

---

## A-13 長野県における光化学オキシダント濃度

### 1. はじめに

長野県は本州中央部に位置し、周囲を飛騨山脈、赤石山脈等 3000m 級の山々に囲まれ、天竜川と木曾川が太平洋側へ、千曲川(信濃川)と姫川が日本海側へと流れ出ている。また、県内は八ヶ岳や木曾山脈等の高山または低山により分断され、盆地や谷となっている。隣接する県は、新潟、群馬、埼玉、山梨、静岡、愛知、岐阜、富山の 8 県に及ぶ。南北に長く、また複雑な地形のため、気候特性は極めて多様である。全県的には内陸気候であるが、北は日本海側気候的特性、南は太平洋側気候的特性が強く、また山岳気候や盆地の特性を併せ持っている。

大気環境は概ね良好で、二酸化硫黄、二酸化窒素は環境基準を達成しているが、浮遊粒子状物質は一部で環境基準を超えることがあり、光化学オキシダント (Ox) は全局で毎年環境基準を超えている。

### 2. 選定 5 局の属性情報

#### 2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 環境保全研究所 (環保研)

長野県北部の長野市にあり、標高 360m である。局舎は研究棟南側の薬草園の中にあり、東側は裾花川の堤防に面している。長野盆地は、千曲川が南西から北東へ流れ、盆地の南西端は狭い谷間を通じて上田盆地と「く」の字につながっている。環保研は長野盆地の西縁部に位置し、犀川が峡谷を抜け出た開口部に近い。環保研の周辺は主に住宅地で、わずかに農地が残っている。上信越自動車道と長野自動車道、及び国道 18 号線と 19 号線が長野盆地で合流し、環保研東側約 300m に交通量の多い国道 117 号線、北 500m に国道 19 号線が通っている。

- ・ 松本合同庁舎 (松本合庁)

松本市郊外にあり、標高 587m である。局舎は庁舎 1 階にある。松本盆地は長野県中西部に位置し、ほぼ南北に長く、奈良井川が南から北へと流れて梓川と合流し、犀川となる。盆地の北は谷となり、新潟県糸魚川市を経て日本海に至る。松本市の西には 3000m 級の北アルプス連峰、東には 2000m 級の美ヶ原がある。合庁西側は農地で、その先の、合庁から 500m に長野自動車道が南北に通っている。他の三方には事業所や飲食店があり、合庁南側 500m には交通量の多い国道 158 号線が通っている。

- ・ 上田合同庁舎 (上田合庁)

上田市の中心部に近く、標高 458m である。局舎は庁舎の東側、駐車場の隅にある。テナスコートが次第に駐車場として使用されるようになり、現在は未舗装の駐車場となっている。合庁周辺は、公共施設、学校、住宅等が多く、北西側 200m に国道 18 号線が通っている。上田盆地は長野県中東部に位置し、千曲川が東南から西北へと流れている。盆地の北東側の山沿いに上信越自動車道が通り、盆地の南東は碓氷峠を経て群馬県である。過

---

去の調査により、東京湾岸の汚染物質が群馬県側から移流し、夕方以降の  $O_x$  濃度が高くなる場合があることが報告されている。

- ・ 飯田合同庁舎（飯田合庁）

飯田市の中心部にあり標高 488m である。局舎は庁舎の北側、駐車場の隅にあり、その北側は、断崖となっている。伊那盆地は長野県南部に位置し、南北に長く、諏訪湖に端を發した天竜川が静岡・愛知県境へと流れ下っている。飯田市は伊那盆地の南、木曾山脈の扇状地にある。合庁周辺は、公共施設、学校、住宅等が多く、北西側 1.5 km に中央自動車道が通っている。中央自動車道が恵那山トンネルを抜けると岐阜県である。

- ・ 諏訪合同庁舎（諏訪合庁）

諏訪市の郊外にあり、標高 761m、諏訪湖に近い。局舎は庁舎の南西側、駐車場の隅にあり、上川の堤防道路に面している。合庁の北東 1.5 km には国道 20 号線が通っている。諏訪盆地は長野県のほぼ中央に位置し、北には 2000m 級の山々、東には 3000m 級の八ヶ岳連峰がある。諏訪盆地の南東は山梨県側に開け、盆地南西の山沿いを中央自動車道が通っている。

5 局とも近傍に大きな固定発生源はない。

光化学スモッグ注意報の発令対象地域に指定されているのは、長野市と松本市であるが、いずれも過去に注意報の発令はない。

## 2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 選定理由

5 局はそれぞれ長野県内の主な盆地の中心的都市である。

- ・ 移設状況

5 局とも 1990 年度以降の移設はない。

- ・ 測定方法

2003 年 4 月（2002 年度）まで、5 局は全て湿式の  $O_x$  計により測定しており、1990 年度から 1992 年度にかけて、自動洗浄無しから自動洗浄有りに変わっている。また、上田合庁では 1999 年 3 月に、松本合庁では 2001 年 2 月に測定機を更新しているが測定方法は変わっていない。環保研は 2003 年 4 月、飯田合庁と諏訪合庁は 2005 年 2 月から紫外線吸収法に変わった。

