

国立環境研究所研究報告 第195号

ISSN 1341-3643

Research Report from the National Institute for Environmental Studies, Japan, No.195, 2007

R-195-2007

日本における光化学オキシダント等の 挙動解明に関する研究

Study on characteristics and formation mechanism of
photochemical oxidants over Japan

国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究
平成16～18年度
最終報告

Final report from type C joint research of NIES
and environmental research institutes of local government
FY 2004 - 2006

光化学オキシダント等に関する共同研究グループ
Joint research group for study on characteristics and
formation mechanism of photochemical oxidants

大原 利真 編
Edited by Toshimasa OHARA

—NIES—

独立行政法人 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

国立環境研究所研究報告 第 195 号

ISSN 1341-3643

Research Report from the National Institute for Environmental Studies, Japan, No.195,2007

R-195-2007

日本における光化学オキシダント等の 挙動解明に関する研究

Study on characteristics and formation mechanism of
photochemical oxidants over Japan

国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究
平成16～18年度
最終報告

Final report from type C joint research of NIES
and environmental research institutes of local government
FY 2004 - 2006

光化学オキシダント等に関する共同研究グループ
Joint research group for study on characteristics and
formation mechanism of photochemical oxidants

大原 利真 編
Edited by Toshimasa OHARA

NIES

独立行政法人 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

日本における光化学オキシダント等の
挙動解明に関する研究

Study on characteristics and formation mechanism of
photochemical oxidants over Japan

国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究
平成16～18年度
最終報告

Final report from type C joint research of NIES
and environmental research institutes of local government
FY 2004 - 2006

光化学オキシダント等に関する共同研究グループ
Joint research group for study on characteristics and
formation mechanism of photochemical oxidants

大原 利真 編
Edited by Toshimasa OHARA

NIES

独立行政法人 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

「光化学オキシダント等に関するC型共同研究」ページ

<http://www.nies.go.jp/pmdep/ctype/>

序

本研究報告書は、国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」（平成16～18年度）の研究成果を最終報告としてとりまとめたものである。

C型共同研究^{*)}は、国立環境研究所が全国環境研協議会を窓口として、複数の地方環境研究所と共同研究を行う制度であるが、光化学オキシダントの動態解明は、広域性と地域性を同時に考慮しなければならない為、C型共同研究としては最も相応しい研究課題であると言える。

C型共同研究「西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究」（平成13～15年度）は第1期と位置づけられ、C型共同研究制度の初めての実施ケースとして、20の地方環境研究所と国立環境研究所により実施された。本研究では、大気時間値データベースと時間値集計・解析ツールを開発し、複数の機関が統一的手法で解析し、その結果を相互比較した。第1期の研究成果は本シリーズ第184号として刊行されている。

本共同研究「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」（平成16～18年度）は第2期と位置づけられる。第1期に引き続き、参加機関が共通の解析方法で基本解析を実施し、相互に比較するとともに、応用解析として、具体的なテーマについて、参加機関がグループに分かれて解析を行った。平成16年度に32の地方環境研究所と国立環境研究所による共同研究として開始した後、参加機関が年々増加し、述べ41の地方環境研究所に拡大した。本報告書は、第2期の最終報告として、平成16～18年度に実施した基本解析および応用解析の結果を中心にとりまとめたものである。なお、平成17年度までの中間成果報告は、本シリーズ第193号として刊行されているので参照されたい。

今回の最終報告の解析結果、並びに解析方法が光化学オキシダント等の経年変化と地域特性を理解する上でお役にたてば幸いである。

2007年2月

国立環境研究所 アジア自然共生研究グループ 広域大気モデリング研究室室長
大原 利眞

^{*)}C型共同研究について

国立環境研究所では、地方環境研究所との研究交流を促進し、環境研究の発展を図るために、共同研究を推進している。この共同研究は、研究の進め方によって、A型、B型、C型の3種類に分類されている。

<http://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/bosyu/bessi1.html>

目次

1. 研究の目的	1
2. 研究の概要	2
2.1 C型共同研究について	2
2.2 研究体制	2
2.3 研究の経緯	3
2.4 研究成果	8
3. 基本解析	11
3.1 北海道における光化学オキシダント濃度	57
3.2 福島県における光化学オキシダント濃度	67
3.3 千葉県における光化学オキシダント濃度	75
3.4 高知県における光化学オキシダント濃度	85
3.5 鹿児島県における光化学オキシダント濃度	93
4. 応用解析（グループ研究）	101
4.1 「海陸風との関係」の解析	103
4.2 「夜間に O _x 濃度が下がらない原因」の解析	115
4.3 「ヒートアイランドが発生した時の影響」の解析	129
4.4 「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」の解析	137
4.5 「NO _x 及び SPM 等他成分との関係」の解析	155
4.6 「気象要素との関係」の解析	183
5. その他の成果	207
5.1 時間値データ集計・解析ツールについて	208
5.2 大気汚染予報システムについて	219
6. まとめと課題	225
6.1 O _x 濃度等の全国的な経年変化	225
6.2 応用解析（グループ研究）のまとめ	230
6.3 共同研究全体のまとめと今後の課題	235

資料 1	C型共同研究の構成	237
資料 2	C型共同研究 研究会プログラム	241
資料 3	成果発表一覧（口頭発表・論文発表）	248
本報告書の付属資料について		255

図表一覧

表

第3章 基本解析

前文

表 3.1 第2期に基本解析を行った地域及び解析期間

3.1～3.5 共通

表 1 選定5局の属性情報

第4章 応用解析

4.1 「海陸風との関係」の解析

表 4.1.1 解析対象時期、解析対象局

表 4.1.2 海風前線とOx高濃度発生の6つのパターン

4.2 「夜間にOx濃度が下がらない原因」の解析

表 4.2.1 検討対象とした自治体の地域を代表する大気汚染常時監視局

表 4.2.2 後方流跡線の分類基準

表 4.2.3 海風の方位と大気汚染常時監視局周辺の状況

表 4.2.4 群馬・岐阜上空に到達した気塊の起源

4.4 「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」の解析

表 4.4.1 年間降下日数とOx年平均値の関係

表 4.4.2 月別降下日数とOx月平均値の関係

表 4.4.3 Ox昼夜別集計結果(1990～2003年度 151局)

4.5 「NOx及びSPM等他成分との関係」の解析

表 4.5.1 Ox濃度：1990～2002年度期間平均値順(32自治体)

表 4.5.2 Ox濃度：1990～2002年度平均値傾き順(32自治体)

表 4.5.3 Ox・NOx・SPM濃度：1990～2002年度NOx濃度順

表 4.5.4 Ox・NOx・SPM濃度：1990～2002年度SPM濃度順

表 4.5.5 高濃度Ox出現パターン分類

表 4.5.6 各測定局における昼間の汚染物質濃度まとめ

第6章 まとめと課題

6.1 Ox濃度等の全国的な経年変化

表 6.1 対象測定局数

6.2 応用解析(グループ研究)のまとめ

表 6.2 グループ研究のまとめ

図

第1章 研究の目的

図1 本研究プロジェクトにおける役割分担と流れ

第3章 基本解析

前文

付図1 Ox濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ
付図2 Ox濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ
付図3 Ox80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ

3.1~3.5 共通

図 測定局配置図
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

第4章 応用解析

4.1 「海陸風との関係」の解析

図4.1.1 大阪府での光化学スモッグ注意報発令時刻の推移
図4.1.2 解析対象地域

-
- 図 4.1.3 海風到達時刻（年 5～8 月海風日のみ平均）の推移（淀川筋）
 - 図 4.1.4 海風到達時刻（年 5～8 月海風日のみ平均）の推移（大和川筋）
 - 図 4.1.5 海風到達時刻（年 5～8 月海風日のみ平均）の推移（南河内）
 - 図 4.1.6 海風到達時刻（年 5～8 月海風日のみ平均）の推移（中河内）
 - 図 4.1.7 南河内大和川筋 O_x 移流状況（1993 年 6 月 17 日）
 - 図 4.1.8 南河内大和川筋 O_x 移流状況（2002 年 6 月 13 日）
 - 図 4.1.9 淀川筋 O_x 移流状況（2002 年 6 月 13 日）
 - 図 4.1.10 南河内大和川筋風向風速図（2002 年 6 月 13 日）
 - 図 4.1.11 O_x 日最高濃度出現時刻（年 5～8 月海風日のみ平均）の推移
 - 付図 1 南河内大和川地域 2002 年 O_x 高濃度日(大阪府側の当該地域で注意報発令があり奈良県側の局《王寺、高田》で最高濃度が 100ppb を超えた日)の濃度日変化グラフ
 - 付図 2 淀川筋 2000～2002 年 O_x 高濃度日(大阪府側の当該地域で注意報発令があり京都府側の国設京都八幡局で最高濃度が 100ppb を超えた日)の濃度日変化グラフ

4.2 「夜間に O_x 濃度が下がらない原因」の解析

- 図 4.2.1 検討対象とした自治体(26 都府県、31 自治体)
- 図 4.2.2 岐阜県における海風の例
- 図 4.2.3 1990～2002 年の全期間に夜間に高濃度となった日数（左上：朝方、右上：夜方、左下：朝方と夜方の合計）
- 図 4.2.4 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった月ごとの日数
- 図 4.2.5 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった年度ごとの日数
- 図 4.2.6 日照時間（1990～2002 年）
- 図 4.2.7 朝方と夜方の高濃度となった日数の比
- 図 4.2.8 夜間における O_x 濃度と NO_x 濃度
- 図 4.2.9 夜間における O_x 濃度と NO_x 濃度と超過日数の関係
- 図 4.2.10 夜間（超過日）における O_x 濃度と NO_x 濃度と超過日数の関係
- 図 4.2.11 朝方と夜方に高濃度となった日数

4.3 「ヒートアイランドが発生した時の影響」の解析

- 図 4.3.1 関東地域における O_x と気温の経年変化
 - 図 4.3.2 解析方法フロー図
 - 図 4.3.3 O_x 濃度分布図の例
 - 図 4.3.4 気温分布図の例
 - 図 4.3.5 風向・風速分布図の例
 - 図 4.3.6 NO_x 分布図の例
 - 図 4.3.7 南西風型気圧配置
 - 図 4.3.8 南東風型気圧配置
 - 図 4.3.9 南西風型イメージ
-

-
- 図 4.3.10 南東風型イメージ
 - 図 4.3.11 風向・風速の状況と気温の関係
 - 図 4.3.12 O_x 高濃度域の時間変化 (ケース E1)
 - 図 4.3.13 O_x 高濃度域の時間変化 (ケース E2)
- 4.4 「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」の解析
- 図 4.4.1 福岡県小郡及び長崎県対馬の O_x 濃度の経月変化
 - 図 4.4.2 福岡県小郡、長崎県対馬の 5 月、8 月の O_x 濃度の経時変化
 - 図 4.4.3 O_x 日最高値と比湿との関係 (長崎県対馬)
 - 図 4.4.4 O_x 日最高値と比湿との関係 (長崎県対馬)
 - 図 4.4.5 粉じん中 ⁷Be 濃度の経月変化 (福岡県太宰府)
 - 図 4.4.6 O_x 濃度 (長崎県対馬) と ⁷Be との関係
 - 図 4.4.7 O_x 濃度、最大日射量、比湿及び ⁷Be 濃度の経日変化
 - 図 4.4.8 流跡線 (METEX)
 - 図 4.4.9 各地点の O_x 平均濃度の経月変化
 - 図 4.4.10 各地点の O_x1 時間値最高濃度の経月変化
 - 図 4.4.11 O_x 1 時間値日最高値の経日変化 (5 月)
 - 図 4.4.12 O_x 1 時間値日最高値の経日変化 (8 月)
 - 図 4.4.13 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数
 - 図 4.4.14 Hmax が 5000m 以上であった日数
 - 図 4.4.15 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数のうち Hmax が 5000m 以上であった日数の割合
 - 図 4.4.16 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数 (対象 1990~2003 年)
 - 図 4.4.17 Hmax が 5000m 以上であった日数 (対象 1990~2003 年)
 - 図 4.4.18 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数のうち Hmax が 5000m 以上であった日数の割合
 - 図 4.4.19 O_x 月別平均値による分類結果 (左 1990~1995 年度、右 : 1996~2001 年度)
 - 図 4.4.20 O_x 濃度の月別平均値 東京都 1990~2002 年度平均 左 : 昼間 右 : 夜間
 - 図 4.4.21 O_x 濃度の月別平均値 岡山県 1990~2003 年度平均 左 : 昼間 右 : 夜間
 - 図 4.4.22 月変化パターン分類結果 左 : 昼間 右 : 夜間
- 4.5 「NO_x 及び SPM 等他成分との関係」の解析
- 図 4.5.1 O_x-NO_x・O_x-SPM の相関 (通年)
 - 図 4.5.2 O_x-NO_x の相関 (月別、32 自治体)
 - 図 4.5.3 O_x-NO_x の相関 (月別、高濃度 O_x 出現パターン別)
 - 図 4.5.4 O_x-SPM の相関 (月別、32 自治体)
 - 図 4.5.5 O_x-SPM の相関 (月別、高濃度 O_x 出現パターン別)
 - 図 4.5.6 名古屋市における O_x 年平均値 (一般環境 6 局平均)
 - 図 4.5.7 PM_{2.5} と O_x の月平均値
-

-
- 図 4.5.8 PM2.5 中 SO_4^{2-} と O_x の月平均値
 - 図 4.5.9 PM2.5 中 NH_4^+ と O_x の月平均値
 - 図 4.5.10 PM2.5 中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ と O_x の月平均値
 - 図 4.5.11 PM2.5 中 NO_3^- と O_x の月平均値
 - 図 4.5.12 PM2.5 中 Cl^- と O_x の月平均値
 - 図 4.5.13 微小粒子中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ と O_x の濃度変動
 - 図 4.5.14 月別 PM2.5 中 SO_4^{2-} と O_x との関係
 - 図 4.5.15 PM2.5 中 SO_4^{2-} と O_x との関係の 4、5 月と 7、8 月の比較
 - 図 4.5.16 月別 PM2.5 中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ と O_x との関係
 - 図 4.5.17 PM2.5 中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ と O_x との関係の 4、5 月と 7、8 月の比較
 - 図 4.5.18 月別 PM2.5 中 NO_3^- と O_x との関係
 - 図 4.5.19 月別 PM2.5 中 Cl^- と O_x との関係
 - 図 4.5.20 昼間の PO および O_3 濃度の週末(WE)－平日(WD)差
 - 図 4.5.21 日中の NO_x 濃度に対する O_3/PO 比の関係
 - 図 4.5.22 オゾンの週末効果の模式図
 - 図 4.5.23 減少傾向を示す一般局の例
 - 図 4.5.24 減少傾向を示す自排局の例
 - 図 4.5.25 横ばい傾向を示す測定局の例
 - 図 4.5.26 増加傾向を示す測定局の例
 - 図 4.5.27 島田市役所 (1993 年度)
 - 図 4.5.28 熱海市役所 (1993 年度)
 - 図 4.5.29 磐田市役所 (1993 年度)
 - 図 4.5.30 島田市役所 (1997 年度)
 - 図 4.5.31 熱海市役所 (1997 年度)
 - 図 4.5.32 磐田市役所 (1997 年度)

4.6 「気象要素との関係」の解析

- 図 4.6.1 1999 年 5 月 11～14 日の高濃度だった時間の O_x 濃度分布
 - 図 4.6.2 1999 年 5 月 11～14 日の 9 時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.3 1999 年 5 月 14 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
 - 図 4.6.4 2002 年 7 月 21～24 日の高濃度だった時間の O_x 濃度分布
 - 図 4.6.5 2002 年 7 月 21～24 日の 9 時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.6 2002 年 7 月 24 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
 - 図 4.6.7 2000 年 9 月 4～7 日の高濃度だった時間の O_x 濃度分布
 - 図 4.6.8 2000 年 9 月 4～7 日の 9 時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.9 2000 年 9 月 7 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
 - 図 4.6.10 1997 年 3 月 25～28 日の高濃度だった時間の O_x 濃度分布
 - 図 4.6.11 1997 年 3 月 25～28 日の 9 時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.12 1997 年 3 月 28 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
-

-
- 図 4.6.13 1997年6月16～19日の高濃度だった時間のO_x濃度分布
 - 図 4.6.14 1997年6月16～19日の9時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.15 1997年6月19日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
 - 図 4.6.16 1997年10月16～19日の高濃度だった時間のO_x濃度分布
 - 図 4.6.17 1997年10月16～19日の9時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.18 1997年10月19日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
 - 図 4.6.19 2003年6月3～6日の高濃度だった時間のO_x濃度分布
 - 図 4.6.20 2003年6月3～6日の9時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.21 2003年6月6日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
 - 図 4.6.22 1997年8月21～24日の高濃度だった時間のO_x濃度分布
 - 図 4.6.23 1997年8月21～24日の9時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.24 1997年8月24日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
 - 図 4.6.25 2002年9月30～10月3日の高濃度だった時間のO_x濃度分布
 - 図 4.6.26 2002年9月30～10月3日の9時(日本時間)における地上天気図
 - 図 4.6.27 2002年9月30～10月3日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線

第5章 その他の成果

前文

- 図 5 情報交流機能を重視した情報基盤の整備

5.1 大気時間値集計・解析ツールについて

- 図 5.1.1 「大気時間値集計解析プログラム」による時間値データ処理フローイメージ
- 図 5.1.2 「大気時間値集計解析プログラム」時間値データ集計機能の操作画面イメージ
- 図 5.1.3 「大気時間値集計解析プログラム」地図画像作成・閲覧表示機能の操作画面イメージ

5.2 大気汚染予報システムについて

- 図 5.2.1 大気汚染予報システムの可視化画面イメージ (例)

第6章 まとめと課題

6.1 O_x濃度等の全国的な経年変化

- 図 6.1 全国の継続測定局におけるO_x、NO_x、NO₂、NO₂/NO_x、NMHC、NMHC/NO_x、SPMの年平均濃度の経年変化(全日・昼間・夜間別の全国平均値)

要 旨

本研究報告書は、国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」（平成16～18年度）の研究成果を最終報告としてとりまとめたものである。C型共同研究は、国立環境研究所が全国環境研協議会を窓口として、複数の地方環境研究所と共同研究を行う制度である。本共同研究は、C型共同研究制度ができて初めて実施された研究課題であり、光化学オキシダント（Ox）の動態解明は、広域性と地域性を同時に考慮しなければならない為、C型共同研究として相応しい研究課題である。

本共同研究では、平成13～15年度を第1期と位置づけ、「西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究」を研究課題として、20の地方環境研究所と国立環境研究所により実施された。引き続き、平成16～18年度を第2期と位置づけ、「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」を研究課題として、延べ41の地方環境研究所と国立環境研究所により実施された。第2期は、第1期を踏襲し、参加機関が共通の方法で基本解析を実施し、相互に比較するとともに、応用解析として、具体的なテーマについて、参加機関がグループに分かれて解析を行った。

本研究では、データベースの作成、基本解析、応用解析（グループ研究）、集計・解析プログラムの整備・改良、予報システムの開発などにおいて、以下のような成果が得られた。

① データベースの作成

全国41都道府県の平成16（2004）年度までの大気常時監視時間値データを、データベースとして整備し、参加機関の間で共有した。

② 基本解析

全参加機関が、各自治体におけるOx濃度の変動特性や他の汚染物質との関係を、平成16年度までの時間値データを使って共通の方法で解析し、相互比較を行った。

③ 応用解析（グループ研究）

Oxの動態に関する以下の6つの研究課題を設定し、研究グループに分かれて解析を進めた。また、これらの研究成果を、大気環境学会や国立環境研究所交流シンポジウム等で発表した。

- ・ 海陸風との関係
- ・ 夜間にOx濃度が下がらない原因
- ・ ヒートアイランドが発生した時の影響
- ・ 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応
- ・ NOx及びSPM等他成分との関係
- ・ 気象要素との関係

④ 大気時間値集計・解析ツールの整備・改良と大気汚染予報システムの開発

本共同研究の第1期において開発した大気時間値集計・解析ツールを改良し、基本解析と応用解析に活用した。また、大気汚染予報システムを開発し、日本全域及び関東地

域を対象としたテスト運用を開始した。

⑤ その他

平成 18 (2006) 年の春～夏に各地で観測された O_x と SPM の高濃度汚染状況を迅速に把握するため、緊急アンケート調査を実施した。また、平成 19 年度以降の大気汚染に関する C 型共同研究の方向性について検討するため、全国環境研協議会に所属する研究機関に対するアンケート調査を実施した。

これらの研究により、 O_x の経年変化や地域特性に関する以下のような知見が得られた。

① 全国的な特徴

- ・ 本共同研究で整備された全国 41 都道府県の時間値データをもとに、昭和 60 (1985) 年度から平成 16 (2004) 年度の O_x 濃度の経年変化傾向を解析した結果、全国の O_x 平均濃度は 20 年間で約 5ppb 上昇している。
- ・ 西日本の多くの地点において、 O_x 濃度は春と秋に極大値を示す。この原因は、春と秋にはアジア大陸からの越境汚染の影響が大きく、夏季には清浄な海洋性気団に支配されるためと考えられる (モデル結果による)。
- ・ 全国の O_x 濃度の季節変動を、「春型」「春+夏型」「春+夏+秋型」「春+秋型」の 4 パターンに分類し、その経年変化に着目すると、西日本では「秋型」の割合が増加しており、大陸影響が経年的に増加していることが示唆される。
- ・ 比湿、 ^{7}Be 濃度、後方流跡線の解析から、高層大気の降下に伴う地上 O_x 上昇現象が認められるが、近年の O_x 年平均濃度レベルの上昇に及ぼす影響は少ない。
- ・ 全国の月平均濃度を解析した結果、 O_x と NO_x の間に負の相関性があり、 NO による O_3 消費の影響が大きいと考えられる。一方、 O_x と SPM の間にも負の相関性が認められるが、夏季の都市域のように光化学二次生成の影響が大きい場合には、逆に、正の相関性がある。

② 地域的な特徴

- ・ 関東地域では、ヒートアイランド付近で O_x が 150～180ppb 超の高濃度となることや、 O_x 高濃度域がヒートアイランドを迂回して北上する現象が認められる。
- ・ 大阪平野から内陸の盆地にいたる地域の O_x 日最高濃度出現時刻は経年的に遅くなっている。この一因として、陸筋では海風の内陸への到達が遅くなっていることがあげられる。
- ・ 中四国地域における高濃度 O_x の発生には、地域内の光化学生成、局地循環による蓄積 (瀬戸内地域)、日本国内の他地域からの広域移流、大陸からの長距離移流などの様々な要因が複雑に関係していると考えられる。

③ 時間変動の特徴

- ・ O_x が平日よりも週末に高くなる「週末効果」は、関西周辺の多数の測定局において確認される。このような週末効果の主因は、 NO によるオゾン分解量の平日・週末差と考えられる。
- ・ 夜間の O_x 濃度原因を把握するために、夜間を夜方(20～24 時)と朝方(1～4 時)に区

分して O_x 濃度を解析すると、関東・中部では、夜方の日数が朝方よりも多いのに対して、北陸から西日本では逆に、朝方の日数が夜方よりも多く、前者には首都圏からの流入影響、後者には NO_x の地域変化の影響が考えられる。

今後の主要な課題としては、以下の点があげられる。

- ① 大気環境時間値データを活用した研究を更に進めるとともに、従前とは異なる視点・方法によるデータ解析や、モデル解析と組み合わせた研究アプローチによって、本研究で得られた結果をより確かなものとする。また、研究結果をまとめ、学会等で発表すること。
- ② 第1期及び第2期のC型共同研究で整備・蓄積された協働型研究スタイル、研究体制、大気常時監視時間値データ、大気時間値集計・解析ツールなどを活かし、また、これらを発展させて、我が国の大気環境の改善に資する研究を今後も推進すること。
- ③ 光化学オキシダント(O_x)とともに、対策を講ずるべき重要な大気汚染物質である浮遊粒子状物質(SPM)、とりわけ、微小粒子の汚染特性を解明する研究を進めること。

以上に示した研究成果と今後の課題を踏まえて、新たなC型共同研究課題「光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究」を平成19年度から開始するべく、第2期の研究メンバーを中心に準備を進めているところである。この研究課題は、本共同研究の第3期として位置づけられ、これまで対象としてきた光化学オキシダントに加え、粒子状物質を主要な対象物質とし、それらの汚染特性や発生原因を解明することにより、その成果を地方自治体や国が行うべき大気汚染対策に活用することを目的としている。

1. 研究の目的

光化学オキシダント（Ox）の環境基準の達成率が悪い。2004年度に、全国の一般環境大気測定局で環境基準を達成したのは、1,162局中1局だけである。SO₂、NO₂、SPMの環境基準はほとんど達成、又は達成しつつある中で、Oxは一向に改善の兆しが見られない状況が続いている。原因物質である窒素酸化物、炭化水素類については対策が進み、一定の効果が見られるにもかかわらず、Ox濃度の低減は見られない。このような現象は大都市域だけの現象ではなく、全国的に観測される事象である。逆に、2002年夏には埼玉県で、2004年には千葉県で240ppbを越え、10数年ぶりに光化学スモッグ警報が発令された。更に、2006年には九州地方で初めて、長崎県、熊本県において光化学スモッグ注意報が発令され、春季から夏季には多くの自治体で高濃度事象が観測された年になった。まさに、Oxによる大気汚染は未解決の大気汚染問題であり、原因の解明とその対策が各方面から待望されている。

本共同研究では、各地方自治体等が測定をしている大気常時監視の膨大なデータを有効に活用するため、データベースを構築し、共通の解析ソフト、個別事例解析ソフト等を開発することにより、広域事象でもあるOx汚染の地域的、全国的な特徴を把握すること、その結果を各自治体に還元すること等を目的とした。

本共同研究プロジェクトにおける国立環境研究所と地方環境研究機関の役割分担と流れを図1に示した。

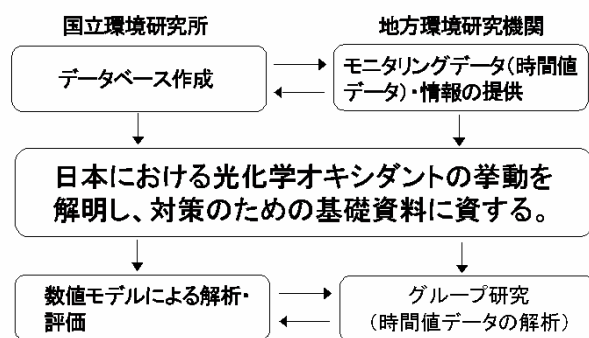


図1 本研究プロジェクトにおける役割分担と流れ

2. 研究の概要

2. 研究の概要

2.1 C型共同研究について

C型共同研究は、国立環境研究所が、全国環境研協議会（66 機関）、ブロック会議等からの提言を受け、国立環境研究所と複数の地方環境研究所等の研究者が参加して共同研究を実施する制度である。全国環境研協議会では、加盟機関に対して、C型共同研究の研究提案課題を募集し、応募された研究提案課題から採択した研究提案課題を国立環境研究所に提言する。国立環境研究所では、提言を受け、研究予算を配分し、C型共同研究を実施している。

本共同研究は、光化学オキシダント等大気汚染現象の動態解明をテーマに、本制度が発足して初めて実施された共同研究である。

2.2 研究体制

本共同研究では、平成 13～15 年度の研究を第 1 期と位置づけ、島根県環境保健科学研究所から提案があった研究課題「西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究」を実施した。参加機関数（地方環境研究所）は、平成 13 年度当初の 13 機関から、20 機関に拡大した。

各年度の研究代表者は、以下のとおりであった。

平成 13 年度 島根県環境保健科学研究所 中尾 允

平成 14 年度 島根県環境保健科学研究所 藤原 誠

平成 15 年度 島根県環境保健科学研究所 藤原 誠

第 1 期に引き続き、平成 16～18 年度の研究を第 2 期と位置づけ、京都府環境保健科学研究所から提案があった研究課題「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」を実施した。各年度の研究代表者は以下のとおりであった。

平成 16 年度 京都府環境保健科学研究所 山川 和彦

平成 17 年度 京都府環境保健科学研究所 山川 和彦

平成 18 年度 京都府環境保健科学研究所 田村 義男

参加機関数（地方環境研究所）は、平成 16 年度当初の 32 機関から、延べ 41 機関に拡大した。地方環境研究所の内訳は以下のとおりであった。

北海道、宮城県、秋田県、福島県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、名古屋市、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、京都市、大阪市、神戸市、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、福岡市

第 1 期及び第 2 期に共同研究に参加した機関及び構成員の詳細を資料 1 にまとめた。

2.3 研究の経緯

2.3.1 第1期(平成13～15年度)

(1)第1期の基本方針

第1期は、次のことを重視して研究計画を策定し、研究を進めた。

- ① 国立環境研究所と地方環境研究所(全環研)の研究者が共通に関心を持っているテーマを選定すること。
- ② 研究課題は各自治体で問題となっている課題と共に、都道府県の範疇を超えた広域的な課題を選定すること。
- ③ 機関によっては担当研究者の途中交替があるため、新しく参加した研究者でも議論に参加しやすくすること。
- ④ 基本解析による地域間のデータ比較を解析の中心に据え、常に全国における各自治体(地方環境研究所)の位置づけを理解しやすくすること。
- ⑤ 国立環境研究所は研究の円滑な運営ができるよう、研究支援を行うこと。特に情報交流機能を重視し、参加者全員が常時利用できる情報基盤を整備すること。
- ⑥ 共同研究の基盤となる共通データベース・データ集計・解析ソフトウェアを強化すること。
- ⑦ 集計・解析は参加者全員が実施することで、共通の認識を持ち、参加意識を高められること。
- ⑧ 参加研究者が多数となるため、集計・解析作業実施時に作業手順書を作成し、あらかじめ作業の確認を行うこと。
- ⑨ 解析データが一人歩きしないように、研究会開催時に解析結果を報告し、関係者に周知すること。
- ⑩ 共同研究には原則として、自治体の自発的な意思で自由に参加できること。

上記をふまえ、国立環境研究所と地方環境研究所との間で共同研究を実施するにあたっては、次の基本方針により運営を行った。

- ・ 質の高いデータベースを作り、これを用いること。
- ・ 時間値データ集計解析ツールやモデルを開発し、これを利用して共同解析を進めること。
- ・ 開発した時間値データ集計・解析ツールやモデルを参加機関の間で共有すること。
- ・ 参加機関は自ら解析作業を実施すること。
- ・ 研究会は、基本的には外部に対してオープンであること。
- ・ 研究会への参加は、いつでも受け付けること。
- ・ 研究会へのオブザーバー参加を認めること。
- ・ 共同研究で得られた成果は、外部からも利用出来るようにすること。
- ・ 2～3年間程度を目安に適宜、研究報告書や論文を取りまとめ、研究にメリハリをつけること。

(2)第1期の研究成果

第1期は、地方環境研究所が提出した時間値データをもとに共通のデータベースを整備するとともに、共通の時間値データ集計・解析ツールを作成し、時間値データの基本解析を行うことに重点を

2. 研究の概要

置いて研究を行った。共通の基本解析により各地域における Ox 濃度の特徴を把握したこと、全国的に Ox 濃度が増加していることや季節変化が地域により異なることを確認したこと、広域規模の Ox 高濃度事例解析を行ったこと等の成果が得られた。

これらの研究成果を、国立環境研究所研究報告第 184 号「西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究」として刊行した。また、解析結果の一部を、国立環境研究所ホームページ「光化学オキシダント等に関するC型共同研究」ページから Web 公開した。

2.3.2 第 2 期(平成 16～18 年度)

(1)第 2 期の基本方針

第 2 期共同研究では、第 1 期を継承し、全国的な光化学オキシダント (Ox) の挙動解明を行うことを目的とした。研究内容としては、第 1 期に実施した基本解析に加え、 Ox 濃度の上昇要因を解明するため、複数の研究テーマを設定し、研究グループに分かれて、応用解析を進めた。

(2)研究実施状況

①平成 15 年度 (準備期間)

- ・平成 15 年 7 月 17 日 研究打合せ会議を開催し、第 2 期の研究継続について検討した。(京都府保健環境研究所)
- ・平成 15 年 8 月 28 日 研究打合せ会議を開催し、提案課題について検討した。(国立環境研究所)
- ・平成 15 年 10 月 10 日 平成 15 年度第 1 回研究会(松江市)において、次期計画を提案した。
- ・平成 15 年 10 月 平成 15 年度 C 型共同研究への参加機関を募集し、32 機関から応募があった。
- ・平成 15 年 10 月 31 日 全国環境研協議会から国立環境研究所と複数の地方環境研究機関との共同研究(C型)の募集があり、として、京都府保健環境研究所から、研究提案課題「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」を提出した。
- ・平成 15 年 12 月 24 日 上記提案課題が平成 16 年度の C 型共同研究課題として採択された。
- ・平成 16 年 3 月 18 日 平成 15 年度第 2 回研究会(国立環境研究所)において、第 2 期の研究計画を検討した。

②平成 16 年度 (第 1 年目)

- ・平成 16 年 4 月 12 日 研究打合せ会議を開催した。(国立環境研究所)
- ・平成 16 年 5 月 本年度の新規参加自治体の時間値データ収集、参加自治体の平成 15 年度の時間値データの収集、大気常時監視局属性調査

-
- を實施した。
 - 平成 16 年度第 1 回研究会を開催した。(国立環境研究所) 研究課題別のグループを編成し、研究を進めることを決定した。
 - 平成 17 年度 C 型共同研究の参加府県を募集、6 機関から新規の参加希望があった。
 - 国立環境研究所に、平成 17 年度共同研究提案課題 (C 型) として本研究を提案した。
 - 平成 17 年度共同研究課題 (継続課題) として、本研究課題が採択された。
 - 平成 16 年度第 2 回研究会を開催した。(京都市)
- ③平成 17 年度 (第 2 年目)
- 平成 17 年度第 1 回研究会を開催した。(京都市)
 - 新規参加自治体の時間値データの収集、参加自治体の平成 16 年度データの収集、大気常時監視局属性調査を實施し、共通データベースの整備を行った。
 - 研究打合せ会議を開催した。(国立環境研究所)
 - 第 46 回大気環境学会年会 (名古屋市) において、7 課題の研究発表を行った。
 - 国立環境研究所に、平成 18 年度共同研究提案課題 (C 型) として本研究を提案した。
 - 平成 18 年度共同研究課題 (継続課題) として、本研究課題が採択された。
 - 第 32 回環境保全・公害防止研究発表会 (千葉市) にて中間報告を行った。
 - 平成 17 年度国立環境研究所第 18 回環境情報ネットワーク研究会において、本研究の研究手法について報告を行った。
 - 平成 17 年度第 2 回研究会を開催した。(国立環境研究所)
 - 第 21 回全国環境研究所交流シンポジウム (国立環境研究所) で 10 課題の研究発表を行った。
- ④平成 18 年度 (第 3 年目)
- 平成 18 年度第 1 回研究会を開催した。(京都市)
 - 本研究の中間報告 (平成 16~17 年度) を「国立環境研究所研究報告第 193 号」として刊行した。
 - 平成 18 年春~夏の光化学オキシダント及び SPM 高濃度汚染状況に関する緊急アンケート調査を實施した。
 - 全国環境研協議会参加機関に対し、光化学オキシダント等に
-

2. 研究の概要

-
- | | |
|----------------------|--|
| ・平成 18 年 8 月 | 関する C 型共同研究に関するアンケート調査を実施した。
新規参加自治体の時間値データの収集、参加自治体の平成 17 年度データの収集、大気常時監視局属性情報の収集を実施し、共通データベースの整備を行った。 |
| ・平成 18 年 9 月 1 日 | 研究打合せ会議を開催した。(国立環境研究所東京事務所) |
| ・平成 18 年 9 月 20～22 日 | 第 47 回大気環境学会年会(東京都)において、5 課題の研究発表を行った。 |
| ・平成 18 年 10 月 3～4 日 | 平成 18 年度第 2 回研究会を開催した。(国立環境研究所) |
| ・平成 18 年 10 月 27 日 | 大気環境学会近畿支部シンポジウムにおいて、本共同研究の成果発表を行った。 |
| ・平成 18 年 10 月 31 日 | 全国環境研協議会から、平成 19 年度国立環境研究所と複数の地方公共団体環境研究機関との共同研究(C 型)の研究提案課題の募集があり、名古屋市環境科学研究所から、提案課題「光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究」を提出した。 |
| ・平成 18 年 11 月 14 日 | 全国環境研協議会から、上記課題への参加募集がなされた。 |
| ・平成 18 年 12 月 8 日 | 上記の提案課題が平成 19 年度の C 型共同研究課題として採択された。(地環研参加予定機関数 41 機関) |
| ・平成 19 年 3 月 23 日 | 研究打合せ会議を開催した。(国立環境研究所東京事務所) |
| ・平成 19 年 3 月 | 上記の提案課題への地方環境研究所等の参加予定機関数が 47 機関となった。 |

(3) 第 2 期の研究課題及び研究体制

第 2 期は、第 1 期に実施した時間値データの基本解析に加え、Ox 濃度の上昇要因を解明するため、複数の研究課題を設定して応用解析を行った。

はじめに、Ox の特徴的な現象や上昇要因等に関わる研究項目を抽出した。その結果は以下のとおりである。

- ①大都市周辺地域(特に後背地：光化学スモッグ緊急時体制未指定地域)
 - ・ Ox 濃度上昇傾向の把握
 - ・ 高濃度出現時の事例解析：海陸風による移流及び地域内での光化学反応
 - ②高濃度汚染気団の海陸風等による移動と停滞
 - ・ 連続高濃度 Ox 出現時の汚染気塊の成長の過程
 - ・ 海陸風前線の到達の時間、距離及び濃度
 - ・ 前日の高濃度汚染気団の滞留と翌日の早い時間からの濃度上昇との関係
 - ・ ヒートアイランドが発生したときの影響
 - ・ 日没後も Ox 濃度が下がらない原因(高濃度維持の供給源)
 - ③Ox 高濃度時の他の成分との関係
 - ・ 浮遊粒子状物質(SPM)及び PM2.5 との関係
-

- ・ 窒素酸化物 (NO_x)、炭化水素 (HC)、SPM 及び金属等との関係
- ④高濃度出現季節の早期化
 - ・ 大陸からの移流または成層圏オゾンの流れ込みと光化学反応
 - ・ 気象要素 (平均気温・日射量など) との関係
- ⑤気象がもたらす影響
 - ・ 気圧配置 (前線による影響も含む)、上層気流との関係
 - ・ 都市域での局地気象 (ヒートアイランド、都市風を含む)
- ⑥O_x が高濃度にならなかった年の特徴の把握
 - ・ O_x を含む NO_x、HC、SPM 及び PM_{2.5} の挙動
 - ・ その年の特徴的な気象

次に、抽出された研究項目をもとに、平成 16 年度第 1 回研究会において、研究課題の決定と研究グループの編成を行った。各地方環境研究所はいずれかの研究グループに属することとした。研究グループの決定に際しては、参加機関の意向を尊重し、研究の中で各自治体が抱える課題の検討が進められるように配慮した。

以下に、第 2 期の研究課題と研究グループ構成を示す (**太字**は平成 18 年度のグループリーダーを示す)。なお、⑦及び⑧の課題は参加希望が 1 機関のみであったため、今期は活動を休止した。

① 海陸風との関係

福井県、滋賀県、京都府、**大阪府**、兵庫県、奈良県、和歌山県

② 日没後も O_x 濃度が下がらない原因

福島県、群馬県、**岐阜県**、京都市

③ ヒートアイランドが発生したときの影響

群馬県、埼玉県、千葉県、**東京都**、神奈川県、山梨県、長野県

④ 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

北海道、宮城県、秋田県、富山県、石川県、京都府、山口県、香川県、福岡県、佐賀県、**長崎県**、熊本県、宮崎県、鹿児島県、福岡市

⑤ NO_x 及び SPM 等との関係

静岡県、**名古屋市**、大阪市、神戸市

⑥ 気象要素との関係

鳥取県、**島根県**、岡山県、山口県、徳島県、愛媛県、高知県

⑦ 測定器の誤差、継続性などの検討

山口県

⑧ 気圧配置 (前線による影響も含む)、上層気流との関係

秋田県

各研究グループでは、グループリーダーを中心に応用解析を行った。共同研究参加メンバ

2. 研究の概要

一向け Web サイトには、各研究グループの研究成果や解析結果が随時掲載された。また、ポータルサイト上で、研究の進め方や解析結果の解釈をめぐり、活発な意見交換が行われた。

各グループの進捗状況は、研究会において、グループリーダーにより報告された。研究会は、年 2 回程度、原則として本共同研究に参加する全機関が出席する研究会議であり、各グループの研究成果についての討論や今後の研究の進め方についての全体協議が行われた。

また、研究グループ間の調整のため、年数回、グループリーダーが出席する研究打合せ会議を開催した。研究打合せ会議では、事務局報告、各研究グループの進捗状況報告、研究の進め方についての討論などが行われた。

第 2 期に開催された研究会の各回のプログラムを資料 2 に示した。

2.4 研究成果

2.4.1 成果発表

(1) 大気環境学会における研究発表

平成 17 年度大気環境学会年会（平成 17 年 9 月 7～9 日、名古屋市）で、5 つの研究グループが 7 題の研究発表を行った。

また、平成 18 年度大気環境学会年会（平成 18 年 9 月 20～22 日、東京都）で、3 つの研究グループが 5 題の研究発表を行った。

(2) 国立環境研究所交流シンポジウムにおける研究発表

「第 21 回国立環境研究所交流シンポジウム」（平成 18 年 2 月 22～23 日、つくば市）が「大気環境研究の現状と将来—都市大気汚染・越境大気汚染・酸性雨—」をテーマに開催され、特別講演「都市大気汚染研究の展望～国立環境研究所と地方環境研究所との共同研究を中心として～」と題して、本共同研究代表者として若松（国立環境研究所）が本共同研究の紹介を行った。また、各研究グループの中間報告として、計 10 題の研究発表を行った。

(3) その他の報告発表

① 「第 32 回環境保全・公害防止発表会」における報告発表

「第 32 回環境保全・公害防止発表会」（平成 17 年 11 月 10～11 日、千葉市、環境省・全国環境研協議会・千葉県主催）において、本共同研究代表者として山川（京都府保健環境研究所）が「C 型共同研究の中間報告及び進捗状況」の報告を行った。

② 国立環境研究所「第 18 回環境情報ネットワーク研究会」における報告発表

国立環境研究所「第 18 回環境情報ネットワーク研究会」（平成 18 年 2 月 9～10 日、つくば市、国立環境研究所環境情報センター主催）が「インターネットを活用した市民参加型（双方向型）環境情報システムの現状と課題」をテーマに開催され、事例発表として、本共同研究代表者として山川（京都府保健環境研究所）が「C 型共同研究のインターネットを活用した研究手法の紹介」の発表を行った。

③大気環境学会近畿支部シンポジウムにおける報告発表

大気環境学会近畿支部シンポジウム（平成 18 年 10 月 27 日、大阪市）が「日本の光化学オキシダントの現状 — 国環研 - 地環研 C 型共同研究「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」と近畿圏の状況」をテーマに開催され、大原（国立環境研究所）、山川（京都府保健環境研究所）、山本（大阪府環境情報センター）が本共同研究の概要と研究グループの取り組み状況等の報告を行った。

上記のうち、(1)の大気環境学会における研究発表要旨は、平成 17 年度および平成 18 年度大気環境学会年会講演要旨集に、(2)の国立環境研究所交流シンポジウムにおける研究発表要旨は、国立環境研究所研究報告第 193 号に、掲載されているので参照されたい。

第 1 期及び第 2 期の口頭・論文発表を一覧表として、資料 3 に掲載した。

[第 1 章～第 2 章執筆者：山川 和彦、田村 義男（京都府保健環境研究所）]

3. 基本解析

第1期の基本解析では、共同研究参加機関が属する地域（20都府県）における光化学オキシダント（Ox）の基本的特徴を把握するため、地域別にデータ解析を行った。最初に、地域的に代表性があり、長期間継続して測定している測定局を5局程度選定した。選定した測定局の時間値データの解析を行い、Ox濃度の経年変化、月変化、他の汚染物質との関係について調べ、各地域の特徴を把握した。

第2期は、第1期の基本解析の手法を踏襲し、第1期に選定した測定局（5局）について、第1期以降新たに整備された時間値データ（2001～2004年度）を含めたデータ解析を行い、引き続き、Ox濃度の経年変化、月変化、他の汚染物質との関係について調べ、第1期に把握した各地域の特徴を確認した。また、第2期より新たに参加した研究機関では、同様の方法で、測定局の選定、選定局の時間値データ解析を行い、各地域の特徴を把握した。

第2期の基本解析では、38の地域（都道府県市）について、データ解析を行った。解析期間は、表3.1に示したとおり、原則として時間値データ整備が完了した全ての年度とした。

表 3.1 第2期に基本解析を行った地域及び解析期間

	地 域	解析期間 (年度)		地 域	解析期間 (年度)		地 域	解析期間 (年度)
1	北海道	1992～2004	14	岐阜県	1990～2004	27	岡山県	1976～2004
2	宮城県	1972～2004	15	静岡県	1983～2004	28	山口県	1976～2004
3	秋田県	1989～2004	16	名古屋市	1976～2004	29	徳島県	1974～2004
4	福島県	1982～2004	17	滋賀県	1983～2004	30	香川県	1985～2004
5	埼玉県	1976～2004	18	京都府・京 都市	1976～2004	31	愛媛県	1990～2004
6	千葉県	1976～2004	19	大阪府	1976～2004	32	高知県	1990～2004
7	東京都	1976～2004	20	大阪市	1976～2004	33	福岡県・福 岡市	1976～2004
8	神奈川県	1976～2004	21	兵庫県	1976～2004	34	佐賀県	1987～2004
9	富山県	1992～2004	22	神戸市	1976～2004	35	長崎県	1979～2004
10	石川県	1990～2004	23	奈良県	1976～2004	36	熊本県	1988～2004
11	福井県	1989～2004	24	和歌山県	1976～2004	37	宮崎県	1984～2004
12	山梨県	1990～2004	25	鳥取県	1990～2004	38	鹿児島県	1990～2004
13	長野県	1990～2004	26	島根県	1984～2004			

3.基本解析

基本解析の解析項目は、以下に示す 11 項目とした。解析方法は共通の方法とし、解析結果をグラフに示した。なお、() 内は図番号である。

1. O_x 濃度の年平均値経年変化 (図 1)
2. O_x 濃度の年最大値経年変化 (図 2)
3. O_x 80ppb 以上の時間数の経年変化 (図 3)
4. O_x 濃度の年度別平均値と平年値 (1990～2004 年度)との偏差 (図 4)
5. O_x 濃度ランク別 (20ppb 毎) の時間数の経年変化 (図 5)
6. O_x 濃度の月別平均値(1990～2004 年度) (図 6)
7. O_x 60ppb 以上の月別出現割合(1990～2004 年度) (図 7)
8. 窒素酸化物 (NO_x) 濃度の月別平均値(1990～2004 年度) (図 8)
9. 浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度の月別平均値(1990～2004 年度) (図 9)
10. 窒素酸化物 (NO_x) 濃度と O_x 濃度の関係(1990～2004 年度) (図 10)
11. SPM 濃度と O_x 濃度の関係(1990～2004 年度) (図 11)

項目 1～3、5 は、長期変動の傾向を把握するため、解析年度を時間値データの整備開始年度に遡り、全年度の解析を行った。

項目 4、6～11 は、地域間の比較を行うため、解析年度を 1990～2004 年度に統一し、解析を行った。なお、1990 年度まで遡ることができない地域は可能な範囲で遡り、解析を行った。

共同研究参加各機関の研究担当者は、上記の基本解析結果をもとに、それぞれの地域における光化学オキシダント濃度の状況についての考察を行った。考察は、本文と図表から構成され、図表は、以下のとおり共通とした。

測定局配置図：

各地域 (都道府県市) において選定された測定局 (5 局程度) の地理的な位置関係を示すため、都道府県別一般環境測定局配置図の上に★で示した。本図の測定局の位置情報は、2002 年度「大気環境測定局データファイル (大気測定局マスターファイル)」を用いた。一般環境測定局は、2002 年度時点の一般環境測定局 (継続局) を●で示した。

選定 5 局の属性情報 (表)：

選定された測定局 (5 局程度) の測定局設置年月、移設状況、周辺状況の変化、O_x の測定方法の変化 (測定機器の変遷)、O_x のデータ解析期間を一覧表にまとめた。過去の測定状況はわかる範囲で記載したため、一部不明な箇所が残っている。

解析グラフ (図 1～11)：

上記の共通解析項目 (11 項目) の解析結果をグラフで示した。グラフの凡例はなるべく共通としたが、地域によって濃度範囲が異なるため、データ範囲上限を変更した場合

がある。

本章の構成を以下に示す。

全国の O_x 濃度の地域特性を明らかにするため、各機関が分担して基本解析を行い、解析結果の相互比較を行った。本章の前半は、次の項目について、基本解析結果から 38 都道府県（市）別の解析グラフ（図）を抜粋したものを掲載した。

- (1) 全国の O_x 濃度年平均値の経年変化（付図 1）
- (2) 全国の O_x 濃度年最大値の経年変化（付図 2）
- (3) 全国の $O_x 80ppb$ 以上の時間数の経年変化（付図 3）
- (4) 全国の O_x 濃度の月別変化パターン（付図 4）

本章の後半では、次のとおり、2006 年度中に新たに時間値データの整備が完了した 5 県（道）の基本解析結果を掲載した。

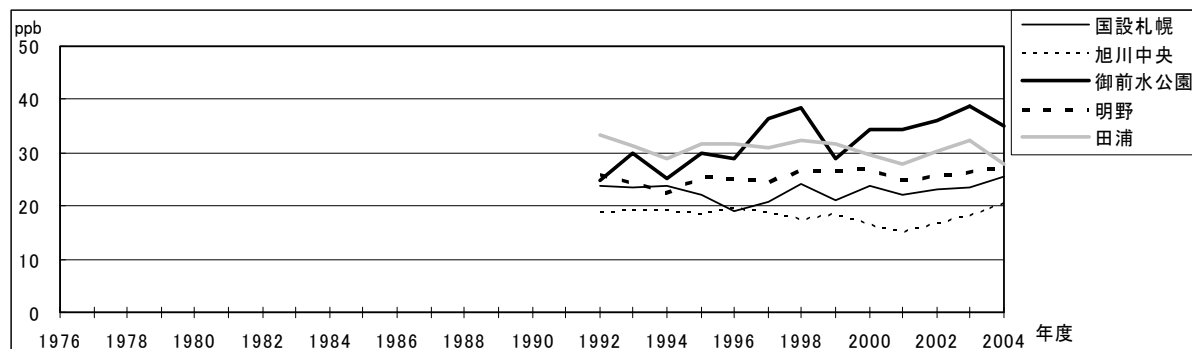
- 3.1 北海道における光化学オキシダント濃度
- 3.2 福島県における光化学オキシダント濃度
- 3.3 千葉県における光化学オキシダント濃度
- 3.4 高知県における光化学オキシダント濃度
- 3.5 鹿児島県における光化学オキシダント濃度

なお、第 2 期に基本解析を行った 38 の地域（都道府県市）の解析結果は、紙面の都合で本報告書に全文掲載できないため、報告書の付属資料とし、公開 Web サイト「光化学オキシダント等に関する C 型共同研究」ページに掲載した。付属資料の収録内容については、本報告書の巻末に、「本報告書の付属資料について」を参照されたい。

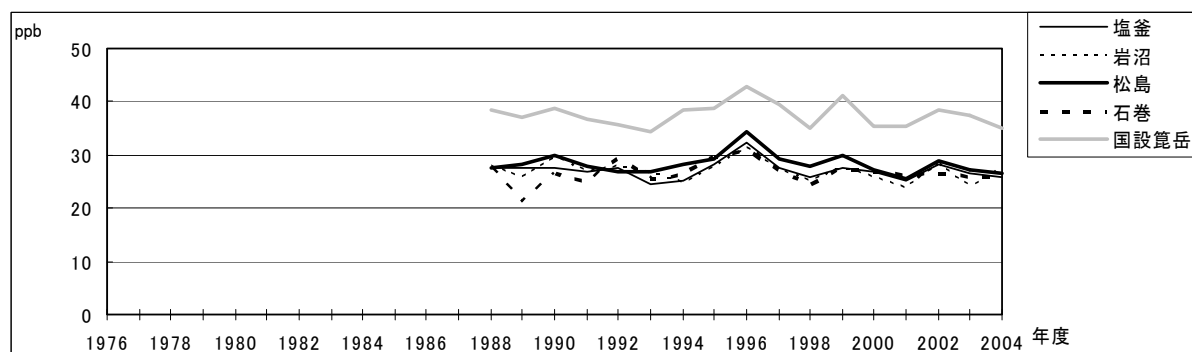
3.基本解析

(1) 全国のOx濃度年平均値の経年変化

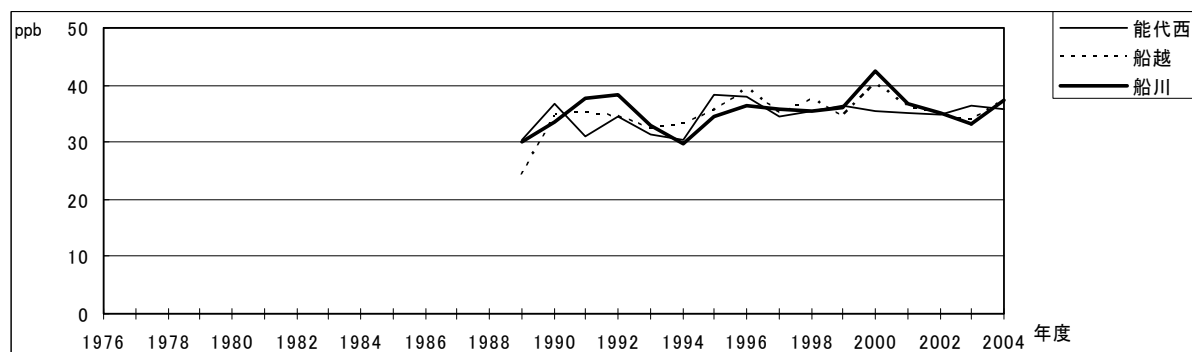
以下に、38の地域（都道府県市）の基本解析結果より、Ox濃度年平均値の経年変化グラフ（図1）をまとめて掲載した。



1. 北海道

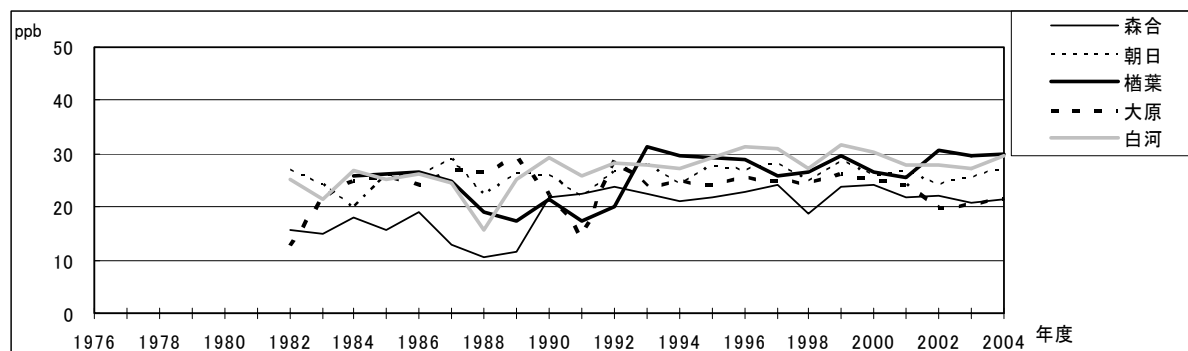


2. 宮城県

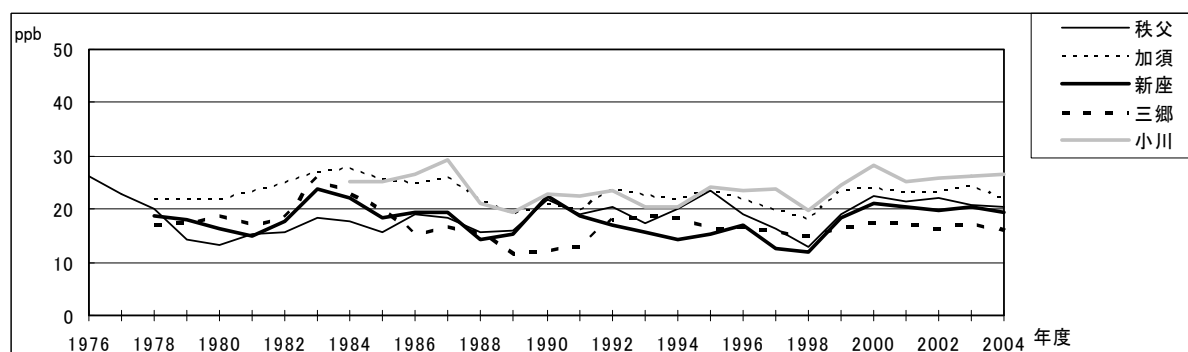


3. 秋田県

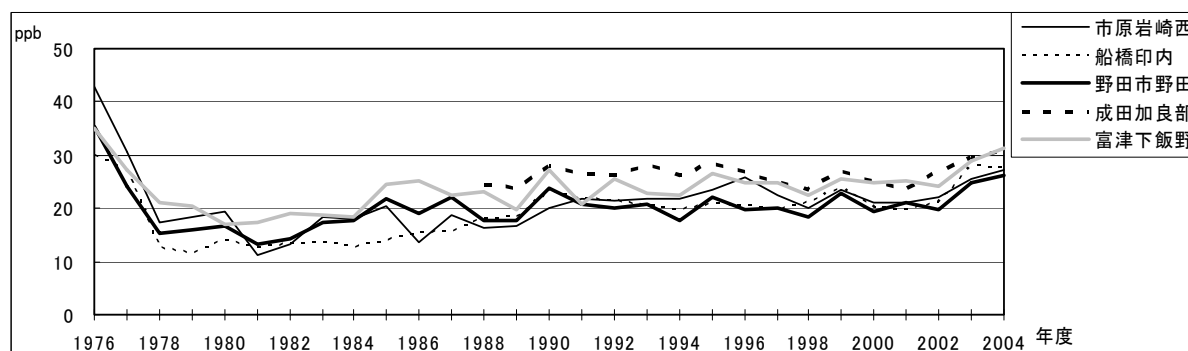
付図1 Ox濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ



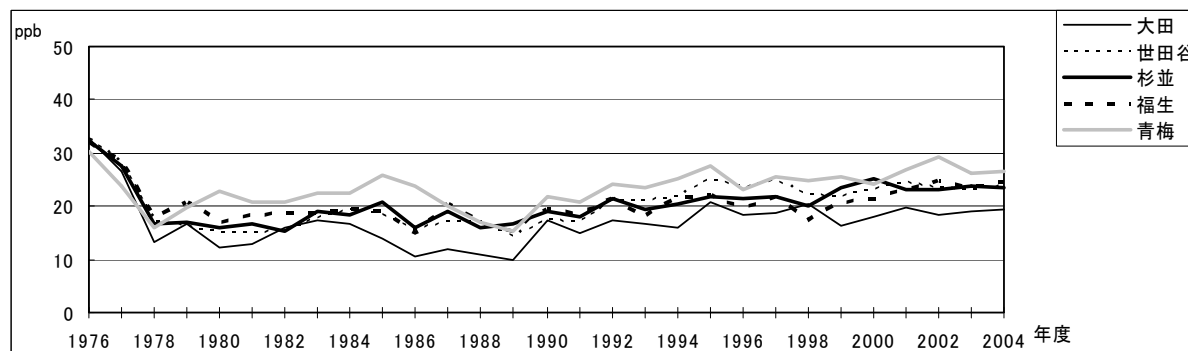
4. 福島県



5. 埼玉県



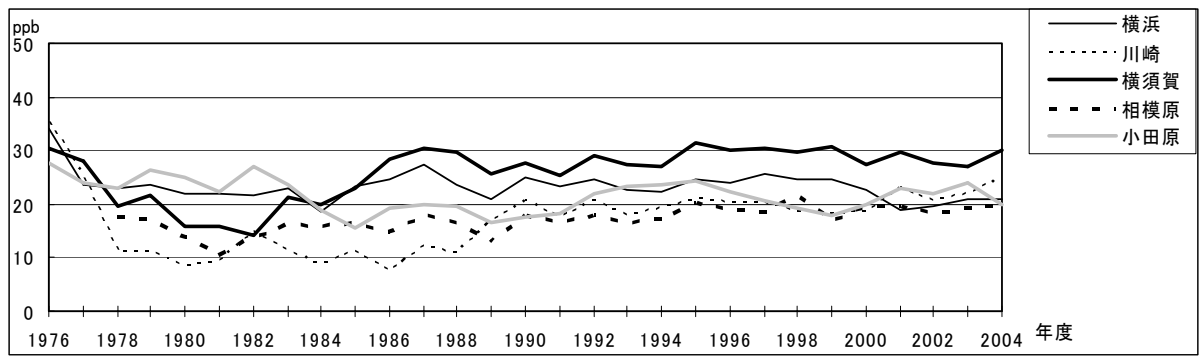
6. 千葉県



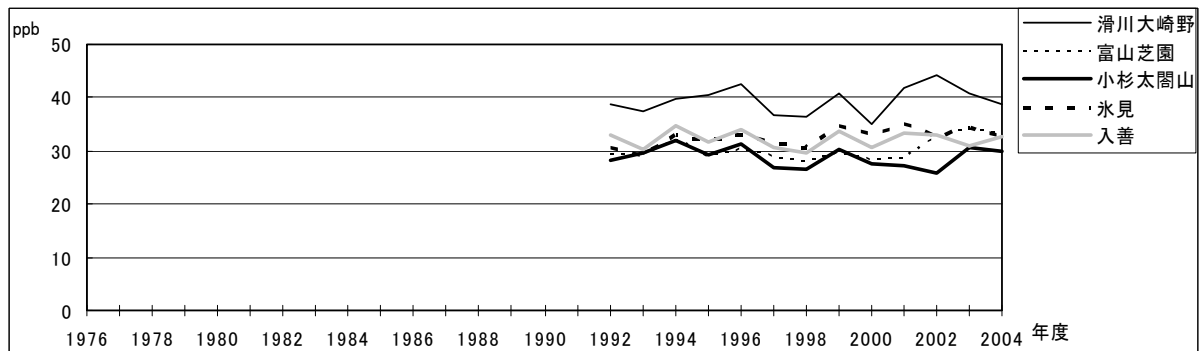
7. 東京都

付図1 O_x濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)

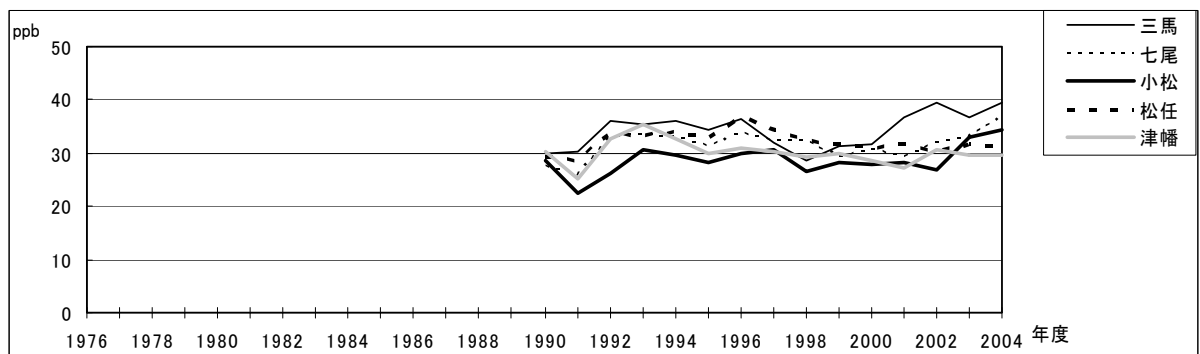
3. 基本解析



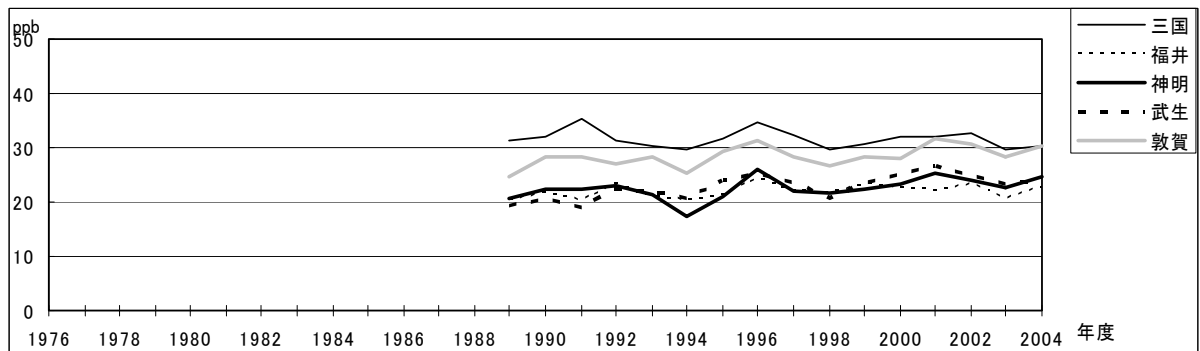
8. 神奈川県



9. 富山県

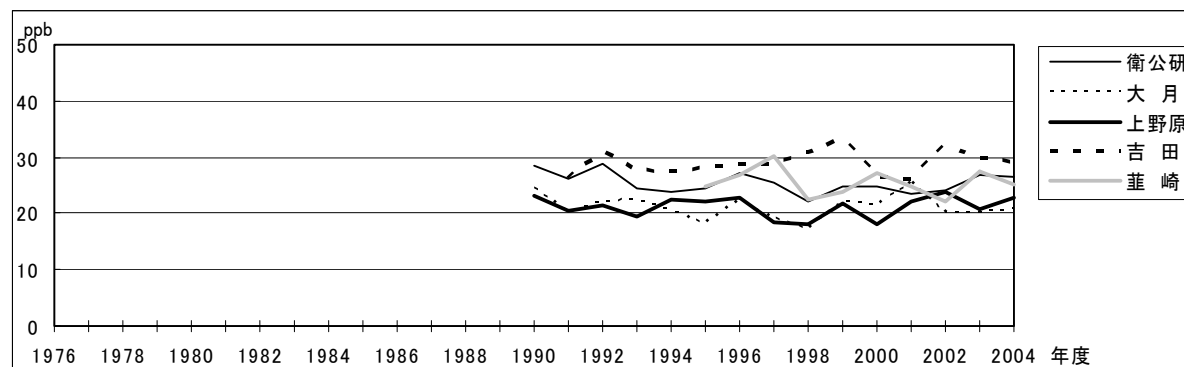


10. 石川県

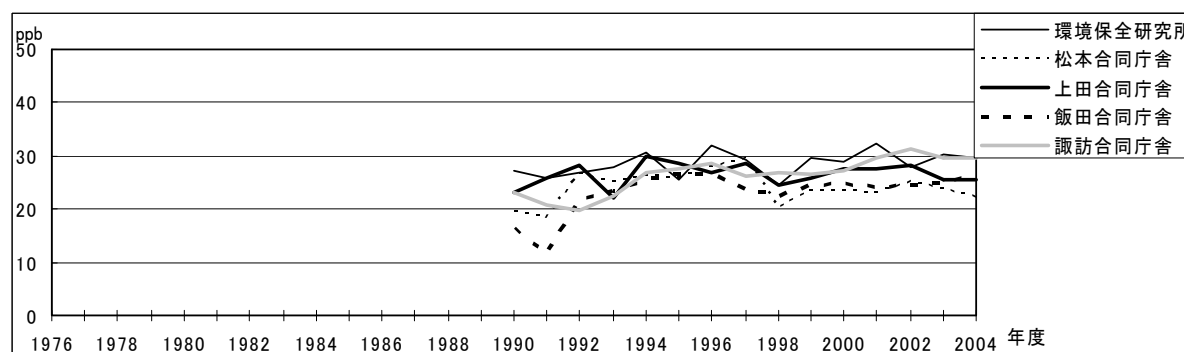


11. 福井県

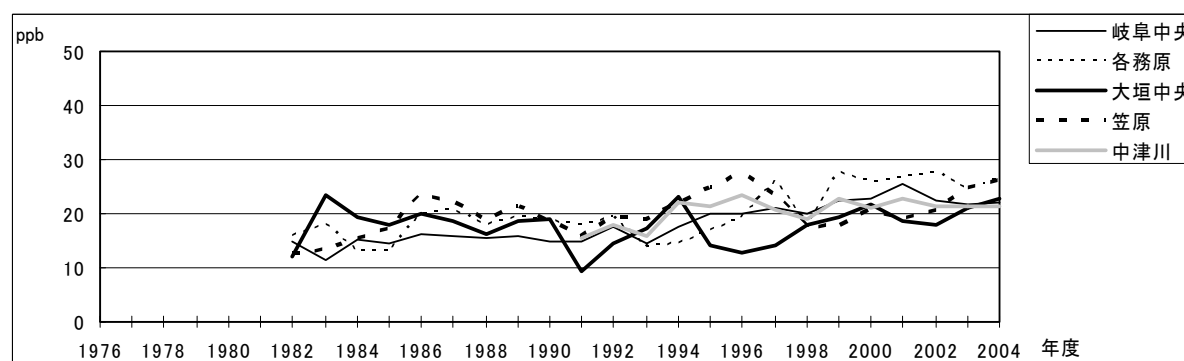
付図1 O_x濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)



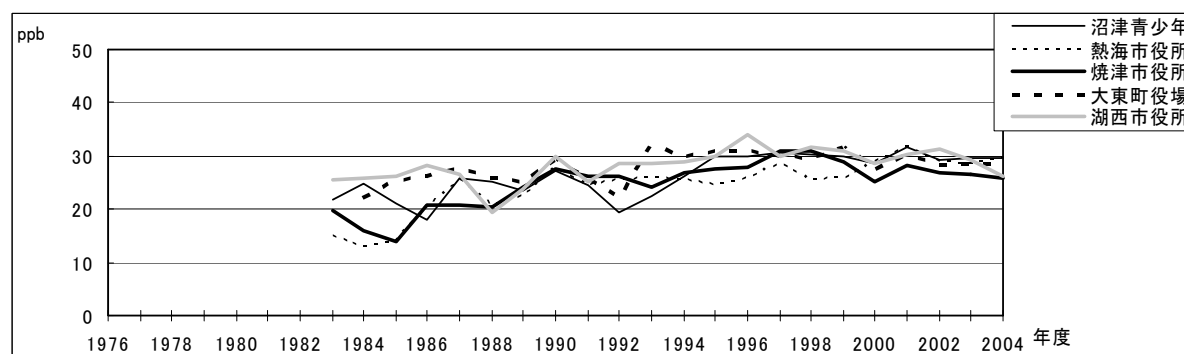
12. 山梨県



13. 長野県



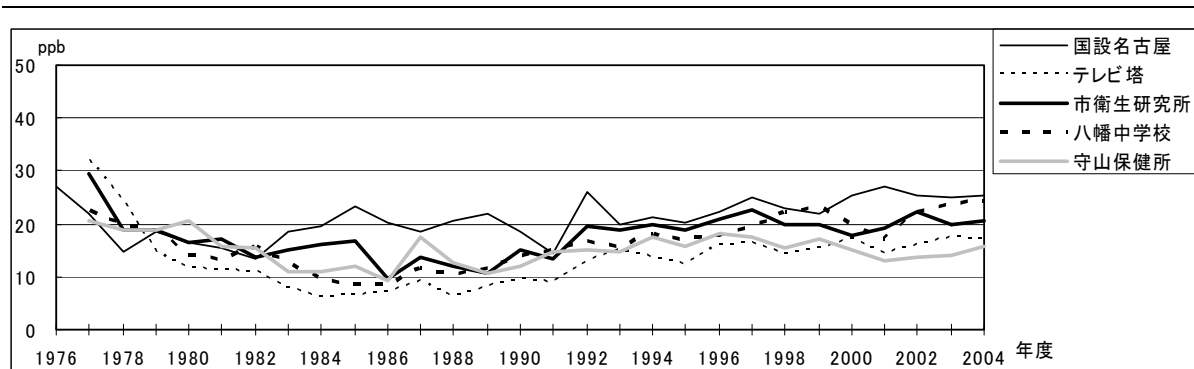
14. 岐阜県



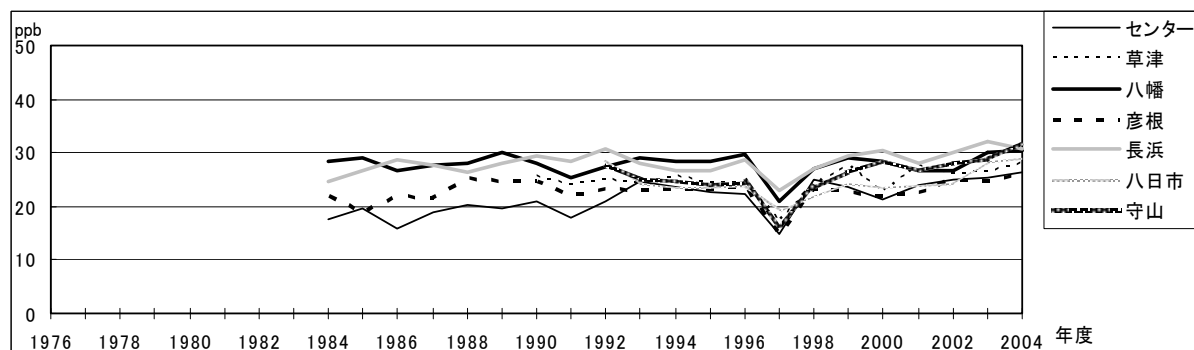
15. 静岡県

付図1 Ox濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)

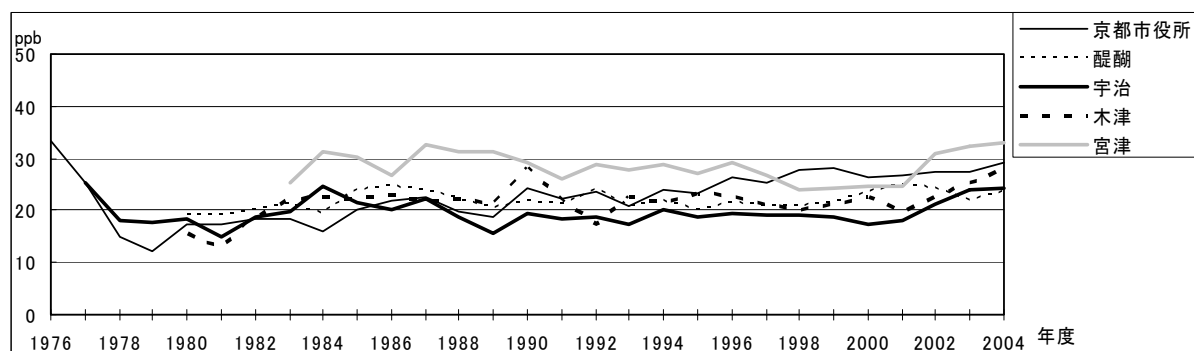
3.基本解析



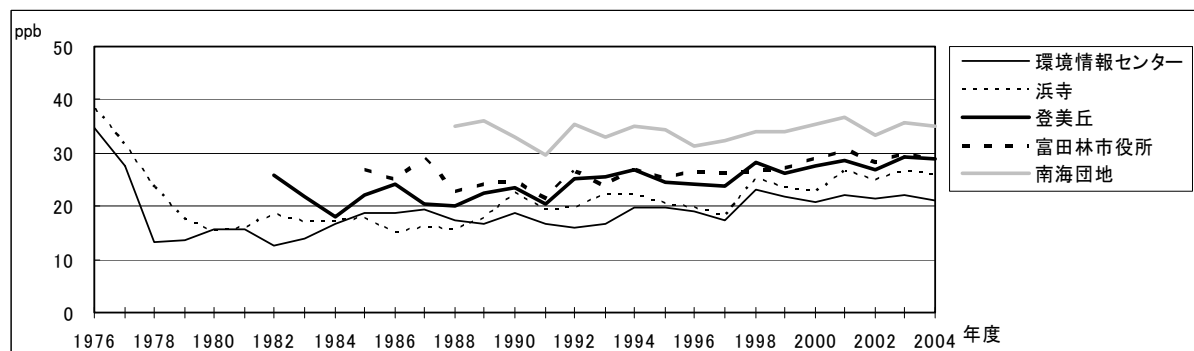
16. 名古屋市



17. 滋賀県

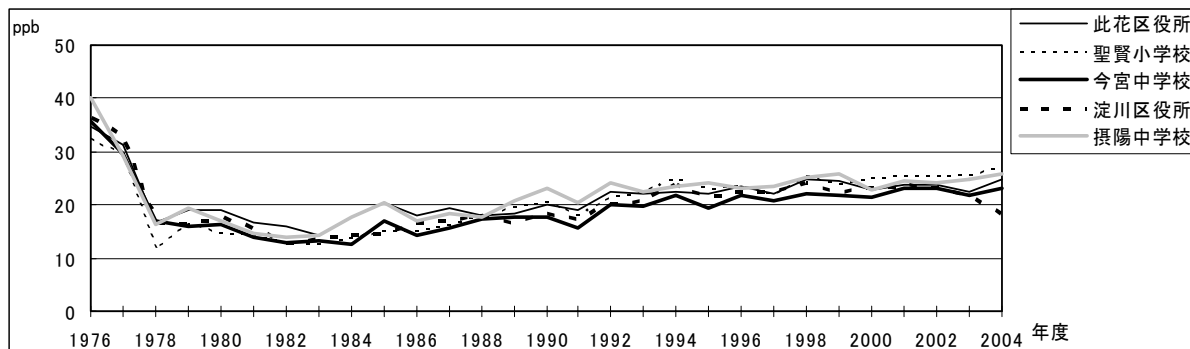


18. 京都府

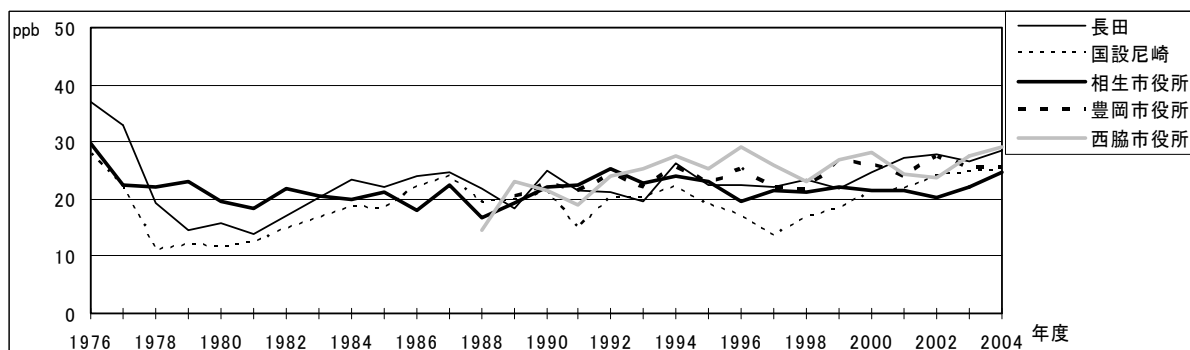


19. 大阪府

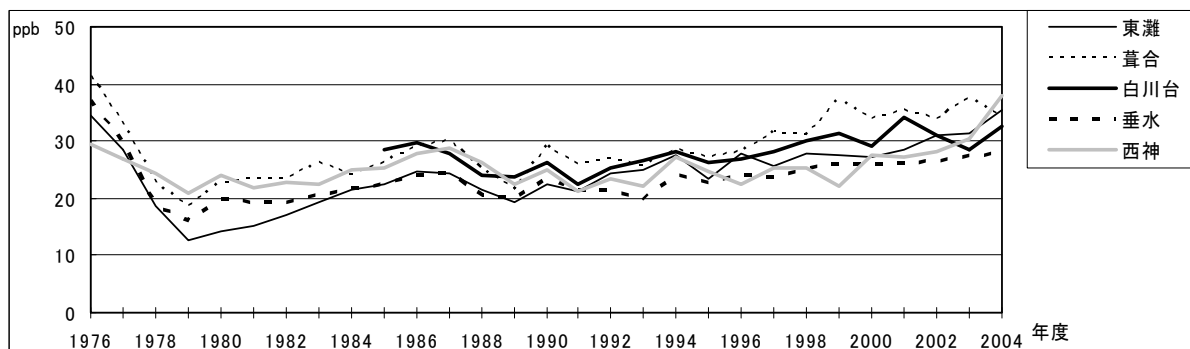
付図1 O_x濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)



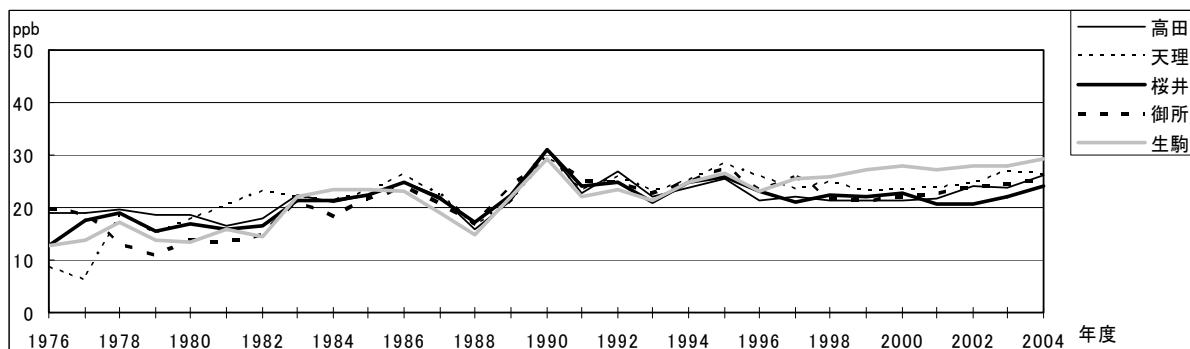
20. 大阪市



21. 兵庫県



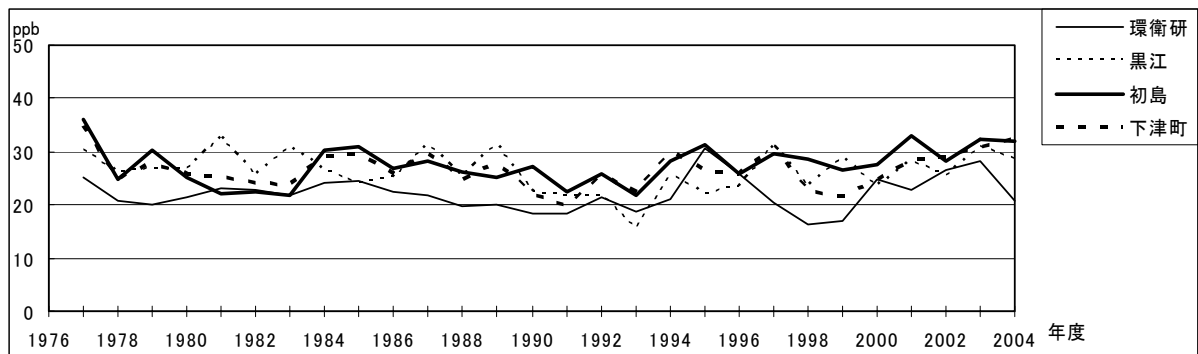
22. 神戸市



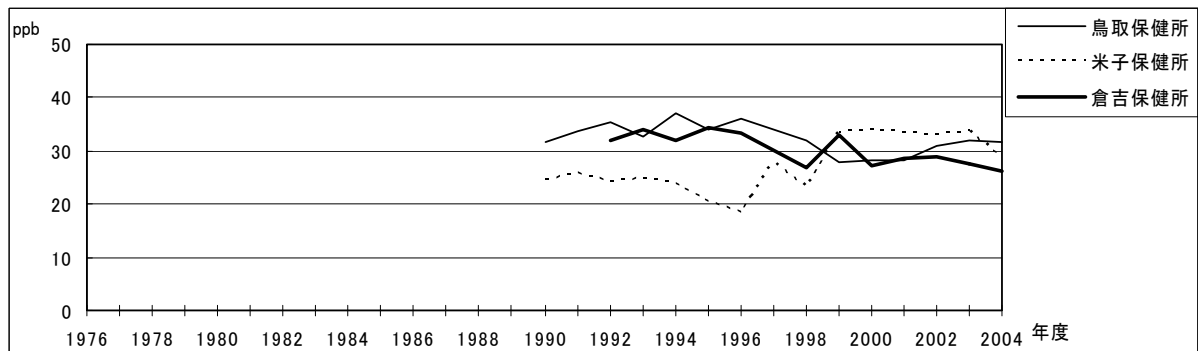
23. 奈良県

付図1 O_x濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)

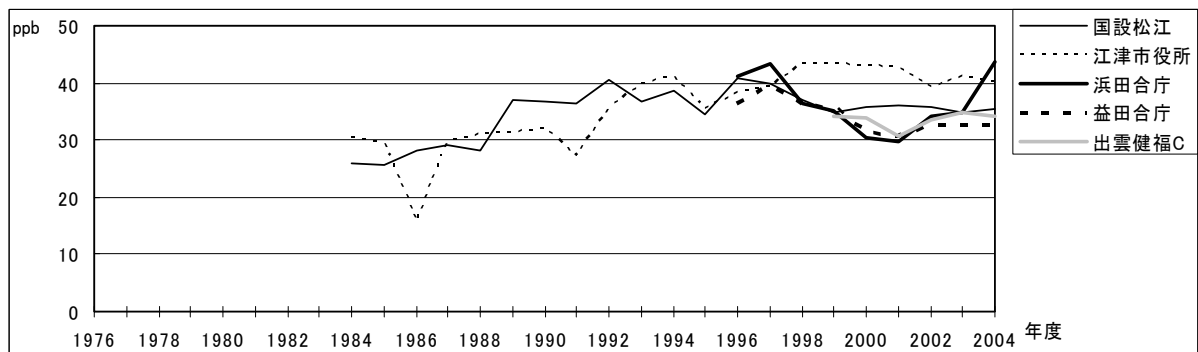
3.基本解析



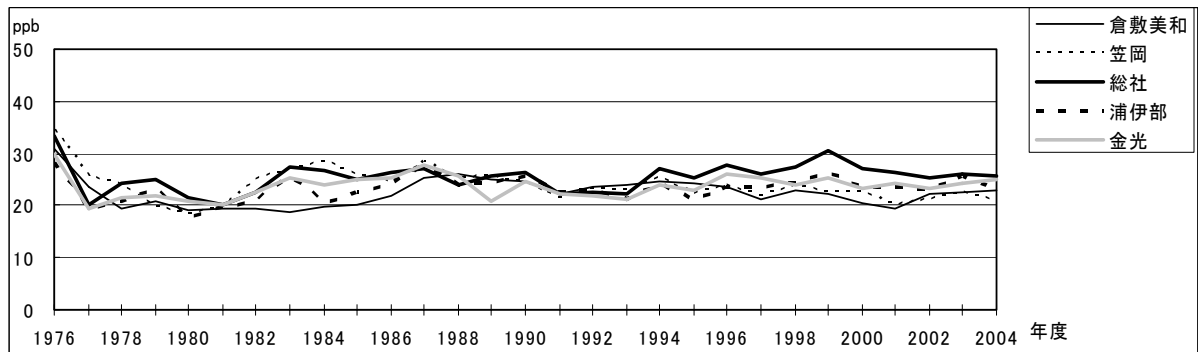
24. 和歌山県



25. 鳥取県

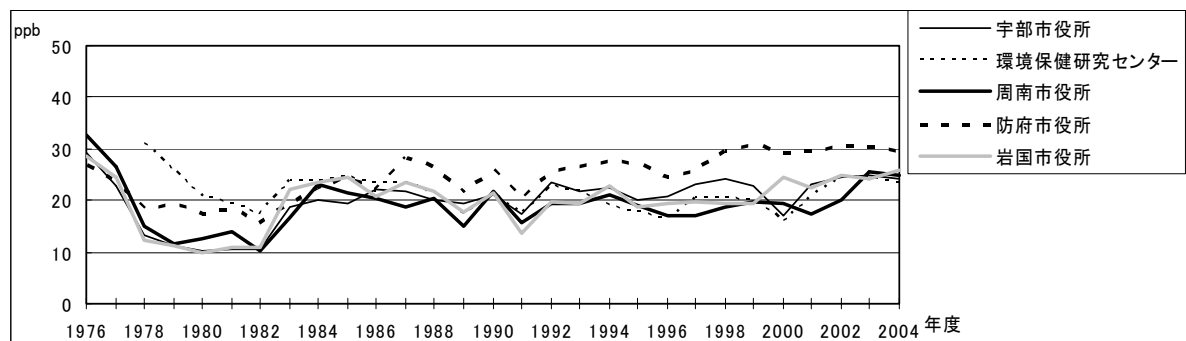


26. 島根県

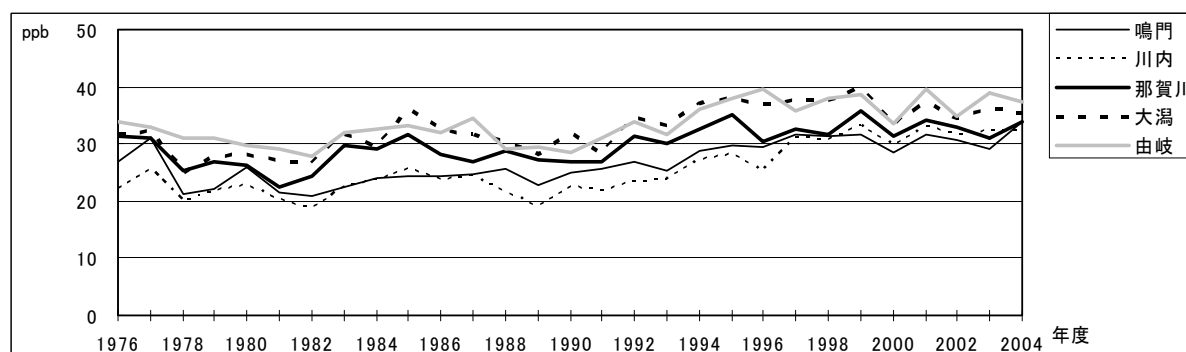


27. 岡山県

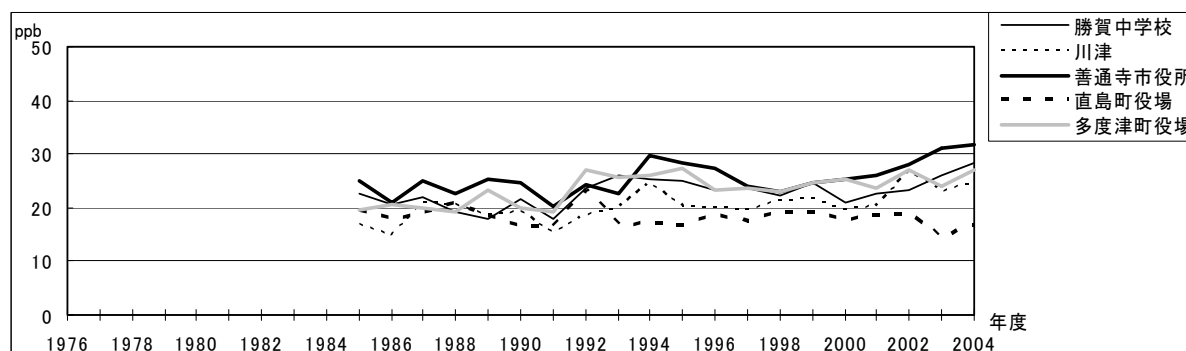
付図1 Ox濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)



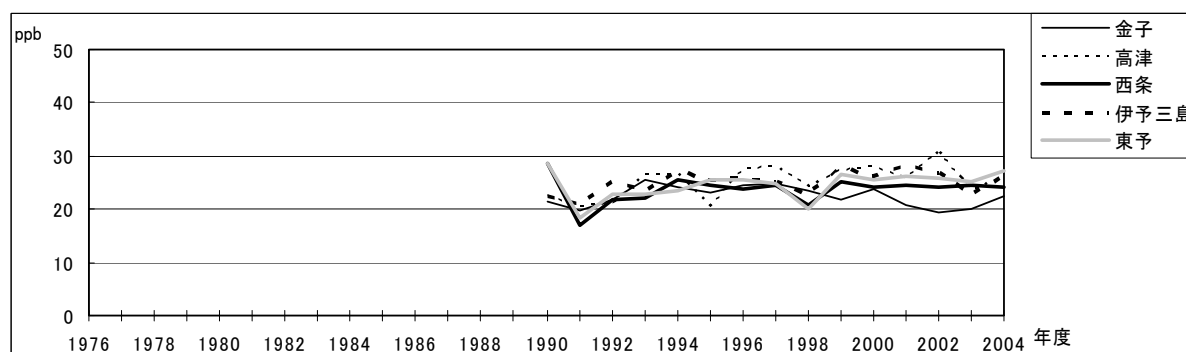
28. 山口県



29. 徳島県



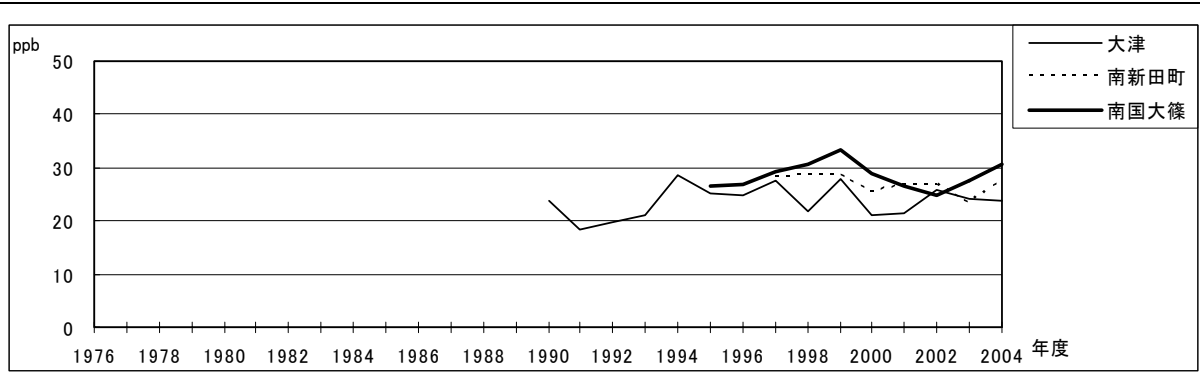
30. 香川県



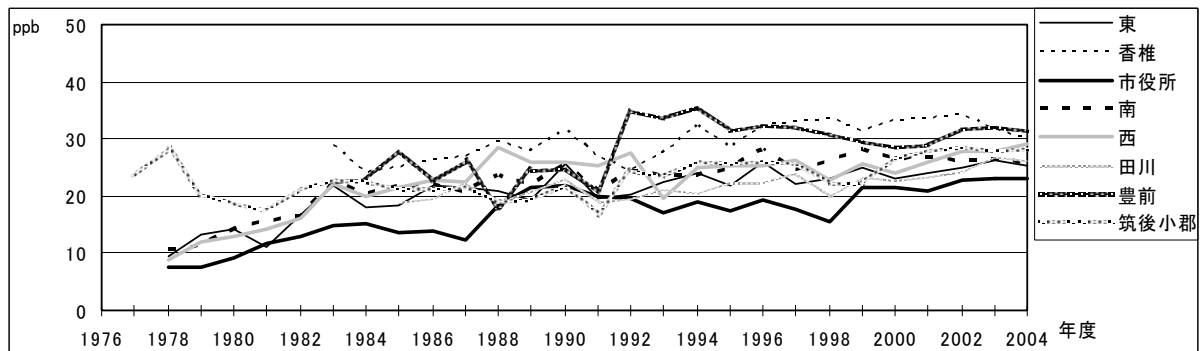
31. 愛媛県

付図1 O_x 濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)

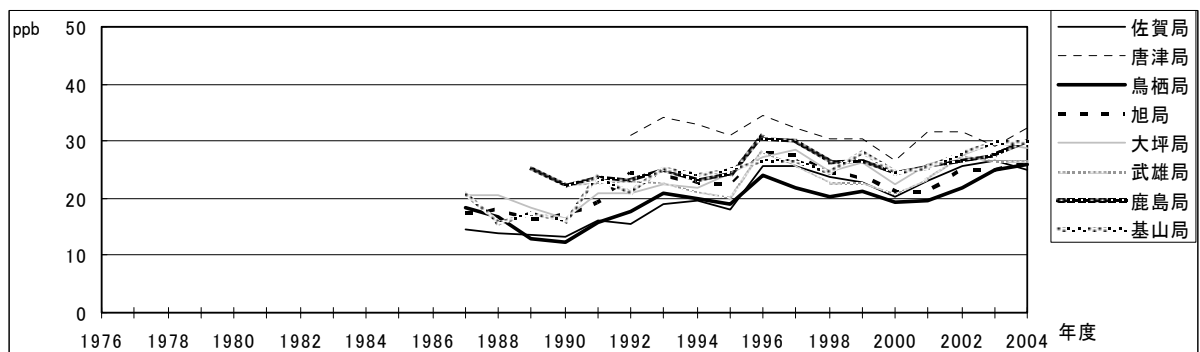
3.基本解析



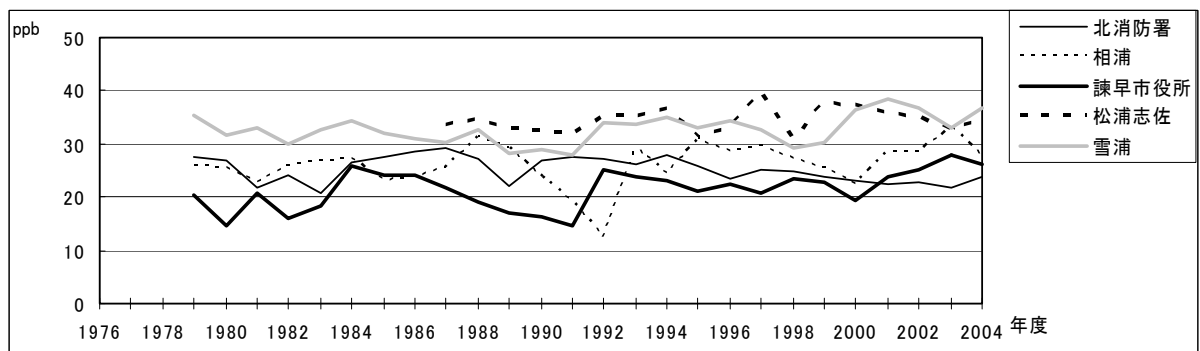
32. 高知県



33. 福岡県

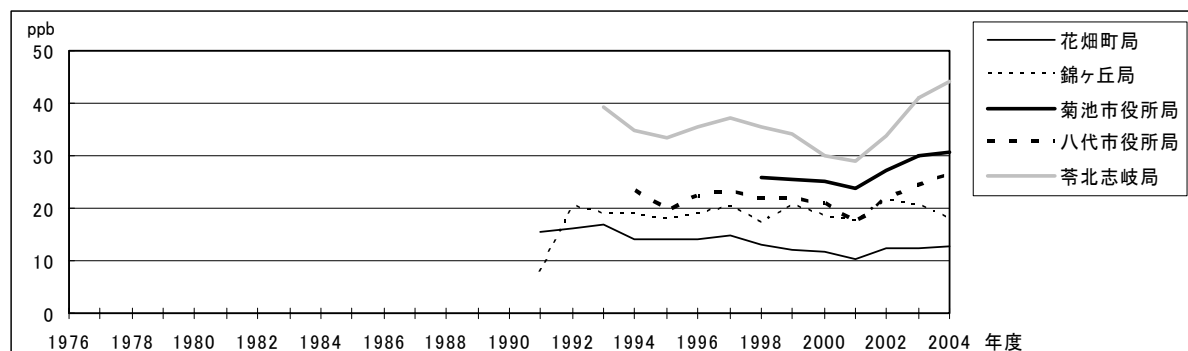


34. 佐賀県

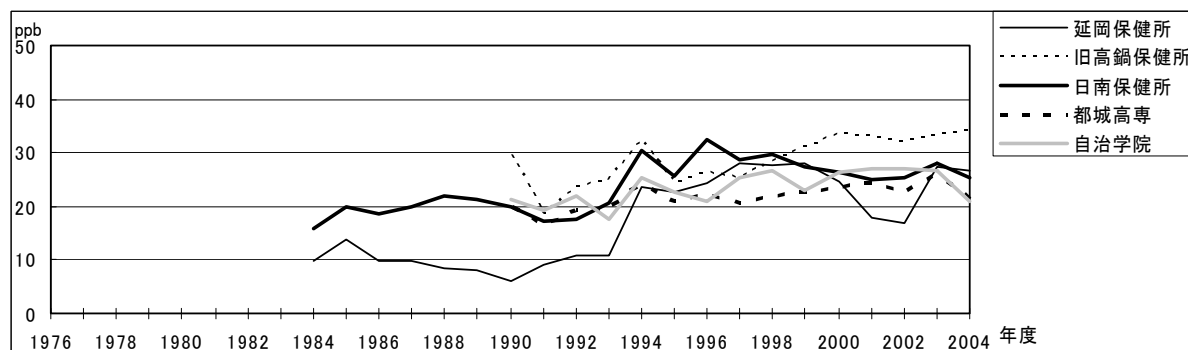


35. 長崎県

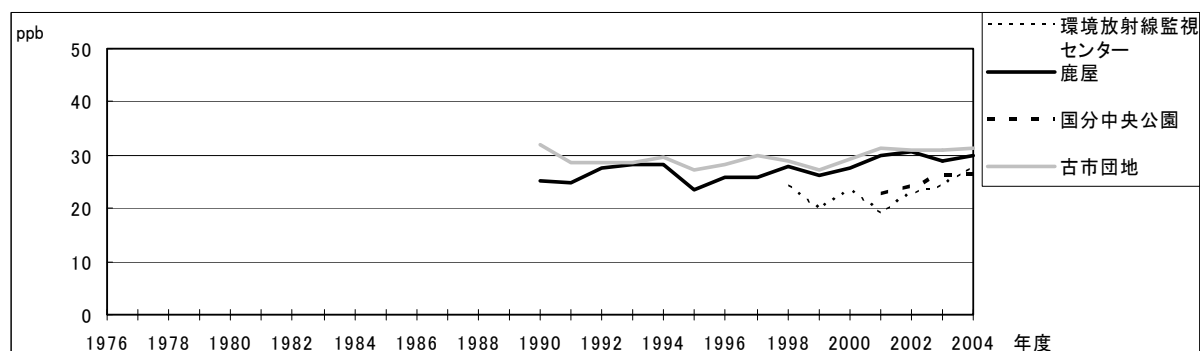
付図1 O_x 濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)



36. 熊本県



37. 宮崎県



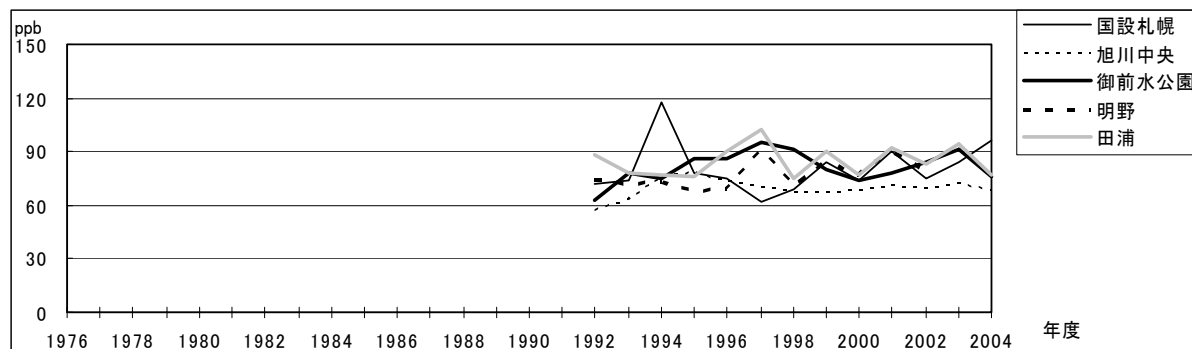
38. 鹿児島県

付図1 O_x 濃度の年平均値経年変化(図1)のまとめ(つづき)

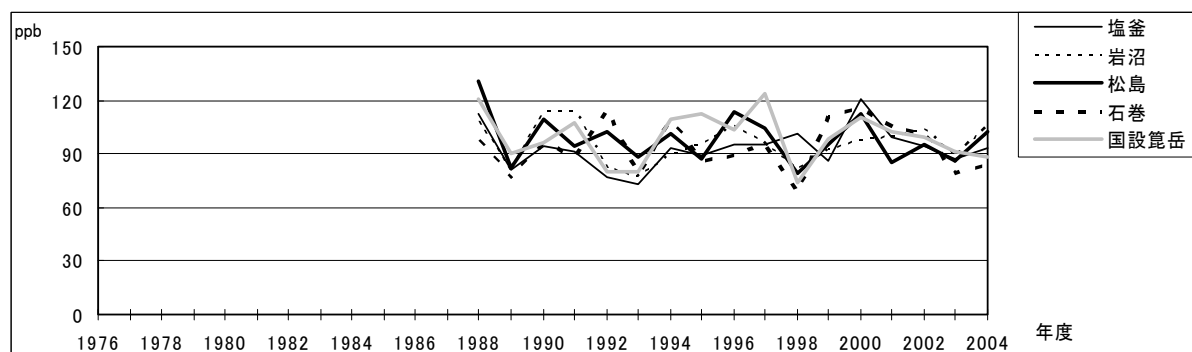
3.基本解析

(2) 全国のOx濃度年最大値の経年変化

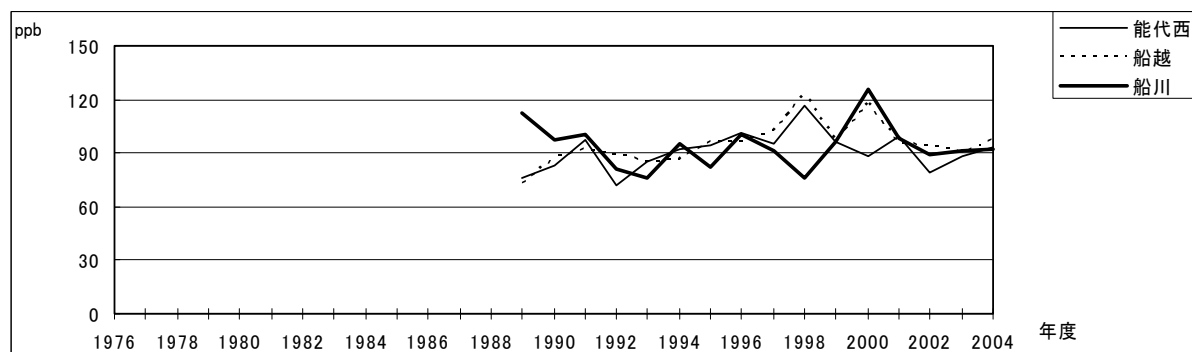
以下に、38の地域（都道府県市）の基本解析結果により、Ox濃度年最大値の経年変化グラフ（図2）をまとめて掲載した。



1. 北海道

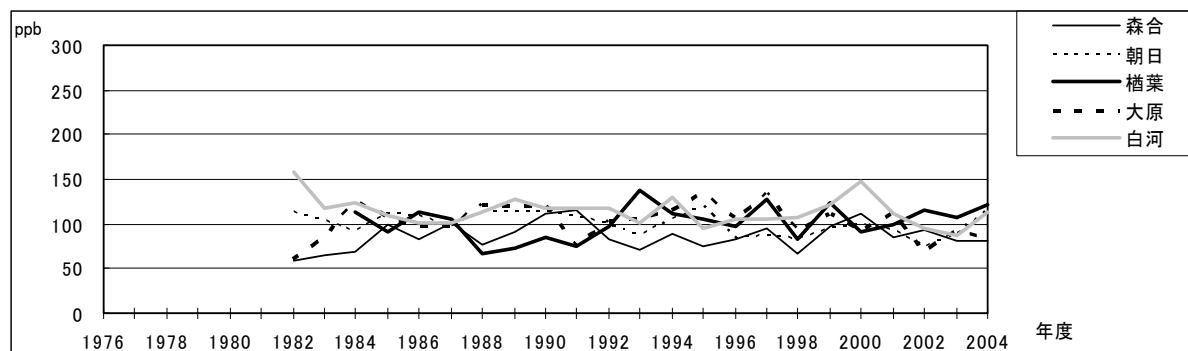


2. 宮城県

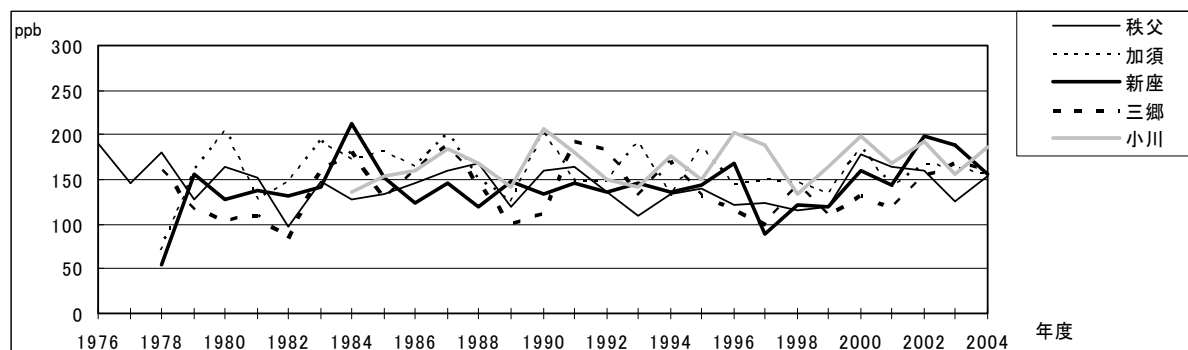


3. 秋田県

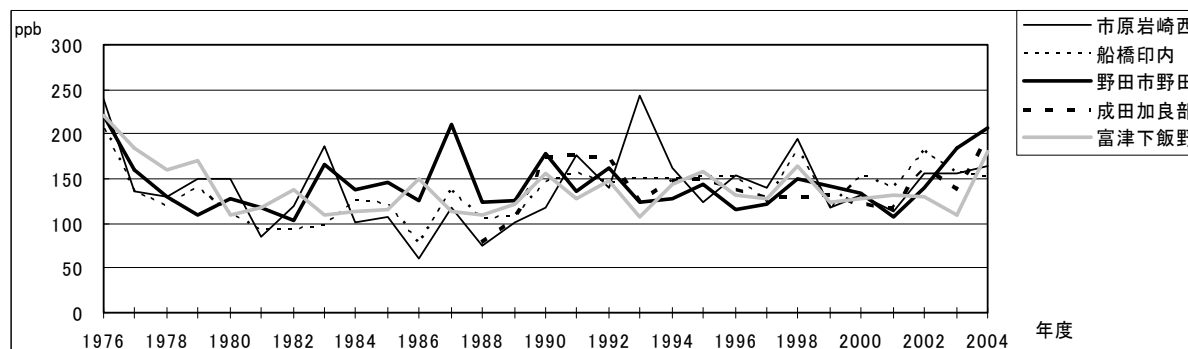
付図2 Ox濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ



