

PS12(MA) 장기 NO₂, SO₂ Passive sampler의 국내 제작 및 성능 평가에 관한 연구

A Study on the manufacture and evaluation of long term NO₂, SO₂ Passive sampler

김 선 태 · 김 성 근 · 민 병 훈¹⁾ · 이 중 해¹⁾

대전대학교 환경공학과, ¹⁾표준과학연구소 무기분석 실험실

1. 서 론

현재 대기중의 NO₂ 및 SO₂의 농도를 분석하기 위한 방법으로는 공정시험방법상의 습식 분석법들이 주로 이용되고 있으나, 이러한 분석법들은 시료를 채취하는 과정에서 많은 장비와 공간을 필요로 하고 분석하는 과정 또한 여러 실험 절차와 숙련된 기술을 필요로 하는 단점이 있다. 그리고, 자동측정장비는 실시간으로 연속적인 결과 값을 제공하는 장점이 있으나 장비의 가격이 고가이며 기기 설치시 환경상의 제약 등으로 인하여 여러 지역에 설치하여 운영하기에는 어려운 문제점을 가지고 있다.

이에 반해 passive sampler는 동시에 여러 지역에서 시료 채취가 가능하고, 분석법 또한 간편하여 일반적으로 쉽게 이용할 수 있는 방법으로 알려져 있다. 단기용 NO₂ passive sampler의 경우에는 이미 그 정확성에 대해 많은 연구가 이루어졌으며, 현재 여러 지역에서 사용되고 있는 상황이다. 그에 비해 장기용 NO₂ 및 SO₂ passive sampler의 이용은 아직 미비한 수준으로 본 연구에서는 자체 제작한 장기용 passive sampler를 기존의 제품과 비교하고, 또한 자동측정기의 농도 값과도 비교하여 장기용 sampler의 활용 가능성에 대해 알아보하고자 한다.

2. 제작 및 분석 방법

2.1 제작 방법

본 연구에서는 장기 폭로용 NO₂ 및 SO₂ passive sampler를 제작하여 사용하였으며, Passive sampler의 구성은 두 장의 보호막과 흡수액을 묻힌 흡수 여지 그리고, 그것을 보호해 주는 케이스로 구성되어 있다. Sampler의 자세한 구조는 그림 1에 나타내었다. 보호막은 polytefron 재질로 된 소수성 막을 사용하였고, 흡수 여지는 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 2A 여과지를 사용하였으며, NO₂의 흡수액으로는 10% TEA 용액을 SO₂의 흡수액으로는 5% Na₂CO₃ 용액을 이용하였다. 제작 방법은 먼저 흡수 여지에 흡수액을 70 µL 묻힌 다음 오븐에서 여지를 건조하여 케이스의 바닥에 넣고, 그 위에 두 장의 보호 여지를 넣은 다음 케이스의 옆부분을 수축비닐 등을 이용하여 밀봉을 한 후 고무 케이스에 넣으며, 이때 sampler의 윗 부분이 고무 케이스의 바닥으로 향하게 하여 보관 중에 대기 중에 폭로되는 것을 방지한다.

2.2 분석 방법

분석 방법은 일정기간 대기 중에 폭로된 passive sampler를 수거하여 sampler에서 흡수 여지를 꺼내어 초음파 추출기로 이온 물질을 추출한 후 이온 크로마토그래피를 이용하여 분석을 한다. 추출용액으로는 NO₂의 경우 초순수로 추출하며 SO₂의 경우는 0.15% H₂O₂를 이용하는데, 추출방법은 적당한 크기의 시험관에 흡수여지를 넣은 후 추출용액을 5 mL 가한 다음 50~60 °C의 온도에서 20분 정도 초음파 추출기를 이용하여 추출한다. 추출된 용액을 이온 크로마토그래피의 일반적인 음이온 분석법으로 NO₂⁻ 및 SO₄²⁻ 이온을 분석한 후 환산계수를 이용하여 NO₂ 및 SO₂의 농도를 구한다. 이온 크로마토그래피의 분석조건은 표 1과 같다.

