

成層圏光化学ボックスモデルで再現した 1997 年冬期北極域オゾン減少

- ILAS による観測結果との比較 -

*香川 晶子・林田 佐智子(奈良女大・理)

はじめに

近年、北極で大規模なオゾン減少が観測されている。北極における化学的オゾン減少を見積るため、Rex らは "Match" と呼ばれる手法を用いた。これは流跡線解析を利用して、同じ流跡線上にある複数のオゾンゾンデ観測データから化学的オゾン減少量を導く手法である。Becker らは Match の手法で導かれたオゾン減少を化学ボックスモデルの計算結果と比較した。同じ流跡線上で計算したボックスモデルの結果を Match の結果と比較するのはオゾンの化学的破壊メカニズムを知る有効な手段である。一方、ILAS(Improved Limb Atmospheric Spectrometer) は 1996/97 年北極域でオゾン他大気微量成分を観測することに成功した。Sasano らは Match の手法を ILAS データに応用し、1997 年 2 月から 3 月にかけて化学的オゾン減少が観測されたことを示した。

本研究では、ILAS で観測された 1997 年北極オゾン減少メカニズムを解明することを目的として、(1) 極域を対象とした光化学ボックスモデルを開発し、(2) ILAS-Match ペア(同じ流跡線上の二つの ILAS 観測の組) を選択し、(3) ボックスモデル計算との比較を行なった。

ILAS-Match ペアを選択

流跡線解析は EORC 流跡線計算ツールを使って ECMWF データに基づいて行なった。1997 年 1 月～3 月、400～550K の範囲で 25K 間隔に 7 等温位面上で、それぞれの 10 日間の前方計算を行った。ILAS のデータから Match ペアの選択は以下の条件で行なった。(1) 極渦内、(2) "Match Radius"(流跡線の最終地点と観測点間の距離) が 400km 以内、(3) 流跡線の最終地点と観測点の時間の違いは 30 分以内、(4) PV の変化が平均値 $\pm 15\%$ 以内。この結果 4124 個の ILAS データの組が選択された。図 1 はその 1 例である。

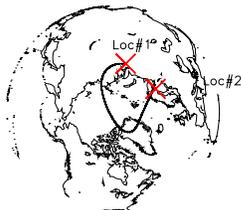


図 1: 同じ流跡線上にある 2 つの ILAS 観測組の例 (475K)。始点 (Loc#1) 1997.1.16.9:26、終点 (Loc#2) 1997.1.20.12:40。Match Radius は 287.7km

光化学ボックスモデル

化学種の混合比の計算は RODAS(Runde-Kutta-Rosenbrock Solver) を用いた。Solver は Atmospheric Chemistry Division(ACD)/NCAR より提供を受けた。我々はこちらに 58 化学種、112 気相反応、50 光解離反応、6 不均一反応を含めた。反応速度定数と吸収断面積は JPL1997,2000 を使用した。光解離計算は極域に応用するため詳細に検討し、太陽天頂角が 90 度以上での Air Mass Factor を計算した。PSC(極成層圏雲) については流跡線上での熱力学的平衡による成長を含め、STS (Super-cooled Ternary Solution) と NAT(Nitric Acid Trihydrate) を仮定した。

モデル計算

初期値として、流跡線始における ILAS のオゾンと硝酸観測データを使い、他の化学種は S. Solomon の 1 次元モデルで計算した結果を用いた。Cly と Bry は最近の WMO レポートからそれぞれ 3.0ppbv、20.0pptv と仮定した。図 2 は 475K

面での 1 月 16 日から 1 月 20 日のトラジェクトリ上での計算結果を示したものである。図 1 で示した流跡線に対応している。ILAS は終点でのみ PSC を観測している(右上)。モデル計算は、STS 粒子が流跡線の途中で生成され終点まで保持されている事を示しており、これは観測結果と一致する。硝酸(左下)は STS への取り込みによって減少し、取り込みを仮定しない場合(破線)と比べ観測値(symbol)に近づく。このことは、観測値の硝酸の減少が STS 粒子への取り込みによるものであり、流跡線終点で STS 粒子が観測された可能性を示す。

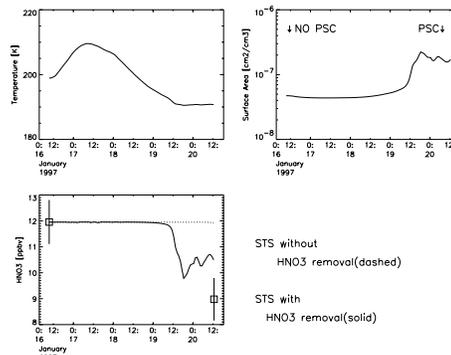


図 2: 1/16-1/20, 475K トラジェクトリ上での計算結果。左上: 気温 右上: STS 表面積 左下: 硝酸(破線は STS への取り込みを仮定しない場合)

一方、2 月 16 日から 2 月 22 日の 450K 面での流跡線は 2 月 21 日頃 190K 以下の低温を経験したため、日照で ClO_x は活性化され、オゾンは大きく減少した(図 3)。オゾンの観測結果はモデルの計算結果と必ずしも一致しないが、非断熱下降運動を含めていない為、現在計算方法を改良中である。

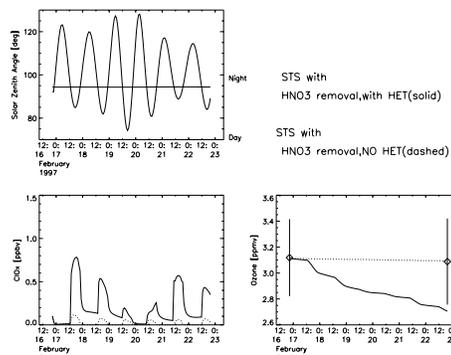


図 3: 2/16-2/22, 450K の例。不均一反応によって ClO_x は増加し、オゾンは減少する。観測値を symbol で示す。

謝辞: 本研究で使用した Solver は ACD/NCAR の Jean-Francois Lamarque、Stacy Walter 両博士から、初期値に使用した 1 次元モデルは Susan Solomon 博士から提供を受けたものである。

References

- Becker et al., *GRL*, 25, 23, 4325-4328, 1998.
- Rex et al., *Nature*, 389, 835-837, 1997.
- Sasano et al., *GRL*, 27, 2, 213-216, 2000.