
A-35 長崎県における光化学オキシダント濃度

1. はじめに

長崎県は日本の西端に位置し、多くの半島と大小 570 の島々からなり、海岸線の全長は 4,167 km に達し全国第 2 位の長さである。周囲を海に囲まれているため海洋の影響を受けやすく、海洋性気候の様を呈して温暖多雨である。1990 年～2004 年の年間平均気温は 17.3℃、同じく年間平均降水量は 1,789.2 mm である。

長崎県には、松浦、松島、相浦の 3 カ所に大型火力発電所が立地しているが、環境保全協定等の対策により、一般環境大気局の二酸化硫黄、二酸化窒素は、環境基準の 1/2 から 1/4 で推移している¹⁾。一方、長崎市、佐世保市の合計 5 カ所に設置された自動車排出ガス測定局では、2004 年度、二酸化窒素濃度が長崎市長崎駅前局で環境基準を超過した。浮遊粒子状物質は例年黄砂飛来時に県下全域で環境基準を超過する濃度が出現している。2003 年度に環境基準を超過した日は 9 月 15、16、17 日の 3 日間に集中しており、この 3 日間は郊外の一般局においても 3 局で、短期的評価を達成できなかった。9 月 14～19 日にかけては煙霧が発生しており、このような気象状況と自動車の排出ガスが複合的に影響したと考えられる²⁾。

光化学オキシダント (Ox) については、県下 30 局すべてで環境基準を達成できていない。Ox 濃度は、特に 1990 年代以降増加傾向にあり、2002 年度に初めて注意報発令基準以上の値が 3 局、4 時間観測された。2003 年度では、6 局、6 時間注意報発令基準以上の濃度が観測され³⁾、2004 年度では、2 局、2 時間の注意報発令基準以上の濃度が観測された。

2. 選定 5 局の属性情報

2.1 位置・地勢・交通等

章末の図に選択した 5 局の位置を、表 1 に属性情報を示した。各測定局の属性概要は次のとおり。なお、5 局が立地する自治体はいずれも市町村合併により、現在は面積、人口が変わっているが、本報告の解析対象データは 2004 年度までであるので、2004 年度時点での情報を付した。

- ・ 北消防署局

長崎市 (人口 416,619 人 (2004 年 12 月 1 日現在)) の中心部から国道 206 号線に沿って北方約 4 km の商業用途地域地点にあり、二酸化窒素の環境基準は達成しているものの、日平均値の年間 98% 値は 0.035ppm (2004 年度) と一般環境大気測定局では県下でもっとも高い。大気環境データは 1979 年度から電子化されている。

- ・ 相浦局

佐世保市 (人口 238,865 人 (2004 年 12 月 1 日現在)) の中心部から北西約 5 km、県道 11 号線沿線の商業用途地域にある。測定局から西に 1.6 km 地点には九州電力(株)相浦発電所 (火力発電 37.5 万 KW + 50 万 KW) が立地しているが大気環境への影響はほとんどない。大気環境データは 1979 年度から電子化されている。

- ・ 諫早市役所局
諫早市（人口 96,557 人（2004 年 12 月 1 日現在））中心部の商業用途地域にある。北約 300m に国道 207 号線が走る。大気環境データは 1979 年度から電子化されている。
- ・ 松浦志佐局
松浦市（人口 21,323 人（2004 年 12 月 1 日現在））の中心部の住居用途地域にある。測定局から北西約 2.5 km 地点には九州電力(株)松浦発電所 1 号機（火力：70 万 KW）、電源開発(株)松浦火力発電所 1 号機（火力：100 万 KW）、電源開発(株)松浦火力発電所 2 号機（火力：100 万 KW）が立地しているが大気環境への影響はほとんどない。測定局の設置年度は 1987 年度であり、同年度から測定値は電子化されている。
- ・ 雪浦局
大瀬戸町（人口 7,515 人（2004 年 12 月 1 日現在））役場から南東約 2.5 km 地点にある。用途地域は未定である。測定局から西北西約 6.7 km 地点に電源開発(株)松島火力発電所 1 号機（火力：50 万 KW）、電源開発(株)松島火力発電所 2 号機（火力：50 万 KW）が立地しているが大気環境への影響はほとんどない。測定局の設置年度は 1979 年度であり、同年度から測定値は電子化されている。

2.2 移設・測定方法・選定理由について

移設、測定方法に関する情報は表 1 のとおり。

長崎県の中核市である長崎市、佐世保市からそれぞれの市の環境を代表すると思われる立地条件の一般環境局を 1 局ずつ選定した。また、近傍の発生源も勘案しながら、県下を広くカバーできる位置にある一般環境局を選択した。

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）

図 1 に O_x 濃度の年平均値経年変化を示した。また一次直線への回帰式における傾きを表 3.1 に示した。窒素酸化物濃度が比較的高い北消防署以外、正の値を示し、増加傾向にあること、またこれら 4 局では全期間よりも 1985～2004 年度、1990～2004 年度の各期間では現在に近い期間ほど傾きが大きい値を示し、増加傾向が顕著であることがわかる。

