

## 大気汚染濃度におよぼす風速の影響について

三 村 泰 一 郎

Effect of the wind velocity on the concentration of  
air pollutants

TAIICHIRO MIMURA

大気汚染濃度が風によって影響を受けることは明らかであるが、この影響を定量的にあらわすために、観測された日平均風速と日平均濃度の関係を成式化し、その定数の値を求めた。

その結果、風速の変化に伴う濃度の変化の状態は季節、場所、汚染質により異なっており、場所については工業地域が、汚染質については亜硫酸ガスの方が風速の影響が少ないことがわかった。

### 結 言

大気汚染濃度におよぼす風速の影響として、一般に風が弱いときには高濃度が発生しやすく、風が強くなるに従って汚染物質の拡散が盛になり、濃度が減少すると考えられる。本研究では、風速と濃度の関係を成式化し、風速の大小によって濃度がどのように変化するか、又、その変化のしかたには季節により、場所により差があるのかなどを比較してみることにした。勿論、この場合風向も汚染源の位置と関連して濃度に影響をおよぼす一つのファクターではあるが、風速だけでもほぼ一定の関係があることがわかったので、ここでは簡単のために風速の影響のみについて考えてみる。

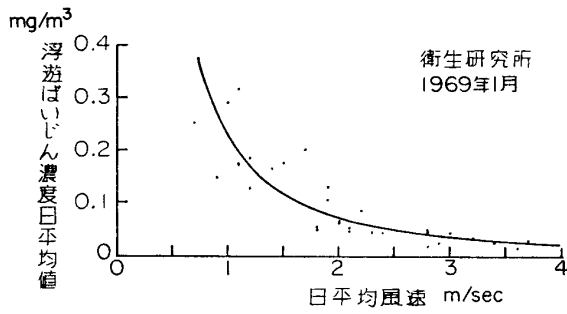
所で、一般に大気汚染濃度は1時間値として、その1時間の平均濃度で表わされているが、この1時間値は1日のうちでもかなり明瞭な日変化を示す。しかし、この日変化は風速だけが原因ではないので、毎時の濃度の1時間値とその時の風速の1時間平均値の関係を求めることは必ずしも妥当ではないように考えられる。むしろ大気汚染予報という立場からみると、個々の時間毎の濃度よりも、翌日の日平均風速がいくら位のときには、日平均濃度がどれ位になるかということが予想できる方が有用であろうと思われる。こういう観点から、ここでは日平均風速と浮遊ばいじん並びに亜硫酸ガス濃度日平均値

との関係を求めてみることにした。

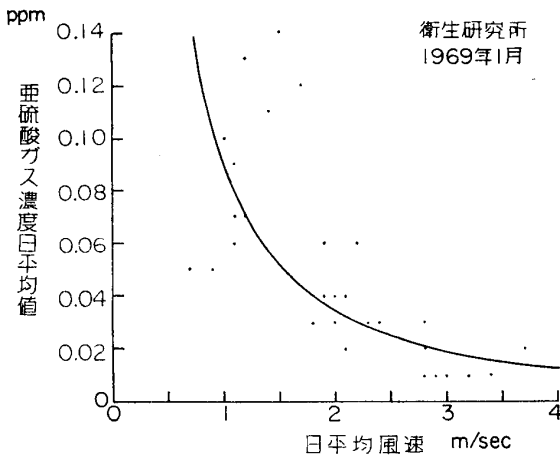
濃度観測値は、京都市内の住居地域にある京都市衛生研究所屋上（地上13m）、南区の工業地域にある南消防署屋上（地上10.7m）および市の中心部の商業地域にある市役所屋上（地上22.3m）において、京都市衛生局公害課が継続して観測しているものを用いた。ただし、浮遊ばいじんについては、市役所のもは測定法が異なるので省いた。風速については本来は各観測地点でのものを用いなければならないのであるが、大気汚染濃度の予測という観点から京都地方気象台における日平均風速を、その日の京都市における風速の代表値と考えて用いることにした。

