

## CCSR/NIES T42 化学気候モデルを用いたオゾン層の将来予測実験

秋吉 英治<sup>1</sup>・吉識 宗佳<sup>1</sup>・永島 達也<sup>2</sup>・高橋 正明<sup>3</sup>・今村 隆史<sup>1</sup>・黒川 純一<sup>2</sup>  
滝川 雅之<sup>4</sup>・L. B. Zhou<sup>1</sup>・坂本 圭<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国立環境研究所大気圏環境研究領域、<sup>2</sup>国立環境研究所アジア自然共生研究グループ、

<sup>3</sup>東京大学気候システム研究センター

<sup>4</sup>海洋研究開発機構地球環境研究フロンティアセンター

### 1. はじめに

化学気候モデル(CCM)は、オゾン層の将来にわたる変動要因を明らかにするのに有効なモデルである。南極オゾンホールといったような、非線形過程が働く極渦の状態に高度に依存した現象の理解のためには、化学気候モデルのような化学過程を結合した3次元大循環モデルを用いた研究が必要とされている。

本研究では、Nagashima et al. (2002)で開発した水平解像度 T21 ( $5.6^\circ \times 5.6^\circ$ ) 化学気候モデルをさらに発展させ、WCRP 傘下の SPARC の下のプロジェクト、CCMVal (Chemical Climate Model Validation、化学気候モデル評価)で提唱されているハロゲン濃度の将来シナリオに沿ってオゾン層将来予測実験を行ったので、その結果について報告する。

### 2. モデルと数値実験

本研究で使用した化学気候モデルは、Nagashima et al. (2002)で使用した化学気候モデルを以下の点で改善したものである。

- (1) 水平解像度：T21→T42 ( $2.8^\circ \times 2.8^\circ$ )へ改良。
- (2) Hines (1997)による非地形性重力波ドラッグの導入。
- (3) 臭素化合物による化学反応の導入。
- (4) 極成層圏雲に、STS ( $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$ の混合液滴)を追加、同時にこの粒子に関わる不均一反応も追加。
- (5) 極成層圏雲の個数密度を与えてその凝縮量から粒径を計算し、それをもとに落下速度を計算するように変更。
- (6) Schumann-Runge 帯 (177.5–202.5 nm)による27種の物質の光解離を導入。
- (7) 太陽放射に対する大気の大気球面効果を導入。

計算は、1975年1月1日から2051年1月1日まで行った。最初の5年間は助走ランとみなし、1980年1月1日以降の計算結果を解析した。CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの将来シナリオはIPCC(2000)のA1Bシナリオを、オゾン破壊物質の将来シナリオはWMO(2003)のAbシナリオを使った。この計算は、CCMVal推奨REF2計算に相当するものである。この計算では、QBO、太陽11年周期、火山爆発による成層圏エアロゾルの増加の影響は除外されている。海面水温は、CCSR/NIES/FRCGCの大気海洋結合モデルのアウトプットを使った。

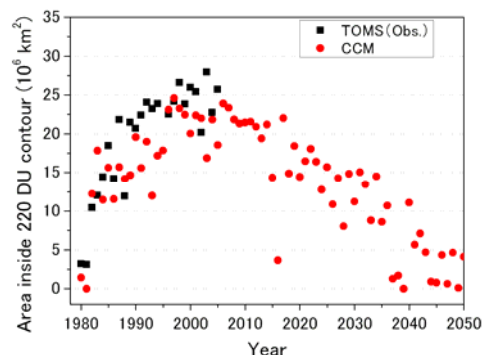


図1 オゾンホール面積(40°S以南の220 D.U.以下の領域の面積で定義される)の最大値の経年変化。黒がTOMS(観測値)、赤が化学気候モデルによる結果。

### 3. 結果

Nagashima et al. (2002)のモデルでは、11月にオゾン全量の極小が起こっていたが、前節で述べた化学気候モデルの改良によって、南極オゾン全量の10月極小が再現できた。主な理由として、南極渦が安定しすぎていたことと、南極上空の塩素濃度が低かったことによるオゾン破壊速度の過小評価が考えられる。

図1に、オゾンホール面積の最大値の経年変化を示す。オゾンホールが1980年頃から出現、1980年代に急速に拡大し、1990年代に入ってその速度が徐々に落ち、2000年頃にピークを迎えた様子がよくモデルで再現されている。さらに、将来にわたって計算を延長すると、2020年を過ぎた頃からオゾンホールの縮小傾向がはっきりとし始め、今世紀半ば以降にはオゾンホールは解消するであろう、という結果になった。図からも明らかなように、大気の力学的な年々変動のため、2050年でオゾンホールが解消したという結果にはなっていない。

発表では、以上のREF2実験結果およびREF1実験(QBOなどのファクターを導入した過去の再現実験)の解析から得られた結果についても紹介し、また、CCMValに参加している他の化学気候モデルの結果についても紹介する予定である。

### 参考文献

Nagashima et al. (2002), *Geophys. Res. Lett.*, 29(8), doi:10.1029/2001GL014026.