

AE2) Chamber test를 통한 대기환경 중 오존 측정을 위한 Passive sampler의 성능 평가 Performance Evaluation of a Passive sampler for ambient Ozone by Chamber test

박민수 · 우진춘¹⁾ · 김선태

대전대학교 환경공학과, ¹⁾표준과학 연구원

1. 서 론

오존(O₃)은 성층권에서 태양광의 직접 지구 입사를 감소시키는 반면, 일반 대기 환경에서는 강력한 산화성과 더불어 최근 NO_x, VOCs와의 연계성이 점차 밝혀지면서 최근 대기질 환경에 주요관심사가 되고 있다. 또한 지난 2000년 12개 도시에 52회의 0.3ppm이상의 고농도 오존 경보 발령으로 관리에 초점이 맞춰지고 있으나, 대기환경 중에서 자외선 등에 의한 2차 생성물질인 오존은 강력한 산화성으로 인해 표준물질이 없어 정확한 측정 및 관리에 어려움을 겪고 있다.

이러한 오존에 대해 일반적인 Pumping에 의한 채취 방식에 비해, Fick's law를 사용한 분자 확산, 투과 원리를 사용한 passive sampler는 sampling이 쉽고 저렴하며, 동일 측정기간에 다양한 측정점을 얻을 수 있어 다양한 방법의 ozone passive sampler가 개발, 발전되어 왔다. 이미 외국에서는 농도 평가의 방법이 시간 가중 평가(time weighted average)라는 의미에서 인체에 각종 위해성 평가 및 국립공원 오존관리 및 문화재 관리에 다양하게 적용이 되고 있다.

그러나 이러한 passive sampler에 대한 기초 조사 및 정확성, 정밀성에 대한 평가 자료가 국내에 부족한 현실로 측정의 신뢰성에 대한 문제가 야기되고 있다. 이에 본 실험에서는 제작, 사용하고 있는 O₃ passive sampler에 대해 chamber를 사용하여 환경 조건에 대한 성능평가를 실시하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용된 passive sampler의 원리는 대기 환경 중에 오존(O₃)이 Nitrite(NO₂⁻)와 반응하여 오존의 산화력에 의해 Nitrate(NO₃⁻)로 변화되는 과정을 사용한 것으로, 변화된 Nitrate(NO₃⁻)량은 추출하여 Ion Chromatography를 사용하여 측정하였다.(Mulik et al., 1990)

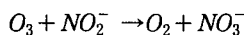


그림 1은 본 실험의 장치 구성도로 실험에 사용된 Chamber는 두 가지이다. 하나는 gas상의 물질을 혼합하기 위한 Mixing Chamber와, 다른 하나는 혼합된 gas가 최대한 층류(Laminar flow)조건을 만족시키면서 진행할 때, 상호간에 영향을 주지 않는 범위 내에 passive sampler를 설치하도록 고안된 Exposure Chamber이다.

본 실험에 목적은 온도, 습도, 풍향, 풍속, 태양광, 기타 gas상의 물질과의 ozone passive sampler간의 반응성 관측이며, 이때의 조건은 일반 대기환경내의 수준을 기본 범위로 삼았다. 온도의 범위는 15℃부터 40℃까지의 실온을, 습도는 RH 20%에서 70%, 풍속은 무풍에서 0.5 m/s, 풍향은 sampler의 기류면에 대해 다양한 방향으로 설치, 측정하였다.

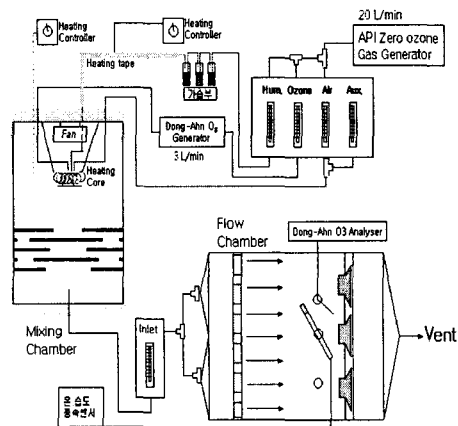


Fig. 1. Schematic diagram of exposure system

O₃ passive sampler의 제작에서 측정 전 과정에 걸쳐 물리적인 특성인자 검토와 다양한 환경요인에 대한 chamber test를 통해 측정값에 대한 불확도 평가를 진행하였고, 특히 사용의 편리를 위해 여러 인자를 종합하여 최종 환산계수(α)값을 계산하고, 이 과정에서 환경요인에 대한 반응값과 최종 환산계수(α)간의 관계를 규명하여 현장 적용에 불확실성을 평가하고자 하였다.

