

---

## A-21 兵庫県における光化学オキシダント濃度

### 1. はじめに

兵庫県は、地形的には標高 1000m 前後の中国山地がやや北寄りに東西に走り、日本海側と瀬戸内海側との分水嶺をなしている。気候は中国山地や丹波山地を境にして北と南で大きく異なっており、北部は日本海型気候で冬季には降雪日が多いのに対し、南部は瀬戸内気候であり温暖で降水量が少ない。また中部の山地や盆地は内陸性気候となっている。人口や産業は瀬戸内海沿岸部に集積している。

2005 年度の一般環境大気測定局のデータによると、二酸化硫黄、二酸化窒素については年平均値の全 57 測定局平均はそれぞれ 0.003ppm、0.017ppm であり、全局で環境基準を達成している。浮遊粒子状物質については長期的評価では 1 局、短期的評価では 5 局が環境基準未達成であった。なお、年平均値の全局平均は 0.028mg/m<sup>3</sup>であった。光化学オキシダント(Ox)については全局環境基準未達成であり、光化学スモッグ広報が予報 8 回、注意報 9 回発令された。

### 2. 選定 5 局の属性情報

#### 2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 長田局 (28106010)

県南東部に位置し、六甲山地南麓の神戸市の市街地にある。周囲には住宅や商店、ゴムや機械関係の中小工場が密集して立地し、200m 北には交通量の多い交差点がある。

- ・ 国設尼崎局 (28202020)

大阪平野の西端、県南東部に位置し阪神工業地帯に隣接する市街地の中にある。50m 西に南北幹線道路、500m 南に国道 2 号線があり、工場も混在している。

- ・ 相生局 (28208010)

県南西部に位置し、相生湾最奥部の周囲を山に囲まれた市街地の中にある。沿岸部には工場が点在し、3km 南には火力発電所がある。

- ・ 豊岡局 (28209010)

県北東部の豊岡盆地内に位置し、日本海から円山川沿いに約 11km 上流の豊岡市中心部にある。周囲は住宅や商店が混在する市街域となっており大きな発生源はない。

- ・ 西脇局 (28213010)

県の中央部、中国山地の東南麓に位置し、周囲を山に囲まれた西脇市のほぼ中心部にある。市内には繊維工場などが多いが近傍に大きな発生源はない。

---

## 2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 選定理由  
解析対象とした測定局は、県域を代表する地点として、北部地域と中央部からそれぞれ1局、南部の瀬戸内海沿岸地域から3局を選定した。北部地域は豊岡局、中央部は西脇局、南部地域の3局は、東部の国設尼崎局、中部の長田局、西部の相生局を選定した。
- ・ 測定方法  
長田、国設尼崎、相生の3局は1960年代後半に設置されており、Oxの測定は湿式法で行われている。豊岡局と西脇局は1980年代末に設置され、Oxの測定は湿式法で行われていたが、現在は乾式法に変更されている。

## 3. 解析結果

### 3.1 Ox 濃度年平均値の経年変化の状況（図1）

- ・ 長田局（平均値の傾きは1990～2004年度で0.40ppb/年）  
1970年代末を底に1987年度までは増加傾向、それ以降は増減を繰り返しながら1999年度までほぼ横ばいで推移していたが、2000年度以降の4年間は増加傾向にある。
- ・ 国設尼崎局（平均値の傾きは1990～2004年度で0.39ppb/年）  
長田局と同様に1970年代末を底に1987年度までは増加傾向にあったが、それ以降は増減を繰り返しながら1997年度まで減少傾向を示した。しかし、1998年度以降は増加傾向にある。
- ・ 相生局（平均値の傾きは1990～2004年度で-0.08ppb/年）  
1970年代末から2003年度まで全体としてはほぼ横ばいで推移している。1989～1992年度の4年間は増加したがそれ以降はゆるい減少傾向を示し、近年は横ばいである。
- ・ 豊岡局（平均値の傾きは1990～2004年度で0.26ppb/年）  
1989年度からの測定で、増減を繰り返しながら全体としては増加傾向にある。
- ・ 西脇局（平均値の傾きは1990～2004年度で0.34ppb/年）  
1988年度からの測定で、1990年代前半は増加傾向、後半は増減を繰り返していたが、最近は増加傾向にある。

