

数値予測モデルによる光化学オキシダントの 濃度予測と発生源・気象条件の影響解析

— 平成15年度「光化学オキシダント対策基礎調査」結果に基づく考察 —

深山 暁生* 上野 広行 石井康一郎 宮川 正孝** 芳住登紀子***

(*株数理計画、** 現都市地球環境部、***環境改善部)

要 旨

関東地域において広域に光化学オキシダント高濃度が発生した2日間(2001年7月23日と2002年8月7日)を対象日として数値モデルによるオキシダント濃度を予測した。使用した数値モデルは局地気象モデル(MM5)と大気移流・拡散・反応モデル(CMAQ)とからなり、局地気象モデルでは解像度15kmの広領域と解像度5kmの狭領域を設定し2ウェイ・ネスティング(2 ways nesting)で計算を行い、大気移流・拡散・反応モデルでは濃度の初期・境界条件を与えて、狭領域のみについて濃度を予測した。地域内の地上気象観測局の観測値と局地気象モデルによる予測値を比較・評価した所、気流分布は良好に再現された。しかしながら、オキシダント濃度予測値を一般局の測定値と比較した所、ピーク時の高濃度を再現できない局が存在し、USEPA(米国環境保護庁)の評価基準を満たすことはできなかった。さらに、本モデルを用いて、汚染物質排出量や気象条件の変化による影響解析を行った結果について示す。

キーワード：光化学オキシダント、窒素酸化物、非メタン炭化水素、メソスケール数値シミュレーションモデル

Prediction and Influence Analysis of Emission and Meteorology by Numerical Simulation Model of Photochemical Oxidant

FUKAYAMA Akeo*, UENO Hiroyuki, ISHII Koichiro

MIYAGAWA Masataka**, YOSHIZUMI Tokiko***

*Suuri-Keikaku Co., Ltd. **Urban and Global Environment Division

***Environmental Improvement Division

Summary

Photochemical oxidants were predicted for two target days (2001/July/23 and 2002/August/7) when high concentrations phenomena of photochemical oxidants were observed widely in Kanto area. Numerical simulation model used consists of the local meteorological model (MM5) and the atmospheric dispersion / diffusion / chemical reaction model (CMAQ). The local meteorological model made simulation by 2 ways nesting of wide area with 15 km resolutions and narrow area with 5 km resolutions. The atmospheric dispersion / diffusion / chemical reaction model simulated the concentrations only for the narrow area under certain initial and boundary conditions. Predicted values by the local meteorological model were compared and evaluated with observed values at surface meteorological stations and the wind flow patterns were reproduced well. However, simulated oxidant concentrations were compared with observed values at general monitoring stations, and high peak concentrations were not simulated correctly at some stations and the criteria by the USEPA (the United States Environmental Protection Agency) were not satis-

fied. Adding to the above, results of influence analysis by changing emission and meteorological conditions were also shown.

Key words : photochemical oxidant, nitrogen oxides, non-methane hydrocarbons, meso- scale numerical simulation model

1 はじめに

1970年代に年間数万人もの被害者を出し大きな社会問題となった光化学オキシダント(光化学スモッグ)は、1980年代以降、その濃度が低下したが、近年、再び上昇傾向にあるとの指摘がある。例えば、大原らは全国の大気常時監視測定局で測定されたオキシダント昼間年平均濃度(5時~20時)が1985年から1999年にかけて0.33ppb/年の増加率を示したとしている(大原ら、2003)¹⁾。また、東京都光化学オキシダント対策検討会での解析によれば東京都の継続測定局における1990年から2002年までの昼間年平均値と4~9月の昼間平均値は各々、0.47ppb/年及び0.65ppb/年の率で増加している(東京都光化学オキシダント対策検討会、2004)²⁾。一方で、光化学オキシダント生成の原因物質であるNO_x(窒素酸化物)濃度やNMHC(非メタン炭化水素)濃度は近年、減少傾向にある。

原因物質濃度の減少にもかかわらず、光化学オキシダント濃度が上昇していることの要因として幾つかの点が指摘されている。それらは、東アジア地域での人為起源排出量の増加とその日本への影響の可能性、NMHC/NO_x比やNMHC成分組成等の地域汚染構造の変化、気温上昇や紫外線量増加等の気象条件の変化である(秋元、2003;若松、2003;大原、2003;吉門、2003)^{3), 4), 5), 6)}。

また、1970年当時は計算機(コンピュータ)性能の制約が大きかったが、その後、計算機の性能は飛躍的に上がり、より複雑で高性能な局地気象モデルや大気移流・拡散・反応モデルが開発されてきた。最近では、それらの数値予測モデルを用いて関東地方や関西地方で光化学オキシダントやSPMのシミュレーションが行われている(兼保ら、2002a、2002b、2002c;大原ら、2001a、2001b、1997)^{7), 8), 9), 10), 11), 12)}。

