
A-1 北海道における光化学オキシダント濃度

1. はじめに

日本の北端に位置する北海道は寒冷な気候が特徴のひとつであるが、夏季には内陸部を中心に 30℃を超える高温も記録される。また、冬季における日本海側の多雪、夏季の太平洋側の霧の発生など気候の出現状況には地域的に特徴の違いが見られる。

北海道の人口の約 2/3 は札幌、苫小牧を中心とした道央圏に集中し、工場群も道央圏の太平洋側を中心に立地している。環境基準の達成状況を見ると、二酸化硫黄、一酸化炭素は全測定局で基準を達成しているが、浮遊粒子状物質は黄砂の影響等で多くの測定局が未達成となる年度があるほか、光化学オキシダント（Ox）は毎年度ほぼ全局で未達成となっており、その原因説明が求められている。

2. 選定 5 局の属性情報

2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 国設札幌（01102020）

札幌市の中心部から約 3 km 北北西に位置する住宅地にあり、周囲には測定点に影響を及ぼす固定発生源はない。西側 300m には道々前田新川線が南北に走り、交通量が多い。また、南側には道々札幌環状線が走るが、地下トンネルとなっており、その出口が道々前田新川線との交差点手前にある。測定点からトンネル出入口までは、南南西の方向 150m であり、交通量が多い。

- ・ 旭川中央（01204010）

旭川市の中心部に位置する旭川市役所敷地内（旭川駅の北北東約 1 km）にあり、周囲は商店街、住宅となっている。東北東約 2 km に製紙工場がある以外は周辺に大規模な固定発生源はない。西側約 300m には国道 40 号、南側約 250m には国道 39 号が位置し、それぞれ交通量が多い。

- ・ 御前水公園（01205020）

室蘭市は、太平洋に突き出た絵鞆半島を中心に形成しているが、測定局はこの半島のほぼ中央部に位置し、その西～北側には製鉄工場等の固定発生源が多く存在する。半島の室蘭港に面した側は比較的平地であるが、太平洋側は 100～200m 程度の海拔を有する丘陵状の地形を形成しており、その影響で測定局周辺では夏は南東、冬は北西の卓越風となる。測定局の西側 100m には市道母恋東町通線（旧国道 36 号）が、さらにその西 50m には国道 36 号が位置しており、交通量はやや多い。

- ・ 明野（01213050）

太平洋に面した苫小牧市は、東側を中心に製油所、発電所等の工業地域が広がり、室蘭市と並んで北海道内を代表する工業都市である。測定局は市街地の北東側に位置する住宅地域にあり、南東側の工業地域にも 1 km と近い。また、北側 400m には道々苫小牧環状線が、南側 300m には国道 36 号が位置し、それぞれ交通量が多い。なお、当測定局は 2003

年 6 月に、現在の位置から 300m 北の地点から移設を行っている。

- ・ 田浦 (01582020)

苫小牧市街地の東約 30 km の郊外に位置する田園地域で、苫小牧の工業地域からも 20 km 程度離れている。南側約 300m に日高自動車道が位置するが、交通量は少ない。

2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 移設状況

2003 年 6 月 明野局 (南へ約 300m)

- ・ 測定方法

今回解析対象の初年度である 1992 年度には解析対象局 5 局全て湿式自動洗浄装置付きだったが、1997 年度には明野局で乾式が導入されたのを初め、2004 年度には旭川中央局でも乾式に変更された。なお、1991 年度以前の状況については、不明である。

- ・ 選定理由

北海道内には O_x を測定している測定局が 24 あるが、そのほとんどが札幌、苫小牧、室蘭といった道央圏に集中しており、北海道内全体における O_x 濃度の長期変動等の把握には不十分な状況といえる。そのような中で、比較的広域にわたり、かつ長期的な解析が可能な測定局として、札幌市、苫小牧市、室蘭市、旭川市の各市から 1 局ずつ選定し、また、都市域の測定局の比較対象として郊外の測定局であるむかわ町 (旧鶴川町) から一局選定した。

