

## PA19) MP Lidar를 이용한 대기중 에어로졸 분포 관측 Observation of Atmospheric Aerosol Distribution Using MP Lidar

이태정 · 김석철 · 조성주 · 윤정임 · 김현섭 · 백준기 · 차형기<sup>1)</sup> · 김덕현<sup>1)</sup>

(주)라이다텍 환경연구소, <sup>1)</sup>한국원자력연구소

### 1. 서 론

대기환경문제는 관련 환경정책의 강화와 각종 대책에도 불구하고 그 심각성이 날로 증가하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 오염현상에 대한 정확한 측정, 분석과 이를 토대로 한 효율적인 대기오염 대책 수립 및 시행이 요구된다. 그러나 기존의 측정방법으로는 대기오염변화를 신속하게 측정하거나 또는 지상 수십 km에 달하는 광범위한 영역의 농도분포를 측정하는 것이 불가능하다. 최근 들어 실시간 측정이 가능한 원격측정 방법 중의 하나인 라이다 (Light Detection And Ranging; LIDAR)에 대한 관심이 고조되면서 여러 나라에서 급속히 발전하고 있다. 기존의 측정방법과 비교해 라이다를 이용한 대기 측정방법은 원격탐사가 가능하고, 수 미터 (m) 단위의 공간분해능을 지니며, 2, 3차원 측정이 가능한 장점을 가지고 있다. 특히, 본 연구에 이용된 저에너지 고반복율의 마이크로펄스 라이다 (Micro Pulse Lidar; MPL)는 시력안정에 대해 비교적 안정하고 소형으로 그 활용성이 점차 증대되고 있다 (Wolf, 1997; Mikkelsen et al., 1995). 이러한 MPL은 수 nsec( $10^{-9}$ sec)의 짧은 펄스 레이저를 사용하고 대기에 존재하는 부유 입자나 분자에 의해 되돌아오는 후방산란을 이용하여 대기 중에 존재하는 에어로졸의 분포 특성을 수 km에서 수십 km까지 분석할 수 있다.

본 연구는 MPL 관측자료로부터 에어로졸 분포를 계산하여 대기 경계층의 구조와 시간에 따른 변화를 고찰하였다.

### 2. 실험 방법

본 에어로졸 관측은 한국원자력연구소와 (주) 라이다텍이 공동으로 개발한 MPL을 사용하여 대전광역시 유성구 덕진동에서 실시하였다. 본 시스템은 자동주사기능 (scanning function) 및 CCD 카메라를 이용하여 목표지점 자동추적이 가능하고 간편한 조작 및 프로그래밍이 가능한 PC제어 시스템을 겸비하여 신호처리는 물론 측정범위의 설정까지 PC에 의해 자동으로 제어되도록 설계되었다 (차형기 외, 1999). 본 시스템의 사양 및 개략도는 표 1, 그림 1과 같다.

Table 1. Parameter of MPL system

Laser	Nd:YAG
Wavelength	532 nm
Laser Energy for Pulse	7~8 $\mu$ J
Pulse Repetition Frequency	1~3.5 kHz (adjustable)
Resolution	5~300 m (adjustable)
Telescope Diameter	20 cm
Detector	APD

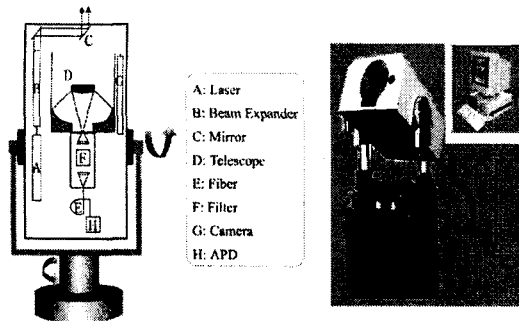


Fig. 1. The schematic diagram of MPL system

또한, 저출력, 고반복율의 반도체 레이저를 사용함으로써 펄스형 레이저 사용으로 인한 시력안전문제에 대해 안정하고 소형으로 이동이 용이하며 비교적 저가의 시스템으로, 532 nm 파장의 녹색광을 발사하여 에어로졸에 의해 산란되어 되돌아오는 신호를 감지한다.