本研究は「光化学オキシダント対策基礎調査」の中で実施したものであり、関東地方の汚染物質排出量データを用いて、光化学オキシダント濃度を予測するモ

デルを構築した。このモデルによる予測結果は、高濃度出現位置の不一致等の問題点が未解決であったため、都内のオキシダント注意報発令時の対策を定量的に検討するには十分ではないと考えられた。しかしながら、原因物質の削減率とオキシダント濃度変化との関係を広域的に検討するには有効な結果である。ここでは、モデルの予測結果との比較・評価と共に、発生量削減や気象条件(気温、紫外線)変化による予測濃度への影響解析結果を示す。

2 予測モデル

光化学オキシダントの予測に用いた数値シミュレーションモデルは大きく局地気象モデルと大気移流・拡散・反応モデルとから構成される(図1)。ここでは、局地気象モデルとして米国大気科学研究センター(NCAR)とペンシルバニア州立大学(PSU)とが共同で開発した「MM5(The Fifth-generation Penn State/NCAR Mesoscale Model)」モデル(G. A. Grell et al., 1995, MM5 Community Model Web Site)^{13), 14)}を、大気移流・拡散・反応モデルとしてUSEPA(米国環境保護庁)が1990年頃から開発を続けてきた「CMAQ(Community Multi-scale Air Quality)」モデル(D. W. Byun et al., 1999, Community Modeling & Analysis System Web Site)^{15), 16)}を採用した。

2つの数値モデルの詳細については参考文献の通りであるが、両モデル共、文献発表後にも改良が施されており、最新の情報はウェブサイトを通じて公開されている^{14), 16)}。以下では、本研究の数値シミュレーションの計算条件等を示す。

(1) 対象期間

2001年度と2002年度における光化学オキシダント高濃度日について海陸風発達状況、オキシダント高濃度分布状況、気圧配置に基づいたパターン分類を行い、5つのパターンに分類した。パターンBとAは域内が高気圧に覆われ海陸風が発達して埼玉まで達したケースであり、高濃度地域が全域(パターンB)かもしく

は南部（神奈川）以外（パターンA）に広がる。パターンCとDは高気圧圏内であるが海風が十分に発達しないケースであり、高濃度地域が北部（群馬・栃木）以外か（パターンC）北部と埼玉以外に（パターンD）広がるもので、C2はパターンCの中で気圧配置が低気圧・前線性であるという特異的なものである。

それらの中から、海陸風が発達して、特に関東地域内の広い範囲で光化学オキシダント高濃度が測定された分類パターンBと分類パターンAについて濃度予測対象期間を選定した。