3. 解析結果

現在データベースとして残されている測定局の時間値データは 1992 年度以降のみであるため、今回の解析対象年度を 1992～2004 年度とした。

3.1 O_x 濃度年平均値の経年変化の状況 (図 1)

各測定局の年平均値は地域により差が見られ、旭川中央局で最も低く、最も高い値を示した御前水公園局の 6 割程度であった。旭川中央局は 5 局の中で最も内陸部に位置しており、北海道に流入したオゾンが陸上部を通過する際に消費されたため他の局よりも濃度が低くなったことが考えられる。また、旭川には人口が集中し、かつ地形的に NO_x 等の汚染物質が滞留しやすいことからオゾン消費しやすい環境であることも、濃度が最も低かった一因と考えられる。1992～2004 年度の O_x 濃度の経年変動では、御前水公園局で 0.9ppb/年の増加率を示したが、国設札幌、明野局の増加率は小さく、また、旭川中央、田浦局では減少傾向を示す結果となり、北海道全体では明確な増減傾向は示されなかった。

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については、増加率が 0.27~2.08ppb/年で、年平均値の長期変動と違い 5 局全てで増加傾向を示した。90ppb を超える頻度を見ると、1992~1996 年度は 1994 年度の国設札幌局で 118ppb を記録したのみであるが、1997 年度以降は 90ppb を越える最高濃度を示す頻度が増加していた。

80ppb 以上の濃度を示した時間数は、内陸部に位置する旭川中央局で 0 時間であったのに対し、苫小牧市の郊外に位置する田浦局で 99 時間と最も多かった。その他の 3 局は 30~70 時間程度であった。

3.3 Ox 濃度の季節的な特徴 (図 6, 図 7)

5 局とも 3~5 月にかけて極大となる同様の傾向を示したが、7 月以降では国設札幌、旭川中央、明野局ではほぼ一定の濃度を示していたのに対し、御前水公園、田浦局では 8 月頃に極小値を示した後、秋季にかけて再び上昇する傾向を示した。都市域に位置する国設札幌、旭川中央、明野局は夏季から秋季にかけて NO_x 濃度が急激に増加し、50ppb を超える値を示すのに対し、郊外局の田浦ではあまり上昇せず 10ppb 程度であり、また、御前水公園局は都市域ではあるが、秋季及び冬季の濃度が 20ppb 程度とあまり上昇しないことから、Ox があまり消費されず、札幌等の測定局との変動状況に差が生じたと推察される。このことから、御前水公園、田浦局のデータは札幌等の都市部のデータよりもよりバックグラウンド濃度の変動を反映していると考えられる。

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 局の平年値 26ppb に対し年度毎の平均値の偏差は -2~+2ppb の範囲にあり、偏差は小さかった。1992~1997 年度までは負の偏差を示す場合が多かったが、1998 年度以降は逆に正の偏差を示す年が増加した。局別の推移では、ばらつきが大きく、また、変動傾向に類似性があまり見られなかった。御前水公園局以外は偏差の変動が -3~+3ppb の範囲内であったが、御前水公園は -7~+6ppb と偏差の幅が非常に広いことが特徴である。

3.5 Ox 濃度ランク別時間数経年変化の状況 (図 5a~図 5g)

御前水公園局を除いた 4 局では明確な増減傾向は示されなかった。御前水公園局では 40ppb 以下のランクで減少傾向を、40~79ppb のランクで増加傾向を示し、特に 40~59ppb のランクでの増加が著しかった。

局による違いを見ると、0~19ppb では年平均濃度が低いほど出現時間数は多く、20ppb を超えると年平均濃度が高いほど出現時間数が多かった。80ppb 以上の時間数は 5 局ともに少ないため、1997 年度にやや増加した以外は明確な変動傾向は見られないが、ここ数年はわずかながら出現時間数の増加傾向が見られた。120ppb 以上の高濃度は 1992~2004 年度の期間、解析対象の 5 局では観測されなかった。

3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴（図 8, 図 9）

O_x 濃度の季節的な特徴の中でも述べたように、NO_x は、御前水公園を除く都市部で秋季及び冬季に高濃度になるのに対し、田浦、御前水公園では、年間の変動幅が小さく、低い濃度レベルで推移していることがわかる。

SPM は、旭川中央局を除く 4 局ではほぼ同様の変動傾向を示し、4 月に黄砂等の大陸からの移流による影響と思われるピークを示し、7～8 月にかけても小さいピークが出現していたのに対し、旭川中央局では冬季に最も高い濃度を示していた。これは、前述したように旭川が内陸部に位置し、盆地型の地形を形成していることから、汚染物質が滞留しやすく、かつ、冬季に逆転層を生じやすくなることが冬季の高濃度の原因と考えられる。

