

# 1. 高知県における光化学オキシダントの状況について

西 孝仁・山村貞雄

## 1. はじめに

近年、我が国における光化学オキシダントの濃度レベルは上昇傾向にあり、その大気汚染注意報の発令地域も広域化している。

光化学オキシダントの年平均値はこの20年間に全国平均値で約5ppb上昇するとともに、2007年には新潟県及び大分県で初めて注意報が発令され、同年の注意報発令地域は28都府県で過去最多となった。

また、対流圏オゾン濃度も、北緯20度～60度において半球規模で高くなっている。

光化学オキシダント及び対流圏オゾンの濃度が、近年上昇している要因としては、大陸間や大陸内における輸送、前駆物質の排出量の変化、気象状況の影響等が指摘されているが、それらの寄与は明確にされていない。

今回、高知県における光化学オキシダントの状況を取りまとめたのでここに報告する。

(備考) 光化学オキシダントの90%以上の成分はオゾンであるとされている。

## 2. 方法

### 2.1 調査期間

南国市：南国；1975.6～1995.3

→（南方向へ0.7km移動）

南国大篠；1995.4～

高知市：大津；1984.9～

高知市：百石町；1976.3～1997.3

→（東方向へ0.5km移動）

南新田町；1997.4～

### 2.2 調査地点の位置・地勢・交通等

南国：南国市の中心部に位置し、周辺は住宅、店舗、事務所、小規模な工場等が混在する。片側1車線ながら、交通量の多い国道195号に面している。

南国大篠：南国市の国道195号と55号との中間

に位置し、周辺は学校、住宅、店舗、田畑等である。

大津：高知市の中心部から約5.5km東に位置している。約200m北に交通量の多い県道374号が走り、県道北には食品等の工業団地がある。周辺は学校、店舗、住宅、事務所、田畑等である。

百石町：高知市の南部市街地に位置し、周辺は住宅、店舗、事務所であるが、南方1.5km範囲に比較的大規模な4工場が立地している。

南新田町：高知市の中心部から約3km東南東に位置し、東に鏡川河口、すぐ南に高知港がある。また周囲には下水処理場、化学、窯業工場などがあり、約700m北西を国道56号が走っている。

## 3. 調査項目及び測定方法

常時監視局3局で光化学オキシダント及び関連汚染物質を測定した。

光化学オキシダント：吸光光度法

窒素酸化物：吸光光度法

南国：光化学オキシダント

南国大篠：光化学オキシダント

大津：光化学オキシダント、窒素酸化物

百石町：光化学オキシダント、窒素酸化物

南新田町：光化学オキシダント、窒素酸化物

## 4. 調査結果と考察

### 4.1 光化学オキシダントの月間値測定結果（2007年度）（南国大篠、大津、南新田町）

2007年度における、それぞれの局における光化学オキシダント測定結果を表1に示した。各局とも環境基準を達成していない。環境基準値0.06ppmを超える時間数は、3月から5月に多いが、注意報発令濃度0.12ppm以上となった局はなかった。また、局別濃度を比較すると、南国大篠>南新田町>大津の順である。

表1 月間値測定結果表（光化学オキシダント）

平成19年度(2007年度)

