

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1報）

三 村 泰 一 郎

On the relationship between the concentrations
of atmospheric ions and oxidants (Part 1)

TAICHIRO MIMURA

最近問題となっている光化学スモッグの生成において、エロゾルがどのように貢献しているかを調べるために、エロゾル粒子の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の濃度の関係を、オキシダント日平均濃度の高い日と低い日につき調べてみた。結果はオキシダント低濃度日に幾つかの例外はあるが、両者は大略逆相関の様な日変化をしており、又、オキシダント濃度の高い日程、小イオン濃度は全体的に低くなっている。

I 結 言

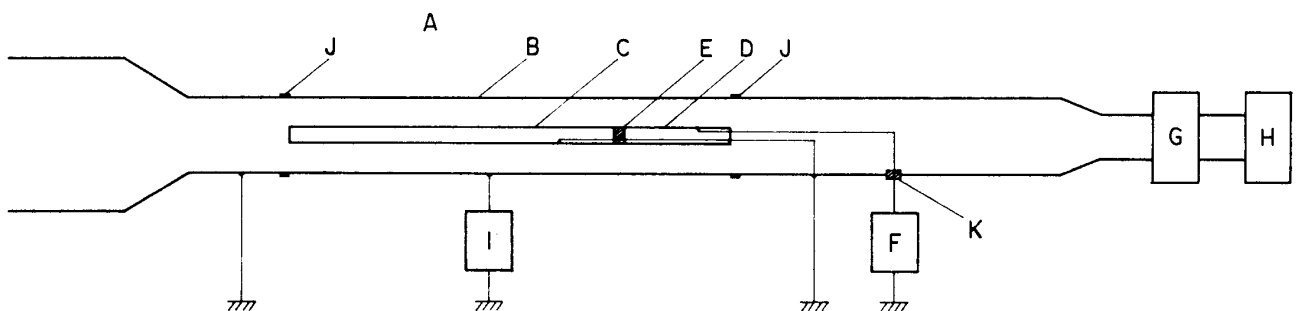
大気中には種々の原因により生じた帯電粒子が浮遊しており、これを大気イオンと呼んでいる。大気イオンの大きさは、分子程度のごく小さい、いわゆる小イオンといわれるものから、じん埃等が帯電した巨大イオンに至るまで非常に広い粒径範囲にわたっているが、このうち小イオンは大気中にじん埃、水滴など、いわゆるエロゾルが存在するとそれらに付着して大イオンとなり、小イオンは消滅していく。従って大気中のエロゾル濃度が増大する程、それらに付着する小イオン数も増大し、結果として小イオン濃度は減少し、逆に大イオン濃度が増加することがわかっている。従って小イオン濃度の消長からエロゾルによる大気汚染の状態を推測できるわけである。

最近問題となっている光化学スモッグにおいても、このエロゾルが何らかの役割を果していると思われるのであるが、本研究においては、エロゾル汚染と関連のある大気中の小イオン濃度を連続測定し、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がこれとどのような関係にあるかを調べて、光化学スモッグとエロゾルとの関係を究明する一つの手がかりを得ることを目的としている。

II 測定方法並びに結果

小イオン濃度は三崎¹⁾により考案され、その後Whipple²⁾により解析法が改良された方法により、電氣的移動度が $3.164 \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ から $0.237 \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ までのものについて求めた。

