

東京およびその周辺の最大混合層高度と東京における 相対汚染濃度と亜硫酸ガス濃度との関係*

杉 浦 茂**

1. はしがき

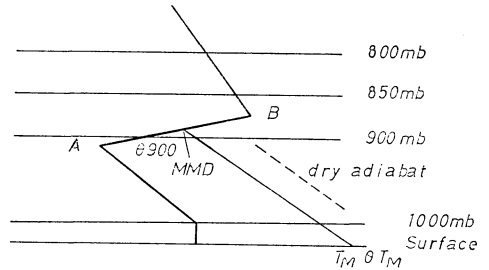
Miller-Holzworth¹⁾ は面汚染源の拡散方程式から、移送風速と混合層高度から都市の大きさによって異なる相対汚染濃度 (RP: average relative concentration, relative pollution の略) を求めた。汚染源が都市に一樣に分布していると仮定し、汚染源の単位時間の排出量がわかれば相対汚染濃度から都市の平均の汚染量が求められる形となっている。この相対汚染濃度が実際にどの程度汚染予想に使えるものであるか、また相対汚染濃度と亜硫酸ガスの実際の濃度との関係が年々どう変わってきているかを調べるのをこの調査の主目的とした。また最大混合層高度 (MMD: max. mixing depth の略) の調査も合わせて行なった。これらに関する一部の調査はすでに行なった²⁾³⁾⁴⁾ が、今回の調査は期間が長く、且つ MMD の算出を全て電子計算機で行なったのが特徴である。

結果は相対汚染濃度の予報への利用性については前回の調査と同じく冬期においてはかなり利用度が高いものと思われる結果を得た。RP と実際の亜硫酸ガスの濃度との関係の経年変化からは主に昭和42年と昭和44年の冬期の結果から汚染源濃度が近年低くなってきていると推測される。これは東京における年10回程度の亜硫酸ガススモッグ注意報発令が昭和46年から47年にかけて丸一年間注意報が出なかったという記録と、この二三年亜硫酸ガスの年平均濃度が低くなってきていること等を考え合せると、自治体の規制措置とか汚染源に於ける脱硫装置等の進歩等が関係していると推察される。

MMD に関しては冬にかなり高く夏に割合低い値が得られた。また年によってかなり差のある結果が得られた。

2. 調査方法

この調査に用いた資料は次の通りである。最大混合層高度 (MMD) は 1965 年から 1970 年までの 6 カ年の



$$MMD = H_{900} + (H_{850} - 900) \times \frac{P_{900} - P_B}{P_{900} - P_{850}} \times \frac{\theta_{TM} - \theta_{900}}{\theta_B - \theta_{900}}$$

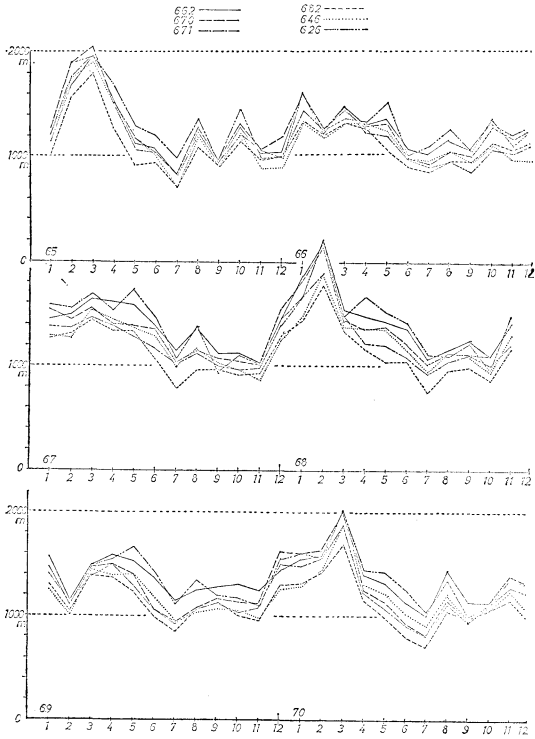
第1図 最大混合層高度 (MMD) を求める図
H: 高度 m, P: 気圧 mb, θ : 温位 °C,
 T_M : 最高気温

