

資料

## 鹿児島県における高濃度光化学オキシダント 出現時の気象要因について

川畑 正和                      坪内 隆弘                      山田 正人  
上大菌 智徳                      上村 忠司                      宮田 義彦

### 1 はじめに

本県における光化学オキシダント（以下「Ox」という。）については、濃度変動の地域特性、成層圏オゾンの沈降の影響、長期的な濃度変動等の観点から検討した結果が報告されているが<sup>1)~3)</sup>、ここ数年、年平均値及び1時間値の最高値（図1）とも上昇傾向にある。特に2005年度から2007年度にかけて、0.100ppmを超える日数（表1）が顕著に増加していることからその原因究明と対策が急務となっている。

そこで、原因究明のための参考資料とすべく2002年度以降に県下の大気常時監視測定局（以下「測定局」という。）において0.100ppm以上のOx（高濃度Ox）が観測された日の主に気象要因について解析検討を行ったところ、若干の知見が得られたので報告する。

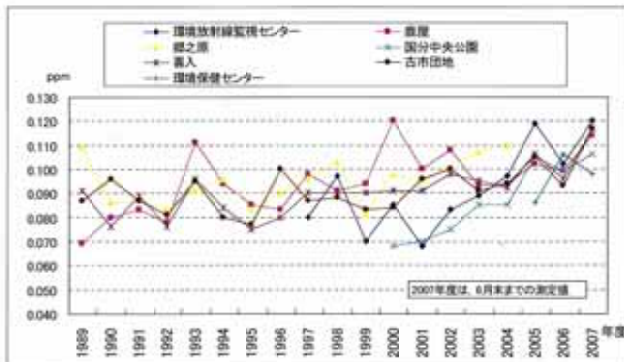


図1 Ox濃度の最高値

### 2 調査解析方法等

#### 2.1 解析期間

2002年4月～2007年6月

#### 2.2 調査解析対象日

0.100ppm以上のOx濃度が観測された日

表1 Ox濃度0.100ppm以上の出現状況

No	年/月/日	種	測定局	Ox(ppm)	風向	風速	天	気	雲	雨	山
1	2002/5/24	金	霧屋	0.108	W	1.6	H1	快晴	○	P	長崎県
2	2002/9/21	土	古市団地	0.100	ESE	2.7	T3	晴	○	B	宮崎県
3	2002/10/3	木	霧之原	0.101	NE	1.6	H2-6	晴一時曇	○	S	西海上
4	2003/6/5	木	霧之原	0.107	NE	1.6	H2-3	晴	○	B	福岡県
5	2004/5/7	金	霧之原	0.110	NE	1.3	H2-2	晴時々曇	○	P	長崎県
6	2004/5/10	月	霧之原	0.105	W	2.1	H2-6	晴	○	P	西海上
7	2004/5/25	火	霧之原	0.100	SW	1.6	H2-2	晴	○	P	西海上
8	2004/9/7	火	霧之原	0.102	ESE	6.4	T2	曇雨		P	西海上
9	2005/4/13	水	霧入	0.106	NW	2.0	H1	晴一時曇		P	長崎県
			霧屋	0.100	WSW	2.7					
			霧分監	0.102	NW	2.7					
10	2005/4/15	金	霧入	0.102	NNW	1.2	H2-3	晴時々曇	○	P	長崎県
			霧分監	0.100	WSW	1.9					
11	2005/4/16	土	霧入	0.105	SW	1.6	H2-2	晴	○	P	長崎県
			霧屋	0.104	W	2.3					
12	2005/5/10	火	霧入	0.105	WSW	1.5	H2-2	曇時々晴	○	P	長崎県
			霧屋	0.102	W	1.3					
13	2005/5/11	水	霧入	0.102	WSW	1.5	H5	晴一時曇		P	南海上
14	2005/5/12	木	霧入	0.101	NW	1.3	H2-2	晴時々曇	○	P	長崎県
			霧分監	0.100	WSW	2.5					
15	2005/5/13	金	霧分監	0.106	WSW	1.4	H1	晴	○	P	福岡県
16	2005/5/20	金	霧分監	0.119	WSW	1.6	H2-2	晴一時曇	○	P	長崎県
17	2005/5/21	土	古市団地	0.100	E	1.9	H2-2	晴時々曇	○	P	西海上
