

## 大気中の小イオン濃度と気象要素との関連

三 村 泰一郎

### The Relationship of Meteorological Elements to Concentration of Atmospheric Small Ions

TAICHIRO MIMURA

大気中における小イオン濃度は大気汚染物の濃度とは逆に、昼間は通常低濃度となるのであるが、日によっては昼間かなり高濃度となる日があることが観測された。そこで1975年5月から1977年11月の期間におけるこのような日33例について、それらの日の気象要素との関連をしらべた。又、同じ期間中で昼間小イオン濃度の非常に低い日33例について、高濃度の日と比べ気象要素にどのような特徴的な差異があるか検討を行なった。その結果、昼間小イオン濃度が高い日は風向が北寄りの日に多く、気圧配置に関しては、大陸高気圧におおわれた日(あるいは冬型気圧配置の日)および日本海付近の移動性高気圧におおわれた日が約半数を占めていることが認められた。又、昼間小イオン濃度が非常に低い日は風向が南寄りの日に多く、気圧配置は、温帯低気圧が近づいた日、前線が近づき或いは停滞している日、および太平洋高気圧におおわれた日(あるいは夏型気圧配置の日)が約半数を占めていることがわかった。その他、日平均風速、日平均気温に関しても若干差異が認められた。

#### I 緒 言

大気中における小イオンは、大気中に浮遊粉塵或いはエアロゾル等が存在すると、それらに付着して大イオン化し、小イオンは消滅していく。従って大気中のエアロゾル濃度が増大すると、それらに付着する小イオン数も増大し、小イオン濃度は減少し、大イオン濃度が増加することが知られている。このことから、大気中のイオン濃度は大気汚染の状態、特に従来から大気汚染物質として測定されてきている浮遊粉塵の濃度に比べて3桁から4桁も濃度が高いといわれながら、粒径が小さくて測定が困難なため、ルーチンではその濃度が測定されていない、直径が1ミクロン以下から分子程度の大きさまでの範囲にある、いわゆるサブミクロンエアロゾルによる大気汚染の程度を示す指標として極めて重要な意味をもつものと考えられる。

ところで、大気汚染状態をみると、夜間は汚染濃度は低く、昼間は工場の稼働、その他の人間活動により汚染濃度が高くなるのが通常である。従って小イオン

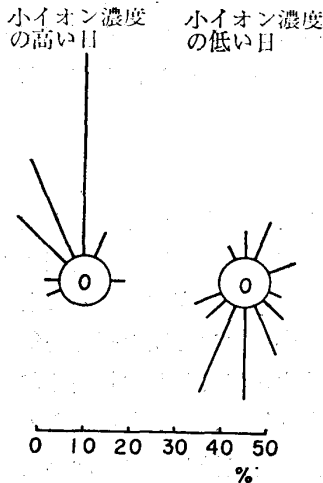
についてみるとその濃度はそのような大気汚染濃度の日変化に伴って、それとは逆に夜間に濃度が高く、昼間に低くなるという日変化をすることが予想される。ところが、小イオン濃度の観測を毎日続けていると、昼間に小イオン濃度がかかなり高くなる日があることが何回か観測された。しかもこれらの日は週日であって、汚染物の排出量が特に少ないということも考えられず、そのようなことがおこるのはおそらく何らかの気象要素が関与しているのであらうと考え、昼間小イオン濃度がかかなり高くなった日について、いくつかの気象要素との関連をしらべてみることにした。又、それらの日とは対照的に昼間の小イオン濃度が非常に低かった日についても同様にしらべて比較してみることにした。

#### II 調査解析方法並びに結果

大気中の小イオン濃度は本学内において、同軸コンデンサ型のイオン計<sup>1)</sup>で、移動度が  $0.237 \text{ cm}^2/\text{volt} \cdot \text{sec}$  から  $3.164 \text{ cm}^2/\text{volt} \cdot \text{sec}$  までの正負小イオンに