両パターンに分類された数日間ずつについて、局地気象モデルによる予測を行い、気象再現性の良好な1

日ずつ計2日間を大気移流・拡散・反応モデルの計算対象日とした（表1）。

表1 数値シミュレーション対象日

高濃度分類パターン	対象日
B	2002年8月7日
A	2001年7月23日

計算対象期間は、対象日前日の午前9時から48時間とし、対象日の1時から24時の時間値について評価した。

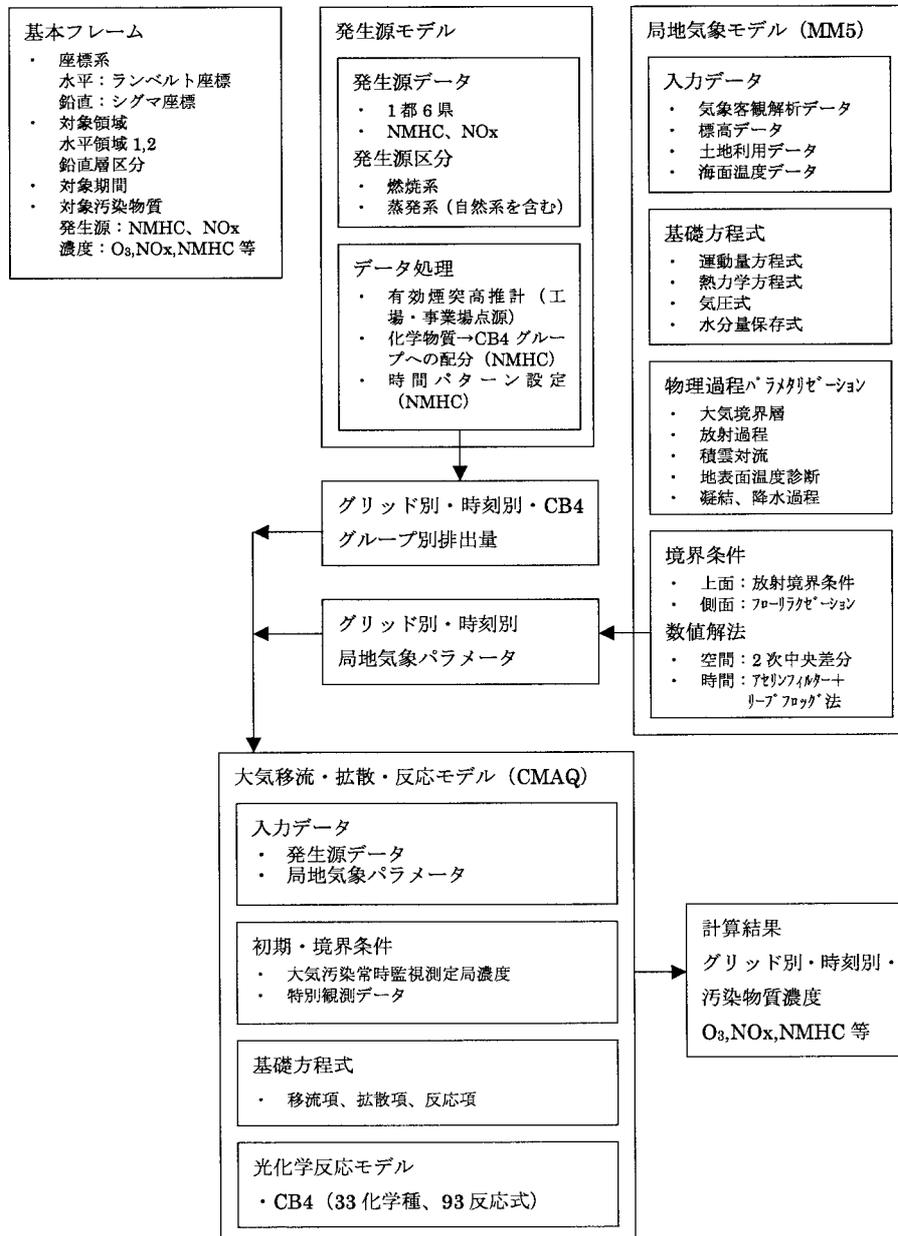


図1 数値予測モデルの全体構成

(2) 対象領域

水平方向の座標系は東経140度、北緯36度を中心としたランベルト正角図法によって定義し、領域1（広領域）と領域2（狭領域）を設定した（図2、表2）。局地気象モデルでは領域1と領域2の間で2ウェイ・ネスティング（2 ways nesting、主領域を密な格子、周辺を粗な格子で計算することで計算を効率化する方法、2ウェイの場合には双方向の影響を計算する）を用いて計算し、大気移流・拡散・反応モデルでは発生源の分布する領域2のみを対象とした。

表2 領域1、2の解像度と格子数

領域1	東西：15km×40格子（600km） 南北：15km×40格子（600km）
領域2	東西：5km×48格子（240km） 南北：5km×54格子（270km）

鉛直層は地表面に沿って、最上層と各面の気圧によって定義される σ 座標系を用い、鉛直層は地表から約25, 50, 70, 140, 290, 440, 580, 740, 1050, 1550, 2400, 3400, 4500, 5700, 7000, 8500, 11000, 14000mの18層に設定した。