用いた測定装置の概略を第1図に示す。Aは同軸コ



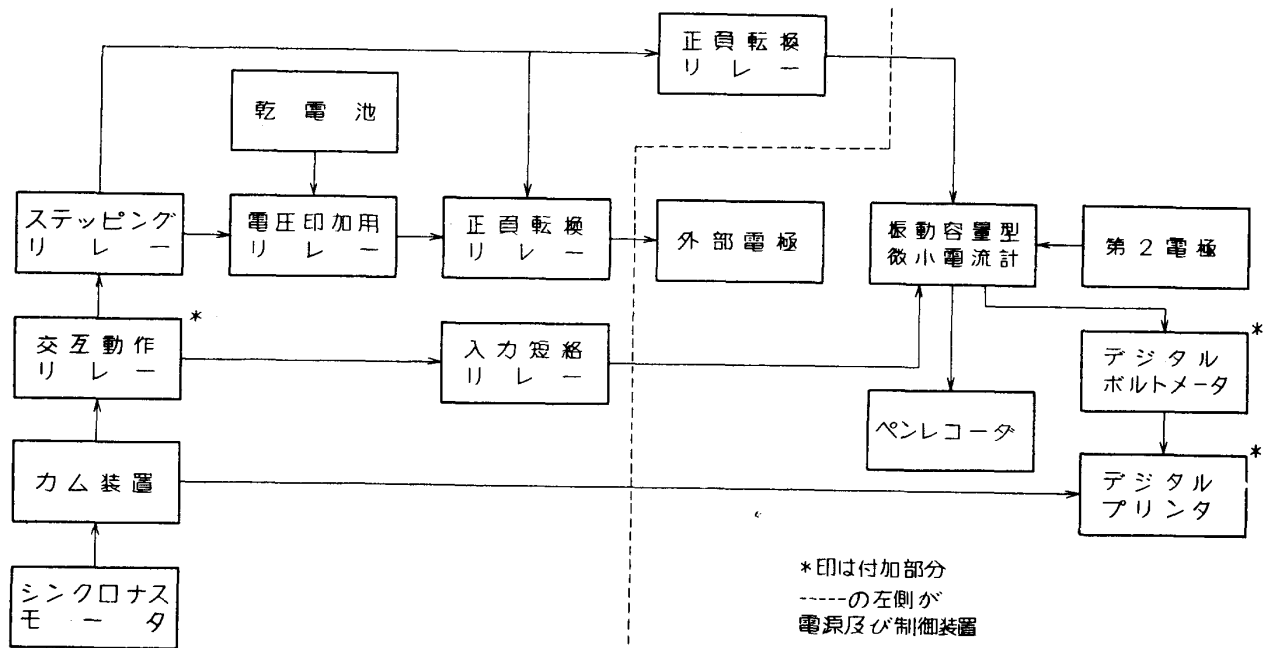
第 1 図

ンデンサ型のイオン計で、半径 4.86 cm の真鍮製外部電極 B の中に、これと同軸で半径 1 cm の真鍮製内部電極がとりつけてある。この内部電極は二つの部分（第 1 電極 C、第 2 電極 D）に分れ、それらの長さはそれぞれ 42 cm 及び 14 cm である。そして第 1 電極はアースされ、第 2 電極はポリスチレン E によりアース及び外部電極と高度に絶縁され、振動容量型微小電流計 F（タケダ理研 TR-84 M）につないである。J 及び K は絶縁物である。

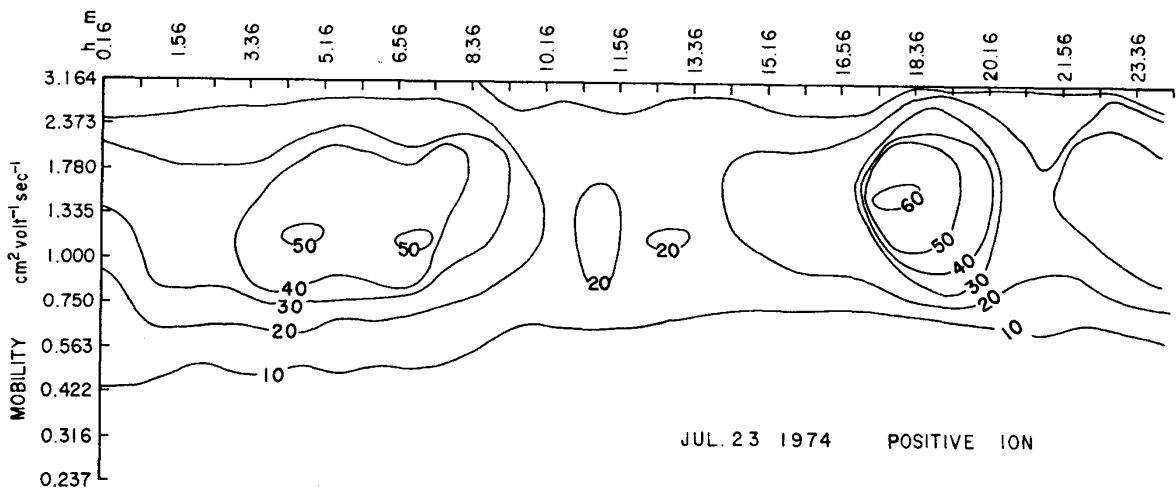
測定はイオン計を京都市左京区下鴨にある本学内 5 号館 2 階（地上 5.3 m）に設置し、その開口部（第 1 図左端）を窓の外に出し、流量計 G を通してブローア H により外部電極と内部電極の間に一定流量（3500

cm³/sec）の外気を流し、又、外部電極と内部電極の間には小イオンの移動度に応じて約 3 V から 62 V までの直流電圧を電源及び制御装置 I によって 1 分間宛段階的にかけて行なった。そして、その時第 2 電極に流れ込むイオン電流を振動容量型微小電流計のよみから計算により求めた。

