ラマンライダーで観測したエアロゾル-雲遷移層の光学特性について
Optical properties of transition layers of aerosol-cloud detected by Raman lidar

白石浩一、○鈴木隆史、林政彦、藤原玄夫
Koichi Shiraishi、○Takahumi Suzuki, Masahiko Hayashi, Motowo Fujiwara
福岡大学
Fukuoka University

Abstract

Raman lidar observations of aerosol and cloud were carried out during 2009-2011 at Fukuoka University. We frequently detected the water soluble aerosol layers and cloud in the lower troposphere (0 - 5km). On February 23, 2011, the water soluble aerosol layers were detected in the height range of 1 km and 3 km. Scattering ratio of the aerosol layer increased clearly from 1.5 to 2.2 with increment of relative humidity over water from about 70% to 90%. The aerosol depolarization ratio decreased from 25% to 5%. In this presentation, we will show the optical properties of detected transition layers of aerosol – cloud and their dependence on relative humidity.

1.はじめに

大気中に浮遊するエアロゾル粒子は、水蒸気が液滴や氷粒子として凝結する際の核として働き、雲の形成を左右する。そのプロセスにおいてどのような影響をどの程度与えるのかは、構成粒子の物理的・化学的特性によって異なる。例えば、海塩粒子は 75%よりも高い湿度で潮解し液滴を形成する、有効な cloud condensation nuclei(CCN)である。また、中国の黄土地帯から飛来する黄砂は、氷晶核として働くことはよく知られているが、海塩粒子や人為起源の汚染物質と混合し、変質して親水性が増し、CCN としての働きもすることが報告されている。大気エアロゾル粒子の多くは、異なる性質をもつ物質の混合物である。その混合が、雲形成において、どのように、どの程度影響を及ぼすかを解明することは、大気圏科学の重要な課題である。

我々は、大気エアロゾルと水蒸気の関係、エアロゾルと形成する雲との相互関係について検討するため、福岡大学において、ラマンライダーを用いたエアロゾル、雲の光学特性と水蒸気の同時計測を行った。本発表では、観測したエアロゾルの光学特性、湿度特性について詳細を報告する。

2. 観測装置

光源には Nd:YAG レーザーの 1064nm、532nm、355nm の 3 波長を利用した。鉛直上空に射出したレーザー光は、大気中の分子、エアロゾル、雲等により散乱する。その後方散乱光を口径 35cm と 50cm の望遠鏡で集光した。受信した光は、射出したレーザー光 532nm の偏光面に対して平行成分と垂直成分、1064nm、355nm の成分、そして 355nm に対して窒素と水蒸気分子からのラマン散乱光の成分(386nm、407nm)に分けて計測した。それぞれ弾性散乱信号(532nm∥、532nm⊥、1064nm、355nm)はアナログ計測、ラマン散乱信号(386nm、407nm)はフォトンカウンティング計測で測定を行った。

3. 観測結果と考察

図 1 には、2011 年 2 月 23 日に観測した散乱比、偏光解消度、水に対する相対湿度の時間高度断面図を示している。観測期間中、4－8km に雲、高度 3～4km でダスト層を検出し

ていた。また、20 時から 21 時にかけて高度 1.5km と 2.5km にも散乱比の高いエアロゾル層(1.5～2.2)を検出していた。ダスト層が観測された 3～4km の高度域では、相対湿度は 30%と低い値を示している。一方、1～3km で高度域では、90%以上と高い湿度を示していた。1～3km の高度域で観測されたエアロゾル層の散乱比の増加と相対湿度は、良い相関を示している。図 2 には、この高度域で観測したエアロゾル層の散乱比とエアロゾルの偏光解消度の値を相対湿度に対して図示している。散乱比は、相対湿度が 70%以上で増加している。一方、偏光解消度は、湿度の増加に伴って、25%から 5%まで減少していることが分かる。これは、エアロゾル表面に水蒸気が凝結し、偏光解消度特性が変化している可能性を示唆している。このような親水性の高いエアロゾル層が、しばしば水雲の周囲で観測されている。本発表では、エアロゾル、雲の事例解析をもとに、オングストローム係数等の粒径に関するパラメータも含め、観測したエアロゾル - 雲遷移層の光学特性、水蒸気との関係について、詳細を報告する。

