

東アジア付近の対流圏オゾン気柱量に見られる 高濃度帯 (E-TCO) の成因と季節変動の原因に関する研究

近藤沙綾子¹, 永島達也², 大原利真², 須藤健悟³, 秋元肇⁴, 林田佐智子¹

1: 奈良女子大学, 2: 国立環境研究所, 3: 名古屋大学, 4: アジア大気汚染研究センター

1. はじめに

人工衛星センサやオゾンゾンデの観測データ解析から、両半球の中緯度を取り巻くように、対流圏オゾン気柱量の高濃度帯 (Enhanced Tropospheric Columnar Ozone (E-TCO) belt: 以下、高濃度帯と表記する) が観測され、季節に応じて南北に移動することが示された (Hayashida et al., 2008)。東アジア域で観測される高濃度帯は、発生する緯度や変動の様子がジェット気流の季節変動とよく一致しており、成層圏からのオゾンの流入が高濃度帯の発生に大きく関係していると考えられる。けれども、対流圏で生成されるオゾンの影響も考慮する必要がある。そこで本研究では、化学輸送モデルを使用したタグ付きトレーサ実験の出力結果を用いて、東アジア域における高濃度帯の成因と季節変化の原因を解明するための解析を行った。

2. 解析に用いたデータ

本研究では、全球化学気候モデルCHASER (Sudo et al., 2002) 及び、それを用いたタグ付きトレーサ輸送モデル (Nagashima et al., 2010) の実験結果を利用した。実験では、対流圏を自由対流圏と境界層に分け、各層を水平方向に22分割した、計44領域で化学的に生成されたオゾンを別々に評価する。これに成層圏起源のオゾンを加え、合計45領域からの寄与を見積もる事ができる。

3. 解析結果

東アジアにおける、モデルの実験結果とGOME (Global Ozone Monitoring Experiment) センサの対流圏オゾン気柱量を比較検証した結果、良く似た空間分布を示した。

東アジア域以外で見られる高濃度帯の発生緯度は、以下のような特徴がある。図(a1)より、冬から春に、全起源の対流圏オゾン気柱量が最も高い緯度(◇)は、成層圏起源と推定されたオゾン量が最も高い緯度(□)とほぼ同じである。また図(a2)より、この最大濃度をとる緯度(高濃度帯の中心)では、成層圏起源のオゾンは、他の季節に比べて高いことが分かる。高度別の解析結果では、地表面付近において、成層圏起源のオゾン濃度が高いことが分かっている。夏における高濃度帯は、図(a2)で示す通り、主として対流圏起源のオゾンで構成されている。この影響により、夏期では、全起源のオゾンが最大濃度をとる緯度(◇)が成層圏起源の最も多い緯度(□)よりやや南下し、対流圏起源が最も多い緯度(△)に近づいている事が分かる。

東アジア域でも (図(b1))、高濃度帯の出現する緯度に関して同様な傾向が見られるが、図(a1)に比べて、対流圏(特に境界層)起源のオゾンが最も多い緯度(△)は、成層圏起源のオゾンが多い緯度(□)に比較的近く、一年を通して類似の南北移動が見られる。これは、ジェット気流の位置と大気汚染の発生域が比較的近い緯度帯に重なっていることによると考えられる。また、図(b1)より、冬

から春に、高濃度帯付近における成層圏起源と推定されたオゾン量は、東アジア域以外の領域(図(a1))に比べて高い。高度別の解析の結果では、特に高度5km以上で、成層圏起源のオゾン濃度が高いことが分かっている。

さらにオゾンの生成起源を地域別に分けて解析し、オゾンの広域輸送が東アジア域の高濃度帯に与える影響を調べた。光化学生成が活発な時期は、ローカルな生成が地上付近において高濃度オゾンを生成し、気柱量においても高濃度帯発生の原因の一つとなる。特に、中国領域内で生成されたオゾンの寄与が高く、対流圏起源オゾンの50%を占める。夏は、高度5km付近において、中央アジア領域で生成されたオゾンの寄与が高く、対流圏起源のオゾンの15%を占める。各領域からの大陸間輸送が高濃度帯に与える影響は、季節や高度により異なるため、現在さらに詳しく解析を行っている。

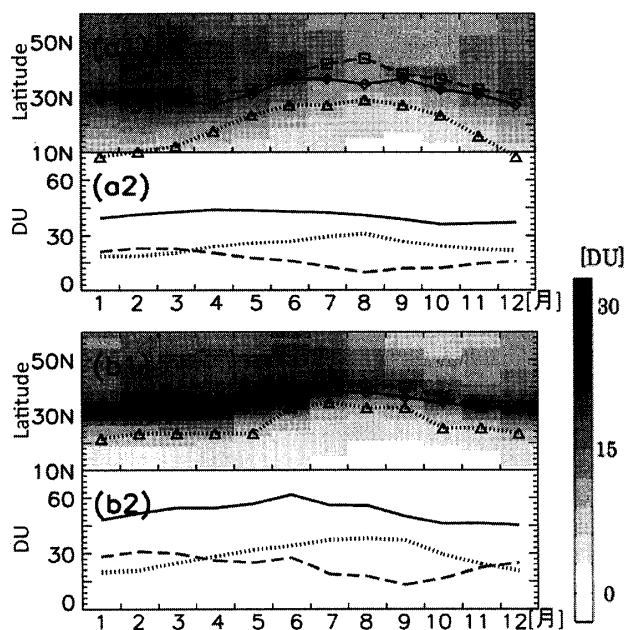


図: (a1)濃淡は、対流圏オゾン気柱量のうち、北半球の西経170°～東経80°間(東アジア域以外)を経度方向に平均して求めた、成層圏起源と推定されたオゾン量の時間緯度断面図。同様に (b1)濃淡は、東経118°(東アジア域)における成層圏起源と推定されたオゾン量の時間緯度断面図。(a1)と(b1)中、起源別のオゾン量がそれぞれ最大となる緯度をマークで示す。◇は全起源(成層圏起源と対流圏起源の和)、□は成層圏起源のみ、△は対流圏起源のみ。

(a2)は、(a1)の全起源の対流圏オゾン気柱量が最大となる緯度((a1)の◇)における、対流圏オゾン気柱量の時系列(単位はドブソンユニット)。同様に、(b2)は、(b1)の全起源の対流圏オゾン気柱量が最大となる緯度((b1)の◇)における、対流圏オゾン気柱量の時系列。ただし、実線は全起源、破線は成層圏起源、点線は対流圏起源のオゾン気柱量をそれぞれ示している。

Reference

Hayashida et al., SOLA, 4, 117-120, 2008.
Nagashima et al., ACPD, 10, 2010.
Sudo et al., JGR., 107, 4339, 2002.