表 3.1 選択 5 局の年平均値の傾き

	北消防署	相浦 諫早市役所	松浦志佐	雪浦	
平均値傾き(全期間)	-0.11	0.14	0.24	0.12	0.13
平均値傾き(1985-2004)	-0.30	0.26	0.26	0.12	0.30
平均値傾き(1990-2004)	-0.39	0.61	0.51	0.12	0.39

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

図 2 に Ox 濃度の年最大値の経年変化を示した。各局とも、注意報発令濃度には達していないものの、それぞれ過去 3~6 回(年度) 100ppb を超える最高値を記録している。全 5 局、全期間の最高値は、1997 年度松浦志佐局の 118ppb であった。

図 3 には Ox80ppb 以上の時間数の経年変化を示した。松浦志佐と雪浦局では 1993 年度以降年間に Ox80ppb 以上となった時間数が二桁、又は三桁となっている。また、北消防署を除く 4 局では経年的に増加傾向を示した。

3.3 Ox 濃度の季節的な特徴 (図 6、図 7)

図 6 に Ox 濃度の月別平均値(1990~2004 年度平均値)を示した。4 月または 3 月に最大値を持ち夏期に一端濃度が減少し、9 月または 10 月に極大値を持つ 2 山型を示した。また、市街地に位置する北消防署、相浦、諫早市役所のグループに対し、郊外に位置する松浦志佐、雪浦局のグループは高い濃度レベルで推移する傾向をみせた。松浦志佐局の 4 月の平均濃度は 54ppb に達している。

図 7 に Ox60ppb 以上の月別出現割合(1990~2004 年度平均値)を示した。5 局とも 4 月または 5 月の出現割合が最大となり、21.4%から最大 28.9%に達した。7 月に一端極小値を示し、8 月から 10 月にかけて 5.3%~12.5%程度の極大値を示した。

上記のように平均濃度が主に 4 月に最大になったのに対し、環境基準である 60ppb 以上の Ox が出現する時間の割合は、4 月から 5 月にかけて最大になることが示された。

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)

図 4.1 に Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差を示した。1990~2004 年度の 5 局平均値は 28.4ppb であった。また各年度の 5 局平均値の経年変化の一次直線への回帰式における傾きは 0.24 となり、増加傾向にあった。

図 4.2 に局別の Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差を示した。2004 年度は、2003 年度と比較して、相浦、諫早市役所で減少傾向、その他の局で増加傾向を示した。

北消防署と相浦では 1993 年 3 月に測定方法が、自動洗浄装置なしの向流吸収管の吸光光度法から、自動洗浄装置付きの向流吸収管による吸光光度法に切り替わっている。しかし、その前後で際だったデータの不連続性は認められない。

3.5 Ox 濃度ランク別時間数経年変化の状況 (図 5a~図 5g)

図 5a~5g には、Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化を示した。濃度ランク別の時間数の絶対量としては各局ともおおむね $0\sim 19\text{ppb} > 20\sim 39\text{ppb} > 40\sim 59\text{ppb} > 60\sim 79\text{ppb} > 80\sim 99\text{ppb} > 100\sim 119\text{ppb} > 120\text{ppb}$ 以上であった。しかし経年的な増減傾向には局毎に顕著な傾向があった。表 3.2 には、全期間、1985~2004 年度、1990~2004 年度の期間毎の一次直線への回帰式における傾きを示した。北消防署は $0\sim 39\text{ppb}$ の濃度ランクの時間

数は増加傾向にあり、40ppb 以上、特に 40～59ppb の濃度ランクで時間数が大きく減少している。相浦では逆に 0～19ppb の濃度ランクの時間数が大きく減少し、20ppb 以上、特に 20～39ppb の濃度ランクの時間数が大きく増加している。諫早市役所では 1990～2004 年度では 20ppb 以上の濃度ランクで大きく増加傾向を示している。人口の少ない松浦志佐、雪浦では 60ppb 以上の濃度ランクで大きく増加傾向を示している。

表 3.2 O_x 濃度階級別時間数の傾き

	有効測定時間 総和(0-19)	有効測定時間 総和(20-39)	有効測定時間 総和(40-59)	有効測定時間 総和(60-79)	有効測定時間 総和(80-99)	有効測定時間 総和(100-119)	有効測定時間 総和(120以上)
北消防署							
時間数傾き(全期間)	39.1	35.1	-5.0	-5.2	-1.0	0.0	0.0
時間数傾き(1985-2004)	61.8	47.5	-43.1	-10.6	-0.7	0.0	0.0
時間数傾き(1990-2004)	60.4	43.2	-70.0	-12.2	-1.0	-0.1	0.0
相浦							
時間数傾き(全期間)	-20.6	10.9	8.9	9.5	1.8	0.2	0.0
時間数傾き(1985-2004)	-34.8	41.6	21.2	10.0	2.5	0.3	0.0
時間数傾き(1990-2004)	-83.2	112.0	69.3	9.8	3.1	0.4	0.0
諫早市役所							
時間数傾き(全期間)	-46.3	10.9	26.8	7.5	1.1	0.1	0.0
時間数傾き(1985-2004)	-41.9	3.1	28.8	12.1	2.2	0.1	0.0
時間数傾き(1990-2004)	-86.1	35.9	57.1	17.1	3.3	0.1	0.0
松浦志佐							
時間数傾き(全期間)	7.2	-36.7	-0.7	21.7	2.8	0.1	0.0
時間数傾き(1985-2004)	7.2	-36.7	-0.7	21.7	2.8	0.1	0.0
時間数傾き(1990-2004)	1.1	-30.3	-2.9	20.3	2.2	0.0	0.0
雪浦							
時間数傾き(全期間)	-11.9	-14.1	-9.1	18.6	3.4	0.4	0.0
時間数傾き(1985-2004)	-26.9	-29.3	18.0	29.4	5.4	0.6	0.0
時間数傾き(1990-2004)	-32.7	-20.4	52.3	33.3	7.3	1.0	0.0

