

2002 年 3 月 21—22 日影响韩国的沙尘天气分析

金正润^{1,2}, 牛生杰¹, 河惠卿^{2,3}

(1 南京工程信息大学 大气物理与大气环境重点实验室, 江苏 南京 210044
2 韩国气象厅, 韩国 首尔 156-720 3 南京工程信息大学 遥感学院, 江苏 南京 210044)

摘要: 利用气象卫星、天气形势场和 NCEP/NCAR 再分析资料, 分析了 2002 年 3 月 21—22 日影响韩国沙尘天气的原因。结果表明: 影响韩国沙尘天气的沙尘主要源地是蒙古国和中国内蒙古地区。沙尘天气发生在地面冷锋后部, 高压伸展的前面; 19 日和 20 日沙尘暴发生后, 沙尘沿着西北风输送, 21 日早晨影响韩国; PM 10 最高值达到 $2\,778\,2\,\mu\text{g}/\text{m}^3$, 由于西北风较强, 沙尘暴发生后很快影响到韩国, 但在韩国持续的时间较短。

关键词: 气象卫星; 天气形势场; 沙尘天气; 冷锋

中图分类号: P412.27 文献标识码: A 文章编号: 1000-2022(2007)05-0643-05

Analysis of a Dust Storm on March 21—22, 2002 in Korea

K M Jeoung-yun^{1,2}, N IU Sheng-jie¹, HA H ye-Kyeong^{2,3}

(1. Key Laboratory of Atmospheric Physics and Atmospheric Environment NUIST, Nanjing 210044 China
2 Korea Meteorological Administration Seoul 156-720 Korea 3 School of Remote Sensing NU IST, Nanjing 210044 China)

Abstract Dust storm in Korea on March 21—22, 2002 is studied using the satellite remote sensing data, weather charts and NCEP/NCAR reanalysis data. Results show that Mongolia was the initial source of the dust storm influencing Korea where it occurred between high pressure and cold front. The dust storm occurred in central Mongolia on March 19—20 and affected Korea on March 21. The maximum concentrations of PM 10 were $2\,778\,2\,\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Korea but strong wind made it rapidly pass away.

Key words satellite image; synoptic situation; dust storm; cold front

0 引言

沙尘暴天气是在特定的地理环境和下垫面条件下, 有特定的大尺度环流背景和各种不同尺度的天气系统叠加所诱发的一种概率小、危害大的灾害性天气。强风、沙源和热力不稳定是形成沙尘暴的三大因子^[1-2]。20 世纪末以来, 沙尘暴发生的频率较高, 是土地荒漠化加剧和春季冷空气活动频繁的结果。沙尘暴主要发生在冷锋天气过程中, 随地面冷锋自西向东迅速推移, 冷锋过境前后气象要素变化剧烈。冷锋后偏北大风在春季出现最多, 是中纬度地区出现强沙尘暴的主要天气系统。

近年来, 沙尘暴天气过程的研究不断深入。这些研究涉及沙尘暴的天气气候特征^[3-4]与成灾规律^[5]、沙尘暴天气过程的物理机制分析^[6]、光学与

辐射特征^[7-8]、天气预报与数字模拟^[9-10]、使用卫星遥感技术监测沙尘暴的方法^[11-12]以及产生沙尘暴过程的中尺度云团特征分析^[13-14]、在利用海冰资料进行沙尘暴气候预测研究^[15-16]等。

韩国在中国的东部, 受到东移沙尘的影响, 因此监测沙尘暴的发生发展和沙尘的移动是很重要的。KMA (Korea Meteorological Administration 韩国气象厅) 对沙尘暴进行了许多研究, 如沙尘粒子的来源及其化学特性, 沙尘气溶胶输送及起沙方面的研究, 数值模拟及沙尘天气预报等。其中 Chung 等^[17]分析了影响韩国的沙尘天气系统, Chun 等^[18]研究了中国东北发生的沙尘暴特性, 认为在中国发生的沙尘暴移动速度快, 很可能影响到韩国。