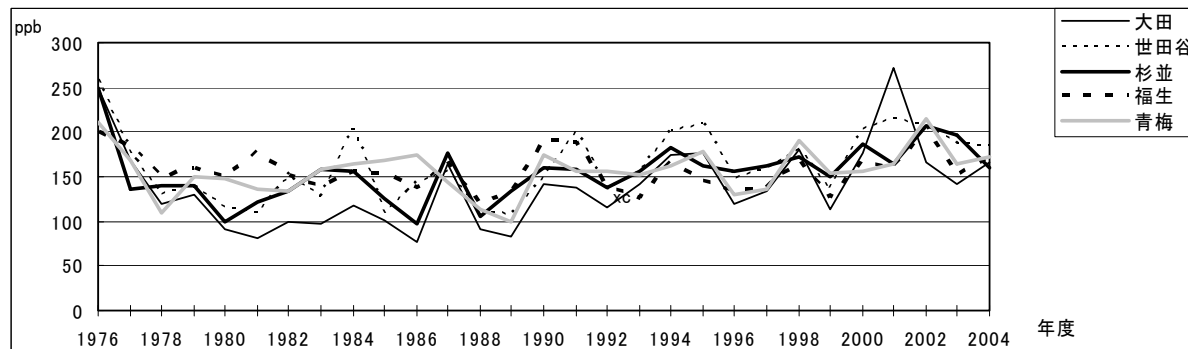
4. 福島県



5. 埼玉県



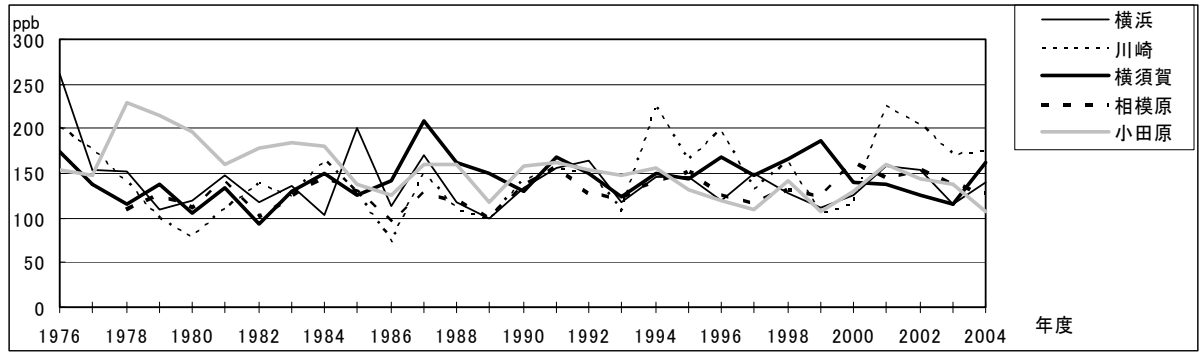
6. 千葉県



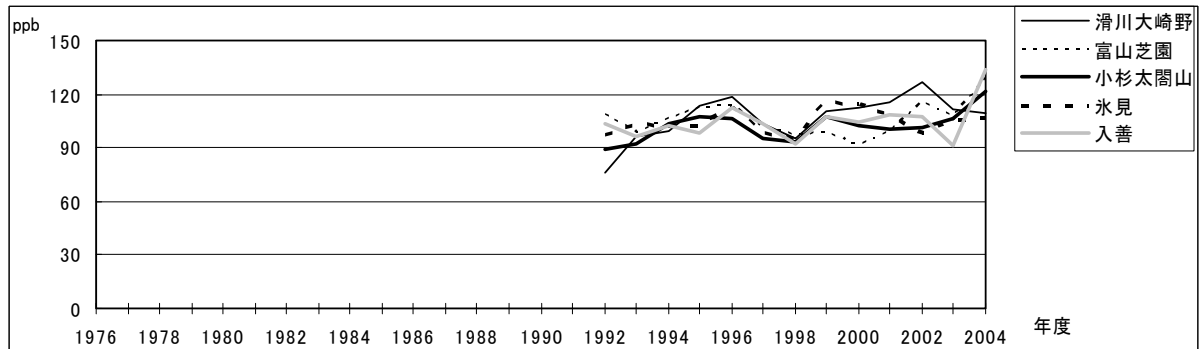
7. 東京都

付図2 O_x 濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)

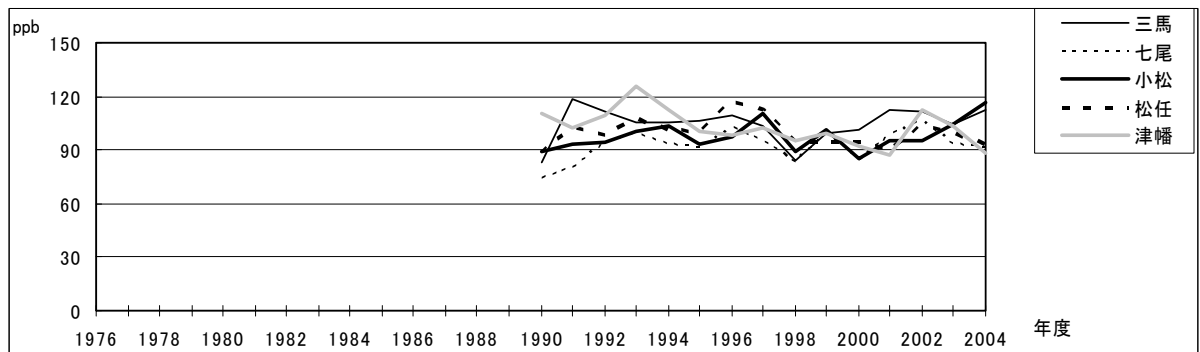
3. 基本解析



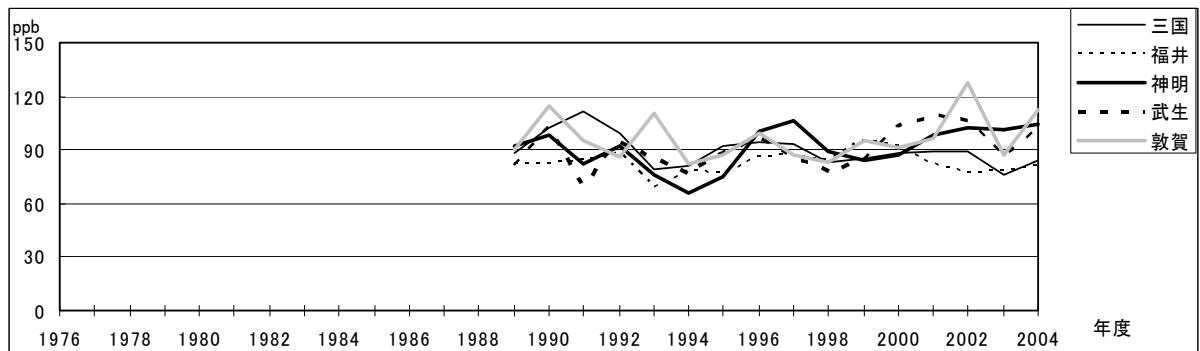
8. 神奈川県



9. 富山県

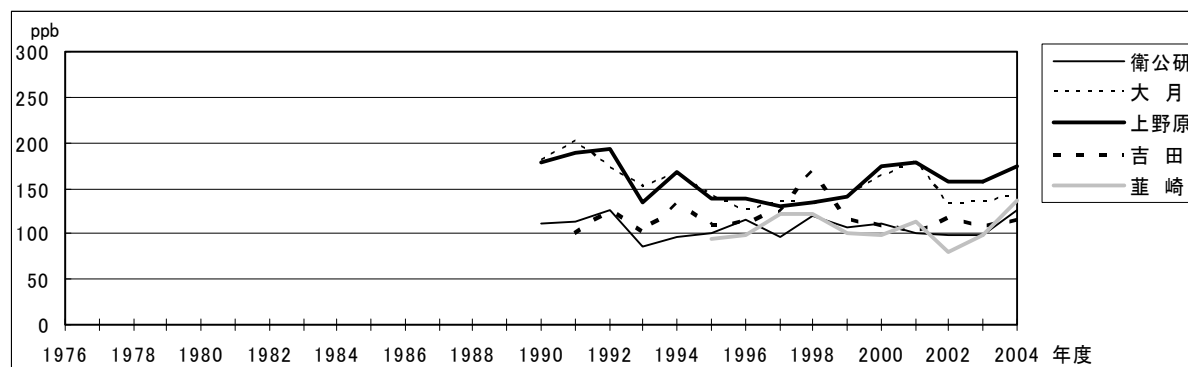


10. 石川県

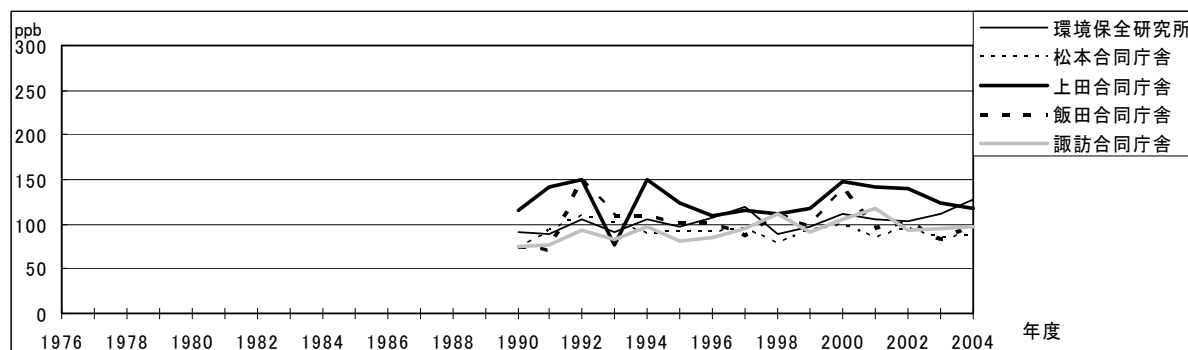


11. 福井県

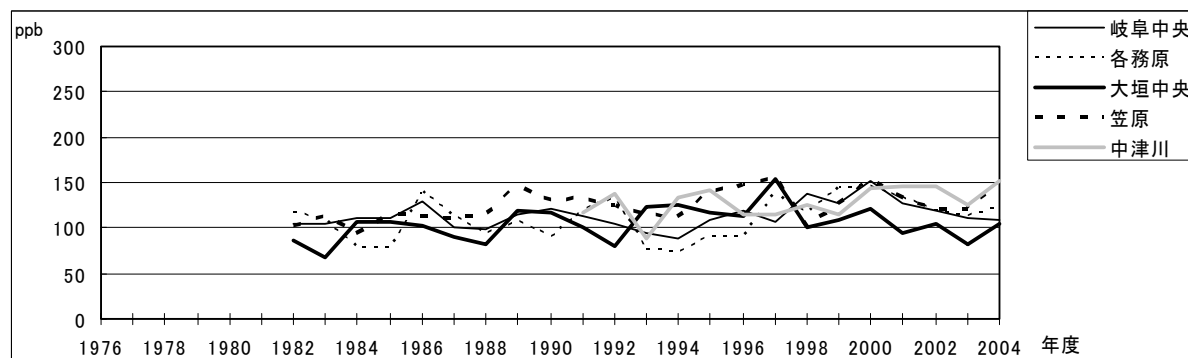
付図2 O_x濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)



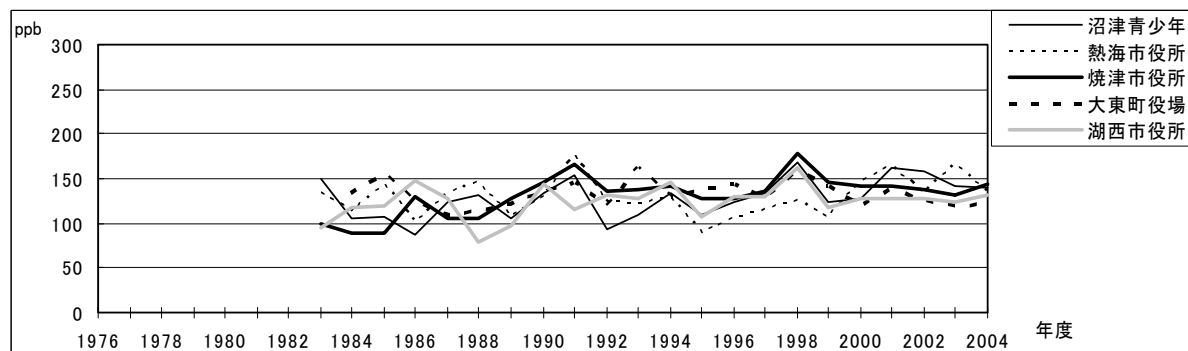
12. 山梨県



13. 長野県



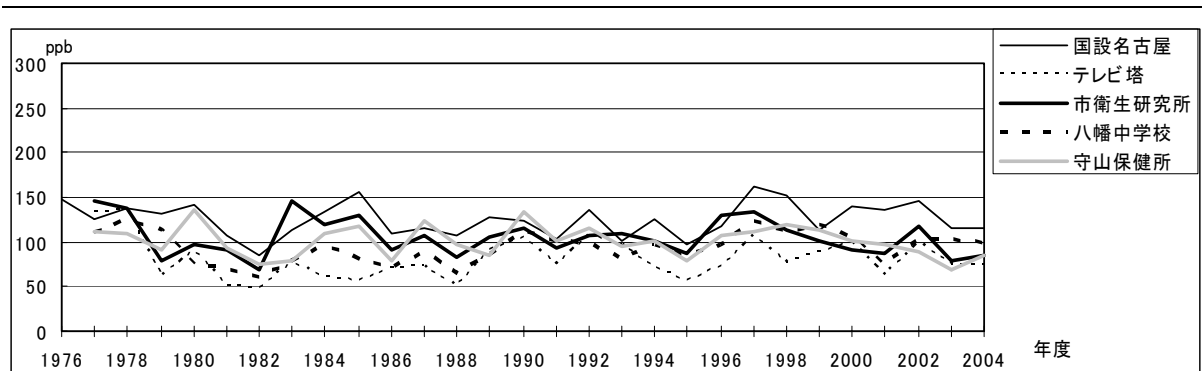
14. 岐阜県



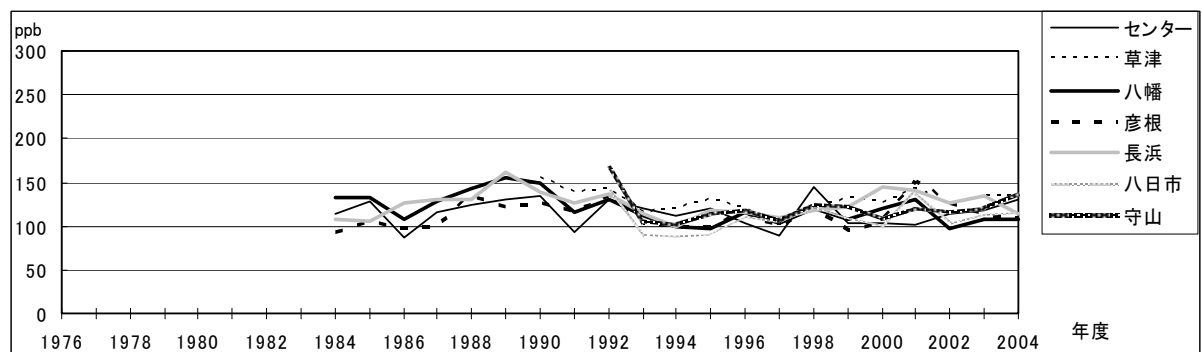
15. 静岡県

付図2 O_x濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)

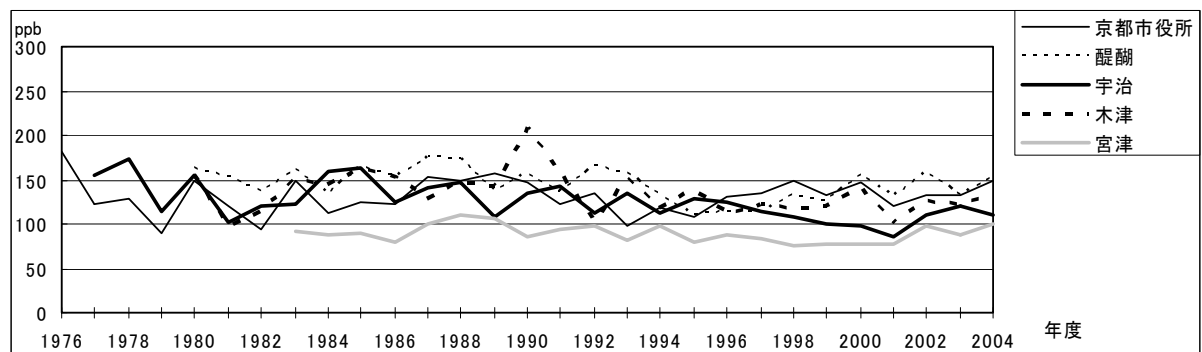
3.基本解析



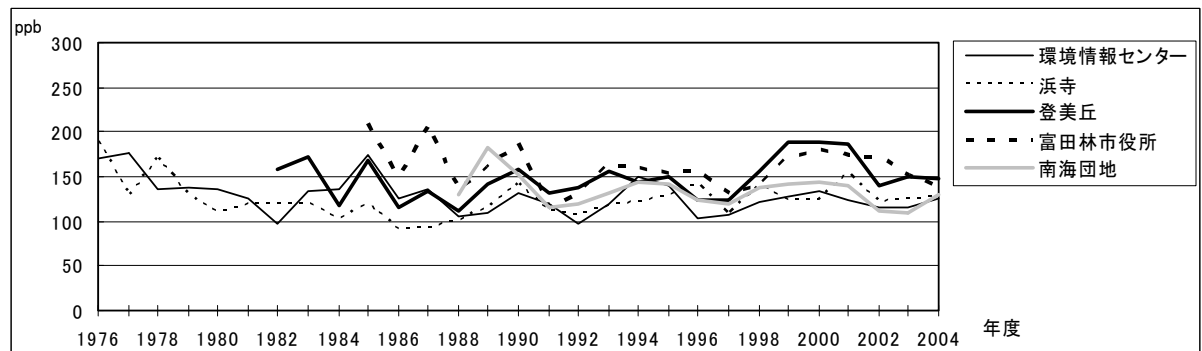
16. 名古屋市



17. 滋賀県

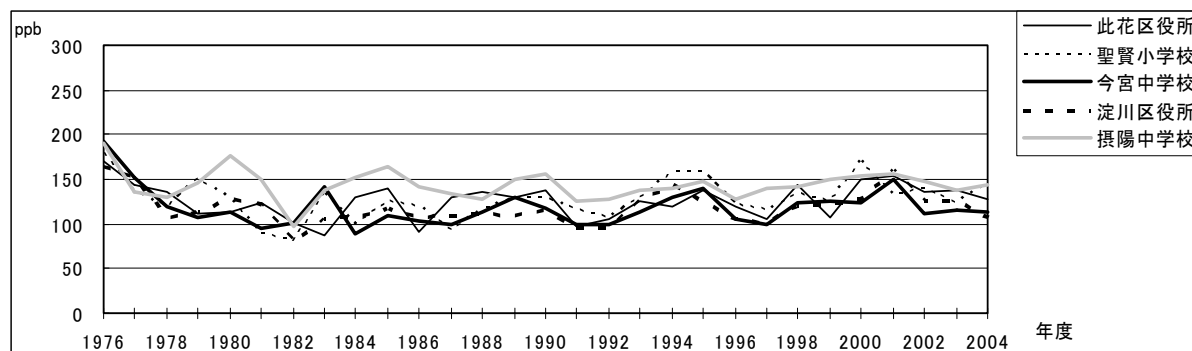


18. 京都府

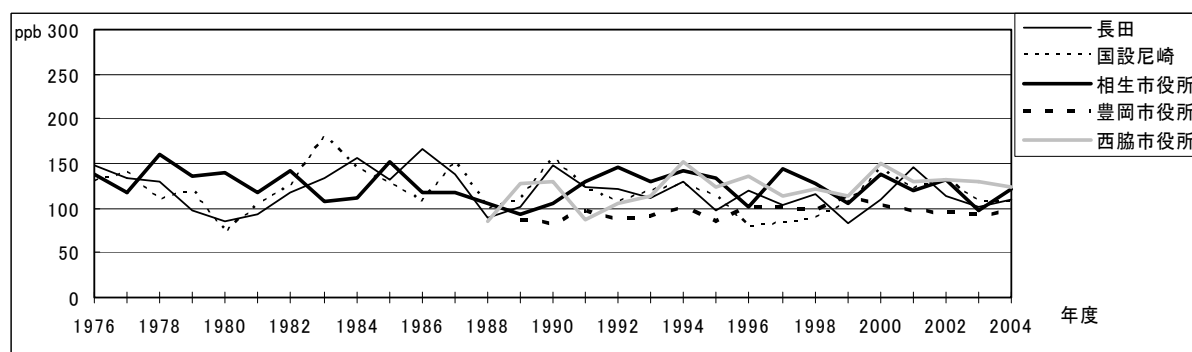


19. 大阪府

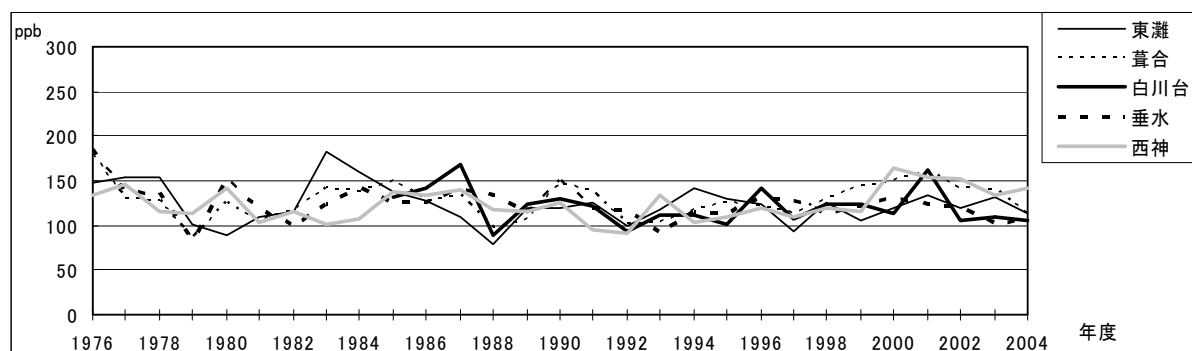
付図2 O_x濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)



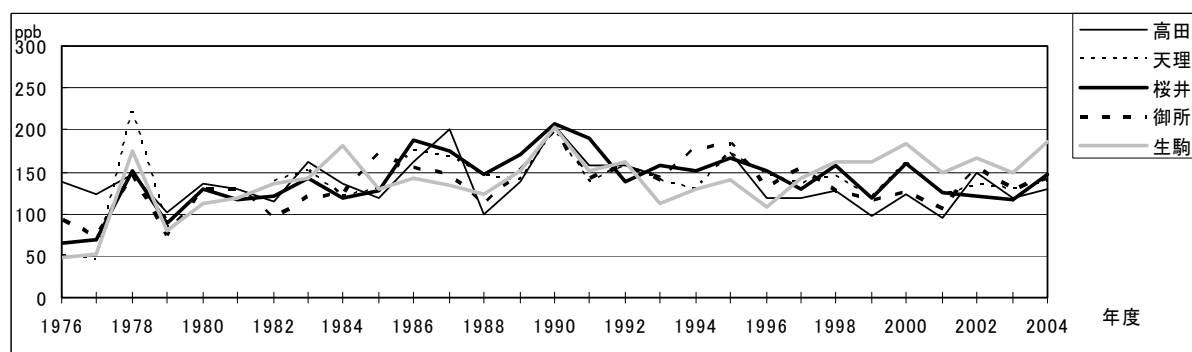
20. 大阪市



21. 兵庫県



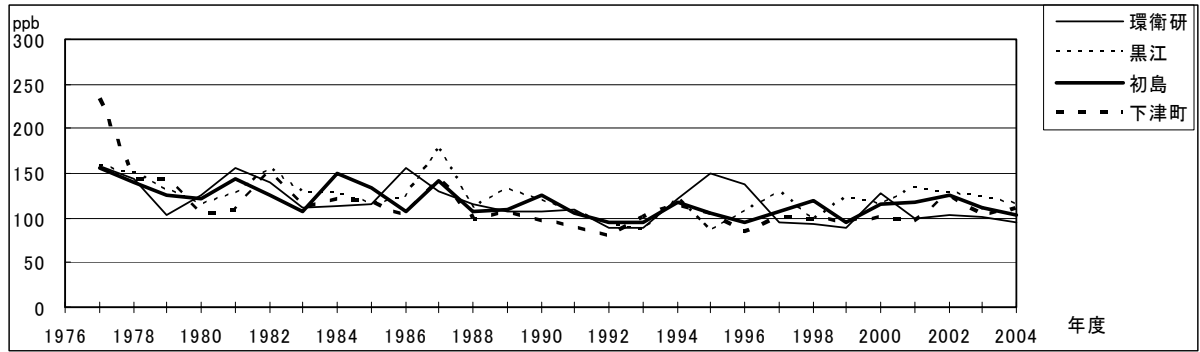
22. 神戸市



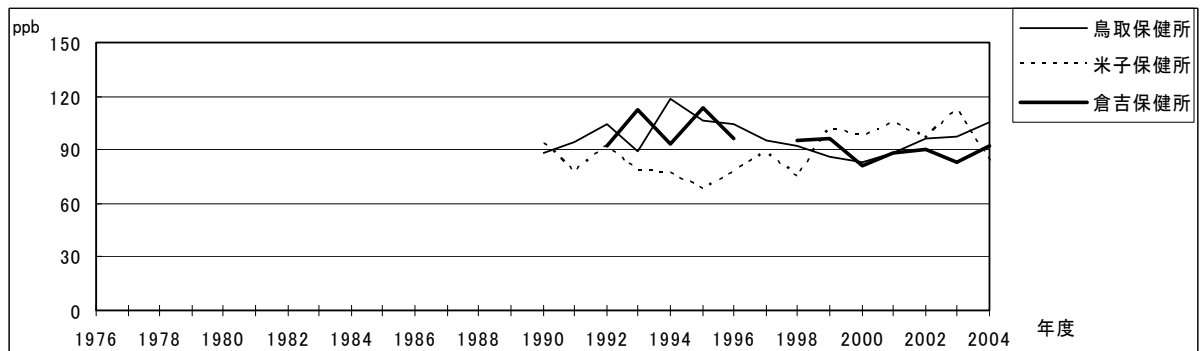
23. 奈良県

付図 2 O_x 濃度の年最大値経年変化(図 2)のまとめ(つづき)

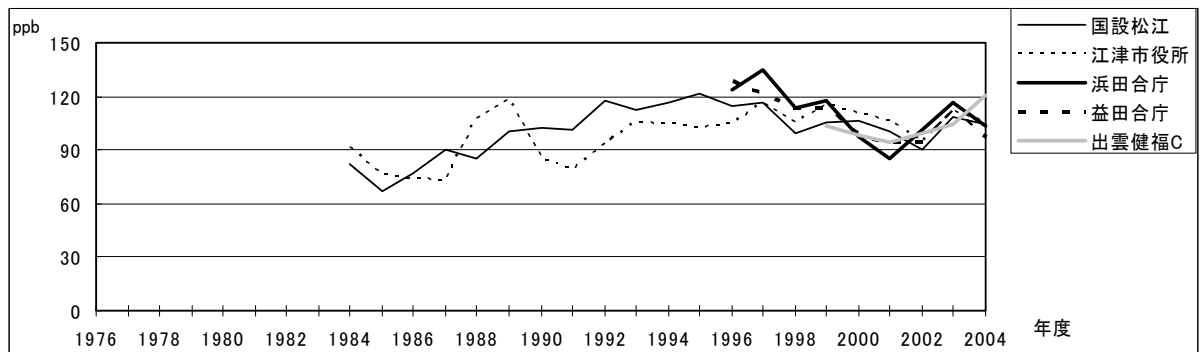
3.基本解析



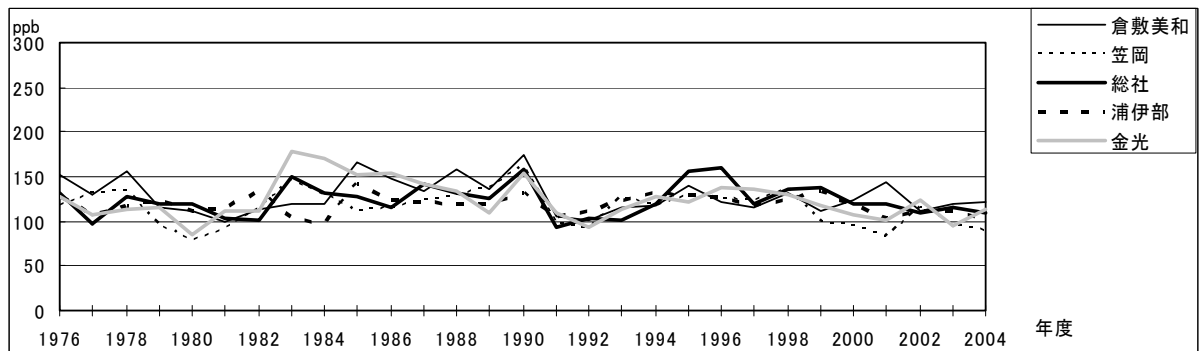
24. 和歌山県



25. 鳥取県

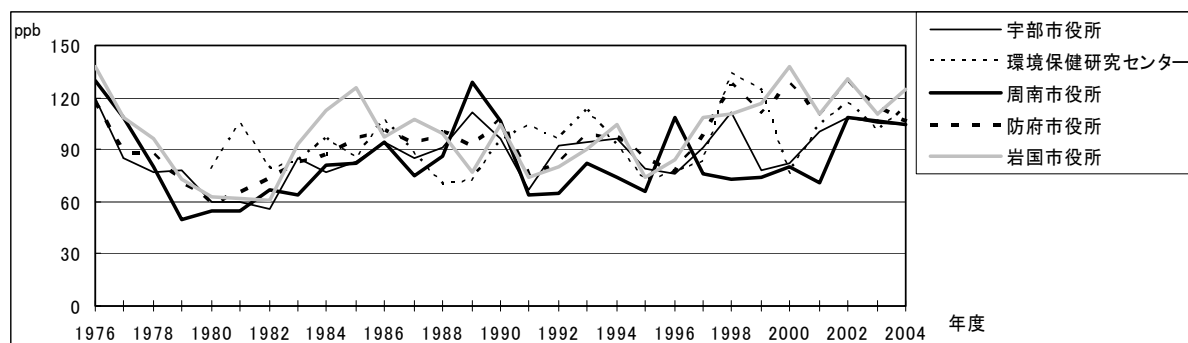


26. 島根県

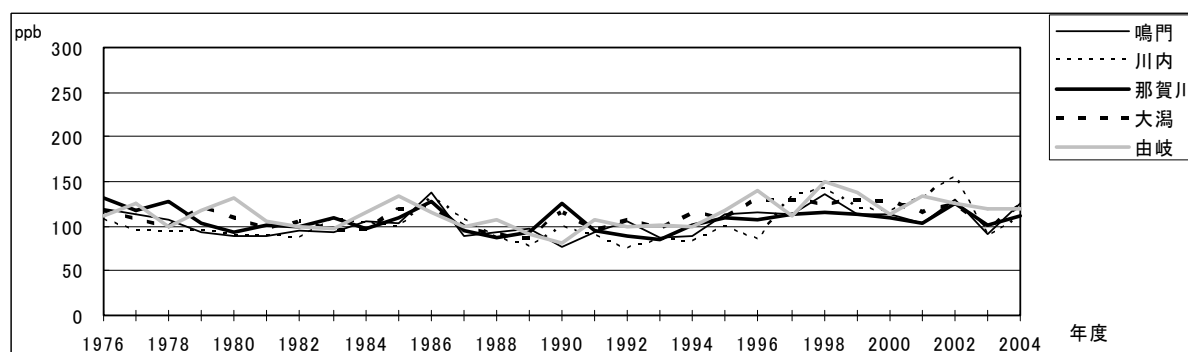


27. 岡山県

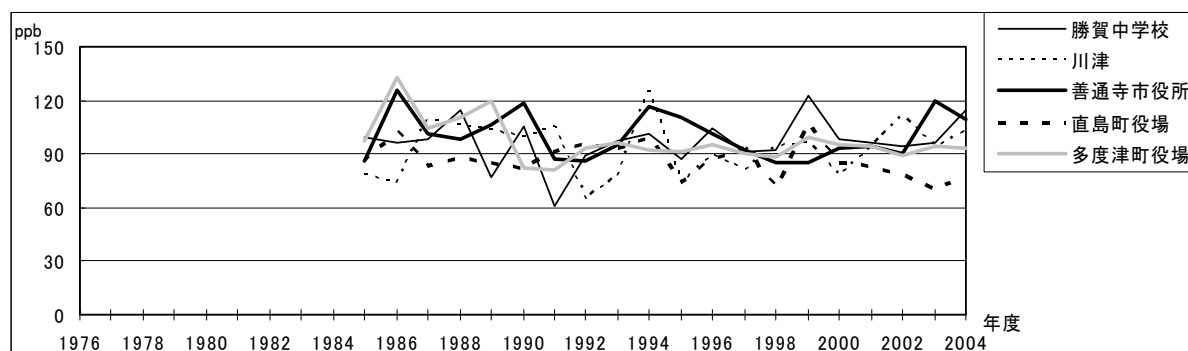
付図2 O_x濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)



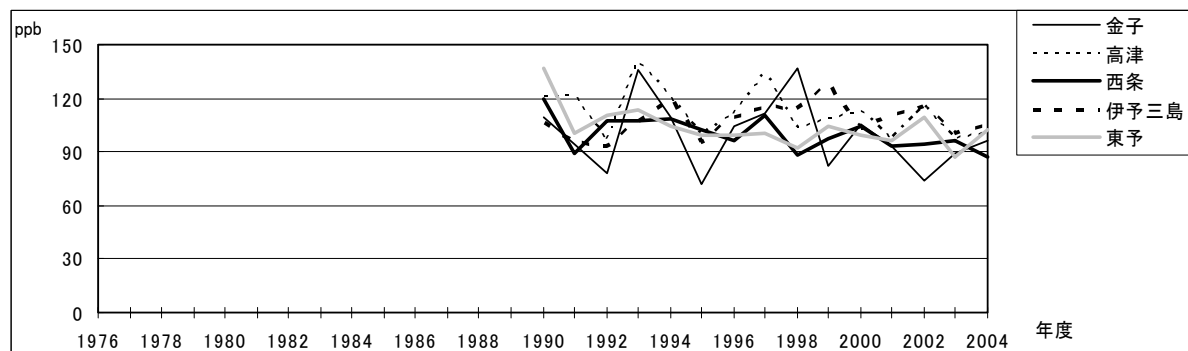
28. 山口県



29. 徳島県



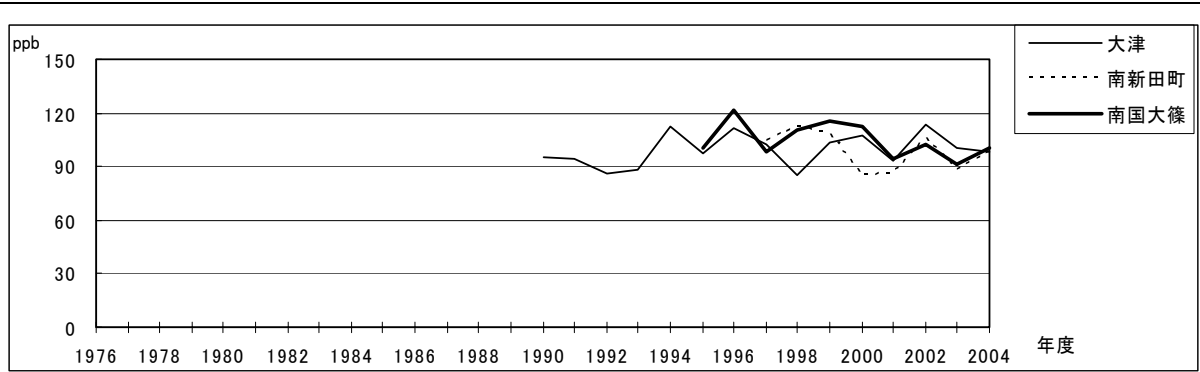
30. 香川県



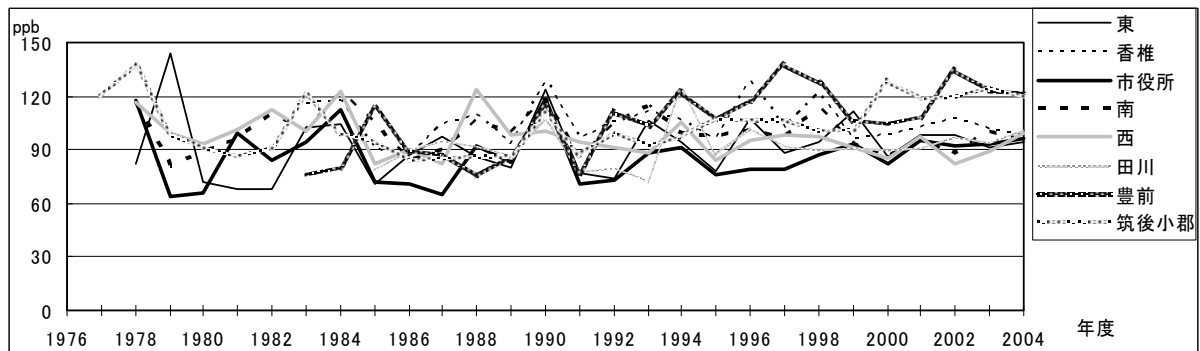
31. 愛媛県

付図2 O_x濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)

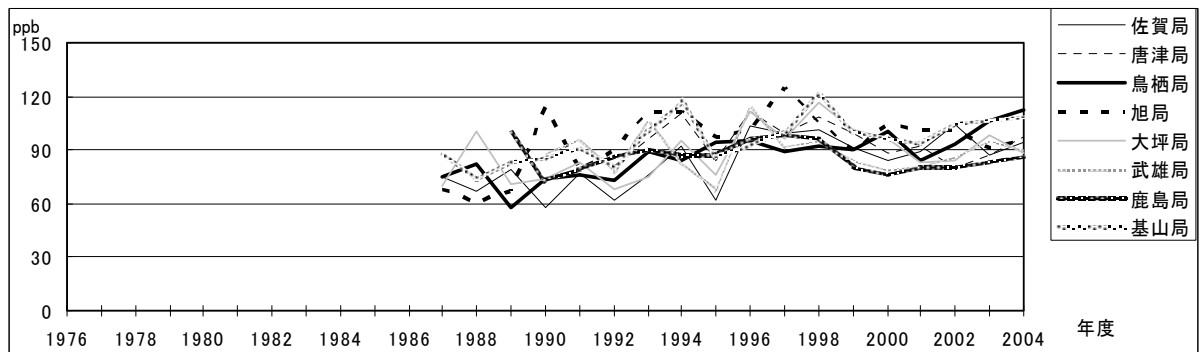
3.基本解析



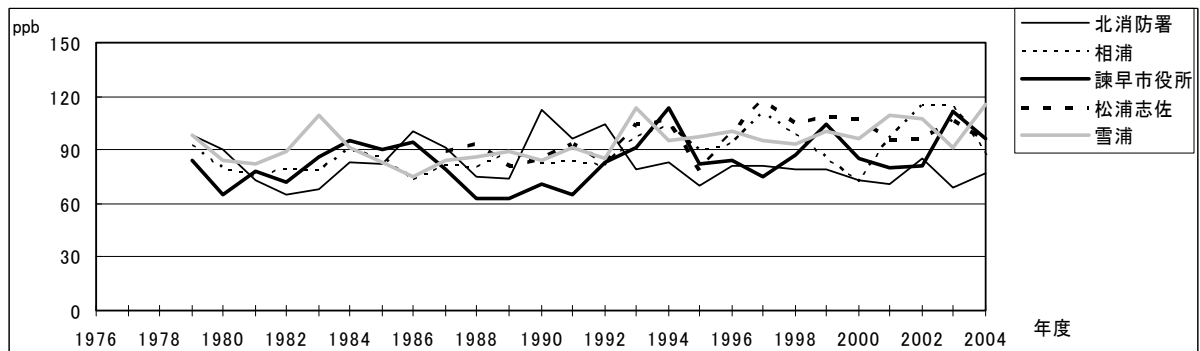
32. 高知県



33. 福岡県

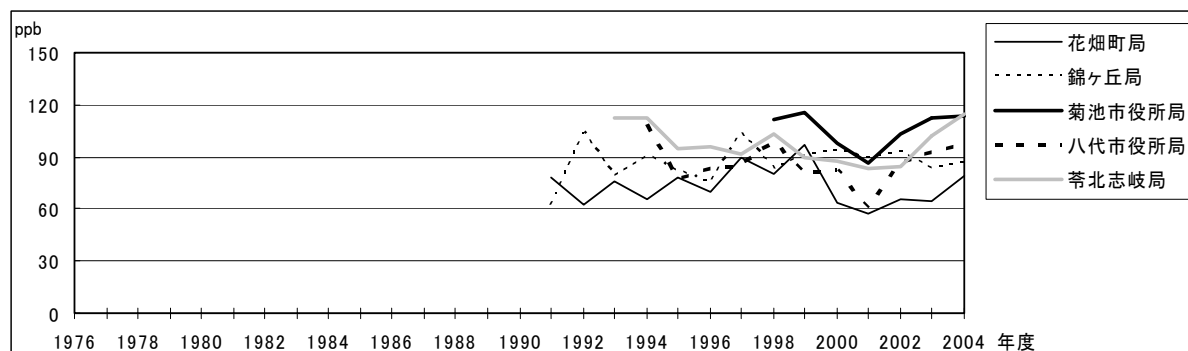


34. 佐賀県

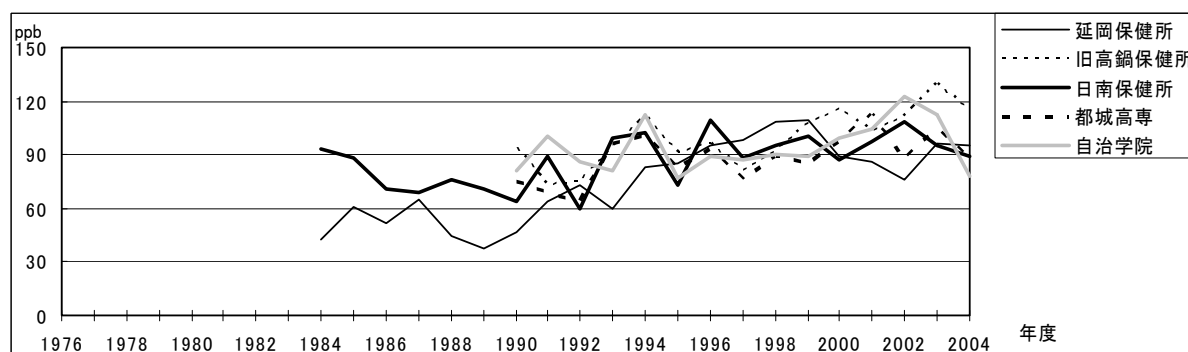


35. 長崎県

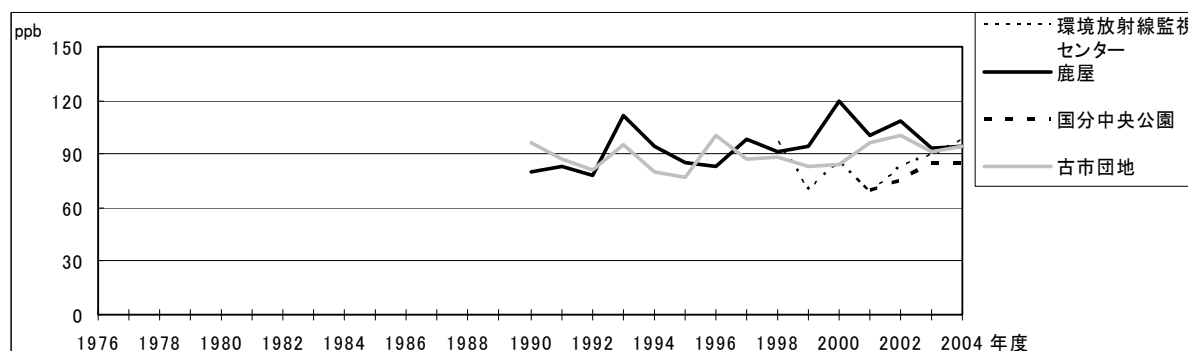
付図2 O_x濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)



36. 熊本県



37. 宮崎県



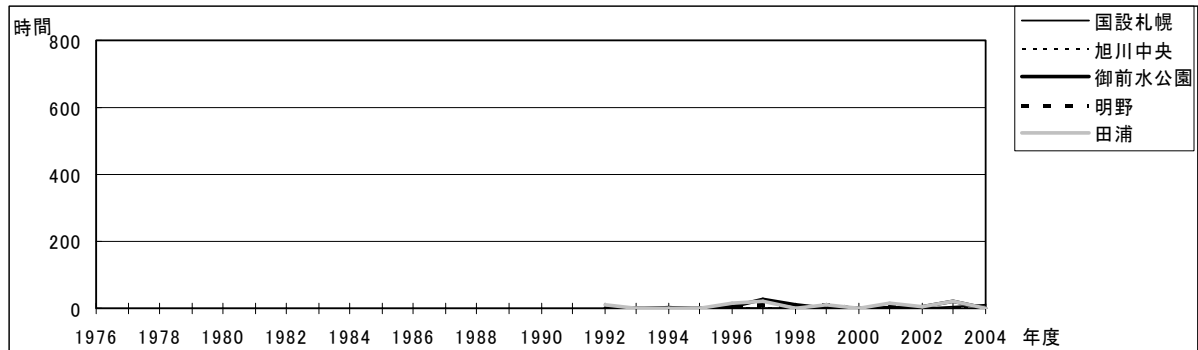
38. 鹿児島県

付図2 Ox濃度の年最大値経年変化(図2)のまとめ(つづき)

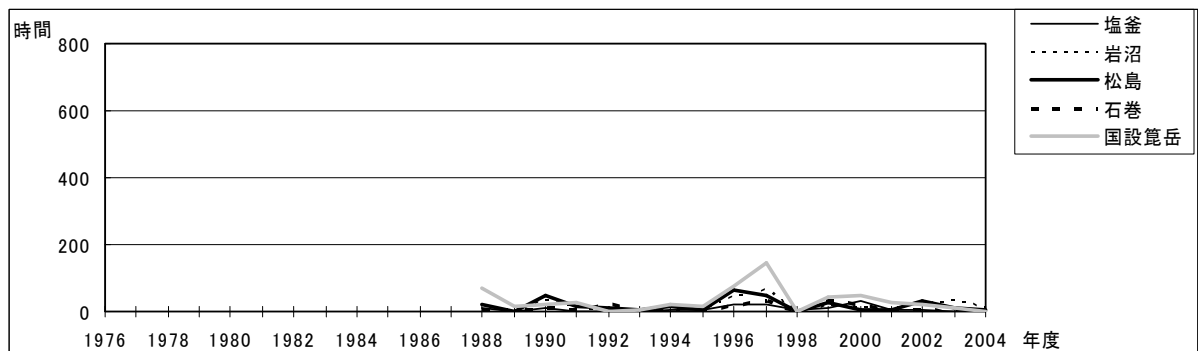
3.基本解析

(3) 全国のOx80ppb以上の時間数の経年変化

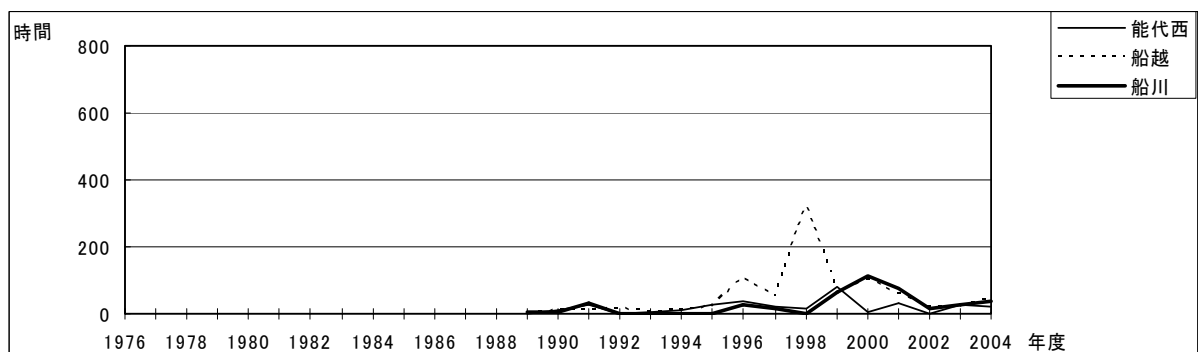
以下に、38の地域（都道府県市）の基本解析結果により、Ox80ppb以上の時間数の経年変化グラフ（図3）をまとめて掲載した。



1. 北海道

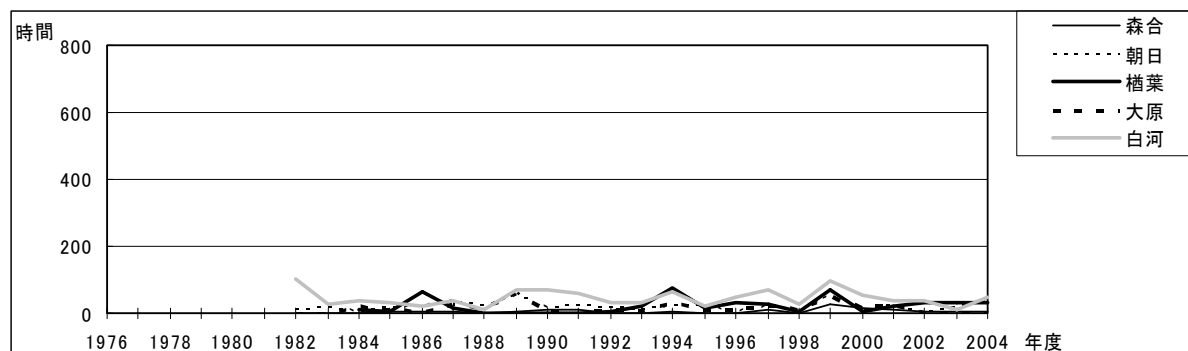


2. 宮城県

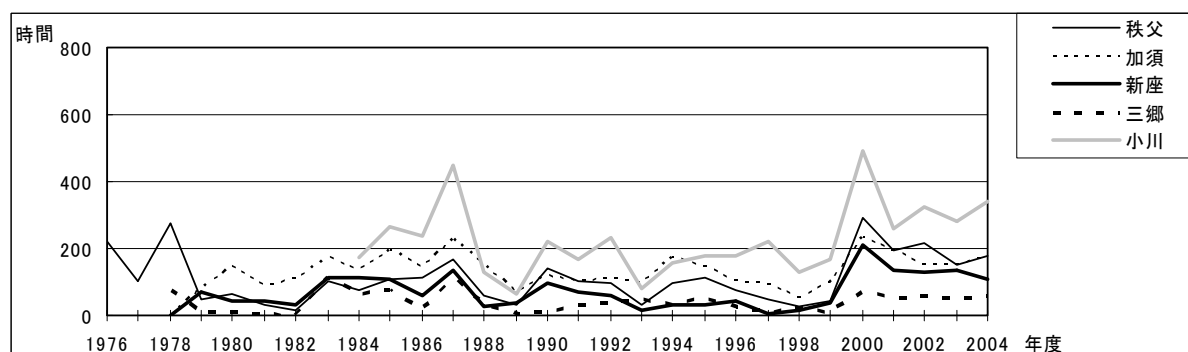


3. 秋田県

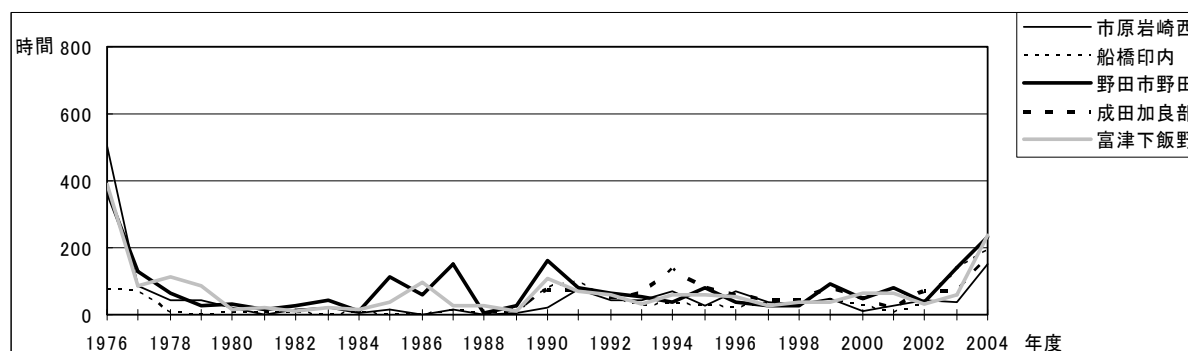
付図3 Ox80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ



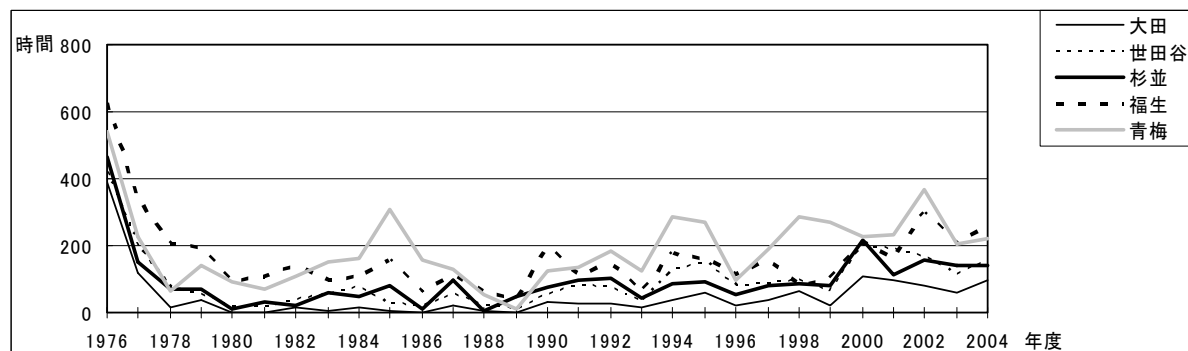
4. 福島県



5. 埼玉県



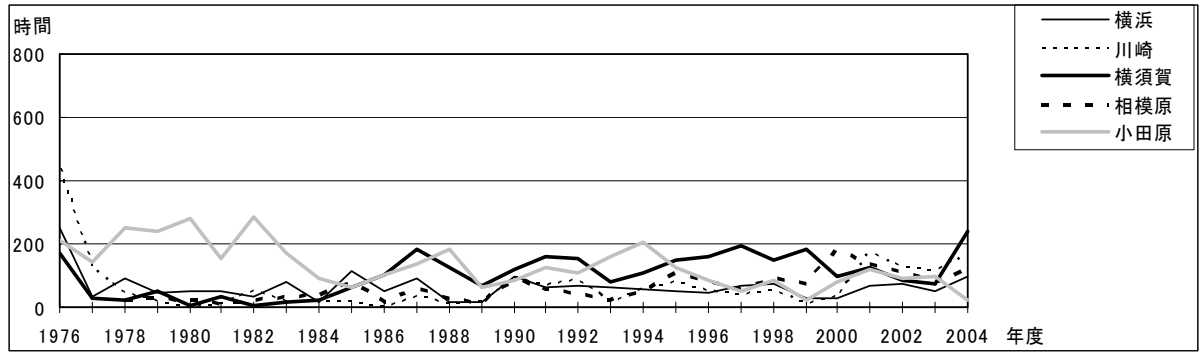
6. 千葉県



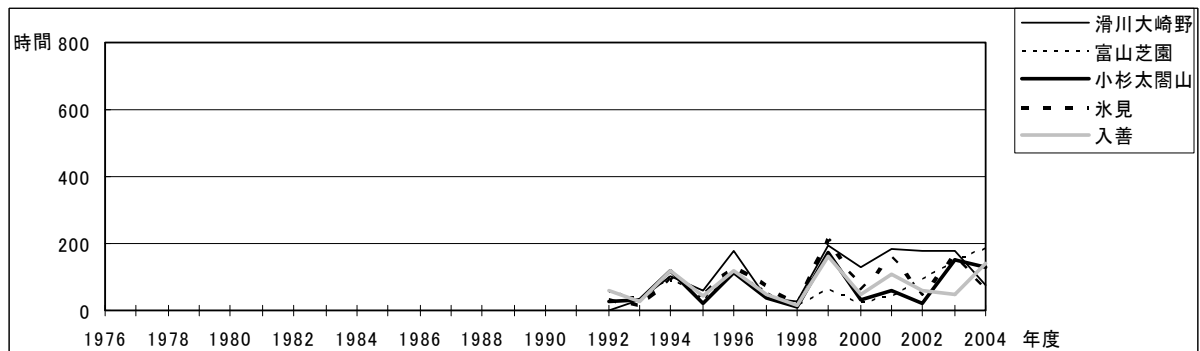
7. 東京都

付図3 0x80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)

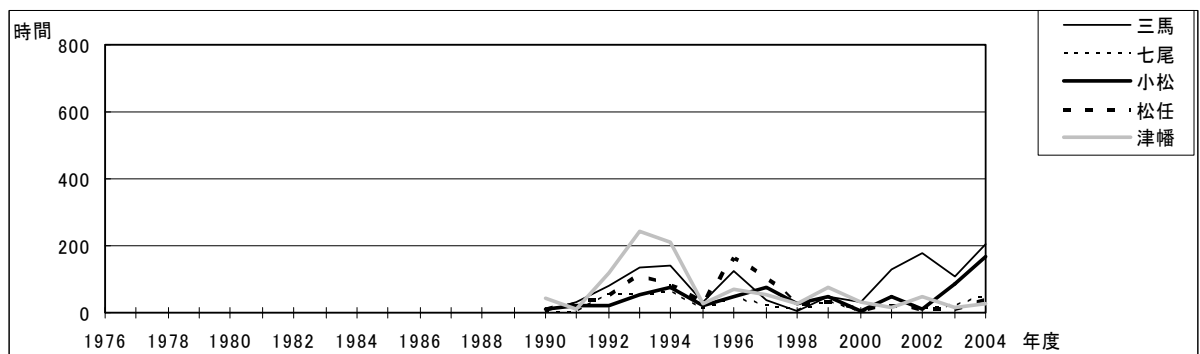
3.基本解析



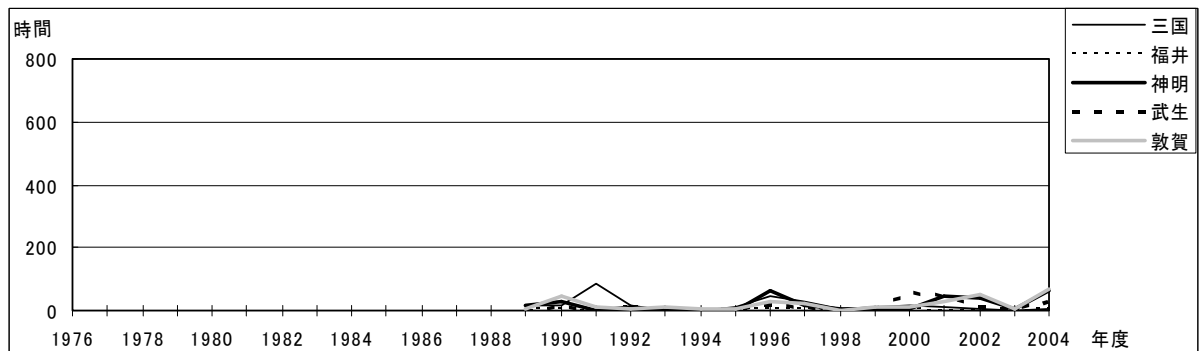
8. 神奈川県



9. 富山県

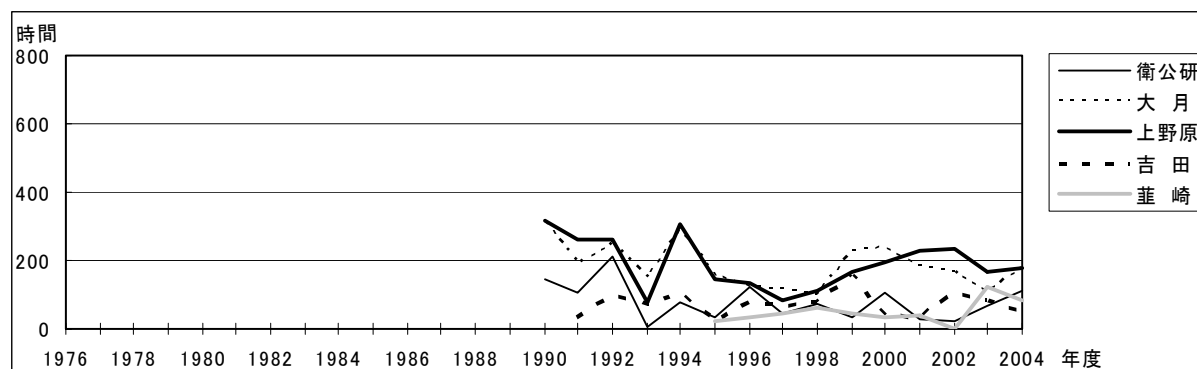


10. 石川県

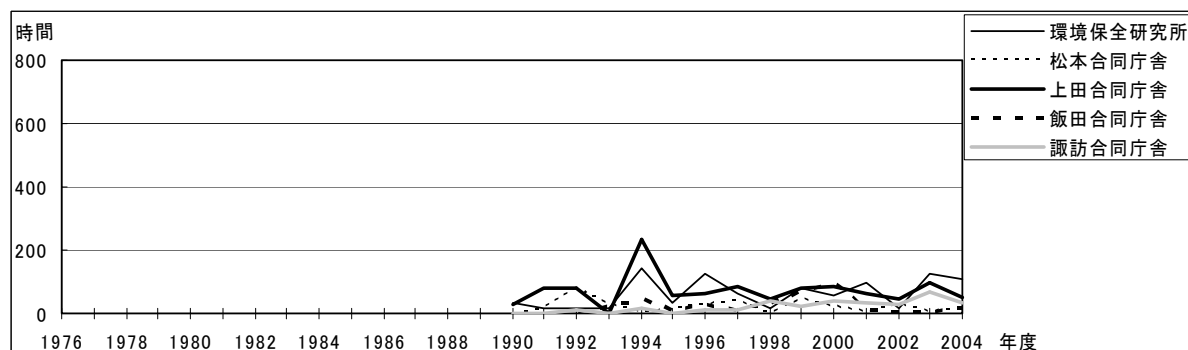


11. 福井県

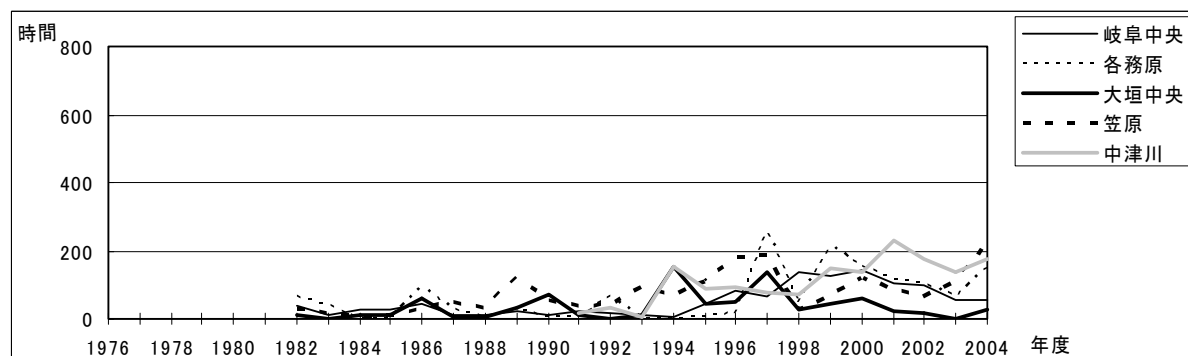
付図3 O_x80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)



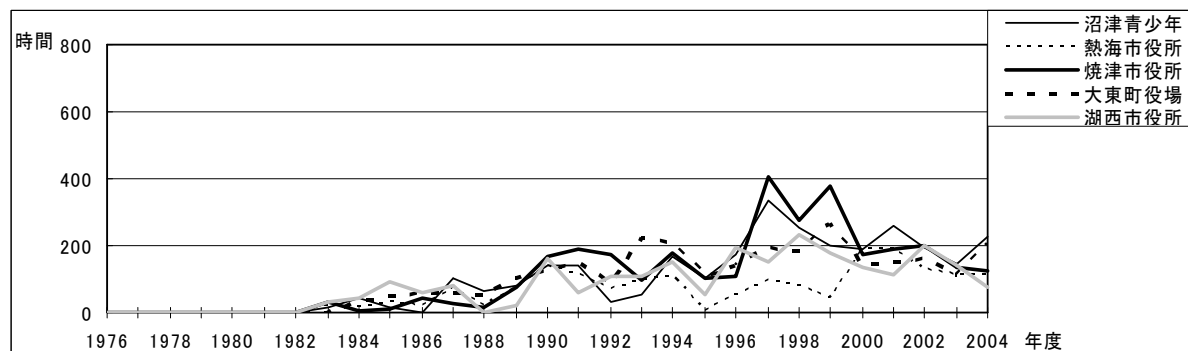
12. 山梨県



13. 長野県



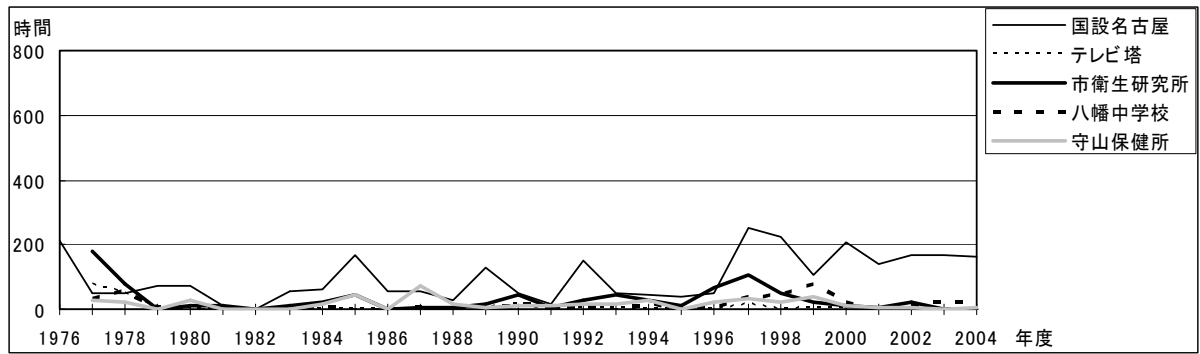
14. 岐阜県



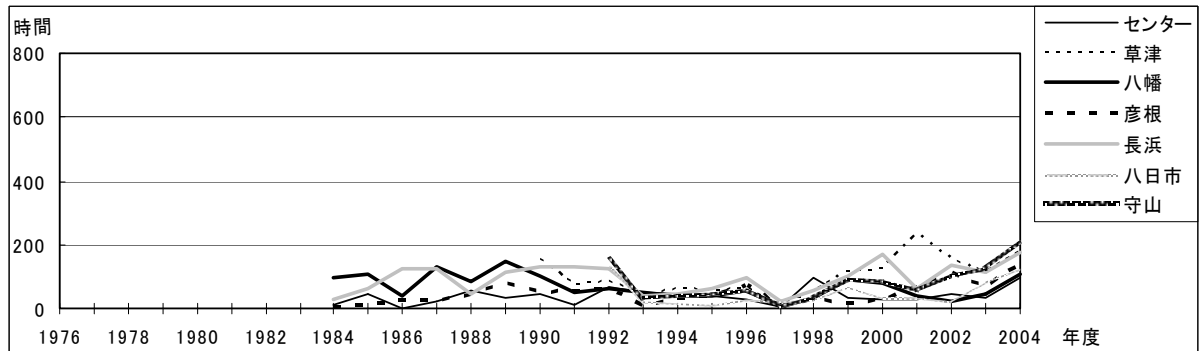
15. 静岡県

付図3 Ox80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)

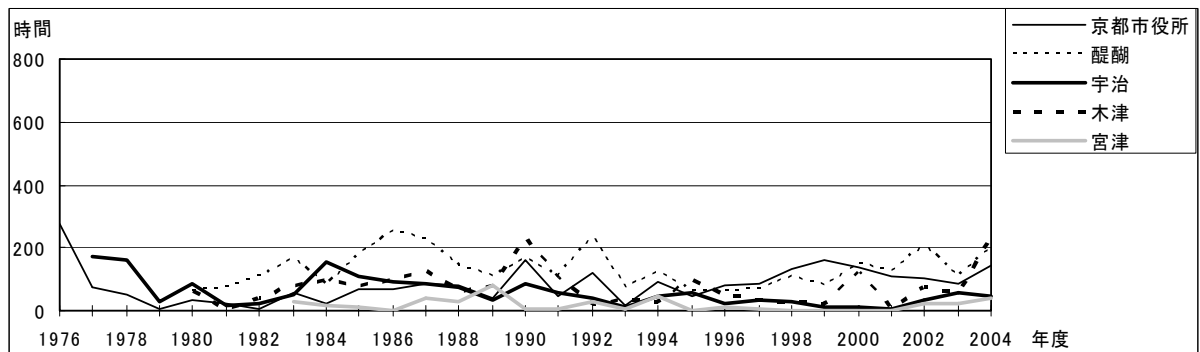
3.基本解析



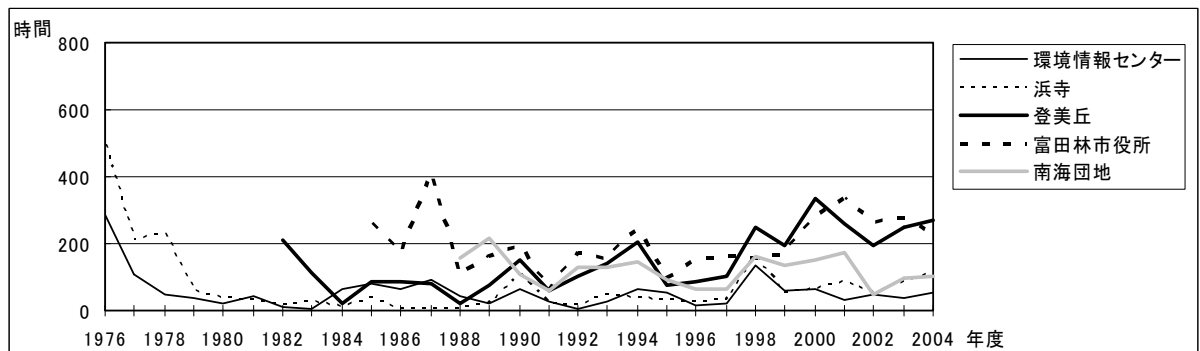
16. 名古屋市



17. 滋賀県

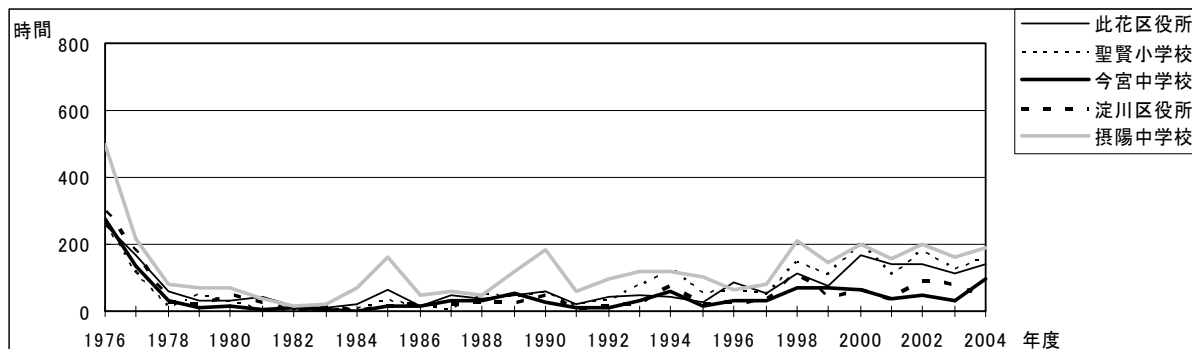


18. 京都府

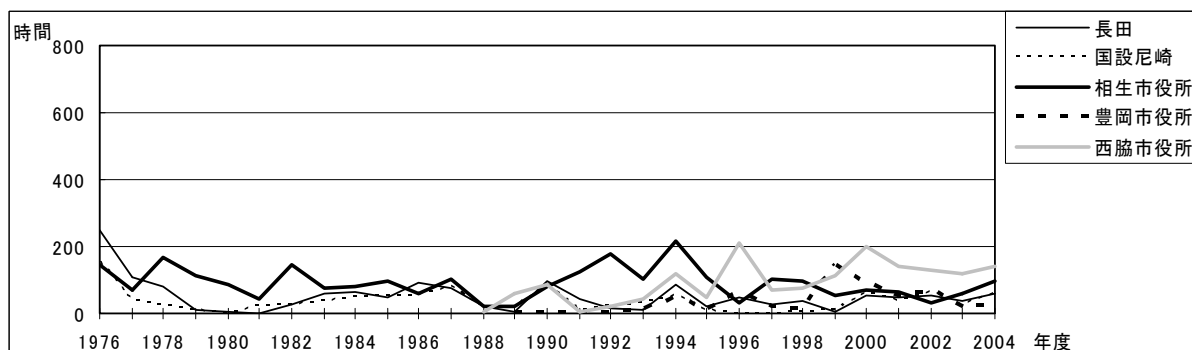


19. 大阪府

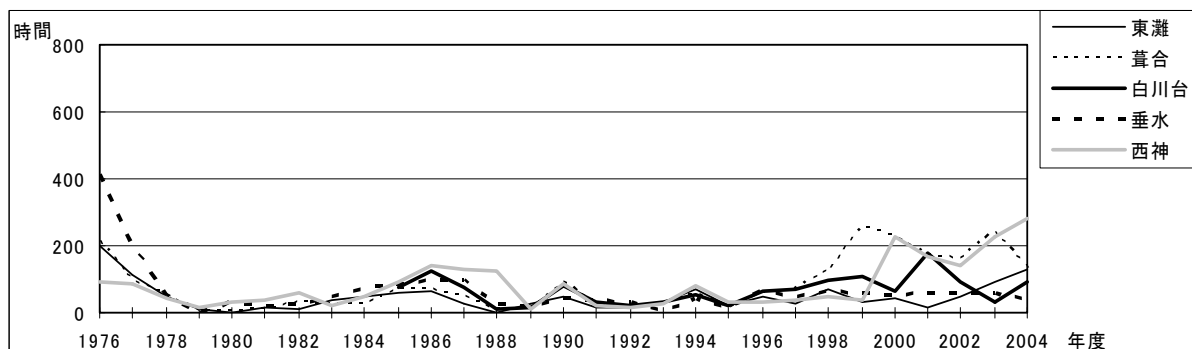
付図3 Ox80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)



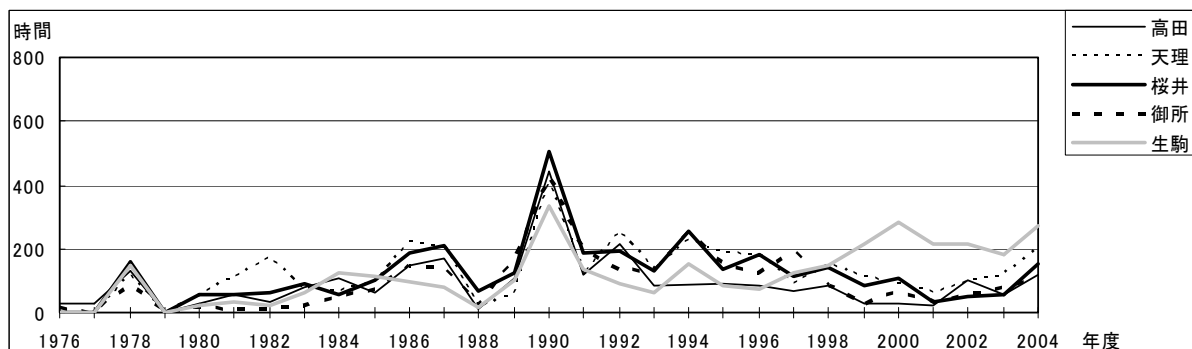
20. 大阪市



21. 兵庫県



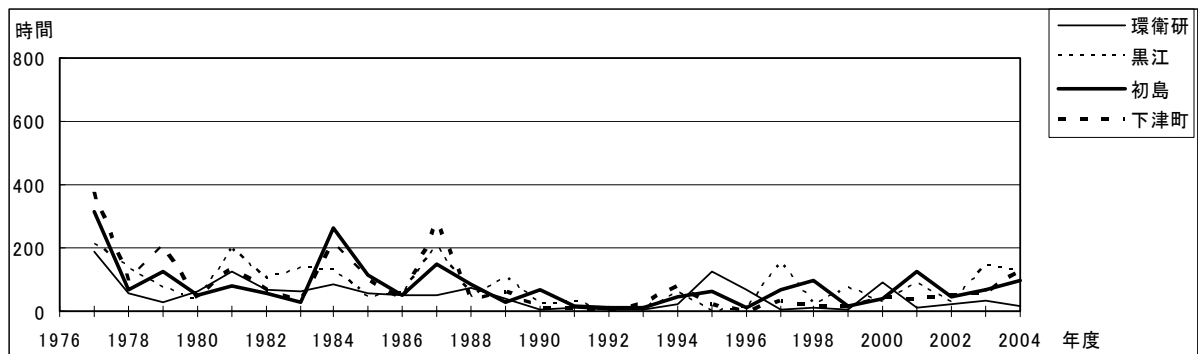
22. 神戸市



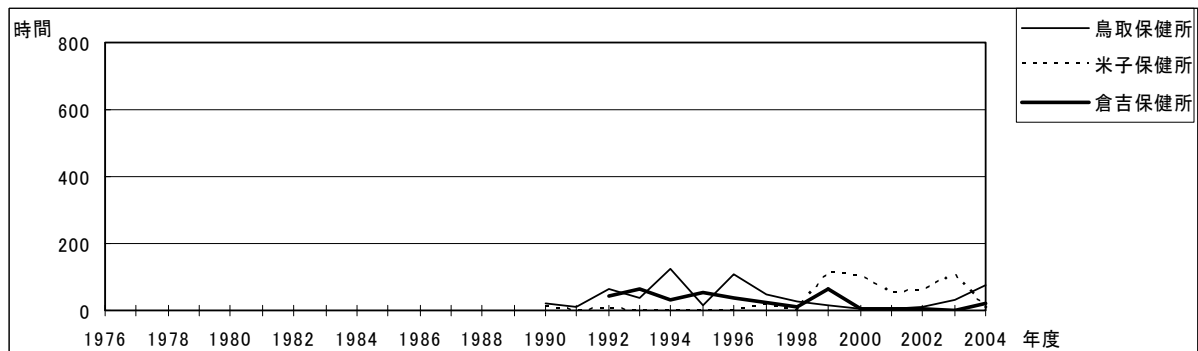
23. 奈良県

付図3 O_x80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)

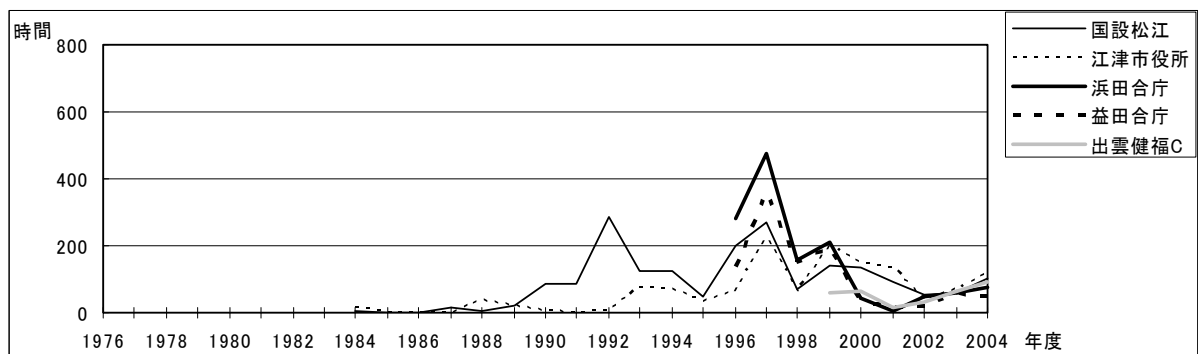
3.基本解析



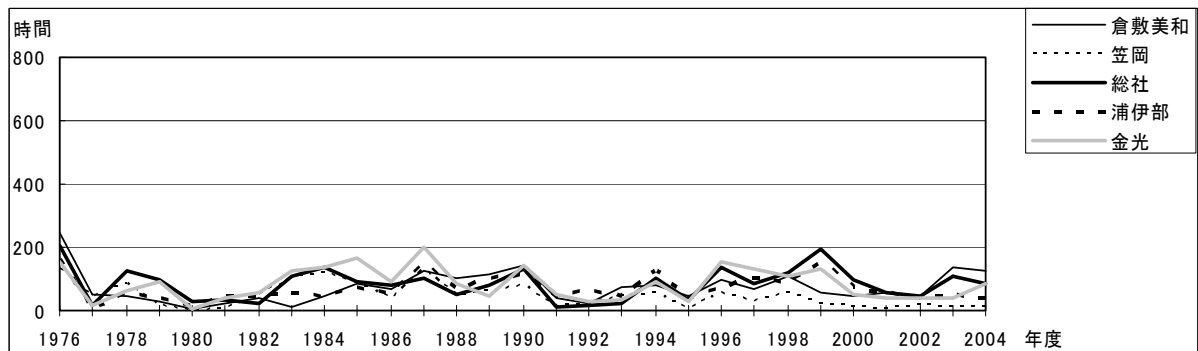
24. 和歌山県



25. 鳥取県

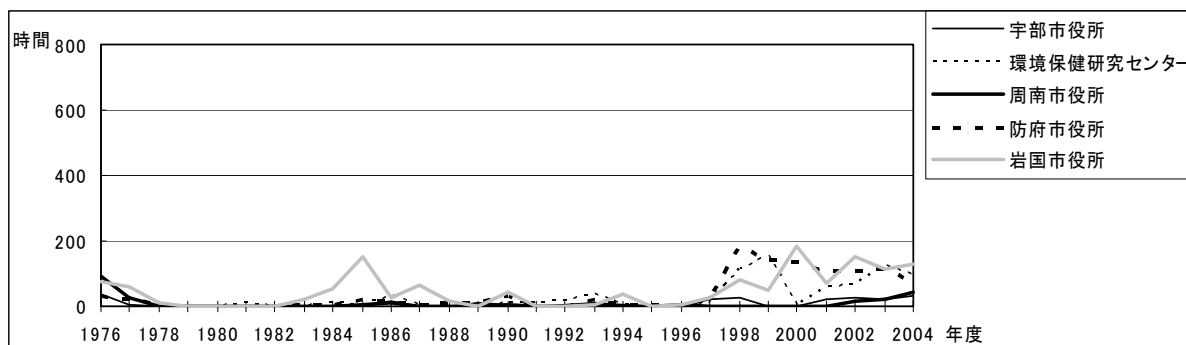


26. 島根県

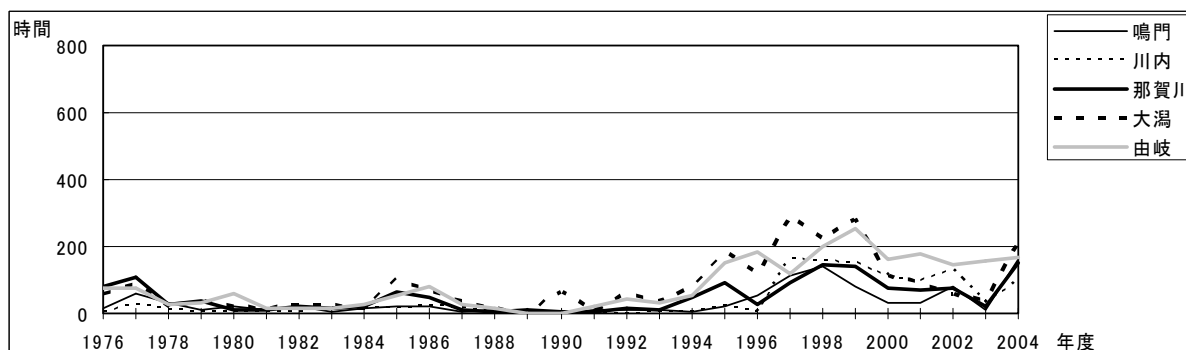


27. 岡山県

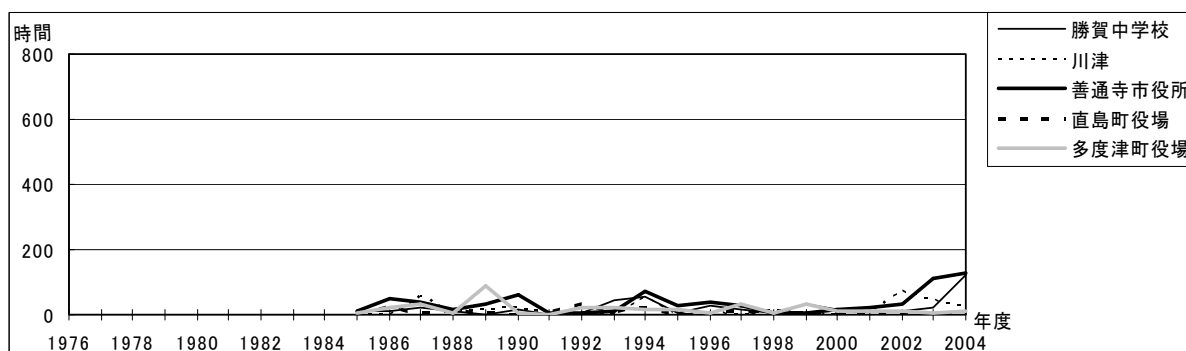
付図3 O_x80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)



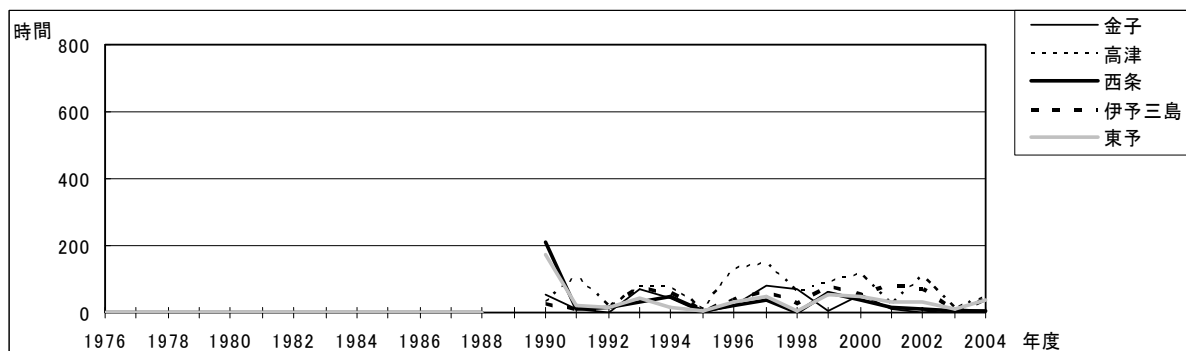
28. 山口県



29. 徳島県



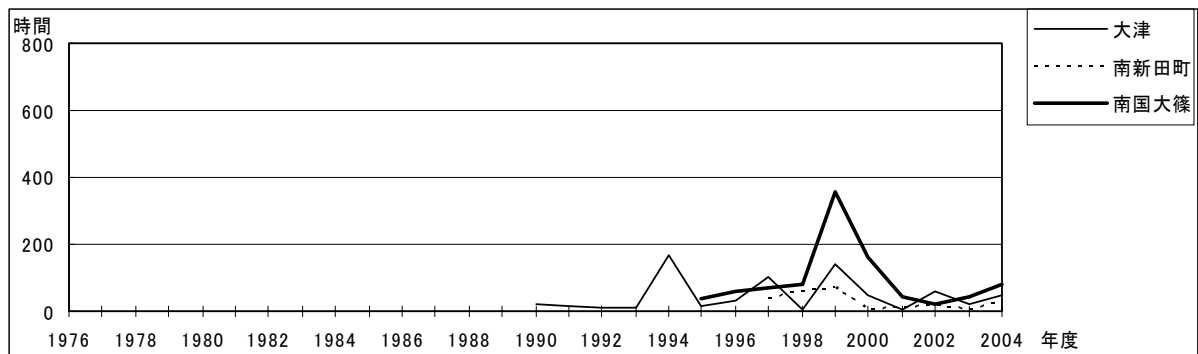
30. 香川県



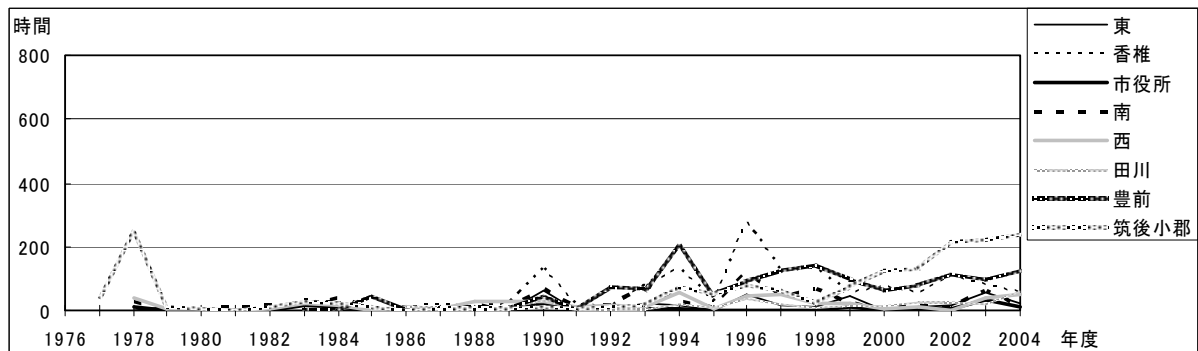
31. 愛媛県

付図3 0x80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)

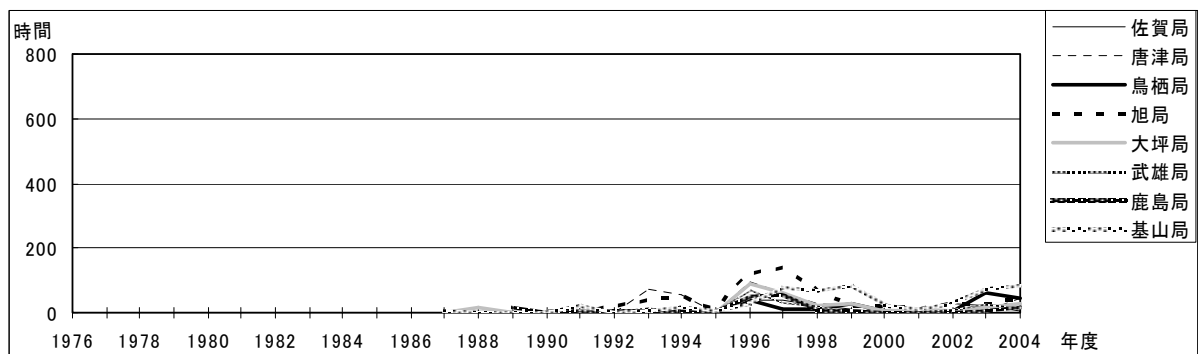
3.基本解析



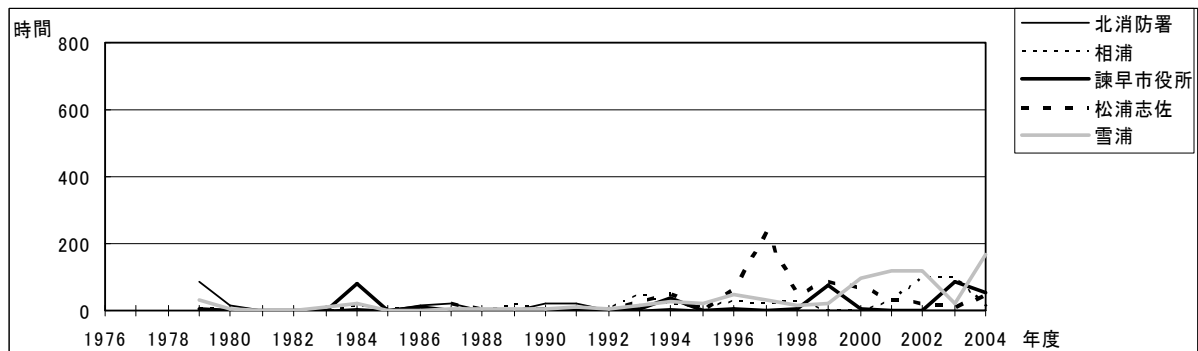
32. 高知県



33. 福岡県

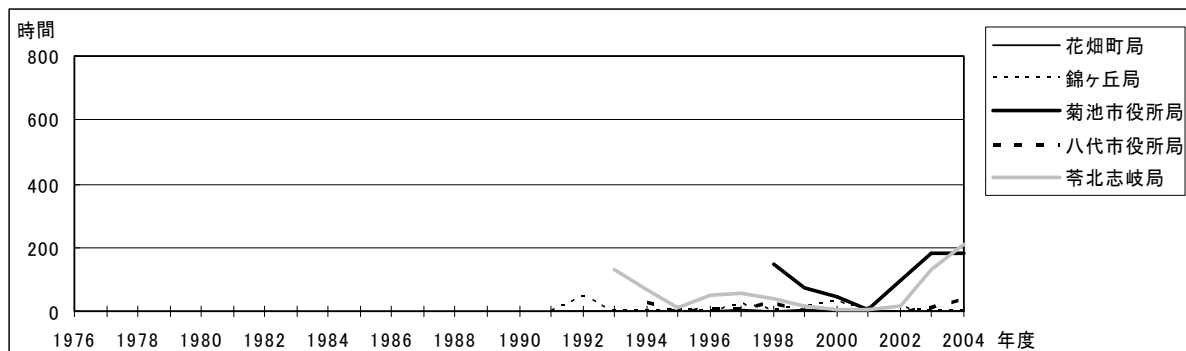


34. 佐賀県

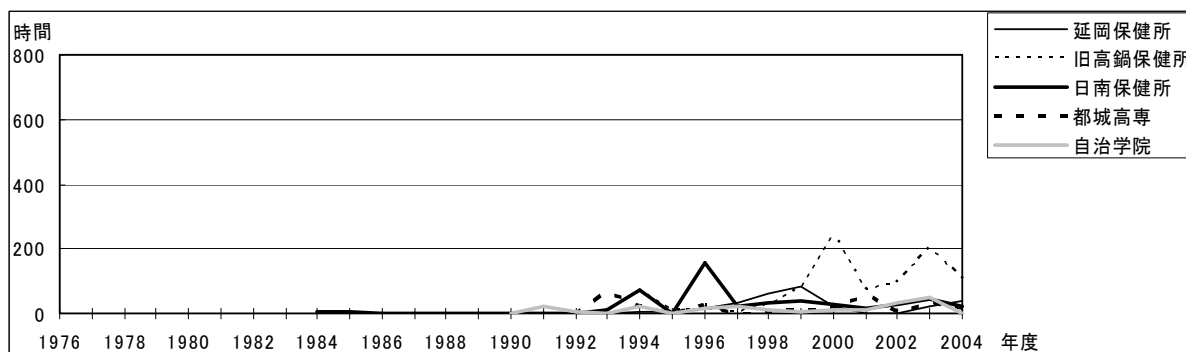


35. 長崎県

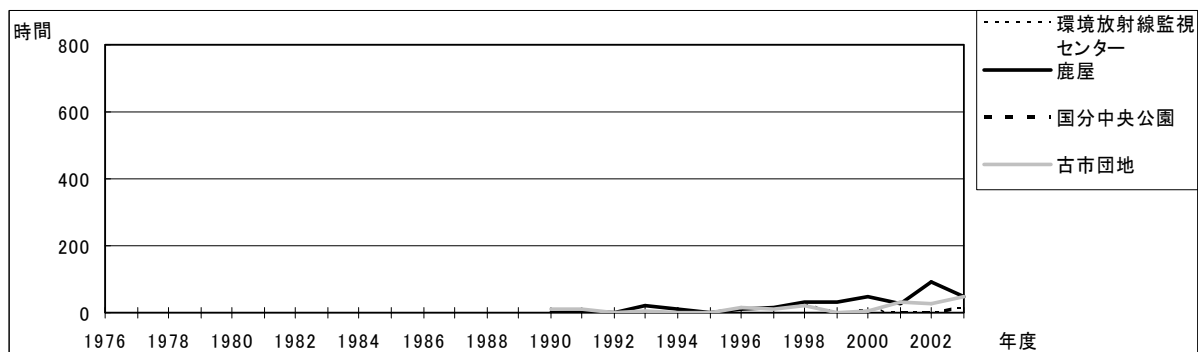
付図3 O_x80ppb以上の時間数の経年変化(図3)のまとめ(つづき)



36. 熊本県



37. 宮崎県



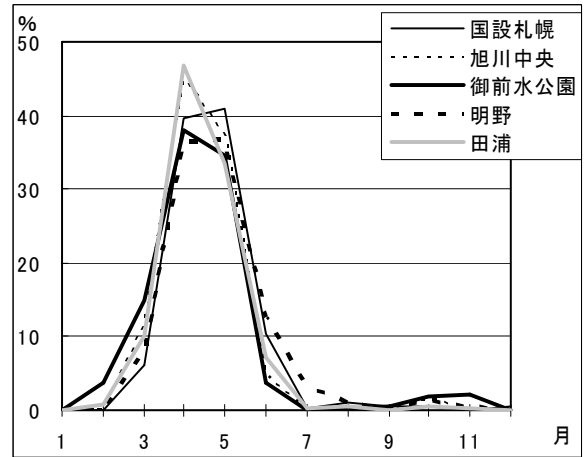
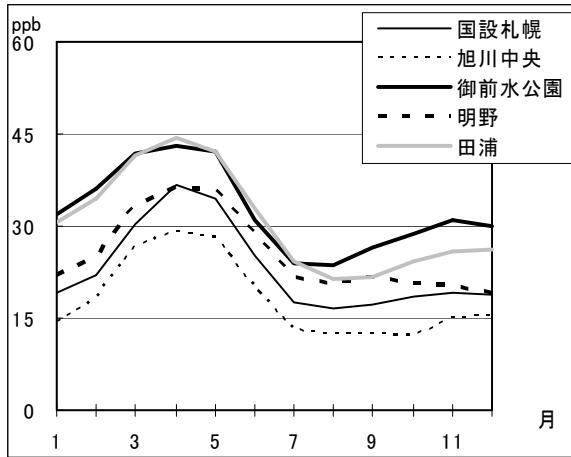
38. 鹿児島県

付図 3 0x80ppb 以上の時間数の経年変化(図 3)のまとめ(つづき)

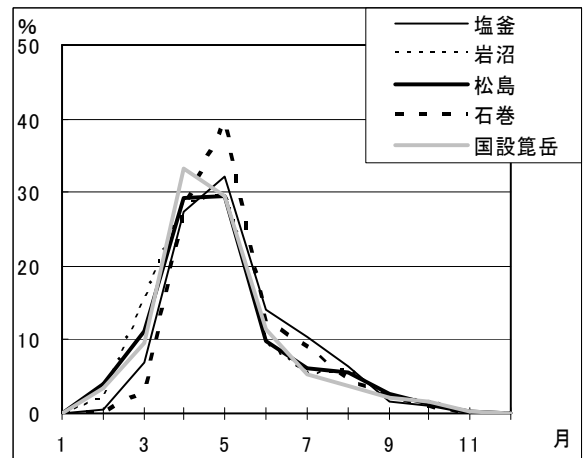
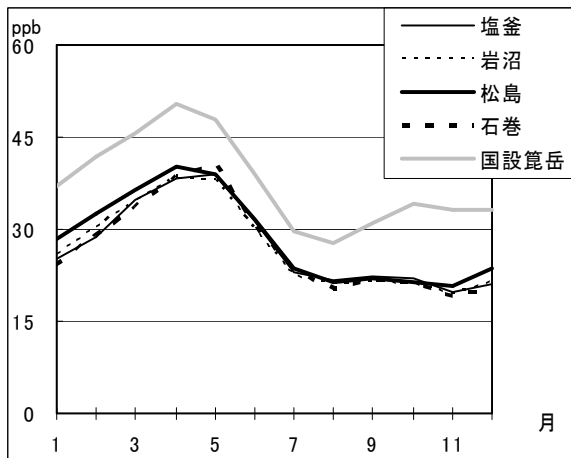
3.基本解析

(4) 全国のOx濃度月別平均値及びOx60ppb以上の月別出現割合

以下に、38の地域（都道府県市）の基本解析結果により、Ox濃度月別平均値グラフ（図6）及びOx60ppb以上の月別出現割合グラフ（図7）をまとめて掲載した。



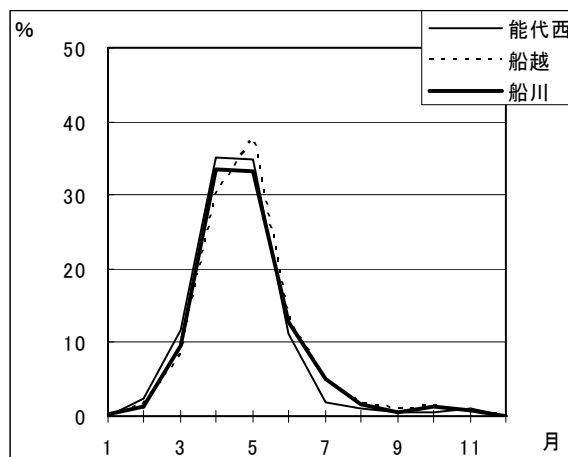
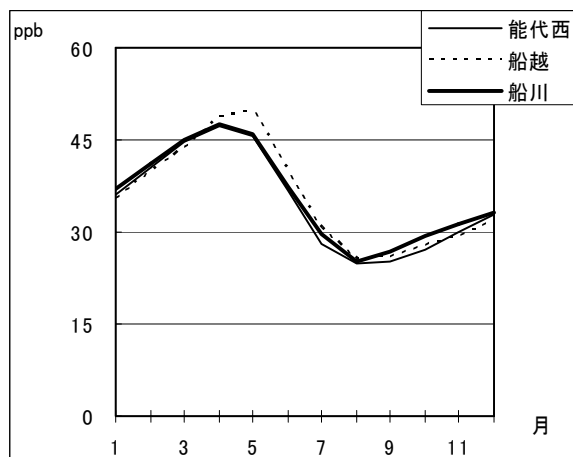
1. 北海道



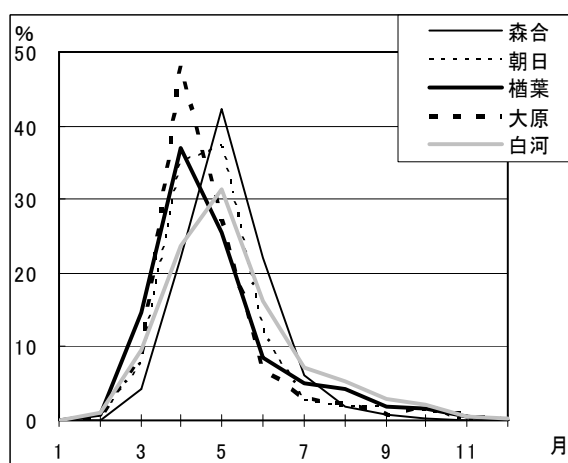
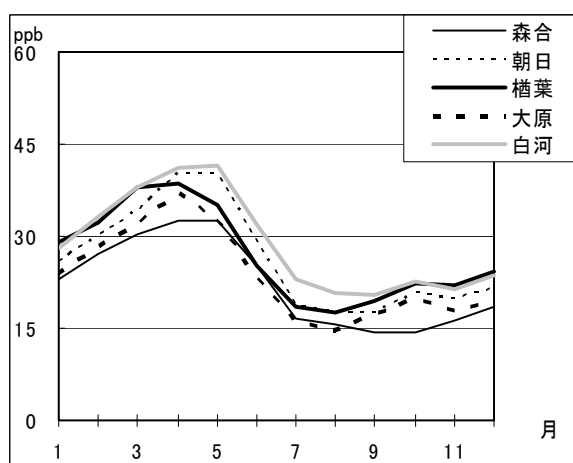
2. 宮城県

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ

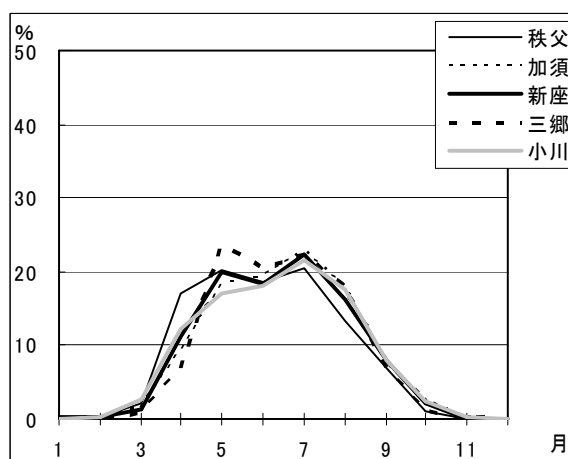
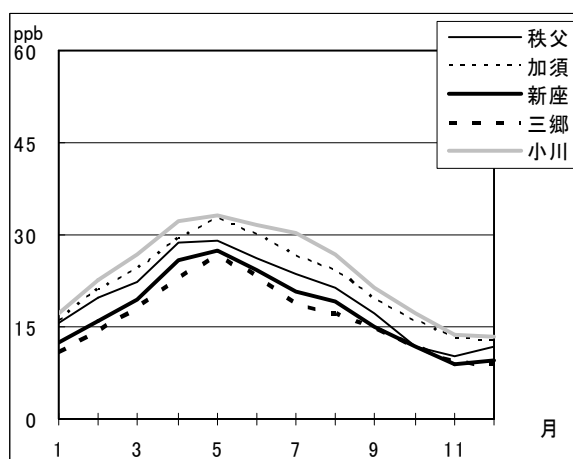
※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)



3. 秋田県



4. 福島県

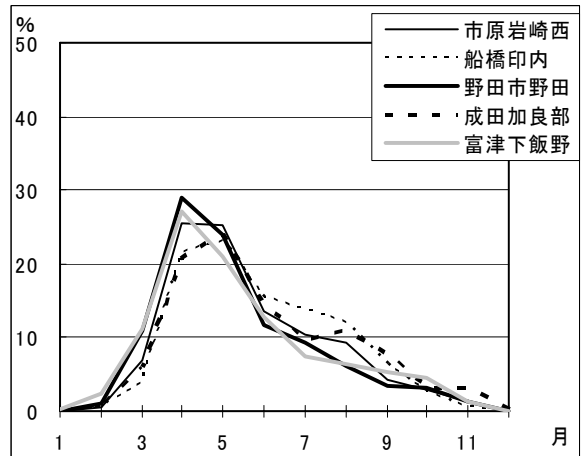
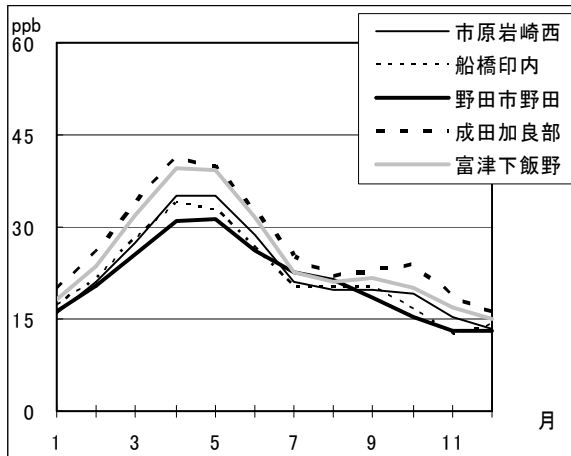


5. 埼玉県

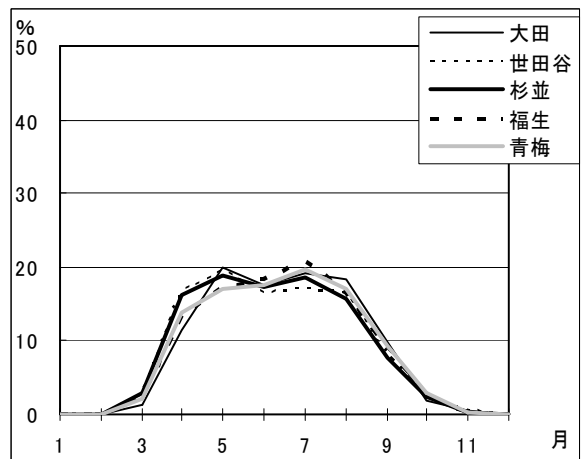
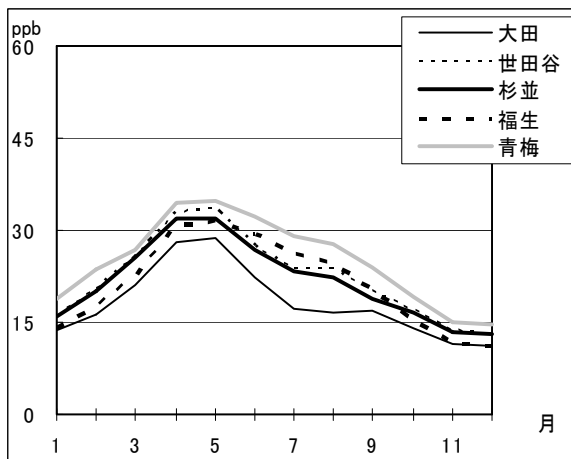
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

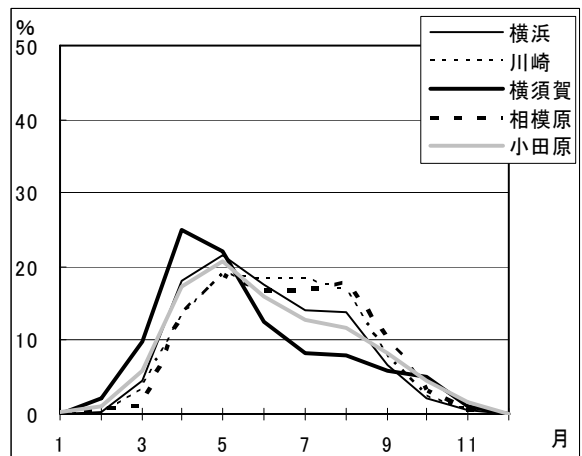
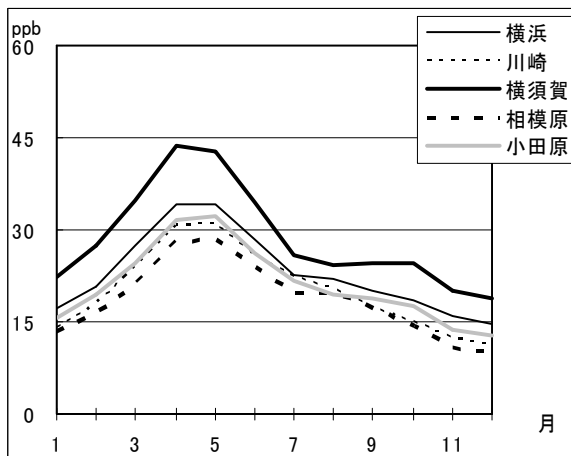
3.基本解析



6. 千葉県



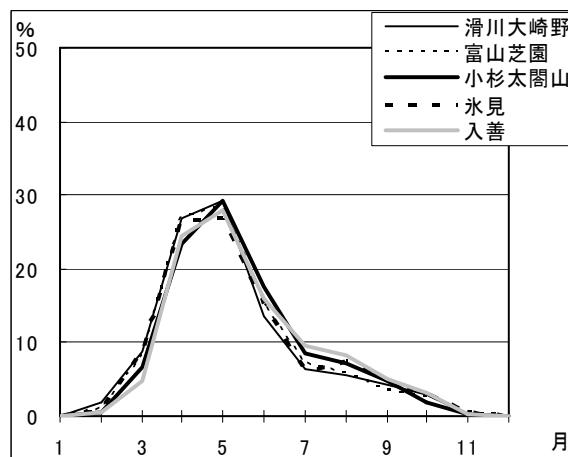
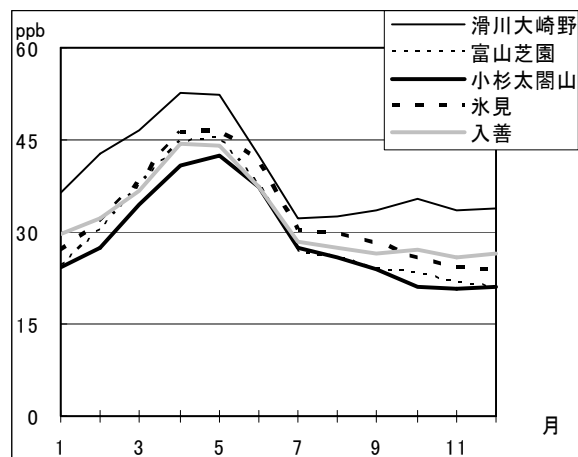
7. 東京都



