

大気汚染からみた東京都の気象

大平俊男 中村喜三雄*

Meteorological Conditions of Tokyo Prefecture from the Viewpoint of Air Pollution.

Toshio Odaira Kisao Nakamura*

はじめに

大気汚染現象と気象地形との関係は多くの報告が指摘しているように、気象地形の因子が汚染の度合を左右している。気象条件や地形は、汚染物質を運搬稀釈し、変質変形させ、浄化する作用をもっている。汚染物質は風によって風下に運ばれるとともに、風の乱れのために上下左右に拡散され、清浄な空気と混合し、汚染質濃度は発生源から離れるにしたがい稀釈されていく。これと反対に、発生源から離れたところにある清浄な大気は、運ばれてきた汚染物質によってしだいに汚染されるようになる。また、汚染物質は大気中において光化学反応をうけて変質し、物理的な作用によって変形し、降水による洗浄が行なわれる。

本報告は、昭和43年に東京都内で観測された気象条件を大気汚染の立場から検討したものである。

1. 東京の地勢と気候

東京都は日本列島の東南部に位し、その主部は東経138°58'~136°54'、北緯35°30'~35°53'にあり、ロンドン(西経0°19'、北緯40°46')ニューヨーク(西経43°23'、北緯40°46')よりやや南に、ロスアンゼルス・サンフランシスコ(西経122°23'、北緯37°37')とほぼ同じ緯度である。

都の東方は江戸川の下流をへだてて千葉県に、北方は天目山(1718m)・所沢市・松戸市をつらねる一線で埼玉県に接し、西方は雲取山(2018m)・三頭山(1528m)・生藤山(991m)を結ぶ線で山梨県に接し、和田峠(688m)・小仏峠(590m)の尾根の線と、境川の流れと、町

田市・調布市をつらねる一線と、多摩川の下流とによって神奈川県に接している。南東は東京湾をひかえている。地形は、山地、台地、丘陵、低地および島部の四つ

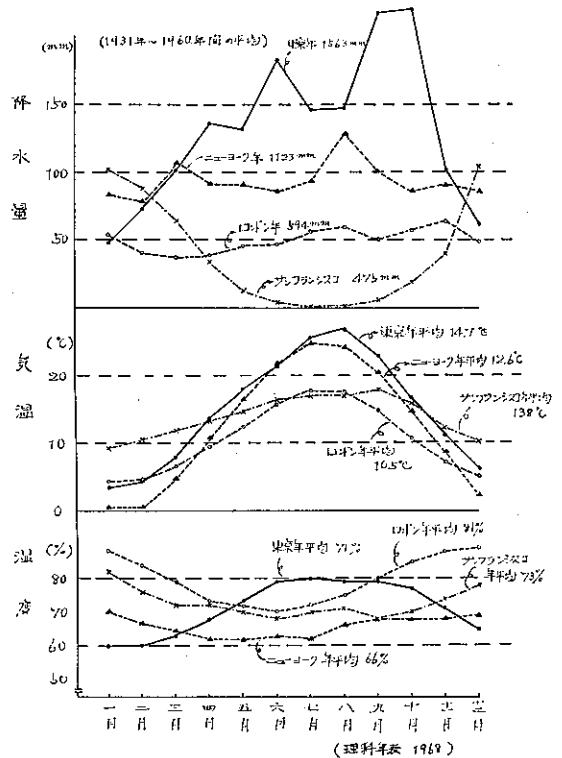


図1 東京都と諸都市における降水量、気温、湿度の比較

*日本気象協会

に分けられる。主部は西の雲取山から東京湾に向かって、徐々に高さを減じている。いわゆる武蔵野台地は南西の多摩川と北東の荒川に囲まれた山地を除く都の主要部を占め商業地・住宅地・農地として使用されている。低地は東京湾沿岸および荒川と江戸川のデルタ地帯で、主として工業地帯として利用され、京葉工業地帯の一部を形成している。

面積は2,026.89km²で、そのうち23区内は569.5km²、島部は296.94km²他は三多摩郡および市部である。大阪府(1810km²)・香川県(1859km²)について都の面積は小さい。

東京の気候は、緯度からみると生活に最も適した温帯に属し、日本の気候区からみると表日本気候を示す。冬はシベリア気団により三国山脈・越後山脈を越え湿度の少ない北ないし北西の風が吹く。夏は小笠原気団におおわれ、高温多湿の南成分の風が吹く。秋春にはオホーツク気団と揚子江気団の影響を受け、オホーツク気団からは冷湿な北東風が吹き、揚子江気団は移動性高気圧となって晴天をもたらす。また6月には梅雨前線の影響を受け、9・10月には台風に見舞われる。

1931年から1960年までの統計¹⁾から、東京都の気温、降水量をニューヨーク・サンフランシスコ・ロンドンなどと比較して示すと図1のようになる。東京の気温は年平均14.7°Cでロンドン・ニューヨーク・サンフランシスコなどよりやや高い。降水量は月平均156.3mmで、ロンドンの約2倍、サンフランシスコの3倍、全世界平均

の約2倍となっている。図でわかるように降水量の最低は1月、最高は10月となっている。

2. 東京のスモッグの特徴

Smogという言葉はSmoke(煙)とFog(霧)とを結び付けてつくられたものであるが、現在では一般にも

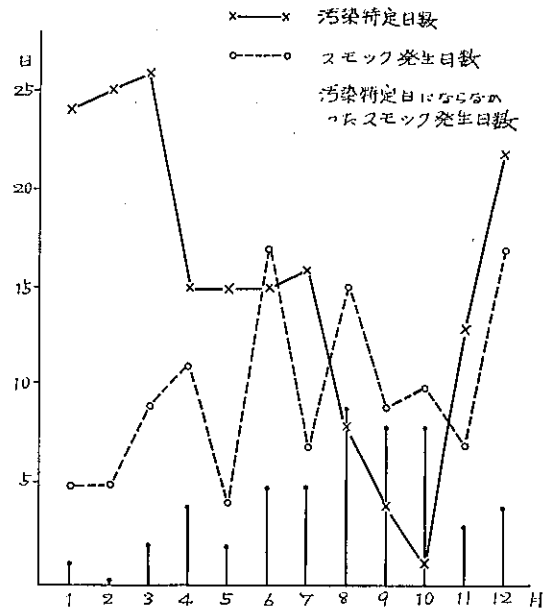


図2 汚染特定日とスモッグ発生日

表1 昭和43年 スモッグ発生状況(都内)

事項		月別	合計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
発生日数	計		116	5	5	9	11	4	17	7	15	9	10	7	17
	煙	霧	28	4		2	3		5		2		1	4	7
	もや、きり		88	1	5	7	8	4	12	7	13	9	9	3	10
発生日数	計		138	6	6	7	15	5	18	9	19	11	11	8	23
	煙	霧	31	4		1	3		7		2		1	4	9
	もや、きり		107	2	6	6	12	5	11	9	17	11	10	4	14
持続延時間	計		414.35	15.45	34.30	18.40	46.25	15.05	34.50	29.35	37.00	37.50	51.50	27.55	65.10
	煙	霧	81.10	10.10		1.50	7.00		8.45		2.15		3.05	14.15	33.50
	もや、きり		333.25	5.35	34.30	16.50	39.25	15.05	26.05	29.35	34.45	37.50	48.45	13.40	31.20
平均持続時間	煙	霧	2.37	2.33		1.50	2.20		1.15		1.08		3.05	3.34	3.46
	もや、きり		3.05	2.48	5.45	2.48	3.17	3.01	2.22	3.17	2.02	3.26	4.53	3.25	2.14

っと広い意味で使われているようだ。例えば霧がなくとも、「もや・煙霧」でも、また大気中に汚染物質が増えた状態でも社会用語として通用している。しかし、ここでは筆者ら²⁾が定義した「都市またはその周辺で発生する視程障害現象で、視程2km以下のもの、ただし、降雨による視程障害は含まない」という現象をスモッグとして取扱うことにする。

2-1 スモッグ発生日数とSO₂濃度の関係

1968年における都内の発生状況は表1に示すとおり116日間、そのうち濃煙霧発生日数は28日間、きり、もやは88日間であった。ここで示すスモッグは前述のとおり悪視程（可視距離2km以下）を基準にしているので、スモッグ発生日には必ずしも大気汚染質の濃度が高いとは限らない。実際に、大気の汚染度合が少ない視程障害現象もしばしば発生している。その一例として、1968年

