

文章编号 :1003-7578(2002)04-075-04

塔里木盆地地区沙尘气溶胶特征分析

高卫东 姜巍

(中科院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

提要: 沙尘天气是塔里木盆地地区常见的天气现象, 对沙尘气溶胶的分析表明, 尘暴期间, 沙尘气溶胶浓度远大于非尘暴期间。沙尘气溶胶小颗粒绝对浓度大幅度增加; 百分比含量也迅速增加; 小颗粒($< 3.3 \mu\text{m}$)与大颗粒($> 3.3 \mu\text{m}$)的相对浓度呈大幅度增加趋势, 说明尘暴期间由于当地沙源丰富, 细物质较多, 细小颗粒迅速被携带到高空, 成为沙尘气溶胶的主要来源。阿克苏站气溶胶中 Al 等元素在不同高度的谱分布呈单峰型, 浓度最大值出现在 4.7~7.0 \mu\text{m} 范围内。富集因子分析表明, 阿克苏站和策勒站沙尘暴和扬尘天气的各地壳元素含量均高于浮尘和背景大气, 而且能见度愈小, 高出的比例愈大; 各种沙尘天气发生时, 均以亲地元素的浓度为最高。

关键词: 塔里木盆地; 气溶胶; TSP 浓度; 谱分析; 富集因子分析

中图分类号: P445⁺.4

文献标识码: A

* 沙尘天气是塔里木盆地地区常见的天气现象, 以春季居多, 主要集中在 4~6 月份, 沙尘是当地大气气溶胶的主要来源, 沙尘暴特别是强沙尘暴天气出现时, 大量的沙尘漂浮在大气中并受大气环流的影响, 可以影响到我国的华北地区, 甚至更远。

大气中的大量沙尘, 不仅对当地的环境造成不良影响, 影响当地的交通、工农业生产, 而且沙尘和沙尘中携带的大量的有毒物质、细菌和病毒, 还会给人类的健康造成不良影响^[1]。沙尘暴期间, 呼吸道疾病的发病率较高。

本文根据中日沙尘暴合作项目对大气气溶胶的观测结果, 对塔里木盆地地区的沙尘气溶胶的物理化学性质进行分析, 以便进一步分析沙尘暴造成的环境影响。

1 沙尘气溶胶样品的采集和分析^[2]

中日沙尘暴合作项目分别在中国科学院阿克苏水平衡站和策勒治沙站安装了 Andersen 大气气溶胶采样仪, 其粒子采集粒径分为九级(单位 μm): < 0.43 , $0.43-0.65$, $0.65-1.01$, $1.01-2.1$, $2.1-3.3$, $3.3-4.7$, $4.7-7.0$, $7.0-11.0$, > 11.0 。阿克苏水平衡站仪器安装在该站 34 米高的气象观测塔上, 塔的 7 米台和 17 米台安装大流量空气采样仪(Sibata HV1000)和小流量 Andersen 气溶胶采样仪(Sibata AN200)各一台, 策勒治沙站仪器安装在站内二楼楼顶。2001 年 3 月~8 月对塔里木盆地西缘南缘进行了大气气溶胶的采集, 采集次数是尘暴期间, 每月采集 2 次, 非尘暴期间, 每月采集 1 次。

2 分析结果与问题讨论

* 收稿日期 2001-12-28

基金项目: 中日沙尘暴合作项目(亚洲沙尘形成、输送机制及其对我国气候与环境影响的研究)。作者简介: 高卫东(1973.7~), 山东济宁人, 硕士研究生, 研究方向为气象与环境。

2.1 沙尘气溶胶 TSP 特征分析

通过对采集的气溶胶样品的分析,阿克苏站 17 米台和 7 米台尘暴期间各粒径范围的大气气溶胶浓度都远大于非尘暴期间的浓度(见图 1),约 5 倍左右,策勒站可达到 7 倍左右。尘暴期的 TSP 浓度远高于非尘暴期间,阿克苏 4 月 15 日尘暴 TSP 浓度达到 $2044.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$,3 月 23 日非尘暴 TSP 浓度只有 $332.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$,前者是后者的 6 倍多,策勒站 4 月 20 日尘暴 TSP 浓度则高达 $19865.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$,3 月 24 日非尘暴 TSP 浓度为 $212.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$,相差 93 倍多。尘暴期间,两站的 TSP 浓度差异显著,如前面所述策勒站为阿克苏站的 9.8 倍。

