

JRA-25 の風をナッジングした MRI-CCM1 で再現されるオゾンの年々変動

小林ちあき（気象庁 環境気象管理官付オゾン層情報センター）

1. はじめに

気象庁では紫外線予測情報作成のため、気象研究所で開発した全球化学輸送モデルMRI-CCM1を用いてオゾンの分布を求めている。この全球3次元分布は、気象庁全球客観解析値、全球予報値の風と、NASAのオーラ衛星OMIによるオゾン全量データを同化することにより毎日作成している。

オゾン層の年々変動や経年変化の監視のため、同化に利用する風をJRA-25(Onogi et al., 2007)の風に置き換えたシステムでオゾンの3次元全球分布を作成し、オゾン層の経年変化やオゾンホール年々変動を再現することができるのか、調査を行った。

2. 実験の概要

実験に使用したモデルはMRI-CCM1(Shibata et al. 2005)で、解像度はT42L68である。大気場の同化としてJRA-25およびJCDASの6時間間隔の水平風をナッジングし、1979年から2006年までの日別オゾン3次元全球分布を作成した。気温は同化していない。実験は、①境界条件としてオゾン破壊物質である塩素(CI)および臭素(Br)の経年変化を100hPaより上層に与えたものと、②この経年変化を与えないもの、の2種類を行った。なお、現業で使用する場合と同様の、衛星観測オゾン全量をナッジングにより同化し、1979年から2006年までのオゾン分布を求める実験も行ったが、1993年から1996年にかけて衛星データの大規模な欠損があり、一様な品質が得られないため、ここでは、結果を示していない。

3. 結果

図1に北半球中緯度における季節変動成分を除いた月平均オゾン全量の変動を衛星観測データ(TOMS/SBUV merged データ)とともに示す。どちらの実験結果もバイアスが見られるもの、観測と良く似た変動を示している。例えば、1993年にはピナツボ噴火による影響と考えられているオゾンの極小が見られるが、どちらの実験でも同様の特徴を捉えている。一方、バイアスに関しては1998年ごろを境に小さくなっている様子が見られる。

Hadjinicolaou et al. (2005)はSLIMCAT CTMを用い、成層圏塩素濃度を1980年以前の値に固定した条件でERA-40の循環場でCTMを駆動した実験を行い、1993年以降の北半球中緯度のオゾンの増加傾向は循環場の影響によるものである、と結論している。今回MRI-CCM1を用いて行った実験においても1998年付近のバイアスの変化を考慮し、1993年以降1998年までと1998年以降2006年までのそれぞれの期間内で増加傾向がみられることがわかる。

次に、オゾンホールの年最大面積の年々変動を図2に示す。ここでオゾンホールはオゾン全量が220 m atm-cm以下の領域と定義した。観測では、

1980年代から1990年代の半ばにかけてオゾンホールの年最大面積は急激に拡大し、その後は増加傾向が緩やかになっているものの、依然として大きい状態が続いている。境界条件として、CIおよびBrの経年変化を与えた実験では、全体的にオゾンホール面積は小さいものの、観測と同様、1980年代から1990年代の半ばにかけて面積が拡大し、その後は増加傾向が緩やかになっている様子が再現されている。一方、CIおよびBrの経年変化を与えない実験では、1980年代初めの時期から、1990年代後半と同程度のオゾンホールが出現しており、年々の変動はあるものの実験期間を通してほぼ同程度の規模を示している。

また、観測では1980年代後半と2000年以降、年々変動が大きな時期があるがCIおよびBrの経年変化を与えた実験、経年変化を与えない実験とも、その様子も再現できている。

4. まとめと今後の課題

JRA-25の風を同化したMRI-CCM1でオゾンの年々変動、経年変化はバイアスがあるもののある程度再現されることが分かった。1998年ごろにバイアスの変化しており、JRA-25の成層圏気温バイアスの変化との関係を今後調べたい。また、オゾンホールの規模について、CIおよびBrの経年変化を与えない実験で1980年代初めから、1990年代後半と同程度であった理由について、今後調査を進めたい。

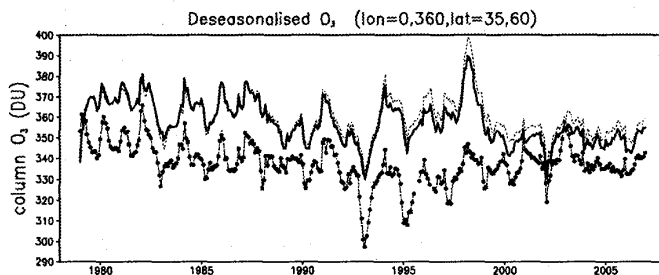


図1 北半球中緯度(35N-60N)の季節変動成分を除いた月平均オゾン全量の推移。実線：CIとBrの経年変化あり。点線：CIとBrの経年変化なし。●：観測。

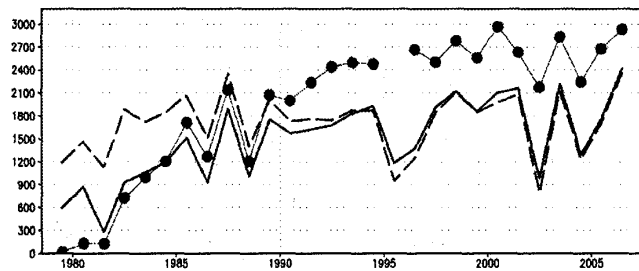


図2 オゾンホール年最大面積の経年変化。実線：CIとBrの経年変化あり。点線：CIとBrの経年変化なし。●：観測。