

PA11) 최근의 황사 발원지에서의 먼지 발생의 시·공간 특성 분석

이종재*, 김철희

부산대학교 지구환경시스템학부 대기과학전공

1. 서 론

1915-2002년까지 서울에서의 평균적인 황사 관측 일수는 5.2일(Chun et al., 2002)이었으나 2000년 초, 특히 2001~2002년에는 우리나라의 황사 발생은 평균적인 황사 관측 일수를 훨씬 초과하였고 그 강도 또한 매우 극심하였다. 이와는 정 반대로 이듬해인 2003~2004년에는 2001~2002년과 극히 대조적으로 우리나라 대도시에서 황사 발생이 현저히 줄었다. 이러한 황사 발생의 연 변동성을 연구하기 위해서는 여러 관측적 연구뿐만 아니라 아시아 몬순 현상을 포함한 종관규모 역학적 연구도 수행할 필요가 있을 것이다. 본 연구는 이러한 현상 규명의 기초 연구로서 중국의 황사 발원지에서의 원천적인 황사 발생 현황을 조사하고 그 최근 경향을 밝혀 최근 황사 발생 변동성을 규명할 수 있는 중요한 기초자료를 구축하고자 한다.

본 연구 내용으로서 황사 발원지에서의 최근, 특히 2004년 이후의 먼지 발생 특성을 분석하였다. 발원지에서의 먼지 발생빈도수, 풍속, 강수량, 온도, 상대습도의 변화 특성 분석 결과를 포함하였으며, 특히 2004년 이후의 발원지에서의 먼지 발생의 특성 변화를 살펴보았다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구에서는 세계기상기구(World Meteorological Organization; WMO)에 보고되는 SYNOP 자료 중 황사 발원지에서 먼지 발생과 연관되는 일기 코드와 10 m 높이의 지표 풍속 자료 그리고 강수 자료를 사용하였다. 분석 기간은 중국 황사 발원지에서의 2001년 1월부터 2007년 12월까지의 7년간의 자료로서, 황사가 발생한 지역을 구분한 Lim and Chun(2006)의 내용을 참고하여 3개의 소구역(S1~S3)으로 설정하였다. 즉 S1은 35°N-45°N, 100°E-110°E의 고비사막, S2는 40°N-45°N, 110°E-120°E의 내몽고지역, S3은 40°N-50°N, 120°E-125°E의 중국 북동부 지역이다. 2004년 이후의 최근의 중국 황사 발원지별 먼지 발생빈도 및 그 특징을 살펴보기 위하여 동 기간의 자료로부터 먼지 발생빈도를 계산하고 최근의 발생 변동성을 분석하였으며, 동 기간 기상 변수 중 강풍, 강수량, 상대습도, 온도의 변동에 따른 먼지 발생 특성을 연관시켜 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발원지에서의 황사 발생

분석기간 동안의 각 발원지별 먼지 발생빈도는 각각 약 3.27%, 2.23%, 1.33%를 나타내

었다. S1지역의 먼지 발생빈도는 2001년에 최대 빈도수를 보였으며, 2007년까지 꾸준히 약3%의 발생빈도를 유지하였다. S2 지역은 2002년에 최대 빈도수를 보였으며, 최근에 다시 증가하는 경향을 보였다. 반면 S3지역은2001-2002년, 특히 4월에 높은 먼지 발생빈도를 보였으나 이후 급격히 감소하여 2007년에는 0.64%의 먼지 발생빈도를 보였다. 먼지 발생의 공간분포를(Fig. 1) 살펴보면 2001-2002년은 넓은 지역에 걸쳐서 먼지가 발생하였으나, 2003년 이후에는 대체로 먼지 발생지역이 북서쪽으로 이동하였다. 발원지에서의 먼지 발생빈도가 줄어들고 우리나라에서 거리상으로 먼 지역으로 발원지가 이동함으로써 우리나라의 황사 발생일수가 줄어들었음을 알 수 있었다.

