

ミ-散乱レーザーレーダー(2波長)による大気混合層発達過程の観測

Atmospheric mixed layer development observed by a Mie Laser radar.

佐野泰弘, 清水浩, 竹内延天, 奥田典夫

Y. Sasano, H. Shimizu, N. Takeuchi and M. Okuda

国立公害研究所

National Institute for Environmental Studies

はじめに 大気混合層の発達過程の観測を国立公害研大型レーザーレーダー(ミ-散乱,  $1.06\mu\text{m}$  および  $0.53\mu\text{m}$ )を用いて行った。観測は主としてRHIモード測定により、混合層の鉛直面内構造を得た。また slant path 法により各波長での大気的光学的厚さを求め、その時間変化と粒径に用いる情報を得た。

観測および解析 風が弱く日射の強い日を選んで観測を実施し(表1)、レーザーレーダーは15分~30分毎に2波長でのRHI観測を繰り返した。データ処理は大型電算機を用いて通常の方法で行ない、<sup>(注)</sup>体積後方散乱係数に比例する量としてエアロゾルの相対的な濃度分布を求めた。図1に示すように距離4km, 高さ2kmの領域についてエアロゾル濃度の2次元分布を計算し、同時に、距離方向について平均したエアロゾルの鉛直濃度分布と濃度変化の標準偏差を求めた。slant path 法を減衰項補正前の2次元分布データに適用し、地表から各高度までの光学的厚さを求めた。粒径分布関数  $n(r) \sim r^{-b}$  における  $b$  の値を、2波長の光学的厚さの比(減衰係数の比)から評価した。

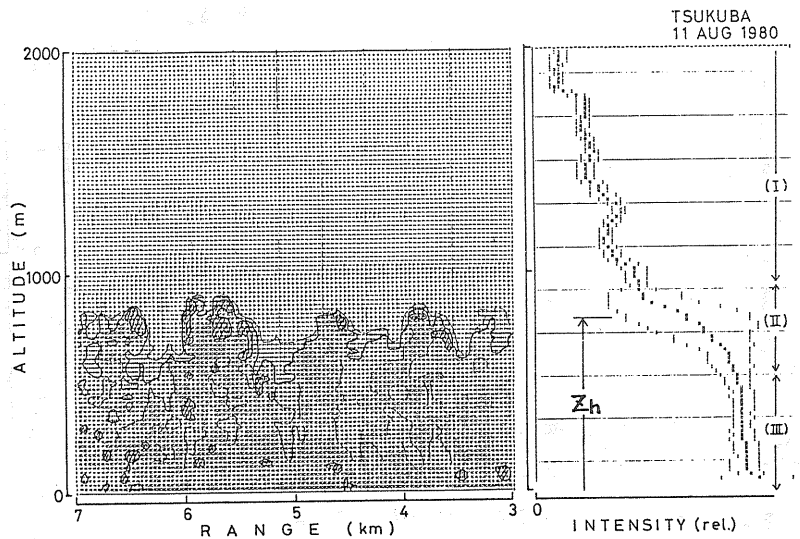
結果 図1に代表的に示されるような混合層の空間構造が、エアロゾル分布をトレーサーとして把握される。図1(右)は、平均濃度鉛直分布と標準偏差の大きさを示しており、この分布から大気層を3つの領域に分けることができる。すなわち(I)上部の濃度が低い層、(II)上部と下部の相互作用の存在する遷移層、(III)下部の濃度が高くよく混合されている層、である。このうち(II)の遷移

表1. 観測日の気象条件(日平均風速と全日射量)

No.	Date	Wind Speed <sup>a)</sup>	Insolation <sup>b)</sup>
1	1980.8.11	2.2	569
2	12	2.0	532
3	13	1.9	535
4	10. 4	1.1	436
5	6	2.3	331
6	8	1.4	299
7	9	2.0	388
8	22	4.3	362
9	23	1.3	366
10	24	1.9	225
11	27	2.9	358

a) daily average (m/s)

b) total (cal/cm<sup>2</sup>)



1. 鉛直面内のエアロゾル分布(左)と平均鉛直濃度分布(右)。測定時刻, 13時55分。測定波長  $1.06\mu\text{m}$ 。

領域についての理解を深めることが混合層発達  
のメカニズムを考える上で重要である。

遷移領域(II)の高さ方向のひろがりや $L_z$ ,  
濃度変化の標準偏差が最大となる高度を $Z_h$ と  
すると, $L_z$ は相互作用の鉛直スケール, $Z_h$ は  
混合層高度を代表させることができる。図2は  
 $Z_h$ と $L_z$ の時間変化をNo.2の観測日について  
プロットしたもので、混合層の発達が示されて  
いる。

