
A-30 香川県における光化学オキシダント濃度

1. はじめに

香川県は、東西 92.1 km、南北 61.3 kmの半月形の地形をしている。南に讃岐山脈が連なり、北に向かって緩やかに傾斜する讃岐平野が広がっている。北の瀬戸内海には 24 の有人島を含む大小多数の島が散在している。県の面積は全国で最も小さい。

気候は典型的な瀬戸内式気候で、日照時間は年間 2,000 時間前後と温暖であるが、降水量は年間約 1,100 mmと非常に少なく河川の水量も少ない。大気汚染の大規模発生源は坂出・丸亀地域と直島地域にあり、高松地域は中小発生源と自動車排ガスが汚染源となっていて、これらの地域を中心に大気環境監視を行っている。二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素は環境基準との比較においても良好な状況である。光化学オキシダント (Ox) は全測定局において環境基準未達成であり悪い状況である。

また、気象条件等により年に数回は予報、注意報レベルの高濃度が出現する。浮遊粒子状物質は年度により環境基準を未達成の測定局があるがほぼ横ばいで推移している。

2. 選定 5 局の属性情報

2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 直島町役場 (37364010)

岡山県に近い瀬戸内海の島にある。面積 8km²の小さな島で、町役場は東海岸に近い住宅地にあり、交通量は殆ど無い。しかし、島の北西部(2 km)には大規模な銅の精錬工場がある。また、瀬戸内海上にあるため船舶の影響を受けやすいと考えられる。

- ・ 勝賀中学校 (37201030)

県庁所在地である高松市の西方郊外の住宅地・商業地の混在したところにある。近くに大規模な固定発生源は無いが、交通量の多い県道で南北を挟まれた位置にある。また、海岸より南方 1 km以内に位置することから、海陸風の影響を受けやすい。

- ・ 川津 (37203110)

瀬戸中央自動車道坂出インターの 100m 東方にあり、番の州工業地帯のある海岸から南方に 3 kmほど入った讃岐平野に位置し、住宅地と農地の一部が混在している。近隣に、固定発生源は殆ど無いが、高速道路と国道 11 号線、国道 438 号線に囲まれている。

- ・ 多度津町役場 (37404010)

県西部にあり、番の州工業地帯の西方 20 kmに位置する古い港町の住宅地内にある。同町海岸部の埋め立て地には中小の工場があるが、大きい発生源は無い。また、北方 500m のところには県道がある。海岸より近いいため海陸風の影響を受けやすい。

- ・ 善通寺市役所 (37204010)

県西部の比較的内陸部(海岸より南方 5 km)に位置する門前町の中心部にあり、官公庁・商店街・住宅地が混在している。固定発生源は殆ど無く、市内を国道 319 号線が通過している。

上記 5 局は、いずれも瀬戸内海の気候の影響下にあると考えられる。

2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 移設状況

善通寺市役所、多度津町役場の 2 局は移設が無かった。勝賀中学校は採気口を 4 階から 3 階屋上に変更（1980 年 7 月、高さ 13m→10m）した。直島町役場は測定場所を体育館 2 階より役場 2 階へ移設（1984 年 3 月、高さ 13m→10m、北西へ 60m）した。川津は局舎を北へ 10m 移転（1985 年 5 月）した。

- ・ 測定方法

5 局とも湿式法による測定で、向流吸収管洗浄装置付き測定機に変更したのは、古い順に多度津町役場（1991 年 3 月）、勝賀中学校（1993 年 3 月）、川津・善通寺市役所（1994 年 3 月）、直島町役場（1996 年 3 月）である。

- ・ 選定理由

Ox の測定局は県下 4 市 3 町に 13 局設置されており、このうち、島嶼部から 1 局、内陸部から 2 局、沿岸部から 2 局を選び選定 5 局とした。なお、1 つの市町からは、その地域で高濃度の発生回数の多い 1 局を選んだ。直島町役場（37364010）は島嶼部の測定局として、善通寺市役所（37204010）は内陸部の測定局として、川津（37203110）は高速道路周辺の測定局として、勝賀中学校（37201030）は都市域の測定局として、多度津町役場（37404010）は県西部沿岸部の測定局として選定した。

3. 解析結果

3.1 Ox 濃度年平均値の経年変化の状況（図 1）

- ・ 1985 年以降の増減傾向

全般的には横ばいなし、僅かに増加傾向がみられる。1985～2004 年度における期間中の年平均値の傾きは、多度津町役場、川津及び善通寺市役所の 3 局が 0.32、勝賀中学校 0.27、直島町役場 -0.10 であった。1991 年度は特異な年度で、この 5 局だけでなく県下の全ての測定局 13 局で減少した。1 年間で増減の最も多かったのは、多度津町役場 1991～1992 年度（7.9ppb 増加）、直島町役場 1992～1993 年度（6.2ppb 減少）であった。連続した年度で増減の最も多かったのは、川津 1991～1994 年度（9.4ppb 増加）、善通寺市役所 1994～1998 年度（6.8ppb 減少）であった。