Aerological Data の館野の値と月報による東京 (662), 横浜 (670), 羽田 (671), 千葉 (682), 館野 (646), 熊谷 (626), の 6 カ所の最高気温を用いた。また相対汚染濃度 (RP) を求めるために東京の日平均地上風速を用いた。またこれらの値と比較する実況値として東京都庁発行の亜硫酸ガス測定記録報告を用いた。相対汚染濃度は風速 1 m/sec 毎, MMD を 0~500, 501~1000, 1001m以上というふうに細かく分けて各領域で 3 元 1 次方程式を求め (直線関係を求めるため) これを電子計算機にかけて計算を行なったものである。なお MMD 高度も電子計算機で自動的に計算を行なった。この際、各高度 (指定, 特異点) の温位を求め、地上最高気温の温位を内挿して MMD を求めたが、超断熱になっている場合がかなりあった (高度の低い所の温位が高い所の温位より高い)。これらは適当な修正を行なって計算を行なった。(第1図)

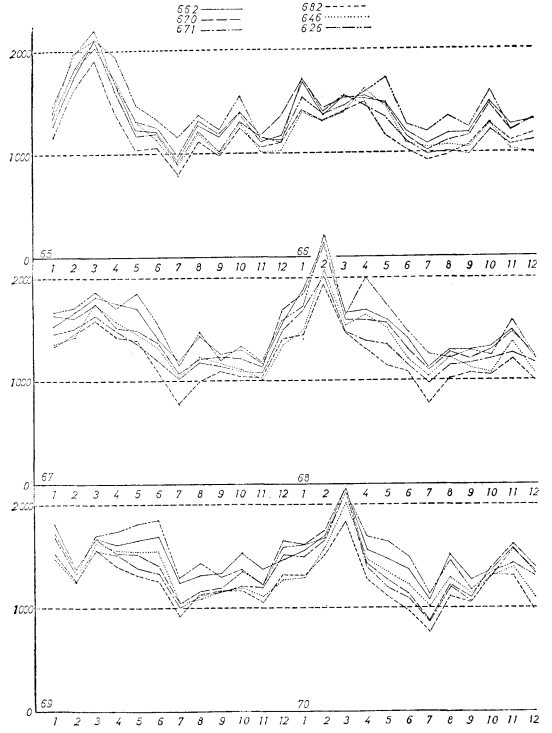
また、これらの調査は日曜日、祭日、雨の降った日は原則的に汚染源強度が低いと想定して除いて調査を行なった。また雨の降った日の定義として 6 時から 18 時まで東京で 0.5mm 以上降った日を決めたが、これは経験

* Max. Mixing Depth at Tokyo and its Surroundings and Correlation between Relative Concentration and SO_2 at Tokyo.

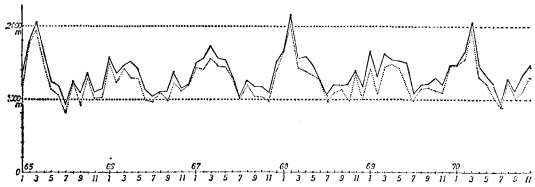
** S. Sugiura: 気象庁予報課大気汚染気象センター
—1972年 9月12日受理—



