

B 3

ライダーで観測した黄砂の構造について

Structure of the Kosa (Asian dust) observed by the lidar

甲斐憲次、内野修、田端功
(Kenji Kai, Osamu Uchino, Isao Tabata)
気象研究所
(Meteorological Research Institute)

SYNOPSIS: A number of duststorms and/or sandstorms occurred in the deserts and loesslands of the Asian Continent in early March of 1986. After a few days the air filled with the dusts was transported over the Yellow Sea to Japan by the westerly. On 12-13 March 1986, many meteorological observatories in Japan reported "Kosa (Asian Dust)" phenomena. The lidar observation of the Kosa was made at the Meteorological Research Institute at Tsukuba, Japan (36° 04' N, 140° 07' E) from 15 JST to 21 JST on 13 March 1986. In this paper the vertical structure and time change of the Kosa layer observed by the lidar are presented.

In addition, the long-range transport of the Kosa particles is simulated by a pollutant tracer model based on the JMA global spectral model. Simulated horizontal and vertical distributions of the tracers successfully coincides with the lidar observation and routine meteorological observations in Japan and China. The simulation reveals the Loess Plateau and its neighboring deserts as important sources for the Kosa. Other possibility includes the Takla Makan Desert.

1. はじめに 1986年3月上旬、アジア大陸の砂漠と黄土地帯でまとまった砂塵嵐が発生した。3月12、13日、日本の各地で黄砂現象が観測された。我々は筑波において、ライダー観測を行い、黄砂層の鉛直構造とその時間変化を調べた。さらに、気象庁数値予報課で開発された全球スペクトルモデル用粒子移流拡散モデル（中村・高杉、1987）を用いて、黄砂粒子の長距離輸送をシミュレートした。本報では、ライダー観測と数値シミュレーションの結果を比較考察する。

2. 黄砂の発生状況 Fig.1にアジア大陸における砂漠と黄土の地理的分布を示す。黄砂の発生地は、北緯33-47度、東経75-115度に広がる乾燥地帯である。西域にはTakla Makan, Gurbantüngüt砂漠があり、黄河流域には黄土高原、Badain Jaran, Tengger, Ordos, Gobi砂漠が分布する。筑波は黄土高原の東方3000km, Takla Makan砂漠の東方5500kmにある。

Fig. 2に黄砂発現日の分布を示す。この図は解析対象期間中（1986年3月8日-13日）のsandstorm, dust-storm, haze, 黄砂等の発現日をsynopデータより再現したものである。この期間中、Takla Makan砂漠では連日sandstormが発生した。10-11日、黄土高原及びその周辺の砂漠ではduststormがまとまって発生した。12-13日、西日本を中心に黄砂が観測された。

3. ライダー観測 Fig. 3にライダー受信信号のプロファイルを示す。図の(a)と(b)は、ライダー観測前後の気温・湿度のプロファイルである。Fig. 4は、散乱比のプロファイルである。

まず、15時04分、高さ4km付近に高さ1km、散乱比3.2の散乱層が現れる。また、高さ2km付近にも散乱層がある。通常のライダー観測では、高さ4km付近にこのような顕著な散乱層は認められないので、この散乱層は黄砂層と考えられる。その後、黄砂層は発達し、厚さは1.3km、散乱比は4.0に増加する。18時03分、黄砂層は高さ4.5kmと3.5kmを中心とする2つのサブ層に分かれる。20時14分、黄砂層はさらに分裂し、最終的に3つのサブ層に分かれた。なお、20時37分のプロファイルには高さ5.5kmに鋭いピークがあるが、これは雲である。

4. 数値シミュレーション 黄砂の発生地については、従来より議論されている。定説は黄土高原、Iwasaka et al.(1983)はTakla Makan砂漠の可能性を指摘している。今回の数値シミュレーションでは、Fig.1とFig.2より発生地の可能性の高い黄土高原と

