

光化学オキシダント発生 の 地域特性

山口県衛生公害研究センター (所長: 宮村恵宣)

松崎 幸夫・早田 寿文*・岡田 三平
原田 芳郎・唐津 明久

Regional Characteristics of Photochemical Oxidant Occurrences

Yukio MATSUZAKI, Toshifumi SOUDA, Sanpei OKADA

Yoshio HARADA, Akihisa KARATSU

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director: Dr. Shigenori MIYAMURA)

はじめに

山口県における光化学オキシダントの現状は、環境基準の達成状況が極めて悪く、地域によって高濃度現象がみられる。

光化学オキシダントに関する調査は、これまでに高濃度発生時の気象条件の解析、原因物質である窒素酸化物、炭化水素類などの実態把握及び濃度の予測を行い報告してきた¹⁾⁴⁾。

今回は、光化学オキシダント発生が、地域によって発生濃度や頻度が異なる現象を明らかにするため、大気汚染常時監視の資料にもとづいて気象条件、一次汚染物質の平時の環境条件を比較することによって地域特性を検討した。

調査方法

1 測定地点

大気汚染常時監視測定局のなかで、オキシダント測定機器を設置している18局のうち、瀬戸内海沿岸部の主要工業地域を代表する12局を選んだ。地点は図1に示した。

2 測定項目と期間

気象条件 (気温, 湿度, 日射量, 風速, 風向)

1989年~1990年の4月~10月

(日射量は1988~1989年の4月~10月)

二酸化窒素, 非メタン炭化水素

1985年4月~1990年3月

光化学オキシダント

1986年4月~1991年3月

結果及び考察

1 光化学オキシダントの発生状況

1986~1990年の5か年の発生について、その濃度が環境基準の60ppbと、光化学スモッグ (オキシダント) に係る緊急措置要綱に基づく情報発令基準の80ppbを超えた日数の推移を図2, 3にそれぞれ示した。5か年の推移は、1986年から1989年にかけて減少していたが、1990年は増大している。これは、例年春先から初夏にかけて、高濃度発生日数が多くなり6月にピークがあったものが、この年には8月にもピークがあったことによるものであり、この原因としては、図4に示す気象状況と高濃度出現状況の関係からもみられるように、晴天日数、日射量が例年に比べて多く、したがって平均気温も高くなったことなど気象条件によるものと考えられる。

