

## わが国における大気汚染危険度の気候学的推定\*

吉野正敏\*\*

**要旨：**風速の日変化の年変化をしめすダイヤグラムと、相対湿度の日変化の年変化をしめすダイヤグラムとを組合わせて、月別に大気汚染危険度の時間 ( $h$ ) 求めた。また、接地層の夜 (0時) 気温減率 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  ( $G$ ) を月別に求め、 $H=h\{1+(G+0.7)\}$  の式で、日本全国で20地点について気候学的大気汚染危険度 ( $H$ ) の値を求めた。その結果、(1) 危険度はわが国では10~11月、特に11月に極大となる。若干の地点は、例外として7月に極大となり、あるいは、5月に明瞭な第2の極大がでる。(2) 冬は日本海側は小さいが、太平洋側の東京・名古屋・大阪などに大きく、九州でも大きい。(3) 北海道は一般に小さいが、札幌は例外で大きい。(4) 海岸や島は一般に小さいが、日本海側と太平洋側を比較すると、年の値では前者が大きい。(5) 内陸は大きい。

## 1. まえがき

わが国の大気汚染は、大阪・尼崎・堺・西宮・神戸・四日市・東京・川崎・横浜その他、たくさんの都市について報告されている。大気汚染は、もちろん汚染源の問題が根本ではあるが、それがどの程度まで深刻化するかは気候条件の問題である場合が多い。例えば、ロンドンと同じような汚染源の状態がかりに京浜地帯にあったとしても、それがはたしてロンドンと同じような大気汚染の結果を生じるとは考えられない。それは、ロンドンの気候と、京浜の気候とが非常に異なるからである。すなわち、京浜では秋から冬にかけて風の弱い状態がロンドン付近ほど長時間継続しないし、接地逆転が京浜地帯ではロンドン付近ほど強くなることも、また長時間持続することも気候学的に起りえないからである。

そこでこの報告では、汚染源の問題を一応考慮にいれないで、わが国の気候条件から、どこがどのくらい大気汚染の危険をもっているかを考察した。危険度が大きいからといっても、汚染源がなければ実際には大気汚染が起らないことはいうまでもない。大気汚染危険度とは、いわば大気汚染のポテンシャルのようなもので、危険度の大きい地域では、今後、工場などを建設する場合に注意を要するわけである。

大気汚染の危険度のある地点について気候学的に推定するには、大気汚染がひどくなるいくつかの気象要素がある限界値以上をとる日数を毎日毎日の気象観測値から

集計する方法がある。詳しい気象観測値を機械統計によって集計できる場合は、この方法がすぐれているが、そうでないときはもちろん不可能である。そこで今回は、風速の日変化と湿度の日変化の気候値を組み合わせ、それに接地逆転の気候値を考慮にいれて、気候学的推定を試みた。

また、微気象学的大気汚染の局地分布は Holland, Sutton, Meade, Pasquill などの式によって求めることができる。この方法は、今回求めたような気候学的大気汚染危険度の分布に重ねて、さらに微気象的に局地分布を推定するために用いられるべきものである。

