

具体例を示すと図 5-12 となる。青の帯の範囲の下限が年間データを用いた際の 25 パーセンタイル値、上限が 75 パーセンタイル値を示し、青線がこれらを基に求めた外れ値を判定する閾値となる。この線を超える青色と赤色の×印は年間データを用いた場合の外れ値となる。一方、4～9 月のデータで外れ値を評価する場合、Q1、Q3 は赤色の帯の下限と上限となり、赤線が閾値となる。この場合、外れ値は赤色の×印のみとなる。

このように、外れ値の閾値を決める期間によっても外れ値の評価結果は大きく異なる。光化学オキシダントの場合、高濃度が出現しやすい時期は 4～9 月で、光化学反応の条件は 10～3 月と大きく異なる。

光化学オキシダントの場合、高濃度となりやすい 4～9 月(暖候期)のデータを用いて評価することも一つの手法であると考えられる。

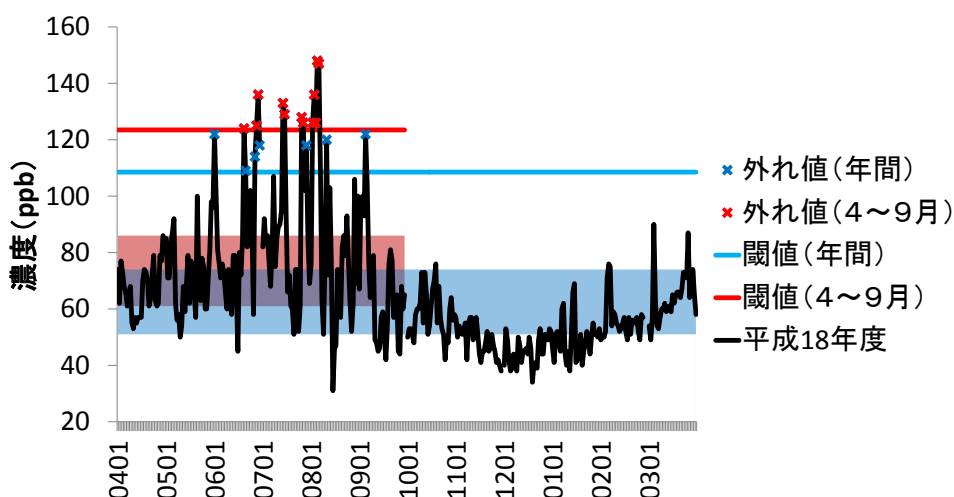


図 5-12 外れ値の評価例

5.2.4 時間的な観点からみた外れ値の検討

(1) 外れ値の判定方法

外れ値の判定は、測定局毎に行うが、その判定のためのデータの期間は暖候期が適切と考えられる。一方、光化学オキシダントは年々変動が大きいので、高濃度が出現しなかった年では外れ値を低く見積もる恐れがある。長期的に見て特異的な高濃度は除外する必要があることから、外れ値の評価では測定局毎の3年間の暖候期のデータを用いて、測定局毎に外れ値の判定を行った。

外れ値を評価した指標は、日最高8時間値の暖候期(4~9月)の統計値の3年移動平均値とした。

表 5-3 外れ値の判定方法

項目	内容
外れ値かを評価した指標	日最高8時間値の暖候期(4~9月)の統計値(最高値、99、98、97パーセンタイル値)の3年移動平均値
外れ値を判定したデータ	過去3年間の暖候期(4~9月)の日最高8時間値から閾値を算出して、指標(統計値の3年移動平均値)と比較することにより判定

外れ値の判定は、測定局毎に以下の手順で行った。

- ② 過去3年間の暖候期の日最高8時間値からQ1、Q3を計算
例)2009年4~9月、2010年4~9月、2011年4~9月でQ1、Q3を計算
- ③ ①のQ1とQ3より外れ値の閾値を計算
例)①から外れ値の閾値(図中の-)を計算
- ④ 過去3年間の暖候期の日最高8時間値から各年度の暖候期最高値、99パーセンタイル値、97パーセンタイル値などを計算し、その後、3年平均値を算出。
例)2009年、2010年、2011年で統計値から3年平均値を算出(図中の×、●、○、◇)
- ⑤ ③が②の閾値を超えるかどうかを判定
例)図中の年最高値×と暖候期99パーセンタイル値●は外れ値と判定。98、97パーセンタイル値(○、◇)は外れ値ではないと判定

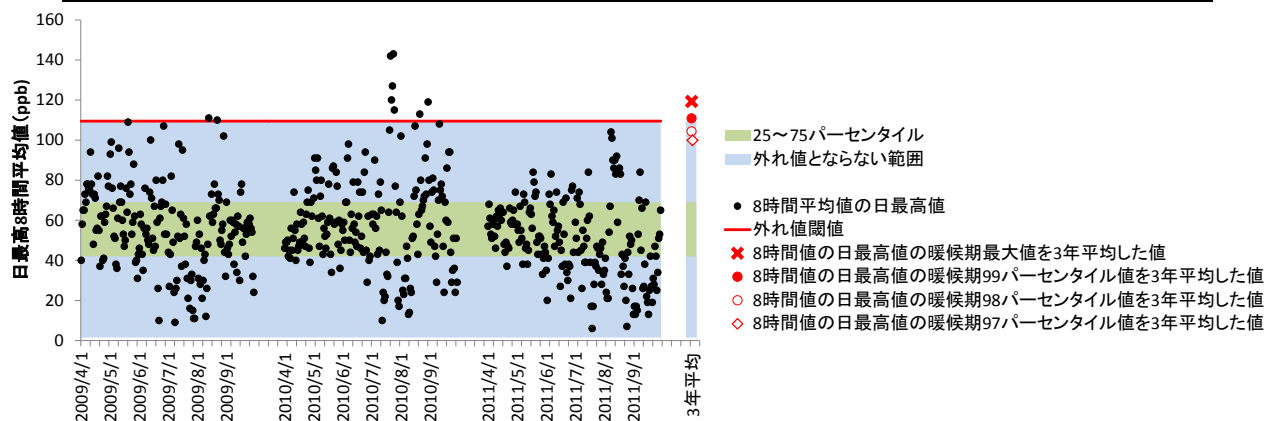


図 5-13 外れ値の検討例

(2) 時間的な観点から見た外れ値の検討結果

ア. 外れ値の検討例

本解析では、3年間の4～9月のデータから25パーセンタイル値及び75パーセンタイル値を求め、外れ値を判定する濃度を求めた。この閾値と各局の暖候期統計値（暖候期の最高値、暖候期99、98、97パーセンタイル値）の3年平均値を比較し、統計値が外れ値かどうかを判別した。例えば、平成20～22年度の統計値を評価する外れ値判定の閾値は、平成20～22年度の4～9月のデータから求めた。外れ値の評価は優先解析地域を対象とした自治体のすべての測定局を対象とした。

統計値の外れ値の評価例を図5-14に示す。この図は平成20～22年度の測定局別の外れ値の判定値と各指標値を示したものである。図中の紫色の棒グラフの上端が外れ値を判定した閾値を示し、評価対象となる統計値である暖候期の最大値及び暖候期の99、98、97パーセンタイル値の3年移動平均値が、この値を超えた場合には、その局で比較した統計値は外れ値として評価した。

この平成20～22年度では、暖候期の最大値を外れ値と判定した局数は、全体の59.3%であった。同様に暖候期99パーセンタイル値を外れ値として判定した局数は全体の15.3%、暖候期98パーセンタイル値では全体の0.3%の局数で外れ値と判定した。

イ. 統計指標が外れ値となる局数の経年変化

各指標が外れ値となる局数が経年変化する可能性があることから、各指標が外れ値と判定される局数について経年変化を整理した。優先解析地域内（関東、東海、阪神、九州）の解析対象となったすべての測定局で、年度毎に各指標が外れ値となるかどうかを判定し、その局数比率を整理した。この結果を図5-15に示す。また、全期間の局数比率を表5-4に示す。

この結果、暖候期の統計値が外れ値となる局数には経年変化がみられた。暖候期最大値が外れ値と判定された局数の比率は全期間の平均で65%となっていた。暖候期99パーセンタイル値が外れ値と判定された局数の比率は全期間の平均で21%、暖候期98パーセンタイル値で5%、暖候期97パーセンタイル値で1%となっていた。

また、地域別に同様の解析を行ったところ図5-16及び表5-5の結果が得られた。関東の各測定局の統計指標が外れ値となる局数を整理したところ、他の地域に比べ、統計指標が外れ値と判定される局数が多くなる傾向がみられた。各統計指標別に外れ値と判定された局数比率を全解析期間で平均したところ表5-5となった。暖候期98パーセンタイル値が外れ値と判定された局数は、0.0～8.1%程度局であった。

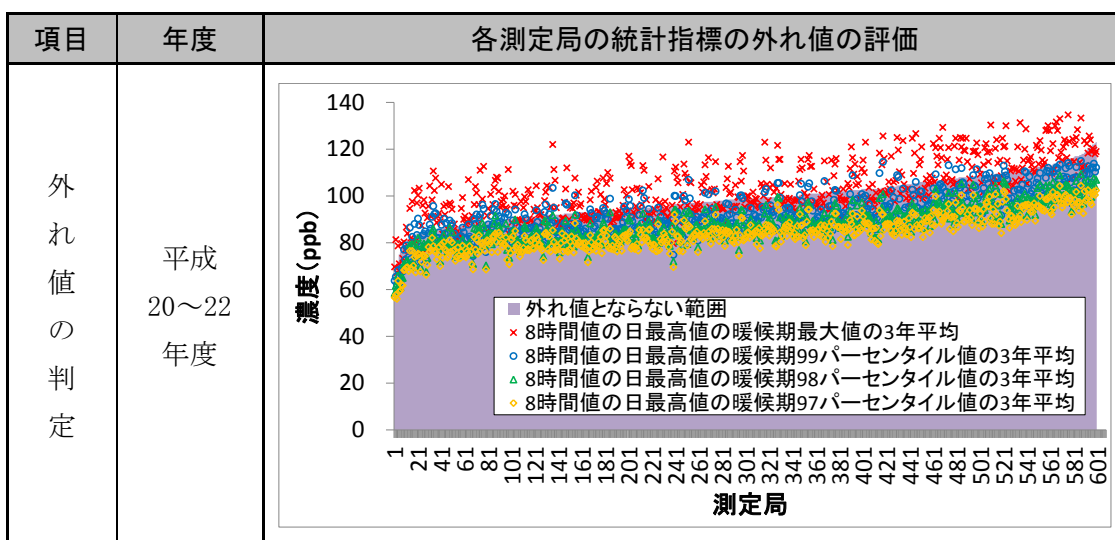


図 5-14 各測定局の統計指標の外れ値の評価(平成 20～22 年度、全地域)