市町村	測定局	項目		平成19年(2007年)									平成20年(2008年)			年間値
				4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
高知市	大津	昼間測定日数	(日)	30	31	30	31	31	15	31	30	31	31	29	31	351
		昼間測定時間	(時間)	428	464	449	462	464	203	463	445	463	464	433	464	5202
		昼間の1時間値の月平均値	(ppm)	0.028	0.030	0.015	0.017	0.013	0.021	0.021	0.019	0.016	0.024	0.034	0.041	0.023
		昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数	(日)	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	2	6	15
		昼間の1時間値が0.06ppmを超えた時間数	(時間)	11	7	0	0	0	5	0	0	0	0	3	24	50
		昼間の1時間値が0.12ppm以上の日数	(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		昼間の1時間値が0.12ppm以上の時間数	(時間)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		昼間の1時間値の最高値	(ppm)	0.072	0.068	0.041	0.047	0.038	0.069	0.049	0.039	0.042	0.047	0.061	0.072	0.072
		昼間の日最高1時間値の月間平均値	(ppm)	0.039	0.042	0.025	0.027	0.021	0.033	0.033	0.031	0.027	0.035	0.047	0.054	0.035
高知市	南新田町	昼間測定日数	(日)	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	29	31	366
		昼間測定時間	(時間)	426	463	445	464	464	424	463	448	464	464	434	464	5423
		昼間の1時間値の月平均値	(ppm)	0.048	0.046	0.032	0.029	0.020	0.023	0.028	0.026	0.023	0.026	0.037	0.044	0.032
		昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数	(日)	15	16	6	7	2	1	1	0	0	0	4	13	65
		昼間の1時間値が0.06ppmを超えた時間数	(時間)	96	75	16	24	2	1	1	0	0	0	8	53	276
		昼間の1時間値が0.12ppm以上の日数	(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		昼間の1時間値が0.12ppm以上の時間数	(時間)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		昼間の1時間値の最高値	(ppm)	0.088	0.088	0.068	0.073	0.062	0.062	0.065	0.052	0.048	0.050	0.074	0.086	0.088
		昼間の日最高1時間値の月間平均値	(ppm)	0.062	0.060	0.047	0.044	0.031	0.035	0.042	0.041	0.036	0.038	0.050	0.058	0.045
南国市	南国大篠	昼間測定日数	(日)	27	31	30	31	31	28	31	30	31	31	29	31	361
		昼間測定時間	(時間)	383	464	449	464	450	374	464	448	464	464	434	464	5322
		昼間の1時間値の月平均値	(ppm)	0.055	0.051	0.036	0.032	0.023	0.025	0.035	0.032	0.025	0.029	0.039	0.050	0.036
		昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数	(日)	20	23	7	8	2	4	8	3	0	0	5	24	104
		昼間の1時間値が0.06ppmを超えた時間数	(時間)	176	160	35	34	9	11	24	9	0	0	34	174	666
		昼間の1時間値が0.12ppm以上の日数	(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		昼間の1時間値が0.12ppm以上の時間数	(時間)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		昼間の1時間値の最高値	(ppm)	0.101	0.094	0.071	0.070	0.067	0.069	0.073	0.070	0.055	0.060	0.078	0.095	0.101
		昼間の日最高1時間値の月間平均値	(ppm)	0.070	0.066	0.050	0.046	0.033	0.038	0.052	0.050	0.043	0.042	0.054	0.067	0.051

高知県における光化学オキシダントの状況について 24, 2007

#### 4. 2 光化学オキシダントの経年変化

光化学オキシダントの経年変化（昼間年平均値）を図1に示した。南国局においては、年度ごとの増減はあるがほぼ横ばいである。南国大篠局は1995年度から1999年度にかけて上昇しその後減少するが、2003年度以降再び上昇し近年は横ばいである。大津局は年度ごとの増減はあるがほぼ横ばいである。しかし、2002年度以降は漸減傾向を示している。百石町局は1988年度まではほぼ横ばいであるが、その後減少し、1992年度以降再び上昇傾向が見られた。南新田町局は年度ごとの増減はあるがほぼ横ばいである。

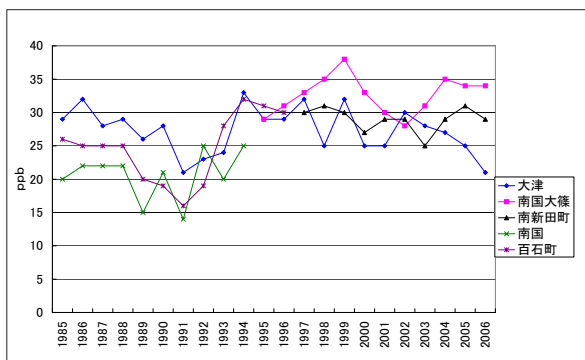


図1 光化学オキシダント 年平均値（昼間値）

#### 4. 3 光化学オキシダントの年度別経月変化

各年度における光化学オキシダントの月別平均値の変動は全ての局で類似の傾向が見られる（図2, 3, 4）。1月頃から上昇し、4月～5月にかけてもっとも濃度が高くなる。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。

