
A-29 徳島県における光化学オキシダント濃度

1. はじめに

徳島県は総面積の約 80%を山地が占めており、標高 1,000m を超える山も多い。県下最高峰は標高 1,955m の剣山で、愛媛県の石鎚山に次いで四国第 2 の高峰であり、この剣山を中心とした四国山地は、徳島県を南北に分ける分水嶺となっている。平地は県北部を東西に流れる吉野川下流域と県南部を流れる勝浦川、那賀川下流域の沿岸部に広がっている。

その地形構造から、徳島の気候は複雑で変化に富んでおり、北部を瀬戸内気候、南部を太平洋気候、剣山系を中心とする山岳部を山岳気候として分類される。

また、このような地勢から人口の多くは沿岸部の平地に集中し、産業活動もこの地域が中心となっているため、測定局も沿岸部に多数設置されている。

光化学オキシダント (Ox) は全測定局について環境基準を達成しておらず、1990 年代半ば以降 1 時間値が 60ppb を超えた日が 100 日を超える局が多数見られる。また、徳島県の Ox 注意報は平成 7 年より毎年発令されており、平成 10 年の 6 日を最高に毎年 1 日から 3 日発令されている。

2. 選定 5 局の属性情報

2.1 位置・地勢・交通

- ・ 鳴門 (36202010)
徳島県北部の鳴門市市街地にある鳴門合同庁舎敷地内にある。測定所の東 400m に製薬工場があり、西 600m には国道 28 号がある。
- ・ 川内 (36201010)
徳島県北部の徳島市川内町の徳島市立川内中学校敷地内にある。測定所の北北東 2 km に製薬団地があり、北西 2 km に化学・繊維工場があり、東 200m に国道 11 号がある。
- ・ 那賀川 (36361010)
徳島県中部の那賀川町郊外にある黒地老人ルーム横にある。測定所の北東 800m に国道 55 号バイパスがあり、周辺は住宅や水田に囲まれている。
- ・ 大湊 (36204020)
徳島県南部の阿南市郊外の阿南市立武道館横にあり、200m 南に小規模な工業団地があり、南南西 2 km に石炭火力発電所がある。
- ・ 由岐 (36381010)
徳島県南部の由岐町郊外の由岐町立由岐小学校横にあり、山に囲まれている。

2.2 移設・測定方法・選定理由

- ・ 鳴門
1990年11月、市立消費生活センターから合同庁舎へ移設した。測定方法は1996年3月から湿式の向流吸尿管自動洗浄装置付き測定機へ、2004年3月から乾式測定機（紫外線吸収法）へ変更した。
- ・ 川内
1974年5月、川内中学校2階から敷地内に移設、1982年7月、川内中学校改築のため川内北小学校へ移設、1984年3月、再び川内中学校へ移設した。測定方法は1997年4月から乾式測定機（紫外線吸収法）へ変更した。
- ・ 那賀川
1988年9月、黒地文化センターから黒地老人ルーム横に移設した。測定方法は1996年3月から湿式の向流吸尿管自動洗浄装置付き測定機へ、2004年3月から乾式測定機（紫外線吸収法）へ変更した。
- ・ 大潟
2003年3月、阿南市立大潟保育所から阿南市武道館横に移設した。測定方法は1996年3月から湿式の向流吸尿管自動洗浄装置付き測定機へ、2004年4月から乾式測定機（紫外線吸収法）へ変更した。
- ・ 由岐
1980年3月、旧由岐小学校から東へ500m離れた新由岐小学校へ移設した。測定方法は1996年3月から湿式の向流吸尿管自動洗浄装置付き測定機へ、2004年3月から乾式測定機（紫外線吸収法）へ変更した。
局の選定は、Ox濃度の高濃度事例が多く、測定期間が長く期間中にデータの長期欠測がないこと、互いに近傍の測定局を避けデータに偏りが生じる事を防ぐ等を考慮し、県北沿岸部の鳴門（36202010）、川内（36201010）、県南沿岸部の那賀川（36361010）、大潟（36204020）、由岐（36381010）を選定した。

3. 解析結果

3.1 Ox濃度年平均値の経年変化の状況（図1）

- ・ いずれの局も上昇傾向にあり、1982年頃までは年平均値が20～30ppbの範囲で推移していたが、1997年以降は30～40ppbの範囲で推移している。1976年から1980年代初頭にかけては漸減で推移し、それ以降上昇し1985年をピークとした後減少し、1989年以降再び上昇し、1997年以降は横ばいの状態である。測定局の濃度の序列は県南部設置の局が高く、県北部設置の局が低いという傾向が見られる。2000年度に5局すべてに5ppb程度の濃度減少が見られるが、これは、定期的(7～10日毎)な降雨により、Ox濃度の上昇が抑えられたためと思われる。

