

분광기를 이용한 대기중의 가스 측정과 대기 광 감쇄도 측정

Measurement of Atmospheric Trace Gases and Atmospheric Extinction with a UV-VIS spectrometer system

이 정순, 이 철규, 김 은영, 김 영준

광주과학기술원 환경공학과

leejs0@kjist.ac.kr

1. 서 론

대기 환경에 있어서 인간에 위해한 기준 가스들을 측정하는 방법은 여러 가지가 있다. 근래에 이르러 이들을 측정 관리하기 위하여 분광학적인 방법을 이용하는 시도⁽¹⁾가 늘어나고 있다. 유럽에서 널리 이용중인 차등 흡수 분광기(Differential Optical Absorption Spectrometer)^(2,3)는 현재는 위성에 응용되어 운용되고 있으며 가스의 전자 떨림이나 회전에 의한 에너지 흡수선을 이용하여 해당가스를 검출해내는 기술을 그 원리로 하고 있다. 지점 측정 (point measurement) 방법에 대하여 많은 장점을 가지고 있으나 우리나라에서는 그 운용의 어려움이나 평가의 부족으로 많은 장점을 부각시키지 못하고 있다. 그러므로 향후 지속적으로 개발과 평가를 위한 실험이 바탕이 되어야 할 것이다⁽⁴⁾. 본 연구는 대기 환경에 위해한 기준 가스들을 측정한 결과를 소개하고 차등 흡수 분광법의 원리를 기술하겠다.

2. 연구 방법

본 연구는 개발된 차등 흡수 분광기(이하 도아즈)의 특성과 검출 한계 및 각각 가스의 측정 결과를 보여주고, 한편 감쇄 계수를 예측을 그 내용으로 하고 있다.

개발된 도아즈는 송, 수광기를 겸한 망원경, 반사경인 CORNER CUBE RETRO-REFLECTOR과 광원인 Xenon 램프 그리고 광전달을 담당한 광 섬유와 광을 파장별로 분해하고 검출해내는 분광기와 Photo Diode sensor, 그리고 측정된 신호를 전달하고 분석하는 프로그램과 전자계로 이루어진다⁽⁵⁾.

본 연구에 사용된 도아즈의 각각의 특성은 다음과 같다. 광원은 다른 램프에 비하여 UV와 VIS 영역에서 비교적 안정적인 연속 스펙트럼을 제공하는 HAMAMATSU 의 450W Xenon 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. 이 영역의 광 검출기는 HAMAMATSU 의 S3809의 1024개의 채널을 가지는 선형 광 검출 센서를 사용하였다. Jobin-Yvon사의 분광기와 그레이팅을 사용하였으며, 가스 측정에 사용한 GRATING은 300 nm에서 효율을 높인 mm 당 1200 선을 가졌다. 그리고 감쇄도(extinction) 측정을 위하여 150gr/mm 의 그레이팅을 사용하여 220-700 nm 의 파장영역의 스펙트럼을 측정하였다.

개발된 도아즈는 광주 과학 기술원의 삼성 환경동 연구소의 3층에 설치된 측정소에 설치되었으며 반사경은 송수광기로부터 약 700 m 떨어진 곳에 설치되었다. 왕복 1400 m 가 되었으며 스캔한 파장 영역은 중심 파장인 320 nm 이고 60 nm 정도를 측정하였다. 이 영역에서 검출 가능한 가스들은 NO₂, SO₂, O₃, HCHO, HONO 등이다. 비교 실험을 위하여 지점(point) 대기 오염 가스 측정 기기를 이용하여 동시에 측정 하였다. 그리고 550 nm에서 광 투과 시정 측정기기를 이용하여 도아즈로 측정한 감쇄도를 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

측정에 사용된 도아즈의 검출 한계는 NO₂, SO₂, O₃, HCHO, HONO 의 각각 가스의 경우 0.5, 0.2, 4.1,

1.5, 0.2 ppbv 이었다. 그림 1은 측정된 가스들의 혼합비의 일 변화도를 보여주고 있다. 2001년 5월 30일부터 6월 1일까지 시험 측정한 결과이다. NO₂ 가스 mixing ratio의 하루 변화량을 볼 수가 있다. 그리고 동시에 실험한 도아즈의 결과도 겹쳐 볼 수가 있다. 측정 결과를 보면 전반적으로 일치하나 하루 중 NO₂의 비율이 적은 시간대의 경우 우리의 도아즈가 더 많은 NO₂의 비율 Mixing Ratio를 보임을 알 수가 있다. 그리고 오존의 양과 NO₂의 양이 태양광의 양에 따라서 역 상관관계에 있음을 알 수가 있다.

