

# 光化学スモッグの発生原因解明に関する研究 —伊勢湾海面および上空大気汚染調査

佐野 悞\*・鶴泉 彰恵\*・太田 洋\*・大矢 公彦\*

## Studies on the Mechanism of Formation of Photochemical Smog — Measurement of Air Pollution over Ise Bay

Isamu SANO, Akie TSURUIZUMI, Hiroshi OHTA,  
Kimihiro OHYA

伊勢湾内北半部の海面および上空で光化学スモッグの発生に関係の深いHC, NO<sub>x</sub> およびO<sub>x</sub>の濃度を測定する一方, 気象要素(風向, 風速, 気温, 輻射線量)を測定した(昭48, 夏).

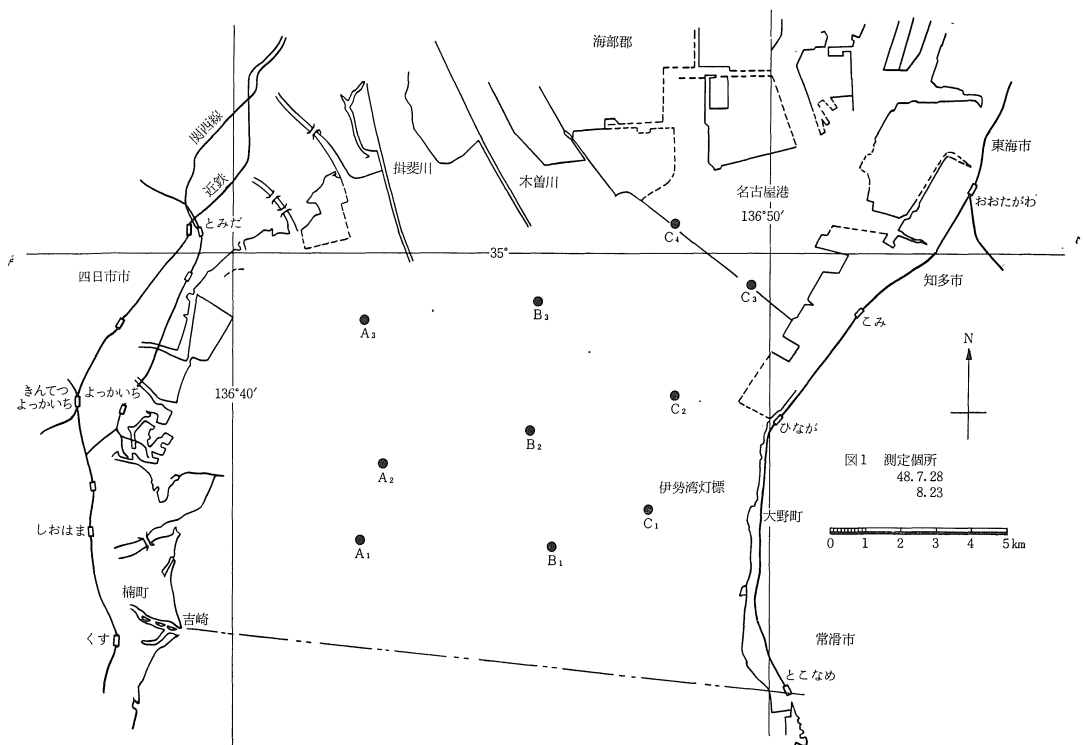
これらの結果を名古屋市内の結果(県公害調査センター)と比較, 検討して名古屋市内の光化学スモッグの発生原因を追及し, さらに伊勢湾内における発生原因について考察した.

### はじめに

筆者らは数年来愛知県環境部より, 光化学スモッグの発生原因の解明に関し, 調査研究の委託を受けている. 委託の内容は基礎研究(室内実験)と応用研究(野外調

査)の2部分から成立つが, ここには後者の一環として昨年(昭和48年)の夏伊勢湾に於て実施した大気汚染の調査結果について報告する.