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

- ・ 年最大値の経年変化
いずれの局も、1980 年頃にかけて低下傾向を示し、それ以降は年により増減がみられるもののほぼ横ばい状態で、1990 年代半ばから上昇傾向が見られる。年間最大値が 1995 年以降の 10 年間では 2003 年及び 1996 年の川内を除いて 100ppb を超えていた。那賀川以外の局では 120ppb 以上の頻度が高く、特に大湊、由岐で頻度が高かった。また、川内、由岐でそれぞれ最高値が 157、151ppb を示した。1976 年から 2003 年の間では Ox 濃度平均値で見られたような測定局の序列は見いだす事はできなかった。
- ・ 80ppb 以上の発生状況
1990 年代半ばまでは 1977 年度と 1985 年度頃に多少のピークが見られるものの、おおむね発生時間数が 50 時間以下で推移していたが、1990 年代半ば以降に急激な増加がみられる。特に、県南部の大湊・由岐局の増加が顕著であり、大湊局は 1997～1999 年度、由岐局は 1998～1999 年度に 200 時間以上の高濃度日の発生がある。一方、県南部の那賀川局、県北部の鳴門・川内局は同様な推移を示し、ピーク時で 150 時間の高濃度日の発生に留まっている。また、いずれの局も 1999 年度以降は減少している。

3.3 Ox濃度の季節的な特徴 (図 6, 図 7)

- ・ Ox 濃度の月別平均値
5 局のいずれも、移動性高気圧の通過及び成層圏からのオゾンの沈降が起こる 4 月から 5 月に最大になり、梅雨の 6 月より低下し、太平洋高気圧の発生日が多い 7 月から 8 月に底となる。再び増加し移動性高気圧の通過する 10 月に小さなピークがある 2 山型である。測定局の濃度の序列は月で多少の入れ替わりがあるが、年平均値の経年変化と同様に県南部設置の由岐・大湊局が高く、県北部設置の鳴門・川内局が低く、南部の那賀川局が中間となっている。月平均値の最大値が 40～50ppb、最小値が 20～25ppb で推移し、差が約 20ppb となっている。
- ・ Ox60ppb 以上の月別出現割合
いずれの局も 4 月から 5 月にかけて出現割合が最大で約 20～30%、12 月から 1 月にかけて、ほぼ 0%である。3 月から 6 月の総出現割合は 60～80%、3 月から 9 月は約 90%を占めている。1990 年から 2004 年の 15 年間で、鳴門・川内局は有効測定時間の約 5%、那賀川局は約 6%、大湊・由岐局は約 10%が 60ppb 以上で、南部の局で割合が高く、北部の局で低くなっている。

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)

- ・ 5 局の 1990 年度から 2004 年度までの期間平均値は 32.1ppb であり、1994 年度以降、2000 年度を除いて期間平均値を上まわっている。年度別平均値の最小値は 1991 年度の 26.6ppb であり、最大値は 1999 年度の 35.9ppb で差は約 9ppb である。1990 年から上昇し、1994 年度に期間平均値を超えてからほぼ横ばいで推移している。鳴門・川内・那賀

川・大湊・由岐局のそれぞれの期間平均値は 29.3ppb、28.4ppb、31.7ppb、35.4ppb 及び 35.7ppb で、南部局のほうが高くなっている。上昇率が最も高かったのは川内局で、最も低かったのは大湊局である。

3.5 O_x 濃度ランク別時間数経年変化の状況 (図 5a～図 5g)

- ・ 1976 年度以降、5 局とも 0～19ppb、20～39ppb の時間数は減少の傾向が見られ、40ppb 以上の時間数は増加傾向にある。特に、60～119ppb では 1990 年代になってから急激に増加し、1990 年後期をピークに減少している。測定局の濃度ランク別時間数の序列は、0～19ppb では北部局が多く、南部局が少なく、40～99ppb では南部局が多く、北部局が少なく、100ppb 以上のランク別はいずれも由岐局が多くなっている。
局別の有効測定時間総和に対するランク別時間数の割合は鳴門、川内は 0～19ppb と 20～39ppb が最も高く期間平均値が約 40%であり、ランク別濃度が高くなるにつれて低下している。一方、大湊、由岐は 20～39ppb の期間平均値が約 40%で最も高く、次いで 40～59ppb、0～19ppb であり、60ppb 以上は濃度が高くなるにつれて低下している。

3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴 (図 8, 図 9)

- ・ 窒素酸化物濃度の月別平均値
5 局いずれも季節変動は同様な傾向を示し、12 月が最高となり、それ以降減少し 8 月に最小となっている。濃度序列は「由岐<大湊≒那賀川<川内<鳴門」の順で大きくなり、市街地や工業団地に近い測定局が高く、郊外にある測定局の濃度が低くなっている。鳴門、川内、那賀川及び大湊はそれぞれ由岐の 4 倍、3 倍、2 倍、2 倍となっている。
- ・ 浮遊粒子状物質濃度の月別平均値
いずれの局も 1 月が最小で、それ以降上昇し、4 月に小さなピークと 7 月に大きなピークが出現し、以降減少している。7 月の濃度は 1 月の濃度の約 2 倍となっている。
濃度序列は「由岐<鳴門≒那賀川≒大湊<川内」の順で大きくなっている。