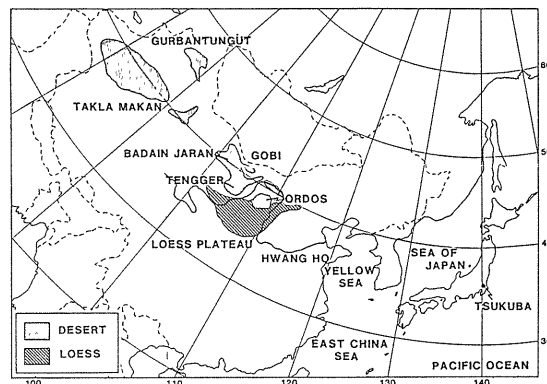


Fig. 1 Geographical distribution of deserts and loesslands in the Asian Continent and the observation site

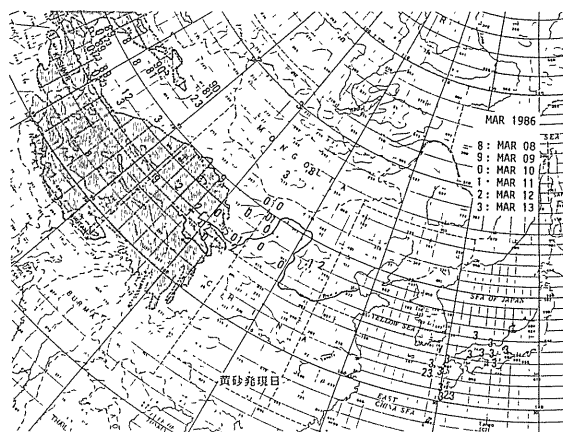


Fig. 2 Geographical distribution of the dates of the occurrence of the duststorms, sandstorms and Kosa during 8-13 March 1986

Takla Makan砂漠を候補地とした。使用した粒子移流拡散モデルの概要は、中村・高杉(1987)の通りである。粒子の発生源(高さ4km,半径200kmの円柱)を候補地におき、連続的に粒子を発生させた。現用の全球スペクトルモデルの風の間を用いて粒子をラグランジュ的に移動させると共に、モデルによる拡散係数に従って鉛直方向にもランダムに拡散させる。なお、このモデルでは粒子の重力落下は考慮されていない。

Fig. 5は、黄土高原に発生源をおいたときの1986年3月13日12 GMTの予想分布である。3月8,9日に放出された粒子は中国東部の低気圧にとりこまれ、日本には到達しなかった。10,11日に放出された粒子は移動性高気圧と共に東進し、12日には九州に達し、13日には関東以西の各地にひろがった。Fig. 5(a)の水平分布は、日本・中国の気象台で観測された黄砂等の発現日の分布(Fig. 2)とよい一致がみられる。次に、Fig. 5(b)の鉛直分布で注目すべき点は、125-145° Eで2層構造がみられることである。すなわち、700-500mb (3-5.5km)にひろがる上層と900-850mb (1-1.5km)に位置する下層である。140° E付近の鉛直分布は、ライダー観測で得られたエアロゾルの鉛直分布(Fig. 4)とよい一致がみられる。日本に到達した粒子の履歴を調べると、下層の粒子は10日に黄土高原の低高度(1km付近)で放出されたものである。一方、上層の粒子は11日に黄土高原の高高度(2km以上)で放出され、上空の偏西風に乗って東進し、先に放出された下層の粒子に追いつき、日本付近で2層構造となったことが判明した。

Fig. 6はTakla Makan砂漠に発生源をおいた例である。Fig. 6(a)の水平分布は、黄土高原のケースとほぼ一致する。日本に達する粒子は8,9日に放出されたものである。鉛直分布をみると、2層構造となっている点は黄土高原の例と一致するが、多少差異が認められる。すなわち、上層の高さが600-400mb(4-7km)であり、ライダー観測と比較してかなり高いことである。

5. まとめ 以上の結果を要約すると、次の通りである。
 (1)モデルの水平分布は、黄砂等の発現日の分布と一致した。
 (2)モデルの鉛直分布は、ライダー観測と一致した。

