

Na 層コラム総量の大气波動による変動と流星群による増加

Variation of Na column density --- effect of atmospheric wave and increase by meteor shower---

中村 卓司、江尻 省 (国立極地研究所)、川原 琢也 (信州大学・工学部)、

Takuji Nakamura, Mitsumu K. Ejiri (National Institute of Polar Research),

Takuya D. Kawahara (Shinshu Univ.),

Abstract

Enhancement of metallic atom layer column density due to meteor showers/streams has been reported by resonance lidar observations for a long time since 1970s. However, some papers show negative results suggesting no correlations with shower activity. Thus, effect of meteor shower on metallic atom layer is still an open question. We have carried out extensive Na temperature lidar observations between 2007 and 2009 at Uji, Kyoto, Japan (35N, 135E). Significant enhancement of Na column density (~ 300 %) after the midnight has been observed on Dec 9, 2007. Lidar temperature data suggested that this event was caused by a vertical motion due to an atmospheric wave such as semidiurnal tide. On the other hand, at the culmination of Geminid shower on Dec 14, 2008, we have observed that Na column density increased by 2.5 times at the peak and the event lasted for about 5 hours. We have investigated our lidar data of December 2007/2008 in detail, and found that Na column density could be significantly affected by meteor shower when the meteor shower radiant is at high elevation angle such as over 60 deg.

1. はじめに

中間圏のナトリウム原子層は流星による地球外物質の流入が供給源とされている。流星群の活動とナトリウムコラム総量や他の金属原子層コラム総量の相関については、70年代から種々の共鳴散乱ライダー観測により報告がされてきた。これらの中には、流星群とナトリウム総量の正の相関を示すものもある(Hake et al., 1972, Megie and Blamont, 1977, Uchiyumi et al., 1993, Gerding et al., 1999, Hoeffner et al., 1999). しがしながら、最近の報告には金属原子コラム総量と流星群活動の相関に否定的なものが多い(Hoeffner et al., 2000 (K), Chu et al., 2000 (Fe), Liu and Yi, 2004 (Na)). 2000年以降の論文では、Hoeffner and Freidman (2004)が、K, Ca, Ca+の高高度の密度の増加と主要流星群の関係を明確に示したものもある。以上のように、流星群の中間圏金属原子層への影響は観測的には明確には示されていない。

我々のグループは、京都大学の宇治キャンパスにナトリウム温度ライダーを設置し、2007年から2009年にかけて149晩にわたり1300時間以上の強化観測を行った。本研究ではこのときの観測データを用いて、流星群によるNaコラム総量の変化、および大气波動による変化について調べた。

2. 大气波動による変動

2007年12月9日/10日の晩にNaのコラム総量が夜半後に3倍にもなる現象が観測された(Fig 1) (Ejiri et al., in preparation)。この時期はふたご座流星群の活動時期ではあるが、ピーク活動からは4日も前でありふたご群の大きな流星フラックスがあるとは考えにくい。この晩はNaと同時に、OI(557.7nm)大气光の強度も全く同じ時間に4倍程度の増大していた。今回のライダー観測では温度を同時に計測できていたが、温度も50 K程度昇温している。OI大气光強度は比較的簡単なモデルで計算できるため、その解釈を試みた。まずこの温度上昇が大气潮汐波などの大气波動による断熱圧縮に起因すると考え、鉛直変位を求めたところ、夜半前と後で7kmもの上下動があることが示された。この変動(温度、密度、変位)に、MSISによる[O]密度等のモデル大气情報を使うことで、OI発光強度を計算したところ、観測に近い大幅な夜間変動を再現することができた。おそらくNaも同様に大气潮汐波による上下動に起因して大幅にNaコラム総量が増大したのと思われる。すなわち、大气波動によってNaコラム総量は時として300%も増大することが示され

た。

3、ふたご座流星群による変動

2007年12月および2008年12月のNaコラム総量の夜間変化を調べたところ、2007年12月14・15日(流星群極大の日)の午前1時ごろに約200%の増大、2008年12月14/15日(極大の1日後)に約300%の増大が観測された。これらの増大は、大気潮汐波による増大に比べて立ち上がり時間が急峻であること、大きな温度増大を伴わないことなどが特徴である。さらに、その増大する時間を調べたところ、ふたご座流星群の輻射点の仰角が60度以上と高仰角のときと一致していることが見出された。このことは、輻射点仰角が大きく、流星によるNaフラックスが十分低高度(たとえば90km)まで達したときにNa原子の減衰時定数の大きいところで密度が増大し顕著なNa量の増大として見えたのではないかとと思われる。