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

NO_x、SPM とともに O_x と負の相関関係を示したが、地点による濃度出現特性などに違いがあるため、明確な相関関係を明らかにするためにはさらに多くの地点についての解析が必要と考えられる。

4. まとめと今後の課題

- ・ 年間平均値の推移では O_x 濃度の増減は局により差が見られ、北海道全体として明確な増減傾向は示されなかった。
- ・ 内陸部に位置する旭川中央局の年平均値が最も低く、陸上での O_x の消費による影響が考えられた。
- ・ 60ppb を超える高濃度は、5 局ともに 4～5 月に出現割合が圧倒的に高かった。7 月以降では NO_x 濃度が冬季に上昇する都市部で濃度変化が少なかったのに対し、夏季と冬季で NO_x 濃度に大きな差がなかった地域では O_x 濃度が夏季から秋季にかけて上昇する傾向が見られた。
- ・ 濃度ランク別の時間数の経年変化では、御前水公園を除く 4 局では明確な増減傾向は示されなかったが、御前水公園局では、40ppb 以下のランクが減少傾向を示しているのに対し、40～79ppb の時間数が増加傾向を示していた。

今後の課題としては、高濃度時における測定局毎の時間値濃度変動の比較や、後方流跡線解析等を行い、面的な高濃度域の広がり方の状況把握や上層からのオゾン降下の影響について検討していくことが必要と考えられる。また、他県の濃度状況と比較し、北海道内の濃度出現状況の特徴について把握していくことが必要である。

[執筆者：秋山 雅行（北海道環境科学研究センター）]

表1 選定5局の属性情報(北海道)

測定局名	国設札幌	旭川中央	御前水公園	明野	田浦
国環研コード番号	01102020	01204010	01205020	01213050	01582020
測定局設置年月	1971年12月	1974年1月	1966年12月	1972年4月	1975年12月
Oxのデータ解析期間	1992年4月～ 2005年3月	1992年4月～ 2005年3月	1992年4月～ 2005年3月	1992年4月～ 2005年3月	1992年4月～ 2005年3月
周辺状況	札幌市中心部から北北西約3kmに位置する住宅地域。周囲に大規模の固定発生源はない。	旭川市の中心部にある市役所敷地内に位置する。東北東約2kmに製紙工場がある。	室蘭市を形成する絵鞆半島の中央部に位置する。西～北側には製鉄工場等の工業地域が広がる。	苫小牧市北東部の住宅地域。南東約1kmには工業地域が広がる。	苫小牧市街地の東約30kmの郊外に位置する田園地域。苫小牧の工業地域からは20km程度離れている。
測定局移設状況	なし	なし	なし	2003年6月、南に約300m移動	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)	1992年時 OxW 1995年12月 OxW更新	1993年12月 OxW更新 2004年4月 OxW→O ₃ UV	1984年3月 Ox→OxW	1992年3月 Ox→OxW 1997年1月 OxW→O ₃ UV	1987年12月 Ox→OxW
備考		中央局(自排局:01204011)と同一地点にあるため、解析時に中央局のNOxデータを使用。			

