

「酸性雨対策調査総合とりまとめ報告書」(平成 16 年 6 月 酸性雨対策検討会) 抜粋

3.4 オゾン (O₃) の評価

3.4.1 測定地点及び測定方法

解析の対象とする観測データは、1998 年から 2002 年までの 5 年間にわたって EANET 国内局 10 地点 (利尻・竜飛岬・佐渡関岬・八方尾根・隠岐・伊自良湖・幡竜湖・梶原・小笠原・辺戸岬) において観測されたオゾンの一時間平均値である。図 -3-4-1-1 に測定地点をまとめたものを示す。観測サイトは北緯 25 度から 45 度まで約 20 度にわたる北半球低・中緯度帯に存在し、高度範囲も海拔高度 40m 近くから 1800m 程度に位置する。このうち、利尻・竜飛岬・佐渡関岬・八方尾根・隠岐・梶原・小笠原・辺戸岬の 8 地点が遠隔局、伊自良湖が田園局、幡竜湖が都市局に位置づけられている。また、八方尾根は高度が 1800m に位置し自由対流圏に近いサイトであるのに対し、他の地点は境界層内に位置するサイトであるとみなすことができる。

大気中ガス成分は観測所屋上に設置された大気採取口を經由して地上約 6 メートルからブローワーにより室内の温度調整されたパイレックスガラス製マニホールドに高速で吸引される。マニホールドにはさらに 1/4 インチのテフロンチューブが接続され、測定装置に大気サンプルが導かれる。大気中 O₃ 濃度は水銀ランプから発せられる 253.7 nm の紫外線吸収による方法で測定され、原則として 8 日ごとに標準 O₃ 発生器によって発生させる標準ガスによって測定器の検出感度とゼロ点などスパン・オフセット校正がなされた。

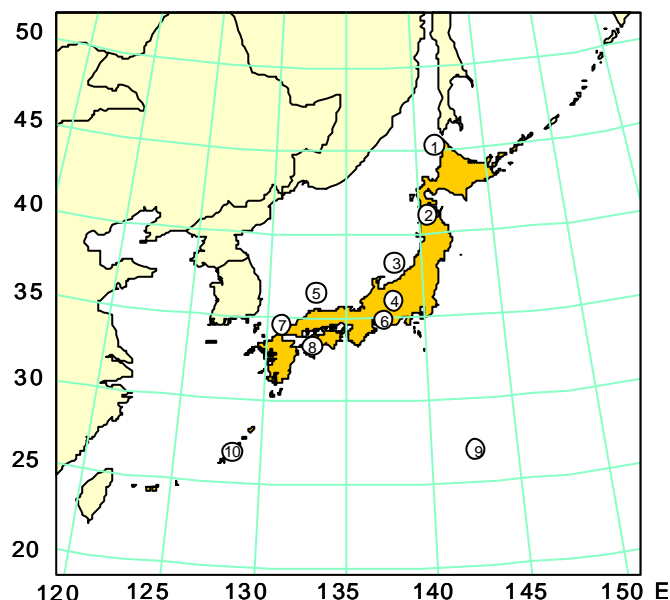


図 -3-4-1-1 EANET における測定地点。1 利尻、2 竜飛岬、3 佐渡関岬、4 八方尾根、5 隠岐、6 伊自良湖、7 幡竜湖、8 梶原、9 小笠原、10 辺戸岬

3.4.2 測定結果の統計的考察

表 -3-4-2-1 には各サイトにおけるデータ取得率を示す。1999 年の段階では 70%に満たないサイトが半数あったが、2000 年以降はほとんどのサイトで取得率 70%以上を達成し、統計的考察に使用するに十分なデータ量が取得されたといえる。