## 2. 風についてのデータの組立て

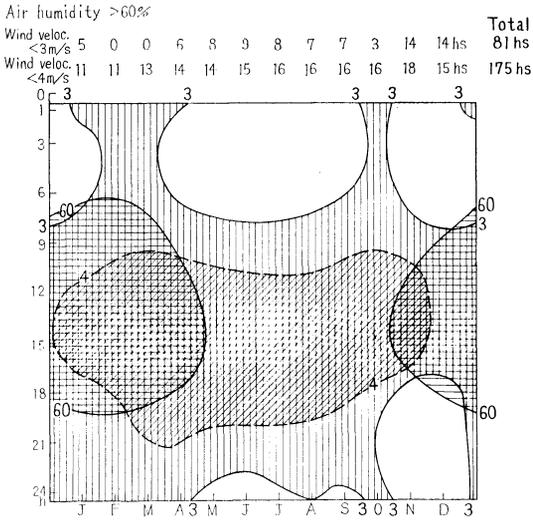
まず、風速については次のように整理した。風速の資料は10分間平均の3時間ごとの時別平均値(資料1)によって、風速日変化の年変化のダイヤグラムを書く。最近、日本における風の気候学的特性の2, 3についてまとめた論文の中でこれに関して扱い(吉野1966)、日本海岸・太平洋側の平野・山岳・内陸・島や岬などで、そのタイプが明らかに異なり、局地的条件による風の特性の差を、このダイヤグラムが明確に表現することを示した。そこで、このダイヤグラムを次の20地点について画いた。すなわち、稚内・札幌・根室・秋田・宮古・輪島・松本・名古屋・東京・八丈島・西郷・米子・大阪・潮岬・釧原・福岡・鹿児島・清水(足摺岬)・名瀬・鳥島である。

次にこのダイヤグラムで、風速の等値線は1 m/s おきにいった。特に、風速3 m/s 以下の時間、風速4 m/s 以下の時間について注目した。(図1~3ではこの2つの値の線しかいれてない。)具体的には後で述べる。これは、ふつう大気汚染の予警報の基準として、わが国で

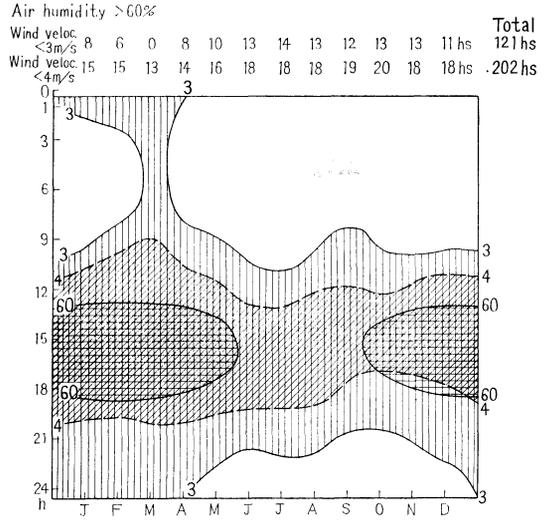
\* A climatological estimation of distribution of air pollution in Japan.

\*\* M. M. Yoshino; 法政大学地理学教室  
—1967年7月11日受理—

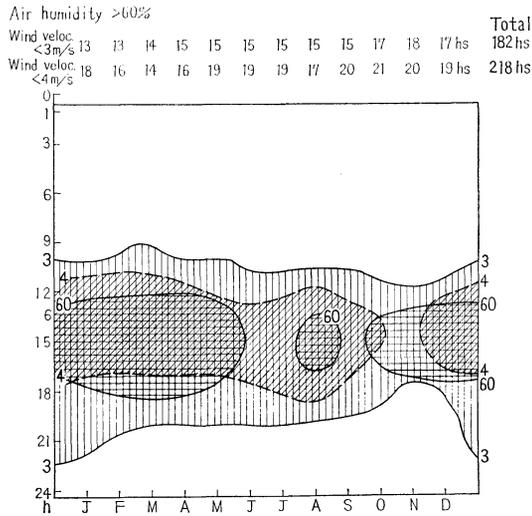
TOKYO



NAGOYA



ŌSAKA



Figs. 1~3. Diagrams showing the annual change of diurnal change of air humidity and wind velocity at Tokyo (Fig. 1), at Nagoya (Fig. 2) and at Ōsaka (Fig. 3), Not hatched area gives the hours of air pollution dangerousness.

図1~3. 東京, 名古屋, 大阪における湿度と風速の日変化と年変化をしめすダイアグラム. ハッチのない部分が大気汚染の危険がある部分.

は地上風速が 3 m/s 以下をとり, アメリカでは 4 m/s 以下をとる場合が多い(大気汚染研究全国協議会第三小委員会 1965) ことによるものである.

