

## PF9) 2002년 겨울의 서울 상공의 오존농도변화 Variation of Stratospheric Ozone above Seoul during Winter 2002

박인희, 가수현, 김경희, 오정진  
 숙명여자대학교 지구환경연구소

### 1. 서론

오존은 성층권에 대부분 존재하며, 25~30km부근에서 최대 밀도를 이루고 있다. 오존층이 자외선과 그 밖의 태양복사에너지를 흡수함에 따라 성층권의 열의 근원이 되어 지구 대기 순환에 영향을 준다. 즉, 오존층이 기후변화와 밀접한 관련을 가지므로 지구의 동식물들은 그 영향을 받게 된다. 그러나 1980년대 들어서 남극에서 오존홀이 발견되고, 이 오존홀이 계속 커진다면 피해가 증가할 것이다. 이같은 상황으로 볼 때 오존의 대한 연구 필요성은 크다고 할 수 있다.

중층대기에서의 오존의 반응과 파괴물질을 연구하는 방법으로 오존분자의  $6_{1,5} - 6_{0,6}$  전이에 해당하는 110.8359 GHz 방출 스펙트럼을 밀리미터파 수신기를 이용해 지상관측을 하게 된다. 이 방법의 장점은 여타의 방법에 비해 광원의 존재 여부에 관계없이 방해물질의 영향을 적게 받으며, 여러 분자의 고분해능 스펙트럼을 동시에 얻을 수 있다는 것에 있다.

### 2. 실험 방법

연구에서 사용된 헤테로다인 수신방식의 밀리미터파 오존 수신기 시스템은 안테나, 준광학계, 국부발진기, 믹서, 중간주파수 시스템, 분광기시스템, 컴퓨터로 구성되어 있다. [그림1]

오존신호는 관측소의 안테나에 반사되어 준광학계 부분을 통과해 평면경과 반사경을 거쳐 단축파대여파기로 입력된다. 그 후 믹서로 들어간 신호는 국부발진주파수와와의 차이에 의해 중간주파수를 만들어내고, isolater를 거쳐 HEMT증폭기로 증폭된 후 필터뱅크 분광기로 들어간다. 이후 컴퓨터로 입력되어 신호처리가 된다.

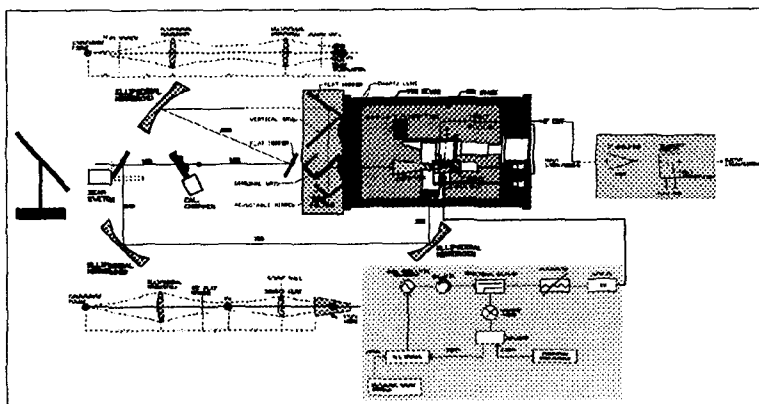


Fig. 1. Scheme of the ozone receiver system developed at Sookmyung Women's University.

수신기를 통해 컴퓨터에 저장된 결과는 전압의 단위를 갖는 값 V로서 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$V = A \cdot T_{sys}$$

$$T_{sys} = T_a + T_{rec}$$

( $T_a$ : 안테나 온도,  $T_{rec}$ : 수신기에 의한 잡음 온도,  $T_a$ : 시스템 온도)

기기로 부터 출력되는 최종 결과  $V$ 로부터 안테나 온도  $T_a$ 를 구하기 위하여 두 개의 후채 복사를 기준 온도로 이용해야 한다. cold load로는 77 K의 액체 질소를, hot load로는 absorber가 붙어 있는 chopper가 내려왔을 때의 온도 300 K를 기준 온도로 하였다.

$$V_{atm} = A(T_b + T_{rec})$$

$$V_c = A(T_c + T_{rec})$$

$$V_h = A(T_h + T_{rec})$$

$$T_b = \frac{T_h - T_c}{V_h - V_c} (V_{atm} - V_c) + T_c$$

( $T_h$ : hot load에 의한 온도,  $T_c$ : cold load에 의한 온도,  $T_b$ : 대기에서 오는 신호)

### 3. 결과 및 고찰

2002년 1월 22일부터 2월 26일까지 관측 결과 중 관측기기 고장이나 날씨와 관련된 에러를 제외한 데이터만을 해석하여 스펙트럼을 얻었다. 이 스펙트럼은 110.8359 GHz를 중심으로 128 MHz의 영역에 따른 밝기 온도로 나타난다.

