

## 1D1) 실내 공기 중 포알데하이드 DNPH법과 전기적 신호 측정법 비교

### Comparison of Formaldehyde Measurement between DNPH and Electric Signal at Indoor Air

김신도 · 이현정 · 황의현<sup>1)</sup> · 윤중섭<sup>2)</sup>

서울시립대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>경도대학 건설환경공학부, <sup>2)</sup>서울시 보건환경연구원

#### 1. 서 론

많은 현대인들은 사무실 및 가정과 같은 실내 공간에서 오랜 시간 동안 체류하게 된다. 근래 각종 건축자재의 고급화에 따라 이들 제조과정에서 직간접적으로 유입된 유해물질들이 증기 또는 가스의 형태로 배출되며, 장기간 지속적으로 실내공기를 오염시키는 것으로 밝혀지고 있다. 특히 이와 같은 실내오염 물질들 중에서 발암성 및 자극성을 띤 포알데하이드가 주요 관리대상으로 다루어지고 있다. 포알데하이드는 건축물과 관계된 질병의 직접적인 원인 물질로서, 그 농도가 1ppm 이상에서 눈, 코, 목을 자극하고 기관지 천식, 피부 알레르기를 일으킬 뿐만 아니라 동물실험 결과 발암물질로 입증되었다. 카르보닐기를 가진 유기화합물의 화학적 유도체화를 통한 크로마토그래피법은 대표적인 카르보닐계 화합물의 측정법으로서 감도가 뛰어나며 분석대상물질의 선택적 검출이 가능하다는 이점을 지니고 있다. 특히 대기 중 독성유기물질(Air Toxics)에 대한 미국 EPA의 공정 시험법(Sinberry et al., 1998)으로 채택되고 있는 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNPH) 유도체화법은 현재 가장 많이 이용되고 있는 방법 중 하나로서, 시료 채취 시 알데하이드뿐만 아니라 케톤과도 쉽게 반응하여 안정한 DNPH 유도체를 형성하게 되므로 알데하이드와 케톤 모두에 대한 측정이 가능하다는 이점이 있다. 그러나 DNPH 유도체법은 현장 샘플링 후, 실험실에서 화학적 분석을 통해 정확도는 뛰어나지만 측정 후 결과를 얻기까지 많은 시간이 소요되고 고가의 분석 장비를 필요로 하는 단점이 있다. 이로 인해 포알데하이드의 농도 변화를 빠르게 알 수 있고, 현장성과 간편성이 요구되는 직독식 측정 기기의 개발이 시급한 실정이다. 이러한 이유로 현장 측정기기를 개발하기 위해 전기적 센서를 이용한 포알데하이드 측정 가능성을 검토하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 여러 단계로 포알데하이드 가스를 희석시켜 공정시험법으로 인정된 DNPH방법과 전기적 신호를 받아서 감지하는 센서를 가지고 측정해 보았다. 다중이용시설의 실내공기질관리법 기준치인 0.1ppm 이하의 농도를 측정하기 위해서 이보다 낮은 농도의 포알데하이드 가스를 측정, 분석 할 필요가 있다. 이에 0.1ppm 이하에서 포알데하이드를 측정하기 위하여 고배율 희석이 가능한 가스 희석 장치가 필요로 하고 그림 1은 희석장치 모습이다. 이 희석장치는 MFC 4개를 설치하여 샘플 가스 및 희석 가스의 유량을 조절하여 희석 시킬 수 있게 구성하였다. 샘플 가스가 MFC-1과 MFC-2에 들어가서, 희석 배율이 100배 이하에서는 MFC-3을 사용하게 되며, 그 이상을 희석하게 되면 MFC-4까지 사용하여 희석시키게 된다. 표 1은 사용한 센서의 특징을 나타낸 것이다. 포알데하이드 가스 50ppm을 이용하여 희석배율을 조절하여 DNPH방법과 전기적 센서를 측정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 포알데하이드 50ppm 가스와 에어 제로 가스(99.99%)를 이용하여 1 : 5~1 : 5000 의 희석배율로 희석장치의 재현성 실험을 한 결과이다. 이 그래프에서 희석 배율과 측정값의 상관성이 매우 높은 것을 보여준다. 이 실험결과 원하는 가스의 농도를 만들기 위해서는 샘플 가스에 희석시킬 가스의 배율을 이용하여 신뢰도 있는 농도 값을 얻을 수 있음을 확인하였다. 그러므로 현 실내공기질 기준치인 0.1ppm 이하까지 저농도 포알데하이드 가스를 만들 수 있으므로 고감도의 측정기기 개발에 사용할 수 있다.