※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、O₃UVは紫外線吸収法を示す。

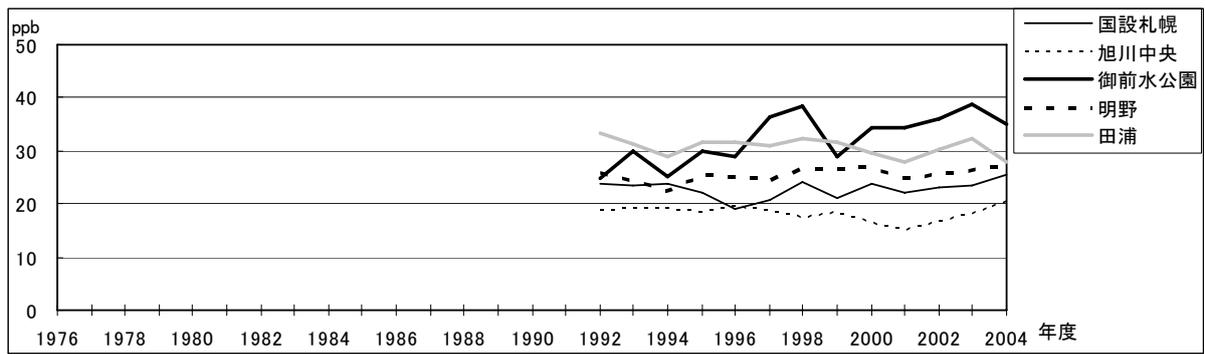


図 1 O_x 濃度の年平均値経年変化

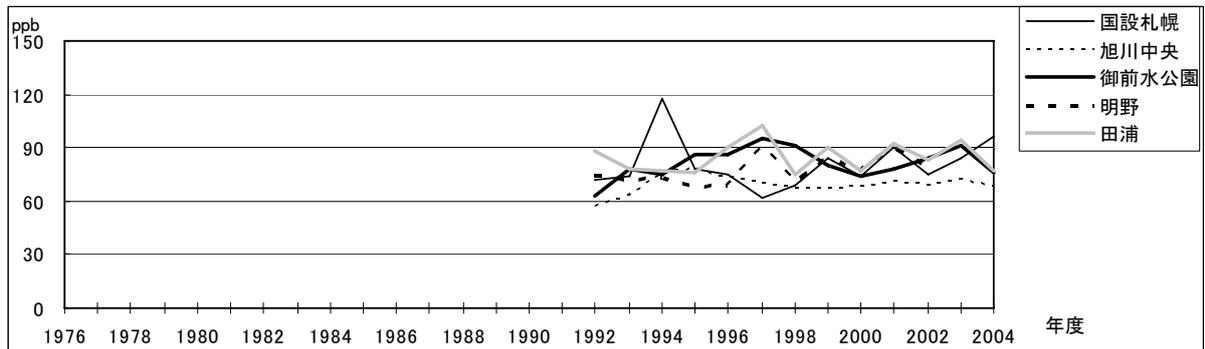


図 2 O_x 濃度の年最大値経年変化

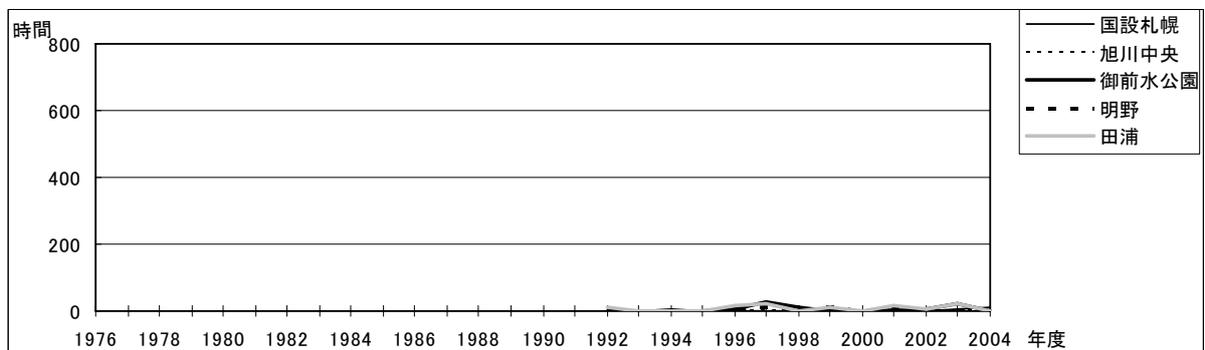


図 3 O_x80ppb 以上の時間数の経年変化

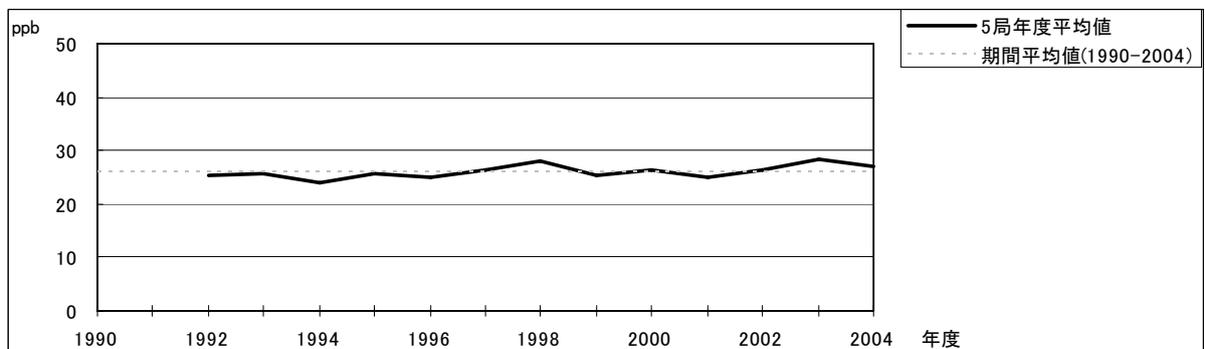


