

# 天候別にみた東京光化学スモッグの特徴 について

福岡 三郎 宇田川 満 舟島 正直  
伊藤 政志 大平 俊男 山川 邦雄\*  
村岡 正康\*

(\*(株)数理計画)

## 1 はじめに

光化学スモッグは他の一次汚染物質による大気汚染の場合とは異なり、汚染の様相が複雑である。とくに光化学スモッグには、太陽光線が関与しているため、日射量の強い場合と弱い場合とでは、著しく異なった汚染傾向を示すことが想定される。そこでこのような複雑な二次汚染の傾向を把握し、東京光化学スモッグのメカニズムの解明、あるいは光化学スモッグ予測手法の改良などに役立つ情報を得るため、東京都公害研究所では、1971年6～8月の1都3県37か所の常時測定点のO<sub>x</sub>ならびに気象要素の測定結果をコンピュータにインプットし、光化学スモッグ汚染現象の解析を天候別に行なったので、以下にその解析結果の概要を報告したい<sup>1)</sup>。

## 2 解析の方法

光化学スモッグ汚染現象の解析は、本来日射量別に行なうことが適当と考えられるが、ここでは雲量に基づく天候区分を用いることとした。天候区分にあたっては次の事項を基本原則とした。

- ① 対象時間を7～18時の12時間とする。
- ② 対象時間内に2時間以上降雨があった場合、天候雨として検討対象から除外した。
- ③ 天候区分の対象となる雲量は、東京管区気象台観測結果を用いることとし、A：0～7（快晴、晴）  
B：8～10（曇り）に分類した。
- ④ 対象時間12時間のうち  
Aが8時間以上の場合：晴  
Bが8時間以上の場合：曇り  
上記2例にあてはまらない場合：中間（晴れたり曇ったり）

以上の天候区分に従うと、1971年6～8月では晴：19日、中間：14日、曇り：38日出現したこととなり、合計71日間がこの解析の検討対象になるわけである。

また、光化学スモッグ汚染現象の解析内容としては、下記の事項について検討を加えた。

- ① 各天候間における気象条件の差異の検討：算術平均値、標準偏差、t検定などによる。
- ② O<sub>x</sub>日変化パターン：37測定点の天候別O<sub>x</sub>日変化グラフの検討
- ③ O<sub>x</sub>測定点のグルーピング：O<sub>x</sub>高濃度出現日における各測定点間相関マトリクスの因子分析による。
- ④ O<sub>x</sub>濃度と風との関係：風向別O<sub>x</sub>平均濃度、風速別O<sub>x</sub>高濃度出現率の検討

## 3 解析結果と考察

### ア 各天候間におけるO<sub>x</sub>平均濃度と気象特性

天候を晴、中間、曇りという三つのカテゴリーに分類し、この分類に従うと晴：19日、中間：14日、曇り：38日となったわけであるが、各分類におけるサンプル数は統計的に等分別に分けられた場合、各天候間におけるO<sub>x</sub>濃度、気象要素の平均値はそれぞれ有意差がなくてはならない。そこで1都3県各測定点別に、O<sub>x</sub>濃度、風速、気温、湿度、日射量（東管のみ）について、各天候間における平均値の差の検定を行なったところ、表1～3に示すような結果が得られた。

表1にみるとおり、天候区分別O<sub>x</sub>平均値では、晴と曇りにおける埼玉県グループ、中間と曇りにおける神奈川県グループに、各天候間に有意差のみられない測定点が多いほかは、一般的には各天候間に有意差ありという

表1 天候区分別オキシダント平均値ならびに  
平均値の差の検定表

測定点	天候区分	サンプル	平均	標準偏差	検定
都庁前	晴中間曇	452	2.79	1.29	○○
		334	3.03	1.70	
		908	2.61	1.36	○○○
糞谷	晴中間曇	450	3.98	2.38	○○○
		336	4.84	3.17	○○
		936	4.35	2.67	○○○
城東	晴中間曇	407	4.21	2.47	○○○
		321	5.73	3.96	○○○
		863	5.17	3.13	○○
京設東	晴中間曇	448	2.71	3.30	
		281	2.93	2.92	○
		760	3.04	2.72	
世田谷	晴中間曇	378	4.06	4.18	○
		275	4.73	5.21	
		821	4.08	4.00	○
荒川	晴中間曇	451	3.57	3.14	○○○
		327	4.96	4.29	
		899	3.86	3.03	○○○
江戸川	晴中間曇	420	2.97	3.18	○○○
		311	4.87	4.82	×××
		845	4.02	3.22	○○○
板橋	晴中間曇	431	2.91	3.24	×
		259	3.44	3.21	○○
		864	3.34	2.55	
田無	晴中間曇	353	3.22	3.39	○○○
		234	4.53	4.46	○○○
		739	4.46	4.05	
八王子	晴中間曇	430	2.87	3.63	○○○
		336	5.10	5.38	×××
		852	3.88	3.63	○○○
調布	晴中間曇	358	2.34	2.36	○○○
		279	4.11	3.85	○○○
		823	3.22	2.65	○○○
武蔵野	晴中間曇	331	4.71	3.52	○
		237	5.48	4.42	
		741	5.07	3.33	
三鷹	晴中間曇	414	3.64	2.92	○○○
		308	5.27	4.16	×××
		862	4.26	2.74	○○○
杉並	晴中間曇	160	4.49	4.25	
		183	3.93	3.05	○○
		742	3.55	2.57	
江東	晴中間曇	186	3.80	3.13	○○○
		279	5.10	4.16	
		648	3.94	2.82	○○○
戸田・蕨	晴中間曇	455	4.23	4.40	××
		333	5.11	4.91	
		892	3.95	3.77	○○○
所沢	晴中間曇	425	3.23	4.28	○○○
		301	4.42	4.80	
		723	3.45	3.50	○○