ついて観測を行なっているが、そのうち、1975年5月から1977年11月までの間で、昼間小イオン濃度が特に高かった日と特に低かった日それぞれ33例についてこれらの日の気象条件に特徴的な差が認められるかどうかしらべてみた。用いた気象要素は風速、風向、気温、天気および気圧配置で、京都地方気象台から発表されている京都府気象月報による日平均風速、10分間日最大風速時の風向、日平均気温、天気概況および気圧配置の概要と、小イオン濃度を観測している本学から直線距離で約 1.9 km 東南の位置にある京都市大気汚染左京観測局（以下左京観測局と略称）での毎時の風速および風向のデータを用いた。又、小イオン濃度と大気汚染物質の濃度を比較するために、左京観測局における浮遊粉塵、オキシダントおよび二酸化窒素の濃度の値も用いた。

先ず日平均風速についてみると、昼間小イオン濃度が高い日は日平均風速が 0.8 m/sec から 3.6 m/sec までの比較的広い範囲にわたっており、小イオン濃度が低い日が 0.4 m/sec から 2.2 m/sec の範囲であるのに比べ全体的に風速が大きい。例えば、日平均風速が 1.6 m/sec 以上の日の数は、小イオン濃度の高い日



第 1 図

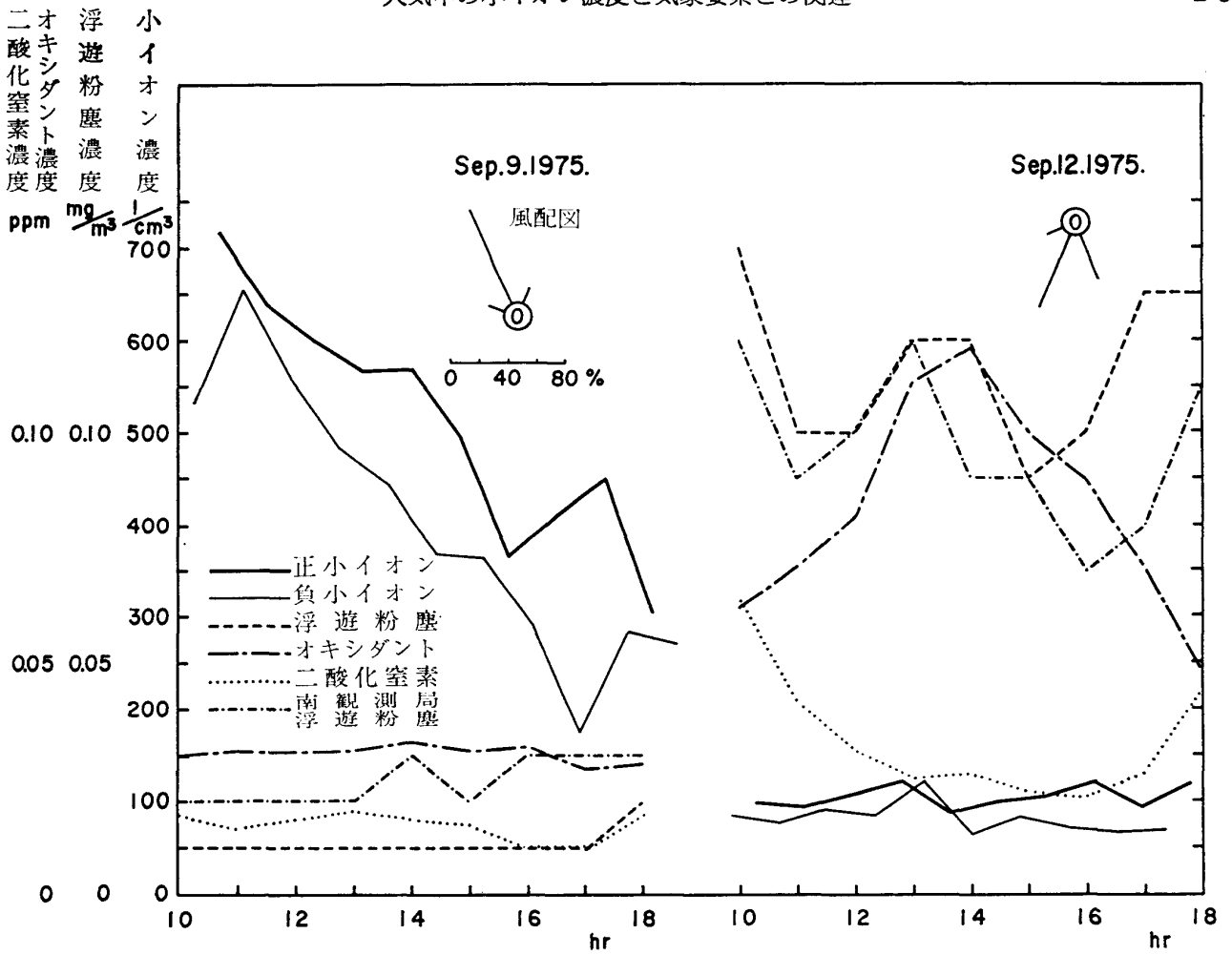
の場合33例中 18日あるのに対し、小イオン濃度の低い日の場合は33例中わずか 4日である。