3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴 (図 8、図 9)

図 8 に NO_x の月別平均値 (1990～2004 年度平均値) を示した。交通量が多く窒素酸化物濃度が比較的高い、北消防署、相浦、諫早市役所では冬に高く、夏に低くなる 1 山カーブが明瞭に確認された。これに対し、窒素酸化物濃度が低いレベルで推移する松浦志佐、雪浦では年間を通じて低値で推移し、明瞭な季節変動は見いだせなかった。

図 9 に SPM の月別平均値 (1990～2004 年度平均値) を示した。5 局ともに暖候期にやや高くなる傾向にあった。

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

図 10 に O_x 濃度/NO_x 濃度の関係 (1990～2004 年度平均値) を示した。回帰式は $y = -0.4628x + 35.908$ $R^2 = 0.8392$ となり、NO_x 濃度が高い地点で O_x 濃度が低くなる傾向があった。図 11 には O_x 濃度/SPM 濃度の関係 (1990～2004 年度平均値) を示した。回帰式は $y = -1.2845x + 63.022$ $R^2 = 0.9209$ となり、SPM 濃度が高い地点で O_x 濃度が低くなる傾向があった。NO と NO₂ に分けた解析、また、SPM と O_x では広域的な高濃度現象に着目して、時系列を追った解析が必要と思われる。

4. まとめと今後の課題

窒素酸化物濃度が比較的高い、北消防署を除いて、全般的に経年的に O_x が増加傾向を示していることが明らかとなった。松浦志佐、雪浦では特に 1990 年度以降の 60ppb 以上の濃度レベルの増加傾向が顕著であった。

季節変化では平均濃度が主に 4 月に最大になったのに対し、環境基準である 60ppb 以上の O_x が出現する時間の割合は、4 月から 5 月にかけて最大になることが示された。

O_x の全国的挙動を更に明確に把握するために、更に細かい時間解像度データによる窒素酸化物 (NO 、 NO_2)、非メタン炭化水素を同時にあつかった解析が必要と思われる。

また、本県では、夜間に O_x が上昇したのち 2～3 時間の時間差で SPM 濃度が上昇する現象、SPM と窒素酸化物が同日に濃度上昇する現象、夏の気圧配置から移動性高気圧に移行した日に O_x と SPM が高濃度となる現象等を確認している。このような現象を自治体共同で実施することで広域的挙動を明確にできると考える。これらから昨年度に引き続き、下記を提案する。

- ① 選定した局が立地する市、町の人口規模、自動車保有台数等に関する情報を収集する。
- ② NO 、 NO_2 の経年変化、濃度レベル、指針値超過時間数、空間分布、 NO/NO_x 比
- ③ 非メタン炭化水素の経年変化、濃度レベル、指針値超過時間数、空間分布
- ④ 夜間に O_x を追って SPM が濃度上昇する事例の解析（気象条件との関係を含む）
- ⑤ SPM と窒素酸化物が同日に濃度上昇する事例の解析（気象条件との関係を含む）

参考文献

- 1) 森 淳子, 竹野大志, 香月幸一郎, 白井玄爾:長崎県における大気環境の特徴－平成 14 年度大気汚染常時監視結果の解析と長期変動解析－, 長崎県衛生公害研究所報, 48, 1-17(2002)
- 2) 長崎県環境政策課:平成 15 年度 大気環境調査結果について, 平成 16 年 8 月 30 日付け記者発表資料
- 3) 森 淳子, 山口顕徳, 香月幸一郎, 白井玄爾:長崎県における大気環境の特徴－平成 14、15 年度光化学 O_x 高濃度現象の解析－長崎県衛生公害研究所報, 49, 1-14(2003)

[執筆者: 森 淳子、藤 哲士 (長崎県衛生公害研究所)]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

