

A-1 衛星データ等を活用したオゾン層破壊機構の解明及びモデル化に関する研究

(2) 極域・中緯度域相互作用とオゾン層変動の影響に関する研究

④ 極域・中緯度域相互作用がオゾントレンドに及ぼす影響の解明

研究代表者

国立環境研究所 大気圏環境部

Kournossenko, Sergei

環境庁 国立環境研究所

大気圏環境部

中根 英昭

平成8-10年度合計予算額 1,966千円

(10年度当初予算額 1,966千円)

〔要旨〕オゾンホールに見られるような極域成層圏雲（PSC）を原因とするオゾン層破壊は、極域の冬から春にかけて生じるが、時にはその一部が中緯度に影響を及ぼす。このような条件では、「純粋の中緯度のオゾン減少トレンド」に加えて付加的なオゾン減少トレンドを示す可能性がある。従って、極渦の影響を受けた場合とそうでない場合に分けてオゾントレンドを評価することが重要である。本研究では、オゾンゾンデデータを用いて、高度毎のオゾントレンドを、極渦の影響を受けた場合と受けない場合に分けて評価するために、まず、

1) オゾンゾンデデータに現れる季節変動を表す関数形、

2) 準二年周期（QBO）を表すデータ（関数形）、

3) 約11年の太陽活動周期を表すデータ（関数形）、

について検討した。これらの成分とトレンド成分について考慮した統計解析によってこれらの成分を除去した後に、

4) 極渦解析結果を用いて極渦との位置関係によりカテゴリー分けを行い、

それぞれのカテゴリーについて付加的なトレンド解析を行った。その結果、通常のオゾン鉛直分布のトレンドについては、文献値と良い一致が見られた。トレンド、季節変動、QBO、太陽活動周期の成分を引き去った後にできる「残差」について極渦の影響を受けた場合とそうでない場合を比べたところ、極渦の影響を受けた場合はオゾンが大きな付加的な減少トレンドを示している例が見られた。

〔キーワード〕オゾントレンド、極渦が中緯度に及ぼす影響、付加的なオゾントレンド

1. はじめに

北半球のオゾン減少トレンドが中緯度から高緯度にかけて大きくなっていることはよく知られたことであるが、その原因が解明された訳ではない。一つの作業仮説は、極渦内部の極域成層圏雲(PSC)を表面における不均一反応を原因とするオゾン破壊が影響を及ぼしているというものであるが、定量的な検討は行われていなかった。本研究では、「既知の自然変動を除いた」後にトレンド線を引き、残

された変動を残差とする解析を一步進めて、「残差」の中身について検討を加え、オゾン減少トレンドに極渦が及ぼす影響を見いだした。

1. オゾンの自然変動

(1) 季節変動

オゾン全量なり、ある高度（または気圧）におけるオゾン濃度（オゾン分圧）の長期間の時系列データを見ると、まず気がつく変動は季節変動である。図1の上段には、ドイツ南部のホーエンパイセンベルク気象観測所上空 50hPa のオゾン分圧の、1967 年から 1997 年までの時系列データを示した。季節変動の関数形は概ね一年周期の正弦関数であるが、若干の非対称性あるいは「とがり」が見られる。これは半年周期成分の寄与であって、この場合には1年周期変動の 20%程度の寄与がある。そこで、季節変動を一年周期と半年周期の正弦波の重ね合わせで表すことにした。

(2) 準二年振動(QBO)

更に図1の上段を見ると、1年交代で季節変動のピークが出入りしていることが分かる。これは準二年周期(Quasi Biennial Oscillation; QBO)と呼ばれる、26-29 ヶ月程の周期の振動である。この場合は、一年周期の 20%程度である。QBO は熱帯成層圏の風が約 2 年周期で西風－東風と交代する現象であるが、オゾンの QBO は熱帯に限らず極域にも現れることが分かっている。QBO の関数形の作り方はいろいろあるが、本研究では QBO としてシンガポール上空 20hPa の風の東西成分をフーリエ解析し、フィルタリングすることによって決定した。風のデータとして NCEP 再解析データを用いた。

