

京都府南丹地域における大気環境調査結果

平澤 幸代 谷口 延子 高倉 尚枝 河村 秀一 日置 正 藤波 直人

Study on the Air Pollution of Environmental Atmosphere in Nantan area

Yukiyo HIRASAWA Nobuko TANIGUCHI Naoe TAKAKURA
Syuichi KAWAMURA Tadashi HIOKI Naoto FUJINAMI

要 旨

大気環境基準が設定されている浮遊粒子状物質、二酸化窒素、光化学オキシダントについて、過去に調査実績のない南丹地域に移動式大気測定局を設置し、2007～2009年度において自動測定機で観測を行った結果をとりまとめた。浮遊粒子状物質、二酸化窒素については、環境基準を達成しており、府内の他の一般環境大気測定局と比較しても低濃度で推移していた。光化学オキシダントについては、他の一般環境大気測定局と同じく環境基準は非達成であったが、濃度は同レベルであった。これらの観測結果について、測定局の立地状況や気象観測結果と併せて、南丹地域の大気汚染特性について考察した結果、観測地点の大気環境は、発生源の影響は少ないが、光化学オキシダントについては大阪平野の方角からの移流の影響を受けている事例が見受けられた。

キーワード：大気汚染物質、環境基準、南丹地域

key words : Air Pollutants, Environmental Quality Standard, Nantan Area

はじめに

近年、大気環境中の光化学オキシダント（以下、Ox）濃度は全国的に上昇傾向にあり、光化学スモッグ注意レベルの高濃度域が広域化していることが指摘されている^{1, 2)}。従来、大気常時監視測定局は、地域汚染状況を把握するため汚染物質の発生源が多い都市部を中心に配置されてきたが、未測定地域での大気環境濃度を把握することは重要な課題のひとつとなってきた。

本報告は、調査実績のない南丹地域に、2007年度から2009年度において移動式大気測定局（以下、南丹コンテナ局）を設置し、自動測定機を用いて大気環境調査を実施した結果をまとめたものである。

調査方法

1. 調査地点

調査地点を図1に示す。局舎設置場所は、北緯35°6′31″、東経135°27′18″で、南丹市の中でも南西部に当たる園部盆地の旧園部町域にある。南丹市（<http://www.city.nantan.kyoto.jp/gaikyou/menu/gaikyou1.html>）によれば、南丹市は京都府のほぼ中央部に位置し、北は福井県と滋賀県、南は兵庫県と大阪府、西は綾部市、京丹波町、東は京都市、亀岡市に隣接する。地勢については、緑豊かな自然に恵まれた地域で、大半を丹波山地が占め、北部を由良川が、中・南部を淀川水系の桂川（大堰川）が

流れ、その間にいくつかの山間盆地が形成され、南部は亀岡盆地につながっている。年平均気温は、13℃前後で、山陰内陸性気候とされている。

調査地点の園部盆地は、三郎ヶ岳山地、行者山山地、半国山山地、観音峠山地などに囲まれた扇状性低地として形成され（南丹市地域防災計画震災計画編より引用。http://www.city.nantan.kyoto.jp/bousai/pdf/sinsaikeikaku/1_all.pdf）、盆地内を桂川水系である園部川



図1. 京都府大気常時監視測定局配置図

やその支流が流れている。

園部盆地内の南丹コンテナ局設置場所を図2に示す。この場所は、園部市街地からは西方向にあたり、南丹市役所から約1.5km西に離れた場所にある下水処理場の一角である。また、アメダス園部地域気象観測所に隣接している。局舎周辺は、田園が広がっているほか、民家も点在している。固定発生源については、大気汚染防止法に規定するばい煙発生施設が、局舎から主に東方向に約1kmから3kmの距離に点在している。移動発生源については、局舎からみて、北東方向から南南東方向に京都縦貫道路（南丹コンテナ局からの最短距離約2.4km、平成17年交通センサスで平日12時間交通量約7,200台）、北西方向から南東方向に国道9号線（南丹コンテナ局からの最短距離約1.1km、平成17年交通センサスで平日12時間交通量約12,700台）、東方向から南南東方向に国道477号線（同約800m、同約6,600台）、東方向から西方向に府道54号線（同約70m、同約4,200台）等の幹線道路が走っている。

