

PA31) 안면도 지구대기감시관측소에서의 대기 미량 기체의 MAX-DOAS 측정

MAX-DOAS Measurement of Atmospheric Trace Gases at Anmyeon KGAWO Station

이철규 · 이한림 · 정진상 · 박정은 · 최병철¹⁾ · 김영준

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술 연구센터,

¹⁾기상연구소 지구대기감시관측소

1. 서 론

가시광선/근자외선 영역에서의 태양산란광을 이용한 흡수 분광법을 이용한 대기 중 가스상 오염물질 측정기술은 1900년대 초반에 개발되어 이용되어 왔다. 이런 기술은 인위적은 광원을 사용하는 능동형(Active) 기수에 대비되어 수동형(Passive) 흡수 분광법이라 불리어 왔다. 본 연구에 사용된 Multi Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) 방법은 광원으로써 태양산란광을 이용하고, 여러개의 망원경이나 스테퍼 모터를 이용하여 다양한 고도각(Elevation angle, 수평선과 망원경 방향이 이루는 각)에서 태양 산란광을 측정한다. MAX-DOAS 방법은 자연광을 광원으로 사용하여 기기구조를 간단하게 한다. 더욱이 여러 고도각에서 오염물질에 대한 정보를 얻을 수 있어 대기 오염물질의 공간적 분포를 파악할 수 있게 하고 대기 화학을 규명하는데 중요한 데이터를 제공한다. 공장 굴뚝이나 화산 분화구 등의 여러 풍하지역에서 측정함으로써 플룸확산을 이해하기에 필요한 데이터를 제공할 수 있다. 또한 지상형 MAX-DOAS 시스템은 성층권 뿐만 아니라 대류권 내의 미량기체에 대한 Sensitivity가 높아 복사전달 모델을 이용하여 농도의 수직분포를 얻을 수 있다. 또한 MAX-DOAS를 이용한 O₄ 측정을 이용하여 대류권 내의 에어로솔에 대한 정보를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 지상형 MAX-DOAS 시스템을 이용한 대기 미량 기체의 결과를 제시한다.

2. 연구 방법

본 연구는 충남 태안 안면도에 위치한 KGAWO(Korea Global Atmosphere Watch Observatory)에 2005년 5월 26일부터 6월 9일까지 수행되었다. MAX-DOAS 측정 항목은 ClO, BrO, SO₂, NO₂, O₄ 이다. 지상형 MAX-DOAS 시스템은 스펙트로그래프와 망원경을 포함하고 있는 몸체와 스테퍼모터, 몸체를 지지하기 위한 삼발이로 구성되어 있다. 내장된 소형의 스펙트로그래프(OceanOptics USB2000, cross Czerny-Turner type, 1/f=2.2, 2400gr/mm grating, 2048 pixel CCD detector, 0.7nm 분해능(FWHM), 파장범위 289-431nm). 검출기로부터 기록된 신호는 12-bit ADC를 통하여 컴퓨터에 저장되었다. MAX-DOAS 몸체는 스테핑 모터와 연결되었고 스테핑모터는 망원경이 0°와 90° 사이의 여러 고도각을 향하도록 하는데 되어 있다. MAX-DOAS 시스템은 KGAWO 건물의 옥상에 설치되었고 3°, 6°, 10°, 20°, 90°의 고도각이 선택되었다. 일련의 5개의 고도각에서 태양산란광을 얻는데 5- 15분 정도의 시간이 소요되었다. 스펙트로그래프의 Offset 신호와 Dark current는 태양산란광이 없는 야간 시간에 매일 기록되었으며 DOAS 해석 과정에서 고려되어 측정신호로부터 제거되었다.

