

東京湾周辺における気流・汚染物質調査

—— 炭化水素成分 (II) ——

早 福 正 孝 宇田川 満 伊 藤 政 志
茅 島 正 資

1 はじめに

関東地方の大気汚染機構や光化学スモッグの生成機構に大きな役割を果たしている東京湾及び東京湾周辺の汚染構造を解明することを目的として、1983年に引き続き1984年にトレーサーガスを用いた移流拡散調査、気象調査及び汚染物質調査を行なった。本報はこれらの調査のうち汚染物質調査、特に前報¹⁾と同様に炭化水素成分について解析したものである。

今回の汚染物質調査は前回との違いをも含めて次のような特徴を持っている。

(1) 採取地点数は前回が東京湾沿岸の15カ所であるに対して、今回はさらに内陸部にも採取地点を設け、合計21カ所で同時に採取した。

(2) 採取は7時から15時までの1時間ごとの連続採取(1日8検体)である。

(3) 分析成分は前回が4成分であったが、今回は3成分ふやし7成分とした。

(4) 本調査で最も留意した調査日の設定は前回と同様に、東京湾周辺地域で光化学スモッグが発生すると予測された日とした。

なお、移流拡散調査については本年報別稿²⁾に述べられている。

2 調査方法及び測定方法

調査方法及び測定方法は前回とほぼ同様であるので、前回と異なる点を中心に述べる。

試料採取は上述したように光化学スモッグの発生しやすい日を予測して調査日を設定し、予め採取地点に配布しておいた採取バッグを用いて全地点同時に実施した。この試料空気はトレーサーガス分析と炭化水素分析に供した。

試料空気の採取地点は東京都、千葉県、神奈川県、埼

玉県の中の24カ所で、そのうち本報告で取扱っている地点は表1、図1で示す21カ所である。前回に比べて内陸地点が6カ所ふえている。全採取地点中、市原(L)のみが前回と異なる採取地点となっている。

調査日は上述の条件を考慮した1984年7月25日、31日、8月1日、3日、7日の5日間である。このうち、7月25日は光化学発生予測がはずれてしまったが、大気採取は行なった。本報告では他の4日間の測定結果を中心に検討を行なっているが、7月25日については光化学スモッグ発生のない日、つまりバックグラウンドデータということで結果の記載にとどめた。

炭化水素の分析成分は前回のエタン、エチレン、プロパン、プロピレンの4成分に、今回はi-ブタン、n-ブタン、アセチレンを加えて7成分となっている。

分析条件その他については前回と同じため割愛する。

3 調査結果

調査日4日間の各採取地点の成分別濃度平均値、変動係数、及び成分比を前報と対応すべく表1にまとめた。表中の上中段のAからMまでは東京湾沿岸部で、そのうち中段のC~Mがコンビナート工業地帯に比較的隣接した地点である(以下、これらの地点を工場隣接地点とする)。これに対してA~Oを非工場隣接地点とし、下段のP~Uは内陸地点とする。ただし工場隣接地点と非工場隣接地点の分類は採取地点との単なる遠近差による便宜上の区分である。市原(L)の採取地点は前回に比べコンビナート工業地帯にかなり接近した地点となった。そのため表1の分類では前回の非工場隣接地点から工場隣接地点に変えた。

表2に光化学スモッグ発生がなかった7月25日の測定結果を示す。図1-1~7に各調査日における各

表1 炭化水素成分調査結果

1984年

単位 PPB

地点名	エタン		エチレン		プロパン		プロピレン		i-ブタン		n-ブタン		アセチレン				
	平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%			
	成分比 C ₂ /C ₁		成分比 C ₂ /C ₃		成分比 C ₃ /C ₄		成分比 C ₃ /C ₄		成分比 C ₄ /C ₁		成分比 C ₄ /C ₁		成分比 C ₄ /C ₁				
A 鳥ヶ崎	5.2	40.4	13.9	46.9	2.67	6.3	57.9	9.4	67.5	1.49	12.3	82.8	4.2	40.8	0.34	2.2	135.9
B 金沢八景	3.8	104.5	8.0	90.2	2.11	7.1	165.9	3.0	53.2	0.42	4.6	74.8	5.1	130.9	1.11	4.0	121.7
D 横浜	5.0	65.3	10.5	92.0	2.10	8.0	155.9	3.6	71.4	0.45	4.9	53.3	6.2	71.9	1.27	2.5	99.7
F 品川	6.2	44.8	12.3	38.1	1.98	9.6	55.2	6.7	47.9	0.70	6.3	42.4	10.5	43.2	1.67	4.3	48.5
G 港	6.0	50.1	13.1	56.0	2.18	7.6	61.6	4.9	52.1	0.64	6.1	66.8	6.4	70.8	1.05	1.5	73.0
H 江東	4.6	50.0	11.5	60.5	2.50	5.8	69.1	8.3	43.2	1.43	4.0	52.1	5.3	72.7	1.33	2.9	69.3
I 浦安	3.4	101.0	9.6	127.6	2.82	4.3	113.7	4.7	45.7	1.09	3.1	67.3	3.8	108.0	1.22	0.9	133.2
J 船橋	4.0	42.9	12.6	83.4	3.15	6.0	68.2	6.7	31.2	1.12	4.0	37.6	4.9	71.0	1.23	2.6	82.6
N 木更津	3.6	41.0	13.2	73.0	3.67	5.4	82.4	6.8	65.8	1.26	5.4	29.1	6.0	44.7	1.11	1.5	78.3
O 富津	1.6	54.1	2.9	65.1	1.81	2.7	109.1	1.3	35.7	0.48	2.0	30.1	1.2	85.2	0.60	0.5	111.7
平均	4.3	59.4	10.8	73.3	2.51	6.3	93.9	5.5	51.4	0.87	5.3	53.6	5.4	73.8	1.02	2.3	95.1
C 磯子	5.5	74.3	7.6	108.2	1.38	10.5	126.8	7.0	43.5	0.67	7.5	68.3	14.8	77.8	1.97	2.0	120.3
E 川崎	8.4	72.6	11.8	69.6	1.40	21.0	100.8	7.0	106.8	0.33	43.7	97.7	68.2	112.0	1.56	0.9	155.5
K 千葉	8.6	81.9	14.3	62.8	1.66	16.9	154.4	5.9	30.5	0.35	8.8	51.7	8.8	98.3	1.00	2.5	131.6
L 市原	8.4	120.9	24.7	76.1	2.94	16.2	142.8	8.3	77.0	0.51	8.6	93.1	17.5	165.1	2.03	1.9	65.9
M 長浦	3.1	65.4	8.7	85.9	2.81	2.8	66.8	4.3	54.7	1.54	5.5	56.5	2.7	96.5	0.49	0.7	66.2
平均	6.8	83.0	13.4	80.5	1.97	13.5	118.3	6.5	62.3	0.48	14.8	73.5	22.4	109.9	1.51	1.6	107.9
P 戸塚	3.0	49.2	8.5	50.0	2.83	6.2	89.0	4.1	37.3	0.66	4.7	37.3	3.9	75.2	0.83	2.7	83.7
Q 町田	4.6	31.4	15.0	37.6	3.26	6.2	48.4	13.0	26.1	2.10	8.0	45.8	5.4	43.8	0.68	2.6	59.4
R 調布	3.5	35.1	10.4	36.8	2.97	5.8	60.0	7.5	29.5	1.29	4.0	37.7	5.7	57.8	1.43	2.4	46.0
S 狹山	2.4	36.9	5.4	37.0	2.25	5.5	63.4	4.5	38.0	0.82	6.2	118.7	13.5	158.3	2.18	3.0	56.6
T 板橋	7.8	59.3	14.4	40.3	1.85	10.1	48.6	11.9	69.5	1.18	9.7	39.3	9.3	32.8	0.96	4.7	31.0
U 足立	5.6	29.9	13.6	29.5	2.43	9.2	51.4	10.0	21.8	1.09	6.0	24.2	6.9	32.6	1.15	4.3	46.9
平均	4.5	40.3	11.2	38.4	2.49	7.2	60.1	8.5	37.0	1.18	6.4	50.5	7.5	66.8	1.17	3.28	53.9
全平均	5.0	59.6	11.5	65.0	2.30	8.2	90.1	6.6	49.9	0.80	7.9	57.4	10.0	80.4	1.27	2.41	86.6

