

OA1) 최근 한반도내 봄철의 황사발생 특성 분석: 2006년 4월 6일-9일의 황사사례를 중심으로

문운섭

한국교원대학교 환경교육과

1. 서 론

황사에 대한 많은 연구가 발원지의 기원, 수송 및 침적 메카니즘, 그리고 황사의 광학적 특성과 물리적 특성의 분석을 중심으로 이루어져 왔다. 이들 연구는 주로 위성, 라이다, 그리고 기타 지표관측 원격탐사 자료를 이용하여 황사의 광학적 두께 및 화학성분 분석과, 일기도를 이용한 기상장 분석, 그리고 중규모 기상 모델(MM5)과 황사 수송 모델을 이용한 황사의 장거리 수송에 집중되어 있었다. 지금까지 기상장과 관련된 선행연구에 따르면 황사는 주로 동아시아 지역에서 봄에 자주 발생하며, 발원지는 연 강수량이 200mm 이하의 건조 지역인 중국의 고비사막과 타클라마칸사막 그리고 황토고원 등으로 잘 알려져 있다. 발원지에서의 황사 발생량은 지표면 마찰속도와 습도의 양에 따라 결정되며, 대기중으로 부유된 황사는 한랭전선면에 발생하는 강한 수평기류의 영향을 받아 상층으로 부유되거나 혼합층을 따라 수송되어 진다고도 알려져 있다. 또한 한반도와 일본에서의 황사의 발생이 절리저기압 후면에 따른 고기압과 많은 관련이 있다고 보고하였다. 특히 Moon *et al.* (2002)은 황사의 발생과정으로 상층의 기압골과 절리저기압이 지표면 고기압 및 저기압 발달과 연계되어 파의 정체를 유도하며 상층 jet에 기인한 대류권계면 접힘(tropopause folding) 현상과 함께 강한 풍속(운동량)의 하층으로의 전이와 관련됨을 제시하였다. 게다가 그들은 TOMS 에어로솔 지수 및 기상 위성사진 분석을 통하여 북태평양까지의 장거리 황사수송이 상층 Jet와 한랭전선의 발달과 관계있음을 보였다.

최근 들어 중국지방의 사막화와 가뭄으로 인해 황사 빈도수가 증가하고 있고, 특히 2002년과 2006년 봄철에는 최악의 황사 발생량을 기록함으로써 한반도에 큰 피해가 발생하였다. 그로 인해 황사에 대한 예보기법의 향상이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 2006년 4월 7일부터 9일까지 한반도내에서 발생한 최악 황사사례에 대해 기상위성의 원격탐사 자료와 대기질 관측자료, 그리고 MM5의 모의된 결과를 이용하여 황사의 발생, 수송 및 제거에 관한 메카니즘을 제시하고자 한다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구는 최근 2001 및 2002년의 봄에 발생했던 황사사례 분석을 바탕으로 2006년 봄철 발생한 황사사례를 비교함으로써 황사예보 향상을 위한 기상학적 접근을 시도하였다. 기상장 분석을 위해 2006년 NCEP (National Centers for Environmental Prediction) 재분석 자료와 동기간 일기도 자료를 사용하였다. 또한 NOAA의 인공위성 영상과 중규모기상모델(MM5)

을 이용하여 황사의 발생시점과 이동경로, 수평 수송범위, 그리고 소멸과정을 분석하였다.

3. MM5 및 원격탐사자료 등을 이용한 황사사례의 특성 분석

봄철 북중국 및 몽골리아 지역에서의 주요 먼지폭풍 (dust storm)은 시베리아 상공을 지나가는 한랭 건조한 공기가 중국 및 몽골리아의 고비사막에 도착할 때 몽골리아 저기압과 전선계에 의해 강한 먼지폭풍을 일으킨다고 한다. 이 때 한랭기류의 이동경로는 지난 40년간 통계 처리의 결과에 의하면 크게 세가지 경로를 따른다. 첫째는 중국의 북서쪽으로부터 오는 기류(41%)로 Hexi 지구 (Xinjiang과 Gansu 주를 있는 북서-남동 경사 지구대)와 고비사막을 따라 발생하여 한반도를 통과 하는 사례이다. 두 번째는 Baikal 호수 근처로부터 오는 기류로 (32%) 몽골리아 중심부 및 고비사막을 가로질러 한반도 남쪽을 향해 움직이는 사례이다. 그리고 세 번째는 중국의 Hexi 지구 서쪽에서 고비사막으로 향하는 기류(27%)로 Taklimakan 타클리마칸을 지나가는 기류로 한반도 북쪽을 지나는 사례이다. 하지만 2006년 4월 7일에서 9일 발생한 황사는 내몽골 부근에서 발생한 황사가 한반도 북쪽을 지나는 저기압의 뒷자리에서 북서류를 타고 북한을 거쳐 남동진 한 사례이다. 우리나라는 7일 밤부터 황사가 나타나 8일에는 1시간평균 미세먼지농도가 제주를 제외한 대부분의 지방에서 최고 황사농도 400~2370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 내외로 강한 황사가 발생하였으며, 9일 새벽부터 고기압역의 동쪽 이동과 강수현상에 의해 약화되었다.

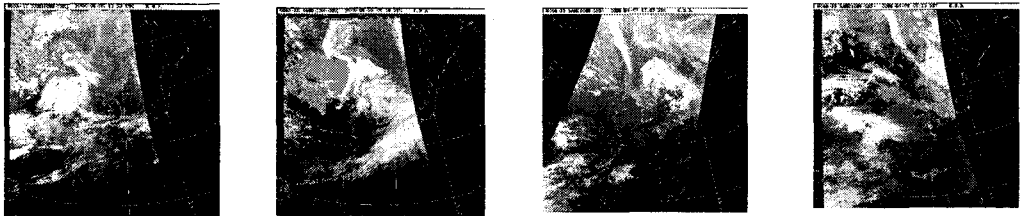


Fig. 1. NOAA의 적외 위성 관측사진(좌측부터 2006.04.05 1353UTC, 04.06 0914UTC 04.07 1748UTC, 04.08 0513UTC).

Fig.1은 2006년 4월 7일에서 9까지 발생한 황사의 사례분석으로 NOAA의 적외 위성 관측 사진으로 황사의 발생 및 수송 영역과 한랭전선과 관련된 정체를 나타낸 것이다.

4. 결 론

본 연구는 원격탐사 및 MM5의 기상요소, 그리고 대기질 측정망을 이용한 봄철 황사사례 분석을 제시한 것이다. 향후 연구에서는 황사의 사전예보를 위한 기상학적 guideline을 제시함으로써 황사 예·경보제도에 대한 국민의 이해도를 증진시킬 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 차세대핵심환경기술개발 프로젝트(Eco-Technopoa-21)에 의해 지원받아 수행

되었다.

참 고 문 헌

Moon, Y. S., Y. K. Kim, K. Strong, Y. K. Lim, I. B. Oh, S. K. Song and J. H. Bae,
2002, Asian dust transport during blocking episode days over Korea, J. Kor.
Environ. Sci. Soc., 11, 111-120.