

SS6) DOAS 시스템을 이용한 대기오염물질 공동측정 결과 비교 Comparison of air pollutant concentrations determined by DOAS techniques

김삼우 · 임광영 · 원재광 · 윤순창 · 이철규¹⁾ · 박승식¹⁾ · 김영준¹⁾ · 이승준²⁾ · 기경석²⁾ ·
 조석주³⁾ · 김민영³⁾

서울대학교 대학원 지구환경과학부, ¹⁾광주과학기술원 환경공학과,

²⁾코스모스엔지니어링(주), ³⁾서울시 보건환경연구원

1. 서론

대기 중에 존재하는 오염물질들에 의한 빛의 흡수가 파장에 따라 달라지는 광학적 원리에 기초한 open path 방식의 Differential Optical Absorption Spectroscopy(이하 DOAS) 시스템은 대기오염측정에 있어 새로운 장을 개척하고 있다. 기존의 측정방식과 비교할 때 DOAS방식은 여러 오염물질의 실시간 동시 측정을 통해 오염물질의 거동을 파악할 수 있게 함으로써 측정시간의 제약을 극복할 수 있으며, 시료 채취와 실험실 분석으로 나뉘어진 기존 화학적 방식의 기술적 어려움과 비효율성을 극복할 수 있다. 또한 한 지점(point)이 아닌 수 백 미터에서 수 킬로미터 범위의 공간적 농도분포를 측정할 수 있는 장점이 있다(Sigrist, 1993). 비록 아직까지 DOAS 시스템으로 측정 가능한 모든 항목에 대한 객관적 검증이 이루어지지 않았지만 가스상 기준물질(O₃, SO₂, NO₂)의 경우 미국 EPA등에 의한 측정 방식의 성능 평가를 통해 객관적인 인증이 이루어지고 있는 추세이다. 이미 선진국에서는 DOAS 시스템을 이용한 측정이 소각장, 공단지역, 터널 등 다방면에 이루어지고 있으며, 국내의 경우 일부 기업과 공공기관에서도 도입 · 연구하고 있으나 DOAS 측정방식의 검증과 성능 평가를 위한 자료가 매우 부족한 실정이다. 본 연구는 오존공동측정(SOIS2000) 기간인 2000년 5월 24일부터 26일(3일간)까지 올림픽공원에서 3개 제작 회사의 DOAS 시스템과 기존 측정시스템을 이용하여 O₃, SO₂등의 대기오염기준물질과 벤젠, 톨루엔 등 휘발성 유기화합물 측정결과를 바탕으로 DOAS 측정 방식과 시스템간의 특성을 비교 평가하고자 한다.

2. 연구 방법

비교연구는 오존공동측정 기간인 2000년 5월 24일부터 26일까지 3일간 3개의 각기 다른 DOAS 제작사 시스템과 올림픽공원 내 위치한 방이동 기존 대기오염 측정망을 이용하여 1시간 평균된 농도 자료를 토대로 실시되었다. 본 비교 연구에 활용된 DOAS 시스템의 사양은 다음 표 1과 같다. Sanoa와 Opsis DOAS 시스템의 경우 광분석시스템과 결합된 광수신기(receiver)가 광송신기(emitter)와 별개로 구성되어 있으며, DOAS2000의 경우 광수신기와 광송신기가 하나로 결합된 형태로 역반사경(retroreflector)를 이용하는 방식으로 구성되어 있다. 이러한 DOAS 시스템의 차이로 선(line)상의 측정 경로, 측정 고도 그리고 측정거리(DOAS2000:288m, Sanoa:147m, Opsis:500m) 등에 다소 차이가 존재하였다. DOAS 시스템은 비교 대상인 O₃, SO₂뿐만 아니라 벤젠, 톨루엔, p.m.o-자일렌 등의 VOC 항목(시스템별로 다름)을 추가로 관측하였다. DOAS 시스템에 대한 교정은 측정 전에 이루어졌다.

Table 1. Comparison of DOAS system specifications.