一般に室内実験の場合には実験条件を設定し, この条



件下で実験を進めるので成果をあげ易いが、野外調査の場合には突発の障害や状況の変化などのような不測の事態にぶつかるとか測定値のばらつきや再現性の不良などのようなデータ整理上の悩みにふりまわされ、成果をあげ難いことが多い。

野外調査から信頼性のある結論を導く一方法は調査を重ねてデータを積み上げ、これを統計的に考察することである。筆者らの調査は種々の事情から回数が少く、結論を導くにはデータ不足の悩みがあるけれども伊勢湾の大気汚染に関する報告が皆無に近い現在、資料として有意義であろうと思われるので報告を提出する次第である。

### 調査状況とその結果

調査範囲は伊勢湾北半部（愛知県常滑市と三重県桶町を結ぶ線より以北、高潮防波堤や木曾川・揖斐川河口より以南の海上）で、この海域に10個所（A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>; B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>）を選定し（図1）、これらの各個所で空気を採取してO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, NOおよびHCを測定する一方、B<sub>2</sub>の上空300および1000mの各高度で空気を採取、やはり、O<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, NOおよびHCを測定した\*。

調査日は48年7月28日および8月23日の両日で、結果は表1および2の通りである。

表3および4は7.28の気象要素および輻射線量の観測

表1 測定結果 (48.7.28)

採取条件				汚染物濃度 (ppm)			
個所 (記号 高度)	時刻 (時 分)	気温 (°C)	O <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	HC*	
A <sub>1</sub> 0	10 25	26.0	0.045	0.004	0.012	3.52	
A <sub>2</sub> 0	10 40	26.0	0.038	0.008	0.003	2.36	
A <sub>3</sub> 0	11 10	26.0	0.045	0.004	0.000	3.87	
B <sub>1</sub> 0	10 25	26.5	0.022	0.008	0.002	4.11	
B <sub>2</sub> {	1000	12 30	0.016	0.003	0.015	—	
	300	15 00	0.017	0.016	0.003	2.09	
B <sub>3</sub> {	0	10 40	0.019	0.005	0.013	12.95	
	0	11 10	0.023	0.006	0.001	12.75	
C <sub>1</sub> 0	10 09	27.0	0.025	0.011	0.007	6.82	
C <sub>2</sub> 0	10 40	37.0	0.025	0.005	0.003	28.57	
C <sub>3</sub> 0	11 10	20.0	0.025	0.004	0.005	7.20	
C <sub>4</sub> 0	11 28	28.0	0.024	0.007	0.004	15.81	

\*ヘキサン換算値 (ppm)

表2 測定結果 (48.8.23)

採取条件				汚染物濃度 (ppm)			
個所 (記号 高度)	時刻 (時 分)	気温 (°C)	O <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	HC*	
A <sub>1</sub> 0	10 25	28.8	0.016	0.002	0.000	1.55	
A <sub>2</sub> 0	10 45	29.0	0.002	0.010	0.001	1.50	
A <sub>3</sub> 0	11 10	29.0	0.003	0.008	0.002	1.22	
B <sub>1</sub> 0	10 30	30.5	0.075	0.004	0.002	1.44	
B <sub>2</sub> {	1000	11 37	0.004	0.007	0.003	1.59	
	300	11 30	0.012	0.008	0.005	1.58	
B <sub>3</sub> {	0	11 25	0.012	0.006	0.001	1.31	
	0	11 45	0.014	0.006	0.000	1.13	
C <sub>1</sub> 0	10 15	29.0	0.004	0.008	0.002	4.20	
C <sub>2</sub> 0	10 58	29.5	0.014	0.006	0.002	2.47	
C <sub>3</sub> 0	11 32	29.5	0.002	0.007	0.002	2.68	
C <sub>4</sub> 0	12 00	33.0	0.002	0.007	0.001	2.41	

\*ヘキサン換算値 (ppm)

\*分析法は次の通り——O<sub>x</sub>: 中性沃化カリウム法, NO<sub>2</sub>: ギルツマン法 (補正係数, 0.72), NO: 過マンガン酸カリウムによってNO<sub>2</sub>に酸化後, ギルツマン法を適用, HC: FID—GC法

なお, 上空の空気採取については中日新聞社の協力を得, ヘリコプターに搭乗して遂行。

表 3-a 地上気象要素 (48.7.28)

