

AC4) 마이크로 펄스 라이다의 개발 및 응용 Development and Application of Micro Pulse Lidar

임광영 · 백준기 · 조성주
 (주) 라이다텍

1. 서 론

기상과 환경 분야에서 원격 탐사의 중요성이 부각되고 있다. 레이저를 사용하여 원격 탐사를 수행하는 라이다는 대기 중으로 쏘아올린 레이저 빛이 대기 중 에어러솔이나 기체 분자에 의해 후방산란된 신호를 측정한다(원재광, 1998). 이러한 라이다를 응용하여 탐지 대상의 공간적 분포와 연속적인 탐사를 통한 시간 변화를 획득할 수 있다. 극저출력(고반복율) 레이저를 사용하여 망막안전을 보장하고 스캔 시스템과 결합된 마이크로 펄스 라이다가 국내기술로 개발되어 에어러솔 관측에 활용되었으며, 향후 여러 분야에서 응용될 것으로 기대된다.

2. 시스템 구성

본 연구에 사용된 마이크로 펄스 라이다(MPL) 시스템은 국내 자체기술로 (주) 라이다텍에서 개발하였다. MPL 시스템은 송·수신부, 광자 계수부, 스캔 시스템부 그리고 시스템제어 및 측정결과의 저장 및 화면 출력을 위한 컴퓨터로 구성된다. MPL 시스템의 사양은 표 1과 같다.

Table 1. Specifications of Lidartech micro pulse lidar (March 7, 2002)

Transmitter	Wavelength		532 nm
	Pulse duration		15 ns
	Pulse repetition rate		1-5 kHz variable
	Pulse energy		15 μ J
Receiver	Telescope	Type	Schmidt Cassegrain
		Diameter	200 mm
		Focus length	2000 mm
Filter bandwidth		0.2 nm	
Field of view		< 150 μ m	
Photon counting system	Bin width		30 ns, 40 ns, 50 ns selectable
	Number of bins		32 kbit
	Max. rate		100 MHz

3. 시스템 응용

라이다 시스템의 리턴 신호는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(\lambda, r) = P_0(\lambda) K(\lambda) \frac{\beta(\lambda, r)}{r^2} \exp\left[-2 \int_0^r \alpha(\lambda, r') dr'\right] \quad (3)$$

$P(\lambda, r)$ 은 파장 λ 에 대한 거리 r 에서 돌아오는 측정 신호이고, $P_0(\lambda)$ 와 $K(\lambda)$ 는 각각 초기 레이저 출력과 시스템 상수를 나타낸다. 또한 α 와 β 는 각각 대기 부유물질에 의한 소산계수와 후방산란계수를 나타낸다.

이 측정 신호를 기초로 본 라이다 시스템은 기상과 환경 등 여러 분야에 응용될 수 있다. 즉, 측정된 신호 자료는 배경신호 제거, 요동 여과, 거리 보정 등의 선처리가 수행된 후에 여러 측정 요소를 산출하는데 쓰인다. 그림 1에 나타난 것처럼 Klett 등에 의해 개발되고 개선된 방법을 사용하여 에어러솔의 소

산계수를 산출하고(Klett, 1981) 이와 동시에 혼합고 산출도 가능하다(Hooper, 1986). 또한 구름에 의한 후방산란시 신호의 특성을 고려한 운고 측정도 가능하다(그림 2). 특히 연속 측정을 통하여 이러한 측정

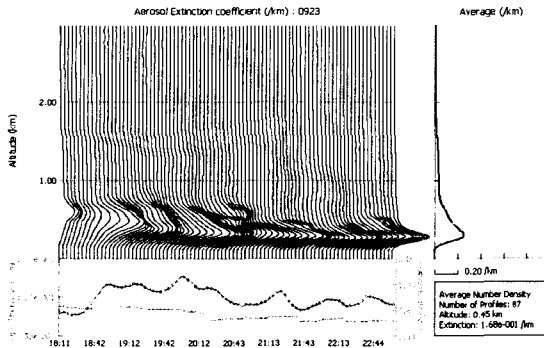


Fig. 1. Measurements by Lidartech MPL systems. Top shows the time series of extinction coefficient profiles, and bottom one, ranged optical thickness(red line/circle) and mixing height(blue line/dot) changes. Location: Pohang, September 23, 2001

요소들의 시간 변화도 산출할 수 있다. 그림 1과 2는 본 시스템의 분석 프로그램의 출력 화면으로 측정 요소들의 시간 변화를 나타낸다. 뿐만 아니라 스캔 시스템을 사용할 경우, 측정 요소들의 공간 분포의 표출도 가능하다. 그림 3은 2001년 7월 27일, 포항에서 관측한 에어리솔의 수평 분포를 나타내는데, 그림의 좌측 최하단 원점이 관측 지점이며 관측 지점의 서북쪽 7km 근방에 오염원이 존재함을 알 수 있다.

정밀한 스캔 시스템을 통한 에어리솔 분포의 변동으로 풍향·풍속도 산출할 수 있는데, 여기에 대한 연구는 현재 진행중이다. 기존 MPL의 탄성산란 신호량과 더불어 편광 정보를 수집할 경우 효과적인 황사 탐지가 수행 가능한데, 이를 위한 시스템 수정 또한 진행 중이다.

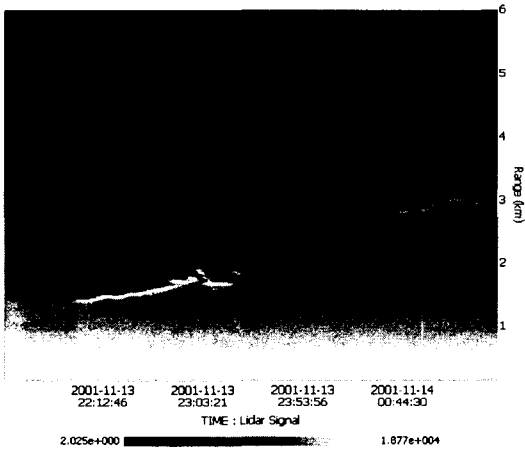


Fig. 2. Cloud height variation from MPL measurements in Pohang November 13, 2001

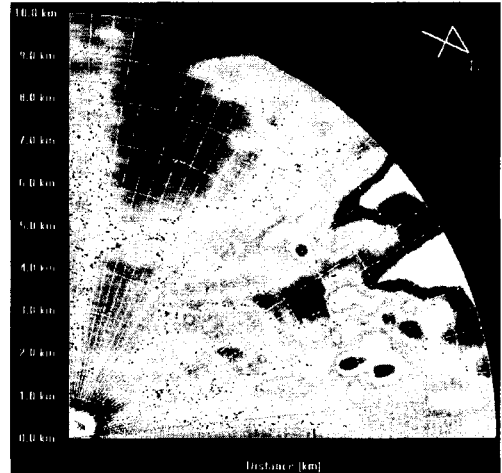


Fig. 3. Processed Data Map from LidarTECH MPL system: horizontal aerosol distributions in Pohang July 27, 2001

참고 문헌

- 원재광 (1998) 「Micro pulse lidar를 이용한 대기중 에어로솔 수직분포의 측정 및 분석」, 서울대학교 대학원 석사학위논문
- Klett, J.D. (1981) Stable Analytical Inversion solution for Processing Lidar Returns, Appl. Opt., Vol.20
- Hooper W.P. and E.W. Eloranta (1986) Lidar Measurement of Wind in the Planetary Boundary Layer, JCAM, Vol.25