2. 調査期間

2007年4月1日から2010年3月17日まで

3. 測定項目及び測定方法

大気自動測定機を用い、SPMはβ線吸収法（紀本電子工業（株）製MODEL-185）、一酸化窒素（以下、NO）及び二酸化窒素（以下、NO₂）は吸光光度法（東亜ディーケーケー（株）製GPH-74M）で測定した。Oxは、2008年1月19日まで紫外線吸収法（荏原実業（株）製EG2001FS）で測定していたが、機器故障のため、同年1月30日から吸光光度法（東亜ディーケーケー（株）製GXH-73）に変更した。また、風向風速（光進電気工業（株）製MVS-350）についても測定した。1時間値は大気常時監視テレメータシステムにより収集し、解析を行った。

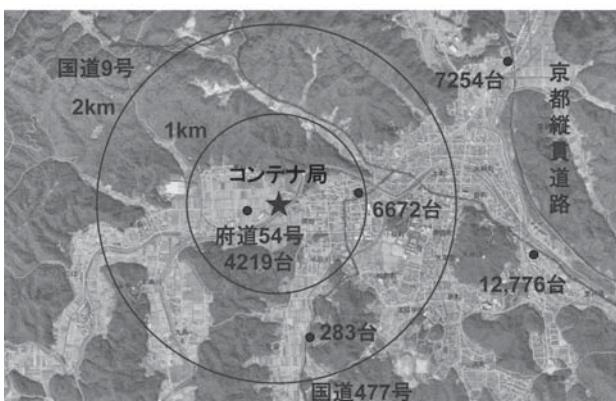


図2. 南丹コンテナ局周辺

●は、平成17年度交通センサス調査地点（台数は、平日12時間交通量）

結果及び考察

1. 風向・風速

風向・風速は、2007年11～12月に長期欠測があったため、2007年度のデータは集計から除外した。平均風速は、2008年度及び2009年度とも1.4 m/sで、府内の他の一般大気環境測定局（2009年度1.3 m/s（大山崎局、綾部局、東舞鶴局）～2.4 m/s（久御山局））と比較すると、弱風であった。

2009年度の月毎の風配図を図3に示す。年間を通してW～NW風が卓越しており、その出現割合は51.8%を占めていた。2008年度でも同じ傾向であった。このことから、調査地点から見てWNWの方位にある谷筋に沿って吹き下ろす風の影響が大きいことが示唆された。

2. 年間値

南丹コンテナ局におけるSPM、NO₂及びOxの年間測定結果を表1に示す。SPM、NO₂については、3年間とも環境基準の長期的評価の対象となる有効測定時間数6000時間を達成していた。Oxについても、長期欠測はなかった。

SPMについては、日平均値の年間2%除外値が0.030～0.037 mg/m³、1時間値の最高値は0.078～0.198 mg/m³であり、環境基準は、長期的評価においても短期的評価においても3年間とも達成していた。年平均値は、0.015～0.016 mg/m³であり、年度による年平均値の差は見られなかった。

NO₂については、日平均値の年間98%値が0.010～0.012 ppm (v/v)であり、環境基準は3年間とも達成していた。年平均値は、0.004～0.005 ppmであり、年度による年平均値の差は見られなかった。