市原(L)は1983年の採取地点と異なる。 CV%:変動係数(%)

C₂/C₁:エチレン/エタン, C₃/C₃:プロピレン/プロパン, C₄/C₄:n-ブタン/i-ブタン

表2 炭化水素成分調査結果
— 光化学スモッグ発生のない日 —

1984年7月25日

単位 PPB

地点名		C2H6	C2H4	C3H8	C3H6	i-C4	n-C4	C2H2
A	鳥ヶ崎	2.3	6.9	1.7	4.9	5.8	1.9	0.5
B	金沢八景	—	—	—	—	—	—	—
D	横浜	2.5	4.8	4.6	2.2	4.1	5.2	1.0
F	品川	5.4	12.5	5.3	7.1	6.5	7.5	3.2
G	港	5.9	15.1	37.2	8.1	7.9	5.5	0.4
H	江東	4.9	13.4	3.5	13.6	7.4	3.5	1.4
I	浦安	3.8	12.9	3.0	7.6	2.6	2.2	0.0
J	船橋	3.2	9.3	3.6	10.2	5.3	3.9	2.6
N	木更津	—	—	—	—	—	—	—
O	富津	1.3	2.9	1.5	1.5	2.1	0.9	0.4
平均		3.7	9.7	7.6	6.9	5.2	3.8	1.2
C	磯子	—	—	—	—	—	—	—
E	川崎	8.2	10.3	20.4	6.7	53.6	84.8	0.0
K	千葉	2.8	7.0	3.4	5.9	6.2	2.3	2.4
L	市原	—	—	—	—	—	—	—
M	長浦	2.9	11.2	3.2	6.6	7.4	2.6	0.9
平均		4.6	9.5	9.0	6.4	22.4	29.9	1.1
P	戸塚	—	—	—	—	—	—	—
Q	町田	—	—	—	—	—	—	—
R	調布	1.8	4.0	1.5	4.9	2.1	1.9	0.7
S	狹山	3.2	12.2	3.8	9.5	9.6	9.6	1.2
T	板橋	5.9	15.4	6.9	7.7	10.2	7.4	3.0
U	足立	3.3	9.2	3.6	11.2	4.3	3.3	1.0
平均		3.6	10.2	4.0	8.3	6.6	5.6	1.5
全平均		3.8	9.8	6.9	7.2	9.0	9.5	1.2

成分濃度の日平均値と調査期間(4日間)の総平均濃度値を示す。

なお、町田(Q)では8月1日14時(13~14時採取)に324.7 ppbという採取地域の環境条件からみて異常値と思われる高濃度のプロパンが検出された。なお同時帯の他成分濃度はエタン2.4 ppb, エチレン7.5 ppb, プロピレン9.8 ppb, i-ブタン4.3 ppb, n-ブタン1.8 ppb, アセチレン1.0 ppbであった。そこでこの時間帯の全データを削除し、それに基づいてまとめたのが表1, 図1である。このデータを削除しない場合の町田(Q)の平均値(変動係数%)はエタン4.5 ppb(32.6%), エチレン14.7 ppb(38.8%), プロパン17.6 ppb(336.1

%), プロピレン12.9 ppb(26.3%), i-ブタン7.9 ppb(46.5%), n-ブタン5.3 ppb(45.9%), アセチレン2.5 ppb(60.7%)で、エチレン/エタン比は3.27, プロピレン/プロパン比は0.73, n-ブタン/i-ブタン比は0.67である。今のところ、この高濃度現象の原因は不明である。

これらの測定結果から、今回の調査結果の特徴をみてみる。調査期間中(4日間)の総平均値はエタン5.0 ppb, エチレン11.5 ppb, プロパン8.2 ppb, プロピレン6.7 ppb, i-ブタン7.9 ppb, n-ブタン10.0 ppb, アセチレン2.4 ppbで、前回同様エチレンが高濃度を示している。主な地点についてみると、富津(O)が全地点中全