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

- ・ O_x/NO_x 濃度単純比は鳴門が 1.6、川内が 1.7、那賀川が 2.9、大湊が 3.4、由岐が 6.9 となっており、北から南になるにつれて大きくなっている。NO_x と O_x との関係は負の相関が見られ、NO_x が高い局は O_x が低く、NO_x が低い局は O_x が高くなっている。O_x/SPM 濃度単純比は鳴門が 1.0、川内が 0.8、那賀川が 1.1、大湊が 1.2、由岐が 1.4 となっており、O_x/NO_x と同様に北から南になるにつれて大きくなっている。SPM と O_x との関係もまた負の相関が見られ、SPM が高い局は O_x が低く、SPM が低い局は O_x が高くなっている。

4. まとめと今後の課題

Ox の年間平均濃度は 30 年間で年度による増減はあるが上昇傾向が見られ、約 10ppb 程度上昇している。

年間平均値が上昇している理由としては、0～39ppb の低濃度出現時間数の減少し、一方、環境基準値である 60ppb 以上の時間数が増加していること、年間最大値が上昇していることが考えられる。1995 年度頃からは、毎年 5 局のうちいずれかの局で 120ppb を超えている状況である。

局別に見てみると、Ox 濃度は南部に位置する大湊・由岐局が北部に位置する鳴門・川内局より高く、中間に位置する那賀川局が Ox 濃度も中間に推移している。これは南部が気温が高く、日照時間が長いことが要因のひとつであると考えられる。

Ox 濃度の月別では、4、5 月に 60ppb 以上の出現割合が最も高く、それに伴い月平均値も最大となっている。4、5 月の大きなピークと 9、10 月の小さなピークからなる 2 山型であるが、4、5 月は移動性高気圧による大陸からの移流及びジェット気流による成層圏からのオゾンの沈降、9、10 月は移動性高気圧による大陸からの移流が主な要因であると思われる。

一方、7、8 月は気温が高く、日照時間が長いにも拘わらず低濃度であるが、この時期は太平洋高気圧であることが多いことから、太平洋海上のきれいな空気が流れ込んでくることが要因のひとつであると思われる。

NOx 及び SPM 濃度と Ox との関係は年度平均値を見ると、いずれも負の相関が見られ、NOx 及び SPM 濃度が高い局は Ox が低く、NOx 及び SPM 濃度が低い局は Ox が高くなっている。

今後は高濃度発生のメカニズムを解明するため、高濃度事例について、気象条件（日照時間、気温等）、他の大気汚染物質（非メタン炭化水素、NOx、SPM 等）との関係、後方流跡線解析等により、地域性、大陸や近隣県、特に関西方面からの移流等について検討し解明していきたいと考えている。

[執筆者：浅野 昭彦（徳島県保健環境センター）]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

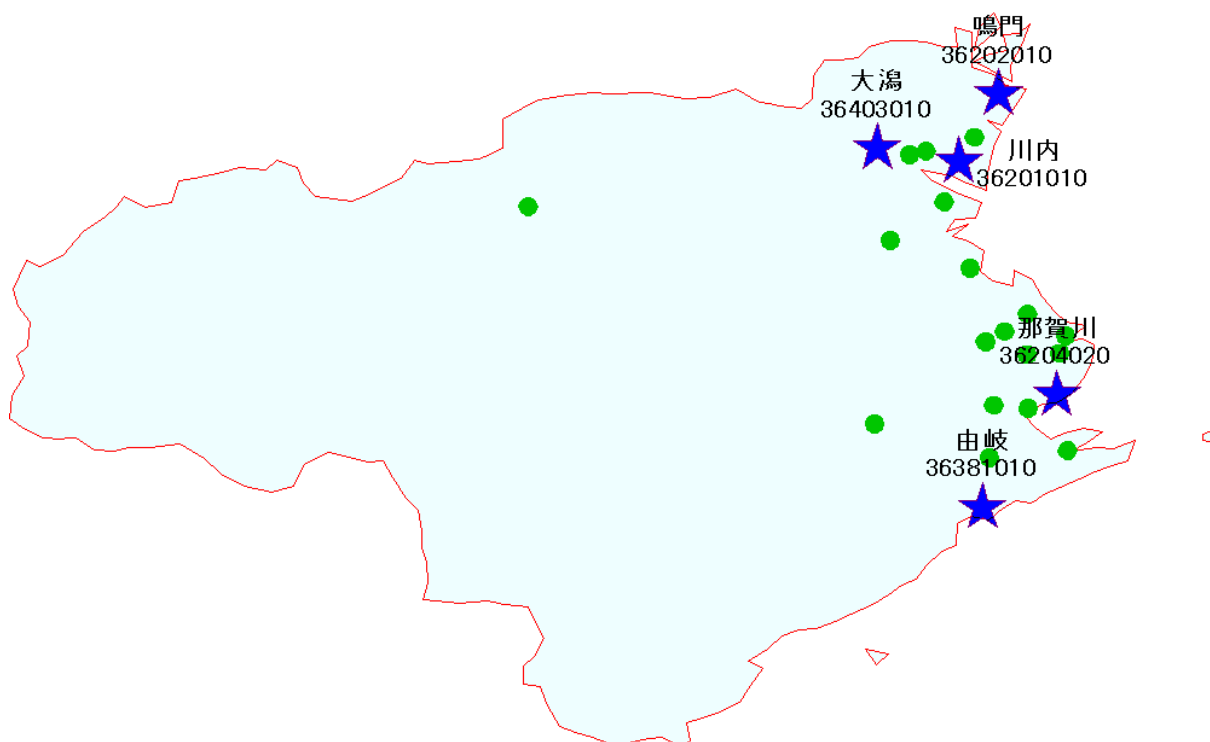


表1 選定5局の属性情報(徳島県)