Oxについては、1時間値の最高値が0.104～0.116 ppm

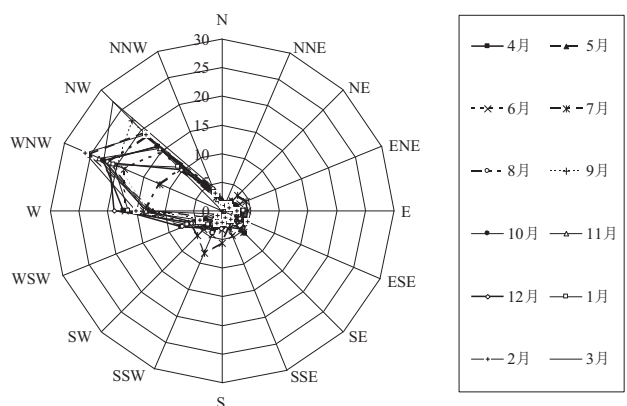


図3. 南丹コンテナ局風配図（2009年度、月毎）
数字は出現割合（%）

表 1. 南丹コンテナ局における大気環境基準項目の年間測定結果

(a) SPM

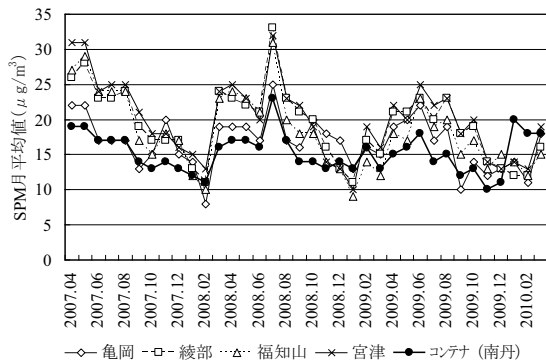
年度	有効測定日数	測定時間	年平均値 (mg/m ³)	1時間値が0.20mg/m ³ を超えた時間数とその割合 (%)	日平均値が0.10mg/m ³ を超えた日数とその割合 (%)	1時間値の最高値 (mg/m ³)	日平均値の2%除外値 (mg/m ³)	日平均値が0.10mg/m ³ を超えた日数が2日以上連続したことの有無	環境基準の長期的評価による日平均値が0.10mg/m ³ を超えた日数 (日)		
2007	362	8696	0.015	0	0.0	0	0.0	0.198	0.037	無	0
2008	358	8644	0.016	0	0.0	0	0.0	0.078	0.031	無	0
2009	348	8344	0.015	0	0.0	0	0.0	0.113	0.030	無	0

(b) NO₂

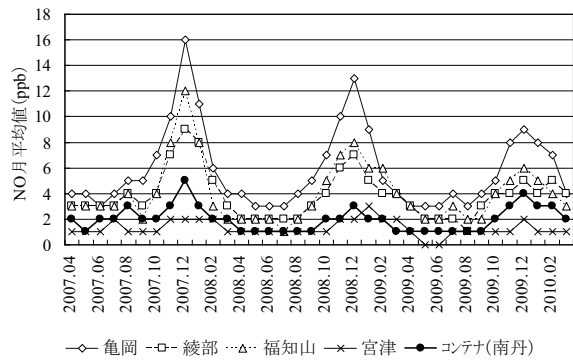
年度	有効測定日数	測定時間	年平均値 (ppm)	1時間値の最高値 (ppm)	1時間値が0.2ppmを超えた時間数とその割合 (%)	1時間値が0.1ppm以上0.2ppm以下の時間数とその割合 (%)	日平均値が0.06ppmを超えた日数とその割合 (%)	日平均値が0.04ppm以上0.06ppm以下の日数とその割合 (%)	日平均値の98%値 (ppm)	98%値評価による日平均値が0.06ppmを超えた日数 (日)			
2007	361	8676	0.005	0.029	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.012	0
2008	351	8449	0.004	0.034	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.010	0
2009	350	8397	0.004	0.034	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.010	0

(c) Ox

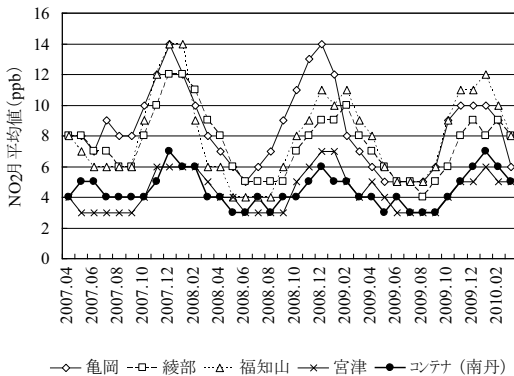
年度	昼間測定日数	昼間測定時間	昼間の1時間値の年平均値 (ppm)	昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数と時間数	昼間の1時間値が0.12ppm以上の日数と時間数	昼間の1時間値の最高値 (ppm)	昼間の1時間値の最高年平均値 (ppm)
2007	356	5188	0.036	89	425	0	0.116
2008	363	5344	0.033	79	443	0	0.114
2009	345	5077	0.033	75	421	0	0.104