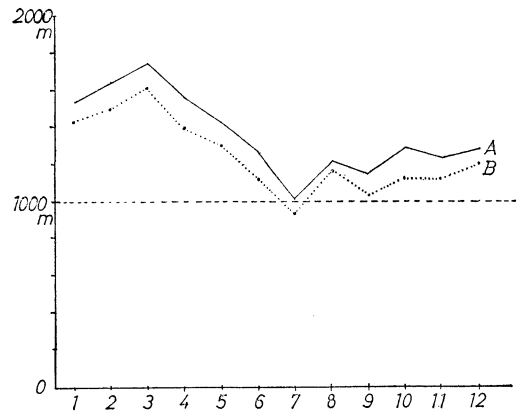
第 2 図 関東地方 6 地点の MMD の月変化図



第 3 図 関東地方 6 地点の MMD の月変化図ただし日中（6時から18時）に0.5mm以上の降雨のあった日を除く



第 4 図 関東地方 6 地点の MMD 平均高度の月別変化図。実線は雨の日を除く、点線は全部の日について。



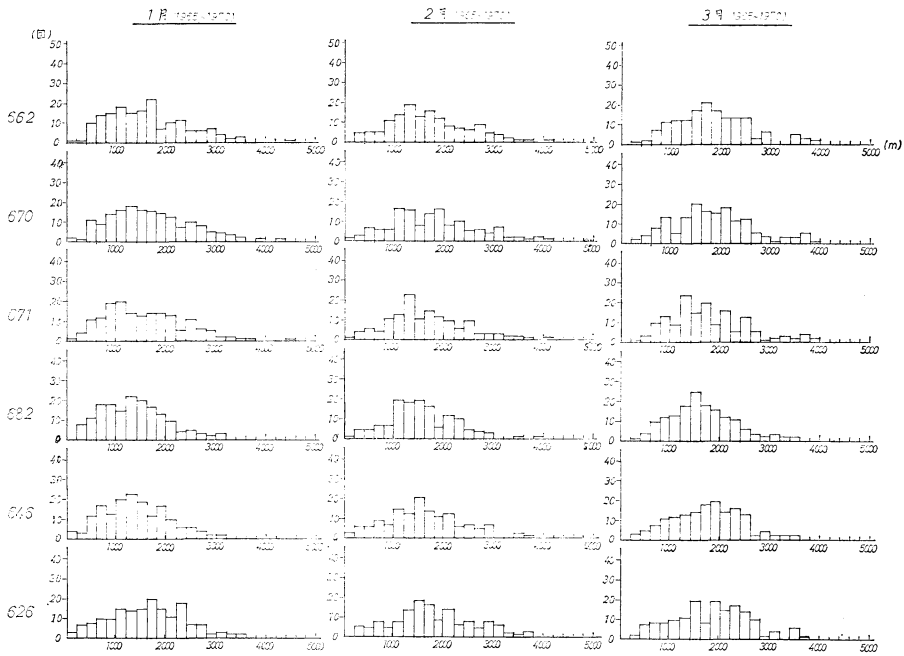
第 5 図 関東地方 6 地点の月別平均値。実線は雨の日を除く、点線は全部の日について。縦軸：MMD 横軸：月

的に雨による清浄効果があったと考えたためである。

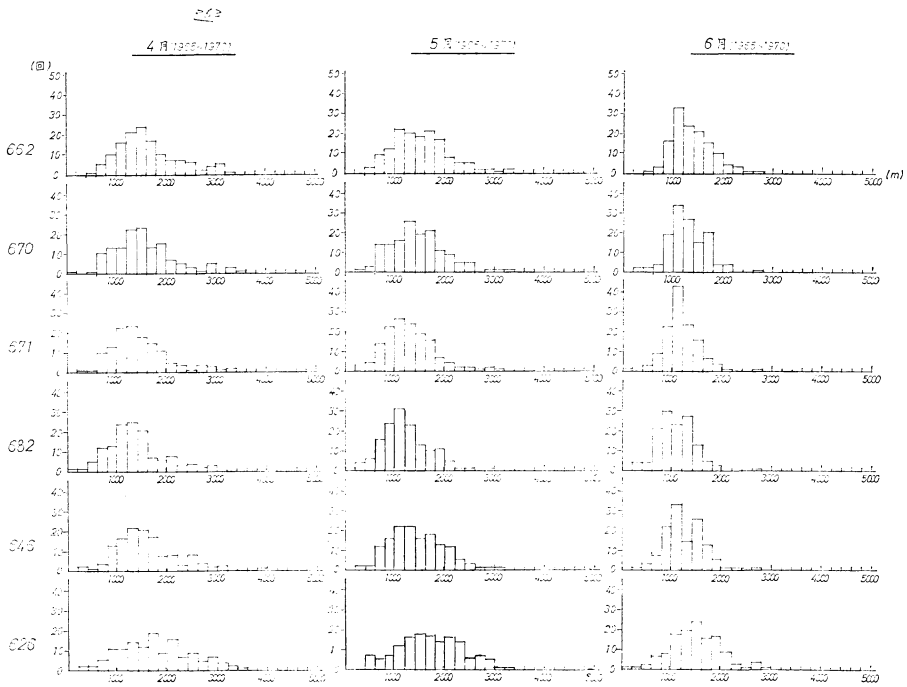
3. 関東 6 地点の混合層高度の月平均値の変化および地点別頻度分布

東京・横浜・羽田・千葉・館野・熊谷の 6 地点の MMD の毎日の値を 1965 年 1 月から 1970 年 12 月までの 6 年間について求めた。年間を通じ内陸山沿いに近い熊谷が最も高く、海岸にある千葉が最も低くなっている。原因としては日中内陸では昇温して最高気温が上がることに南岸沿いに前線、低気圧があった場合南ほど雲が出やすくして気温が上がらないことが考えられる。経年変化をみ

