

東京都区内の風向分布

吉野正敏

1. まえがき

狭い地域内における風の分布状態の調査は、小気候学の当面する最も重要な問題である。また応用面例えば火災・暴風災害・大気汚染などの対策にも風の分布の研究は欠くことができない。それにもかかわらず、この方面に関するこれまでの諸研究は極めて散発的であった。この報告は、小地域内の風の水平分布構造を解明する目的で、東京都区内の資料を新に整理したものである。今回使用した資料は、詳しくは後に記すが、極めて高密度で分布する多数地点において、年間にわたって連続観測をした点で世界にも類のないものである。この報告はいわゆる古典気候学的にまとめた集計結果の記載と、気象学的解析の予察的研究結果である。小地域内の風については、このような資料さえまとめられていなかった始末で、今後の研究その他の基礎資料としてあえてここに報告するものである。なお資料を貸与された気象研究所山久尚博士また計算の1部を手傳っていた山内秀夫君に深く感謝する次第である。

2. 資料

東京都区内に1辺約1.5kmの方眼をかけ、各方形の中に1カ所ずつの地点をえらび、合計約200地点において(第1図)、1943年9月から1945年8月に至る毎週火曜と金曜の10時と14時の1日2回観測を行ったものである。観測地点は小学校(当時の国民学校)で、国旗掲揚塔に吹き流しをつけて風向・風速を観測し、その他天気を記録した。観測地点数

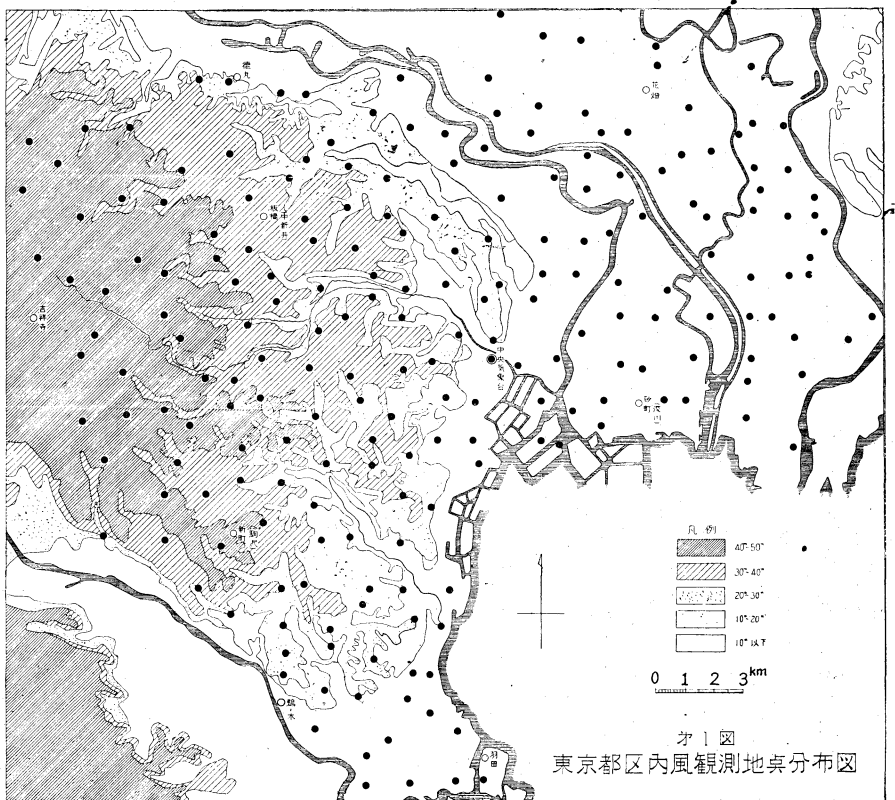
は欠測などの地点があり最初は毎回約180地点内外であったが、1944年秋頃から空襲がはげしくなるにつれて地点数が減じている。従ってここで使用したのは1943年9月から1944年8月までである。