図 4.1 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

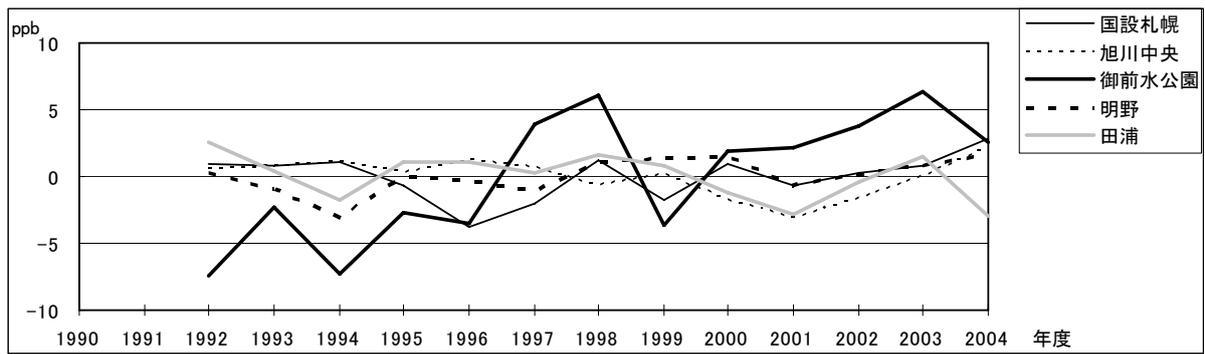


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

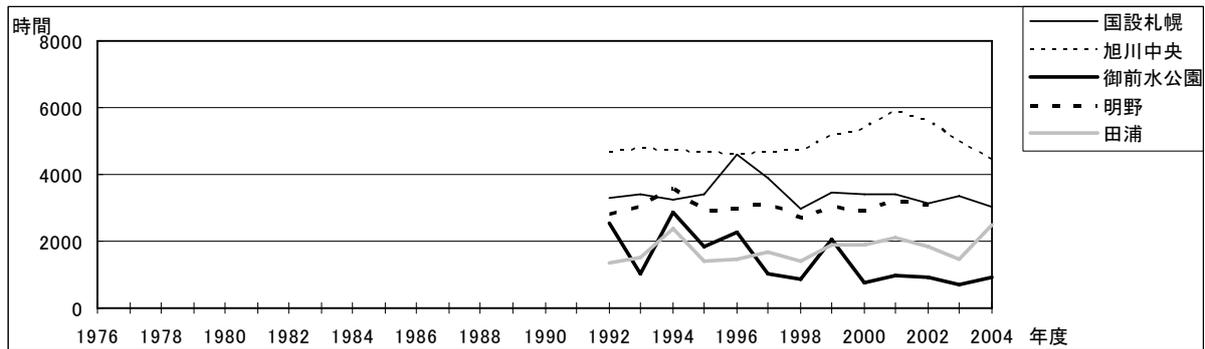


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

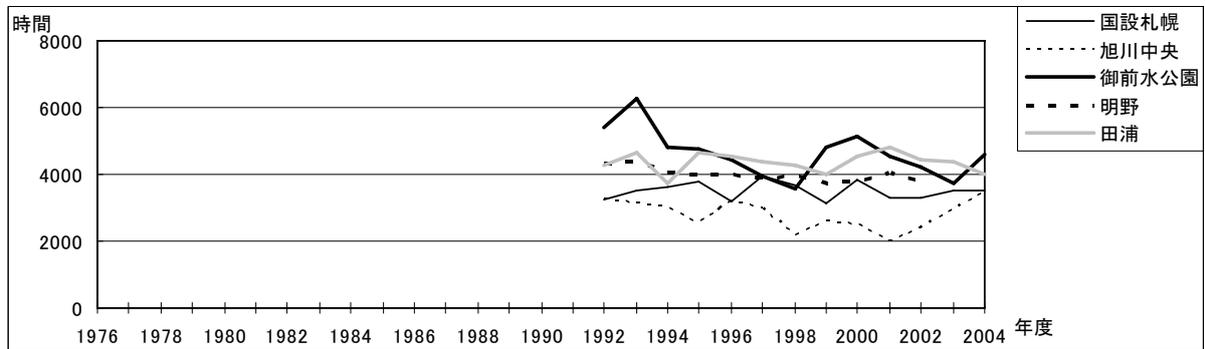


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