### 3.2 高濃度Ox(最大値、80ppb以上)の発生状況（図2, 図3）

- ・ 最大値の経年変化  
Ox濃度の最大値の経年変化は、長田局（1990～2004年度の経年変化の回帰直線の傾き-1.39ppb/年）、国設尼崎局（同-0.9ppb/年）、相生局（同-0.88ppb/年）で変動が大きいもののほぼ横ばいか減少傾向、県北部の豊岡局（同0.71ppb/年）と県中部の西脇局（同1.31ppb/年）で増加傾向を示した。なお、2004年度の最大値は大きい順に西脇局（124ppb）、相生局（121ppb）、長田局（109ppb）、国設尼崎局（108ppb）、豊岡局（96ppb）であった。

---

- ・ 80ppb 以上時間数の経年変化

80ppb 以上の  $O_x$  濃度の時間数の経年変化は、最大値の傾向とはやや異なり長田局 (1990～2004 年度の経年変化の回帰直線の傾き  $-0.2$  時間/年)、国設尼崎局 (同  $0.7$  時間/年) で横ばい、相生局 (同  $-5.7$  時間/年) で減少傾向を示したのに対し、県北部の豊岡局 (同  $3.9$  時間/年) と県中部の西脇局 (同  $8.0$  時間/年) で増加傾向を示した。時間数が最も多いのは西脇局で 2004 年度は 139 時間と他の 4 局の  $1.5\sim 4.5$  倍であった。

### 3.3 $O_x$ 濃度の季節的な特徴 (図 6, 図 7)

- ・ 月平均値の季節変化

5 局とも類似した季節変化パターンが見られ、長田局は 4 月、他の 4 局は 5 月に最大濃度が出現し、11～12 月に最低となるほぼ 1 山型を示している。この傾向は県北部の豊岡局と県中部の西脇局で顕著であり、5 月の最大濃度は各々 40.7ppb、37.5ppb であった。なお、長田局と西脇局では 9 月にも小さなピークが見られるが、国設尼崎、相生局、豊岡局では見られなかった。

- ・ 60ppb 以上の  $O_x$  が出現する割合の季節変化

県北部の豊岡局は 5 月に 40%以上の出現割合を記録するなど春季に高く、逆に 7 月以降は 5%以下に下がる顕著な 1 山型パターンを示す。一方、他の 4 局は 4、5 月と 7、8 月頃に出現割合が高い 2 山型パターンを示し、特に長田局と国設尼崎局でその傾向が明瞭であった。

### 3.4 $O_x$ 濃度年度別平均値と平年値(1990～2004)との偏差の状況 (図 4.1, 図 4.2)

$O_x$  濃度の年度別平均値は、全期間を通してみれば横ばいか漸増傾向であった。ただし、1998 年以降でみると明瞭な増加傾向が見られた。平年値 (1990～2004 年度) は 23.2ppb であり、平年値との偏差が大きいのはマイナス側では 1991 年  $-3.3$ ppb、1997 年  $-2.3$ ppb、プラス側では 2003 年  $+2.2$ ppb、2004 年  $+3.3$ ppb であった。測定局別にみると、局ごとに変動の傾向は異なっていて一定の傾向はつかみにくいが、1994 年、2003 年、2004 年はすべての局でプラスの偏差となった。特に 2004 年は大きな偏差を示し、長田 4.6ppb、国設尼崎 5.4ppb、相生 2.3ppb、豊岡 1.7ppb、西脇 4.2ppb であった。一方 1998 年はすべての局でマイナスの偏差となった。

### 3.5 $O_x$ 濃度ランク別時間数経年変化の状況 (図 5a～図 5g)

- ・ 0～19ppb

局による違いが大きいが、1990 年度以降については概ね横ばいもしくは減少傾向と考えられる。

- ・ 20～39ppb

1990 年度以降全般的に横ばい傾向であったが、2002 年度から増加傾向が見られる。

- 
- 40～59ppb  
1990年代後半以降、西脇局ではほぼ横ばい、他の4局では漸増傾向が見られた。最近の2、3年でみると西脇局については増加傾向が見られるが、他の局は横ばい傾向にある。
  - 60～79ppb  
1990年度以降について、相生局以外の4局は増加傾向が見られた。相生局は2002年度までは減少傾向であったが、2003年度以降は増加傾向に転じた。
  - 80～99ppb  
1990年度以降について、西脇局は漸増傾向が見られたが、2000年度以降横ばい傾向を示す。他の局では増減はあるものの全体としては横ばい傾向を示しているが、相生局では2002年度以降増加傾向を示す。
  - 100～119ppb の時間数の経年変化  
1990年度以降では最も出現数の多い西脇局で増減はあるもののほぼ横ばい傾向を示す。
  - 120ppb 以上  
1990年度以降についてみると、増減を繰り返しながらも減少傾向にある。
  - 1990年度以降の推移は全般的には低濃度(0～19ppb)の時間数が減少し、中～高濃度(20～99ppb)の時間数が増加する傾向にあった。