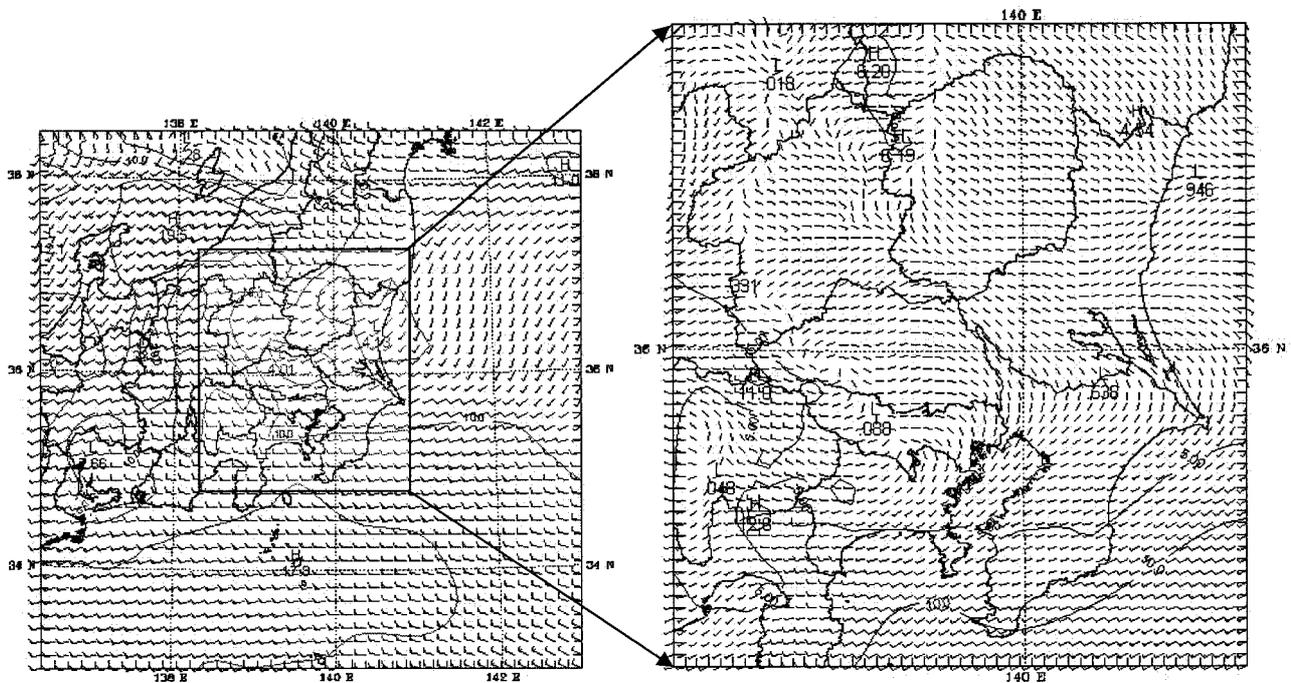


図2 対象領域（領域1：左、領域2：右）

(3) 発生源モデル

光化学オキシダント濃度予測に必要な発生源データは炭化水素と窒素酸化物であり、また、光化学オキシダント高濃度現象が非常に広域に発生することから、東京都及び隣接県を含む地域（環境省「平成14年度浮遊粒子状物質総合対策検討に係る調査」）の発生源を収集し、データ化した。なお、東京都については、東京都作成の発生源データ（2000年度、2010年度）を使用した（表3）。

表3 対象汚染物質

対象汚染物質	窒素酸化物（NO _x ）、炭化水素（HC）
対象年度	2000年度（現況）、2010年度（将来）
対象地域	関東地域（1都6県）
発生源種類	工場・事業場、自動車、炭化水素類取扱施設、植物、その他

入力データは1時間毎の3次元格子系の各ボックス毎の汚染物質排出量であり、工場・事業場点源については、煙突諸元及び毎時の気象条件から有効煙突高を

推計して鉛直層を決定した。また、今回のモデルでは、光化学反応モジュールとしてCB-IV (Carbon Bond Method version-IV) (Gery et al., 1989) ¹⁷⁾を用いたことから、炭化水素については、炭素結合のタイプによって分類された9つのグループに配分して入力データとした。

(4) 局地気象モデルへの入力データ

MM5 (局地気象モデル) によって局地気象を予測するために気圧、風、気温、相対湿度、ジオポテンシャル高度、標高、土地利用データが必要である。気圧、風、気温、相対湿度、ジオポテンシャル高度については気象庁メソ客観解析データを、海面水温についてはNOAA (米国海洋大気庁) のReynoldsデータを、また、標高、土地利用データについてはUSGS (米国地質調査所) データを活用した。

また、長時間積分による観測値との差を補正するために、風と気温については、ナッジング (nudging、モデル予測値と観測値との差をニュートン緩和法で補正する方法) による4次元同化手法 (FDDA) を適用した。その際のナッジング係数は 1×10^{-3} である。

(5) 大気移流・拡散・反応モデルの初期・境界条件

濃度計算のための初期・境界条件を表4のように設定した。境界条件は狭領域の東西南北について時間方向に一定とした。O₃については計算対象期間中の長野県八方尾根の観測データに基づき、その他の物質については「JCAP技術報告書1-5-4」(1999年10月) ¹⁸⁾を参考として設定を行った。

表4 大気移流・拡散・反応モデルの初期・境界条件

単位: ppb	初期	境界条件			
		北側	東側	南側	西側
NO ₂	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
NO	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
O ₃ (8/7)	61.02	61.02	30.51	30.51	61.02
(7/23)	42.82	42.82	21.41	21.41	42.82
FORM	2.20	2.20	2.30	1.10	2.40
ALD2	1.80	1.80	1.90	0.90	2.00
PAR	74.30	74.30	78.50	37.80	82.70
OLE	1.60	1.60	2.90	0.40	4.20
TOL	14.40	14.40	12.90	5.90	11.40
ISOP	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ETH	1.40	1.40	2.30	1.30	3.20
XYL	0.60	0.60	0.65	0.70	0.70

PAR: パラフィン類、OLE: オレフィン類、TOL: トルエン、XYL: キシレン、FORM: ホルムアルデヒド、ALD2: その他アルデヒド類、ETH: エチレン、ISOP: イソプレン

3 結果と考察

(1) 風の再現性

局地気象モデルによる予測値と地上気象観測局の観測値との風のベクトル相関を求め再現性について評価した (表5)。

表5 風のベクトル相関

局名	8月7日	7月23日
宇都宮	0.570	0.602
前橋	0.882	0.873
熊谷	0.773	0.745
水戸	0.962	0.748
秩父	0.439	0.728
館野	0.929	0.902
銚子	0.947	0.942
東京	0.911	0.761
横浜	0.949	0.970
館山	0.958	0.936
勝浦	0.943	0.896
千葉	0.939	0.965
日光	0.477	0.709
平均	0.822	0.829