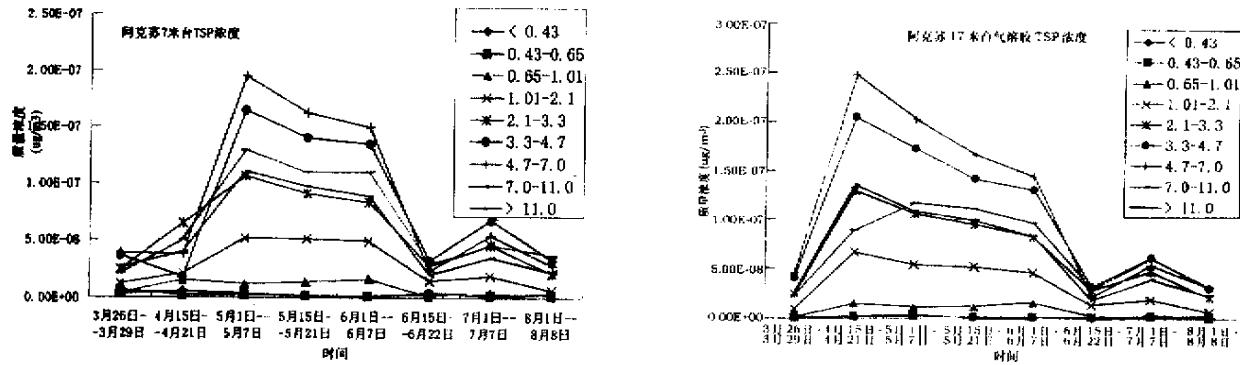


图 1 阿克苏不同高度沙尘气溶胶 TSP 浓度分布

Fig. 1 Sand-dust aerosol TSP Concentrations at different heights and times in Akesu

2.2 不同粒径气溶胶百分比含量分析

尘暴期间,不仅沙尘气溶胶大颗粒浓度增加,小颗粒绝对浓度大幅度增加;百分比含量也迅速增加(表 1);小颗粒($<3.3 \mu\text{m}$)与大颗粒($>3.3 \mu\text{m}$)的相对浓度呈大幅度增加趋势,如 4 月 25 日尘暴期间相对浓度为 74.5%,8 月 1 日非尘暴期间为 28.1%,增加 46.5%,说明尘暴期间由于当地沙源丰富,细物质较多,极细沙百分比含量可达 60%(表 2),在起沙风的作用下,细小颗粒迅速被携带到高空,成为沙尘气溶胶的主要来源。

表 1 阿克苏 7 米台大气气溶胶不同粒径范围的颗粒百分比含量(%)

Tab. 1 Concentrations of different diameters of aerosol at height of 7m in Akesu. (%)

| 粒径 时间 | 0.43 - | 0.65 - | 1.01 - | 2.1 - | 3.3 - | 4.7 - | 7.0 - | > 11.0 | |
|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| | < 0.43 | 0.65 | 1.01 | 2.1 | 3.3 | 4.7 | 7.0 | 11.0 | |
| 3 月 26 日 - 3 月 29 日 | 2.0 | 3.6 | 2.5 | 6.8 | 14.2 | 21.2 | 22.5 | 15.0 | 12.2 |
| 4 月 15 日 - 4 月 21 日 | 2.2 | 0.8 | 5.9 | 8.4 | 25.5 | 7.05 | 14.9 | 15.7 | 19.7 |
| 5 月 1 日 - 5 月 7 日 | 0.4 | 0.2 | 1.6 | 6.6 | 13.7 | 21.3 | 25.2 | 14.2 | 16.7 |
| 5 月 15 日 - 5 月 21 日 | 0.2 | 0.2 | 2.0 | 7.6 | 13.6 | 20.9 | 24.3 | 14.5 | 16.5 |
| 6 月 1 日 - 6 月 7 日 | 0.2 | 0.1 | 2.5 | 7.7 | 13.2 | 21.3 | 23.7 | 14.0 | 17.4 |
| 6 月 15 日 - 6 月 22 日 | 2.5 | 1.7 | 0.7 | 9.3 | 17.8 | 21.1 | 15.0 | 12.8 | 19.0 |
| 7 月 1 日 - 7 月 7 日 | 0.9 | 0.5 | 1.4 | 6.9 | 16.7 | 24.6 | 19.6 | 12.6 | 16.7 |

表 2 塔克拉玛干地区沙漠沙粒度组成(%)