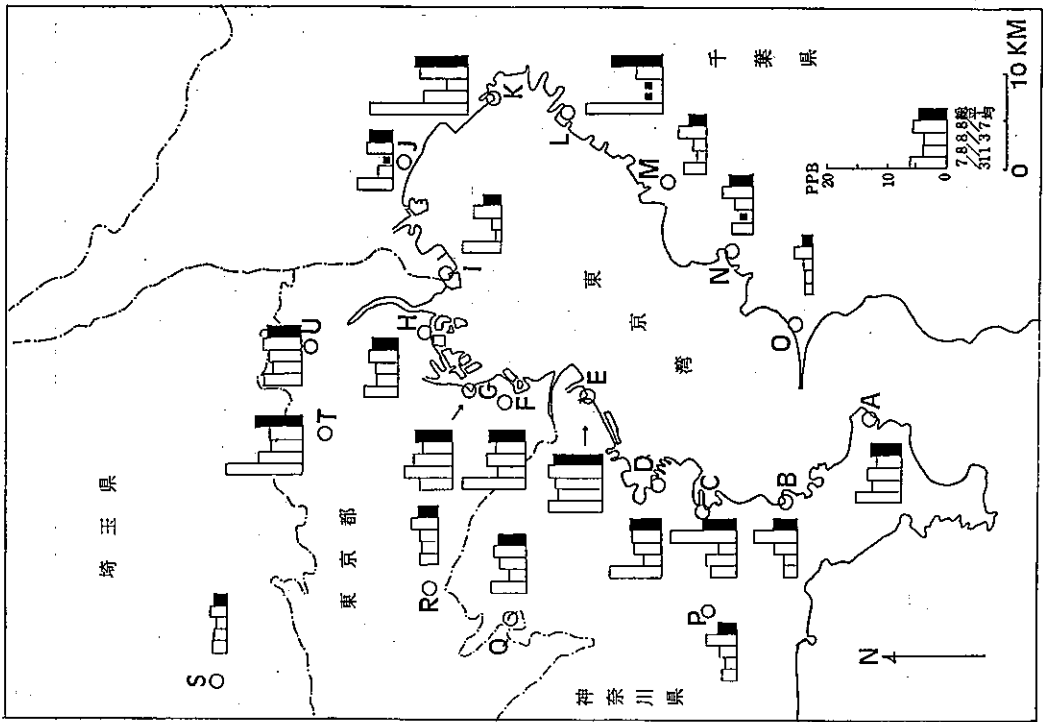


図1-1 各地点の調査日別平均値 (エタン：1984年) ■印：欠測

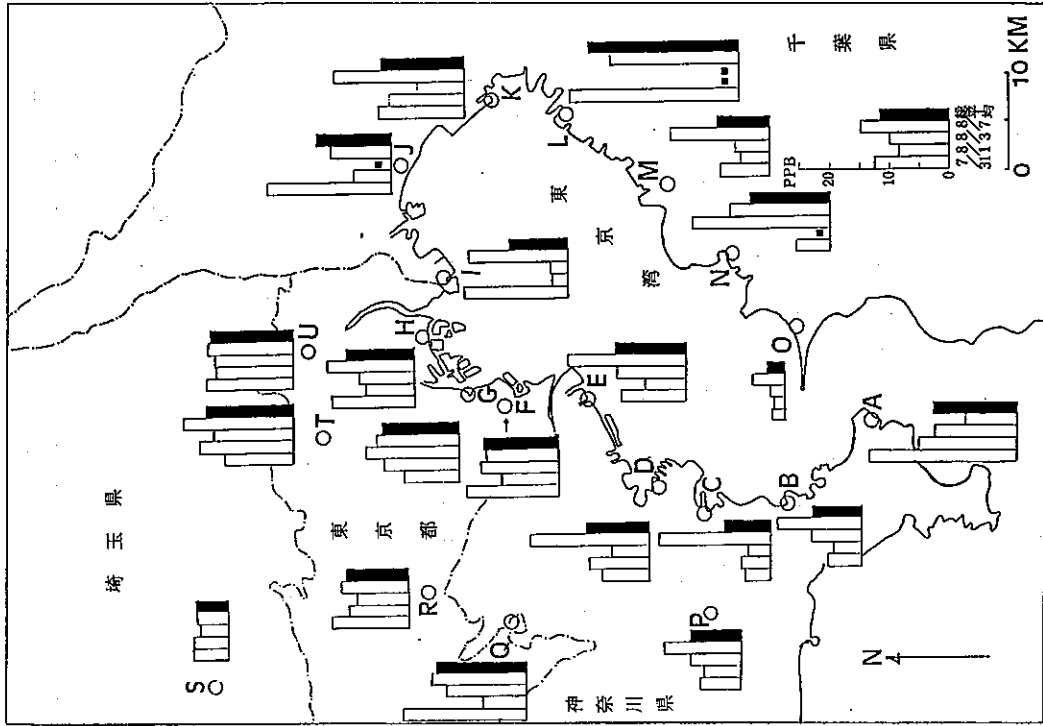


図1-2 各地点の調査日別平均値 (エチレン：1984年) ■印：欠測

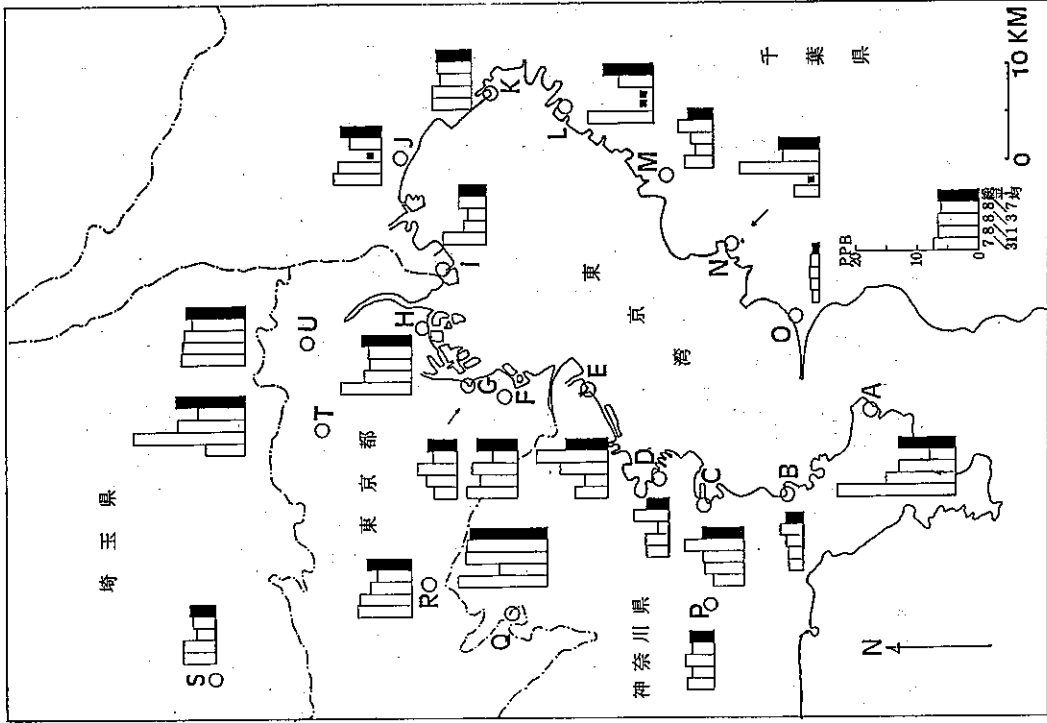


図1-4 各地点の調査日別平均値 (プロピレン: 1984年) ■印: 欠測

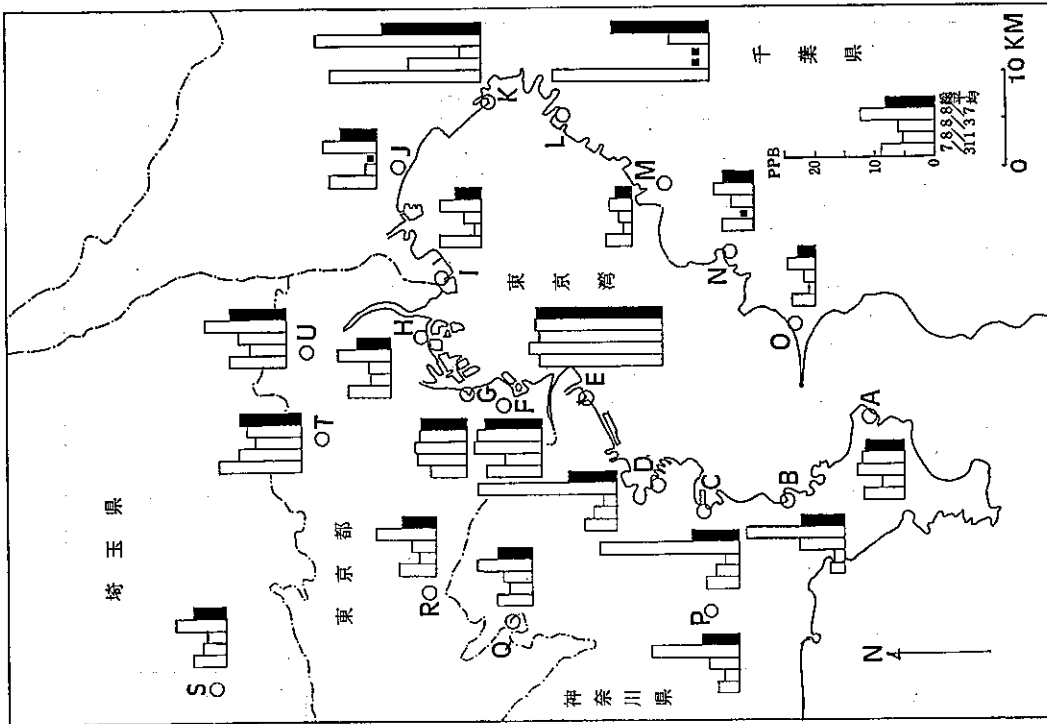


