

化学ボックスモデルを用いた 1997 年冬/春季北極域オゾン破壊量の見積もり

*香川 晶子、河瀬 祥子、林田 佐智子 (奈良女大、理)

本研究の背景と目的

1997 年冬/春季北極上空では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重要な年であった[Newman et al., 1997]。1997 年冬/春季、Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) は北極上空においてオゾン、硝酸、エアロゾル消散係数など大気微量成分の観測に成功し、ILAS データを用いた解析結果から、ILAS は化学的なオゾン破壊をとらえていたことが報告された[Sasano et al., 2000; Hayashida et al., 2000; Kondo et al., 2000]。このようなオゾンの化学的破壊を把握するためには、数値モデルを用いた研究が有効な手段であり、極域オゾン破壊研究のため、化学輸送モデルやボックスモデルなどを用いた研究が現在数多く行われている。特に北極域では南極と比べ、春先に極渦の崩壊とともに光にさらされ、オゾン破壊の状況が南極と比べてより複雑になる。このため、微量成分の空間分布を把握することが北極では特に重要である。

本研究では 1997 年冬/春季北極域のオゾン破壊メカニズムを調査することを目的とし、極域に着目した化学ボックスモデルを開発し、流跡線解析と組み合わせて、微量成分の分布再現を行った。この手法を Chemical Species Mapping on Trajectories (CSMT) と名付けた。CSMT の詳細については本大会において河瀬らが発表を行う。本発表では、ILAS 観測点を始点とした流跡線上で計算を行った結果を報告する。

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]。ここでは NCAR から提供を受けたプリプロセッサを用いて作成した。化学モデルには、59 の化学種、101 の気相反応、47 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 の計算を行った。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。又、PSC の成長を、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、425K から 550K までの 25K 間隔の 6 等温位面について、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. [1998] の Idealized trajectory と同様に与えた。

結果と考察

図 1 は 475 K の極渦内のオゾンの減少率を示したものである。オゾンは 1 月後半、2 月後半に大きく減少し、3 月後半は逆に増加傾向を示す。平均値の最大の減少は 2 月後半に約 31 ppbv/day を示し、1/13 から 3/31 までの積算のオゾン減少量は約 0.81 ppmv である。図 1 の 3 月前半にはオゾンの増加と減少が同時におこる。この時期のオゾン変化の空間分布を調べるために、3 月 11 日に着目して CSMT の結果を示したのが図 2 である。極渦内のより高緯度側でオゾンは減少し、低緯度側ではオゾンが増加していることから、3 月前半はオゾンは極渦内で非一様に変化していることが分かる。CSMT は化学種の空間分布を調査するのに有効な手法であることが分かる。

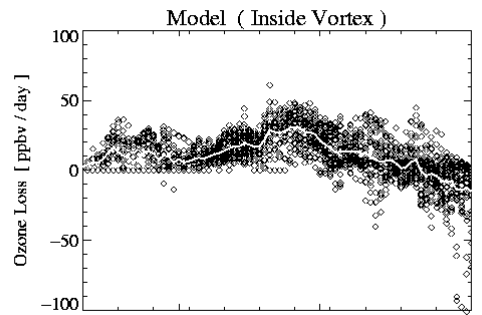


図 1: 475 K の極渦内のオゾンの減少率 [ppbv/day]. 減少を正で示す。白の実線は平均値を示す

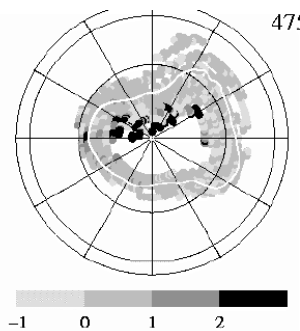


図 2: 図 1 の 3 月 11 日の CSMT のオゾン減少率 [ppbv/hour]. 経度 0 度を下に示す。黒の実線は緯度 30 度、60 度を示す。白の実線は極渦境界を示す。

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に感謝します。

主な参考文献

- Becker et al., *Geophys. Res. Lett.*, 25, 4325-4328, 1998.
- Hayashida et al., *J. Geophys. Res.*, 105, 24715-24730, 2000.
- Kondo et al., *Geophys. Res. Lett.*, 25, 337-340, 2000.
- Morris et al., *J. Geophys. Res.*, 100, 16491-16505, 1995.
- Sandu et al., *Atmos. Environ.*, 31 (19), 3151-3166, 1997.
- Sasano et al., *Geophys. Res. Lett.*, 27, 213-216, 2000.