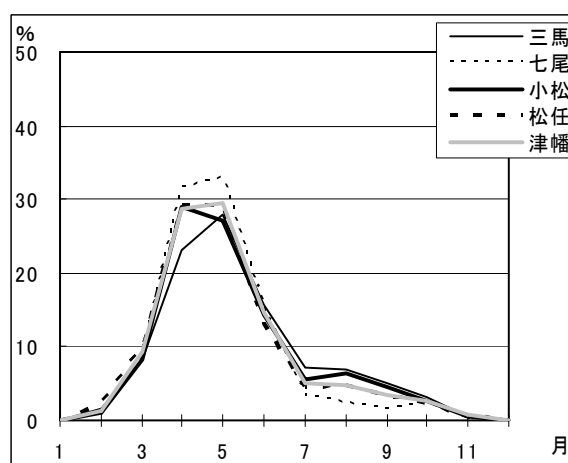
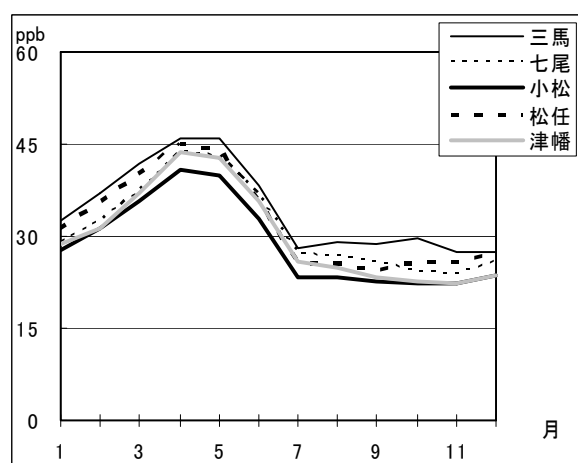
8. 神奈川県

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

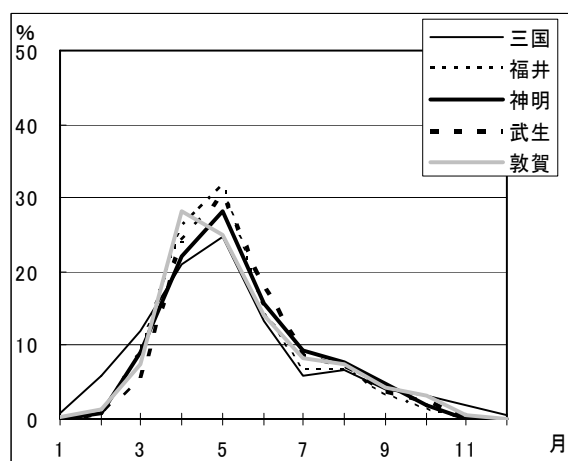
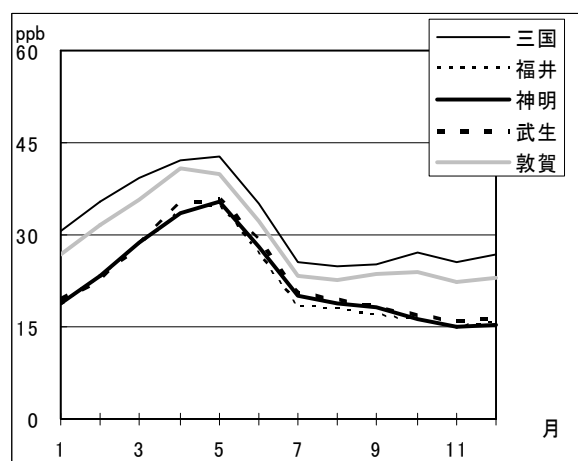
※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)



9. 富山県



10. 石川県

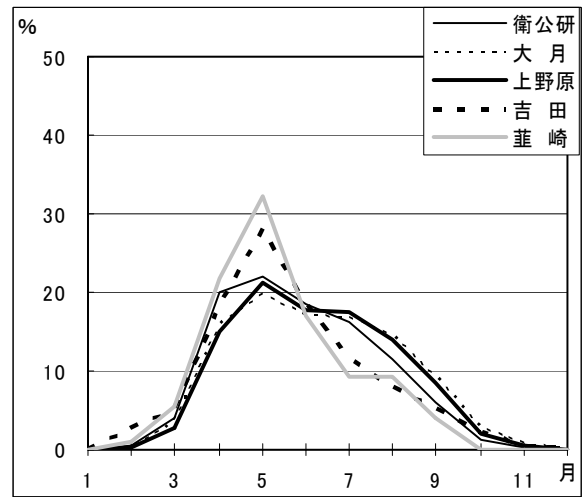
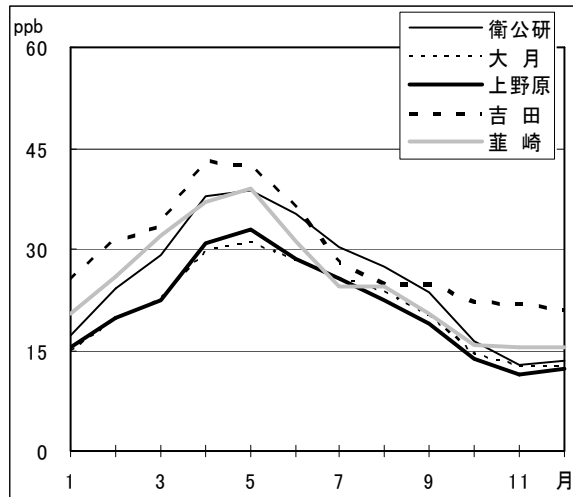


11. 福井県

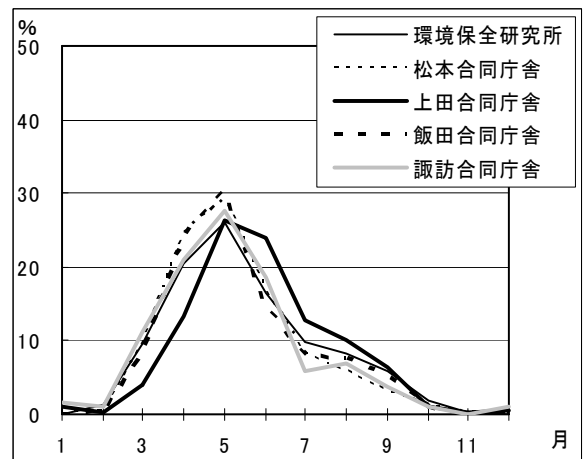
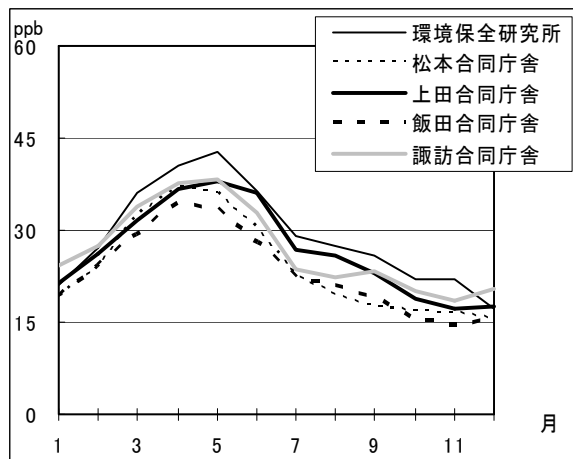
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

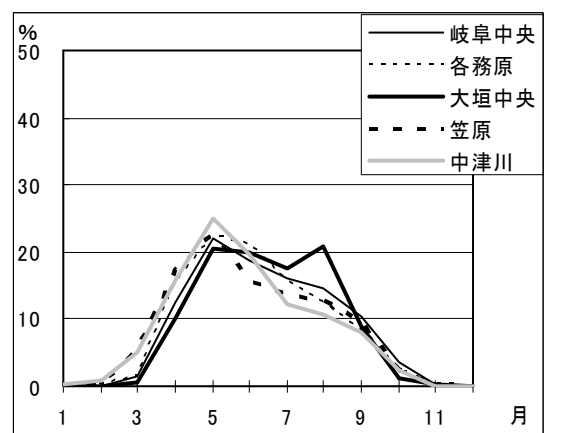
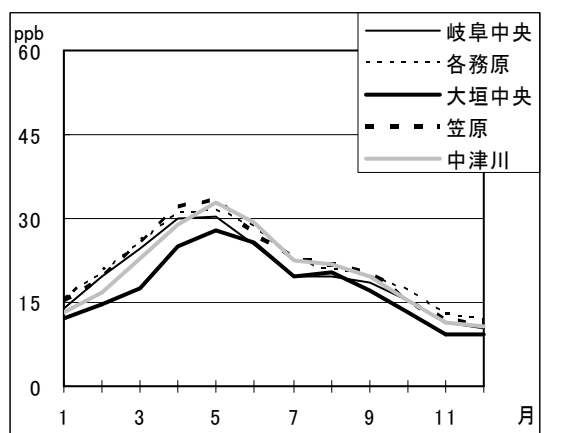
3.基本解析



12. 山梨県



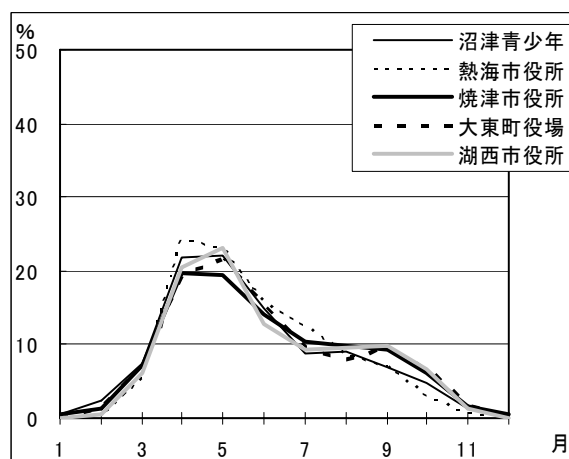
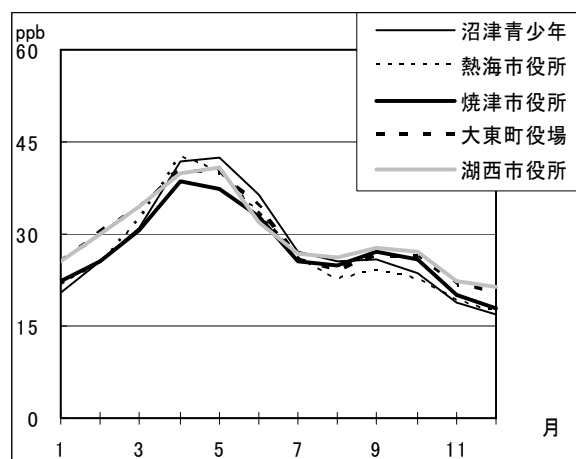
13. 長野県



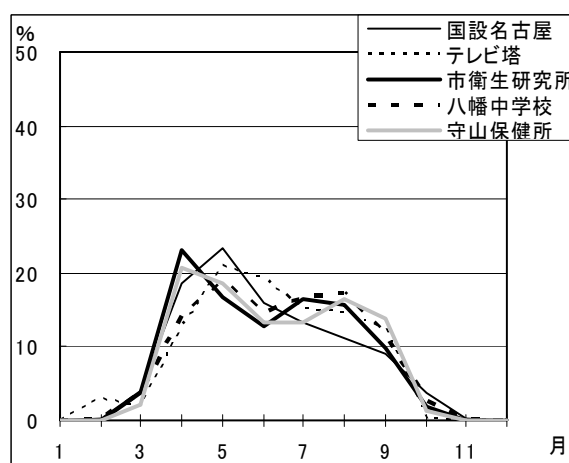
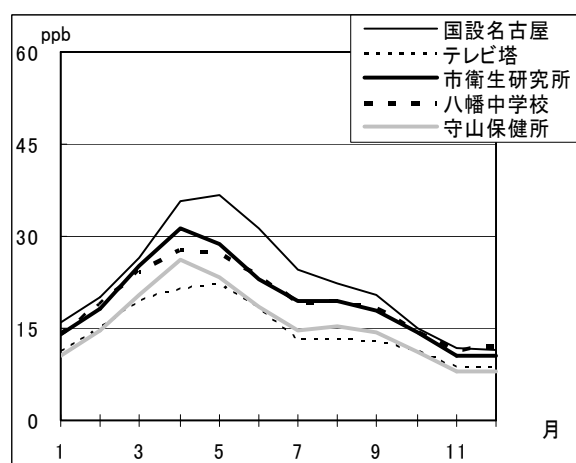
14. 岐阜県

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

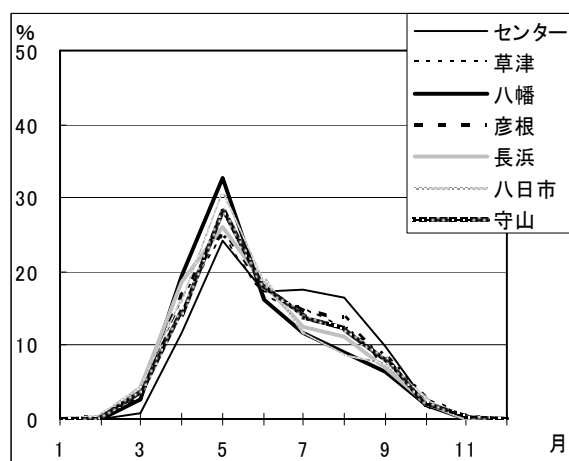
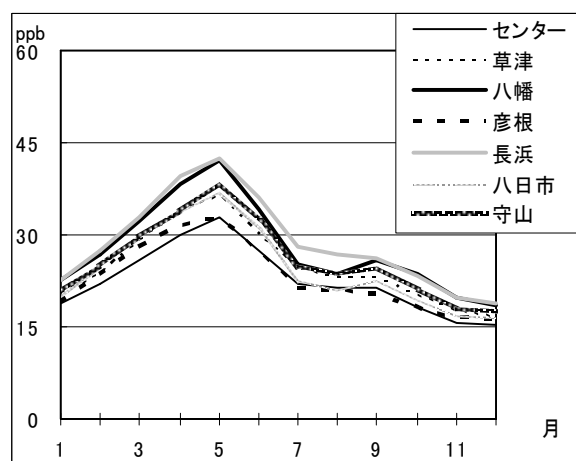
※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)



15. 静岡県



16. 名古屋市

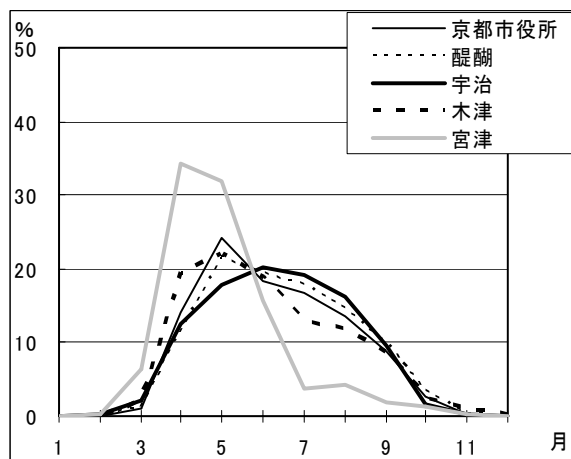
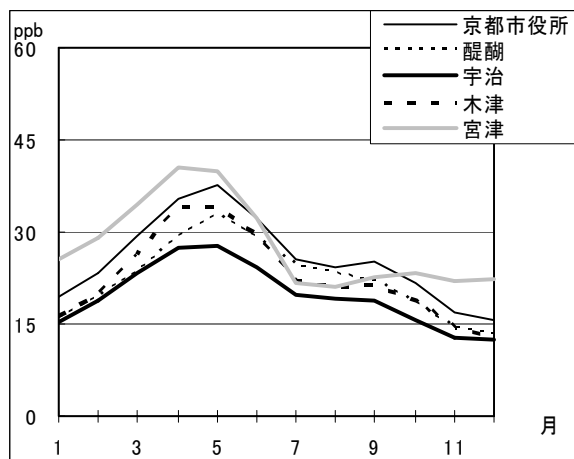


17. 滋賀県

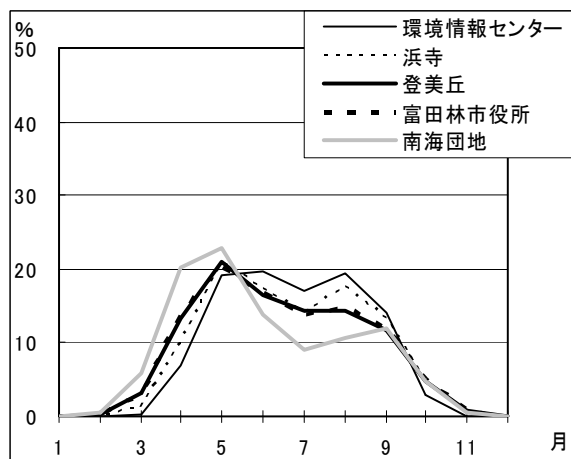
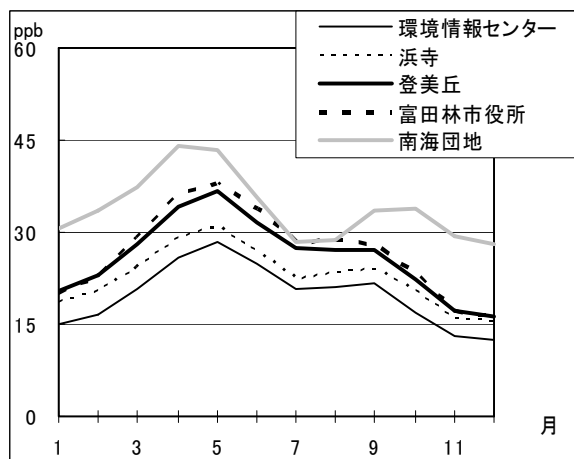
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

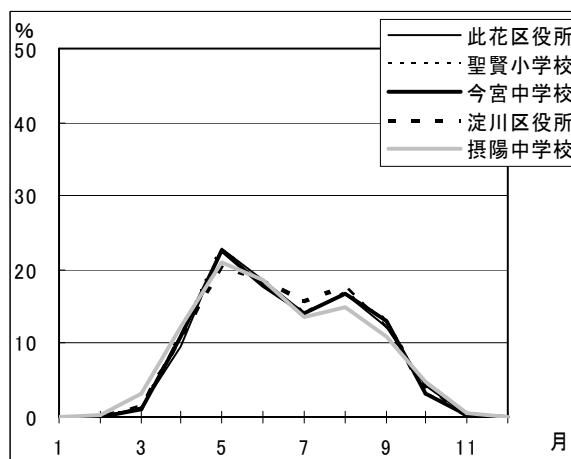
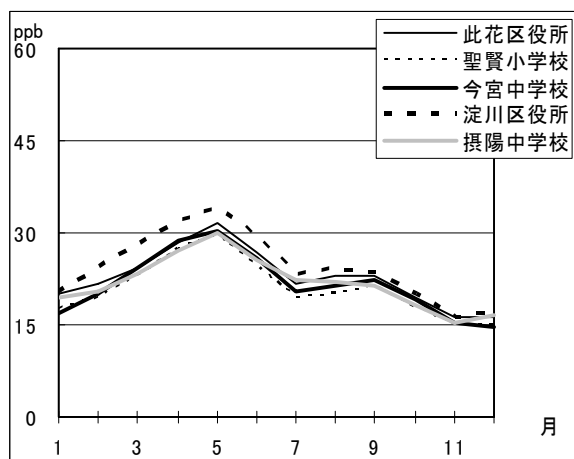
3.基本解析



18. 京都府



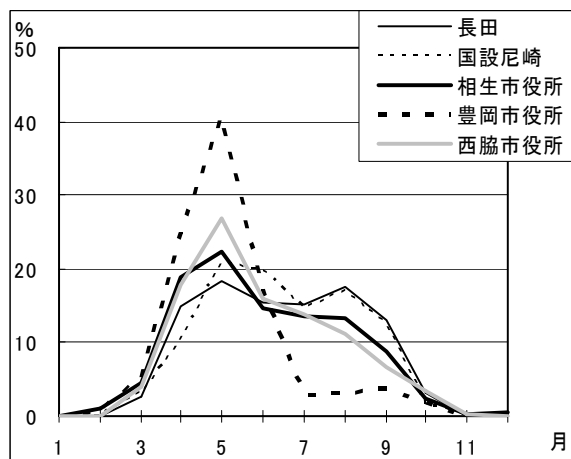
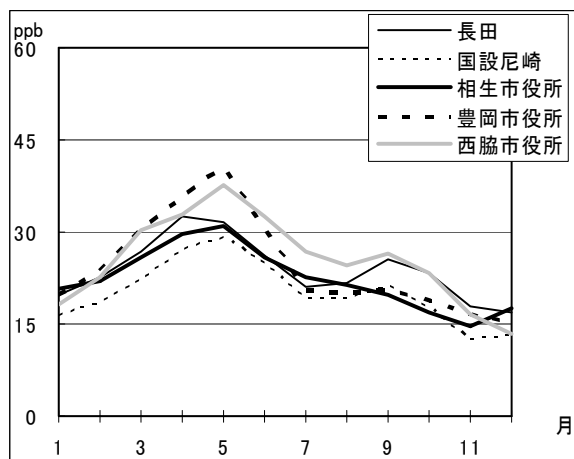
19. 大阪府



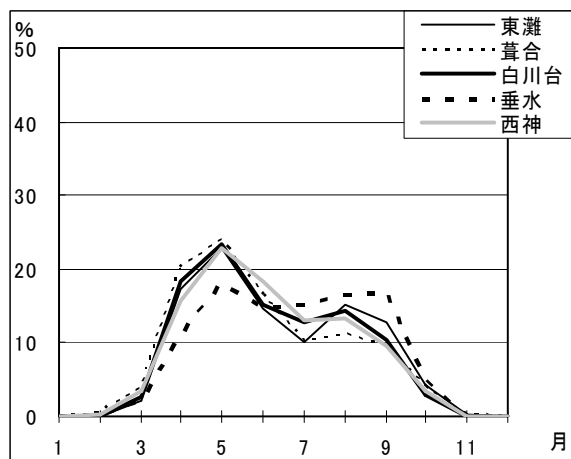
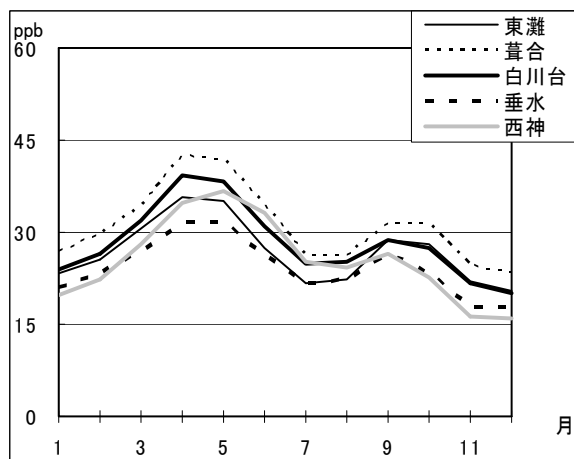
20. 大阪市

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

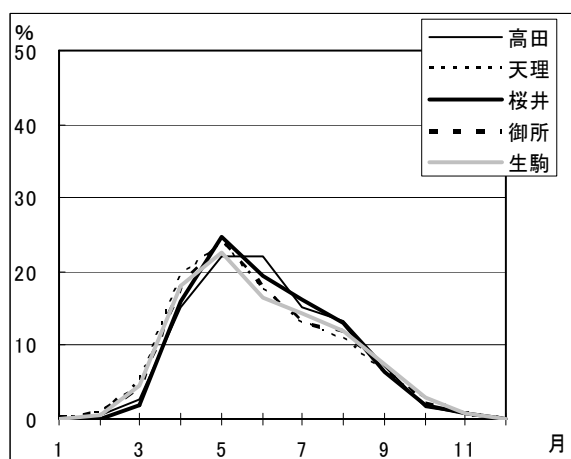
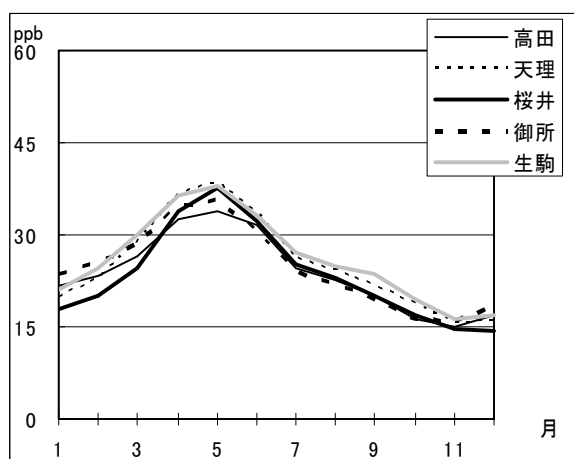
※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)



21. 兵庫県



22. 神戸市

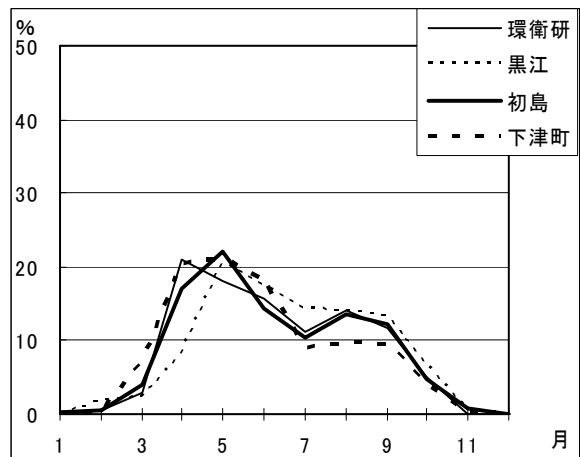
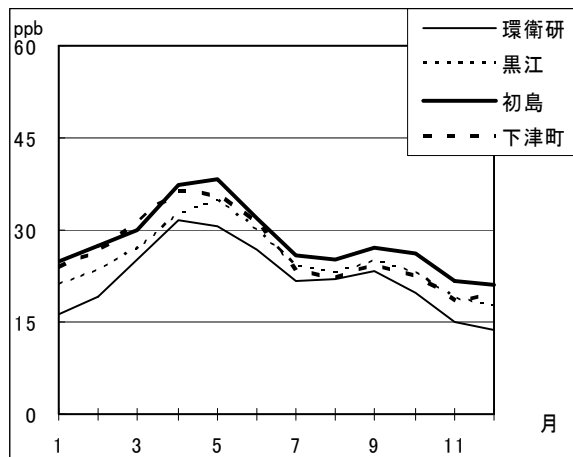


23. 奈良県

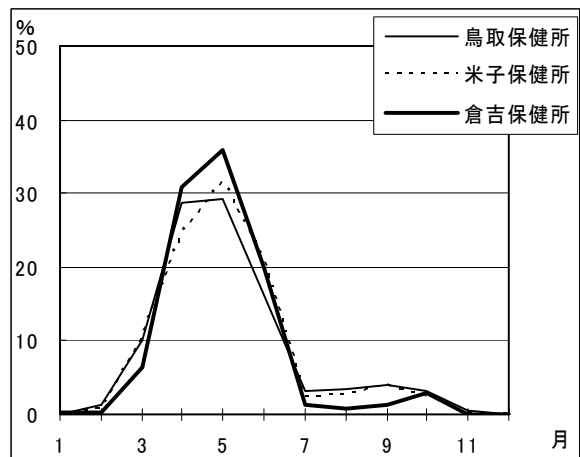
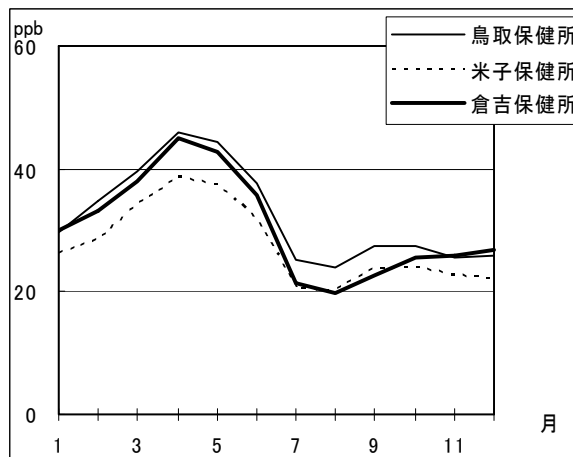
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

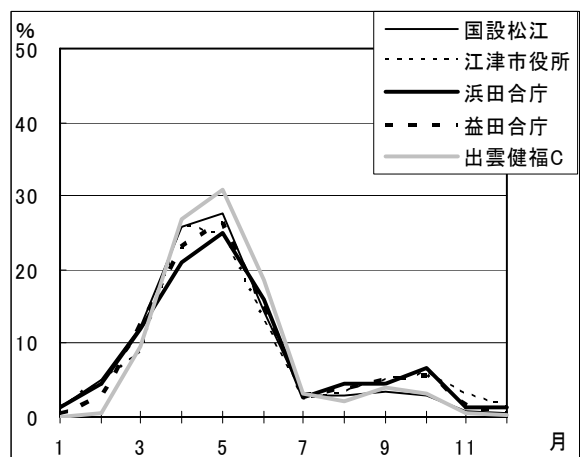
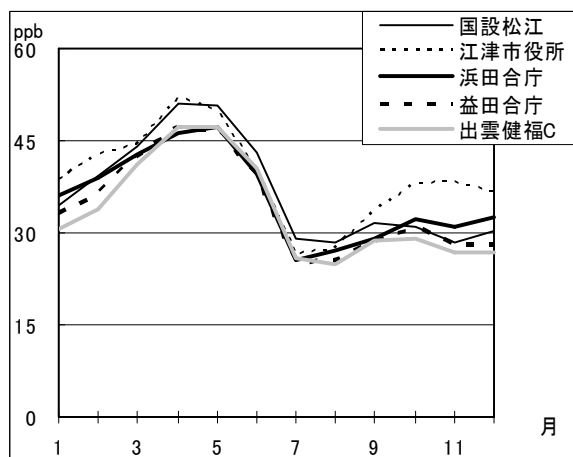
3.基本解析



24. 和歌山県



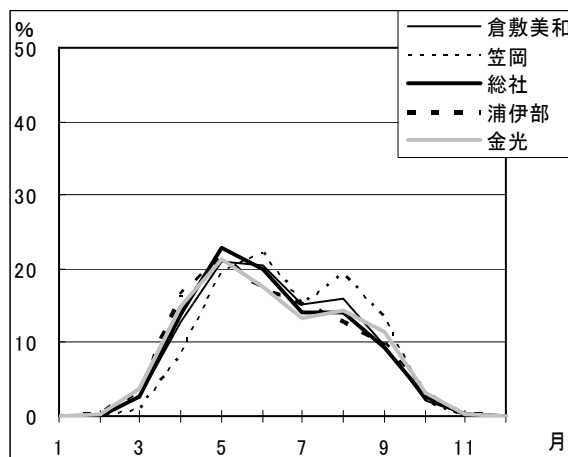
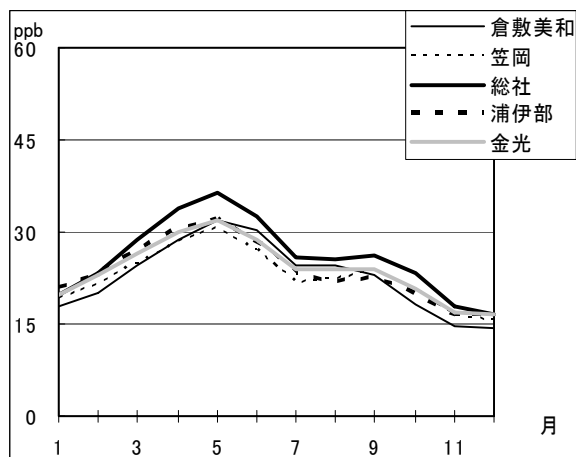
25. 鳥取県



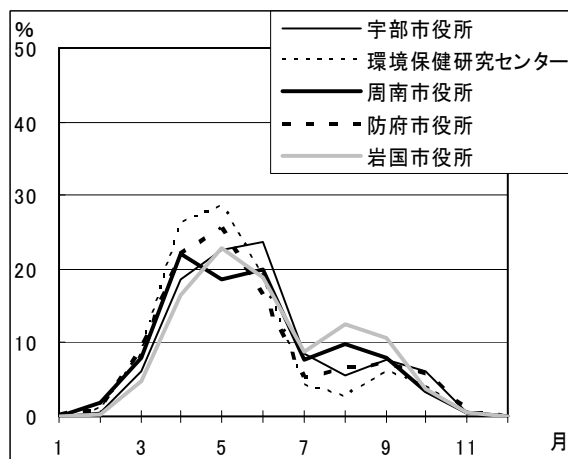
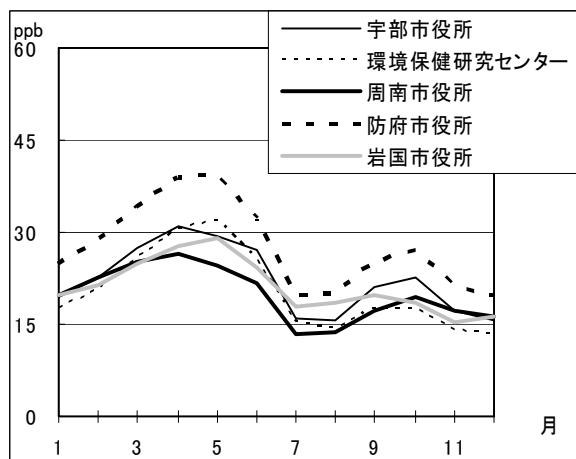
26. 島根県

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

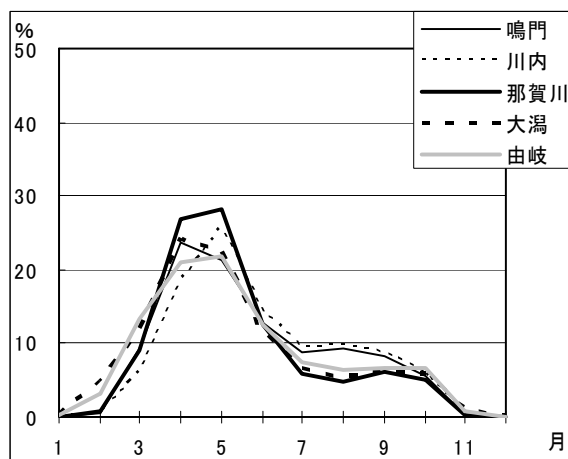
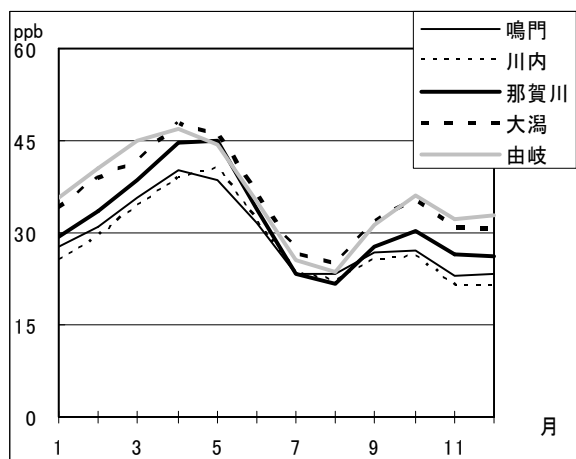
※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)



27. 岡山県



28. 山口県

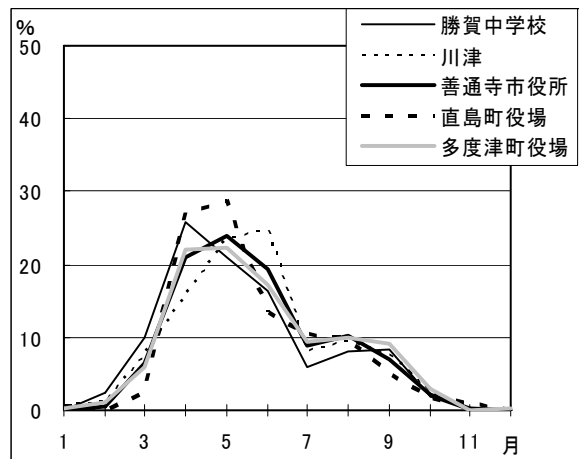
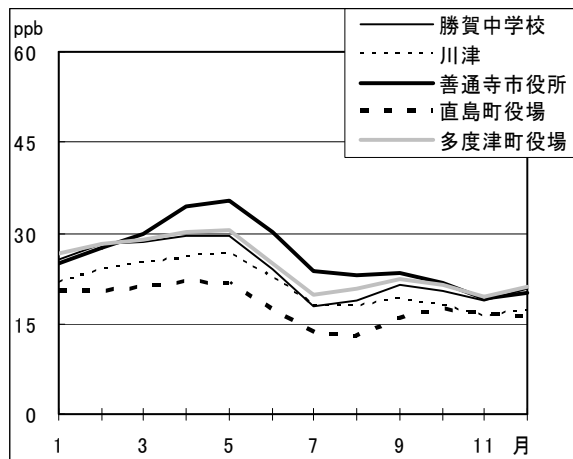


29. 徳島県

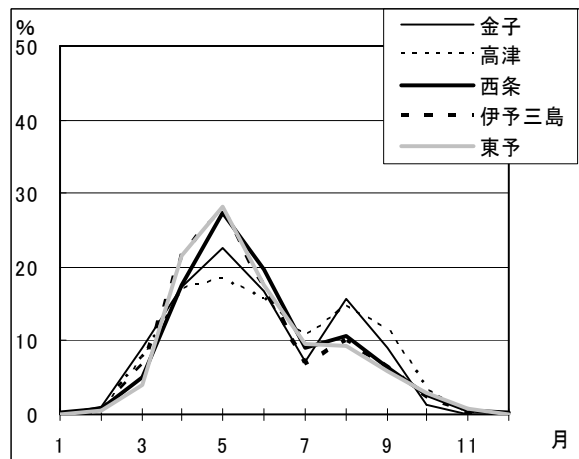
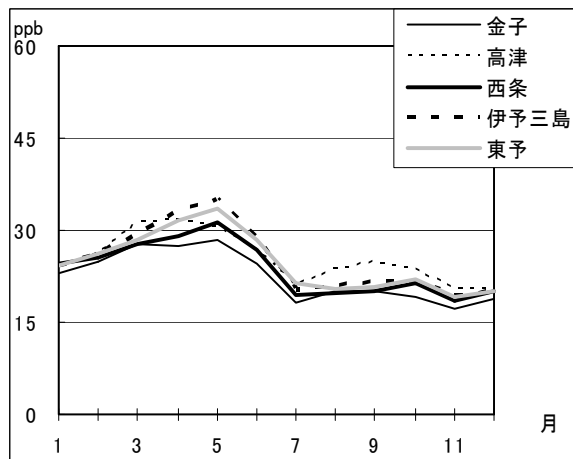
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

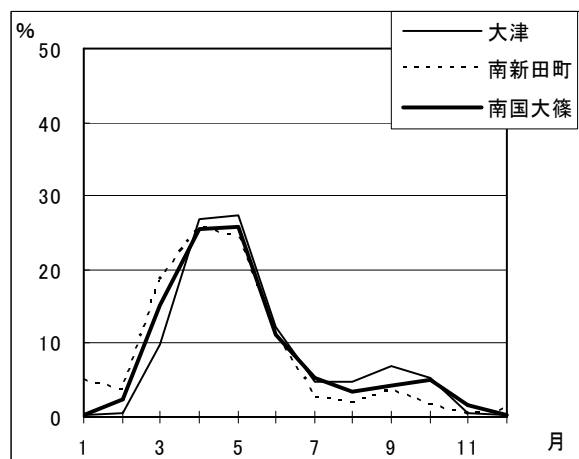
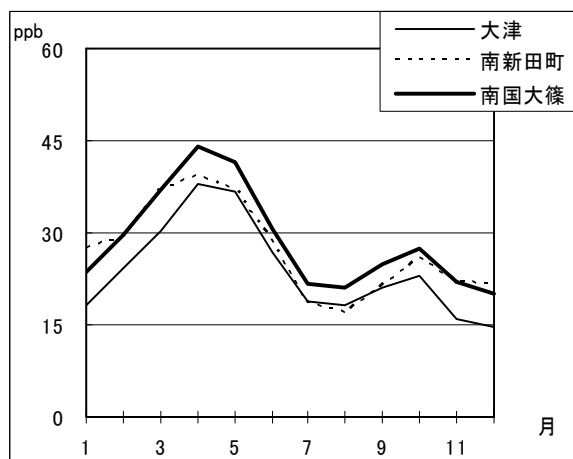
3.基本解析



30. 香川県



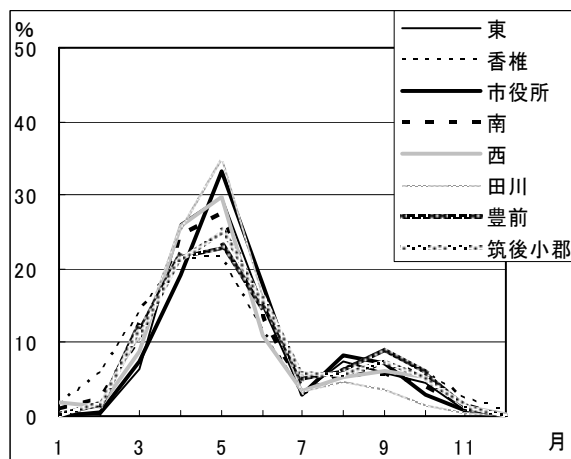
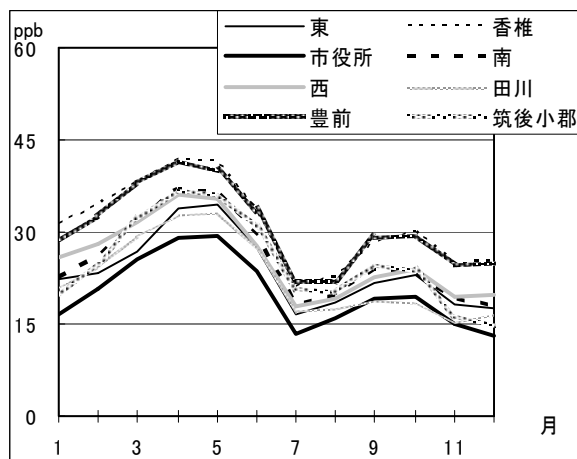
31. 愛媛県



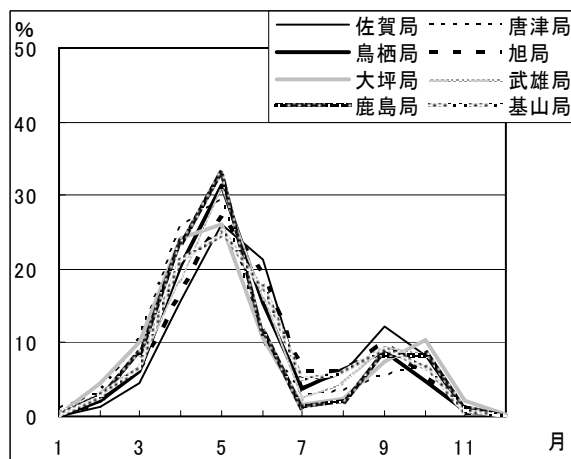
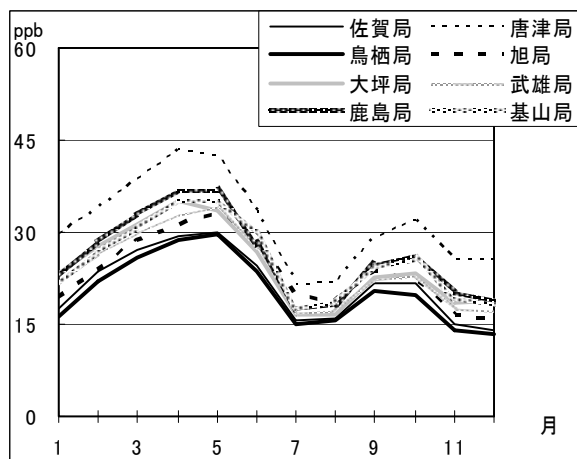
32. 高知県

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

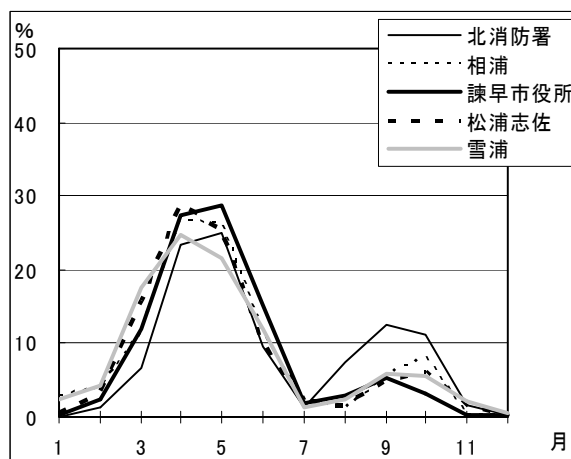
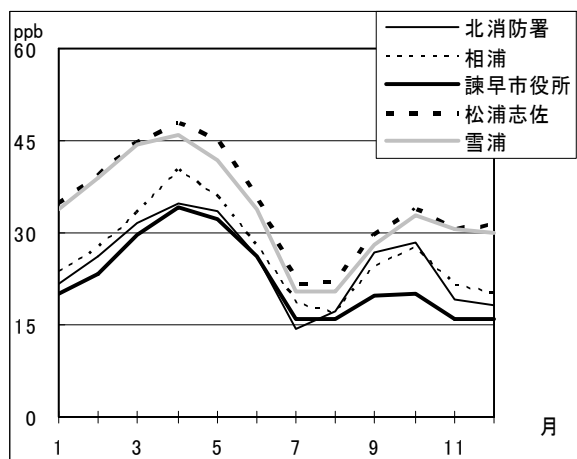
※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)



33. 福岡県



34. 佐賀県

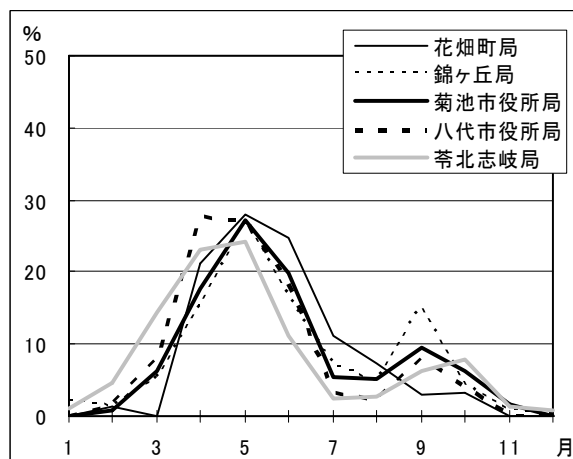
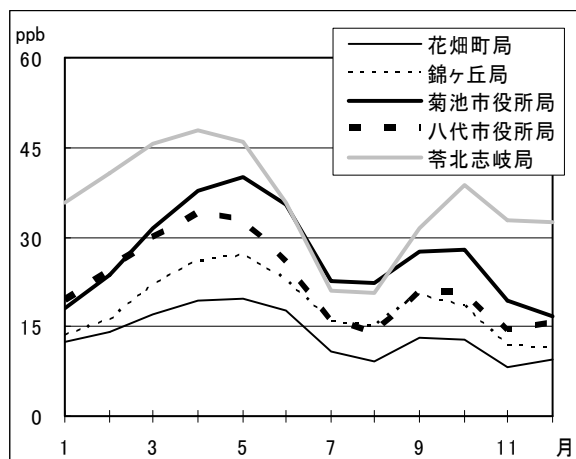


35. 長崎県

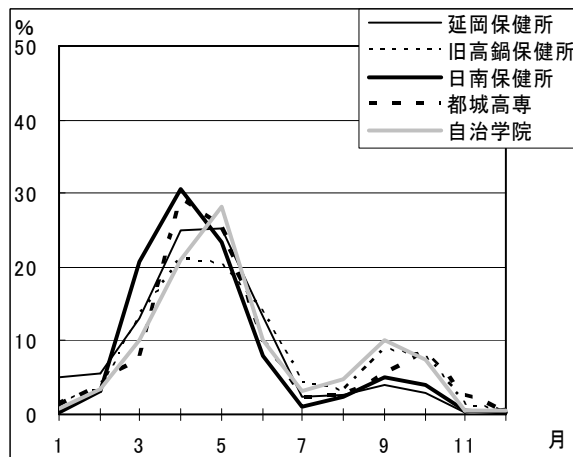
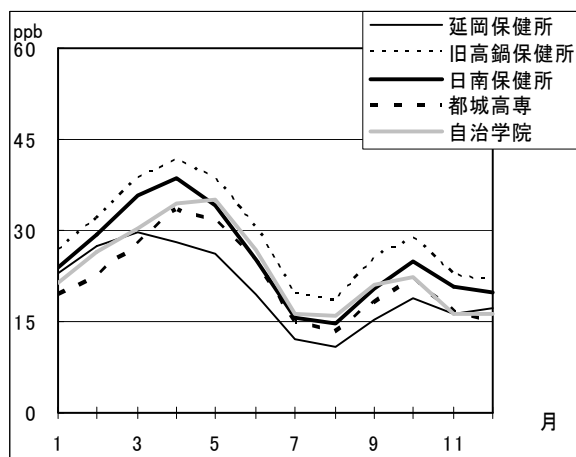
付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

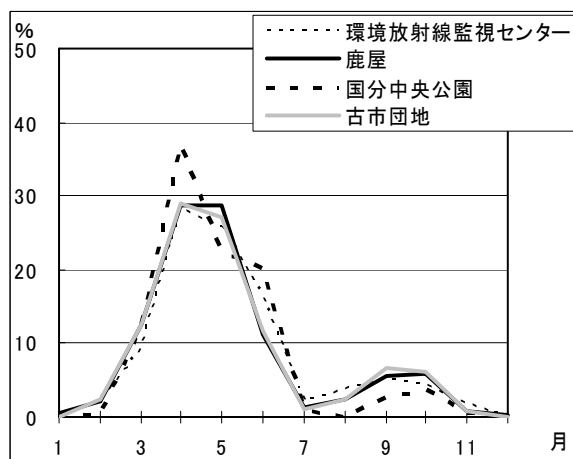
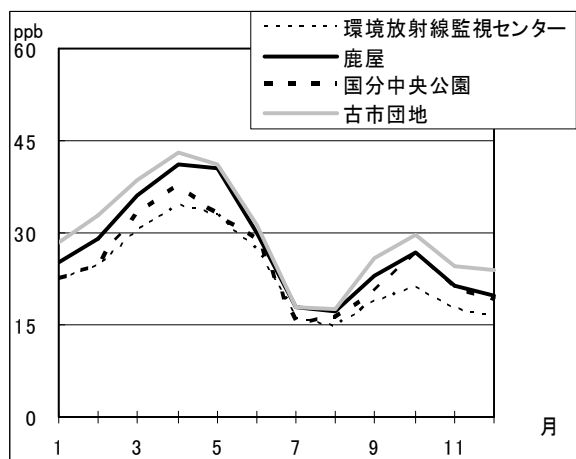
3.基本解析



36. 熊本県



37. 宮崎県



38. 鹿児島県

付図4 Ox濃度の月別平均値(図6)及びOx60ppb以上の月別出現割合(図7)のまとめ(つづき)

※左図:Ox濃度の月別平均値(図6) 右図:Ox60ppb以上の月別出現割合(図7)

3.1 北海道における光化学オキシダント濃度

3.1.1 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。

3.1.2 選定 5 局の属性情報

3.1.2.1 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

3.1 北海道

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。

3.1.2.2 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 Ox 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 Ox 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。

3.1.3 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。

3.1.3.1 Ox 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 NOx 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 Ox 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。

3.1.3.2 高濃度 O_x (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。

3.1.3.3 O_x 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、 O_x 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。

3.1.3.4 O_x 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。

3.1.3.5 O_x 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。

3.1 北海道

3.1.3.6 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。

3.1.3.7 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。

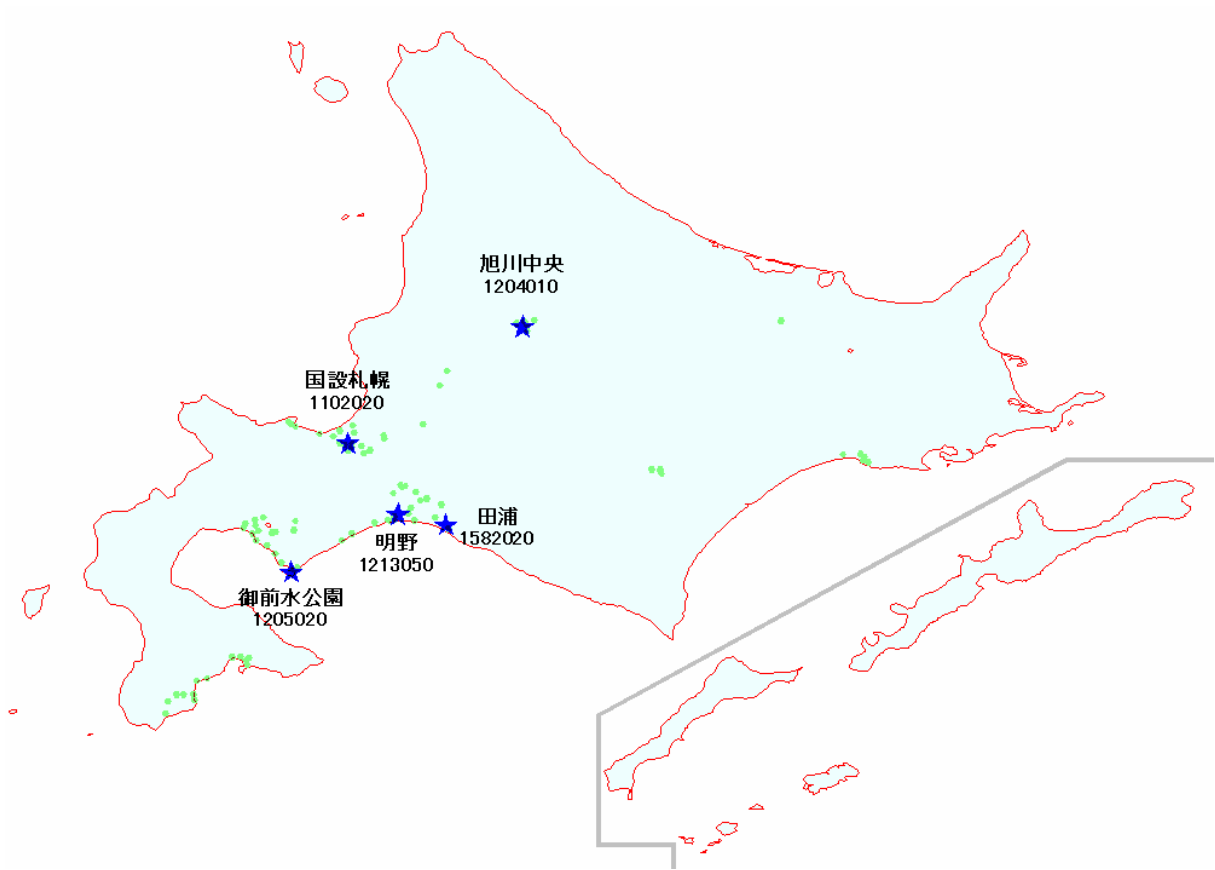
3.1.4 まとめと今後の課題

- ・ 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）]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)



3.1 北海道

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 3 km 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 2 km 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 1 km には工業地域が広がる。	苫小牧市街地の東約 30 km の郊外に位置する田園地域。苫小牧の工業地域からは 20 km 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。

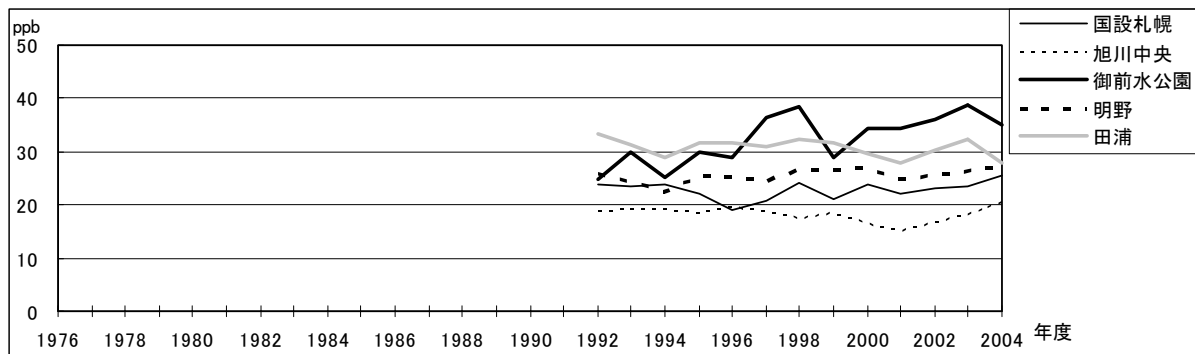


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

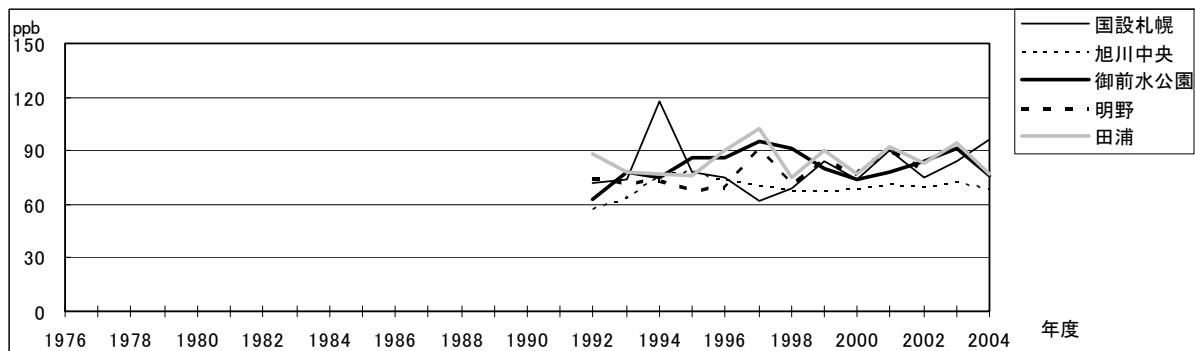


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

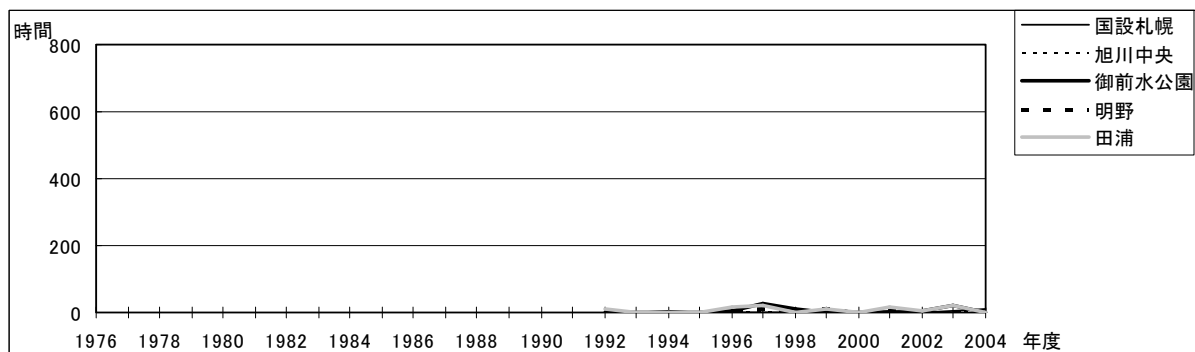


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

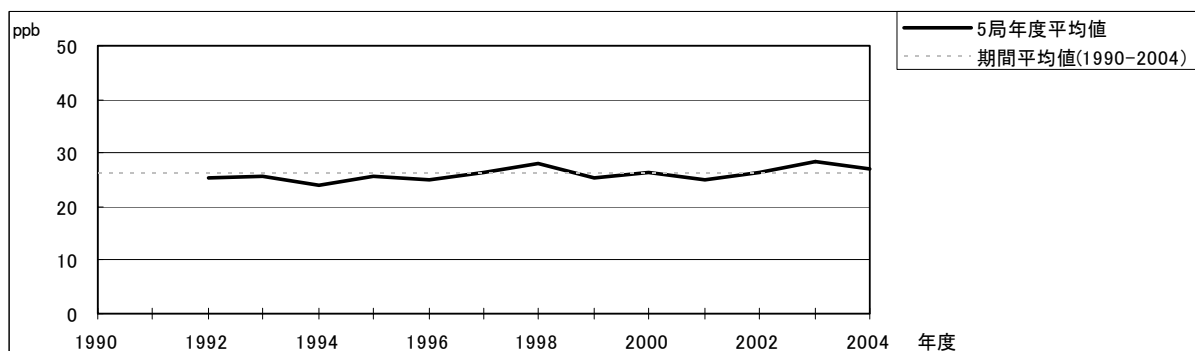


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

3.1 北海道

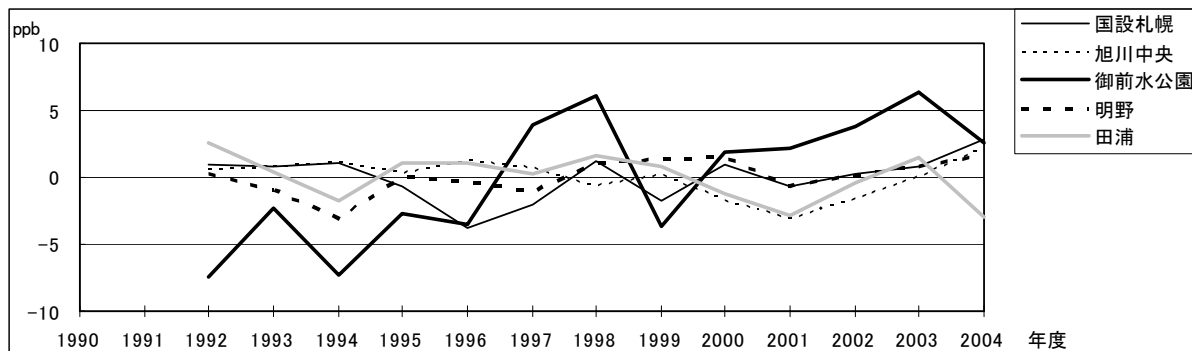


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

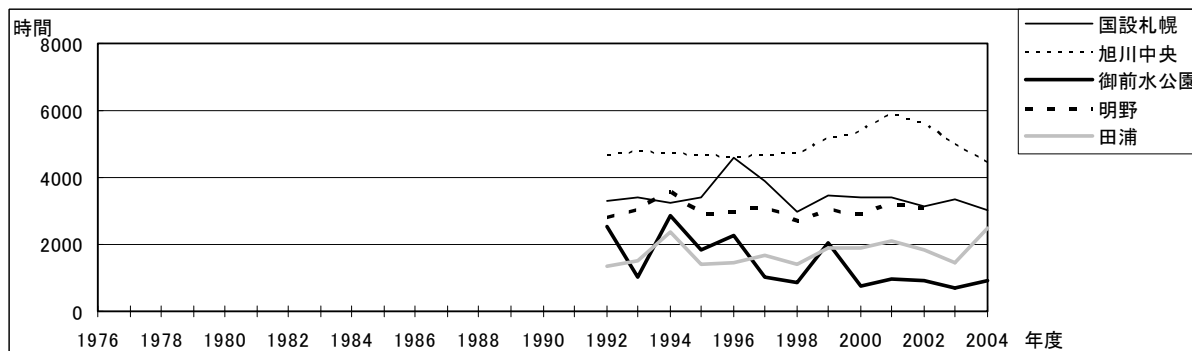


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

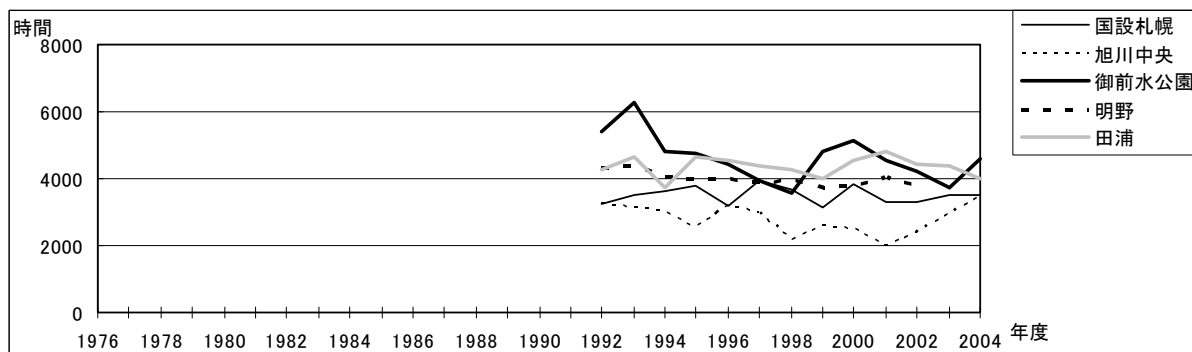


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

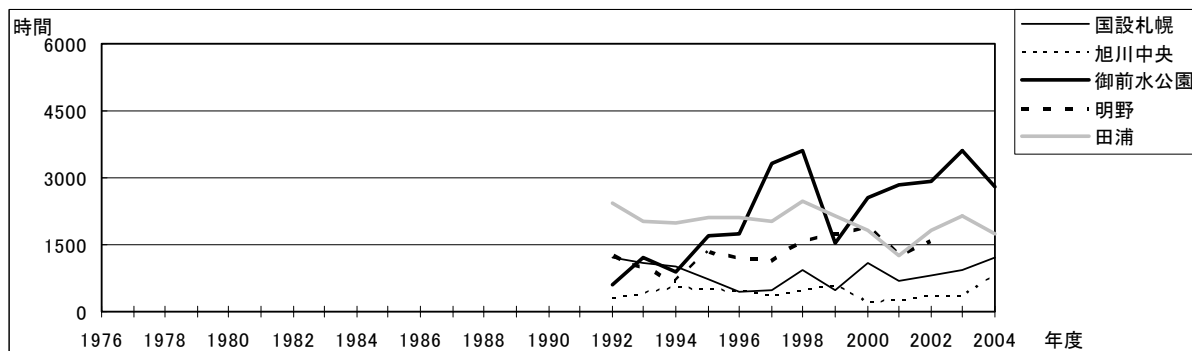


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

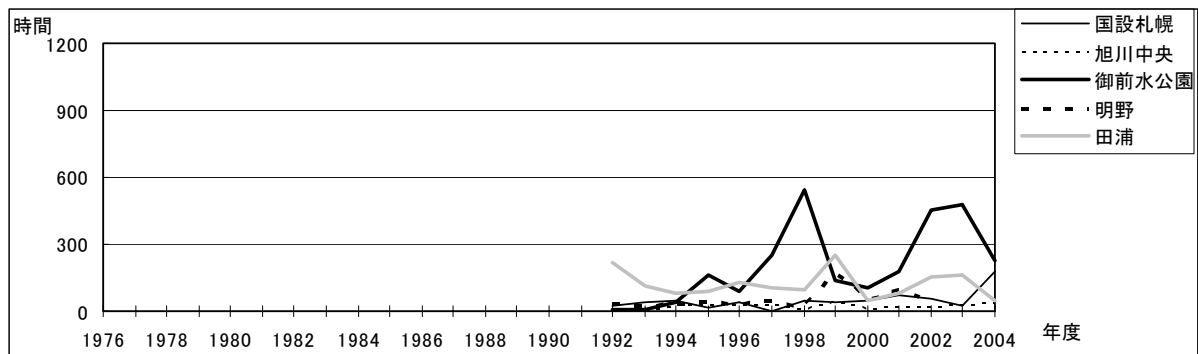


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

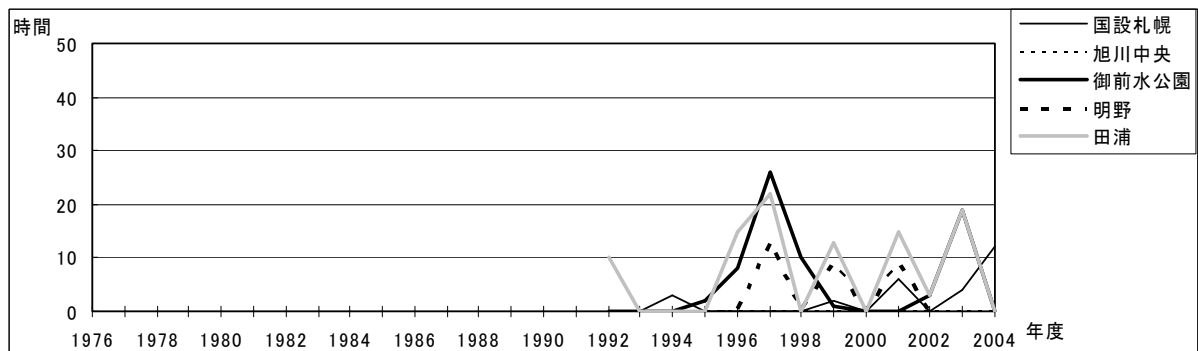


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

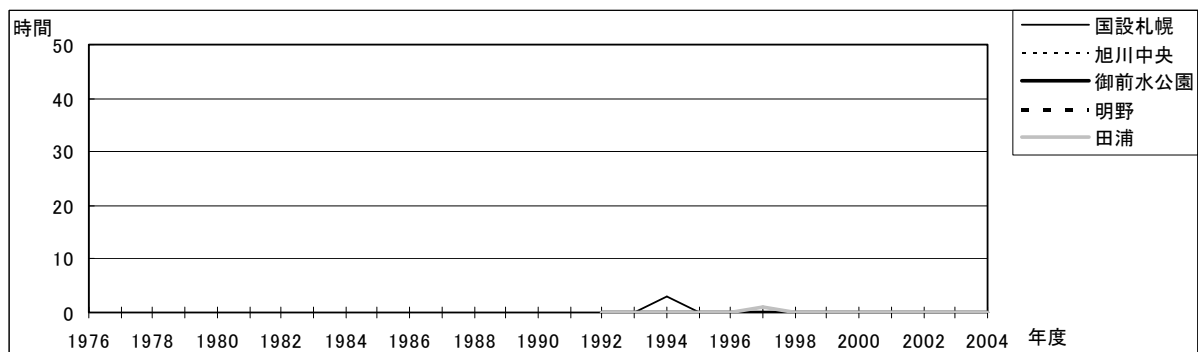


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

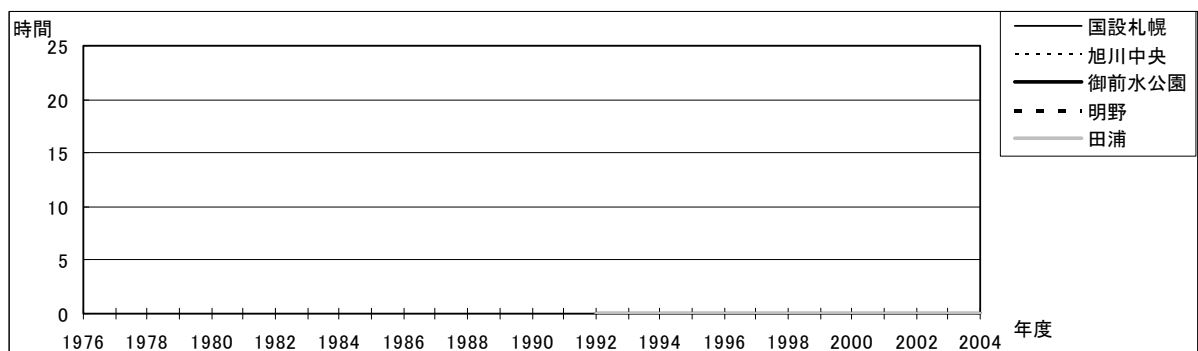


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

3.1 北海道

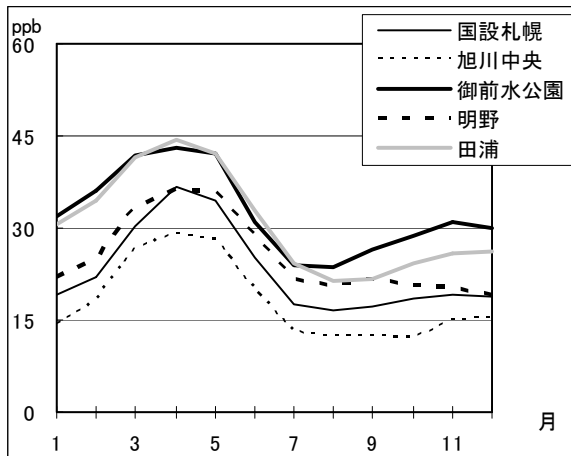


図 6 Ox 濃度の月別平均値

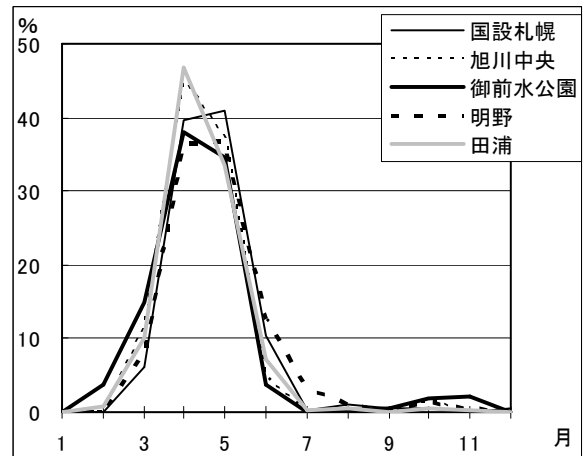


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

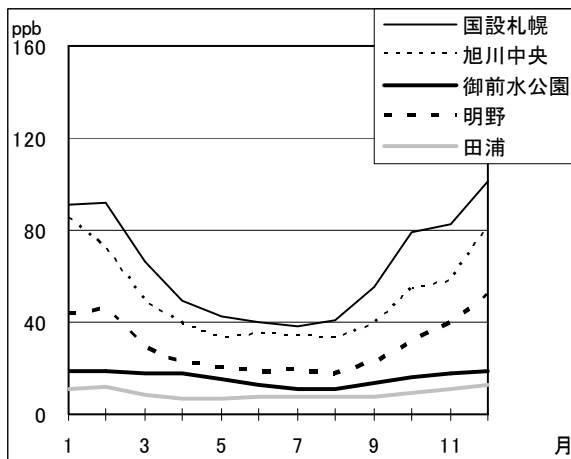


図 8 NOx 濃度の月別平均値

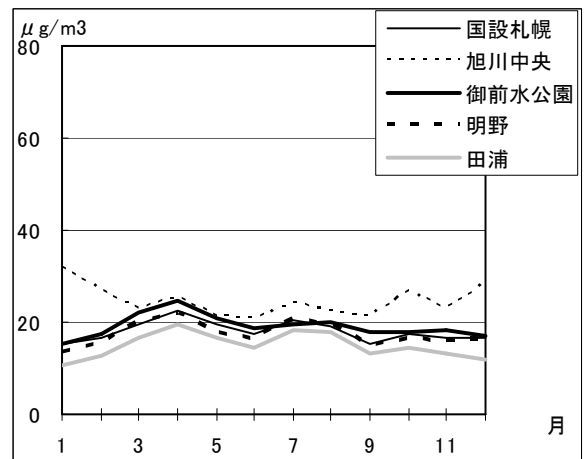


図 9 SPM 濃度の月別平均値

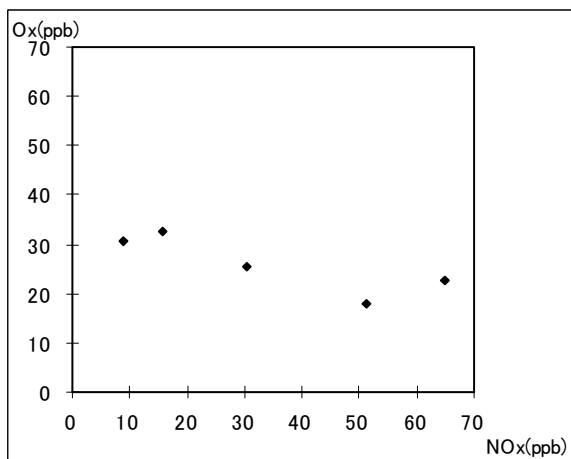


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

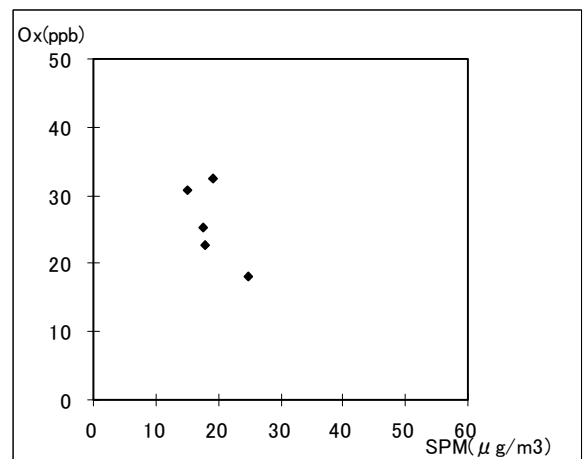


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係

3.2 福島県における光化学オキシダント濃度

3.2.1 はじめに

福島県は、東北地方の南端に位置し、面積では全国で3番目の広さを有している。東に阿武隈高地、西に奥羽山脈が南北に縦断し、3地方（太平洋に面した地域から浜通り、中通り、会津）に区分されており、気候がそれぞれ異なっている。

本県における大気汚染（2004年度）の状況は、二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素及び浮遊粒子状物質については、全ての測定局で環境基準を達成している。一方、光化学オキシダント（Ox）については、全局（郡山市、いわき市分を含め33局）で基準を達成できない状況である。

3.2.2 選定5局の属性情報

3.2.2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 森合（07201200）
中通り北部、福島市中心部で小学校敷地内に設置。周囲には住宅、公園等がある。また、約1km西に国道13号線がある。
- ・ 朝日（07203120）
中通り中部、郡山市中心部で郡山市公害対策センターに設置。周囲には住宅、商店等がある。
- ・ 白河（07205050）
中通り南部、白河市中心部の住宅地で小学校敷地内に設置。約300m東に国道294号線、約500m西に国道289号線がある。
- ・ 楢葉（07542010）
浜通り中部。海岸より1.5km西にある小学校校庭に設置。南南東約3kmに火力発電所、南2.4kmに工業団地がある。
- ・ 大原（07204110）
浜通り南部。いわき市南部の住宅地でいわき市公害対策センターに設置。南約2.5kmの小名浜港から海岸沿いに工業地帯となっている。

3.2.2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 移設状況
いずれの測定局も設置以来、移設は行われていない。
 - ・ 測定方法
森合、大原局において吸光光度法、その他3局では紫外線吸収法に変更している。
 - ・ 選定理由
1990年度以降測定データの継続性があり、地理的に代表性がある局を選定しており、会津地方は1992年3月からの測定であるため選定から除外した。また、今回の解析では使
-

3.2 福島県

用しないが、非メタン炭化水素を測定していることも考慮した。

3.2.3 解析結果

3.2.3.1 O_x 濃度年平均値の経年変化の状況（図 1）

年平均値は約 20～30ppb であった。檜葉局及び大原局では 1991 年度に極小値を示しているが 93 年度からは他の 3 局とほぼ同じレベルで推移している。檜葉局では他局と比べて 2002 年度から高い傾向が見られた。

中通りの測定局について、森合（22.2ppb）、朝日（26.2ppb）、白河（28.8ppb）と県北部から県中部、関東圏と接する県南部の測定局ほど年平均値が高くなっている。

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

- ・ 年最大値の経年変化では年度ごとに変動があるものの、ほぼ横ばいで推移している。1990 年度当時と比べると檜葉局のみがやや増加傾向がみられる。
- ・ 80ppb 以上の時間数については、1999 年度にピークが見られたが、横ばいで推移している。（森合、朝日、大原局では 50 時間未満、檜葉局では 1994、1999 年度を除き 50 時間未満、白河局では 100 時間未満で推移）

3.2.3.3 O_x 濃度の季節的な特徴（図 6, 図 7）

- ・ 月別平均値の季節変動
変動パターンは全ての局で 4 月から 5 月にかけて最大となり、その後減少して 8 月から 9 月に最小となっている。
- ・ 60ppb 以上の時間数
全ての局で 3 月から急激に増加し、4、5 月に最大値となる。その後 7 月まで急激に減少し、12、1 月に最小値となる。

3.2.3.4 O_x 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）

平年値 25ppb に対し年度ごとの平均値の偏差は -5～+3ppb の範囲である。最も偏差の大きかったのは 1991 年度の -5ppb で、この年度を除くと -1～3ppb の範囲で推移している。

局別の推移では、1991 年度に檜葉局で -10ppb、大原局で -9ppb を示した後は、全局が同じ推移をし、2002 年度から檜葉局で他局と比べ高い傾向が見られた。

3.2.3.5 O_x 濃度ランク別時間数経年変化の状況（図 5a～図 5g）

全体としては各濃度ランクの時間数の経年変化に大きな特徴はなかったが、楢葉局では（0～19ppb）の時間数で減少傾向（－74.4 時間／年）、（40～59ppb）の時間数で増加傾向（＋87.6 時間／年）が見られた。各濃度ランクにおける時間数経年変化率は次のとおり。

- ・ 0～19ppb －74.4～23 時間／年
- ・ 20～39ppb －18.2～22.9 時間／年
- ・ 40～59ppb －13.4～87.6 時間／年
- ・ 60～79ppb －1.1～19.4 時間／年
- ・ 80～99ppb －0.7～1.2 時間／年
- ・ 100～119ppb －0.4～0.4 時間／年
- ・ 120ppb 以上 0.0～0.1 時間／年

3.2.3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴（図 8, 図 9）

- ・ NO_x は、11～12 月に濃度が高く 5～8 月にかけて低くなる。
- ・ SPM は、4～8 月に濃度が高く、1 月に最小となっている。

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

NO_x 及び SPM 濃度と O_x との間に明瞭な相関関係はみられなかった。

3.2.4 まとめと今後の課題

福島県では 1990 年度以降 O_x 濃度の上昇傾向は見られなかった。

しかし 2000 年度以降（2000 年度に 3 回、2002 年度に 1 回、2004 年度に 2 回）には中通り地方に光化学スモッグ注意報を発令している。特に 2000 年度の発令時の気象状況等には共通事項（①風向は S 系、②風速は 2～4m/s、③当県の発令時間の 1～3 時間前に栃木県、埼玉県で光化学スモッグ注意報が発令されている、④O_x 濃度の最高値が夕方（17、18 時）である）があり、県内の道路交通や産業活動に起因して発生した O_x に加え、関東地方からの移流が重なったものと推測される。このことから関東圏の今後の状況に注目するとともに、他の年度についても移流の影響等を検討したい。

また、楢葉局において、O_x 濃度ランク別時間数経年変化の状況で、低濃度のランクが減少し（40～59ppb）の時間数で増加傾向が見られることから、今後の推移に注目するとともに、原因解明を進める必要がある。

[執筆者：嶋 孝明（福島県環境センター）]

3.2 福島県

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

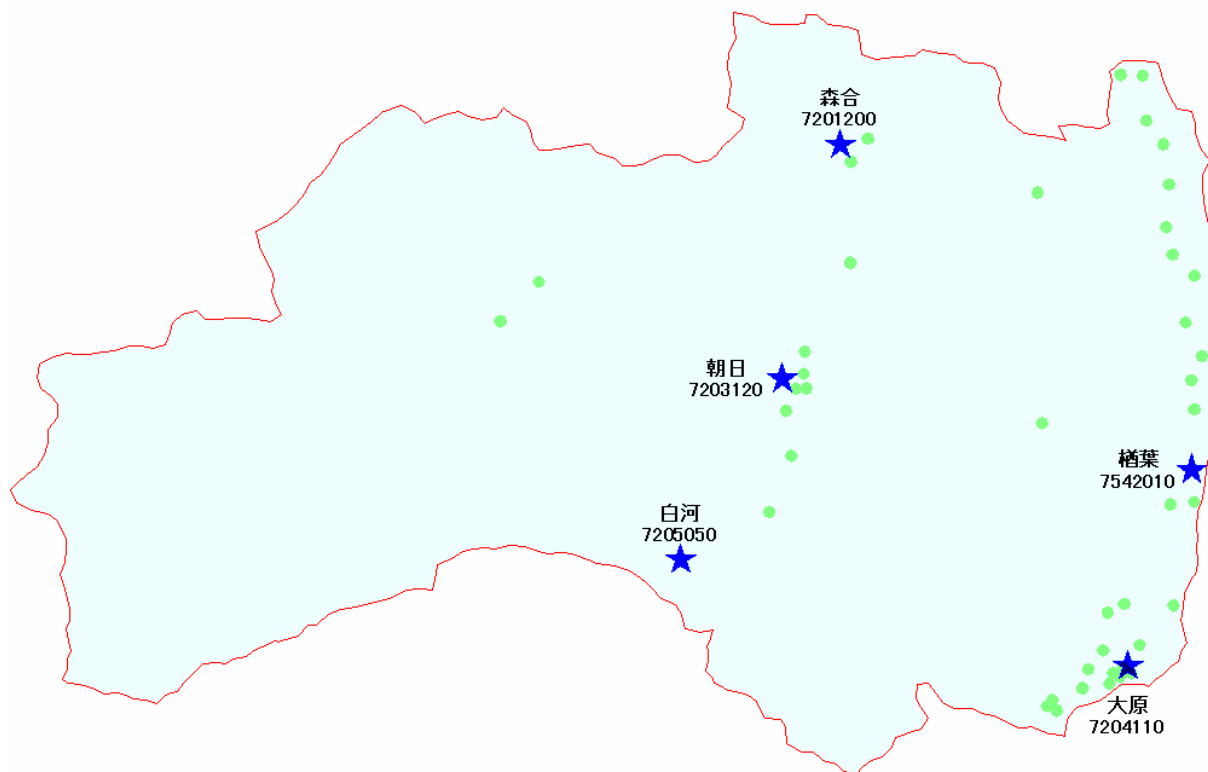


表1 選定5局の属性情報(福島県)

測定局名	森合	朝日	楢葉	大原	白河
国環研コード番号	07201200	07203120	07542010	07204110	07205050
測定局設置年月	1980年2月	1976年9月	1978年11月	1971年5月	1978年12月
O _x のデータ解析期間	1990年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月
周辺状況	中通り北部 福島市中心部の 住宅地。小学校 敷地内に設置。	中通り中部 郡山市中心部の 住宅地。郡山市 公害対策センタ ー3階に設置。	浜通り中部 海岸より1.5km西 にある小学校校 庭に設置。南南 東約3kmに火力 発電所、南2.4km に工業団地があ る。	浜通り南部 いわき市南部の 住宅地。いわき 市公害対策センタ ーに設置。南約 2.5kmの小名浜 港から海岸沿い に工業地帯とな っている。	中通り南部 白河市中心部の 住宅地。小学校 敷地内に設置。
測定局移設状況	なし	なし	なし	なし	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
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)	1997年度更新 吸光光度法	2002年度更新 紫外線吸収法	2001年度更新 紫外線吸収法 1992年度更新 吸光光度法	1999年度更新 吸光光度法	2004年度更新 紫外線吸収法 1994年度更新 吸光光度法
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。

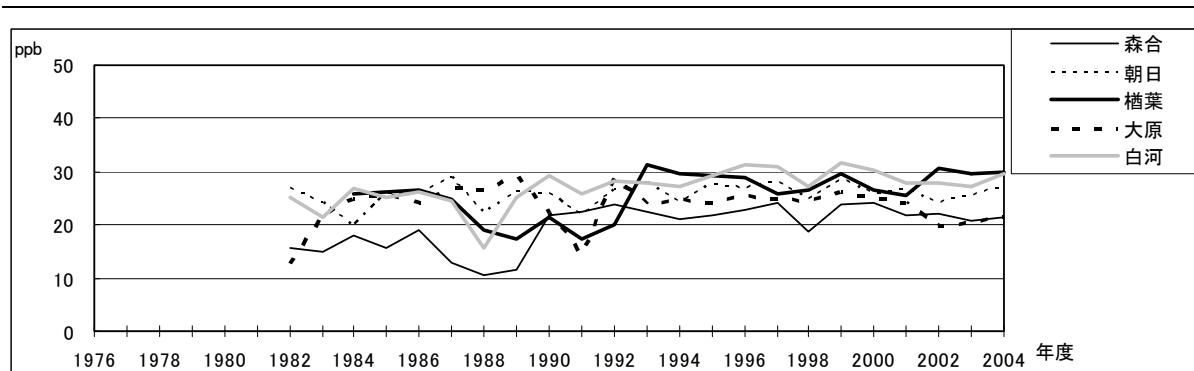


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

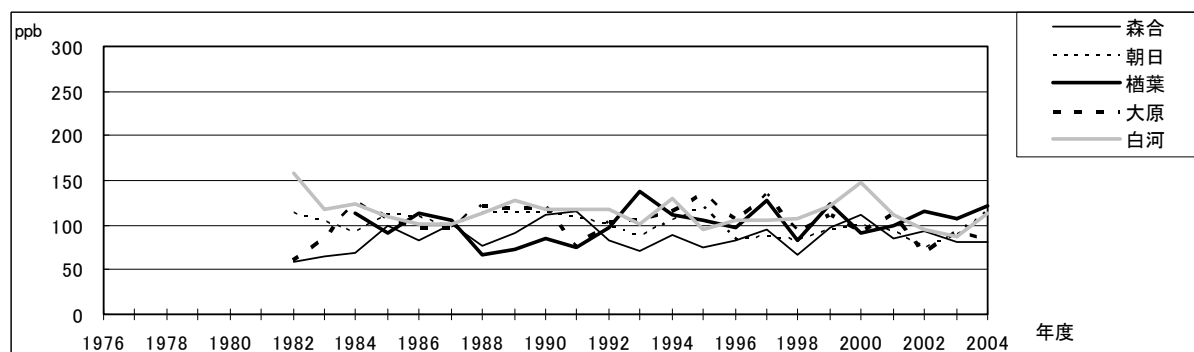


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

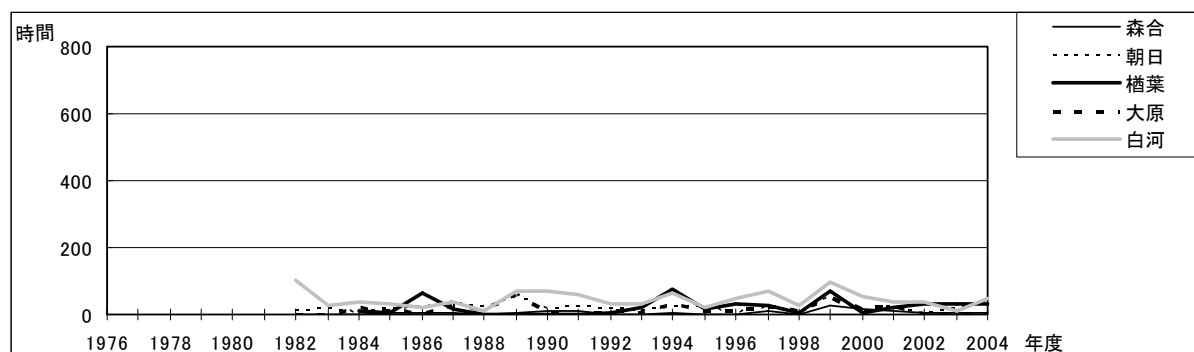


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

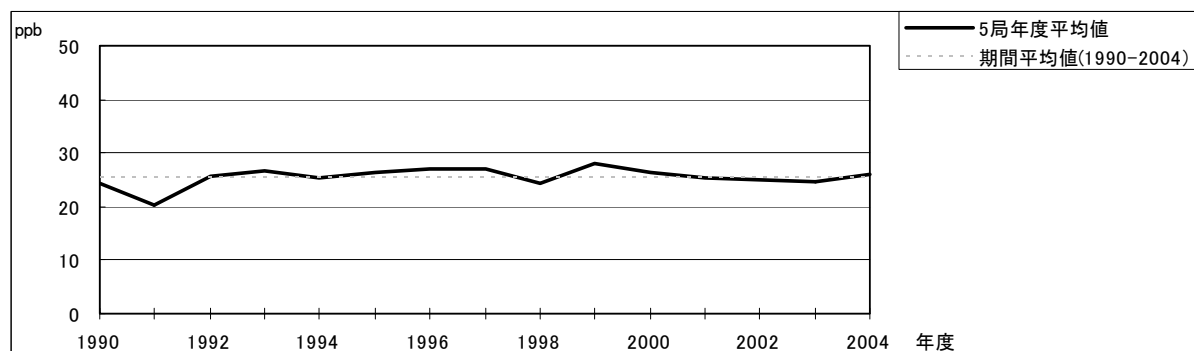


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

3.2 福島県

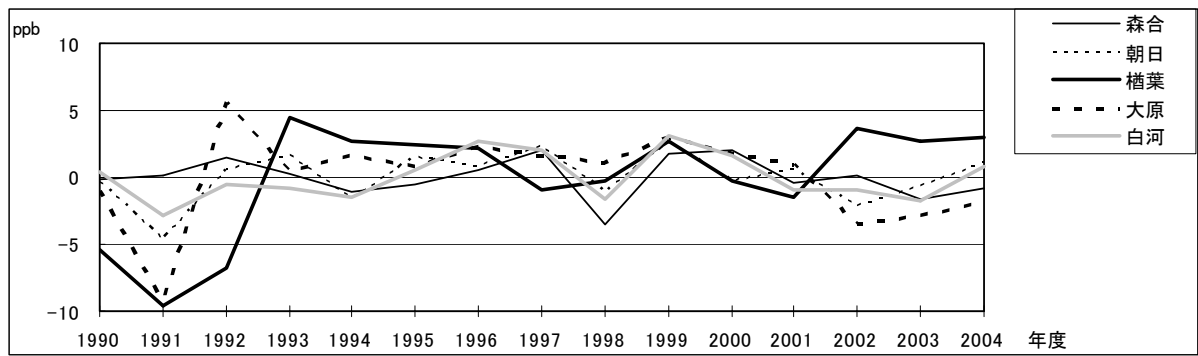


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

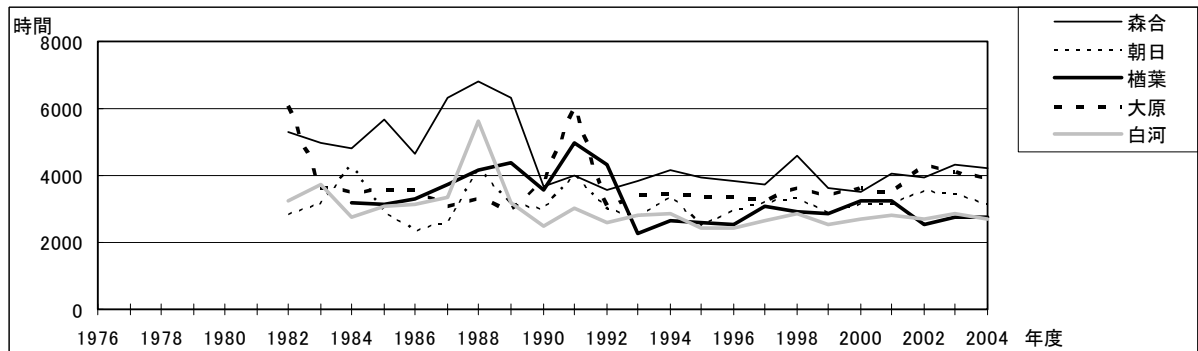


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

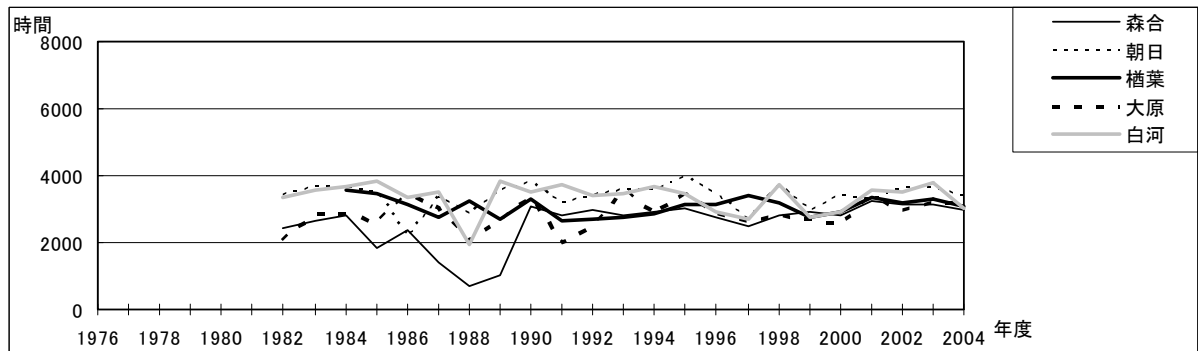


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

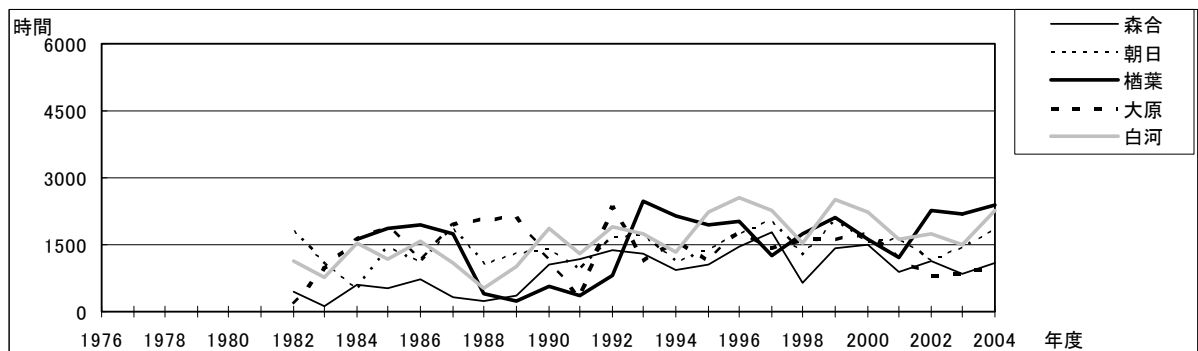


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

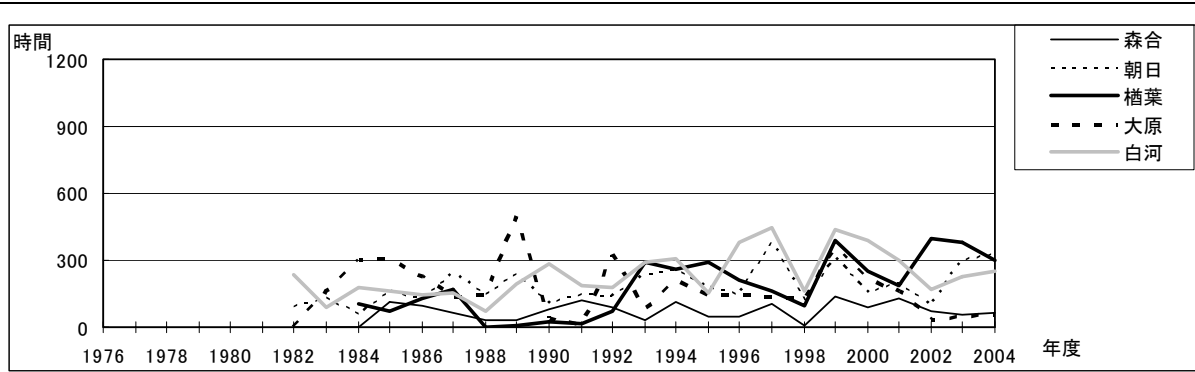


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

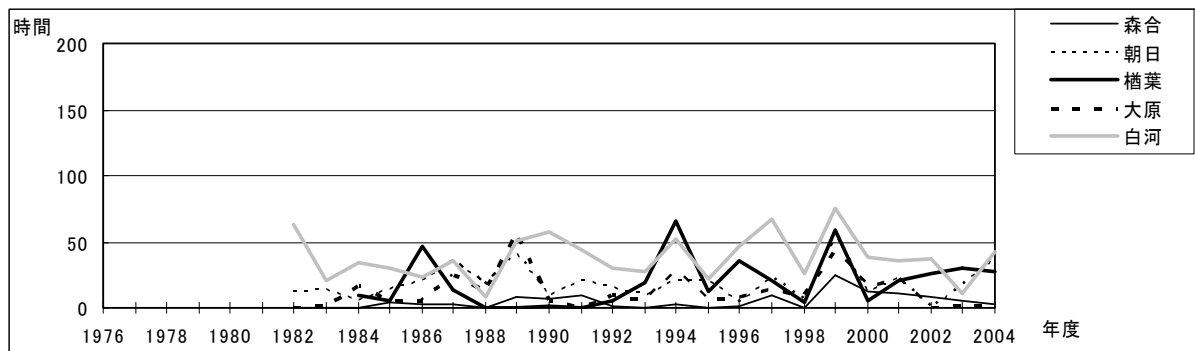


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

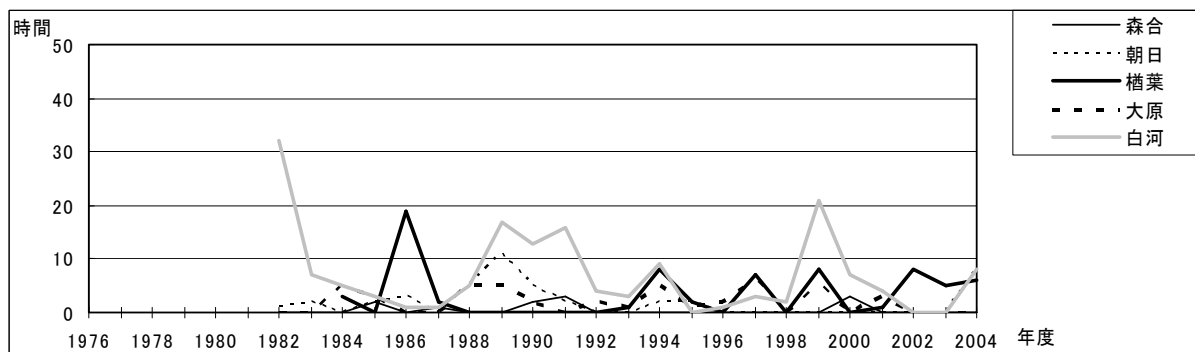


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

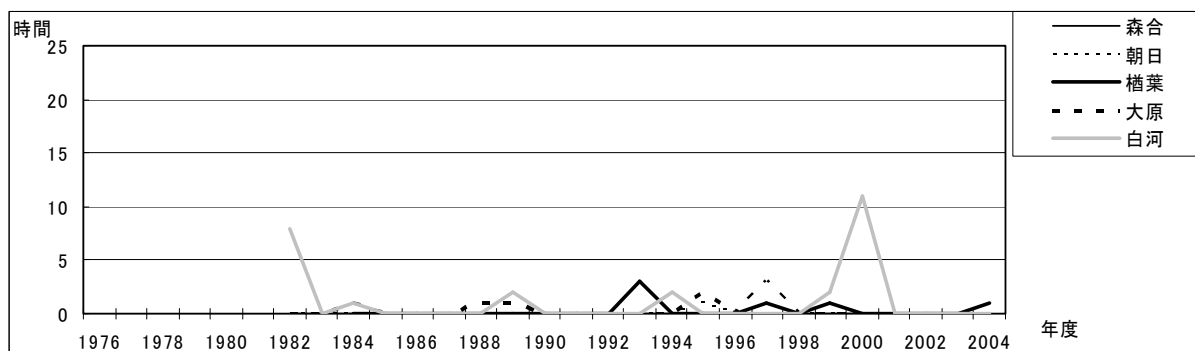


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

3.2 福島県

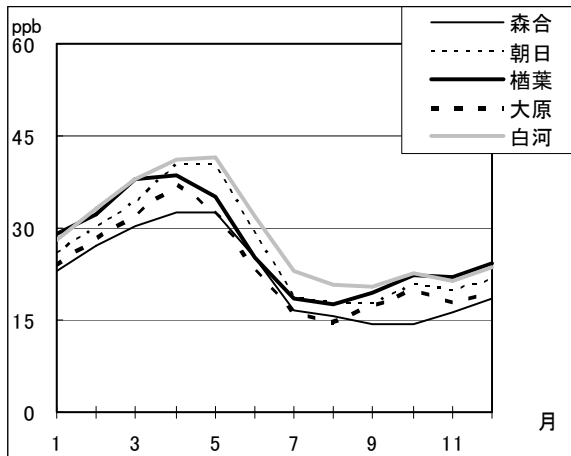


図 6 Ox 濃度の月別平均値

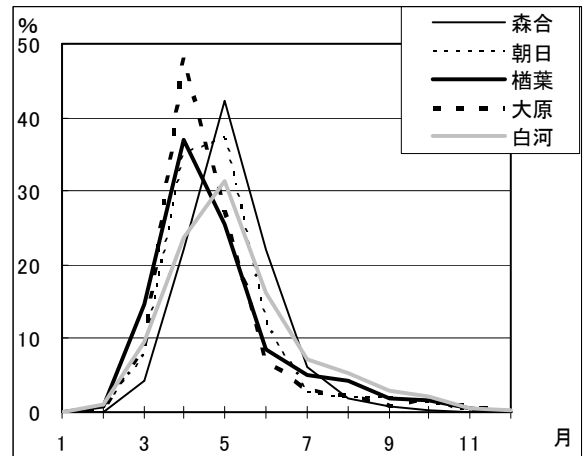


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

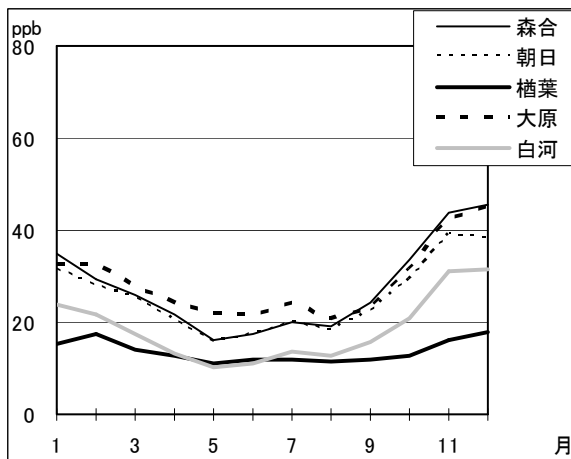


図 8 NOx 濃度の月別平均値

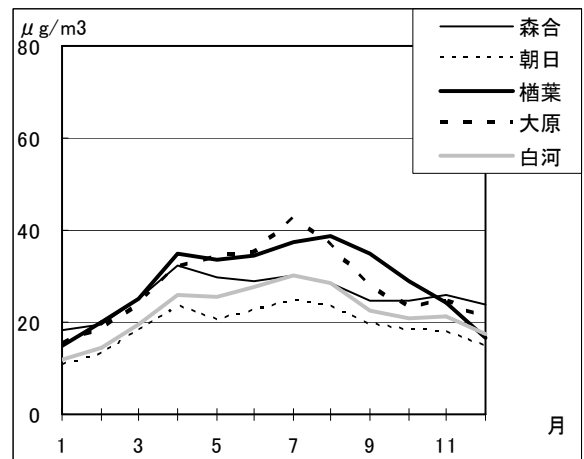


図 9 SPM 濃度の月別平均値

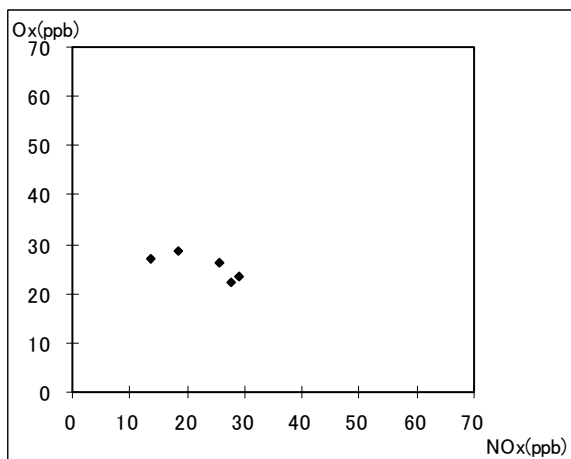


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

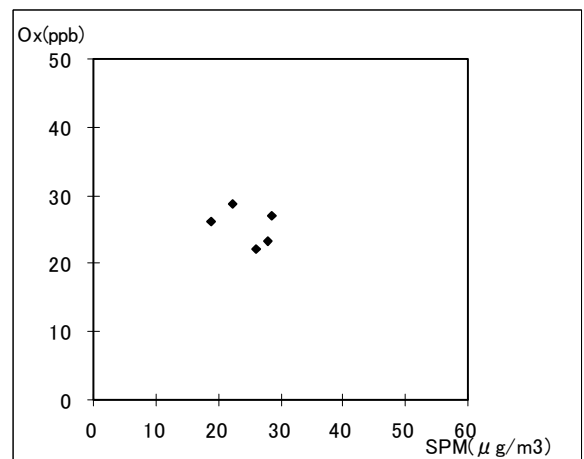


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係

3.3 千葉県における光化学オキシダント濃度

3.3.1 はじめに

千葉県は、本州の中央東端に位置し、太平洋に突き出る半島を形成している。

地形は、海拔 200～300m の南部の丘陵地と北部の台地・低地からなり、概観すると南部から北部にかけて低くなっている。海拔 100m 未満が 80%以上を占め、平均標高は 43m と全国一低い。

気候は、年平均気温 14～16℃、年降水量 1400～2000 mm で、三方を暖流の流れる海に囲まれているため比較的温暖である。地上風は、太平洋や東京湾の影響が大きく、これら海陸風の風向の変化が複雑な風系を構成している。

大気環境の状況を 2004 年度の環境基準達成率で見ると、二酸化硫黄（有効測定局 93 局）の長期的評価および一酸化炭素（有効測定局 5 局）の達成率は 100% で、それぞれ 1979 年度、1973 年度以降維持している。二酸化窒素も有効測定局 116 局全局で環境基準を下回っており、一般環境大気測定局の平均値は、この 5 年 16～17ppb 程度で推移している。しかし、光化学オキシダント（Ox）は測定局 95 局全局において環境基準は未達成で、光化学スモッグの発生しやすい昼間（5～20 時）における 1 時間値が 60ppb 以下である時間数と測定時間数の割合（時間達成率）は 90% だった。また、浮遊粒子状物質は長期的評価の達成率は 99.1% であった。¹⁾

3.3.2 選定 5 局の属性情報

3.3.2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 市原岩崎西

東京湾を北西に望む京葉工業地帯から道路を隔てた準工業地域に位置する、県環境研究センターの敷地内にある。海拔 2m で北西約 1 km に東京湾がある低地である。北西側に交通量の多い国道 16 号が北東－南西方向に走っており、その後背地の東京湾側に京葉工業地帯が立地している。

- ・ 船橋印内

測定局のある船橋市は東京湾奥に位置する都市である。住宅地にある小学校・中学校の集合グラウンドに設置され、海拔 7m で比高 10m の緩やかな谷の低い部分になっている。南南西 400m、1.3 km にそれぞれ国道 14 号、京葉道路が東南東－西北西方向に走っており、東 300m に県道 180 号（松戸原木線）が、西 900m のところを県道 9 号（船橋松戸線）がそれぞれ南北方向に走っている。また、南 200m、700m にそれぞれ京成西船橋駅、JR 西船橋駅がある。

- ・ 野田市野田

野田市は千葉県の北西端に位置し、埼玉県および茨城県の県境にも近い。市街地に立地する小学校のグラウンドにあり、南西 1.9 km のところを江戸川が北北西から南南東に流れている。海拔は 13m で、北東 1.2 km のところを国道 16 号が北北西－南南東方向に走ってい

3.3 千葉県

る。さらに、北約 300m に県道 3 号（つくば野田線）が東西方向に、西約 350m に県道 5 号（結城野田線）が南北方向に、県道 46 号（野田牛久線）が東西方向に走っている。また、北東約 100m を東武野田線が北西－南東方向に走っており、野田市駅と愛宕駅のほぼ中間に位置し、両駅までの距離は約 500m である。

- ・ 成田加良部

成田市は県北中央部の北総台地に位置する。成田ニュータウンの学校の敷地内に設置され、海拔は 25m である。西約 3 km には印旛沼の東端がある。南西約 300m には団地内を縦断する道路が北西－南東方向に走っている。また南東 1.2 km、1.5 km、2.7 km にはそれぞれ JR 線、国道 51 号、東関東自動車道が北東－南西方向に走っている。

- ・ 富津下飯野

東京湾に突き出した県南西部の富津岬の北側の根元にあたる場所に位置し、北西約 1.8 km には東京湾がある。海拔 6m の平地で、学校の敷地内に設置されており、周囲は田畑や荒地が広がる。京葉工業地帯の南端部にあたり、北西約 600m を国道 16 号が北東－南西方向に、西約 300m を JR 線が南北方向に走っている。

3.3.2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 移設状況

5 局とも設置以来、移設は行われていない。

- ・ 測定方法

当初は湿式自動洗浄装置無しだったが、自動洗浄装置付きのものに変更された。さらに 2002 年度以降から選定 5 局は乾式になり現在に至っている。

- ・ 選定理由

光化学スモッグの発生しやすい気温の高い日を抽出し、対象日における県内測定局の平均風のホドグラフを作成した。その結果、県内を大きく 4 つの地域に区分し各地域から、測定項目が多く代表的なホドグラフを示す市原岩崎西局、船橋印内局、野田市野田局、成田加良部局を選定した。また、どの地域にも該当しない局の中から、地域代表性等を考慮して富津下飯野局を選定した。