次に、60ppbと80ppbを超える日数から、地域

* 環境保健部環境保全課: 山口市滝町1-1

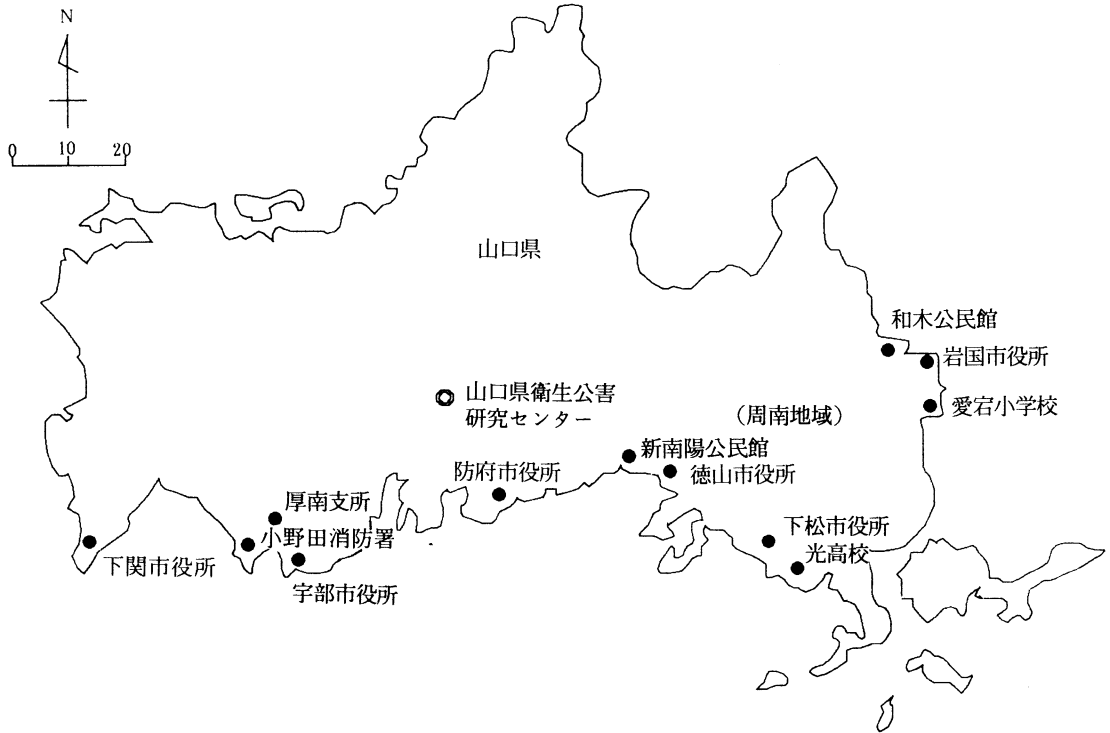


図1 大気汚染常時監視測定局位置図

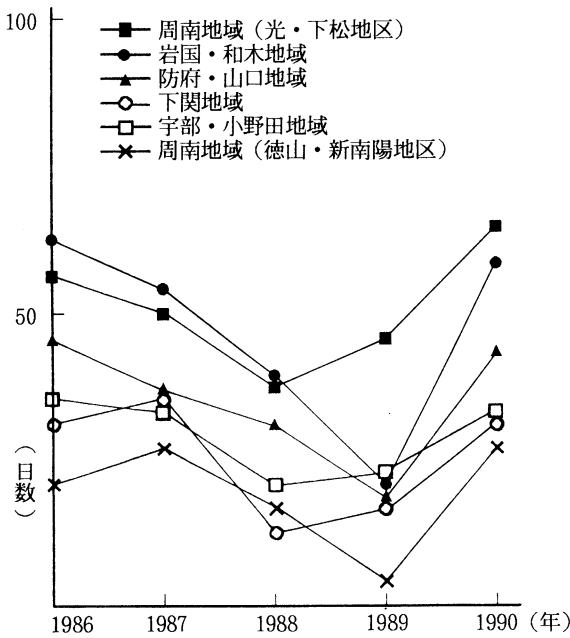


図2 光化学オキシダント濃度が60ppbを超えた日数の推移

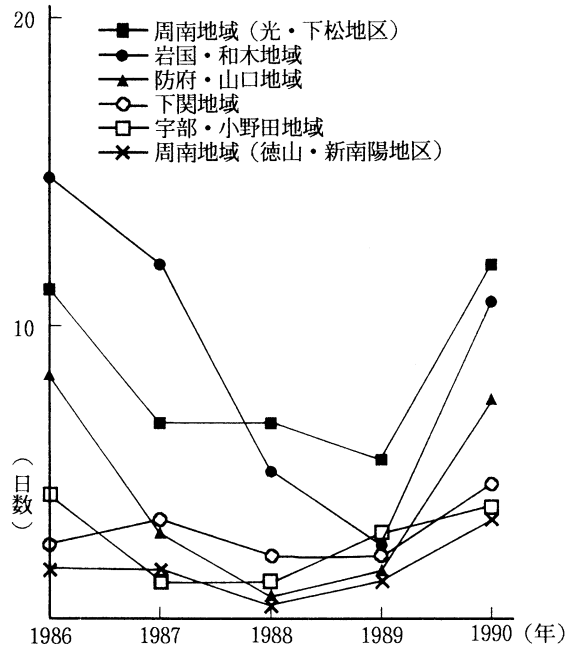


図3 光化学オキシダント濃度が80ppbを超えた日数の推移

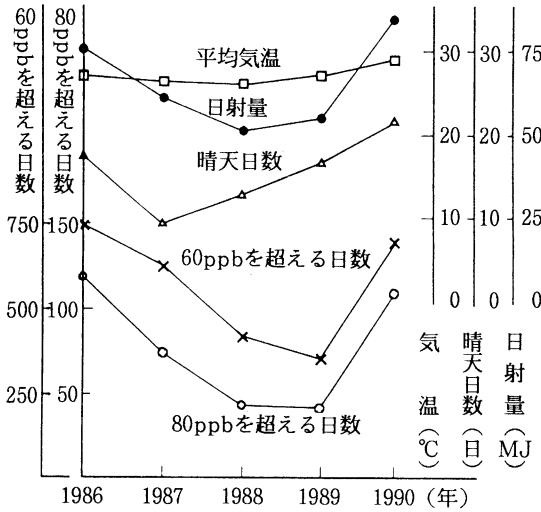


図4 8月の気象状況と光化学オキシダント高濃度発生状況

表1 気温(1時間値の最高)℃

測定局	月	1989: 上段 1990: 下段						
		4	5	6	7	8	9	10
和木公民館		28.4 25.4	30.5 28.2	30.9 34.1	36.1 235.2	35.8 35.8	33.5 33.4	27.8 26.7
岩国市役所		27.3 55.3	30.0 59.3	31.2 65.5	34.1 63.0	37.1 60.1	34.5 67.6	27.7 65.5
愛宕小学校		-	-	-	-	-	-	-
光小学校		25.1 24.5	25.5 25.0	28.0 31.1	33.6 33.1	32.7 34.9	32.1 32.9	26.1 27.2
下松市役所		27.5 25.6	27.9 26.1	29.9 33.1	35.3 35.6	34.4 36.6	33.1 33.1	28.3 28.3
徳山市役所		28.1 26.3	28.4 27.8	30.9 33.7	36.2 36.6	34.7 36.9	33.7 34.2	27.5 28.4
新南陽公民館		27.1 24.7	26.4 25.7	29.5 32.2	35.1 34.7	33.5 32.7	31.8 32.7	27.7 27.7
防府市役所		25.3 24.5	27.1 27.9	30.0 33.0	33.4 35.3	32.8 35.8	32.2 32.4	26.6 27.2
宇部市役所		26.0 24.3	27.7 28.0	30.4 34.5	34.7 36.1	34.1 36.8	33.1 34.2	25.9 27.8
