

大気イオン濃度とオキシダント濃度との 関係について（第2報）

三村 泰一郎

On the Relationship between the Concentrations of Atmospheric Ions and Oxidants (Part 2)

TAICHIRO MIMURA

光化学スモッグの生成にエアロゾルによる粒子的大気汚染がどの様に貢献しているかを調べるために、エアロゾル濃度と関連のある小イオン濃度と、光化学スモッグの原因物質の一つとみられるオキシダント濃度との相関を、オキシダント濃度の高い14日間のデータについて求めてみた。その結果、1日のうちでは両者の相関はかなり高いことが判ったが、小イオン濃度日最低値とオキシダント濃度日最高値等については14日間のデータの間には明確な相関は見出せなかった。

I 緒言

第1報¹⁾において、光化学スモッグとエアロゾル汚染の関係を究明する一つの手がかりを得るため、エアロゾル汚染と関連のある大気中の小イオン濃度の日変化と、光化学スモッグの原因物質の一つと見られるオキシダント濃度の日変化との関係を調べ、視覚的にその両者の間にほぼ負の相関の存在することを述べたが、本報においては、昭和50年5月から9月にかけて光化学スモッグ注意報の出された日のうち、小イオン濃度に欠測のない6日間と、注意報は出されなかったが、オキシダント濃度の日最高値が非常に高かった8日間の合計14日を選び、それぞれの日について、正、負小イオン濃度とオキシダント濃度との間の相関係数を計算によって求めてみることにした。

II 観測方法、結果並びに考察

小イオン濃度は本学内において、前報において述べた同軸コンデンサ型イオン計により、電気的移動度が $3.164 \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ から $0.237 \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ までの正、負小イオンについてその日変化を求め、オキシダント濃度は小イオン濃度の観測地点から直線距離で約 1.9 km 東南にある京都市左京観測局における観測値を利用し、これらの間の相関係数を求めた。

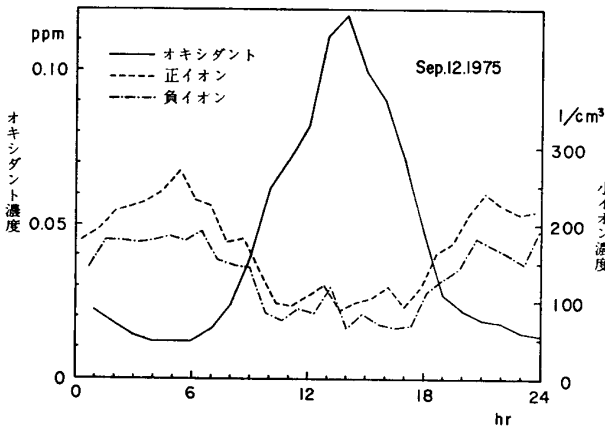
第1表にその結果と、オキシダント濃度の日平均値、日最高値、日最低値及び気象状態等も示した。

オキシダント濃度は毎正時を中心に関前後30分の合計1時間の平均濃度をもってその正時の濃度としているのであるが、小イオン濃度の方は正、負共それぞれ20分間の平均値である。即ち、前報に述べた通り移動度が $3.164 \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ から $0.178 \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ の範囲を対数的に10等分し、各移動度範囲に対応する直流電圧を2分間宛かけ、10段階で合計20分、これを正、負の小イオンについて観測するため、印加電圧を正、負に切換えて観測し、更に、正から負に切換える時4分間、負から正に切換える時6分間無電圧期間をおいている（時間が異なるのは切換スイッチの接点数が25であるため、特別な意味はない）ので、結局正、負の1サイクルにつき50分かかり、正、負各小イオンはそれぞれ50分毎に観測を開始しているわけである。従って、オキシダント濃度観測時間との間に時間のずれを生じ、両者の比較を同一時間間隔のものについてすることができないので、小イオン濃度については、正時の前後30分の範囲に連続して入る20分間の値をもってその正時におけるオキシダント濃度と対応させ比較することにした。