### 解析方法並びに結果

第1図は衛生研究所屋上における1969年1月のデータから求めた浮遊ばいじん濃度日平均値と日平均風速との関係で、この図から日平均風速が小さい日は濃度の日平均値は大きく、日平均風速が大きくなるに従って或曲線に沿って濃度が減少していく傾向があることがわかる。第2図は同じ衛生研究所屋上における亜硫酸ガス濃度日平均値と日平均風速との関係であるが、この場合にもやはり第1図と同様の関係にあることがわかる。これらの関係を他の月、他の場所についてしらべてみると、傾



第 1 図



第 2 図

向は同じであるが、個々の曲線の形は季節、場所、汚染質により異なっている。そこで、この濃度と風速との関係を表わす曲線を成式化し、定量的に比較するために、日平均濃度を  $p$ 、日平均風速を  $v$  とし、 $p$  と  $v$  の間に

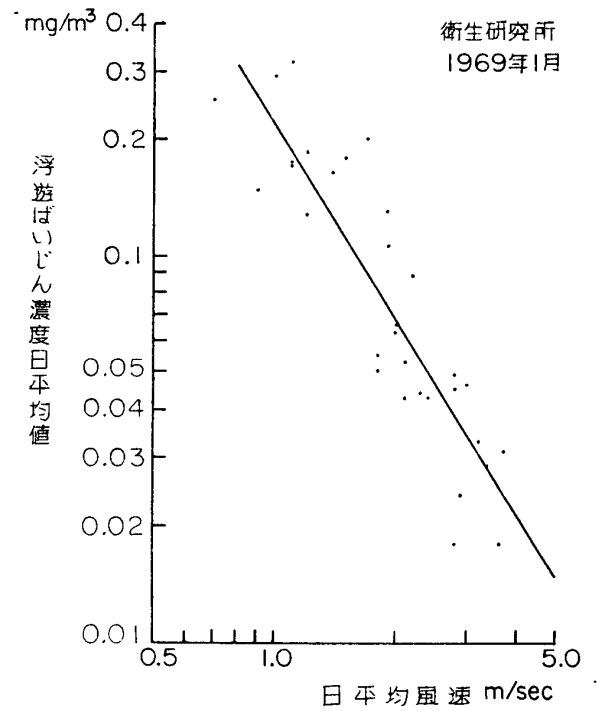
$$p = av^{-n} \quad (1)$$

$a, n$  定数

という関係があるものとして解析を進めていくことにする。この式の両辺の対数をとると、

$$\log p = \log a - n \log v \quad (2)$$

となり、 $\log p$  と  $\log v$  が直線関係にあることになるので、 $a$  と  $n$  は  $p$  と  $v$  の観測値から最小二乗法により求めることができる。第 3 図は第 1 図の観測値を両対数方眼紙上にプロットしたもので、直線は計算により求めた  $n$  と  $a$  により引いたものである。 $a$  の値は(1)式から風速が 1m/sec のときの濃度であり、 $n$  の値は第 1 図の曲線の形を表わしているのであるから、季節、観測地点が異なれば当然これらの値は変わってくるものと予想される。そこで、この  $n, a$  の値を 1 月から 12 月までの各月毎に観測地点、汚染質別に計算した結果を第 1 表～第 5 表に示す。



第 3 図

ところで、 $n$  の値が同じ場合でも  $a$  の値が異なると、或風速  $v$  の所で  $dv$  だけ風速が変化したときの濃度の変化  $dp$  は  $a$  が大きい程大きくなるから、風速の増加による濃度の減少量の絶対値は単に  $n$  だけの比較ではできないことになる。今、(1) 式を  $v$  について微分すると、

$$\frac{dp}{dv} = -nav^{-n-1} \quad (3)$$

となるから、 $v=1\text{m/sec}$  とすると

$$-\frac{dp}{dv} = na \quad (4)$$

第 1 表 京都市衛生研究所 浮遊ばいじん (1969年)