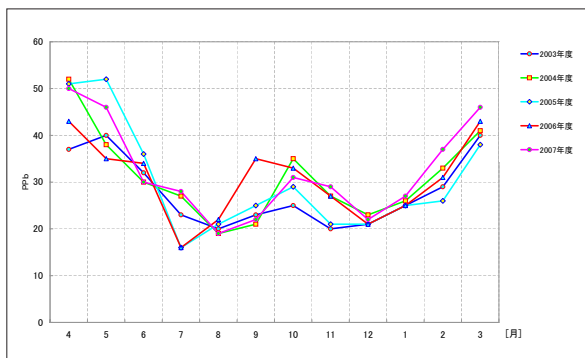


図2 光化学オキシダント年度別月平均値（南国大篠）

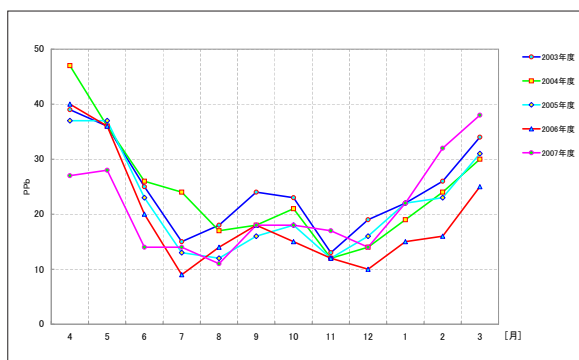


図3 光化学オキシダント年度別月平均値（大津）

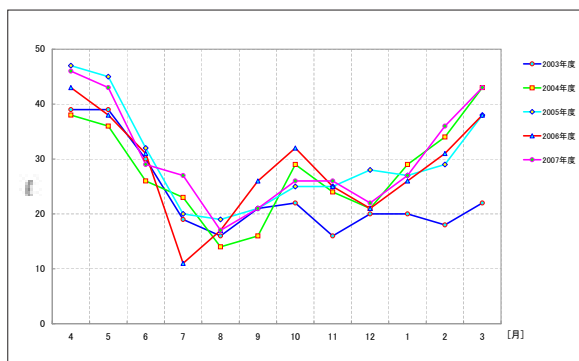


図4 光化学オキシダント年度別月平均値（南新田町）

#### 4. 4 光化学オキシダントの時刻別平均濃度

2007年度の光化学オキシダントの時刻別平均濃度は全ての局で類似の傾向を示した（図5）。すなわち、光化学オキシダント濃度は日の出とともに上昇し、午後2時～3時前後にピークを示す。その後夜間にかけて減少する。これは日照により光化学オキシダントが生成されることによる。

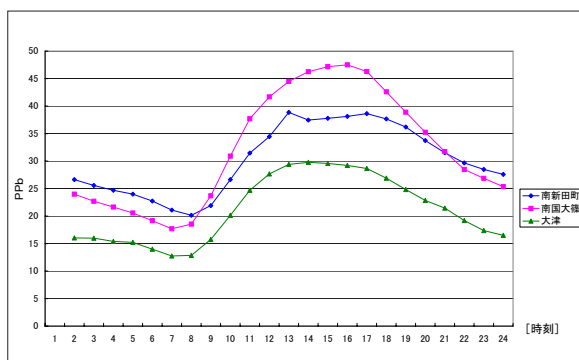


図5 光化学オキシダント 時刻別平均濃度（2007年度）

#### 4. 5 光化学オキシダントの曜日別平均濃度

2007年度の光化学オキシダントの曜日別平均濃度は全ての局で類似の傾向を示した。

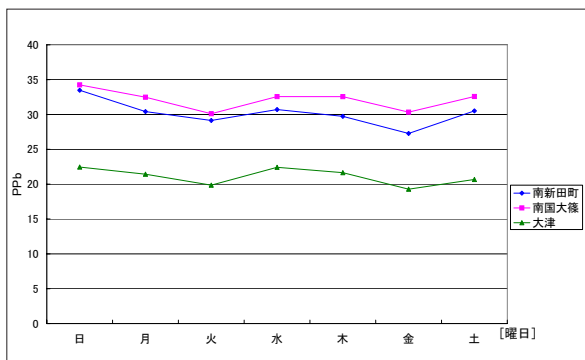


図6 光化学オキシダント 曜日別平均濃度 (2007年度)