第1表をみると、ごく僅かの例外を除き大多数が相関係数の絶対値が0.6以上であり、かなり良い相関を示

第 1 表

年月日	相 関 係 数		オキシダント濃度 ×10 ⁻³ ppm			天 気	気 温°C		日平均 湿度%	日平均 風 速 m/s	光化学スモッグ注意報発令 日及び時刻
	正 イ オ ン	負 イ オ ン	日平 均値	日最 高値	日最 低値		日平 均値	日最 高値			
50.5.23	-0.61	-0.56	44	95	19	晴	20.5	27.8	53	1.3	
5.28	-0.63	-0.66	45	114	14	晴後曇	19.5	26.9	53	1.2	
6.3	-0.87	-0.85	48	106	19	晴一時俄雨	23.4	30.0	61	1.5	
6.14	-0.52	-0.48	44	119	7	晴後曇	23.3	28.2	70	1.2	注 15.55-17.45
6.17	-0.52	-0.60	46	106	18	晴後曇一時雨	25.7	31.1	65	1.8	注 15.45-16.50
6.27	-0.71	-0.75	37	91	12	曇一時雨後晴	23.4	28.4	77	1.5	
7.20	-0.77	-0.78	67	136	23	晴	28.1	35.0	55	1.4	注 14.55-18.05
7.21	-0.84	-0.65	72	151	16	晴時々曇	29.9	34.9	66	1.6	注 12.45-18.10
7.22	-0.85	-0.69	41	119	6	曇後晴	29.6	35.9	62	1.7	注 12.45-15.20
7.31	-0.67	-0.71	24	95	3	晴	30.3	35.6	58	1.7	
8.4	-0.71	-0.65	32	108	3	晴	29.9	36.2	58	1.7	
9.11	-0.76	-0.74	54	132	13	快晴	24.5	31.0	62	1.3	
9.12	-0.89	-0.87	43	118	12	晴	26.1	31.9	64	1.3	注 13.45-16.40
9.16	-0.66	-0.69	27	95	8	晴一時雷雨	27.6	34.1	65	1.6	



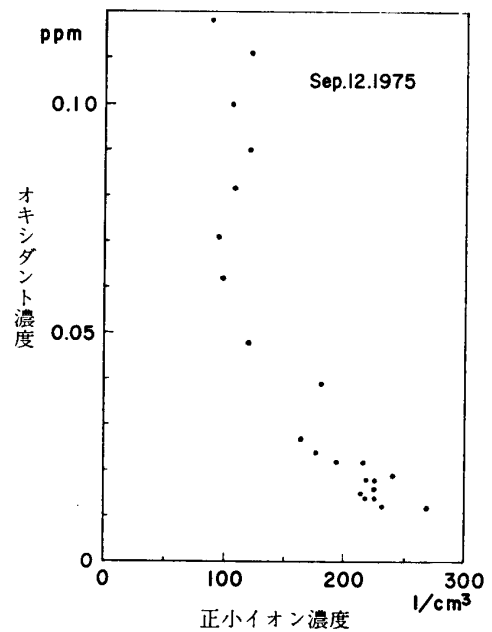
第 1 図

すことが判る. 又, 相関係数の値はオキシダント濃度
或いは気象状態と特に関係はないようである.

第 1 図は相関係数の最も高い 9 月 12 日の正, 負小イ
オン濃度とオキシダント濃度の日変化を表わすグラフ
で, この日は 13 時 45 分から 16 時 40 分迄光化学スモッグ
注意報が出されている.

第 2 図は第 1 図における正の小イオン濃度とオキシ
ダント濃度との相関を見るための散布図である.

ところで, 正, 負小イオン濃度とオキシダント濃度
は相関係数からみると第 1 表の様に割合に良い相関を
示しているのであるが, 第 3 図及び第 4 図に示すよう
に, 朝のオキシダント濃度は 6 月 3 日に比べ 7 月 20 日
の方が僅かに高いのに, 小イオン濃度は後の方がは
るかに高い値を示しており, 又, 日中オキシダント濃
度が最高値を示す時にも, 小イオン濃度の最低値は大

