

EA6) AERONET 자료를 이용한 전 지구적 에어러솔의 특성 조사

The characterization of global aerosols using AERONET data

윤순창, 원재광
 서울대학교 지구환경과학부

1. 서론

대기 중 에어러솔이 지구의 복사수지에 미치는 영향을 파악하기 위한 연구들은 여러 각도에서 수행되고 있다. 2001년 봄철에 진행된 ACE-Asia 뿐만 아니라, ACE, ACE2, TARFOX, INDOEX 등등의 여러 집중 측정연구들이 수행되었다. 그러나 에어러솔 관측자료의 시공간적 한계는 여전히 남아있으며, 위성관측을 통한 에어러솔의 분석도, 다양한 지표면 상태 및 에어러솔의 특성에 대한 불완전한 가정 등으로 인해 충분한 정보를 제공하지 못하고 있다. 이와 같은 한계를 극복하기 위해 AERONET(Aerosol RObotic NETwork) 자료를 이용하여 에어러솔의 전 지구적 특성에 대한 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

AERONET은 프랑스 Cimel사에서 제작한 Sun/sky radiometer를 이용한 전 지구적 에어러솔 측정 네트워크로, 미국 NASA GSFC에서 주도하고 있다. 본 기기는 태양의 직달(340, 380, 440, 500, 670, 870, 940, 1020nm) 및 산란 일사(440, 670, 870, 1020nm)를 측정하고, 이 자료로부터 에어러솔의 광학두께 및 Dubovik의 방법에 의해 굴절률과 크기분포를 산출할 수 있다. 자료의 정도관리를 위해 구름효과의 제거가 필요한데, 태양을 기준으로 좌우 방향의 복사의 대칭을 검사하는 방식으로 정도관리를 수행하였다. 4 파장에서 얻어진 에어러솔의 굴절률과 크기분포로부터, Mie 산란이론을 이용하여 표 1에서와 같이 총 33개의 변수를 계산하였다. 특히 크기분포의 경우는 22개의 입경영역에서의 대기 기주내의 에어러솔 부피 값이 제공되는데, 두개 모드의 log-normal 크기 분포로 fitting을 수행하였다.

Table 1. 33 variables which are calculated from AERONET data by Mie code and 2-mode log-normal fitting. AOT and α are not used for cluster analysis.

variable	way to get this variable	description
single scattering albedo, SSA	Dubovik's results	4 wave lengths
refractive index	Dubovik's results	4 wave lengths, real and imaginary part
lidar ratio, S1	Mie calculation results using Dubovik's results	4 wave lengths
asymmetric factor, g	Mie calculation results using Dubovik's results	4 wave lengths
mode radius of size distribution	Fitted from Dubovik's results	dV/dlogR, fine and coarse
STD of size distribution	Fitted from Dubovik's results	dV/dlogR, fine and coarse
volume constant of size distribution	Fitted from Dubovik's results	dV/dlogR, fine and coarse
aerosol optical thickness, AOT	Mie calculation results using Dubovik's results	4 wave lengths
Angstrom exponent, α	Mie calculation results using Dubovik's results	3 wave length intervals

이와 같이 계산된 변수들로부터 에어러솔의 특성에 따른 카테고리 구분을 위하여 군집분석을 수행하였다. 에어러솔 특성을 고려하는 데 중복되는 효과를 제거하기 위하여 Angstrom 멱지수는 제거하였고, 광학두께 역시 에어러솔의 특성보다는 양에 영향을 많이 받는 변수이기 때문에 고려하지 않았다. 결과적

으로 총 26개의 변수를 사용하여 군집분석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

2001년 11월 현재 240개의 AERONET 측정소가 등록되어 있고, 그림 1은 측정소들의 위치를 나타내고 있다. 전체 181316개의 자료들 중, cloud screening 과정을 통해 104442개의 자료가 남겨져 군집분석에 사용되었다. 여러 차례의 테스트 결과 총 8개의 군집으로 구분할 때 에어러솔의 특성을 잘 구분할 수 있는 것으로 판단하였고, 각각 두개의 dust 및 biomass burning 에어러솔과 도시지역 및 rural/background aerosol, 그리고 해염으로 구분할 수 있다.

이와 같이 구분된 각각의 에어러솔 군집들은 각각 측정소들이 위치한 지리적 조건과 계절에 따른 카테고리 구성비의 변화 등으로 인해 그 특성들을 판별하였고, 여러 연구 결과 및 문헌들을 참조하여 그 결과를 검증할 수 있다. 그림 2는 전체 8개의 카테고리들의 평균 에어러솔 크기분포를 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 각 지역별 에어러솔의 지역별 에어러솔에 의한 복사강제력의 계산에 사용될 수 있다. 또한 위성관측을 위한 보조 자료로도 이용가치가 있으며, 특히 2004년 발사 예정인 위성탑재 라이다 CALIPSO 자료의 분석에 필요한 S-ratio 데이터베이스 구축에 사용될 계획이다.



Fig 1. The map of the AERONET program sites registered till Nov. 2001

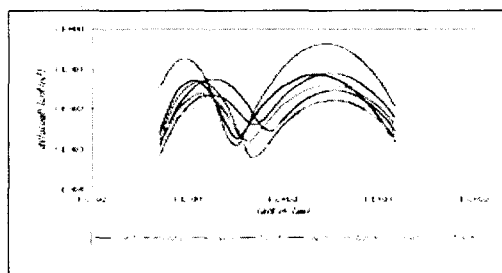


Fig 2. 2 mode log-normal size distributions of 8 cluster centers.

참 고 문 헌

- Dubovik, O. and King, M. D., 2000, A flexible inversion algorithm for retrieval of aerosol Optical properties from Sun and sky radiance measurements, *J. Geophys. Res.*, Vol. 105, pp 20673-20696
- Holben, B. N. et al., 2001, An emerging ground-based aerosol climatology : aerosol optical depth from AERONET, *J. Geophys. Res.*, Vol. 106, pp 12067-12097
- Smirnov, A. et al, 2000, Cloud screening and quality control algorithm for the AERONET database, *Remote Sens. Environ.*, Vol. 73, pp 337-349
- Wiscombe, W, 1996, Mie Scattering Calculations: Advances in Technique and Fast, Vector-Speed Computer Codes, *NCAR/TN-140+STR*