厚南支所		-	-	-	-	-	-	-
小野田消防署		26.1 25.9	28.5 27.4	29.2 34.2	33.9 37.2	35.0 36.9	33.7 34.9	28.4 29.0
下関市役所		-	-	-	-	-	-	-

表中一印は欠測を表す。以下同じ。

表2 湿度(6~20時平均値)%

測定局	月	1989: 上段 1990: 下段						
		4	5	6	7	8	9	10
和木公民館		45.6 46.4	59.5 49.2	56.6 56.4	54.4 52.4	53.9 45.8	64.2 57.1	51.6 55.7
岩国市役所		46.2 55.3	57.7 59.3	55.2 65.5	55.6 63.0	54.6 60.1	62.3 67.6	51.8 65.5
愛宕小学校		-	-	-	-	-	-	-
光小学校		61.1 62.3	73.0 66.7	73.1 73.5	72.5 74.9	72.1 69.5	77.6 74.5	67.1 69.4
下松市役所		52.6 62.4	63.9 35.8	61.2 72.2	59.3 70.1	57.1 66.6	65.3 74.0	55.4 72.7
徳山市役所		62.9 62.9	71.4 67.0	71.1 74.6	71.0 73.2	70.3 69.5	76.6 75.4	68.2 72.2
新南陽公民館		58.6 59.2	67.7 63.2	67.4 71.8	38.5 70.6	66.8 67.2	73.3 73.5	62.8 68.2
防府市役所		44.5 59.3	55.8 63.1	66.9 69.6	69.8 68.7	68.2 64.1	69.7 70.8	57.9 67.3
宇部市役所		70.4 69.6	78.9 73.5	79.2 79.5	81.8 77.8	79.8 74.2	85.0 80.8	75.5 79.1
厚南支所		-	-	-	-	-	-	-
小野田消防署		64.4 66.2	73.4 70.8	73.2 75.1	75.0 75.4	72.1 71.4	77.4 76.3	66.6 72.9
下関市役所		-	-	-	-	-	-	-