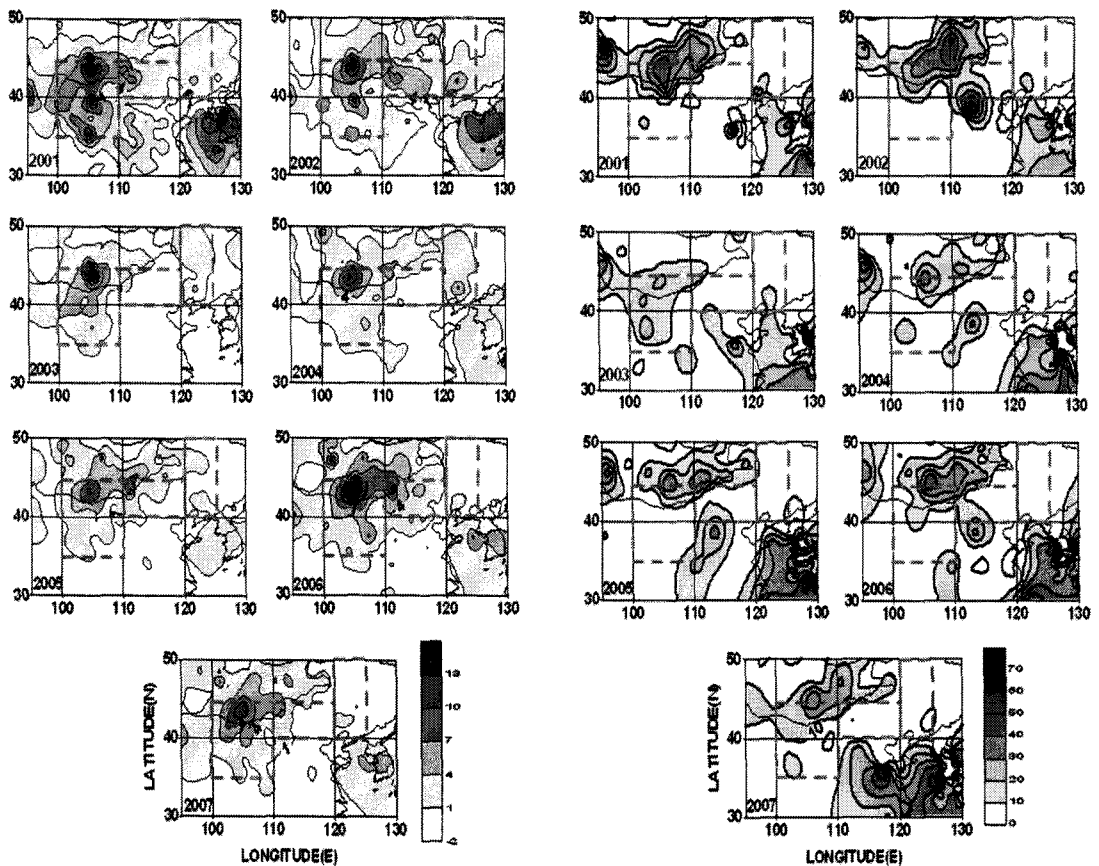


Fig. 1. Spatial distributions of frequency of dust outbreak.

Fig. 2. Occurrence of wind velocity over 14 m s^{-1} during the springtime from 2001 to 2007.

3.2. 기상 변수 분석

발원지에서 먼지가 부유하기 위해서는 강풍이 최우선 조건이므로(Kurosaki and Mikami, 2005), 본 연구에서는 14 m s^{-1} 이상의 바람을 강풍으로 정의하고 그 빈도수를 조사하였다. 그 결과, S1지역과 S2지역은 2004년 이후로 증가하는 경향을 보였으나 S3지

역은 감소하였다. 1차적으로 강풍의 빈도가 줄어들어 발원지에서의 먼지 발생 또한 줄어들었음을 알 수 있었다. 발원지별 상대습도와 온도의 변화를 Fig. 3 ~ Fig. 5에 제시하였다. 강수 빈도나 상대습도가 높게 나타나면 먼지 발생빈도는 낮아지는 경향을 보였는데, 이는 S1지역의 2007년 3월이 그 대표적인 경우이다. S1과 S2 지역에서 강수 빈도와 상대습도 그리고 온도는 2004년 이후 뚜렷한 경향을 보이지 않았으나, S3 지역에서는 상대습도의 상승 경향이 뚜렷했다. 온도의 경우 S2지역에서 3월의 기온이 영상일 때와 영하일 때의 먼지 발생 빈도는 큰 차이를 보였다. 강풍을 제외한 다른 기상요소의 경우 연도별 공간 분포에서 뚜렷한 변동성은 나타나지 않았는데 이는 봄철 평균 기온이나 강수 빈도 등이 큰 변화가 없었음을 나타낸다.

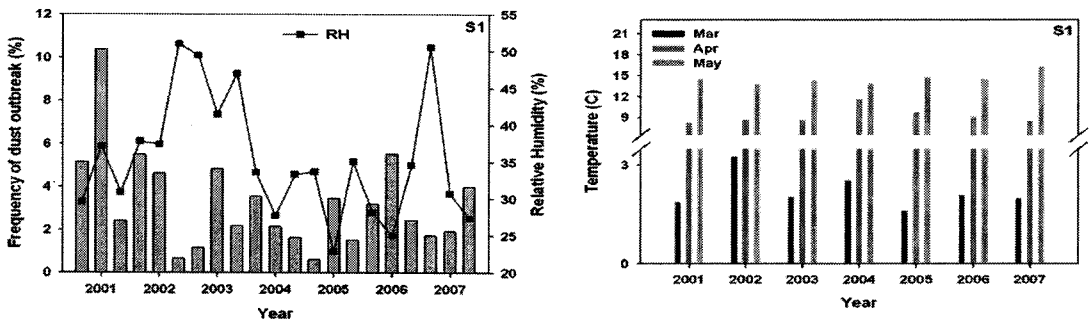


Fig. 3. Frequency of dust outbreak at S1 during the springtime from 2001 to 2007. The grey bar chart and line graph with blue square indicate frequency of dust outbreak and Relative Humidity. And color bar chart indicate temperature of March, April and May.

