

PA12) 황사의 장거리 이동 특성에 따른 시정감쇄 현상 Long-Range Transport Characteristics of Yellow Sand Storm and Visibility Impairment

김경원 · 오승진 · 국봉재 · 김영준 · 서애숙¹⁾

광주과학기술원 환경모니터링기술연구센터, ¹⁾기상연구소 원격탐사연구실

1. 서론

에어로졸의 장거리 이동에 대한 연구는 황사의 수송과 기상특성, 황사의 연직 구조 분석, 황사의 성분 및 변질 등 황사 에어로졸의 화학적·물리적·기상학적 분석을 통하여 시행되어 왔다. 최근에 들어 인공위성을 이용한 대기의 광학적 두께(aerosol optical depth) 및 황사 에어로졸의 장거리 이동에 대한 위성관측은 황사현상에 대한 발현 예보를 가능하게 하였다. 광주과학기술원 환경모니터링 기술연구센터는 기상청의 예보를 토대로 비정규적 황사 현상에 대한 에어로졸의 광·화학적 장거리 이동특성을 조사하기 위하여 예상 황사기간에 시정집중모니터링을 실시하였다. 도시지역의 시정감쇄는 주로 지역 내의 인위적 오염물질에 지배적인 영향을 받으나, 기상조건에 따라 지역간 오염물질의 이동에 의하여 악화되는 현상이 발생한다. 뿐만 아니라, 황사 사례와 같이 돌발적인 지형학적 및 기상학적 변화는 한반도를 둘러싼 중국 및 일본, 북태평양에 이르는 오염물질의 장거리 확산을 유발하며, 도시지역 시정감쇄 현상의 비정규적인 악화를 유도한다. 따라서 시정감쇄 현상에 대한 총괄적 해석을 위해서는 장거리 이동에 의한 에어로졸의 정량적 분석을 통한 가시적 대기질(visual air quality)의 관측이 요구된다.

2. 연구방법

본 연구에서는 지역 내 시정감쇄 현상에 대한 에어로졸의 장거리 이동의 영향을 조사하기 위하여 transmissometer, nephelometer, aethalometer의 세 광학계를 이용한 실시간 시정모니터링, 에어로졸의 집중관측, 위성사진에 의해 관측된 기류(air mass)의 이동 경로에 대하여 조사하였다. 또한 HYSplit(Hybrid single-particle Lagrangian integrated trajectory) model를 이용하여 인공위성의 자료와 비교 검토하였다. 광주시 황사 사례에 대한 시정집중관측 기간 및 에어로졸 모니터링을 위해 사용한 샘플러와 광학적 모니터링을 위해 사용한 광학계를 표 1에 요약하였으며, 광주시의 시정변화는 Pentax PZ-20 camera에 의해 오전 8시부터 오후 6시까지 2시간 간격으로 촬영되어 NOAA의 위성사진과 비교 검토되었다.

Table 1. Aerosol and optical measurement conditions during Yellow Sand periods.

Intensive monitoring	Monitoring period	Aerosol monitoring measurement	Sampling interval	Optical monitoring measurement
1st Yellow Sand	23~24 March, 2000	URG VAPS, R&P Sequential WINS sampler, MOUDI	12 hours	Transmissometer, Nephelometer, Aethalometer
2nd Yellow Sand	27~30 March, 2000			
3rd Yellow Sand	7~9 April, 2000			

3. 결과 및 고찰

그림 1은 인공위성에 의해 관측된 황사 에어로졸의 공간적 분포와 같은 시각 HYSplit model에 의해 예측된 기류의 이동 경로를 나타내고 있다. 중국에서 발원한 황토 성분의 황사 에어로졸이 2~3일만에 한반도에 진입하는 것을 확인할 수 있었으며, 3월 23일과 4월 7일의 황사 사례와는 달리 3월 28일의 황사 사례에서는 기류의 이동경로가 몽고사막을 지나는 것으로 예측되었다. 표 2에서와 같이 황사기간에 관측된 시정거리리는 각각 9.6, 8.9, 5.9km이었으며, 그림 1의 위성사진 결과에서도 황사현상에 의한 시정감쇄가 4월 7일에 더욱 심했음을 보여주고 있다. 황사 에어로졸에 의한 장거리 이동은 광주시 도시내의 정규적 시정변화에 일시적 불균형을 유발하였으며, 3월 28일의 황사 사례의 경우는 63.3%의 비교적 높

은 상대습도에 의하여 시정악화가 장기간 지속되었다. 황사 에어로졸의 빛 소멸기여도(light extinction budgets) 또한 정규적인 사례와는 달리 dust 입자의 영향이 52%로 시정감쇄의 주된 원인물질로 관측되었다.