のグループ分けを行うと次のようになる。

- ア 岩国, 和木地域及び周南地域の光, 下松地区
- イ 防府, 山口地域
- ウ その他の地域

この結果から、県東部地域が他に比較して高濃度光化学オキシダントの発生頻度が高い傾向がみられた。

2 光化学オキシダント発生要因からみた地域特性

光化学オキシダントは、原因物質である窒素酸化物、炭化水素類が日射エネルギーによって化学反応を起こし生成されるものであり、そして生成されたものは、風速、風向、地形に伴う移流、拡散で、局地的にさまざまな濃度の汚染現象を呈する。そこで気象要素と原因物質の個々について地域比較を行った。

(1) 気象

年による変動を考慮して、2か年について高濃度光化学オキシダントが発生しやすい4月~10月の7か月の資料で検討した。

ア 気温

1時間値の最高値を表1に示した。

気温の役割は、2つの面があると考えられてお

り、1つは光化学反応系に及ぼす影響、他の1つは大気安定度における気温の逆転である。前者については地域間の差は見出しにくく、後者については地上データのみであることから、気温逆転の生成及び分布状況が把握できなかった。今後の調査が必要である。

イ 湿度

6~20時の平均値を表2に示した。

年による変動があるなかで、湿度が高い測定局

は宇部市役所が69.6~85.0%と最も高く、小野田消防署がつづいている。一方、低い測定局は和木公民館が45.6~64.2%と最も低く、岩国市役所がつづいている。高濃度光化学オキシダントが発生し易い湿度条件として早田³⁾らは、宇部地域においては日最低70%以下、あるいは8~10時の平均

値が80%以下としており、また、福岡⁵⁾らは日中湿度が80%以上の場合、他の要因(紫外線が少ないなど)によって高濃度光化学オキシダントが出現しないとしている。これを1つの判断基準として考えると、岩国、和木地域は高濃度光化学オキシダントが発生し易く、宇部、小野田地域は発生し難い湿度条件といえる。

表3 日射量

測定局	月	MJ/月							
		4	5	6	7	8	9	10	
和木公民館		455 482	507 461	428 450	459 513	474 478	387 328	380 397	
岩国市役所		476 435	525 393	441 396	449 443	376 406	307 289	307 339	
愛宕小学校		-	-	-	-	-	-	-	
光小学校		489 474	530 474	453 468	503 570	515 560	408 377	394 406	
下松市役所		457 454	503 452	431 448	475 535	471 500	372 342	357 368	
徳山市役所		478 412	515 407	434 404	464 465	473 467	377 297	357 337	
新南陽公民館		463 430	496 430	422 414	443 490	454 493	375 316	364 359	
防府市役所		453 458	483 445	425 443	458 525	504 519	366 344	357 384	
宇部市役所		406 422	416 395	352 400	421 485	467 480	365 314	329 344	
厚南支所		-	-	-	-	-	-	-	
小野田消防署		474 434	500 408	409 453	451 539	498 523	382 332	361 372	
下関市役所		-	-	-	-	-	-	-	

ウ 日射量

月の全量を表3に示した。

1988年4~6月の宇部市役所と、同じく8~10月の岩国市役所が、やや低い傾向がみられる以外は地域差は小さい。前項で指摘した紫外線量データも含めた検討が必要であろう。

エ 風速, 風向

測定局毎の各月の光化学オキシダントの最高値が、風速階級別にどのように分布しているかをみると図5, 6に示すように、風速1.0~3.9m/sに全体の80%(1990年)~87%(1989年)が出現し、0.9m/s以下の微風状態と4.0m/s以上の風速での出現は少ない。この1.0~3.9m/sの風速を光化学オキシダント高濃度が出現し易い条件としてとらえ、これを基準として各測定局の風速階級