図1-3 各地点の調査日別平均値 (プロパン: 1984年) ■印: 欠測

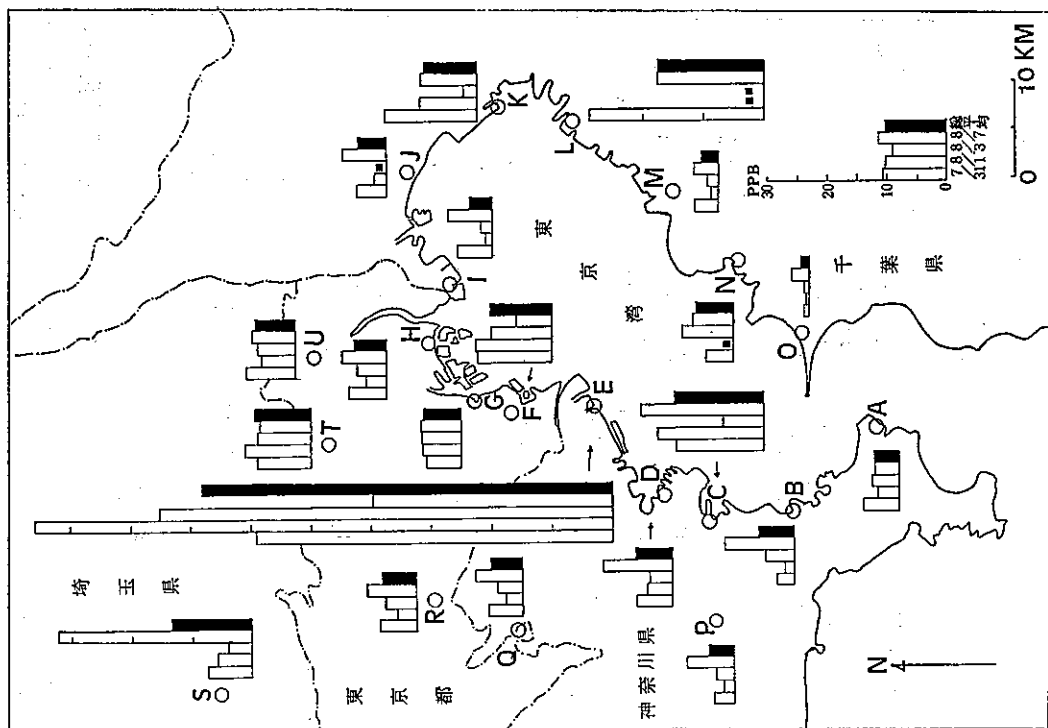


図1-6 各地点の調査日別平均値 (n-プタン: 1984年) ■印: 欠測

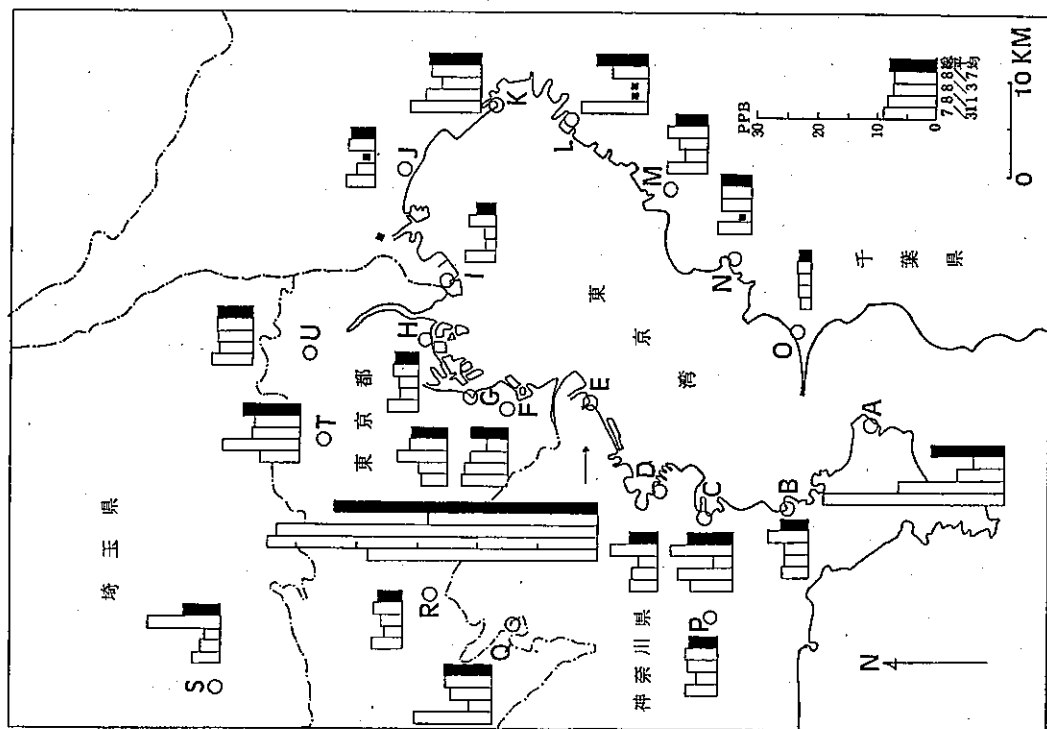


図1-5 各地点の調査日別平均値 (i-プタン: 1984年) ■印: 欠測

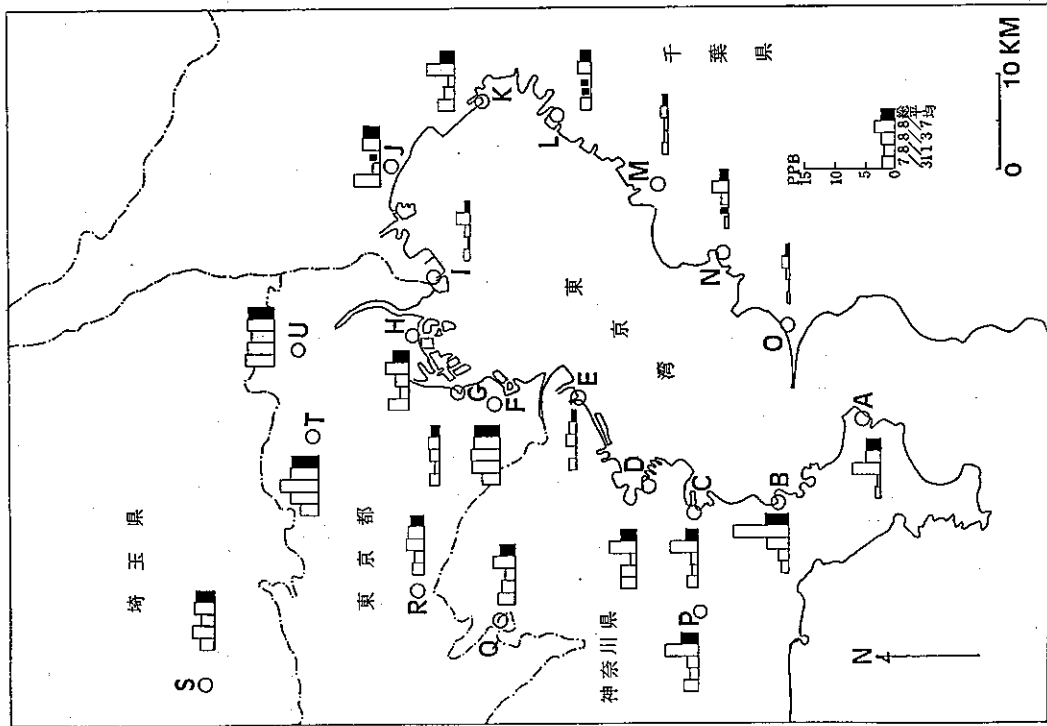


図1-7 各地点の調査日別平均値（アセチレン：1984年）■印：欠測

成分について最低濃度であった。ここは前回も低濃度な地点であった。一方、高濃度を示したのが工場隣接地点の川崎（E）、市原（L）であった。川崎は前回も濃度の高い地点であった。足立（U）、板橋（T）の変動係数が他地点に比べて低く、かつアセチレンが他地点に比べて濃度が高い。これは遠距離、近距離の発生源に関係なく、同地点に特異的な成分が移流されてくる割合が少なく、恒常的な混合ガスが同地点に流れ込んでいることを示している。このガスはアセチレン濃度が高いことからみて自動車排ガスと思われる。

