

A 7

DIALとラマンライダーの水蒸気分布同時測定

Simultaneous measurements of water vapor by DIAL and Raman lidar

君山 健二*, 阿保 真*, 長澤 親生*, 内野 修**
K.KIMIYAMA*, M.ABO*, C.NAGASAWA* and O.UCHINO**

東京都立大学工学部*, 気象研究所**
Tokyo Metropolitan Univ.*, M.R.I.**

In this paper, we performed simultaneous measurements of water vapor using DIAL and Raman lidar techniques. The measured profiles are compared and each characteristics are discussed. Disagreements of these water vapor densities are remarkable at aerosol altitude.

1. はじめに

大気圏中の水蒸気量は、高度、緯度、季節、地表の状態などによって大きく変動し、大気中での熱輸送にも重要な役割を果たしているため、その正確な時間的空間的分布の測定が望まれている。その有効な手段としてライダーの利用が考えられる。大気中の水蒸気密度を求めるライダーには、ラマンライダー及び差分吸収ライダーがある。今回その両方を用いた水蒸気の測定を行ない、双方の結果を比較しその差違について議論する。

2. DIAL (差分吸収ライダー) システム

Table.1に水蒸気測定DIALシステムの構成を示す。光源にはNd:YAGレーザーの第二高調波を励起光源としたTi:サファイアレーザーを用いている。吸収線への波長の同調のためにフォトアコースティック(PA)効果を用いたPAセルとウェーブメータを用いた。PAセルとは、目的の物質を封入したセルにその吸収線に同調したレーザーを入射したときに光の吸収によって発生した音波をマイクロフォンで検出するものである。Fig.1は、波長が同調した時としない時のマイクロフォン出力波形でレーザー8パルス分を平均化してある。この振幅は吸収係数に比例し¹⁾、この振幅が最大になるようにレーザーの波長をコントロールする事によって吸収線に同調させる。測定は、ON-LINE、OFF-LINE交互に2000shotずつ行なった。

Table.1 DIAL system parameters

laser	STI optronics HRL-1
wavelengths	on:723.672nm,off:723.704nm
bandwidth	350MHz
repetition rate	10pps
pulse energy	1mJ/pulse(70mJ pumped)
range resolution	100m
telescope	
diameter	280mm
field of view	2mrad

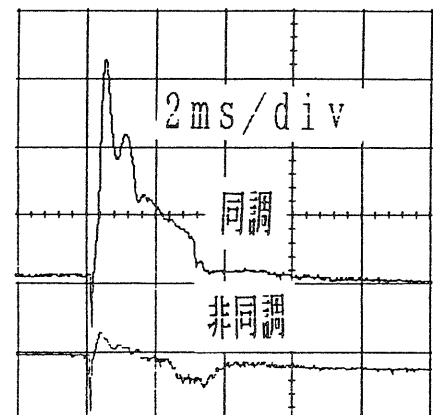


Fig.1 PA cell output waveforms

3. ラマンライダーシステム

ラマンライダーで水蒸気を測定する場合、レーザと受信鏡視野の重なり関数とエアロゾルによる散乱によって生じる誤差を補正するために、水蒸気密度は水蒸気のラマン信号と窒素のラマン信号との比から求められる。干渉フィルターの透過率やBlodking の程度を評価するためや、また、水蒸気に対するラマン散乱断面積は誤差約12%でしか求まらないので、正確な測定には実際の測定結果を他の方法によって得られた水蒸気量と比較してライダーシステムをキャリブレートする必要がある²⁾。Table.2 は、ラマンライダーシステムの構成である。光源には、色素レーザ(589nm)を用いて窒素ラマン散乱光(682.7nm)と水蒸気ラマン散乱光(750.4nm)を受信する。

Table.2 Raman lidar system parameters

laser		filters		reciever	
wavelength	589nm	wavelengths	682.7nm(N ₂)	diameter	280mm
pulse energy	80mJ/pulse		750.4nm(H ₂ O)	field of view	2mrad
repetition rate	10pps	bandwidths	6.5nm(N ₂)		
range resolution	100m		3.1nm(H ₂ O)		

4. 測定結果

同時測定は、冬期夜間に行なった。Fig.2はその結果である。高度が増加するにつれて水蒸気は、減少するという傾向は一致するものの高度 2Km以下のプロファイルは完全には一致しなかった。この部分の測定結果を解析し、エアロゾルの分布を調べると高度2Km以下の広範囲にわたって比較的多くのエアロゾルが存在することがわかった。ラマンライダーの測定において、窒素と酸素のラマン散乱光の波長が約70nm離れているためにエアロゾルの散乱の波長依存性も考えられるが、それ以前にDIALにおいてON-LINE、OFF-LINEを交互に測定したためにその間のエアロゾルの動きによって誤差が生じたと考えられる。また、ラマンライダーはDIALと比較して測定時間が長くその間に水蒸気分布が変化したことも、2つの結果の相違の理由の一つに考えられるので、ラマンライダーの受信鏡を大きくして測定を短時間とする必要がある。

今後、システムの高性能化を図るために、以上のような点でDIALとラマンライダーの改良を試み再度測定を行なう予定である。

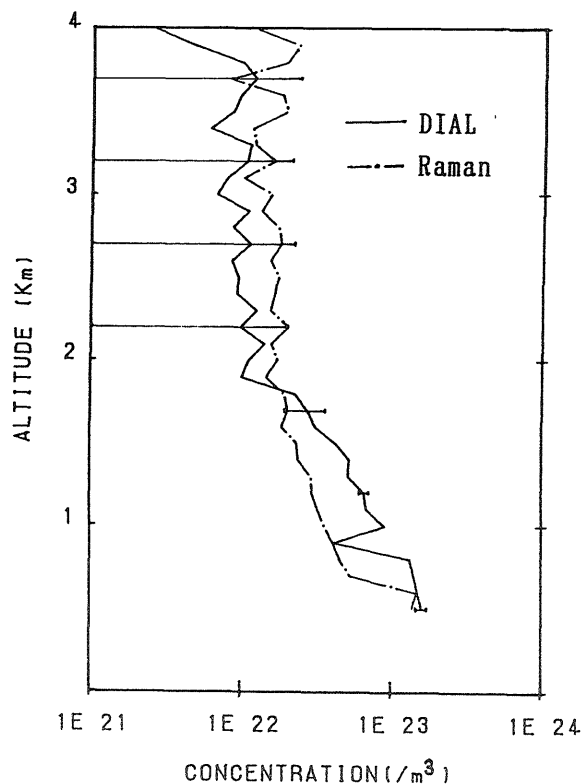


Fig.2 Water vapor concentration profile measured with DIAL and Raman lidar system

参考文献

- (1)J.Bosenberg, Appl.Opt.,24,3531-3534,(1985)
- (2)W.B.Grant, Opt.Engineering,30,40-48,(1991)