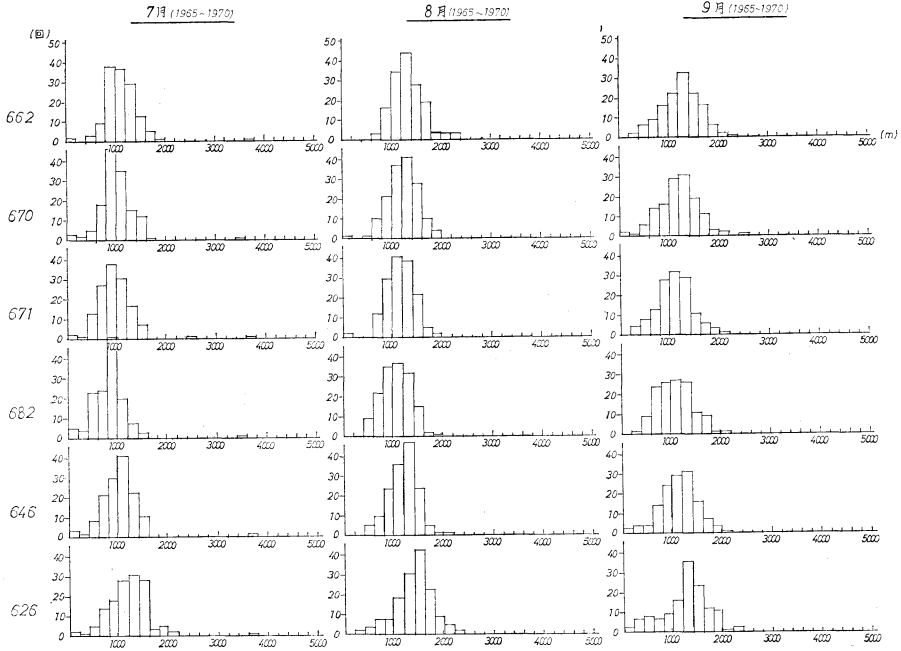
ると、1965 年 3 月、1968 年 2 月、1970 年 3 月には平均 2000m を越える高さであったが、1967 年にはこのピークがあらわれなかった。なお 1967 年の冬は汚染が高かった（第 2