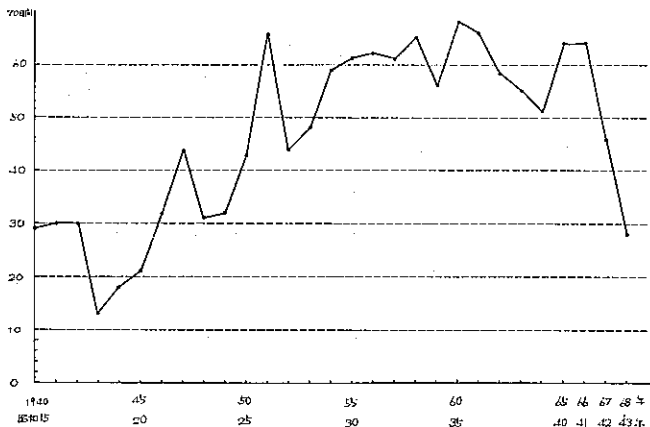


図3 都内における濃煙霧発生日数の終平変化 (気象庁調べ)

都庁前測定所において実測されたSO₂濃度1日平均値0.1ppm以上になった日（以下SO₂高濃度汚染日という）と、スモッグ発生日（煙霧・もや・きりが観測され、視程2km以下になった日）とを数えてみると、図2に示すやうになる。この図からわかるように暖房期（11月～3月）はスモッグとSO₂高濃度汚染日とが比較的一致するが、非暖房期（4月～10月）とくに8月～10月はSO₂汚染を伴わないスモッグが、かなり発生することが注目される。

スモッグ発生状況を季節別にみると、煙霧のもっとも多いのは冬季の11日間で煙霧の年間発生日数の39%に相当する。一方、きり・もやは、夏季が22日間で、きり・もやの年間発生日数の36%に相当し年間の最高を占め、ついで秋春（各々21日間24%、19日間22%）の順で、冬季は16日間18%で最低となっている。これはいうまでもなく、冬は乾そうしているから、もや・きりの発生が少なく、湿気が多い夏季に多いのは当然である。煙霧は東京では乾そうし、暖房などの排煙の多い冬の発生し易いことを示している。

スモッグの持続時間は平均して、煙霧は2時間31分、もや・きりは3時間5分で煙霧の方が短い。この現象は、ここ数年みられない現象である。例えば、1967・66年では煙霧の平均持続時間は各々4時間3分、4時間21分、もや・きりの平均持続時間は各々3時間49分、3時間46分であり³⁾、いずれも煙霧の方が持続時間が長いのが特徴である。

スモッグの持続時間は平均して、煙霧は2時間31分、もや・きりは3時間5分で煙霧の方が短い。この現象は、ここ数年みられない現象である。例えば、1967・66年では煙霧の平均持続時間は各々4時間3分、4時間21分、もや・きりの平均持続時間は各々3時間49分、3時間46分であり³⁾、いずれも煙霧の方が持続時間が長いのが特徴である。

2-2 煙霧発生日数の経年変化

東京都の煙霧発生日数の経年変化は図3に示

表2 濃煙霧発生日数の経年変化

月別	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
年間計	29	30	30	13	18	21	32	44	31	32	43	66	44	48	59	61	62	61	65	56	68	66	58	55	51	64	64	46	28
前年	10	26	20	7	12	47	14	37	26	24	28	44	43	37	45	42	43	45	44	37	42	40	32	38	20	22	33	15	17
12月～2月	5	5	7	1	2	2	3	4	4	4	5	10	5	5	9	11	5	12	11	9	10	12	9	9	9	12	10	11	5
3月～5月	2	1	3	1	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	1	2	6	4	7	2	5	10	11	13	11	7
6月～8月	2	1	3	3	0	0	8	7	3	1	3	8	2	6	6	4	5	8	0	5	10	9	8	12	13	19	9	7	5
9月～11月																													

すように、前年より一段と減少し、1968年の日数は、ほぼ20年前の状態になっている。季節別には表2に示すように、前年12月～2月の冬季における日数は1967年と同じ程度であるが、その他の季節は極端に減少している。

前項の煙霧持続時間が例年になく短いことと共に、発生日数の激減は何か大きな変化があったと考えざるをえない。これには二つの原因が考えられ、一つは煙霧の内容となる黒煙が減少したこと、二つには1968年の気象が煙霧の発生に適当でなかったことである。

(1) 黒煙の減少は表3に示すようにテープエアーサンプラーの透過率による汚れ度合の減少でも裏付けられる。この原因は東京の消費燃料が石炭から石油系のものに切りかえられつつあることと(図4参照)都の行政当局のばいじん規制の効果(表4参照)が現われたものと考えられる。

表3 東京都区内浮遊微粒インデックス減少傾向 %

測定点	年	39	40	41	42	地域
都庁前		19	22	13	9	商業地域
枇谷保健所		19	17	10	12	工業地域
城東保健所		22	20	11	12	同上
都立衛研		8	9	6	6	住宅地域
世田谷保健所		11	9	11.3	6.75	同上
平均		15.8	15.4	10.26	9.15	
指数		100	97.5	63	56	

注：都立衛研は反射率他は透過率(算術平均)

(2) 気象的な原因については、煙霧の発生は、乾そう高温の天候に多く、湿じゅん低温の場合は少ないことが一般にあげられる。図5は1968年の各月の煙霧日数と月平均気温の年平均値よりの偏差を比較したものであるが、煙霧発生の全くない2月、5月、7月、9月の気温は、せいぜい年平均並みかあるいはマイナスであることが注目される。逆に年間最高の発生を示す12月は、月平均気温が平年より4°Cもたかいという異常高温であった。

さらに興味あることは、煙霧日数の激減に対して、もや・きりの発生日数は1967、66年に比べて逆に増加している。このことは、1968年が低温悪天が多かったこと

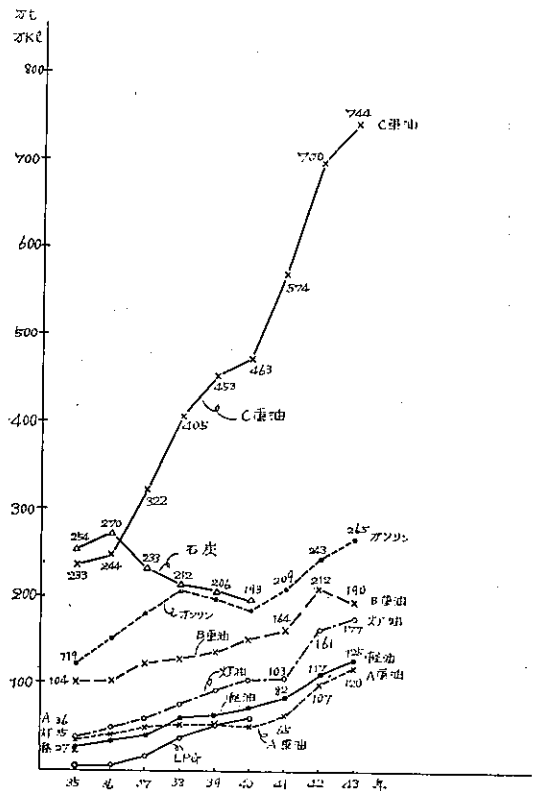


図4 東京都内燃料販売量の傾向

表4 都内主要ばい煙発生施設ダスト捕集量

ばい煙発生施設	ダスト捕集量t/月	処理施設設置費	年次
新東京火力ボイラー 6基	10,180	116,400	昭和31~33年
品川火力ボイラー 3基	4,466	32,500	昭和34~36年
製鋼用電気炉 10//	104	7,100	昭和38年以前を含む
// // 9//	133.2	14,700	昭和39年
// // 12//	420	38,300	昭和40年
// // 11//	253	27,200	昭和41年
// // 2//	430	24,500	昭和42年(5月末)
計	65基	15,986.2	260,700