(3) 太陽活動

図1ではそれ程明瞭ではないが、オゾンの時系列データが 10 年程度の周期でうねっていることがある。これは太陽活動にオゾンが応答して作られた周期である。この例では1年周期成分の 2%程度の寄与がある。太陽活動の指標として、本研究では一般に用いられている波長 10.7cm の太陽フラックスの強度を用いた。10.7cm 太陽フラックスのデータはカナダの DRAO(Dominion Radio Astrophysical Observatory)より得た。

(4) 既知の自然変動によるオゾン変動のあてはめ

本研究においても一般に行われているように、オゾン濃度（分圧）の時系列を季節変動、QBO、太陽活動の重ね合わせで最小二乗法によってフィッティングを行い、各成分の振幅、位相を決定した。図1の中段に、トレンドを直線で、自然変動の各成分を曲線で示し、それを引き去ったオゾン変動の残差を点で示した。一年周期は 25nb、半年周期は 5nb、QBO は 6nb、太陽活動周期は 0.6nb のオゾン分圧変動をもたらすという結果が得られた。オゾンの減少トレンドは 10 年間に $(2.8 \pm 0.5)\%$ （誤差は標準偏差）であった。

2. 極渦の影響の検出

「既知の自然変動」を引き去った「残差」の中には考慮の対象外となった自然変動、特にプラネタリー波の変動に関連した極渦と観測地点の位置関係の変動が含まれていない。本研究では、サブサブテーマA-1 (2) ①で計算した極渦内部、境界領域、極渦外部の三領域に、各観測を分類した。図

1 の下段にはこの分類に基づくトレンド解析結果を示した。最も傾きの大きな直線は、1983 年から 1996 年の間の極渦内部の 8 個のオゾン分圧データから得た回帰直線である。1984 年の約 40nb の値の 2 個データと 1996 年の -50nb と -70nb の 2 個のデータの寄与が大きく、10 年間に $(33 \pm 12)\%$ の減少トレンドとなっている。2 番目に傾きの大きな直線は境界領域の中心より極渦内部の 32 データに対する回帰直線で、 $(10 \pm 4)\%$ の減少トレンド、3 番目に傾きの大きな直線は境界領域と極渦内部にあった 75 データに対する回帰直線で、その減少トレンドは 10 年に $(7 \pm 3)\%$ である。これらの減少トレンドは、通年のトレンドである 2.8% に対する付加的な減少トレンドであって、極渦の影響の強い場合にはオゾンの減少トレンドが大きいことが分かる。極渦の影響による付加的なオゾン減少トレンドは、地点、高度で違いがあり、データ数が小さい場合には特定のデータの影響を受けることから、より詳細な研究を行う必要がある。

4. まとめ

通常の「既知の自然変動変動を除去した」トレンド解析を一步進め、観測している気塊と極渦との位置関係に基づくオゾン変動の解析を行い、極渦の影響に基づく付加的なオゾン減少トレンドを見いだした。

〔国際共同研究等の状況〕

なし

〔研究発表の状況〕

(1) 口頭発表

- ① 中根英昭・A. Kournossenko・S. Kournossenko・二宮真理子、北半球中高緯度オゾン鉛直分布の長期トレンド、第 5 回大気化学討論会、熱海、1999.