次に風向についてみると、10分間日最大風速時の風向を 33例についてまとめ、その風配図をかくと第 1 図のように、小イオン濃度の高い日は N, NNW, NNE あるいは NW など北寄りの風が 91% を占めており、小イオン濃度の低い日は逆に S, SSW, SSE, SW あるいは SE など南寄りの風が約 67% となっている。小イオン濃度の高い日と低い日について、日最大風速時の風配図でもこのように明確な特徴的な差があるので、次に昼間の毎時の風向を使って風向の分布と小イオン濃度との関係をしらべてみることにする。第 2 図は小イオン濃度の高い日が比較的多い秋季において、昼間小イオン濃度がかなり高い日と、かなり低い日の代表例それぞれ 3例について、昼間として10時から 18時までの正負小イオン濃度の変化と、その時間帯での左京観測局における風配図を表わしたもので、小イオン濃度は正負小イオンそれぞれについて、移動度が  $0.237 \text{ cm}^2/\text{volt} \cdot \text{sec}$  から  $3.164 \text{ cm}^2/\text{volt} \cdot \text{sec}$  までのイオンの  $1 \text{ cm}^3$  中における総数である。又、参考のために左京観測局での浮遊粉塵、オキシダントおよび二酸化窒素の濃度の変化も同時にプロットしてある。これらの図を見ても第 1 図と同様に、昼間小イオン濃度の高い日は北寄りあるいは北西方向の風向の日で、他の汚染物濃度は低くなっており、小イオン濃度の低い日は南寄りあるいは南東から南西の風向の日で、他の汚染物濃度は高くなっていることがわかる。又、左京観測局におけるその時間帯での平均風速ならびに風向と小イオン濃度の関係をみると、第 1 表のように、平均風速が比較的小きくても北成分の風が多ければ小イオン濃度は高く、同じ風速であっても南成分の風が多ければ小イオン濃度は低くなっている。又、平均風速が大きくても南成分の風の時は小イオン濃度が低く、北成分の風の時は高い。

