

II-348

三次元モデルを用いた東京首都圏地域における光化学大気汚染の解析

国立公害研究所 正会員 若松伸司
正会員 鶴野伊津志

【目的】 東京首都圏地域においては、夏季にしばしば高濃度の光化学大気汚染が出現する。これは東京湾岸の工場地帯や、首都圏地域から放出された大気汚染物質が夏季の強い日射の下で光化学反応を起こすことによりもたらされるものであるが、その動態は極めて複雑である。この地域における光化学大気汚染の立体分布は気象の立体分布と密接な関係がある。関東地方は西部と北部に山岳地帯があり、南部と東部は海に面し、東京湾があるため海陸風や、山谷風などの局地風が卓越する。特に気圧傾度力が弱い場合には、その影響は顕著である。このような時には局地風循環の中に汚染物質が閉じ込められ長時間にわたって高濃度が持続する。

1981年7月16日から17日にかけては、このような閉鎖系大気場のもとで高濃度の光化学大気汚染が出現、持続した。このことを物理、化学的により良く理解するために三次元光化学大気汚染シミュレーションモデルを用いて汚染物質の立体分布の時刻変化を計算し、得られた結果をフィールド観測データと比較検討した。

【計算方法】 モデルは米国の Systems Applications Inc.がEPAの委託を受けて開発したもの(SAI-UAM)を用いた。しかし今回の応用にあたって風系予測や拡散係数の設定の部分を一部変更した。計算領域は、東西約184km、南北約165kmであり、 27×30 のメッシュを用いた。メッシュサイズは約6kmである。高さ方向は5層に分割し、混合層以下を3層、それより上層を2層とした。またモデルの上端は2kmの一定値を用いた。

風の場合は23地点において毎時刻に観測されたパイロットバルーンによる上層風データと、地上風のデータを用いて客観解析を行い求めた。混合層高度は、2時間ごとに得られた3地点における低層ゾンデデータをもとに決定した。発生源データは、移動発生源、固定発生源ともにメッシュ単位で入力した。炭化水素成分については5種類の代表的な発生源の組成分布を求め、この情報をもとに18種の炭化水素成分の発生量を推定した。また反応モデルとしては30成分、65反応式のCBMメカニズムを用いた。

初期条件、境界条件は、地上観測ならびに航空機観測による実測値をもとに決定した。計算は1981年7月16日、午前4時から40時間にわたり連続して実行した。

【結果と解析】 計算結果と実測値を比較したところ、 O_3 の時刻変化、地域分布等に関しては、良い一致を見たが、垂直分布については、航空機観測で得られたような混合層内における鋭いピークを再現することは出来なかった。これは、混合層を3層で取り扱ったため、現象が平均化されたためであろう。

計算の一例として神奈川県三浦市上空における各種汚染物質の高度、時刻断面分布を図に示す。汚染物質は、 NO_2 、 O_3 、PAR(パラフィン系の炭化水素)、CARB(カルボニル系の炭化水素)の4種を選択した。高濃度の NO_2 が夜間から早朝にかけて見られ、最高値の出現高度は二日間とも約300mである。PARと NO_2 は非常に似たパターンを示しており、早朝にピークがあるのに対し、CARBは夜中にピークが出現している。この計算では炭化水素は地上発生源のみを扱っており、上空での発生は考慮していないため、一日目は、PARとCARBの濃度は地上付近で最大値を示している。それに対して二日目は300m~600mに最大値が出現しており、これは、前日の影響によるものである。一日目と二日目の断面分布の最も大きな違いは、 O_3 とCARBに見られる。すなわち二日目においては夜間から早朝にかけて、高度300~600m付近に高濃度が出現している。これらの前日からの汚染物質を多量に含んだ空気は、翌日、混合層中に取り込まれ、光化学反応を促進させる。このため、二日目の日中には、一日目よりも、早い時刻に、より高濃度の O_3 が出現した。これらの、計算結果は、フィールド観測の事実とも一致している。

この研究の結果、東京首都圏地域における光化学大気汚染現象は、局地風循環が卓越するような場合には、空間的には100km程度、時間的には、一日以上のスケールであることが明らかにされた。これらの知見は、光化学大気汚染削減のための発生源規制戦略に重要な指針を与えるものである。

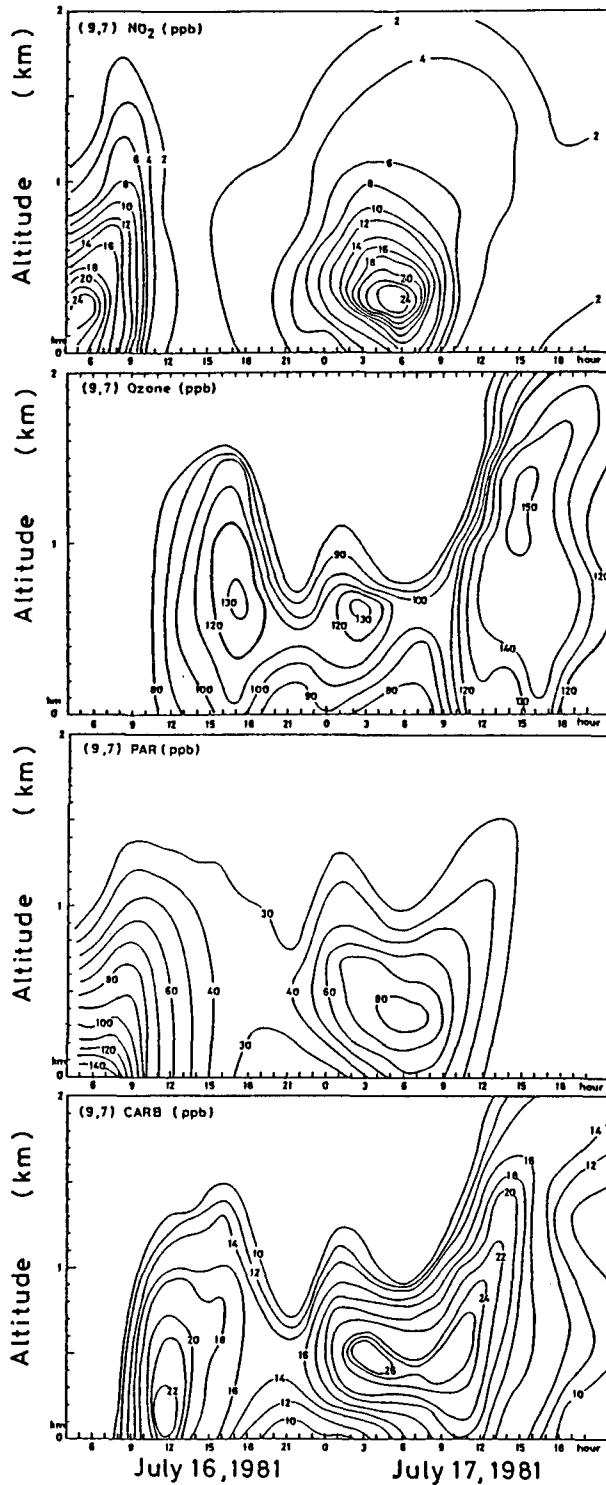


図 神奈川県三浦市上空における NO_2 , O_3 PAR(Paraffin), CARB(Carbonyl compounds)の1981年7月16日、17日、2日間にわたる高度、時刻断面分布計算結果。