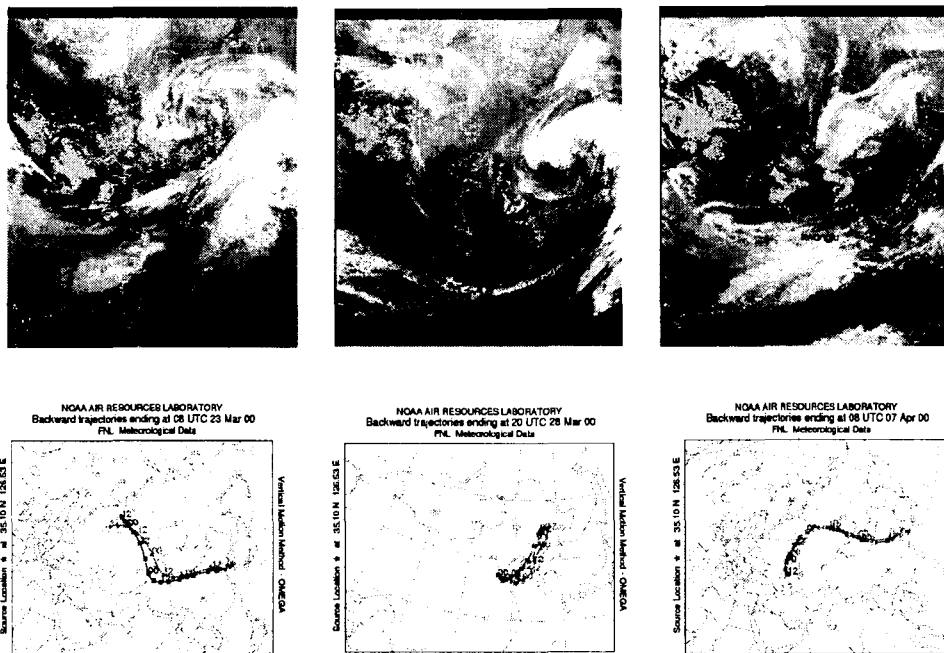


Fig. 1. Image data observed by NOAA satellite and estimated by HYspilt trajectory model.

Table 2. Reconstructed mass concentrations and light extinction budgets of aerosol components during Yellow Sand periods.

Intensive monitoring period	NHNO					NHNO					b_{ext} (Mm^{-1})	RH (%)
	NHSO	NHNO	OMC	EC	Soil&CM	NHSO	NHNO	OMC	EC	Soil&CM		
	$(\mu g/m^3)$					(Mm^{-1})						
1 st Yellow Sand	13.34	7.32	12.34	4.30	175.28	40.03	21.95	49.35	43.01	108.86	406	37.4
2 nd Yellow Sand	12.88	6.86	9.08	1.70	182.64	73.73	39.26	36.33	17.05	111.84	438	63.3
3 rd Yellow Sand	3.28	2.08	8.81	2.58	400.80	9.84	6.25	35.24	25.84	243.46	665	31.8

4. 사사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참고문헌

- Y. Iwasaka, M. Yamato, R. Imasu, and A. Ono (1988) Transport of Asian dust (Kosa) particles; importance of weak Kosa events on the geochemical cycle of soil particles, *Tellus* 40B, 494-503.
- IMPROVE (1993) Spatial and Temporal Pattern and the Chemical Composition of the Haze in the United States, 4-1~4-9
- F. Parungo, C. Nagamoto, Ming-Yu Zhou, A.D.A. Hansen, J. Harris (1994) Aeolian transport of aerosol black carbon from China to the ocean, *Atmospheric environment* 28, 3251-3260.