위생과 환경

# 확산형 시료 채취기와 직독식 기기에 의한 이산화질소와 포름알데히드 농도의 비교

*The Comparison Study on the Concentration of $NO_2$, HCHO by Passive Sampler and Direct Reading Instrument*

김경진* · 박지연 · 김형아 · 안규동
충남 아산시 순천향대학교 산업정보대학원
서울 강남구 반포동 가톨릭대학교 예방의학교실
충남 아산시 순천향대학교 산업의학연구소

〈Abstract〉

확산형 시료 채취기와 직독식 기기(공정시험법, Nitrogen Oxides Analyzer Model; EC 9841, Ecotech, Australia)에 의한 $NO_2$ 농도를 비교하고, 능동시료채취기(공정시험법)와 확산형포집기에 의한 HCHO(포름알데히드) 농도를 비교하기 위해 서울 · 경기 또는 대전, 충남 · 북지역에 소재한 11개 시설(종합병원 4곳, 노인 병원 1곳, 보건소 1곳, 복지관 3곳, 보육시설 2곳)을 대상으로 수행하였다.

1. 포름알데히드의능동 포집법(공정시험법)에 의한 시료(n=87)의 평균농도는 11.44±11.07ppb이고, 확산형 시료 채취기 의한 시료(n=40)의 평균농도는 11.91±7.37ppb으로 비슷한 값이 나왔고, 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.806).

2. 포름알데히드 능동 포집법에 의한 농도와 확산형 시료 채취기에 의한 농도와의 상관계수 r=0.404(p=0.037)로 나타나 이 두 가지의 방법은 특정시간 포름알데히드 측정에 사용하여도 어느 정도 비교하기에는 적합할 것으로 생각된다.

3. 이산화질소의 노출정도는 직독식 기기(공정시험방법)와 확산형 시료 채취기로 각각 1시간(오전, 오후 각각 2회), 8시간 측정하였다. 공정시험방법(n=61)에 의한 1시간-시료 평균농도는 44.48±37.96ppb이고, 확산형 시료 채취기(n=61)에 의한 1시간-시료 평균농도는 3.58±2.07ppb으로 통계적으로 유의하였다(p=0.000). 직독식 기기(n=61)에 의한 8시간-시료 평균농도는 34.85±22.83ppb이고, 확산형 시료 채취기(n=61)에 의한 8시간-시료 평균농도 8.32±4.44ppb으로 통계적으로도 유의하였다(p=0.000).

4. 이산화질소를 직독식 기기(공정시험방법)와 확산형 시료 채취기로 측정한 1시간-시료 농

도의 상관계수 r=0.253(p=0.268)이고 8시간-시료 일 때 상관계수 r=0.367(p=0.102)로 나타나 확산형 시료 채취기를 직독식 기기(공정시험방법) 대체 사용방법으로 이용하기에는 적합하지 않다고 생각된다.

## Ⅰ. 서론

포름알데히드, $NO_2$는 새집증후군 등 실내공기질에 영향을 미치는 매우 중요한 유해인자로 부각되고 있다. 화석연료의 연소 등에 기인하면서 실내오염물질 중 중요한 자극성 물질로 여겨지는 $NO_2$에 대해 공정시험방법은 주시험법으로서 화학발광법을 이용하여 1시간 노출농도를 측정하여 평가하도록 되어있다. 그러나 본 공정시험방법에 의한 $NO_2$ 측정장비(Nitrogen Oxides Analyzer Model; EC 9841, Ecotech, Australia)는 그 무게와 부피, 기타부속장비 등으로 인하여 이용자에게 불편을 줄 뿐만 아니라 측정자에게도 취급상 어려움이 있다. 수동시료 포집기(Passive Tube, Advantec $NO_2$ badge)는 가볍고 사용하기 쉬울 뿐 만 아니라 별도의 장비 없이 측정자, 다중이용시설 이용자 모두에게 불편을 주지 않을 것이다. 또한 포름알데히드는 비암 발생과 자극(눈, 코 등 상기도)을 일으키며 메스꺼움, 기침, 가슴답답함, 피부 붉힘 등을 나타내는 것으로 알려져 있다. 포름알데히드의 포집에 사용되는 개인시료 포집용 펌프는 포집 중 소음 발생과 취급상의 번거로움이 있다. 수동시료 포집기(Passive Tube, Sibata-5101)는 가볍고 사용하기 쉬울 뿐 만 아니라 별도의 장비 없이 측정자, 다중이용시설 이용자 모두에게 불편을 주지 않을 것이다.

## Ⅱ. 재료 및 방법

실내공기질 평가를 위한 기본사항으로 온도, 습도, 기류를 측정하고, 다음과 같은 유해인자의 실내공기 노출수준을 분석하였다.

### · 이산화질소(ppb)

실내공기질공정시험방법(환경부, 2003)에 준하여 직독식 기기(공정시험방법; Nitrogen Oxides Analyzer Model; EC 9841, Ecotech, Australia)으로 1시간 노출농도를 평가하였다. 동시에 확산형 시료 채취기(Passive Tube, Advantec NO2 badge)를 이용하여 각각 1시간-포집시료, 8시간-포집시료를 Saltzman 시약을 이용하여 발색시킨 후 545㎚에서 흡광도를 측정하여 노출농도를 평가한다.

### · 포름알데히드

실내공기질공정시험방법에 준하여 DNPH-알데히드류 포집기와 개인시료포집용 펌프(유량 0.2L/min)를 이용하여 공기를 포집하고, 확산형 시료 채취기(Passive Tube, Sibata-5101)를 이용하여 시료포집 후 아세토니트릴로 추출한 후 고성능 액체 크로마토그래피(HPLC-UV detector;

360㎚)로 분석했다.

