

# CloudSat と CALIPSO から求めた雲頂高度の違いについて (その3)

\*萩原雄一朗, 岡本 創  
(九州大学 応用力学研究所)

## 1. はじめに

雲レーダ搭載 CloudSat および Mie ライダ搭載 CALIPSO 衛星が 2006 年に打ち上げられ同期観測を開始してから 8 年以上が経過した。これら衛星搭載能動型センサから得られた全球かつ長期間の雲鉛直分布という全く新しいデータセットは、気候影響評価の不確定性低減へ向け様々な研究に用いられている。しかし、CALIPSO 雲エアロゾルマスクとして広く用いられている "Vertical Feature Mask" (VFM) (Vaughan et al., 2009) には誤判定等の問題があり (e.g., Rossow & Zhang, 2010), 我々は VFM の持つ問題点を克服した CloudSat/CALIPSO 統合雲マスクを開発した (Hagihara et al., 2010)。2010 年春季大会では、この雲マスクで決定された雲頂高度を比較し、CloudSat の雲頂高度の方が高い雲の存在が衛星から初めて捉えられたことを紹介した (Hagihara et al., 2014JGR に掲載)。しかし、なぜこのような現象が起こるのかについて完全に理解できたわけではない。

本発表では、より理解を深めるため、長期間のデータを用いた季節変動について調べたので報告する。

## 2. データと手法

CloudSat R04, 新たに CALIPSO ver.3, また ECMWF について鉛直水平方向に解像度を揃えたデータを使用した。雲頂高度は我々の開発した CloudSat (C1) および CALIPSO (C2) 雲マスクを使用し決定した。ここでは最上部の雲頂のみ解析対象とした。C1 および C2 による雲頂高度 C1/C2 CTH について、主に 3 つの雲タイプを定義した。タイプ 1 は  $C2 \geq C1$  CTH, タイプ 2 は  $C1 \geq C2$  CTH, タイプ 3 は  $C2 = C1$  CTH の場合である。なお、タイプ 2 のうち CloudSat でしか検出できない雲頂をもつ雲については、誤検出エコーとして解析対象外とした (Tanelli et al., 2008)。タイプ 1, 2 については雲頂高度差が 3km を越える多層構

造の雲、CloudSat の解像度を考慮して高度差が 480m 未満のもの、また地表面高度から 1km 未満に存在する雲についても地表面エコーの影響があるため除外した。それぞれのタイプについて、高度別 (下層, >680 hPa; 中層, 440-680 hPa; 高層, 0-440 hPa) 頻度、平均雲頂高度差および雲頂温度差を陸海別に求めた。ここで頻度とは、高度別に、各雲タイプの観測数を総観測数 (C1, C2 いずれかで検出された雲観測数) で割ったものとして定義される。

## 3. 結果

図に 2007-2011 年の北半球夏期 (6-8 月) と冬期 (12-2 月) のタイプ 2 (CloudSat の方が CALIPSO より高い雲頂高度を示すケース) の下層での頻度を示す (左図は夏期, 右図は冬期)。まず図から陸海差が顕著であることがはっきりと見て取れるが、この原因は、陸海上での雲生成機構や CCN となるエアロゾル数の差異 (間接効果) が考えられる。また 4 年間の統計解析の結果、タイプ 2 の全球発生頻度は下層 (中層) は夏期が 26 (37) %, 冬期 25 (41) % とタイプ 1 (CALIPSO の方が CloudSat より高い雲頂高度を示すケース) に比べ同等または多かった。その雲頂高度差は 0.6-0.9km 程度である。このような現象は、雲頂付近が比較的大粒子で構成され、かつ数密度が小さかったと考えられる (Okamoto et al., 2003)。大粒子が雲頂付近に存在する理由としては、まず上昇流が粒子を雲頂付近まで持ち上げ、雲頂付近の乾燥した環境によりほとんどの小粒子は完全に蒸発する一方、大粒子の多くは残存したのではないか、という説明が考えられる。しかし、今回の結果では北半球夏期で日射量が多く、上昇流が発生しやすいはずだが、発生頻度は南半球の方が多いようである (左図)。その逆に、南半球夏期であるにもかかわらず北半球での発生頻度が多いように見られる (右図)。今後はこの結果の要因について、さらなる解析を進める予定である。

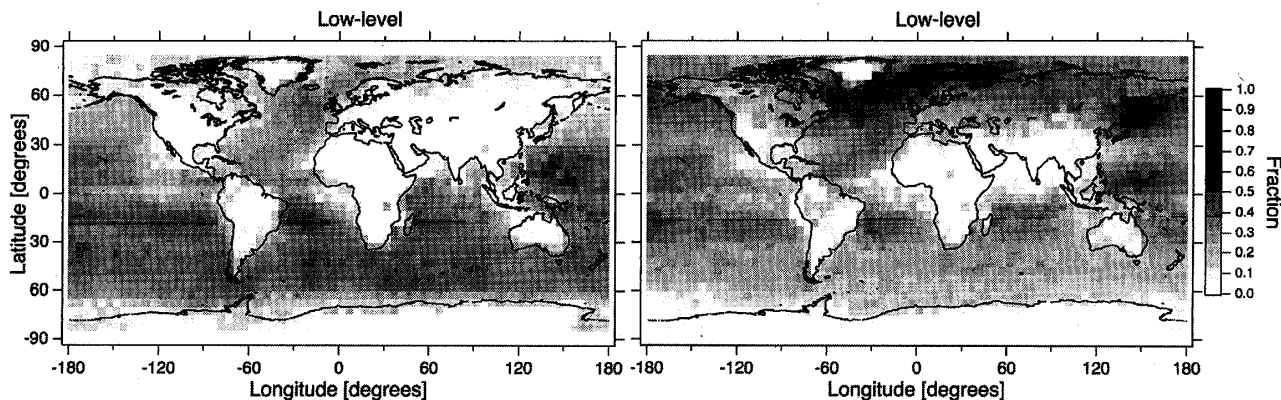


図 タイプ 2 (CloudSat による雲頂高度が CALIPSO lidar より高いケース) 下層 (>680 hPa) の発生頻度の比較 (2007-2011 年)。左図は北半球夏期 (6-8 月), 右図は冬期 (12-2 月)。