- ・ 測定方法との関係

向流吸収管洗浄装置付き測定機が設置された年度とその前年度を比較すると、4 局で 1.9～7.2ppb 増加していた。1ppb 減少した 1 局は設置された年が 1991 年度であり県下全局で濃度低下が起こったことが影響したと考えられる。県下の他の 8 局についても同様の比較をすると 2～10ppb 増加した。また、1985 年度から設置前年度までの期間平均値と、設置年度から 2004 年度までの期間平均値を比較すると、直島町役場を除く 4 局では 3～4ppb 増加した。

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

- ・ 80ppb 以上の時間数の経年変化
1985～2004 年度の期間中、勝賀中学校、川津、善通寺市役所で増加しているが、他の 2 局は減少傾向にあった。期間中の傾きは $-0.74\sim 2.00$ の範囲にあった。
- ・ 5 局全体で高濃度 Ox 発生時間数の最も多い年度
2004 年度 (288 時間)、ついで 1994 年度 (223 時間) であった。また、最も少ないのは 1991 年度 (18 時間)、ついで 1998 年度 (22 時間) であった。
- ・ 測定局による発生状況の違い
内陸部にある善通寺市役所が最も多く 721 時間、ついで勝賀中学校 453 時間、沿岸部の多度津町役場 364 時間、道路に囲まれた川津は 336 時間、島嶼部の直島町役場は 152 時間であった。
- ・ 年最高値が 0.1ppm を超えた年度数
善通寺市役所が最も多く 9 回、川津 7 回、勝賀中学校 6 回、多度津町役場 4 回、直島町役場 2 回の順であった。

3.3 Ox 濃度の季節的な特徴 (図 6, 図 7)

- ・ 月平均値の季節変動
緩やかな 2 山型を示した。4 月または 5 月に大きなピークがあり、夏場下がったあと 9 月に僅かなピークが現れた。最低値は、夏場 (7 月または 8 月) になる局と 11 月になる局とに分かれた。内陸部にある善通寺市役所では、月平均値が 7 月 34.3ppb、8 月 35.4ppb と高くなるため、最高値と最低値との差が最も大きい (16.1ppb)。勝賀中学校、多度津町役場、川津、直島町役場における月平均値の最高値と最低値との差は、それぞれ 11.6ppb、10.7ppb、10.3ppb、9.1ppb であった。
- ・ 60ppb 以上の Ox が出現する季節
明瞭な 2 山型となった。11、12、1 月はほぼ 0 時間であるが、4 月に急増し 4、5 月でピークとなる。6、7 月と減少し 8 月にやや増加しその後減少していく。季節別の出現率は春 52%、夏 36%、秋 10%、冬 1% であった。月別では 4、5 月の 2 ヶ月で約 45% を占めた。
- ・ 高濃度 Ox が発生する時期
濃度帯により発生する時期にずれがみられた。濃度帯毎の出現時間数は、60～79ppb では 4、5 月がピークであるが、80～99ppb では 5、6 月にずれる。さらに 100ppb 以上では、夏場に集中し 6、7、8 月で 80% 近くを占める。

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
5 局の年度平均値では 14 年間で 5.3ppb 増加、個別にみると善通寺市役所、勝賀中学校及び多度津町役場が 7ppbp 前後、川津が約 5ppb、直島町役場が 0.1ppb 増加した。個別

の局では年度により±5ppb程度の増減がみられるが、5局の年度平均値では1992年度に前年度に比べると5.5ppb増加した。

- ・ 平年値（1990～2004）との偏差が大きかった年度
平年値と4ppb以上の差があったのは、－では1990年度1局・1991年度4局、＋では1992年度1局・1994年度3局・2002年度2局・2003年度1局・2004年度3局であった。5局の年度平均値で平年値と偏差が大きかったのは、－では1991年度の－4.8ppb、＋では2004年度の＋3.1ppbであった。
- ・ 気象条件との関連
1991年度は香川県下全局で濃度低下があったが、瀬戸内周辺の他府県においても相当広範囲の濃度低下現象があり、気象条件を解析する必要がある。

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
1985年度から直島町役場（傾き23）で増加しているが、他の4局（傾き－28～－55）は減少している。
20～39ppb
勝賀中学校・直島町役場・多度津町役場（傾き－9～－28）は減少しているが、川津・善通寺市役所（傾き6～12）はやや増加している。
40～59ppb
直島町役場（傾き－11）は1990年以降僅かに減少した。他の4局は増加傾向（傾き36～61）にある。
60～79ppb
直島町役場（傾き－3）で僅かに減少、他の4局は横ばいから微増（傾き6～14）している。
80～99ppb
全局ほぼ横ばい（傾き－0.5～2）で推移している。
- ・ 増減が特に大きかった年度
年平均濃度の低い1991年度は、（0～19ppb）の最低濃度帯は増加しているが、それ以上の濃度帯では濃度が上がるほど減少幅が多く、（80～99ppb）では全局で僅か17時間しかない。しかし、平均濃度が上昇した翌1992年度は、（0～19ppb）の低濃度帯の時間数が全局で大幅に減少し、高濃度帯の時間数は急増した。
- ・ 測定方法との関係
向流吸収管洗浄装置付き測定機に変更後、前年と比較して4局で高濃度帯の時間数の増加が認められるが、多度津町役場では逆に僅かに減少した。