sampling된 오존 변화량은 Dionex사의 DX120으로 분석하였으며, 오존의 관리는 API사의 Dynamic dilution calibrator(Model 700), Zero-ozone gas generator, O₃ U.V. photometric DA-4300 (Dong-an) 을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

다음 표 1은 exposure chamber내부에 passive sampler간의 재현성을 나타낸 것으로 1회 Chamber 내부에 9개의 sampler를 장착하여 3회에 걸친 측정결과로 RSD(Related Standard Deviation: 상대표준편차)는 sampler간 평균 4.47%의 수준에 들고 있다.

그림 2에서는 passive sampler의 MRST(Maximum Recommended Sampling Time:최대 측정 요구 시간) 평가 결과를 나타내었다. 각기 다른 시간과 농도의 범위에 test후, 시간과 농도의 곱과 이때 반응값간의 관계를 나타낸 것으로, 시간(hr)과 농도(ppb)의 곱에 값이 1500의 범위를 넘는 것에 대해서는 선형성 구간의 적용이 어려우므로 이에 적합한 sampling time 및 농도의 범위에 적절한 측정기간을 적용하여야 한다. 이 범위는 일반 대기 환경 중 평균 농도를 50ppb라 가정했을 경우, 최대 30시간의 측정이 가능하다. 그리고 그림 3은 선형 구간에 대한 최종 환산 계수(α)값에 대한 결과로 선형 구간 내에서의 Slope(α)은 약 0.26을 나타내고 있다.

Table 1. The estimation result of the passive sampler duplicate test in Exposure chamber.

Times	Response Value ($\mu\text{g NO}_3^-$) (n=9)									Mean ($\mu\text{g NO}_3^-$)	S.D.	RSD (%)
1	8.75	8.64	8.70	8.65	8.56	8.41	8.80	7.93	8.21	8.52	0.28	3.34
2	7.41	8.21	7.92	7.58	8.64	8.55	7.96	7.65	8.15	8.01	0.43	5.28
3	8.30	8.67	8.04	8.14	8.16	7.76	9.02	8.36	7.84	8.25	0.40	4.79
Overall										8.26	0.37	4.47

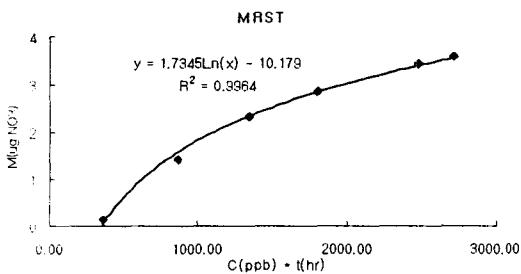


Fig. 2. The curve of MRST test

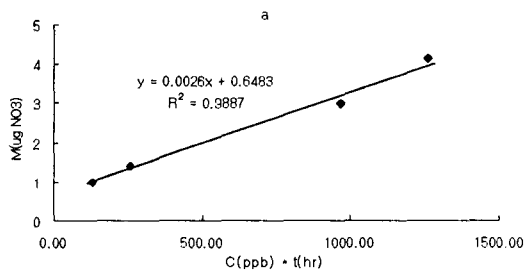


Fig. 3. Diagram of α (slope) determination

참고 문헌

김선태 외, (1996), 표준가스를 이용한 NO₂ Passive Sampler의 평가, 한국대기보전학회 추계 학술대회
요지집.
Alisions S.G. et al, Development and Evaluation of a Small Active Ozone Sampler, Environ. Sci.
Technol. 1997, Vol 31
Nadiel L.B. et al, Ozone Measurement with Passive samplers:Validation and Use for Ozone Pollution
Assessment in Montpellier. France, Environ. Sci. Technol. 1999, Vol 33