18	2005/5/23	月	霧屋	0.102	WSW	2.9	H2-2	曇時々晴	○	P	長崎県
			霧分監	0.104	WSW	2.0					
19	2005/5/28	土	霧分監	0.116	W	1.7	H5	晴時々曇	○	B	宮崎県
20	2005/6/13	月	古市団地	0.105	ESE	3.7	H1	晴	○	P	福岡県
21	2005/6/14	火	古市団地	0.104	E	4.3	H1	曇一時雨	○	M	南海上
22	2005/7/27	水	霧分	0.105	NNE	1.4	T1	晴	○	B	長崎県
23	2006/3/8	水	霧分	0.100	NNE	1.4	H2-1	晴時々曇	○	P	長崎県
24	2006/3/28	火	霧分	0.100	WSW	2.4	H1	晴一時雨	○	P	長崎県
			霧屋	0.101	WSW	4.2					
			霧分監	0.105	NW	4.6					
25	2006/9/15	火	霧保七	0.106	NNE	2.2	T3	晴一時曇	○	B	宮崎県
26	2006/10/13	金	霧分監	0.102	CALM	1.1	T3	晴	○	B	宮崎県
27	2007/4/26	木	霧分監	0.107	WSW	1.7	H2-3	快晴	○	P	長崎県
28	2007/4/27	金	霧分監	0.118	SE	0.9	H2-2	曇一時晴	○	P	長崎県
			霧屋	0.104	W	1.0					
29	2007/4/28	土	霧入	0.106	WSW	1.4	H2-2	晴時々曇	○	P	福岡県
			霧分監	0.103	WSW	1.6					
30	2007/5/1	火	霧入	0.105	WSW	3.2	F	曇時々晴	○	P	西海上
			霧分監	0.100	WSW	3.0					
31	2007/5/8	火	霧入	0.110	WSW	1.1	H2-3	快晴	○	P	長崎県
			霧分監	0.110	WSW	1.4					
32	2007/5/9	水	霧入	0.114	WSW	1.3	H5	晴	○	T	南海上
			霧屋	0.112	W	2.0					
			霧分監	0.112	SSE	1.5					
			霧分	0.106	N	1.2					
			古市団地	0.101	W	4.5					
33	2007/5/27	日	霧入	0.117	ESE	1.0	H5	晴一時曇	○	P	西海上
			霧屋	0.114	W	2.7					
			古市団地	0.117	W	5.4					
			霧分監	0.120	W	1.4					
34	2007/5/28	月	霧分監	0.100	ESE	2.6	H1	曇一時晴	○	P	西海上

・Noは、同一日を除いた通し番号  
 ・測定局名は、環境放射線監視センターを「霧分監」、環境保健センターを「霧保七」、霧分中央公園を「霧分」とする。霧之原は、2005年3月廃止。測定局名は、以下の箇中でも同様とする。  
 ・型は、天知型（午前9時）型の分類  
 ・天知は、『気象庁』<sup>4)</sup>による鹿児島市の気象観測データに参照  
 ・風向は、各局の1日の最多風向  
 ・風速は、各局の1日の平均(m/s)  
 ・黄砂は、『気象庁』鹿児島県気象月報を参照（塵霧を含む）  
 （塵霧：乾いた微粒子により視程が10km未満となっている状態）  
 ・流域については、図5の流域線エリアマップ参照

2. 3 調査検討項目

天気図, 黄砂, 風向, 風速, 流跡線

なお, 天気図は『気象人』<sup>3)</sup>を使用した。

2. 4 調査解析対象測定局

図2に7測定局(県設置6局, 喜入局は2005年4月1日鹿児島市へ移管)の位置を示す。



測定局番号	市町村名	測定局名
①	東串良町	古市団地
②	鹿屋市	鹿屋
③	霧島市	国分中央公園
④	薩摩川内市	環境放射線監視センター
⑤	いちき串木野市	郷之原
⑥	鹿児島市	環境保健センター
⑦	鹿児島市	喜入