### 3.6 NO<sub>x</sub>、SPM 濃度の季節的な特徴 (図 8, 図 9)

- NO<sub>x</sub> 濃度の月別平均値  
5局とも類似した季節変化パターンを示し、冬季に高く12月に最大値を示し、夏に低くなるパターンを示した。濃度レベルをみると県南部3局の年平均値はそれぞれ長田 39.7ppb、国設尼崎 45.1ppb、相生 39.1ppb であり、県北部の豊岡 16.1ppb、県中部の西脇 17.3ppb と大きな差がみられた。
- SPM 濃度の月別平均値  
5局とも類似した季節変化パターンを示し、7月に最大濃度が出現し、4月にもピークが出現し、1月に最低となる2山型を示す。濃度レベルをみると全ての月について豊岡局が最も低い値を示した。

### 3.7 NO<sub>x</sub> 及び SPM 濃度と O<sub>x</sub> との関係 (図 10, 図 11)

NO<sub>x</sub> と O<sub>x</sub> 濃度、SPM と O<sub>x</sub> 濃度の間には明瞭な関係は認められなかった。

---

#### 4. まとめと今後の課題

- Ox 濃度年平均値の推移は、1990 年度以降で見ると相生局以外の 4 局が増加傾向、相生局が減少傾向にあったが、相生局も 2003 年度からは増加傾向に転じている。
- 高濃度(80ppb 以上)の Ox の発生状況は、1990 年度以降で見ると県南部の 3 測定局で横ばいか減少傾向を示した。ただし、2004 年度は増加に転じている。県北部の豊岡局と県中部の西脇局では増加傾向にあったが、1999 年度、2000 年度からはほぼ横ばい傾向を示す。
- ランク別の Ox 濃度の推移については、1990 年度以降は各測定局とも全般的に低濃度(0～19ppb)の時間数が減少し、中～高濃度(20～99ppb)の時間数が増加する傾向にあった。
- Ox 濃度の季節変動は、4 月から 5 月にかけて 1 年で最も濃度が高くなる顕著な季節変化パターンが見られた。また、県北部の豊岡局は、60ppb 以上の Ox の出現割合が 5 月に 40%以上を記録するなど春季に非常に高く、逆に 7 月以降は 5%以下に下がる 1 山型パターンを示す。これに対して他の 4 局は 4、5 月の春季と 7、8 月の夏季に出現割合が高い 2 山型を示す。
- 今後の課題として、工場や幹線道路の密集する瀬戸内沿岸から大きな発生源の無い日本海側にまたがる兵庫県の地理的な特徴を生かした解析の実施、すなわち人為的な汚染の寄与の大きい瀬戸内側、大陸などの影響の大きい日本海側、その中間に位置する内陸部で高濃度出現のメカニズムがどのように違うかを検討していく。

[執筆者：池澤 正（兵庫県立健康環境科学研究所）]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)



表1 選定5局の属性情報(兵庫県)

測定局名	長田	国設尼崎	相生市役所	豊岡市役所	西脇市役所
国環研コード番号	28106010	28202020	28208010	28209010	28213010
測定局設置年月	1965年11月	1966年6月	1969年4月	1989年3月	1988年3月
Oxのデータ解析期間	1976年4月～ 2005年3月	1976年4月～ 2005年3月	1976年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月
周辺状況	住宅やゴム、機械関係の工場の密集地帯 付近は準工業、工業専用地域	住宅や事務所、工場が立地 西50mに南北幹線道路 南500mに国道2号線	南200mに相生港 相生湾沿いに工場が立地	住宅や店舗が立地 県北部 日本海から約11km内陸	人口4万人の都市 住宅や事務所が立地 県中央部 市内には織物工場が多い
測定局移設状況	なし	なし	なし	なし	なし
周辺状況の変化	特になし	特になし	特になし	特になし	特になし
Oxの測定方法の変化※(年月は測定機の設置または更新時期)	1990年3月以前は不明以降OxW	1986年2月以前は不明以降OxW	1991年3月以前は不明以降OxW	1990年4月OxW設置 2000年3月OxW→O <sub>3</sub> UV	1990年4月OxW設置 1998年8月OxW→O <sub>3</sub> UV
備考					

※Oxは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置なし、OxWは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置付き、O<sub>3</sub>UVは紫外線吸収法を示す。

