

PE7) 오존라이더를 이용한 한반도 성층권 오존 관측

The observation of Stratospheric ozone using Ozone LIDAR in Korean Peninsula

방소영 · 조경숙 · 최재천 · 윤용훈 · 차주완
기상연구소 지구대기감시관측소

1. 서론

대기권 오존의 90%정도가 성층권의 15-30km부근에 존재한다. 성층권에 존재하는 오존은 대류권에서 생성된 오존과 화학식은 동일하지만 대기 중의 생성과정과 유발시킬 수 있는 피해 정도가 다르다. 성층권 오존은 직접적으로 생체 DNA 변성, 피부암 등을 야기 시키는 자외선을 흡수· 차단시켜 주므로 인간 및 동· 식물에게는 중요한 기체이다. 이러한 성층권 오존이 인간에 의해 배출되는 오염물질 염화불화탄소(CFCs), 할로겐 가스등에 의해 파괴되고 있다. 이에 1985년 비엔나 조약을 통해 오존층에 대한 중요성을 인식 후 오존층 파괴 물질에 대한 규제 및 대체 물질개발에 관한 협약이 1987년 9월 몬트리올에서 이루어졌다.

전세계적으로 현재 오존전량 관측이 GAW(Global Atmosphere Watch) 관측소 등을 통해 Brewer, Dobson 분광광도계 및 M-124 오존메타 등을 이용해 이루어지고 있으며, 오존존데나 오존라이더를 이용한 관측 역시 다양한 지역에서 이루어지고 있다. 현재 우리 나라에서는 1994년 3월 이후 포항기상대에서 Brewer 분광광도계를 이용하여 오존전량과 주 1회 오존존데를 이용한 오존농도의 연직분포를 관측하고 있다. 오존라이더를 이용한 관측은 최근 십여 년간 전세계적으로 많은 연구기관이 경쟁적으로 수행하고 있으며, 특히 프랑스, 미국, 러시아, 캐나다 및 독일 등은 오존라이더를 이용한 관측뿐만 아니라 개발에도 많은 관심을 기울이고 있다.

본 연구는 국내에서 최초로 개발된 엑시머레이저(XeCl)를 이용한 DIAL(Differential Absorption Lidar)방식의 오존라이더를 이용하여 한반도 성층권 오존의 수농도 및 수직 분포를 관측하고자 한다.

2. 관측 방법

2.1 오존라이더

현재 안면도에 위치한 기상청 기상연구소 지구대기감시관측소에서는 성층권 오존을 감시하기 위해 라이다텍(주)으로부터 2001년 12월에 오존라이더(모델명:Strazon3070)를 도입하여 시험운영 중에 있다. 이 오존라이더는 성층권 오존의 수농도 및 수직분포를 관측할 수 있는 장비로 DIAL(Differential Absorption Lidar) 방식으로 두개의 다른 파장(파장 308 및 353nm)의 레이저빔(XeCl 레이저빔)을 대기 중으로 발사한 후, 되돌아오는 신호를 측정한다. 이때 308 및 353nm의 파장에 대해 성층권 오존이 서로 다른 흡수율을 보이므로 그 농도 차를 역산하여 계산하게 된다.

본 라이더는 12~40km사이의 성층권 오존을 측정하는 것으로 근거리에서 들어오는 강한 후방산란 신호를 제거하기 위해 일반적으로 사용하는 Optical chopper를 사용하지 않고 송신부와 수신부 사이를 일정거리(6m)로 유지시켜 자연적으로 일정 고도 이상의 신호만이 수신부에 들어오도록 구성되어 있다. 특정 구간의 신호를 수신하지 않을 수 있는 게이팅(gating)이 가능한 광전증배관(Photo Multiplier Tubes: PMT)과 이를 조절할 수 있는 시간지연 펄스 발생기를 사용하며, 두 개의 서로 다른 파장을 얻기 위해 고가의 서로 다른 두 레이저를 사용하는 대신 간편하고 효율이 높은 저압형 라만 쉬프터(Raman shifter)를 사용하여 308nm 파장을 생산하는 한 대의 레이저에서 동시에 353nm의 파장을 쉽게 얻을 수 있는 장점을 갖고 있다. 또한 신호의 양을 늘리기 위해 대구경 반사식 뉴턴(Newtonia) 망원경 방식을 채택하였고, 비구면 광학계(paraboloid)를 사용하여 신호분석의 질을 향상시켰으며, 통계적 처리방법과 보정방법을 이용한 성층권 내 기체분자 및 에어로졸의 효과를 보정 할 수 있는 분석프로그램이 제공되어 정확한 오존 농도 계산이 용이하다.