月	$n$	$a$	$na$	月平均濃度 mg/m <sup>3</sup>
1	1.68	0.219	0.368	0.105
2	1.02	0.151	0.154	0.097
3	1.10	0.163	0.179	0.093
4	1.19	0.207	0.246	0.088
5	0.31	0.095	0.029	0.078
6	0.99	0.153	0.151	0.106
7	0.83	0.154	0.128	0.094
8	1.27	0.181	0.230	0.079
9	0.77	0.135	0.104	0.091
10	1.10	0.090	0.099	0.054
11	1.34	0.183	0.245	0.117
12	1.71	0.279	0.477	0.128

第2表 京都市衛生研究所 亜硫酸ガス (1969年)

月	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>na</i>	月平均濃度 ppm
1	1.43	0.090	0.129	0.050
2	1.75	0.077	0.135	0.030
3	1.07	0.047	0.050	0.030
4	1.56	0.116	0.181	0.040
5	0.30	0.038	0.011	0.040
6	0.76	0.046	0.035	0.033
7	0.30	0.019	0.006	0.019
8	0.46	0.024	0.011	0.019
9	0.40	0.022	0.009	0.019
10	1.19	0.023	0.027	0.012
11	0.84	0.049	0.041	0.041
12	0.37	0.055	0.020	0.049

第5表 京都市役所 亜硫酸ガス (1969年)

月	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>na</i>	月平均濃度 ppm
1	1.26	0.055	0.069	0.030
2	0.57	0.048	0.027	0.036
3	0.69	0.080	0.055	0.050
4	0.89	0.094	0.084	0.048
5	0.47	0.037	0.017	0.035
6	0.45	0.029	0.013	0.024
7	0.35	0.028	0.010	0.028
8	0.77	0.043	0.033	0.028
9	0.73	0.030	0.022	0.022
10	0.14	0.041	0.006	0.038
11	0.61	0.048	0.029	0.039
12	0.40	0.040	0.016	0.037

第3表 南消防署 浮遊ばいじん (1969年)

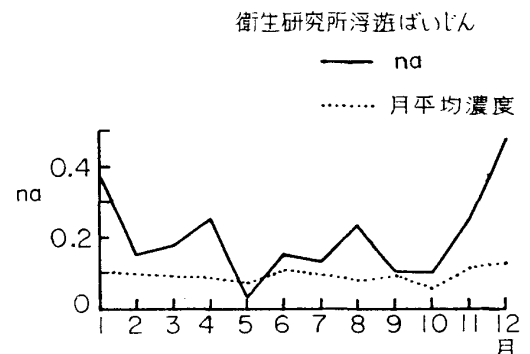
月	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>na</i>	月平均濃度 mg/m <sup>3</sup>
1	1.43	0.221	0.316	0.150
2	0.72	0.084	0.060	0.069
3	0.99	0.104	0.103	0.072
4	1.50	0.264	0.396	0.100
5	1.29	0.147	0.190	0.070
6	1.42	0.133	0.189	0.073
7	0.72	0.096	0.069	0.066
8	0.81	0.090	0.073	0.058
9	1.02	0.070	0.071	0.041
10	0.74	0.066	0.049	0.045
11	0.95	0.089	0.085	0.074
12	1.65	0.180	0.297	0.102

第4表 南消防署 亜硫酸ガス (1969年)