図2 測定局の位置

3 検討結果及び考察

0.100ppm以上のOx濃度が観測された34日間(表1)について気象要因等を解析した。

3. 1 気象要因等解析

3. 1. 1 天気図

0.100ppm以上のOx濃度が観測された日の気圧配置を調べるため, 天気図をもとに気圧配置の型を「H18年光化学大気汚染関係資料」(環境省)を参考に表2のとおり分類した。

高濃度が観測された日のH2(17日)とH3(4日)の高気圧の中心位置を図3に示す。

このうちH2型は移動性高気圧がH2-2, H2-3など東

表2 天気図型の分類

呼称	気象要因	呼称	気象要因
H1	西高東低	H3	北高型
H2	移動性高気圧	H5	移動性高気圧後面
H2-1	東経120-130° 北緯40-50°	F	九州を前線通過
H2-2	東経120-130° 北緯30-40°	T	台風(含む熱低)
H2-3	東経120-130° 北緯20-30°	T1	本県の北方
H2-4	東経110-120° 北緯40-50°	T2	本県付近
H2-5	東経110-120° 北緯30-40°	T3	本県の南方
H2-6	東経110-120° 北緯20-30°		

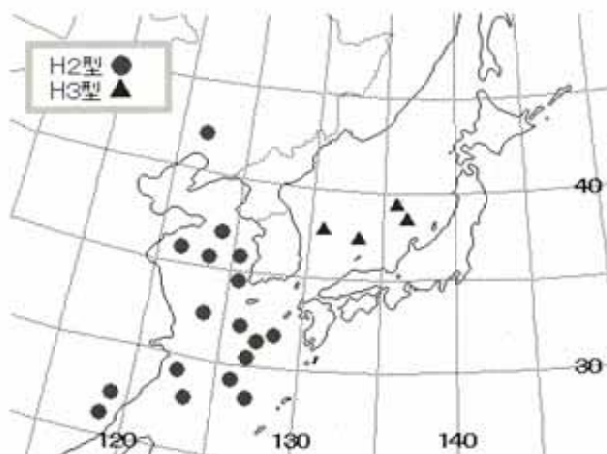


図3 H2型及びH3型の高気圧(中心)の位置

シナ海上に位置するタイプが14日, H2-1, H2-6など大陸に位置するタイプが3日であった。

このほか, 移動性高気圧の後面(H5)が4日, 北高(H3)が4日, 西高東低(H1)が3日, 前線通過(F)が1日, 台風(T, 熱帯低気圧を含む)が5日に分類された。

また, 0.110ppm以上のOx濃度が観測された「前日」の天気図を調べた結果, 図4に示すとおり非常に類似したパターンがみられた。この天気図から, 本県のほぼ西方に高気圧が, 太平洋側に日本列島と沿うような弓なりの前線が, さらに北海道付近に強い低気圧が, それぞれ発達していることが特徴として挙げられる。

3. 1. 2 その他の気象要因

(1) 黄砂(含: 煙霧)が観測された日は, 34日のうち31日(91%)と高率であった。

(2) 梅雨入り以降に高濃度を示した例は, 台風を除くと2002年10月3日(この前日台風が北海道に上陸)と2005年6月13, 14日の計3日であった。

なお, 高濃度Oxと低気圧及び台風との関連については, 大津, 山崎, 飯田らにより報告されている<sup>1), 6), 7)</sup>。今回の解析でも, 低気圧を伴う前線が