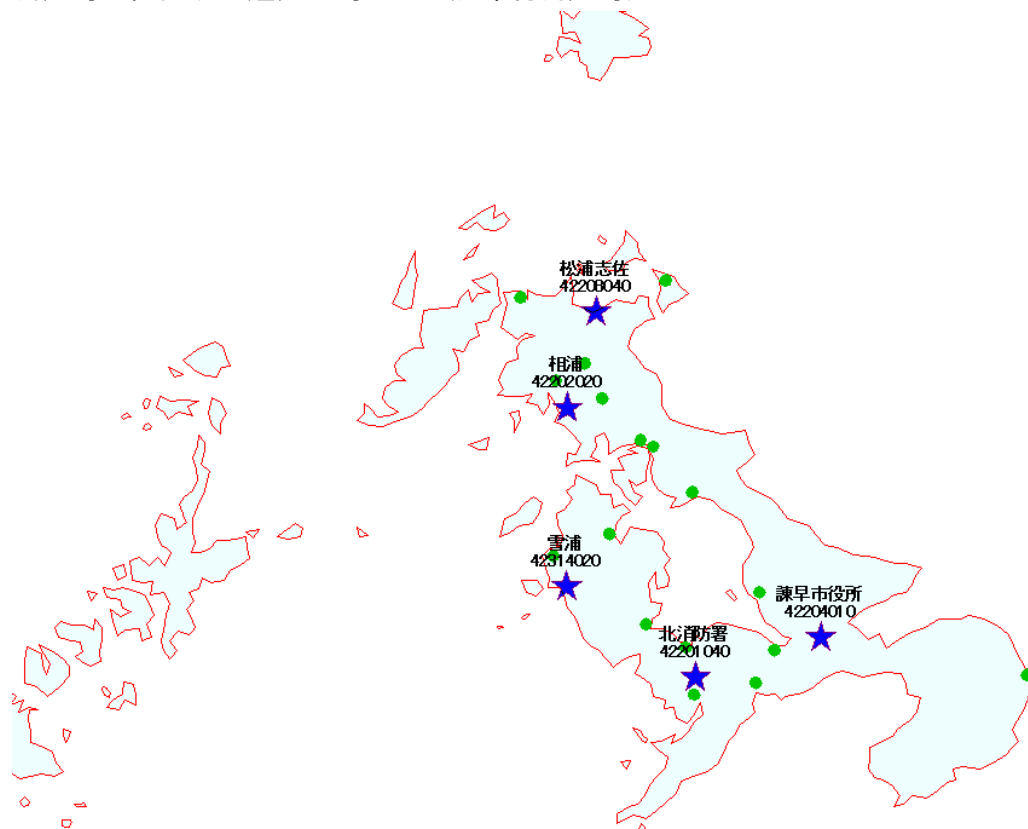


表1 選定5局の属性情報(長崎県)

測定局名	北消防署	相浦	諫早市役所	松浦志佐	雪浦
国環研コード番号	42201040	42202020	42204010	42208040	42314020
測定局設置年月	1974年3月	1974年4月	1974年8月	1987年4月	1979年4月
Oxのデータ解析期間	1979年4月～ 2005年3月	1979年4月～ 2005年3月	1979年4月～ 2005年3月	1987年4月～ 2005年3月	1979年4月～ 2005年3月
周辺状況	長崎市中心部から北へ4km 国道206号線沿線 長崎市北消防署局舎内	佐世保市中心部から北西約5km 県道11号線沿線 佐世保市相浦支所2階	諫早市中心部北約300mに国道207号線 市役所庁舎3階屋上	松浦市中心部北約300mに国道204号線 志佐中学校グラウンド	大瀬戸町役場から南東2.5km 南西約300mに国道202号線 独立局舎
測定局移設状況	2001年7月消防署移転に伴い南へ約900m移動	なし	なし	なし	なし
周辺状況の変化	特になし	1973年九州電力(株)相浦発電所1号機(火力:37.5万KW)発電開始 1976年九州電力(株)相浦発電所2号機(火力:50万KW)発電開始	特になし	1989年九州電力(株)松浦発電所1号機(火力:70万KW)発電開始 1990年電源開発(株)松浦火力発電所1号機(火力:100万KW)発電開始 1997年電源開発(株)松浦火力発電所2号機(火力:100万KW)発電開始	1981年電源開発(株)松島火力発電所1号機(火力:50万KW)2号機(火力:50万KW)発電開始
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	1993年3月 Ox→OxW	1977年～1984年:不明 1984年4月 OxW設置	1987年4月 OxW設置	1979年～1984年:不明 1984年4月 OxW設置
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