川口・C	晴中間曇	442	4.02	3.87	
		334	4.31	4.07	○○○
		905	3.45	3.18	○○○
川口市	晴中間曇	446	3.66	3.61	
		301	3.67	3.16	○
		829	3.34	2.53	○
川消防署	晴中間曇	408	3.19	3.28	×××
		299	4.85	4.12	
		680	3.14	2.41	○○○
和光所	晴中間曇	400	3.51	3.37	○○
		268	4.30	4.51	
		653	3.30	2.93	○○○
南平分署	晴中間曇	403	3.50	3.62	×××
		281	4.48	3.77	
		608	3.51	2.92	○○○
草加所	晴中間曇	449	3.67	3.14	×
		328	4.30	3.06	
		911	3.72	2.83	×
市役所	晴中間曇	456	3.25	3.61	○○○
		336	4.67	4.68	×××
		829	4.18	3.29	○
船橋所	晴中間曇	446	2.86	2.73	○○○
		325	4.11	4.08	×××
		866	3.38	2.52	○○
千代田所	晴中間曇	423	2.55	2.61	○○○
		315	3.65	3.42	×××
		887	3.38	2.35	
木更津所	晴中間曇	427	2.49	2.44	×××
		335	3.13	2.68	×××
		882	3.41	2.36	○
千葉衛研	晴中間曇	439	2.30	2.66	○○○
		336	3.71	3.15	○○○
		837	3.11	2.25	○○
川崎中央	晴中間曇	445	3.09	1.26	
		314	3.16	1.67	
		832	3.00	1.36	
大師・C	晴中間曇	375	2.81	1.51	○○○
		269	3.95	2.98	○○
		778	3.05	2.15	○○○
御幸・C	晴中間曇	432	3.29	2.26	○○○
		319	4.13	2.68	×××
		823	3.96	2.44	
中原・C	晴中間曇	192	3.30	2.81	○○○
		172	4.56	3.83	○○
		545	2.78	2.15	○○○
田島國設	晴中間曇	394	2.12	1.53	○○○
		276	2.99	2.11	○○○
		660	2.74	2.08	
磯子	晴中間曇	456	2.48	2.03	○○
		336	2.91	2.94	○○○
		912	2.92	2.66	
横浜所	晴中間曇	456	2.77	2.86	○○○
		336	4.05	2.33	×××
		912	4.06	2.90	

浅間下	晴 中間 曇	456 336 912	2.32 3.13 3.11	2.26 2.39 2.89	○○○ ××× .
鶴見	晴 中間 曇	456 336 912	2.61 3.06 2.84	1.72 2.04 1.84	○○ × ○
備考	××× 0.1%で有意差有り ×× 1% " × 5% " ブランク 有意差無し		〔等分散〕 t-検定		
備考	○○○ 0.05%で差有り ○○ 1% " ○ 5% " 差無し		〔等分散で〕 ない ウエルチの t-検定		

表2 天候区分別風速平均値と平均値の差の検定表

測定点	天候区分	平均	標準偏差	検定
東京管区 气象台	晴	5.15	3.01	××
	中間 曇	4.26 3.65	2.80 1.82	××× ××
梶谷	晴	3.84	1.63	×
	中間 曇	3.46 3.27	1.58 1.27	×××
	晴 中間 曇	2.35 2.07 1.96	0.89 0.95 0.91	× ×××
城東	晴	2.45	1.59	××
	中間 曇	2.04 2.10	1.21 1.08	××
	晴 中間 曇	3.46 2.88 3.47	2.73 2.45 1.94	× ××
世田谷	晴	4.37	2.45	××
	中間 曇	3.68 3.42	2.42 1.70	×××
	晴 中間 曇	3.50 2.81 2.25	2.11 1.91 1.23	××× ××× ×××
八王子	晴	2.73	1.54	××
	中間 曇	2.25 2.12	1.18 1.01	×××
	晴 中間 曇	2.72 2.12 2.08	1.48 1.06 0.97	××× ×××
所沢 H・C	晴	3.75	2.18	××
	中間 曇	3.06 2.71	2.23 1.42	××× ×
	晴 中間 曇	5.60 4.80 4.41	2.62 2.66 1.75	×× ×××
市川	晴	5.20	2.57	×
	中間 曇	4.77 4.58	2.46 2.33	××
	晴 中間 曇	2.73 2.25 2.12	1.54 1.18 1.01	×× ×××
川口 H・C	晴	3.75	2.18	××
	中間 曇	3.06 2.71	2.23 1.42	××× ×
	晴 中間 曇	5.60 4.80 4.41	2.62 2.66 1.75	×× ×××
草加	晴	5.20	2.57	×
	中間 曇	4.77 4.58	2.46 2.33	××
	晴 中間 曇	5.20 4.77 4.58	2.57 2.46 2.33	× ××
千葉公研	晴	5.20	2.57	×
	中間 曇	4.77 4.58	2.46 2.33	××
	晴 中間 曇	5.20 4.77 4.58	2.57 2.46 2.33	× ××

磯子	晴 中間 曇	3.33 3.30 3.13	1.67 1.65 1.52
備考	××× 0.1%で有意差有り ×× 1% " × 5% " ブランク 有意差無し		

表3 気温、湿度の天候区分別平均値と平均値の差の検定表

項目	測定点	天候区分	SAMPL	MEAN	STD	検定
気	城東	晴	169	31.3	3.70	×××
		中間 曇	108 352	28.4 27.1	3.56 3.92	××× ××
		晴 中間 曇	136 103 402	31.1 28.8 27.7	3.44 3.69 3.96	××× ××× ×
	世田谷	晴	120	29.7	4.38	×××
		中間 曇	92 360	27.3 26.2	3.34 3.88	××× ×
		晴 中間 曇	228 166 430	30.3 29.3 26.8	3.24 3.52 3.88	××× ××× ×××
	八王子	晴	200	28.1	3.73	×××
		中間 曇	152 439	26.5 24.5	3.73 3.53	××× ×××
		晴 中間 曇	224 167 447	30.7 30.0 27.7	2.65 3.24 3.56	× ××× ×××
	千葉公研	晴	192	29.1	2.09	×××
		中間 曇	120 281	28.3 27.0	2.10 2.38	××× ×××
		晴 中間 曇	228 168 456	29.1 27.8 25.6	2.94 3.24 3.37	××× ××× ×××
田島	晴	220	30.5	3.39	×××	
	中間 曇	168 455	28.9 26.5	3.71 3.79	××× ×××	
	晴 中間 曇	228 168 455	64.2 67.2 68.2	10.66 10.48 10.50	×× ×××	
梶谷	晴	169	69.4	10.50	×	
	中間 曇	108 352	72.0 72.7	11.33 11.82	××	
	晴 中間 曇	201 159 429	65.9 69.1 71.5	12.46 13.09 13.73	× ×××	
国設東京	晴	195	69.6	11.70	×	
	中間 曇	149 381	69.8 73.9	11.70 11.58	×××	
	晴 中間 曇	228 168 456	63.0 65.0 66.0	9.03 9.71 9.78	× ××	
世田谷	晴	195	69.6	11.70	×	
	中間 曇	149 381	69.8 73.9	11.70 11.58	×××	
	晴 中間 曇	228 168 456	63.0 65.0 66.0	9.03 9.71 9.78	× ××	
東管	晴	228	63.0	9.03	×	
	中間 曇	168 456	65.0 66.0	9.71 9.78	××	
	晴 中間 曇	228 168 456	63.0 65.0 66.0	9.03 9.71 9.78	× ××	

