

中国における黄砂研究について

全浩 (中国・中日友好環境保護センター)

2000年から今年までのここ3年間、中央アジア地域では今までに例のない頻度と強さで砂あらしが発生し、またその大型砂あらしに伴って生じる莫大な黄砂が中国大陸を經由して東アジア地域に輸送されている。一方、気候変動や温暖化という地球規模の環境問題も身近に迫っている中で、黄砂はこれから東アジア地域にどのようなインパクトを与えるかということが問われている。これらの問題は中国、モンゴル、韓国、日本などの国々で注目を浴びている。

ここでは中国の3000年をまたがる黄砂に関する歴史的な記述を振り返り見ながら黄砂研究の経緯および近年における組織的な研究について述べてみたい。

1 3000年前の中国の黄砂に関する記録

毎年冬から春にかけて、中央アジアの乾燥・半乾燥地域では砂あらしがよく発生しているが、それが冬季季節風によって必ず中国に襲いかかる。また、場合によってはその砂あらしは西から東に向けて中国大陸を横断しながら朝鮮半島や日本を越えて太平洋上まで長距離輸送されていることについては近代になってからよく知られていることである。

ところで、黄砂は昔からあったのか。中国の歴史書を調べてみると、紀元前12世紀に「帝辛五年、雨土於亳」という記述がある。ここでいう「帝辛五年」は紀元前1150年に当たる。また「亳」は現在の中国安徽省で、「雨土」というのは黄砂が雨に混じって降ったものである。その後の中国の歴史書にも数多くの記録があり、例えば正史や地方誌に雨土に関する記録が508件、黄砂沈着に関する記録が1156件残っている。これらの記録では黄砂のことを「黄土塵」、「黄霧」、「黄砂」などいろいろな言葉で表現した。また紀元前32年には「四月、大風が西北地方から吹いてきて空は赤黄色、一日中降りてきたのは黄土塵だった。」という記述がある。このような記述は19世紀まで続いた。例えば1878年には「徳宗光緒四年二月二十九日、宣城（現在の

安徽省東部) で雨黄沙。三月、蓬萊 (現在の山東省東部) で雨土。」という記述がある。

2 近代における黄砂研究

1960年～1980年の間では、中国科学院第四紀研究室の劉東生をリーダーとした中国の黄土 (Loess) に関する研究が近代中国の黄砂研究の代表であった。劉氏は、中国の黄土地帯は中国北西地域の乾燥・半乾燥地域から飛来する風送塵によって形成されたもので、つまり北西の砂漠とモンゴルのゴビで発生した砂あらしにより巻き上げられた砂塵が風により輸送され沈着したものであるとしている。また、ある研究者によると、その風送塵の沈着速度は 40year/cm (甘肅省会寧) だったとのことだ。

1980年代に入ってからには人工衛星などのリモートセンシングによる気象観測や大気環境という角度からの黄砂エアロゾル研究が気象関係者や環境関係者により行われるようになった。しかし、国レベルでの組織的な研究がスタートを切ったのはやはり 2000年に入ってからである。

筆者の研究グループが黄砂研究に取り組んだのは 1993年5月5日甘肅省金昌市で発生した大型砂あらしがきっかけである。また 1996年には中日友好環境保護センターの設立を迎えたが、このセンターを共同研究の場として森田昌敏をリーダーとした日本国立環境研究所 (NIES) の黄砂研究チームと協力して 1999年まで黄砂エアロゾル研究を続けた。また、2000年からは中国国家環境保護総局 (SEPA) のプロジェクトが発足したが、引き続き NIES と協力し、日本国際協力事業団 (JICA) のサポートも得て共同研究を実施しているところである。

3 大気環境における砂あらしと黄砂の相違点について

砂あらしはその発生のメカニズム、砂塵粒子の粒径および大気中での挙動などで黄砂とは随分異なっている。仮に砂あらしが発生する際に生じた粒子を「生の黄砂」と呼ぶとすると、生の黄砂が大気を通り道として長時間風送される中で物理的な選別を受けて粒子が小さいものばかりの均一になったものを日本では黄砂というのである。そうすると、黄砂はももとの中国現地の土