## 3. 解析結果

### 3.1 $O_x$ 濃度年平均値の経年変化の状況（図 1）

- ・ 全期間、1985 年度以降、1990 年度以降の増減傾向

1993 年度以降、環保研はやや増加、松本合庁、上田合庁及び飯田合庁はやや減少、諏訪合庁は増加とみられる。1998 年度以降は 5 局とも増加傾向がみられた。

- ・ 増加、減少の傾向が特に大きかった期間、年度

増加の傾向が特に大きかった年度：1994 年度、1996 年度

---

---

減少の傾向が特に大きかった年度：1993年度、1998年度

- ・ 測定方法との関係

1990～1992年度は自動洗浄機能付きの測定機への更新時期であった。いずれの局も、更新後は、前年度に比べ平均値が上がっている。

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

- ・ 発生時間の経年的な増減傾向

80ppb 以上の時間数は、松本がやや減少、諏訪はやや増加、他の 3 局は横這いとみられる。

- ・ 特に多く観測した年度

1994年度は、環保研(長野)及び上田合庁で 80ppb 以上の時間数が特に多かった。1996年度は環保研(長野)で時間数が多いが、上田では多くなかった。この年、上田合庁では、4、5月の欠測が多かったためとみられる。

- ・ 上田合庁では、1991、1992、1994、2000、2001、2002年度に最大値が 140ppb 以上となった。飯田合庁でも、1992、2000年度に 140ppb 以上となった。これらの高濃度は 16～20 時に出現しており、上田合庁では南東系の風、飯田合庁では南寄りの風であることから、県外からの移流とみられる。

- ・ 県内における発生状況の違い

80ppb 以上の時間数は、環保研(長野)及び上田合庁では 1994年度が最も多かったが、松本合庁では 1992年度、飯田合庁では 2000年度、諏訪合庁では 2003年度に最も多かった。

年最大値が最も高かったのは、環保研(長野)では 2004年度、松本合庁では 1992年度、上田合庁では 1992年度と 1994年度、飯田合庁では 1992年度、諏訪合庁では 2001年度であった。

### 3.3 Ox 濃度の季節的な特徴 (図 6, 図 7)

- ・ 月別平均値の季節的变化

月別平均値が最も高かったのは、松本合庁及び飯田合庁では 4月、他 3 局では 5月であった。また、最も低かったのは 11月または 12月であった。諏訪合庁では、9月にも小ピークがみられた。

- ・ 60ppb 以上の Ox が出現する季節

月別 60ppb 以上時間数は 5局とも 5月が最多であった。時間数最少は 11月～2月であった。

- ・ 高濃度 Ox が発生する時期

80ppb 以上の Ox が発生する時期は 3月から 10月であった。

---

### 3.4 Ox 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)

- ・ 1990 年度以降の増減傾向  
1993 年度以降、環保研(長野)は微増、松本合庁、上田合庁及び飯田合庁はやや減少、諏訪合庁は増加とみられる。  
1990 年度、1991 年度は 5 局ともマイナスの偏差、1994 年度、1996 年度、1997 年度は 5 局ともプラスの偏差であった。1995 年度は環保研(長野)を除く 4 局がプラスの偏差、1998 年度は諏訪合庁を除く 4 局がマイナスの偏差であった。2000 年度から 2004 年度へ掛けては 3 局がプラスの偏差であった。
- ・ 平均値(1990～2004 年)との偏差が大きかった年度  
1993 年度以降について、プラスの偏差が大きかった年度は環保研(長野)2001 年度、松本合庁 1997 年度、上田合庁 1994 年度、飯田合庁 1996 年度、諏訪合庁 2002 年度であった。マイナスの偏差が大きかった年度は環保研(長野)1998 年度、松本合庁 1998 年度、上田合庁 1993 年度、飯田合庁 1998 年度、諏訪合庁 1993 年度であった。
- ・ Ox 測定装置の自動洗浄への切り替わりは、上田合庁 1991 年 1 月、環保研(長野)1991 年 6 月、松本合庁 1991 年 12 月、飯田合庁 1992 年 5 月、諏訪合庁 1993 年 1 月であった。いずれの局でも更新の翌年度の平均値は、前年度に比べ増加していた。
- ・ 気象状況との関係  
1993 年～2004 年の長野、松本、上田、飯田、諏訪の高温日数と Ox 濃度とを比較したところ、1993 年は 5 地点における 25℃以上の日数、30℃以上の日数、35℃以上の日数がいずれも最少であったが、1993 年度の年度別平均値の平年値との偏差は、松本合庁及び飯田合庁がプラス、環保研(長野)、上田合庁及び諏訪合庁がマイナスであった。  
最も減少が大きかった局は上田合庁、次いで諏訪合庁であった。上田合庁では関東からの移流により Ox 濃度が高くなることが既に報告されている。また、諏訪合庁では南東の風の時に Ox 濃度が高くなる場合が多く、山梨県側から移流の可能性がある。1993 年は寒い夏のために熱性低気圧が発達せず、県外からの移流が少なくなつて 2 地点の年平均値が低くなつたものと推察された。

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

- ・ 各ランクの経年的な増減傾向  
**0～19ppb**  
松本合庁、飯田合庁では 1990 年度及び 1991 年度の時間数が著しく多かつた。1993 年度以降の各局の増減は一致しないが、全体的傾向は横這いとみられる。1998 年度は諏訪合庁を除く 4 局で増加している。また、2001 年度は 5 局とも減少している。  
**20～39ppb**  
各局ともほぼ横這いであるが、1991 年度及び 2004 年度の飯田合庁の減少が著しい。1991 年は 11 月及び 12 月、2004 年度は 6 月～10 月の測定時間数が少なかったことが一因とみられる。

