

# 赤道ライダーと CALIOP 衛星データによる赤道域の 火山起源成層圏エアロゾルの動態解析

阿保 真, 長澤 親生, 柴田 泰邦  
首都大学東京 システムデザイン研究科 〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6

## Volcanic Stratospheric Aerosol Layer over Equator Observed by the Spaceborne Lidar CALIOP and the Ground Based Equatorial Lidar

Makoto ABO, Chikao NAGASAWA, and Yasukuni SHIBATA  
Tokyo Metropolitan Univ., 6-6 Asahigaoka, Hino, Tokyo 191-0065

**Abstract:** Stratospheric aerosols play important roles in climate regulation and atmospheric chemistry. The aerosol layers around the tropopause in the equatorial region contain so far a lot of unsolved behaviors. We have performed the lidar observations for survey of atmospheric structure over troposphere, stratosphere, mesosphere and low thermosphere over Kototabang (100.3E, 0.2S), Indonesia in the equatorial region from 2004. We investigated the relation between major tropical volcanic eruptions in the equatorial region and the stratospheric aerosol data, which have been collected by the ground based lidar observations at Kototabang between 2004 and 2015 and the CALIOP observations in low latitude between 2006 and 2015. We found characteristic dynamic behavior of volcanic stratospheric aerosol layers over equatorial region such as different behavior of the peak altitude movement of scattering ratio and depolarization ratio and longitudinal movement of volcanic stratospheric aerosols carried by strong equatorial wind generated by QBO.

**Key Words:** volcanic eruption, stratospheric aerosol, equatorial region, QBO, depolarization ratio

### 1. はじめに

我々は 2004 年から赤道直下のインドネシア・コトタバング (0.2° S, 100.3° E) において、地球大気の大気熱収支に重要な影響を及ぼす赤道領域の対流圏の雲・エアロゾル分布の連続観測を、小型ミールライダーを用いて現在まで継続している。波長 532nm のミールライダーは、2004 年 4 月から連続観測を開始し、途中数ヶ月程度の断続的な欠測期間はあるが、12 年間のデータが蓄積されている。大型ライダーは主に成層圏上部から中間圏の気温測定用であるが、今回下部成層圏のデータを見直した。さらに 2014 年 2 月から行っている大型ライダーによる偏光観測データを利用し、2004 年から 2015 年の間に噴火した低緯度の火山に着目しその動態解析を行った。

### 2. 赤道ライダーによる火山起源成層圏エアロゾルの観測

1991 年のピナツボ火山以降、地球全域を覆うような大噴火は起こっていないが、成層圏エアロゾルの変化に影響を与える火山噴火は意外と多い<sup>1)</sup>。Table 1 に赤道ライダー観測を開始した 2004 年以

降の低緯度領域 (緯度 20 度以下) の VEI (Volcanic Explosivity Index) が 4 以上の成層圏まで達する大規模な火山噴火を起こした火山名、噴火日、緯度経度の一覧を示す。

Table 1. List of volcanic eruptions of VEI $\geq$ 4 in tropical region (latitude $<$ 20) between 2004 and 2015

Volcano	Date	Latitude	Longitude
Manam	28-Jan-05	4.1S	145E
Soufriere Hills	20-May-06	16.7N	62W
Tavurvur	7-Oct-06	4.3S	152E
Merapi	4-Nov-10	7.5S	110E
Nabro	12-Jun-11	13.4N	42E
Kelut	13-Feb-14	7.9S	112E

赤道ライダーデータを調べたところこれら全ての噴火に対応すると見られる観測が確認された。Fig.1(a)に Manam 火山噴火から約 3 ヶ月後の 2005 年 4 月 20 日にレイリーライダーにより観測された結果を示す。高度 20km 付近の成層圏に散乱比の高いエアロゾル層が観測されている。また、Fig.1(b)に Kelut 火山噴火から約 2 ヶ月後の 2014 年 4 月 29 日に偏光ライダーにより観測された結

果を示す。エアロゾル層の散乱比のピークは21km まで上昇したが、偏光解消度のピーク高度は19km 付近に残り下層に拡がり、散乱比と偏光解消度のピークの分離が確認された。これは、噴出物に含まれていた火山灰のような非球形粒子は時間とともに降下したが、球形の硫酸エアロゾルは成層圏上部に輸送されていく過程を捉えたものと考えられる。