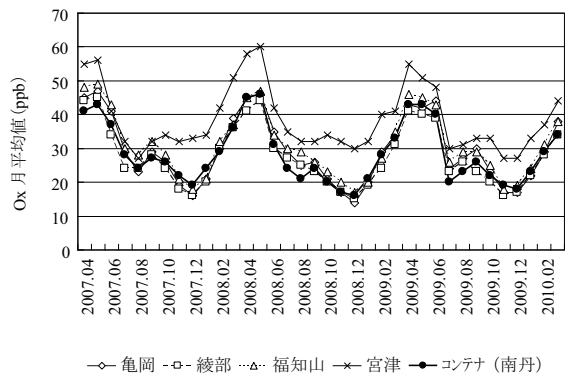
(a) SPM



(b) NO



(c) NO₂



(d) Ox

図 4. 月平均値の経月変化

であり、環境基準は3年間とも非達成であったが、光化学スモッグ注意報の発令基準である0.120 ppmには達しなかった。昼間(5～20時)の1時間値の年平均値は、0.033～0.036 ppmであり、年度による年平均値の差は見られなかった。

3. 月平均値

各測定項目の季節変動について検討するため、南丹コンテナ局におけるSPM、NO、NO₂及びOxの月平均値の経月変動を図4に示した。また、南丹コンテナ局と他局の比較をするため、府内の中北部の内陸山間部から亀岡局、福知山局及び綾部局、また、日本海側の非大都市部から宮津局を選定し、月平均値について併せて図に示した。

SPMの月平均値は、最大値を示す季節には一定の傾向が見られなかった。変動パターンは他局と同様の傾向であったが、南丹コンテナ局の月平均値については、解析36ヶ月中26ヶ月で、比較した4局よりも低く、その差は最大で10 μg/m³程度であった。

NOの月平均値は、測定期間を通じて5 ppb以下で推移しており非常に低濃度であるが、季節変動を見ると、春季から夏季が低濃度で、12月が高濃度となる一山型のピークであった。この変動パターンは他局でも同じ傾向であったが、南丹コンテナ局の冬の月平均値は宮津局より最大3 ppb高く、宮津局以外の3局より最大11 ppb低い濃度であった。

NO₂の月平均値についても、NOと同様、冬季が最大濃度となる一山型のピークを示したが、測定局により最大となる月は異なっていた。

Oxの月平均値については、4・5月が最大、9月が極大になる二山型を示した。濃度変動は、宮津局以外の3局と同濃度レベルで、季節変動も同じ傾向であった。

4. 時刻別変化

各測定項目の日間変動について検討するため、南丹コンテナ局における時刻別平均濃度を算出し、図5に示した。

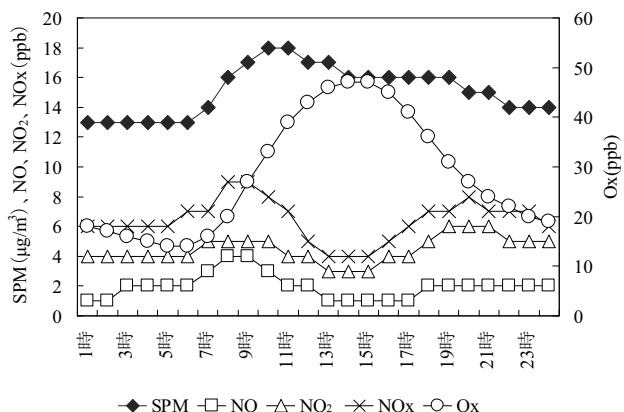


図5. 南丹コンテナ局における時刻別平均濃度 (2007-2009年度)
縦軸(左) SPM (μg/m³)、NO、NO₂、NOx (ppb)
縦軸(右) Ox (ppb)

