

SS7) 차분흡수 라이다(DIAL)을 이용한 대기 오염 물질 관측

: 올림픽 공원내 방이동 측정소 주변

Air pollution measurement by using DIAL

: Near Bang-ee observatory in the Olympic park, Seoul

최성철¹⁾ · 김덕현 · 차형기 · 이종민 · 김영상¹⁾ · 김수철²⁾

한국원자력연구소 양자광학기술개발팀,¹⁾고려대학교 이과대학 화학과,²⁾주원산업(주)

1. 서론

산업 발달로 인해 각종 오염 물질의 배출이 증가함에 따라 대도시의 대기오염이 심각한 수준에 이르렀고, 이를 측정하기 위해 많은 측정장비와 방법들이 제시되어왔다. 하지만 시·공간적으로 변화하는 오염물질을 보다 정확하게 측정하기에는 아직까지 많은 한계가 있다. 레이저를 이용한 원격대기 측정은 이러한 문제를 해결 할 수 있는 유용한 장치로 대두되었고, 특히 대류권 대기 오염 측정을 위해서 DIAL(Differential Absorption LIDAR)이라 불리는 차분흡수 라이다 시스템이 효과적으로 사용되어 왔다⁽¹⁻²⁾. 이 시스템은 관측거리가 길고, 관측 시스템이 비교적 용이할 뿐 만 아니라, 상대적으로 검출한계가 낮아서 정밀 측정이 가능하다는 장점으로 인해 많이 활용되고 있다. 본 연구는 지난 5월 25-26일 국립환경연구원에서 주관한 공동관측(방이동 측정소 주변)에 참가한 결과로써, 측정항목으로 오존, 이산화황, 이산화질소, 에어로졸의 시간적 변화를 비교 분석하였고, 특히 오존의 경우 시간변화에 따른 연직분포를 측정하여 그 값을 평가하였다.

2. 연구방법

DIAL 방법은 특정 물질에 흡수가 많이 발생하는 공명파장과 적게 일어나는 비공명파장의 레이저빔을 대기중으로 조사하여 차등 후방산란된 신호를 이용하여 그 물질의 농도를 측정하는 방법이다. DIAL의 시스템은 차량탑재형으로 특수하게 고안된 라이다 시스템(model KJ2000M)을 이용하여 측정을 수행하였다. 그림 1은 전체 구성도를 나타낸다. 이산화황 측정을 위해 Spectra-Physics에서 제작된 Nd:YAG 2차 조화파를 펄핑원으로한 색소레이저를 이용하였고, 이때 사용된 색소레이저는 공명파장인 300 nm와 비공명파장인 299.5 nm를 교대로 발진할 수 있게 특수 제작된 이중 파장 색소레이저를 이용하였다. 오존 측정을 위해 차등흡수단면적이 큰 266 nm와 300 nm의 레이저빔을 사용하였고, 공명 파장으로 사용된 266 nm는 Nd:YAG 4차 조화파, 비공명파장으로는 이산화황 측정용 색소레이저에서 발진된 300 nm를 이용하였다. 연직 오존 측정시 비공명파장으로 사용된 300 nm를 이용하여 에어로졸의 공간적 분포와 소광계수를 동시에 측정하였다. 이산화질소의 경우 공명파장으로 Nd:YAG 3차 조화파를 펄핑원으로 한 색소레이저에서 발진된 448.1nm와 비공명파장 446.8nm를 이용하였다. 대기중에서 후방산란된 신호는 지름 30 cm인 망원경으로 수신하여 PMT를 통해 검출된다.

3. 결과 및 고찰

측정 시간은 5월 25일 아침부터 26일 오후까지 3 시간 간격으로 각각의 농도를 측정 수행하였다. 그림 2, 3, 4는 측정된 오존, 이산화황, 이산화질소의 시간변화에 따른 농도를 나타낸 것이다. 수평 오존의 경우 시간변화에 따른 오존농도 변화가 해가 진 후 오후 8 시경에 그 농도가 급격히 줄어든 후 다음날 해가 뜬 후부터 증가함을 볼 수 있다. 연직 오존의 경우 600 m 이하에서의 농도는 지상의 농도와 같은 경향을 보였지만 그 이상의 경우 낮에 고농도를 유지함을 볼 수 있다. 또한 25일 11시 경에 지상 600m 근처에서 오존농도의 역전현상이 관찰되었다. 이산화황의 경우 측정값이 수 ppb로 그 값이 매우 낮았고, 시간에 따른 농도 변화는 거의 미미하였다. 이산화질소의 경우 출퇴근 시간에 농도가 증가함을 볼 수 있다. 그림 5는 연직 방향 에어로졸의 소산계수를 나타낸 것이다. 25일 낮 동안 PBL(Planetary Boundary Layer)의 고도가 1 km 근처에서 형성되었다가 해가 진 후 600 m 근처로 낮아지는 경향을 볼 수 있었고, 그 고도에서 에어로졸 소산계수 값이 급격히 변화됨이 관찰되었다.

