

光化学大気汚染の解析*

—O_x 注意報発令日数の減少傾向と気象条件—

新 谷 光 三**

1. はじめに

最近数年間の O_x 注意報発令日数の全国合計は、第 1 表にみられるとおり、昭和48年の 328 日をピークとしてその後は顕著な減少傾向をみせている。

O_x 注意報の発令基準は、O_x の 1 時間濃度 0.12ppm であるが、この濃度が持続すると思われる気象条件が予測された場合にのみ発令されるので、O_x 1 時間濃度 0.12ppm 以上の日数と、O_x 注意報発令日数とは必ずしも一致しない。

そこで、第 2 表に O_x 1 時間濃度 0.12ppm 以上の日数の全国平均値を示した。統計年数は短い、経年変化の傾向は O_x 注意報発令日数のそれとはほぼ同様であることがうかがわれる。

さて、一般環境中において、O_x 濃度の増減に影響する要因としては、気象条件の相違、NO_x、HC の排出条件の変化等があげられ、O_x 濃度の測定値に関係する要因としては、測定網の変更、測定法の改正等が考えられる。

Schuck *et al.* (1973) によると、南カリフォルニア地域では、1963~1967 年の 5 年間に比べて、1968~1971 年の 4 年間には高濃度 O_x が減少し、かわって高濃度 NO₂ が増加し、それは HC の排出量の削減が原因の 1 つであるとしている。

彼らの調査では、気象条件の比較解析が全く行なわれていないが、それは、この地域の年ごとの気象に大きな差がないためである。これに反して、わが国ではその差

第 1 表 O_x 注意報発令日数 (全国合計)。

昭和～年	48	49	50	51	52	53	54	55
日 数	328	288	266	150	167	169	84	86

(環境庁資料による)

第 2 表 O_x 濃度 0.12ppm 以上の出現日数。
(1 測定局当り全国平均日数)

昭和～年	50	51	52	53	54
日 数	4.6	3.0	3.0	2.9	1.5

(環境庁資料による)

が比較的大きく、この種の解析では気象条件は欠かすことのできない要因と考えられるので、本稿では O_x 注意報発令日数の減少傾向を気象条件を中心にして解析した。

以下にその概要を報告する。

2. 解析資料等

2.1. 解析資料

気象データはすべて東京管区气象台 (東京都千代田区大手町) の地上気象観測日原簿から抜粋した。また、O_x 注意報発令状況に関しては、環境庁大気保全局企画課編集の光化学反応による大気汚染関係資料から引用した。

2.2. 解析対象期間

昭和48年から55年までの 8 年間の夏期 3 か月 (6, 7, 8 月) を解析対象期間とし、これを次のように 3 期に分けて解析した。なお、後期は期間が不足のため、解析は主として前期と中期を中心に行なった。

前期: 昭和48~50年

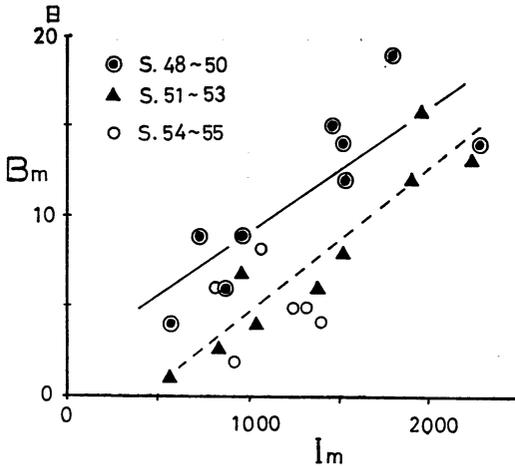
O_x 注意報が頻発した期間

* Analysis of Photochemical Air Pollution.
—Relation between Decreasing Tendency of Frequency of Days with O_x Warning and Meteorological Conditions.