3. 概観

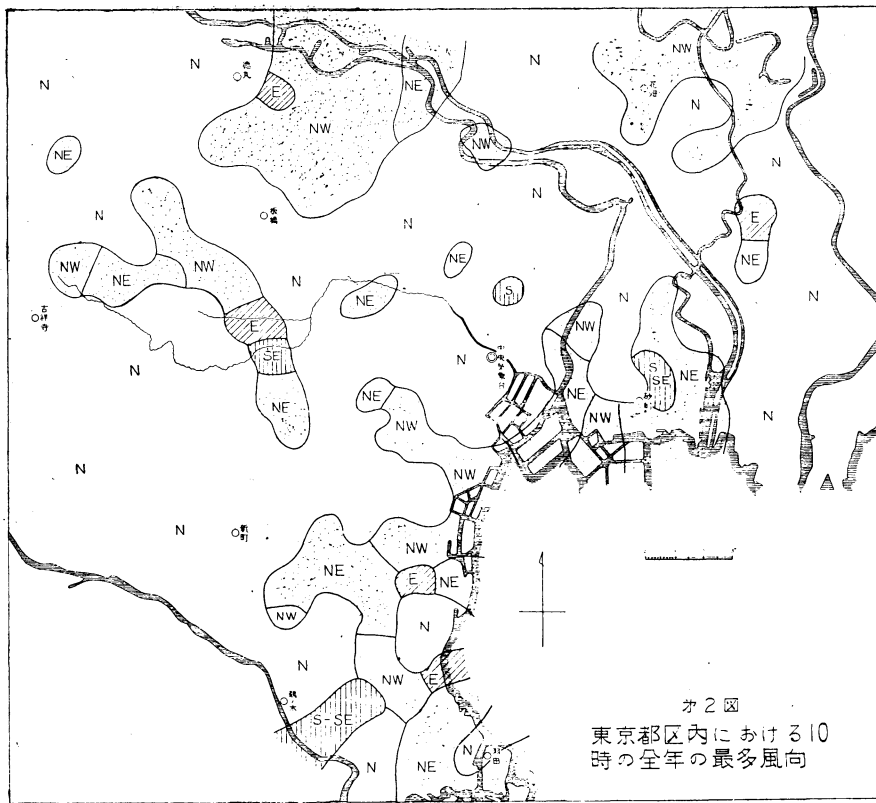
(a) 全年の状態

まず風向について、全年の状態を概観してみる。観測値は16方位で出ているが、簡単化のために、中間の値を2分し両方に加えて8方位に直した。かくして各地点について全年の最多風向を求め、その分布図をえがいた。

[i] 10時(第2図)——全年の10時の最多風向は大体Nであるといつて差支えない。海岸部と内陸の所々にNWとNEの地域があるが、一般にNの地域が広い。地点数でいうと、Nが110地点で、これにNEとNWを合せると160地点となり全地点の約90%がN寄りとなる。内陸のNWまたはNEになっている諸地



第1図 東京都区内風観測地点分布図



第 2 図

オ 2 区
東京都区内における 10
時の全年の最多風向

点は下北沢・阿佐カ谷・石神井付近と、下板橋・上板橋付近の、等高線がそれぞれ NW から SE 方向に走る地域にはほぼ相当する。現在の足立区東部地域、いわゆる下町の南部などの地域はおそらく観測所のごく周囲のしょうがい物の影響と考えられる。城南地域の海岸部の出入はやはり谷の出入の変化に富む地域ではあるが、一般的な地形との関連は説明できない。

〔ii〕 14時 (第3図)——各地点の最多風向を全地域について集計してみると、N と S に極大値が現われる、これは N 寄りの風が卓越する地域と S 寄りの風が卓越する地域とがあるからで、第3図に示される分布図によって明らかである。すなわち第3図を概観すると海岸付近が S 寄り、内陸部が N 寄りとなっている。ここでは 10 時の場合と違って N 寄りとは NW—N—NE の地域、S 寄りとは S—SE の地域である。その境界線は、下町方面すなわち荒川放水路・隅田川地域と多摩川地域の低地では、海岸から 8~10km にあり、山の手台地上では N 寄りの地域が広がって海岸にせまっている。台地末端部における境界線の出入は神田川・目黒川などの谷の出入によく一致している。具体的にいうと、S 寄りの風の侵入域は前記の低地域では千住・亀有付近と、等々力・喜多見付近までである。谷に沿う地域では護国寺付近、渋谷・池尻付近までなどである。これは S 寄りの風に対して露出のよい地形がこのような場所に多いからで

