

OA3) 한반도내 황사의 예보적중률 향상에 관한 연구

문윤섭, 이승환

한국교원대학교 환경교육과

1. 서 론

전영신 등(2002)은 1993-2002년의 아시아대륙 지상관측자료를 분석하여 황사발원지에서 발원한 먼지현상의 변화를 살펴보았는데, 아시아대륙의 황사 발원지로서 북위 40도 부근의 황하상류, 고비지역, 황토고원과 타클라마칸 사막이 주요한 영역이었으나 2000년 이후에는 황하상류지역의 동쪽에 위치한 내몽골고원과 해발고도 2km이하의 동북3성의 만주지역에서도 많이 발원하였다고 하였다. Lim과 Chun(2006)은 1993년부터 2004년까지 기상관측소의 봄철 황사의 특성을 분석한 결과 2000년 들어 황사 빈도수가 증가하고 있고, 특히 2002년에 최대빈도수를 나타내었으며, 발원지에서 모래바람을 유발하는 임계풍속이 6.5 m/sec, 모래폭풍을 유발하는 풍속은 14 m/sec이상이었다고 보고하였다. 또한 인희진 등(2002)은 WMO 중관기상관측소의 먼지보고 자료를 분석하여 2002년 봄철에 관측된 황사의 발원지를 확인하고 먼지발생과 관련한 기상조건을 분석하였는데, 황사발생은 발원지에서 풍속 6m/s를 초과하고, 상대습도 40% 미만, 시정 10km 미만인 지역과 잘 일치하였다.

최근 2002년, 2006년 및 2007년의 봄철에는 $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상의 최악의 황사 발생량을 기록함으로써 한반도에 큰 피해가 발생하였다. 그로 인해 문윤섭 등(2006)은 황사에 대한 예보 기법의 하나로서 기상학적 guideline을 제시한 바 있는데, 황사 발원지에서의 모래폭풍(dust storm)이 상층 제트기류의 정체와 함께 한반도 통과여부와 밀접한 관련이 있다고 주장하였다. 상층의 강한 풍속이 하층으로 전이됨에 따라 한기역에서 강한 바람에 의해 먼지폭풍이 발생하며, 이 때 황사의 경로와 강도는 상·하층의 저기압의 발달 위치와 제트기류의 이동 경로에 따라 결정되는 것으로 나타났는데, 즉 상·하층 저기압이 일치하여 황사가 저기압의 기압골을 따라(제트기류의 경로) 느리게 이동할 경우에는 강한 풍속에 의해 $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 내외의 많은 양의 농도가 한반도에서 감지되었고, 제트기류를 따라 서고동저형의 기압배치일 경우에는 한랭전선 뒤쪽을 따라 느리게 이동하여 $300\sim 500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도의 농도가 한반도에서 감지됨을 확인하였다.

하지만 최근 각종 보도에서 기상청의 황사 예보에 관한 적중률은 높은 편이라고 할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 2007년도 한반도내에서 발생한 황사의 예보사례에 대해 RDAPS 기상예보자료와 NCEP 기상재분석자료 및 위성자료 등을 이용하여 황사 예보적중의 성공 및 실패사례를 검토하여 그 원인을 파악함으로써 예보 적중률을 향상시키고자 한다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구는 2007년의 봄에 발생했던 황사사례를 바탕으로 황사예보가 적중한 사례와 그렇

지 못한 사례를 비교함으로써 황사예보 적중률을 향상시키는 것이다. 기상장 분석을 위해 2007년 NCEP (National Centers for Environmental Prediction) 재분석 자료와 기상청 기상예보 자료(RDAPS) 및 동기간 일기도 자료를 사용하였다. 또한 NOAA의 인공위성 영상과 중규모기상예보모델(MM5, WRF)을 이용하여 황사의 발생시점과 이동경로, 수평 수송범위, 그리고 소멸과정을 비교·분석하여 제시한다.

3. 황사발생의 예보 적중률 향상

Fig. 1과 2는 중국에서 발생한 황사가 2007년 3월 31일에서 4월1일처럼 우리나라에 직접 이동한 사례와 2007년 2월 22일처럼 황사가 이동하지 않은 사례의 위성사진과 일기도를 나타낸 것이다. 4월 1일의 경우 몽골고비사막과 중국 네이멍구, 황토고원 등에서 발원된 황사는 오전 9시에 서울 관악산 및 부산 구덕산의 경우 PM-10 먼지 농도가 $1600\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 관측되었지만 2월 22일 경우는 동 발원지에서 황사가 발생하였으나 우리나라에 미치는 영향은 매우 적었다.