---

#### 40～59ppb

1990 年度及び 1991 年度の飯田合庁が殊に少ない。1993 年度以降の傾向は、環保研(長野)と上田合庁はほぼ横這い、松本合庁と飯田合庁は減少、諏訪合庁は増加であった。

#### 60～79ppb

1990 年度及び 1991 年度の飯田合庁が特に少ない。1993 年度以降、松本合庁は 1997 年度をピークに減少傾向、諏訪合庁は増加傾向、その他はほぼ横這いであった。

#### 80～99ppb

1994 年度の環保研及び上田合庁は特に多かった。環保研は 1996 年度と 2003 年度も多かった。上田で 1996 年度に少なかったのは 4 月、5 月に欠測が多かったためとみられる。松本合庁は 1992 年度、飯田合庁は 2000 年度、諏訪合庁は 2003 年度が最多であった。

#### 100～119ppb

環保研と上田合庁は 1994 年度が最多であった。松本合庁は 1992 年度が最多、飯田合庁は 2000 年度が最多、諏訪合庁は 1998 年度が最多であった。

#### 120ppb 以上

環保研は 1997 年度に 1 度、2004 年度に 2 度出現した。上田合庁は 1994 年度が最多、次いで 2000 年度、1992 年度、1991 年度の順で多かった。飯田合庁は 2000 年度が最多で、1992 年度にも若干出現した。松本合庁及び諏訪合庁には 120ppb 以上はなかった。

- ・ 120ppb 以上の出現について

上田合庁と飯田合庁の 120ppb 以上出現時刻は 16 時～21 時、風向は上田合庁で東南東～南南東、飯田合庁では南南東～南西であった。これにより、県外からの移流による高濃度とみられる。なお、出現した月は 5 月、6 月及び 7 月であった。

- ・ 測定方法との関係

1992 年度以前は、0～19ppb が多い。これは測定機に自動洗浄装置が無かったことが大きな要因とみられる。

- ・ 気象状況との関係

環保研で 60～79ppb、80～99ppb、100～119ppb の時間数が 14 年間の最多であった 1994 年には、長野の 35℃以上の日数が 1990 年～2004 年の最多(22 日)であり、25℃以上の日数及び 30℃以上の日数も最多であった。1994 年は松本でも 35℃以上の日数が 1990 年～2004 年の最多であったが、60～79ppb の時間数は中程度、80～99ppb の時間数は少なかった。1994 年の高温の影響は、上田で最も顕著で、60～79ppb、80～99ppb、100～119ppb の時間数が最多となり、特に 100～119ppb の時間数の増加が突出していた。

---

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

- ・ NO<sub>x</sub> 月別平均値  
月別平均値が最小となるのは、諏訪合庁では 5 月、他 4 局では 5 月～8 月であった。また、最大となるのは、5 局ともに 12 月であった。
- ・ SPM 月別平均値  
諏訪合庁では月別平均値が 1 月に最小、7 月に最大となった。他 4 局では 1 月または 2 月に最小となり、7 月と 11 月～12 月に大きなピークを持つ 2 山型となった。
- ・ 高濃度の NO<sub>x</sub>、SPM が発生する時期、気象状況  
200 μg/m<sup>3</sup>を超える SPM は、5 月を除く各月で発生がみられたが、1997 年度以降の発生は僅かである。11 月前後は、弱風や強い接地逆転層など、大気汚染を強める気象条件と共に、農業系の野焼きが盛んに行われ、これが SPM 高濃度の大きな要因となっている。200ppb を超える NO<sub>x</sub> は主に 11 月から 2 月にかけて発生している。これは、強い接地逆転層が形成される時期に当たる。1995 年 12 月及び 1996 年 2 月の環保研の NO<sub>x</sub> は特に高濃度となっており、1995 年度の O<sub>x</sub> 平均値を低下させた一因とみられる。

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

O<sub>x</sub> 濃度／NO<sub>x</sub> 濃度の最大は環保研(長野)の 1.49、最小は諏訪合庁の 0.96 であった。

O<sub>x</sub> 濃度／SPM 濃度の最大は諏訪合庁の 1.09、最小は飯田合庁の 0.90 であった。

- ・ 県内の状況の違い  
5 局はいずれも県内では大きな都市であり、状況が似かよっているために、濃度比にはあまり差がなかったとみられる。

---

#### 4. まとめと今後の課題

長野県では、環境保全研究所(長野)、松本合同庁舎、上田合同庁舎、飯田合同庁舎、諏訪合同庁舎の5局を選定して解析を行った。

- 1) 1990年度～2004年度のOx濃度年度別平均値は、1990年度～1992年度に特に低い値がみられたが、この間は対象5局の機器更新の時期に当たり、各局とも自動洗浄装置のついた測定機に変わった。傾向を解析するに当たり、測定方法による影響を除くため、1993年度～2004年度について検討したところ、年平均値の増減傾向は、2局がやや増加、3局がやや減少であった。しかし、1998年度以降は5局とも増加傾向であった。
- 2) 高温日数と濃度ランク別時間数との関係は局により異なるが、1993年の高温日数の減少及び1994年の高温日数の増加は、上田合同庁舎のOx濃度に最も顕著に影響していた。
- 3) 120ppb以上のOx高濃度は環境研、上田合庁及び飯田合庁でみられたが、これらは全て夕刻から夜にかけて出現していること、及び高濃度時の風向から、県外からの移流とみられる。
- 4) Ox月別平均値は4月または5月に最大値となり、11月または12月に最小値となった。また、60ppb以上の時間数は5月に最多、11月～2月に最少であった。
- 5) NOxは、5～8月に最低、12月に最高となった。OxはNOにより消滅するため、ポテンシャルオゾンの経年変化を検討する必要があると思われる。
- 6) SPM濃度は、諏訪合庁では、7月に最大値、1月に最小値の1山型となったが、他の4局では7月と11月または12月に最大値、1月または2月に最小値となる2山型であった。