ある。一つ不明なのは、江戸川と荒川放水路にはさまれた海岸部に N 寄りの地域があることで、これは個々の場合についても理由は考えられない。また大井・大森西方の現在の目黒区・大田区を中心とする台地上では E 風が卓越する。これは、個々の例についても後に示されるが、海風がこの地域では E から吹く場合が多いからで、海岸線の走向に関係があるものと解してよいであろう。

結局、全年の状態からいうと、東京都区内では 10 時には全般的に N 寄りの

風が卓越する。14時には S 寄りの風が河川に沿う広い低地に卓越し、8~10km 進入するようになる。これは小気候学的な海風の進入距離である。山の手台地上では N 寄りの風が午前・午後卓越するわけだが、例外は大森西方の台地上で午後 E 寄りとなることが多い。

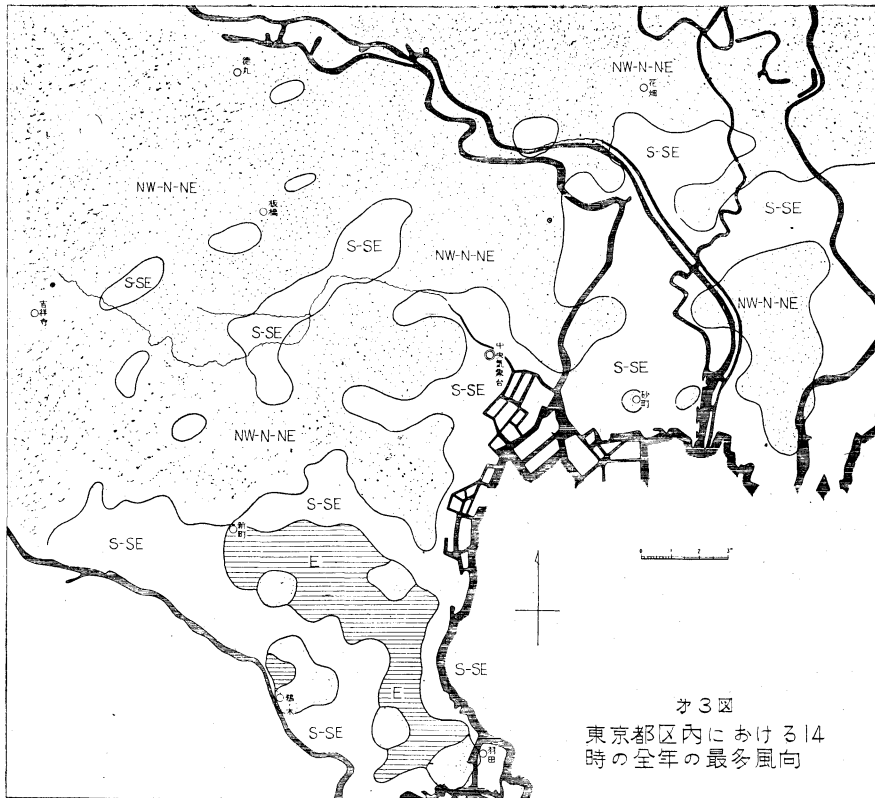
(b) 季節変化

午前と午後の風向変化をみるために、10 時における最多風向と 14 時における最多風向とを組合せて方位別に地点数の頻度 (%) で四季別に示した。(第1表~第4表)

この表が示す意味は、例えば春についての第1表でいうと、『最多風向が 10 時に E で 15 時に S になる地点数は全地点数の 7% である』ということである。表で春は 3, 4, 5 月, 夏 6, 7, 8 月, 秋 9, 10, 11 月, 冬 12, 1, 2 月についての集計で、表中の 0 は % に計算した場合 0 になるが実際には 1~2 地点あることを示し、—は全然ないことを示す。

次に第1~4表について説明する。春 (第1表) の 10 時が最も一定せず、W 寄りを除いて各方向が最多風向となっている。いいかえれば、この地域における最多風向のばらつきは春の 10 時が最も大きい。14 時になると幾分 S~SE にまとまる。総計では全地域の 43% が S となる。夏 (第2表) は小笠原気団が卓越するからいうまでもなく S 寄りとなる。それでも 10 時には S 40%,