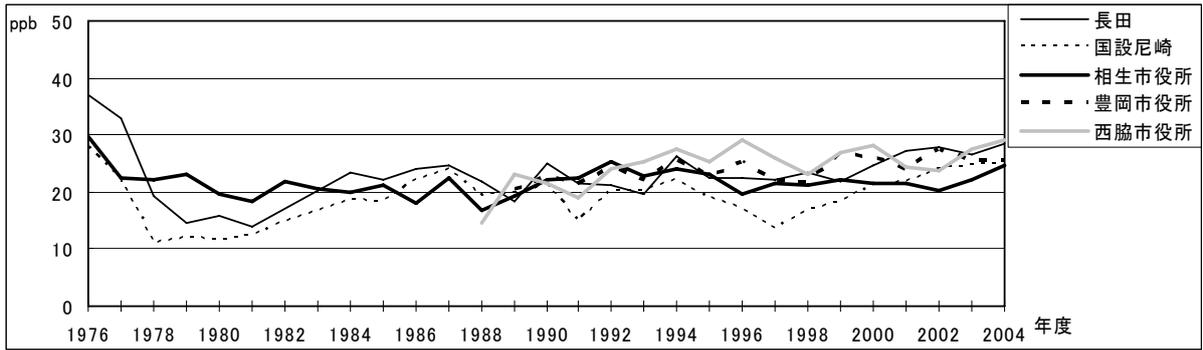


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

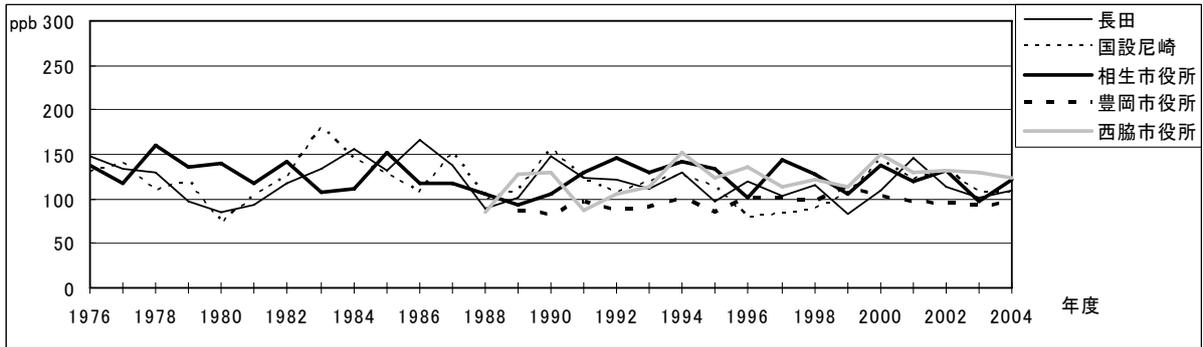


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

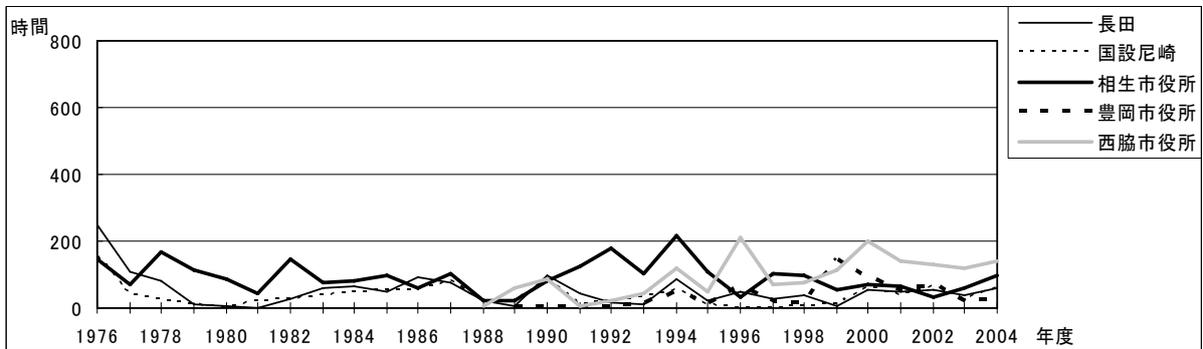


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

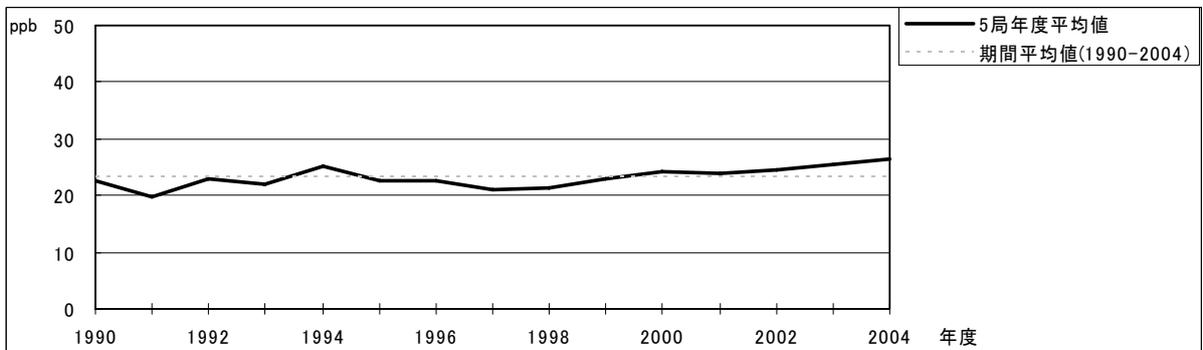