2.2 안면도에서의 성층권 오존 관측

안면도에 위치한 지구대기감시 관측소(36° 32' N, 126° 19' E, 해발고도 45.7m)에서는 운량이 0인 구

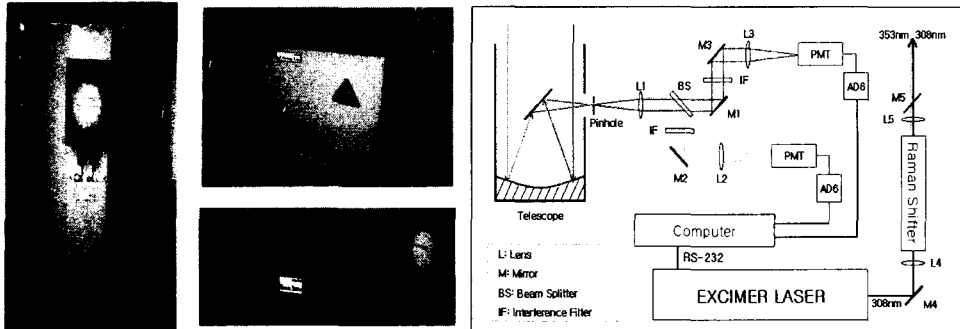


Fig. 1. The system and scheme of stratospheric ozone LIDAR in Anmyoen-do.

름이 없는 청명한 날 야간을 선택하여, 오존라이더를 이용한 성층권 오존량 및 수직 분포를 관측하였다 (Fig. 1). 2002년 1월 24일, 1월 31일, 2월 7일 및 2월 14일 총 4회 관측이 이루어졌으며 기상상태에 따라 3월 및 4월중에도 주기적인 관측이 있을 예정이다.

3. 결과 및 고찰

안면도 지구대기감시관측소 오존라이더를 이용한 성층권 오존 관측은 2002년 1월 24일 처음 시작하여 2월 현재까지 총 4회(2002년 1월 24일, 1월 31일, 2월 7일, 2월 14일)의 관측을 수행하였다. 오존라이더 관측은 운량이 0인 맑은 날에만 관측이 가능하기 때문에 동 관측소에서 보유하고 있는 에어로졸라이더를 동시에 운영하여 운량 및 운고를 확인 후 관측하였다.

오존라이더의 송신단에서 발사되는 두 308 및 353nm의 레이저빔의 align이 틀어져 있던 2002년 1월 24일 및 1월 31일에는 최대오존수밀도가 연직 방향으로 약 20km부근에서 나타났다. 그러나 align이 교정되지 않은 관측 결과로 신뢰할 수 없는 결과로 판단된다. 후방산란 되어오는 빔의 양을 증가시켜 상층관측 자료의 신뢰성을 향상시킬 뿐 아니라 최대오존수밀도가 나타나는 고도를 결정짓는 중요한 Align 교정이 실시된 후 관측된 2002년 2월 7일 및 14일에는 각각 지상 23 km 부근에서 최대 오존수밀도를 나타났다. 오존수밀도를 적산한 후 높이에 따라 정규화(normalize)한 결과, 성층권 내 오존 농도는 1km 당 약 $2.3E+12cm^3$ 로 거의 균일하게 분포함을 알 수 있다. 제 1차와 2차에서 미흡한 관측을 보였으나 2월 현재 총 4회의 오존 관측 결과를 평균하면 지상 21.75km에서 $4.54E+12cm^3$ 의 최대오존수밀도를 보였다. 또한 포함 기상대의 2002년 2월 14일 14시 24분 오존 존재에 의해 관측된 오존농도와 안면도 지구대기감시관측소 오존라이더에 의해서 관측된 2000년 2월 14일 21시 57분에 관측된 오존농도를 상호 비교한 결과 유사한 경향을 보였다.

감사의 글

이 연구는 기상연구소 지구대기감시관측소의 사업비와 과학기술부에서 시행하는 국가지정연구실 사업의 하나인 “한반도 기후변화 감시 기술 개발” 연구과제의 일부 지원으로 이루어졌습니다.

참고 문헌

- Stuart, McDermid et. al.(1990) Ground-based laser DIAL system for long-term measurement of stratospheric ozone, *Applied optics*, Vol. 29, No. 25, 3603~3612
- 윤일희(1999) 대기오염기상학, p.236
- WMO/GAW (2000) *Global Atmosphere Watch measurement guide*, No. 143, 15~1 22
- (주)라이다텍(2001) 성층권 오존라이더 사용자 매뉴얼, p.97