

A Compact Laser Radar for Routine Monitoring of Mixed Layer Heights.

松井一郎 笹野泰弘 清水 浩 竹内美夫

I. Matsui Y. Sasano H. Shimizu and N. Takeuchi

国立公害研究所

National Institute for Environmental Studies

1. はじめに

レーザーレーダーをもちいた気象学や大気汚染の研究は、かなり以前より行われてきた。

これから研究の中で、大気中のエアロゾル(浮遊粒子状物質)分布をもとにした混合層高度の測定が、十分実用的であることが示されてきた。

一般に、上空に安定層がある時、地上からの汚染物の拡散は、安定層により抑制される。

このため、安定層より下層は、上層に比べてエアロゾルの濃度が高くおこっている。(いわゆる、混合層高度の高さは、安定層の高さと考えることができる。レーザーレーダーによる混合層高度の測定原理は、この安定層以下すなわち混合層内のエアロゾルの高濃度を極めることにより、混合層高度の決定を行なうことにある。

従来、研究用として開発されてきたレーザーレーダーは、1台で各種の測定を行うため非常に複雑な構成であり、高価でもあった。

本装置は、測定対象を混合層高度のみに限定し、装置の構造を簡略化したことを特徴とする。さらに、無人運転による連続測定を可能とした。

2. 装置の特徴と概要

本装置を設計、製作する上で必要とされる条件として、

- (1) 混合層高度の時間変化が、測定可能。
- (2) 全天候で24時間無人運転が行われる。
- (3) データ処理をリアルタイムで行える。
- (4) 持ち運びが容易。
- (5) 操作が容易。
- (6) 安価。

以上の事があげられる。

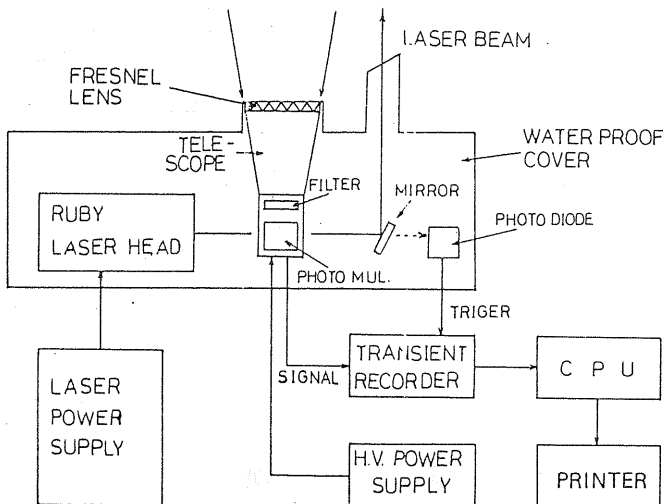


図-1 ブロック図

レーザー	種類	ルビーレーザー
波長		694.3nm
最大出力		50MW
パルス幅		20ns
繰返し		1PPM
受光望遠鏡		
型式	フレネルレンズ型屈折望遠鏡	
口径		300mm
焦点距離		800mm
信号処理	方式: トランジェントレコーダ	
によるデジタル方式		
最小サンプリングタイム		50ns/word
分解能	8ビット	
演算装置	Micro NOVA	

表-1 各構成要素の特性

これらの条件を満たすため、本装置は次の様な構成とした。

- (1) レーザー発振部と受光望遠鏡を送受光部として、一つの箱に収めた。
- (2) 送受光部は、防水型とし、野外にそのまま設置可能とした。
- (3) レーザーには、安価なルビースペーサーを使用した。
- (4) データ処理には、トランジエントレコーダとマイクロコンピュータを使用し、リアルタイムでのデータ処理を可能とした。

