

原子フィルターを用いたライダーによる赤道下層大気の気温観測

Lidar measurements of lower tropospheric temperature using an atomic filter

長澤 親生 [1]; 阿保 真 [1]; 柴田 泰邦 [1]; 佐々木 一秀 [1]

Chikao Nagasawa[1]; Makoto Abo[1]; Yasukuni Shibata[1]; Isshu Sasaki[1]

[1] 首都大・システムデザイン

[1] Tokyo Metropolitan Univ.

我々は赤道直下のインドネシア・コトババンに高機能ライダーを設置し、対流圏から中間圏界面までの広い高度領域の観測を現在まで継続して行っている。このライダーによる観測から赤道域対流圏に関して次のような新しい知見が得られた。(1) 地表面付近の大気境界層は中緯度と比べて焼畑や森林火災による煙霧発生時を除き、エアロゾルが少なく、個々の日のデータではエアロゾルによる大気境界層の判別が困難であり、顕著な日変化も見られないが、乾季の平均を取ると境界層高度の日変化が見られた。(2) 雲の発生確率を調べてみると、高層雲(シーラス)の発生頻度が高いことは予想通りであったが、対流圏中層(高度5~6km)付近に雨季を中心に雲の発生頻度が高いことが発見された。(3) ラマンライダーの観測結果から対流圏下部で水蒸気の混合比がしばしば周期20~30分程度で変動する様子が観測された。

これらの新たな発見に関してそれらの発生機構を明らかにする上で次のような情報が不足していることがネックとなっている。(1) 赤道域の境界層の発達機構の解明は積雲対流活動に繋がることから重要であるが、エアロゾルがトレーサーとして使用できないことから境界層高度付近の温度分布が必要である。(2) 高度5~6km付近に発生する雲は赤道周辺の船によるライダー観測からも報告されているが、その発生機構は未だ未解明であるので、その解明のためには水蒸気分布と同時に温度分布情報が必要である。(3) 水蒸気混合比の短周期変動は水蒸気ラジオメータによる観測からも見られているが、ライダーでの観測のほうが顕著に表れており、ライダーが狭い空間領域の測定であることから水平構造に起因する現象と考えているが詳細は不明である。ライダーで得られる水蒸気混合比を相対湿度で見るために温度データが必要である。

以上のように、これらの赤道域固有の対流圏下部の現象を解析するためには、気温データが重要なパラメータであることがわかってきた。ライダーでも気温の測定が可能であるが、現在のシステムでは、共鳴散乱ライダーによる中間圏界面領域、レイリーライダーによるエアロゾルフリーの成層圏~中間圏、窒素ラマンライダーによるエアロゾルの比較的薄い対流圏上部~成層圏の気温分布観測が可能となっている。しかし、対流圏下部はエアロゾルの影響により上記手法では測定が不可能である。キャンペーン観測においてラジオゾンデの連続放球も行ったが、観測期間が1ヶ月程度しかないため、季節変動等を明らかにするためにも今後のフォローが必要である。また、地表面付近から中間圏界面領域までの大気圏全高度領域の温度分布を同時測定することにより、直接的に下層から上層への波動伝搬の様子が把握できると考えられる。

気温測定用のライダーとして高分解能レイリーライダーがある。これは気温によって変化するレイリー散乱信号のスペクトル幅を測定し、気温を推定する方法である。この測定法において必要となる受信信号のミー散乱成分の除去のために、原子の光吸収を利用した原子フィルターが有効であり、すでにヨウ素とナトリウムを用いたフィルターが提案されている。しかしヨウ素フィルターは送信レーザーとの同調が難しく、ナトリウムフィルターも送信レーザーである色素レーザーの取り扱いが難しいという問題がある。そこで送信レーザーとしてTi:Sapphireレーザーを、原子フィルターとしてカリウムを用いた気温測定ライダーを提案する。Ti:Sapphireレーザーは波長可変で、固体レーザーでもあり、同調や取り扱いが容易である。シミュレーションにより、原子フィルターの最適設計を行うとともに、日本国内に於いて試験観測を行う。その後インドネシアにおいて観測を行う予定である。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C) 課題番号:19540465)により行われた。