

## PA32) 편광라이다를 이용한 서울시 에어러솔 연직구조 연구

### Study on the Vertical Distribution of Aerosols in Seoul using Polarization Lidar

조성주 · 유호남 · 정 권<sup>1)</sup> · 이준복<sup>1)</sup> · 이순희<sup>1)</sup>

(주)이엔쓰리환경 광기술사업부, <sup>1)</sup>서울특별시 보건환경연구원

#### 1. 서 론

한반도 상공의 에어러솔은 계절적, 지역적 조건에 따라 물리적, 화학적 특성의 변화가 심하기 때문에 환경오염과 인체에 미치는 보건학적인 연구가 활발하게 진행되고 있다(조용성 등, 2007). 주로 봄철에 장거리 이동으로 발생하는 황사와 지역에서 발생하는 에어러솔 특히, 서울과 같은 대도시의 경우, 인간활동에 의해 발생하는 에어러솔의 영향이 크기 때문에 이를 감시하고 저감하고자 정부에서 많은 노력을 기울이고 있다.

그러나 PM<sub>10</sub> 농도를 중심으로한 지점관측만으로는 대기 에어러솔의 입체적 감시가 어렵기 때문에, 체감적 대기오염의 대표적 지표인 시정과 미세먼지농도의 상관관계를 이해하는데 어려움이 따른다. 이에 서울특별시 보건환경연구원에서는 서울시 에어러솔의 연직분포와 이동상황을 연속적으로 감시하고 실시간으로 파악하여 지점 관측의 한계를 보완하기 위하여 다파장 편광라이다(Multi-wavelength Polarization Lidar for Atmospheric Research; MPoLAR)를 도입하여 활용하고 있다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 2008년 10월 18일에서 20일까지 서울시 광진구 구의동의 아리수 정수장에 설치된 다파장 편광라이다의 후방산란신호세기(Range-corrected Backscatter Signal)와 비편광도(Depolarization ratio) 자료를 이용하여 에어러솔의 연직 분포와 구조적 특성을 분석하였고, 서울시 종로구 송월동에 위치한 기상청 서울 기상관측소에서 측정된, 같은 기간 동안의 시정, 습도, PM<sub>10</sub>자료를 토대로 시정과 PM<sub>10</sub>자료의 상관관계, 그리고 라이다 비편광도 자료와의 비교를 통해 서울시 대기 중에 발생한 연무의 특성을 고찰하였다. 본 사례연구를 통해 에어러솔의 연직구조 특성을 이해하는데 다파장 편광라이다가 효과적임을 도출하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

2008년 10월 18일에서 20일 사이의 기간은 수도권 전역의 대기가 정체하여 서울시 에어러솔의 농도가 상승한 기상상황이 이례적으로 지속되었다. 연무가 장기간 지속되어 시정이 악화되었고, 상대습도도 높아져서 대기오염에 대한 체감적인 지표가 상승하여 건강에 대한 민감한 반응을 유발하였다. 기상청의 서울 기상관측소의 관측자료를 토대로 이 기간 동안의 시정과 상대습도의 변화 경향을 비교하였다. 그림 1은 서울 기상관측소의 자료 중 시정, 상대습도, PM<sub>10</sub> 농도의 시계열 변화를 보여 준다. 상대습도는 40~80% 사이의 값을 갖으며 야간에는 높고 주간에는 낮은 일반적인 경향을 반복적으로 보이고 있다. 시정은 기상청이 목측을 위주로 하기 때문에 야간의 관측값이 연속적이지 못하지만, 비교 기간 내내 2~7km의 값을 갖는 아주 낮은 상태를 지속하고 있으며, 상대습도와는 정확하게 180도의 위상차이를 갖고 있어 시정 악화의 주된 요인이 상대습도임을 알 수 있었다. PM<sub>10</sub> 농도는 전체적으로 시정이 악화될 때 증가하는 모습을 보여주고 있으나 18일 낮 12시와 20일 오전 6시의 경우는 시정이 개선되는 상황에서 PM<sub>10</sub> 농도는 증가하고 있고, 시정이 악화될 때 PM<sub>10</sub> 농도는 감소하는 경향을 보여줌으로서 시정과 PM<sub>10</sub> 농도와 상관관계가 직접적이지 않은 특징을 보여준다. 그림 2는 서울시 광진구 아리수 정수장에 위치한 라이다(MPoLAR) 자료로서 위의 그림은 거리가 보정된 에어러솔의 후방산란 신호세기, 아래 그림은 비편광도의 시계열 분포를 나타낸다. 양의 변화는 있지만 비슷한 비편광도값, 즉 비슷한 형상을 가진 에어러솔이 고도 3km까지