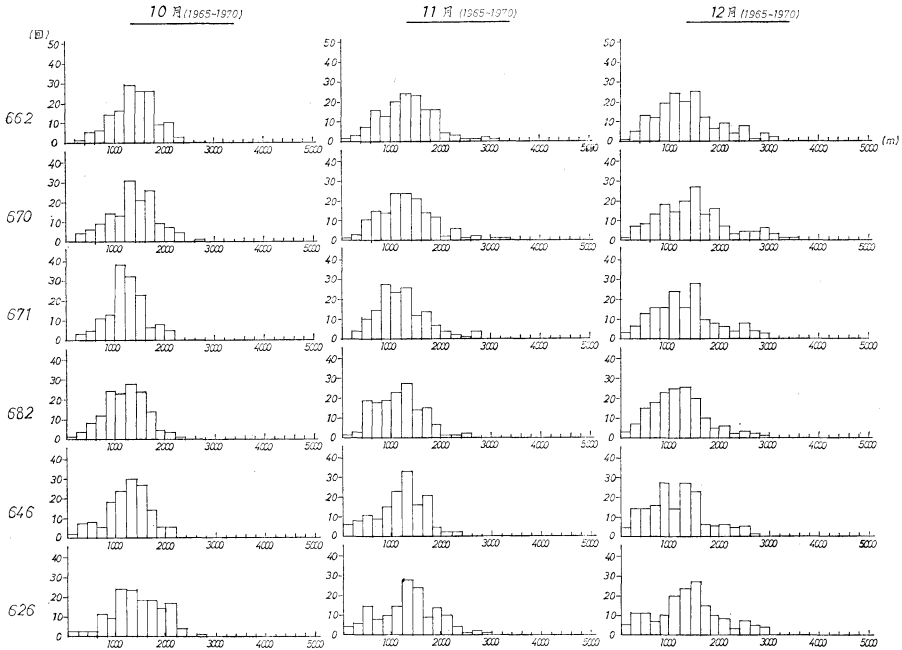
第 6 図 A



第 6 図 B



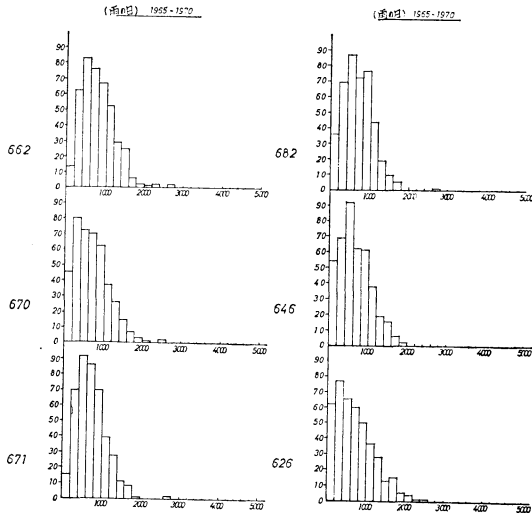
第6図C



第6図D 関東地方6地点のMMD月別頻度分布図，統計期間は1965～1970年までの6年間（ただし雨の日を除く）

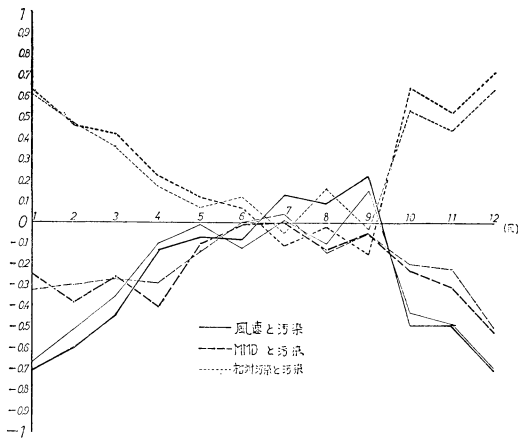
縦軸：頻度 横軸：MMD 単位 m

地点は662（東京），670（横浜），671（羽田），682（千葉），646（館野），626（熊谷）



第7図 関東地方6地点の雨の日の MMD 頻度分布図

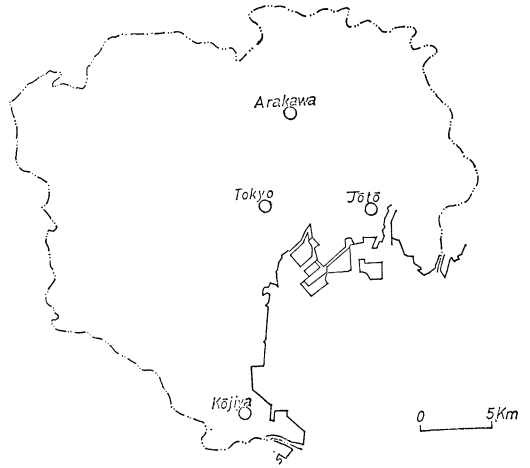
統計期間は1965~1970までの6カ年間
 縦軸：頻度
 横軸：MMD 単位 m
 地点は662(東京), 670(横浜), 671(羽田), 682(千葉), 646(館野), 626(熊谷)



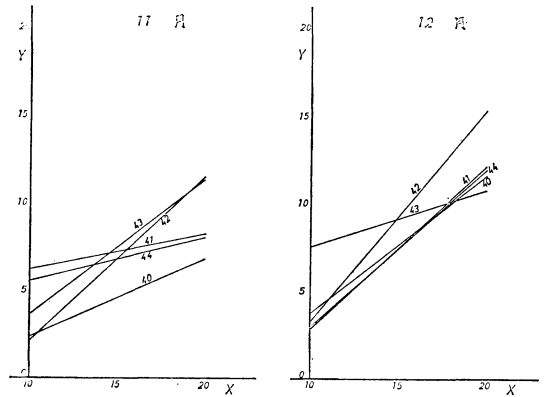
第9図 風速, MMD, RP と汚染との相関係数の月別変化図.