### 3. 결과 및 고찰

후방산란되어 되돌아온 신호는 고성능 망원경과 광센서 및 광자계수기 (photon counter)에 의해 전달되면서 최종적으로 디지털 펄스로 전환되어 원하는 시간간격으로 컴퓨터에 저장된다. 이때 되돌아오는데 소요된 시간과 광신호로부터 위치별 오염물질 정보가 계산된다.

그림 2는 MPL를 이용하여 2000년 8월 2일 19시부터 8월 4일 13시까지 에어로졸에 의한 소광계수의 수직분포를 10분 정도의 시간 간격으로 연속적으로 관측한 결과이다. 수평축은 관측시간 (hr)이며 수직축은 고도 (km)로 짙은 색으로 나타난 부분이 고농도의 에어로졸 분포를 나타낸 것이다.

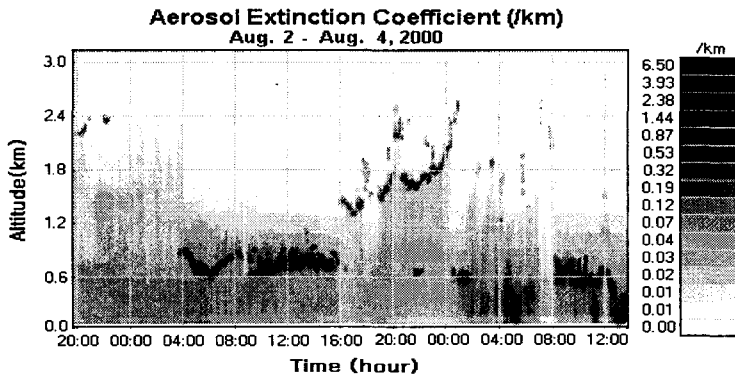


Fig. 2. Time series for aerosol extinction coefficient profile.

소광계수의 수직분포 자료를 이용하여 대류권내 에어로졸의 일변화를 분석한 결과 8월 3일 오전 04시경 고도 1 km 지점에서 생성된 에어로졸 층은 오후 16시경에 상승하여 고도 1.2 km에서 2.4 km 지점까지 확장되어가는 형태가 관측되었으며, 8월 4일 오전 01시경부터 에어로졸 층이 점차적으로 하강하는 형태가 관측되었다. 이와 같은 결과는 8월 3일 03시 이전에는 맑았으나 04시 이후에는 흐려지며 구름이 끼었고 10시부터 약한 비가 내린 기상상태에 의한 결과로 맑은날 일반적으로 보여지는 일변화 특성, 즉 해가 뜨며 혼합고의 상승하다가 해가 지며 혼합고가 하강하는 현상을 나타내지 않았다.

본 자료는 국내에서 최초로 개발된 MPL에 의한 대기 중 에어로졸 분포에 대한 관측결과로 그 의의가 매우 큰 것으로 사료되며, 향후 자료의 신뢰도 검증을 위해 기존 측정 방법 및 타사제품과의 비교 관측 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- Mikkelsen, T., H. E. Jorgensen, S. Thykier-Nielsen (1995) Final Data and Analysis Report on: High-Resolution in Plume Concentration Fluctuations Measurements using Lidar Remote Sensing Technique, RISO National Laboratory, Denmark.
- Spinhirne, J. D., A. R. Janathanl and V. S. Scott (1995) Laser Review 23, 26.
- Wolf, J. (1997) Lidar Atmospheric Monitoring, Proceedings of SPIE.
- 차형기 외 (1999) 대기관측용 마이크로펄스 LIDAR 개발(최종보고서), 산업자원부.