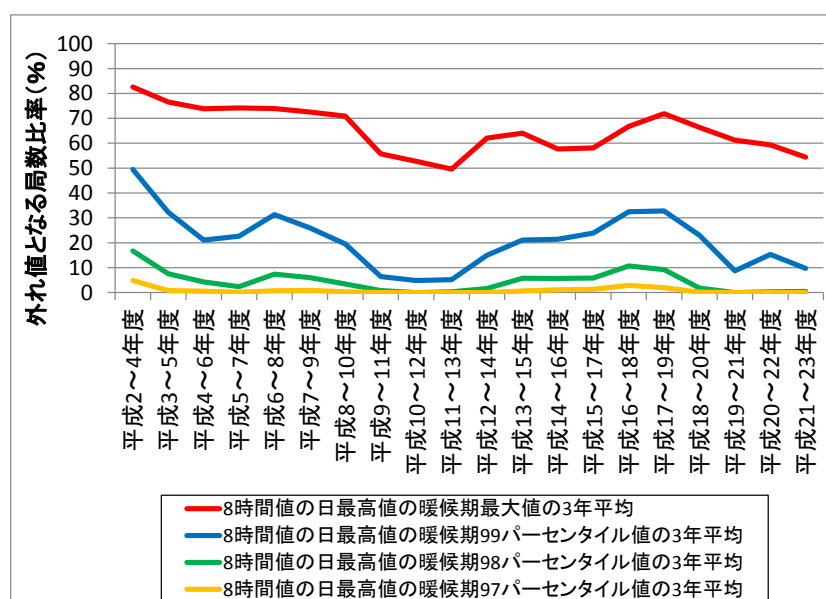


図 5-15 測定局別統計指標が外れ値となった局数の比率(経年変化、全地域)

表 5-4 測定局別統計指標が外れ値となった局数の比率(全地域の平均値)

統計指標	統計指標が外れ値と評価された局数の比率 (平成 2～4 年度から平成 21～23 年度の平均)
暖候期最大値	65.2%
暖候期 99 パーセンタイル値	21.1%
暖候期 98 パーセンタイル値	4.5%
暖候期 97 パーセンタイル値	0.8%

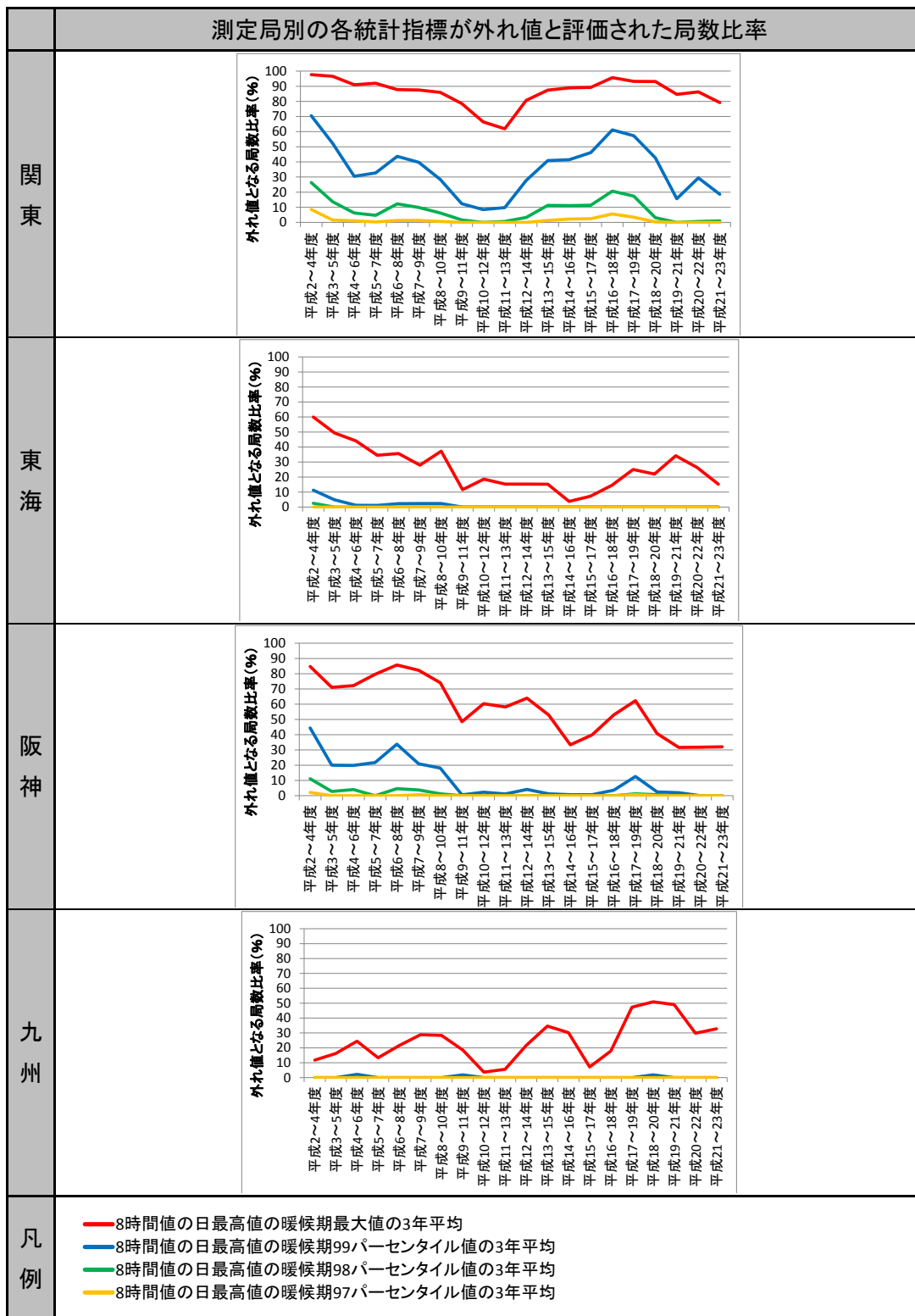


図 5-16 測定局別統計指標が外れ値となった局数の比率(経年変化、地域別)

表 5-5 測定局別の各統計指標が外れ値と評価された局数の比率(地域別、全期間平均)

統計指標	統計指標が外れ値と評価された局数の比率 (平成 2～4 年度から平成 21～23 年度の平均)				
	全地域	関東	東海	阪神	九州
暖候期最大値	65.2%	86.2%	25.6%	57.9%	24.7%
暖候期 99 パーセンタイル値	21.1%	35.5%	1.3%	10.5%	0.3%
暖候期 98 パーセンタイル値	4.5%	8.1%	0.1%	1.5%	0.0%
暖候期 97 パーセンタイル値	0.8%	1.5%	0.0%	0.2%	0.0%

(3) 年間統計値と暖候期統計値の関係

指標としての行政上の利用のしやすさを考えると年間統計値が扱いやすいと考えられる。高濃度域の光化学オキシダントが出現する期間は暖候期(4~9月)が大半であるので、年間99パーセンタイル値も暖候期に出現すると考えられる。

年間99パーセンタイル値は、年間第4位値であるとする

$$\text{年間(365日)の第4位} = 4/365 \times 100 = 1.1\%$$

$$\text{暖候期(4~9月)の第4位} = 2/(30+31+30+31+31+30) \times 100 = 2.2\%$$

となり、暖候期98パーセンタイル値は、年間99パーセンタイル値に相当すると考えられる。

この関係を確認するために、平成2~23年度のデータを用いて年間99パーセンタイル値の3年平均と暖候期98パーセンタイル値の3年平均を比較した。この結果を図5-17に示す。この結果、年間99パーセンタイル値と暖候期98パーセンタイル値は概ね一致がみられた。

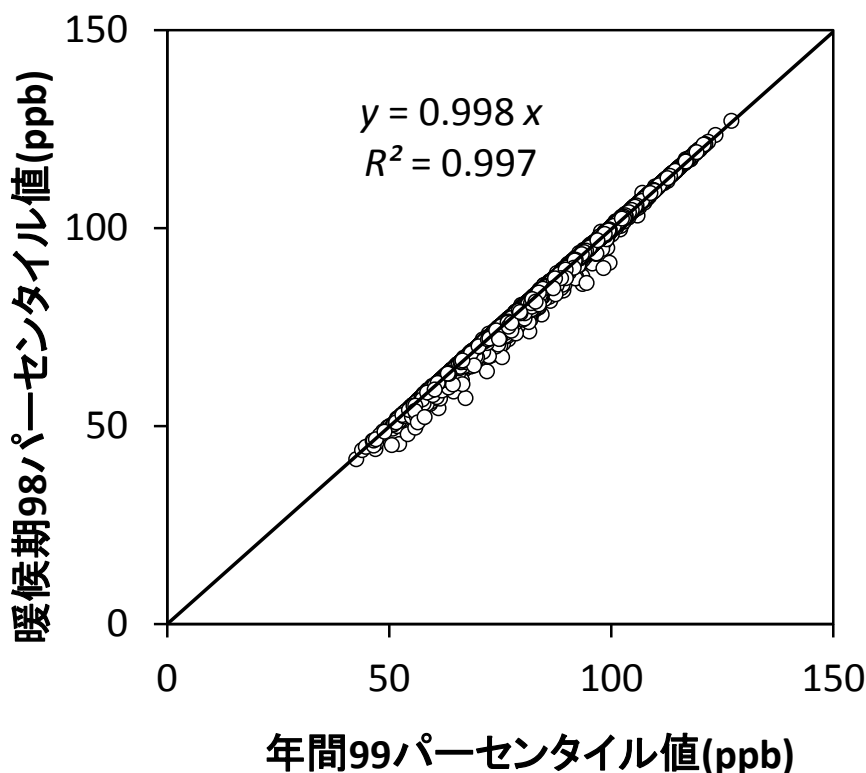


図 5-17 年間統計値と暖候期統計値との関係

5.2.5 空間的な観点からみた外れ値の検討

特定の測定局が周りの局に比べ特異的に高濃度であれば、その局は空間的に特異な局として除外して評価することが必要となる。

そこで、局別の光化学オキシダントの8時間値の日最高値の年統計値(年最高値、年間99、98、97、96パーセンタイル値)の3年移動平均値に、空間的に特異的な高濃度を示す局が存在するかどうかを地域内の測定局濃度の25、75パーセンタイル値から外れ値の閾値を求め、各測定局濃度がそれより大きな濃度となるか調べた。優先解析地域の対象自治体のすべての測定局を対象とした。この結果を図5-18に示す。

この結果、いずれの年統計値でも平均で1.0～3.0%の外れ値となる局がみられた。空間的な外れ値の評価に比べ、外れ値となる局数は少ないことから、空間的な特異局の除外を考慮する必要性は小さいと考えられる。