本文利用气象卫星资料、天气形势场和 NCEP/NCAR 再分析资料, 分析了 2002 年 3 月 21—22 日

影响韩国沙尘天气的源地、路径和沙尘浓度变化等特征。

1 沙尘源地和天气系统

气象卫星资料不仅可以监测沙尘暴影响范围,还可以分析沙尘暴产生的过程,并为预报和预警提供服务。图 1a中可以很清楚地监测到沙尘暴生成的源地。图 1b中可以看到, 100~ 110°E、40~ 50°N 附近观测到的沙尘暴, 沙尘天气发生在地面冷锋后部, 高压伸展的前面。

2 沙尘暴的移动路径分析

从 2002 年 3 月 19 日开始, 受强冷空气和蒙古气旋影响, 有大片的沙尘在蒙古国生成, 沙尘区向偏东南方向移动。20 日早晨, 沙尘区继续向偏东南方向扩展, 20 日上午在内蒙古中部地区又有新的沙尘区形成。沙尘区在东移中发展, 影响区域不断扩大, 覆盖了内蒙古中东部及河北大部分地区, 开始影响北京地区(图 2a)。图 2b是利用红外 1、2 通道对水汽和沙尘或气溶胶被吸收的差异, 得到的沙尘监测

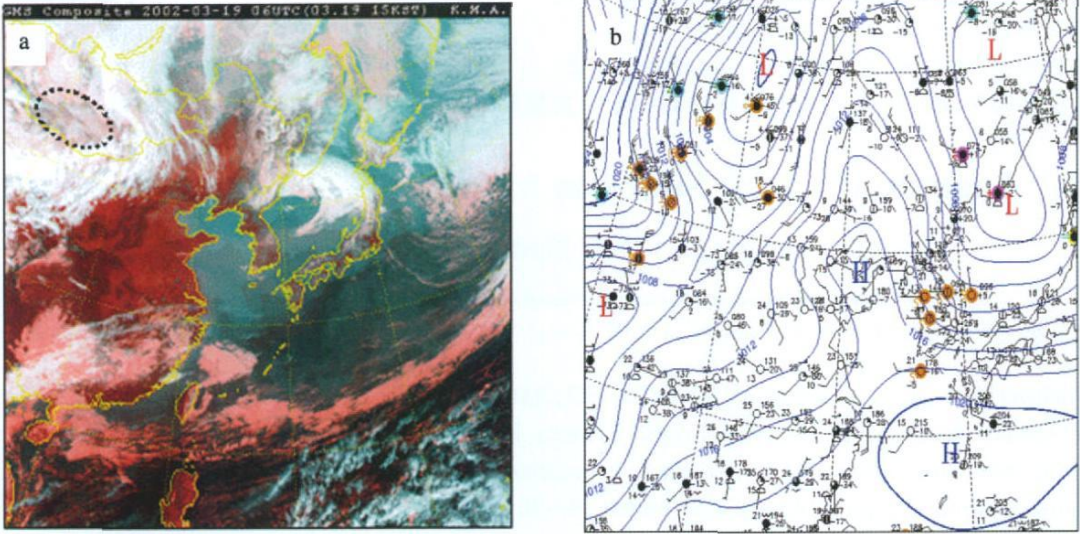


图 1 2002 年 3 月 19 日 06 UTC GMS 可见光红外合成图 (a) 和地面形势场 (b)

Fig 1 (a) Composite image of VIS and IR imagery from GMS and (b) surface weather chart at 06 UTC March 19, 2002