長浦（M）は前回かなりの高濃度地点であったのに比べて、今回はかなりの低濃度地点となっている。これは工場群からの排出量が遙減したというより調査期間中の気象、特に風向の違いだけと思われる。

データのばらつきを示す変動係数を見るとプロパンの変動係数が他成分に比べて大きく、次いでアセチレンが大きい結果となっている。プロパンの全平均値の変動係数の約90%は前回の値（82.2%）とあまり差はない。この値は以前実施した東京灯標における調査結果³⁾の値（86.8%）と同レベルにあり、比較地点の都心（有楽町）の約18%に比べてかなり高い値である。また、沿岸地

点に比べて内陸地点の方がやや低い値（約60%）となっていること等からみて沿岸地域は大規模発生源からのプロパンの移流の影響を受けているものと思われる。

図1の結果からみると、川崎（E）のi-ブタン、n-ブタンの高濃度が目立っている。表2の結果からも光化学スモッグの発生しない日でも高濃度を示している。濃度の経時変化をみると、午前よりも午後の高濃度を示し、13~14時頃に最高濃度が出現する傾向がある。SW系の風向のときに高濃度が出やすいことからみて、この方向の風上に大きな発生源があることが予想される。鈴木ら⁴⁾の調査結果でも冬季よりも夏季に工場地帯のi-ブタン、n-ブタンの濃度が高いことからみて、川崎（E）のこの採取地点は海陸風の影響を大きく受けてS成分の海風のときに高濃度現象を示すものと思われる。

地理的環境が良く、かなり清浄な地域と思われる鳥ヶ崎（A）は図1からみると今回もまた低汚染レベルの地域とは思えない結果となっている。この地点については前報¹⁾でも考察したが、遠距離の高層突からの排ガスが近隣の発生源の影響を受けているものと思われる。

図1右下の経日変化の平均値グラフからみるとエチレン、プロパンが類似パターンを示しているが、他成分はス

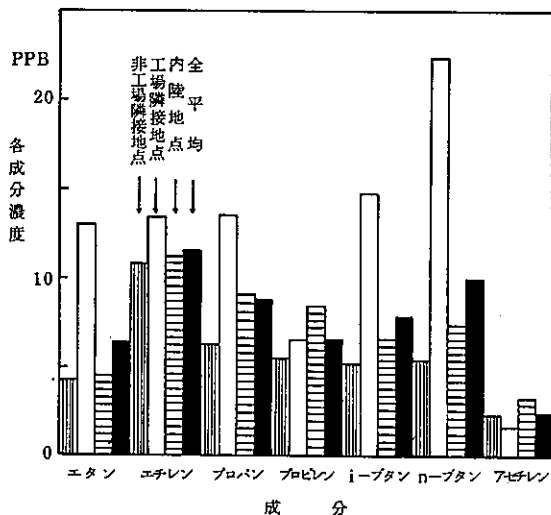


図2 成分別、地点別濃度の比較(1984年)

モッグの強弱(8月1日, 3日はやや弱い)にもかかわらず同じ濃度レベルを示しているのが特徴的である。

以上の結果から地点を3区分に分類して比較したのが図2である。工場隣接地点が全体的に他地点に比べて高濃度であるが、プロピレン、アセチレン濃度は内陸部が高濃度となっている。エチレンは各地点とも同じ濃度レベルを示している。今回は長浦(M)が全成分にわたって濃度が低かったため工場隣接地点の平均濃度値を下げる結果となった。

C₂, C₃の4成分についての2カ年の平均値をみると(表3), エタン5.4ppb(変動係数58.0%), エチレン12.8ppb(同69.5%), プロパン8.5ppb(同92.1%), プロ

ピレン5.4ppb(同53.3%)で、C₂/C₂比は2.37, C₃/C₃比は0.64である。エチレン濃度が高く、大気中におけるプロパン濃度の変動が大きい結果となっている。

次に、各成分の調査期間中(5日間)の最高濃度をみるとエタン41.0ppb(L), エチレン67.1ppb(L), プロパン324.7ppb(Q), プロピレン43.2ppb(E), i-ブタン146.8ppb(E), n-ブタン258.7ppb(E), アセチレン19.7ppb(B)であった。調査期間中で最高濃度の出現回数が最も多いのは8月7日であった。この日は調査期間中最もスモッグが強く、早朝の沿岸部は無風に近く、午前9時には上空300~800mに等温層があり気層が安定していた。そのため、8月7日の最高濃度は9~11時に多く出現した。

4 考察

各地点における各成分間の関係をみると図3のようになる。円内の結線は各成分間の相関係数を有意水準1%で検定した“高度に有意”なことを表わしている。これをみると、各成分全体にわたって相関のある地点とそうでない地点との差が明瞭である。各成分の結線の多い(つまり相関のある組み合わせの多い)地点は、上空調査結果に基づいて須山ら⁵⁾が述べているように、発生源から排出したガスが均質化した状態で採取地点に移流したためである。逆に結線の少ない(相関のある組み合わせの少ない)地点では概して高濃度の特定成分気塊の移流により相関性が下がり、この特異的高濃度を除外すると相関はよくなる。このことは、発生源の遠近は判断できないがそ

