

## 熱帯圏界面層巻雲のライダー観測

### Lidar observations of cirrus clouds in the tropical tropopause layer

柴田 隆<sup>1</sup>、Saipul Hamdi<sup>2</sup>、Sri Kaloka<sup>2</sup>、Holger Vömel<sup>3</sup>、長谷部文雄<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院、<sup>2</sup>LAPAN, Bandung, Indonesia、

<sup>3</sup>CIRES, University of Colorado, Boulder, USA、<sup>4</sup>北海道大学大学院

Takashi Shibata<sup>1</sup>、Saipul Hamdi<sup>2</sup>、Sri Kaloka<sup>2</sup>、Holger Vömel<sup>3</sup>、Fumio Hasebe<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、

<sup>2</sup>LAPAN, Bandung, Indonesia、<sup>3</sup>CIRES, University of Colorado, Boulder, USA、

<sup>4</sup>Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University.

**Abstract:** The vertical profiles of the cirrus clouds and of the frost point near the tropopause over Bandung, Indonesia (6.90°S, 107.60°E) were observed simultaneously by Mie scattering depolarization lidar of Nagoya University and by cryogenic frost-point hygrometer of University of Colorado, respectively. A few to several tens percent of supersaturation over ice between 17 and 18 km was observed at the altitude range including the altitude where the cirrus clouds were observed. The cirrus clouds were observed for more than 10 hours at the altitudes just below the cold point tropopause (CPT). The vertical profiles of the cirrus clouds were quite stable, comparing with the cirrus clouds appeared at the lower altitudes. The concentration of ozone versus altitude started to increase at around 16 km ( $z_L$ ). The cirrus appeared at the altitude range between  $z_L$  and CPT, where has both tropospheric and stratospheric characteristics (tropical tropopause layer; TTL). Estimations of the time constants of the growth, and of the sedimentation for the cirrus cloud particles suggest that the particle radius is around 10  $\mu\text{m}$ . Estimations of the time constant for the water vapor condensation suggests that the condensation from the surface of the cloud particles had already reached steady state with the evaporation from the surface. In other words, the observed supersaturation was not the transient feature of the humidity.

#### 1. はじめに

1990年代、熱帯上空全域にわたって光学的に薄い巻雲が存在していることが、衛星観測によって広く知られるようになってきた (例えば、Winker and Trepte 1998)。このような熱帯の巻雲は肉眼では確認できないくらい

に光学的に薄いことが多く、しばしば (sub-visual cirrus clouds : SVC) と略される。熱帯の巻雲は熱帯の圏界面直下を広く覆っているため、大気放射過程を通して気候への影響を与えるであろうことが予想される。また熱帯巻雲は対流圏から成層圏への大気の

流れに伴う水輸送に深く関係することから、地球的な水循環に影響するであろう。

## 2. 観測結果

インドネシア、バンドン(6.90°S, 107.60°E)上空の圏界面付近の熱帯巻雲と湿度の鉛直分布が名古屋大学のライダーとコロラド大学の気球搭載の露点湿度計を用いて同時観測された。巻雲が存在した17~18 kmの高度で数%から数10%の対氷過飽和が観測された (Fig. 1)。このような巻雲は最低温度で定義された圏界面 (cold point tropopause : CPT) 直下に10時間以上にわたって連続的に観測された。CPT直下で観測された巻雲の鉛直分布は、より低高度に現れる巻雲に比べて極めて安定している。同時に気球観測されたオゾンは高度16 km ( $z_L$ ) 付近から増加し始めるが、上記巻雲はこの  $z_L$  と CPT の間に存在していた。この高度域は成層圏的な特徴 (高いオゾン濃度) と対流圏的な特徴 (高度に対して温度減少) の両方を備えており熱帯圏界面層と呼ばれている (tropical tropopause layer; TTL) (Folkins et al. 1999)。

## 3. 結果からの示唆

各径ごとの巻雲粒子の成長や落下の時定数の見積もりから、観測された巻雲の半径は10  $\mu\text{m}$ 程度であることが示唆された。また同様の時定数の見積もりから観測された時点で過飽和の水蒸気は、雲粒子表面への凝結と表面からの蒸発が、すでに定常状態となっていたことが示唆された。すなわち観測された過飽和は過渡的な現象を捉えたものでは無かったであろう。

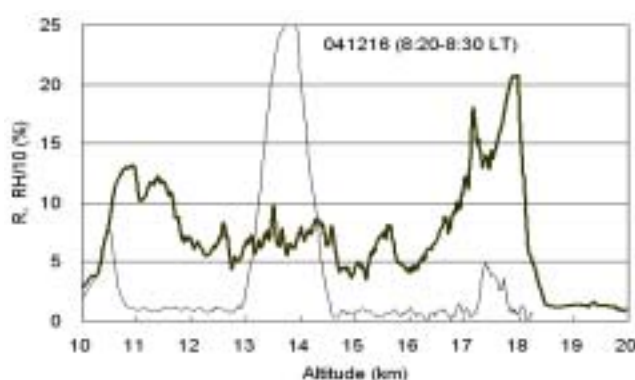


Fig. 1 (Bold line: RH) Relative humidity over ice observed by frost-point hygrometer. (Thin line: R) Backscattering ratio observed by lidar on December 16, 2004.

## 参考文献

- Folkins, I., M. Loewenstein, J. Podolske, S. J. Oltmans, and M. Proffitt, A barrier to vertical mixing at 14 km in the tropics: Evidence from ozonesondes and aircraft measurements, *J. Geophys. Res.*, 104, 22,095–22,102, 1999.
- Winker, D. M. and C. R. Trepte, Lamina cirrus observed near tropical tropopause by LITE, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 3351–3354, 1998