時刻	伊良湖岬*1			常滑*2			新舞子*3			知多火力発電所*4		
	風向	風速	気温	風向	風速	気温	風向	風速	気温	風向	風速	気温*5
9	E	4.8	25.4	SE	0.8	—	SE	3.7	—	SE	4.0	28
10	—	—	—	ESE	3.6	—	SSE	5.1	—	SE	5.0	28
11	—	—	—	SSE	4.0	—	SSE	5.9	—	S	5.0	30
12	ESE	8.2	26.9	SSE	3.9	—	SSE	5.6	—	S	5.0	31
13	—	—	—	S	5.2	—	SSE	6.4	—	S	5.0	31
14	—	—	—	SSE	5.7	—	SSE	6.3	—	S	6.0	31
15	ESE	5.8	27.6	SSE	5.5	—	SSE	7.2	—	S	5.0	31
16	—	—	—	SSE	5.0	—	SSE	5.6	—	S	6.0	31

\*1 日本気象協会東海本部によるデータ

\*2 常滑市役所付近 (県環境部)

\*3 知多市役所旭支所 (県環境部)

\*4 中部電力(株)によるデータ

\*5 ボイラーからの放熱を受けている可能性がある。

表 3-b 高度別気象要素 (パイロットバルーン, 中部電力(株)新名火力発電所構内, 48.7.28) \*1

高度 (m)	09:03		10:00		11:00		12:03		13:00		14:02		15:00		16:02	
	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速
50	SE	5.0	SE	2.9	ESE	3.5	SSE	4.6	SSE	3.1	SSE	4.8	SSE	11.4	S	6.5
100	〃	9.1	〃	2.3	SSE	4.8	〃	5.6	S	5.0	〃	7.5	〃	9.1	SSE	7.1
150	〃	11.4	〃	3.3	〃	6.3	〃	5.8	〃	5.5	〃	6.7	〃	9.6	〃	7.5
200	〃	12.0	SSE	4.9	〃	7.1	〃	5.0	SSE	5.1	〃	6.6	〃	11.2	〃	6.0
250	〃	12.7	〃	3.2	SE	4.0	〃	4.9	〃	5.8	〃	8.8	〃	17.2	〃	6.5
300	〃	13.0	SE	2.1	〃	5.4	〃	5.0	〃	8.1	〃	8.6	〃	18.9	〃	7.2
350	〃	11.5	〃	2.0	〃	6.3	〃	4.8	〃	6.6	〃	9.3	〃	19.2	SE	8.4
400	〃	11.2	SSE	5.2	〃	6.9	SE	3.5	SE	6.6	〃	8.7	〃	17.2	〃	8.5
450	SSE	11.5	SE	6.6	〃	6.7	〃	5.6	〃	7.1	〃	7.4	〃	16.5	ESE	8.2
500	〃	11.6	〃	7.1	*2	〃	*2	〃	SSE	6.5	SE	5.3	〃	13.8	〃	7.9
550	*2	〃	〃	7.0	〃	〃	〃	〃	SE	5.2	〃	6.3	〃	12.5	〃	6.3
600	〃	〃	〃	6.4	〃	〃	〃	〃	〃	7.8	ESE	6.9	〃	11.6	E	6.1
650	〃	〃	〃	5.6	〃	〃	〃	〃	〃	7.0	〃	7.5	〃	12.5	*2	〃
700	〃	〃	*2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	8.5	*2	〃	SE	8.2	〃	〃
750	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	ESE	8.1	〃	〃	〃	9.1	〃	〃
800	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	*2	〃	〃	〃	SSE	8.9	〃	〃
850	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	SE	11.8	〃	〃
900	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	11.4	〃	〃
950	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	ESE	9.1	〃	〃
1000	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	E	6.6	〃	〃
1050	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	4.2	〃	〃
1100	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	4.0	〃	〃
1150	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	*2	〃	〃	〃
1200	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
1250	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

\*1 日本気象協会東海本部によるデータ

\*2 バルーン, 雲中突入

結果で、観測地点および観測者は表に付記した通りである。表5および6は8.23の気象要素および輻射線量の観測結果であるが、当日は、あいにく、正午過ぎから雨天になったので観測が中止されている。表3-cおよび5-cをグラフ化するとそれぞれ図2および3の如くで、両日共、気温でい減状況はほとんど順転であったことが看取される。