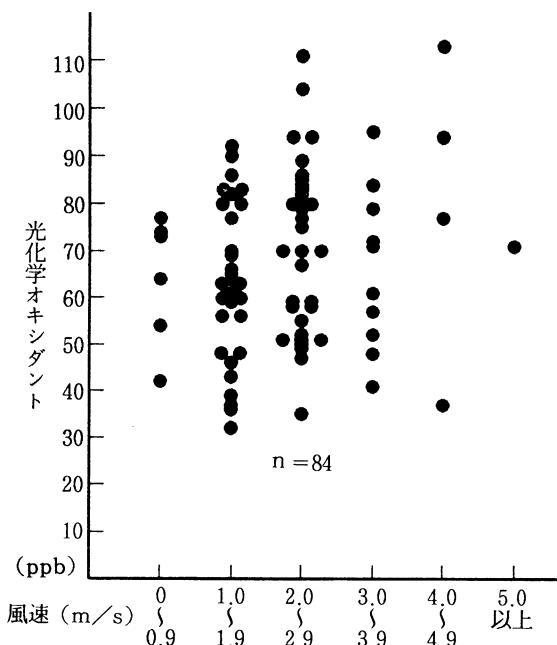


図5 風速階級別月間最高光化学オキシダント濃度分布 (1989)

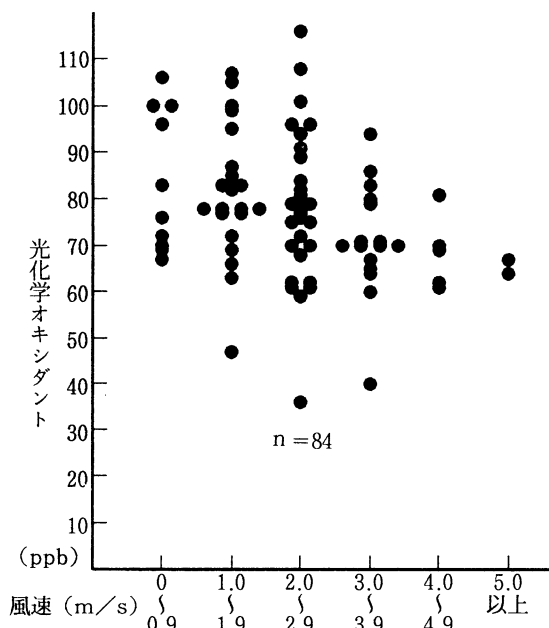


図6 風速階級別月間最高光化学オキシダント濃度分布 (1990)

表4 風速の階級別割合

測定局	風速	(1989:上段 1990:下段 4~10月 6時~12時)						OX最高時の風向
		0 ~0.9	1.0 ~1.9	2.0 ~2.9	3.0 ~3.9	4.0 ~4.9	5.0m/S 以上	
和木公民館	9.4 8.9	26.6 23.6	28.6 28.5	19.7 22.4	10.7 10.7	5.4 5.8	SW ~ESE SW ~SE	
岩国市役所	40.1 37.5	39.9 38.2	14.6 16.5	4.1 5.8	1.0 1.4	0.2 0.6	SSW~ESE S~E	
愛宕小学校	20.5 20.0	37.3 37.5	26.4 26.1	10.0 11.2	4.0 3.5	1.7 1.8	SSW~ESE S~SE	
光小学校	12.7 12.9	27.9 28.1	27.9 27.6	15.5 14.8	8.5 8.3	7.5 8.3	SSW~ESE SSW~SE	
下松市役所	29.4 41.0	39.2 33.0	19.5 16.4	7.8 5.4	2.8 3.0	1.2 1.2	WSW~ESE SW ~N	
徳山市役所	31.6 28.0	42.9 45.4	16.2 16.1	6.1 7.1	2.6 2.5	0.9 0.9	SSW~E SSW~SE	
新南陽公民館	11.5 9.3	24.8 25.2	27.4 30.3	21.3 21.3	9.7 9.5	5.3 4.4	W ~ESE W ~SSW	
防府市役所	13.4 8.2	27.9 23.3	23.1 23.0	18.1 18.3	9.1 12.3	8.5 14.9	NNW~S WSW~ESE	
宇部市役所	4.2 8.2	17.4 23.3	23.9 23.0	21.4 18.3	14.9 12.3	18.1 14.9	ENE~SW W ~E	
厚南支所	11.7 9.8	24.7 26.5	24.3 23.2	19.1 19.2	11.9 11.2	8.3 10.1	WNW~E W ~ESE	
小野田消防署	16.2 8.1	28.3 21.2	23.3 25.9	15.4 17.9	12.5 12.8	4.3 14.1	WSW~E W ~S~E	
下関市役所	14.2 10.1	30.3 25.2	24.0 24.4	15.6 18.5	9.0 11.0	6.8 10.5	NNW~ESE SW ~ESE	