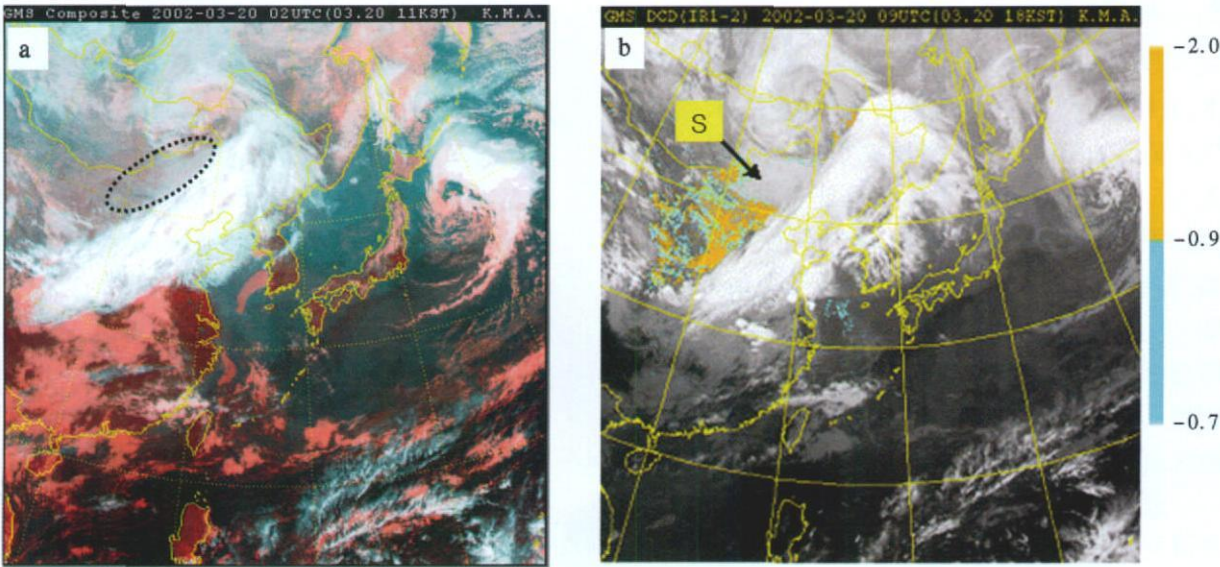


图 2 2002 年 3 月 20 日 02 UTC GMS 可见光红外合成图 (a) 和 (b) 09 UTC 沙尘监测

Fig 2 (a) Composite image of VIS and IR imagery from GMS at 02 UTC and
(b) yellow sand imagery at 09 UTC March 20, 2002

图。红外 1 (10.5~11.5 μm) 与红外 2 (11.5~12.5 μm) 通道相比, 红外 1 对沙尘或气溶胶等物质来说, 被吸收的较多; 而红外 2 对水汽或云来说, 被吸收的较多 (图 3)。例如, 如果两个通道的差值是正值, 可以推测大气中有很多水汽; 如果差值是负值, 可以推测大气中有沙尘或气溶胶的可能。因此, 利用这两个通道之间的差异就可以得出沙尘检测图即两个通道的差值图。其亮温度差值的范围用不同的颜色表示如图 2b 所示: 黄色为 $-2.0^{\circ}\text{C} \sim -0.9^{\circ}\text{C}$, 蓝色为 $-0.9^{\circ}\text{C} \sim -0.7^{\circ}\text{C}$ 。由这两个通道的差值范围可知: 黄色区域差值较大, 则黄色区域有沙尘比蓝色区域有沙尘的可能性更大, 更强。沙尘监测图对沙尘暴分析很有用, 但应注意的是, 当沙尘覆盖 (S) 很厚时, 红外 1、2 通道几乎不能透过沙尘层, 没有到达卫星的信息, 因此无法获取沙尘的信息。

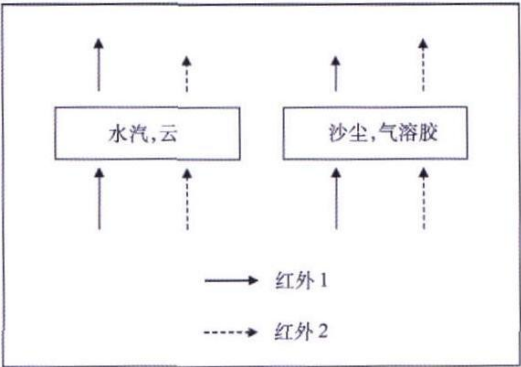
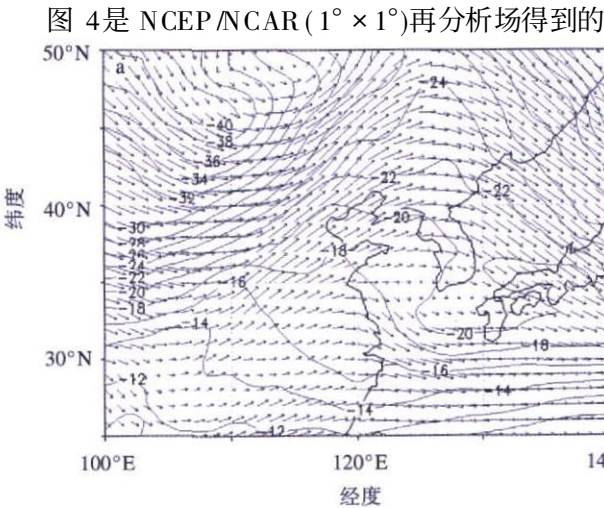