3.3.3 解析結果

選定 5 局について以下の解析をおこなった。

3.3.3.1 O_x 濃度年平均値の経年変化の状況（図 1）

1990 年代は選定 5 局とも 20ppb 台の濃度でほぼ横ばいに推移した。しかし 1980 年代前半と比較すると、各局とも 5ppb 程度上昇している。また 2003 年度及び 2004 年度については各局ともやや濃度が上昇しており、今後の濃度変化が注目される。

地点別にみると、他の選定地点に比べて NO_x 発生量が少ないと考えられる成田加良部や富津下飯野において、O_x 濃度が高くなっている。

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

O_x の年最大値 (図 2) は、その年の気象状況による変動が大きいものと思われるが、1990 年代以降は各局とも 100ppb を超えている。1980 年代と比較すると、市原岩崎西および船橋印内で 1990 年代以降、最大値が増加傾向にある。また 80ppb 以上の高濃度 O_x (図 3) は、1991 年度以降 2002 年度までは、80ppb 以上の発生時間数はほぼ 100 時間以内であったが、2003 年度、2004 年度とその時間数が増加している。

3.3.3.3 O_x 濃度の季節的な特徴 (図 6, 図 7)

月別平均値 (図 6) を見ると 4~5 月が最も濃度が高く、光化学スモッグの発生が多くなる夏期の濃度は、春期に比べると低い。これは春期にはバックグラウンドオゾン濃度が高くなるためであると考えられ、特に NO_x 濃度が低い地域 (図 8 参照) において、この傾向が強く現れる。

O_x 濃度 60ppb 以上の出現割合 (図 7) は、月別平均値同様、4~5 月にかけて高く、これも前述の春期の O_x の高いバックグラウンド濃度がゲタをはいている分、60ppb 以上の出現割合も高くなっているものと考えられる。

3.3.3.4 O_x 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)

1990~2002 年度の間年度の平年値との偏差 (図 4.1) は、 $-2 \sim +1$ ppb の範囲に収まっていたが、2003 年度および 2004 年度においては、それぞれ $+4$ ppb、 $+5$ ppb となっており、この近年 2 年のプラスの偏差が一時的な現象なのか、あるいは濃度上昇傾向へとつながるのか、今後の濃度変化を見る必要がある。

局別にみた平年値との偏差 (図 4.2) も同様で、2002 年度までは $-4 \sim +3$ ppb の範囲に収まっているが、2003 年度以降は $+3 \sim +6$ ppb となり、この 2 年の上昇傾向は特徴的である。

3.3.3.5 O_x 濃度ランク別時間数経年変化の状況 (図 5a~図 5g)

0~19ppb の低濃度出現時間数は、 NO_x 発生源に近いと思われる測定局で多く、 O_x が NO 等に反応し減少することが理由として考えられる。1977~2002 年度までの変動は、汚染質の発生源の状況もそれほど変わっていないはずなので、その年の気象条件の影響によるものと思われる。特に 80ppb 以上の出現時間数は、野田市野田において年度による変動が大きい。また既述のとおり、2003 年度以降は各局とも O_x 濃度が上昇しており、このことは 2003 年度以降の 0~19ppb (図 5a) での低濃度 O_x の時間数の減少、および 60ppb 以上 (図 5d~図 5g) での高濃度 O_x の時間数の増加にも現れている。

3.3.3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴 (図 8, 図 9)

NO_x 濃度(図 8)は、11~2 月という晩秋から冬にかけて高くなり、一部の測定局では 60ppb を超え、県北西部の NO_x 発生源が多い地域で高くなる傾向にある。4~9 月は濃度が低く、県北西部でその濃度は 30ppb 前後である。

SPM (図 9) は 11~12 月が高くなり、特に高濃度が出現しやすい県北西部においては 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える。また、7 月に濃度がやや上昇するのも特徴である。

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

NO_x 濃度および SPM 濃度と比べると、O_x 濃度の変動幅は小さく、またデータ数も 5 と少ないが、NO_x と O_x の間(図 10)には負の相関がみられた ($[\text{O}_x \text{ 濃度}] = -0.247 [\text{NO}_x \text{ 濃度}] + 32.0 : R^2 = 0.960$)。

また、SPM と O_x の間(図 11)にも負の相関がみられた ($[\text{O}_x \text{ 濃度}] = -0.344 [\text{SPM 濃度}] + 37.6 : R^2 = 0.893$)。

これらから、NO_x や SPM の濃度が高い地域においては、O_x の濃度としては低めに現れる傾向にある。

3.3.4 まとめと今後の課題

県内一般環境大気測定局のうち、気温の高い日の風系を基に 5 局を選定し O_x 濃度の解析をおこなった。

年平均値の経年変化では、1980 年代前半と比較すると 1990 年代には約 5ppb の濃度上昇があった。O_x の年最大値、各濃度レベルの出現時間数の経年変化については、その傾向が把握しきれなかったが、これは各年の気象状況が影響していたためであろう。しかし、各年の年度別平均値と平年値の差には、年度による変動はほとんど現れなかった。ただ、2003 年度以降の 2 年間については O_x 濃度が全体的に高くなっており、今後この現象に着目した解析をおこなう必要がある。また局別に O_x 濃度と他の大気汚染物質との関係をみると、O_x 濃度に NO_x や SPM の濃度が影響しているものと考えられた。月別の平均値では、光化学スモッグが発生しやすい 7~8 月の濃度に比べて、4~5 月の方が高く、春期の高濃度バックグラウンドオゾンの影響が考えられる。特に NO_x の濃度が低い地域においてこの傾向が現れやすかった。NO_x および SPM 濃度については、両物質、各局とも 11~12 月に高くなった。

本解析では局を選定するため、気温の高い時のみの風系を考慮した。このため、気温の高くない時期の NO_x や SPM についての選定局の地域代表性が適切であるかどうかを確認しておらず、一年を通して考慮する際には、これら汚染物質と O_x との関係を検討することが妥当であるかどうかは問題が残る。

選定 5 局以外の測定局のデータを検討し、補完することも重要である。

参考文献

- 1) 千葉県自動車交通公害防止計画、千葉県（2003）
環境白書 平成 17 年版、千葉県（2006）

[執筆者：井上 智博（千葉県環境研究センター）]

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

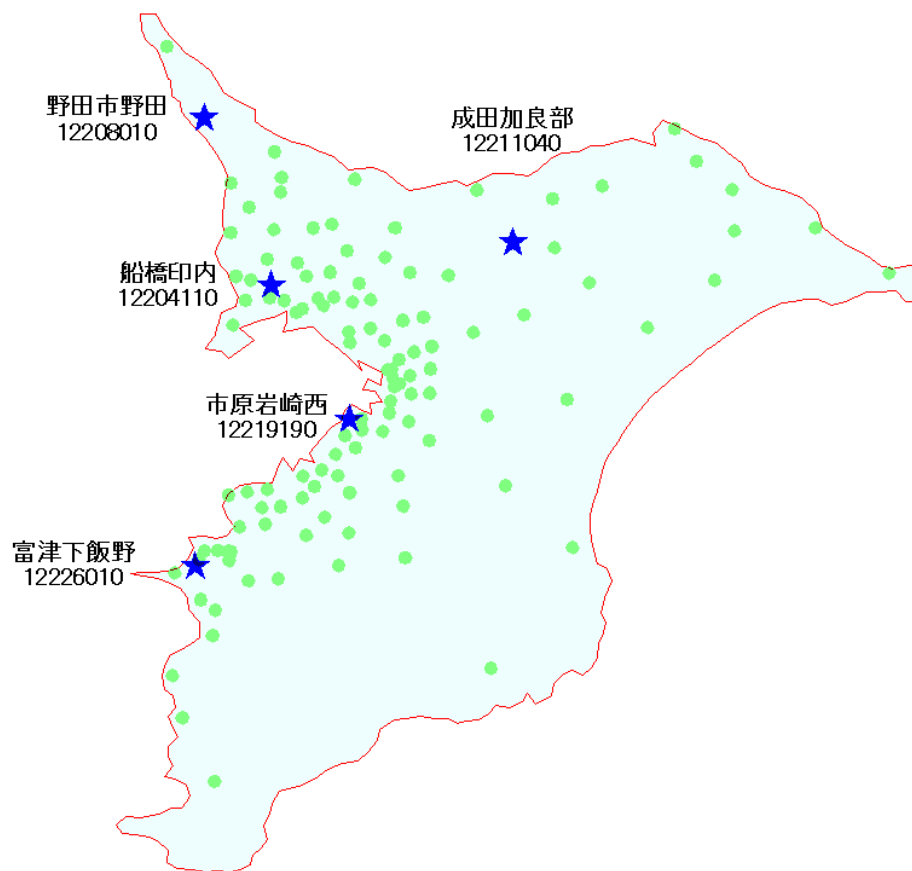


表1 選定5局の属性情報(千葉県)

測定局名	市原岩崎西	船橋印内	野田市野田	成田加良部	富津下飯野
国環研コード番号	12219190	12204110	12208010	12211040	12226010
測定局設置年月	1971年4月	1973年8月	1975年4月	1988年11月	1974年6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	1988年11月～ 2005年3月	1976年4月～ 2005年3月
周辺状況	市原市の京葉工業地帯に隣接する県環境研究センターの敷地内。海拔2m。純工業地域で、周辺は事務所や倉庫、小工場が混在。	県北西部の東京湾奥に位置する船橋市の学校の敷地内。海拔7m。周辺は住宅地。	県北西端に位置する野田市の学校の敷地内。海拔13m。市街地の中にある。	県北中央部に位置する成田市の学校の敷地内。海拔25m。周辺は北総台地に開発された住宅地。	県南西部に位置する富津市の学校の敷地内。海拔6m。周囲は田畑や荒地で、東京湾に突き出す富津岬の根元に位置する。
測定局移設状況	なし	なし	なし	なし	なし
周辺状況の変化					
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)	19XX年X月 O _x →O _x W 2004年2月 O _x W→O ₃ UV	19XX年X月 O _x →O _x W 200X年X月 O _x W→O ₃ UV	19XX年X月 O _x →O _x W 2003年2月 O _x W→O ₃ UV	19XX年X月 O _x →O _x W 2003年2月 O _x W→O ₃ UV	19XX年X月 O _x →O _x W 2003年2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。

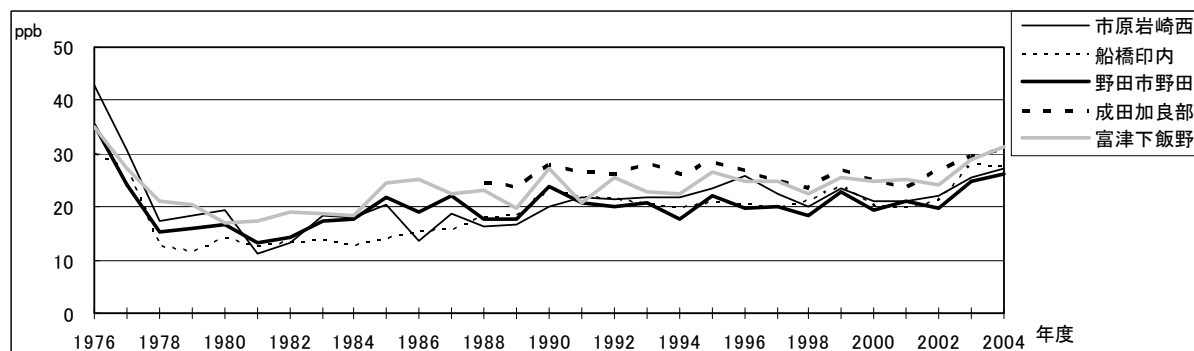


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

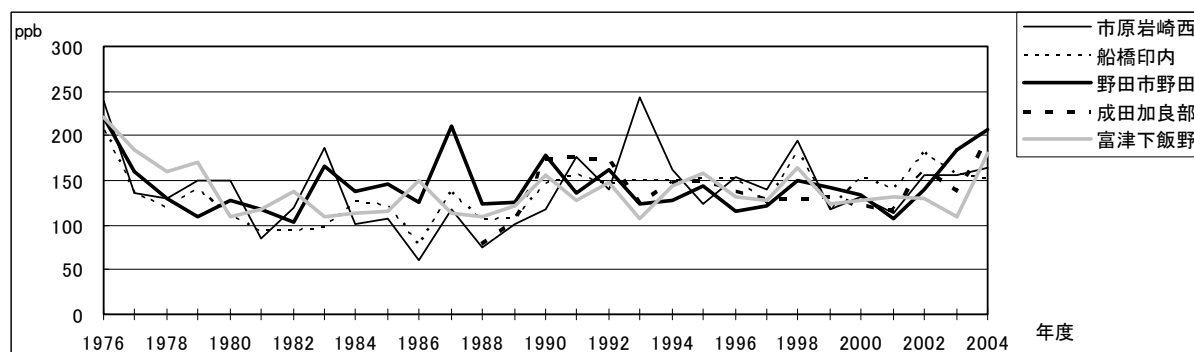


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

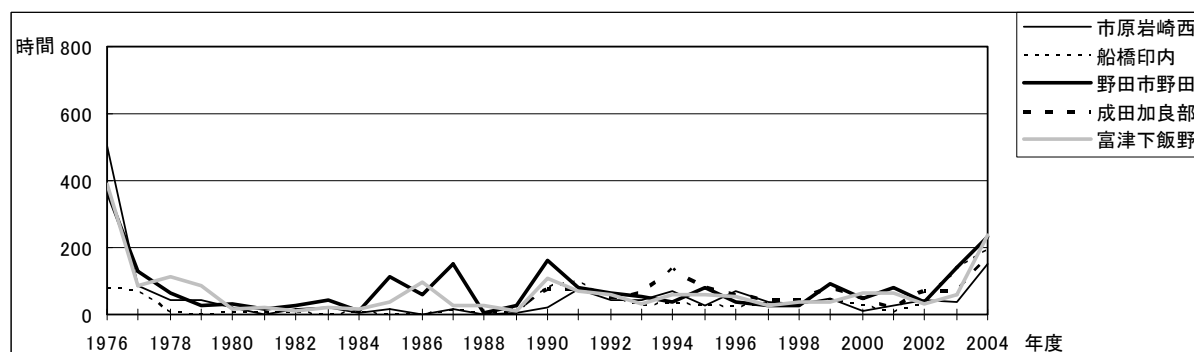


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

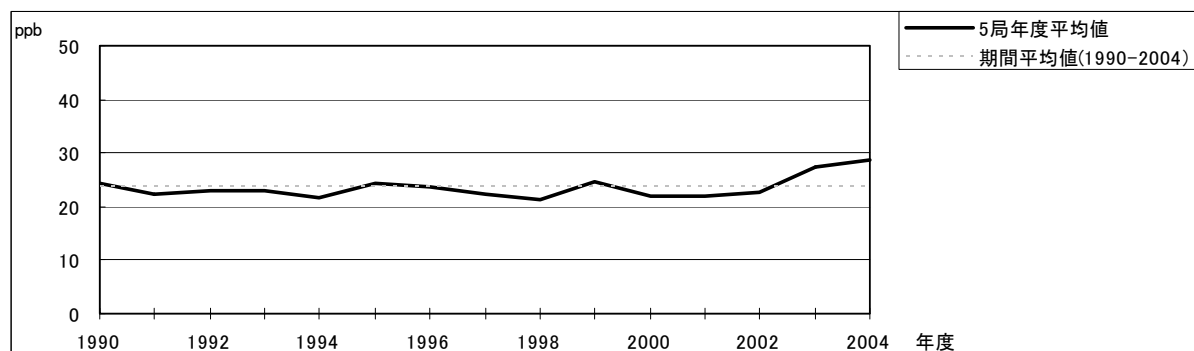


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

3.3 千葉県

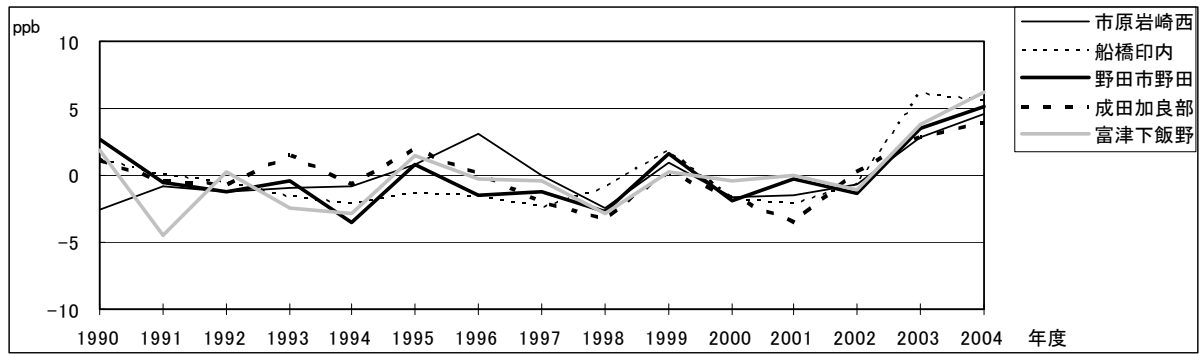


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

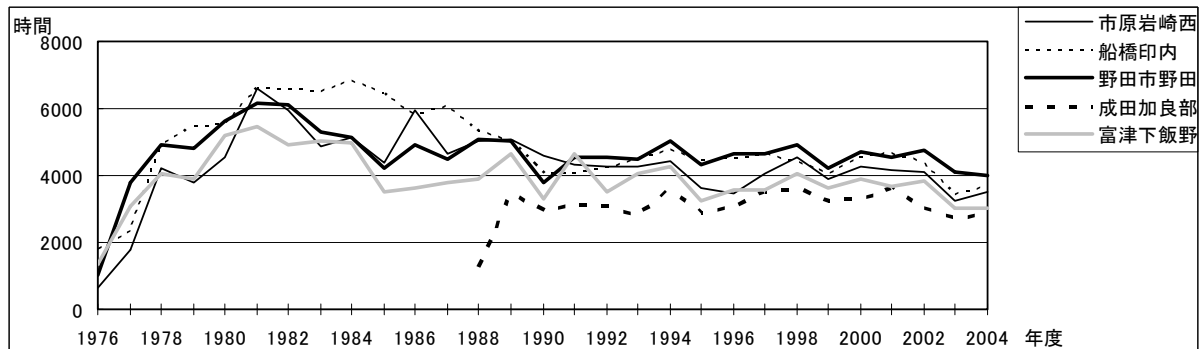


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

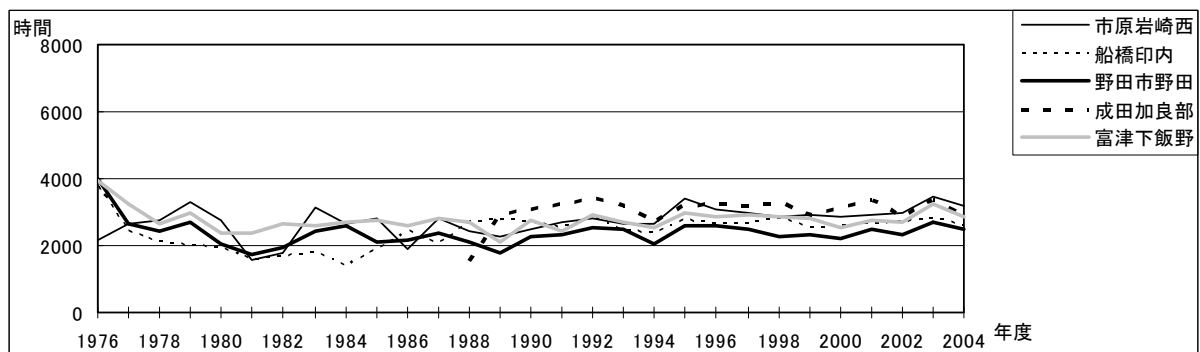


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

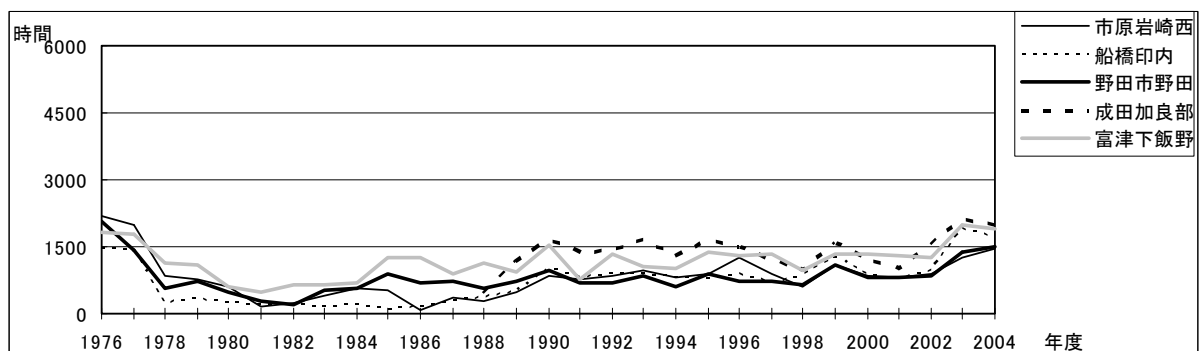


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

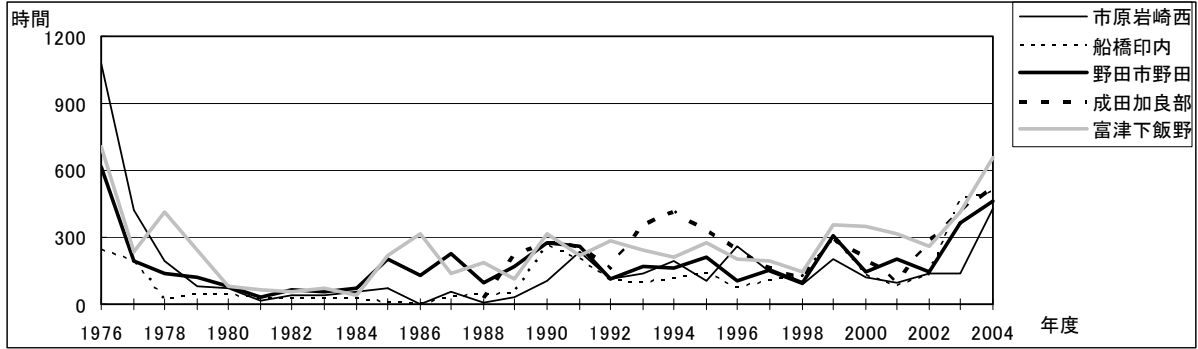


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

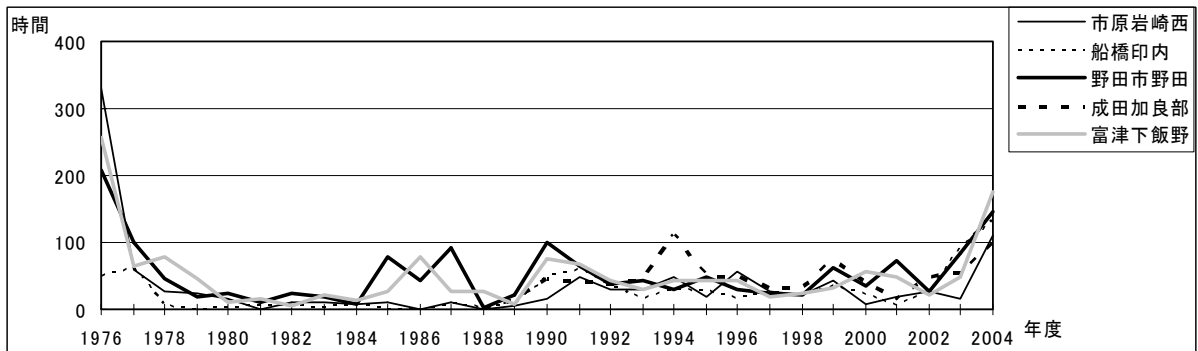


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

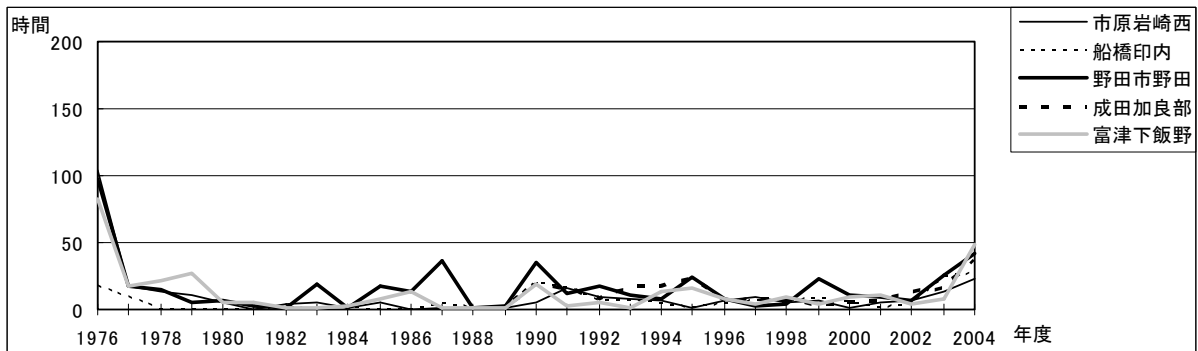


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

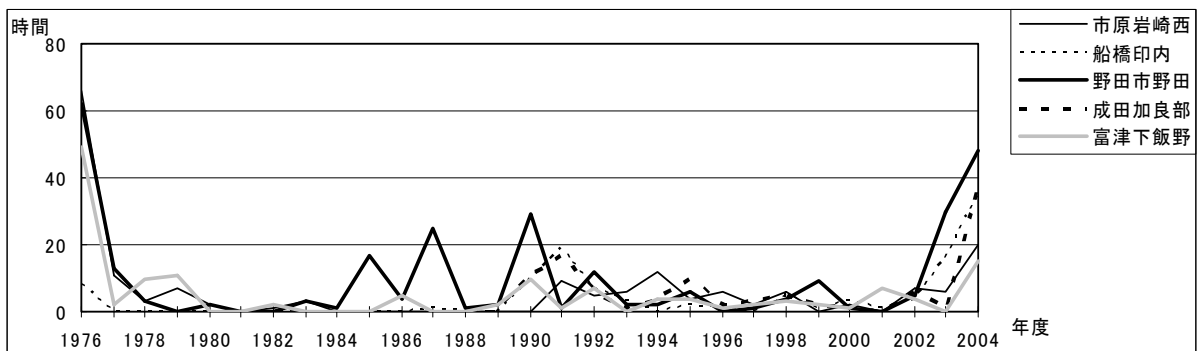


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

3.3 千葉県

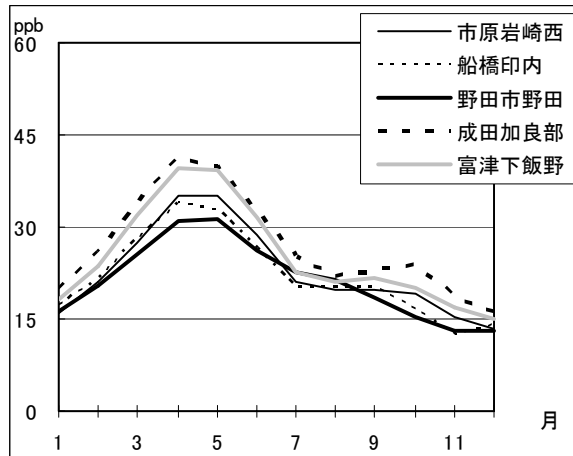


図6 Ox 濃度の月別平均値

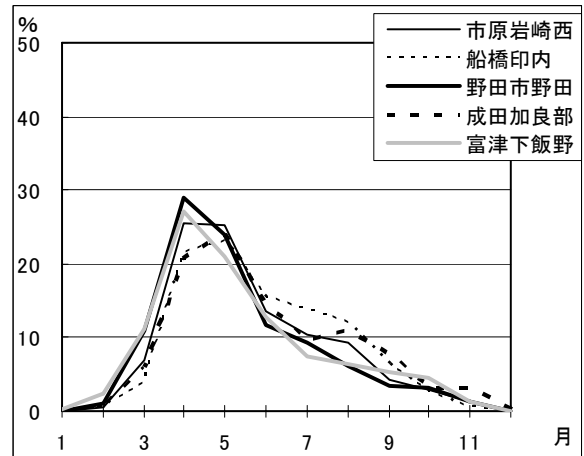


図7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

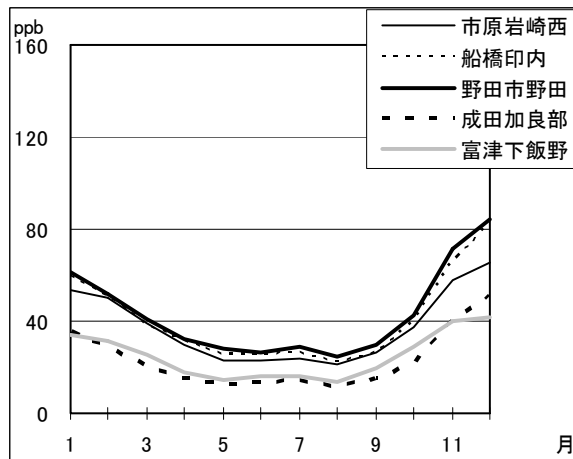


図8 NOx 濃度の月別平均値

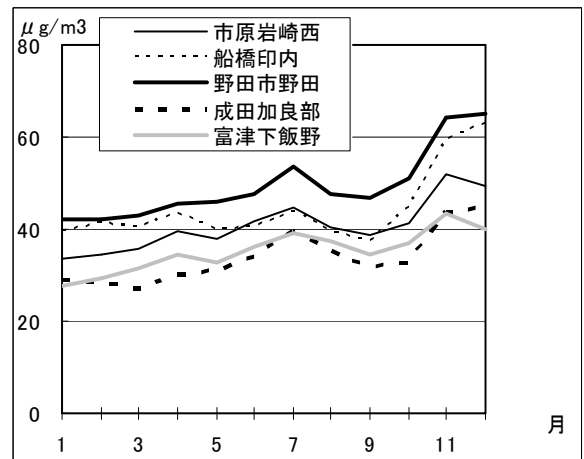


図9 SPM 濃度の月別平均値

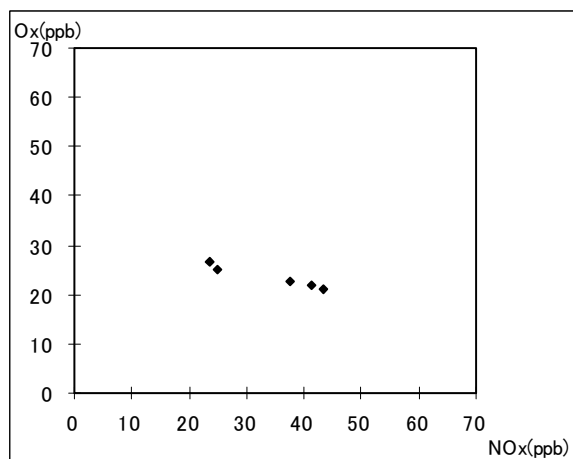


図10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

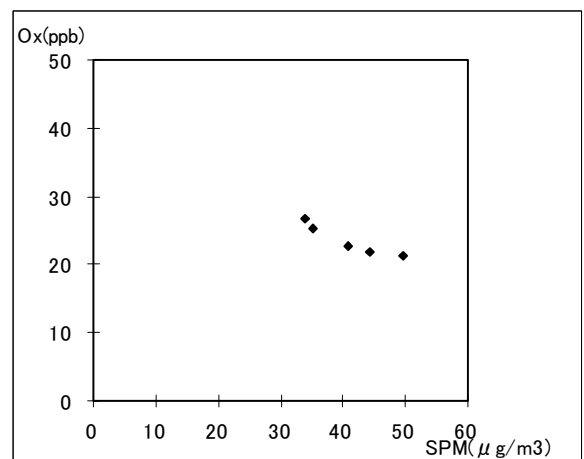


図11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係

3.4 高知県における光化学オキシダント濃度

3.4.1 はじめに

高知県は、北は四国山地で愛媛県、徳島県に接し、南は太平洋に面して扇状に突き出している。太平洋を臨む海岸線は長く、西部はリアス式海岸、東部は隆起海岸で平坦な砂浜が続く、気候は温暖多湿である。

高知県における大気汚染の発生源に占める割合は、自動車や事業所・園芸ハウスのボイラーから排出される汚染物質が主な原因であり、商業都市生活型の汚染形態を示している。大気環境にかかる環境基準で、二酸化硫黄（SO₂）については全ての一般環境大気測定局（一般局）で、窒素酸化物（NO_x）のうち環境基準の設定されている二酸化窒素については、全ての一般局及び自動車排出ガス測定局（自排局）で環境基準を達成している。

一方、光化学オキシダント（O_x）は全ての一般局で毎年環境基準の超過が見られる。高知県においては、過去 O_x 注意報発令に至ったことはないが、2002 年度以降南国大篠測定局では、漸増の傾向が見られる。

また、浮遊粒子状物質（SPM）は、全ての一般局で環境基準を達成している。

3.4.2 選定 3 局の属性情報

3.4.2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 大津（39201350）
高知市の中心部から約 5.5 km 東に位置している。約 200m 北に通勤交通量の多い県道 374 号線が走り、県道北にはメッキ工場と食品団地がある。周囲は住宅と飲食店が混在した市街地である。
- ・ 南新田（39201360）
高知市の中心部から約 3 km 東南東に位置し、東に鏡川が流れ、すぐに高知港がある。また周囲には下水処理場、化学、窯業工場などがあり、約 700m 西を国道 56 号が走っている。
- ・ 南国大篠（39204090）
国道 195 号から約 600m 南に位置し、周囲は学校、住宅街、田園地帯である。

3.4.2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 移設状況
いずれの測定局も設置以来、移設は行われていない。
 - ・ 測定方法
全ての測定局が向流吸尿管自動洗浄装置付きである。
 - ・ 選定理由
比較的長期にわたって測定を行っている局を選定した。
-

3.4.3 解析結果

3.4.3.1 O_x 濃度年平均値の経年変化の状況（図 1）

大津は 1991 年度以降、年度ごとの増減はあるが漸増傾向である。南新田町はほぼ横ばいだが、2004 年度は増加傾向が見られる。南国大篠は 2000 年度以降減少傾向だったが、2003 年度以降上昇傾向にある。また、他局より平均値が高く、2004 年度は 30ppb を超えている。

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

- ・ O_x 濃度の年最大値経年変化
全ての局で年間最大値は、概ね 80ppb から 120ppb の範囲にあり、120ppb を超えることはなかった。全ての局で年度ごとの増減はあるが、ほぼ横ばいで推移している。
- ・ 80ppb 以上の時間数の経年変化
全ての局で 1999 年度にピークがある。南国大篠では 356 時間を示し、その後減少したが、2003 年度以降増加傾向にある。他局では特に変動はなく、低値で推移している。

3.4.3.3 O_x 濃度の季節的な特徴（図 6, 図 7）

月別平均値の季節変動は全ての局で類似の傾向が見られる。すなわち、1 月頃から上昇し、4～5 月にかけて最も濃度が高くなる。7～8 月にかけて低下した後、再び上昇し、10 月に第二のピークを生じる。また、その後減少し冬季に一年のうちで最も低い濃度となる。

60ppb 以上の出現率は、全ての局で 4、5 月が突出して高く、6 月以降は急速に低下し、気温が高い 7、8 月にも増加することはない。その後大津、南新田は 9 月に、南国大篠は 10 月に再び少し上昇する。冬季にはほとんど 60ppb 以上は観測されていない。

3.4.3.4 O_x 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）

平年値 26ppb に対し年度ごとの平均値の偏差は -8～+4ppb の範囲にある。1991～1993 年度は大きい偏差だが、その後は小さい偏差で推移している。濃度の平均値は 1991～1994 年度まで増加傾向だが、その後はほぼ横ばいである。

3.4.3.5 O_x 濃度ランク別時間数経年変化の状況（図 5a～図 5g）

全ての局で、0～59ppb の範囲では多少の増減はあるが、ほぼ横ばいで推移している。60～119ppb の範囲では、1999 年度に時間数のピークが見られる。120ppb 以上の高濃度の時間数はない。出現時間数の年度によるばらつきは、59ppb 以下の低濃度域、100～119ppb の高濃度域では 1999 年度の南国大篠を除き比較的小さく、60～99ppb の濃度域では大きくなっている。

3.4.3.6 NO_x、SPM 濃度の季節的な特徴（図 8, 図 9）

NO_x 濃度の月平均値は、南新田町では 12 月にわずかに上昇するが、ほとんど変化はない。大津は 4～9 月にかけて低くなる。その後上昇し 12 月が最高濃度になる。

SPM は、夏場に高く、その後減少し、冬季に低くなる。南新田では、4 月に一度高くなる 2 山型を示す。

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

NO_x 及び SPM 濃度と O_x との間に特に明瞭な関係は認められない。

3.4.4 まとめと今後の課題

常時監視を行った全ての測定局で O_x 環境基準は未達成である。測定値が 60ppb を超えた時間数が最も多い南国大篠では、年間 106 日、625 時間（2004 年度）に達していたが、注意報の発令値 120ppb を超えることはなかった。また、光化学スモッグによる被害は確認されていない。

全国的に O_x の上昇傾向がある中、今のところ特に上昇傾向は現れてはいないが、その傾向のある南国大篠をはじめ、今後は注意していく必要があると思われる。

[執筆者：西 孝仁（高知県環境研究センター）]

3.4 高知県

測定局配置図(★:選定3局 ●:一般環境測定局)



表1 選定3局の属性情報(高知県)

測定局名	大津	南新田	南国大篠
国環研コード番号	39201350	39201360	39204090
測定局設置年月	1984年4月	1997年4月	1995年4月
Oxのデータ解析期間	1990年4月～ 2005年3月	1997年4月～ 2005年3月	1995年4月～ 2005年3月
周辺状況	県道374号線沿い看護学校グラウンド内。周囲は住宅と商店が混在。	高知港近くの市街地。周囲は下水、化学、セメント工場がある。	南国市役所から約500m南の住宅地。市体育館脇。
測定局移設状況	なし	なし	なし
周辺状況の変化	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)	なし	なし	なし
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、O₃UVは紫外線吸収法を示す。

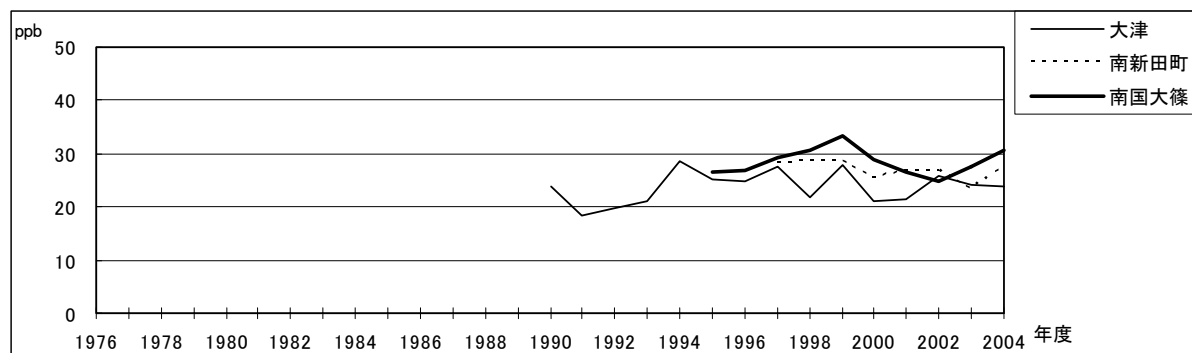


図 1 Ox 濃度の年平均値経年変化

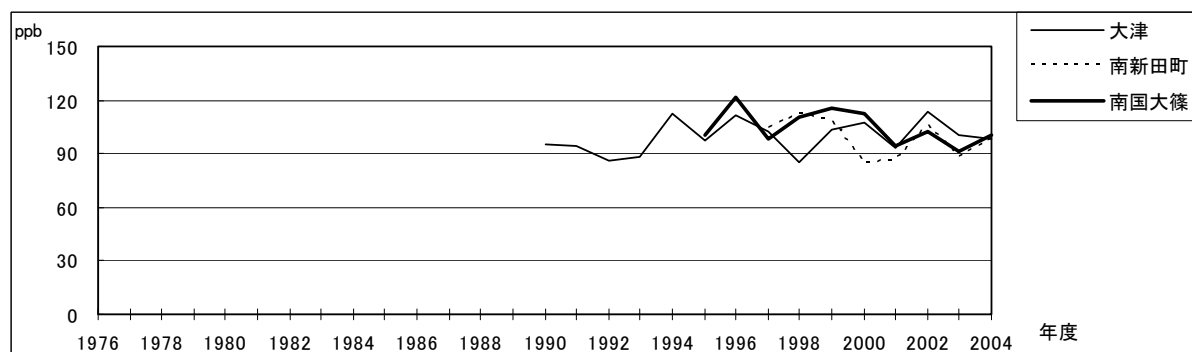


図 2 Ox 濃度の年最大値経年変化

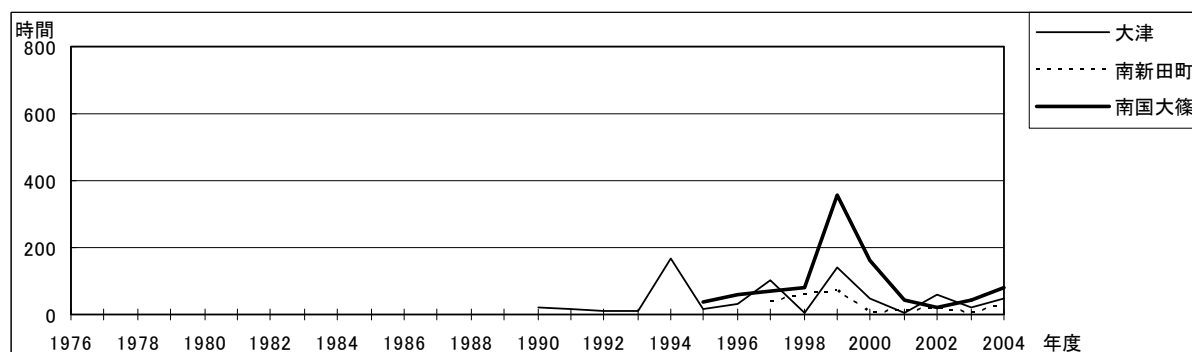


図 3 Ox80ppb 以上の時間数の経年変化

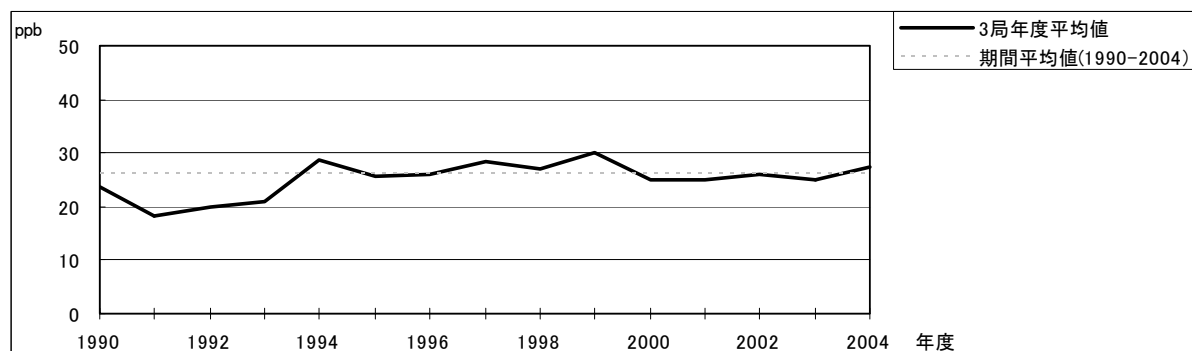


図 4.1 Ox 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

3.4 高知県

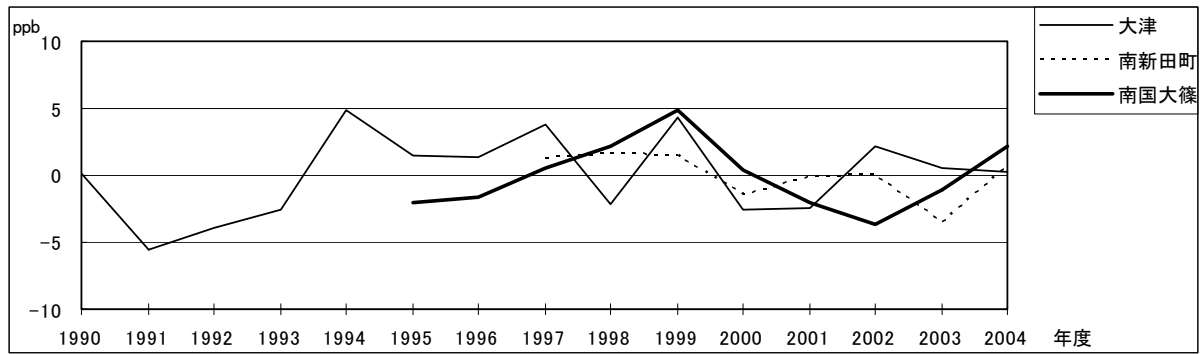


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

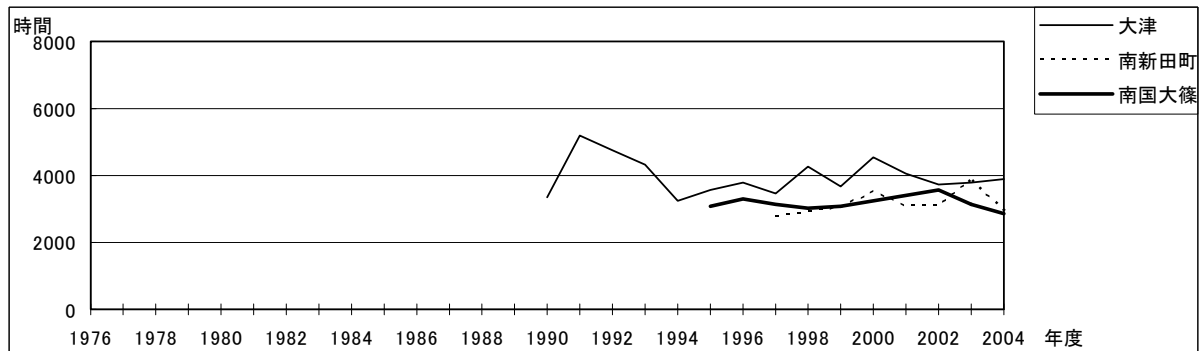


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

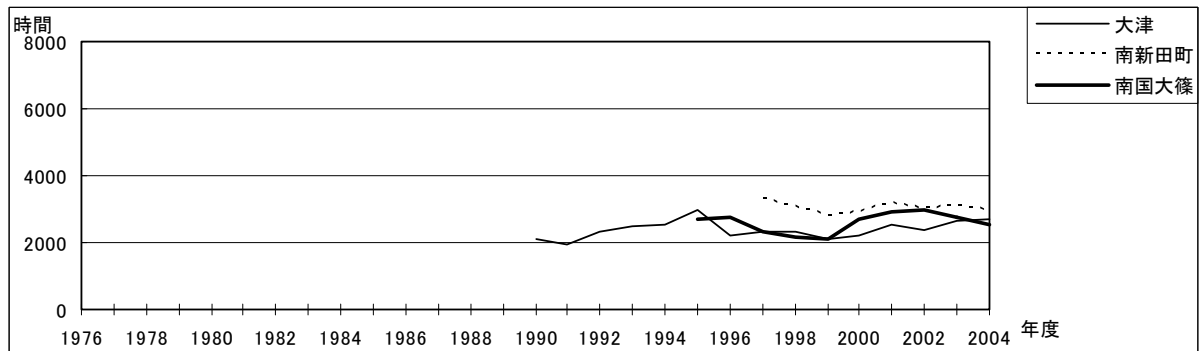


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

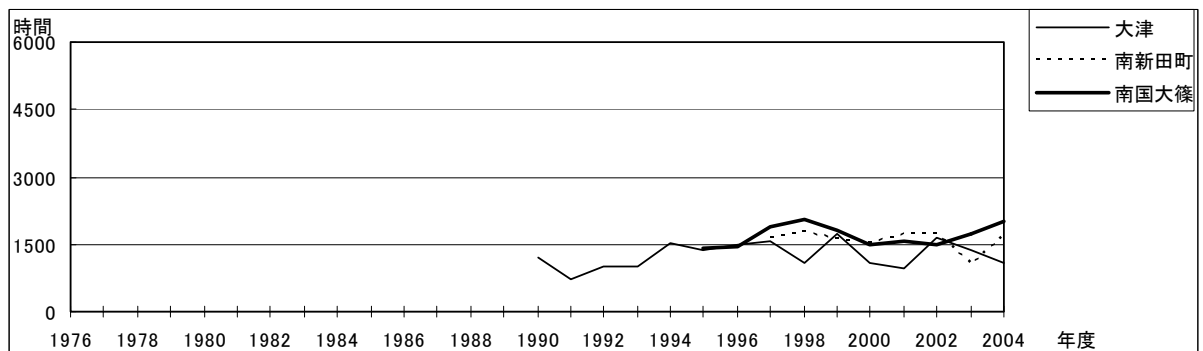


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

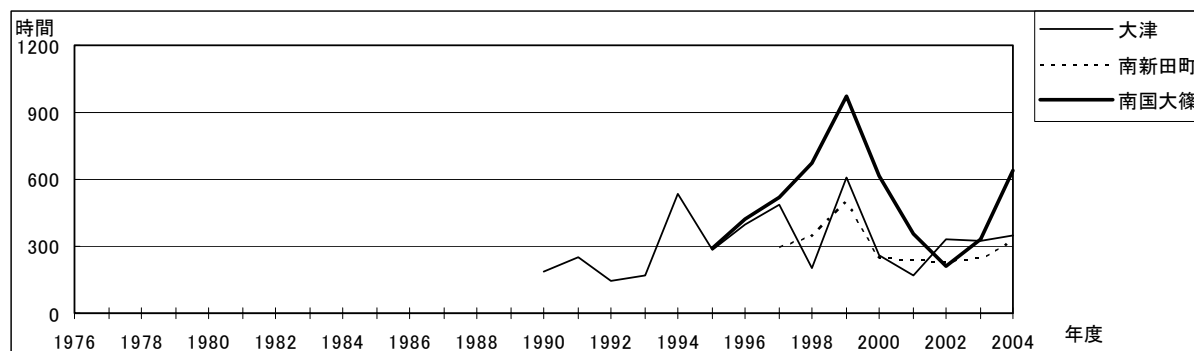


図 5d O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

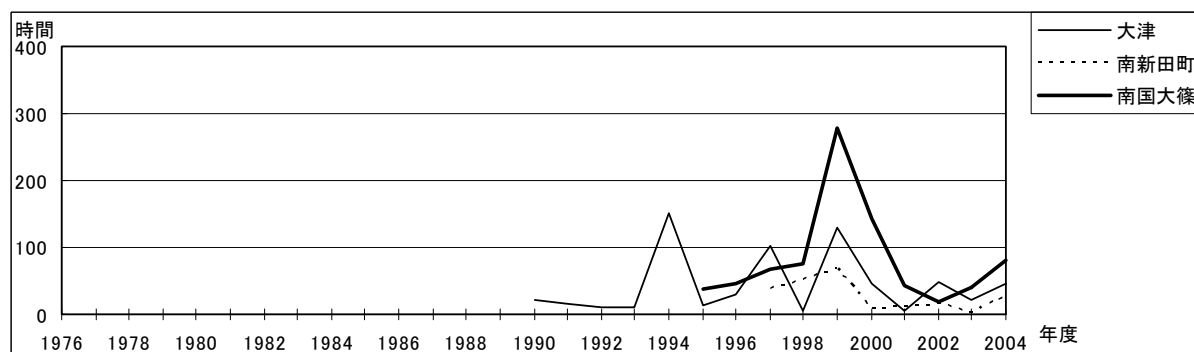


図 5e O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

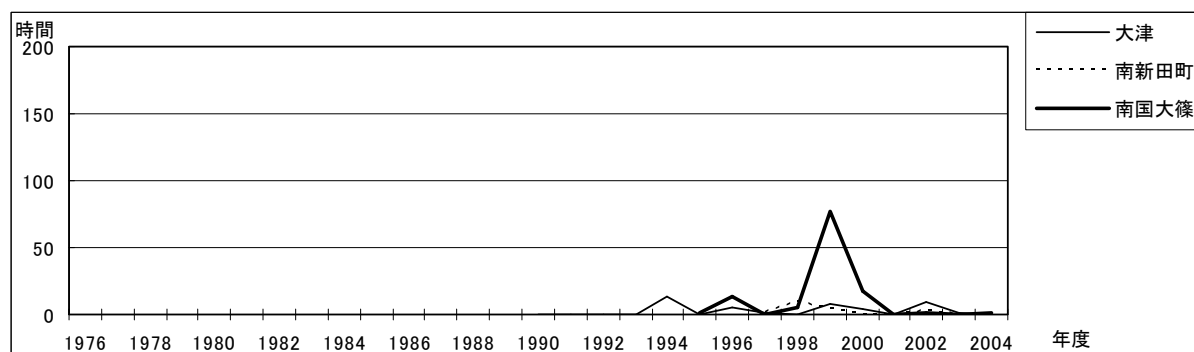


図 5f O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

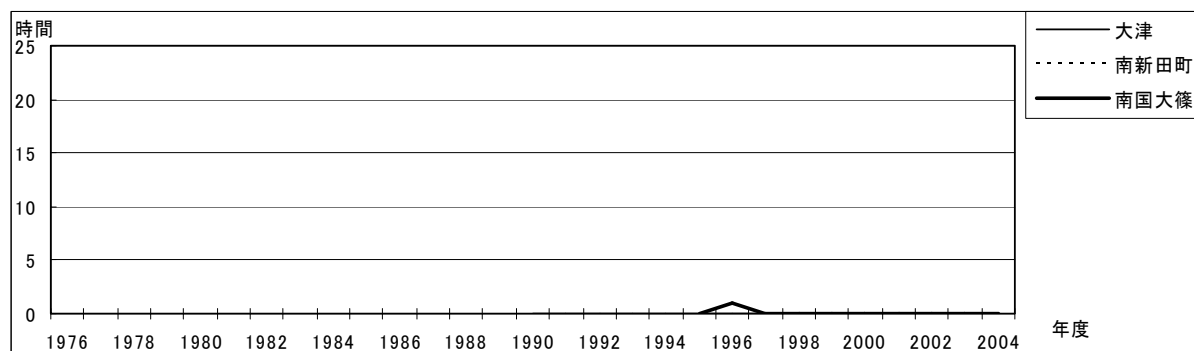


図 5g O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

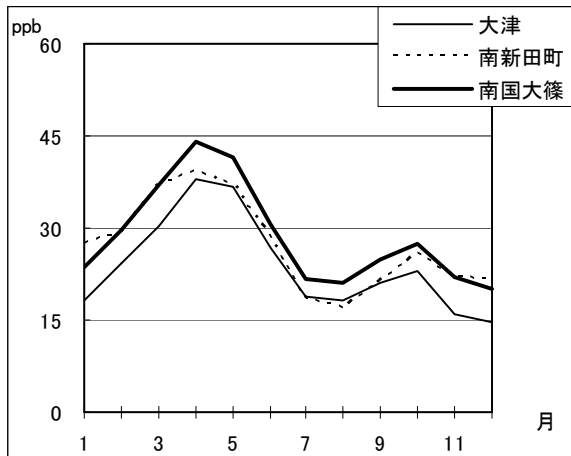


図 6 Ox 濃度の月別平均値

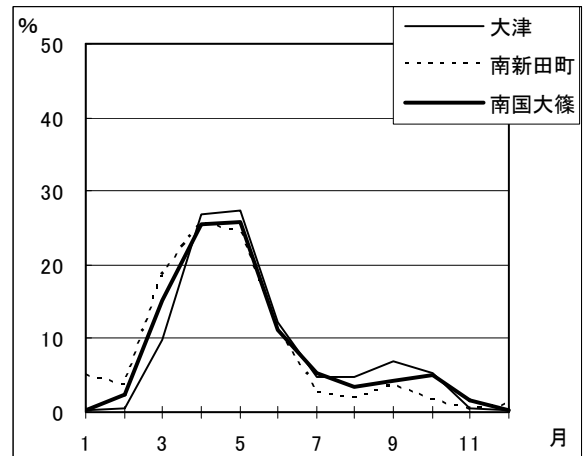


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

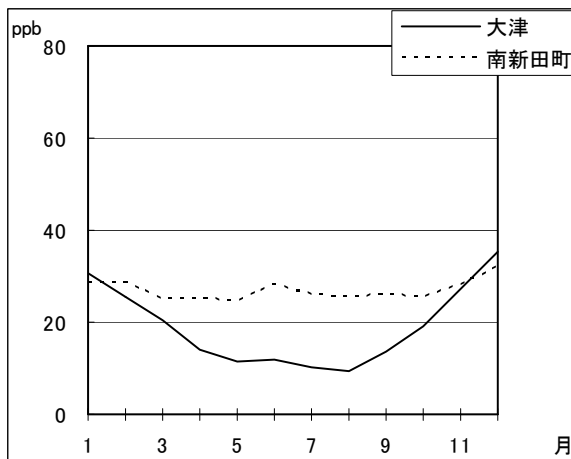


図 8 NOx 濃度の月別平均値

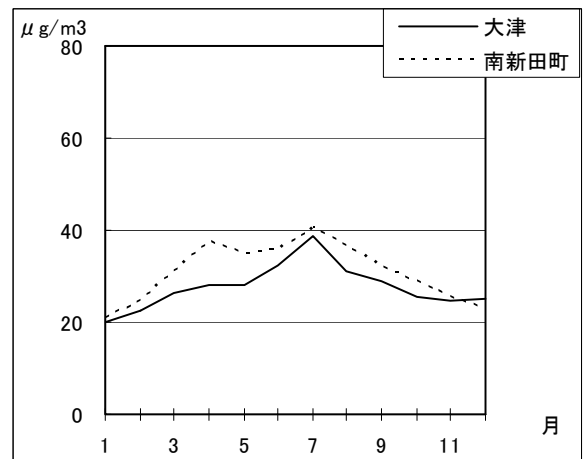


図 9 SPM 濃度の月別平均値

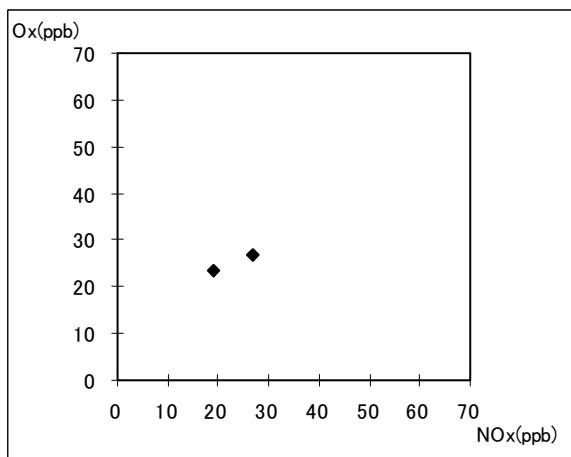


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

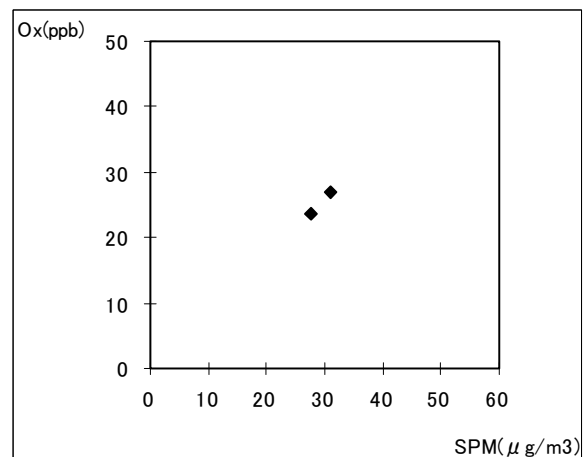


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係

3.5 鹿児島県における光化学オキシダント濃度

3.5.1 はじめに

鹿児島県は、わが国の西南部、九州の南端に位置し、鹿児島湾を挟んで薩摩、大隅の二つの半島と長島、種子島、屋久島、奄美大島、徳之島など多くの島々からなっている。大気汚染は、自動車や工場・事業場等から排出される汚染物質のほか、鹿児島湾の中央に位置する桜島からの二酸化硫黄などの影響が観測されている。

環境基準達成状況を見ると、二酸化硫黄が桜島周辺の測定局が基準を達成していない。また、浮遊粒子状物質、二酸化窒素は各測定局とも横ばいで推移し基準を達成している。光化学オキシダント（Ox）は観測した全ての測定局が基準を達成しておらず、近年、Ox 注意報発令付近の高濃度が出現している状況にあり、原因の究明と適切な対応が課題となっている。

3.5.2 選定 5 局の属性情報

3.5.2.1 位置・地勢・交通等

- ・ 環境保健センター（46201270）

鹿児島市の海岸から西に約 100m 離れた準工業地帯にある。鹿児島湾を挟んで桜島と向かい合っており、活動している桜島南岳から西に約 9 km 離れている。周囲は小規模の肥料工場や食品工場などが立地している。なお、Ox の測定を 2005 年 3 月から開始しており、2004 年度のデータは 1 ヶ月分しかないので今回の解析の対象から除外した。

- ・ 環境放射線監視センター（46202200）

薩摩半島北西部に位置する薩摩川内市の市街地にあり、周囲は、事務所、住宅地となっている。北西約 1 km に製紙工場があり、パルプ臭が漂うことがある。市の中心部は一級河川の川内川が流れており、冬場は川面に霧が発生することがある。

- ・ 鹿屋（46203010）

大隅半島中心に位置する鹿屋市の市街地にあり、周辺は住宅地である。大隅半島では畜産が盛んであり、市街地を少し離れると大規模な養豚場があり、家畜糞尿のにおいが漂うことがある。

- ・ 国分中央公園（46212010）

鹿児島県本土のほぼ中央、薩摩半島と大隅半島の付け根に位置する霧島市の市街地にある。交通量の多い県道 71 号線から約 40m 南に離れている。県道に沿って住宅や商店が並び、その背後はかつて田・畑地が広がっていたが、最近宅地化が進んでいる。

- ・ 古市団地（46482010）

大隅半島の志布志湾に面した肝属郡東串良町にある。町営住宅の一角にあり、周囲に工場等はなく、交通量は少ない。また、石油備蓄基地の立地する海岸部から西に約 1 km 離れている。

3.5.2.2 移設・測定方法・選定理由について

- ・ 移設状況
古市団地は1992年3月に同じ団地内で移設した。また、鹿屋は1992年3月に約1km南に移設し、さらに1997年4月に約100m南に移設した。環境保健センターは1997年3月に約50m北東に移設した。環境放射線監視センターは1998年3月に隣接する局舎に移設した。国分中央公園は、2000年1月に同一公園内で移設した。
- ・ 測定方法
1999年度から乾式の導入が始まり、現在は全ての測定局が乾式になっている。
- ・ 選定理由
鹿児島県の状況を広範囲に把握するため、薩摩半島から2局、大隅半島から2局、両半島の中間の霧島市から1局の計5局を選定した。

3.5.3 解析結果

3.5.3.1 O_x 濃度年平均値の経年変化の状況（図1）

鹿屋、古市団地は1990年度から1999年度は増減を繰り返していたが、2000年度からやや上昇傾向が見られる。環境放射線監視センターと国分中央公園は2001年度から上昇傾向がみられる。

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

いずれの局も年間最大値は70ppbから120ppbの範囲にある。
80ppb以上の出現時間数は、近年増加傾向にある。

3.5.3.3 O_x 濃度の季節的な特徴（図6, 図7）

4局とも3～5月にかけて年間で最も濃度が高くなり、7～8月に最小となった後10月に再び弱いピークが現れる、春と秋の2山型のパターンを示した。

60ppb以上の出現率は、4局で4、5月が突出して高く、中でも国分中央公園は4月が最も高かった。7、8月に低下した後、9～10月にやや上昇し、冬期は、最も低かった。

3.5.3.4 O_x 濃度年度別平均値と平年値(1990～2004)の偏差の状況（図4.1, 図4.2）

4局の年度別平均値はほぼ横ばいであった。

平均値との偏差は鹿屋、古市団地は2000年度から、他の2局は2002年度から継続してプラス側を示している。

3.5.3.5 Ox 濃度ランク別時間数経年変化の状況（図 5a～図 5g）

- ・ 0～19ppb
4 局とも年度によって若干増減を繰り返し、概ね横ばいである。
- ・ 20～39ppb
4 局とも年度によって若干増減を繰り返し、概ね横ばいである。
- ・ 40～59ppb
4 局とも年度によって増減を繰り返し、概ね横ばいである。
- ・ 60～79ppb
年度によって増減を繰り返し、近年 4 局ともやや上昇傾向がみられる。
- ・ 80～99ppb
4 局とも近年漸増傾向にある。
- ・ 100～119ppb
1999 年度以降、鹿屋と古市団地で数時間観測された。
- ・ 120ppb 以上
2000 年度に鹿屋で 1 時間（120ppb）観測された。

3.5.3.6 NOx、SPM 濃度の季節的な特徴（図 8, 図 9）

NOx は、古市団地を除いた 3 局は 11～2 月に高く、5～8 月に低かった。古市団地は、年間を通じて低いレベルで推移した。

SPM は、4 月と 8～9 月にゆるやかなピークを有する傾向がみられ、鹿屋は 12 月が最も高かった。

3.5.3.7 NOx 及び SPM 濃度と Ox との関係（図 10, 図 11）

NOx 濃度と Ox 濃度は、負の相関が見られた。

SPM 濃度と Ox 濃度は、相関は認められなかった。

3.5.4 まとめと今後の課題

鹿児島県における Ox 濃度の年間平均値及び最大値の推移から、近年の濃度上昇の傾向が認められた。年間の最大値は、2000 年度に 120ppb が出現するなど近年上昇傾向を示している。月別平均濃度では春季と秋季に 2 山のピークがあり、夏季に年間の最低値を示した。

今後、Ox 濃度上昇の原因究明や高濃度出現時のパターン解析などが検討課題である。

[執筆者：藪 平一郎（鹿児島県環境保健センター）]

3.5 鹿児島県

測定局配置図(★:選定5局 ●:一般環境測定局)

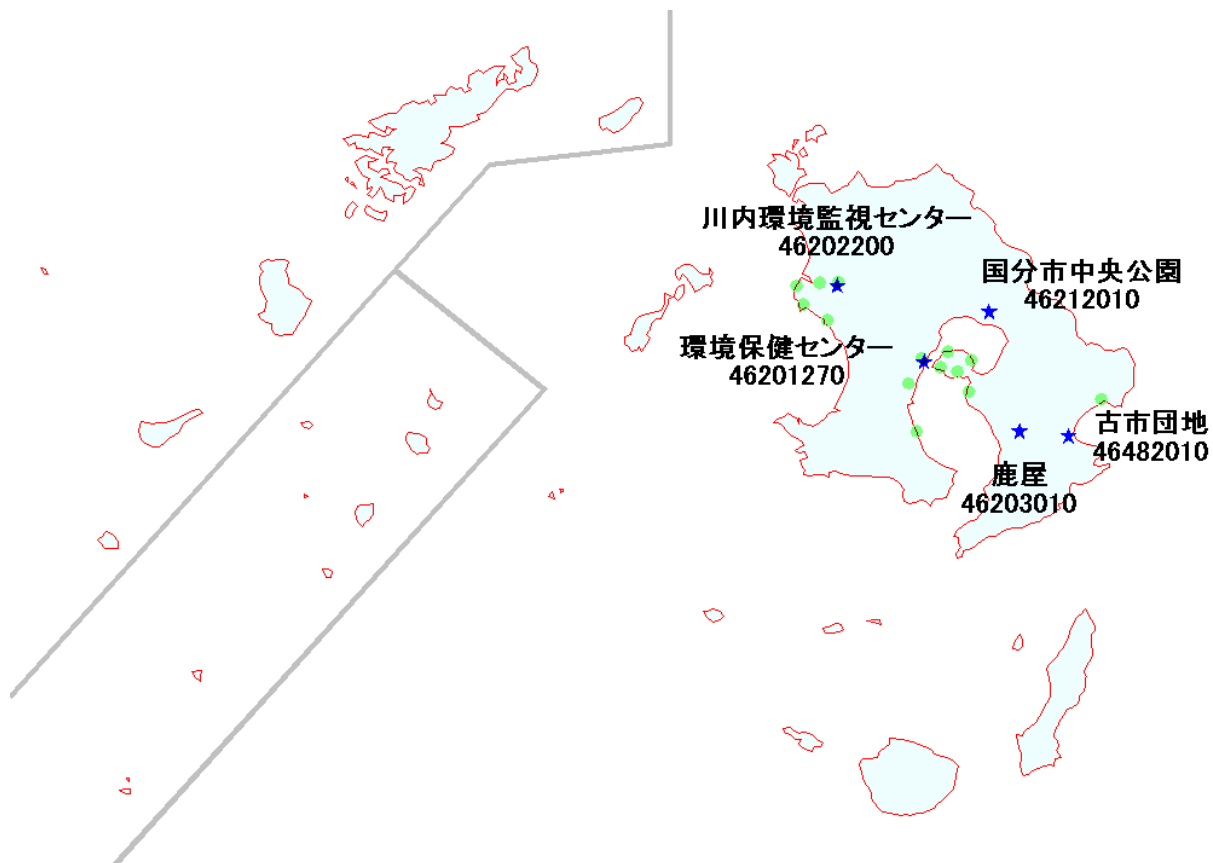


表1 選定5局の属性情報(鹿児島県)

測定局名	環境保健センター	環境放射線監視センター	鹿屋	国分中央公園	古市団地
国環研コード番号	46201270	46202200	46203010	46212010	46482010
測定局設置年月	1991年4月	1981年4月	1975年10月	1985年4月	1985年6月
Oxのデータ解析期間	(2004年4月～)	1998年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月	2001年4月～ 2005年3月	1990年4月～ 2005年3月
周辺状況	鹿児島市の海岸から約100m離れた準工業地帯。周囲は中小の工場。	薩摩川内市の市街地。北西約1kmに製紙工場がある。	鹿屋市中心部の住宅地。	霧島市の市街地公園の一角にある。周囲は宅地化が進んでいる。	県東部農村地帯の町営住宅の一角にある。周囲の交通量は少ない。
測定局移設状況	1997年3月50m離れた局舎に移設	1998年3月隣接局舎へ移設	1992年4月南に約1km移設 1997年4月南に約100m移設	2000年1月公園内で移設	1992年3月団地内で移設
周辺状況の変化	特になし	特になし	特になし	ここ数年、周辺の宅地化が進行	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)	2005年3月 O ₃ UV	2004年2月 OxW→O ₃ UV	2001年2月 OxW→O ₃ UV	2005年4月 OxW→O ₃ UV	2001年2月 OxW→O ₃ UV
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、O₃UVは紫外線吸収法を示す。

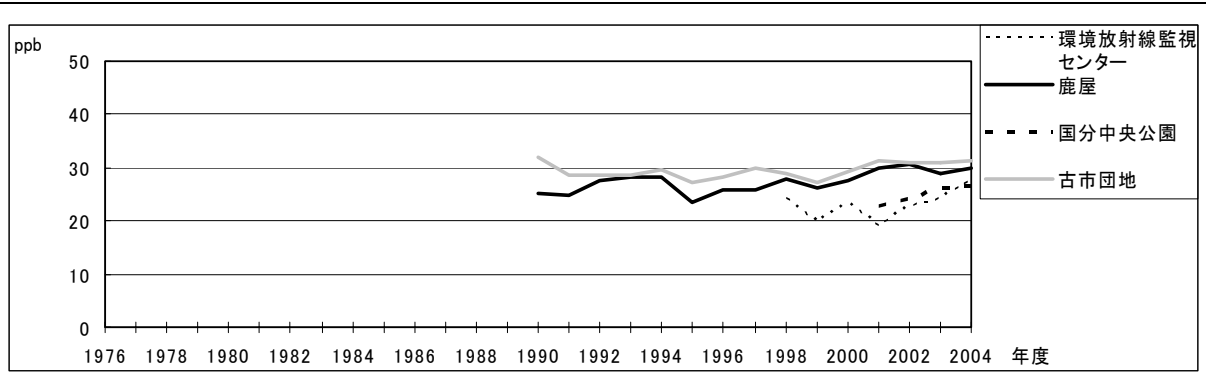


図 1 O_x 濃度の年平均値経年変化

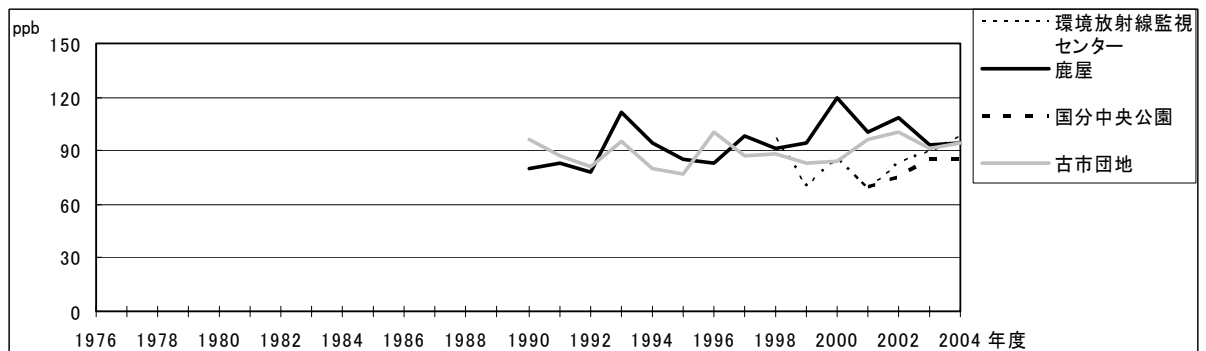


図 2 O_x 濃度の年最大値経年変化

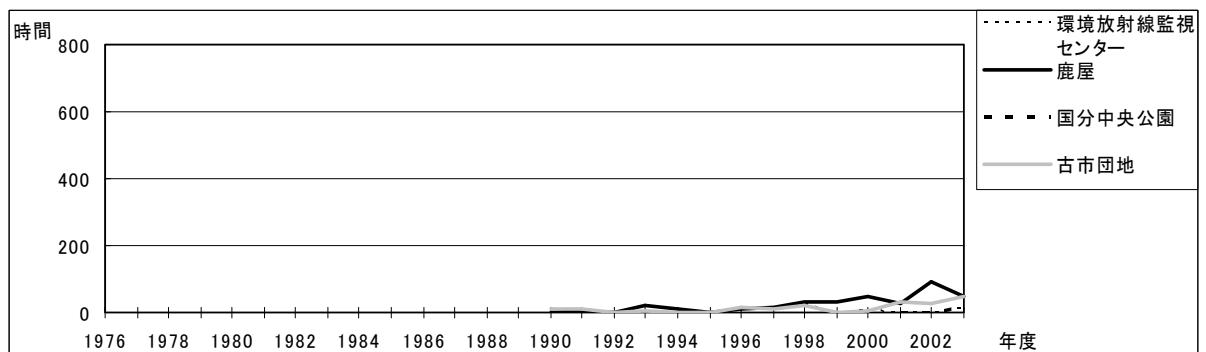


図 3 O_x80ppb 以上の時間数の経年変化

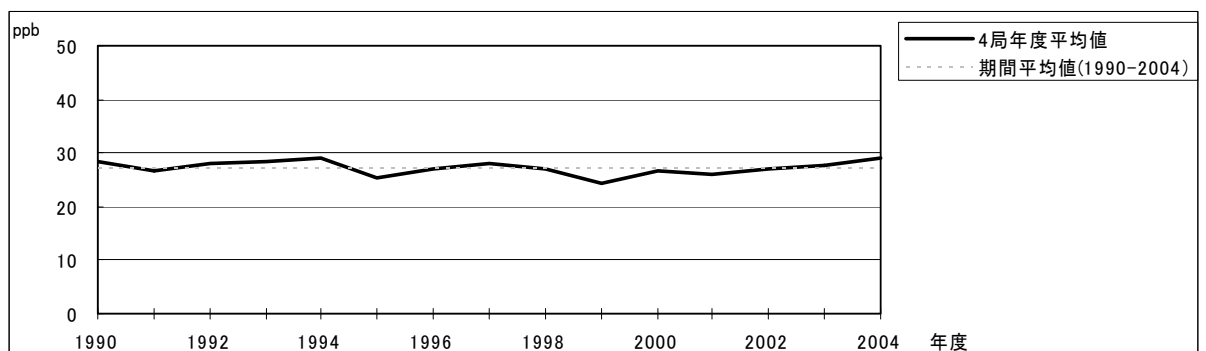


図 4.1 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差

3.5 鹿児島県

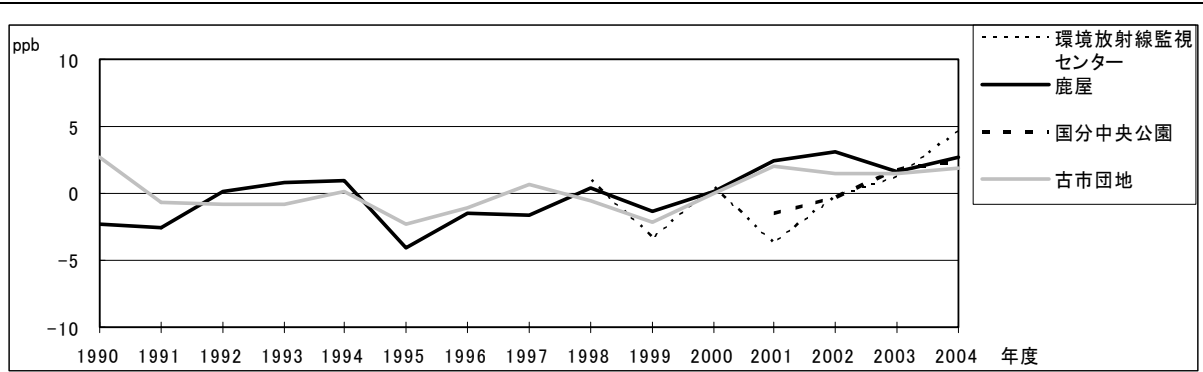


図 4.2 O_x 濃度の年度別平均値と平年値との偏差(局別)

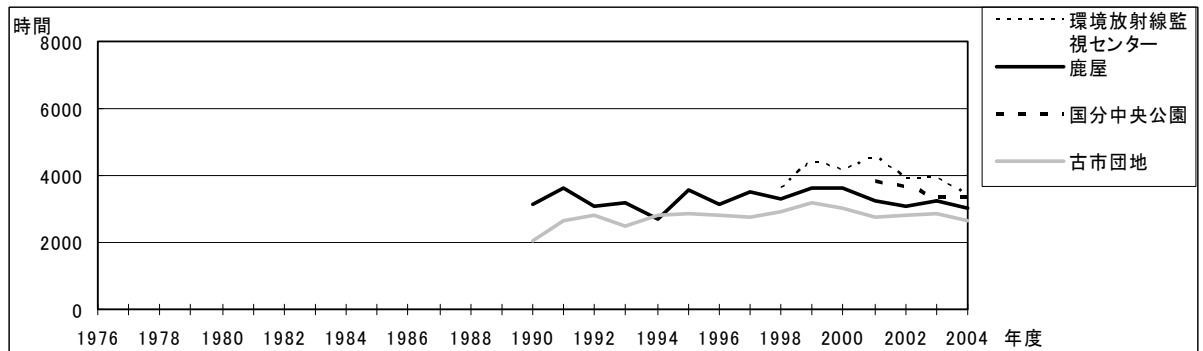


図 5a O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(0~19ppb)

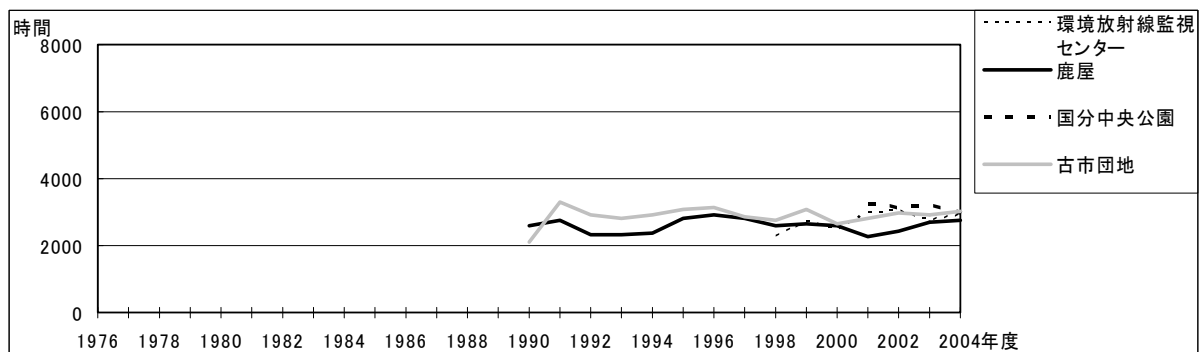


図 5b O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(20~39ppb)

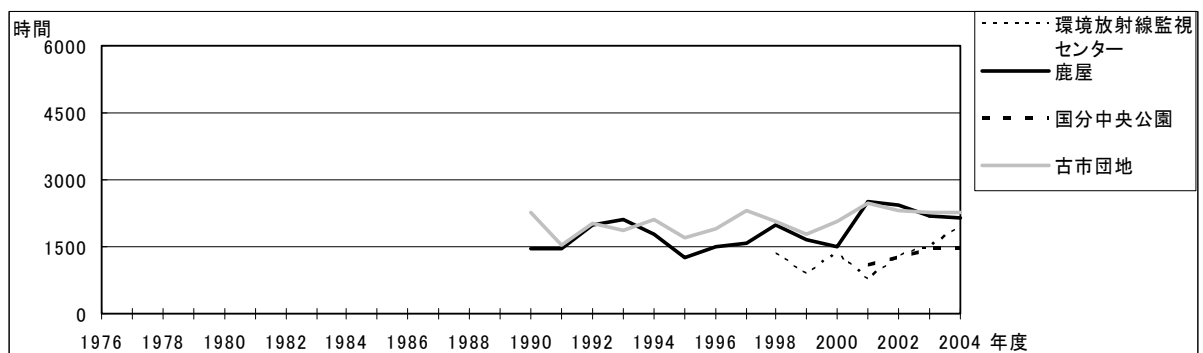


図 5c O_x 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(40~59ppb)

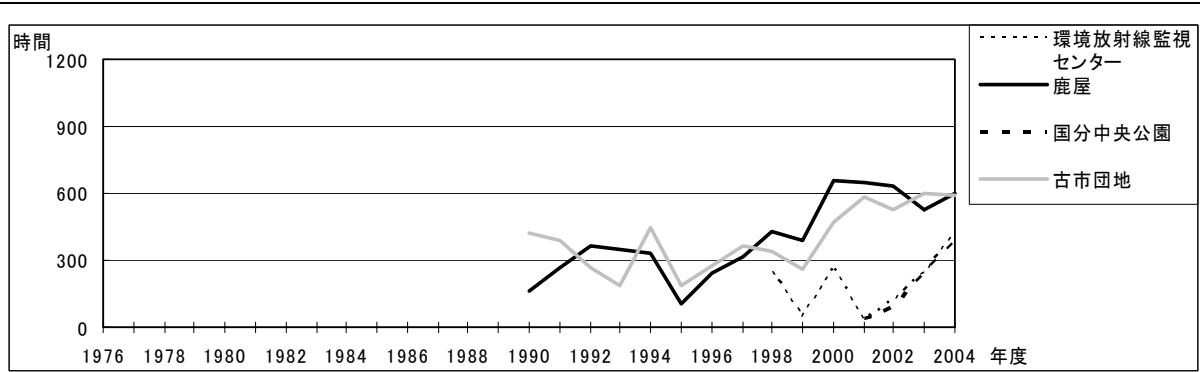


図 5d Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(60~79ppb)

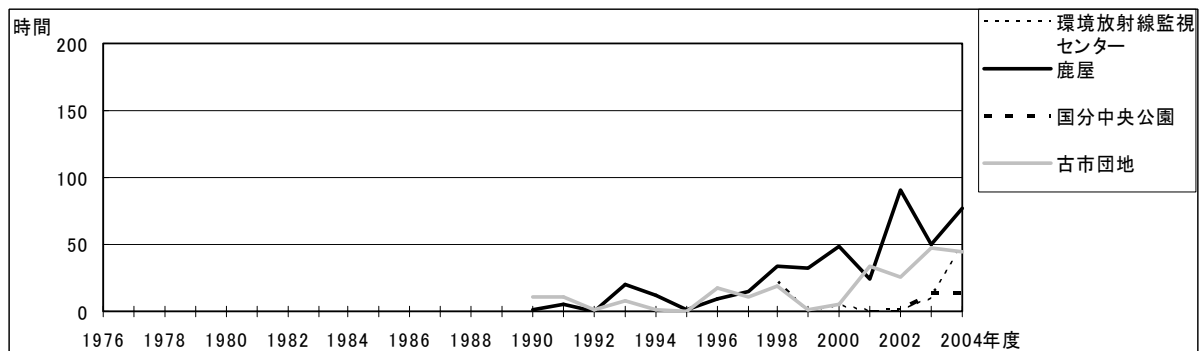


図 5e Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(80~99ppb)

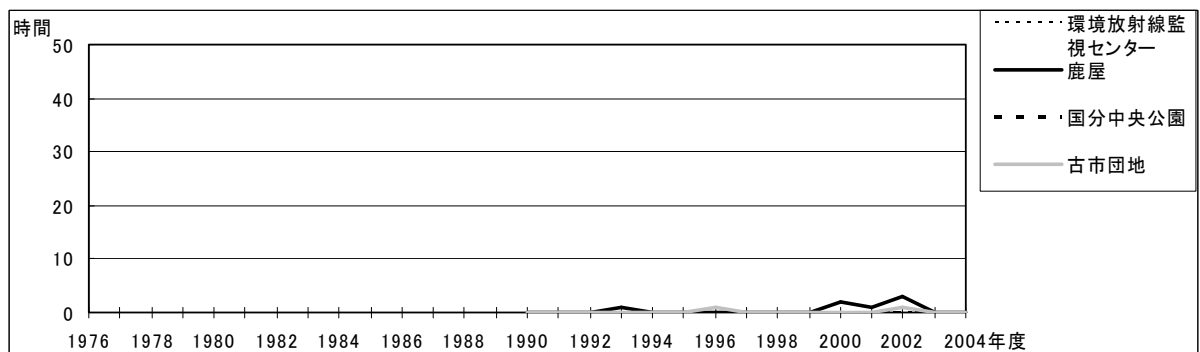


図 5f Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(100~119ppb)

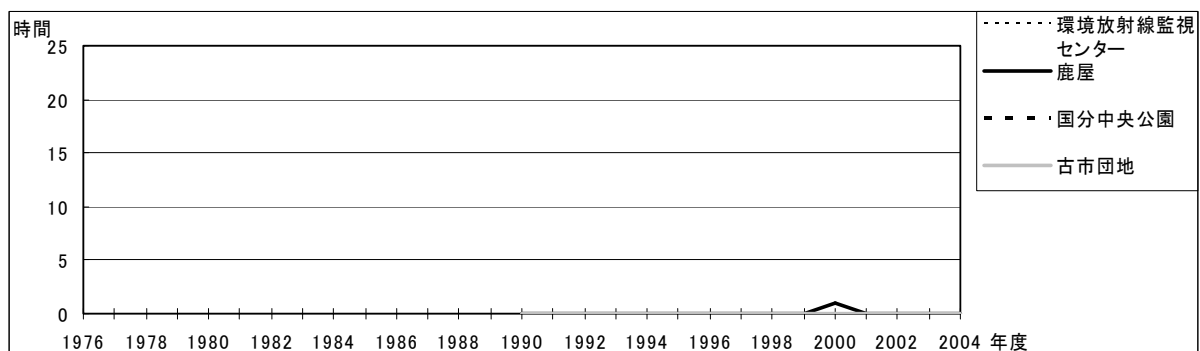


図 5g Ox 濃度ランク別(20ppb 毎)の時間数の経年変化(120ppb 以上)

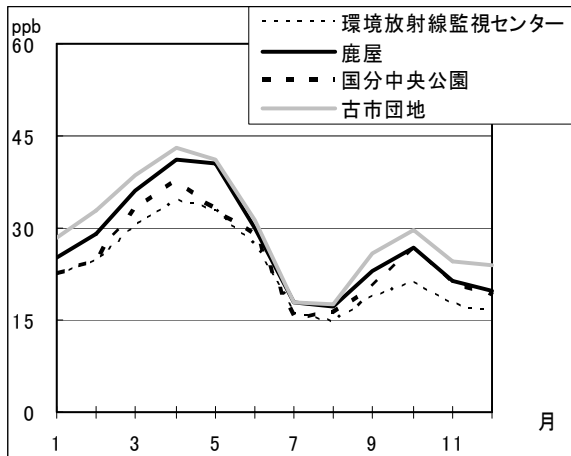


図 6 Ox 濃度の月別平均値

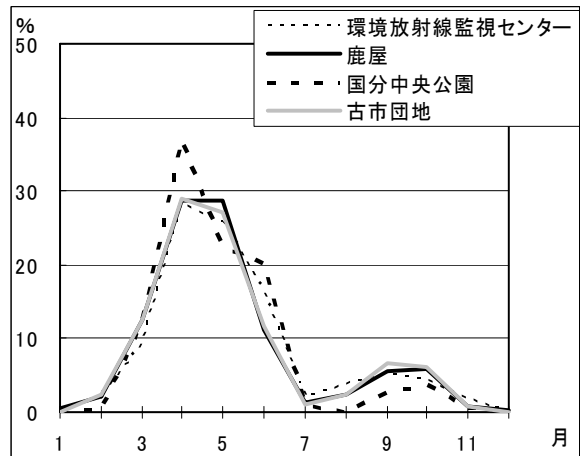


図 7 Ox60ppb 以上の月別出現割合

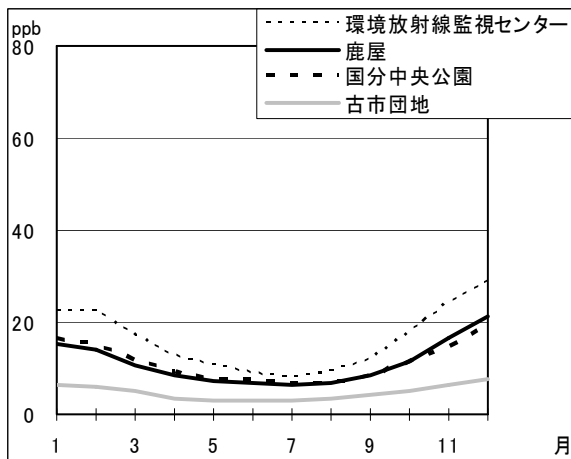


図 8 NOx 濃度の月別平均値

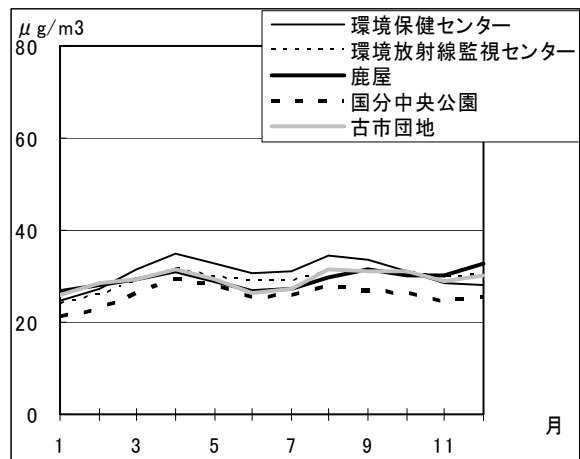


図 9 SPM 濃度の月別平均値

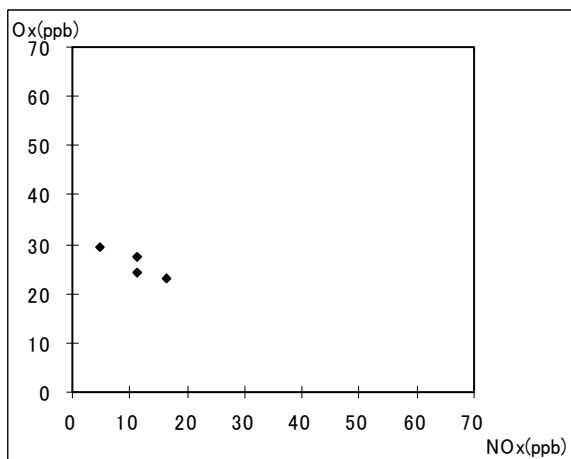


図 10 NOx 濃度と Ox 濃度の関係

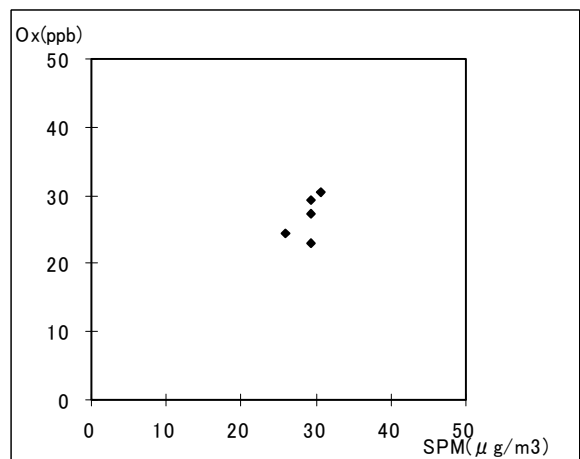


図 11 SPM 濃度と Ox 濃度の関係

4. 応用解析(グループ研究)

第2期は、基本解析に加え、光化学オキシダント濃度の上昇要因を解明するため、複数の研究テーマを設定し、研究グループに分かれてデータ解析を行った。

本章では、各研究グループの解析結果及び今後の課題をとりまとめ、次のとおり、4.1～4.6に掲載した。なお、()内は参加自治体である。

4.1 「海陸風との関係」の解析

(福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県)

4.2 「夜間にOx濃度が下がらない原因」の解析

(福島県、群馬県、岐阜県、京都市)

4.3 「ヒートアイランドが発生した時の影響」の解析

(群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、長野県)

4.4 「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」の解析

(北海道、宮城県、秋田県、石川県、富山県、京都府、山口県、香川県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、福岡市)

4.5 「NOx及びSPM等他成分との関係」の解析

(静岡県、名古屋市、大阪市、神戸市)

4.6 「気象要素との関係」の解析

(鳥取県、島根県、岡山県、徳島県、愛媛県、高知県)

4.1 「海陸風との関係」の解析

— 海陸風到達の時間、距離及び濃度について —

4.1.1 はじめに

沿岸域では、一般風の弱い晴れた日に海陸風が発生する。一般に海陸風は、沿岸域の大気境界層に閉鎖型の循環系を形成するため、沿岸都市の大気汚染に大きな影響を与えている。ここでは、大阪平野とその周辺地域を解析対象として、川筋等における海風到達時刻と光化学オキシダント（Ox）濃度パターンから、海風によるOxの移流状況の検討を行った。

4.1.2 大阪平野での海風の挙動

4.1.2.1 Ox高濃度出現の遅れ

大阪府域でのOx高濃度の出現時刻が経年的に遅れる傾向があることは、大気常時監視担当者が経験的に感知しているところである。図4.1.1に大阪府でのOx注意報発令時刻の推移を示す¹⁾。明らかに15時台、16時台の発令が増加し、遅れが生じていることがわかる。これにはいくつかの原因が考えられるが、海風の到達時刻が遅くなっていることが原因の一つと考えられている。

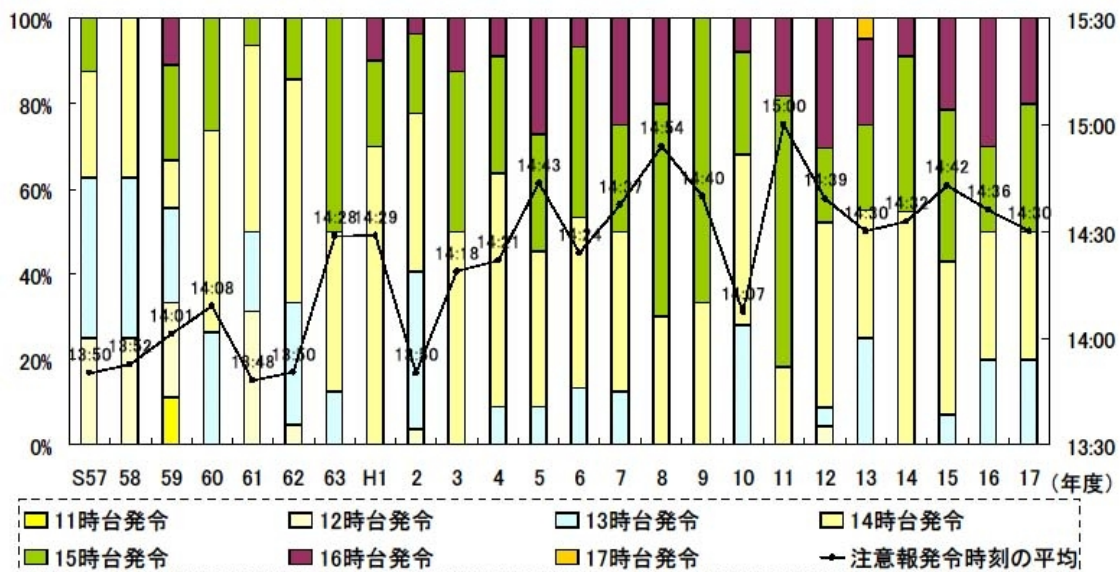


図 4.1.1 大阪府での光化学スモッグ注意報発令時刻の推移¹⁾

4.1 海陸風との関係

4.1.2.2 大阪平野と海風

大阪南部の沿海地域では、1960年代まで風車が農耕地のかんがいによく利用されていた。これは、大阪湾沿岸に強い海風が吹くことを利用したものであった。成川は、大阪平野での卓越風向は海風の吹走方向にほぼ一致しているとし、特に夏の海風については、太平洋高気圧のもとで日中、近畿中部内陸低地に局地的熱低気圧が発生するため、淀川筋では翌早朝まで海風方向の風が吹くことが珍しくなく、局地風と言うよりは、規模の大きな風系を形成しているとしている²⁾。また福原は、大阪ー京都間の気圧傾度と海風、陸風の出現を比較した上で、大阪における海陸風は単に海陸間の温度差が昼夜交替するために発現するとは考えず、海からの風が遙かに吹きやすい状況にあり、単なる熱的循環ではないと考えている³⁾。

このように、大阪平野とその周辺地域の大气汚染についても、海風は大きな要素となっている。

4.1.2.3 海風の解析方法

解析対象地域は、図 4.1.2 に示す大阪平野から周辺の京都、奈良盆地に至る地域である。ここでは、地域的な広がりとともに経年的変化を見ることとし、解析対象時期と解析対象局を表 4.1.1 のとおりとした。それぞれの解析対象時期について、解析対象局の 1 時間値データから海風到達状況を調べた。各年の 5~8 月を解析対象としたのは、大阪でこの時期に高濃度がよく発生するからである。ここで、「海風到達時刻」とは、「アメダス大阪局の日照データで日照が 4 時間以上ある日のうち、海風方向（16 方位のうち 4 方位で、局ごとに定める）の風が 3 時間以上連続した場合の最初の時刻で、午前 6 時以前を除く」と定義し、「海風日」とは、海風到達時刻がある日のこととした。

表 4.1.1 解析対象時期、解析対象局

解析時期	① 1986~1988 年 ② 1993~1995 年 ③ 2000~2002 年 いずれも 5~8 月
解析対象局	淀川筋 大宮中学校 枚方市役所 国設京都八幡 大和川筋 三宝 修徳学院 王寺 南河内筋 金岡 富田林市役所

なお、参考として京都府内の久我、東宇治、京都市役所、奈良県高田の各局を用いた。また、大阪府域の此花区役所、国設大阪、東大阪旭町庁舎の各局を「中河内筋」として一部の解析対象とした。

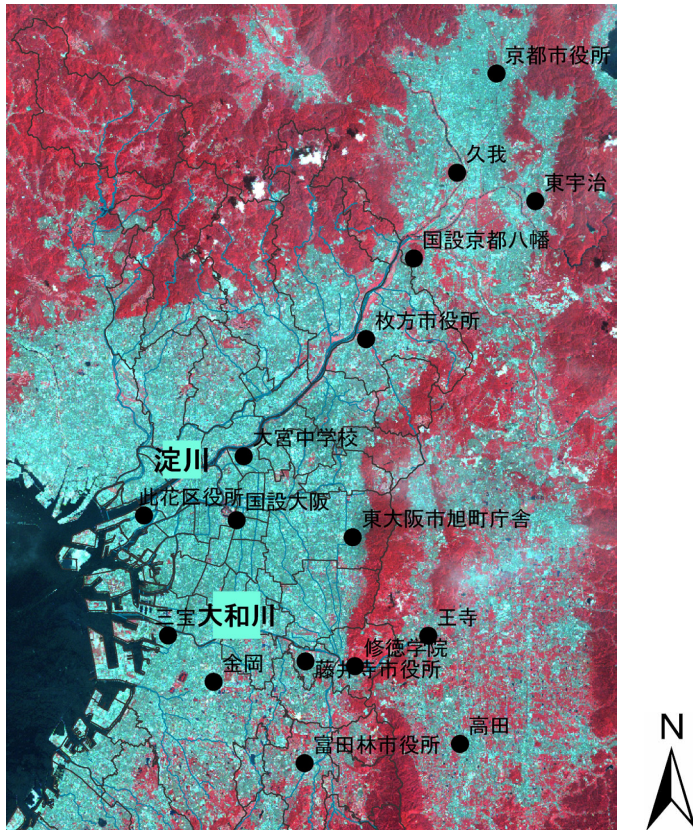


図 4.1.2 解析対象地域

4.1.2.4 海風到達時刻の推移

海風到達時刻(年 5~8 月平均)の推移を図 4.1.3~4.1.5 に示す。淀川筋及び大和川筋では、経年的変化が見られないが、南河内方面では若干の遅れが見られる。ここで、陸筋としてもう一つ、表 4.1.1 に示した中河内筋として、大阪市内から東大阪、生駒山地に向かう東西のラインについて海風到達時刻を調べたものを図 4.1.6 に示す。ここでも遅れが生じている。このことから、海風到達時刻は、川筋では経年的に変化が見られないが、陸筋では経年的に遅れが生じていることがわかる。

4.1 海陸風との関係

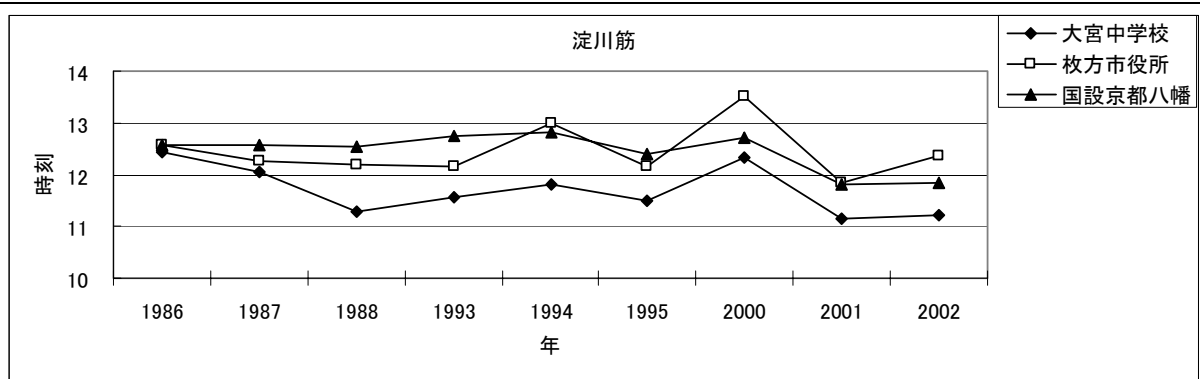


図 4.1.3 海風到達時刻(年 5~8 月海風日のみ平均)の推移(淀川筋)

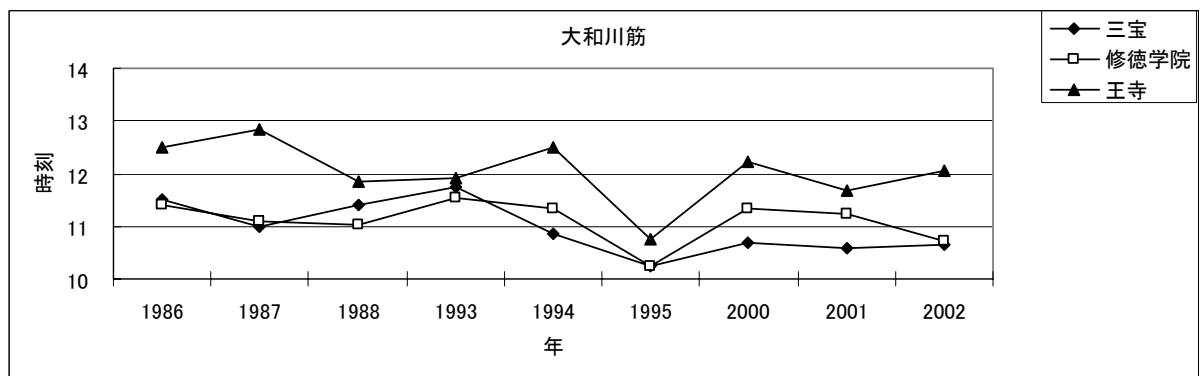


図 4.1.4 海風到達時刻(年 5~8 月海風日のみ平均)の推移(大和川筋)

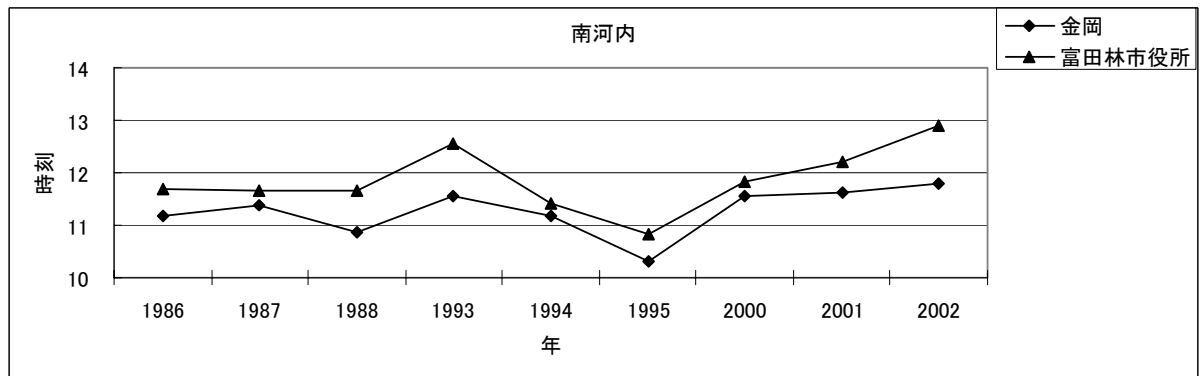


図 4.1.5 海風到達時刻(年 5~8 月海風日のみ平均)の推移(南河内)

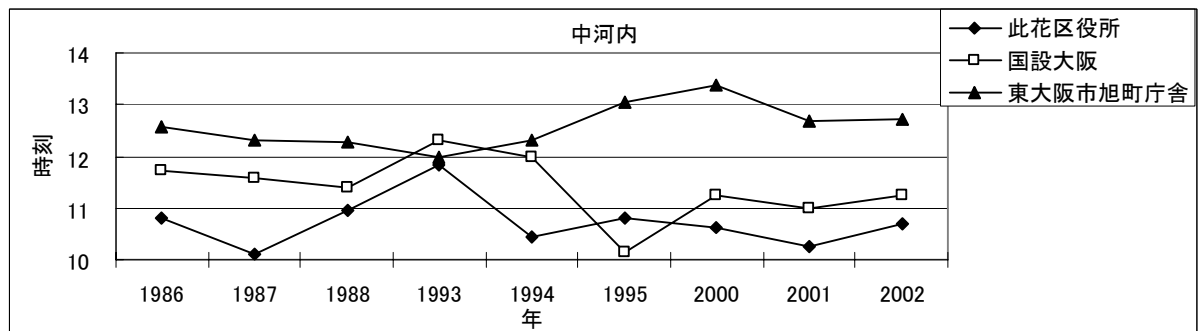


図 4.1.6 海風到達時刻(年 5~8 月海風日のみ平均)の推移(中河内)

4.1.3 O_xの移流について

4.1.3.1 移流の状況

次に O_x の大阪平野から周辺地域への移流の状況を検討する。解析対象地域のうち、大和川筋と南河内筋は、川筋、陸筋の違いはあるが、近接しているのと同じグラフで濃度変化を見ることが出来る。海風日であり、O_x 最高濃度が 100ppb 以上の高濃度日でもあった、1993 年 6 月 17 日と 2002 年 6 月 13 日の大阪府南河内大和川地域と、奈良盆地の O_x の日変化を図 4.1.7、4.1.8 に示す。大阪府側の局と、奈良県側の局で 1~2 時間の差でよく似た濃度変化パターンを示していることがわかる。同様の現象は、高濃度日によく観測でき、この地域で大阪平野から奈良盆地へ O_x の移流が起こっていることを示している。

淀川筋においても同様に、海風日であり高濃度日であった 2002 年 6 月 13 日の日変化を図 4.1.9 に示す。時間差をおいて、似たような濃度パターンが見られるが、南河内大和川地域ほど明確ではない。また、このような移流と思われる濃度パターンを示す日は、多くは見られない。

なお、付図 1 に南河内大和川地域の 2002 年の高濃度日(大阪府側の当該地域で注意報発令があり奈良県側のいずれかの局で 100ppb を超えた日)の O_x 濃度変化グラフを、また付図 2 に淀川筋の 2000~2002 年の高濃度日(大阪府側の当該地域で注意報発令があり京都府側の局で 100ppb を超えた日)の O_x 濃度変化グラフを示す。淀川筋を 3 か年としたのは、高濃度日が少ないためである。全体的に南河内大和川筋に比べて淀川筋の移流状況が不明瞭であることがわかる。

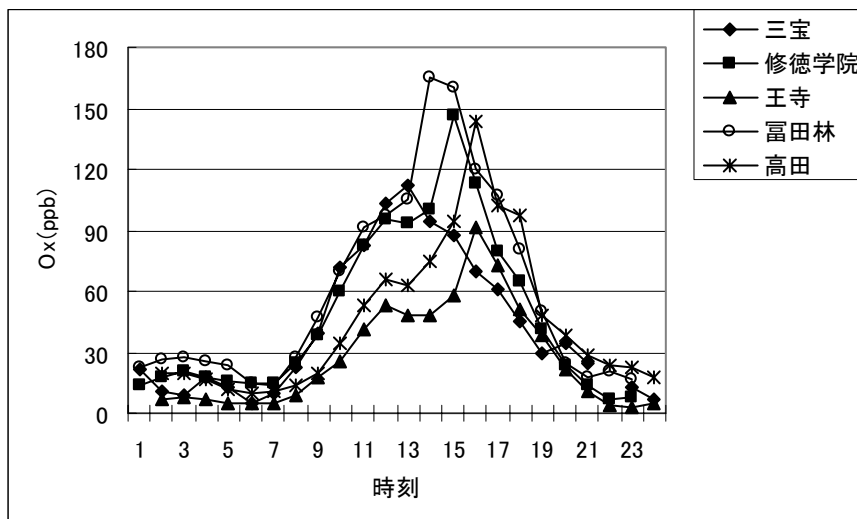


図 4.1.7 南河内大和川筋 O_x 移流状況(1993 年 6 月 17 日)

4.1 海陸風との関係

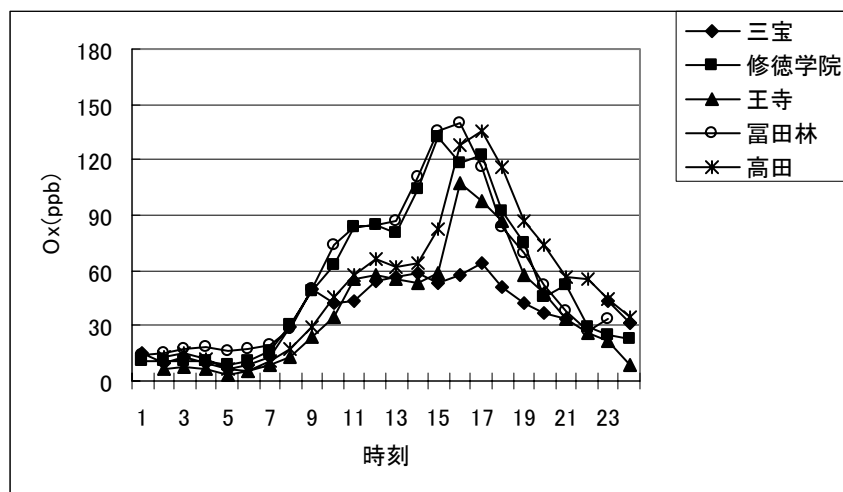


図 4.1.8 南河内大和川筋 Ox 移流状況 (2002 年 6 月 13 日)