表 -3-4-2-1 データ取得率

O ₃ (%)	1998	1999	2000	2001	2002
利尻	60.5	70.6	85.0	83.3	
竜飛岬	--	61.4	98.8	85.0	
佐渡関岬	75.3	80.1	97.6	94.2	
八方尾根	32.8	93.4	95.2	96.7	
隠岐	65.9	91.1	92.2	67.3	
伊自良湖	--	56.8	85.1	96.0	
幡竜湖	--	32.5	97.2	90.2	
梶原	--	10.2	62.2	74.0	
小笠原	--	92.5	95.0	93.4	
辺戸岬	--	8.4	97.8	90.7	

図 -3-4-2-1 に季節ごとに分類した各サイトにおける 5 年間の平均日変化を示す。まず、全サイトにおいて、春季に濃度が最も高くなっていることが分かる。また、ほとんどのサイトにおいて夏季に濃度が最も低くなっていることが分かる。利尻・竜飛岬・佐渡関岬・八方尾根・隠岐といった本州近傍に位置する遠隔局においては濃度レベルがほとんど同じであり、優位な日内濃度変動を示さず、これらの地域を覆うような気団の性質に支配されていることが推測される。一方、辺戸岬・小笠原においては、本州近傍のサイトとは若干様子が異なっている。すなわち、小笠原においては全体的に濃度レベルが低く、中でも夏季における低濃度は際立っている。辺戸岬においても夏季は小笠原同様の低い濃度レベルを示すが、その他の季節は小笠原よりも高い濃度を示し、利尻・竜飛など北方のサイトよりもむしろ高くなっている。これは、小笠原よりも辺戸岬の方がユーラシア大陸に近く、北東アジアからの汚染物質輸送を受けやすいためであると考えられる。田園又は都市局として位置付けられる伊自良湖・幡竜湖においては、年間を通じて日中極大となる日変化が観測された。日中の濃度レベルは夏季よりも春季が高くなっているものの、日変化の振幅はむしろ夏季のほうが大きくなっており、長距離輸送ではなく比較的近傍の光化学的 O₃ 生成の影響を強く受けているためと考えられる。しかしながら、これら 2 地点において春季のベースラインを上げているのは中・長距離輸送された O₃ である可能性が考えられることから、国内における光化学的生成量と越境大気汚染物質の輸送量を定量