3. 湿度についてのデータの組立て, および 風との組合わせ

湿度についても, 風と同じ20地点について, 同じく資

料(1) を使って, 湿度の日変化の年変化のダイアグラムを書いた. 湿度については, 予警報の基準としてふつう相対湿度をとる(箕輪1963) ので, それを参考にしたものである.

さて, こうして風速の日変化の年変化をしめすダイアグラムと, 相対湿度の日変化の年変化をしめすダイア

ラムとを重ね合わせて、

(a) 湿度60%以上で、風速 3 m/s 以下の時間

[(a)基準]

(b) 湿度60%以上で、風速 4 m/s 以下の時間

[(b)基準]

をダイアグラムの上で求めた。上記20地点のうち、東京・名古屋・大阪の例は図1～図3の通りである。これらの図で、タテ線のはいった部分は風速 3 m/s 以上で(a)基準にはずれる時間、ナナム線のはいった部分は風速 4 m/s 以上で(b)基準にはずれる時間である。また、ヨコ線のはいった部分は湿度60%以下で(a)(b)いずれの基準にもはずれる部分である。要するに、タテ線・ヨコ線のいずれにもはいていない部分が大気汚染の危険度をきつくした場合(a基準)の時間で、ナナム線・ヨコ線のいずれもがはいていない部分が危険度をゆるくした場合(b基準)の時間である。ダイアグラムの上に書いてある数字は、その危険度のある時間数を読みとったものである。

4. 風速と湿度のダイアグラム組合せによる

大気汚染危険度

上記の3に述べたような方法で風速と湿度のダイアグラムを組み合わせ、それによって大気汚染の危険度を求めた。例えば図の名古屋の例では、風速が 3 m/s 以下になるのは3月を除いて夜半から夜明けまでである。また5月から12月までは夜半前から 3 m/s 以下になっている。4 m/s 以上になっているのは日中の数時間である。また湿度が60%以下なのは夏を除く15～18時の間でてる。したがってきつい基準(a基準)では年の合計にして121時間、ゆるい基準(b基準)で202時間の危険があることがわかる。

このような月別の危険の時間数は、上記の各20地点について求めた。しかし、大気汚染は特に夏半年と冬半年に分けると概観のためには都合がよいので、各地点について、半年別に合計時間数を求めた。その結果は表1の通りである。

表1によると、岬や島が危険の時間数0もしくは小さい。それは風の条件からみて当然であろう。また冬半年、日本海岸の地点で小さいのは冬の季節風の影響であろう。しかし、冬でも札幌は例外で、大きい値であることは注目しておかねばならない。表日本側では冬に特に大きい値がでている。宮古から太平洋岸を東京・名古屋・大阪・鹿児島に至るまで大きい値がでている。これらは、太平洋側に、わが国の主要工業地帯が多いことと考

表1 風速と湿度のダイアグラム組合せから読みとった冬半年と夏半年の大気汚染危険の時間数

		a 基準			b 基準		
		冬半年	夏半年	年合計	冬半年	夏半年	年合計
	内	時間	時間	時間	時間	時間	時間
稚	内	0	0	0	0	47	47
札	幌	93	51	144	129	92	221
根	室	0	0	0	0	12	12
秋	田	0	16	16	16	71	87
宮	古	110	133	243	120	136	256
輪	島	2	57	59	68	103	171
松	本	91	84	175	114	112	226
名	古	51	70	121	99	103	202
東	京	36	45	81	84	91	175
八	丈	0	0	0	0	0	0
西	郷	0	4	4	46	83	129
米	子	28	74	102	102	97	199
大	阪	92	90	182	108	110	218
潮	岬	0	0	0	0	0	0
岐	原	8	50	58	76	106	182
福	岡	53	77	130	95	99	194
鹿	児	0	22	22	96	88	184
清	水(足摺)	0	0	0	50	43	93
名	瀬	0	57	57	47	112	159
鳥	島	0	0	0	0	0	0