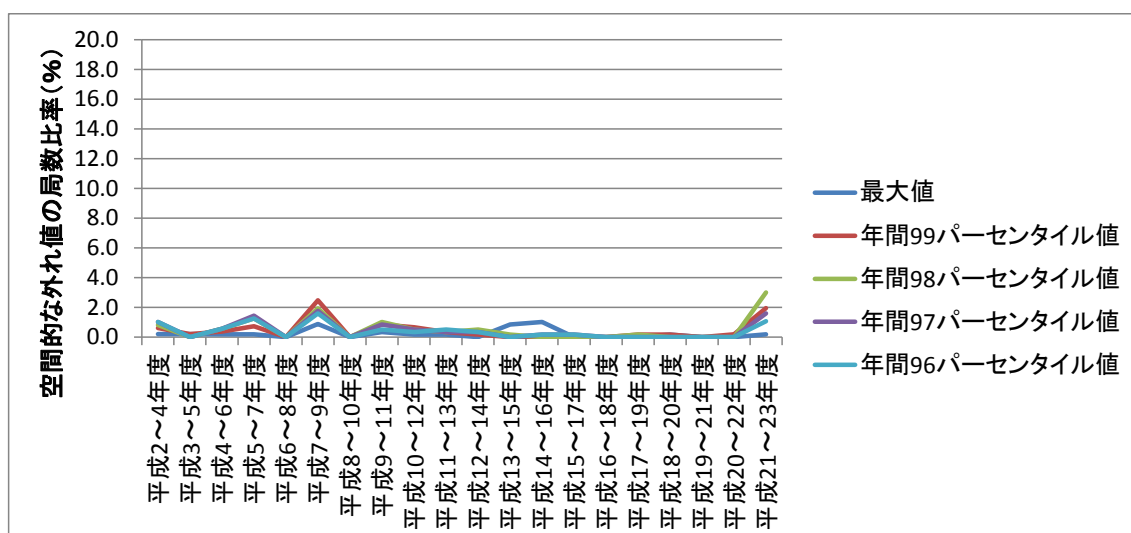


図 5-18 空間的な外れ値の検討

5.3 日最高8時間と既存指標の関係

光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標として8時間値を基本とした指標を採用した場合、従来から用いられている1時間値を基礎とした指標との関係を整理する必要がある。

5.3.1 埼玉県を例とした8時間値と1時間値の関係

埼玉県の測定値を用いて、日最高8時間値と昼間の最高1時間値の散布図を作成し、関係を検討した。年度毎に経年変化する可能性もあることから、年度毎に散布図を作成し、一次回帰式を求めた。図5-19に平成2、12、22年度の散布図を示す。また年度別の一次回帰式の傾きと切片を図5-20に示す。

この結果、年度別の回帰式の傾きと切片は概ね横ばいであり、散布図は概ね同じばらつきとなっていることから、平成19～23年度の5年間のデータを用いて解析を行うこととした。

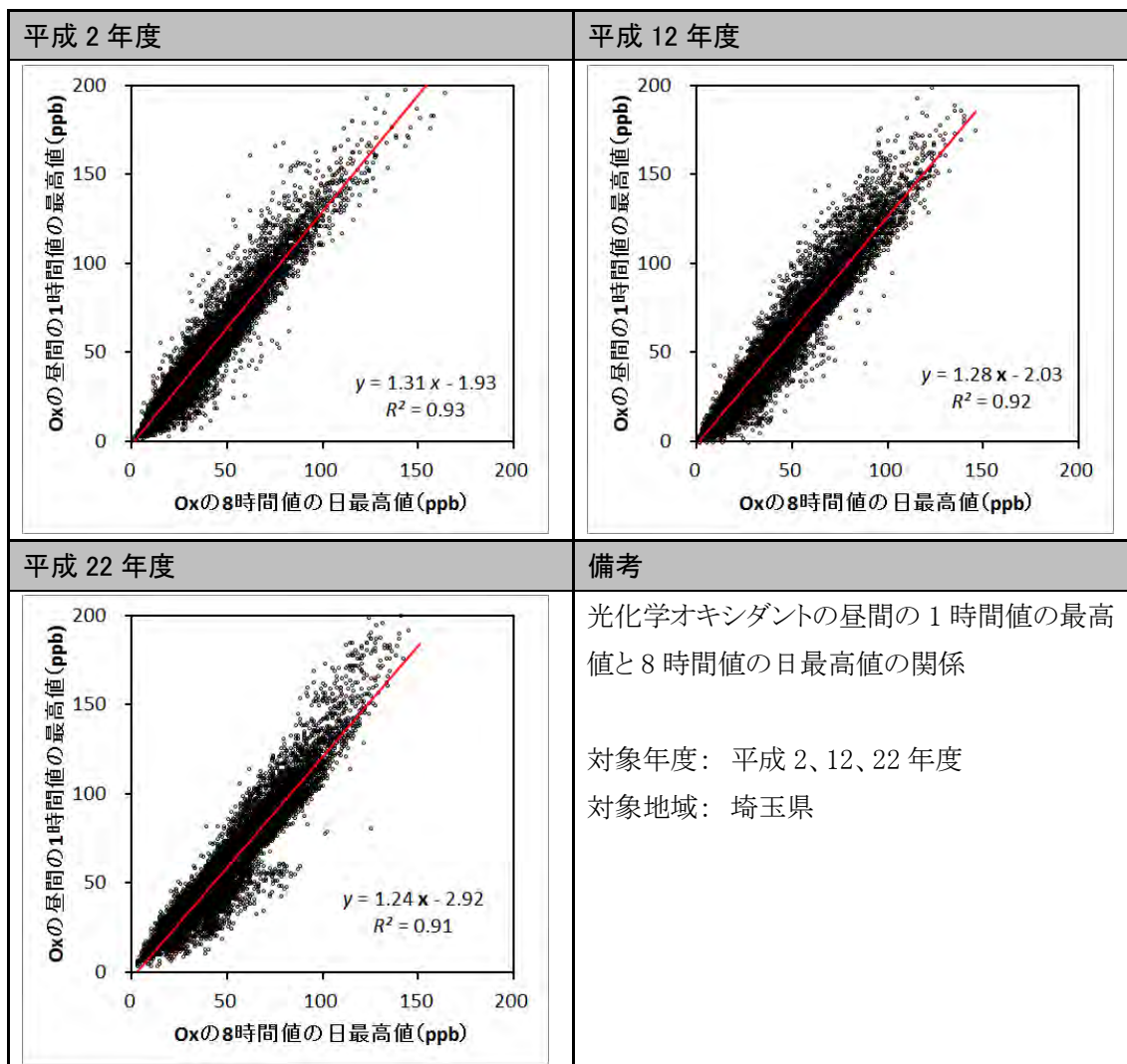


図5-19 8時間値と1時間値の関係(平成2、12、22年度)

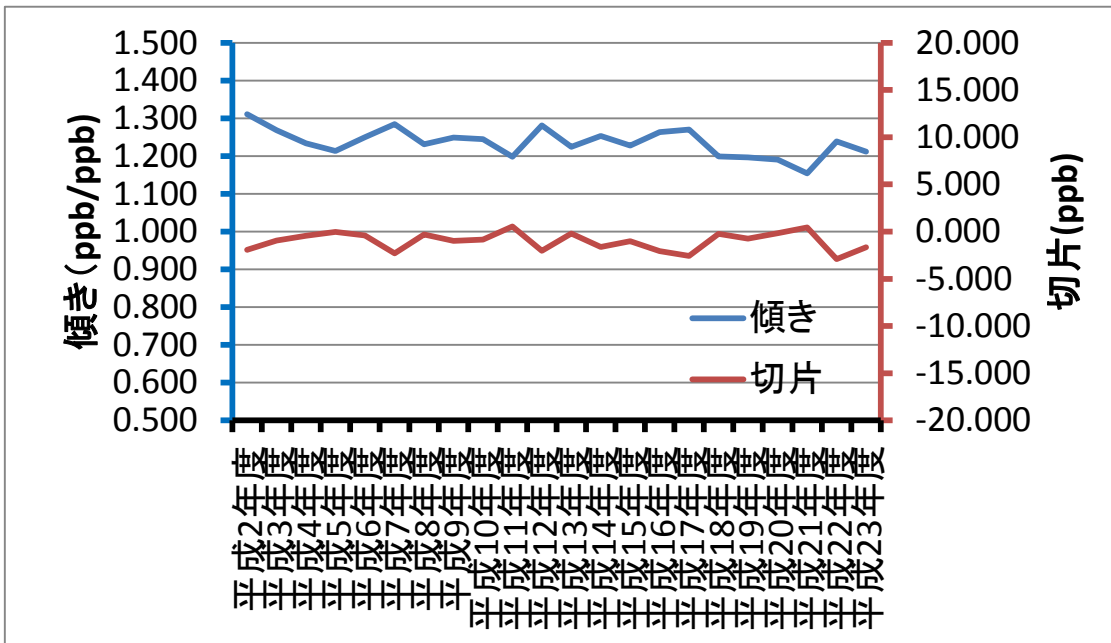


図 5-20 8 時間値と 1 時間値の関係 (一次回帰式の傾きと切片、埼玉県)

5.3.2 各地域の 8 時間値と 1 時間値の関係

平成 19～23 年度の 8 時間値と 1 時間値の関係を都府県別に整理した。優先解析地域内で差が考えられることから、発生源が集中する地域と風下地域を選定し、都府県別の散布図を作成した。都府県別散布図を図 5-21 に示す。一次回帰式と 1 時間値の各濃度に相当する 8 時間値を表 5-6 に、一次回帰式と 8 時間値の各濃度に相当する 1 時間値を表 5-7 に示す。

関東の場合、1 時間値の各濃度に相当する 8 時間値は、発生源が集中する東京で濃度が低く、風下で内陸になる栃木県で濃度が高くなる傾向がみられた。優先解析地域別には、九州の山口県、福岡県で他の地域に比べ濃度が高くなる傾向がみられた。

