

太陽活動の低下と電離圏 Low Solar Activity and the Ionosphere

柴崎 清登^{1*}

Kiyoto Shibasaki^{1*}

¹ 国立天文台野辺山太陽電波観測所

¹Nobeyama Solar Radio Observatory, National Astronomical Observatory of Japan

野辺山電波ヘリオグラフの20年間に亘る太陽全面画像観測により、太陽活動は極域と中低緯度の黒点・活動領域の両方とも低下していることが明らかになってきた。第23/24太陽活動極小期において黒点の出現しない期間が非常に長く継続したが、その間の極域の活動も低下していた。その後第24周期の活動は上昇してはいるが以前の周期に比較して活動度(黒点数、フレア規模・頻度等)が低く、約100年前の状況であることが示されている。2013年は第24周期の極大年であると予想されており、SCOSTEPは2013年をMiniMax24と銘打ってキャンペーン観測を組織している。このような低い太陽活動が地球大気にどのように影響を与えているかを知るため、長期に亘る太陽活動指数と地球上層大気活動指数の相関を調べた。

太陽活動指数としては、名古屋大学空電研究所と国立天文台野辺山太陽電波観測所が観測したマイクロ波帯電波強度の月平均値(1000, 2000, 3750, 9400 MHz)と、SIDCが提供する相対黒点数の月平均値を用いた。波長10cm(3000MHz)付近の電波フラックスは黒点数と非常に相関を示し、また天候や電離層の影響が少ないので欠測が少なく、準実時間の活動指数としてよく利用されている。さらにデータの較正方法が世界中の研究者によって確立されており、長期間安定したデータが提供されている。カナダの2800MHzでの電波強度(F10.7)は1947年から継続観測があり、世界中で利用されている。日本でも3750MHzで1951年11月から61年間の連続観測があり、その他にも1000、2000、9400MHzでの長期観測がある。しかし第23活動周期の最盛期の2000年頃から、黒点数に対して系統的に電波強度が増加(逆に電波強度に対して黒点数が減少)してきている。この状況は第24活動周期の現在も継続している。

地球上層大気活動指数としては、情報通信機構の提供する電離圏の特性周波数(国分寺における地方時12時のfoF2、理科年表より)の月別中央値を用いた。foF2は季節変動により年2回のピークを持つ。この影響を取り除いて長期変動を調べるために、黒点数を含む全データにおいて、13ヶ月(両端は0.5の重み)の移動平均値を用いた。foF2は電離圏における最大の電子密度を持つF2層のプラズマ周波数に対応し、これ以下の周波数の電波は反射され、これ以上の周波数の電波は通過する特性周波数である。電離圏の電子密度は、太陽からの紫外線による電離と、再結合過程とのバランスで決まるので、太陽活動によってそのプラズマ密度は変動する。最近の太陽活動低下がどのように電離圏の電子密度に影響を与えているかを調べた。解析期間は1969年から2011年までの43年間で、合計516ヶ月分のデータを用いた。

解析手法は、それぞれのデータの時系列の比較する、相関図プロットを作成する、さらに相関係数を求める、である。その結果、2000GHzの電波強度と電子密度(foF2の2乗に比例)の相関係数が最も高く、0.993であった。これに基づいて2000GHzの電波強度と電子密度の時系列を重ねたところ、第23/24の極小期および第24周期のF2層の電子密度は予想されるものよりも低いことが分かった。また、電波フラックスの方が黒点数よりも電子密度との相関がよい。

キーワード: 太陽活動, 長期変動, 黒点数, 電波強度, 電離層, foF2

Keywords: solar activity, long-term variation, sunspot number, total radio flux, ionosphere, foF2