的に議論するためにも今後、田園、都市局における解析を進めていく必要がある。

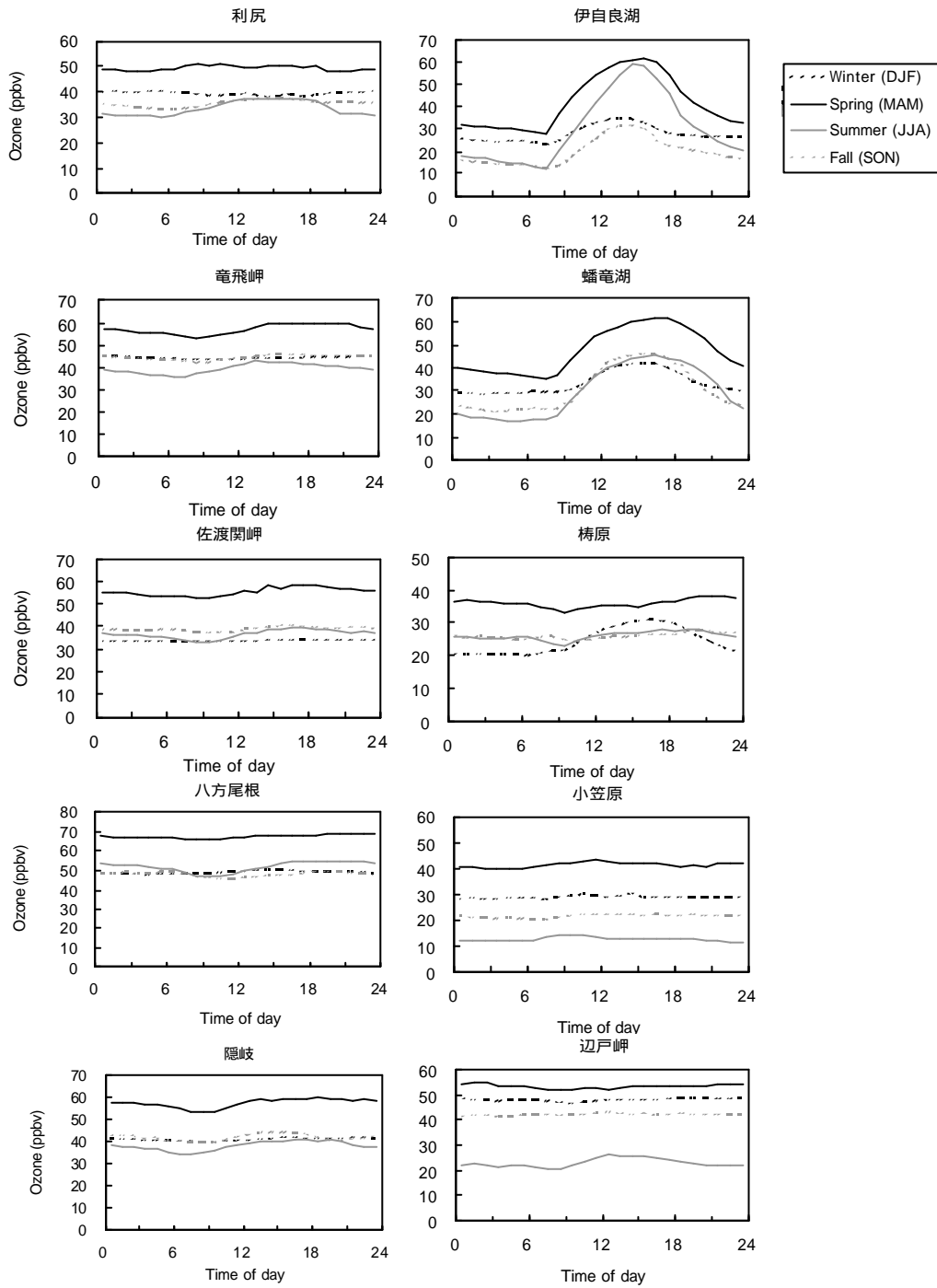


図 -3-4-2-1 各季節における平均日変化 (1998年~2002年)

DJF: December, January, February

MAM: March, April, May

JJA: June, July, August

SON: September, October, November

図 -3-4-2-2 に 1998 年から 2002 年における月平均値を示す。利尻、竜飛岬、幡竜湖、辺戸岬においては、5 年間に渡って非常に良く一致した濃度レベルと季節変化パターンを示している。これは、年々の濃度変動が類似していることを示しており、これらのサイトにおける O_3 濃度に影響を与える要因の年々変動が極めて小さいことを示している。一方、佐渡関岬、八方尾根、隠岐、伊自良湖、梶原、小笠原においてはそれらの濃度レベルまたは季節変化パターンに年々の変動が見られる。例えば、佐渡関岬、八方尾根、伊自良湖においては季節変化の位相に顕著な変化はみられないが、その濃度レベルに年々の変化がみられる。また、隠岐においては 2002 年の 8 月から 12 月にかけて、小笠原においては 2001 年の冬季・秋季に顕著な濃度低下がみられる。