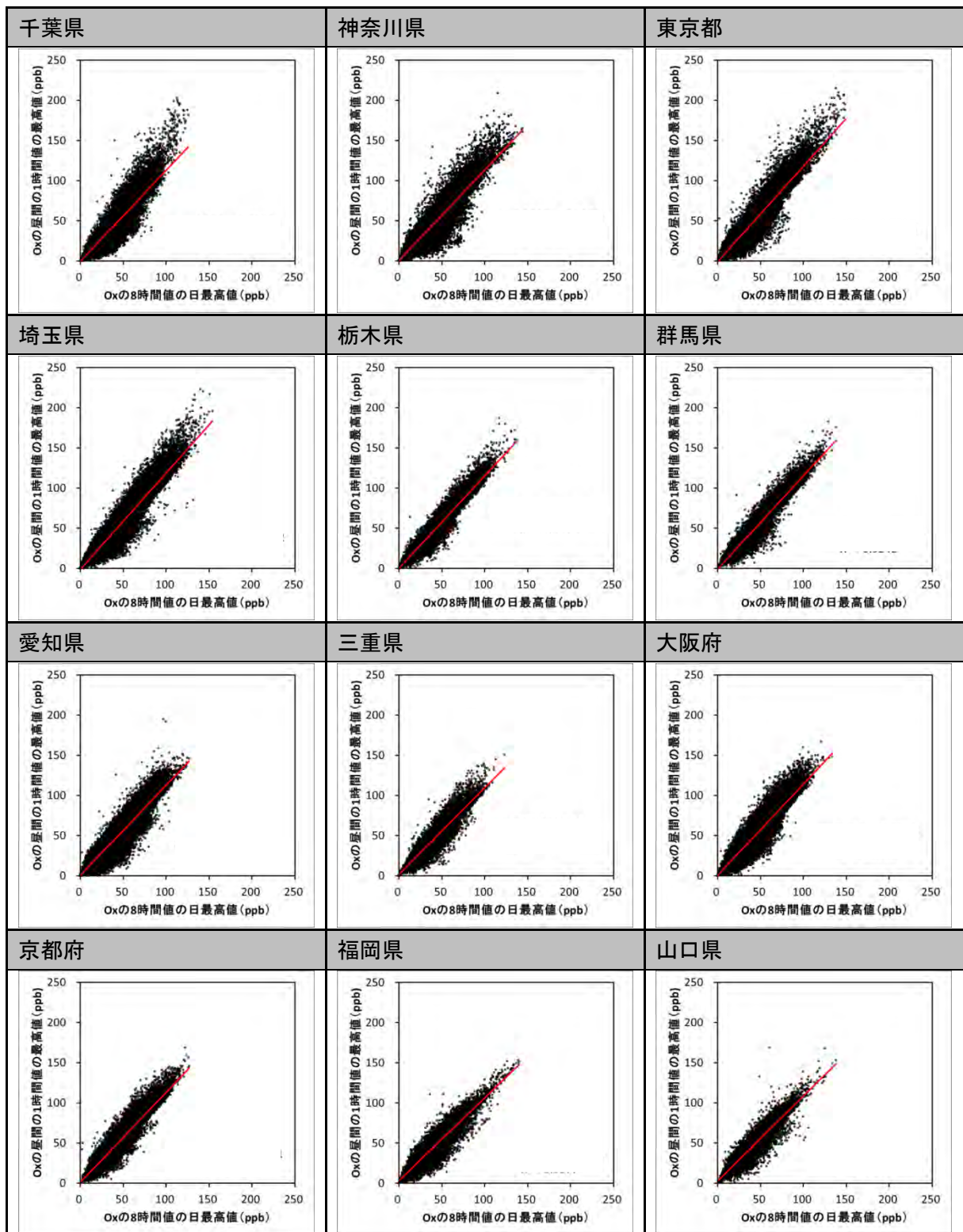


図 5-21 光化学オキシダントの1時間値と8時間値(平成19~23年度)の関係(都府県別)

表 5-6 1時間値と8時間値の関係(都府県別)

	都府県	一次回帰式	1時間値 =	1時間値 =	1時間値 =	1時間値 =
		$Y = 1 \text{ 時間値}$ $X = 8 \text{ 時間値}$	60 ppb	100 ppb	120 ppb	150 ppb
8時間値 (ppb)	千葉県	$Y = 1.13 X - 0.02$	53.0	88.4	106.0	132.5
	神奈川県	$Y = 1.12 X + 0.91$	52.5	88.1	105.9	132.6
	東京都	$Y = 1.19 X - 1.09$	51.2	84.7	101.5	126.6
	埼玉県	$Y = 1.20 X - 1.04$	50.9	84.2	100.9	125.9
	栃木県	$Y = 1.15 X + 0.21$	51.9	86.6	104.0	130.0
	群馬県	$Y = 1.16 X + 0.78$	50.9	85.2	102.4	128.2
	愛知県	$Y = 1.12 X + 0.87$	53.0	88.8	106.7	133.6
	三重県	$Y = 1.08 X + 1.55$	54.1	91.1	109.7	137.4
	大阪府	$Y = 1.14 X + 0.58$	52.2	87.3	104.8	131.2
	京都府	$Y = 1.12 X + 0.82$	52.7	88.3	106.1	132.9
	福岡県	$Y = 1.03 X + 3.63$	54.8	93.7	113.2	142.3
	山口県	$Y = 1.06 X + 2.57$	54.2	92.0	110.9	139.2

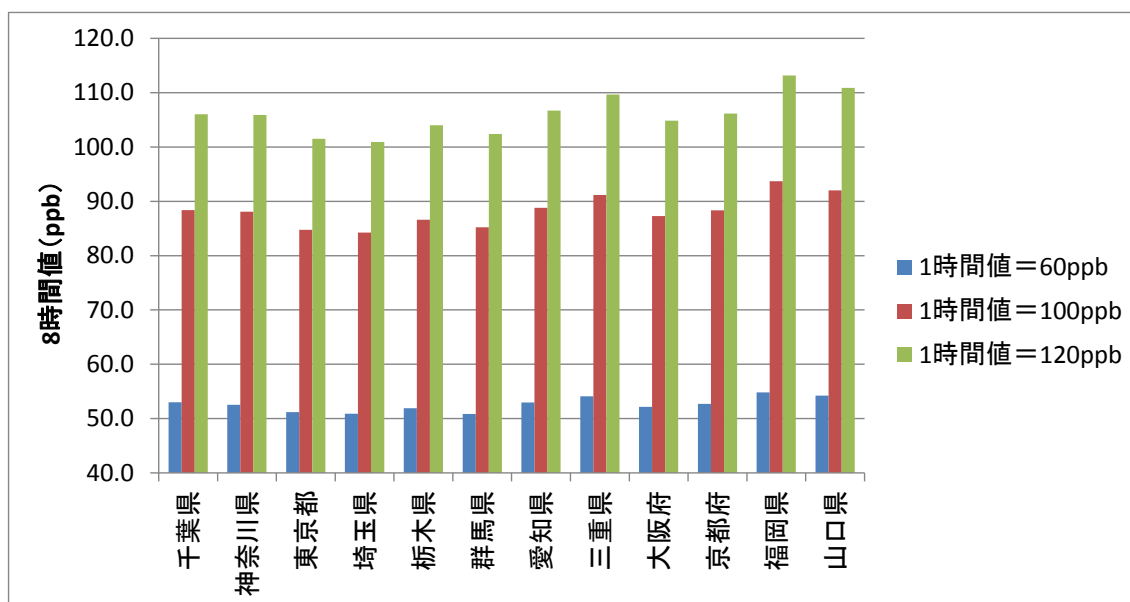


図 5-22 各1時間値に相当する8時間値

表 5-7 1 時間値と 8 時間値の関係 (都府県別)

	都府県	一次回帰式 $Y = 8 \text{ 時間値}$ $X = 1 \text{ 時間値}$	8 時間値 = 60 ppb	8 時間値 = 75 ppb	8 時間値 = 100 ppb	8 時間値 = 120 ppb
1 時間値 (ppb)	千葉県	$Y = 1.13 X - 0.02$	67.9	84.9	113.2	135.8
	神奈川県	$Y = 1.12 X + 0.91$	68.4	85.3	113.4	135.9
	東京都	$Y = 1.19 X - 1.09$	70.5	88.4	118.2	142.1
	埼玉県	$Y = 1.20 X - 1.04$	70.9	88.9	118.9	142.9
	栃木県	$Y = 1.15 X + 0.21$	69.3	86.6	115.4	138.4
	群馬県	$Y = 1.16 X + 0.78$	70.6	88.1	117.2	140.5
	愛知県	$Y = 1.12 X + 0.87$	67.9	84.6	112.5	134.8
	三重県	$Y = 1.08 X + 1.55$	66.4	82.6	109.6	131.2
	大阪府	$Y = 1.14 X + 0.58$	68.9	86.0	114.5	137.3
	京都府	$Y = 1.12 X + 0.82$	68.2	85.0	113.1	135.6
	福岡県	$Y = 1.03 X + 3.63$	65.3	80.8	106.5	127.0
	山口県	$Y = 1.06 X + 2.57$	66.1	82.0	108.5	129.7

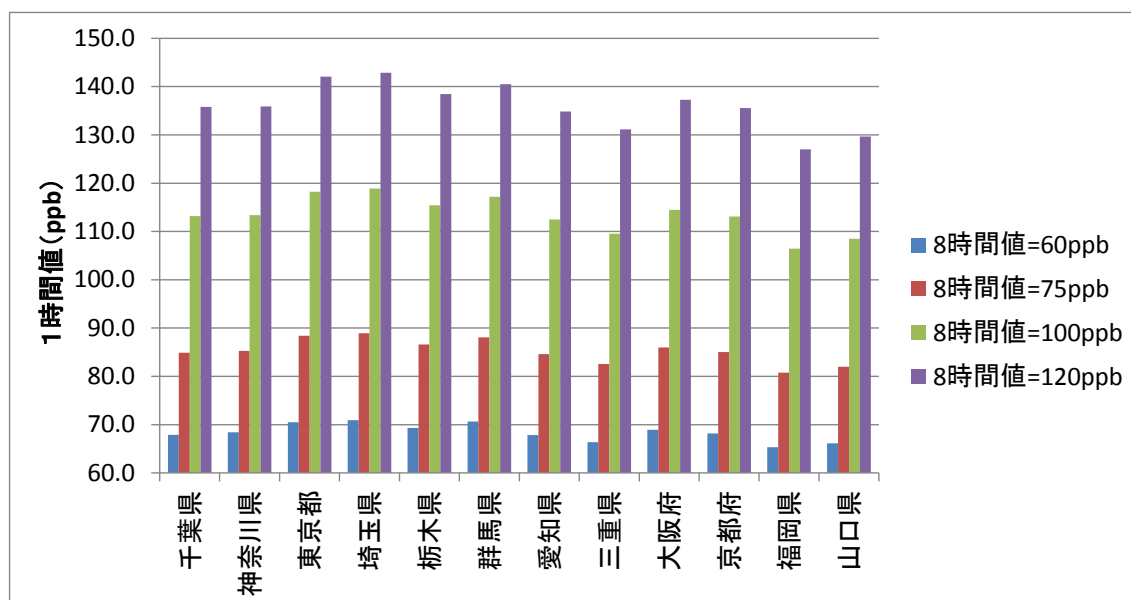


図 5-23 各 8 時間に相当する 1 時間値

5.3.3 日最高 8 時間値と昼の最高 1 時間値の関係(月平均濃度)