3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴（図 8, 図 9）

- ・ NO_x 濃度の月別平均値
春 2、3、4 月に高く夏場にかけて減少していき 8、9 月で最も低くなる。秋再び上昇し 12 月に高くなる。比較的内陸部にあり、自動車排ガスの影響が少ないと考えられる善通寺市役所は、他の局に比べ全般に低い濃度であった。
- ・ SPM 濃度の月別平均値
1 山型で 1 月が底で春、夏と上昇し 6、7 月が頂点となり秋から冬に低下していく。高松市内にある勝賀中学校は年末にかけて再び上昇した。6、7 月に SPM が高くなるのは、梅雨時期で湿気が影響していることも考えられる。1 月が低いのは冬型の気圧配置で風の強い日が多いためと考えられる。瀬戸内海上にある直島町役場は他の局に比べ全般に低い濃度であった。

3.7 NO_x 及び SPM 濃度と O_x との関係（図 10, 図 11）

O_x-SPM、O_x-NO_x の散布図からは、明瞭な関連はみられない。

4. まとめと今後の課題

香川県における O_x 濃度は、1985 年以降年平均値で見ると横ばいしないし僅かに増加傾向が見られる。しかし、100ppb 以上の高濃度は、発生時間数・最大値ともやや減少傾向にある。季節変化では月平均濃度、60ppb 以上の発生時間数ともピークは春 4、5 月に、谷はそれぞれ 7、8 月にあらわれた。しかし、100ppb 以上の高濃度は夏場に集中した。季節による濃度差は 10～16ppb の範囲であった。

濃度帯別の経年変化をみると、60ppb 以上の濃度帯ではほぼ横ばいであるが、それ以下の濃度帯では局により増減傾向が認められた。年平均値の低い年度は低濃度帯の増加・高濃度帯の減少がみられ、年平均値の高い年度は逆の現象がみられた。向流吸収管洗浄装置付き測定機に変更した年度は年平均値の増加がみられた。

NO_x の季節変化は、12 月から 4 月にかけて高く、夏場にかけて減少していき、8、9 月が最も低くなった。SPM の季節変化は、1 山型で 6、7 月が最も高く、1 月が特に低濃度であった。

今後の課題として、気象条件の似ている瀬戸内圏の解析をさらに詳しく行うことと、O_x 濃度予測式の作成があげられる。

[執筆者：日野 康良、壺井 明彦（香川県環境保健研究センター）]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