表3 4成分の分類別経年比較

		'83	'84	通年	通年CV%	通年比
エタン	非工場	5.2	4.3	4.8	53.5	
"	工場	6.8	6.8	6.8	67.6	
"	全平均	5.6	5.2	5.4	58.0	(C ₂ /C ₂ 比)
エチレン	非工場	13.3	10.8	12.1	68.7	2.52
"	工場	15.6	13.4	14.5	70.8	2.13
"	全平均	13.9	11.6	12.8	69.5	2.37
プロパン	非工場	7.1	6.3	6.7	88.2	
"	工場	11.2	13.5	12.4	99.9	
"	全平均	8.2	8.7	8.5	92.1	(C ₃ /C ₃ 比)
プロピレン	非工場	4.4	5.7	5.1	50.9	0.76
"	工場	5.9	6.5	6.2	58.8	0.50
"	全平均	4.8	6.0	5.4	53.3	0.64

CV%: 変動係数(%), 非工場: 非工場隣接地点
工場: 工場隣接地点

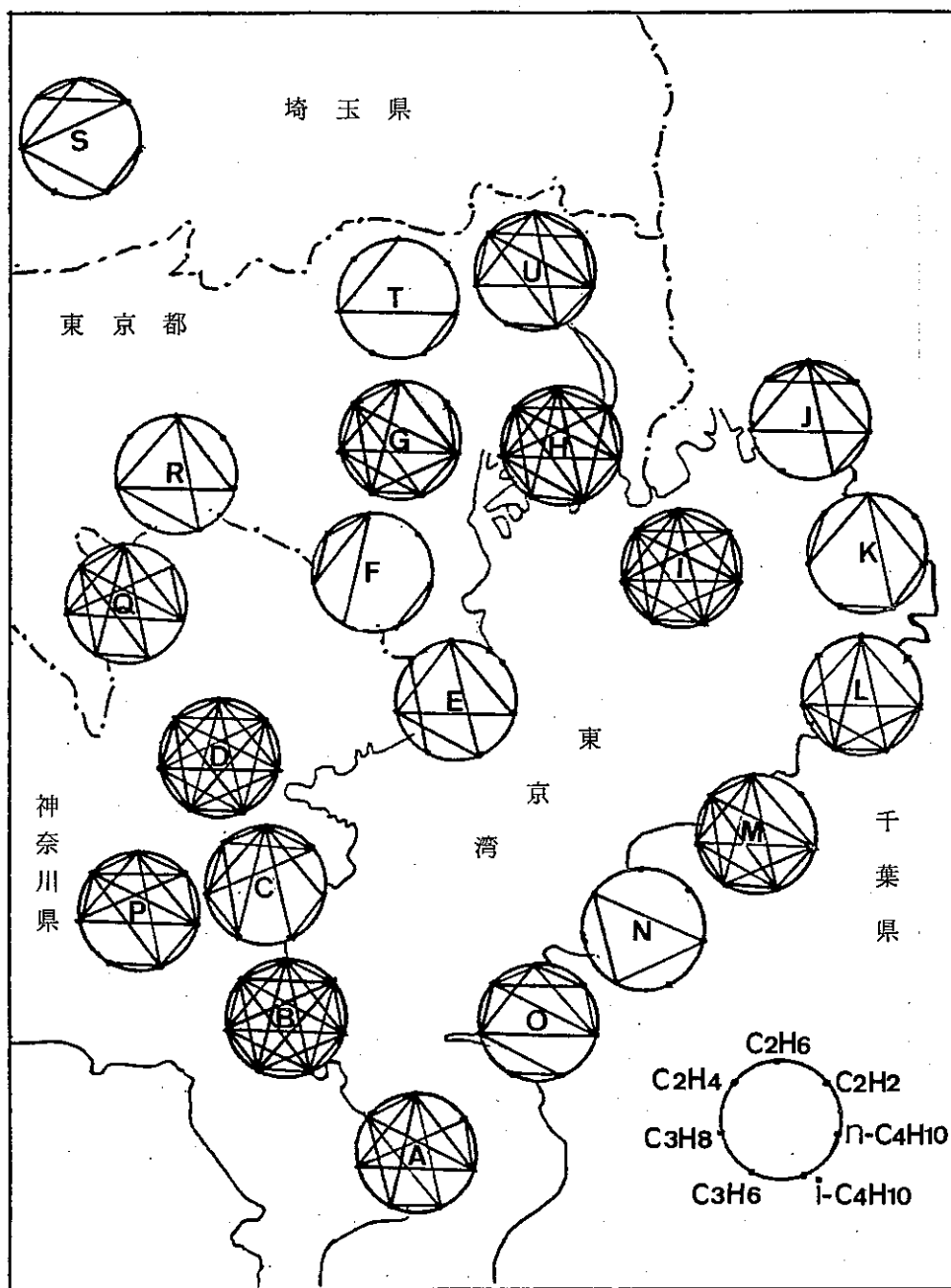


図3 各地点における各成分の関連 (1984年)

(円内の結線は各成分間の相関係数を有意水準1%で検定して有意なことを示す。)

の地点は異質の気塊の影響を受けていることを示している。このことと、調査結果の項で述べたことを踏まえて、各地点の炭化水素成分からみた汚染レベルの位置づけを、以下に述べるような星座グラフを用いて試みた。

星座グラフは多変量の一つ一つをベクトルで表わし、ベクトルをつなぎ合わせて最終的に一つの星とする。星と原点を結ぶ半径が短かいほど用いたデータのバラツキが大きく、星と原点を結ぶ方向が汚染の程度を示す。このことから星座グラフはデータ全体の特徴を示すと同時に、そのデータ全体の中の個々（各採取地点）の位置づけが表現できる。この星座グラフを用いて大気汚染物質の実態把握を行なった例が脇本⁶⁾によって報告されている。

そこで各ベクトル（各成分）に重みづけをして各地点間のグループ分けを行なった。いろいろ重みの値を変え、エタン0.02、エチレン0.02、プロパン0.25、プロピレン0.02、i-ブタン0.02、n-ブタン0.26、アセチレン0.41の重みづけにしたとき図4の星座グラフが得られた。用いたデータは表1の各地点の平均濃度値である。

