

PA1) 광주 지역 분진의 질량 농도와 에어러솔의 광학적 깊이
분포 : 2000년~2002년 황사를 중심으로
Variation of Aerosol Mass Concentration and Aerosol
Optical Depth during Asian Dust Events, 2000~2002
at Gwangju, Korea

김정은, 류성운, Zhuanshi He, 이권호, 김영준
광주과학기술원 환경공학과

1. 서 론

현재 우리 나라에서는 PM10이 분진 측정 항목으로 대변되고 있으나 미세 영역에 해당하는 PM2.5나 PM1.0의 범위의 측정에 관심이 집중되고 있다. 미세 영역의 분진은 많은 양이 호흡기에 침착되거나 시정의 감쇄를 야기시킨다 (Eldering and Cass, 1996 ; Anderson et al., 1992). 미국 National Ambient Air Quality Standard (NAAQS)는 1997년 PM2.5 항목의 추가를 공표하였다.

한반도의 봄철은 중국이나 몽골의 사막지대에서 발원한 황사 (Asian Dust)로 인해 대기 중 분진의 양이 증가하는 일이 빈번하지만 이에 대한 자세한 정보는 아직 많이 부족한 실정이다. 이 연구에서는 광주 지역 2001년 4월 PM2.5, 2002년 3월 PM10과 PM2.5 자료를 통하여 비황사 및 황사 기간의 질량농도 변화를 보고 이들을 회전차폐판복사계 (Rotating Shadow-band Radiometer) 자료로부터 계산한 에어러솔의 광학적 깊이와 비교해보고자 한다.

2. 연구 방법

PM2.5와 PM10 분진의 채취는 각각 PM2.5와 PM10 사이클론 (URG) 샘플러를 사용하여 2001년 4월 1일~4월 25일에는 24시간 간격으로 광주지방 기상청에서, 2002년 3월 13일~23일의 기간 동안은 8시간 간격으로 광주과학기술원 도서관 옥상에서 실시하였다. 분진 채취 전후의 질량 측정은 sartorius MC5 microbalance (1 μ g sensitivity)를 이용하였다. 2000년은 분진 자료는 영산강 환경관리청 광주지역 6개 지점 대기측정망 자료의 평균을 이용하였다.

에어러솔 광학적 깊이는 Rotating Shadow-band Radiometer (RSR) 자료로부터 계산하였으며 RSR을 이용한 대기 복사 측정의 정확도는 광주과학기술원 신소재공학과 옥상에서 98년 6월부터 계속적으로 수행해 오고 있다. AOD의 계산은 Beer-Lambert 법칙에 기반하며, Langley plot slope method를 이용하여 RSR 자료로부터 대기밖 복사량을 추정하고 total atmospheric optical depth (TOD)를 얻어낸다 (Harrison and Michalsky, 1994 ; 민희경, 2000 ; 김정은, 2001). TOD로부터 공기 분자, water vapor, 오존 전량 등에 의한 감쇄치를 제거한 나머지가 AOD이다. 각 황사 사례에 대해서는 후진계적 분석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

측정 기간 중 기상청에서 보고된 황사 관측일은 2000년 3월 23일~24일, 26일~29일, 4월 7일~8일, 12일, 2001년 4월 10일~13일, 4월 24일~25일, 2000년 3월 17~19일, 3월 21~23일이었으며 이 8차례의 황사기간과 비황사기간의 PM2.5, PM10, AOD의 값을 표1에 요약하였다. 황사가 발생하지 않은 봄철의 평균 PM2.5, PM10의 질량 농도는 약 36 μ g/m³, 64 μ g/m³였으며, 황사가 발생한 경우에 fine mode (PM2.5)의 분진은 2001년 일평균 농도는 평균 2배 가량 증가하였으나 8차 황사의 경우는 8시간 평균의 최대치가 463 μ g/m³이며, 일평균값은 약 9배가 증가하였다. 3PM10은 3차에 전체 평균 3배, 8시간 평균 최대치는 약 15배 증가하였으며 4차 황사 기간에는 전체 평균의 약 14배가 증가하였고 8시간 평균 최대치로 1215 μ g/m³의 값을 보였다. 또한 황사로 인해 증가된 분진은 fine mode보다는 coarse mode의 분진이 더 많은 부분을 차지함을 볼 수 있다. PM2.5의 경우 비황사시에는 NAAQS의 일평균 기준인 65 μ g/