8 時間値と 1 時間値の季節変動を確認するために、月平均濃度を比較した。日最高 8 時間値または昼間の最高 1 時間値の月平均濃度の域内最高値を整理した結果を図 5-24 に示す。月平均濃度の域内平均値を図 5-25 に示す。経年的な変化をみるために、解析期間を 3 期間に区分し、平成 2～4 年度から平成 7～9 年度、平成 8～10 年度から平成 14～16 年度、平成 15～17 年度から平成 21～23 年度として月平均値を求めた。

月平均値の域内最高値では、関東では 1 時間値は 7～8 月に濃度が高くなる傾向があるが、8 時間値では 4～8 月まで濃度は横ばいとなった。東海と阪神は、1 時間値が横ばいで、8 時間値は 4～5 月に濃度が高くなる傾向となった。九州は 1 時間値と 8 時間値の季節変化は概ね同じとなっていた。また、関東、東海、阪神では 1 時間値と 8 時間値の差は夏季に大きくなる傾向が顕著にみられた。九州においても夏季に差はみられるものの他の地域と比べるとその差は小さかった。

8 時間値の月平均値の域内平均値は、関東、東海、阪神で 4～5 月に濃度が高く、7～8 月で 1 時間値と 8 時間値に差が大きくなる傾向がみられた。九州でも、4～5 月に濃度は高くなるものの、7～8 月の 1 時間値と 8 時間値の差は他の地域ほど大きくならなかった。

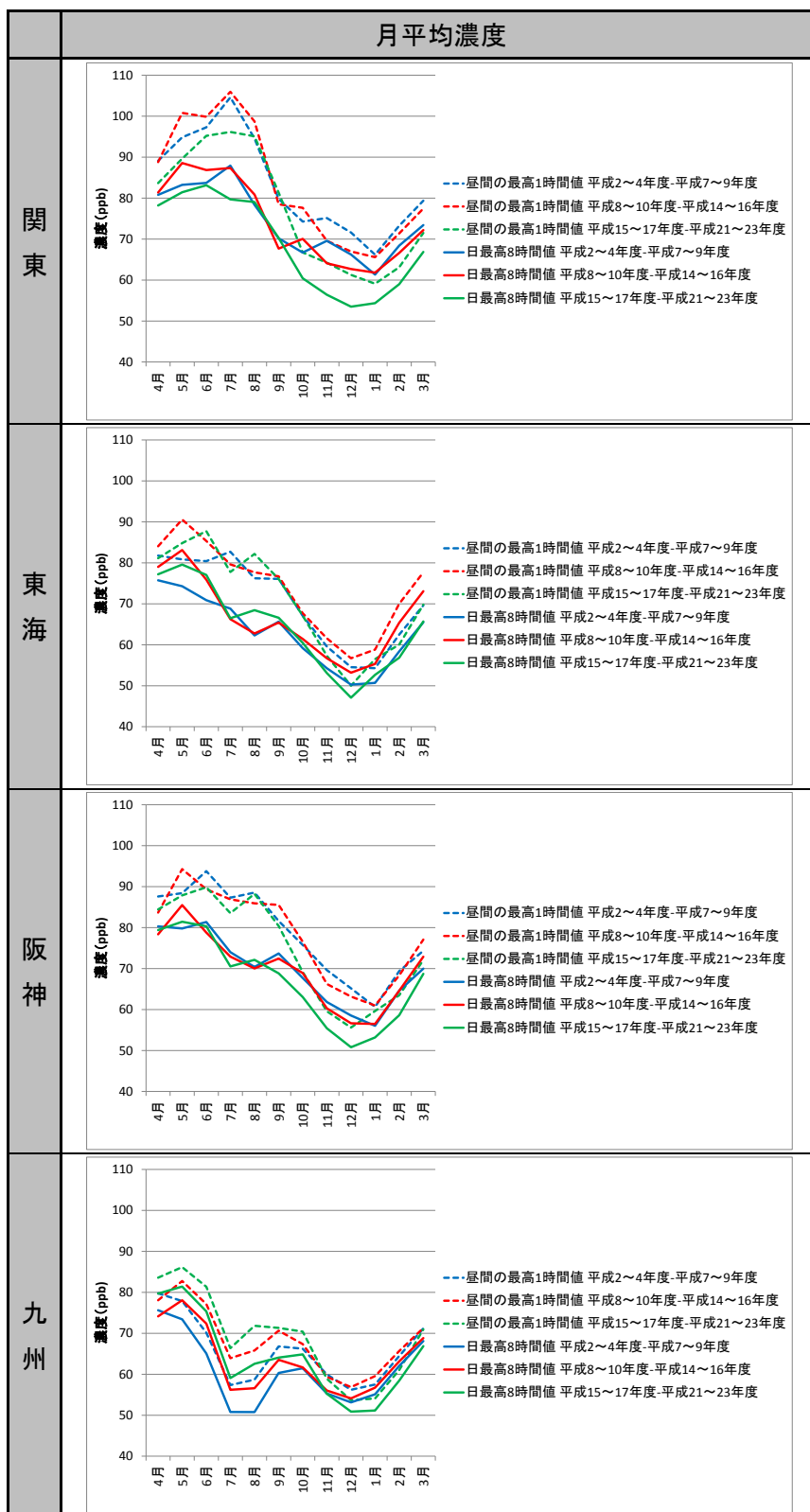


図 5-24 地域別の月平均濃度の域内最高値

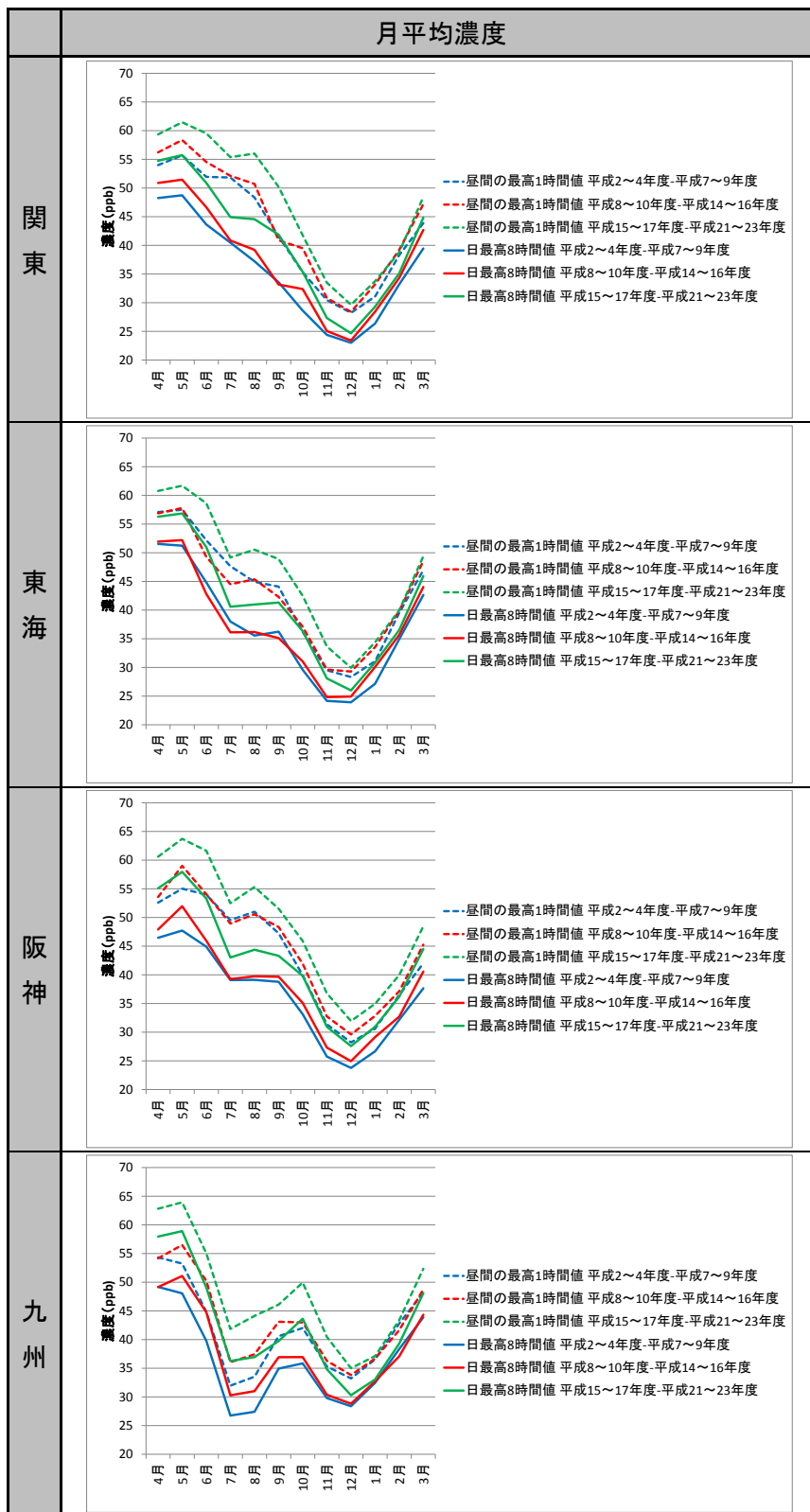


図 5-25 地域別の月平均濃度の域内平均値

5.4 日最高 8 時間値が閾値以上となる局数

8 時間値の日最高値の年間 99 パーセンタイル値が 60、75、90、100、110、120、130 ppb 以上となった局数を整理した。光化学オキシダントの測定局数は年度により異なるため、局数比率で経年変化を整理した。

関東の 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値において、100、110、120、130 ppb 以上となる局数が平成 14～16 年度から減少する傾向がみられた。

東海の 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値において、平成 17～19 年度以降で 100 ppb 以上となる局数の減少がみられた。

阪神の 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値において、平成 17～19 年度以降で 100 ppb 以上となる局数の減少がみられた。

九州の 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値において、平成 19～21 年度まではいずれの基準値についても局数が増加した。

