

Observational study on the yellow sand
distribution by NIES large lidar

笹野泰弘、林田佐智子、中根英昭

Y. Sasano, S. Hayashida and H. Nakane

国立公害研究所

The National Institute for Environmental
Studies

国立公害研究所では、1983年6月以来、対流圏内のエアロゾルの鉛直分布の観測を条件の許す限り、毎日2回、ルーチン的に実施してきた。そして、春期に黄砂現象が九州地方で観測されたという情報を得た日には、特に測定の種類を増やした集中観測を行ってきた。本報告では、黄砂時の大型レーザーレーダー観測の例を中心に紹介したい。

黄砂をレーザーレーダーで観測することは、すでに名古屋大学の岩坂らによって試みられている。鉛直分布情報を与える唯一の測定機器として、その意義は大きい。筆者らは特に、黄砂を物質の長距離輸送のトレーサーとして考え、長距離輸送の実態把握に役立てたいと考えている。また同時に、黄砂の放射収支過程に及ぼす効果を定量的に評価すること、一般大気中のエアロゾルの中の自然源エアロゾルの供給源としてその量的把握をすることなどをねらいとして黄砂の観測を行っている。

九州で3月12日に黄砂のきざし、13日には視程10km以下の黄砂が観測されたという情報(岩坂, 私信)を得て、ルーチン観測に加えて、13日の午後からほぼ一時間毎の測定を実施した。

3月13日に各地気象台等で観測された黄砂の発現時刻のデータを用いて作成した黄砂フロントの移動状況を図1に示した。これによれば、13時頃に中部日本に達した後、北へ寄る傾向が見られる。この日、筑波での地上風は10時頃までは西風、その後次第に風向は南により、12時30分には南風に変った。この傾向は、日本各地とも同様であった(地上気象日原簿)。東京、水戸などでは快晴で、黄砂は認められていない。

筑波での目視によれば、15時頃、薄い雲あるいは濃いエアロゾル層らしきものが見られ、

それが黄色味を帯びていることから黄砂の到来ではないかと推察された。

大型レーザーレーダーは、原則としてRHIスキャン測定と、高度を固定(30°、90°)した測定を繰返した。以下では、RHIスキャンデータから作成したエアロゾル体積消散係数の鉛直分布の時間変化を示す。データの解析方法については後述する。

図2は、体積消散係数鉛直分布の時間変化を示している。それぞれのプロファイルに対する横軸は、ずらせている。10時10分、地上から高度2700mまでにエアロゾル層があるが、それ以上では比較的清浄であった。これは、13時22分においても同様で、次の14時48分になって、高度4500m付近にはっきりとしたエアロゾル層が現れている。その後、15時45分には別の高度(3000m)にピーク

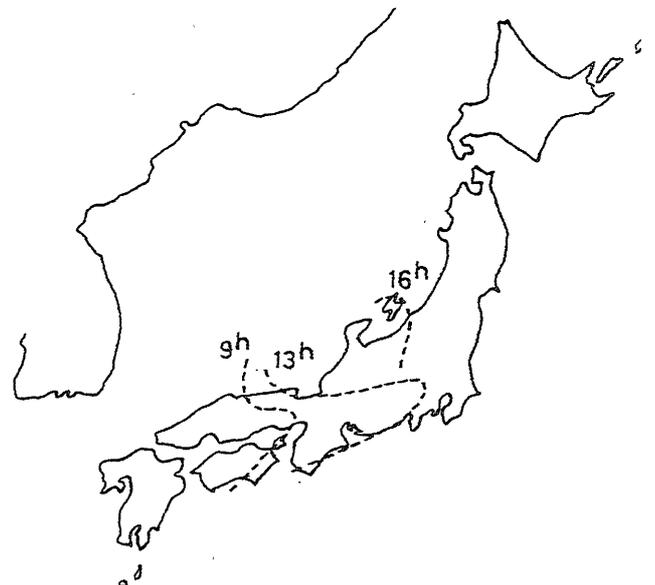


図1 地上で観測された黄砂フロントの位置の時間変化(1986年3月13日)。

が現れた。16時12分に再び、ピークの高度が4000mまで昇り、それ以後、層の厚さは厚くなっている。

上空に現れたエアロゾル体積消散係数のピークが黄砂によるものであるという直接的な証拠はない。しかし、先に述べた目視観測、図1の黄砂フロントの移動、上空では西風が続いていたこと(印刷天気図)を考え併せると黄砂の層であった可能性が高い。

