

1997 年冬/春季北極極渦内のオゾン破壊の進行状況 — 光化学ボックスモデルと流跡線を用いて —

*香川 晶子、河瀬 祥子、林田 佐智子 (奈良女大、理)

研究の背景・目的

本研究では、近年顕著に進行している北極成層圏オゾン破壊現象における化学的過程の解明を目的として、光化学ボックスモデルを用いて 1997 年北極の冬・春季オゾン破壊現象を解析した。1997 年は冬/春季北極上空で極渦が春先まで長く持続し、オゾン減少が長期にわたって観測された特徴的な年であった[Newman et al., 1997]。同時期、Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) は北極上空においてオゾン、硝酸、など多くの大気微量成分の観測に成功した。また、先行研究からは ILAS が化学的なオゾン破壊をとらえていたことが既に報告されている[Sasano et al., 2000; Terao et al., 2002]。オゾン破壊の化学メカニズムを理解するためには数値モデルを用いた研究が有効であり、本研究では極域を対象とした光化学ボックスモデルを開発し、ILAS 観測点を始点とした流跡線上でボックスモデル計算を行った。

また、北極域では極渦が南極のように安定でないため、極渦内のオゾン破壊の非一様性を把握することが重要であると考えられる。このため、本研究では、ボックスモデルと流跡線を組み合わせた日々の大気微量成分の同化マップを作成する手法 Chemical Species Mapping on Trajectories (CSMT) を提案する。CSMT とその信頼性については本大会において河瀬らが発表を行う。ここでは、1997 年のオゾン破壊の極渦内の進行状況に着目する。

化学ボックスモデル

化学種の時間発展を計算するために、RODAS (Runge-Kutta-Rosenbrock Solver) を用いた[Sandu et al., 1997]。RODAS は NCAR から提供を受けた Generator を用いて作成した。化学モデルには、59 の化学種、101 の気相反応、48 の光解離反応、7 つの不均一反応を含めた。化学反応係数は DeMore et al. [1997], Sander et al. [2000] から得た。また、詳細な光解離係数の計算を行うため、太陽天頂角が 90 度以上での Air Mass Factor の計算を Chapman Function を用いて行った[Brasseur and Solomon, 1984]。不均一反応の Reaction probability (γ) は液体エアロゾル[Hanson et al., 1998]、Nitric Acid Trihydrate (NAT)[DeMore et al., 1997]について計算した。PSC の成長は、熱力学的平衡を仮定して、supercooled ternary solution (STS) [Carslaw et al., 1995] と NAT [Hanson and Mauersberger, 1988]について含めた。これらの理論から得られる体積を表面積に変換するために、Andoya において 1996 年 1 月 23 日に OPC (Optical Particle Counter) で観測された値を採用した[Deshler et al., 2000]。

モデル計算

流跡線の計算は ECMWF 気象データと EORC-TAM を用いて、1997 年 1 月から 3 月の ILAS の全観測点を始点とし、475 K, 550 K, 700 K について 7 日間の前方計算を行った。全ての流跡線上で、ILAS の観測値からオゾン、硝酸、 N_2O を観測値として与え、ボックスモデル計算を行

った。その他の化学種については Becker et al. [2000] の Idealized trajectory と類似した方法で作成した、representative trajectories 上の計算結果から与えた。

結果と考察

図 1 は、475 K について、極渦内のオゾンの減少率を緯度別に示したものである。475K は下部成層圏で化学的オゾン破壊が顕著に進行すると考えられている。極渦内のオゾン減少率の平均値の最大値は 2 月後半に 34 ± 10 ppbv/day を示し、1/13 から 3/31 までの極渦内の積算のオゾン減少量は 41 % であった。また、極渦内のオゾン破壊は 2 月後半までは主に低緯度側で進行したが、3 月は大きなオゾン破壊は高緯度側で起こり、オゾン破壊は極渦内で緯度に依存して進行状況が異なることが分かる。当日は、ILAS で観測された大規模な脱穹[Irie et al., 2001]がオゾン破壊に影響した可能性や、高度別のオゾン破壊率についても発表を行う予定である。

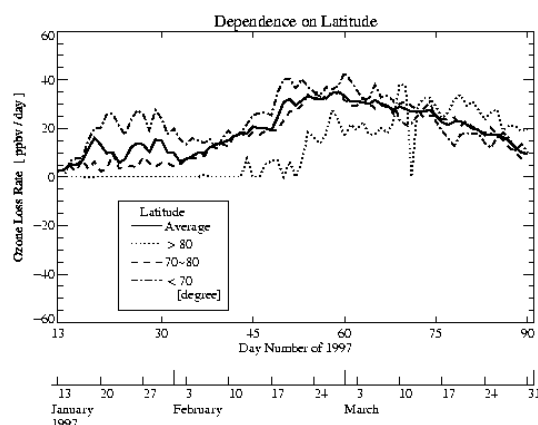


図 1：オゾン減少率の緯度依存性。点線は 80 度以上、破線は 70-80 度、点破線は 70 度以下の平均。実線は全ての平均。

謝辞

プリプロセッサは ACD/NCAR の Jean-Francois Lamarque, Stacy Walter 博士から提供を受けた。流跡線計算ツールは EORC/NASDA から提供いただいた。また ILAS データを提供して頂いたサイエンスチームの皆様へ感謝します。

主な参考文献

- Becker et al. *J. Geophys. Res.*, 105, 15175-15184, 2000.
- Brasseur and Solomon, *Aeronomy of the middle atmosphere*, 1984.
- Irie et al. *J. Geophys. Res.*, 106, 23139-23150, 2001.
- Newman et al., *J. Geophys. Res.*, 24, 2869-2692, 1997.
- Sasano et al., *Geophys. Res. Lett.*, 27, 213-216, 2000.
- Terao et al., *J. Geophys. Res.*, in press.