[執筆者：兒玉 家起（長野県環境保全研究所）]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

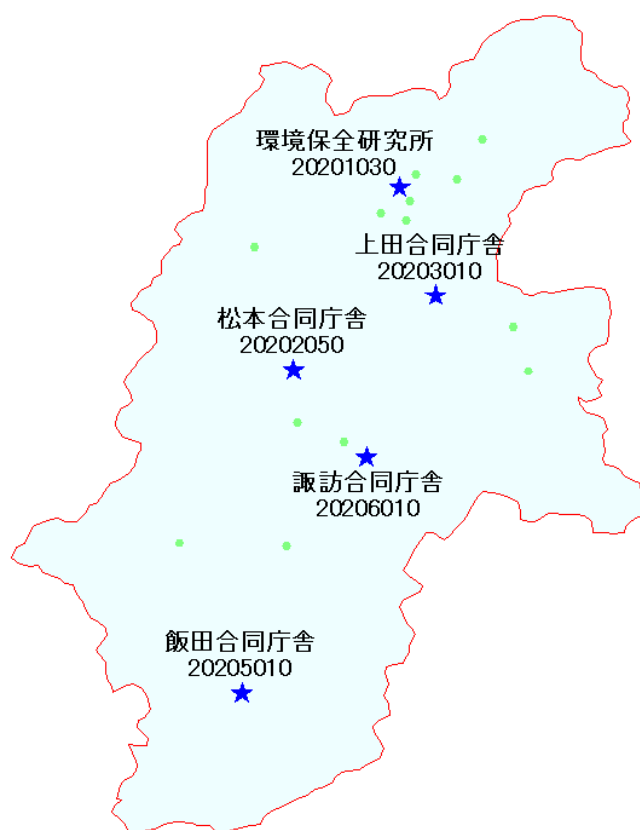


表1 選定5局の属性情報(長野県)

測定局名	環境保全研究所	松本合同庁舎	上田合同庁舎	飯田合同庁舎	諏訪合同庁舎
国環研コード番号	20201030	20202050	20203010	20205010	20206010
測定局設置年月	1971年4月	1984年11月	1972年6月	1974年9月	1973年5月
Oxのデータ解析期間	1990年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月	1990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	長野市郊外 住宅地・農地 川に隣接 標高360m 薬草園の中に局舎がある	松本市郊外 西側500mに高 速道路 標高587m 庁舎内に局があ る	上田市街地 国道18号線に近 い 標高458m 合庁駐車場の隅 に局舎がある	飯田市街地 河岸段丘の縁 標高488m 合庁駐車場の隅 に局舎がある	諏訪市郊外 川に隣接 諏訪湖の南東1 km 標高761m 合庁駐車場の隅 に局舎
測定局移設状況	なし	なし	なし	なし	なし
周辺状況の変化	農地が減少 住宅が増加	農地が減少 店舗等増加	テニスコート→ 駐車場	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)	1991年6月 Ox→OxW 2003年4月 OxW→O <sub>3</sub> UV	1991年12月 Ox→OxW 2001年2月 OxW→OxW	1991年1月 Ox→OxW 1999年3月 OxW→OxW	1992年5月 Ox→OxW 2005年2月 OxW→O <sub>3</sub> UV	1993年1月 Ox→OxW 2005年2月 OxW→O <sub>3</sub> UV
備考	長野県北東部に 位置し、新潟、群 馬県に近い	長野県中西部に 位置し、岐阜県 に近い。谷は新 潟県側に通じて いる	長野県中東部に 位置し、群馬県 に近い	長野県南部に位 置し、静岡、愛 知、岐阜各県に 近い	長野県中央部に 位置し、山梨県 に近い