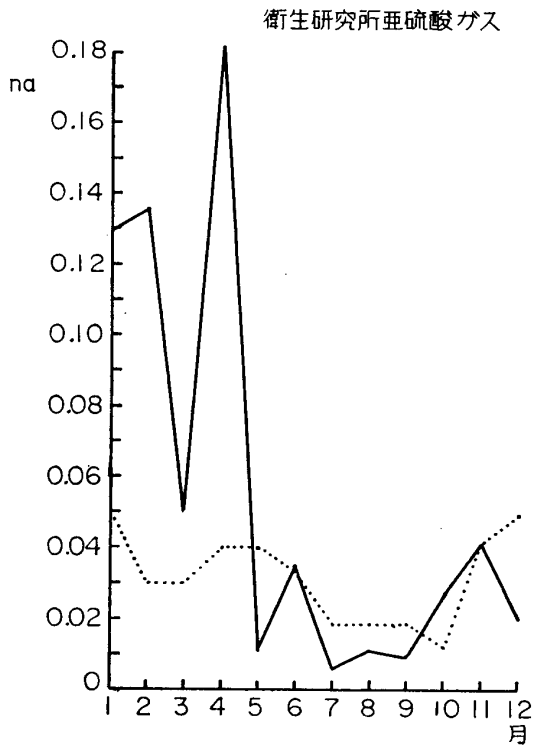
月	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>na</i>	月平均濃度 ppm
1	0.68	0.053	0.036	0.040
2	-0.01	0.031	-0.000	0.035
3	0.51	0.043	0.022	0.031
4	0.64	0.052	0.033	0.033
5	0.37	0.040	0.015	0.031
6	0.15	0.028	0.004	0.026
7	0.18	0.046	0.008	0.046
8	-0.04	0.054	-0.002	0.056
9	0.65	0.050	0.033	0.034
10	0.19	0.035	0.007	0.033
11	0.65	0.055	0.036	0.044
12	0.42	0.060	0.025	0.052

となり、この式の左辺  $-\frac{dp}{dv}$  を絶対濃度減少率と名付けることにすると、これは  $v=1\text{m/sec}$  付近における風速の増加に対する濃度の減少の割合であって、これが二つの定数の積  $na$  に等しいことがわかる。この  $na$  の値を第1表～第5表に示す。

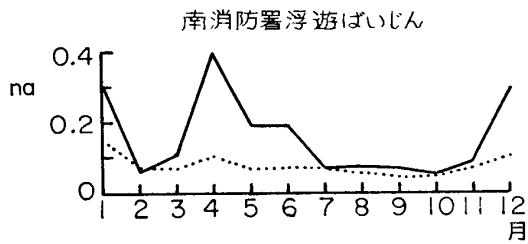
ところで、第1図および第2図をみると、風速が  $1\text{m/sec}$  以下では大体環境基準以上の濃度であり、 $1\text{m/sec}$  以上になると基準値以下に下がっている。大気汚染予報の立場から、汚染濃度におよぼす風速の影響を考えるとき、風速が  $1\text{m/sec}$  付近における濃度減少の度合いが重要な意味をもつと思われるので、 $v=1\text{m/sec}$  のときの  $\frac{dp}{dv}$  即ち  $na$  を風速の濃度におよぼす効果を示す一つの指標とみて、これの年変化を観測地点別、汚染質別に表わしたのが第4図である。この図から浮遊ばいじんについては1月、4月、12月は  $na$  が大きく、このことは風の弱いときに風速の少しの変動に対して濃度が大きく変わることを表わしており、濃度の減少に対して風が大きく貢献していることがわかる。



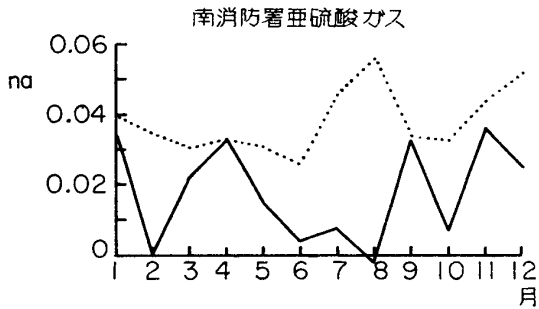
第4図 (a)