ただし、冬半年とは10月～3月、夏半年とは4月～9月。

え合わせると、気候条件からは特に不利な点であろう。また、前記のように札幌も冬に大きく、福岡も冬にかなり大きい値になっているのは、これらの2地点が日本海側で特に大都市であり、付近に工業地域をもっているなど、考慮に値しよう。

5. 接地逆転と風速・湿度を組み合わせて求めた

大気汚染危険度

大気汚染の程度に関係する気候条件として、接地逆転が重要であることは、ここで論じるまでもない。気候学的に大気汚染の危険度を推定するとは、当然、接地逆転の状態を考慮にいれるべきであろう。

わが国における接地層の夜間(0時)の気温減率の地域差は、次の通りである(吉野1967)。すなわち、(1)接地層(約100 m まで)の夜間の気温減率の年変化型は、裏日本型と表日本型にわかれる。(2)裏日本型は4月から5月と、9月から10月の、年2回の極大がでる。(3)表日

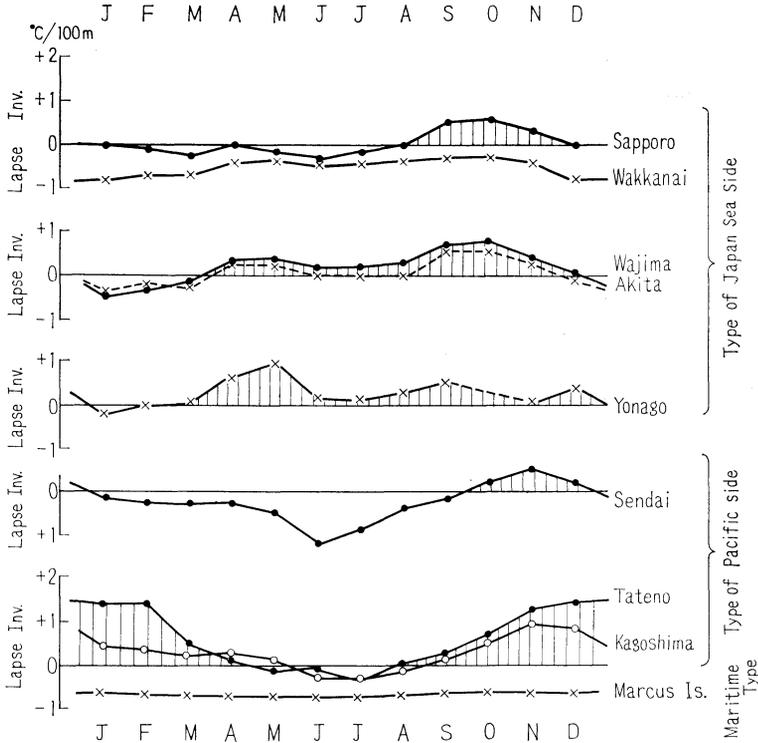


Fig. 4 Annual change of monthly mean lapse or inversion rate of the earth's surface layer at night (0 h local time).

図4 接地層における夜間(0時)の月平均気温減率の年変化。

本型では11月か12月に極大がでる。1月と2月がそれに次いで大きい値となる。6・7月には遞減で極大となる。(4)島では年変化がとぼしく、年を通じて遞減しており、ほぼ0.7°C/100mの値を保っている。以上の状態は図4に示す通りである。

このように、夜間の接地逆転の年変化の状態が気候区によって異なるので、さきの風速と湿度のダイアグラムから読みとった大気汚染の危険度の時間数を、この接地逆転の状態を考慮に入れて補正し、大気汚染危険度の気候学的推定をより完璧にした。すなわち、

$$H = h (1 + (G + 0.7)) \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $H$ は風速・湿度・接地逆転の3条件を考慮した大気汚染の危険度(月の値)、 $h$ は風速と湿度のダイアグラム組合せから読み取った大気汚染危険の時間数(月の値)、 $G$ は月平均の接地層の夜の気温減率(°C/100m)、ただし、遞減を負に、逆転を正にとる。式(1)は、つまり-0.7°C/100mの月平均気温減率をもっている場合(稚内・南鳥島・Tangoなどを参照し、標準的な夜の月