#### 4. 6 光化学オキシダントの風向別濃度

2007年度における、それぞれの局における風向別光化学オキシダント濃度ランク表を表2, 3に示した。大津局では60ppbを超える濃度ランクでは南風が多い。また、41~60ppbの濃度ランクでは北風が多い。

南新田町局では60ppbを超える濃度ランクでは南から南東の風が多い。41~60ppbの濃度ランクでは南と西からの風が多い。風速が大きくなると光化学オキシダントは減少する傾向がみられるのは、風による拡散効果が影響しているものと考えられる。

表2 風向別濃度ランク表

期 間：平成19年(2007年)4月1日～平成20年(2008年)3月31日 測定局：大津

風向	光化学オキシダント濃度ランク [ppb] <ランク毎>														累計
	0~40		41~60		61~80		81~100		101~120		121~				
	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	
N	248	72.9	91	26.8	1	0.3									340
NNE	378	74.4	127	25.0	3	0.6									508
NE	452	81.4	99	17.8	3	0.5				1	0.2				555
ENE	480	89.2	54	10.0	4	0.7									538
E	307	91.1	27	8.0	3	0.9									337
ESE	231	90.2	22	8.6	3	1.2									256
SE	205	83.7	37	15.1	3	1.2									245
SSE	263	86.8	36	11.9	4	1.3									303
S	610	88.0	71	10.2	12	1.7									693
SSW	300	84.7	47	13.3	7	2.0									354
SW	346	86.1	49	12.2	7	1.7									402
WSW	438	93.6	29	6.2	1	0.2									468
W	757	95.5	35	4.4	1	0.1									793
WNW	757	95.8	33	4.2											790
NW	396	89.2	48	10.8											444
NNW	156	81.3	34	17.7	2	1.0									192
CLM	750	97.8	17	2.2											767
累計	7074	88.6	856	10.7	54	0.7				1	0.0				7,985

表3 風向別濃度ランク表

期 間：平成19年(2007年)4月1日～平成20年(2008年)3月31日 測定局：南新田町

風向	光化学オキシダント濃度ランク [ppb] <ランク毎>														累計
	0~40		41~60		61~80		81~100		101~120		121~				
	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	回数	頻度	
N	281	63.6	154	34.8	7	1.6									442
NNE	225	74.0	70	23.0	9	3.0									304
NE	283	75.3	93	24.7											376
ENE	242	79.1	54	17.6	9	2.9	1	0.3							306
E	145	72.5	38	19.0	13	6.5	4	2.0							200
ESE	163	71.2	57	24.9	7	3.1	2	0.9							229
SE	355	64.7	153	27.9	36	6.6	5	0.9							549
SSE	568	56.1	359	35.4	75	7.4	11	1.1							1,013
S	96	42.7	102	45.3	26	11.6	1	0.4							225
SSW	35	64.8	17	31.5	2	3.7									54
SW	50	70.4	20	28.2	1	1.4									71
WSW	138	70.1	52	26.4	7	3.6									197
W	581	70.9	198	24.2	38	4.6	2	0.2							819
WNW	736	80.5	164	17.9	14	1.5									914
NW	1150	84.8	192	14.2	13	1.0	1	0.1							1,356
NNW	578	79.4	139	19.1	10	1.4	1	0.1							728
CLM	487	88.4	52	9.4	12	2.2									551
累計	6113	73.4	1914	23.0	279	3.3	28	0.3							8,334

4. 7 風速ランク別風向別平均濃度

表4 風速ランク別風向別平均濃度表

期 間：平成19年(2007年)4月1日～平成20年(2008年)3月31日 測定局：大津 測定項目：光化学オキシダント(ppb)

