한국대기환경학회 2000춘계학술대회 논문집
Proceedings of 30th Meeting of KOSAE (2000) pp. 185-186
Proceedings of Korean Society for Atmospheric Environment

GE2) 광주, 서울, 제주의 RSR 측정을 통한 대기 에어로졸의 광학적 두께 비교

Comparison of Atmospheric Aerosol Optical Depth measured at Kwangju, Seoul and Cheju using RSRs (Rotating Shadowband Radiometer)

류 성 윤 · 김 영 준 · 민 희 경[1)]
광주과학기술원 환경공학과 [1)]기상연구소 응용기상연구실

1. 서 론

대기 중에 있는 에어로졸의 농도가 증가하면 직접·간접적으로 지구 복사 평형에 영향을 주어 기후 변화를 유도하게 된다. 직접적 효과로는 에어로졸이 지구에 들어오는 태양빛을 산란 및 흡수에 의해 차단하여 지표에 도달하는 태양에너지를 감소시키게 된다. 간접적 효과로는 증가된 에어로졸의 일부가 구름 응결핵으로 작용하여 구름입자의 농도를 증가시키면 구름의 알베도 값이 증가되고 또한 구름의 수명에도 영향을 주어 구름의 량을 증가시키게 되고, 따라서 지구복사 뿐 아니라 물의 순환에도 영향을 미치게 된다. 대기 중에 분포하고 있는 에어로졸은 태양복사 에너지를 흡수, 반사, 또는 산란시키기 때문에 에어로졸의 농도 변화는 에어로졸에 의한 광학적 두께, 즉 대기 혼탁도를 변화시킨다 자연발생적인 에어로졸이 아닌 인위적인 오염원에 의하여 생성되는 대륙권의 에어로졸은 전 지구적 평균값으로 볼 때, 약 -0.18 ~ -2.6 W/m^{2}의 복사 강제력을 가지며, 이러한 냉각효과는 CO_2에 의한 온실효과에 상응하는 것으로 추정되고 있다(IPCC, 1995). 에어로졸의 광학적 두께는 대기 상부에서의 복사강제를 구하는 주요한 특성(Natalia G. Andronova et al., 1999)으로서 이 값은 대기 중의 에어로졸의 총량을 의미한다. 본 연구에서는 에어로졸의 광학적 두께의 측정을 위해 광주, 서울 그리고 제주에서 태양 복사량를 관측하였고, 세 지역에서의 에어로졸의 광학적 두께(AOD)의 변화를 비교 고찰하였다.

2. 연구 방법

이 연구는 광주(광주과학기술원 신소재공학과 옥상), 서울(연세대학교 과학관 옥상) 그리고 제주(고산 관측소)에서 회전차폐판(Rotating Shadowband Radiometer, Quantum sensor, LI-190SA)을 이용하여 관측한 자료 중 1998년, 1999년 자료를 이용하여 분석하였다. 본 기기는 미국 NOAA/ARL에서 전체 대기의 광학적 두께를 구하기 위한 지상 측정장비로 회전차폐판은 1/6 rpm 속도로 회전하며 매초마다 자료를 수집하고 매10분마다 전천일사량 및 산란 일사량을 평균하여 측정하도록 설정되어 있다.

에어로졸의 광학적 두께는 Beer-Bouger-Lambert의 법칙으로부터 가시광선에 대한 대기의 복사 전달 방정식을 적용하여 구할 수 있다.

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

여기서 $I_\lambda(z)$는 임의의 파장(λ)에서 지표면에 도달하는 직달일사량, $\ln I_\lambda(\infty)$는 임의 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 결과, TOMS 결과 그리고 Chappuis and Wulf 흡수 상수가 사용되었다. 그리고 Rayleigh 산란에 의한 광학적 두께는 각 사이트에서의 대기압을 이용하여 계산되었다. 에어로졸의 광학적 두께는 전체 대기의 광학적 두께에서 Rayleigh 산란, 오존, 그리고 수증기 흡수에 의한 광학적 두께를 뺀 값으로 구할 수 있다.