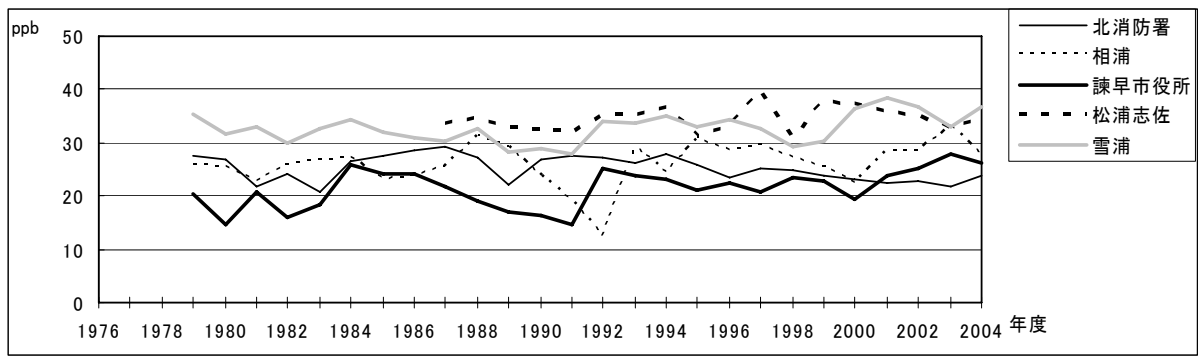


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

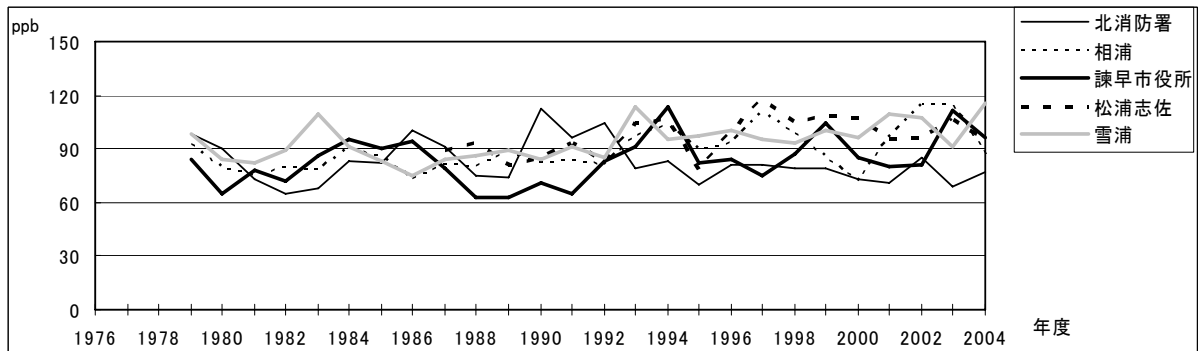


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

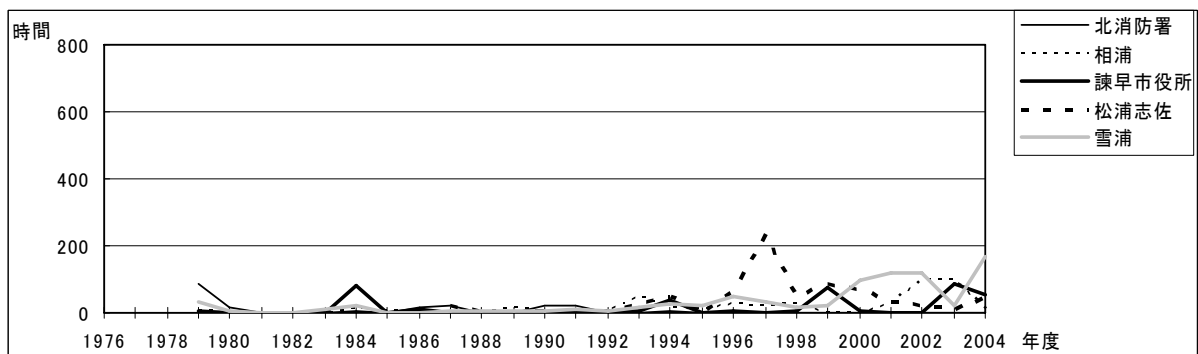


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

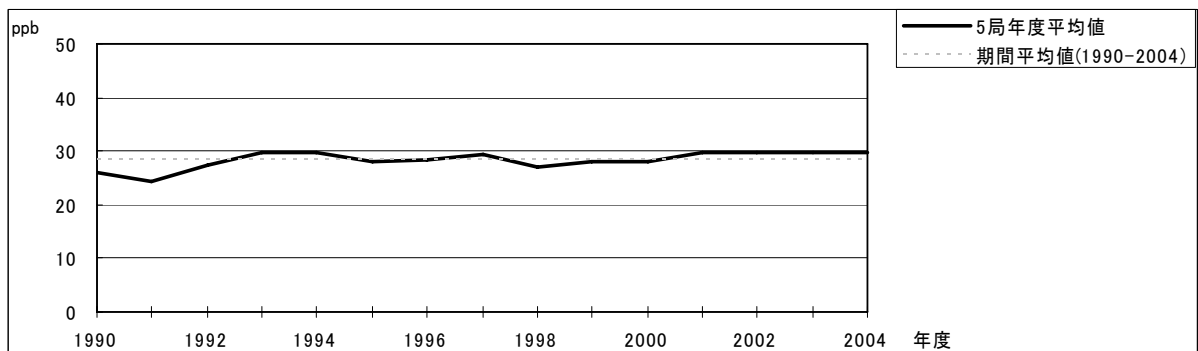


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