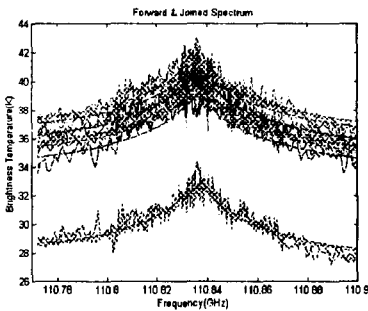


Fig. 2. Observed and Calculated Spectra at Seoul on January 28, 2002 (afternoon).

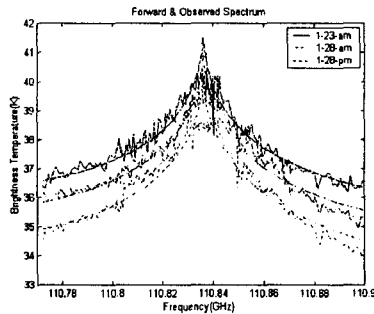


Fig. 3. Observed and Calculated Spectra at Seoul from Jan. 23 to Jan. 28, 2002 (Average).

스펙트럼의 세기는 128 MHz 영역 내에서 약 6 K로 측정된다. Bias 온도로부터 수증기로 인한 투과도를 계산하면 대략 70~85 %의 투과도를 보인다[그림4]. 밝기온도로부터 Rogers' Optimal Estimation Method를 사용하여 오존의 고도별 연직분포를 알 수 있다[그림5]. 이 외에도 스펙트럼에 영향을 주는 요인을 모두 보정하였으므로, 이 실험 결과의 오차 범위는 5 % 이내이다. 오존농도의 최대치는 약 25-30 km 상공에서 나타났으며 보통 시간에 따라 약 20%의 변화를 보이고 있다. 이같은 오존 농도는 기존의 위성자료와 상당부분 일치한다.

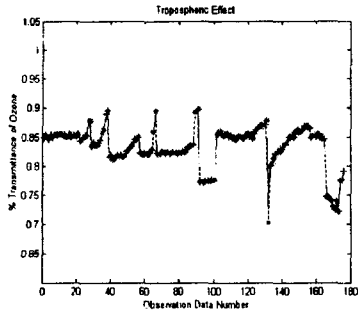


Fig. 4. Variation of Transmittance of Ozone at Seoul from Jan. 23 to Feb. 16, 2002.

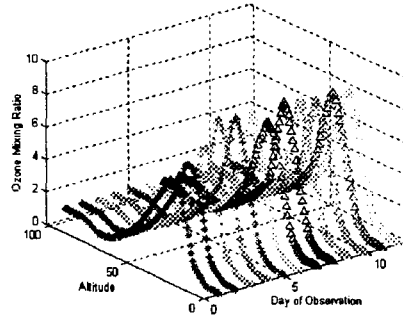


Fig. 5. Variation of Ozone concentration at Seoul during Jan. - Feb., 2002.

#### 참 고 문 헌

- Michael A. Janssen (1993) Atmospheric Remote Sensing by Microwave Radiometry, John Wiley & Sons, Inc.
- 정현수, 한석태, 이창훈 공역 (1998) 밀리미터파 공학 (기초와 응용), 문운당, 269 - 313
- 한국천문연구원 (1994) 서브-밀리미터 전파 수신기 개발(I) 최종보고서
- 천문우주과학연구소 (1987) 전파망원경에 의한 관측기술 개발(2차년도)
- 민영철 (1994) 전파 천문학, 동양문화사, 141-203
- WMO Global Ozone Research and Monitoring Project PROJ NO.18 (1988) Report of the International Ozone Trends Panel 1998, 111-120
- Kin-aki Kawabata, Hideo Ogawa, and Yoshinori Yonekura (1994) Ground-Based Millimeterwave Measurements of Mesospheric and Stratospheric Ozone Employing and SIS Mixer Receiver, J. Geomag. Geoelectr., **46**, 755-770
- Kin-aki Kawabata, Hideo Ogawa, and Yoshinori Yonekura (1996) Ground-Based Millimeterwave Measurements of Strato-Mesospheric Ozone, J. Geomag. Geoelectr., **48**, 353-360
- C. D. Rodgers (1976) Retrieval of Atmospheric Temperature and Composition From Remote Measurements of Thermal Radiation, Reviews of Geophysics and Space Physics, **14**(4), 609-624
- Moustafa T. Chahine (1970) Inverse Problems in Radiative Transfer : Determination of Atmospheric Parameters, J. Atmospheric Science, **27**, 960-967