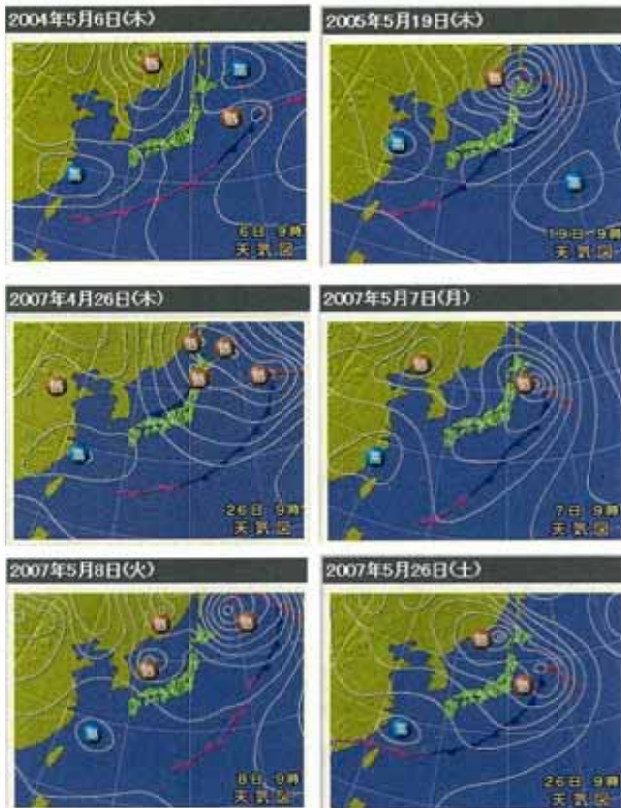


図4 0.110ppm以上のOx濃度が観測された「前日」の天気図

通過する場合や台風が日本の南海上にある場合にOx濃度が高いケースがみられた。

- (3) 地上付近の主風向については、いずれか1局でも西寄りの風が観測された日は、34日のうち21日(62%)であった。
- (4) 日平均風速は、0.9~6.4m/sの範囲であった。台風の影響を強く受けた2004年9月7日を除くと0.9~5.4m/sの範囲であった。

### 3. 2 流跡線 (トラジェクトリー)

発生源の推測を行うため、METEX<sup>®</sup>を用いて流跡線解析を行った。2007年4月1日~5月31日の2ヶ月間、起点をすべて環境保健センター(緯度31度35分、経度130度33分)、高度は1500mとし72時間さかのぼり、設定時間は正午に統一して行った。解析結果を表3に示す。このうち、高濃度Ox出現した日の流跡線の特徴は以下のとおりである。

高濃度Oxが出現した日の流跡線解析から、その起源とするエリアを図5中に示す5エリアに区分した。解析した流跡線の一例を図6に示す。

この結果、北京エリアからの移流が34日のうち25日(74%)を占め最も多かった。次に瀬戸内海を辿

表3 2007年4月1日~5月31日の流跡線

測定日	流跡	経路	測定日	流跡	経路
4月1日	S	西海上	※5月1日	S	西海上
4月2日	P	長崎県	5月2日	P	長崎県
4月3日	P	長崎県	5月3日	P	西海上
4月4日	P	長崎県	5月4日	S	西海上
4月5日	T	福岡県	5月5日	M	南海上
4月6日	T	福岡県	5月6日	M	西海上
4月7日	P	西海上	5月7日	P	福岡県
4月8日	P	長崎県	※5月8日	P	長崎県
4月9日	P	長崎県	※5月9日	T	宮崎県
4月10日	P	長崎県	5月10日	T	佐賀県
4月11日	P	長崎県	5月11日	T	福岡県
4月12日	P	長崎県	5月12日	S	西海上
4月13日	S	西海上	5月13日	P	長崎県
4月14日	P	長崎県	5月14日	P	西海上
4月15日	P	西海上	5月15日	P	長崎県
4月16日	S	西海上	5月16日	M	南海上
4月17日	P	長崎県	5月17日	P	西海上
4月18日	T	宮崎県	5月18日	S	西海上
4月19日	P	長崎県	5月19日	P	長崎県
4月20日	P	南海上	5月20日	P	福岡県
4月21日	M	南海上	5月21日	P	福岡県
4月22日	M	南海上	5月22日	P	福岡県
4月23日	P	長崎県	5月23日	M	南海上
4月24日	T	西海上	5月24日	M	南海上
4月25日	P	長崎県	5月25日	P	西海上
※4月26日	P	長崎県	5月26日	P	長崎県
※4月27日	P	長崎県	※5月27日	P	西海上
※4月28日	P	長崎県	※5月28日	P	熊本県
4月29日	T	長崎県	5月29日	M	南海上
4月30日	M	南海上	5月30日	P	長崎県
			5月31日	T	福岡県

- ・「※」は、Ox濃度0.100ppm以上観測された日
  - ・「経路」の項目の長崎県は、五島列島を含む。
  - ・「経路」の西海上、南海上は、他県をいずれも経由していないことを示す。
- 例：西海上は、西海上から直接本県に移流。



