

PS38(GE15) 라이다를 이용한 혼합층 고도 측정 (Measurement of Mixed Layer Height using Lidar)

윤순창 · 원재광 · 김상우 · 임광영
서울대학교 대기과학과

1. 서론

혼합층고도(Mixed Layer Height)는 대기오염물질의 확산에 큰 영향을 미치기 때문에 이에 대한 정확한 측정은 대기오염에 대한 연구에 있어 중요하다. 하지만 일반적으로 국내에서 환경영향평가 시에 수행하는 대기혼합고 측정은 비용상의 문제로 인하여 계절별 8회에 한정되고 있기 때문에, 그 결과의 대표성에 대한 문제제기가 계속되고 있다. 이에 본 연구에서는 라이다를 이용한 대기중 에어러솔 측정기술을 혼합고 측정에 적용해보고자 한다. 혼합층 내부에서는 대기오염물질이 일정하게 혼합된다는 이론에 근거하여 혼합층고도의 상부와 하부의 에어러솔 농도차이로 혼합층고도를 결정하고, 이를 존재를 이용한 측정방법의 결과와 비교하겠다.

2. 연구방법

2.1 측정기기 설명

본 연구에 사용된 라이다는 미국 SES Inc. 사의 Micro Pulse Lidar이고, 존재 측정은 미국 A.I.R. 사의 GP 존재 시스템을 사용하였다. 기기에 대한 설명은 다음의 표 1.에 나타내었다. MPL은 가시광선 영역의 빛을 대기중으로 발사하여 에어러솔에 의해 후방산란되어 되돌아오는 빛을 200 ns 간격(30m)으로 측정하며, 이 신호를 처리하여 대기중 에어러솔의 소산계수(extinction coefficient)를 계산해낸다. GP sonde system은 존재의 위치를 GPS 시스템을 이용하여 알아냄으로써 대기 상층의 풍향과 풍속을 측정하고, 또한 고도별 온도, 습도, 기압 등의 기상변수들을 측정한다.

Table 1. MPL and GP sonde system parameters

MPL(Micro Pulse Lidar)
laser : ND:YLF Diode laser(523.5nm)
pulse repetition frequency : 2500Hz
pulse energy : 4~5 μ J
resolution : 30m
A.I.R. GP Sonde System
model name : GPS/77
sensor : GP Sonde IS-5A-40XX-G
frequency : 400 MHz
balloon : 300g, using He gas

2.2 측정 및 분석 방법

1999년 9월 3일 경기도 시흥시에 위치한 하수종말처리장에서 MPL과 GP sonde system을 설치하여 동시측정을 수행하였다. 측정장소는 서해 및 시화호에 인접한 평지였고, 측정 당일 기상상태는 바람이 약하게 부는 대체로 맑은 날이었다. MPL은 10시 51분부터 5분 간격으로 측정하도록 설치하여 17시 50분까지 연속측정을 실시하였고, sonde 측정은 11시 6분, 14시 10분, 17시 15분에 총 3회 실시하였다.

MPL 측정자료는 Fernald(1984)와 Klett(1981)의 방법에 따라 처리하여 30m 간격으로 에어러솔에 의한 빛의 소산계수를 구하였으며, 고도에 따른 그래프로 나타내어 소산계수가 급격히 변하는 영역의 높이를 혼합층고도로 결정하였다. GP sonde 측정자료는 고도별로 측정된 기온자료를 온도(potential temperature)로 변환하고 고도별 변화를 살펴 역전층이 나타나는 고도를 혼합고도로 결정하였다.

3. 결과

그림 1.은 GP sonde system 측정 결과이고 그림 2.는 MPL 측정의 결과이다. 그림 1.에서 확인할 수 있듯이 은위의 수직분포로부터 역전층을 확인할 수 있고, 이 고도를 혼합층고도로 결정하였다. 그림 2.를 보면 혼합층 내에서의 소산계수는 은위에 비해 상대적으로 큰 변화를 보이고 있지만, 역전층 고도의 부근에서 소산계수의 크기 변화도 급격하게 나타나는 사실로부터 라이다 측정자료로 혼합층고도를 정성적으로 확인할 수 있었다. GP sonde 측정결과는 측정 시작 시간부터 역전층까지 센서가 상승하는데 20여분이 걸리는 순간적인 자료가 아니지만, MPL 측정은 5분 측정값의 평균이며 또한 5분 간격으로 지속적으로 측정값을 얻을 수 있어 혼합층고도의 변화를 상세히 살펴볼 수 있다는 장점이 있다.

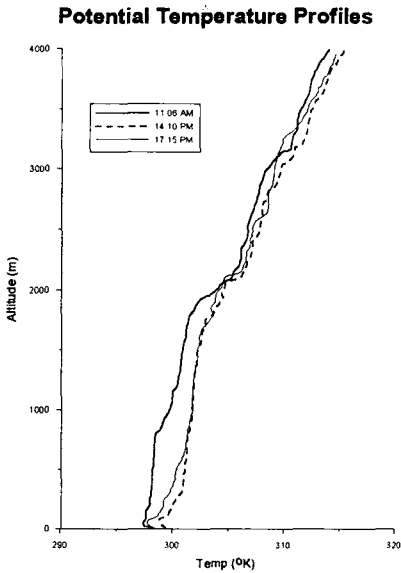


Fig 1. Potential temperature profile

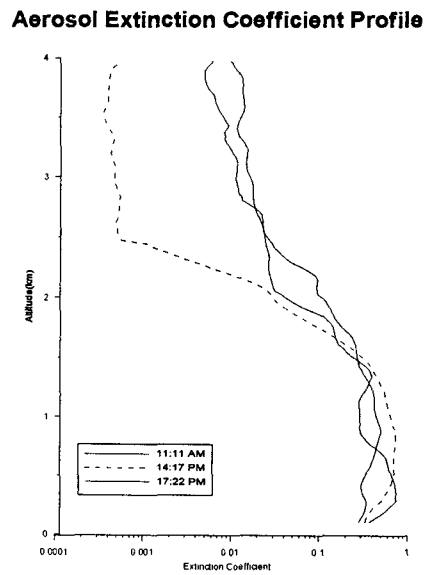


Fig 2. Extinction coefficient profile

참고 문헌

- 원재광 (1998), Micro Pulse Lidar를 이용한 대기중 에어리솔 수직분포의 측정 및 분석, 서울대학교 석사학위논문
- Coulter, R. L. (1979), A comparison of three methods for measuring Mixing-Layer Height, *J. Appl. Meteor.*, Vol 18, pp 1495-1499
- Fernald, F. G., (1984), Analysis of Atmospheric Lidar Observation : Some Comments, *Appl. Opt.* Vol 23, No. 5, pp 652-654
- Kaimal, J. C. et al., (1982), Estimating the depth of the daytime convective boundary layer, *J. Appl. Meteor.*, Vol 21, pp 1123-1129
- Klett, J. D., (1981), Stable analytical inversion solution for processing lidar returns, *Appl. Opt.* Vol 20, No 2, pp 211-220