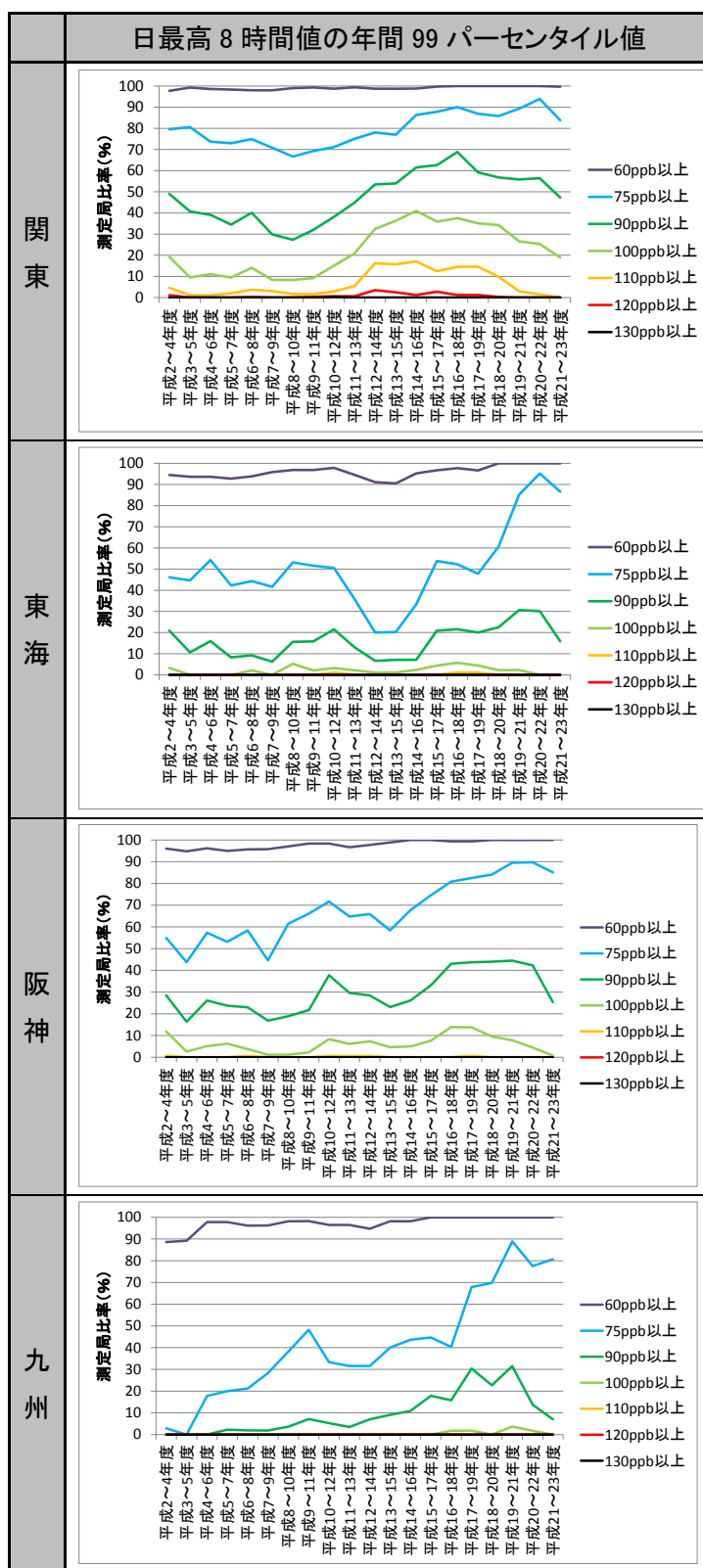


図 5-26 光化学オキシダントの日最高 8 時間値の基準値以上の局数の経年変化

5.5 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標の提言

光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標として、高濃度域の光化学オキシダント等に着目した指標や高濃度域の光化学オキシダント等の出現頻度に着目した指標が有効であることが確認できた。

高濃度域の光化学オキシダント等の出現頻度に着目した指標は、地域内での改善を示す指標としては有効性が確認できるものの、地域間で値に差が大きい点が課題となる。すなわち、積算濃度をみた場合、平成 15～17 年度では関東は 350 ppb・時間であり、九州では数 ppb・時間と地域間差が大きく、全国で統一した目標値などの設定が困難であった。この指標については、地域毎に改善を評価する指標であれば活用も可能であると考えられる。

高濃度域の光化学オキシダント等に着目した評価指標としては、1 時間値または 8 時間値に着目した評価指標が有効であった。8 時間値については、WHO や米国 EPA で評価基準として採用されるなど、光化学オキシダントの国際的な評価指標として利用され、米国 EPA は、年間第 4 位値(99 パーセンタイル値相当)の 3 年平均による評価を採用している。

光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標としては、各年度の 8 時間平均値の中から特異的な高濃度である上位数パーセントを外れ値として除外することにより、長期的な変化傾向がより安定化することが分かった。除外パーセント値については、特異的な高濃度を外れ値として除外する一方で、高濃度イベントをできるだけ除外しすぎないバランスが重要であり、検討の結果、年間上位 1%を除外した値が適切と判断された。空間的な外れ値の検討の結果、いずれの年統計値でも空間的に特異な局は統計的に 1～3%程度存在するが、時間的な外れ値局数比率に比べ比率は小さいことから、空間的な外れ値を考慮する必要はないと考えられた。以上を踏まえ、光化学オキシダントの指標としては、光化学オキシダント濃度の日最高 8 時間値の年間 99 パーセンタイル値を用いて評価することが適切であると考えられる。

以上を踏まえ、下記の方法で算出した「光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標」により評価することを提言する。

【光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標】

- ◆ 光化学オキシダント濃度の 8 時間の移動平均値(8 時間値)を基礎とする。
- ◆ 8 時間値から日最高値を算出する。
- ◆ 8 時間値の日最高値の年間上位 1%を除外した値(すなわち年間 99 パーセンタイル値)を年間代表値とする。
- ◆ 年間代表値となる年間上位 1%を除外した値(年間 99 パーセンタイル値)を 3 年移動平均する。
- ◆ なお、年間 99 パーセンタイル値と暖候期 98 パーセンタイル値は、概ね一致していることを確認した。シミュレーションを活用した光化学オキシダントの対策検討を行う場合には、解析対象期間を暖候期としても、暖候期の 98 パーセンタイル値を評価することにより環境改善効果を適切に検討することが可能であると考えられる。

6 まとめ

中央環境審議会大気環境部会 揮発性有機化合物排出抑制専門委員会で、光化学オキシダントの問題点として、環境基準の達成状況が非常に悪く、日最高1時間値の平均値に改善がみられないことと、オキシダントに関する環境改善効果を適切に示す指標がないことが示され、残された課題として発生機構や発生源寄与の解明が不十分であることが指摘された。これらの問題・課題の解決には今後、必要な対策等の検討・評価、環境改善効果を適切に示す指標の検討を目的としたデータの多角的な解析が必要であるとされた。

本検討会では、これらの点に留意しながら、光化学オキシダント等の我が国の20年間の長期モニタリングデータの多角的な解析による光化学オキシダント増加要因の現象解明と、光化学オキシダントの「環境改善効果を適切に示す指標」づくりを目的に解析を行った。この解析により得られた結果は以下のとおりである。

6.1 光化学オキシダントの解析結果

6.1.1 NO タイトレーション効果の低下と越境大気汚染の増加

【NO によるタイトレーション効果の低下と越境汚染の増加の影響】

- ア) 平成2～23年度(1990～2012年度)の20年以上にわたる我が国の大気汚染常時監視データを用いて、光化学オキシダントの昼間平均値の年平均値を関東、東海、阪神、九州地域について解析したところ、いずれの地域についてもこの間に窒素酸化物(NO_x)及び非メタン炭化水素(NMHC)濃度が減少している(図 2-6、図 2-7)にも係わらず、経年的なオキシダント濃度の上昇がみられた(図 4-2)。春季と夏季について解析したところ、濃度の上昇は春季に大きくなる傾向がみられた(図 4-23、図 4-24)。また、春季には関東、東海、阪神、九州の順に濃度の上昇率が大きいことが明らかとなった(図 4-25)。
- イ) 光化学オキシダントの平均濃度が上昇した主な要因として、「NO タイトレーション効果の低下」、「越境汚染の増加」の影響について考察し、さらに「前駆体物質濃度の減少に伴う光化学オキシダント生成の変化」について検討した。
- ウ) すべての解析地域において、 NO_x 濃度が経年的に低下する傾向がみられたので(図 2-6)、NO 排出量の低下に伴う「NO によるタイトレーション効果の低下」による光化学オキシダントの濃度上昇の可能性を明らかにするため、光化学オキシダント濃度と共にポテンシャルオゾン濃度の解析を行った。ポテンシャルオゾンの上昇は光化学オキシダントの上昇よりも小さく(図 4-11、図 4-23、図 4-24)、このことから、光化学オキシダントの平均濃度の長期上昇には、「NO によるタイトレーション効果の低下」が影響していることが示唆された。
- エ) 特に夏季の関東、東海、阪神のポテンシャルオゾンには顕著な長期的上昇傾向が認められないこと(図 4-24)から、都市部の光化学オキシダントの平均濃度の長期上昇

の要因としては「NO によるタイトレーション効果の低下」が強く関与していることが結論された。一方、九州においては春季、夏季ともにポテンシャルオゾンの濃度上昇が顕著であること（図 4-23、図 4-24）から、九州におけるオキシダント濃度の上昇はオゾンの実質的濃度増加に起因するものであることが分かった。さらに、春季におけるオキシダント濃度の上昇が関東、東海、阪神、九州と大陸に近い西へゆくほど大きいことから、光化学オキシダント濃度の上昇に「越境汚染の増加」が影響していることが示唆された。越境汚染の寄与は春季に最大となることが、多くのモデルによる研究結果^{22,23,24}からも明らかにされており、本検討会により観測データの解析からも裏付けられたものと考えられる。

- オ) 光化学オキシダントの前駆体物質であるNO_xとVOC(NMHC)の濃度は近年共に低下しており、このことは次項にみるように、一般には光化学オキシダントの濃度の低減をもたらすことが期待される。一方、特に平成12年(2000年)以降では多くの地域でNO_xの濃度低下がNMHCの濃度低下より大きく、VOC/NO_x比の増加がもたらされている(図 4-17)。このことは都市部における局所的オキシダント生成速度を増加させている可能性もあり、観測データからみられる長期的なオキシダント平均値の上昇に、上記の「NO によるタイトレーション効果の低下」「越境汚染の寄与の増加」と共に一部寄与している可能性も否定できない。また、都市部でのNMHC/NO_x比と光化学オキシダント濃度の解析^{16,17}から、オゾン生成速度や濃度におけるNMHC/NO_x比の重要性は明らかであり、今後、NMHC/NO_x比が光化学オキシダント濃度に影響を与えている可能性についてシミュレーション等により解析を進める必要がある。

【優先解析地域の傾向】

- ア) 関東と東海の光化学オキシダントの平均濃度の上昇について詳しく解析したところ、地域内の濃度上位局で濃度が横ばい、下位局で濃度の上昇がみられ（図 4-9）、ポテンシャルオゾンの平均濃度は、横ばいから低下する傾向を示した（図 4-11）。また、光化学オキシダントの濃度上昇や、光化学オキシダントとポテンシャルオゾンの変化量の差が生じ始めた時期は、NO_x濃度の低下が始まった時期と概ね一致した（図 4-17）。これらのことから、関東と東海では、「NO によるタイトレーション効果の低下」が「越境汚染の増大」に比べ相対的に大きくなったことが、光化学オキシダントの平均濃度の上昇の一つの要因となったことが示唆された。一方、関東と東海でも、春季のポテンシャルオゾン濃度はやや上昇する傾向がみられ（図 4-23）、実質的な光化学オキシダントの濃度上昇が認められた。ポテンシャルオゾン濃度の上昇は、夏季に小さく、春季に大きいこと(図 4-23、図 4-24)から、関東、東海においても春季に越境汚染の影響の増大が示唆された。
- イ) 阪神の光化学オキシダントの平均濃度については、地域内の濃度上位局・下位局の濃度は共に上昇する傾向がみられ(図 4-9)、ポテンシャルオゾンの平均濃度もやや