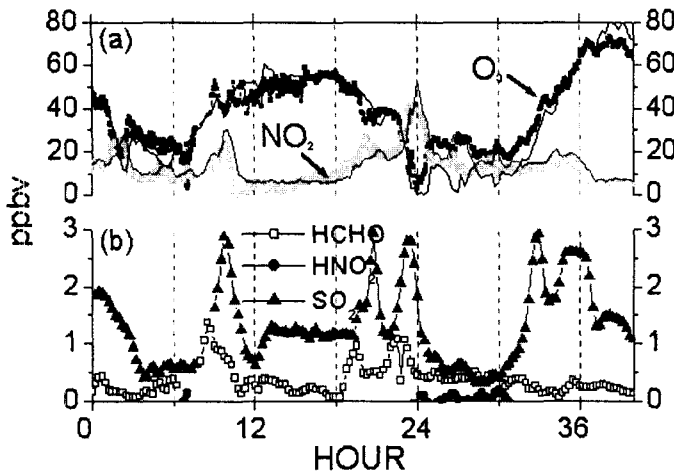


그림 1 도아즈를 이용하여 대기중의 가스의 양을 검출해 내기 위한 시험 측정 결과. 지점 측정 기기와 비교 측정하여 동시에 그렸다.

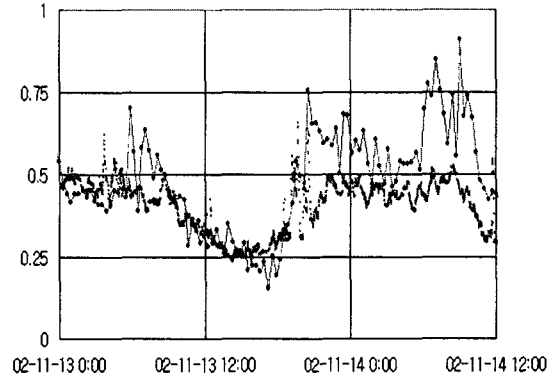


그림 2 550 nm에서 감쇄도 비교 그림. 원형 마크는 도아즈로 측정된 값이며, 네모 마크는 광 투과시정 측정기로 측정된 값

그림 2는 도아즈를 이용하여 감쇄도를 측정된 결과이다. 그리고 대기 광투과 시정 측정기기와 동시에 측정을 실행하여 결과 값을 비교하였다. 도아즈를 이용하여 대기 가스들의 혼합비를 측정하는 일은 현저는 유럽이나 미주 등지에서는 흔한 일이나, 도아즈를 이용하여 감쇄도를 측정하는 일은 흔한 일은 아니다. 광의 원래 세기를 측정하기가 어렵다는 일이 그 하나의 이유이고 두 번째 이유는 광 경로의 대기의 불안정성이나 습도에 광의 세기가 크게 의존한다는 점이다. 그러므로 도아즈 시스템을 이용하여 대기 중에 존재하는 가스들 뿐 만이 아니라 입자들의 크기별 분포에 관한 정보를 얻음으로써 대기 과학 연구에 있어서 종합적인 정보를 제공하는 기기 개발을 목표로 한다.

참 고 문 헌

1. U. Platt and D.Perner, "Direct measurement of atmospheric CH₂O, HNO₂, O₃, NO₂, and SO₂ by Differential optical Absorption in the Near UV", Journal of Geophysical research, vol. 85, no. C12,, 7453-7458 (1980).
2. John M. C. Plane and Chia-Fu Nien, "Differential Optical absorption Spectrometer for measuring atmospheric trace gases", Rev. Sci. Instrum.63(3), 1867-1871 (1992).
3. U. Platt, "Air Monitoring by Spectroscopic Techniques", ed. Markus W. Sigrist, Chemical Analysis Series, Vol. 127, John Wiley & Sons Inc., 27-84 (1994).
4. Ki-Hyun Kim, Min-Young Kim "Comparison of an open path differential optical absorption spectroscopy system and a conventional in situ monitoring system on the basis of long-term measurements of NO₂, NO₂, and O₃", Atmospheric Environment, 35, 4059-4072 (2000).
5. Jeong Soon Lee, Bong Jae kuk, and Young J Kim, "Development of a Differential Optical Absorption Spectrometer (DOAS) for a detection of atmospheric trace gas species; NO₂, SO₂, and O₃", Journal of Korean Physics Society 41, 693-698 (2002).