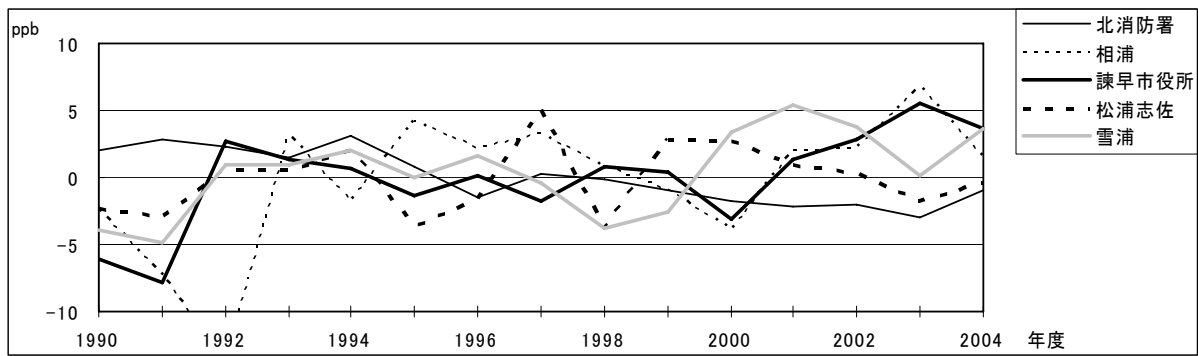


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

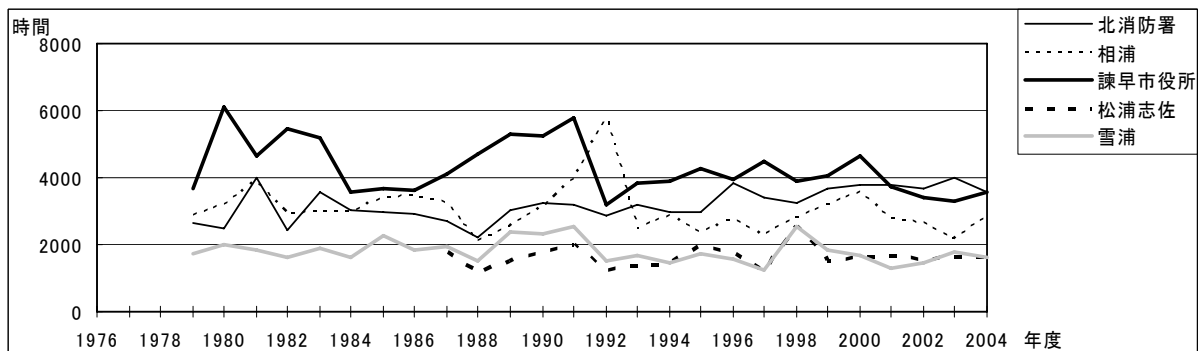


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

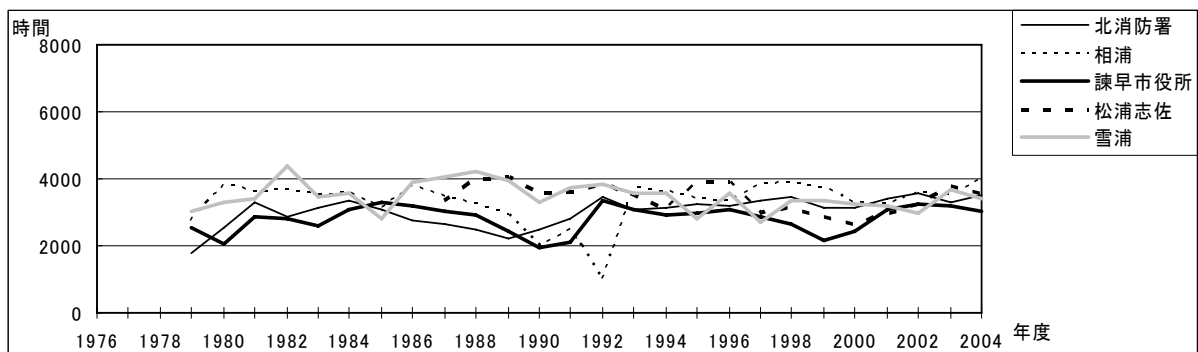


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

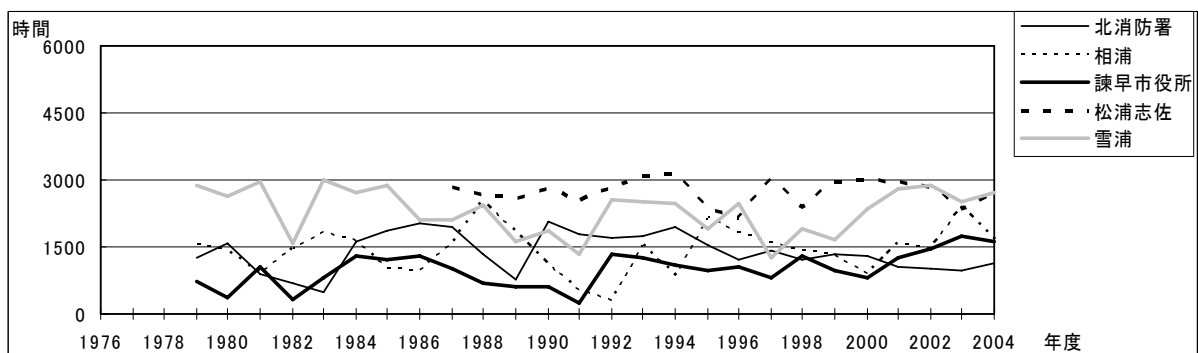


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

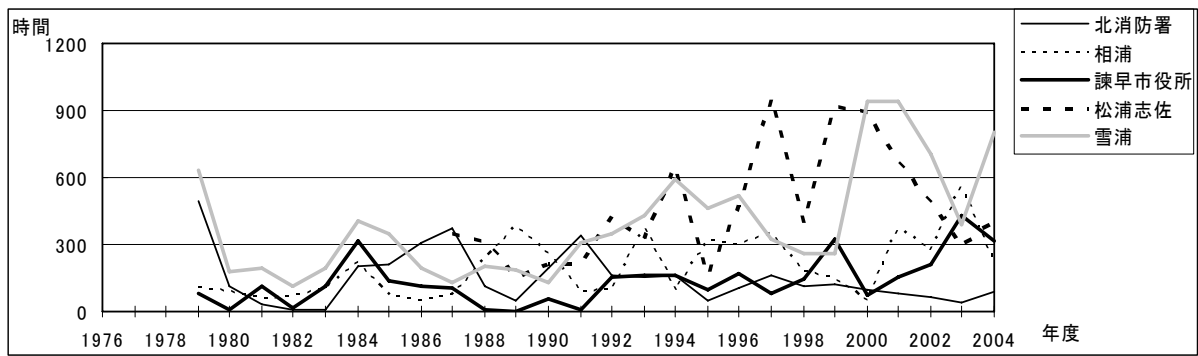