몽골 및 중국에서 발생한 황사가 한반도로 수송되기 위해서는 그림에서처럼 상층의 기압배치가 매우 중요함을 알 수 있다. 즉 상층 Jet류의 세력이 강하여 500 hPa면의 등지위고도선의 간격이 매우 조밀한 상태(강풍 형성 조건)에서 우리나라를 통과하고 있으며, 이 때 지상 고·저기압이 매우 발달하여 파가 정체되고 있음을 알 수 있다. 이에 비해 2월 22일의 경우는 같은 등압면에서 등지위고도의 간격은 넓고(풍속 약함) V자 형태로 파의 이동이 빠르며 파의 소멸단계에 놓여있다.

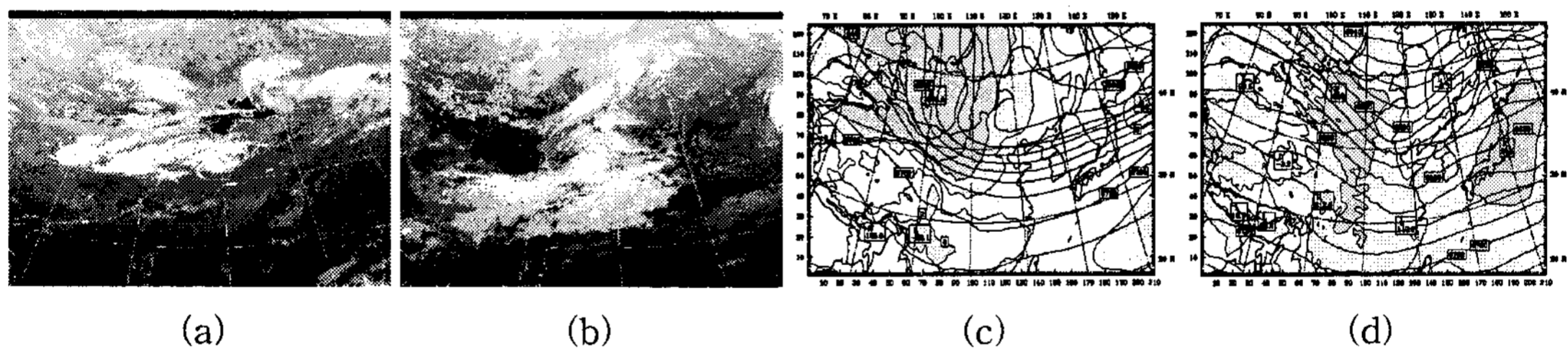


Fig. 1. Satellite images at 0900 LST (a) on 22 February 2007 and (b) on 1 April 2007, respectively.

Fig. 2. Isotach overlapped between 1000 hPa and 500 hPa at 0900 LST (c) on 22 February 2007 and (d) on 1 April 2007, respectively. Lines and fields show geopotential heights and surface high and low pressure, respectively, simulated by MM5.

4. 결 론

본 연구는 MM5/WRF의 기상요소, 원격탐사, 그리고 대기질 측정망을 이용한 봄철 황사예보사례의 분석을 통한 예보 적중률 향상 방법을 제시한 것이다. 향후 연구에서는 이들 기상자료를 이용하여 중국으로부터 황사 발생량을 정확히 추정할 수 있는 다양한 산출법을 비교·검토할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단(RE20060034)의 “WRF-CMQ 모델을 이용하여 봄철 동아시아 상공에서 절리 저기압의 발달시나리오에 따른 오존 및 미세먼지(황사)의 연직 플럭스 추정” 연구의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 문윤섭, 황은자, 이승환, 2006, 한반도내 황사발생의 기상학적 guideline 제시, 한국대기환경학회 2006 추계학술대회 논문집, 471-472.
- 안희진, 이은희, 박순웅, 2002, 2002년 봄철 종관관측소에서의 먼지발생 보고 분석, 한국대기환경학회 2002 추계학술대회 논문집, 93-94.
- 전영신, 조경숙, 김영화, 이종국, 2003, 만주에서 발원한 황사현상, 한국기상학회지, 39, 251-263.
- Lim, J. Y. and Y. Chun, 2006: The characteristics of Asian dust events in Northeast Asia during the springtime from 1993 to 2004, Hlobal and Planetary Change, Vol. 52, 231-247.