

化学気候モデルを用いた 1980-2000 年における太陽変動と火山変動の分離実験

The chemistry climate model results to the solar cycle and volcanic aerosol during 1980-2000

山下 陽介 [1]; 坂本 圭 [2]; 秋吉 英治 [2]; 高橋 正明 [1]; 永島 達也 [2]; Zhou Libo[3]

Yousuke Yamashita[1]; Kei Sakamoto[2]; Hideharu Akiyoshi[2]; Masaaki Takahashi[1]; Tatsuya Nagashima[2]; Libo Zhou[3]

[1] 東大気候センター; [2] 環境研; [3] 中国・大気物理研

[1] CCSR, Univ. of Tokyo; [2] NIES; [3] IAP, CAS

11年周期の太陽変動を原因とした赤道域上部成層圏のオゾン、温度の11年程度の変動は、衛星観測、再解析データ、モデル実験により報告され、太陽活動の極大期にオゾン/温度が高濃度/高温、極小期に低濃度/低温傾向を示す (e.g. Hood et al., 1993; Scaife, 2000; Crooks and Gray, 2005; Soukharev and Hood, 2006; Austin et al., 2008)。下部成層圏 100-40 hPa 付近に関しても、極大期にオゾン/温度が高濃度/高温、極小期に低濃度/低温傾向を示すものの、下部成層圏のオゾン濃度、温度の10年周期の変動は火山性エアロゾル変動、準2年周期振動 (quasi-biennial oscillation; QBO)、海表面温度 (Sea Surface Temperature; SST) 変動の影響を受ける。このため、短周期のデータを用いた研究では、重回帰を用いてもこれらの影響を分離することは困難である (e.g. Lee and Smith, 2003)。特に、火山性エアロゾルの強制力に関しては、1980-2000年の期間に太陽変動の周期に近い9年の間隔で2つの大きな火山噴火 (1982年のEl Chichonと1991年のPinatubo) が起こったため、火山噴火のエアロゾルの強制力によるオゾン、温度変動を太陽変動として検出する可能性がある。これら11年周期の変動に影響する因子を太陽変動と分離するには、数値モデルを用いた感度実験が有効である。本研究では、3次元の化学気候モデル (Chemistry Climate Model; CCM) の感度実験を用いて太陽変動を火山変動などの影響と分離することを試みた。

本研究では、東京大学気候システム研究センター (CCSR)/国立環境研究所 (NIES) で開発された CCM (CCSR/NIES CCM) を使用し、1980-2000年の期間について実験を行った。解像度は、T42L34 (モデルのトップは約 80 km) で、11年周期の太陽変動、QBO、火山性エアロゾル、SSTなどを観測に基づき与えた (CCMVal-REF1 実験)。感度実験では、これらを個別に外すことで重回帰に用いた太陽変動の係数に対する他の変動の寄与を調べた。

CCMVal-REF1 シナリオ実験では、太陽変動の係数は赤道域の 5hPa 付近と 80 hPa 付近に2つの明瞭な極大を示した。感度実験では、上部成層圏 5hPa 付近の極大は11年周期の太陽変動による強制力によってほぼ説明されることを示した。これは、過去の研究と整合的である。一方、下部成層圏 80 hPa 付近に見られた太陽変動係数の極大には、主に火山性エアロゾルの強制力が寄与していたことが示唆された。なお、SSTの年々変動、10年周期の太陽変動は、それぞれ10%程度の寄与を示し、QBOはほとんど寄与しないことが分かった。Austin et al. (2008) では、解析期間を1960年まで延ばすと下部成層圏の変動が小さくなることを示した。1960-2006年の期間で CCMVal2 の下で行った仮実験の結果では、80 hPa 付近の極大の大きさが1980-2000年の期間よりも小さくなった。1980年以前、2000年以降の期間には大きな火山噴火が見られなかったため、長周期の解析により火山性エアロゾルの影響を抑えられたものと思われる。

このため、1980-2000年に関し、5hPa 付近の極大には太陽変動が影響するが、80 hPa 付近には太陽変動ではなく火山変動が影響し、重回帰解析では主に火山変動が太陽変動として検出されたことが示唆された。