壤粒子の特徴をどの程度維持しているのか非常に興味深いところである。ここでは砂あらしが発生する段階での砂塵粒子と黄砂エアロゾル粒子との相違点を調べてみた。

砂あらしと黄砂の相違点

	砂あらし (沙塵暴、中国)	黄砂 (日本)
発生源	毎年冬から春にかけて中央アジアの乾燥・半乾燥地域で強風または暴風により砂あらしが多発し、中国大陸北部で気象や環境災害を引き起こす。(生の黄砂)	発生源はほとんど同じだが、風送塵として大気中を長距離輸送されるが、中国大陸からの寄与が大きい。
粒径	砂あらしの発生地やその周辺では粒径 1nm~1mm の粒子の中でも 70 μ m 以上の粗大粒子群が圧倒的に多い。	長距離風送される際に粒径に関する物理的な選別を受けて粒径 20 μ m 以下の粒子群になる。
組成成分の変化	<ul style="list-style-type: none"> ① 粒径が大きいほど細砂、silt の含有量が高く、clay が少ない。 ② ある鉱物種、例えば希土類の含有量が高く、炭酸塩が低い。 ③ 粗大粒子群の大気中の滞在時間は短く、ガスの粒子転換が起こりにくい。 ④ 灰黄色を呈する。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 粒径が小さいほど細砂、silt が少なく clay が多くなる。 ② 風送および選別を受けてから希土類が低くなり、炭酸塩が高くなる。 ③ 大気中の滞在時間が長く、ガスの粒子転換が起こりやすい。 ④ 粒径が小さくなるほど均一的な黄色を呈する。