图 3 红外 1、2 通道被大气吸收的示意图
Fig. 3 Differences of IR1 and IR2 absorbed by the atmosphere



500 hPa 和 850 hPa 的温度和风场资料。在蒙古国附近高层的 -40°C 冷空气向东南方向移动, 在韩国、中国东北和河北存在着强西南风 (图 4a), 而低层的西北风已影响到从中国东北地区到所有的西南方向地区 (图 4b)。虽然卫星云图上云下面的沙尘看不到, 但可以推断沙尘随西北风已到达这些地区。

21 日早晨沙尘到达韩国大部分地区, 沙尘区和云中间可以看到云的暗影 (图 5a)。21 日中午也可以看到沙尘覆盖了中国东北和韩国地区。由于沙尘的移动一般是沿着气流方向, 向北移动, 另一轴沿着反气旋气流方向, 向南移动。22 日早晨 37°N 附近的沙尘最快消散。21 日中午在东北冷涡影响下内蒙古中部地区又发生了沙尘暴, 这次沙尘暴向东南方向移动, 22 日下午再次影响到韩国 (图 5b)。

21 日在韩国附近从低层到高层为西北—西风, 500 hPa 风速 $30 \sim 35 \text{ m/s}$ (图 6a), 850 hPa 的风速 $15 \sim 20 \text{ m/s}$ (图 6b), 风速很大, 这样的天气形势对沙尘的快速移动有利。研究表明^[9], 一般情况下, 在韩国沙尘暴的持续时间是平均 32 h, 这次的沙尘天气仅维持 24 h, 但从沙尘浓度值来看, 这次是近年来最高的。

3 PM 10 变化

在韩国, 沙尘警报按沙尘强度分为两种, 一种是黄沙注意报即预测 PM 10 浓度 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上, 持续时间 2 h 以上; 另一种是黄沙警报即预测 PM 10 浓度 $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上, 持续时间 2 h 以上。

图 7 是韩国气象研究所地球大气监视观测所得到的 PM 10 浓度资料, 21 日 6 点开始 PM 10 值一直

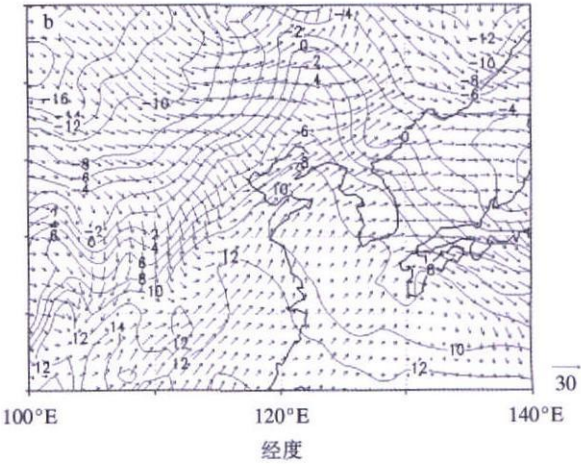


图 4 2002 年 3 月 20 日 00 UTC 500 hPa (a) 和 850 hPa (b) 温度 ($^{\circ}\text{C}$) 和风场 (m/s)

Fig. 4 (a) 500 hPa and (b) 850 hPa temperature (solid line, $^{\circ}\text{C}$) and wind vector (m/s) fields at 00 UTC March 20, 2002

