

Mie ライダーとサンフォトメータによる巻雲/エアロゾルの光学特性の比較

Comparison of optical properties of cirrus/aerosols observed

by Mie lidar and sunphotometer

竹田智子, 阿部純也, 浅井和弘

Tomoko Takeda, Junya Abe, Kazuhiro Asai

東北工業大学

Tohoku Institute of Technology

Abstract

Optical thicknesses regarding cirrus/aerosols are very important for studying and investigating a global radiation budget. As well-known, sunphotometers have been used to obtain them. However, they are greatly influenced by cirrus.

Lidar has a capability of ranged resolved atmospheric observation, so it easily distinguishes aerosols layers and cirrus. In this paper, we propose on cooperative study combined the lidar technique with the sunphotometer for collecting valuable data of optical properties and for understanding a role of cirrus/aerosols playing in radiation budget.

1. はじめに

サンフォトメータは、大気的光学的厚さ、オングストローム係数、そして大気混濁度の観測にとって欠かすことのできない有用な機器である。しかし、航路中に出現する雲の影響がとても大きく、通常、長波長での光学的厚さの測定値を参照し、データの解析を行っている。

本研究では、光学的に薄い巻雲がサンフォトメータ測定値に及ぼす影響を調べるために、ほぼ同じ光路となる様にMeiライダーを設置して観測を行い、ライダー併用の有効性について検証を始めた。

2. 観測原理

エアロゾルの光学的厚さは、サンフォトメータ測定値を用いて、以下の式によって求められる¹⁾。

$$\tau(aro) = \frac{1}{m} \cdot \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) - (\tau(air) + \tau(gas)) \dots (1)$$

m : 大気路程 I : 測定値

I_0 : 大気外での直達日射強度

τ : 光学的厚さ

ここで、aro, air, gas の添え字はそれぞれ、エアロゾル、大気分子、吸収気体である。

Tab .1 characteristics of cloud²⁾

cirrus type	mean optical thickness (at 500nm)
warm cirrus	0.03~2.2
cold cirrus	7.4

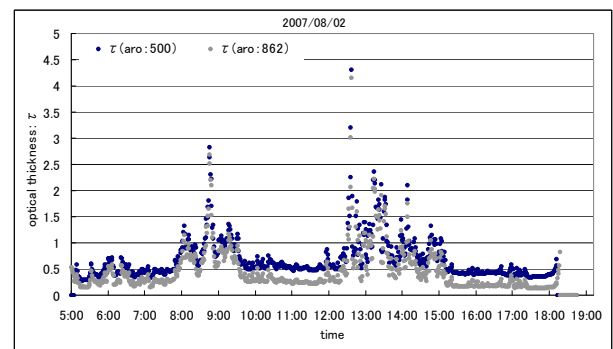


Fig.1 Typical optical thickness taken by sunphotometer

(1)式より、東北工業大学校舎の屋上に設置してあるサンフォトメータ(英弘精機株式会社MS-110)のデータを Fig.1 に示す。図中、横軸は時間、縦軸はエアロゾルの光学的厚さ $\tau(aro)$ を表している。観測波長は 368nm, 500nm, 675nm, 778nm, 862nm の 5 波長であり、二酸

化炭素や水蒸気等の気体による吸収のない波長に設定してあるため、(1)式の τ (gas)は無視することができる。今回のグラフは紙面の関係上、500nm と 862nm の 2 波長とした。Table 1 から分かるように巻雲の光学的厚さには幅がある。 τ (aro:500)において値が 0.5 前後に集中しているが、エアロゾル層のみの光学的厚さなのか、巻雲が出現していたのかどうか不明であり、より正確な測定には何らかの補正が必要である。