3. 결 과

3.1 기존의 passive sampler와의 비교

기존의 passive sampler와 제작된 passive sampler를 비교한 결과는 그림 2와 같다. 비교방법은 동일한 기간과 장소에 두 종류의 sampler를 설치 후 같은 날에 분석하여 결과를 얻었으며, 비교된

sampler의 개수는 SO₂의 경우 19개이고 NO₂의 경우는 8개이며, 설치된 지역 또한 다양하다. 그림 2에서 보여지는 것처럼 두 sampler의 R² 값이 SO₂의 경우 0.993이고 NO₂의 경우 0.9114로 직선성이 상당히 좋을 수 있고, 두 sampler의 호환성을 나타낼 수 있는 기울기도 NO₂의 경우 0.8327, SO₂의 경우도 0.8809로 호환성 또한 높음을 알 수 있다. 결과 값을 살펴보면 대체적으로 농도가 높은 지역에서는 제작된 sampler가 기존의 sampler 보다 약간 낮은 농도를 나타내었다. SO₂의 경우 농도가 35 ppb 이하인 지역에서의 결과 값만으로 두 종류의 sampler에 의한 농도를 비교해 보면 기울기가 0.9558로 전체 지역에 비해 호환성이 좀 더 우수함을 알 수 있다.

3.2 자동측정망 값과의 비교

장기 passive sampler와 자동측정망과의 비교는 대전의 자동측정망이 설치된 3개의 지점에 한달 동안 NO₂ passive sampler를 설치하여 비교를 하였다. 정확한 비교를 위하여 자동측정망의 입구 주위에 sampler를 설치하였으며, 결과 값의 재현성을 알아보기 위하여 여러 개의 sampler를 설치하였다. 비교한 결과는 그림 3에 나타내었다. 결과를 살펴보면 각 지점에서의 passive sampler간의 농도에는 상당한 재현성이 있었고, 자동측정망 값과 비교를 해보았을 때 passive sampler의 값이 약 10%정도 차이가 나고 있음을 알 수 있다. A지점의 경우 sampler의 값이 각각 28.2, 26.3 ppb, 자동측정망의 값이 26.0 ppb이며, B지점의 경우 sampler의 값이 각각 27.6, 28.5 ppb, 자동측정망의 값이 23.0 ppb로 비슷한 결과를 보이고 있다.

4. 결 론

장기 passive sampler를 제작하여 성능을 평가한 결과 기존의 제품과 상당한 호환성이 있는 것을 알 수 있었고, sampler간의 재현성 또한 우수함을 알 수 있었다. 자동측정망과의 농도 비교에서도 일부 차이는 있었으나, 지역에 따른 농도의 경향성을 뚜렷이 나타내어 그 이용 가능성을 나타내고 있었다. 그러나 자동측정망과의 비교 실험 자료가 많지 않아 정확한 성능 평가를 했다고 보기에는 어려움이 있고, 앞으로 좀 더 많은 비교 실험을 통하여 정확한 성능평가가 이뤄져야 하겠으며, 표준가스 등을 이용하여 좀 더 다양한 방법에서의 접근이 필요하겠다.

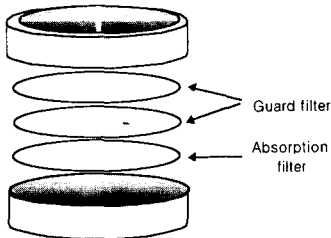


Fig. 1. Structure of passive sampler.

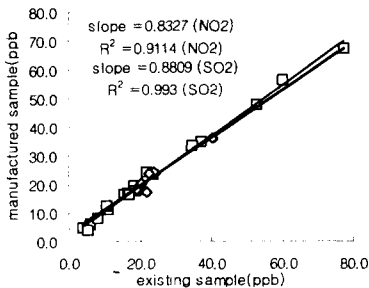


Fig. 2. Comparison of manufactured sampler with existing sampler

Table 1. Analytical Conditions for Ion Chromatography

Model	Dionex DX 500		
Eluent	1.0 mM NaHCO ₃ / 3.5 mM Na ₂ CO ₃	Sample loop	50 μL
Column	IonPac AG14, AS14	Suppressor	ASRS
Flow rate	1.2 mL/min	Detector	Conductivity

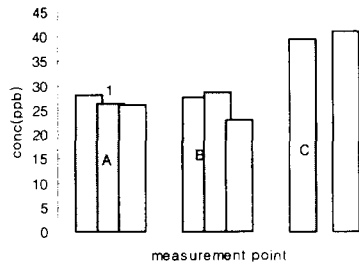


Fig. 3. Comparison of passive sampler with NO₂ analyzer.