電源及び制御装置並びに微小電流の記録装置のブロックダイアグラムを第 2 図に示す。外部電極には単 3 乾電池により約 3 V から 62 V まで 10 段階の正の電圧を各段階 1 分間宛かけ、それが終わると次に負に切換えて同様に 10 段階の電圧を印加する様にしてある。入力短絡リレーは電圧切換の際に過渡現象によって微小電流計が振切れるのを防ぐためと、その指示を零にもどす



第 2 図



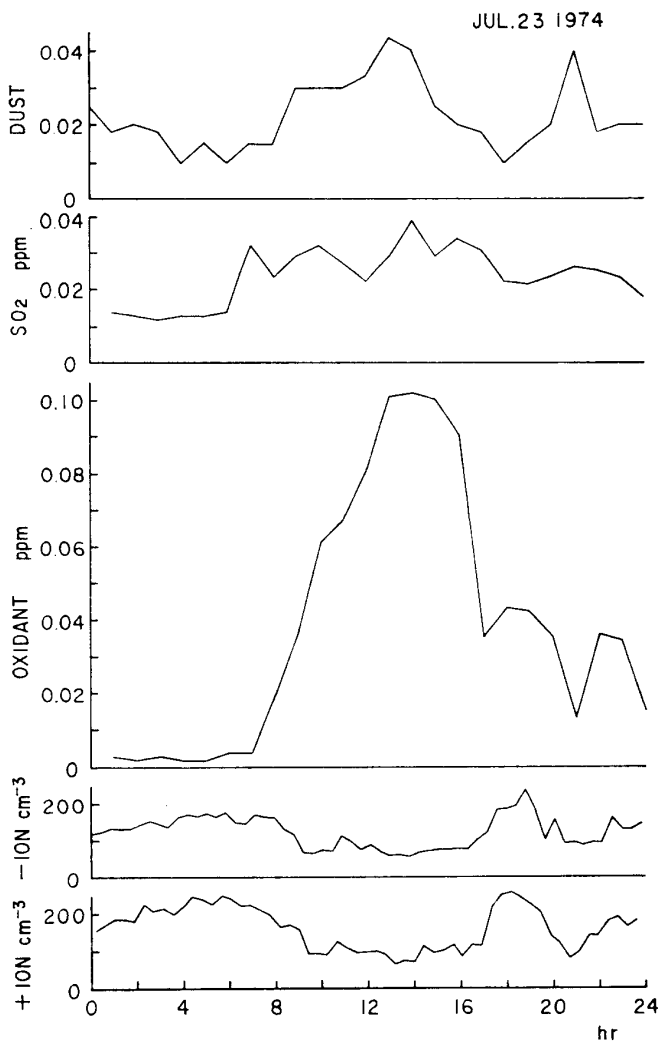
第 3 図

ため入力を5秒間短絡するためのものである。電圧印加により第2電極に流れ込むイオン電流は微小電流計の出力端子につないだペンレコーダに記録される。この様にして得られたイオン電流値から三崎-Whippleの方法により求めた小イオン濃度の日変化の一例を第3図に示す。尚、本研究におけるデータは以上述べた装置により得たものであるが、その後1段階の電圧印加時間を2分間とし、その2分間の1分間における平均イオン電流を求めるために制御装置及び記録装置に第2図に*印で示した部分を付加した。交互動作リレーはシンクロナスマータの回転数が毎分1回(1 R.P.M.)であるため、本来ならばカム装置によりステッピングリレー(25接点)が働く回数が毎分1回、従って外部電極への電圧印加時間が各電圧毎に1分間となるのであるが、これを2分間とするためにカムの2回転について1回ステッピングリレーが働くようにするためのものである。これはシンクロナスマータとして0.5R.P.M.のものを使えばその必要がないのであるが、0.5R.P.M.のものを使わなかったのは次に述べる理由

