

衛星観測と気候モデルを用いた雲の熱力学的相と降水過程の解析

村井彩, 鈴木健太郎, 永尾隆 (東京大学大気海洋研究所)

要旨

本研究では、雲の熱力学的相と降水過程のプロセスとその気候影響を理解することを目的として複数の衛星観測を複合的に解析するとともに、数値気候モデル MIROC6 による実験を行い、両者を比較した。気候モデル実験では複数の降水スキーム（降水診断型・予報型）を使用して感度実験を行い、衛星観測と統合的に比較するために、衛星シミュレータ COSP を活用した。

雲の相割合については、その鉛直不均一性に着目して、従来の研究で用いられてきた雲頂の雲水・雲氷の出現頻度による液相割合だけでなく、光学的厚さによる液相割合の衛星観測情報も活用し、それぞれをモデルと統合的に比較した。その結果、降水診断型モデルでは雲層全体で水が多くなっている一方で、降水予報型モデルでは雲相割合に鉛直不均一性が存在し、雲頂に氷が多く深層には水が多くなっていた。2種類の液相割合の温度依存性を衛星観測と比較すると、降水予報型モデルの鉛直不均一性は衛星観測よりも大きすぎることが示された。

次に、雲相と降水過程を関係づけているプロセスを理解するために、従来の研究では水雲に限定されていた降水過程を描き出す統計解析手法を、氷を含む雲にも拡張した。この手法を用いて降水傾向を比較すると、雲相の水から氷への変

化に伴って降水が早くなっているという衛星観測情報が得られた。対応する統計解析を気候モデルについても行い、衛星観測と降水の変化傾向を比較した。その結果、雲の液相割合が増加するにつれて、降水診断型モデルではあまり降水が変化しなかったが、降水予報型モデルでは降水生成が遅くなり、衛星観測により近い傾向となっていた。

雲相と降水の素過程に関するこれらの解析結果は雲の相変化に伴う雲フィードバックへ示唆を与える。これを調べるために SST+4K 実験と現在気候実験を比較したところ、中高緯度では降水予報型モデルが降水診断型モデルよりも大きな負の雲フィードバックを示した。雲の相変化に伴う降水の変化傾向は降水予報型モデルの方が衛星観測に整合していることから、相変化に連動した降水効率の変化に伴う負の雲フィードバックは降水予報型でより適切に表現されていると考えられる。また、降水予報型モデルでは衛星観測よりも光学的厚さの液相割合が高いことから、相変化に伴う光学的厚さの変化による負の雲フィードバックを過小評価している可能性がある。これらのことから、雲相と降水の素過程に関するモデル改善は雲フィードバックの評価を負の方向にシフトさせる可能性が示唆される。