図5 流跡エリアマップ

る太平洋ベルト地帯のエリアが6日(18%)あり、そのうち4日は当日台風が、1日は前日台風が接近したため、特有の流跡線を示したと考えられる。次に高濃度Oxがどのようなルートから本県の方角に移流しているかを調べ表1に示した。その結果、長崎県(含む：五島列島)経路が34日のうち15日(44%)、福岡県、宮崎県経路が同数の4日(12%)、他県を経

2005052018-2005051718



図6 流跡線の一つ例(2005年5月20日)

由しない西海上からの移流が8日(24%),南海上経由は3日(9%)であった。

### 3.3 高濃度Ox出現の時間帯

高濃度Oxが観測された日の各測定局の経時変化を図7に、また、各測定局の高濃度Oxが観測された日の時刻別平均濃度を図8に示す。

Ox濃度が最も低い時間帯は大半の測定局で7時前後であった。

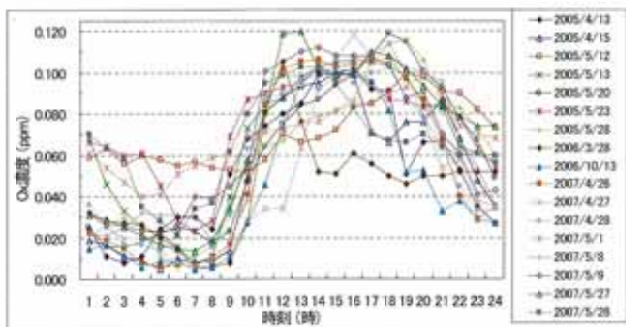


図7-1 高濃度Ox出現日の経時変化  
(環境放射線監視センター局)

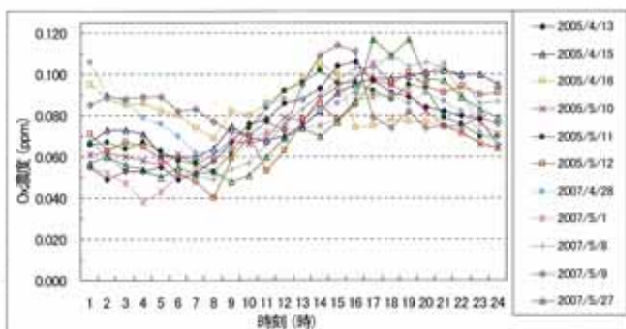


図7-2 高濃度Ox出現日の経時変化(喜入局)

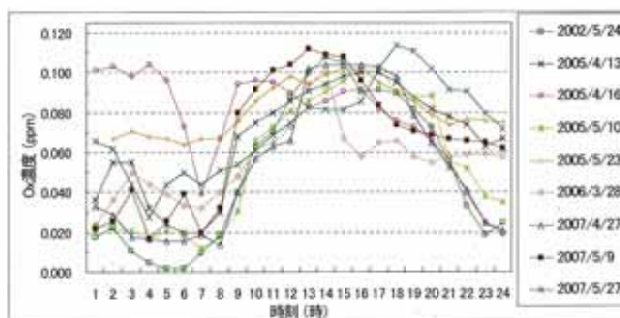


図7-3 高濃度Ox出現日の経時変化(鹿屋局)

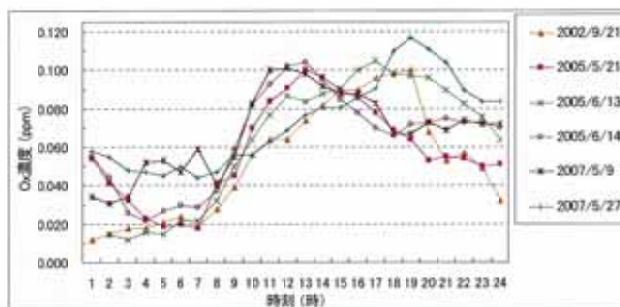


図7-4 高濃度Ox出現日の経時変化(古市団地局)