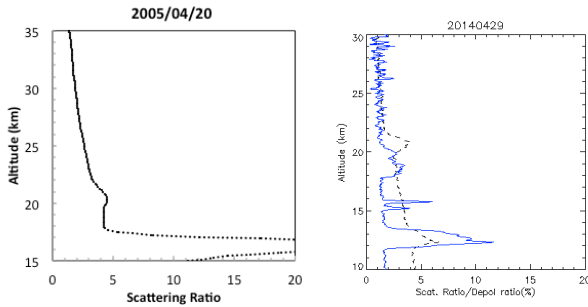


Figure 1 (a) A profile of scattering ratio on 3 months after the eruption of Mt. Manam and (b) profiles of scattering ratio (dotted) and depolarization ratio (solid) on 2 month after the eruption of Mt. Kelut,

### 3. CALIOP 衛星データによる動態解析

赤道ライダーの地上観測だけでは成層圏エアロゾルの起源は特定できないが、CALIOP データを用いた解析により赤道域特有の成層圏エアロゾルの動態を明らかにした。CALIOP の 532nm Total Attenuated Backscatter データから散乱比を求め、高度 20km 以上、緯度が南緯 1 度～北緯 1 度の領域で散乱比が最大となる経度を日毎にプロットした図を Fig.2 に示す。シンボル (色) は散乱比の大きさを示している。この図は成層圏に分布する Ash cloud のピークの位置が赤道付近でどのように動いているかを表していると考えられる。(a)は 2006 年 6 月 14 日の CALIOP 最初の観測日から、(b)は 2014 年 2 月 13 日の Kelut 火山噴火からそれぞれ 4 ヶ月間を示している。(a)では当初西向きの動き (右下がり) がみられるが、これは 2006 年 5 月 20 日に噴火した Soufriere Hills 火山の Ash cloud である。その後 8 月 20 日頃から突然東向きの動き (右上がり) がみられる。しかし、この時期に対応する火山噴火はなく、緯度方向からの流入も見られないことから、これは下方からの流入と見られる。また、6 月と 8 月で動きの方向が異なるのはちょうど高度 20km 付近で QBO の東西風の向きが入れ替わるタイミングであったためである

一方、(b)では、Kelut 火山の Ash cloud が噴火後赤道域に達した 2014 年 3 月から東方向に輸送されていく様子を明瞭に確認することが出来る。赤道上空を 1 周する時間はおよそ 1 ヶ月であり、これは QBO の風速と良く一致する。

### 4. おわりに

今回赤道域の火山起源成層圏エアロゾルの動態を、赤道ライダーにより高度方向の詳細な動きを CALIOP データに主に経度方向の動きをそれぞれ明らかにした。これらより赤道域の成層圏エアロゾル層は中緯度や極域とは異なる特徴的な動きを見せることがわかった。今後さらに両者を比較しながら詳細な解析を進める予定である。

### 謝 辞

本研究は京都大学生存圏研究所赤道大気ライダー全国国際共同利用のサポートにより行われた。

### 参考文献

1) J.-P. Vernier, et al.: Geophys. Res. Lett., 38 (2011) L12807, doi:10.1029/2011GL047563.

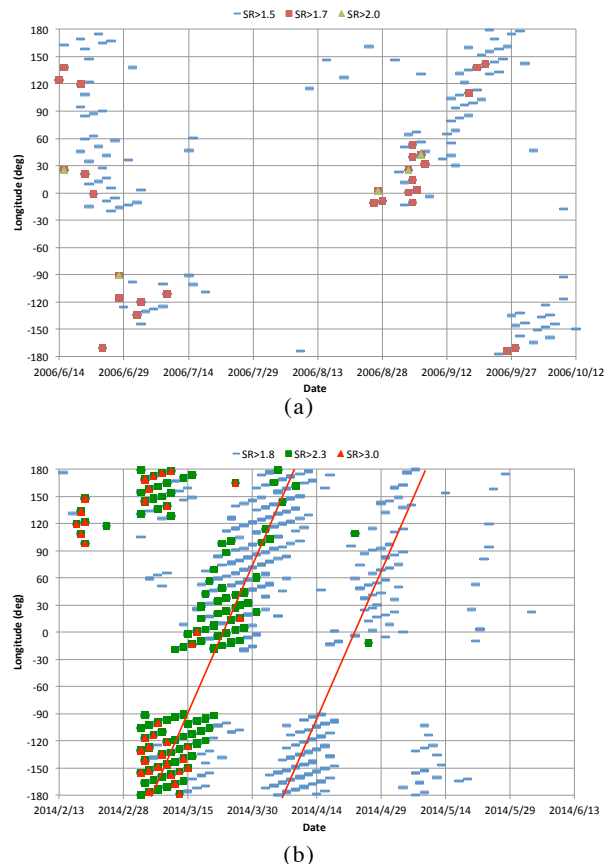


Figure 2 Scatter plots of the maximum longitude position of the CALIOP 532nm total attenuated backscattering ratio over 1.5 for meridional region of equator [1S-1N] from (a) 14 June 2006 and (b) 13 February 2014.