※ その他風送塵粒子の光学的・気象学的特徴や人体への影響などについては省略する。

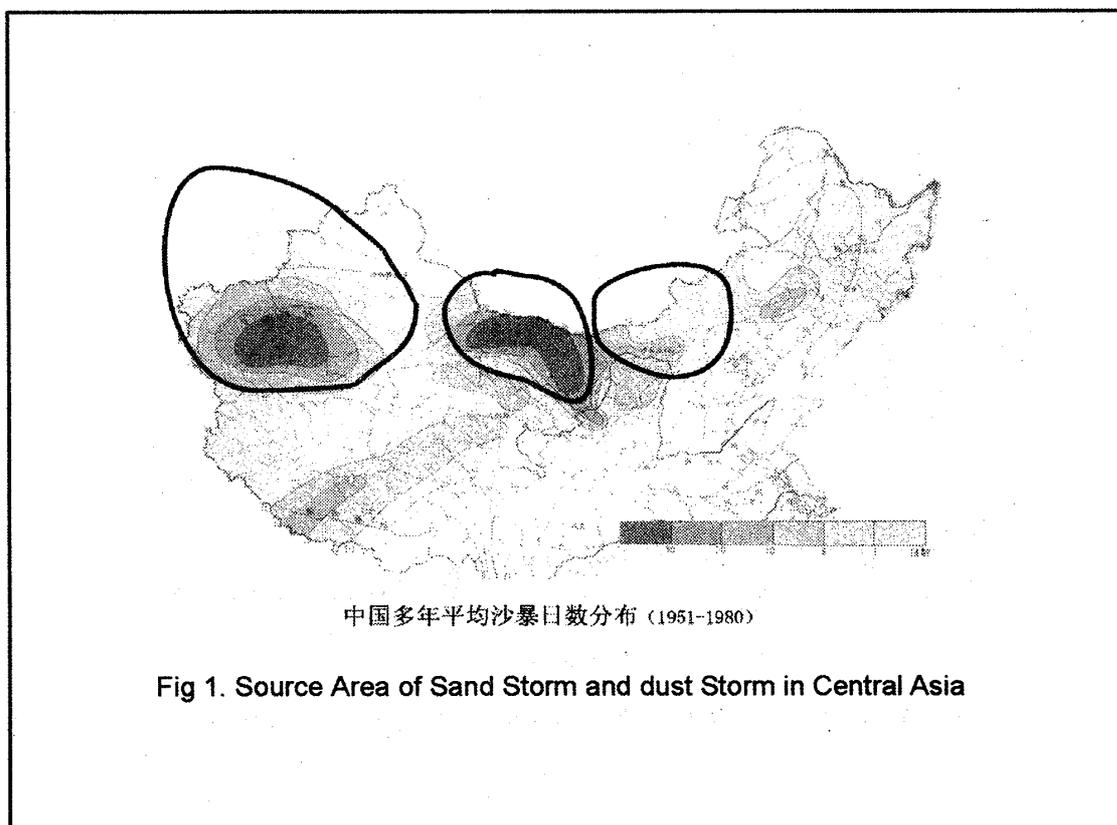
4 これからの研究方向について

中国では昔から「南に台風あり、北に砂塵暴あり」ということわざがある。毎年夏から秋にかけて南洋や中国南海などに台風が発生し中国に襲いかかる一方で、冬から春にかけてはシベリアーモンゴルの低気圧の移動による強風や暴風が中央アジア乾燥・半乾燥地帯を通過する際に猛烈な砂あらしが発生している。砂あらしや黄砂による被害は台風に劣らずひどいものがあるが、砂あらしや黄砂の発生メカニズムについてはいまだにほとんど分かっていないのが現状である。砂あらしによる被害を最低限に抑えるためには砂あらしの発生、発生地および進路、移動経路を早く知り、各方面に警報を出すことが大切である。そのために中国では次のような研究が進められ

ている。

- (1) 砂あらしや黄砂の発生地域、時刻、進路（移動経路）の予報に関する研究（国家気象局）
- (2) 砂あらしや黄砂の発生メカニズムに関する研究
- (3) 砂あらしや黄砂の生態環境および大気環境への影響に関する調査研究
- (4) 砂あらしや黄砂のモニタリングネットワークの整備
- (5) 砂あらしや黄砂の防止対策としての土壌荒廃化防止に関する研究(中国林業局)
- (6) 砂あらしや黄砂と気候変動に関する研究