MAX-DOAS 스펙트럼은 해석은 기본적으로 DOAS 데이터분석 알고리즘에 따라 행해졌으며, 벨기에 IASB (Belgium Institute of Space Aeronomy)에서 개발된 WinDOAS 2.10 소프트웨어가 이용되었다. MAX -DOAS 스펙트럼 분석결과는 SCD로 나타어진다. 태양산란광은 태양 Fraunhofer lines에 의하여 구조화 되어 있다. 따라서 Fraunhofer line들에 의한 영향을 제거하기 위하여 Fraunhofer Reference Spectrum (FRS)이 분석 과정에서 기준 스펙트럼으로 사용되었다. 매일 현지시간으로 정오에 Zenith 방향(기기 고도각 90°)에서 측정된 태양산란광 스펙트럼을 FRS으로 사용되었다. Ring effect에 의한 영향을 고려해 주기 위하여 앞에 언급한 FRS로부터 계산된 Ring 스펙트럼이 계산되었다. Ring 스펙트럼은 기준 Reference cross-section, 파장에 따라 느리게 변하는 부분 (예, 산란)을 제거하기 위한 다항식과

함께 과 함께 SCD 산출을 위한 비선형최소사승법의 피팅(fitting)과정에 포함되었다

3. 결과 및 고찰

정오에 측정된 Zenith MAX-DOAS 스펙트럼을 기준 스펙트럼으로 사용하여 분석결과는 그림 1과 같이 U형의 농도분포로 나타내어진다. 이것은 정오에서 멀어질수록 Solar zenith angle이 증가하여 광경로가 증가하기 때문으로, 이런 현상은 성층권에 존재하는 물질일수록 분명히 나타난다. 대류권에만 존재하는 물질은 SZA에 따라 흡수경로길이의 영향을 받지 않아 U형의 농도 분포를 볼 수 없고, 기고도가 작아질수록 광경로가 길어져 SCD 값이 크게 나타나고 대류권내에 높은 농도로 존재하는 물질일수록 고도각에 따른 SCD의 차이가 분명하다.

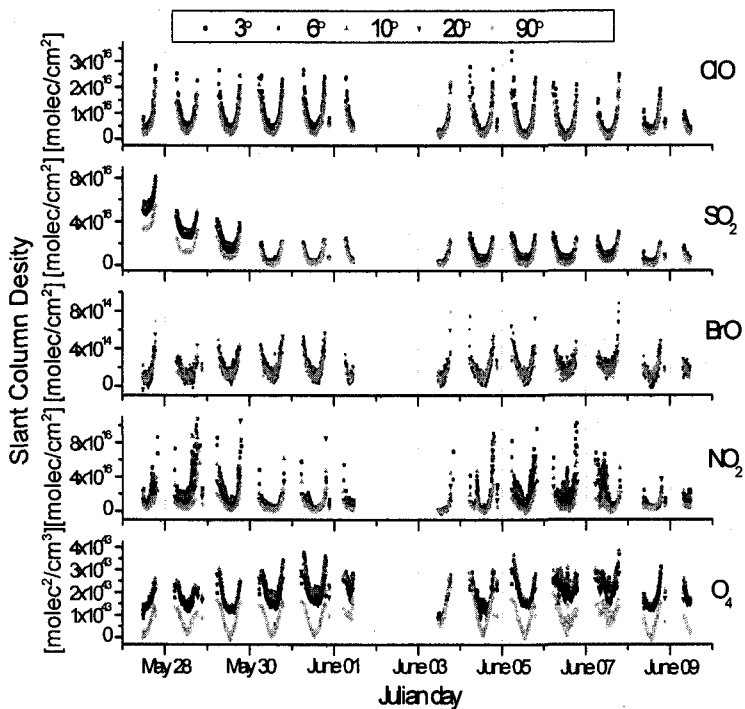


Fig. 1. ClO, BrO, SO₂, NO₂, and O₄ slant column densities measured by MAX-DOAS. The elevation angles are indicated by the symbol as denoted in the top of the figure.

사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원과 두뇌한국 21을 통한 교육부 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- Hoenninger and Platt. (2002). Observations of BrO and its vertical distribution during surface ozone depletion at Alert, Atmos. Environ. 36, 2481-2489.
- Wagner et al. (2004). MAX-DOAS O₄ measurements: A new technique to derive information on atmospheric aerosols-Principles and information content, J. Geophys. Res. 109, D22205.