表4 日射量の天候別平均値と平均値の差の検定

項目	日射量平均値	標準偏差	検定
天候区分			
晴	cal/cm <sup>2</sup> /H 37.5	19.9	***
中間	31.5	19.1	***
曇り	23.6	16.6	***

(注) 1 検定上段；晴と中間 中段；晴と曇り  
下段；中間と曇り

2 \*\*\* 0.1%で有意差有り

結果になっており、Ox濃度の平均値も各天候により差がはっきり分かれています。

日射量は雲量により著しく左右されるものであるから各天候間に著しく差が出てくるのは当然であり、表4にみるとおり、中間の日は晴の日の約84%、曇りの日は同じく60%に減少していることがわかる。

風速については表2にみるとおり、晴と中間、晴と曇りでは、多くの地点で有意差がみられているが、中間と曇りでは有意差がみられる所が著しく少ない。また、一般的に風速は晴の日は強く、ついで中間の日、曇りの日と弱くなっているが、有意差の検定結果にもみるとおり、中間の日と曇りの日の風速平均値の差は有意でない場合が多い。一般に晴の日は海風が著しく発達するため風速が強くなるわけであるが、八王子、市川、東管などでは晴と曇りの日の風速差が大きく、逆に世田谷では風速差が小さい。天候別日射量平均値では、中間と曇りの差が晴と中間の差より大きいにもかかわらず、中間と曇りにおける風速差が小さいということは、この天候間においては、海陸風の影響がそれほど顕著ではないということを示している。

風向は数量化がむずかしいために、各天候間の有意差の検定ができないが、後に示す図3の天候別Ox汚染風配図で各天候区分間の風向特性をみると、夏季の特徴である南成分の風が各地点とも多いが、曇りの日より晴の日の方が卓越風が著しくなっている。各地点の卓越風は晴の日は海風の影響を受け、糞谷ではS、城東ではSSE、世田谷ではSSE~SSW、市川ではSSWの風の頻度が曇りの日より多くなり、八王子ではSの風が晴の日に著しく卓越するのが特徴的である。

各天候間の平均気温については、日射量の平均値と全く同じ傾向であり、日射量の多い晴の日は曇りの日より

3~4℃平均値が高くなっており、とくに城東、糞谷、荒川などの天候区分間の温度差は大きい。したがって各地点ともに、天候区分間の温度平均値の有意差は表3にみる如く著しく良好な結果を示している。

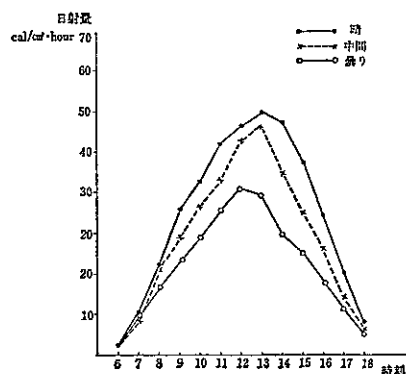
気温に対して湿度は風速とよく似た傾向を示し、表3にみるとおり、世田谷を除き中間と曇りにおける平均値に有意差がなく、風速平均値の検定結果と対応している。相対湿度が風速の強弱によって影響されることから考えればこの結果は当然であろう。

Ox濃度は表1でもみたとおり中間の日の濃度が高く、晴の日や曇りの日は、平均値でみてもそれよりやや低いことがわかった。この傾向と以上述べた天候別気象特性とを対応させてみると、Ox濃度と気象条件とについておおよそ次のようなことがいえるであろう。

- ① 晴の日は日射量はあるが風速が強くなりやすく、また大気安定度の目安となる混合層高度(MMD)も3つの天候区分のうちではもっとも高い(1970年の統計では晴の日のMMD1,535m、中間の日1,300m)のために、Ox濃度が高くなりにくいのではない。
- ② 曇りの日は風速は中間の日と大差なく、またMMDも中間の日と同程度またはそれより低いにもかかわらずOx濃度の低いのは、光化学反応に必要な日射エネルギーの不足のために考えられる。
- ③ 結局両者の中間である晴れたり曇ったりする日は風速も強くなりやすく、MMDも低くなりやすく、しかも日射量は晴の日の80%以上あるといった、いわゆる光化学反応を促進する気象条件となるため、他の天

図1 日射量の時刻変化

(1971. 6~8月平均)



候の日より濃度が高くなるのであろう。

#### イ 天候別 $O_x$ 日変化パターン<sup>1)</sup>の検討

通常汚染物質の日変化パターンを決定する要因としては、①風向・風速の変化、②安定度の変化、③風上方向における汚染源からの距離などが考えられるが、一次汚染物質の場合とは異なり  $O_x$  濃度の場合にはこれらの条件に日射量(紫外線)の変化が大きく影響してくる。図1は東京管区気象台における日射量の天候別日変化グラフを示したものであるが、この図にみるとおり日射量は12~13時にピークをもつパターンを示す。 $O_x$  が光化学反応生成物である以上、この日射量の日変化パターンに対応して、正午前後にピークをもつ一山型の日変化パターンを示すの多いものと思われる。

しかし、天候別に1都3県各測定点の  $O_x$  濃度日変化グラフを検討してみると、一山型の  $O_x$  日変化パターンにもそれぞれ天候別、地域別に多少の特性がみられる。1都3県37か所の測定点の  $O_x$  濃度日変化グラフをすべて掲載することは、紙数の都合もあり不可能なので、日変化パターンの代表的なものについて図2に示す。各測定点の  $O_x$  濃度日変化グラフから、天候別の  $O_x$  日変化パターンの傾向をまとめると次の如くなる。

- ①  $O_x$  濃度の日変化パターンにおけるピークは一般的に晴の日が早く、37か所中20か所では、12時がピークとなっているが、内陸部(川口、草加、所沢、八王子など)ではピークがややおそくなり、八王子、所沢では晴の日の  $O_x$  濃度のピーク時間は14時となっている。
- ② 中間の日と曇りの日は、晴の日よりピーク時間がややおそく、13時にピークに達する地点が多い。中間の日と曇りの日とでは風速平均値に有意差がみられなかったが、それと同じように  $O_x$  濃度の日変化ピーク時間においても両者間に差は見出しにくい。
- ③ 晴の日のピーク時間が一般的に早くなる理由としては、強い日射によって大気安定気層が早くくずれること、海風が著しく発達することなどが考えられる。
- ④ 海風の影響がおそくなる内陸部の八王子、戸田、和光、草加などでは、曇りの日の  $O_x$  濃度のピークと晴の日のピークが同じ時間出現する傾向がみられ、とくに所沢では曇りの日のピークの方が晴の日