SPMについては、7時から徐々に上昇し、10時・11時でピークを迎え、午後、夜間にかけて低下していく一山型のパターンを示した。

NO、NO₂及びNOxについては、1日を通して環境基準と比較して極めて低濃度で推移しているが、8時・9時及び20時前後をピークとする二山型であった。

Oxについては、5時・6時が最低濃度で、その後徐々に上昇し14時・15時でピークを迎える一山型のパターンを示した。

5. 風向別濃度

図6に各測定項目の年度別風向別平均濃度を示す。

SPM、NO、NO₂及びNOxについては全方向において環境基準と比較して非常に低濃度であり、顕著な偏りは見られなかった。

Oxについては、2008年度2009年度ともNW～N風及びSE風で35～38 ppbを示し、他方角と比較して高濃度であった。

図7に各測定項目の年度別風向別最大濃度を示す。

SPM、NO、NO₂及びNOxについては、風向によりばらつきが多い傾向であった。NOでごく短時間、原因不明の濃度上昇がみられたものの、継続的な高濃度事例は見られなかった。これらのことから、特定の発生源の影響は小さいということが示唆された。

Oxについては、2008年度及び2009年度のカーム(風速0.2m/s以下)時、2008年度のN方向、2009年度のNNE方向を除く全風向で80ppb以上であり、次節で述べるように、概ねSW～SSE風で100 ppbを超える高濃度となった。

6. Ox 高濃度事例

南丹コンテナ局においてOxの1時間値最高濃度が100 ppb以上の高濃度となった日数は計13日であった。この高濃度事例は、気温が上昇し、日射量が多く光化学反応によるオキシダント生成が盛んになりやすい4月から8月に発生していた(表2)。月毎の日数は、5月が6日で最も多く、次いで6月が3日であった。100 ppb以上の高濃度日のうち、1時間値が最も高かった2007年8月1日と、2番目に高かった2008年5月23日の概況については以下のとおりである。

6-1. 2007年8月1日の事例

気象庁によると(気象庁ホームページから引用。次節も同じ。http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php)、この日の京都の天気は晴～薄曇、最高気温は33.4℃であった。当日の南丹コンテナ局のOx濃度推移を図8に示す。7時頃からOx濃度が上昇し始め、15時で116 ppbでこの日の最高濃度に達し、16時でも114 ppbを観測した。この日、府所管の測定局では、国設京都八幡局で118 ppb(16時)が最も高濃度、次いで亀岡局(109 ppb、13時)であり、他局は100 ppbにも満たなかった。