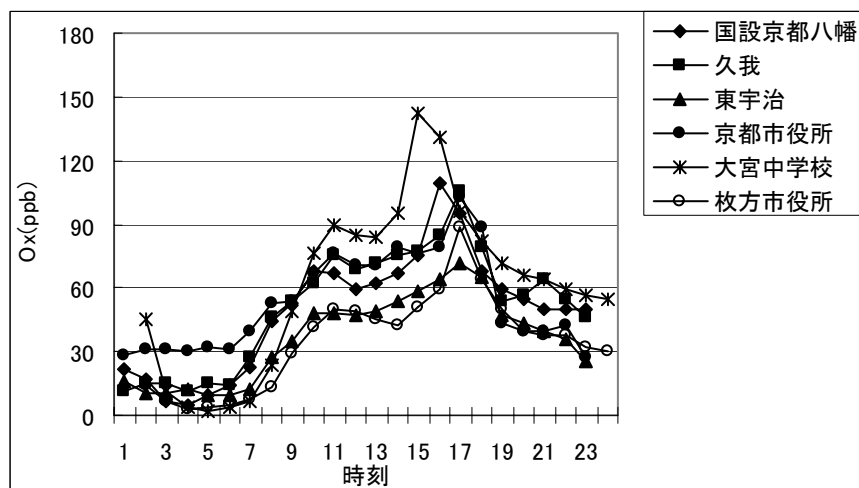


図 4.1.9 淀川筋 Ox 移流状況 (2002 年 6 月 13 日)

4.1.3.2 海風の進入と移流

図 4.1.10 に 2002 年 6 月 13 日の大阪府南河内大和川地域と奈良盆地における風向風速をベクトル図で示す。これと図 4.1.8 の濃度変化図を比較すると以下のようなになる。

- 13 時 金岡局に海風到達。
- 14 時 修徳学院局、富田林市役所局に海風到達。
- 15 時 王寺局に海風到達、修徳学院局濃度ピーク
- 16 時 高田局に海風到達、富田林市役所局、王寺局濃度ピーク
- 17 時 高田局濃度ピーク

これらのことから、Ox のピークは、海風の到達より約 1~2 時間遅れて発生していることがわかる。内田らは、1975、1976 年の海風前線の進入と、Ox 高濃度の出現の状況を 6 つのパターンに分類し(表 4.1.2)⁴⁾、さらに佐藤は、6 つのパターンそれぞれについて、気圧配置、大気構造の調査を行っている⁵⁾。これらの調査では、海風前線の後面に高濃度域が現われる例が最も多い(1975 年 44 高濃度日中 12 日、1976 年 38 高濃度日中 10 日)。今回の調査でも、海風前線の後面で Ox が生成されながら移流していると考えられる。

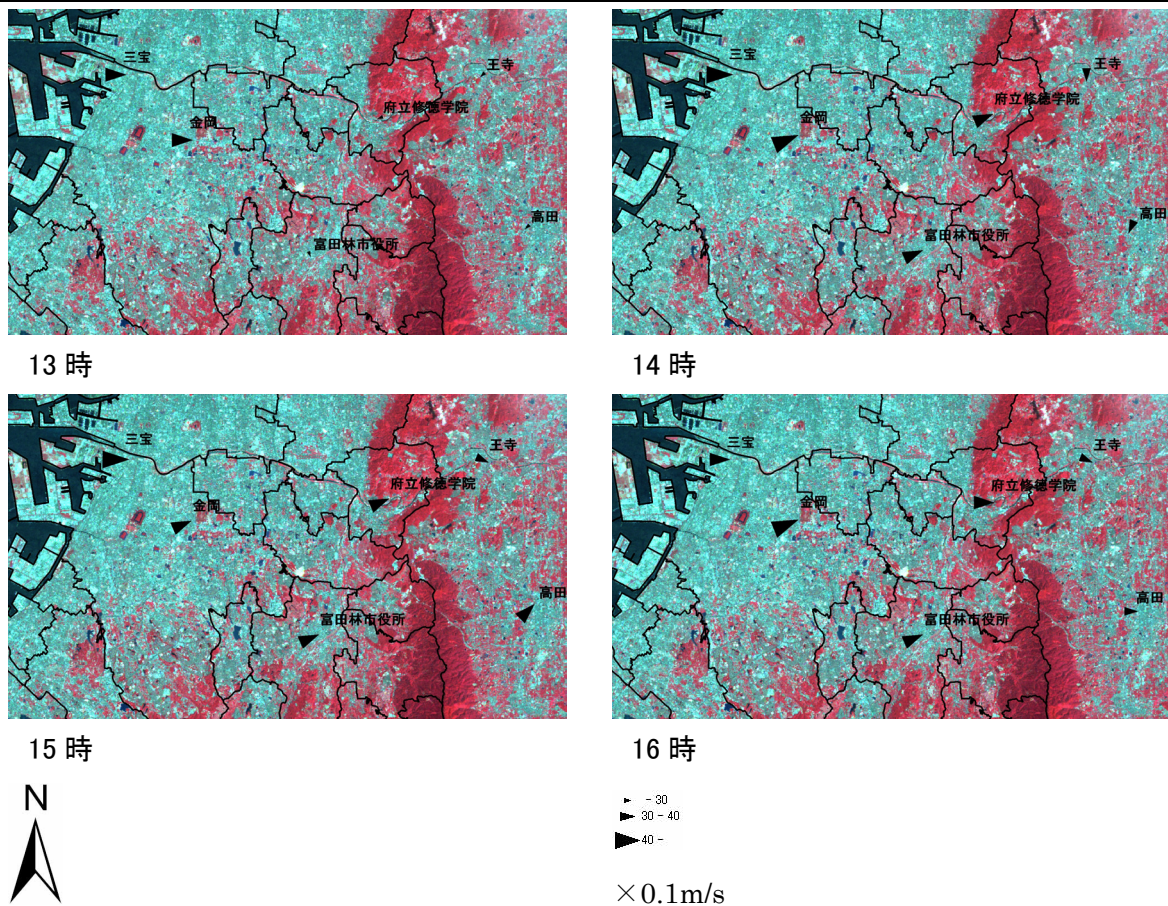


図 4.1.10 南河内大和川筋風向風速図(2002年6月13日)

表 4.1.2 海風前線とOx高濃度発生との6つのパターン⁴⁾

型(日数)	Ox高濃度域	気象特性
I(12)	海風域特に海風前線の後面、海風前線通過に伴い急上昇。	地衝風向は東～南東、上層まで北東～南東風、海風は寒冷前線型、海風前線顕著(気温低下、湿度上昇、風向変化、風速増大明瞭)。
II(5)	大阪平野中部を中心に海風前線の前面。海風前線通過にともなう急上昇なし。田園地帯はI型と同様。	I型に準じた変化。I型に比べて陸風弱い。午前中大阪市など陸風領域で弱い北西風。
III(10)	主に午前中大阪市中部～東部を中心とする生駒山の西側で海風前線の前面。海風前線通過後低下、南部沿岸部で午後高濃度。	海風前線の通過にともなう気温低下湿度上昇なし。逆に湿度低下のことが多い。海風前線進行型。
IV(5)	海風前線帯を中心にその前後。上空に強い安定層がある場合は広域に長時間高濃度持続。	朝の上層風は下層北東上層北西または上層に行くほど風向反時計周りに変化、上空に強い安定層。
V(5)	海風進入が早く、海風域内で大阪平野の北東部で高濃度。	南高北低の気圧配置または気圧傾度小、午前中に全域海風、日中上空安定層をとまう。
VI(5)	海風前線が不明瞭で、高濃度での濃度変化複雑、主に南部高濃度型。	北よりの風が卓越、大阪平野南部北西風、曇天汚染の日もある。

※日数は、1975年の発現日数

4.1 海陸風との関係

4.1.3.3 最高濃度出現時刻の推移

それぞれの解析対象地域において一番内陸に位置する局で、海風日において日最高濃度が発生した時刻の年(5~8月)平均値の経年変化を図4.1.11に示す。日最高濃度出現時刻には、川筋、陸筋ともに経年的に若干の遅れが生じる傾向があることがわかる。

先に見たように、Oxは、海風により移流してゆくと考えられ、ここでの遅れの原因に海風到達の遅れが考えられる。富田林市役所局の図4.1.5に示す海風到達時刻と図4.1.11に示す日最高濃度発生時刻とは、前節で見たのと同様に1時間程度の時間差を示している。しかし、海風到達に遅れが見られない川筋においても、日最高濃度出現時刻が遅れていることから、海風到達以外の要因も考えられる。大阪府では、条例により炭化水素の排出規制を行っているため、Ox生成の原因物質であるVOC濃度が経年的に低下する傾向にあり、これによる生成の遅れも原因と考えられる。

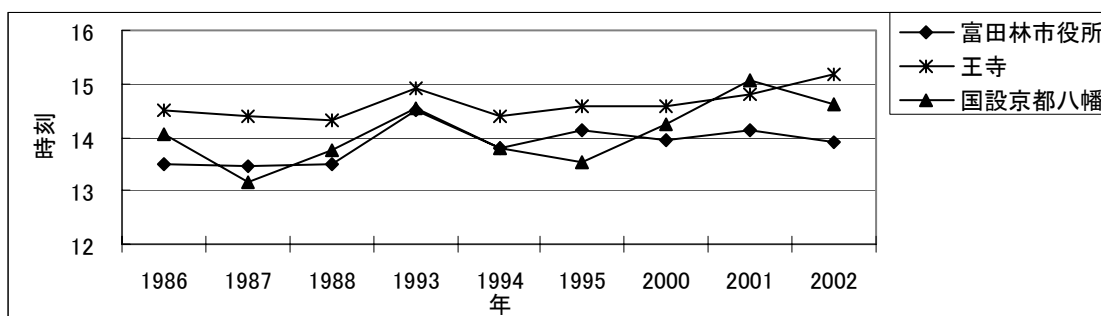


図 4.1.11 Ox 日最高濃度出現時刻(年 5~8 月海風日のみ平均)の推移

4.1.4 まとめと今後の課題

4.1.4.1 まとめ

以上、ここで行った大阪平野における海風の挙動と、Oxの内陸への移流についての検討の結果は、以下のとおりである。

- ・大阪平野における海風の到達は、陸筋において経年的に遅れを生じる傾向にある。川筋においては、経年的に変化はない。
- ・大阪平野から内陸の盆地へのOxの移流については、南河内地域から奈良盆地への移流が明瞭である。
- ・Oxの移流は、海風の内陸部への進入にともない起こっている。海風前線の後面にOx高濃度が発生すると考えられる。
- ・最高濃度出現時刻は、川筋、陸筋ともに経年的に遅くなる傾向が認められる。陸筋においては、海風の遅れによる影響が考えられるが、Ox生成反応の遅れなど、他の要因も考えられる。

4.1.4.2 今後の課題

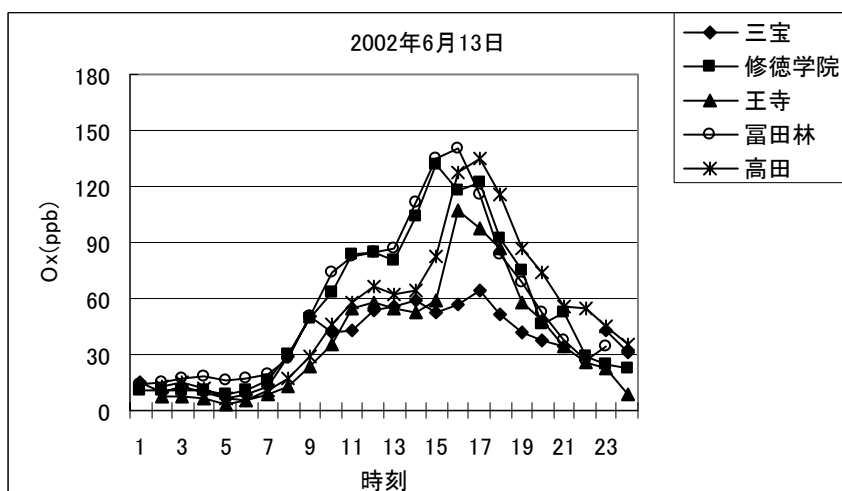
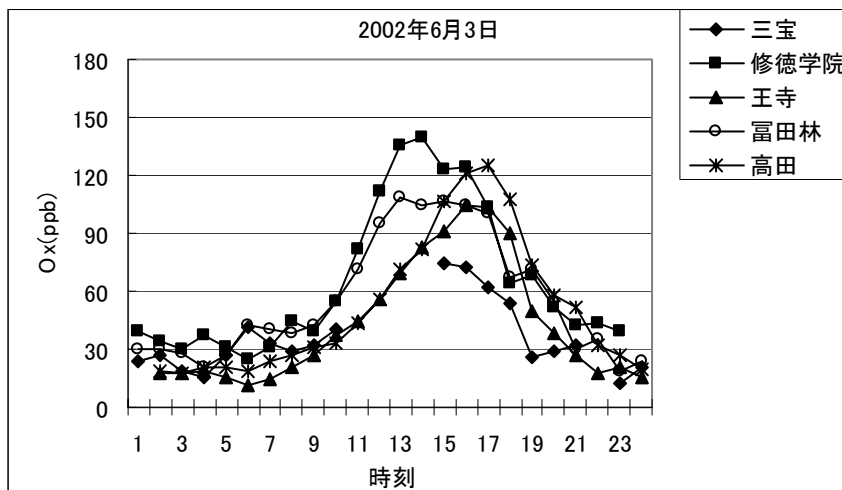
海風の遅れについて、都市化の進行を要因としてあげたが、そのメカニズムを解明することが必要である。都市化の進行が、都市気象、そして大気汚染にどう影響するかをモデル化する必要がある。

また、今回は大阪平野とその周辺を対象としたが、同様の現象は、他の臨海部でも起きていることが考えられる。大阪平野は、幅が最大のところでも30数km程度であるが、もっと広い平野では、より大きなスケールで同様の現象が見られると考える。ここでの手法を他の臨海都市部でも適用することが必要である。

さらに、微小粒子状物質についても、Oxと同様に二次生成の過程をとることから、同じような移流による拡散をするのではないかと考えられる。今後、一般環境の測定値などを収集して、解析を行う必要があると考える。

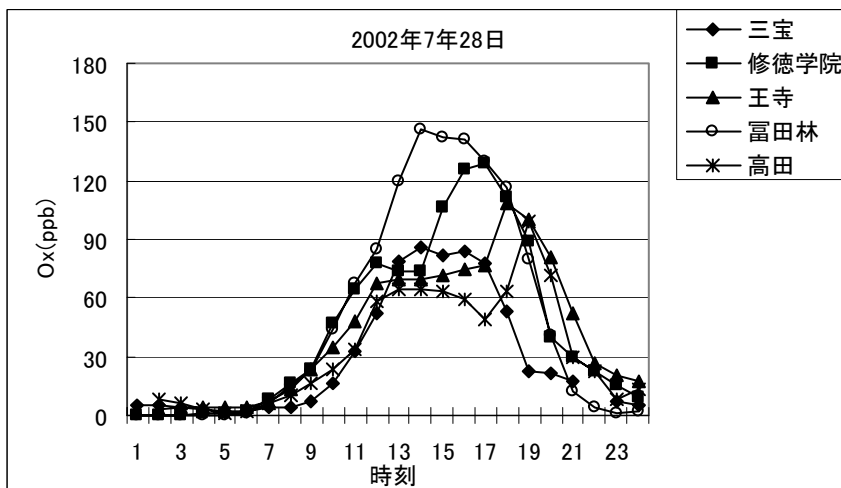
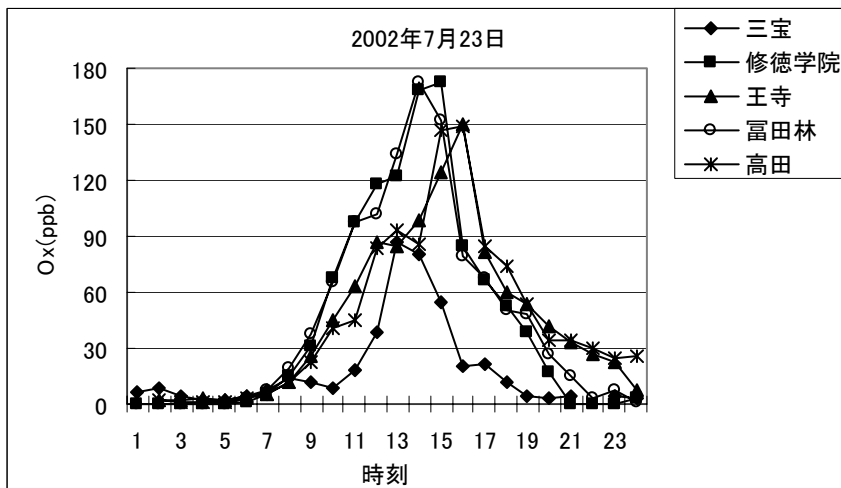
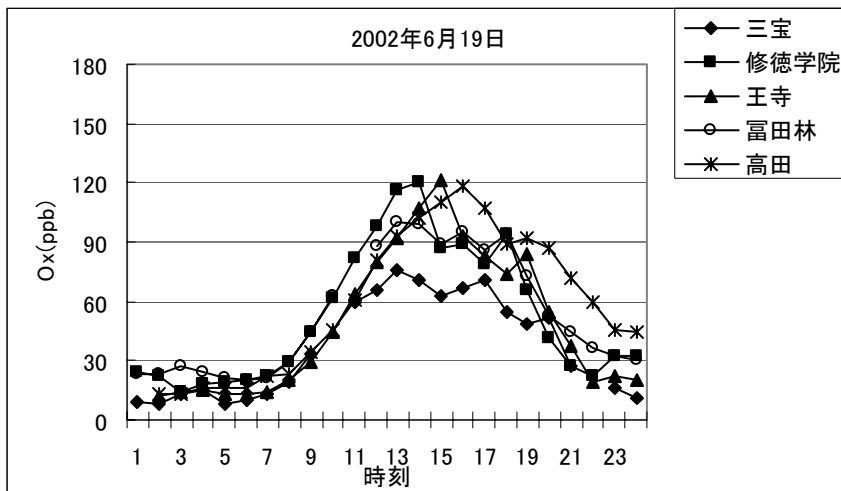
付図 1

南河内大和川地域 2002年Ox高濃度日(大阪府側の当該地域で注意報発令があり奈良県側の局《王寺、高田》で最高濃度が100ppbを超えた日)の濃度日変化グラフ



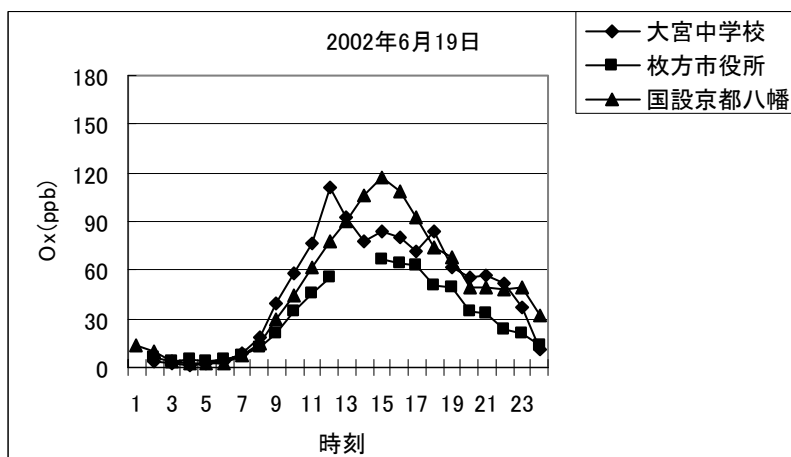
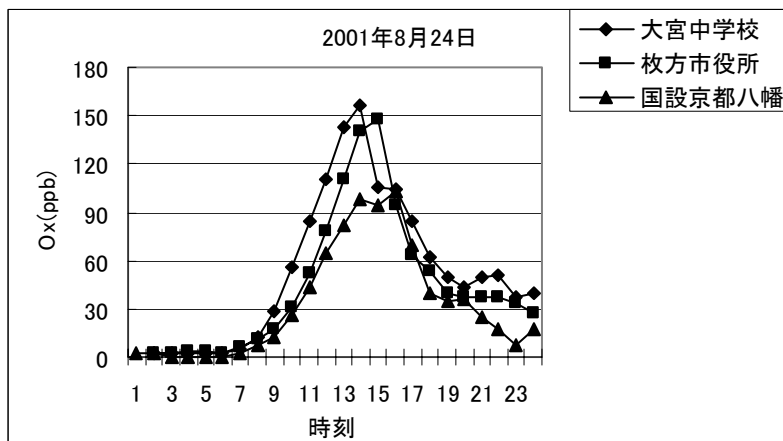
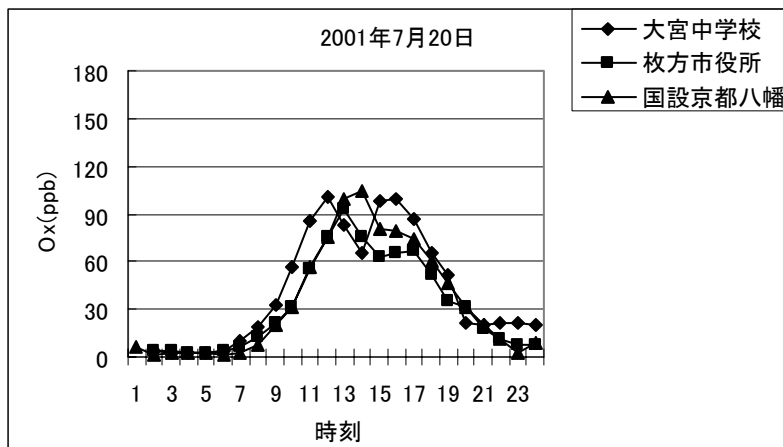
4.1 海陸風との関係

付図 1(つづき)



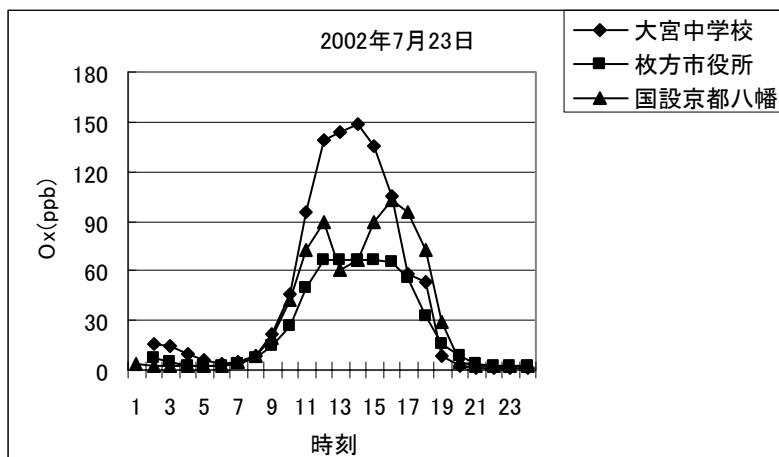
付図 2

淀川筋 2000～2002 年 Ox 高濃度日(大阪府側の当該地域で注意報発令があり京都府側の国設京都八幡局で最高濃度が 100ppb を超えた日)の濃度日変化グラフ



4.1 海陸風との関係

付図 2(つづき)



参考文献

- 1) 大阪府:大阪府環境審議会揮発性有機化合物・化学物質対策部会資料 (2006)
- 2) 成川 次郎:大阪府の風の特性,近畿の風,大阪管区气象台 (1971)
- 3) 福原 賢治:大阪府の陸海風,瀬戸内海 of 海陸風,大阪管区气象台 (1972)
- 4) 内田,左子,野本:大阪府におけるオキシダント濃度分布と海陸風の関係,大阪府公害監視センター所報調査研究編, No.2,73-91 (1976)
- 5) 佐藤 功:大阪平野の局地気象と大気汚染気象予報,大阪管区气象台 (1973)

[執筆者: 山本 勝彦 (大阪府環境情報センター)]

4.2 「夜間に Ox 濃度が下がらない原因」の解析

— 夜間に光化学オキシダント(Ox)濃度が下がらない原因について —

4.2.1 はじめに

光化学オキシダント (Ox) は、光化学反応により生成するため、一般には日射のある昼間に高濃度となり、夜間には低濃度となる。しかし近年、Ox は、昼間だけでなく夜間においても、全国的に経年的な上昇傾向が見られている。特に内陸県を中心とした地域では、日没後も Ox 濃度が下がらない日がしばしば見られ、いくつかの自治体においては昼間に発令された光化学スモッグ注意報の解除に苦慮する場合が認められている。この夜間も Ox 濃度が下がらない、あるいは下がりにくい現状を把握するため、各参加自治体から地域を代表する地点を 5 局程度選び、夜間 (20~4 時) の時間帯に Ox 濃度の平均値が 60ppb 以上となった日数の比較を行った。

また群馬県および岐阜県を例に、夜間に Ox 濃度が高かった日について、Ox の起源を日本国内、大陸および成層圏の 3 通りに分類し、それぞれの影響の頻度から、その原因についても検討した。

4.2.2 解析方法

各参加自治体と各自治体の地域を代表する大気汚染常時監視局を数局選び、図 4.2.1 (26 都府県、31 自治体) と表 4.2.1 に示した。

これらの大気汚染常時監視局で測定された Ox 濃度の 1 時間値 (原則として 1990~2002 年度) を用いて、夜間 (20~4 時) を夜方 (20~24 時) と朝方 (1~4 時) に区分し、それぞれの時間帯の Ox 濃度の平均値が、60ppb 以上となった日 (超過日) を抽出し、各都府県 1 局あたりの超過日数の平均値を求め、全期間、月ごと、年度ごとの比較を行った。この区分において、夜方は主に昼間の Ox の高濃度が維持されている状態、朝方は主に外部からの Ox の流入を想定している。また、1990 年から 2002 年の全期間における各都府県ごとの夜方と朝方の超過日数の比を求め比較を行った。さらに、1990 年から 2002 年の全期間と超過日における Ox 濃度と NOx 濃度についても、都府県ごとに比較を行った。

夜間でもオゾン濃度が高濃度である原因については、Ox の原因を日本国内、大陸および成層圏の 3 通りに分類し、それぞれの影響の頻度を求めた。

日本国内、大陸および成層圏からの影響については、群馬県および岐阜県の平野部から山間部までの代表する 3 局 (群馬県: 伊勢崎南、渋川、沼田 岐阜県: 岐阜中央、笠原、中津川) を選び、それぞれの局での超過日における後方流跡線解析と海風の発生の有無について検討した。

後方流跡線解析では、群馬県では伊勢崎南 (北緯 36° 49'、東経 139° 00')、岐阜県では岐阜中央局 (北緯 35° 25'、東経 136° 45') の上空、それぞれ高度 500m、1000m および 1500m に到達した気塊の後方流跡線 (72 時間) を求めた。求めた後方流跡線を表 4.2.2 の基準に従って、日本国内、大陸および成層圏の 3 つに分類し、その起源について検討した。

4.2 夜間にOx濃度が下がらない原因

後方流跡線解析には、米国海洋大気局の HYSPLIT Model (<http://www.arl.noaa.gov/ready.html>) を使用した。

また、群馬県、岐阜県はそれぞれ首都圏および名古屋圏という大都市圏の内陸部にあたり、これらの都市からの大気汚染物質の移流も無視できない。汚染物質は海から内陸へ吹く風(海風)によって運ばれるため、それぞれの地域における海風の発生の有無も検討した。夜間のOx濃度の平均値が60ppb以上となった日の昼間(10~20時)の平均の風向が、通常海風の吹く方位(表4.2.3)だった場合、海風の発生があったとし、沿岸部の都市域からの影響を受けているとした。それぞれの3局について、1990年から2002年の全期間の超過日数についても検討した。岐阜県における典型的な海陸風を図4.2.2に示す。

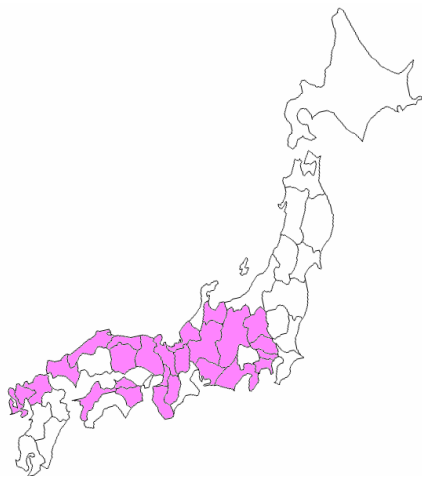


図 4.2.1 検討対象とした自治体(26 都府県、31 自治体)

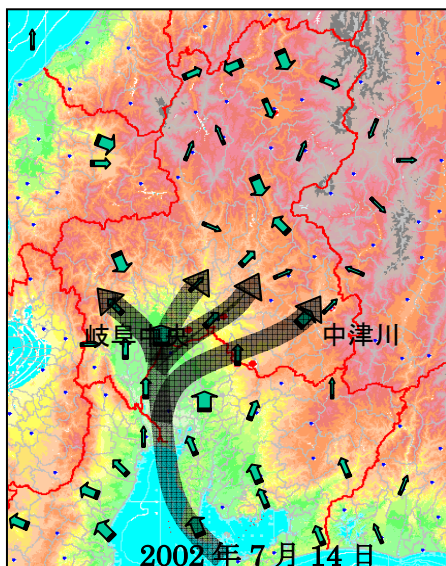


図 4.2.2 岐阜県における海風の例

表 4.2.1 検討対象とした自治体の地域を代表する大気汚染常時監視局

県名	局名
群馬	高崎勤労ホーム・伊勢崎市南小学校・館林市民センター・渋川第一・沼田小学校
埼玉	秩父・加須・新座・三郷・小川
東京	大田区東糞谷・世田谷区世田谷・杉並区久我山・福生市本町・青梅市東青梅
神奈川	保土ヶ谷区桜丘高校・生活文化会館・西行政センター・橋本
富山	富山芝園・氷見・滑川大崎野・入善・小杉太閤山
福井	三国・福井・明神・武生・敦賀
長野	環境保全研究所・松本合同庁舎・上田合同庁舎・飯田合同庁舎・諏訪合同庁舎
岐阜	岐阜中央・大垣中央・笠原・中津川
静岡	湖西市役所・大東測定局・焼津市役所・熱海市役所・沼津勤労青少年ホーム
愛知	テレビ塔・市衛生研究所・八幡中学校・守山保健所
滋賀	国道 23 号線松阪曾原・草津・八幡・彦根・長浜
京都	京都市役所・醍醐・宇治・木津・宮津
大阪	国設大阪・浜寺・登美丘・富田林市役所・南海団地・此花区役所・聖賢小学校・今宮中学校・淀川区役所・摂陽中学校
兵庫	長田・国設尼崎・相生市役所・豊岡市役所・西脇市役所・三田市役所
奈良	高田・天理・桜井・御所・生駒
和歌山	環衛研・黒江小学校・有田市初島公民館・下津町役場
鳥取	鳥取保健所・倉吉保健所・国設松江・江津市役所
岡山	倉敷美和・笠岡・総社・浦伊部・金光
山口	宇部市役所・環境保健研究センター・周南市役所・防府市役所・麻里布小学校
徳島	鳴門・川内・那賀川・大湫・由岐
香川	勝賀中学校・川津・善通寺市役所・直島町役場・多度津町役場
愛媛	金子・高津・西条・伊予三島・東予
福岡	東・香椎・福岡市役所・南・祖原・田川・豊前・筑後小郡
佐賀	大坪・旭・鳥栖・唐津・佐賀
長崎	北消防署・相浦・諫早市役所・松浦志佐・雪浦

検討期間が 1990～2000 年度でない局

県名	局名	検討期間(年度)
富山	富山芝園・氷見・滑川大崎野・入善・子小杉太閤山	1992～2002
岐阜	中津川	1991～2002
静岡	西市役所・大東測定局・焼津市役所・熱海市役所・沼津勤労青少年ホーム	1993～2002

4.2 夜間にOx濃度が下がらない原因

表 4.2.2 後方流跡線の分類基準

分類	分類判定基準
成層圏	高度 3000m 以上から降下しているもの
大陸	大陸の高度 2000m 以下を経由するもの
日本国内	日本国内またはその沿岸のおよそ高度 2000m 以下を通過するもの

表 4.2.3 海風の方位と大気汚染常時監視局周辺の状況

県	測定局	海風の方位	大気汚染常時監視局周辺の状況
群馬	伊勢崎南	南東よりの風 (東～南東～南)	県南部の伊勢崎市の中心部、周辺は住宅
	渋川		県南東部の渋川市の市街地、周辺は住宅
	沼田		県北部の山間にあり、沼田市の中心地、周辺は住宅
岐阜	岐阜中央	南よりの風(南東～南～南西)	県南部の岐阜市の中心部、周辺は住宅
	笠原	南西よりの風(南～南西～西)	県南東部の多治見市の中心部、周辺は住宅
	中津川	西よりの風(南西～西～北西)	県東部の中津川市の中心部、周辺は住宅

4.2.3 結果と考察

各都府県における夜方、朝方の時間帯の超過日数を図 4.2.3 に示した。夜方と朝方の合計の超過日数が、100 日以上と多かった県は、多い順に島根、徳島、富山、静岡、鳥取、長野であった。また、20 日未満の少ない県は、少ない順に岡山、埼玉、愛知、京都、奈良、岐阜であり、大都市やその周辺では、比較的日数が少ない傾向が見られた。

各都府県における夜間の時間帯の月ごとの超過日数を図 4.2.4 に示した。超過日のいずれの県においても超過日のほとんどは、春先から初夏にかけての 3 月から 6 月の期間に集中していた。この期間に多くなる原因としては、大陸からの移流、成層圏オゾンの流下などが考えられる。

各都府県における夜間の年度ごとの超過日数を図 4.2.5 に示した。また、岐阜県（岐阜市）における年度ごとの日照時間を図 4.2.6 に示した。日照時間が長かった年度ほど、夜間に Ox 濃度が高濃度となる日が多い傾向が見られた。他の気象要因（気温、湿度等）についても、今後の検討が望まれる。

各県における全期間の朝方と夜方の日数の比を図 4.2.7 に示した。関東、中部地方では、夜方の日数に対して朝方の日数が少なく、北陸から西日本にかけての地方では、夜方の日数に対して比較的朝方の日数が多い傾向が見られた。

次に、夜間における Ox 濃度と NOx 濃度の関係について、検討を行った。夜間の全期間における Ox 濃度と NOx 濃度の平均値と超過日数との関係を図 4.2.8、図 4.2.9 に示した。

島根、鳥取、徳島、富山など、NOx 濃度が低いほど、高 Ox 濃度となる傾向が見られた。夜間に高 Ox 濃度となった超過日数も、多かった。また、愛知、東京、大阪、埼玉など、NOx 濃度が高いほど、Ox 濃度が低くなる傾向が見られ、Ox の超過日数も少なかった。

次に、夜間の Ox 濃度の平均値が 60ppb 以上となった日の Ox 濃度と NOx 濃度の平均値と超過日数との関係を図 4.2.10 に示した。全体的に、NOx 濃度が、全期間の平均値と比較して、

低い傾向が見られ、高 O_x 濃度となった日には、NO_x 濃度は低かった。

また、群馬県、岐阜県においては、選定した 3 局の超過日数の比較を行った。(図 4.2.11) 岐阜県では夜方の日数が、岐阜中央局(8 日)、笠原局(21 日)、中津川局(26 日)であり、平野部から内陸部に向かうにつれて、夜方の超過日数が増加した。また、朝方ではいずれの局も夜方と比較して少なかった。群馬県でも同様の傾向が見られた。

次に群馬県と岐阜県において、夜方、朝方の時間帯に O_x 濃度の平均値が 60ppb 以上となった日について日本国内や大陸、成層圏からの影響を、後方流跡線解析と海風の発生の有無から検討した(表 4.2.4)。岐阜県の場合、日本国内や大陸、成層圏からの影響を受けていると考えられる事例は、61 事例中それぞれ 57 事例(93%)、30 事例(49%)、29 事例(48%)だった。群馬県も岐阜県もほぼ同様な傾向が見られたことから、群馬県や岐阜県では日没後も O_x 濃度が下がらない原因としては、日本国内のほかに大陸の発生源や成層圏からのオゾンの流下の複合した影響を受けていると考えられる。日本国内については、海風の影響を強く受けていると考えられる。

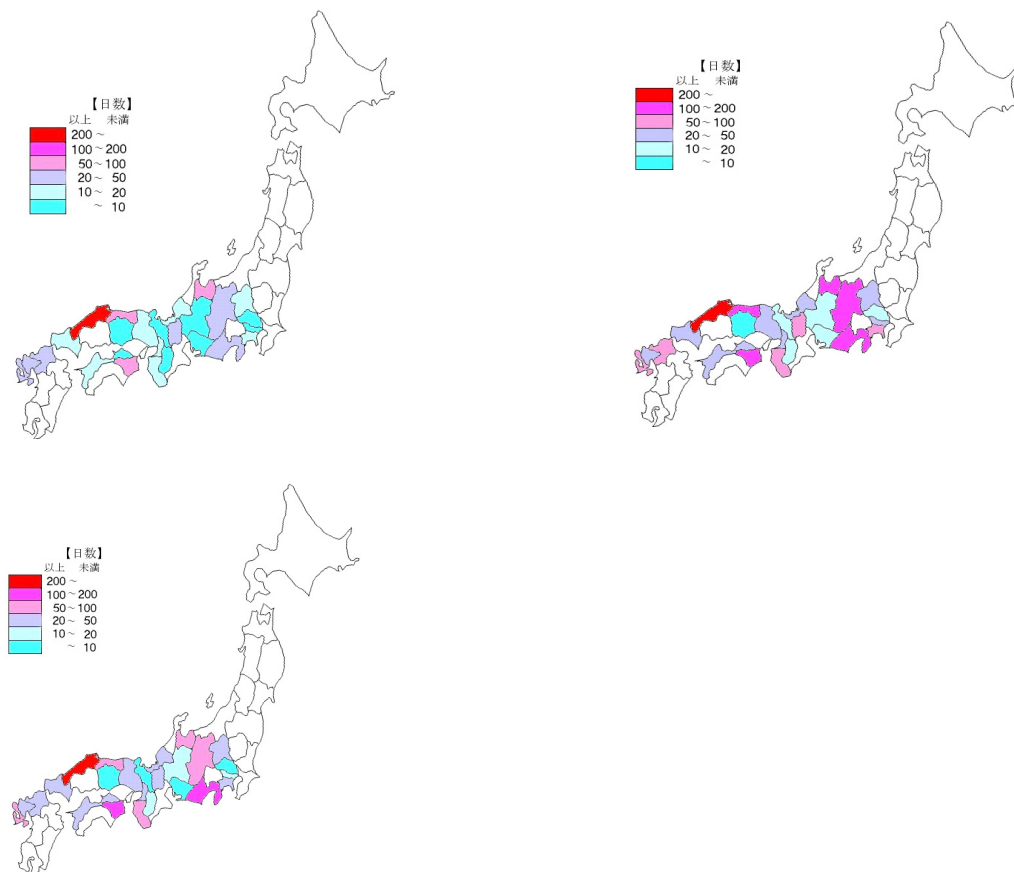


図 4.2.3 1990～2002 年の全期間に夜間に高濃度となった日数
(左上:朝方、左下:朝方と夜方の合計、右上:夜方)

4.2 夜間にOx濃度が下がらない原因

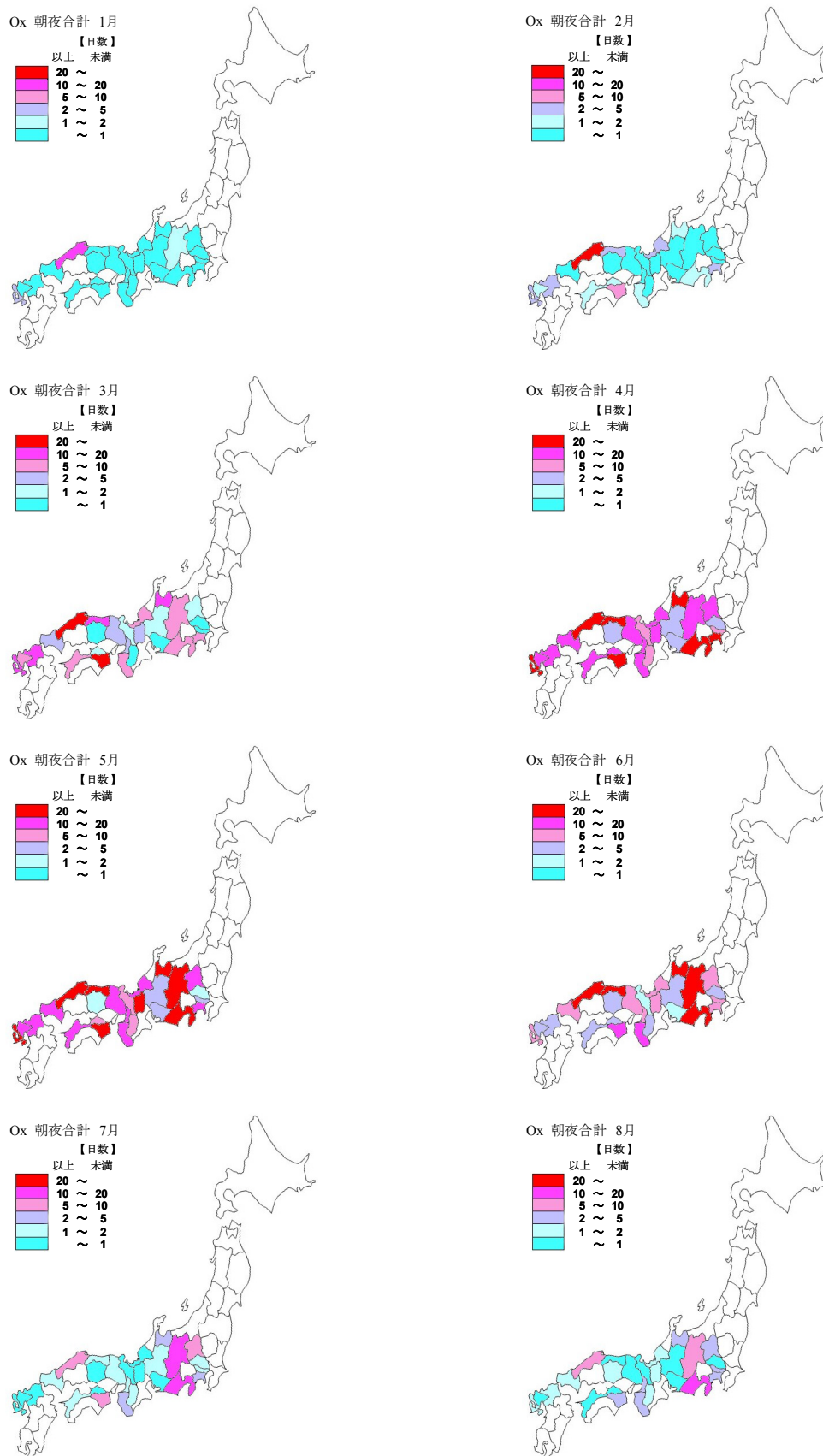


図 4.2.4 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった月ごとの日数

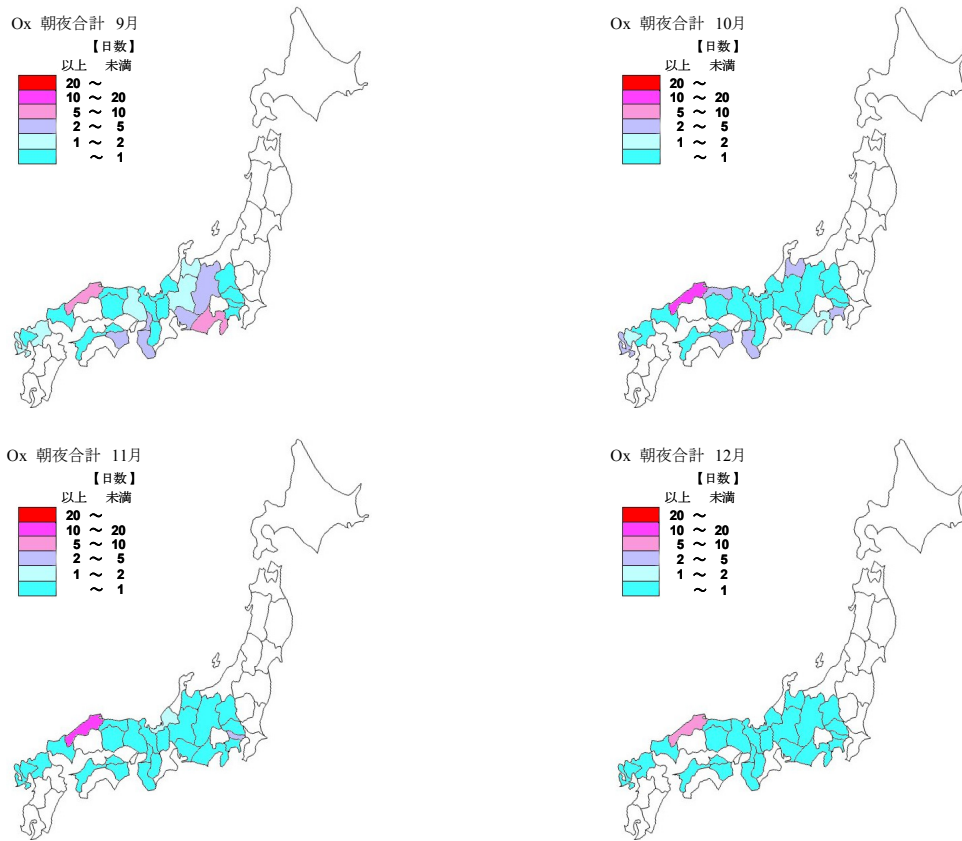


図 4.2.4 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった月ごとの日数(つづき)

4.2 夜間にOx濃度が下がらない原因

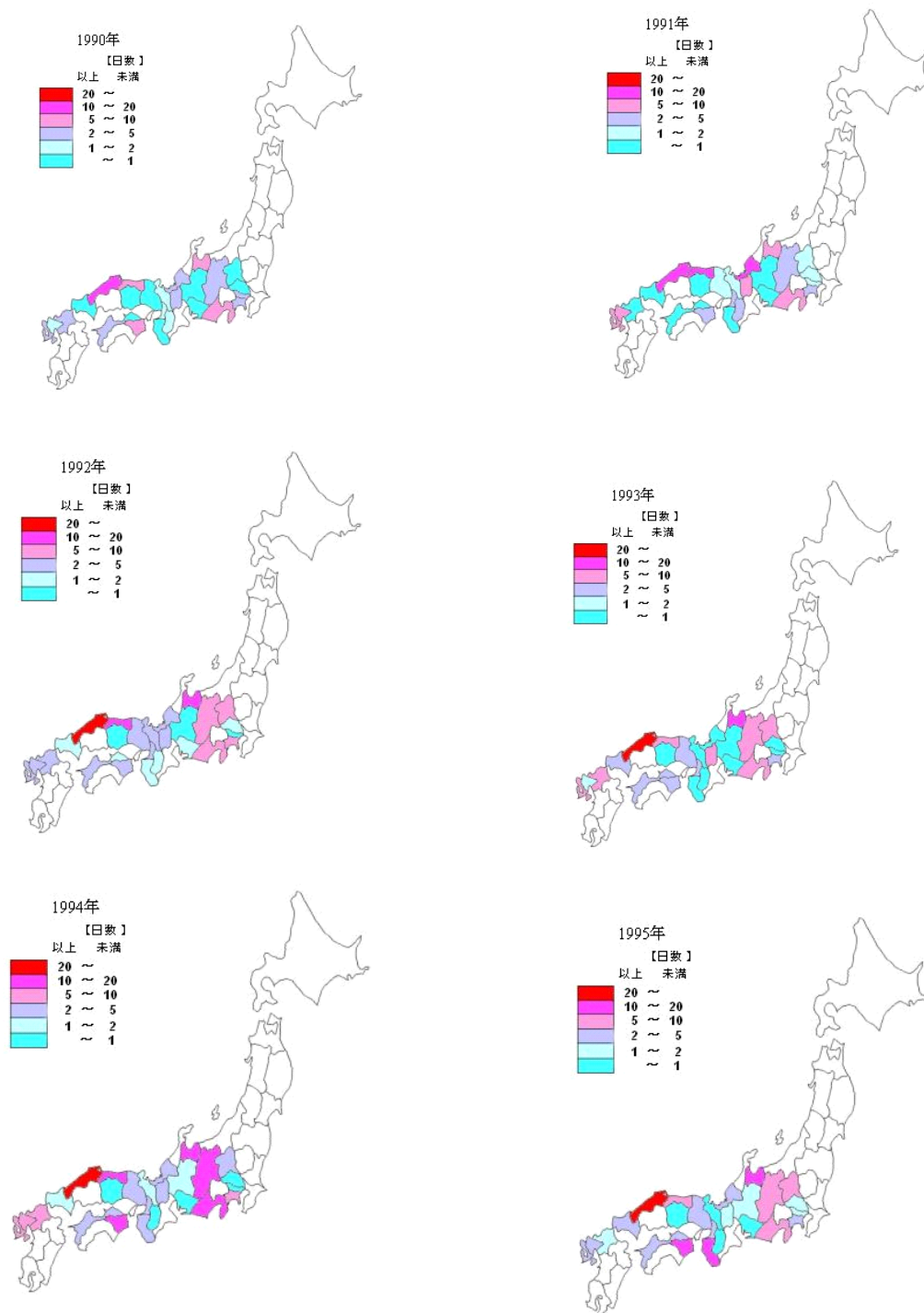


図 4.2.5 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった年度ごとの日数

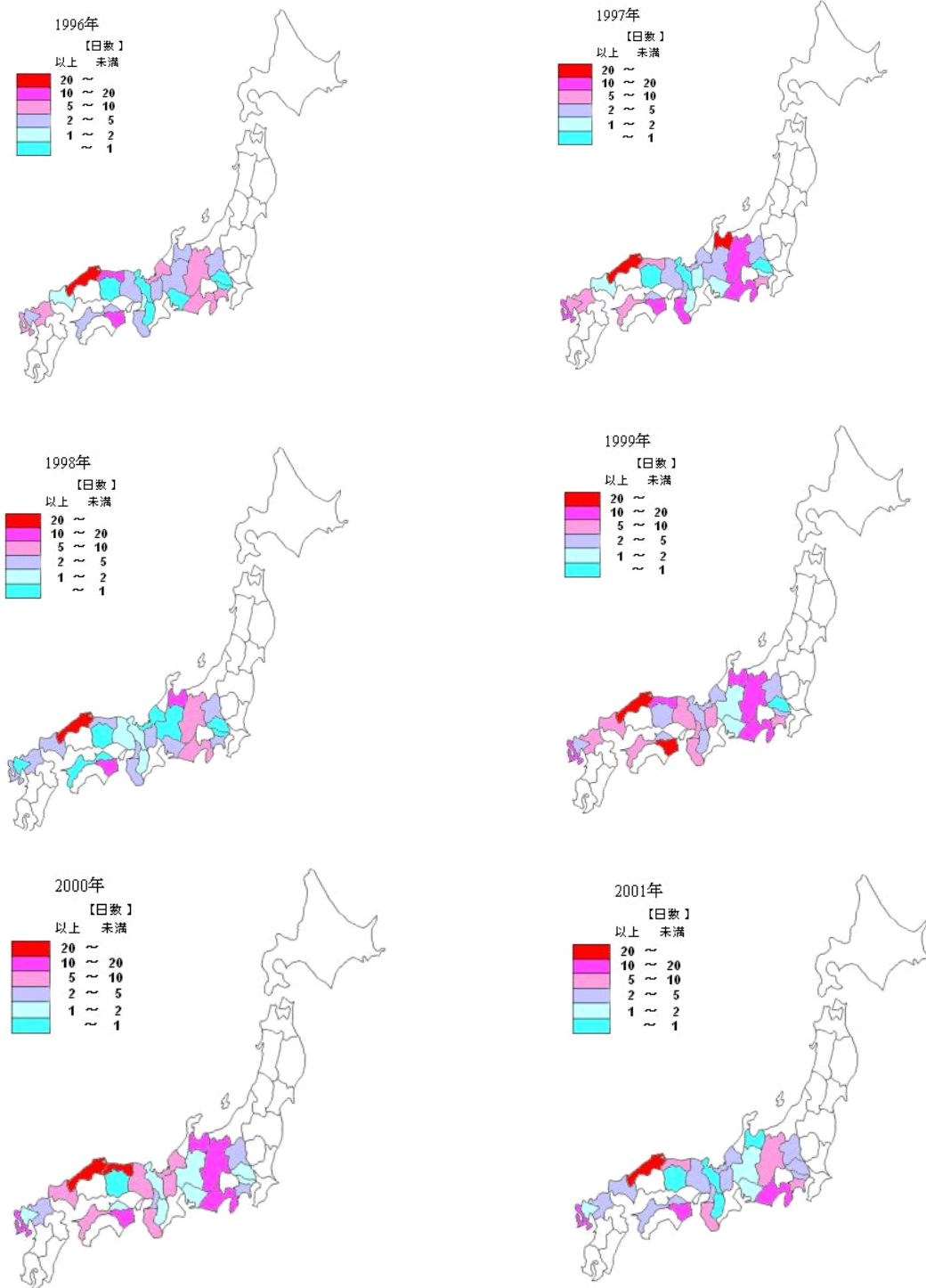


図 4.2.5 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった年度ごとの日数(つづき)

4.2 夜間にOx濃度が下がらない原因

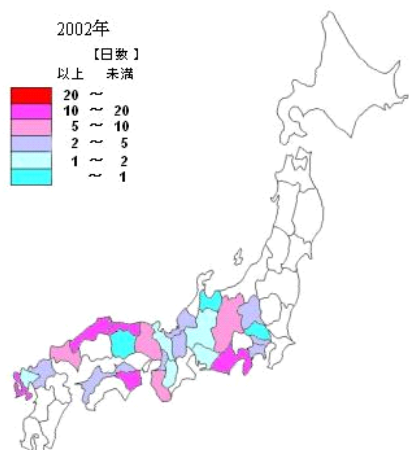


図 4.2.5 1990～2002 年の期間に夜間に高濃度となった年度ごとの日数(つづき)

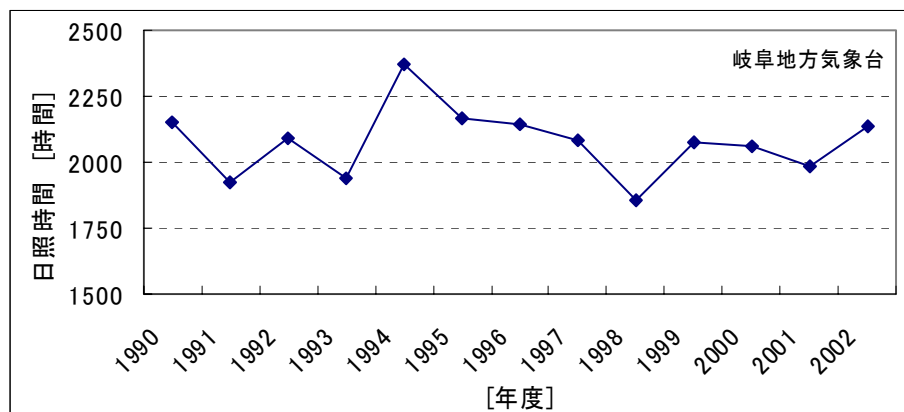


図 4.2.6 日照時間(1990～2002年)

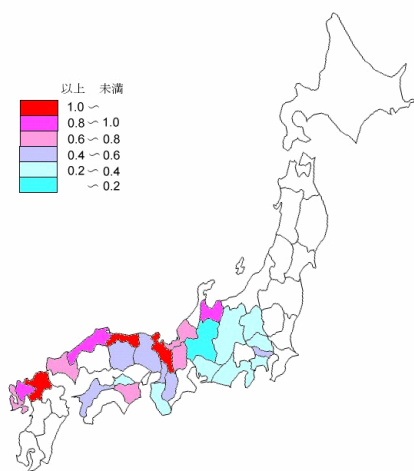


図 4.2.7 朝方と夜方の高濃度となった日数の比

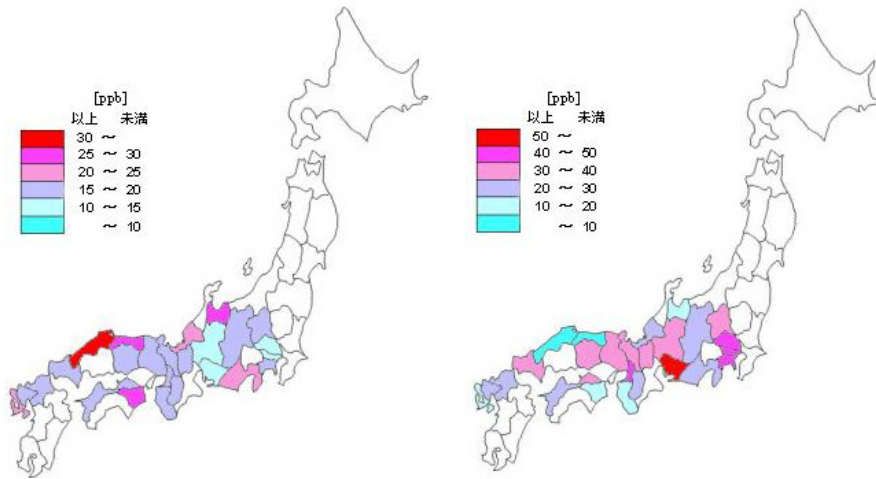


図 4.2.8 夜間における O_x 濃度と NO_x 濃度 (左: O_x 濃度、右: NO_x 濃度)

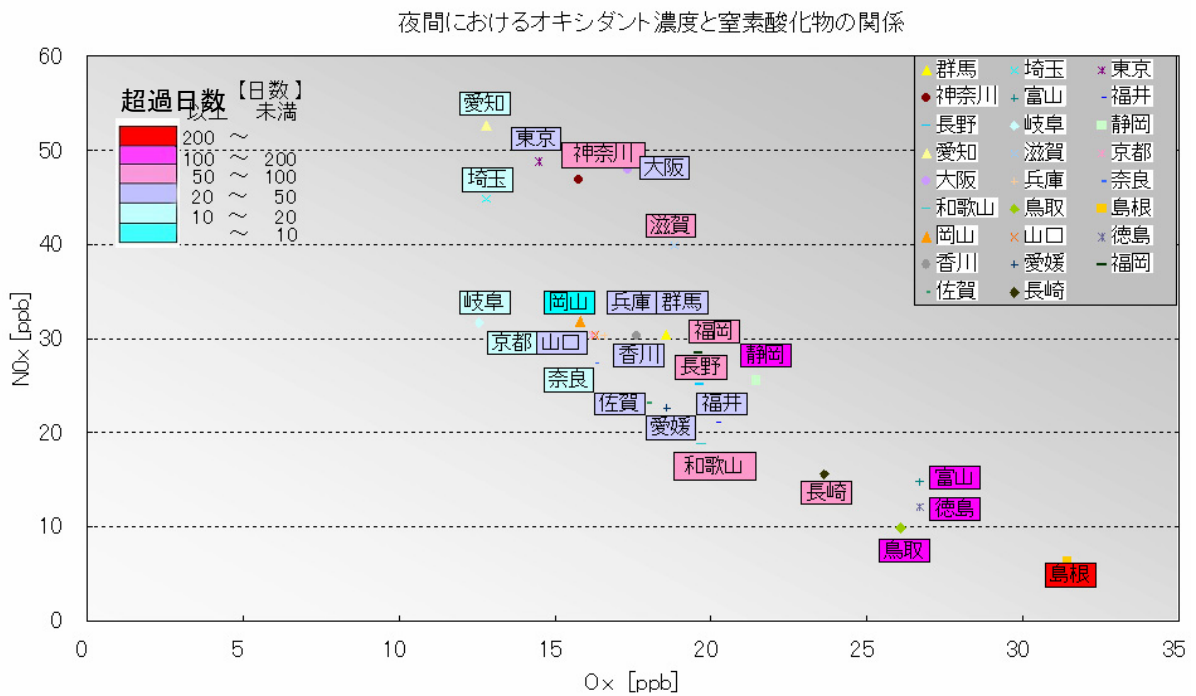


図 4.2.9 夜間における O_x 濃度と NO_x 濃度と超過日数の関係

4.2 夜間にOx濃度が下がらない原因

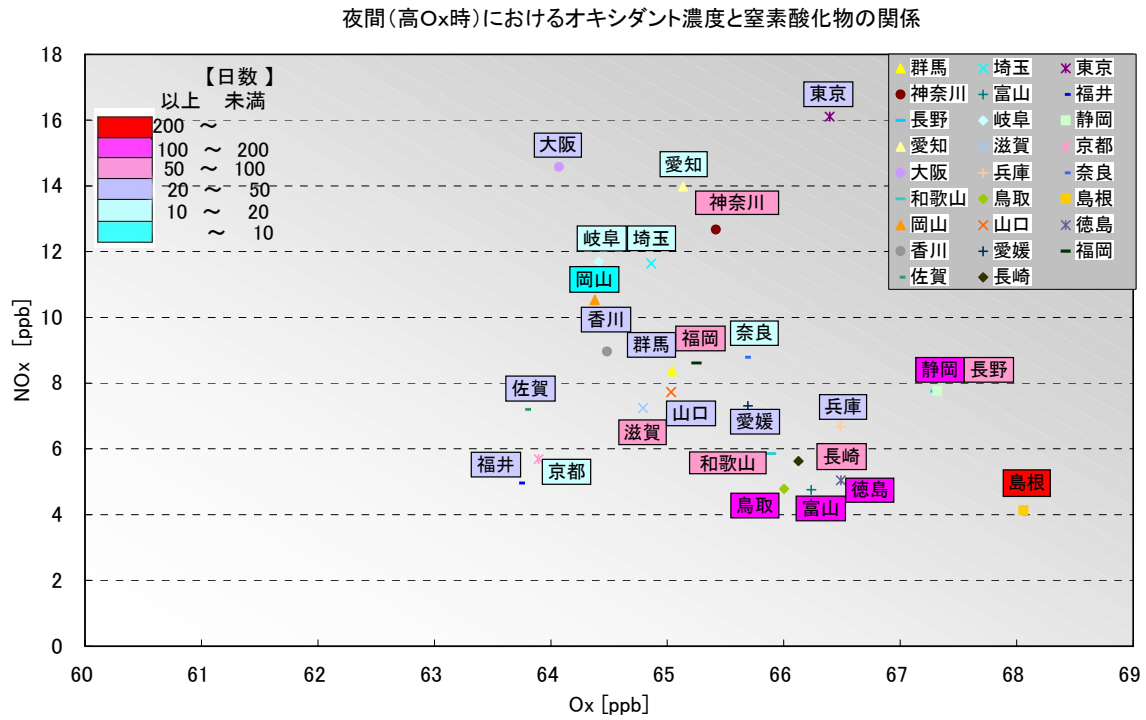


図 4.2.10 夜間(超過日)における Ox 濃度と NOx 濃度と超過日数の関係

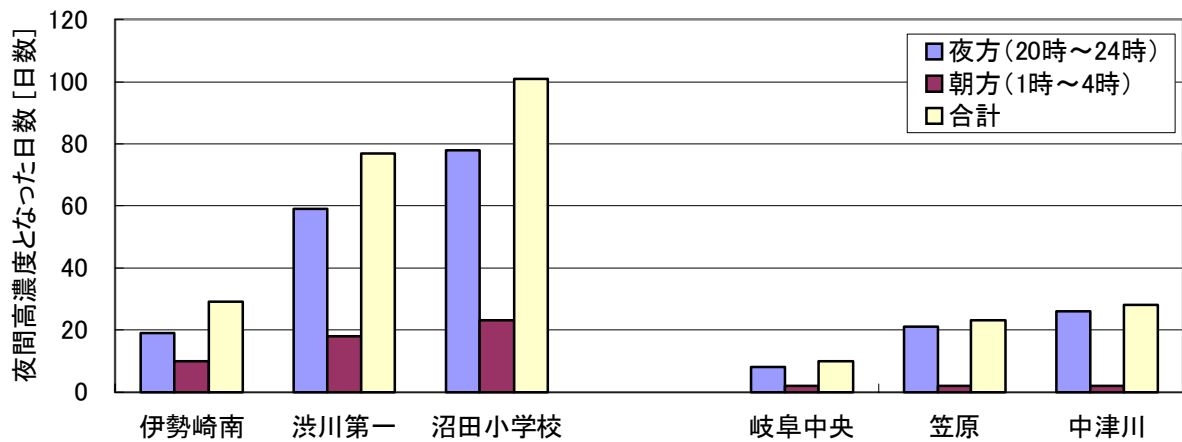


図 4.2.11 朝方と夜方に高濃度となった日数

表 4.2.4 群馬・岐阜上空に到達した気塊の起源

起源	群馬県		岐阜県	
	[事例数]* ²	[%]	[事例数]* ²	[%]
全事例	207	100	61	100
日本国内	144	70	57	93
(海陸風)	(124)* ¹	(60)* ¹	(54)* ¹	(89)* ¹
(広域)	(83)* ¹	(40)* ¹	(36)* ¹	(59)* ¹
大陸	111	54	30	49
成層圏	103	50	29	48
その他	11	5	1	2

*¹ ()内は、日本国内の影響のうち海陸風と日本広域の占める割合

*² 1事例中、重複する起源も含む

4.2.4 今後の課題

これまでに日没後も O_x 濃度が下がらない①現状についての検討と、②原因についての検討を行った。

①現状についての検討では、夜間に高濃度となる日について、都府県ごとに月別、年度別の検討と、夜間の時間帯を朝方と夜方の時間帯に分け、その超過日数の比(朝夜比)について検討を行った。また、夜間における O_x 濃度と NO_x 濃度の関係について検討を行った。夜間に高濃度となる日数は、島根県や鳥取県などの西日本の日本海側で多く見られた。これらの地域では、12月でも超過日が見られるなど非常に特徴的で、成層圏あるいは大陸など他地域からの影響などが懸念される。夜間に高濃度となる日は、3月から6月に集中していた。年度別の検討でも、日照時間が多い年ほど、夜間の超過日数が多かったため、夜間における O_x の高濃度は、昼間の O_x の影響を受けていると考えられる。気温、湿度などの他の気象要因や季節要因との関係については、今後の課題である。また、NO_x 濃度の高い都市域では、夜間に高 O_x 濃度となりにくかった。また、逆に NO_x 濃度の低い地域では、夜間に高 O_x 濃度となりやすかった。高 O_x 濃度時でも、全体的に NO_x 濃度は低く、このことから、夜間に高 O_x 濃度となるには、NO_x 濃度が低い必要があると考えられる。

②原因についての検討

群馬、岐阜において夜間の O_x 濃度の平均値が 60ppb 以上となる特徴は、日本国内の特に海風による移流の影響を強く受けていると考えられ、夜間に高濃度となるパターンとしては、地域ごとにそれぞれの特徴があると考えられる。今後、それぞれの地域にあった検討が望まれる。

[執筆者：三原 利之 (岐阜県保健環境研究所)]

4.3 「ヒートアイランドが発生した時の影響」の解析

－ 光化学オキシダント高濃度時におけるヒートアイランドの状況 －

4.3.1 はじめに

関東地域の年平均気温は、1990年以降、平年値を上回る年が多く出現し、日最高気温が35℃を超える日も増加している¹⁾。この気温上昇の原因として、①地球温暖化の影響、②建物排熱・自動車排熱等の人工排熱の増加や地表面被覆の変化が挙げられるが、特に②による都市部のヒートアイランド現象が問題となっている。図4.3.1に示した東京都心の平均気温は、100年で2.9℃の上昇で、これは全国平均の約3倍のペースとなっている。

一方、関東地域における春から夏の光化学オキシダント(Ox)濃度は、1990年以降上昇傾向にある^{2) 3)}。図4.3.1に、例として3地点のOx濃度の変化を示したが、東京・世田谷と群馬・高崎では1990年以降の上昇傾向が認められる。このようなOx高濃度化の主な原因として、①原因物質の発生量の変化、②東アジア地域から移流する汚染物質の変化、③気象要素の変化等が考えられている。同時に、ヒートアイランドによる高温化が光化学反応を促進しているとの見方もある。

しかし、高温化とOx高濃度の関係を厳密に検討することは困難であり、気温上昇との直接的な関係は認められない、との報告もある²⁾。

以上のことから、本研究では関東地域においてヒートアイランドが発生した時のOx高濃度域及び気象の状況を調べることにより、それらの因果関係について解析を行った。

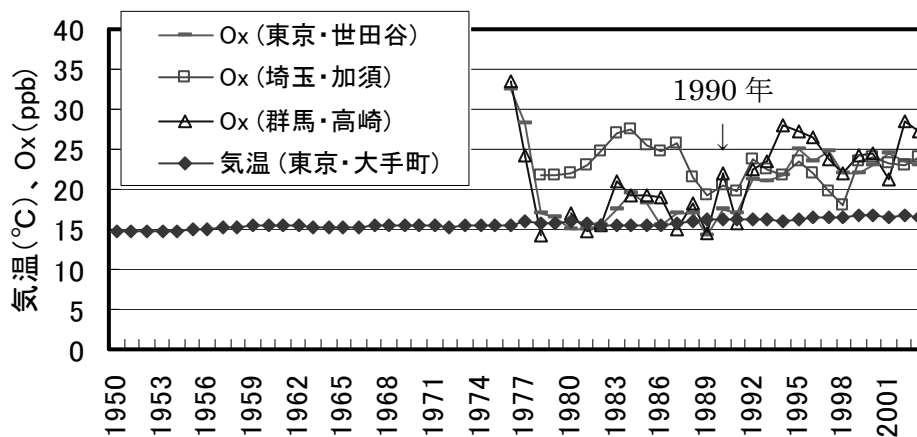


図 4.3.1 関東地域における Ox と気温の経年変化

4.3.2 解析方法

ヒートアイランド発生時の気象状況については、「7～8月の風の弱い日の日中には34～35℃を超える高温域が東京都北部から群馬県南部の広範囲に及ぶ。」との報告¹⁾がある。また、ヒートアイランドとOx高濃度域との関係としては、「東京湾から北西方向に海風が吹き込む場合、海風前線の内陸側で海風と逆向きの循環が形成され、埼玉県南部によどみ状態が数時

4.3 ヒートアイランドが発生した時の影響

間継続する。」「埼玉県南部のよどみ域に汚染物質が蓄積し、さらに、前線部分で上空に持ち上げられた汚染物質もよどみ域に集中して凝縮され、午後の海風に運ばれて関東北部が高濃度となる。」との報告⁴⁾がある。

これまでの報告を踏まえ、本研究では、風向・風速、気温等の気象データと O_x 高濃度の発生状況との関連について検討を行った。ヒートアイランド解析グループでは、①の課題について検討したが、その過程で②、③について把握する必要があることから、これらの課題についても検討を行った。

- ① ヒートアイランドの発生と O_x 高濃度の生成とがどのような因果関係にあるのか。
- ② ヒートアイランド発生日の気象状況に特徴が見られるか。
- ③ ヒートアイランド発生日の O_x 高濃度域に特徴が見られるか。

本研究では、関東地域に光化学スモッグ注意報が 51 日と多く発令された 2000 年度について以下の方法で解析を行った。

解析方法を示したフロー図を図 4.3.2 に示す。はじめに、 O_x 高濃度の生成に影響を及ぼすと推定されるヒートアイランドが発生した日¹⁾を「気温が $34^{\circ}C$ 以上の島状の高温域($100km^2$ 程度以上) が同一の地域に 2 時間以上継続した日」と定義した。次に、2000 年度に関東地域で光化学スモッグ注意報が発令された 51 日について、 O_x 濃度、風向・風速及び気温の常時監視 1 時間値データを、緯度・経度情報を元に地図上にプロットするプログラムを使用して、それぞれの分布図を作成し、3 種類の分布図を同時に時系列で見ることにより解析を行い、地上風の状況、ヒートアイランドの形成状況及び O_x 高濃度域の形成状況について調べた。

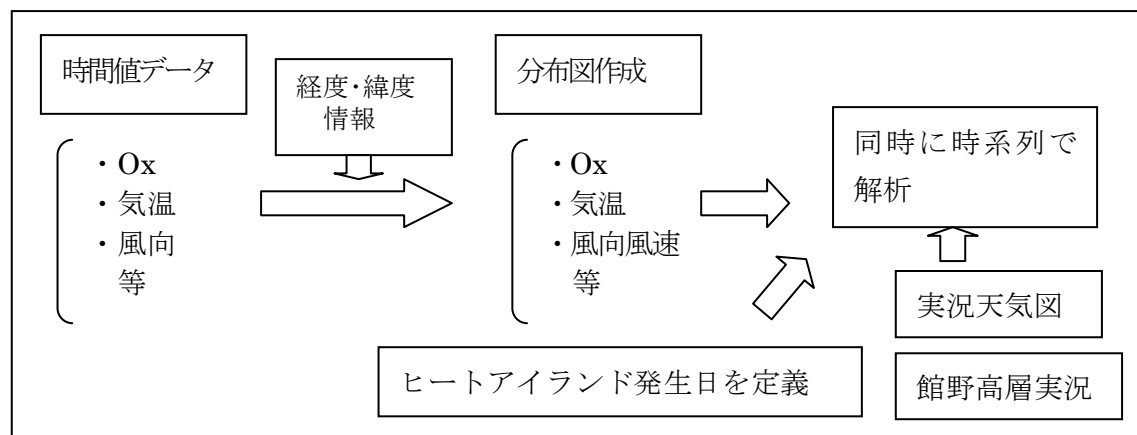


図 4.3.2 解析方法フロー図

4.3.3 結果及び考察

O_x 、気温、風向・風速及び NO_x 、それぞれの分布図の例を図 4.3.3~4.3.6 に示す。

4.3.3.1 ヒートアイランド発生日

前述のヒートアイランド発生日の定義「気温が $34^{\circ}C$ 以上の島状の高温域 ($100km^2$ 程度以上) が同一の地域に 2 時間以上継続した日」によると、2000 年度に関東地域で光化学スモッ

グ注意報が発令された日においては、次の11日がこれに該当した。このうち、2日間連続した日が3回あり、日曜日が4日あった。

7月1日(土)、7月16日(日)、7月17日(月)、7月22日(土)、**7月23日(日)**、
8月5日(土)、8月6日(日)、8月11日(金)、8月25日(金)、**8月27日(日)**、
8月29日(火)

(下線部は連続日、太字は日曜日を示す。)

また、いずれの日も、ヒートアイランドは東京都と埼玉県との都県境付近に発生していた。

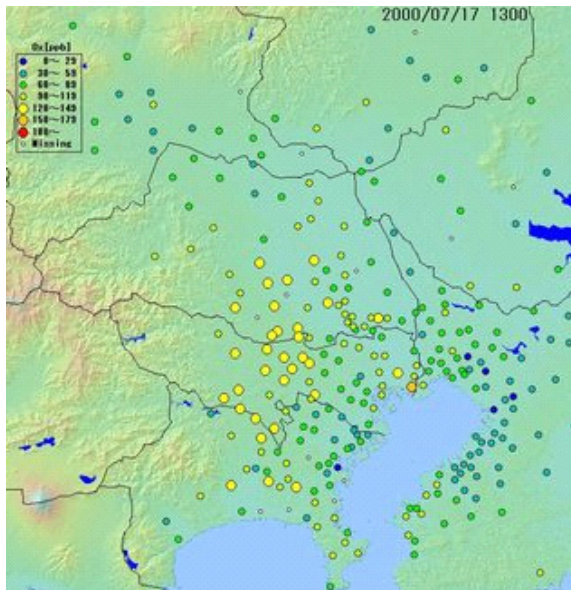


図 4.3.3 O₃ 濃度分布図の例

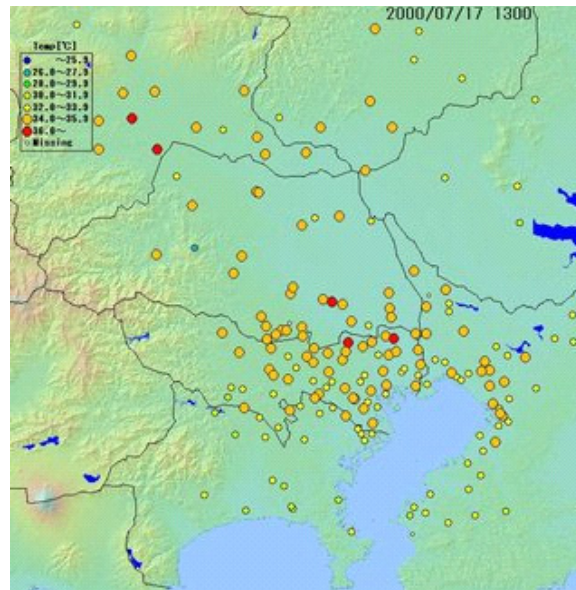


図 4.3.4 気温分布図の例

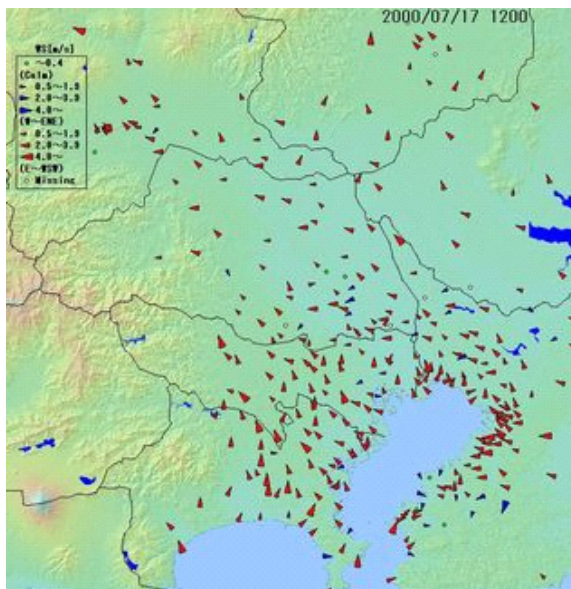


図 4.3.5 風向・風速分布図の例

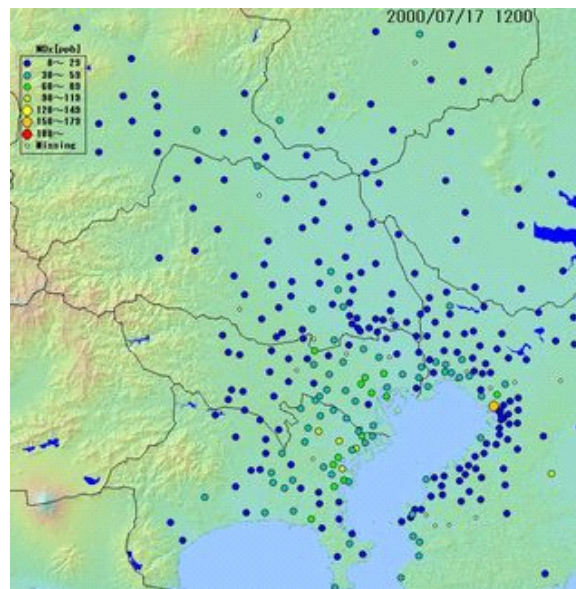


図 4.3.6 NO_x 分布図の例

4.3.3.2 ヒートアイランド発生日の気象状況

ヒートアイランドが発生した 11 日の気圧配置を調べた結果、2 つに分類することができ、それぞれを南西風型、南東風型とした。それぞれの気圧配置例を図 4.3.7、図 4.3.8 に示す⁵⁾。また、関東地域付近の気圧傾度が緩やかで、一般風が無風の日、若しくは一般風が弱い西風の日にはヒートアイランドは発生せず、気温が 34℃超の高温となった測定地点が分散する傾向を分布図から読み取ることができた。これら 3 つのパターンの特徴を以下に示す。

- 南西風型

関東地域が、日本の東海上に中心を持つ太平洋高気圧の北西側に位置し、一般風が緩やかな南西風となるような気圧配置。7月1日(土)、7月22日(土)、7月23日(日)、8月11日(金)、8月25日(金)、8月29日(火)が該当した。(7月22日及び7月23日は、東北地方の東海上を台風が通過した直後であったため、一般的な気象状況とは異なっていたが、南西風型日の特徴がいくつか見られたため南西風型に区分した。)

- 南東風型

関東地域付近の気圧傾度が緩やかで、且つ、日本の南西海上に低気圧または日本海に前線があって、地上に南東寄りの風が入るような気圧配置。7月16日(日)、7月17日(月)、8月5日(土)、8月6日(日)、8月27日(日)が該当した。

- 高温の地点が分散した日

関東地域の気圧傾度が緩やかで、一般風が無風の日、若しくは一般風が弱い西風の日。8月3日(木)、8月8日(火)、8月10日(木)が該当した。

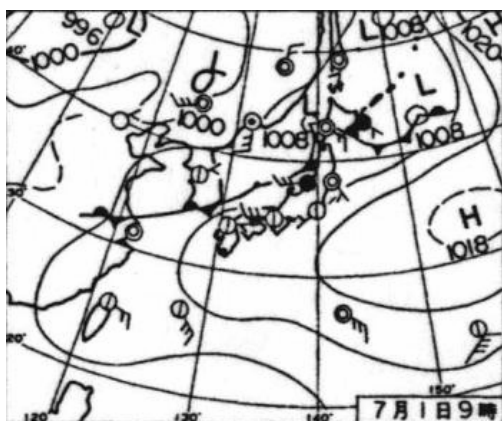


図 4.3.7 南西風型気圧配置

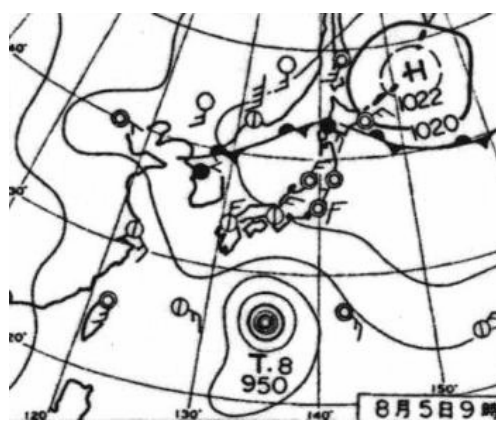


図 4.3.8 南東風型気圧配置

4.3.3.3 ヒートアイランド発生日の O_x 高濃度域

ヒートアイランド発生日の O_x 高濃度域の出現場所は、南西風型、南東風型で異なるものとなった。4.3.3.2 で挙げた南西風型日について、ヒートアイランドの形成初期に注目して作成した南西風型日におけるヒートアイランドと O_x 高濃度域を示したイメージ図を図 4.3.9 に、同様に作成した東風型日におけるイメージ図を図 4.3.10 に示す。

図 4.3.9 及び図 4.3.10 から、ヒートアイランドは、南西風型、南東風型共、埼玉県中部に

吹く南風と埼玉県東部に吹く東風とが合流することによって発生する‘風のよどみ域’にあたる東京都と埼玉県との都県境付近に発生していた。図 4.3.11 に、実際の気温と風の状況の一例を示す。プロットの同時表記ができないため、気温は等温線で示している。東京湾及び相模湾からの海風が合流地点付近で風向の乱れと風速の低下が見られ、同時に気温が高くなっている状況が認められた。この発生場所は、これまでの報告内容⁴⁾と一致していた。

また、図 4.3.9 及び図 4.3.10 から、南西風型、南東風型いずれの場合も、Ox 高濃度域はヒートアイランドと重ならない傾向が見られたが、その出現パターンは気圧配置によって異なっていた。その特徴は次のとおり。なお、Ox 高濃度域の発生メカニズムについては、風向分布図から推定した。

- ・ 南西風型

神奈川県東部及び東京都東部に朝から南西風が入り、その後、埼玉県・群馬県方面へと北西に回り込む様にこの南西風が入る。また、神奈川県西部、東京都西部及び埼玉県西部へは、海風の別の流れが入る。この結果、埼玉県南部から東京都と埼玉県との都県境付近に‘風のよどみ域’が発生し、この付近にヒートアイランドが発生する。一方、Ox 高濃度域については、朝からの南西風で関東北部に運ばれた原因物質により、午後に関東北部の広域で Ox が 120ppb を超える高濃度となる。

- ・ 南東風型

埼玉県東部では、房総方面から東風が入る。また、神奈川県及び東京都では、東京湾海風と相模湾海風が収束し、その流れが埼玉県西部にまで及ぶ。この結果、東京都と埼玉県との都県境付近に‘風のよどみ域’が発生し、この付近にヒートアイランドが発生する。一方、Ox 高濃度域については、神奈川県及び東京都での海風の収束域では、Ox が 120ppb を超える高濃度となって停滞気味となり、その後、海風によりヒートアイランド付近を通過しながら関東北部へと運ばれる。また、埼玉県東部に吹く東風の先端付近で、埼玉県中部に吹く南風と収束し、Ox が高濃度となる。

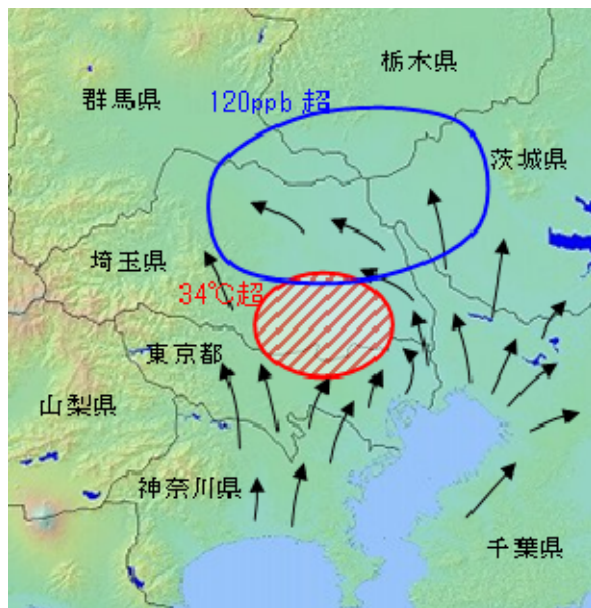


図 4.3.9 南西風型イメージ

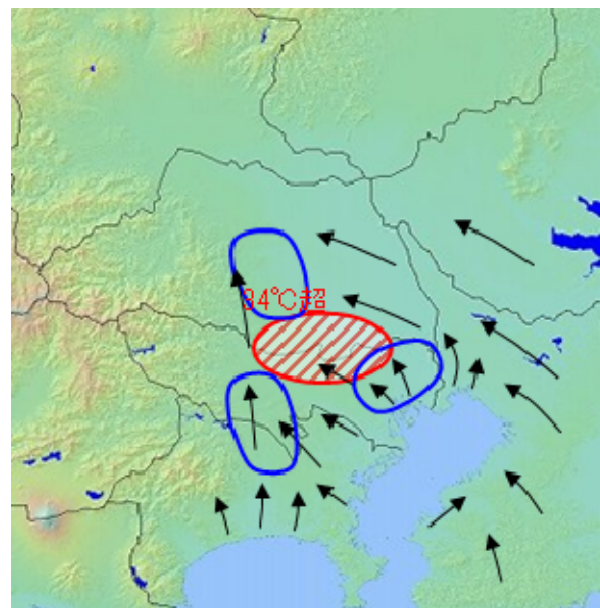


図 4.3.10 南東風型イメージ

4.3 ヒートアイランドが発生した時の影響

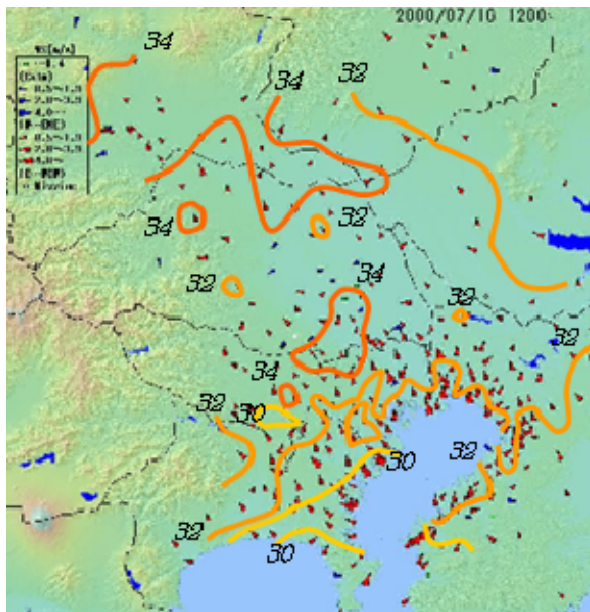


図 4.3.11 風向・風速の状況と気温の関係

4.3.3.4 ヒートアイランドと Ox 高濃度の生成との因果関係

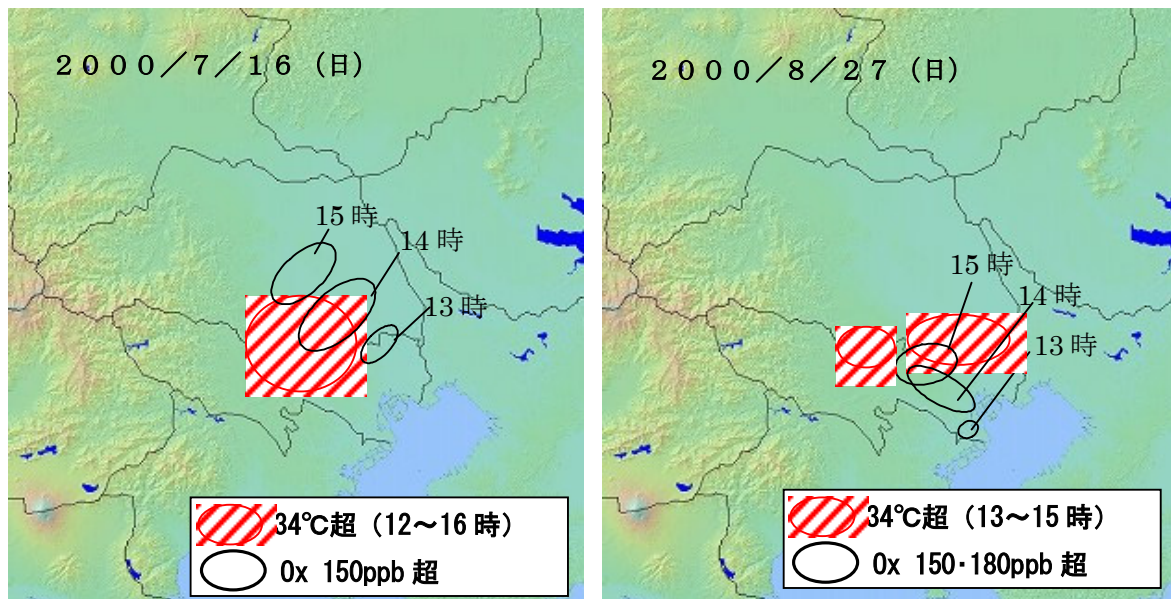
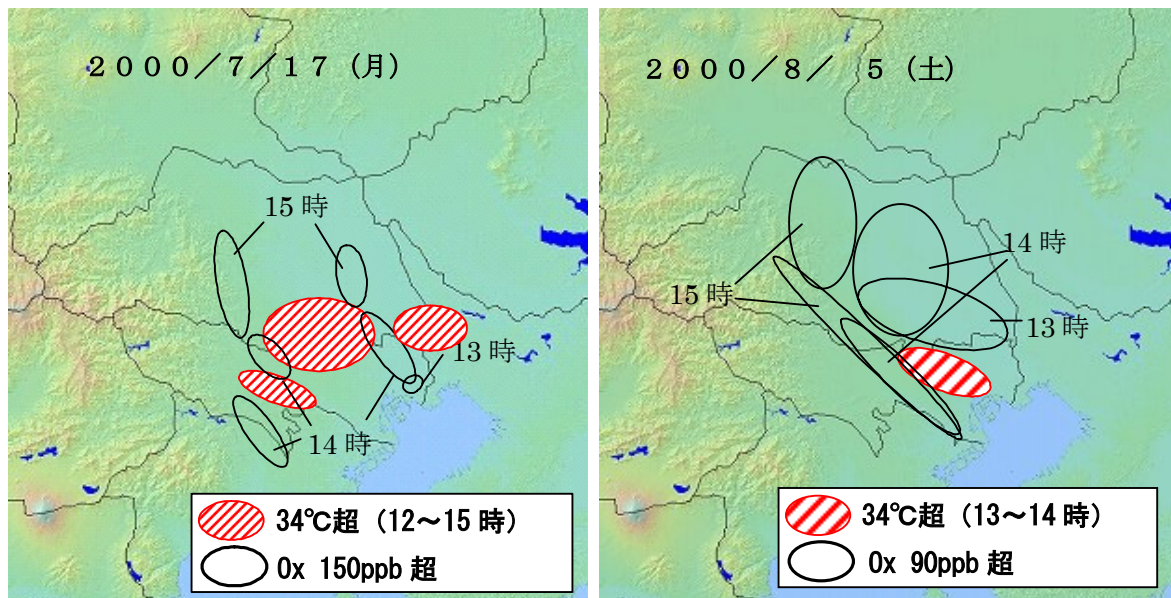
4.3.3.3 で挙げた南東風型の場合に、次の 2 つの特徴的な現象が認められることがあり、それぞれをケース E1、ケース E2 とした。ケース E1 の例を図 4.3.12 に、ケース E2 の例を図 4.3.13 に示す。

- ・ ケース E1

Ox 高濃度域が海風に運ばれてヒートアイランドの南側から北上する時、ヒートアイランドの風上側で濃度が上昇し始め、150ppb 超の高濃度となることがある。

- ・ ケース E2

Ox 高濃度域が海風に運ばれてヒートアイランドの南側から北上する時、ヒートアイランドを迂回する形で北上するように見えることがある。河川が風の通り道となって Ox 高濃度気塊を運び、陸域では風がよどんでいると見ることもできる。

図 4.3.12 O_x 高濃度域の時間変化(ケース E1)図 4.3.13 O_x 高濃度域の時間変化(ケース E2)

4.3.3.5 NO_x の状況

4.3.3.3 で示したようにヒートアイランドは‘風のよどみ域’に発生し、かつその領域における O_x 濃度は必ずしも高くない傾向があったが、‘風のよどみ域’においては NO_x も高濃度になるため、O_x が消費されている可能性も考えられる。そのため、NO_x の濃度分布についても検証した。ヒートアイランドがきれいに形成された図 4.3.6(7月 17 日)の事例では、昼間の NO_x は東京湾岸でやや濃度が高かった。しかしこの地域を除けば関東全域で 30ppb 未満であり、ヒートアイランド内で特にその濃度が高くなるという現象はみられなかった。その他のヒートアイランド発生日についても、同様であった。

4.3.3.6 過去の状況

以上の検討の確認のため、ヒートアイランドが現在ほど問題になっていなかった1990年度についても、同様の解析を行った。関東地域における7月と8月のOx高濃度日は、2000年度の33例に対し1990年度は21例、同様に7月と8月のヒートアイランド発生日は、2000年度の11例に対し1990年度は13例であった。南東風型気圧配置の時には明確なヒートアイランドは発生しておらず、南西風型では広域的に高温域が発生するなどの特徴も読み取れたが、この年は猛暑で、フェーン現象などの影響もあり、直接の比較は困難であった。

4.3.4 まとめ

関東地域に光化学スモッグ注意報が51日と多く発令された2000年度におけるOx高濃度日について、ヒートアイランドとOx高濃度との因果関係を調べた結果、次のことがわかった。

- ① ヒートアイランドは、関東地域に南西風が入る日及び南東風が入る日に発生し、発生場所は、埼玉県南部から東京都と埼玉県の都県境付近に発生する‘風のよどみ域’であった。なお、風が強すぎても弱すぎてもヒートアイランドは発生していなかった。
- ② ヒートアイランド発生日のOx高濃度域は、関東地域に南西風が入る日は関東北部の広域に出現し、南東風が入る日は風の収束域に出現した。
- ③ Ox高濃度域がヒートアイランドの南側から海風により北上する場合、ヒートアイランド付近でOxが150～180ppb超の高濃度となることがあった。
- ④ Ox高濃度域がヒートアイランドの南側から海風により北上する場合、ヒートアイランドを迂回するように北上するように見えることがあった。

参考文献

- 1) 気象庁気候・海洋気象部気候情報課：ヒートアイランド現象の観測・監視体制の強化，ヒートアイランド対策シンポジウム資料（2004）
- 2) 東京都：光化学オキシダント対策検討会報告（2005）
- 3) 大原利眞：光化学オキシダントの全国的な経年変動，増え続ける光化学オキシダント講演要旨集（2003）
- 4) 吉門洋：ヒートアイランド現象と光化学オキシダント，増え続ける光化学オキシダント講演要旨集（2003）
- 5) 財団法人日本気象協会：実況天気図（2000）

[執筆者：飯村 文成（東京都環境科学研究所）]

4.4 「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」の解析

－ 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込み等について －

4.4.1 はじめに

近年、光化学オキシダント（Ox）濃度の上昇や広域的高濃度現象が観測されている。藤原ら¹⁾は松江市において、また吉門²⁾は関東地域において高濃度の出現頻度の増加を指摘している。大原ら³⁾は全国の常時監視測定局の82%の測定局において経年的な増加傾向を示していることを報告しており、このC型共同研究でも全国的にOx濃度が高くなっていることが確認された⁴⁾。この要因として、①前駆物質であるNO_x、NMHC等の地域汚染の変化、②気候の変化、③成層圏・上部対流圏から降下するオゾン量の変化、④東アジア規模の汚染状況の変化が考えられる。

「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」グループでは、特に③と④に関して、これまで放射性物質や、比湿を手かりとして、また後方流跡線解析などによって、上層からのオゾンの沈降現象や、東アジア規模の移流の可能性について検討した。この章ではグループでの解析、検討を元に大石ら⁵⁾、⁶⁾、山崎ら⁷⁾、⁸⁾、森ら⁹⁾、¹⁰⁾、¹¹⁾がまとめた成果に、この研究でのその後の解析結果を加えた結果を示す。

- 1) 成層圏オゾン降下と地上Ox上昇の関係
- 2) 成層圏オゾン降下は経年的に増えているのか
- 3) 大陸からの移流現象と地上Ox上昇の関係
- 4) 大陸からの影響の地理的範囲
- 5) 大陸からの移流の経年的傾向

4.4.2 光化学オキシダント高濃度現象と比湿及び⁷Be との関係

4.4.2.1 解析内容

清浄な地点において、比湿及び⁷Be を用いて成層圏・上部対流圏からの大気沈降と O_x 濃度との関係について、また日本海側及び太平洋側の都市部地点との O_x 濃度について比較検討した。

4.4.2.2 解析データ

O_x 濃度は、国設筑後小郡酸性雨測定所（福岡県小郡）、国設対馬酸性雨測定所（長崎県対馬）、国設松江大気汚染測定所（島根県松江）、富山芝園大気汚染測定所（富山県芝園）、大阪此花大気汚染測定所（大阪府此花）、国設市原大気汚染測定所（千葉県市原）の 6 局で主に 2003 年の測定値を使用した。比湿は福岡管区気象台の高層気象データ（9 時）の相対湿度から算出した。粉じん中の⁷Be は福岡県保健環境研究所（福岡県太宰府）においてハイボリュームエアサンプラー（Hi-Vol）を用いて約 3 日間毎捕集した粉じんについて Ge 半導体核種分析装置を用いて測定した。

流跡線解析は国立環境研究所が開発した「後方流跡線解析プログラム METEX」¹²⁾を用い長崎県対馬の上空 500m を起点に行った。

4.4.2.3 結果及び考察

1) 福岡県小郡及び長崎県対馬の O_x 濃度

福岡県小郡と長崎県対馬の O_x 濃度の 1 時間値月最高値及び月平均値の経月変化を図 4.4.1 に、福岡県小郡と長崎県対馬の O_x 濃度の 5 月、8 月の経時変化を図 4.4.2 に示す。長崎県対馬は九州と朝鮮半島の間位置する清浄な地点で、福岡県小郡の北西約 150km にある。福岡県小郡と長崎県対馬の O_x 濃度は両局ともに 4~6 月に高くなる類似した季節変化を示した。O_x1 時間値月最高値は 5 月、6 月に両局ともに 100ppb を超える高い値で、福岡県小郡の方がやや高い値であった。これに対し O_x 月平均値は 4~5 月に長崎県対馬約 50ppb、福岡県小郡約 40ppb で、長崎県対馬が高い値であった。これは、図 4.4.2 に示すように福岡県小郡が夜間低く昼間に高くなる一般的な日内変化をするのに対し、長崎県対馬は昼夜ほぼ一定の値で推移しているためである。長崎県対馬では NO_x 等の濃度が低く、夜間は O₃ の消失、昼間は光化学反応による生成がほとんどないためにほぼ一定濃度で推移しており、このことから長崎県対馬は、地域汚染の影響が小さく広域的なバックグラウンドオゾン濃度を反映していることが考えられる。

2) オゾン濃度と比湿・⁷Be との関係

下部対流圏の O_x 濃度には高層大気の降下による影響が考えられる。この大気降下の指標として、比湿、⁷Be を用いた。比湿は成層圏、上部対流圏では低く、また⁷Be は成層圏で生成すると言われている。このため大気降下が起こった場合、下部対流圏でも比湿が低下し、

また ${}^7\text{Be}$ 濃度が増加すると考えられる。長崎県対馬の Ox1 時間値日最高濃度と比湿 (700hPa、850hPa) の散布図 (3~8月) を図 4.4.3、図 4.4.4 に示す。日最高濃度と比湿との関係はややばらつきが見られるものの、比湿の低下に伴い Ox 濃度が高くなる傾向が見られ、相関係数はそれぞれ -0.49 (700hPa)、 -0.51 (850hPa) で有意な相関を示した。

太宰府における粉じん中の ${}^7\text{Be}$ 濃度の経月変化を図 4.4.5 に示す。 ${}^7\text{Be}$ 濃度は一般に春季、秋季に高く、夏季に低い値を示すと言われている。太宰府における粉じん中の ${}^7\text{Be}$ 濃度の最大値は夏季に低い以外、秋季、冬季、春季とほぼ同じ値で推移した。長崎県対馬の Ox1 時間値最高濃度と ${}^7\text{Be}$ との散布図 (3~8月) を図 4.4.6 に示す。 Ox1 時間値最高濃度は ${}^7\text{Be}$ 濃度が高くなるにつれ高くなる傾向を示し、その相関係数は 0.82 と高い値であった。また ${}^7\text{Be}$ と比湿 (700hPa、850hPa) との相関係数はそれぞれ -0.77 、 -0.80 であり、良い相関を示し、 ${}^7\text{Be}$ と比湿が同様の挙動をしていることが考えられた。このように比湿低下、 ${}^7\text{Be}$ の増加で Ox 濃度が高くなる傾向が見られ、大気降下が Ox 濃度のかさ上げに寄与していることが推測された。

3) Ox の高濃度時の比湿、 ${}^7\text{Be}$ 、流跡線

福岡県小郡及び長崎県対馬における5月の Ox1 時間値日最高濃度、及び最大日射量、比湿、 ${}^7\text{Be}$ の経日変化を図 4.4.7 に示す。福岡県小郡と長崎県対馬の Ox1 時間値日最高濃度は類似した経日変化を示しており、全般的には広域的な濃度を反映しているものと考えられる。5月1~3日、5月9日、5月16日、5月21~23日は比湿の低下、 ${}^7\text{Be}$ の増加が見られた日射量の大きい晴天日であり、 Ox 濃度が高くなる傾向を示した。これらの日は寒冷前線の通過後、移動性高気圧が東進した日であった。ただ5月28日は比湿の低下にもかかわらず、 Ox 濃度は低い値で、この日はオホーツク海高気圧に覆われていた。このように比湿の低下、 ${}^7\text{Be}$ 濃度が高くなる日は高気圧に覆われていた。

Ox 濃度は5月1~5日、5月19~23日に福岡県小郡、長崎県対馬両地点ともに高濃度となったが、長崎県対馬は5月9~10日、5月16~17日には福岡県小郡ほどの高濃度にはならなかった。5月の流跡線を図 4.4.8 に示す。福岡県小郡、長崎県対馬ともに高い Ox 濃度を示した5月1日、5月21日の流跡線は中国、韓国を通過して北部九州への移流を示した。これに対し長崎県対馬が高くならなかった5月9日、5月16日の流跡線は北寄りで日本海側からの移流を示していた。また5月28日の流跡線は太平洋側からの移流を示した。

一般に晴天下では地域的汚染物質由来の光化学反応が盛んになると考えられる。加えて晴天をもたらす移動性高気圧が発生する状態は、比湿の低下が示すように上空からの気塊の降下をもたらす。福岡都市圏の後背で地域的汚染物質の影響を受けると思われる福岡県小郡に比べ、通常は清浄な状態にある長崎県対馬の Ox 濃度は長距離輸送される気塊の影響をより明瞭に反映すると考えられる。5月9日、5月16日、長崎県対馬が福岡県小郡に比べ高濃度とならなかった要因として、大陸からの影響が少なかったことが考えられる。

以上のようなことから、 Ox の高濃度には高気圧に伴う大気降下とともに大陸の影響が関係していることが考えられる。

4) 長崎県対馬と日本海側及び太平洋側の Ox 濃度の比較

長崎県対馬と日本海側 3 地点と太平洋側 2 地点の月平均値及び 1 時間値月最高値の経月変化を図 4.4.9、図 4.4.10 に示す。Ox の月平均値 (図 4.4.9) は各地点ともに類似した経月変化をするが、長崎県対馬で高く、汚染質濃度が高い大阪、千葉で低い傾向が見られた。これに対し 1 時間値月最高値 (図 4.4.10) は大阪、千葉で 8 月、9 月に最も高くなった。このように春季には各地点大差ないのに対し、夏季から秋季にかけて地点差が見られ、太平洋側の都市部で高い濃度であった。

5 月と 8 月の 1 時間値日最高濃度の経日変化を図 4.4.11、図 4.4.12 に示す。5 月は各地点ともに比較的類似した変化を示し、特に高い濃度は見られなかったが、長崎県対馬、福岡県小郡の九州北部でやや高い傾向が見られた。これに対し 8 月は大阪、千葉で 150ppb 前後の高い濃度が見られ、汚染質濃度が高い地点で高い濃度ピークが見られた。しかし日本海側の長崎県対馬、島根県松江では低い濃度であった。そこで 3 月から 8 月の Ox 濃度の長崎県対馬と他地点との相関を調べた。長崎県対馬と島根県松江は相関係数 0.75 と高い相関を示し、また松江局でやや濃度が低いものの濃度も良く対応しており、汚染質濃度の低い島根県松江はバックグラウンド濃度を反映していると考えられる。また福岡県小郡、富山県芝園も長崎県対馬と相関係数 0.60 と比較的高い相関を示した。ただ両局ともに対馬局の低濃度で高い濃度の場合があり、光化学オキシダント等他の要因による高濃度が見られる。これに対し太平洋側で汚染質濃度の高い大阪府此花、千葉県市原はそれぞれ相関係数 0.30、0.32 と低い値であった。これらの地点では長崎県対馬に対し高い値と低い値が混在しており、特に夏季は大阪、千葉で高い値が見られ、光化学オキシダントの生成が考えられる。

以上のことから、日本海側の各地点は春季、大陸性バックグラウンド濃度を反映して高濃度になるのに対し、太平洋側の汚染質濃度の高い地域では夏季に光化学反応により高濃度となっていることが考えられた。

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

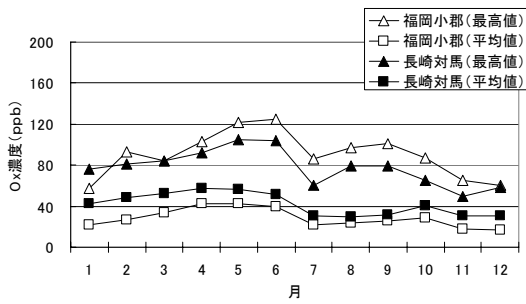


図 4.4.1 福岡県小郡及び長崎県対馬の O_x 濃度の経月変化

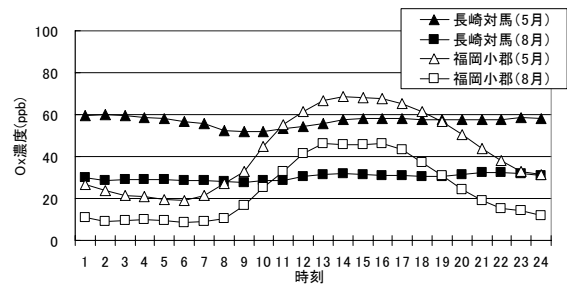


図 4.4.2 福岡県小郡、長崎県対馬の 5 月、8 月の O_x 濃度の経時変化

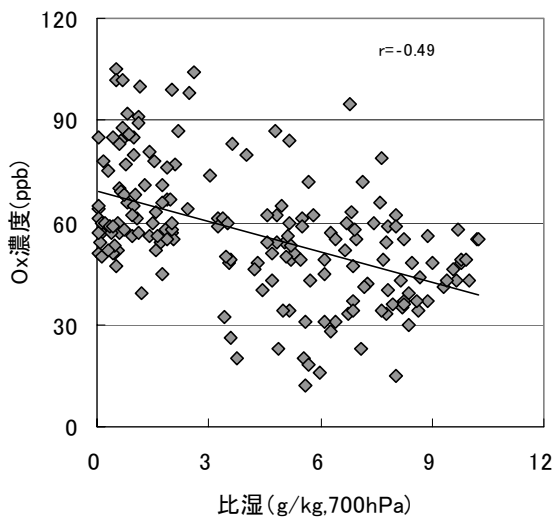


図 4.4.3 O_x 日最高値と比湿との関係 (長崎県対馬)

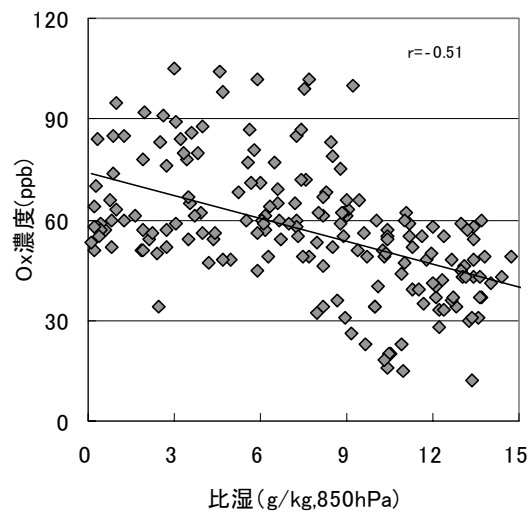


図 4.4.4 O_x 日最高値と比湿との関係 (長崎県対馬)

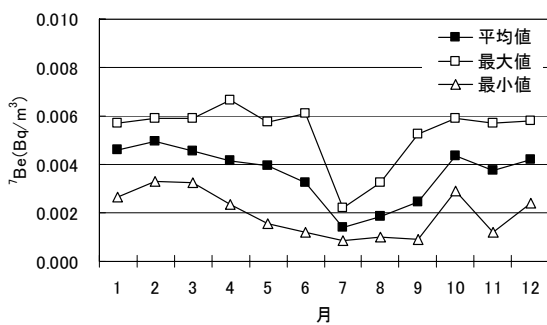


図 4.4.5 粉じん中⁷Be 濃度の経月変化 (福岡県太宰府)

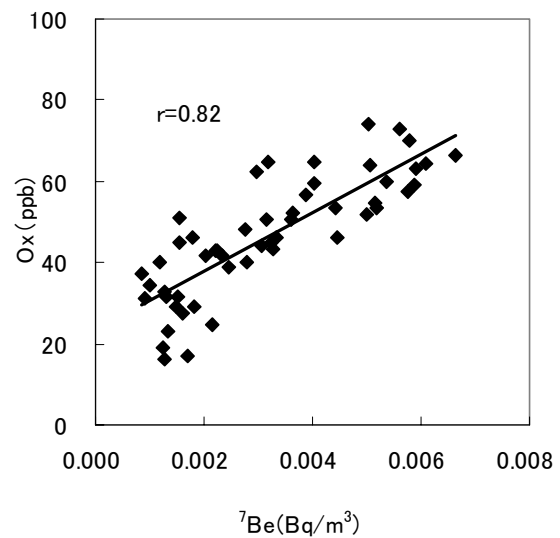


図 4.4.6 O_x 濃度(長崎県対馬)と⁷Be との関係

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

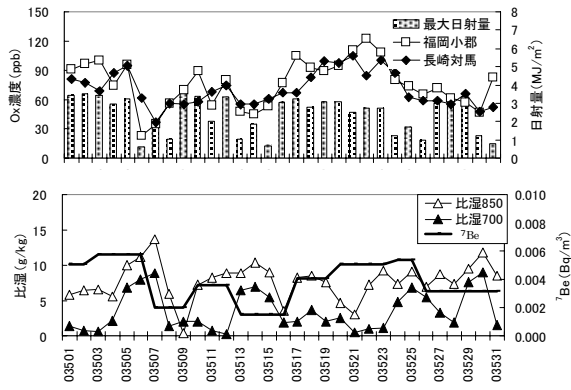


図 4.4.7 O₃ 濃度、最大日射量、比湿及び ⁷Be 濃度の経日変化

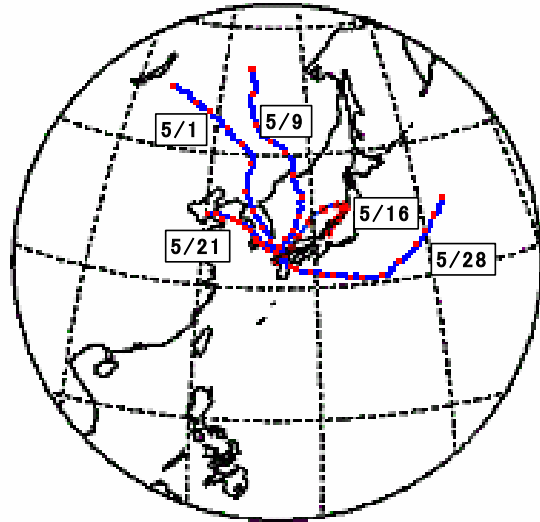


図 4.4.8 流跡線 (METEX)