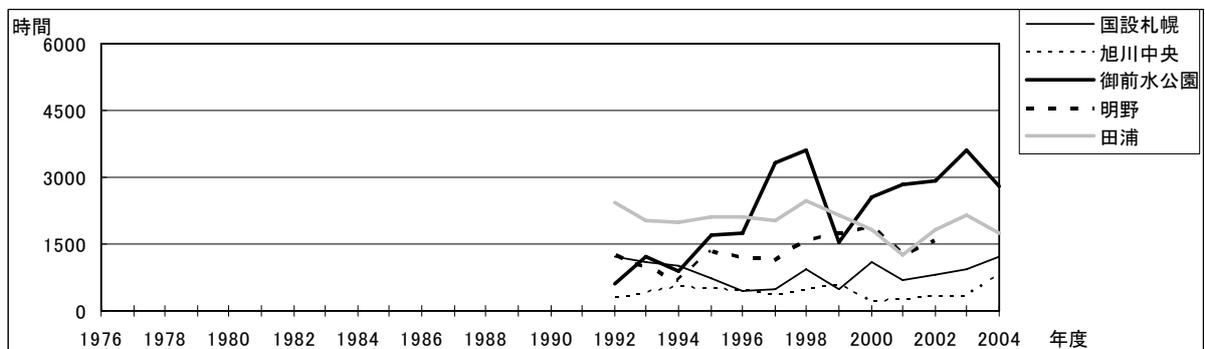


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

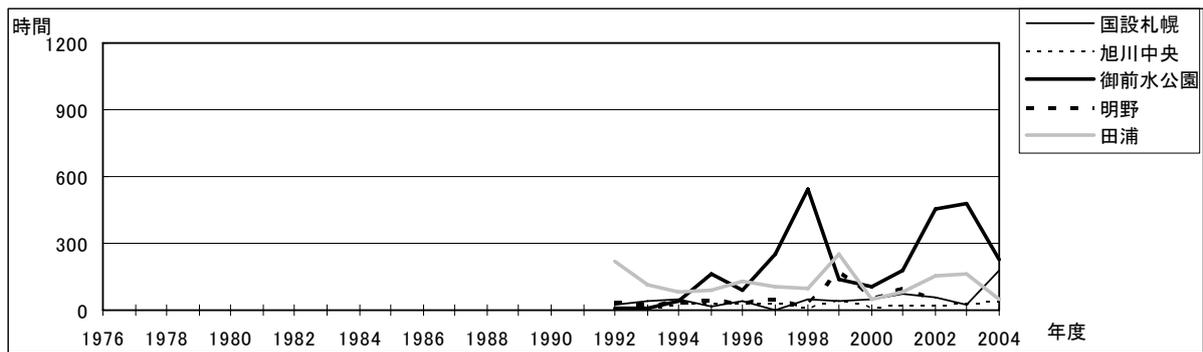


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

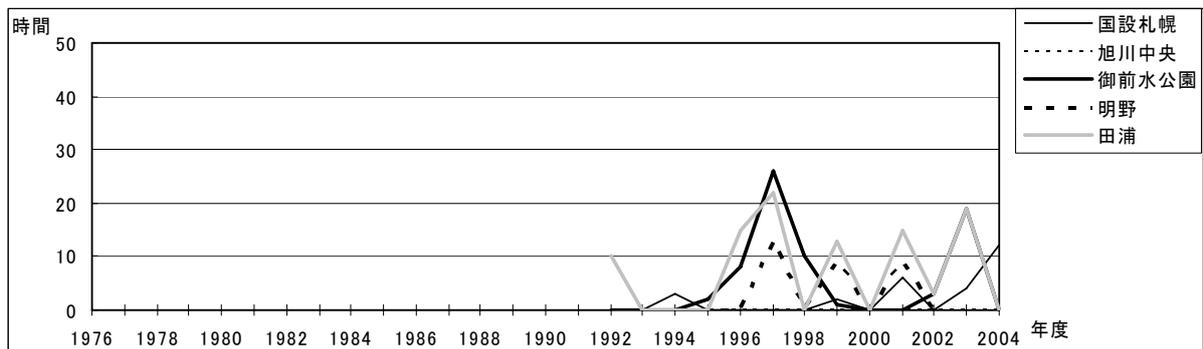


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