測定局名	鳴門	川内	那賀川	大湊	由岐
国環研コード番号	36202010	36201010	36361010	36204020	36381010
測定局設置年月	1973年11月	1973年4月	1974年3月	1973年11月	1973年11月
O _x 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	1976年4月～ 2005年3月	1976年4月～ 2005年3月
周辺状況	鳴門市の市街地 東 400m に製薬 工場有 西 600m に国道 28号有 徳島県鳴門合同 庁舎敷地内	徳島市の郊外 東 200m に国道 11号有 北西2kmに化学・ 繊維工場有 徳島市立川内中 学校敷地内	那賀川町の郊外 那賀川町黒地老 人ルーム横	阿南市の郊外 200m 南に小規 模な工業団地有 阿南市武道館横	由岐町の郊外 由岐町立由岐小 学校横
測定局移設状況	1990年11月に 南南東へ 450m 移動	1974年5月に校 舎から地上へ移 動(採取口高さが 地上15mから4m に変更)	1988年9月に北 西へ 50m 移動	2003年3月に東 北東へ 200m 移 動	1980年3月に東 へ 500m 移動
周辺状況の変化				2000年7月に南 南西 2 kmの石炭 火力発電所が営 業運転開始	
O _x の測定方法の 変化※(年月は 測定機の設置ま たは更新時期)	1996年3月 O _x →O _x W 2004年3月 O _x W→O ₃ UV	1997年4月 O _x →O ₃ UV	1996年3月 O _x →O _x W 2004年3月 O _x W→O ₃ UV	1996年3月 O _x →O _x W 2004年4月 O _x W→O ₃ UV	1996年3月 O _x →O _x W 2004年3月 O _x W→O ₃ UV
備考					

※O_xは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置なし、O_xWは吸光光度法向流吸収管自動洗浄装置付き、O₃UVは紫外線吸収法を示す。