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



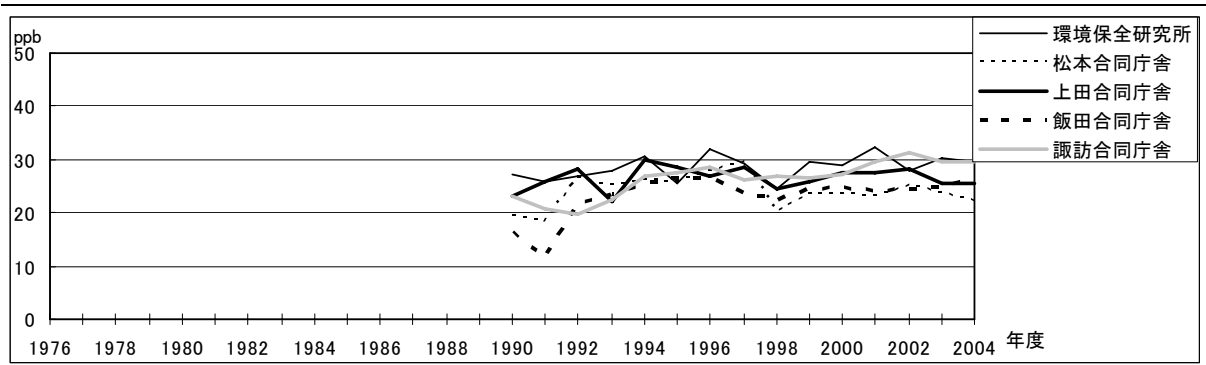


図 1 O<sub>x</sub> 濃度の年平均値経年変化

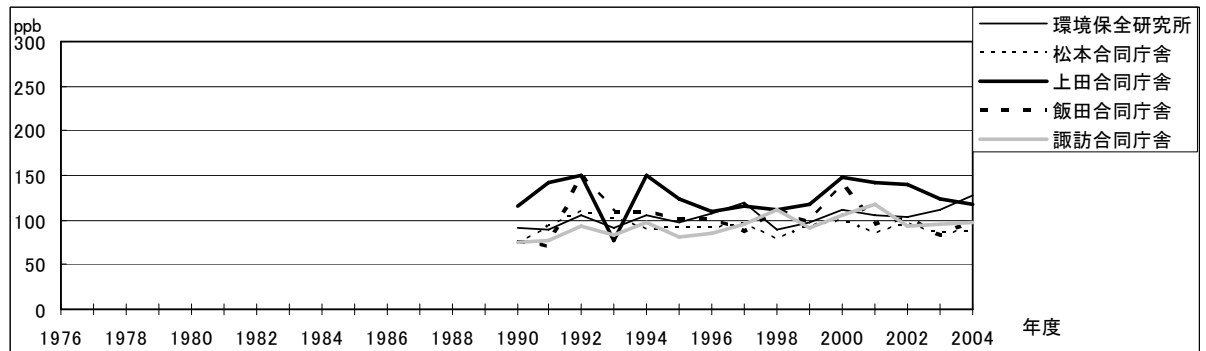


図 2 O<sub>x</sub> 濃度の年最大値経年変化

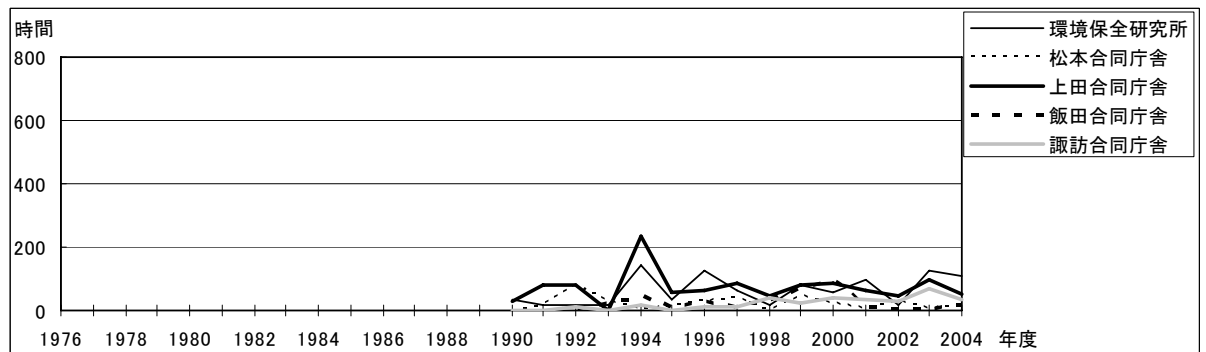


図 3 O<sub>x</sub>80ppb 以上の時間数の経年変化

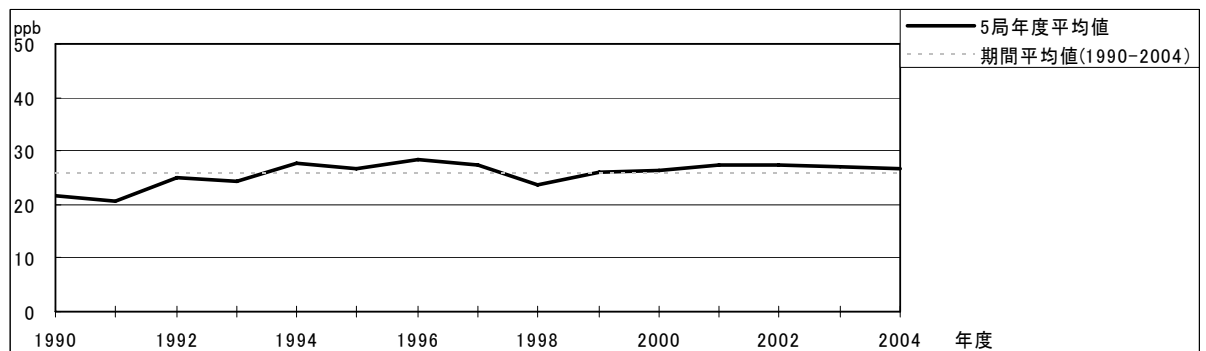


図 4.1 O<sub>x</sub> 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

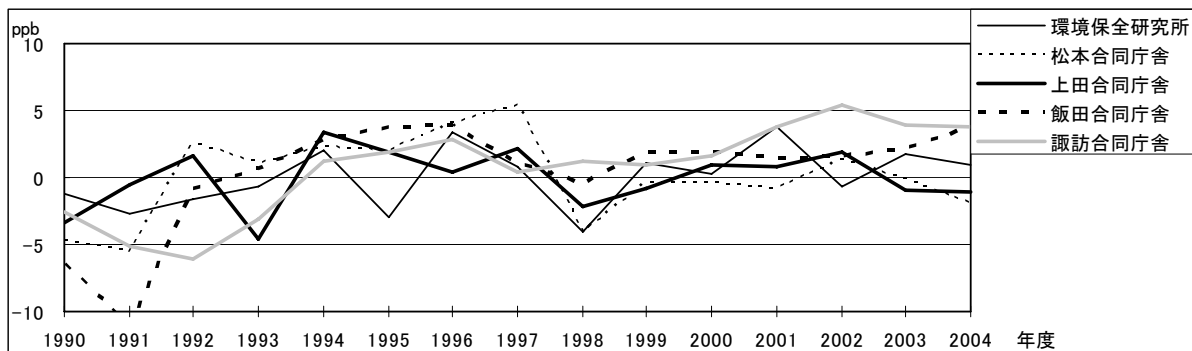