を意味しており、図5に記入してあるように、2月の寒さ、5月は梅雨空が早くからきたこと、7月は梅雨明け

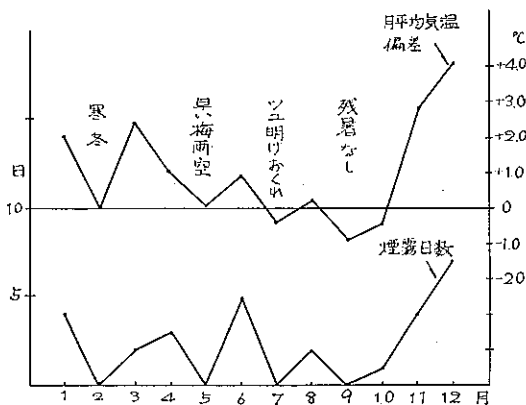


図5 煙霧日数と月平均気温偏差(東京都)

がおくれ、9月はほとんど残暑がみられなかった、という月の特徴にも現われている。このため、煙霧より、もや・きりの発生が多くなり、たまたま悪視程のスモッグが発生したとき、湿度の関係から煙霧でなく、もや・きりと観測される結果となったものと思われる。

以上のように、1968年における煙霧発生日数の減少は、とくに異常な現象ではなく、1960、1961年をピークとして漸減の方向にむかっている事実と、1968年のスモッグが煙霧よりもや・きりに偏っていたことの相乗作用によるものと考えられる。

3. 東京の風

大気汚染に影響を与える気象要素のうち、風はもっとも重要な因子であるが、地上風ならびに高度500m程度

までの摩擦層における風は極めて局地性をもつのが普通である。また東京のような高層建築物が散在する大都市では、高層建築物による気流の乱れが生じ、これらの解析には幾多のむずかしい面をもっている。

ここでは東京都が常時観測を行なっている東京タワー並びに川口NHKタワーのデータからの検討を主として行なう。

3-1 ウィンド・ローズ:

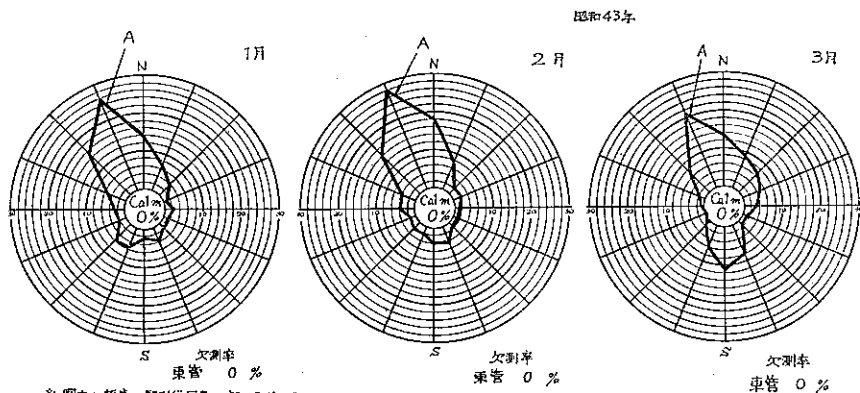
東京タワー107mと東京管区気象台の年間資料により、月別ウィンド・ローズを示すと図6のようになる。1月～3月の東京タワーは測器の修理・取付けのため欠測となっている。

東京タワー107mにおける風向は、4月にはNNWまたはNNEの北よりの風が卓越している。東京付近では年間を通じて北よりの風と南よりの風がほとんどで、東あるいは西よりの風は非常に少ない。これは荒川にそって低地が関東平野の真中を南北に走り、また都心部では西側に台地があるために、南北方向の風が卓越するものである。冬の間は北よりの風が大部分であるが、4月になると移動性高気圧の後面や低気圧の前面で南よりの風が吹くようになり、南よりの風も次第に増加してくる。

5月には南成分の風の割合はさらに増加し、S～SSEが30%に達している。6月～8月の夏期は南よりの風が圧倒的に多いが、詳細にみると梅雨期の6～7月には東よりの成分が多いのに対し、盛夏の8月は大平洋高気圧におおわれ、SWの風が吹くようになる。

9月になるとNE～Eが圧倒的に多くなっているが、

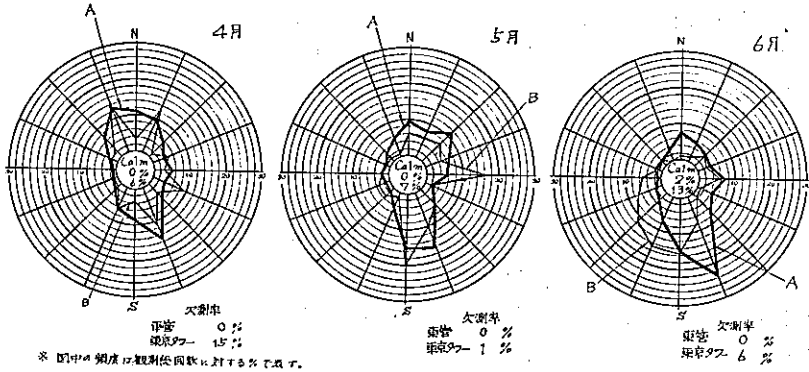
地点 —— 東京管区気象台 (A)



* 图中の頻度は観測回数×100で表す。

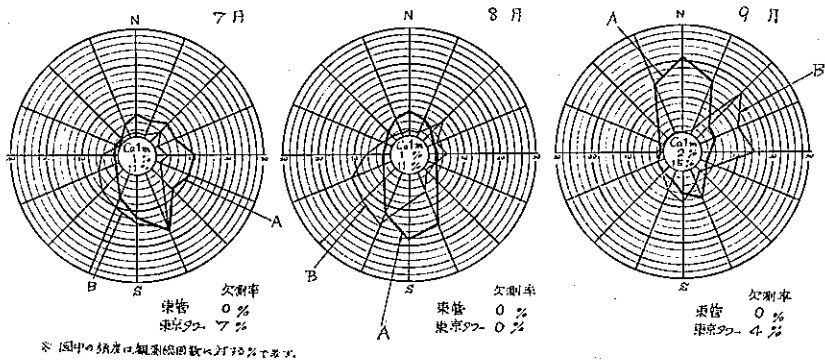
図6 東京都内風配図 (1)

——東京港区気象台 (A)
 ——東京タワー 107m (B)



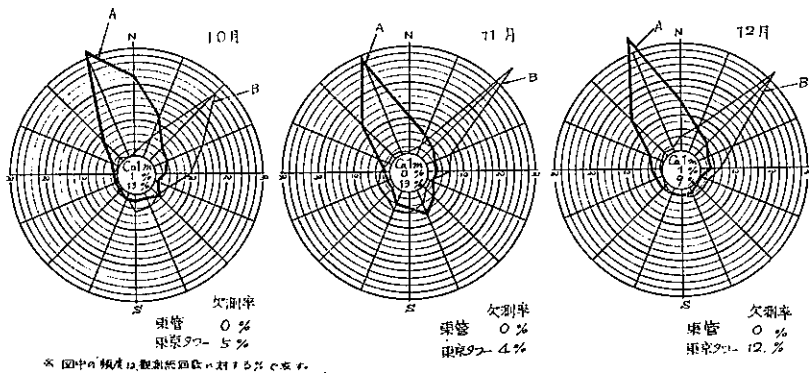
(2)

地点 ——東京港区気象台 (A)
 ——東京タワー 107m (B)



(3)

地点 ——東京港区気象台 (A)
 ——東京タワー 107m (B)



(4)

これはこの年の9月が残暑がなく北高型の気圧配置が多く北東気流が入りやすかったためとみられる。

10月も9月に引き続き秋の長雨型の天気が多かったので、NE風が卓越しているし、11月、12月も10月とほぼ同じ状態が続いている。

しかし、ここで冬季におけるNEの風については少し検討を要する。

図6で東京管区気象台のウィンド・ローズと比較してみると、6月～8月はS～SSEの方向が主となっており、東京タワーのSSE～SWにくらべると風向の変化は小さい。しかし、9月から冬にかけては東管のN～NNWに対し、東京タワーは前述のようにNEの方向に集中している。

東管の観測は高度約50mであり、東京タワー107mとそれほど大きな違いが生ずる原因とは考えられず、また地形的にも約4kmはなれているだけで大差はない。したがって、この風向の差は東京タワー107mにおける風の観測状態に原因するものと考えざるを得ない。東京タワー107mにおける観測点は図7に示すように西側に少し突き出た位置にあるため、北の風は流線のように建物の