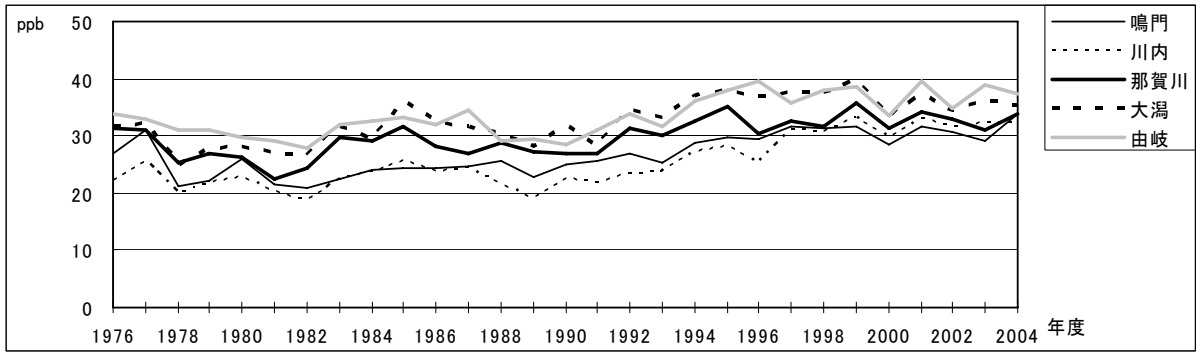


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

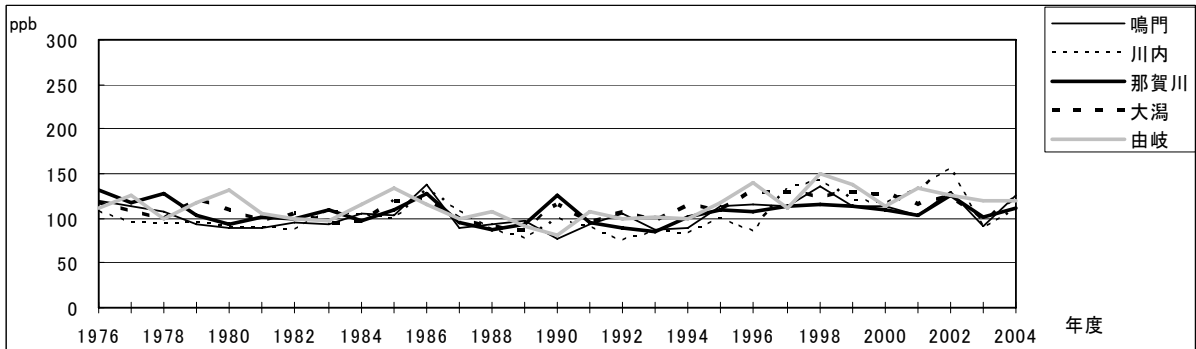


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

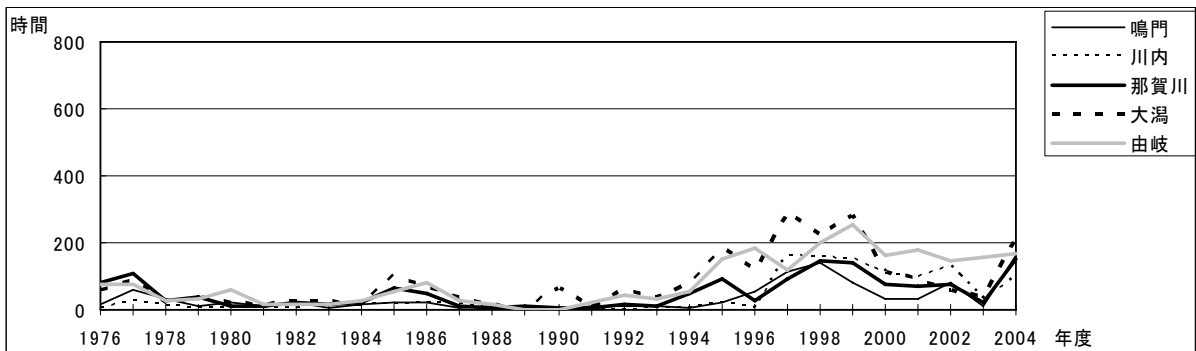


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

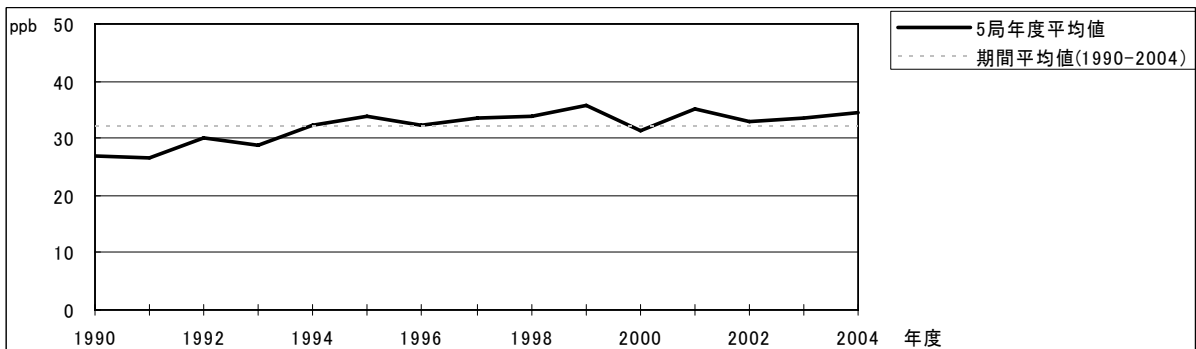


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

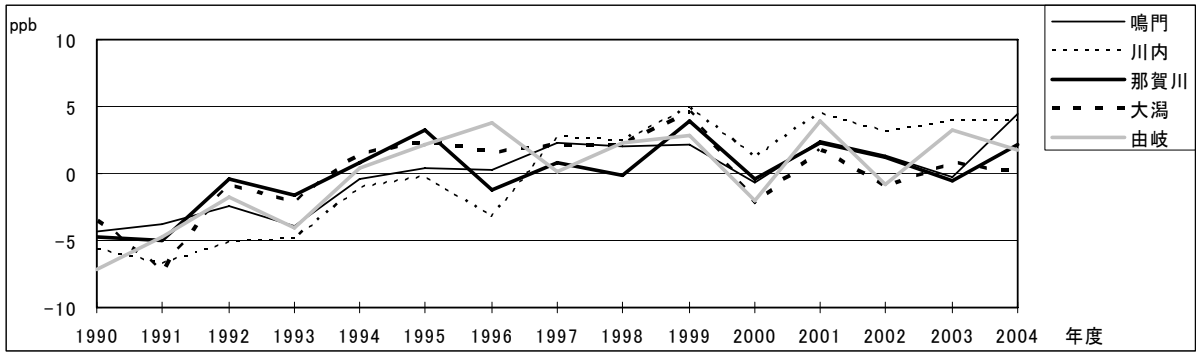