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

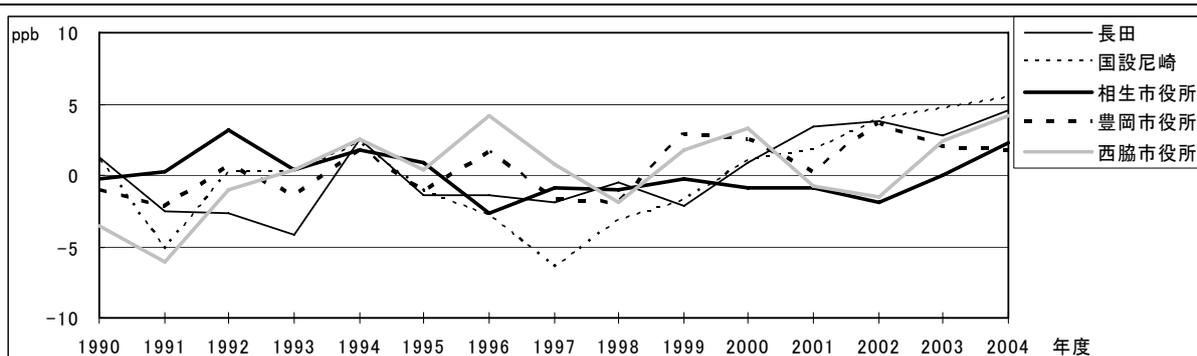


図 4.2 O<sub>x</sub> 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

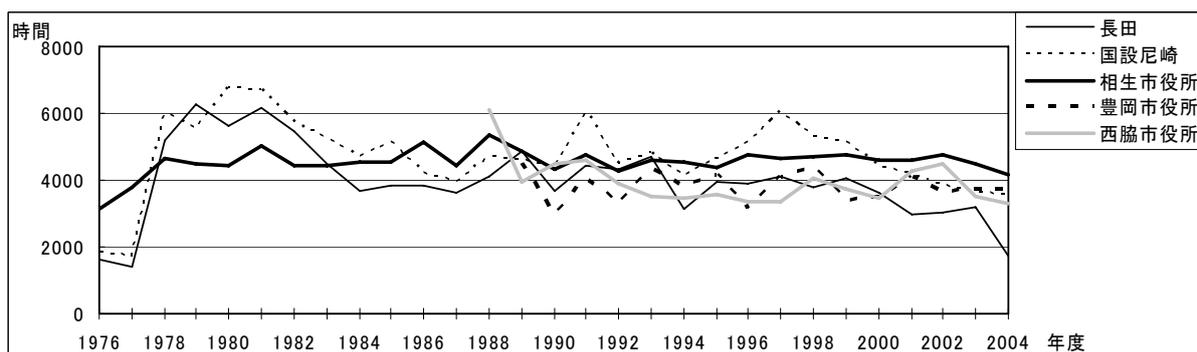


図 5a O<sub>x</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

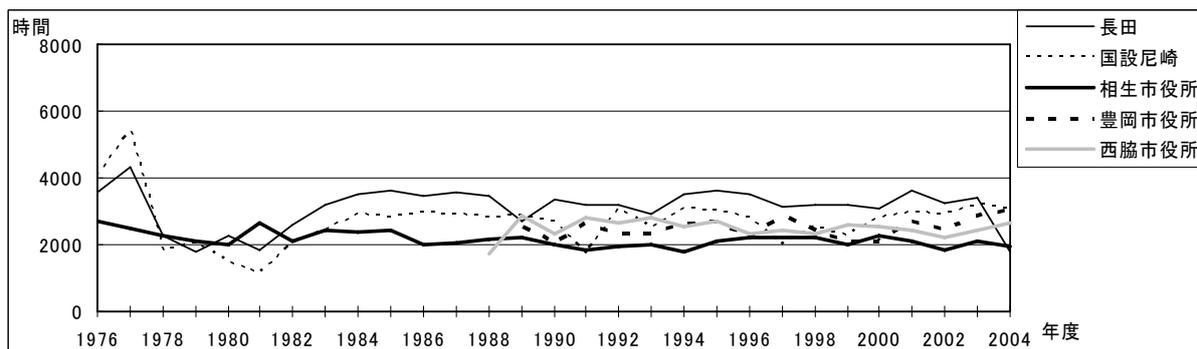