別割合を比較し、風速からみた高濃度光化学オキシダントの出現可能性をみた。表4に示す風速階級別割合から測定局を次のように分けることができる。

- (ア) 風速0~0.9m/s の割合が高い測定局
岩国市役所, 下松市役所, 徳山市役所
- (イ) 風速1.0~3.9m/s の割合が高い測定局
和木公民館, 愛宕小学校, 光高校, 新南陽公民館
- (ウ) 風速4.0m/s 以上の割合が高い測定局
宇部市役所, 厚南支所, 小野田消防署
防府市役所, 下関市役所

この結果から光化学オキシダント高濃度が出現する可能性は(イ)の測定局で大きく(ア)(ウ)は小さいことが判断される。

なお、高濃度時の風向はいずれの測定局もS成分を中心とした海側からが主であった。

(2) 原因物質

5か年の年平均値を大気環境中の濃度として判断した。

二酸化窒素, 非メタン炭化水素ともに環境レベルの推移は横ばいの状況である。

ア 二酸化窒素

年平均値を表5に示した。

表5 二酸化炭素

測定局	年	(年平均値) ppm				
		1985	1986	1987	1988	1989
和木公民館		0.011	0.012	0.012	0.013	0.010
岩国市役所		0.021	0.021	0.022	0.023	0.023
愛宕小学校		0.015	0.017	0.015	0.017	0.016
光高校		0.007	0.008	0.009	0.010	0.010
下松市役所		0.014	0.014	0.013	0.013	0.011
徳山市役所		0.020	0.020	0.020	0.023	0.023
新南陽市役所		0.015	0.015	0.014	0.015	0.016
防府市役所		0.011	0.013	0.013	0.013	0.013
宇部市役所		0.020	0.021	0.020	0.021	0.021
厚南支所		0.013	0.013	0.013	0.012	0.015
小野田消防署		0.017	0.017	0.016	0.017	0.019
下関市役所		0.020	0.022	0.023	0.023	0.023

大気環境中の濃度から測定局を次のグループに分けられる。

- (ア) 高濃度測定局
0.020ppm以上
岩国市役所, 徳山市役所, 宇部市役所
下関市役所
- (イ) 中濃度測定局
0.011ppm以上0.020ppm未満
和木公民館, 愛宕小学校, 下松市役所
防府市役所, 新南陽公民館, 厚南支所
小野田消防署
- (ウ) 低濃度測定局
0.010ppm以下
光高校

窒素酸化物の光学オキシダント濃度に与える影響については、大気中の測定値からは、量的関係を明らかにできないが、一般的に二酸化窒素が高濃度であるほど、光化学オキシダントが生成し易い条件といわれている。

イ 非メタン炭化水素

6~9時における年平均値を表6に、その平均値が0.31ppmCを超えた日数の割合を表7に示した。大気環境中の濃度から、測定局を次のグループに分けられる。

- (ア) 高濃度測定局

表6 非メタン炭化水素

(6~9時における年平均値) ppmC

測定局 年	1985	1986	1987	1988	1989
和木公民館	—	—	—	—	—
岩国市役所	0.45	0.43	0.40	0.44	0.25
愛宕小学校	—	—	—	—	—
光 高 校	—	—	—	—	—
下松市役所	0.18	0.23	0.24	0.25	0.18
徳山市役所	0.50	0.50	0.38	0.34	0.35
新南陽市役所	—	0.23	0.20	0.20	0.21
防府市役所	—	—	—	—	—
宇部市役所	0.30	0.34	0.33	0.31	0.44
下関市役所	0.35	0.3	0.27	0.28	0.30

