

Predictability of Stratospheric Ozone in the Southern Hemisphere during Spring

中村, 東奈

<https://hdl.handle.net/2324/6787422>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 中村 東奈

論 文 名 : Predictability of Stratospheric Ozone in the Southern Hemisphere during Spring

(南半球春季成層圏オゾンの予測可能性について)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

南半球春季において、オゾンホールが南米上空を通過することや南米上空に停滞することは、チリやアルゼンチンの高緯度地域に住む人々にとって、紫外線を多く浴びるリスクとなる。2009 年 11 月に南米で 3 週間程度に渡って南米にオゾンホールが接近し、停滞したことで長期間のオゾン全量の低下が起こり、それに伴って紫外線の増加も確認されている。この時、南半球太平洋上の対流圏で blocking が持続していたこと、オゾン全量低下が起きる直前に対流圏の blocking 高気圧付近から成層圏に向かって上向きの波束伝播が見られたことも報告されている。南半球春季は冬季に南極上空で発達した極渦が崩壊する時期にあたり、成層圏の循環場が大きく変動する時期である。このような極渦崩壊時期のオゾン分布の変動の予測が可能となれば、南米地域に向けて紫外線リスクの警告を発信する手助けになることが期待される。

以上の背景を受け、本研究では、化学気候モデルを用いて、以下の 2 事例を対象に、様々な初期値からの予測実験を実施し、オゾン場および力学場の特徴の比較を行い、オゾン場と力学場の相互作用を含む場合のオゾン場と力学場の予測可能性を調べた。

(a)2009 年 9 月末に楕円状に変形した極渦が南米上空を通過したことにより南米オゾン全量が一時的に低下した事例 (第 1 図 a)

(b)2009 年 11 月に南米上空にオゾンホールが停滞したことによるオゾン全量低下事例 (第 1 図 b)

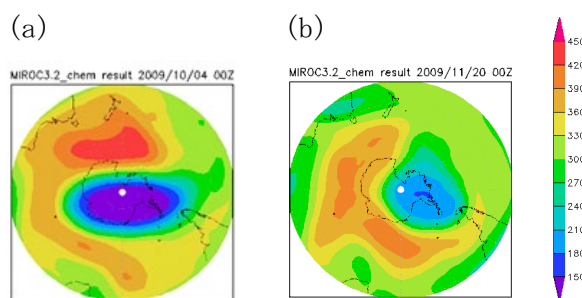
本研究で用いた化学気候モデルの化学モジュールは、国立環境研究所にて独自に開発されたものであり、放射を含む力学場とオゾン場 (化学場) の相互作用を陽に組み込んでいる。そのため、オゾン分布の変化が力学場に及ぼす影響を表現でき、このような相互作用を含まない現業の数値予報モデル等と比べ、力学場の予測可能性の改善も期待される。

本研究では化学気候モデル MIROC3.2 CCM のフリーランにより南半球春季のオゾン予測実験を行った。初期値は同化版化学気候モデルにより力学場およびオゾン場を同化して作成した。力学場としてアメリカ航空宇宙局 (NASA) で作成された再解析データ MERRA-2 の東西風、南北風、気温を用い、オゾン場として NASA が運用する地球観測衛星 Aura 搭載の測器 OMI によるオゾン全量データと、測器 MLS によるオゾン体積混合比の鉛直分布データを使用した。また、同化手法はアンサンブルカルマンフィルター (LETKF) 法であり、1 日分の予報計算と同化計算を繰り返し行った。アンサンブルメンバーは 32 メンバーとし、予測実験は LETKF で得た 32 本の初期値から各 10 日間実施した。

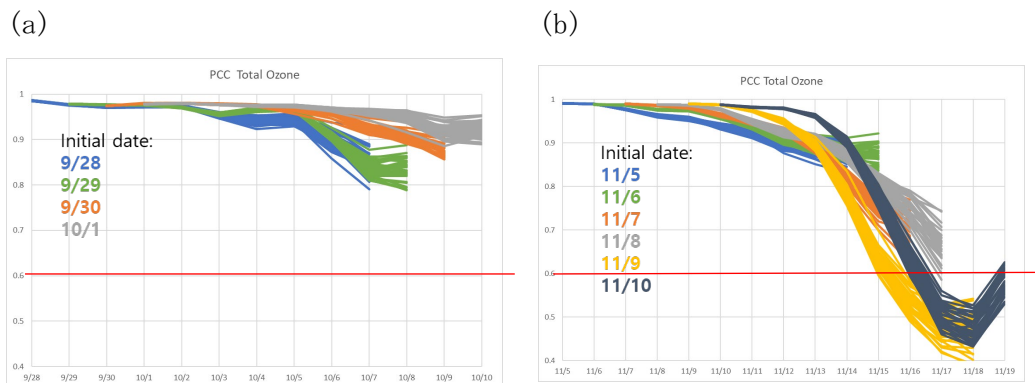
上記(a)、(b)の 2 事例に対し、予測開始日を 1 日ずつずらしてそれぞれに対する予測実験を行った。予測の精度検証のため、力学場およびオゾン場の根二乗誤差 (RMSE) 解析とパターン相間

(PCC)解析を行った。RMSEは予測値とMERRA-2あるいはOMIデータの間の誤差であり、PCCは予測値とMERRA-2あるいはOMIデータとの間の水平パターン相関である。フリーラン1本1本の予測結果について、 $20^{\circ}\text{S}\sim 90^{\circ}\text{S}$ の予測結果と再解析データとの間のPCCを計算し、その時系列を確認した。オゾン場のPCC解析に基づく予測可能期間(PCCが0.6以上の期間)は(a)の楕円状の極渦通過事例では10日以上であるが、(b)の極渦停滞事例については、予報開始日によっては6日程度であることが明らかとなった。またRMSE解析に基づく予測可能期間についても同様の結果であった。

次に(b)の事例において、予測開始日を固定し初期値同化データを(1)気象場のみ、(2)気象場とオゾン全量、(3)気象場、オゾン全量、オゾン鉛直分布全てを変えた結果を比較した。オゾン場の予測可能性は(3)、(1)、(2)の順に高く、オゾン場の予測におけるオゾン鉛直分布同化の重要性が示された。



第1図 化学輸送モデルMIROC3.2 CTMのオゾン全量分布(カラー)。単位[DU]。
(a)2009年10月4日00UTC。(b)2009年11月20日00UTC。



第2図 予測実験結果と再解析の $20^{\circ}\text{S}\sim 90^{\circ}\text{S}$ におけるオゾン全量の水平パターン相関(PCC)の時系列。各時系列がフリーランの予測1本1本に対応している。赤線がPCC=0.6の位置を示す。
(a)2009年9月末の楕円状の極渦通過事例。(b)2009年11月の極渦停滞事例。