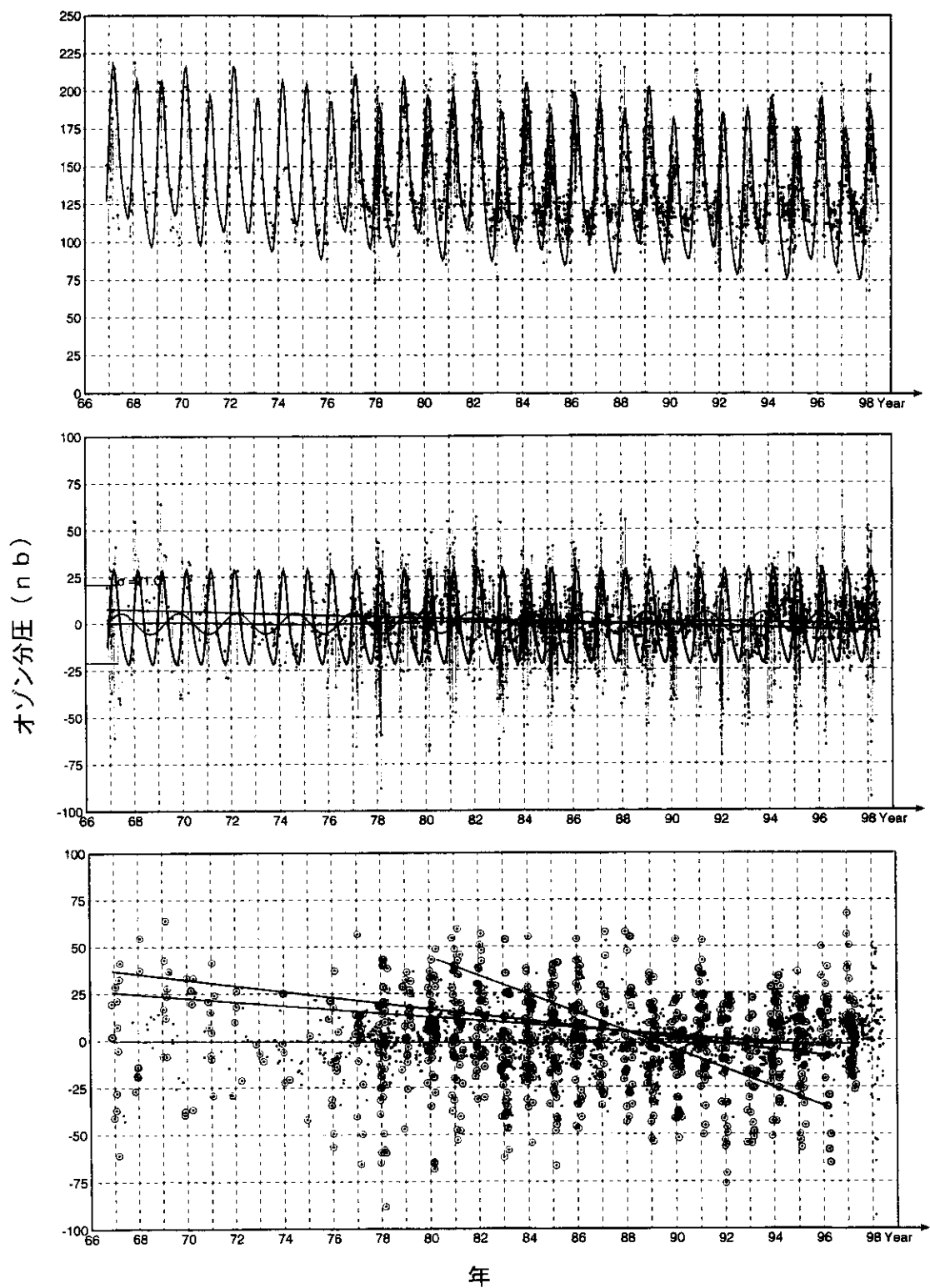


図1 上段：ドイツ南部、ホーエンパイセンベルク観測所のオゾンゾンデ観測で得られた 50hPa（高度 20km）のオゾン変動。曲線はフィッティングした線。中段：オゾン分圧の変動を各自然変動成分に分離したものを曲線で示した。下段、極渦との位置関係によって分類して得た「付加的なオゾン減少トレンド」。上から極渦内部、境界領域中央より極渦内部側、極渦外縁より内部、極渦外のデータ。