縦軸：相関係数 横軸：月
 (太線, 細線は第2表, 第3表参照)

図全部の日について), 雨の日(日中0.5mm以上降った日)を除いた日の平均値と較べてみると50mから200mの差があった(第3図). 次に6地点を平均したものを示す(第4図). また6カ年6カ所の月別の全平均値をとってみると(第5図), 3月が最も高く1,700mを越え,



第8図 東京都内の1965年からの亜硫酸ガス観測点



第10図 東京における RP と SO₂ との関係.
 縦軸：亜硫酸ガスの値 単位 pphm
 横軸：RP

7月が最も低く1,000m位の高さであった.

次に各地点の月別の頻度(第6図)をみると1, 2, 3月は分布がかなり高い所まで拡がり3,000mを越えるMMDをかなり観測し最高4,600mまで達している.

ついでに雨の日のMMD分布も示した. 雨の日の頻度分布のピークは400~600mの間にあった(第7図). なお参考のため第5図の値を第1表に示す.

4. 東京における相対汚染濃度と実測値との比較

Miller-Holzworth 相対汚染濃度(RP)と実測値(東京都庁前, 糀谷, 城東, 荒川の4地点の亜硫酸ガスの日平均値の算術平均を用いた)との比較を行った(第8図). RPを求める際に求めた東京管区気象台の日平均風速と

第1表 関東6地点の6カ年のMMDの月平均値表。全部の日について

年 月	1965	1966	1967	1968	1969	1970	平均
1	1173	1495	1425	1658	1419	1480	1442
2	1764	1233	1407	2022	1080	1543	1508
3	1942	1408	1556	1431	1443	1937	1620
4	1505	1298	1457	1382	1482	1301	1404
5	1172	1291	1440	1328	1423	1202	1309
6	1057	998	1292	1261	1186	1019	1136
7	817	967	1009	975	987	885	940
8	1231	1082	1194	1090	1141	1227	1161
9	922	984	1033	1131	1166	1009	1041
10	1278	1225	1025	997	1119	1102	1124
11	1003	1104	972	1331	1084	1308	1134
12	1025	1194	1041	976	1453	1182	1205
平均	1240	1189	1267	1298	1249	1266	1252

雨の日(日中6hから18hまで0.5mm以上の降雨のあった日)を除く。

年 月	1965	1966	1967	1968	1969	1970	平均
1	1315	1574	1501	1675	1651	1480	1543
2	1816	1361	1565	2176	1317	1648	1647
3	2071	1478	1732	1562	1628	2073	1757
4	1667	1537	1576	1599	1555	1465	1567
5	1255	1436	1543	1479	1537	1340	1432
6	1191	1145	1320	1269	1512	1215	1275
7	938	1045	1036	1042	1086	951	1016
8	1244	1118	1253	1193	1206	1297	1219
9	1091	1116	1181	1194	1219	1132	1156
10	1360	1389	1180	1202	1305	1342	1296
11	1106	1151	1098	1396	1202	1482	1239
12	1150	1215	1516	1160	1470	1248	1293
平均	1350	1297	1380	1412	1391	1389	1370

MMDをあわせて比較した。まずこれらの相関係数及び回帰直線を求めた。これを第9図および第2、第3表に示す。汚染(実測値と相対汚染(RP))、風速、MMDとの間の関係は冬期においてはかなりよく相関係数±0.70以上がかなりあったが夏季においては殆んどなかった(第4表)。風速とMMDの汚染との関係はともに逆相関ではあるが風速の方がよくときには風速がRPよりよかった場合もあった。なおこれらの関係を求める際には日曜、祭日、雨の日(日中0.5mm以上の雨の降った日を除いた。相関係数の有意性については、標本の数

第2表 風速と汚染、MMDと汚染、RPと汚染の相関係数(月別に5カ年間の値を平均したもの)

月	風速と汚染	MMDと汚染	RPと汚染
1	-0.71	-0.25	+0.71
2	-0.60	-0.38	+0.46
3	-0.44	-0.26	+0.42
4	-0.13	-0.40	+0.22
5	-0.07	-0.10	+0.12
6	-0.08	-0.01	+0.07
7	+0.13	-0.00	-0.11
8	+0.09	-0.13	-0.02
9	+0.22	-0.05	-0.15
10	-0.49	-0.23	+0.64
11	-0.49	-0.31	+0.52
12	-0.70	-0.52	+0.72