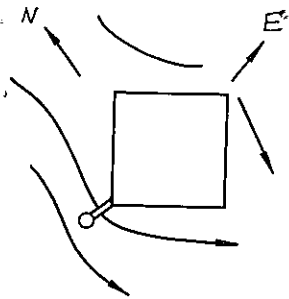


図7 東京タワー107m 風向風速計設置場所

影響を受けて、東よりに曲げられ、北東風と観測されるものであろう⁴⁾。したがって実際の風はもっと北よりに吹いているとみてよい。このことは、川口NHKタワーとの比較においても認められる。

12月の風向は東京タワーのNEに対し、川口NHKタワーはNになっており、東管の観測値とよく符合する。(図8参照)

東京タワー107mと川口NHKタワー180mの資料で、四季別の風向変化図を作成したのが図8である。

春をみると(4月)東京では9時頃までは北よりの風が吹き、10時頃からは南よりの海風が主となっている。図中、小さい黒丸は同時刻に二つの最多風向がある場合で、11時にNEの風がみられる。海風は20時頃には大体弱まり、次第にNEにもどっているが21、23、時にも南

よりの風が残ることが多い。

これに対し、川口での陸風はNNWであり、午前中は幾分東よりになってNNEであるが、海風とみられる南よりの風は13時にならないと吹いてこない。東京にくらべて海風の到達がだいぶ遅れることがわかる。また海風は14時頃から21時頃までで、東京にくらべ南風の流入時間も短い。

夏(7月)には、海陸風の変化は目立たなくなり、SSE～SWの方向が主となる。夜明け頃と夜半まえに西よりの風が入るのが内陸からの陸風とみられる。一方、川口はE～Sの風向で、東京にくらべ風向は平均50°ほど東にずれている。これは図9にみるとおり南よりの風は荒川の低地によって幾分東よりの成分を与えられるためとみられる。

秋(10月)には再びNEの風が多くなり、日中の海風は昼頃数時間あらわれるだけとなる。川口ではNの陸風および日中はNNE～Eの風が卓越している。南よりの海風はほとんどあらわれていないのは、季節的に海風が弱まり、川口まではとどかないとみてよい。

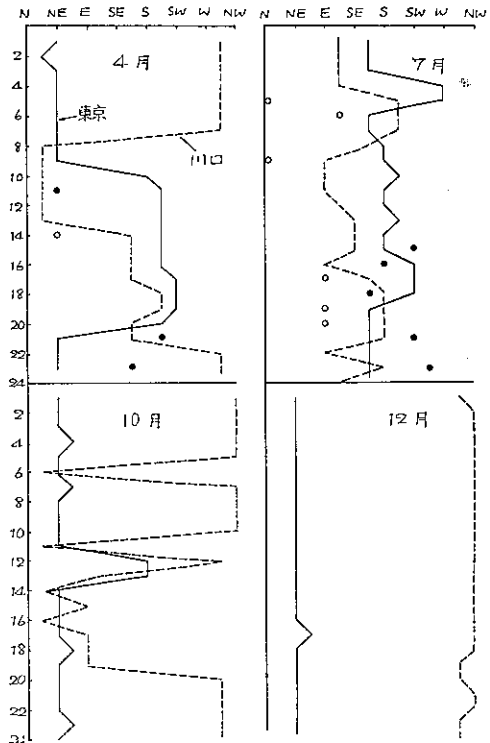


図8 四季別の風向日変化

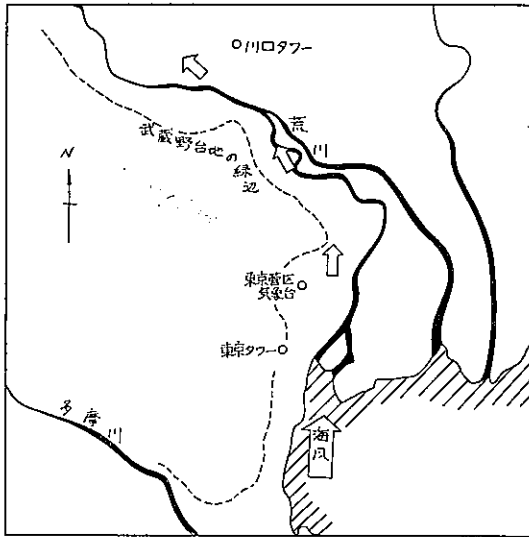


図9 東京の海風進路方向推定図

3-2 SO₂高濃度汚染日と風向頻度

都庁前の SO₂ 測定値が1日平均0.1ppm以上になった日の風向頻度を東京タワー107mの資料から作成したのが図10および表5である。

SO₂高濃度汚染日のウィンド・ローズをみて気が付く

ことは5月～8月を通じてSW方向の風が非常に多いことである。SWを中心にWSW～Sの風は5月63%、6月53%、7月62%、8月51%と、いずれも50%以上を占め、4月においても36%を占めている。

北風の系統では、NEが多く、4月は12%、11月、12月はNEが各々32%を占めている。

南よりの風は、川崎、横浜方面の工場地帯の汚染源からの気流であり、NE風は、江東地区の汚染空気の流入を示すものであろう。

全日数のウィンド・ローズと SO₂ 高濃度汚染日のそれとを比較してみると、4月はSW方向の風は少なく、全般の10%程度だが、SO₂高濃度汚染日にはSWは36%を占めており、この方向の風は都心部の SO₂ 汚染に大きなウエイトをもっていることがわかる。5月～8月にかけては南よりの風の増加に比例して SO₂ 高濃度汚染日数の割合も増加し、冬季のNE風については、SO₂ 高濃度汚染日数の絶対数でも急激に増えている。

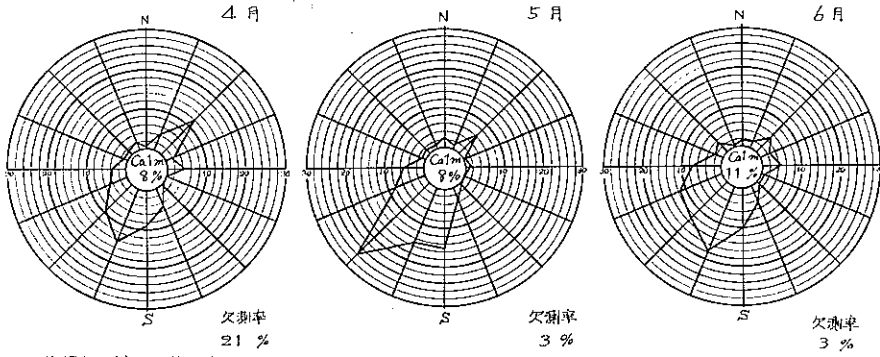
3-3 東京の風速

東京タワー107m および東京管区気象台の風速月別日変化を示すと図11のようになり、東京タワー107mと川口NHKタワー100mの風速月別日変化を示すと図のよ

表5 都庁前 SO₂ 0.1ppm/日以上の日における風向頻度表 (東京タワー107m) 1968年

	N	NNE	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	WNW	NW	NNW	C	欠			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
1																			
2																			
3																			
4	10	15	42	8	19	1	3	17	33	49	32	15	11	2	4	5	27	76	360
5	11	5	25	2	6	0	5	13	55	53	94	26	17	3	5	2	28	10	360
6	3	3	18	12	19	4	5	19	40	64	45	38	24	7	10	1	38	10	360
7	6	4	7	1	1	2	4	38	71	65	58	46	32	2	7	1	35	3	384
8	4	4	15	6	3	1	0	2	11	37	26	26	22	6	2	2	25		192
9	1	2	13	4	9	2	1	5	23	12	4	0	1	0	0	0	9		96
10	0	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13		24
11	2	11	99	30	13	4	2	14	20	23	15	7	4	2	4	3	50	9	312
12	24	41	165	13	34	19	13	9	10	8	2	2	7	4	5	8	52	51	528
合計	52	87	389	139	104	34	33	121	262	313	282	160	118	26	37	23	277	159	2616
	2	3	15	5	4	1	1	5	10	12	11	6	5	1	1	1	11	6	100

