

1. はじめに

高低気圧の通過は東アジアスケールの物質輸送に重要な役割を果たす。鵜野ら(1997)は、春季の移動性高気圧通過時の九州地域での二次汚染物質と火山性 SO_2 の挙動を地上と航空機による特別観測から解析した。この結果、春季の移動性高気圧通過時の九州地域では、中国大陆から日本域を含むスケールでの長距離輸送、桜島からの SO_2 の輸送、成層圏からの O_3 沈降が同時に進行し、同地域の汚染物質濃度の変化を極めて複雑にしていることが明らかにされた。ここでは、鵜野ら(1997)の観測期間(1987年5月)を対象に東アジアスケールの3次元の長距離輸送・変質シミュレーションを行い、日本域の対流圏オゾンの挙動についての解析結果を示す。

2 モデルの概要

東アジアスケールの長距離輸送・変質シミュレーションをSTEM(Sulfur Transport Eulerian Model; Carmichael *et al.*, 1991)を修正して行った。中国・朝鮮半島・日本列島を含む東経110度~150度、北緯20度~50度を計算領域とし、経緯度1度メッシュ(グリッド数:東西方向41,南北方向31)に分割した。モデルは鉛直方向に10レベルをとった。気象データは、気象庁の全球客観解析データGANAL(12時間毎,1.875度格子)の風速,温度,露点温度,等圧面高度を空間・時間補間して,計算領域内のメッシュ点データとした。鉛直風速 w は連続の式により求めた。STEMによる計算は O_3 以外の初期濃度をゼロとした。モデル上端での O_3 濃度を渦位(Potential Vorticity)に比例させて与えた。東アジア地域における SO_2 と NO_x の排出量はAkimoto and Narita(1994)による経緯度1度メッシュデータを用いた。非メタン炭化水素(NMHC)排出量は, Piccot *et al.*(1992)をもとに算出した。シミュレーションは1987年5月2日9時~15日9時までに行った。計算は,反応+輸送入りのCHEM35,輸送計算のみのTRANS35,上端の O_3 濃度を100ppbの一定値と輸送のみのTRANSCの3通りについて行った。

3 モデル結果

図1には,5月9日~10日にかけての, $z=700\text{m}$ の O_3 濃度(CHEM35)と風速ベクトル, O_3 生成に対する光化学反応の寄与率の平面分布を示す。ここで,光化学反応の寄与率は O_3 は,反応入り計算CHEM35と輸送計算のみの計算TRANS35の差から計算した。

図2には,雲仙野岳(1142m),福岡県三郡山(960m),福岡県筑後小郡国設局(地上),長野県八方尾根(1840m)での O_3 の濃度変化(観測とモデル結果)を示す。

この期間の特徴は,5月5日~11日にかけて,移動性高気圧が中国大陆から日本域をゆっくりと東進した点である。特に,高気圧の中心は7日~10日にかけて,韓国から日本上空に位置し,日本域に晴天をもたらし,乾燥した状態が継続した。このような高気圧性の時計まわりの吹き出しに伴い,日本海側は西寄り,太平洋側は東寄りに風系が顕著である。

日本付近の O_3 濃度は11日まで60ppbを越えていた。また,90ppbを越える高濃度域が中部日本域(8日~10日)と北海道西部海上(9日)に見られ,中部日本域の高濃度域は日本域の高気圧の位置と対応している。

対流圏内の光化学反応の寄与は,8日~10日の日本域では10~30%程度である。中部日本域では30%を越えているが,9日の北海道西部海上の反応寄与は10%以下である(同海上には $\text{O}_3 > 90\text{ppb}$ の領域が見られる)。その寄与は,高度2000m以下において顕著である。特に,北日本域では10日を除いて反応の寄与が小さく,成層圏からの O_3 の直接的な寄与が重要である。

キーワード 対流圏オゾン, 東アジアスケール物質輸送, シミュレーション

〒305 茨城県つくば市小野川16-2 Tel.0298-50-2414 Fax. 0298-51-4732

図2に示したCHEM35（実線）は、観測結果（点線）の濃度レベルや日変化などの主要な濃度変動を再現している。時間変化を詳細に見ると、雲仙と三郡山の O_3 の日変化は非常によく再現されているが、三郡山での6日～10日にかけての O_3 の細かいピークは表現されない。これは、モデルの空間分解能の制約のためである。モデル上端の O_3 レベルの空間・時間変化を加味したTRANS35と一定としたTRANSCの差は北日本域の特に9日～11日にかけて顕著である。これは、上端の O_3 濃度を正しくみつめることが、成層圏から対流圏への大規模な輸送（沈降）が生じる場合に非常に重要であることを示している。それ以外の期間と西日本域ではTRANS35とTRANSCの差は小さい。