表7 非メタン炭化水素の6~9時3時間
平均値が0.31ppmを超えた日数の%

測定局 年	1985	1986	1987	1988	1989
和木公民館	—	—	—	—	—
岩国市役所	74.6	68.1	69.5	81.4	28.4
愛宕小学校	—	—	—	—	—
光 高 校	—	—	—	—	—
下松市役所	9.3	19.5	16.3	17.4	6.7
徳山市役所	71.6	70.2	47.4	42.6	45.0
新南陽市役所	—	15.7	11.0	11.9	9.2
防府市役所	—	—	—	—	—
宇部市役所	35.2	49.0	39.6	43.3	80.6
下関市役所	52.3	37.4	25.9	29.7	36.3

5か年平均値が0.40ppmC台

岩国市役所, 徳山市役所

(イ) 中濃度測定局

5か年平均値が0.30ppmC台

宇部市役所, 下関市役所

(ウ) 低濃度測定局

5か年平均値が0.20ppmC台

下松市役所, 新南陽公民館

光化学オキシダント日最高1時間値60ppbに対応する非メタン炭化水素濃度値0.20~0.31ppmC(光化学オキシダント生成防止のための指針値)を超えた日数の割合は, 5か年平均では(ア)>(イ)>

(ウ)の順で, これと同じく5か年の平均濃度と併せて考えると, (ア)(イ)は高濃度を生成させる条件を備えている測定局であると判断される。

以上気象条件と原因物質それぞれについて, 光化学オキシダントの高濃度発生への影響度を測定局毎に比較し, 表8にとりまとめた。

なお, 方法としては, 大, 中, 小の相対的な比較を行い, 判断し難い場合と欠測項目の場合は(—)とした。

表8 光化学オキシダントの高濃度発生影響度

測定局	気 温	湿 度	日射量	風 速	二酸化窒素	非メタン炭化水素
和木公民館	(—)	大	(—)	大	中	(—)
岩国市役所	(—)	大	(—)	小	大	大
愛宕小学校	(—)	(—)	(—)	大	中	(—)
光 高 校	(—)	中	(—)	大	小	小
下松市役所	(—)	中	(—)	小	中	小
徳山市役所	(—)	中	(—)	小	大	大
新南陽公民館	(—)	中	(—)	大	中	小
防府市役所	(—)	中	(—)	小	中	(—)
宇部市役所	(—)	小	(—)	小	大	中
厚 南 支 所	(—)	(—)	(—)	小	中	(—)
小野田消防署	(—)	小	(—)	小	中	(—)
下関市役所	(—)	(—)	(—)	小	大	中

この結果, 光化学オキシダント発生要因からみた地域特性を, 次のように分類できる。

- 気象条件, 原因物質ともに発生し易い地域
岩国・和木地域
- 気象条件では発生し易く, 原因物質では発生し難い地域
周南地域(光地区)
- 気象条件で発生し難く, 原因物質では発生し易い地域
宇部・小野田地域, 周南地域(徳山地区)
下関地域
- 上記に属さない地域
周南地域(下松地区, 新南陽地区), 防府地域

まとめ

- 1 光化学オキシダントの5か年の推移は、環境基準を超えた日数は低下傾向であったが、気象条件により、1990年は増加している。
- 2 原因物質である二酸化窒素と非メタン炭化水素の環境レベルの推移は、特に顕著な変化はなく横ばい傾向であるが、光化学オキシダントの高濃度発生は、年による変動があることから、から、気象の影響をうけているものと考えられる。
- 3 常時監視資料による気象要素と原因物質から、光化学オキシダント発生の地域特性を検討し類型化できた。

文 献

- 1) 古川暁ほか：山口県公害センター年報。(1), 35~47 (1975)
- 2) 北川良雄ほか：山口県公害センター年報。(2), 21~39 (1976)
- 3) 早田寿文ほか：山口県公害センター年報。(3), 13~22 (1977)
- 4) 古谷長蔵ほか：山口県公害センター年報。(4), 13~21 (1978)
- 5) 福岡三郎ほか：東京光化学スモッグに関する調査研究。(1), 136~157 (1971)