#### 結果に対する考察

汚染物の濃度 : 表1の場合、海面における調査は10時頃から11時半頃までに終了しているが、この間、風は大

体のところ南東から吹いていた(4~5m/s)。表の如くHCのピーク値(29ppm)がC<sub>2</sub>に現われ、次のピーク値がB<sub>2</sub>(13ppm)およびB<sub>3</sub>(13ppm)に現われているが、これは恐らく常滑市~知多市(大野町)方面の工場群の排煙に原因するのではなからうかと思われる。C<sub>4</sub>の16ppmについてはあるいは中電知多火力による可能性が考えられる。

次にNO<sub>2</sub>およびNO、従ってNO<sub>x</sub>、は総じて濃度が低く、ピーク値でもB<sub>2</sub>の0.018ppm、C<sub>1</sub>の0.018ppmに過ぎない。昨夏の名古屋市内のデータ(関係分)は表7の通りであるが、この中から28日、10~12時のNO<sub>x</sub>値を

表3-c 高度別気象要素 (低層ゾンデ, 中部電力(株)新名火力発電所構内, 48.7.28) \*

時刻 高度(m)	9:00	12:00	15:00
0	25.3	26.9	29.0
50	24.3	26.4	27.4
100	23.7	26.0	26.9
150	23.2	25.5	26.4
200	22.8	25.0	25.9
250	22.4	24.4	25.4
300	22.0	23.8	24.9
350	21.5	23.6	24.5
400	20.9	23.1	24.0
450	20.5	22.5	23.3
500	20.2	22.0	22.7
600	19.5	21.0	21.7
700	18.9	20.2	20.9
800	18.2	19.3	20.0
900	17.5	18.6	19.2
1000	16.6	17.7	18.9
1100	16.1	16.9	18.2
1200	15.7	16.0	17.5
1300	15.4	15.3	17.1
1400	14.8	14.7	16.3
1500	14.8	13.9	15.6
1600	15.4	13.2	15.8
1700	15.4	14.8	16.5
1800	14.5	15.6	15.8
1900	14.7	14.5	16.2
2000	14.0	14.2	15.6

\* 日本気象協会東海本部によるデータ

表4-a 紫外線量 (48.7.28) \*

時刻	紫外線量(Ig)	天候
9:00~9:30	0.54	曇
9:30~10:00	0.87	〃
10:00~10:30	1.10	うす曇~曇
10:30~11:00	0.70	曇
11:00~11:30	1.09	曇~うす曇
11:30~12:00	2.02	うす曇~晴
12:00~12:30	2.10	晴
12:30~13:00	1.70	晴~うす曇
13:00~13:30	1.98	晴
13:30~14:00	1.98	〃
14:00~14:30	1.99	晴
14:30~15:00	1.76	晴~うす曇
15:00~15:30	0.79	曇
15:30~16:30	1.44	うす曇
16:00~16:30	1.04	曇
16:30~17:00	0.78	〃

\* 中部電力(株)新名火力発電所構内, 愛工大環境工学研究所によるデータ

表4-b 日射量 (48.7.28) \*

時刻	日射量(Ig/h)
10	34.3
11	22.9
12	43.7
13	65.6
14	77.2
15	58.3
16	40.3
17	32.8

\* 中部電力(株)新名火力発電所構内, 日本気象協会東海本部によるデータ

表5-a 地上気象要素 (48.8.23)

時刻	常滑 *1			新舞子 *2		
	風向	風速	気温	風向	風速	気温
9	N	1.6	32.5	NW	1.8	32.3
10	WSW	1.2	32.6	WSW	0.5	34.4
11	SSW	3.1	32.0	SSW	1.6	34.6
12	S	4.8	30.8	SSW	3.7	32.7
13	S	4.0	30.5	S	2.5	31.7

\*1 常滑市役所付近 (県環境部)

\*2 知多市役所旭支所 (県環境部)