図 5b O<sub>x</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

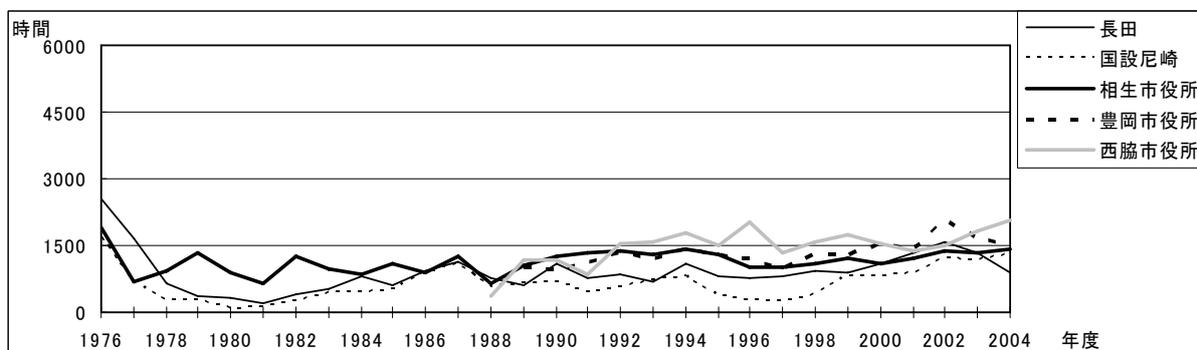


図 5c O<sub>x</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

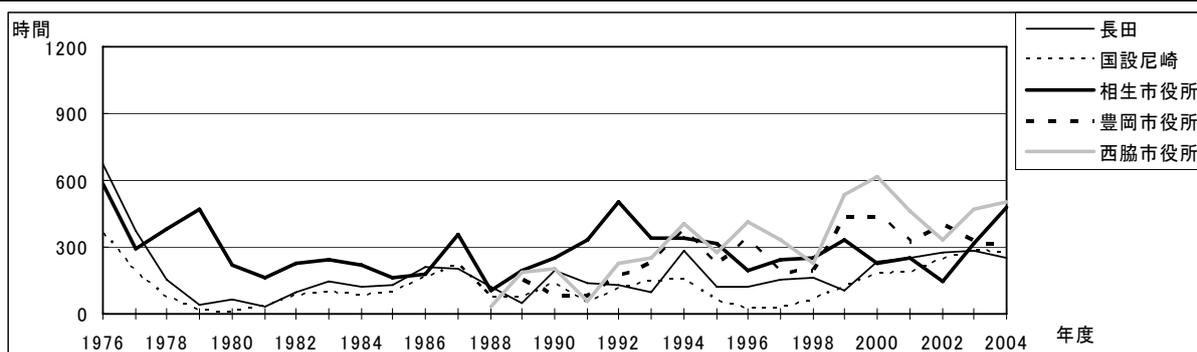


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

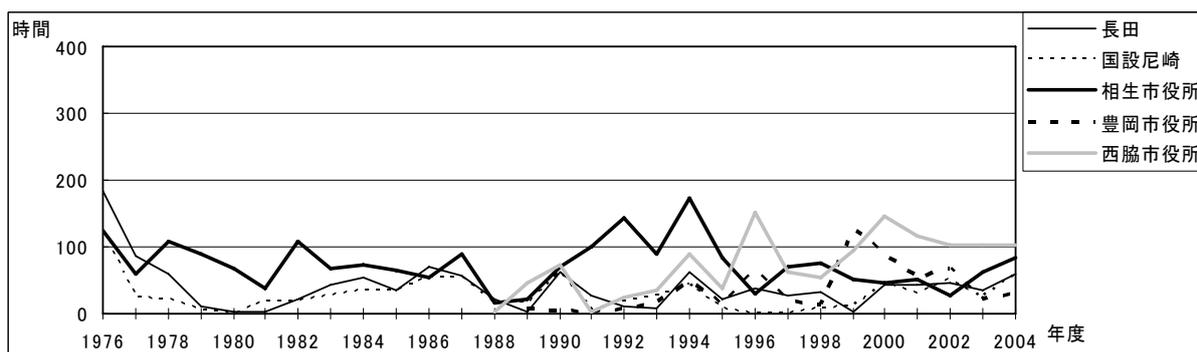


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