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

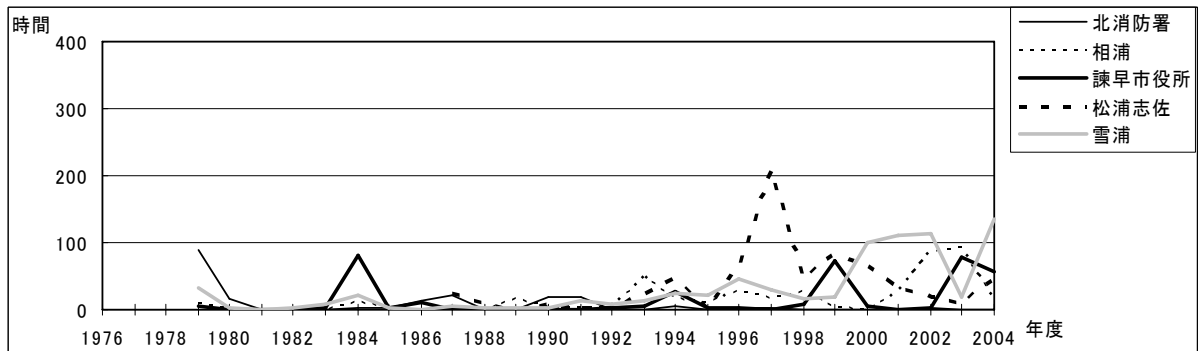


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

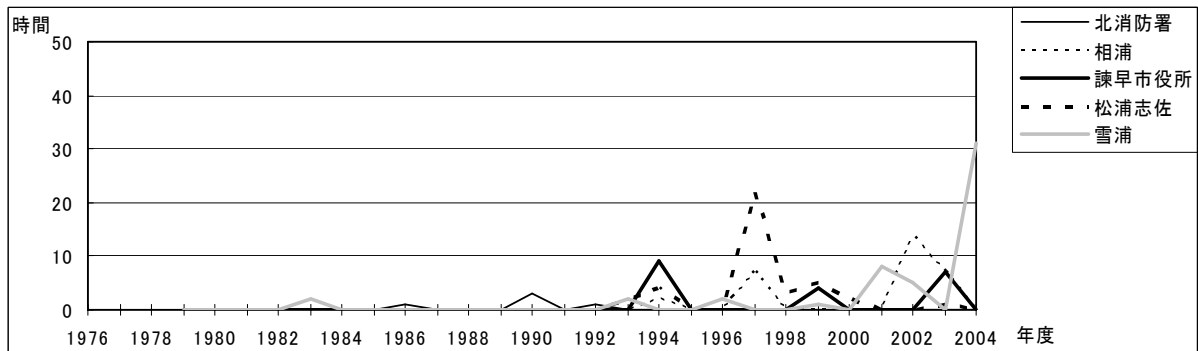


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

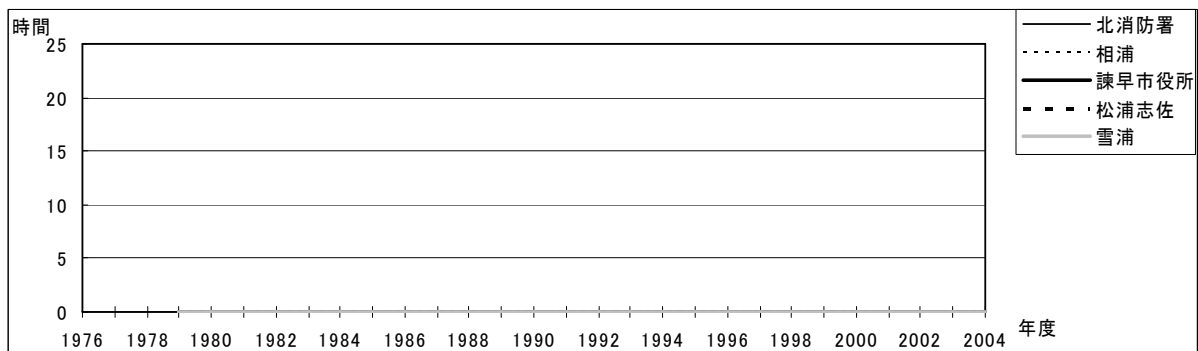


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

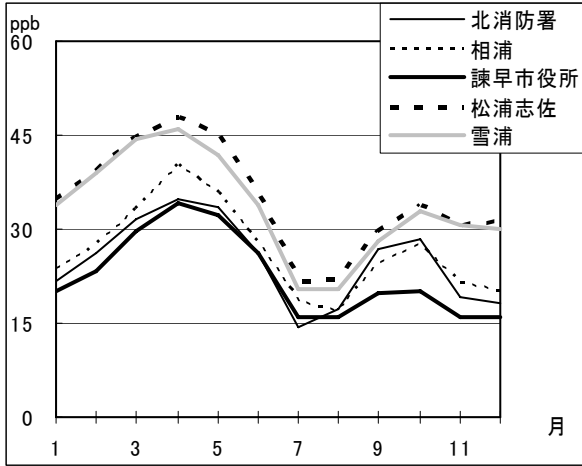


図 6 Ox 濃度の月別平均値