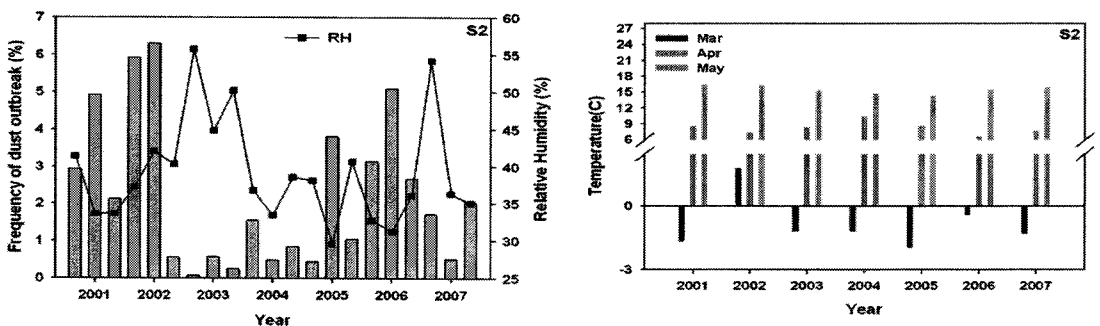


Fig. 4. Same as Fig. 3 except for S2.

4. 요약

본 연구에서는 황사 발원지를 3개 지역으로 나누고 발원지별 최근의 먼지 발생 특성을 기상변수와 관련하여 분석하였다. 고비사막 지역(S1)은 최근에도 높은 황사 발생빈도를 유지하고 있었으며 내몽골지역(S2)은 2003-2004년에 감소 후 다시 증가하는 경향을 보였

다. 반면, 중국 북부지역(S3)은 급격한 감소를 보였다. 이는 먼지 발생 지역이 북서쪽으로 이동하여 우리나라의 황사 발생 일수에 영향을 준 것으로 사료된다. 강풍이 중국 북부지역에서 감소하는 경향을 보였으나 다른 기상요소들의 경우 공간 분포 변화는 크게 나타나지 않았다. S2 지역에서 3월의 기온이 먼지 발생빈도에 영향을 주었으며, 특히 영상의 기온을 보일 때 높은 먼지 발생 빈도를 보였다.

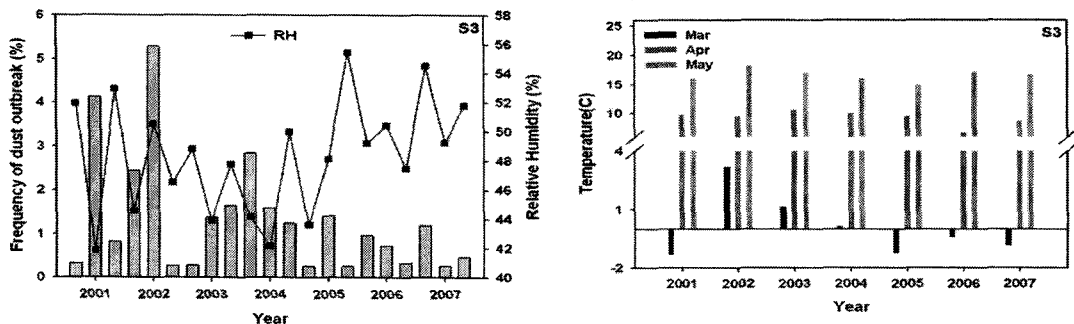


Fig. 5. Same as Fig. 3 except for S3.

감사의 글

"이 연구는 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임"(KRF-2008-331-C00285)

참고 문헌

Chun, Youngsin, S. W. Kim, K. M. Cho, and J. S. Kim, 2002, Asian dust events in Korea during the recent hundred years, *Chikyu Kankyo*, 7, 225-231.

Yasunori Kurosaki, Masao Mikami, 2005, Regional difference in the characteristic of dust event in east Asia: Relationship among dust outbreak, surface wind, and land surface condition, *J. meteorol. Soc. Jpn.*, 83A, 1-18.

Lim, Ju-Yeon, Youngsin Chun, 2006, The characteristics of Asian dust events in Northeast Asia during the springtime from 1993 to 2004, *Global and Planetary Change* 52, 231-247.