風向	風速ランク [m/s] 別 平均濃度 <ランク毎>														累計
	0.0~2.0		2.1~4.0		4.1~6.0		6.1~8.0		8.1~10.0		10.1~				
	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	
N	21	52.1	38	35.6	40	12.4									30
NNE	19	46.9	37	36.6	41	15.6	42	0.8	59	0.2					29
NE	19	61.1	34	29.9	37	8.8	41	0.2							25
ENE	18	72.1	29	25.3	45	2.0	52	0.6							22
E	20	86.9	26	12.2	21	0.6			20	0.3					21
ESE	20	69.9	25	19.9	25	3.9	12	2.7	13	3.5					21
SE	23	83.3	31	15.1	34	0.8	15	0.8							24
SSE	24	46.9	26	50.8	30	2.3									25
S	24	29.7	27	65.7	26	4.3	13	0.3							26
SSW	19	38.7	29	50.6	32	9.3	32	0.8	14	0.6					25
SW	18	68.9	30	23.1	40	7.2	15	0.2	16	0.5					22
WSW	16	82.1	29	11.1	35	5.3	46	1.3	51	0.2					19
W	12	81.6	24	12.0	36	5.2	45	1.3							15
WNW	13	89.1	29	8.0	39	2.0	46	0.8	41	0.1					15
NW	16	85.6	37	11.5	40	2.7	52	0.2							19
NNW	19	81.8	42	17.2	44	1.0									24
CLM	13	100.0													13
累計	17	70.4	30	24.0	37	4.9	36	0.6	20	0.2					21

表5 風速ランク別風向別平均濃度表

期 間：平成19年(2007年)4月1日～平成20年(2008年)3月31日 測定局：南新田町 測定項目：光化学オキシダント(ppb)

風向	風速ランク [m/s] 別 平均濃度 <ランク毎>														累計
	0.0~2.0		2.1~4.0		4.1~6.0		6.1~8.0		8.1~10.0		10.1~				
	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	濃度	頻度(%)	
N	30	81.4	45	17.6	56	0.9									33
NNE	28	71.4	40	26.6	46	2.0									32
NE	26	73.1	36	22.3	41	3.5	49	1.1							29
ENE	26	81.4	35	17.6	43	1.0									28
E	30	83.5	33	10.5	23	2.5	18	2.5	24	1.0					30
ESE	31	69.9	34	22.7	13	1.7	18	1.7	22	3.9					30
SE	33	65.9	38	31.0	29	2.7			30	0.2	32	0.2			34
SSE	37	33.4	38	65.7	36	0.9									38
S	41	45.8	44	52.9	37	1.3									42
SSW	32	81.5	42	18.5											34
SW	33	73.2	34	23.9	26	1.4	25	1.4							33
WSW	30	67.5	37	26.9	44	5.6									33
W	27	66.1	39	21.6	49	11.6	54	0.7							33
WNW	24	83.9	40	13.1	50	2.7	58	0.2							27
NW	24	93.5	46	5.4	47	1.1									26
NNW	25	90.4	48	9.6											27
CLM	22	100.0													22
累計	27	74.9	39	22.1	44	2.5	37	0.3	23	0.1	32	0.0			30

4. 8 高知市地域における窒素酸化物 (NO+NO<sub>2</sub>) の状況

4. 8. 1 窒素酸化物の月間値測定結果

2007年度における、それぞれの局の窒素酸化物測定結果を表6に示した。

表6 月間値測定結果表（窒素酸化物）

平成19年度(2007年度)

市町村	測定局	項目	平成19年(2007年)									平成20年(2008年)			年間値	
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
高知市	大津	有効測定日数	(日)	30	26	28	31	31	30	31	29	15	31	29	31	342
		測定時間	(時間)	718	638	684	741	741	717	742	708	387	740	692	740	8248
		月平均値	(ppm)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.007	0.007	0.012	0.019	0.028	0.024	0.018	0.012	0.013
		1時間値の最高値	(ppm)	0.045	0.067	0.056	0.044	0.028	0.027	0.118	0.084	0.103	0.133	0.128	0.080	0.133
		日平均値の最高値	(ppm)	0.016	0.022	0.026	0.016	0.010	0.010	0.026	0.035	0.057	0.056	0.036	0.031	0.057
		月平均値 NO2/(NO+NO2)	(%)	76.7	73.7	57.6	73.6	56.6	68.8	68.8	66.0	51.0	60.3	70.0	75.3	65.6
高知市	南新田町	有効測定日数	(日)	30	31	28	31	31	30	31	30	29	31	29	31	362
		測定時間	(時間)	718	742	688	742	741	718	742	718	708	742	694	742	8695
		月平均値	(ppm)	0.012	0.014	0.016	0.018	0.015	0.016	0.017	0.019	0.021	0.019	0.016	0.015	0.016
		1時間値の最高値	(ppm)	0.065	0.115	0.159	0.094	0.116	0.131	0.132	0.159	0.141	0.139	0.095	0.083	0.159
		日平均値の最高値	(ppm)	0.020	0.031	0.028	0.033	0.026	0.030	0.029	0.028	0.043	0.049	0.027	0.026	0.049
		月平均値 NO2/(NO+NO2)	(%)	72.9	69.2	66.6	63.6	55.3	56.7	64.8	67.7	66.0	65.9	71.5	74.4	66.0