図 4.2 O<sub>x</sub> 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

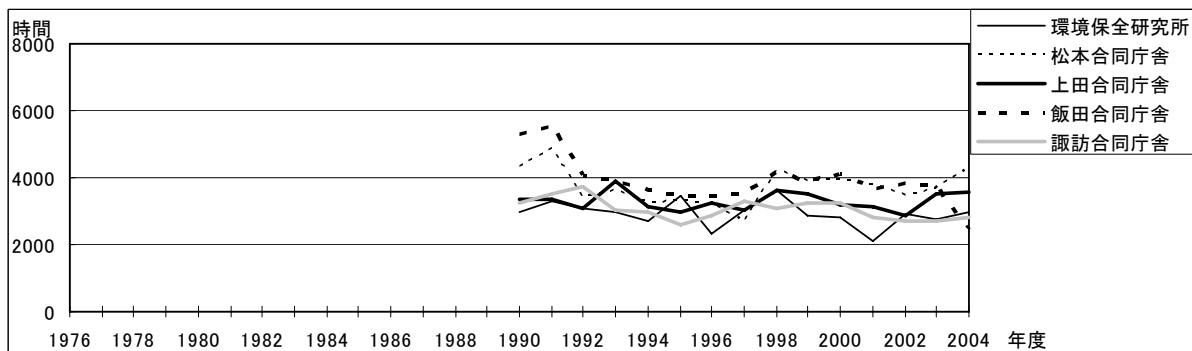


図 5a O<sub>x</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

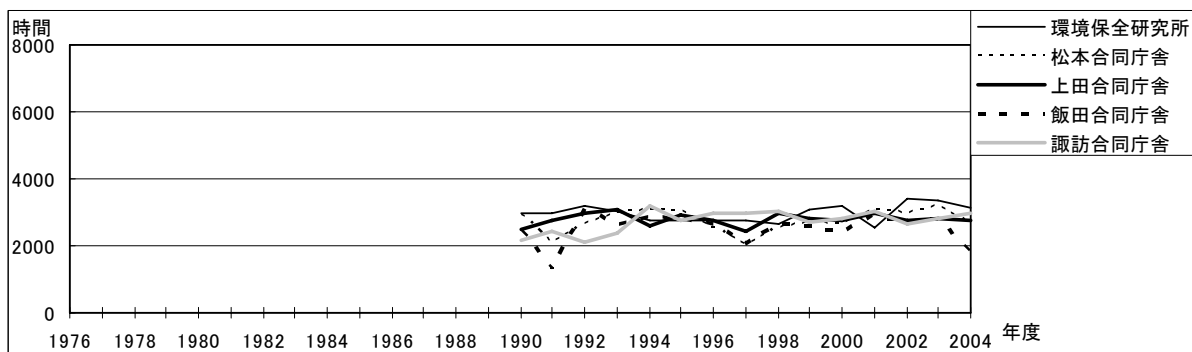


図 5b O<sub>x</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

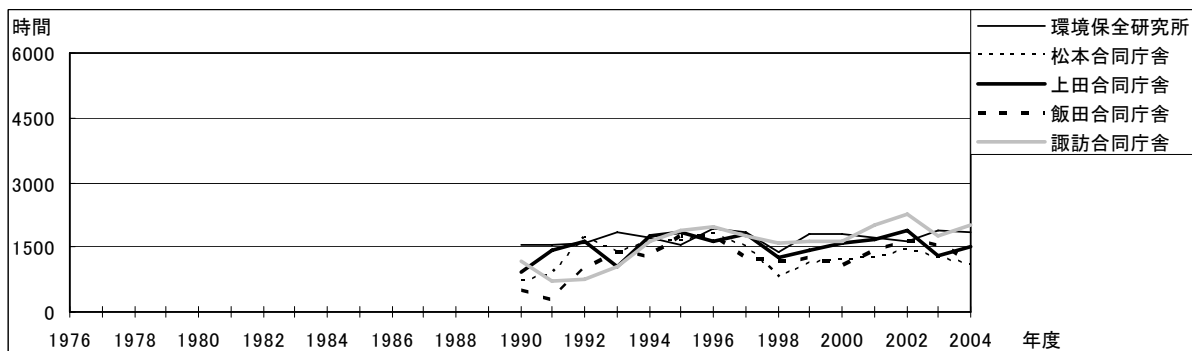


図 5c O<sub>x</sub> 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