より早くなる例もある。

#### ウ $O_x$ 測定地点のグルーピング

$O_x$  測定地点のグルーピングについては、 $SO_2$  などの場合と違ってかなりむずかしい要素が多い。 $SO_2$  濃度の地域代表性を求める手法としては、①日変化パターンの類似性、②累積頻度分布からの検討などが用いられる<sup>2)</sup>が、 $O_x$  の場合については、これらの手法がそのまま当てはまるとは限らない。たとえば日変化パターンにしても、 $O_x$  は  $SO_2$  と違い単純な傾向をもち、どの測定点でも12~13時頃ピークをもつ一山型を示すため、地点間の相関係数もほとんど0.9以上で、良好なグルーピングは期待できない。累積頻度分布にしても、日変化パターングラフから判断して地点間の差が出にくいと考えられる。

そこで今回はグルーピングの一つの方法として、 $O_x$  高濃度出現傾向分析を用いてみた。1都3県の  $O_x$  測定点37か所のうち1か所でも高濃度(0.1ppm以上)が出現した時刻を1サンプルとし、37か所の地点間で  $O_x$  濃度の相関をとる。この操作により37か所×37か所の相関マトリクスができる。この相関マトリクスを因子分析にかけ、因子のウエイトの近いもの同志を集めてグルーピングを行なった。その結果高濃度出現という特殊な場合をピックアップしたので、特異性があられやすく、グルーピングとしては良好な結果が得られている。

この場合共通因子として考えられるものは、大まかにいって、海岸に近いという因子と内陸性という因子である。この両因子を基本において37か所の測定点をグルーピングすると、工場の比較的多い海岸に近いグループ、埼玉県南部を中心とする内陸性の強いグループ、その中間のグループとに大別できる。天候区分では晴と曇りはグルーピング結果の類似性が強く、中間のみやや傾向が違っている。

このようなグルーピング結果に地理的關係を考へて検討した結果、多少の特異性は無視するとして、表5のような  $O_x$  測定点のグルーピングが作成される。

晴、曇りの場合のグルーピング結果では、Aグループに測定点の数がかたよっており、共通因子としては海岸地域とみてよいだろう。さらにこれを大別すると、京浜地域の梶谷、川崎、大師、御幸、田島、横浜、鶴見のグループと、東京湾の千葉県側沿岸の城東、江東、江戸川、市川、船橋のグループになる。千葉公研、木更津は後者

図2-1 天候別 O<sub>x</sub> 日変化グラフ

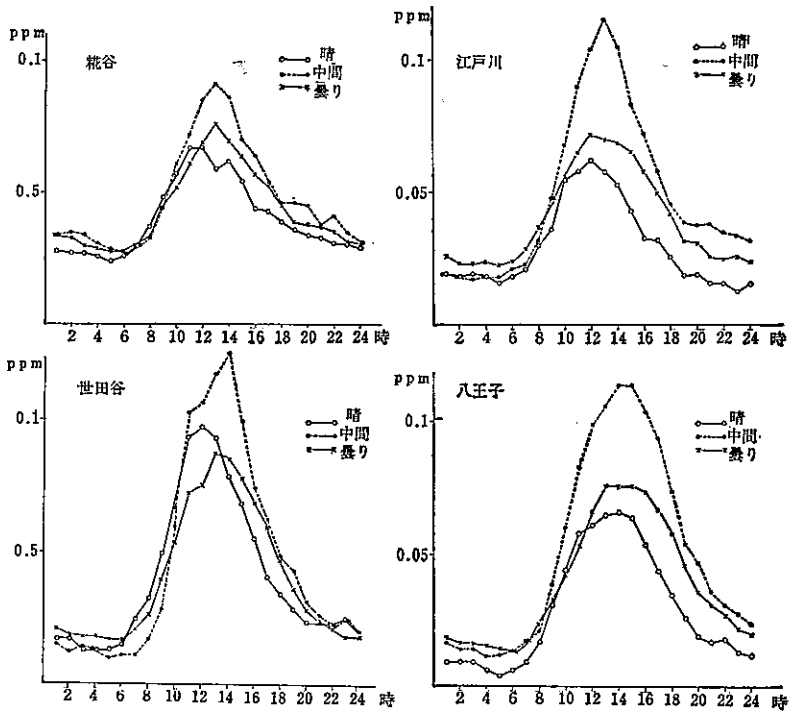


図2-2 天候別 O<sub>x</sub> 日変化グラフ

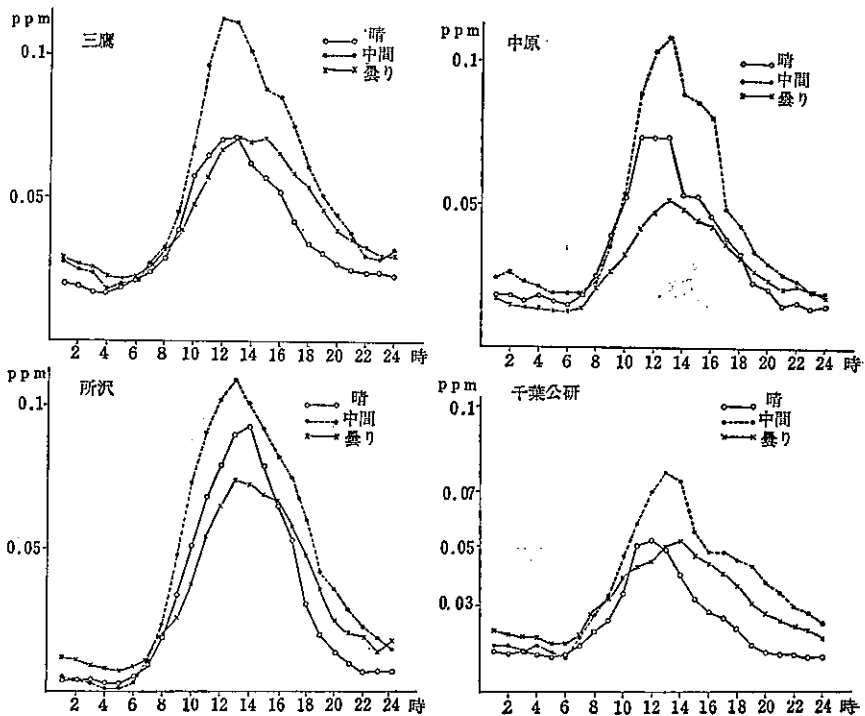


表5-1 O<sub>x</sub> 濃度測定点のグルーピング  
(天候区分 晴, 曇り)