Tab. 2 Percentages of different diameters of sand granule in Takelamagan Desert(%)

| | 粗沙 | 中沙 | 细沙 | 极细沙 | 粉沙 |
|-----|------|------|-------|-------|-------|
| 平均值 | 0.02 | 4.54 | 34.15 | 41.97 | 19.32 |
| 极大值 | 0.4 | 43.1 | 77.9 | 67.7 | 49.1 |
| 极小值 | - | - | 4.9 | 5.9 | 3.3 |

2.3 沙尘气溶胶元素浓度的谱分布^{[3][4]}

大气气溶胶元素随粒径的分布可以在一定程度上反映其元素来源,图 2 是阿克苏站 6 月 25 日,Al 等元素在不同高度的谱分布图,谱分布呈单峰型,浓度最大值出现在 $4.7 - 7.0 \mu\text{m}$ 范围内,7 米台和 17 米台的各元素浓度十分相似,没有因高度的变化而改变,气溶胶的总浓度比策勒站要低的多。

2.4 大气气溶胶元素特征分析^{[5][6]}

以 Fe、Na、Ca、K 对 Al 的比值表征塔克拉玛干沙漠地区大气气溶胶的元素特征, 目的是将不同气象要素及排放量差异, 不同传输过程的差异归一化。Al 作为含量标尺比较合理, 其含量比例不同地区差异不大。结果如表 3, 其分析结果与张小曳等^[5]的分析结果是一致的, 说明该地区是沙尘气溶胶的主要源区之一。

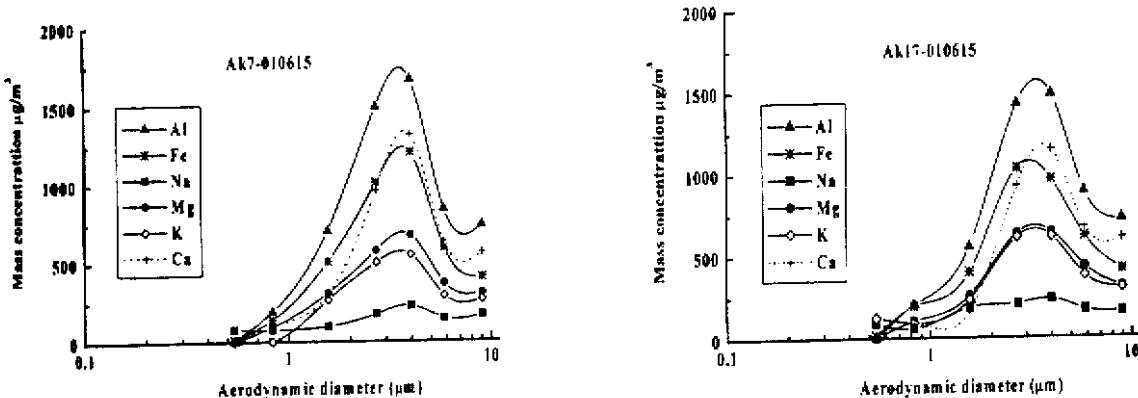


图 2 阿克苏站沙尘气溶胶不同元素谱分布

Fig.2 Concentration distributions of different elements in sand-dust aerosol at Akesu station

表 3 阿克苏大气气溶胶样品元素特征

Tab.3 Element characters of aerosol in Akesu

| | Na/Al | Mg/Al | K/Al | Ca/Al | Fe/Al | K/Mg |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| > 11.0 | 0.211306 | 0.394072 | 0.316685 | 1.114435 | 0.541987 | 0.803621 |
| 11.0 - 7.0 | 0.222841 | 0.411062 | 0.356466 | 0.768006 | 0.548349 | 0.867183 |
| 7.0 - 4.7 | 0.170912 | 0.435992 | 0.341823 | 0.751676 | 0.704088 | 0.784012 |
| 4.7 - 3.3 | 0.134766 | 0.405834 | 0.329239 | 0.790174 | 0.723814 | 0.811265 |
| 3.3 - 2.1 | 0.115518 | 0.3866 | 0.335002 | 0.642857 | 0.678283 | 0.866534 |
| 2.1 - 1.01 | 0.135566 | 0.433413 | 0.373405 | 0.421451 | 0.717305 | 0.861546 |
| 1.01 - 0.65 | 0.389105 | 0.48984 | | 0.520968 | 0.723447 | |
| 0.65 - 0.43 | 14.94253 | | | | 1.902299 | |
| 0.43 > | 1.259843 | | | | | 0.481102 |