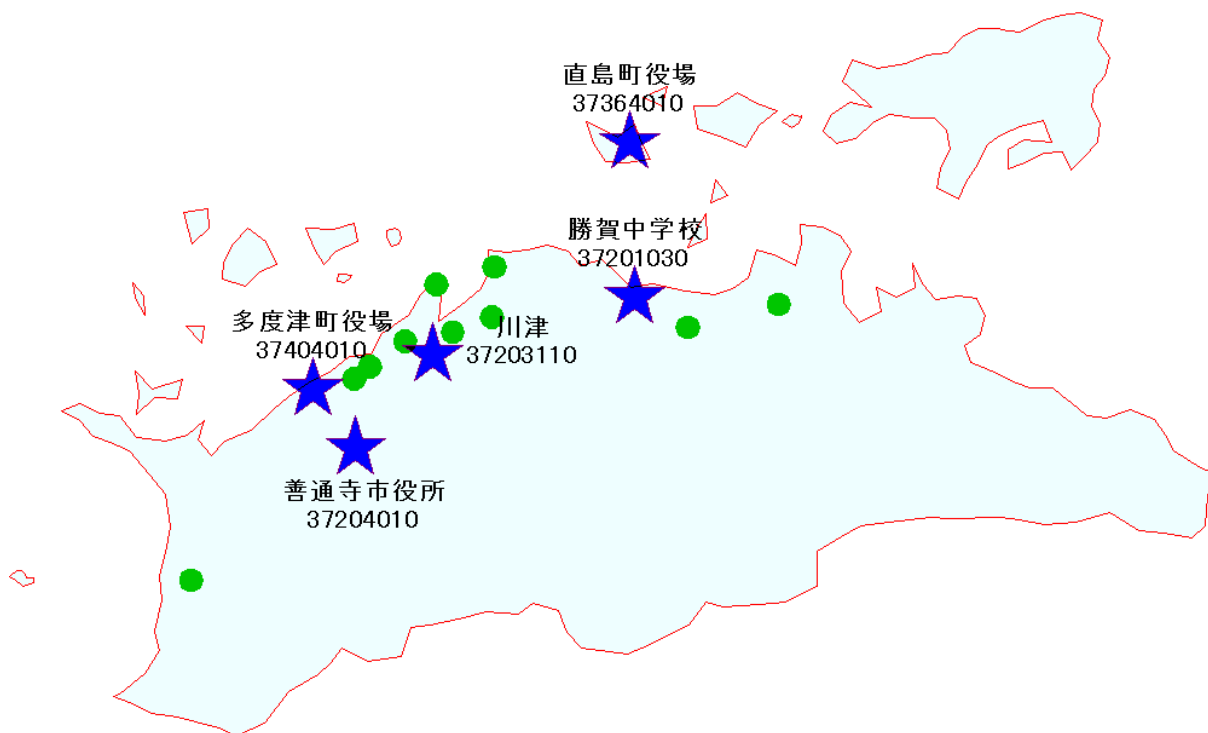


表1 選定5局の属性情報(香川県)

測定局名	勝賀中学校	川津	善通寺市役所	直島町役場	多度津町役場
国環研コード番号	37201030	37203110	37204010	37364010	37404010
測定局設置年月	1975年4月	1980年4月	1980年4月	1977年4月	1976年4月
Oxのデータ解析期間	1985年4月～ 2005年3月	1985年4月～ 2005年3月	1985年4月～ 2005年3月	1985年4月～ 2005年3月	1985年4月～ 2005年3月
周辺状況	高松市郊外、住宅地・商業地混在 勝賀中学校敷地内	坂出市周辺、住宅地と1部農地、西50mに高速道路 民家敷地内	市の中心地、官公庁・商店街・住宅地 善通寺市役所敷地内	直島の東海岸に近い住宅地 直島町役場敷地内	町の中心地、住宅地 多度津町役場敷地内
測定局移設状況	1980年7月8日採気を4階から3階屋上に変更(高さ13m→10m)	1985年5月8日局舎北へ10m移転	なし	1984年3月体育館2階より役場2階へ移転(高さ13m→10m)	なし
周辺状況の変化	特になし	1988年4月瀬戸大橋・四国横断道開通	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)	1993年3月Ox→OxW	1994年3月Ox→OxW	1994年3月Ox→OxW	1996年3月Ox→OxW	1991年3月Ox→OxW
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を示す。