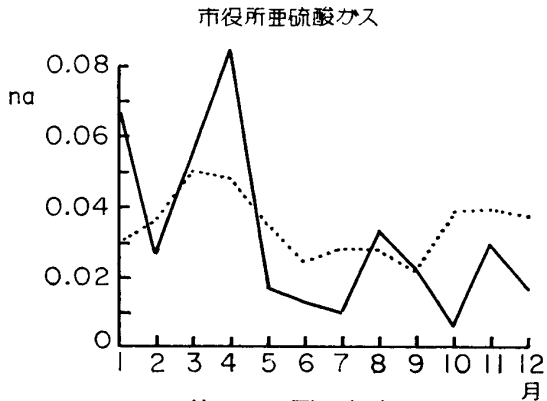
第 4 図 (b)



第 4 図 (c)



第 4 図 (d)

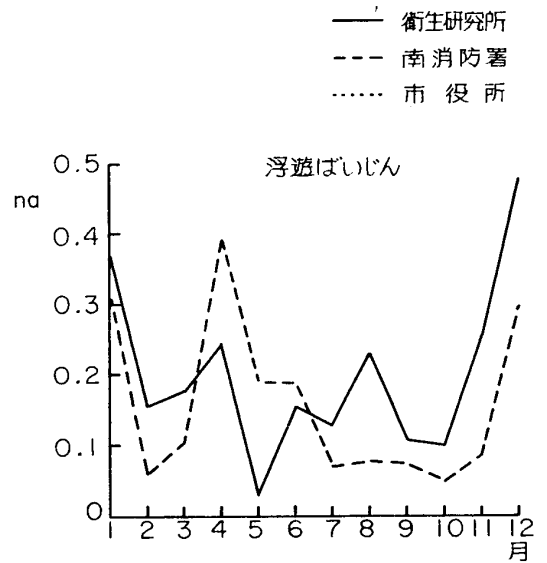


第 4 図 (e)

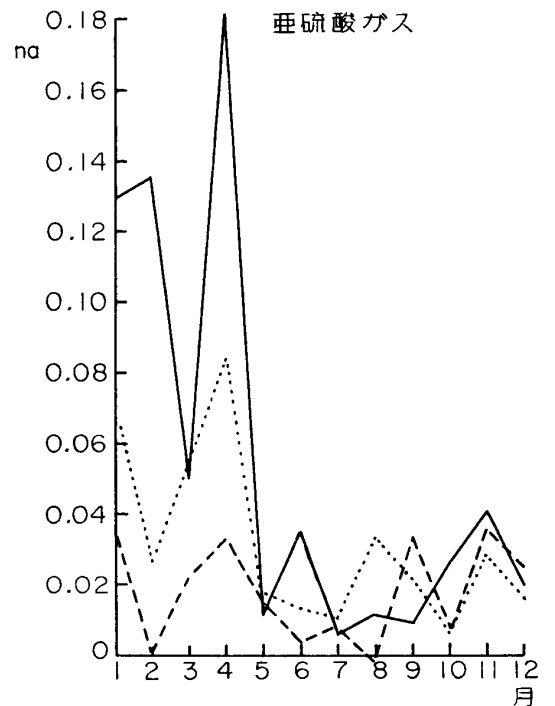
亜硫酸ガスについては、各観測地点共浮遊ばいじんについてのものとは少し異なった変化をしているが、これは粒子状汚染物とガス状汚染物では風による拡散状態が少し異なるためではないかと思われる。

na の値は場所によりかなり異なった値を示すので、3地点での値の年変化を比較したのが第5図である。この図から南消防署における na の値はどちらの汚染質についても他の場所における値より概して低く、風による濃度減少効果が少ないことがわかる。

今のべたのは風速が少し変化した場合の濃度の絶対値



第 5 図 (a)



第 5 図 (b)

の変化であったが、次に風速が少し変化したとき、もとの濃度の何%変化するかという変化の割合を計算してみる。これは最初の濃度が高ければ同じ割合だけ変化しても、最初の濃度が低い場合にくらべるとその絶対量は多くなるので、単に変化する絶対量だけでなく、濃度変化の、もとの濃度に対する割合が  $n$  によってどう変わるか検討するためである。