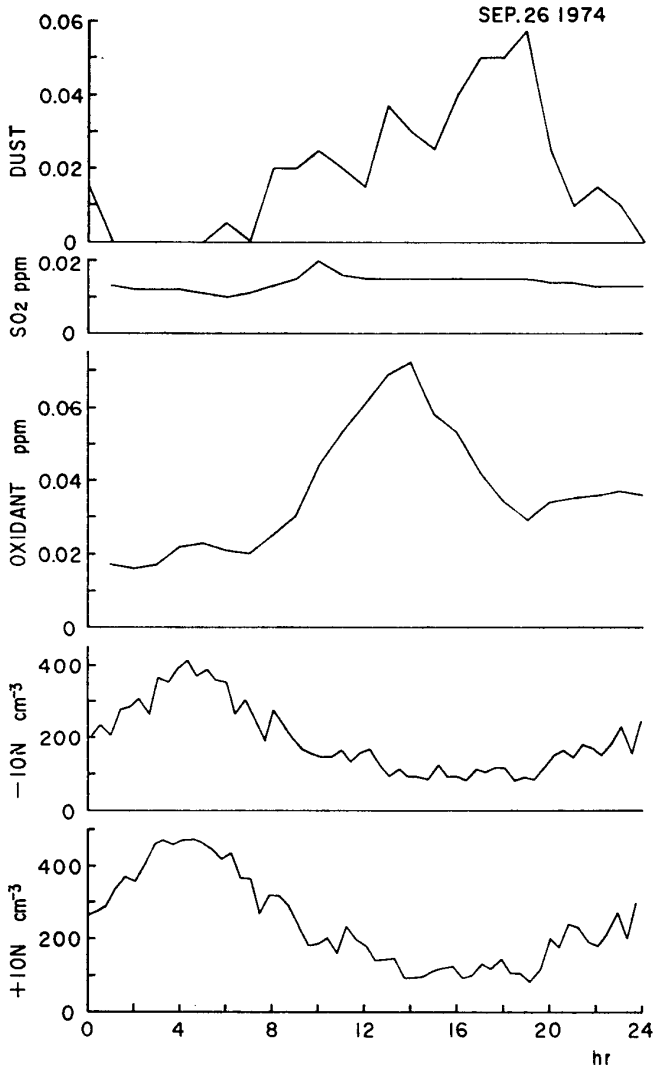
のためである。即ち、微小電流の測定方法は電荷蓄積法によっているので、外部電極への2分間の電圧印加時間中、微小電流計入力部のコンデンサの1分間における電位上昇値から計算により1分間の平均イオン電流を求められるようにするためには、微小電流計につないだデジタルボルトメータの出力を1分毎にデジタルプリンタで記録すればよい。そのために、シンクロナスマータとして0.5 R.P.M.のものを使った場合にはカムの凸起部は正確な位置関係で2個作り、1分間に1回印字命令が出せる様にしなければならない。しかし、1 R.P.M.のシンクロナスマータであればカムの凸起部は1個でよく、しかも時間間隔が簡単に正確にとれるからである。

次に上述の様にして求めた小イオン濃度がオキシダント濃度とどのような関係にあるかをみるために、小イオン濃度の観測地点から最も近い京都市左京観測局(直線距離で約1.9 km)におけるオキシダント濃度のデータと比較してみることにした。

第4図は昭和49年7月23日(晴時々曇、最高気温30.3°C、平均湿度69%、日平均風速1.9 m/sec)の正、負小イオン濃度とオキシダント濃度の日変化の関係を示している。又、参考のためにSO₂濃度と、小イオン観測地点におけるテープエアサンプラによる浮遊ばいじん濃度指数も同時に示した。小イオン濃度としては移動度が3.164 cm²/volt·secから0.237 cm²/volt·secまでのものの総計を用いた。この日は7月のうちではオキシダントの日平均濃度が最も高い日である。この図を見ると、オキシダント濃度は7時頃から急速に増加し始め、14時に最高に達してそれから急速に減少しているが、これに対応して正、負小イオン共6時~8時頃から濃度が減少し始め、オキシダント濃度がピークとなる14時頃に最低となり、それから後漸増している。18時から19時の間はオキシダント、小イオン共ピークが一致し、21時にはどちらも谷になっているが、このような細かい凹凸に関してはオキシダント観測地点と小イオン観測地点が距離的に離れているために合致しないのかもしれない。SO₂についてはオキシダント程明瞭ではないが、ほぼ同様な関係にあるといえる。浮遊ばいじんについては比較的細かい凹凸が互に逆相関になっている。第5図は昭和49年9月26日(晴後曇、最高気温26.4°C、平均湿度70%、日平均風速1.4m/sec)の例で、この日は9月中のオキシダント濃度最高の日ではないが、かなり高い日である。この場合も小イオン濃度とオキシダント濃度或いは浮遊ばいじん濃度指数の間には上述の様な関係があるが、SO₂についてはこの場合には先の例程著しい日変化は現れていな