m'보다 훨씬 적은 값을 보였고, 2차 황사를 제외하고는 이 값보다 높으며 특히 4차 황사의 경우는 4.5배 이상의 높은 값을 보였다. PM10의 경우도 한국의 부유분진 일평균 기준인 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮거나 황사시에 약간 높은 값을 가지나 8차 황사시에만 약 4.5배로 크게 증가하였다. RSR 자료로부터 계산된 AOD는 구름이 없는 시간만의 자료를 이용하여 계산하였고 매 10분 자료의 AOD는 비황사시 0.16 \pm 0.08의 값을 가지며 황사 발생시에는 0.41 \pm 0.18으로 약 3배 가까이 증가하였다.

2002년 측정된 PM2.5와 PM10의 일평균 값들은 상관계수(r) 0.89, $Y=2.1768X+3.7488$ (Y : PM10의 질량농도, X : PM2.5의 질량농도)의 선형관계를 가지며 이로부터 2002년 측정기간 중 fine mode와 coarse mode는 비슷한 질량농도 분포를 가졌음을 알 수 있다. 분진과 AOD와의 상관계수는 PM2.5와 0.96, PM10과 0.79, coarse mode (PM10-PM2.5)와 0.60의 값을 보였다.

Table 1. Summary of PM2.5, PM10 loadings and AOD during Asian Dust and non Asian Dust

		Asian Dust					
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
		00/03/23-24	00/03/26-29	00/04/07-08	00/04/12	01/04/11-13	01/04/24-25
PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		-	-	-	-	73 \pm 15	71 \pm 3.7
PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		151 \pm 126	151 \pm 58	178 \pm 134	144 \pm 12	-	-
PM10-PM2.5		-	-	-	-	-	-
AOD	Avg.	0.61 \pm 0.25	0.44 \pm 0.28	0.51 \pm 0.23	0.28 \pm 0.06	0.26 \pm 0.19	0.23 \pm 0.06
	Max.	0.98	1.4	1.1	0.37	0.99	0.35

		Asian Dust		Non Asian Dust		
		7th	8th	2000/03-04	2001/04	2002/03
		02/03/17-19	02/03/21-23			
PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		60 \pm 31	294 \pm 212	-	40 \pm 11	32 \pm 14
PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		145 \pm 111	673 \pm 551	79 \pm 37	-	49 \pm 17
PM10-PM2.5		85 \pm 84	379 \pm 419	-	-	17 \pm 6.7
AOD	Avg.	0.23 \pm 0.14	0.62 \pm 0.26	0.19 \pm 0.12	0.10 \pm 0.06	0.18 \pm 0.07
	Max.	0.7	1.3	0.39	0.38	0.32

감사의 글

본 연구는 두뇌한국 21 사업 및 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터에 의하여 지원되었습니다.

참고 문헌

- Anderson, K.R., Avol, E.L., Edwards, S.A. (1992) Controlled exposure of volunteers to respirable carbon and sulfuric acid aerosol, *J. Air & Waste Manag. Assoc.*, 42, 771
- Eldering, A., Cass, G.R. (1996) Source-oriented model for air pollutant effects on visibility, *J. Geophys. Res.*, 101, 19342-19369
- Lee Harrison, and Joseph Michalsky (1994) Objective Algorithms for the retrieval of optical depths from ground-based measurements, *Applied Optics*, 33(22), 5126-5132
- 김정은 (2001) 류성윤, 김영준, Variation of the Surface UV irradiance with Aerosol Optical Depth at Kwangju, Korean Meteorological Society, April
- 민희경 (2000) A study on variation of aerosol optical depth in the atmosphere using RSR data, MS Dessertation