

南極昭和基地における 2012-13 年の NO カラム量の長期変動

磯野 靖子 [1]; 水野 亮 [1]; 長濱 智生 [1]; 三好 由純 [2]; 中村 卓司 [3]; 片岡 龍峰 [3]; 堤 雅基 [3]; 江尻 省 [3]; 藤原 均 [4]; 前澤 裕之 [5]

[1] 名大・STEL; [2] 名大 STE 研; [3] 極地研; [4] 成蹊大・理工; [5] 名大 STE 研

The long-term variation of the Nitric Oxide from 2012 to 2013 at Syowa Station in Antarctica

Yasuko Isono[1]; Akira Mizuno[1]; Tomoo Nagahama[1]; Yoshizumi Miyoshi[2]; Takuji Nakamura[3]; Ryuho Kataoka[3]; Masaki Tsutsumi[3]; Mitsumu K. Ejiri[3]; Hitoshi Fujiwara[4]; Hiroyuki Maezawa[5]

[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] NIPR; [4] Faculty of Science and Technology, Seikei University; [5] STEL, Nagoya Univ.

Energetic particle precipitation (EPP) related to the solar activity would increase NO_x and HO_x in the upper stratosphere to the lower thermosphere region. During the cycle 23 solar maximum, a large solar proton event occurred in October 2003, and the corresponding drastic increment of the nitric oxide (NO) by energetic protons was observed by satellite measurement [e.g. Lopez-Puertas et al. 2005]. Recent studies based on ground-based observation have demonstrated similar direct production of NO by EPP as well [Newnham et al. 2011, Daae et al. 2012]. To detect the enhancement of the NO by EPP, we newly installed a millimeter-wave spectroscopic radiometer at Syowa Station (69.00S, 39.85E) in the 52nd Japanese Antarctic Research Expedition. And we have carried out ground-based monitoring of spectral line of nitric oxide (NO) at 250.796 4360 GHz since January 2012.

We obtained 197 and 110 daily averaged NO spectra in 2012 and 2013 (until 17 July), respectively. The NO observation time accounted for 34 and 39% of a year in 2012 and 2013. We observed ozone spectra for 4 hours per day and it corresponded to 17%. For the remaining ~40-50% of a year, we could not obtain data due to bad weather such as blizzards and frosts. The NO spectra were well fitted with a single Gaussian. From the spectral line width, we estimated that the emitting region is dominant between 70 and 110 km. The time series of the NO column density indicates the long-term variation in both 2012 and 2013. During summer, the column density was the same as the noise level, but it increased up to 6 times of the noise level during winter. In contrast with such a long-term variation, we detected the short-term variation for several days. A two-dimensional zonal-mean model by Garcia and Solomon (1983) suggests similar seasonal variation, but the amplitude of the increment is about two orders of magnitude at the mesopause. On the other hand, the NO column density in winter derived from our millimeter-wave observation is consistent with the value estimated by the HALOE satellite [Siskind and Russell 1996]. For the short-term variations, the variation pattern of NO column density shows good agreement with the time series profile of the EPP flux observed by GOES satellite.

In this presentation, we will show the overall trend of the NO column density variation in 2012-2013 and discuss about possible causes of long and short variations of NO column density in more detail by comparing with geomagnetic indices and high energy particle data.

極域の上部成層圏～中間圏にかけての中層大気および下部熱圏では、地球大気に降り込む高エネルギー粒子が微量大気成分 (NO_x 、 HO_x など) の組成変動を引き起こすことが知られている。高エネルギー粒子の種類とその起源は様々であり、太陽フレアやコロナ質量放出 (CME) などの爆発的な太陽活動に伴う > 数 MeV の陽子 (太陽陽子イベント) や磁気嵐やオーロラサブストームに付随する < 数百 keV の電子などが挙げられる。第 23 期の太陽極大期では巨大な太陽陽子イベントの発生に伴い、その直後に NO_x が急増しオゾンの減少を引き起こした [e.g. Lopez-Puertas et al. 2005]。また、冬極では、下部熱圏で生成された NO が極渦に乗って下降し、オゾンを減少させる様子が捉えられている [e.g. Seppala et al. 2007]。これらの観測は衛星観測が主であり、局所的な変動を捉えることが可能な地上観測の例は第 24 期太陽活動の初期に南極の Troll station でおこなわれた程度である [Newnham et al. 2011, Daae et al. 2012]。そこで本研究では、高エネルギー粒子の降り込みに伴う NO の変動を地上定点観測で捉え、局所的な応答と太陽極大期の高エネルギー粒子の降り込みや大気循環などとの関連を明らかにすることを目指した。

本研究で用いたミリ波分光観測装置は、大気分子の回転遷移により放射されるミリ波・サブミリ波帯の電波スペクトルを検出する装置であり、昼夜を問わず 24 時間の連続観測が可能である。2010 年 12 月に南極昭和基地 (南緯 69 度 00 分、東経 39 度 35 分) にミリ波分光観測装置を設置し、2012 年 1 月から NO (250.796 4360 GHz) のスペクトル観測を開始した。

2012 年は 197 日分の有効なスペクトルが得られ、データの取得率は 33.9% であった。さらに 2013 年は 7 月 17 日 (DOY198) 時点で取得率 39.2%、110 日分のスペクトルを得た。ミリ波分光計では、NO の他にオゾンのスペクトル観測を 1 日に計 4 時間実施しており、1 日の 17.3% を占めている。その他のデータ欠損はブリザードや霜などの悪天に起因する。検出されたスペクトルは単一のガウシアンで良くフィットでき、その半値幅から推定されるおおよその放射領域は高度 70-110 km が支配的であることがわかった。24 時間積分した NO のカラム量の長期変動は 2012、2013 年共に冬期に増加す

る同様の傾向を示した。夏期はNOのカラム量がほぼノイズレベルで推移し、DOY 100以降の秋から冬にかけて徐々に上昇、DOY150前後にNOのカラム量が最も多い状態となった。ピーク時はノイズレベルの約6倍に達している。その後は再び減少傾向を示し、2012年はDOY 250以降にノイズレベルまで低下した。このような長期変動に対し数日程度の短期的な変動も複数捉えられており、NOのカラム量は1年周期の長期変動の上に数日程度の短期変化を付加したような時間変動を示した。

冬極では夏極に比べて、NOの混合比が中間圏界面で二桁以上増加するモデルが示されている [Garcia and Solomon 1983]。また、HALOEの衛星観測では、密度が高い領域 ($\sim 10^8$ [cm⁻³]) が夏極で100-110 kmであったのに対して冬極では80-120kmと広がっている様子が捉えられている [Siskind and Russell III 1996]。我々が捉えた冬期のカラム量の増加はこれらの結果と傾向が一致しており、HALOEから推定されるカラム量とはおおよそオーダーで一致している。短期的な変動はGOES衛星で観測された高エネルギー粒子の時間プロファイルと良く一致している。しかし、NOの増幅量は夏期よりも冬期の方が大きくなっており、高エネルギー粒子の降り込み量以外にも日照や大気循環による影響があると考えられる。本講演では、2012-13年のNOのカラム量の変動を紹介し、長期変動や短期変動のそれぞれの原因や増幅のメカニズムについて議論する。