流星群の極大を1日過ぎていた2008年12月14/15日のほうが顕著な増大を見た理由については、眼視流星のピーク活動とNaフラックスのピークの太陽黄径が異なることに起因するのではないかとと思われる。

4、これまでの報告のreviewとまとめ

以上の結果をもとに、過去の論文のNa(や他の金属)の流星群による増大を再考したところ、Uchiumi et al.(1993)(九州での8月のペルセウス座流星群)、Liu and Yi (2004)(武漢での11月のしし座流星群)はいずれも輻射点仰角が60度を超える高高度で顕著なNa層の増大を見せている。なお、後者は論文中では流星群の影響はないとしているが、これは夜間平均を見た場合で、しし座流星群は明け方に輻射点が南中するため、明け方の薄明が始まるころが増大するというようになる。他のしし群との関連を否定する観測も明け方や日の出近くまで観測してコラム総量を見ると顕著な増大が見えたのかもしれない。以上、本研究では流星群の輻射点仰角と金属原子コラム総量の増大が大きく関連していることを示した。ライダーだけでなく、薄明時の太陽光共鳴散乱なども流星群、とくに明け方にピークを迎える流星群の金属層への影響を見る上で有効かもしれない。またこの結果は緯度によって流星群の影響が大きく異なることも示唆する。

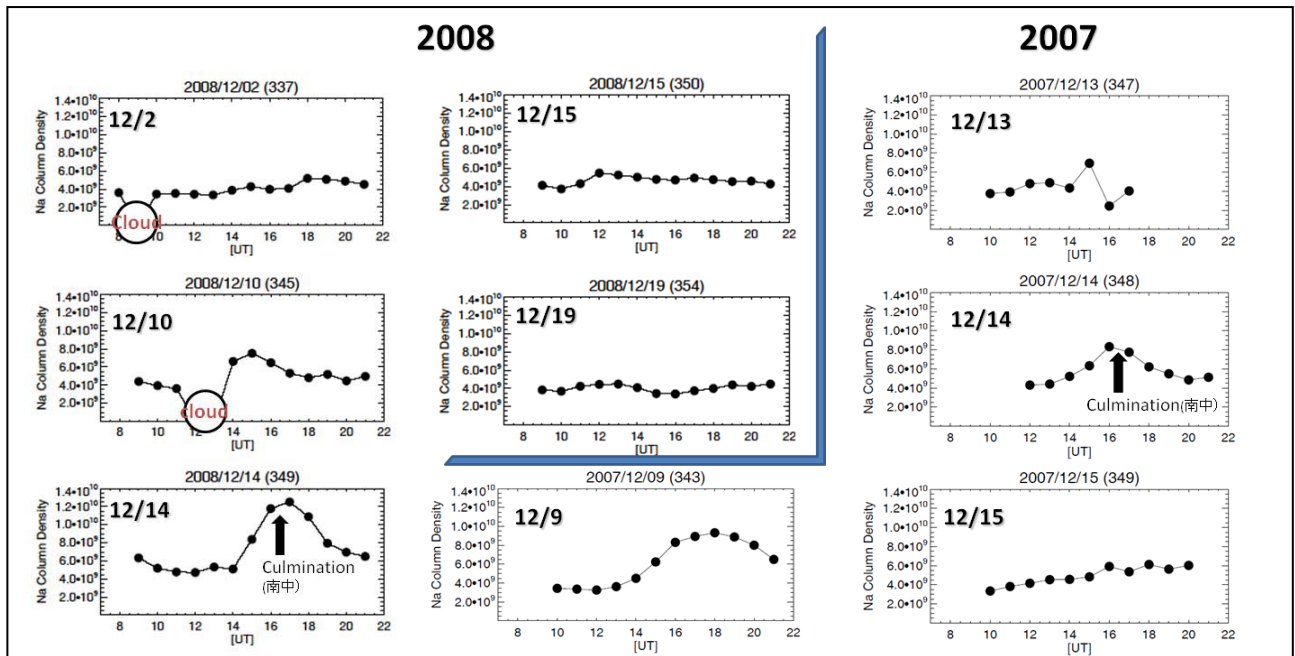


Fig 1. Nocturnal variation of Na column density in December 2008 and 2007 observed by a Na lidar at Uji, Kyoto (35N, 136E)