おり、秋が冬に似ているのは興味がある。秋が冬と少し異なる点は、10時にNで14時にNEになる地点が多く、全般にEの成分が強いことである。冬(第4表)はシベリア気団の卓越によって最多風向Nの地点が極めて多く約90%を占め、NW・NEを含めると全地域がN寄りに入る。かつ他の季節に比較して著しいことは10時と14時の最多風向が同じである地点が多いことである。これは気団の出現頻度と海風の発生頻度とが組合わさった現象である。従って、前



第3図

述の諸現象も気団とか海風の風向が異なる他の地域にそのまま適用されるとは考えられない。

四季を通じて目につくのは、最多風向が10時から14時に時計廻りに移る地点が多いことである。表において

第1表 春

14時	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	計
10時									
N	5	—	2	2	6	1	—	1	17
NE	2	4	1	6	5	0	—	0	18
E	1	1	3	2	7	0	—	—	14
SE	1	1	0	12	5	0	—	0	19
S	1	—	0	1	14	0	—	0	16
SW	0	0	—	1	3	2	—	0	6
W	—	—	—	0	—	—	—	0	0
NW	0	—	1	3	3	1	—	2	10
計	10	6	7	27	43	4	—	3	100

第2表 夏

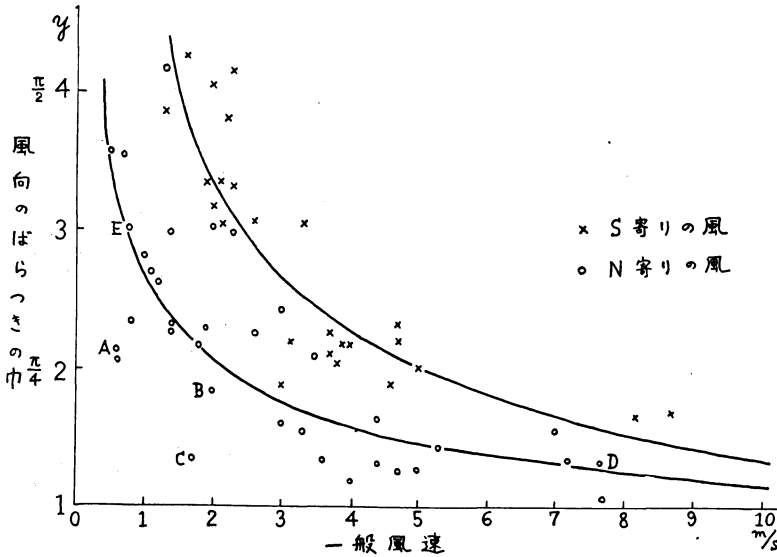
14時	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	計
10時									
N	1	—	—	2	4	2	—	—	9
NE	—	—	1	4	3	2	—	—	10
E	0	—	0	3	4	0	—	—	7
SE	—	—	0	11	7	2	—	—	20
S	1	—	—	5	32	2	—	—	40
SW	1	—	—	2	2	6	—	—	11
W	1	—	—	0	1	0	—	—	2
NW	—	—	—	0	1	—	—	—	1
計	4	—	1	27	54	14	—	—	100

第3表 秋

14時	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	計
10時									
N	14	22	11	3	0	1	—	—	51
NE	2	25	8	3	0	1	—	—	39
E	0	0	3	—	—	—	—	—	3
SE	—	—	—	0	—	—	—	—	0
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	0	—	—	—	—	0
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NW	—	3	1	1	—	—	—	2	7
計	16	50	23	7	0	2	—	2	100

第4表 冬

14時	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	計
10時									
N	54	3	0	—	0	—	—	11	68
NE	1	4	0	0	—	—	—	2	7
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W	0	—	—	—	—	—	—	—	0
NW	9	1	—	—	—	—	—	15	25
計	64	9	0	0	0	—	—	28	100



第4図 風向のばらつきの巾と一般風速との関係
A, B, ……Eは第5図を参照

ある時刻における地域平均の風向であることに注意), D に対する各地点の風向 D_i とのずれを次の値 y で表現した. すなわち

$$y = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - D)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