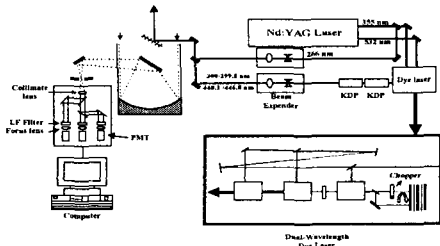


그림 280 DIAL 시스템의 전체 구성도

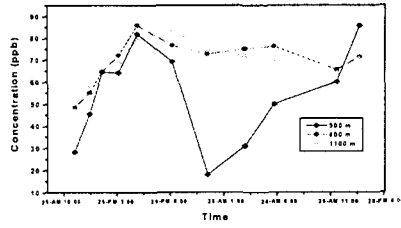


그림 281 a) 연직 오존의 시간별 농도 변화

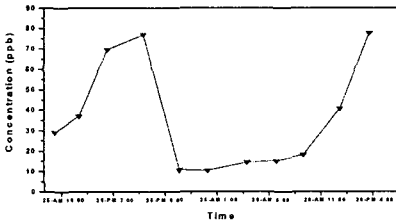


그림 2 b) 지상 오존의 시간별 농도 변화

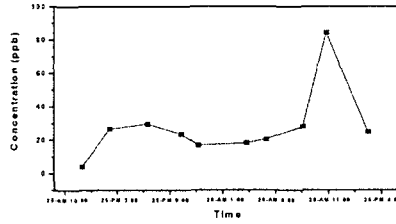


그림 3 이산화질소의 시간별 농도 변화

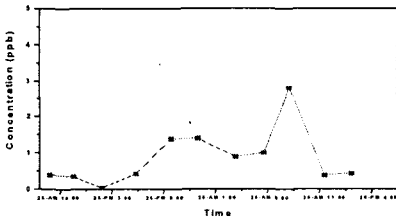


그림 4 이산화황의 시간별 농도 변화

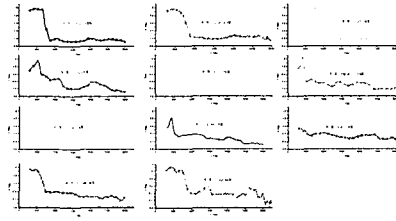


그림 5 연직 에어로졸의 소산계수

4. 결론

방이동 측정소 주변에서 오존과 이산화황 이산화질소 및 에어로졸의 연직 분포측정 결과 이산화황의 농도 값은 매우 낮게 측정되었고, 이산화질소의 경우 출퇴근 시간대에 그 농도가 증가함으로써 주변 교통량의 영향이 크게 작용되었기 때문으로 여겨진다. 오존의 경우 지상의 농도는 낮과 밤의 농도 차이가 약 60 ppb 정도로 크게 나타났다. 해가 진 후 그 농도 감소가 급격히 발생됨은 다른 요인에 의한 효과보다 태양광에 의한 광화학반응이 활발히 일어날 수 있는 대기 기상학적 요인이 크게 작용되었을 것으로 사료된다. 또한 연직 농도의 경우 PBL을 경계로 하여 그 농도 분포가 다르게 나타났으며, 자유 대류권의 농도 분포를 통해 다음날 지상 오존농도 예측이 가능할 것이라 생각된다.

참 고 문 헌

- I. S. McDermid, S. M. Godin and L. O. Lindqvist, "Ground based laser DIAL system for long term measurement of stratospheric ozone", *Appl. Opt.* **29**, 3603(1990)
- T. J. McGee, D. Whiteman and R. Ferrare, J. J. Butler, J. F. Burris, "Stroz life ; stratospheric ozone lidar trailer experiment", *Opt. Eng.* **30**, 31(1991)