

都市域の光化学オゾン

-- データ解析・モデル評価・フィールド観測 --

若松伸司 (国立環境研究所)

【はじめに】光化学大気汚染対策は世界の大都市共通の課題である。しかし発生源、気象、反応が複雑に関係する為、その出現形態は都市により異なる。光化学大気汚染の主成分であるオゾンはそれ自身が有害であると共に二酸化窒素や二次生成エアロゾルの生成にも大きく寄与する為、都市大気汚染、広域大気汚染の生成に関してもキーとなる物質である。ここでは日本の大都市域におけるオキシダント (Ox) 常時観測データの解析研究を中心に示し、モデルによる解析・評価、並びにフィールド観測結果との関連性を述べる。

【関東・関西地域における光化学オキシダントの経年変化の解析】

関東・関西を中心とした大都市域における光化学大気汚染と気象の関連性、オキシダント濃度の地域分布の特徴、経年変化の特徴等を明らかにするために大気環境時間値ファイルを用いて総合解析を行った。

1. 解析対象データの概要

(1)使用データ：一般環境大気測定局データ、大気環境時間値ファイル (国立環境研究所環境情報センター提供)、(2)調査対象物質：光化学オキシダント、(3)対象時間：全時間 (1~24時)、(4)調査対象年度：昭和51年度~平成7年度の20年間 (1976年度~1995年度)、(5)調査対象地域：関東地域 (1都6県) 茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、関西地域 (2府2県) 京都府、大阪府、兵庫県、奈良県。

オキシダントを測定している関東地域の340測定局、関西地域の170測定局を調査・評価し、関東地域に関しては、茨城県25局、栃木県17局、群馬県7局、埼玉県38局、千葉県81局、東京都35局、神奈川県48局の合計251測定局、関西地域に関しては京都府26局、大阪府54局、兵庫県40局、奈良県7局の合計127測定局を解析の対象として選定した。この中には庁舎の移動などで測定位置が変更されている測定局も一部含まれているが、継続的にデータを利用し得ると判断される地点に関しては解析データとして用いた。また可能な限り時間値データのスクリーニングを行い明らかに異常値と判断されるデータに関しては解析の対象から除外した。

2. 解析結果の概要と考察

2-1 光化学オキシダント積算濃度の集計と地域分布 (4~9月)

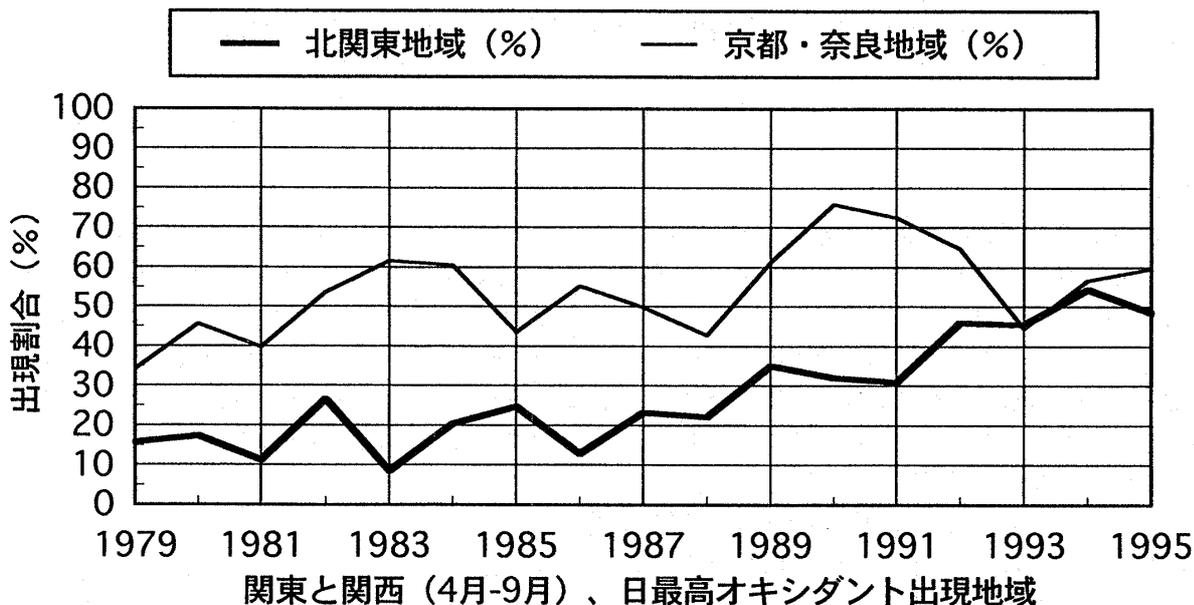
各測定局のOxの1時間値が、40,60,80,100,120 ppbの5ケースについて、その濃度を越えた場合の超過分の総和を算出した。光化学オキシダントの発生は気象条件と密接な関係がある。4月から9月の間の東京大手町における日最高気温の平均値と注意報の発令状況等との関連性を解析したところ注意報の発令延べ日数と日最高気温の平均値との間には高い相関関係が認められた。この為解析期間の中から4月から9月の間の東京大手町における日最高気温の平均値が26.2℃以上であった年の内から1978年、1990年、1994年を選び各積算濃度の地域分布の経年変化を調べた。また解析期間の中から4月から9月の間の東京大手町における日最高気温の平均値が24.6℃以下であった年の内から1980年、1988年、1993年を選び各積算濃度の地域分布を調べた。これらの年度のトレンド解析結果から関東、関西両地域において光化学オゾン発生地域の広域化が認められた。