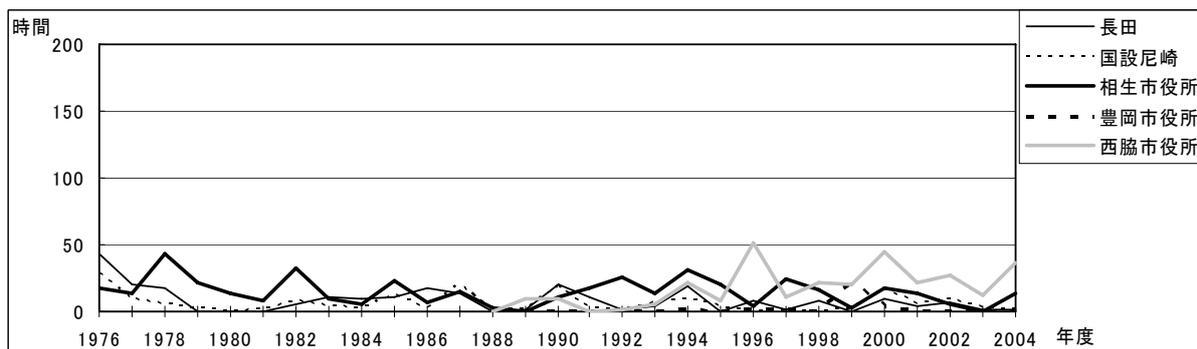


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

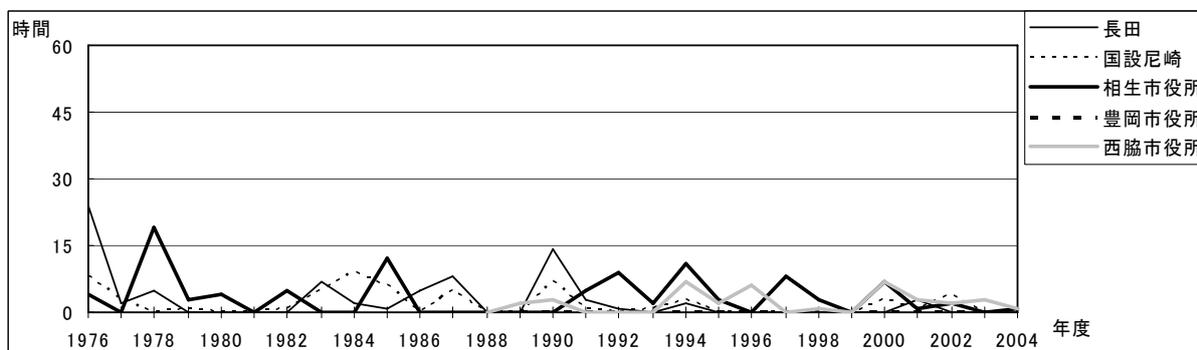


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

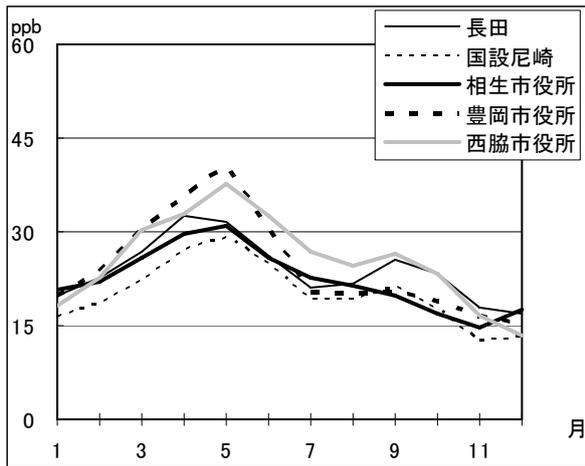


図 6 Ox 濃度の月別平均値

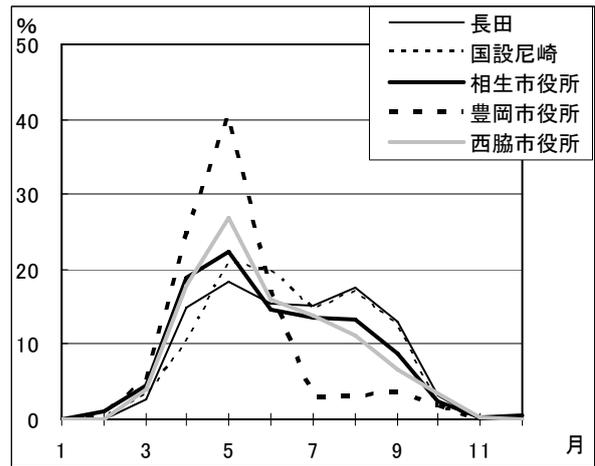


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

