

赤道域における Sporadic 金属原子層の観測 Observation of Sporadic atom layers in an equatorial region

柴田泰邦、長澤親生、阿保 真、中村卓司*

Yasukuni Shibata, Chikao Nagasawa, Makoto Abo and Takuji Nakamura*

首都大学東京 システムデザイン学部、*京都大学 生存圏研究所

Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

*The Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University

Abstract : Characteristics of sodium layers in the mesopause region over the equator observed with the resonance scattering lidar installed at Kototabang, Indonesia (0.2S, 100.3E) are reported. The sporadic sodium layer (Nas) was detected in many observing opportunity. The occurrences of Nas layers does not correlate with the wind shear which has been observed simultaneously by the meteor radar at Kototabang. This result is not in agreement with the result of simultaneous observations by the Na lidar and the MU radar at Hachioji (35.6N, 139.4E) and Shigaraki (34.9N, 136.1E) in mid-latitude. The new theory of the Nas appearance in the equatorial area is required.

1. はじめに

近年中緯度領域においては、共鳴散乱ライダーの高出力化により中間圏界面付近に成層する Na、K、Fe や Ca⁺ など微量気体の高精度の観測が可能となり、この領域の気体・イオン化学反応過程や力学的構造に関する貴重な情報が得られるようになった。赤道領域における中間圏界面近傍の温度構造、風速場、大気波動、イオン・電子密度分布などに密接に係る金属原子層やスプラディック金属層の生成・変動は、中緯度と大きく異なるものと思われる。そこで、インドネシア・コタバング(0.2S, 100.3E)において共鳴散乱ライダーを用いた Na 層の観測を行い、流星レーダーをはじめとする他の観測機器のデータを用いて赤道域中間圏界面近傍の金属層生成機構の解明を行う研究を進めている¹⁾。厚さ2~3kmの狭い層を成し、数分で突発的に発生し、数時間維持された後消滅する中間圏界面領域のスプラディック Na 原子層(Nas)の発生機構は、まだ未解明な多くの部分を含んでいる。Na イオンから Na 原子へ変換する化学反応を、モデル計算することによって Nas の発生機構が提案されている²⁾。また、中低緯度における電離層のスプラディック E 層(Es)はウインドシアに伴い発生し、また、中緯度の Nas はウインドシアによって Na イオンが集まり、それが Na 原子のソースになると提唱されている^{3,4)}。実際、中緯度では Nas は Es およびウインドシアと相関があることが示されている^{5,6)}。

今回はコタバングにおいて観測された Nas と流星レーダーによって観測されたウインドシアとの関係について、中緯度の八王子(35.6N, 139.4E)および信楽(34.9N, 136.1E)において観測された Nas と信楽において観測された流星レーダーによって観測されたウインドシアの関係と比較した結果について報告する。

2. 赤道域中間圏 Na 層の特徴

我々は、2004年8月からコタバングにおける Na 層観測を開始した。共鳴散乱ライダーは、Nd:YAG レーザ第2高調波励起の色素レーザ(40mJ)を光源とし、1つないし2つの望遠鏡(口径45cm)と光電子増倍管(PMT)で構成される。Fig.1にコタバングにおける Na 層の年間観測時間分布を示す。Na 観測は主に1~2月および6~9月にかけて集中している。断続的に雲に覆われることが多いため、一晩の観測時間は平均で5時間を下回り、一晩中晴れていることは極めて稀である。Fig.2に2005年8月29日に観測された Na 層密度分布の例を示す。当日は、午前3時頃から明け方にかけて94~96kmに Nas が発生した。Fig.3にコタバングと八王子における時間別の Nas 発生頻度を示す。赤道では明け方に Nas が多く発生しているのが特徴的である。Fig.4に時間別の Nas ピーク高度を、Fig.5にコタバングと八王子における1晩の Nas ピーク高度と密度の関係および Na 層の平均密度分布を示す。コタバングの Nas ピーク高度は八王子と比べて高度の分散が小さく、高度100kmを超える Nas は観測されていない。また、夜半以降は95km前後に Nas のピーク高度が集中している。

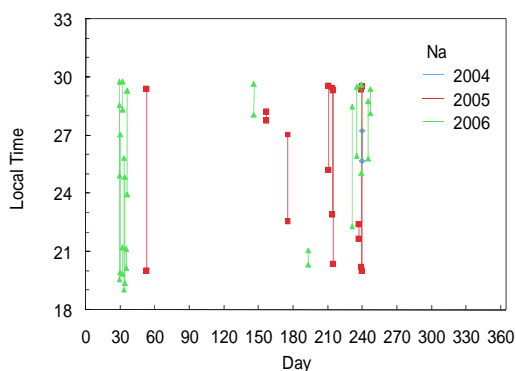


Fig. 1 List of Na layer observations at Kototabang.

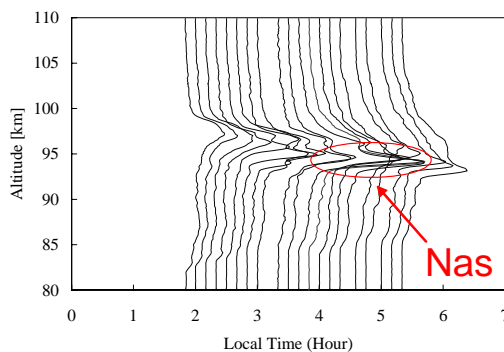


Fig. 2 Na density profiles at Kototabang on 29 Aug., 2005.

