

論文審査の結果の要旨

氏名 片桐 秀一郎

最近、人間活動に起因する温室効果気体の増加に伴う地球温暖化問題が、重要な政治的・社会的な問題となり、温暖化予測の精度向上、影響評価、対応策の策定が焦眉の課題となっている。

地球温暖化予測の精度向上の一つの重要な要因は、雲の気候に及ぼす影響の正しい評価である。一般的に、雲は、太陽放射を反射したり、地球放射を吸収したりするので、温暖化に対しては、正のフィードバックも、負のフィードバックも及ぼし得る。この中でも、上層の氷からなる巻雲の地球の放射収支に及ぼす影響については、未だに不確定であり、重要な課題となっている。

そこで、論文申請者は、巻雲の気候に及ぼす知見を得るために、人工衛星データに基づく長期間の全球解析を試みた。まず、アメリカの極軌道衛星NOAAに搭載されている赤外放射計(AVHRR)の赤外窓領域2チャンネル(10.8ミクロンと12ミクロン)と、近赤外1チャンネル(3.7ミクロン)の3チャンネルを用いた、巻雲の放射特性を決定する雲粒子の有効粒径、光学的厚さ、雲頂温度を求めるアルゴリズムを開発した。これまでの可視と赤外を用いたISCCPでの解析や赤外2チャンネル法では有効粒径、光学的厚さ、雲頂温度の3パラメータの内1パラメータを仮定する必要があった。申請者の解析の原理は、光学的に薄い巻雲が、衛星の視野内に存在した場合に、赤外窓領域2波長に対する巻雲の射出率の差により、観測される2波長の輝度温度に差が生じることを利用している。さらに、巻雲は薄いために、下層の雲や地表面の影響を受ける。このような影響を見積もるために、3.7ミクロンと10.8ミクロンの放射温度と温度差の分布の特徴を利用し、巻雲の下に下層雲が存在する多層構造の巻雲についても雲頂温度が決定できるような工夫がなされている。

今回は、このようなアルゴリズムを用いて、1986年から1994年の9年間の、1月、4月、7月、10月についての解析を行い、巻雲の有効粒径、光学的厚さ、雲頂温度、雲量の気候値データセットを作成した。特に、9年間に及ぶ全地球的な巻雲に関する有効粒径に関するデータセットは、世界でも初めての成果である。同様の成果は、ISCCP(衛星雲気候学)という国際プロジェクトによって行われているが、巻雲に関しては、有効粒径を仮定しているために、雲頂温度が、本研究に較べて5-10K高く評価している、という欠点を指摘している。また、論文申請者は、本研究で得られた粒径分布を、飛行機

観測などと比較している。その結果によれば、全体として、本研究は小さい粒径分布を与えているが、その理由は、飛行機観測は大きな粒子を観測しがちであるという点と、本研究のアルゴリズムが、粒径の小さいのを選びがちであることによると考えられる。

本研究で得られた巻雲の微物理パラメータを用いて、巻雲による放射強制力を計算した結果、巻雲は加熱に働いていることが明かにされた。特に、熱帯域では、巻雲の雲量が多く、雲頂高度が高く、地表面温度が高いなどの理由で、特に強く働いていることが分った。また、ISCCPから得られた巻層雲のデータに本研究から得られた雲の微物理パラメータを適用して放射強制力を計算してみると、光学的に厚くなるにつれて、冷却に働くことが示された。

また、エルニーニョが発生していた1987年と比較的平均的な1990年について巻雲に伴う放射強制力の差を求めた。その結果によると、エルニーニョ時のペルー沖では、巻雲の発生が増加するなどのために 2.05 W/m^2 増加するが、一方、西太平洋域では雲が減少するために、 3.13 W/m^2 減少しており、全球平均としては、 0.55 W/m^2 少なくなっていた。

以上のように、本研究では、巻雲の雲の微物理パラメータを求めるアルゴリズムを開発し、世界に先駆けて巻雲の微物理パラメータの長期間に及ぶグローバルなデータセットを作成した。また、そのデータセットに基づき、巻雲の地球温暖化に及ぼす効果が正（温暖化を促進する）であることを明らかにした。

以上の結果は、気候システム科学に新しい知見を与え、気候システム科学の発展に大きく寄与したと認められ、本申請者は、博士（理学）の学位にふさわしいと判断した。