図 4.2 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

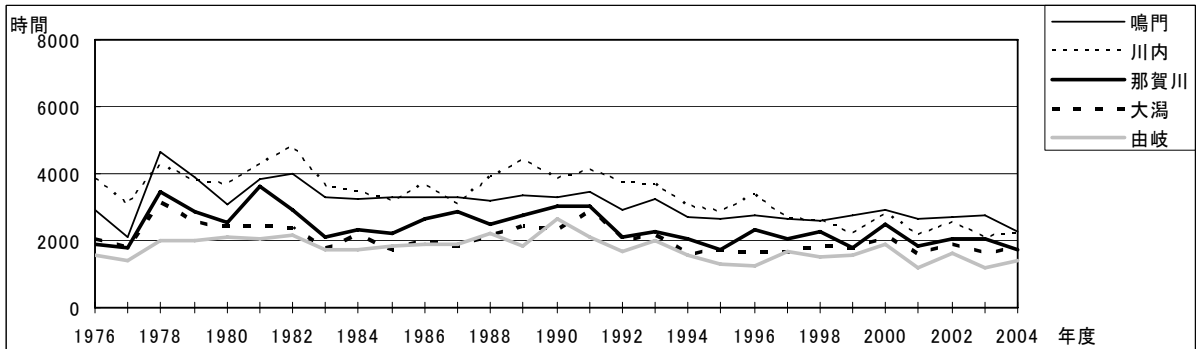


図 5a Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

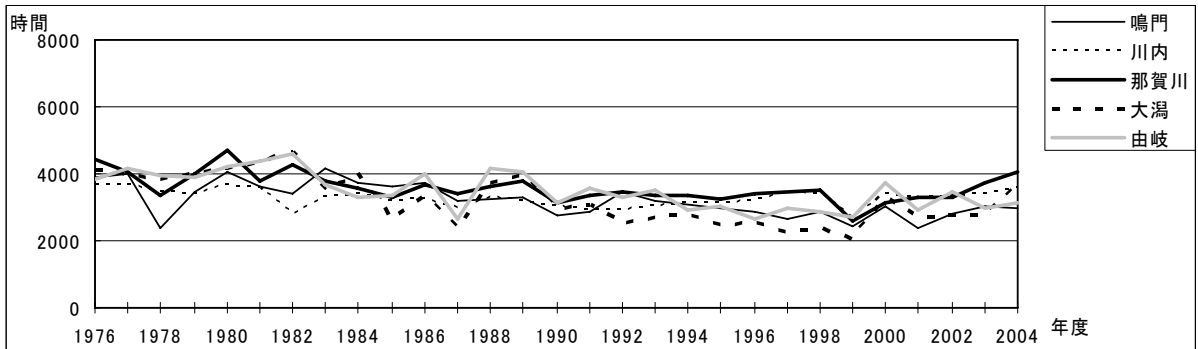


図 5b Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

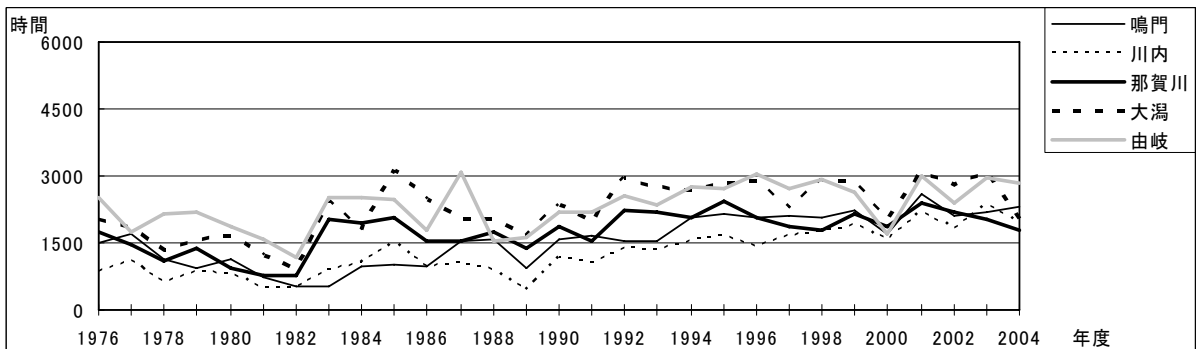


図 5c Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

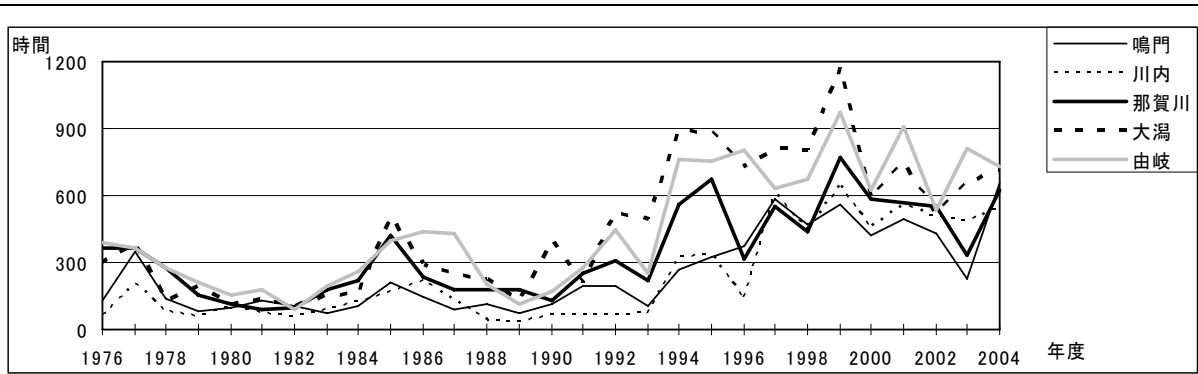