第3表 風速と汚染、MMDと汚染、RPと汚染の相関係数(5カ年の値を月別にまとめたもの)

月	風速と汚染	MMDと汚染	RPと汚染	Y = A + B X	
				A	B
1	-0.67(76)	-0.33(76)	+0.61(76)	-4.53	+0.95
2	-0.51(88)	-0.30(88)	+0.47(88)	-0.39	+0.65
3	-0.35(88)	-0.27(88)	+0.36(88)	-0.67	+0.64
4	-0.10(83)	-0.29(83)	+0.17(83)	+2.59	+0.30
5	-0.01(91)	-0.14(91)	+0.07(91)	+4.04	+0.15
6	-0.12(69)	+0.00(69)	+0.12(69)	+4.13	+0.14
7	+0.01(72)	+0.04(72)	-0.05(72)	+8.00	-0.06
8	-0.10(76)	-0.14(76)	+0.16(76)	+4.77	+0.13
9	+0.15(81)	-0.15(81)	-0.03(81)	+5.62	-0.02
10	-0.43(61)	-0.21(61)	+0.53(61)	-2.52	+0.52
11	-0.48(91)	-0.22(91)	+0.44(91)	+0.75	+0.40
12	-0.69(91)	-0.50(91)	+0.63(91)	-0.06	+0.57

注。(n)は例数、1965~1970年の6カ年の計。日曜日、祭日、雨の日を除く。風速は日平均風速、MMDは最大混合層高度、RPはMiller-Holzworthの相対汚染濃度、汚染は東京都庁前、糞谷、荒川、城東各保健所の計4地点の亜硫酸ガスの日平均値の平均値。Yは汚染、XはRP

から、風速と汚染、RPと汚染の関係については10月から3月までの期間とMMDと汚染については12月が有意性が認められ、MMDと汚染の関係のうち10月、11月、

第4表 相関係数の高かったもの (± 0.8 以上)

年 月	風速と汚染	MMDと汚染	相対汚染と汚染
1970. 1	-0.79	-0.10	○+0.85
1966. 10	-0.79	-0.07	○+0.82
1967. 1	○-0.81	-0.29	+0.72
1966. 12	-0.74	-0.65	○+0.80
1967. 12	-0.78	-0.55	○+0.80

1月, 2月, 3月, 4月は僅かに有意性が認められる関係といえる。

また回帰直線を見ると12月, 1月, 2月では昭和44年, 45年が昭和42年に比しかなり汚染源の少い状態を示し, 8月では逆の傾向を示している。主風向別に分けるとかその他の気象要素も考えなければならぬと考えられるが第一段階の調査としては汚染源の減少があったと考えてもよさそうである(第10図)。

5. あとがき

この調査は地方共同研究として気象研究所桜場応用気

象研究部長, 森口主任研究官の援助を受けた。また斉藤, 久米, 西本, 須田, 藤本各歴代予報課長の指導を頂いた。またプログラミングに関しては電子計算室大滝プログラマー, 山下技術主任の示唆を受けた。製図は市川文夫氏をわづらわした。諸氏に厚く感謝の意を表します。

文 献

- 1) M.E. Miller and G.C. Holzworth (1966): An Atmospheric Diffusion for Metropolitan Areas. Presented at the 59th Annual Meeting, Air Pollution Control Association, San Francisco, California; June 20-24, 1966.
- 2) S. Sugiura (1967): Some Preliminary Studies for Forecasting of High Air Pollution Potential. (to be Published in Geoph. Mag.)
- 3) 杉浦 茂 (1967): 大気汚染気象予報と問題点。昭和42年度東京管区気象台研究会シンポジウム大気汚染気象予報。
- 4) 気象庁予報部 (1969): 大気汚染の気象予報

気象学会大会予稿集について

昭和47年度秋季大会(新潟)の予稿集の残が若干ありますので購入希望者は学会事務局まで、

定価 1部 600円

なお予稿集は従来から予約購入をお願いしております

が今後とも、できるだけ予約して定期購入して下さるようお願いいたします。

講演企画委員会