

## 太陽 11 年周期変動による放射強制力の化学 - 気候モデルによる評価

## Evaluation of radiative forcing due to the 11-year solar cycle with a chemistry-climate model

# 柴田 清孝 [1]; 出牛 真 [2]

# Kiyotaka Shibata[1]; Makoto Deushi[2]

[1] 気象研・環境・応用気象; [2] 気象研

[1] Atmospheric Environment, MRI; [2] MRI

太陽黒点 11 年周期に伴う紫外線強度の変動が成層圏のオゾンや大気場に影響を与えることは近年の衛星観測等で明らかにされてきている。この変動の対流圏気候への影響を近似的に評価するには放射強制力が必要である。本研究は太陽黒点 11 年周期変動がどれくらいの大さの放射強制力になるかをオゾンも温度も予報変数とする化学 - 気候モデルで調べたものである。オゾンは CO<sub>2</sub> や N<sub>2</sub>O と異なり、大気中濃度が均質 (uniformly-mixed) と見なされない放射活性気体である (オゾンの増加はおおよそ 30km より下では温室効果、上では逆の効果をも有する)。そのため、予めオゾンの変化を与えて放射強制力の評価を行うことは好ましくなく、紫外線強度変化のみを外力として与えてオゾン変化を計算する枠組み、つまり、化学 - 気候モデル (CCM) が必要である。最初に、紫外線とオゾンのそれぞれの放射効果を力学加熱固定モデル (fixed dynamical heating model, FDHM) で調べた。気候値は大気大循環モデル (GCM, T42L45) の 20 年積分値を使い、オゾンは Imperial College の 2 次元化学モデルの結果を用い、Solar-max 状態の紫外線強度変化を与えた。オゾン変化は 7hPa 付近の中緯度で 3% の最大値を持ち、2-50hPa 間で約 2% を示す。紫外線は 5hPa より上空を (0.5hPa に最大値)、オゾンは中部成層圏 (15hPa に最大値) を暖めており、紫外線とオゾンでは昇温の高度範囲に有意な差があることを示している。昇温域は当然のことながら、いずれも低中緯度が主である。GCM でも FDHM と同じ条件で 21 年間の積分を行った。太陽活動が平常時に相当する Solar-min 時のコントロールランと Solar-max 時のランである。両者の差を年平均で見ると、中低緯度の温度変化は殆ど放射効果によるものであることがわかる。高緯度については放射効果より力学効果が優勢なため、年々変動が大きくなっており、統計的に有意な結果は得られていない。先の GCM に化学モジュールを結合させた CCM (T42L45) で Solar-min (コントロール) と Solar-max の実験を 21 年間行った。ただし、今回は、オゾン (やその他の化学種) はモデル自身が計算している。年平均のオゾン変化と温度変化は低中緯度で非常によく似ていて、放射効果が大きいことを示している。これらから計算された放射強制力は、いわゆる、成層圏調整された値に相当する。この放射強制力は一定ではなく、季節や年によって大きく変動しており、しかも、赤外放射による作用のため、打ち消されていることが示された。結果的に、緯度 30 度より高緯度側では放射強制力はゼロになり、緯度 30 度より低緯度では大気上端の太陽フラックスの 9 割程度が放射強制力になっていることがわかった。