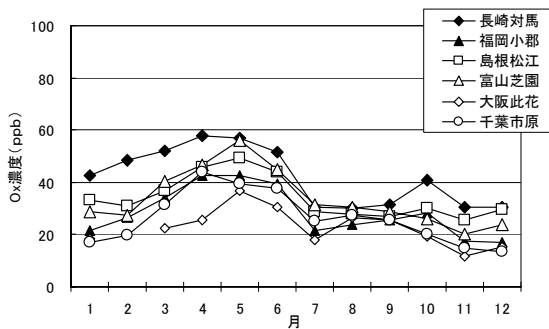


図 4.4.9 各地点の O₃ 平均濃度の経月変化

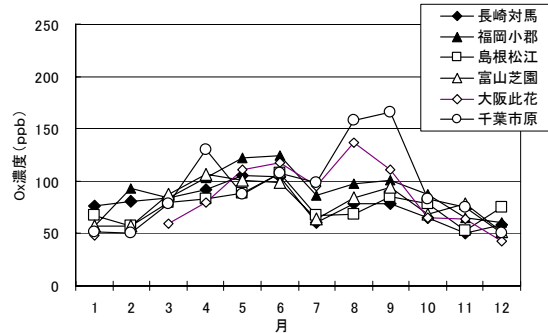


図 4.4.10 各地点の O₃ 1 時間値最高濃度の経月変化

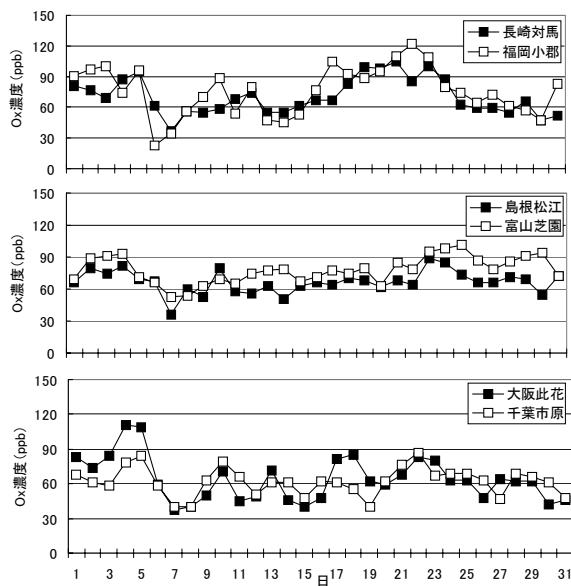


図 4.4.11 O₃ 1 時間値日最高値の経日変化 (5 月)

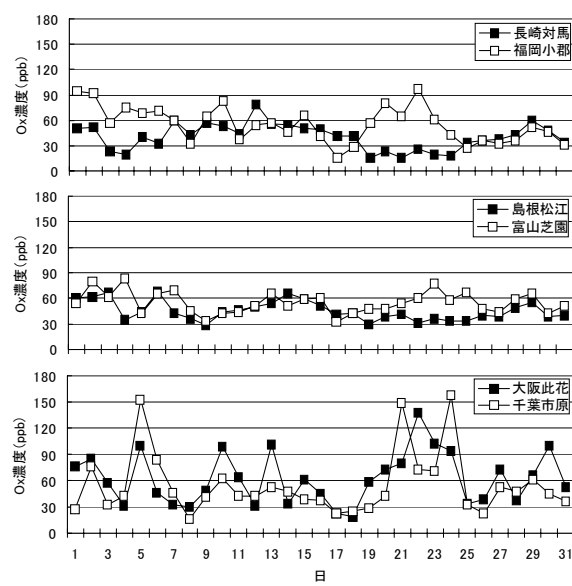


図 4.4.12 O₃ 1 時間値日最高値の経日変化 (8 月)

4.4.2.4 まとめ

近年、Ox 濃度の上昇や広域的高濃度現象が観測されている。今回、清浄な地点において、比湿及び ${}^7\text{Be}$ を用いて成層圏・上部対流圏からの大気沈降と Ox 濃度との関係について、また日本海側、及び太平洋側の都市部地点との Ox 濃度について比較検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 長崎県対馬は地域汚染の影響が小さいことから広域的なバックグラウンドオゾン濃度を反映していることが考えられた。
- 2) 長崎県対馬の 1 時間値日最高濃度と大気降下の指標となる比湿 (700hPa、850hPa) との相関係数は -0.49 、 -0.51 で、また日最高濃度と ${}^7\text{Be}$ との相関係数は 0.82 であった。このように比湿低下、 ${}^7\text{Be}$ の増加で Ox 濃度が高くなる傾向が見られ、大気沈降が Ox 濃度に関係していることが推測された。
- 3) Ox 濃度は、比湿低下、 ${}^7\text{Be}$ の増加する高気圧に覆われた晴天日に高くなる傾向が見られ、流跡線解析から大陸方面から移流する場合に特に高くなった。このことから Ox の高濃度には高気圧に伴う大気降下とともに大陸の影響が関係していることが考えられた。
- 4) Ox の 1 時間値最高濃度は春季には各地点で大差がないのに対し、夏季から秋季にかけて大阪府此花、千葉県市原で高く、地点差がみられた。またバックグラウンド濃度を示す長崎県対馬と日本海側及び太平洋側の地点を比較した結果、長崎県対馬と島根県松江、福岡県小郡、富山県芝園の日本海側の地点は比較的相関が高く、大陸の影響を反映していると考えられる。

これに対し、大阪府此花、千葉県市原の汚染質濃度の高い太平洋側の都市部の地点とは相関が低く、特に夏季の高濃度時には光化学反応等他の要因が Ox 濃度に大きく関係していることが考えられた。

以上のように Ox の高濃度は、主に日本海側では春季に大陸の影響で、太平洋側では夏季に光化学反応により生じると考えられることから、高濃度現象の原因解明及び経年変化等について検討する場合、季節、あるいは地域を考慮した解析をする必要があると考えられる。

4.4.3 後方流跡線解析を活用した解析

4.4.3.1 解析内容

高層大気の降下と O_x 濃度との関係について後方流跡線解析を利用して解析を試みた。

4.4.3.2 解析方法

国立環境研究所が開発した後方流跡線解析プログラム METEX¹²⁾を用いた。

高層大気の下部対流圏への降下の指標として、1日ごとの解析結果が示す最大到達高度（以後、Hmax）が 5000m 以上の大気が上空から目的地点に降下することと解釈した。一般に対流圏と成層圏の圏界面は高度 10000m 付近と言われている。成層圏大気が直接地表まで降下することはほとんどないが、成層圏オゾンの影響で高濃度になっている上部対流圏の大気の降下が、間接的に成層圏オゾンの影響を地上に与えると思われるためである。ただし、上空からの気塊の降下はそのままオゾンの降下を示さない。一般に北半球では春に成層圏オゾンの量が多く、秋は少ないと言われている。その前提に立って解析を進めた。

この方法を用いて、まず福岡県香椎局について検討し報告した⁷⁾。今回これに加え、全国から O_x の常時監視が行われている宮城県籠岳局、東京都世田谷局、富山県富山芝園局、香川県勝賀中学校局を選定した。それぞれの上空 500m から開始し、4 時間毎、120 時間の後方流跡線解析を、1990 年から 2003 年までの 14 年間について行った。

なお、Hmax の集計などには、グループのメンバーが開発したプログラムを用いた。

4.4.3.3 結果及び考察

1) 経年変化

解析対象局について、 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数の経年変化を図 4.4.13 に示した。地点ごとにばらつきがあるが、一次回帰式の傾きは 0.262（富山）～8.367（宮城）といずれも正の値を示し、60ppb を超えた日数が増加傾向にあることが示された。

次に Hmax が 5000m 以上であった日数の経年変化を図 4.4.14 に示す。一次回帰式の傾きは 0.130（東京）～0.916（福岡）と小さな正の値を示した。

更に O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数のうち、Hmax が 5000m 以上であった日数の割合を図 4.4.15 に示す。東京都では両者はほとんど一致しなかった。他の地点では約 1 割前後が一致した。ただ一次回帰式の傾きは -0.004（宮城）～0.005（富山）となり、上空からの降下日数の増加が、 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数の増加の要因となった可能性は小さいと思われた。

Hmax が 5000m 以上であった日数と O_x 年平均値の相関係数を表 4.4.1 に示す。すべての地点で有意の関係がみられなかった。

2) 経月変化

解析対象局について、 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数の月別の合計値を図 4.4.16 に

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

示す。宮城、富山は春にピークをもち夏に肩、東京は春から夏にかけて日数が多かった。福岡、香川は春秋の2山型を示した。

次に Hmax が 5000m 以上であった日数の月別変化を図 4.4.17 に示す。全地点で春、秋の2山型を示したが西日本ほど日数が多い傾向にあり、東京の日数は少なかった。春、秋は成層圏気塊が対流圏へ降下する現象が起こり、これが移動性高気圧と温帯低気圧の周期的発生につながると言われている。春と秋に上空から気塊が降下した日数が増える現象はこのことを反映していると思われる。

更に Ox 日最高値が 60ppb を超えた日数のうち、Hmax が 5000m 以上であった日数の割合を図 4.4.18 に示す。ここでも春と秋の2山型を示し、その傾向は西日本の地点で明確であった。

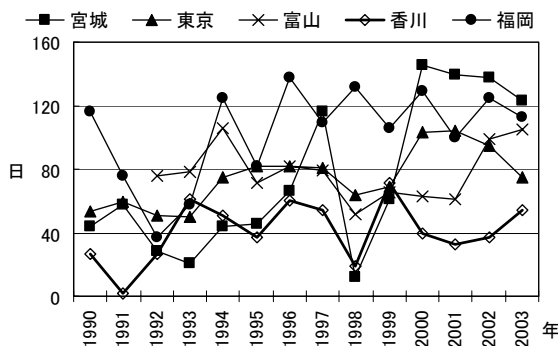


図 4.4.13 Ox 日最高値が 60ppb を超えた日数

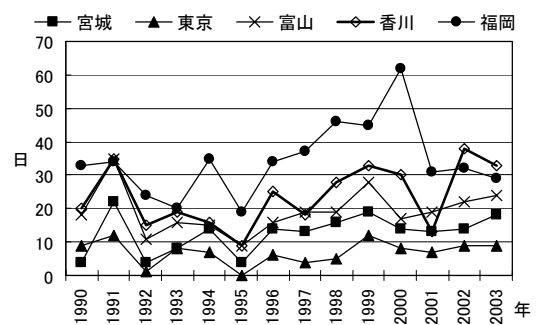


図 4.4.14 Hmax が 5000m 以上であった日数
表 4.4.1 年間降下日数と Ox 年平均値の関係

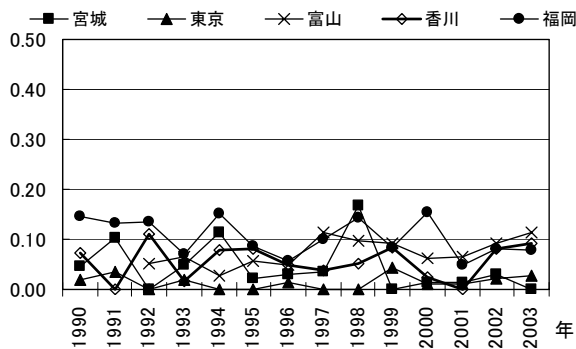


図 4.4.15 Ox 日最高値が 60ppb を超えた日数のうち Hmax が 5000m 以上であった日数の割合

	n	R値	R2値
宮城	14	0.1285	0.0165
東京	14	0.0173	0.0003
富山	12	0.3501	0.1226
香川	14	0.2200	0.0484
福岡	14	0.5380	0.2894

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

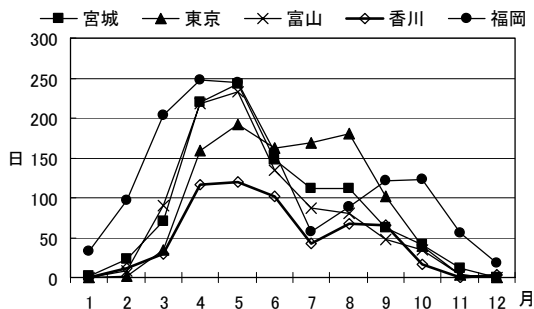


図 4.4.16 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数
(対象 1990~2003 年)

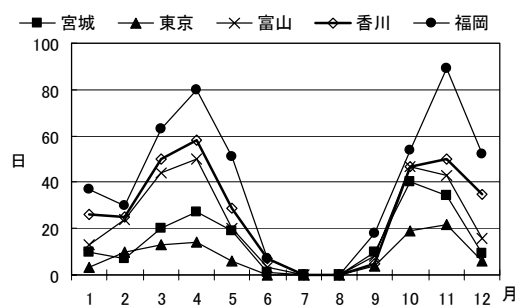


図 4.4.17 Hmax が 5000m 以上であった日数
(対象 1990~2003 年)

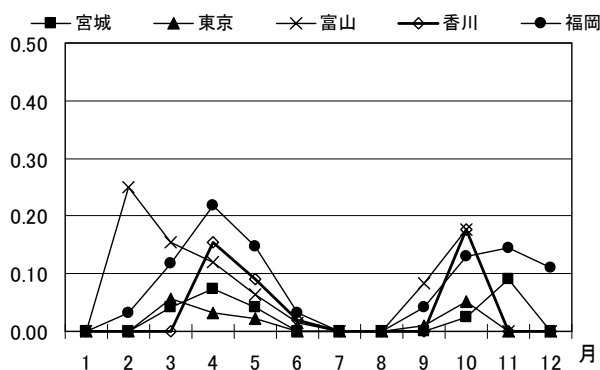


図 4.4.18 O_x 日最高値が 60ppb を超えた日数のうち
Hmax が 5000m 以上であった日数の割合

表 4.4.2 月別降下日数と O_x 月平均値の関係

	n	R値	R2値
宮城	12	0.3279	0.1075
東京	12	0.2427	0.0589
富山	12	0.2317	0.0537
香川	12	0.2691	0.0724
福岡	12	0.4456	0.1986

4.4.3.4 まとめ

- 1) O_x 高濃度日のうち高層大気の降下日と一致する日数について経年変化において、一次回帰式の傾きは-0.004 (宮城) ~0.005 (富山) となり、上空からの降下日数の増加が、O_x 高濃度化の要因となった可能性は小さいと思われた。
- 2) 月別変動の解析では、高層大気の高層大気降下は春と秋の 2 山型を示し、O_x 濃度と似た傾向であった。降下頻度は春秋ほぼ同程度であるのに O_x 濃度に差があるのは、日射量、気温の差とともに高層大気の高層大気降下の違いも影響すると考えられた。
- 3) O_x 高濃度日のうち高層大気の高層大気降下日と一致するのは年間最高 1 割程度、春秋が最高 20% 程度であった。
- 4) 以上より高層大気の高層大気降下現象が一時的に O_x 濃度を上昇させ、O_x の季節変動にある程度寄与しているが、近年の O_x 濃度上昇傾向にはほとんど寄与しないと推察された。

4.4.4 Ox 濃度の月変化パターン、昼と夜の時間別集計に着目した解析

4.4.4.1 解析内容

大陸からの影響の地理的範囲、経年的傾向を、常時監視データの月変化パターンや昼夜別解析を元に明らかにする。

4.4.4.2 解析方法

1) 基本解析の集計

第2期研究では、より多くの自治体の参加を得、より広範囲にわたる地域の大気常時監視測定値（1時間値）の整備が実現した。C型研究では各参加自治体がそれぞれの観測データから代表すると考えられる5地点を選び、国立環境研究所が開発した「大気環境時間値集計・解析プログラム」を用いて集計、解析することとなっている。まず、この結果を以下のような考え方で分類した。

2) 全国データによる経年解析

本C型共同研究参加機関は2005年度現在32機関であり、必ずしも全国を網羅していない。また統一データ処理では、1990年度から2002年度の平均値を求めているため、過去と現在の比較ができない。そこで、独立行政法人国立環境研究所ホームページ「環境GIS」サイトからダウンロードした全国の「大気環境月間値・年間値データ」を使用した。各自治体の測定局から、C型研究参加機関は各自治体で選ばれた局、それ以外は原則として1990年度から連続観測が行われ、欠測月が少ない局を5局選定した。1990年度から1995年度、1996年度から2001年度それぞれの月毎の平均値を求めた。

3) 昼夜別解析

環境省では、Oxの生成原因は日中の光化学反応が主であるとの見解から、昼間（6～20時の時間値）を対象に環境基準の評価を行っている。しかし近年、夜間に高濃度のOxが観測された事例が報告されている。夜間に広範囲に出現する高濃度現象は、大陸の影響を受けているのではないかと推定される。また、このような広範囲の現象が加算されるために、昼間、注意報発令に達する濃度が観測されるとの仮説も導かれる。

そこで、大陸からの移流現象の一つの手がかりとして昼間と夜間に分けた解析を行い、夜間の、光化学反応によらない濃度レベルと変動パターンを把握することとした。解析には本C型共同研究参加機関が収集し、国立環境研究所が統一フォーマットに整備した全国自治体の大気常時監視測定値（1時間値）を用いた。今回31自治体、151局について、昼間（6～20時の時間値）と夜間（21～5時の時間値）に分け、上記の「大気環境時間値集計・解析プログラム」を用いて、原則として1990～2003年度の「大気環境月間値・年間値データ」の年間値の集計、月別平均値の集計を行った。

4.4.4.3 結果と考察

1) 基本解析の集計

C型研究参加機関によって集計された O_x 濃度の月別平均値と環境基準超過時間数の月別出現割合（原則として 1990～2002 年度の平均）をみると、いくつかのパターンを示した。大まかに、東日本の一部では春に最大値を示す地点が存在したが、西日本の多くの地点では春の最大値に加え、秋に極大値を示した。また、関東、関西の都市部では夏場の O_x 濃度が比較的高かった。

そこで、次の判断基準に従って、C型参加機関の月変化を分類した。すなわち、春（3～5月）のみの1山型変化を示すものを「春型」、秋（9～11月）にも極大値を持つ2山形の月変化を示すものを「春+秋型」とした。さらに O_x 濃度が 60ppb 以上を示す時間数の月別割合の変化において、春に引き続き7～8月も連続して 60ppb 以上出現する割合が 10%以上を示す地点を「夏型」の傾向があると見なし、上記月平均濃度変化による判断と併せて、「春型」「春+夏型」「春+夏+秋型」「春+秋型」の4類型に分類した。

その結果、夏も継続して環境基準を超過する「夏型」傾向を含む地点は、同時に測定されている窒素酸化物濃度が高い地点とほぼ一致した。関東、中部では多くの地点が「春+夏型」を示したのに対し、関西では、「春+夏+秋型」がほとんどを占めた。また、「春+秋型」は、関西以西を中心に広く確認された。夏場に O_x 濃度が減少し谷を示す要因としては、高濃度のオゾンを含まない海洋性気団に安定して覆われるためであると考えられる。秋には西日本一帯に共通する要因によって、極大を示すことが示唆された⁹⁾。

鶴野ら¹³⁾や山地ら¹⁴⁾による東アジア規模のシミュレーション結果によると、高濃度 O_x の気塊が大陸東岸から対岸の日本西部に向かって移流する現象が計算されているが、これらを支持すると考えられる結果が得られた。すなわち、春、秋に発生する移動性高気圧によって、高濃度のオゾンがもたらされる可能性を示唆すると思われる。

2) 全国データによる経年解析

環境 GIS サイトからダウンロードした全国の「大気月間値・年間値データ」を用い、1990年度から 1995年度、1996年度から 2001年度それぞれの月毎の平均値を求めた。ここでも「春型」等の分類を試みた。ただし、時間数による評価ができないので、下記基準によって、局ごとに分類した。すなわち、月別平均値にて春に極大値を持つものを「春型」、秋にも極大値を持つ2山形の月変化を示すものを「春+秋型」とした。さらに7月か8月の O_x 濃度平均値が 25ppb より高い地点を「夏型」の傾向があると見なし、「春型」「春+夏型」「春+夏+秋型」「春+秋型」の4類型に分類した。

全国を6ブロックに分け、それぞれに含まれる局の分類の割合を求めた（図 4.4.19）。地理的には、東日本で「春型」の要素が強い傾向にあり、西日本では「春+秋型」の要素が強く表れた。1990～1995年度と 1996～2001年度の比較では、北海道・東北、北陸・中部において、「夏型」を含む分類結果の割合が増加した。近畿・東海では、「秋型」を含む分類結果の割合が増加した。

「夏型」は都市型大気、「秋型」の出現は大陸からの影響範囲を反映した結果とも考えられ

るが、更なる検討が必要と思われた¹⁰⁾。

3) 昼夜別解析

1990～2003 年度 14 年間について、局毎の平均値を昼夜別に求めた。昼間における 14 年間平均値の全局平均値は 29.3ppb、夜間の全局平均値は 19.4ppb であった。14 年間平均値において最高値を示した局は昼間、夜間共に島根県江津市役所であった。それぞれの濃度は昼間 39.4ppb、夜間 36.3ppb であった。最低値を示した局は昼間が大阪府富田林市役所で 16.9ppb、夜間は岐阜県笠原局の 8.3ppb であった。

年次に対する年平均値濃度の傾きを求めた。昼間の傾きが正（濃度増加傾向）の局の割合は 77.5%、減少傾向の局の割合は 22.5% であった。一方、夜間は増加傾向が 82.1% に対し、減少傾向が 17.9% で、夜間の方が増加傾向を示す局の割合が多かった。また、昼間は減少傾向であるのに夜間は増加傾向にあった局が 13 局（約 8.6%）あった（表 4.4.3）。

次に月毎の平均値をグラフにした。昼間に比べ、夜間は日射の影響が除去されるので、ほとんどの局で全体的に濃度は低下した。しかし、季節毎、局毎に低下傾向に差があった。季節に着目すると、全国的におおむね夏>春>秋>冬の順に低下度が大きかった。冬の濃度は昼夜でほとんど変化がない局もあった。東京都（図 4.4.20）など、関東を中心とした局では、夜間の夏の濃度低下が大きいため、夏から冬にかけて濃度レベルが平坦になる局があった。岡山（図 4.4.21）など夏の濃度が昼間に対し夜間には低下するため、夏場の谷と秋のピークが出現した局が西日本を中心にみられた。

得られた月変化グラフを、前項の全国データと同様に「春型」「春+夏型」「春+夏+秋型」「春+秋型」の 4 類型に分類した。結果を図 4.4.22 に示す。昼間に比べ、夜間は全体的に濃度が下がるため、「夏型」の割合は減っている。大陸の影響の目安とも考えられる秋のピークに着目すると、昼間に比べ、夜間においてその割合が増えた¹¹⁾。

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

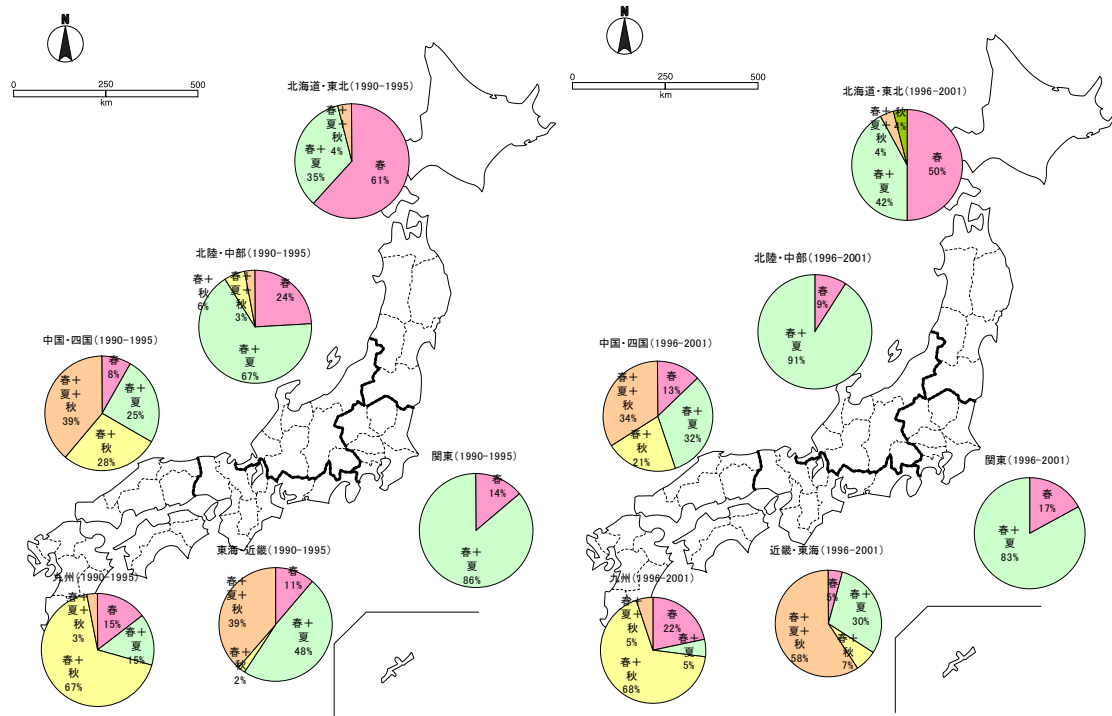


図 4.4.19 オキシダント月別平均値による分類結果(左 1990～1995 年度、右:1996～2001 年度)

表 4.4.3 O_x 昼夜別集計結果(1990～2003 年度 151 局)

	O _x 濃度(ppb)			年次に対するO _x 年平均値の傾き	
	最高	最低	平均	正の機関数	負の機関数
昼	39.4	16.9	29.3	117(77.5%)	34(22.5%)
	島根県江津市役所 大阪府富田林市役所				
夜	36.3	8.3	19.4	124(82.1%)	27(17.9%)
	島根県江津市役所 岐阜県笠原局				

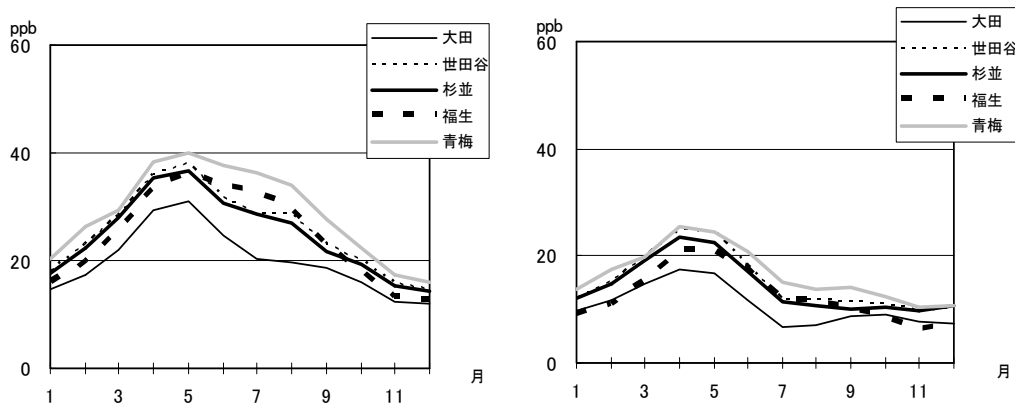


図 4.4.20 O_x 濃度の月別平均値 東京都 1990～2002 年度平均 左:昼間 右:夜間

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

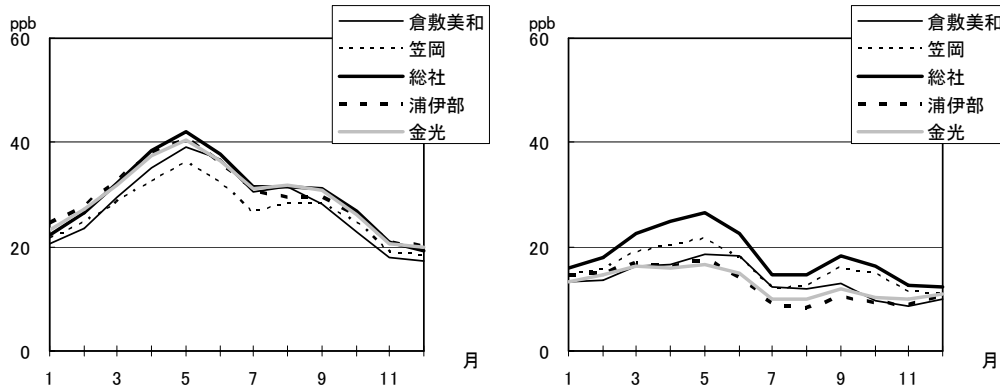


図 4.4.21 O_x 濃度の月別平均値 岡山県 1990~2003 年度平均 左:昼間 右:夜間

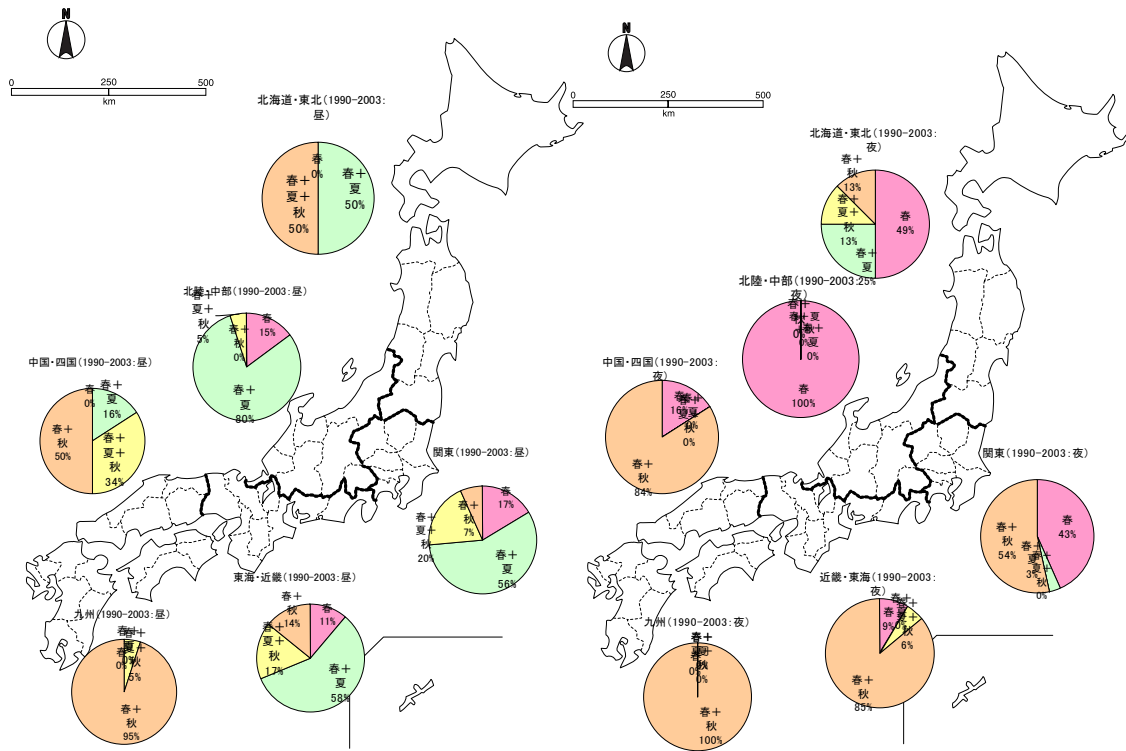


図 4.4.22 月変化パターン分類結果 左:昼間 右:夜間

4.4.4.4 まとめ

1) 基本解析の集計

本C型共同研究における O_x 濃度の月別平均値と環境基準超過時間数の月別出現割合において、西日本の多くの地点では春の最大値に加え、秋に極大値を示した。高濃度 O_x の気塊が大陸東岸から対岸の日本西部に向かって移流するシミュレーション結果を支持する結果となった。

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

2) 全国データによる経年解析

全国の常時監視データに拡大して上記解析を行った結果、1990～1995年度と1996～2001年度の比較では、北海道・東北、北陸・中部において、「夏型」を含む分類結果の割合が増加した。近畿・東海では、「秋型」を含む分類結果の割合が増加した。

3) 昼夜別解析

上記と同様に「春型」「春+夏型」「春+夏+秋型」「春+秋型」の4類型に分類した結果、昼間に比べ、夜間は全体的に濃度が下がるため、「夏型」の割合は減っている。大陸の影響の目安とも考えられる秋のピークに着目すると、昼間に比べ、夜間においてその割合が増えた。

以上のように、大陸からの影響の指標とも推測される秋のピークが西日本の多くの地点で出現した。1990～1995年度と1996～2001年度の経年的比較では近畿・東海で「秋型」を含む分類結果の割合が増加した。さらに1990～2003年度を対象に昼夜に分けた解析では、昼間に比べ、夜間において秋のピークの割合が増えた。

4.4.5 章のまとめ

最近の地上 O_x 濃度の上昇傾向と、大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みの関係について、①放射性物質、比湿、離島局 O_x を手がかりとした解析②後方流跡線解析を活用した解析③月変化パターン分布による解析によって、下記が明らかとなった。

1) 成層圏オゾン降下と地上 O_x 上昇の関係

比湿、 7Be 濃度、後方流跡線解析から高層大気降下に伴う地上 O_x 上昇現象が確認された。

2) 成層圏オゾン降下の経年的傾向

高層大気降下頻度の変化が O_x 年平均値の上昇に及ぼす影響はほとんどないと思われた。

3) 大陸からの移流現象と地上 O_x 上昇の関係

両者の関係を伺わせる現象が確認された。

4) 大陸からの影響の地理的範囲

秋のピークが大陸の影響と仮定すると、関西以西の広い範囲が影響を受けていると思われた。また夜間みの解析でその傾向が明瞭となった。また夜間も経年的に O_x 濃度が上昇していることがわかった。

5) 大陸からの移流の経年的傾向

過去、現在の 5 年平均の比較で、近畿・東海地方で「秋」の割合が増える傾向にあった。

参考文献

- 1) 藤原誠, 中尾允, 多田納力, 佐川竜也: 第 39 回大気環境学会講演要旨集, 484 (1998)
- 2) 吉門洋: 大気環境学会誌 **39**(4), 188–199 (2004)
- 3) 大原利眞, 坂田智之: 大気環境学会誌 **38**(1), 47–54 (2003)
- 4) 若松伸司編: 「西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究」, 国立環境研究所報告第 184 号, R-184-2004 (2004)
- 5) 大石興弘他: 第 46 回大気環境学会講演要旨集 (2005)
- 6) 大石興弘, 田上四郎, 岩本真二, 山川和彦, 若松伸司: 光化学オキシダント高濃度現象と比湿および 7Be との関係について, 独立行政法人 国立環境研究所 第 21 回全国環境研究交流シンポジウム予稿集, 30–34 (2006)
- 7) 山崎誠他: 第 46 回大気環境学会講演要旨集 (2005)
- 8) 山崎誠, 山川和彦, 若松伸司: 光化学オキシダント濃度の上昇に対する高層大気の影響, 独立行政法人 国立環境研究所 第 21 回全国環境研究交流シンポジウム予稿集, 18–20 (2006)
- 9) 森淳子他: 第 46 回大気環境学会講演要旨集 (2005)
- 10) 森淳子, 山川和彦, 宮下七重, 若松伸司: オキシダント濃度月別パターンの広域的分布, 独立行政法人 国立環境研究所 第 21 回全国環境研究交流シンポジウム予稿集, 27–29 (2006)
- 11) 森淳子他: 第 47 回大気環境学会講演要旨集 (2006)
- 12) METEX ホームページ: http://cgermetex.nies.go.jp/metex/index_jp.html
- 13) 鵜野伊津志他: アジア域の大気環境長期シミュレーションとデータベース化, 第 46 回大気環境学会講演要旨集 (2005)

4.4 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応

関連ホームページ:<http://cfors.riam.kyushu-u.ac.jp/~cfors/SimCMAQ/index.html>

- 14) 山地一代他:東アジアにおける対流圏オゾンの季節変動,第46回大気環境学会講演要旨集(2005)

関連ホームページ:http://www.jamstec.go.jp/frcgc/gcwm/index_j.html

謝辞

国設対馬酸性雨測定所のオゾンデータをご提供いただきました(財)酸性雨研究センターに感謝いたします。

[とりまとめ:森 淳子 (長崎県衛生公害研究所)]

4.4.2 執筆者:大石 興広 (福岡県保健環境研究所)

4.4.3 執筆者:山崎 誠 (福岡市保健環境研究所)

4.4.4 執筆者:森 淳子 (長崎県衛生公害研究所)]

4.5 「NO_x及び SPM 等他成分との関係」の解析

－ Ox 高濃度時の他成分(NO_x・SPM・NMHC 等)との関連について －

4.5.1 はじめに

「NO_x 及び SPM 等他成分との関連」研究グループでは、光化学オキシダント (Ox) と窒素酸化物 (NO_x)・浮遊粒子状物質 (SPM)・非メタン炭化水素 (NMHC) 等の他の汚染物質との関連について、

- ①Ox－NO_x・Ox－SPM との相関
- ②PO 等の他成分についての検討
- ③NMHC との関連
- ④ウィークエンド効果の検証

等の観点から検討した。

本章では、これらの検討結果を示す。

①に関しては、大野らが昨年報告した名古屋市の Ox－NO_x・Ox－SPM の相関^{1,2)}を全参加自治体についてとりまとめ、月別・高濃度 Ox 出現パターン別に解析した結果を示す³⁾。

また①と②に関しては、山神・鈴木らが行った、Ox 高濃度時における、PM_{2.5} 及び微小粒子とその成分との関係についての検討結果を示す⁴⁾。

④に関しては、板野らが関西周辺地域を対象に行った、ウィークエンド（週末）効果の検証結果を示す⁵⁾。

③に関しては、篠原らが行った、静岡県 of NMHC 濃度の経年変化や、Ox との相関についての解析結果を示す。

4.5.2 光化学オキシダントと NO_x・SPM との関係

4.5.2.1 解析方法

参加自治体で測定局を 5 局選定し、共通の「大気環境時間値データ集計・解析プログラム」を用いて、各自治体が行った基本解析結果を集計・解析した。1990～2002 年度の O_x・NO_x・SPM 濃度の通年及び月別の平均濃度を算出し、互いの相関を検討した。高濃度 O_x 出現パターンについては、昨年の報告⁶⁾に従い、春型・春+夏型・春+夏+秋型・春+秋型の 4 パターンに各測定局を分類し、O_x-NO_x・O_x-SPM の相関について、地域的高濃度 O_x 出現パターン別の特徴について検討した。

4.5.2.2 結果及び考察

まず、O_x 濃度の各自治体毎の傾向を把握するために、1990～2002 年度の O_x 期間平均値（平年値）、O_x 年平均値の傾き（年間上昇率）、O_x 年平均値の相関係数（上昇のばらつき）を集計したものを、表 4.5.1 に O_x 濃度順に示す。O_x 濃度が高濃度となったのは島根県、秋田県、富山県等の日本海側で、東京都、大阪市、名古屋市、埼玉県、神奈川県等の都市域で低濃度となった。最も低濃度であったのは名古屋市で、次いで岐阜県、埼玉県の順になった。全 32 自治体のうち、期間平均値が 20 ppb を下回ったのは、名古屋市と岐阜県・埼玉のみであった。

表 4.5.1 を平均値傾き順に並び替えたものを表 4.5.2 に示す。平均値傾きが正になったのは、32 自治体中 29 自治体で、O_x 濃度の上昇傾向は全国的にほぼ一律な傾向であることがわかる。神戸市、名古屋市、大阪市、東京都等の都市域で、濃度上昇率が高い傾向が認められた。名古屋市は 0.43 ppb/年ほどの濃度上昇率で、全体の中でも高い上昇率であり、32 自治体中 6 位の上昇率であった。上昇率の高かった自治体は、宮崎県、徳島県、神戸市、岐阜県、佐賀県等であった。岐阜県は、期間平均値は名古屋市に次いで低く、上昇率も名古屋市と同様あるいはそれ以上に高く、名古屋市と岐阜県は地理的に近いこともあり、濃度は低い明確な上昇傾向にあるという、共通の O_x 挙動を示す地域的な特徴があると言える。また岐阜県と埼玉県も、大都市から少し離れた内陸域で、共通の O_x 挙動を示す地域的な特徴があると言える。

次いで O_x と NO_x・SPM との大きな関係を把握するために、1990～2002 年度の O_x・NO_x・SPM の期間平均値を、NO_x 濃度順に表 4.5.3 に、SPM 濃度順に表 4.5.4 に示す。NO_x 濃度は大阪市が最も高く、名古屋市、東京都等の大都市圏で高い傾向が認められた。低濃度側では、秋田県が最も低く、島根県、鳥取県等の日本海側で低い傾向が認められた。概ね O_x 濃度の高い自治体ほど NO_x 濃度が低く、O_x 濃度の低い自治体ほど NO_x 濃度が高い、逆比例関係の傾向が認められた。

SPM 濃度は埼玉県が最も高く、次いで群馬県の関東内陸部が高く、次いで名古屋市、東京都、大阪市等の大都市圏で高い傾向が認められた。低濃度側は NO_x と同じく、秋田県が最も低く、島根県、鳥取県等の日本海側で低い傾向が認められた。O_x 濃度の高い自治体ほど SPM 濃度が低い傾向は認められたが、NO_x の場合のような明瞭な負の関係は認められなかった。

O_x-NO_x・O_x-SPM の相関については、月別解析として、32 自治体×5 選定局の計 160 測定局について、1990～2002 年度の O_x・NO_x・SPM 期間通年平均値（平年値）、月別平均値を算出し、O_x-NO_x・O_x-SPM の相関を見た。また、O_x 高濃度パターン別解析として、160 測定局を春型・春+夏型・春+夏+秋型・春+秋型の 4 パターンに分類し⁶⁾、O_x-NO_x・O_x-SPM の相関を見た。表 4.5.5 に示すように地域的には、春型は北日本の日本海側が、春+夏型は関東圏及び大都市域が、春+夏+秋型は瀬戸内地方が、春+秋型は西日本の日本海側の地域が相当した。表 4.5.5 で、同一自治体で 2 つのパターンに分類された自治体を太字・網かけで示す。

通年（年平均値）での O_x-NO_x・O_x-SPM の相関について、その散布図を図 4.5.1 に示す。月平均値での O_x-NO_x の相関について、その散布図を図 4.5.2 に、高濃度 O_x 出現パターン別に分類した散布図を図 4.5.3 に示す。O_x-SPM の相関について、その散布図を図 4.5.4 に、高濃度 O_x 出現パターン別に分類した散布図を図 4.5.5 に示す。

O_x-NO_x については年平均値・月平均値ともに、全ての月・全ての高濃度 O_x 出現パターンについて、比較的きれいな負の相関が認められた。O_x と NO_x について逆比例関係が認められたことは、O₃ による NO の酸化等による NO_x としての濃度低下という関係を反映している。O_x-NO_x では相関係数として、線形近似で $r=-0.68$ 、対数近似で $r=-0.77$ ほどが得られた（ $n=156$ ）。

O_x-SPM についても年平均値・月平均値ともに、概ね負の相関が認められたものの、NO_x に比べると明瞭でない相関が得られた。O_x と SPM については、より相関は見えにくくなり、NO_x の場合のようなきれいな逆比例関係が打ち消された。光化学反応を中心とした二次生成による SPM 濃度の上昇というような複雑な関係を反映しているものと考えられる。O_x-SPM では相関係数として、線形近似で $r=-0.63$ 、対数近似で $r=-0.65$ ほどが得られた（ $n=154$ ）。

図 4.5.5 に示すように、関東圏及び都市域を中心とする「春+夏」型の高濃度 O_x 出現局では、7・8 月の夏季には正の相関が認められた。気温が高く、紫外線強度も大きい夏季に、SPM・O_x 共に光化学二次生成の寄与が大きくなり、正の相関を示したものと考えられる。

4.5 NOx及びSPM 等他成分との関係

表 4.5.1 O_x 濃度:1990~2002 年度期間平均値順(全 32 自治体)

No.	自治体	期間平均値 (ppb)	平均値傾き (ppb/年)	同相関係数	備考
32	島根県	36.5	-0.03	-0.04	
05	秋田県	35.4	0.22	0.40	3局
16	富山県	32.4	0.10	0.21	1992-2002
36	徳島県	31.8	0.58	0.78	
31	鳥取県	30.0	0.08	0.25	3局
04	宮城県	29.6	-0.03	-0.05	
22	静岡県	28.2	0.31	0.66	
42	長崎県	28.1	0.24	0.57	
10	群馬県	26.7	0.36	0.39	
281	神戸市	26.6	0.58	0.91	
18	福井県	25.7	0.18	0.49	
20	長野県	25.6	0.39	0.63	
27	大阪府	25.4	0.38	0.76	
40	福岡県	25.1	0.29	0.69	福岡市5局を含む8局
401	福岡市	24.8	0.27	0.64	
30	和歌山県	24.7	0.43	0.59	4局
29	奈良県	24.4	-0.26	-0.47	
38	愛媛県	24.2	0.25	0.52	
41	佐賀県	23.8	0.50	0.65	8局
33	岡山県	23.7	0.02	0.05	
25	滋賀県	23.5	0.03	0.05	7局
45	宮崎県	23.3	0.84	0.79	
26	京都府	23.0	0.06	0.25	
28	兵庫県	22.8	0.17	0.43	
37	香川県	22.3	0.21	0.44	
271	大阪市	22.3	0.37	0.82	
14	神奈川県	22.3	0.04	0.16	
35	山口県	21.6	0.24	0.50	
13	東京都	21.4	0.36	0.80	
11	埼玉県	19.7	0.15	0.31	
21	岐阜県	19.6	0.54	0.85	
231	名古屋市	17.9	0.43	0.78	

表 4.5.2 O_x 濃度:1990~2002 年度平均値傾き順(全 32 自治体)

No.	自治体	期間平均値 (ppb)	平均値傾き (ppb/年)	同相関係数	備考
45	宮崎県	23.3	0.84	0.79	
36	徳島県	31.8	0.58	0.78	
281	神戸市	26.6	0.58	0.91	
21	岐阜県	19.6	0.54	0.85	
41	佐賀県	23.8	0.50	0.65	8局
231	名古屋市	17.9	0.43	0.78	
30	和歌山県	24.7	0.43	0.59	4局
20	長野県	25.6	0.39	0.63	
27	大阪府	25.4	0.38	0.76	
271	大阪市	22.3	0.37	0.82	
13	東京都	21.4	0.36	0.80	
10	群馬県	26.7	0.36	0.39	
22	静岡県	28.2	0.31	0.66	
40	福岡県	25.1	0.29	0.69	福岡市5局を含む8局
401	福岡市	24.8	0.27	0.64	
38	愛媛県	24.2	0.25	0.52	
35	山口県	21.6	0.24	0.50	
42	長崎県	28.1	0.24	0.57	
05	秋田県	35.4	0.22	0.40	3局
37	香川県	22.3	0.21	0.44	
18	福井県	25.7	0.18	0.49	
28	兵庫県	22.8	0.17	0.43	
11	埼玉県	19.7	0.15	0.31	
16	富山県	32.4	0.10	0.21	1992-2002
31	鳥取県	30.0	0.08	0.25	3局
26	京都府	23.0	0.06	0.25	
14	神奈川県	22.3	0.04	0.16	
25	滋賀県	23.5	0.03	0.05	7局
33	岡山県	23.7	0.02	0.05	
04	宮城県	29.6	-0.03	-0.05	
32	島根県	36.5	-0.03	-0.04	
29	奈良県	24.4	-0.26	-0.47	

表 4.5.3 O_x・NO_x・SPM 濃度:1990~2002 年度 NO_x 濃度順

No.	自治体	O _x 平均値 (ppb)	NO _x 平均値 (ppb)	SPM平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	備考
271	大阪市	22.3	61.8	41.1	
231	名古屋市	17.9	48.3	43.0	
13	東京都	21.4	47.2	41.7	
14	神奈川県	22.3	44.6	40.4	
11	埼玉県	19.7	43.8	43.4	
281	神戸市	26.6	35.9	31.3	
27	大阪府	25.4	34.9	38.3	
25	滋賀県	23.5	34.5	29.7	7局
401	福岡市	24.8	33.9	31.4	
28	兵庫県	22.8	32.1	31.6	
35	山口県	21.6	30.8	28.7	
33	岡山県	23.7	29.3	36.7	SPM:4局
26	京都府	23.0	29.2	30.9	
37	香川県	22.3	29.1	37.3	
10	群馬県	26.7	28.2	43.1	
40	福岡県	25.1	27.6	30.4	福岡市5局を含む8局
21	岐阜県	19.6	27.0	33.3	NO _x :4局
29	奈良県	24.4	25.3	34.1	
22	静岡県	28.2	24.2	28.7	
38	愛媛県	24.2	23.9	35.2	SPM:3局
20	長野県	25.6	23.1	27.7	
30	和歌山県	24.7	20.3	23.7	4局,NO _x ・SPM:3局
41	佐賀県	23.8	19.7	28.8	8局
18	福井県	25.7	19.1	28.8	
42	長崎県	28.1	16.8	26.8	
04	宮城県	29.6	14.6	25.4	
16	富山県	32.4	14.1	23.6	1992-2002
36	徳島県	31.8	12.5	30.5	
45	宮崎県	23.3	11.8	27.0	
31	鳥取県	30.0	11.6	21.6	3局
32	島根県	36.5	7.8	22.3	
05	秋田県	35.4	5.2	16.6	3局

表 4.5.4 O_x・NO_x・SPM 濃度:1990~2002 年度 SPM 濃度順

No.	自治体	O _x 平均値 (ppb)	NO _x 平均値 (ppb)	SPM平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	備考
11	埼玉県	19.7	43.8	43.4	
10	群馬県	26.7	28.2	43.1	
231	名古屋市	17.9	48.3	43.0	
13	東京都	21.4	47.2	41.7	
271	大阪市	22.3	61.8	41.1	
14	神奈川県	22.3	44.6	40.4	
27	大阪府	25.4	34.9	38.3	
37	香川県	22.3	29.1	37.3	
33	岡山県	23.7	29.3	36.7	SPM:4局
38	愛媛県	24.2	23.9	35.2	SPM:3局
29	奈良県	24.4	25.3	34.1	
21	岐阜県	19.6	27.0	33.3	NO _x :4局
28	兵庫県	22.8	32.1	31.6	
401	福岡市	24.8	33.9	31.4	
281	神戸市	26.6	35.9	31.3	
26	京都府	23.0	29.2	30.9	
36	徳島県	31.8	12.5	30.5	
40	福岡県	25.1	27.6	30.4	福岡市5局を含む8局
25	滋賀県	23.5	34.5	29.7	7局
18	福井県	25.7	19.1	28.8	
41	佐賀県	23.8	19.7	28.8	8局
35	山口県	21.6	30.8	28.7	
22	静岡県	28.2	24.2	28.7	
20	長野県	25.6	23.1	27.7	
45	宮崎県	23.3	11.8	27.0	
42	長崎県	28.1	16.8	26.8	
04	宮城県	29.6	14.6	25.4	
30	和歌山県	24.7	20.3	23.7	4局,NO _x ・SPM:3局
16	富山県	32.4	14.1	23.6	1992-2002
32	島根県	36.5	7.8	22.3	
31	鳥取県	30.0	11.6	21.6	3局
05	秋田県	35.4	5.2	16.6	3局

4.5 NOx及び SPM 等他成分との関係

表 4.5.5 高濃度 Ox 出現パターン分類

パターン	No.	自治体	パターン	No.	自治体
春型	04	宮城県	春+夏+秋型	25	滋賀県
	05	秋田県		26	京都府
	16	富山県		28	兵庫県
	18	福井県		30	和歌山県
	20	長野県		33	岡山県
春+夏型	10	群馬県	春+秋型	26	京都府
	11	埼玉県		28	兵庫県
	13	東京都		31	鳥取県
	14	神奈川県		32	島根県
	21	岐阜県		40	福岡県
	22	静岡県		41	佐賀県
	231	名古屋市		42	長崎県
	26	京都府		45	宮崎県
	27	大阪府			
	271	大阪市			
	28	兵庫県			
	281	神戸市			
	29	奈良県			

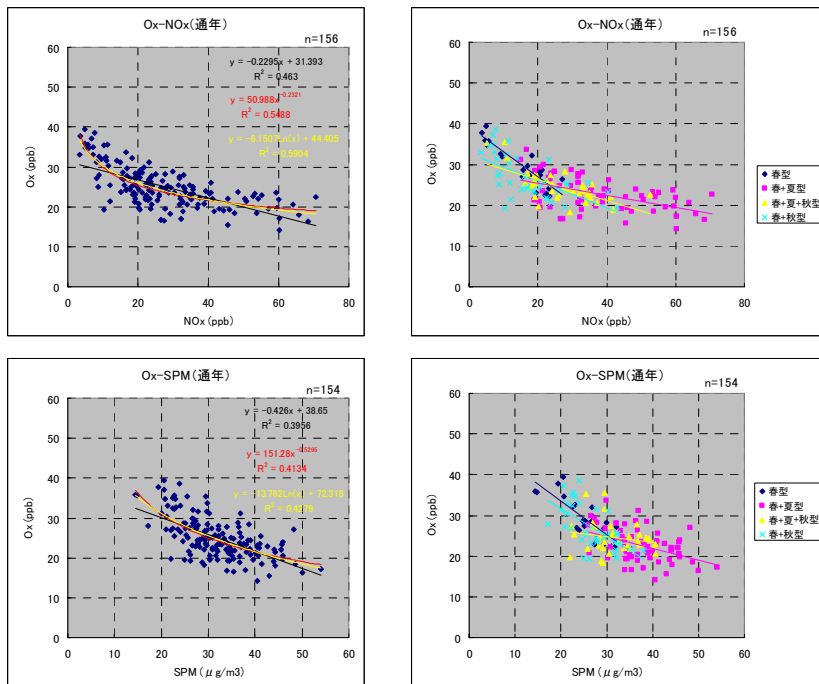


図 4.5.1 Ox-NOx・Ox-SPM の相関(通年)

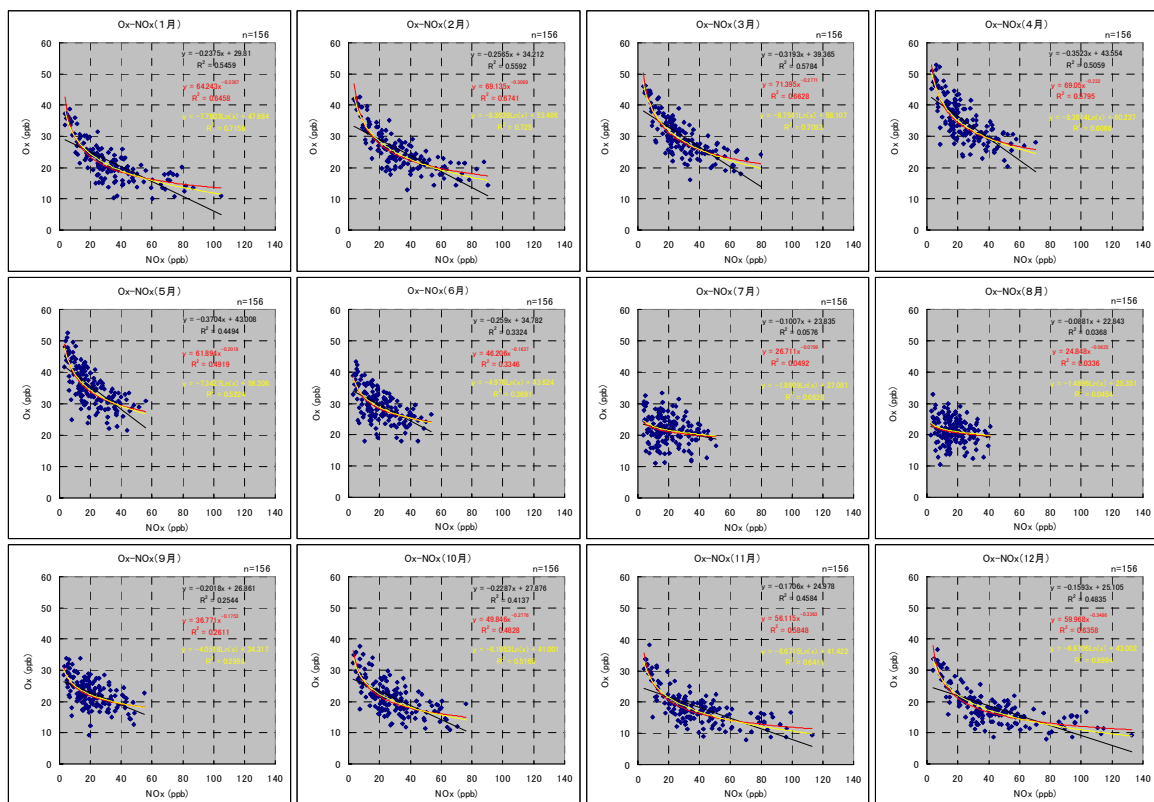


図 4.5.2 Ox-NO_x の相関(月別、全 32 自治体)

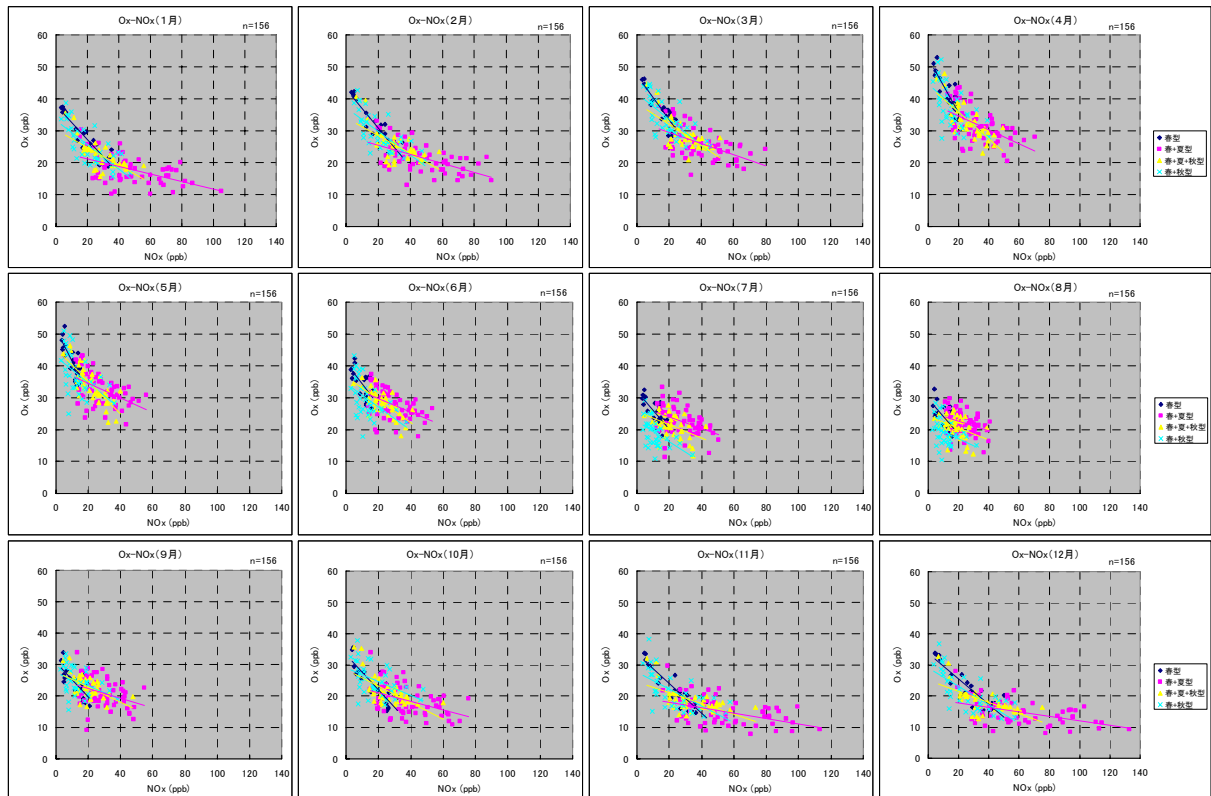


図 4.5.3 Ox-NO_x の相関(月別、高濃度 Ox 出現パターン別)

4.5 NO_x及び SPM 等他成分との関係

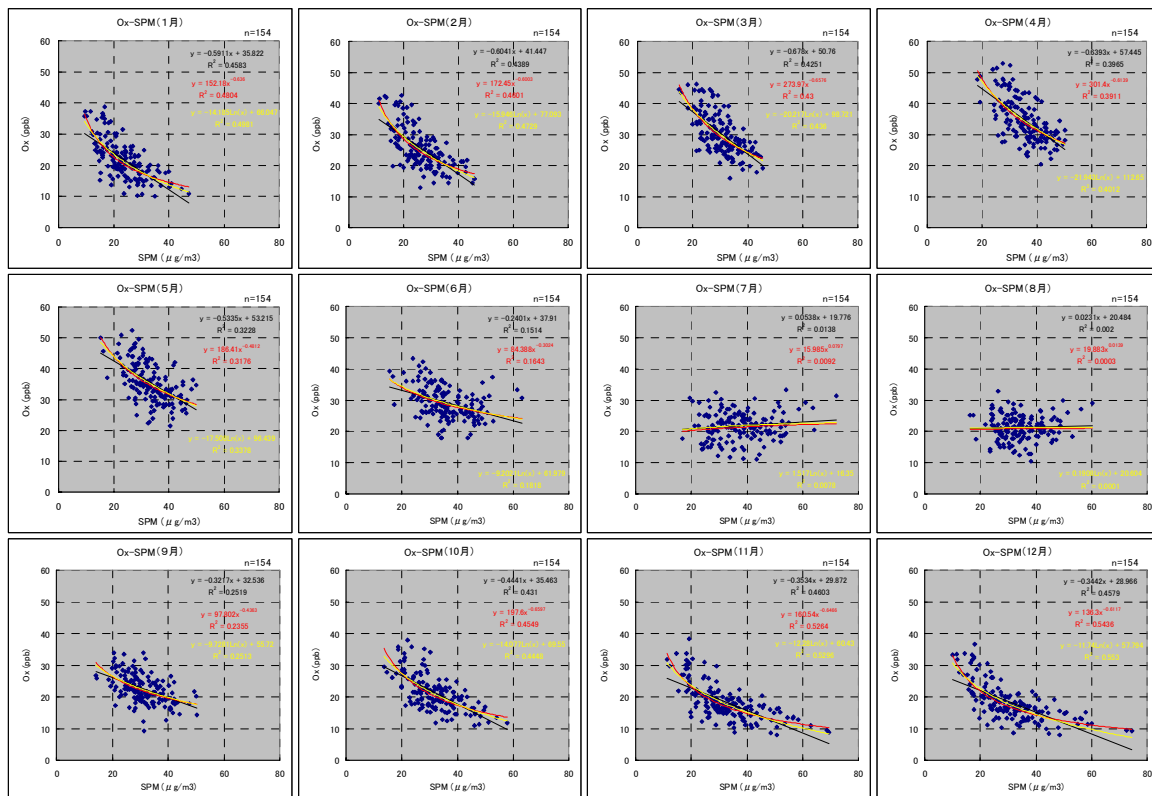


図 4.5.4 Ox-SPM の相関(月別、全 32 自治体)

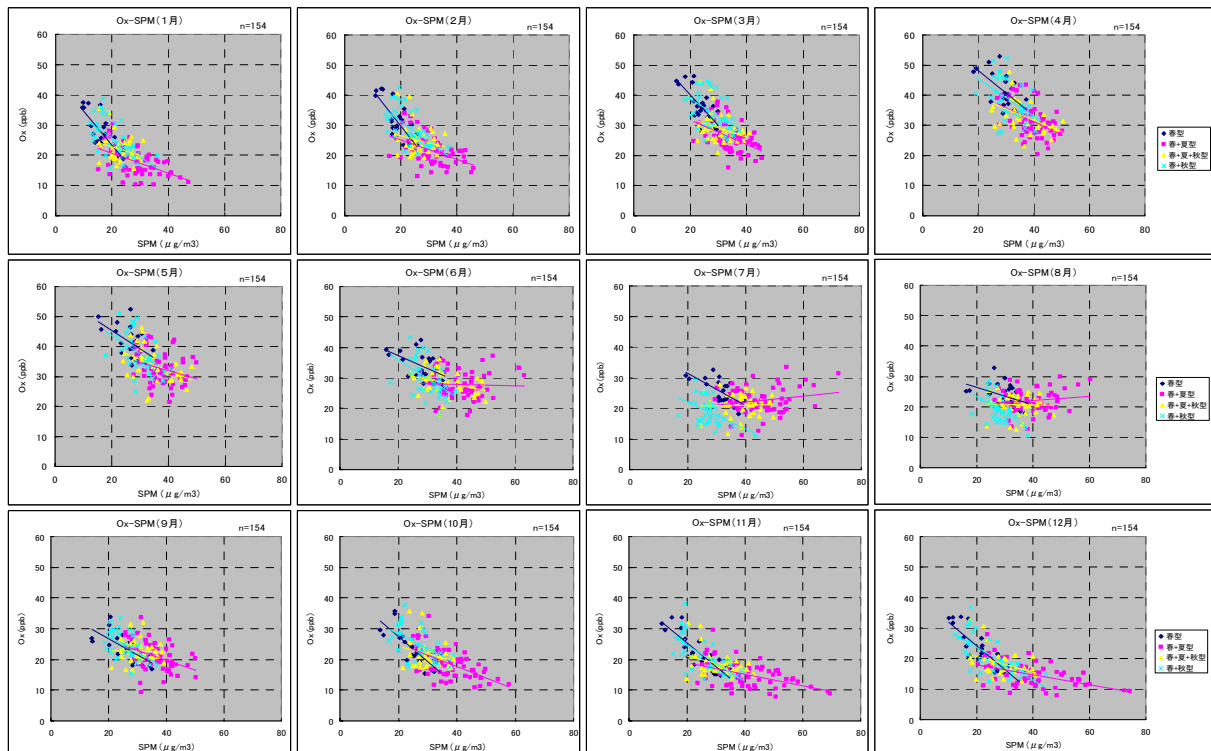


図 4.5.5 Ox-SPM の相関(月別、高濃度 Ox 出現パターン別)

4.5.3 光化学オキシダント高濃度時におけるPM_{2.5}及び微小粒子とその成分

4.5.3.1 解析方法

光化学オキシダント（O_x）は近年、日本全国の多くの地点において濃度の上昇が観測され³⁾、名古屋市においても濃度上昇が観測されている（図 4.5.6）。また、O_x は浮遊粒子状物質やPM_{2.5}との関連についても注目されている。そこで、名古屋市において測定したPM_{2.5}、神戸市において測定した粒径 2.1 μm 以下の微小粒子について、その可溶性イオン成分を分析し、O_x 高濃度時にこれらの粒子状物質およびその成分が高濃度となっているのか検討を行った。

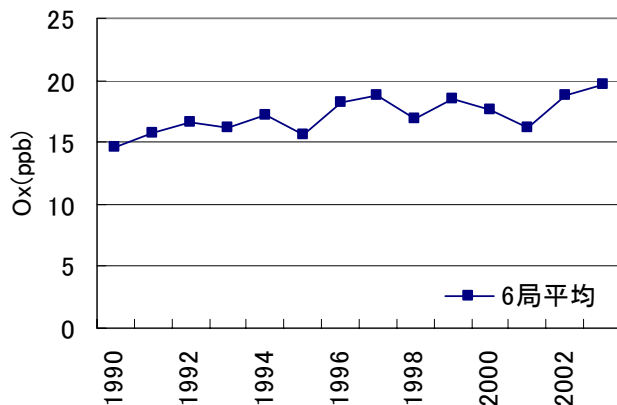


図 4.5.6 名古屋市における O_x 年平均値(一般環境 6 局平均)

1) PM_{2.5}

PM_{2.5} は名古屋市内の一般環境の 1 地点（名古屋市区南区）において、FRM2000（R&P 社製）を用い、9:30 から翌日 9:00 までの 23.5 時間、流速 16.7L/min でサポートリング付きテフロンフィルター（PALLFLEX 製 TK15-G3M）に採取した。2003 年度は 203 検体、2004 年度は 196 検体、計 399 検体を検討の対象とした。採取したフィルターを純水で超音波抽出後、イオンクロマトによりイオン成分を測定した。比較に用いた O_x 濃度は、近傍の常時監視測定局（白水小学校）で測定された値を用いた。

2) 粒径 2.1 μm 以下の微小粒子

粒径 2.1 μm 以下の微小粒子は神戸市内の一般環境の 1 地点（神戸市灘浜）において、アンダーセンサンプラー（東京ダイレック製）を用い、季節ごとに約 2 週間、8 つのガラスプレート及びバックアップ用石英フィルター（ワットマン製 QMB）上に粒径別に採取した²⁾。2002 年度、2005 年度ともに 4 検体の計 8 検体を検討の対象とした。採取したガラスプレート上の粉じんは少量の純水とともに試験管に移し超音波抽出後遠心分離して、イオンクロマトによりイオン成分を測定した。また、バックアップフィルターはその四分の一切り取り細断した後同様に超音波抽出・遠心分離操作を加えて分析に供した。比較に用いた O_x 濃度は、近傍の常時監視測定局（灘）で測定された値を用いた。

4.5.3.2 結果及び考察

O_x の月別変化は、全国でいくつかのパターンに分けられるが、どの地域も 4 月または 5 月に最も高濃度となることがわかっている⁷⁾。図 4.5.7 に名古屋市における PM_{2.5} と O_x の月平均値を示すが、2003 年、2004 年ともに 4 月が最も高濃度となっていた。一方、PM_{2.5} は 4、5 月に高濃度となるが、O_x が低濃度となっている 11、12 月にも PM_{2.5} は高濃度となっていた。

次に、PM_{2.5} の成分のうち、O_x が高濃度となる 4、5 月にピークがあるものを調べた。まず、PM_{2.5} の成分の中でも比率の高い硫酸イオン (SO₄²⁻) は、4、5 月に濃度のピークがあり、夏にも高濃度となっていた (図 4.5.8)。また、硫酸アンモニウム形で存在すると考えられるアンモニウムイオン (NH₄⁺) についても、SO₄²⁻と同様に 4、5 月に高濃度となった (図 4.5.9)。また、SO₄²⁻と同じく二次生成物質であるシュウ酸イオン (C₂O₄²⁻) も、春に最も高濃度となっていた (図 4.5.10)。一方、硝酸イオン (NO₃⁻)、塩化物イオン (Cl⁻) 等は 4、5 月にピークが見られなかった (図 4.5.11、4.5.12)。

神戸市における粒径 2.1 μm 以下の微小粒子中 C₂O₄²⁻ の調査結果を図 4.5.13 に示す。その結果、名古屋市での結果と同様に、光化学反応が活発になる 8 月ではなく、O_x が高濃度となる 5 月に C₂O₄²⁻ が高濃度となった。

次に、月別の O_x 濃度と PM_{2.5} 中の各イオン成分の関係を調べた。O_x 濃度と PM_{2.5} 中の SO₄²⁻ の関係を図 4.5.14 に示す。月毎に傾向が異なり、4、5 月には O_x 高濃度時に SO₄²⁻ が高濃度となっているわけではなく、光化学反応が活発である 7、8 月に O_x と SO₄²⁻ が高い相関関係にあった。4、5 月には相関係数 $r = -0.04$ ($n=64$) であるのに対し、7、8 月には $r = 0.65$ ($n=60$) となっていた (図 4.5.15)。また、同様な傾向は O_x 濃度と PM_{2.5} 中の C₂O₄²⁻ の関係にも見られ、O_x が高濃度となる 4、5 月ではなく、7、8 月に高い相関関係にあった (図 4.5.16)。4、5 月には相関係数 $r = 0.06$ ($n=61$) であるのに対し、7、8 月には $r = 0.69$ ($n=60$) となっていた (図 4.5.17)。また、このような傾向は NH₄⁺ にも見られた。一方、NO₃⁻、Cl⁻ 等にはこのような傾向は見られなかった (図 4.5.18、4.5.19)。

以上のことから、O_x が高濃度となる春季に粒子状物質の成分で高濃度となるのは、二次生成物質である SO₄²⁻、NH₄⁺、C₂O₄²⁻ であったが、これらの物質は春季においては O_x 濃度との相関は高くなかった。また、これらの成分は光化学反応が活発になる夏季には、O_x 濃度と相関が高いことがわかった。このことから夏季とは異なるメカニズムで、春季の二次生成物質の高濃度がおきているのではないかと考えられる。

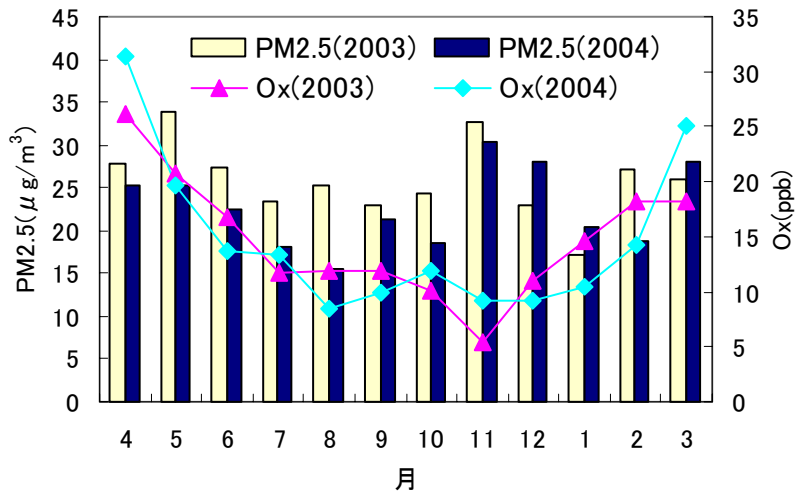


図 4.5.7 PM2.5 と Ox の月平均値

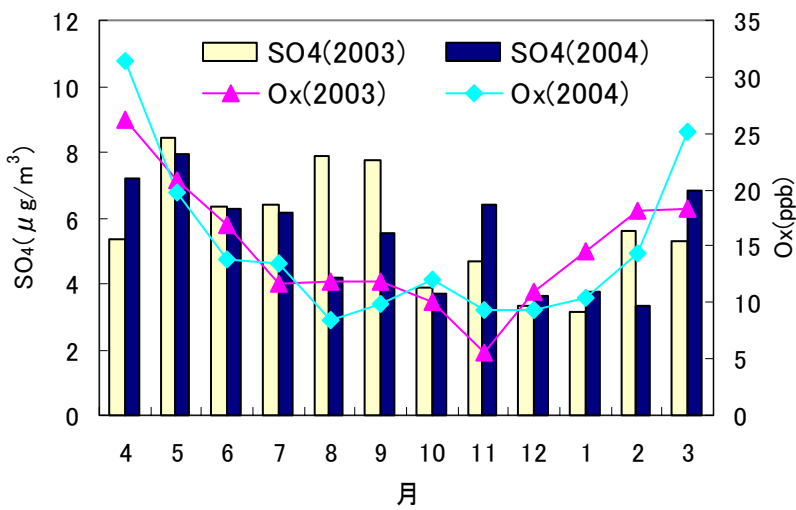


図 4.5.8 PM2.5 中 SO₄²⁻ と Ox の月平均値

4.5 NO_x及び SPM 等他成分との関係

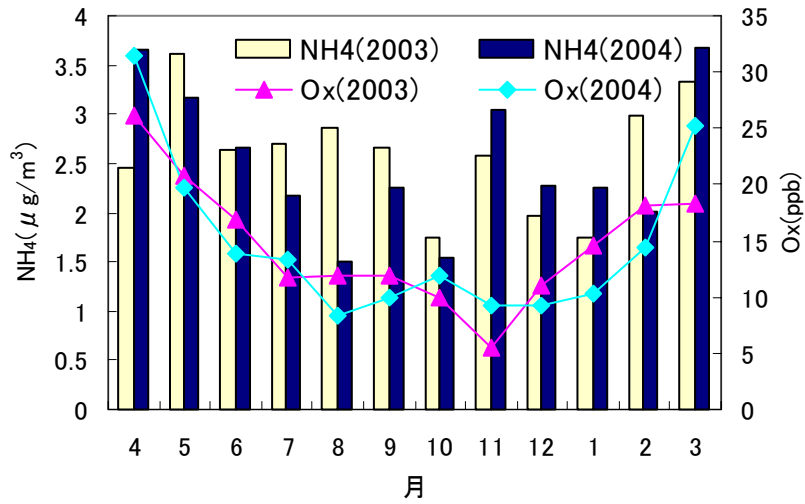


図 4.5.9 PM_{2.5} 中 NH₄⁺ と Ox の月平均値

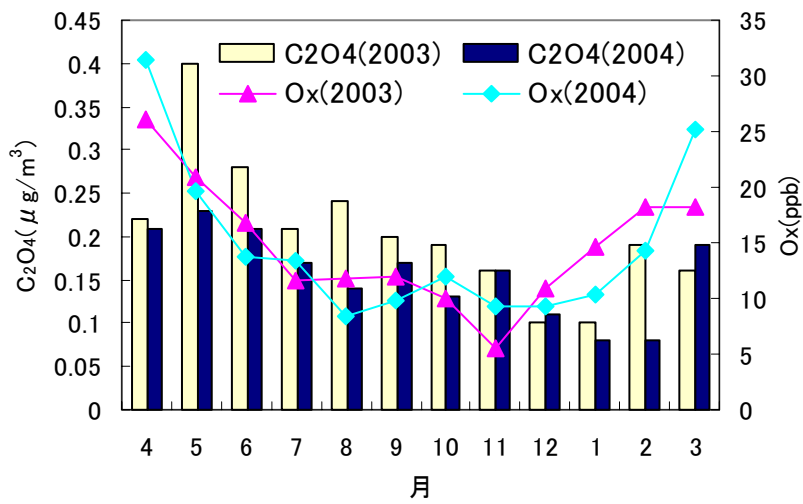


図 4.5.10 PM_{2.5} 中 C₂O₄²⁻ と Ox の月平均値

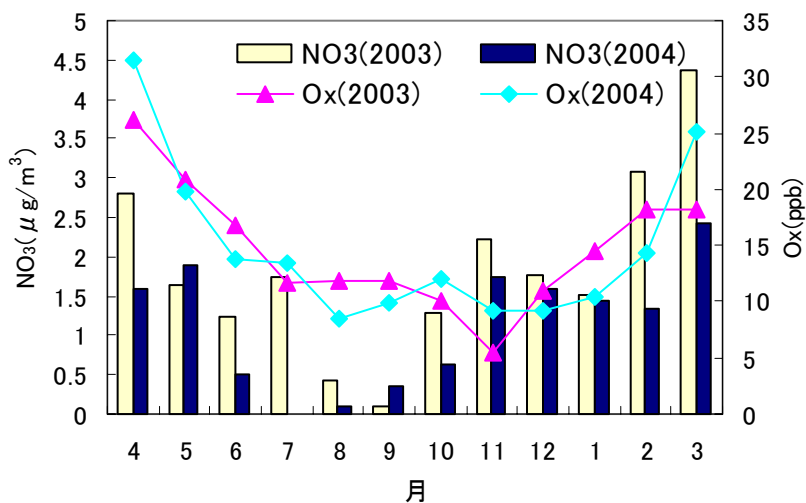


図 4.5.11 PM_{2.5} 中 NO₃⁻ と Ox の月平均値

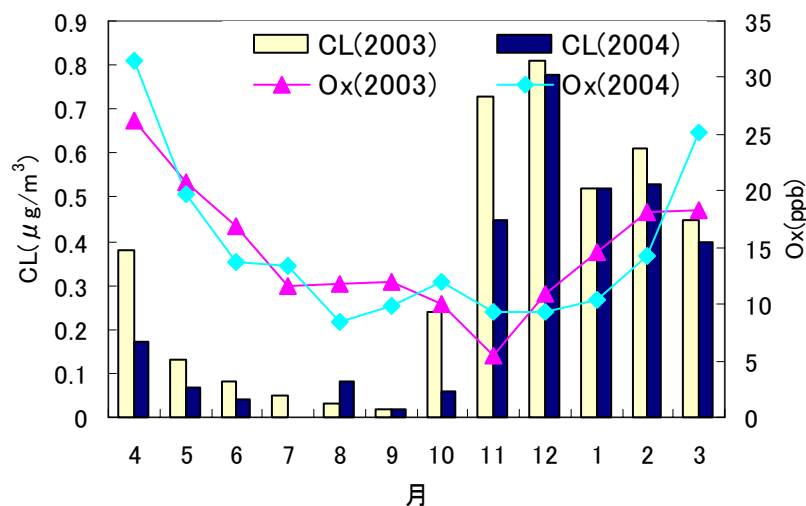


図 4.5.12 PM_{2.5} 中 Cl⁻ と Ox の月平均値

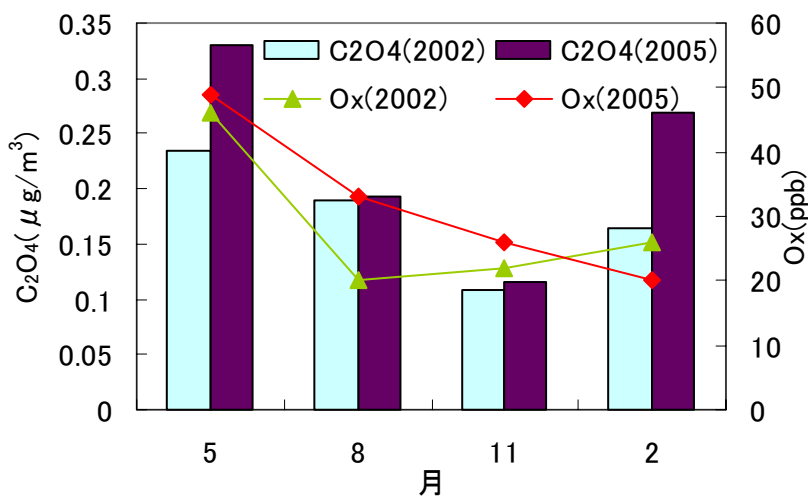


図 4.5.13 微小粒子中 C₂O₄²⁻ と Ox の濃度変動

4.5 NO_x及び SPM 等他成分との関係

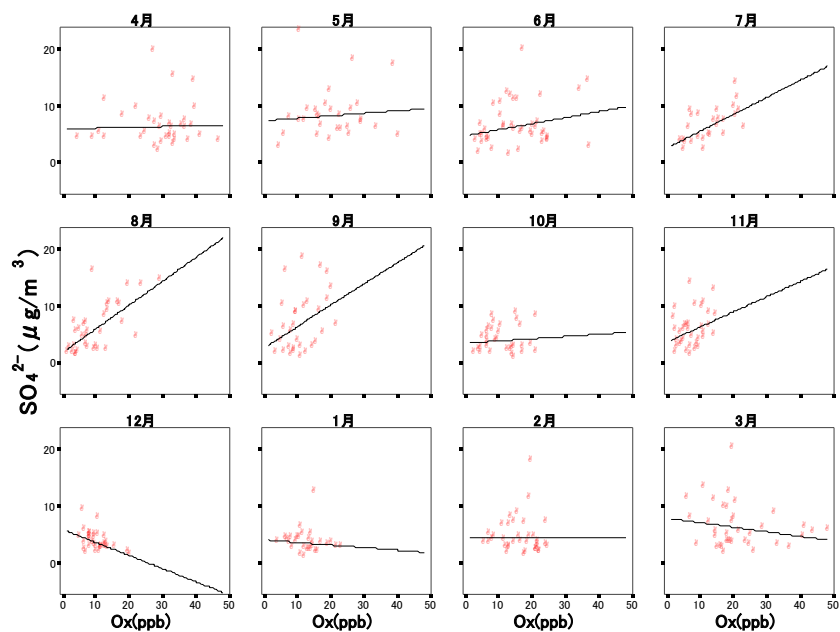


図 4.5.14 月別 PM2.5 中 SO₄²⁻ と Ox との関係

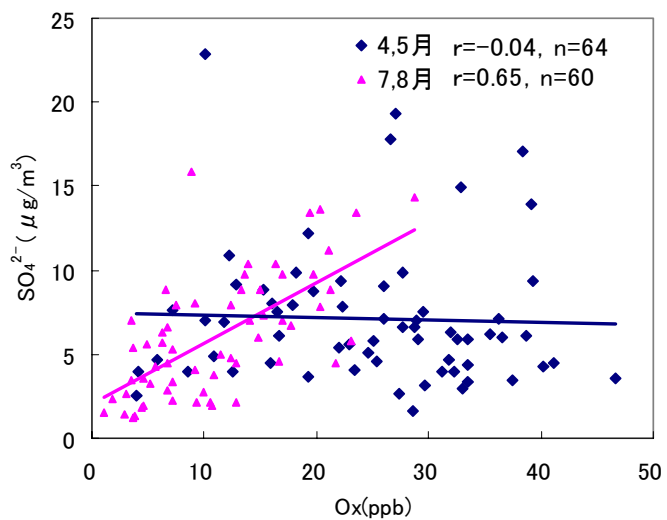


図 4.5.15 PM2.5 中 SO₄²⁻ と Ox との関係の 4、5 月と 7、8 月の比較

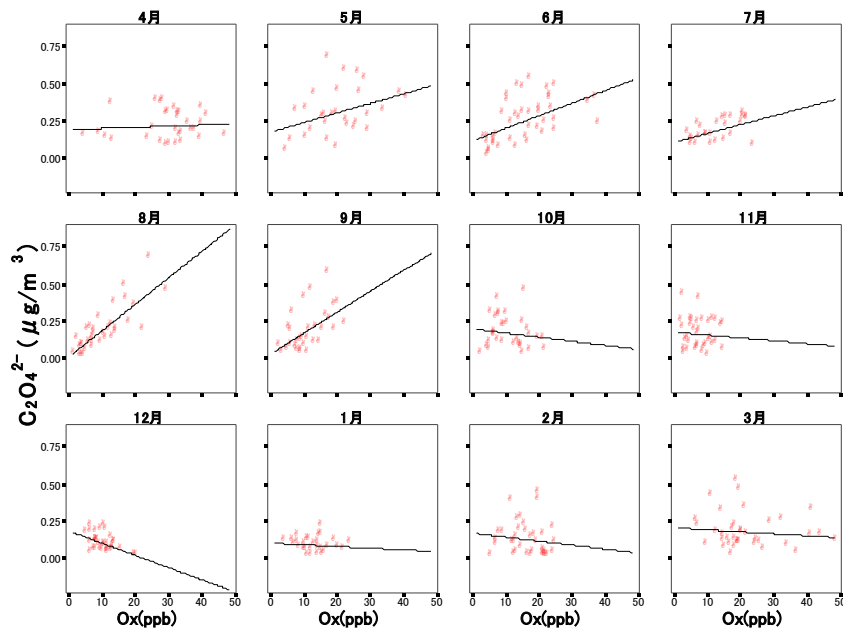


図 4.5.16 月別 PM2.5 中 $C_2O_4^{2-}$ と Ox との関係

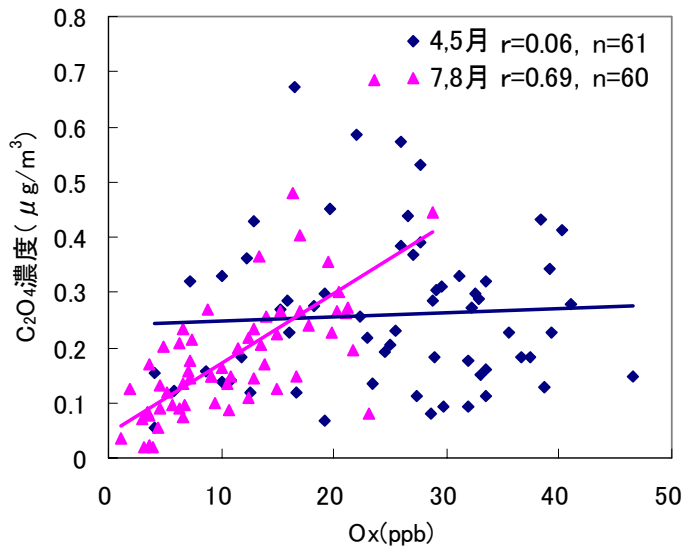


図 4.5.17 PM2.5 中 $C_2O_4^{2-}$ と Ox との関係の 4、5 月と 7、8 月の比較

4.5 NO_x及び SPM 等他成分との関係

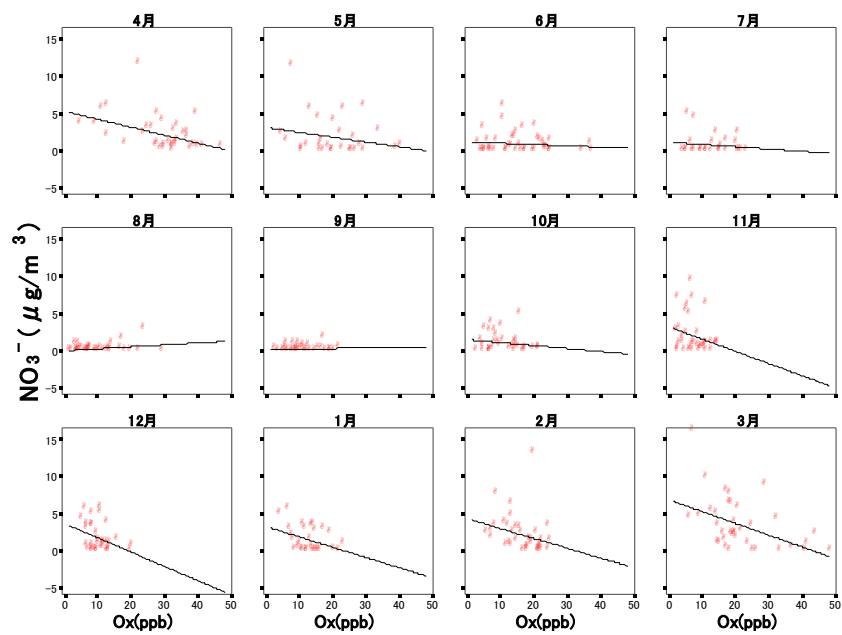


図 4.5.18 月別 PM_{2.5} 中 NO₃⁻と Ox との関係

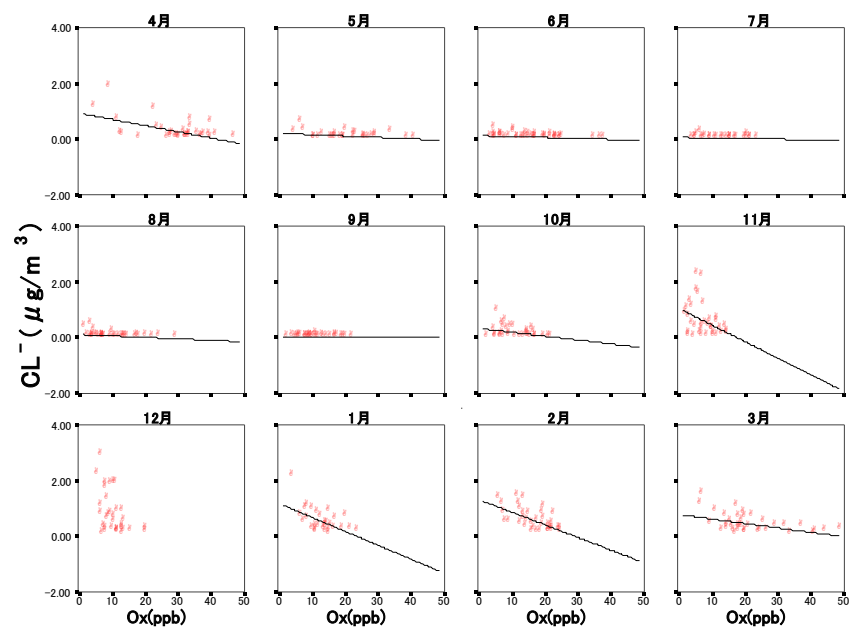


図 4.5.19 月別 PM_{2.5} 中 Cl⁻と Ox との関係

4.5.4 オゾンの週末効果の検証

4.5.4.1 解析方法

大気中の O₃は、その前駆物質である NO_x および NMHC の光化学反応により生成する。近年、NO_x や NMHC 濃度が減少しているにもかかわらず、O₃濃度の増加傾向が多く地域において観測されており、O₃濃度とその前駆物質の関連が注目されている。O₃の生成効率と NO_x および NMHC 濃度との間には非線形な関係が存在し、NMHC/NO_x 比が非常に低い条件下では、NMHC/NO_x 比が増加すれば前駆物質濃度が減少しても O₃の生成が増加することが知られている。一方、NO_xは O₃-NO 反応により O₃の分解に関与するため、NO_xの減少が O₃濃度の増加をもたらす場合も考えられる。実大気中における O₃濃度の増加に対し、どのような要因が関与しているかを示すことは非常に重要である。

NO_x および NMHC の排出量が減少する週末に、平日よりも高濃度の O₃が観測される「オゾンの週末効果」は、実際の環境中における O₃とその前駆物質の関係を調べる良い機会を与える。ここでは PO 濃度([PO]=[O₃]+[NO₂]-0.1×[NO_x])を O₃の光化学生成の指標として用い、関西周辺を対象としてオゾンの週末効果の検証を行なった。

各地方自治体における O_x、NO_x、NMHC の常時監視時間値データを解析した。関西地域の測定局の内、O_x、NO_x、NMHC の三項目全てが測定されていた 73 の測定局を解析対象とした。本共同研究によりとりまとめられた大気汚染常時監視測定データの 2002 年度分を用いた。O_xの測定値をそのまま O₃濃度とした。土、日、祝日、盆、正月を週末、それ以外を平日として取り扱った。各汚染物質の平均日変動パターンを、3～5 月(春期)、7～9 月(夏期)、11～1 月(冬期)について調べ、昼間(10～17 時)における平均濃度を週末と平日で比較した。

4.5.4.2 結果及び考察

表 4.5.6 に、各測定局における昼間の O₃、PO、NO_x および NMHC 濃度を平日、週末について季節別にまとめて示した。ほとんどのケースにおいて、O₃の前駆物質である NO_x および NMHC 濃度は週末に減少していた。一方、多数の測定局において O₃濃度は週末に高濃度となる「オゾンの週末効果」が確認された。図 4.5.20 に各測定局における O₃および PO 濃度の週末-平日濃度差および NMHC/NO_x 比の変化を、O₃濃度差でソートして季節別に示した。図 4.5.20 において明らかなように、オゾンの週末効果が確認された測定局数は、冬期(64 局)>春期(53 局)>夏期(22 局)の順であり、光化学反応が最も活発であると考えられる夏期が最小であった。また、オゾンの週末効果の出現と NMHC/NO_x 比の間に明確な関連は見出されなかった。一方、PO 濃度はほとんどの測定局において週末の方が低濃度であり、O₃の生成量は週末よりも平日に大きいことがわかった。また図 4.5.21 に示すように、O₃/PO 比は NO_x濃度と負の相関をもち、すなわち NO_x濃度の減少に伴い PO に占める O₃の割合が増加していることがわかる。この関係は、O₃-NO 反応による O₃の分解を表している。これらの結果より、①光化学反応による O₃の生成は、前駆物質濃度が高い平日に大きいこと、②オゾンの週末効果は、週末に NO の放出量が減少し、O₃-NO 反応による O₃の分解量が減少することが主因であることが示唆された。これらをまとめると、図 4.5.22 のようになる。

4.5 NO_x及び SPM 等他成分との関係

すなわち、NO_x が減少する週末には O₃-NO 反応により分解される O₃が減少するため、結果としてオゾンの週末効果が見られる場合がある、と結論づけられた。

平日には前駆物質濃度が高く光化学生成が大きいため、実質的なオゾン濃度(PO)は週末よりも高い。しかしながら、NO_x 濃度が高いため、より多くの O₃が分解されて NO₂となる。逆に週末には分解される O₃が少ない。果的に、分解されずに残った O₃が週末に多ければ「オゾンの週末効果」となる。

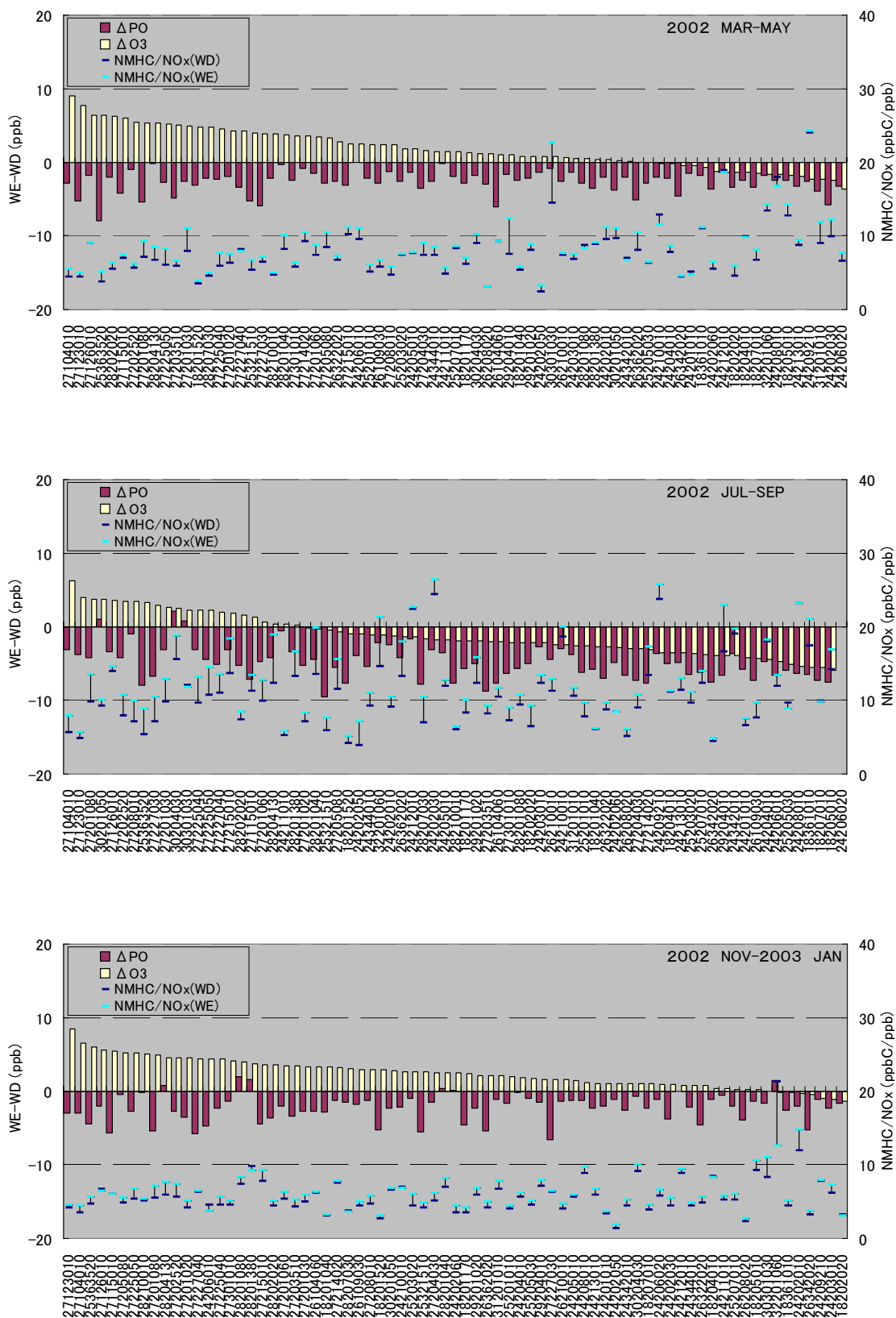


図 4.5.20 屋間の PO および O₃ 濃度の週末(WE)ー平日(WD)差

4.5 NO_x及び SPM 等他成分との関係

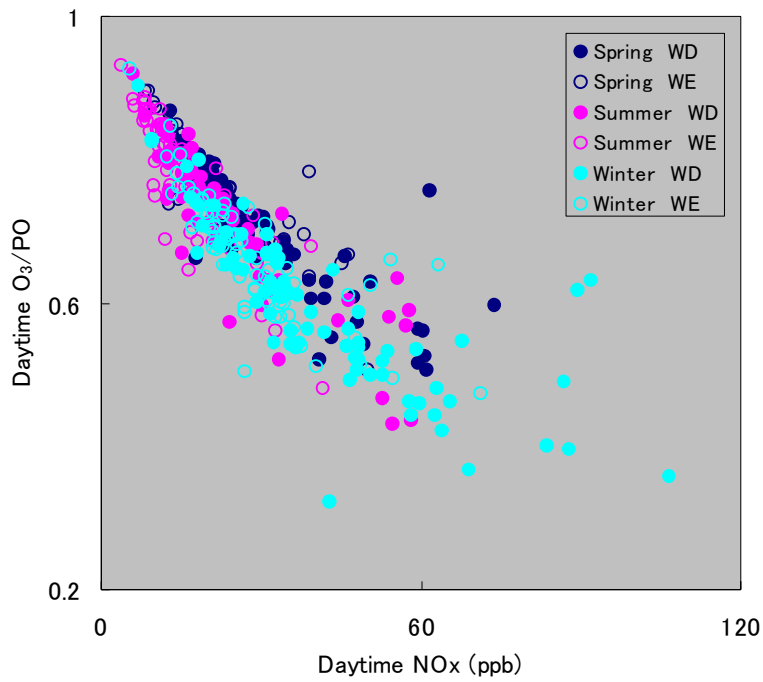


図 4.5.21 日中の NO_x 濃度に対する O₃/PO 比の関係

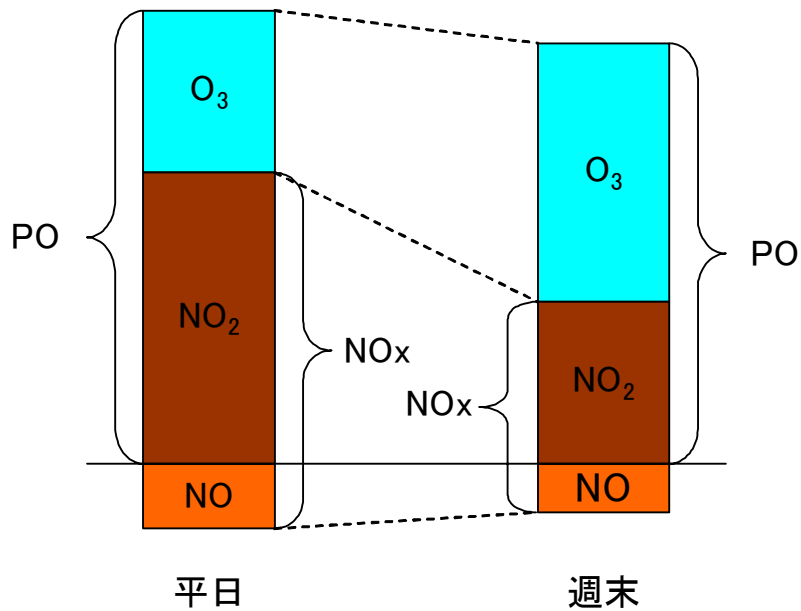


図 4.5.22 オゾンの週末効果の模式図

表 4.5.6 各測定局における昼間の汚染物質濃度まとめ

	SPRING(March - May)								SUMMER(July - September)								WINTER(November - January)							
	O3 /ppb		PO /ppb		NOx /ppb		NMHC /10ppbC		O3 /ppb		PO /ppb		NOx /ppb		NMHC /10ppbC		O3 /ppb		PO /ppb		NOx /ppb		NMHC /10ppbC	
	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE	WD	WE
18201040	41.3	42.1	52.0	49.6	21.2	14.3	11.5	8.2	28.8	26.1	36.9	31.1	15.4	9.1	9.3	5.6	22.1	25.3	39.5	36.6	42.1	25.0	12.8	8.1
18201170	40.7	42.0	52.9	50.0	19.5	13.2	11.9	9.1	25.6	23.7	35.4	29.7	16.5	10.3	13.6	10.3	20.4	22.7	41.4	36.9	46.7	29.0	16.2	12.0
18201520	29.7	34.5	52.7	49.6	59.4	38.1	20.7	14.6	16.5	15.5	35.4	27.6	52.9	32.7	21.8	16.6	16.6	19.4	46.2	41.0	106.6	71.2	28.7	22.1
18202020	47.9	46.5	55.7	52.2	13.2	9.5	6.1	5.6	38.8	36.6	46.6	41.5	12.8	8.4	8.2	7.7	30.5	29.0	41.3	39.6	26.9	27.7	8.5	8.6
18204010	46.8	45.3	54.1	51.6	11.2	9.5	11.1	9.3	37.7	34.3	44.0	39.0	10.4	8.5	11.5	9.6	28.2	28.5	37.6	36.5	16.7	14.3	14.1	11.8
18205010	47.3	45.5	52.8	50.3	6.9	5.9	8.7	8.5	39.9	34.0	43.1	35.6	6.3	4.4	8.9	7.5	25.1	25.3	36.9	35.5	22.1	18.3	20.6	19.3
18207010	45.8	44.2	52.7	49.3	13.0	8.9	8.6	7.2	39.3	33.7	45.9	38.5	10.8	9.2	10.7	9.0	22.6	23.6	37.0	34.6	35.5	25.5	14.0	11.5
18361010	48.9	48.2	53.5	51.7	8.5	6.1	9.3	6.7	37.3	31.8	40.5	34.1	6.0	3.8	10.4	7.9	33.6	33.5	42.1	39.5	18.5	12.9	8.2	6.5
23101010	47.6	47.9	62.6	58.8	22.2	15.6	17.7	12.5	47.1	40.7	57.7	49.3	15.6	13.2	17.8	15.5	22.4	26.6	42.7	41.2	41.4	25.7	23.6	16.2
23103510	30.4	32.5	57.6	51.5	69.5	43.3	25.6	18.3	21.5	20.6	44.7	37.7	56.5	39.8	25.6	21.3	17.5	19.5	43.1	38.4	99.7	60.4	29.8	21.8
23105510	30.5	33.0	60.0	53.5	60.5	41.0	30.9	20.9	22.6	20.7	44.8	39.4	42.5	35.3	27.7	25.2	15.4	17.3	46.6	42.5	103.5	74.1	50.6	35.6
23108010	33.7	34.1	55.4	49.4	35.4	24.2	28.8	21.1	26.3	24.0	42.3	37.2	25.6	21.1	32.4	27.0	17.1	19.5	43.9	39.6	63.2	39.4	34.0	23.5
23110050	43.3	44.1	63.3	57.4	34.0	24.1	63.4	58.5	31.4	29.3	45.4	38.6	29.3	23.4	48.5	42.5	23.0	24.7	51.8	45.1	54.6	41.6	47.8	45.1
23111010	33.0	34.3	51.7	46.6	32.5	20.5	14.6	10.4	23.1	21.5	38.9	33.4	26.7	19.5	17.0	13.7	20.9	23.2	40.9	38.4	45.2	31.2	16.6	12.3
23111050	36.8	40.5	59.5	55.3	40.0	25.1	11.9	6.2	29.0	28.7	45.6	40.9	30.9	21.1	10.4	8.3	20.5	23.9	44.7	42.6	62.7	41.2	11.3	7.7
23201520	44.4	45.6	56.4	54.4	18.5	13.2	13.1	12.9	28.2	23.3	35.7	29.1	12.5	9.7	13.4	11.7	24.1	26.0	44.0	40.7	36.8	27.1	16.8	13.6
23202510	12.2	12.7	53.1	43.7	129.8	81.3	27.5	22.8	8.0	6.2	32.0	24.7	115.3	66.4	36.8	30.5	11.7	11.5	48.1	40.1	148.8	98.4	34.0	29.7
23203010	39.5	41.1	57.2	53.4	29.5	19.4	18.8	12.8	32.2	29.7	49.0	41.8	26.8	19.4	20.7	18.6	19.7	22.8	41.0	38.7	46.8	29.7	23.0	16.6
23204020	40.2	41.1	58.3	54.3	36.2	25.6	21.5	15.0	32.1	28.5	45.9	38.1	27.7	20.3	26.2	23.0	20.7	23.0	43.1	39.5	60.4	36.8	21.0	16.4
23205050	37.5	40.7	56.9	53.5	35.8	23.5	20.1	16.6	26.9	24.3	39.4	34.9	22.4	18.5	25.5	23.1	19.7	22.0	44.8	42.5	61.3	44.8	23.0	19.5
23206520	34.0	35.1	55.1	49.8	34.7	24.4	26.4	19.0	28.7	24.0	45.1	37.8	27.3	24.7	26.8	23.7	18.6	21.2	42.1	38.7	59.1	36.6	34.1	25.5
23207010	38.7	42.4	57.3	53.1	31.9	17.3	17.5	10.6	24.3	21.1	37.0	29.2	22.5	14.1	18.7	14.1	17.1	21.2	40.8	38.3	47.9	28.5	21.1	12.0
23208530	39.5	39.6	51.7	48.2	20.1	14.2	18.2	15.0	25.8	22.8	36.1	31.5	16.0	13.5	22.0	19.7	21.3	23.8	40.0	38.2	35.9	26.6	20.1	16.4
23210010	37.0	37.6	62.1	55.6	46.9	31.3	24.9	15.0	25.2	23.0	43.8	36.5	35.5	24.7	16.9	11.6	17.6	20.9	46.8	42.8	69.9	44.9	34.4	20.9
23211040	43.5	44.2	58.1	54.8	23.8	16.6	22.5	17.1	35.6	28.4	46.7	37.1	17.6	14.6	23.6	20.3	23.2	27.4	44.5	42.6	43.8	29.1	24.2	19.4
23213010	47.0	47.6	58.2	55.4	19.4	15.3	10.2	8.4	32.3	28.2	38.8	33.5	11.5	9.4	15.7	16.1	24.6	26.1	45.0	41.6	45.6	33.4	22.0	17.5
23214010	49.8	50.9	64.7	61.0	24.9	16.3	13.4	9.6	39.2	36.1	50.6	44.1	19.5	14.1	14.4	11.3	27.6	29.6	47.0	45.7	38.6	28.7	15.6	12.5
23216010	35.6	38.4	60.4	56.1	45.0	29.4	11.9	10.5	25.4	23.1	41.0	36.2	26.1	20.6	11.0	12.7	22.0	24.3	44.3	42.3	46.0	34.6	12.7	12.9
23219010	35.0	36.3	54.3	49.7	32.8	21.2	26.9	20.0	26.3	22.1	42.9	35.0	24.7	19.4	29.8	24.2	17.7	21.3	43.1	39.1	54.5	32.1	16.6	21.1
23222010	30.8	31.3	56.0	51.4	45.9	35.8	20.8	16.3	22.3	20.1	39.3	35.5	30.2	27.7	18.7	17.5	16.7	19.4	44.3	40.3	75.7	52.2	28.8	23.7
23224030	40.3	42.9	60.3	56.3	36.1	24.0	27.0	25.1	29.4	26.7	42.7	38.8	24.2	20.3	28.6	32.2	24.5	26.1	43.6	41.8	42.0	32.5	28.1	27.6
23302010	40.8	39.9	57.7	51.9	26.1	20.6	17.2	11.8	28.4	23.7	40.9	34.5	19.1	17.3	22.4	15.7	18.6	19.9	40.6	36.8	47.9	32.6	22.9	15.4
23623020	50.1	49.4	60.3	57.4	16.8	13.5	20.1	18.4	31.9	30.5	38.4	36.1	11.9	9.7	25.4	24.5	30.6	31.2	46.3	44.3	29.8	22.5	18.3	16.6
24201010	46.2	45.6	56.8	55.3	16.1	13.2	8.2	6.1	26.8	22.6	35.5	29.6	12.6	9.8	8.3	7.4	21.4	22.4	45.7	43.7	22.6	17.9	7.6	6.5
24202010	46.4	46.7	62.2	60.0	24.1	18.4	23.0	20.4	27.2	26.0	35.0	32.6	15.1	13.8	13.7	14.5	34.1	33.8	49.1	46.9	26.4	19.9	31.3	29.4
24202030	38.3	35.7	54.3	48.4	31.3	22.2	31.0	27.1	30.7	28.9	42.4	39.2	21.8	18.8	25.9	49.7	19.6	20.4	41.6	37.7	57.0	36.4	25.5	19.9
24202050	55.3	56.0	73.0	71.5	61.9	39.2	15.3	12.8	28.8	27.8	45.5	41.6	55.8	30.3	21.6	21.6	24.9	25.9	40.3	39.2	89.3	54.3	12.1	10.4
24202060	50.6	49.3	65.6	61.9	22.4	17.9	12.4	11.6	29.5	26.6	42.9	38.1	20.9	16.9	17.5	14.3	25.3	27.8	41.6	41.6	33.9	25.6	11.8	11.4
24203010	43.1	43.6	52.4	50.9	15.0	11.9	10.1	8.9	20.7	18.5	26.0	23.3	8.8	7.6	10.9	10.2	31.6	30.5	43.0	40.6	21.3	17.5	13.2	12.6
24204010	44.6	44.4	55.4	53.2	18.3	13.5	14.3	11.6	16.8	12.4	23.7	18.9	11.4	10.2	20.4	18.5	29.4	31.2	42.0	41.9	23.5	19.0	13.1	11.8
24205010	42.8	44.6	55.0	53.6	18.7	13.7	14.4	10.6	10.5	18.6	30.6	27.0	15.2	12.2	18.0	15.5	25.9	27.2	39.9	38.6	25.5	20.3	14.4	12.0
24206010	39.0	41.5	46.6	46.5	13.1	8.1	12.4	8.9	21.8	17.0	28.2	21.5	12.2	7.8	14.5	10.5	21.8	26.2	38.3	33.6	37.7	11.3	17.4	4.2
24206020	49.1	45.5	58.3	55.0	17.5	16.3	11.4	12.4									29.9	30.8	43.2	42.1	32.2	24.0	18.7	15.8
24208010	46.7	45.0	53.2	50.7	10.4	8.8	18.6	14.8	24.9	19.4	29.8	23.5	8.0	6.7	18.5	15.5	27.9	29.0	39.4	38.0	19.3	14.8	17.1	14.2
24209210	43.3	41.1	47.8	45.3	7.1	6.2	16.9	15.0	20.6	17.1	23.7	20.1	5.0	4.7	11.8	12.1	30.0	29.0	36.3	35.1	9.5	9.5	7.4	7.5
24210010	47.3	47.1	56.6	54.5	14.4	10.8	18.6	12.5	20.4	17.9	26.0	22.9	9.8	8.1	18.2	16.2	25.4	28.1	39.0	36.8	23.5	16.5	16.2	11.3
24211010	50.5	51.9	59.0	58.8	13.2	10.4	6.4	5.9	23.7	20.4	30.5	25.4	11.1	7.8	4.4	4.0	34.5	34.8	43.8	43.2	16.3	15.1	8.5	8.7
24212010	41.9	40.6	45.9	44.5	6.6	6.3	12.5	11.8	23.9	22.4	26.6	25.0	5.0	4.6	11.1	10.5	34.7	35.5	38.4	38.2	7.0	5.5	6.1	5.1
24213010	43.1	41.2	54.2	51.0	16.5	13.5	14.3	12.7	23.3	19.7	31.2	26.3	12.3	10.2	14.0	13.2	28.6	29.7	43.3	40.9	24.8	19.8	14.7	13.2
24342010	41.2	41.3	55.9	53.7	22.8	18.6	15.8	12.5	17.4	13.4	26.2	22.5	14.4	14.2	27.4	27.8	25.7	26.7	45.7	43.0	38.7	28.9	17.1	15.0
24344010	38.7	40.2	55.1	52.4	25.9	18.9	19.0	15.9	19.0	17.9	33.1	27.6	24.2	16.4	22.3	18.0	20.6	21.4	38.3	36.1	36.7	27.0	16.4	12.9
25201010	43.0	45.4																						