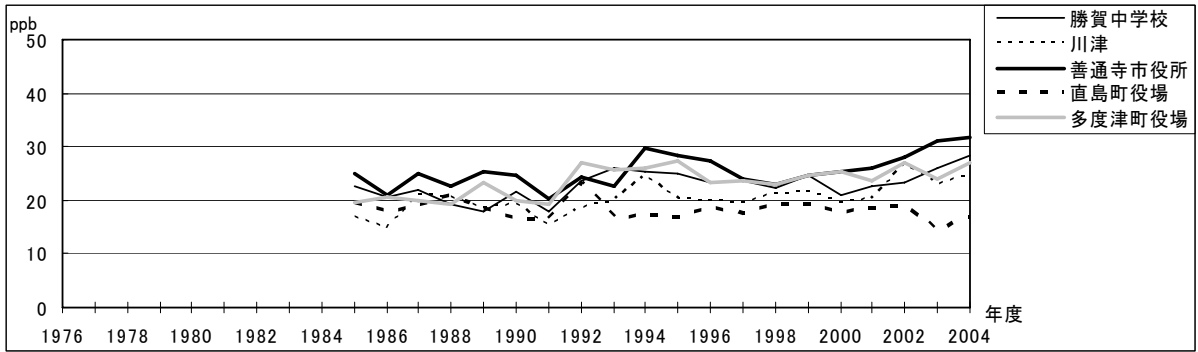


図 1 O_x 濃度の年平均値経年変化

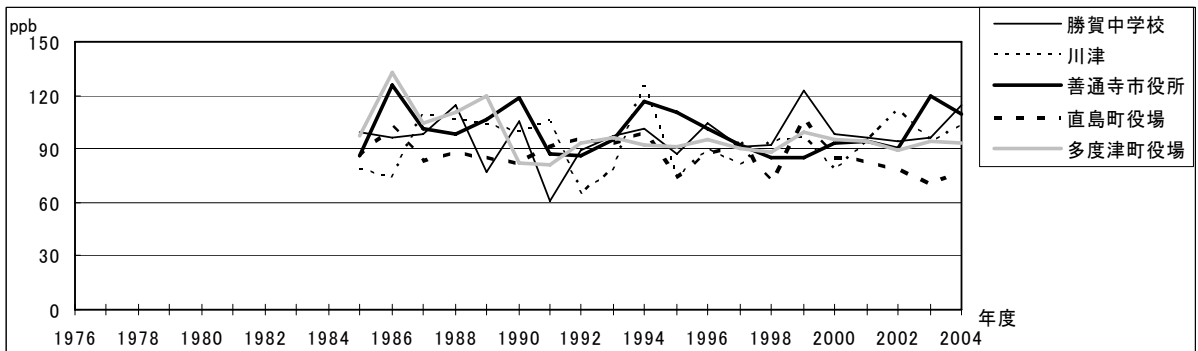


図 2 O_x 濃度の年最大値経年変化

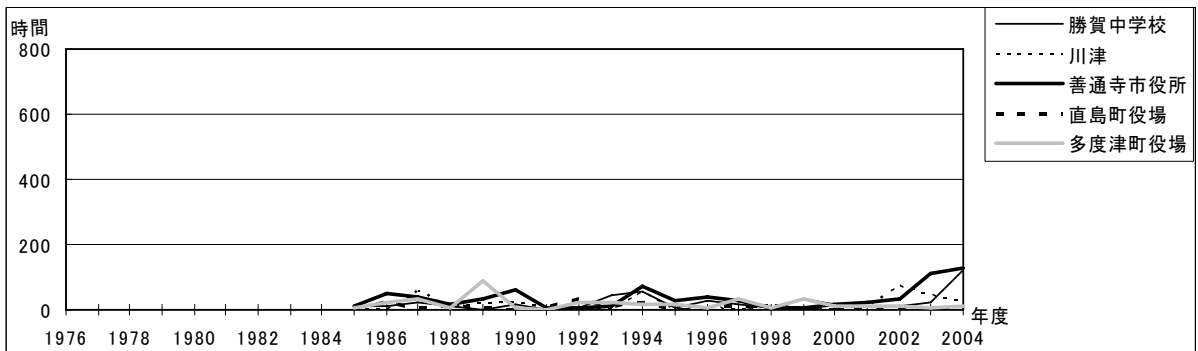


図 3 O_x80ppb 以上の時間数の経年変化

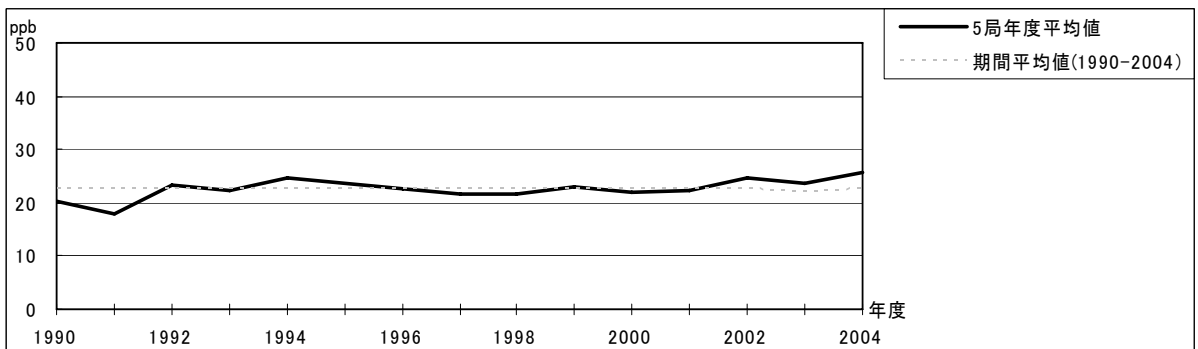


図 4.1 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

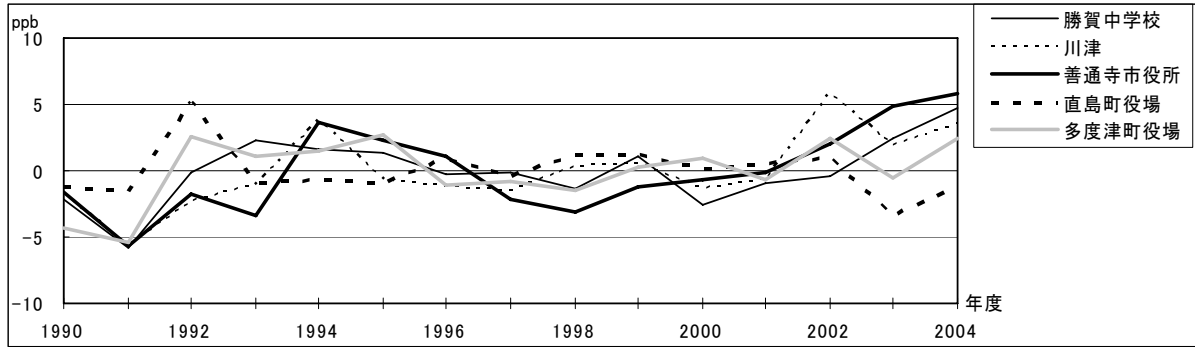


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