3. 赤道域と中緯度における Nas とウィンドシアの関係

Fig.6 に流星レーダによって観測された中間圏界面領域の風向風速データから求めた Nas 発生時のウィンドシアと Nas の発生頻度を示す。ここで、Ratio とは、期間中の全観測高度におけるウィンドシアの平均値で規格化した値であり、コタバンにおけるウィンドシアの平均値は 12.9(m/s)/km、日本(信楽)におけるウィンドシアの平均値は 9.0(m/s)/km である。中緯度の日本(八王子、信楽)は Nas 発生時の Ratio が 1.5~2.0 となる頻度が多く、Nas はウィンドシアと相関があることが分かる。それに対し、コタバンでは Ratio が 1.5~2.0 と 0.5~1.0 のダブルピークを持つ。この結果は中緯度とは異なり、Nas の生成起源がウィンドシア以外の要因が含まれていると推察され、今後の検討課題である。

4. まとめ

赤道領域の Nas は夜半過ぎに高い頻度で出現し、発生高度は 94~96km に集中する。また、中緯度で見られるような高度 100km を超える Nas は観測されていない。Nas とウィンドシアについて、中緯度では両者に相関が見られたが、赤道域ではウィンドシアがないときでも Nas が高い頻度で出現していることがわかった。これは、Nas がウィンドシア以外の生成過程で出現したことを示す。

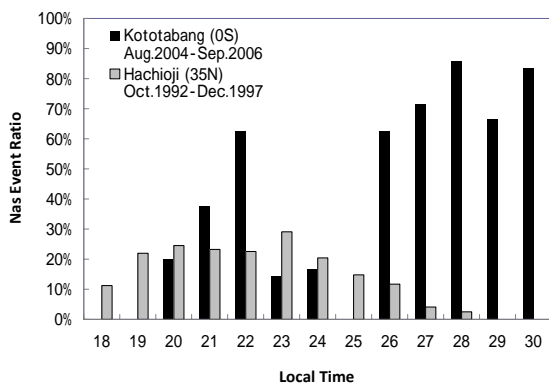


Fig. 3 Local time dependence of Nas events at Kototabang and Hachioji.

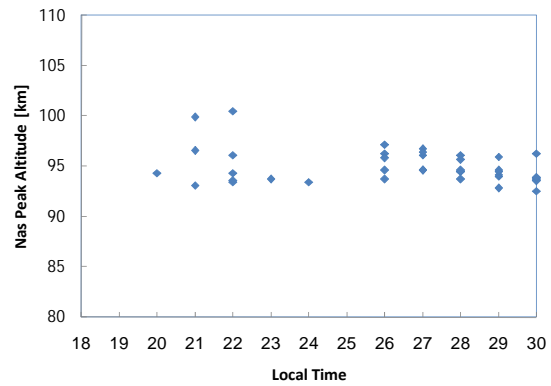


Fig. 4 Local time dependence of the Nas peak altitude at Kototabang.

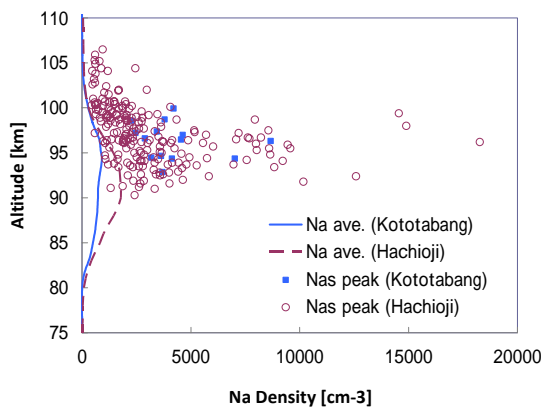


Fig. 5 Altitude dependences of Nas layers at Kototabang and Hachioji.

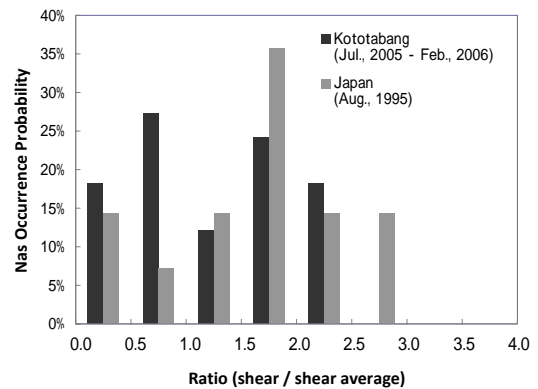


Fig. 6 Wind shear at the Nas peak altitude at Kototabang and Japan.

参考文献

- 1) Y. Shibata, et al., J. Met. Soc. Japan, Vol. 84A, 317-325 (2006).
- 2) R. M. Cox, et al., J. Geophys. Res. 103, 6349-6359 (1998).
- 3) von Zahn, et al., Geophys. Res. Lett., 14, 76-79 (1987).
- 4) von Zahn, et al., J. Atmos. Terr. Phys., 50, 93-104 (1988).
- 5) C. Nagasawa, et al., Geophys. Res. Lett., 22(3), 263-266 (1995).
- 6) H. Miyagawa, et al., Earth Planets Space, 51, 785-797 (1999).