第4図

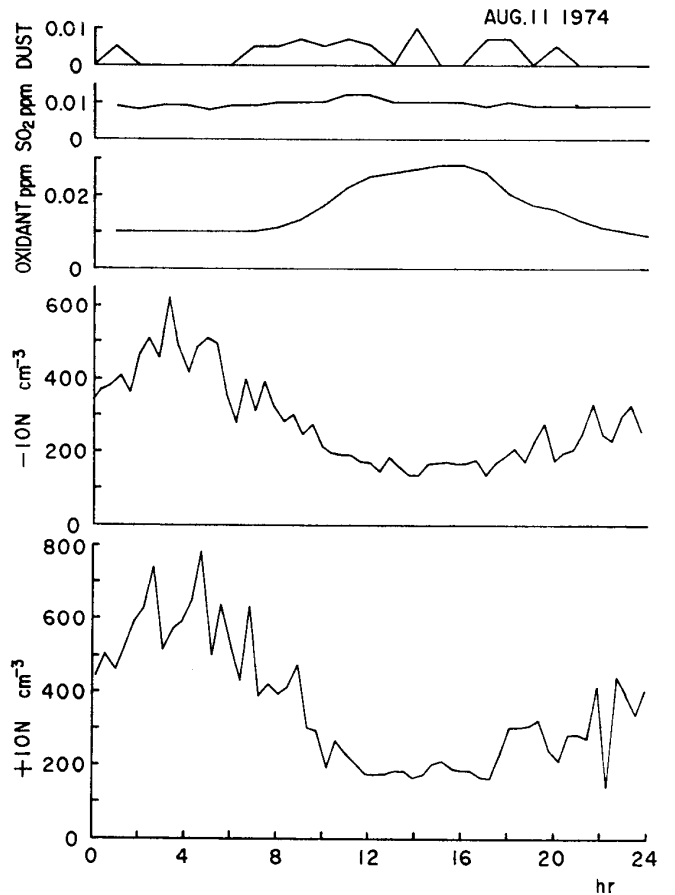


第 5 図

い. 又, 第 6 図は昭和49年 8 月 11 日 (曇時々晴後雨, 最高気温 32.3°C, 平均湿度 68%, 日平均風速 3.6 m/sec) の例で, この日は 8 月中ではオキシダント濃度が最低に近い日であるが, 正, 負小イオン濃度はオキシダント濃度とよく対応している. しかし SO₂ 濃度並びに浮遊ばいじん濃度指数との相関は顕著ではない.

正, 負小イオン濃度とオキシダント濃度の関係は, オキシダント低濃度日における幾つかの例外を除いて, 他の日についても以上の例の様に割合によく対応している.

これらの例を見ると, 日中にオキシダント濃度が相当高くなる日は小イオン濃度が一日を通じて全体的に低く, 従ってエアロゾル濃度が高いことが推測される. このことから, エアロゾルと光化学スモッグの間に何



第 6 図

らかの関係があるものと思われるが, これだけの例では即断はできない. できれば同一地点での小イオンとオキシダントの濃度のデータを数多く集積して, それらの関係を検討してみる必要がある.

本研究を行なうにあたり, 小イオン濃度測定法等について種々御指導頂いた気象研究所の三崎方郎博士並びに有益な御助言を頂いた本学東修三教授に厚く御礼申し上げます. 又, オキシダント並びに SO₂ 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, 特に公害規制課の中村寛氏に心から感謝致します.

(1975年 7 月 30 日 受理)

文 献

- 1) Misaki, M.: Papers Meteorol. Geophys. Tokyo, vol. 1, 313-318, 1950.
- 2) Whipple, E. C. Jr.: J. Geophys. Res., vol. 65, 3679-3684, 1960.