

PF5) 선포토미터를 이용한 에어로졸 광학적 특성 및 라이다 비도출

Retrieval of Aerosol Optical Property and Lidar Ratio from Sunphotometer Data

노영민 · 신동호 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술 연구센터

1. 서 론

동북아시아 지역은 중국 산업의 급성장으로 대기 오염물질 및 에어로졸의 증가량이 전세계에서 가장 높은 지역 중 하나이다. 또한, 봄철에 발생하는 황사는 장거리 이동하여 북미지역까지 이동하여 전 세계적으로도 연구의 관심이 되는 물질이다. 이러한 환경에서 현실에서 한국의 대기환경은 동북아시아 지역의 풍하측에 위치한 지역적 조건으로 국내에서 발생한 대기 에어로졸 뿐만 아니라 중국 등지에서 장거리 이동된 대기 에어로졸에 의해 많은 영향을 받는다. 이러한 지리적 위치로 인하여 국내에서의 대기 에어로졸의 기원을 조사하고 그 에어로졸의 광학적 특성을 연구하는 것은 국내의 대기환경변화의 예측뿐만 아니라 대기 에어로졸에 의한 기후변화 연구를 위하여 반드시 필요하다. 특히, 에어로졸의 광흡수 특성을 파악하는 것이 매우 중요하다. 또한, 2006년 4월부터 전지구적인 에어로졸 수직분포 관측을 시작한 CALIPSO(Cloud Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations) 위성의 정확한 관측을 위해서는 에어로졸의 종류별 정확한 라이다 비를 제공하는 것은 매우 중요한 일이다.

본 연구는 광주과학기술원(35.13N, 126.50E)에 2004년부터 설치되어 지속적으로 관측중인 선포토미터를 이용하여 대기 에어로졸의 광학적 특성 및 라이다 비를 산출하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 2004년 2월부터 2005년 6월까지 관측된 선포토미터 Level 2.0 데이터를 활용하여 에어로졸 광학적 두께(AOD, τ)와 Angstrom Exponent(α)를 직접 관측하고 Dubovik and King(2002, 2006)의 Inversion 알고리즘으로 입자의 크기분포, 유효경(r_{eff}) 및 단산란 알베도(ω) 값을 구하였다. 관측값은 일 평균 값을 사용하였으며 관측기간 중 결과값이 산출된 날은 총 136일이었으며 단산란 알베도 값이 분석된 날은 67일이었다. 3일의 역계적 분석을 통하여 각 관측일의 공기괴가 이동된 경향에 따라서 국내에서 발생한 에어로졸의 영향이 크다고 판단되는 것(Local), 중국지역에서 장거리 이동된 에어로졸의 영향이 크다고 판단되는 날(China), 그리고 남쪽으로부터 공기괴가 이동된 영향이 크다고 판단되는 지역(South)로 구분하여 분석하였다. 남쪽으로부터 공기괴가 이동된 관측일은 여름철에만 발생되었고 나머지 두 분류는 봄과 가을의 기간으로 나누어 총 5가지 유형으로 구분하였다.

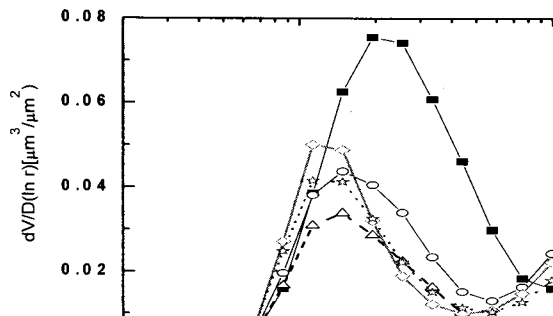


Fig. 1. Aerosol size distribution according to air mass movement pattern.

Table 1. Optical properties and lidar ratio categorized by air mass movement pattern.