上昇する傾向がみられた(図 4-11)。阪神においても光化学オキシダントの濃度上昇や、光化学オキシダントとポテンシャルオゾンの変化量の差が生じ始めた時期は、NO_x 濃度の低下が始まった時期と概ね一致した(図 4-17)。これらのことから、阪神では、「タイトレーション効果の低下」と「越境汚染の増加による実質的なオゾン上昇」の両方が、光化学オキシダントの平均濃度の上昇要因となっていることが示唆された。特に春季にはポテンシャルオゾンの増加が明確であること(図 4-23) から、越境汚染による濃度上昇が関東、東海以上に大きく影響していることが示唆された。

- ウ) 九州の光化学オキシダントの濃度の上昇についての解析からは、地域内の濃度上位局・下位局の濃度(図 4-9)、及びポテンシャルオゾンの平均濃度(図 4-11)は、すべて上昇する傾向がみられた。一方、光化学オキシダントの濃度上昇や、光化学オキシダントとポテンシャルオゾンの変化量の差が生じ始めた時期は、他の地域と異なりNO_x 濃度の低下が始まった時期と異なっていた(図 4-17)。これらのことから、九州のオキシダント濃度の上昇には、「NO によるタイトレーション効果の低下」による影響は小さく、他の地域に比べ「越境汚染の増加」の影響が強く現れていることが示唆された。

6.1.2 前駆体物質濃度低下による局地的光化学生成量の減少

【前駆体物質濃度低下の影響】

- ア) 高濃度域の光化学オキシダント濃度(昼間の最高1時間値の年間98パーセンタイル値)を3年移動平均を用いて解析したところ、関東の域内最高値は平成13～15(2001～2003)年度から、域内平均値は平成17～19(2005～2007)年度から顕著な低下がみられた。東海・阪神では平成18～20(2006～2008)年度から域内最高値にのみ低下がみられている。一方、東海の域内平均値は平成20～22(2008～2010)年度まで上昇がみられ、九州については、域内最高値、域内平均値などで平成19～21(2007～2009)年度まで顕著な濃度上昇がみられた。(図 4-4、図 4-6)
- イ) 前駆体物質のNO_xとNMHCの濃度は長期的に低下がみられ(図 2-6、図 2-7)、平成18年度に始まったVOC排出抑制対策によりNMHC濃度がさらに低下する傾向を示す地域もみられた(図 4-17～図 4-22 や図 4-31～図 4-34)。これらの前駆体物質濃度の低下は、自動車対策やVOC排出抑制対策などの国内の排出抑制対策の効果によるものと考えられる。
- ウ) 関東、阪神における高濃度域の光化学オキシダント濃度の改善が、NO_x、NMHC濃度低下のいずれにより強く依存しているかは、測定データの解析だけでは推論できないが、従来のモデル計算に基づく研究の成果から、発生地域におけるNO_xとVOCの濃度低下は、一般に局地的オゾン生成を抑制し、特に高濃度域のオゾンの低下をもたらすことが知られており^{25,26}、今回の測定データによる解析結果はこの結論と矛盾しない。

6.1.3 光化学オキシダントの解析結果(まとめ)

以上の結果から、我が国の光化学オキシダント濃度の長期トレンドは、次の少なくとも3つの要因による効果が組み合わさったものであることが強く示唆された。

- ① 窒素酸化物の排出抑制による局所的 NO 濃度低下によってもたらされた「NO によるタイトレーション効果の低下」による都市部における光化学オキシダント濃度の増加
- ② 「越境汚染の増加」によってもたらされた光化学オキシダント濃度の増加に基づく中位、下位及び平均の光化学オキシダント濃度の増加(これらの傾向は、大陸に近い西日本で特に顕著にみられた。)
- ③ NO_x 及び VOC の排出抑制によってもたらされた高濃度域の光化学オキシダント濃度の低減

これら3つの要因の寄与割合は季節及び地域によって異なり、より定量的な議論は今後のモデルシミュレーションを用いた解析に委ねられる。

6.2 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標の検討と提言

- ア) 前駆体物質削減対策による光化学オキシダント濃度の改善傾向など光化学オキシダントの長期的トレンドを議論するためには、「1 時間平均値の最高値」や「注意報基準を越えた日数」などに比べて、統計的により堅牢な指標を用いる必要があることが平成 23 年度検討会でも提言された(平成 23 年度検討会報告書)。この提言に従って検討を行った結果、本検討会では、光化学オキシダント濃度の 8 時間平均値を用いて 3 年間の移動平均をとることにより、年々変動のばらつきが軽減され、長期的経年変化の把握が容易となることを確認した。(「5.1 評価指標の検討」参照)
- イ) 光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標としては、各年度の 8 時間平均値の中から特異的な高濃度である上位数パーセントを外れ値として除外することにより、長期的な変化傾向がより安定化することが分かった。除外パーセント値については、特異的な高濃度を外れ値として除外する一方で、高濃度イベントをできるだけ除外しすぎないバランスが重要となるので、検討の結果、年間上位 1%を除外した値が適切と判断された。以上を踏まえると、光化学オキシダント濃度の指標としては、年間 99 パーセンタイル値を用いて評価することが適切であると結論された(「5.2.4 時間的な観点からみた外れ値の検討」参照)。
- ウ) 一般にオキシダント濃度が高濃度となる暖候期(4~9 月)を対象とした場合、暖候期 98 パーセンタイル値と年間 99 パーセンタイル値は、ほぼ一致することを確認した。シミュレーションを活用した光化学オキシダントの対策検討を行う場合には、解析対象期間を暖候期をとしても、暖候期の 98 パーセンタイル値を評価することで適切に評価できる。(「5.2.4(3)年間統計値と暖候期統計値の関係」参照)

- エ) 空間的な外れ値の検討の結果、いずれの年統計値でも空間的に特異な局は統計的に 1~3%程度存在するが、時間的な外れ値局数の比率に比べて小さいことから、空間的な外れ値を考慮する必要はないものと結論された(「5.2.5 空間的な観点からみた外れ値の検討」参照)。
- オ) 以上の結果から光化学オキシダントの「環境改善効果を適切に示す指標」として以下の指標を提言する。

【光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示す指標】

- ◆ 光化学オキシダント濃度の 8 時間の移動平均値(8 時間値)を基礎とする。
- ◆ 8 時間値から日最高値を算出する。
- ◆ 8 時間値の日最高値の年間上位 1%を除外した値(すなわち年間 99 パーセンタイル値)を年間代表値とする。
- ◆ 年間代表値となる年間上位 1%を除外した値(年間 99 パーセンタイル値)を 3 年移動平均する。
- ◆ なお、年間 99 パーセンタイル値と暖候期 98 パーセンタイル値は、概ね一致していることを確認した。シミュレーションを活用した光化学オキシダントの対策検討を行う場合には、解析対象期間を暖候期としても、暖候期の 98 パーセンタイル値を評価することにより環境改善効果を適切に検討することが可能であると考ええる。

6.3 本解析結果の留意点

- ア) 光化学オキシダントの測定法や校正法の変更は、経年変化の傾向を大きく変えるものではないと考えられるが、その影響が無視できるものではない。過去の測定値を補正する方法は現在検討が進められており、今後、シミュレーション等の解析で測定値と計算値の比較検討を行う場合には、補正した測定値を用いて評価を行うことが望ましい(「3.3.1 光化学オキシダントの測定法の変更」「3.3.2 光化学オキシダントの校正法の変更」参照)。
- イ) ポテンシャルオゾンの算出では、一次排出 NO₂ の比率 α として、日本で設定されてきた一般的な値である「0.1」を使用した。 α については、排ガス規制の状況などにより地域差や年度による差があるものと考えられ、ポテンシャルオゾンを用いた定量的議論のためには正確な α を求めることが重要である。自動車排出ガス中の NO₂ 比率は経年的に大きく変化しており、一次排出 NO₂ 比率 α には不確実な要素が存在しており、この点を留意して検討を進める必要がある(「3.3.3(1)一次排出 NO₂ 比率(= α)に関する課題」参照)。
- ウ) ポテンシャルオゾンを用いた定量的議論のためには、オゾンと同一の場所で測定された精確な NO₂ 濃度を用いる必要がある。我が国の NO_x の測定法については、吸光光度法から化学発光法への切り替えが進んでおり、平成 23 年度には 9 割弱の測定局が

モリブデン変換器付き化学発光法に切り替わってきている。モリブデン変換器付き化学発光法によって測定されるNO₂濃度は、NO_x濃度とNO濃度の差により求められるものであるが、モリブデン変換器はNO₂のみならずPANやHNO₃、HONO、NO₃⁻の一部をNOに還元してしまうため、NO_x濃度にはこれらが一部含まれており、これから求められる”NO₂”は真のNO₂濃度を過大評価している恐れがある。この影響は発生源に近い都市部で小さいが、郊外～遠隔地へ行くに従って大きくなる。このため、現在の測定局で得られている”NO₂”濃度を用いた本報告書のポテンシャルオゾンの値は真の値を過大評価している可能性が高い。このことは「NO タイトレーション効果の低下」の影響を実際より過大評価している可能性があることを意味している。本報告書の「NO タイトレーション効果の低下」の影響に関する定性的結論には影響がないものと思われるが、光化学オキシダント濃度とポテンシャルオゾン濃度の差などの定量的数値には誤差が大きいことに留意する必要がある。また、NO_x濃度測定ではトレーサビリティを考慮した統一的な精度管理体制が構築されていないことも課題となっている。（「3.3.3(4)二酸化窒素の測定法と測定値」参照）

- エ) 8時間値の算出方法は、前8時間、後8時間などの方法がある（「3.3.4「8時間値」の算出時の留意点」参照）。通常、8時間値が1時間値を上回することは考えにくいだが、日付をまたぐ場合や対象時間帯などによっては、8時間値が1時間値より大きな値を与える場合がある（「3.3.5「8時間値」と「1時間値」の関係」参照）。
- オ) 大気中の非メタン炭化水素濃度は経年的に変化しており（図 2-7）、VOC成分毎にみるとのパラフィン類、芳香族などで低下がみられた（図 2-8、図 2-9）。一方、VOC成分毎にオゾン生成の効率が異なること²⁸が知られており、これらの成分組成が経年変化していることから光化学オキシダントの生成速度は経年的に変化している可能性がある。
- カ) 過去の気象の経年変動が光化学オキシダント濃度に与えた影響は大きくないと考えられるものの、気候変動による気温上昇によって、植物起源VOC排出量の増加や高温日の増加の可能性も考えられる。これらにより、将来の温暖化・気候変動が高濃度域の光化学オキシダントの出現の増加や、光化学オキシダントの平均濃度の上昇に影響する可能性は否定できない。
- キ) 本解析では、20年以上の長期間にわたる光化学オキシダントの経年変化について検討した。本報告書で示したトレンドは、類似のトレンドであっても期間によってそれぞれの原因による寄与割合が変化している可能性があることに留意されたい。