表5-b 高度別気象要素 (パイロットバルーン, 中部電力(株)新名火力発電所構内, 48.8.23)\*1

高度(m)	9:45		10:47		11:49	
	風向	風速	風向	風速	風向	風速
50	SSE	1.9	SSW	2.7	SW	2.9
100	〃	2.3	WSW	1.0	〃	2.7
150	〃	2.2	SSW	1.4	SSW	0.3
200	〃	3.0	S	1.7	SW	1.0
250	〃	2.0	SSE	1.9	SSW	1.9
300	〃	1.8	〃	2.1	〃	3.1
350	〃	2.1	〃	2.5	S	2.4
400	〃	2.0	〃	2.6	ESE	1.4
450	〃	2.3	SE	2.7	S	3.7
500	S	1.3	SSE	3.2	SSE	2.8
550	〃	1.2	〃	2.9	〃	3.4
600	〃	1.2	〃	2.6	SE	3.2
650	*2	〃	SE	2.3	SSE	3.7
700	〃	〃	〃	2.2	〃	3.9
750	〃	〃	〃	1.9	SE	4.1
800	〃	〃	〃	2.2	〃	3.9
850	〃	〃	SSE	0.5	〃	3.4
900	〃	〃	ENE	0.7	SSE	2.9
950	〃	〃	NNE	0.9	〃	2.7
1000	〃	〃	N	0.9	〃	2.3
1050	〃	〃	〃	0.5	〃	2.1
1100	〃	〃	NNE	0.4	〃	3.5
1150	〃	〃	ENE	1.0	〃	1.2
1200	〃	〃	E	2.1	〃	2.8
1250	〃	〃	〃	3.3	SE	3.9
1300	〃	〃	ESE	4.6	〃	3.4
1350	〃	〃	SE	2.6	ESE	3.4
1400	〃	〃	*2	〃	〃	3.1
1450	〃	〃	〃	〃	E	3.3
1500	〃	〃	〃	〃	ESE	3.9

\*1 日本気象協会東海本部によるデータ

\*2 バルーン, 雲中突入

算定\* すると0.030~0.038ppm (瑞穂) および 0.027~0.046ppm (港), さらに0.03~0.07 ppm (千種) などで, 概して市内の方が海面より高くなっている.

この差は名古屋市内の自動車排ガスや工場排煙, 特に前者に由来するのではなからうかと考えられる.

最後に, O<sub>x</sub>は三重県寄りで濃度が高く0.038~0.045 ppmであるのに対し, 知多半島沿いでは低く0.025ppm程度である. 昨夏の名古屋市内のデータ (関係分) は表7の通りであるが, 10~12時の O<sub>x</sub>値は 0.054~0.076 ppm (瑞穂) および0.019~0.032 (港), さらに0.016

\* NO+NO<sub>2</sub>

表5-c 高度別気象要素(低層ゾンデ, 中部電力(株)新名火力発電所構内, 48.8.23)\*

時刻	9:00	12:00
0	27.8	29.8
50	27.1	28.8
100	26.6	28.6
150	26.1	27.6
200	25.6	27.9
250	25.1	27.7
300	24.7	27.2
350	24.3	26.2
400	23.9	25.6
450	23.4	25.1
500	23.1	24.7
600	22.4	23.7
700	21.5	22.8
800	20.8	21.7
900	21.4	20.9
1000	20.9	20.6
1100	20.2	20.0
1200	19.5	19.3
1300	18.7	17.3
1400	18.0	17.3
1500	18.1	17.3
1600	17.7	17.7
1700	16.8	17.2
1800	16.3	16.6
1900	15.8	15.8
2000	15.7	15.6

\* 日本気象協会東海本部によるデータ

表6-a 紫外線量(48.8.23)\*

時刻	紫外線量(Ig)	天候
9:00~9:30	—	—
9:30~10:00	0.88	曇
10:00~10:30	0.52	曇
10:30~11:00	0.64	//
11:00~11:30	0.75	曇
11:30~12:00	1.08	//
12:00~12:30	0.53	曇
12:30~13:00	—	曇~雨

\* 中部電力(株)新名火力発電所構内, 愛工大環境工学研究所によるデータ

表6-b 日射量(48.8.23)\*

時刻	日射量(Ig/h)
10	42.9
11	31.1
12	35.6
13	12.5
14	13.7

\* 中部電力(株)新名火力発電所構内, 日本気象協会東海本部によるデータ

~0.064ppm(千種)などで, 大体に於て市内の方が海面より高いレベルにある。

三重県寄りで濃度が高いことについては, 目下のところ, 理由が明らかでないが, 知多半島沿いから湾中央部(B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>)へかけてHCの濃度が高く三重県へ近づくとつれて濃度が低くなることを考え合せると風下へ流れつ