		地 点 名
特 異 点 E	E <sub>1</sub>	磯子
	E <sub>2</sub>	浅間下
	E <sub>3</sub>	八王子
A	千葉, 千葉公害研, 木更津 江東, 城東, 江戸川, 市川, 船橋 世田谷, 調布, 狹谷, 川崎, 大師, 御幸, 中原, 田島, 横浜, 鶴見	
B	都庁前, 荒川, 板橋, 東京国設, 杉並, 武蔵野, 三鷹, 和光	
C	戸田蔵, 川口H・C, 川口市民館, 川口消防署, 南平分署 草加, 所沢, 田無	

表5-2 O<sub>x</sub> 濃度測定点のグルーピング  
(天候区分 中間)

		地 点 名
特 異 点 E	E <sub>1</sub>	磯子
	E <sub>2</sub>	浅間下
	E <sub>3</sub>	八王子
F	千葉, 千葉公害研, 木更津, 市川, 船橋 都庁前, 東京国設, 荒川, 江東, 城東, 江戸川	
G	狹谷, 世田谷, 杉並, 三鷹	
H	武蔵野, 板橋 和光, 戸田蔵, 川口H・C, 川口市民会館, 川口消防署, 南平分署, 草加	
I	川崎, 大師, 御幸, 中原, 田島, 横浜, 鶴見, 調布, 田無, 所沢	

のグループに入るが、地理的にはかなり離れており、同一地域の発生源からの影響とは考えにくい。また、世田谷、調布も地理的には海岸地域としての属性をもっていない。Bグループはやや内陸部であるという共通因子をもっている。このことは海風前線あるいは汚染質の移流などの効果による出現傾向を示すものだろう。Cグループはさらに内陸部であり、ほぼ同時に海風前線による風の収束線が形成されること、および共通の風向・風速性をもつことによって説明できる。

O<sub>x</sub> 濃度の高い中間の天候の場合のグルーピングはよ

り重要性をもつと考えられる。この結果によれば、Fは京葉グループ、G城西グループ、H埼玉グループ、I川崎・横浜グループに分けられる。Fは一見すると京葉工業地域周辺のものであるが、千葉公研、木更津、東京国設はかなり距離がはなれている。共通因子として考えられるものは海岸地域の気象特性であろう。たとえば風向性について考えると、一般風がE風の場合、市川、船橋、都庁前、東京国設、荒川、江東、江戸川などでは京葉工業地域の一次汚染物質の影響を受けやすく、千葉市役所、千葉公研、木更津では海風すなわちW風と一般風との収束域が形成されることになると考えられる。Gは城西グループであるが狹谷が同グループに入っている理由は判別しにくい。Hは埼玉グループであり共通因子は晴、曇りの場合と同じとみられる。武蔵野がGグループに入らずこのグループに入っていることから考えると、何か他の要因が働いていることも考えられる。Iの川崎・横浜グループに、調布、田無、所沢といった内陸性の地点が同居しているが、地理的な測定点の配置状況から考えると、SE~NWの風向特性が共通因子として考えてよいかも知れない。八王子測定点がいずれも特異点として分類されているのは注目し直しよう。

以上のグルーピング結果にもみるとおり、各測定点は行政計画、用途地域などに関係なく分類されており、また、距離的に相当離れた地点同士が同一グループに属していることが多いことなどから考えて、固定大規模汚染源の影響が共通因子として働いているとは考えにくい。各グループがもつ共通因子としてもっとも考えられるのは、気象学的特性ではないかと思われるが、これらの気象的特徴については、今後の研究課題として検討する必要がある。

#### ニ 天候別にみた風とO<sub>x</sub>濃度との関係

一次汚染物質や二次汚染物質の移流、運搬にもっとも大きく影響する気象条件として風がある。風向、風速がO<sub>x</sub>濃度にどのような影響を与えているかを知るために、風向、風速別のO<sub>x</sub>平均濃度またはO<sub>x</sub>高濃度発生率を求め若干の検討を加えた。

#### (7) 風向との関係

図3に1都3県の代表的な測定点における天候別O<sub>x</sub>汚染風配図を示す。図中の2本線ベクトルは主な風向頻度を表わし、1本線ベクトルは各方位別のO<sub>x</sub>平均濃度