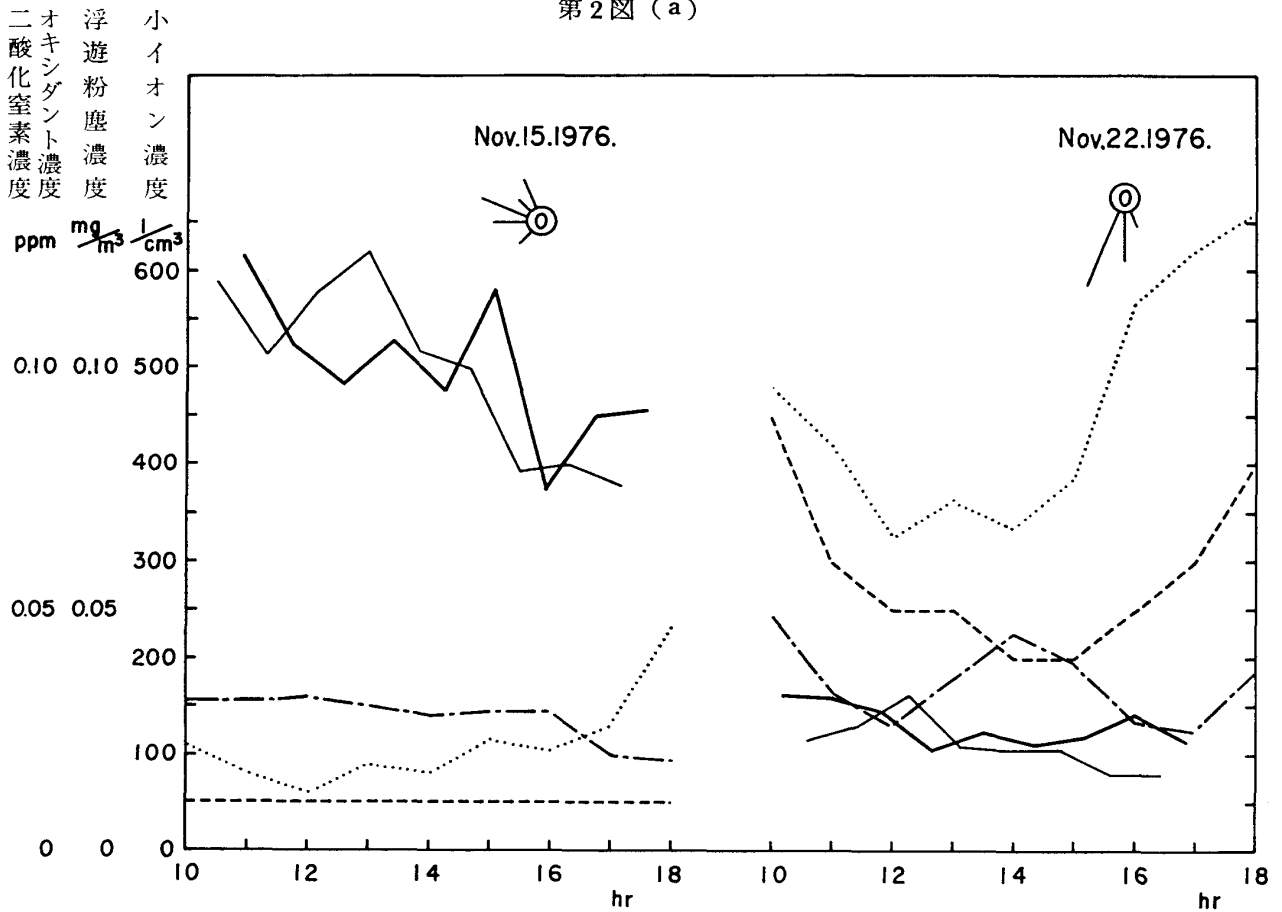
このように、北成分の風の時小イオン濃度が高く空

第 1 表

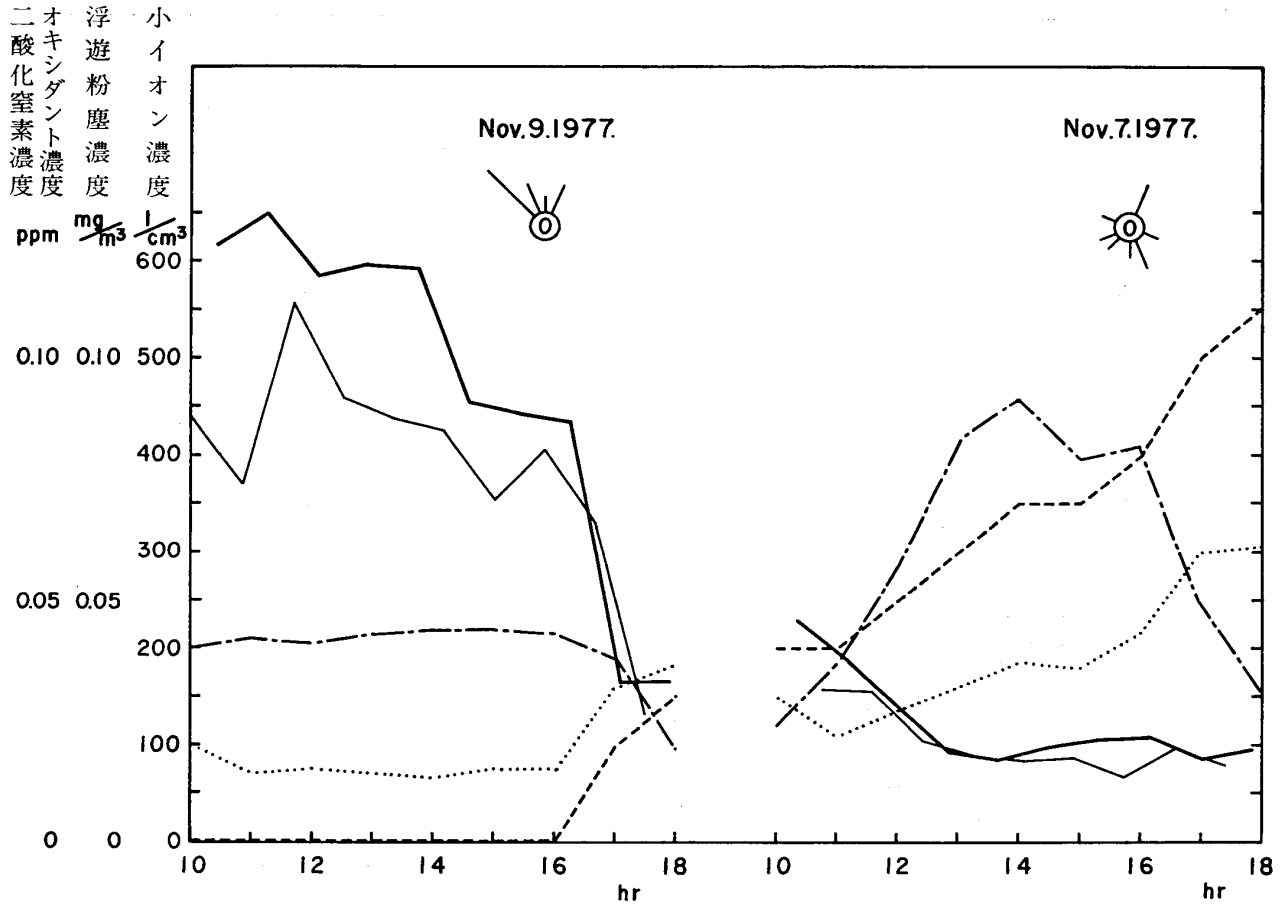
年 月 日	小イオン濃度	左京観測局10時~18時		京都地方気象台 日最大風速時の風向
		平均風速	多い風向成分	
1977. 11. 7	低	1.4 m/sec	S	S S W
1975. 9. 12	低	2.4	S	S S W
1976. 11. 22	低	4.6	S	S
1976. 11. 15	高	2.3	N又はW	N
1975. 9. 9	高	4.1	N	N N E
1977. 11. 9	高	3.8	N	N N W



第2図 (a)



第2図 (b)



第2図 (c)