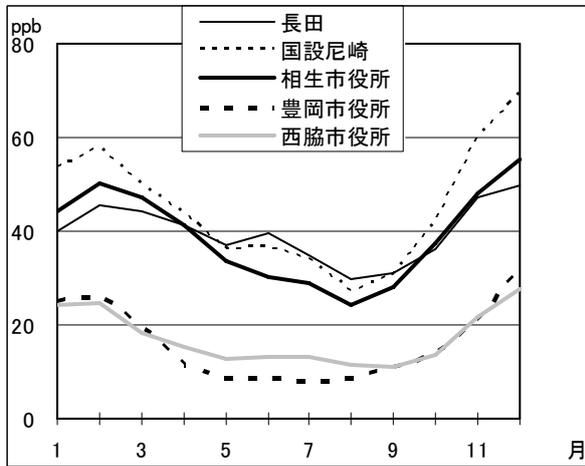


図 8 NOx 濃度の月別平均値

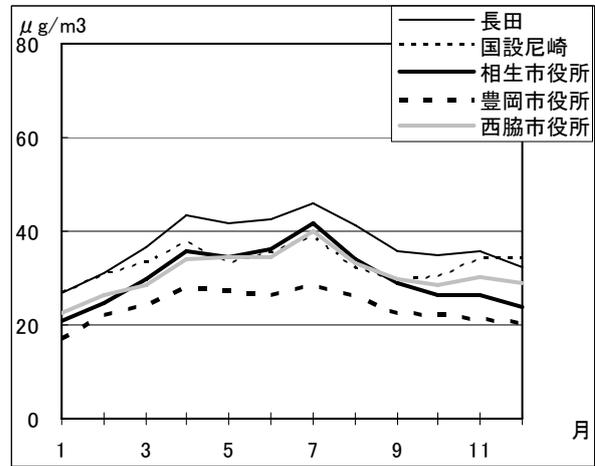


図 9 SPM 濃度の月別平均値

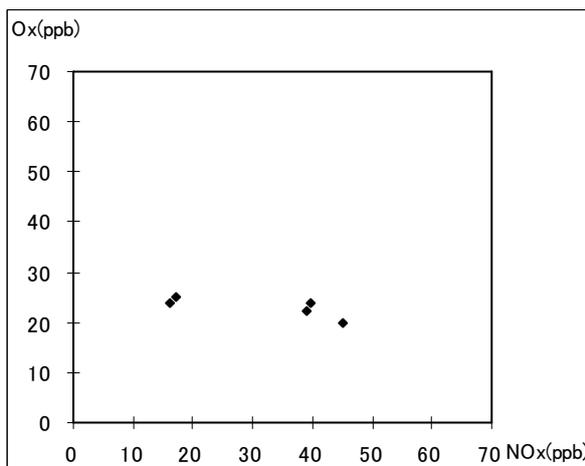


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

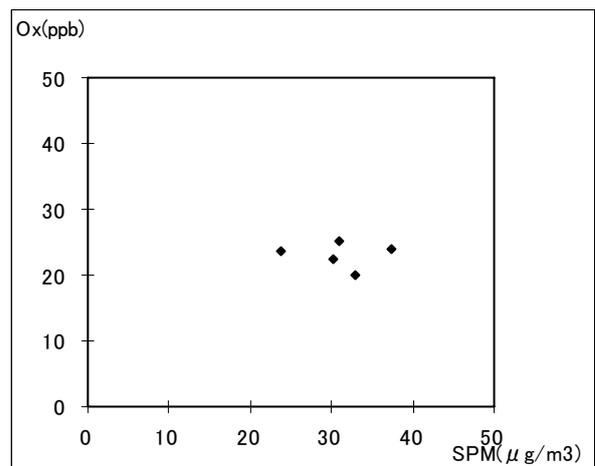


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係