地点 —— 東京タワー-107m



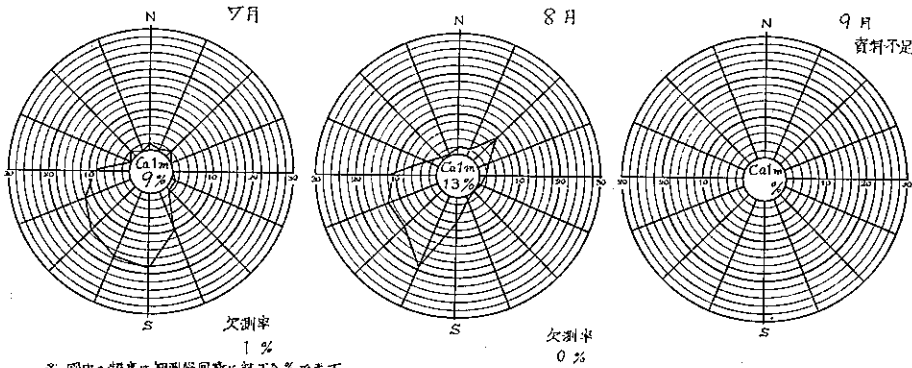
※ 図中の頻度は観測総回数に対する%です。

(1)

図10 都庁前 SO₂ 0.1ppm/日以上 の風配図

地点 —— 東京タワー-107m

昭和 年 月 日 - 昭和 年 月 日

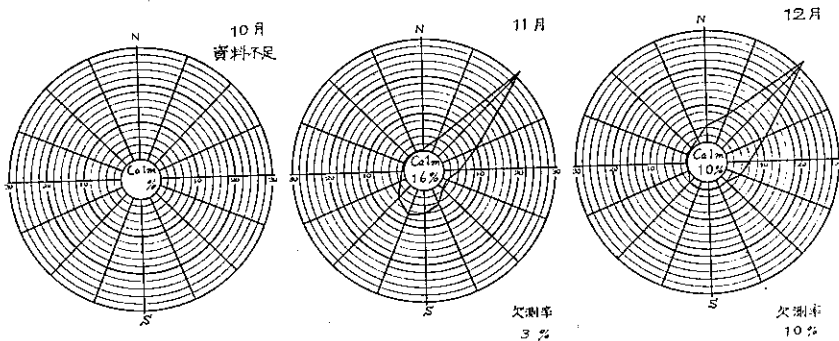


※ 図中の頻度は観測総回数に対する%です。

(2)

特定日の風配図

地点 —— 東京タワー-107m



※ 図中の頻度は観測総回数に対する%です。

(3)

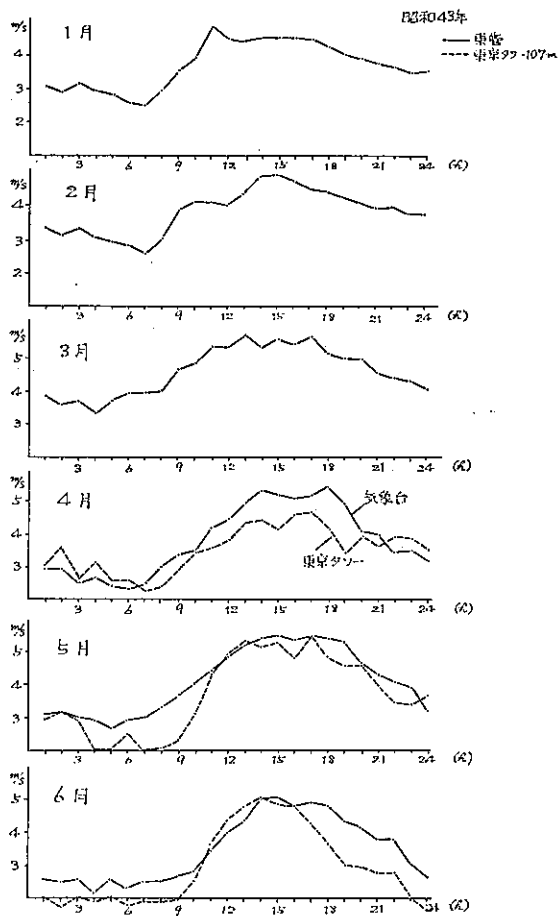


図11~1 東京管区気象台←→東京タワー風速日変化

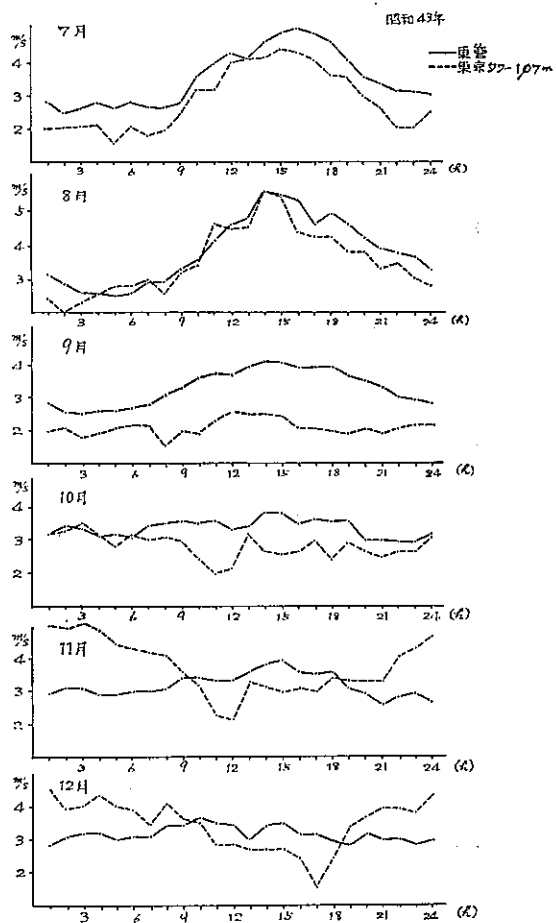


図11~2 東京管区気象台←→東京タワー風速日変化

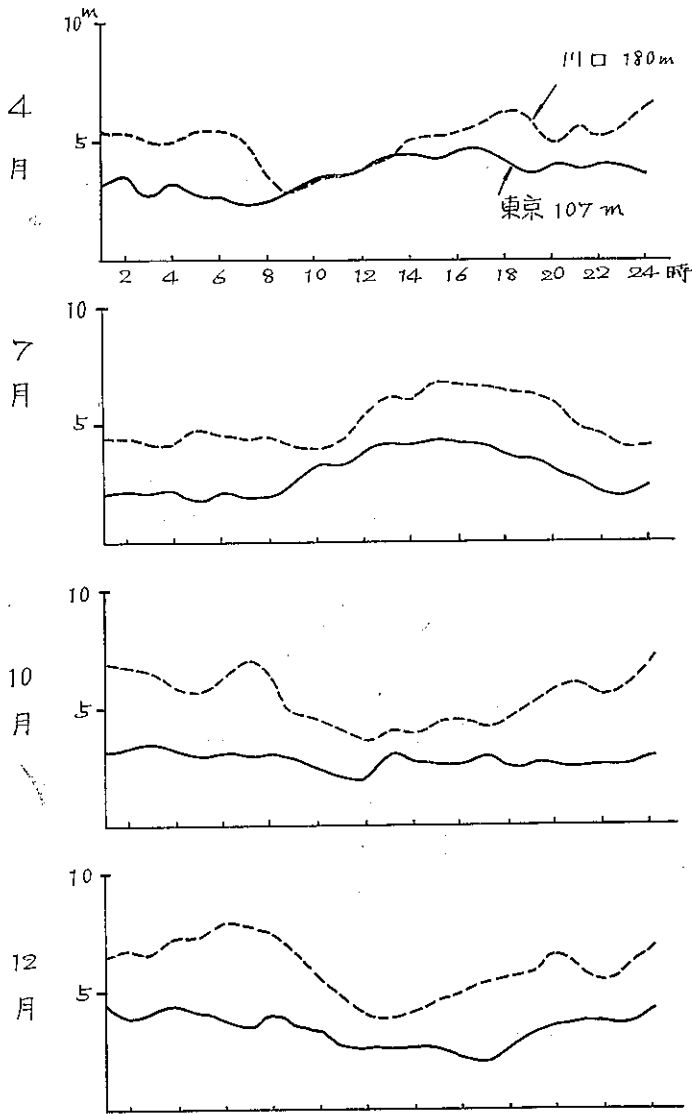


図12 東京と川口の風速日変化

うになる。

1月～3月は欠測のため、東管と比較することができないが、4月から8月にかけては両者ともほぼ同じような変化を示しており、6時頃に最低、15時頃の最高の大きな山を作っている。これと風向の変化をくらべてみると、日中の風速の増大は南よりの海風によるものであり、夜間のよわい風は北よりの陸風によるものであるこ

