

## PA8) 이산화질소 passive sampler의 정도 평가 The Accuracy Data of the NO<sub>2</sub> Passive Sampler

김선규 · 김선태 · 인치경<sup>1)</sup> · 장영기<sup>2)</sup>

대전대학교 환경공학전공, <sup>1)</sup>충남보건환경연구원, <sup>2)</sup>수원대학교 환경공학과

### 1. 서 론

현재까지 국내에서 주로 사용되고 있는 이산화질소 측정법은 Saltzman법, Jacobs-Hochheiser법과 같은 실험실적 분석방법과 연속측정이 가능한 자동 Saltzman법, 화학발광법 등이 대표적이다.(대기오염연구회, 2000) 그러나, 이러한 측정 방법은 상대적으로 기술적, 경제적 및 시·공간적인 제약에 의해 광범위한 지역에 대한 이산화질소 오염 현상을 규명하기 어렵다. 그러나, 분자확산에 기초하여 대기 중의 이산화질소만을 선택적으로 채취하는 passive sampler법은 전원 및 기타장비, 기술 등이 필요치 않아 광범위한 지역에 대한 동시 측정의 목적으로 최근 관심이 증대하고 있다.(UNEP/WHO, 1994) 이에 본 연구에서는 이산화질소 passive sampler의 정도관리를 위하여 객관적으로 신뢰할 수 있는 표준 측정법과의 비교를 통해 passive sampler의 시료채취속도(Sampling Rate, S.R)를 결정하였으며, 이 과정에서의 passive sampler의 QA/QC를 위한 Blank 및 재현성 실험 결과를 제시하고자 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에 응용된 방법은 환경대기중의 이산화질소를 선택적으로 채취하도록 제작한 tube형의 passive sampler를 이용하고, 분석은 공정시험법의 한 가지인 Saltzman법을 기본으로 하고 있다. Saltzman법은 Saltzman 시약을 흡수액으로 직접 이용하는 반면, passive sampler 방법에서는 Saltzman 시약을 시료채취에 직접 이용하지 않고, 트리에탄올아민(triethanolamine, N(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH)<sub>3</sub>)을 묻힌 여지를 이용한다. 또한 분자확산의 원리에 의해 sampler 내부로 유입되는 NO<sub>2</sub>를 여지에 선택적으로 채취한 후, Saltzman 시약으로 발색시킨 후 540nm의 파장에서 결과를 비색값(uA)으로 나타내는 Colorimeter를 이용하여 분석한다.(김종구, 1994) 본 연구에서는 먼저 passive sampler에 의해서 채취되는 이산화질소의 총량을 정량하기 위해 검량선을 작성하였으며, 환경대기 중의 이산화질소 농도를 정량하기 위해 표준 Gas(한국표준과학연구원)로 보정된 이산화질소 자동측정기(API Model #200A NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> Analyzer)를 실험실에 설치 운영하였다. 이후 자동측정기와 passive sampler를 이용하여 동일한 지점에서 동일한 시간동안(24시간) 시료채취를 한 후 측정 결과의 상호 비교를 통해 passive sampler의 시료채취속도를 결정하였으며, 측정방법의 정확성 평가를 위하여 Blank 및 재현성 실험을 각각 3회와 6회 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 본 연구에 이용된 tube형 passive sampler의 구조를 나타낸 것이며, 그림 2는 Colorimeter를 이용하여 작성된 검량선의 결과를 나타낸 것이다. 그림 3은 이산화질소 자동측정기와 passive sampler간

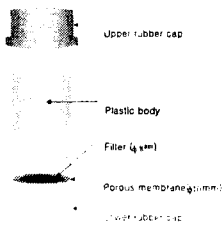


Fig 1. Tube type of NO<sub>2</sub> passive sampler

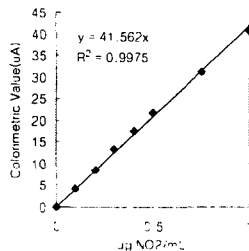


Fig 2. NO<sub>2</sub> Standard Curve

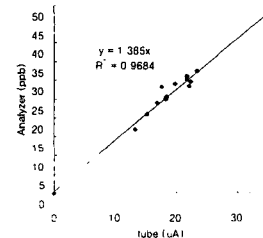


Fig 3. passive sampler VS analyzer

의 상관성을 평가한 실험 결과로서 R<sup>2</sup>이 약 0.97로 매우 높은 상관성을 보이는 것으로 나타났다.