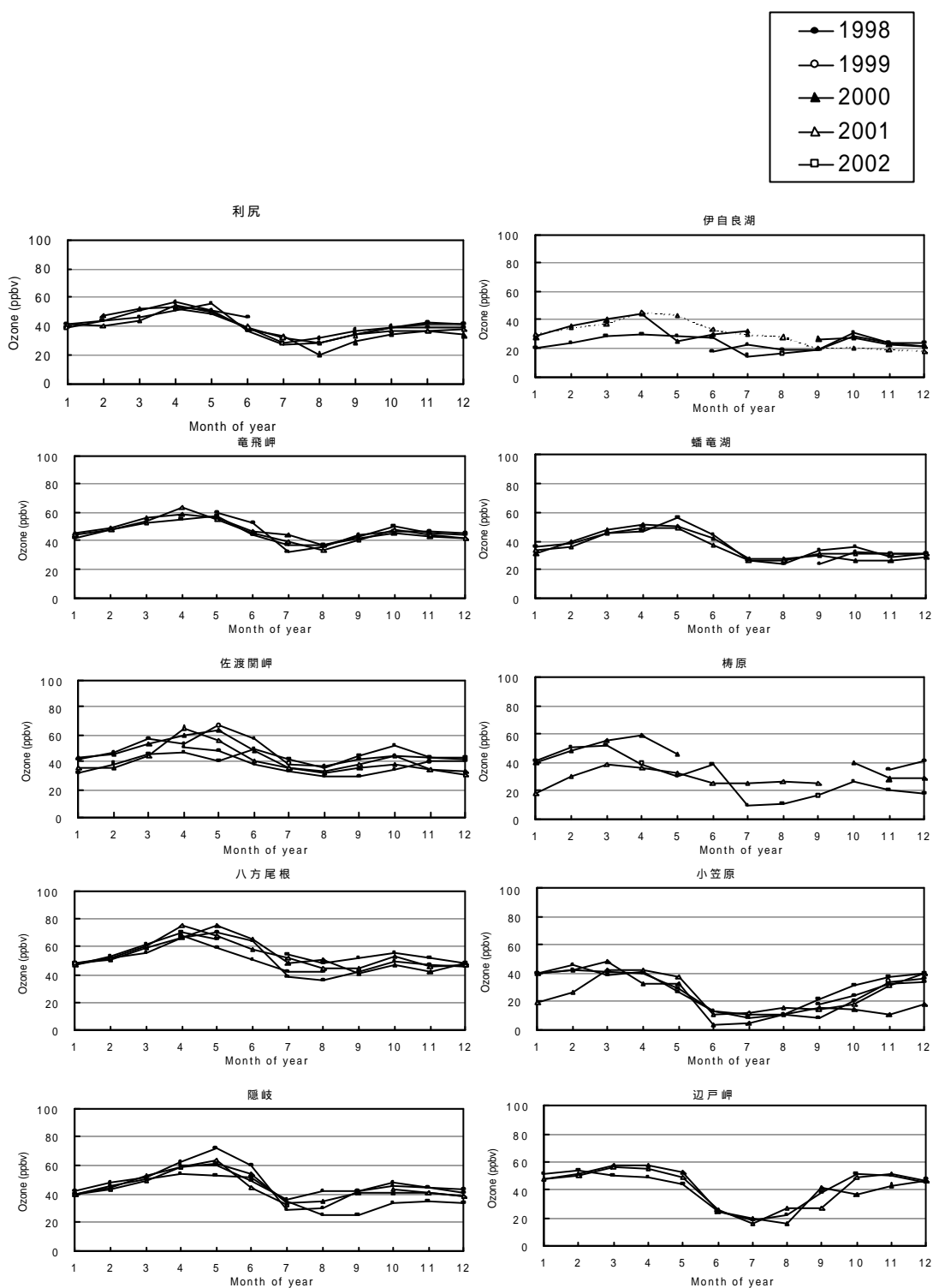


図 -3-4-2-2 1998～2002年における O₃濃度の月平均値

図 -3-4-2-3 に5年間の平均季節変化を利尻・竜飛岬・佐渡関岬・八方尾根・隠岐・小笠原・辺戸岬の遠隔局（グループ A）と、栲原（遠隔）・伊自良湖（田園）・蟠竜湖（都市）の3局（グループ B）とに分けて示す。全て遠隔域にあるグループ A における季節変化は概して春季極大・夏季極小によって特徴づけることができるが、より詳細にみると濃度レベル・季節変化の振幅・位相に違いがあることが明瞭に分かる。また、各地点に共通な現象として秋季にも小さな第2極大が存在する傾向が見られた。O₃の春季極大は北半球中高緯度地域において広くみられる現象であるが、ここでは利尻4月・隠岐5月・辺戸岬3月と、極大の時期が4月を中心に前後にずれていることが分かった。流跡線解析等による最近の研究結果（例：Pochanart *et al.*, 1999; Tanimoto *et al.*, 2002）から、遠隔地域におけるO₃の動態には光化学的生成と長距離輸送のバランスの季節性・地域性が重要であることがわかってきており、北東アジア周縁域の北緯25度から45度に位置するこれら3地点でみられた極大時期の違いも緯度帯に起因する光化学的活性度と大陸性気団・海洋性気団の入れ替わりといった化学的・気候的な要因のバランスによるものであると考えることができる。グループ B でも同様に春季極大を示すが、グループ A と比較して濃度レベルが低いことが分かる。これは、これらの3局において顕著にみられた夜間における一酸化窒素との反応による濃度低下が大きく寄与している。一方、夏季にはグループ A においてみられた極小がみられず、冬季にかけて一定程度の濃度を示している。これは夏季のグループ B においてはグループ A よりも光化学適正性が活発に起こり、平均濃度を押し上げているためと考えることができる。

