

大気上端における短波放射強制力の雲の鉛直分布による違い

*三井文乃, 早坂忠裕, 岩渕弘信 (東北大学 大学院理学研究科)

1. はじめに

雲は大気中における放射過程を通して地球の気候システムに大きく影響している。しかし雲の鉛直分布に関しては、その分布そのものや放射特性など未解明な点が多い(Stephens et al., 2002)。

一般に、短波放射に対する放射特性には光学の厚さが大きく寄与していることが知られている(光学的に厚い雲ほど多くの短波放射を反射し、雲の負の放射強制力が大きくなる)。よって光学の厚さから放射強制力が見積もられるが、そのとき雲の鉛直分布は考慮せず、雲層は1層であるとの仮定がなされることが多い。しかし先行研究によると、全球平均で雲の出現頻度に占める多層雲の割合は3割をこえるといわれている(Li et al., 2011)。今回は雲の鉛直分布による放射特性の違いに注目し、鉛直積分した光学の厚さが同じ場合で雲層の数が違うときの、大気上端(TOA)における放射強制力の違いについて調べた。

2. 使用データ

今回の研究では CloudSat のオリジナルデータセットである 2B-GEOPROF-LIDAR(雲マスク)、2B-TAU(光学の厚さ)、2B-FLXHR-LIDAR(TOA における雲の放射強制力、太陽天頂角)の各プロダクトを使用した。雲マスクでは、CloudSat の Radar と CALIPSO の Lidar の両方を用いて雲を判別している。また光学の厚さは、MODIS(可視赤外域放射計)によって得られた反射率をもとにして計算されている。期間は2007年の1,4,7,10月、45° S/45° Nの領域について解析した。

3. 解析手法と結果

雲層の数ごとに分けて、光学の厚さ(τ)と雲の短波放射強制力の関係を調べた。短波放射強制力については、TOAに入射する放射フラックス($F_0 \cos \theta$)で規格化し、雲があるとき(Cld)とないとき(Clr)の反射率の差(ΔR)としてあらわした。これらの関係を図1に示す。カラースケールは各雲層のデータ数(n)に対する相対的頻度を示している。また、 τ ごとに平均した ΔR を雲層の数別に調べた結果を図2に示す。

図1より、1層の場合も多層の場合も τ が大きくなるほど ΔR が大きくなっていることがみてとれる。1層の場合、 τ が5以下で ΔR が0.5以上のところでも頻度が高いようすがみられるが、この傾向は多層ではみられない。また図2より、 τ が同じ場合、多層の雲の方が ΔR が大きくなっていることがわかる。特に τ が10付近では1層の雲と多層の雲の ΔR に差がでている。

4. まとめ

雲の光学の厚さが大きくなるほど TOA における負の放射強制力は大きくなることが知られている。今回の結果では、光学の厚さが同じ場合でも、雲が1層と多層で雲の短波放射強制力に違いが見られた。よって短波放射の放射特性は雲の鉛直分布に影響を受けることが示唆される。この原因については、大気の水蒸気による吸収や雲粒子の相による散乱特性の違いなどが考えられる。雲の高度分布や粒子の相を考慮して、より詳しく調べる必要がある。

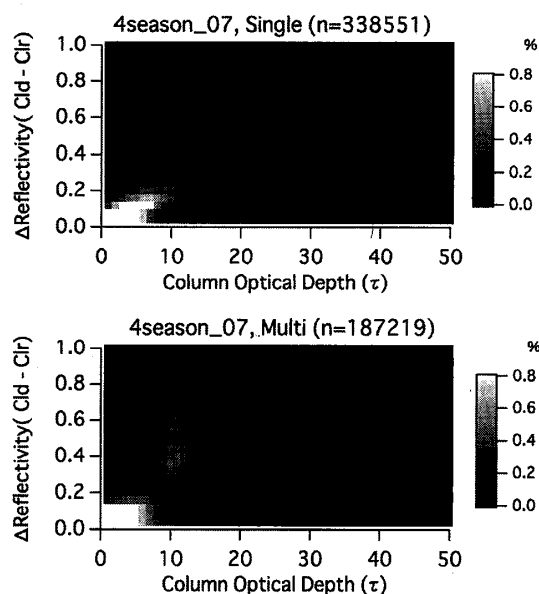


図1 光学の厚さと TOA における雲の反射率
(1,4,7,10月の平均)
(上) 1層の雲 (下) 2層以上の雲

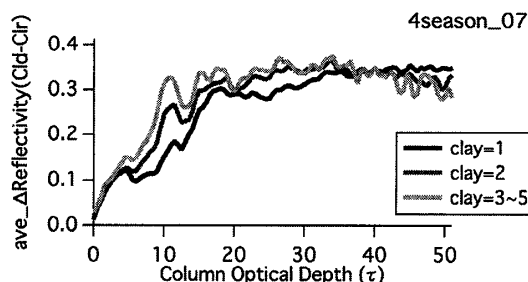


図2 光学の厚さごとに平均した TOA における雲の反射率(1,4,7,10月の平均)

5. 参考文献

Li et al., 2011, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **112**, 361-375.
Stephens et al., 2002, *Bull. Am. Meteor. Soc.*, **83**, 1771-1790.