で, y がある時刻における風向分布のばらつきの大きさを示す. また, その時刻における一般風速を代表する値としては中央气象台(大手町), 花畑, 砂町, 板橋, 田園調布, 世田谷新町, 吉祥寺の7地点におけるロビンソンによる器械観測値の算術平均をとった. この7地点では観測高度がそれぞれ異なるが風速の垂直分布による補整はして

左上から右下に至る対角線上は10時と14時の最多風向が同一の地点数(%)を示すわけであるが, その対角線の右上の%が左下の%よりかなり大である. すなわち午前から午後へ最多風向が時計廻りに廻る地点数は, 比率で表して, その逆の地点数を1とすれば,

春	夏	秋	冬	年平均
2.2	2.6	5.2	1.6	4.4

となる. 季節変化が認められるが, 秋に大きいのは他の季節の風向変化の機構と違うので, 単に集計値のみからの論議は不必要と思う. ただし, 夏が多より大きいのは前述の通り気団の出現頻度と海風の発生頻度に関係した現象として説明される.

4. 地域内における風向のばらつきと一般風速との関係

ある時刻の風向分布図をみて, 最も特徴のあるのは風向のばらつきである. そこで風向のばらつきと気象条件との関係を調査する第一歩として, 先ず一般風速との関係を求めた. 今回はその序報の意味で, 四季を通じた約200回の観測から特定の日時を選びだした. 選ぶ基準は, (i) なるべく各種各様のシノプティックな状態における風向分布を包含すること, (ii) 一般風速が大のときから小のときへとなるべく各段階の風速について含むこと, を考慮した. シノプティックな状態は9時と21時の極東印刷天気図によって判断した. 抽出したのは60回で, これには降雨中および不連続線通過時は含まれていない.

先ずある時刻における全観測地点平均の風向をだし, その平均風向を D とし(普通の平均風向はある地点における何分間かの平均であるが, ここでいう平均風向は

ない. これらを60回のそれぞれについて計算した結果を, 一般風速を x 軸にとり y を y 軸にとってプロットしたのが第4図である.

同図に明らかなように, x が大となると y は小さくなる. すなわち一般風速が増すと, 風向のばらつきは小さくなって地域内に分布する風向は一つの方に近づく. また明瞭なのはその関係が平均風向がS寄りの場合とN寄りの場合とに分れることで, 同一の一般風速に対する風向のばらつきはS寄りの方が大きい. これを実験式で示すと

S寄りの風の場合 $y = 4.998 x^{-0.57}$

N寄りの風の場合 $y = 2.669 x^{-0.36}$

ただし x は風速 (m/s), y は風向のふれの巾(単位は $1 = 22.5^\circ$) である. 従って大火などの場合, 『この位の強風のときは全地域でどれだけの風向のばらつきを予想しなければならないか』などの目的には, この式からその値を出せばよい. その際, y は標準偏差によって表現された値であるから, もし95%の信頼区間としてその±2倍をとれば次表の通りとなり平均風向の左右にほぼつぎの巾の危険は考えなければならない.

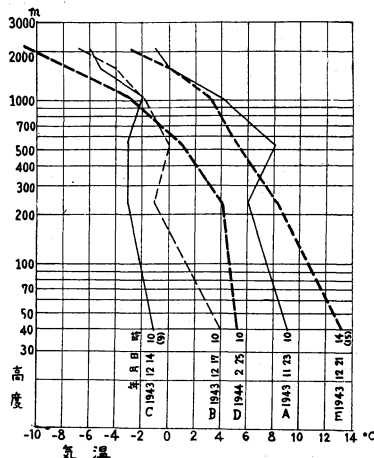
風速	平均風向		すなわち, 左表の通りであって, この値は従来よく然と考えられていた値よりかなり大きい.
	S寄り	N寄り	
10 m/s	約±60°	約±50°	
8	〃 ±70°	〃 ±56°	
6	〃 ±90°	〃 ±64°	

以上のような関係についての物理的な解析は将来にまちたいが, 一応序察の説明をしておく以下通りである. S寄りとN寄りが明瞭に区分されるのは主として熱的な原因(安定度)であり, 風速(x)の大小と風向