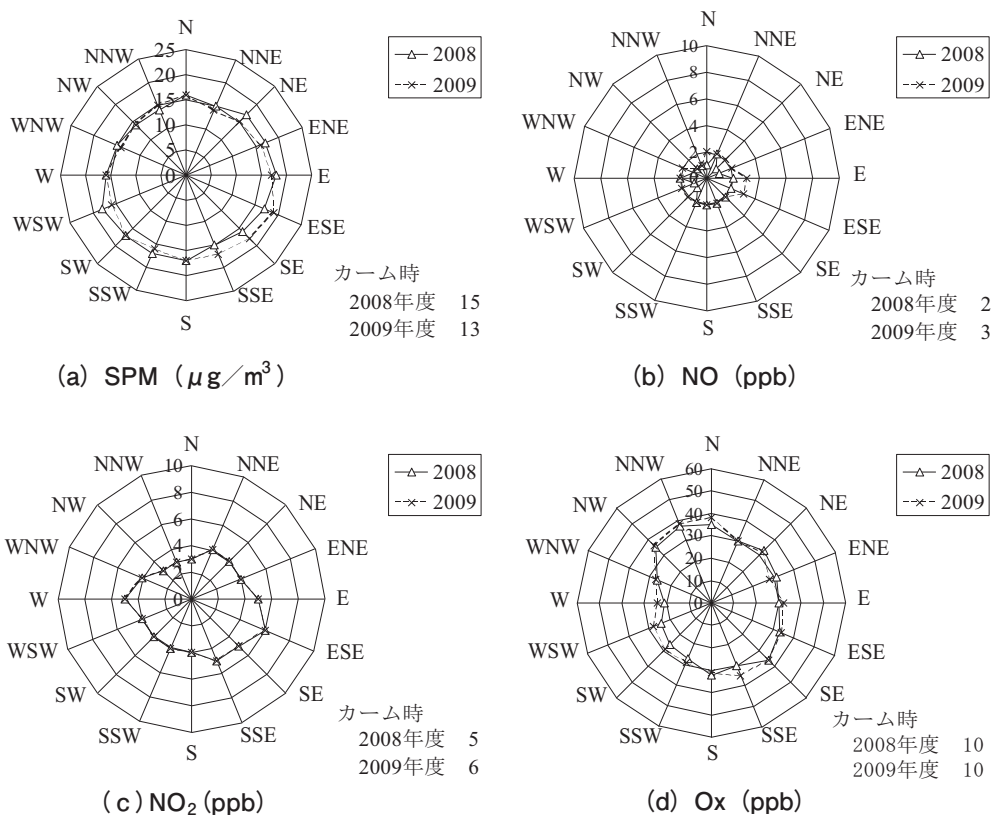


図 6. 年度別風向別平均濃度

カーム (風速 0.2m/s 以下) 時の平均濃度を各円グラフの右下に示した。図 7 も同じ。

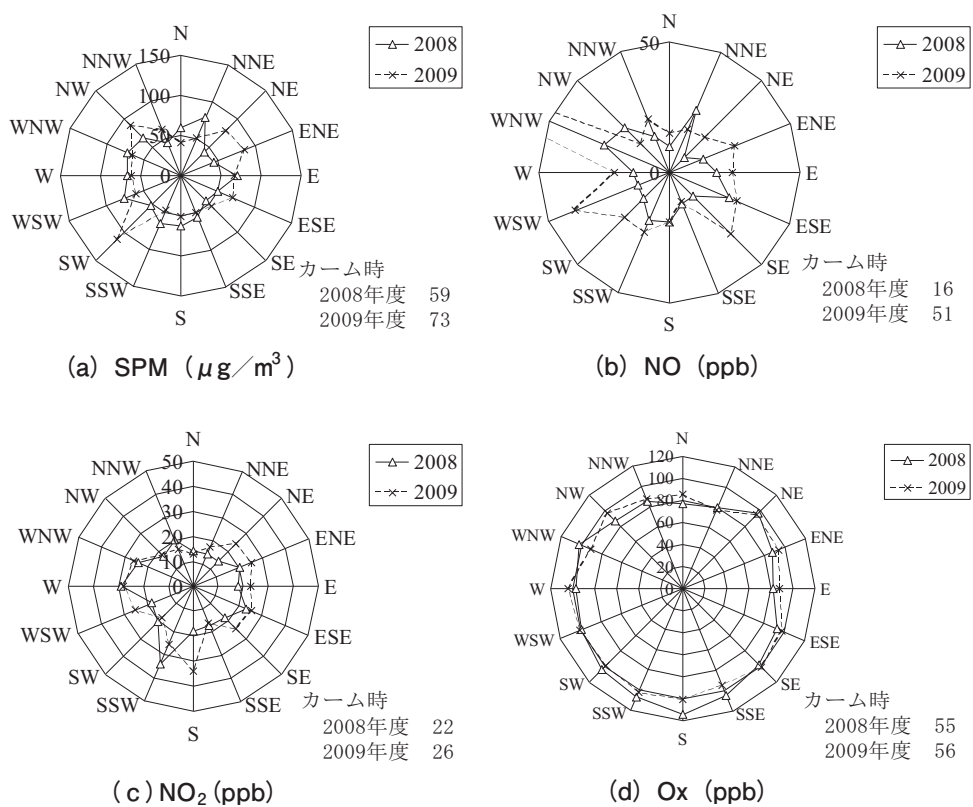


図 7. 年度別風向別最大濃度

(注) (b) の WNW における最大値は 132ppb

表 2. 南丹コンテナ局において Ox が 100ppb 以上を観測した日 (2007-2009 年度)

年度	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
2007		23 日 (104) 24 日 (109)		25 日 (106)	1 日 (116)
2008	30 日 (102)	21 日 (107) 22 日 (102) 23 日 (114) 28 日 (104)			
2009	12 日 (102)		2 日 (101) 18 日 (101) 25 日 (104)		