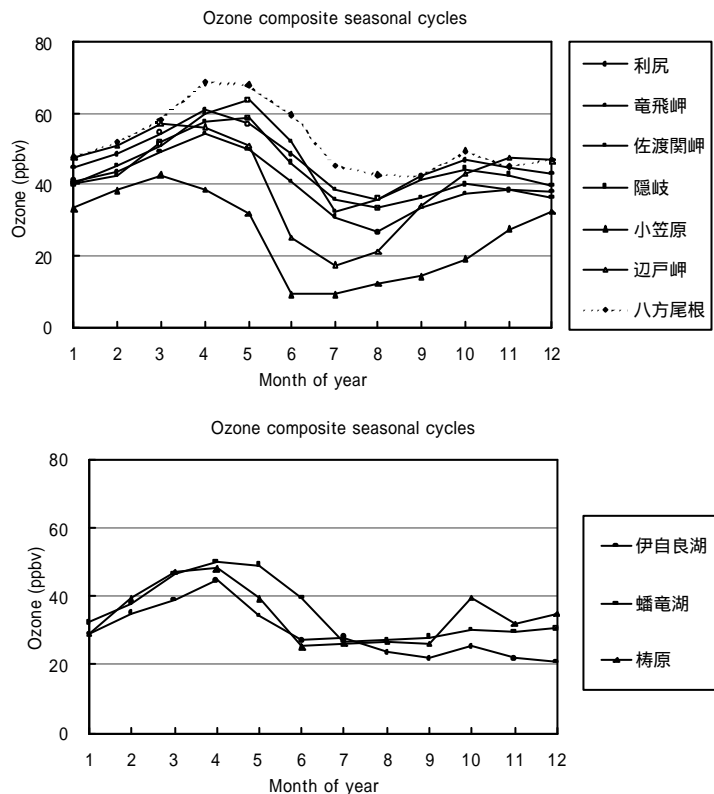


図 -3-4-2-3 5年間（1998～2002）の平均季節変化

図 -3-4-2-4 に 2001 年春季の時系列データを示す。利尻、竜飛岬、佐渡関岬、隠岐における短期的濃度変動は非常に良く一致し、5 月後半に利尻にみられる日変化を除けばこれら 4 地点の O_3 の日々変動は同一の要因によって支配されていると考えることができる。すなわち、北海道から本州を覆うような気団の中の化学的性質という地域的（リージョナル）な現象によってこの濃度変動が決まっているということである。それは、平均濃度で 50 ppbv もの高濃度 O_3 であり、時には 100 ppbv をも超えるようなアジア大陸からの概観規模輸送の影響を受けている様子がみられる。小笠原、辺戸岬においては太平洋に位置する離島であり、長距離輸送の時期こそ先の北海道・本州のサイトと異なるが、同様に大陸から中長距離の概観規模輸送を受けていることが分かる。小笠原は辺戸と比較しても大陸から遠く離れているため、このような輸送の影響を受けないときは 20 ppbv 程度の O_3 濃度しか示さないが、辺戸に到達後数日遅れるような形で O_3 濃度が対応して上昇している様子が分かる。一方、都市、田園局では最高濃度こそ 100 ppbv を超えるような高濃度も出現するが、夜間に濃度が低下する日変化から平均濃度は抑えられ、大陸からの輸送による影響は少なくとも顕著には見受けられない。