#### 4. 8. 2 窒素酸化物の経年変化

窒素酸化物の経年変化を図7に示した。大津局では2000年度頃までほぼ横ばいだが、2001年度以降減少傾向が見られる。南新田町局においても減少の傾向が見られ、減少率は大津局よりも大きい。

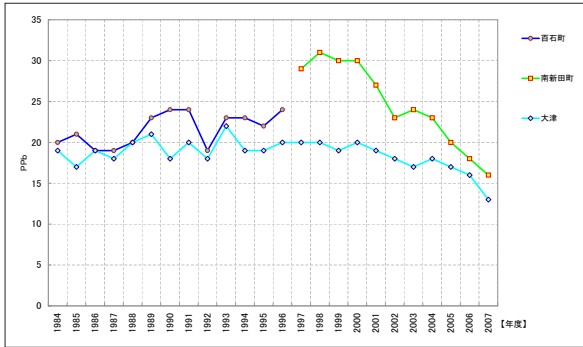


図7 窒素酸化物 年平均値

#### 4. 8. 3 窒素酸化物の年度別経月変化

窒素酸化物の年度別経月変化を図8, 9に示した。大津局における月別平均値の変動は、9月頃から上昇、12月にもっとも濃度が高くなり、その後減少、4～8月にかけて低位で推移する。すなわち、春季から夏季にかけては低く、大気安定する冬季に高い傾向を示す。南新田町局における月別平均値は、季節による変動は見られない。春季、夏季も冬季同様高いのは周辺の固定及び移動の排出源による影響を受けているものと考えられる。

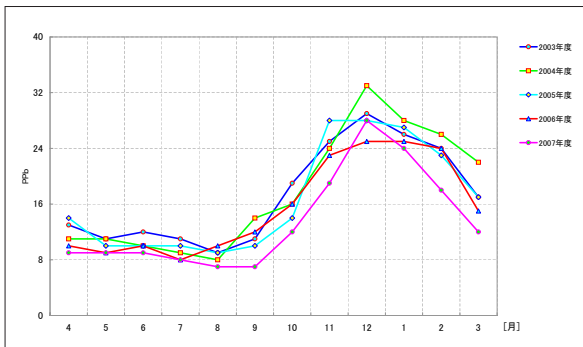


図8 窒素酸化物月別変化 月平均値 (大津)

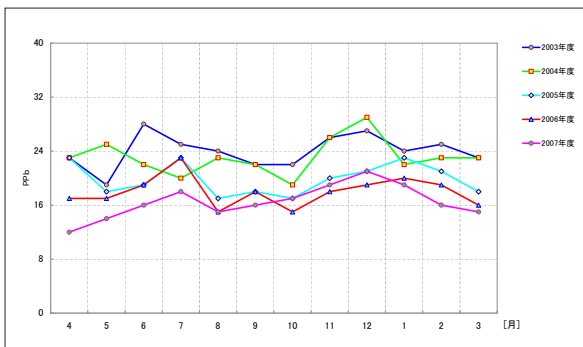


図9 窒素酸化物月別変化 月平均値 (南新田町)

#### 4. 8. 4 窒素酸化物の時刻別平均濃度

2007年度の窒素酸化物の時刻別平均濃度図を図10に示した。大津局においては、午前8時から10時に最も高くなり、その後減少し、再び午後6時頃から漸増傾向を示す。これは通勤時間帯と一致し自動車排気ガスの影響を受けているものと考えられる。南新田町局においては、大津局同様午前7時頃から上昇し、午後1時頃に一時的に減少するものの、高濃度を維持しその後減少傾向を示す。1時頃の減少は工場等の休憩時間と一致することから周囲の排出源の影響を受けているものと考えられる。また、図5の光化学オキシダント経時変化と図10の窒素酸化物の経時変化を比較した場合、南新田町局の午後1時に、窒素酸化物の減少に合わせて光化学オキシダントの増加が認められる。これは、一酸化窒素が光化学オキシダントを分解しているものと考えられる。