Subject	Thermo Environ. Ins. *SNU (Model. DOAS2000, USA.)	EnvironnementS.A *KJIST (Sanoa, France)	Opsis *Cosmos Eng. (Model.AR500, Sweden)
Spectral range	UV, VIS: 200~650nm	UV: 200~375nm	UV, VIS, IR: 200~2850nm
Spectrometer	Czerny-Turner Linear scanner	Holographic grating	Czerny-Turner Rotating wheel
Detector	PMT(UV)	PDA(512 channel)	PMT(UV), Diode(IR)
Resolution	0.4nm	0.34nm	0.2nm
Light source	Xenon Lamp	Xenon Lamp	Xenon Lamp
Optical pathlength	50~1000m	27~500m	200~1000m

3. 결과 및 고찰

그림 1은 2000년 5월 24일부터 26일까지 3개의 DOAS 시스템과 방이동 대기오염 측정망(conventional method)으로부터 측정된 O₃과 벤젠의 1시간 평균 자료의 시계열을 나타낸 것이다. O₃의 경우 단순히 측정 시스템이 산출한 농도를 보면 측정 농도값의 차이가 크게 나타났지만, 농도 변화 경향이 일치함을 알 수 있다. 벤젠의 경우 O₃과 같은 시스템간의 농도 변화 경향이 일치함을 알 수 없었다. 이러한 차이는 발생시키는 기본 인자로 측정 기기의 검출 한계와 검출 방식, 정밀도 등의 기기적으로 발생할 수 있는 요인과 대기의 국지적인 불균질성(inhomogeneity)으로 인한 기기간의 선(line)상의 측정경로와 측정거리(pathlength) 차이에서 야기될 수도 있다. 따라서 DOAS 시스템의 효율성을 평가하기 위해서는 장기적으로 측정된 자료를 확보하는 것이 중요하다.

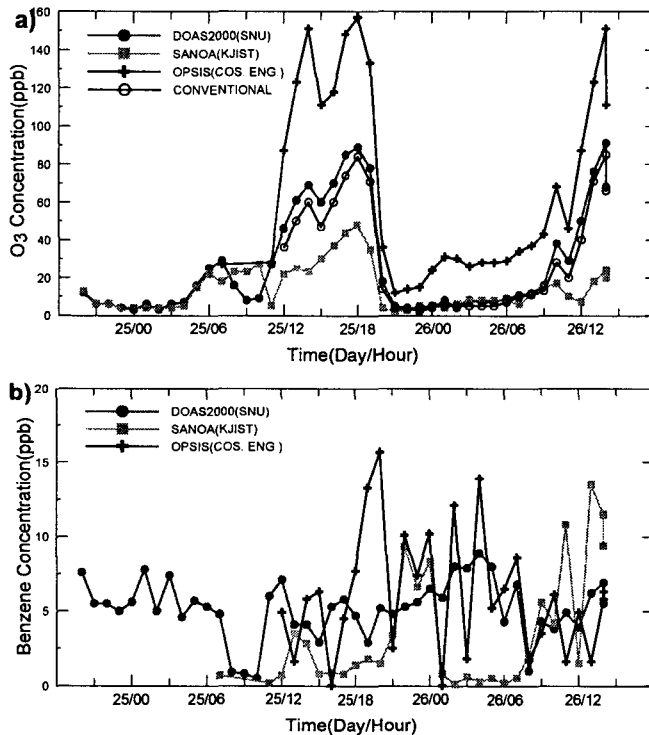


Fig. 1. Time series of DOAS system and conventional system of a)O₃ and b)benzene in Olympic park.

참고 문헌

- 전의찬, 서성은(1998) DOAS 측정 방식을 이용한 환경대기중의 VOCs 농도 측정, 대기환경학회 추계학술대회발표논문집, 310-311.
- 윤순창, 원재광, 김상우(1999) DOAS를 이용한 시화지구의 대기질 측정연구, 대기환경학회 추계학술대회 발표논문집, 108-109
- 이정순, 이훈, 이철규, 배민석, 김영준 (2000) 차등분광흡수계(DOAS)를 이용한 대기 오염 원격 측정, 대기환경학회 추계학술대회발표논문집, 328-329
- Sigrist M.W.(1993) Air Monitoring by Spectroscopy Techniques, John Wiley & Sons Inc., 27-84.

감사의 글 오존공동측정(SOIS2000)을 위해 노고를 아끼지 않으신 국립환경연구원 한진석님께 감사 드립니다.