すなわち、西風にのってきた黄砂は、西日本から中部日本へかけての広い範囲で観測されたが、地上付近の風向が南風に変ったため、大気下層では日本海方面に向かった。上空は依然西風で、さらに東へ運ばれたものと考えられる。このため、地上では、関東一円で黄砂は観測されず、レーザーレーダー観測でのみ上空に漂う黄砂をとらえたものであろう。

光学的な効果を表すパラメータとして光学的な厚さをとると、16時12分には、0.08、17時56分には0.16程度となる。ただし、これは、後に述べる散乱パラメータに50を用いた結果であり、光学的厚さはこの値にほぼ比例する。

(RHIデータの解析方法について)

基本的には、各高度角方向の受信信号毎に、二成分レーザーレーダー方程式の解(Fernald, 1984)を適用して、体積消散係数の定量的分布を求める。このとき、散乱パラメータ S_1 (体積消散係数/体積後方散乱係数)は未知のパラメータであって、なんらかの値を

仮定しなければならない。本報告では、 $S_1 = 50$ とにおいて計算した結果を示した。

解を求めるにあたっては、各高度角方向の信号毎に境界条件を与える必要がある。ここでは、次のような逐次代入法により境界条件を設定した。今、高度角を θ_j 、境界条件を与える距離を R_c とすると、

1) まず、 $R = R_c$ において、エアロゾルはないものと仮定し、各々の θ_j の信号について解を求め、これを $\alpha_j^{(0)}(R)$ とする。

2) 水平方向にエアロゾル分布は一様であると仮定して、第一近似で得た $\alpha_j^{(0)}(R)$ の水平方向の平均値 $\bar{\alpha}^{(0)}(z)$ から、各高度角 θ_j 、距離 R_c における改良された境界条件が求められる(但し、 $z = R_c \sin \theta_j$)。

3) $\bar{\alpha}^{(0)}(R_c \sin \theta_j)$ を境界条件として、再びレーザーレーダー信号を各々の θ_j について解いて $\alpha_j^{(1)}(R)$ を求める。

4) 以後、逐次新しい解を代入することで、解の分布パターンが適当な収束条件を満たすまで2) - 4)を反復する。

この方法を用いることの利点は、 $Y(R)$ 関数、PMTのゲインスイッチング等に起因するブラインド領域の存在にかかわらず、高度0mからのプロファイルが求められる点にある。また、水平方向に非一様性があつたとしても、境界条件を与える距離を十分に遠方にとれば、境界条件の設定誤差の影響が抑制されるという解の特徴のために興味の対象とする領域では問題とならない。

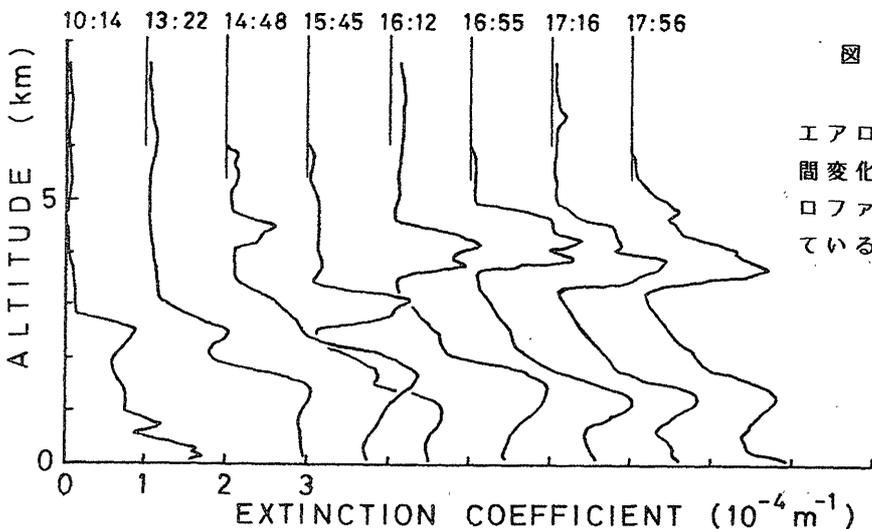


図 2

エアロゾル体積消散係数の鉛直分布の時間変化(1986年3月13日)、各プロファイルの横軸は一目盛りずつらせている。