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

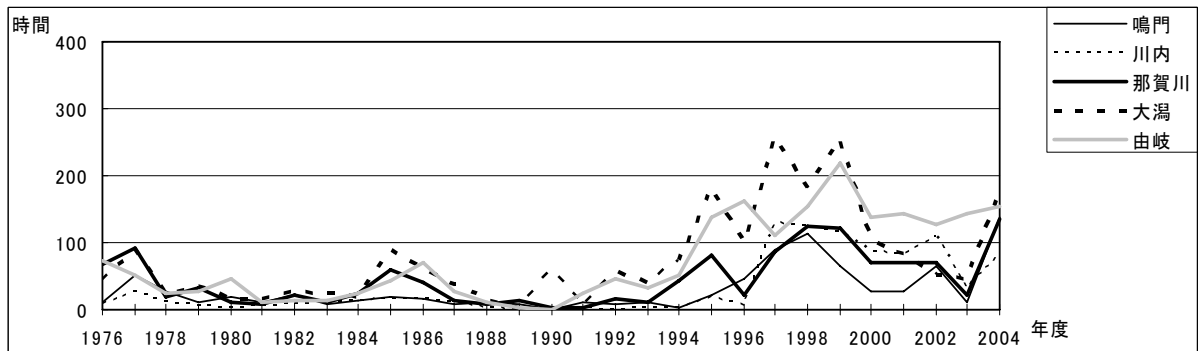


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

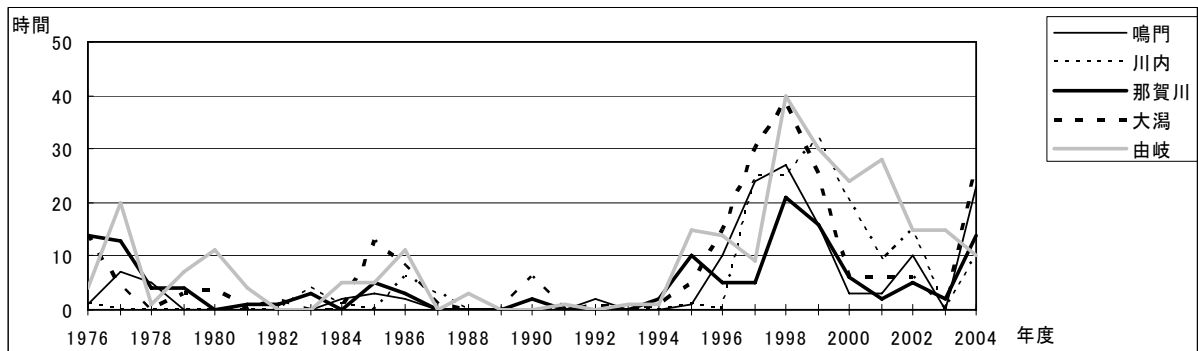


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

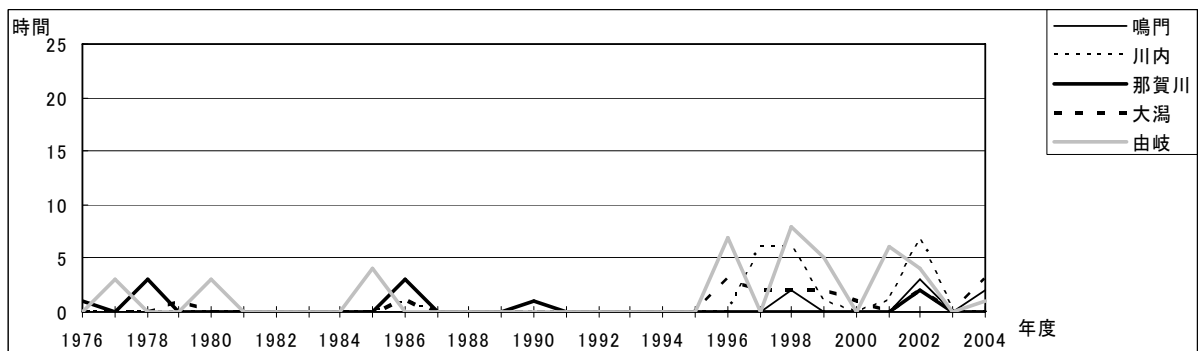


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

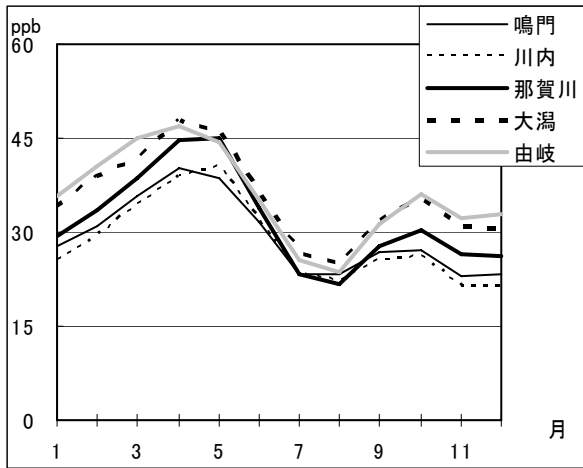


図 6 Ox 濃度の月別平均値