とがわかる。

ところが9月になると日中の山が明瞭でなくなる。東管の方はまだゆるやかな山を形成しているが、東京タワーでは12時頃によわいピークが認められる程度になる。これは9月から急激に南よりの海風が少なくなっているためで、この傾向は10月になるとさらにはっきりしてくる。そして、11月12月の寒候期には、日中の山型とは反対に、夜間が強くと日中の風が弱い型に変っている。

このような風の日変化は、上空の風の特徴で、一般的に上空では夜間に風が強いが、日中は地表からの対流により、風速が弱められる。東管の風は全年を通じてほぼ地上風の特徴を維持しているが、東京タワー107mでは寒候期に上空の風の特徴をもつことが認められる。

一方、川口NHKタワーとの比較図(図11)をみると、4月には東京タワーが地上風の型であるのに対し、川口ではほぼ上空の風の特徴を示している。真夏の7月には、川口も地上風の型になっているが、10月にはもうはっきりと上空風にもどっており、180mの高度では上空風の特徴が多いことを示している。

このようにある高度を境にして、上では上空風、下では地上風となるわけで、この境では一日の風速の変化がほとんどない。4月にはこの境層が107mと180mの中間にあり、7月は180mより上空に移る、そして10月は丁度100mあたりに境界層があるとみてよいであろう。

一般的に境界層は冬に低く、夏は高くなっており、東京付近では春・秋は100～150m前後、夏は180m以上、冬は100m以下になるものと推定される。

4. 東京の気温

気温の水平方向および垂直方向の分布は、大気汚染に大きな影響を与えることはいうまでもない。垂直分布は気温の逆転・中立・てい減の状態をあらわし、水平分布は空気の移動・日射の影響などの目安になる。ここでは1938年の東京タワーと川口NHKタワーの観測資料を検

東京タワー 103m ← 川口タワー 90m

表 6 東京, 川口タワー平均気温一覧表

昭和43年

	4 月		5 月		6 月		7 月		8 月		9 月		10 月		11 月		12 月	
	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口
1	12.7	9.6	16.1	14.3	20.5	17.8	23.6	21.6	25.7	22.9	21.2	18.9	16.2	13.6				
2	12.4	9.4	15.8	14.0	20.3	17.7	23.5	21.5	25.5	22.7	21.0	18.6	15.9	13.4			11.4	8.5
3	12.1	9.1	15.6	13.8	20.0	17.6	23.3	21.4	25.4	22.6	20.7	18.1	15.7	12.9			10.9	8.2
4	11.8	8.5	15.4	13.8	19.8	17.3	23.2	21.2	25.3	22.5	20.4	17.9	15.4	12.6			10.7	8.1
5	11.5	8.4	15.3	13.6	19.7	17.2	23.1	21.1	25.2	22.3	20.2	17.6	15.2	12.4			10.2	7.7
6	11.4	8.7	15.5	13.6	19.7	17.3	23.2	21.4	25.2	22.5	19.9	17.5	15.1	12.3			10.1	7.4
7	11.7	8.1	16.0	14.6	20.5	18.0	23.5	21.9	25.5	22.9	20.2	17.9	15.3	12.6			9.9	7.0
8	12.7	8.4	17.1	15.4	21.4	19.1	24.5	23.1	26.5	23.8	21.2	18.8	16.0	13.3			10.2	6.7
9	13.8	9.7	17.8	16.2	22.3	20.3	25.3	24.3	27.5	24.8	22.2	20.1	16.6	14.1			10.2	6.9
10	14.6	11.5	18.6	17.1	23.1	20.9	25.8	25.0	28.1	25.5	23.1	21.2	17.5	15.1			12.3	7.9
11	15.3	12.7	19.1	17.9	23.3	21.4	26.3	25.9	28.5	26.1	23.9	22.1	18.3	15.6			13.7	8.8
12	15.9	14.1	19.6	18.5	23.8	22.2	26.7	26.2	29.0	26.8	24.4	22.5	18.9	15.9			14.8	10.0
13	16.1	14.8	20.0	19.2	24.5	23.0	26.9	26.4	29.3	27.3	25.1	30.0	19.1	16.5			15.5	10.4
14	17.1	15.4	20.3	19.5	25.0	23.6	27.4	26.6	29.4	27.6	25.4	23.1	19.2	16.8			16.7	11.2
15	17.1	16.2	20.7	19.5	25.2	23.6	27.5	26.7	29.7	27.5	25.2	23.1	19.2	16.7			17.1	11.9
16	16.9	16.5	20.3	19.3	24.9	23.2	27.2	26.4	29.3	26.9	24.7	22.6	18.8	16.3			16.7	11.8
17	16.3	15.9	20.1	18.5	24.3	23.0	26.9	25.8	28.7	26.5	24.1	22.0	18.3	15.7			15.3	11.3
18	15.4	14.7	19.2	17.5	23.6	21.6	26.2	24.9	28.1	25.5	23.3	21.1	18.0	15.3			14.9	10.7
19	14.8	13.5	18.2	16.6	22.8	20.7	25.6	24.1	27.4	24.9	22.9	20.6	17.7	15.0			14.9	10.6
20	14.3	12.9	17.7	15.9	22.1	19.9	25.1	23.5	27.0	24.3	22.6	20.2	17.5	14.8			13.8	10.0
21	14.0	12.3	17.4	15.6	21.6	19.5	24.8	23.2	26.5	23.9	22.3	19.9	17.1	14.5			13.2	9.5
22	13.7	11.8	17.0	15.1	21.2	18.9	24.5	22.8	26.2	23.5	21.9	19.5	16.9	14.4			12.4	9.2
23	13.3	11.4	16.6	14.8	20.9	18.5	24.2	22.3	26.0	23.4	21.6	19.3	16.6	13.8			12.1	8.7
24	13.1	10.9	16.3	14.5	20.8	18.3	23.9	21.9	25.4	23.0	21.4	19.2	16.0	13.6			11.6	8.4

単位: °C

東京タワー 221m ← 川口タワー 225m 表 7 東京, 川口タワー平均気温一覧表

昭和43年

	4 月		5 月		6 月		7 月		8 月		9 月		10 月		11 月		12 月	
	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口	東京	川口
1	12.0	10.6	15.3	14.0	19.6	17.7	22.7	21.9	24.8	23.0	20.6	19.4	15.7	14.4			12.5	9.7
2	11.8	10.0	15.1	13.8	19.5	17.6	22.6	21.6	24.6	23.0	20.6	19.2	15.6	14.2			12.3	9.5
3	11.7	9.6	14.9	13.7	19.4	17.5	22.4	21.6	24.6	22.9	20.4	18.9	15.4	13.9			12.3	9.0
4	11.3	9.6	14.9	13.6	19.1	17.3	22.3	21.4	24.6	22.9	20.1	18.7	15.1	13.8			12.0	8.8
5	11.3	9.7	14.7	13.4	19.0	17.2	22.2	21.4	24.5	22.7	19.9	18.6	15.1	13.6			11.8	8.8
6	11.1	9.8	14.9	13.7	19.0	17.4	22.2	21.6	24.4	22.9	19.7	18.6	15.1	13.6			11.6	8.5
7	11.2	9.3	15.0	14.1	19.6	17.8	22.5	21.9	24.6	23.1	19.8	18.8	15.0	13.6			11.9	8.4
8	11.7	9.0	15.9	14.6	20.3	18.4	23.2	22.6	25.3	23.6	20.2	19.3	15.2	14.0			11.9	8.6
9	12.6	9.7	16.5	15.3	21.0	19.5	24.0	23.6	26.1	24.3	21.0	19.9	15.5	14.2			13.1	9.1
10	13.3	10.6	17.0	16.4	21.8	20.2	24.5	24.4	26.7	25.2	21.8	20.7	16.1	14.8			13.4	9.5
11	14.0	11.8	17.8	17.1	22.0	20.8	25.0	25.2	27.1	25.7	22.4	21.5	16.8	15.1			14.2	10.0
12	14.5	13.1	18.3	17.8	22.5	21.5	25.4	25.5	27.6	26.4	23.0	22.1	17.4	15.5			14.8	10.4
13	14.4	13.9	18.6	18.5	23.1	22.4	25.6	25.9	27.9	26.9	23.4	22.6	17.6	16.2			16.0	11.0
14	14.5	14.6	18.7	18.8	23.4	22.6	25.9	26.0	28.0	27.2	23.6	22.0	17.8	16.5			16.5	11.7
15	15.9	15.3	18.9	18.8	23.5	22.9	26.0	26.1	28.1	27.1	23.6	22.1	17.9	16.5			16.2	11.7
16	14.4	15.7	18.8	18.7	23.3	22.6	25.9	25.9	27.9	26.5	23.3	22.5	17.7	16.2			15.4	11.3
17	15.0	15.2	18.6	17.9	22.9	21.9	25.5	25.4	27.4	26.1	22.8	21.8	17.3	15.6			14.9	10.9
18	14.3	14.0	17.9	16.9	22.3	20.9	25.0	24.5	26.8	25.2	22.3	21.0	17.0	15.8			14.6	10.8
19	13.7	12.8	17.1	15.9	21.6	20.1	24.5	23.7	26.3	24.6	22.0	19.9	16.9	15.1			14.1	10.5
20	13.2	12.3	16.6	15.6	21.1	19.2	24.1	23.3	26.0	24.1	21.6	19.6	16.9	14.4			13.9	10.4
21	13.0	11.8	16.2	15.2	20.7	19.0	23.7	22.9	25.5	23.8	21.4	22.0	16.4	14.9			13.6	10.1
22	12.7	11.1	15.9	14.8	20.3	18.3	23.5	22.6	25.1	23.5	21.1	19.8	16.2	14.7			13.2	9.7
23	12.5	11.2	15.6	14.6	20.0	18.2	23.2	22.2	25.0	23.3	20.9	19.6	15.9	14.9			13.0	9.4
24	12.3	11.2	15.4	14.4	19.9	18.0	22.9	21.9	24.8	23.1	20.9	19.6	15.7	14.4			12.7	9.4