** Mitsuzo Shinya, 日本気象協会研究所。

—1981年 3 月13日受領—

—1981年 5 月25日受理—



第1図 気象指数と O₃ 注意報発令日数の関係。

I_m : 月間気象指数
 B_m : O₃ 注意報月間発令日数
 実線 : 前期 (●) の回帰直線
 $B_m = 0.0070 \cdot I_m + 2.22$
 $n = 9, r = 0.82$
 破線 : 中期 (▲) の回帰直線
 $B_m = 0.0081 \cdot I_m - 3.37$
 $n = 9, r = 0.93$

中期 : 昭和51~53年

O₃ 注意報の発令が減少した期間

後期 : 昭和54~55年

O₃ 注意報の発令がさらに減少した期間

2.3. 解析対象地域

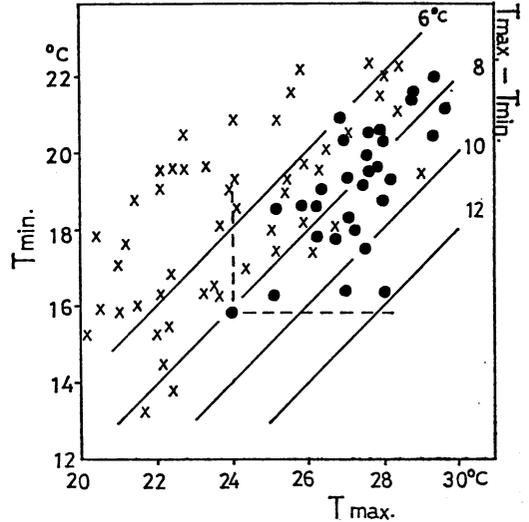
O₃ の移流現象等を考慮し、東京都と埼玉県を1地域として解析した。

2.4. 解析項目

気象条件の指標として気象指数および気象条件該当日を定義し、これらと O₃ 注意報発令日との関係を比較解析した。

2.5. その他

解析対象期間中 O₃ 測定局の増加, O₃ 測定法の改正, 気象庁の風速計の変更等による統計上の影響については、本調査では特に考慮しなかった。このうち、昭和52年の O₃ 測定法の改正に伴って、これ以前の測定値や基準値はすべて一定の換算係数 (0.8) によって修正された。この結果、O₃ 注意報発令基準 0.15 ppm は現用の 0.12 ppm に改正された。したがって、本稿では O₃ 注意報発令基準として現用の 0.12 ppm のみを用いて記述した。



第2図 O₃ 注意報発令日の気温の下限値。

(昭和48~53年の6月の例を示す。)

T_{max} : 日最高気温
 T_{min} : 日最低気温
 $T_{max} - T_{min}$: 気温日較差
 ● : O₃ 注意報発令日
 x : O₃ 注意報の発令がなかった日

3. 気象指数と O₃ 注意報発令日数の関係

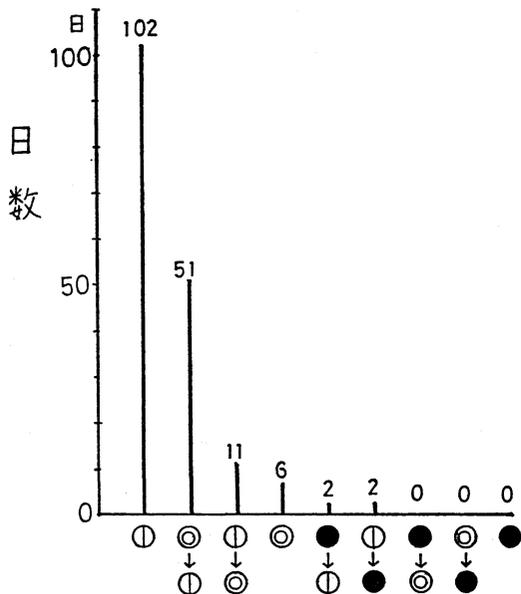
O₃ を対象とした気象指数は、気温、日照時間、または日射量、風速等を組み合わせたものが多い。筆者らが以前から O₃ の解析に用いてきた月間気象指数は、次の式であらわされる。

$$I_m = \frac{T_m \times S_m}{U_m}$$

I_m : 月間気象指数
 T_m : 月平均気温 (°C)
 S_m : 日照時間月合計値 (h)
 U_m : 月平均風速 (m/sec)

