

CloudSat プロダクトにみられる雲頂高度・雲粒有効半径の関係

鈴木聡、瀬戸心太、沖大幹（東京大学生産技術研究所）

1. はじめに

エアロゾルが雲・降水に与える影響に関する研究はこれまで浅い雲に関するものが多かったが、近年、深い雲に対する影響に関しても注目されており、Rosenfeld et al. (2008)によってエアロゾルが対流を強化しているとする仮説に関する研究がまとめられている。これによると、エアロゾルが雲粒有効半径を減少させることにより、降水とならずに上空へ運ばれる雲粒が多くなり、その雲粒が凍結して潜熱を放出することによって対流が強化されると説明されている。

この仮説は数値モデルによる研究によって支持され、また、主に衛星観測によるエアロゾル濃度と雲頂高度の間に正の相関関係が認められるといった観測結果により支持されている。ところが、深い雲がある地域でのエアロゾル濃度の観測値には雲粒に起因する誤差が含まれており、その信頼性は低い。

2. データ

エアロゾルが対流を強化する場合のメカニズムは大きく 1. エアロゾルによる雲粒有効半径の減少、2. 雲粒有効半径の減少による対流強化、の 2 つに分けられる。このうち 1. に関しては既に多くの研究結果が存在し、信頼性が高いと考えられる。そこで、2. に焦点をあてた検証を行なうことにより、仮説を検証することを考えた。そのために、雲の鉛直方向のプロファイルを測ることができ、雲の下層における雲粒有効半径について比較的高い精度が得られると考えられる CloudSat のプロダクト(2B-CWC-RVOD)を用いて、雲底が約 1000m 以下、雲頂高度が約 1600m 以上の雲に関して、雲粒有効半径と雲頂高度の間の関係を調べた。

3. 結果・考察

雲頂高度が約 3000m 以上の雲に関しては、負の相関関係が得られ、雲粒有効半径が小さくなるほど対流が強化されるとする仮説と整合する結果となった（図 1）。

対流強化の原因が雲粒の凍結に伴う潜熱の放出であるとするならば、図 1 にみられるように、雲粒が凍結しない低い雲頂高度の雲においては負の相関関係は認められないと考えられる。また、地表面気温に対応して雲粒が凍結する凍結高度が変化するため、負の相関関係が認められる雲頂高度の範囲も変化するはずである。

そこで、地表面気温への依存性を調べるため、再解析データを内挿することによって得られた

CloudSat のプロダクト ECMWF-AUX を利用して、異なる地表面気温に関して同様に雲頂高度・雲粒有効半径の関係を調べた。その結果、データ数が多い地表面気温 0℃から 30℃の範囲では、負の相関関係が現れる雲頂高度の範囲について、必ずしも凍結高度との関連を認めることはできなかった。例えば、図 2 の地表面気温の範囲では、雲頂高度 3000m 以下の雲であっても雲粒が雲の内部で凍結しないとは考えにくい。このため、本研究において得られた結果を説明するためには、凍結に伴う潜熱以外のメカニズムを考える必要がある。

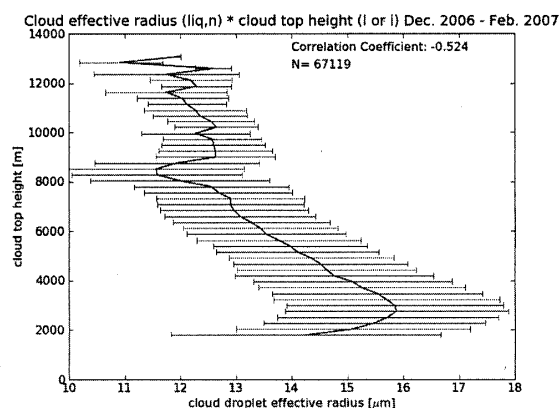


図 1. 雲粒有効半径と雲頂高度の間の関係。地表面気温に関わらず、全てのデータを用いた場合。

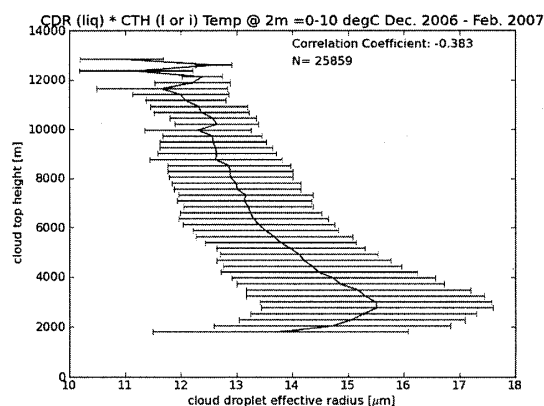


図 2. 図 1 と同じ。ただし、地表面気温が 0-10℃ の場合。

参考文献

Rosenfeld, D. et al. "Flood or Drought: How Do Aerosols Affect Precipitation?" *Science*, vol. 321, no. 1309, Sept. 2008.

謝辞

本研究は環境省の環境研究総合推進費（S-5、S-8）、および科研費（22760365）の支援により実施された。また、データを提供していただいた NASA CloudSat Project に感謝する。