

簡易型レーザーレーダーによる混合層高度の自動連続測定
Automatic determination of atmospheric mixed layer height
in routine measurement by Compact Laser Radar

松井一郎, 飯倉善和, 笹野泰弘, 清水 浩, 竹内延夫
I. Matsui, Y. Iikura, Y. Sasano, H. Shimizu, N. Takeuchi

国立公害研究所

The National Institute for Environmental Studies

1. はじめに ミー散乱レーザーレーダーをもちいて、大気中のエアロゾル（浮遊粒子状物質）分布を測定することにより、混合層高度内の大気構造について各種の情報が得られる。

筆者らは、混合層高度の連続観測を目的とした簡易型レーザーレーダーの制作を行ってきた。その後、この装置を83年6月より東京都大手町に設置し、延べ約200日間にわたり、混合層高度の日変化の様子を観測した。ここでは、動作試験の際に生じた問題点および装置の改良点について報告する。さらに、この装置によって得られた混合層高度の日変化データの応用例の一つとして、最大混合層高度（MMD：Max. Mixing Depth）について、高層ゾンデによる8:30の温位のデータと日最高気温をパラメータとした経験式と、この装置によって実際に観測された値の比較を行ったので報告する。

2. 装置の概要 ここで使用している簡易型レーザーレーダーの特徴は、無人運転により混合層高度の連続測定が可能なことである。装置全体は、1台のコンテナに収納されている。おもな装置の仕様を表1に示す。この装置の詳細については、前回の本研究会で報告したので省略する。

3. 装置の問題点と改良点 長期間の動作試験により次に述べる2つの問題点が生じた。

1) 光電子増倍管（PMT）の強入射光による影響—夏期には、特にエアロゾル濃度が高くなることにより、PMTに強い散乱光が入射する。この強入射光のPMTに対する影響は、PMT出力信号が遠方に裾を引く状態を生じさせる。この裾は、データ解析時距離二乗補正を行うと高度1km—3kmの間に大きく現れる。解決策として、PMTゲートスイッチを使用することが望ましいが、大きな改造を必要とするため、現在はNDフィルターをPMTの前に取付けて使用している。

2) 量子化誤差—レーザーレーダーの信号処理部に使用しているトランジェントレコーダ（TR）には、非常に大きなダイナミックレンジが必要とされる。

十分なダイナミックレンジがない場合、遠方の信号は量子化誤差のために、S/N比の低下を生じさせる。この装置は、地上付近より遠方までの測定が必要であり、近距離での大きな信号も飽和することなく取得しなければならない。ダイナミックレンジを拡大する方法として、当初LOGアンプによる拡大法を行ってきたが、太陽光によりバックグラウンドレベルが上昇した時、十分にダイナミックレンジの拡大が行なわれないことが判明した。ここでは、新たに2台のTRを使用して、ダイナミックレンジを拡大する方法をもちいた。この方法は、1台目のTRは入力レンジを信号の最大値でも十分に飽和しない値に設定し、2台目のTRは入力レンジを最大

レーザー	種類：ルビレーザ
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	：10bit
演算装置	：SORD M-343

表1 おもな仕様

感度に設定する。データ解析時に、2台のデータを合成することによりダイナミックレンジの拡大が可能となる。

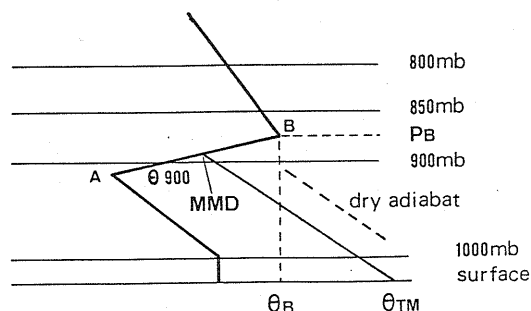
4. 測定結果の応用 この装置で測定された混合層高度の日変化データの応用例の一つとして、MMDについて高層ゾンデによる温位のデータと日最高気温をパラメータとした経験式とこの装置によって実際に観測された値の比較を行った。経験式によりMMDを求める手法を図1に、式を(1)に示す。この方法は、地上日最高気温と850mb 高度の気温との差が最大混合層高度と良い相関があることを利用して回帰式より求めている。

