

대기-5 한반도 황사현상에 관련된 기상장 분석과 사례연구

김유근, 문윤섭¹, 송상근, 김보경^{*}

부산대학교 대기과학과, ¹캐나다 토론토 대학 대기물리연구소

1. 서론

중국 북부의 황토지대에서 발생한 미세한 모래먼지가 대기 중에 수송되어 전천을 덮었다가 서서히 강하하는 현상을 황사라고 하는데 중국에서는 Huangsha, 일본에서는 Kosa라 불리며 국제적으로는 Asian dust 혹은 Yellow sand라는 용어로 사용된다. 우리나라에서 관측되는 황사는 주로 봄에 나타나며, 발원지는 타클라마칸 사막, 고비 사막, 황토고원 등으로 알려져 있다. 이러한 황사현상과 관련된 국·내외 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. 윤용황(1990)은 황사와 기압패턴의 관련성을, 그리고 전종갑 등(1999)은 Lund의 상관계수법을 이용, 계절별 평균일기도를 구하여 기압패턴과 오염물질 수송에 관해 분석하였는데, 한반도에 수송되는 황사는 상층 기압골의 위치에 따라 영향을 받는다고 밝힌 바 있다. 또한 정관영 등(1997)은 황사발생일의 일기도를 합성하여 황사출현시 기압패턴의 특징을 밝힘으로써, 황사발생시 850hPa 부근에서 약한 안정층이 나타나며 황사의 주 이동고도가 2~3km와 3~6km의 2층 구조를 보인다고 하였다. 국외에서도 황사의 발생과 수송에 대한 연구가 Shaw(1980)와 Murayama(1987)에 의해 수행되었는데, 주로 황사가 북태평양까지 장거리 수송됨을 보였다.

본 연구에서는 최근 들어 발생하고 있는 겨울철 황사와 주로 봄철에 발생하는 황사의 메카니즘과 기상장을 분석하기 위해 고층 기상자료를 이용한 기압패턴의 군집분석과 사례연구를 통하여 대표적인 두 황사발생일에 대한 후방궤적의 추정, 에어로솔 지수, 그리고 중규모 기상장 모델을 이용한 수평 및 연직 수송과정을 비교·분석하고자 한다.

2. 자료 및 방법

일본 기상청에서 발행한 일기도(1996~1999)를 사용하여 500hPa, 700hPa, 850hPa 및 1000hPa에서의 기압패턴을 분석하였고, 같은 기간동안 광주, 오산, 포항, 제주의 고층 자료를 이용하여 군집분석(cluster analysis)을 하였으며 이를 통해 한반도 봄철과 겨울철의 전형적인 기압패턴을 분석하였다. 또한 겨울철 및 봄철 대표적 황사일에 대한 수치모의와 후방궤적을 추정하기 위해 NCEP/CDAS 자료를 사용하였으며, 에어로솔지수는 TOMS 자료를 사용하였다.

3. 황사발생일의 기상장 특성 분석

1990년부터 2000년까지 전국 7대도시(서울, 강릉, 대전, 대구, 전주, 광주, 부산)에서 관측된 황사발생일은 총 99일이었고, 발생횟수는 39회였다. 1990년 이후 겨울에 관측된

황사는 모두 3회로 1999년 1월 25~28일과 2월 27일, 그리고 2001년 1월 2~3일에 걸쳐 나타났다. 봄철 및 겨울철 황사현상이 발생할 당시 기상장의 특성을 살펴보면, 상층의 기압골과 하층의 고기압/저기압 시스템을 나타내는 유사한 패턴을 보였다(fig. 1). 즉 하층 저기압의 한랭전선이 우리나라를 통과하면서 뒤따라오는 고기압세력의 강한 북서풍과 하강기류에 의해 상층의 dust가 한반도 하층으로 유입되면서 황사가 발생한다. 이때 한반도 상층에는 극 및 아열대 제트가 만나 강한 풍계를 형성하여 그 동쪽에는 분리저기압이 자리잡고 있다.

4. 사례연구 결과

본 연구에서는 봄철 및 겨울철 황사발생일 중 대표적인 사례(1999년 4월 5일, 2001년 1월 3일)를 들어 일기도 분석과 고층 기상자료를 이용한 군집분석을 서로 비교하였으며 이를 바탕으로 황사발생일에 가장 빈번히 나타나는 대표적인 기상장을 도출하였다. 또한 유적선 분석을 통해 황사의 이동경로를 살펴보면, 황사는 타클라마칸 및 고비 사막 등의 발원지에서부터 강한 편서풍을 타고 한반도까지 수송되고 있음을 알 수 있었다(fig. 2). 즉 이러한 황사현상은 연중 봄에 가장 많이 발생하고 있으며, 이는 적은 강수량, 적당한 지표온도, 그리고 종관기상장 등의 영향이라고 볼 수 있다. 겨울의 경우에는 강수량이 낮고 편서풍이 강하여 봄보다 황사의 이동조건이 더 좋으나 낮은 기온 때문에 발원지에서 source의 발생확률이 낮은 것으로 사료된다.

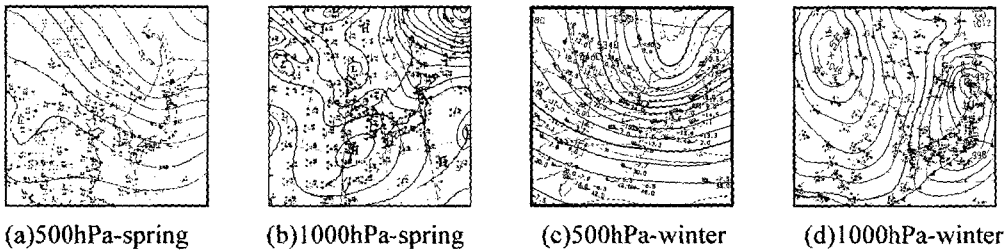


Fig. 1. The representative weather types associated with the yellow sand events.

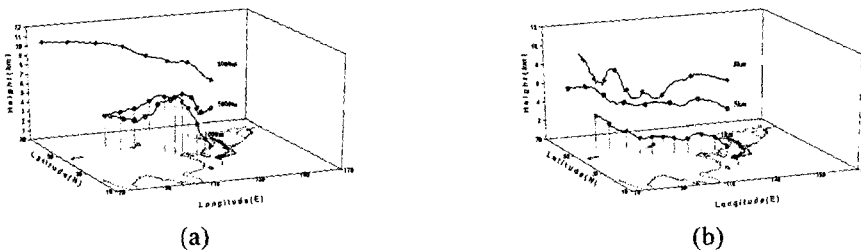


Fig. 2. Backward trajectories for yellow sand on (a)6 April 1999 and (b)3 January 2001.

참고문헌

- 윤용황, 1990: 한반도에 수송되는 황사의 특징에 관한 연구, 26(2), 111-120.
- 전종갑, 예상욱, 권민호, 정용승, 1999: 황사의 장거리 수송과 관련된 대기 순환 유형의 분류, 한국기상학회지, 35(4), 575-586.
- 정관영, 박순웅, 1997: 한반도에서 관측된 황사의 수치모의: II. 황사의 상승 및 이동구조의 특징, 한국기상학회지, 33(1), 201-217.
- Murayama, N., 1987: Production and long-range transport of Kosa aerosols, 天氣, 34(3), pp 44-47.
- Shaw, G. E., 1980; Transport of Asian dust aerosols to the Hawaiian island, J. Appl. Meteor., 19, pp 1254-1259.