

# A 3

## 海風前線立体構造のレーザーレーダー観測

Lidar observation of horizontal and vertical structure of a sea-breeze front

中根英昭・笹野泰弘

H. Nakane and Y. Sasano

国立公害研究所

The National Institute for Environmental Studies

1. はじめに 沿岸地域で放出・蓄積された大気汚染物質は、海陸風等の局地風の中に閉じこめられた形で長距離輸送され、内陸域に大気汚染をもたらす。とくに、海風前線周辺の大気の運動は、激しい上昇・下降・乱れを伴ったものであるため、大気汚染物質の蓄積や地上の高濃度大気汚染の出現にとって重要な役割を果たすと考えられる。しかし、実際の大気中での海風前線の構造についての観測例は少ない。本研究では、エアロゾルをトレーサーとしたレーザーレーダー観測によって、海風前線の鉛直・水平構造を、短時間に、高い空間分解能で観測することに成功した。

### 2. 海風前線の内陸部への侵入

海風前線の観測は、国立公害研究所の大型レーザーレーダーを用いて、1984年2月15日に行った。観測領域は、東京の北東約60km、土浦市や霞ヶ浦を含む10km×10kmの領域（図1中の破線で囲まれた領域）である。この領域の中心から鹿島灘に面する海岸線までの距離は約35kmである。観測当日は、日射量が多くて気圧傾度が小さく、海風が内陸部に侵入する気象条件が整っていた。

図1に、A-Kの地点で、風向が陸側（西寄り）から海側（東寄り）に変わりはじめた時刻を示した。風向の変化が、沿岸部から内陸部へと時間を追って進行したことがわかる。図2には、図1の地点Gにおいて測定された、相対湿度、気温、風向、風速の時間変化を示す。17時過ぎに風向がWNWからENEへ、風速が1.5m/sから2.7m/sへ、気温が4.5°Cから3.0°Cへ、相対湿度が25%から48%へ、短時間に変化している。同様の気象要素の急変は、ほとんど全地点で見られた。この事実、この日、冷湿な気塊が、陸側から吹く風に逆らって、沿岸

部から内陸部へと侵入したことを、すなわち、明瞭な前線を持った海風が侵入したことを示している。各観測地点の海風前線通過時刻から内挿して、14、15、16、17、18時の海風前線の位置を求め、図1に一点鎖線で示した。

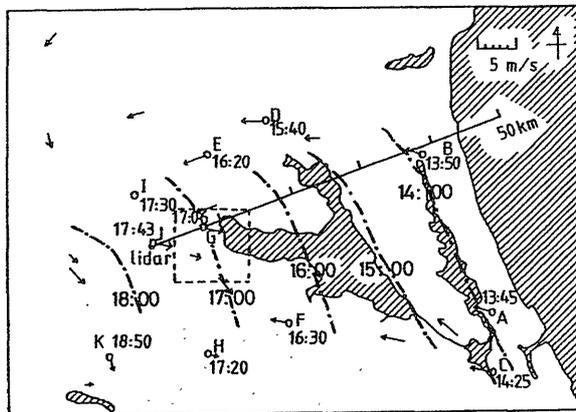


図1 海風の内陸部への侵入

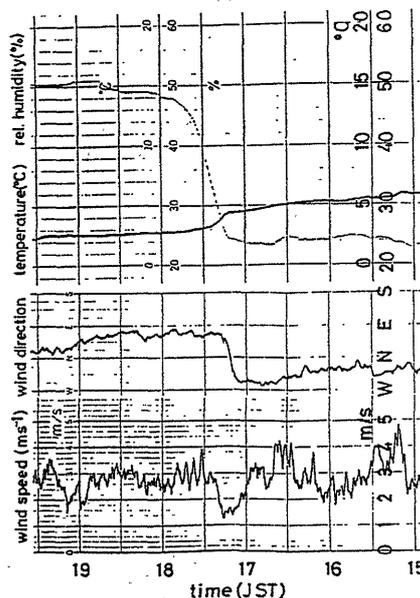


図2 地点Gの湿度、気温、風向、風速の時間変化

3. レーザレーダー観測とデータ処理 レーザレーダー観測は17時より実施した。まず、2分間PPI観測を行い、17時8分より2.2分間、RHI観測を行った。

レーザレーダー方程式は、Fernaldの解を用いて解き、消散係数の分布の形でエアロゾル濃度分布を得た。Fernaldの解を用いるためには、消散係数と体積後方散乱係数の比 $S_1$ を決める必要がある。本研究では、 $S_1$ の値として50を採用した。

4. 結果と検討 図3はPPI観測によって得たエアロゾル濃度水平分布である。図中のエアロゾル濃度分布パターンは、東半分と西半分では全く異なっている。この二つの部分を分ける境界の位置は、気象データの解析結果から、海風前線の位置と一致することがわかった。

