

OA8 1998~2002년 황사발생시 한-중 주요도시의 먼지농도 및 기상특성 분석

김유근, 송상근, 정주희, 우경은*, 강태훈
부산대학교 대기과학과

1. 서 론

과거에도 황사에 의한 피해는 계속되어 왔지만 중국 건조지대의 기온 증가, 강수량 감소로 인한 사막화 현상과 삼림감소 등의 영향으로 황사의 발생빈도는 점차 증가하고 있으며, 특히 중국의 급속한 경제성장 및 산업화로 인해 배출된 다량의 유해오염물질이 황사와 섞여 함께 수송되므로 이전의 순수먼지로 인한 대기오염보다 그 피해는 훨씬 심각하다. 또한 발원지와 가까우면서 풍하측에 위치한 우리나라와 일본을 비롯한 동아시아에 가장 큰 영향을 주고 있으므로 이 지역을 중심으로 황사에 대한 연구는 활발하다. 황사의 일반적인 특성연구는 물론, 발생 및 수송 메카니즘에 관한 종관기상학적 분석(전종갑 등, 1999; Kim et al., 2001)과 황사발생시 먼지입자의 화학적/광학적 분석(David et al., 2000) 등 많은 연구가 진행되어왔지만 황사발생시 장기간의 관측자료(지상먼지농도 자료와 Lidar 및 위성자료 등)를 이용한 분석연구보다는 대부분 발생당시의 황사현상을 중심으로 한 사례연구에 국한되어 있으며, 모델을 통한 수치모의 연구에 있어서도 배출량 정보 및 관측자료의 한계로 인해 많은 어려움을 안고 있다.

한편 발원지에서부터 한반도로 유입되는 황사의 영향은 적절한 기상조건이 구비되지 않는다면 한반도 상공에 수송되어 온 먼지입자가 하층으로 침적되지 않고 상층을 바로 통과하므로 지상 먼지농도의 증가 역시 뚜렷하게 나타나지 않을 수 있다. 즉 발원지에서 황사발생시 종관기상장의 패턴과 기상조건에 따라 황사의 수송경로나 침적량 등은 서로 다르게 나타날 수 있으며, 풍하측에 미치는 영향 또한 서로 다른 특성을 가지게 된다. 특히 우리나라는 중국 사막 및 고원지대의 배출원 현황을 정확히 모르는 상태이므로 발원지로부터 유입되어 온 황사의 수송량 및 침적량 등에 대한 정량적인 연구는 상당히 부족한 실정이므로 발원지 및 그 주변지역의 대기질과 기상요소 자료의 분석은 반드시 필요하며, 이는 여러 선행연구에서 제시한 발원지 추정과 배출량 산정의 정확성을 위해 기초자료로 제공될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 황사발생시 수송 및 침적과정을 보다 정확하게 규명하고 향후 황사예측모델의 초기자료 구축에 도움을 주기 위한 기초연구로서 황사발생시 한-중 주요도시의 대기질 및 기상요소의 특성분석, 한반도의 장기관측자료를 이용한 종관기상학적 특성분석, 그리고 발원지 및 그 영향지역의 황사발생 현황을 살펴보고자 한다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구에서는 최근 5년(1998~2002년) 동안의 황사발생시 한-중 주요도시의 배출

원 환경 및 기상특성을 개괄적으로 살펴보기 위해 중국 주요도시를 발원지 근거에 따라 4개의 권역으로 분류하고 각 권역에 속하는 도시에서 관측된 대기오염물질지수(API: Air Pollution Index)와 기상요소(수평풍속, 지위고도, 잠재와도 등)를 분석하였다. 또한 한반도 내 주요대도시의 대기질(PM₁₀) 자료를 이용하여 한반도 황사발생의 현황 및 강도를 살펴보았다. PM₁₀ 자료는 한반도 주요대도시인 서울(27개 지점), 대전(3개 지점), 광주(4개 지점), 대구(6개 지점), 부산(9개 지점), 강릉(1개 지점)의 환경부 산하 대기오염 측정소의 농도 자료를 평균하여 이용하였다. 아울러 황사강도에 따라 3가지 사례를 선정하여 그때의 종관기상학적 특성을 분석하기 위해서는 일본기상청에서 발행한 지상 및 상층의 인쇄일기도와 NOAA에서 관측한 인공위성 자료 등을 이용하였다.

3. 연구 결과

3.1. 한-중 주요대도시의 황사발생현황

1998~2002년에 관측된 황사의 발생현황 및 발원지 분석을 위해 중국 발원지 주변도시의 API 값과 한반도 내 주요대도시의 대기질(PM₁₀) 자료 및 일기도를 이용하여 황사 발생의 연변화 및 월변화를 시·공간적으로 분석하였다. 분석결과 1998년보다 최근으로 올수록 황사의 발원지는 고비사막과 내몽고지역에서 대부분 많이 나타남을 알 수 있었다.

3.2. 한-중 주요대도시의 기상요소 특성분석

최근 5년 동안 관측된 황사현상의 주요 발원지 및 영향지역을 추정하기 위해 중규모 기상장 모델인 MM5의 결과(연직 온위 및 기온 등)를 이용해서 상층 혼합층을 분석하였으며, 발원지의 먼지배출 및 수송정도를 알아보기 위해 기상요소 중 상대습도, 수평바람, 임계마찰속도 등을 분석하였다.

3.3. 사례연구를 통한 황사특성 분석

동북아시아 황사발생시 주요대도시의 대기질 및 기상요소의 특성분석을 통하여 먼저 3가지 사례를 선정하였으며, 각 사례일의 종관기상학적 특성 및 먼지농도의 시·공간적 특성을 비교·분석하였다. 분석결과 높은 황사강도를 보인 서울과 대전을 중심으로 기압골의 중심이 이동하고 있음을 알 수 있었으며, 황사의 수송경로는 상층 기압골 중심의 이동 및 발달과 밀접한 관련이 있음을 나타낸다.

감사의 글

이 연구는 한국과학재단이 지원하는 SRC 기후환경시스템연구센터의 지원으로 이루어졌다.

참 고 문 헌

전종갑, 예상욱, 권민호, 정용승, 1999 : 황사의 장거리 수송과 관련된 대기 순환 유형의 분류, 한국기상학회지, 35(4), 575-586.

- David, M. Traff, Robert, J. Frouin, Douglas, L. Westphal, 2000: The April 1998 Asian dust event: a southern California perspective, American Geophysical Union.
- Kim, Y.K., H.W. Lee, Y.S. Moon, S.K. Song, 2001, Long-range transport mechanisms of Asian dust associated with the synoptic weather system. Environmental Sciences, 10(S-4), 197-206.