$$MMD = H_{900} + (H_{850} - H_{900}) \times \frac{P_{900} - P_B}{P_{900} - P_{850}} \times \frac{\theta_{TM} - \theta_{900}}{\theta_B - \theta_{900}} \quad (1)$$

ここで、H：高度m、 θ ：温位 $^{\circ}C$ 、P：気圧mb、TM：その日観測された日最高気温である。高層ゾンデのデータは、茨城県谷田部町にある高層気象台で毎日8:30に観測された値である。日最高気温は、東京大手町にある東京管区気象台における地上観測日原簿より求めた。この装置により観測した観測期間を表2に示す。ここでは、◎のデータのみを使用した。図2は1984年6月～9月、図3は10月のレーザーレーダーデータによるMMDと経験式より求めたMMDである。両者は、比較的良く一致している。ここで、●は晴および晴時々曇、▲は曇のち雨である。

5. まとめ 本報告では、簡易型レーザーレーダーの動作試験での問題点とその解決法を示した。また、これを用いて得られたデータにより、MMDを求める経験式の検証を行った。今後、この装置は混合層高度の動的測定を行う簡便な装置として使用することができると期待される。

文献 杉浦茂(1972)：東京およびその周辺の最大混合層高度と東京における相対汚染濃度と亜硫酸ガス濃度との関係。天気。



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
6月 6/11																										△	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	◎	△	
7月 7/11																																				◎
8月 5/28	△	◎	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△
9月 15/22	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
10月 17/26	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△

◎：混合層高度を同定できた。○：同定できなかった。△：不完全なデータ。

表2 観測期間

図1 経験式よりMMDを求める図

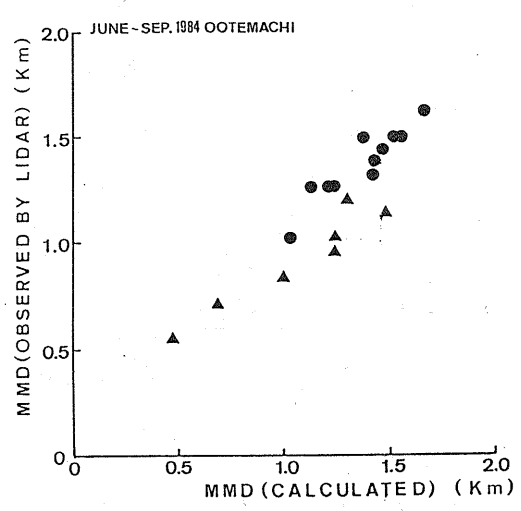


図2 6月-9月のMMD比較

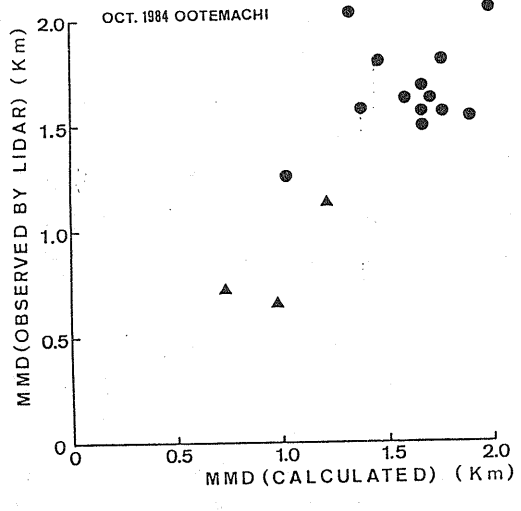


図3 10月のMMD比較