図3-1 地域別、天候別、風向頻度百分率と風向別オキシダント平均濃度

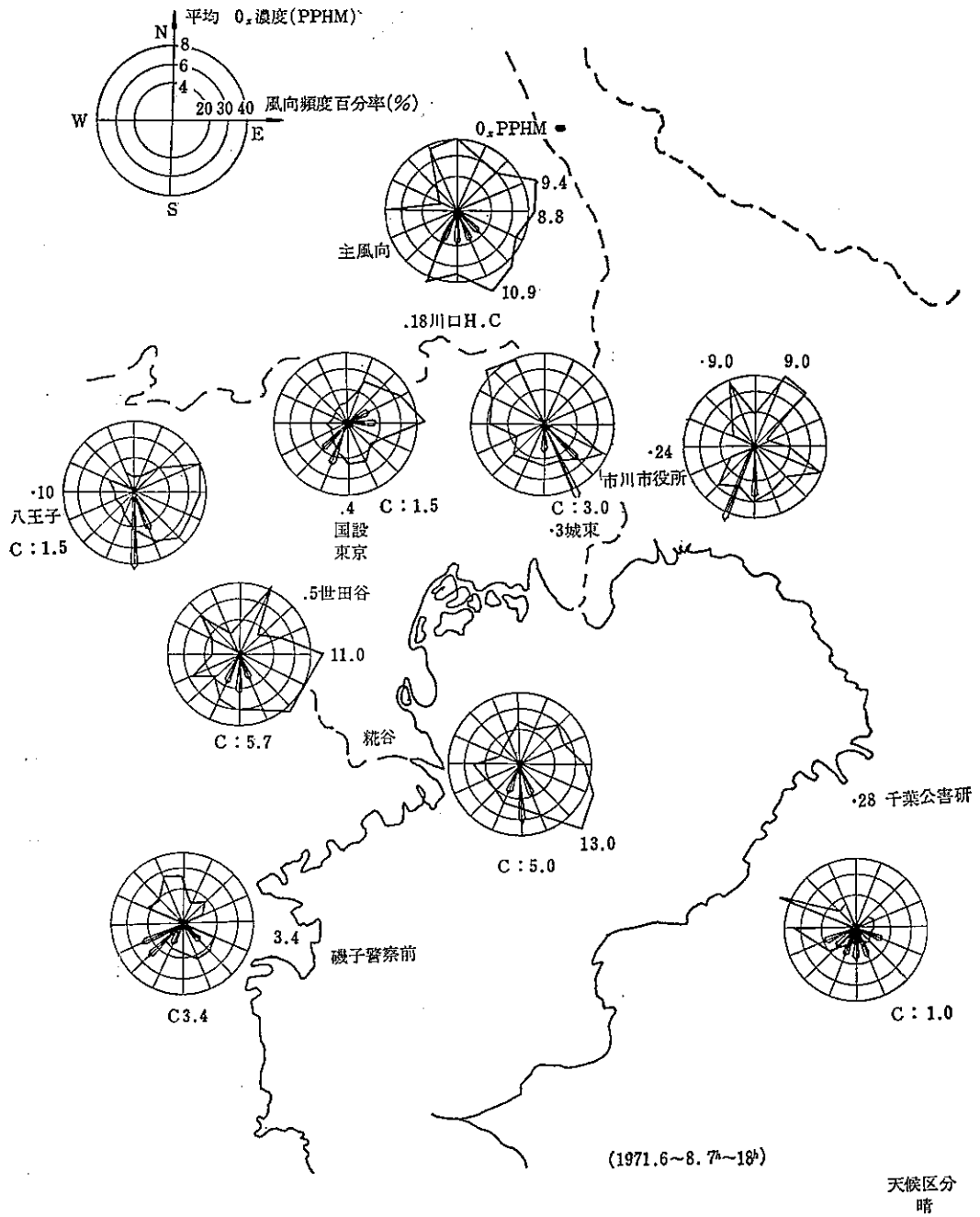
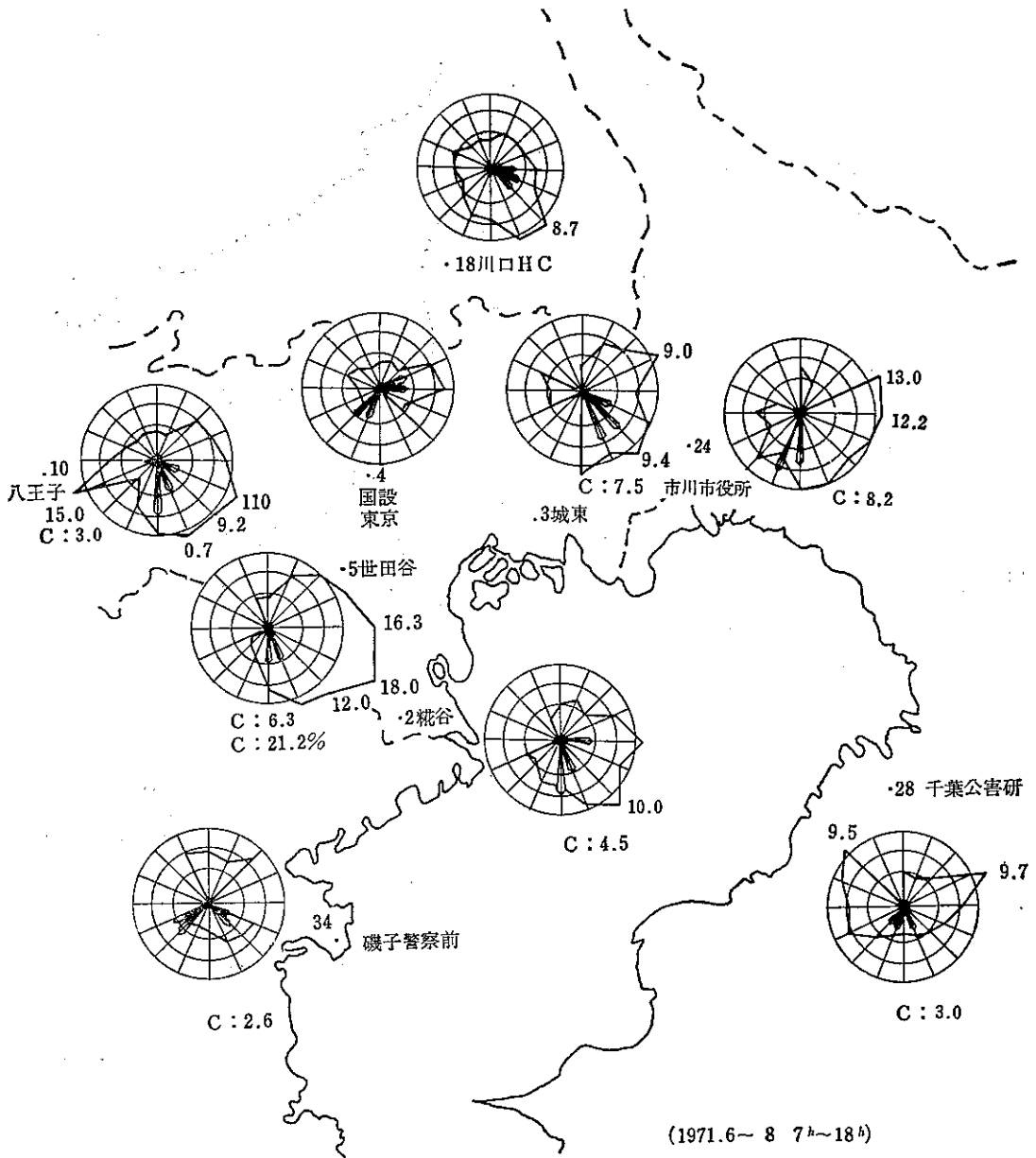