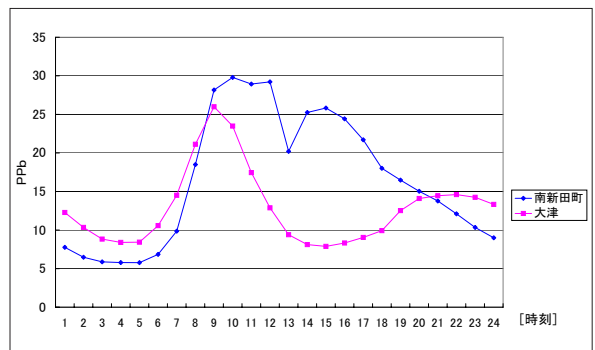


図10 窒素酸化物 時刻別平均濃度(2007年度)

#### 4. 8. 5 窒素酸化物の曜日別濃度

2007年度の窒素酸化物の曜日別平均濃度図を図11に示した。両局とも平日に濃度が高く、日曜日に低い傾向を示した。

また、図6と比較した場合、曜日毎の濃度変化は逆の傾向を示している。

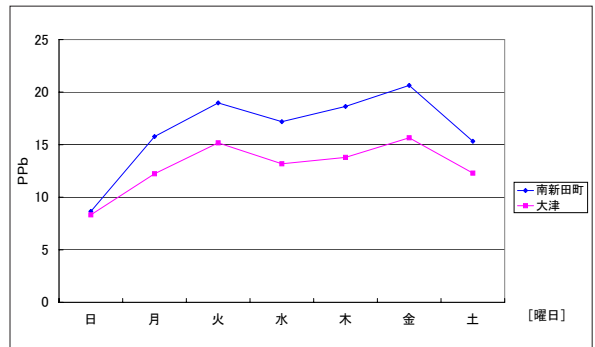


図11 窒素酸化物 曜日別平均濃度 (2007年度)

### 5. 最近の高濃度事例

2007年5月8日から9日にかけて九州から東日本の広い範囲で光化学オキシダント注意報が発令された。光化学オキシダントが注意報レベルに達した一般局は、5月8日に九州北部から中国地方西部を中心に30局、5月9日は瀬戸内海沿岸部から近畿・北陸・東海・関東にかけて167局に達した。光化学オキシダント最高濃度を観測した時刻は西日本や日本海側では東側に向かうにつれて遅くなる傾向にあった。

この光化学オキシダント汚染状況に関する東アジアスケールの数値シミュレーションの結果によると、東シナ海に位置する高気圧の北側の西風によってアジア大陸東岸から流れ出した汚染気塊が朝鮮半島南部を経て、九州北部から東日本の広い範囲に高濃度のオゾン域を形成したものと考えられた。このことから、5月8日、9日の高濃度オキシダントの発生には、中国や韓国からの越境汚染の影響を受けていた可能性がある。しかし、全国的な濃度分布や関東地域における高濃度域の時間変化などから判断すると、5月9日に首都圏や関西圏などの大都市域で発生した光化学オキシダントには、都市大気汚染の影響も大きかったと推測されている。

高知県の光化学オキシダントは、5月8日は特に上昇傾向は見られなかったが、5月9日の朝から上昇し午後から夕方にかけて高濃度を観測した。(図12)

県内中央部の3測定局における午後6時の後方流跡線解析の結果、上空500mの流跡線は中国から東シナ海を経て九州南部を横断し、高知県西部からの移流を示している(図13)。

また、同期間での梶原測定所の光化学オキシダント(紫外線吸収法によるオゾン)は、5月8日の未明に高濃度を観測しその後は緩やかに低下した(図14)。県内中央部では光化学オキシダント最高濃度を梶原測定所のピークから約16時間後に観測した。