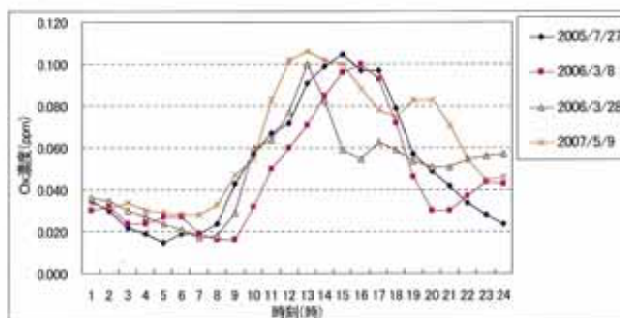


図7-5 高濃度Ox出現日の経時変化(国分中央公園局)

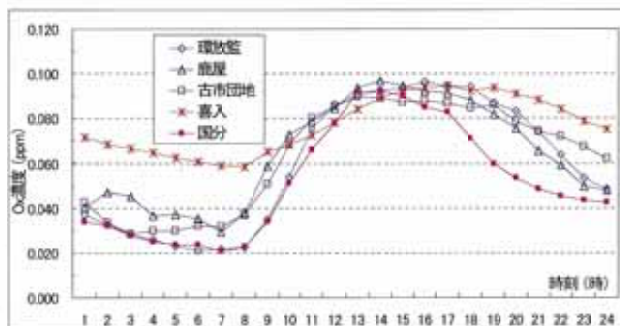


図8 高濃度Ox出現日の時刻別平均濃度

高濃度Oxの観測された日が最も多かった環境放射線監視センター局は、8時~12時にかけて濃度が急上昇するケースが多かった。喜入局は、9時~22時にはほぼ一山型の緩やかな濃度上昇を示すほか夜遅くから朝にかけて高い濃度を示すケースが多いなど、

他の測定局と異なるパターンを示した。

### 3. 4 高濃度Ox出現の事例

九州のほぼ全域で高濃度Oxが観測された2007年5月27日の経時変化, 流跡線, 天気図を図9に示す。

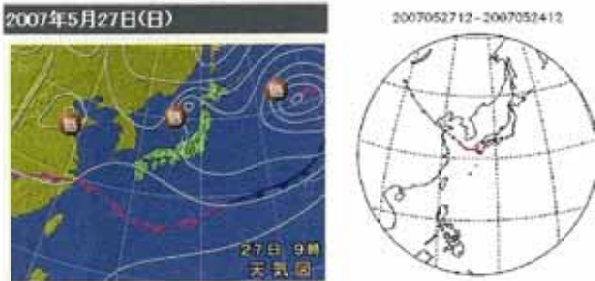
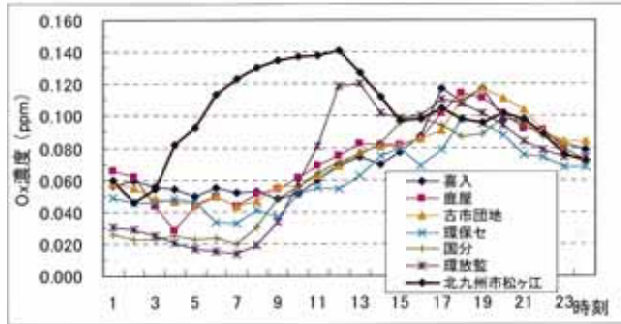


図9 2007年5月27日のOx濃度の経時変化, 天気図, 流跡線

環境省大気汚染物質広域監視システム<sup>1)</sup>(そらまめくん)によると, 当日北九州市でOx濃度が最も高かった松ヶ枝局では7時の時点で既に0.120ppm(以下松ヶ枝局は速報値)を超えていた。環境放射線監視センター局では, 11時から12時にかけて0.081から0.119ppmと急激に上昇し, 13時にピークの0.120ppmに達し, その後15時に一旦0.100ppm付近まで下降後, 17時に0.110ppmに再上昇しその後下降した。喜入局は, 環境放射線監視センター局よりピークの時間が夕方にならずに17時と19時に0.117ppmを示した。

なお, 同日の北九州の流跡線は図10のとおり途中経路は異なるものの鹿児島とほぼ同じ地点(中国大陸東北部; エリア区分では北京)からの移流を示した。

次に, 翌2007年5月28日の経時変化, 流跡線, 天気図を図11に示す。

環境放射線監視センター局は7時に0.034ppm, 13時に0.103ppmであったが, 北九州市の松ヶ枝局では7時に0.018ppm, 17時にピークの0.074ppmであった。この日の鹿児島県の流跡線は, 東シナ海から熊本県付