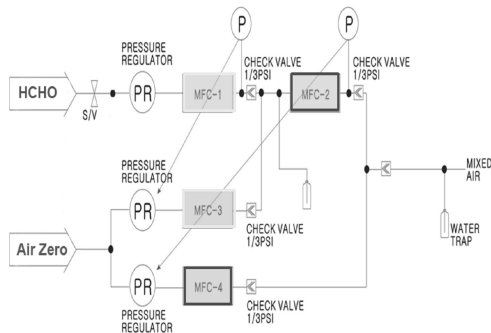


Fig. 1. Diluter Diagram.

Table 1. Characteristic of Electric signal.

Characteristics	Name	Substance
Performance	Range	0 ~ 10ppm
	Resolution	0.05ppm
	Response Time	30 ~ 50sec
	Flow through	500mL
	Temp Range	-20℃ ~ 45℃
Physical	Weight	13g
	Life	1 ~ 3 years

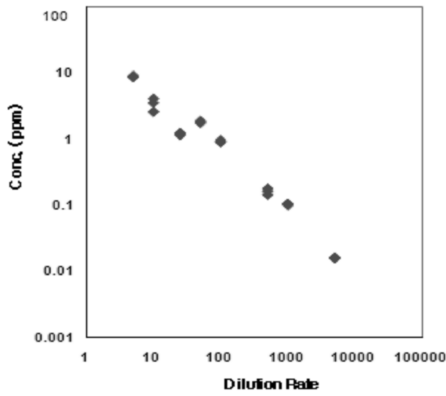


Fig. 2. HCHO : Air Zero = 1 : 5 ~ 1 : 5000.

표 2는 폼알데하이드 가스 50ppm과 에어 제로 가스 (99.99%)를 이용하여 희석 시킨 비율과 희석 시 예상되는 농도 값을 나타내었다. 그림 3은 여러 단계로 희석시킨 폼알데하이드 가스를 흘려서 DNPH와 센서로 측정하여 이에 센서의 감도를 확인 하였다. 그림 3에서 보듯이 센서가 0.6ppm 이상에서는DNPH법과 센서 측정법이  $R^2=0.96$ 로 상관성이 높았으며 센서의 감도도 높음을 확인하였다. 반면 센서가 0.6ppm 이하에서는 DNPH법과 센서 측정법이  $R^2=0.92$ 로 잘 맞으나 감도가 낮음을 보였다. 이에 현 실내공기질 기준치인 0.1ppm 이하까지 측정 가능 할 수 있는 측정 장치를 개발하기 위해서는 좀 더 고감도의 센서가 필요함을 보여준다.

Table 2. Comparison between DNPH and Electric signal.

Dilution Rate	Forecast Conc.(ppm)
1 : 20000	0.0025
1 : 10000	0.005
1 : 5000	0.01
1 : 2000	0.025
1 : 1000	0.05
1 : 500	0.1
1 : 350	0.14
1 : 200	0.25
1 : 150	0.3
1 : 100	0.5
1 : 75	0.65
1 : 50	1
1 : 25	2
1 : 10	5

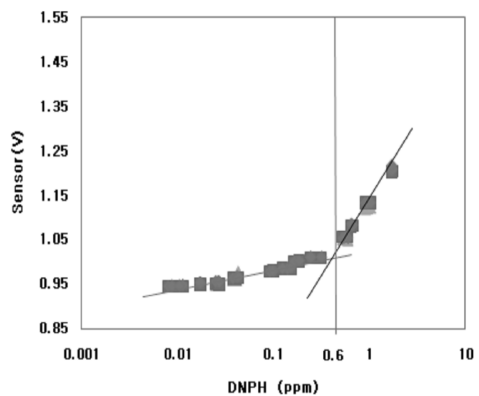


Fig. 3. Comparison between DNPH and Electric Signal.

## 사 사

본 연구는 2005년 서울시 산학연 협력사업 지원과제(과제번호 : 200601262002)-미래도시의 웰빙을 위한 실내공기질 관리 기술개발의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 홍유정, 김기현 (2006) 대기 중 카보닐 계열 성분의 분석 기법의 연구 : 폼름알데하이드와 DNPH의 반응 특성을 중심으로, 한국대기환경학회지, 22(2), 201-208.
- 황윤정, 박상곤, 백성욱 (1998) 공기 중 포름알데히드 측정을 위한 크로모트로핀산법과 DNPH/HPLC 방법의 비교·평가, 한국대기보전학회, 5, 519-524.
- 환경부 (2004) 실내공기질관리 공기질 관리법 시행규칙, 관보(2004. 09).