²⁸ Carter W. P. L: Update Chemical Mechanisms for Airshed Model Applications, Revised Final Report to the California Air Resources Board, [http://www.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC\(2014.3.24 アクセス\)](http://www.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC(2014.3.24アクセス))

7 参考文献

1. Kurokawa, J., Ohara, T., Morikawa, T., Hanayama, S., Greet, J.-M., Fukui, T., Kawashima, K., Akimoto, H.; Emissions of air pollutants and greenhouse gases over Asian regions during 2000–2008: Regional Emission inventory in ASia (REAS) version 2, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 11019–11058 (2013).
2. Kannari, A., Tonooka, Y., Baba, T., Murano, K.: Development of multiple-species 1 km × 1 km resolution hourly basis emissions inventory for Japan, *Atmos. Environ.* 41, 3428–3439 (2007).
3. 大気・海洋環境観測報告第11号(2009年観測成果): <http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/cdrom/report2009k.html>(2014.2.21 アクセス)
4. Wakamatsu, S., Ohara, T., Uno, I.: Recent trends in precursor concentrations and oxidant distributions in the Tokyo and Osaka areas, *Atmos. Environ.*, 30, 715–521 (1996).
5. 吉井 克英, 小枝 雅之, 安井 朗: 京都市における光化学オキシダント濃度の経年的な濃度変動傾向及び光化学オキシダント自動測定機の測定法変更に伴う測定データへの影響の検討, 平成22年度京都市衛生環境研究所年報 第77号 (2010).
6. 東京都: 光化学オキシダント対策検討会報告書 (2005).
7. 阿相 敏明: 湿式法から乾式法への変更で評価の変わる関東地域における光化学オキシダント濃度, *全国環境研会誌*, Vol. 31, No. 2(2006).
8. 板野 泰之, 浅山 淳, 斎藤 良幸, 坂東 博, 竹中 規訓, 森 義明: 都市大気中の光化学オキシダント測定値に対する NO_x の影響の実態とその補正法, *環境科学会誌* 18(2), p115–122 (2005).
9. 森川 多津子, 茶谷 聡, 中塚 誠次: JATOP の将来自動車排出量推計と大気環境への影響について, *JARI Research Journal* 20121204 (2012).
10. 国立環境研究所: 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, 国立環境研究所報告 第203号 (2010).
11. 松本 淳: レーザー誘起蛍光法に基づく大気中ポテンシャルオゾンの測定, *大気環境学会誌* Vol. 48, No. 1, p35–42 (2013).
12. 一般財団法人 石油エネルギー技術センター: 大気改善研究 PM_{2.5} 広域大気シミュレーション用 発生源組成プロファイル(VOC、PM 及び NO_x), JATOP 技術報告書(平成24年3月) (2012).
13. 千葉県環境研究センター: 平成23年度期間評価結果報告 (2012)
14. EPA: 8-hr Ozone National Ambient Air Quality Standard (NAAQS) Implementation, July (2002)
15. L. O. McCluney: Calculating 8-Hour Ozone Design Values, AQS Conference, June 19, 2007, (2007).

16. 神成 陽容: 関東・関西地域における光化学オキシダント濃度の週末効果に関する解析 第1報二種類の週末効果反転現象の発見, 大気環境学会誌, Vol. 41, No. 4, p 209-219 (2006).
17. 神成 陽容: 関東・関西地域における光化学オキシダント濃度の週末効果に関する解析 第2報ダイナミックに変化するオゾン生成レジームの検証, 大気環境学会誌, Vol. 41, No. 4, p220-233 (2006).
18. World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe: Air Quality Guideline Global Update 2005, pp.324-326, Copenhagen (2006)
19. United States Environmental Protection Agency; Technical Transfer Network, National Ambient Air Quality Standards (NAAQS), Ozone (O₃) standards, http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/ozone/s_o3_index.html (2014.3.25 アクセス)
20. Ambient Air Quality Standards for Ozone; Final Rule (2008)
21. 大泉 毅, 秋元 肇, 金谷 有剛, 永島 達也, 桜井 達也, 大原 利眞, 佐藤 啓市: 我が国の光化学オゾン汚染の 8 時間平均値による評価, 大気環境学会誌, Vol. 48, No. 4 p. 181-187 (2013).
22. Tanimoto, H.: Increase in springtime tropospheric ozone at a mountainous site in Japan for the period 1998–2006, *Atmos. Environ.*, 43, 1358–1363 (2009).
23. Tanimoto, H., Sawa, Y., Matsueda, H., Uno, I., Ohara, T., Yamaji, K., Kurokawa, J., and Yonemura, S.: Significant latitudinal gradient in the surface ozone spring maximum over East Asia, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L21805, doi: 10.1029/2005GL023514 (2005).
24. Yamaji, K., Ohara, T., Uno, I., Tanimoto, H., Kurokawa, J., and Akimoto, H.: Analysis of the seasonal variation of ozone in the boundary layer in East Asia using the Community Multiscale Air Quality model: What controls surface ozone levels over Japan?, *Atmos. Environ.*, 40, 1856–1868 (2006).
25. Nagashima, T.; Ohara, T.; Sudo, K.; Akimoto, H.: The relative importance of various source regions on East Asian surface ozone, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 11305–11322 (2010).
26. 井上 和也, 安田 龍介, 吉門 洋, 東野晴行: 関東地方における夏季地表オゾン濃度の NO_x, VOC 排出量に対する感度の地理分布 第I報 大小2種類の植物起源 VOC 排出量推定値を入力した場合の数値シミュレーションによる推定, 大気環境学会誌, Vol. 45, No. 5, p183-194 (2010).
27. Douglas C.M., George C.R.: *Applied Statistic and probability for Engineers*, pp.37-38, John Wiley & Sons (1999).
28. Carter W. P. L: *Update Chemical Mechanisms for Airshed Model Applications*, Revised Final Report to the California Air Resources Board, <http://www.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC> (2014.3.24 アクセス)
29. 光化学オキシダント調査検討会: 光化学オキシダント調査検討会 報告書 –今後の対策を見すえた調査研究のあり方について– (2013).

8 光化学オキシダント調査検討会名簿

表 8-1 光化学オキシダント調査検討会委員(五十音順 敬称略)

氏名	所属	職名	年度
○ 秋元 肇	一般財団法人 日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター	所長	平成 24 年度 平成 25 年度
板野 泰之	大阪市立環境科学研究所 調査研究課	研究主任	平成 24 年度 平成 25 年度
井上 和也	独立行政法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 環境暴露モデリンググループ	主幹	平成 24 年度 平成 25 年度
指宿 堯嗣	一般社団法人 産業環境管理協会	技術顧問	平成 24 年度 平成 25 年度
岩崎 好陽	公益社団法人 におい・かおり環境協会	会長	平成 24 年度 平成 25 年度
浦野 紘平	横浜国立大学 大学院環境情報研究院	名誉教授	平成 24 年度 平成 25 年度
大原 利真	独立行政法人 国立環境研究所 地域環境研究センター	センター長	平成 24 年度 平成 25 年度
金谷 有剛	独立行政法人 海洋研究開発機構 地球環境変動領域 物質循環研究プログラム 大気組成研究チーム	チームリーダー	平成 24 年度 平成 25 年度
坂本 和彦	埼玉県環境科学国際センター	総長	平成 24 年度 平成 25 年度
紫竹 益吉	一般社団法人 日本化学工業協会 環境安全部	部長	平成 24 年度 平成 25 年度
下原 孝章	福岡県保健環境研究所	大気課長	平成 24 年度 平成 25 年度
竹内 庸夫	埼玉県環境科学国際センター研究推進室	副室長	平成 24 年度 平成 25 年度
橋本 光正	一般社団法人 日本塗料工業会	専務理事	平成 24 年度 平成 25 年度
土屋 徳之	JX 日鉱日石エネルギー株式会社 社会環境安全部	チーフスタッフ	平成 24 年度
八田 拓士	JX 日鉱日石エネルギー株式会社 社会環境安全部	担当マネージャー	平成 25 年度
石井 康一郎	公益財団法人 東京都環境公社 東京都環境科学研究所	主任研究員	平成 24 年度
星 純也	公益財団法人 東京都環境公社 東京都環境科学研究所 分析研究科	主任研究員	平成 25 年度
向井 人史	独立行政法人 国立環境研究所 地球環境研究センター	センター長	平成 24 年度 平成 25 年度
若松 伸司	愛媛大学 農学部	教授	平成 24 年度 平成 25 年度

(注) ○ : 座長

9 検討会の開催状況

9.1 平成 24 年度光化学オキシダント調査検討会

第 1 回（平成 24 年 11 月 30 日）

- (1) 平成 24 年度光化学オキシダント調査検討会の開催について
- (2) 今年度の検討内容と予定について
- (3) その他

第 2 回（平成 25 年 1 月 21 日）

- (1) データの多角的解析(中間報告)
- (2) 平成 25 年度 VOC 環境濃度調査について
- (3) その他

第 3 回（平成 25 年 2 月 25 日）

- (1) データの多角的解析結果について
- (2) その他

第 4 回（平成 25 年 3 月 22 日）

- (1) データの多角的解析結果について
- (2) その他

9.2 平成 25 年度光化学オキシダント調査検討会

第 1 回（平成 25 年 9 月 30 日）

- (1) 平成 25 年度光化学オキシダント調査検討会について
- (2) データの多角的解析について
- (3) シミュレーションモデルを用いた検討について
- (4) VOC モニタリングデータの整理・検証について
- (5) その他

第 2 回（平成 25 年 12 月 6 日）

- (1) データの多角的解析について
- (2) シミュレーションモデルを活用した検討について
- (3) VOC モニタリングデータの整理について
- (4) その他

第3回（平成26年1月22日）

- (1) 光化学オキシダント調査検討会報告書(素案)について
- (2) シミュレーションモデルを活用した検討について
- (3) その他

第4回（平成26年2月28日）

- (1) 光化学オキシダント調査検討会報告書(案)について
- (2) シミュレーションモデルを活用した検討について
- (3) VOC モニタリングデータの整理・検証について
- (4) その他

第5回（平成26年3月24日）

- (1) 光化学オキシダント調査検討会報告書(案)について
- (2) その他

リサイクル適性の表示:紙へリサイクル可

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準に従い、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[Aランク]のみを用いて作製しています。