

## 표준가스를 이용한 NO<sub>2</sub> Passive Sampler의 평가 Assessment of NO<sub>2</sub> Passive Sampler by NO<sub>2</sub> Standard Gas

김선태, 한진석\*, 김학민, 김병곤\*, 나진균\*

대전대학교 환경공학과

\*국립환경연구원 대기화학과

### 1. 서론

현재까지 이산화질소의 측정은 자동측정기를 이용하거나 공기포집기를 이용하는 방법을 사용하였기 때문에 자료수나 설치지역상의 제한이 불가피하여 공간분포 파악이 매우 어려웠던 것이 사실이다. 이러한 문제를 해결하고자 개발된 TEA(Triethanolamine)를 이용한 NO<sub>2</sub> 간이측정기(Passive Sampler)는 개발 및 활용단계에서 정확성 및 재현성에 대한 검증은 위하여 대기오염공정시험법상의 야콥스호호하이저법(Jacos-Hochheiser Method)의 측정결과와 비교<sup>1),2)</sup>하기도 하였고, 난방시설 사용에 따른 열적 이산화질소 농도의 정성적 분석 및 강우량과 NO<sub>2</sub> 농도와의 상관관계<sup>2)</sup> 등의 분석을 통해 그 효용성을 인정받았으며, 이러한 간이측정기를 이용하여 7회에 걸친 전국규모의 대단위 측정이 이루어졌고, 환경보전에 참여하려는 시민들에 의해 지역의 대기질분석에 지속적으로 사용되고 있다. 이에 본 연구에서는 환경부에서 운영하고 있는 자동측정기(NO<sub>2</sub> Analyzer)의 측정값과 표준가스에 의한 측정값을 분석함으로써 간이측정기의 정확도와 정밀도(재현성)에 대하여 검토하기로 한다.

### 2. 간이측정기 시험방법 및 결과

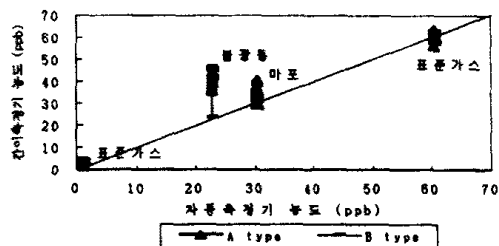
본 시험에 사용한 간이측정기는 A type(길이 45mm, 직경 10mm, 직경 8mm 여지사용)과 B type(길이 48mm, 직경 15mm, 직경 10mm 여지사용)의 2종류로 각각의 여지에 20% TEA용액을 묻혀 제작하였으며 국립환경연구원에서 각각의 간이측정기 6개를 1세트로 하여 5개 지점에 폭로시키고, 대전대학교에서 미지상태의 시료를 분석하여 정확도 및 정밀도 분석을 행하였다.

간이측정기의 포집원리는 자연확산에 의한 것으로 유량을 알수 없기 때문에 대기중의 NO<sub>2</sub> 농도를 알려면 측정값에 일정한 환산계수를 구하여야 하므로 국립환경연구원 실험실에서 일정농도의 NO<sub>2</sub>가스(1.0ppb, 60.5ppb)에 간이측정기 각 1세트씩을 대상으로 실험하여 A type은 1.43, B type은 1.87의 환산계수를 구하였다. 그 결과는 <표 1>과 같으며 이 환산계수는 비색계와 간이측정기의 형태에 따라 일정한 값이므로 다른 시료에 대해서 그대로 적용할 수 있게 된다. 환산계수를 구하는 과정에서 NO<sub>2</sub> 농도 1.0ppb는 간이측정기의 측정한계를 벗어나므로 환산계수 산정시 제외하였으며, 표준가스의 폭로조건에 대한 고려없이 1회의 실험으로 환산계수를 산정하는 것이 어려운 일이지만 본 연구에서는 시료와 같은 조건을 유지하기 위해 이 값을 이용하였다. 또한 기존의 환산계수와 다소 차이가 있는 것은 상기와 같은 이유로 추정된다.

대기중 NO<sub>2</sub> 농도 측정실험은 불광동 대기오염측정소에 간이측정기 각 1세트들, 마포 대기오염측정소의 양지에 1세트, 음지에 1세트를 폭로시켜 측정하였으며, 표준가스농도와 환경부에서 운영하고 있는 자동측정기 농도와의 비교결과를 <그림 1>에 정리하였다.