その結果、対象日とした2002年8月7日、2001年7月23日共に、全局平均の風のベクトル相関は0.822、0.829と良好な再現性を示した。

(2) 濃度の再現性

O₃、NO_x及びNMHC予測濃度について、東京と埼玉の一般局の測定値と比較し、相関係数や一致性の指標によって評価した (表6、表7)。更に、O₃については、USEPAで定められている基準 (USEPA、1991) ¹⁹⁾を用いて評価した。ここで、一致性の指標dは次式で表される。

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_i [|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|]^2}$$

P_i: 実測値、O_i: 計算値、 \bar{O} : 実測の平均値

N: 評価データ数 (測定時間×測定地点数)

その結果、両日共に、O₃の相関係数、一致性の指標は0.76~0.83と一定の再現性を示したが、USEPAの基準を満たしていない。特に、正規化標準偏差が許容範囲を大きく超えており、これは、夜間に実測O₃濃度が低下している時の予測値が過大評価であること

に起因している。

表6 計算値と実測値の比較・評価（8月7日）

汚染物質	実測平均	計算平均	相関係数	一致性
O ₃	52.54	62.99	0.76	0.81
NO _x	30.45	16.33	0.38	0.57
NMHC	334.72	252.99	-0.04	0.36

単位：O₃、NO_x (ppb)、NMHC (ppbC)

	最高値予測精度	正規化偏差	高濃度時の誤差
計算結果	+38%	-158%	+18%
許容範囲	±20%	±15%	35%

表7 計算値と実測値の比較・評価（7月23日）

汚染物質	実測平均	計算平均	相関係数	一致性
O ₃	34.88	53.47	0.81	0.83
NO _x	35.57	17.35	0.64	0.64
NMHC	427.33	243.03	0.36	0.24

単位：O₃、NO_x (ppb)、NMHC (ppbC)