4.5.5 O_xとNMHCとの関連について

4.5.5.1 解析方法

静岡県に設置されている NMHC 測定局のうち、継続性が認められている測定局 27 局について、1 時間値および 6～9 時の月平均値の経年変化を求めた。

4.5.5.2 結果及び考察

1) 静岡県における NMHC 濃度の経年変化について

静岡県に設置されている NMHC 測定局のうち、継続性が認められている測定局 27 局について、1 時間値および 6～9 時の月平均値の経年変化を求めた。その結果、減少傾向を示す測定局は 14 局（図 4.5.23 は一般局の例、図 4.5.24 は自排局の例）、横ばい傾向を示す測定局は 12 局（図 4.5.25）であったが、増加傾向を示す測定局は 1 局（図 4.5.26）のみであり、静岡県の NMHC 濃度は、減少または横ばい傾向で推移していたことが分かった。

また、経年変化が減少傾向を示す測定局のうち、図 4.5.23 に示す一般局と比較して図 4.5.24 に示す自排局のほうが、より明確に減少傾向を示していることから、移動発生源の NMHC 排出量が環境濃度に影響を与えていることが考えられた。

一方、O_x 生成に関与するとして指針値が定められている 6～9 時の平均値について月平均値の経年変化と 1 時間値の月平均値の経年変化とを比較したところ、図 4.5.23～図 4.5.26 に示すとおり概ね同様の傾向を示していることから、6～9 時の平均値の推移で NMHC の経年変化を示すことができることが分かった。

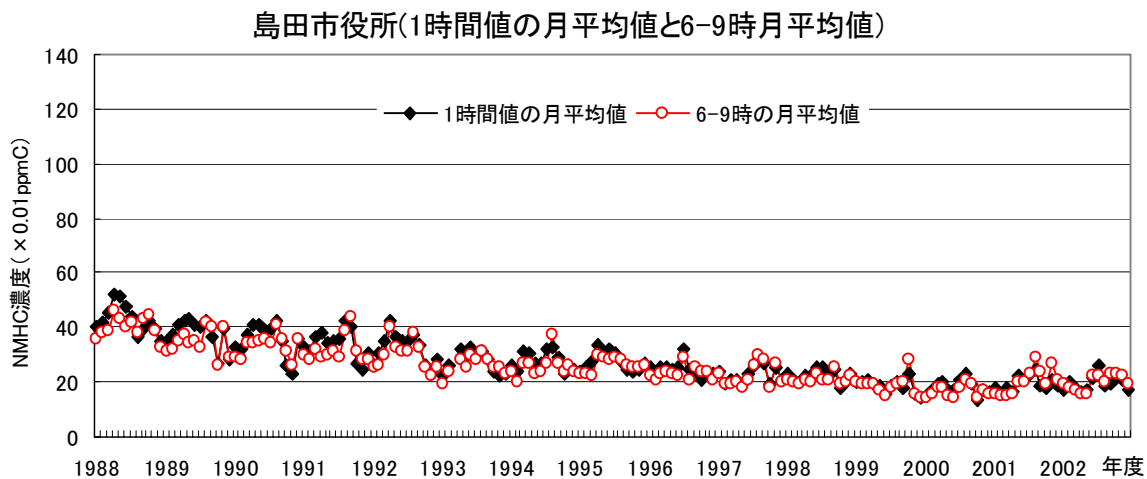


図 4.5.23 減少傾向を示す一般局の例

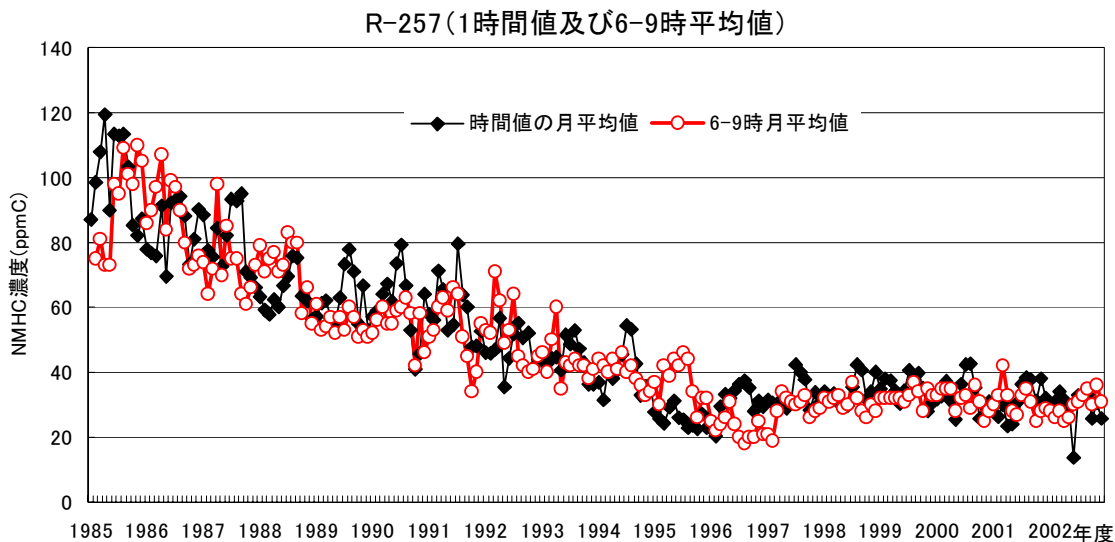


図 4.5.24 減少傾向を示す自排局の例

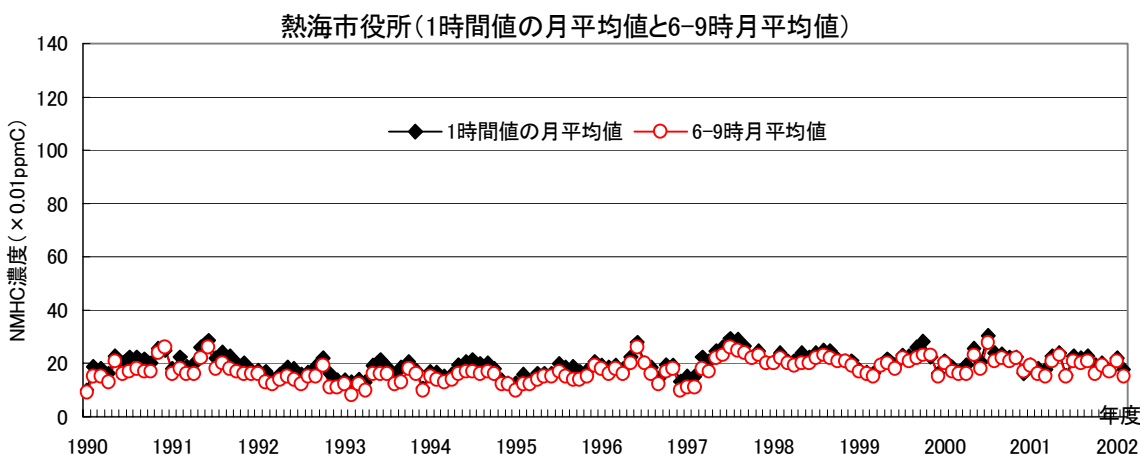


図 4.5.25 横ばい傾向を示す測定局の例

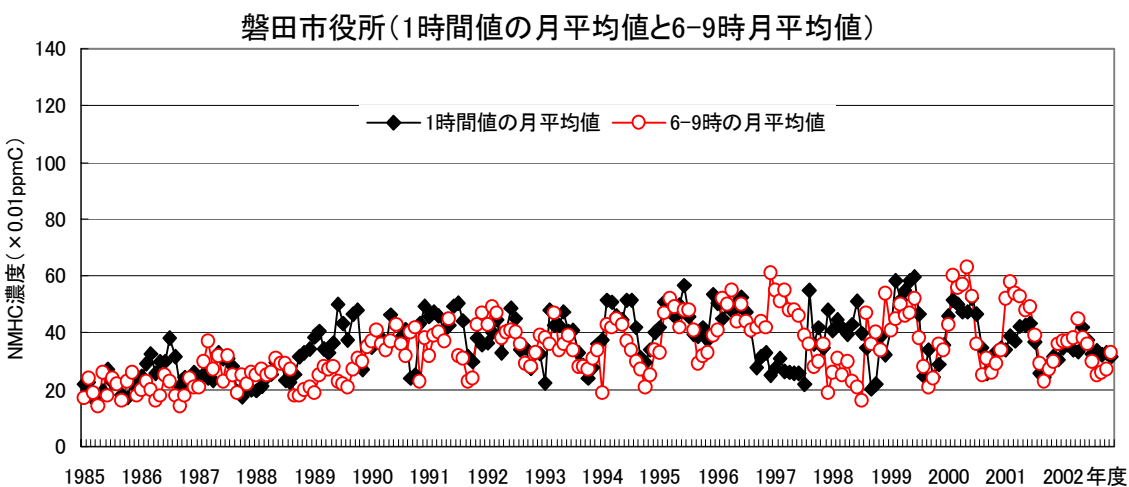


図 4.5.26 増加傾向を示す測定局の例

4.5 NOx及び SPM 等他成分との関係

2) NMHC の 6～9 時平均濃度と O_x 日最高濃度の関係

O_x の生成を防止するため指針値が定められている NMHC の 6～9 時平均濃度と O_x 日最高濃度との関係を把握するため、島田、熱海、磐田の各市役所の 1993 年度における通年と夏期（7～9 月）の散布図を図 4.5.27～図 4.5.29 に、1997 年度の通年及び夏期（7～9 月）の散布図を図 4.5.30～図 4.5.32 に示した。

NMHC の 6～9 時平均濃度と O_x 日最高濃度は、1993 年度には、図 4.5.28 に示す熱海の通年でやや正の相関、図 4.5.27 及び図 4.5.29 に示す島田と磐田の通年及び夏期の 3 局全てで負の相関を示したが、1997 年度には、図 4.5.30 に示す島田の通年で負の相関、図 4.5.31 と図 4.5.32 に示す熱海と磐田の通年及び夏期の 3 局全てで正の相関を示すなど、年度、時期、測定局によって異なる相関を示していた。

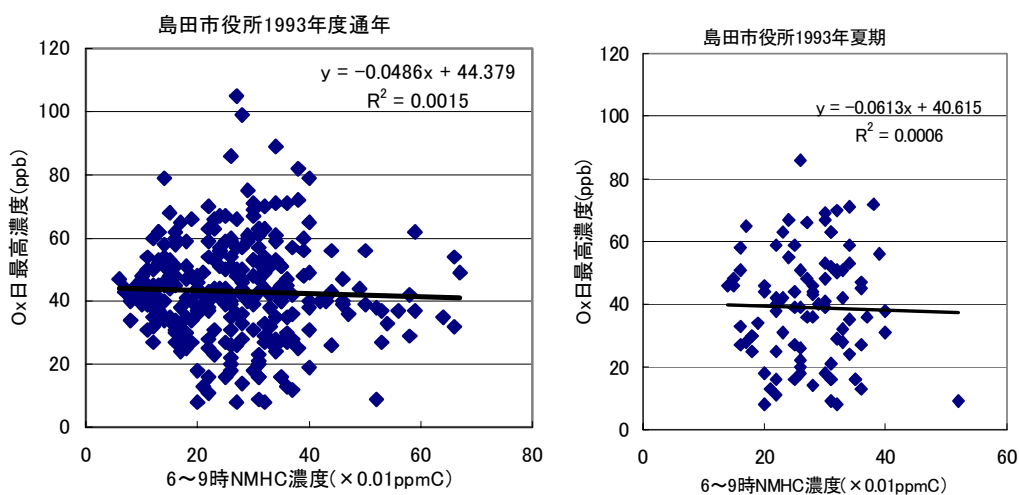


図 4.5.27 島田市役所(1993 年度)

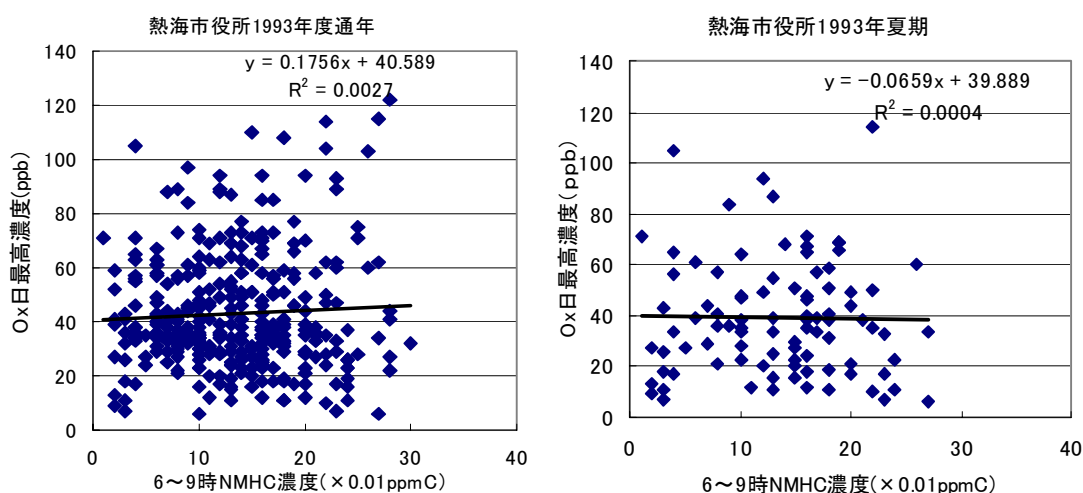


図 4.5.28 熱海市役所(1993 年度)

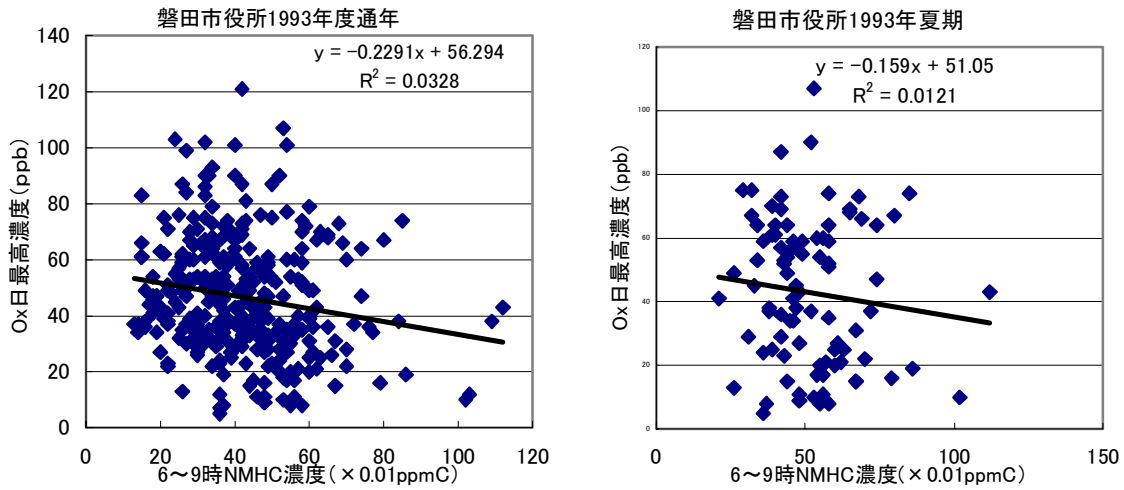


図 4.5.29 磐田市役所(1993 年度)

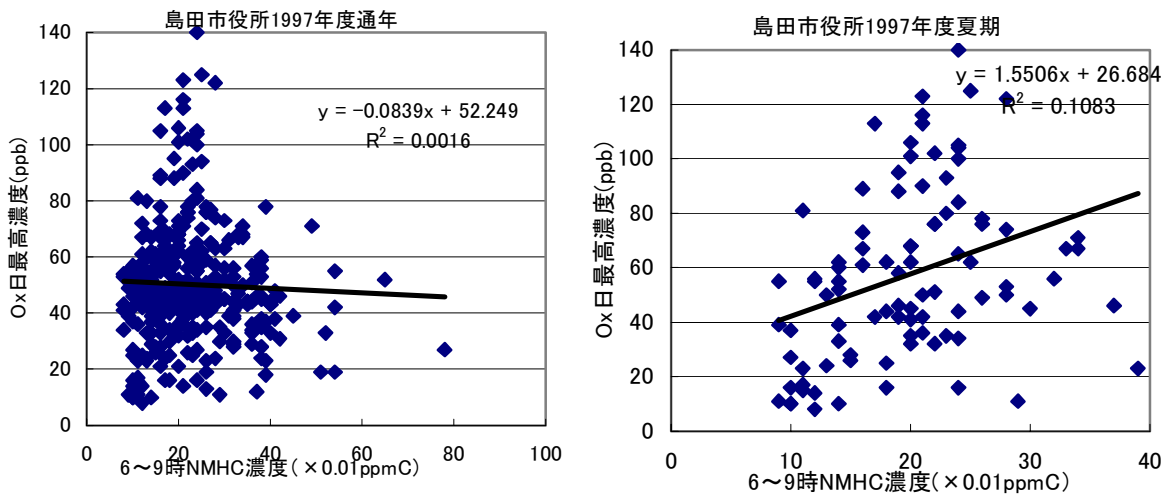


図 4.5.30 島田市役所(1997 年度)

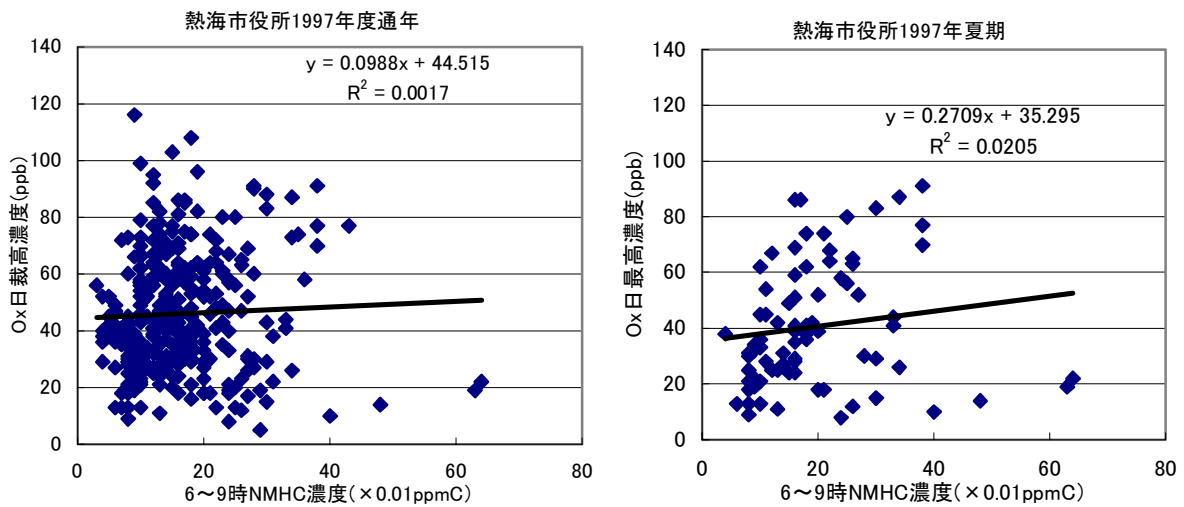


図 4.5.31 熱海市役所(1997 年度)

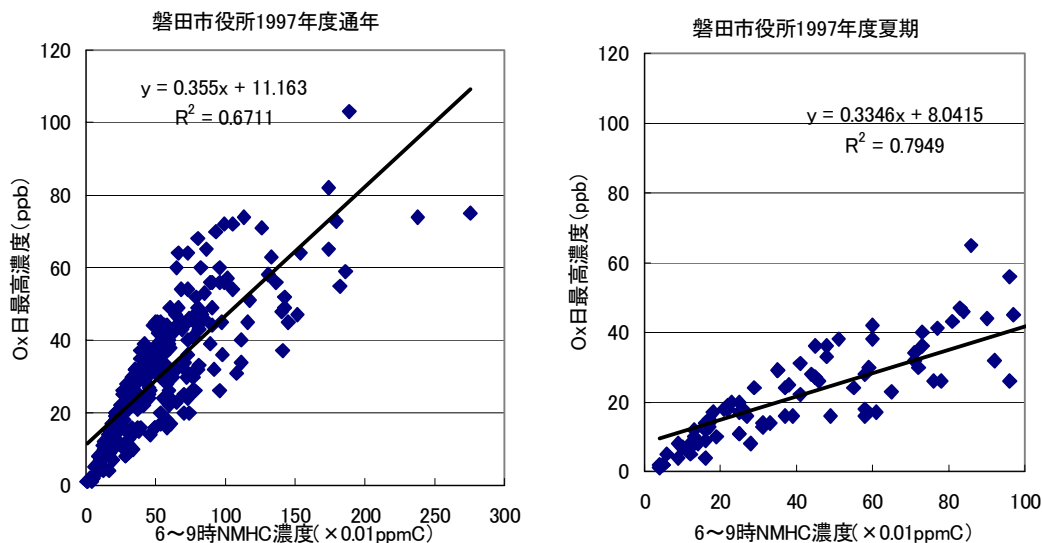


図 4.5.32 磐田市役所(1997 年度)

4.5.5.3 まとめと今後の課題

測定が継続している静岡県の NMHC 測定局の 1 時間値の月平均濃度の経年推移は、14 局で減少傾向、12 局で横ばい傾向を示し、増加傾向を示す測定局は 1 局のみであった。減少傾向は一般局より自排局の方が顕著であり、移動発生源からの排出量が環境濃度に影響を与えていることが示唆された。また、NMHC の 6~9 時の月平均濃度の経年推移は、1 時間値の月平均濃度の経年推移と同様の傾向を示していた。

一方、Ox の生成を防止するため指針値が定められている NMHC の 6~9 時平均濃度と Ox 日最高濃度において、1993 年度と 1997 年度のデータからは、年度、期間や測定局によっては一部で正の相関が見られたものの、共通する明確な相関関係は見られなかった。

以上のことから、今後 Ox と NMHC との関連について把握するためには、

- ・ NMHC 濃度の経年的な減少傾向の要因の把握
- ・ NMHC 濃度の減少傾向が全国的な現象かどうかの確認
- ・ NMHC 濃度の 1 時間値の経年推移が 6~9 時平均濃度の推移で代表可能かの確認
- ・ NMHC の 6~9 時平均濃度と Ox 日最高濃度において正の相関を示すデータの抽出と解析
- ・ NMHC/NOx 比の経年推移と Ox 濃度の把握
- ・ 正の相関を示す NMHC の 6~9 時平均濃度-Ox 日最高濃度と NMHC/NOx 比の関係などについて静岡県以外のデータにも解析範囲を広げ、より詳細に検討する必要がある。

4.5.6 章のまとめ

本章では、O_x 濃度と NO_x、SPM、NMHC 等の汚染物質濃度との関連性に着目して解析した。

- ① 全国の年平均・月平均濃度を対象に解析した結果、全ての月について、O_x と NO_x の間に負の相関性が認められ、NO による O₃ 消費の影響が大きいと考えられる。一方、O_x と SPM の間にも負の相関性が認められるが、O_x—NO_x 関係ほど明瞭でない。一般的に、SPM (一次粒子) と NO_x の間には正の相関性が期待され、O_x と SPM が逆相関になる。しかし、夏季の都市域のように光化学二次生成の影響が大きい場合には、SPM と O_x の間には正の相関性が認められる。このため、O_x—SPM 関係は地域や月によって変化する。
- ② 名古屋及び神戸で測定された微小粒子の可溶性イオン成分と O_x 濃度の関連性を解析した。O_x 平均濃度が高くなる春季には、微小粒子成分のうち SO₄²⁻、NH₄⁺、C₂O₄²⁻ の二次粒子が高濃度となるが、これらの粒子成分濃度は O_x 濃度との相関は低い。一方、夏季には、これらの粒子成分濃度と O_x 濃度の相関が高い。このことから、二次粒子の生成メカニズムが、春季と夏季とで異なる可能性がある。
- ③ O₃ の週末効果は、関西地方周辺の多数の測定局において確認される。一方、ほとんどのケースにおいて、O₃ の前駆物質である NO_x および NMHC 濃度は週末に減少している。O₃ の週末効果が確認される測定局数を季節別に見ると、光化学反応が最も活発な夏季に最も少なくなる。また、光化学生成ポテンシャルオゾン PO は、ほとんどの測定局において週末の方が低濃度であり、O₃ 生成量は週末よりも平日に大きい。これらのことから、光化学反応による O₃ 生成は、前駆物質濃度が高い平日に大きいと考えられる。一方、O₃/PO 比は NO_x 濃度と負の相関、すなわち、NO_x 濃度の減少に伴い PO に占める O₃ の割合が増加する。この関係は、O₃—NO 反応による O₃ の分解を表しており、NO 濃度が低い週末には平日よりも、O₃ 分解量が減少すると考えられる。以上のことから、O₃ の週末効果は、これまでの定説 (オゾン生成変化説) とは異なり、NO による O₃ 分解量の平日・週末差が主因であると結論づけられる。
- ④ 静岡県内の NMHC 濃度は、経年的に減少傾向にあり、減少傾向は一般局より自排局の方が顕著であり、移動発生源からの排出量が環境濃度に影響を与えていることが示唆された。NMHC の 6~9 時平均濃度と O_x 日最高濃度において、年度、期間や測定局によっては一部で明瞭な正の相関が見られたものの、共通する明確な相関関係は見られなかった。

参考文献

- 1) 大野隆史ら:光化学オキシダントと NO_x・SPM・NMHC 等との関連, 第 46 回大気環境学会年会講演要旨集, 481 (2005)
- 2) 大野隆史ら:光化学オキシダントと NO_x・SPM との関連及びウィークエンド効果の検証, 第 21 回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集, 35-39 (2006)
- 3) 大野隆史ら:光化学オキシダントと NO_x・SPM との関連(その 2), 第 47 回大気環境学会年会講演要旨集, 1E0948 (2006)
- 4) 山神真紀子ら:光化学オキシダント高濃度時における PM_{2.5} とその成分, 第 47 回大気環境学会年会講演要旨集, 1E1000 (2006)
- 5) 板野泰之ら:オゾンの週末効果の検証, 第 47 回大気環境学会年会講演要旨集, 1E1012 (2006)
- 6) 森 淳子ら:オキシダント濃度月別出現パターンの広域的分布, 第 46 回大気環境学会年会講演要旨集, 482 (2005)
- 7) 若松伸司編:国立環境研究所研究報告 第 184 号, R-184 (2004)
- 8) 鈴木行夫ら:神戸市環境保健研究所報, 34, 50-54 (2006)

[とりまとめ:大野 隆史 (名古屋市環境科学研究所)]

4.5.2 執筆者:大野 隆史 (名古屋市環境科学研究所)]

4.5.3 執筆者:山神 真紀子 (名古屋市環境科学研究所)]

4.5.4 執筆者:板野 泰之 (大阪市立環境科学研究所)]

4.5.5 執筆者:篠原 英二郎 (静岡県環境衛生科学研究所)]

4.6 「気象要素との関係」の解析

－ 中四国地方を中心とした光化学オキシダント高濃度事例解析について －

4.6.1 はじめに

中四国地方は、日本でも特徴的な地理条件をもつ地域の一つである。すなわち、日本海・瀬戸内海・太平洋などの海洋に面した地域と、それら海洋の間にそびえる中国山地・四国山地があることから、光化学オキシダント（Ox）高濃度事例についても地理的要因を踏まえた調査が必要である。今回の解析では、中四国地方で観測された高濃度事例に着目して、高濃度が観測された地域分布によって以下の4つに分類する。(I)太平洋側、(II)瀬戸内、(III)日本海側、(IV)中四国全体。解析対象期間は1995～2003年度（9年間）の3～10月とし、特徴的な9事例についてOx高濃度域の空間分布やその時間変動を記載する。

4.6.2 解析方法

それぞれの事例について、Ox濃度の全国分布、および気象状況を調査した。Ox測定データは、C型研究で整備された37都府県の1時間値データを用いた。気象状況については、気象庁の天気図や地上気象官署およびアメダス観測データを用いた。また、高濃度Ox観測時の気塊の起源を把握するため、国立環境研究所地球環境研究センターで提供されている「CGER METEX」を用いて後方流跡線解析を行った。気象データは同ホームページ上で提供されているNCEPデータを使用し、九州から関東・北陸までのいくつかの地点の上空1,000m（16時）を初期値として、等温位面法による後方流跡線計算（3日間）を実施した。

4.6.3 結果と考察

それぞれの事例におけるOx濃度分布、気象状況、後方流跡線解析結果を以下に示す。

4.6.3.1 太平洋・瀬戸内高濃度事例(1999年5月14日)

5月14日は瀬戸内地域及び太平洋側の高知において100ppbを超える高濃度事象が見られた。一方、島根、鳥取など日本海側は80ppbを超えることはほとんどなかった。全国的にみると瀬戸内では兵庫、大阪、大阪湾岸から紀伊水道兩岸の徳島、和歌山まで高濃度がみられ、太平洋岸では和歌山から三重、愛知、伊勢湾岸、静岡まで100～120ppbを超える高濃度事象が見られたが、関東では100ppbを超えなかった。前日の13日は関東地方が特に高く、各地で120ppbを超えており愛知あたりまで高濃度がみられたが、中四国地方では100ppbを超える局はほとんどなかった（図4.6.1）。

気象状況は5月12日から全国的に帯状の高気圧に覆われ、13～14日にかけては各地で真夏日が記録された（図4.6.2）。関東での13日の日中の風は主に南～南南西であったのが、翌日14日は東の風になっており、東海から近畿、四国と西に向かうにつれ、南よりの風になっていた。

後方流跡線解析の結果では、13日を起点とした流跡線の振舞いは複雑であった。14日については、この結果からは西日本は大陸から大気が移流しているように見える（図4.6.3）。

4.6.3.2 瀬戸内高濃度事例(2002年7月24日)

7月24日は岡山、広島、兵庫、大阪、徳島で日最高値が120ppbを超え、広島（12時）、兵庫（13時）、徳島（15時）、岡山及び大阪（16時）の順に時間差をもって120ppbを超えていた。また山口、香川、愛媛でも80～120ppbの高濃度であった。一方、山陰地方（島根、鳥取）、高知は最高濃度が80ppb以下であった。19時頃より中国、近畿(京阪神)から下がり初めているが、徳島は22時まで120ppbを超えた局があった。24日前後の状況は、21日は関東北部が高く茨城、栃木、群馬、埼玉、東京で120ppbを超える局があった。22日は関東北部のほか近畿の京都と滋賀で120ppbを超えた局があった。中国・四国は21日、22日ともにすべての局が80ppb未満であった。23日は、近畿の多くの局で120ppbを超え、岡山、広島の一部の局で120ppbを超えた。また、香川、徳島の西部の局で80ppbを超えていたが、それ以外では80ppb未満であった（図4.6.4）。時間的には80ppb以上になったのは近畿、広島、岡山、徳島、香川の順であった。近畿より低下し始め、ついで中国、四国が低下している。25日になると近畿、中国、山陰、四国全ての地域で80ppb未満であった。

気象状況については、20～21日にかけて中国・四国では梅雨があげ、22～24日にかけて太平洋高気圧に覆われていた（図4.6.5）。25日は台風が四国の南海上から屋久島付近に進んでいた。22～24日において各地で最高気温が30℃を超え、24日は最も高く35℃を超える猛暑の県が多かった。中国、近畿、四国の22～24日において、22日、23日は日照時間が10時間に満たないところもあったが、24日は全てで10時間を超えていた。また、平均風速が1～4m/sで弱風であった。

後方流跡線解析の結果では、九州、中四国は西日本上空を複雑に動いていたように見える。近畿から関東では太平洋から流れて来ているように見える（図4.6.6）。

4.6.3.3 瀬戸内高濃度事例(2000年9月7日)

9月7日は、100ppb以上のOxが近畿、中国、四国の瀬戸内海側及び九州の一部（福岡、宮崎）で観測され、120ppb以上は大阪、和歌山、広島、山口で観測された。近畿の瀬戸内海側は5日、6日も高濃度であった。4～7日にかけて瀬戸内海側では、Ox濃度が経日的に上昇しているが、日本海側ではあまり変化は見られず60ppb未満で推移した（図4.6.7）。

気象状況は、秋雨前線が日本の南～東側にかけて停滞し、4～7日までは、関東、東海地方では曇または雨であったが、西日本では晴の日が続いた（図4.6.8）。7日は大阪で最高気温34.6℃を記録したのをはじめとして西日本各地で30℃以上を記録し、日照時間は9時間以上と晴れていた。瀬戸内海側では、広島を除き、平均風速2m/s程度の弱い風で、日中は海風が卓越していた。8日以降は、前線や台風の影響で全国的に天気が崩れた。

後方流跡線解析の結果では、中四国上空からの移動は距離の短い流跡線を示し、鉛直方向の移動もあまり大きくなかった。関東では太平洋の高度の低いところからの流跡線がみられ

た（図 4.6.9）。

4.6.3.4 日本海側高濃度事例(1997年3月28日)

3月28日は山陰側のみが高濃度であった。特に島根では、西部の日最高値が100ppbを超え、すべての局で80ppbを超えた。一方、瀬戸内の広島、岡山、愛媛、香川では80ppbを超えた局はなかった。全国的に見ると日本海側では九州長崎と能登半島が一部80ppbを超えておりやや高めである。前日の27日は長崎で100ppbを超えており、他は全国的に低い（図 4.6.10）。

気象状況は、移動性高気圧が大陸から移動してきて、28日は北日本及び東日本は移動性高気圧に覆われた。日本列島は快晴から晴れ、気温も平年より3~8℃高く、穏やかな一日であった（図 4.6.11）。その後29日には大陸からの前線が通過し、西日本はしだいに移動性高気圧の北の縁になり、しだいに雲が多くなり夜は九州南部で雨となった。山陰地方での平均気温、平均風速については、3月27日と28日で差はなく、日照時間はほぼ同じであった。

後方流跡線解析の結果では、上空の空気は大陸（中国東北部）からの2,000~3,000m前後の上空から徐々に降りてきているようにみえる（図 4.6.12）。

4.6.3.5 日本海側高濃度事例(1997年6月19日)

6月19日は日本海側の島根県西部で午前中から100ppbを超える高濃度事象が観測された。一方、他の地域ではほとんど60ppb以下であった。前日の6月18日には広島では各地で120ppbを超え、岡山、愛媛でも100ppbを超える局があり、島根でも全局80ppbを超えるなど中四国で広範囲の高濃度事象であった。全国的にみると九州から中四国の西日本で高濃度がみられ、近畿から東ではほとんど60ppb以下であった（図 4.6.13）。

気象状況は6月17~18日にかけて西日本では気温が上昇し、各地で30℃を超えるところがあった。一方、梅雨前線に近い東海、関東では雨であった。19日は台風の影響で西日本も次第に雨となった（図 4.6.14）。

後方流跡線解析の結果では、全国的に太平洋上の1,000m以下の低い高度からの移流を示している（図 4.6.15）。

4.6.3.6 日本海側高濃度事例(1997年10月19日)

19日は15時に島根で最大106ppbとなった。20日14時にも101ppbと高濃度であった。西日本全体では他にも濃度が高めの測定局はあるが、Ox光化学生成の原因物質の大規模な発生源を持たない島根が最も高濃度という特徴的な事例で、同様の現象は他にも数事例みられた。なお、全国的に見ると19日の16~17時に東海でも100ppbを僅かに超えていたが、他はすべて100ppb以下であった（図 4.6.16）。

気象状況については、この年の10月は6日以降ずっと良い天気が続いた。14日に大気不安定となり西日本で雹が降ったがすぐに回復した。天気図を見ると、前日の18日には前線が通過しているが、西日本は天気が崩れることもなく良い天気が続き高温となった（図

4.6 気象要素との関係

4.6.17)。当日の 19 日は全国的に晴れの良い天気となり、20 日も良く晴れて 10 月の最高気温となり 9 月並の陽気となった。その後も晴天が続き 21 日はフェーン現象のため鳥取市で最高気温が 30.1℃を記録。22 日にも台風が近づき暖かい空気が流れ込んだため、西日本は高温となった。なお、松江市では 19、20 日とも朝はほぼ無風状態だったが、昼過ぎから夕方まで風速 6~10m/s の西風となっており、Ox 濃度上昇の時期と一致している。今回の事例は 10 月には珍しい高温が続いていた状態だが、19、20 日が必ずしも最高気温となっていたわけではない。平均気温は島根よりも他の瀬戸内側の方が高めである。また、島根の平均気温はむしろ 21 日以降にフェーン現象の影響で上がっていた。

後方流跡線解析の結果は、中国大陸の上空 3000m 以上から東シナ海を通過して西日本に到達している (図 4.6.18)。

4.6.3.7 中四国全体高濃度事例(2003 年 6 月 6 日)

6 月 6 日は島根、広島、岡山、愛媛を中心に多くの局で 100ppb を超え、中四国全体が高濃度であった。全国的に見ると日本海側では、北九州と能登半島付近で高濃度であり、北関東、中部、近畿の内陸部でも高濃度であったが、太平洋岸では 100ppb を超える局はなく、80ppb 以下の局も多く見られた。前後の日の Ox 濃度分布を見ると、3 日には瀬戸内、太平洋側が高く、日本海側は低い。4 日は北九州、中国が高濃度であり、また能登半島はやや高めである。一方、東海、関東では低い。5 日は全国的に高濃度であるが、6 日に比べるとやや日本海側が低く、東海、関東の太平洋側が高い。7 日は 6 日と同様な傾向であるが、中四国はやや低くなり、北九州がやや高くなっている (図 4.6.19)。

気象状況については、2 日は全国的に晴れであり、3 日も概ね晴れであったが台風が近づいていた。4 日になると台風は四国の南で温帯低気圧となり、太平洋岸は雨となった。5 日は暖かい空気が流れ込み全国的に晴れ、特に関東では真夏日を記録した。6 日は全国的に晴れていたが沖縄では梅雨前線の影響で雨であった(図 4.6.20)。

後方流跡線解析の結果は、日本上空付近で複雑な振る舞いをしており、5 日、4 日も同様の傾向であった (図 4.6.21)。

4.6.3.8 中四国全体高濃度事例(1997 年 8 月 24 日)

8 月 24 日は島根、広島、山口、徳島で 100ppb、岡山で 120ppb、愛媛で 90ppb を超え、中四国全体の高濃度事象となった。島根で夏に 100ppb を超えるのは稀である。全国的に見ると、兵庫、大阪、関東と東海の太平洋沿岸で高濃度であった。24 日より前の高濃度地域は、20~21 日では関東(20 日は北、21 日では南)、愛知、大阪付近で 120ppb を超過しており、22 日はおもに愛知だけが高濃度であった。23 日は関東の複数局で 120ppb を超え、中四国では島根と徳島で 100ppb を超えていた。広島、岡山は多数の局で 80ppb を超えていたが、100ppb を超える局はなかった。その他の地方、九州、北陸、東北では多くの局で 60ppb 以下であった (図 4.6.22)。

気象状況については、21 日は関東から近畿にかけて気温が上昇し、35℃をこえるところも

あった。22日は大陸の低気圧から伸びる前線の影響で、北日本の日本海側は雨となった。23日、24日も関東から西では気温が高く、35℃に達するところもあった(図4.6.23)。

後方流跡線解析の結果では、日本上空の気塊は中国大陸からやってきているように示されたが、高度は拡散等の影響が大きいと考えられる千数百m以下のところで大きく上下変動して推移している(図4.6.24)。

4.6.3.9 中四国全体高濃度事例(2002年10月3日)

10月3日は、10月としては珍しく、西日本全域が高濃度となった。100ppbを越えた測定局が各地で見られ、日本海側の島根も高濃度であった。16時には滋賀で最大110ppbを超えている。能登半島付近でも100ppbを超えている局があるが、中部、関東の内陸部と東北は低い傾向が見られた。3日の前後数日は西日本のOx濃度が全般的に高く、高いところでは100ppb前後を記録している。4~6日にかけては、関東で濃度が上がっており、1~6日までの濃度分布変化を見ると、濃度の高い地域が東へ移動しているようにも見受けられる(図4.6.25)。

気象状況については、1日に台風が関東を直撃して2日にかけて東北を北上し低気圧になって去った。西日本は台風が近づきはしたが影響はほとんど受けず、良い天気が数日続いていた時期である。台風の通過後は全国的に晴れ、気温は2日には9月上~中旬並に上がった。当日の3日も良い天気でさらに気温は高くなり、沖縄、九州、中国の所々で真夏日となった。4日は寒冷前線が通過し日本海側は雨だが太平洋側は晴れで気温が上昇した。5日は全国的に晴れで気温が上昇し、9月上旬から中旬並みの気温となった。6日から西日本は低気圧の接近で天気が崩れ始めた(図4.6.26)。風向は西日本では西~南寄りで風速が数m/sのところが多いが、松江市では6~10m/sとかなり強い西風だった。

後方流跡線解析の結果は、中国大陸の上空2,000~3,000mから東シナ海を通過して日本上空に到達している(図4.6.27)。

4.6.4 今後の課題

中四国地方の高濃度事象を、高濃度を観測した地域分布により、(I)太平洋側、(II)瀬戸内、(III)日本海側、(IV)中四国全体、4つの場合に分類して調べた。

1999年5月14日にみられた、中四国の瀬戸内地域及び太平洋側の高濃度事象については、地域的な汚染に加えて、前日の関東で高濃度をもたらした汚染気塊が太平洋上に輸送された後に、翌日になって西日本方面に移流した可能性も考えられる。後方流跡線解析の結果では、13日は流跡線の振舞いが複雑であり、この結果からの判断は難しいと思われる。14日は大陸から大気に移流しているように見えるが、日本海側が低濃度であることから、単純ではなく、その理由についても詳細に調べたい。

瀬戸内海地域は、地形的に北側の中国山地と南側の四国山地に挟まれており、条件によっては地域内での汚染物質の蓄積が高濃度をもたらした可能性が考えられる。晴天の持続という光化学反応に適した気象条件などを考慮して、高濃度事象の原因解明について今後検討し

たい。

日本海側における高濃度事象については、大陸からの移流が日本海側をかすめた可能性が考えられる。また、前日に九州や瀬戸内で高濃度を観測した事象もあったことから、隣接地域からの移流も示唆される。大陸からの移流のほか、地域間移流の視点でも今後詳しく調べてみたい。

中四国全体の高濃度事象については、好天気における光化学反応の促進に加え、上空のオゾンの降下、大陸からの移流の可能性が考えられる。また、前日や数日前に別の地域で高濃度事象が見られるケースがあることから、国内の汚染地域の広範囲な移流が関係している場合も考えられる。各事象に対して多面的な視点で調べて行きたい。

このように、広域的な高濃度事象を理解するためには、大陸からの移流について調べる必要があるとともに、国内での汚染物質の移動や蓄積についても十分調べ理解しておく必要があると考えられる。これまで用いてきた流跡線解析やシミュレーションでは東アジア全体を見るには適しているが、国内での移流を議論する上では解像度が粗すぎると考えられ、十分な解像度を持った国内の汚染物質の移動が詳細にわかるシミュレーション解析等も必要と考える。また、流跡線解析の結果において、高度の低いところを移動する場合や変動の大きい場合には拡散などの影響が大きいと考えられ、このような場合における評価についても検討する必要があると思われる。

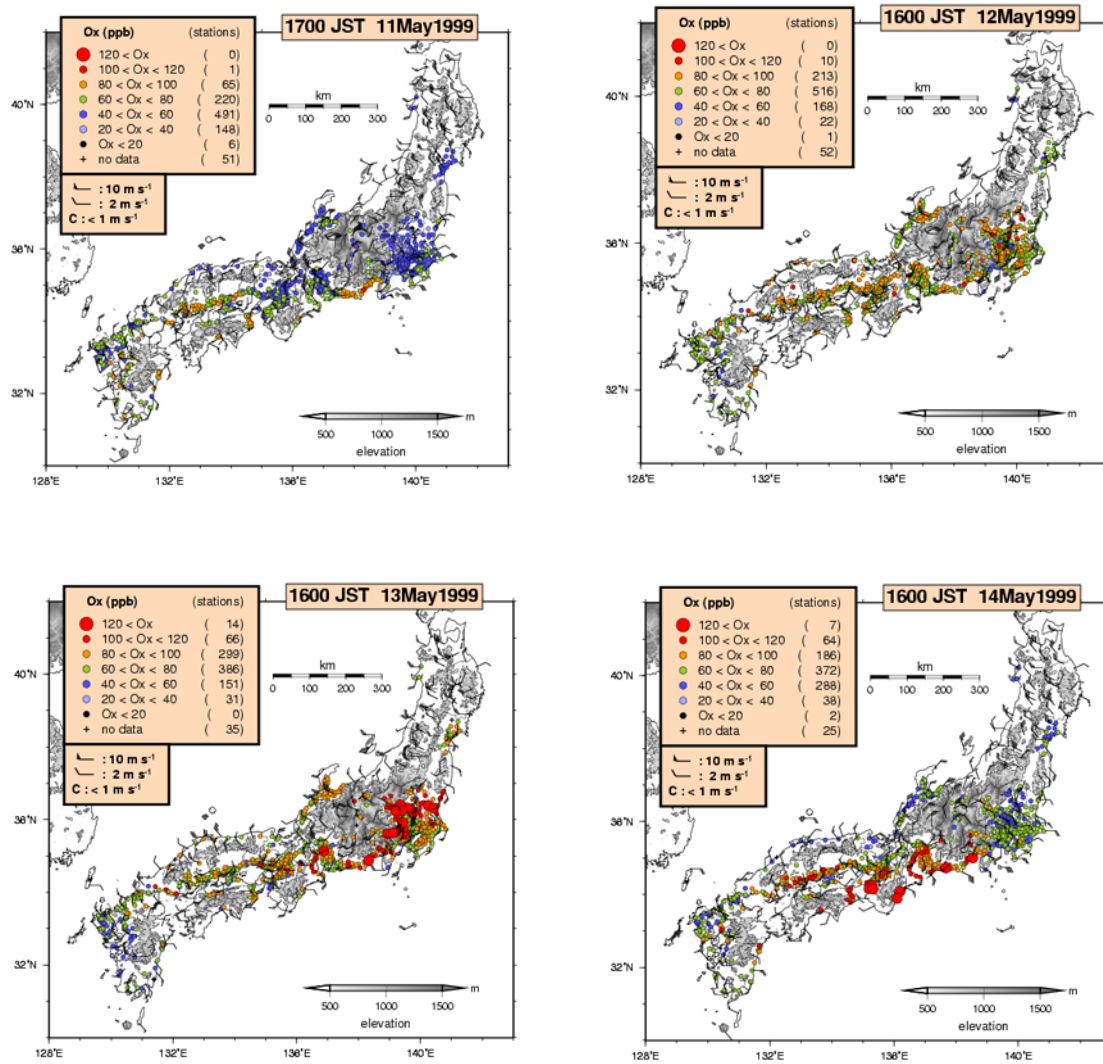


図 4.6.1 1999 年 5 月 11~14 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

4.6 気象要素との関係

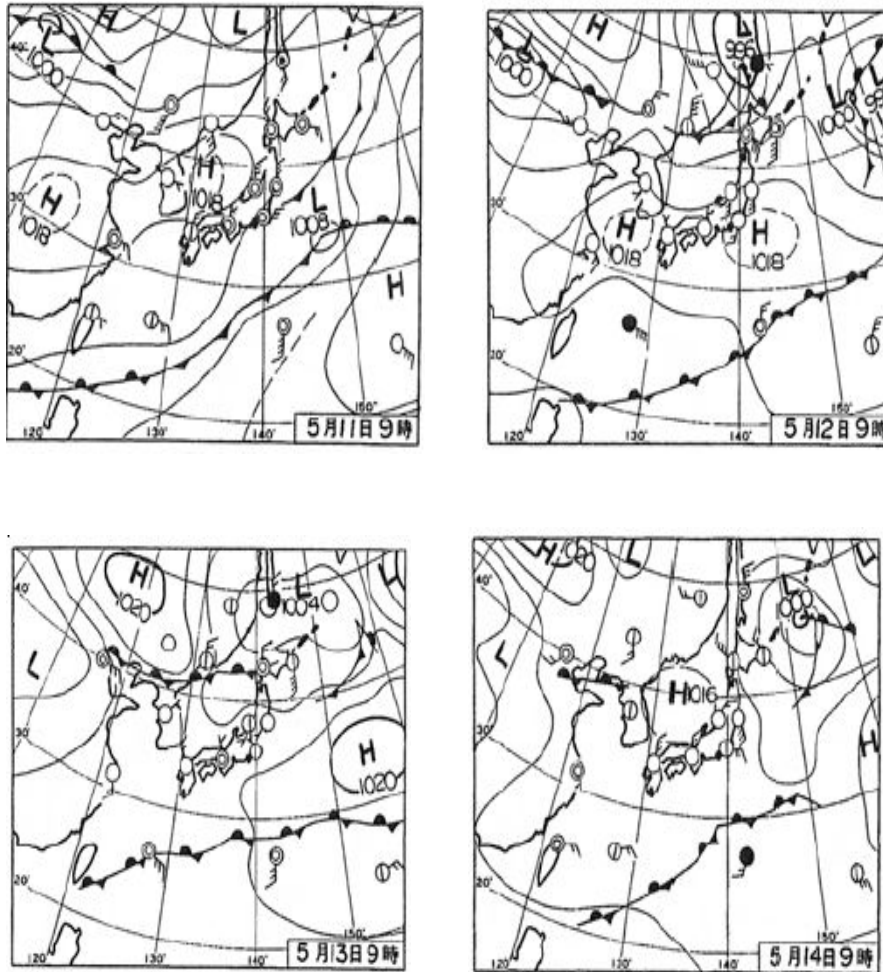


図 4.6.2 1999年5月11～14日の9時(日本時間)における地上天気図

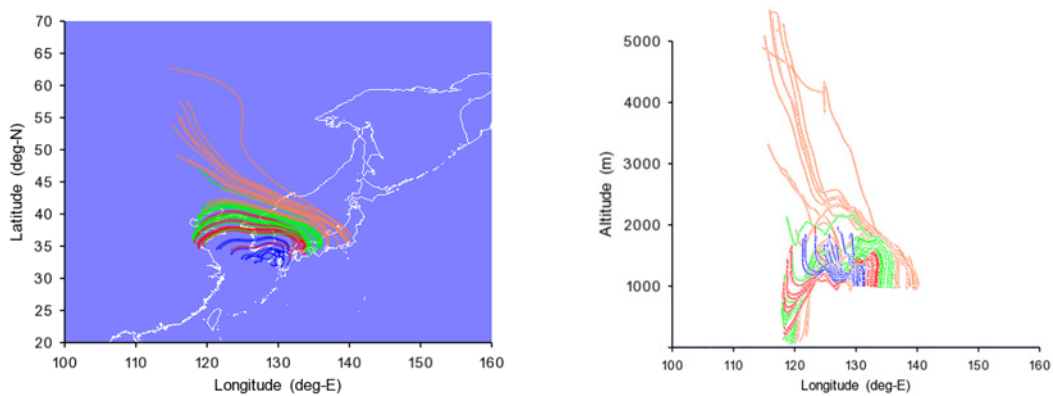


図 4.6.3 1999年5月14日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

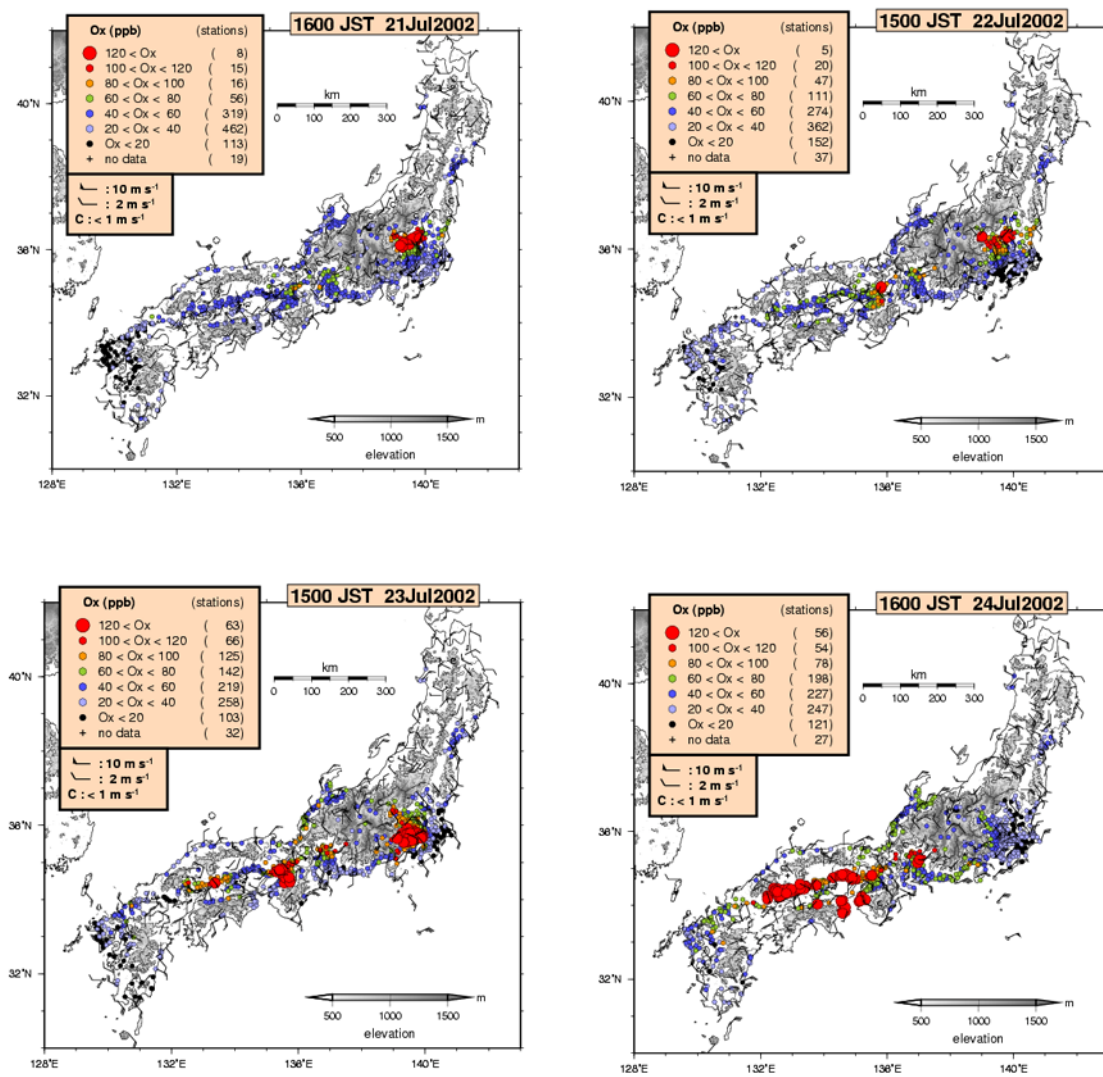


図 4.6.4 2002 年 7 月 21~24 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

4.6 気象要素との関係

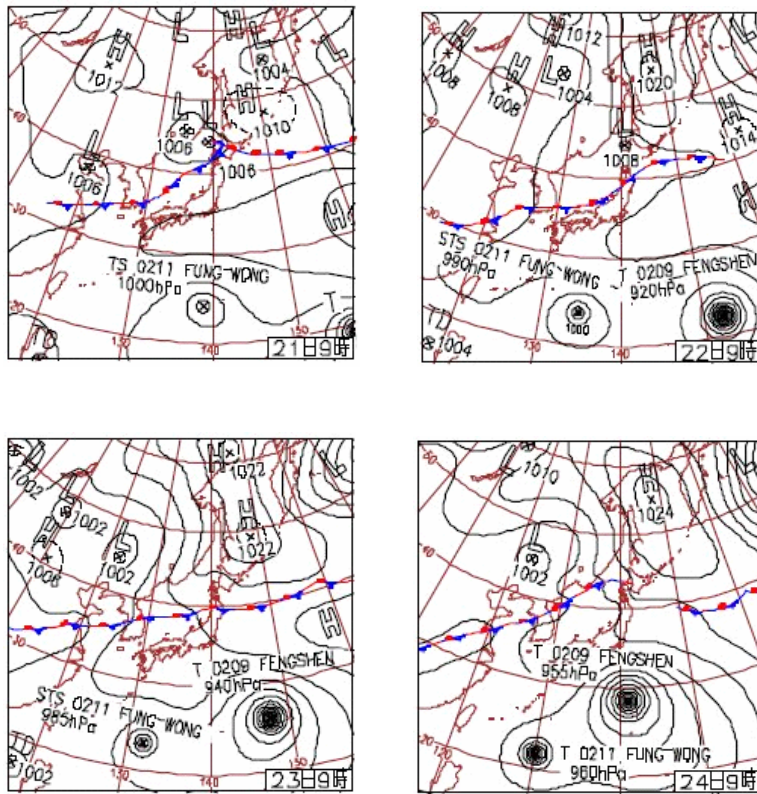


図 4.6.5 2002年7月21～24日の9時(日本時間)における地上天気図

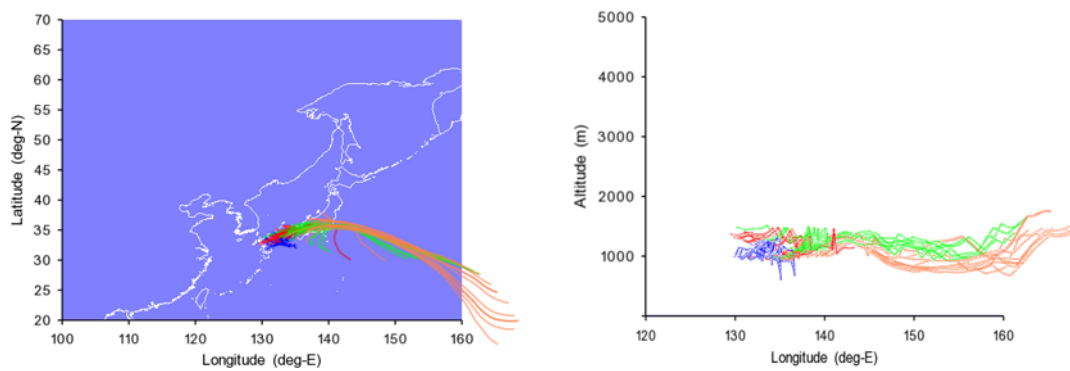


図 4.6.6 2002年7月24日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

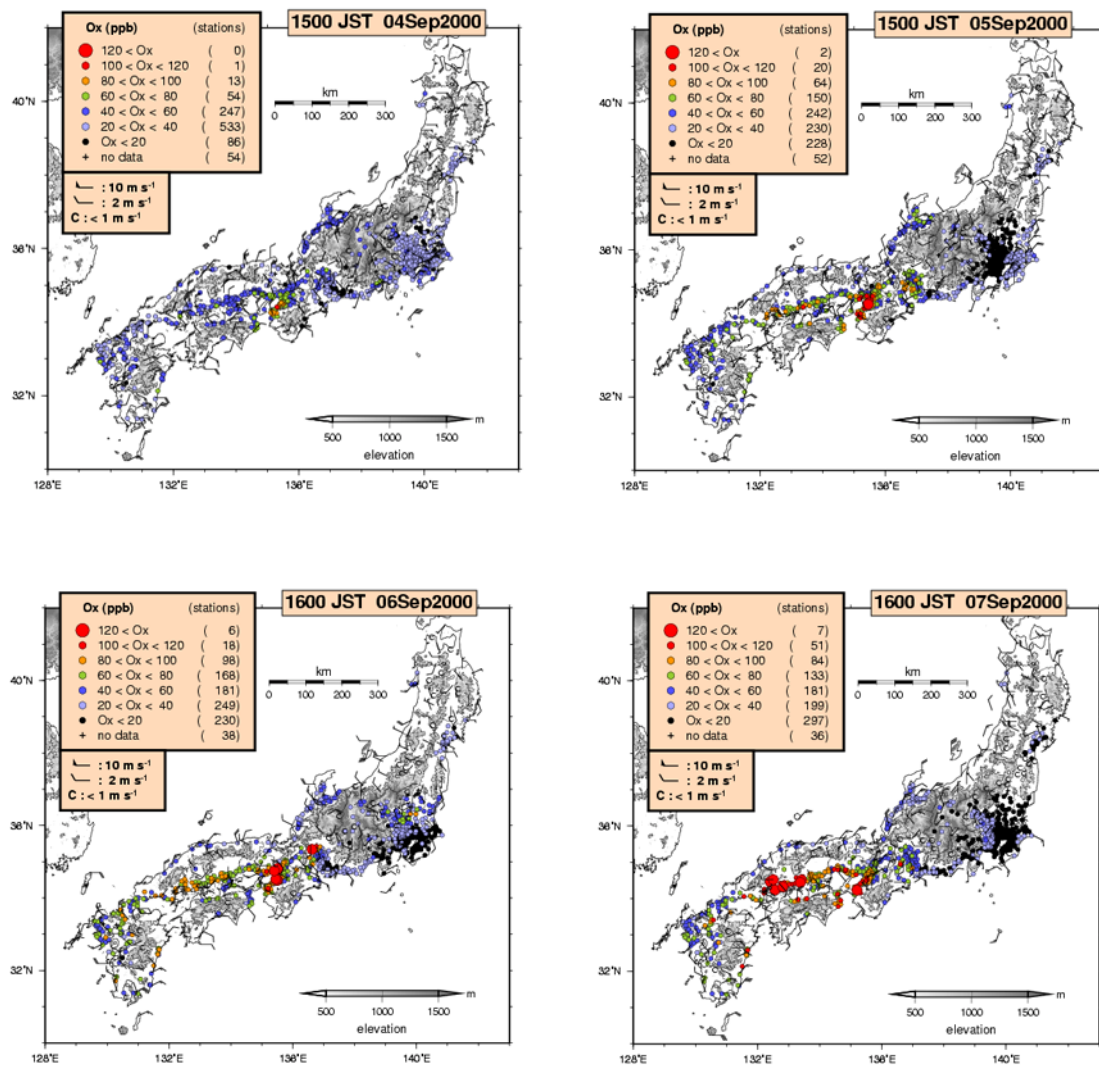


図 4.6.7 2000 年 9 月 4~7 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

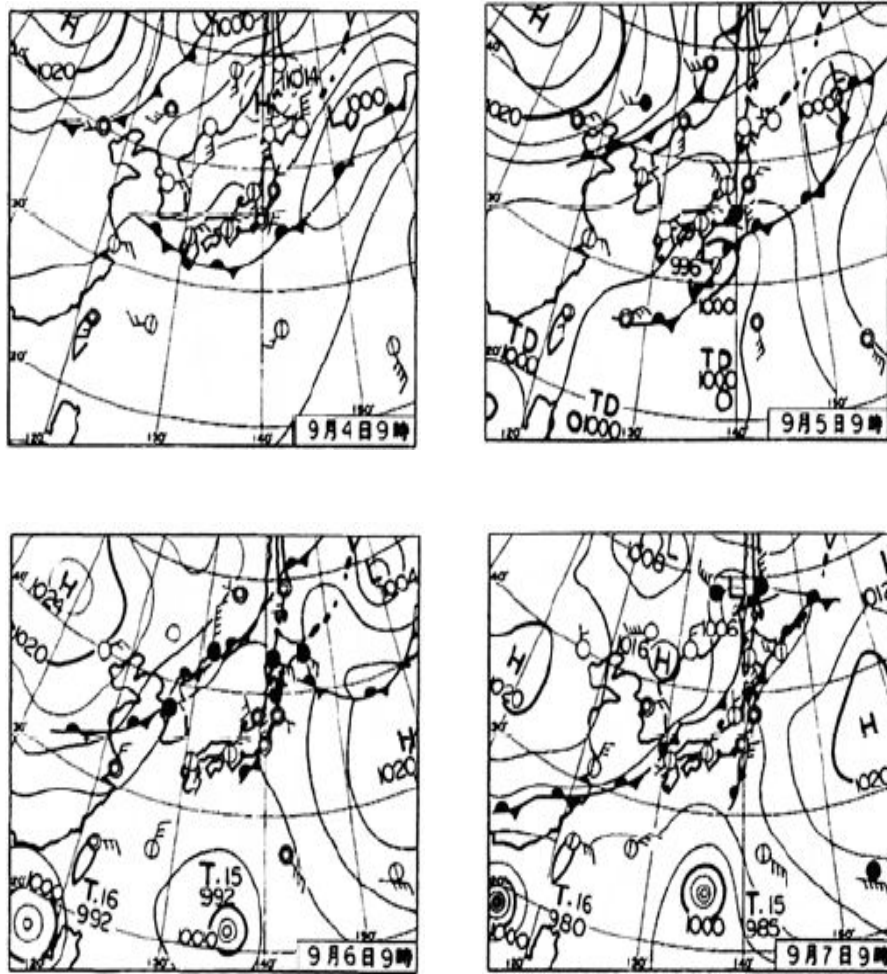


図 4.6.8 2000年9月4～7日の9時(日本時間)における地上天気図

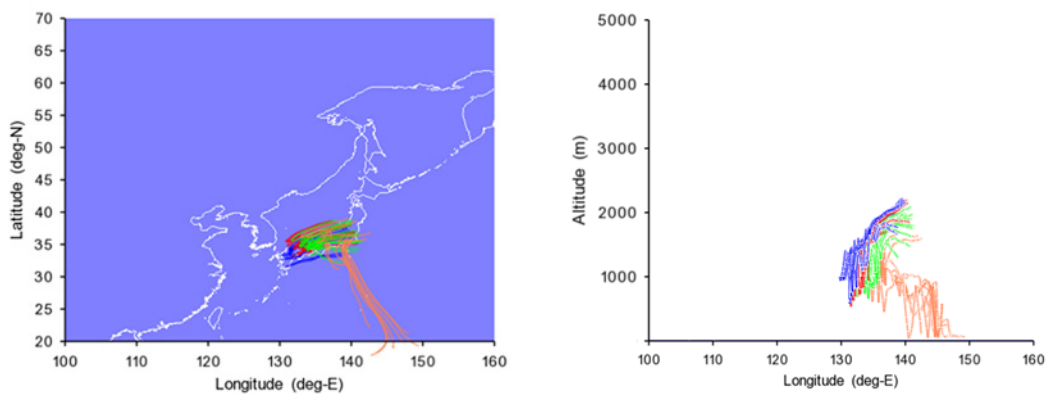


図 4.6.9 2000年9月7日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

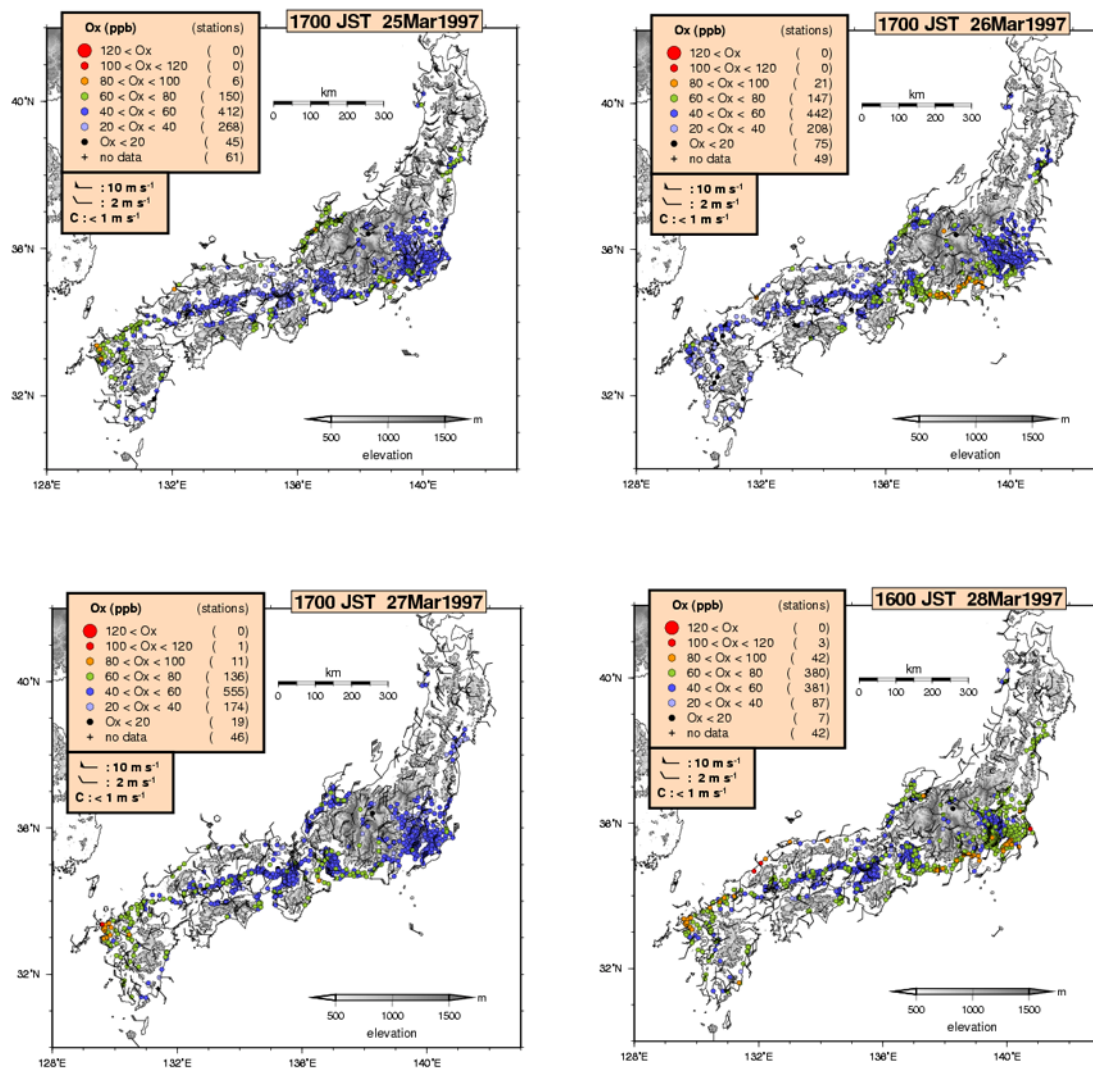


図 4.6.10 1997 年 3 月 25～28 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

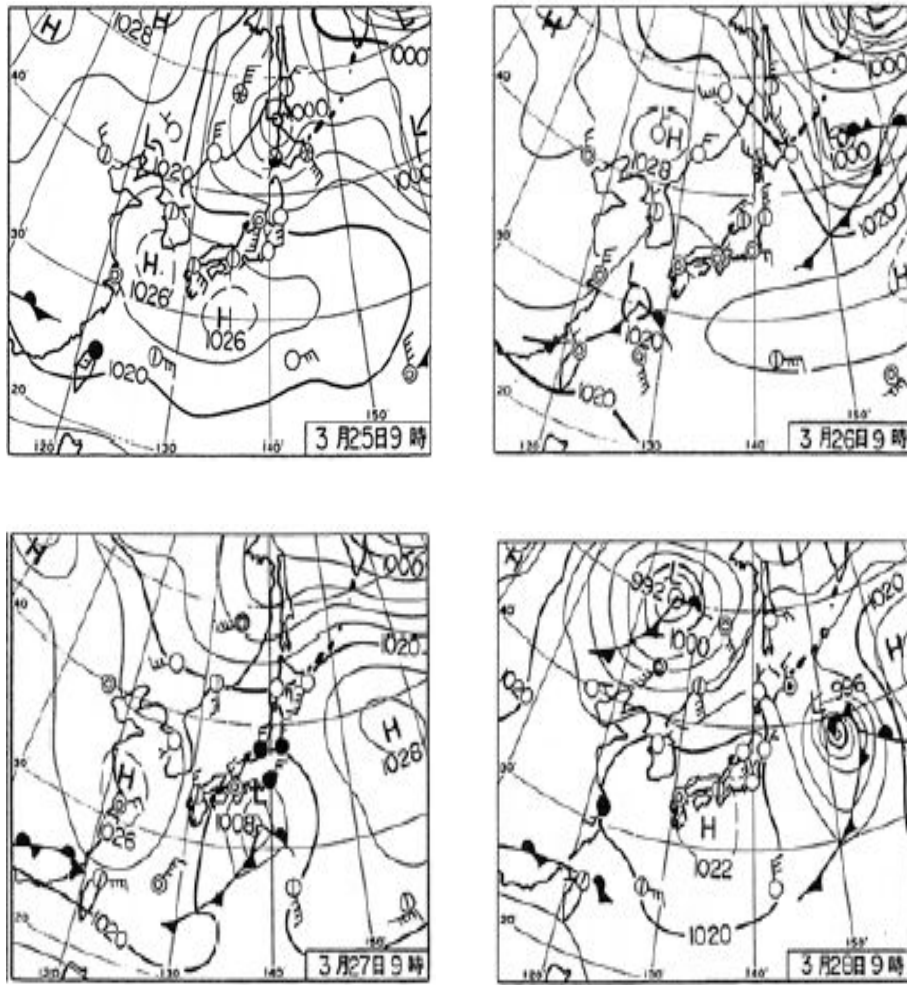


図 4.6.11 1997年3月25～28日の9時(日本時間)における地上天気図

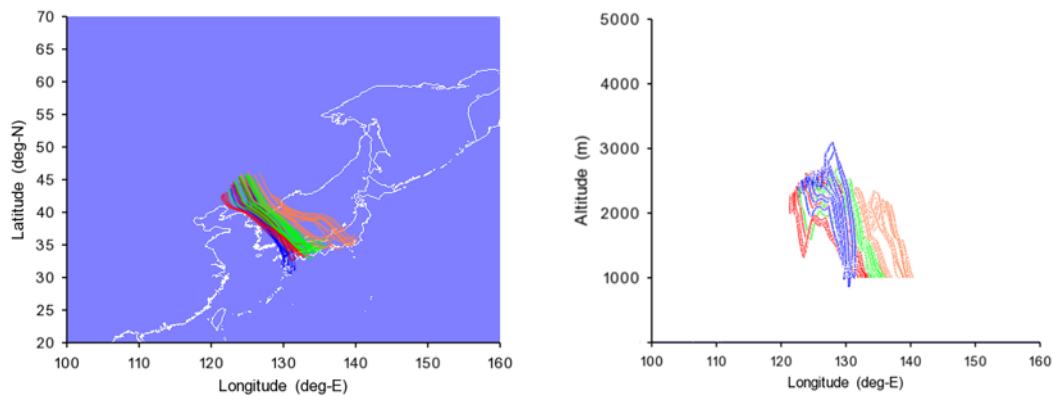


図 4.6.12 1997年3月28日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

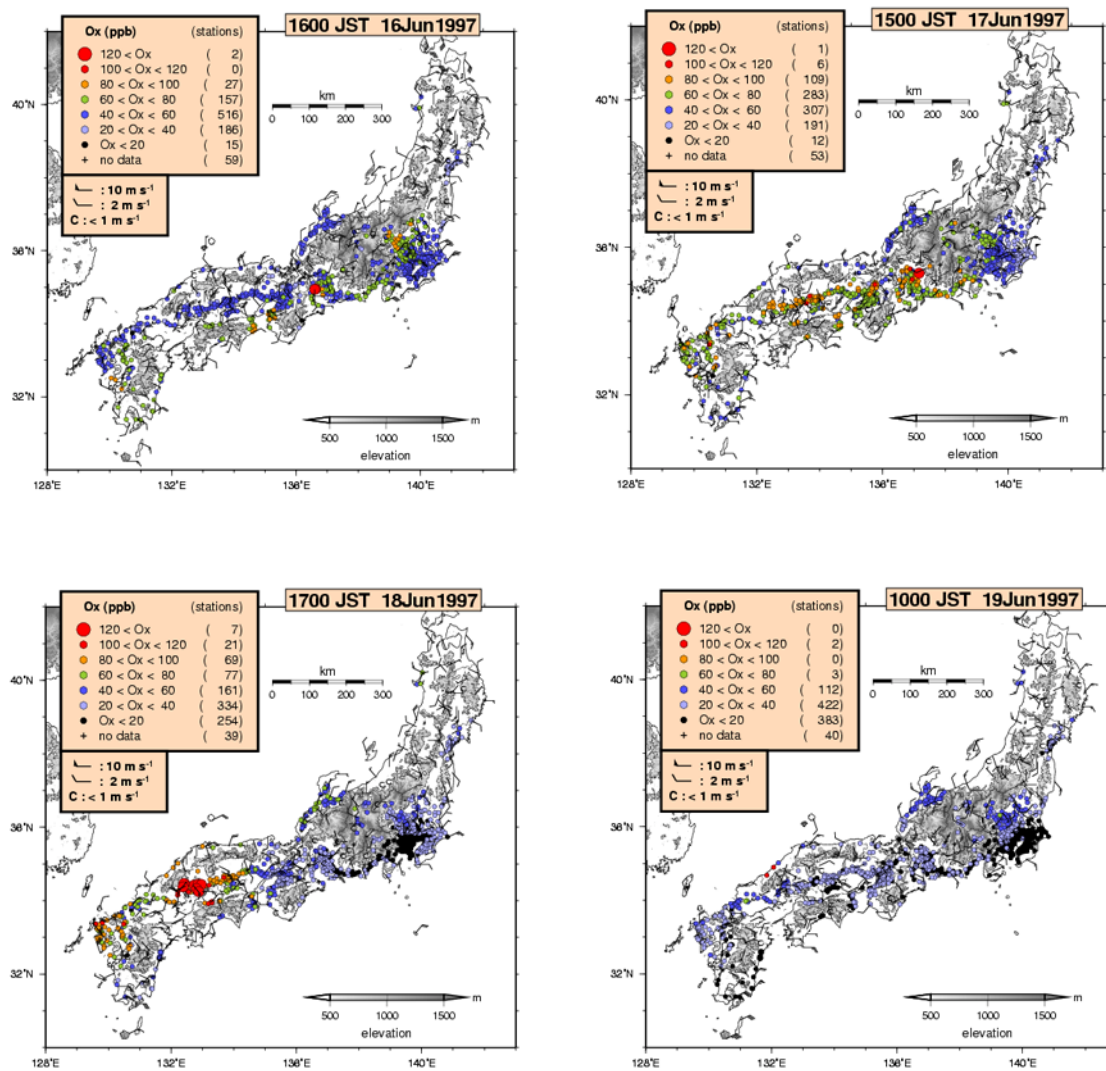


図 4.6.13 1997年6月16～19日の高濃度だった時間のOx濃度分布

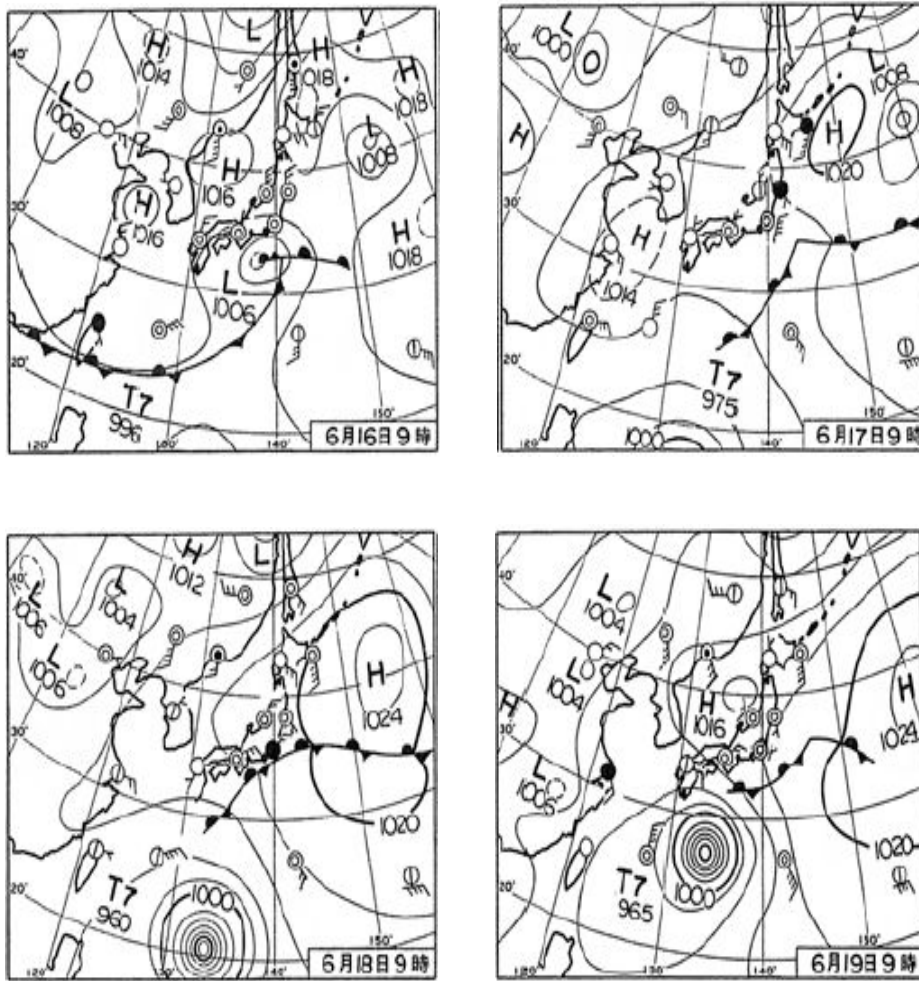


図 4.6.14 1997年6月16～19日の9時(日本時間)における地上天気図

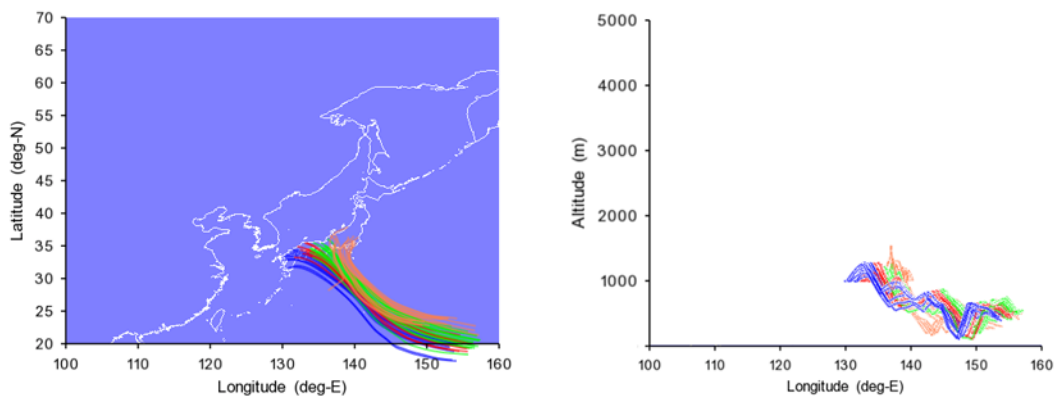


図 4.6.15 1997年6月19日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

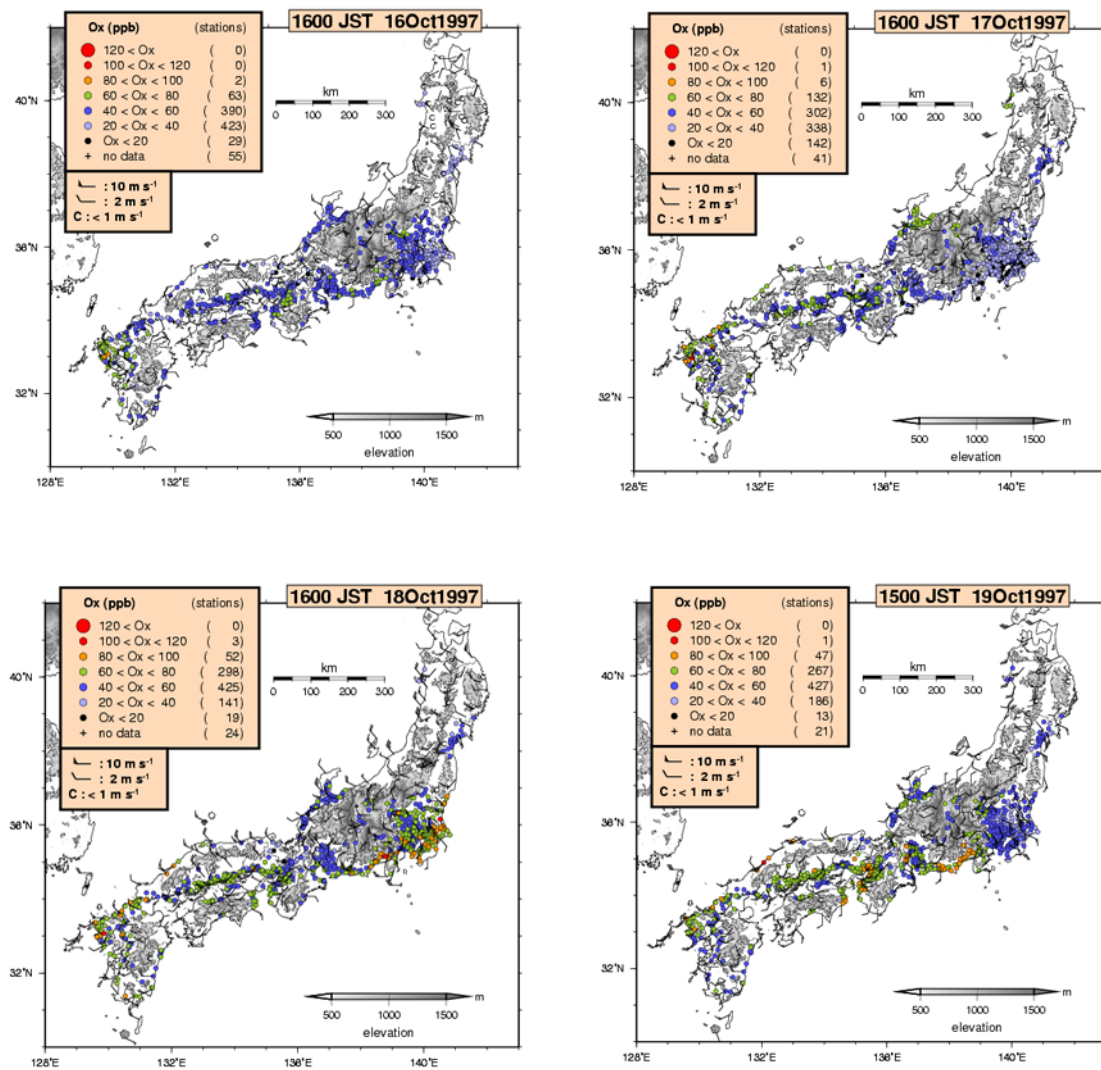


図 4.6.16 1997 年 10 月 16～19 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

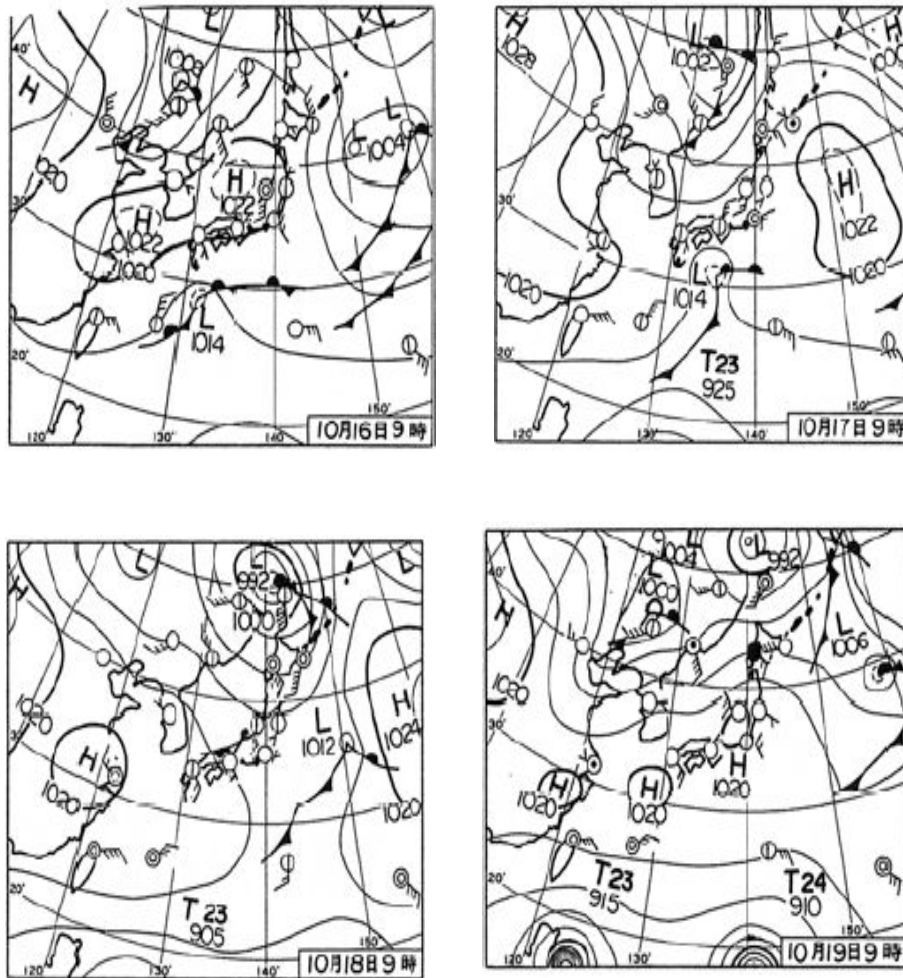


図 4.6.17 1997 年 10 月 16～19 日の 9 時(日本時間)における地上天気図

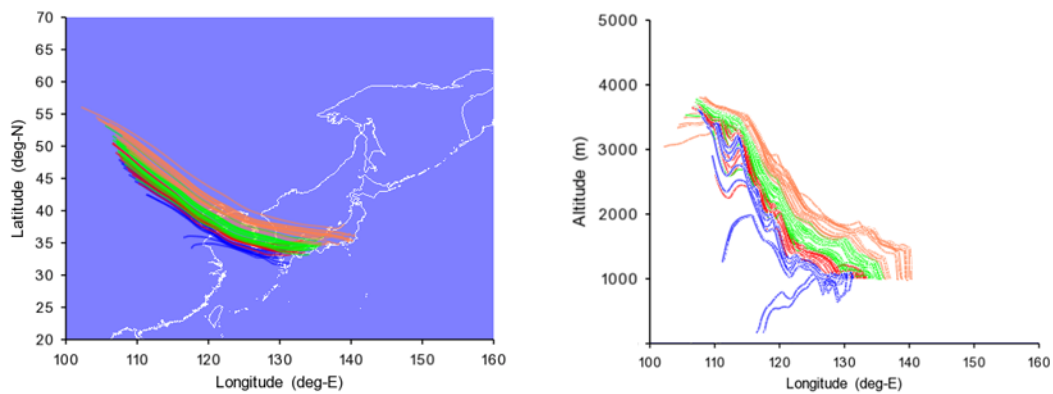


図 4.6.18 1997 年 10 月 19 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

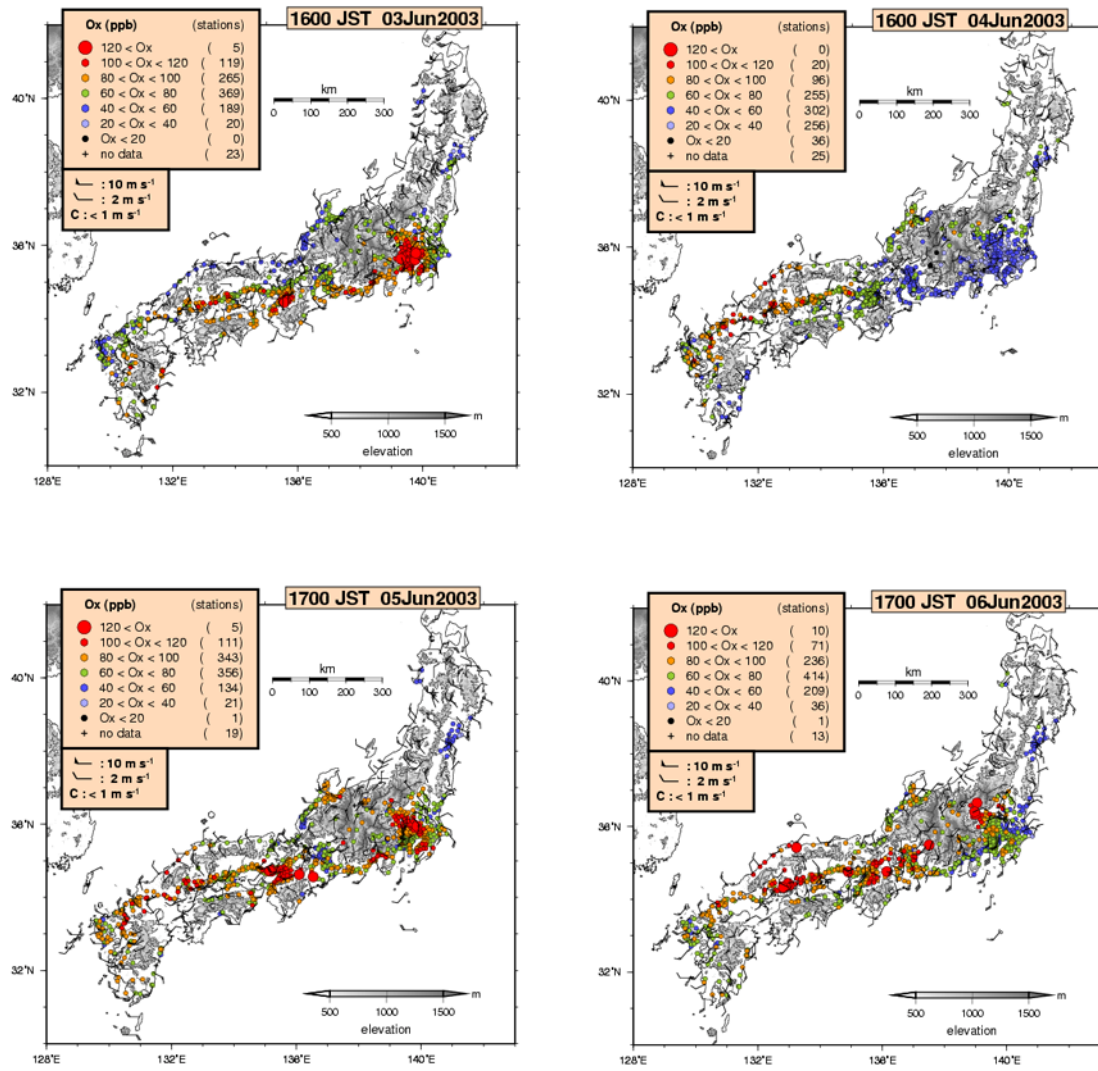


図 4.6.19 2003 年 6 月 3~6 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

4.6 気象要素との関係

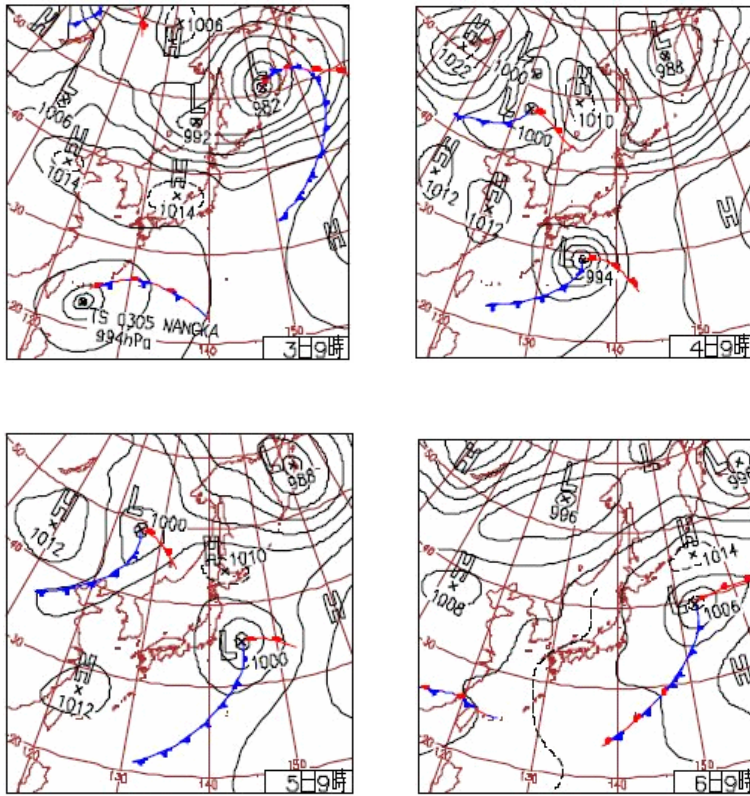


図 4.6.20 2003 年 6 月 3～6 日の 9 時(日本時間)における地上天気図

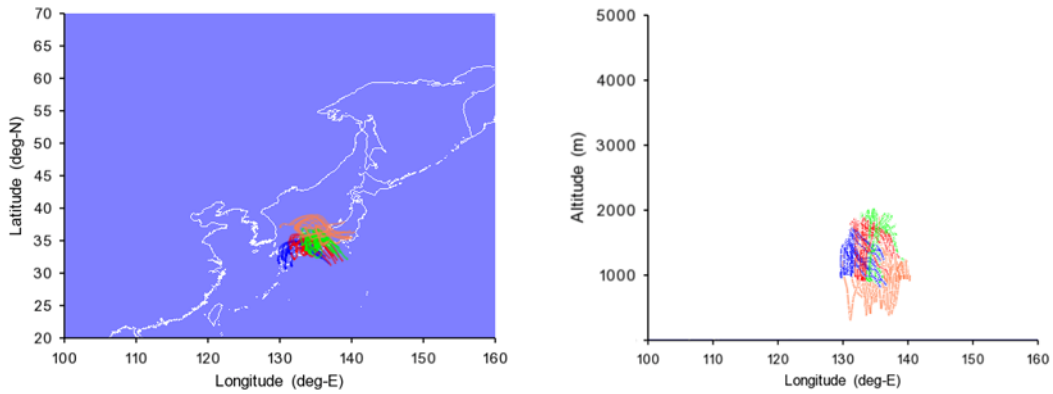


図 4.6.21 2003 年 6 月 6 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

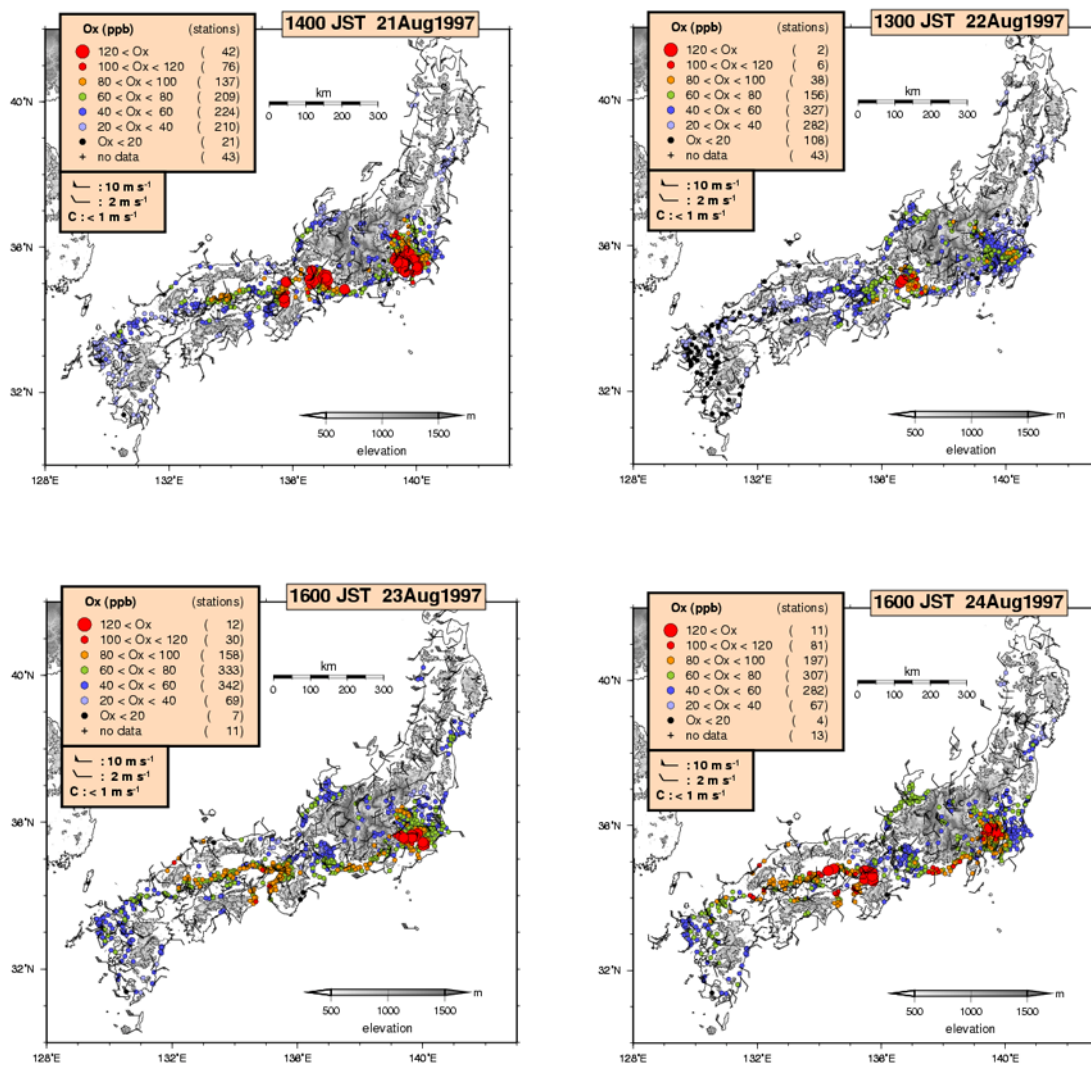


図 4.6.22 1997 年 8 月 21～24 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

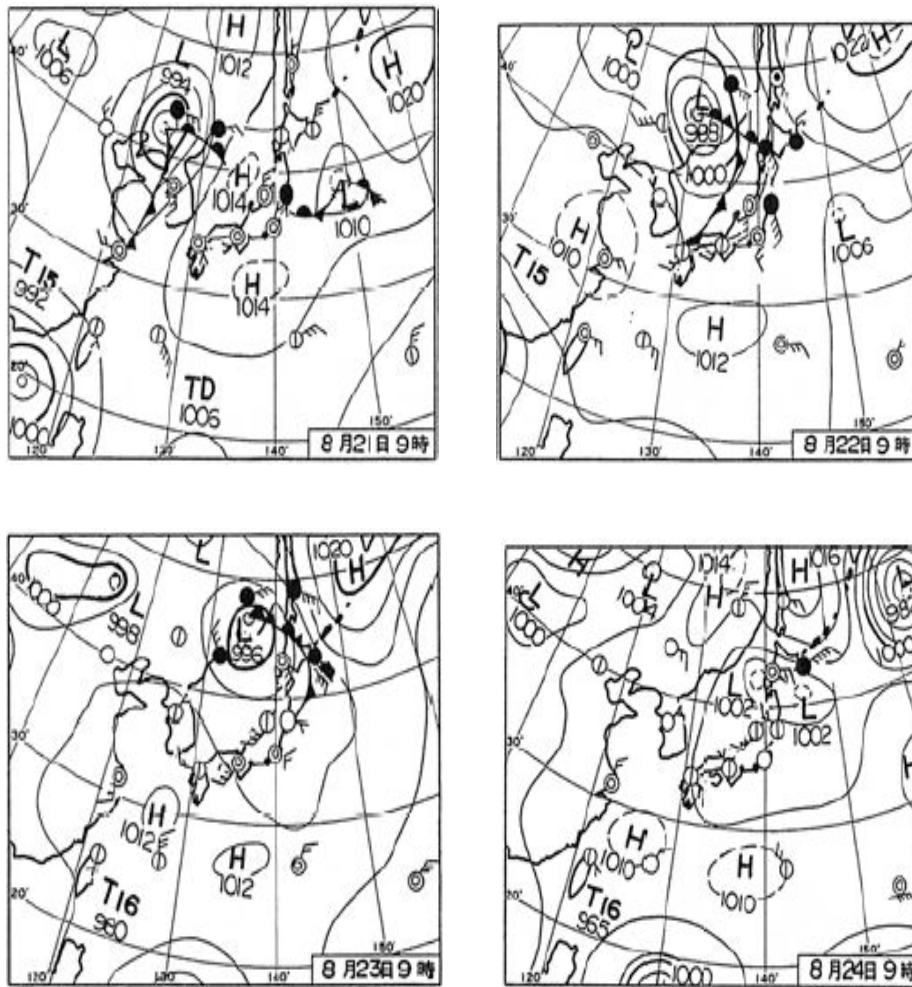


図 4.6.23 1997年8月21～24日の9時(日本時間)における地上天気図

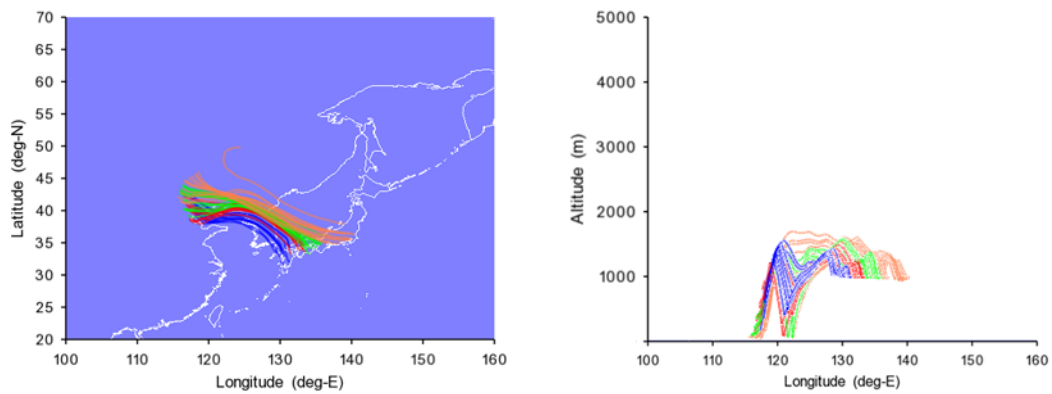


図 4.6.24 1997年8月24日16時における高度1000mから3日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