のばらつき程度 (γ) の大小とが逆関係にあるのは主として機械的原因によると考えられる。Smith (1951), Singer, Smith (1953) は一地点における接地層の風向の乱れを分類し、乱れの発生に關係する熱的な原因 (安定度) と機械的な原因とでは、前者の方がより明瞭な關係にあると指摘した。すなわち接地層の温度の垂直構造との關係が深く、安定度によって異なるということである。従って、この地域ではS寄りの風が卓越するような気象条件下ではN寄りの場合より接地層の気温垂直分布がより不安定であることが想像されるから、同一の一般風速ではS寄りの風の場合の方が、N寄りの場合より風向のばらつきが大きくなるものと考えられる。また一般風速が弱くなると風向のばらつき (γ) が大きくなるのは、一般風速が弱くなると大小さまざまな渦が発生するからである。その発生機構として考えられるのは一般風速が弱くなると、機械的影響の地域差が大きくなる一いいかえれば気温垂直分布の地域差が大きくなり、結果として非常に局地的に熱的な渦が発生するものと考えられる。同様のことは山下一郎 (1954) も述べており、風速6 m/s以下では熱学的影響が強くなって種々の大きさの渦ができるらしいと推論している。

次に、第4図に示した一般的な關係からはずれる場合について若干考察しておきたい。今回調査した限りにおいて、先きの關係から極端にかけはなれるのは不連続線 (ごく局地的で天気図にはみえない程度のもの) がちょうどこの地域を通過している場合と、逆転層が存在する場合とである。不連続線が存在する場合は論じるまでもないとして、逆転層が存在する場合については、前記山下一郎 (1954) も発生する渦の大きさは逆転層の高さに關係するらしいと述べており、確かに逆転層が発達するような気象条件下で特異な現象がみられる。ただし、渦の発生が特に多くなる場合と少くなる場合とがあるが、これは渦の大きさのみでなく、発生する渦の分布密度、

発生位置が逆転層の高さの他に、気団・一般風速・雲量その他によって異なるからで、それらの關係を調査しなければわからない。ここには1例として第5図に杉並区馬橋におけるゾンデの結果から逆転



第5図 気温垂直分布 (馬橋のゾンデによる)

層の存在する場合 (1943年12月14日10時, 12月17日10時, 11月23日10時) と、きれいに遞減している場合 (1943年12月21日14時, 1944年2月25日10時) とを第5図に示すにとどめる。こういう現象の詳細な關係については次報で報告したい。

5. あとがき (要約)

東京都区内に分布する約200地点の1年間にわたる観測値から次のことがわかった。

〔1〕年の最多風向の10時と14時における分布図をみると、10時には全地域がほぼ北寄りであるが、14時には南寄りが進入し、下町・多摩川域に海岸から8~10kmまで、その他の地域では谷に沿って山の手台地に入込み、台地上が北寄りとなっている。大井・大森西方の台地上には東寄りの地域がある。

〔2〕季節ごとの最多風向の地域内におけるばらつきは、

- 春が最も一定せず、冬が最もまとまっていて出現する気団の性質にともない季節変化がみられる。
- 最多風向分布の状態、およびその日変化は、春は夏に類似し、秋は冬と類似している。
- 四季を通じて、10時にはばらつきが大きかったのが、14時には海風の発達で南寄りにまとまる傾向がある。もちろん夏にこれが著しい。
- 四季を通じて10時の最多風向から14時の最多風向へは時計廻りに移る地点が多い。

〔3〕ある時刻における風向のばらつきに関しては、

- 一般風速が大となるとばらつきは小さくなって一定の方向にまとまる。
- 平均風向が南寄りのときは北寄りのときより同じ風速でもばらつきが大きい。安定度が影響していると考えられる。
- 風向のばらつきが一般的な關係からかけはなれるのは、逆転層の存在と関連している。
- 実際の風向のばらつきの巾を示すと、例えば一般風速10m/sで南よりのとき平均風向の左右約60°、北寄りのとき約50°である。

(東京教育大学理学部地理学教室)

参考文献

- Smith, M. E. 1951; The forecasting of micro-meteorological variables. *Met. Mon.* 1. No. 4: 50~55.
- Singer, I. A., M. E. Smith 1953; Relation of gustiness to other meteorological parameters. *Jour. Met.* 10. 121~126.
- 山下一郎 1954; 東京都の地上風. 研究時報, 6. 17~20.