装置のブロック図を図1に、各種成要素の特性を表1に示す。

3. 特性測定

レーザーレーダーは、レーザー送信ビームと受信光学系の視野の重なりがある距離より遠方で完全に重なり、近傍では重なりが不十分となっている。この近距離のレーザーレーダーデータを正しく解釈するためには、補正をしなければならぬ。この補正係数は、幾何光学的効率の補正関数であり、通常 $Y(R)$ で表わされており、レーザーレーダー方程式(1)式に含まれている。

$$P_r(R) = P_0 K \ell A_r \beta(R) T(R)^2 Y(R) / R^2 \quad (1)$$

ここで、 $P_r(R)$: 距離 R における受信光強度、 P_0 : 出力パワー、 K : 光学系の効率、 ℓ : レーザービーム空間長の半分、 A_r : 受光望遠鏡の面積、 $\beta(R)$: 後方散乱係数、 $T(R)$: 大気の透過率。

$Y(R)$ の理論値は、レーザー光の拡がり角、受光望遠鏡の視野角、およびレーザー光と受光望遠鏡の間隔より求めた。さらに、実験データより $Y(R)$ の値を求めた。図2に、理論値と実験値の結果を示す。両者は、よく一致しており、装置の送光と受光の光軸が十分に平行になっていることがわかる。

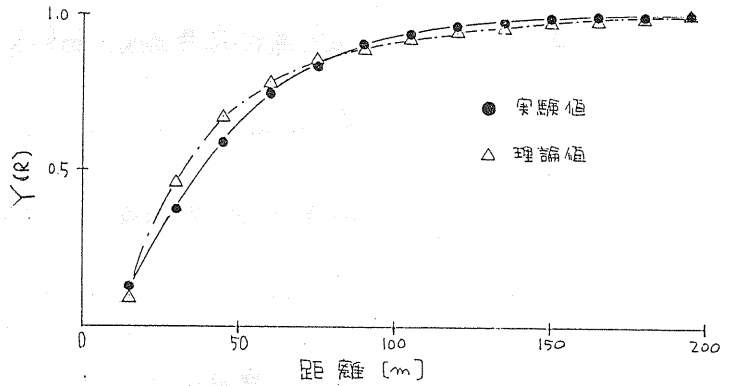


図-2 $Y(R)$ 結果

4. 動作実験

レーザーレーダーで測定されたエアロゾル濃度の鉛直分布において、濃度の鉛直勾配を指標として、エアロゾルの高濃度層の高さ(すなわち、混合層高度 h_L)を、自動的に決定することができる。一方、温位が逆転している高度(混合層高度 h_T)が、定義される。そこで、温位の鉛直分布から求められる混合層高度 h_T と本装置により求めた混合層高度 h_L との比較を行った。図3に測定データ例を示す。

この図は、混合層の高度、時間変化を示している。*印が本装置により求めた混合層高度 h_L 、○印が温位の鉛直分布より求めた混合層高度 h_T である。両者は、よく一致しており、本装置が十分実用的であることがわかる。

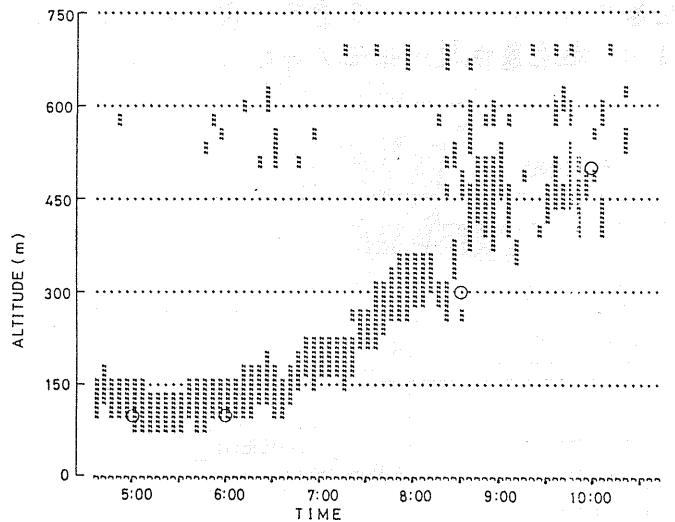


図-3 測定データ例

5. まとめ

今後は、本装置をもちいて混合層高度連続測定の実験を行う。