	最高値予測精度	正規化偏差	高濃度時の誤差
計算結果	+22%	-231%	+20%
許容範囲	±20%	±15%	35%

図3に2002年8月7日15時の濃度分布図を示す。測定局（丸印）の高濃度域と比較して、予測値（格子）の高濃度域が東側にずれて予測されている様子が見られる。

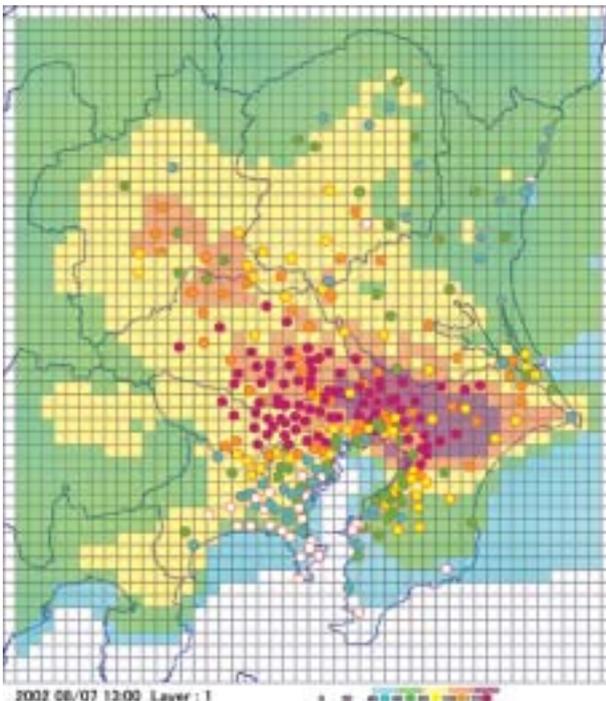


図3 濃度分布図（2002年8月7日15時）

また、各測定局における時間変化を比較すると、実測値の時間変化を良好に再現した局（図4）と極端なピーク時濃度を再現しきれなかった局（図5）とが存在した。

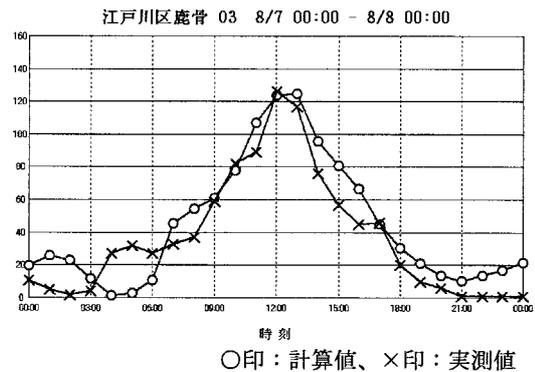


図4 濃度時間変化の比較（8月7日、江戸川区鹿骨局）

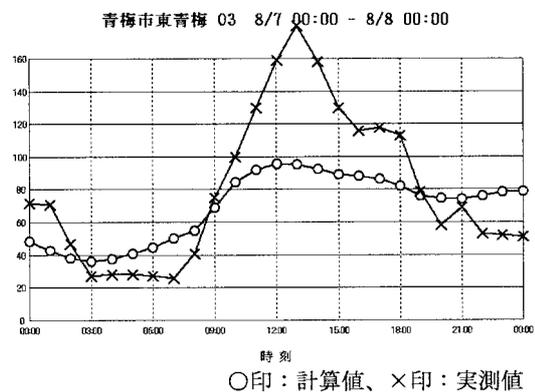


図5 濃度時間変化の比較（8月7日、青梅市東青梅局）

(3) 将来年における発生源・気象条件による影響解析
 現況年で再現性を評価した後、既定対策を見込んだ単純将来をベースケースとして、汚染物質排出量や気象条件等を変えて予測計算を行うことにより影響解析を行った。ここでは2010年度を将来年としているが、主に自動車NO_x・PM法（自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量削減等に関する特別措置法）による対策によって、関東地域における将来年のNO_xとNMHC排出量（植物起源を含む）は、各々、現況年の約7割と約9割に削減されると予測されている（単純将来）。

ア 将来年における既定対策の効果

まず、NMHC単独の既定対策とNO_x単独の既定対策について計算を行い、各々の削減対策の効果を調べた（ケース①、②）。

表8（8月7日）と表9（7月23日）に各ケースにおける計算結果の濃度ランク別出現度数を示す。この出現度数は、対象日の昼間（5時～20時）の対象地域内のメッシュ（1234個）について1時間値－1メッシュを1個として数えたものである。8月7日については、現況年では120ppbを超えるメッシュ数は272個であり、将来年では37個に減少する。この効果の内訳を見ると、超過メッシュ数はNMHC対策単独では、236個（①）、NO_x対策単独では63個（②）であることから、8月7日については地域全体における高濃度削減効果は、NO_x削減による部分が大きいと言える。一方、7月23日の事例では、現況の120ppb超過メッシュ数は47個に対して、単純将来で3個と減少するが、この内訳はNMHC対策単独では0個（①）、NO_x対策単独では23個（②）であり、こちらではNMHC対策が効果的である。

イ 追加発生源対策の効果

発生源対策メニューとしては、既に自動車については自動車NO_x・PM法による既定対策が見込まれていることや実行可能性を考慮して蒸発系炭化水素排出量を東京都で30%と50%削減する対策ケース（③、④）と、更に、それを1都6県に拡大するケース（⑤、⑥）を想定した。また、NO_xについては既に単純将来で削減が見込まれているが、将来年における炭化水素と窒素酸化物の削減効果を比較するために、既定対策に加えて、さらにNO_xを30%削減する場合を加えた（⑦）。

8月7日の事例では、単純将来で120ppb超過メッシュ数が37個であったものが、東京都内蒸発系炭化水素排出量の30%、50%削減により34個（③）、31個（④）と徐々に減少し、1都6県蒸発系炭化水素排出量の30%、50%削減対策では19個（⑤）、9個（⑥）と減少する。一方、7月23日の事例では、単純将来の超過メッシュ数3個が30%削減で0個になり、100～120ppbのメッシュ数も182個から141個に減少し（③）、1都6県蒸発系炭化水素排出量の30%、50%削減対策では120個（⑤）、53個（⑥）と減少する。これらのことから、8月7日の事例では東京都蒸発系炭化水素削減対策の効果は大きくないが1都6県で対策を取ることによって効果が現れ、7月23日の事例では東京都単独の対策でも一定の効果が上がると言える。

さらなるNO_x排出量の30%削減については、8月

7日の事例では、120ppb超過メッシュ数は37個から9個となり（⑦）、これは1都6県蒸発系炭化水素排出量の50%削減（⑥）に匹敵する。一方、7月23日の事例では、100～120ppbのメッシュ数が182個から87個に減少しており（⑦）、これは東京都蒸発系炭化水素排出量の50%削減（④）に相当する。

ウ 気象条件の影響

気温（⑧）と紫外線（⑨）のオキシダント濃度への影響を調べると共に、それらの気象要素の影響と削減対策を組み合わせた場合（⑩）のオキシダント濃度を予測した。

気温については3℃上昇するケースを想定し、その気温上昇は化学反応計算のみに影響するとして（⑧）、また、紫外線量については10%上昇するケースを想定し、その紫外線量の上昇によってNO₂等の光解離定数が大きくなるとして（⑨）、それらの効果を検討した。最後に、気温上昇と紫外線量増加によりオキシダント濃度が有意に増加することが判明したことから、それを抑えるために1都6県で蒸発系炭化水素排出量を50%削減したケース（⑩）を想定した。

