

衛星ライダーから得られる雲の上に存在するエアロゾルの放射強制力の見積もり

## Estimation of radiative forcing of aerosols above clouds

### observed by the satellite lidar

及川 栄治<sup>1</sup>、中島 映至<sup>1</sup>、David Winker<sup>2</sup>

Eiji Oikawa<sup>1</sup>, Teruyuki Nakajima<sup>1</sup>, and David Winker<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所、<sup>2</sup> NASA Langley Research Center

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, <sup>2</sup> NASA Langley Research Center

### Abstract

The aerosol direct effect occurs by direct scattering and absorption of solar and thermal radiation. *Oikawa et al.* [2013JGR] estimated direct aerosol radiative forcing (DARF) under clear-sky, cloudy-sky, and all-sky conditions using CALIPSO and MODIS data. In this study, we focus on the case that aerosols exist above clouds (above-cloud case) in 2007. Over Atlantic Ocean off southwest Africa, DARF caused by smoke aerosols is  $+7.1 \text{ Wm}^{-2}$  in September. On the other hand, aerosol optical thickness (AOT) of smoke is small as close to  $0 \text{ Wm}^{-2}$  in spring season. Over North Pacific, yellow sand and industrial smoke are transported from Asia and DARF is  $+5.2 \text{ Wm}^{-2}$  in May. Dust AOT at 532 nm is 0.014 and polluted dust AOT at 532 nm is 0.052; in other words, a large part of dust emitted from Taklamakan and Gobi deserts are mixed with the industrial smoke and transported to the Pacific Ocean according to the CALIPSO algorithms.

### 1. 背景

エアロゾルは、太陽放射と地球放射を散乱や吸収するため、直接地球の放射収支に影響を与えている。晴天大気のエアロゾルの放射強制力 (DARF) は、観測やモデルから全球平均値で約  $5 \text{ Wm}^{-2}$  と見積もられている [Yu et al., 2006ACP]。また、アフリカ南西の大西洋上では、バイオマス燃焼の煙が下層雲の上空に運ばれ、強い正の DARF を示すと報告されている [Keil and Haywood, 2003JGR; Takemura et al., 2005JGR]。しかしながら、エアロゾルと雲の同時観測は航空機観測などに限られていたため、曇天大気における DARF の見積もりの検証は難しいものであった。2006 年に CALIPSO 衛星が打ち上げられたことにより、エアロゾルと雲の鉛直分布が全球的に得られるようになった。

### 2. 手法

*Oikawa et al.* [2013JGR] では、CALIPSO 衛星と Aqua 衛星搭載の MODIS センサのデータを用いることにより、晴天大気、エアロゾルが雲の上に存在する場合、エアロゾルが雲の下に存在する場合の 3 パターンの放射計算を行い、晴天・曇天・全天大気における DARF の見積もりを行った。今回は、雲の上に存在するエアロゾルの DARF を見積もり、より詳細な解析を行うことにより、領域ごとに季節変化などを議論する。データは、2007 年の CALIOP Level 2 Cloud and Aerosol Layer Products Version 3 を用いた。

### 3. 結果

アフリカ南西海岸沖では、バイオマス燃焼起源の煙は下層雲の上に運ばれて、9 月に  $+7.1 \text{ Wm}^{-2}$  の強い吸収を起こした (図 1)。一方、春季では煙はほとんど観測されず、この領域での放射強制力は  $0 \text{ Wm}^{-2}$  に近

い値となった (図 1)。北太平洋上では、5 月にアジアから黄砂や工業排出の煙が運ばれてきて、DARF は  $+5.2 \text{ Wm}^{-2}$  となった。CALIPSO プロダクトによると、ダストの 532nm の光学的厚さ AOT(532nm)は 0.014 であり、Polluted Dust の AOT(532nm)は 0.052 である。このことから、タクラマカン砂漠やゴビ砂漠から発生したダストの多くは、アジア上空で煙と混ぜられながら、太平洋上に到達することが示唆される。