<표 1> 간이측정기 환산계수 설정

표준 가스	A type	환산계수	B type	환산계수
60.5 ppb	42.0,44.2,	1.43	32.5,33.0,	1.87
	44.7,39.1,		31.3,32.5,	
	43.1,41.8		30.5,33.8	
평균	42.5		평균	32.3



<그림 1> 대기중 NO<sub>2</sub> 농도 측정값

### 3. Passive Sampler의 정확도와 정밀도

간이측정기의 정확도 판정을 위하여 NO<sub>2</sub> 표준가스(60.5ppb)에 폭로시켰던 간이측정기의 측정값을 분석한 결과 표준가스에 대한 평균오차(ppb)와 상대평균오차(%)가 A type의 경우 0.26ppb, 0.42% B type 측정기의 경우 -0.19ppb, 0.31%로 조사되어 간이측정기의 정확도는 양호한 것으로 판단되며, 상대적으로 포집면적이 넓은 B type 측정기가 더욱 우수한 성능을 갖고 있는 것으로 나타났다.

간이측정기의 정밀도(재현성)를 판정하기 위해 전체 간이측정기를 대상으로 분석한 결과 A type의 경우 평균편차가 1.6~3.8ppb, B type의 경우 2.1~6.3ppb로 나타났으며, 특히 표준가스에 폭로시킨 시료의 경우 평균편차가 2.2~2.9ppb, 상대평균편차가 3.6~4.0%로 조사되어 동일한 조건하에서 간이측정기의 재현성은 우수한 것으로 판단되며 이 결과를 <표 2>와 <그림 2>에 정리하였다.

본 실험에서 구한 환산계수를 적용한 간이측정기 측정값과 NO<sub>2</sub> 자동측정기의 측정값 사이의 오차는 마포 측정소의 경우 1~6ppb 정도의 오차를 보이는 반면 불광동 측정소의 경우 약 15~17ppb 정도의 오차를 보이고 있으며, 또한 폭로조건(온도)에 따라 간이측정기간의 측정값에 약간의 변화가 있는 것으로 나타났다. 표준가스를 이용한 간이측정기의 정확도와 정밀도를 분석한 결과, 현장 폭로기간 중의 풍향, 풍속의 영향이 없다고 가정할 경우 불광동 자동측정기의 측정값은 대기중 NO<sub>2</sub>농도를 정확하게 반영하지 못하고 있는 것으로 추정할 수 있다. 한편, 풍향, 풍속 등에 의한 간이측정기의 영향정도에 대한 평가를 통하여 간이측정기의 신뢰도와 활용성이 더욱 높아질 수 있을 것으로 판단된다.

### 4. 결 론

1) 표준가스를 이용하여 간이측정기의 환산계수를 재평가한 결과 기존의 값과 비교하여 약 8% 정도의 오차가 있는 것으로 나타났으나 이는 단 1회의 실험결과로 반복실험을 통한 검증작업이 있어야 할 것으로 판단된다.

2) 동일한 조건하에서 간이측정기의 재현성(정밀도)은 우수한 것으로 판단되며, 상대적으로 포집면적이 넓은 B type이 좀더 양호한 결과를 나타냈다.

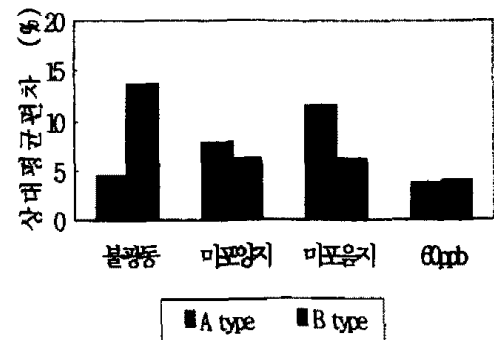
3) 표준가스를 이용하여 환산계수를 산정하고 간이측정기의 측정 결과를 자동측정망의 농도값과 비교했을 때 불광동 측정소의 NO<sub>2</sub>농도는 과소평가되고 있는 것으로 추정되며, 바람의 영향 등 폭로환경조건에 대한 평가과정이 필요한 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 김종구, 김선태. 간이측정기를 이용한 대기중 이산화질소 농도의 측정 및 평가, 한국환경과학회 가을 학술발표회, 1992.
2. 김선태, 전의찬. TEA를 이용한 이산화질소 간이측정법의 평가와 이용, 추계대기보전학술대회, 1994.
3. 아미야 가즈오 저, 김선태 역, 누구나 할 수 있는 대기오염측정, 배달환경출판부, 1993.
4. 김종구, 간이측정기를 이용한 대기 중 이산화질소 분포 특성 분석, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문, 1994

<표 2> 간이측정기 측정치의 평균편차와 상대평균편차

	평균편차 (ppb)		상대평균편차(%)	
	A type	B type	A type	B type
불광동	1.57	6.28	4.13	16.52
마포(양지)	2.62	2.49	7.18	5.47
마포(음지)	3.76	2.08	10.75	5.47
60.5 ppb	2.18	1.71	3.58	2.84
평균	2.53	2.93	6.41	7.58
표준편차	0.80	2.11	2.56	4.47



<그림 2> 간이측정기의 상대평균편차