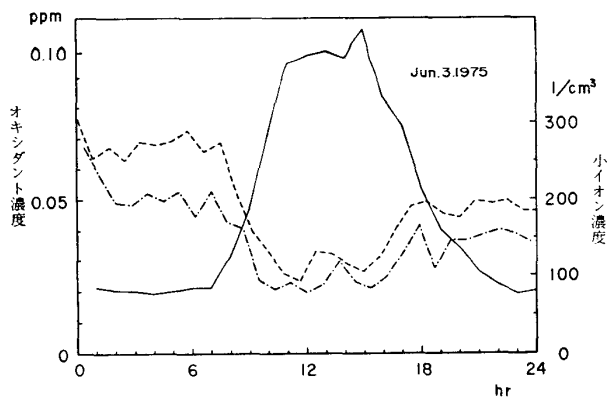


第 2 図

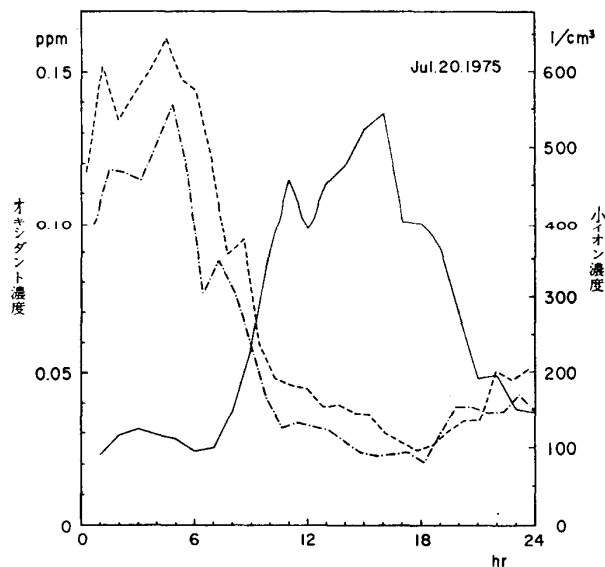
体同程度の値であるのに, オキシダント濃度の値は大
きく異なっている.

このように, 小イオン濃度とオキシダント濃度の間
には日が異なれば一定の数量的関係がないように見え
るので, この場合, 相関係数が大きいということが果
して両者の間に因果関係等のある真の相関があること
を意味しているのか, 或いは単なる見掛け上だけの,
即ちその日一日に限っての相関なのか, ということ
を調べてみることにした. そこで, 一日のうちでは第 2
図のように小イオン濃度が低くなればオキシダント濃

度は高くなっているが、この関係が他の日のデータを加えてもやはり成り立っておれば、小イオン濃度とオキシダント濃度の間にはいつも一定の量的関係があることになり、真の相関があると考えられるので、第1



第 3 図



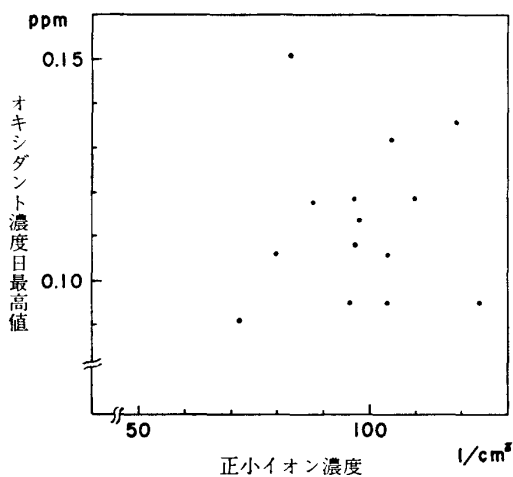
第 4 図

表にあげた14日間について、両者の濃度の代表的な値の間の量的関係をみるため、オキシダント濃度日最高値と、その最高値を示す時刻での小イオン濃度、小イオン濃度日最低値とオキシダント濃度日最高値、小イオン濃度日平均値とオキシダント濃度日最高値、小イオン濃度日最低値とオキシダント濃度日平均値、小イオン濃度日平均値とオキシダント濃度日平均値、の各々について、それらの間の関係を示す散布図を書いて調べてみた。その結果、小イオン濃度日平均値とオキシダント濃度日平均値の間に若干の相関がみられた他は全く相関がみとめられなかった。第5図及び第6図はその一例で、第5図の方はオキシダント濃度日最高値とその最高値を示す時刻での正の小イオン濃度との散布図であり、第6図は正の小イオン濃度とオキシダント濃度の各々の日平均値の散布図である。