Fig.2 は観測原理図である。一般的に、中緯度に出現する巻雲の高度は 5km(冬季)～13km(夏季)である。そこでまず、太陽の仰角、方位角から、サンフォトメータの観測軸方向を求め、次に、ライダー受信光学系に太陽光が直接入射しないように、少しだけずらした位置にライダー光軸を設定する。そうすることにより、巻雲出現高度において必ず、2つの光路は交差する。従って、サンフォトメータでは判断しづらい巻雲をライダーで検出することが可能となる。大学のある仙台市は 38° 14' NE、130° 51' E であり、ライダーの仰角 40° ～60° に変化させ、方位角は 130° (SE)に固定とした。実験に使用した Mie ライダーの仕様を Table.2 に示す。

Fig.3 は受信視野角 1mrad、積算 shot 数 5000 での距離二乗補正後の受信データである。図より直達日射の受光に近い状態でも 12km 付近に巻雲の信号を見ることが出来る。

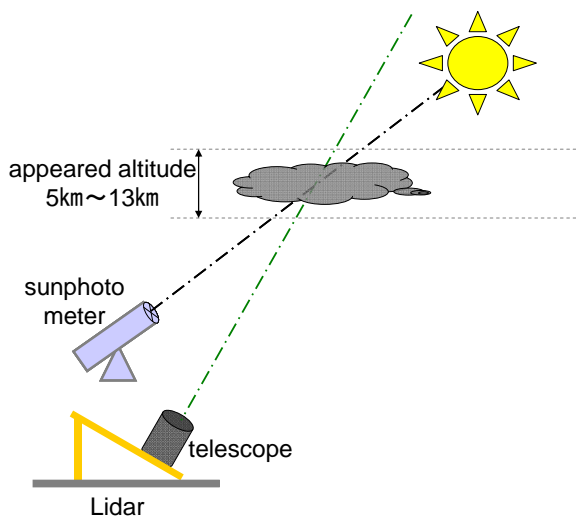


Fig.2 Concept of cooperative study of Mie lidar and sunphotometer

Tab.2 Specification of lidar system

Transmitter	
Laser	Nd:YAG
Wavelength	532nm
Pulse energy	<30mJ/pulse
Pulse width	10ns
Repetition	10Hz
Divergence	0.15mrad
Receiver	
Diameter	203mm
Field of view	1mrad/0.5mrad
Range resolution	15m

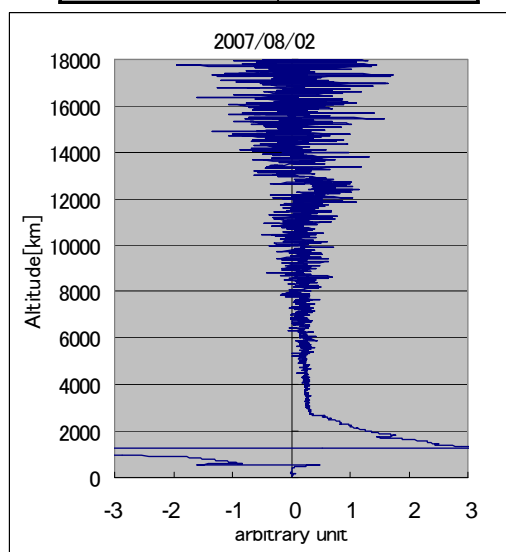


Fig.3 Intensity of range corrected signal (2007/08/02)

3. まとめ

我々はライダーが有する距離分解能に着目して、サンフォトメータの測定データから算出した光学的厚さ情報に含まれている巻雲情報の抽出/削除にライダー・データを用いる方法を本研究で提案した。この研究は始まったばかりであり、今後、ライダー受信光学系の狭帯域化、狭視野化などの改良を進め、地球放射収支に多大な影響力を持つエアロゾル量の精密な測定に役立ちたい。

参考文献

- 1) 寺坂義之 気象研究ノート第 194 号(1999) P171-177
- 2) Inoue Toshiro “Day-to-Night Cloudiness Change of Cloud Types Inferred from Split Window Measurements aboard NOAA Polar-Orbiting Satellites”