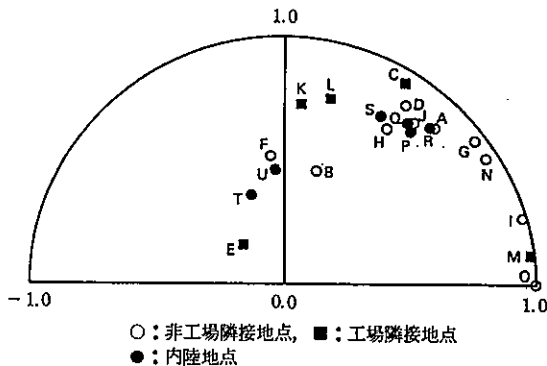


図4 各地点の汚染レベル(1984年)

図から、全地点中最も汚染レベルの低いのは右端に位置しているO(富津)である。逆に汚染レベルの最も高いのは左下にあるE(川崎)である。これは表1、図2からみても妥当な所である。B(金沢八景)、F(品川)、T(板橋)、U(足立)、K(千葉)、L(市原)の汚染レベルは類似しているが、このうちB、F、T、Uは自動車排ガスの影響を強く受けている地点で、全地点の中でも汚染レベルの高い結果となっている。K、Lは工場隣接地点で汚染レベルは類似していても、その地点の

濃度変動が大きいことを示している。

このグラフの重みの値をみると、プロパン、n-ブタン、アセチレンの値が大きい。これはプロパン、n-ブタンは工業地帯、アセチレンは自動車から多く排出されている⁷⁾ことから7成分中これらの炭化水素成分の汚染への寄与がかなり大きいことが考えられる。

さらに他の地点をみるとA(鳥ヶ崎)、C(磯子)、D(横浜)、H(江東)、J(船橋)、P(戸塚)、Q(町田)、R(調布)、S(狭山)が一群を形成している。この一群は全体の中で中汚染レベルに位置づけられている。この中でD、H、J、P、Q、Rは採取環境からみて妥当と見なせるが、AとSについては図中のI、Mあたりに位置してもよいと思われる清浄な環境である。A地点については、前報¹⁾及び前項の調査結果でも述べたとおり同地点に何らかの汚染源の影響を受けている結果と思われる。C地点は採取環境からみてもっと高汚染レベルと思われたが、結果からみると中汚染レベルである。一方、S地点はn-ブタン、アセチレンの両方がやや高濃度(表1、図2)を示していることから、田園地帯という採取地点にもかかわらず見た目以上に工場、自動車等の混合された影響を受けていることが考えられる。M地点は既述のように、前回の調査に比べ今回は非常に低濃度の結果であったため、I(浦安)地点と同様の低汚染レベルのグループに位置している。G(港)、N(木更津)は陸の端に位置する採取地点という環境から類似な位置づけになっている。

以上のことから、採取地点の環境条件と測定結果を考慮しながら、各地点の汚染レベルを把握すること、そして星座グループに入らない(あるいは入っている)地点について、その汚染原因を考察すること等に星座グラフが有効と思われる。

5 まとめ

光化学スモッグ発生日の東京湾岸周辺及び内陸部の21カ所で測定した7成分の炭化水素から次のことが明らかになった。

(1) 調査期間中(4日間)の各成分の炭化水素平均濃度は、エタン5.0 ppb、エチレン11.5 ppb、プロパン8.2 ppb、プロピレン6.6 ppb、i-ブタン7.9 ppb、n-ブタン10.0 ppb、アセチレン2.4 ppbで、前回と同様エチレンが高濃度であった。

(2) 工場隣接地点, 非工場隣接地点, 内陸地点の3区分に分類した結果では工場隣接地点が全体的に高濃度汚染を示しているが, プロピレン, アセチレンは内陸部の方が高濃度を示した。さらに変動係数をみると内陸部の方が全体的に低く, 工場隣接地点の方が高い。工場隣接地点は工場からの特異成分の影響を受けやすいことが裏付けられた。

(3) 各地点の各成分間の相関をとった結果, 異質の気塊が流れ込む地点は成分間の相関が低いことがわかった。

(4) 21カ所7成分の炭化水素の測定結果より星座グラフを用いて, 各地点の汚染レベルの位置づけを試みた。その結果, 今回の調査では, 総合的に最も低い汚染レベルは富津で, 最も高い汚染レベルは川崎であった。その他中汚染地域, 自動車排ガスの影響を受けやすい地域等いくつかの特徴的な分類ができ, この種の汚染の実態把握に星座グラフが有効であることが確認できた。

(5) 2年間にわたる本調査から, 光化学スモッグ生成の原因物質の一つである炭化水素が沿岸部の工場地帯からかなり排出されていることがわかった。この沿岸部からの大量の排ガスが東京湾に流れ込み, 光化学スモッグ生成反応の初期気塊の一翼をになっていることからみて, 光化学スモッグを抑制するために大規模発生源の排出量の削減は重要な問題である。また, 湾岸の都県及び国が東京湾の汚染構造解明のために, この種の総合調査を協力しあって進めることが必要である。

おわりに

本調査は千葉県公害研究所と一部協同で実施したものであることを付記しておく。

本調査にあたって, 東京都港湾局13号地換気所, 横浜市公害研究所, 木更津市役所の関係各位及び当研究所大気部職員に多大な協力を載き深謝します。

参 考 文 献

- 1) 早福正孝 他: 東京湾周辺における気流・汚染物質調査 — 炭化水素成分 —, 東京都公害研究所年報, P. 47(1985)
- 2) 宇田川満 他: 東京湾周辺における気流・汚染物質調査 — トレーサー実験(Ⅱ) —, 本年報
- 3) 早福正孝 他: 東京湾上における大気汚染調査 — 第二報 — 炭化水素成分について —, 東京都公害研究所年報, P. 54(1983)
- 4) 鈴木茂 他: 川崎市における環境中の炭化水素調査結果(第二報), 川崎市公害研究所年報, P. 35(1980)
- 5) 須山芳明 他: 関東南部地域上空における成分別炭化水素の挙動, 国立公害研究所研究報告, No. 72(1985)
- 6) 脇本和昌 他: パソコン統計解析ハンドブック(I), 共立出版, (1984)
- 7) 南関東地域における光化学大気汚染に関する総合調査報告書, 横浜市公害研究所, (1983)