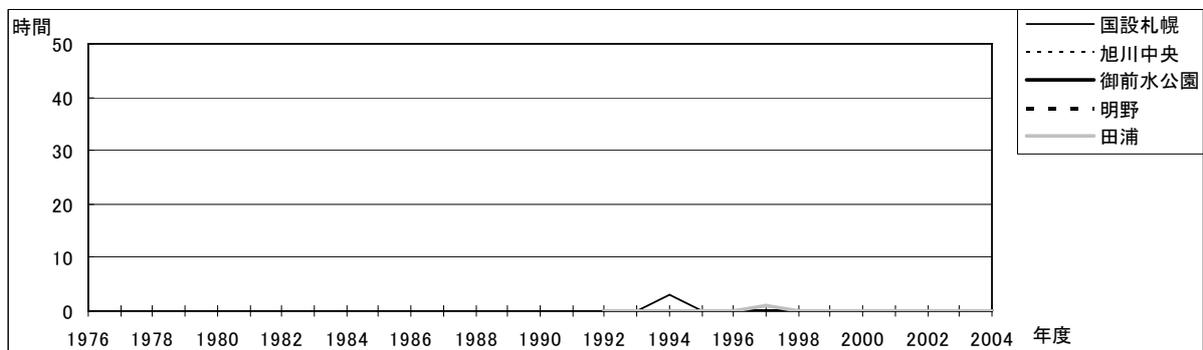


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

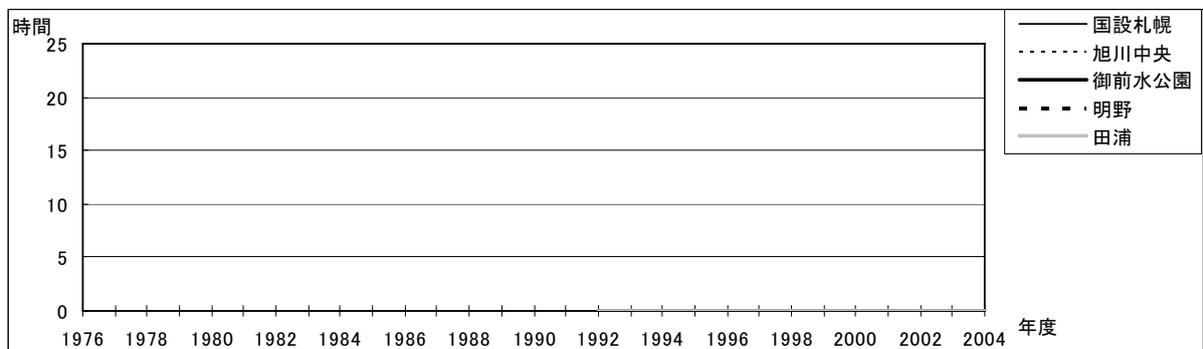


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

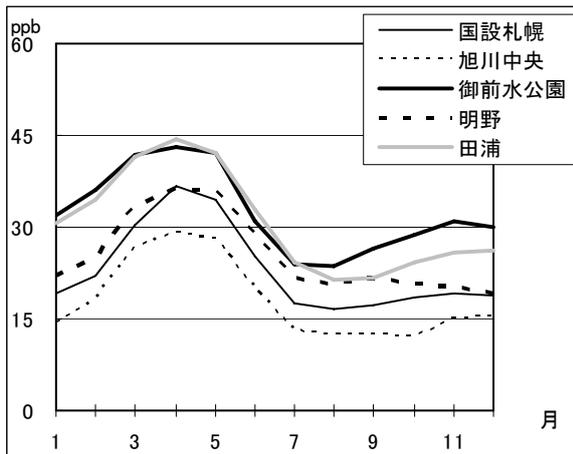


図 6 Ox 濃度の月別平均値

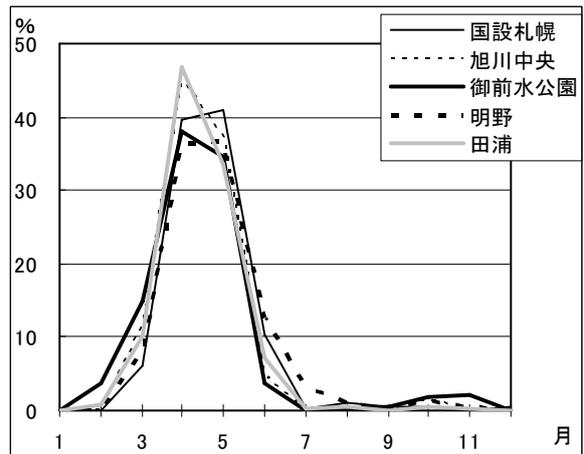


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