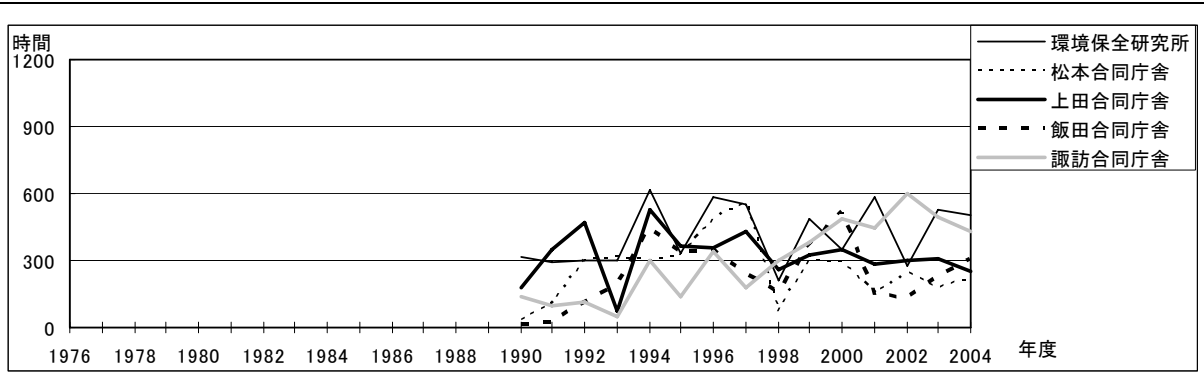


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

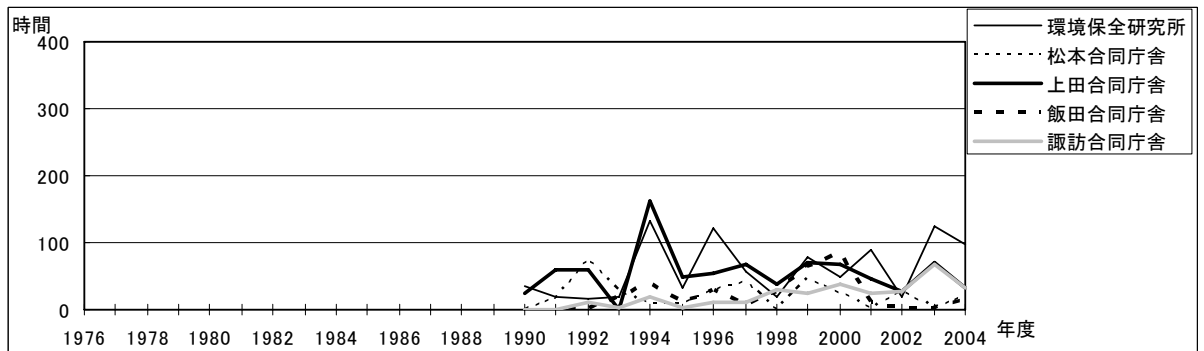


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

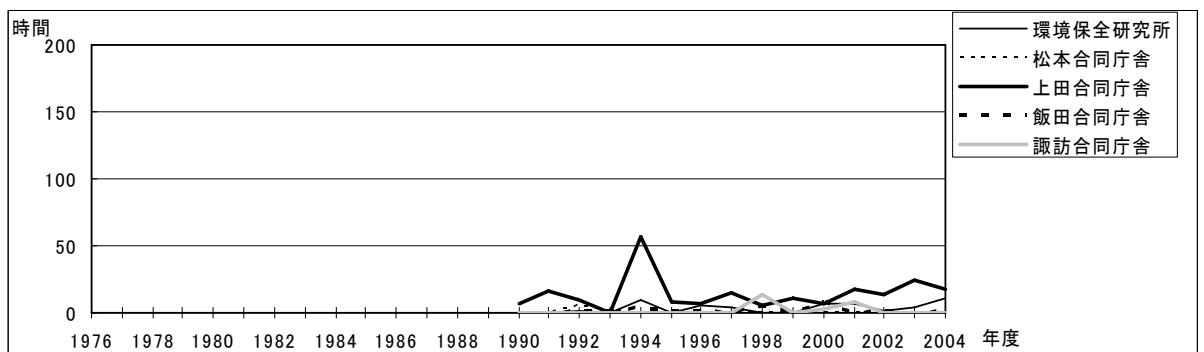


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

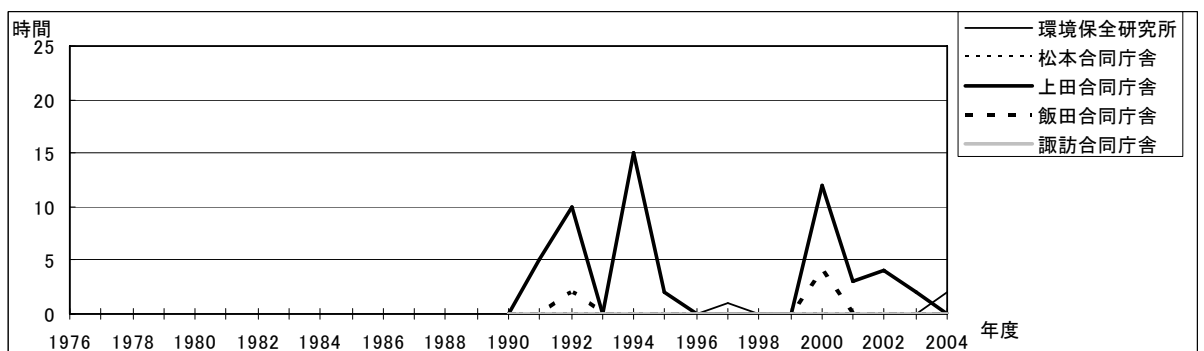


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

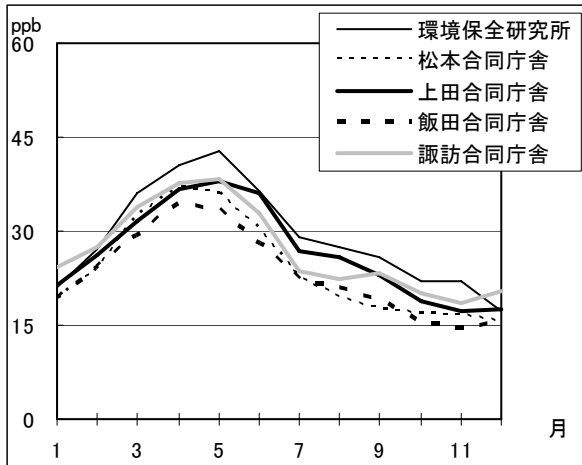