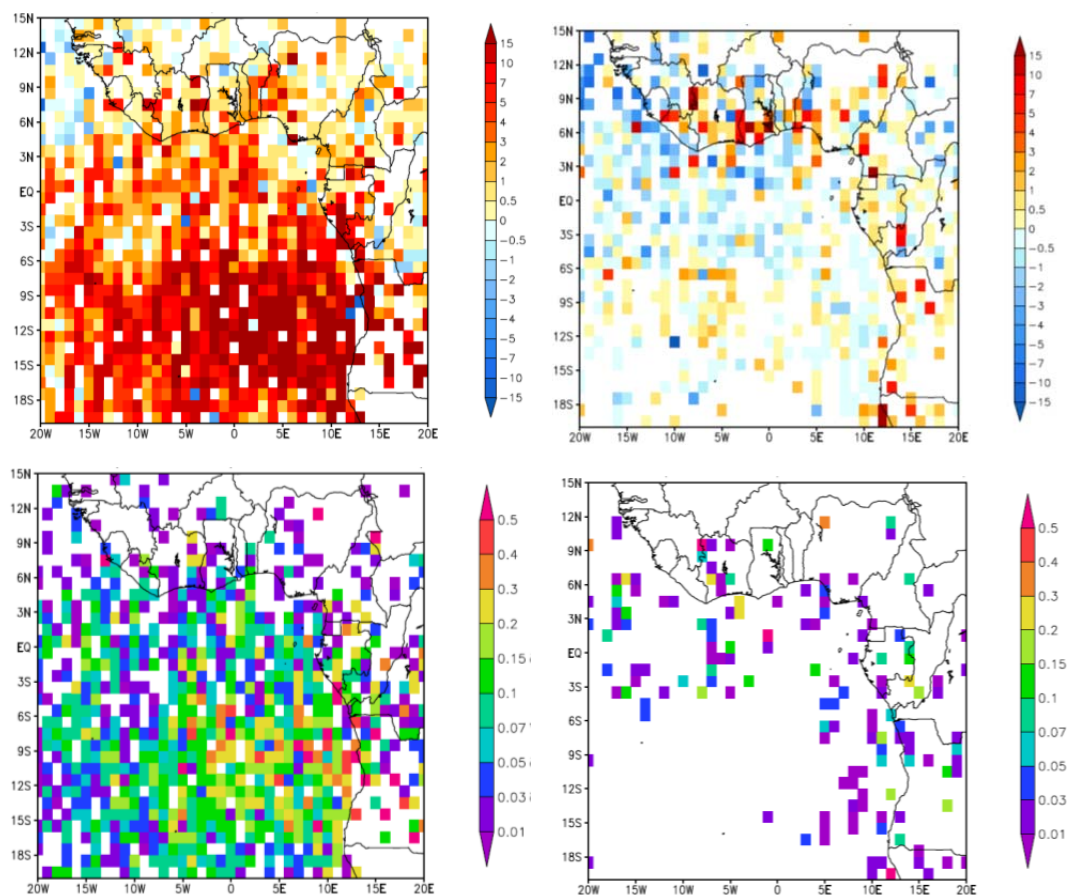


Figure 1. DARF (top) and AOT of smoke (bottom) over the southwest Africa in September (left) and April (right).

## 参考文献

- Keil, A., and J. M. Haywood (2003), Solar radiative forcing by biomass burning aerosol particles during SAFARI 2000: A case study based on measured aerosol and cloud properties, *J. Geophys. Res.*, 108, 8467, doi:10.1029/2002JD002315.
- Oikawa, E., T. Nakajima, T. Inoue, and D. Winker (2013), A study of the shortwave direct aerosol forcing using ESSP/CALIPSO observation and GCM simulation, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 3687-3708, doi:10.1002/jgrd.50227.
- Takemura, T., T. Nozawa, S. Emori, T. Y. Nakajima, and T. Nakajima (2005), Simulation of climate response to aerosol direct and indirect effects with aerosol transport-radiation model, *J. Geophys. Res.*, 110, D02202, doi:10.1029/2004JD005029.
- Yu, H., et al. (2006), A review of measurement-based assessments of the aerosol direct radiative effect and forcing, *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 613-666, doi:10.5194/acp-6-613-2006.