観測No.1~11について、これと同様のプロッ  
トをし、混合層高度( $Z_h$ で代表させる)の時間  
変化を求め図3に示す。図中 $\alpha$ 数字は観測No.  
を意味する。8月11~13日(No.1~3)を実線で、  
10月4~9日(No.4~7)を破線で、10月22~27  
日(No.8~11)を一点鎖線で描いている。混合層  
の発達は大気の状態や地表面熱フラックス  
の大きさに依存するが、図3で示した各観測日  
の $Z_h$ のひろまりは日射量の大きさと平均風速と  
で定性的に理解できる。

図4に、slant path法で求めた大気的光学的  
厚さ(地表から200mまでの平均的な厚さ)を  
 $1.06\mu\text{m}$ (●印)と $0.53\mu\text{m}$ (○印)について示  
している。この日(8月12日)は顕著な混合層  
の発達が見られたが(図2)、混合層の発達と光  
学的厚さの時間変化の間に相関関係は見られな  
い。

粒径分布関数を $n(r) \sim r^{-b}$ と仮定すると、  
光学的厚さでは、 $\tau \sim \lambda^{3-b}$ で表わされる。こ  
こで、 $r$ は粒径、 $\lambda$ は波長である。したがって  
2波長での光学的厚さの比は $b$ の値に換算され  
る。8月12日は、 $b$ の値の変化も小さく粒径分  
布にあまり変化はなかったと考えられる。

その他 $\alpha$ 日については、必ずしも8月12日  
と同様ではないが、混合層の発達に相関のある  
変化は少くとも0~200m間については見出し  
ない。

注) 減衰項の補正は、slant path法で求めた  
0~200m高度間の減衰係数を全領域に適用し  
た。そのため、領域(I)での過大評価が避けら  
れない。

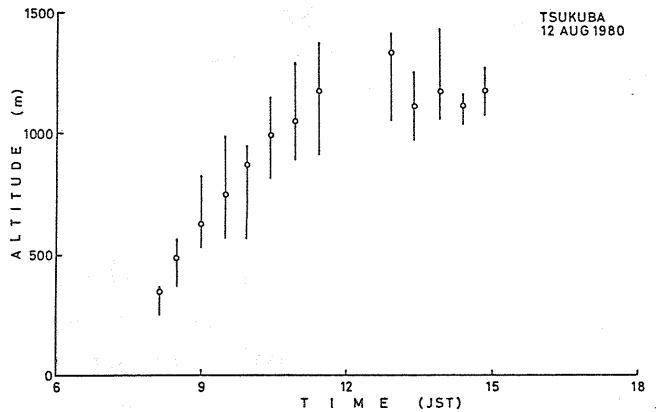


図2.  $Z_h$ (○印)と $L_z$ (縦線)の時間変化。  
測定波長  $1.06\mu\text{m}$ 。

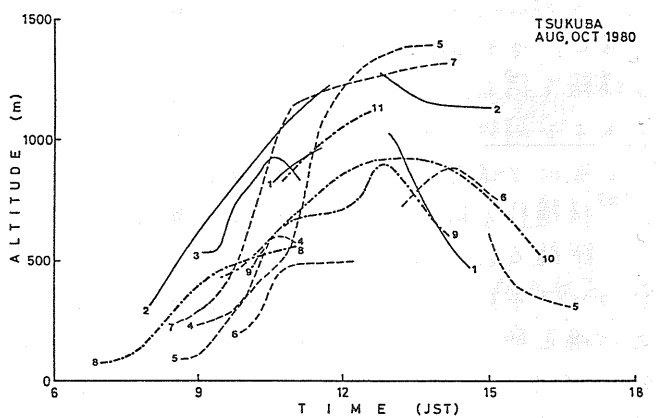


図3.  $Z_h$ の時間変化。数字は観測No.(表1)に  
対応する。

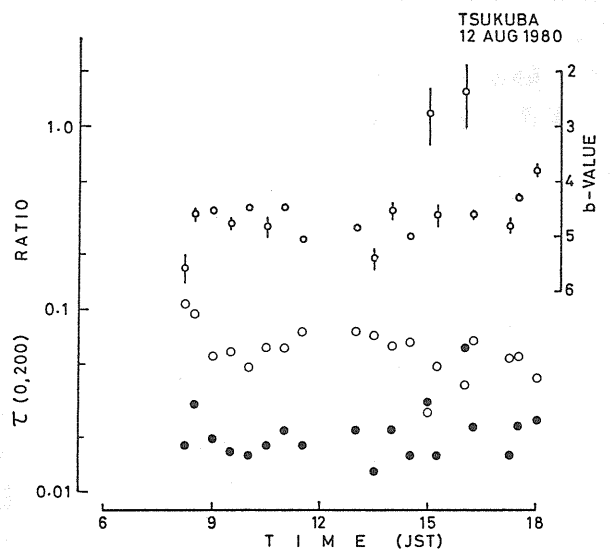


図4 地表から高度200mまでの平均的な光学的  
厚さの時間変化 ●印は $1.06\mu\text{m}$ , ○印は $0.53$   
 $\mu\text{m}$ 。○は両波長の比で、 $b$ 値に換算される。