

PD3) 2000년 광주지역에서 황사로 인한 에어로졸의 광학적 두께 변화

Changes in Aerosol Optical Depth during the Yellow Sand Events at Kwangju in 2000

김정은 · 류성운 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링기술연구센터

1. 서론

황사는 대개 봄철 중국 대륙이 건조해지면서 중국 북부 사막 등의 흙먼지가 강한 상승기류를 타고 편서풍을 따라 우리 나라까지 날아오는 현상이다. 황사가 발생하면 시정이 떨어질 뿐 아니라 대기의 오염원으로 작용하여 질병을 유발시키기도 한다. 특히 황사로 인한 대기 중의 에어로졸 농도 증가는 지표에 도달하는 직달 일사량을 감소시켜 에어로졸의 광학적 두께에 영향을 준다.

대기 중 에어로졸은 태양빛을 산란 또는 흡수함으로써 지구 복사 평형에 영향을 주고 구름의 특성을 변화시키기도 한다. 인위적인 오염원에 의해 증가하고 있는 대류권의 에어로졸은 전지구적으로 약 $-0.18 \sim -2.6W/m^2$ 의 복사 강제력을 가지며 이는 온실기체에 의한 기온 상승 효과에 상충한다고 본다(IPCC, 1995). 에어로졸의 광학적 두께는 대기 에어로졸의 총량을 의미하며 대기 상부의 복사 강제력을 결정한다(Natalia et al., 1999).

따라서 본 연구에서는 황사가 발생했을 때 에어로졸의 광학적 두께 변화를 관찰하고자 2000년 광주 지역에서 황사 기간 동안의 RSR(Rotating Shadowband Radiometer)자료를 이용하였다. 이를 통해 황사시 AOD 관측을 통해 황사의 광학적 특성을 규정할 수 있는지 알아보려고 하였다.

2. 연구 방법

2.1 관측 장소 및 기간

광주(광주과학기술원 신소재공학과 옥상, 126.53 °E, 35.10 °N)에 설치된 RSR을 이용한 일사량 모니터링은 1998년 4월부터 계속되고 있으며 이 연구에서는 그 중 2000년 광주에서 황사가 관측된 기간 동안의 일사량 자료만을 이용하기로 하였다. 광주지방기상청에서 발표한 황사 발생일은 3월 23-24일, 3월 26-29일, 4월 7-8일, 4월 12일이며 이 때의 에어로졸 광학적 두께(AOD, aerosol optical depth)를 계산하였고, 이 값들을 3월 23일-4월 12일의 기간 중 황사가 없던 맑은 날의 AOD 값과 비교하였다.

2.2 관측 장비 및 자료 해석

RSR은 미국 NOAA/ARL에서 전체 대기의 광학적 두께를 구하기 위해 고안된 측정장비로, 전천 일사량과 산란 일사량을 측정할 수 있다. AOD는 전체 대기의 광학적 두께에서 Rayleigh 산란, 오존, 그리고 수증기 흡수에 의한 광학적 두께를 뺀 값으로 구할 수 있다.

$$\tau_{aerosol} = \tau_{total} - \tau_{Rayleigh} - \tau_{ozone} - \tau_{H_2O}$$

전체 대기의 광학적 두께는 Beer-Bougher-Lambert 법칙으로부터 가시광선에 대한 대기의 복사 전달 방정식을 이용하여 구한다.

$$\ln I_{\lambda}(z) = \ln I_{\lambda}(\infty) - \tau(\lambda) \sec \theta$$

여기서 $I_{\lambda}(z)$ 는 임의의 파장(λ)에서 지표면에 도달하는 직달일사량, $\ln I_{\lambda}(\infty)$ 는 임의의 파장(λ)에서 대기 상부에 도달하는 직달일사량, $\tau(\lambda)$ 는 대기의 광학적 두께 그리고 $\sec \theta$ 는 상대적인 공기질량(relative airmass)을 의미한다. 전체 대기의 광학적 두께는 랑리회귀법을 이용하여 구하였으며, 오존에 의한 광학적 두께를 구하기 위해 Dobson 결과와 TOMS 결과 그리고 Chappuis and Wulf 흡수 상수가 사용되었다. 그리고 Rayleigh 산란에 의한 광학적 두께는 대기압을 이용하여 계산되었다. 수증기에 의한 광학적 두께는 가시 광선 영역에서는 무시할 만하므로 계산에 포함하지 않았다.

3. 결과 및 고찰

광주지방기상청에서 발표한 2000년 황사 발생일 중 4일(3.24, 3.27, 4.7-8)과 황사가 발생하지 않은 맑은 날의 AOD를 계산하여 그림 1에 비교해 보였다. AOD는 대기 중 에어로졸에 의해 결정되므로 구름에 의한 효과나 다른 분자들에 의한 감쇄효과를 배제하기 위해 맑은 날을 비교 자료로 삼았다.

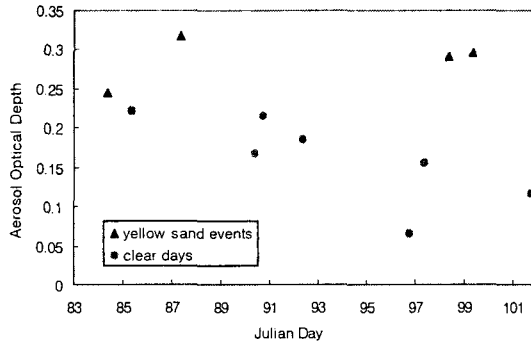


Fig. 1 AOD variation from 24 March to 12 April

RSR은 구름의 영향을 배제할 수 있도록 프로그램되어 있으므로, 구름의 영향이 없는 동안의 자료를 제시해 줄 수 있지만, 매시간의 AOD나 흐린 날의 AOD값을 구할 수 없다는 단점이 있다. 따라서, 황사가 지속되더라도, RSR 자료로부터 AOD를 얻지 못하는 경우가 많다

2000년 3월과 4월에 황사시의 AOD는 0.24~0.32로 맑은 날의 AOD 값인 0.07~0.22에 비해 비교적 높은 값을 보였다. 이는 태양복사에너지가 대기 상층부로부터 지상에 도달하는 동안 황사에 의해 산란되거나 흡수되어 그 양이 감소했기 때문이다. 즉 황사는 대기 중 에어로졸 농도를 증가시켰고, 따라서 황사에 의한 에어로졸의 광학적 두께 변화를 산출하는 것은 황사의 광학적 특성을 파악하는 중요한 기준이 될 수 있다.

4. 사사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- 민회경 (2000) A study on variation of aerosol optical depth in the atmosphere using RSR data, 광주과학기술원 석사학위논문
- 류성룡, 김영준, 민회경 (2000) 광주, 서울, 제주의 RSR측정을 통한 대기 에어로졸의 광학적 두께 비교, 2000년 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 185-186
- IPCC, World meteorological office, United Nations Environmental Programme, *Radiative forcing of climate change, The 1994 report of the scientific assessment Working group of IPCC, Summary for policymakers*, 1995
- Natalia G. Andronova, Eugene V. Rozanov, Fanglin Yang, and Michael E. Sclesingerm and Georgiy L. Stenchikov (1999), Radiative forcing by volcanic aerosol from 1850 to 1994, *J. of Geophysical Research*, vol.104, No.D14, 16,807-16,826