なお、ここでは筆者の研究グループの研究結果の一部を Fig 1～Fig 5 に示す。



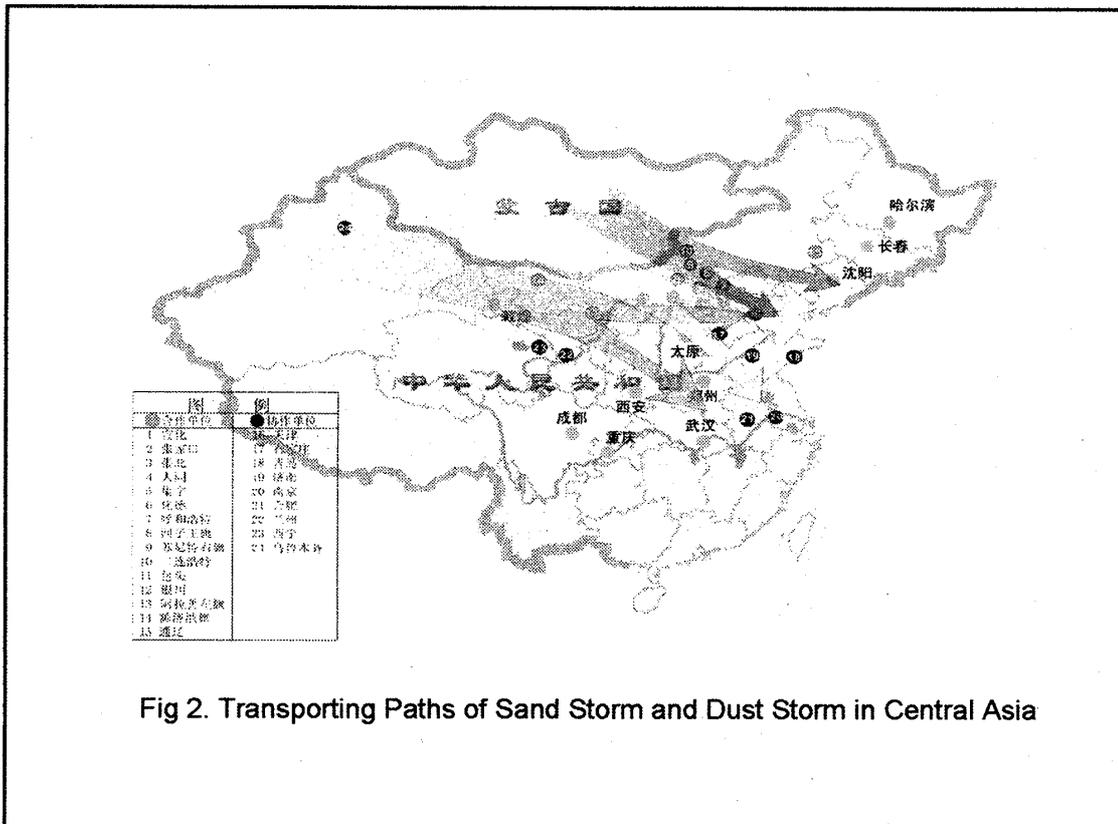


Fig 2. Transporting Paths of Sand Storm and Dust Storm in Central Asia

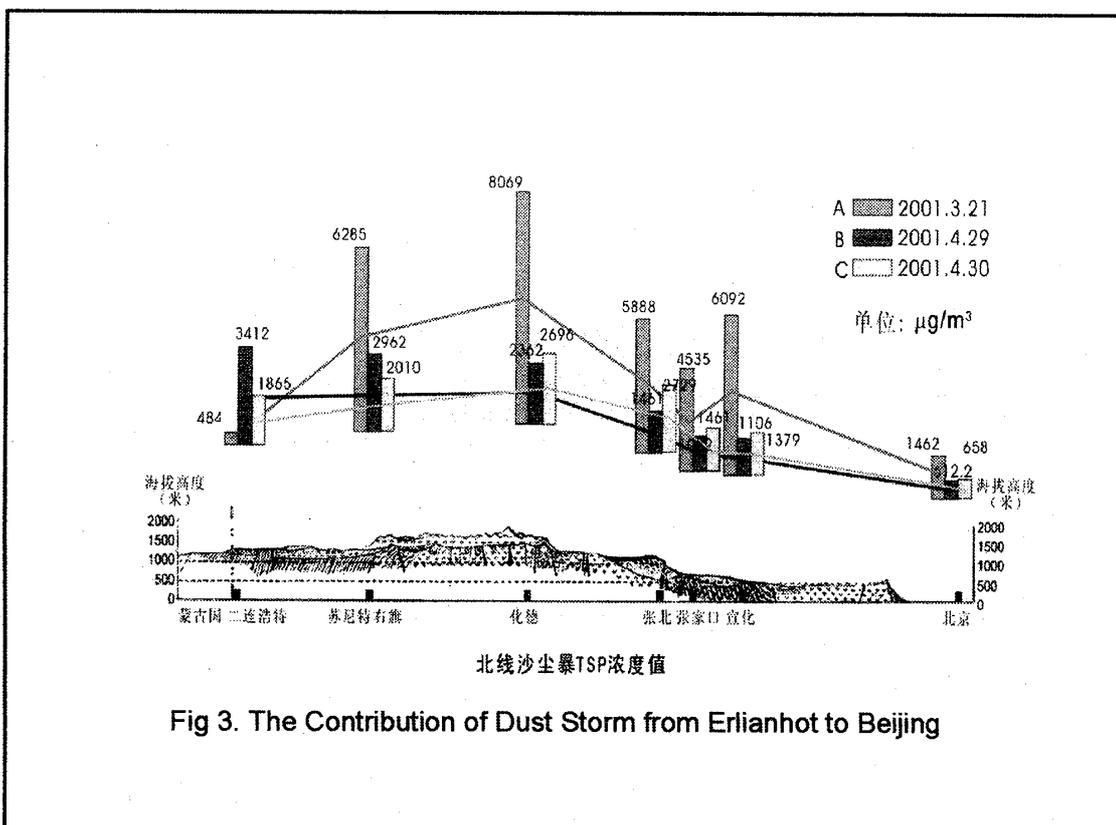


Fig 3. The Contribution of Dust Storm from Erlianhot to Beijing