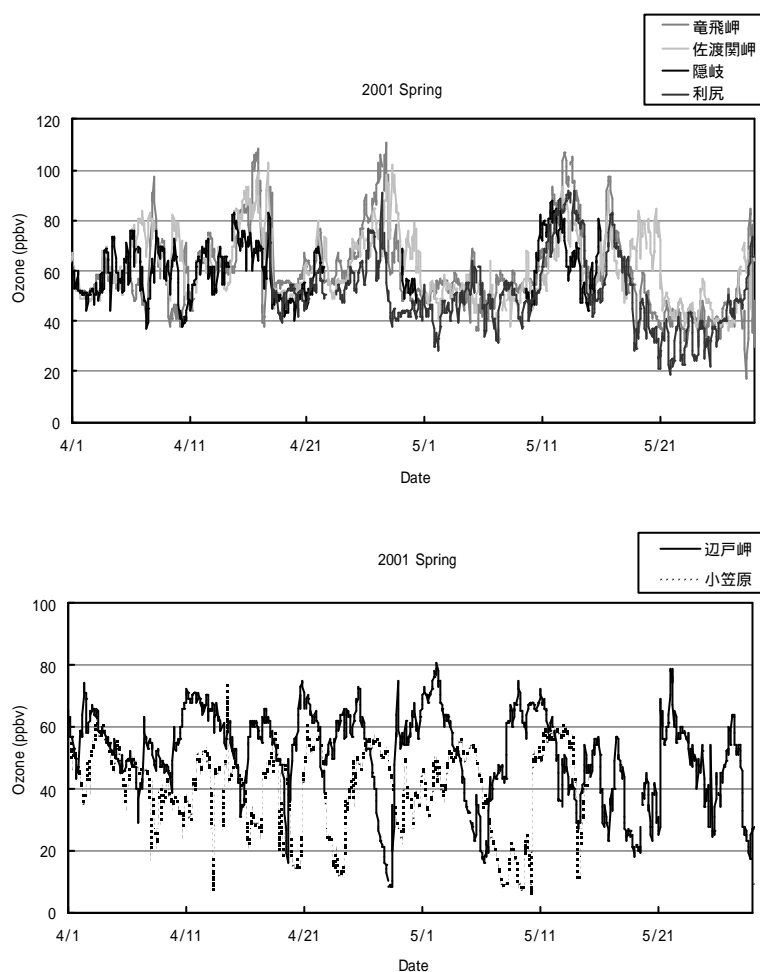


図 -3-4-2-4(1) 2001 年春季における O_3 の高濃度エピソード (1)

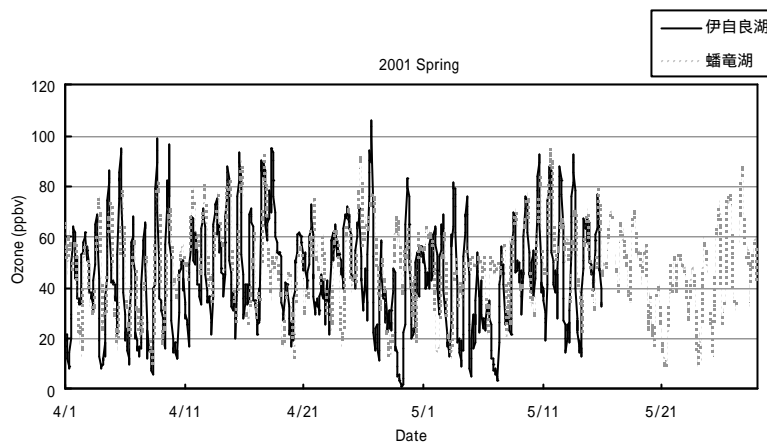


図 -3-4-2-4(2) 2001 年春季における O₃ の高濃度エピソード (2)