4 まとめ

1987年5月の日本域の高濃度 O_3 べてコンシスタントな結果を与え、モデル結果は観測された O_3 の濃度の空間・時間変化を再現した。その結果、1) 春季の日本付近の高濃度 O_3 には、成層圏起源の O_3 の沈降が重要な寄与を示すこと、2) モデルの感度解析から、地上付近の O_3 に対する対流圏内の光化学反応の寄与率は10～25%に過ぎず、成層圏起源の O_3 が支配的であることが明らかにされた。

参考文献

Akimoto, H., Narita, H., 1994: *Atmos. Environ.*, **28**, 213-225.; Carmichael, G.R., et al. 1991: *Atmos. Environ.*, **25A**, 2077-2090.; Piccot, S. et al., 1992: *J. Geophys. Res.*, **97**, D9, 9897-9912.; 鶴野伊津志, 菅田誠治, 1997: 天気 (投稿中); 鶴野伊津志ら 1996: 大気環境学会誌 (投稿中); 鶴野伊津志ら, 1997: 大気環境学会誌 (投稿中)

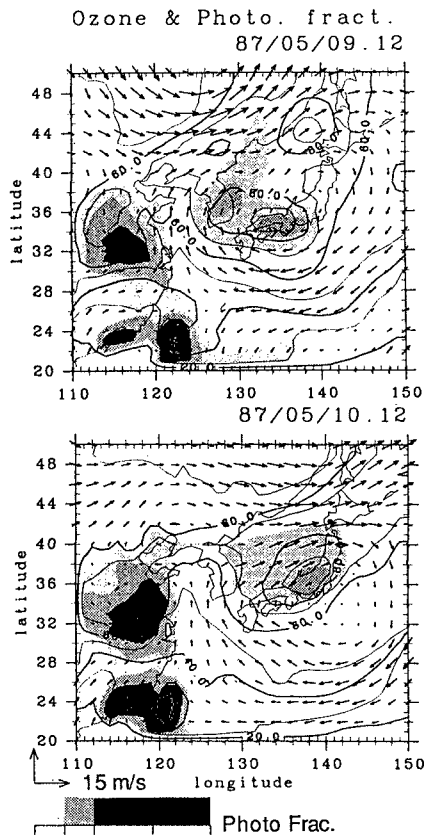


図1 モデルで計算された1987年5月9日～10日正午にかけての、地上700mでの O_3 濃度(CHEM35)と光化学反応で生成された O_3 の割合(トーン表示)

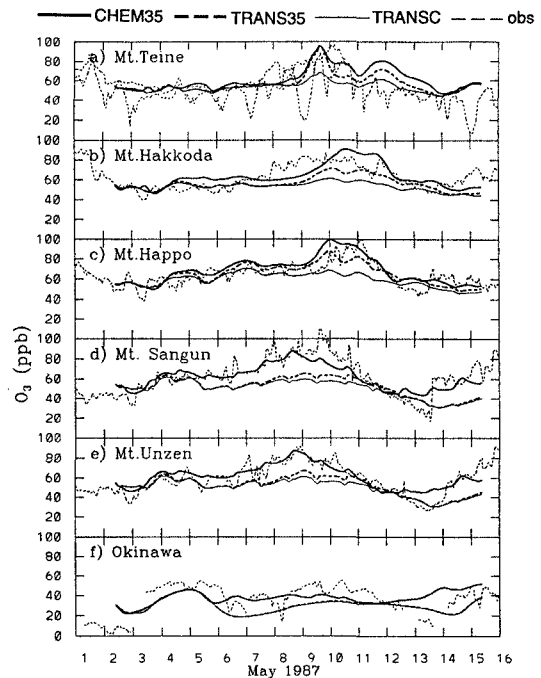


図2 1987年5月1日～15日にかけての、札幌手稲山、八甲田山、長野県八方尾根、福岡県三郡山、雲仙野岳、沖縄での O_3 濃度(観測値, モデルCHEM35, TRANS35, TRANSC)