

2D1) 광투과 방식을 이용한 차등흡수 분광기 개발 및 시험 측정 응용

Development and Performance Test of Open Path Long Path Differential Optical Absorption Spectrometer (LP-DOAS) System

이정순, 이철규, 김은영, 국봉재, 김영준, 김현호¹⁾, 전기준¹⁾
광주 과기원 환경공학과, 한국 표준 연구소¹⁾

1. 서 론

자외선의 영역에서 에너지 흡수를 일으키는 기준 가스들을 측정하는 방법은 여러 가지가 있다. 근래에 이르러 분광학적인 방법으로 이들을 측정하는 시도가 늘어나고 있다. 유럽에서 널리 이용중인 도아즈는 현재는 위성에 응용되어 개발되고 있으며 가스의 파장에 대하여 흡수선을 이용하여 해당가스를 검출해내는 기술을 그 원리로 하고 있다. 지점 측정 방법에 대하여 많은 장점을 가지고 있으나 현재로서는 지속적으로 개발되고 있고 응용 기술의 난해함 등으로 그 응용범위가 한정되어 있다. 본 연구는 국내에서 개발된 도아즈 시스템을 소개하고 데이터 처리과정 및 측정 결과를 나타내는 것을 그 범위로 하고 있다. 이와 더불어 타 도아즈와의 비교 측정 응용을 실시한 결과를 보여주고 있다.

2. 연구 방법

개발된 도아즈는 송, 수광기를 겸한 망원경, 반사경인 CORNER CUBE RETRO-REFLECTOR과 광원인 Xe 램프 그리고 광전달을 맡는 광 섬유와 광을 파장별로 분해하고 검출해내는 분광기와 Photo Diode sensor, 그리고 측정된 신호를 전달하고 분석하는 프로그램과 전자계로 이루어진다.

개발된 도아즈의 각각의 특성은 다음과 같다. 광원은 다른 램프에 비하여 UV와 VIS 영역에서 비교적 안정적인 연속 스펙트럼을 제공하는 HAMAMATSU 의 150W Xe 램프를 사용하였다. UV 영역의 투과율이 좋은 FUSED SILICA 재질의 200 um 의 직경을 가진 8M 광섬유를 사용하여 반사경으로부터 돌아온 광이 집광이 되었을 때 이 지점으로부터 분광기까지 유연하게 광을 전달할 수 있도록 하였다. 독일의 호프만사의 분광기와 광 검출기를 사용하였으며 시험 측정에 사용한 GRATING은 300 nm에서 효율을 높인 mm 당 1200 선을 가졌다. 이 영역의 광 검출기는 HAMAMATSU 의 S3809의 1024개의 채널을 가지는 선형 광 검출 센서를 사용하였다.

개발된 도아즈는 하이델베르그의 환경물리 연구소의 측정소에 설치되었으며 반사경은 송수광기로부터 약 700 m 떨어진 곳에 설치되었다. 왕복 1400M 가 되었으며 스캔한 파장 영역은 중심 파장인 320 nm 이고 60 nm 정도를 측정하였다. 이 영역에서 검출 가능한 가스들은 NO₂, SO₂, O₃, CH₂O, HNO₂ 등이다. 비교 실험을 위하여 하이델베르그 대학의 도아즈로 실험을 동시에 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 동 기간 동안에 동일한 장소에서 실시된 가스 mixing ratio의 하루 변화량을 볼 수가 있다. 그와 동시에 독일의 하이델 베르그 대학에서 개발한 DOAS 장비와의 동시 측정하였으며, 상관 계수는 0.95이상으로 훌륭한 결과를 보였다. 두 개의 DOAS system 들이 잘 들어 맞음을 알 수가 있다. 개발된 DOAS의 가스 상 물질 측정에 있어서 검출 한계는 다음과 같은 방법으로 결정되었다. 먼저 측정된 스펙트럼으로부터 가스 상 물질 측정 스펙트럼을 fitting을 하고 남은 나머지(residual) 스펙트럼을 저장한다. residual 스펙트럼과 임의의 Noise 스펙트럼을 더하여 새로운 빈(blank) 스펙트럼을 만든 후, 이 스펙트럼을 중심으로 각각 가스의 농도를 구하는 피팅을 한다. 작동을 50회 한 후, 각각의 가스들에 대하여 평균값과 표준 편차를 이용하여 검출 한계를 결정한다. 결정된 DOAS 시제품의 검출 한계는 다음 표

1와 같다.

본 연구는 현재 위의 가스들 외에 BTEX 계열의 가스들과 NO₃ 라디칼의 측정을 실험 중에 있으며, 수동형 도아즈도 개발 중에 있다.

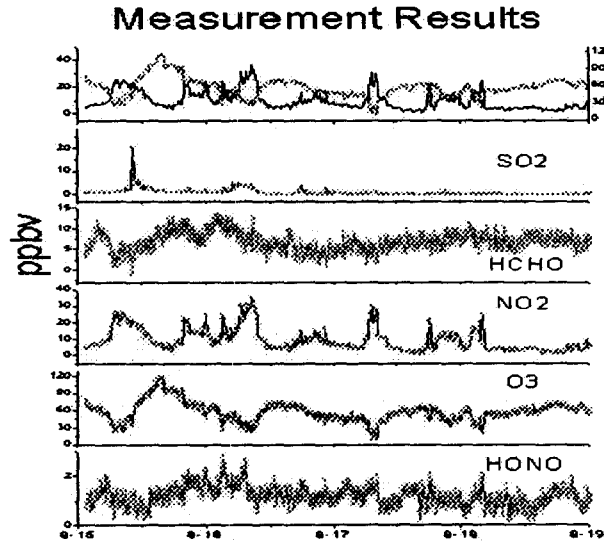


Fig. 1. 개발한 DOAS의 시간에 따른 측정 결과로써 이 측정은 독일의 하이델 베르그에서 이루어졌다.

가스종류	NO ₂	SO ₂	O ₃	HNO ₂	CH ₂ O
검출한계(ppbv)	0.51	0.19	4.26	0.16	1.51

Table. 1. 본 DOAS 시제품의 검출 한계로써 각각의 가스들의 측정 한계는 1500m 의 광 경로를 통하여 결정되었다.

감사의 글

본 연구는 광주 과학 기술원의 Advanced Environmental Monitoring Research Center(ADEMRC)를 통하여 한국 과학재단의 지원, G7 과제를 통한 환경부의 지원과, 두뇌한국 21을 통한 교육부의 지원으로 이루어 졌으며 이에 감사 드립니다.

참고 문헌

- 김상우, 윤순창, 김영준, 홍천상, 허귀석 (2001), J. KOSAE Vol. 17, No. 5, pp. 375-384.
 J. M. C. Plane and Chia-Fu Nien (1992), Rev. Sci. Instrum.63 (3).
 J. Stutz and U. Platt (1996), Appl. Opt., 35, 6041-6053
 U. Platt (1994), ed. Markus W. Sigrist, Chemical Analysis Series, Vol. 127, John Wiley & Sons, Inc. pp. 27-84.