표 1은 총 12회에 걸쳐 이루어진 시료채취속도 결정 실험의 결과를 정리한 것으로, 검량선을 이용하여 얻어진 총량(ug NO<sub>2</sub>)과 자동측정기로 측정된 농도(ppb)의 비교를 통해 이산화질소의 시료채취속도는 12.0 ± 0.42 mL/min으로 나타났으며, sampling rate간의 재현성을 계산한 결과 상대표준편차(RSD)가 4.8%로 나타나 기상등의 외부 오차 요인을 감안할 경우 재현성이 상당히 우수한 것으로 판단된다.

Table 1. Determination of the Sampling Rate of passive sampler

Sample No.	tube (uA)	Analyzer (ppb)	Total NO <sub>2</sub> Amount (ug)	Total Volume, Collected (mL)	Sampling Time (min)	Sampling Rate (mL/min)
1	18.4	25.0	0.8838	17220.6	1440	12.0
2	18.5	25.5	0.8886	16978.2	1440	11.8
3	19.9	29.0	0.9576	16106.7	1440	11.2
4	22.4	29.8	1.0779	17676.9	1440	12.3
5	21.8	30.4	1.0474	16826.6	1440	11.7
6	21.7	31.0	1.0458	16464.8	1440	11.4
7	23.5	32.6	1.1292	16899.2	1440	11.7
8	16.9	24.1	0.8132	16498.9	1440	11.5
9	15.2	20.9	0.7314	17094.0	1440	11.9
10	13.4	16.8	0.6432	18713.8	1440	13.0
11	22.1	28.5	1.0651	18270.8	1440	12.7
12	13.4	16.8	0.6432	18674.4	1440	13.0
Overall	18.9	25.9	0.9106	17285.4	1440	12.0

Passive sampler의 정확성을 평가하기 위해 실시한 blank 실험에서는 시료대기와 전혀 접하지 않은 blank의 정도가 약 0.7 ± 0.6 ppb 수준으로 전체 평균 48.8 ppb의 약 0.2 ~ 2.6%에 해당하는 결과로 매우 낮은 것으로 나타났다. 이러한 수치는 제작과정에서 기인한 것으로 생각되기는 하지만, 24시간 일 반 대기 중의 이산화질소 측정 결과에는 큰 영향을 주지는 않을 것으로 판단된다.

표 2는 재현성 실험 결과를 정리한 것이며, 재현성의 정도를 보여주는 % RSD의 경우 개별군의 범위는 3.6 ~ 8.2 %로 나타났으며, 전체군의 RSD는 6.0 %로 sampler간 측정 결과의 오차가 매우 적은 것으로 판단된다.

Table 2. The estimation result of the passive sampler duplicate test (n=7)

Times	Sample Value (ppb)								Mean (ppb)	S.D <sup>1)</sup>	RSD <sup>2)</sup> (%)
1	10.6	11.6	10.1	11.2	12.0	11.8	10.8	11.2	0.6	5.8	
2	25.9	27.7	32.5	30.4	30.5	33.7	30.4	30.2	2.5	8.2	
3	50.5	51.2	51.9	53.2	45.2	47.7	53.3	50.5	2.8	5.5	
4	54.9	49.1	51.2	51.5	55.2	53.3	46.9	51.7	2.8	5.4	
5	52.9	55.7	57.0	57.7	57.8	58.0	59.9	57.0	2.0	3.6	
6	96.0	96.6	91.3	94.6	80.9	95.2	91.0	92.2	5.1	5.5	
Overall									48.8	2.6	5.4

1 : Standard Deviation, 표준편차 2 : Relative Standard Deviation, 상대표준편차

### 참 고 문 헌

- 대기오염연구회 (2000), 「환경분석을 위한 대기환경시험법」, 동화기술
- UNEP/WHO (1994), 「Passive and Active Sampling Methodologies for Measurement for Air Quality」, GMES/AIR Methodology Reviews Vol. 4.
- 김종구 (1994), 「간이측정기를 이용한 대기중 이산화질소 분포 특성 분석」