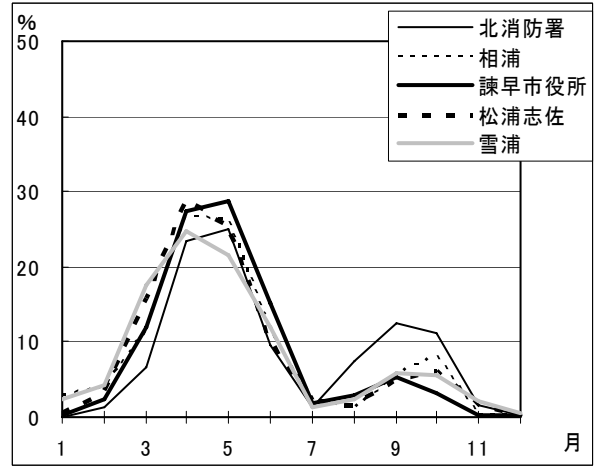


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

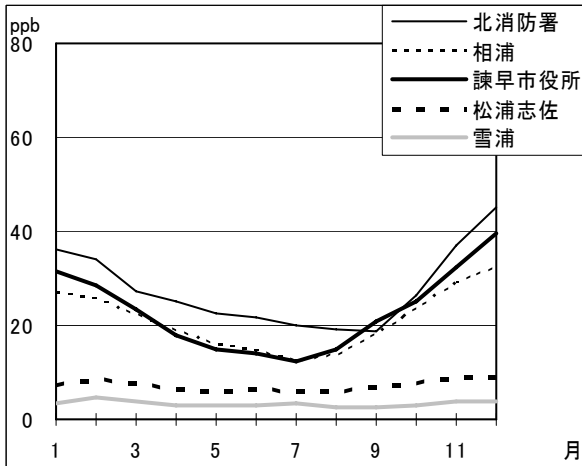


図 8 NOx 濃度の月別平均値

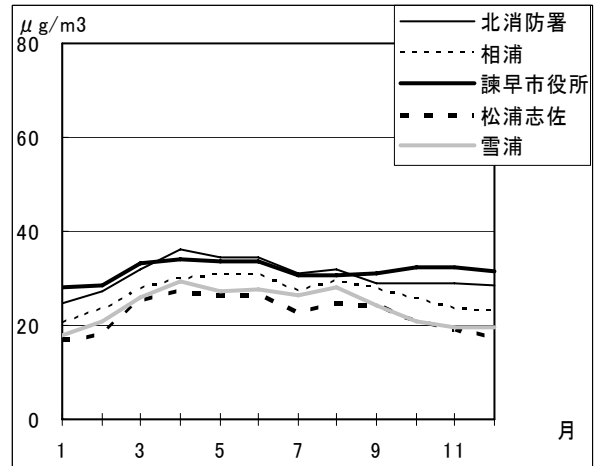


図 9 SPM 濃度の月別平均値

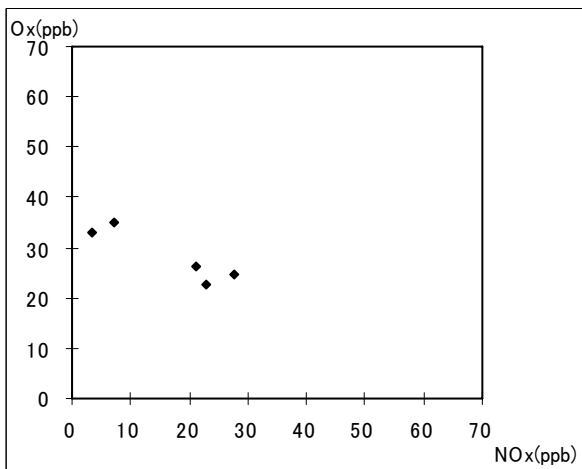


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

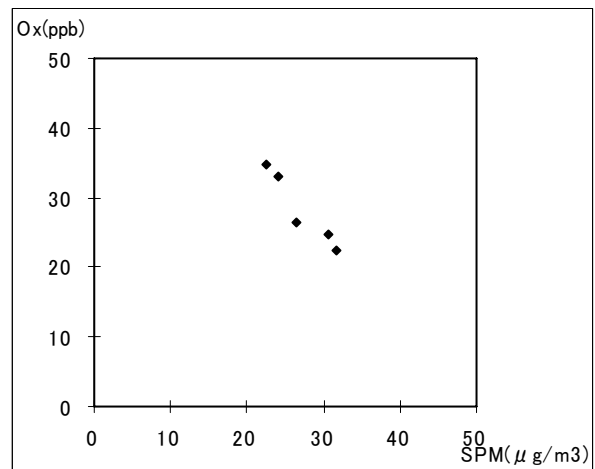


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係