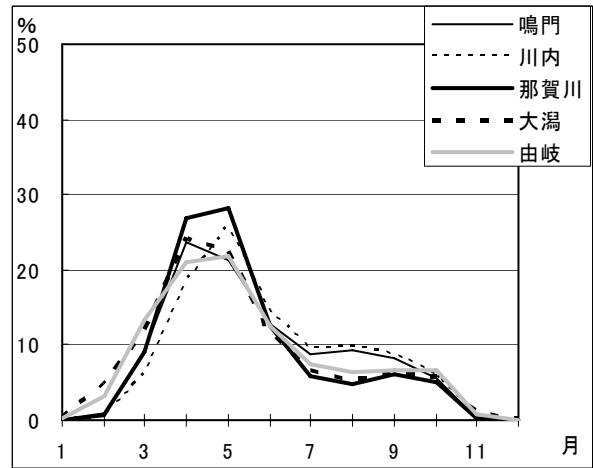


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

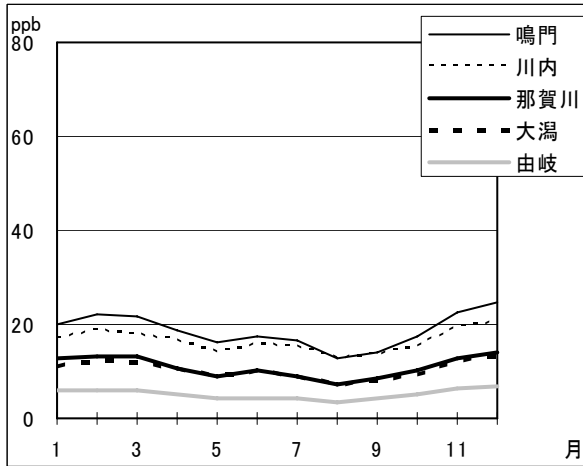


図 8 NOx 濃度の月別平均値

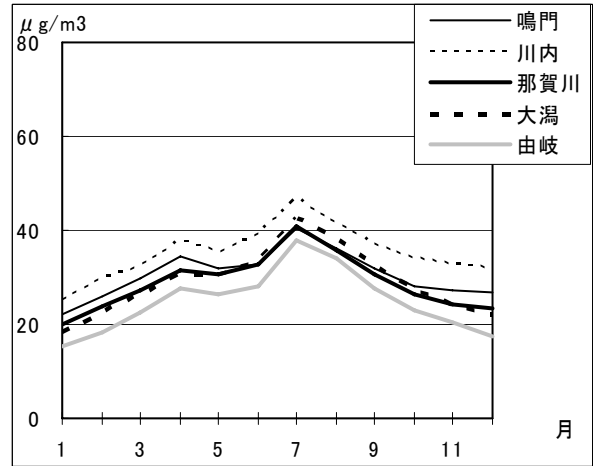


図 9 SPM 濃度の月別平均値

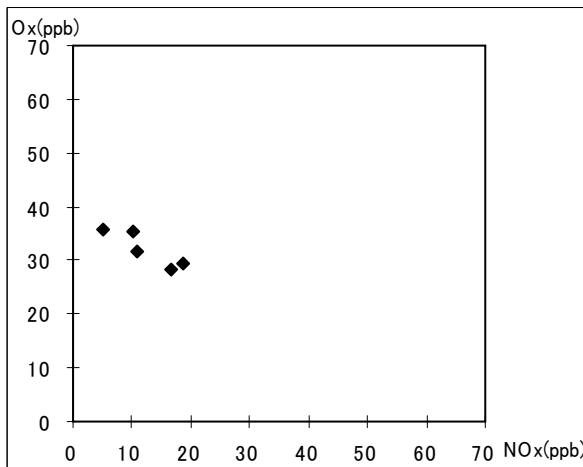


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

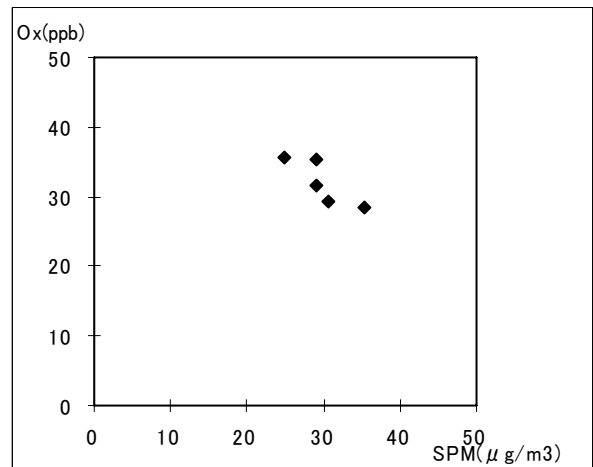


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係