※ () 内の数字はその日の Ox 1 時間値最高濃度 (ppb)

京都府以外の近畿府県で 120 ppb を超過した測定局は、南丹コンテナ局から南方向にあたる大阪府吹田市北消防署局 (図 9) だけであり、13 時に 125 ppb を観測した³⁾。南丹コンテナ局の風向は、8～11 時は E 系風であったが、12 時頃から 19 時頃まで 2 m/s 前後の SSE～SSW の風が吹いていた。このことから、大阪平野から S 系の海風により汚染気塊が南丹地域へ移流してきた可能性が示唆される。

なお、京都府南部では日中 SE 風が卓越しており (図 10)、これらの地域では大阪平野の方角からの移流の影響は少なかったと推察される。

6-2. 2008 年 5 月 23 日の事例

この日、京都では日中晴～薄曇で、最高気温は 29.9℃であった。当日の南丹コンテナ局の Ox 濃度推移を図 11 に示す。8 時頃から Ox 濃度が上昇し、15 時でこの日の最高 114 ppb に達した。この日は府南部でも 14～16 時に 120 ppb を超過しており、最高濃度は木津局の 144 ppb (15 時) であった。大阪府、兵庫県、奈良県及び滋賀県では、120 ppb を超過した測定局はなかった⁴⁾。南丹コンテナ局の風向は、朝から 13 時までは NNE～WNW 風であったが、14～17 時まで 1.3～1.7 m/s の SSW～S 風であった。前節と同じく大阪平野からの海風により汚染気塊が南丹地域へ移流してきた可能性が示唆される。なお、京都府南部は午前中から SW 風が吹いており (図 12)、府南部の広範囲な地域に大阪平野からの汚染気塊の移流の影響があったものと示唆される。

これらの 2 事例は、過去の府南部地域へ大阪平野からの汚染気塊の移流の事例と同様⁵⁷⁾、南丹地域においても光化学オキシダント濃度が上昇する要因の一つは、大阪平野からの移流であることを示唆するものであった。今後、他事例も含めてより詳細な解析が必要と考えられる。