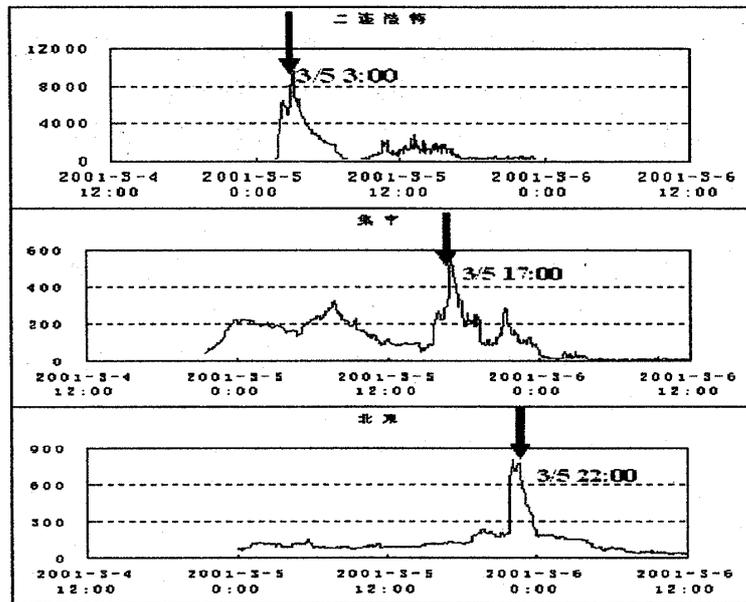


Fig 4. Tracing Measured TSP in Atmosphere by DDM LD-3K

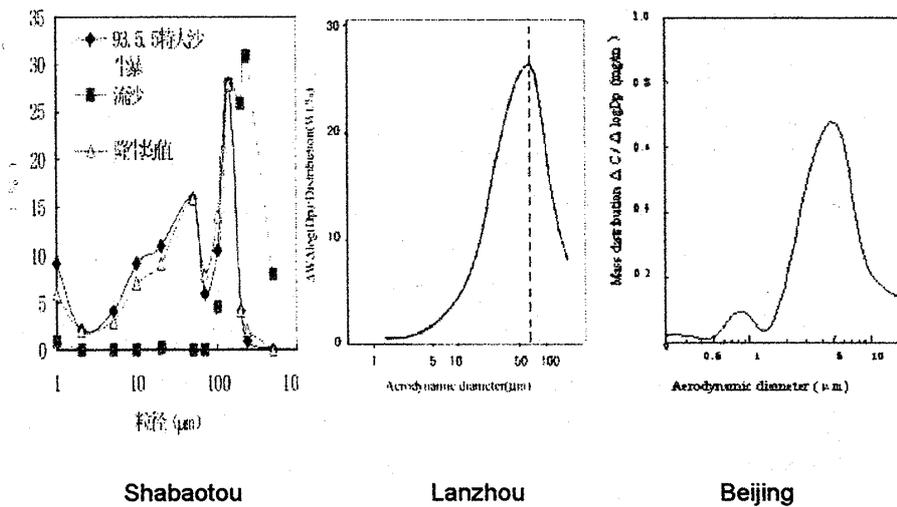


Fig 5. Variations of Dust Particle Size during Long-distance Transportation