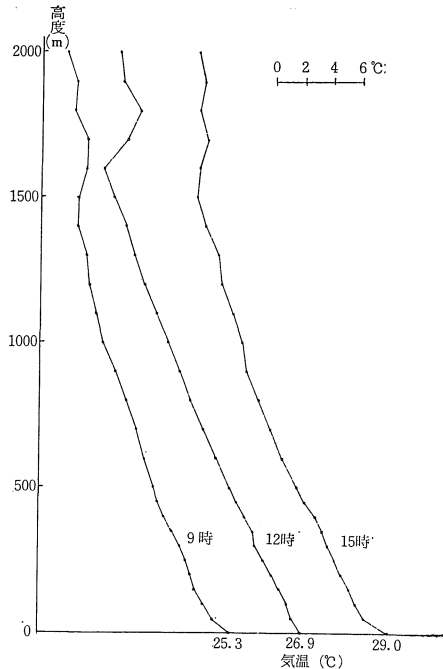


図2 時刻別気温分布(48.7.28)

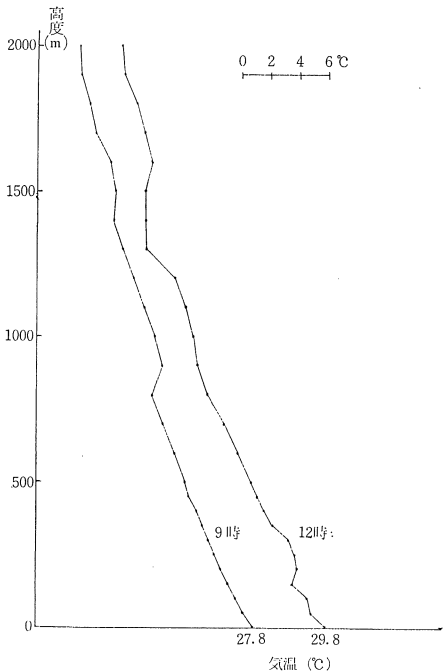


図3 時刻別気温分布(48.8.23)

つある間にHCが反応しO<sub>x</sub>が生成されて来るためではなからうかと思われる。スモッグチャンバーの実験により, 反応出発物(HC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>など)や反応生成物(O<sub>x</sub>, アルデヒド, エロゾルなど)の消長の時間的経過が追跡されているが, HCとO<sub>x</sub>については前者の減

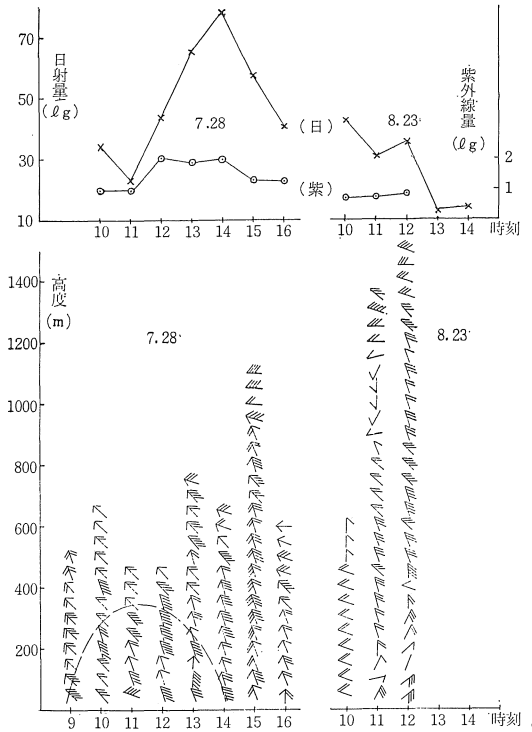


図4 気象要素(昭和48年7月28日および8月23日)——風向は16方位に従い、風速は右側の矢羽根1本で1m/sを示し、左側の1本で5m/sを表わしてある。

少するにつれ後者の増加して行くことが観察されている<sup>1)</sup>。

なお、中央部B<sub>2</sub>上高度1000mではO<sub>x</sub>は濃度が多少低く0.016ppmになっているけれども海面と事実上同じであるし、NO<sub>x</sub>は0.018ppmで海面と全く変わりが無いので、これから推量すると、多分、高度1000mでもHCは海面と大体同じ濃度で存在していたであろうと考えられる。