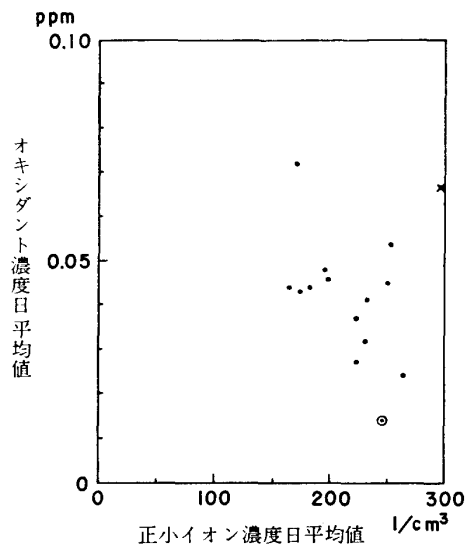
次に、オキシダント濃度は日中だけ濃度が高くなるので、この時間帯のみについて、小イオン濃度とオキ

シダント濃度の間にはどのような関係があるのか調べるため、朝7時頃からオキシダント濃度が上昇し始め、夜19時から21時頃にかけてもとの値に減少する濃度変化曲線について、曲線の立上りと立下りの部分において、濃度が山の高さの約50%になった時刻の間の時間帯における小イオンとオキシダントの濃度のそれぞれについて平均値を求め、14日間についてその両者の相関を調べてみることにした。もし、そこで或程度の相関ができれば、この場合は真の相関の存在を示唆していると考えられる。しかし結果は、日中確かに小イオン濃度が低くなり、オキシダント濃度は高くなってはいるが、小イオン濃度の平均値が低い日程必ずしもオキシダント濃度の平均値がより高いとは限らず、両者の間には相関らしいものは見出せなかった。

一日のうちでは二つの現象の間にかなり良い負相関



第 5 図



第 6 図

が存在するのに、数日以上の個々のデータについて相関を調べると、もはやそれらの間には相関があまり認められないというとき、次のような二つの場合にそのようなことが起ると考えられる。先ず第一に、それらの間には真の相関が存在しない、即ち、日変化においては見掛け上の相関を示しているだけという場合、第二に真の相関はあるのであるが、更に別の要因が強く支配しているために相関がはっきりと表に現れてこない場合である。例えば、気温と相対湿度の関係において、もし空気中の水蒸気圧が一定であればそれらの間には負の相関が生ずるが、水蒸気圧が日によって大きく相違しているときには、気温が同じでも相対湿度は同じにならないので、そういう日の何日間かについて気温と相対湿度の関係を調べても、実際には両者の間には因果関係があるのに、空気中の水蒸気圧の変動という別の要因のため、あたかもそれらの間には全く関係がないような結果がでてくるというような場合である。

ところで今の場合、第6図から判るように、両者の日平均値に関していえばその間には僅かながら負の相関が認められ（オキシダント低濃度日の9月5日（二重丸印）と、極端に離れた7月20日（×印）を除けば相関係数は -0.48 で、7月20日を加えると -0.07 とな

る）、又、本研究ではオキシダント濃度の非常に高い日を選び出して解析したのであるが、第6図に二重丸で示した9月5日の例（オキシダント濃度日平均値 14×10^{-3} ppm）のように濃度の低い日、或いは通常濃度の日も加えて検討すれば相関はもう少し良くなるとも考えられるので、上述の第二の場合の可能性も十分にあると思われる。しかし、さきに述べた如く、小イオンとオキシダントでは観測時間間隔及び時間幅の違いがあるため、濃度変化の激しい時間帯では先に述べた方法では相関係数の計算に使う両者の一組のデータが正しく対応していないことや、又、両者の観測地点が離れているための濃度変化の時間的ずれ、濃度値の違い等も考えられるので、これだけでは即断できない。

本研究を行なうにあたり、種々御指導頂いた気象研究所の三崎方郎博士並びに本学東修三教授に厚く御礼申し上げます。又、オキシダント濃度のデータを提供して頂いた京都市衛生局公害対策室の方々、公害規制課の中村寛氏に心から感謝致します。

(1976年7月30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