

衛星で観測した雲光学的厚さと雲粒サイズに及ぼす降水の影響

小林 隆久・増田一彦(気研・衛星)

《序》

エアロゾルは、気候や人間生活に大きな影響を与えており、そのモニタリングは気候予測や地球環境保全のため重要である。特に雲生成過程を通じて、放射強制力や降水に影響を及ぼすエアロゾルの間接効果は、不明確な点も多い。良く知られているように雲粒サイズはエアロゾル濃度に依存する。汚染大気のような高濃度エアロゾルでは雲粒サイズが小さくなり、アルベドを高める効果を持つ。また雨滴への成長が遅くなり降水を抑制する効果もある。降水は雲量をコントロールするため気候に大きな影響を与える。雲水量一定のもとでは、雲粒サイズが小さくなると光学的厚さは大きくなり、光学的厚さと有効半径(r_e)が負の相関となる。このため、間接効果が実際に起きているのかを検証するには、光学的厚さと有効半径の関係を調べることが重要である。しかし、この関係はエアロゾルのみならず熱力学過程、降水など種々の要因が影響するため相関は必ずしもはっきりしない。ここでは、降水過程においてこの関係がどう変質するかを熱帯降雨観測衛星

(TRMM)に搭載した降雨レーダから可視・赤外放射計の複合利用により観測し得られた知見について発表する。

《観測》

1997年11月に打ちあげられたTRMM衛星は、設計寿命を大幅に越え現在も順調に観測を行っている。TRMM衛星搭載の降雨レーダにより降雨強度を、可視・赤外放射計のCh1($0.63\mu\text{m}$)とCh3($3.8\mu\text{m}$)の放射輝度から水雲の光学的厚さおよび有効半径を計算し、降水と雲光学特性の関係を調べた。

図1に雲光学的厚さと有効半径の散布図を示す。縦軸は光学的厚さ、横軸は有効半径である。これまでに報告されている散布図と同様明確な相関は見られない。しかし、よくみると有効半径が $15\mu\text{m}$ 程度で光学的厚さが最大となっているという興味深い現象があることが分かる。

図2は、平均雲光学的厚さと有効半径の関係を非降水雲(NPC)と降水雲(PRC)についてプロットしたもので明瞭に光学的厚さが有効半径 $15\mu\text{m}$ 程度で最大値を示している。有効半径算出においては対数正規分布(標準偏差=0.35)を仮定している。この有効半径 $15\mu\text{m}$ の値はモード半径では約 $11\mu\text{m}$ に相当し、いわゆる臨界半径にほぼ相当す

る。雲粒は、臨界半径以下では凝結で、以上では主に衝突・併合で成長する。衛星でも非降水雲での有効半径は臨界半径以下に抑えられていることが観測されている。雲は臨界半径までは凝結成長により光学的厚さが増加し、臨界半径以上では雨滴へと成長するため光学的厚さが減少したものと考えられる。降水雲で臨界半径以上で光学的厚さが一定なのは強い降水を伴う雲が含まれているためで、弱い降水を伴う雲ではNPCと同様に減少する。

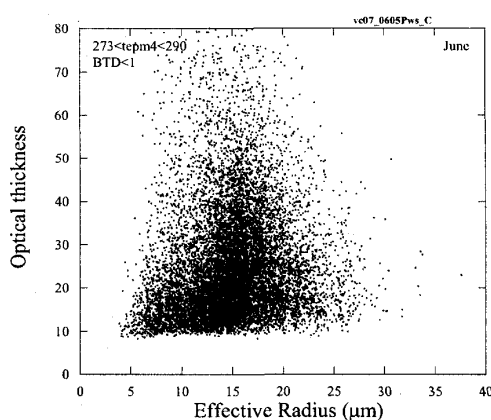


図1 光学的厚さと有効半径の散布図。

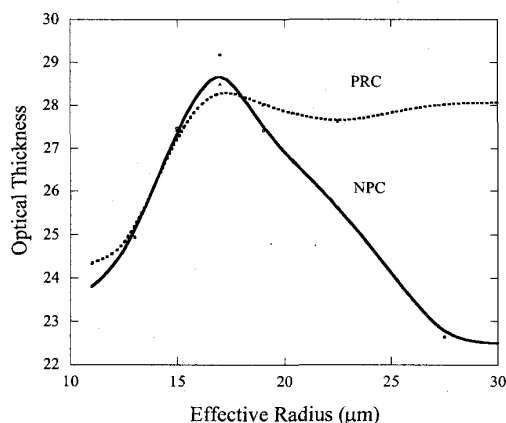


図2 非降水雲(NPC)と降水雲(PRC)における平均した光学的厚さと有効半径の関係。