平均気温減率とする)は補正係数すなわち、中かっこ内は1、それより大きい遞減の減率をもつ場合は補正係数は1より小となる。0.7°C/100mより小さい遞減の場合および逆転の場合は補正係数は1より大となる。 $H$ を気候的大気汚染危険度と呼ぶことにする。

式(1)を使って、各地点について $H$ を求める際、 $G$ の値は高層気象観測を行っている9地点においてしかわかっていない。そこで同一地点における $G$ の値がない場合は同一または近く気候区に層する地点の $G$ の値を使った。例えば、根室は稚内、宮古は仙台、松本は館野、名古屋は鹿児島、東京は館野、西郷は米子、大阪は鹿児島、釧原と福岡は米子、清水と名瀬は鹿児島の値をそれぞれ使った。こうして求めた値は表2にあげる通りである。

この表2からわかるように、わが国のほとんどの地点では、気候学的大気汚染危険度は10~11月、特に11月に極大となる。稚内・根室では7月に大となるのが例外で、釧原・福岡・名瀬では5月にかなり明らかな第2の

表2 気候的大気汚染危険度 (H) の月別の値

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合計
稚内	0	0	0	0	0	13	17	17	15	0	0	0	62
札幌	41	38	22	24	19	20	24	31	40	44	44	41	388
根室	0	0	0	0	0	5	7	4	0	0	0	0	16
秋田	0	0	0	0	23	24	24	26	37	33	20	0	187
宮古	27	29	33	24	31	12	22	31	38	48	44	36	375
輪島	0	18	26	32	34	32	34	38	36	46	40	0	336
松本	61	61	44	41	35	41	44	54	69	91	108	91	740
名古屋	32	30	25	27	29	25	23	29	34	44	49	45	392
東京	34	34	29	27	22	23	22	27	30	38	54	48	388
八丈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
西郷	0	7	20	32	36	27	27	28	29	35	38	0	289
米子	27	27	25	35	42	30	32	34	35	44	46	34	411
大阪	38	32	27	30	34	27	25	27	36	42	54	48	420
潮岬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厳原	0	22	27	39	47	36	34	34	37	37	41	30	384
福岡	16	27	29	37	42	32	32	32	37	41	43	34	402
鹿児島	36	30	25	27	27	21	20	22	27	35	46	45	361
清水(足摺)	8	14	10	0	0	15	20	27	0	26	43	15	178
名瀬	0	12	19	30	34	28	26	30	32	37	38	0	286
島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

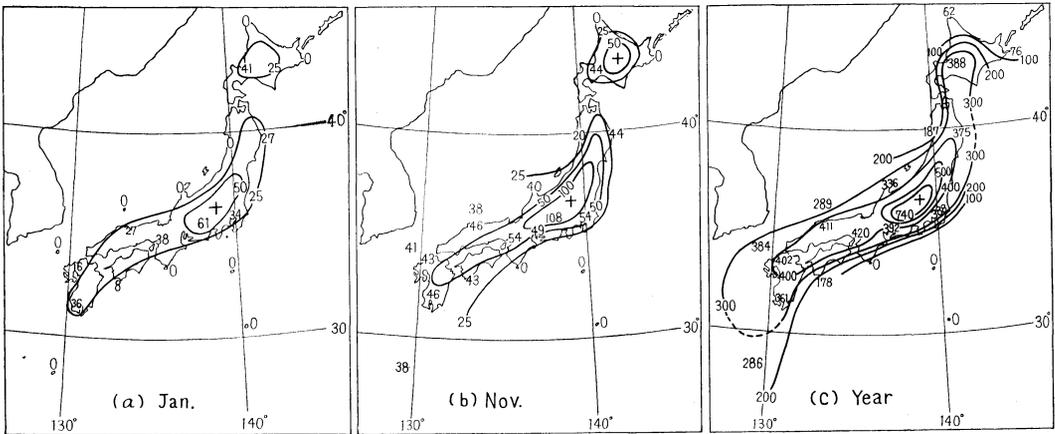


Fig. 5 Distribution of air pollution dangerousness estimated. (a) January, (b) November, and (c) Year.