表2の場合には表5からもわかるように風向は南よりの成分が多いけれども一定していなかった\*。その結果、O<sub>x</sub>もNO<sub>x</sub>もHCも海面、上空全体にわたってほぼ

1) P.A.Leighton: Photochem. of Air Pollution 1(961); W.E.Wilson, Jr, A.Levy: J. Air Poll. Control Assoc.,20 (1970), 385; 佐野 悞: 日本化学会第27秋季年会・化学関係学協会連合研究発表会, 合同大会(昭和47年10月), 要旨集(II)。

\*名古屋空港内測候所でも風向不定と発表されている(表)。

時刻	地上風		時刻	地上風	
	風向	風速		風向	風速
10	不定	1 m/s	12	不定(S~W)	—
11	不定	1 m/s	13	不定(S~W)	2.5m/s

均一に分布しているようである\*\*。昨夏(8.23)の名古屋市内の場合(10~12時), NO<sub>x</sub>は0.038~0.049ppm(表8, 瑞穂)および0.023~0.028ppm(表8, 港)などで、海面(0.013ppm以下)より明らかに高い濃度を示している。O<sub>x</sub>については0.032~0.055ppm(表8, 瑞穂)および0.017~0.033ppm(表8, 港),さらに0.08~0.012ppm(表8, 千種)などで、やはり、海面(0.016ppm以下)より高い傾向にある。

気象データ:表3-bおよび5-bをグラフ化すると図4の如くなる。図には、また、表4および6に従い、輻射線量が記録してある。

これらから見られる通り、7.28には風向がほとんど一定で、南東~南西の範囲にあるが、一方、風速は海面で弱く(5m/s以下)上空で強い場合もあり(例, 9時),海面から上空まで実際上変わりが無い場合もある(例, 12時)。図中、破線は風速5m/s以下の領域を限定する線で、正午前後には上限が350m付近にあることを想わせる。これが、夏季の伊勢湾に於ける多発性ウィンドプロファイルであるか否かについてはデータ不足のために、目下のところ、結論できないが、もし多発性であるならば伊勢湾沿岸の工場から排出された汚染物は高度350m以上の風に乗らない限り、稀釈され難く、従って光化学反応を起こし易い可能性をかなりもつのではなかろうかと思われる。局地風は巨視的に気圧傾度に支配される他、微視的に地形、晴曇(日射量)などに左右されるので結論を導くには繰返し調査をつづけなければなるまい。

8月23日は風速が弱く、しかも上空まで2~3m/s程度で一定しているのでこの場合には汚染物はより稀釈され難いが、曇り日であるために紫外線量が少なく、従って光化学反応の可能性はさして高くないものと看做してよいであろう。

結 び

昨夏(昭和48年7月28日および8月23日)の調査結果によると、汚染物(NO<sub>x</sub>およびO<sub>x</sub>)の伊勢湾に於ける濃度は一般に低いが、これにくらべるとこれら汚染物の昨夏の名古屋市内の濃度は高いレベルにあった。この差違は自動車の排ガスに原因するらしく思われるが、これも合計2回の調査結果に基くものに過ぎないので確言することは困難である。

次に伊勢湾に於ける汚染物の高度別分布については、風速が2~3m/sに低い場合でも(8.23), 気温でい減率が

\*\*知多半島沿いでHCが高目に出ており、その最高値は4.2ppmである。B<sub>1</sub>のO<sub>x</sub>0.075ppmについては理由不明。これらを除けば濃度は大体のところ次の通り——O<sub>x</sub>0.016ppm以下, NO<sub>x</sub>0.013ppm以下, HC2.68ppm以下。



順転（ $-0.8 \sim -0.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）で中立状態に近かったせいか汚染物もほとんど均一に分布し、上空に停滞しているなどのことは認められなかった。

さらに、気象データに基づいて一二の考察を行ない、進んで光化学スモッグの伊勢湾内発生条件にふれたが、その妥当性については今後の調査研究にまたなければならぬ。

終りにのぞみ、情報の連絡、資料の収集などに関し、県環境部大気課、県公害調査センター大気部、中部電力（株）火力部その他にご配慮を煩わし、また調査の実施に際し、中日新聞社航空部、日本気象協会東海本部および愛工大応用化学科学生有志諸君のご協力を得た旨を記し、これらの各位に深甚の謝意を表す。