· 대상시설

『다중이용시설등의실내공기질관리법』에 의한 시료채취대상시설 중 서울·경기 또는 대전, 충남·북 지역에 소재한 시설 중 11개 시설(종합병원 4곳, 노인병원 1곳, 보건소 1곳, 복지관 3곳, 보육시설 2곳)을 대상으로 수행하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

환경부(다중이용시설실내공기질관리법)에서 규정하고 있는 대상시설 중 서울·경기 또는 대전, 충남·북 지역에 소재한 종합병원 4곳, 노인병원 1곳, 보건소 1곳, 복지관 3곳, 보육시설 2곳이 본 연구에 협조하여 총 11개 시설에서 연구를 수행하였다.

### (1) 온도, 습도, 기류 측정

실내공기질 평가를 위한 기본사항으로 온도, 습도, 기류를 측정하였다. 11개 시설의 평균 온도는 20.1±5.0℃, 습도는 34.0±13.4%이고 모든 측정일의 실내기류는 0.1m/sec이하였다.

### (2) 포름알데히드

알데히드 노출농도를 평가하기 위해 공정시험법에 규정하고 있는 능동포집법과 확산형 시료 채취기의 농도를 비교하기 위하여 시료를 동시에 포집하여 HPLC로 분석하였다. 포름알데히드의 능동 포집법에 의한 시료(n=87)의 평균농도는 11.44±11.07ppb이고, 확산형 시료 채취기 의한 시료(n=40)의 평균농도는 11.91±7.37ppb으로 두 가지 방법에서 비슷한 값이 나왔고, 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.806). 포름알데히드 능동 포집법에 의한 농도와 확산형 시료 채취기에 의한 농도와의 상관계수 r=0.404(p=0.037)로 나타나 이 두 가지의 방법을 특정 시간 포름알데히드 측정에 사용하여도 어느 정도 비교하기에는 적합할 것으로 생각된다.

### (3) 이산화질소(ppb)

이산화질소의 노출정도는 직독식 기기(공정시험방법)와 확산형 시료 채취기로 각각 1시간(오전, 오후 각각 2회), 8시간 측정하였다. 직독식 기기(n=61)에 의한 1시간-시료 평균농도는 44.48±37.96ppb이고, 확산형 시료 채취기(n=61)에 의한 1시간-시료 평균농도는 3.58±2.07ppb으로 통계적으로도 유의하였다(p=0.000). 직독식 기기(n=61)에 의한 8시간-시료 평균농도는 34.85±22.83ppb이고, 확산형 시료 채취기(n=61)에 의한 8시간-시료 평균농도 8 32±4.44ppb으로 통계적으로도 유의하였다(p=0.000).

이산화질소를 직독식 기기(공정시험방법)와 확산형 시료 채취기로 측정한 1시간-시료 농도의 상관계수 r=0.253(p=0.268)이고 8시간-시료 농도의 상관계수 r=0.367(p=0.102)로 나타나 확산형 시료 채취기를 직독식 기기(공정시험방법) 대체 사용방법으로 이용하기에는 적합하지

않다고 생각된다.

## Ⅳ. 결론

(1) 포름알데히드의 능동 포집법에 의한 시료의 노출 평균농도와 확산형 시료 채취기에 의한 노출 평균농도는 비슷한 값이 나왔고, 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.806).

(2) 포름알데히드의 능동 포집법에 의한 시료의 평균농도와 확산형 시료 채취기에 의한 농도와의 상관계수 r=0.404(p=0.037)로 이 두 가지의 방법을 특정시간 포름알데히드 측정에 사용하여도 어느 정도 비교하기에는 적합할 것으로 생각된다.

(3) 이산화질소의 노출정도는 직독식 기기(공정시험방법)에 의한 평균농도와 확산형 시료 채취기에 의한 평균농도는 1시간-시료 농도에서 통계적으로 유의 하였고 (p=0.000), 8시간-시료 농도에서도 통계적으로 유의하였다(p=0.000).

(4) 이산화질소를 공정시험방법과 확산형 시료 채취기로 측정한 1시간-시료 농도의 상관계수 r=0.253(p=0.268)이고 8시간-시료 농도의 상관계수 r=0.367(p=0.102)로 나타나 확산형 시료 채취기를 공정시험법(화학발광법) 대체 사용방법으로 이용하기에는 적합하지 않다고 생각된다.

### 〈참고문헌〉

최미현, 이광묵, 노영만 : 기중 포름알데히드 측정을 위한 확산포집기의 개발 : 한국산업위생학회지;9;173~186

환경부 : 실내공간 실내공기오염 특징 및 관리방법 연구: 연구보고서, 2002.

환경부 : 다중이용시설등의 실내공기질관리법. 법률 제 6911호. 동법시 행령, 시행규칙. 2003.

환경부 : 실내공기질공정시험방법. 2004.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists 2004 TLVs and BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents, Cincinnati, OH: ACGIH, 2004.

Seifert, B : Organic indoor pollutants : sources, species, and concentrations. chemical, microbiological, health and comfort aspects of indoor air P. Wolkoff, Eds. ECSC, EEC, Brussels and Luxembourg. Printed in the Netherlands, 1992.

Yanagisawa Y, Nishimura H : A personal sampler for measurement of nitrogen dioxide in ambient air. J japan Soc Air Pollut 15;316-323. 1980.