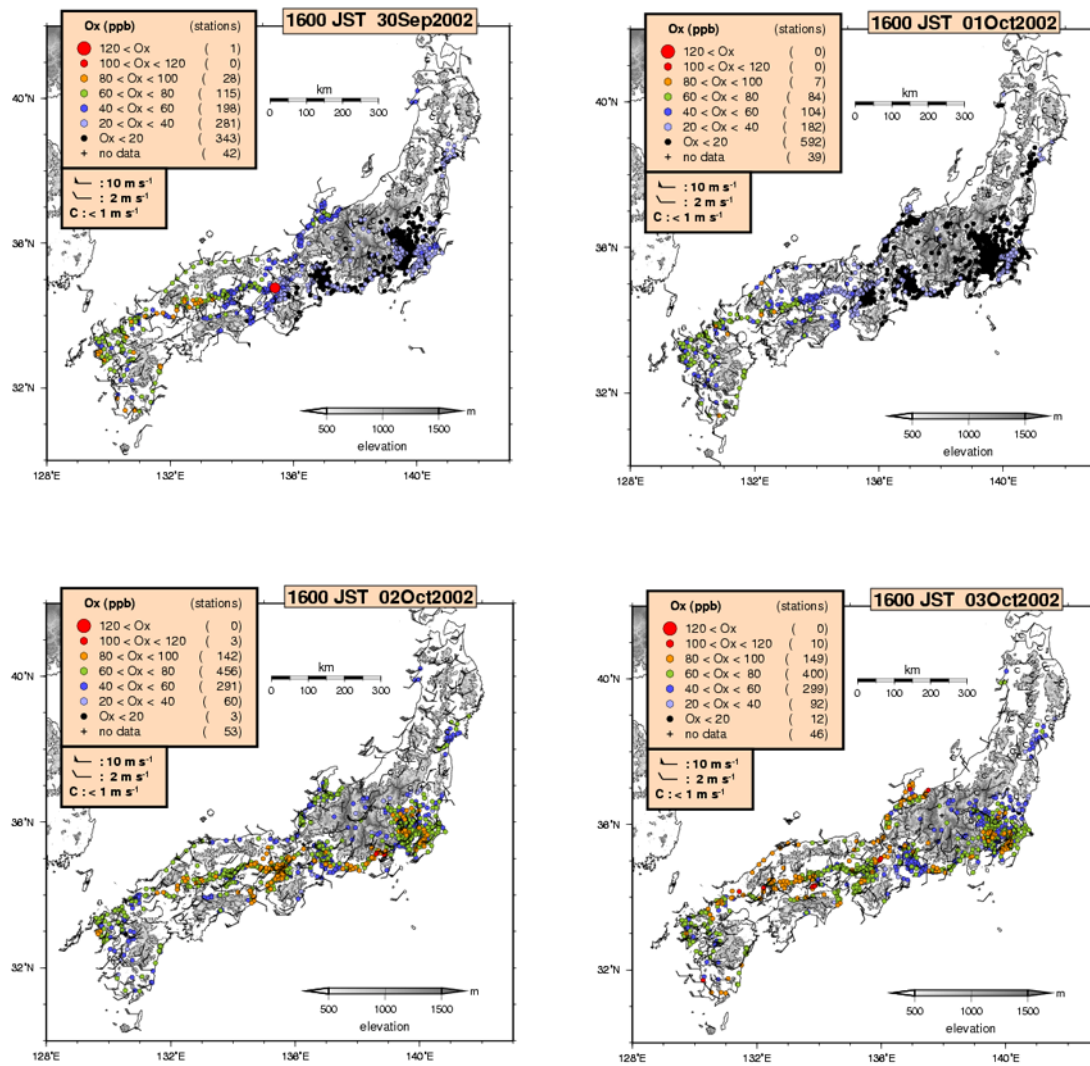


図 4.6.25 2002 年 9 月 30～10 月 3 日の高濃度だった時間の Ox 濃度分布

4.6 気象要素との関係

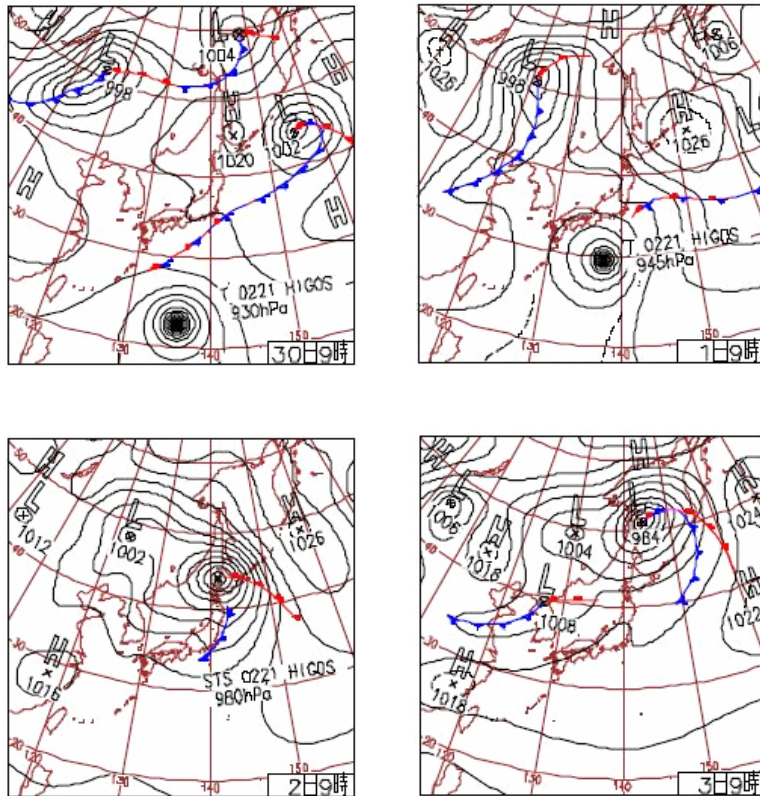


図 4.6.26 2002 年 9 月 30～10 月 3 日の 9 時(日本時間)における地上天気図

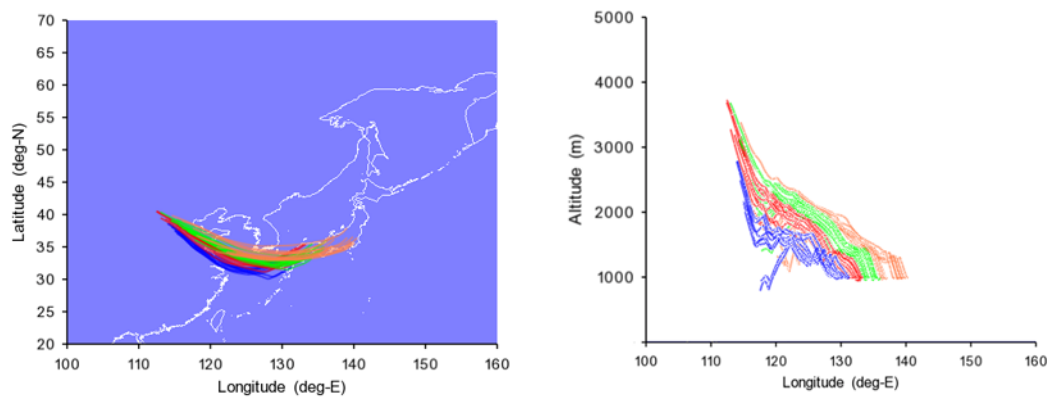


図 4.6.27 2002 年 9 月 30～10 月 3 日 16 時における高度 1000m から 3 日間の後方流跡線
(左:水平流跡線図 右:経度-高度流跡線図)

[執筆者:田中 孝典(島根県保健環境科学研究所)]

5. その他の成果

本共同研究では、研究を円滑に進めるために必要な大気時間値集計・解析ツールやモデルの開発を行い、情報交流機能を重視して情報基盤を整備してきた。本章では、これらの成果について紹介する。

情報基盤の整備を図るため、情報交流機能として、国立環境研究所では、共同研究メンバー向け Web サイト及び Xoops を用いたポータルサイト（情報交換サイト）を構築し、国立環境研究所内に設置したサーバ機器により運用した。また、「国立環境研究所ネットワーク外部向けプロジェクト情報共有サーバ」を用いて、大気常時監視時間値のダウンロードや、時間値集計・解析結果などの研究成果のアップロード、閲覧ができるよう整備した。これらの情報交流機能を重視した情報基盤の整備イメージを図 5 に示した。

大気時間値集計・解析ツールの開発は、大気常時監視測定結果（1 時間値）を集計・解析するため、「大気時間値集計解析プログラム」の作成・配布を行った。これは、各参加機関が共通の方法で時間値データを集計・解析できるように、本共同研究メンバー全員に配布したものである。

モデルの開発は、長距離輸送の影響を加えた数値シミュレーションによる大気汚染予報システムの構築を行った。これは、従来、地方自治体の大気常時監視業務において使用されてきた大気汚染予報システムでは、近年の光化学オキシダント等の大気汚染状況に対応できなくなってきたため、新たな予報システムの構築を行ったものである。

以下に、大気時間値集計・解析ツール「大気時間値集計解析プログラム」及び大気汚染予報システムについて、その概要を紹介した。

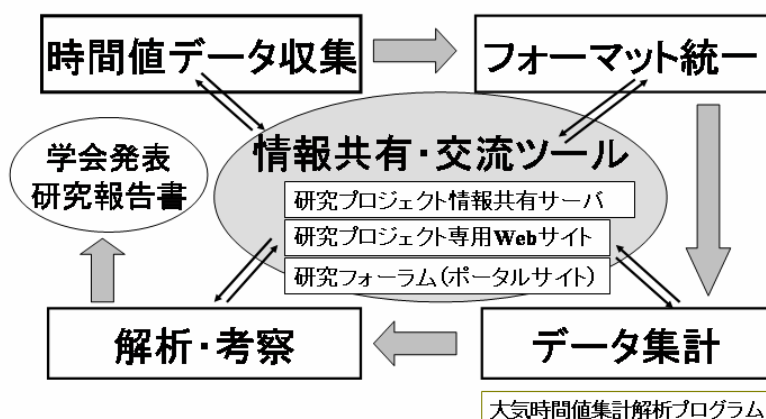


図 5 情報交流機能を重視した情報基盤の整備

5.1 大気時間値データ集計・解析ツールについて

5.1.1 時間値データの収集・整備

本共同研究では、参加自治体が保有する大気環境常時監視測定結果 1 時間値データ（以下、時間値データという）を用いて、光化学オキシダント濃度の長期変動や地域特性を比較検討することにより、日本全国の汚染状況の把握を行なうことを目的としており、時間値データを全国規模で収集する必要が生じた。

時間値データは、従来、国立環境研究所環境情報センターが、都道府県及び政令市などに提供を依頼し、共通のデータフォーマットに統一し、「国立環境研究所大気環境時間値データファイル」として、研究所内外に貸出提供してきた。昭和 51（1976）年度データから、20 都府県の時間値データファイルが整備されている。（国立環境研究所ホームページ「環境数値データベース」ページ <http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>）

本共同研究では、上記の「国立環境研究所大気環境時間値データファイル」に収録されている 20 都府県データを活用するとともに、未整備であった日本海側、四国・九州などの地域について、関係自治体に協力を依頼し、時間値データの収集を進め、国立環境研究所環境情報センターの協力を得てデータ整備を行った。自治体から収集された時間値データはデータフォーマットが様々であったため、「国立環境研究所大気環境時間値データファイル」に準じた共通のデータフォーマットに統一した。平成 19 年 1 月現在、21（道）県の時間値データの整備が完了し、既に整備されていた 20 都府県と併せ、41 都道府県の時間値データが利用できるようになった。

これらの時間値データは、共同研究プロジェクト用 Web サイト（メンバー限定）から、ファイルダウンロードすることが可能である。

5.1.2 大気時間値集計・解析ツールの作成・配布

本共同研究では、時間値データを用いて、光化学オキシダント等大気汚染濃度の長期変動や地域特性を解析するにあたり、各参加機関が属する地域の光化学オキシダント等の時間値データを分担して集計解析し、解析結果を持ち寄って比較検討する方法を用いた。比較検討にあたっては、共通の方法で解析するため、本共同研究プロジェクトにおいて国立環境研究所が独自開発した集計・解析ツールを「大気時間値集計解析プログラム」と名づけ、メンバー全員に配布した（以下、大気時間値集計・解析ツールという）。当面の間、配布先は、今後の改良のための性能試験を兼ねて、メンバーに限定することとした。

第 1 期は、共同研究予算の一部を充て、国立環境研究所環境情報センターの協力を得て、大気時間値集計・解析ツールの開発に取り組み、平成 14 年度には、暫定版を作成した。暫定版は、CD-R によりメンバーに配布した。

第 2 期は、第 1 期に開発した大気時間値集計・解析ツールをベースに機能改良を行った。国立環境研究所では、メンバーから寄せられる要望、使い勝手に関する意見・感想、不具合発生などの報告事項を集約し、プログラムの改修を行い、改定版として提供してきた。改定の都度、本研究プロジェクト Web サイトからのファイルダウンロードにより、メンバーに提

供した。

第2期の機能改良の概要を示す。

(1) 地図描画・閲覧表示機能（新規追加）

PC上で、GISアプリケーション等を用意しなくても、1時間ごとの濃度分布図を描画し、集計ツールに組み込まれた地図ビューワを用いて閲覧表示し、画像データをファイル出力できる機能である。また、同一時間帯の複数の物質の濃度分布図を並べて表示し、比較対照することもできる。

(2) 単純集計オプション集計項目（新規追加）

単純集計にオプション集計項目を追加した。オプション集計を選択した場合、特定の時間帯のみを限定した集計ができるほか、日最高値の出現頻度を算出できる。本機能により、昼間、夜間別の集計も可能になった。

(3) 濃度抽出集計機能（新規追加）

指定した濃度範囲に該当する時間値データを検索し、該当する時間値データのみを集計できる機能である。本機能により、O_xの高濃度発生日時の検索が可能になった。

(4) 中間ファイル作成機能（機能改良）

O_x濃度の長期変動を解析するためには、解析対象期間を長く設定する必要がある。現行ツールでは、基本解析作業で集計対象測定局が多い県の集計を行った場合、処理時間が極端に長くかかることがわかったため、中間ファイル作成機能を追加した。本機能を用いて、時間値データ集計の準備段階として、予め中間ファイルを用意するように改良したところ、時間値データ集計実行作業に要する時間を短縮できるようになった。

5.1.3 大気時間値集計・解析ツールによる時間値データ解析

各自治体では、大気時間値集計・解析ツールを用いて、上記の共同研究プロジェクト用 Web サイトからダウンロードした時間値データの解析を行い、解析結果ファイルを国立環境研究所に設置された研究プロジェクト用ファイル交換システムサーバに保存・蓄積した。各自治体では毎年度追加される最新年度の時間値データを取り込んで再集計を行い、サーバに保存されている解析結果ファイルの更新を行っている。サーバ上の解析結果はメンバー全員が閲覧でき、研究グループによる応用解析にも活用されている。

大気時間値集計・解析ツールの使い方と基本解析の作業手順は、マニュアルにまとめ、研究プロジェクト限定 Web サイトに掲載した。これらのマニュアルは、新規参加メンバーが基本解析を行う上で役立っており、メンバーから寄せられた質問や意見を取り入れ、毎年度改定している。

5.1.4 大気時間値集計・解析ツール「大気時間値集計解析プログラム」の概要

大気時間値集計・解析ツール「大気時間値集計解析プログラム」の概要を示す。

- ・ 動作環境：

5.1 大気時間値集計・解析ツール

対応 OS Microsoft WindowsNT 4.0 Service Pack 3 日本語版 以降、
Microsoft Windows98 second edition 日本語版 以降
Microsoft Windows2000 日本語版
Microsoft WindowsXP 日本語版

推奨環境 CPU:Pentium II 以上
メモリ 512MB 以上
ハードディスク容量 1GB 以上の空き容量があること。

・ 操作手順：

- ①設定画面（図 5.1.1 参照）上で、集計期間・地域（都道府県名）・物質名を指定する。
- ②「実行」ボタンを押す。
- ③集計処理が開始され、集計結果がファイル出力される。

- ・ 集計項目：本共同研究の基本解析が必要とする集計項目のほか、環境省報告（年集計値）項目を網羅
- ・ 集計対象データ（入力）：「国立環境研究所時間値データファイル」
- ・ 集計結果データ（出力）：CSV ファイル形式
（デフォルトは、都道府県別、年度別、物質別に出力。
一括出力指定も可能。）

・ 機能の概要

(1) 中間ファイル作成機能

- ・ 本機能は、時間値データ集計機能を使う前に実行するものである。
- ・ まず、集計対象期間・地域・測定物質が収録された「国立環境研究所時間値データファイル」を PC に保存する。
- ・ 次に、設定画面の機能メニューから、「中間ファイル作成」を選択し、集計対象期間・地域・測定物質を指定することにより、中間ファイルを作成する。
- ・ 集計対象期間・地域・測定物質に変更があった場合は、本機能を再度、実行し、中間ファイルを再作成する必要がある。

(2) 時間値データ集計機能

・ a. 単純集計機能

集計対象期間：年度別・月別・日別を指定

集計対象地域：都道府県別（複数県の一括集計可能）

集計対象物質：環境基準 11 物質及び気象項目

集計項目：年・月・日の平均値・最高値・最低値・標準偏差・50%値、有効測定値時間数、有効測定値総和、及び 1～24 時の時間帯毎の平均値・最高値・最低値・標準偏差・50%値、有効測定値時間数、有効測定値総和

（その他、以下のオプション集計が可能）

-
- ①年月日・時間帯を指定した集計
 - ②日集計の時間帯別最高値出現の有無

- ・ **b.濃度ランク別集計機能**

集計対象期間：年度別・月別・日別

集計対象地域：都道府県別（出力時に複数県を一括出力指定可能）

集計対象物質：環境基準 11 物質及び気象項目

集計項目：濃度ランク毎の有効測定値時間数、有効測定値総和

- ・ **c.濃度抽出集計機能**

濃度範囲設定により、該当する時間値データを検索・集計し、テキスト出力できる機能

- ・ **d.日報・月報形式データ集計・出力機能**

時間値を日報形式、月報形式に編集し、テキスト出力できる機能

- ・ **e.環境省報告様式データ集計・出力機能**

時間値を環境省報告様式に準じて集計し、集計結果をテキスト出力できる機能

(3) 地図画像作成・閲覧表示機能

大気汚染状況の濃度分布図（地図画像）データを作成（描画）し、ツールに組み込まれている地図ビューワにより閲覧表示させる機能

- ・ **a.地図画像作成機能**

描画対象：測定期間、測定物質を指定

凡例設定：濃度分布図の色分け表示の濃度範囲、表示色などを設定

描画範囲：画面表示される日本地図をドラッグし、描画範囲を指定

- ・ **b.地図ビューワ（閲覧表示）機能**

描画方法：各時間帯の濃度分布の変化を表示

比較表示：同一時間帯の 2 種類の測定物質の濃度分布図を並べて表示

プログラムのデータ処理フロー及び操作画面イメージを図 5.1.1～図 5.1.3 に示した。

中間ファイル作成機能

1. 中間ファイル作成の流れ



2. 集計ファイル作成の流れ

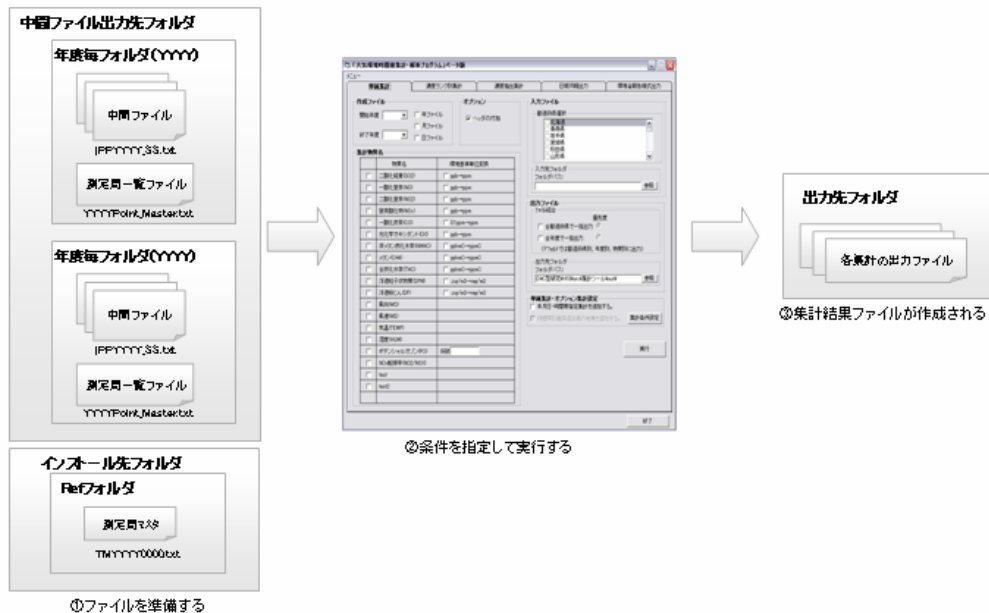


図 5.1.1 「大気時間値集計解析プログラム」による時間値データ処理フローイメージ

時間値データ集計機能

a. 単純集計機能

(設定画面)



(出力テキスト (Ox 年集計結果例))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	局コード	年度	有効測定 値総和 (年総計)	有効測定 時間 総和(年 総計)	平均 値(年 総計)	最大値 (年総 計)	最小値 (年総 計)	標準 偏差 (年総 計)	中間値 (年総 計)	有効 測定 値総 和(1 時)	有効 測定 時間 (1時)	平均 値(1 時)	最大 値(1 時)	最小 値(1 時)	標準 偏差 (1時)	中間 値(1 時)	有効 測定 値総 和(2 時)	有効 測定 時間 (2時)	平均値(2時)
3	42201030	2003	229021	8090	28.3	82	1	16	27	62	2	31	33	29	2	31	8617	352	24.5
4	42201040	2003	181973	8326	21.9	69	1	13.6	20		0						7257	363	20
5	42201280	2003	219713	8242	26.7	80	1	14.2	26		0						9832	359	27.4
6	42201300	2003	278379	8596	32.4	100	1	17	31	8105	312	26	63	2	13.7	25	9525	361	26.4
7	42202020	2003	290024	8765	33.1	115	0	17.8	33	10594	366	28.9	73	0	15.3	28	10274	366	28.1
8	42202030	2003	200433	8341	24	73	0	13.9	24	457	21	21.8	46	1	10.4	21	8243	364	22.6
9	42202140	2003	253926	8671	29.3	107	0	19.8	29	7694	362	21.3	68	0	16.9	17	7524	362	20.8
10	42202160	2003	155198	8325	18.6	69	0	14.1	16	33	1	33	33	33	0	33	5058	364	13.9
11	42204010	2003	245505	8761	28	111	0	18.6	26	7772	365	21.3	70	1	15.8	18	7862	365	21.5
12	42205010	2003	261027	8316	31.4	117	0	18.4	31	8446	346	24.4	67	1	14.4	24	8799	346	25.4
13	42208040	2003	267060	8060	33.1	106	0	14.9	33		0						9496	352	27
14	42309010	2003	203770	8711	23.4	93	0	16.9	20	5522	313	17.6	53	0	13	15	6317	365	17.3
15	42310010	2003	312735	8572	36.5	113	1	21.5	35	9675	362	26.7	71	1	16.2	24	8303	317	26.2
16	42314010	2003	306791	8698	35.3	114	0	17.8	35	10098	365	27.7	70	1	14.3	27	8548	312	27.4
17	42314020	2003	277069	8372	33.1	91	0	15.8	33		0						9517	366	26
18	42322060	2003	250415	8642	29	98	1	15.9	29	8523	363	23.5	69	1	12.6	23	8323	362	23
19	42385010	2003	306839	8298	37	116	1	14.4	38		0						11770	363	32.4
20	42386010	2003	300427	8245	36.4	86	0	14.9	36	1644	29	56.7	82	39	7.9	57	11592	359	32.3
21	42391040	2003	218753	8376	26.1	90	0	14.9	25		0						7187	366	19.6
22	42392020	2003	244472	8323	29.4	83	0	15.9	29	36	1	36	36	36	0	36	7897	363	21.8

図 5.1.2 「大気時間値集計解析プログラム」時間値データ集計機能の操作画面イメージ

5.1 大気時間値集計・解析ツール

b.濃度ランク別集計機能

(設定画面)

「大気環境時間値集計・解析プログラム」バージョン
メニュー

単純集計 濃度ランク別集計 濃度抽出集計 日報月報出力 環境省報告様式出力

作成ファイル
開始年度: 1976 年ファイル 月ファイル
終了年度: 2004

オプション
 ヘッダの付加 既存中間ファイルの再利用

入力ファイル
都道府県選択
 北海道
 青森県
 岩手県
 宮城県
 秋田県
 山形県

入力先フォルダ
フォルダパス: 参照

出力ファイル
ファイル結合
優先度
 全都道府県で一括出力
 全年度で一括出力
(デフォルトでは都道府県別、年度別、物質別に出力)

出力先フォルダ
フォルダパス: C:\Program Files\pr\syukei\out\ 参照

実行

終了

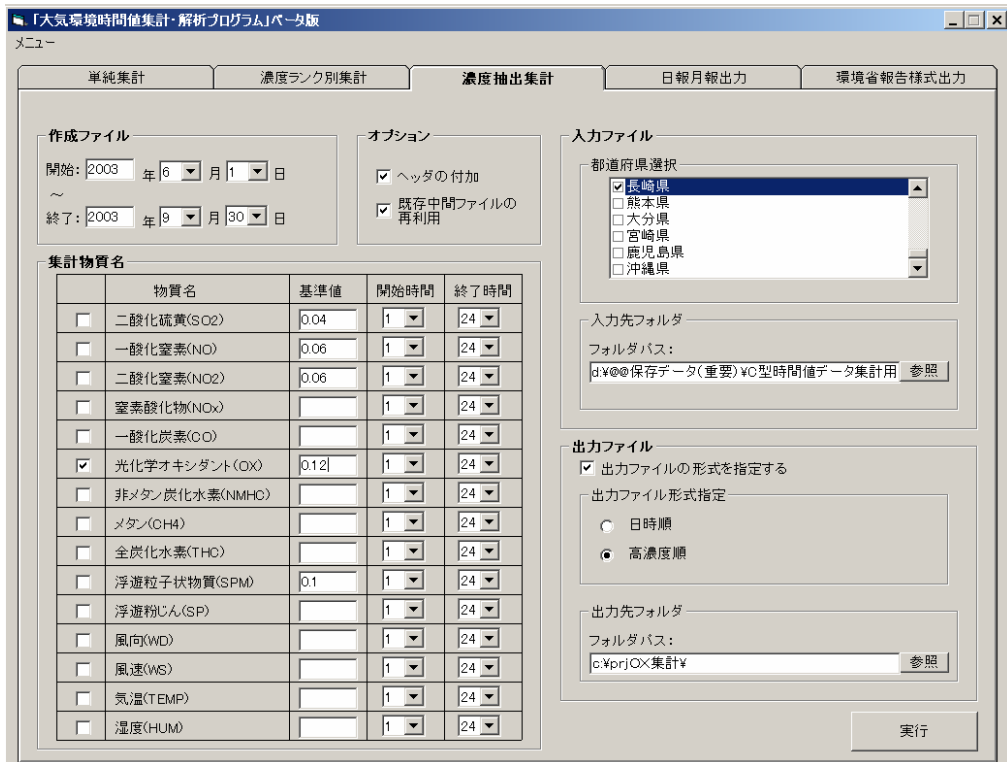
物質名	最小値	最大値	区分
<input type="checkbox"/> 二酸化硫黄(SO2)	0	400	10
<input type="checkbox"/> 一酸化窒素(NO)	0	1850	10
<input type="checkbox"/> 二酸化窒素(NO2)	0	500	10
<input type="checkbox"/> 窒素酸化物(NOx)	0	2350	10
<input type="checkbox"/> 一酸化炭素(CO)	0	630	10
<input checked="" type="checkbox"/> 光化学オキシダント(Ox)	0	480	5
<input type="checkbox"/> 非メタン炭化水素(NMHC)	0	1600	10
<input type="checkbox"/> メタン(CH4)	0	1100	10
<input type="checkbox"/> 全炭化水素(THC)	0	1600	10
<input type="checkbox"/> 浮遊粒子状物質(GPM)	0	1200	10
<input type="checkbox"/> 浮遊粉じん(SP)	0	2400	10
<input type="checkbox"/> 風向(KWD)	1	17	1
<input type="checkbox"/> 風速(WS)	0	500	10
<input type="checkbox"/> 気温(TEMP)	-300	450	10
<input type="checkbox"/> 湿度(HUM)	0	100	10

(出力テキスト (Ox 濃度ランク別 (20ppb 毎) 年集計結果例))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
	局コード	年度	有効測定 値総和 (0-19)	有効測定 時間総和 (0-19)	有効測定 値総和 (20-39)	有効測定 時間総和 (20-39)	有効測定 値総和 (40-59)	有効測定 時間総和 (40-59)	有効測定 値総和 (60-79)	有効測定 時間総和 (60-79)	有効測定 値総和 (80-99)	有効測定 時間総和 (80-99)	有効測定 値総和 (100-119)	有効測定 時間総和 (100-119)	有効測定 値総和 (120-139)
1															
2	42201030	2003	29844	2671	101619	3485	76000	1608	21231	322	327	4		0	
3	42201040	2003	41196	4019	93416	3286	44974	983	2387	38		0		0	
4	42201280	2003	35746	2966	111062	3777	62268	1336	10557	162	80	1		0	
5	42201300	2003	27626	2249	106251	3562	104886	2210	33998	509	5518	65	100	1	
6	42202020	2003	24412	2171	105890	3535	113281	2400	37555	559	8146	93	740	7	
7	42202030	2003	36887	3479	107933	3688	52104	1119	3509	55		0		0	
8	42202140	2003	24538	3010	92626	3093	92966	1951	33486	498	9997	116	313	3	
9	42202160	2003	38584	4722	80833	2825	35227	769	554	9		0		0	
10	42204010	2003	31910	3300	94678	3212	82610	1732	28656	431	6919	79	732	7	
11	42205010	2003	26205	2472	91975	3118	102084	2146	33224	497	5626	65	1913	18	
12	42208040	2003	20189	1633	114619	3760	112271	2366	19220	292	655	8	106	1	
13	42309010	2003	42256	4258	77924	2821	63162	1328	17935	274	2493	30		0	
14	42310010	2003	25526	2364	66097	2295	130819	2635	71195	1058	18162	211	936	9	
15	42314010	2003	23252	1890	99098	3300	129833	2726	43474	654	10405	121	729	7	
16	42314020	2003	20685	1766	110363	3699	119130	2502	25334	386	1557	19		0	
17	42322060	2003	31382	2752	113012	3788	83296	1768	20094	303	2631	31		0	
18	42385010	2003	14557	1172	107611	3380	159088	3356	25292	387	175	2	116	1	
19	42386010	2003	14736	1147	119156	3837	131944	2733	33024	509	1567	19		0	
20	42391040	2003	34835	3193	102133	3466	72891	1579	8804	137	90	1		0	
21	42392020	2003	31147	2680	99234	3336	97472	2053	16292	250	327	4		0	

図 5.1.2 「大気時間値集計解析プログラム」時間値データ集計機能の操作画面イメージ(つづき)

c.濃度抽出集計機能
(設定画面)



(濃度抽出集計結果テキスト出力例 Ox 濃度 80ppb 以上 (高濃度順) 集計結果)

	A	B	C	D	E	F
1	局コード	年	月	日	時	測定データ
2	42205010	2003	6	4	21	117
3	42385010	2003	6	4	18	116
4	42202020	2003	6	4	20	115
5	42205010	2003	6	5	12	114
6	42205010	2003	6	8	19	114
7	42314010	2003	6	4	19	114
8	42310010	2003	6	4	20	113
9	42202020	2003	6	4	19	112
10	42205010	2003	6	5	13	110
11	42204010	2003	6	5	13	108
12	42205010	2003	6	5	14	108
13	42205010	2003	6	7	15	108
14	42205010	2003	6	8	18	108
15	42202140	2003	6	8	16	107
16	42204010	2003	6	4	22	107
17	42310010	2003	6	5	14	107
18	42202020	2003	6	8	16	106
19	42205010	2003	6	5	15	106
20	42205010	2003	6	7	16	106
21	42208040	2003	6	4	19	106
22	42314010	2003	6	4	20	106
23	42202140	2003	6	5	13	105
24	42205010	2003	6	7	13	105
25	42205010	2003	6	7	14	105
26	42204010	2003	6	5	14	104
27	42310010	2003	6	8	17	104
28	42310010	2003	6	8	18	104
29	42202020	2003	6	4	21	103
30	42202020	2003	6	8	15	103
31	42205010	2003	6	4	15	103
32	42205010	2003	6	5	16	103
33	42310010	2003	6	4	21	103

図 5.1.2 「大気時間値集計解析プログラム」時間値データ集計機能の操作画面イメージ(つづき)

5.1 大気時間値集計・解析ツール

d. 日報月報出力機能

(日報形式テキスト出力例 様式2 (測定局別))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	SO	NO	NO2	NOX	CO	OX	NMHC	CH4	THC	SPM	SP	WD	WS	
2	1h	5	1	5	6	9999				34		8	27	
3	2h	5	1	6	7	41				36		8	25	
4	3h	4	1	6	7	42				26		7	18	
5	4h	4	1	3	4	47				2		6	51	
6	5h	4	1	2	3	45				26		8	40	
7	6h	4	1	2	3	46				8		9	23	
8	7h	4	1	4	5	45				3		6	19	
9	8h	3	1	10	11	41				44		6	32	
10	9h	3	1	13	14	35				16		14	24	
11	10h	4	1	16	17	29				1		16	15	
12	11h	4	1	14	15	37				20		4	34	
13	12h	4	1	8	9	43				4		5	32	
14	13h	4	1	9	10	40				23		1	16	
15	14h	5	1	10	11	37				18		16	20	
16	15h	6	2	14	16	32				11		1	27	
17	16h	6	2	18	20	28				20		16	21	
18	17h	6	3	21	24	26				10		1	19	
19	18h	6	1	12	13	38				10		1	22	
20	19h	6	1	15	16	33				24		16	25	
21	20h	6	1	16	17	32				41		16	27	
22	21h	6	1	14	15	30				1		16	22	
23	22h	5	1	17	18	22				3		16	23	
24	23h	4	1	13	14	25				13		16	25	
25	24h	4	1	11	12	27				11		16	20	
26	日最小値	3	1	2	3	22				1			15	
27	日最大値	6	3	21	24	47				44			51	
28	日平均値	5	1	11	12	36				17			25	
29	日有効測定時間数	24	24	24	24	23				24		24	24	
30	日有効測定時間数の割合	1000	1000	1000	1000	958				1000		1000	1000	
31	日合計値	112	28	259	287	821				405			607	
32	日標準偏差	5	1	11	12	35				17			24	
33														

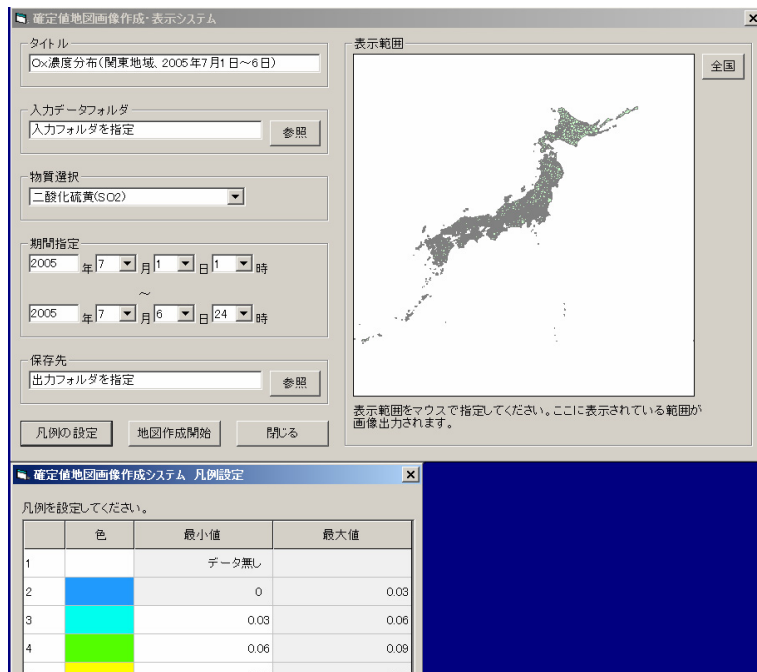
(月報形式テキスト出力例)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h
2	1日	41	41	42	47	45	46	45	41	35	29	37	43
3	2日	16	23	24	24	23	22	18	16	18	23	27	30
4	3日	31	41	43	43	42	40	37	31	29	9999	28	30
5	4日	25	40	40	38	37	38	34	25	21	28	42	47
6	5日	60	61	61	61	61	64	63	60	58	59	60	61
7	6日	20	19	17	25	24	19	24	20	32	47	59	63
8	7日	29	39	39	39	37	36	31	29	46	56	51	81
9	8日	59	61	58	61	61	56	59	59	58	66	65	65
10	9日	42	67	64	63	60	49	40	42	55	51	52	54
32	各時間の最小値	0	9	10	8	9	11	12	7	9	14	16	16
33	各時間の最大値	0	67	64	63	61	64	63	60	58	66	65	81
34	各時間の平均値	0	40	40	40	40	39	37	33	35	40	43	47
35	各時間の有効測定時間数	0	29	29	29	29	29	29	29	29	27	28	29
36	各時間の合計値	0	1167	1160	1161	1151	1129	1074	965	1012	1071	1194	1372
37	各時間の標準偏差	0	16	17	17	16	15	15	15	15	19	18	18
38	有効測定日数	29											
39	有効測定日数の割合	967											
40	有効測定時間数	674											
41	有効測定時間数の割合	936											
42	月の合計値	28747											
43	月の平均値	43											
44	月の標準偏差	16											

図 5.1.2 「大気時間値集計解析プログラム」時間値データ集計機能の操作画面イメージ(つづき)

地図画像作成・閲覧表示機能

a. 地図画像作成機能



b. 地図ビューワ（閲覧表示）機能

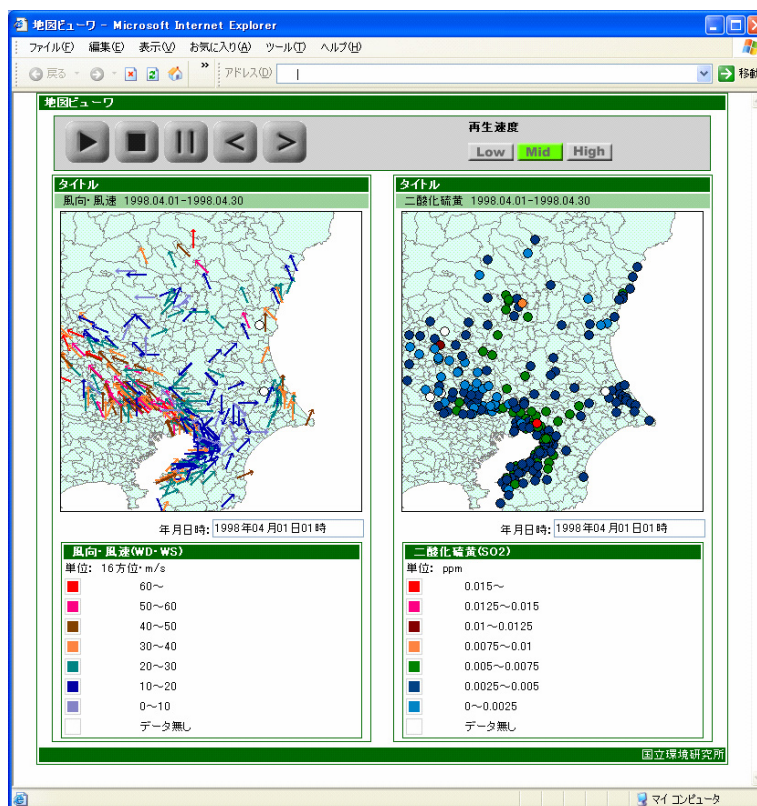


図 5.1.3 「大気時間値集計解析プログラム」地図画像作成・閲覧表示機能の操作画面イメージ

5.1.5 今後の予定

集計・解析ツールは、開発当初から、共同研究メンバーのニーズを取り込む形で改良を重ねてきたこともあり、試験利用にとどめ、研究プロジェクト内部利用に限定して配布してきた。今後は、一般のユーザにも有用と思われる基本的な集計機能（単純集計、濃度ランク別集計、濃度抽出集計）について、一定の性能評価を行った後、「普及版」と位置づけて、一般公開していく予定である。

また、時間値データ整備は、本年度までに 43 都道府県の整備が完了し、未整備地域は 4 県になった。本研究プロジェクトでは、全国規模の大気汚染現象の実態解明を進めるためにも、全国データの整備を最優先課題のひとつと考えている。関係自治体に協力をお願いし、できるだけ早い時期に未整備地域のデータ収集を開始したい。

[執筆者：宮下 七重（国立環境研究所）]

5.2 大気汚染予報システムについて

5.2.1 システムの目的と求められる機能

大気環境に関する一般の関心事の一つとして、数日先もしくは当日の大気汚染状況に関する大気汚染予報が挙げられる。各地方自治体の担当部署では、当日までの汚染状況や気象予報などを元に、前日もしくは当日に各種の注意報等を発令している。

しかし、近年は大陸からの越境大気汚染を主たる要因として起きているのではないかと思われるオキシダント高濃度事例等が少なからず見受けられ、上記のような情報だけで大気汚染の状況を予測することが難しくなっている。

これを打開する一つの手段として、長距離輸送の影響を加えた数値シミュレーションによる予報が挙げられる。ある程度高い精度で数値計算を行うためには、計算領域としては東アジアを含む広い領域を取り、かつ、ローカルに着目する地点における水平計算格子間隔は数キロ程度と非常に高い解像度を持つような計算設定が必要だと考えられる。

しかし、このような計算設定で毎日一定時間内に計算を終了するためには、かなり優れた計算機資源が必要であり、自治体ごとに個々に予報システムを構築することは、必ずしも現実的で無いと考えられる。

以上を踏まえて、国立環境研究所では、C型共同研究の枠組みで、大気汚染の予報システムの構築を行っている。

前述の要望に応えるために、予報システムには以下のような機能が求められる。

- ・ システムは毎日自動的に計算を行い、翌日以降数日分の大気汚染状況を予報する。
- ・ システムの予報結果は、ウェブ上でなるべく速やかに公開され、また計算精度の比較検討が可能であるように、対応する観測データと並べて表示される。
- ・ 予報計算される大気汚染物質の種類は、オゾン、一酸化窒素、二酸化窒素、二酸化硫黄、浮遊粒子状物質、非メタン炭化水素を含み、また、風向・風速や気温の情報も併せて発信する。
- ・ 結果の閲覧画面は、見たい物質・日時・場所が直観的な操作によって選択できる簡便なものである。
- ・ 最新の予報結果だけでなく、ある程度過去に遡って結果を閲覧できる。
- ・ 各都道府県内での水平分布情報も期待されるため、計算の水平解像度は数キロメッシュ程度である。一方で、大陸等からの寄与の考慮が必要であるために、計算範囲はアジア域を含む。

5.2.2 大気汚染計算の概要

大気汚染の予報計算は、各物質濃度の支配方程式を計算機で解くことによって行われる。ここでは、物質濃度を支配する方程式、ならびにそこに登場する物理・化学過程について簡単に説明する。

ある地点における物質濃度の支配方程式を言葉により書くと次のように模式的に書くこと

ができる。

$$(\text{物質濃度の時間変化}) = (\text{発生}) + (\text{移流}) + (\text{反応}) + (\text{乾性沈着}) + (\text{湿潤過程}) + (\text{拡散}) + (\text{その他})$$

この表現に相当する実際の方程式を差分化し、計算機で解くのが予報システムの根幹であるが、式自体の紹介は主旨外であると思われるので、この模式的表現を以下に説明するにとどめる。

まず、発生は、各物質の発生量を入力データとして与える必要がある。地上付近の発生源が多いため、ほとんどのデータは地上（モデル内の最下層）で与えられるが、煙突や飛行機からの発生については、煙突高度もしくは上空でデータを与える。

次に移流は、物質が大気の動きにより大気と一緒に運ばれる輸送で、計算するためには三次元の風速データが必要である。

反応は物質の生成消滅に関わる全ての反応であり、（関係する他の物質も含めて）物質濃度・気温・太陽放射量等の関係式として与える。気相反応、液相反応、エアロゾル反応およびこれらの間の異相反応がある。

乾性沈着は、物質が地表面や植物表面等へ付着することにより除去されるものであり、物質毎の沈着速度は物質の種類と地表面の状態によって決められ、計算最下層の濃度を減らす項として働く。

湿潤過程は雲や雨の存在に伴う過程で、雲内で成長中の雨水への取り込まれによる除去（rainout）と落下中の雨水への取り込まれによる除去（washout）の二つを併せた湿性沈着が主である。

拡散は主に鉛直拡散を指し、大気境界層内で卓越する渦乱流による鉛直拡散と、積雲活動に伴う局所的な鉛直上昇の効果の二つが主である。

その他の項は、例えば観測データの取り込みによるデータ同化が考えられるが、現時点で予報システムはデータ同化を採用していない。

これらの過程を表すのに必要な気象データとしては、風速（東西・南北・鉛直）、気圧、地表面気圧、気温、表面温度、水蒸気量、雨水量、雲水量、降水量等がある。

大気汚染計算に必要な気象データは、気象の数値モデルによる計算結果を利用する。必要なデータ全てを観測によって得ることが出来れば、最も現実に近いと考え得る大気汚染計算を行うことが可能である。

しかし、観測気象データは、ごく限られた地域以外では水平的疎らな観測しか存在しないこと、上空での観測データはさらに限られた地点しかないこと、雲水量や雨水量といったデータはそもそも定常的な観測が存在しないこと、などのいくつかの問題があり、観測気象データを大気汚染計算にそのまま用いるのは非現実的である。

これに替る方法として、観測データに非常に近いと考えられる数値計算結果である客観解析気象データもしくは気象数値予報データのいずれかを同化入力データにして気象数値モデルを走らせて得られた結果を、用いる方法が一般的である。

本稿の大気汚染予報システムでは、同化入力データとして、気象庁の気象数値予報データ

である GPV (Grid Point Value) データを使い、気象の数値モデルとして米国のコロラド州立大学で開発された領域気象モデル RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) を用いて気象データを計算させている。大気汚染の数値モデルとしては、米国の環境保護庁 (EPA, Environment Protection Agency) で開発された領域大気質汚染モデルである CMAQ (Community Multi-scale Air Quality modeling system) を使用している。RAMS と CMAQ は、それぞれ次の URL から取得することが出来る。

<http://bridge.atmet.org/users/software.php>

<http://www.cmascenter.org/>

マニュアル等も英語ではあるが取得できる。

毎晩自動的に行われる予報計算の手順を説明する。

まず、気象庁の GPV データを入手する。0UTC (日本時間 9 時) 計算開始の GPV データが 15 時頃に気象庁より配信される。これを 19 時頃に取得する。

取得した GPV データを入力データとして、20 時頃から RAMS により気象場を計算する。計算開始時刻 (数値モデル内での時刻の意) は、翌日の午前 3 時であり、それより 45 時間後の翌々日 24 時までの計算が終了するのが、翌日の 3 時頃である。計算された風、気温、水蒸気量、降水量等の気象データは、一旦ハードディスクに保存される。

引き続き、保存された気象データを入力として、CMAQ により、各種物質の発生・反応・輸送・乾性湿性沈着等の各過程を考慮して方程式を解くことにより、オゾン、NO_x、SO_xをはじめとする多種の大気中気体、およびサルフェート、ナイトレートをはじめとする各種のエアロゾルの濃度や沈着量が計算され出力される。RAMS の風と温度、CMAQ の主要物質の濃度は、図化したあと、可視化システムへと渡され、公開される。

以上の仕様およびスケジュールは現時点での設定であり、将来的には変更がありえる。

予報情報発信画面の一例を図 5.2.1 に示す。

まず、画面左には「そらまめ君」による観測結果の分布を示す。そらまめ君の時報値データが利用できない表示時刻であるときには左側はブランクとなる。右には予報計算の分布が色による等値線で示される。濃度ランクの色分けは、画面中央上部に示されており、左右の図で統一し比較し易いようにしている。図の下にはそれぞれ「別ウインドウで表示」ボタンが用意されており、クリックすると別画面で表示できる。表示可能な項目は SO₂、NO、NO₂、光化学オキシダント (予報はオゾン)、NMHC、浮遊粒子状物質、風向・風速、気温の 8 つであり、左下のボタンで選択する。表示領域は日本域と関東域が右下のボタンで選択でき、図は関東域の例である。表示日時は画面中央下でダイレクトに日時を指定する方法と、画面中央のボタンでコマ送り等の操作での進め戻しによる方法の両者が可能である。

5.2 大気汚染予報システム

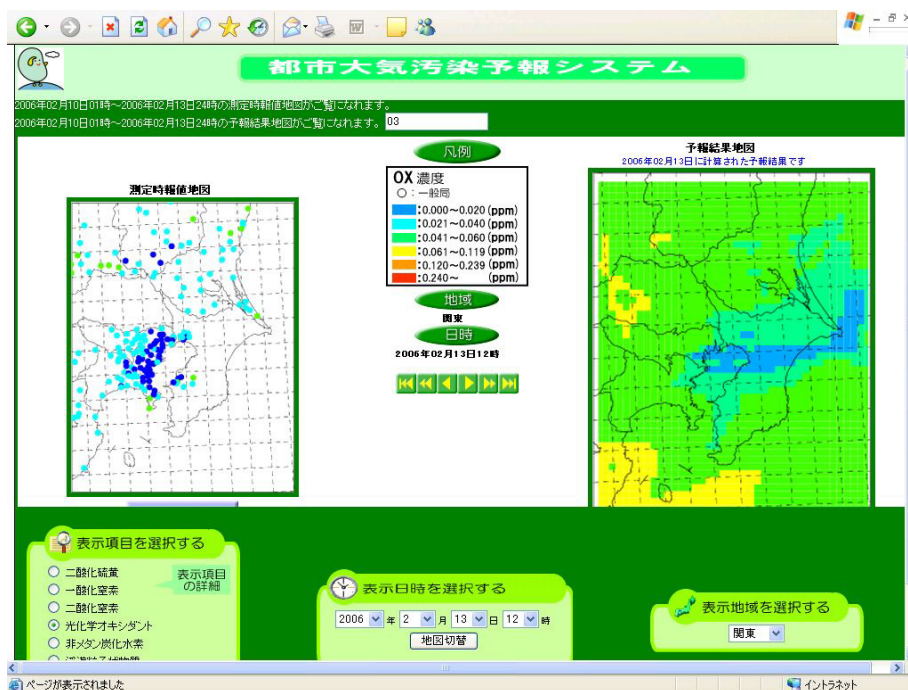


図 5.2.1 大気汚染予報システムの可視化画面イメージ(例)

5.2.3 予報システムに関わる技術等

ここでは予報計算システムを理解する上で必要となる技術・知識等のいくつかについて概説する

5.2.3.1 ネスティング

気象や大気汚染をより正確に数値計算する上で大切なことのひとつは、計算範囲と計算解像度である。計算範囲が広ければ、例えば広範囲からの長距離輸送の寄与を考慮することが可能になる。一方、計算解像度は、細かくすれば計算精度は基本的に向上するものと期待できる。理想的なのは、なるべく広い計算範囲をなるべく高い計算解像度で行うことであるが、広い計算範囲と細かい解像度を両立させると、計算格子数は膨大になり、保持する計算機能力から考えて現実的な設定と呼べないことが一般的である。これを解消する方法のひとつがネスティング(nesting)と呼ばれる手法である。

ネスティングとは、広い領域を粗い解像度で計算して、その計算結果を細かい解像度を持つ狭い計算領域の境界条件として与えながら計算されることによって、入れ子的に計算をする手法である。広領域から一方通行的に狭領域に計算を引き継ぐネスティングを 1 way nesting、狭領域の結果を広領域にも返す両方向的なネスティングを 2 way nesting という。本予報システムでは、東アジア対象の 100 km 解像度、日本対象の 25 km 解像度、関東対象の 5 km 解像度の三つの計算領域を用意し、広い領域の計算結果を次に狭い領域の計算の側面境界条件として与えることにより、東アジア域での長距離輸送の効果を取り込みつつ、関東を高い解像度で計算することを試みている。

5.2.3.2 データ同化

データ同化とは観測データを取り込みつつ予報計算を行うことである。基本的発想は、観測データの存在する地点付近では観測データを、近傍に観測データが存在しない場所においては計算値を用いて、なるべく現実的な時空間分布データを得ようということである。

データ同化の手法については様々な方法が存在し、その手法の進歩が、例えば天気予報の精度の向上につながっている。気象観測データを気象計算に取り込むデータ同化と、大気中物質濃度観測データを大気汚染計算に取り込むデータ同化の両者が考えられるが、本予報システムでは前者のみを使用し、RAMS による気象計算を現実的にする効果を期待している。後者は将来的課題である。

RAMSにおけるデータ同化は、ナッジング(nudging)と呼ばれる手法で行なわれている。これは、計算値を、時空間内挿した観測値と計算値の差に一定係数を掛けて、観測値に引っ張り続ける効果を計算に加える手法である。係数が大きければ、計算値は観測値に収束しやすいが計算は乱れやすく、係数が小さければ、計算は安定するが、計算値の観測値への収束は非常に緩やかになる。

5.2.3.3 予報精度を上げるには

根本的に予報精度を上げようとするならば、以下の4つが重要である。

- ・ 気象計算時に同化させる気象観測データ精度がなるべく良いこと
- ・ 気象計算に用いる気象モデルの計算精度がなるべく高いこと
- ・ 大気汚染計算に与える、前駆物質等の発生源データ精度がなるべく良いこと
- ・ 大気汚染計算に用いる大気汚染モデルの計算精度がなるべく高いこと

ただし、これらは予報システムの精度向上という範疇を超えた根本的な問題である。

現在までの予報システムの精度向上作業は、計算領域の位置や広さや、データ同化の強さなどの比較的変更しやすいパラメータ等に対する感度解析として進められている。

5.2.4 今後の課題

現在の運用は、当日の朝にその日の日中の濃度を予報するサイクルとなっている。前日の夕方までに次の日の最高濃度等の目安が得られることが望ましいため、予報サイクルの変更・伸張を予定している。GPV データをフルに使えば約三日先までの予報が可能である。

また、計算精度については、発生量データ、気象モデル、大気質モデル、計算設定等も含めて、まだまだ地道な計算精度の向上を続けていく必要がある。システムの結果は、現時点では国立環境研究所内での閲覧に限られているが、順次公開範囲を広げる方向を予定している。

[執筆者：菅田 誠治 (国立環境研究所)]

6. まとめと課題

6.1 Ox 濃度等の全国的な経年変化

本共同研究で整備された全国 41 都道府県の時間値データをもとに、1985～2004 年度まで 20 年間の光化学オキシダント (Ox) 濃度等の経年変化傾向を解析した。対象とした測定局と統計量は以下のとおりである。

- ・ 測定局：20 年間、継続測定している一般測定局。有効測定局の判定条件は、年間有効測定時間数が 6000 時間以上(昼間と夜間の場合には各々、3750 時間と 2250 時間)であること。ここで、昼間は 5～20 時の 15 時間、夜間は 20～翌日 5 時の 9 時間である。表 6.1 は、都道府県別の対象測定局数を示す。なお、青森、岩手、山形、新潟、大分、沖縄の各県の時間値データは未収集であるため、対象外である。
- ・ 統計量：(Ox、NO_x、NO₂、NMHC、SPM) 濃度の(全日、昼間、夜間)別年平均値の全局平均値、及び、それらの NO₂/NO_x 比と NMHC/NO_x 比。

図 1 は、各統計量の経年変化を示す。経年変化の特徴を整理すると以下のとおりである。

- ① Ox：全日、昼間、夜間に係わらず、ほぼ単調に上昇している。その上昇率は 20 年間で約 5ppb である。
- ② NO_x：1989 年度まで上昇し、その後、1996 年度までほぼ横這いで推移した後、減少傾向に転じた。
- ③ NO₂:NO_x と傾向は同様であるが、1991 年度を除くと 1996 年度まで上昇し、その後、減少している。
- ④ NO₂/NO_x：単調増加傾向にあり、特に 1998 年度以降は増加率が高い。また、1998 年度前後で、昼間と夜間の大小関係が逆転しており、最近は、昼間よりも夜間の方が、比率がやや高い。
- ⑤ NMHC：ほぼ単調に減少している。
- ⑥ NMHC/NO_x：1996 年度以前は、NO_x が増加もしくは横這いであるのに対して、NMHC は減少しているため、同比は急減している。その後、NO_x も減少に転じたため、同比はほぼ横這いで推移したが、2001 年度以降は、NO_x の減少率が NMHC のそれを上回っているため、同比はやや増加している。
- ⑦ SPM：1991 年度以前は年々変動が大きい、ほぼ増加傾向にある。一方、1991 年度以降は、2004 年度まで減少しているが、1999 年度には特異的に大きな減少が認められる。

6. まとめと課題

表 6.1 対象測定局数

都道府県	O _x	NO _x	NO ₂	NMHC	SPM
北海道	0	0	0	0	0
青森	0	0	0	0	0
岩手	0	0	0	0	0
宮城	18	20	20	2	1
秋田	0	0	0	0	0
山形	0	0	0	0	0
福島	21	23	23	5	2
茨城	20	24	24	2	6
栃木	16	10	10	1	2
群馬	7	6	6	0	0
埼玉	33	34	34	3	13
千葉	78	96	96	25	63
東京	34	34	34	15	33
神奈川	40	40	40	21	21
新潟	0	0	0	0	0
富山	0	0	0	0	0
石川	0	0	0	0	0
福井	0	0	0	0	0
山梨	0	0	0	0	0
長野	0	0	0	0	0
岐阜	6	7	7	0	2
静岡	37	40	42	7	21
愛知	54	58	58	4	54
三重	10	10	10	5	8
滋賀	4	4	4	0	1
京都	25	25	25	6	16
大阪	44	42	42	7	30
兵庫	24	38	38	3	39
奈良	5	5	5	0	0
和歌山	3	15	15	0	14
鳥取	0	0	0	0	0
島根	1	2	2	0	2
岡山	21	44	44	5	30
広島	21	29	29	3	20
山口	13	21	21	4	15
徳島	16	0	16	0	9
香川	11	15	15	4	3
愛媛	0	0	0	0	0
高知	0	0	0	0	0
福岡	17	23	23	3	11
佐賀	0	0	0	0	0
長崎	10	13	13	0	5
熊本	0	0	0	0	0
大分	0	0	0	0	0
宮崎	8	11	11	1	4
鹿児島	0	0	0	0	0
沖縄	0	0	0	0	0
全国	597	689	707	126	425

(注) 表中の網掛け部分は、データが未収集のため、対象外である県を示す。

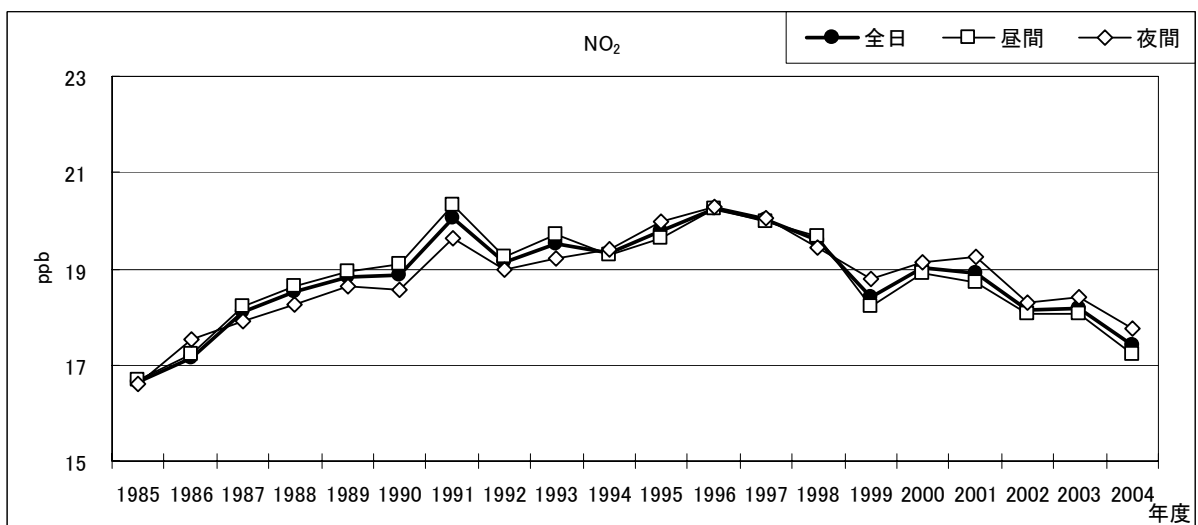
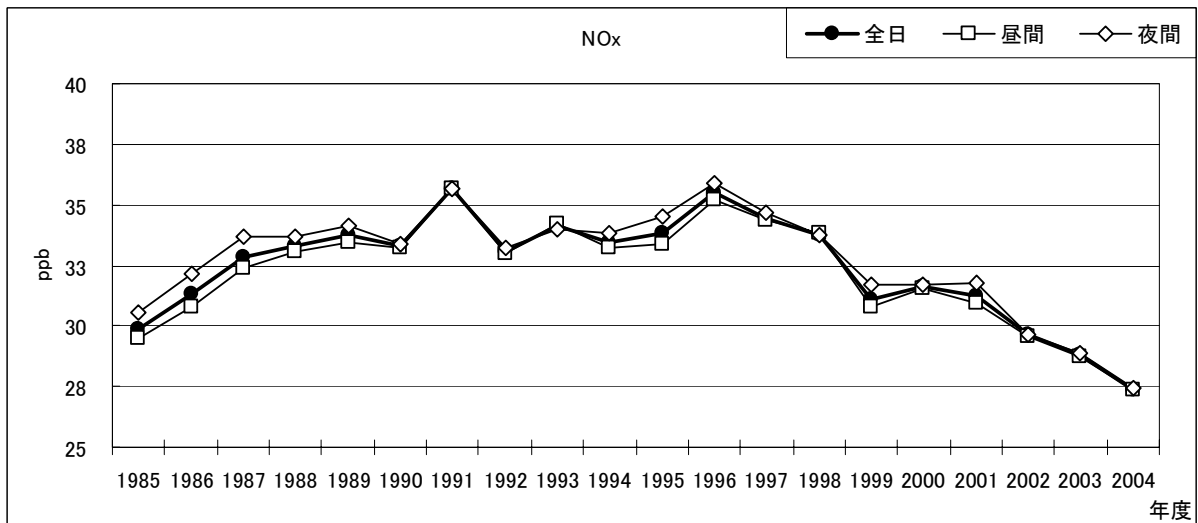
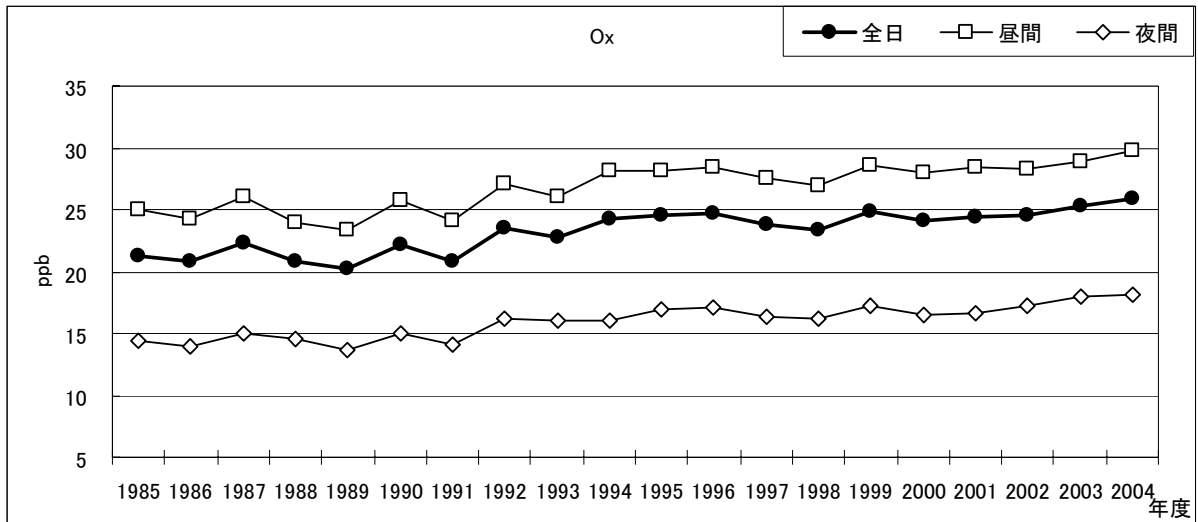


図 6.1 全国の継続測定局における O_x、NO_x、NO₂、NO₂/NO_x、NMHC、NMHC/NO_x、SPM の年平均濃度の経年変化(全日・昼間・夜間別の全国平均値)

6. まとめと課題

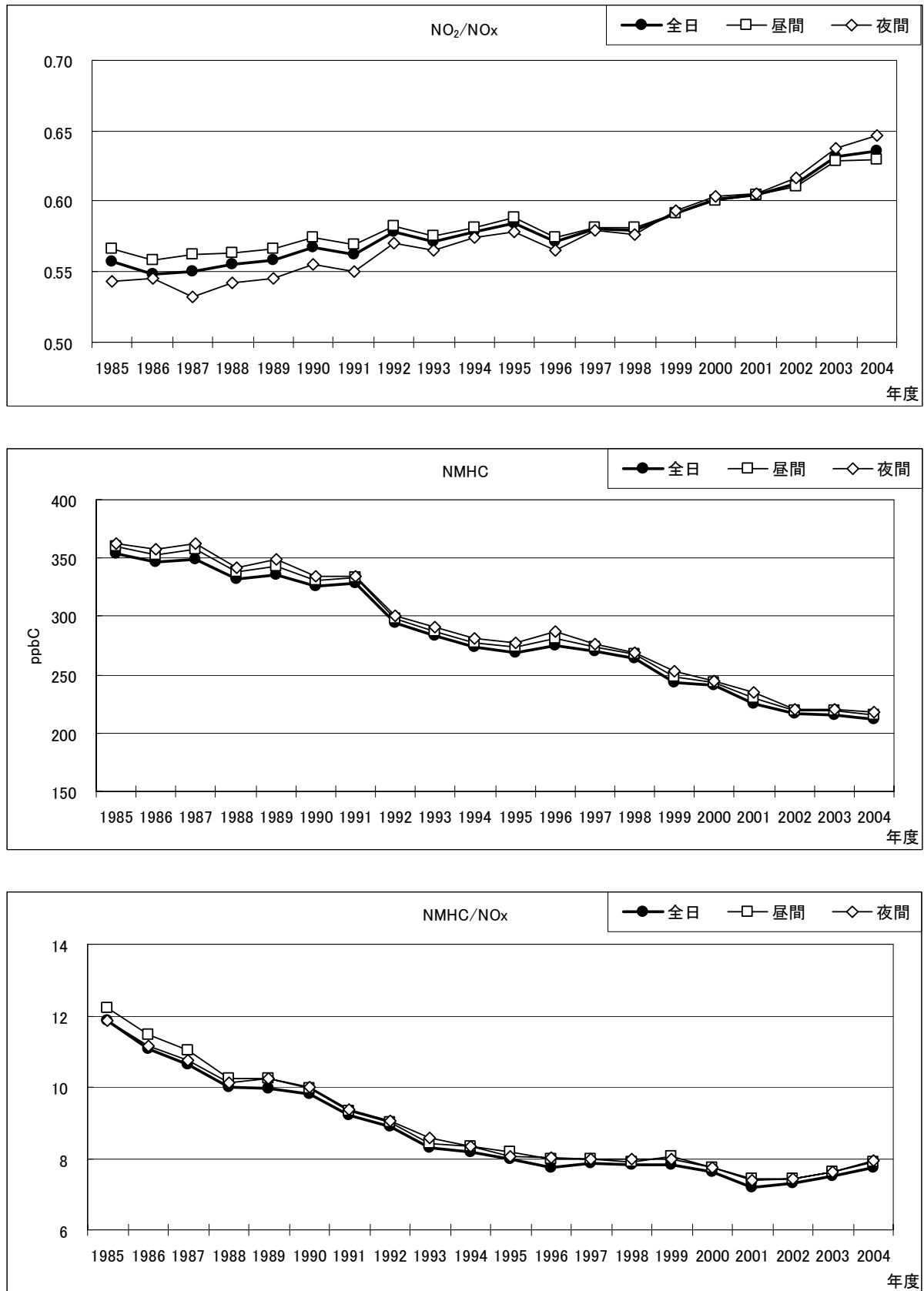


図 6.1 全国の継続測定局における O_x、NO_x、NO₂、NO₂/NO_x、NMHC、NMHC/NO_x、SPM の年平均濃度の経年変化(全日・昼間・夜間別の全国平均値) (つづき)

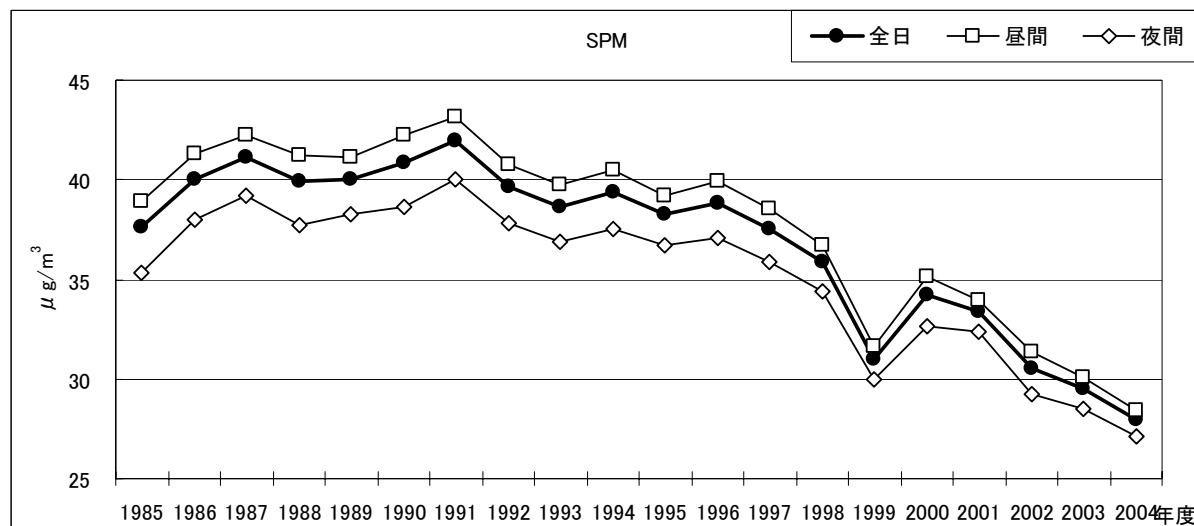


図 6.1 全国の継続測定局における O_x 、 NO_x 、 NO_2 、 NO_2/NO_x 、NMHC、NMHC/ NO_x 、SPM の年平均濃度の経年変化(全日・昼間・夜間別の全国平均値) (つづき)

6. まとめと課題

6.2 応用解析(グループ研究)のまとめ

6.2.1 グループ研究全体のまとめ

応用解析(グループ研究)では、全国の大気環境常時監視測定局で測定された時間値データをもとに、6つの研究グループに分かれて、光化学オキシダント(Ox)等の解析を進めた。表6.2は、各グループ研究の要覧を示す。研究結果は、第4章に示したとおりであり、その概要を次節(6.2.2)に記す。

表 6.2 グループ研究のまとめ

Oxの生成・変動要因	グループ研究課題	着目するOxの現象	解析のキーワード	対象地域	
気象	海陸風との関係	最高濃度出現時刻の経年的な遅れ	海風	関西	
	ヒートアイランドが発生した時の影響	高濃度Ox地域とヒートアイランド、海風との関係	ヒートアイランド、海風	関東	
	気象要素との関係	中四国地方の日本海側、瀬戸内海、太平洋側におけるOx高濃度事例	高濃度事例	中四国地方	
原因物質	NOx及びSPM等との関係	Oxと他の汚染物質との関係、Ox週末効果の原因	NOx、NMHC、SPM、微小粒子成分、週末効果	関西、神戸、名古屋、静岡県	全国
広域現象	大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応	Oxに対する成層圏オゾン、大陸起源オゾンの影響	成層圏オゾン、大陸影響、季節変動パターン		全国
複合した要因	日没後もOx濃度が下がらない原因	夜間のOx高濃度	夜間高濃度分布、朝方・夜方濃度	群馬県、岐阜県	全国

6.2.2 グループ研究結果の概要

第4章に示されたグループ研究の主要な結果を、グループ別にまとめると以下のとおりである。

(1) 海陸風到達の時間、距離及び濃度の解析：「海陸風との関係」グループ

大阪府のOx注意報発令時刻(高濃度出現時刻)は経年的に遅れている。本研究グループでは、この原因として、海風の内陸への到達時刻に着目し、大阪平野における海風の挙動と、Oxの内陸への移流について解析した。

- ① 大阪平野における海風の到達は、陸筋において経年的に遅れを生じる傾向にある川筋においては、経年的に変化はない。
- ② 大阪平野から内陸の盆地へのOxの移流については、南河内地域から奈良盆地への移流が明瞭である。
- ③ Oxの移流は、海風の内陸部への進入にともなって起こっている。海風前線の後面

に高濃度 O_x が発生すると考えられる。

- ④ O_x 最高濃度出現時刻は、川筋、陸筋ともに経年的に遅くなる傾向が認められる。陸筋においては、海風の遅れによる影響が考えられるが、 O_x 生成反応の遅れなど、他の要因も考えられる。

(2) 光化学オキシダント高濃度時におけるヒートアイランドの状況：「ヒートアイランドが発生した時の影響」グループ

本研究グループでは、関東地域においてヒートアイランドが発生した時の O_x 高濃度域及び気象の状況を調べることにより、 O_x 高濃度とヒートアイランドの関係について解析した。

- ① ヒートアイランドは、関東地域に南西風が入る日及び南東風が入る日に発生し、その発生地域は、埼玉県南部から東京都と埼玉県の都県境付近の‘風のよどみ域’である。なお、風が強すぎても弱すぎてもヒートアイランドは発生しない。
- ② ヒートアイランド発生日の O_x 高濃度域は、関東地域に南西風が入る日は関東北部に広域的に出現し、南東風が入る日は風の収束域に出現する。
- ③ O_x 高濃度域がヒートアイランドの南側から海風により北上する場合には、ヒートアイランド付近で O_x が 150~180ppb 超の高濃度となることや、 O_x 高濃度域がヒートアイランドを迂回して北上するように見えることがある。

(3) 中四国地方を中心とした光化学オキシダント高濃度事例解析：「気象要素との関係」グループ

本研究グループでは、中四国地方における O_x 高濃度発生事例を、日本海側、瀬戸内、太平洋側の各地域、及び中四国地方全体で高濃度になる 4 ケースに分類し、各ケースの特徴的な O_x 高濃度発生事例日（1995~2003 年の 9 事例日）を対象として、全国的な O_x 濃度分布と気象状況（天気図、後方流跡線）を解析した。

- ① 瀬戸内地域及び太平洋側地域の高濃度事象（1999 年 5 月 14 日）の原因は、地域的な汚染とともに、前日に発生した関東地方の高濃度汚染が移流した可能性がある。
- ② 瀬戸内地域における高濃度事象については、当地域が中国山地と四国山地に挟まれ、閉鎖性の局地循環が形成されていると考えられることから、地域内での汚染

物質の蓄積と光化学反応、並びに、他地域からの移流の影響が考えられる。

- ③ 日本海側地域における高濃度事象については、大陸からの移流のほか、前日に九州地方で高濃度が見られたり、瀬戸内地域で高濃度であったりすることから、隣接地域からの移流影響も示唆される。
- ④ 以上のように、中四国地方における高濃度 O_x の発生には、地域内で発生された前駆物質による光化学生成、局地循環による蓄積（瀬戸内地域）、関東・関西・九州などの日本国内の他地域からの広域移流、大陸からの長距離移流など様々な要因があり、それらが複雑に関係していると考えられることから、今後、更なる検討が必要である。

(4) 光化学オキシダントと NO_x ・SPM との関連：「 NO_x 及び SPM 等との関係」グループ

本研究グループでは、 O_x 濃度と NO_x 、SPM、NMHC 等の汚染物質濃度との関連性に着目して解析した。

- ① 全国の年平均・月平均濃度を対象に解析した結果、全ての月について、 O_x と NO_x の間に負の相関性が認められ、 NO による O_3 消費の影響が大きいと考えられる。一方、 O_x と SPM の間にも負の相関性が認められるが、 O_x — NO_x 関係ほど明瞭でない。一般的に、SPM（一次粒子）と NO_x の間には正の相関性が期待され、 O_x と SPM が逆相関になる。しかし、夏季の都市域のように光化学二次生成の影響が大きい場合には、SPM と O_x の間には正の相関性が認められる。このため、 O_x —SPM 関係は地域や月によって変化する。
- ② 名古屋及び神戸で測定された微小粒子の可溶性イオン成分と O_x 濃度の関連性を解析する。 O_x 平均濃度が高くなる春季には、微小粒子成分のうち SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 $C_2O_4^{2-}$ の二次粒子が高濃度となるが、これらの粒子成分濃度は O_x 濃度との相関は低い。一方、夏季には、これらの粒子成分濃度と O_x 濃度の相関が高い。このことから、二次粒子の生成メカニズムが、春季と夏季とで異なる可能性がある。
- ③ O_3 の週末効果は、関西地方周辺の多数の測定局において確認される。一方、ほとんどのケースにおいて、 O_3 の前駆物質である NO_x および NMHC 濃度は週末に減少している。 O_3 の週末効果が確認される測定局数を季節別に見ると、光化学反応が最も活発な夏季に最も少なくなる。また、光化学生成ポテンシャル PO は、ほとんどの測定局において週末の方が低濃度であり、 O_3 生成量は週末よりも平日に大きい。これらのことから、光化学反応による O_3 生成は、前駆物質濃度が高い平日に大きいと考えられる。一方、 O_3/PO 比は NO_x 濃度と負の相関、すなわち、 NO_x

濃度の減少に伴い PO に占める O_3 の割合が増加する。この関係は、 O_3 -NO 反応による O_3 の分解を表しており、NO 濃度が低い週末には平日よりも、 O_3 分解量が減少すると考えられる。以上のことから、 O_3 の週末効果は、これまでの定説（オゾン生成変化説）とは異なり、NO による O_3 分解量の平日・週末差が主因であると結論づけられる。

- ④ 静岡県内の測定局を対象に、日最高 O_3 濃度と朝方の NMHC 濃度の関係を整理すると、両者の間に明瞭な比例関係が見いだされる年度・測定局がある。

- (5) 大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込み等について：「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」グループ

本研究グループでは、 O_x 濃度の上昇要因として、1)成層圏・上部対流圏から降下するオゾンの変化、及び、2)東アジア規模汚染の変化に着目し、放射性物質と比湿の解析、後方流跡線解析、月変化パターン分類などを実施した。

- ① 比湿、 7Be 濃度、後方流跡線の解析から、高層大気の降下に伴う地上 O_x 上昇現象が認められる。このような高層大気の降下現象は一時的に O_x 濃度を上昇させ、 O_x の季節変動にもある程度寄与しているが、その変化が、近年の O_x 年平均濃度レベルの上昇に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。
- ② 西日本の多くの地点において、 O_x 濃度の月別平均値と環境基準超過時間数の月別出現割合は、春と秋に極大値（春に最大値）を示す。このことは、高濃度 O_3 の気塊が大陸東岸から日本西部に移流するシミュレーション結果と一致する。
- ③ 地点別の O_x 平均濃度の経月変動において、大陸からの越境汚染の指標と考えられる秋のピークが、西日本の多くの地点で確認される。また、昼夜別に同様の解析をすると、昼間に比べ、夜間において秋のピークの割合が増える。さらに、全国の O_x 濃度の経月変動を、「春型」「春+夏型」「春+夏+秋型」「春+秋型」の 4 類型に分類し、1990～1995 年度と 1996～2001 年度を比較すると、北海道・東北、北陸・中部において、「夏型」を含む分類結果の割合が増加し、近畿・東海では、「秋型」を含む分類結果の割合が増加している。

- (6) 夜間に光化学オキシダント濃度が下がらない原因について：「日没後も O_x 濃度が下がらない原因」グループ

本研究グループでは、夜間も O_x 濃度が下がらない、あるいは下がりにくい状況を把握するため、全国の夜間の O_x 濃度を解析した。 O_x は、昼間だけでなく夜間においても全

6. まとめと課題

国的に経年上昇傾向が見られ、また、内陸地域等では、日没後も Ox 濃度が下がらないケースがしばしば見られた。

- ① 夜間（20～4時）に、 Ox 濃度の平均値が 60ppb 以上となる日数は、春季～初夏（3～6月）に多く、また、地域的には、島根、徳島、富山、静岡、鳥取、長野などで多く、大都市やその周辺では少ない。これらの地域性は、 NOx 濃度レベルに依存している可能性がある。
- ② 夜間を夜方（20～24時）と朝方（1～4時）に区分して解析すると、関東・中部では、夜方の日数が朝方よりも多いのに対して、北陸から西日本では逆に、朝方の日数が夜方よりも多い傾向が認められる。前者の地域については、夜方における首都圏からの流入が影響している可能性がある。一方、後者の地域については、広域スケールの O_3 が、 NOx の地域的な時間変動（朝方の濃度 < 夜方の濃度）によって影響を受けた結果であることが示唆される。
- ③ 群馬県および岐阜県の解析結果によれば、夜間に Ox 濃度が高い日には、海風による移流の影響が大きいと考えられる。

6.3 本共同研究全体のまとめと今後の課題

2004～2006 年度に実施した本共同研究では、大気時間値データベースの作成、基本解析、応用解析（グループ研究）、大気時間値集計・解析ツールの整備・改良、大気汚染予報システムの開発などにおいて、以下のような成果が得られた。

① データベースの作成

全国 41 都道府県の 2004 年度までの大気常時監視測定結果（大気時間値データ）を、データベースとして整備し、参加機関の間で共有した。

② 基本解析

全参加機関が、各自治体における O_x 濃度の変動特性や他の汚染物質との関係を、2004 年度までの大気時間値データを使って共通の方法で解析し、相互比較を行った。

③ 応用解析（グループ研究）

O_x の動態に関する 6 つの研究課題を設定し、研究グループに分かれて解析を進めた。また、これらの研究成果を、大気環境学会や国立環境研究所交流シンポジウム等で発表した。

④ 大気時間値集計・解析ツールの整備・改良と大気汚染予報システムの開発

本共同研究の第 1 期において開発された大気時間値集計・解析ツールを整備・改良し、基本解析と応用解析に活用した。また、大気汚染予報システムを開発し、日本全域及び関東地域を対象としたテスト運用を開始した。

⑤ その他

2006 年の春～夏に各地で観測された O_x と SPM の高濃度汚染状況を迅速に把握するため、緊急アンケート調査を実施した。また、2007 年度以降の大気汚染に関する C 型共同研究の方向性について検討するため、全国環境研協議会に所属する研究機関に対するアンケート調査を実施した。

以上のように、2004～2006 年度の 3 年間で、 O_x の経年変化と地域特性に関する多くの知見が得られた。今後の主要な課題としては、以下の点があげられる。

① 大気時間値データを活用した研究を更に進めるとともに、従前とは異なる視点・方法によるデータ解析や、モデル解析と組み合わせた研究アプローチによって、本研究で得られた結果をより確かなものとする。また、研究結果をまとめ、学会等で発表すること。

② 今までの本共同研究（2001～2006 年度）で整備・蓄積された共同型研究スタイル、研

6. まとめと課題

究体制、大気時間値データ、大気時間値集計・解析ツールなどを活かし、また、これらを発展させて、我が国の大気環境の改善に資する研究を今後も推進すること。

- ③ **Ox** とともに、対策を講ずるべき重要な大気汚染物質である浮遊粒子状物質（SPM）、とりわけ、微小粒子の汚染特性を解明する研究を進めること。

以上に示した研究成果と今後の課題を踏まえて、2007年度以降も地方環境研究所と国立環境研究所との大気汚染に関する共同研究を継続するため、国立環境研究所C型共同研究提案課題「光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究」（研究代表者：名古屋市環境科学研究所・大野隆史）の提案が行われ、研究課題に採択されることが決定されている。新たな研究提案課題は、第2期の研究メンバーを中心として準備を進めており、第3期の研究として位置づけられる。第3期の共同研究では、これまで対象としてきた光化学オキシダントに加え、浮遊粒子状物質を主要な対象物質とし、それらの汚染特性や発生原因を解明することにより、その成果を地方自治体や国が行うべき大気汚染対策に活用することを研究目的としている。

[執筆者：大原 利眞（国立環境研究所）]

資料1 C型共同研究の構成(第1期～第2期)

(平成19年1月現在)

機関名	研究担当者	担当期間	
		第1期	第2期
国立環境研究所	若松 伸司 ¹⁾	平成13～15年度	平成16～18年度
	大原 利眞	—	平成16～18年度
	菅田 誠治	平成13～15年度	平成16～18年度
	早崎 将光	平成14～15年度	平成16～18年度
	宮下 七重	平成13～15年度	平成16～18年度
	中村 和正	平成15年度	—
	坂下 和恵	—	平成18年度
北海道環境科学研究所センター	秋山 雅行	—	平成18年度
宮城県保健環境センター	中村 栄一	—	平成16～17年度
	菅原 隆一	—	平成16～17年度
	高橋 正人	—	平成16～17年度
	仁平 明	—	平成18年度
秋田県健康環境センター	清水 匠	平成14～15年度	平成16～18年度
福島県環境センター	志田 義美	—	平成16年度
	山下 美香	—	平成16年度
	小池 裕美	—	平成17年度
	鈴木 仁	—	平成18年度
	嶋 孝明	—	平成18年度
群馬県衛生環境研究所	田子 博	—	平成17年度
	熊谷 貴美代	—	平成16～17年度
埼玉県環境科学国際センター	竹内 庸夫	—	平成16年度
	武藤 洋介	—	平成16～18年度
千葉県環境研究センター	井上 智博	—	平成18年度
	押尾 敏夫	—	平成18年度
東京都環境科学研究所	石井 康一郎	平成15年度	平成16～17年度
	上野 広行	平成15年度	—
	飯村 文成	—	平成16～18年度
神奈川県環境科学センター	飯田 信行	—	平成16～18年度
	内藤 智子	—	平成18年度
石川県保健環境センター	太田 聡	—	平成17年度
	蔵本 和夫	—	平成18年度
富山県環境科学センター	神保 高之	平成13～15年度	—
	山崎 敬久	—	平成16～18年度

資料 1

福井県衛生環境研究センター	酒井 忠彰	平成 13～14 年度	—
	山田 克則	平成 15 年度	平成 16～18 年度
山梨県衛生公害研究所	清水 源治	—	平成 17～18 年度
長野県環境保全研究所	内田 英夫	平成 13 年度	—
	野溝 春子	平成 14～15 年度	平成 16～17 年度
	薩摩林 光	—	平成 18 年度
	児玉 家起	—	平成 18 年度
静岡県環境衛生科学研究所	篠原 英二郎	平成 13～15 年度	平成 16～18 年度
	太田良 和弘	—	平成 17～18 年度
岐阜県保健環境研究所	重村 克己	平成 13 年度	—
	鎌形 香子	平成 13 年度	—
	角田 寛	平成 14～15 年度	平成 18 年度
	三原 利之	平成 14～15 年度	平成 16～17 年度
名古屋市環境科学研究所	大野 隆史	平成 13～15 年度	平成 16～18 年度
	山神 真紀子	平成 14～15 年度	平成 16～18 年度
滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター	坪田 てるみ	平成 14 年度	—
	居川 俊弘	平成 15 年度	平成 16 年度
	服部 達明	—	平成 17～18 年度
京都府保健環境研究所	山川 和彦 ²⁾	平成 13～15 年度	平成 16～18 年度
	田村 義男	—	平成 16～18 年度
	河村 秀一	—	平成 16～18 年度
	日置 正	平成 13～14 年度	—
	水本 美佳	平成 14～15 年度	—
	渡邊 哲也	平成 15 年度	—
	平澤 幸代	—	平成 18 年度
京都市衛生公害研究所	小森 光彦	—	平成 16～18 年度
	安井 朗	—	平成 16～18 年度
大阪府環境情報センター	石原 理恵	—	平成 16～17 年度
	山本 勝彦	—	平成 17～18 年度
	藤田 眞一	—	平成 18 年度
	和田 峻輔	—	平成 18 年度
大阪市立環境科学研究所	板野 泰之	—	平成 16～18 年度
兵庫県立健康環境科学研究所	池澤 正	平成 13 年度	平成 18 年度
	吉村 陽	平成 14～15 年度	平成 16～18 年度
	中川 吉弘	平成 14～15 年度	—
神戸市環境保健研究所	中道 民広	—	平成 17～18 年度
	鈴木 行夫	—	平成 17～18 年度

和歌山県環境衛生研究センター	内田 勝三	—	平成 16 年度
	大谷 一夫	—	平成 16～18 年度
奈良県保健環境研究センター	松浦 洋文	—	平成 16～17 年度
	陰地 義樹	—	平成 16～17 年度
	吉岡 浩二	—	平成 16～17 年度
	北村 栄治	—	平成 18 年度
鳥取県衛生環境研究所	尾田 篤史	平成 14 年度	—
	吉田 篤史	平成 15 年度	平成 16～18 年度
	盛山 哲郎	—	平成 18 年度
島根県保健環境科学研究所	藤原 誠 ³⁾	平成 13～15 年度	平成 16～18 年度
	中尾 允	平成 13 年度	—
	多田納 力	平成 14～15 年度	—
	田中 孝典	平成 15 年度	平成 16～18 年度
岡山県環境保健センター	片岡 敏夫	—	平成 16～18 年度
	小川 登	—	平成 16～18 年度
	藤岡 敏修	—	平成 18 年度
山口県環境保健研究センター	松田 義彦	平成 13～15 年度	平成 16～18 年度
	今富 幸也	平成 13 年度	—
	久保田 明子	平成 13 年度	—
	栗下 心一	平成 14 年度	—
	長田 健太郎	平成 15 年度	平成 16～18 年度
徳島県保健環境センター	立木 伸治	平成 13～15 年度	—
	中島 信博	平成 13 年度	平成 17～18 年度
	濱口 智亘	—	平成 16 年度
	浅野 昭彦	—	平成 17～18 年度
香川県環境保健研究センター	日野 康良	平成 13～15 年度	—
	小山 健	—	平成 16 年度
	壺井 明彦	—	平成 17～18 年度
愛媛県立衛生環境研究所	菊田 正則	平成 13 年度	—
	仲井 哲也	平成 14 年度	—
	藤田 慎二郎	平成 15 年度	—
	青木 平八郎	平成 15 年度	—
	泉 喜子	—	平成 16～18 年度
	二宮 久	—	平成 18 年度
高知県環境研究センター	西 孝仁	—	平成 18 年度
	原田 浩平	—	平成 18 年度
福岡県保健環境研究所	大石 興弘	—	平成 16～18 年度

資料 1

福岡市保健環境研究所	山崎 誠	平成 13～15 年度	平成 16～18 年度
	龍 三四郎	—	平成 16～17 年度
	久保 祥三	—	平成 18 年度
佐賀県環境センター	吉牟田 博子	平成 14～15 年度	平成 16～17 年度
	成富 裕子	—	平成 17 年度
	植松 京子	—	平成 18 年度
長崎県衛生公害研究所	釜谷 剛	平成 13 年度	—
	森 淳子	平成 14～15 年度	平成 16～18 年度
	平良 文亨	—	平成 17 年度
	藤 哲士	—	平成 18 年度
熊本県保健環境科学研究所	木山 雅文	—	平成 17 年度
	上野 一憲	—	平成 18 年度
宮崎県衛生環境研究所	祝園 秀樹	—	平成 17～18 年度
	小玉 義和	—	平成 18 年度
鹿児島県環境保健センター	藪 平一郎	—	平成 18 年度

注) 1) 平成 18 年度 愛媛大学

2) 平成 18 年度 島津テクノロジー (株)

3) 平成 16 年度～ 島根県浜田保健所

資料 2 C型共同研究 研究会プログラム

平成 16 年度 第 1 回研究会	平成 16 年 5 月 21 日 (金) 14:00~18:00	国立環境研究所 (つくば市)
挨拶		若松 伸司 プロジェクト リーダー(国環研) 松村 隆 主任研究官 (国環研) 岩田 元一 環境情報 センター長(国環研)
自己紹介		
報告発表	「第 1 期結果の報告」	藤原 誠(島根県)
	「広域大気汚染予測モデルの構築について」	大原 利眞(国環研)
研究協議	・第 2 期研究課題について	
	・研究グループについて	
	・今後の報告について	
	・集計解析プログラムによる集計方法	

平成 16 年度 第 2 回研究会	平成 17 年 1 月 20 日 (木) 13:00 ~1 月 21 日 (金) 15:00	京都市キャンパスプラザ (京都市)
挨拶		若松 伸司(国環研) 中川 雅夫(京都府保健 環境研究所所長)
報告発表		
国環研 (中間報告など)	「関東地域における光化学大気汚染の経年変動の数 値解析」	大原 利眞(国環研)
	「関東地域大気汚染予報システムの開発」	大原 利眞(国環研)
	「最新の数値モデルを用いた関西域の大気質研究に ついて」	菅田 誠治(国環研)
	「黄砂時の日本列島スケールでの粒子濃度変化ー大 気汚染常時測定データの解析ー」	早崎 将光(国環研)
	「日本国内におけるオゾン測定の較正基準統一化の ためのパイロットスタディ提案」	谷本 浩志(国環研)
	「大気環境時間値データの整備・提供について」	宮下 七重(国環研)

大気汚染の現状 報告 (各自治体による 解析結果報告)	「群馬県における光化学オキシダント濃度」	熊谷 喜美代(群馬県)
	「埼玉県における光化学オキシダント濃度」	武藤 洋介・竹内 庸夫 (埼玉県)
	「東京都における光化学オキシダント濃度」	飯村 文成・石井庸一郎 (東京都)
	「神奈川県における光化学オキシダント濃度」	飯田 信行(神奈川県)
	「富山県における光化学オキシダント濃度」	山崎 敬久(富山県)
	「福井県における光化学オキシダント濃度」	山田 克則(福井県)
	「長野県における光化学オキシダント濃度」	野溝 春子(長野県)
	「岐阜県における光化学オキシダント濃度」	三原 利之・角田 寛 (岐阜県)
	「静岡県における光化学オキシダント濃度」	篠原 英二郎(静岡県)
	「名古屋市における光化学オキシダント濃度」	大野 隆史(名古屋市)
	「滋賀県における光化学オキシダント濃度」	居川 敏弘(滋賀県)
	「京都府における光化学オキシダント濃度」	河村 秀一・田村 義男・ 山川 和彦・筒井 剛毅 (京都府)・ 小森 光彦・安井 朗・ 寺田 洋一(京都市)
	「大阪府における光化学オキシダント濃度」	石原 理恵(大阪府)
	「大阪市における光化学オキシダント濃度」	板野 泰之(大阪市)
	「兵庫県における光化学オキシダント濃度」	吉村 陽(兵庫県)
	「奈良県における光化学オキシダント濃度」	吉岡 浩二(奈良県)
	「和歌山県における光化学オキシダント濃度」	大谷 一夫(和歌山県)
	「鳥取県における光化学オキシダント濃度」	吉田 篤史(鳥取県)
	「島根県における光化学オキシダント濃度」	田中 孝典(島根県)
	「岡山県における光化学オキシダント濃度」	片岡 敏夫・小川 登 (岡山県)
	「山口県における光化学オキシダント濃度」	長田 健太郎(山口県)
	「徳島県における光化学オキシダント濃度」	濱口 智亘(徳島県)
	「香川県における光化学オキシダント濃度」	日野 康広・小山 健 (香川県)
	「愛媛県における光化学オキシダント濃度」	泉 喜子(愛媛県)
「福岡県における光化学オキシダント濃度」	山崎 誠(福岡市)・ 大石 興弘(福岡県)	
「佐賀県における光化学オキシダント濃度」	吉牟田 博子(佐賀県)	
「長崎県における光化学オキシダント濃度」	森 淳子(長崎県)	

研究グループ (中間報告)	「海陸風前線の到達の時間、距離及び濃度」	吉村 陽(兵庫県)
	「ヒートアイランドが発生したときの影響」	飯村 文成(東京都)
	「日没後もオキシダント濃度が下がらない原因」	三原 利之(岐阜県)
	「光化学オキシダントと NO _x ・SPM・NMHC 等との関連」	大野 隆史(名古屋市)
	「高濃度出現季節の早期化～大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」	森 淳子(長崎県)・ 山崎 誠(福岡市)・ 大石 興弘(福岡県)
	「平均気温・日照時間とオキシダント濃度の長期変動について」	田中 孝典(島根県)
	測定器の誤差、継続性	長田 健太郎(山口県)
研究協議	・今後の進め方について ・研究グループについて	
研究グループ会議	・今後の進め方について	

平成 17 年度 第 1 回研究会	平成 17 年 5 月 26 日(木) 14:00 ～5 月 27 日(金) 15:00	京都市キャンパスプラザ (京都市)
挨拶		若松 伸司(国環研) 中川 雅夫(京都府保健 環境研究所所長)
報告発表		
光化学オキシダントに係る情報提供 (国環研など)	「日本の大気質に及ぼす越境汚染の影響」	大原 利真(国環研)
	「大気質予報システムの開発状況と仕様の概要について」	大原 利真(国環研)
	「オキシダント広域高濃度日の出現特性」	早崎 将光(国環研)
	「大気環境時間値データ集計プログラムの改良について」	宮下 七重(国環研)
	「アジア域の越境汚染の長期計算とデータベース化」	鶴野 伊津志(九州大学)
	「北海道におけるオキシダント濃度の状況について」	秋山 雅行(北海道)
大気汚染の現状 報告 (新規参加自治体 による解析結果報告)	「秋田県における光化学オキシダント濃度」	清水 匠(秋田県)
	「宮城県における光化学オキシダント濃度」	中村 栄一(宮城県)
	「神戸市における光化学オキシダント濃度」	鈴木 行夫(神戸市)
	「宮崎県における光化学オキシダント濃度」	祝園 秀樹(宮崎県)
研究グループ (中間報告)	「海陸風前線の到達の時間、距離及び濃度」	吉村 陽(兵庫県)

資料 2

研究協議	「ヒートアイランドが発生したときの影響」	飯村 文成(東京都)
	「日没後もオキシダント濃度が下がらない原因」	三原 利之(岐阜県)
	「光化学オキシダントと NO _x ・SPM・NMHC 等との関連」	大野 隆史(名古屋市)
	「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」	森 淳子(長崎県)
	「平均気温・日照時間とオキシダント濃度の長期変動について」	田中 孝典(島根県)
研究グループ会議	・解析結果のとりまとめ ・今後の進め方について	

平成 17 年度 第 2 回研究会	平成 18 年 2 月 21 日(火)13:00 ～2 月 22 日(水)15:00	国立環境研究所 (つくば市)
挨拶		若松 伸司(国環研) 大塚 柳太郎 理事長 (国環研)
報告発表		
全体報告	「進捗状況報告」	山川 和彦(京都府)
国環研 (中間報告など)	「光化学 O _x 等に関する C 型共同研究の成果と今後の展開」	若松 伸司(国環研)
	「オキシダントおよび SPM の広域高濃度現象の出現特性」	早崎 将光(国環研)
	「大気質予報・再計算システムの現状と課題について」	菅田 誠治(国環研)
	「大気環境時間値集計・解析プログラムの改良について」	宮下 七重(国環研)
	XOOPS を使った電子会議室(フォーラム)の PC デモ説明(国環研)	宮下 七重(国環研)
研究グループ (中間報告)	「海陸風前線の到達の時間、距離及び濃度」	吉村 陽(兵庫県)
	「ヒートアイランドが発生したときの影響」	飯村 文成(東京都)
	「日没後もオキシダント濃度が下がらない原因」	三原 利之(岐阜県)
	「光化学オキシダントと NO _x ・SPM・NMHC 等との関連」	大野 隆史(名古屋市)
	「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」	森 淳子(長崎県)
	「平均気温・日照時間とオキシダント濃度の長期変動について」	田中 孝典(島根県)

研究グループ会議	・解析結果のとりまとめ ・今後の進め方について	
研究協議	・今後の進め方	

平成 18 年度 第 1 回研究会	平成 18 年 5 月 11 日(木) 13:00 ～ 5 月 12 日(金) 17:30	平安会館(京都市)
挨拶		田辺 隆志(京都府保健 環境研究所)
国環研からの 報告・話題提供	「大気汚染シミュレーションでわかること」	大原 利眞
	「大気汚染予報再計算システムの進捗状況」 「トラジェクトリー解析とその諸問題」	菅田 誠治
	「大気汚染解析に利用可能な気象資料」 「近年 10 年間における SPM および Ox の汚染状況」	早崎 将光
	「大気環境時間値集計プログラムについて」	宮下 七重
特別講演	「光化学オキシダントと浮遊粒子状物質の環境基準に 関する問題・課題とそのあり方について」	笠原 三紀夫(大気環境 学会会長、中部大学 教授)
グループ討議	(分科会)	
講演	「京都府の環境調査との関わり」	山川 和彦(京都府)
報告	「C 型共同研究の進め方に関する国立環境研究所 からの提案」	大原 利眞(国環研)
研究協議	全体討論	
報告	各グループ活動報告	各グループ長報告
グループ討議	分科会	

平成 18 年度 第 2 回研究会	平成 18 年 10 月 3 日(火) 13:00 ～10 月 4 日(水) 15:00	国立環境研究所 (つくば市)
挨拶		国環研理事長 大塚 柳太郎
報告	「今年 4～8 月の高濃度汚染状況に関する緊急時 アンケート調査結果」	大原 利眞(国環研)

研究発表等	<p>(大気環境学会発表報告)</p> <p>「昼夜時間帯別解析によるオキシダント濃度の全国的状況」</p> <p>「光化学オキシダントと NO_x・SPM との関連」</p> <p>「光化学オキシダント高濃度におけるPM2.5 とその成分」</p> <p>「オゾンの週末効果の検証」</p> <p>「光化学オキシダント高濃度域とヒートアイランドの関係」</p> <p>(研究グループ発表報告)</p> <p>「海陸風前線の到達の時間、距離及び濃度」グループの検討内容</p> <p>「平均気温、日射量との関係」グループの進捗状況</p> <p>(研究グループ進捗状況報告)</p> <p>「大陸からの移流または成層圏オゾンからの流れ込みと光化学反応」グループの検討内容</p> <p>「NO_x 及び SPM 等他成分との関連」グループの進捗状況</p> <p>「ヒートアイランドが発生した時の影響」グループの進捗状況</p>	<p>森 淳子(長崎県)</p> <p>大野 隆史(名古屋市)</p> <p>山神 真紀子 (名古屋市)</p> <p>板野 泰之(大阪市)</p> <p>飯村 文成(東京都)</p> <p>山本 勝彦(大阪府)</p> <p>田中 孝典(島根県)</p> <p>森 淳子(長崎県)</p> <p>大野 隆史(名古屋市)</p> <p>飯村 文成(東京都)</p>
話題提供	「メキシコ全国大気汚染モニタリング強化支援プロジェクト」の紹介	濱口 勝匡(国際協力機構(JICA))
全体討論	<p>「第 2 期研究のとりまとめについて」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終報告書の作成について ・成果発表について ・各自治体の基本解析について ・研究グループの解析について ・今年度の高濃度汚染状況の解析について ・その他 	
挨拶		山本 秀正(国環研・環境情報センター)
報告	「大気汚染に関する国立環境研究所と地方環境研究所との共同研究(C型共同研究)に関するアンケート調査結果について」	田村 義男(京都府)

全体協議	「来年度以降の研究方針について」 ・平成 19 年度共同研究提案書について ・運営体制について ・その他	
グループ討議	分科会	

資料 3 成果発表一覧

1. 口頭発表

1-1. 第 1 期

発表者	題目	学会等名称	開催都市名	年月
藤原 誠, 宮廻 隆洋, 多田納 力	三宅島噴火による大気汚染 の影響	第17回島根県保健環境 科学研究所研究発表会	松江市	2003.2
Makoto Fujihara, Tsutomu Tatano, Takahiro Miyazako, Shinji Wakamatsu	Factors Relating to the Occurrence of High Ozone Concentration Levels in Shimane, Japan	8th Int. Conf. ASAAQ	つくば市	2003.3
藤原 誠, 若松 伸司, 国立環境研究所・ 地方環境研究機関共 同研究(C型)グループ	西日本におけるオキシダント 濃度の季節変動	第 44 回大気環境学会 年会	京都市	2003.9
藤原 誠, 若松 伸司, 国立環境研究所・ 地方環境研究機関共 同研究(C型)グループ	西日本におけるオキシダント 濃度の特徴	第 30 回環境保全・公害 防止研究発表会	徳島市	2003.10
藤原 誠, 若松 伸司, 田中 孝典, 国立環境研究所・ 地方環境研究機関共 同研究(C型)グループ	西日本及び日本海側におけ る光化学オキシダント濃度の 特徴	第 31 回環境保全・公害 防止研究発表会	東京都	2004.11
大野 隆史, 山神 真紀子	上昇する光化学オキシダント 濃度	平成 16 年度名古屋市 環境科学研究所調査研 究発表会	名古屋市	2005.1

1-2. 第 2 期

発表者	題目	学会等名称	開催都市名	年月
山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(1)	第46回大気環境学会 年会	名古屋市	2005.9
三原 利之, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(2) －日没後もオキシダント濃度が下がらない原因－			
大野 隆史, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(3) －光化学オキシダントとNO _x ・SPM・NMHC 等との関連－			
森 淳子, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(4) －オキシダント濃度月別出現パターンの広域的分布－			
大石 興弘, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(5) －オゾンと比湿(湿度)および ⁷ Be との関係について－			
山崎 誠, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(6) －METEX を利用した成層圏大気の降下事例の解析－			
田中 孝典, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究(7) －平均気温, 日照時間とオキシダント濃度の長期変動について－			

資料 3

早崎 将光, 菅田 誠治, 大原 利眞, 若松 伸司	SPM 環境基準達成率に対する黄砂現象の影響			
山川 和彦	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究	第 32 回環境保全・公害防止研究発表会	千葉市	2005.11
山川 和彦	京都府の大気汚染調査と酸性雨	第 23 回全国環境研協議会東海近畿北陸支部酸性雨情報交換会	京都市	2005.11
菅田 誠治	領域モデルを用いた大気質予報の現状と問題点	第 16 回大気化学シンポジウム	豊川市	2006.1
若松 伸司	都市大気汚染研究の展望 ～国立環境研究所と地方環境研究所との共同研究を中心として～	第 21 回全国環境研究所交流シンポジウム 「大気環境研究の現状と将来 ー都市大気汚染・越境大気汚染・酸性雨ー」	つくば市	2006.2
菅田 誠治, 大原 利眞, 宮下 七重, 早崎 将光, 江原 孝, 武藤 洋介, 石井 康一郎	オゾン等の予報システムの現状と課題について			
山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・地方環境機関(C 型)共同研究グループ	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究			
吉村 陽, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	大阪平野におけるオキシダント濃度の解析 ー海風前線の影響についてー			
三原 利之, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	夜間にオキシダント濃度が下がらない原因について			
田中 孝典, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	平均気温、日照時間とオキシダント濃度の長期変動について			
山崎 誠, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	光化学オキシダント濃度の上昇に対する高層大気の影響			

飯田 信行, 飯村 文成, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	光化学オキシダント高濃度時におけるヒートアイランドの状況			
森 淳子, 山川 和彦, 宮下 七重, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	オキシダント濃度月別出現パターンの広域的分布			
大石 興弘, 田上 四郎, 岩本 真二, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	光化学オキシダント高濃度現象と比湿および ⁷ Be との関係について			
大野 隆史, 板野 泰之, 山川 和彦, 若松 伸司, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	光化学オキシダントと NO _x ・SPM との関連及びウイークエンド効果の検証			
森 淳子, 山川 和彦, 田村 義男, 若松 伸司, 大原 利眞, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	「昼夜時間帯別解析によるオキシダント濃度の全国的状況」	第 47 回大気環境学会 年会	東京都	2006.9
大野 隆史, 山川 和彦, 田村 義男, 若松 伸司, 大原 利眞, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	「光化学オキシダントと NO _x ・SPM との関連(その 2)」			
山神 真紀子, 山川 和彦, 田村 義男, 若松 伸司, 大原 利眞, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	「光化学オキシダント高濃度における PM _{2.5} とその成分」			
板野 泰之, 山川 和彦, 田村 義男, 若松 伸司, 大原 利眞, 国立環境研究所・C 型共同研究グループ	「オゾンの週末効果の検証」			

資料 3

飯村 文成, 山川 和彦, 田村 義男, 若松 伸司, 大原 利眞, 国立環境研究所・C 型共 同研究グループ	「光化学オキシダント高濃度 域とヒートアイランドの関係」			
早崎 将光, 足立 幸穂, 菅田 誠治, 西川 雅高, 大原 利眞, 若松 伸司	2006 年春季の黄砂飛来時 における高濃度 SPM の空間 分布と時間変動			
大原 利眞	日本の光化学オキシダントの 現状	大気環境学会近畿支 部シンポジウム「日本	大阪府	2006.10
山川 和彦	C 型共同研究における光化 学オキシダントの解析	の光化学オキシダント の現状 - 国環研 - 地環研 C 型共同研究		
山本 勝彦	近畿平野を中心とする光化 学オキシダントの挙動	「日本における光化学 オキシダント等の挙動 解明に関する研究」と 近畿圏の状況」		

2. 論文発表

2-1. 第 1 期

発表者	題目	掲載誌	巻(号)	ページ	刊年
M. Fujihara, S. Wakamatsu, K. Yamaguchi, M. Nakao, T. Tatano, T. Sagawa	Annual and seasonal variations in oxidant concentration in Matsue, Japan	Atmospheric Environment	37(20)	2725-2733	2003
藤原 誠, 田中 孝典, 宮廻 隆洋, 多田 納力	西日本における春季の高濃度オキシダントの発生分布	島根県保健環境科学研究所報	(45)	73-78	2004
大野 隆史, 山神 真紀子	名古屋市域における光化学オキシダント濃度の経年変化とその特徴	名古屋市環境科学研究所報	(35)	11-20	2005

2-2. 第 2 期

発表者	題目	掲載誌	巻(号)	ページ	刊年
山川 和彦	「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」研究会について	全国環境研会誌	30(1)	48	2005
山川 和彦	平成 17 年度「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」研究会について	全国環境研会誌	30(3)	55	2005
早崎 将光, 黒崎 泰典, 樋口 篤志, 足立 幸穂, 菅田 誠治, 西川 雅高, 大原 利眞, 若松 伸司	MODIS 可視画像と SPM 時間値で捉えた 2006 年 4 月 8 日の帯状黄砂	天気	53(11)	843-844	2006
早崎 将光, 菅田 誠治, 大原 利眞, 若松 伸司, 宮下 七重	1992-2004 年度の SPM 環境基準達成率に対する黄砂現象の影響	大気環境学会誌 (受理済み)	未定	未定	2007

本報告書の付属資料について

本報告書の付属資料には、本共同研究の参加機関により実施された 38 都道府県市の基本解析結果を収録した。紙面の都合で本書に収録することができなかつたため、国立環境研究所ホームページ内「光化学オキシダント等に関する C 型共同研究」ページに掲載した。

基本解析は、3.基本解析に示した解析方法により、各自治体において実施されたものである。

付属資料には、各地域の解析結果が比較できるよう、本書 3.基本解析に収録した 5 地域の解析結果を含む 38 全ての都道府県市の解析結果が収録されている。

- A - 1.北海道における光化学オキシダント濃度
- A - 2.宮城県における光化学オキシダント濃度
- A - 3.秋田県における光化学オキシダント濃度
- A - 4.福島県における光化学オキシダント濃度
- A - 5.埼玉県における光化学オキシダント濃度
- A - 6.千葉県における光化学オキシダント濃度
- A - 7.東京都における光化学オキシダント濃度
- A - 8.神奈川県における光化学オキシダント濃度
- A - 9.富山県における光化学オキシダント濃度
- A - 10.石川県における光化学オキシダント濃度
- A - 11.福井県における光化学オキシダント濃度
- A - 12.山梨県における光化学オキシダント濃度
- A - 13.長野県における光化学オキシダント濃度
- A - 14.岐阜県における光化学オキシダント濃度
- A - 15.静岡県における光化学オキシダント濃度
- A - 16.名古屋市における光化学オキシダント濃度
- A - 17.滋賀県における光化学オキシダント濃度
- A - 18.京都府における光化学オキシダント濃度
- A - 19.大阪府における光化学オキシダント濃度
- A - 20.大阪市における光化学オキシダント濃度
- A - 21.兵庫県における光化学オキシダント濃度
- A - 22.神戸市における光化学オキシダント濃度
- A - 23.奈良県における光化学オキシダント濃度
- A - 24.和歌山県における光化学オキシダント濃度
- A - 25.鳥取県における光化学オキシダント濃度
- A - 26.島根県における光化学オキシダント濃度
- A - 27.岡山県における光化学オキシダント濃度
- A - 28.山口県における光化学オキシダント濃度
- A - 29.徳島県における光化学オキシダント濃度

-
- A - 30.香川県における光化学オキシダント濃度
 - A - 31.愛媛県における光化学オキシダント濃度
 - A - 32.高知県における光化学オキシダント濃度
 - A - 33.福岡県における光化学オキシダント濃度
 - A - 34.佐賀県における光化学オキシダント濃度
 - A - 35.長崎県における光化学オキシダント濃度
 - A - 36.熊本県における光化学オキシダント濃度
 - A - 37.宮崎県における光化学オキシダント濃度
 - A - 38.鹿児島県における光化学オキシダント濃度

付属資料(ホームページ)の閲覧方法

1. 付属資料は、国立環境研究所ホームページ内C型共同研究ホームページ「光化学オキシダント等に関するC型共同研究」ページから閲覧できます。「光化学オキシダント等に関するC型共同研究」ページのトップページを開き、「成果」ボタンをクリックして下さい。

「成果」のページ URL :

<http://www.nies.go.jp/pmdep/ctype/result.html>

2. 「成果」のページでは、本付属資料のほか、「本報告書」の本文(PDF)が閲覧できます。PDFの閲覧にはAdobe Readerが必要です。Adobe Readerをお持ちでない方は、Adobe社のサイトからダウンロードしてください。

Adobe Readerダウンロードページ URL :

<http://www.adobe.com/jp/products/acrobat/readstep2.html>

RESEARCH REPORT FROM
THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN
No. 195
国立環境研究所研究報告 第 195 号
(R-195-2007)

「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究
—国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究
最終報告（平成16～18年度）—」

問い合わせ先：大原 利真
FAX:029-850-2580 E-mail tohara@nies.go.jp

【平成19年2月13日編集委員会受付】

【平成19年3月1日編集委員会受理】

平成19年3月発行

発行 独立行政法人 国立環境研究所
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2
電話 029-850-2343（ダイヤルイン）

印刷 前田印刷株式会社 筑波支店
〒305-0033 茨城県つくば市東新井14-3 シバハシビル5F

Published by the National Institute for Environmental Studies
16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506 Japan
March 2007

無断転載を禁じます