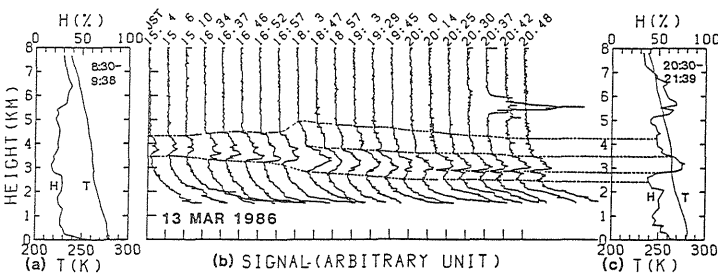


Fig. 3 Profiles of lidar signals, temperature and relative humidity on 13 March 1986

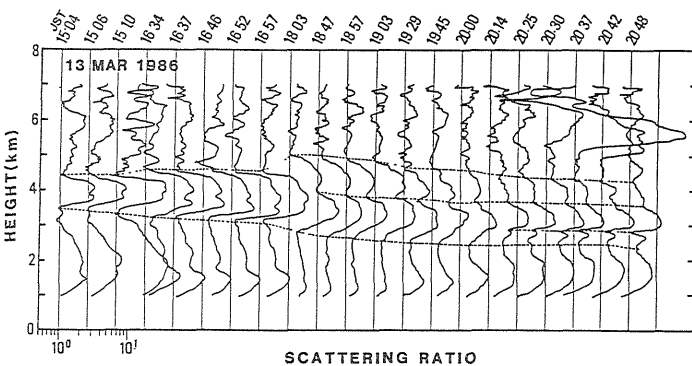


Fig. 4 Profiles of the scattering ratio on 13 March 1986

- (3)黄砂の発源地として、黄土高原が有力である。
- また、Takla Makan砂漠の可能性は否定できない。
- (4)黄砂が黄土高原から日本に達するのに要する時間は2-3日、またTakla Makan砂漠からは5-6日を要する。
- (5)粒子移流拡散モデルは、対流圏における物質の輸送過程を説明する上で有効である。

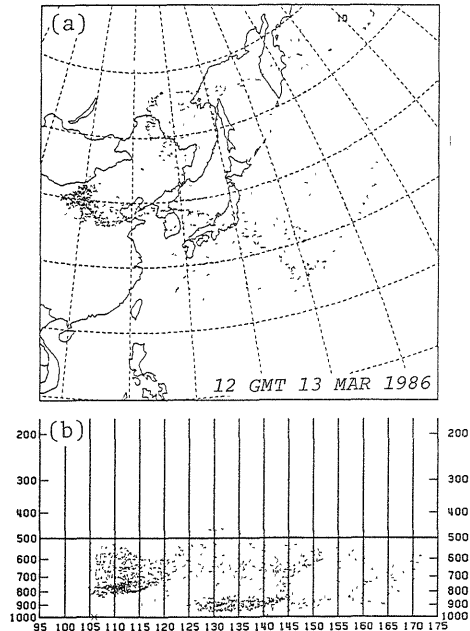


Fig. 5 Predicted horizontal and vertical distributions of the tracers released from the Loess Plateau at 12 GMT 13 March 1986

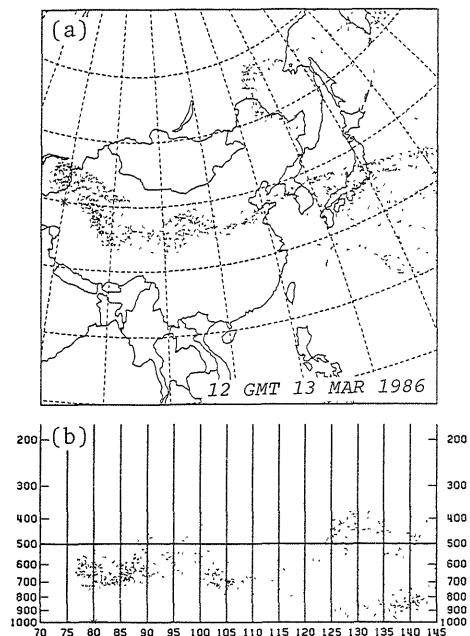


Fig. 6 Predicted horizontal and vertical distributions of the tracers released from the Takla Makan Desert at 12 GMT 13 March 1986