図4は、RHI観測で得られた、図3の一点鎖線上のエアロゾル濃度鉛直面内分布である。この図においても図3の境界上の地点(距離7.5km)から上に向かって、エアロゾル濃度の急変を示す線が走っている。これは海風前線面、この境界の東側の部分は海風前線のヘッドと考えられる。

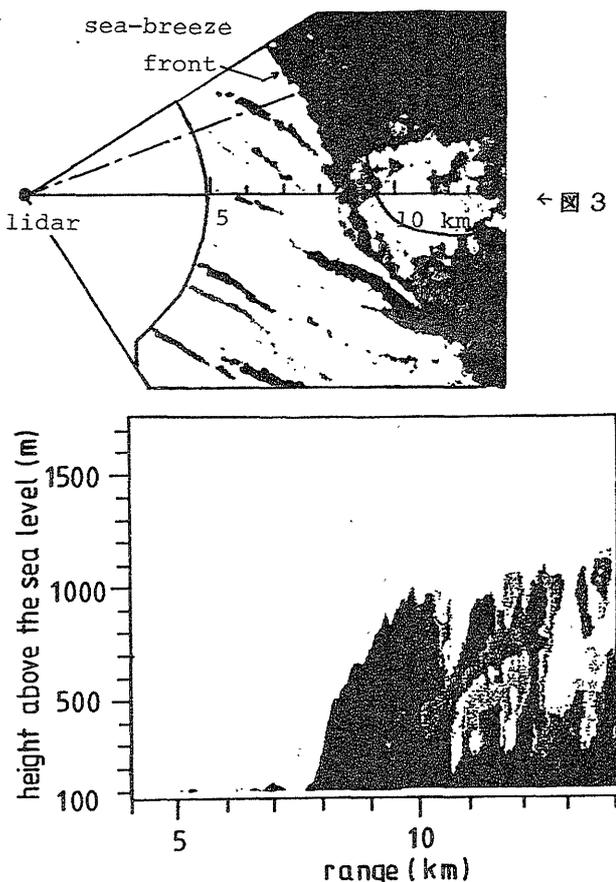


図3 エアロゾル水平分布図に現れた海風前線

海風前線のヘッドの内部で特にエアロゾル濃度の高いところは、ヘッドの底部(気層I)と海風前線面のすぐ後ろ側である。エアロゾル分布パターンから、ヘッドの底部では海から流れこんだ冷湿な気塊が図の右から左へと流れ、そして前線面の後で上昇し、さらにその後、ヘッドの上部(II)を通過して戻っていったことが推察される。ヘッドの上部には波状のパターンが見られるが、これは乱流の存在を示している。

図4のエアロゾル濃度分布の構造を強調するために、これを鉛直方向に微分(差分)して図5に示した。この図には、気層I、II、III(ヘッドの外)の間の境界が明瞭に示されている。

海風前線の構造を特徴づけるパラメータを図4、図5および気象データから読みとることが可能である。すなわち、

- 1) 海風前線の底部(気層I)の厚さは約300mであり、
- 2) 海風前線のヘッドの高さは1300m以上、
- 3) 前線面と地面のなす角度は、高度500m以下では $45^\circ$ 、500~1000mでは $14^\circ$ 、1000m以上では $6^\circ$ 、
- 4) ヘッド上部の波状構造の波長は約2km、
- 5) 海風前線の進行速度は3.3m/s、
- 6) 海風の風向・風速は、東北東、8m/sであり、周囲流の風向・風速は、西南西5m/s、
- 7) 海風層と周囲流の間の密度差は、0.58%であった。

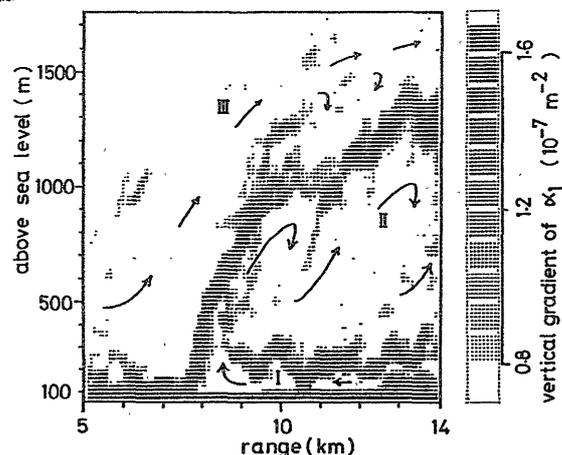


図5 図4のエッチ強調画像

図4 エアロゾル鉛直面内分布図に現れた海風前線