

オゾン層状構造と南極オゾンホール内への質量輸送 II

*富川喜弘(極地研)、佐藤薫(東大院理)

1. はじめに

過去最大級に発達した 2003 年の南極オゾンホールは、9 月 24 日に面積最大に達した後、徐々に回復し、12 月 8 日に消滅した。同期間中に南極昭和基地で行われたオゾンゾンデ集中観測データを解析した Sato et al. (in preparation) は、回復期前半は子午面循環によるオゾンを含む気塊の下方輸送、回復期後半は極渦崩壊によるオゾンを含む中緯度大気との水平混合が、オゾンホールの回復(下部成層圏極渦内のオゾン濃度増大)に寄与していたことを示した。一方で、子午面循環と極渦崩壊だけでは説明しきれないオゾン濃度の回復が見られることを、Sato et al. は指摘している。本研究では、子午面循環と極渦崩壊以外のオゾン濃度回復過程として、オゾンを含む中緯度起源の空気塊が鉛直スケールの小さな層状構造の形で極渦内に流入する現象について調べた。

2. 結果

解析には、2003 年 9 月 26 日～10 月 24 日の南極昭和基地(南緯 69 度、東経 39.6 度)におけるオゾンゾンデ集中観測データ(計 10 プロファイル)、および同期間中の Neumayer 基地(南緯 70.65 度、西経 8.25 度)におけるオゾンゾンデデータ(計 12 プロファイル)を用いた。図 1 は、2003 年 10 月 24 日の昭和基地におけるオゾン分圧の鉛直分布である。オゾンホールの影響で高度 14～20km のオゾン分圧が小さい一方で、高度 17km 付近にオゾン分圧の極大が見られる。本研究では、上下に 1mPa 以下のオゾン分圧の極小を持つ 2mPa 以上の極大を、オゾン層状構造と定義する。この定義に基づき、昭和基地では 10 観測中 2 例、Neumayer 基地では 12 観測中 5 例においてオゾン層状構造が検出された。表 1 は観測された 7 例のオゾン層状構造の特徴である。オゾン層状構造は常に 2km 以下の薄い鉛直スケールを持ち、オゾン極大の混合比は 0.3～0.5ppmv であった。オゾンホール発生時の極渦内部領域のオゾン混合比は通常 0.2ppmv 以下である一方、極渦外(中緯度)のオゾン混合比は 0.5ppmv 以上である。従って、オゾン極大の気塊は極渦境界領域起源と考えられる。後方粒跡線を用いた RDF (Reverse Domain Filling) 解析(cf. Tomikawa et al., 2002)でも、極渦境界領域起源を示唆する結果が得られた。

一方、同期間中のオゾン層状構造によるオゾン全量の回復は最大で 4DU 程度であり、これは同期間中の化学起源以外のオゾン全量の回復(30–50DU; Huck et al., 2007)に比べて十分小さい。したがって、南極オゾンホール内のオゾン層状構造は、局所的なオゾン濃度増大には寄与するものの、オゾン全量の回復にはほとんど寄与しないと考えられる。

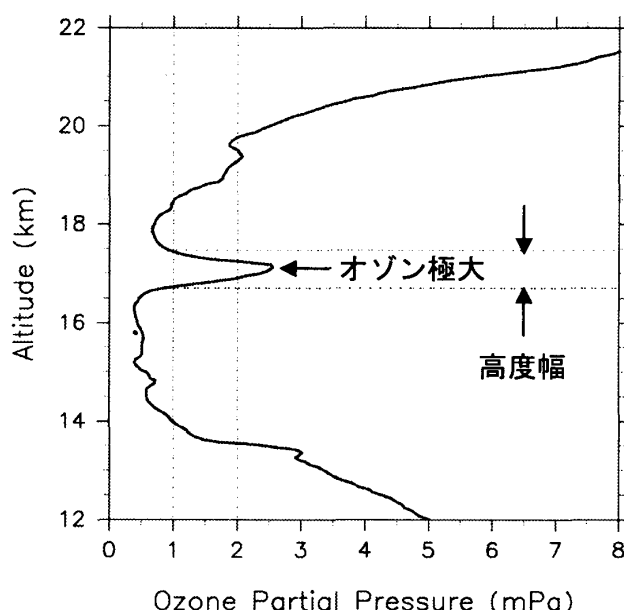


図 1: 2003 年 10 月 24 日の昭和基地におけるオゾン分圧の鉛直分布。

基地	日付	オゾン極大		
		高度 (km)	混合比 (ppmv)	高度幅 (km)
S	20031016	17.21	0.397	1.36
S	20031024	17.12	0.378	0.76
N	20030926	18.07	0.417	1.35
N	20031004	15.47	0.333	0.43
N	20031009	14.59	0.362	1.01
N	20031016	17.33	0.314	0.71
N	20031021	17.15	0.418	1.53

表 1: 昭和基地 (S)、および Neumayer 基地 (N) で観測された 7 例のオゾン層状構造の特徴。