単位: °C

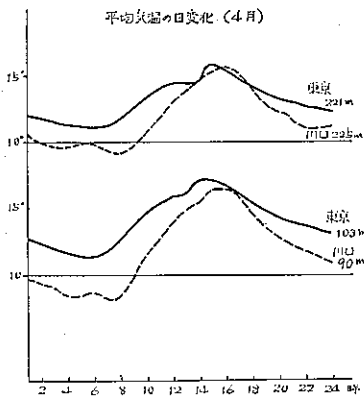


図13-1

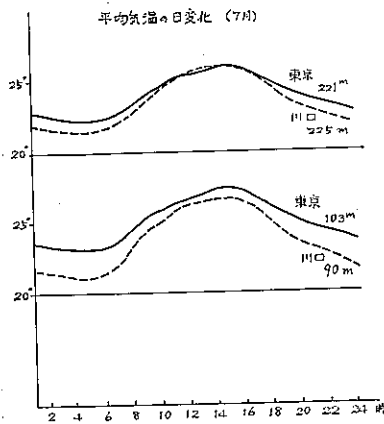


図13-2

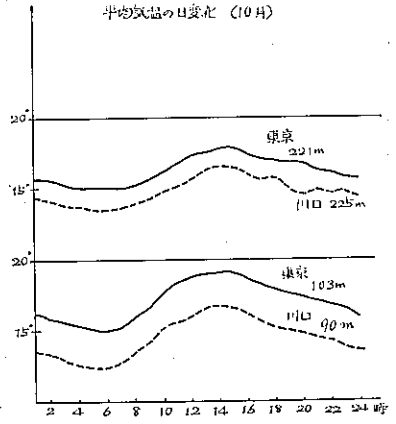


図13-3

討する。

4-1 気温の日変化

東京タワー、川口NHKタワーの100m前後、220m前後の気温の日変化を表6、7に示し、季節変化を図13に示した。

欠測のため東京、川口の比較ができたのは4月~10月の期間に限られた。

春、夏、秋の代表として4、7、10月をとることにし、東京103mと川口90mを比較すると、東京の方が高度が高いにもかかわらず気温は川口より1~2°高い結果になっている。これは明らかに大都市の上空は周辺の郊外より一般的に気温が高いという都市気候の特性を表わしている。この傾向は寒候期ほど著しく4月や10月の気温差が大きいのにに対し、夏季は比較的小さくなっている。

つぎに220m付近の状態をみると、ここでは一般的に4m程度高い川口の方が1~2°C低くなっており、100m前後にあった気温の特徴はなくなっている。また7月には両者の気温差はほとんどなくなり、日中は大体線が重っているが、4月には日中の対流の影響でやや、凹凸がみられ、10月にはなめらかに変化している。

なお、4月、10月には日射による昇温が、地表から上層に伝わるために、100m前後と220m層との間に1時間ぐらいの波のズレが認められる。

4-2 気温の逆転現象

東京タワーにおける月別時間別の逆転・中立・てい減

出現頻度を示すと表8、9、10のとおりである。測器故障のため1月~3月と11、12月のデータは解析することができなかった。

4月には64m~4mの下層で、逆転・中立を合わせて211回出現し、てい減は469回であり、逆転・中立は全体の30%に相当する出現率である。時間的には夕方ごろから始まり翌朝9時ごろまで続いている。これに対し、その上層の103m~64mでは、急激に減少し1/6程度になっているが、169~103mの層になると再び増加して、103m~64m層の2.5倍の出現をみている。

このように下層50m前後と上層150m前後に、逆転・中立の層の出現が多いという特徴は、4月ばかりでなく10月までの各月を通じて共にみられる現象であった。

接地逆転の発生は、移動性高気圧などにおおわれ、風が弱くよく晴れた夜に起る放射性逆転であり、冬・秋・春に多い。43年では冬季のデータがないので回数を示すことはできないが、4月は逆転・中立を含めて総計221回、次いで9月は185回、10月は182回、5月は172回を数えている。それに対し6、7、8月の夏季は150回前後の出現である。

163~103mの層においてもこの傾向は表われている。

4月は88回、9月83回、10月には123回と上層の逆転は春より秋の方が多く出現している。

季節による逆転発生の時間の変化について検討してみよう。顕著な逆転は5月6月と次第に発生時間がおそくなり、逆に解消の時間は早くなっている。6月には夜半

昭和43年 64m-4m

表 8 月別 時間別逆転中立てい減出現頻度 (十…逆転, 士…中立, -…てい減)

月	時刻 分類	時刻																								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
4 月	十	6	8	5	11	6	6	2	5	6										3	3	4	5	9	6	86
	士	8	7	12	6	9	10	6	5	2	3							1	1	1	5	7	11	13	9	125
	欠	14	13	11	11	13	12	20	18	20	25	28	28	28	29	29	27	28	28	21	19	14	10	10	13	469
5 月	十	9	9	7	5	5	1	1																		52
	士	4	6	9	7	4	11	4	4	4		1	1					1		6	6	15	15	14	8	120
	欠	18	16	15	19	22	19	26	27	27	31	30	30	31	31	31	31	30	31	25	23	16	10	12	18	569
6 月	十	3	1	5	5	3	2																			21
	士	9	7	9	7	14	6	4	12	18	2	1					1	2	1	2	6	8	8	6	10	133
	欠	16	20	14	17	12	21	24	16	10	25	28	29	29	29	29	28	27	28	27	23	21	20	23	18	534
7 月	十	2	2	1	4	4	3	1	1	1		1	1	2	1	1			1	4	2	1	1	2	5	41
	士	11	10	10	9	6	2			3	3		1	1		1	1	2	3	7	7	11	8	10	9	115
	欠	18	19	20	18	21	26	30	30	27	28	30	30	29	29	29	29	29	27	20	22	19	22	19	17	588
8 月	十	1	3	2	3	7	2	2	1	1			1				1		1			2	2	2	2	33
	士	9	7	7	13	8	7	3		3		1		1	1	1	2	4	3	12	8	7	8	11	116	
	欠	2	2	2	1			2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	3	2	36
9 月	十	3	6	5	8	6	2		5	7	1		1					2				2	4	6	5	63
	士	9	8	11	6	9	11	5	4	2	1			3	1	2	1	1	3	5	9	7	9	7	8	122
	欠	18	16	14	16	15	17	25	21	21	28	30	29	27	29	28	29	27	27	25	21	21	17	17	17	535
10 月	十	2	4	2	4	4	5	2	5	4	1		1									3	3	5	1	46
	士	8	7	12	5	6	7	6	7	1			1			2	6	6	8	8	7	8	10	9	12	136
	欠	18	16	13	19	19	17	21	17	25	29	29	27	29	29	27	23	23	21	19	20	18	16	15	15	505
10 月	十	3	4	4	3	2	2	7	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	3	57

