

レーザーレーダーによる大気境界層構造の観測と  
混合層発達モデルリング

Observations of the atmospheric boundary layer  
and modelling of the mixed layer development.

笹野 泰弘

Yasuhiro Sasano

国立公害研究所

National Inst. Environ. Studies

はじめに 大気低層に、日中、形成される大気混合層は、熱や運動量の輸送を通して大気大循環に影響を及ぼす。また、大気汚染物質の拡散範囲を規定することから、その振舞いは明らかにするには極めて重要である。しかし、これまで、理論モデル、室内実験、野外観測などの方法により多くの研究が進められてきた。その中でも、現実大気中の現象を正確に把握するという意味で、野外観測の意義は大きい。しかしながら、高度が2000mを越え、しかも非定常に発達する大気混合層の構造を、従来の観測手法で捉えることは容易ではない。そこで本研究では、スキャンニングレーザーレーダーを用いて、エアロゾル分布をトレーサーとして大気混合層の構造を捉えることを試みてきた。

今回の報告では、これまでの観測結果をとりまとめた示すとともに、一次元バルクモデルにより混合層高度および遷移層厚さの時間変化をシミュレートし、実測値と比較した結果を述べる。

1. 大気境界層の観測データの処理・解析の方法

スキャン測定したレーザーレーダーデータは距離自乗補正の後、スラントパス法で求めた大気透過率を用いて減衰補正を施す。さらに、座標変換によりXY座標系上のメッシュデータとし、画像として取扱いはする。TSS端末、カラーグラフィックディスプレイを用いた対話型の画像処理・出力の方法については前回(オ8回)報告した。

鉛直面内をスキャン測定して得られたエアロゾル濃度分布パターンに於いて、エッジエンスの処理を施した例を図1に示した。混合層上端の構造も見い出せる。また、水平距離3~7km間の平均濃度鉛直分布を、標準偏差の幅とともに図2に示した。

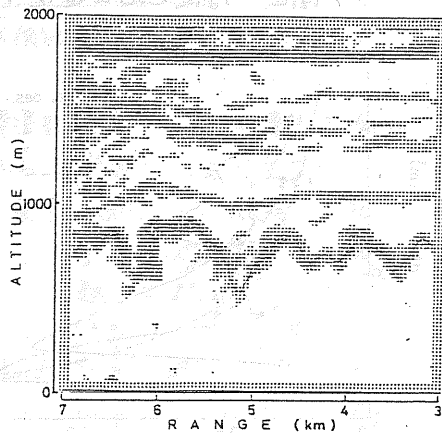


図1. RHIスキャン測定のエッジ強調画像

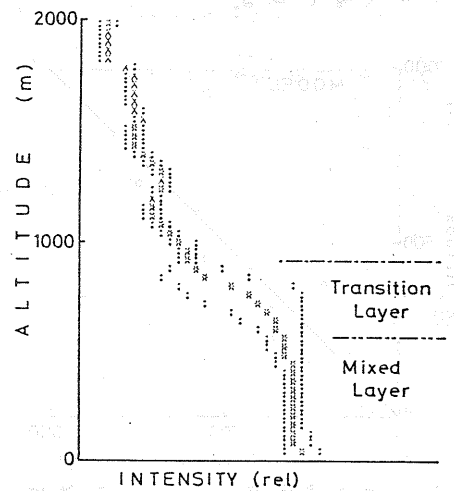


図2. 図1に対応する平均鉛直分布

図1のエッジの存在範囲

図が遷移層 (transition layer) の範囲に相当することが分る。

⑤ 混合層高度, 遷移層厚さ, アスペクト比の時間変化. 大型シーザーレーザを中心とする  
 大気境界層構造の観測は, 風が弱い晴れた日を選んで実施した。混合層高度の増大が顕著な日につ  
 いて, 遷移層厚さと混合層高度の比の变化を図3に, まとめて示している。混合層高度の増大と  
 も, 比の値は0.2~0.3の範囲に落ちつく。

遷移層領域のセル構造の寸法を代表するもの  
 として, 平均直径を出力画像から読みとることが  
 できる。これをアスペクト比 (直径 vs. 混合層高  
 度) の形で図4に示した。混合層高度の低い時は,  
 アスペクト比は小さいが, 日中, 1前後となる。