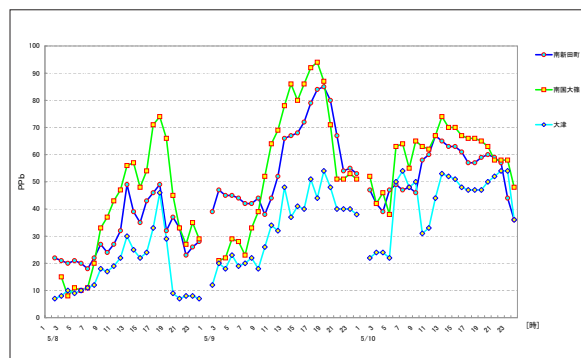


図12 光化学オキシダント経時変化  
2007年5月8日1時～5月10日24時

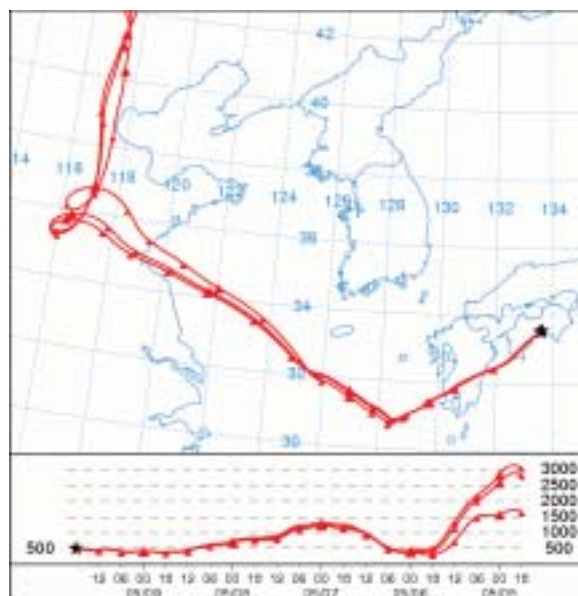


図13 2007年5月9日高知中央部の  
後方流跡線図

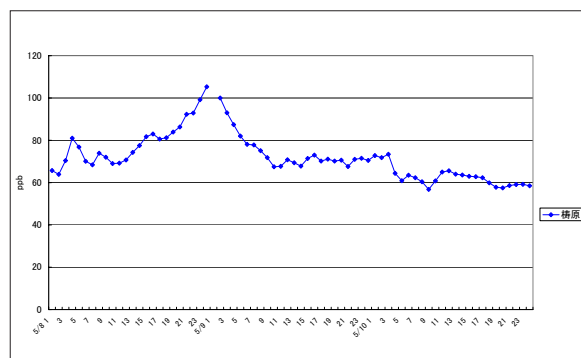


図14 光化学オキシダント経時変化  
2007年5月8日1時～5月10日24時



## 6. まとめ

- (1) 光化学オキシダントが環境基準を達成したのは、1985年以降では1989年、1991年の南国局の2年しか無く、その他は全て非達成となっている。
- (2) 経年変化では、1990年代当初に低い時期があったが、その他の時期はほぼ横ばいの状況にある。ただし、大津測定局ではここ数年低下傾向が見られる。
- (3) 季節変動は、春季に最大のピークが見られ、秋季に第2のピークが見られる。
- (4) 時間内変動としては、日の出とともに上昇し、午後2、3時頃にピークを迎え、その後減少する。これは、日照による生成が主たる要因であること示唆している。
- (5) 南新田町局では、個別の測定値において特異な変動を示す場合があり、周辺工場等の直接の影響を受けていると考えられる。
- (6) 光化学オキシダントと窒素酸化物の1時間値では、1998年～2007年の10年間で、大津局：

-0.418～-0.552, 南新田町局：-0.252～-0.358と負の相関が見られる。

また、曜日毎の変動（図6, 11）からも負の相関が示唆される。

これらは、NO<sub>2</sub>からのO<sub>3</sub>の生成と、O<sub>3</sub>によるNOの酸化などが関係していると考えられる。

## おわりに

本県における光化学オキシダントは、常時監視を行った全ての局において環境基準非達成の状況が続いており、その原因を究明することが課題である。現在まで光化学オキシダント注意報を発令した事例はなく、健康被害も確認されていない。しかし、全国的に光化学オキシダントの上昇傾向がある中、幸いにも本県の場合特に上昇傾向は現れてないないが、今後も注意していく必要があると思われる。

また、近年、本県を含む他県においても夜間に光化学オキシダントが下がらない事例が観測されており、その原因究明も今後の課題である。