

SS5) Open-path FTIR을 이용한 대기 오염물질 실시간 측정 Real-time Monitoring of Air Pollutants by using Open-path FTIR

홍대웅 · 조석연 · 윤두훈¹⁾ · 한진석²⁾ · 박철진²⁾ · 정일록²⁾

인하대학교 지구환경공학부, ¹⁾주원산업, ²⁾국립환경연구원

1. 서론

대기오염에 관한 연구가 진행되면서 광화학반응의 기여도가 높고, 인체에 직,간접으로 영향을 미치는 VOC를 포함한 비기준성 대기오염물질을 실시간으로 측정할 수 있는 방법에 대한 필요성이 크게 증대하고 있다. Open-path 광학기기는 가스크로마토그래피 등 종래 sampling 방법과는 달리, 대상지역 내 대기오염물질을 별도의 채취없이 실시간으로 측정함으로써, 대기오염물질 채취에서 야기되는 오차를 제거하고 여러화학종의 동적변화에 관한 자료를 제공함으로써 대기오염물질 거동에 중요한 자료를 제공하고 있다. 본 연구는 open-path 광학장비 중에서 수백종에 오염물질을 동시에 측정하는 능력을 가진 open-path FTIR을 이용하여 오존농도와 기타 화학종을 측정하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용된 open-path FTIR은 Midac FTIR과 Air-Sentry FTIR로 상세한 재원은 표 1과 같은데, 두 개 장비의 차이는 거의 없되, Midac FTIR이 wave number가 작아서 보다 많은 sepctrum data를 생성할 수 있다.

Table 1. Configurations and observation conditions of Midac-FTIR and Air-Sentry FTIR

	Configuration	Distance	MCT Detector	Wave Number
Midac FTIR	mono-static	144 meter	LN ₂ Cooled	0.5 cm ⁻¹
Air-Sentry FTIR	mono-static	143 meter	LN ₂ Cooled	1 cm ⁻¹

Midac FTIR은 올림픽 공원내 방이동 측정소 주변 인공연못을 사이에 두고 설치하였으며, Air-Sentry FTIR은 인근지역 잔디밭 위에 설치하였다. 측정 항목은 O₃을 필수항목으로 하고 선택항목으로는 NH₃, CH₄, Alkane으로 하였다.

Open-path FTIR은 sepctrum에서 수분의 효과를 제거하는 방법에 따라서 측정정확도가 크게 좌우를 받는데, Air-Sentry FTIR에서 얻어진 sprectrum 해석 시에는 업체에서 공급한 software를 사용하지 않고 site specific water spectrum을 실험적으로 도출하는 방법을 사용함으로써 정확도를 높였다. 두 FTIR 모두 CLS를 사용하여 측정된 absorbance로부터 대상 화학종의 농도를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1의 (a)는 open-path FTIR에서 측정된 O₃ 농도를 대기오염자동측정망 장비인 UV photometer와 open-path 방법의 일종인 UV-DOAS와 비교한 것이다. open-path 방법 모두에서 두개의 peak가 나타난 반면, UV photometer에서는 한 개의 peak만 나타났다. UV-DOAS와 Air-Sentry FTIR은 두 개 peak가 나타난 시각이 일치한 반면, FTIR은 첫 번째 peak는 30분정도 늦고 두 번째 peak는 2시간정도 빠르게 나타났다. 특히, Midac FTIR은 16시부터

오존이 감소하였는데, 이는 다른 측정장비와는 다른 경향이다. 이렇게 Midac FTIR 오존 결과가 다소 상이하게 나타나는 것은 수분농도가 높은 호수 위 대기를 대상으로 하였다는 데서 기인한다고 사료된다. Air-Sentry FTIR의 오존 농도는 서울보건환경연구원의 UV photometer 농도와 가장 유사한 반면, 국립환경연구원의 UV photometer 농도보다 높고 UV DOAS 농도보다는 낮게 나타났다. 이와 같이 장비들의 오존 농도의 측정치가 크게 다르기 때문에 현재로는 오존 농도 측정에 있어서 Air-Sentry FTIR의 정확성을 논의하기는 어렵지만, 타 장비와 비견할 만한 정확도를 가지고 있다고 평가된다.

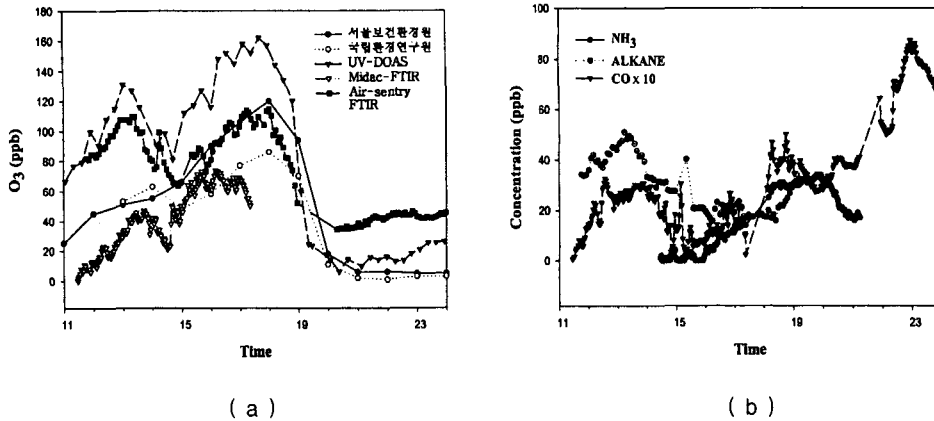


Fig. 1. Concentration profiles of O₃, NH₃ and Alkane by using open-path FTIR

FTIR은 오존이외에도 많은 유,무기성 물질을 동시에 측정할 수 있는데, 그림 1의 (b)는 대표적인 무기 물질인 암모니아와 대표적인 유기물질인 alkane류를 측정한 것이다. 암모니아와 일산화탄소는 Midac FTIR을 사용하여 측정하였는데 각각의 농도가 10~40 ppb와 100~700ppb를 기록하였다. Alkane류는 Air-Sentry FTIR을 이용하여 측정하였으며, Alkane류의 speciation을 가정하고 이에 근거하여 reference spectrum을 제작하여 측정하였다. Alkane류 농도는 낮에는 활발한 혼합과 광화학반응에 의한 파괴로 농도가 낮다가 저녁에 농도가 높아지며, 다시 배출량의 감소에 따라 밤에는 다소 낮아지는 현상을 잘 보여주고 있다.

참 고 문 헌

- Sigrist, M.W. (1994) Air Monitoring by Spectroscopic Techniques, Jonh Wiley & Sons, Inc.
- Compendium Method TO-16 Long Path Open Path FTIR Method for Monitoring Ambient Air(1996), Air & Waste Management Association
- Compendium Method TO-16 Long Path Open Path FTIR Monitoring of Atmospheric gas(1996), U.S. Environmental Protection Agency