近を經由して本県の方に達しているが, 一方北九州の流跡線は図12のとおり, 九州南部とは異なる移流ルートを示した。

2007052712-2007052412



図10 2007年5月27日の北九州における流跡線

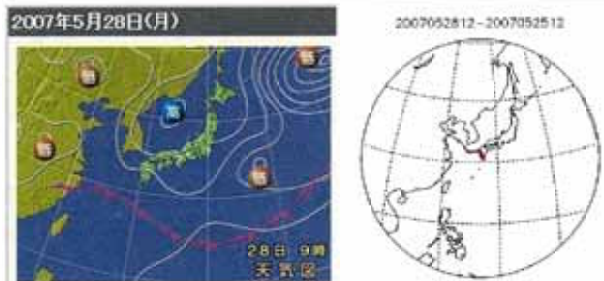
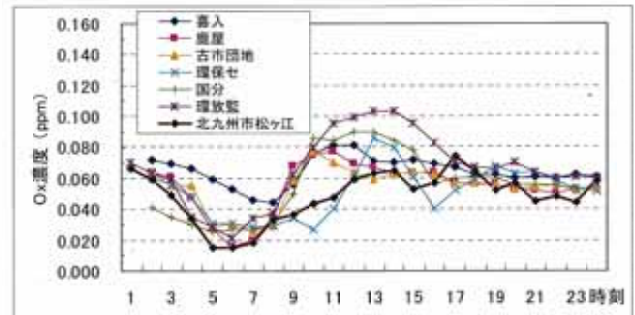


図11 2007年5月28日のOx濃度の経時変化, 天気図, 流跡線

## 4 まとめ

本県において0.100ppmを超える高濃度Oxが観測された日の2002年度以降の気象要因解析結果は次のとおりであった。

- 1) 高気圧が東シナ海上に位置するケースが多かった。
- 2) 黄砂(含; 煙霧)が90%以上の高率で観測された。
- 3) 台風等の特殊な気象条件を除くと, 主に3月初旬から梅雨入り前に観測された。

2007052812-2007052512



図12 2007年5月28日の北九州における流跡線

- 4) 風速は、台風の日を除くと0.9～5.4m/sの範囲であった。
- 5) 台風を除く流跡線解析では、北京エリアからの移流が34日中25日(74%)を占めた。また、他県を経由する流跡線は、様々なルートを通ることが考えられた。
- 6) 県下各測定局のOx濃度の上昇パターンを比較すると全般的に日中が高いが、夜遅くから朝にかけて濃度差がみられた。

以上のことから本県における最近の高濃度現象は、県内の発生源に起因する汚染物質よりも、大陸起源の汚染物質の移流の影響が大きいことが推測された。

今後の課題として、測定局間で濃度差が生じる原因や高濃度現象が出現する範囲を把握するためには、九州各県の状況を詳細に解析するほか離島等の清浄な地域における観測データと比較検討することが重要である。

## 参考文献

- 1) 大津睦雄, 南園博幸, 他; オキシダントの挙動に関する一考察, 鹿児島県環境センター所報, 3, 107～113 (1987)
- 2) 南園博幸, 寶未俊一, 他; 喜入地区における環境大気測定結果, 鹿児島県環境センター所報, 4, 116～121 (1988)
- 3) 藪平一郎, 山田正人, 他; 鹿児島県における光化学オキシダント, 本誌, 7, 85～88 (2006)
- 4) 『気象庁』; (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- 5) 『気象人』; (<http://www.weathermap.co.jp/kishojin/>)
- 6) 山崎誠, 山川和彦, 他; 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, 第21回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集, 18～20 (2006)
- 7) 飯田信行, 飯村文成, 他; 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, 第21回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集, 21～26 (2006)
- 8) METEX; ([http://cgermetex.nies.go.jp/metex/trajectory\\_jp.html](http://cgermetex.nies.go.jp/metex/trajectory_jp.html))
- 9) 環境省大気汚染物質広域監視システム; (<http://soramame.taiki.go.jp/Index.php>)