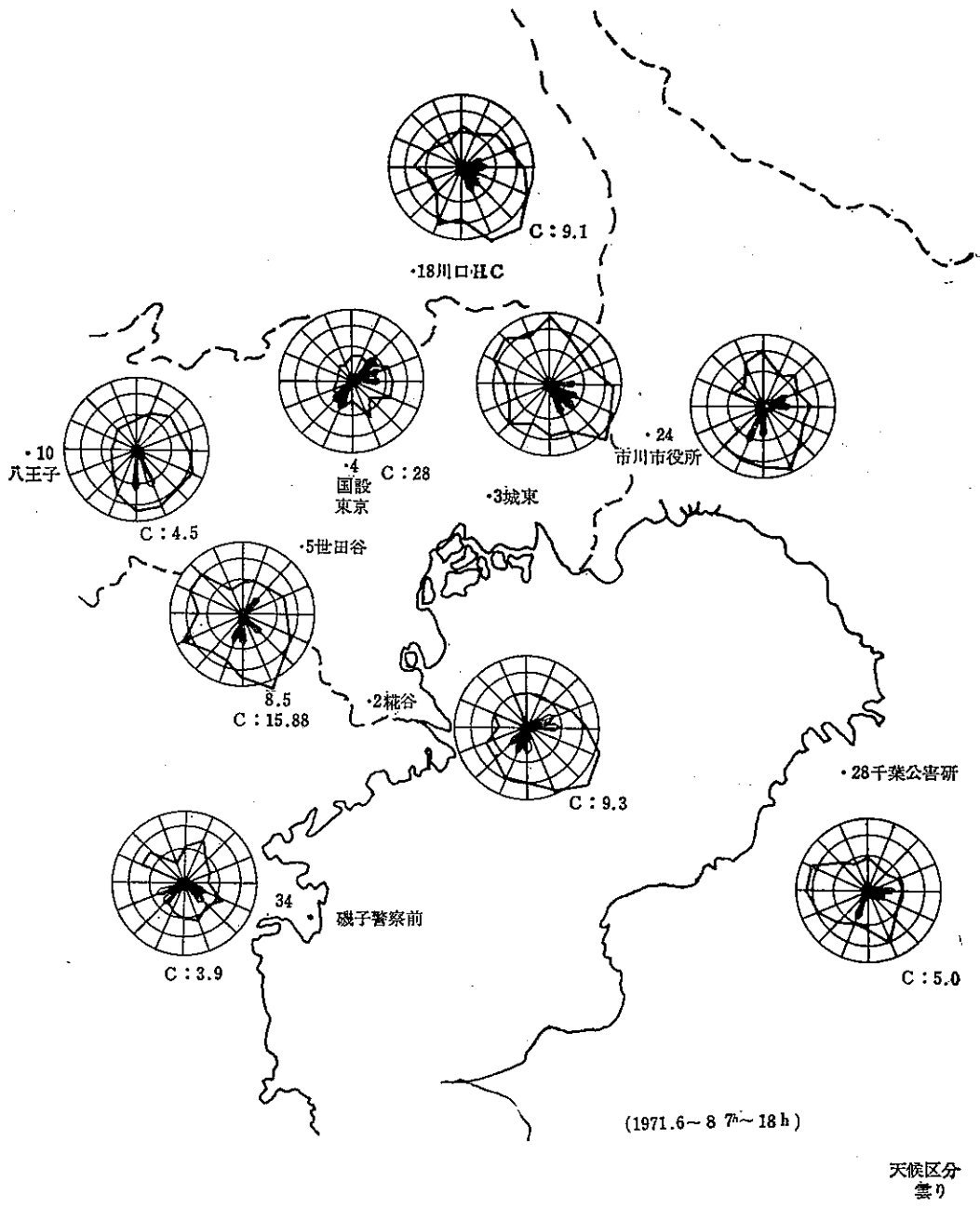


図3—2 地域別，天候別，風向頻度百分率と風向別オキシダント平均濃度



天候区分  
中 間

図3—3 地域別，天候別，風向頻度百分率と風向別オキシダント平均濃度



を表わしている。

図にみるとおり風向別 O<sub>x</sub> 汚染傾向では、梶谷、世田谷、八王子に共通な特性すなわち海風と思われる S~SSE の風で O<sub>x</sub> 濃度が高まる傾向がみられ、千葉公研でも海風である W 風で O<sub>x</sub> 濃度が高まっている。しかし、その他の地点では汚染主風向に一定の傾向がみられず、海風のみならず陸風でも O<sub>x</sub> は高濃度になるようである。この傾向は SO<sub>2</sub> の汚染傾向すなわち海岸部の発生源の影響を受けて、海風のとき著しく濃度が上がる傾向とは明らかに異なっている。汚染主風向がはっきりしないということは、どこにでも光化学スモッグの材料となる一次汚染物質を放出する発生源が存在するというを示しており、面的に存在する発生源の代表的なものとして自動車と考えられる。

天候別では、一般的に晴・中間の日より曇りの日の方が汚染主風向がはっきりしなくなり、O<sub>x</sub> 濃度も各風向平均化された傾向を示している。

(イ) 風速との関係

次に、O<sub>x</sub> 濃度と風速との関係について検討してみよう。図4に主な地点の天候別、風速階級別 O<sub>x</sub> 高濃度(0.1ppm以上)出現率を示す。図にみるとおり一般傾向としては風が著しく弱い場合より、やや強い風のときの方が O<sub>x</sub> は高濃度になりやすい傾向にある。この傾向はとくに晴、中間の日の場合著しい。たとえば梶谷では3.0~4.9m/s、八王子では5.0~5.9m/sのときの出現率が高く、国設東京では1.0~3.9m/sまで風速が強まるごとに高濃度が出現しやすくなっている。

やや強い風のときどの地域でも O<sub>x</sub> が高濃度になりやすい理由としては、次のようなことが考えられる。

- ① 風が著しく弱い場合は、海風の発達が少ない、それだけ日射量も弱いことを意味している。
- ② 面汚染源のなかでは、汚染物質の水平方向の移動より、大気安定度の方が O<sub>x</sub> 高濃度に大きく影響している。
- ③ 光化学反応には風速はあまり関係なく、風速による拡散よりも原料の補給と反応生成量の方が多いため