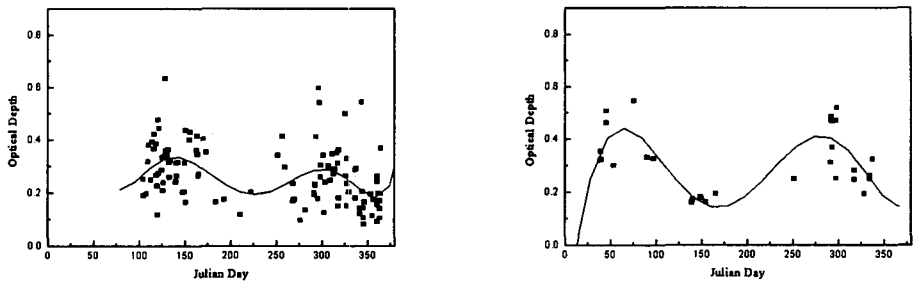
$$\tau_{total} = \tau_{aerosol} + \tau_{Rayleigh} + \tau_{ozone} + \tau_{H_2O}$$

랑리 회귀법은 대기가 맑고 안정된 날씨에 적용할 수 있으며 따라서 이 연구에서는 맑은 날씨에 추정된 태양복사의 평균값으로부터 대기의 광학적 두께를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

RSR 데이터로부터 계산된 AOD값은 뚜렷한 계절적 변화를 보인다. 즉 봄과 가을의 AOD가 여름과 겨울에 비해 비교적 더 큰 값을 가지는 것으로 나타난다.

1998년 서울의 TOD값은 0.125에서 0.780의 변화를 보였으며, 광주의 TOD 값은 0.098에서 0.709의 변화를 보였다. 또한 서울의 AOD 값이 0.081에서 0.736의 변화를 보였으며, 광주에서의 AOD값은 0.054에서 0.482의 값을 보였다.



(a) (b)

Fig. 1. The seasonal variation of TOD (Total atmospheric Optical Depth) in 1999 at Kwangju and Cheju. (a) Kwangju (b) Cheju

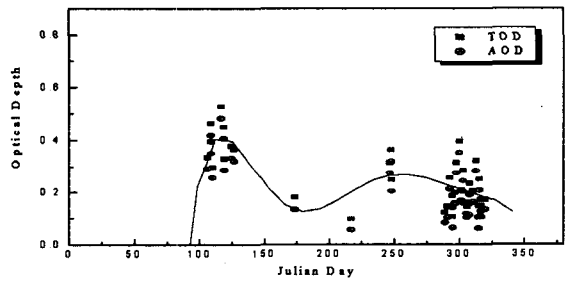


Fig. 2. The seasonal variation of AOD(Aerosol Optical Depth) in 1998 at Kwangju.

그림 1과 2는 광주와 제주지역의 TOD와 AOD값의 계절적 변화를 보여주는 결과이며, 봄에 최대값을 보이며 여름에 최소값을 보인다. 또한 그림 1을 보면 제주 지역과 광주지역 모두 봄철에는 TOD 값이 비슷하게 높은 값을 가지며 여름에 최소값을 보이고, 여름철엔 청정지역인 제주 지역의 TOD 값이 광주지역보다 더 낮은 값을 보였다. 이것은 여름철의 높은 상대 습도 및 장마 등으로 인한 세정효과가 있는 것으로 판단되며, 봄과 가을의 높은 값은 황사현상과 중국의 에어로졸의 장거리 이동에 의한 영향으로 사료된다.

4. 사사

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

참 고 문 헌

민희경 (2000) 「A study on variation of aerosol optical depth in the atmosphere using RSR data」, 광주과학기술원 석사학위논문

신도식, 김산, 김정식, 차주원, 김성중 (1999) 배경지역에서 대기 중 에어로졸의 변동 특성, 한국대기환경학회 학술대회 논문집

A.Smirnov, Y.Villevalde, N.T.O'Neill, A.Royer, and A.Tarussov (1995) Aerosol optical depth over the oceans : Analysis in terms of synoptic air mass types J. of Geophy. Res. vol. 100.