図 6 Ox 濃度の月別平均値

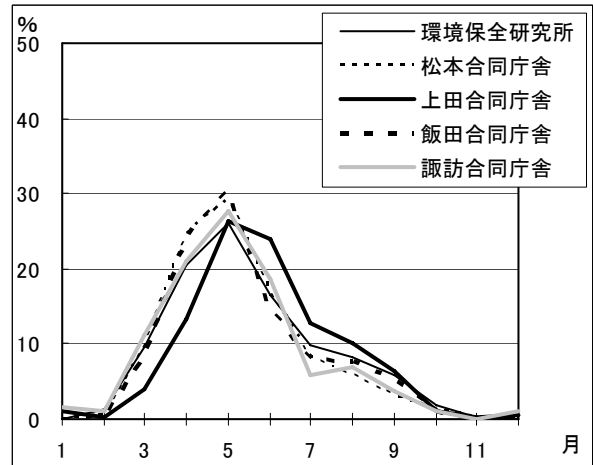


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

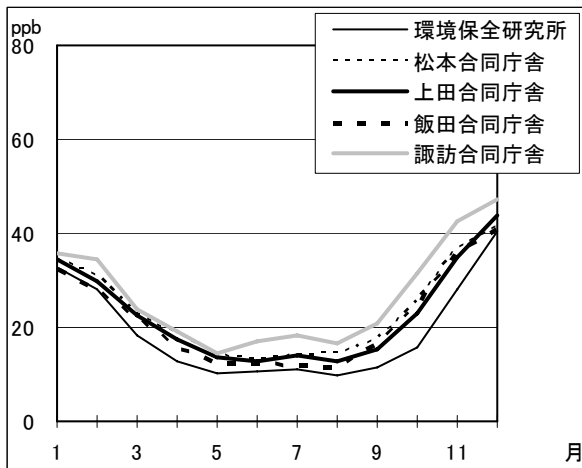


図 8 NOx 濃度の月別平均値

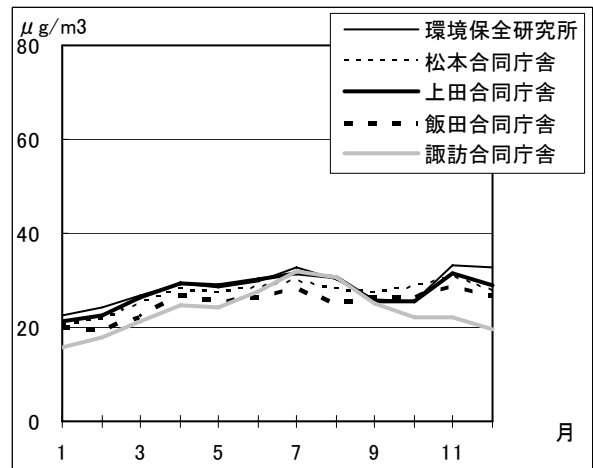


図 9 SPM 濃度の月別平均値

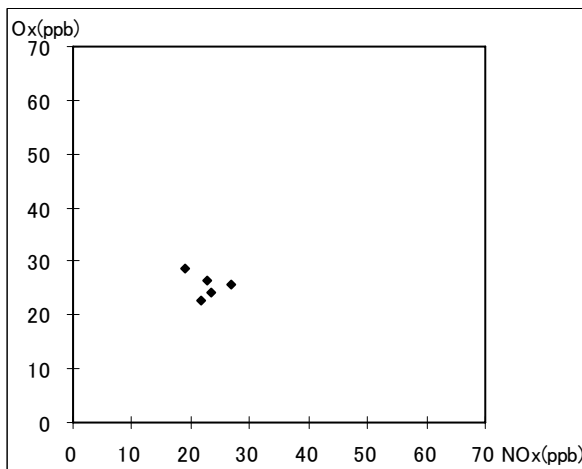


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

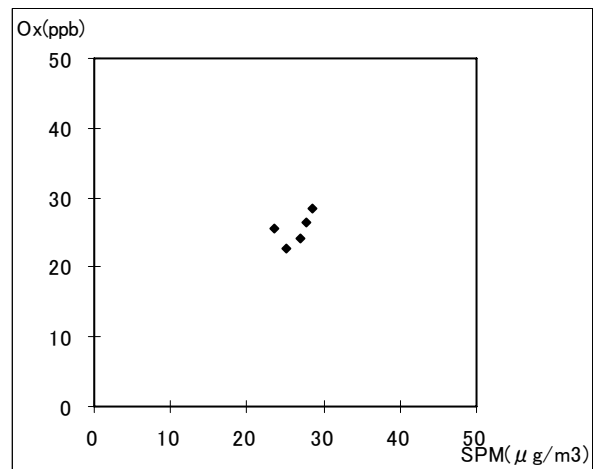


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係