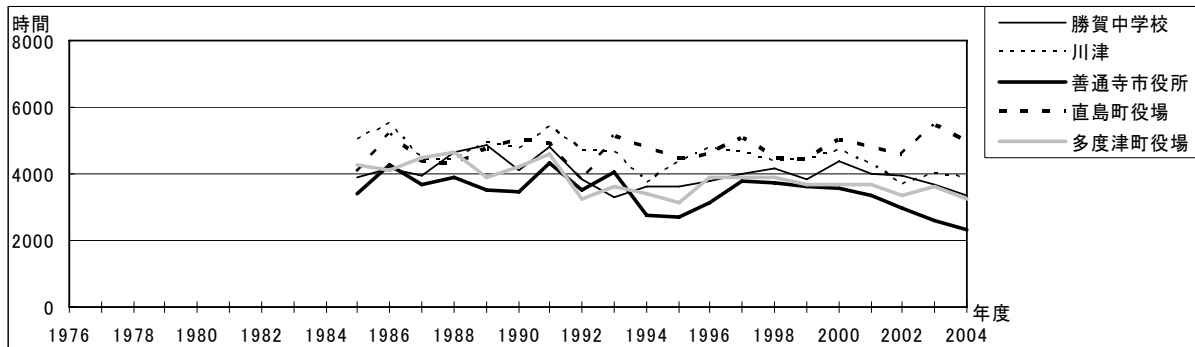


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

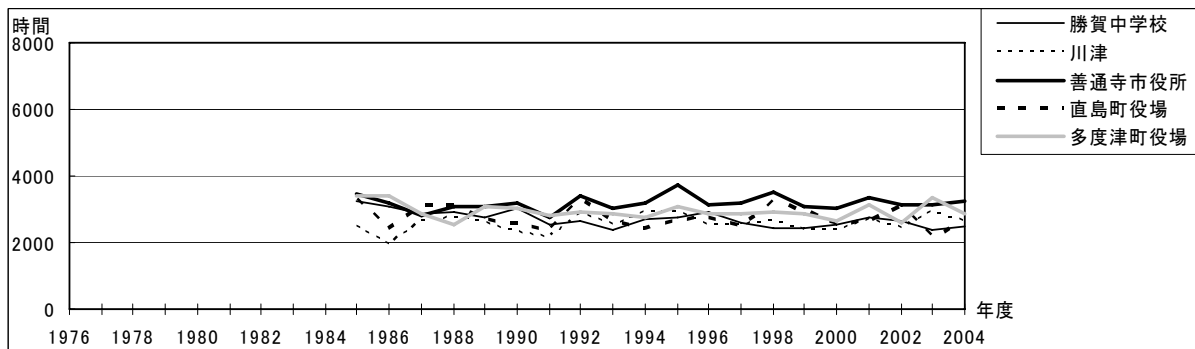


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

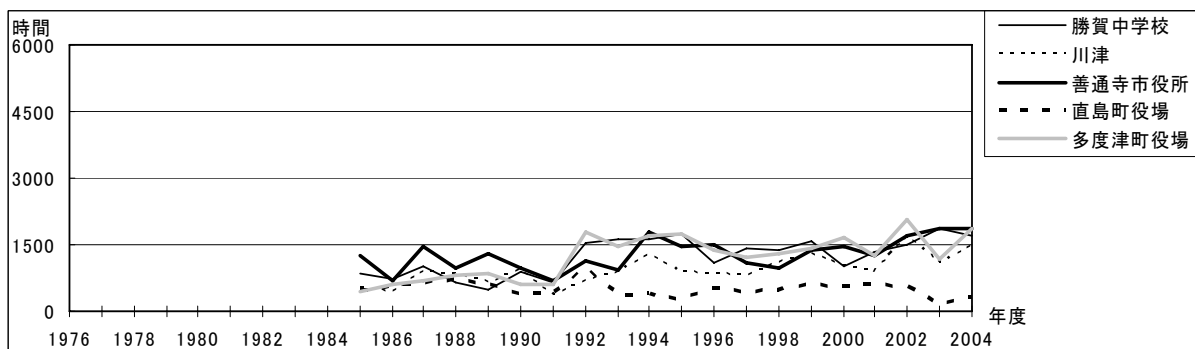


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

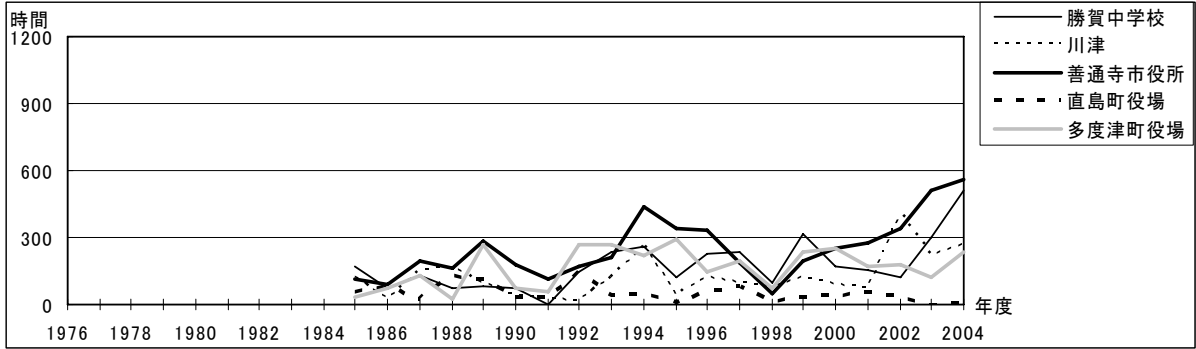


図 5d O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