また、O₃ 注意報が東京都と埼玉県のいずれか一方が発令された日数と、両方で同日発令された日数を合計して、対象地域の O₃ 注意報発令日数とした。

第1図に、月間気象指数と O₃ 注意報発令日数の関係を前期、中期、後期に区別して示した。データ数は、前期と中期はどちらも3年×3か月で9個であるが、後期は2年×3か月で6個である。図にみられるように、O₃ 注意報発令日数は気象指数が大きいかほど多くなっているが、前期と中期を比較すると、同一の気象指数に対して中期の O₃ 注意報発令日数が前期よりも減少しており、その差は1か月当たり約4~5日程度にもなることが示さ



第3図 昼間の天気 (9h, 12h, 15h) 別の O_x 注意報発令日数 (昭和48~53年, 6~8月).

図中の数字は O_x 注意報発令日数を示す。

れている。また、後期については、データ数が不足で明確な判断はできないが、前期に比べて中期と同様な傾向を示しているように推定される。

4. 気象条件該当日と O_x 注意報発令日の関係

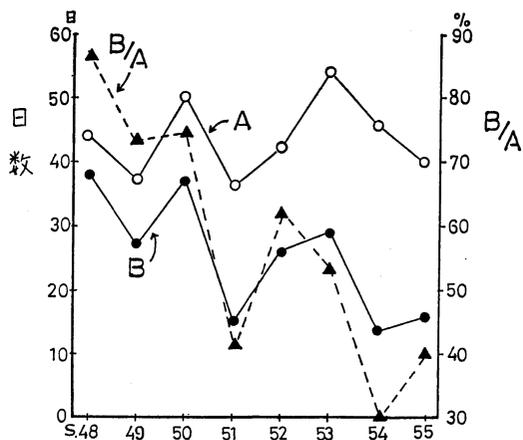
O_x を対象として、一定基準の気象条件を備えた日を気象条件該当日とし、その日数と O_x 注意報発令日数との関係について解析した。

4.1. 気象条件該当日の基準

はじめに、一定基準の気象条件を設定するために、昭和48年から昭和53年までの6年間の夏期 (6, 7, 8月) の東京・埼玉地域における O_x 注意報発令日174日の各気象要素について、上限解析または下限解析を行なった。次に、その例を示す。

第2図に O_x 注意報発令日の最高気温と最低気温を示した。図には6月のデータのみを示したが、O_x 注意報発令日の最高気温および最低気温の下限値は、24°C および 16°C となっている。ただし、この下限値は夏期のみを対象にした場合のもので、通年の解析では下限値はもっと低くなり、最高気温が約18~20°C で O_x 注意報が発令された事例も少なくない。

次に、O_x 注意報発令日174日を、日中の天気 (9時, 12時, 15時の天気の推移) ごとに集計し、その出現頻度を調べた。第3図にこれを示す。図からわかるとおり、



第4図 気象条件該当日数と O_x 注意報発令日数の関係 (昭和48~55年, 6~8月の合計).

○—○ (A) : 気象条件該当日数
●—● (B) : O_x 注意報発令日数
▲……▲ (B/A) : A に対する B の割合%

第3表 気象条件の基準 (東京・埼玉を対象).

要素	内容
全日射量	9h~15hの間に1.28MJm ⁻² h ⁻¹ が2時間以上
風速	9h, 12h, 15hの3回の平均風速が5m/s以下
風向	9h~18hに南成分の風あり
気温	最高気温が24°C以上
天気	9h, 12h, 15hに晴れ (うすぐもりも含む) とくもり

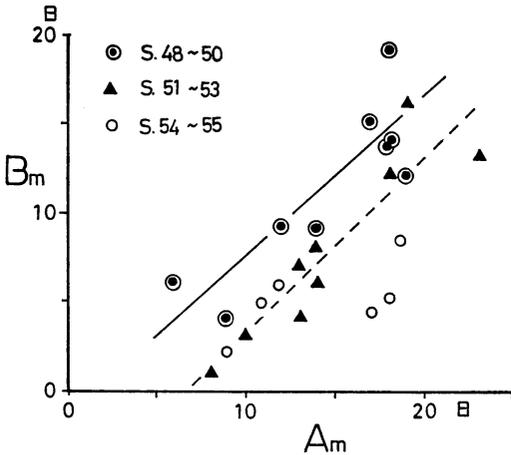
O_x 注意報発令日は、晴、くもりのち晴の場合が大部分 (88%) を占めており、逆に、雨のちくもり、くもりのち雨および雨の場合には、O_x 注意報は全く発令されていない。