8月7日の事例では、単純将来で37個であった120ppb超過メッシュ数が、気温上昇によって163個（⑧）、紫外線量増加によって92個（⑨）と共に大幅に増加する。これらの影響が共に起こるとした条件下で、現実的な範囲で最も削減効果の大きいと考えられる1都6県蒸発系炭化水素排出量の50%削減対策を行っても、120ppb超過メッシュ数は183個となり（⑩）、気象影響を抑えきれない。

7月23日の事例では、単純将来では3個であった120ppb超過メッシュ数が、気温上昇によって36個（⑧）、紫外線増加によって16個と増加するが（⑨）、これら2つの気象要素の影響下でも、1都6県蒸発系炭化水素排出量の50%削減対策は有効であり、120ppb超過メッシュは消滅する（⑩）。

エ 自然起源発生源と長距離移流の影響

自然起源発生源については、全ての自然起源炭化水素排出が無いケースを想定し（⑪）、長距離移流については境界条件のO₃濃度を20ppbに設定した（⑫）。この20ppbという値は八方尾根における年間時間値の最低レベルに相当する。

8月7日については単純将来の37個の120ppb超過メッシュ数が自然系影響無しのケースでは17個に

表8 各ケースの濃度ランク別出現度数 (2002年8月7日)

ケース	計算条件	濃度ランク別メッシュ数					最高値	出現時刻
		60ppb以下	80ppb以下	100ppb以下	120ppb以下	120ppb超		
	現況	4950	7179	5130	979	272	135.15	12時
	単純将来	4762	8118	4953	640	37	137.92	12時
①	NMHCのみ単純将来	4999	7209	5119	947	236	132.98	14時
②	NOxのみ単純将来	4718	8098	4979	652	63	145.21	12時
③	東京都蒸発系30%削減	4773	8123	4961	619	34	133.17	12時
④	東京都蒸発系50%削減	4781	8126	4960	612	31	129.84	12時
⑤	1都6県蒸発系30%削減	4802	8116	4956	617	19	126.20	13時
⑥	1都6県蒸発系50%削減	4838	8115	4943	605	9	121.16	14時
⑦	1都6県NOx30%削減	4769	8599	4745	388	9	137.10	12時
⑧	気温+3℃	4337	7471	5649	890	163	148.47	12時
⑨	紫外線+10%	4572	8027	5140	679	92	148.24	12時
⑩	気温+3℃、紫外線+10%、 1都6県蒸発系50%削減	4209	7425	5761	932	183	134.75	13時
⑪	自然系影響無し	4904	8255	4732	602	17	132.97	12時
⑫	長距離移流無し	8397	7806	1923	381	3	122.40	13時

表9 各ケースの濃度ランク別出現度数 (2001年7月23日)

ケース	計算条件	濃度ランク別メッシュ数					最高値	出現時刻
		60ppb以下	80ppb以下	100ppb以下	120ppb以下	120ppb超		
	現況	11082	6058	1055	268	47	128.19	16時
	単純将来	12373	5331	621	182	3	121.17	15時
①	NMHCのみ	11195	6091	987	237	0	119.87	16時
②	NOxのみ	12286	5352	644	205	23	126.51	15時
③	東京都蒸発系30%削減	12407	5361	601	141	0	115.87	16時
④	東京都蒸発系50%削減	12433	5403	571	103	0	112.13	16時
⑤	1都6県蒸発系30%削減	12447	5379	564	120	0	113.28	16時
⑥	1都6県蒸発系50%削減	12505	5427	525	53	0	106.44	16時
⑦	1都6県NOx30%削減	13736	4261	426	87	0	114.90	15時
⑧	気温+3℃	11295	6147	796	236	36	128.89	15時
⑨	紫外線+10%	12164	5459	668	203	16	123.78	16時
⑩	気温+3℃、紫外線+10%、 1都6県蒸発系50%削減	11223	6393	727	167	0	115.81	16時
⑪	自然系影響無し	12870	4906	564	170	0	118.77	16時
⑫	長距離移流無し	14242	3593	521	154	0	118.06	16時

(⑩)、長距離移流無しのケースでは3個になり(⑫)、双方の影響が存在することを示唆しているが、7月23日の事例では、自然系影響(⑩)、長距離移流影響(⑫)共に、8月7日に比べると相対的に小さい傾向にある。

オ 発生量削減効果

最後に炭化水素と窒素酸化物の発生量を削減した場合の効果を知るために、単純将来ケースを基準として、炭化水素及び窒素酸化物排出量を各々、30、50、70、100%削減した条件でシミュレーションを行い、等濃度線図を作成した。