2-2 光化学オキシダント日最高濃度の出現状況の推移 (4~9月)

光化学オキシダントの濃度は紫外線強度や気温などの気象条件と密接な関係がある。このような気象条件の年変動の影響を取り除くために、オキシダント濃度の絶対値ではなく関東、関西地域において日最高オキシダントが出現した地域の経年変化を調べた。関東及び関西地域について、以下に示す地域区分を設け、Ox最高値の地域区分別出現日数割合を年度別に求め、その結果を関東地域については北関東地域における出現割合の推移、関西地域については内陸地域における出現状況の推移として作図した。集計に当たっては、地域1と地域2でオキシダント日最高値が一致した場合の地区別出現日数は、それぞれ0.5日とした。解析結果を図に示した。[地域区分]は以下の通りである。

- ・関東地域 [地域区分1] 東京湾岸地域： 埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県
[地域区分2] 北関東地域： 茨城県、栃木県、群馬県
- ・関西地域 [地域区分1] 大阪湾岸地域： 大阪府
[地域区分2] 内陸地域： 京都府、奈良県

解析の結果、関東地域においては北関東地域の最高濃度日の割合が顕著に増加している傾向が示された。また関西地域においては関西内陸地域の最高濃度日の割合が顕著に増加している傾向が明らかとなった。



2-3 光化学オキシダント濃度の累積度数分布（通年）

光化学オキシダント濃度レベルの経年変化を調べる為に各測定局におけるOx濃度の累積度数分布、及び平均値、標準偏差、最高値等の基本統計量を算出したところ関東・関西の殆ど全ての測定局において濃度の増加が認められた。総体としてオキシダント濃度は上昇傾向にあるがこの傾向が広域的なものかどうかを調べる為に宮城県国設のの岳に関して光化学オキシダント濃度の累積度数分布（通年）の集計を行った。オキシダント濃度は経年的に増加しており特に低濃度部分における増加傾向が認められた。これと同様の傾向が北海道の非汚染地域や高層気象台での観測結果においても認められた。

【モデルによる解析・評価、並びにフィールド観測】

光化学大気汚染の原因物質である窒素酸化物NO_xや非メタン炭化水素NMHCに関しては、関東地方の大気環境測定局のデータによれば1978年から1994年にかけてNMHCは遞減、NO_xは1985年頃から増加の傾向にある。このような特徴を評価するために数値モデルによる解析を行った。1981年の基本計算と比較してそれぞれ一律にNO_xの発生強度を増やし、NMHCの発生強度を減らした計算結果ではO₃の最高値は少し増大し、最高濃度が出現する時刻は大きくずれて遅い時刻にシフトすることが分かった。光化学大気汚染が発生する夏季においては大気汚染物は海風により都心地域から内陸地域へと運ばれる事が知られている。最高濃度の出現時刻が遅くなる事は最高濃度の出現地域が内陸部に移ることに対応する。前述のデータ解析から、オキシダント最高値の出現率が、北関東地域、及び京都・奈良地域で増加している事が分かったが、モデルシミュレーションの結果もこの傾向を示した。光化学大気汚染に関するフィールド研究は、これ迄にも多数行われて来たが、山岳地域や海上での挙動に関しては十分な知見が得られていない。そこで1995年の夏に航空機観測を実施した。大島の地上では観測日の前日から南風が継続していたにもかかわらず、洋上の極めて広い範囲にわたり100~280ppbの高濃度のO₃が観測された。メソ気象モデルを用いて解析した結果によれば、南系の風は海上の200~300m程度の層に限定されていて、これより上層では北~西系の風が吹いていた。この事から日中に南風の海風により内陸に輸送された汚染空気が内陸の山岳付近で上層に取り込まれ、北系の上層風で太平洋上まで輸送されたものである事が分かった。これまでに知られていなかったこのような大規模な大気汚染の循環は大都市地域の空気質の動態変化に大きく影響を及ぼすものと考えられる。

都市大気の水質や汚染の地域分布がこの20年間にわたり変化して来ている事をデータ解析・モデル評価・フィールド観測結果から述べた。このような都市大気汚染の広域的な変化は、どのような原因に依るものだろうか？発生源の面的な拡大であろうか？大気汚染発生源の質的な変化であろうか？それとも東アジア地域全体の大気質の変化なのだろうか？データ解析・モデル評価・フィールド観測のそれぞれの分野での継続的な研究が今後更に必要である。

【謝辞】ここで用いた基礎資料は環境庁大気保全局自動車環境対策二課が平成9年度に調査し整理したものである。作業計画の立案にご尽力された同課（当時）の竹本明生さん、大津陸雄さん、木野修宏さん、データスクリーニングと集計作業を中心的に担当された（株）数理計画の島謙二郎さんに御礼申し上げます。