2.5 富集因子分析

为了讨论不同地区气溶胶中元素浓度的变化特征, 可定义一元素的富集因子 E_f ^{[1][2][3]}: $E_f = \frac{(\frac{C_x}{C_r})_{\text{质粒}}}{(\frac{C_x}{C_r})_{\text{参考}}}$ 式

中 C_x 是所研究的元素浓度, C_r 为参考元素浓度, 下标“质粒”表示气溶胶, “参考”表示参考元素。为命名富集因子能反映出所研究元素在沙尘气溶胶中所占的份量, 参考元素和参考物质一般选择在地壳物质中含量丰富, 受人为污染影响小的元素, 常用的有 Al、Ti、Fe 等, 本文中选用 Al 作为参考元素。以地壳平均为参考物质计算的富集因子称为相对于地壳的富集度, 以土壤为参考物质计算的富集因子称为相当于土壤尘的富集度。阿克苏站和策勒站沙尘暴和扬尘天气的各地壳元素含量均高于浮尘和背景大气, 而且能见度愈小, 高出的比例愈大, 各种沙尘天气发生时, 均以亲地元素的浓度为最高。

3 结语

(1) 尘暴期间, 沙尘气溶胶浓度远大于非尘暴期间, 策勒沙尘气溶胶浓度高达 $19865.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 远大于阿克苏沙尘气溶胶浓度($2044.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$)。

(2)尘暴期间,沙尘气溶胶小颗粒绝对浓度大幅度增加,百分比含量也迅速增加;小颗粒($< 3.3\text{um}$)与大颗粒($> 3.3\text{um}$)的相对浓度呈大幅度增加趋势,说明尘暴期间由于当地沙源丰富,细物质较多,细小颗粒迅速被携带到高空,成为沙尘气溶胶的主要来源。

(3)阿克苏站气溶胶中Al等元素在不同高度的谱分布呈单峰型,浓度最大值出现在4.7~7.0um范围内,7米台和17米台的各元素浓度十分相似。

(4)通过对大气气溶胶元素特征分析表明,该地区是沙尘气溶胶的主要源区之一。

(5)富集因子分析表明,阿克苏站和策勒站沙尘暴和扬尘天气的各地壳元素含量均高于浮尘和背景大气,而且能见度愈小,高出的比例愈大;各种沙尘天气发生时,均以亲地元素的浓度为最高。

参考文献

- [1]牛生杰,张澄昌.贺兰山地区春季沙尘气溶胶的化学组分和富集因子分析[J].中国沙漠,2000,20(3):264~268.
- [2]张澄昌,周文贤.《大气气溶胶教程》[M].北京:气象出版社,1995.
- [3]张仁健,王明星,张文等.北京冬春季气溶胶化学成分及其分布研究[J].气候与环境研究,2000,5(1):6~12.
- [4]罗云峰,吕达仁,何晴等.华南沿海地区太阳直接辐射、能见度及大气气溶胶特征分析[J].气候与环境研究,2000,5(1):36~44.
- [5]张小曳,张光宇,朱光华等.中国源区粉尘的元素示踪[J].中国科学(D辑),1999,26(5):423~430.
- [6]庄国顺,郭敬华,袁蕙等.2000年我国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响[J].科学通报,2001,46(2):191~195.

The Analysis of Sand – Dust Aerosol Characters in Tarim Basin

GAO Wei – dong JIANG Wei

(Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011)

Abstract

Sand dust is the normal weather phenomenon in Tarim basin region, the analysis of sand dust aerosol indicated that its concentration during sand – dust storm is much more larger than that during non – sand dust storm period. The concentration of small granule of sand dust aerosol increased largely and its content also increased quickly. The comparative concentration of small granule($< 3.3\text{um}$) and big granule($> 3.3\text{um}$) increased quickly. Because the sand resources were plentiful, and most of them were small materials so they were the main resources of sand dust aerosol. The distributions of Aluminum etc. elements in aerosol spectrum have one peak at Akesu station. The peak positions were in the range 4.7~7.0 um. The result of Enrichment factor analysis indicated that the crust element concentration in sand – dust storm were higher than that in floating dust and background atmosphere. The crust elements had the highest concentration when all kinds of sand weather happened.

Wey Kords : Tarim Basin, aerosol, TSP concentration, spectrum analysis, enrichment factor