ごろからはじまり、午前6時ごろに解消するケースが多くなっている。しかし、中立程度の逆転は、あまり変化がなく、午前10時ごろから夕方までの間はてい減になっており、他の時間帯は逆転・中立が出現している。

7月8月の盛夏にも大体顕著なる逆転は夜おそくあらわれ、翌朝5~6時には終る傾向が出ているが、春にはみられなかった日中の逆転が現われるのが注目される。

逆転・中立の強度別に高さ別・月別に示したのが図14である。

64~4mの下層では各月を通じて0.1~1.0°の逆転がほとんどを占めているが、4月には1.1~2.0°Cが15時間、9月10月に5時間程度あらわれている。

これに対し、103~64mでは0.0~1.0°C程度の弱いものが、4月10月に10~15時間程度で、その他の月は5時間ていどである。ところが、169~103mの層では再び増加し、4月にはから0.1~1.0°Cが70時間、1.1~3.0°Cの強度のものが30時間程度現われ、9月10月もかなりの時間出現している。

昭和43年 103m—64m

表 9 月 別 時間別逆転中立てい減出現頻度

月	時刻 分類	時刻																								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
4 月	+	4	2	4	5	4	3	2															1		1	26
	±		1	1		1	3																1	1		9
	-	24	25	23	23	23	22	26	28	28	28	28	28	28	29	29	29	28	29	29	29	29	26	27	27	645
5 月	+	1	2	3	4	4	2																	1		17
	±	2						1			1									1						5
	-	28	29	28	27	27	29	30	31	31	31	30	31	31	31	31	31	31	30	31	31	31	30	29	30	719
6 月	+				3	1	1																			5
	±			1	1	1																			1	4
	-	28	28	27	25	27	28	28	28	28	27	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28	679
7 月	+		1		1	2				1						1	1									7
	±				1	1																			1	5
	-	30	30	31	29	28	31	31	31	30	31	31	31	31	31	30	30	31	31	31	31	30	31	30	30	732
8 月	+		2	1	2		1		1														1		1	9
	±					2	1																			4
	-	31	29	30	29	29	29	31	30	31	31	31	31	31	31	30	30	31	30	31	31	31	30	31	30	729
9 月	+				1	3	3								1	1				1	1			1		12
	±	1			1	1																1			2	7
	-	29	30	30	28	26	27	30	30	30	30	30	30	30	29	29	30	30	29	29	29	30	28	30	28	701
10 月	+	2	2	1	1	3	3	5	4		1	1	1	1	1					1	1		1	3	1	32
	±	2	1	3	1			1		1	1					1						1				12
	-	26	27	26	28	27	27	24	26	29	28	28	28	28	28	28	29	29	28	28	28	28	26	28	29	661
	欠	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	39

したがって、この図からも東京の上空には接地下層と100m 以上の上層に二層の逆転層が現われやすいことがわかる。

5. むすび

各項目で検討した事項について要約するとつぎのようになる。

① 東京都の降雨量は月平均156.3mmで、ロンドンの約2倍、サンフランシスコの3倍、全世界平均の

約2倍である。

- ② 気温は年平均14.7°Cでロンドン、ニューヨーク、サンフランシスコなどよりやや高い。
- ③ 湿度は年平均71%で、ロンドンより低く(81%)ニューヨークより高い(66%)。サンフランシスコとはほぼ同程度(73%)である。
- ④ スモッグ(視程障害現象)とSO₂汚染とが寒候期には一致する場合が多いが、暖候期とくに8月～10月にはSO₂汚染現象(SO₂0.1ppm/日以上)と

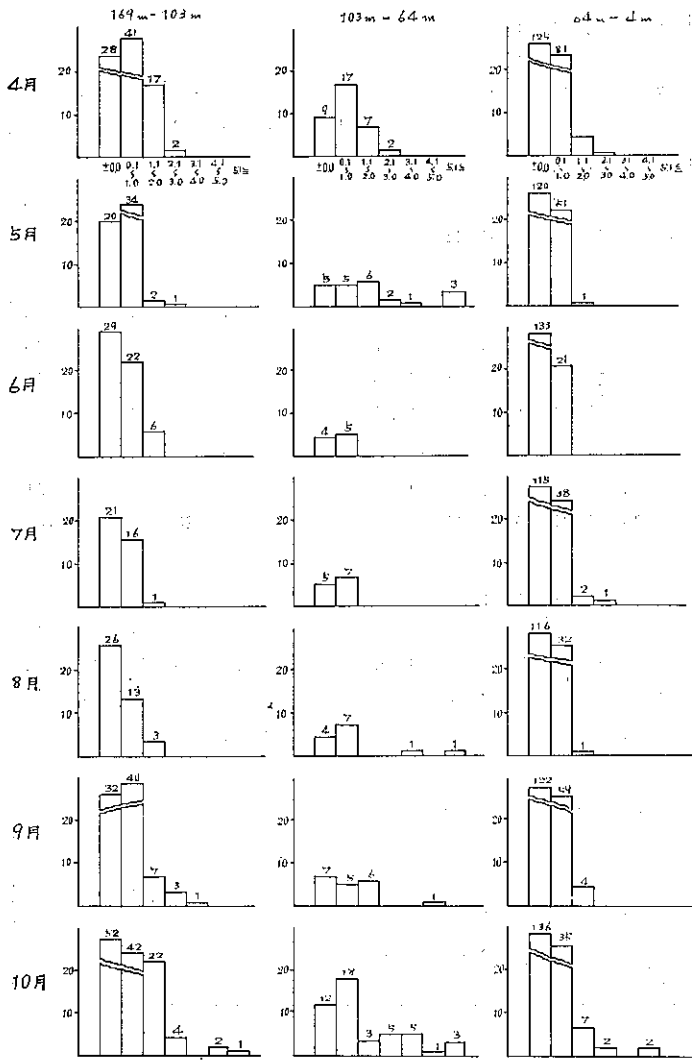


図14 階級別逆転中立出現時間数

参考文献

- 1) 理科年表：東京天文台編纂 昭和43年丸善発行
- 2) 東京都大気汚染調査の概要：昭和39年度版 P 39
東京都首都整備局都市公害部
- 3) 東京都大気汚染防止対策の概要：
昭和42年12月 P 16
// : 昭和43年12月 P 16

⑧ 東京タワー107mにおける風速は、4月～8月にかけては日中西南西の風が増大し、夜間北成分（陸風）の風が弱まっている。9月10月は南成分（海風）が急に少なくなり風速の日中のピークが不明瞭になり、11月12月には4月～8月とは反対に日中風速が弱く夜間が強くなっている。一般に上空の風は夜間強く日中は対流により風速が弱まる。

地上風と上空風の境界層では1日中風速の変化がほとんどない。東京付近ではこの境界層が春・秋は100～150m前後、夏は180m以上、冬は100m以下であろうと推定される。

⑨ 都内と川口市内（東京都の北方埼玉県）との上空100m前後の気温を比較すると、4月～10月の間では東京の方が川口より1～2°C高い。これは大都市の上空は周辺の郊外より全般的に気温が高いという都市気候の特性を現わしている。

この傾向は寒候期ほど著しい。

⑩ 都内では年間を通じて下層50m前後と上層150m前後に2段式の気温逆転現象が出現し易い傾向にある。寒候期は夕方から形成され翌朝10時前後に解消し、暖候期は夜半から形成し始め翌朝6時頃解消する傾向が推測される。

この報告書は日本気象協会の内藤晴夫氏の御指導と協力を得たものであり、厚く御礼申し上げます。なお本研究は今年度も引き続き日本気象協会と共同研究を行っており、将来は大気汚染の予報を目的としている。

以上

東京都首都整備局

- 4) 五十嵐浩三、渡辺稔：タワー観測を用いて風の鉛直シャーを求める際の二、三の注意
研究時報19巻4号：気象庁編