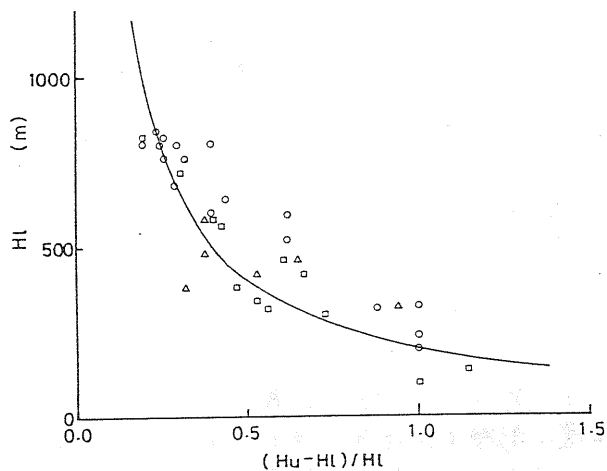


図3. 遷移層厚さと混合層高度の関係。

⑥ 混合層高度と遷移層厚さの時間変化モデル

0次のジャンプモデルと Deardorff et al. (1980)  
 の水槽実験に基づく実験式を結合することにより,  
 混合層高度と遷移層厚さの時間変化を記述するこ  
 とができる。さらに, 混合層・遷移層内の熱フラ  
 ックス鉛直分布にモデルを導入することで, 0次  
 のジャンプモデルに含まれるエントレインメントパ  
 ラメータが, 遷移層厚さと混合層高度の比で表わ  
 され, この時間変化と変数として取り入れること  
 が可能となる。初期値として混成の鉛直分布を,  
 境界条件として, 地表面からの熱フラックスの時  
 間変化を与えて, 混合層高度・遷移層厚さの变化  
 をシミュレートした。図5, 6に結果の一部を示  
 している。

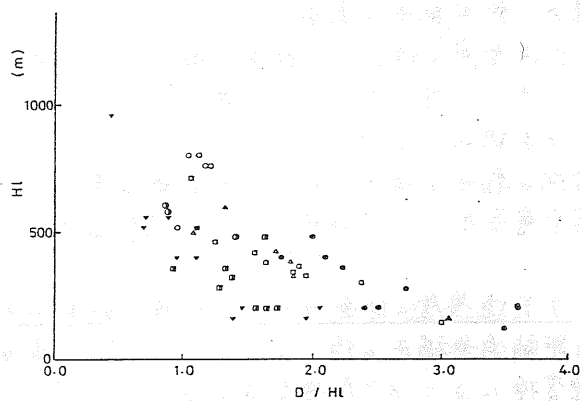


図4. 対流セルの直径 (D) と混合層高度の関係

⑦ おおむね 今後, 混合層を形成する対流  
 セル構造の個々の動き, 発達について明らかにす  
 ることが必要である。

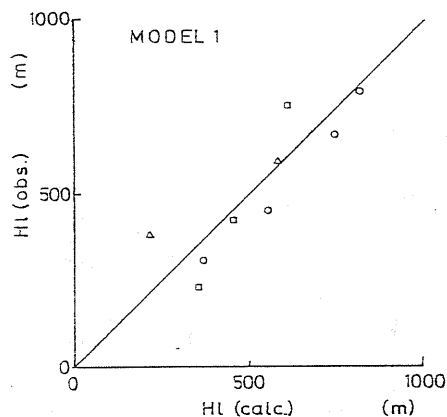


図5. 混合層高度のモデル計算値と  
 観測値の比較。

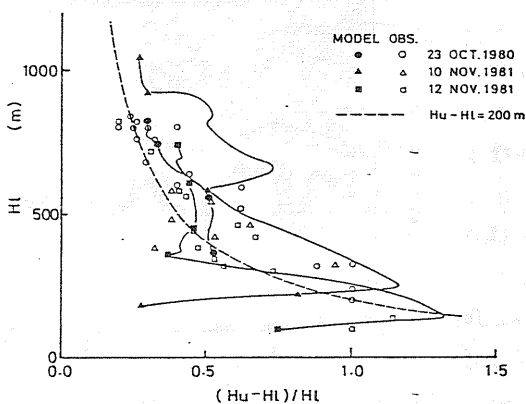


図6. 遷移層厚さのモデル計算値 (算  
 出値) と観測値の比較。

文献)  
 Deardorff et al.  
 (1980): J. Fluid  
 Mech. 100,  
 41-64