한국대기환경학회 2003 춘계학술대회 논문집
Proceeding of the 35th Meeting of KOSAE(2003)
Korean Society for Atmospheric Environment

2C3) 550 nm에서 LP-DOAS를 이용한 대기 감쇄도 측정

Atmospheric Extinction Measurement at 550 nm using a LP-DOAS System

이정순 · 이철규 · 김은영 · 김영준
광주 과기원 환경공학과

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 시스템으로부터 시정 거리를 산출하는 데 필요한 550 nm 에서의 광 감쇄도 측정을 내용으로 한다.

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 측정한 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 500 nm에서 효율을 높인 mm 당 1200 선을 가졌다. 이 영역의 광 검출기는 HAMAMATSU 의 S3804의 1024개의 채널을 가지는 선형 광 검출 센서를 사용하였다.

개발된 도아즈는 광주과기원의 대기 환경 측정소에 설치되었으며 반사경은 송수광기로부터 약 750 m 떨어진 곳에 설치되었다. 왕복 1500M 가 되었으며 스캔한 파장 영역은 중심 파장인 550 nm 이고 60 nm 정도를 측정하였다.

일정한 광 경로를 여행한 광은 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) \times \exp\left(L \times (\sum \sigma_i(\lambda) \times C_i + \sigma_{Ray}(\lambda) + \sigma_{Mie}(\lambda))\right) \times T(\lambda)$$

위의 식으로부터 램프와 시스템의 안정성을 유지한다면 다음과 같은 가정 하에서 광의 감쇄도를 측정할 수 있다.

가정 1) 광 경로 동안 광의 기하학적인 감쇄도는 정해진 거리내에서 일정하다.

가정 2) 광 경로 동안 대기의 난류 현상을 무시할 수 있다.

위의 가정으로부터 광 감쇄도를 결정할 수 있으며, 이로부터 시정 거리를 결정할 수 있다.

$$Visibility = 3.912 / \gamma(@550nm)$$

3. 결과 및 고찰

그림 1은 측정이 실시된 광주 과기원 측정소의 광 감쇄도의 하루 변화량을 볼 수가 있다. 기준 광 감쇄도는 시정 거리에 따라서 조절하였으며 이에 따라 오차를 계산하였다. 측정 기간동안 평균 관 감쇄도 값은 0.540±0.52/km 이었으며, 이에 따른 평균 시정 거리는 15.4 ±14.5 km 이었다. 그리고 약한 황사

가 있었던 4월 17일 오전의 광 감쇄도는 0.56 ± 0.34/km 이었으며 평균 시정거리는 8.7±3.4 km 이었다. 이 결과로부터 시정은 습도와 대기중에 존재하는 입자의 양에 따라 변화함을 확인할 수 있었다.

본 연구는 현재 위의 연구 외에 BTEX 계열의 가스들과 NO_3 라디칼의 측정을 실험 중에 있으며, 수동형 도아즈도 개발 중에 있다.

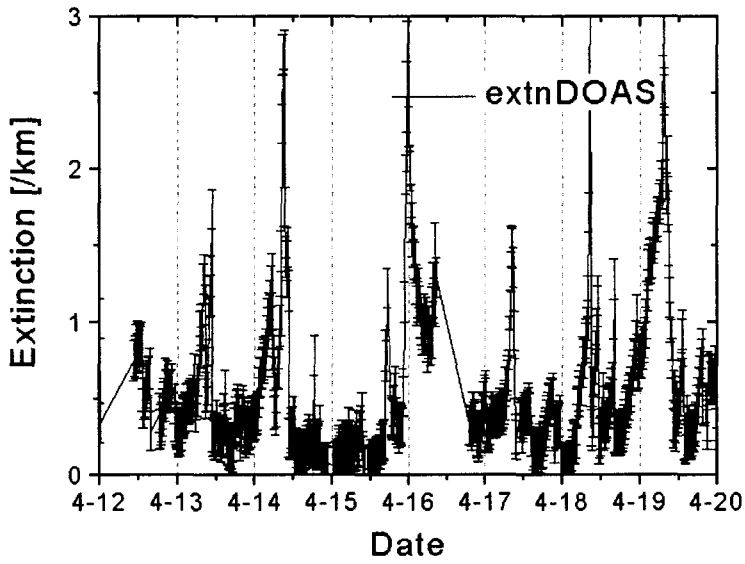

그림 1. 광주과기원 환경공학과에 설치된 장거리 도아즈를 이용하여 2002년 4월 12일부터 4월 19일까지 실시된 광 감쇄도 측정 결과.

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.

참 고 문 헌

J. Notholt and F. Raes (1990), *Journal of aerosol science*, vol. 21, suppl. 1, pp. s193 - s196.

Flentje, H., R. Dubois, J. Heintzenberg and H.-J. Karbach (1997), *Geophys. Res. Lett.*, 24, 16, 2019-2022.

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.