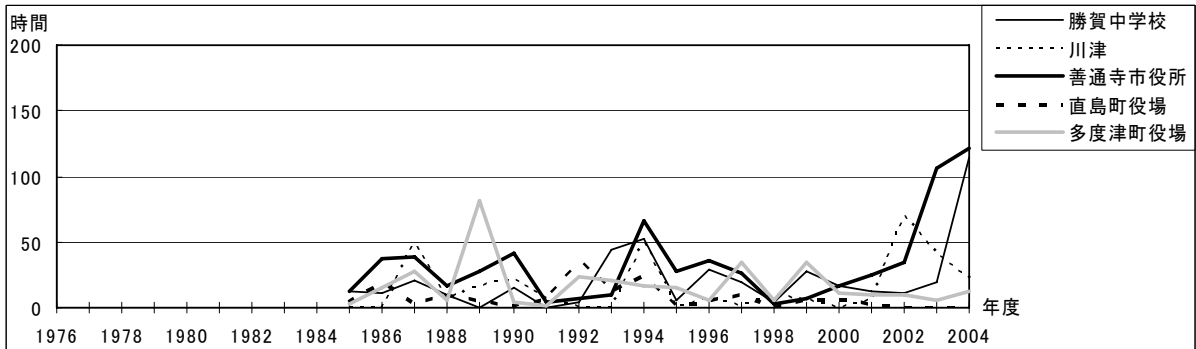


図 5e O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

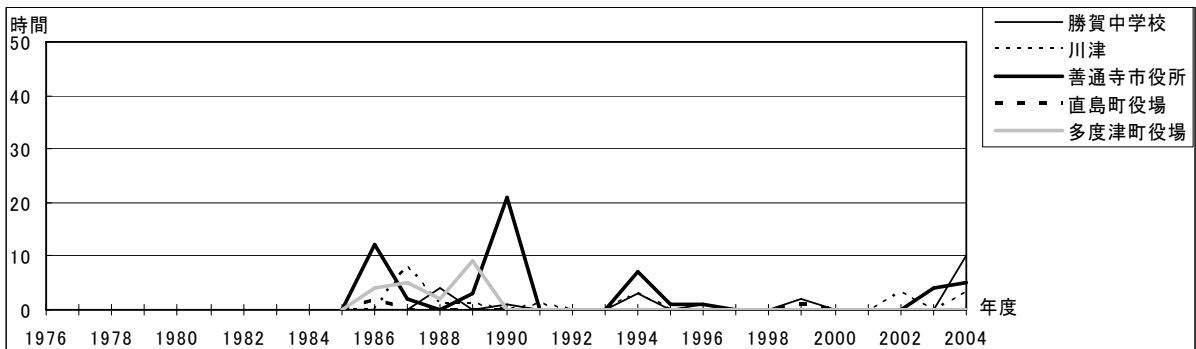


図 5f O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

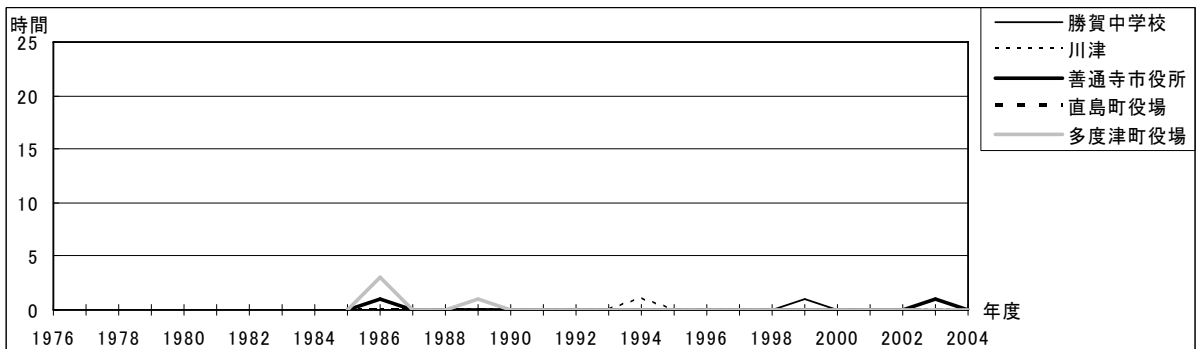


図 5g O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

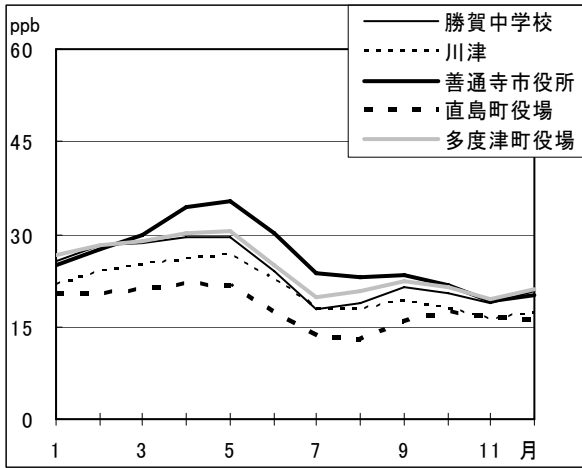


図 6 Ox 濃度の月別平均値