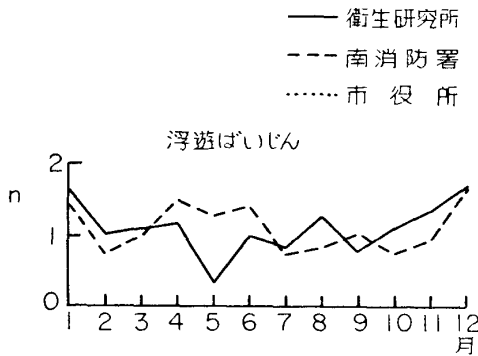
或濃度  $p$  のとき、絶対濃度減少率の  $p$  に対する割合は

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dv} = -nv^{-1} \quad (5)$$

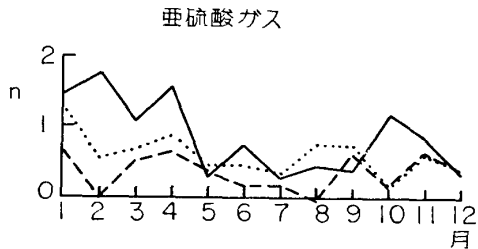
となるが、この式で  $v=1$  とすると

$$\frac{1}{p} \frac{dp}{dv} = -n \quad (6)$$

これを相対濃度減少率と名付けることにする。この式から  $n$  の値は物理学的には、日平均風速と日平均濃度の関係を表わす曲線で、風速が 1m/sec の点において、風速が 1m/sec 増加すれば、もとの濃度の  $n \times 100\%$  減少するという意味をもっている。 $n$  の値の年変化を第6図に示す。この図から浮遊ばいじんについては冬季においてやや増加する傾向があるが、亜硫酸ガスについては場所により相当異なり、特に南消防署における値は他と



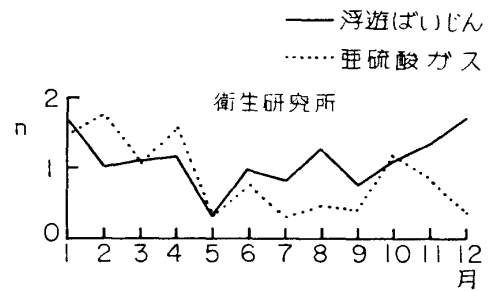
第 6 図 (a)



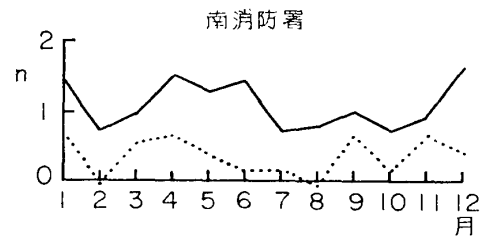
第 6 図 (b)

くらべて低く、風によりあまり濃度が下らないことを表わしている。又、南消防署における亜硫酸ガス濃度の月平均値は第4図(d)からわかるように夏季最も高くなっており、しかもこの時期に  $n$ ,  $na$  共に低くなっている。風による拡散はあまり期待できず、このことは大気汚染防止上考慮しなければならない事実である。

第7図は浮遊ばいじんと亜硫酸ガスについて  $n$  の値を地域毎に比較してみたもので、何れも亜硫酸ガスの方が  $n$  の値が低く、風による拡散効果が低いことを示している。



第 7 図 (a)



第 7 図 (b)

以上のべたことから、大気汚染濃度は風速により影響を受けるが、その程度は季節、場所、汚染質により異なり、場所については工業地域にある南消防署が浮遊ばいじん亜硫酸ガス其他とくらべて風の影響が少なく、汚染質については亜硫酸ガスの方が影響が少ないということがわかった。

本研究を行なうにあたり、データの提供をして頂いた京都市衛生局公害対策室、京都地方気象台の関係各位、種々御指導、御助言を頂いた本学東修三教授並びにデータの整理をして頂いた桂 鈴江、松下廣子両嬢に厚く御礼申し上げます。

(1971年7月23日受理)