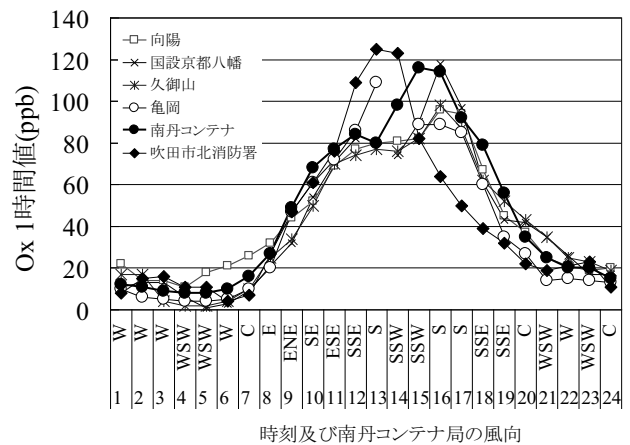


図 8. 2007 年 8 月 1 日の Ox 濃度経時変化
横軸：C はカーム

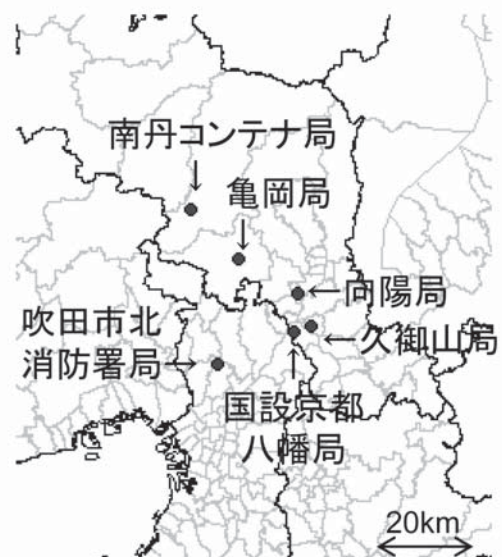


図 9. 府南部の測定局と吹田市北消防署局の配置図

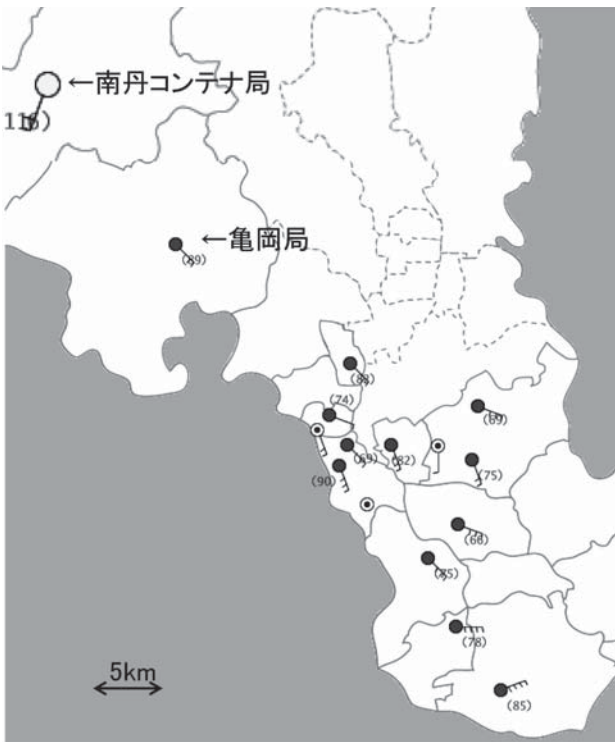


図 10. 2007 年 8 月 1 日 15 時の府南部の風向風速
 ※図中の数字は Ox1 時間値 (ppb)。
 ※矢羽 1 本が 1m/s を表す。



図 12. 2008 年 5 月 23 日 15 時の府南部の風向風速
 ※図中の数字は Ox1 時間値 (ppb)。
 ※矢羽 1 本が 1m/s を表す。

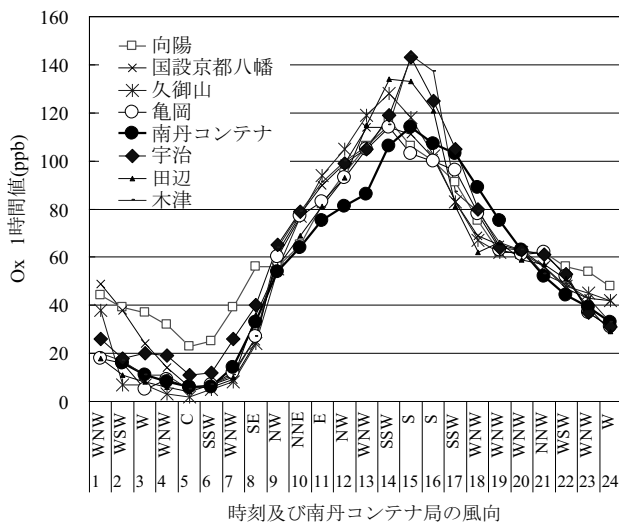


図 11. 2008 年 5 月 23 日の Ox 濃度経時変化
 横軸：C はカーム

引用文献

- 1) 光化学オキシダント・対流圏オゾン検討会. 2007. 光化学オキシダント・対流圏オゾン検討会報告書 (中間報告), 1-15.
- 2) 国立環境研究所. 2010. 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. 国立環境研究所研究報告, 203, 63-72.
- 3) 環境省水・大気環境局. 2008. 平成 19 年度大気汚染状況報告書, 452-455.
- 4) 環境省水・大気環境局. 2009. 平成 20 年度大気汚染状況報告書, 450-451.
- 5) 水本美佳, 日置正, 山川和彦, 筒井剛毅. 2002. 京都府保健環境研究所年報, 47, 65-70.
- 6) 平澤幸代, 河村秀一, 日置正, 田村義男. 2008. 京都府保健環境研究所年報, 52, 20-27.
- 7) 国立環境研究所. 2010. 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. 国立環境研究所研究報告, 203, 121-126.