분포하다가 점차 그 높이가 2.5km로 낮아지고 있으며, 전체적으로 1km 고도 이하에서는 비편광도의 값이 아주 작은 값을 띄는데, 이는 에어러솔이 구형의 모양, 즉 물방울 형태로 존재함을 추측할 수 있다. 그러나 시정과 PM<sub>10</sub> 농도가 동시에 증가했던 18일 낮 12시 경은 비편광도의 값이 상대적으로 증가했지만 라이다 후방산란신호 세기는 변화가 없어, 시정악화의 주요 인자였던 대기 중 작은 물방울 입자들이 사라지고, 미세먼지들이 부유하는 연무상태임을 알 수 있다.

이와 같이 라이다 자료가 지상의 지점관측 자료의 한계를 보완하여 대기의 입체적인 감시와 전체적인 경향을 파악하는 데 효과적임을 확인하였다. 앞으로 서울시 전역에 걸쳐 다과장 편광 라이다 네트워크를 구축한다면 서울시 에어러솔의 입체적 실시간 감시가 가능하여, 국민건강을 위한 효과적인 대책마련에 기여할 것이라 생각된다.

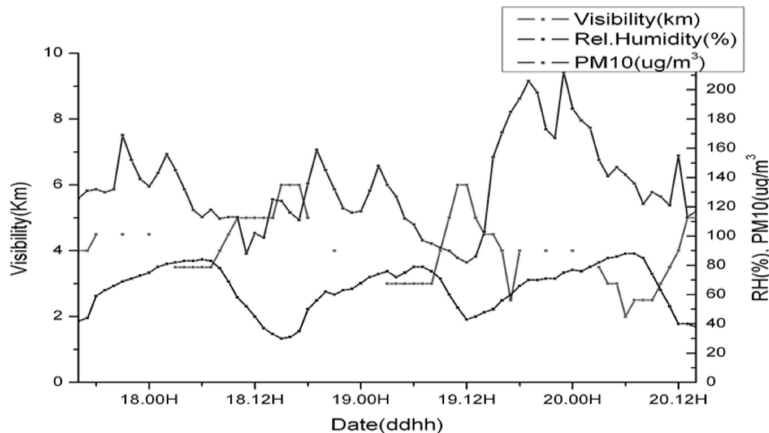


Fig. 1. Temporal variances of visibility, humidity and PM<sub>10</sub> in Seoul.

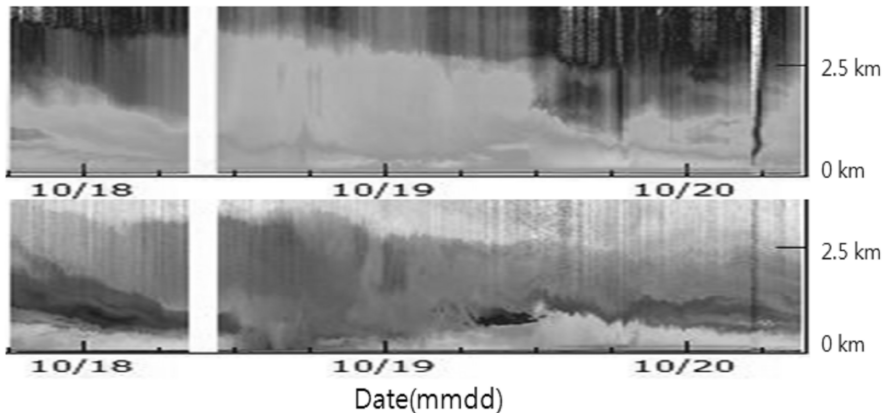


Fig. 2. Vertical distributions of aerosols by MPO<sub>L</sub>AR Range-corrected backscatter signal(upper) and depolarization ratio(lower).

**참 고 문 헌**

조용성, 정창훈, 손지영, 전영신, 이종태 (2007) 대기오염 지표로서의 시정과 일별 호흡기계 사망간의 연관성에 관한 시계열적 연구, 한국대기환경학회지, 23(5), 563-574.