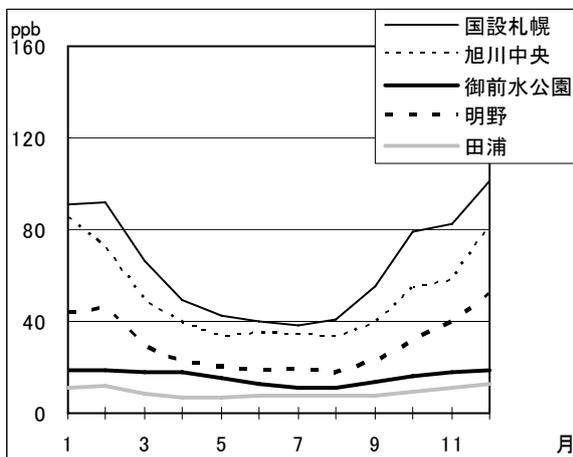


図 8 NOx 濃度の月別平均値

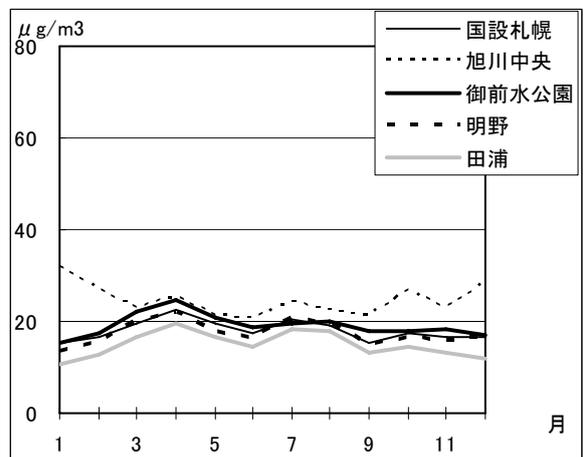


図 9 SPM 濃度の月別平均値

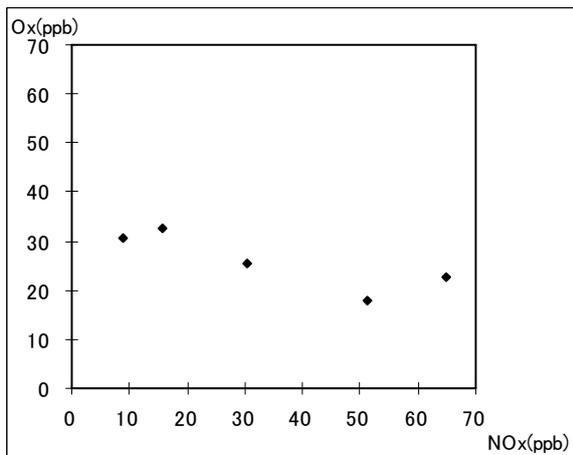


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

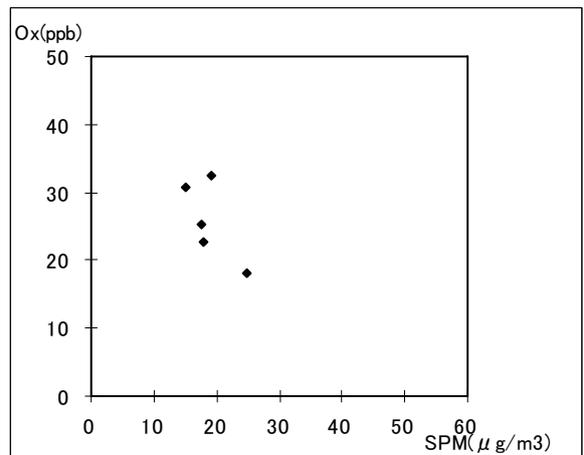


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係