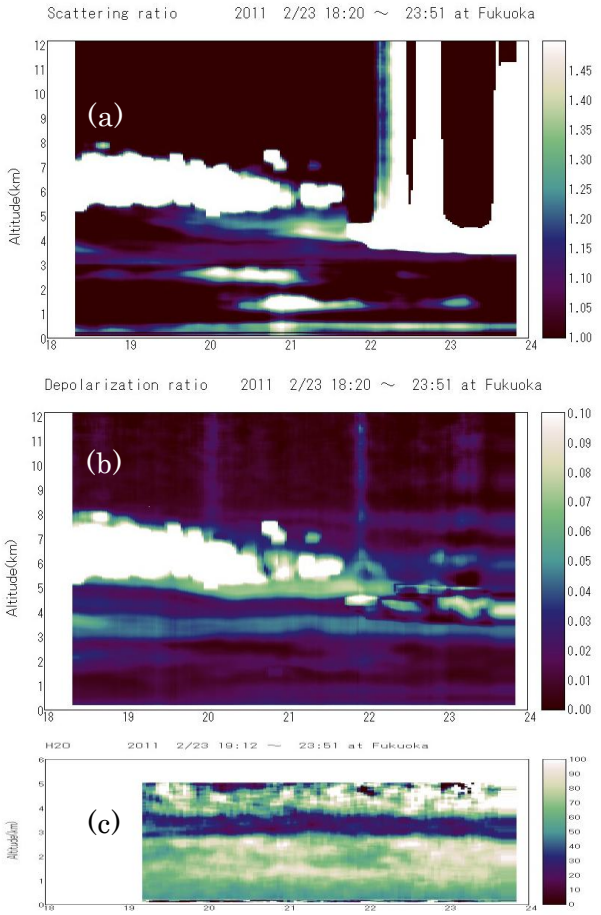

Fig.1 The time-height cross sections of (a) scattering ratio, (b) depolarization ratio at 532nm and (c) relative humidity over water observed on February 23, 2011.

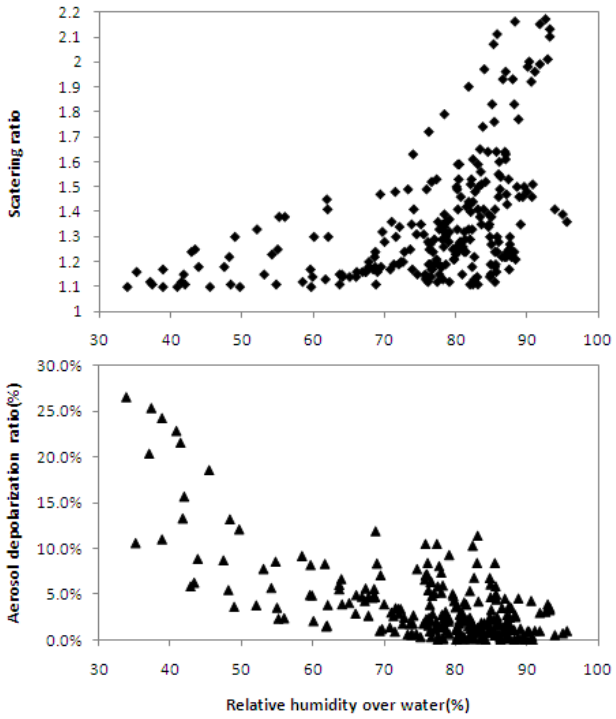

Fig.2 The relations of the scattering ratio and depolarization ratio with the relative humidity for aerosol layers detected in the height range of 1-3km.