ここでは、一例として、2002年8月7日のケースで、東京都内オキシダント最高濃度を用いて作成した等濃度線図を示す(図4)。

このケースでは、炭化水素排出量のみを削減で都内最高オキシダント濃度を注意報レベル(120ppb)未

満に抑えようとする、20%程度の削減量となり、これを窒素酸化物排出量の削減で達成しようとする、70%程度の削減が必要となる。

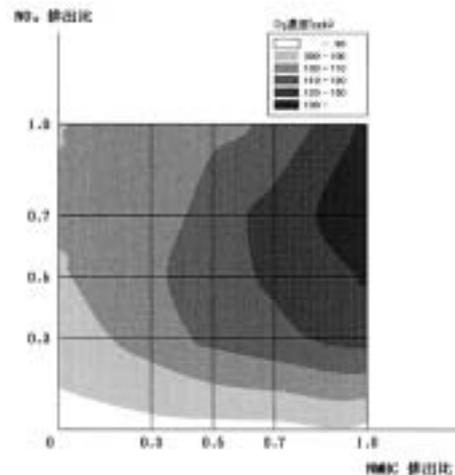


図4 オキシダント等濃度線図 (2002年8月7日、東京都内最高濃度)

4 まとめ

高濃度の光化学オキシダントが出現する頻度が高い気象パターンから2002年8月7日と2001年7月23日を選び、局地気象モデルによりオキシダント濃度予測を行った。対象地域の気流分布については良好に再現できたが、一部にピーク時の高濃度が予測しきれない局があり、USEPAの評価基準を十分に満たすことができなかった。しかし、気流分布は良好に再現されており、一次汚染物質である窒素酸化物についての相関係数や一致度が低いことから、鉛直層の設定や拡散係数等について更に検討することにより予測精度の向上が図られると考えられる。

将来年について汚染物質排出量や気象条件を変化させて感度分析を行った結果、対象とした日で、それらの変化の傾向は異なる場合が見られた。このことはオキシダント高濃度発生日の気象条件によって、高濃度の原因となる発生源が異なることを示唆していると考えられる。より具体的・定量的な発生源対策を検討するためには、予測モデルの再現性の向上と共に、より多くの高濃度パターンについての解析が必要である。

謝辞

最後に、本研究を行うに当たってモデルの改良について御指導を頂いた大原利眞先生（現国立環境研究所総合研究官）と予測結果・設定条件について御意見を頂いた秋元肇先生（地球環境フロンティア研究センタープログラムディレクター）に深謝致します。

本研究は、平成15年度「光化学オキシダント対策基礎調査」で得られた成果の一部を再構成し、考察を加えたものである。

参考文献

- 1) 大原利眞、坂田智之；光化学オキシダントの全国的な経年変動に関する解析、大気環境学会誌、第38巻第1号、pp.47-54 (2003)
- 2) 東京都光化学オキシダント対策検討会；光化学オキシダント対策検討会中間のまとめ (2004)
- 3) 秋元肇；東アジアオゾン汚染の日本への影響、資源環境対策、第39巻第11号、pp.90-96 (2003)
- 4) 若松伸司；都市での広域大気汚染の生成機構、環境技術、第32巻第7号、pp.530-535 (2003)
- 5) 大原利眞；最近の光化学オキシダント汚染の実態、資源環境対策、第39巻第11号、pp.86-89 (2003)
- 6) 吉門洋；気象の変化と光化学オキシダントの関係、資源環境対策、第39巻第11号、pp.97-100 (2003)
- 7) 兼保直樹；初冬季の光化学大気汚染、大気環境学会誌、第37巻第4号、pp.231-244 (2002a)
- 8) 兼保直樹ら；組成別SPM濃度シミュレーション・モデルの開発と初冬季高濃度大気汚染への適用(I)、大気環境学会誌、第37巻3号、pp.167-183 (2002b)
- 9) 兼保直樹ら；組成別SPM濃度シミュレーション・モデルの開発と初冬季高濃度大気汚染への適用(II)、大気環境学会誌、第37巻5号、pp.302-319 (2002c)
- 10) 大原利眞ら；関西地域における春季高濃度汚染の数値シミュレーション(1)、大気環境学会誌、第36巻第4号、pp.208-230 (2001a)
- 11) 大原利眞ら；関西地域における春季高濃度汚染の数値シミュレーション(2)、大気環境学会誌、第36巻第4号、pp.231-243 (2001b)
- 12) 大原利眞ら；光化学オキシダント・シミュレーションモデルの構築と検証、大気環境学会誌、第32巻第1号、pp.6-28 (1997)
- 13) G. A. Grell, et al. : A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5), NCAR/Technical Note-398+STR (1995)
- 14) <http://www.mmm.ucar.edu/mm5/mm5-home.html>
- 15) D. W. Byun, et al. : Science algorithms of the EPA models-3 community multiscale air quality (CMAQ) modeling system, EPA/600/R-99/030 (1999)
- 16) <http://www.cmascenter.org/>
- 17) M. W. Grey, et al. : A photochemical kinetics mechanism for urban and regional scale computer modeling, J. Geophys. Res., 94, 12, 12925-12956 (1989)
- 18) (財)石油産業活性化センターJCAP推進室；JCAP技術報告書1-5-4 (1999)
- 19) USEPA, Guideline for regulatory application of the urban airshed model, EPA-450/4-91-013(1991)