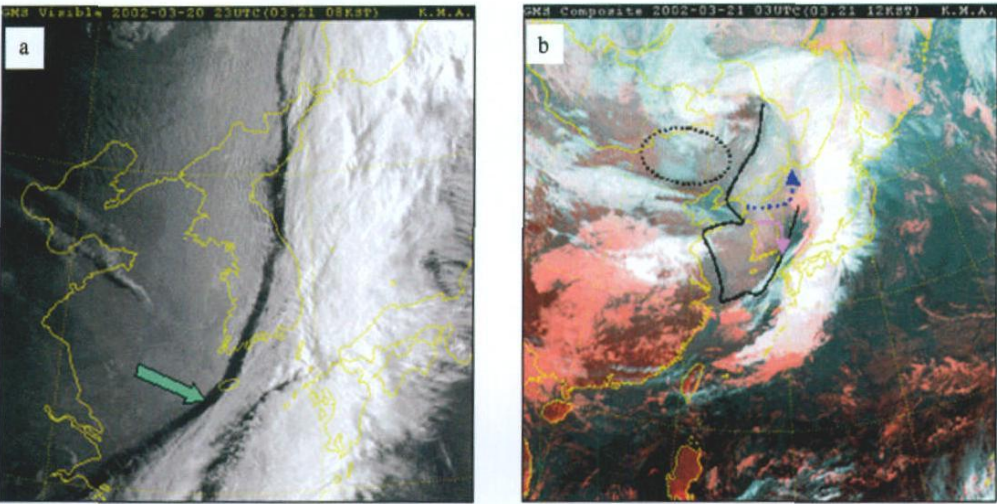


图 5 2002 年 3 月 20 日 23 UTC GMS 可见光图 (a) 和 21 日 03 UTC GMS 可见光红外合成图 (b)

Fig 5 (a) VIS in agery from GMS at 23 UTC March 20 2002 and
(b) composite image of VIS and IR in agery from GMS at 03 UTC March 21, 2002

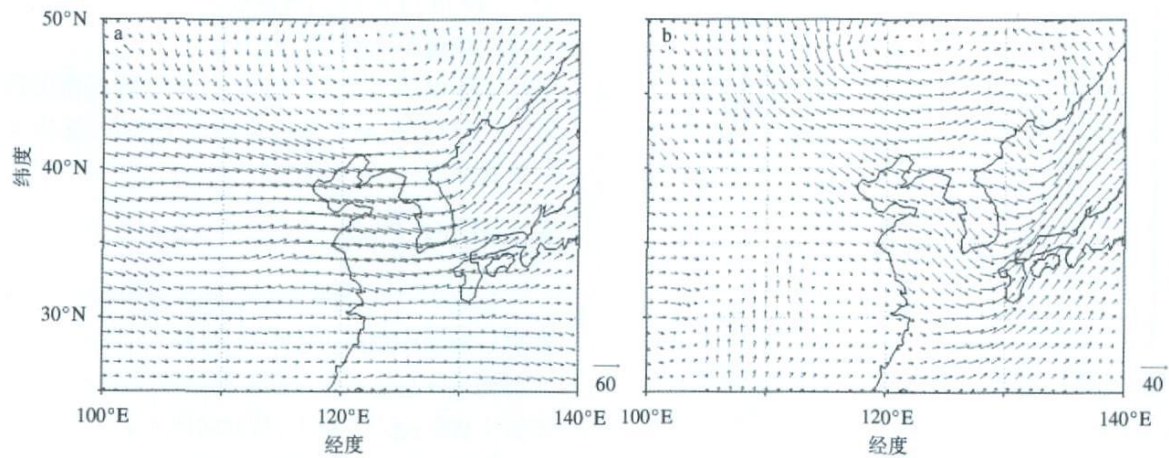


图 6 2002 年 3 月 21 日 00 UTC 500 hPa (a) 和 850 hPa (b) 风场 (m/s)

Fig 6 (a) 500 hPa and (b) 850 hPa wind vector (m/s) fields at 00 UTC March 21, 2002

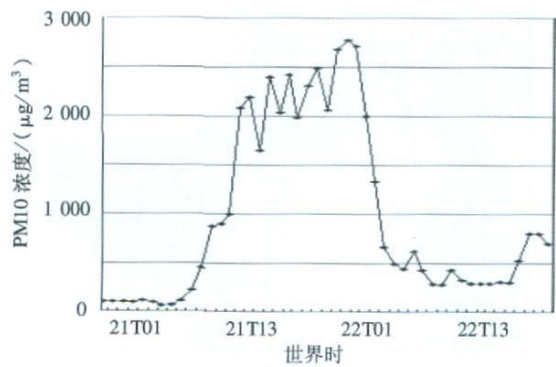


图 7 2002 年 3 月 21—22 日 PM10 变化

Fig 7 Temporal variations of PM10 concentration during March 21—22, 2002

上升, 22 时达到 $2\,778\,2\,\mu\text{g}/\text{m}^3$, 是近年来很强的沙尘天气。22 日早晨 PM10 浓度值迅速下降, 22 日下午又受到内蒙地区发生的沙尘暴天气的影响。