気がきれいであるのは、これを局地性の風と考えると、小イオン観測点の北隣に植物園があり、又、その北方は住宅地のみで大きな汚染物発生源がないということで説明ができる。ところが、京都市の中でも比較的汚染濃度の高い地域にある京都市大気汚染南観測局（小イオン観測点から直線距離で約 8.3 km 南南西の位置）における大気汚染物濃度についてみると、第2図 (a) に浮遊粉塵について示したように、ここでもやはり南寄りの風向の日には高く、北寄りの風向の日には左京観測局におけると同様にかなり低下しているという観測事実があり、従って、南観測局においてもやはり南寄りの風向の日には小イオン濃度が低く、北寄りの風向の日には高くなっていることが予想される。このことは周辺の工場配置等の環境条件からみて局地性の風という観点からは説明が困難である。しかし、これらの風が相当広域にわたる一般風であるとするれば、南寄りの風のときにはそれにのって近隣の工業地域から汚染物が流入したり、あるいは、大阪等からの汚染物の移流により京都の汚染物濃度が高まるという議論<sup>2,3)</sup>もあるので、場合によっては阪神工業地帯から汚染物が流入し、大気汚染物の濃度は上り、小イオン濃度は下り、北寄りの風のときにはそれらの影響が

なく、大気汚染物濃度は下り、小イオン濃度は上るということで理解できる。

そこで、昼間小イオン濃度の高い日と低い日の各33例について、その場合の風が果して一般風と断定できるのかどうかを確かめるため、気圧配置の面から検討してみることにした。その結果、小イオン濃度の高い日33例中、前記北寄りの風の日は30例あり、そのうち、大陸高気圧におおわれた日（あるいは冬型気圧配置の日）および日本海付近にある移動性高気圧におおわれた日が14例約47%あり、小イオン濃度の低い日については、南寄りの風の日は22例あり、そのうち、温帯低気圧が近づいたり、前線が近づきあるいは停滞している日および太平洋高気圧におおわれた日（あるいは夏型気圧配置の日）が13例約59%あることがわかった。

このことから、上述の推測がある程度は正しいものと考えられる。尚、北寄りの風向の日には小イオン濃度が高くなり、あるいは北、北北西の季節風の卓越している日に微粒子による汚染が著しく減少することは神戸市<sup>4)</sup>、三河湾佐久島<sup>5)</sup>においても観測され報告されている。

気圧配置と小イオン濃度についてはこのような関係

第 2 表

年 月 日	小イオン濃度		日最大風速 時の 風 向
	高	低	
1975. 5. 20 5. 21 5. 23	14.7°C 14.0	20.5	NW N E S E
6. 27 6. 29	23.0	23.4	E S S W
8. 4 8. 8	25.4	29.9	S NNW
9. 9 9. 11 9. 12	24.0	24.5 26.1	NNE S W S S W
1976. 11. 1 11. 2	9.9	10.8	N S S E
11. 22 11. 24	5.7	7.7	N S
11. 29 12. 2	4.1	9.5	NW NNE
1977. 5. 16 5. 17 5. 18	14.3 14.8	17.9	N N N
11. 1 11. 2	18.2	21.6	NNW NNW
11. 7 11. 9	15.0	19.0	NNW S S W

がみとめられるが、天気そのものについては小イオン濃度との間にあまり特徴的な関係は見出せなかった。

気温との関係については、小イオン濃度の高い日と低い日が近接する場合について日平均気温を比較すると第 2 表のごとく、小イオン濃度の低い日の方が日平均気温が高いことがわかる。又、日平均気温の高い日は風向は概して南寄りであり、これらのことも上述の気圧配置と関連があるものと考えられる。

本研究を行なうにあたり、浮遊粉塵濃度、オキシダント濃度、二酸化窒素濃度および風向、風速のデータを提供して頂いた京都市大気汚染管理センターの中村寛氏ならびに同センターの皆様にご心から感謝致します。

又、種々御指導を頂きました本学東 修三教授に厚く御礼申し上げます。

(1978年 7 月 27 日受理)

文 献

- 1) 三村泰一郎：京都府立大学学術報告（理学・生活科学）第 26 号（1975）49
- 2) 中島暢太郎：大気汚染（コロナ社，1975）p. 60
- 3) 中野道雄他：大気汚染研究 Vol. 6 No. 1(1971) p. 121
- 4) 角田美弘，薩谷泰資：大気電気研究 第12号（1974）p. 21
- 5) 森田恭弘他：大気電気研究 第17号(1977)p. 41