	N. of Day	τ_{440}^a	$\alpha_{(440-870)}^b$	ω_{440}^c	r_{eff}^d	$S^e(532nm)$
Local_spring	23	0.54 ± 0.30	1.17 ± 0.33	0.94 ± 0.02	0.39 ± 0.19	64.7 ± 7.6
Local_fall	38	0.32 ± 0.20	1.38 ± 0.18	0.95 ± 0.02	0.27 ± 0.09	76.6 ± 9.3
China_spring	42	0.44 ± 0.24	1.16 ± 0.30	0.91 ± 0.02	0.37 ± 0.16	69.5 ± 7.8
China_fall	17	0.41 ± 0.22	1.17 ± 0.25	0.89 ± 0.02	0.32 ± 0.09	78.3 ± 13.4
South	16	0.84 ± 0.54	1.43 ± 0.30	0.95 ± 0.03	0.29 ± 0.06	79.6 ± 7.8

a: Aerosol optical depth; b: Angstrom Exponent; c: Single-scattering albedo; d: Effective radius; e: Lidar ratio

라이다 비는 아래 식에서 보이는 바와 같이 선포토미터로 관측된 단산란 알베도와 Phase Function 값을 활용하여 440, 675, 870, 1020nm에서의 값을 산출하였으며 각 파장별 값을 이용하여 Polynomial fit을 통하여 532nm에서의 라이다 비를 산출 하였다.

$$LidarRatio = \frac{4\pi}{\omega P(180)}$$

3. 결과 및 고찰

그림 1은 분류된 날들의 에어로졸 입자크기 분포를 보여준다. 공기괴가 남쪽으로 이동하여 왔을 때 미세입자의 분포가 확연히 높아지는 분포를 보여주며, 조대입자는 봄기간에 증가하는 특징을 보였다. 이는 봄 기간에 발생된 황사에 의하여 조대입자의 분포가 증가된 것으로 판단된다. 표 1은 총 136일의 관측 일 중 역계적 분석을 통하여 공기괴의 이동경로에 따라 분류된 날의 관측일수와 광학적 특성 및 라이다 비의 분포를 보여준다. 가장 높은 AOD 값은 공기괴가 남쪽으로부터 이동되어온 경우였으며, 이때의 라이다 비 및 광장력지수 높은 값을 나타내었다. 공기괴가 남쪽으로부터 이동되어 온 시기는 여름기간에 만 발생되었고 주요한 에어로졸은 국내에서 발생된 미세 에어로졸로 판단된다. 관측된 에어로졸의 광흡수 특징은 중국지역으로부터 이동된 것으로 판단되는 에어로졸에서 높은 값을 보임을 단산란 알베도 분포로부터 확인할 수 있다. 라이다 비 분포는 전체 평균값이 73.0 ± 10.3 sr으로 높은 값이 관측되었으며 봄에 관측값이 다른 기간의 관측값보다 낮은 분포를 보였다. 이는 입자크기의 분포와 마찬가지로 봄철의 황사의 영향으로 계절적 구분이 발생하는 것으로 판단된다.

국내에서 지역적으로 발생하는 에어로졸은 낮은 광흡수 특성과 미세입자가 대부분이나 장거리 이동된 에어로졸은 국내에어로졸에 비하여 높은 광흡수 특성을 보이며, 봄철에는 황사로 인하여 입자크기의 분포가 조대입자의 분포가 증가되는 것으로 판단된다.

사 사

이 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2007-4108)의 지원으로 수행되었습니다. 참여연구원 노영민은 BK21사업의 지원을 받아서 수행하였습니다.

참 고 문 헌

Streets, D.G., T.C. Bond, G.R. Carmichael, S.D. Fernandes, Q. Fu, D. He, Z. Klimont, S.M. Nelson, N.Y. Tsai, M.Q. Wang, J.-H. Woo, and K.F. Yarber (2003) An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000, J. Geophys. Res., 108(D21), 8809, doi:10.1029/2002JD003093.