以上のほかに、日射量、風向の日変化等についても同様の解析を行ない、その結果を参考として、気象条件該当日の気象条件の基準を、第3表のとおり設定した。

4.2. 経年変化

昭和48年から55年までの各年の夏期3か月間の気象条件該当日数と O_x 注意報発令日数の関係を第4図に示す。

気象条件該当日数は、最少36日 (昭和51年) から最多54日 (昭和53年) までの範囲で増減を繰り返しており、特に一定の傾向はみられない。これに対して、O_x 注意報発令日数は、昭和48年以降、おおむね減少傾向をたどっており、この傾向は、気象条件該当日数に対する O_x



第5図 気象条件該当日数と O_3 注意報発令日数の関係。

A_m : 月間気象条件該当日数
 B_m : 月間 O_3 注意報発令日数
 実線 (●) の回帰直線
 $B_m = 0.87, A_m - 1.37$
 $n = 9, r = 0.85$
 破線 (▲) の回帰直線
 $B_m = 0.98, A_m - 6.66$
 $n = 9, r = 0.91$

注意報発令日数の割合をみると、さらに明瞭にあらわれているといえる。

次に、前節の気象指数の場合と同様に、月間の気象条件該当日数と月間の O_3 注意報発令日数の関係を、前期、中期、および後期に区別して第5図に示す。図によれば、中期は前期に比べて同一の気象条件該当日数に対して O_3 注意報発令日数が平均して約3~4日減少しており、後期の2年間は、データ不足ではあるがそれよりさらに減少しているようにみうけられる。

5. まとめ

最近数年間の光化学大気汚染の推移のうちで最も注目されている O_3 注意報発令日数の減少傾向について、気象指数と気象条件該当日の両面から解析を行ってきた。その結果、前期(昭和48~50年)に比べ、中期(昭和

51~53年)は、同じ気象条件に対して、 O_3 注意報発令日数が1カ月について約3~5日減少していることがみとめられた。そして、この傾向は後期(昭和54~55年)にもひきつがれ、減少傾向がさらに強まる様子さえうかがわれている。このような O_3 注意報の減少傾向については、夏期の低温、多雨、日射量不足等、不順な天候が主たる原因であろうと考えられているが、気象条件のみでは説明できない部分もあることがこの解析から明らかになったといえよう。しかし、この問題は非常に重要であるので、今後も資料の集積に努め、次の点についてさらに調査を進めていく予定である。

- 1) O_3 注意報発令状況等について今後数年間の推移をながめ、気象条件を中心とした解析を行なうとともに、可能ならば他の要因も含めた総合的解析を行なう。
- 2) 気象指数、気象条件該当日等については、本稿で用いたもの以外に、例えば関(1976)の指数等があり、これ等を用いた解析結果との比較検討を行なう。

文 献

- 環境庁大気保全局企画課, 1980: 光化学大気汚染関係資料, 昭和55年版。
 環境庁大気保全局大気規制課編, 1980: 日本の大気汚染状況, 昭和55年版, 42-43。
 日本気象協会, 1977: 光化学大気汚染緊急時対策のための気象観測調査報告書, 環境庁委託調査, 134-156。
 大屋文彦, 関 清宣, 他, 1974: 大気汚染気象指数による環境汚染の研究, 第1報, 第2報, 大気汚染研究全国協議会機関誌 大気汚染研究, 9, No. 2, 277-278。
 Schuck, E.A. and R.A. Papetti, 1973: Examination of the Photochemical Air pollution Problem in the Southern California, Presented at the First Japan-U.S. Conference on Photochemical Air Pollution, Tokyo, 1973。
 新谷光三, 1979: 光化学大気汚染の解析, 天気, 26, 531-542。
 関 清宣, 1976: O_3 高濃度日数の経年変化, 大気汚染研究, 11, 349。