図5 大気汚染危険度の気候学的推定値 (H) の分布。(a) 1月, (b) 11月, 極大の月, (c) 年の値。

極大がでるのが特異である。

図5は1月と、11月と、年合計値の分布を示したものである。これらの分布図は、全国でわずか20地点の値から求めたものであるから、分布の細部にわたっては、今

後の調査にまつところももちろん多い。しかし、わが国における気候学的大気汚染危険度の分布の大勢を知ることには役立つと思う。

図5から読みとれる特に重要な点は次の通りである。

(1) 冬、日本海側では(札幌を除いて)小さいが、太平洋側が大きい。特に、東京・名古屋・大阪など近くに工業地帯がある地域で大きい値がでることは注目に値しよう。また九州でも比較的大きい値がでている。

(2) 北海道では年の値でも比較的小さい値がでるが、札幌だけは大きい。

(3) 日本海側と太平洋側の海岸部や島を比較すると、年の値では日本海岸の方が危険度が大きい。

(4) 内陸部は大きい値で、例えば松本がいつも約2倍大きい値を示す。

## 6. あとがき

この研究は昭和年度文部省特定研究「大気汚染の比較気候学的研究(代表者福井英一郎)」の一部として行ったものである。

## 文 献

- 箕輪年雄 1963: 大気汚染の予報. 気象研究ノート 14 263—271.  
 大気汚染研究全国協議会第三小委員会 1965: 大気汚染気象ハンドブック. (コロナ社) 482 p.  
 吉野正敏 1966: 日本における風の気候学的特性の2, 3 について. 地理学評論 39 20—30.; 1967: 日本における夜間の接地逆転. (地理学評論に投稿の予定)

## 資 料

1. 気象庁 1964: 特別平均値(その2)月日別の値. 気象庁観測技術資料第26号.

# 理 事 会 便 り

## 第 14 期 第 4 回 全国理事会

日 時: 11月7日, 17:30~20:00

場 所: 気象庁予報部長室

出席者: 畠山, 北岡, 神山, 根本, 大田, 朝倉, 須田, 小倉, 岸保. (以上常任理事)  
 山元, 孫野, 山本, 磯野. (以上理事)  
 高橋監事, 中野評議員

- (1) 前回理事会の決議により吉野常任理事辞任の後任として、小倉会員に連絡、承諾された。講演企画および学会費、藤原賞、ならびに長期計画関係事務を担当することになった。
- (2) 文部省科学研究費等分科会委員候補として、理事にアンケートの結果、総回答数14名全員賛成で磯野謙治会員に決った。

### 議 頭

- (1) 総会提出議題について  
常任理事会で準備した総会提出議案について意見交換がなされ、原案どおり可決。
- (2) 会員よりアンケートをとることについて  
「天気」などの内容改善に資するため会員より

アンケートをとることが、かねて検討されていたがその様式について審議、原案どおり可決。秋季大会の機会および「天気」綴込みで集めることになった。

### (3) 学会賞委員の推選

学会賞担当の小倉理事より上記の委員として、新たに岸保、竹内両会員の推薦があり、従来の委員有住、樋口氏と併せて4名の委員を委嘱することに決った。

### (4) 講演企画委員の追加

上記委員として、相原正彦会員に委嘱して、委員を追加したい旨提案があり、可決。

### (5) 大会開催地について

上記について43年度春は気象研究所、秋は名古屋地方で行う方向ですすめることになった。

### その他

さきごろから、米国気象学会と共催で Special Meeting を行う話が出ているが、これについて種々討論された。