4 结论

本文分析了卫星云图、天气形势与 NCEP/NCAR 再分析资料对 2002 年 3 月 21 日—22 日韩国沙尘天气的监测结果。这次沙尘暴的沙源主要来自蒙古国南部, 中国内蒙古中部。沙尘天气发生在地面冷锋后部, 高压伸展的前面。21 日影响到韩国后, 天气形势从低层到高层形成了较强的西北—西风, 这有助于沙尘的加速移动。沙尘维持的时间仅 24 h 但 PM10 值达到 $2\,778\,2\,\mu\text{g}/\text{m}^3$, 是近年来很

强的沙尘天气。

参考文献:

- [1] 胡隐樵, 光田宁. 强沙尘暴微气象特征和局地触发机制 [J]. 大气科学, 1997, 21(5): 581-589
- [2] 朱振达. 中国沙漠、沙漠化、荒漠化及其治理的对策 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 416
- [3] 刘晓春, 曾燕, 邱新法, 等. 影响北京的沙尘暴 [J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(1): 118-123
- [4] Huebert B J, Bates T, Russell P B, et al. An overview of ACE-Asia Strategies for quantifying the relationships between Asian aerosols and their climatic impacts [J]. J Geophys Res 2003, 108 (D23): 8633-8646
- [5] 赵光平, 郑广芬, 王卫东. 宁夏特强沙尘暴气候背景及其成灾规律研究 [J]. 中国沙漠, 2003, 23(4): 420-427
- [6] 牛生杰, 章澄昌. 贺兰山地区沙尘暴沙尘启动和垂直输送物理因子的综合研究 [J]. 气象学报, 2002, 60(2): 194-204
- [7] 刘菲, 牛生杰. 北方沙尘气溶胶光学厚度和粒子谱的反演 [J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(6): 775-781.
- [8] Takemura T, Okamoto H, Manuyana Y, et al. Global three-dimensional simulation of aerosol optical thickness distribution of various origins [J]. J Geophys Res 2000, 105: 17853-17873
- [9] 胡文东, 纪晓玲, 李艳春, 等. 2001 年 4 月 8 日宁夏强沙尘暴天气中尺度系统分析 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(6): 791-799
- [10] Takemura T, Nakajima T, Dubovik O, et al. Single-scattering albedo and radiative forcing of various aerosol species with a global three-dimensional model [J]. J Climate, 2002, 15: 333-352
- [11] 郑学江, 陆文杰, 罗敬宁. 气象卫星多通道信息遥感沙尘暴研究 [J]. 遥感学报, 2001, 5(4): 300-307
- [12] 卢士庆, 陈渭民, 高庆先. 使用 6S 模型由 GM S5 卫星资料反演陆地大气气溶胶光学厚度 [J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(5): 669-675.
- [13] 胡文东, 高晓清. “2001. 4. 6”宁夏沙尘暴过程气象卫星云图分析 [J]. 高原气象, 2003, 2(6): 590-596
- [14] 许东蓓, 黄玉霞, 祖永安, 等. “4. 12”强沙尘暴卫星云图特征 [J]. 甘肃气象, 2001, 19(2): 34-35
- [15] 杨建玲, 何金海, 赵光平. 宁夏春季沙尘暴与北极海冰之间的遥感相关关系 [J]. 南京气象学院学报, 2003, 26(3): 296-307.
- [16] 胡秀清, 卢乃猛, 邱红, 等. 利用静止卫星监测沙尘暴 [J]. 气候与环境研究, 2003, 8(1): 101-106
- [17] Chung K Y, Park S U. Characteristic synoptic features associated with the transport of yellow sand to Korea [J]. J Korean Meteorol Soc, 1995, 31(1): 45-63.
- [18] Chun Y S, Cho K S, Kim Y H, et al. The features of Asian dust events originated in Korea [J]. J Korean Meteorol Soc, 2003, 39(2): 251-263.
- [19] Yoon Y H. On the yellow sand transported to the Korean Peninsula [J]. J Korean Meteorol Soc, 1990, 26(2): 111-120