図 -3-4-2-5 にオキシダントの環境基準である一時間値 60 ppbv を超過した時間数と春季が占める割合をグループ別に示した。利尻では年間約 240 時間程度であり、太平洋上に位置する小笠原と同程度であるが、本州に位置するサイトでは 480～960 時間程度の超過時間数を示した。また、小笠原と同様、太平洋上に位置するとはいえ、辺戸岬は本州と同程度の超過時間数を示し、大陸からの長距離輸送が効果的に O₃ 濃度を押し上げている様子が分かる。また、八方尾根においてはその超過時間数も群を抜いており、海拔高度が高く平均濃度が高い上に長距離輸送の影響などを受け、容易に O₃ 濃度が 60 ppbv を超過するためであると考えられる。これら年間超過時間数に対する春季の占める割合は概ね 70% 以上であり、O₃ の季節変化にみられる春季極大というバックグラウンド濃度の増大が環境基準超過に寄与していることが分かる。一方、栲原、伊自良湖、蟠竜湖では、その超過時間数は 720 時間以下と辺戸岬よりも小さい。近傍の光化学的生成による日変化といった国内要因は顕著であるが、時間積算では環境基準の超過にそれほど大きな寄与をしていないことが分かる。また、春季が占める割合も 70% 以下であった。以上から、日本における O₃ の濃度変動には中長距離規模の輸送が大きな寄与をしていることが示唆された。今後、その年々推移の注視とより詳細な解析が重要である。

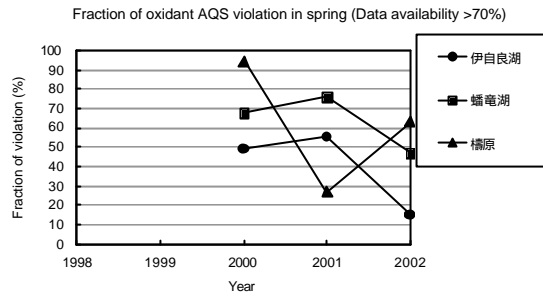
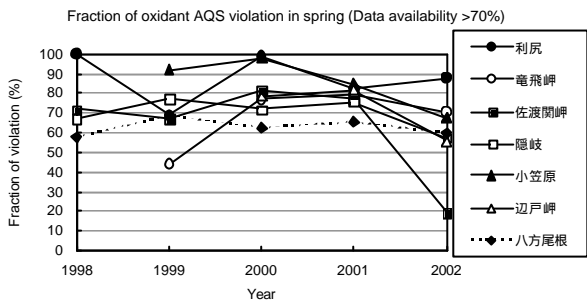
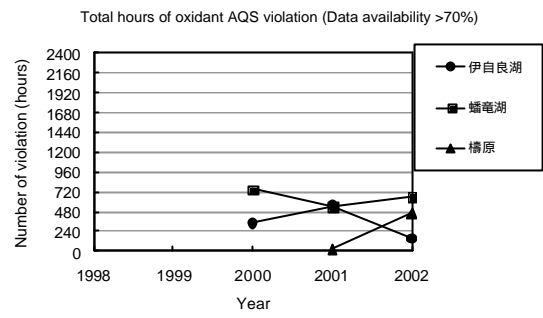
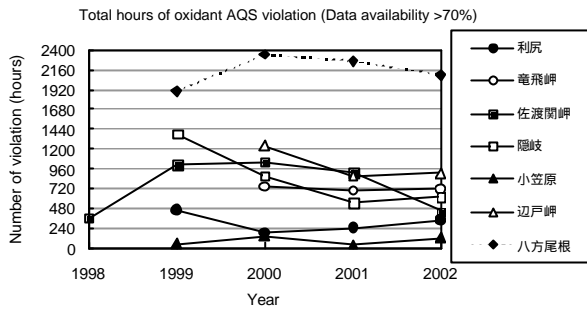


図 -3-4-2-5 年間環境基準未達成時間と環境基準未達成度に占める
春季(3~5月)の割合