図4-1 風速階級別 O<sub>x</sub> 高濃度出現率

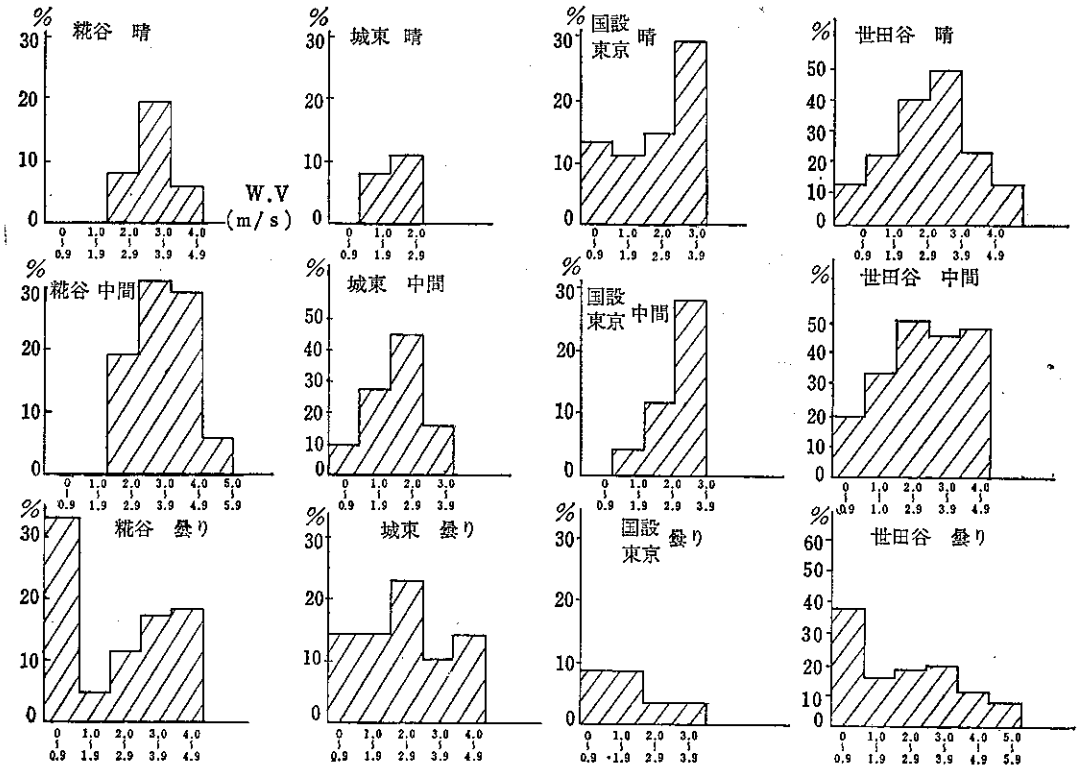
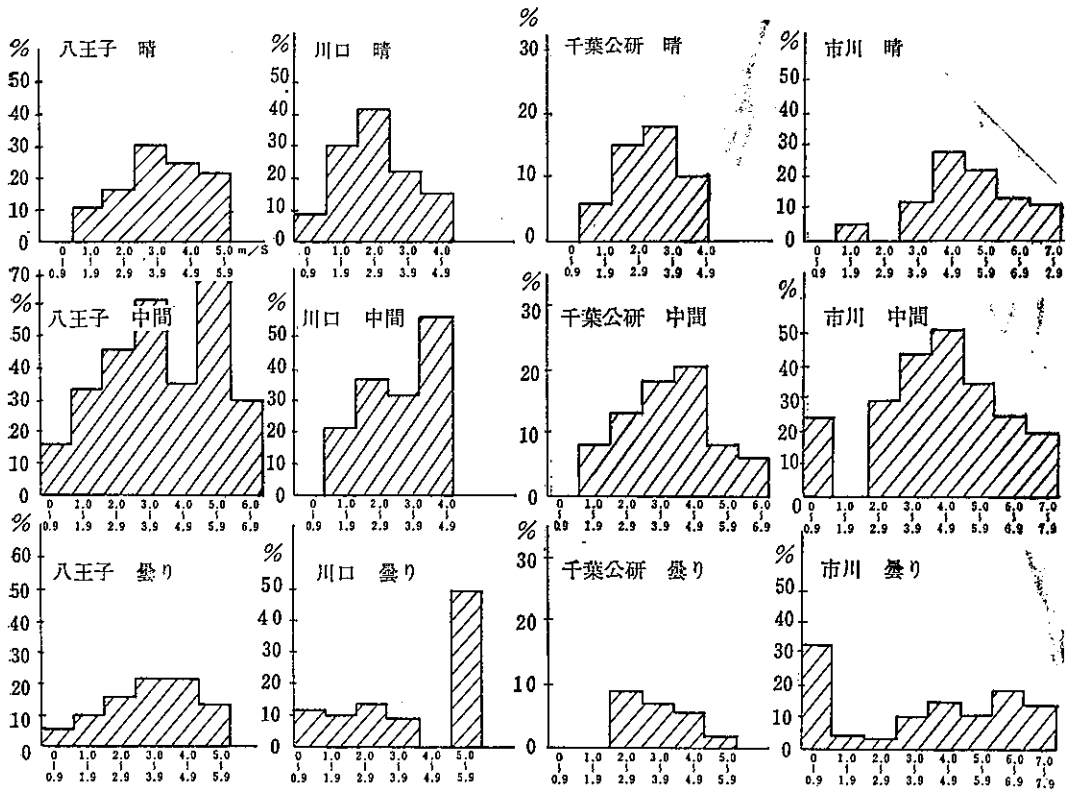


図4-2 風速階級別Ox高濃度出現率(1971.6~8月,7時~18時)



とを示している。

4 まとめ

Ox 汚染現象を日射量に深い関係の深い天候状態を軸として解析したわけであるが、当初想定したとおり光化学スモッグ現象は複雑で、各気象要素が複雑にからみあって、高濃度 Ox 現象が形成されているようである。今回の解析結果から1都3県における天候別にみた Ox 汚染現象の特徴をまとめてみると次のようになる。

- ① 天候別にみた Ox 濃度は、中間の晴れたり曇ったりの日が高い。これは、中間の日が晴の日より風も強くなく、MMDも低く、かつ日射量も晴の日の80%以上あるといった光化学反応を促進する条件を満たしているためと思われる。
- ② Ox 濃度の日変化パターンは一般的に12~13時頃にピークをもつ山型のタイプを示すものが多いが、晴の日はピークがやや早い。また、内陸部では沿岸部に比しピークの出方がおそい。
- ③ Ox 測定点のグルーピング結果では、おおまかにいって千葉県と東京東部地域、神奈川県と東京南部地域、東京と埼玉地域という三つのグループに大別

されそうであるが、これらグループの共通因子としては固定発生源の影響は考えにくく、気象要因が大きいのではないかと考えられる。

- ④ 一般的に Ox 濃度には風向性があまりない。これは汚染源が面的に存在するためと考えられる。
- ⑤ Ox 濃度は3~5 m/sのやや強い風のとき高濃度になりやすく、とくに晴、中間の日にこの傾向が強い。

最後に本解析にあたり、データの提供をしていただいた神奈川県、千葉県、埼玉県、川崎市、横浜市の各関係機関の方々に厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 森口実, 大平俊男ほか: 東京光化学スモッグの汚染現象とその気象学的検討, 東京スモッグ生成機序・植物被害に関する調査研究会中間報告 1972年3月
- 2) 大平俊男: 東京都大気汚染監視所における亜硫酸ガス濃度の地域代表性に関する研究 東京都公害研究所年報 第1巻 1970年1月