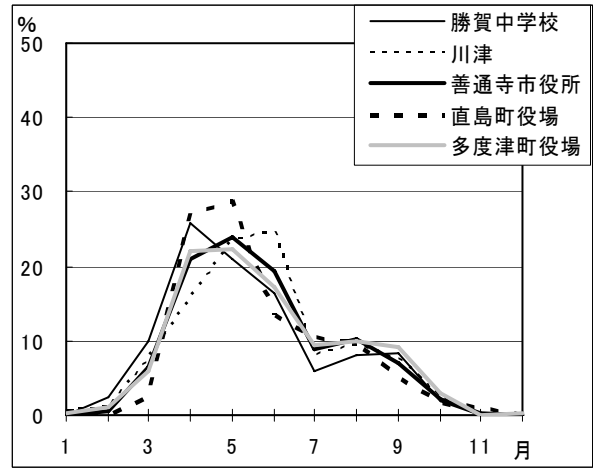


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

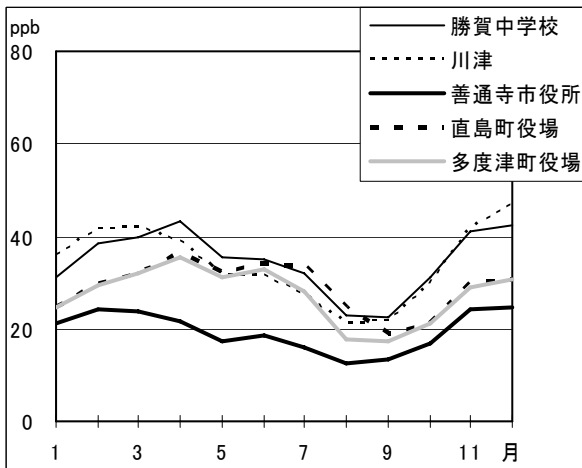


図 8 NOx 濃度の月別平均値

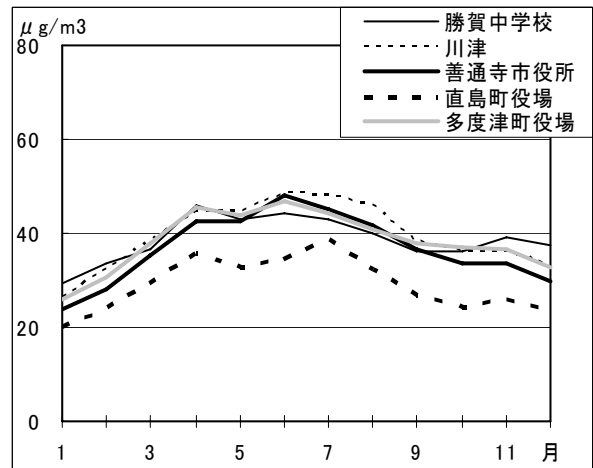


図 9 SPM 濃度の月別平均値

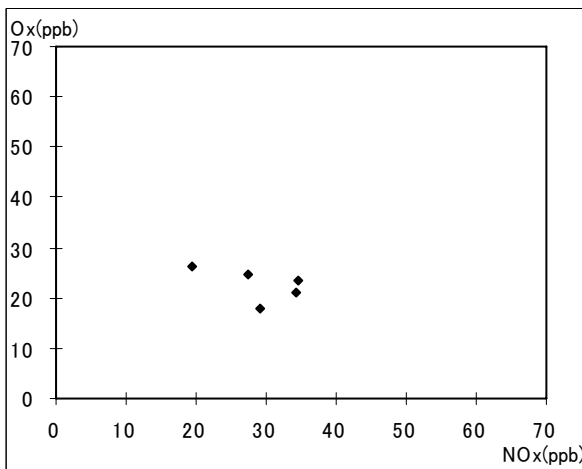


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

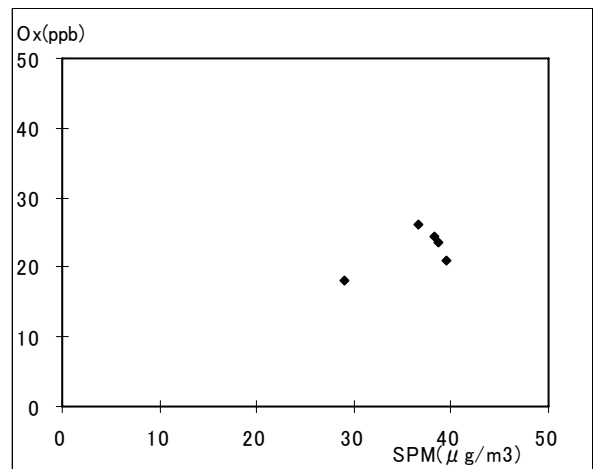


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係